



# 焦作高新技术产业开发区 区域性气候可行性论证报告



河南省气候中心  
二〇二四年十月



扫描全能王 创建

项 目 名 称： 焦作高新技术产业开发区  
区域性气候可行性论证报告

委 托 单 位： 焦作高新技术产业开发区管委会

承 担 单 位： 河南省气候中心

批 准： 朱业玉（正高级工程师）

审 定 人： 潘 攀（高级工程师）

统 稿 人： 史恒斌（高级工程师）



河南省郑州市金水路 110 号  
电 话：（0371）65922013

邮 编：450003  
传 真：（0371）65922835



扫描全能王 创建



主要编制人员及分工

| 分 工                      | 人 员                                  |
|--------------------------|--------------------------------------|
| 项 目 概 述                  | 史恒斌（高级工程师）                           |
| 论 证 目 的 及 原 则            | 史恒斌（高级工程师）                           |
| 资 料 说 明                  | 竹磊磊（高级工程师）<br>李凤秀（高级工程师）             |
| 影 响 本 区 域 天 气<br>气 候 系 统 | 吴 璐（高级工程师）                           |
| 主 要 气 候 特 征 分 析          | 许蓬蓬（高级工程师）                           |
| 主 要 气 象 灾 害              | 许蓬蓬（高级工程师）                           |
| 关 键 气 象 参 数<br>分 析 与 推 算 | 郭佳文（工程师）<br>潘 攀（高级工程师）<br>李凤秀（高级工程师） |
| 气 象 灾 害 风 险 评 估          | 张艳红（工程师）<br>杨 婷（工程师）<br>杨美荣（高级工程师）   |
| 结 论 和 建 议                | 史恒斌（高级工程师）                           |



# 说 明

1. 《焦作高新技术产业开发区区域性气候可行性论证报告（简称本报告）》是河南省气候中心受商委托而完成的技术成果，其使用权归双方共同所有，并受中华人民共和国知识产权法保护。该技术成果的知识产权归河南省气候中心所有。
2. 本报告中的所有气象资料及相关数据资料仅限于本论证区域使用，论证结论仅限于论证区域内所有符合规划的入驻项目（但不包括特殊工程和交通、水利、能源等领域的重大工程）使用。
3. 本报告中提出的气象防灾减灾措施和对策建议，可供论证区域的整体规划、建设项目的规划设计及运营维护参考使用。
4. 本报告中的结论是基于标准气象观测资料、闪电定位资料等多源数据按照国家或行业相关技术规范统计分析得出，超出规定值的气象灾害风险是存在的。
5. 本报告有效期 10 年，其间若出现重大气象灾害并造成严重影响，须重新开展区域性气候可行性论证。
6. 本报告有承担单位盖章方有效。对本报告若有异议，应于收到本报告之日起 15 个工作日内向承担单位提出。

河南省气候中心

2024 年 10 月





# 机构信用等级证书

## CERTIFICATE OF INSTITUTION CREDIT GRADE

河南省气候中心（河南省气候变化监测评估中心）：  
中国气象服务协会委托北京国富泰信用管理有限公司对河南省气候中心（河南省气候变化监测评估中心）气候可行性论证领域的信用状况进行了评定，结果为AAA。

评级时间：2022年11月。特发此证。

This is to certify that 河南省气候中心（河南省气候变化监测评估中心） is rated as AAA credit grade by China National Credit Information Service Co., Ltd.

Evaluation time: November, 2022.

证书编号：20221102862623

Certificate Number

签发日期：2022年11月17日

Date of Issue

有效期至：2025年11月16日

Date of Expiry

公示查询：中国商务信用平台（www.bcpn.com）

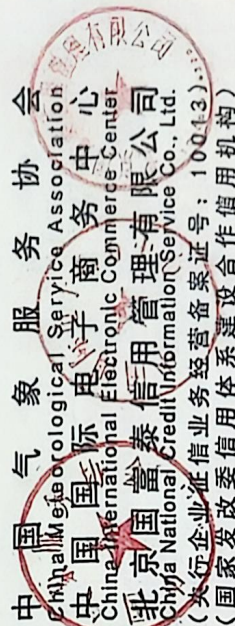
Enquiring Website



### 证书说明： Notes:

- 1、企业信用等级由评定之日起有效期为三年。  
The enterprise credit grade is valid for 3 years starting from the date of issue.
- 2、企业信用等级实行复审制度，有效期内，每年复审一次。经复审合格的，加盖复审后可继续使用；信用状况发生变化的，应重新评定信用等级并更换证书。  
The credit grade should be re-examined every year in the period of validity. If the credit status has changed, the credit grade should be re-evaluated and the certificate should be changed.
- 3、有效期内的企业改变名称的，必须持证明到发证单位办理变更手续。  
If the enterprise changes name in the period of validity, it shall take the certificate to the issue unit to go through the formalities for the change.
- 4、本证书只证明企业在有效期内的信用状况，不作他用。  
The certificate is only used to prove the credit status in the period of validity.
- 5、本证书不得涂改、转借。  
Modifications or use by any other person is not allowed.

### 复审记录： Re-examination record:



（央行企业征信业务经营许可证号：100413）  
（国家发改委委信用体系建设合作信用机构）



扫描全能王 创建



# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第一章 项目概述.....                    | 1  |
| 1.1 项目概况.....                    | 1  |
| 1.2 经济开发区基本情况.....               | 1  |
| 1.2.1 地形和气候特征.....               | 1  |
| 1.2.2 高新区现状及规划方案.....            | 4  |
| 1.2.3 高新技术产业开发区规划及功能.....        | 6  |
| 1.3 现场调研及气象敏感度调查结果.....          | 10 |
| 第二章 论证目的及原则.....                 | 13 |
| 2.1 论证目的.....                    | 13 |
| 2.2 编制依据.....                    | 13 |
| 2.2.1 政策法规.....                  | 14 |
| 2.2.2 标准规范.....                  | 15 |
| 2.3 计量单位与专业术语.....               | 17 |
| 2.3.1 计量单位.....                  | 17 |
| 2.3.2 专业术语.....                  | 18 |
| 第三章 资料说明.....                    | 21 |
| 3.1 资料内容和来源.....                 | 21 |
| 3.2 资料质量控制.....                  | 22 |
| 3.3 参证气象站选取及三性分析.....            | 23 |
| 3.3.1 气象站背景与观测沿革.....            | 24 |
| 3.3.2 三性分析.....                  | 31 |
| 3.3.3 拟选国家气象观测站与省级气象观测站对比分析..... | 41 |
| 3.3.4 参证站的确定.....                | 43 |
| 第四章 影响本区域天气气候系统.....             | 45 |
| 4.1 概述.....                      | 45 |
| 4.2 北半球大气环流特征.....               | 45 |
| 4.3 欧亚地区大气环流背景场分析.....           | 47 |
| 4.4 不同季节影响焦作的主要天气系统.....         | 52 |
| 4.4.1 西太平洋副热带高压.....             | 52 |
| 4.4.2 低空低涡.....                  | 53 |
| 4.4.3 高空冷涡.....                  | 53 |
| 4.4.4 低空急流.....                  | 53 |
| 4.4.5 台风.....                    | 54 |
| 4.5 小结.....                      | 54 |
| 第五章 主要气候特征分析.....                | 55 |
| 5.1 气候背景.....                    | 55 |



|                  |    |
|------------------|----|
| 5.2 气压           | 57 |
| 5.2.1 年际变化       | 57 |
| 5.2.2 月际变化       | 58 |
| 5.2.3 日变化        | 60 |
| 5.3 气温           | 60 |
| 5.3.1 年际变化       | 60 |
| 5.3.2 月际变化       | 62 |
| 5.3.3 日变化        | 64 |
| 5.4 降水           | 64 |
| 5.4.1 降水量年际变化    | 64 |
| 5.4.2 月际变化       | 65 |
| 5.5 降水日数         | 65 |
| 5.5.1 年际变化       | 65 |
| 5.5.2 月际变化       | 66 |
| 5.6 风向风速         | 67 |
| 5.6.1 年际变化       | 67 |
| 5.6.2 月际变化       | 69 |
| 5.6.3 日变化        | 69 |
| 5.6.4 风向频率年及季节变化 | 70 |
| 5.7 相对湿度         | 72 |
| 5.7.1 年际变化       | 72 |
| 5.7.2 月际变化       | 72 |
| 5.7.3 日变化        | 73 |
| 5.8 日照           | 74 |
| 5.8.1 年际变化       | 74 |
| 5.8.2 月际变化       | 74 |
| 5.9 地面温度         | 75 |
| 5.9.1 年际变化       | 75 |
| 5.9.2 月际变化       | 77 |
| 5.9.3 日变化        | 78 |
| 第六章 主要气象灾害       | 79 |
| 6.1 暴雨           | 79 |
| 6.2 雷暴           | 82 |
| 6.3 闪电           | 84 |
| 6.4 大风           | 85 |
| 6.5 积雪           | 86 |
| 6.6 高温           | 87 |
| 6.7 低温           | 88 |
| 6.8 结冰           | 89 |
| 6.9 冰雹           | 90 |
| 6.10 雾           | 91 |
| 6.11 连阴雨         | 92 |



|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第七章 关键气象参数分析与推算          | 97  |
| 7.1 风速设计基准值              | 97  |
| 7.1.1 设计风速计算             | 99  |
| 7.1.2 基本风压               | 100 |
| 7.2 基本雪压                 | 101 |
| 7.2.1 年最大积雪深度的概率估算       | 101 |
| 7.2.2 设计雪压的估算            | 102 |
| 7.3 基本气温                 | 103 |
| 7.4 室外气象参数               | 104 |
| 7.4.1 冬季空调和供暖参数          | 106 |
| 7.4.2 夏季空调参数             | 107 |
| 7.4.3 夏季和冬季通风参数          | 108 |
| 7.5 排水设计气象参数             | 108 |
| 7.5.1 不同历时不同重现期暴雨强度      | 109 |
| 7.5.2 不同历时不同重现期降水量       | 109 |
| 7.5.3 暴雨强度公式适应范围         | 110 |
| 7.6 重现期极值                | 113 |
| 7.6.1 最大日降水              | 113 |
| 7.6.2 极端高温               | 113 |
| 7.6.3 极端低温               | 114 |
| 第八章 气象灾害风险评估             | 115 |
| 8.1 雷电灾害风险评估             | 115 |
| 8.1.1 焦作高新技术产业开发区雷电气候分析  | 115 |
| 8.1.2 地闪时间分布             | 118 |
| 8.1.3 雷电流强度分析            | 120 |
| 8.1.4 雷击风险等级             | 121 |
| 8.1.5 雷击防护建议             | 122 |
| 8.1.6 园区内施工现场防雷建议        | 123 |
| 8.1.7 防雷装置投入使用后的防雷安全指导意见 | 124 |
| 8.1.8 雷击事故处理             | 126 |
| 8.2 致灾危险性评估              | 126 |
| 8.2.1 暴雨致灾危险性评估          | 127 |
| 8.2.2 大风致灾危险性评估          | 129 |
| 8.2.3 高温致灾危险性评估          | 132 |
| 8.2.4 低温冰冻致灾危险性评估        | 135 |
| 8.3 交通运营不利天数分析           | 138 |
| 8.3.1 年变化特征              | 138 |
| 8.3.2 月变化特征              | 138 |
| 第九章 结论和建议                | 140 |
| 9.1 主要结论                 | 140 |
| 9.1.1 大气环流特征             | 140 |





|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 9.1.2 焦作高新技术产业开发区气候背景 .....            | 140 |
| 9.1.3 高影响天气 .....                      | 142 |
| 9.1.4 关键气象参数推算结果 .....                 | 142 |
| 9.1.5 灾害风险及影响评估 .....                  | 143 |
| 9.1.6 交通运营不利天数分析 .....                 | 147 |
| 9.2 主要建议 .....                         | 147 |
| 9.2.1 规划阶段 .....                       | 148 |
| 9.2.2 建设阶段 .....                       | 148 |
| 9.2.3 运营阶段 .....                       | 149 |
| 9.3 适用性分析及关注重点 .....                   | 150 |
| 9.3.1 适用性分析 .....                      | 150 |
| 9.3.2 关注重点 .....                       | 151 |
| 附录 A 近 50 年焦作高新技术产业开发区周边地区气象灾害调查 ..... | 153 |
| 附录 B 指标参数的权重和隶属度计算 .....               | 163 |
| 附录 C 各致灾因子危险性指数权重系数计算 .....            | 169 |
| 附录 D 天气、气候名词解释 .....                   | 172 |
| 附录 E 专家评审意见 .....                      | 173 |



# 第一章 项目概述

## 1.1 项目概况

为落实河南省人民政府办公厅《关于实施工程建设项目区域评估的指导意见》（豫政办〔2019〕10号），焦作高新技术产业开发区管理委员会根据焦作高新技术产业开发区的性质、定位、区位，委托河南省气候中心开展区域性气候可行性论证分析工作。

在接受委托后，河南省气候中心立即成立编制工作组，搜集了焦作高新技术产业开发区周边相关气象资料，并进行现场调查，按照焦作高新技术产业开发区的性质、规模、建设内容、发展规划等要求确定气候可行性论证的重点、范围、技术路线等，形成工作方案。在此基础上，按照中国气象局《区域性气候可行性论证技术指南》（气预函〔2019〕42号）的要求编制了该项目的编制大纲，并完成本报告。

## 1.2 经济开发区基本情况

### 1.2.1 地形和气候特征

焦作市位于河南省西北部，地处北纬  $34^{\circ} 48' 16'' \sim 35^{\circ} 29' 30''$ ，东经  $112^{\circ} 32' 48'' \sim 113^{\circ} 39' 45''$  之间，北依太行，与山西省晋城市的陵川县搭界，南临黄河，与郑州市的荥阳市、巩义市，洛阳市的孟津区隔河相望，西与济源市毗邻，东与新乡市的辉县市、获嘉县、原阳县接壤，东西长 102 千米，南北宽 77 千米，总面积 4071 平方千米，北依太行、南临黄河，呈北山、中川、南滩之势，辖 6 个县（市）、4 个区和 1 个高新区。是中原城市群和豫晋交界地区的区域性中心城市，具有承东启西、沟南通北的枢纽地位。



焦作市处于太行山脉与豫北平原的交接地带，地势呈北高南低态势，地形变化较大，地貌类型多样，主要有太行山前倾斜平原、太行山前交接洼地、沁河冲积扇平原、清风岭岗地、古黄河滩地、黄河滩地等十几种类型。

焦作市气候属暖温带大陆性季风气候，年平均气温  $16.2^{\circ}\text{C}$ ，历史极端最高  $43.5^{\circ}\text{C}$ （2009 年 6 月 25 日），历史最低气温： $-17.8^{\circ}\text{C}$ （1990 年 2 月 1 日）。年平均降水量为 591.1 毫米，年际变化也较大，降水年内分配悬殊，6-9 月降水占全年降水总量的 60%左右。

焦作市河流分属黄河、海河水系。黄河水系以沁河、丹河为主，流域面积 1923 平方千米，占全市面积的 47.2%；海河水系以沙河、大狮涝河为主，流域面积 2148 平方千米。焦作市流域面积在 100 平方千米以上的河流有 23 条，还有引沁渠、广利渠两大人工渠，有群英水库、青天河水库、白墙水库、顺涧水库等较大水库，地表水资源充足；焦作市还是天然的地下水汇集盆地，已探明地下水储量 35.4 亿立方米。南水北调中线工程也从焦作通过，有丰富的水资源。





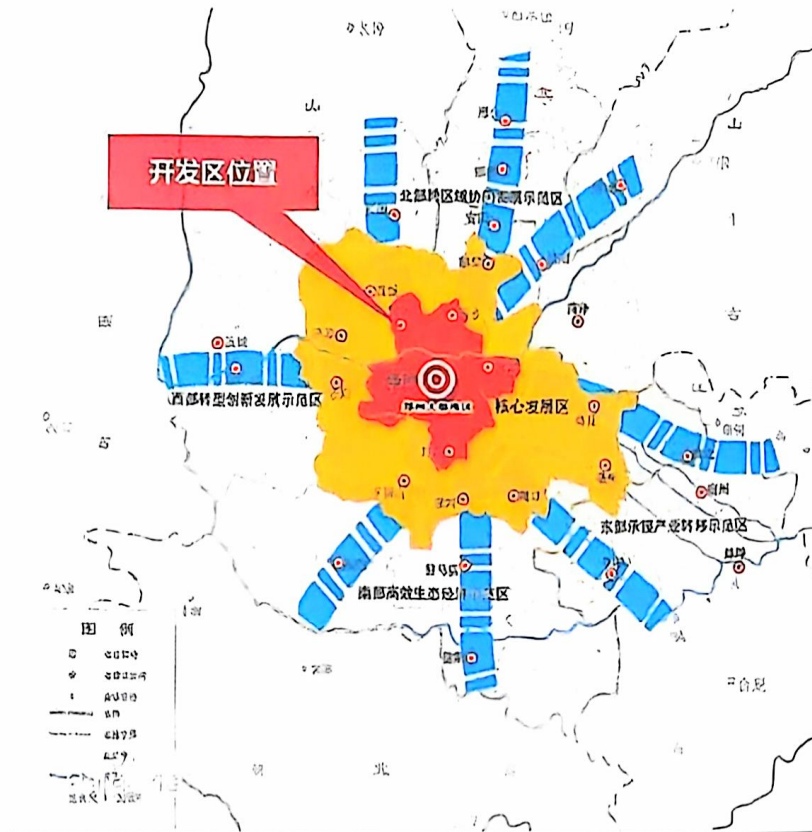


图 1.1 焦作高新技术产业开发区在中原城市群的位置



图 1.2 焦作高新技术产业开发区在焦作市的位置



### 1.2.2 高新区现状及规划方案

焦作高新技术产业开发区是焦作市辖功能区，成立于 1999 年，和 2013 年经河南省委、省政府批准设立的城乡一体化示范区套合发展。焦作高新技术开发区位于焦作市东南，武陟县西北侧，修武县西南，北侧紧邻 308 省道，南侧紧邻晋新高速、327 国道，西侧有焦桐高速，东侧有 232 省道，荷宝高速与大沙河横穿高新区。

焦作高新技术产业开发区由三个片区组成，规划面积 30.74 平方公里，荣获了国家高新技术产业开发区、国家级科技企业孵化器、中国（河南）自由贸易试验区联动创新区、省级数字化转型示范区、省级科技成果转移转化示范区等荣誉称号。

焦作高新技术产业开发区目前已基本形成**装备制造、食品加工、功能性新材料 3 个主导产业**，三大主导产业增加值占规上工业增加值的比重达 94.2%。2022 年，高新区食品加工业总产值 72.96 亿元、装备制造业总产值 35.7 亿元、功能性新材料总产值 6.2 亿元情况。

焦作高新技术产业开发区也存在较为明显的差距和短板，产业发展缺乏系统谋划，虽装备制造、食品加工产业已形成了一定的产能优势，但是“原”字头和初级产品多、产业链条短，几乎所有产业均处于“微笑曲线”的中低端，高附加值和高科技含量的产品较少。资源开发方式较为粗放，部分企业停产，新技术、新工艺、新产品研发应用创新不够，发展层次较低。





图 1.3 焦作高新技术开发区土地利用现状图

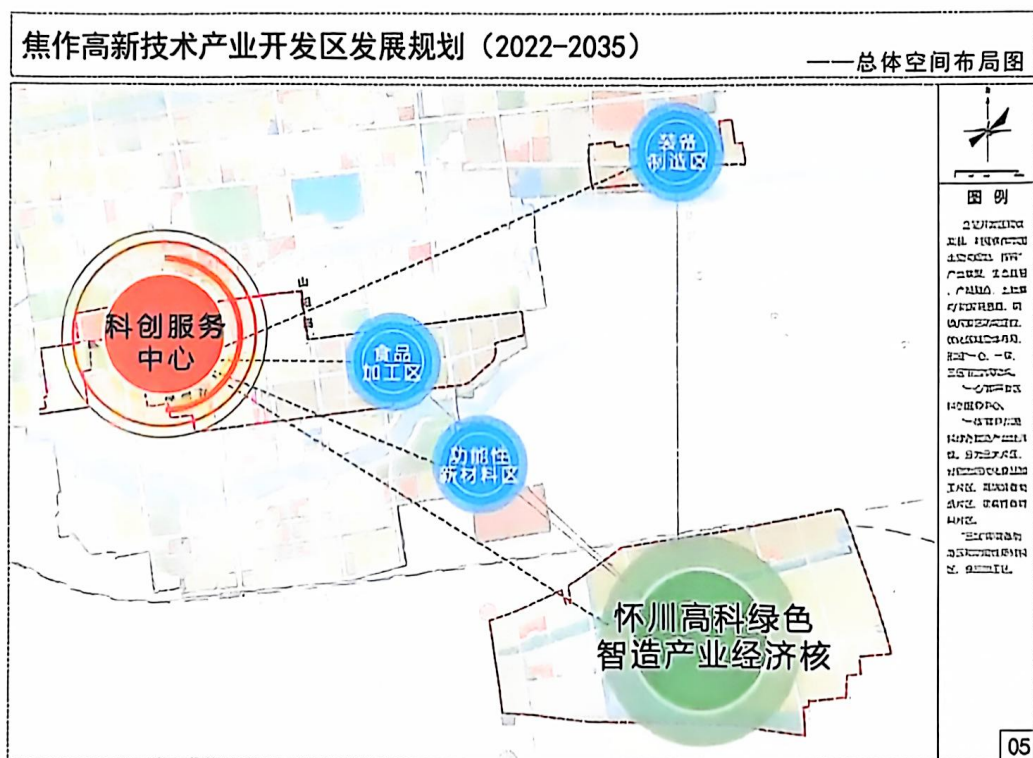


图 1.4 焦作高新技术开发区总体空间布局图





### 1.2.3 高新技术产业开发区规划及功能

焦作高新技术产业开发区规划范围共包含三个片区，规划建设用地面积为 3047.29 公顷，规划（围合）范围面积为 3074.20 公顷。其中：

片区 1：面积 150.26 公顷，东至中轴集团东风工业园东侧，西至文昌路，南至新河，北至马村消防队南侧；

片区 2：面积 1161.26 公顷，东至西经路，西至普济路，南至黄河大道，北至新河；

片区 3：面积 1762.68 公顷，东至东海大道，西至中原路，南至 G327，北至菏宝高速。

焦作高新技术产业开发区的空间结构立足开发区发展现状，按照“产业集聚、生态宜居、产城融合、土地集约”的发展思路，明确开发区功能定位，优化区域总体布局，形成“一心、一核、三区”的空间结构。

“一心”即开发区科创服务中心。依托国家级高新技术产业开发区，整合周边高校资源，建设科技创新研发中心，为园区提供先进的科学技术服务，实现产学研一体化发展。进一步深化体制机制改革，为招商引资、项目建设和经济发展等提供优质、便捷服务，对开发区经济社会发展起到核心引领作用，同时发挥周边餐饮娱乐、生态居住等配套服务功能，助力打造高端生产服务、优质生活服务、科技研发于一体的科创服务中心。

“一核”指怀川高科绿色智造产业经济核。依托紫荆大道、大狮涝河、生态防护廊道，串联主要产业片区与服务中心，打造创新孵化产业片区、新材料产业片区、高端装备制造产业片区、现代物流仓储片区及弹性产业片区，面向企业，打造集聚运营管理、展示交易、研



发信息、商务办公、金融保险等生产服务功能的综合服务中心、经济增长核。

“三区”即装备制造产业经济区、功能性新材料产业经济区和食品加工产业经济区。装备制造产业经济区以科瑞森重装等为骨干企业，重点打造矿山机械生产基地；以厦工机械及配套产业园为突破，优化发展重点领域关键零部件，加快构建装载机、叉车、混凝土喷浆机的协同发展产业链条；功能性新材料产业经济区依托卓立膜材料等龙头企业，打造膜材料国家级实验室；依托天宝恒祥等企业，力争打造集金刚石生产、精密刀和人造金刚石首饰于一体的超硬材料全产业链；食品加工产业经济区以蒙牛、明仁为龙头的食品制造业，是河南省农业产业化重点龙头企业。

焦作高新技术产业开发区以智能化、绿色化、服务化为主攻方向，重点培育**食品加工、装备制造、新材料三大产业集群**，实现产业集群快速发展。为加快产业集聚发展实现“以产促城”，依托国家级高新技术产业开发区建设，在大沙河以南区域以居住、办公、商业用地为主，对开发区经济社会发展起核心引领作用；在世纪大道以南，西经路以西，大沙河以北，凯旋路以东区域，以二类工业用地为主，发展近城区食品加工产业；在丰收路两侧，以“高端化转型、智能化发展”为主线，充分发挥比较优势和龙头企业带动作用，重点发展矿山机械、工程机械等产业，大力培育竞争优势突出的先进装备制造业，布置二类工业用地；在大沙河以南，以现状龙头企业发展为主，布置二类工业用地。

在荷宝高速南部区域打造怀川高科绿色智造产业园，规划科研用地与新型产业用地集中分布在创新孵化产业片区西部，面积分别为3.72 公顷、49.08 公顷，可布设研发创新、科技转化、工业设计、软



件信息、检验检测、样品生产、批量试制等功能业态。

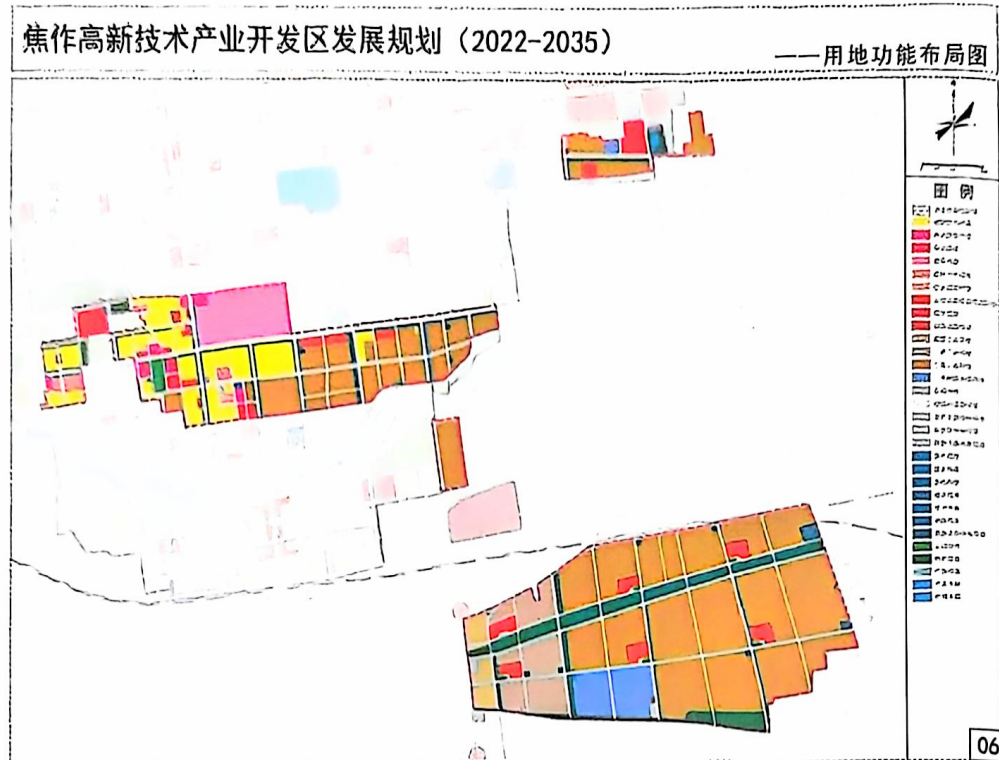


图 1.5 焦作高新技术产业开发区用地功能布局图

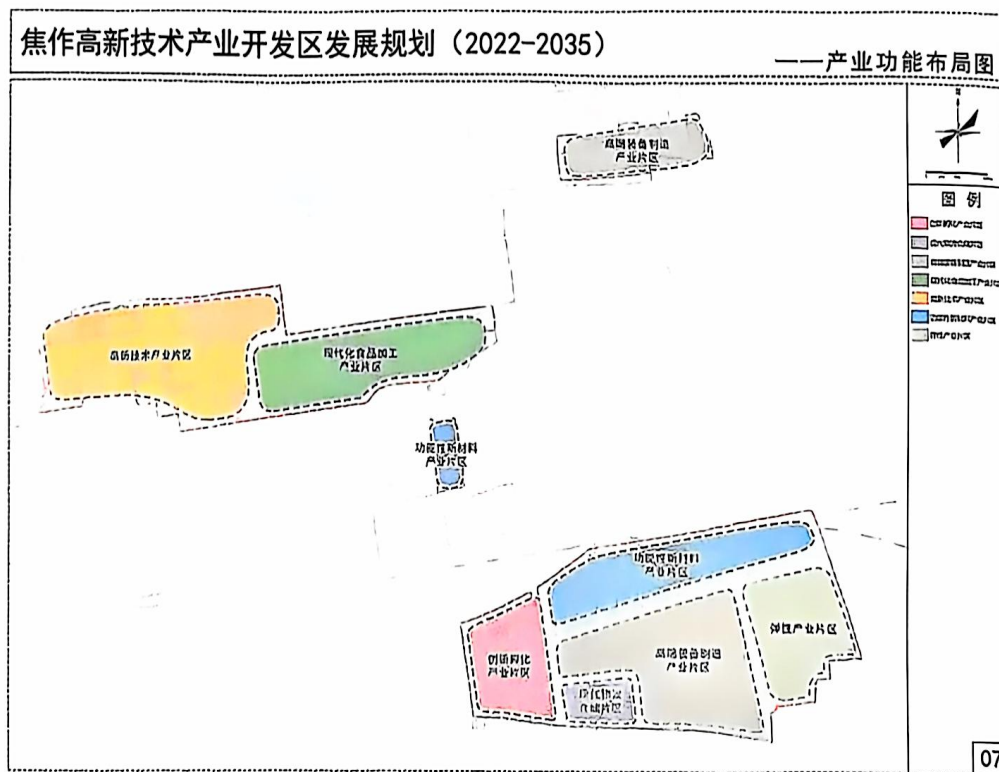


图 1.6 焦作高新技术产业开发区产业功能布局图





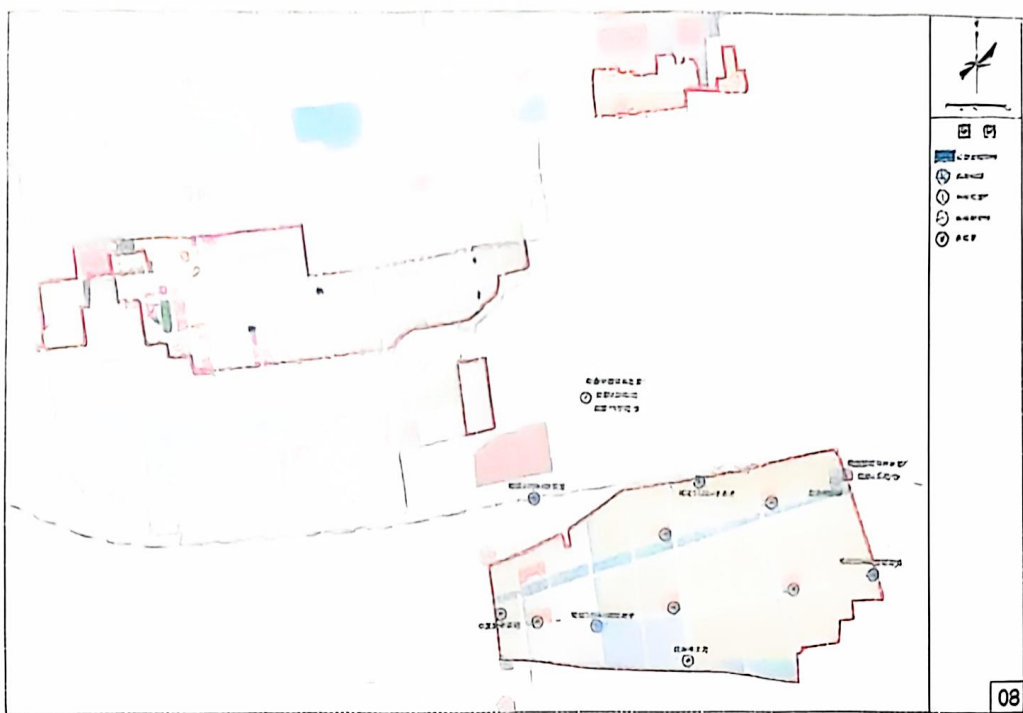


图 1.7 焦作高新技术产业开发区基础设施布局图

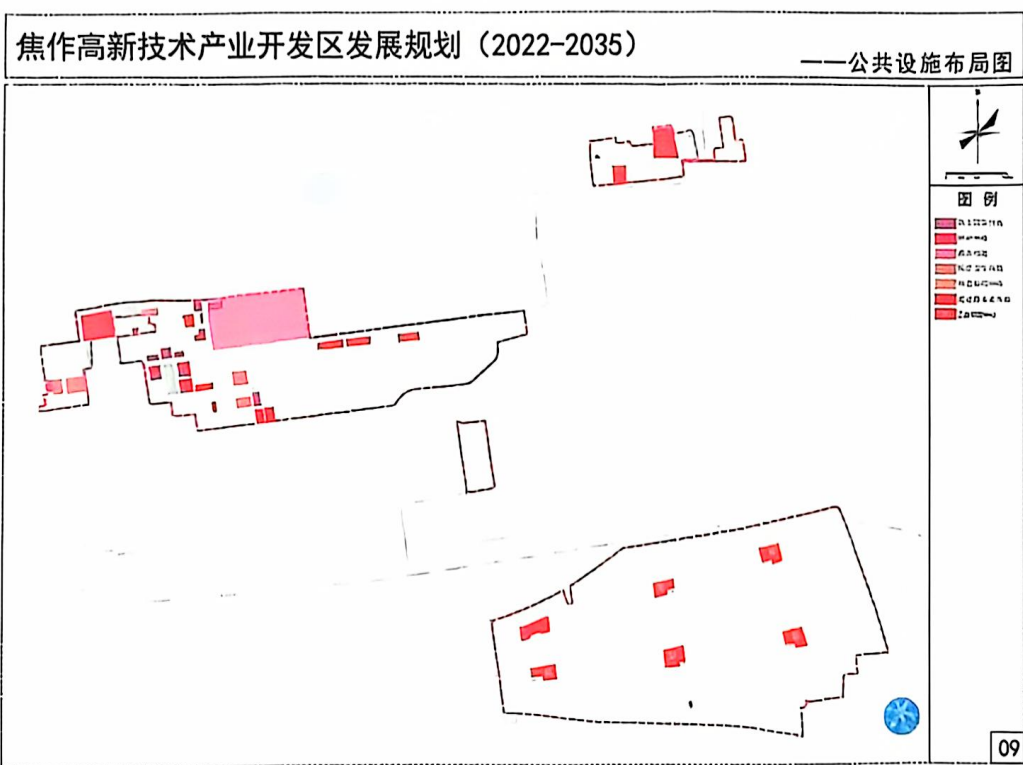


图 1.8 焦作高新技术产业开发区公共设施布局图



### 1.3 现场调研及气象敏感度调查结果

在对高新技术产业开发区进行气候可行性论证前，深入现场调研了焦作高新技术产业开发区重点企业、人员密集场所、公共基础设施等，了解气象要素对企业生产存在的影响，为区域气候可行性论证提供依据。通过实地调研和现场调查焦作高新技术产业开发区规划建设场地，与入驻企业座谈讨论，明确企业对气候可行性论证的具体需求和关注点，针对受气候条件、气象灾害影响明显的生产工艺流程、原料产品性质开展重点调研。按不同类别选择部分代表性企业开展调查，主要针对经济开发区边界范围、开发区入驻企业受到的气象灾害及损失情况、开发区公共设施情况及生态环境，了解分析周边地区发生气象灾害或次生灾害对规划区域的可能影响。重点调研了焦作高新技术产业开发区纺织、食品、装备制造等三大产业集群，发现调查企业对暴雨洪涝、大风和雷击闪电等高影响天气较为敏感。对降水和风向风速等气象要素较为敏感。

调查主要针对风向风速、气温、气压、相对湿度、降水等 5 要素和暴雨洪涝、大风、暴雪、雷击闪电、高温、低温冰冻、冰雹、雾霾等 8 种高影响天气进行，结果表明：被调查的 6 家企业及焦作高新技术产业开发区公共设施对气象要素敏感度较高的是暴雨洪涝、大风、暴雪、雷击闪电、高温、低温冰冻和冰雹，敏感度较低的是雾霾（结果见图 1.9、1.10）。

根据中国气象局下发的《区域性气候可行性论证技术指南》中对我国产业经济功能区及气象敏感因子的分类，焦作高新技术产业开发区属于产业经济类功能区，主要的影响因子为：暴雨、雷电、大风、台风、暴雪、高温、冰冻、大雾、沙尘暴和霾等。综合现场调研及气象敏感度分类结果，确定焦作高新技术产业开发区的主要气象影响因



子为：暴雨洪涝、大风、暴雪、雷击闪电、高温、低温冰冻和冰雹。

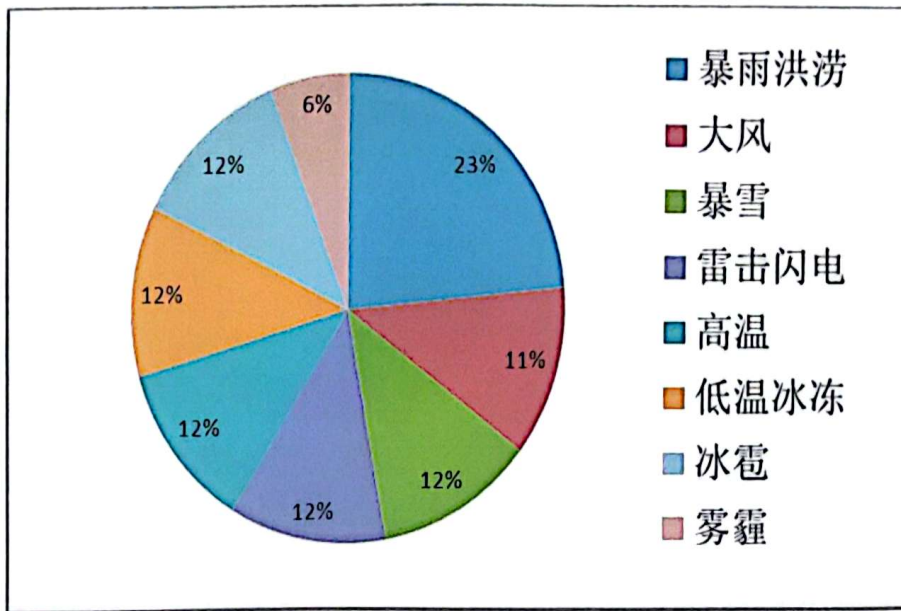


图 1.9 气象敏感度调查统计





图 1.10 气象敏感度调查表

1. 根据好恶度“高”或“低”等级，在相应表格“+”、“-”开始画一折线，以显示受试者的好恶度。
2. 在至少画 10 条以上折线成为“象形图”的企业。
3. 画好一行“同公共设施”好恶度折线后，在受试者相关部门“+”。

## 第二章 论证目的及原则

### 2.1 论证目的

随着经济社会发展,全球气候变暖加剧,极端气候事件多发频发,气象灾害及其引发的次生、衍生灾害对人民生命财产和经济社会发展造成了较为严重的影响,经济开发区的规划和建设对天气气候特别是灾害性天气的敏感度加大。因此,开展高新技术产业开发区气候适宜性和风险性论证工作势在必行,气候可行性论证工作可充分发挥气象防灾减灾第一道防线作用,也是企业践行绿色发展理念的具体表现。开展气候可行性论证工作能够从源头上有效避免或者减轻经开区的规划和建设遭受极端气象灾害的不利影响,对于其规划、建设、运营等意义重大。

本报告以焦作高新技术产业开发区周边国家气象观测站以及省级气象观测站等观测资料为基础,结合现场测试资料及历史灾情资料,对产业经开区所在区域的气候条件开展论证分析工作,并从气象防灾减灾、灾害风险防御、气候资源利用的角度对经济开发区规划、建设给出科学的指导建议。

### 2.2 编制依据

国务院办公厅、河南省人民政府办公厅、河南省发展和改革委员会、河南省工程建设项目审批制度改革领导小组办公室等关于开展气候可行性论证工作下发了相关文件(见下文),特别是豫政办〔2019〕10号明确要求,到2019年12月底,全省范围内的自由贸易试验区、经济开发区、高新技术产业开发区、经济技术开发区等集聚区、功能



区，统一组织对区内土地勘测、气候可行性等事项进行梳理，建立区域评估清单，分类推进相关评估工作；到 2020 年 12 月底，基本建成政府买单、企业共享评估成果的区域评估制度框架和管理体系；2021 年全面实施。

### 2.2.1 政策法规

- (1)《中华人民共和国气象法》(2016 年 11 月 7 日修正版)
- (2)《气象灾害防御条例》(中华人民共和国国务院令 第 570 号)
- (3)《河南省气象条例》(2004 年 11 月 26 日修正版)
- (4)《河南省气象灾害防御条例》(河南省人民代表大会常务委员会公告第 17 号)
- (5)《河南省气候资源保护与开发利用条例》(2018 年 10 月 1 日颁布)
- (6)《气候可行性论证管理办法》(中国气象局第 18 号令)
- (7)《国务院关于加强气象事业发展的若干意见》(国发〔2006〕29 号)
- (8)《国务院办公厅关于进一步加强气象灾害防御工作的意见》(国发〔2007〕49 号)
- (9)《国务院办公厅关于加强气象灾害监测预警及信息发布工作的意见》(国发〔2011〕33 号)
- (10)《国务院关于印发清理规范投资项目报建审批事项实施方案的通知》(国发〔2016〕29 号)
- (11)《国务院办公厅关于全面开展工程建设项目审批制度改革的实施意见》(国办发〔2019〕11 号)
- (12)《中共中央办公厅国务院办公厅关于深入推进审批服务便民化的指导意见》





(13)《关于印发全国投资项目在线审批监管平台投资审批管理事项统一名称和申请材料清单的通知》(发改投资〔2019〕268号)

(14)《河南省人民政府办公厅关于加强气象灾害监测预警及信息发布工作的意见》(豫政办〔2011〕118号)

(15)《河南省人民政府办公厅关于印发河南省简化和规范投资项目审批流程实施方案的通知》(豫政办〔2017〕127号)

(16)《河南省工程建设项目审批制度改革领导小组办公室关于印发河南省工程项目审批全流程事项清单及审批流程图示范文本的通知》(豫工程改革办〔2019〕2号)

(17)《河南省人民政府办公厅关于实施工程建设项目区域评估的指导意见》(豫政办〔2019〕10号)

(18)《河南省人民政府办公厅关于印发河南省工程建设项目审批制度改革实施方案的通知》(豫工程改革办〔2019〕38号)

(19)《河南省人民政府办公厅关于印发河南省气候可行性论证项目指导目录的通知》(豫政办〔2019〕64号)

(20)《河南省发展和改革委员会关于印发关于优化和规范投资审批中介服务的指导意见的通知》(豫发改投资〔2019〕627号)

### 2.2.2 标准规范

(1) 区域性气候可行性论证技术指南(中国气象局预报与网络司 2019 年 8 月)

(2) QX/T469-2018 气候可行性论证规范总则

(3) QX/T423-2018 气候可行性论证规范报告编制

(4) QX/T426-2018 气候可行性论证规范资料收集

(5) QX/T449-2018 气候可行性论证规范现场观测

(6) QX/T457-2018 气候可行性论证规范气象观测资料处理



- (7) QX/T438-2018 气候可行性论证规范城市通风廊道
- (8) QX/T118-2020 地面气象观测资料质量控制
- (9) QX/T436-2018 气候可行性论证规范：抗风参数计算
- (10) QX/T452-2018 基本气象资料和产品提供规范
- (11) QX/T453-2018 基本气象资料和产品使用规范
- (12) QX/T85-2018 雷电灾害风险评估技术规范
- (13) GB50057-2019 建筑物防雷设计规范
- (14) 城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则（住房和城乡建设部、中国气象局 2014 年 4 月）
- (15) GB50009-2012 建筑结构荷载规范
- (16) GB50014-2021 室外排水设计标准
- (17) GB50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- (18) DL/T5158-2021 电力工程气象勘测技术规程
- (19) JTG/TD60-01-2018 公路桥梁抗风设计规范
- (20) QX/T393-2017 冷空气过程监测指标
- (21) 中国气象局，地面气象观测规范气象出版社 2003
- (22) GB/T37529-2019 城市总体规划气候可行性论证技术
- (23) QX/T529-2019 气候可行性论证规范极值概率统计分析
- (24) QX/T528-2019 气候可行性论证规范架空输电线路抗冰设计气象参数计算
- (25) 城市排水工程设计-暴雨强度公式编制技术指南（第 1 版）
- (26) 城市热岛效应评估技术指南（第 1 版）
- (27) 工程项目采暖通风和空气调节气象参数计算（第 1 版）
- (28) 输电线路抗冰设计气候可行性论证技术指南（第 1 版）
- (29) QX/T674-2023 气候可行性论证规范 区域评估



## 2.3 计量单位与专业术语

### 2.3.1 计量单位

详见表 2.1。

表 2.1 报告涉及的计量单位

| 序号 | 类别  | 单位                                                                              |
|----|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 时间  | 年 a、天 d、小时 h、分钟 min                                                             |
| 2  | 长度  | 千米（公里）km、米 m、厘米 cm、毫米 mm                                                        |
| 3  | 面积  | 平方米 $m^2$ 、平方千米（平方公里） $km^2$ 、公顷 $hm^2$                                         |
| 4  | 容积  | 立方米 $m^3$                                                                       |
| 5  | 重量  | 克 g、千克（公斤）kg                                                                    |
| 6  | 温度  | 摄氏度 $^{\circ}C$                                                                 |
| 7  | 湿度  | 百分比%                                                                            |
| 8  | 速度  | 米/秒 m/s、米/平方秒 $m/s^2$                                                           |
| 9  | 流量  | 立方米/秒 $m^3/s$                                                                   |
| 10 | 变率  | 摄氏度/10 年 $^{\circ}C/10a$ 、米/秒/10 年 $m/s/10a$ 、天/10 年 $d/10a$ 、百分比/10 年 $\%/10a$ |
| 11 | 密度  | 克/立方厘米 $g/cm^3$ 、吨/立方米 $t/m^3$                                                  |
| 12 | 强度  | 毫米/分钟毫米/min、升/秒/公顷 $l/s/hm^2$ 、次/平方公里/年次/ $km^2/a$                              |
| 13 | 压强  | 百帕 hPa、千牛/平方米 $kN/m^2$                                                          |
| 14 | 电流  | 千安 kA                                                                           |
| 15 | 电阻率 | 欧姆·米 $\Omega \cdot m$                                                           |
| 16 | 功率  | 千瓦 kW                                                                           |
| 17 | 陡度  | 千安/微秒 $kA/\mu s$                                                                |





### 2.3.2 专业术语

(1) 参证气象站：气象分析计算所参照或引用的具有长年代气象数据的国家气象观测站。

(2) 关键气象因子：对开发区、工业经开区的气候适宜性和风险性有重大影响的单个气象要素或多个气象要素的组合。

(3) E、N：分别代表东经、北纬。

(4) 常年：指最近 30a，目前气象部门使用 1991-2020 年，该时段每 10a 更新一次。

(5) 累年：指建站以来所有年份。

(6) 基本风速：开阔平坦地貌条件下，地面上 10m 高度处，50a 重现期的 10min 平均年最大风速。

(7) 重现期：某一事件重复出现的平均间隔时间。

(8) 设计风速：在基本风速基础上，考虑局部地表粗糙度影响，项目所在地地面上 10m 高度处 50a 重现期的 10min 平均年最大风速。

(9) 基本雪压：雪荷载的基准压力，一般按当地空旷平坦地面上积雪自重的观测数据，经概率统计得出 50a 一遇最大值确定。

(10) 基本气温：根据参证气象站历年记录所得最高温度月的月平均最高气温值和最低温度月的月平均最低气温，经极值概率分布曲线拟合确定设计频率的最高、最低气温。

(11) 冬季空气调节室外计算温度：常年不保证 1d 的日平均温度。

(12) 夏季空气调节室外计算日平均温度：常年平均不保证 5d 的日平均温度。

(13) 冬季通风室外计算温度：常年最冷月平均温度。



(14) 夏季通风室外计算温度：常年最热月 14 时的月平均温度的平均值。

(15) 暴雨强度公式：短历时暴雨过程中降雨强度—降雨历时—重现期三者间函数关系的数学表达式。

(16) 暴雨日数：指 24 小时降雨量 $\geq 50$  毫米的日数。

(17) 日最大降水量：指一年中出现的一日最大降水量。

(18) 各时段年最大降水量：从全年的降水自计纸或每分钟降水量数据文件中，挑选出本年内 16 个时段的年最大降水量。16 个时段分别为 5、10、15、20、30、45、60、90、120、150、180、240、360、540、720、1440min。

(19) 雷暴日数：指某地区一年中有雷电放电的天数，是表征不同地区雷电活动的频繁程度的指标。

(20) 雷击风险评估：根据项目所在地雷电活动时空分布特征及其危害特征，结合现场情况进行分析，对雷电可能导致的人员伤亡、财产损失程度与危害范围等方面的综合风险计算。

(21) 回击：地闪通道中电荷快速被中和的过程，通常伴随大电流、强电磁辐射和强烈发光现象。

(22) 地闪密度：单位面积、单位时间的平均地闪次数。

(23) 雷电流绕击：当雷电流强度小于一定数值时，有可能绕过防直击雷装置直接击中被保护物。

(24) 雷电流反击：当雷电流强度大于一定数值时，有可能造成防雷装置无法快速泄放雷电流，出现雷电流反击现象。

(25) 高影响天气：直接影响开发区、工业经开区项目建设和运营的天气现象。

(26) 大风：瞬时风速达到或超过 17.0 米/秒的风。



- (27) 最大风速：给定时段内的 10min 平均风速的最大值。
- (28) 极大风速：给定时段内的瞬时风速的最大值。
- (29) 连阴雨：5 天及以上的连阴雨过程。
- (30) 高温：日最高气温大于或等于  $35^{\circ}\text{C}$ 。
- (31) 低温：日最低气温小于或等于  $0^{\circ}\text{C}$ 。
- (32) 热岛效应：是由于人们改变地表而引起小气候变化（一个地区的气温高于周围地区）的综合现象。
- (33) 指数分布：即 ExponentialDistribution（简记 ED）。
- (34) 皮尔逊-III 型分布：即 Pearson-III Distribution（简记 P-III）。
- (35) 极值 I 型分布：本报告包括耿贝尔法，即 Gumbel Distribution（简记 GD），矩法参数估计法 Moment Parameter Estimation（简记 MPE）。





## 第三章 资料说明

### 3.1 资料内容和来源

报告中使用的资料涉及 6 类,其中地面气象站观测资料来源于河南省气象探测数据中心,均从经过审核后的信息化资料中提取。

(1) 地面气象站资料:包括全省所有国家气象观测站和省级气象观测站资料。国家气象观测站资料主要用于参证站的选取、气候背景分析、高影响天气分析、关键气象参数分析及推算、气象灾害风险评估、未来气候变化影响评估等,涉及气压、气温、降水、风、相对湿度、日照、雷暴、冰雹、龙卷、雾、结冰、积雪等气象要素及天气现象。省级气象观测站资料主要用于参证站的选取及暴雨强度公式的推算。

(2) 气象灾害资料:河南省历史气象灾害资料,一部分来源于河南省气象探测数据中心的信息化资料以及气象年、月报表,另一部分来源于“中国气象灾害大典河南省分卷”、“地方志”、“气候影响评价”、灾情直报系统以及民政和农业部门灾情报告等,主要用于开发区高影响天气的确定。

(3) 气象要素敏感度调查资料:开发区重点企业(行业)对气象要素(灾害)的敏感度资料由论证人员在开发区已入驻企业中现场抽样调查得到,用于确定开发区高影响天气。

(4) 闪电定位仪资料:河南省二维闪电定位资料主要用于关键气象参数分析中的雷击风险评估和高影响天气中的闪电分析。闪电地闪分析资料来源于河南省 ADTD 闪电定位仪雷电监测定位系统,该系统由 19 个探测子站(林州、焦作、卫辉、濮阳、浚池、卢氏、栾



川、登封、禹州、开封、伊川、内乡、宝丰、武陟、泌阳、正阳、信阳、商丘、固始）和 1 个监测定位系统中心站组成，探测范围覆盖全省。

（5）再分析格点资料：由美国气象环境预报中心（NCEP）和美国国家大气研究中心（NCAR）联合制作的 NCEP/NCAR 月平均再分析数据集，要素包括：位势高度场和水平风场（U、V）；水平分辨率为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ ，垂直层次为 850 百帕、500 百帕和 200 百帕。主要用于大范围平均大气环流背景场的分析。

（6）与开发区气候可行性论证区域整体评价相关的资料：由委托单位提供，主要用于论证结果制图展示等。

表 3.1 报告使用资料一览表

| 项目       | 要素                          | 资料时段        |
|----------|-----------------------------|-------------|
| 国家级自动气象站 | 气压、气温、降水、风、相对湿度、日照、雷暴、冰雹、雾等 | 建站—2023 年   |
| 省级常规气象站  | 气温、降水、风                     | 2021—2023 年 |
| 气象灾害资料   | 暴雨、大风、高温、寒潮、冰雹等             | 建站—2023 年   |
| 闪电定位资料   | ADTD 闪电定位仪雷电实时资料            | 2011—2023 年 |
| 再分析资料    | 高度场、风场                      | 1991—2023 年 |
| 园区相关资料   | 规划、灾害敏感度调查表等                |             |

### 3.2 资料质量控制

报告所用国家气象观测站观测资料均经过河南省气象探测数据中心数据质量控制和均一性检验。数据质量控制通常将范围值检查、内部一致性检查、时变检查、持续性检查和空间一致性检查综合应用。

界线值检查：从气候学的角度不可能发生的要素值，观测记录应在气候学界限值之内的检查。



气候极值检查：气候极值检查是检查各要素是否超过历史上出现过的最大值和最小值。

内部一致性检查：有些气象观测要素相互之间关系密切，其变化规律具有一致性。根据该特性，就可对相关数据是否保持这种内部关系来检查其是否发生异常，以确定数据质量。

时变检查：大气中的有些观测数据与时间显著相关，具有良好的时间一致性，将此类数据与其时间上前、后的测值相比较，来判断其数据是否发生异常。

持续性检查：在一段时间内（如一天），许多气象要素值会随着时间、地域的变化出现波动。如果某要素值没有发生变化有可能观测仪器或传输设备出现故障。

空间一致性检查：气象要素分布的地理空间具有相关性，空间距离较近的气象站点比距离较远的站点其特征值具有更大的相似性。这是空间插值的理论依据之一，也是空间一致性检查的理论基础。根据插值原理，对于被检站被检时次的某个要素（如气温），可用邻近参考站的数据来估计被检站数据，再根据实测值与估计值差值大小，确定数据质量控制码。

### 3.3 参证气象站选取及三性分析

参证气象站是指气象分析计算所参照的具有长年代气象数据的国家气象观测站。参证站按照 QX/T 469-2018 《气候可行性论证规范 总则》中 7 的要求进行选取，即：

（1）优先选用距离较近、具有类似气候特征的国家气象观测站作为参证气象站，若没有符合条件的参证气象站，可考虑用其他气象站代替，但应在基础建设、观测仪器选型和安装、观测方法等方面符合相关气象观测标准，且观测资料经过严格审核。





(2) 参证气象站应与规划和建设项目区域处于同一气候区，下垫面特征相似，对影响项目的关键气象因子具有最优代表性。如设有专用气象站，则应选取与专用气象站的关键气象因子相关性好的气象站作为参证气象站。可针对影响规划和建设项目的关键气象因子代表性，选择一个或多个参证气象站。

(3) 应对参证气象站历史沿革进行考证和说明，一般应选择观测场址一直保持不变或变迁次数较小且探测环境较好的气象站。

(4) 工程气象参数中设计重现期计算时，应优先选取资料长度不少于 30 年且观测时段连续的气象站作为参证气象站。

### 3.3.1 气象站背景与观测沿革

以焦作高新技术产业开发区为中心，方圆 20 公里的气象站中，有焦作、修武、武陟 3 个国家级气象站，选取三个站与开发区附近的省级气象观测站新安镇站 2023 年气象资料进行对比分析，进行参证站的选取。

选取新安镇站为省级气象观测站，新安镇站位于开发区中间，为 4 要素站，是资料较全的一个省级气象观测站，海拔高度 88.0 米，将其 2023 年的观测资料与国家气象站资料进行对比分析。



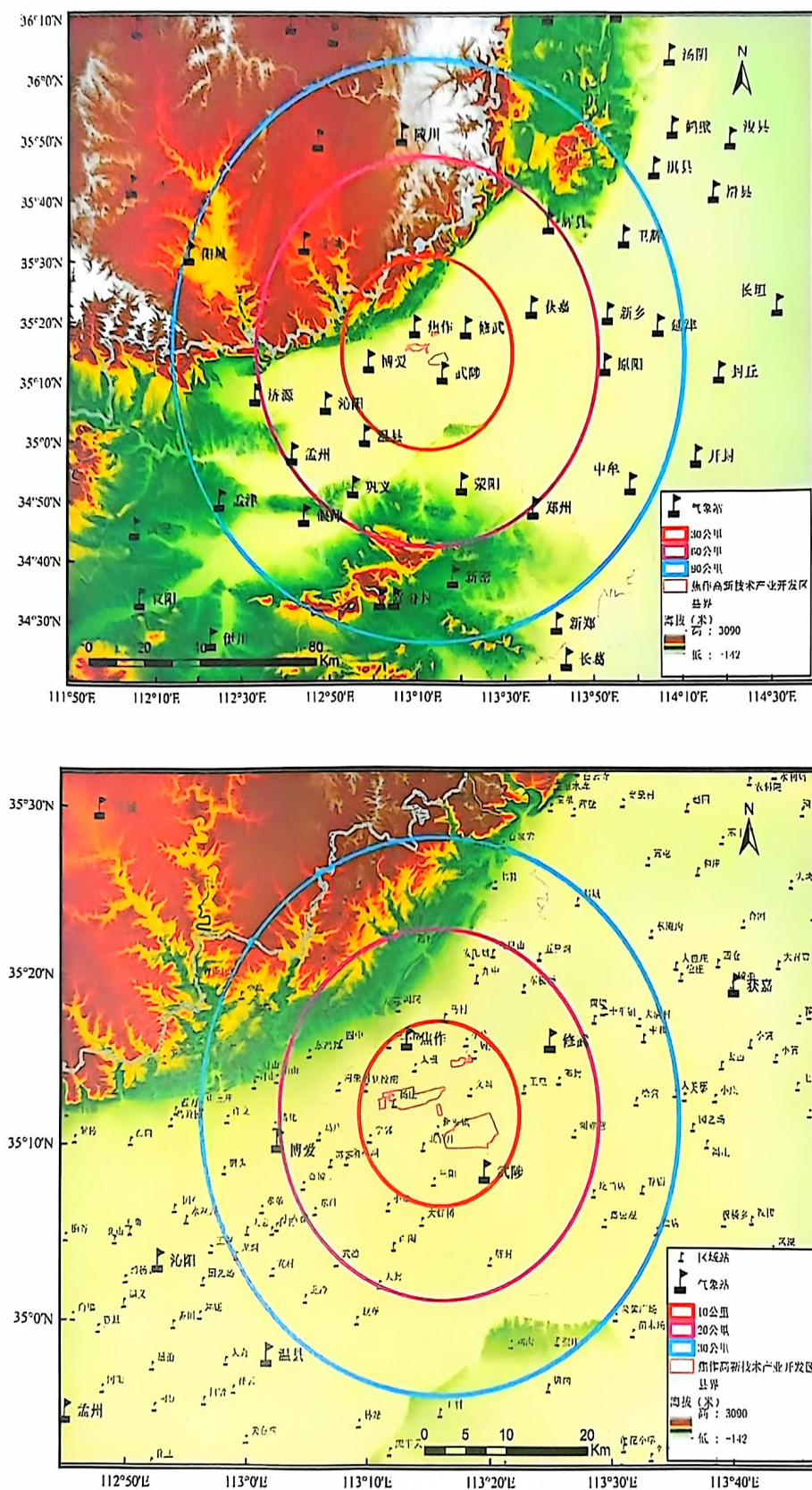


图 3.1 开发区周边气象站分布





### 1. 气象站背景

在本项目中搜集了开发区附近 20 公里范围内气象台站历年常规气象观测资料进行统计分析，焦作、修武和武陟三个国家级气象观测站的基本信息如下：

表 3.2 开发区周围气象站的基本信息

| 站名 | 建站时间       | 台站类型    | 海拔高度（米） | 站址环境 |
|----|------------|---------|---------|------|
| 焦作 | 1959-01-01 | 国家气象观测站 | 112.0   | 郊外   |
| 修武 | 1959-01-01 | 国家基本气象站 | 82.7    | 乡村   |
| 武陟 | 1958-10-01 | 国家基本气象站 | 94.5    | 郊外   |

各气象站的观测要素有：气温、气压、湿度、风、降水、云、能见度、天气现象、日照、蒸发量、地温等，按《地面气象观测规范》规定观测；观测方式有人工观测和自记仪器观测；各观测仪器按规定定期鉴定，未使用过期（超检）仪器。

### 2. 气象站沿革与周围地理环境

(1) 焦作国家一般气象站始建于 1959 年 1 月，位于焦作市墙南村西地（郊外站），名为“焦作市气候站”，后更名为“焦作市气象服务站”、“新乡地区气象台革命委员会焦作服务站”、“焦作市气象台革命领导小组”、“河南省焦作市气象台”、“河南省焦作市革命委员会气象台”、“焦作市气象台”、“河南省焦作市气象台”、“河南省焦作市气象局”、“焦作国家气象观测站二级站”和“焦作国家一般气象站”。该站经过了二次位置变动（表 3.3），1972 年 11 月 1 日迁至市东苑路 88 号（郊外站）。该站一直属于河南省气象局。







图3.2 焦作气象观测站目前在用现址图

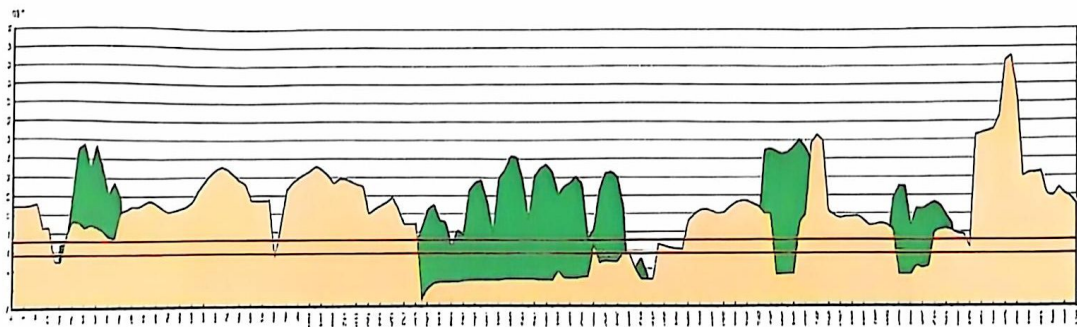




图 3.3 焦作气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图（上）及观测场四周全景照片（下）

（2）修武国家一般气象站，始建于 1959 年 1 月，其前身为“修武县气候站”，位于县城北农业科学研究所（郊外）；后更名为“修武县气象服务站”、“新乡地区气象台革命委员会修武县气象服务站”、“修武县革命委员会气象站”、“修武县气象站”、“修武县气象局”、“修武国家气象观测站二级站”和“修武国家一般气象站”。1959—1960 年 2 月为气候站，1960 年 2 月—1979 年为气象站，1980—2006 年为国家一般气象站，2007—2008 年为国家气象观测站二级站，2009 年后为国家一般气象站，2023 年后为国家基本气象站，该站经历了数次迁站（表 3.3），目前位于县为民路东段。该站隶属于修武县革命委员会农业生产指导组、新乡地区革命委员会、修武县人民政府武装部、修武县人民政府和河南省气象局。



图3.4 修武气象观测站目前在用现址图





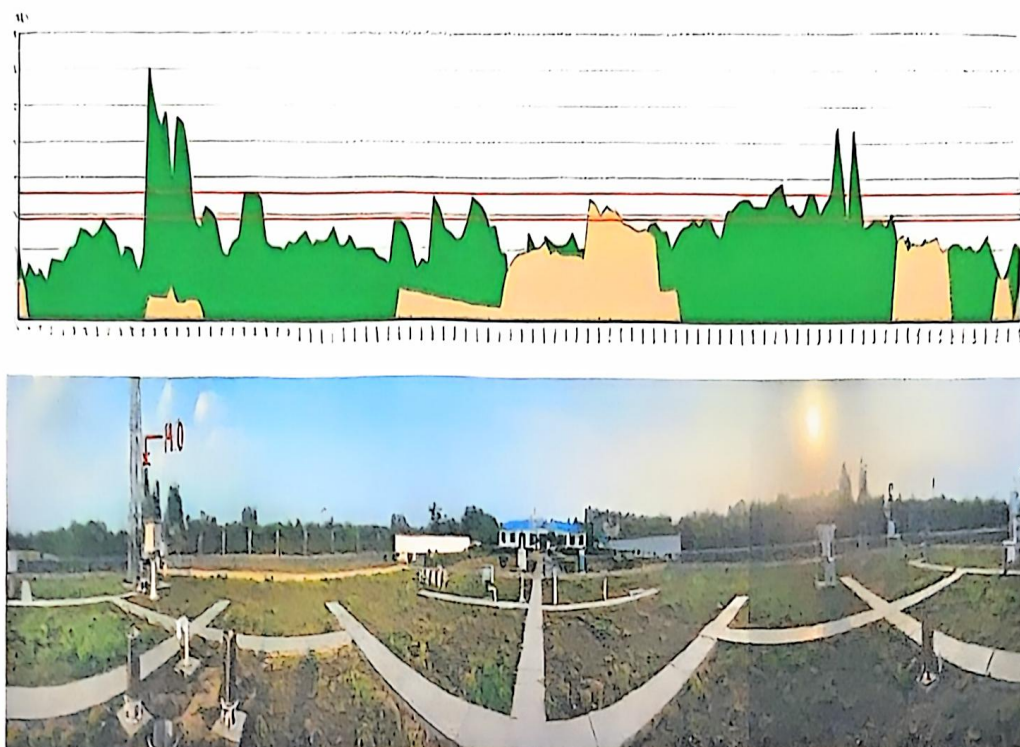


图 3.5 修武气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图（上）及观测场四周全景照片（下）

（3）武陟国家一般气象站，始建于 1958 年 10 月 1 日，名为“武陟县气候站”，位于县木城镇西北角，后更名为“武陟县气象服务站”，“新乡地区气象台革命委员会武陟服务站”，“武陟县革命委员会气象服务站”，“河南省武陟县气象站”、“武陟县气象站”、“武陟县气象局”、“武陟国家气象观测站二级站”、“武陟国家一般气象站”和“武陟国家基本气象站”。该站 1958—1960 年 2 月为气候站，1960 年 2 月—1980 年 7 月为气象站，1980 年 7 月—2006 年为国家一般气象站，2007—2008 年为国家气象观测站二级站，2009 年以后为国家一般气象站。2014 年 1 月迁至县木城镇小原村西（郊外）。该站先后隶属于武陟县人民科学研究院、武陟县农业局、武陟县人民委员会、武陟县农委和河南省气象局。







图3.6 武陟气象观测站目前在用现址图

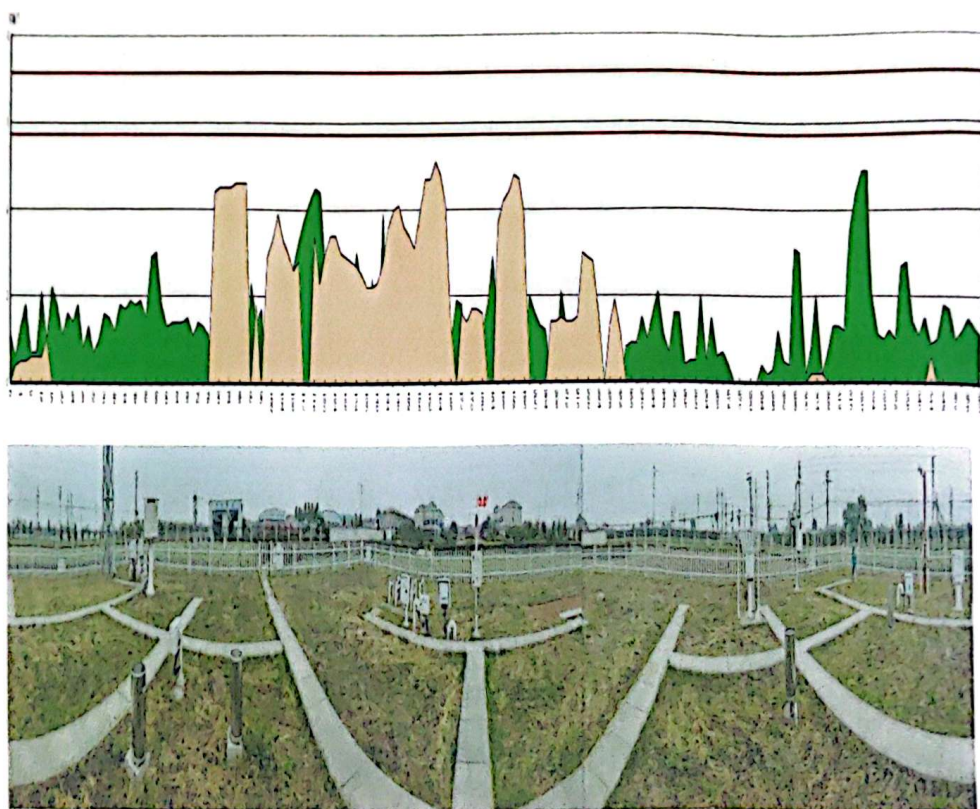


图 3.7 武陟气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图（上）及观测场四周全景照片（下）



表 3.3 气象站的自动站布设信息

| 站名 | 年代         | 变化原因 | 海拔高度<br>(米) | 详细地址                                                |
|----|------------|------|-------------|-----------------------------------------------------|
| 焦作 | 1959-01-01 | 建站   | 96.5        | 焦作市墙南村西地                                            |
|    | 1961-01-01 | 位置变动 | 109.4       | 焦作市墙南村西地                                            |
|    | 1972-11-01 | 位置变动 | 112.0       | 焦作市墙南村西地（焦新东路 14 号、焦作市东二环路 88 号、焦作市东苑路 88 号）        |
| 修武 | 1959-01-01 | 建站   | 82.5        | 修武县城北农业科学研究所（修武县五里源乡大堤屯村、焦作市修武人民公社大堤屯、修武县五里源公社大堤屯村） |
|    | 1964-01-01 | 迁站   | 84.2        | 修武县城关公社北关                                           |
|    | 1966-01-01 | 迁站   | 85.2        | 修武县城关公社尚楼村（修武县城关镇尚楼村）                               |
|    | 2007-01-01 | 迁站   | 82.7        | 修武县城关镇环城南路东段（修武县为民路东段）                              |
| 武陟 | 1958-10-01 | 建站   | 95.3        | 武陟县木城镇西北角                                           |
|    | 2004-01-01 | 迁站   | 91.0        | 武陟县城朝阳一街东段路南                                        |
|    | 2014-04-01 | 迁站   | 94.5        | 武陟县木城镇小原村西                                          |

### 3.3.2 三性分析

三性分析指的是数据可靠性、一致性和代表性分析。

#### 1. 可靠性分析

焦作、修武和武陟三个气象站均为国家气象台站，其中 3 个气象站所有地面气象要素均按《地面气象观测规范》的规定观测，观测仪器也定期进行检定，因此，气象资料的来源具有可靠性。

将 2023 年 1—12 月观测期间代表月 1、4、7、10 月各要素的平均值与最近 30 年（1991—2020 年）平均值进行比较（表 3.4、表 3.5、表 3.6），发现 2023 年 1—12 月观测期间代表月 1、4、7、10 月的资料与最近 30 年（1991—2020 年）平均值差异不大（见表 3.6），表明





资料是可靠的，其中焦作站的可靠性略好于修武站和武陟站。

3.4 代表月份的实测资料

| 项目          | 月份       | 序列 | 焦作     | 修武     | 武陟     |
|-------------|----------|----|--------|--------|--------|
| 气温<br>(℃)   | 2023年1月  | 1  | 3      | 1.3    | 1.8    |
|             | 2023年4月  | 2  | 17.3   | 15.5   | 15.8   |
|             | 2023年7月  | 3  | 30.6   | 29.2   | 29.3   |
|             | 2023年10月 | 4  | 18.8   | 17.4   | 17.6   |
| 相对湿度<br>(%) | 2023年1月  | 5  | 42.8   | 52.4   | 49.3   |
|             | 2023年4月  | 6  | 56     | 65.5   | 63.3   |
|             | 2023年7月  | 7  | 61.9   | 68.9   | 69.6   |
|             | 2023年10月 | 8  | 61.9   | 72.3   | 70.6   |
| 气压<br>(hPa) | 2023年1月  | 9  | 1013.2 | 1016.7 | 1015.4 |
|             | 2023年4月  | 10 | 1000.5 | 1003.8 | 1002.5 |
|             | 2023年7月  | 11 | 989.9  | 993    | 991.8  |
|             | 2023年10月 | 12 | 1006.2 | 1009.7 | 1008.4 |
| 风速<br>(m/s) | 2023年1月  | 13 | 1.3    | 2      | 2.3    |
|             | 2023年4月  | 14 | 1.8    | 2.5    | 3      |
|             | 2023年7月  | 15 | 1.8    | 1.8    | 2.4    |
|             | 2023年10月 | 16 | 1.2    | 1.5    | 1.8    |
| 降水量<br>(mm) | 2023年1月  | 17 | 10.7   | 7.8    | 12.1   |
|             | 2023年4月  | 18 | 69.7   | 68.9   | 71.7   |
|             | 2023年7月  | 19 | 242    | 366.1  | 249.7  |
|             | 2023年10月 | 20 | 14.9   | 10.1   | 12.2   |





表 3.5 代表月份的多年平均值资料 (1991—2020 年)

| 项目          | 月份  | 序列 | 焦作     | 修武     | 武陟     |
|-------------|-----|----|--------|--------|--------|
| 气温<br>(℃)   | 1月  | 1  | 1.6    | -0.1   | 0.4    |
|             | 4月  | 2  | 17.3   | 15.5   | 15.9   |
|             | 7月  | 3  | 28.3   | 27.5   | 27.4   |
|             | 10月 | 4  | 16.9   | 15.5   | 15.8   |
| 相对湿度<br>(%) | 1月  | 5  | 55     | 61     | 59     |
|             | 4月  | 6  | 55     | 64     | 63     |
|             | 7月  | 7  | 71     | 77     | 78     |
|             | 10月 | 8  | 63     | 69     | 68     |
| 气压<br>(hPa) | 1月  | 9  | 1014   | 1017.8 | 1016.2 |
|             | 4月  | 10 | 1001   | 1004.7 | 1003.1 |
|             | 7月  | 11 | 990.5  | 994.1  | 992.5  |
|             | 10月 | 12 | 1007.4 | 1011   | 1009.5 |
| 风速<br>(m/s) | 1月  | 13 | 1.6    |        | 2.1    |
|             | 4月  | 14 | 2      |        | 2.4    |
|             | 7月  | 15 | 1.7    |        | 1.8    |
|             | 10月 | 16 | 1.4    |        | 1.9    |
| 降水量<br>(mm) | 1月  | 17 | 8.5    | 6.6    | 9      |
|             | 4月  | 18 | 30.8   | 31.8   | 28.3   |
|             | 7月  | 19 | 140.8  | 164.5  | 132.9  |
|             | 10月 | 20 | 35.2   | 30.6   | 31.7   |



表 3.6 代表月份的实测资料与多年平均值的差值

| 项目          | 月份       | 序列 | 焦作    | 修武    | 武陟    | 最小绝对值 |
|-------------|----------|----|-------|-------|-------|-------|
| 气温<br>(℃)   | 2023年1月  | 1  | 1.4   | 1.4   | 1.4   | 1.4   |
|             | 2023年4月  | 2  | 0     | 0     | -0.1  | 0     |
|             | 2023年7月  | 3  | 2.3   | 1.7   | 1.9   | 1.7   |
|             | 2023年10月 | 4  | 1.9   | 1.9   | 1.8   | 1.8   |
| 平均差值        |          |    | 1.40  | 1.25  | 1.25  |       |
| 相对湿度<br>(%) | 2023年1月  | 5  | -12.2 | -8.6  | -9.7  | 8.6   |
|             | 2023年4月  | 6  | 1     | 1.5   | 0.3   | 0.3   |
|             | 2023年7月  | 7  | -9.1  | -8.1  | -8.4  | 8.1   |
|             | 2023年10月 | 8  | -1.1  | 3.3   | 2.6   | 1.1   |
| 平均差值        |          |    | -5.35 | -2.98 | -3.80 |       |
| 气压<br>(hPa) | 2023年1月  | 9  | -0.8  | -1.1  | -0.8  | 0.8   |
|             | 2023年4月  | 10 | -0.5  | -0.9  | -0.6  | 0.5   |
|             | 2023年7月  | 11 | -0.6  | -1.1  | -0.7  | 0.6   |
|             | 2023年10月 | 12 | -1.2  | -1.3  | -1.1  | 1.1   |
| 平均差值        |          |    | -0.77 | -1.10 | -0.80 |       |
| 风速<br>(m/s) | 2023年1月  | 13 | -0.3  |       | 0.2   | 0     |
|             | 2023年4月  | 14 | -0.2  |       | 0.6   | 0     |
|             | 2023年7月  | 15 | 0.1   |       | 0.6   | 0     |
|             | 2023年10月 | 16 | -0.2  |       | -0.1  | 0     |
| 平均差值        |          |    | -0.15 |       | 0.33  |       |
| 降水量<br>(mm) | 2023年1月  | 17 | 2.2   | 1.2   | 3.1   | 1.2   |
|             | 2023年4月  | 18 | 38.9  | 37.1  | 43.4  | 37.1  |



|        |          |    |       |       |       |       |
|--------|----------|----|-------|-------|-------|-------|
|        | 2023年7月  | 19 | 101.2 | 201.6 | 116.8 | 101.2 |
|        | 2023年10月 | 20 | -20.3 | -20.5 | -19.5 | 19.5  |
| 平均差值   |          |    | 30.50 | 54.85 | 35.95 |       |
| 差值最小个数 |          |    | 7     | 6     | 5     |       |

注明：红色代表差值为最小的。

## 2.一致性分析

采用对比差值法进行资料一致性的分析，其方法为：先计算气象站与省级气象观测站某要素资料的对比差值、对比差值的平均值与标准差，然后按对比差值及其平均值的差绝对值小于标准差的 2 倍为标准计算一致率。具体计算方法如下：

### 1) 对比差值月平均值的计算

设  $U_i$  为第  $i$  次某气象站观测值， $A_i$  为第  $i$  次省级气象观测站观测值，则第  $i$  次的对比差值为：

$$X_i = U_i - A_i \quad (3-1)$$

设三个观测站数据的观测次数均为  $n$ ，则对比差值的月平均值为：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3-2)$$

### 2) 对比差值月标准差的计算

设对比差值的标准差为  $\sigma$

$$\sigma = \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \quad (3-3)$$

式中， $\bar{x}$  为对比差值的月平均值， $x_i$  为第  $i$  次的对比差值。

### 3) 一致率的计算

一致率表示本月省级气象观测站与气象站观测相一致的程度。

一致率的范围： $X_i - \bar{x}$  的绝对值  $< 2\sigma$ 。

$$\text{月一致率 (\%)} = \frac{\text{对比差值的绝对值小于 } 2 \text{ 倍标准差的次数}}{\text{有效总次数}} \times 100\% \quad (3-4)$$





应用以上公式、计算出焦作、修武和武陟三个气象站的各气象要素与省级气象观测站新安镇站资料的一致率（见表 3.7）。三个站的资料一致率均很高，大多数在 90% 以上，且各站间相差不大，其中修武站最大。

表 3.7 代表月份的各时次资料与省级气象观测站资料的一致率

| 项目          | 月份       | 序列 | 焦作   | 修武   | 武陟   |
|-------------|----------|----|------|------|------|
| 气温<br>(℃)   | 2023年1月  | 1  | 82.0 | 92.5 | 95.8 |
|             | 2023年4月  | 2  | 75.3 | 91.0 | 94.3 |
|             | 2023年7月  | 3  | 88.0 | 93.5 | 90.9 |
|             | 2023年10月 | 4  | 84.4 | 98.9 | 94.9 |
| 风速<br>(m/s) | 2023年1月  | 5  | 93.5 | 93.7 | 89.2 |
|             | 2023年4月  | 6  | 94.0 | 91.4 | 85.7 |
|             | 2023年7月  | 7  | 94.5 | 93.8 | 83.9 |
|             | 2023年10月 | 8  | 98.8 | 99.7 | 90.3 |
| 降水量<br>(mm) | 2023年1月  | 9  |      |      |      |
|             | 2023年4月  | 10 | 96.3 | 96.9 | 96.7 |
|             | 2023年7月  | 11 | 98.1 | 97.6 | 97.7 |
|             | 2023年10月 | 12 | 99.7 | 99.9 | 98.4 |
| 最大值个数       |          |    | 3    | 6    | 2    |

注明：红色代表差值为一致率最大的。

### 3.代表性分析

如果三个国家站资料与省级站相关很好，则表明资料具有代表性，因此代表性用相关系数来分析。利用焦作、修武和武陟三个气象站与省级气象观测站新安镇站的气温、风速、降水量资料，分别开展了逐时、逐日共 3 项内容的相关分析：代表月 1、4、7、10 月逐时资料相



关分析、2023 年 1—12 月每月逐日平均资料相关分析、2023 年 1—12 月逐日平均资料相关分析。

以下是 3 项相关结果分析：

#### 1) 代表月 1、4、7、10 月逐时资料相关分析

表 3.8 列出了代表月份的各时次资料与省级气象观测站资料的相关系数，表 3.9 列出了所用资料的样本数。由表 3.8 可见，相关系数均非常显著，绝大部分通过了 0.01 信度检验。在三个气象站中，省级气象观测站与武陟站的相关最好，除自动站 1 月份降水量缺测外，其它有 6 个序列的相关系数排在第一位。

表 3.8 代表月份的各时次资料与省级气象观测站资料的相关分析

| 项目       | 月份       | 序列 | 焦作     | 修武     | 武陟     | MAX    |
|----------|----------|----|--------|--------|--------|--------|
| 气温       | 2023年1月  | 1  | 0.9007 | 0.9783 | 0.9719 | 0.9783 |
|          | 2023年4月  | 2  | 0.9691 | 0.9886 | 0.9748 | 0.9886 |
|          | 2023年7月  | 3  | 0.9588 | 0.9765 | 0.9809 | 0.9809 |
|          | 2023年10月 | 4  | 0.9661 | 0.9902 | 0.9926 | 0.9926 |
| 风速       | 2023年1月  | 5  | 0.4723 | 0.6619 | 0.7654 | 0.7654 |
|          | 2023年4月  | 6  | 0.4558 | 0.6673 | 0.7809 | 0.7809 |
|          | 2023年7月  | 7  | 0.4457 | 0.6694 | 0.6558 | 0.6694 |
|          | 2023年10月 | 8  | 0.6708 | 0.8495 | 0.8113 | 0.8495 |
| 降水量      | 2023年1月  | 9  | /      | /      | /      |        |
|          | 2023年4月  | 10 | 0.7919 | 0.8122 | 0.9530 | 0.9530 |
|          | 2023年7月  | 11 | 0.3161 | 0.2991 | 0.3644 | 0.3644 |
|          | 2023年10月 | 12 | 0.9281 | 0.9385 | 0.9281 | 0.9385 |
| 相关系数最大个数 |          |    | 0      | 5      | 6      |        |
| 相关系数次大个数 |          |    | 2      | 5      | 5      |        |



注：红色代表相关系数为最大的，蓝色为次大的。

表 3.9 代表月份的资料样本数(个)

| 项目  | 月份       | 序列 | 焦作  | 修武  | 武陟  |
|-----|----------|----|-----|-----|-----|
| 气温  | 2023年1月  | 1  | 743 | 743 | 744 |
|     | 2023年4月  | 2  | 720 | 720 | 720 |
|     | 2023年7月  | 3  | 720 | 725 | 744 |
|     | 2023年10月 | 4  | 736 | 737 | 744 |
| 风速  | 2023年1月  | 5  | 743 | 743 | 744 |
|     | 2023年4月  | 6  | 720 | 720 | 720 |
|     | 2023年7月  | 7  | 719 | 725 | 744 |
|     | 2023年10月 | 8  | 736 | 737 | 744 |
| 降水量 | 2023年1月  | 9  |     |     | 0   |
|     | 2023年4月  | 10 | 720 | 720 | 720 |
|     | 2023年7月  | 11 | 726 | 726 | 744 |
|     | 2023年10月 | 12 | 737 | 738 | 744 |

## 2) 2023 年 1—12 月每月逐日平均资料相关分析

表 3.10 列出了 2023 年 1 月 1 日—12 月 31 日每月逐日资料与省级气象观测站资料的相关系数，在气温、降水量、风速 3 个要素逐月相关结果中，相关系数都非常显著，均通过 0.01 信度检验。与代表月逐时相关结果相似，武陟气象站与省级气象观测站相关性最好，31 个序列的相关系数中有 21 个排在第一位。





表 3.10 各月的日资料与省级气象观测站资料的相关系数

| 项目 | 月份       | 序列 | 焦作    | 修武    | 武陟    | MAX   |
|----|----------|----|-------|-------|-------|-------|
| 气温 | 2023年1月  | 1  | 0.943 | 0.957 | 0.991 | 0.991 |
|    | 2023年2月  | 2  | 0.979 | 0.944 | 0.990 | 0.990 |
|    | 2023年3月  | 3  | 0.992 | 0.977 | 0.993 | 0.993 |
|    | 2023年4月  | 4  | 0.995 | 0.990 | 0.997 | 0.997 |
|    | 2023年5月  | 5  | 0.987 | 0.985 | 0.996 | 0.996 |
|    | 2023年6月  | 6  | 0.993 | 0.993 | 0.996 | 0.996 |
|    | 2023年7月  | 7  | 0.987 | 0.971 | 0.983 | 0.987 |
|    | 2023年8月  | 8  | 0.993 | 0.983 | 0.994 | 0.994 |
|    | 2023年9月  | 9  | 0.991 | 0.993 | 0.996 | 0.996 |
|    | 2023年10月 | 10 | 0.971 | 0.960 | 0.977 | 0.977 |
|    | 2023年11月 | 11 | 0.992 | 0.983 | 0.996 | 0.996 |
|    | 2023年12月 | 12 | 0.995 | 0.986 | 0.999 | 0.999 |
| 风速 | 2023年1月  | 13 | 0.784 | 0.848 | 0.962 | 0.962 |
|    | 2023年2月  | 14 | 0.759 | 0.861 | 0.922 | 0.922 |
|    | 2023年3月  | 15 | 0.633 | 0.767 | 0.860 | 0.860 |
|    | 2023年4月  | 16 | 0.761 | 0.852 | 0.907 | 0.907 |
|    | 2023年5月  | 17 | 0.192 | 0.425 | 0.609 | 0.609 |
|    | 2023年6月  | 18 | 0.563 | 0.720 | 0.741 | 0.741 |
|    | 2023年7月  | 19 | 0.499 | 0.856 | 0.838 | 0.856 |
|    | 2023年8月  | 20 | 0.348 | 0.513 | 0.457 | 0.513 |
|    | 2023年9月  | 21 | 0.272 | 0.488 | 0.632 | 0.632 |
|    | 2023年10月 | 22 | 0.725 | 0.882 | 0.825 | 0.882 |



|              |          |    |       |       |       |       |
|--------------|----------|----|-------|-------|-------|-------|
|              | 2023年11月 | 23 | 0.715 | 0.813 | 0.906 | 0.906 |
|              | 2023年12月 | 24 | 0.681 | 0.793 | 0.913 | 0.913 |
| 降水量          | 2023年1月  | 25 | /     | /     | /     |       |
|              | 2023年2月  | 26 | /     | /     | /     |       |
|              | 2023年3月  | 27 | /     | /     | /     |       |
|              | 2023年4月  | 28 | 0.998 | 0.994 | 0.991 | 0.998 |
|              | 2023年5月  | 29 | 0.779 | 0.934 | 0.924 | 0.934 |
|              | 2023年6月  | 30 | 0.990 | 0.815 | 0.963 | 0.990 |
|              | 2023年7月  | 31 | 0.935 | 0.696 | 0.898 | 0.935 |
|              | 2023年8月  | 32 | 0.651 | 0.832 | 0.840 | 0.840 |
|              | 2023年9月  | 33 | 0.760 | 0.763 | 0.947 | 0.947 |
|              | 2023年10月 | 34 | 0.991 | 0.948 | 0.954 | 0.991 |
|              | 2023年11月 | 35 | /     | /     | /     |       |
|              | 2023年12月 | 36 | /     | /     | /     |       |
| 相关系数最大<br>个数 |          |    | 5     | 5     | 21    |       |
| 相关系数次大<br>个数 |          |    | 8     | 14    | 9     |       |

注：红色代表相关系数为最大的、蓝色为次大的。

### 3) 全年逐日平均资料相关分析

表 3.11 列出了 2023 年 1 月 1 日—12 月 31 日整个时段全年逐日资料与省级气象观测站同期资料的相关系数，由表可见，各气象要素的相关系数都非常显著，均通过 0.01 信度检验。气温、风速、降水 3 个要素中，武陟站与省级气象观测站的相关系数均最大。



表 3.11 代表年日资料与省级气象观测站资料相关分析

| 项目       | 序列 | 样本数 | 焦作    | 修武    | 武陟    | MAX   |
|----------|----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 气温       | 1  | 364 | 0.999 | 0.997 | 0.999 | 0.999 |
| 风速       | 2  | 364 | 0.581 | 0.770 | 0.851 | 0.851 |
| 降水量      | 3  | 224 | 0.784 | 0.735 | 0.901 | 0.901 |
| 相关系数最大个数 |    |     | 0     | 0     | 3     |       |

注：红色代表相关系数为最大的，蓝色为次大的。

### 3.3.3 拟选国家气象观测站与省级气象观测站对比分析

在三个国家站中，武陟站和焦作站离开发区均较近，修武站略远，但通过三性分析可知，焦作站的可靠性最好，修武站的一致性最好，武陟站的代表性最好。由于焦作站距离开发区最近，可靠性最好，所以将焦作国家气象观测站定为拟选站，将 2021—2023 年焦作国家气象观测站与省级气象观测站新安镇站的月观测资料进行对比分析。

#### 3.3.3.1 气温

焦作站和省级气象站 2021—2023 年逐月气温变化趋势非常一致，平均气温最高值 2021 年和 2022 年均出现在 6 月，2023 年出现在 7 月。2021 年和 2023 年最低值出现在 1 月，2022 年最低值出现在 12 月。进行相关分析可以看见，省级气象站与焦作站气温相关系数（月数据）达到了 0.999，说明焦作国家站与省级站处于同一局地气候区域内，可以进行推算验证。





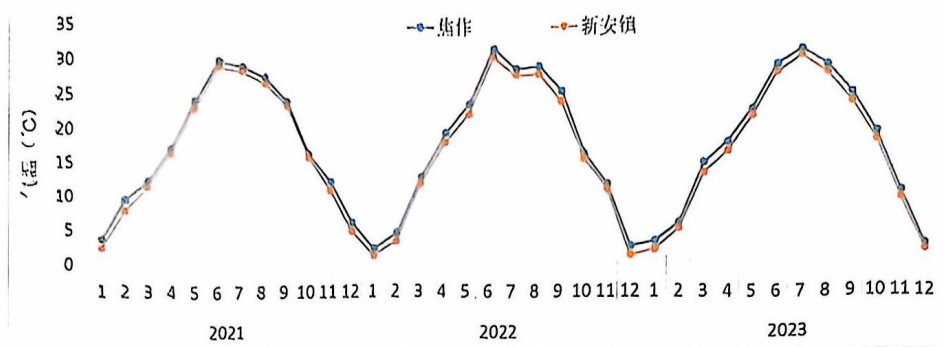


图 3.8 2021 年 1 月—2023 年 12 月逐月平均气温变化

表 3.12 开发区气象站逐月平均气温变化 (°C, 2021-2023 年)

| 站名  | 1   | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12  | 全年   |
|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 焦作  | 2.9 | 6.5 | 13.0 | 17.7 | 22.9 | 29.6 | 29.0 | 27.9 | 24.1 | 16.8 | 11.1 | 3.7 | 17.1 |
| 新安县 | 1.7 | 5.3 | 11.8 | 16.4 | 21.6 | 28.5 | 28.1 | 26.8 | 23.0 | 15.9 | 10.1 | 2.5 | 16.0 |

表 3.13 开发区省级气象站与焦作站气温相关系数

| 站名   | 新安县   |
|------|-------|
| 相关系数 | 0.999 |

### 3.3.3.2 降水

焦作站和省级站年降水量对比如图 3.6 所示, 观测较完整的焦作站月降水在 0.3 毫米至 703.7 毫米之间, 两站降水的相关性较好, 相关系数达到 0.988, 说明局地气候基本一致。可以用焦作站对开发区降水进行相关推算验证。



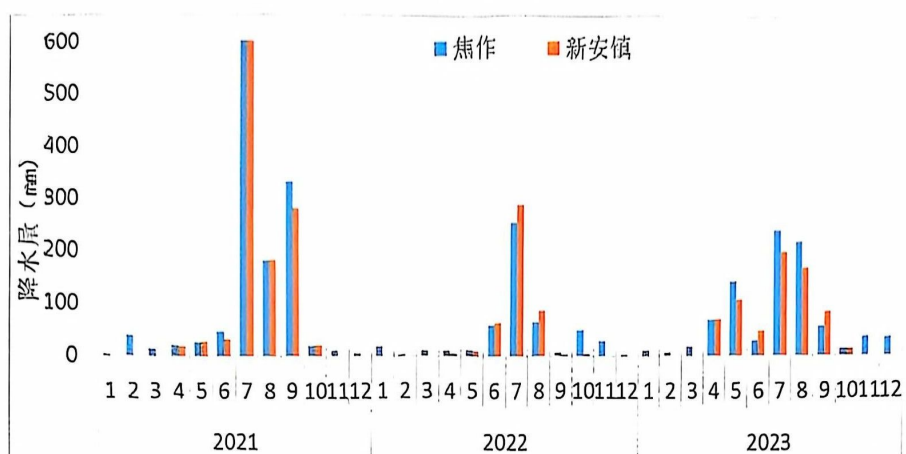


图 3.9 2021 年 1 月—2023 年 12 月逐月降水量变化

### 3.3.3.3 风速

焦作站和省级气象站 2021—2023 年逐月风速变化如图 3.7 所示。省级站变化趋势与焦作站较为一致，相关性分析（月数据）结果为 0.520。综上，可以使用焦作站对开发区风速进行推算验证。

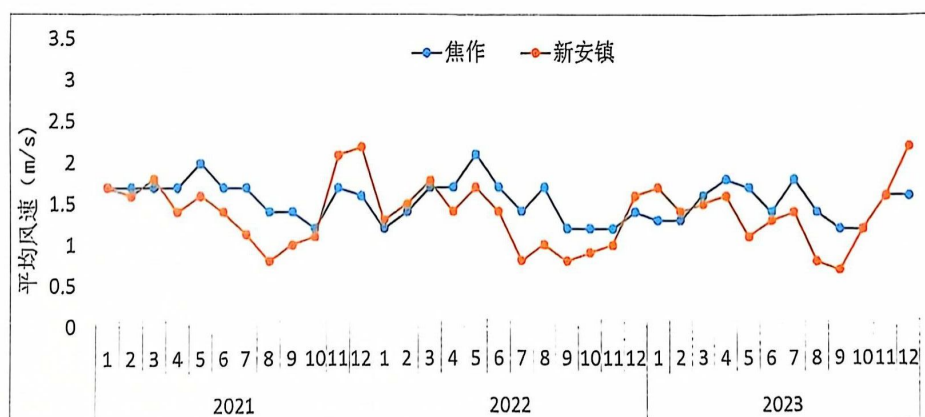


图 3.10 2021 年 1 月—2023 年 12 月逐月平均风速变化

表 3.14 开发区省级气象站站与焦作站平均风速相关系数

| 站名   | 新安镇   |
|------|-------|
| 相关系数 | 0.520 |

### 3.3.4 参证站的确定

根据台站类型、沿革，地理位置，地形地貌特征以及三性分析的



结果综合考虑，确定参证气象站。

从地理位置看，三个国家气象观测站与开发区同属同一气候区，焦作位于开发区北偏西约 10 公里处，武陟站位于开发区偏南偏东约 10 公里，修武站位于开发区东偏北约 15 公里处。通过三性分析可知，三站均为国家气象观测站且观测环境均符合相关要求，焦作站的可靠性是三站中最好的。

综合地理位置、气象站观测环境、观测资料序列长度、迁站情况等及三性分析结果等各方面因素，本报告确定焦作国家气象观测站作为参证站进行气候背景分析。





## 第四章 影响本区域天气气候系统

### 4.1 概述

大气环流，一般是指具有世界规模的、大范围的大气运行现象。它既包括平均状态，也包括瞬时现象，其水平尺度在数千公里以上，垂直尺度在 10km 以上，时间尺度在数天以上，也是大气大范围运动的状态。大气环流构成了全球大气运动的基本形势，是全球气候特征和大范围天气形势的主导因子，也是各种尺度天气系统活动的背景。大气环流主要表现为：全球尺度的东西风带、三圈环流(哈得莱环流、费雷尔环流和极地环流)、定常分布的平均槽脊、高空急流以及西风带中的大型扰动等。

### 4.2 北半球大气环流特征

冬季，北半球对流层中层中高纬地区环流是以极地低压（又称极涡）为中心环绕的西风环流（图 4.1）。西风带中有尺度很大的平均槽脊，其中三个明显大槽分别位于亚洲东岸、北美东部和欧洲东部，与这三个槽并列的还有三个平均脊，但脊的强度比槽的强度弱很多。低纬地区除了北美和东亚大槽向南延伸到较低的纬度外，在地中海、孟加拉湾和东太平洋都有比较明显的槽（图 4.2）。冬季北半球海平面气压总是存在着两个半永久性活动中心即冰岛低压和阿留申低压。冬季的冷源在大陆上，以亚洲的冷高压最强，表现在海平面气压场上是蒙古高压，平均脊前槽后的西北气流区是地面冷高压活动的最大频率地带。



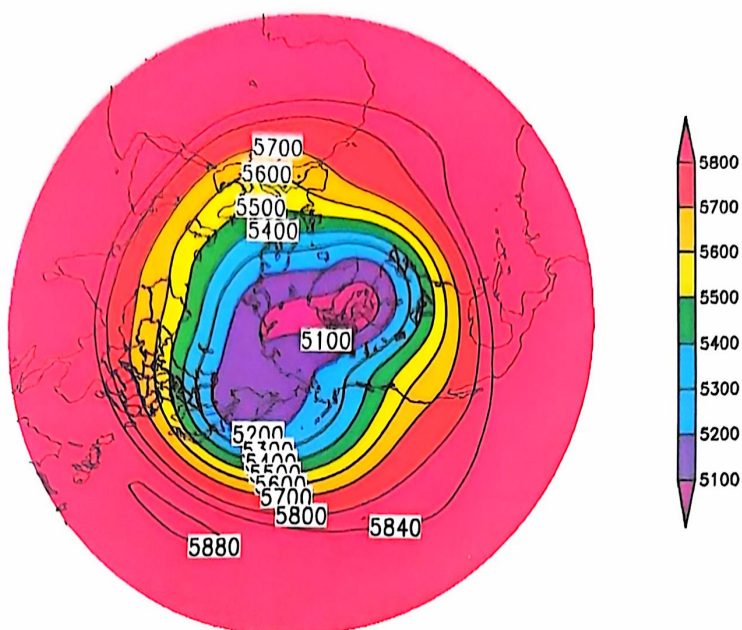


图 4.1 1991-2020 年北半球冬季 (12-2 月) 500 百帕等平均高线 (单位:gpm)

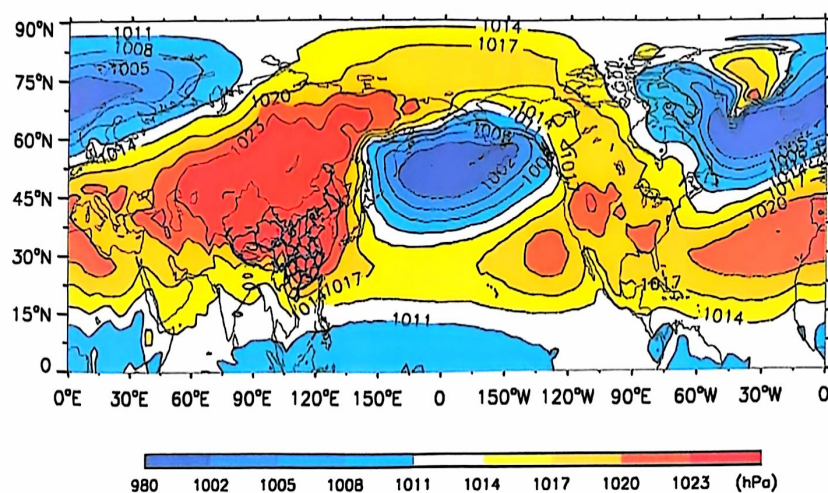


图 4.2 1991-2020 年北半球冬季 (12-2 月) 平均海平面气压 (单位: 百帕)

夏季，北半球**对流层中层**极涡中心位于极点，环绕极涡的西风带明显北移，且等高线变得稀疏，在中高纬度形成了 4 个槽，且强度减弱，而副热带地区高压加强并北移（图 4.3）。**对流层低层**（图 4.4），亚洲大陆出现了一个低压，与气压系统相伴的风发生变化，这种大规模风系随季节的转换，形成了季风，比如印度、印度支那半岛和我国是著名的季风区。



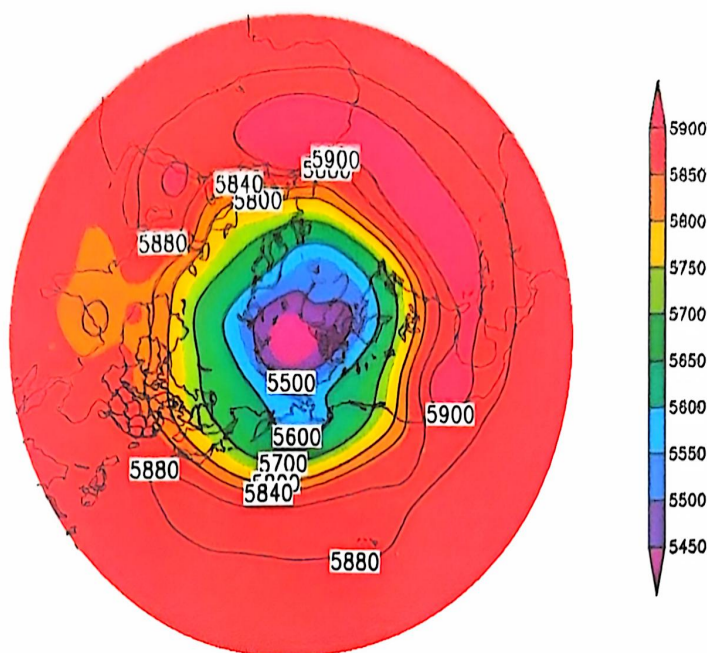


图 4.3 1991-2020 年北半球夏季（6-8 月）500 百帕等平均高线（单位:gpm）

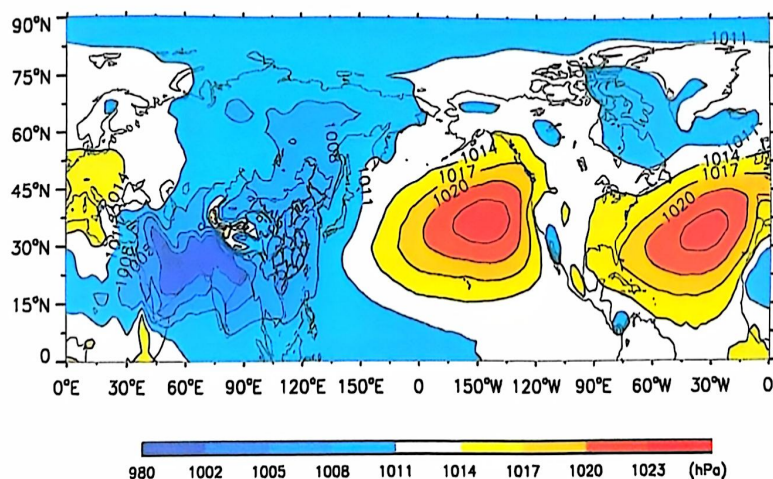


图 4.4 1991-2020 年北半球夏季（6-8 月）平均海平面气压（单位：百帕）

由于东亚海陆热力差异的季节变化，形成亚欧大陆与太平洋上四个大气活动中心，即暖季的印度低压和西太平洋副高，冷季的蒙古高压和阿留申低压，四个大气活动中心的强弱直接控制我国冬夏季风进退活动。

### 4.3 欧亚地区大气环流背景场分析

冬季，欧亚地区中高纬度 500 百帕环流场呈现出“一槽一脊”的特征（图 4.5），贝加尔湖附近为深厚的高压脊，宽广的大槽位于亚洲东





岸（由鄂霍茨克海向低纬度的日本及我国东海倾斜），我省高空处于脊前槽后部，盛行西北气流；低层风场，处在河套地区反气旋气流前部的西北风气流中，南方暖湿水汽的输送弱，不利于产生降水（图 4.6）；地面上处在强大的蒙古冷高压前部的偏北气流控制。综合高低空环流形势分析，我省冬季气候呈现出“干冷”的气候特点。

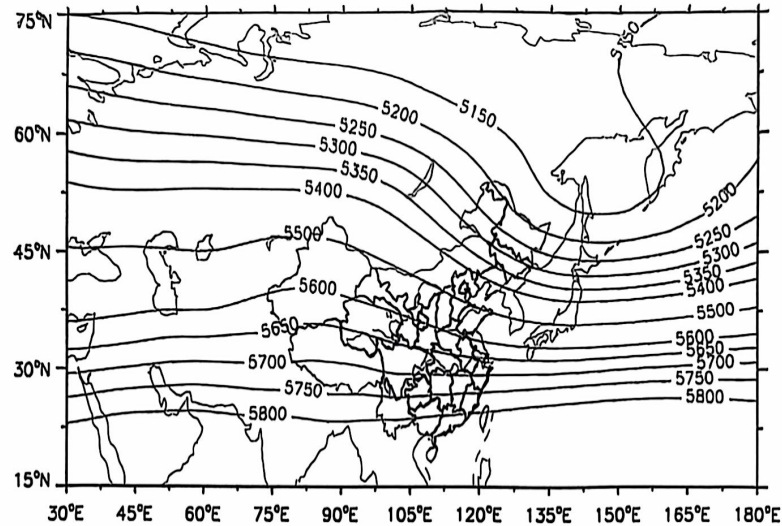


图 4.5 1991-2020 年欧亚地区冬季 500 百帕平均高度场

（单位:gpm，红色圆点为焦作高新技术产业开发区的位置）

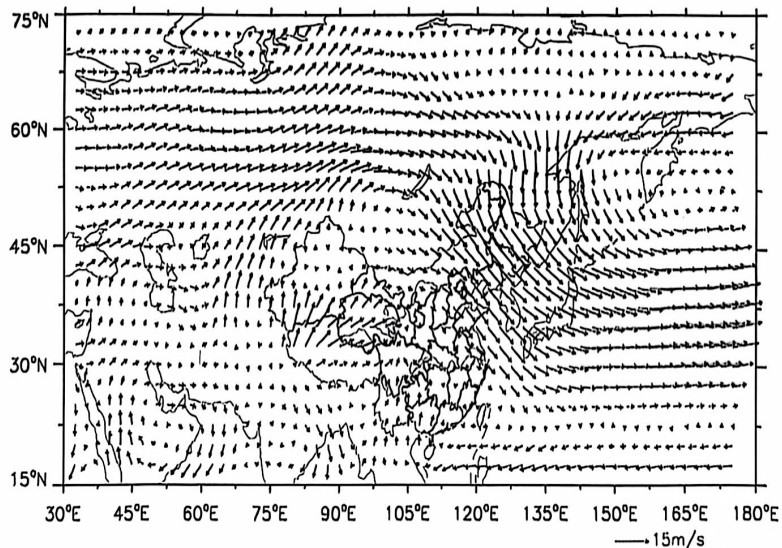


图 4.6 1991-2020 年欧亚地区冬季 850 百帕平均风场

（单位： $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，红色圆点为焦作高新技术产业开发区的位置）

春季，欧亚地区中高纬西风带上的槽脊相对冬季变浅变弱（图 4.7），东亚槽明显变弱，槽脊移动变化快，我省处在较为平直的西西



北气流里。加之气温回升，暖空气活跃，春季盛行锋面气旋、冷高压过程，天气多变。由于北方气旋（蒙古气旋、东北气旋和黄河气旋）频繁发生，发展强烈，它与入海高压形成南高北低的气压场，使春季成为河南出现偏南大风最多的季节。同时，低层风场显示南支槽活跃（图 4.8），引导印度洋和南海的暖湿水汽抵达我省，导致河南降水开始增多或产生冰雹天气。由于春季回暖快，风力大，蒸发强，导致春旱容易发生。由于春季冷空气仍有较强的势力，还时常影响河南，造成降温、晚霜冻和大风天气，甚至出现寒潮以及倒春寒天气过程。

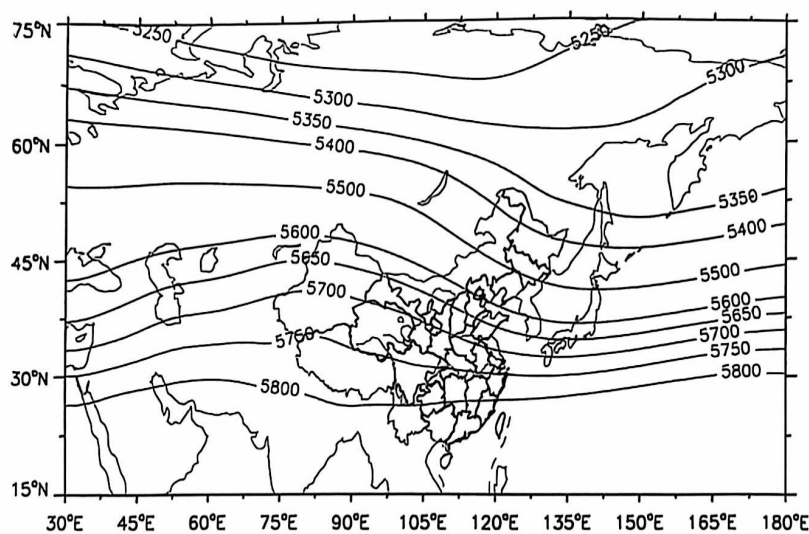


图 4.7 1991-2020 年欧亚地区春季 500 百帕平均高度场

（单位:gpm，红色的圆点为焦作高新技术产业开发区的位置）

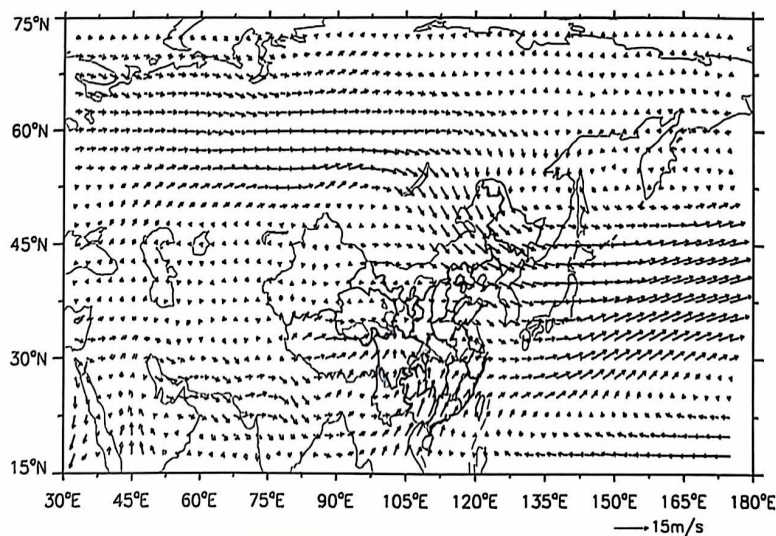


图 4.8 1991-2020 年欧亚地区春季 850 百帕平均风场

（单位： $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，红色的圆点为焦作高新技术产业开发区的位置）



夏季,我省主要受欧亚中高纬度西风环流和西太平洋副热带高压系统的共同影响(图 4.9、图 4.10)。由于副热带系统阶段性北上,导致我省夏季天气气候变化阶段性特征明显。初夏阶段(6 月),西太平洋副热带高压脊线在  $20^{\circ}\text{N}$  附近,我国雨带维持在长江以南,河南中北部受变性极地大陆气团影响,天气晴热,常出现高温。南部降水开始增多。由于近地面增温快,加上东北冷涡引导冷空气南下,易出现雷雨、冰雹等强对流天气。梅雨后期阶段(6 月下旬到 7 月中旬),副热带高压脊线季节性北跳到  $22\sim 27^{\circ}\text{N}$  之间,主雨带推进到黄河以南,我省进入雨季。同时受南方气旋和西南涡影响,导致大到暴雨天气出现。盛夏阶段(7 月中旬),副热带高压再次季节性北跳,脊线到达  $30^{\circ}\text{N}$  附近,雨带到华北。我省降水主要集中在 7 月中旬到 8 月上旬,一般由副热带高压最强盛时期西风槽受副热带高压所阻多形成切变线降水。加上 7-8 月台风活跃,登陆北上台风也可导致河南出现暴雨和强对流天气。当副热带高压主体控制河南时,可连续数日闷热无雨,有时长时间维持,可出现伏旱。晚夏阶段(8 月中旬到 9 月初),副热带高压势力减弱南撤,脊线退到  $25\sim 30^{\circ}\text{N}$  之间,极锋南下,气旋和冷锋降雨增多。9 月初以后,东亚大槽重建,副热带高压撤回回到  $25^{\circ}\text{N}$  以南,我省雨季结束。

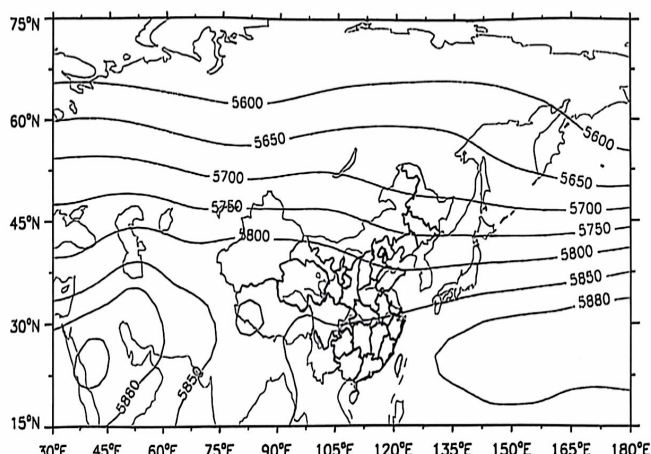


图 4.9 1991-2020 年欧亚地区夏季 500 百帕平均高度场

(单位:gpm, 红色的圆点为焦作高新技术产业开发区的位置)





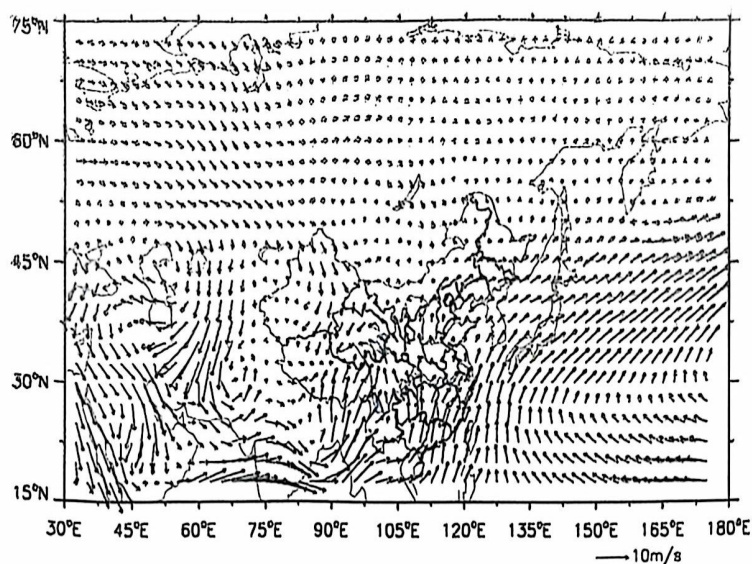


图 4.10 1991-2020 年欧亚地区夏季 850 百帕平均风场

(单位:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 红色圆点为焦作高新技术产业开发区的位置)

秋季, 副热带高压系统减弱南撤 (图 4.11), 主体位于海上, 东亚槽开始建立, 西风带系统渐强, 我省逐渐受其控制, 处在西北气流里。低层我省处在反气旋气流里 (图 4.12), 南方水汽无法直接输送到我省, 加上地面受蒙古冷高压控制我省易出现风和日丽、秋高气爽的天气。但有的年份由于欧洲阻塞高压或乌拉尔山阻塞高压建立, 南支低槽加深, 会造成华西秋雨, 我省受其影响会出现秋季连阴雨天。

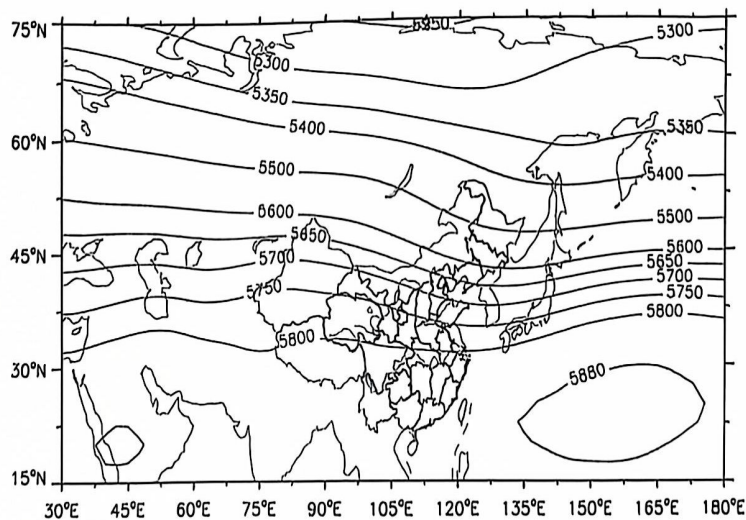


图 4.11 1991-2020 年欧亚地区秋季 500 百帕平均高度场

(单位: gpm, 红色圆点为焦作高新技术产业开发区的位置)



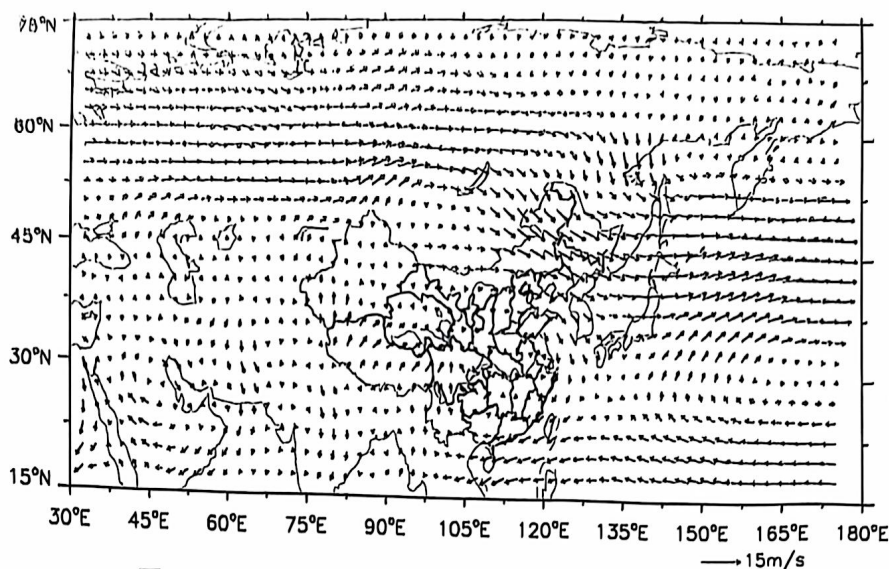


图 4.12 1991-2020 年欧亚地区秋季 850 百帕平均风场

(单位:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 红色圆点为焦作高新技术产业开发区的位置)

#### 4.4 不同季节影响焦作的主要天气系统

焦作四季均受冷锋、温带气旋、低涡、切变线、西风带低槽影响以及阻塞高压影响外,但不同季节影响焦作的主要天气影响系统不同,详见表 4.1。

表 4.1 各季节影响焦作的主要天气影响系统

| 主要影响系统    | 冬季 | 春季 | 夏季 | 秋季 |
|-----------|----|----|----|----|
| 冷锋        | •  | •  | •  | •  |
| 温带气旋      | •  | •  | •  | •  |
| 低涡        | •  | •  | •  | •  |
| 切变线       | •  | •  | •  | •  |
| 低槽        | •  | •  | •  | •  |
| 低空急流      | •  | •  | •  | •  |
| 西太平洋副热带高压 |    |    | •  | •  |
| 高空冷涡      |    | •  | •  |    |
| 台风        |    |    | •  | •  |

##### 4.4.1 西太平洋副热带高压

西太平洋副热带高压即出现在西北太平洋上的副热带高压,其西伸的脊在夏季可伸到我国大陆,影响我国雨季的进程,也是影响河南夏季和秋季(9-10月)主要的天气系统。同时它是直接或者间接控制和影响台风活动的最主要的大型天气系统。其脊线的阶段性北跳和南



撤与我省雨带位置密切相关，与焦作的夏季降水出现时段密切相关。当副高控制焦作时，也会产生闷热、高温天气。

#### 4.4.2 低空低涡

低空低涡是影响我国降水，尤其是暴雨的重要天气系统，一般生成于离地面 2~3km 的低空，如西南涡、高原涡、和西北涡。影响河南省降水的主要是西南涡，其形成于四川西部地区，700（或 850）hPa 上具有气旋性环流的闭合小低压，其东移和发展，往往引起地面锋面气旋的发生和发展，导致在低涡中心和右前方出现较强降水。在夏季，西南涡常沿副高西北部的西南气流出川影响，配合低空急流，在焦作产生大到暴雨。

#### 4.4.3 高空冷涡

高空冷涡是一个比较深厚的系统，包括华北冷涡、东北冷涡等。东北冷涡是指在我国东北附近地区具有一定强度、能维持 3~4 天、且有深厚冷空气（厚度至少达 300~400m）高空的气旋性涡旋，一年四季都可能出现，但以 5~6 月为最多。东北冷涡西部常有冷空气南下，大气层结很不稳定，冬季造成焦作出现阵雪天气，夏季造成焦作出现大风、冰雹、短时强降水等强对流天气。

#### 4.4.4 低空急流

低空急流一般指 700（或 850）hPa 等压面上，风速 $\geq 12$  米/秒的西南风的极大风速带。其一般位于副热带高压西侧或者北侧、高空西风急流入口区的右侧，左侧经常有低空切变线和低涡活动，其既能输送水汽又能增强辐合，这种作用使低空的水汽大量聚集，然后通过辐合上升运动使水汽成云致雨，常常和暴雨、飑线、龙卷、雷暴等天气相联系。7 月中旬至 8 月上旬，西南急流与日本海高压南侧的东南急





流,这两支急流为焦作产生暴雨提供了充沛的水汽来源和不稳定能量。

#### 4.4.5 台风

台风是产生暴雨的主要天气系统,经常带来极端性降水,造成严重灾害。7~10月是我国台风的多发时期,尤其以8、9月份最多。影响焦作的台风一般在福建沿海登陆,移动路径以西北行或者北行为主,登陆之后减弱为低压。其受台风外围螺旋云系、倒槽和变性后温带气旋冷锋影响,其中冷空气与台风倒槽相互作用对强降水的维持起到了重要作用。

#### 4.5 小结

夏季影响焦作的大气环流系统主要包括西太平洋副热带高压、台风、低空急流、西南涡等,易出现暴雨、雷雨大风、冰雹、短时强降水等对流性天气;冬季西伯利亚高压偏强,配合西风带低槽,易出现低温阴雨(雪)、寒潮大风等灾害性天气。春季受冷锋、东北冷涡等影响易出现冰雹、倒春寒、暴雨等灾害性天气。秋季在阻塞高压建立到崩溃过程中,配合短波槽等影响,易出现干旱和连阴雨等天气。



## 第五章 主要气候特征分析

### 5.1 气候背景

本章对焦作气象站各气象要素及天气现象的多年平均统计采用的是 1991—2023 年资料；对气象要素的日变化平均统计采用的是近 10 年 2014—2023 年资料；对气象要素极值统计采用的是建站以来有相应资料的数据。最大风速自 1976 年开始有记录，极大风速自 2003 年开始有记录。

焦作气象站 1991—2023 年的累年平均气压为 1003.3hPa；累年平均气温为 16.2℃；累年平均降水量为 591.1mm；累年平均风速为 1.7m/s，累年平均相对湿度为 59.2%；累年平均日照时数为 2004.2h。

焦作气象站自有气象记录以来，年极端最高气压为 1034.1hPa，出现在 1981 年 12 月 2 日，年极端最低气压为 950.2hPa，出现在 2017 年 3 月 25 日；极端最高气温为 43.5℃，出现在 2009 年 6 月 25 日，极端最低气温为-17.8℃，出现在 1990 年 2 月 1 日；年降水量最多为 1407.4mm，出现在 2021 年，最少为 260.3mm，出现在 1981 年；年最大风速 22.0m/s，出现在 1978 年 6 月 30 日，年极大风速 24.8m/s，出现在 2009 年 6 月 27 日。

表 5.1 焦作站主要气候特征值

| 气候要素 |         | 值      | 单位  | 出现时间            |
|------|---------|--------|-----|-----------------|
| 气压   | 年平均气压   | 1003.3 | hPa |                 |
|      | 年平均最高气压 | 1005.7 | hPa |                 |
|      | 年平均最低气压 | 1000.3 | hPa |                 |
|      | 极端最高气压  | 1034.1 | hPa | 1981 年 12 月 2 日 |



|          |            |              |     |                                                                    |
|----------|------------|--------------|-----|--------------------------------------------------------------------|
|          | 极端最低气压     | 950.2        | hPa | 2017年3月25日                                                         |
| 气温       | 年平均气温      | 16.2         | ℃   |                                                                    |
|          | 年平均最高气温    | 21.2         | ℃   |                                                                    |
|          | 年平均最低气温    | 11.8         | ℃   |                                                                    |
|          | 极端最高气温     | 43.5         | ℃   | 2009年6月25日                                                         |
|          | 极端最低气温     | -17.8        | ℃   | 1990年2月1日                                                          |
|          |            |              |     |                                                                    |
| 降水       | 年降水量       | 591.1        | mm  |                                                                    |
|          | 年最多降水量     | 1407.4       | mm  | 2021年                                                              |
|          | 年最少降水量     | 260.3        | mm  | 1981年                                                              |
|          | 年平均降水日数    | 76.3         | d   |                                                                    |
|          | 最大日降水量     | 234.9        | mm  | 2021年7月21日                                                         |
| 风        | 年平均风速      | 1.7          | m/s |                                                                    |
|          | 最多风向及频率    | 11.5/NE, ENE | %   |                                                                    |
|          | 年最大风速      | 22.0         | m/s | 1978年6月30日                                                         |
|          | 年最大风速对应的风向 | WSW          |     |                                                                    |
|          | 年次大风速      | 18.0         | m/s | 1977年03月22日/1982年<br>05月03日                                        |
|          | 年次大风速对应的风向 | NNW/NW       |     |                                                                    |
|          | 年极大风速      | 24.8         | m/s | 2009年6月27日                                                         |
|          | 年极大风速对应的风向 | NNE          |     |                                                                    |
| 相对湿度     | 年平均相对湿度    | 59.2         | %   |                                                                    |
|          | 年最小相对湿度    | 0.0          | %   | 1992年2月14日、1992年<br>4月14日、1992年12月23<br>日、2001年3月3日、2006<br>年3月27日 |
| 日照       | 年日照时数      | 2004.2       | 小时  |                                                                    |
|          | 年最多日照时数    | 2660.7       | 小时  | 1965年                                                              |
|          | 年最少日照时数    | 1596.6       | 小时  | 1996年                                                              |
| 地面<br>温度 | 年平均地面温度    | 17.8         | ℃   |                                                                    |
|          | 年平均最高地面温度  | 33.5         | ℃   |                                                                    |
|          | 年平均最低地面温度  | 9.5          | ℃   |                                                                    |
|          | 极端最高地面温度   | 72.0         | ℃   | 2009年6月25日                                                         |
|          | 极端最低地面温度   | -25.8        | ℃   | 1990年2月1日                                                          |





## 5.2 气压

### 5.2.1 年际变化

#### (1) 平均气压、平均最高气压、平均最低气压

1991—2023 年, 焦作气象站年平均气压 1003.3hPa, 年平均最高和最低气压分别为 1005.7hPa、1000.3hPa。焦作气象站的年平均气压、年最高气压、年最低气压有下降趋势。

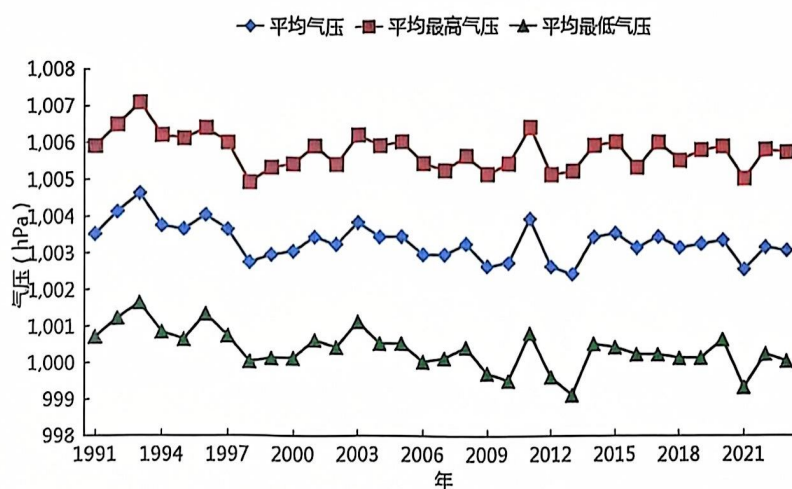


图 5.1 1991—2023 年焦作站平均气压、平均最高、平均最低气压年际变化

#### (2) 极端气压

焦作气象站自 1980 年开始有极端气压的资料, 1980—2023 年的极端最高气压出现在 1981 年, 为 1034.1hPa; 极端最低气压出现在 1990 年, 为 975.8hPa。



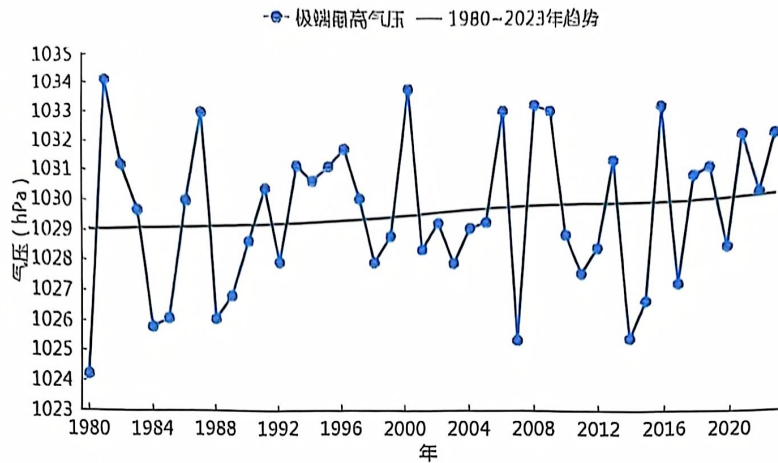


图 5.2 1980—2023 年焦作站极端最高气压年际变化

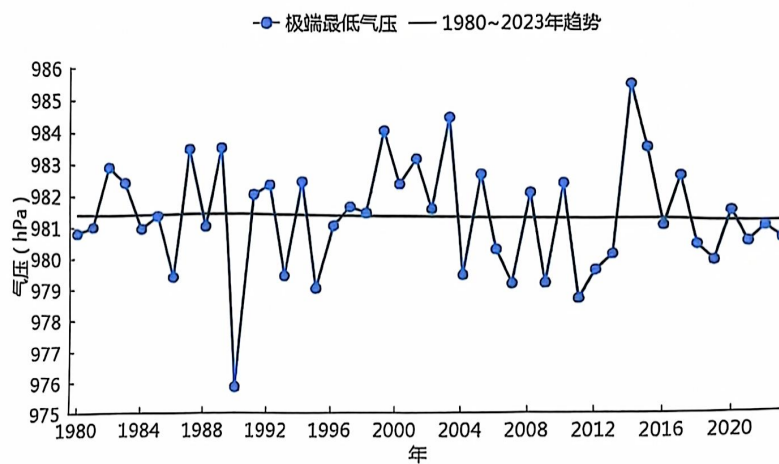


图 5.3 1980—2023 年焦作站极端最低气压年际变化

### 5.2.2 月际变化

#### (1) 平均气压、平均最高气压、平均最低气压

1991—2023 年, 焦作气象站的平均气压月变化在 990.5hPa (7 月)~1014.2hPa (12 月) 之间, 呈“U”型变化特征。平均最高气压变化在 992.1hPa (7 月)~1017.4hPa (12 月) 之间; 平均最低气压变化在 988.4hPa (7 月)~1011.1hPa (12 月) 之间; 整体看来, 一年之中, 冬季气压较高, 夏季气压较低, 春、秋季气压近似。



表 5.2 1991—2023 年焦作站月平均气压、平均最高气压、平均最低气压统计表 (单位: hPa)

| 月份   | 1      | 2      | 3      | 4      | 5     | 6     | 7     | 8     | 9      | 10     | 11     | 12     | 全年     |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 平均   | 1013.9 | 1011.2 | 1006.5 | 1001.1 | 996.6 | 991.7 | 990.5 | 994.3 | 1001.1 | 1007.5 | 1010.6 | 1014.2 | 1003.3 |
| 平均最高 | 1016.8 | 1014.2 | 1009.7 | 1004.1 | 999   | 993.6 | 992.1 | 995.8 | 1003   | 1009.8 | 1013.4 | 1017.4 | 1005.7 |
| 平均最低 | 1010.6 | 1007.8 | 1002.6 | 997.5  | 993.5 | 989.1 | 988.4 | 992.2 | 998.9  | 1004.9 | 1007.5 | 1011.1 | 1000.3 |

平均最高气压和平均最低气压的月变化特征与平均气压的月变化特征基本一致。气压有随季节变化的特性, 冬季一般受冷高压或冷高压前伸的高压脊控制, 气压较高。而夏季往往受到气旋性天气系统的影响, 气压常出现低值。

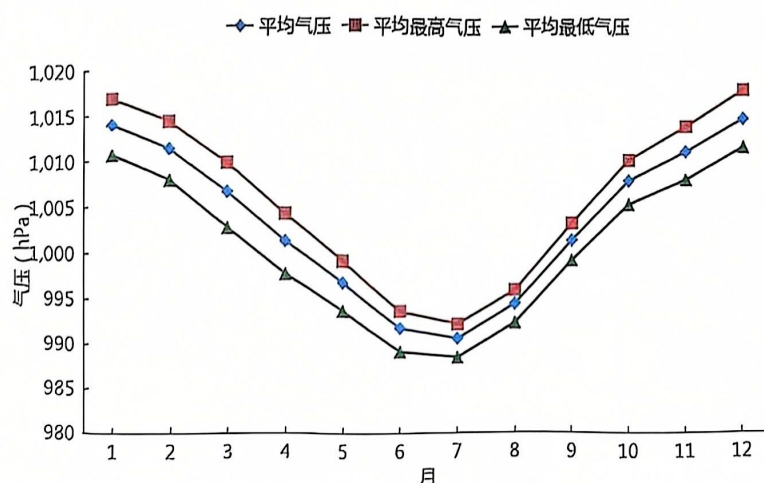


图 5.4 1991—2023 年焦作站平均气压、平均最高、平均最低气压月际变化

## (2) 极端最高气压

焦作气象站自 1980 年开始有极端最高气压的资料, 各月极端最高气压值在 1002.1~1034.1hPa 之间, 最大值 1034.1hPa 出现在 1981 年 12 月 2 日。气压的月变化特征是冬季高, 夏季低。

## (3) 极端最低气压

焦作气象站自 1980 年开始有极端最低气压的资料, 各月极端最低气压值在 975.8~993.3hPa 之间, 最小值出现在 2017 年 3 月 25 日。





表 5.3 1980—2023 年焦作站各月极端气压 (hPa)

| 月份       | 1     | 2      | 3    | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 年极<br>值 |
|----------|-------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 极端<br>最高 | 1034  | 1033.2 | 1029 | 1022.9 | 1014.1 | 1004.9 | 1002.1 | 1008.7 | 1015.2 | 1025.7 | 1033.2 | 1034.1 | 1034.1  |
| 极端<br>最低 | 993.3 | 979    | 984  | 978.5  | 979.3  | 978.9  | 975.8  | 980.3  | 984.3  | 991.9  | 992    | 991.5  | 975.3   |

### 5.2.3 日变化

2014—2023 年, 焦作气象站近 10 年平均气压的日变化曲线, 地面气压呈“W”型日变化特征, 气压从 5 时开始逐渐升高, 到 10 时达到峰值 1004.5hPa; 之后开始下降, 最低值出现在 16、17 时, 为 1001.4hPa; 之后又开始缓慢升高, 在 23 时达到次高值 1003.6hPa, 随后开始下降, 直至 4 时。

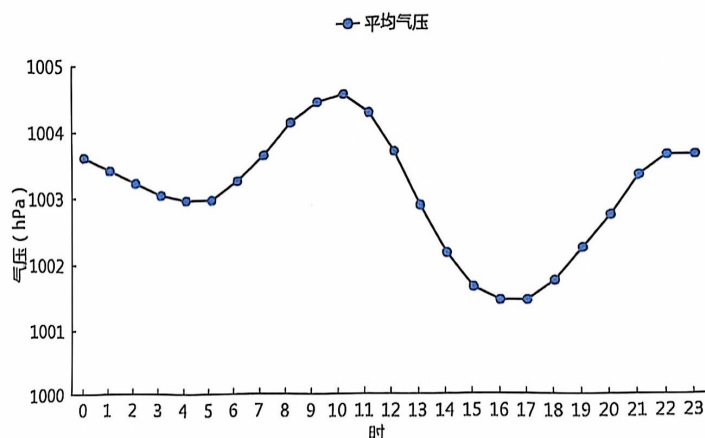


图 5.5 2014—2023 年焦作站平均气压日变化

## 5.3 气温

### 5.3.1 年际变化

(1) 平均气温、平均最高气温、平均最低气温

1991—2023 年, 焦作气象站累年平均气温、平均最高气温及平均最低气温分别为 16.2℃、21.2℃、11.8℃, 其中年平均气温在 15.1℃



(1991 年、1993 年、2003 年)  $\sim 17.3^{\circ}\text{C}$  (2021 年) 之间变化, 年平均最高气温在  $19.7^{\circ}\text{C}$  (2003 年)  $\sim 22.7^{\circ}\text{C}$  (2021 年、2023 年) 之间变化, 年平均最低气温在  $10.3^{\circ}\text{C}$  (1992 年)  $\sim 13.1^{\circ}\text{C}$  (2021 年) 之间变化。年平均、平均最高及平均最低气温年际变化均有上升趋势。

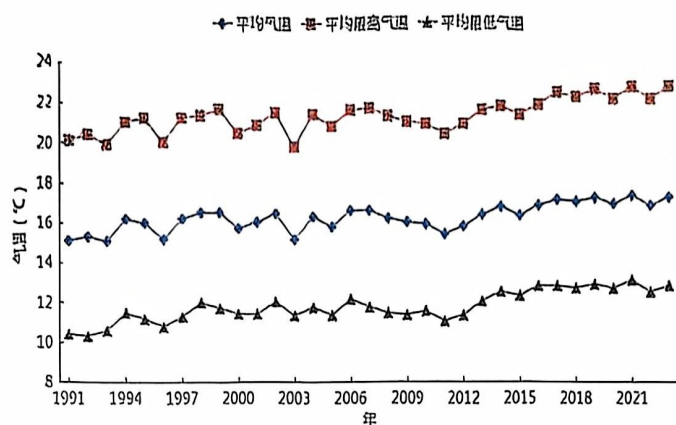


图 5.6 1991—2023 年焦作站平均气温、平均最高、平均最低气温年际变化

## (2) 极端气温

焦作气象站自 1961 年开始有完整极端高温、极端低温的资料, 1961—2023 年的年极端最高气温在  $36.0^{\circ}\text{C}$  (1983 年)  $\sim 43.5^{\circ}\text{C}$  (2009 年) 之间变化。年极端最高气温在  $37^{\circ}\text{C}$ ,  $38^{\circ}\text{C}$ ,  $39^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$  以上的年份分别有 62 年、49 年、39 年、28 年。 $40^{\circ}\text{C}$  以上分别为 1985 年、2017 年、1961 年、2002 年、2015 年、2018 年、1992 年、1965 年、1968 年、2006 年、2019 年、2010 年、2007 年、2021 年、2005 年、1978 年、2012 年、2014 年、2020 年、2023 年、1967 年、2011 年、1964 年、1979 年、1966 年、1972 年、2022 年、2009 年。



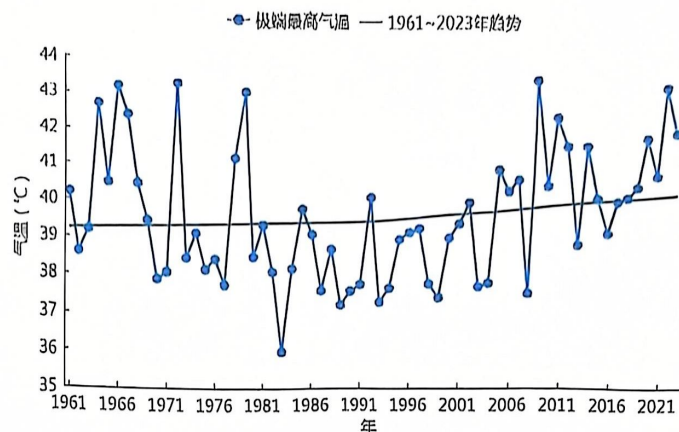


图 5.7 1961—2023 年焦作站极端最高气温年际变化

1961—2023 年，焦作气象站年极端最低气温在 $-17.8^{\circ}\text{C}$ （1990 年） $\sim -4.4^{\circ}\text{C}$ （2017 年）之间变化。近 10 年的年最低气温在 $-12.4^{\circ}\text{C} \sim -4.4^{\circ}\text{C}$ 之间，极端最低气温有上升的趋势。年极端最低气温在  $0^{\circ}\text{C}$ ， $-2^{\circ}\text{C}$ ， $-4^{\circ}\text{C}$ ， $-6^{\circ}\text{C}$  以下的年份分别为 63 年、63 年、63 年、59 年。

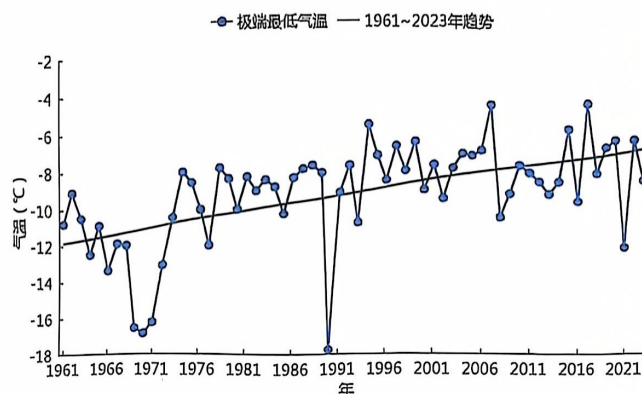


图 5.8 1961—2023 年焦作站极端最低气温年际变化

### 5.3.2 月际变化

#### (1) 平均气温、平均最高气温、平均最低气温

1991—2023 年，焦作气象站平均气温、平均最高气温、平均最低气温月变化分别在  $1.7 \sim 28.4^{\circ}\text{C}$ 、 $6.3 \sim 33.1^{\circ}\text{C}$ 、 $-2.1 \sim 24.4^{\circ}\text{C}$  之间，平均气温、平均最低气温最高值出现在 7 月，平均最高气温最高值出现在 6 月，最低值均出现在 1 月。





表 5.4 1991—2023 年焦作站月平均气温、平均最高气温、平均最低气温统计表 (单位: °C)

| 月份 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 全年   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 平均 | 1.7  | 5.3  | 11   | 17.3 | 22.9 | 27.5 | 28.4 | 27.1 | 22.8 | 16.8 | 9.7  | 3.6  | 16.2 |
| 最高 | 6.3  | 10.4 | 16.4 | 22.9 | 28.4 | 33.1 | 33   | 31.5 | 27.7 | 22.1 | 14.7 | 8.3  | 21.2 |
| 最低 | -2.1 | 1.1  | 6.3  | 12.1 | 17.6 | 22.3 | 24.4 | 23.4 | 18.5 | 12.3 | 5.5  | -0.2 | 11.8 |

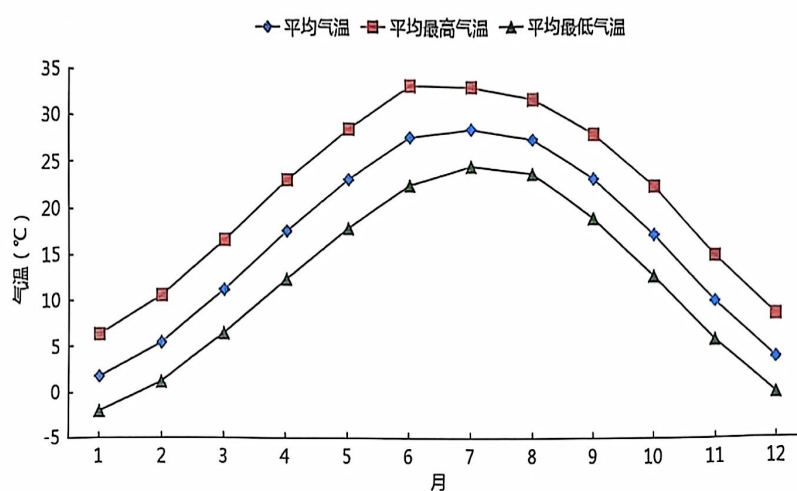


图 5.9 1991—2023 年焦作站平均气温、平均最高、平均最低气温月际变化

## (2) 极端气温

1961—2023 年, 焦作气象站的各月极端最高气温值在 20.0~43.5°C 之间, 最大值 43.5°C 出现在 2009 年 6 月 25 日; 各月极端最低气温值在 -17.8~15.9°C 之间, 最小值 -17.8°C 出现在 1990 年 2 月 1 日。

表 5.5 1961—2023 年焦作站各月极端气温 (°C)

| 月份   | 1     | 2     | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10   | 11   | 12    | 年极值   |
|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|-------|
| 极端最高 | 20    | 29.1  | 32.5 | 37   | 41.5 | 43.5 | 42.7 | 40   | 39  | 35.9 | 32.1 | 24.6  | 43.5  |
| 极端最低 | -16.9 | -17.8 | -8.8 | -1.3 | 4.9  | 12.6 | 15.9 | 11.8 | 5.1 | -0.8 | -7.7 | -16.3 | -17.8 |



### 5.3.3 日变化

2014—2023 年,焦作气象站近 10 年小时平均气温呈单峰型变化。每天 6 时为一天气温的最低值,为  $13.6^{\circ}\text{C}$ ;6 时开始,气温逐渐升高,到 15 时达到峰值  $21.1^{\circ}\text{C}$ ;之后开始下降,直至次日 6 时。

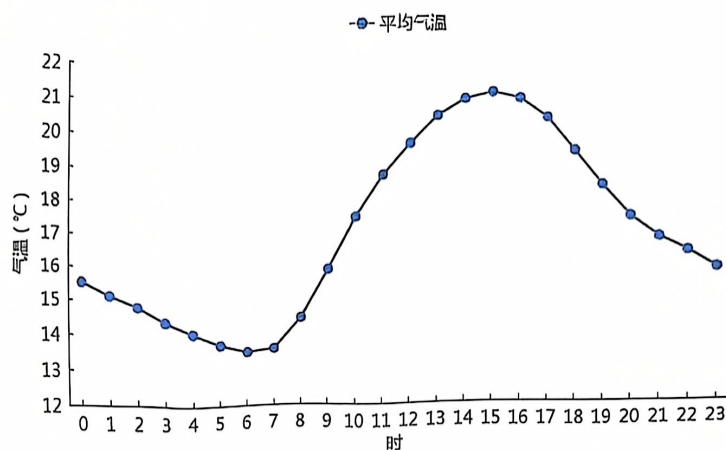


图 5.10 2014—2023 年焦作站平均气温日变化

## 5.4 降水

### 5.4.1 降水量年际变化

1991—2023 年,焦作气象站累年平均降水量为  $591.1\text{mm}$ ,降水量在  $299.7\text{mm}$  (1997 年) ~  $1407.4\text{mm}$  (2021 年) 之间变化。

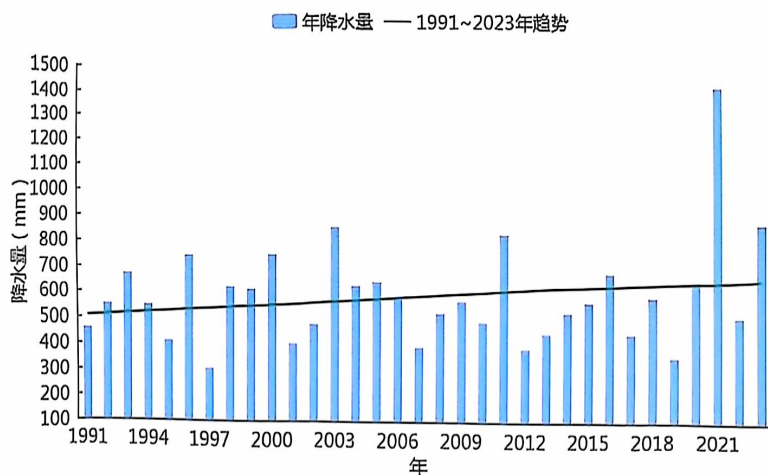


图 5.11 1991—2023 年焦作站降水量年际变化



### 5.4.2 月际变化

1991—2023 年，焦作气象站各月降水量在 6.9mm（12 月）～164.4mm（7 月）之间变化，季节变化特征明显，冬季（12—2 月）平均降水量在四季之中最少，各月在 6.9～11.3mm 之间；春季（3—5 月）各月在 18.1～50.1mm 之间，占全年降水量的 16.77%。夏季（6—8 月）各月在 65.8～164.4mm 之间，占全年降水量的 56.95%。

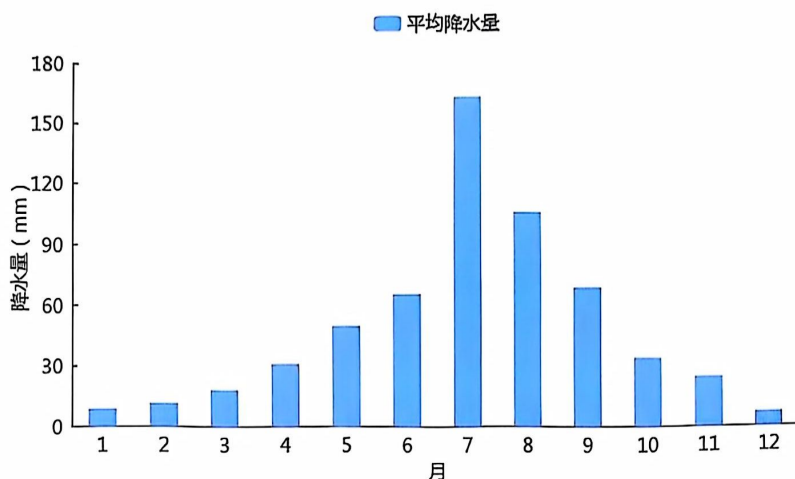


图 5.12 1991—2023 年焦作站降水量月际变化

## 5.5 降水日数

### 5.5.1 年际变化

1991—2023 年，焦作气象站年平均降水日数为 76.3 天，降水日数在 56 天（2013 年）～109 天（2003 年）之间，年际变化呈上升趋势。





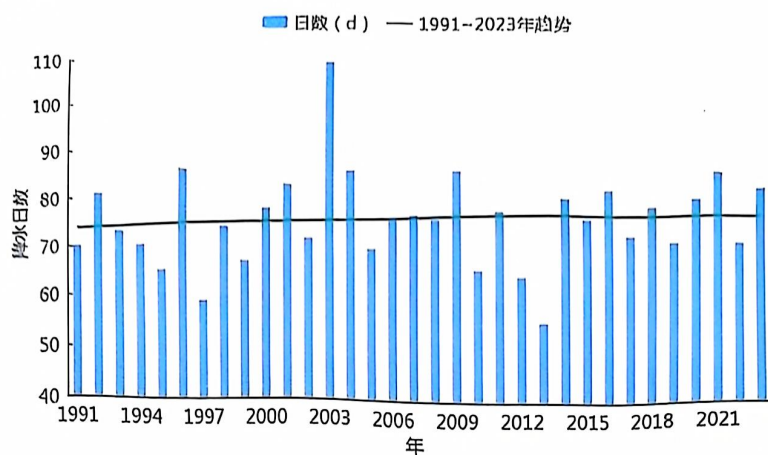


图 5.13 1991—2023 年焦作站降水日数年际变化

### 5.5.2 月际变化

焦作气象站各月平均降水日数在 2.7 天（12 月）~11.3 天（7 月）之间变化。从季节分布看，冬季（12—2 月）降水日数最少，各月在 2.7~3.8 天之间；其次是春季（3—5 月），各月在 4.3~6.9 天之间；秋季（9—11 月）各月在 5.1~8.4 天之间；夏季（6—8 月）各月在 8.0~11.3 天之间；

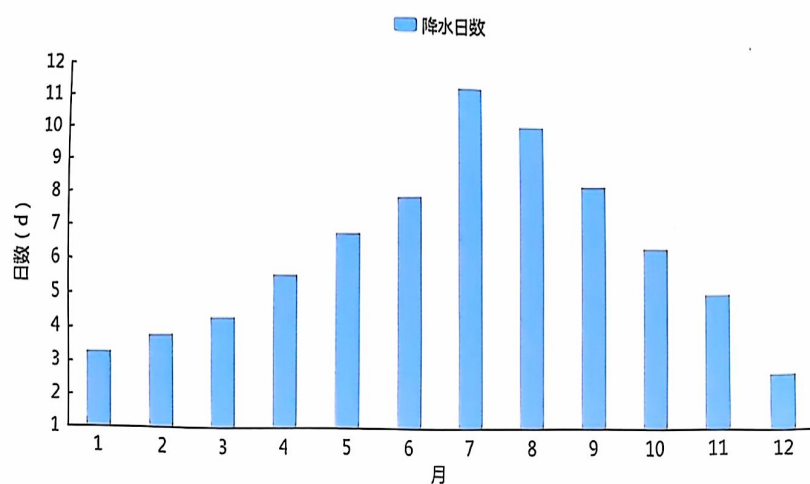


图 5.14 1991—2023 年焦作站降水日数月际变化



## 5.6 风向风速

### 5.6.1 年际变化

#### (1) 平均风速

1991—2023 年，焦作气象站年平均风速为 1.7m/s，在 1.3~2.0m/s 之间变化，风速年际变化呈下降趋势。其中 1991 年、2003 年、2008 年平均风速最大，为 2m/s，而后，风速整体呈下降趋势。

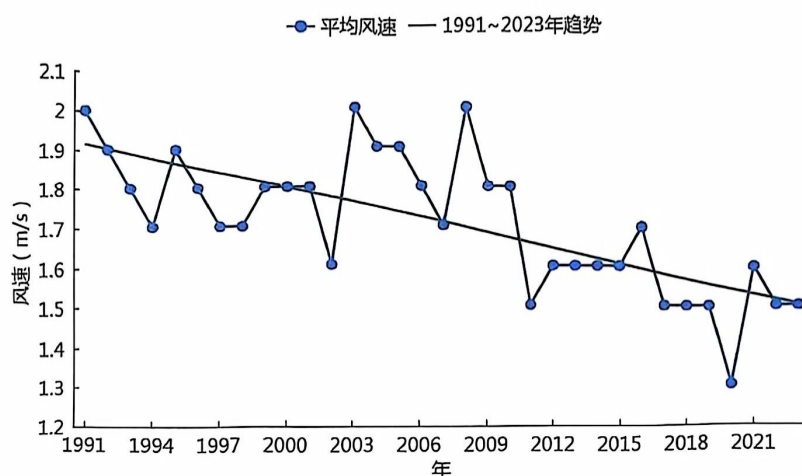


图 5.15 1991—2023 年焦作站平均风速年际变化

#### (2) 最大风速

焦作气象站自 1976 年开始，有最大风速的观测。从表和图中可以看出，1976—2023 年，近 48 年最大风速的最大值为 22.0m/s(WSW)，出现在 1978 年 6 月 30 日，年最大风速以春季出现频次最多。最大风速对应的风向多以 ENE 向的风居多。



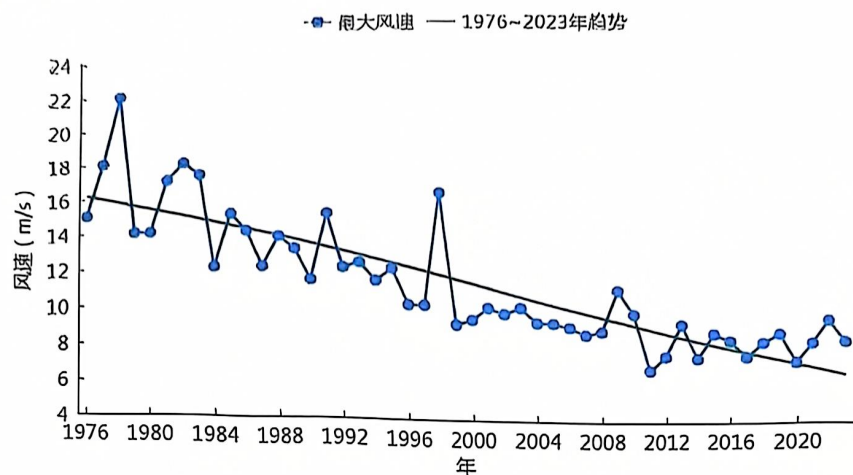


图 5.16 1976—2023 年焦作最大风速年际变化

### (3) 极大风速

焦作气象站自 2003 年开始, 有极大风速的观测。从表和图中可以看出 2,003—2023 年, 近 21 年极大风速的最大值为 24.8m/s(NNE), 出现在 2009 年 6 月 27 日, 次大值为 22.5m/s(W), 出现在 2010 年 3 月 20 日。年极大风速以 6 月出现频次最多。极大风速对应的风向多以 ENE 向的风居多。

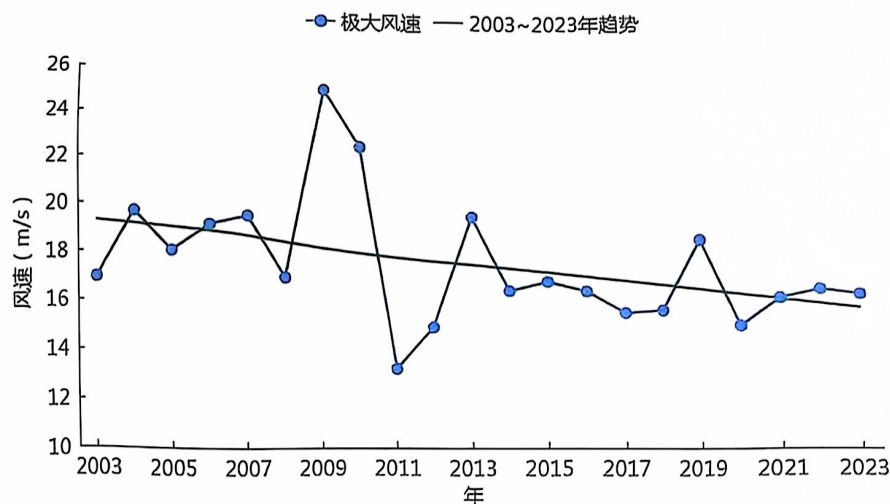


图 5.17 2003—2023 年焦作极大风速年际变化





### 5.6.2 月际变化

#### (1) 平均风速

焦作气象站逐月平均风速均在  $1.4\text{m/s}$  以上。平均风速 4 月、5 月最大，为  $2\text{m/s}$ ；9 月、10 月最小，为  $1.4\text{m/s}$ 。从季节上看，春季风速较大，夏季、秋季、冬季风速较小。

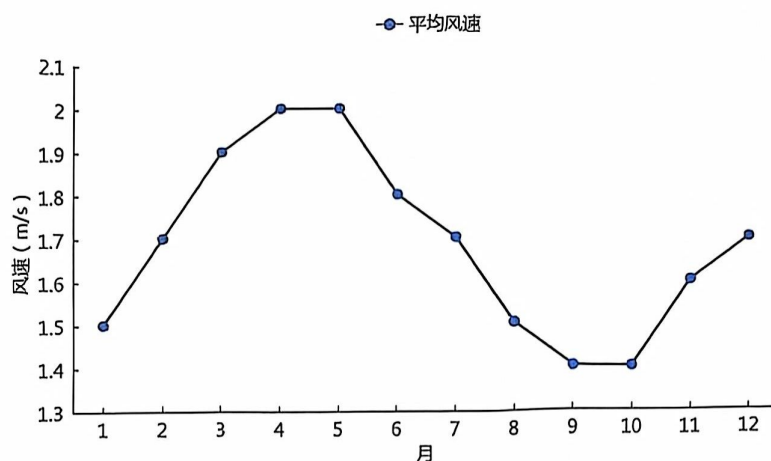


图 5.18 1991—2023 年焦作站平均风速月际变化

### 5.6.3 日变化

2014—2023 年，焦作气象站近 10 年风速日变化特征为白天风速大、夜间风速小。风速日变化在  $1.1\text{m/s}$ （0、1、2、3、4、5、6、23 时）~ $2.2\text{m/s}$ （12、13、14、15 时）之间。其中 19 时~次日 8 时是全天风速相对较小的时段，9~18 时是全天风速相对较大的时段。

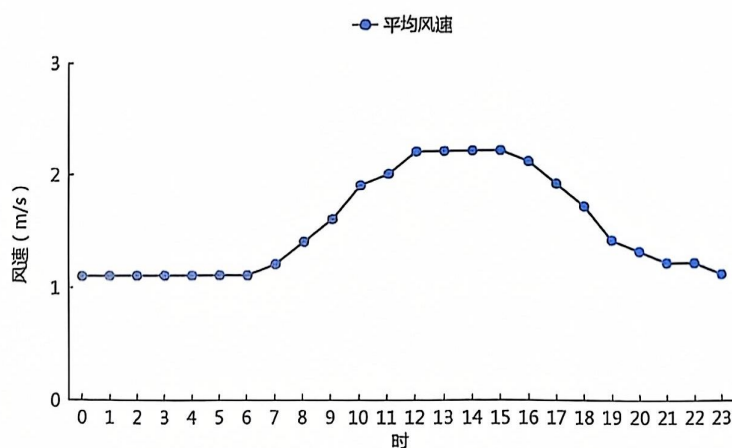


图 5.19 2014—2023 年焦作站平均风速日变化



#### 5.6.4 风向频率年及季节变化

气象上, 风向通常采用 16 方位来表示。即 N=东, NNE=北北东, NE=东北 ENE=东北东, E=东, ESE=东南东, SE=东南, SSE=南南东, S=南, SSW=南南西, SW=西南, WSW=西南西, W=西, WNW=西北西, NW=西北, NNW=西西北, 无风时用 C 表示, 代表静风。

1991—2023 年, 焦作气象站累年最多风向为 NE, ENE 风, 风向频率为 11.5%, 次多风向为 E, 风向频率为 8.3%。按月统计, 1 月、3 月、9 月、10 月最多风向为 NE 风, 2 月、4 月、5 月、6 月、7 月、8 月最多风向为 ENE 风, 11 月、12 月最多风向为 W 风, 次多风向频率, 1 月、12 月风向为 WSW 风, 2 月、4 月、5 月、6 月、7 月、8 月风向为 NE 风, 3 月、9 月风向为 ENE 风, 10 月风向为 SW 风, 11 月风向为 NE, WSW 风, 春季出现频率最高的是 ENE, 频率为 12.4%, 夏季出现频率最高的是 ENE, 频率为 14.8%, 秋季出现频率最高的是 NE 风向, 频率为 9.7%, 冬季出现频率最高的是 NE 风向, 频率为 10.5%。

表 5.6 1991—2023 年焦作站各月最多、次多风向及频率(%)

|           | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10  | 11     | 12   | 年      |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------|------|--------|
| 最多<br>风向  | NE   | ENE  | NE   | ENE  | ENE  | ENE  | ENE  | ENE  | NE   | NE  | W      | W    | NE,ENE |
| 风频<br>(%) | 10.5 | 13.0 | 13.6 | 12.9 | 12.4 | 14.0 | 16.0 | 14.5 | 11.1 | 8.7 | 10.2   | 11.5 | 11.5   |
| 次多<br>风向  | WSW  | NE   | ENE  | NE   | NE   | NE   | NE   | NE   | ENE  | SW  | NE,WSW | WSW  | E      |
| 风频<br>(%) | 9.6  | 11.7 | 11.9 | 12.5 | 11.0 | 11.7 | 14.9 | 13.8 | 10.4 | 8.4 | 9.4    | 11.1 | 8.3    |

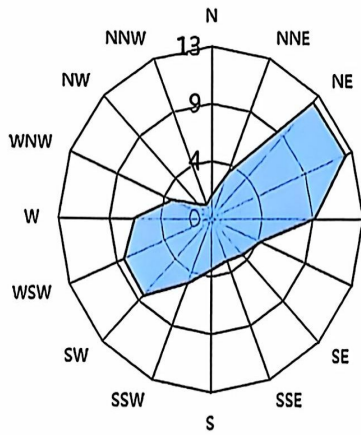


表 5.7 1991—2023 年焦作站四季及年各风向频率(%)

| 风向 | N   | NNE | NE   | ENE  | E    | ESE | SE  | SSE | S   | SSW | SW  | WSW | W   | WNW | NW  | NNW | C    |
|----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 春  | 1.7 | 3.7 | 12.3 | 12.4 | 8.8  | 4.5 | 3.8 | 3.4 | 3.8 | 5.2 | 8.1 | 8.0 | 6.5 | 3.6 | 1.5 | 1.1 | 11.6 |
| 夏  | 1.4 | 3.3 | 13.4 | 14.8 | 11.4 | 5.7 | 5.2 | 4.1 | 4.2 | 3.8 | 5.7 | 4.6 | 3.1 | 2.2 | 1.2 | 0.7 | 14.5 |
| 秋  | 2.1 | 4.0 | 9.7  | 8.9  | 6.5  | 3.5 | 3.5 | 3.0 | 3.7 | 4.2 | 8.0 | 7.7 | 6.7 | 3.8 | 1.9 | 1.2 | 22.0 |
| 冬  | 2.2 | 4.1 | 10.5 | 9.8  | 6.7  | 3.5 | 2.8 | 2.5 | 3.2 | 3.7 | 6.4 | 9.8 | 9.3 | 4.8 | 2.0 | 1.3 | 17.2 |
| 年  | 1.8 | 3.8 | 11.5 | 11.5 | 8.3  | 4.3 | 3.8 | 3.2 | 3.7 | 4.2 | 7.1 | 7.5 | 6.4 | 3.6 | 1.6 | 1.1 | 16.3 |

春季

C=11.6%



夏季

C=14.5%

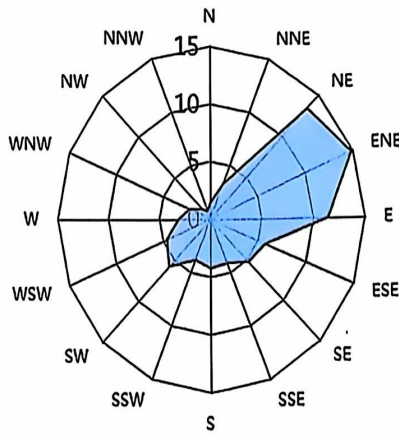
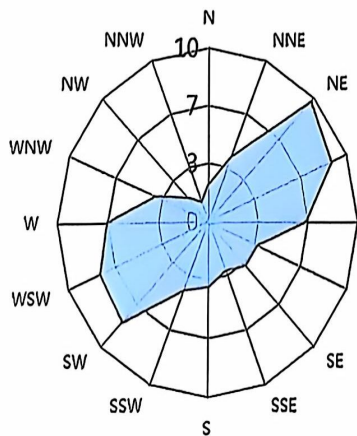


图 5.20 焦作站春季、夏季风向频率(%, 1991—2023)

秋季

C=22%



冬季

C=17.2%

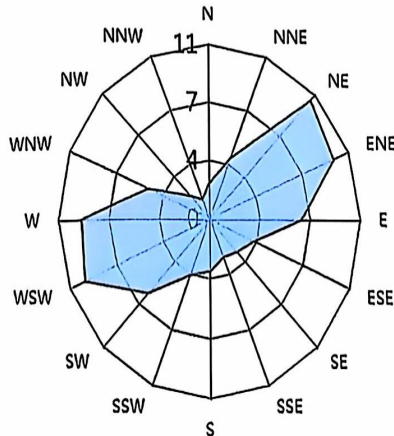


图 5.21 焦作站秋季、冬季风向频率(%, 1991—2023)





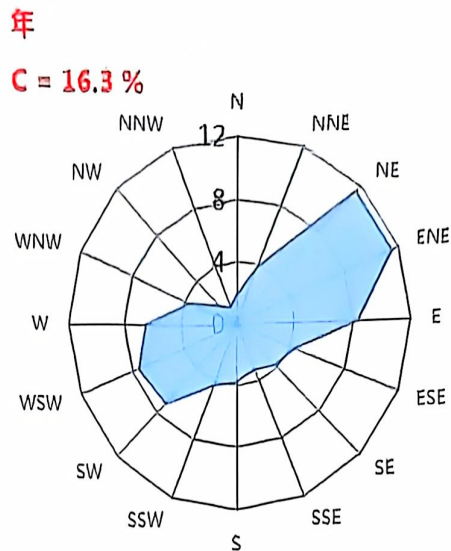


图 5.22 焦作站年风向频率（%，1991—2023）

5.7 相对湿度

5.7.1 年际变化

1991—2023 年，焦作气象站累年平均相对湿度为 59.2%，其中年平均相对湿度最高出现在 2003 年，为 68.0%；最低出现在 2012 年，为 49.0%。

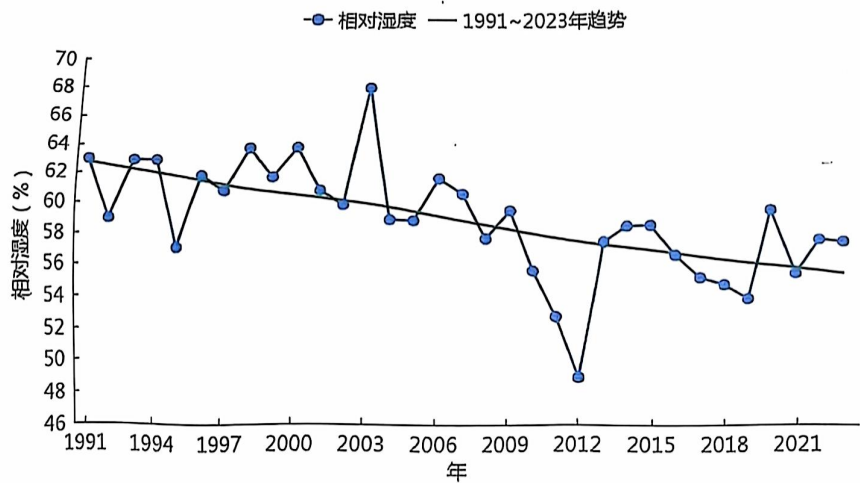


图 5.23 1991—2023 年焦作站平均相对湿度年际变化

5.7.2 月际变化

1991—2023 年，焦作气象站平均相对湿度的月变化在 51%（3



月)~73.5%(8月)之间,最小相对湿度的月变化在0%(2月、3月、4月、12月)~14%(8月)之间。

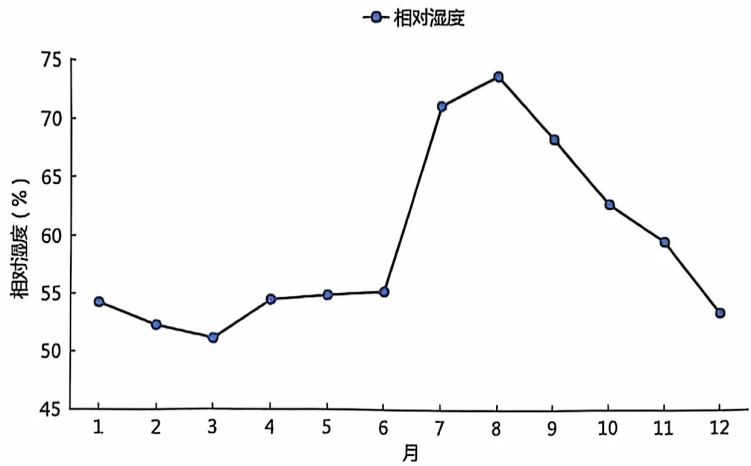


图 5.24 1991—2023 年焦作站平均相对湿度月际变化

5.7.3 日变化

2014—2023 年, 焦作气象站近 10 年相对湿度日变化呈“U”型变化。每天 6 时为一天相对湿度的最高值, 为 66.7%; 6 时开始, 相对湿度逐渐减小, 到 15 时达到谷底, 为 43.0%; 之后再次开始上升, 直至次日 6 时。

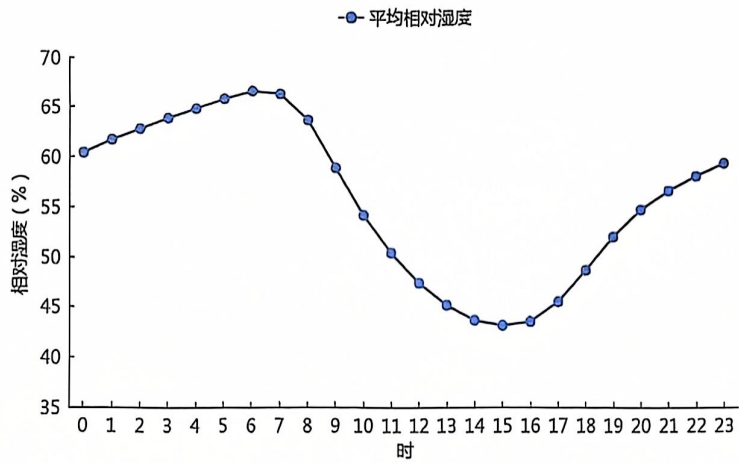


图 5.25 2014—2023 年焦作站平均相对湿度日变化



## 5.8 日照

### 5.8.1 年际变化

1991—2023 年, 焦作气象站累年平均日照时数为 2004.2 小时, 其中年日照最高出现在 2017 年, 为 2479.0 小时; 最低出现在 1996 年, 为 1596.6 小时。

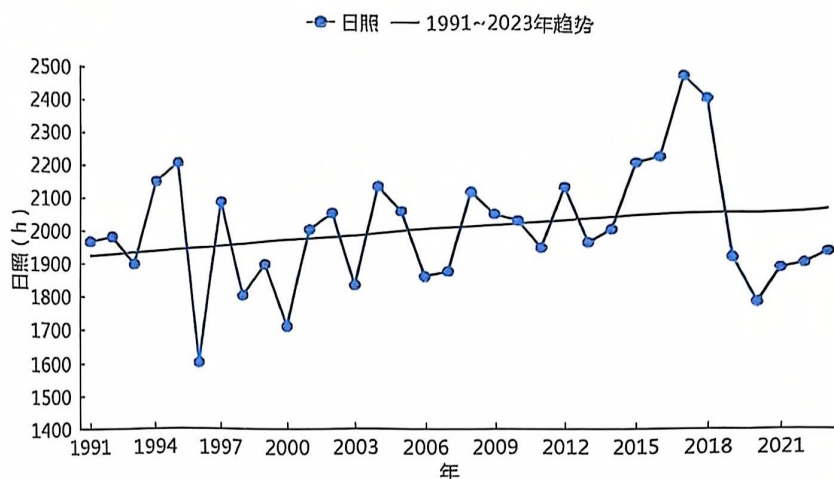


图 5.26 1991—2023 年焦作站日照年际变化

### 5.8.2 月际变化

1991—2023 年, 焦作气象站日照的月变化在 117.8 小时(1 月)~224.7 小时(5 月)之间。总体看来, 月平均日照时数, 3 月、4 月、5 月、6 月、7 月、8 月、9 月、10 月、11 月在 140 小时以上, 冬季明显偏小, 5 月、6 月全年最高, 在 204 小时以上。主要由于夏季白天时间较长, 且受副热带高压控制出现晴热高温天气较多。





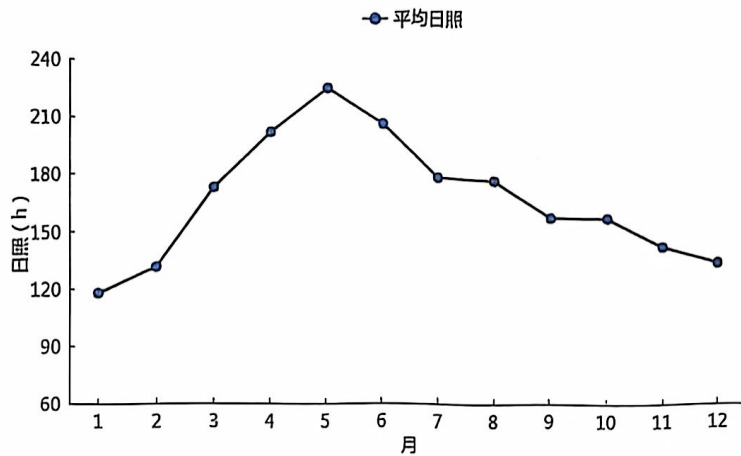


图 5.27 1991—2023 年焦作站日照月际变化

## 5.9 地面温度

### 5.9.1 年际变化

(1) 平均地面温度、平均最高地面温度、平均最低地面温度

1991—2023 年, 焦作气象站累年平均地面温度、平均最高地面温度及平均最低地面温度分别为  $17.8^{\circ}\text{C}$ ,  $33.5^{\circ}\text{C}$ ,  $9.5^{\circ}\text{C}$ , 其中年平均地面温度在  $16.2^{\circ}\text{C}$  (2003 年)  $\sim 19.8^{\circ}\text{C}$  (2019 年) 之间变化, 年平均最高地面温度在  $28.4^{\circ}\text{C}$  (2003 年)  $\sim 38.7^{\circ}\text{C}$  (2019 年) 之间变化, 年平均最低地面温度在  $7.5^{\circ}\text{C}$  (1992 年)  $\sim 10.8^{\circ}\text{C}$  (2006 年、2016 年) 之间变化。年平均、平均最高及平均最低地面温度年际变化趋势均略有上升。

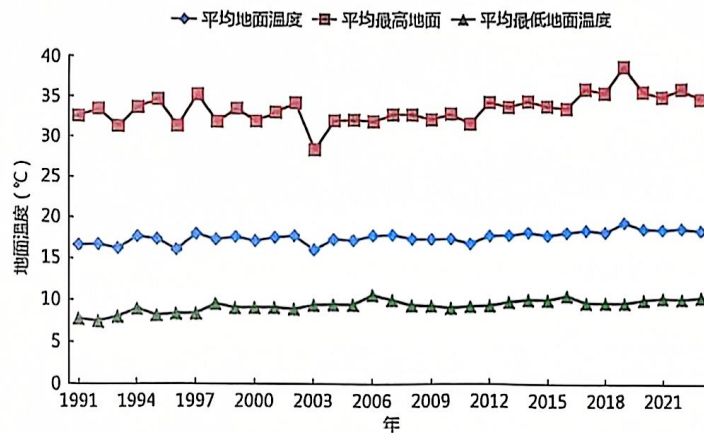


图 5.28 1991—2023 年焦作站平均、平均最高、平均最低地面温度年际变化



## (2) 极端地面温度

焦作气象站自 1961 年开始有极端最高地面温度，极端最低地面温度的资料，1961—2023 年的年极端最高地面温度在  $61.1^{\circ}\text{C}$ （2008 年） $\sim 72.0^{\circ}\text{C}$ （2009 年）之间变化。近年来极端最高地面温度呈上升趋势。

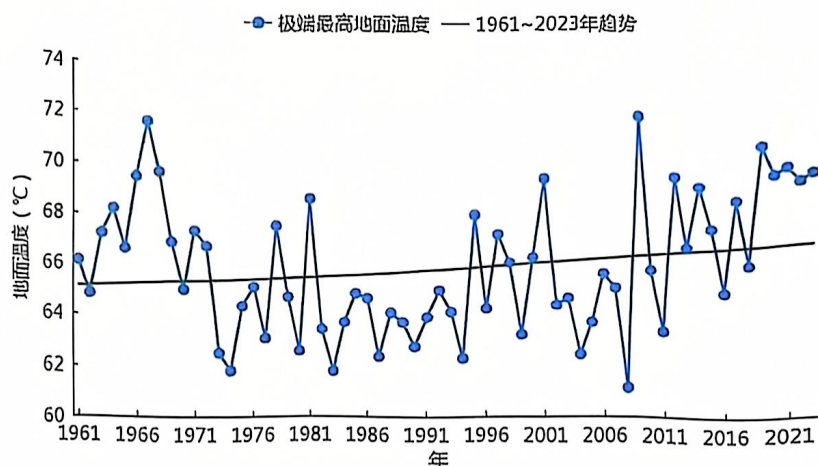


图 5.29 1961—2023 年焦作站极端最高地面温度年际变化

焦作气象站 1961—2023 年的年极端最低地面温度在  $-25.8^{\circ}\text{C}$ （1990 年） $\sim -6.7^{\circ}\text{C}$ （1989 年）之间变化。近 10 年的年极端最低地面温度在  $-12.3^{\circ}\text{C}$ （2021 年） $\sim -7.2^{\circ}\text{C}$ （2022 年）之间，极端最低地面温度有上升的趋势。

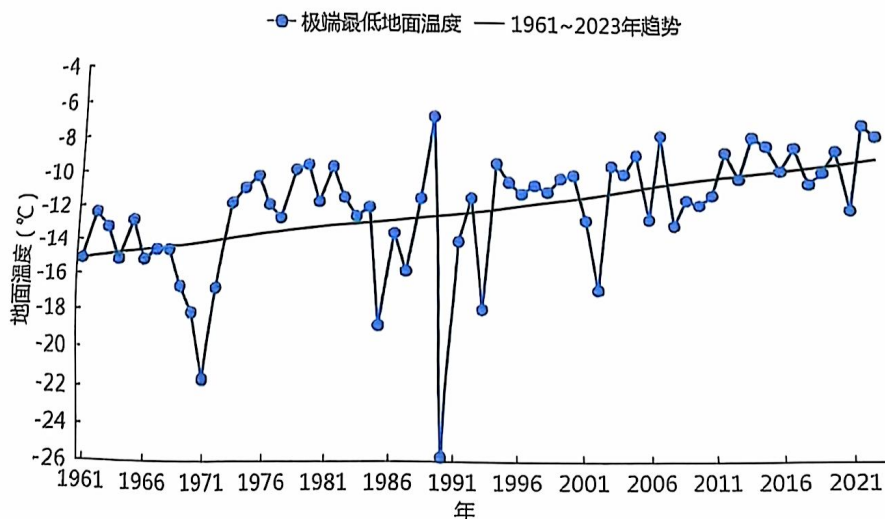


图 5.30 1961—2023 年焦作站极端最低地面温度年际变化



5.9.2 月际变化

(1) 平均地面温度、平均最高地面温度、平均最低地面温度

1991—2023 年，焦作气象站平均地面温度、平均最高地面温度、平均最低地面温度月变化分别在 1.0~31.6℃、12.7~50.6℃、-4.7~23.4℃之间。月平均地面温度、平均最低地面温度的最高值出现在 7 月。平均最高地面温度最高值出现在 6 月。月平均地面温度、平均最高地面温度和平均最低地面温度的最低值均出现在 1 月。

表 5.8 1991—2023 年焦作站月平均、平均最高、平均最低地面统计表（单位：℃）

| 月份 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 全年   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 平均 | 1    | 5.4  | 12.5 | 20.5 | 26.9 | 31.4 | 31.6 | 30.2 | 25   | 17.5 | 9.1  | 2.7  | 17.8 |
| 最高 | 12.7 | 20.4 | 30.6 | 40.1 | 46.9 | 50.6 | 47   | 45.3 | 40   | 31.9 | 21.8 | 14.4 | 33.5 |
| 最低 | -4.7 | -2   | 2.9  | 9.2  | 15.2 | 20.4 | 23.4 | 22.6 | 17.2 | 9.9  | 2.5  | -3   | 9.5  |

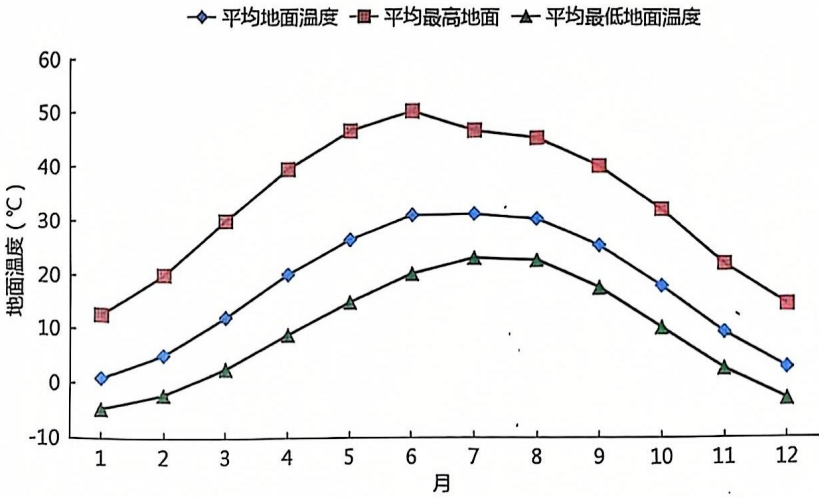


图 5.31 1991—2023 年焦作站平均、平均最高、平均最低地面温度月际变化

(2) 极端地面温度

焦作气象站 1961—2023 年的各月极端最高地面温度值在 30.4~72.0℃，最高值 72.0℃出现在 2009 年 6 月 25 日；各月极端最低地面温度值在 -25.8~15.3℃之间，最低值 -25.8℃出现在 1990 年 2 月 1





日。

表 5.9 1961—2023 年焦作站各月极端地面温度 (单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

| 月份                         | 1     | 2     | 3     | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11    | 12    | 年极<br>值 |
|----------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|---------|
| 焦<br>作<br>极<br>端<br>最<br>高 | 31.5  | 45.3  | 55.9  | 61.7 | 68.3 | 72   | 70.8 | 71.7 | 64.8 | 53.6 | 44.1  | 30.4  | 72.0    |
| 极<br>端<br>最<br>低           | -18.9 | -25.8 | -12.3 | -4.5 | 3.6  | 10.4 | 15.3 | 11.1 | 2.4  | -2.5 | -10.8 | -21.8 | -25.8   |

### 5.9.3 日变化

2014—2023 年, 焦作近 10 年气象站小时平均地面温度呈单峰型变化。每天 5、6 时为一天地面温度的最低值, 为  $11.0^{\circ}\text{C}$ ; 6 时开始, 地面温度逐渐升高, 到 13 时达到峰值  $33.1^{\circ}\text{C}$ ; 之后开始下降, 直至次日 5 时。

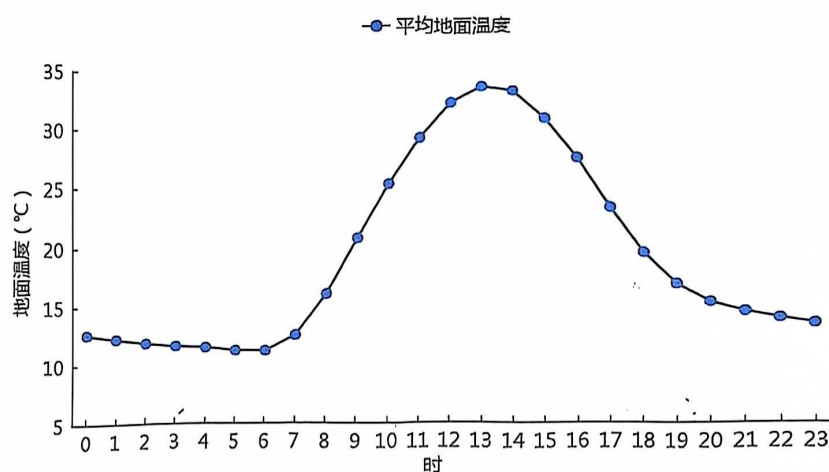


图 5.32 2014—2023 年焦作站平均地面温度日变化



## 第六章 主要气象灾害

极端天气气候事件对于开发区的规划、建设、运营等有重要影响。确定对焦作高新技术产业开发区规划和建设的气候适宜性和风险性有重大影响的单个气象要素或多个气象要素的组合（即关键气象因子），并以此为基础分析直接影响焦作高新技术产业开发区建设和运营的天气（即高影响天气），非常必要。本章根据焦作高新技术产业开发区所在区域的历史气象灾害、开发区重点企业对气象要素及高影响天气的抽样调查，确定影响开发区规划、建设和运营的关键气象因子，并以此为基础进一步分析相应的高影响天气特征。高影响天气特征采用的是焦作站的资料，观测数据均按照自然年 1—12 月进行统计，资料时间长度根据不同要素的实际情况有所不同。

根据焦作高新技术产业开发区重点企业对高影响天气敏感度的调查，确定焦作高新技术产业开发区高影响天气包括暴雨洪涝、雾霾、高温、低温冰冻、雷暴、闪电和大风。

### 6.1 暴雨

#### （1）暴雨日数

日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 为暴雨以上量级。1961—2023 年焦作气象站累年平均暴雨日数为 1.7 天，2021 年暴雨日数最多，为 8 天，年日数变化呈下降趋势。暴雨发生在 5—9 月，其中 7 月相对较多。



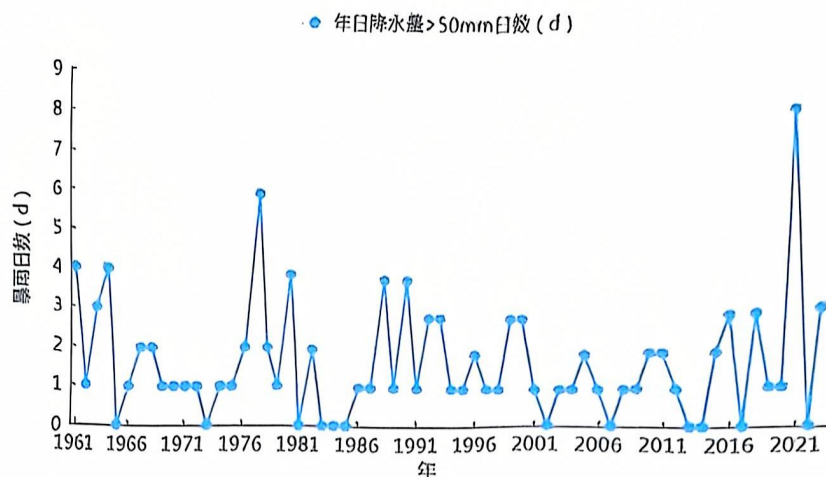


图 6.1 1961—2023 年焦作站年暴雨日数逐年变化图（单位：d）

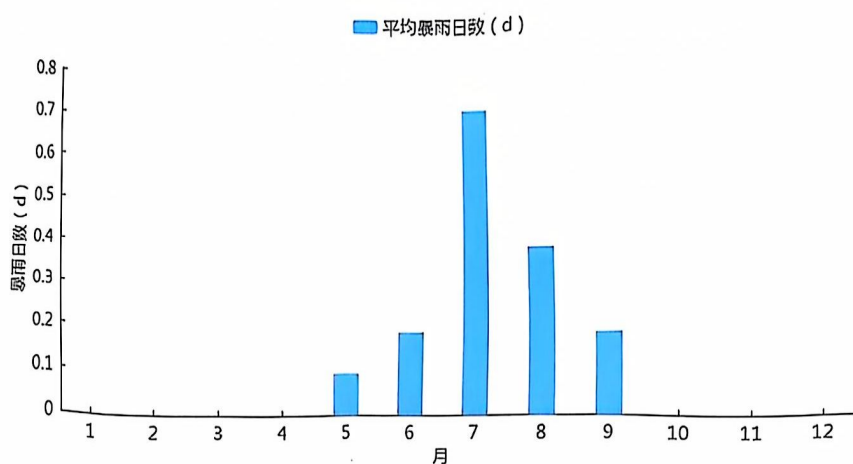


图 6.2 1961—2023 年焦作站平均暴雨日数逐月变化图（单位：d）

## (2) 最长连续降水日数及最大连续降水量

1961—2023 年，焦作气象站最长连续降水日数在 2 天（2018 年、2020 年）～11 天（1992 年）之间，最长连续降水量在 12.6mm（1981 年）～585.2mm（2021 年）之间；而最大连续降水量则在 44.9mm（1981 年）～585.2mm（2021 年）之间。





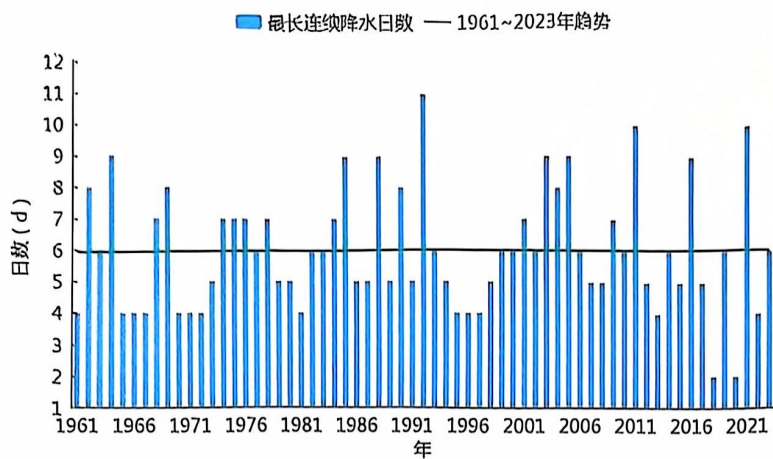


图 6.3 1961—2023 年焦作站最长连续降水日数的年际变化

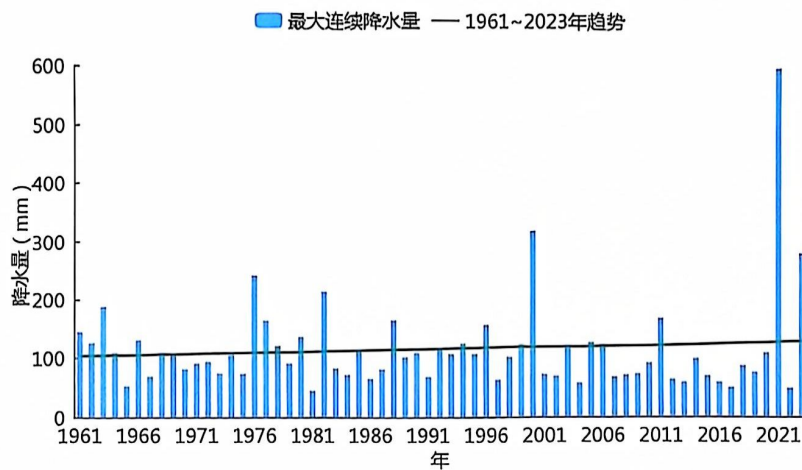


图 6.4 1961—2023 年焦作站最大连续降水量的年际变化

### (3) 最大日降水量

1961—2023 年，焦作累年平均最大日降水量为 81mm，年际变化在 39mm（2017 年）~234.9mm（2021 年）之间。最大日降水量日数以 0.47mm/10a 的速率增多。



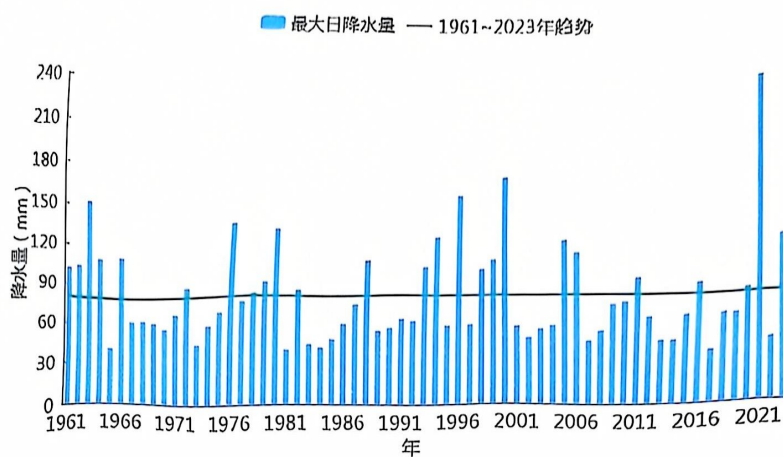


图 6.5 1961—2023 年焦作站最大日降水量年际变化

## 6.2 雷暴

1961—2013 年，焦作气象站的地面观测资料（2013 年后没有观测记录），累年平均雷暴日数为 23.8 天，年雷暴日数在 13 天（1981 年、2010 年、2012 年）~39 天（1977 年）之间变化，年日数变化呈减少趋势。7 月雷暴日数最多，为 7.3 天，1 月、12 月没有雷暴发生，主要发生在 5—8 月，占全年雷暴发生日数的 84.94%，7 月是高发时段，占全年雷暴发生的 30.54%。

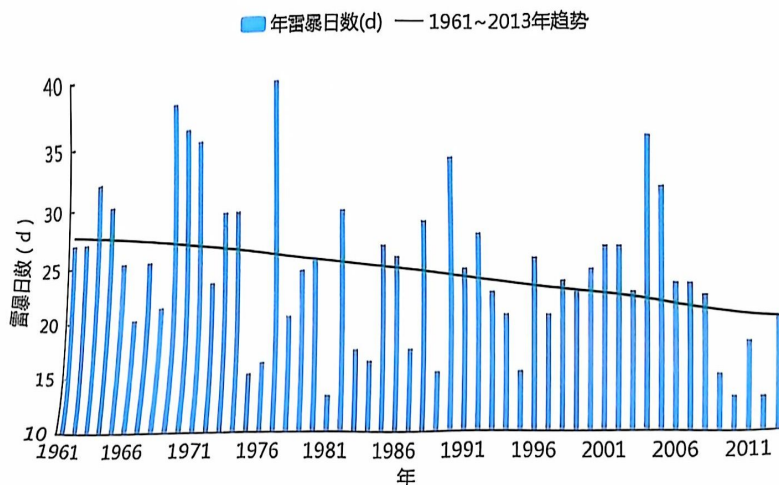


图 6.6 1961—2013 年焦作站年雷暴日数逐年变化图（单位：d）



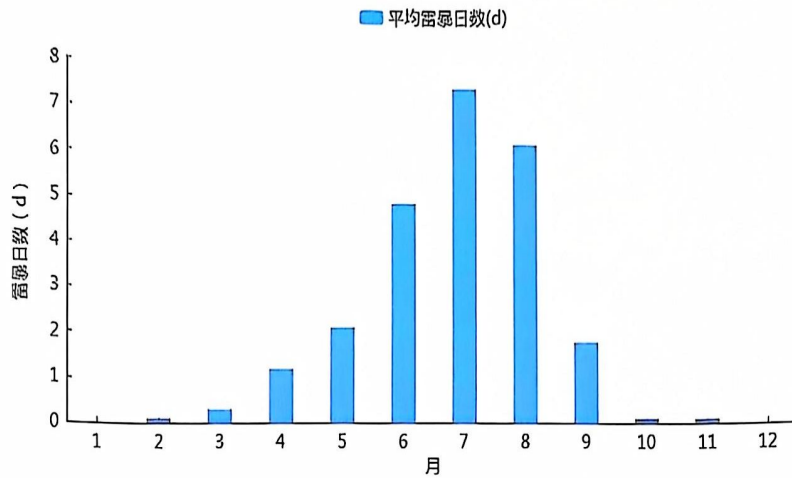


图 6.7 1961—2013 年焦作站平均雷暴日数逐月变化图（单位：d）

2014-2023 年，采用闪电定位仪资料计算焦作高新技术产业开发区地闪频次，发现焦作高新技术产业开发区地闪频次年变化起伏较大。2018 年地闪次数最多，为 265 次；其次是 2015 年，有 257 次地闪；2022 年有 1963 次；2023 年有 156 次；2019 年最少，仅有 19 次地闪发生。从统计数据来看，焦作高新技术产业开发区内地闪频次年变化较大，不排除未来个别年份雷电活动会剧增的可能性。

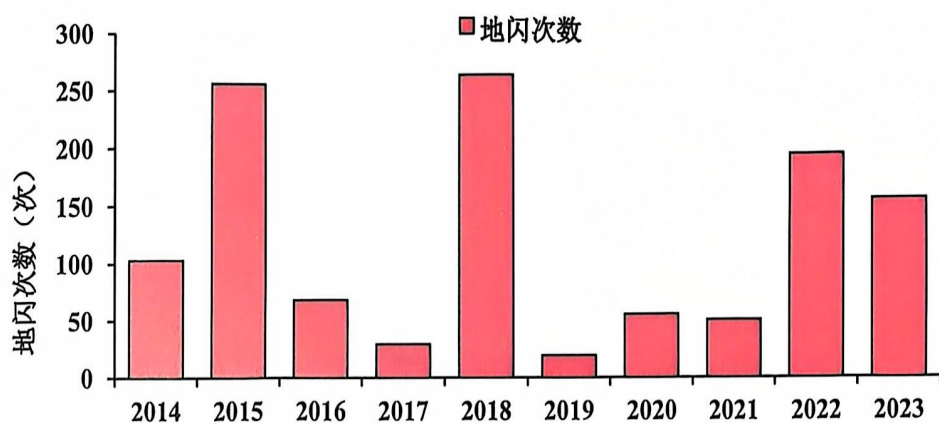


图 6.8 2014-2023 年焦作高新技术产业开发区地闪频次年变化特征



### 6.3 闪电

1961—2013年, 焦作累年平均闪电日数为4.3天, 年际变化在0天(1980年、1993年、1996年、1999年、2001年、2002年、2011年、2012年、2013年)~17天(1969年)之间。闪电日数以 $1.91\text{d}/10\text{a}$ 的速率减少。

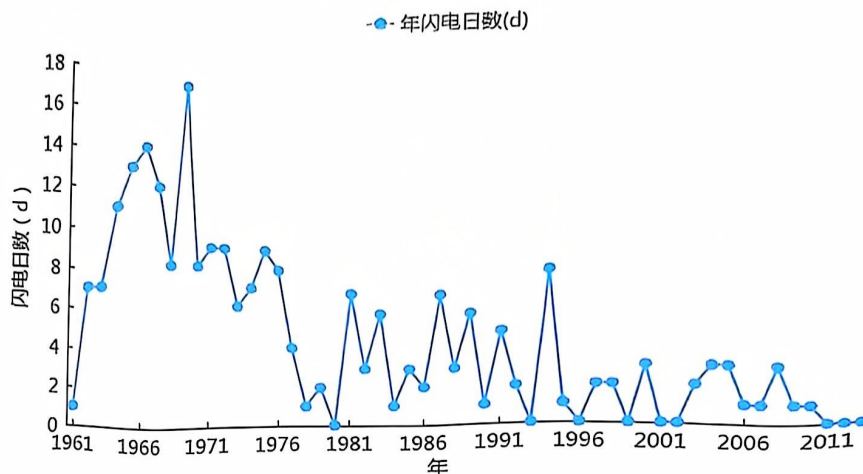


图 6.9 1961—2013 年焦作站年闪电日数逐年变化图 (单位: d)

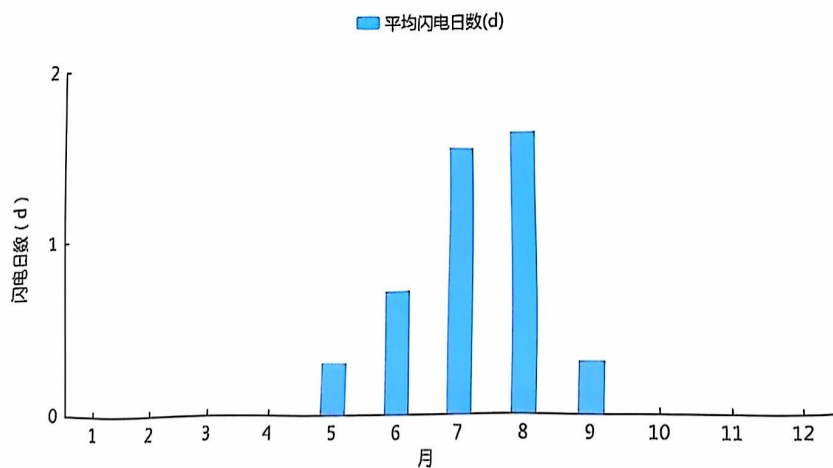


图 6.10 1961—2013 年焦作站平均闪电日数逐月变化图 (单位: d)





## 6.4 大风

1961—2023 年焦作气象站年平均大风日数为 8.4 天，1965 年、1967 年大风日数最多，为 40 天，其中有 13 年未出现大风，年日数变化呈减少趋势。大风全年各月均有发生，其中 1 月、3 月、4 月、5 月、6 月、12 月相对较多。

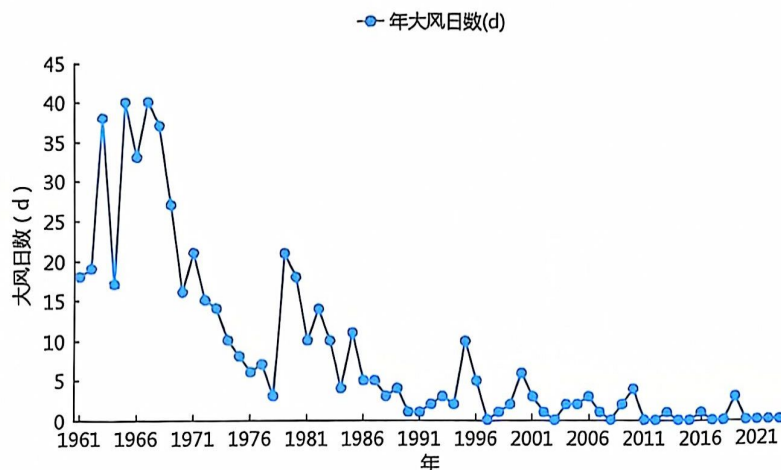


图 6.11 1961—2023 年焦作站年大风日数逐年变化图（单位：d）

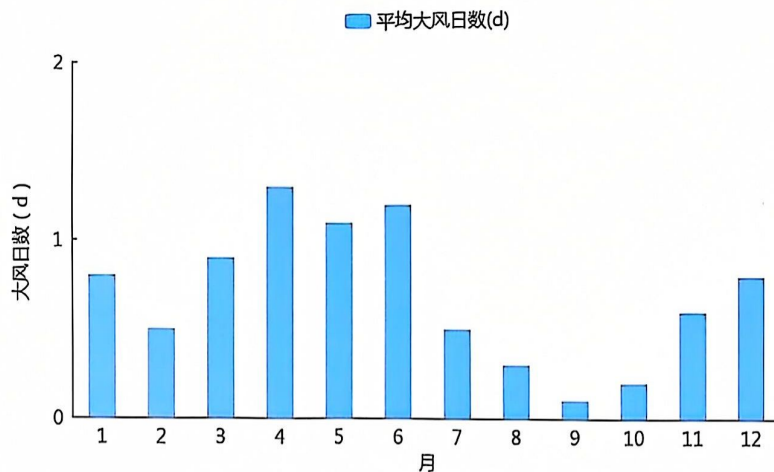


图 6.12 1961—2023 年焦作站平均大风日数逐月变化图（单位：d）



## 6.5 积雪

1961—2023 焦作气象站年平均积雪日数为 10.1 天，历年积雪日数在 0 天（1995 年、2007 年）~31 天（1964 年、1969 年）之间变化。积雪一般发生在 11 月至次年 3 月，4—10 月无积雪现象。

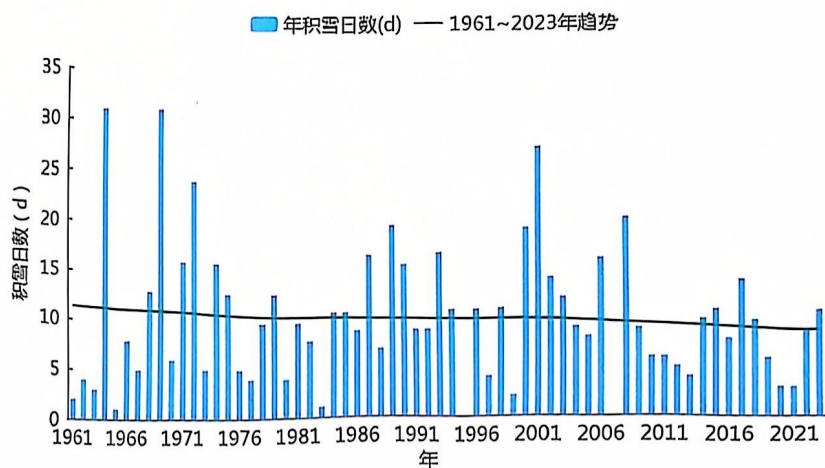


图 6.13 1961—2023 年焦作站年积雪日数逐年变化图（单位：d）

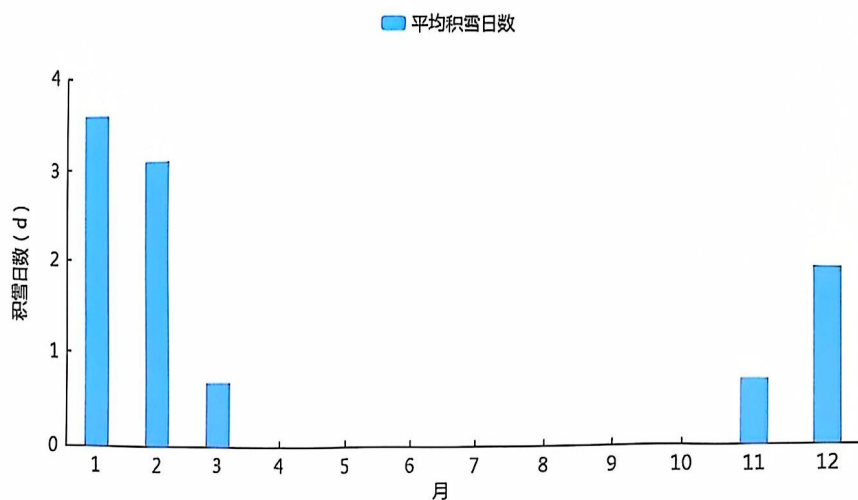


图 6.14 1961—2023 年焦作站平均积雪日数逐月变化(单位：d)

1961—2023 年，焦作气象站建站至今最大积雪深度为 30cm，出现在 2009 年 11 月 12 日。



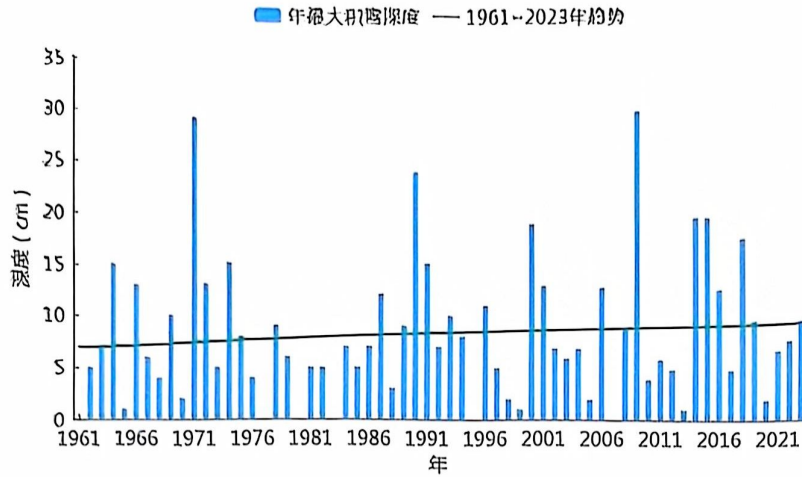


图 6.15 1961—2023 年焦作站最大积雪深度年际变化（单位：cm）

## 6.6 高温

气象学上将日最高气温大于或等于  $35^{\circ}\text{C}$  定义为“高温日”；日最低气温小于或等于  $0^{\circ}\text{C}$  定义为“低温日”。

焦作气象站年高温日数的平均日数为 23.5 天，年际变化在 3 天（1983 年）~55 天（2018 年）之间，高温日数呈增加趋势；高温天气主要发生在 6 月、7 月、8 月，分别为 9.5 天、7.8 天、4 天。

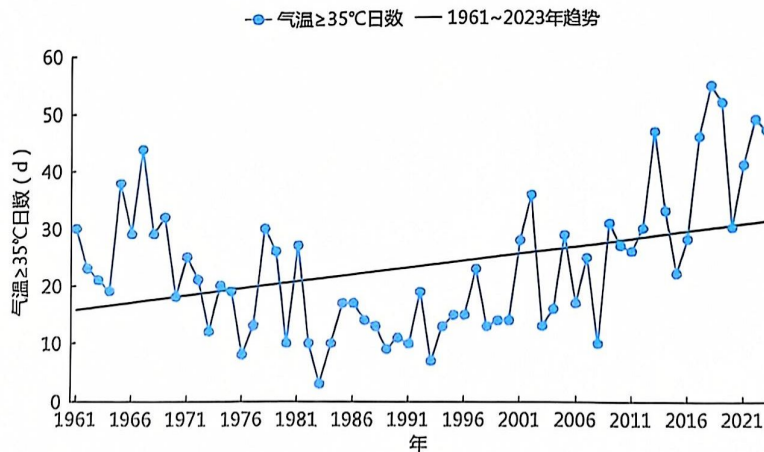


图 6.16 1961—2023 年焦作站气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数逐年变化图（单位：d）



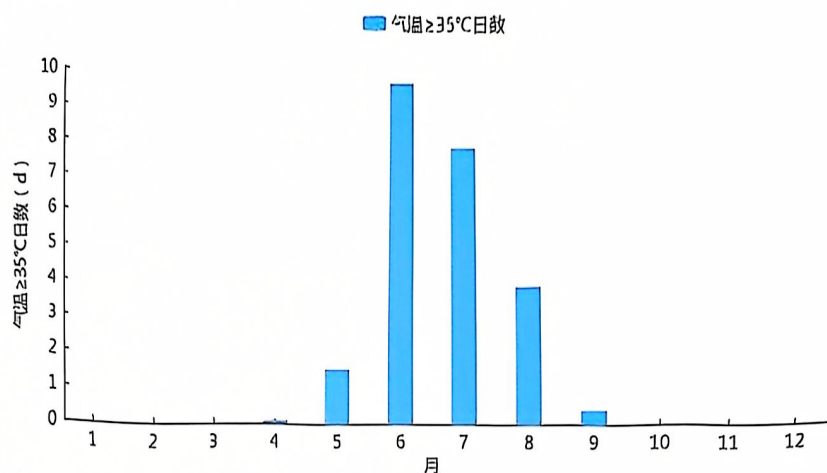


图 6.17 1961—2023 年焦作站气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数逐月变化 (单位: d)

## 6.7 低温

焦作气象站年低温日数的平均日数为 67.9 天, 年际变化在 32 天 (2021 年) ~ 104 天 (1969 年) 之间, 低温日数呈减少趋势。低温天气主要发生在 11—4 月, 分别为 3.9 天、19.5 天、25.8 天、15.3 天、3.4 天、0.1 天。

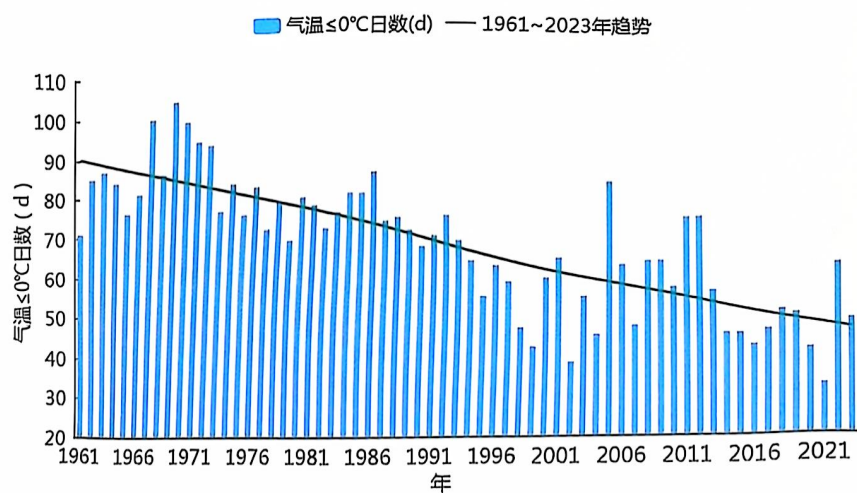


图 6.18 1961—2023 年焦作站气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数逐年变化图 (单位: d)





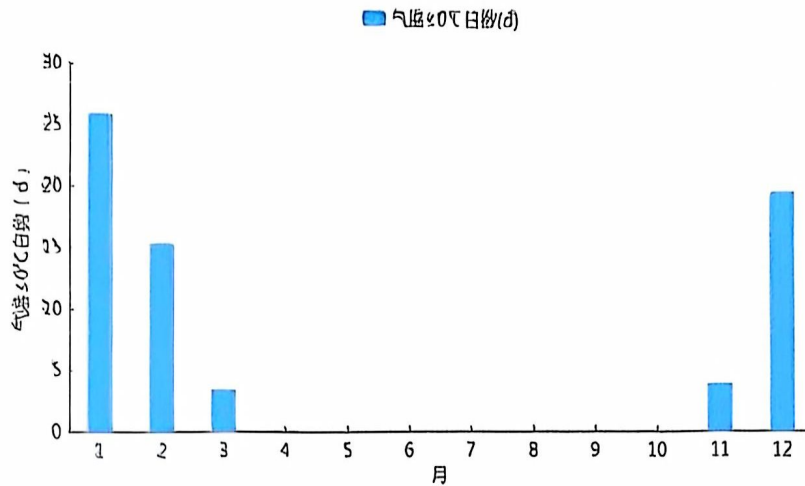


图 6.19 1961—2023 年焦作站气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数逐月变化图 (单位: d)

## 6.8 结冰

1980—2020 年 (2021 年后人工观测停止), 焦作气象站结冰年平均日数为 67.2 天, 年际变化在 32 天 (2020 年) ~89 天 (1986 年、1992 年) 之间, 年日数变化呈减少趋势; 结冰一般发生在 11 月至次年 3 月, 4—10 月无结冰现象。其中 1 月平均结冰日数最多, 为 24.8 天。

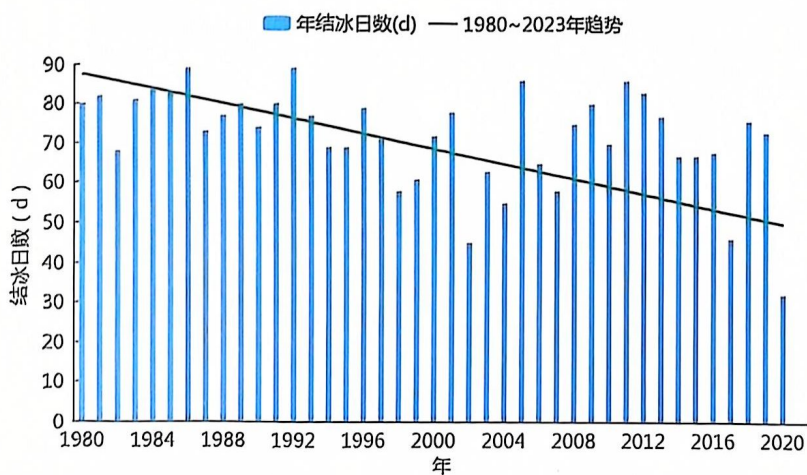


图 6.20 1980—2023 年焦作站年结冰日数逐年变化图 (单位: d)



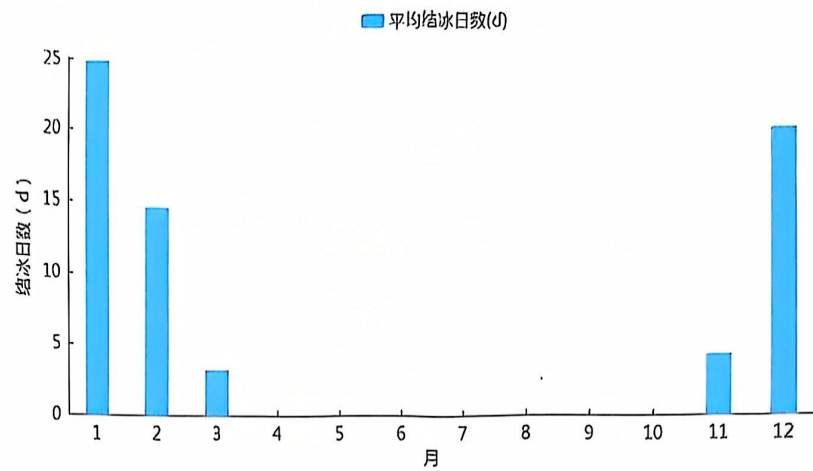


图 6.21 1980—2023 年焦作站平均结冰日数逐月变化 (单位: d)

## 6.9 冰雹

焦作气象站 1961—2023 年, 冰雹的年平均日数为 0.3 天, 有 16 年发生了冰雹天气; 冰雹天气主要发生在 4、6、7 月。

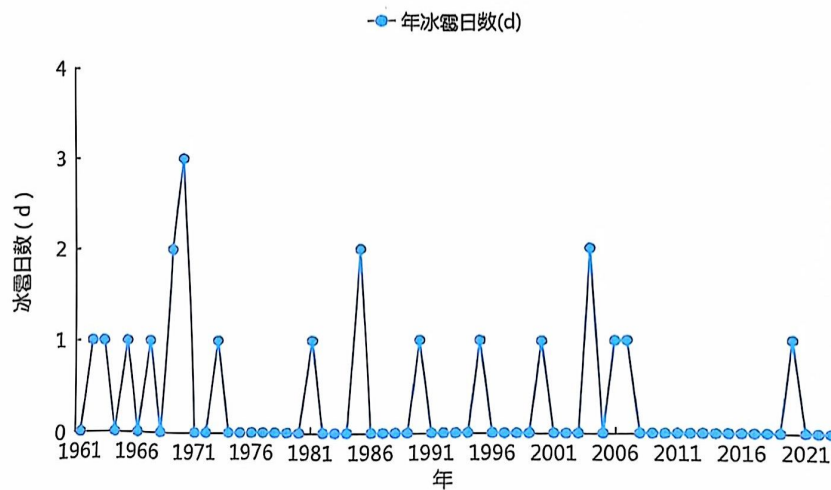


图 6.22 1961—2023 年焦作站年冰雹日数逐年变化图 (单位: d)



6.10 雾

1961—2023 年，焦作气象站累年平均雾日数为 13.1 天，年际变化在 1 天（2008 年、2011 年、2023 年）~33 天（1993 年）之间。雾的年日数变化呈增多趋势。雾日数月变化在 0.1 天（6 月）~2.4 天（12 月）之间。

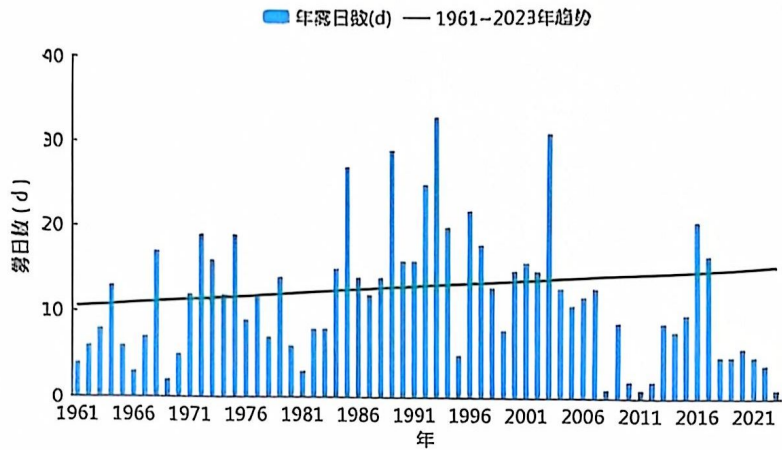


图 6.23 1961—2023 年焦作站年雾日数逐年变化图（单位：d）

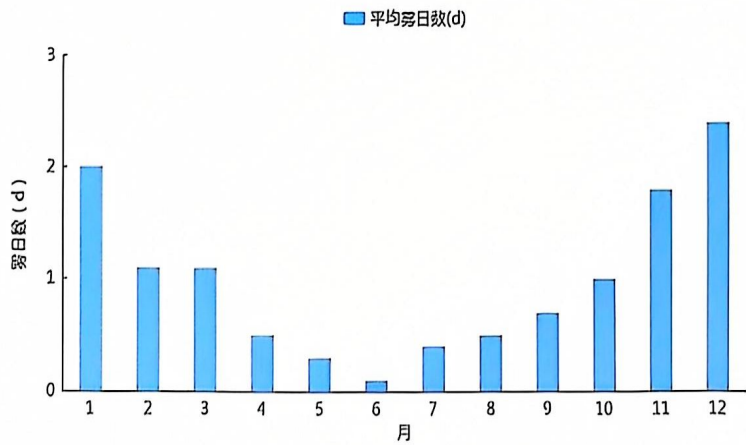


图 6.24 1961—2023 年焦作站平均雾日数逐月变化（单位：d）



## 6.11 连阴雨

连阴雨过程标准的确定如下：(1) 5 天及以上的连阴雨过程定义为一次连阴雨过程，日雨量（20~20 时）达 0.1mm 的日数与过程总日数的比率达 70%或以上；若含无雨日，该日的日照时数在 5 小时以下。(2) 连续 3 日无 0.1mm 或以上降水，作为连阴雨结束。(3) 一次过程的总雨量必须在 10.0mm 以上。(4) 为了分析区域性的连阴雨，同时要求在全省范围内 10 站以上达到上述标准。

1961—2023，焦作共出现连阴雨 189 次，平均每年 3.0 次，平均每次连阴雨持续天数为 7.4 天。平均每次连阴雨雨量为 66.2mm，平均日照时数为 2.5 小时。一年内发生连阴雨次数最多为 7 次（2014 年），最少为 0 次（1972 年、2013 年）。一次连阴雨持续时间最长达 19 天（2015 年 11 月 06 日~2015 年 11 月 24 日），总降水量最大达 578.0mm（2021 年 07 月 18 日~2021 年 07 月 23 日）。总降水量最小的只有 10.1mm（2018 年 12 月 01 日~2018 年 12 月 05 日）。从其历史演变看，年连阴雨次数变化比较平稳；年最大总降水量每 10 年增加 7.8mm。

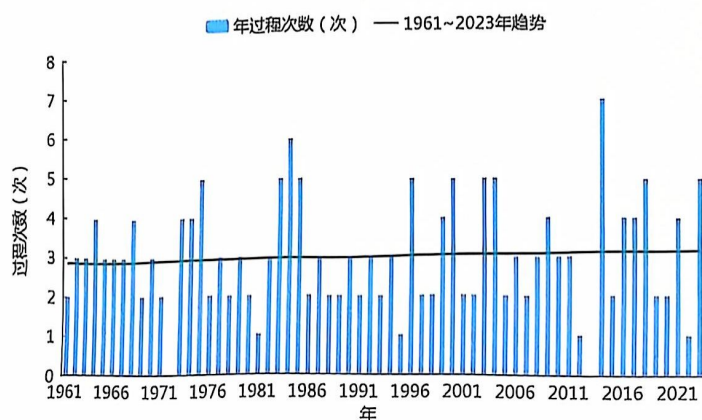


图 6.25 1961—2023 年焦作站连阴雨过程发生次数逐年变化图（单位：次）





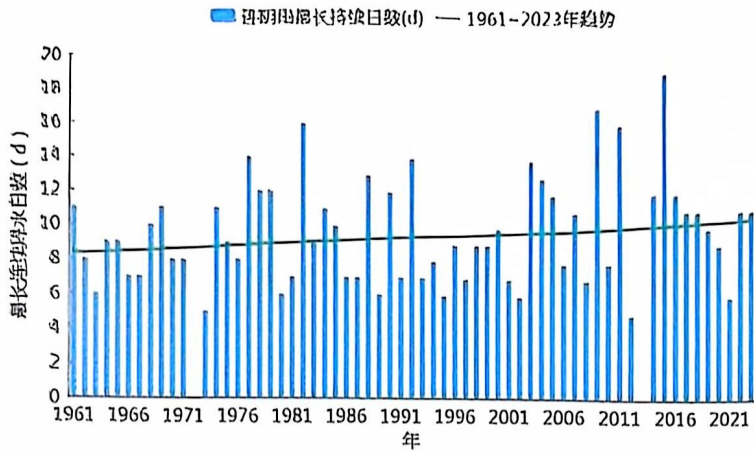


图 6.26 1961—2023 年焦作站连阴雨最长持续日数逐年变化图（单位：次）

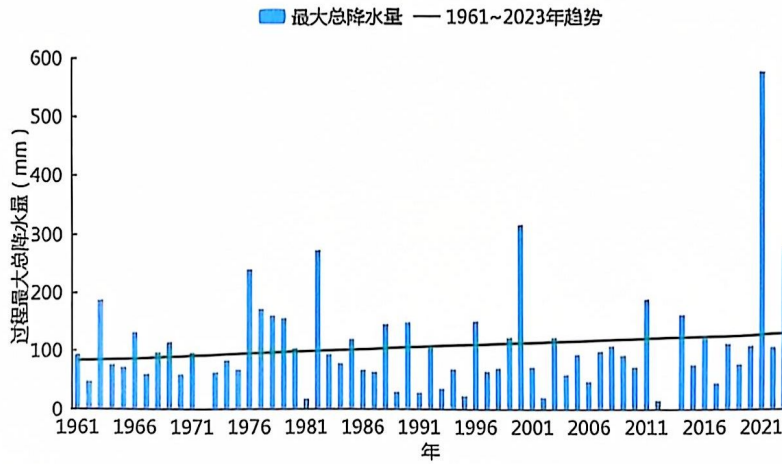


图 6.27 1961—2023 年焦作站连阴雨过程最大总降水量逐年变化图（单位：mm）

连阴雨多发季节为春季和秋季。1961—2023 年焦作春季共出现连阴雨 29 次，平均每年春季 0.5 次，平均每次连阴雨持续天数为 6.7 天。平均每次连阴雨雨量为 43.4mm，平均日照时数为 2.3 小时。一年内发生连阴雨次数最多为 2 次（1964 年、1973 年、2008 年），最少为 0 次共 37 年（1961 年、1962 年、1965 年、1966 年、1971 年、1972 年、1975 年、1976 年、1978 年、1979 年、1980 年、1981 年、1982



年、1984 年、1986 年、1988 年、1989 年、1992 年、1993 年、1994 年、1995 年、1997 年、2000 年、2001 年、2003 年、2004 年、2005 年、2010 年、2011 年、2012 年、2013 年、2015 年、2016 年、2019 年、2020 年、2021 年、2022 年)。春季一次连阴雨持续时间最长达 11 天(1974 年 05 月 12 日~1974 年 05 月 22 日、2018 年 05 月 15 日~2018 年 05 月 25 日), 从其历史演变看, 春季连阴雨次数变化比较平稳。

春季连阴雨一次持续过程总降水量最大达 114.8mm (2018 年 05 月 15 日~2018 年 05 月 25 日)。春季连阴雨一次持续过程总降水量最小的只有 13.2mm (1987 年 03 月 18 日~1987 年 03 月 22 日)。春季连阴雨持续过程最大总降水量每 10 年减少 1.5mm。

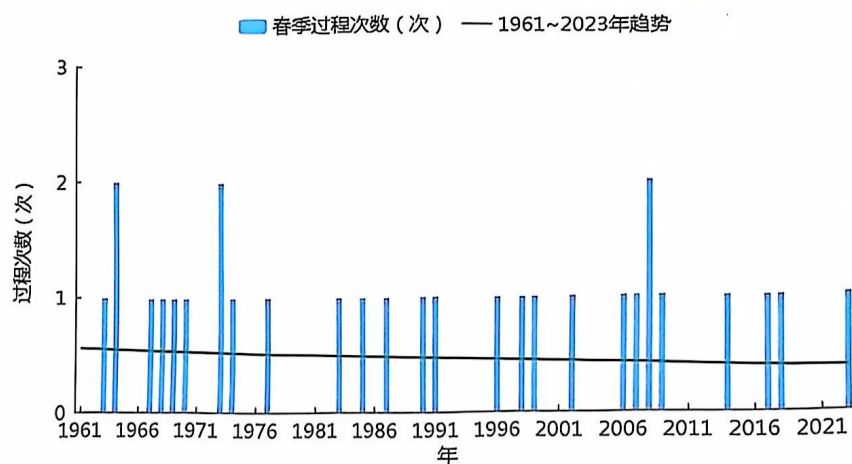


图 6.28 1961—2023 年焦作站春季连阴雨过程发生次数逐年变化图 (单位: 次)



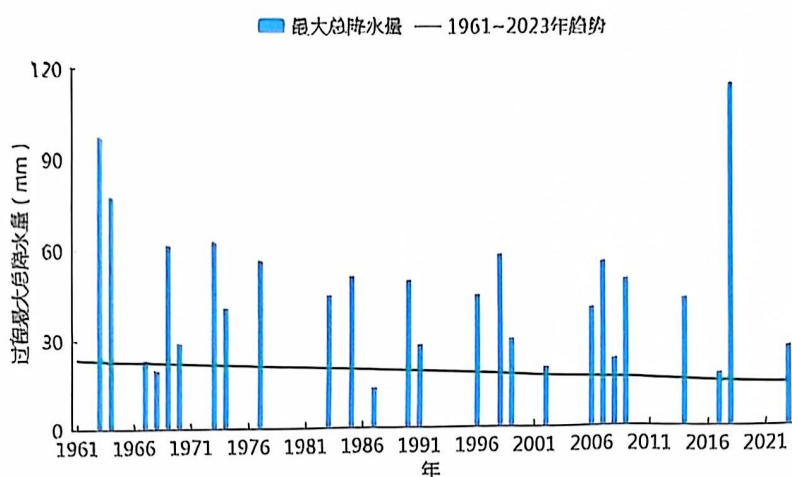


图 6.29 1961—2023 年焦作站春季连阴雨过程最大总降水量逐年变化图 (单位: mm)

1961—2023 年焦作秋季共出现连阴雨 63 次, 平均每年秋季 1.0 次, 平均每次连阴雨持续天数为 7.8 天。平均每次连阴雨雨量为 57.9mm, 平均日照时数为 1.2 小时。一年内发生连阴雨次数最多为 3 次 (1975 年、1983 年、1984 年、2003 年、2011 年), 最少为 0 次共 20 年 (1965 年、1966 年、1970 年、1971 年、1972 年、1976 年、1977 年、1978 年、1980 年、1981 年、1988 年、1990 年、1991 年、1998 年、2002 年、2007 年、2008 年、2012 年、2013 年、2022 年)。秋季一次连阴雨持续时间最长达 19 天 (2015 年 11 月 06 日~2015 年 11 月 24 日), 从其历史演变看, 秋季连阴雨次数变化比较平稳。

秋季连阴雨一次持续过程总降水量最大达 190.3mm (2011 年 09 月 04 日~2011 年 09 月 19 日)。秋季连阴雨一次持续过程总降水量最小的只有 14.0mm (2018 年 11 月 05 日~2018 年 11 月 11 日)。秋季连阴雨持续过程最大总降水量每 10 年增加 3.2mm。



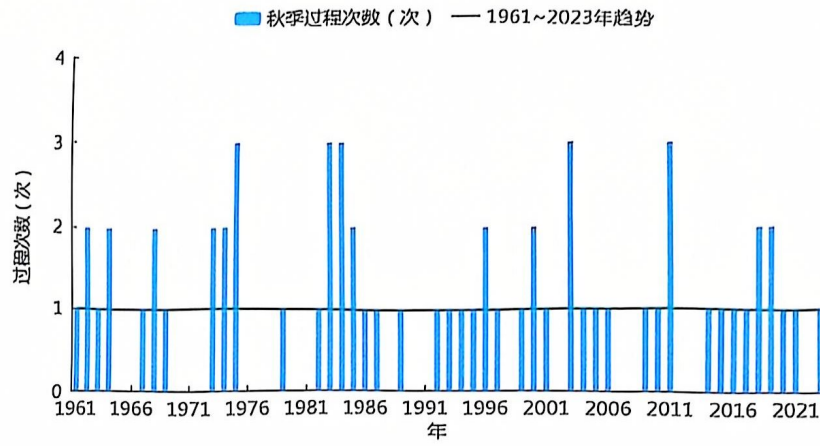


图 6.30 1961—2023 年焦作站秋季连阴雨过程发生次数逐年变化图 (单位: 次)

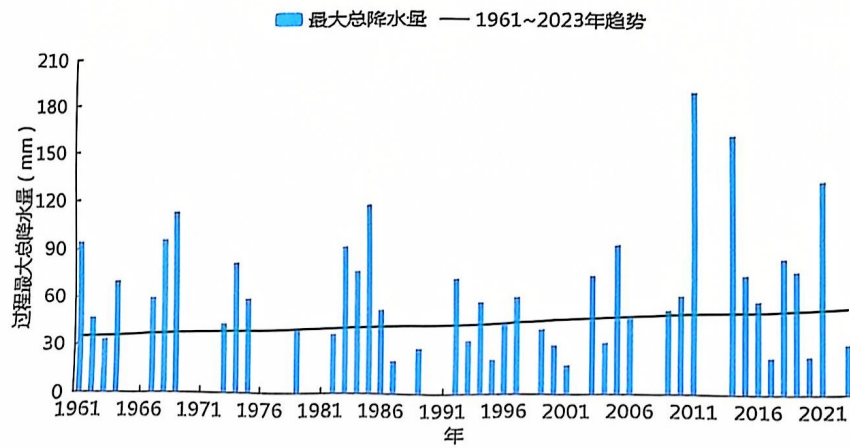


图 6.31 1961—2023 年焦作站秋季连阴雨过程最大总降水量逐年变化图 (单位: mm)





## 第七章 关键气象参数分析与推算

园区规划、设计以及建设中所涉及的设计排水管网、建筑物荷载、采暖通风设计、防雷设施等，对相关的气象参数提出了要求。本章对焦作高新技术产业开发区建设相关的气象参数进行分析与推算，主要包括风速设计基准值、基本气温、室外空气气象参数、排水设计气象参数以及重现期极值推算。结果可为焦作高新技术产业开发区规划、工程项目建设等的设计人员提供数据参考。本章用到的资料为焦作国家气象站资料，其中风速设计基准值还用到周边大范围气象站的资料。

### 7.1 风速设计基准值

设计风速是指工程建设区地面以上 10m 高处所需重现期的 10 分钟平均最大风速，计算一般采用观测站至少 20 年的 10 分钟平均最大风速资料，通过极值拟合，推算所需重现期最大风速。最大风速观测需要从自记风记录上读取每日 10min 平均最大风速。

由于风速的局地性较大，且最大风速资料观测时间短，为了得到焦作高新技术产业开发区设计风速基准值，需利用周边具有长年代观测数据的气象站对其进行分析。

选取以焦作高新技术产业开发区为中心，60km 半径范围内的气象站点，如图 7.1 所示，河南省内共有 11 个国家气象观测站，各站的最大风速观测时间具体如下：焦作（1976—2023）、修武（2011—



2023)、武陟(2005—2023)、博爱(2011—2023)、辉县(1976—2023)、获嘉(2007—2023)、荥阳(1980—2023)、巩义(1979—2023)、温县(1980—2023)、沁阳(1972—2023)、孟州(1976—2023)。

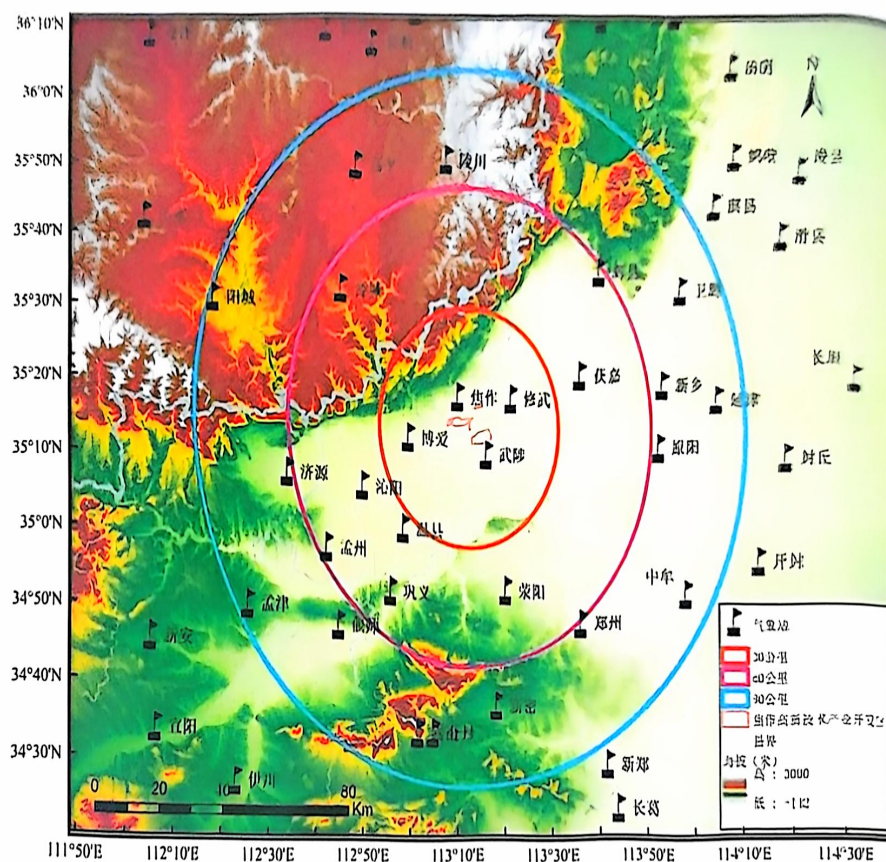


图 7.1 以焦作高新技术产业开发区为中心 60km 范围的气象站点

考虑数据的可靠性,选取:焦作、武陟、辉县、获嘉、荥阳、巩义、温县、沁阳、孟州长序列资料(如图 7.2 所示),从图中可以看到,几个气象站最大风速的年变化基本一致。



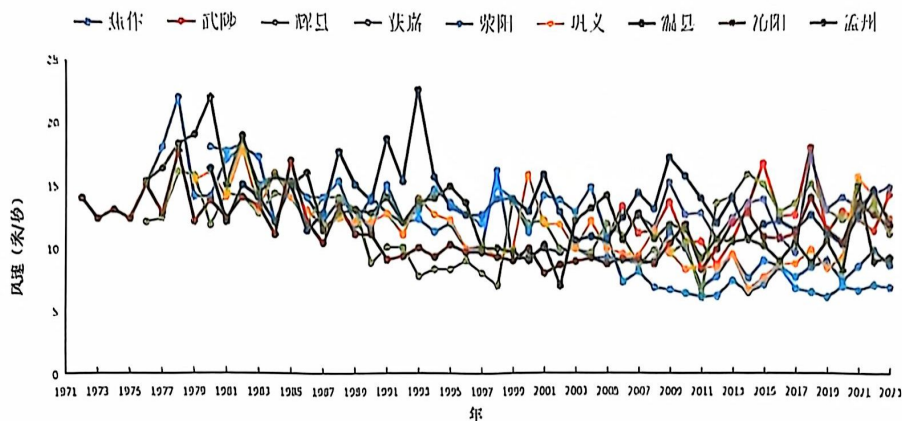


图 7.2 各气象站最大风速序列年变化

### 7.1.1 设计风速计算

对焦作、武陟、辉县、获嘉、荥阳、巩义、温县、沁阳、孟州 9 个国家气象站的年最大风速估算不同重现期的最大风速，结果如表 7.1 所示。

表 7.1 焦作高新技术产业开发区周边气象站不同重现期设计风速（单位：m/s）

| 重现期 | 2a   | 3a   | 5a   | 10a  | 20a  | 30a  | 50a  | 100a |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 焦作  | 10.9 | 12.3 | 14.0 | 16.0 | 17.9 | 19.1 | 20.5 | 22.4 |
| 武陟  | 12.0 | 13.0 | 14.0 | 15.3 | 16.6 | 17.4 | 18.3 | 19.5 |
| 辉县  | 11.3 | 12.4 | 13.7 | 15.2 | 16.7 | 17.6 | 18.6 | 20.1 |
| 获嘉  | 12.7 | 13.6 | 14.5 | 15.6 | 16.7 | 17.4 | 18.1 | 19.2 |
| 荥阳  | 10.4 | 12.2 | 14.1 | 16.6 | 18.9 | 20.2 | 21.9 | 24.2 |
| 巩义  | 11.0 | 12.2 | 13.5 | 15.2 | 16.7 | 17.6 | 18.8 | 20.3 |
| 温县  | 13.2 | 14.2 | 15.4 | 16.8 | 18.1 | 18.9 | 19.9 | 21.2 |
| 沁阳  | 10.9 | 11.8 | 12.9 | 14.2 | 15.4 | 16.1 | 17.0 | 18.3 |
| 孟州  | 12.0 | 13.4 | 14.9 | 16.8 | 18.7 | 19.8 | 21.1 | 22.9 |

从周边国家站的重现期数据对比上可见，100a 一遇最大风速荥阳站的计算结果为附近站点最大，50a 一遇最大风速荥阳站的计算结





果也为附近站点最大,综合考虑规范中对风速观测场地、仪器、资料质量和序列长度等要求,同时考虑地形、距离等因素,建议采用荥阳的计算结果作为焦作高新技术产业开发区设计风速。为了让设计人员有一个选择的余地,也为了有一个相互比较、相互验证的结果,报告给出不同方法估算出的基本风速(表 7.2)。

表 7.2 不同重现期设计风速(单位: m/s)

| 重现期    | 2a   | 3a   | 5a   | 10a  | 20a  | 30a  | 50a  | 100a |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Gumbel | 10.4 | 12.2 | 14.1 | 16.6 | 18.9 | 20.2 | 21.9 | 24.2 |
| 极大似然法  | 11.3 | 13.0 | 14.5 | 15.9 | 17.1 | 17.6 | 18.1 | 18.7 |
| L-矩    | 11.0 | 12.8 | 14.5 | 16.4 | 17.9 | 18.6 | 19.4 | 20.4 |

### 7.1.2 基本风压

根据《建筑结构荷载规范(GB 50009-2012)》,基本风压定义为风荷载的基准压力,一般按当地平坦地面上 10m 高度处 10min 平均的风速观测数据,经概率统计得出 50 年一遇最大值确定的风速,在考虑相应的空气密度,按贝努利(Bernoulli)公式确定的风压。

风压计算如下式:

$$w = \frac{1}{2} \rho v^2$$

式中:  $w$ —风压,单位为千牛每平方米( $\text{kN/m}^2$ );  $\rho$ —空气密度,单位为吨每立方米( $\text{t/m}^3$ );  $v$ —风速,单位为米每秒( $\text{m/s}$ )。

根据站点海拔高度  $z$  估算空气密度  $\rho \approx 0.00125e^{-0.0001z}$ , 焦作站海拔高度为 112 米,计算的密度约为  $0.001240\text{t/m}^3$ 。估计 2a~100a 重现期的基本风压,详见下表。根据《建筑结构荷载规范(GB





50009-2012))》的全国基本风压分布, 焦作周边地区(新乡、郑州) 50a 一遇基本风压在 0.40 到 0.45 之间, 100a 一遇基本风压在 0.45 到 0.50 之间, 均高于本节的计算结果, 建议采用《建筑结构荷载规范(GB 50009-2012))》推荐值。

表 7.3 不同重现期基本风压(单位: kN/m<sup>2</sup>)

| 重现期    | 2a     | 3a     | 5a     | 10a    | 20a    | 30a    | 50a    | 100a   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Gumbel | 0.0671 | 0.0923 | 0.1233 | 0.1708 | 0.2215 | 0.2530 | 0.2974 | 0.3631 |
| 广义极值   | 0.0792 | 0.1048 | 0.1304 | 0.1567 | 0.1813 | 0.1921 | 0.2031 | 0.2168 |
| L-矩阵   | 0.0750 | 0.1016 | 0.1304 | 0.1668 | 0.1987 | 0.2145 | 0.2333 | 0.2580 |

7.2 基本雪压

河南省共有 17 个气象站观测雪压, 由于焦作站没有对雪压的观测, 在有雪压观测的 17 个气象站中距离焦作站最近的为郑州站, 因此选取郑州站的积雪密度作为本报告计算分析的积雪密度值。

7.2.1 年最大积雪深度的概率估算

利用焦作建站以来的积雪深度资料, 逐年选取最大积雪深度, 形成年积雪深度极值序列(如图示)。

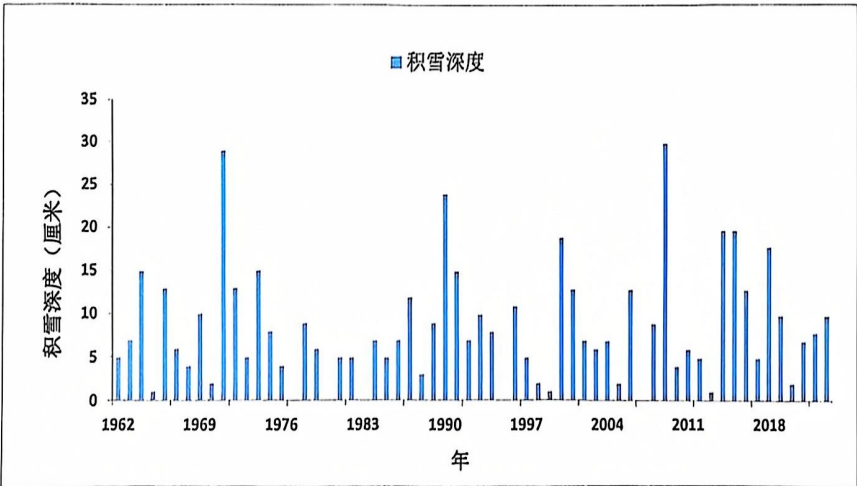


图 7.3 年最大积雪深度变化



从历年积雪深度可知,有部分年份的最大积雪深度为 0cm,对于含有 0 的序列,一般采用比例法来进行频率转换,先将  $X_i > 0$  的  $k$  项资料作为整个序列,进行一般的频率计算,其拟合出的曲线只能代表全部  $n$  项资料中一部分资料的分布情况,所以需要对  $X_i$  的频率进行缩减,具体转换公式为:

$$P_k = P_n \times \frac{n+1}{k+1}$$

其中:  $k$  为积雪深度大于 0 的年数,  $n$  为总年数。

使用 P-III、Gumbel 等方法估算不同重现期积雪深度,  $P$  取不同重现期 (2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a、100a), 积雪深度如下表所示。推荐使用 P-III 分布 (参数估计方法 L 矩阵估计) 计算的结果, 其它方法作为设计人员的参考。

表 7.4 不同重现期积雪深度 (单位: cm)

| 重现期    | 2a  | 3a   | 5a   | 10a  | 20a  | 30a  | 50a  | 100a |
|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| P-III  | 6.9 | 9.8  | 13.2 | 17.5 | 21.6 | 24.0 | 26.9 | 30.7 |
| Gumbel | 7.3 | 10.1 | 13.2 | 17.2 | 20.9 | 23.1 | 25.8 | 29.4 |
| 极大似然法  | 6.9 | 9.6  | 12.7 | 17.0 | 21.6 | 24.3 | 28.0 | 33.3 |
| L-矩估计  | 7.0 | 9.7  | 12.8 | 17.1 | 21.5 | 24.1 | 27.6 | 32.6 |

### 7.2.2 设计雪压的估算

根据积雪密度和不同重新期的最大积雪深度计算雪压, 计算公式如下:

$$S_0 = h\rho g$$

式中:  $S_0$ ——雪压 ( $\text{kN/m}^2$ );

$h$ ——积雪深度 (m);



$\rho$ ——积雪密度 ( $\text{t/m}^3$ );

$g$ ——重力加速度 ( $9.8\text{m/s}^2$ )。

根据积雪密度和不同重新期的最大积雪深度计算雪压,  $P$  取不同重现期 (2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a、100a), 计算雪压如下表所示。

表 7.5 不同重现期雪压 (单位:  $\text{kN/m}^2$ )

| 重现期    | 2a     | 3a     | 5a     | 10a    | 20a    | 30a    | 50a    | 100a   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P-III  | 0.0757 | 0.1076 | 0.1449 | 0.1921 | 0.2371 | 0.2634 | 0.2953 | 0.3370 |
| Gumbel | 0.0801 | 0.1109 | 0.1449 | 0.1888 | 0.2294 | 0.2536 | 0.2832 | 0.3227 |
| 极大似然法  | 0.0757 | 0.1054 | 0.1394 | 0.1866 | 0.2371 | 0.2667 | 0.3074 | 0.3655 |
| L-矩估计  | 0.0768 | 0.1065 | 0.1405 | 0.1877 | 0.2360 | 0.2645 | 0.3030 | 0.3579 |

根据《建筑结构荷载规范 (GB 50009-2012)》的基本雪压分布, 焦作周边地区(新乡、郑州)50a 一遇基本雪压为  $0.3\text{kN/m}^2$  到  $0.4\text{kN/m}^2$ , 100a 一遇基本雪压为  $0.35\text{kN/m}^2$  到  $0.45\text{kN/m}^2$ , 高于本节的计算结果, 建议采用《建筑结构荷载规范 (GB 50009-2012)》推荐值。

### 7.3 基本气温

根据《建筑结构荷载规范 (GB 50009-2012)》, 基本气温是指气温的基准值, 是确定温度作用所需最主要的气象参数。取 50 年一遇月平均最高气温和月平均最低气温, 根据历年最高温度月内最高气温的平均值和最低温度月内最低气温的平均值经统计确定。

$P$  取不同重现期 (2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a、100a)。计算各重现期平均最高、最低气温值如表所示。推荐使用 Gumbel 分布



的推算结果,为了让设计人员有一个选择的余地,也为了有一个相互比较、相互验证的结果,其它方法作为参考。

根据《建筑结构荷载规范(GB 50009-2012)》的基本气温分布,焦作周边地区(新乡、郑州)50a一遇基本气温最高为 $36.0^{\circ}\text{C}$ ,最低为 $-8.0^{\circ}\text{C}$ ,最高气温和最低气温的计算结果略低于推荐值,综上结果,最高气温和最低气温建议采用《建筑结构荷载规范(GB 50009-2012)》推荐值。

表 7.6 不同重现期基本气温(高温)(单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

| 重现期    | 2a   | 3a   | 5a   | 10a  | 20a  | 30a  | 50a  | 100a |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Gumbel | 32.5 | 33.1 | 33.8 | 34.6 | 35.4 | 35.8 | 36.4 | 37.1 |
| 极大似然   | 32.7 | 33.3 | 34.0 | 34.5 | 35.1 | 35.4 | 35.8 | 36.2 |
| L-矩估计  | 32.7 | 33.3 | 33.9 | 34.6 | 35.1 | 35.5 | 35.8 | 36.3 |

表 7.7 不同重现期基本气温(低温)(单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

| 重现期    | 2a   | 3a   | 5a   | 10a  | 20a  | 30a  | 50a  | 100a |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Gumbel | -2.7 | -3.4 | -4.2 | -5.1 | -6.0 | -6.5 | -7.2 | -8.0 |
| 极大似然   | -3.0 | -3.7 | -4.3 | -5.0 | -5.6 | -5.9 | -6.2 | -6.5 |
| L-矩估计  | -3.0 | -3.7 | -4.3 | -5.0 | -5.5 | -5.8 | -6.1 | -6.4 |

## 7.4 室外气象参数

建筑室外空气气象参数是暖通空调行业进行负荷计算和设备选型的基础设计参数,是影响空调系统整体性能优劣的先决条件。如果参数过于保守,将会导致不必要的投资和较低的运行效率,造成能源浪费;如果参数过于苛刻,设备或系统的运行则会受到影响,同时可能无法满足室内对温度和湿度的控制要求。因此,适宜的建筑室外空





气象参数对设备运行效率、人体舒适度和建筑节能等都至关重要。

建筑室外空气气象参数与气候条件密切相关,建筑室外空气气象参数统计年份的选取也十分重要。年份取得长,气象参数的稳定性好,数据更有代表性,但是由于全球变暖,环境温度攀升,统计年份选取过长则不能完全切合实际需求根据;年份取得短,虽然在一定程度上更贴近实际气温变化趋势,但是会放大极端天气对设计参数的影响。从气象的角度,30年是比较有代表性的观测统计期,不足30年者,也可按实有年份采用,但不得少于10年。近几十年在全球变暖的背景下,焦作气候也发生了明显的变化。GB 50019-2015《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》的附录A中明确指出:该规范的室外空气计算参数全部采用了现行国家标准GB 50736-2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》附录A的数据,未做修改。GB 50736-2012采用1971-2000作为室外空气计算参数的统计期。考虑该统计期目前已严重滞后,故本节最终利用焦作气象站1991-2020年(最近30年)的数据作为本报告推算室外空气计算参数的统计期。

根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范(GB50019-2015)》和《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范(GB50736-2012)》,计算焦作的(1)供暖室外计算温度;(2)冬季通风室外计算温度;(3)冬季空气调节室外计算温度;(4)冬季空气调节室外计算相对湿度;(5)夏季空气调节室外计算干球温度;(6)夏季空气调节室外计算湿球温度;(7)夏季通风室外计算温度;(8)夏季通风室外计算相对湿度;(9)夏季空气调节室外计算日平均温度等9个室外空气气象参数。



表 7.8 室外气象参数

| 参数名称               | 计算方法说明                 | 计算结果  |
|--------------------|------------------------|-------|
| (1)供暖室外计算温度        | 累年平均每年不保证 5 天的日平均温度    | -3.0℃ |
| (2)冬季通风室外计算温度      | 历年最冷月月平均温度的平均值         | 1.4℃  |
| (3)冬季空气调节室外计算温度    | 累年平均每年不保证 1 天的日平均温度    | -4.2℃ |
| (4)冬季空气调节室外计算相对湿度  | 历年最冷月月平均相对湿度的平均值       | 57%   |
| (5)夏季空气调节室外计算干球温度  | 累年平均每年不保证 50h 的干球温度    | 35.6℃ |
| (6)夏季空气调节室外计算湿球温度  | 累年平均每年不保证 50h 的湿球温度    | 39.1℃ |
| (7)夏季通风室外计算温度      | 历年最热月 14 时的月平均温度的平均值   | 32.1℃ |
| (8)夏季通风室外计算相对湿度    | 历年最热月 14 时的月平均相对湿度的平均值 | 55%   |
| (9)夏季空气调节室外计算日平均温度 | 累年平均每年不保证 5 天的日平均温度    | 32.3℃ |

注：历年指整编气象资料时，所采用的以往一段连续年份的每一年。累年指整编气象资料时，所采用的以往一段连续年份的累计。

7.4.1 冬季空调和供暖参数

冬季空气调节和供暖参数包括供暖室外计算温度、冬季空气调节室外计算温度和冬季空气调节室外计算相对湿度这 3 个室外空气气象参数。供暖室外计算温度主要用于计算锅炉，尤其是集中采暖锅炉的燃料定额，从而确定其供热容量。供暖室外温度升高（降低）使得供暖燃料定额降低（升高）。冬季空气调节室外计算温度和计算相对湿度主要用于计算新风负荷和围护结构传热，用于指导空调设计负荷，温度升高（降低）使得冬季空调设计负荷降低（升高）。供暖室外计算温度为-3.0℃，冬季空气调节室外计算温度为-4.2℃，冬季空气调节室外计算相对湿度为 57%。

表 7.9 冬季空调和供暖参数值

| 供暖室外计算温度<br>(℃) | 冬季空气调节室外计算温度<br>(℃) | 冬季空气调节室外计算相对湿度<br>(%) |
|-----------------|---------------------|-----------------------|
| -3.0            | -4.2                | 57                    |



### 7.4.2 夏季空调参数

夏季空气调节参数包括夏季空气调节室外计算干球温度、夏季空气调节室外计算湿球温度和夏季空气调节室外计算日平均温度这 3 个室外空气气象参数。夏季空气调节室外计算干（湿）球温度可以影响围护结构传热和设备冷却效果，主要用于确定新风负荷。夏季空气调节室外计算干（湿）球温度的升高，将导致新风负荷增加，使室内的制冷能耗增加，不利于节能工作。同时，原有供冷设备选型供冷量偏低，在室外温度升高的同时，增加了设备负荷，将使设备容量难以符合负荷增加的需求，设备的使用存在一定的安全风险。

计算夏季空气调节室外计算干（湿）球温度所需要的逐小时气温数据，主要采用三次样条函数方法插值得到，并利用平均绝对误差、平均误差、平均相对误差和均方根误差这 4 个判据对插值效果进行了检验，检验结果表明用三次样条函数法得到的逐小时气温与实际观测值之间误差较小，插值效果较好。

根据上述方法计算出夏季空气调节室外计算干球温度为 35.6℃，夏季空气调节室外计算湿球温度为 39.1℃，夏季空气调节室外计算日平均温度为 32.3℃。

表 7.10 夏季空调参数值

| 夏季空气调节<br>室外计算干球温度（℃） | 夏季空气调节<br>室外计算湿球温度（℃） | 夏季空气调节<br>室外计算日平均温度（℃） |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 35.6                  | 39.1                  | 32.3                   |





### 7.4.3 夏季和冬季通风参数

夏季和冬季通风参数包括夏季通风室外计算温度、夏季通风室外计算相对湿度和冬季通风室外计算温度这 3 个室外空气气象参数。通风分为卫生通风和热舒适通风。供暖、空气调节只是部分时间、部分建筑的补充需要,通风不仅是建筑的基本需求,也是建筑节能的关键。冬夏季通风是建筑节能的主要手段之一。通风室外计算温度可以确定通过通风可以消除多少余热,而相对湿度与人体舒适度有直接关系,进而影响到通风行为以及通风效果。夏季通风室外计算温度为 32.1℃,夏季通风室外计算相对湿度为 55%,冬季通风室外计算温度为 1.4℃。

表 7.11 夏季和冬季通风参数值

| 夏季通风室外计算温度 (℃) | 夏季通风室外计算相对湿度 (%) | 冬季通风室外计算温度 (℃) |
|----------------|------------------|----------------|
| 32.1           | 55               | 1.4            |

## 7.5 排水设计气象参数

参考《中国城市新一代暴雨强度公式》,离焦作较近的有新乡,且两地地形相近,故本节采用新乡暴雨公式,对 180min 以下的历时不同重现期暴雨强度进行计算,可为开发区排水设计提供参考。

新乡的暴雨强度公式如下:

$$i = \frac{117.7783 + 118.28 \lg T}{(t + 54.1725)^{1.1314}}$$

式中:  $i$ —暴雨强度 (mm/min);  $T$ —设计重现期 (a);  $t$ —降雨历时 (min);





### 7.5.1 不同历时不同重现期暴雨强度

5min、10min、15min、20min、30min、45min、60min、90min、120min、150min、180min 共 11 个历时不同重现期 (2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a、100a) 暴雨强度计算结果如下表所示。

表 7.12 不同历时不同重现期暴雨强度 (单位:  $\text{l/s}\cdot\text{ha}$ )

|        | 2a    | 3a    | 5a    | 10a   | 20a   | 30a   | 50a   | 100a  |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5min   | 252.7 | 287.1 | 330.3 | 389.0 | 447.6 | 481.9 | 525.2 | 583.8 |
| 10min  | 230.6 | 261.9 | 301.3 | 354.8 | 408.4 | 439.7 | 479.1 | 532.6 |
| 15min  | 211.8 | 240.6 | 276.8 | 326.0 | 375.1 | 403.9 | 440.1 | 489.3 |
| 20min  | 195.7 | 222.3 | 255.8 | 301.2 | 346.7 | 373.2 | 406.7 | 452.2 |
| 30min  | 169.6 | 192.7 | 221.7 | 261.1 | 300.4 | 323.5 | 352.5 | 391.9 |
| 45min  | 140.9 | 160.0 | 184.1 | 216.9 | 249.6 | 268.7 | 292.8 | 325.5 |
| 60min  | 120.1 | 136.5 | 157.0 | 184.9 | 212.8 | 229.1 | 249.7 | 277.6 |
| 90min  | 92.3  | 104.8 | 120.6 | 142.0 | 163.4 | 176.0 | 191.7 | 213.2 |
| 120min | 74.5  | 84.6  | 97.4  | 114.7 | 132.0 | 142.1 | 154.8 | 172.1 |
| 150min | 62.2  | 70.7  | 81.3  | 95.8  | 110.2 | 118.7 | 129.3 | 143.8 |
| 180min | 53.3  | 60.5  | 69.7  | 82.0  | 94.4  | 101.6 | 110.8 | 123.1 |

### 7.5.2 不同历时不同重现期降水量

将暴雨强度换算成对应历时不同重现期降水量 (单位: mm), 结果如下表所示。

表 7.13 不同历时不同重现期降水量 (单位: mm)

|       | 2a   | 3a   | 5a   | 10a  | 20a  | 30a  | 50a  | 100a |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5min  | 7.6  | 8.6  | 9.9  | 11.7 | 13.4 | 14.5 | 15.8 | 17.5 |
| 10min | 13.8 | 15.7 | 18.1 | 21.3 | 24.5 | 26.4 | 28.7 | 32.0 |
| 15min | 19.1 | 21.7 | 24.9 | 29.3 | 33.8 | 36.4 | 39.6 | 44.0 |



|        | 2a   | 3a   | 5a   | 10a  | 20a   | 30a   | 50a   | 100a  |
|--------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 20min  | 23.5 | 26.7 | 30.7 | 36.1 | 41.6  | 44.8  | 48.8  | 54.3  |
| 30min  | 30.5 | 34.7 | 39.9 | 47.0 | 54.1  | 58.2  | 63.4  | 70.5  |
| 45min  | 38.0 | 43.2 | 49.7 | 58.5 | 67.4  | 72.5  | 79.1  | 87.9  |
| 60min  | 43.3 | 49.1 | 56.5 | 66.6 | 76.6  | 82.5  | 89.9  | 99.9  |
| 90min  | 49.8 | 56.6 | 65.1 | 76.7 | 88.3  | 95.0  | 103.5 | 115.1 |
| 120min | 53.6 | 60.9 | 70.1 | 82.6 | 95.0  | 102.3 | 111.5 | 123.9 |
| 150min | 56.0 | 63.6 | 73.2 | 86.2 | 99.2  | 106.8 | 116.4 | 129.4 |
| 180min | 57.6 | 65.4 | 75.2 | 88.6 | 102.0 | 109.8 | 119.6 | 133.0 |

### 7.5.3 暴雨强度公式适应范围

本次暴雨强度公式编制使用降水资料为单个站点的资料，公式编制结果的适用范围值得深入探讨。这里结合焦作高新技术产业开发区内及周边的国家气象站、区域自动站的逐小时降水量资料进行相关研究，对本次公式编制结果的适用范围进行初步的探讨。

分析开发区周边区域自动气象站（杨庄、党校南、宁郭、新安镇、北官庄、三阳、文昌、周庄、太极、小庄、焦东路）与新乡、焦作气象站降水量资料，气象站的相关信息见表 7.14。

表 7.14 气象站相关信息

| 站名  | 海拔（米） | 建站时间    |
|-----|-------|---------|
| 焦作  | 112   | 1959-01 |
| 新乡  | 73.2  | 1951-01 |
| 杨庄  | 93    | 2009-07 |
| 党校南 | 70    | 2020-11 |
| 宁郭  | 105   | 2014-10 |
| 新安镇 | 88    | 2015-11 |



| 站名  | 海拔（米） | 建站时间    |
|-----|-------|---------|
| 北官庄 | 92    | 2015-12 |
| 三阳  | 98    | 2017-12 |
| 文昌  | 89    | 2015-12 |
| 周庄  | 92.5  | 2005-06 |
| 太极  | 92    | 2015-12 |
| 小庄  | 87    | 2012-05 |
| 焦东路 | 127   | 2015-11 |

以上几个站点建站时间不一致，考虑到小时雨量数据的连续、完整性，最终选取同时间段（2021-2023 年）气象站雨量极值数据进行分析。从每个站点小时雨量数据中滑动提取出每年 1、2、3 小时的最大降水量数据。

表 7.15 气象站 1、2、3 小时最大降水量

| 站名  | 时间     | 1 小时最大值（mm） | 2 小时最大值（mm） | 3 小时最大值（mm） |
|-----|--------|-------------|-------------|-------------|
| 焦作  | 2021 年 | 35          | 52.6        | 70.6        |
|     | 2022 年 | 31.9        | 36.6        | 40.4        |
|     | 2023 年 | 40.8        | 64.5        | 84.2        |
| 新乡  | 2021 年 | 36          | 64.2        | 76.4        |
|     | 2022 年 | 49.3        | 70          | 72.1        |
|     | 2023 年 | 46.6        | 47.7        | 65          |
| 杨庄  | 2021 年 | 68          | 118.7       | 132.4       |
|     | 2022 年 | 38.1        | 47.5        | 52.3        |
|     | 2023 年 | 35          | 46.4        | 55.2        |
| 党校南 | 2021 年 | 37.2        | 58.6        | 74.3        |
|     | 2022 年 | 33.6        | 35.6        | 37.4        |
|     | 2023 年 | 30.6        | 41.8        | 51.2        |
| 宁郭  | 2021 年 | 44.5        | 53.3        | 53.4        |



| 站名  | 时间     | 1 小时最大值 (mm) | 2 小时最大值 (mm) | 3 小时最大值 (mm) |
|-----|--------|--------------|--------------|--------------|
|     | 2022 年 | 45.7         | 61.2         | 64           |
|     | 2023 年 | 24.5         | 37.6         | 38.9         |
| 新安镇 | 2021 年 | 41.8         | 50.1         | 54.6         |
|     | 2022 年 | 40.7         | 58.7         | 62.2         |
|     | 2023 年 | 27.7         | 40.4         | 46           |
| 北官庄 | 2021 年 | 26.6         | 43.9         | 44.9         |
|     | 2022 年 | 31.4         | 60.4         | 63.1         |
|     | 2023 年 | 26           | 35.7         | 41.6         |
| 三阳  | 2021 年 | 37.6         | 49           | 50.6         |
|     | 2022 年 | 35.2         | 50.9         | 54.3         |
|     | 2023 年 | 30.9         | 40.3         | 47           |
| 文昌  | 2021 年 | 31.3         | 56.1         | 72.3         |
|     | 2022 年 | 48.8         | 72.3         | 76.5         |
|     | 2023 年 | 48.6         | 54           | 57.2         |
| 周庄  | 2021 年 | 26.1         | 47.9         | 56.4         |
|     | 2022 年 | 33.8         | 43.2         | 47.2         |
|     | 2023 年 | 35.1         | 43           | 44.6         |
| 太极  | 2021 年 | 28           | 46.8         | 61.8         |
|     | 2022 年 | 44.9         | 60.6         | 64           |
|     | 2023 年 | 49.6         | 50.6         | 62.4         |
| 小庄  | 2021 年 | 29.4         | 48.7         | 59.5         |
|     | 2022 年 | 32.2         | 40.9         | 44.7         |
|     | 2023 年 | 49.7         | 61.1         | 61.4         |
| 焦东路 | 2021 年 | 42.7         | 58.7         | 78.7         |
|     | 2022 年 | 36.3         | 39           | 40.8         |
|     | 2023 年 | 38.1         | 49.5         | 63           |

开发区及周边区域自动气象站 1、2、3 小时最大降水量在不同年





份与新乡、焦作气象站均有差异，以大于气象站的降水，也有小于气象站的年份。故采用暴雨强度公式需适当谨慎，应相对提高重现期标准或者设计雨量乘以适当的订正系数。

## 7.6 重现期极值

### 7.6.1 最大日降水

利用焦作建站以来的逐日降水量资料，逐年选取最大日降水，形成年最大日降水序列，计算不同重现期最大日降水量。

$P$  取不同重现期（2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a、100a），计算各重现期降水量如下表所示。推荐使用 P-III 分布的推算结果（参数估计方法采用 L-矩阵估计），为了让设计人员有一个选择的余地，也为了有一个相互比较、相互验证的结果，其它方法作为参考。

表 7.16 不同重现期最大日降水量（单位：mm）

| 重现期   | 2a   | 3a   | 5a    | 10a   | 20a   | 30a   | 50a   | 100a  |
|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P-III | 70.9 | 86.6 | 105.6 | 130.6 | 155.0 | 169.1 | 186.8 | 210.5 |
| 极大似然法 | 69.8 | 83.3 | 101.2 | 128.8 | 162.0 | 184.7 | 217.5 | 270.7 |
| L-矩估计 | 71.7 | 85.5 | 102.5 | 126.5 | 152.7 | 169.3 | 191.8 | 225.5 |

### 7.6.2 极端高温

利用焦作建站以来的逐日最高气温资料，逐年选取最高气温，形成年最高气温极值序列，计算不同重现期极端高温。

$P$  取不同重现期（2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a、100a），计算各重现期极端高温如下表所示，推荐使用 Gumbel 分布的推算结果，为了让设计人员有一个选择的余地，有一个相互比较、相互验证的结果，其它方法作为参考。



表 7.17 不同重现期极端高温 (单位: °C)

| 重现期    | 2a   | 3a   | 5a   | 10a  | 20a  | 30a  | 50a  | 100a |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Gumeb1 | 39.4 | 40.2 | 41.1 | 42.2 | 43.3 | 43.9 | 44.7 | 45.7 |
| 极大似然法  | 39.5 | 40.3 | 41.1 | 42.1 | 42.9 | 43.3 | 43.8 | 44.5 |
| L-矩估计  | 39.5 | 40.3 | 41.2 | 42.2 | 43.1 | 43.6 | 44.2 | 45.0 |

### 7.6.3 极端低温

利用焦作建站以来的逐日最低气温资料, 逐年选取最低气温, 形成年最低气温序列, 计算不同重现期极端低温。

$P$  取不同重现期 (2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a、100a), 计算各重现期极端低温如下表所示。推荐使用 Gumbel 的推算结果, 为了让设计人员有一个选择的余地, 有一个相互比较、相互验证的结果, 其它方法作为参考。

表 7.18 不同重现期极端低温 (单位: °C)

| 重现期    | 2a   | 3a    | 5a    | 10a   | 20a   | 30a   | 50a   | 100a  |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gumeb1 | -9.0 | -10.2 | -11.4 | -13.0 | -14.5 | -15.4 | -16.5 | -18.0 |
| 极大似然法  | -9.0 | -10.2 | -11.4 | -13.0 | -14.6 | -15.5 | -16.6 | -18.2 |
| L-矩估计  | -8.9 | -10.0 | -11.3 | -13.0 | -14.7 | -15.8 | -17.2 | -19.2 |



## 第八章 气象灾害风险评估

### 8.1 雷电灾害风险评估

#### 8.1.1 焦作高新技术开发区雷电气候分析

##### 8.1.1.1 雷击大地密度 $N_g$ 值分析

反映一地雷电气候的主要数据是雷击大地密度  $N_g$ ,  $N_g$  可以利用闪电定位数据计算得出, 也可以通过历史雷暴日数据计算得出, 图 8.1 和图 8.2 是利用闪电定位数据统计得出的。图 8.1 为焦作高新技术开发区地闪分布示意图, 图 8.2 为焦作市近 10 年平均地闪密度分布图: 焦作市闪电密度在  $0.05 \sim 1.69$  次/ $\text{km}^2/\text{a}$  之间, 西南部沁阳、温县和孟州交界地区, 北部中站区、解放区和博爱县北部, 武陟县西北部, 地闪密度在  $0.70 \sim 1.69$  次/ $\text{km}^2/\text{a}$  之间; 其他大部分地区地闪密度在  $0.70$  次/ $\text{km}^2/\text{a}$  以下。

焦作高新技术开发区位于山阳区内, 年平均地闪密度值最大为  $0.70$  次/ $\text{km}^2/\text{a}$ 。



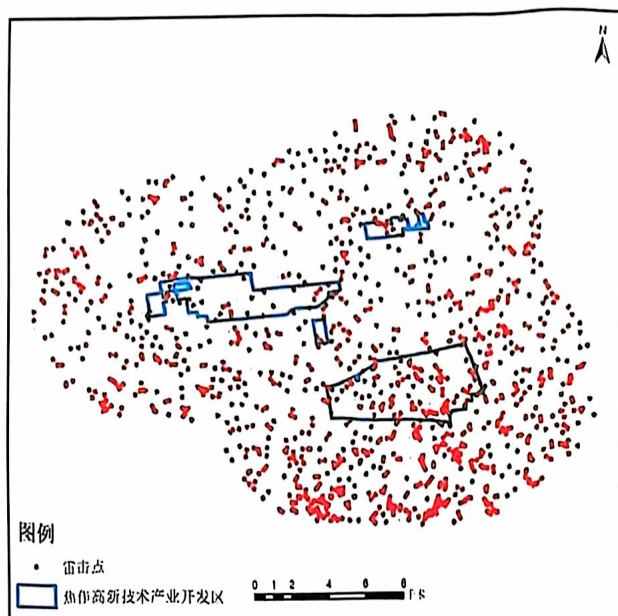


图 8.1 2014—2023 年焦作高新技术产业开发区地闪分布示意图

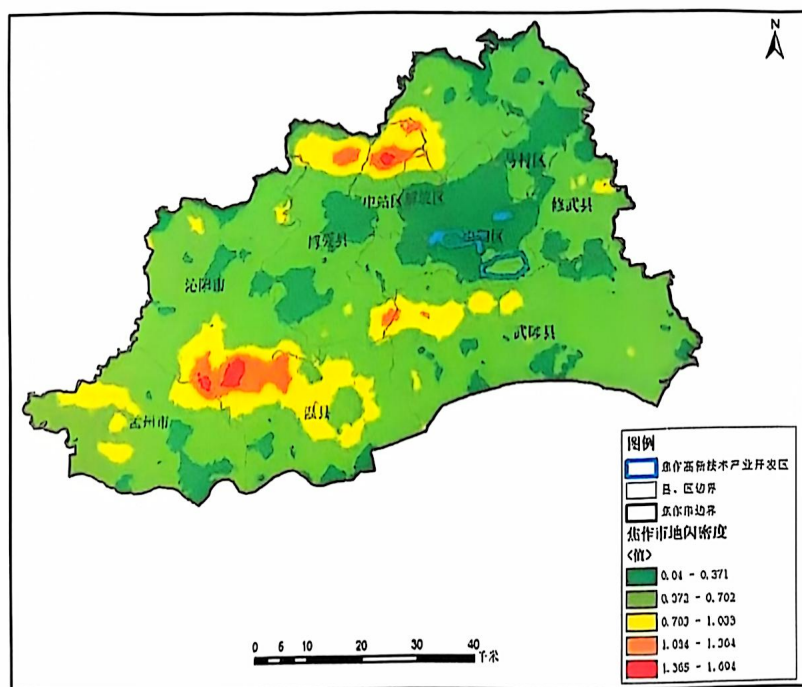


图 8.2 2014—2023 年焦作市年平均地闪密度图

根据焦作气象站观测的 1961—2013 年雷暴日数据可知, 年均雷暴日数为 23.8d, 按照 GB50057-2010 雷击大地密度  $N_g=0.1T_d$ , 可得雷击大地密度为 2.38 次/ $\text{km}^2/\text{a}$ 。利用历史雷暴日数据依据公式计算所得的雷击大地密度比闪电定位系统统计数据 0.70 次/ $\text{km}^2/\text{a}$  要大, 当用





两种方法计算得到雷击大地密度数据时，为了进一步确保雷击安全，我们建议取较大  $2.38 \text{ 次/km}^2/\text{a}$  作为防雷装置设计依据。

#### 8.1.1.2 历年最强雷暴天气分析

在评估区域内，一个自然时内闪电定位系统记录到 1 次及以上地闪，我们把它记为一个雷暴小时。短时间内的连续地闪可能使评估区域内原本完好的雷电防护装置失效，极大的提高了雷电灾害发生的风险。因此我们统计了雷暴小时强度，该指标是指 1 小时内观测到的地闪数量，是一个可以反映评估区域极端雷暴天气过程的值。

统计近十年雷暴资料发现，开发区内总雷暴小时数最多的年份是 2022 年，为 46 小时；雷暴小时数量最少的年份是 2019 年，为 5 小时；近十年，年最大雷暴小时强度出现在 6 至 8 月的年份最多，但偶有个别年份最大雷暴小时数出现在 10 月份。2018 年的年最大雷暴小时强度出现在 6 月 26 日 0 时，观测到了 90 次地闪，为近十年观测到的最大雷暴小时强度。

#### 8.1.1.3 雷暴路径分析

地面测站雷暴路径资料分析可以体现项目所处区域的雷暴发生发展趋势，为提升项目防范雷电灾害的能力提供重要依据。统计 1961—2013 年焦作气象观测站雷暴发生路径记录，得到历年雷暴路径图（图 8.3），从图可以看出全年中项目所在地由西北和正北方向进入的雷暴比例最高，其次是东北方向；正南方向进入的雷暴最少。因此，雷暴主导方向是西北和正北方位，建筑物在这两个方位上雷击概率大于其它方位。若要进行区域防护，应将接闪器等主要设施设置在雷暴主路径上；在计算年平均雷击次数  $N_d$  时，应考虑雷暴路径对建筑物位置因素  $C_d$  的影响。



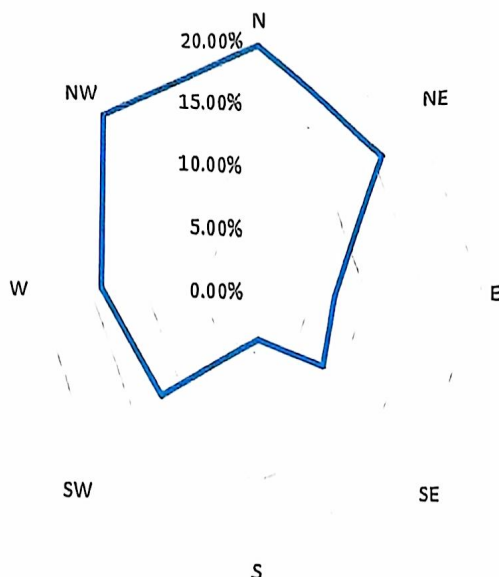


图8.3 1961—2013年焦作气象站观测到的雷暴路径统计图

## 8.1.2 地闪时间分布

### 8.1.2.1 年变化特征

近10年来，焦作高新技术产业开发区地闪频次年变化起伏较大。2018年地闪次数最多，为265次；其次是2015年，有257次地闪；2022年有1963次；2023年有156次；2019年最少，仅有19次地闪发生。从统计数据来看，焦作高新技术产业开发区内地闪频次年变化较大，不排除未来个别年份雷电活动会剧增的可能性。

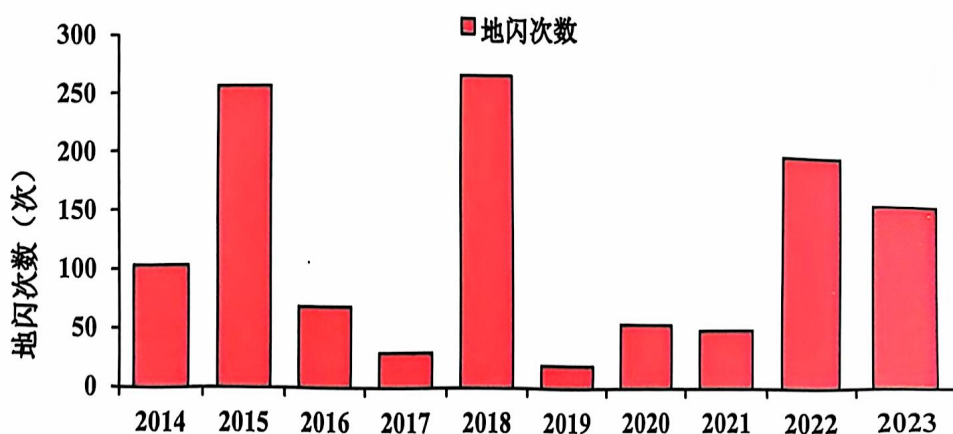


图8.4 2014-2023年焦作高新技术产业开发区地闪频次年变化特征



### 8.1.2.2 月变化特征

由历年地闪频次月变化（图 8.5）可知：焦作高新技术产业开发区 2014—2023 年所发生的地闪主要分布在 6—8 月，占地闪总数的 87.8%。其中 8 月份最多，为 387 次，占地闪总数的 32.3%；7 月份有 366 次，占地闪总数的 30.6%；6 月份有 298 次，占地闪总数的 24.9%。其他月份有少量地闪发生或没有发生。园区内的雷电主要出现在盛夏季节，春季次之，冬季的雷电活动较少。主要原因是 6—8 月易触发对流性天气；而秋、冬季节不易触发对流天气，雷电活动减少。9 月以后，雷电活动虽然相对夏季明显减少，遇到雷暴天气的概率降低，但仍有雷电发生，其危害强度并不小，所以秋、冬季的防雷工作仍然不能忽视。

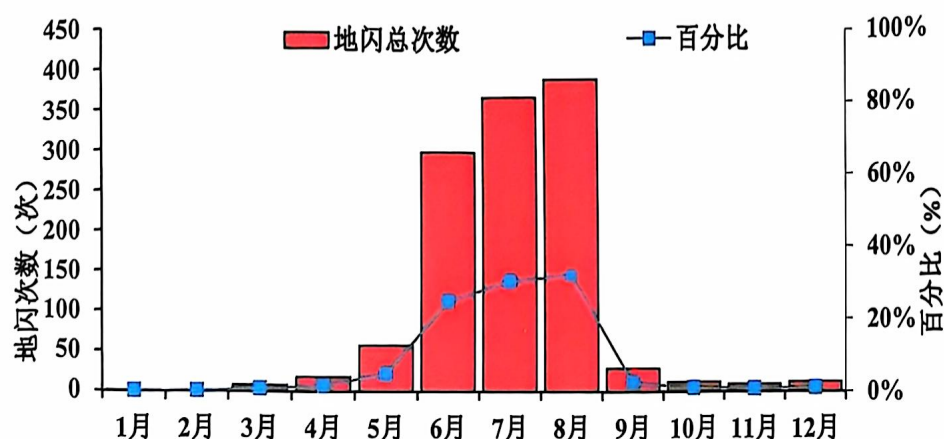


图8.5 2014-2023年焦作高新技术产业开发区地闪频次月变化特征

### 8.1.2.3 日变化特征

由图 8.6 可知，2014 年—2023 年焦作高新技术产业开发区内所发生的地闪主要分布于 15 时—21 时、23—01 时，地闪次数均在 50 次以上，占地闪总数的 72.8%。最大值出现在 17 时，地闪次数为 156 次；其次是 18 时，地闪次数为 151 次；0 时地闪次数为 123 次，16 时的地闪次数为 104 次。由此可见，园区的地闪大致集中在 15 时—21 时、23—01 时。因此园区应关注这几个时间段的雷电天气。



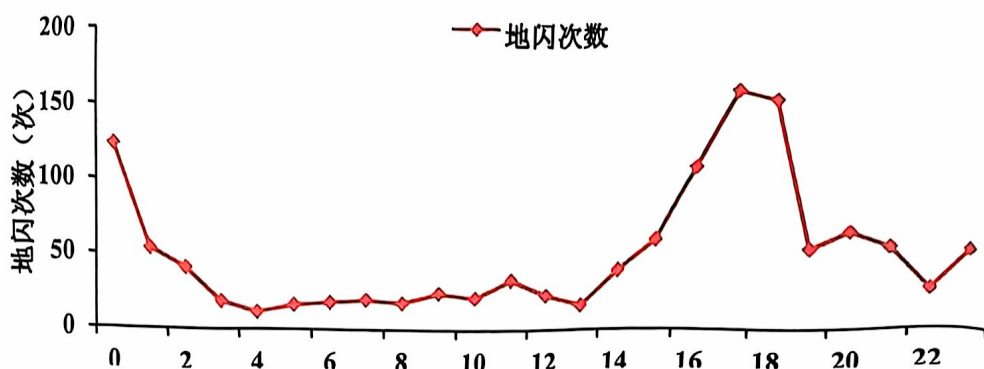


图 8.6 2014-2023 年焦作高新技术产业开发区地闪频次日变化特征

### 8.1.3 雷电流强度分析

#### 8.1.3.1 逐月雷电流平均强度及最大强度

焦作高新技术产业开发区各月平均雷电流强度在 29.11～62.88kA 之间，其中 5 月最小，3 月最大；最大雷电流强度在 43.34～209.66kA 之间，其中最大值出现在 8 月，最小值出现在 1 月。

#### 8.1.3.2 雷电流强度的概率分布

根据闪电定位数据统计得到雷电流强度分布概率图（图 8.7），焦作高新技术产业开发区所在地发生的地闪雷电流主要集中在 10～50kA，占地闪总数的 73.2%；10kA 以下的雷电流占 9.77%；50～100kA 的雷电流占 12.94%；100kA 以上的雷电流占 4.09%。

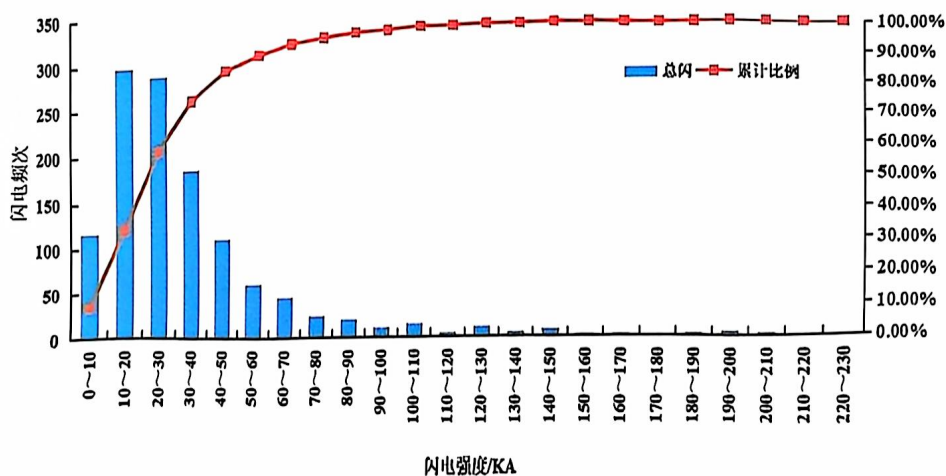


图 8.7 2014-2023 年焦作高新技术产业开发区雷电流强度分布概率





### 8.1.3.3 雷电流绕击及反击分析

雷电的绕击是指雷电击中在接闪器保护范围内的被保护物上的雷击现象。雷电的反击现象通常指遭受直击雷的金属体(包括接闪器、接地引下线和接地体),在引导强大的雷电流流入大地时,在它的引下线、接地体以及与它们相连接的金属导体上会产生非常高的电压,对周围与它们连接的金属物体、设备、线路、人体之间产生巨大的电位差,这个电位差会引起闪络。在接闪瞬间与大地间存在着很高的电压,这电压对与大地连接的其他金属物品发生放电(又叫闪络)的现象叫反击。对于一、二、三类防雷建筑物,当雷电流峰值分别大于 5.4 kA、10.1 kA、15.8 kA 时,雷电将击于接闪器上,当雷电流峰值分别小于 5.4 kA、10.1 kA、15.8 kA 时,雷电有可能穿过接闪器击中在被保护物体上。同时一、二、三类防雷建筑物设计能承受保护的最大雷电流幅值分别为 200 kA、150 kA、100 kA,当雷电流大于上述幅值时,可能出现反击,对人员和其他物体造成危害。近 10 年,项目区域内未出现小于 5.4kA 的闪击,项目区内绕击率和反击率见表 8.1。

表8.1 2014-2023年项目区域内雷电流绕击及反击概率

|         | 绕击频次          | 绕击率   | 反击频次         | 反击率   |
|---------|---------------|-------|--------------|-------|
| 一类防雷建筑物 | 6 (<5.4kA)    | 0.5%  | 1 (>200kA)   | 0.1%  |
| 二类防雷建筑物 | 119 (<10.1kA) | 9.9%  | 32 (>150kA)  | 2.7%  |
| 三类防雷建筑物 | 286 (<15.8kA) | 23.9% | 132 (>100kA) | 11.0% |

### 8.1.4 雷击风险等级

通过对园区及周边部分地区的雷暴数据分析可知:焦作高新技术产业开发区的最大雷击大地密度为 0.70 次/km<sup>2</sup>/a,雷电流平均强度 33.8kA。

根据附录 B 表 3 区域雷击风险评估分级标准,焦作高新技术产



业开发区的区域雷击风险综合评价等级为Ⅲ级，属于中等风险。

### 8.1.5 雷击防护建议

(1) 根据闪电定位系统监测到的数据显示园区最大雷击大地密度为  $0.70 \text{ 次/km}^2/\text{a}$ ，依据焦作气象站 1961—2013 年平均雷暴日数据计算，其雷击大地密度为  $2.38 \text{ 次/km}^2/\text{a}$ 。建议设计院在防雷装置设计时，取  $2.38 \text{ 次/km}^2/\text{a}$  为设计依据。

(2) 按照 GB50057-2010 中的规定，园区内一般工业厂房及办公楼可以划分为三类防雷建筑物，易燃易爆场所则需根据具体的使用性质按设计标准划分防雷类别。根据园区闪电定位数据统计得到，地闪次数年变化起伏较大，由于该地雷电活动主要受大尺度雷暴天气影响，未来不排除个别年份会出现雷电剧增的情况。

(3) 该地地闪主要在夏季 6—8 月，占全年地闪活动的 87.8%，冬季较少，只有个别年份冬季有闪电发生。从日变化上来看，15 时—21 时、23—01 时是地闪活动的高发期，要密切注意在这几个时间段内发生地闪时的人员安全防护。

(4) 园区内的防雷装置除应按照国家标准设计、施工、使用外，还应建立一套适用的防雷安全工作方案和防雷安全应急预案对所属防雷装置进行管理维护和发生雷击后的应急管理。

(5) 园区内所在企业的低压配电系统及信号系统应安装 SPD，一旦遭到感应雷击，电子电气系统极易遭损害，建议总配电开关处应设计安装 SPD，各层配电箱及重要设备配电箱或跨越防雷区的线路安装 SPD，并在防雷区分界处作等电位连接。安装和选择的 SPD 及各级 SPD 的协调配合应符合《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010 的相关规定。

(6) 园区内超过 60m 的建筑物其上部 20%应符合防侧击雷要求，



其金属门窗、栏杆等应与建筑物防雷装置连接。

(7) 对园区采用层次法进行区域雷击风险综合评价, 等级为III, 属于中等风险。

### 8.1.6 园区内施工现场防雷建议

(1) 雷电活动随季节和时段的不同有明显变化, 现场施工应合理安排工程进度, 尤其是高空作业和弱电系统设备的安装、调试应避开雷暴高发期和时段。

建设单位应根据当地气象部门发布的天气预报及雷电预警信息, 做好施工期间的雷电防御措施, 有效减小雷击的可能。

(2) 做好施工现场临时设施的防雷安全

①施工现场办公板房、宿舍板房等应有直击雷防护设施, 接地电阻应小于  $10\Omega$ 。

②设置于施工现场的交流电源工作接地、各类施工机械电气保护接地、防雷接地共用接地装置时, 接地电阻应小于  $4\Omega$ 。

③塔吊等机械设备, 操作人员乘坐室应采取直击雷防护措施。

④大型钢模板和设备就位后应及时与预留的接地端子等电位连接, 施工过程中 35.2 使用的金属脚手架、临时支撑就位后, 应及时与预留接地端子等电位连接。

⑤为防止接触电压导致人身伤亡事故, 在人可触及的部位采取隔离措施或做绝缘处理, 并设立警示标识; 为防止跨步电压导致人身伤亡事故, 应设立相应的警示标识。

⑥施工单位应制定防雷安全管理制度, 对施工人员进行防雷安全知识培训, 加强工作人员的防雷安全管理, 使其系统的掌握防雷安全知识, 通晓防雷避险常识和自救方法。

(3) 现场施工人员防雷应急措施





①遇有雷雨天气，特别是当雷电临近时，管理人员应当提醒、督促施工人员立即停止高空、吊装、电焊等可能带来雷电危险的作业。人员应及时进入安全区域进行躲避，不宜停留在无防雷设施的车库、车棚，要尽量远离大树和高压线等物体，防止遭受直击雷。

②雷闪时切勿处理开口容器盛载的易燃物品。不宜在空旷的位置使用手机、对讲机等各类通讯工具。

③临时办公区、生活区建筑物内的人员不要拨打或接听架空线缆引入的固定电话，尽量配备和使用具有免提功能的电话。

④雷雨天气下，施工人员不要肩扛金属材料和潮湿的木料在建筑物外围或建筑物顶部、高处行走。

⑤雷闪时，处于临时建筑物内的人员不要靠近金属管道及配电箱等与室外有电气连接的金属设施，不要停留在门窗处。

⑥雷雨时不要在孤立的大树、塔吊、高压输配电铁塔、高大的装置下行走或停留，防止接触电压或跨步电压的伤害。

⑦高空作业人员应在雷闪到达前撤离塔吊。

⑧安装在临时办公室、生活区的太阳能热水器，由于等电位连接措施不完善，在雷雨天气下，不要使用太阳能热水器。

#### 8.1.7 防雷装置投入使用后的防雷安全指导意见

(1) 防雷装置应由熟悉雷电防护技术的专职或兼职人员负责维护管理。

(2) 防雷装置投入使用后，应建立管理制度。对防雷装置的设计、安装、隐蔽工程图纸资料、年检测试记录等，均应及时归档，妥善保管。

(3) 雷击事故发生后，应及时调查雷灾损失，分析致害原因，提出改进措施，并上报主管部门。





(4) 防雷装置安全检测工作由国家及地方有关法律法规规定的法定机构完成,实施检测单位应具有相应的检测资质;检测人员必须具备相应的专业技术知识和能力,并应持有能力认证证书。

(5) 应在非雨天和土壤未冻结时检测土壤电阻率和接地电阻值。现场环境条件应能保证正常检测。

(6) 应具备保障检测人员和设备的安全防护措施,雷雨天应停止检测,攀高危险作业必须遵守攀高作业安全守则。检测仪表、工具等不能放置在高处,防止坠落伤人。

(7) 检测仪器应在检定合格有效使用期内使用。

(8) 检测时,接地电阻测试仪的接地引线和其他导线应避开高、低压供电线路。

(9) 每一项检测需要有二人以上共同进行,每一个检测点的检测数据需经复核无误后,填入原始记录表。

(10) 在检测配电房、变电所、配电柜的防雷装置时应着绝缘鞋、绝缘手套、使用绝缘垫,以防电击。

(11) 防雷装置的维护分为定期维护和日常维护。每年在雷雨季节到来之前,应进行一次定期全面检测维护。日常维护应在每次雷击之后进行。在雷电活动强烈的地区,对防雷装置应随时进行目测检查。

(12) 进行防雷装置检查时,应当着重检查以下部位:

①检测外部防雷装置的电气连续性,若发现有脱焊、松动和锈蚀等,应进行相应的处理,特别是在断接卡或接地测试点处,应进行电气连续性测量。

②检查接闪器、杆塔和引下线的腐蚀情况及机械损伤,包括由雷击放电所造成的损伤情况。若有损伤,应及时修复。当锈蚀部位超过截面的三分之一时,应更换。



③测试接地装置的接地电阻值。若测试值大于规定值，应检查接地装置和土壤条件，找出变化原因，采取有效的整改措施。

④检查内部防雷装置和设备金属外壳、机架等电位连接的电气连续性，若发现连接处松动或断路，应及时更换或修复。

⑤检查电涌保护器的运行状况：有无接触不良、漏电流是否过大、发热、绝缘是否良好、积尘等情况，出现故障应及时排除或更换。

### 8.1.8 雷击事故处理

(1) 雷击事故发生后，岗位人员要沉着、镇静，及时开展救助和妥善安置人员，并迅速安排人员保护现场，等待救援人员的到来。

(2) 雷击事故发生后，应及时通知当地防雷主管机构，由防雷主管机构组织相关部门及人员进行雷电灾害调查，做出雷灾鉴定。

(3) 雷击事故发生后，要组织人员对临近的设备管线的防雷装置进行仔细检查，避免雷击频繁发生。

(4) 事故发生后，应根据雷击所波及到的范围建立警戒区，周边道路实行交通管制，禁止无关车辆、人员进入警戒区。

## 8.2 致灾危险性评估

本节主要选取焦作市的气象灾害灾情数据，综合考虑气象灾害致灾危险性，计算出各致灾因子危险性指数，利用 ArcGIS 软件，通过自然断点法对致灾因子危险性进行四等级（高危险、较高危险、较低危险和低危险）空间单元的划分，从而对焦作高新技术产业开发区开展暴雨、大风、高温和低温冰冻灾害致灾因子危险性分析。其反映了各种气象灾害可能产生的危害大小，为焦作高新技术产业开发区建立面向暴雨洪涝、高温、大风和低温冰冻灾害的气象防灾减灾工程设计提供技术支撑。



焦作高新技术产业开发区位于焦作市中心城区东南侧,包含三个片区。园区内承灾体种类繁多,包括人口、房屋、生产企业、仓储、经济等多种类型,对暴雨、大风、高温、低温冰冻等气象因子和灾害性天气敏感。本节主要是结合焦作高新技术产业开发区实际情况,对暴雨、大风、高温和低温冰冻等敏感性因子进行危险性评估。

### 8.2.1 暴雨致灾危险性评估

#### 8.2.1.1 暴雨灾害风险源与隐患分析

暴雨引发的积涝、洪水和泥石流可对建筑、交通、电力等城市基础设施和人民的生命财产安全产生危害,造成重大损失并影响正常的社会秩序。对于本报告危险性评估的对象焦作高新技术产业开发区而言,暴雨灾害可能造成的影响主要包括以下几方面:

(1) 暴雨洪涝可能会造成园区内积水,使机械设备、货物等被浸泡,从而导致财产损失,甚至会威胁人们的生命安全。

(2) 暴雨可能造成园区内变压器室电力设施的损坏。

(3) 暴雨洪涝可能对交通造成影响,妨碍园区内仓储装卸搬运、配送货物以及人员的正常出行。

(4) 暴雨可能造成生活、工业等污水从排污管道反流,引起严重的化学性污染。

(5) 暴雨造成的积水可能会导致园区露天停车场车辆等受损。

(6) 暴雨可能造成园区内地势相对较低的大楼及厂房一楼设施、办公设备、生产原料的损坏。

#### 8.2.1.2 暴雨致灾因子危险性

根据《第一次全国自然灾害综合风险普查技术规范(FXPC/QX P-01)》,暴雨致灾危险性主要考虑暴雨事件和孕灾环境,由年雨涝指数和暴雨孕灾环境影响两部分组成。暴雨致灾危险性指数计算如下式:





致灾危险性指数 = (1+暴雨孕灾环境影响系数) × 年雨涝指数

其中暴雨孕灾环境指暴雨影响下,对形成洪涝、泥石流、滑坡、城市内涝等次生灾害起作用的自然环境。暴雨孕灾环境对暴雨成灾危险性起扩大或缩小作用。暴雨孕灾环境宜考虑地形、河网水系、地质灾害易发条件等。年雨涝指数是通过累加当年逐场暴雨过程强度值得到。

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果,焦作市的暴雨灾害致灾危险性区划如图 8.8 所示,从图中可以看出,焦作高新技术产业开发区片区一处于暴雨灾害较低危险性区域;片区二西部、中部及东部北侧部分地区处于暴雨灾害高危险性区域,东部南侧地区处于较高危险性区域,南侧独立的功能性新材料区处于较低危险性区域;片区三东部部分地区处于较低危险性区域,其余地区处于较高危险性区域。

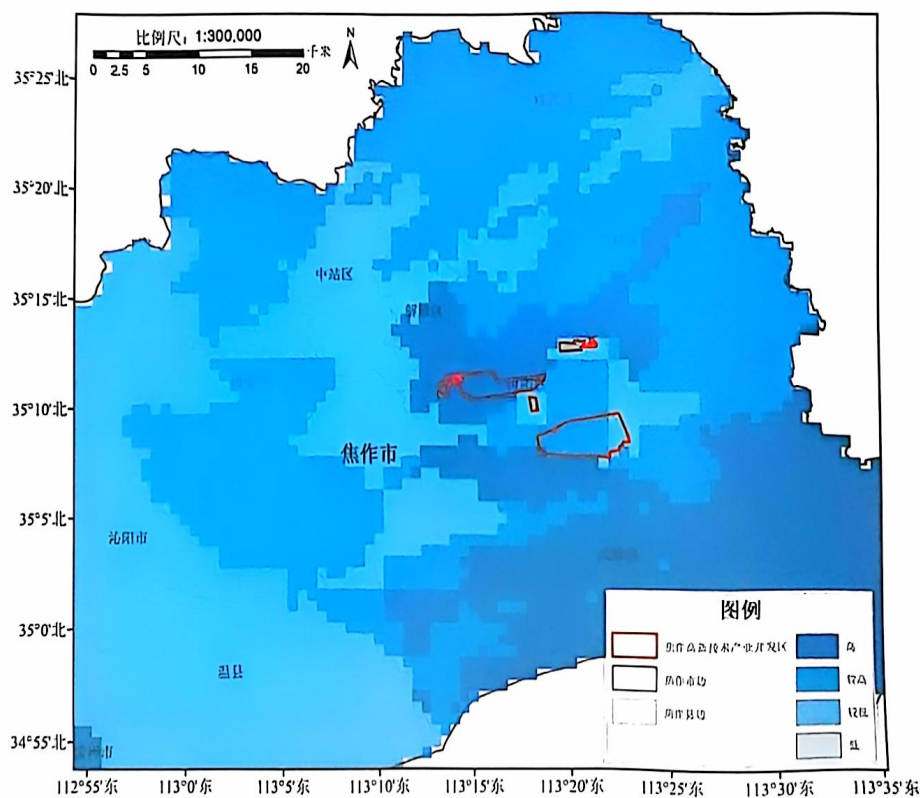


图 8.8 暴雨灾害致灾因子危险性区划图





### 8.2.1.3 暴雨灾害防范建议

适当定期检查排水系统、排水管道是否畅通,尽可能降低短时强降雨引发积涝的可能;对于暴雨灾害隐患,除了日常的排查外,重点还应在暴雨多发期来临前,一般在5月份之前,进行一次全方位的暴雨灾害隐患排查和治理。调研园区周边内涝隐患情况,提高暴雨引发的积涝灾害的防御能力;对于气象局发布的暴雨预警信号要密切关注。在气象局发布暴雨预警信号后,要立即进行隐患排查并采取恰当的措施、做出相应的治理。建议在园区主要隐患点增加警示标牌,并在园区内增设气象电子显示屏,及时接收、发布气象局发布的暴雨预警信号。

制定针对暴雨灾害的应急预案,建立各级防汛责任制,定期对危旧房屋、办公大楼、厂房等的渗漏水及雨水倒灌风险隐患进行排查;园区相关人员在接收到市气象台的预报或市防汛防台抗旱指挥部的灾情信息后,立即向园区管委会报告。根据事故后果的严重程度、影响范围及单位控制事态的能力,将园区的应急响应分为IV级、III级、II级和I级,通常按预警等级(颜色)相应提高,但是紧急情况下也可以越级响应。同时按照应急响应等级采取相应的应对措施。要求全体员工必须清楚应急预案,并熟悉各自的职责,各部门、各应急小组组织学习和演练。园区办公室应不定期检查各部门的学习和演练情况,每年至少组织一次联合演习和针对性的学习。同时积极参加当地政府组织的应急救援演练。

## 8.2.2 大风致灾危险性评估

### 8.2.2.1 大风灾害风险源与隐患分析

大风天气可能造成的危害范围很广,包括:危旧住房、厂房、工棚、围墙、临时建筑、在建工程、市政公用设施(如路灯等)、各类



吊机、施工电梯、脚手架、电线杆、树木、广告牌、铁塔和阳台、屋顶上的花盆、空调室外机、雨蓬、太阳能热水器、屋顶杂物以及建筑工地上零星物品、工具、建筑材料等，上述目标物被强风吹落或因强风崩塌后易造成人员伤亡；强风易吹倒输电线路并造成电网线路跳闸；强风易吹倒通信基站造成通信网络设施受损，通讯中断。因此大风造成的安全隐患主要出现在未达到一定抗风能力的建筑物和设施以及未能及时收到气象预警信息而未采取防护措施的人群中。对于本报告危险性评估的对象焦作高新技术产业开发区而言，大风灾害可能造成的影响主要包括以下几方面：

(1) 大风可能造成大树倒伏、电杆折断，地面设施和建筑物毁坏，特别会损坏对抗风性能较弱的房屋，影响园区正常运行。

(2) 大风易吹落高层建筑物/构建物的门窗和屋顶的物品，甚至吹倒建筑物，威胁园区生命财产安全。

(3) 大风易吹散粉末状及较轻的生产材料，导致财产损失。

(4) 大风易吹倒行道树木等，影响园区车辆的交通正常运行。

(5) 大风可能造成水、电、通信等线路中断，影响电力、水等正常供应以及造成通讯中断和设施损毁。

(6) 大风刮断电线等极易引发火灾，危及园区基础设施。

(7) 大风影响园区户外活动。

#### 8.2.2.2 大风致灾因子危险性

根据《第一次全国自然灾害综合风险普查技术规范（FXPC/QX P-03）》，选择发生大风的年平均次数（频次，日/年）和极大风速大小（强度， $m/s$ ）作为大风灾害致灾因子的危险性指数（ $H$ ），大风致灾危险性指数计算如下式：

$$H = w_G * G + w_P * P$$



其中,  $G$  为大风强度,  $P$  为大风频次,  $w_G$  和  $w_P$  为各自的权重采用层次分析法(附录 C)对归一化处理后的中风频次和强度分别赋予权重, 且  $w_G + w_P = 1$ 。

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果, 焦作市的大风灾害致灾因子危险性区划如图 8.9 所示, 从图中可以看出, 焦作高新技术产业开发区片区一处于大风灾害较高危险性区域; 片区二西部北侧少部分地区均处于大风灾害较低危险性区域, 其余地区处于较高危险性区域; 片区三东部南侧少部分地区处于大风灾害高危险性区域, 其余地区处于较低危险性区域。

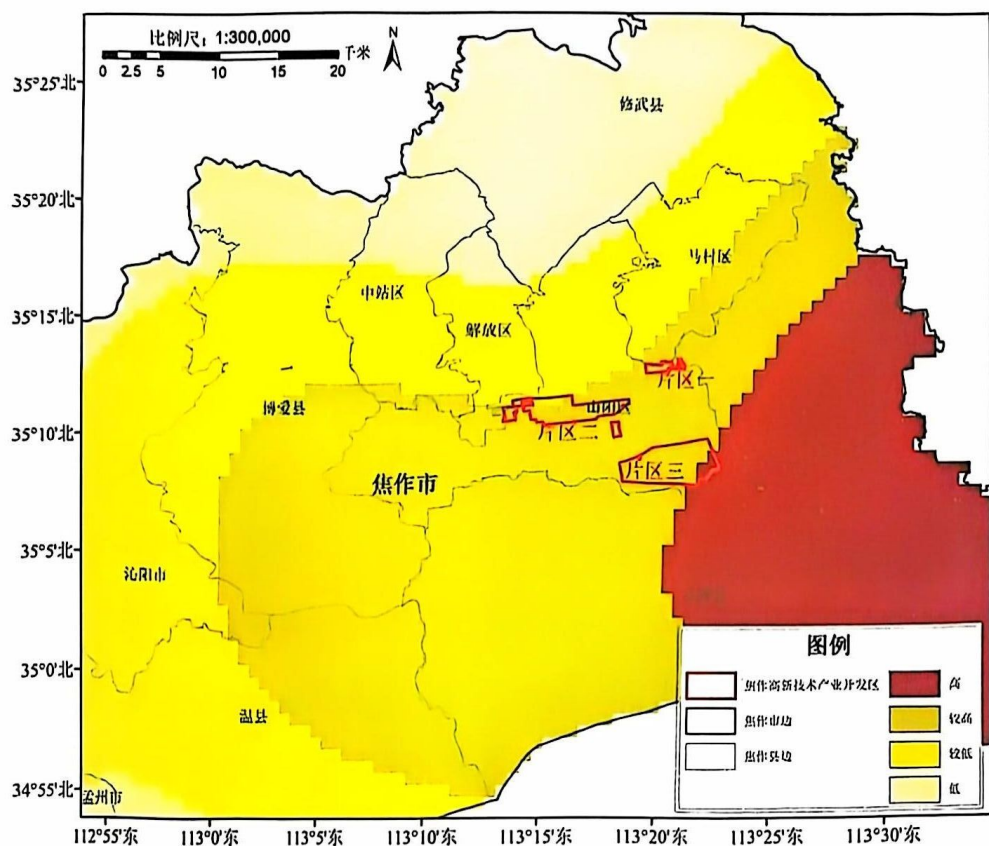


图 8.9 大风灾害致灾因子危险性区划图

### 8.2.2.3 大风灾害防范建议

大风来临前。应及时加固地面设施, 遮盖建筑物资, 妥善安置易





受大风影响的室外物品。对简易建筑、临时搭建物、门窗、电气线路等进行重点排查,消除因大风可能导致安全事故的隐患,在危险地段设置安全警示牌。在房间里要小心关好窗户,在窗玻璃上贴上“米”字形胶布,防止玻璃破碎,远离窗口,避免强风席卷沙石击破玻璃伤人。对园区内的工作人员进行安全教育,提高安全意识。

大风影响中。尽量减少外出,必须外出时不要在广告牌、临时搭建建筑物下面逗留、避风。停止进行户外活动或露天集会。车辆如果正在行驶中,应及时驶入地下停车场或隐蔽处。特别注意防范用大风刮断电线等引发火灾。做好停电、停水的各项应急工作。建议在园区内增设气象电子显示屏,及时接受气象局发布的大风预警信号。制定针对大风灾害的应急预案,积极参加当地政府组织的应急救援演练。

### 8.2.3 高温致灾危险性评估

#### 8.2.3.1 高温灾害风险源与隐患分析

高温危害可分为直接危害和间接危害,直接危害包括高温引起的人体不适、中暑甚至死亡,自燃性火灾等,间接危害包括导致工作效率下降,重、特大火灾集中发生,拉闸限电,爆胎及车祸等。对于本报告危险性评估的对象焦作高新技术产业开发区而言,高温灾害可能造成的影响主要包括以下几方面:

(1)持续高温影响园区正常生产活动。高温灾害是发生频率高、影响范围广和危害程度大的气象灾害之一。其中最主要的是对人的生命和健康的危害,以及由此引起的生产中断、生活工作失常等而造成的财富损失,主要包括供水、供电超负荷量;工厂停产、商业停业、交通、通讯中断。

(2)某些易燃的物品当气温高于 $30^{\circ}\text{C}$ 时,如保存不当就易自燃,甚至爆炸,引发城市火灾等灾难事故。可能造成评估区域人员伤亡和





财产损失。

(3) 持续高温对评估区域内工人健康造成不利影响, 体弱者容易出现中暑等情况。高温和闷热天气不仅会使与热有关的各种疾病的发病率和死亡率增高, 而且还会影响人的思维活动和生理机能, 容易使人疲劳、烦躁和发怒, 各种事故相对增多, 影响人的活动能力、工作能力。连日高温闷热会使中暑人数明显增多。因此高温对工人健康造成不利影响, 体弱者容易出现中暑。

(4) 高温高湿的闷热天气对粮食贮藏、食品、物资的贮运也带来危害; 加重许多商品霉变的损失, 使食物不易保存, 易腐败变质, 对园区食堂的食物保鲜不利, 有可能对工人身体健康和区域内卫生造成不利影响, 从而引发工人的安全事故。

(5) 天气炎热, 会促使油路胀大, 进而易诱发燃油外泄, 成为汽车自燃的一个常见隐患。高温天气可能引发区内货运车辆在行驶过程中自燃, 引发安全事故。

(6) 高温使区域内的火险等级增加, 容易引发安全事故。

### 8.2.3.2 高温致灾因子危险性

根据《第一次全国自然灾害综合风险普查技术规范 (FXPC/QX P-06)》, 高温致灾危险性主要考虑高温过程持续时间和高温强度 (高温过程平均、过程极端最高气温和过程平均最高气温) 等致灾因子。将有量纲的致灾因子数值利用线性函数归一化方法 (附录 C) 进行归一化变换, 化为无量纲的数值, 计算高温致灾危险性指数, 公式如下:

$$H = \sum_{i=1}^N a \times X_i$$

式中,  $H$  为致灾因子危险性指数,  $X_i$  为第  $i$  种致灾因子归一化值,  $a$  为第  $i$  种致灾因子权重系数。其中危险性评估的权重系数由信息熵赋权法 (附录 C) 确定。



根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果,焦作市的高温灾害致灾因子危险性区划如图 8.10 所示,从图中可以看出,焦作高新技术产业开发区片区一东部处于高温灾害高危险性区域,其余地区处于较高危险性区域;片区二中部和东部地区处于较高危险性区域,西部处于较低危险性区域;片区三除西部少部分地区处于较高危险性区域,其余地区均处于高危险性区域。

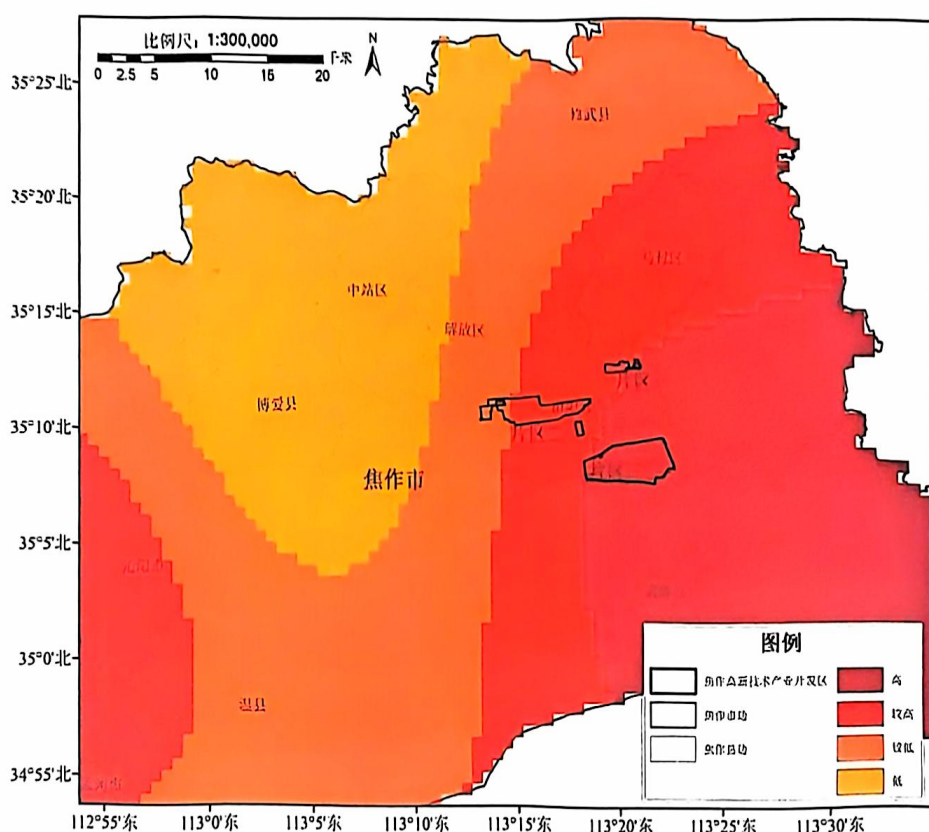


图 8.10 高温灾害致灾因子危险性区划图

### 8.2.3.3 高温灾害防范建议

(1) 高温天气来临前,应及时安装降温设备,如电扇、空调、冰箱等,必要时进行隔热处理。在办公室的窗户和窗帘之间安装临时反热窗,如铝箔表面的硬纸板。早晨或下午能进太阳光的窗户用窗帘(遮光帘)遮好。对园区工人进行防暑指导。准备防暑降温饮料和常用防暑药品(如清凉油、十滴水、人丹等)。持续的高温干旱天气又



可能造成供水紧张,应及时储备。全面提高园区绿地覆盖率和植树面积,增加园区水域面积和喷、洒水设施,降低温度,缓解城市热岛效应。加强防暑降温保健知识和防火知识的宣传,严禁野外用火、玩火。

(2) 高温天气中,组织开展火灾逃生知识的宣传和技能培训。通知员工尽量留在室内,并避免阳光直射。暂停户外活动。白天尽量减少户外作业,尤其是在中午到下午这段时间,要避免在强烈的阳光下暴晒。对员工进行防暑指导和开展火灾逃生知识的宣传和技能培训。加强食品卫生安全监督检查。食堂多准备咸食、凉白开水、冷盐水、白菊花水或绿豆汤等。注意做好运营车辆车况检查工作,做好防火准备工作。特别注意防范用电量过高导致园区电线、变压器等电力设备负载大而引发的火灾。建议在园区内增设气象电子显示屏,及时接收气象局发布的高温预警信号。制定针对高温灾害的应急预案,积极参加当地政府组织的应急救援演练。

## 8.2.4 低温冰冻致灾危险性评估

### 8.2.4.1 低温冰冻灾害风险源与隐患分析

低温冰冻灾害对人体健康和交通、电力、通信、建筑等行业造成严重危害。对于本报告风险评估的对象焦作高新技术产业开发区而言,低温冰冻灾害可能造成的影响主要包括以下几方面:

(1) 低温冰冻影响园区居民身体健康和日常生活,容易引起心脑血管类慢性疾病的急性发作、一氧化碳中毒等。

(2) 道路结冰严重影响交通运输,园区内物流受阻,自行车和行人易滑倒摔伤甚至骨折。

(3) 气温极低时还可能造成自来水管、工业企业管道、储罐等凝固爆裂。

(4) 电力、通信线路可能会结冰,当积冰大大超过供电线路设





计标准时,使得电力、通信线路和设施被压断,造成严重的停电和电讯中断。

#### 8.2.4.2 低温致灾因子危险性

根据《第一次全国自然灾害综合风险普查技术规范 (FXPC/QX P-04)》,低温冰冻致灾危险性主要考虑冰冻日数、过程日平均气温、过程平均最低气温、过程累积降水量等致灾因子。将有量纲的致灾因子数值利用线性函数归一化方法 (附录 C) 进行归一化变换,化为无量纲的数值,计算低温冰冻致灾危险性指数,公式如下:

$$H_{frozen} = A \times D_{frozen} + B \times T_{ave} + C \times AT_{min} + D \times PAP$$

式中,  $H_{frozen}$  为冰冻危险性指数;  $D_{frozen}$ 、 $T_{ave}$ 、 $AT_{min}$ 、 $PAP$  分别是归一化后的冰冻日数,过程日平均气温,过程平均最低气温、过程累积降水量四个致灾因子指数; A、B、C、D 为权重系数。其中危险性评估的权重系数由信息熵赋权法 (附录 C) 确定。

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果,焦作市的低温冰冻灾害致灾因子危险性区划如图 8.11 所示,焦作高新技术产业开发区片区一和片区三处于低温冰冻灾害较低危险性区域,片区二处于较高危险性区域。





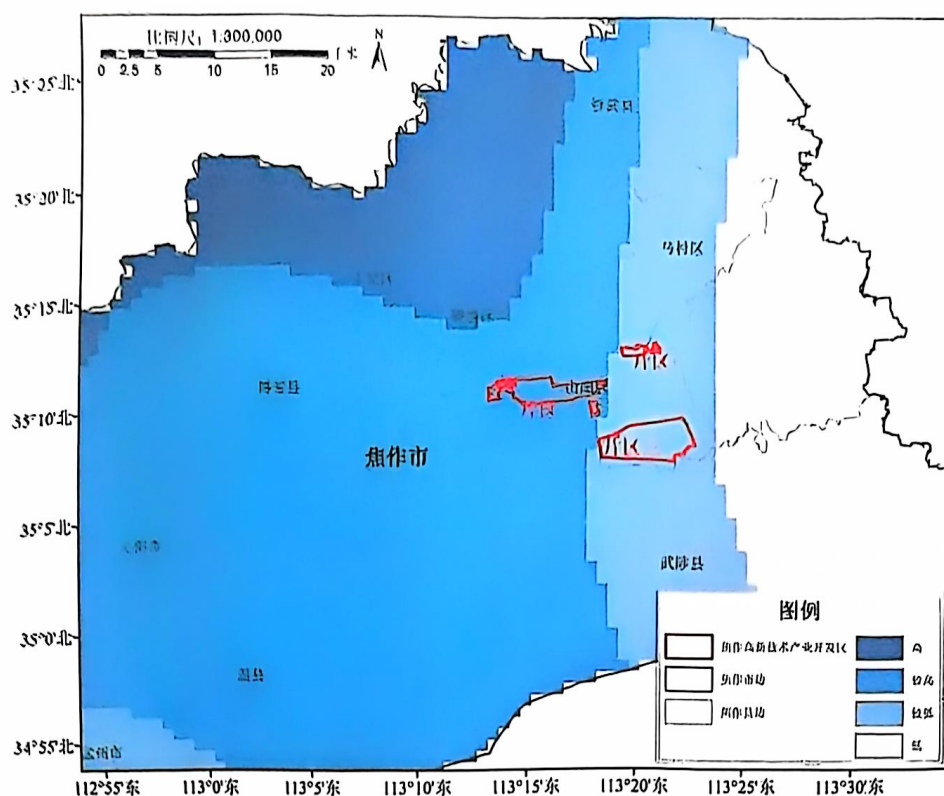


图 8.11 低温冰冻灾害致灾因子危险性区划图

#### 8.2.4.3 低温冰冻灾害防范建议

(1) 低温冰冻天气发生前，要加强对生产经营单位防灾抗灾工作的指导，严防低温灾害天气对生产的影响，严防生产安全事故发生，确保园区生产生活正常运行。交通运输方面严格落实企业安全生产主体责任，督促企业做好车辆检修、保养和防滑防冻等各项安全措施，严格管控危险化学品等运输车辆上路运行；房屋构筑物方面要加强对老旧建筑的安全排查，及时进行防垮塌加固处理，实施撤人、挂牌禁用，重点关注仓储等使用轻质钢构大棚的场所；工厂企业要加强危险化学品存储的防寒保暖，调整危化品运输计划，避免在冰冻区域运输。涉及凝冻液体的储罐、管道等要落实防冻裂措施。

(2) 低温冰冻天气出现后，交通运输方面要加大对产业集聚区管理范围内交通事故易发路段的巡逻管控力度，及时清扫道路积雪，采取撒盐除冰等措施；消防安全方面严禁非法生火取暖、超负荷使用



电器设备；工厂企业定时检查各类监测、报警仪器工作状态，确保低温环境下正常运行。对不适宜在低温雨雪天气下生产作业的生产经营单位、作业现场，督促企业采取暂时停工停业措施。

### 8.3 交通运营不利天数分析

交通运行安全对气象条件的敏感性和依赖性日趋增大。如雨、雾、高温、冰冻和沙尘暴等天气对交通运输影响非常大。主要分析不利要素中 10 mm 以上的降水、降雪、大雾、扬沙和沙尘暴日数。

#### 8.3.1 年变化特征

近 13 年来，焦作高新技术产业开发区交通运营不利天数年变化起伏较大。2016 年交通运营不利天数最多，为 36 天；2014 年交通运营不利天数次之，为 31 天。2012 年交通运营不利天数最少，仅有 13 天。从统计数据来看，2011-2023 年交通运营不利天数有先增加后减少的趋势（图 8.12）。

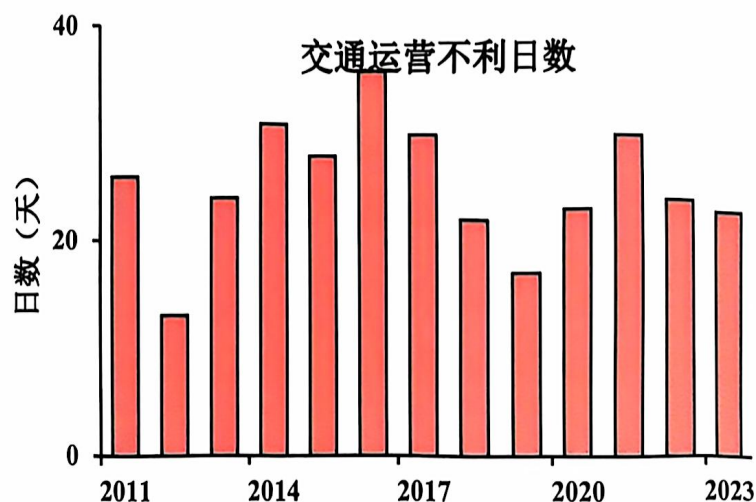


图 8.12 2011-2023 年焦作站交通不利日数年变化特征

#### 8.3.2 月变化特征

由历年交通运营不利天数月变化（图 8.13）可知：焦作高新技术



产业开发区 2011~2023 年所发生的交通运营不利天数主要分布在夏季，占交通运营不利天数总数的 35.5%。其中 7 月份最多，为 50 天，占交通运营不利天数总数的 15.3%；8 月份次之，为 41 天，占交通运营不利天数总数的 12.5%；3 月份最少，为 5 天，占交通运营不利天数总数的 1.5%。由此可知，园区内的交通运营不利天数主要出现在夏季，主要原因是夏季降水过程较多；秋季次之，春季最少。

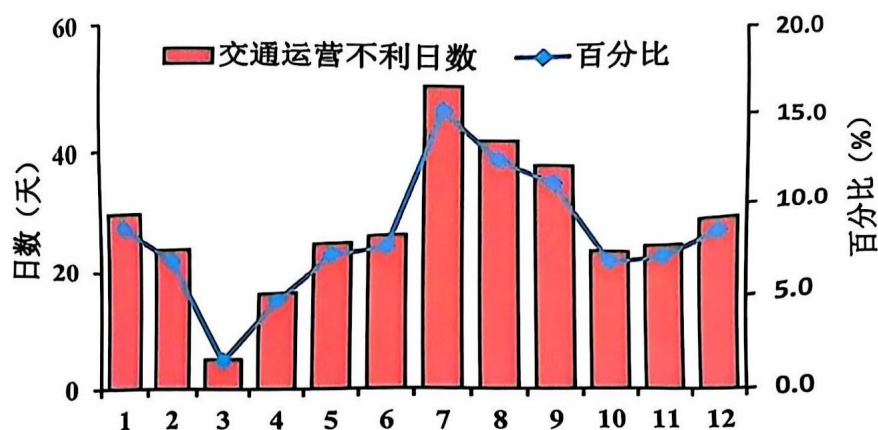


图8.13 2011-2023年焦作站交通运营不利天数月变化特征





## 第九章 结论和建议

本报告以焦作高新技术产业开发区周边国家气象站以及省级气象观测站等观测资料为基础,结合历史灾情资料,对焦作高新技术产业开发区所在区域的气候条件开展论证分析工作。

本章对报告的主要内容,即大气环流背景、集聚区气候背景、高影响天气、关键气象参数、暴雨、雷电、高温、低温、大风等灾害专题影响评估和开发区规划建设对局地气候的可能影响进行总结,给出结论的适用性和不确定性。同时根据结论,进一步对焦作高新技术产业开发区的规划、建设和运营等提出建议。

### 9.1 主要结论

#### 9.1.1 大气环流特征

夏季影响焦作的大气环流系统主要包括西太平洋副热带高压、台风、低空急流、西南涡等,易出现暴雨、雷雨大风、冰雹、短时强降水等对流性天气;冬季在西伯利亚高压偏强背景下,配合西风带低槽,易出现低温阴雨(雪)、寒潮大风等灾害性天气。春季受冷锋、东北冷涡等影响易出现冰雹、倒春寒、暴雨等灾害性天气。秋季在阻塞高压建立到崩溃过程中,配合西风带短波槽等影响,易出现干旱和连阴雨等天气。

#### 9.1.2 焦作高新技术产业开发区气候背景

焦作市位于河南省西北部,,地处北纬  $34^{\circ} 48' 16'' \sim 35^{\circ} 29' 30''$ ,东经  $112^{\circ} 32' 48'' \sim 113^{\circ} 39' 45''$  之间,北依太行,与山西省晋城市的陵川县搭界,南临黄河,与郑州市的荥阳市、巩义市,洛阳市的孟津区隔河相望,西与济源市毗邻,东与新乡市的辉县市、





获嘉县、原阳县接壤,东西长 102 千米,南北宽 77 千米,总面积 4071 平方千米,北依太行、南临黄河,呈北山、中川、南滩之势,辖 6 个县(市)、4 个区和 1 个高新区。是中原城市群和豫晋交界地区的区域性中心城市,具有承东启西、沟南通北的枢纽地位。

焦作市处于太行山脉与豫北平原的交接地带,地势呈北高南低态势,地形变化较大,地貌类型多样,主要有太行山前倾斜平原、太行山前交接洼地、沁河冲积扇平原、清风岭岗地、古黄河滩地、黄河滩地等十几种类型。

焦作市气候属暖温带大陆性季风气候,年平均气温  $16.2^{\circ}\text{C}$ ,历史极端最高  $43.5^{\circ}\text{C}$  (2009 年 6 月 25 日),历史最低气温:  $-17.8^{\circ}\text{C}$  (1990 年 2 月 1 日)。年平均降水量为 591.1 毫米,年际变化也较大,降水年内分配悬殊,6-9 月降水占全年降水总量的 60%左右。

焦作气象站 1991—2023 年的累年平均气压为 1003.3hPa;累年平均气温为  $16.2^{\circ}\text{C}$ ;累年平均降水量为 591.1mm;累年平均风速为 1.7m/s,累年平均相对湿度为 59.2%;累年平均日照时数为 2004.2h。

焦作气象站自有气象记录以来,年极端最高气压为 1034.1hPa,出现在 1981 年 12 月 2 日,年极端最低气压为 950.2hPa,出现在 2017 年 3 月 25 日;极端最高气温为  $43.5^{\circ}\text{C}$ ,出现在 2009 年 6 月 25 日,极端最低气温为  $-17.8^{\circ}\text{C}$ ,出现在 1990 年 2 月 1 日;年降水量最多为 1407.4mm,出现在 2021 年,最少为 260.3mm,出现在 1981 年;年最大风速 22.0m/s,出现在 1978 年 6 月 30 日,年极大风速 24.8m/s,出现在 2009 年 6 月 27 日。

综合地理位置、气象站观测环境、观测资料序列长度、迁站情况等及三性分析结果等各方面因素,确定焦作国家气象观测站作为参证站进行相关分析。



### 9.1.3 高影响天气

根据焦作高新技术产业开发区所在区域的历史气象灾害和气象敏感因子分类,焦作高新技术产业开发区高影响天气为暴雨洪涝、大风、暴雪、雷击闪电、高温、低温冰冻和冰雹。

表9.1 高影响气象因子一览表

| 气象因子 |              | 统计结果      | 备注         |
|------|--------------|-----------|------------|
| 暴雨   | 多年日最大降水量(毫米) | 234.9mm   | 2021年7月21日 |
| 大风   | 多年最大风速(米/秒)  | 22.0(WSW) | 1978年6月30日 |
|      | 多年极大风速(米/秒)  | 24.8(NNE) | 2009年6月27日 |
| 高温   | 多年极端最高气温(℃)  | 43.5℃     | 2009年6月25日 |
| 低温   | 多年极端最低气温(℃)  | -17.8℃    | 1990年2月1日  |
| 闪电   | 最大年闪电日数(天)   | 17        | 1969年      |

### 9.1.4 关键气象参数推算结果

焦作高新技术产业开发区的设计、建设、运营涉及到暴雨强度公式、设计风速、雪荷载、高温、低温、以及室外空气计算参数等,对不同重现期的风速设计基准值、室外空气气象参数、不同历时暴雨强度等的关键气象参数如下表所示。报告得到的推算结果是科学的,但由于各种原因,存在不确定性,这是需要具体设计人员加以注意的。

表9.2 关键气象参数不同重现期推算结果

| 重现期                      | 2年     | 3年     | 5年     | 10年    | 20年    | 30年    | 50年    | 100年   |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 设计风速(米/秒)                | 10.4   | 12.2   | 14.1   | 16.6   | 18.9   | 20.2   | 21.9   | 24.2   |
| 基本风压(kN/m <sup>2</sup> ) | 0.0671 | 0.0923 | 0.1233 | 0.1708 | 0.2215 | 0.2530 | 0.2974 | 0.3631 |
| 平均最高气温(℃)                | 32.5   | 33.1   | 33.8   | 34.6   | 35.4   | 35.8   | 36.4   | 37.1   |
| 平均最低气温(℃)                | -2.7   | -3.4   | -4.2   | -5.1   | -6.0   | -6.5   | -7.2   | -8.0   |
| 极端高温(℃)                  | 39.4   | 40.2   | 41.1   | 42.2   | 43.3   | 43.9   | 44.7   | 45.7   |
| 极端低温(℃)                  | -9.0   | -10.2  | -11.4  | -13.0  | -14.5  | -15.4  | -16.5  | -18.0  |
| 最大日降水量(毫米)               | 70.9   | 86.6   | 105.6  | 130.6  | 155.0  | 169.1  | 186.8  | 210.5  |
| 极端雪深(厘米)                 | 6.9    | 9.8    | 13.2   | 17.5   | 21.6   | 24.0   | 26.9   | 30.7   |





表9.3 室外气象参数

| 参数名称               | 计算方法说明                 | 计算结果  |
|--------------------|------------------------|-------|
| (1)供暖室外计算温度        | 累年平均每年不保证 5 天的日平均温度    | -3.0℃ |
| (2)冬季通风室外计算温度      | 历年最冷月月平均温度的平均值         | 1.4℃  |
| (3)冬季空气调节室外计算温度    | 累年平均每年不保证 1 天的日平均温度    | -4.2℃ |
| (4)冬季空气调节室外计算相对湿度  | 历年最冷月月平均相对湿度的平均值       | 57%   |
| (5)夏季空气调节室外计算干球温度  | 累年平均每年不保证 50h 的干球球温度   | 35.6℃ |
| (6)夏季空气调节室外计算湿球温度  | 累年平均每年不保证 50h 的湿球球温度   | 39.1℃ |
| (7)夏季通风室外计算温度      | 历年最热月 14 时的月平均温度的平均值   | 32.1℃ |
| (8)夏季通风室外计算相对湿度    | 历年最热月 14 时的月平均相对湿度的平均值 | 55%   |
| (9)夏季空气调节室外计算日平均温度 | 累年平均每年不保证 5 天的日平均温度    | 32.3℃ |

表9.4 不同历时不同重现期暴雨强度 (单位: 升/秒·公顷)

| 时间     | 2 年   | 3 年   | 5 年   | 10 年  | 20 年  | 30 年  | 50 年  | 100 年 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5min   | 252.7 | 287.1 | 330.3 | 389.0 | 447.6 | 481.9 | 525.2 | 583.8 |
| 10min  | 230.6 | 261.9 | 301.3 | 354.8 | 408.4 | 439.7 | 479.1 | 532.6 |
| 15min  | 211.8 | 240.6 | 276.8 | 326.0 | 375.1 | 403.9 | 440.1 | 489.3 |
| 20min  | 195.7 | 222.3 | 255.8 | 301.2 | 346.7 | 373.2 | 406.7 | 452.2 |
| 30min  | 169.6 | 192.7 | 221.7 | 261.1 | 300.4 | 323.5 | 352.5 | 391.9 |
| 45min  | 140.9 | 160.0 | 184.1 | 216.9 | 249.6 | 268.7 | 292.8 | 325.5 |
| 60min  | 120.1 | 136.5 | 157.0 | 184.9 | 212.8 | 229.1 | 249.7 | 277.6 |
| 90min  | 92.3  | 104.8 | 120.6 | 142.0 | 163.4 | 176.0 | 191.7 | 213.2 |
| 120min | 74.5  | 84.6  | 97.4  | 114.7 | 132.0 | 142.1 | 154.8 | 172.1 |
| 150min | 62.2  | 70.7  | 81.3  | 95.8  | 110.2 | 118.7 | 129.3 | 143.8 |
| 180min | 53.3  | 60.5  | 69.7  | 82.0  | 94.4  | 101.6 | 110.8 | 123.1 |

### 9.1.5 灾害风险及影响评估

#### 9.1.5.1 雷击灾害风险评估

对焦作高新技术产业开发区采用层次法进行区域雷击风险综合评价, 等级为Ⅲ, 属于中等风险。

焦作高新技术产业开发区可以划分为三类防雷建筑物, 易燃易爆场所则需根据具体的使用性质按设计标准划分防雷类别。根据闪电定位系统监测到的数据显示焦作高新技术产业开发区历史地闪回击平均密度分别为  $0.70 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , 依据焦作气象站 1951-2013 年平均雷暴日数据计算, 其雷击大地密度为  $2.38 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。建议在设计



防雷装置设计时,取  $2.38 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$  为设计依据。

焦作高新技术产业开发区地闪主要在夏季 6—8 月, 占全年地闪活动的 87.8%, 冬季较少, 只有个别年份冬季有闪电发生。从日变化上来看, 15 时—21 时、23—01 时是地闪活动的高发期, 要密切注意在这几个时间段内发生地闪时的人员安全防护。

园区内所在企业的低压配电系统及信号系统应安装 SPD, 一旦遭到感应雷击, 电子电气系统极易遭损害, 建议总配电开关处应设计安装 SPD, 各层配电箱及重要设备配电箱或跨越防雷区的线路安装 SPD, 并在防雷区分界处作等电位连接。

园区内超过 60m 的建筑物其上部 20%应符合防侧击雷要求, 其金属门窗、栏杆等应与建筑物防雷装置连接。

#### 9.1.5.2 暴雨致灾危险性评估

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果, 焦作高新技术产业开发区片区一处于暴雨灾害较低危险性区域; 片区二西部、中部及东部北侧部分地区处于暴雨灾害高危险性区域, 东部南侧地区处于较高危险性区域, 南侧独立的功能性新材料区处于较低危险性区域; 片区三东部部分地区处于较低危险性区域, 其余地区处于较高危险性区域。

焦作高新技术产业开发区部分区域的暴雨致灾危险性等级为高危险等级, 需要重点关注暴雨灾害防御。建议充分考虑园区所在区域暴雨洪涝灾害可能产生的危害较大的特点, 适当定期检查排水系统、排水管道是否畅通, 尽可能降低短时强降水引发积涝的可能; 对于暴雨灾害隐患, 除了日常的排查外, 重点还应在暴雨多发期来临前, 一般在 5 月份之前, 进行一次全方位的暴雨灾害隐患排查和治理。调研产业集聚区周边内涝隐患情况, 提高暴雨引发的积涝灾害的防御能力; 对于气象局发布的暴雨预警信号要密切关注。在气象局发布暴雨预警





信号后，要立即进行隐患排查并采取恰当的措施、做出相应的治理。建议在园区主要隐患点增加警示标牌，并在园区内增设气象电子显示屏，及时接收、发布气象局发布的暴雨预警信号。

#### 9.1.5.3 大风致灾危险性评估

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，焦作高新技术产业开发区片区一处于大风灾害较高危险性区域；片区二西部北侧部分地区均处于大风灾害较低危险性区域，其余地区处于较高危险性区域；片区三东部南侧部分地区处于大风灾害高危险性区域，其余地区处于较低危险性区域。

大风来临前。应及时加固地面设施，遮盖建筑物资，妥善安置易受大风影响的室外物品。对简易建筑、临时搭建物、门窗、电气线路等进行重点排查，消除因大风可能导致安全事故的隐患，在危险地段设置安全警示牌。在房间里要小心关好窗户，在窗玻璃上贴上“米”字形胶布，防止玻璃破碎，远离窗口，避免强风席卷沙石击破玻璃伤人。对园区内的工作人员进行安全教育，提高安全意识。

大风影响中。尽量减少外出，必须外出时不要在广告牌、临时建筑物下面逗留、避风。停止进行户外活动或露天集会。车辆如果正在行驶中，应及时驶入地下停车场或隐蔽处。特别注意防范因大风刮断电线等引发火灾。做好停电、停水的各项应急工作。建议在产业集聚区内增设气象电子显示屏，及时接收气象局发布的大风预警信号。制定针对大风灾害的应急预案，积极参加当地政府组织的应急救援演练。

#### 9.1.5.4 高温致灾危险性评估

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，焦作高新技术产业开发区片区一东部处于高温灾害高危险性区域，其余地区处于较高危险性区域；片区二中部和东部地区处于较高危险性区域，西部处于较低危险性区域；片区三除西部部分地区处于较高危险性区域，其余



地区均处于高危险性区域。

高温天气来临前,应及时安装降温设备,如电扇、空调、冰箱等,必要时进行隔热处理。在办公室的窗户和窗帘之间安装临时反热窗,如铝箔表面的硬纸板。早晨或下午能进太阳光的窗户用窗帘(遮光帘)遮好。对工人进行防暑指导。准备防暑降温饮料和常用防暑药品(如清凉油、十滴水、人丹等)。持续的高温干旱天气有可能造成供水紧张,应及时储备。全面提高产业集聚区绿地覆盖率,增加产业集聚区水域面积和喷、洒水设施,降低温度,缓解城市热岛效应。加强防暑降温保健知识和防火知识的宣传,严禁野外用火、玩火。

高温天气中,组织开展火灾逃生知识的宣传和技能培训。通知员工尽量留在室内,并避免阳光直射。暂停户外活动。白天尽量减少户外作业,尤其是在中午到下午这段时间,要避免在强烈的阳光下暴晒。对员工进行防暑指导和开展火灾逃生知识的宣传和技能培训。加强食品卫生安全监督检查。食堂多准备咸食、凉白开水、冷盐水、白菊花水或绿豆汤等。注意做好运营车辆车况检查工作,做好防火准备工作。特别注意防范用电量过高导致产业集聚区电线、变压器等电力设备负载大而引发的火灾。建议在产业集聚区内增设气象电子显示屏,及时接收气象局发布的高温预警信号。制定针对高温灾害的应急预案,积极参加当地政府组织的应急救援演练。

#### 9.1.5.5 低温致灾危险性评估

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果,焦作高新技术产业开发区片区一和片区三处于低温冰冻灾害较低危险性区域,片区二处于较高危险性区域。

低温天气发生前,要加强对生产经营单位防灾抗灾工作的指导,严防低温灾害天气对生产的影响,严防生产安全事故发生,确保园区生产生活正常运行。交通运输方面严格落实企业安全生产主体责任,





督促企业做好车辆检修、保养和防滑防冻等各项安全措施，严格管控危险化学品等运输车辆上路运行；房屋构建物方面要加强对老旧建筑的安全排查，及时进行防垮塌加固处理，实施撤人、挂牌禁用，重点关注仓储等使用轻质钢构大棚的场所；工厂企业要加强危险化学品存储的防寒保暖，调整危化品运输计划，避免在冰冻区域运输。涉及凝冻液体的储罐、管道等要落实防冻裂措施。

低温天气出现后，交通运输方面要加大对产业集聚区管理范围内交通事故易发路段的巡逻管控力度，及时清扫道路积雪，采取撒盐除冰等措施；消防安全方面严禁非法生火取暖、超负荷使用电器设备；工厂企业定时检查各类监测、报警仪器工作状态，确保低温环境下正常运行。对不适宜在低温雨雪天气下生产作业的生产经营单位、作业现场，督促企业采取暂时停工停业措施。

#### 9.1.6 交通运营不利天数分析

焦作高新技术产业开发区 2011~2023 年所发生的交通运营不利天数主要分布在夏季，占交通运营不利天数总数的 35.5%。其中 7 月份最多，为 50 天，占交通运营不利天数总数的 15.3%；8 月份次之，为 41 天，占交通运营不利天数总数的 12.5%；3 月份最少，为 5 天，占交通运营不利天数总数的 1.5%。由此可知，园区内的交通运营不利天数主要出现在夏季，主要原因是夏季降水过程较多；秋季次之，春季最少。

### 9.2 主要建议

本节基于焦作高新技术产业开发区气候可行性论证区域整体评价结论，并结合开发区地理位置、规划等实际情况，给出开发区不同开发阶段（规划、建设、运营等）与气候可行性密切相关的参考建议。具体规划或建设项目的设计意见以相关规范为准。



### 9.2.1 规划阶段

在园区规划阶段，主要从园区整体布局的合理性、如何规避气象灾害高发区等角度出发，给出园区整体的规划建议。

表9.5 焦作高新技术产业开发区规划设计阶段不同关注点的对策建议

| 阶段   | 关注点                     | 对策及建议                                                                                                                                                          |
|------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 规划设计 | 开发区内部布局                 | 1、焦作高新技术产业开发区要尽量避免将污染物排放大的机构布置在盛行风向的上风向，即东北、西南方位，而应布置在西北、东南方位。<br>2、对暴雨敏感度较高的产业建筑，应避免建在地势低洼的地区。地下仓库、停车场等也应做好干燥排水工作。建在低洼处的厂区需做好排水防洪措施，产品、重要设备仓库等需要建设在高处，以防造成损失。 |
|      | 设计排水管网<br>建筑物荷载<br>暖通设计 | 在建设阶段，在设计排水管网、建筑物荷载、采暖通风等设计中需要用到相关的基本气象参数，可参考本报告第七章给出的暴雨强度公式、设计风速、设计雪压、最高和最低气温的推算，设计人员可根据设计需求，从报告推算值及规范推荐值中进行选取。                                               |
|      | 规避本地气象灾害                | 汛期暴雨日数较多，在规划和建设阶段需重点关注降水对排水管网及相关设施的要求；另外，不可忽视对雷电、大风、高温等高影响天气的防护。                                                                                               |
|      | 防雷设施                    | 园区内一般工业厂房及办公楼可以划分为三类防雷建筑物，易燃易爆场所则需根据具体的使用性质按设计标准划分防雷类别。建议可以在设计标准的基础上适当提高防侧击雷的要求，并安装 SPD，建立一套适用的防雷安全工作方案和防雷安全应急预案对所属防雷装置进行管理维护和发生雷击后的应急管理。                      |

### 9.2.2 建设阶段

在建设阶段，主要根据本报告结论给出设计排水管网、建筑物荷载、采暖通风设计、防雷设施等的气象参数推算值及建议。

表9.6 焦作高新技术产业开发区建设施工阶段不同关注点的对策建议

| 阶段   | 关注点 | 对策及建议                                                                                                                                            |
|------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 建设施工 | 暴雨  | 建设工程施工期间，若遇暴雨天气，强降水对项目的施工影响可表现在影响建筑的基础作业，影响混凝土浇筑，还有对墙体砌筑以及装饰等工程建设的各个阶段都会带来直接的影响，甚至可造成施工停止，延误工期，以及如采取的防御措施不当，还可能直接影响工程质量。故而最好避开 6~8 月暴雨高发期，以减少损失。 |





| 阶段 | 关注点  | 对策及建议                                                                             |
|----|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | 大风   | 在建筑密集区，风速通道较小，当风进入夹在成排高层建筑之间的街道时，由于狭管效应，使局地风速增大，故在建设高层建筑阶段，应做好抗风安全措施，以防人员伤亡。      |
|    | 雷电   | 在施工期间，雷击对项目的影晌主要是造成工程停工延期、影响施工质量、损坏施工设备、甚至造成人员伤亡等，故应避免雷电高发时期进行施工建设，具体参考当地的气象预警信息。 |
|    | 高温   | 夏季高温天气较多，建设时宜采用抗高温、环保（甲醛含量少）的材料为主。温度较高时，避开中午高温时段施工。                               |
|    | 积雪冰冻 | 低温冰冻月份为 11 月至次年 3 月，对供电、建设等造成一定影响。冰冻天气也对公路交通影响较大，影响建筑材料的运输。                       |
|    | 冰雹   | 避免冰雹天气进行施工建设。                                                                     |

### 9.2.3 运营阶段

在运营阶段，根据焦作高新技术产业开发区高影响天气分析结果和园区实际，运营过程中更加注重对开发区的气象防灾减灾。

表9.7 焦作高新技术产业开发区运营阶段不同关注点的对策建议

| 阶段 | 高影响天气 | 影响                                                                                                                                       | 对策建议                                                                                         |
|----|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 运营 | 暴雨    | 1. 项目建成后，如果建筑防雨不当，出现暴雨天气时，可造成厂区积水、建筑受潮和渗水，造成电路、水泵等工业设施发生故障，室内材料损坏。<br>2. 工业污水和残留油污等容易随雨水扩散甚至进入河道等水体，造成环境污染事故。<br>3. 暴雨可能对仓库和露天储存的设备造成危害。 | 1. 6-8 月是焦作暴雨的高发期，在夏季雨量集中期应做好防御工作，避免暴雨可能造成的洪涝灾害。<br>2. 建在了低洼处的建筑，应做好汛期的排水工作，优化排涝系统，防止低层厂房被淹。 |
|    | 大风    | 1. 园区中，高处的杂物、玻璃等在大风天气有可能被刮落或刮倒，对园区内人员的人身安全                                                                                               | 须考虑抗风设计标准，关注 7 级及以上大风，夏季（6、7、8 月）密切关注局地短时狂风，大风影响前或影响时人员                                      |



| 阶段 | 高影响天气 | 影响                                                                                         | 对策建议                                                                                                      |
|----|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |       | 造成威胁。<br>2.大风及吹落物可能损害输电线路,造成供电中断等。                                                         | 要执行安全应对措施,确保人员的人身安全。                                                                                      |
|    | 雷电    | 1. 雷暴闪击的电火花可引起燃烧或爆炸,引起火灾等;<br>2. 雷击电网线路可造成线路跳闸,引起瞬时停电或电压波动,严重影响设备的安全运行。<br>3. 园区内做好雷电防护设置。 | 1. 雷电活动的高发期,夏季(开发区管理部门应当做好相关的防御措施。<br>2. 重点关注 15 时—21 时、23—01 时的雷电高发期,发生雷电时人员安全防护。<br>3. 要按时对防雷装置进行检测和维护。 |
|    | 高温    | 1. 高温天气易造成机械、电器失灵,会对设备的正常运行产生巨大危害;<br>2. 高温会引起开发区内人员中暑。<br>3. 高温炎热天气会使火灾事故发生的可能性增加。        | 1. 应加强室内通风以及保证空调正常运行等安全措施。<br>2. 严格遵守与各行业相关的电力安装规定及使用规范,加大电器及电线线路安全检查工作,并做好相关防护措施。                        |
|    | 低温冰冻  | 1. 风雪灾害易使局部雪荷载大大超过设计荷载,导致大量的大跨度钢结构发生不同程度的破坏与倒塌。<br>3. 低温冻害可能对机动车配件制造产业的仓库和露天储存的设备造成危害。     | 每年 11 月至次年 3 月为积雪结冰高发期,园区须及时检查各企业项目外露装置及接线盒附近是否结冰,如果有结冰现象及时清理,以免造成安全隐患。                                   |
|    | 冰雹    | 1. 可能造成建筑物、车辆损坏;<br>2. 可能造成人员伤亡。                                                           | 1. 冰雹发生时不要外出。<br>2. 对摆放于室外的产品(如汽车)进行提前转移,以免造成损失。                                                          |
|    | 雾霾    | 1. 对交通及工作人员上、下班路途造成影响;<br>2. 对抵抗力较弱人群健康造成影响。                                               | 1. 雾霾发生期间,如驾车外出,减速慢行,避免靠近大货车驾驶。<br>2. 园区内中人员注意防范呼吸道系统等疾病。                                                 |

## 9.3 适用性分析及关注重点

### 9.3.1 适用性分析

本园区在设计阶段涉及到暴雨强度公式,设计风速、雪荷载、高温、低温、以及室外空气计算参数等,报告给出了暴雨强度公式、雷击风险评估结果以及开发区不同区域 100 年一遇、50 年一遇的设计





风速、设计雪压、设计气温、设计极端气温的推算结果。报告得到的推算结果是科学的,但由于各种原因,存在不确定性,这是需要具体设计人员加以注意的。

### 9.3.2 关注重点

1. 焦作高新技术产业开发区部分地区位于暴雨灾害较高危险性区域,开发区内暴雨洪涝承灾体种类繁多。因此,开发区仓储物流区应防范强降水诱发的暴雨洪涝风险,应避免建在地势低洼的地区。建在低洼处的厂区、仓库需做好排水防洪措施,产品、重要设备仓库等需要建设在高处,以防造成损失。

2. 焦作高新技术产业开发区的主导产业为食品加工。食品加工产业所需原材料的存储和运输都对空气温度和湿度等气象条件有较高的要求,建议在生产和存储设施内,安装空气温度和湿度等监测和调节设备,确保原材料不因天气原因导致原材料出现腐烂变质等,对生产造成影响。

3. 焦作高新技术产业开发区主导产业为装备制造产业。装备制造高度依赖电力系统的稳定,恶劣天气可使核心部件受损严重,在雷电高发季节,尤其是夏季,需关注雷击闪电造成的电器损坏、失火,造成各项损失。因此,园区内的防雷装置除应按照国家标准设计、施工、使用外,还应建立一套适用的防雷安全工作方案和防雷安全应急预案,对所属防雷装置进行管理维护和发生雷击后的应急管理。

4. 建议在开发区重点企业安装自动气象观测站,增加气象要素观测,收集相关的气象资料用于园区气象防灾减灾服务;管委会、气象局、开发区内各企业建立气象防灾减灾监测预报预警终端服务平台,为开发区的发展和提供全面的气象预报、监测预警、应急等服务。







附录 A 近 50 年焦作高新技术产业园区周边地区气象灾害调查

| 时间           | 灾害 | 灾害发生地 | 灾害情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1951 年 5-6 月 | 冰雹 | 焦作    | 1951 年焦作在小麦抽穗和收获时先后两次降冰雹。                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1951 年初夏     | 大风 | 焦作    | 1951 年初夏, 范县、濮阳、焦作、修武等地大风, 麦地里的成捆麦子被刮得乱飞, 麦垛也被卷走, 没收割的麦子掉粒十分严重, 损失很大。                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1963 年 6 月   | 冰雹 | 焦作    | 6 月 2~3 日, 辉县、汲县、获嘉、修武、武陟、孟县、焦作、封丘、长葛、叶县、方城等十余县、市降冰雹, 冰雹直径 10~30 毫米 (据群众说, 方城有大似脸盆、重 24 斤的罕见个体)。降冰雹时间多为 10~30 分钟。小麦多减产 4~5 成, 秋作物也遭受损失, 部分绝收, 同时伤及人畜。                                                                                                                                                                            |
| 1968 年春季     | 大风 | 焦作    | 1968 年 焦作、修武春播时一夜大风, 拔树掀瓦, 吹倒水泥电杆无数。                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1969 年 9 月   | 冰雹 | 焦作    | 9 月, 修武、原阳、焦作、济源等地降冰雹, 白菜、棉花、高粱、玉米受一定损失。睢县降冰雹, 庄稼叶部分打烂。                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1970 年 7 月   | 冰雹 | 焦作    | 7 月, 清丰、林县、沁阳、原阳、焦作、封丘、孟县、济源、洛宁、栾川、三门峡、新安、灵宝、渑池、嵩县、方城等县降冰雹, 秋禾受损。                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1986 年春季     | 干旱 | 焦作    | 从 3 月下旬至 5 月上旬, 大部分地区总降雨量为 10~20 毫米, 豫北 10 毫米, 淮南稍多也只有 35~60 毫米, 比常年同期少 8~9 成, 加上前期 1、2 月降水极少, 特别是山区, 出现了较为严重的干旱。至 3 月 13 日, 黄河以南 12 个地市已组织 33341 名干部下乡抗旱, 日出勤抗旱干群 889 万人, 浇麦面积 86.27 万公顷, 占春播的 22%。因长期无雨, 土壤含水量过低, 全省受旱面积达 210 万公顷, 豫北和豫西的山丘区旱情最重。焦作有 478 个村、4.9 万人、1.5 万头牲畜缺水。干旱影响了棉花和早秋作物的播种, 棉花播期较常年推迟 5~7 天, 且出苗率低, 缺苗断垄严重。 |
| 1987 年夏季     | 干旱 | 焦作    | 7 月全省大部地区降水明显偏少, 除信阳、驻马店、周口南部外, 大部地区雨量比常年偏少 4~5 成, 豫西偏少 6~7, 豫北偏少 8~9 成, 豫北和豫西北部分地区雨量比大旱的 1986 年还少, 干旱明显。焦作市有 4.42 万人, 3.99 万头牲畜用水、吃水困难。由于干旱, 豫北部分地区玉米叶片和雄穗枯萎, 形成严重“卡脖子”, 棉铃发育受到抑制, 有的干枯。                                                                                                                                        |
| 1987 年 8 月   | 冰雹 | 焦作    | 8 月 9~11 日, 焦作、洛阳、三门峡、南阳 4 地市 20 个县降冰雹, 伴随 8 级以上大风, 持续 5~15 分钟, 83 个乡受灾, 造成灾害面积 8.28 万公顷, 绝收面积 1.2 万, 倒房 745 间, 损坏房屋 4992 间, 刮倒树木 26 万棵, 死 4 人, 伤 125 人。                                                                                                                                                                         |
| 1988 年秋季     | 干旱 | 焦作    | 秋季信阳地区、洛阳市、豫西山区降水量偏多近 2 成, 其它地区偏少 7 成以内。其中焦作、开封、商丘一线以北地区偏少 5~7 成。秋季降水量主要集中在 9 月前半月和 10 月中旬, 9 月至 10 月上旬和 10 月 24 日至 11 月底两段时间内基本无雨, 出现旱情。商丘、许昌、洛阳以北地区普遍呈现干旱现象, 影响了小麦的适时播种, 工业不得不让电子抗旱抢种。                                                                                                                                         |
| 1989 年 6 月   | 冰雹 | 焦作    | 6 月 28 日至 7 月 1 日, 焦作、三门峡、洛阳、驻马店、郑州等 5 地市部分乡村先后遭受风雹袭击, 受灾的有 13 个县区 35                                                                                                                                                                                                                                                            |



|            |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|-------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |       |    | 个乡。受灾农作物 2.2 万公顷，倒房 1655 间，损坏房屋 3000 余间，刮断树木 21.5 万株，死 2 人，伤 930 人。6 月 28 日 21 时左右，焦作市的温县、沁阳、博爱 3 个县 5 个乡发生风雹灾害。最大风力 10 级，降冰雹持续 20 分钟。有 1.4 万公顷农作物受灾，倒塌损坏房屋 180 多间，折断刮倒树木 2 万多棵，触高压电死 2 人，砸伤 11 人。                                                                                                           |
| 1989 年 8 月 | 冰雹、大风 | 焦作 | 8 月 11 日，狂风暴雨自西向东横跨全省，焦作、三门峡、南阳、洛阳、郑州等地市的 14 个县 83 个乡受到袭击、有些乡村还降了冰雹。房屋倒塌近 8000 间，死亡 4 人，受灾农作物 6.9 万公顷，其中有 1.73 万公顷绝收。11 日 17 时左右，焦作市的孟县、济源、沁阳等县，洛阳市的栾川、新安、孟津、汝阳、偃师等县的 34 个乡遭受大风袭击，风速达 21 米/秒，有 0.8 万公顷农作物受灾，玉米、谷子等高杆作物被刮倒、折断，造成严重减产。                                                                         |
| 1990 年 7 月 | 冰雹    | 焦作 | 7 月 9~12 日，濮阳、郑州、商丘、信阳、开封、许昌、三门峡、驻马店、新乡、洛阳、焦作等 11 个地市的 28 个县、150 个乡镇先后遭受冰雹、龙卷、暴雨的袭击，风力 8~10 级，受灾严重地区冰雹大如鸡蛋，小如枣，最大的 670 克。                                                                                                                                                                                    |
| 1992 年 5 月 | 暴雨    | 焦作 | 5 月 4~7 日，焦作市普降大到暴雨，修武日降水量为 78.5 毫米，这次暴雨使部分地区洼地积水过多、修武县李万乡和葛庄乡 0.1 万公顷农田积水受灾，并造成部分棉花、瓜田受渍死亡，市区 3~4 日连续降雨使部分厂区围墙多处倒塌。                                                                                                                                                                                         |
| 1992 年夏季   | 干旱    | 焦作 | 5 月中旬至 6 月上旬 31 天时间内没有一场大范围的降雨过程，全省大部分地区降水量不足 36 毫米，豫西洛阳、三门峡及焦作市长期干旱，虽有降水量但仍不能根本解决问题，多数未产生径流，人畜饮水困难没有得到好转。6 月 20~21 日，全省普降小到中雨，此后全省滴雨未下，旱情继续发展，许多地方耕层土壤含水量在 12% 以下，7 月 3 日全省受旱面积 21 万公顷，主要分布在豫北、豫中、豫东和豫西地区，尤其北中部地区一些地方干土层达 20~30 厘米，至 7 月 10 日全省受旱面积 470 多万公顷，严重受旱面积 400 多万公顷。                               |
| 1993 年春季   | 冰雹、大风 | 焦作 | 4 月 30 日至 5 月 1 日，全省普降大雨，部分地区伴随大风、冰雹，风力 8~9 级，最大风速 23 米/秒，雹体大如核桃、鸡蛋，小如红枣，持续时间 10~30 分钟不等，给工农业生产和人民生命财产造成严重损失，许昌、洛阳、开封、焦作、郑州、商丘、信阳、驻马店、南阳等市地的近 30 个县，受灾面积 32.77 万公顷，成灾 22 万公顷。其中绝收和基本绝收的 4 多万公顷。灾情最重的许昌市 4 县 1 区有 32.77 万公顷受灾，其中绝收和基本绝收的达 2.2 万公顷，洛阳、许昌、焦作、开封 4 市倒塌房屋窑洞 874 间（孔），死 13 人，伤 71 人，直接经济损失 4.1 亿元。 |
| 1993 年 6 月 | 冰雹、大风 | 焦作 | 6 月中、下旬，南阳、焦作、漯河、洛阳、平顶山、三门峡、驻马店等市地多次发生较大范围的风雹灾害，7 个市地的 26 个县（市）、95 个乡镇，农作物受灾面积 5.2 多万公顷，刮跑、冲走、浸泡小麦 1350 多万千克，倒塌房屋 584 间，损坏房屋 12814 间，伤 240 多人，电力、通讯、交通、防汛等基础设施严重受损，直接经济损失 6300 多万元。                                                                                                                          |
| 1994 年 6 月 | 冰雹、大风 | 焦作 | 6 月中、下旬至 7 月上旬，13 个市地和 40 余（县）次发生风雹灾害，受灾农作物 220 万公顷，倒塌房屋 4.4 万间，损坏近 3 万间，死 24 人，伤 1620 人，倒断树木 120.6 万株，                                                                                                                                                                                                      |





|             |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------|-------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |       |    | 电杆 3385 根。另有农田水利、交通、电力、通讯设施遭受很大损坏, 经济损失 3 亿多元。以郑州、许昌、安阳、濮阳、焦作、商丘、周口等市地损失较重。                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1994 年 7 月  | 暴雨    | 焦作 | 7 月 11~13 日, 新乡、安阳、濮阳、焦作、郑州、三门峡、开封、平顶山、南阳等市地遭受暴雨袭击, 安阳、新乡、郑州等市局部降特大暴雨。给工农业生产及人民生命财产造成严重损失。农作物受灾 47.3 万公顷, 绝收 16.7 万公顷, 进水村庄 500 个, 倒塌房屋(窑) 2.4 万间, 损坏 1.8 万间, 死 36 人, 伤 201 人, 失踪 12 人, 浸泡粮食 990 万千克, 死大牲畜 1924 头, 家禽 97 万只, 冲毁鱼塘 0.1 万公顷, 桥梁、道路 2100 余处, 毁坏变压器 55 个, 倒电线杆 360 根, 另有电力、通讯、农田水利设施受损, 直接经济损失达 12 亿元之多。其中尤以新乡、安阳、焦作等地损失严重。                                                  |
| 1994 年 11 月 | 暴雪    | 焦作 | 11 月 15 日, 焦作市出现大到暴雪, 降雪量为 19~34.4 毫米, 最大积雪深度达 8~19 厘米, 造成交通受阻, 个别厂棚被大雪压塌。                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1995 年 6 月  | 大风、冰雹 | 焦作 | 6 月上、中旬, 13 个市地 47(县) 次 200 个乡镇发生风雹灾害。作物受灾面积 350 万公顷, 倒塌房屋 1500 余间, 损坏约 6.58 万间, 死 6 人, 伤 1300 多人, 折断树木 27 万多棵, 牲畜 734 头。另有交通、通讯、电力设施遭不同程度损坏, 各项直接经济损失近 10 亿元。南阳、商丘、洛阳、平顶山、周口、许昌、焦作 12 个地市遭风雹袭击, 45 县(市区) 177 个乡镇受灾, 最大风力 8~10 级, 冰雹大如鸡蛋, 小如花生米, 全省受灾面积 20 万公顷, 倒塌房屋 1516 间, 损坏 6.48 万间, 水冲沙压、霉烂小麦 0.8 亿千克, 死 6 人, 伤 1227 人, 折断树木 27 万棵, 死大牲畜 734 头, 交通、通讯、高低压电线杆、线路受损, 直接经济损失达 8.26 亿元。 |
| 1995 年 8 月  | 大风    | 焦作 | 8 月 27 日, 焦作市局地出现大风, 持续仅 10 分钟, 瞬时风速达 22 米/秒, 刮倒树木 300 余棵, 倒塌旧民房 11 间, 工房 80 间, 伤 6 人; 市气象局南围墙 70 米全部被刮倒; 市钢厂围墙倒、砸坏汽车 1 辆; 市煤气公司重达 6 吨的钢架屋顶和水泥底座被连根拔起, 整个卷到墙外的铁路上。                                                                                                                                                                                                                       |
| 1996 年 2 月  | 暴雪    | 焦作 | 2 月 16~17 日, 焦作市出现大暴雪, 降雪量达 8.1~13.8 毫米, 最大积雪深度 19 厘米, 积雪天数最多为 7 天, 给交通、邮电、电业等带来较大影响, 对大棚蔬菜危害极大。                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1996 年 8 月  | 暴雨    | 焦作 | 8 月 3 日至 4 日, 京广铁路两侧及其以西地区普遍降雨, 全省共有 30 多个县(市) 出现暴雨、大暴雨、特大暴雨。暴雨中心集中于安阳、新乡、鹤壁、焦作一带, 这次暴雨过程, 给国民经济和人民群众的生命财产造成重大损失。全省共有 549.54 万人受灾, 成灾人口 236.1 万人, 死 135 人, 病 7.9 万人, 被困村庄 399 个、人口近 70 万, 农作物受灾面积 66.5 万公顷, 成灾面积 40.2 万公顷, 绝收 26.0 万公顷, 房屋倒塌 8.35 万间, 损坏房屋 11.80 万间, 死亡大牲畜近 7000 头, 直接经济损失 31.2 亿元, 其中农业直接经济损失 14.3 亿元。受灾最重的为豫北的安阳、新乡、鹤壁、焦作四市。                                           |
| 1998 年 7 月  | 雷击    | 焦作 | 28 日焦作市博爱县当坡风景区山顶大殿顶被雷击坏, 1 人受伤。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1998 年 9 月  | 大风    | 焦作 | 9 月 4 日 20 时许, 焦作市修武、武陟两县 19 个乡镇遭受风雹袭击, 最大风力 10 级左右, 持续一个多小时, 1.53 万公顷农作物受灾, 损坏房屋近 2000 间, 毁坏塑料大棚 405 座, 刮倒                                                                                                                                                                                                                                                                              |



|            |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|-------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |       |    | 树木 8 万多棵, 死 1 人, 另有部分电力、通讯线路中断, 直接经济损失近 2 亿元。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1999 年 5 月 | 大风、冰雹 | 焦作 | 5 月 23~25 日, 安阳、新乡、焦作、洛阳、三门峡、许昌、郑州等地 8 县 2 市 2 区相继遭受不同程度风雹袭击, 涉及 55 个乡镇, 最大风力 7~8 级, 冰雹最大直径 30 毫米, 局部降冰雹时间 20~40 分钟, 地面积雹厚度 4~5 厘米。全省农作物受灾面积 43.7 万公顷, 成灾面积 2 万公顷, 绝收 0.2 万公顷, 受灾人口 23.7 万, 成灾人口 15.7 万, 倒塌房屋 485 间, 直接经济损失 1.36 亿元, 其中农业直接经济损失 1.12 亿元。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1999 年 7 月 | 雷击    | 焦作 | 7 月 27 日, 焦作恩村、张庄遭雷击, 击毁电视机 5 台、电话机 9 部、电冰箱 1 台、VCD 功放 1 部、电表 3 块, 三户村民房顶及后墙 5 处被雷电击穿成洞, 击毁有线电视网络干线 1 条和灯具电料、照明线路、天线、收音机等物。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1999 年 8 月 | 雷击    | 焦作 | 8 月 1 日, 焦作山阳区牛庄变电站 2 条 10 千伏变电路被雷电击断, 造成该厂一座旋窑报废, 直接经济损失达 98 万元。8 日, 焦作市广播电视局有线电视网络系统遭雷击, 击毁该网络用户放大器 50 余部, 影响 5000 余户家庭收看电视。焦作日报社遭雷击, 微机网络被击坏, 几百台微机陷于瘫痪, 击毁电视机 5 台、电话机 10 余部、空调 4 部。中国人民解放军 160 医院遭受雷击, 电火花使 3 条输氧管道炸裂, 引起 3 个病室起火燃烧, 击毁彩电 1 台。山阳区公安分局刑警队遭雷击, 击毁程控电话交换机 1 部、彩电 2 台, 电话机及电话线路全部被毁。市金芳集团公司遭雷击, 一部程控电话交换机被击坏, 通讯中断 5~6 天, 直接经济损失 2 万元; 其家属院 20 余户职工家中有有线电视、电话机、电灯被雷电击坏。焦作矿务局位于太行路冶金局对面的家属楼遭雷击, 60 户居民家中闭路电视被击毁。山阳区恩村乡马作新建街 2 户居民家中电视机被雷电击毁。中站区龙洞乡刘庄村 8 户村民家中电视机被雷电击坏, 烧毁电表一块, 击毁房屋一处, 室内起火烧毁杂物若干。市化电集团公司西厂家属院、东厂家属区 6 号院、8 号院发生雷击, 50 余户居民家中电视机被击坏, 击毁电话机一部。 |
| 1999 年 9 月 | 雷击    | 焦作 | 9 月 10 日, 焦作市供电局供电系统遭雷击, 37 条供电线路被击受损, 造成全市很多区域供电中断, 经济损失约 50 万元。焦作市电信局电讯大楼的程控电话机、焦作市供水总公司、焦作市风云寻呼台遭受雷击, 都有经济损失。焦作市银雁寻呼台、焦作市交通寻呼台遭受雷击, 经济损失各 5 万元。焦作市广播事业局有线电视网络系统、工业东路的邮政局 160 号家属院、焦作市耐火材料厂、市白水泥厂一分厂等均遭雷击, 均有不同程度的损失。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2000 年 7 月 | 雷击    | 焦作 | 7 月 14 日, 焦作市坚固水泥厂一分厂遭雷击, 控制系统产生错误动作, 使旋转窑跳停, 直接经济损失 47 万元。18 日, 博爱县清华镇两座二层楼房, 房脊被雷击穿 2~3 米的大洞, 室内电器 11 台、1 台空调、16 部电视机部分被烧坏, 经济损失 0.9 万元。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2002 年 3 月 | 大风    | 焦作 | 3 月 20 日上午 11 时 10 分, 受入春以来强沙尘暴天气影响, 焦作市区狂风大作, 位于市中心的两个巨大广告牌被狂风刮倒, 砸中一辆轿车及一辆摩托车, 砸伤两人。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2002 年 7 月 | 大风、冰雹 | 焦作 | 7 月 17~19 日, 受前段持续高温和华北低涡的影响, 全省有 16 个市、50 多个县(市、区)、100 多个乡镇相继遭受狂风、                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |





|            |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------|-------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |       |    | 暴雨、冰雹等强对流天气的袭击，局部地区多次重复受灾。据初步统计，全省农作物受灾面积 1206 万亩，成灾面积 834 万亩，绝收 247 万亩，损坏房屋 8.58 万间，倒塌房屋 1.52 万间，其中倒塌民房 1.33 万间，因灾死亡 32 人，造成直接经济损失 31.13 亿元，其中农业直接经济损失 24.06 亿元，郑州、平顶山、许昌、焦作等地受灾较重。                                                                                                                  |
| 2004 年 6 月 | 大风、冰雹 | 焦作 | 6 月 24 日下午 17~19 时，我省沿黄及其以北部分地区的焦作、郑州及许昌等地出现雷雨、大风、局地冰雹等强对流天气，武陟冰雹最大直径 20mm，持续时间 10 分钟，襄城、郑州 2 站的瞬时最大风速分别为 28 米/秒、26 米/秒，均突破历史极值。                                                                                                                                                                      |
| 2004 年 6 月 | 暴雨    | 焦作 | 6 月 29~30 日，我省出现了今年入夏以来首场暴雨过程，焦作、济源、三门峡、洛阳、郑州、许昌、漯河、平顶山、南阳 9 市有 14 个站日雨量达暴雨标准，                                                                                                                                                                                                                        |
| 2004 年 7 月 | 暴雨、冰雹 | 焦作 | 7 月 11 日夜，焦作市武陟县出现短时暴雨及冰雹天气，1 小时降水量达 50~70mm，冰雹持续时间约 20 分钟，农作物受灾面积 2.29 千公顷，成灾面积 1.33 千公顷，绝收面积 0.89 千公顷，直接经济损失 1000 万元。                                                                                                                                                                               |
| 2005 年 6 月 | 高温    | 焦作 | 6 月 1~4 日，我省出现了今年首次大范围 35℃ 以上的高温天气，焦作、洛阳、平顶山、许昌、漯河、周口、驻马店、南阳 8 市的部分县最高气温超过了 38℃                                                                                                                                                                                                                       |
| 2005 年 6 月 | 大风、冰雹 | 焦作 | 6 月 18~21 日，安阳、鹤壁、焦作、三门峡、洛阳、郑州、周口、信阳 10 市有 17 个县（市、区）的部分地区相继遭受冰雹和雷雨大风袭击，西华县东夏镇部分村庄还遭受了龙卷风袭击，最大风力 8~9 级，最大冰雹直径约 5 厘米，最深积雹厚度约 20 厘米。有 40 多个乡镇、100 多个行政村不同程度受灾。农作物受灾面积 15.48 千公顷，损坏房屋 3200 多间，倒塌房屋 367 间，有 2 人死亡，直接经济损失 1.08 亿元，其中农业直接经济损失 5598 万元。重灾区安阳、焦作冰雹持续时间长达 30~40 分钟，直接经济损失分别为 2661 万元和 4894 万元。 |
| 2005 年 7 月 | 暴雨    | 焦作 | 据不完全统计，7 月份全省共有 60 多个县（市、区）遭受了不同程度的洪涝灾害，濮阳、焦作、新乡、郑州、南阳、驻马店、信阳 7 市受灾较重。全省农作物受灾面积 720 千公顷，绝收面积 136 千公顷，紧急安置转移 25.54 万人，因灾死亡 16 人，倒塌民房 3.85 万间，造成直接经济损失 35.13 亿元，其中农业直接经济损失 16.81 亿元。                                                                                                                    |
| 2005 年 8 月 | 大风、冰雹 | 焦作 | 8 月 3~4 日，三门峡市渑池、卢氏、洛阳市新安、宜阳、孟津、嵩县、汝阳、伊川、南阳市邓州、内乡、驻马店市汝南县及焦作市郊等 12 个县（市、区）相继出现雷雨、大风和冰雹等强对流天气，                                                                                                                                                                                                         |
| 2006 年 1 月 | 暴雪    | 焦作 | 1 月 17~19 日，全省普降大~暴雪，17 日 05 时~20 日 05 时，豫北西南部和黄河以南地区过程降水量均在 10 毫米以上，大雪使一些工棚和蔬菜大棚被积雪压塌，对温棚蔬菜的生长不利，并造成 10 多人受伤，焦作市最大的 4000 多平方米的棚架集贸市场发生整体坍塌。                                                                                                                                                          |
| 2006 年 4 月 | 大风    | 焦作 | 伴随全省大范围寒潮天气，4 月 11 日夜間全省普遍出现了大风天气，部分县还伴有沙尘，开封、平顶山、许昌 3 市大部 and 焦作、郑州、驻马店 3 市部分县共有 20 多个站最大风速超过了 17.0 米/秒，新郑（19.3 米/秒）、鄢陵（22.1 米/秒）、                                                                                                                                                                   |





|             |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------|----|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |    |    | 许昌 (22.3 米/秒)、郑县 (23.8 米/秒)、平顶山 (24.4 米/秒)、叶县 (25.4 米/秒)、宝丰 (31.3 米/秒) 7 站突破有气象记录以来极值。此次大风天气给农业生产、电力输送、通讯和交通安全带来不利影响                                                                                                                                                                                                                           |
| 2006 年 4 月  | 大雾 | 焦作 | 4 月 5 日上午, 焦作、新乡、洛阳北部共有 9 个县出现大雾天气, 原阳县能见度小于 50 米。上午 7 时 30 分左右, 京珠高速公路原阳段 610~619 公里处发生 30 起追尾事故, 共有 80 多辆车相撞, 其中 38 辆车严重损毁, 至少造成 5 人死亡, 39 人受伤。                                                                                                                                                                                              |
| 2006 年 7 月  | 暴雨 | 焦作 | 7 月 1~4 日, 我省出现了大范围强降水过程, 焦作、新乡、洛阳、郑州、开封、许昌、周口、南阳、驻马店等地遭受暴雨~特大暴雨的袭击, 7 月 1 日 05 时~5 日 05 时, 全省共有 54 个站次出现暴雨, 有 36 个站累计降水量超过 100 毫米, 据省救灾办统计, 全省有 33 个县市不同程度受灾, 其中焦作、新乡、洛阳、郑州、许昌、周口受灾较重, 农作物受灾面积 299.16 千公顷, 绝收面积 37.74 千公顷, 倒塌房屋 1.16 万间, 损坏房屋 4.43 万间, 转移安置人口 2.12 万人, 造成直接经济损失 10.58 亿元, 其中农业直接经济损失 8.29 亿元。                                 |
| 2006 年 12 月 | 大雾 | 焦作 | 12 月 25 日, 我省出现了今年入冬以来强度最强、范围最大的一次大雾天气, 新乡、焦作、郑州、开封、信阳 5 市有 35 个县市出现了能见度小于 50 米的强浓雾, 26 日全省大部分地区仍维持能见度小于 200 米的浓雾。受大雾天气影响, 25 日全省高速公路几乎全部关闭, 公路客运都不同程度晚点,                                                                                                                                                                                      |
| 2007 年 5 月  | 高温 | 焦作 | 从上月后期开始局部地区就出现 35℃ 以上的高温天气, 其中 5 月 17 日、5 月 25~29 日全省有 1/3 以上的站最高气温都超过了 35℃, 特别是 5 月 27 日出现了我省历史同期罕见的大范围高温酷热天气, 有 105 个站的最高气温超过了 35℃, 有 66 个站超过了 38℃, 焦作、洛阳、郑州、平顶山等地有 17 个站超过了 40℃, 全省有 44 个站为建站以来同期最高值, 18 个站为次高值。罕见的高温天气使今年用电高峰提前到来, 5 月 28 日省电网用电负荷达到 2017 万千瓦, 突破去年最高用电负荷 2006 万千瓦, 日用电量达到 4.17 亿千瓦时, 比去年最高日用电量增多 1700 万千瓦时, 今年以来均首次创历史新高。 |
| 2007 年 12 月 | 大雾 | 焦作 | 12 月 25 日, 豫北和洛阳、郑州 2 市的部分地区出现能见度小于 50 米的大雾, 京港澳高速公路安阳至新郑段、大广高速公路南乐至西华段、日南高速公路豫鲁界至许昌西、郑州西南绕城高速公路、濮鹤高速公路、机场高速公路、郑焦晋高速公路焦作西至新庄、焦温高速、长济高速公路等多条高速相继关闭。这场罕见的大雾使得交通事故数量猛增, 造成 2 人死亡, 3 人受重伤。                                                                                                                                                         |
| 2008 年 3 月  | 大风 | 焦作 | 3 月 1~2 日, 焦作、济源、三门峡、洛阳、郑州、平顶山、许昌 7 市出现大风、扬沙天气, 阵风 7 级左右                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2008 年 7 月  | 暴雨 | 焦作 | 7 月 13~14 日, 省内部分地区相继出现强降水过程, 降水主要集中在许昌、新乡、郑州、鹤壁、焦作、济源等地, 郑州降水 174 毫米, 创历史同期极值。据各地初步统计, 全省受灾人口 41.99 万人, 紧急转移安置人口 8229 人, 倒塌居民住房 714 间, 损坏房屋 468 间, 农作物受灾面积 25.86 千公顷, 造成直接经济损失 1.3 亿元, 其中农业直接经济损失 0.79 亿元。                                                                                                                                    |



|            |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|-------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2009 年 6 月 | 大风、冰雹 | 焦作 | 6 月 27 日下午, 安阳、焦作、郑州、许昌等地出现了雷雨、大风、冰雹等强对流天气, 焦作市最大风力达 10 级, 40 分钟内降水量在 30 毫米左右, 造成市区部分路段严重积水, 因灾死亡 1 人, 受伤 11 人, 倒塌房屋 593 间, 农作物受灾面积 3560 亩, 造成直接经济损失 712.8 万元, 其中农业直接经济损失 331 万元。                                                                                                                                          |
| 2009 年 6 月 | 高温    | 焦作 | 6 月 20~27 日, 全省出现了近年来罕见的大范围高温酷热天气, 其中 6 月 23~27 日连续 4 天全省最高气温普遍在 35℃ 以上, 24 日全省有 92 个站最高气温超过了 38℃, 49 个站超过了 40℃, 10 个站超过了 42℃, 沁阳最高为 43.4℃; 25 日全省有 81 个站最高气温超过了 38℃, 38 个站超过了 40℃, 13 个站超过了 42℃, 焦作最高为 43.5℃, 是月内最热的 2 天。在此次高温过程中, 全省有 91 个站最高气温在 38℃ 以上, 52 个站在 40℃ 以上, 15 个站在 42℃ 以上, 安阳、林州、沁阳、焦作、汤阴、台前、孟州 7 站为建站以来最高值。 |
| 2009 年 8 月 | 大风、暴雨 | 焦作 | 8 月 1 日~3 日, 我省洛阳、郑州、焦作、濮阳等地相继遭受大风、暴雨袭击。焦作沁阳出现雷雨大风, 造成农作物受灾 6145 公顷, 树木折断 2831 棵, 房屋毁损 344 间, 电力线路损毁 250 米, 72010 人受灾, 直接经济损失 6092 万元。                                                                                                                                                                                     |
| 2009 年 9 月 | 连阴雨   | 焦作 | 9 月中旬, 我省出现了持续阴雨天气, 从 10 日至 9 月 21 日, 全省平均连续降水日数达 7.3 天, 有五分之二的站超过了 10 天, 有 19 个站达到了连续降水日数极端事件标准, 其中温县、焦作、新乡 3 站达到了历史最多值。持续阴雨天气造成 9 月中旬全省平均降水量比常年同期偏多 55%, 平均气温比常年同期偏低 1.3℃, 平均日照时数比常年同期偏少 47.1 小时, 仅次于 1992 年同期, 为 1961 年以来同期次少值, 低温阴雨天气对秋作物成熟收获造成了不利影响。                                                                  |
| 2010 年 1 月 | 大风    | 焦作 | 1 月 12 日, 我省西部、中部等地出现大风并伴有降温, 其中三门峡、洛阳、郑州、开封、平顶山、济源、焦作等地风力达 6~7 级, 个别地区瞬时风力达 8 级。                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2010 年 3 月 | 大风    | 焦作 | 在经历了 3 月 19 日的大幅升温之后, 3 月 20 日, 全省出现了大风、沙尘天气, 平均风力为 4~5 级, 有 47 个站最大风力超过了 8 级, 最大瞬时风速出现在嵩山, 达到 47.5 米/秒, 其次是登封和济源, 分别为 29.2 米/秒和 25 米/秒, 最大风力均达到 10 级。焦作市农作物受灾面积 1078 公顷, 其中绝收面积 51 公顷, 倒塌房屋 498 间, 直接经济损失 2528.7 万元。其中焦作中铝新型建材有限公司因遭受风灾, 造成 2500 平方米原料棚倒塌, 8000 多平方米主厂房遭受严重破坏, 控制室、操作室、监控计量设施全部破坏, 直接经济损失达 300 万元。        |
| 2010 年 4 月 | 低温    | 焦作 | 受 4 月 12 日强冷空气影响, 4 月 13~15 日全省出现了低温晚霜冻天气, 绝大部分地区最低气温下降到了 2℃ 以下, 其中豫北、豫西和豫东南等地有 21 个站最低气温下降到了 0℃ 以下西部和西北部地区的三门峡、洛阳、焦作、郑州等地还出现了 4 月份罕见的降雪。                                                                                                                                                                                  |
| 2010 年 6 月 | 高温    | 焦作 | 本月中下旬, 全省出现了高温晴热天气, 高温天气主要出现在 6 月 13~22 日和 27~30 日, 豫北西部和中西部地区极端最高气温在 38℃ 以上, 焦作最高为 40.6℃。                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2010 年 8 月 | 暴雨    | 焦作 | 8 月 13~14 日, 我省沿黄及以北的部分地区出现大到暴雨, 焦作、新乡和开封的部分县市出现大暴雨, 局部特大暴雨。全                                                                                                                                                                                                                                                              |





|            |       |    |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|-------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |       |    | 省共有 15 个站次出现暴雨, 4 个站次出现大暴雨, 其中原阳站达到 138 毫米, 为历史同期最大值。最大雨量为新乡大宾馆 304 毫米, 其次为博爱的丹河峡谷站 220 毫米。强降水造成焦作、新乡、开封 3 市农作物受灾面积 37.1 千公顷, 其中成灾面积 10.4 千公顷, 倒塌房屋 1185 间, 直接经济损失 1.14 亿元。                                                                             |
| 2011 年 6 月 | 高温    | 焦作 | 6 月 7~8 日, 全省出现了大范围高温天气, 6 月 7 日除豫东北濮阳及豫南信阳外, 全省 111 个站中有 95 个站最高气温在 35℃ 以上, 其中京广线两侧及以西地区有 57 个站在 38℃ 以上, 焦作、洛阳、郑州、平顶山、南阳 5 市有 18 个站在 40℃ 以上。                                                                                                           |
| 2011 年 7 月 | 大风    | 焦作 | 7 月 12 日, 焦作市区出现雷雨、大风天气, 造成农作物受灾面积 170 公顷, 倒塌损坏房屋 19 间, 直接经济损失 84 万元。                                                                                                                                                                                   |
| 2011 年 9 月 | 连阴雨   | 焦作 | 9 月 4~19 日, 全省大部分地区出现了连阴雨天气, 全省平均降水量为 158.6 毫米, 较常年同期偏多 2.5 倍, 为 1961 年以来同期最多值; 强降水主要集中在中西部地区, 其中三门峡、洛阳、济源、焦作、郑州、平顶山 6 市的平均降水量超过了 200 毫米, 较常年同期偏多 4~6 倍。全省平均气温为 18.3℃, 较常年同期偏低 3.4℃, 为 1961 年以来同期最低值。                                                   |
| 2012 年 6 月 | 高温    | 焦作 | 6 月, 我省大部地区连续出现了 35℃ 以上的高温天气, 平均极端最高气温为 39.9℃, 较常年同期偏高 2.6℃, 为 2006 年以来同期最高值, 有 65 个站 (35℃ 以上) 连续高温日数达 10 天以上, 其中焦作最长达 17 天。                                                                                                                            |
| 2013 年 1 月 | 大雾    | 焦作 | 1 月 28 日, 河南大部地区出现了能见度低于 200 米的大雾。其中, 郑州、漯河、焦作、新乡、许昌、南阳等地能见度更是低于 50 米。                                                                                                                                                                                  |
| 2013 年 7 月 | 暴雨    | 焦作 | 7 月 2~3 日, 部分地区出现明显降雨过程, 局部地区降了大到暴雨, 涉及到南阳市的南阳新区、鸭河工区、内乡县、洛阳市的孟津县和嵩县, 焦作市的解放区、修武县、孟州市和新乡的长垣。据初步统计: 全省受灾人口 4.98 万人, 紧急转移安置人口 783 人, 因灾失踪 2 人; 农作物受灾面积 3.15 千公顷, 其中成灾面积 1.37 千公顷; 倒塌房屋 551 间, 其中倒塌农房 509 间、194 户, 造成直接经济损失 5978.6 万元, 其中农业经济损失 1382.9 万元。 |
| 2013 年 8 月 | 雷雨、大风 | 焦作 | 8 月 11 日, 新乡、焦作、三门峡、洛阳、郑州、南阳、周口 7 市 15 个县 (市) 出现雷雨大风天气, 造成农作物受灾面积 71.7 千公顷, 其中成灾面积 28.7 千公顷, 绝收面积 7.1 千公顷; 倒塌房屋 2626 间, 死亡 2 人, 直接经济损失 4.9 亿元。                                                                                                          |
| 2014 年 2 月 | 暴雪    | 焦作 | 2014 年 2 月 4~7 日, 我省出现一次强降雪过程, 大部分县市降雪量在 10 毫米以上, 全省平均降雪量 17.3 毫米。此次降雪过程, 我省共有 12 站的最大积雪深度达到或突破 2 月历史同期极值, 集中分布在豫北地区, 其中, 尉氏站达到历史同期极值, 卫辉、获嘉、淇县、新乡、南乐、长垣、焦作、新安、延津、范县、滑县等 11 个站突破历史同期极值, 焦作站积雪深度达 20 厘米为全省最大。                                            |
| 2015 年 7 月 | 雷雨、大风 | 焦作 | 7 月 14 日, 信阳、偃师、焦作、武陟、孟州、长葛等地出现暴雨、雷雨大风天气。信阳局部风力达 10 级以上, 造成直接经济损失 89 万; 焦作暴雨致 2600 公顷农作物受灾; 武陟最大降水量 50.9 毫米, 极大风速 22.1 米/秒, 造成北郭乡、大虹桥乡农业受灾面积 2134 公顷, 直接经济损失 850 万元; 孟                                                                                  |





|             |          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|----------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |          |    | 州直接经济损失 750 万。                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2015 年 8 月  | 雷雨、大风    | 焦作 | 8 月 3 日下午~4 日上午, 全省多地出现风雹灾害: 新乡卫辉市、获嘉县、牧野区, 焦作中站区、武陟县、修武县、山阳区、沁阳市, 洛阳市新安县、宜阳县、洛宁县、栾川县, 鹤壁浚县、淇县, 三门峡灵宝市、卢氏县, 濮阳市范县、濮阳县、南乐县、经济技术开发区, 郑州荥阳市、新密市, 开封市通许县 59 个乡镇遭受大风和大雨、部分地区暴雨的袭击。降水期间伴有雷电、短时大风。此次风雹灾害共造成 13.2 万人受灾, 因灾死亡 2 人, 农作物受灾面积 9779 公顷, 成灾面积 4721 公顷, 绝收面积 436 公顷, 倒塌房屋 24 户 49 间, 直接经济损失 8129 万元, 其中农业经济损失 7520 万元。 |
| 2015 年 11 月 | 暴雪       | 焦作 | 11 月 23~25 日, 全省出现大范围强降雪。23 日起, 全省由北向南出现明显降雪过程, 到 24 日 08 时, 除信阳地区外, 省内大部分地市已由雨夹雪转为纯雪, 25 日 05 时本次降雪过程结束。23 日 08 时~25 日 05 时, 全省平均降雪(雨)量 21 毫米, 北中部大部分地市平均降雪(雨)量均在 10 毫米以上, 郑州、开封、商丘、洛阳、济源、焦作和新乡 7 地市平均降雪量超过 20 毫米                                                                                                      |
| 2016 年 6 月  | 雷暴、大风、冰雹 | 焦作 | 6 月 4 日 16 时~6 日 9 时, 受强对流天气影响, 郑州市中牟县、郑东新区, 洛阳市嵩县、洛宁县、汝阳县, 新乡市凤泉区、红旗区、原阳县、延津县、辉县市, 许昌市许昌县, 三门峡市卢氏县、灵宝市, 周口市淮阳县, 驻马店市正阳县, 焦作市中站区、马村区、山阳区、博爱县, 南阳市镇平县、卧龙区、宛城区、南召县、方城县、内乡县、唐河县、新野县、桐柏县, 信阳市平桥区、淮滨县、信阳高新技术产业开发区等 10 个省辖市的 33 个县(市、区)及汝州市的部分地区相继出现雷暴大风、短时强降雨、冰雹等灾害性天气。                                                      |
| 2017 年 6 月  | 暴雨、大风    | 焦作 | 6 月 5 日, 焦作出现分布不均的降雨天气, 局地出现大雨, 最大降雨量 29.8 毫米, 持续大雨使山阳区中星办事处未收割的小麦出现倒伏。据统计, 倒伏小麦 225 亩, 农业直接经济损失 2.25 万元。                                                                                                                                                                                                               |
| 2018 年 1 月  | 暴雪       | 焦作 | 1 月 3-4 日, 除濮阳外, 全省出现 10 毫米以上暴雪天气, 中南部大部地区出现 20 毫米以上大暴雪, 其中信阳、驻马店和南阳部分县市出现 30 毫米以上特大暴雪。全省平均降雪量 18 毫米, 78 个县市出现 10 毫米以上暴雪, 固始、鸡公山、桐柏和信阳在 50 毫米以上; 全省积雪深度普遍 5 厘米以上, 南阳、漯河、平顶山、周口、三门峡、洛阳、许昌和焦作积雪深度在 10 厘米以上,                                                                                                               |
| 2018 年 6 月  | 暴雨       | 焦作 | 25-26 日, 焦作出现暴雨过程, 市区 1 小时降水量达 58 毫米, 造成城市内涝, 中站区 3 间房屋倒塌, 经济损失 3 万元                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2019 年 9 月  | 暴雨       | 焦作 | 9 月 13 日凌晨至 8 时, 焦作市中站区出现大到暴雨天气, 造成部分地区玉米被淹。据统计, 受灾人口 380 人, 农作物受灾 10 公顷, 农业直接经济损失约 18 万元。                                                                                                                                                                                                                              |
| 2021 年 7 月  | 暴雨       | 焦作 | 7 日 17-23 日, 受低涡缓慢移动影响, 我省出现了历史罕见的极端强降雨天气。北中部地区普降暴雨、大暴雨, 局部出现特大暴雨, 最强降水时段主要出现在 7 月 20-21 日, 各地市平均降水量最多的前五位是: 郑州 568 毫米、鹤壁 542 毫米、新乡 523 毫米、焦作 450 毫米、安阳 432 毫米。                                                                                                                                                         |
| 2022 年 6 月  | 高温       | 焦作 | 受 6 月中下旬持续高温影响, 河南电网用电量持续攀升, 用                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



|             |       |    |                                                                                                                                                                                         |
|-------------|-------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |       |    | 电负荷连创历史新高。降温负荷猛增是我省用电负荷创新高的主要原因，在降温负荷推动下，洛阳、南阳、商丘、周口、焦作、平顶山、濮阳、漯河、济源、鹤壁等 10 个地市最大用电负荷均刷新历史最高纪录，电力供应形势较为严峻。                                                                              |
| 2022 年 11 月 | 大雾    | 焦作 | 11 月 14 日早上，河南省大部分地区出现了大雾天气，省内濮阳、鹤壁、焦作等地能见度小于 200 米，局地能见度小于 50 米，受大雾影响，河南省内多条高速公路实施临时交通管制，禁止车辆上站通行，受管制的路段涉及到 24 条高速。                                                                    |
| 2023 年 2 月  | 低温冰冻  | 焦作 | 受 2 月 8-13 日冷空气过程影响，我省出现大范围雨雪降温天气。雨雪及道路结冰造成洛阳、三门峡、开封、焦作、新乡、安阳辖区 30 余条高速公路交通管制，部分路段禁止车辆上站。                                                                                               |
| 2023 年 5 月  | 大风、冰雹 | 焦作 | 5 月 17 日 11-19 时，我省西部、北部局地出现短时强降水、冰雹、雷暴大风等强对流天气。15:45 左右济源中南部出现冰雹，最大直径 0.5 厘米。洛阳、安阳、平顶山、焦作、三门峡、郑州局地出现 8 级以上的雷暴大风天气。                                                                     |
| 2023 年 6 月  | 大风、冰雹 | 焦作 | 6 月 11-13 日，我省北部、西部、西南部等地出现 8 级以上雷暴大风、局部 9 到 11 级，焦作市碾盘极大风速达 37.1 m/s(13 级)。洛阳、三门峡、焦作和南阳等地部分乡镇出现冰雹。                                                                                     |
| 2023 年 12 月 | 大风    | 焦作 | 12 月 5-9 日，我省北部、西部和中部大部县市出现 6 级以上大风，安阳、焦作、洛阳、郑州、新乡、许昌、三门峡、驻马店、济源、信阳、鹤壁、平顶山等地 34 个县（市、区）阵风达 9 级以上，局地阵风 11 级以上。风速前三站分别为：林州市马安脑 37.3 米/秒（13 级）、焦作市桑园 29.8 米/秒（11 级）、林州市洪谷山 29.4 米/秒（11 级）。 |

注：2010 年后灾情有待进一步核实。





## 附录 B 指标参数的权重和隶属度计算

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP) 是一种比较简单可行的决策方法, 其主要优点是可以解决多目标的复杂问题。AHP 法也是一种定性和定量相结合的方法, 能把定性因素定量化, 将人的主观判断用数学表达处理, 并能在一定程度上检验和减少主观影响, 使评价更趋于科学化。它可以为决策者提供多种决策方法, 在定量和定性相结合中根据各个决策方案的标准权重数来判断决策方案的优劣, 能有效地解决很多难以完全用定量或定性方法解决的实际问题。鉴于上述的优点, 本文采用 AHP 法来确定指标权重。运用 AHP 法解决问题的基本步骤如下:

### (1) 建立递阶层次结构

应用 AHP 法解决实际问题, 首先明确要分析决策的问题, 并把它条理化、层次化, 构建递阶层次结构模型, AHP 法中典型的递阶层次结构一般由以下三个层次组成:

目标层 (又称最高层): 目标层只有一个元素, 一般是分析解决问题时的预定目标、要求和理想结果等; 准则层 (又称中间层): 准则层包括实现目标所涉及的所有中间环节, 可以由若干个层次组成, 根据具体情形, 准则层下可以设子准则, 子准则层下还可再设更小的准则等; 方案层 (又称最低层): 方案层是满足预定目标、要求和理想结果时可供选择的各种措施、决策方案等。

准则层 (子准则层) 元素可以支配子准则层 (方案层) 的所有元素或是其中的部分子准则层 (方案层) 元素。递阶层次结构中的层次数取决于研究问题的复杂程度及对结果要求的详尽程度, 没有统一的规定。另外, 各个层次中每个元素所支配的下一层次的元素不宜太多, 因为支配的元素越多, 它们中两两之间的相对重要性越是不容易判断。





构建层次结构是 AHP 法的第一步，其合理性直接取决于决策者对问题的认识程度，对问题的解决起着非常重要的作用。

## (2) 构造两两判断矩阵

在递阶层次结构中，如果下层元素对上层元素的重要性可以定量，其权重就可以直接确定；如果问题比较复杂，下层元素对上层元素的重要性无法直接确定，那么可以通过两两比较构造判断矩阵的方法来确定。其方法为：递阶层次结构中同一层次的两元素，对于上一层元素，哪个更重要，重要程度如何，通常用标度来赋值。

设为 C 某一准则，支配的所有方案层元素为  $u_1, u_2, \dots, u_n$ ，那么将准则 C 支配的  $n$  个方案之间进行相对重要性的两两比较，便得到一个两两比较判断矩阵  $A = (a_{ij})_{n \times n}$ ，其中  $a_{ij}$  表示方案  $u_i$  对准则 C 的重要性与方案  $u_j$  对准则 C 的重要性之间的比例标度。判断矩阵 A 具备以下性质：

$$a_{ij} > 0;$$

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}};$$

$$a_{ii} = 1。$$

一般地，一个  $n \times n$  阶的判断矩阵只需做  $\frac{n \times (n-1)}{2}$  次比较即可，其他的比较判断根据倒数关系可获得。另外，若判断矩阵 A 的所有元素满足  $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ ，则称  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  为一致性矩阵。

(3) 单一准则下元素相对权重的计算以及判断矩阵的一致性检验。

### I. 权重的计算

判断矩阵 A 对应于最大特征值  $\lambda_{\max}$  的特征向量 W，经归一化后便



得到同一层次相应因素对于上一层次某因素相对重要性的权值。计算判断矩阵最大特征根和对应特征向量，并不需要追求较高的精确度，这是因为判断矩阵本身有相当的误差范围。而且优先排序的数值也是定性概念的表达，故从应用性来考虑也希望使用较为简单的近似算法。

## II. 一致性检验

完成单准则下权重向量的计算后，必须进行一致性检验。由于客观事物复杂性与人们认识多样性的存在，构造判断矩阵时，并不要求判断具有严格的传递性和一致性，即不要求所有的  $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$  都成立，但判断矩阵应该满足大体上的一致性。例如，当 X 比 Y 极其重要且 Y 比 Z 极其重要时，如果得出 Z 又比 X 极其重要的判断，那么这种判断明显是不合理且违反常识的，判断矩阵的一致性偏离程度较大，可靠程度也就越低，因此必须要对判断矩阵的一致性进行检验，保证构造的判断矩阵具有较好的一致性，其一般步骤如下：

- i 计算一致性指标 C.I.(Consistency Index)，公式如下：

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

其中， $\lambda_{\max}$  为判断矩阵 A 的最大特征根。

- ii 查找平均随机一致性指标 R.I(Random Index)

表 1 是 1-15 阶正互反矩阵计算 1000 次得到的平均随机一致性指标。

表 1

| 矩阵阶数 | R.I  |
|------|------|
| 1    | 0    |
| 2    | 0    |
| 3    | 0.52 |
| 4    | 0.89 |
| 5    | 1.12 |



| 矩阵阶数 | R.I  |
|------|------|
| 6    | 1.26 |
| 7    | 1.36 |
| 8    | 1.41 |
| 9    | 1.46 |
| 10   | 1.49 |
| 11   | 1.52 |
| 12   | 1.54 |
| 13   | 1.56 |
| 14   | 1.58 |
| 15   | 1.59 |

iii 计算一致性比例 C.R(Consistency Ratio)，公式如下：

$$C.R = \frac{C.I}{R.I}$$

当  $C.R < 0.1$  时，认为判断矩阵的一致性是可以接受的；当  $C.R \geq 0.1$  时，应该对判断矩阵做适当修正。

(4) 各层次元素的组合权重计算以及总的一致性检验。

上述步骤最后的计算结果表示的是同一层次的各元素对支配其的某一元素的权重值。为了进行具体方案的选择，必须进一步计算最低层各元素（即方案层）对于目标的权重。一般地，最低层各元素对于目标的权重计算自上而下地进行，通过合成单准则下的权重的方法来实现，同时进行总的判断一致性检验。

(5) 评估模型的建立

对园区的雷击安全现状评估采用层次分析法（AHP），评估指标体系是区域雷击风险评估的基础，参照其他行业风险评估体系，结合雷电风险源，构建三层层次结构模型。主要从评估区域的雷电风险环境、地域风险环境和承灾体风险三个方面入手，形成一级指标。一级指标是雷击风险的最主要影响因素，根据一级指标的属性，设有二级指标，二级指标可设三级指标。基于层次化原则，综合考虑雷击风险





因子，区域雷击风险评估的层次结构模型如图 1：

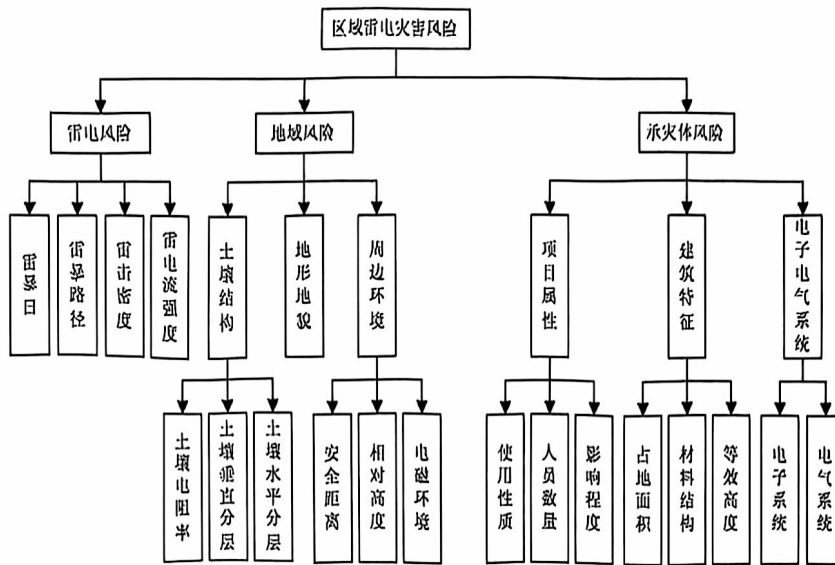


图 1 层次分析模型

#### (6) 指标参量的权重分析

各二级指标权重计算如表 2：

表 2 各指标权重

|       | 雷电风险  | 地域风险  | 承灾体风险 |
|-------|-------|-------|-------|
| 雷暴日   | 0.055 | /     | /     |
| 雷暴路径  | 0.118 | /     | /     |
| 雷击密度  | 0.262 | /     | /     |
| 雷电流强度 | 0.565 | /     | /     |
| 土壤结构  | /     | 0.648 | /     |
| 地形地貌  | /     | 0.230 | /     |
| 周边环境  | /     | 0.122 | /     |
| 土壤结构  | /     | /     | 0.648 |
| 地形地貌  | /     | /     | 0.230 |
| 周边环境  | /     | /     | 0.122 |

一级指标的权重矩阵如下：

$$W=[0.648 \quad 0.122 \quad 0.230]$$

#### (7) 评估指标的隶属度矩阵 R 的计算分析

隶属度矩阵 R 由雷电风险、地域风险和承灾体风险等致灾因子的隶属度组成。



## a) 雷电风险的隶属度

$$B_1 = [0.02 \quad 0.035 \quad 0.751 \quad 0.076 \quad 0.118]$$

## b) 地域风险的隶属度

$$B_2 = [0.713 \quad 0 \quad 0 \quad 0.259 \quad 0.027]$$

## c) 承灾体风险隶属度

$$B_3 = [0 \quad 0.035 \quad 0.51 \quad 0.02 \quad 0.436]$$

## d) 隶属度矩阵

$$R = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} & B_{14} & B_{15} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} & B_{24} & B_{25} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} & B_{34} & B_{35} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.02 & 0.035 & 0.751 & 0.076 & 0.118 \\ 0.713 & 0 & 0 & 0.259 & 0.027 \\ 0 & 0.035 & 0.51 & 0.02 & 0.436 \end{bmatrix}$$

## (8) 综合评价矩阵 B 的计算

$$B = W \cdot R = [0.01 \quad 0.031 \quad 0.604 \quad 0.086 \quad 0.189]$$

## (9) 区域雷电综合评价等级计算

$$\begin{aligned} g &= b_1 + 3 \times b_2 + 5 \times b_3 + 7 \times b_4 + 9 \times b_5 \\ &= 0.01 + 3 \times 0.031 + 5 \times 0.604 + 7 \times 0.086 + 9 \times 0.189 \\ &= 5.43 \end{aligned}$$

表 3 区域雷击风险评估分级标准

| 危险等级  | $g$      | 说明   |
|-------|----------|------|
| I 级   | $[0,2)$  | 低风险  |
| II 级  | $[2,4)$  | 较低风险 |
| III 级 | $[4,6)$  | 中等风险 |
| IV 级  | $[6,8)$  | 较高风险 |
| V 级   | $[8,10)$ | 高风险  |



## 附录 C 各致灾因子危险性指数权重系数计算

(1) 线性函数归一化(Min-Max scaling)方法计算公式为:

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

式中,  $x'$  为归一化后的数据,  $x$  为样本数据,  $x_{\min}$  为样本数据中的最小值,  $x_{\max}$  为样本数据中的最大值。

(2) 层次分析法

可采用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 来确定各评估因子的权重。利用层次分析法确定权重, 是将定量分析与定性分析结合起来, 用决策者的经验判断各衡量目标之间能否实现的标准之间的相对重要程度, 并合理地给出每个决策方案的每个标准的权数。

运用层次分析法解决问题的基本步骤如下:

第一步, 建立层次结构模型;

第二步, 构造判断(成对比较)矩阵; 通过各因素之间的两两比较确定合适的标度。在建立层次结构之后, 需要比较因子及下属指标的各个比重, 为实现定性向定量转化需要有定量的标度, 此过程需要结合专家打分最终得到判断矩阵表格。

设要比较  $n$  个因素  $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$  对目标  $z$  的影响, 从而确定它们在  $z$  中所占的比重, 每次取两个因素  $y_i$  和  $y_j$  用  $a_{ij}$  表示  $y_i$  与  $y_j$  对  $z$  的影响程度之比, 按 1~9 的比例标度 (下表) 来度量  $a_{ij}$ ,  $n$  个被比较的元素构成一个两两比较(成对比较)的判断矩阵  $A=(a_{ij})_{n \times n}$ 。显然, 判断矩阵具有性质:





$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix},$$

$$a_{ij} > 0, a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}, a_{ii} = 1 (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

表 1 比例标度表

| 标度      | 定义 (比较因素 $i$ 与 $j$ )                                                     |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1       | 因素 $i$ 与 $j$ 同样重要                                                        |
| 3       | 因素 $i$ 与 $j$ 稍微重要                                                        |
| 5       | 因素 $i$ 与 $j$ 较强重要                                                        |
| 7       | 因素 $i$ 与 $j$ 强烈重要                                                        |
| 9       | 因素 $i$ 与 $j$ 绝对重要                                                        |
| 2、4、6、8 | 两个相邻判断因素的中间值                                                             |
| 倒数      | 因素 $i$ 与 $j$ 比较得判断矩阵 $a_{ij}$ , 则因素 $j$ 与 $i$ 相比的判断为 $a_{ji} = 1/a_{ij}$ |

第三步, 计算权重向量并做一致性检验; 判断矩阵  $A$  对应于最大特征值  $\lambda_{\max}$  的特征向量  $W$ , 经归一化后便得到同一层次相应因素对于上一层次某因素相对重要性的权值。计算判断矩阵最大特征根和对应特征向量, 并不需要追求较高的精确度, 这是因为判断矩阵本身有相当的误差范围。而且优先排序的数值也是定性概念的表达, 故从应用性来考虑也希望使用较为简单的近似算法。

完成单准则下权重向量的计算后, 必须进行一致性检验。定义一致性指标为:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1},$$



$CI=0$ , 有完全的一致性;  $CI$  接近于 0, 有满意的一致性;  $CI$  越大, 不一致越严重。

第四步, 层次总排序及其一致性检验; 计算某一层次所有因素对于最高层相对重要性的权值, 称为层次总排序。这一过程是从最高层次到最低层次依次进行的。

### (3) 信息熵赋权法

信息熵表示系统的有序程度。在多指标综合评价中, 熵权法可以客观的反映各评价指标的权重。具体计算公式如下:

设评价体系是由  $m$  个指标  $n$  个对象构成的系统, 首先计算第  $i$  项指标下第  $j$  个对象的指标值  $r_{ij}$  所占指标比重  $P_{ij}$ :

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}} (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n)$$

由熵权法计算第  $i$  个指标的熵值  $S_i$ :

$$S_i = -\frac{1}{\ln n} \sum_{j=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n)$$

计算第  $i$  个指标的熵权, 确定该指标的客观权重  $w_i$ :

$$w_i = \frac{1-S_i}{\sum_{i=1}^m (1-S_i)} (i=1,2,\dots,m)$$



## 附录 D 天气、气候名词解释

- 1、冷锋：锋面在移动过程中，冷气团起主导作用，推动锋面向暖气团一侧移动，这种锋面称为冷锋。
- 2、温带气旋：占有三度空间的、在同一高度上中心气压低于四周的大尺度涡旋，称为气旋，在温带形成和活动的涡旋称为温带气旋。
- 3、低涡：700 或者 850hPa 上具有气旋性环流的闭合小低压。
- 4、切变线：一般出现在低空（850 和 700hPa）风场上具有气旋式切变的不连续线称为切变线。
- 5、低槽：从低压区中延伸出来的狭长区域。
- 6、低空急流：位于 600~900hPa 之间的水平动量集中的气流带，风速 $\geq 12$  米/秒。
- 7、西太平洋副热带高压：是一个在太平洋上空的永久性高压环流系统，范围一般采用 500hPa 高度图上西太平洋地区 5880gpm 线包围的区域。
- 8、高空冷涡：具有一定强度（闭合等高线多于两根）、能维持 3~4 天、且具有深厚冷空气（厚度至少达 300~400m）高空的气旋性涡旋。
- 9、台风：发生在热带海洋上的一种具有暖心结构的强烈气旋性涡旋，我国和东亚地区将这种强热带气旋称为台风。
- 10、西伯利亚高压：冬季位于西伯利亚、蒙古地区的大范围高压（反气旋）中心，是北半球四个主要的季节性大气活动中心之一。
- 11、阻塞高压：在西风带上发展形成的缓慢移动或是呈准静止状态的闭合高压。可造成西风带分支，对天气系统的移动有阻碍作用。





## 附录 E 专家评审意见

## 《焦作高新技术产业开发区区域性气候可行性论证报告》

## 专家评审意见

2024 年 10 月 17 日，河南省气象局科技与预报处主持召开了《焦作高新技术产业开发区区域性气候可行性论证报告》（以下简称《论证报告》）线上线下相结合的评审会。与会专家（名单附后）听取了《论证报告》编制单位河南省气候中心汇报，审阅了相关材料，经质询和讨论，形成如下评审意见：

1.《论证报告》收集了开发区周边多个国家气象站及省级气象站数据、气象灾情信息、地理信息和开发区规划等相关资料，数据详实可靠，通过三性分析选取焦作国家气象观测站作为报告编制的主要参证气象站。

2.《论证报告》分析了开发区的气候背景，对高温、大风、雷电、暴雨等主要气象灾害及风险进行了论证评估，并分别提出了对策建议；计算了建（构）筑物抗风设计、室外排水、防雷设计等关键气象参数；推算了暴雨、极端高温等事件发生的重现期；对开发区规划、建设和运营提出了合理建议。

3.《论证报告》结构合理，内容完整，分析方法符合相关技术标准规范，结论可信，可作为焦作高新技术产业开发区规划设计、建设和运营管理的气象科学依据。

专家一致同意《论证报告》通过评审。

评审组组长：

2024年10月17日



## 现场专家名单

| 姓 名 | 单位/职务或职称      | 签 名 |
|-----|---------------|-----|
| 苏爱芳 | 河南省气象台/正高     | 苏爱芳 |
| 方文松 | 河南省气象科学研究所/正高 | 方文松 |

## 线上专家名单

| 姓 名 | 单位/职务或职称     | 签 名 |
|-----|--------------|-----|
| 陈正洪 | 湖北省气象服务中心/正高 | 陈正洪 |
| 高歌  | 国家气候中心/正高    | 高歌  |
| 杜吴鹏 | 北京市气候中心/正高   | 杜吴鹏 |

