

安阳高新技术产业集聚区

区域性气候可行性 论证报告

河南省气候中心

二〇二二年八月

项 目 名 称： 安阳高新技术产业集聚区区域性
气候可行性论证报告

委 托 单 位： 安阳高新技术产业开发区规划勘测设计管理处

承 担 单 位： 河南省气候中心

协 作 单 位： 安阳市气象服务中心

批 准： 朱业玉（正高级工程师）

审 定 人： 张 方（高级工程师）

统 稿 人： 郭佳文（工程师）

河南省气候中心

河南省郑州市金水路 110 号
电 话：（0371）65922013

邮 编：450003
传 真：（0371）65922835

主要编制人员及分工

分 工	人 员
项 目 概 述	司瑞瑞（工程师） 史恒斌（高级工程师） 孙占同（工程师）
论 证 的 目 的 及 原 则	司瑞瑞（工程师） 史恒斌（高级工程师） 李 芳（工程师）
资 料 说 明	竹磊磊（高级工程师） 孙梦仙（助理工程师） 李凤秀（高级工程师）
大 气 环 流 特 征	吴 璐 （高级工程师）
气 候 背 景 分 析	许蓬蓬（工程师） 史桂芬（工程师）
高 影 响 天 气 分 析	许蓬蓬（工程师） 史桂芬（工程师）
关 键 气 象 参 数 分 析 与 推 算	郭佳文（工程师） 李凤秀（高级工程师） 潘 攀（高级工程师）
专 题 影 响 评 估	杨 婷（工程师） 左 璇（高级工程师） 程丽丹（高级工程师）
结 论 和 建 议	潘 攀（高级工程师） 吴 璐（高级工程师） 史恒斌（高级工程师）

说 明

1. 《安阳高新技术产业集聚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安阳高新技术产业开发区规划勘测设计管理处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、数值模拟资料、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

2022 年 8 月



机构信用等级证书

CERTIFICATE OF INSTITUTION CREDIT GRADE

河南省气候中心:

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: 2019年11月。特发此证。

This is to certify that Specifications for climatic feasibility demonstration is rated as AAA credit grade by China National Credit Information Service Co., Ltd.
Evaluation time: November., 2019.

证书编号: 201911115256892

Certificate Number

颁发日期: 2019年11月19日

Date of Issue

有效期至: 2022年11月18日

Date of Expiry

公示查询: 中国商务信用平台 (www.bapcn.com)

Enquiring Website



证书说明:

Notes:

- 1、企业信用等级自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, 加盖复审章后可继续使用; 信用状况发生变化的, 需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、有效期内企业改变名称的, 必须持证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:

中国气象服务协会

China Meteorological Service Association

中国国电电子商务有限公司

China International Electronic Commerce Center

北京国富泰信用管理有限公司

China National Credit Information Service Co., Ltd.

(央行企业征信业务经营备案证号: 10013)

(国家发改委信用体系建设合作信用机构)

目 录

第一章 项目概述	1
1.1 项目概况	1
1.2 高新技术产业集聚区基本情况	1
1.2.1 地形和气候特征	1
1.2.2 高新产业开发区现状及规划方案	3
1.2.3 产业集聚区规划及功能	5
1.3 现场调研及气象敏感度调查结果	7
第二章 论证目的及原则	10
2.1 论证目的	10
2.2 编制依据	10
2.2.1 政策法规	11
2.2.2 标准规范	12
2.3 计量单位与专业术语	14
2.3.1 计量单位	14
2.3.2 专业术语	15
第三章 资料说明	18
3.1 资料内容和来源	18
3.2 资料质量控制	20
3.3 参证气象站选取及三性分析	21
3.3.1 气象站背景与观测沿革	21
3.3.2 三性分析	28
3.3.3 拟选国家气象观测站与省级气象观测站对比分析	38
3.3.4 参证站的确定	41
第四章 大气环流特征	42
4.1 概述	42
4.2 北半球大气环流特征	42
4.3 欧亚地区大气环流背景场分析	45
4.4 不同季节影响安阳的主要天气系统	50
4.4.1 西太平洋副热带高压	50
4.4.2 低空低涡	51
4.4.3 高空冷涡	51
4.4.4 低空急流	51
4.4.5 台风	52
4.5 小结	52
第五章 气候背景分析	53

5.1 气候背景.....	53
5.2 气压.....	55
5.2.1 年际变化.....	55
5.2.2 月际变化.....	56
5.2.3 日变化.....	58
5.3 气温.....	59
5.3.1 年际变化.....	59
5.3.2 月际变化.....	61
5.3.3 日变化.....	62
5.4 降水.....	62
5.4.1 降水量年际变化.....	62
5.4.2 月际变化.....	63
5.4.3 降水日数.....	64
5.5 风向风速.....	65
5.5.1 年际变化.....	65
5.5.2 月际变化.....	67
5.5.3 日变化.....	68
5.5.4 风向频率年及季节变化.....	68
5.6 相对湿度.....	71
5.6.1 年际变化.....	71
5.6.2 月际变化.....	72
5.6.3 日变化.....	72
5.7 日照.....	73
5.7.1 年际变化.....	73
5.7.2 月际变化.....	74
5.8 地面温度.....	74
5.8.1 年际变化.....	74
5.8.2 月际变化.....	76
5.8.3 日变化.....	77
第六章 高影响天气分析.....	79
6.1 暴雨.....	79
6.2 雷暴.....	82
6.3 闪电.....	83
6.4 大风.....	84
6.5 积雪.....	85
6.6 高温.....	86
6.7 低温.....	87
6.8 结冰.....	88
6.9 冰雹.....	89
6.10 雾.....	90
6.11 连阴雨.....	91
第七章 关键气象参数分析与推算.....	96

7.1 风速设计基准值.....	96
7.1.1 设计风速计算.....	98
7.1.2 基本风压.....	99
7.2 基本雪压.....	100
7.2.1 积雪密度的估算.....	100
7.2.2 年最大积雪深度的概率估算.....	100
7.2.3 设计雪压的估算.....	101
7.3 基本气温.....	102
7.4 室外气象参数.....	103
7.4.1 冬季空调和供暖参数.....	105
7.4.2 夏季空调参数.....	106
7.4.3 夏季和冬季通风参数.....	107
7.5 排水设计气象参数.....	107
7.5.1 不同历时不同重现期暴雨强度.....	108
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.....	109
7.6 重现期极值.....	112
7.6.1 最大日降水.....	112
7.6.2 极端高温.....	113
7.6.3 极端低温.....	113
第八章 专题影响评估.....	115
8.1 雷电灾害风险评估.....	115
8.1.1 安阳高新技术产业集聚区雷电气候分析.....	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.....	122
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.....	125
8.1.8 雷击事故处理.....	126
8.2 强降水诱发的暴雨洪涝风险评估.....	127
8.2.1 FloodArea 模型简介.....	127
8.2.2 暴雨洪涝灾害淹没情景分析.....	130
8.2.3 暴雨洪涝灾害淹没模拟结果.....	132
8.2.4 暴雨洪涝淹没面积定量评估.....	134
8.3 污染指数分析.....	135
第九章 结论和建议.....	139
9.1 主要结论.....	139
9.1.1 大气环流特征.....	139
9.1.2 高新区气候背景.....	140
9.1.3 高影响天气.....	141

9.1.4 关键气象参数推算结果	141
9.1.5 灾害风险及影响评估	142
9.2 主要建议	145
9.2.1 规划阶段	145
9.2.2 建设阶段	146
9.2.3 运营阶段	147
9.3 适用性分析及关注重点	149
9.3.1 适用性分析	149
9.3.2 关注重点	149
附录 A 近 50 年安阳高新技术产业集聚区气象灾害调查	151
附录 B 指标参数的权重和隶属度计算	160
附录 C 专家评审意见	167

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），安阳高新技术产业开发区规划勘测设计管理处根据安阳市高新技术产业集聚区的性质、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，搜集了安阳市高新区周边相关气象资料，并进行现场调查，按照高新区的性质、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 高新技术产业集聚区基本情况

1.2.1 地形和气候特征

安阳市位于河南省最北部，地理坐标为北纬 35°41′~36°21′，东经 113°38′~114°59′。东与濮阳市接壤，南与鹤壁市、新乡市相连，西隔太行山与山西省长治市相望，北濒漳河，与河北省邯郸市毗邻。京广铁路、京广高铁、京珠高速公路和 107 国道贯穿南北，南距省会郑州 187 公里，交通便利，素有豫北要冲、四省通衢之称。辖区东西 122 公里，南北 128 公里，总面积 7413 平方公里，约占河南省总面积的 4.47%，市区面积 543.6 平方公里。

安阳全境地势西高东低，呈阶梯状展布。西部为太行山；中、东部平原。最高点在林州市四方脑，海拔 1632 米；最低点在内黄县，海拔仅 50 米。山地、丘陵、平原、陂洼多种地貌类型，构成复杂的地表形态。由安阳县西部的天喜镇—水冶镇—铜冶镇—观台镇（河北省磁县辖）一线以西，包括林州市全境均属于剥蚀构造作用为主的地貌形态。由安阳县西部天喜镇—水冶镇—铜冶镇—河北省磁县观台镇一线以东至京广铁路，属于丘陵地貌区。安阳市京广铁路以东地区均属于低平原范围，海拔标高一般为 70 米，向东逐渐降为 50 米。地势开阔平整，起伏很小，就其表面形态，也可称为山前平原，其范围约占全市面积的 60%。

安阳地处北暖温带，属大陆性季风气候，四季分明，气温适宜，但酷寒暑热，旱涝交替。历年平均气温 $12.7^{\circ}\text{C}\sim 13.7^{\circ}\text{C}$ 。安阳市全年可照时数为 4431.8 小时 $\sim$ 4432.3 小时，平均实照时数为 2368.0 小时 $\sim$ 2526.1 小时，占可照时数的 53% $\sim$ 57%。全年平均日照百分率为 55%。全市最早初霜日为 9 月 30 日，最晚为 11 月 21 日，平均初霜日为 10 月 23 日。最早终霜日为 2 月 17 日，最晚终霜日为 4 月 26 日，平均终霜日为 4 月 4 日。全市平均无霜期为 201 天，最长达 249 天，最短为 175 天。安阳市历年平均降水量为 581.1 毫米 $\sim$ 693.1 毫米，最多年降水量 1247.9 毫米，最少仅 243 毫米。其中，春季占 13% $\sim$ 14%，夏季占 60% $\sim$ 65%，秋季占 19% $\sim$ 22%，冬季仅占 3% $\sim$ 4%。年平均相对湿度为 65% $\sim$ 68%，夏季较大，秋冬次之，春季较小。全市年蒸发总量历年平均 1927.3 毫米 $\sim$ 1997 毫米，其中，夏季最多，秋季次之，冬季最小。四季风向多受高空气流控制。春、夏、秋季以偏南风居多，冬季以偏北风为主。全市年平均风速为 1.7 米/秒 $\sim$ 3.5 米/秒。

1.2.2 高新技术产业开发区现状及规划方案

安阳高新技术产业集聚区位于安阳市区南部，西临 107 国道与京广铁路，东临京港澳高速，安林高速与城市南外环从中穿过，将该区分为南北两个部分，安林高速以北区域，隶属于安阳高新技术产业开发区，以南区域隶属于安阳市文峰区。交通极为便利，区位优势明显。

园区以装备制造、电子信息为主导产业，是国家级高新技术产业开发区，近年来，安阳市产业集聚区综合实力稳步提升，产业结构趋向优化；工业经济转型提质，发展动能加速转换；服务业规模不断扩大，发展贡献进一步增强。高新区成为全省唯一“中国产学研合作创新示范基地”，先后多次荣获河南省“十强”“十快”“十先”产业集聚区和全省优秀产业集聚区。

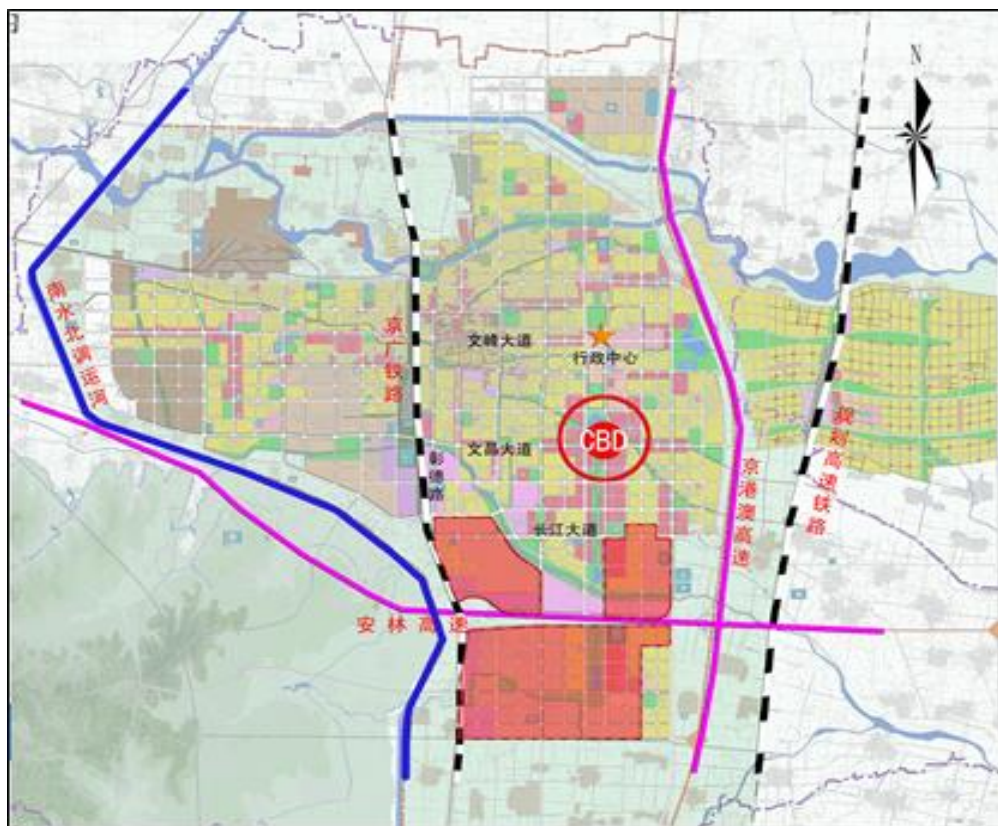


图 1.1 安阳高新技术产业集聚区区位图

安阳高新技术产业集聚区原规划面积 23.88 平方公里，分为西

北、东北、南部三个片区。四至边界为：西北片区西至彰德路、东至平原路、北至弦歌大道、南至南外环路；东北片区西至永明路、东至光明路、北至长江大道北侧城市支路、南至南外环路；南部片区西至彰德路、东至光明路、北至安林高速、南至文智街(胡鹤公路)。

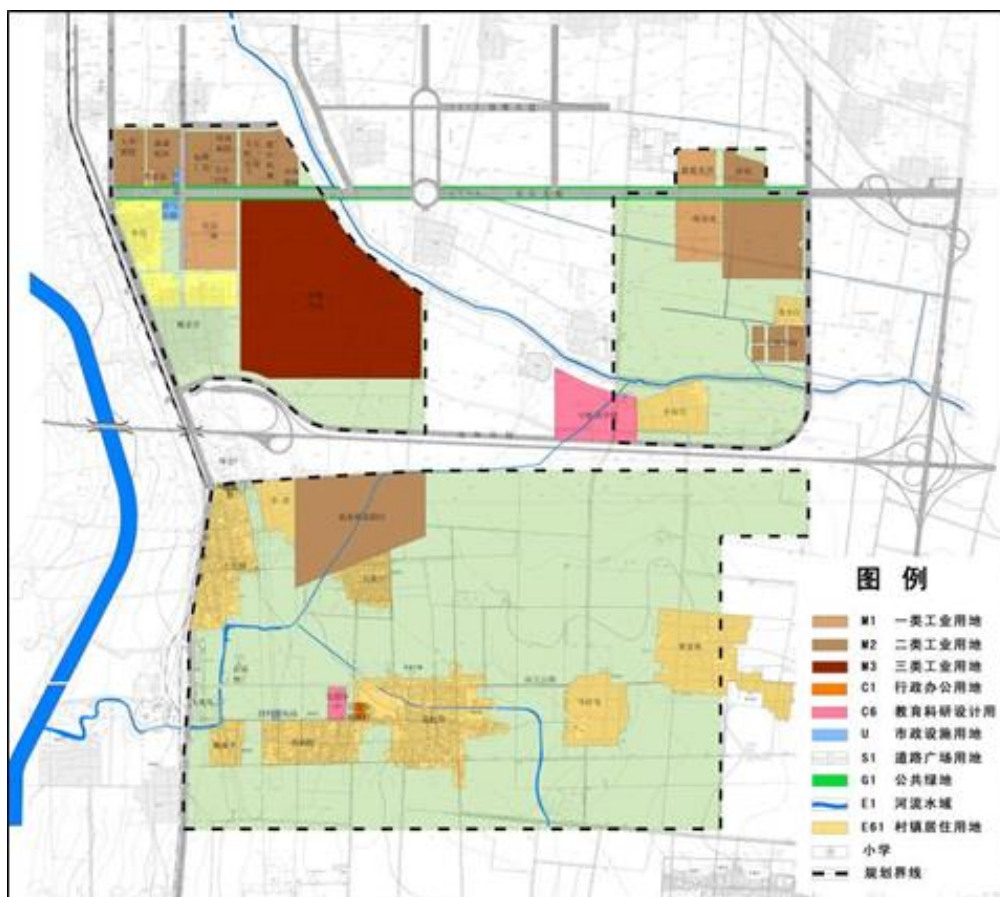


图 1.2 安阳高新技术产业集聚区土地利用现状图

开发区现状主导产业为装备制造、电子信息产业。装备制造方面，目前拥有装备制造企业 59 家，占总数的 73.7%，制造业主营业务收入占全区工业总主营业务收入的 40%以上。电子信息方面，近年来重点发展以中部易商谷、5G 智慧产业园为代表的数字经济。

园区主导产业优化方向拟确定为装备制造、精品钢及深加工、新一代信息技术产业（新兴产业）为主导产业。发展目标为到 2025 年，主导产业实现主营业务收入 300 亿元，其中装备制造产业达到

100 亿元，精品钢及深加工产业将近 200 亿元，新一代信息技术产业达到 10 亿元。

1.2.3 产业集聚区规划及功能

安阳高新技术产业集聚区规划根据城市及产业布局，形成“两轴、两带、三片区”的空间结构。

“两轴”：一是沿平原路形成的产城融合发展轴，引导创新型科技企业、公共技术平台、科技金融、知识产权服务机构等创新集聚发展，加强与主城区的联系，打造带动集聚区创新能力提升的产业创新轴带；二是沿安林高速形成的城市空间拓展轴，有序串联集聚区内各产业园区，加强与京广铁路、京港澳高速等区域性交通连接，增强空间连接性，实现集聚区各功能组团的高效紧密连接。

“两带”一是依托洪河两岸大专院校、大学科技园、安阳高新火炬研发园等创新资源，培育浓厚的创新生态，为集聚区研发产业共性关键技术、加快科技成果转化、加速培育科技企业上市、培养创新创业人才，提供持续发展动力。二是沿中西部水系形成的生态景观带，加强水系景观建设。

营造“三片区”：即产业集聚区东北、西北和西南部三个产业片区。其中，西北片区为新材料园区、精品钢及深加工园区、物流园区，西南片区为装备制造园区，东北片区为电子信息产业园区。



图 1.3 安阳高新技术产业集聚区用地范围图

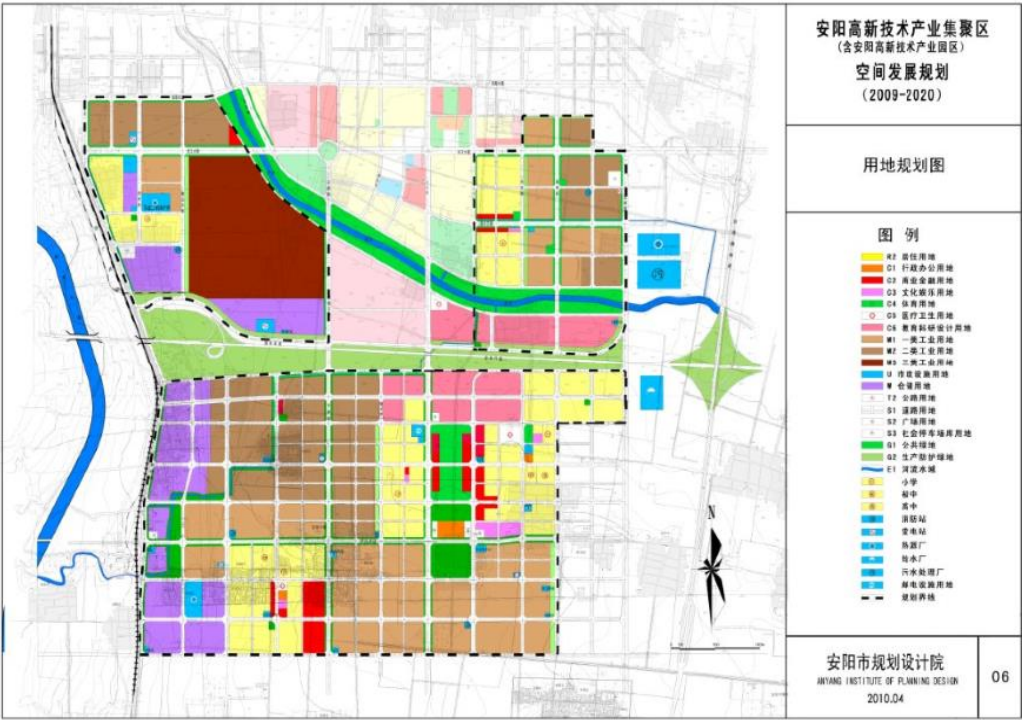


图 1.4 安阳高新技术产业集聚区用地规划图

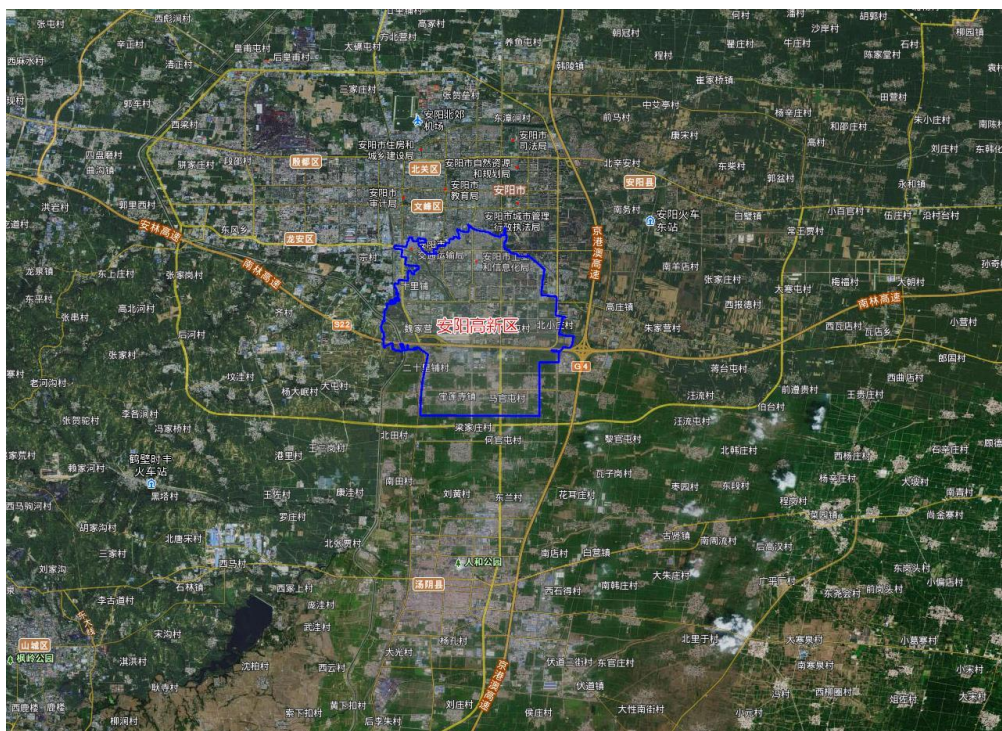


图 1.5 安阳高新技术产业集聚区卫星遥感影像图

1.3 现场调研及气象敏感度调查结果

在对安阳高新技术产业集聚区进行气候可行性论证前，深入现场调研了开发区重点企业、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高新区规划建设场地，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，主要针对示范区边界范围、入驻企业受到的气象灾害及损失情况、高新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。重点调研了安阳高新技术产业集聚区装备制造、电子信息等产业集群，发现调查企业对暴雨洪涝、大风和暴雪等高影响天气较为敏感。对降水、气温和相对湿度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 13 家企业及高新区公共设施对气象要素敏感度较高的是暴雨洪涝、大风和暴雪，敏感度较低的是雾霾、冰雹和高温（结果见图 1.5、1.6）。

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，安阳高新技术产业集聚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，确定安阳高新技术产业集聚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、冰雹和雾霾。

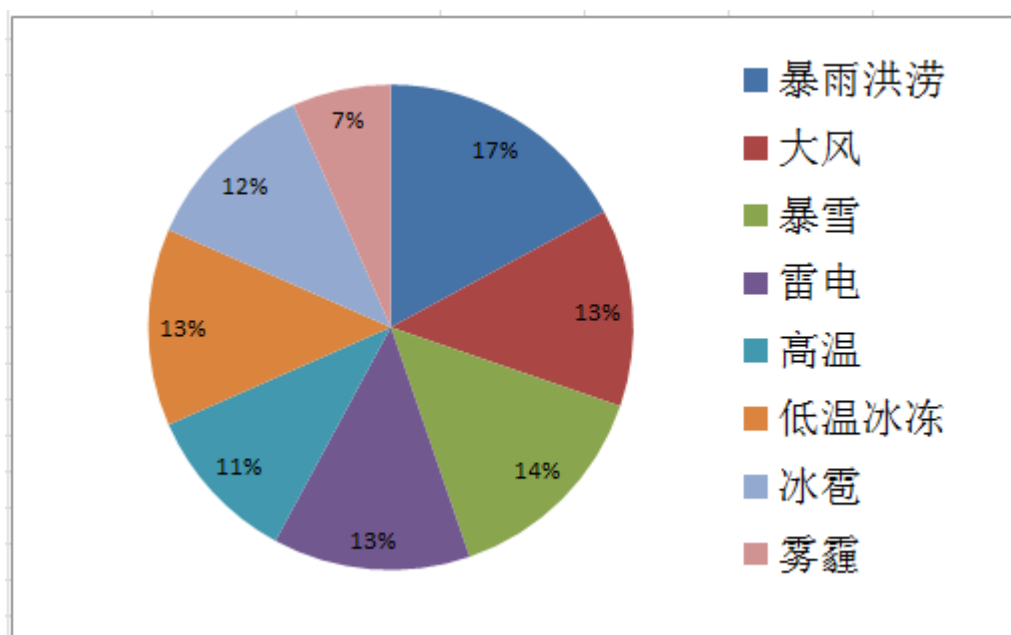


图 1.6 气象敏感度调查统计

园区重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

安阳市（县） 安阳市高新技术产业集聚区 安阳市高新技术产业集聚区 调查日期：2022 年 2 月 21 日

敏感因子	气象要素														高影响天气												易受灾的部位或设施
	风向风速		气温		气压		相对湿度		降水		暴雨洪涝		大风		暴雪		雷击闪电		高温		低温冰冻		冰雹		雾霾		
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	
安阳市利通筒仓有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、厂区设备及水电设施
安阳市永正钢板仓工程有限责任公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、厂区设备及水电设施
安阳市剑龙针织有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	仓库
河南昌源电气设备有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、厂区水电暖设施
河南恒宇电气集团有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、厂区水电暖设施
安阳斯普机械有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、厂区水、电、通信设备设施
安阳市长顺印务厂有限责任公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、地下酒精库、仓库
安阳路德药业有限责任公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、地下酒精库、仓库
安阳市鑫达自控科技有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、机器设备、电脑等。
安阳龙宇投资管理有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	原料库、生产装置区、锅炉厂房、配电站办公楼等
河南润安建设集团有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、厂区设备及水电设施
安阳市尚鑫服装有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、厂区设备及水电设施
安阳诺美药业有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂房、地下酒精库、仓库
园区公共设施																											

说明：1. 根据敏感度“高”或“低”等级，在相应表格“√”，并在最后一栏给出易受灾部位或设施。2. 至少调查10家以上重点或对气象敏感的企业。
3. 最后一行“园区公共设施”敏感情况由园区管委会相关部门填写。

图 1.7 气象敏感度调查表

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，集聚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，开展集聚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集聚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。

本报告以安阳高新技术产业集聚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，对高新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城乡一体化示范区规划、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、产业集聚区、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/T 469-2018 气候可行性论证规范总则

（3）QX/T 423-2018 气候可行性论证规范报告编制

（4）QX/T 426-2018 气候可行性论证规范资料收集

（5）QX/T 449-2018 气候可行性论证规范现场观测

（6）QX/T 457-2018 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/T 118-2020 地面气象观测资料质量控制
- (9) QX/T 436-2018 气候可行性论证规范：抗风参数计算
- (10) QX/T 452-2018 基本气象资料和产品提供规范
- (11) QX/T 453-2018 基本气象资料和产品使用规范
- (12) QX/T 85-2018 雷电灾害风险评估技术规范
- (13) GB 50057-2019 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) GB 50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- (18) DL/T 5158-2021 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/T 393-2017 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/T 529-2019 气候可行性论证规范 极值概率统计分析
- (24) QX/T 528-2019 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）

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℃
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℃/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 Ω·m
16	功率	千瓦 kW
17	陡度	千安/微秒 kA/μs

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、工业产业集聚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 ≥ 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、工业产业集聚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 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) 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。

(30) 指数分布：即 Exponential Distribution（简记 ED）。

(31) 皮尔逊-III 型分布：即 Pearson-III Distribution（简记 P-III）。

(32) 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）。

(33) 高温日：气象学上将日最高气温大于或等于 35℃ 定义为。

(34) 低温日：气象学上将日最低气温小于或等于 0℃ 定义为。

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，主要用于集聚区高影响天气的确定。

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

(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、西华、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 hPa、500 hPa 和 200 hPa。主要用于大范围平均大气环流背景场的分析。

（6）与集聚区气候可行性论证区域整体评价相关的规划、气象灾害敏感度调查表等资料：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
国家气象观测站	气压、气温、降水、风、相对湿度、日照、雷暴、冰雹、雾等	1957—2020 年
省级气象观测站	气温、降水、风	2019—2021 年
气象灾害资料	暴雨、大风、高温、寒潮、冰雹等	1957—2020 年
闪电定位资料	ADTD 闪电定位仪雷电实时资料	2011—2020 年
再分析资料	高度场、风场	1991—2020 年
集聚区相关资料	规划、气象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。

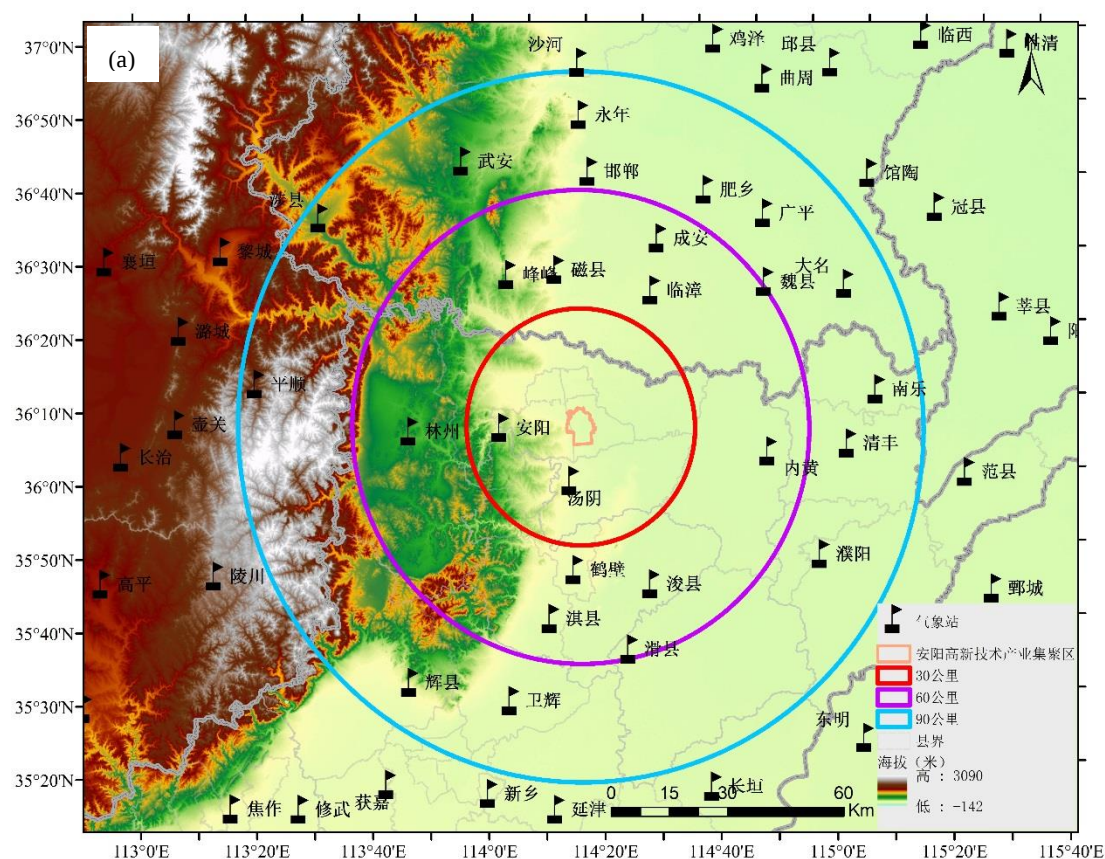
（4）工程气象参数中设计重现期计算时，应优先选取资料长度不少于 30 年且观测时段连续的气象站作为参证气象站。

3.3.1 气象站背景与观测沿革

以安阳高新技术产业集聚区为中心，方圆 60km 的气象站中，河南省境内距离集聚区较近的有安阳、汤阴、林州、鹤壁、内黄等站，

鹤壁站为无人站，林州站海拔高度 414.4m，与集聚区海拔高度相差较大，因此选择安阳、汤阴和内黄 3 个国家气象站，分别与集聚区附近的省级气象观测站市气象局站 2021 年的气象资料进行对比分析，进行参证站的选取。

市气象局站是离产业集聚区较近且资料较全和较连续的一个省级气象观测站，为 6 要素站，该站位于集聚区内部，海拔高度 64 m，较接近三个国家气象观测站的海拔高度，所以选取市气象局站作为省级气象观测站，用来代表安阳高新技术产业集聚区的气象环境，将其 2021 年的观测资料与国家气象站资料进行对比分析。



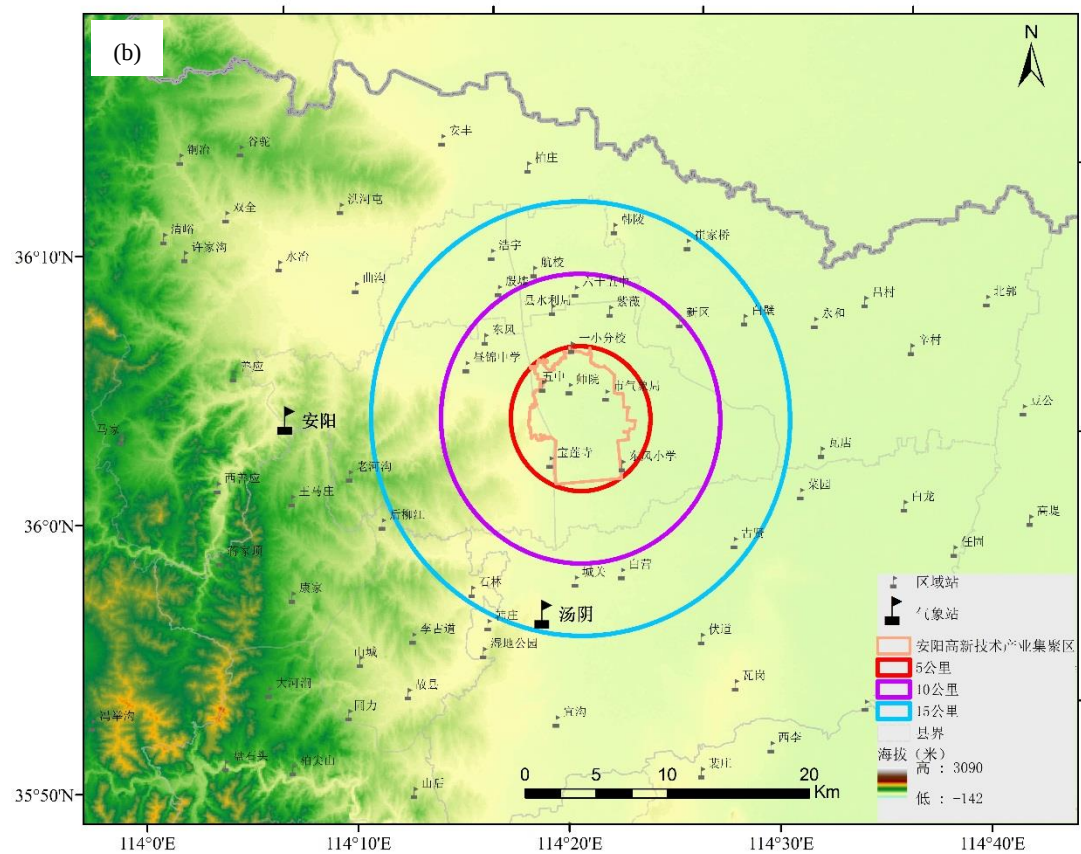


图 3.1 安阳高新技术产业集聚区周边国家气象站 (a) 和省级气象站 (b) 分布

1. 气象站背景

在本项目中搜集了集聚区附近 60km 范围内气象台站历年常规气象观测资料进行统计分析，安阳、汤阴和内黄三个国家级气象观测站的基本信息如下：

表 3.2 安阳站、汤阴站和内黄站的基本信息

站名	建站时间	台站类型	海拔高度（m）	站址环境
安阳	1950-10-01	基本站	194.8	郊外
汤阴	1957-01-01	一般站	93.0	乡村
内黄	1957-02-01	一般站	51.6	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。

（1）安阳国家级气象观测站：安阳国家气候观象台，始建于 1950 年 10 月，位于安阳北郊飞机场，目前位于安阳市龙安区龙泉镇梨树厂村西南，站址位于郊外，海拔高度 194.8m。

（2）汤阴国家级气象观测站：国家一般气象站，始建于 1957 年 1 月，位于汤阴朝歌思德村，目前位于汤阴县飞凤路中段路南，站址位于乡村，海拔高度 93.0m。

（3）内黄国家级气象观测站：国家一般气象站，始建于 1957 年 2 月，位于内黄县白条河农场总场部，目前位于内黄县城关赵庄西地，站址位于郊外，海拔高度 51.6m。

2. 气象站沿革与周围地理环境

（1）安阳国家气候观象台始建于 1950 年 10 月，位于安阳北郊飞机场，名为“安阳气象站”，后更名为“安阳气象台”、“安阳气象服务台”、“安阳专员公署气象服务台”、“安阳地区农业服务站革命委员会安阳气象台”、“安阳地区气象台观测组”、“安阳地区气象局观测站”、“豫北气象处安阳观测站”、“安阳市气象局观测站”、“安阳国家气象观测站一级站”、“安阳国家基本气象站”、“安阳国家气候观象台”。该站建站至 1953 年为甲种气象站，1954—1960 年为气象台，1961—1979 年为气象站。1980—2006 年为国家基本气

象站，2007—2008 年为国家气象观测站一级站，2009 年之后为国家基本气象站。该站经历了三次迁站（表 3.3），2014 年 1 月 1 日迁至安阳市龙安区龙泉镇梨树厂村西南（郊外）。该站一直属于河南省气象局。



图 3.2 安阳国家气候观象台目前在用现址图

（2）汤阴国家一般气象站始建于 1957 年 1 月，位于汤阴朝歌思德村，名为“汤阴县思德气候站”，后更名为“汤阴县气候站”、“汤阴县气象站”、“汤阴县气象局”、“汤阴国家气象观测站二级站”、“汤阴国家一般气象站”。1957—1960 年为气候站，1961—1988 年为气象站，1989—2007 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。该站经历了四次迁站（表 3.3），2012 年 1 月 1 日迁至汤阴县飞凤路中段路南（乡村）。该站一直属于河南省气象局。



图 3.3 汤阴气象观测站目前在用现址图

(3) 内黄国家一般气象站始建于 1957 年 2 月 1 日，位于内黄县白条河农场总场部，名为“内黄县气候站”，后更名为“内黄县气象服务站”、“内黄县气象站”、“内黄县气象局”、“内黄国家气象观测站二级站”和“内黄国家一般气象站”。1957—1960 年为气候站，1961—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。该站经历了二次迁站（表 3.3），1964 年 9 月 1 日迁至内黄县城关赵庄西地（郊外）。该站 1983 年之后一直属于河南省气象局。



图 3.4 内黄气象观测站目前在用现址图

表 3.3 安阳、汤阴和内黄气象站的布设信息

站名	年代	变化原因	海拔高度 (m)	详细地址
安阳	1950-10-01	建站	73.9	安阳北郊飞机场
	1955-10-01	迁站	75.5	安阳市城北两公里
	2002-01-01	迁站	62.9	安阳县跃进农场
	2014-01-01	迁站	194.8	安阳市龙安区龙泉镇梨树厂村西南
汤阴	1957-01-01	建站	84.5	汤阴朝歌思德村
	1958-09-01	迁站	76.7	汤阴县城关镇南关村
	1959-01-01	迁站	76.7	汤阴县城关镇东关村
	1964-07-01	位置变动	74.3	汤阴县城关镇东关村东约一公里
	2012-01-01	迁站	93.0	汤阴县飞凤路中段路南
内黄	1957-02-01	建站	51.6	内黄县白条河农场总场部
	1959-01-01	迁站	53.4	内黄县城关东南地苗圃
	1964-09-01	迁站	51.6	内黄县城关赵庄西地

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

安阳、汤阴和内黄 3 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 2021 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 2021 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。

表 3.4 安阳站、汤阴站和内黄站代表月份的实测资料

项目	月份	序列	安阳	汤阴	内黄
气温 (℃)	2021年1月	1	0.9	0.3	-0.2
	2021年4月	2	15.6	15.1	14.9
	2021年7月	3	26.9	27.7	27.7
	2021年10月	4	14.0	14.1	13.9
相对湿度 (%)	2021年1月	5	42.0	44.0	48.0
	2021年4月	6	52.0	59.0	58.0
	2021年7月	7	77.0	77.0	83.0
	2021年10月	8	73.0	77.0	81.0
气压 (hPa)	2021年1月	9	1001.6	1014.3	1019.7
	2021年4月	10	994.9	1007.0	1012.0

	2021年7月	11	981.3	992.5	997.1
	2021年10月	12	1000.2	1012.0	1016.7
风速 (m/s)	2021年1月	13	2.4	2.3	2.0
	2021年4月	14	3.3	3.1	2.5
	2021年7月	15	2.3	2.6	2.1
	2021年10月	16	2.3	2.2	2.0
降水量 (mm)	2021年1月	17	0	0	0
	2021年4月	18	15.4	17.2	26.3
	2021年7月	19	790.2	679.2	390.1
	2021年10月	20	142.6	84.7	91.6

表 3.5 安阳站、汤阴站和内黄站代表月份的多年平均值资料（1991—2020 年）

项目	月份	序列	安阳	汤阴	内黄
气温 (℃)	1月	1	-1.8	-0.9	-1.3
	4月	2	15.4	15	15.1
	7月	3	27.3	27.1	27.1
	10月	4	15.2	15.4	14.9
相对湿度 (%)	1月	5	61.0	62.0	63.0
	4月	6	60.0	64.0	64.0
	7月	7	77.0	77.0	79.0
	10月	8	67.0	66.0	71.0
气压 (hPa)	1月	9	1020.5	1016.5	1021.8
	4月	10	1006.8	1003.3	1008.3
	7月	11	996.1	992.9	997.6
	10月	12	1013.3	1009.6	1014.6

风速 (m/s)	1月	13	1.9	1.8	1.9
	4月	14	3.0	3.1	2.8
	7月	15	2.1	2.3	1.9
	10月	16	1.9	2.1	1.8
降水量 (mm)	1月	17	5.2	5.0	4.9
	4月	18	26.0	35.7	30.0
	7月	19	162.2	167.5	156.6
	10月	20	27.2	26.9	28.6

表 3.6 安阳站、汤阴站和内黄站代表月份的实测资料与多年平均值的差值

项目	月份	序列	安阳	汤阴	内黄	最小绝对值
气温 (℃)	2021年1月	1	2.7	1.2	1.1	1.1
	2021年4月	2	0.2	0.1	0.2	0.1
	2021年7月	3	0.4	0.6	0.6	0.4
	2021年10月	4	1.2	1.3	1.0	1.0
差值绝对值的 平均			1.1	0.8	0.7	
相对湿度 (%)	2021年1月	5	19.0	18.0	15.0	15.0
	2021年4月	6	8.0	5.0	6.0	5.0
	2021年7月	7	0.0	0.0	4.0	0
	2021年10月	8	6.0	11.0	10.0	6.0
差值绝对值的 平均			8.3	8.5	8.8	
气压 (hPa)	2021年1月	9	18.9	2.2	2.1	2.1
	2021年4月	10	11.9	3.7	3.7	3.7
	2021年7月	11	14.8	0.4	0.5	0.4
	2021年10月	12	13.1	2.4	2.1	2.1

差值绝对值的 平均			14.8	2.2	2.1	
风速 (m/s)	2021年1月	13	0.5	0.5	0.1	0.1
	2021年4月	14	0.3	0	0.3	0
	2021年7月	15	0.2	0.3	0.2	0.2
	2021年10月	16	0.4	0.1	0.2	0.1
差值绝对值的 平均			0.4	0.2	0.2	
降水量 (mm)	2021年1月	17	5.2	5.0	4.9	4.9
	2021年4月	18	10.6	18.5	3.7	3.7
	2021年7月	19	628.0	511.7	233.5	233.5
	2021年10月	20	115.4	57.8	63.0	57.8
差值绝对值的 平均			189.8	148.3	76.3	
差值最小个数			4	8	11	

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：

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

设两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：

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

2) 对比差值月标准差的计算

设对比差值的标准差为 σ

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

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 $< 2\sigma$ 。

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

应用以上公式，计算出安阳、汤阴和内黄 3 个气象站的各气象要素与省级气象观测站(市气象局站)资料的一致率(见表 3.7)。3 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，其中内黄最大，汤阴最小。

表 3.7 安阳站、汤阴站和内黄站代表月份的各时次资料与市气象局站资料的一致率 (%)

项目	月份	序列	安阳	汤阴	内黄
气温	2021年1月	1	92.3	94.5	95.2
	2021年4月	2	95.0	93.6	93.0
	2021年7月	3	77.8	94.2	94.6

	2021年10月	4	96.4	94.1	93.5
风速	2021年1月	5	90.3	89.7	91.9
	2021年4月	6	88.7	87.8	93.9
	2021年7月	7	93.5	89.1	94.2
	2021年10月	8	83.5	85.8	89.0
降水量	2021年1月	9	/	/	/
	2021年4月	10	97.1	97.5	97.8
	2021年7月	11	96.9	97.8	97.3
	2021年10月	12	98.9	98.9	98.3
最大值个数			3	2	7

注明：红色代表差值为一致率最大的。

3.代表性分析

如果两站资料相关很好，则表明资料具有代表性，因此代表性用相关系数来分析。利用安阳、汤阴和内黄三个气象站与省级气象观测站的气温、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、2021年1—12月每月逐日平均资料相关分析、2021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列出了三个国家气象观测站代表月份的各时次资料与省级气象观测站（市气象局站）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，所有相关系数都非常显著，均通过 0.01 信度检验。在 3 个气象站中，汤阴站与市气象局省级气象观测站的相关最好，除降水量自动站 1 月、4 月份缺测外，其他 10 个序列的相关系数有 7 个排在第一位。

表 3.8 安阳站、汤阴站和内黄站代表月份的各时次资料与市气象局站资料的相关分析

项目	月份	序列	安阳	汤阴	内黄	最大值
气温	2021年1月	1	0.9323	0.9763	0.9543	0.9763
	2021年4月	2	0.9400	0.9821	0.9693	0.9821
	2021年7月	3	0.9884	0.9829	0.9619	0.9884
	2021年10月	4	0.9607	0.9889	0.9762	0.9889
风速	2021年1月	5	0.4574	0.5997	0.5524	0.5997
	2021年4月	6	0.5858	0.7156	0.6384	0.7156
	2021年7月	7	0.6693	0.7622	0.6306	0.7622
	2021年10月	8	0.6125	0.7628	0.7209	0.7628
降水量	2021年1月	9	/	/	/	/
	2021年4月	10	/	/	/	/
	2021年7月	11	0.8102	0.3247	0.2652	0.8102
	2021年10月	12	0.9294	0.4889	0.3404	0.9294
相关系数最大个数			3	7	0	
相关系数次大个数			1	3	6	

注：红色代表相关系数为最大的，蓝色为次大的。

表 3.9 安阳站、汤阴站和内黄站代表月份的资料样本数(个)

项目	月份	序列	安阳	汤阴	内黄
气温	2021年1月	1	744	744	744
	2021年4月	2	719	719	719
	2021年7月	3	743	743	743
	2021年10月	4	744	744	744
风速	2021年1月	5	744	744	744
	2021年4月	6	719	719	719
	2021年7月	7	743	743	743
	2021年10月	8	743	743	743
降水量	2021年1月	9	0	0	0
	2021年4月	10	720	720	720
	2021年7月	11	744	744	744
	2021年10月	12	744	744	744

2) 2021 年 1—12 月每月逐日平均资料相关分析

表 3.10 列出了三个国家气象观测站 2021 年 1 月 1 日—12 月 31 日每月逐日资料与省级气象观测站（市气象局站）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，除个别月份相关性稍差外，其他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，汤阴气象站与省级气象观测站的相关性最好，29 个序列的相关系数中有 21 个排在第一位，8 个排在第二位。

表 3.10 安阳站、汤阴站和内黄站各月的日资料与市气象局站资料的相关分析

项目	月份	序列	样本数	安阳	汤阴	内黄	最大值
气温	2021年1月	1	31	0.9573	0.9882	0.9661	0.9882
	2021年2月	2	28	0.9418	0.9872	0.9678	0.9872
	2021年3月	3	30	0.9746	0.9970	0.9825	0.9970
	2021年4月	4	30	0.9506	0.9923	0.9691	0.9923
	2021年5月	5	31	0.9513	0.9920	0.9854	0.9920
	2021年6月	6	29	0.9364	0.9843	0.9477	0.9843
	2021年7月	7	31	0.9820	0.9934	0.9554	0.9934
	2021年8月	8	31	0.9768	0.9902	0.9727	0.9902
	2021年9月	9	30	0.9705	0.9949	0.9750	0.9949
	2021年10月	10	31	0.9625	0.9922	0.9837	0.9922
	2021年11月	11	30	0.8851	0.9697	0.9549	0.9697
	2021年12月	12	30	0.9169	0.9872	0.9448	0.9872
风速	2021年1月	13	31	0.5248	0.3910	0.3205	0.5248
	2021年2月	14	28	0.6397	0.7516	0.6682	0.7516
	2021年3月	15	30	0.5978	0.8549	0.7361	0.8549
	2021年4月	16	30	0.5584	0.7808	0.8053	0.8053
	2021年5月	17	31	0.4337	0.7211	0.7289	0.7289
	2021年6月	18	29	0.5728	0.7132	0.4943	0.7132
	2021年7月	19	31	0.7551	0.7253	0.5641	0.7551
	2021年8月	20	31	0.3642	0.7352	0.6564	0.7352
	2021年9月	21	30	0.4132	0.7280	0.7379	0.7379

	2021年10月	22	31	0.7294	0.8935	0.8333	0.8935
	2021年11月	23	30	0.5251	0.7641	0.6969	0.7641
	2021年12月	24	30	0.5439	0.6845	0.7028	0.7028
降水量	2021年1月	25	0	/	/	/	/
	2021年2月	26	0	/	/	/	/
	2021年3月	27	0	/	/	/	/
	2021年4月	28	0	/	/	/	/
	2021年5月	29	0	/	/	/	/
	2021年6月	30	29	0.4732	0.7191	0.6236	0.7191
	2021年7月	31	31	0.9493	0.7700	0.5641	0.9493
	2021年8月	32	31	0.8726	0.8824	0.8530	0.8824
	2021年9月	33	30	0.9877	0.9871	0.9811	0.9877
	2021年10月	34	31	0.9490	0.9552	0.8444	0.9552
	2021年11月	35	0	/	/	/	/
	2021年12月	36	0	/	/	/	/
相关系数最大个数				4	21	4	
相关系数次大个数				5	8	16	

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 列出了三个国家气象观测站 2021 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（市气象局站）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，汤阴站与省级气象观测站相关性最好，气温和风速的相关系数在 3 个

站中均为最大值。

表 3.11 安阳站、汤阴站和内黄站代表年日资料与市气象局站资料相关分析

项目	序列	样本数	安阳	汤阴	内黄	最大值
气温	1	362	0.9916	0.9987	0.9964	0.9987
风速	2	362	0.5629	0.7745	0.7125	0.7745
降水量	3	213	0.9501	0.8137	0.6712	0.9501
相关系数最大个数			1	2	0	

注：红色代表相关系数为最大的，蓝色为次大的。

以上 3 项相关分析结果表明，无论是逐时资料还是逐日资料计算的相关系数，除个别月份的样本外，均通过了 0.01 信度检验。总体来看，3 个气象站中，汤阴站和市气象局省级气象观测站的相关性最好。

3.3.3 拟选国家气象观测站与省级气象观测站对比分析

将 2019—2021 年汤阴国家气象观测站与市气象局省级气象观测站的月观测资料进行对比分析。

3.3.3.1 气温

汤阴站、市气象局站 2019—2021 年的逐月气温变化非常一致，两站的相关系数（月数据）达到 0.999 以上，说明从气温上来说，汤阴站与集聚区处于同一局地气候区内，可以进行推算验证。

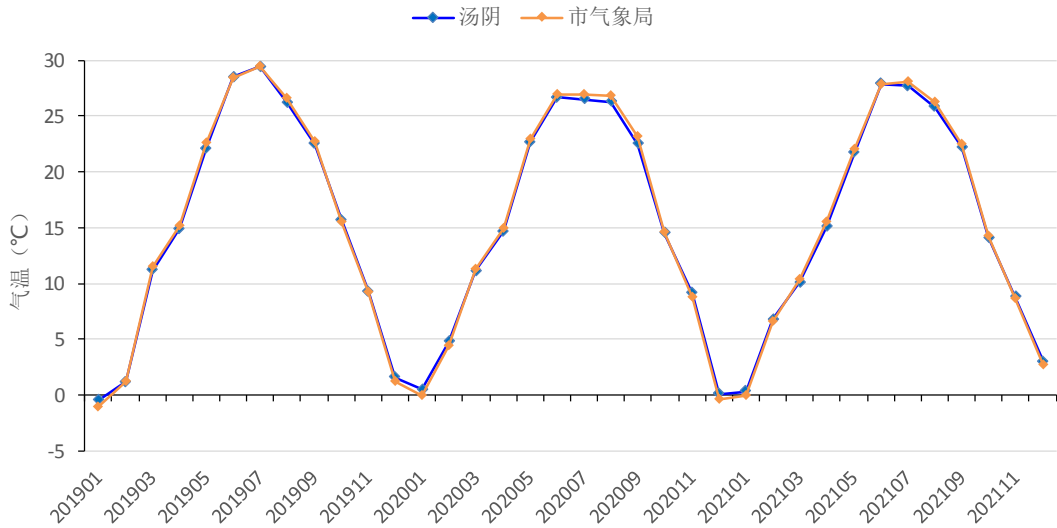


图 3.5 2019 年 1 月—2021 年 12 月汤阴站与市气象局站的逐月平均气温变化

表 3.12 汤阴站和市气象局站的逐月平均气温变化（℃，2019—2021 年）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
汤阴	0.1	4.3	10.8	14.9	22.2	27.7	27.9	26.1	22.4	14.8	9.1	1.6	15.1
市气象局	-0.4	4.1	11.1	15.2	22.5	27.7	28.1	26.6	22.8	14.8	8.8	1.2	15.2

表 3.13 汤阴站与市气象局站的气温相关系数

站名	市气象局
相关系数	0.999

3.3.3.2 降水

汤阴站与市气象局站 2019—2021 年的逐月降水变化趋势较为一致（省级气象观测站只在 4—10 月观测降水），相差不大，说明两站的降水基本一致。

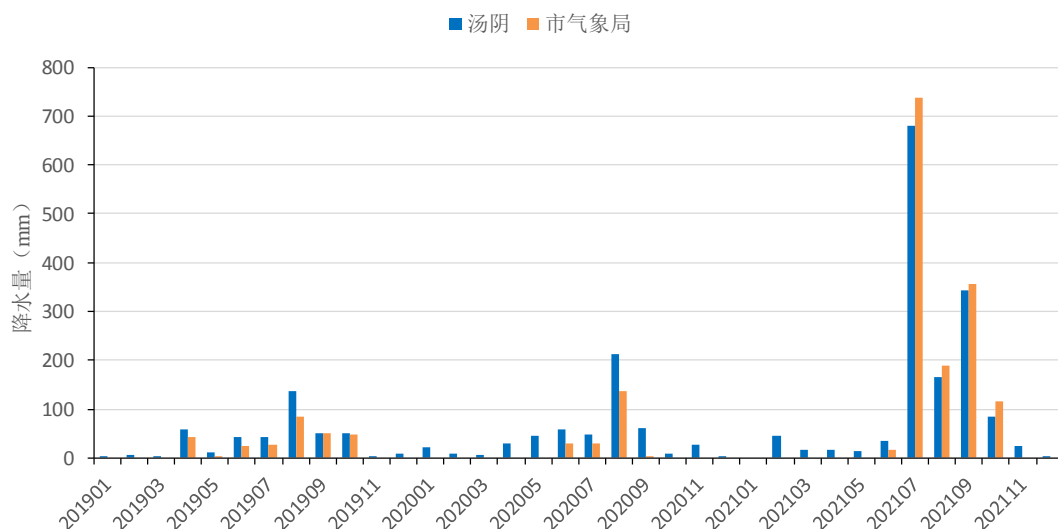


图 3.6 2019 年 1 月—2021 年 12 月汤阴站与市气象局站的逐月降水量变化

3.3.3.3 风速

汤阴站与市气象局站 2019—2021 年逐月风速变化趋势基本一致，但汤阴站的风速高于市气象局站，可能与汤阴站的海拔高度高于市气象局站有关。两站的相关系数为 0.979，通过了 0.01 信度检验。综合考虑认为，可以使用汤阴站对集聚区风速进行气候背景分析及极值推算等。

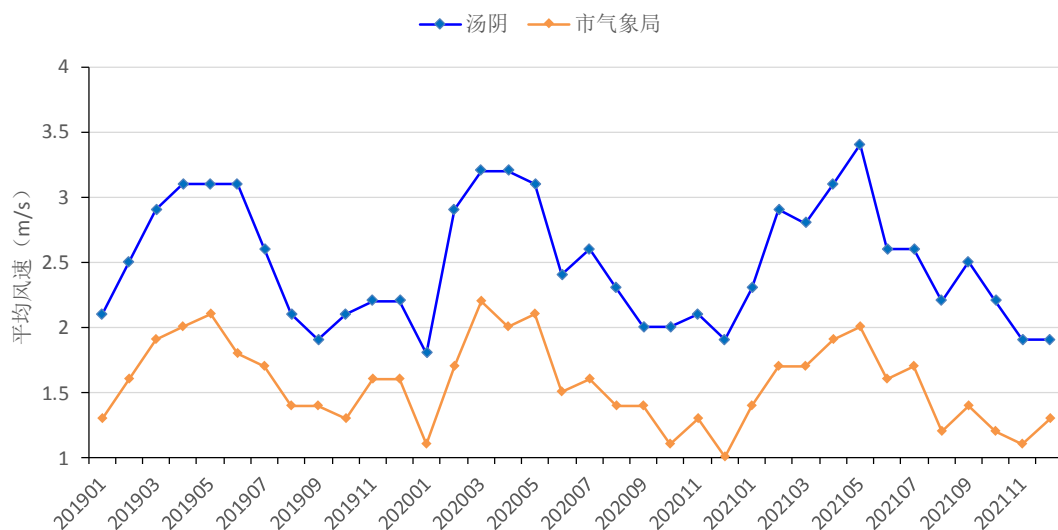


图 3.7 2019 年 1 月—2021 年 12 月汤阴站与市气象局站逐月的平均风速变化

表 3.14 汤阴站与市气象局站的逐月平均风速变化 (m/s, 2019—2021 年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
汤阴	2.1	2.8	3.0	3.1	3.2	2.7	2.6	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.5
市气象局	1.3	1.7	1.9	2.0	2.1	1.6	1.7	1.3	1.4	1.2	1.3	1.3	1.6

表 3.15 汤阴站与市气象局站平均风速相关系数

站名	市气象局
相关系数	0.979

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集聚区同属同一气候区，汤阴站距离安阳高新技术产业集聚区最近，位于集聚区南部约 15km，安阳站位于其西部约 20km，内黄站位于其东部约 50km。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，内黄站可靠性和一致性在三个国家站中均为最好，但汤阴站的代表性比安阳站和内黄站要好得多，且汤阴站距离集聚区更近，海拔高度更接近集聚区的平均高度。因此，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，本报告确定汤阴国家气象观测站作为安阳高新技术产业集聚区的参证站进行气候背景分析。

第四章 大气环流特征

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。

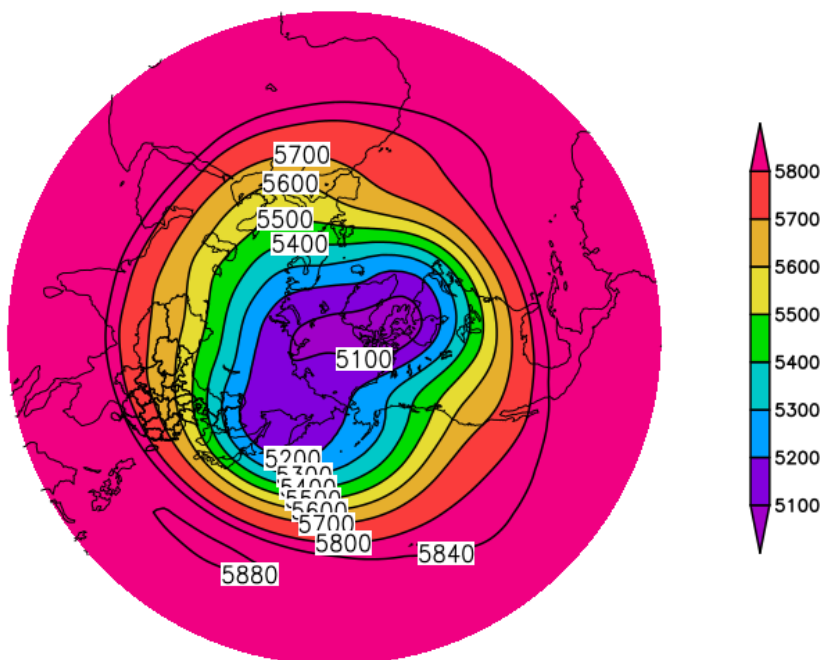


图 4.1 1991-2020 年北半球冬季 (12-2 月) 500 百帕等平均高线 (单位:gpm)

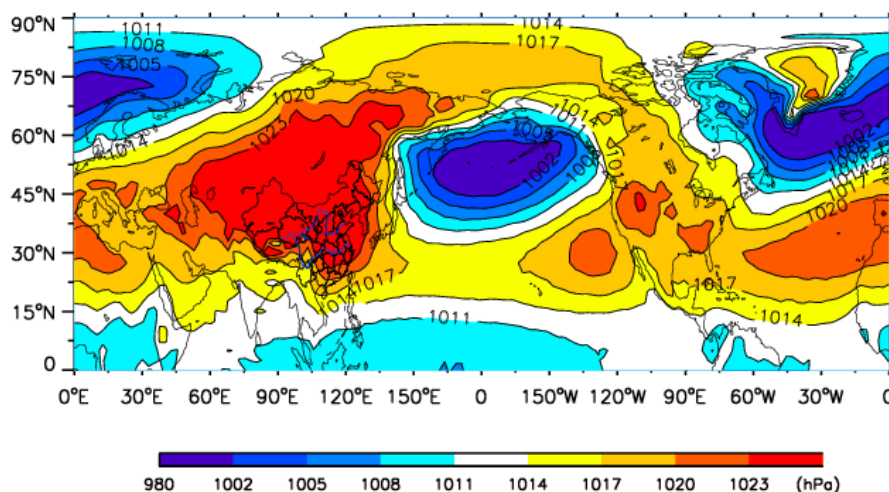


图 4.2 1991-2020 年北半球冬季 (12-2 月) 平均海平面气压 (单位: 百帕)

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。

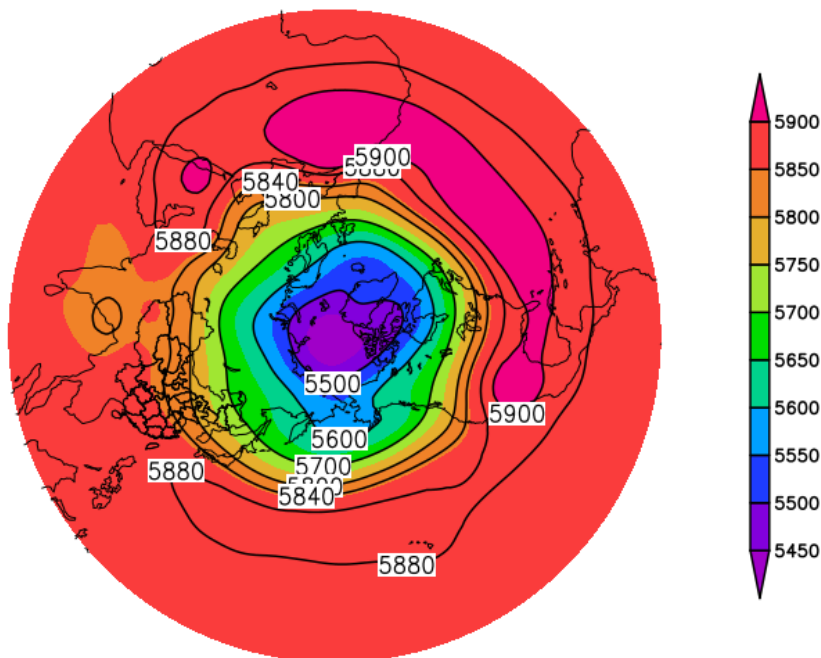


图 4.3 1991-2020 年北半球夏季（6-8 月）500 百帕等平均高线（单位: gpm）

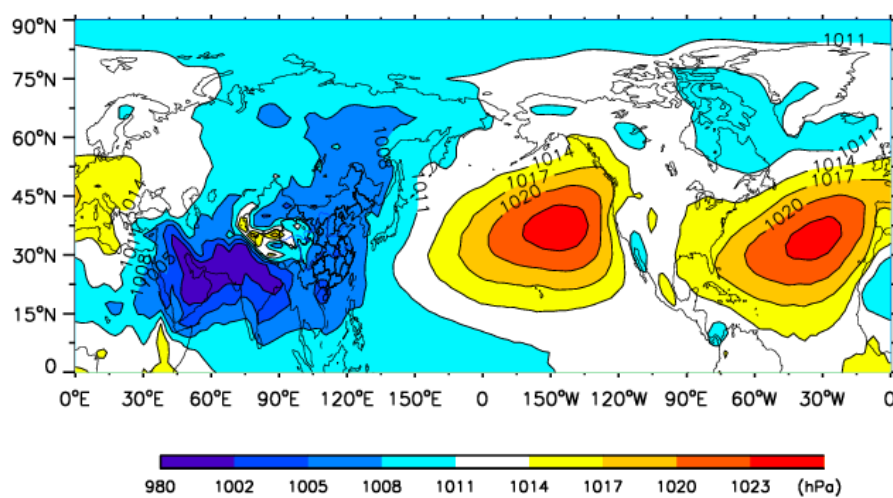


图 4.4 1991-2020 年北半球夏季（6-8 月）平均海平面气压（单位：百帕）

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。

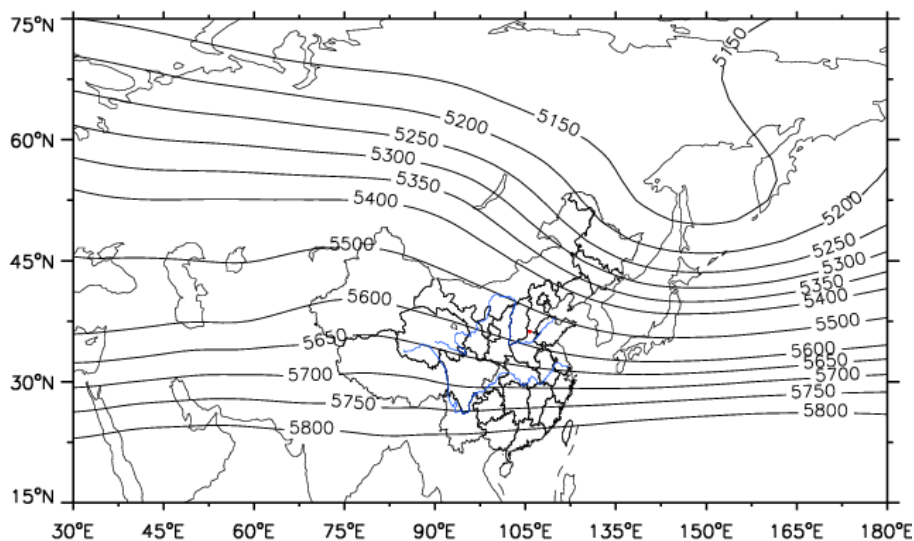


图 4.5 1991-2020 年欧亚地区冬季 500 百帕平均高度场
(单位:gpm, 红色圆点为安阳高新区的位置)

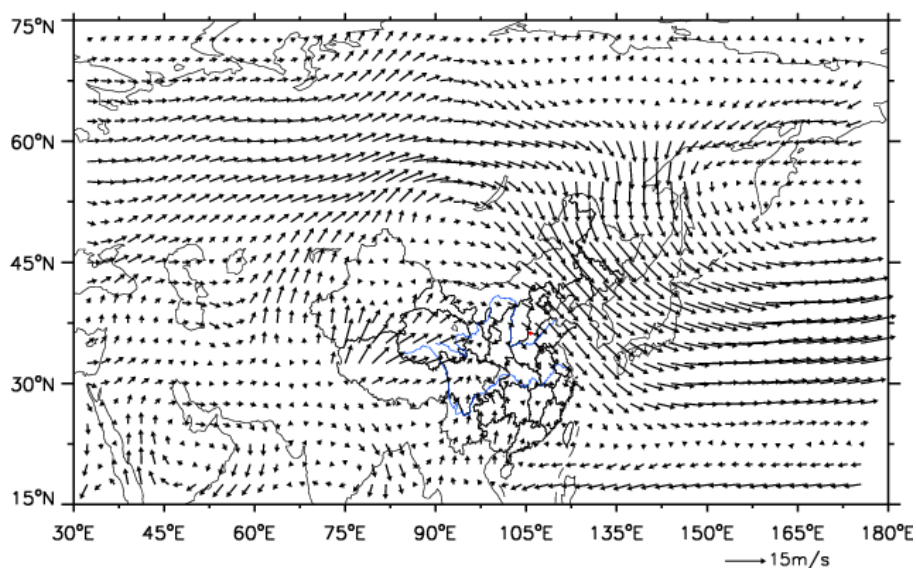


图 4.6 1991-2020 年欧亚地区冬季 850 百帕平均风场

(单位: m s^{-1} , 红色圆点为安阳高新区的位置)

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。

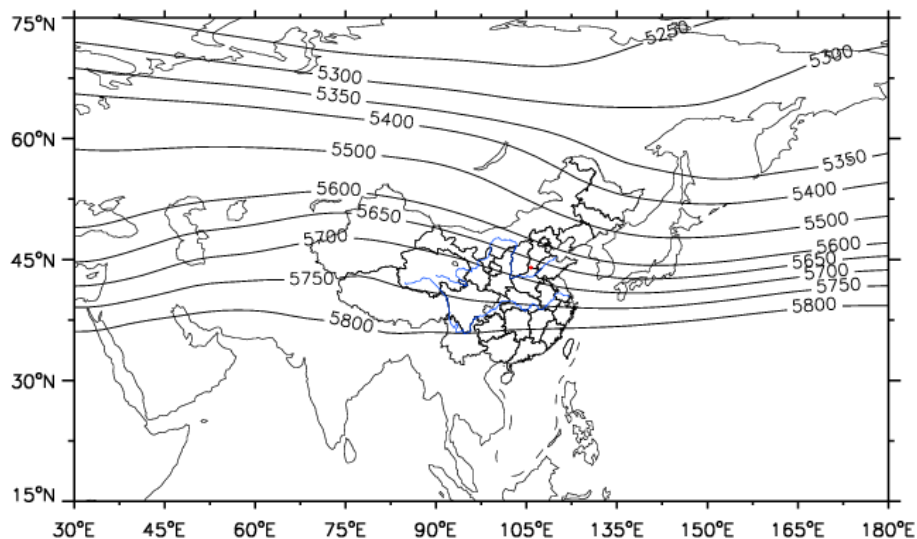


图 4.7 1991-2020 年欧亚地区春季 500 百帕平均高度场
(单位:gpm, 红色的圆点为安阳高新区的位置)

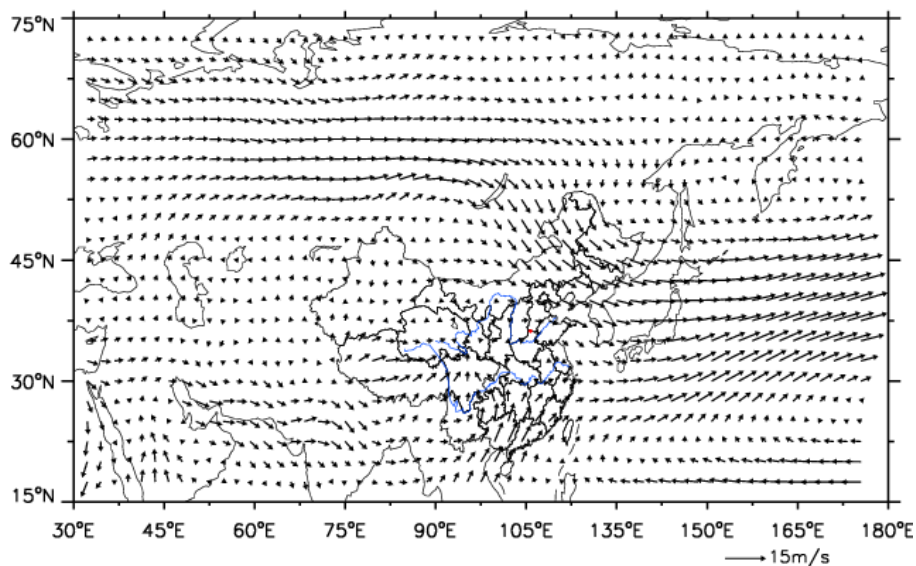


图 4.8 1991-2020 年欧亚地区春季 850 百帕平均风场
(单位: m s^{-1} , 红色的圆点为安阳高新区的位置)

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°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°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 25°N 以南，我省雨季结束。

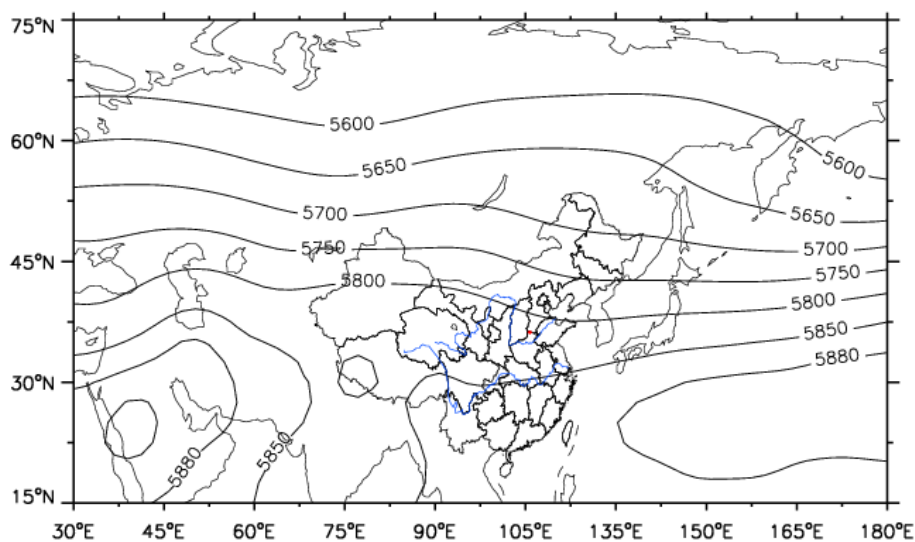


图 4.9 1991-2020 年欧亚地区夏季 500 百帕平均高度场

（单位:gpm，红色的圆点为安阳高新区的位置）

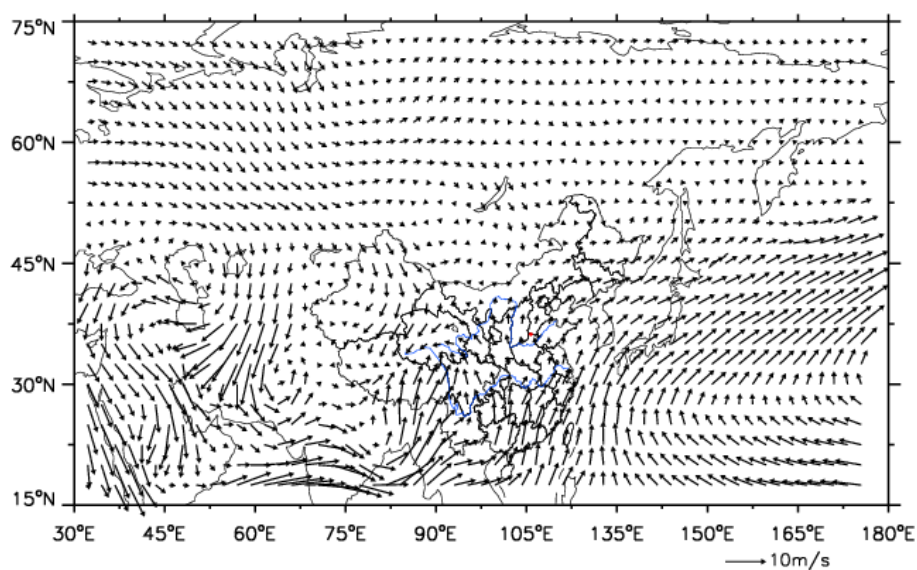


图 4.10 1991-2020 年欧亚地区夏季 850 百帕平均风场
(单位: m s^{-1} , 红色圆点为安阳高新区的位置)

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), 南方水汽通道无法建立, 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。

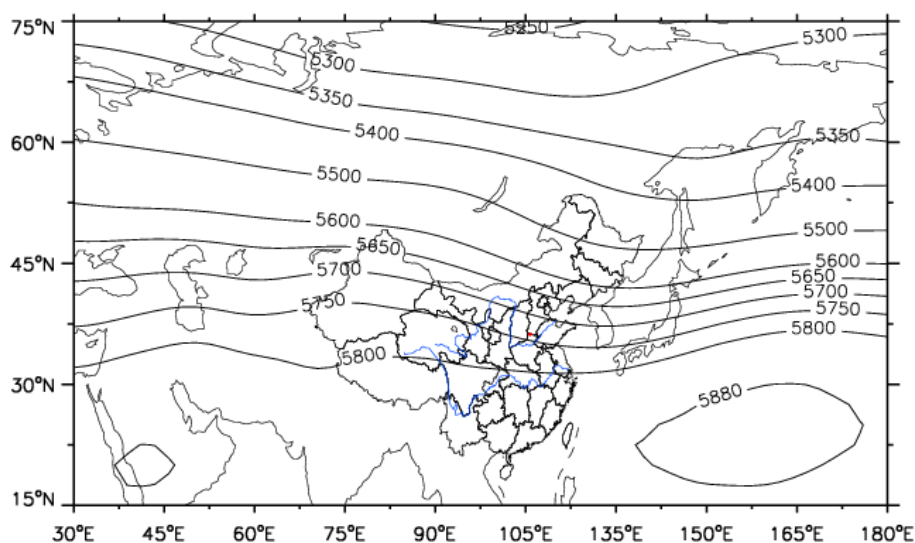


图 4.11 1991-2020 年欧亚地区秋季 500 百帕平均高度场
(单位: gpm, 红色圆点为安阳高新区的位置)

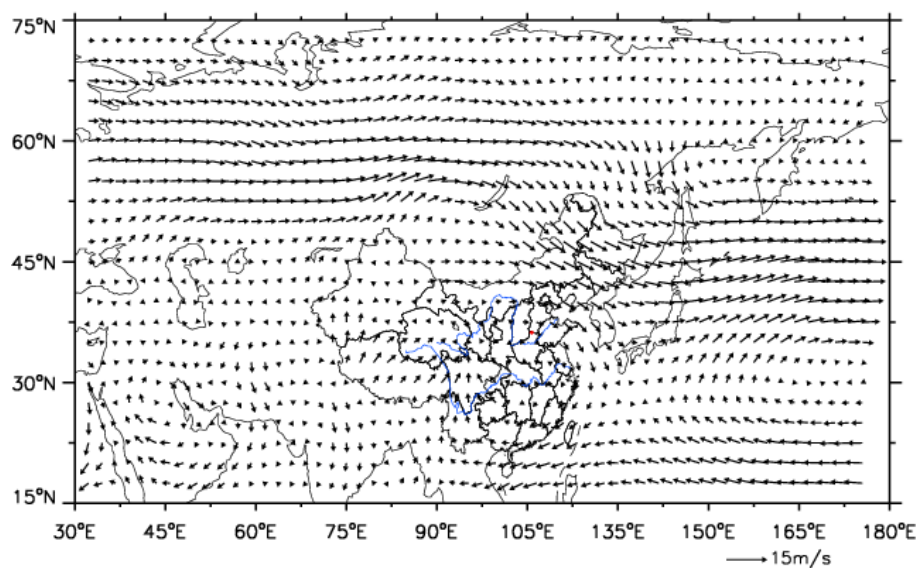


图 4.12 1991-2020 年欧亚地区秋季 850 百帕平均风场
(单位: m s^{-1} , 红色圆点为安阳高新区的位置)

4.4 不同季节影响安阳的主要天气系统

安阳四季均受冷锋、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,但不同季节影响安阳的主要天气影响系统不同,详见表 4.1。

表 4.1 各季节影响安阳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，与安阳的夏季降水出现时段密切相关。当副高控制安阳时，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，在安阳产生大到暴雨。

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，冬季造成安阳出现阵雪天气，夏季造成安阳出现大风、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 ≥ 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，这两支急流为安阳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。影响安阳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

夏季影响安阳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 气候背景分析

5.1 气候背景

本章对汤阴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—2020 年资料，对气象要素的日变化平均统计采用的是近 10 年 2012—2021 年资料，对气象要素极值统计采用的是建站以来有完整相应资料的数据。最大风速自 2011 年开始有记录，极大风速自 2011 年开始有记录。

汤阴气象站 1991—2020 年的累年平均气压为 1007.2hPa，累年平均气温为 14.2℃，累年平均降水量为 586.0mm，累年平均风速为 2.2m/s，累年平均相对湿度为 66.5%，累年平均日照时数为 1833.7 小时。

汤阴气象站自有气象记录以来，年极端最高气压为 1040.4hPa（2000 年 1 月 31 日），年极端最低气压为 980.4hPa（1988 年 4 月 30 日），极端最高气温为 42.9℃，出现在 2009 年 6 月 25 日，极端最低气温为 -20.9℃，出现在 1971 年 12 月 27 日，年降水量最多为 1247.1mm，出现在 1963 年，最少为 276.6mm，出现在 1965 年，年最大风速 15.8m/s，出现在 2013 年 8 月 1 日，年极大风速 25.0m/s，出现在 2016 年 6 月 14 日。

表 5.1 汤阴站主要气候特征值

气候要素		值	单位	出现时间
气压	年平均气压	1007.2	hPa	/
	年平均最高气压	1009.8	hPa	/
	年平均最低气压	1004.3	hPa	/
	极端最高气压	1040.4	hPa	2000 年 1 月 31 日
	极端最低气压	980.4	hPa	1988 年 4 月 30 日
气温	年平均气温	14.2	℃	/
	年平均最高气温	19.9	℃	/
	年平均最低气温	9.3	℃	/
	极端最高气温	42.9	℃	2009 年 6 月 25 日
	极端最低气温	-20.9	℃	1971 年 12 月 27 日
降水	年降水量	586.0	mm	/
	年最多降水量	1247.1	mm	1963 年
	年最少降水量	276.6	mm	1965 年
	年平均降水日数	70.8	d	/
	最大日降水量	235.1	mm	1994 年 7 月 12 日
风	年平均风速	2.2	m/s	/
	最多风向及频率	S /13.4	/%	/
	年最大风速	15.8	m/s	2013 年 8 月 1 日
	年最大风速对应的风向	SW	/	/
	年次大风速	15.3	m/s	2016 年 06 月 14 日
	年极大风速	25.0	m/s	2016 年 6 月 14 日
	年极大风速对应的风向	NW	/	/
相对湿度	年平均相对湿度	66.5	%	/
日照	年日照时数	1833.7	h	/
	年最多日照时数	2560	h	1965 年
	年最少日照时数	1285.7	h	2014 年
地面温度	年平均地面温度	15.9	℃	/
	年平均最高地面温度	30.2	℃	/
	年平均最低地面温度	7.8	℃	/
	极端最高地面温度	68.8	℃	1959 年 6 月 27 日
	极端最低地面温度	-26.6	℃	1990 年 1 月 31 日

5.2 气压

5.2.1 年际变化

(1) 平均气压、极端气压

1991—2020 年汤阴气象站年平均气压 1007.2hPa。汤阴气象站自 1980 年开始有极端气压的资料，1980—2020 年的极端最高气压出现在 2000 年,为 1040.4hPa;极端最低气压出现在 1988 年,为 980.4hPa。

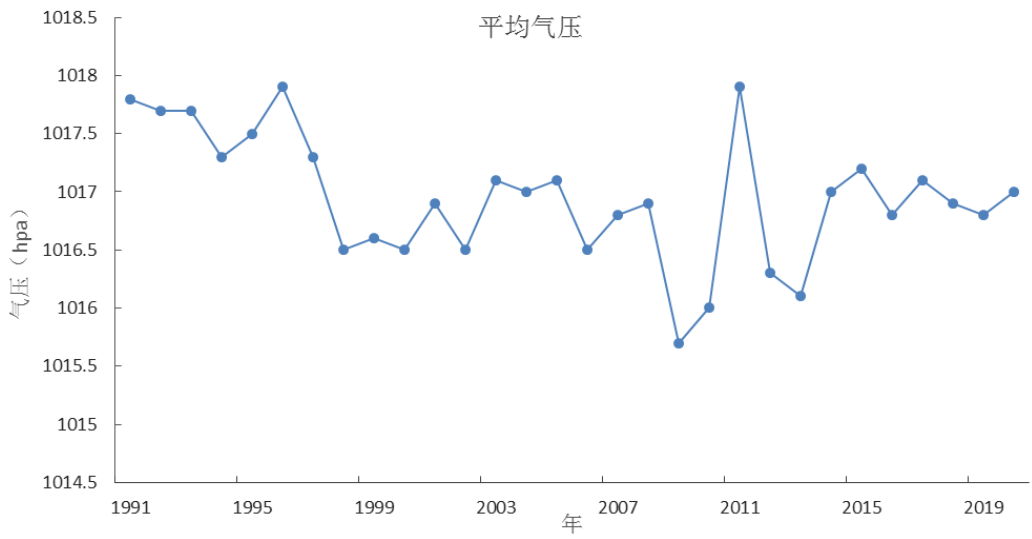


图 5.1 1991—2020 年汤阴站平均气压、平均最高、平均最低气压年际变化

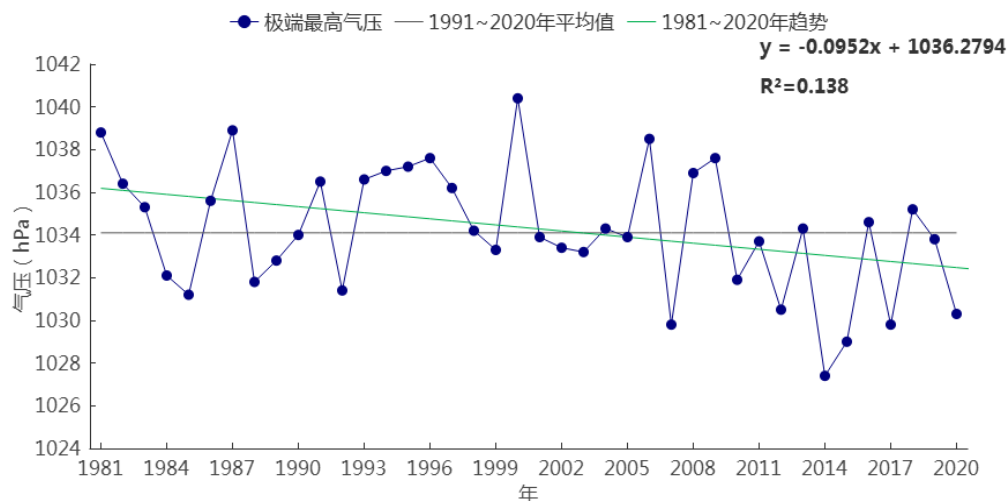


图 5.2 1980—2020 年汤阴站极端最高气压年际变化

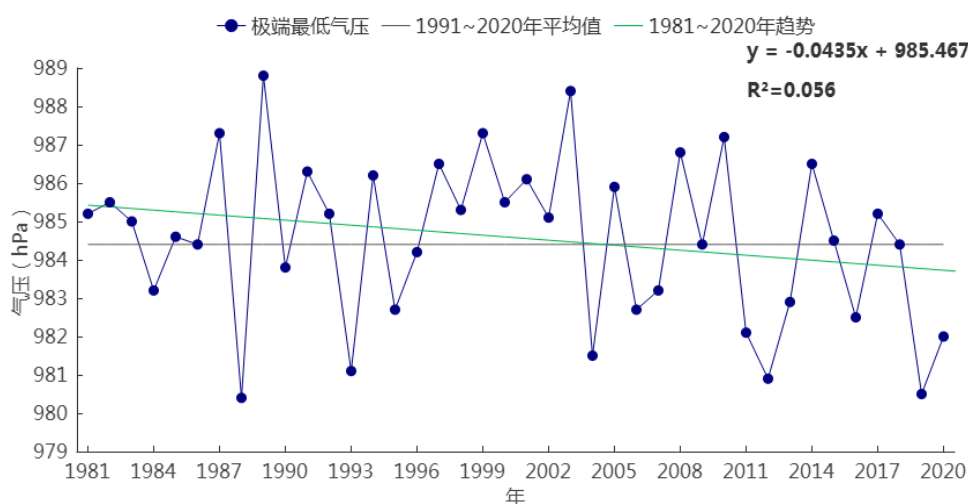


图 5.3 1980—2020 年汤阴站极端最低气压年际变化

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—2020 年汤阴气象站的平均气压月变化在 994.3hPa(7 月)~1018.2hPa(1 月、12 月)之间,呈“V”型变化特征。平均最高气压变化在 996.0hPa(7 月)~1021.4hPa(12 月)之间;平均最低气压变化在 992.3hPa(7 月)~1015.1hPa(1 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—2020 年汤阴站月平均气压、平均最高气压、平均最低气压（单位：hPa）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	1018.2	1015.2	1010.6	1004.9	1000.3	995.6	994.3	998.2	1005.1	1011.2	1014.6	1018.2	1007.2
平均最高	1021.3	1018.4	1014	1008	1002.8	997.6	996	999.7	1007	1013.6	1017.6	1021.4	1009.8
平均最低	1015.1	1011.7	1006.6	1001.2	997.3	993	992.3	996.1	1002.8	1008.4	1011.6	1015	1004.3

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。

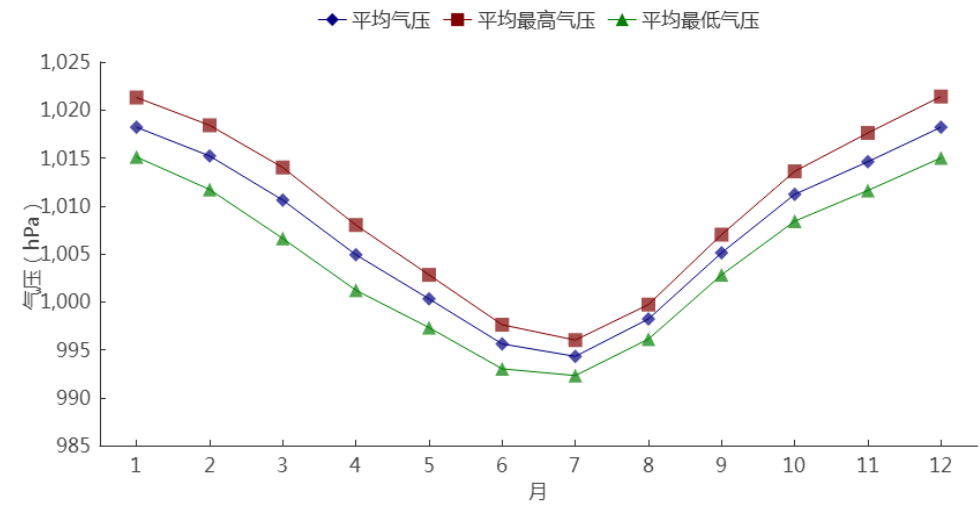


图 5.4 1991—2020 年汤阴站平均气压、平均最高、平均最低气压月际变化

(2) 极端最高气压

汤阴气象站自 1980 年开始有极端最高气压的资料，各月极端最高气压值在 1006.3~1040.4hPa 之间，最大值 1040.4hPa 出现在 2000 年 1 月 31 日。气压的月变化特征是冬季高，夏季低。

(3) 极端最低气压

汤阴气象站自 1980 年开始有极端最低气压的资料，各月极端最低气压值在 980.4~997.5hPa 之间，最小值出现在 1988 年 4 月 30 日。

表 5.3 1980—2020 年汤阴站各月极端气压（hPa）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高	1040.4	1038.5	1031.8	1027	1018.9	1009.8	1006.3	1011.9	1020.1	1031.9	1038.9	1038.8	1040.4
极端最低	997.5	984.4	986.2	980.4	981.5	980.9	980.5	983.4	986.2	994.7	994.2	996	980.4

5.2.3 日变化

汤阴气象站近 10 年 2011—2020 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 1006.9hPa;之后开始下降,最低值出现在 16、17 时,为 1003.9hPa;之后又开始缓慢升高,在 23 时达到次高值 1005.9hPa,随后开始下降,直至 4 时。

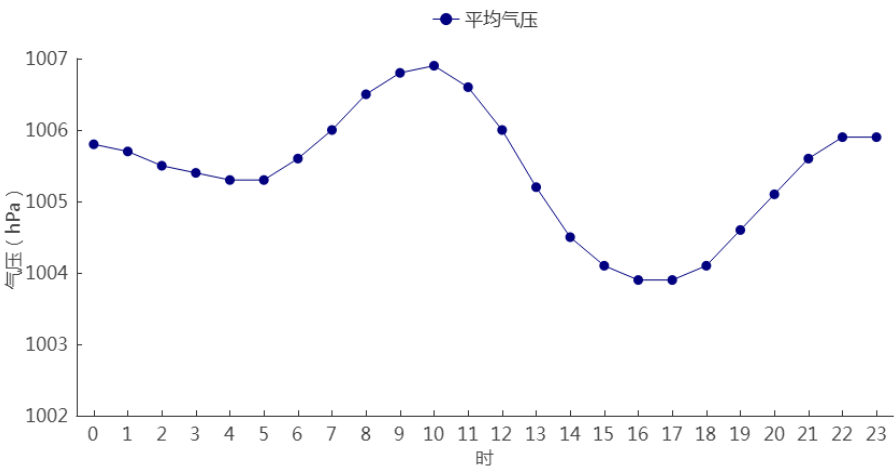


图 5.5 2011—2020 年汤阴站平均气压日变化

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—2020 年汤阴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 14.2°C 、 19.9°C 、 9.3°C ，其中年平均气温在 13°C （1993 年） $\sim 15.2^{\circ}\text{C}$ （2019 年）之间变化，年平均最高气温在 18.7°C （2003 年） $\sim 21.1^{\circ}\text{C}$ （2019 年）之间变化，年平均最低气温在 7.5°C （1992 年） $\sim 10.3^{\circ}\text{C}$ （2006 年、2007 年、2014 年）之间变化。

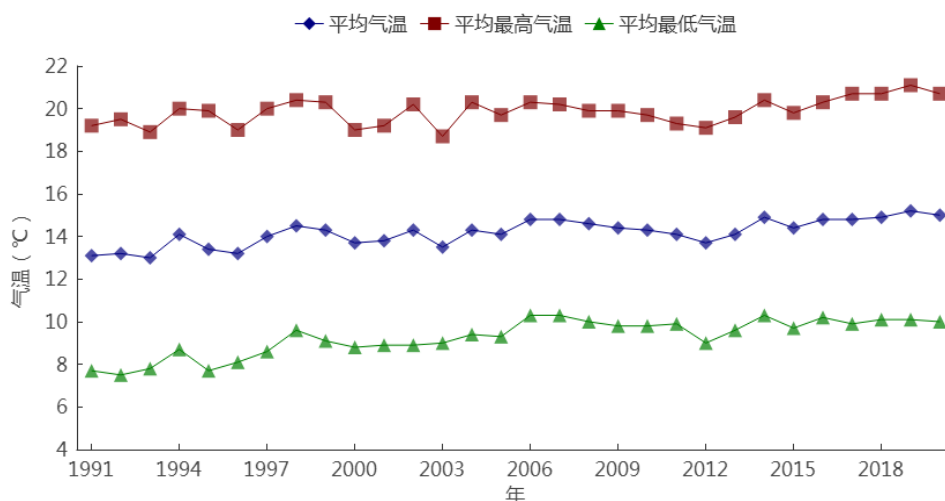


图 5.6 1991—2020 年汤阴站平均气温、平均最高、平均最低气温年际变化

(2) 极端气温

汤阴气象站自 1959 年开始有完整极端高温、极端低温的资料，1959—2020 年的年极端最高气温在 36.0°C （1982 年） $\sim 42.9^{\circ}\text{C}$ （2009 年）之间变化。年极端最高气温在 37°C ， 38°C ， 39°C ， 40°C 以上的年份分别有 58 年、50 年、34 年、24 年。 40°C 以上分别为 2014 年、1978 年、2006 年、2019 年、1988 年、1997 年、1969 年、1965 年、1986

年、2012 年、1977 年、1961 年、2000 年、2005 年、1964 年、1972 年、2020 年、1979 年、1967 年、1968 年、2002 年、1960 年、1966 年、2009 年。

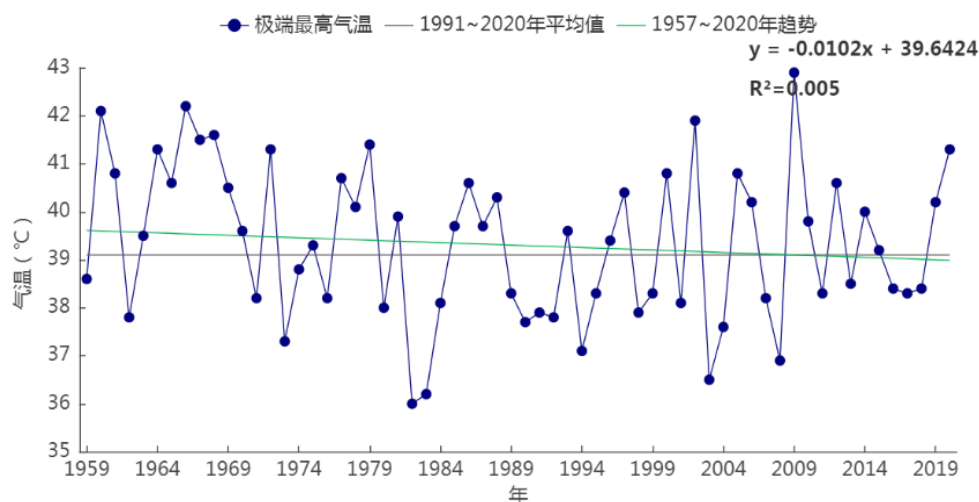


图 5.7 1959—2020 年汤阴站极端最高气温年际变化

汤阴气象站 1959—2020 年的年极端最低气温在 -20.9°C (1971 年) $\sim -7.4^{\circ}\text{C}$ (2007 年) 之间变化。近 10 年的年最低气温在 $-15^{\circ}\text{C} \sim -9.5^{\circ}\text{C}$ 之间, 极端最低气温有上升的趋势。年极端最低气温在 0°C , -2°C , -4°C , -6°C 以下的年份分别为 64 年、64 年、64 年、64 年。

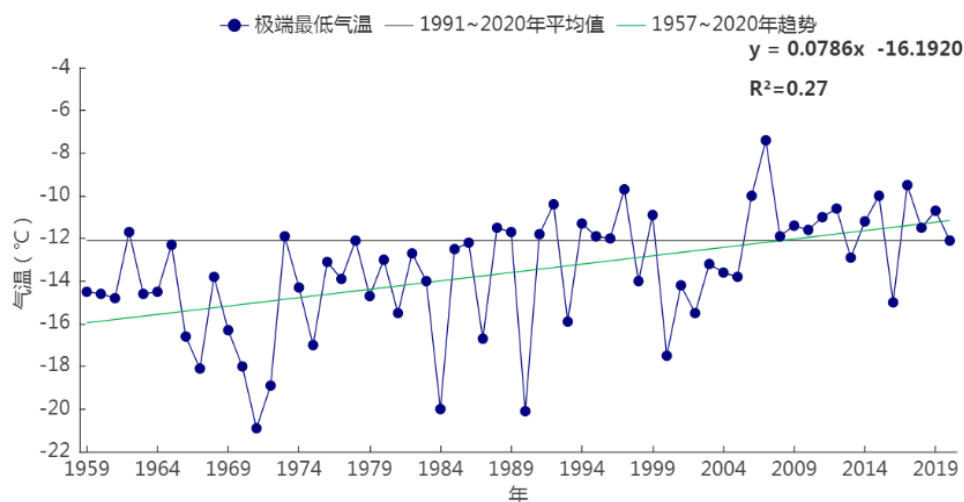


图 5.8 1959—2020 年汤阴站极端最低气温年际变化

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—2020 年汤阴气象站平均气温、平均最高气温、平均最低气温月变化分别在-0.9~27.1℃、4.4~32.5℃、-5.1~23℃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—2020 年汤阴站月平均气温、平均最高气温、平均最低气温（单位：℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	-0.9	2.8	8.7	15	20.8	26.1	27.1	25.6	21.2	15.4	7.3	0.9	14.2
平均最高	4.4	8.7	14.8	21	26.7	32.5	32.1	30.4	27.1	21.5	12.9	6.3	19.9
平均最低	-5.1	-1.9	3.3	9.2	14.8	20.1	23	21.8	16.4	10.3	2.6	-3.2	9.3

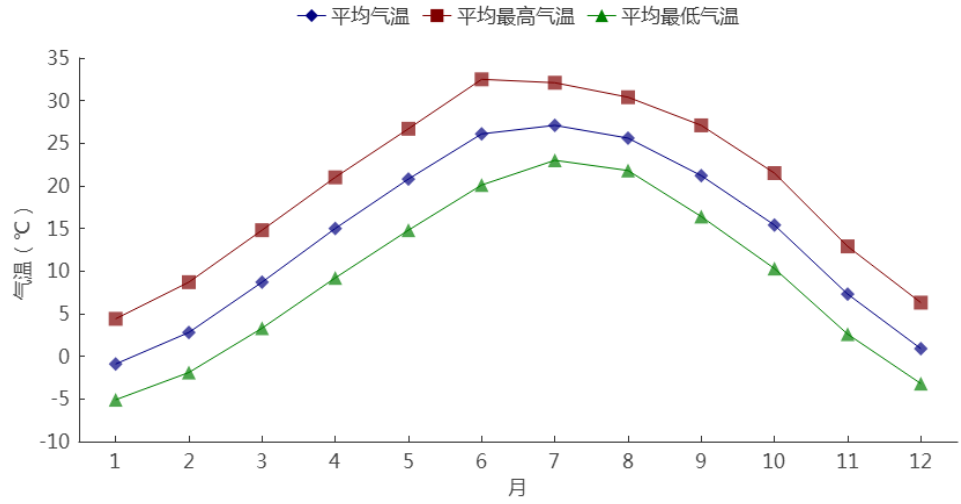


图 5.9 1991—2020 年汤阴站平均气温、平均最高、平均最低气温月际变化

(2) 极端气温

汤阴气象站 1959—2020 年各月极端最高气温值在 19.3~42.9℃ 之间，最大值 42.9℃ 出现在 2009 年 6 月 25 日；各月极端最低气温值

在-20.9~15.2℃之间，最小值-20.9℃出现在 1971 年 12 月 27 日。

表 5.5 1959—2020 年汤阴站各月极端气温（℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高	19.3	25.3	31.9	35.3	40.4	42.9	42.2	38.5	39.7	34.7	28	22.6	42.9
极端最低	-20.1	-18.6	-11.5	-2.6	2.7	9.5	15.2	12.8	3.4	-3.7	-16.7	-20.9	-20.9

5.3.3 日变化

近 10 年 2011—2020 年汤阴气象站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 10.9℃；6 时开始，气温逐渐升高，到 15 时达到峰值 19.5℃；之后开始下降，直至次日 6 时。

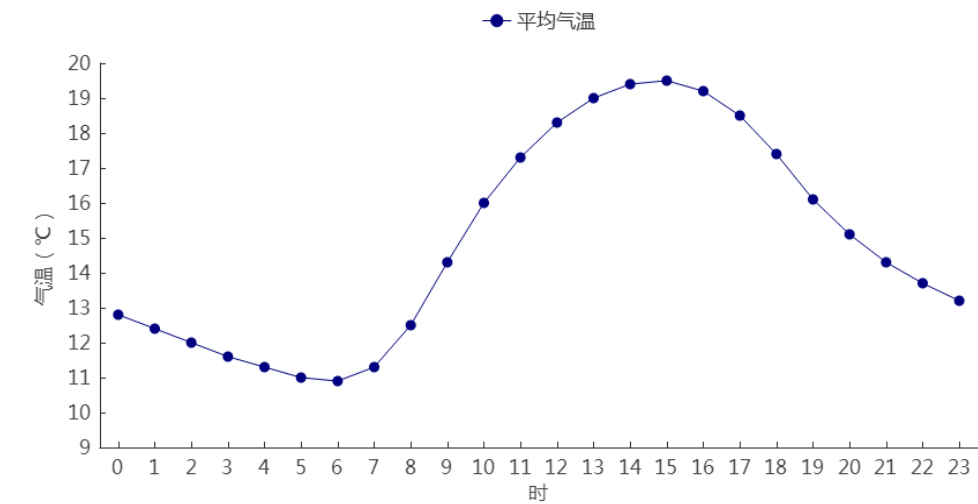


图 5.10 2011—2020 年汤阴站平均气温日变化

5.4 降水

5.4.1 降水量年际变化

1991—2020 年汤阴气象站累年平均降水量为 586mm，降水量在 299.3mm（1997 年）~1020.1mm（2000 年）之间变化。

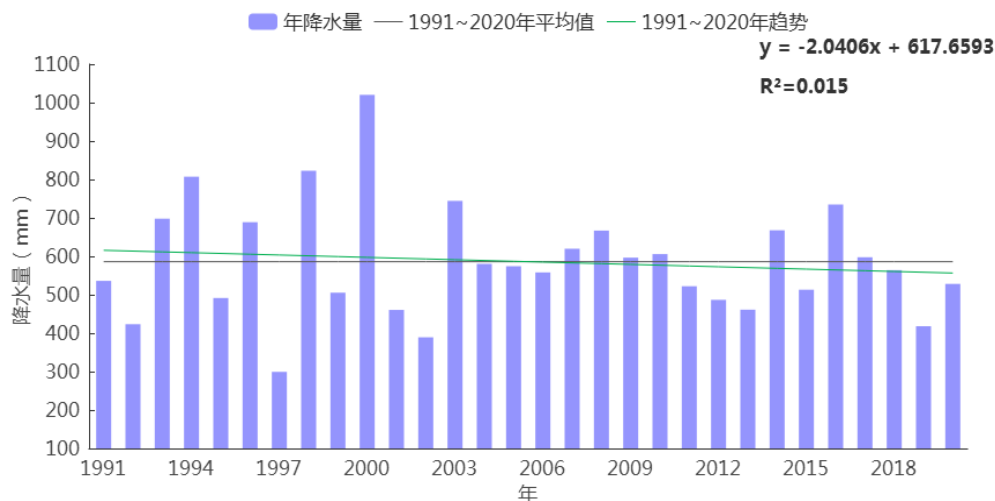


图 5.11 1991—2020 年汤阴站降水量年际变化

5.4.2 月际变化

1991—2020 年汤阴气象站各月降水量在 5.0mm(1 月)~167.5mm (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 5.0~8.7mm 之间; 春季(3—5 月)各月在 12.7~48.9mm 之间, 占全年降水量的 16.5%。夏季(6—8 月)各月在 67.7~167.5mm 之间, 占全年降水量的 60.1%。

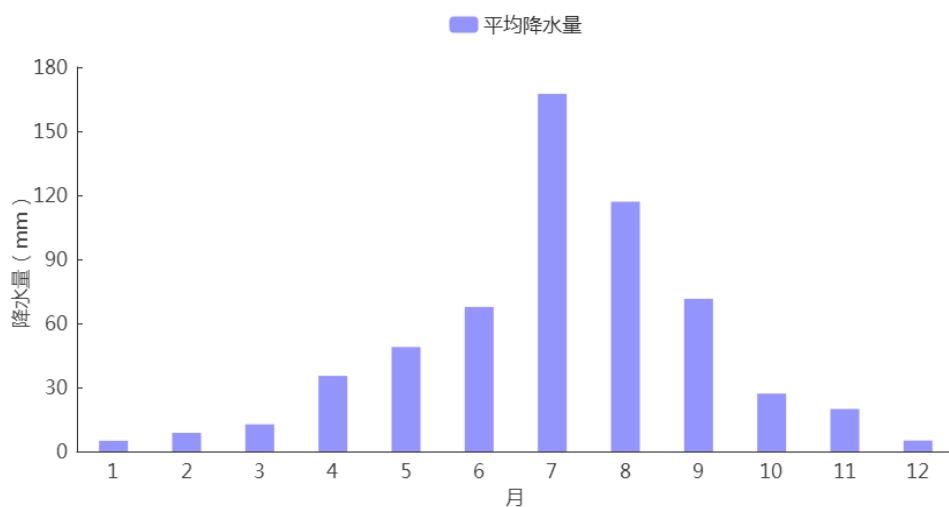


图 5.12 1991—2020 年汤阴站降水量月际变化

5.4.3 降水日数

(1) 年际变化

1991—2020 年汤阴气象站年平均降水日数为 70.8 天，降水日数在 60 天（1992 年、2013 年）～97 天（2003 年）之间。

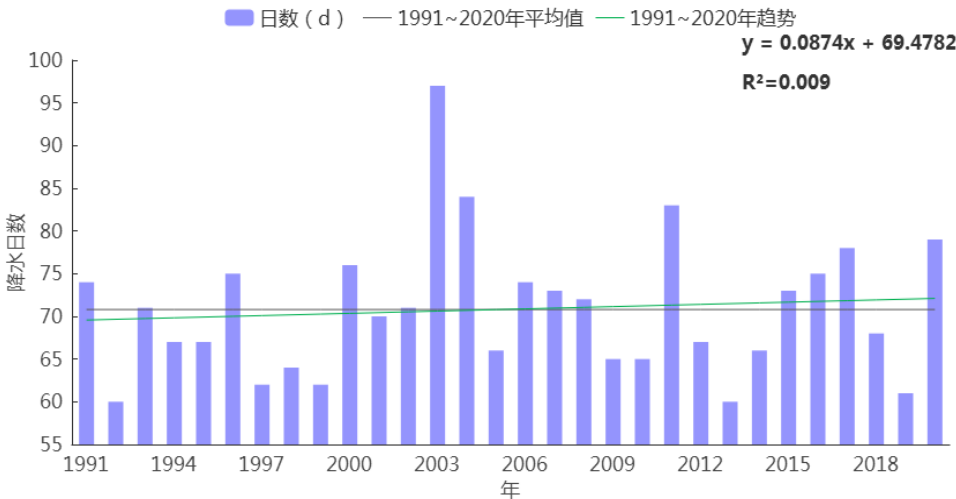


图 5.13 1991—2020 年汤阴站降水日数年际变化

(2) 月际变化

汤阴气象站各月平均降水日数在 2.4 天（12 月）～11.2 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 2.4～3.4 天之间；其次是春季（3—5 月），各月在 3.4～6.6 天之间；秋季（9—11 月）各月在 4.5～7.6 天之间；夏季（6—8 月）各月在 8.3～11.2 天之间。

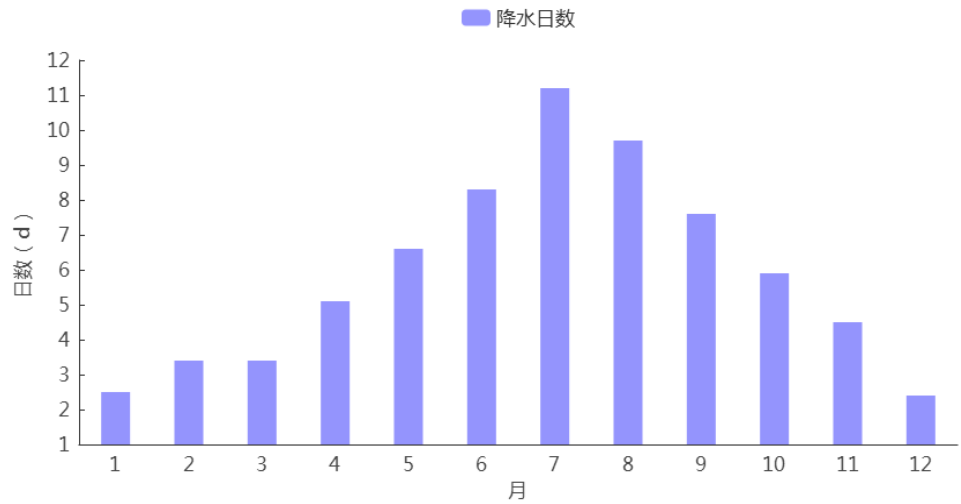


图 5.14 1991—2020 年汤阴站降水日数月际变化

5.5 风向风速

5.5.1 年际变化

(1) 平均风速

1991—2020 年汤阴气象站年平均风速为 2.2m/s，在 1.1~2.8m/s 之间变化，风速年际变化呈下降趋势。其中 2013 年平均风速最大，为 2.8m/s，而后，风速整体呈下降趋势。

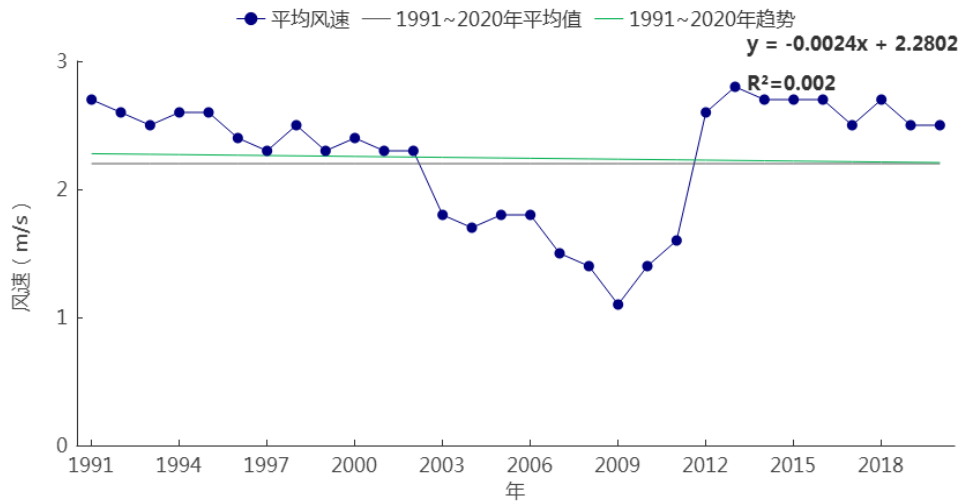


图 5.15 1991—2020 年汤阴站平均风速年际变化

(2) 最大风速

汤阴气象站自 2011 年开始，有完整的最大风速的观测资料。从图中可以看出，2011—2020 年最大风速的最大值为 15.8m/s（SW），出现在 2013 年 8 月 1 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 NNE 向的风居多。

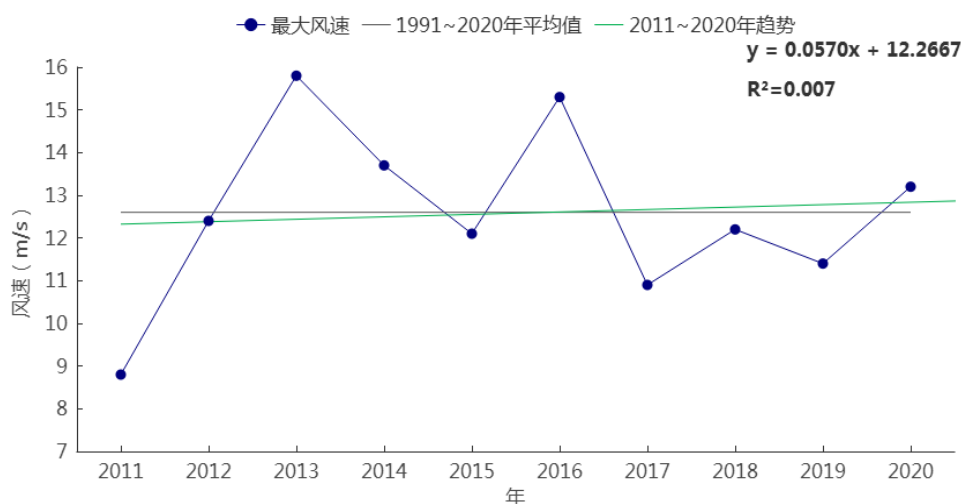


图 5.16 2011—2020 年汤阴最大风速年际变化

(3) 极大风速

汤阴气象站自 2011 年开始，有完整的极大风速的观测资料。2011—2020 年极大风速的最大值为 25.0m/s（NW），出现在 2016 年 6 月 14 日，次大值为 24.8m/s（WNW），出现在 2014 年 07 月 29 日。年极大风速以 1 月出现频次最多。极大风速对应的风向多以 NNW 向的风居多。

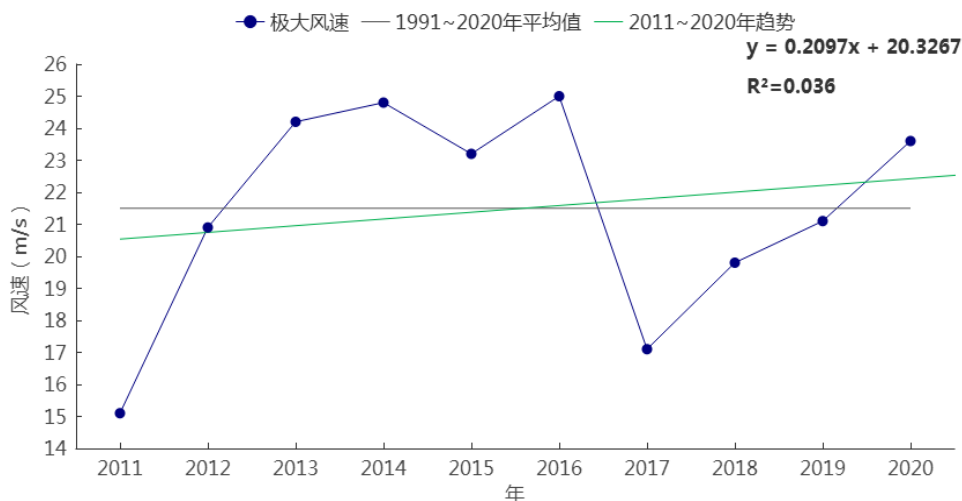


图 5.17 2011—2020 年汤阴极大风速年际变化

5.5.2 月际变化

(1) 平均风速

汤阴气象站逐月平均风速均在 1.8m/s 以上。平均风速 4 月最大，为 3m/s；1 月、9 月、12 月最小，为 1.8m/s。从季节上看，春季、夏季风速较大，秋季、冬季风速较小。

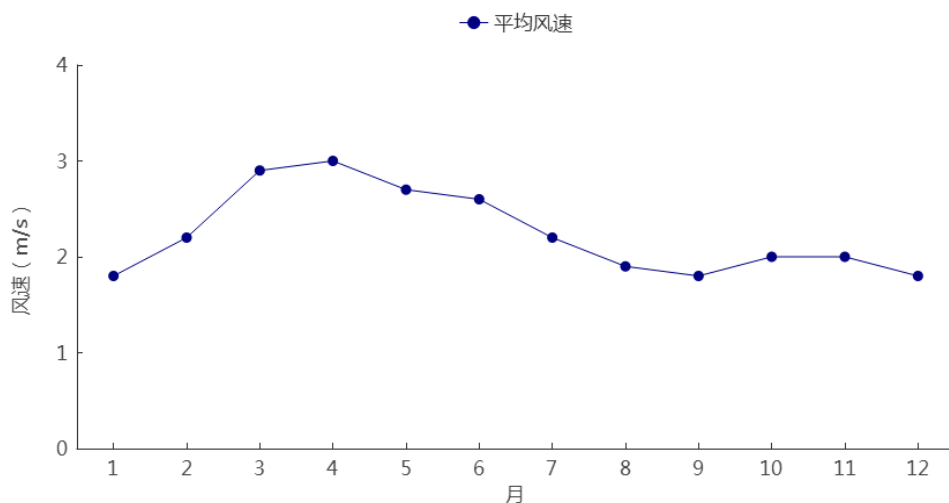


图 5.18 1991—2020 年汤阴站平均风速月际变化

5.5.3 日变化

汤阴气象站 2011—2020 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 1.9m/s (4、5、6 时) $\sim 3.8\text{m/s}$ (14、15 时) 之间。其中 19 时—次日 9 时是全天风速相对较小的时段, 10—18 时是全天风速相对较大的时段。

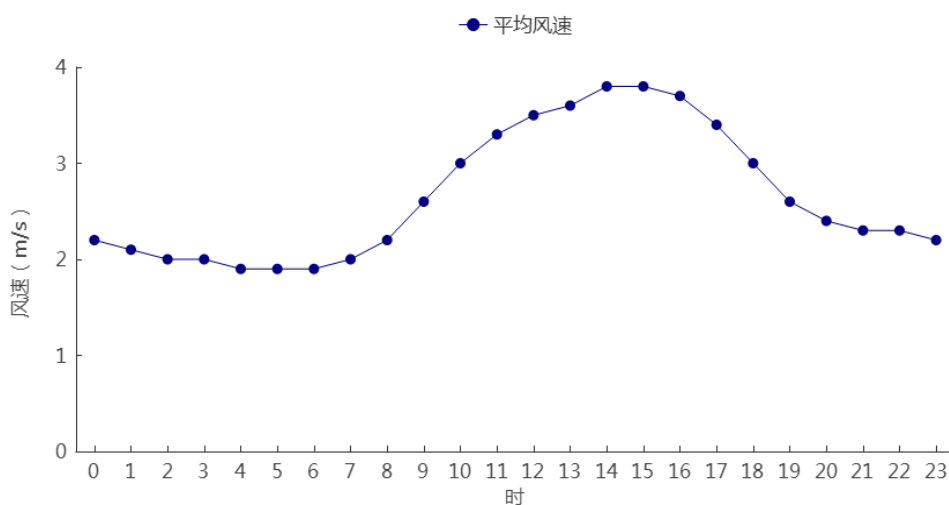


图 5.19 2011—2020 年汤阴站平均风速日变化

5.5.4 风向频率年及季节变化

1991—2020 年汤阴气象站累年最多风向为 S (南) 风, 风向频率为 13.4%, 次多风向为 SSW (南西南), 风向频率为 10.5%。按月统计, 1 月、8 月、11 月、12 月最多风向为 N 风, 2 月、3 月、4 月、5 月、6 月、7 月、9 月、10 月最多风向为 S 风, 次多风向频率, 1 月风向为 NNE 风, 2 月、9 月、10 月风向为 N 风, 3 月—7 月风向为 SSW 风, 8 月、11 月、12 月风向为 S 风, 春季出现频率最高的是 S, 频率为 17.2%, 夏季出现频率最高的是 S, 频率为 14.1%, 秋季出现频率最高的是 S 风向, 频率为 11.7%, 冬季出现频率最高的是 N 风向, 频率为

11%。

表 5.6 1991—2020 年汤阴站各月最多、次多风向及频率(%)

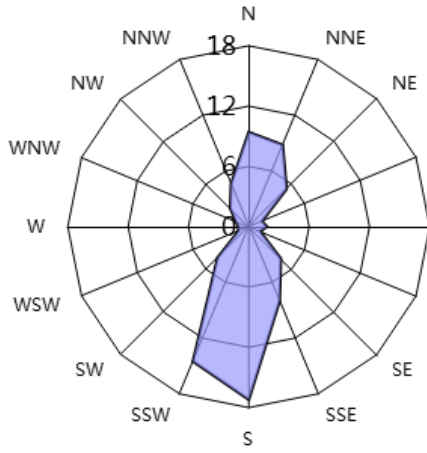
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
最多风向	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	N	S
风频 (%)	10.8	12.0	15.8	18.3	17.5	15.5	14.9	12.7	11.7	12.6	12.4	10.8	13.4
次多风向	NNE	N	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	S	N	N	S	S	SSW
风频 (%)	10.4	11.3	13.9	15.5	14.2	13.9	10.2	12.1	10.2	10.0	10.7	10.1	10.5

表 5.7 1991—2020 年汤阴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	9.4	8.8	5.3	1.4	1.8	1.2	4.5	8.0	17.2	14.5	4.4	1.1	1.0	1.4	2.6	4.6	11.9
夏	9.9	8.7	5.5	1.7	2.2	2.0	5.6	8.5	14.1	10.0	4.0	1.1	1.0	1.3	3.0	5.4	15.1
秋	10.9	8.1	4.2	1.1	1.3	1.2	3.6	5.6	11.7	9.7	4.5	1.4	1.0	1.6	4.1	6.7	22.6
冬	11.0	9.5	4.9	1.1	1.4	0.9	3.1	5.3	10.6	7.7	3.5	1.1	0.8	1.8	3.9	7.8	25.2
年	10.3	8.8	5.0	1.4	1.7	1.3	4.2	6.9	13.4	10.5	4.1	1.2	1.0	1.5	3.4	6.1	18.7

春季

C=11.9%



夏季

C=15.1%

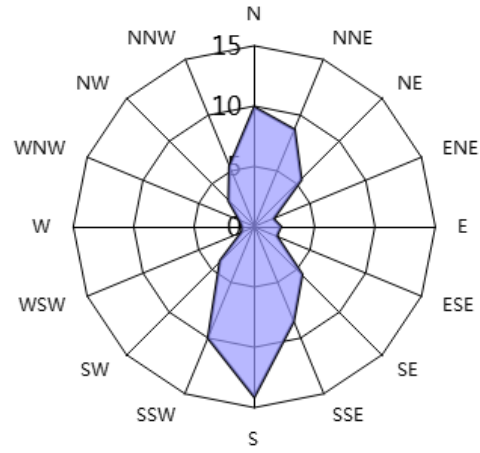
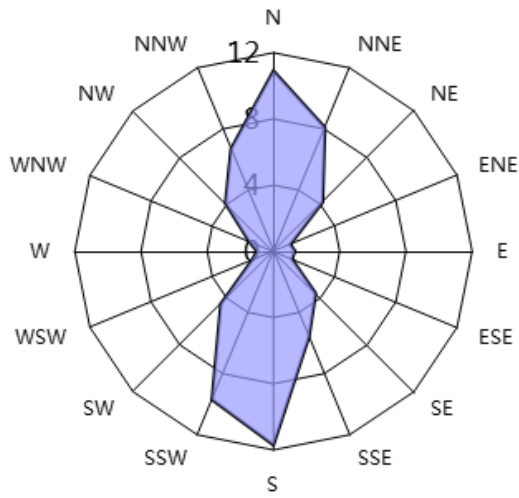


图 5.20 汤阴站春季、夏季风向频率 (%，1991—2020)

秋季

C=22.6%



冬季

C=25.2%

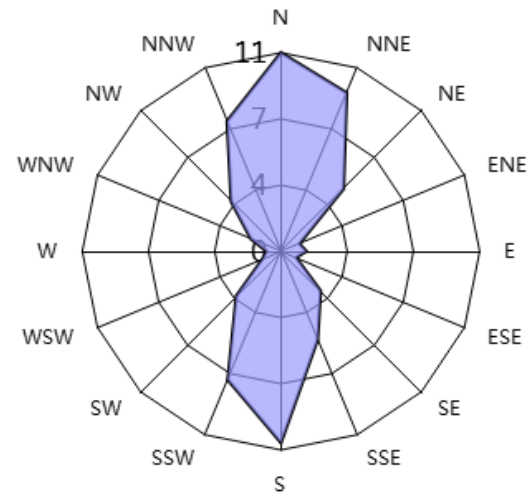


图 5.21 汤阴站秋季、冬季风向频率 (%，1991—2020)

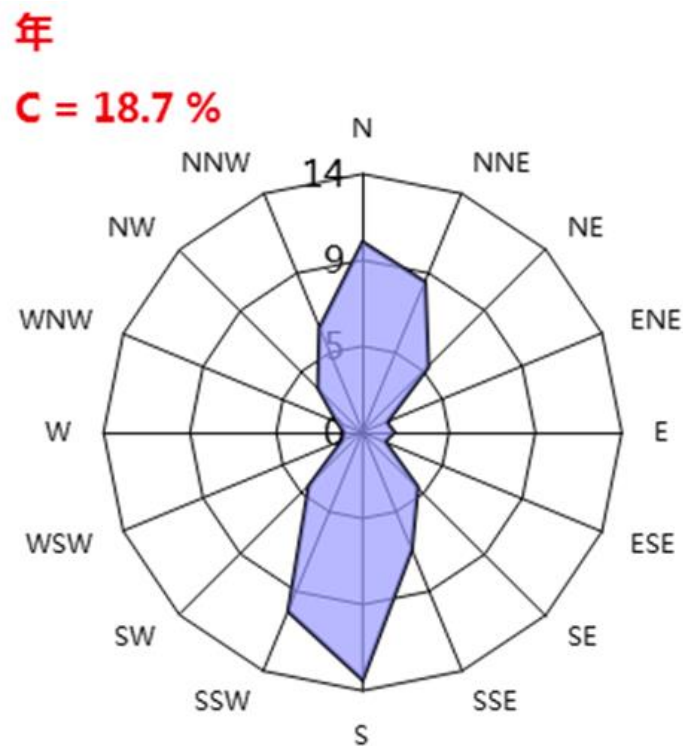
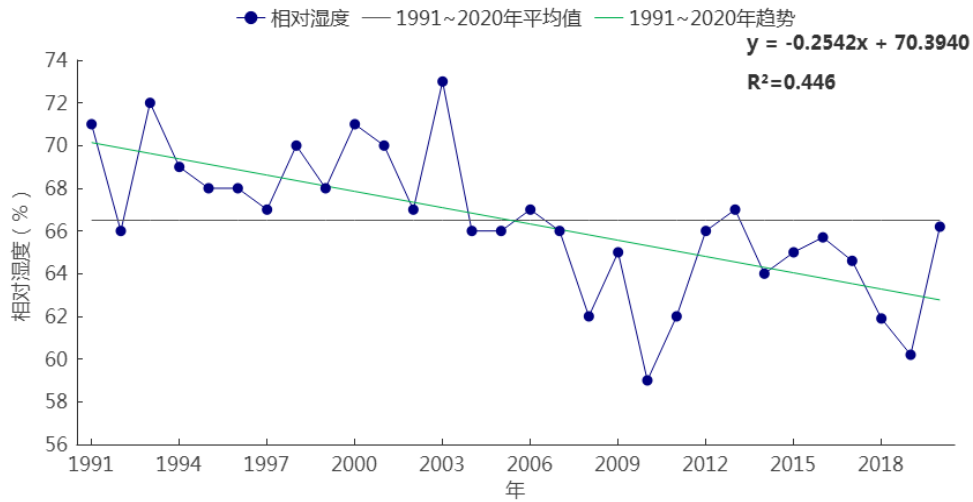


图 5.22 汤阴站年风向频率（%，1991—2020）

5.6 相对湿度

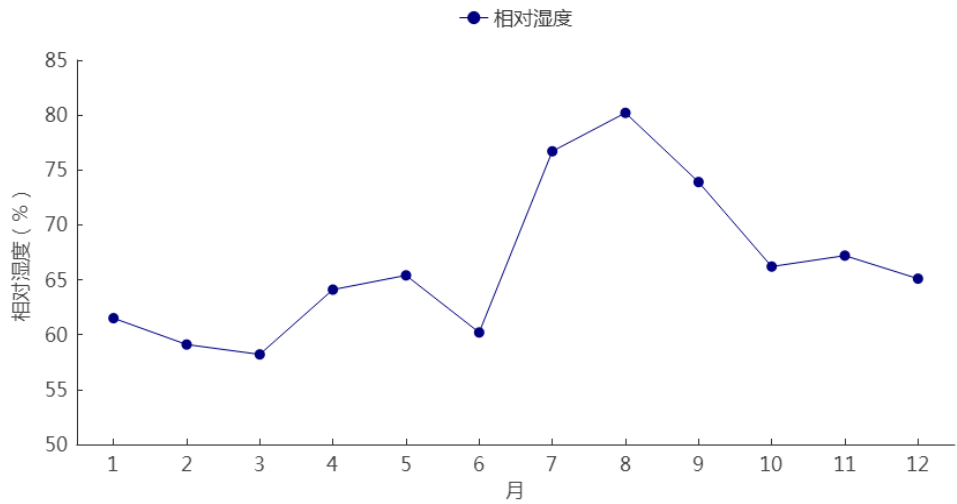
5.6.1 年际变化

1991—2020 年汤阴气象站累年平均相对湿度为 66.5%，其中年平均相对湿度最高出现在 2003 年，为 73.0%；最低出现在 2010 年，为 59.0%。



5.6.2 月际变化

1991—2020 年汤阴气象站平均相对湿度的月变化在 58.2%（3 月）～80.2%（8 月）之间，最小相对湿度的月变化在 1%（3 月）～16%（8 月）之间。



5.6.3 日变化

2011—2020 年汤阴气象站相对湿度日变化呈“U”型变化。每天 6 时

为一天相对湿度的最高值，为 78.4%；6 时开始，相对湿度逐渐减小，到 15 时达到谷底，为 46.6%；之后再次上升，直至次日 6 时。

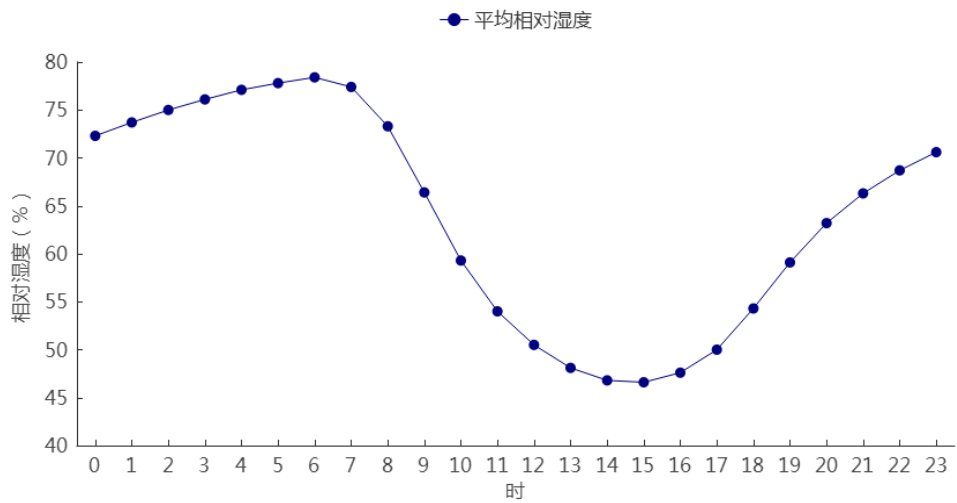


图 5.25 2011—2020 年汤阴站平均相对湿度日变化

5.7 日照

5.7.1 年际变化

1991—2020 年汤阴气象站累年平均日照时数为 1833.7 小时，其中年日照最高出现在 1997 年，为 2447.2 小时；最低出现在 2014 年，为 1285.7 小时。

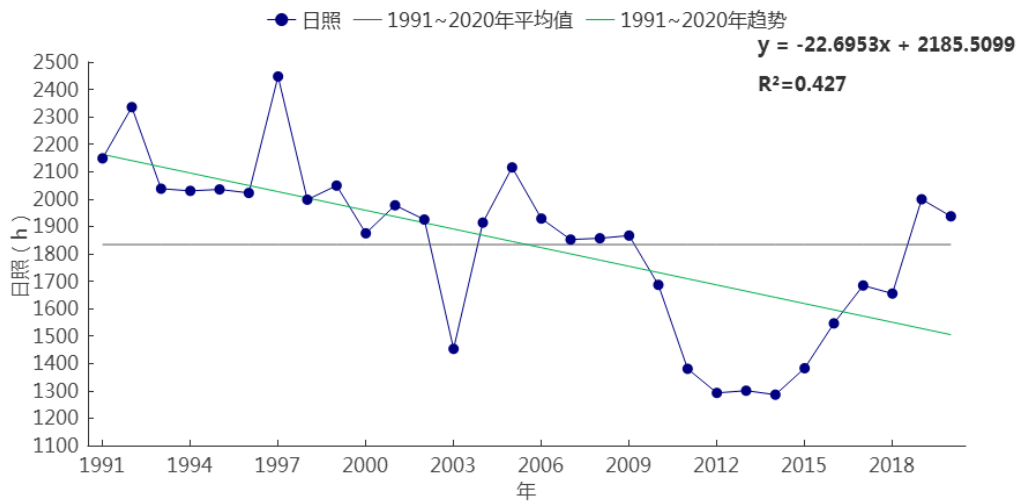


图 5.26 1991—2020 年汤阴站日照年际变化

5.7.2 月际变化

1991—2020 年汤阴气象站日照的月变化在 105.9 小时（1 月）～215.8 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 月在 140 小时以上，冬季明显偏小，5 月全年最高，在 195 小时以上。

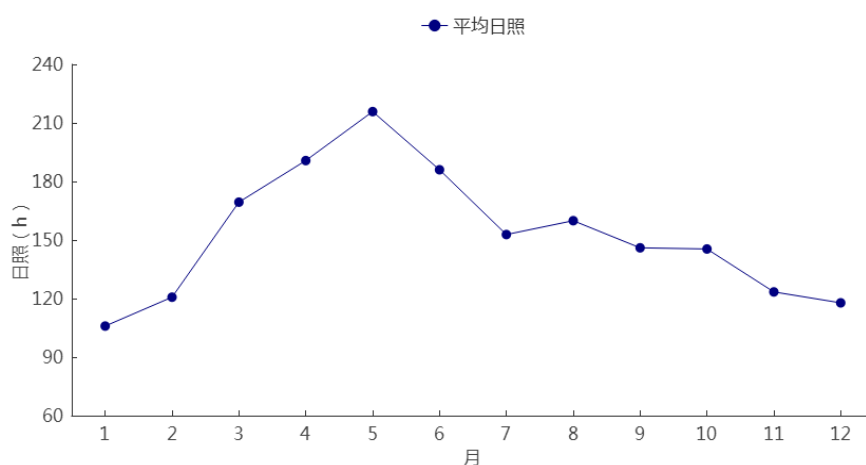


图 5.27 1991—2020 年汤阴站日照月际变化

5.8 地面温度

5.8.1 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—2020 年汤阴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 15.9℃，30.2℃，7.8℃，年平均地面温度在 14.4℃（1993 年）～17.7℃（2019 年）之间变化，年平均最高地面温度在 26.8℃（1993 年）～34.6℃（2019 年）之间变化，年平均最低地面温度在 6.6℃（1992 年）～8.9℃（2018 年）之间变化。

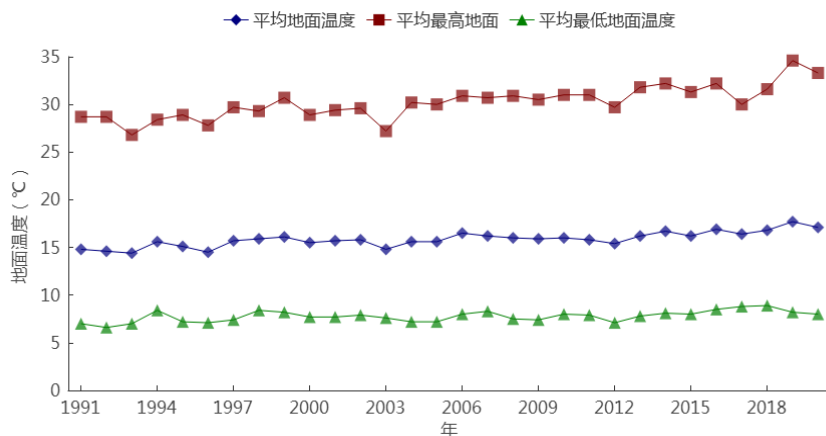


图 5.28 1991—2020 年汤阴站平均、平均最高、平均最低地面温度年际变化

(2) 极端地面温度

汤阴气象站自 1963 年开始有极端最高地面温度，极端最低地面温度的资料，1963—2020 年的年极端最高地面温度在 47.8°C （1979 年） $\sim 66.3^{\circ}\text{C}$ （2009 年）之间变化。

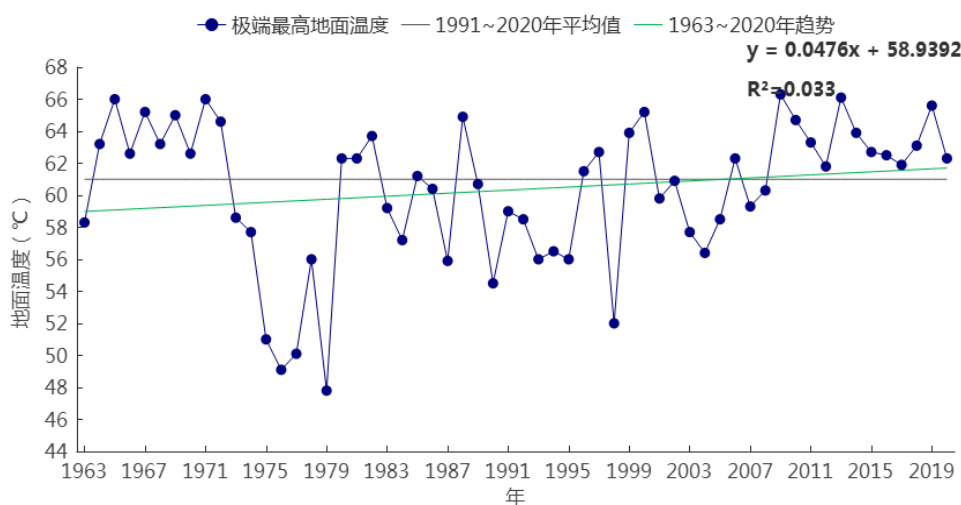


图 5.29 1963—2020 年汤阴站极端最高地面温度年际变化

汤阴气象站 1963—2020 年的年极端最低地面温度在 -26.6°C （1990 年） $\sim -8.6^{\circ}\text{C}$ （2017 年）之间变化。近 10 年的年极端最低地面温度在 -16.7°C （2016 年） $\sim -8.6^{\circ}\text{C}$ （2017 年）之间。

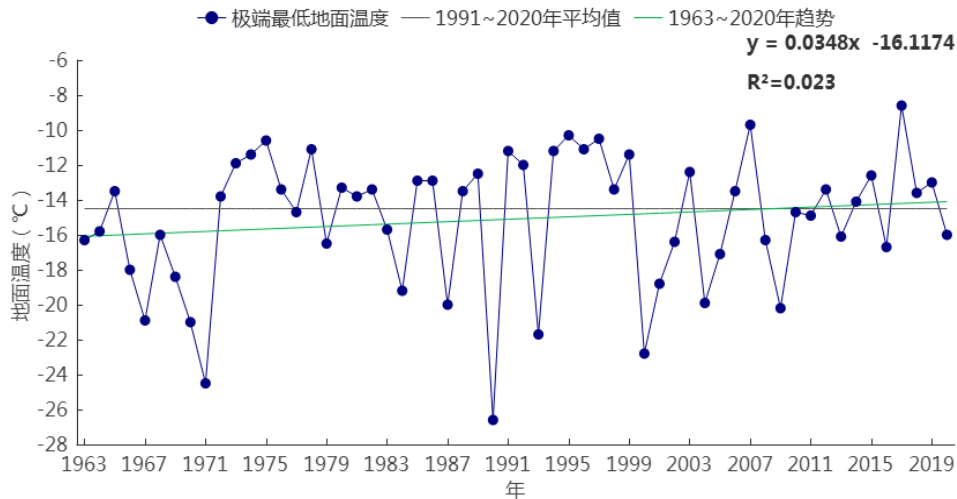


图 5.30 1963—2020 年汤阴站极端最低地面温度年际变化

5.8.2 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—2020 年汤阴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-0.9~29.9℃、9.8~47.3℃、-6.6~22.2℃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—2020 年汤阴站月平均、平均最高、平均最低地面（单位：℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	-0.9	3.3	10.3	17.9	24.6	29.6	29.9	28.2	23.2	16.1	7.2	0.7	15.9
平均最高	9.8	16.7	27	35.3	42.7	47.3	43.7	41.1	37.3	30.2	19.7	11.4	30.2
平均最低	-6.6	-3.4	0.9	7.3	13.3	18.8	22.2	21.1	15.4	8.2	0.4	-4.7	7.8

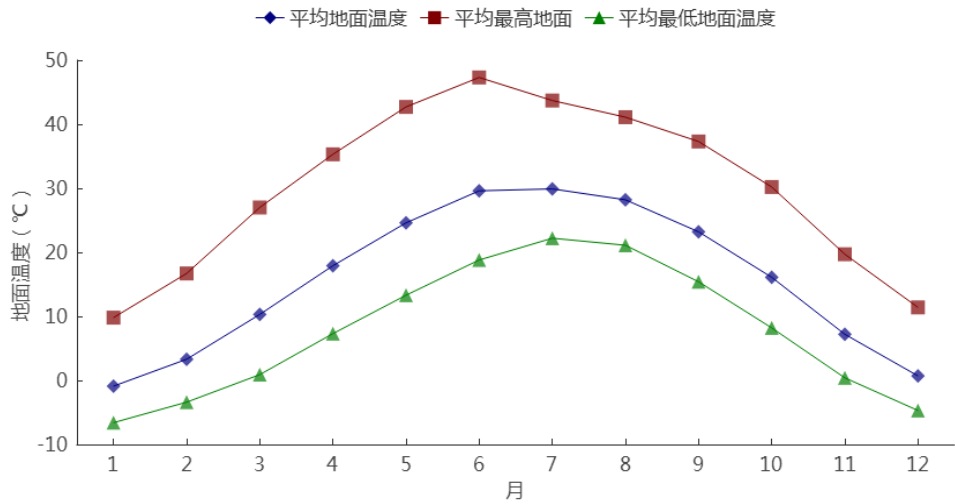


图 5.31 1991—2020 年汤阴站平均、平均最高、平均最低地面温度月际变化

(2) 极端地面温度

汤阴气象站 1959—2020 年的各月极端最高地面温度值在 28.3～66.3℃，最高值 66.3℃出现在 1959 年 6 月 27 日；各月极端最低地面温度值在-26.6～14.3℃之间，最低值-26.6℃出现在 1990 年 1 月 31 日。

表 5.9 1963—2020 年汤阴站各月极端地面温度 (°C)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高	28.3	40.5	49.8	61.1	65.4	66.3	66	64.1	62.5	51.9	41.3	32.7	66.3
极端最低	-26.6	-24.3	-10.5	-6.6	1.5	7.5	14.3	11.3	1	-4	-21.7	-24.5	-26.6

5.8.3 日变化

2011—2020 年汤阴气象站小时平均地面温度呈单峰型变化。每天 5 时为一天地面温度的最低值，为 9.2℃；5 时开始，地面温度逐渐升高，到 13 时达到峰值 29.4℃；之后开始下降，直至次日 5 时。

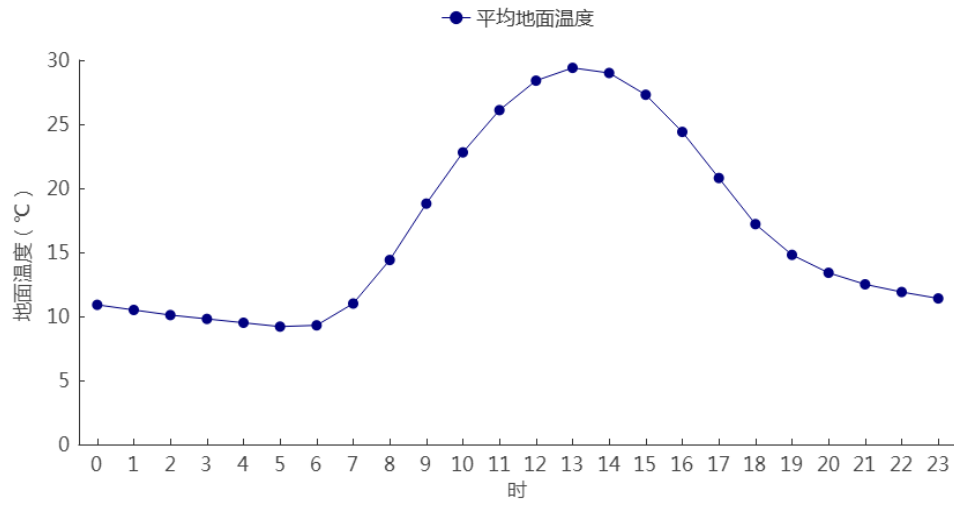


图 5.32 2011—2020 年汤阴站平均地面温度日变化

第六章 高影响天气分析

极端天气气候事件对于安阳高新技术产业集聚区的规划、建设、运营等有重要影响。确定对高新技术产业集聚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,并以此为基础分析直接影响高新技术产业集聚区建设和运营的天气非常必要。本章根据安阳高新技术产业集聚区所在区域的历史气象灾害、集聚区重点企业对气象要素及高影响天气的抽样调查,确定影响集聚区规划、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汤阴站的资料,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。根据高新技术产业集聚区重点企业对高影响天气敏感度的调查,确定高新技术产业集聚区高影响天气包括暴雨、雷暴、闪电、低温、结冰、高温、大风等。

6.1 暴雨

(1) 暴雨日数

1959—2020 年汤阴气象站累年平均暴雨日数为 1.9 天,1963 年、2000 年暴雨日数最多,为 6 天,年日数变化呈增加趋势。暴雨发生在 5—9 月,其中 7 月相对较多。

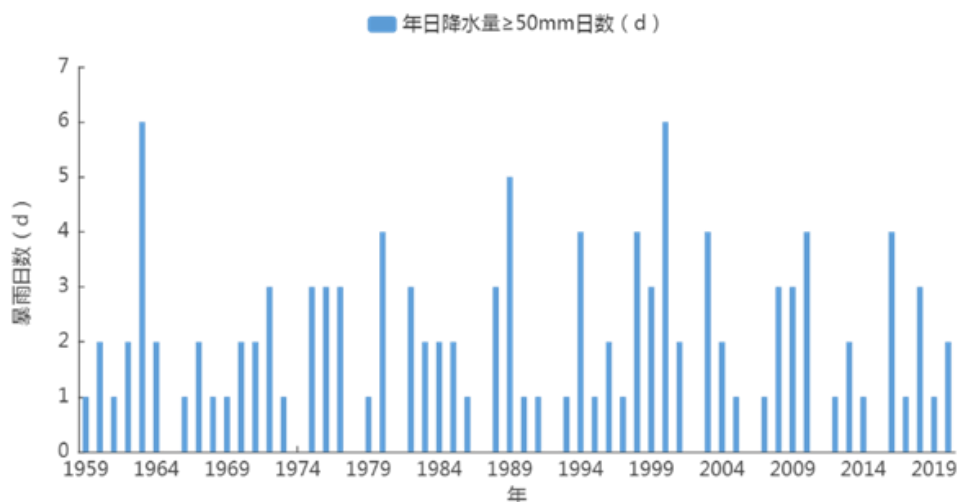


图 6.1 1959—2020 年汤阴站年暴雨日数逐年变化图（单位：d）

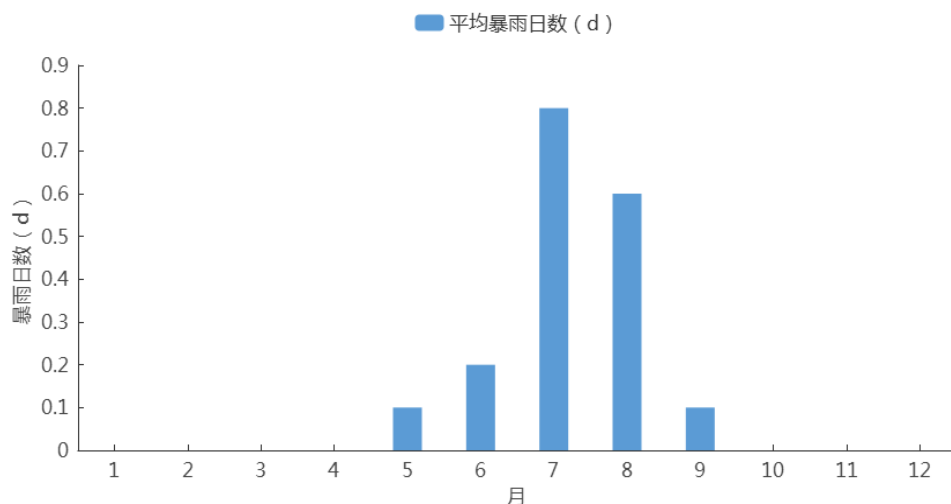


图 6.2 1959—2020 年汤阴站平均暴雨日数逐月变化图（单位：d）

（2）最长连续降水日数及最大连续降水量

1959—2020 年汤阴气象站最长连续降水日数在 4 天（1965 年、1966 年、1967 年、1970 年、1974 年、1986 年、1991 年、1992 年、1999 年、2001 年、2009 年、2012 年、2018 年、2019 年）~10 天（1964 年）之间，最长连续降水量在 6.8mm（2008 年）~644.8mm（1963 年）之间；而最大连续降水量则在 47.3mm（2002 年）~644.8mm（1963

年) 之间。



图 6.3 1959—2020 年汤阴站最长连续降水日数的年际变化

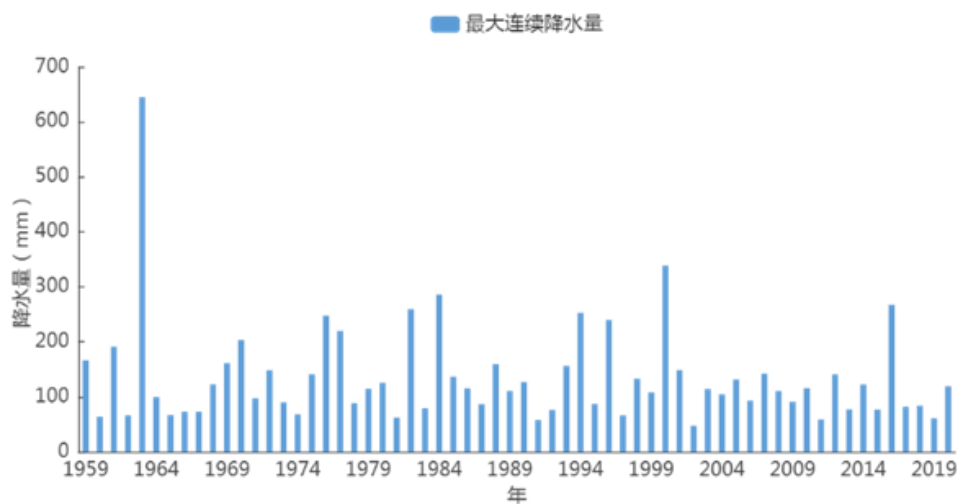


图 6.4 1959—2020 年汤阴站最大连续降水量的年际变化

(3) 最大日降水量

1959—2020 年汤阴累年平均最大日降水量为 92mm, 年际变化在 33.5mm (1981 年)~235.1mm (1994 年) 之间。最大日降水量日数以 2.96mm/10a 的速率减少。



图 6.5 1959—2020 年汤阴站最大日降水量年际变化

6.2 雷暴

统计汤阴气象站 1959—2013 年的地面观测资料（2013 年后没有观测记录），累年平均雷暴日数为 26.1 天，年雷暴日数在 11 天（2009 年）～50 天（1959 年）之间变化，年日数变化呈减少趋势。7 月雷暴日数最多，为 8.1 天，1 月、2 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 86.6%，7 月是高发时段，占全年雷暴发生的 32.9%。

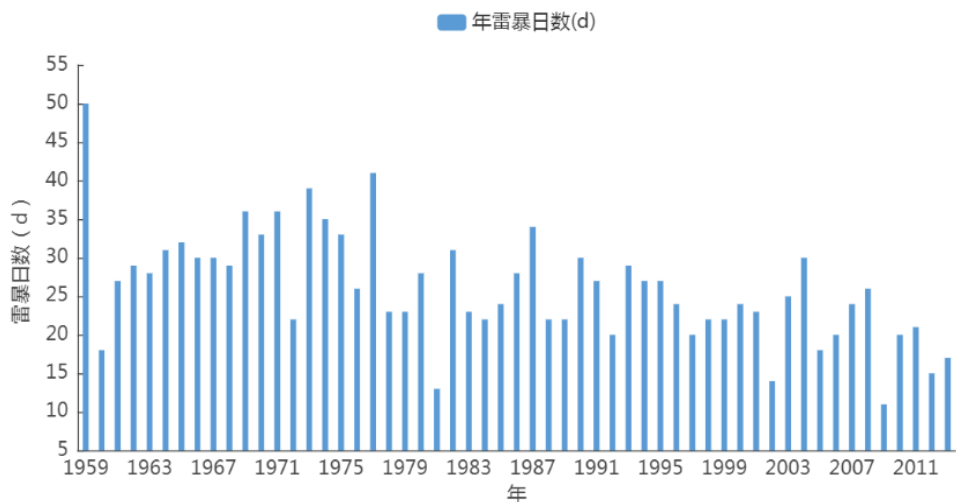


图 6.6 1959—2013 年汤阴站年雷暴日数逐年变化图（单位：d）

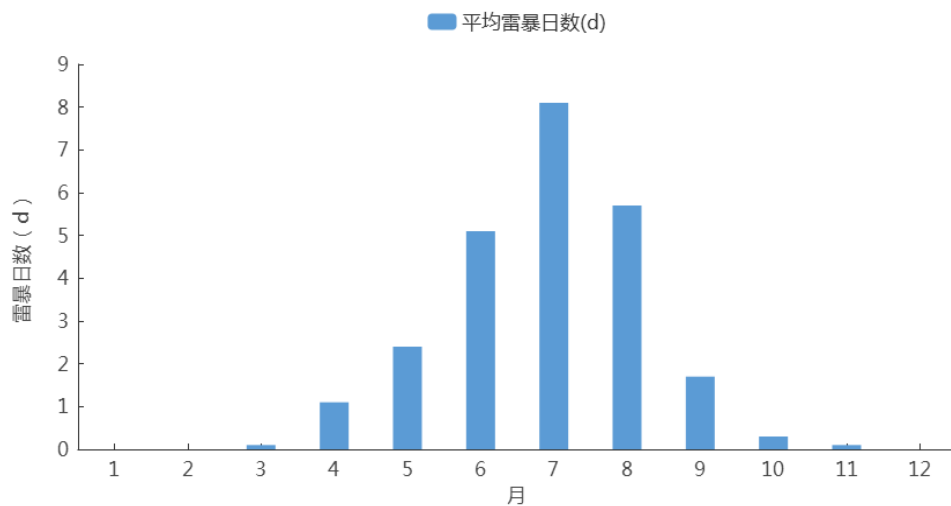


图 6.7 1959—2013 年汤阴站平均雷暴日数逐月变化图（单位：d）

6.3 闪电

1959—2013 年汤阴累年平均闪电日数为 3.6 天。闪电日数以 1.4d/10a 的速率减少。

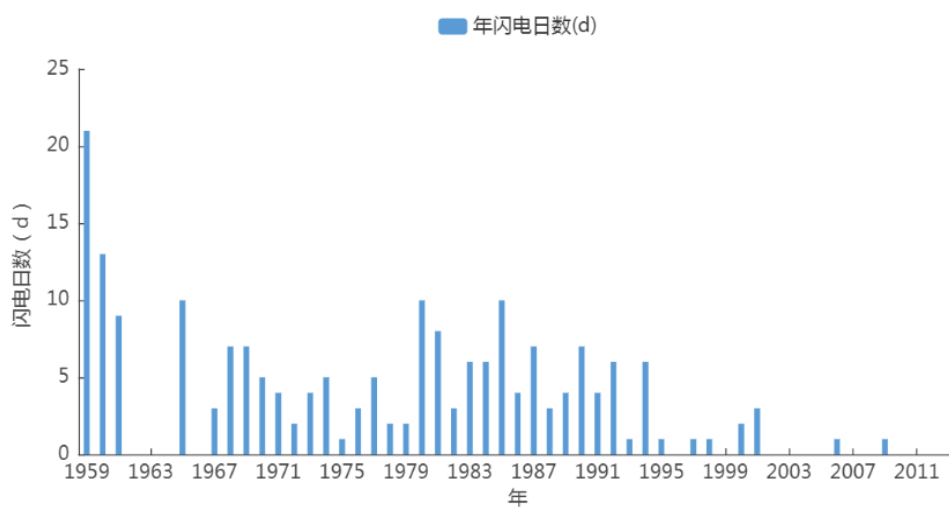


图 6.8 1959—2013 年汤阴站年闪电日数逐年变化图（单位：d）

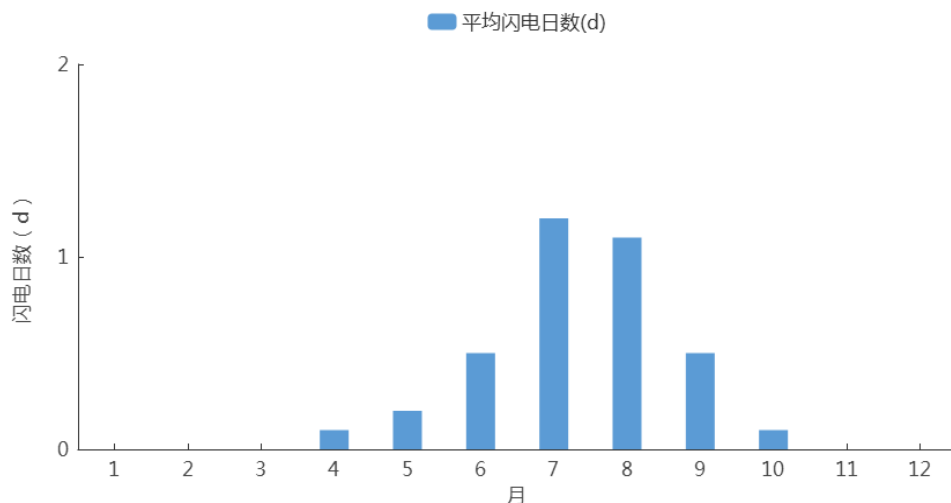


图 6.9 1959—2013 年汤阴站平均闪电日数逐月变化图（单位：d）

6.4 大风

1959—2020 年汤阴气象站年平均大风日数为 8.2 天，1969 年大风日数最多，为 31 天，其中有 10 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 3 月、4 月、5 月、6 月相对较多。

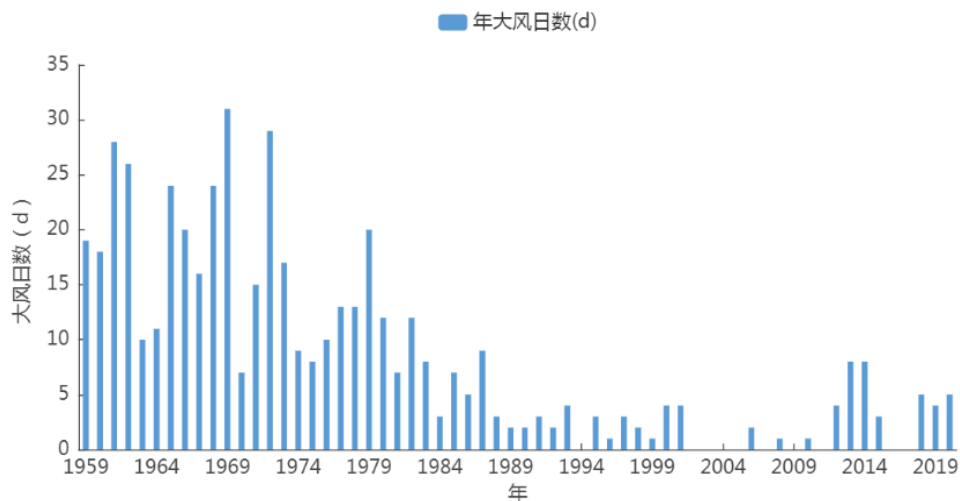


图 6.10 1959—2020 年汤阴站年大风日数逐年变化图（单位：d）

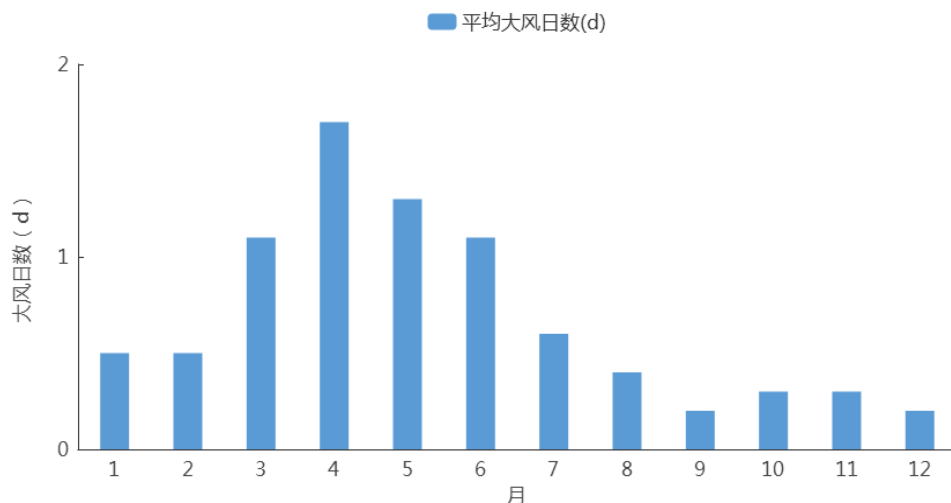


图 6.11 1959—2020 年汤阴站平均大风日数逐月变化图（单位：d）

6.5 积雪

1959—2020 汤阴气象站年平均积雪日数为 11 天，历年积雪日数在 0 天（1996 年）~46 天（1971 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。

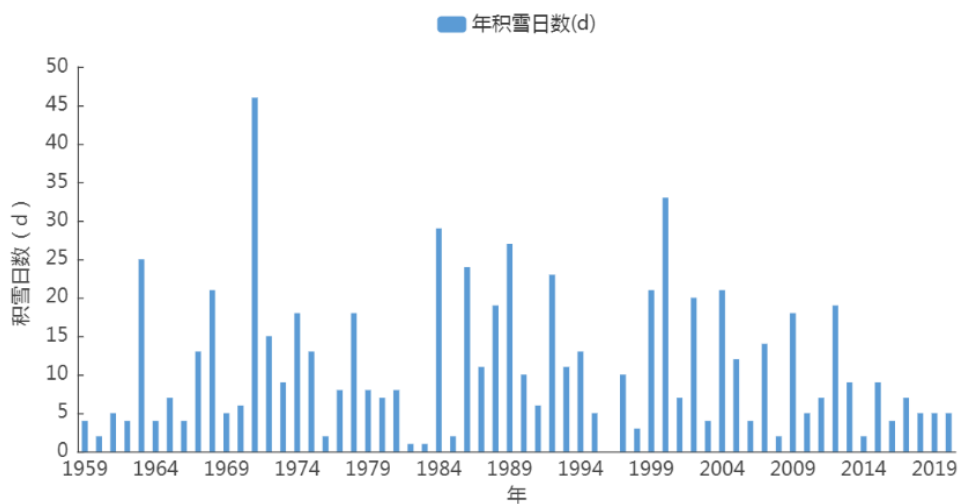


图 6.12 1959—2020 年汤阴站年积雪日数逐年变化图（单位：d）

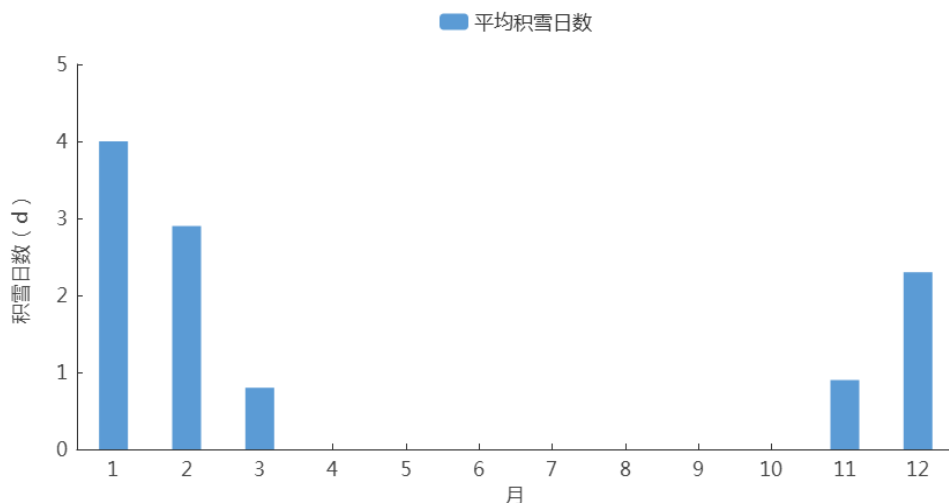


图 6.13 1959—2020 年汤阴站平均积雪日数逐月变化(单位: d)

1959—2020 年汤阴气象站最大积雪深度为 25cm, 出现在 2009 年 11 月 12 日。

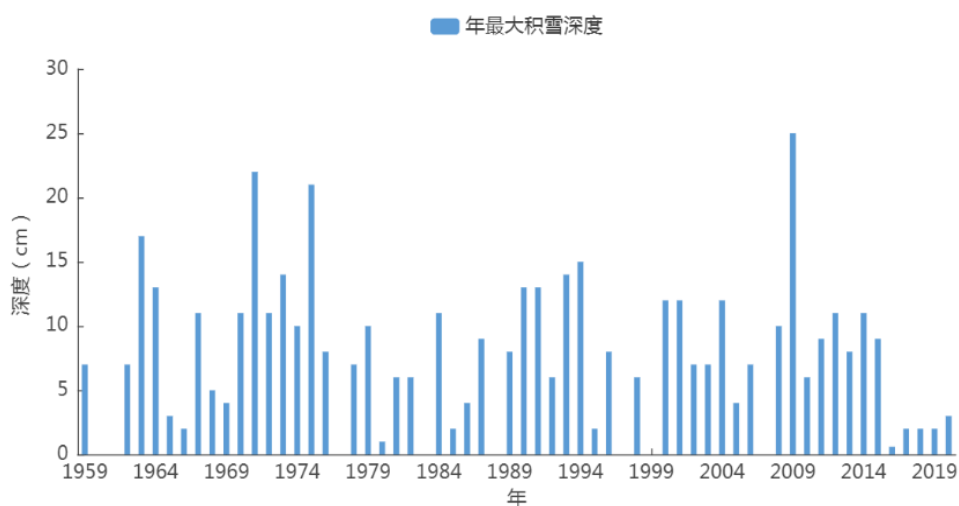
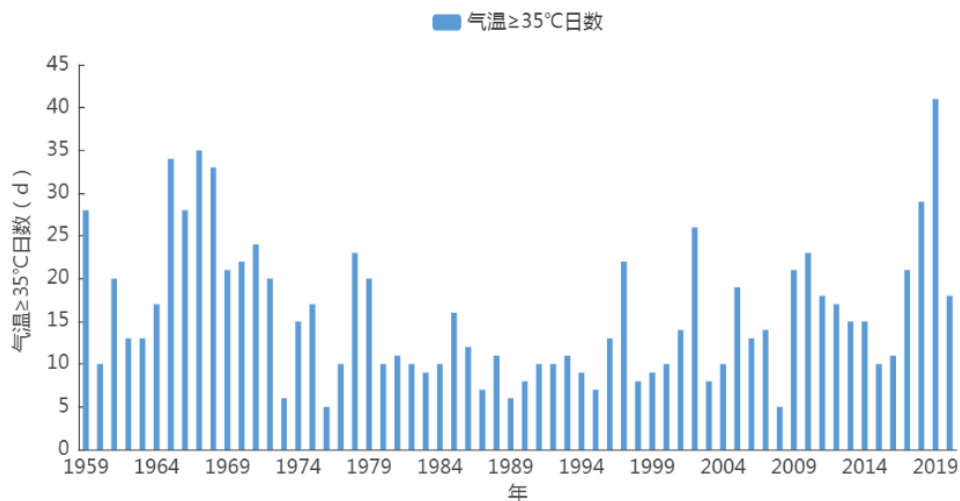
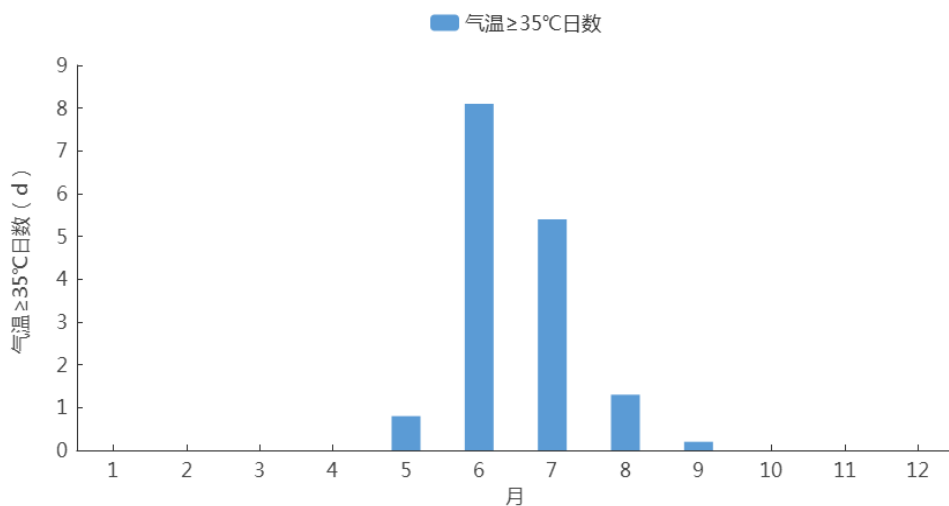


图 6.14 1959—2020 年汤阴站最大积雪深度年际变化 (单位: cm)

6.6 高温

汤阴气象站年高温日数的平均日数为 15.8 天, 年际变化在 5 天 (1976 年、2008 年)~41 天 (2019 年) 之间, 高温日数呈下降趋势; 高温天气主要发生在 6 月、7 月, 分别为 8.1 天、5.4 天。

图 6.15 1959—2020 年汤阴站气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数逐年变化图（单位：d）图 6.16 1959—2020 年汤阴站气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数逐月变化（单位：d）

6.7 低温

汤阴气象站年低温日数的平均日数为 100.3 天，年际变化在 73 天（2020 年）~125 天（1969 年、1970 年）之间，低温日数呈减少趋势。低温天气主要发生在 10—4 月，分别为 0.4 天、9.9 天、27.2 天、30 天、22.4 天、8.7 天、0.4 天。

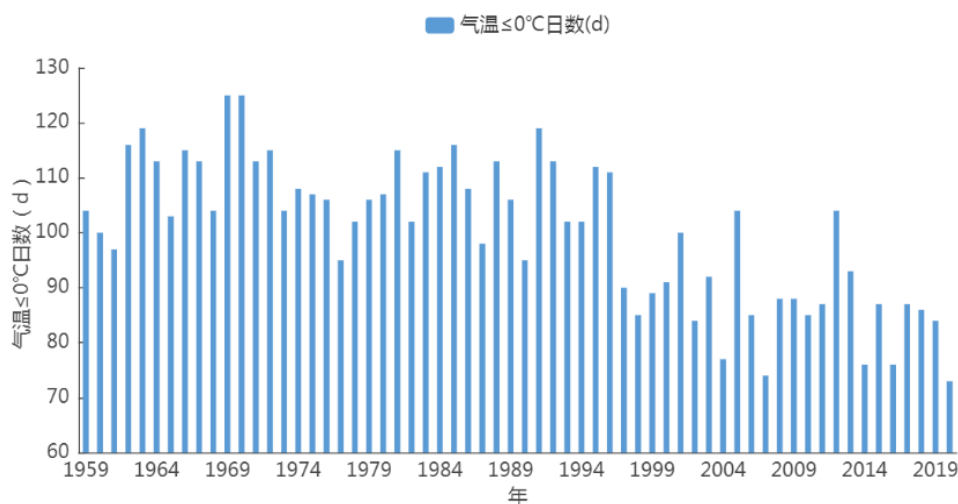


图 6.17 1959—2020 年汤阴站气温≤0°C 日数逐年变化图（单位：d）

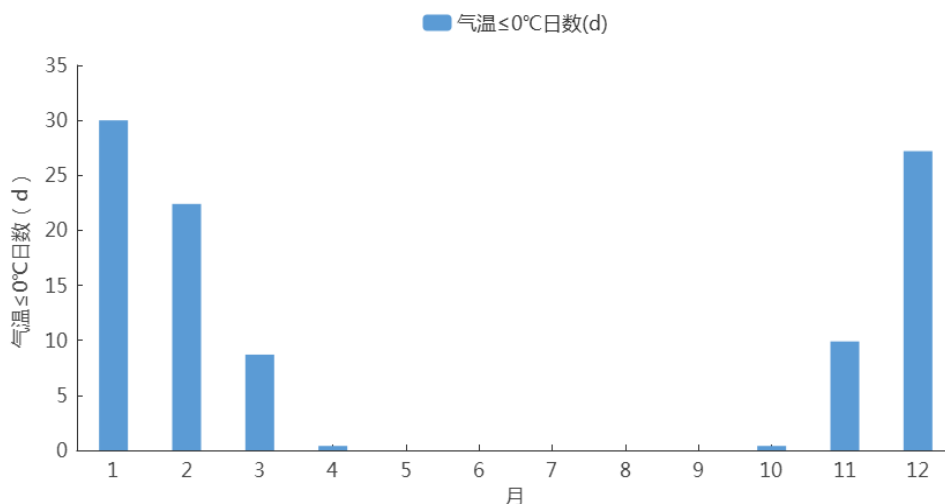


图 6.18 1959—2020 年汤阴站气温≤0°C 日数逐月变化图（单位：d）

6.8 结冰

汤阴气象站 1980—2020 年结冰年平均日数为 89.2 天，年际变化在 32 天（2020 年）～117 天（1981 年）之间，年日数变化呈减少趋势；结冰一般发生在 10 月至次年 4 月，5—9 月无结冰现象。其中 1 月平均结冰日数最多，为 28.9 天。

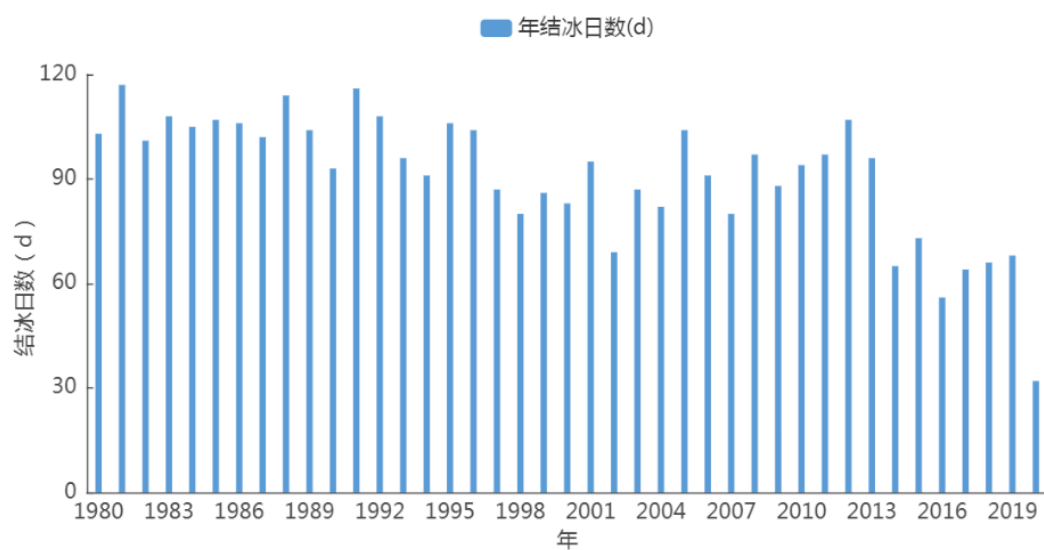


图 6.19 1980—2020 年汤阴站年结冰日数逐年变化图（单位：d）

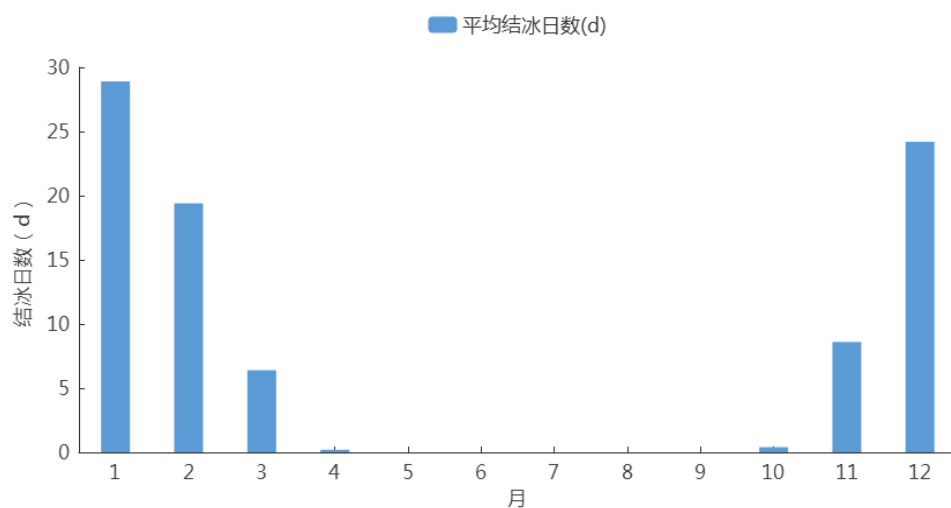


图 6.20 1980—2020 年汤阴站平均结冰日数逐月变化（单位：d）

6.9 冰雹

汤阴气象站 1959—2020 年冰雹的年平均日数为 0.5 天，有 14 年发生了冰雹天气；冰雹天气主要发生在 6、8、9 月。

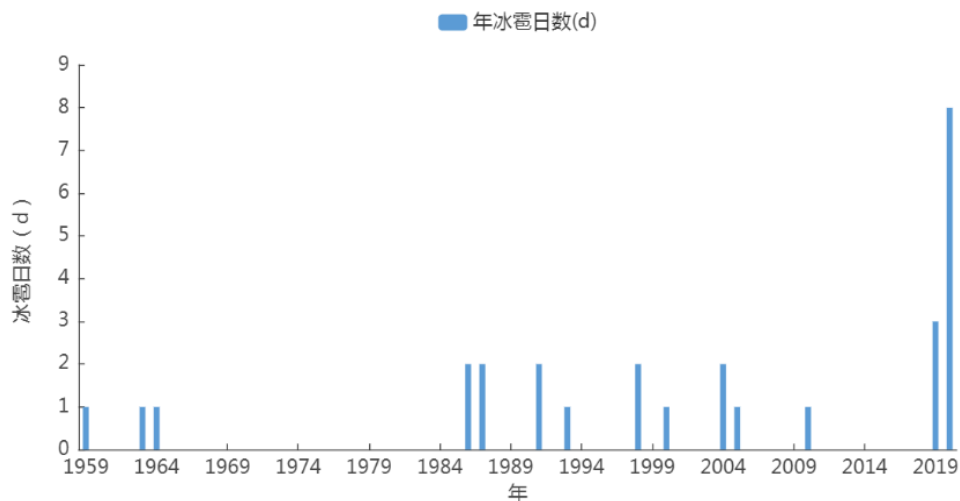


图 6.21 1959—2020 年汤阴站年冰雹日数逐年变化图（单位：d）

6.10 雾

大气中因悬浮的水汽凝结使能见度低于 1 千米的天气现象，气象学称为雾。汤阴气象站 1959—2020 年累年平均雾日数为 20.7 天，年际变化在 4 天（1960 年）～41 天（1990 年）之间。雾的年日数变化呈增多趋势。雾日数月变化在 0.4 天（6 月）～3.2 天（11 月）之间。

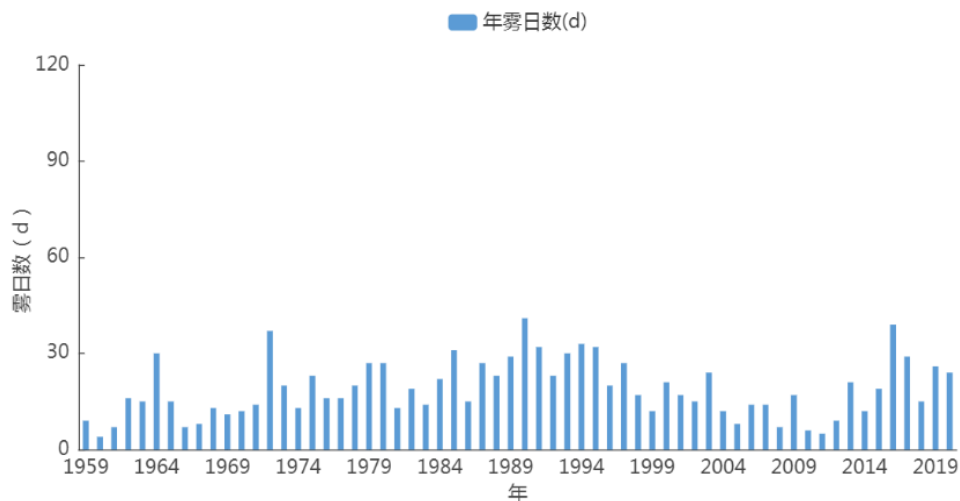


图 6.22 1959—2020 年汤阴站年雾日数逐年变化图（单位：d）

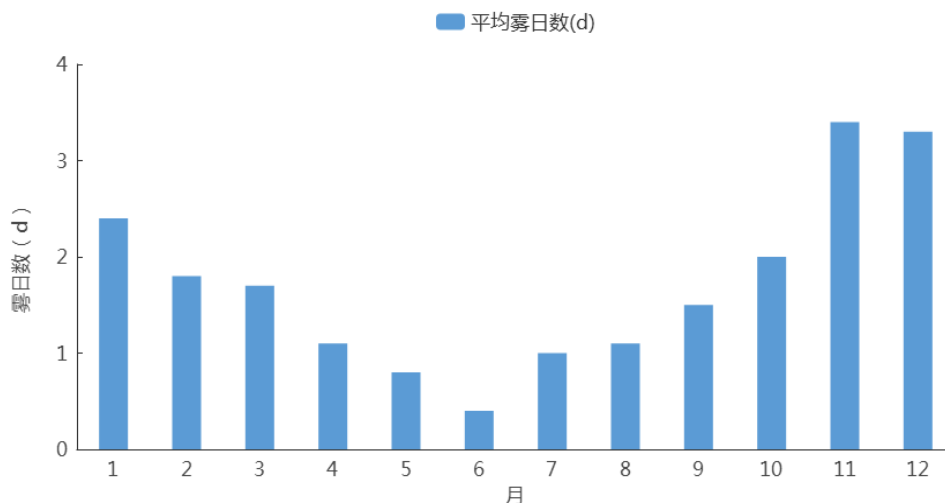


图 6.23 1959—2020 年汤阴站平均雾日数逐月变化（单位：d）

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。

1959—2020 汤阴共出现连阴雨 157 次，平均每年 2.6 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 80.1mm，平均日照时数为 3.0 小时。一年内发生连阴雨次数最多为 7 次（1985 年），最少为 0 次（1966 年、1967 年、1980 年、1986 年、1991 年）。一次连阴雨持续时间最长达 18 天（2003 年 08 月 21 日—09 月 07 日），总降水量最大达 644.8mm（1963 年 08 月 01—09 日）。总降水量最小的只有 10.5mm（2002 年 12 月 20—24 日）。从其历史演变看，年连阴

雨次数每 10 年增加 0.2 次；年最大总降水量每 10 年减少 2.5mm。

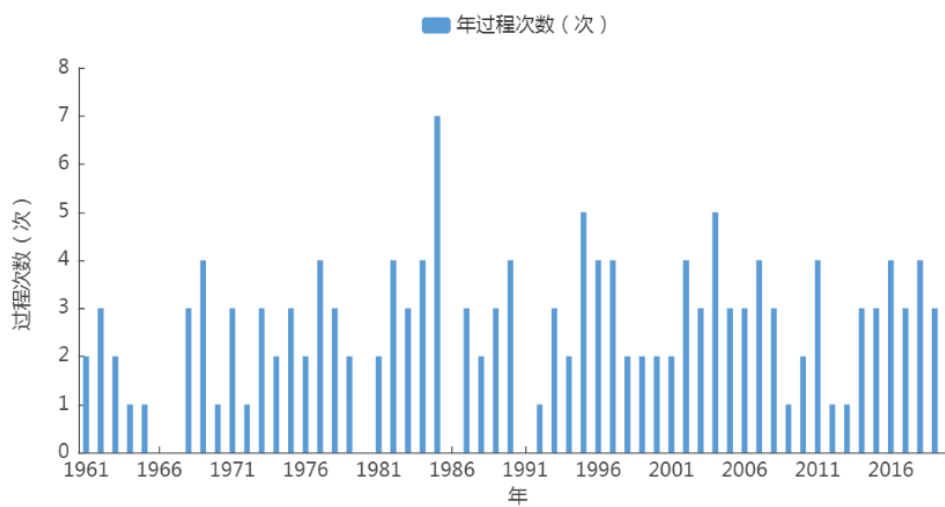


图 6.24 1959—2020 年汤阴站连阴雨过程发生次数逐年变化图（单位：次）

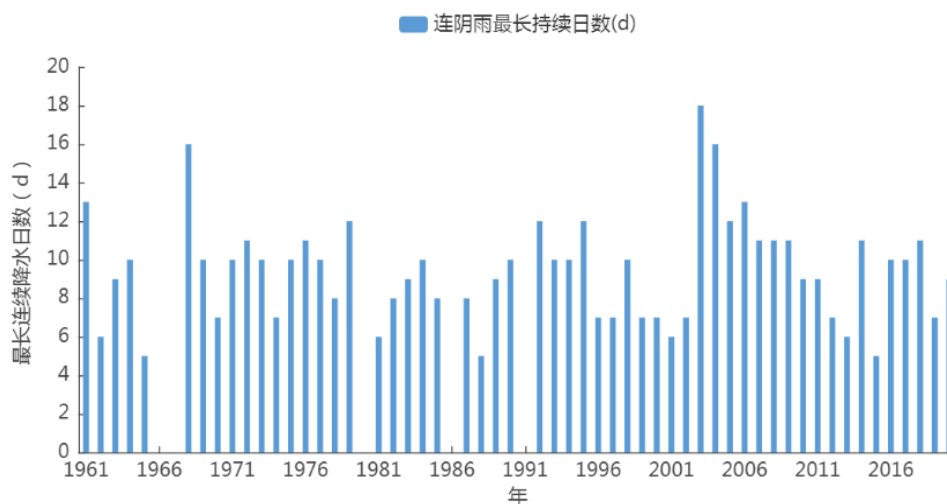


图 6.25 1959—2020 年汤阴站连阴雨最长持续日数逐年变化图（单位：次）

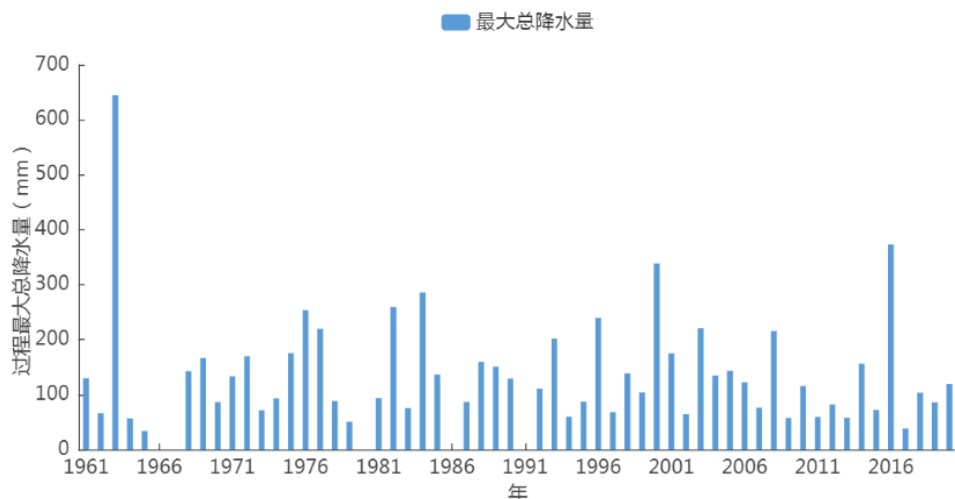


图 6.26 1959—2020 年汤阴站连阴雨过程最大总降水量逐年变化图（单位：mm）

连阴雨多发季节为春季和秋季。1959—2020 年汤阴春季共出现连阴雨 21 次，平均每年春季 0.4 次，平均每次连阴雨持续天数为 6.1 天。平均每次连阴雨雨量为 42.1mm，平均日照时数为 3.0 小时。一年内发生连阴雨次数最多为 2 次（1985 年、2015 年）。春季一次连阴雨持续时间最长达 11 天（2018 年 05 月 15—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 117.6mm（1963 年 05 月 22—26 日）。春季连阴雨一次持续过程总降水量最小的只有 12.2mm（2002 年 04 月 28 日—05 月 02 日）。春季连阴雨持续过程最大总降水量每 10 年减少 0.5mm。

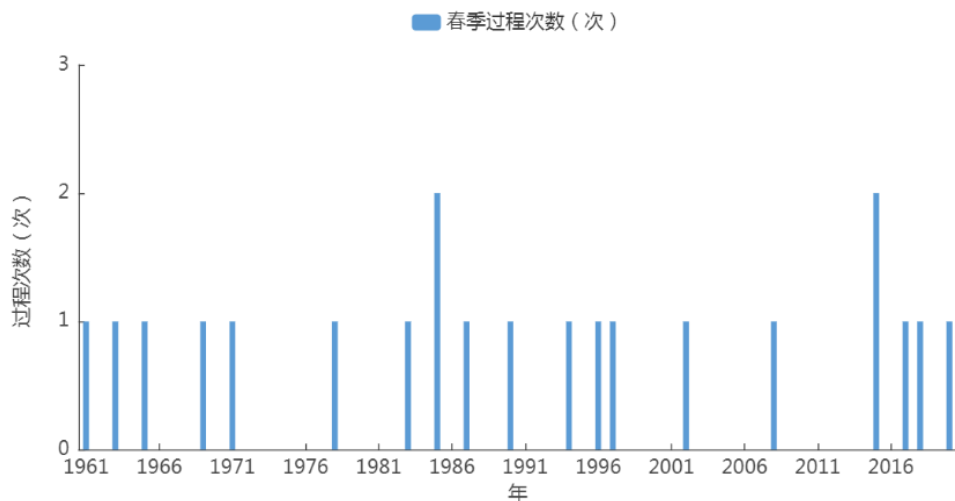


图 6.27 1959—2020 年汤阴站春季连阴雨过程发生次数逐年变化图 (单位: 次)

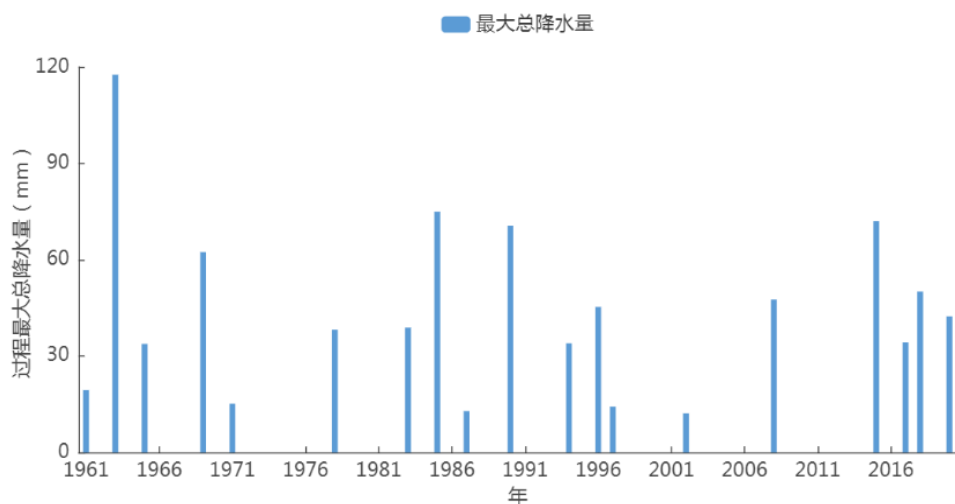


图 6.28 1959—2020 年汤阴站春季连阴雨过程最大总降水量逐年变化图 (单位: mm)

1959—2020 年汤阴秋季共出现连阴雨 43 次, 平均每年秋季 0.7 次, 平均每次连阴雨持续天数为 7.9 天。平均每次连阴雨雨量为 57.3mm, 平均日照时数为 1.4 小时。一年内发生连阴雨次数最多为 3 次 (1984 年、2011 年)。秋季一次连阴雨持续时间最长达 16 天 (1968 年 09 月 04—19 日), 从其历史演变看, 秋季连阴雨次数每 10 年增加 0.1 次。

秋季连阴雨一次持续过程总降水量最大达 166.7mm（1969 年 09 月 20—29 日）。秋季连阴雨一次持续过程总降水量最小的只有 12.3mm（1997 年 11 月 24—28 日）。秋季连阴雨持续过程最大总降水量每 10 年增加 3.4mm。

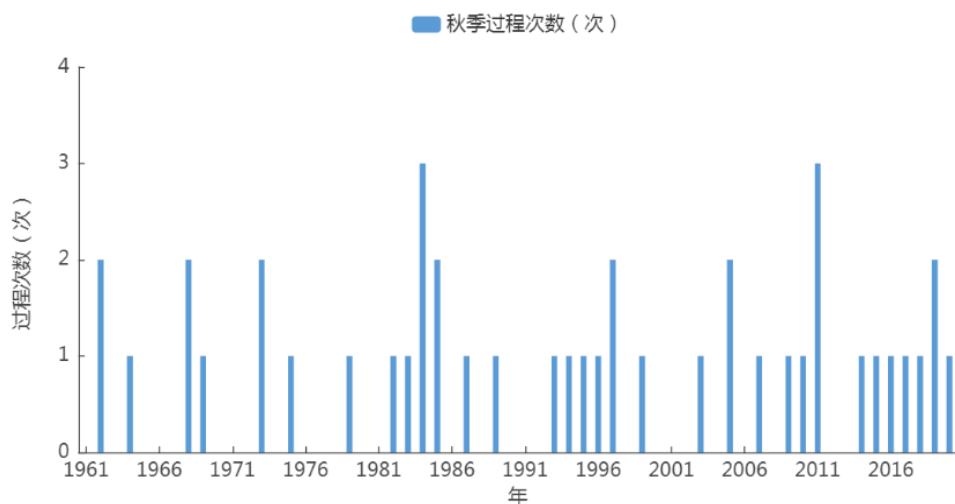


图 6.29 1959—2020 年汤阴站秋季连阴雨过程发生次数逐年变化图（单位：次）

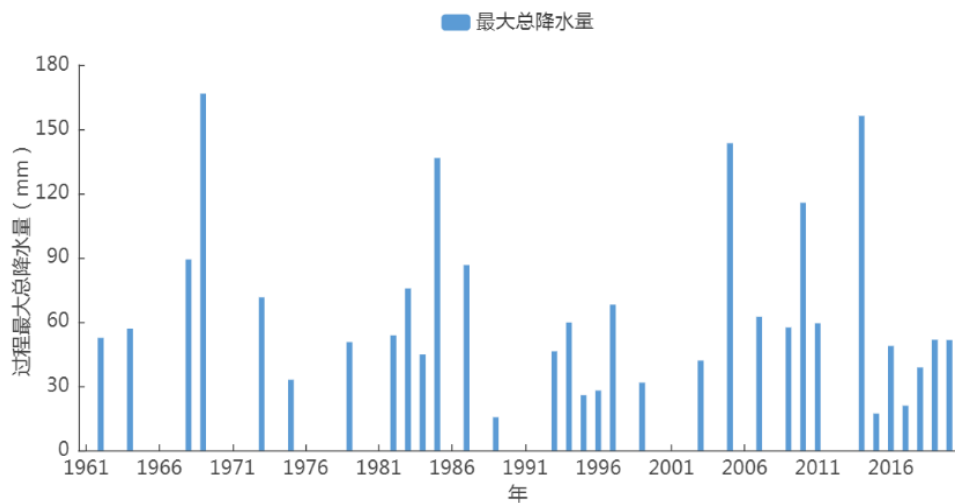


图 6.30 1959—2020 年汤阴站秋季连阴雨过程最大总降水量逐年变化图（单位：mm）

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。本章对安阳高新技术产业集聚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。结果可为安阳高新技术产业集聚区规划、工程项目建设等的设计人员提供数据参考。本章用到的资料为汤阴县国家气象站资料，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，为了得到安阳高新技术产业集聚区设计风速基准值，需利用周边具有长年代观测数据的气象站对其进行分析。

选取以安阳高新技术产业集聚区为中心，60km 半径范围内的气象站点，如图 7.1 所示，河南省内共有 7 个国家气象观测站，各站的

最大风速观测时间具体如下：安阳（1971—2020）、汤阴（2011—2020）、林州（1976—2020）、鹤壁（2010—2020）、淇县（2000—2020）、浚县（2011—2020）、内黄（2011—2020）。

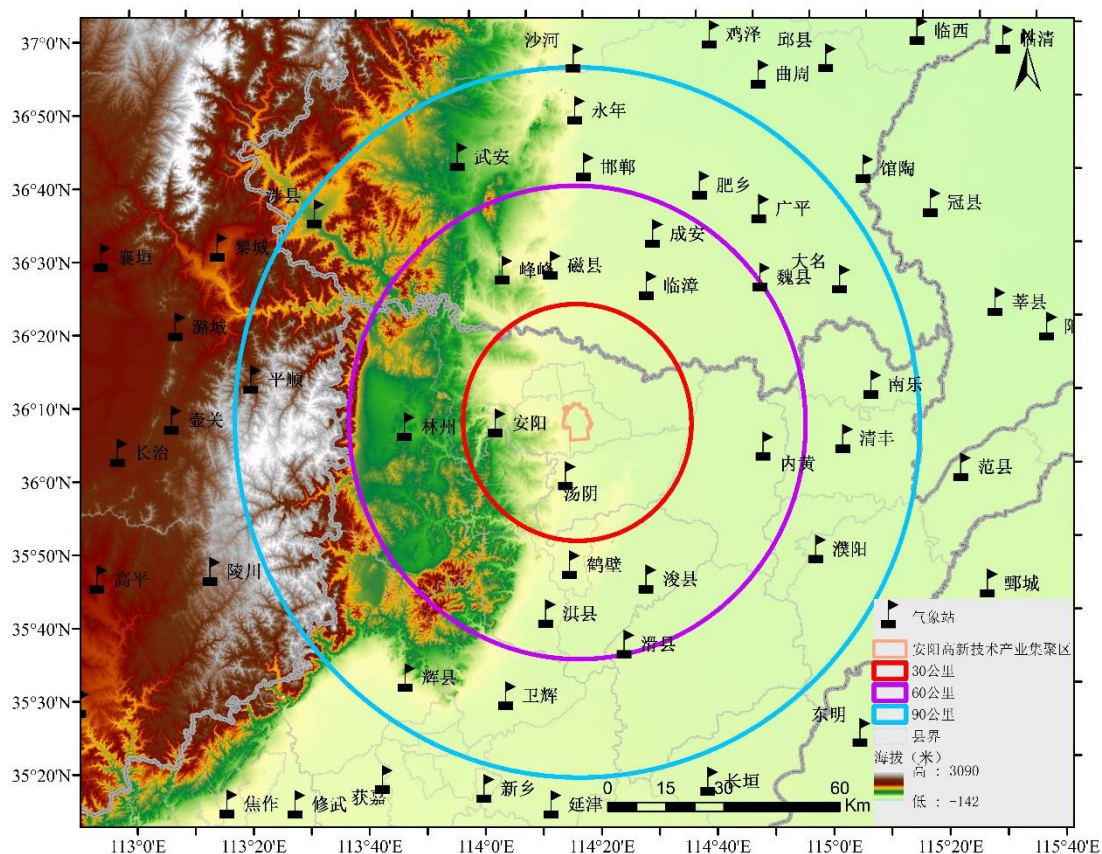


图 7.1 以安阳高新技术产业集聚区为中心 60km 范围的气象站点

考虑数据的可靠性，选取安阳、汤阴、林州、鹤壁、淇县、浚县、内黄长序列资料（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。

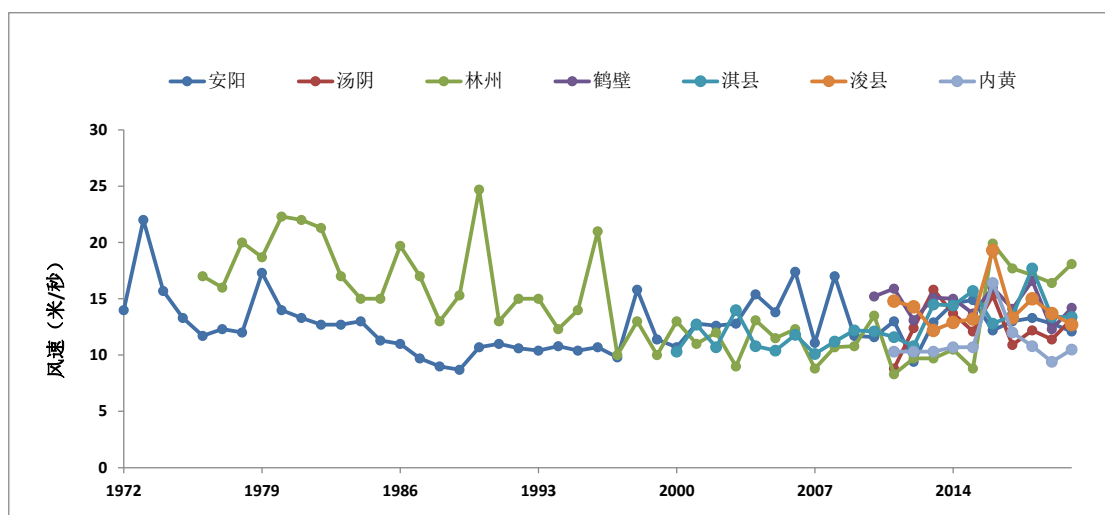


图 7.2 各气象站最大风速序列年变化

7.1.1 设计风速计算

对安阳、汤阴、林州、鹤壁、淇县、浚县、内黄 7 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 安阳高新技术产业集聚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
安阳	12.3	13.3	14.4	15.8	17.1	17.9	18.9	20.2
汤阴	12.2	13.2	14.4	15.9	17.3	18.1	19.1	20.5
林州	13.8	15.7	17.7	20.3	22.8	24.2	26.0	28.3
鹤壁	14.1	14.8	15.6	16.6	17.6	18.1	18.8	19.8
淇县	12.5	13.4	14.5	15.8	17.0	17.8	18.7	19.9
浚县	13.8	14.6	15.5	16.6	17.7	18.3	19.1	20.2
内黄	10.9	11.6	12.3	13.3	14.2	14.7	15.3	16.2

从周边国家站的重现期数据对比上可见，100a 一遇最大风速林州站的计算结果为附近站点最大，50a 一遇最大风速林州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，建议采用林州

的计算结果作为安阳高新技术产业集聚区设计风速。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	13.9	15.8	17.9	20.5	23.0	24.5	26.3	28.7
极大似然法	14.1	15.9	17.9	20.1	22.2	23.4	24.7	26.5
L-矩	14.2	16.1	18.1	20.5	22.6	23.8	25.1	26.9

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（kN/m²）； ρ —空气密度，单位为吨每立方米（t/m³）；v—风速，单位为米每秒（m/s）。

根据站点海拔高度 z 估算空气密度 $\rho \approx 0.00125e^{-0.0001z}$ ，汤阴站海拔高度为 93 米，计算的密度约为 0.001238t/m³。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，汤阴周边地区（安阳、新乡）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 0.55 之

间，略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/m2）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	0.1196	0.1545	0.1983	0.2601	0.3275	0.3716	0.4282	0.5099
广义极值	0.1231	0.1565	0.1983	0.2501	0.3051	0.3389	0.3776	0.4347
L-矩阵	0.1248	0.1605	0.2028	0.2601	0.3162	0.3506	0.3900	0.4479

7.2 基本雪压

7.2.1 积雪密度的估算

河南省共有 17 个气象站观测雪压，由于汤阴站没有对雪压的观测，在有雪压观测的 17 个气象站中距离汤阴站最近的为安阳站，因此选取安阳站的积雪密度作为本报告计算分析的密度值，通过雪压及雪深计算积雪密度，通过计算得出安阳的积雪密度为 0.121g/cm³。

7.2.2 年最大积雪深度的概率估算

利用汤阴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）。

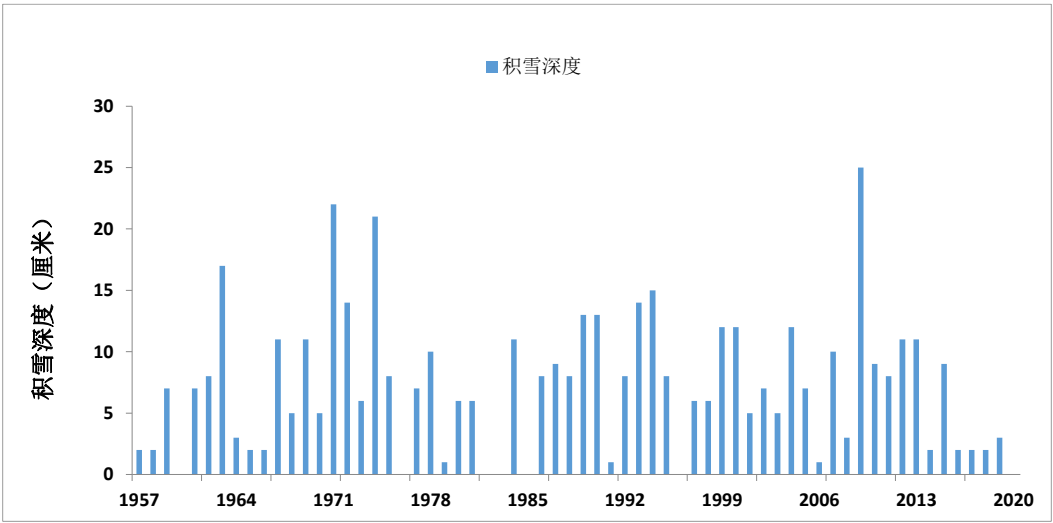


图 7.3 年最大积雪深度变化

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	5.2	7.8	10.9	14.9	18.8	21.1	23.9	27.7
Gumbel	6.3	8.7	14.7	11.3	17.9	19.8	22.1	25.2
极大似然法	6.2	8.5	11.2	14.6	17.9	19.9	22.4	25.8
L-矩估计	6.3	8.8	11.3	14.7	17.8	19.5	21.7	24.5

7.2.3 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（ kN/m^2 ）；

h ——积雪深度（m）；

ρ ——积雪密度 (t/m^3);

g ——重力加速度 (9.8m/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: kN/m^2)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
P-III	0.0617	0.0925	0.1293	0.1767	0.2229	0.2502	0.2834	0.3285
Gumbel	0.0747	0.1032	0.1743	0.1340	0.2123	0.2348	0.2621	0.2988
极大似然法	0.0735	0.1008	0.1328	0.1731	0.2123	0.2360	0.2656	0.3059
L-矩估计	0.0747	0.1044	0.1340	0.1743	0.2111	0.2312	0.2573	0.2905

根据《建筑结构荷载规范 (GB 50009-2012)》的基本雪压分布, 汤阴周边地区(安阳、新乡)50a 一遇基本雪压为 0.30kN/m^2 到 0.4kN/m^2 , 100a 一遇基本雪压为 0.35kN/m^2 到 0.45kN/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，汤阴周边地区（安阳、新乡）50a 一遇基本气温最高为 36.0℃，最低为-8.0℃，最高气温的计算结果略低于推荐值，最低气温计算结果略高于推荐值，综上结果，最高气温建议采用《建筑结构荷载规范（GB 50009-2012）》推荐值，最低气温建议采用本节计算结果。

表 7.6 不同重现期基本气温（高温）（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	31.8	32.3	32.8	33.5	34.2	34.6	35.0	35.7
极大似然	31.9	32.4	32.9	33.5	33.9	34.2	34.5	34.8
L-矩估计	31.9	32.4	32.9	33.5	33.9	34.1	34.3	34.6

表 7.7 不同重现期基本气温（低温）（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	-5.7	-6.4	-7.2	-8.1	-9.1	-9.6	-10.3	-11.2
极大似然	-6.0	-6.7	-7.4	-8.1	-8.6	-8.9	-9.2	-9.5
L-矩估计	-6.0	-6.7	-7.3	-8.1	-8.6	-8.9	-9.2	-9.6

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，汤阴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，故本节最终利用汤阴气象站 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）》，计算汤阴气象站的(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	-4.3℃
(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	-1.0℃
(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	-6.9℃
(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	63%
(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	34.1℃
(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	27.1℃
(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	31.4℃
(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	57%
(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	30.2℃

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）。汤阴供暖室外计算温度为-4.3℃，冬季空气调节室外计算温度为-6.9℃，冬季空气调节室外计算相对湿度为 63%。

表 7.9 冬季空调和供暖参数值

供暖室外计算温度 (℃)	冬季空气调节室外计算温度 (℃)	冬季空气调节室外计算相对湿度 (%)
-4.3	-6.9	63

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汤阴夏季空气调节室外计算干球温度为 34.1℃，夏季空气调节室外计算湿球温度为 27.1℃，夏季空气调节室外计算日平均温度为 30.2℃。

表 7.10 夏季空调参数值

夏季空气调节 室外计算干球温度 (°C)	夏季空气调节 室外计算湿球温度 (°C)	夏季空气调节 室外计算日平均温度 (°C)
34.1	27.1	30.2

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。汤阴夏季通风室外计算温度为 31.4℃,夏季通风室外计算相对湿度为 57%,冬季通风室外计算温度为-1.0℃。

表 7.11 夏季和冬季通风参数值

夏季通风室外计算温度 (°C)	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	冬季通风室外计算温度 (°C)
31.4	57	-1.0

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》,对 180min 以下的历时不同重现期暴雨强度进行计算,可为集聚区排水设计提供参考。

安阳的暴雨强度公式如下：

$$q = \frac{2504.576 * (1 + 0.815 \lg P)}{(t + 11.756)^{0.766}}$$

式中： q —暴雨强度 ($\text{l/s} \cdot \text{hm}^2$)； P —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：升/秒 公顷)

	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
5min	360.0	401.5	453.8	524.7	595.6	637.1	689.4	760.3
10min	294.7	328.7	371.5	429.6	487.6	521.6	564.4	622.5
15min	251.5	280.5	317.1	366.6	416.2	445.2	481.7	531.2
20min	220.6	246.0	278.1	321.5	365.0	390.4	422.4	465.9
30min	178.9	199.5	225.5	260.7	295.9	316.6	342.5	377.8
45min	141.4	157.7	178.2	206.1	233.9	250.2	270.8	298.6
60min	118.2	131.8	148.9	172.2	195.5	209.1	226.2	249.5
90min	90.4	100.8	114.0	131.8	149.6	160.0	173.1	190.9
120min	74.2	82.7	93.5	108.1	122.7	131.3	142.0	156.7
150min	63.4	70.7	79.9	92.4	104.9	112.2	121.4	133.9
180min	55.6	62.1	70.1	81.1	92.1	98.5	106.6	117.5

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	10.8	12.0	13.6	15.7	17.9	19.1	20.7	22.8
10min	17.7	19.7	22.3	25.8	29.3	31.3	33.9	37.3
15min	22.6	25.2	28.5	33.0	37.5	40.1	43.4	47.8
20min	26.5	29.5	33.4	38.6	43.8	46.8	50.7	55.9
30min	32.2	35.9	40.6	46.9	53.3	57.0	61.7	68.0
45min	38.2	42.6	48.1	55.6	63.2	67.6	73.1	80.6
60min	42.5	47.4	53.6	62.0	70.4	75.3	81.4	89.8
90min	48.8	54.4	61.5	71.2	80.8	86.4	93.5	103.1
120min	53.4	59.6	67.3	77.8	88.4	94.5	102.3	112.8
150min	57.1	63.6	71.9	83.2	94.4	101.0	109.2	120.5
180min	60.1	67.0	75.7	87.6	99.4	106.4	115.1	126.9

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。这里结合安阳高新技术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。

分析高新技术产业集聚区周边区域自动气象站（伞陂、传流店、隆古、谈店、黄寺岗、付店、来龙、桃林、张集）与安阳、汤阴气象站降水量资料，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
安阳	194.8	1951-01
汤阴	93	1957-01
五中	72	2016-06
师院	67	2016-08
市气象局	64.8	2016-05
宝莲寺	76	2009-08
东风小学	62.2	2009-07
一小分校	73	2016-06
昼锦中学	88	2016-06
县水利局	94	2005-06
六十五中	76	2016-07
紫薇	67	2016-07
新区	66	2015-05

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（2019-2021 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）
安阳	2019 年	23.3	24.3	25.9
	2020 年	30.9	30.9	30.9
	2021 年	47.2	86.3	113.7

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)
汤阴	2019 年	51.5	52.5	53.2
	2020 年	22	33.9	44.7
	2021 年	67.4	123.6	180.6
五中	2019 年	13.9	18	18.6
	2020 年	19.5	20.5	20.6
	2021 年	93.6	172	238.8
师院	2019 年	13.6	19.5	24.4
	2020 年	15.7	20.9	22.8
	2021 年	93.9	183.9	247.8
市气象局	2019 年	17.2	19.6	22.5
	2020 年	17.6	22.4	22.8
	2021 年	64.4	97.3	128.6
宝莲寺	2019 年	14.2	26	26.7
	2020 年	23.5	38.2	41.2
	2021 年	28.8	51.4	59.3
东风小学	2019 年	27.9	35.8	37
	2020 年	21.2	22.3	23
	2021 年	55.8	105	134.8
一小分校	2019 年	20.3	26	34.7
	2020 年	16.3	20.3	20.3
	2021 年	95.3	186.1	234.3
昼锦中学	2019 年	18.4	26.5	33
	2020 年	18.4	19.6	19.9
	2021 年	76.8	147.6	196
县水利局	2019 年	21.1	23.8	24.1
	2020 年	21.8	26.2	26.6
	2021 年	107	208	256.4
六十五中	2019 年	30.1	43.3	54.4

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)
	2020 年	33.8	42.4	43.1
	2021 年	138	254	315.2
紫薇	2019 年	22.3	26.2	32.6
	2020 年	34.3	43.5	43.8
	2021 年	72.9	143.7	166.6
新区	2019 年	22	23.4	23.4
	2020 年	38.9	39	39.1
	2021 年	49.6	58.8	65.7

园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安阳、汤阴气象站均有差异，有大于气象站的降水，也有小于气象站的年份，以大于气象站降水的居多。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

利用汤阴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，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	77.8	98.3	123.2	156.0	188.1	206.7	229.9	261.2
极大似然法	77.3	95.0	117.9	152.4	192.8	219.8	258.1	318.9
L-矩估计	78.9	96.9	119.0	150.5	184.9	206.7	236.5	281.2

7.6.2 极端高温

利用汤阴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：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumebel	39.0	39.7	40.5	41.5	42.5	43.1	43.8	44.7
极大似然法	39.3	40.0	40.6	41.3	41.9	42.2	42.5	42.8
L-矩估计	39.2	32.4	40.7	41.5	42.1	42.3	42.8	43.2

7.6.3 极端低温

利用汤阴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：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbl	-13.2	-14.4	-15.7	-17.5	-19.1	-20.0	-21.2	-22.8
极大似然法	-13.4	-14.6	-15.8	-17.3	-18.6	-19.3	-20.1	-21.2
L-矩估计	-13.2	-14.5	-15.8	-17.5	-19.0	-19.8	-20.8	-22.2

第八章 专题影响评估

8.1 雷电灾害风险评估

8.1.1 安阳高新技术产业集聚区雷电气候分析

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 为安阳高新技术产业集聚区地闪分布示意图，图 8.2 为安阳市近 10 年平均地闪密度分布图：西部林州市中部和南部地闪密度较高，在 1~3 次/ km^2/a 之间，部分地区超过 2 次/ km^2/a ；安阳市其他大部分地区地闪密度在 1 次/ km^2/a 以下。

安阳高新技术产业集聚区位于文峰区内，年平均地闪密度值为 0.5 次/ km^2/a 。

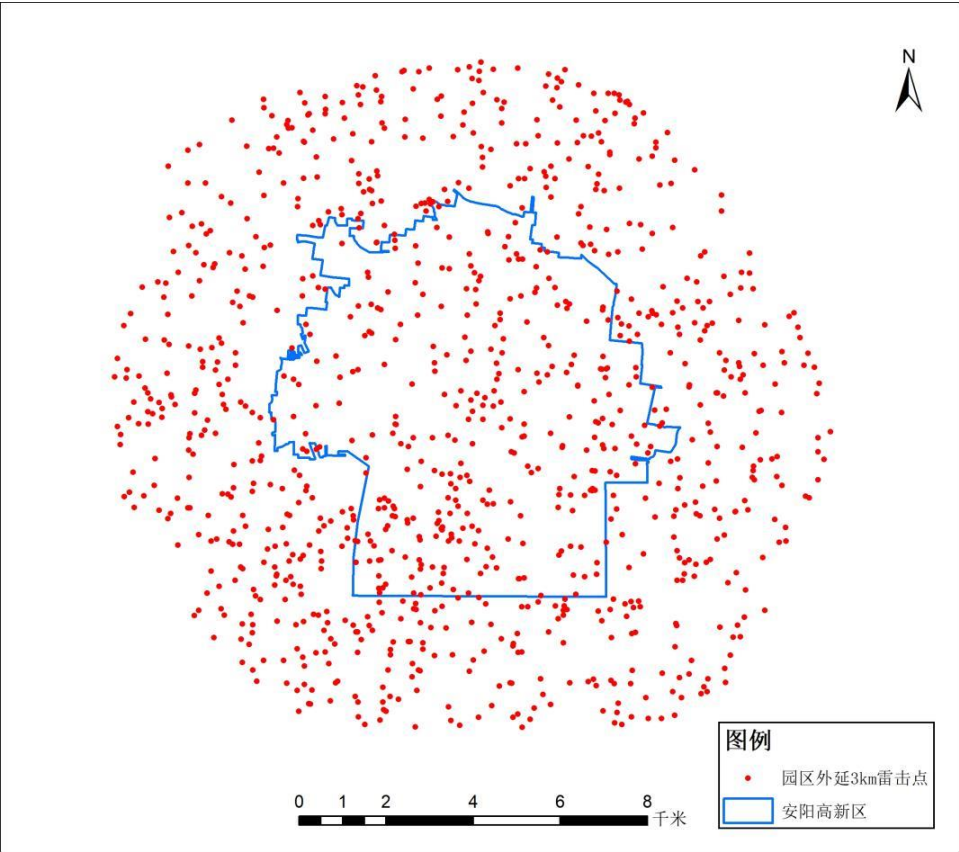


图 8.1 2012—2021 年安阳高新技术产业集聚区地闪分布示意图

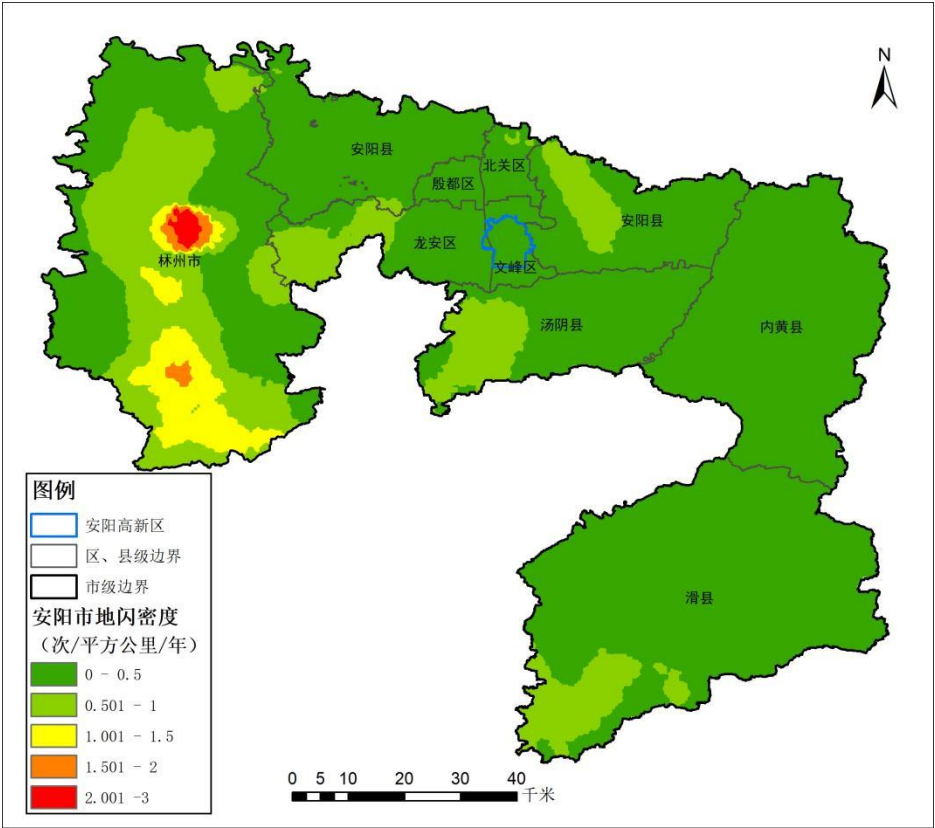


图 8.2 2012—2021 年安阳市年平均地闪密度图

根据安阳气象站观测的 1951—2013 年雷暴日数据可知，年均雷暴日数为 25.4d，按照 GB50057-2010 雷击大地密度 $N_g=0.1Td$ ，可得雷击大地密度为 2.54 次/ km^2/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 0.5 次/ km^2/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 2.54 次/ km^2/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 次及以上地闪回击，我们把它记为一个雷暴小时。雷暴小时强度是一个反映评估区域极端雷暴天气过程的值，该值越大则表明短时间内评估区域内地闪次数越多。短时间内的连续地闪回击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。这是一个进一步细化评估区域内雷电气候的物理量。

从统计结果可知，园区内总雷暴小时数最多的年份是 2013 年，为 36 小时，其次是 2012 年，为 35 小时；雷暴小时数量最少的年份是 2017 年，为 10 小时；项目区域最强雷暴活动天气出现在 2021 年 10 月 3 日 05 时，观测到 123 次闪击；其次是 2013 年 8 月 7 日 17 时，观测到了 88 次闪击。

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。选取离园区最近的安阳气象站，统计了 1951—2013 年安阳地面气象观测站雷暴发生路径，得到历年雷暴路径图（图 8.3），从图可以看出全年中项

目所在地由西北方向进入的雷暴比例最高，其次是正西方向；东北方向进入的雷暴最少。因此，雷暴主导方向是西北和正西方位，建筑物在这两个方位上雷击概率大于其它方位。所以若要进行区域防护，应将接闪器等主要设施设置在雷暴主路径上；建设单位尽量不要在雷暴主路径上布置对雷电敏感度高的建（构）筑物或易燃易爆场所等；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。

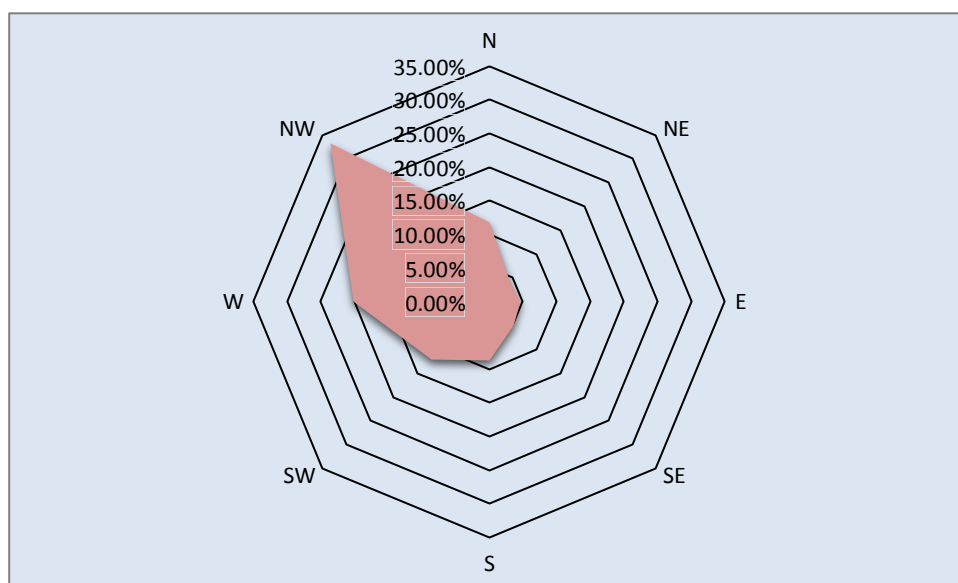


图8.3 1957—2013年安阳气象站观测到的雷暴路径统计图

8.1.2 地闪时间分布

8.1.2.1 年变化特征

近 10 年来，安阳高新技术产业集聚区地闪频次年变化整体呈下降趋势。2013 年地闪次数最多，为 275 次；其次是 2021 年，有 230 次地闪；2014 年和 2012 年分别有 126 次和 122 次地闪；2019 年最少，仅有 25 次地闪发生。从统计数据来看，安阳高新技术产业集聚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。

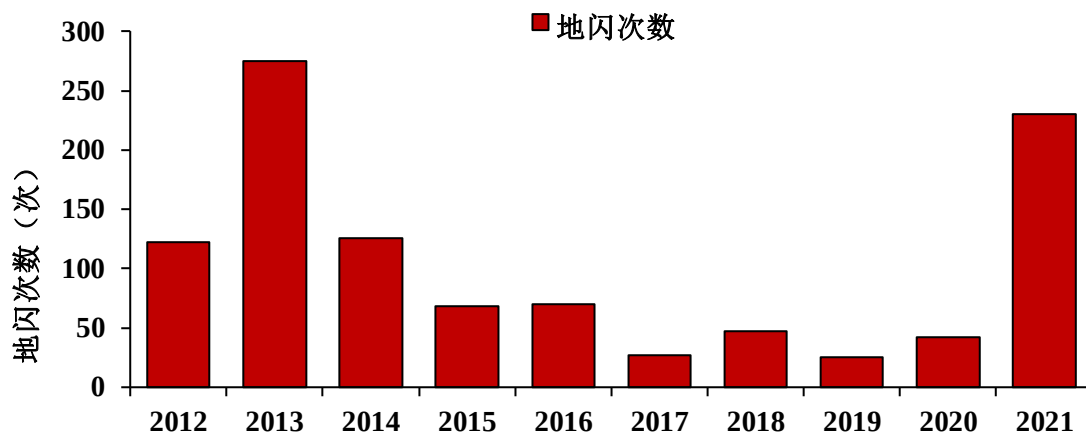


图 8.4 2012—2021 年安阳高新技术产业集聚区地闪频次年变化特征

8.1.2.2 月变化特征

由历年地闪频次月变化（图 8.5）可知：安阳高新技术产业集聚区 2012 年—2021 年所发生的地闪主要分布在 6—8 月和 10 月，占地闪总数的 90.3%。其中 8 月份最多，为 332 次，占地闪总数的 31.8%；7 月份有 232 次，占地闪总数的 22.5%；10 月份有 207 次，占地闪总数的 20.1%；6 月份有 165 次，占地闪总数的 16%。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。

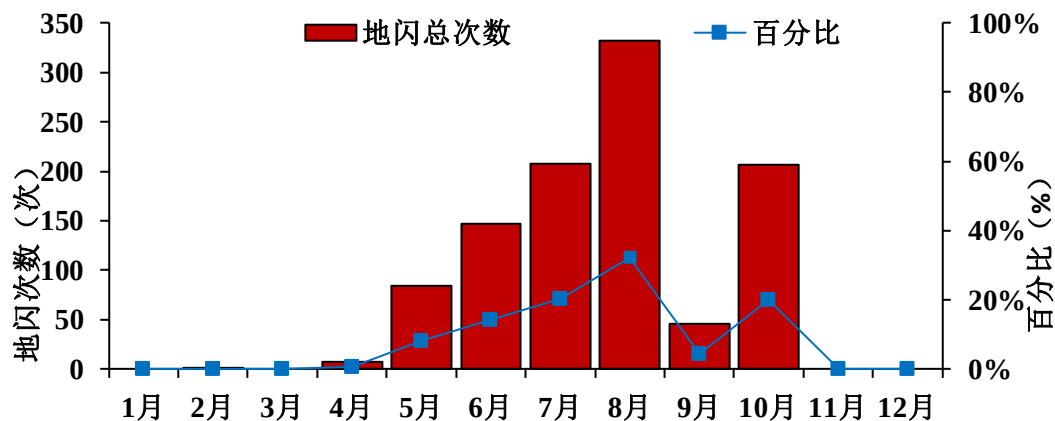


图 8.5 2012—2021 年安阳高新技术产业集聚区地闪频次月变化特征

8.1.2.3 日变化特征

由图 8.6 可知，2012 年—2021 年安阳高新技术产业集聚区内所发生的地闪主要分布于凌晨 05~06 时，下午 13~17 时和晚上 22 时，占地闪总数的 69.1%。最大值出现在 17 时，地闪次数为 175 次；其次是 5 时，地闪次数为 139 次；16 时地闪次数为 81 次，06 时和 22 时地闪次数均为 74 次，13 时为 72 次，14 时为 50 次。由此可见，园区的地闪大致集中凌晨 05~06 时，下午 13~17 时和晚上 22 时。因此园区应关注这几个时间段的雷电天气。

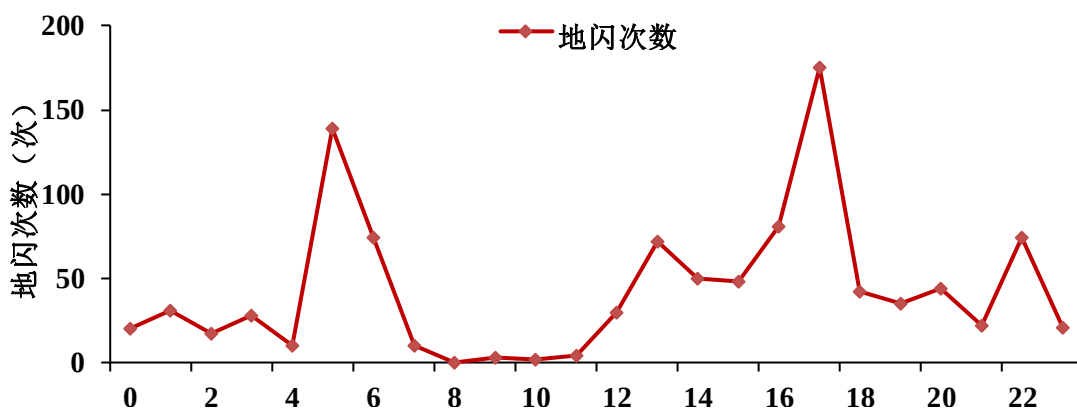


图 8.6 2012—2021 年安阳高新技术产业集聚区地闪频次日变化特征

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

安阳高新技术产业集聚区 1、3 月、11—12 月没有地闪发生，其余各月平均雷电流强度在 22.05~40.32kA 之间，其中 2 月最小，9 月最大；最大雷电流强度在 22.05~159.76kA 之间，其中最大值出现在 9 月，最小值出现在 2 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），安阳新东产业集聚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 84.79%；10kA 以下的雷电流占 1.26%；50~100kA 的雷电流占 8.14%；100kA 以上的雷电流占 1.36%。

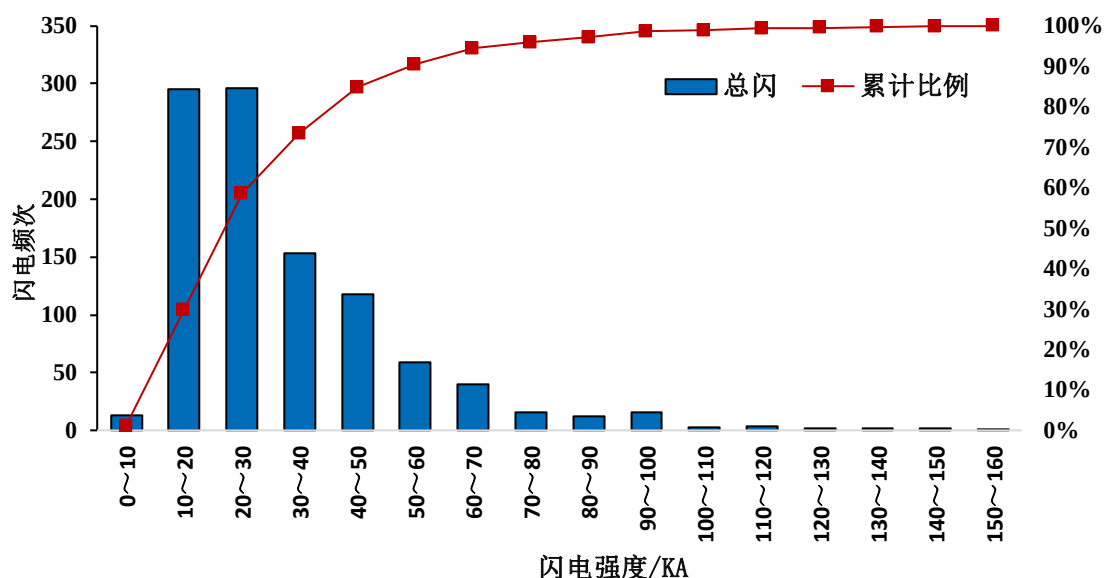


图 8.7 2012—2021 年安阳高新技术产业集聚区雷电流强度分布概率

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 I 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 I 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，项目区统计时间段内项目暂时还未出现雷电流强度大于 200 kA 和小于 5.4 kA 的地闪，项目区域内绕击率和反击率见表 8.1。

表8.1 2011-2021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	0 (<5.4kA)	0.0%	0 (>200kA)	0.0%
二类防雷建筑物	13 (<10.1kA)	1.3%	1 (>150kA)	0.1%
三类防雷建筑物	151 (<15.8kA)	14.6%	14 (>100kA)	1.4%

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：安阳高新技术产业集聚区的雷击大地密度为 0.5 次/km²/a，雷电流平均强度 32.98kA。

根据附录 B 表 3 区域雷击风险评估分级标准，安阳高新技术产业集聚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雷击大地密度为 0.5 次/km²/a，依据安阳气象站 1951—2013 年平均雷暴日数据计算，其雷击大地密度为 2.54 次/km²/a。建议在设计院防雷装置设计时，取 2.54 次/km²/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 月和 10 月，占全年雷电活动的

90.3%，冬季较少，只有个别年份冬季有闪电发生。从日变化上来看，凌晨 05~06 时、下午 13~17 时和晚上 22 时是雷电活动的高发期，要密切注意在这几个时间段内发生雷电时的人员安全防护。

(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 10Ω 。

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 4Ω 。

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 强降水诱发的暴雨洪涝风险评估

随着地理信息系统（GIS）技术的广泛应用，其已成为暴雨洪涝风险评估的一项重要技术手段，利用数字高程模型及各种迭代算法，实现了给定水深情况下洪水淹没区的计算模拟以及依据蓄满产流平衡原理对暴雨洪涝淹没进行模拟。目前，GIS 与水动力模型结合的洪水淹没模拟研究活跃，Geomer 公司通过 FloodArea 模型编制流域风险图技术得到广泛推广应用。本章内容在 GIS 平台上，采用 FloodArea 模型对参证站不同重现期的 24 小时强降水过程引发的流域暴雨洪涝进行淹没模拟，为安阳高新技术产业集聚区建立面向暴雨洪涝灾害的气象防灾减灾工程设计提供技术支撑。

8.2.1 FloodArea 模型简介

FloodArea 模型由德国 Geomer 公司研制开发，以 Arcview3.x 扩展模块形式内嵌于 GIS 平台，与 ArcGIS 无缝集成，原理为二维非恒定流水动力模型，计算基于水动力方法。该模型目前广泛应用于洪水演进模拟、计算洪水淹没深度和范围及动态风险评估制图。自 2001 年发布到 2011 年 8 月，十年间已经更新数十次版本，并在 20 多个国家和地区的决策、科研以及工程等部门开展应用。FloodArea 采用 ArcGRID 数据格式，采用数字高程模型（DEM）进行水文-水动力数学建模，淹没过程的水动力由二维不稳定洪水演进模型模拟完成。FloodArea 模型充分考虑了地形坡度和多种地表覆盖形态下地表粗糙度对洪水动态演进过程的影响，洪水以输入水位、流量和面雨量三种

方式进入模型，并根据水文过程线进行实时参数调整。FloodArea 模型针对每个时相的运行过程，以栅格形式输出和存储，过程直观明确，便于查询，计算迅速快捷，可视化表达流向、流速和淹没水深等水文参数和时空物理场，为洪水淹没风险动态评估提供了有效工具，在国外山洪灾害监测预警以及城市洪涝监测评价中得到了广泛应用，国内也已有多个省份和地区采用 FloodArea 淹没模型进行淹没风险模拟，计算暴雨洪涝灾害影响范围及分布区网。

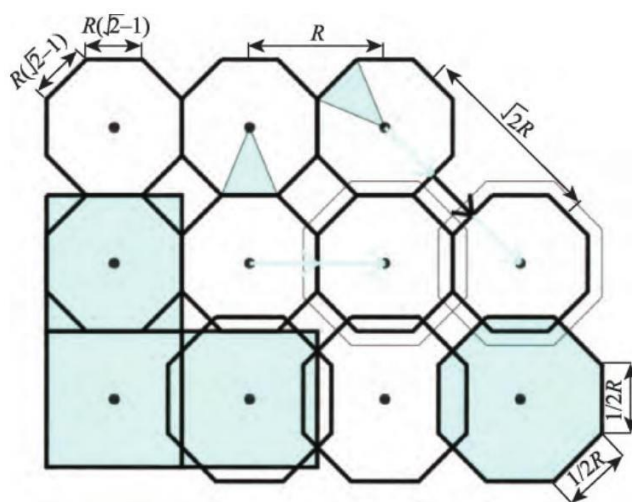


图 8.8 FloodArea 模型汇流计算原理示意图 (Geomer, 2003)

FloodArea 模型具体的模拟演进以栅格为单位，利用 Manning-Stricker 公式（式 8.1）计算每个栅格单元与周围 8 个单元之间的洪水流量。图 8.8 为 FloodArea 模型计算洪水汇流示意图，模型中相邻单元的水流宽度被认为是相等的，位于对角线的单元，以不同的长度算法来计算； R 为相邻单元的栅格距离， $R\sqrt{2}$ 为对角线单元的栅格距离，阴影部分指栅格面积。模型假定边界坡度连续，避免涝水在边界堆积。水流的淹没深度为淹没水位高程和地面高程之间差值，图中箭头指淹没过程中的水流方向，它由地形坡向所决定，地形坡向反映了斜坡所面对的方向，坡向指地表面上一点的切平面的法线矢量在水平面的投

影与过该点的正北方向的夹角，表征该点高程值改变量的最大变化方向。

水流宽度为 1/2 栅格，流向由相邻栅格高程差和最低水位差决定，对邻近单元的泻入量计算公式：

$$V = k_{st} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

式中 k 是Strickler系数，曼宁系数（即糙率）的倒数； r 是水力半径即过水面积与湿周之比， I 是坡度。Strickler系数根据土地利用数据转换，见表8.2。

表8.2 不同土地利用类型对应的Strickler系数

土地利用类型	耕地	居民地	水体	森林	灌木	草地	湿地	荒地
Strickler系数	20	14	40	20	14	40	15	17

FloodArea模型有三种基本的淹没情景：漫顶、溃口以及暴雨，这里选用暴雨淹没情景进行模拟，输入数据包括地理高程、逐时降水、Strickler系数和最大水流交换率。

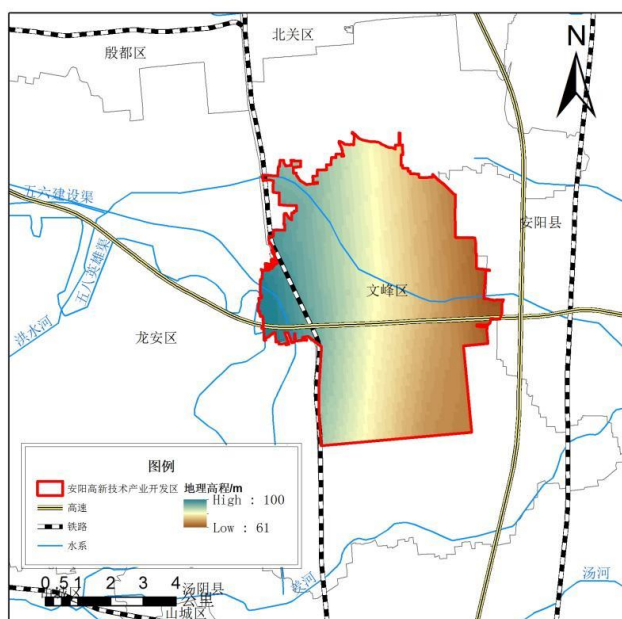


图 8.9 安阳高新技术产业集聚区气候论证评估区域地理高程分布图

图8.9给出了安阳高新技术产业集聚区气候可行论证评估区域的地理高程分布,从图中可以看出,评估区域地势较为平坦,整体由西向东逐渐降低,地理高程61~100m,园区西部地势较高,园区东部地势较低。

8.2.2 暴雨洪涝灾害淹没情景分析

8.2.2.1 园区降水特征

安阳降雨量时空分配极不均衡。根据参证站资料分析,多年平均降水量 570.3mm,汛期(6—8月)降水量占全年降水的 63%。暴雨量的年际变化相对较大,1957—2020年,参证站年均暴雨量 119.2 毫米,约占全年平均雨量的 34%,最多年份为 669.5 毫米(1963年),11年未发生暴雨。一年中出现暴雨的最早日期是 4月23日(1977年),最晚日期是 10月13日(1958年)。

统计 2016—2020年参证站日内降水逐时的分配可以发现;0—03时、07时、15时、18—23时为日内降水的较多时段,平均小时降水量接近或超过平均日降水的 5%。

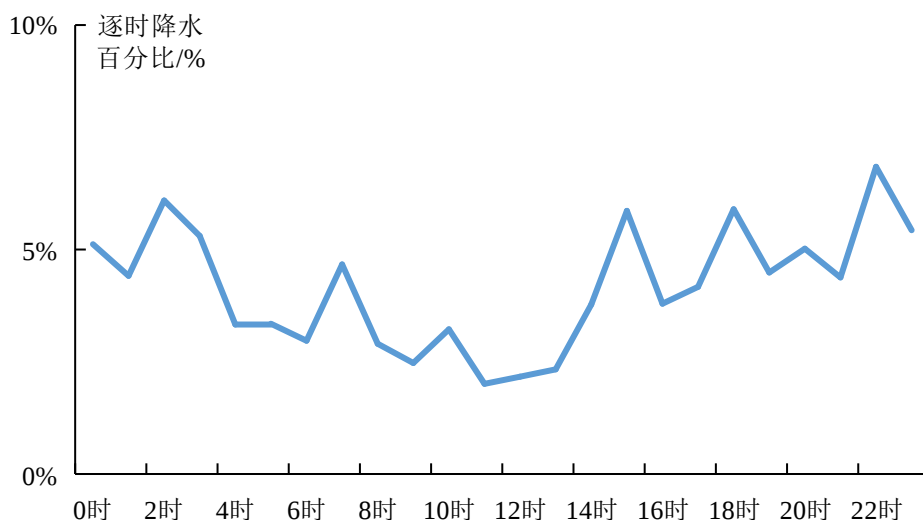


图 8.10 2016-2020 年参证站逐时降水百分比分布

8.2.2.2 园区承灾体种类

安阳高新技术产业集聚区内暴雨洪涝承灾体种类繁多，包括人口、房屋、生产企业、商业、仓储等多种类型，而且各种承灾体的敏感程度不同。例如，由于城市空间立体开发，隧道、地下商场、地下停车场等地下设施大量增加，积水倒灌浸泡的隐患增多。暴雨积水容易造成房屋和物品浸泡，导致财产损失，更严重地会威胁人们生命安全。此外，未能及时排出的积水一旦变成污水也将对城市环境卫生造成不良影响。对于城市交通，当积水深度达到 20cm 时，步行困难；积水超过 30cm 时，则自行车、小汽车行进困难；积水超过 80cm 时，则交通完全中断。

8.2.2.3 暴雨洪涝风险等级划分标准

区内暴雨洪涝灾害一旦发生，可能造成车辆被淹、交通中断、房屋进水、人员被困以及设施被毁等一系列危害，严重影响城市安全运行、经济活动和市民正常生活。不同的承灾体其暴露度和易损性存在差异，受暴雨洪涝灾害影响的敏感性也不同。为了能够准确反映暴雨洪涝灾害对不同承灾体的影响程度，按照承灾体对象划分，综合暴雨洪涝灾害对交通、商业和住宅、车库等主要承灾体的影响程度划分风险等级。

表 8.3 暴雨洪涝等级标准及对不同承灾体的影响

分级判别	I级 $PD \geq 80$	II级 $50 \leq PD < 80$	III级 $25 \leq PD < 50$	IV级 $10 \leq PD < 25$
标准(cm)	特别严重洪涝	严重洪涝	中度洪涝	一般性洪涝
交通	车辆无法通行， 交通中断，影响 特别严重	大型客、货车通行困难、对交通造成严重的影响	中小型车辆通行困难，对交通造成一定影响	行人通行较困难
生产及居民生活	工厂、商店、住宅进水现象严重，对生产、生活造成特别严重影响	部分工厂、商店、住宅有进水现象发生，对生产、生活造成严重的影响	少数工厂、商店、住宅有进水现象发生，对生产、生活造成一定影响	对居民生活造成一定影响
地下车库	车辆严重浸泡	发动机进水，车厢浸泡	水浸超过排气孔高度，可能影响发动机，车厢内可能进水	对部分排气孔较低车辆的启动造成一定影响

注：其中 PD 为积水深度

8.2.3 暴雨洪涝灾害淹没模拟结果

考虑园区论证目标，选取区域逐年日降水进行时空特征分析，设计了园区 5 年、10 年、20 年、30 年、50 年及 100 年一遇这六个重现期的日降水量。因为缺乏区域排涝设施及排水数据，本报告仅开展安阳高新技术产业集聚区未考虑排水条件下的暴雨洪涝淹没情景模拟分析。为了方便阅读，本报告将模拟得到的淹没水深按照暴雨洪涝风险等级划分标准进行了转换，直接给出暴雨洪涝风险等级分布图，如图 8.11 所示。

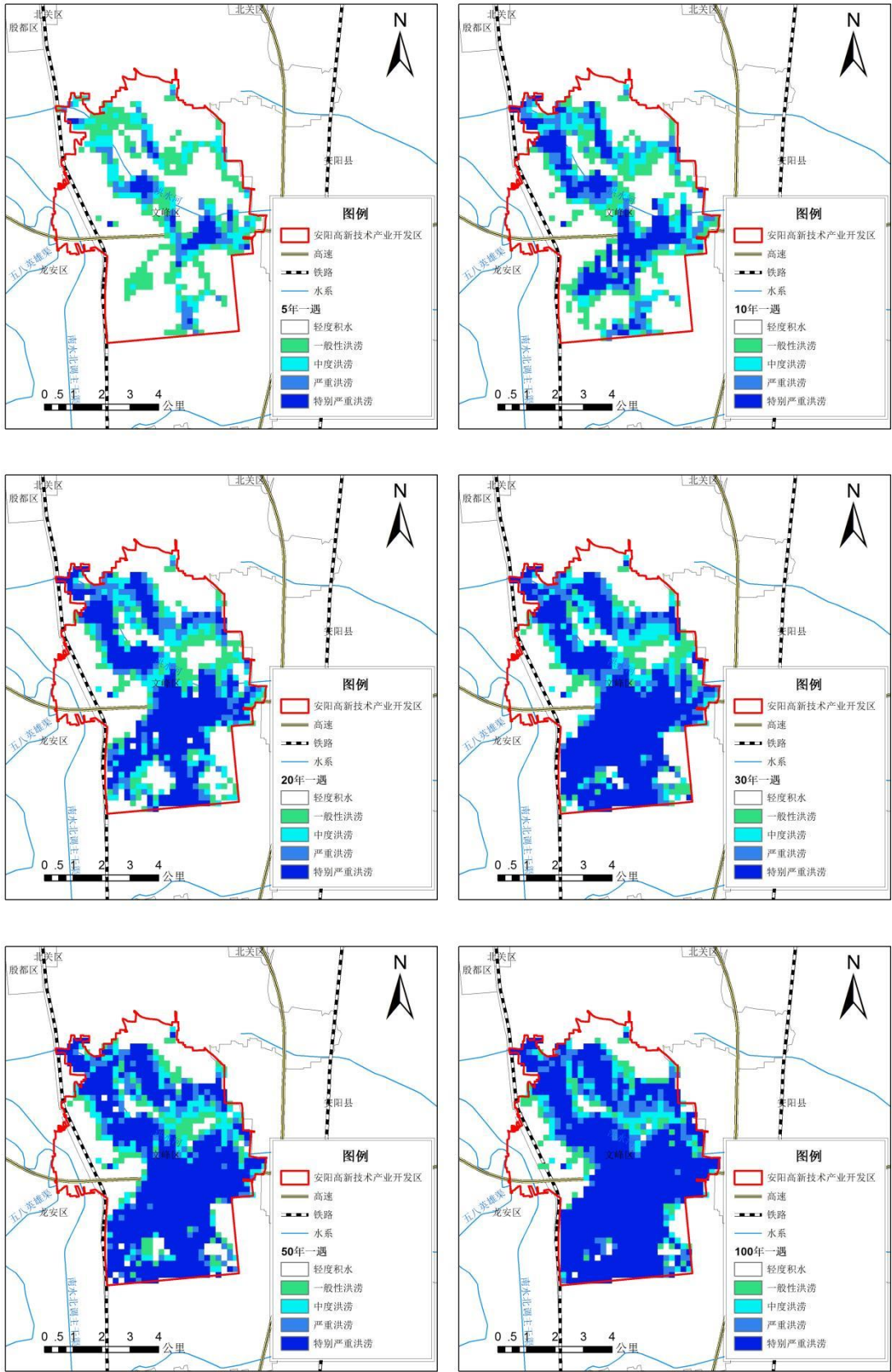


图 8.11 不同重现期日降雨量下安阳高新技术产业集聚区暴雨洪涝风险等级分布

对比各个重现期暴雨洪涝的模拟结果可以看出,随暴雨量级的增大,园区内的淹没水深逐步增加,淹没范围逐渐加大,洪涝风险等级和范围也逐步增大,百年一遇暴雨的淹没水深达到最深,淹没范围达到最大,风险等级达到最高。总体而言,园区内约有 4%的地区暴雨洪涝风险相对较大,在遭遇 5 年一遇—100 年一遇暴雨灾害时均为特别严重洪涝状态;约 2 成的地区暴雨洪涝风险相对较小,在遭遇 5 年一遇—100 年一遇暴雨灾害时均为轻度积水状态;其余区域面对不同等级洪涝风险。

8.2.4 暴雨洪涝淹没面积定量评估

参考暴雨洪涝等级标准对不同承灾体的影响提取了安阳高新技术产业集聚区不同重现期日雨量、不同暴雨洪涝等级积水面积比例,如表 8.4 所示。

总的来说,随重现期增大,低风险等级面积和比例不断减少,高风险等级面积和比例不断增加。在不同重现期的单站暴雨情景下,安阳高新技术产业集聚区约 2 成的区域淹没水深在 0.1m 以下,属于轻度积水,剩下的区域则会遭受不同程度的暴雨洪涝风险。具体来说,在不同重现期暴雨情景下,一般性洪涝积水面积比例为 6%~16%;中度洪涝积水面积比例为 8%~12%;严重洪涝积水面积比例为 5%~11%;特别严重洪涝积水面积比例为 4%~55%。进一步对比分析可以看出,在 5 年一遇暴雨情景下,园区局部即呈现严重暴雨洪涝风险,在 10 年、20 年、30 年、50 年和 100 年一遇单站暴雨情景下,园区暴雨洪涝风险增加;随着重现期的增大,严重洪涝风险面积不断增加。

表 8.4 不同重现期安阳高新技术产业集聚区不同风险等级积水面积比例

重现期 水深 (m)	[0-0.1]	[0.1-0.25]	[0.25-0.5]	[0.5-0.8]	≥ 0.8
	轻度积水	一般性洪涝	中度洪涝	严重洪涝	特别严重洪涝
5年一遇	66%	16%	9%	5%	4%
10年一遇	50%	15%	10%	10%	15%
20年一遇	36%	11%	12%	11%	30%
30年一遇	30%	8%	11%	10%	41%
50年一遇	27%	9%	9%	8%	47%
100年一遇	22%	6%	8%	9%	55%

8.3 污染指数分析

风向和风速都是影响大气污染物扩散的重要因子。风向与污染的关系，主要表现在风对污染物的水平输送上，它可指示污染物的去向和行踪。一般而言，在排放量一定的情况下，排放源应设在居民区最小频率风向上，以保障下风区接受污染时间最短。风速大小和大气稀释扩散能力紧密联系，是影响浓度的重要因素。污染系数综合了风向风速的作用，是开发区厂址选择和厂区布局的一项重要依据。

污染系数的计算公式为：

$$C = P/\bar{V}$$

式中：C为污染系数；P为风向频率； $\bar{V}$ 为该风向的平均风速，单位为米/秒。

以1月作为冬季代表月，4月作为春季代表月，7月作为夏季代表

月，10月作为秋季代表月，对比分析安阳高新技术产业集聚区2016—2020年四季污染系数。表8.5给出了安阳高新技术产业集聚区2016—2020年各代表月（1、4、7和10月）及年污染系数，图8.12为相应的玫瑰图。

表 8.5 安阳高新技术产业集聚区 2016—2020 年四季各代表月及年污染系数

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1 月	5.9	4.5	3	1.3	1.6	1.7	2.2	4	3.5	2.9	2	1.3	1	2	3.3	5.1
4 月	3.1	2.5	1.4	1	0.9	0.8	1.8	3.8	4.6	3.4	2.6	0.9	1	1.1	1.7	2.1
7 月	4.5	3.8	1.7	1.1	1.4	1.2	2	4.2	5.3	3.4	2.3	1.4	1.2	1.3	2.5	3.3
10 月	5.5	3.1	2	1.4	1.9	1.3	1.9	3.5	6.2	4.2	3.6	1.5	1.2	2.1	2.9	2.9
年	4.8	3.5	2.0	1.2	1.5	1.3	2.0	3.9	4.9	3.5	2.6	1.3	1.1	1.6	2.6	3.4

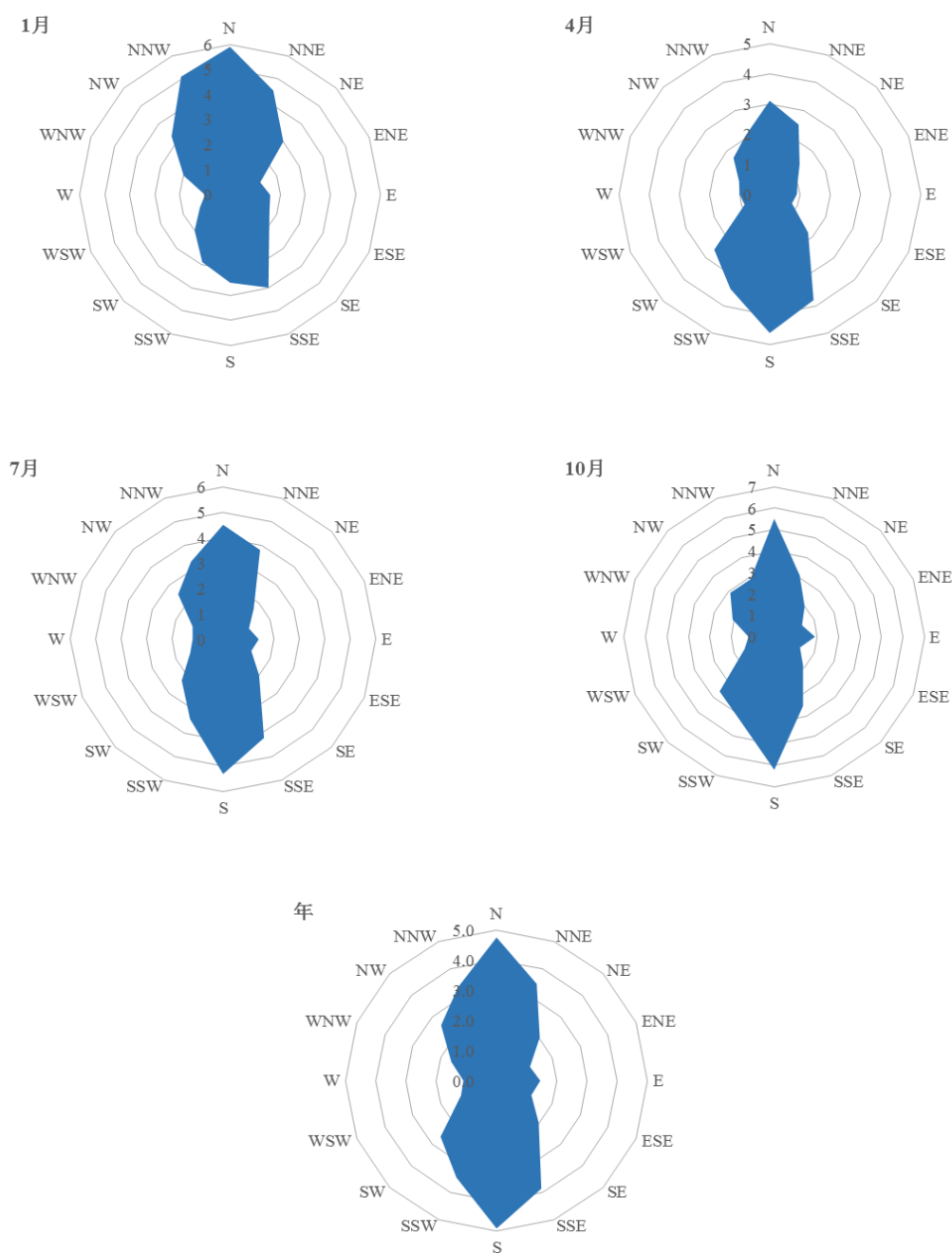


图 8.12 安阳高新技术产业集聚区 2016—2020 年四季各代表月及年污染系数玫瑰图

安阳高新技术产业集聚区 1 月 N 风向污染系数最大，为 5.9，W 风向污染系数最小，为 1；4 月 S 风向污染系数最大，为 4.6，ENE 风向污染系数最小，为 0.8；7 月 S 风向污染系数最大，为 5.3，ENE 风向污染系数最小，为 0.8；10 月 S 风向污染系数最大，为 6.2，W 风向污染系数最小，为 1.1；2016—2020 年 S 风向污染系数最大，为 4.9，

W 风向污染系数最小，为 1.1。整体来看南、北方位污染系数较东、西方位大。因此，安阳高新技术产业集聚区内部规划时，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，即南、北方位，而应布置在东、西方位。建议安阳高新技术产业集聚区加强对重点行业和居民生活污染的控制，合理规划园区布局，园区运营后，重污染预警期间，采取减排措施，尽量减少不利气象条件带来的影响。

第九章 结论和建议

本报告以安阳高新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，对安阳高新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、高新区气候背景、高影响天气、关键气象参数、暴雨、雷电、污染指数等灾害专题影响评估和高新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，进一步对安阳高新区的规划、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

夏季影响安阳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 高新区气候背景

安阳市位于河南省最北部,地理坐标为北纬 $35^{\circ} 41' \sim 36^{\circ} 21'$, 东经 $113^{\circ} 38' \sim 114^{\circ} 59'$ 。东与濮阳市接壤,南与鹤壁市、新乡市相连,西隔太行山与山西省长治市相望,北濒漳河,与河北省邯郸市毗邻。京广铁路、京广高铁、京珠高速公路和 107 国道贯穿南北,南距省会郑州 187 公里,交通便利,素有豫北要冲、四省通衢之称。辖区东西 122 公里,南北 128 公里,总面积 7413 平方公里,约占河南省总面积的 4.47%,市区面积 543.6 平方公里。

汤阴气象站 1991—2020 年的累年平均气压为 978.2hPa; 累年平均气温为 14.2°C ; 累年平均降水量为 586.0mm; 累年平均风速为 2.2m/s, 累年平均相对湿度为 66.5%; 累年平均日照时数为 1833.7 小时。汤阴气象站自有气象记录以来,年极端最高气压为 1040.4hPa 出现在 2000 年 1 月 30 日,年极端最低气压为 980.4hPa 出现在 1988 年 4 月 30 日; 极端最高气温为 42.9°C , 出现在 2009 年 6 月 25 日,极端最低气温为 -20.9°C , 出现在 1971 年 12 月 27 日; 年降水量最多为 1247.1mm, 出现在 1963 年,最少为 276.6mm, 出现在 1965 年; 年最大风速 15.8m/s, 出现在 2013 年 8 月 1 日,年极大风速 25.0m/s, 出现在 2016 年 6 月 14 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,确定汤阴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

根据安阳高新区所在区域的历史气象灾害和气象敏感因子分类，安阳高新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、冰雹和雾霾。

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）	235.1mm	1994年7月12日
大风	多年最大风速(米/秒)	15.8（SW）	2013年8月1日
	多年极大风速(米/秒)	25.0（NW）	2016年6月14日
高温	多年极端最高气温(℃)	42.9℃	2009年6月25日
低温	多年极端最低气温(℃)	-20.9℃	1971年12月27日
闪电	最大年闪电日数（天）	21	1959年

9.1.4 关键气象参数推算结果

安阳高新区的设计、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）	13.8	15.7	17.7	20.3	22.8	24.2	26.0	28.3
基本风压（kN/m ² ）	0.1196	0.1545	0.1983	0.2601	0.3275	0.3716	0.4282	0.5099
平均最高气温（℃）	31.8	32.3	32.8	33.5	34.2	34.6	35.0	35.7
平均最低气温（℃）	-5.7	-6.4	-7.2	-8.1	-9.1	-9.6	-10.3	-11.2
极端高温（℃）	39.0	39.7	40.5	41.5	42.5	43.1	43.8	44.7
极端低温（℃）	-13.2	-14.4	-15.7	-17.5	-19.1	-20.0	-21.2	-22.8

重现期	2 年	3 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
最大日降水量（毫米）	77.8	98.3	123.2	156.0	188.1	206.7	229.9	261.2
极端雪深（厘米）	6.3	8.8	11.3	14.7	17.8	19.5	21.7	24.5

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	-4.3℃
(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	-1.0℃
(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	-6.9℃
(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	63%
(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	34.1℃
(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	27.1℃
(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	31.4℃
(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	57%
(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	30.2℃

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	360.0	401.5	453.8	524.7	595.6	637.1	689.4	760.3
10min	294.7	328.7	371.5	429.6	487.6	521.6	564.4	622.5
15min	251.5	280.5	317.1	366.6	416.2	445.2	481.7	531.2
20min	220.6	246.0	278.1	321.5	365.0	390.4	422.4	465.9
30min	178.9	199.5	225.5	260.7	295.9	316.6	342.5	377.8
45min	141.4	157.7	178.2	206.1	233.9	250.2	270.8	298.6
60min	118.2	131.8	148.9	172.2	195.5	209.1	226.2	249.5
90min	90.4	100.8	114.0	131.8	149.6	160.0	173.1	190.9
120min	74.2	82.7	93.5	108.1	122.7	131.3	142.0	156.7
150min	63.4	70.7	79.9	92.4	104.9	112.2	121.4	133.9
180min	55.6	62.1	70.1	81.1	92.1	98.5	106.6	117.5

9.1.5 灾害风险及影响评估

9.1.5.1 雷击灾害风险评估

对安阳高新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。

安阳高新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安阳高新区历史地闪回击平均密度分别为 $0.5 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 依据汤阴气象站 1961-2013 年平均雷暴日数据计算,其雷击大地密度为 $2.54 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。建议在设计防雷装置设计时,取 $2.54 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 为设计依据。

安阳高新区雷电主要在 6—8 月和 10 月,占地闪总数的 90.3%。其中 8 月份最多,为 332 次,占地闪总数的 31.8%;7 月份有 232 次,占地闪总数的 22.5%;10 月份有 207 次,占地闪总数的 20.1%;6 月份有 165 次,占地闪总数的 16%。从日变化上来看,凌晨 05~06 时,下午 13~17 时和晚上 22 时是雷电活动的高发期。

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 强降水诱发的暴雨洪涝风险评估

安阳降雨量时空分配极不均衡。根据参证站资料分析,多年平均降水量 570.3mm,汛期(6—8 月)降水量占全年降水的 63%。暴雨量的年际变化相对较大。安阳高新区内暴雨洪涝承灾体种类繁多,包

括人口、房屋、生产企业、商业、仓储等多种类型，而且各种承灾体的敏感程度不同。

因为缺乏区域排涝设施及排水数据，本报告仅开展安阳高新区未考虑排水条件下的暴雨洪涝淹没情景模拟分析。随暴雨量级的增大，园区内的淹没水深逐步增加，淹没范围逐渐加大，洪涝风险等级和范围也逐步增大，百年一遇暴雨的淹没水深达到最深，淹没范围达到最大，风险等级达到最高。总体而言，园区内约有 4%的地区暴雨洪涝风险相对较大，在遭遇 5 年一遇—100 年一遇暴雨灾害时均为特别严重洪涝状态；约 2 成的地区暴雨洪涝风险相对较小，在遭遇 5 年一遇—100 年一遇暴雨灾害时均为轻度积水状态；其余区域面对不同等级洪涝风险。

参考暴雨洪涝等级标准对不同承灾体的影响提取了安阳高新区不同重现期日雨量、不同暴雨洪涝等级积水面积比例，可以看出，在 5 年一遇暴雨情景下，园区局部即呈现严重暴雨洪涝风险，在 10 年、20 年、30 年、50 年和 100 年一遇单站暴雨情景下，园区暴雨洪涝风险增加；随着重现期的增大，严重洪涝风险面积不断增加。总的来说，随重现期增大，低风险等级面积和比例不断减少，高风险等级面积和比例不断增加。在不同重现期的单站暴雨情景下，安阳高新技术产业开发区约 2 成的区域淹没水深在 0.1m 以下，属于轻度积水，剩下的区域则会遭受不同程度的暴雨洪涝风险。具体来说，在不同重现期暴雨情景下，一般性洪涝积水面积比例为 6%~16%；中度洪涝积水面积比例为 8%~12%；严重洪涝积水面积比例为 5%~11%；特别严重洪涝积水面积比例为 4%~55%。

9.1.5.3 污染指数评估

安阳高新技术产业开发区 1 月 N 风向污染系数最大，为 5.9，W

风向污染系数最小，为 1；4 月 S 风向污染系数最大，为 4.6，ESE 风向污染系数最小，为 0.8；7 月 S 风向污染系数最大，为 5.3，ENE 风向污染系数最小，为 1.1；10 月 S 风向污染系数最大，为 6.2，W 风向污染系数最小，为 1.1；2016—2020 年 S 风向污染系数最大，为 4.9，W 风向污染系数最小，为 1.1。整体来看南、北方位污染系数较东、西方位大。

因此，安阳高新技术产业开发区内部规划时，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，即南、北方位，而应布置在东、西方位。建议安阳高新技术产业开发区加强对重点行业和居民生活污染的控制，合理规划园区布局，园区运营后，重污染预警期间，采取减排措施，尽量减少不利气象条件带来的影响。

9.2 主要建议

本节基于安阳高新区气候可行性论证区域整体评价结论，并结合高新区地理位置、规划等实际情况，给出高新区不同开发阶段（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 安阳高新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	高新区内部布局	1、安阳高新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，即南、北方位，而应布置在东、西方位。 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 建筑物荷载 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 安阳高新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。
	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，雷击对项目的影响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，根据安阳高新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高新区的气象防灾减灾。

表9.7 安阳高新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。 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。 3. 暴雨可能对仓库和露天储存的设备造成危害。	1. 6-8 月是安阳暴雨的高发期，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。 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、玻璃等大风天气有可能被刮落或刮倒，对园区内人员的人身安全造成威胁。 2. 大风及吹落物可能损害输电线路，造成供电中断等。	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； 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。 3. 园区内做好雷电防护设置。	1. 雷电活动的高发期，夏季（高新区管理部门应当做好相关的防御措施。 2. 重点注意凌晨 05~06 时，下午 13~17 时和晚上 22 时发生雷电时人员安全防护。 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； 2. 高温会引起高新区内人员中暑。 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。 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	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

阶段	高影响天气	影响	对策建议
		生不同程度的破坏与倒塌。 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。	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； 2. 可能造成人员伤亡。	1. 冰雹发生时不要外出。 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； 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。 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. 安阳高新区内暴雨洪涝承灾体种类繁多，随着重现期的增大，严重洪涝风险面积不断增加。因此，高新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. 安阳高新区的主导产业为装备制造。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。

3. 电子信息产业和新材料产业是安阳高新区的主导产业之一，线路板工厂在生产过程中产生大量的废气，一旦泄露或发生事故可能造成严重的水资源、空气污染。因此在设计阶段，尽量要尽量避免将污染物排放大的机构布置在上风向，即东、西方位，尽量减少不利气象条件带来的影响。运营阶段，电子工业产品的生产和存储环境湿度应该根据生产产品的不同进行控制。湿度偏大，容易引起电路板短路，从而导致产品合格率的降低，因此需关注湿度等气象因素对生产的影响，建议增加实时的气象要素监测设备，确保环境气象要素符合生产要求，减少因气象要素造成的生产损失。

附录 A 近 50 年安阳高新技术产业集聚区气象灾害调查

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1951 年 3-9 月	干旱	安阳	全省灾情春、秋旱，豫中和豫北地区较为严重。3-4 月份全省普遍少雨，豫北降水减少 9 成，安阳县农田干土层 4 指多厚，裂缝 2 厘米多。9 月份，雨水稀少，豫北整个秋季的雨水只及常年的一半，秋作物减产。
1954 年 1-6 月	干旱	安阳	全省普遍春至初夏连旱，豫北地区上半年较常年雨量偏少 7~8 成。6 月，各地雨水奇缺，安阳降水量不足 5 毫米，连续无降水日数超过 15 天。
1955 年 8 月	雨涝	安阳	安阳 8 月 13 日暴雨过后，于 16-17 日又连降暴雨，旬雨量在 250 毫米以上。全区 1.5 万公顷农田被淹受灾，其中近 0.5 万公顷颗粒不收，倒房多处，并造成人畜伤亡。
1956 年 5 月	冰雹	安阳	安阳、浚县、夏邑、卢氏冰雹，历时 20 分钟，大如拳头，打坏 80%~90%的麦田。
1956 年 8 月	雨涝	安阳	8 月上旬，全省普遍有一次降雨过程。安阳旬雨量超过 150 毫米，引起山洪暴发，冲毁道路、农田、房屋及堤坝等水利设施，秋作物受淹减产。
1960 年 1-7 月	干旱	安阳	全省大部地区继上一年的干旱之后，又发生春至初夏连旱，豫北连续 210~270 天未下透雨，旱情十分严重。安阳年降水量不足 450 毫米，成为全省干旱最严重的地区。
1961 年 3-4 月	干旱	安阳	全省大部分地区春旱严重，3 月中旬至 4 月中旬，安阳、濮阳一带连续 34 天滴雨未落，麦苗长势很差。
1961 年 10 月-1962 年 5 月	干旱	安阳	安阳、林县等地，小麦从种到收，一直没下透墒雨，减产严重。
1967 年 5 月底	冰雹	安阳	安阳、滑县、汲县、新乡、孟县、偃师、卢氏、西峡、方城等县市降冰雹，同时伴有大风、雷雨，造成了财产、通讯线路等方面的损失。
1970 年 1-12 月	干旱	安阳	安阳、开封等局部地区几乎全年少雨干旱，影响了小麦的适时播种。
1971 年 6 月	雨涝	安阳	安阳日最大降雨量 150 毫米左右，全省 63 个县市受灾，受灾面积 44.2 万公顷，严重影响了小麦的归仓，造成小麦发芽、霉烂，被水冲走等严重损失。
1977 年 1 月 25-26 日	雨淞	安阳	安阳、长垣以东出现较大范围雨淞天气，当时最低气温降至-3~-5℃，电线结冰直径达 2~5 厘米，通讯、运输都受到影响。
1977 年 8-10 月	干旱	安阳	豫北和豫西地区几乎无降水，安阳总雨量不足 6 毫米，影响秋播。
1978 年 6-8 月	干旱	安阳	安阳夏季干旱，地下水位下降 5~6 米，减产严重。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1979 年 8-10 月	干旱	安阳	豫北全年墒情较差,出现了伏旱连秋旱,成为年内气候条件最差的地区。安阳 8-10 月持续干旱,降水偏少 4~6 成,8 月降水偏少 5~8 成,不能灌溉的玉米受旱而死,产量大减。
1982 年 6-7 月	干旱	安阳	全省初夏雨水偏少,气温偏高,6 月中旬至 7 月中旬安阳降水量仅为 26.8 毫米,较常年偏少 83%,豫北地区干旱时间最长,旱象一直延续到 7 月底才结束,秋作物出现“卡脖子”,所以灾情特别重。安阳地区 196 个公社中,有 125 个公社受旱,秋作物受旱面积 42.53 万公顷,其中 3 万公顷绝收,全区库、塘、堰、坝全部干涸,地下水位严重下降,50%的机井抽不出水,西部山区有 45.6 万人、8.5 万头牲畜吃水困难。
1982 年 8.8 月	雨涝	安阳	全省大部分地区普降大到暴雨。安阳河出现 1949 年后最大洪峰,8 月 10 日,京广线安阳铁路桥因水淹,行车中断。安阳全区棉花受灾面积 1.0 万公顷,其中 0.6 万公顷绝收。安阳等地共倒塌仓库、门市部、办公室、宿舍房 9113 间,倒围墙 6.93 万米,折款 1377 万元,商品损失折款 1446 万元。安阳矿务局煤炭运输也受到一定影响。
1983 年 4 月 8-11 日	低温冻害	安阳	安阳连续 4 天出现低温,蔬菜冻害面积 125 公顷,绝收 32 公顷。
1983 年 7 月 29 日-8 月 1 日	雨涝	安阳	普降大到暴雨,局部地区大暴雨。安阳沿黄 7 县滩区先后被淹。
1983 年 9 月 8.8 日	雨涝	安阳	秋季暴雨使安阳,秋作物受影响,粮食被冲走或霉变。
1984 年 6 月 3 日	冰雹	安阳	商丘、新乡地区和安阳、濮阳市的 17 个县降冰雹,受灾面积达 16.9 万公顷,小麦减产 2698.5 万千克。
1985 年 11 月-1986 年 8 月	干旱	安阳	河南遭到了历史上罕见的大旱,豫北、豫西和许昌以北的沿黄一带三季连旱,旱情尤为严重。3-5 月,豫北 10 毫米,较常年同期偏少 9 成,山区出现较为严重的干旱,安阳市 25.93 万公顷小麦中 13.33 万公顷干旱严重。7 月份,安阳地区干旱最重,为有气象记录以来同期最低值。8 月各地仍持续少雨,其中安阳市西部干旱严重,月雨量比常年同期偏少 8~9 成。安阳为有气象记录以来同期最低值,较 1936 年大旱期少 4 成,小型水库已旱干涸,河道断流,地下水位下降,机井抽不出水,山、丘地区饮水困难,农作物严重缺水,生长不良。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1987 年 7 月	干旱	安阳	豫北地区雨量比大旱的 1986 年还少，干旱明显。安阳等地 7 月末 10~45 厘米深层土壤含水量仅在 5%~12% 之间，远低于作物正常生长所要求的 18%~21% 墒情指标。7 月少雨使坑、塘干涸，河水断流。安阳市 93 座中，小型水库仅 2 座有水，其余全部干涸。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 31 日	冰雹	安阳	安阳遭受雷雨、大风、冰雹袭击，风力达 8~9 级，冰雹直径多为 30~40 毫米，影响到 10 个县 75 个乡镇，受灾面积达 12.1 万公顷，重灾 4.95 万公顷，绝收 0.6 万公顷。
1988 年 1-6 月	干旱	安阳	4 月降水很少，豫北等地降水不足 10 毫米，安阳等地滴雨未落，全省降水普遍少于历年同期的 3~10 成。特别是 4 月 11~25 日，小麦正处于孕穗抽穗时期，需水较多，而安阳地区无降水，加之此时气温已回升，多风，土壤蒸发快，失墒严重，小麦生长与春播都受到影响。干旱还造成中、小河道断流，安阳河、卫河、淇河、湍河、汝河等河水断流，林县红旗渠也干涸断流。
1989 年 6 月	连阴雨	安阳	6 月上、中旬，正值小麦收获，全省出现了连阴雨天气，对小麦收打极为不利，造成全省约有 7.8 亿千克小麦生芽发霉。安阳市 26.0 万公顷小麦中有 10.6 万公顷不同程度生芽霉烂，损失 2500 万千克，其中滑县农场、安阳跃进农场，汤阴县畜牧场 3 个农场，有 90% 的小麦因雨而发芽霉烂，减产 11 万千克，经济损失 154 万元。
1991 年 3-6 月	干旱	安阳	安阳自种麦以后一直干旱少雨，25.87 万公顷麦田全部受旱，严重受旱面积达 18.6 万公顷，旱死绝收面积 1.8 万公顷，20 厘米土壤含水率只有 7.5%~9%，全市大小河流基本断流，中小水库干涸，地下水位下降。严重干旱影响大面积春播作物适时播种，安阳市有 7.27 万公顷大秋作物种不上，有 29 个乡镇、399 个行政村、35.73 万人、9 万头大牲畜饮水困难。
1991 年 7 月	风雹	安阳	4-5 日，安阳等 3 市的 8 个县 23 个乡遭冰雹袭击，冰雹大如鸡蛋，小如枣，风力 7~10 级。农作物受灾 23 万公顷，成灾 18 万公顷，倒塌房屋 110 间，损坏 637 间，刮倒树木 19 万棵，砸死 10 人，直接经济损失 700 万元。11 日，安阳市降了冰雹，并伴有大风，直接经济损失 400 万元。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1993 年 3-4 月	干旱	安阳	3 月豫北、豫西、豫东降水偏少，旱象抬头，三门峡、林县旱情严重。至 4 月 29 日，全省受旱面积达 300 多万公顷，其中严重受旱面积 80 多万公顷，安阳市绝收 2 多万公顷，还造成新安、淅、辉县、卫辉、林县等地人畜饮水困难。
1993 年 8 月 4 日	雨涝	安阳	安阳、汤阴县降特大暴雨，过程最大雨量达 399.5 毫米。暴雨后平地积水 0.4 米，低洼地段达 1.0 米，两县在这次暴雨中被淹农作物 2.0 多万公顷，倒塌民房 2881 间，严重损坏 4014 间，砸伤 20 多人，造成经济损失 6000 多万元。
1994 年 6 月中旬-7 月上旬	风雹	安阳	安阳等 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。
1994 年 11 月 13-15 日	雪灾	安阳	安阳市连降大雪，15 日降雪量为 23.4 毫米，出现暴雪，积雪深度为 16 厘米，使交通受阻，通往各县的长途汽车停开 2~3 天，市内出现车票价比平常高出一倍。
1995 年 8 月 2 日	雨涝	安阳	安阳县的马家、许家沟、善应遭特大暴雨袭击，一个小时降雨量 160 多毫米，由于雨量大，山高坡陡，形成山洪暴发。农作物受灾面积 0.2 万公顷，成灾 0.1 万公顷，倒塌民房 300 多间，冲倒冲走树木 5000 多棵，电杆 200 多根，冲走冲坏大小车辆 28 部，死亡 22 人，造成直接经济损失 800 多万元。
1996 年 8 月 13 日	风雹	安阳	安阳、郑州等 8 个市的 23 个县（市）50 个乡镇先后遭受风雹袭击，安阳市共有 3.2 万公顷农作物受灾，成灾 2.9 万公顷，绝收 2.0 万公顷，刮倒树木 37 万多棵、电杆 2200 根，死亡 4 人，伤 80 多人，直接经济损失 4.7 亿元。
1997 年 6 月 21-22 日	风雹	安阳	安阳、鹤壁 2 市遭受特大风袭击，持续风力 8 级，最大风力 12 级，许多大树被连根拔起。
1998 年 6 月 21-22 日	风雹	安阳	受强对流天气影响，安阳市遭受特大风雹、暴雨袭击，冰雹直径普遍为 10 毫米左右，持续 1 个小时，安阳市区降水量 160 毫米。致使城市基础设施毁坏严重，安阳市区内 84 条供电线路全部中断，刮倒电线杆 1 万余根，同时，交通、通讯、供水供气部分瘫痪，大部分企业停产。农作物受灾面积 6 万公顷，成灾 0.4 万公顷，绝收 0.2 万公顷，受灾人口 75.5 万人，成灾 65 万人，因灾死亡 15 人，伤病 158 人，倒塌房屋 6700 间，损坏房屋 4.4 万间，刮倒树木 95 万棵，砸坏高级轿车 10 多辆，死伤畜禽

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
			26 万头（只），蔬菜、果园遭到严重毁坏，淋湿粮食 155 万千克，造成直接经济损失 4.77 亿元，其中农业直接经济损失 2.55 亿元。
1998 年 7 月 19 日	雷击	安阳	安阳市中级法院程控交换机遭雷击，财产损失 0.6 万元。
1998 年 8 月 24 日	雷击	安阳	安阳林药厂高压油开关被雷击坏，财产损失 2 万。
1998 年 8 月 20-22 日	雨涝	安阳	安阳市部分县（市）出现大暴雨，降雨最大的延津县 196 毫米。全省农作物受灾面积 14.9 万公顷，成灾 8.7 万公顷，绝收 2.5 万公顷，成灾人口 86.85 万，倒损房屋 2.17 万间，部分基础设施遭到破坏，直接经济损失 3.16 亿元，其中农业直接经济损失 2.84 亿元。
1999 年 8 月 8 日	雷击	安阳	安阳市供水总公司程控交换机遭感应雷袭击，一块中继板烧坏，造成经济损失。
2000 年 7 月 3-7 日	暴雨	安阳	7 月 3-7 日，安阳连降暴雨到大暴雨，中心附近过程降水量在 200 毫米以上，强降水引起山洪暴发，水库超过汛限水位，河道漫堤、决口，水库溢洪或泄洪，许多村庄、房屋被洪水淹没。
2000 年 7 月 22 日	雷电	安阳县	7 月 22 日，安阳县相村火药配装工作间遭受雷击，现场 4 人被严重灼伤，其中 3 人死亡。
2000 年 7 月 27 日	雷电	安阳	7 月 27 日，安阳钢铁公司杨家庄铁矿微波通讯交换机、电视机等遭受感应雷击，直接经济损失 10 万元。
2001 年 4 月 19 日	大风	安阳	4 月 19 日，全省大部分地区出现大风、沙尘天气，瞬时风力达到 7~8 级，持续时间长达 16 个小时，安阳市最大风力在 8~10 级，沙尘飞扬，天昏地暗，有许多大树、广告牌被刮倒。
2001 年 6 月 14 日	雷电	安阳县	6 月 14 日，安阳县蒋村乡石棺村华冠钢铁有限责任公司厂区遭受雷击，该厂电子磅、程控交换机和一部电话机被击坏，直接经济损失为 5 万元。
2001 年 6 月 14 日	雷电	安阳县	6 月 14 日，安阳县蒋村乡石棺村华冠钢铁有限责任公司厂区遭受雷击，该厂电子磅、程控交换机和一部电话机被击坏，直接经济损失为 5 万元。
2002 年 7 月 15 日	雷电	安阳	7 月 15 日，安阳市公安局车站分局和北关分局遭受雷击，损坏处理器 2 块，路由器 2 块，价值 4 万元。7 月 16 日，安阳市邮政局信息技术局 185 热线光端机遭雷击损坏，损失 1 万元左右。
2002 年 7 月至 9 月上旬	干旱	安阳	8 月份安阳大部降水偏少 8 成以上，旱情迅速发展。安阳市境内 8 座大中型水库有 2 座已无水可用，小型水库及塘堰坝 95%以上干涸，境内大小河流全部断流，地下水位平均下降 2 米左右，全市农作物受旱面积近 233.3 千公顷，

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
			重旱 37.3 千公顷, 干枯 10 千公顷, 林州市及安阳县西部山区有 16 万人和 4 万多头大牲畜饮水困难。
2003 年 4 月 11 日	雷电	安阳	4 月 11 日, 安阳市殷都区水冶钢铁公司的程控交换机、电视转播设备遭受雷击, 造成直接经济损失约 10 万元。
2003 年 6 月 8 日	雷电	安阳	6 月 8 日, 安阳市安钢动力分厂变压器控制表遭雷击损坏, 经济损失 5 万元; 市电业局西郊供电所配电箱遭雷击损坏, 经济损失 12 万元。
2003 年 6 月 8-9 日	风雹	安阳	安阳市部分地区遭受大风、冰雹及暴雨袭击, 最大冰雹直径 5 厘米, 持续时间 10~20 分钟, 最大风力 7 级以上, 2 人因灾死亡, 造成部分农作物受灾、房屋倒塌。
2003 年 6 月 11-12 日	风雹	文峰区、龙安区、安阳县	6 月 11 日夜~12 日凌晨, 安阳市文峰区、龙安区市、汤阴、内黄及安阳县遭受大风、冰雹及暴雨袭击, 冰雹最大直径 3~4 厘米, 最大风力 6~8 级, 持续时间 5~20 分钟, 造成农作物受灾面积 52.5 千公顷, 成灾面积 39.2 千公顷, 绝收面积 12.4 千公顷, 直接经济损失 3.08 亿元。
2003 年 8 月 24 日	雷电	安阳	8 月 24 日, 安阳日化厂因雷击造成供电系统停电, 直接经济损失 3 万元; 林州红旗钢铁公司变压器遭雷击, 损失 2 万元。
2003 年 10 月 10-11 日	暴雨	安阳	10 月 10-11 日, 全省出现秋季罕见的大范围强降水过程, 其中豫北北部安阳市普降大到暴雨, 过程降水量为 100~130 毫米, 出现严重秋汛。
2004 年 6 月 20 日	风雹	安阳	6 月 20 日, 安阳市出现雷雨、大风和冰雹天气, 滑县瞬时最大风速为 24 米/秒; 内黄县冰雹最大直径 10 毫米, 1 个多小时降水量达 55 毫米, 造成 6515 米围墙倒塌, 通讯基站 72 处受阻。
2004 年 12 月 20 日-22 日	雪灾	安阳	12 月 20 日夜~22 日, 全省普降大~暴雪, 豫北局部达暴雪标准, 雪后气温明显下降并持续偏低, 月末安阳最低气温降至-15.3℃, 为入冬以来的最低值。由于降雪量大, 气温持续偏低, 造成道路积雪结冰持续 10 多天不化, 对交通运输造成了严重的影响。
2005 年 6 月 18-21 日	风雹	安阳	6 月 18-21 日, 安阳遭受冰雹和雷雨大风袭击, 冰雹持续时间长达 30~40 分钟, 造成直接经济损失分别为 2661 万元。
2005 年 6 月 18 日	雷电	安阳	6 月 18 日, 安阳市城关镇寺东村遭雷击, 20 余户民宅不同程度损坏, 23 台电视机、15 块电表、6 部电话机被击毁, 直接经济损失 3 万元。
2006 年 3 月 11-12 日	大风、寒潮	安阳	3 月 11~12 日, 受强冷空气影响, 全省出现大范围大风、强降温天气, 安阳、新乡、郑州、开封、商丘 5 市共有 23 个站达到寒潮标准, 大部分地区最低气温下降到了 0℃以下, 汤阴站最低气温达-5.1℃, 全省普遍出现了 5~6 级大风, 北中部的部分地区还伴有扬沙。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2006 年 5 月 26 日	风雹	安阳	5 月 26 日下午, 安阳市局部地区遭受狂风暴雨和冰雹袭击, 数千公顷即将收获的小麦严重倒伏, 麦粒被打落在地, 玉米、烟叶枝断叶残, 许多大树被连根拔起或拦腰折断, 造成了一定的经济损失。
2006 年 6 月 25 日	雷电	安阳	安阳市天然气公司小吴村调压站遭雷击, 击坏 2 套设备, 造成直接经济损失约 5 万元。
2006 年 8 月 5-6 日	风雹	安阳县	8 月 5-6 日, 安阳遭受狂风、暴雨和冰雹袭击, 安阳县西部的许家沟乡因暴雨引发局地山洪暴发, 导致供电中断, 该乡第一铁矿井有 11 人被困井下, 另有 1 人被洪水冲走死亡。
2006 年 8 月 15 日	雷电	安阳	安阳市广播电视局遭受雷击, 一些设备被击坏, 造成直接经济损失约 3 万元。
2007 年 7 月 28 日	雷电	安阳县	安阳县安丰乡吉庄村有 4 户村民家遭受雷击, 造成房屋受损, 一些家用电器被击坏, 直接经济损失约 1.8 万元。
2008 年 6 月 25 日	风雹	安阳	安阳市所属各县遭受雷雨、大风、雷暴等强对流天气袭击, 安阳极大风速为 29.4 米/秒, 最大风力高达 11 级, 滑县极大风速为 28.4 米/秒, 大风持续了半个小时。安阳市区多条供电线路跳闸, 造成市区大面积断电, 因灾造成 1 人死亡, 直接经济损失 2.3 亿元。
2008 年 6 月 29 日	风雹	安阳县	6 月 29 日, 安阳县 6 个乡镇遭受强冰雹和大风袭击, 最大冰雹直径为 50 毫米左右, 极大风速为 8 级以上, 持续时间近半小时, 造成部分农作物减产绝收。
2008 年 6 月 29 日	雷电	安阳	6 月 29 日, 安阳电网遭受持续近 3 个小时的强雷电袭击, 造成 11 条 35 千伏线路、154 条 10 千伏线路跳闸; 内黄县井店镇政府、镇派出所及计生办共有 14 台计算机、2 台网络交换机、3 台电视机、多部电话及广播电视有线设备等被雷电不同程度损坏或损毁, 直接经济损失 10 万元。
2008 年 8 月 25 日	雷电	安阳	8 月 25 日, 安阳市鑫淼针织有限责任公司生产车间窗户被雷电击碎, 同时一雷电火球进入车间, 引起大火, 共有 7 间房屋、6 台针织机、1 台空气压缩机和约 17 吨棉纱被烧毁, 共计经济损失约 551 万元。
2010 年 3 月 20 日	大风	安阳	3 月 20 日, 安阳出现了大风、沙尘天气, 最大风力超过 8 级, 安阳林州市共刮倒电线杆 108 根、通信电缆 282 根, 损坏房屋屋顶 5683 间、温室大棚 148 座、家畜棚舍 3.18 万平方米, 刮倒、刮断树木 13.5 万棵, 直接经济损失达 9198 万元; 全市有 82 家企业的车间和生产设备不同程度损坏, 其中凤宝公司一高炉受损严重, 直接经济损失达 4600 万元。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2010 年 4 月 26 日	大风	安阳	4 月 26 日, 安阳出现了大风、沙尘天气, 局部风力达到了 7~8 级, 大风天气造成安阳部分房屋和塑料大棚损坏, 农作物和果树受灾。
2010 年 5 月 29 日	风雹	安阳县	5 月 29 日下午, 安阳出现了雷雨、大风、冰雹等强对流天气, 安阳县冰雹造成 267 公顷农作物受灾。
2010 年 6 月 2 日	雷电	安阳县	安阳县水冶镇南关村一男村民和姬家屯村一女村民在大树下被雷击身亡。
2010 年 8 月 4 日	暴风雨	安阳	8 月 4 日晚, 安阳部分县(市)遭受暴风雨袭击, 安阳出现暴雨, 最大风力达 8 级, 导致农作物大面积倒伏, 滑县出现大面积停电, 共造成农作物受灾面积 31.1 千公顷, 倒塌损坏房屋 356 间, 直接经济损失 2.42 亿元。
2012 年 12 月 13 日	雪灾	安阳	12 月 13 日安阳、濮阳和开封的局部出现暴雪, 安阳降雪量达 10.6 毫米, 积雪和道路结冰对交通运输造成不利影响。
2013 年 8 月 8.8 日	风雹	安阳县	8 月 7~8 日, 安阳市遭受风雹、雷电和短时暴雨袭击。安阳县都里乡由于大风导致大批农田农作物倒伏, 安丰乡大风造成大面积停电, 树木倒伏造成交通阻碍。
2013 年 9 月 17 日	大风	安阳	安阳市龙安区龙泉出现大风, 出现时间 16 时 41 分, 极大风向 275 度, 极大风速 22.3 米每秒, 造成安阳市观测站龙泉新址停电, 简易房倒塌四间, 观测场围栏倒塌约 10 米, 观测场到值班室数据线已断。
2014 年 5 月 29 日	高温	安阳	5 月 29 日, 全省 92% 的站点日最高气温在 35℃ 以上, 其中林州(40.8℃)、安阳(40.5℃)、汤阴(40℃)位居当日前三位。安阳、林州站的日最高气温突破 5 月历史极值。
2014 年 6 月 18 日	大风、雷电	安阳	18 日 15 时 40 分到 18 日 22 时, 安阳市自西向东出现了一次雷阵雨天气, 雨量分布不均, 雷雨时局部伴有短时强降水、短时大风。安阳县都里 2 农户进水, 许家沟 1 户彩钢瓦屋顶被刮翻。文峰区郑家村八里庄两户民房遭受雷击, 房屋受损, 三楼 4 扇窗户玻璃震碎, 室内电线烧毁, 无人员伤亡。
2014 年 7 月 3 日	风雹	安阳县	7 月 03 日 08 时到 04 日 07 时, 安阳市出现一次雷雨天气, 并伴有局地短时大风、短时强降水、冰雹等强对流天气。安阳县瓦店瞬时极大风速为 33m/s, 安阳县瓦店、吕村和汤阴菜园等部分乡镇出现冰雹, 最大冰雹直径如拇指大小。造成受灾人口约 3.2 万人, 农作物受灾面积 12805 公顷, 损毁大棚 150 余栋, 刮倒树木 2.9 万余棵, 经济损失约 1.25 亿元。
2015 年 7 月 24-25 日	风雹	安阳	7 月 24~25 日, 安阳遭受雷雨、大风、冰雹等强对流天气袭击, 局地最大风力达 10 级左右, 冰雹最大直径 3 厘米, 导致部分农作物和果树受灾。

附录 A 近 50 年安阳高新技术产业集聚区气象灾害调查

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2015 年 8 月 30 日	暴雨	安阳	30 日中午, 安阳大雨如注, 1 小时暴雨造成道路出现不同程度被淹, 文峰北路附近一家单位的院墙在雨中倒塌, 7 辆汽车被砸。
2015 年 12 月 22-24 日	雾霾	安阳	12 月 22~24 日全省大部出现严重雾霾天气, 其中安阳市启动了 I 级 (红色) 预警及响应, 这是我省首次启动重污染天气 I 级 (红色) 预警及响应, 幼儿园、中小学停课, 城区机动车单双号限行。
2016 年 6 月 4 日	大风	安阳县	6 月 4 日, 安阳县出现强对流天气过程, 局地伴有短时强降水、大风等天气。安阳县韩陵镇梨园、张豹等 5 个村庄, 小麦出现不同程度倒伏, 约 1 万亩; 安阳县水冶乡郑庄、龙华等 14 个村, 小麦出现不同程度倒伏, 计 6780 亩。
2016 年 7 月 19 日	暴雨洪涝	安阳	7 月 19 日 01 时-19 日 16 时, 安阳出现罕见特大暴雨, 本次降雨过程具有雨量大、范围广、时段集中、受灾严重等特点。安阳全市平均降水量为 198.5 毫米, 且降水时段大部分集中在 6 个小时内, 安阳市区最大 6 小时和最大 12 小时降水量均突破建站以来历史极值, 安阳县马家村 1 小时雨强达到 138 毫米 (7 月 19 日 11-12 时)。安阳县西部地区出现山体滑坡、人员伤亡、村庄道路积水、通讯中断等灾情。
2016 年 12 月 18-20 日	雾霾	安阳	12 月 18-20 日, 全省出现大范围严重霾天气, 此次霾天气影响范围广、强度大, 对人体健康造成较大影响。其中安阳市空气质量指数为 497, 为全省最高。造成安阳市 12 月 19 日下午和 20 日幼儿园、中小学紧急停课。
2018 年 1 月 14-19 日	雾霾	安阳	1 月 14-19 日, 全省出现雾、霾天气, 省内大部分地区达重度-严重污染, 多地 AQI 值爆表, 局地能见度不足 200 米, 安阳市启动重污染天气红色预警, 部分幼儿园、小学停课。
2018 年 4 月 22 日	暴雨洪涝	安阳	安阳全市出现大到暴雨, 21 日 12 时到 22 日 06 时市观测站雨量 44 毫米, 造成市区部分路段积水超过 50 厘米。
2018 年 7 月 29 日	大风	安阳	7 月 29 日 13-14 时, 受强对流影响, 安阳市部分地区出现大风天气, 其中安阳水冶出现 35.7m/s 大风, 最大降水出现在安阳市林州东岗, 达 35.2mm。水冶乡部分简易房屋受损, 树木损坏 200 多棵。部分单位围墙倒塌长度约 50 米, 100 亩玉米倒伏。
2019 年 7 月 29 日	大风	安阳	7 月 29 日下午, 受强对流影响, 安阳市部分地区出现大风天气, 其中安阳水冶出现 35.7 米/秒大风。造成水冶乡部分简易房屋受损, 损坏树木 200 多棵, 倒塌围墙约 50 米, 玉米倒伏 7 公顷, 直接经济损失 150 万元。

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
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：

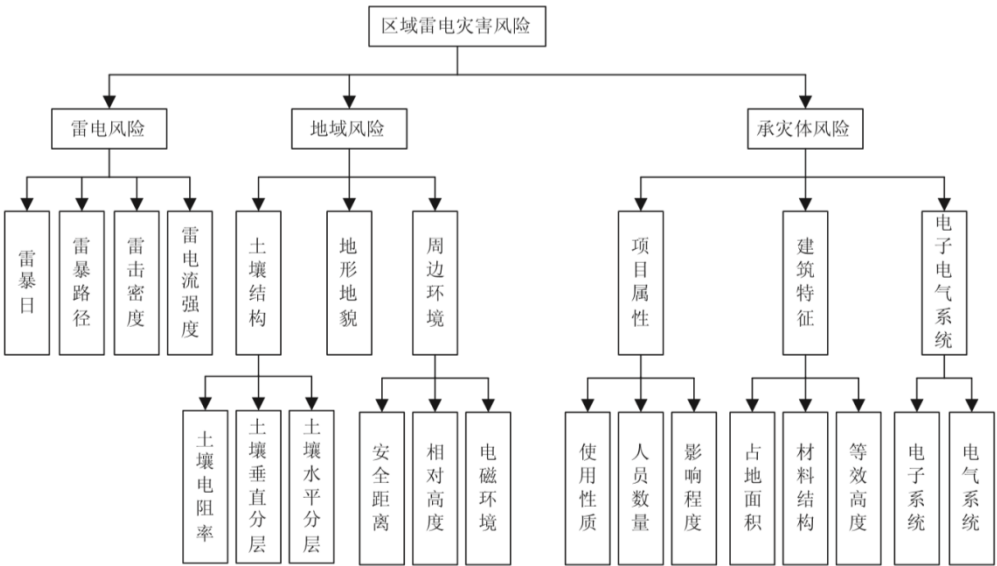


图 1 层次分析模型

（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

	雷击风险	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	/	/

	雷击风险	地域风险	承灾体风险
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

$$B_1 = [0.025 \quad 0.134 \quad 0.59 \quad 0.251 \quad 0]$$

b) 地域风险的隶属度

$$B_2 = [0.713 \quad 0 \quad 0 \quad 0.222 \quad 0.065]$$

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

$$R = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} & B_{14} & B_{15} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} & B_{24} & B_{25} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} & B_{34} & B_{35} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.025 & 0.134 & 0.59 & 0.251 & 0 \\ 0.713 & 0 & 0 & 0.234 & 0.053 \\ 0 & 0.035 & 0.51 & 0.02 & 0.436 \end{bmatrix}$$

(8) 综合评价矩阵 B 的计算

$$B = W \cdot R = [0.103 \quad 0.095 \quad 0.5 \quad 0.194 \quad 0.108]$$

(9) 区域雷电综合评价等级计算

$$\begin{aligned}
 g &= b_1 + 3 \times b_2 + 5 \times b_3 + 7 \times b_4 + 9 \times b_5 \\
 &= 0.103 + 3 \times 0.095 + 5 \times 0.5 + 7 \times 0.194 + 9 \times 0.108 \\
 &= 5.22
 \end{aligned}$$

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 专家评审意见

《安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证报告》

专家评审意见

2022 年 8 月 12 日，安阳市气象局在安阳主持召开了《安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证报告》（以下简称《论证报告》）专家评审会（名单附后）。专家组听取了《论证报告》编制单位河南省气候中心的汇报，审查了相关材料，经过质询和讨论，形成如下评审意见：

1. 《论证报告》收集了集聚区及周边地区国家和省级气象观测站数据、气象灾情信息、地理信息和集聚区规划等相关资料，选取汤阴国家气象观测站为安阳高新技术产业集聚区参证气象站，数据详实可靠，具有代表性。
2. 《论证报告》分析了集聚区暴雨、大风、积雪、雷电、高温、低温等高影响天气的气候特征；计算了建（构）筑物抗风设计、室外排水、室外空气调节、防雷设计等关键气象参数；推算了暴雨、极端高低温事件发生的重现期；评估了雷电、暴雨洪涝、空气污染等风险，符合国家、行业有关标准及技术要求。
3. 《论证报告》结构合理、内容完整，建议可行，可作为安阳高新技术产业集聚区规划设计、建设和运营管理的气象科学依据。

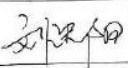
专家组一致同意《论证报告》通过评审。

评审组组长：孙爱芳
2022 年 8 月 12 日

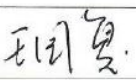
现场专家名单

姓名	单位/职务或职称	签名
苏爱芳 (组长)	河南省气象台/正研	
席世平	河南省气象服务中心/高工	
王振亚	河南省气象台/高工	

线上专家名单

姓名	单位/职务或职称	签名
刘淑阳	开姆环境装备 高级工程师	

线上专家名单

姓名	单位/职务或职称	签名
王国复	国家气候中心 研究员	

气候可行性论证报告评审表

评审专家	姓 名	孙爱芳		职 称	正高工
	工作单位	河南省气象台			
气候可行性论证报告相关信息		报告名称	安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证报告		
		编制单位	河南省气候中心		
		编制时间	2022 年 8 月		
		项目单位	安阳高新技术产业开发区规划勘测设计管理处		
		论证项目名称	安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证		
一票否决项					
一票否决项内容		是否启用一票否决		启用理由或依据	
1. 使用虚假资料		☐ 是 ☒ 否			
2. 关键论证结论有错误		☐ 是 ☒ 否			
3. 出具虚假报告		☐ 是 ☒ 否			
存在上述 1-3 项内容任何 1 项，报告即可认定为不通过，无需再填写以下 1-10 项。					
评审内容		评审标准		专家意见	
编制规范性	1. 报告结构、格式完整情况	报告封面、封二、目录、正文结构完整，封面、封二内容规范，编制单位公章和相关责任人、编制人手签名齐全		✓	
	2. 报告正文章节内容完整情况	按照 QX/T 423、QX/T 469 要求设置章节		✓	
资料合规性	3. 资料说明	资料来源	注明所使用的气象资料来源，来源是否符合要求	✓	
		台站沿革	列明详细完整的气象台站沿革信息	✓	
		资料清单	列明所使用的气象资料清单（包括要素和时段）	✓	

评审内容		评审标准		专家意见
资料 合规性	4. 参证气象站 选取和数据处 理情况	选取依据	参证气象站选取依据充分合理(下垫面特征、距离、关键气象要素代表性等)	✓
		数据处理	数据质量控制、插补、均一化订正、统计计算等符合技术标准规范要求	✓
	5. 现场气象观 测设置及数据 处理情况(如 需)	代表性	分析说明现场气象观测站位置设置的代表性情况	✓
		合理性	分析说明现场气象观测站观测气象要素设置的合理性	✓
		数据处理	分析说明观测数据质量情况,数据质量控制、插补、与参证气象站的相关性和一致性分析、统计计算等符合技术标准规范要求	✓
内容 合理性	6. 引用标准规 范情况	引用的技术标准适用、全面		✓
	7. 技术方法科 学性	满足 规范要求	采用的技术方法科学、准确,满足相关标准、规范要求	✓
		可靠性 检验	对关键工程气象参数进行验证分析	✓
	8. 论证分析情 况	分析	论证分析描述详细,重点突出,文字表达清晰简明	✓
		图表	图表、计量单位等表达规范、完整、准确	✓
	9. 结论合理 性、适用性	合理性和 充分性	论证结论合理,具有支撑结论的依据分析	✓
		适用性	对论证结论适用性进行分析说明	✓
其他 内容	10. 专家认为 需要审查的其 他内容			无
综合判定意见 (通过或不通过)		通过 专家签名: 姜爱芳 2012 年 8 月 12 日		

气候可行性论证报告评审表

评审专家	姓名	王强		职称	高工
	工作单位	河南省气象台			
气候可行性论证报告相关信息		报告名称	安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证报告		
		编制单位	河南省气候中心		
		编制时间	2022 年 8 月		
		项目单位	安阳高新技术产业开发区规划勘测设计管理处		
		论证项目名称	安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证		
一票否决项					
一票否决项内容		是否启用一票否决		启用理由或依据	
1. 使用虚假资料		☐ 是 ☒ 否			
2. 关键论证结论有错误		☐ 是 ☒ 否			
3. 出具虚假报告		☐ 是 ☒ 否			
存在上述 1-3 项内容任何 1 项，报告即可认定为不通过，无需再填写以下 1-10 项。					
评审内容		评审标准		专家意见	
编制规范性	1. 报告结构、格式完整情况	报告封面、封二、目录、正文结构完整，封面、封二内容规范，编制单位公章和相关责任人、编制人手签名齐全		✓	
	2. 报告正文章节内容完整情况	按照 QX/T 423、QX/T 469 要求设置章节		✓	
资料合规性	3. 资料说明	资料来源	注明所使用的气象资料来源，来源是否符合要求	✓	
		台站沿革	列明详细完整的气象台站沿革信息	✓	
		资料清单	列明所使用的气象资料清单（包括要素和时段）	✓	

评审内容		评审标准		专家意见
资料 合规性	4. 参证气象站 选取和数据处理 情况	选取依据	参证气象站选取依据充分合理(下垫面特征、距离、关键气象要素代表性等)	✓
		数据处理	数据质量控制、插补、均一化订正、统计计算等符合技术标准规范要求	✓
	5. 现场气象观测 设置及数据处理情况(如 需)	代表性	分析说明现场气象观测站位置设置的代表性情况	✓
		合理性	分析说明现场气象观测站观测气象要素设置的合理性	✓
		数据处理	分析说明观测数据质量情况,数据质量控制、插补、与参证气象站的相关性和一致性分析、统计计算等符合技术标准规范要求	✓
内容 合理性	6. 引用标准规范 情况	引用的技术标准适用、全面		✓
	7. 技术方法科学 性	满足 规范要求	采用的技术方法科学、准确,满足相关标准、规范要求	✓
		可靠性 检验	对关键工程气象参数进行验证分析	✓
	8. 论证分析情 况	分析	论证分析描述详细,重点突出,文字表达清晰简明	✓
		图表	图表、计量单位等表达规范、完整、准确	✓
	9. 结论合理 性、适用性	合理性和 充分性	论证结论合理,具有支撑结论的依据分析	✓
		适用性	对论证结论适用性进行分析说明	✓
其他 内容	10. 专家认为 需要审查的其 他内容			
综合判定意见 (通过或不通过)		通过 专家签名: 张五 2022年8月12日		

气候可行性论证报告评审表

评审专家	姓名	张峰		职称	高工
	工作单位	河南省气候中心			
气候可行性论证报告相关信息		报告名称	安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证报告		
		编制单位	河南省气候中心		
		编制时间	2022 年 8 月		
		项目单位	安阳高新技术产业开发区规划勘测设计管理处		
		论证项目名称	安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证		
一票否决项					
一票否决项内容		是否启用一票否决		启用理由或依据	
1. 使用虚假资料		☐ 是 ☒ 否			
2. 关键论证结论有错误		☐ 是 ☒ 否			
3. 出具虚假报告		☐ 是 ☒ 否			
存在上述 1-3 项内容任何 1 项，报告即可认定为不通过，无需再填写以下 1-10 项。					
评审内容		评审标准		专家意见	
编制规范性	1. 报告结构、格式完整情况	报告封面、封二、目录、正文结构完整，封面、封二内容规范，编制单位公章和相关责任人、编制人手签名齐全		✓	
	2. 报告正文章节内容完整情况	按照 QX/T 423、QX/T 469 要求设置章节		✓	
资料合规性	3. 资料说明	资料来源	注明所使用的气象资料来源，来源是否符合要求	✓	
		台站沿革	列明详细完整的气象台站沿革信息	✓	
		资料清单	列明所使用的气象资料清单（包括要素和时段）	✓	

评审内容		评审标准		专家意见
资料 合规性	4. 参证气象站 选取和数据处 理情况	选取依据	参证气象站选取依据充分合 理(下垫面特征、距离、关键 气象要素代表性等)	✓
		数据处理	数据质量控制、插补、均一 化订正、统计计算等符合技 术标准规范要求	✓
	5. 现场气象观 测设置及数据 处理情况(如 需)	代表性	分析说明现场气象观测站位 置设置的代表性情况	✓
		合理性	分析说明现场气象观测站观 测气象要素设置的合理性	✓
		数据处理	分析说明观测数据质量情 况,数据质量控制、插补、与 参证气象站的相关性和一致 性分析、统计计算等符合技 术标准规范要求	✓
内容 合理性	6. 引用标准规 范情况	引用的技术标准适用、全面		✓
	7. 技术方法科 学性	满足 规范要求	采用的技术方法科学、准确, 满足相关标准、规范要求	✓
		可靠性 检验	对关键工程气象参数进行验 证分析	✓
	8. 论证分析情 况	分析	论证分析描述详细,重点突 出,文字表达清晰简明	✓
		图表	图表、计量单位等表达规范、 完整、准确	✓
	9. 结 论 合 理 性、适用性	合理性和 充分性	论证结论合理,具有支撑结 论的依据分析	✓
		适用性	对论证结论适用性进行分析 说明	✓
其他 内容	10. 专家认为 需要审查的其 他内容	无		
综合判定意见 (通过或不通过)		通过 专家签名: 王华 2022 年 8 月 12 日		

气候可行性论证报告评审表

评审专家	姓名	刘中平		职称	高级工程师
	工作单位	开封市气象局			
气候可行性论证报告相关信息		报告名称	安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证报告		
		编制单位	河南省气候中心		
		编制时间	2022 年 8 月		
		项目单位	安阳高新技术产业开发区规划勘测设计管理处		
		论证项目名称	安阳高新技术产业集聚区区域性气候可行性论证		
一票否决项					
一票否决项内容		是否启用一票否决		启用理由或依据	
1. 使用虚假资料		☐ 是 ☒ 否			
2. 关键论证结论有错误		☐ 是 ☒ 否			
3. 出具虚假报告		☐ 是 ☒ 否			
存在上述 1-3 项内容任何 1 项, 报告即可认定为不通过, 无需再填写以下 1-10 项。					
评审内容		评审标准		专家意见	
编制规范性	1. 报告结构、格式完整情况	报告封面、封二、目录、正文结构完整, 封面、封二内容规范, 编制单位公章和相关责任人、编制人手签名齐全		通过	
	2. 报告正文章节内容完整情况	按照 QX/T 423、QX/T 469 要求设置章节		通过	
资料合规性	3. 资料说明	资料来源	注明所使用的气象资料来源, 来源是否符合要求	通过	
		台站沿革	列明详细完整的气象台站沿革信息	通过	
		资料清单	列明所使用的气象资料清单(包括要素和时段)	通过	

评审内容		评审标准		专家意见
资料 合规性	4. 参证气象站 选取和数据处 理情况	选取依据	参证气象站选取依据充分合 理(下垫面特征、距离、关键 气象要素代表性等)	通过
		数据处理	数据质量控制、插补、均一 化订正、统计计算等符合技 术标准规范要求	通过
	5. 现场气象观 测设置及数据 处理情况(如 需)	代表性	分析说明现场气象观测站位 置设置的代表性情况	通过
		合理性	分析说明现场气象观测站观 测气象要素设置的合理性	通过
		数据处理	分析说明观测数据质量情 况,数据质量控制、插补、与 参证气象站的相关性和一致 性分析、统计计算等符合技 术标准规范要求	通过
内容 合理性	6. 引用标准规 范情况	引用的技术标准适用、全面		通过
	7. 技术方法科 学性	满足 规范要求	采用的技术方法科学、准确, 满足相关标准、规范要求	通过
		可靠性 检验	对关键工程气象参数进行验 证分析	通过
	8. 论证分析情 况	分析	论证分析描述详细,重点突 出,文字表达清晰简明	通过
		图表	图表、计量单位等表达规范、 完整、准确	通过
	9. 结论合理 性、适用性	合理性和 充分性	论证结论合理,具有支撑结 论的依据分析	通过
		适用性	对论证结论适用性进行分析 说明	通过
其他 内容	10. 专家认为 需要审查的其 他内容			
综合判定意见 (通过或不通过)		通过。 专家签名: 刘世阳 2022年8月12日		