

济源玉川产业集聚区 区域性气候可行性论证报告



河南省气候中心

二〇二〇年十月

济源玉川产业集聚区

区域性气候可行性 论证报告



项目名称：济源玉川产业集聚区

区域性气候可行性论证报告

委托单位：济源市玉川产业集聚区管理委员会

承担单位：河南省气候中心

项目负责人：潘攀

编写人员：潘攀 孟寒冬 郭佳文 李娇 吴璐
李凤秀 姬兴杰 程丽丹 李璇 杨婷
史桂芬 许蓬蓬
史梅芳

审核人：张会

审定人：姬兴杰

批准人：朱业玉



河南省郑州市金水路 110 号
电话：(0371) 65922013

邮编：450003
传真：(0371) 65922835

说 明

1. 《济源玉川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济源玉川产业集聚区管理委员会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

2020 年 10 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10日
Date of Issue

有效期至: 2022年11月10日
Date of Expiry

公示查询 中国商务信用平台 (www.bccpi.com)
Enquiry 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
中国国际电子商务中心
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 项目概况	1
2 开发区基本情况	1
2.1 开发区规模及园区功能	1
2.2 开发区现状及规划方案	2
3 开发区气象敏感度调查结果	6
第二章 论证目的及原则	7
1 论证目的	7
2 编制依据	7
2.1 政策法规	7
2.2 标准规范	9
3 计量单位与专业术语	11
3.1 计量单位	11
3.2 专业术语	11
第三章 资料说明	15
1 资料内容和来源	15
2 资料质量控制	16
3 参证气象站选取及三性分析	17
3.1 气象站背景与观测沿革	18
3.2 三性分析	23
3.3 区域自动站与拟选气象站相关分析	34
3.4 参证站的确定	35
第四章 大气环流特征	37
1 概述	37
2 大气环流背景场分析	40
2.1 各季节平均环流背景场特征	40
2.2 不同季节影响河南的主要天气系统	45
3 小结	49
第五章 气候背景分析	51
1 气候概况	51
2 气压	53
2.1 年际变化	53
2.2 月际变化	54
2.3 日变化	55
3 气温	56
3.1 年际变化	56
3.2 月际变化	57
3.3 日变化	58

4 降水量	59
4.1 年际变化	59
4.2 月际变化	60
5 降水日数	61
5.1 年际变化	61
5.2 月际变化	62
6 相对湿度	62
6.1 年际变化	62
6.2 月际变化	63
6.3 日变化	63
7 日照时数	64
7.1 年际变化	64
7.2 月际变化	65
8 风	65
8.1 风速年变化	65
8.2 风速月变化	66
8.3 风速日变化	66
8.4 风向	67
9 小结	69
第六章 高影响天气分析	71
1 园区关键影响气象因子确定	71
1.1 园区气象敏感度调查分析	71
1.2 园区历史气象灾害	72
1.3 气象灾害典型案例	72
1.4 园区关键气象因子及高影响天气的确定	74
2 雷暴	74
3 闪电	76
4 暴雨	77
4.1 暴雨日数	77
4.2 降水极值情况	77
5 冰雹	78
6 大风	78
6.1 大风日数	79
6.2 最大风速分布特征	80
6.3 极大风速分布特征	81
7 积雪	82
7.1 积雪日数	82
7.2 最大积雪深度	83
8 雾	84
9 高温	85
9.1 高温日数	85
9.2 极端高温	86
10 小结	87

第七章 关键气象参数分析与推算	89
1 风速设计基准值	89
1.1 设计风速计算	91
1.2 基本风压	92
2 基本雪压	93
2.1 积雪密度的估算	93
2.2 年最大积雪深度的概率估算	93
2.3 园区设计雪压的估算	94
3 基本气温	95
4 室外气象参数	96
4.1 冬季空调和供暖参数	98
4.2 夏季空调参数	98
4.3 夏季和冬季通风参数	99
5 排水设计气象参数	100
5.1 数据和方法	100
5.2 暴雨强度公式及精度检验	100
5.3 不同历时不同重现期暴雨强度	102
5.4 不同历时不同重现期降水量	103
5.5 暴雨强度公式适应范围	103
6 重现期极值	104
6.1 最大日降水	104
6.2 极端高温	105
6.3 极端低温	105
第八章 专题影响评估	107
1 雷电灾害风险评估	108
1.1 雷电气候分析	109
1.2 地闪时间分布	112
1.3 雷电危害特征	114
1.4 雷击安全现状评估	119
1.5 雷击防护建议	120
1.6 开发区内施工现场防雷建议	121
1.7 防雷装置投入使用后的防雷安全指导意见	123
1.8 雷击事故处理	125
2 暴雨灾害风险区划与评估	125
2.1 暴雨灾害风险区划	125
2.2 暴雨灾害风险评估	127
2.3 暴雨灾害防范建议	133
3 大风灾害风险区划与评估	135
3.1 大风灾害风险区划	135
3.2 大风灾害风险评估	137
3.3 大风灾害防范建议	141
4 高温灾害风险区划与评估	142
4.1 高温灾害风险区划	142

4.2 高温灾害风险评估	144
4.3 高温灾害防范建议	148
5 未来气候变化情景下的气象灾害风险	149
5.1 大风灾害	150
5.2 高温灾害	152
第九章 局地气候数值模拟	155
1 模式介绍	155
2 模式设置	155
3 风环境场模拟	157
第十章 结论和建议	161
1 主要结论	161
1.1 大气环流特征	161
1.2 园区气候背景	162
1.3 高影响天气及灾害风险评估	163
1.4 关键气象参数推算结果	164
1.5 园区建设对局地气候可能产生的影响	165
2 适用性分析及建议	165
2.1 规划阶段	165
2.2 建设阶段	166
2.3 运营阶段	167
附录 A 济源玉川产业集聚区及周边地区气象灾害调查	169
附录 B 指标参数的权重和隶属度计算	175
附录 C 风险矩阵法	184
附录 D 专家评审意见	187

第一章 项目概述

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），济源市玉川产业集聚区管理委员会根据济源市玉川产业集聚区性质、定位、区位，委托河南省气候中心开展济源市玉川产业集聚区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，搜集了济源市玉川产业集聚区周边相关气象资料，并前往园区进行现场调查，按照园区的性质、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《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。

2 开发区基本情况

2.1 开发区概况

济源市玉川产业集聚区地处太行山、王屋山南缘，具有过渡地带的特征，整体上呈现低山丘陵和冲击平原地貌，由孔山和四周的平原地区组成。其中孔山是王屋山、太行山余脉，东高西低，地面高程 200-600 米，山坡平缓；孔山四周的平原北高南低，地面高程 150-250 米，坡度较小。

玉川产业集聚区位于暖温带大陆性季风气候区，春季温暖多风，夏季炎热多雨，秋季天高气爽，冬季干冷少雪。园区范围外东北、西北分别有河口村水库、蟒河口水库两大水利工程，周边地表水系有盘溪河，自东北向西、绕西南流向，地下水资源较丰富。

2.1 开发区规模及园区功能

济源市玉川产业集聚区位于济源市中心城区以北、太行山南麓，西临克井组团，在空间上集聚区分为两块：北侧一块用地西、北至侯月铁路，东至玉川四路，南以玉川南路为界；南侧一块用地东至工业大道，西至交通驾校考练场，南至西许北路，北至引沁济蟒一千渠。规划区的主导产业类型为：有色金属、深加工产业及静脉产业园。

2.2 开发区现状及规划方案

2004 年以来，济源市委、市政府大力实施“工业出城、项目上山”发展战略，引导企业向沿南太行山一带的荒山、荒坡集聚发展。玉川产业集聚区现状大部分都是广阔的荒山、荒坡，通过建设产业集聚区，不仅可以节约集约利用土地、保护耕地，而且能够促进济源市经济的快速发展。

规划区范围内现状有豫光集团公司、中联水泥厂、鑫铎动力源、乾泰实业等企业，规划区周边地区也有相当数量的企业。据初步统计，到 2008 年底规划研究范围内现状已建成豫光金铅股份有限公司等规模以上企业，共有员工约 1.1 万人，年产值约 120 亿元。目前在建及规划的重大建设项目有静脉产业园项目、中国白银城玉川片区有色深加工产业园标准化房建设项目、金利 20 万吨/年铅基多金属固废协同强化冶炼产业示范暨 10 万吨/年再生铅火法精炼项目、年资源利用 120 万吨工业副产品石膏项目等。

规划总面积 11.6 平方公里，规划范围在空间上由两块各自独立、互不相连的用地组成，而且面积较小。为增强规划的系统性、突出产业的关联性、保证设施的完整性、体现内在的统一性，本次规划按照“整体布局、区域协调、科学发展”的原则，将规划区以及周边关联地区一起纳入规划研究范围，通过更大范围的统筹考虑、分析研究来

科学确定产业布局及公共设施规划。研究范围东依二广高速公路（济源段）及 207 国道，西至济阳公路，南以焦克路为界，北临渠马线，总用地面积 43.1 平方公里。

规划区的发展定位是：国家级有色金属冶炼及深加工基地，河南省重要的新能源及能源基地，济源市集聚产业布局、发展循环经济、促进产城一体、实现城乡融合的重要载体。

总体发展目标是：通过产业集聚区的规划建设，实现“企业（项目）集中布局、产业集群发展、资源集约利用、功能集合构建”四个要素的有机融合，构建现代产业体系、现代城镇体系和自主创新体系，充分发挥打造新的经济增长极、加快城镇化进程、构建自主创新体系、促进循环经济发展的四大功能，使规划区真正发展成为立足关联性、突出带动性、彰显创新性、发挥示范性的先进产业集中区、改革创新试验区、现代城市功能区和科学发展示范区。

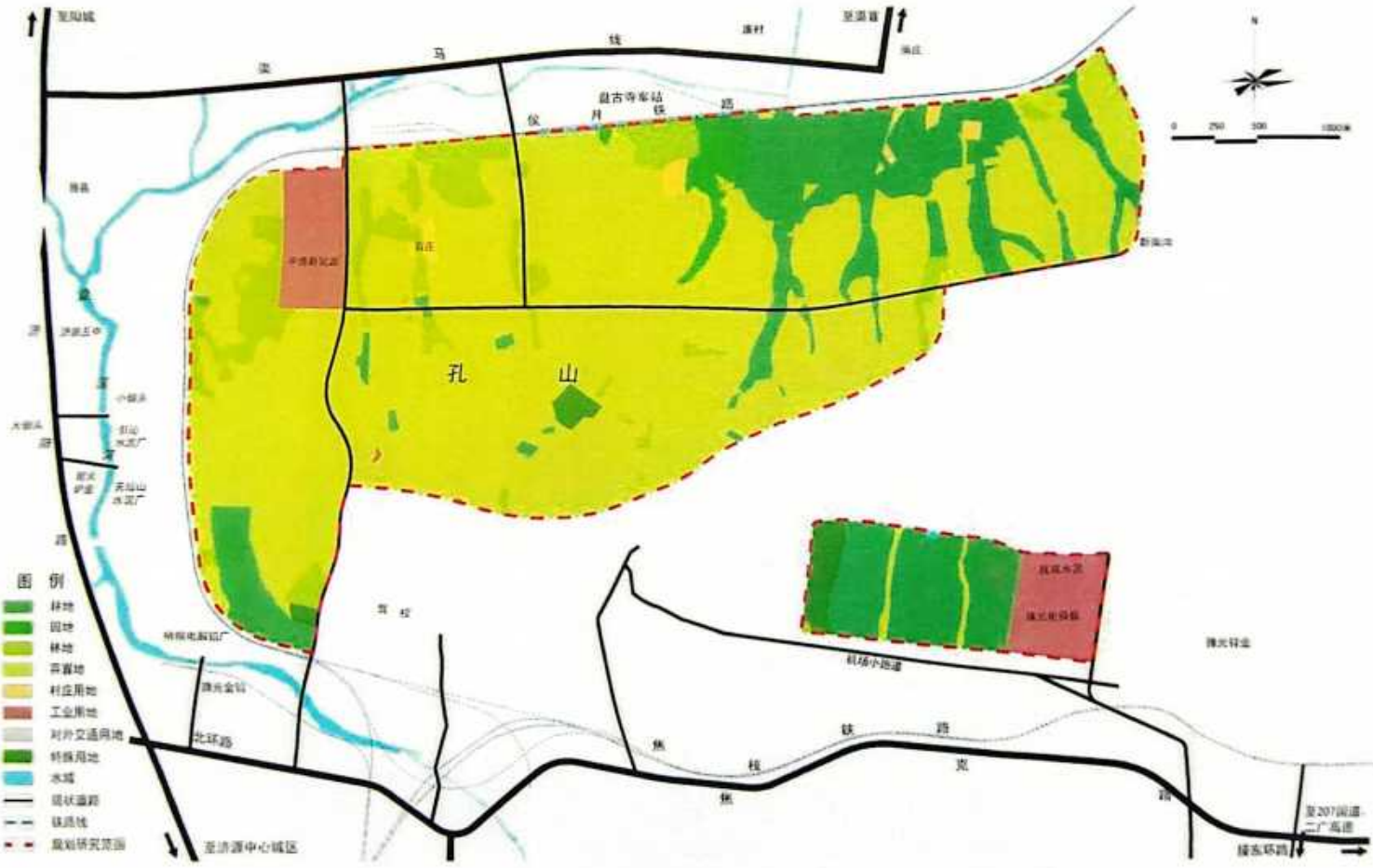


图 1.1 济源玉川产业集聚区现状图

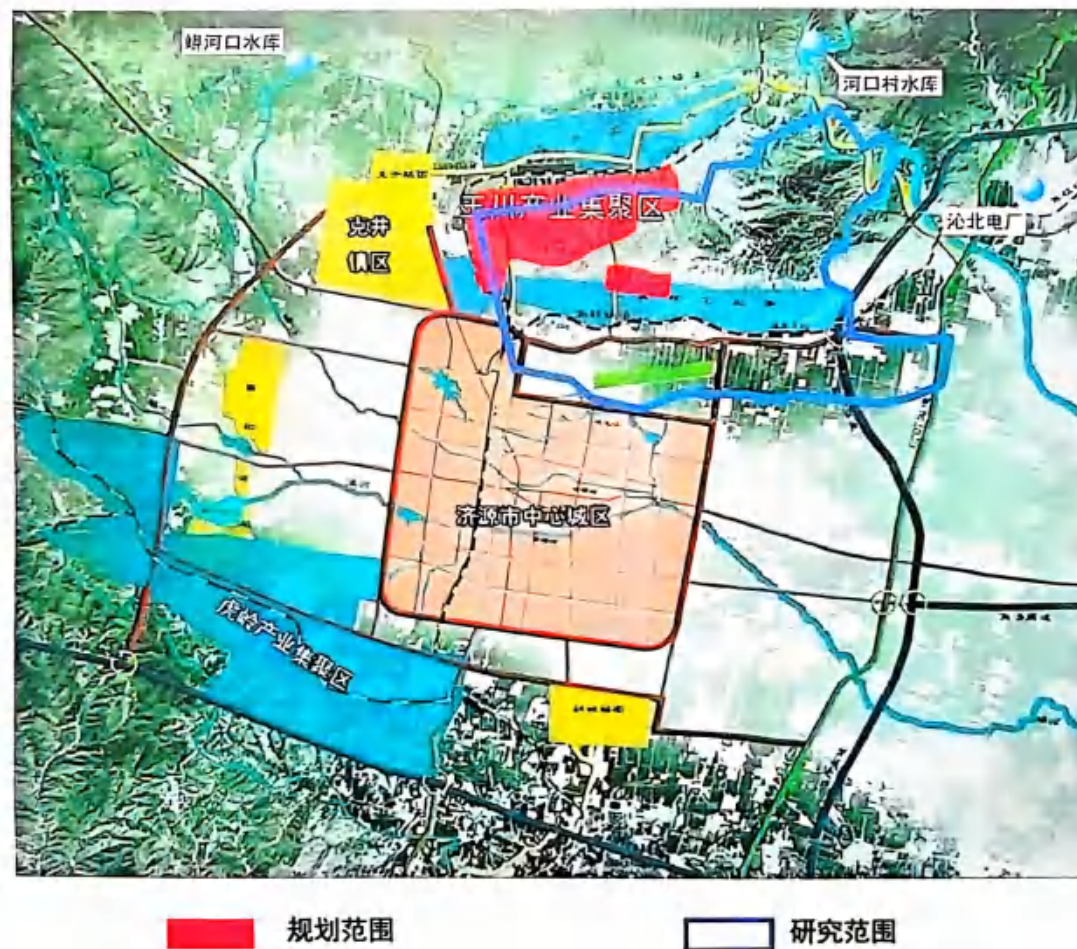


图 1.2 济源玉川产业集聚区规划图

3 开发区气象敏感度调查结果

园区及重点企业对气象要素、高影响天气敏感度调查表

济源市(县) 玉川产业集聚区 调查日期: 2020 年 8 月 24 日

企业名称	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			
	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	高	低	
济源中聚	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		雷电造成设备损坏
晋泰均来	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		雷电造成设备损坏
中亿科技	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		雷电造成设备损坏
济源中聚	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		大风影响设备设施
晋泰均来	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		雷电、大风
园区公共设施	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		大风影响厂房设备

说明: 1. 敏感度“高”或“低”勾选, 在空白表格“/”, 并在最后一栏给出易受灾部位或设施。
2. 至少调查 10 家以上重点企业气象敏感的企业。
3. 最后一栏“园区公共设施”敏感度由园区管委会相关部门填写。

图 1.3 济源玉川产业集聚区天气敏感度调查表

第二章 论证目的及原则

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,开发区、工业园区(以下简称“园区”)的规划和建设对天气气候特别是灾害性天气的敏感度和脆弱性加大。因此,开展园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能够从源头上有效避免或者减轻园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。

本报告以济源玉川产业集聚区周边国家气象站以及区域站等观测资料为基础,结合数值模拟资料、卫星遥感资料、现场测试资料及历史灾情资料,对济源玉川产业集聚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、灾害风险防御的角度对园区规划、建设给出指导建议。

2 编制依据

2.1 政策法规

- (1)《中华人民共和国气象法》(2016年11月7日修正版)
- (2)《气象灾害防御条例》(中华人民共和国国务院令第570号)
- (3)《河南省气象条例》(2004年11月26日修正版)
- (4)《河南省气象灾害防御条例》(河南省人民代表大会常务委员会)

员会公告第 17 号)

(5)《河南省气候资源保护与开发利用条例》(2018 年 10 月 1 日颁布)

(6)《气候可行性论证管理办法》(中国气象局第 18 号令)

(7)《国务院关于加强气象事业发展的若干意见》(国发〔2006〕29 号)

(8)《国务院办公厅关于进一步加强气象灾害防御工作的意见》(国发〔2007〕49 号)

(9)《国务院办公厅关于加强气象灾害监测预警及信息发布工作的意见》(国发〔2011〕33 号)

(10)《国务院关于印发清理规范投资项目报建审批事项实施方案的通知》(国发〔2016〕29 号)

(11)《国务院办公厅关于全面开展工程建设项目审批制度改革的实施意见》(国办发〔2019〕11 号)

(12)《中共中央办公厅 国务院办公厅关于深入推进审批服务便民化的指导意见》

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

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

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

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

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

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

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

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

2.2 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公司 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 458-2018 气候可行性论证规范气象观测资料加工处理

(7) QX/T438-2018 气候可行性论证规范城市通风廊道

(8) QX/T 118-2010 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 50058-2010 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) GB50014-2006 室外排水设计规范 (2016 版)
- (17) GB 50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- (18) DL/T 5158-2012 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) GB/T 20481-2017 气象干旱等级
- (21) QX/T 393-2017 冷空气过程监测指标
- (22) 中国气象局, 地面气象观测规范 气象出版社 2003
- (23) GB/T37529-2019 城市总体规划气候可行性论证技术
- (24) QX/T 529-2019 气候可行性论证规范 极值概率统计分析
- (25) 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
- (26) 城市排水工程设计-暴雨强度公式编制技术指南 (第 1 版)
- (27) 城市热岛效应评估技术指南 (第 1 版)
- (28) 工程项目采暖通风和空气调节气象参数计算 (第 1 版)

(29) 输电线路抗冰设计气候可行性论证技术指南 (第 1 版)

3 计量单位与专业术语

3.1 计量单位

详见表 2.1。

表 2.1 报告涉及的计量单位

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

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、工业园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 1981-2010 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，地面以上 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，项目所在地地面以上 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：指 24 小时降雨量 $\geq 50\text{mm}$ 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：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、工业园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 17m/s 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)。

第三章 资料说明

1 资料内容和来源

报告中使用的资料涉及 5 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站和区域自动气象站资料。国家气象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。区域自动气象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: 园区附近历史气象灾害资料, 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, 主要用于园区高影响天气的确定。

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

(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 850hPa、500hPa 和 200hPa。主要用于大范围平均大气环流背景场的分析。

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

2 资料质量控制

报告所用国家气象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 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。

3.1 气象站背景与观测沿革

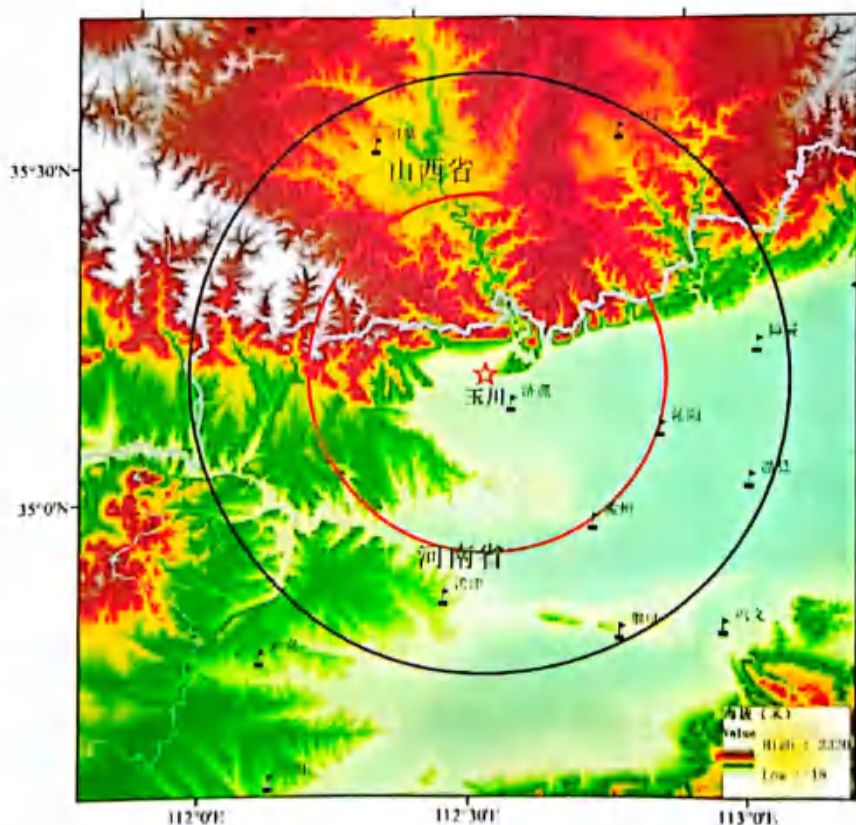


图 3.1 园区周边气象站分布

以玉川产业集聚区为中心,方圆 30km 的气象站中,选择济源、沁阳、孟州 3 个气象站,分别与园区附近常规气象站(原区域气象站),

枣庙站，2019 年气象资料进行对比分析，进行参证站的选取。

1. 气象站背景

在本项目中搜集了园区附近 30km 范围内气象台站历年常规气象观测资料进行统计分析，济源、沁阳、孟州三个气象站的基本信息如下。

表 3.1 园区周围气象站的基本信息

站名	建站时间	台站类型	站址环境
济源	1959-04-01	一般站	郊外
沁阳	1958-11-01	一般站	乡村
孟州	1954-12-01	一般站	市郊

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）济源气象站：国家基本气象站，始建于 1959 年 04 月，位于济源县城东郊，在 1959 年、1960 年和 1984 年有 3 次迁站，1984 年迁至济源市城东南水屯村南，站址位于郊外，海拔高度 140.1 米。

（2）沁阳气象站：国家一般气象站，始建于 1958 年 1 月，位于沁阳城南小顾庄，分别在 1960 年、1968 年和 2014 年有 3 次迁站，2014 年迁至沁阳市沁园办事处皮庄村西南，站址位于乡村，海拔高度 117.5 米。

（3）孟州气象站：国家一般气象站，始建于 1954 年 12 月，位

于孟县城西北角农场，分别在 1955 年、1993 年和 2003 年有 3 次迁站，2003 年迁至孟州市黄河大道西段，站址位于市郊，海拔高度 127.5 米。

2. 气象站沿革与周围地理环境

(1) 济源市国家基本气象站始建于 1959 年 4 月 1 日，位于济源县城东郊，名为“济源县气象站”；该站 1959 年 9 月迁址济源县城北郊马寨村（郊外）；1960 年，迁址至济源县城东郊飞机场（郊外）；1984 年，迁址至济源市城东南水屯村南（郊外）。



图3.2 济源气象观测站目前在用现址图



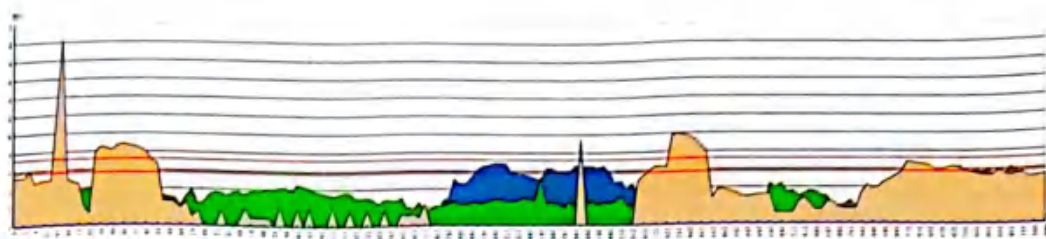


图3.3 济源气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图及地面观测场四周全景照片

(2) 沁阳国家气象观测站，始建于1958年11月1日，前身为“沁阳县气候站”，位于沁阳城南小顾庄（郊外）；1960年迁至沁阳县接马寺村西（乡村）；1968年迁址到沁阳城西北清平村东南（郊外）；2014年迁至沁阳市沁园办事处皮庄村西南（乡村）。



图3.4 沁阳气象观测站目前在用现址图



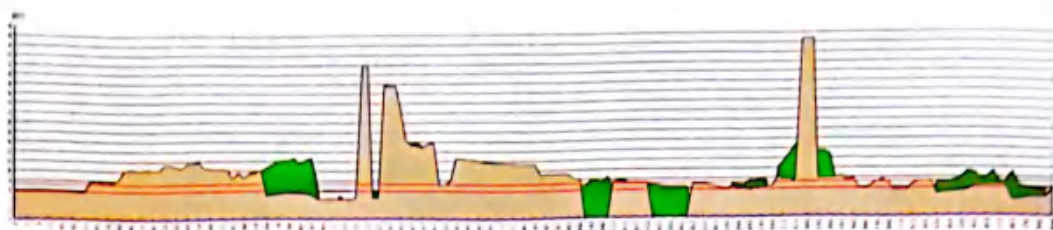


图3.5 沁阳气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图及地面观测场四周全景照片

(3) 孟州国家气象观测站，始建于1954年12月1日，前身为“孟县气象站”，位于孟县城西北角农场（乡村）；1993年迁至孟州市黄河大道中段（城郊）；2003年迁址到孟州市黄河大道西段（市郊）。



图3.6 孟州气象观测站目前在用现址图



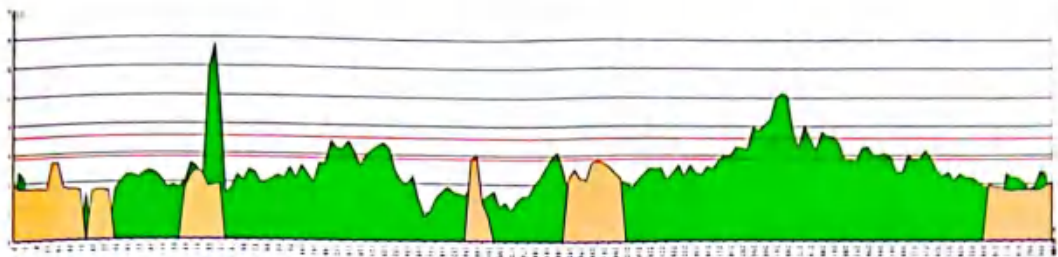


图3.7 孟州气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图及地面观测场四周全景照片

表 3.2 气象站的自动站布设信息

站名	年代	变化原因	详细地址
济源	1959-04-01	建站	济源县城东郊
	1959-09-01	迁站	济源县城北街马寨村
	1960-07-14	迁站	济源县城东郊飞机场
	1964-04-01	位置变化	济源县城东郊飞机场
	1984-06-01	迁站	济源市城东南水屯村南
沁阳	1958-11-01	建站	沁阳城南小顾庄
	1955-08-11	迁站	沁阳县接马寺村西
	1968-01-01	迁站	沁阳城西北清平村东南
	2014-01-01	迁站	沁阳市沁园办事处皮庄村西南
孟州	1954-12-01	建站	孟县城西北角农场
	1955-08-11	迁站	孟县城西北角
	1993-07-18	迁站	孟州市黄河大道中段
	2003-07-01	迁站	孟州市黄河大道西段

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

济源、沁阳、孟州 3 个气象站均为国家气象台站，其中济源是国家基本气象站，其他 2 个站为一般站，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 2019 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（1981-2010 年）平均值进行比较（表 3.3、表 3.4、表 3.5），发现 2019 年 1-12 月观测期间代表月 1、4、7、10 月的资料与最近 30 年（1981-2010 年）平均值差异不大（见表 3.5），表明资料是可靠的。

表 3.3 代表月份的实测资料

项目	月份	序列	济源	沁阳	孟州
气温 (℃)	2019年1月	1	0.9	0.6	0.4
	2019年4月	2	15.7	16.0	15.9
	2019年7月	3	29.2	29.1	28.8
	2019年10月	4	16	16.2	15.6
相对湿度 (%)	2019年1月	5	57	54	56
	2019年4月	6	63	59	59
	2019年7月	7	61	61	62
	2019年10月	8	76	71	73
气压 (hPa)	2019年1月	9	1012.1	1015.0	1013.7
	2019年4月	10	997.3	1000.0	998.8
	2019年7月	11	986.8	989.3	988.2
	2019年10月	12	1004.3	1007.0	1005.8

风速 (m/s)	2019年1月	13	1.2	1.5	1.6
	2019年4月	14	1.7	2.2	2.1
	2019年7月	15	1.6	1.8	1.7
	2019年10月	16	1.2	1.6	1.5
降水量 (mm)	2019年1月	17	7.1	7.1	11.2
	2019年4月	18	37.5	35.3	25.2
	2019年7月	19	52.4	65.0	20.2
	2019年10月	20	74.9	64.1	61.9

表 3.4 代表月份的多年平均值资料 (1981-2010 年)

项目	月份	序列	济源	沁阳	孟州
气温 (℃)	1月	1	0.3	0.7	0.4
	4月	2	15.4	16.2	15.5
	7月	3	27.1	27.4	26.9
	10月	4	15.6	15.9	15.4
相对湿度 (%)	1月	5	61	59	60
	4月	6	65	60	64
	7月	7	77	76	78
	10月	8	69	68	71
气压 (hPa)	1月	9	1010.8	1013.1	1012.4
	4月	10	998.0	1000.3	999.5
	7月	11	987.7	989.8	1005.9
	10月	12	1004.3	1006.5	1011.8
风速	1月	13	1.5	1.3	1.7

(m/s)	4月	14	1.9	1.7	1.9
	7月	15	1.7	1.5	1.6
	10月	16	1.4	1.2	1.5
降水量 (mm)	1月	17	8.0	8.6	7.8
	4月	18	23.4	22.0	28.3
	7月	19	137.9	135.4	142.0
	10月	20	37.6	36.6	39.3

表 3.5 代表月份的实测资料与多年平均值的差值

项目	月份	序列	济源	沁阳	孟州	Min (ABS)
气温 (℃)	2019年1月	1	0.6	-0.1	0	0
	2019年4月	2	0.3	-0.2	0.4	0.2
	2019年7月	3	2.1	1.7	1.9	1.7
	2019年10月	4	0.4	0.3	0.2	0.2
平均差值			0.85	0.425	0.625	
相对湿度 (%)	2019年1月	5	-4	-5	-4	4
	2019年4月	6	-2	-1	-5	1
	2019年7月	7	-16	-15	-16	15
	2019年10月	8	7	3	2	2
平均差值			-3.75	-4.5	-5.75	
气压 (hPa)	2019年1月	9	1.3	1.9	1.3	1.3
	2019年4月	10	-0.7	-0.3	-0.7	0.3
	2019年7月	11	-0.9	-0.5	-17.7	0.5
	2019年10月	12	0	0.5	-6	0

平均差值			-0.075	0.4	-5.775	0
风速 (m/s)	2019年1月	13	-0.3	0.2	-0.1	0.2
	2019年4月	14	-0.2	0.5	0.2	0.2
	2019年7月	15	-0.1	0.3	0.1	0.1
	2019年10月	16	-0.2	0.4	0	0.2
平均差值			-0.2	0.35	0.05	
降水量 (mm)	2019年1月	17	-0.9	-1.5	3.4	0.9
	2019年4月	18	14.1	13.3	-3.1	3.1
	2019年7月	19	-85.5	-70.4	-121.8	70.4
	2019年10月	20	37.3	27.5	22.6	22.6
平均差值			-8.75	-7.775	-24.925	
差值最小个数			6	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:先计算气象站与区域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 次区域站观测值,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:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

(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

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

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

3) 一致率的计算

一致率表示本月区域站与气象站观测相一致的程度。

一致率的范围: $|X_i - \bar{X}| < 2\sigma$ 。

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

应用以上公式, 计算出济源、沁阳、孟州 3 个气象站的各气象要素与区域站资料的一致率 (见表 3.6)。3 个站的资料一致率均很高, 大多在 90% 以上, 且各站间相差不大。即济源、沁阳、孟州三站和区域气象站资料的一致性均较好。

表 3.6 代表月份的各时次资料与区域站资料的一致率 (%)

项目	月份	序列	济源	沁阳	孟州
气温 (℃)	2019年1月	1	95.3	93.8	94.4
	2019年4月	2	96.1	94.5	94.5
	2019年7月	3	86.2	91.5	92.6
	2019年10月	4	90.5	91.4	93.3
风速	2019年1月	5	95.1	94.7	95.0

(m/s)	2019年4月	6	84.2	73.2	84.8
	2019年7月	7	93.8	94.8	93.7
	2019年10月	8	95.0	93.8	94.2
降水量 (mm)	2019年1月	9	/	/	/
	2019年4月	10	97.5	97.9	97.3
	2019年7月	11	98.9	98.5	99.3
	2019年10月	12	96.9	96.4	96.2
最大值个数			5	2	4

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。利用济源、沁阳、孟州三个气象站与区域站的气温、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、2019年1-12月每月逐日平均资料相关分析、2019年1-12月共365天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3.7列出了代表月份的各时次资料与区域气象站资料的相关系数,表3.8列出了所用资料的样本数。由表3.7可见,除了风速相关性较差外,其余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,枣庙区域站与济源、孟州的相关较好,其中济源16个序列的相关系数中有11个排在第一位,孟州有10个排在第二位。总体而言,三个气象站与区域站的相关性较好,济源相关更好些。

表 3.7 代表月份的各时次资料与区域站资料的相关分析

项目	月份	序列	济源	沁阳	孟州	MAX
气温	2019年1月	1	0.9142	0.8452	0.8993	0.9142
	2019年4月	2	0.9583	0.9407	0.9566	0.9583
	2019年7月	3	0.9553	0.9204	0.9310	0.9553
	2019年10月	4	0.9596	0.9344	0.9391	0.9596
降水量	2019年1月	5	/	/	/	/
	2019年4月	6	0.7747	0.6711	0.7015	0.7747
	2019年7月	7	0.5724	0.0850	0.3154	0.5724
	2019年10月	8	0.8481	0.7275	0.6917	0.8481
风速	2019年1月	9	0.3361	0.2041	0.2529	0.3361
	2019年4月	10	0.3939	0.3369	0.4065	0.4065
	2019年7月	11	0.3985	0.3674	0.3661	0.3985
	2019年10月	12	0.2895	0.2225	0.2554	0.2895
相关系数最大个数			11	0	0	
相关系数次大个数			0	3	10	

注：红色代表相关系数为最大的、蓝色为次大的。

表 3.8 代表月份的资料样本数(个)

项目	月份	序列	济源	沁阳	孟州
气温	2019年1月	1	738	738	738
	2019年4月	2	669	669	669
	2019年7月	3	744	744	744
	2019年10月	4	744	744	744
降水量	2019年1月	5	/	/	/
	2019年4月	6	669	669	669

	2019年7月	7	744	744	744
	2019年10月	8	744	744	744
风速	2019年1月	9	738	738	738
	2019年4月	10	669	669	669
	2019年7月	11	744	744	744
	2019年10月	12	744	744	744

2) 2019 年 1 月~12 月每月逐日平均资料相关分析

表 3.9 列出了 2019 年 1 月 1 日-12 月 31 日每月逐日资料与区域气象站资料的相关系数, 在气温、降水量、风速 3 个要素逐月相关结果中, 除降水、风速个别月份相关较差外, 其它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, 济源气象站与枣庙区域气象站相关性最好, 31 个序列的相关系数中有 15 个排在第一位, 9 个排在第二位; 其次是汤阴, 31 个序列的相关系数中有 11 个排在第一位, 12 个排在第二位。总体而言, 济源与区域气象站相关最好, 其次沁阳, 孟州略差些。

表 3.9 各月的日资料与区域站资料的相关系数

项目	月份	序列	样本数	济源	沁阳	孟州	MAX
气温	2019年1月	1	30	0.9376	0.8742	0.8981	0.9376
	2019年2月	2	30	0.9751	0.9673	0.9620	0.9751
	2019年3月	3	28	0.9775	0.9698	0.9574	0.9775
	2019年4月	4	29	0.9700	0.9704	0.9796	0.9796
	2019年5月	5	29	0.9651	0.9639	0.9599	0.9651

	2019年6月	6	29	0.9442	0.8851	0.8790	0.9442
	2019年7月	7	26	0.9615	0.9321	0.9535	0.9615
	2019年8月	8	29	0.8129	0.5294	0.7266	0.8129
	2019年9月	9	26	0.9336	0.9173	0.9317	0.9336
	2019年10月	10	27	0.9698	0.9664	0.9659	0.9698
	2019年11月	11	29	0.9685	0.9755	0.9551	0.9755
	2019年12月	12	26	0.9402	0.9266	0.9442	0.9442
降水量	2019年1月	13		/	/	/	/
	2019年2月	14		/	/	/	/
	2019年3月	15		/	/	/	/
	2019年4月	16	31	0.9663	0.9435	0.9256	0.9663
	2019年5月	17	30	0.2393	0.6934	0.2091	0.6934
	2019年6月	18	31	0.9177	0.8889	0.8180	0.9177
	2019年7月	19	30	0.6468	0.1479	0.4360	0.6468
	2019年8月	20	31	0.9712	0.4892	0.6173	0.9712
	2019年9月	21	31	0.9456	0.7957	0.7342	0.9456
	2019年10月	22	30	0.9762	0.9894	0.9331	0.9894
	2019年11月	23		/	/	/	/
	2019年12月	24		/	/	/	/
风速	2019年1月	25	30	0.6559	0.5060	0.4905	0.6559
	2019年2月	26	30	0.3572	0.3504	0.2473	0.3572
	2019年3月	27	28	0.5017	0.3694	0.0996	0.5017
	2019年4月	28	29	0.4269	0.2957	0.3640	0.4269
	2019年5月	29	29	0.6038	0.4198	0.6120	0.6120

	2019年6月	30	29	0.4359	0.4654	0.2526	0.4654
	2019年7月	31	26	0.6761	0.5479	0.5043	0.6761
	2019年8月	32	29	0.3611	0.2062	0.3006	0.3611
	2019年9月	33	26	0.1209	-0.1788	0.0617	0.1209
	2019年10月	34	27	0.2324	0.1349	0.2849	0.2849
	2019年11月	35	29	0.7161	0.6264	0.4386	0.7161
	2019年12月	36	31	0.6851	0.5730	0.4749	0.6851
相关系数最大个数				23	4	4	
相关系数次大个数				7	15	9	

注：红色代表相关系数为最大的、蓝色为次大的。

3) 365 天逐日平均资料相关分析

表 3.10 列出了 2019 年 1 月 1 日-12 月 31 日整个时段共 365 天逐日资料与铁塔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，各站的相关系数相差不大。

表 3.10 代表年日资料与区域气象站资料相关分析

项目	序列	样本数	济源	沁阳	孟州	MAX
气温	1	365	0.9958	0.9939	0.9943	0.9958
风速	2	312	0.5182	0.4167	0.3756	0.5182
降水量	3	340	0.9443	0.5156	0.6031	0.9443
相关系数最大个数			3	1	2	

注：红色代表相关系数为最大的。

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,除部分月份的降水和风速外,都通过了 0.01 信度检验。

3 个气象站中,济源和区域气象站相关最好,其次是孟州。

3.3 区域自动站与拟选气象站相关分析

选取园区周边的区域自动站枣庙站,与济源气象站 2018-2019 年的观测资料进行对比分析。

3.3.1 气温

济源、枣庙站 2018 年-2019 年的逐月气温变化较一致:月平均气温的最高值出现在 7 月,最低值出现在 1 月;两站相关系数在 0.99 以上,说明济源站与园区处于同一局地气候区内。

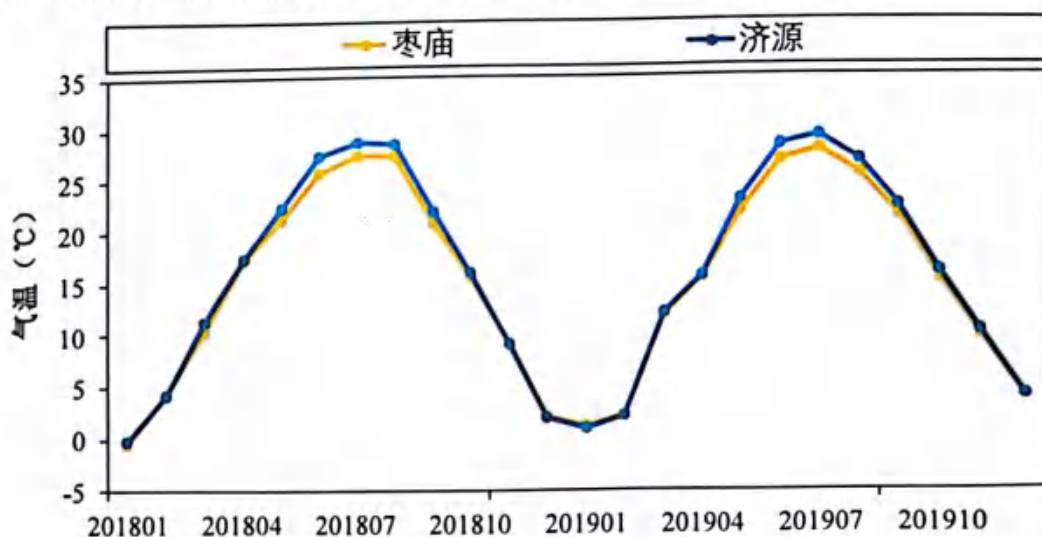


图3.8 2018-2019年逐月平均气温变化

3.3.2 降水

济源、枣庙 2018-2019 年的逐月降水变化变化趋势基本一致(区域站只在 4-10 月观测降水),降水量相差不大。日降水量极大值济源站为 73.1 毫米,枣庙区域站为 128.3 毫米,均出现在 2019 年 8 月 4 日,说明两站的降水基本一致。

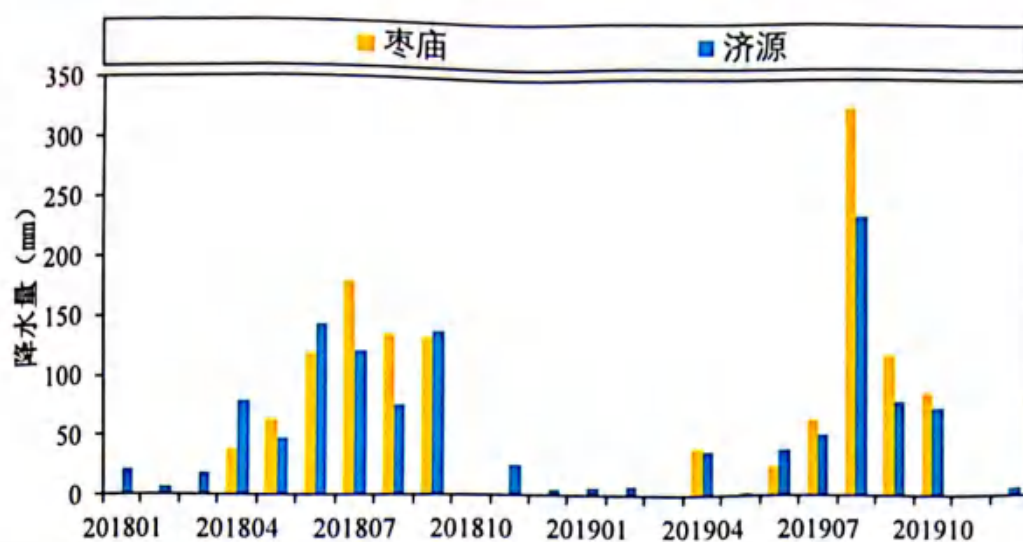


图3.9 2018-2019年逐月降水量变化

3.3.3 风速

济源、枣庙 2018-2019 年逐月风速变化趋势相似：冬、春季风速大，夏、秋季风速小；两者的相关系数在 0.7 以上，可以使用济源站对园区风速进行气候背景分析及极值推算等。

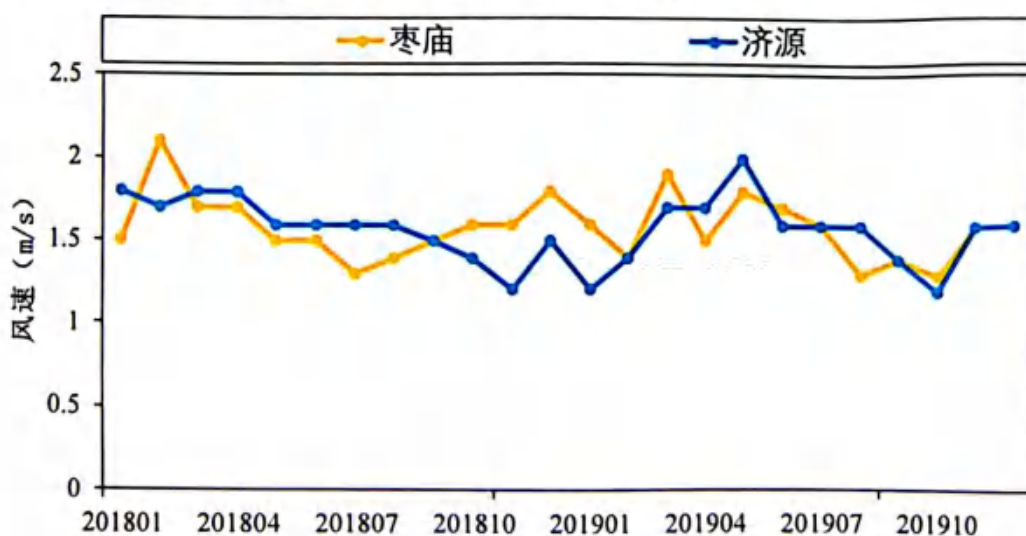


图3.10 2018-2019年逐月平均风速变化

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、与区域站对比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,三个气象站与园区同属同一气候区,济源气象站距离园区最近,位于其东南方向约 17 公里,沁阳气象站位于东南向约 40 公里,孟州气象站位于园区东南方向约 38 公里。从可靠性和一致性的分析可知,济源、沁阳、孟州站为国家气象站且观测环境均符合相关要求,且三站的可靠性和一致性均较好。从代表性分析得知,三个气象站与区域站的相关分析结果都非常显著,且相差不大,其中济源站与区域气象站相关性更好。

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,本报告确定济源国家气象站作为参证站进行气候背景分析。

第四章 大气环流特征

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。

冬季，北半球对流层中层环流在中高纬地区以极地低压（又称极涡）为中心环绕的西风环流（图 4.1）。

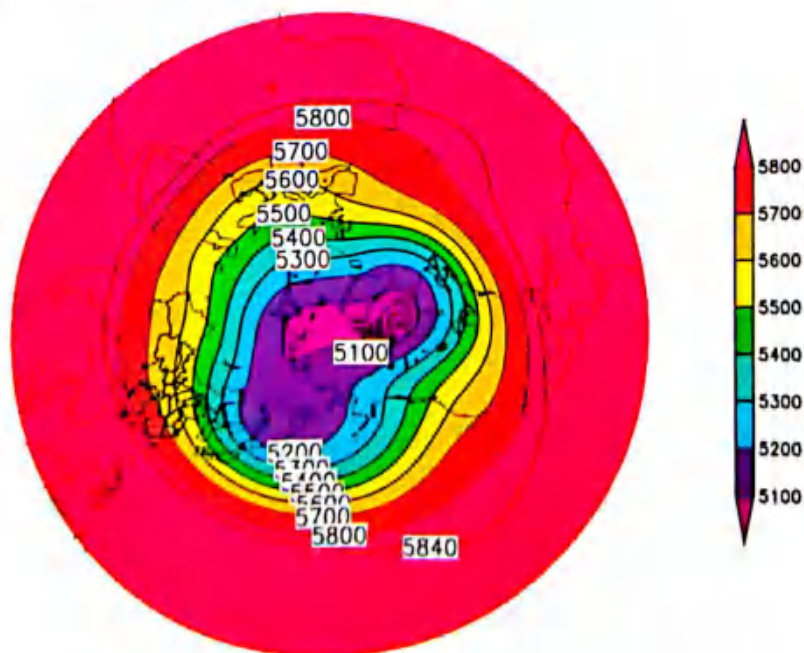


图 4.1 1981-2010 年北半球冬季（12-2 月）500hPa 等平均高线（单位：gpm）

西风带中有尺度很大的平均槽脊,其中有三个明显大槽分别位于亚洲东岸(由鄂霍茨克海向低纬度的日本及我国东海倾斜)、北美东部(自大湖区向较低纬度的西南方向倾斜)和欧洲东部(从欧洲东北部海面上向西南方向倾斜),与这三个槽并列的还有三个平均脊,分别位于:阿拉斯加、西欧沿岸和青藏高原北部,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。对流层低层(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(北美大槽东边冰岛附近)和阿留申低压(东亚大槽东边)。

由于冬季的冷源在大陆上,且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。与冬季相比,夏季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)。而对流层低层(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。

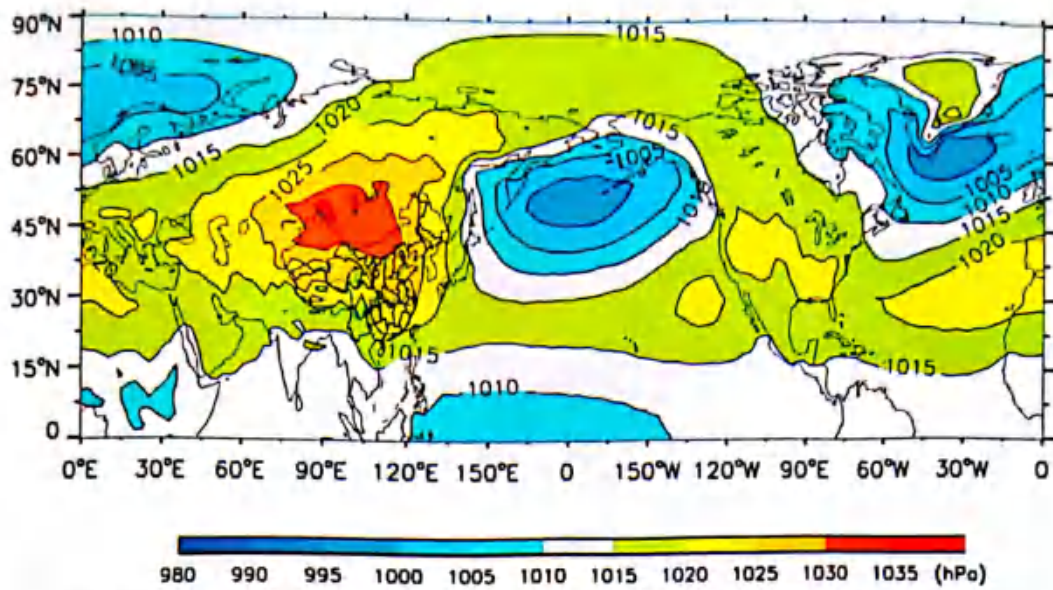


图 4.2 1981-2010 年北半球冬季 (12-2 月) 平均海平面气压 (单位: hPa)

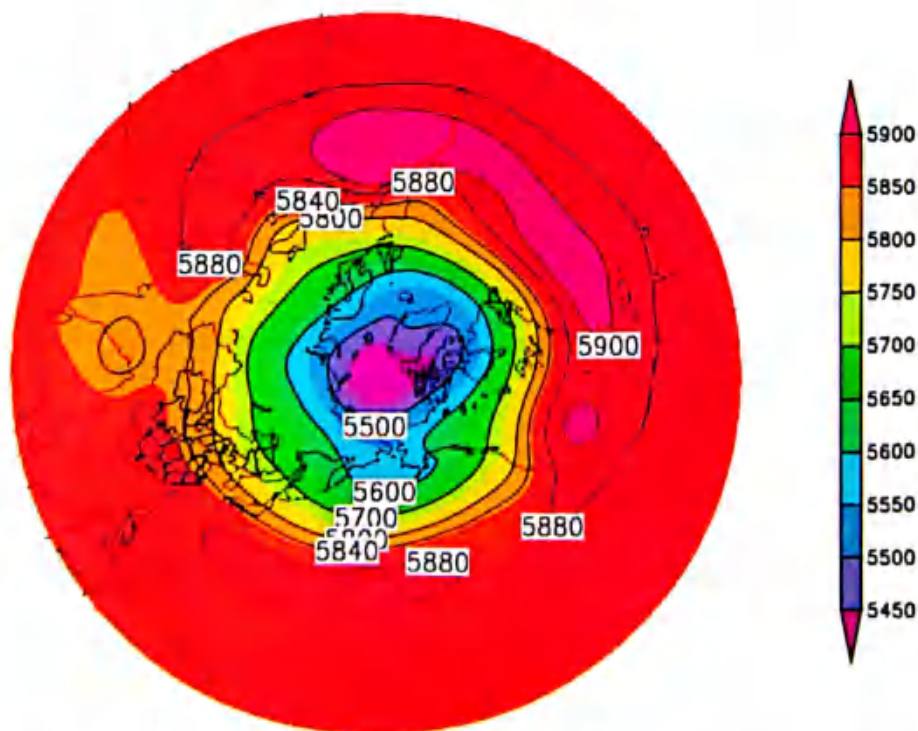


图 4.3 1981-2010 年北半球夏季 (6-8 月) 500hPa 等平均高线 (单位: gpm)

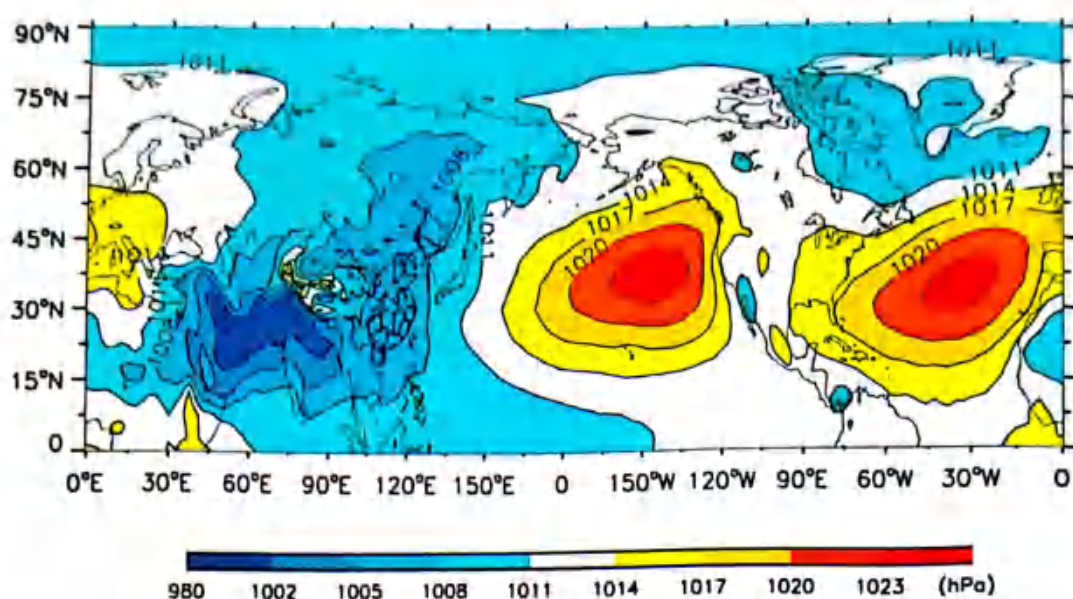


图 4.4 1981-2010 年北半球夏季 (6-8 月) 平均海平面气压 (单位: hPa)

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。

2 大气环流背景场分析

2.1 各季节平均环流背景场特征

冬季, 欧亚地区中高纬度 500hPa 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。

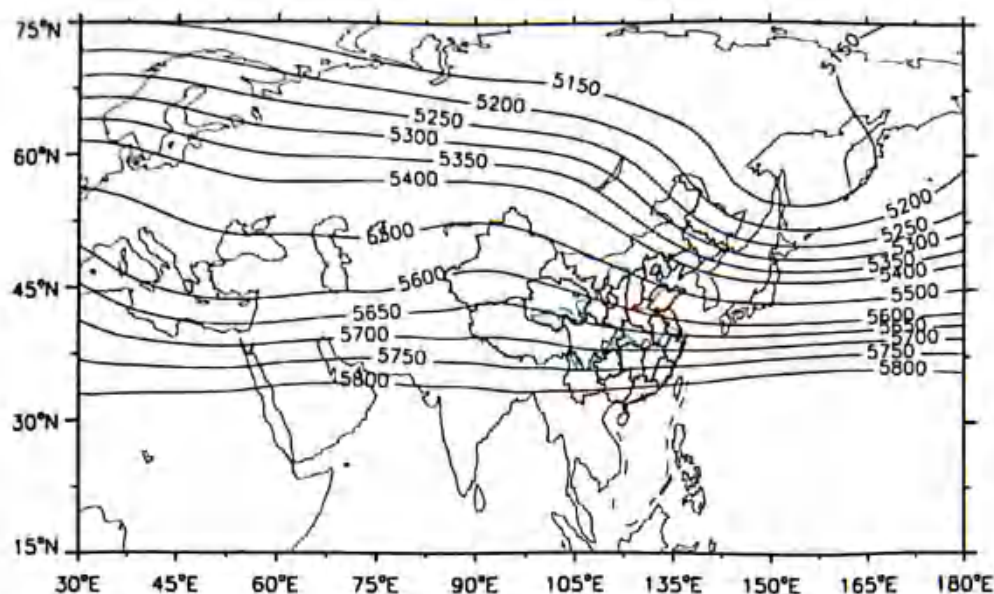


图 4.5 北半球冬季 500hPa 平均高度场（单位：gpm，红色的圆点为玉川产业集聚区的位置）

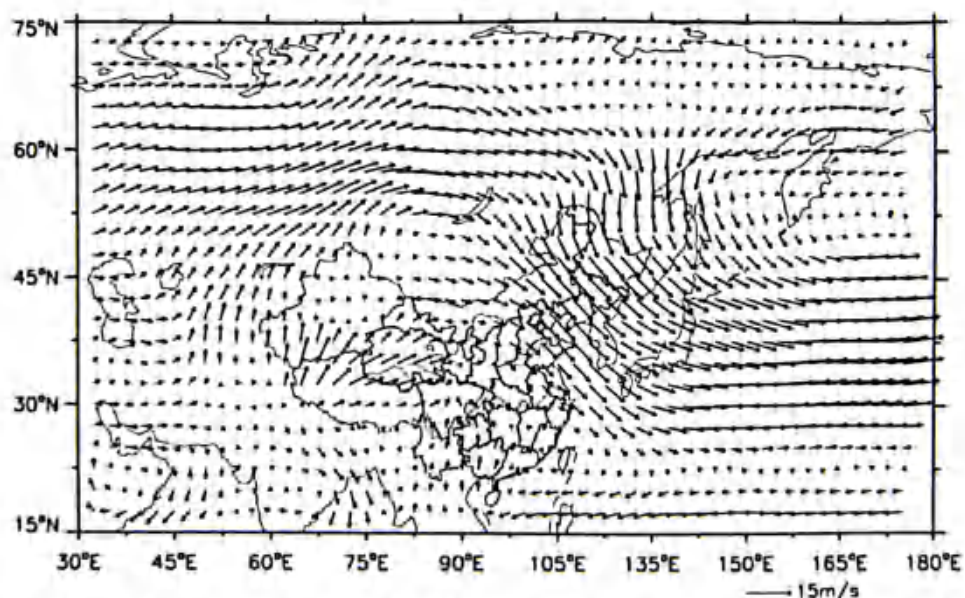


图 4.6 北半球冬季 850hPa 平均风场（单位： $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，红色圆点为玉川产业集聚区位置）

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东西西北气流里。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。

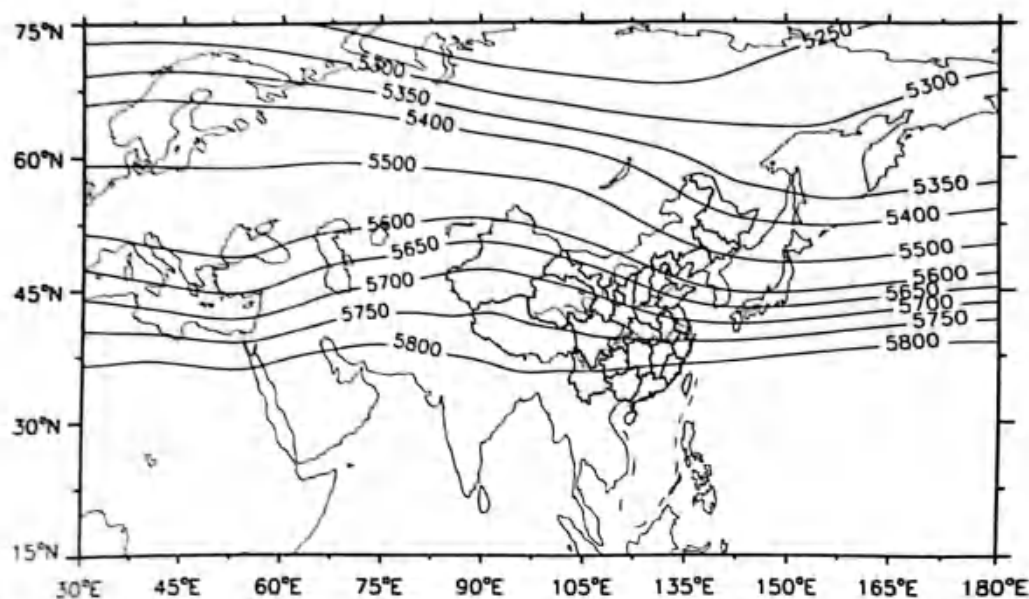


图 4.7 北半球春季 500hPa 平均高度场(单位:gpm, 红色圆点为玉川产业集聚区位置)

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 $22^{\circ}\sim 27^{\circ}\text{N}$ 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 8.8 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 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 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。

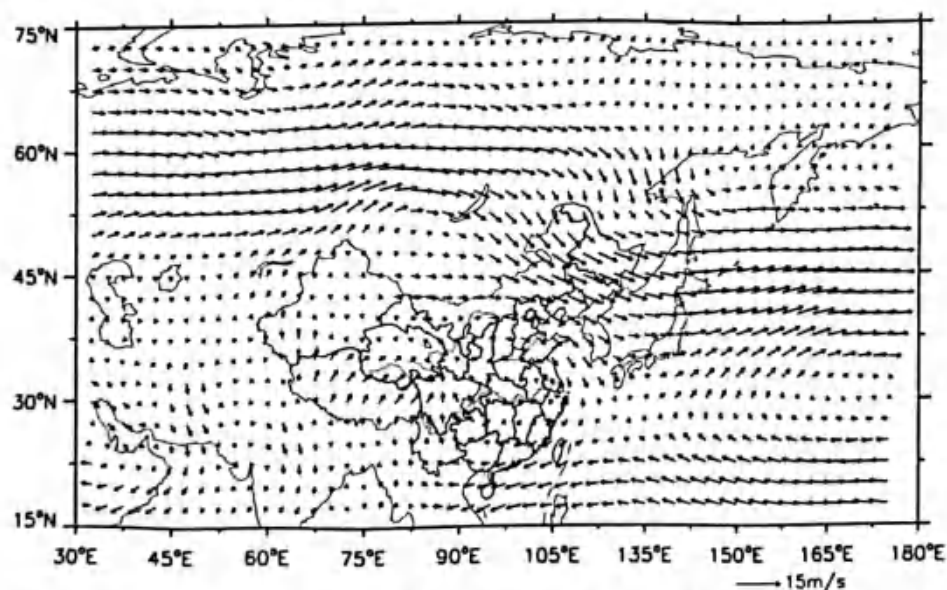


图 4.8 北半球春季 500hPa 平均风场（单位： $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，红色圆点为玉川产业集聚区位置）

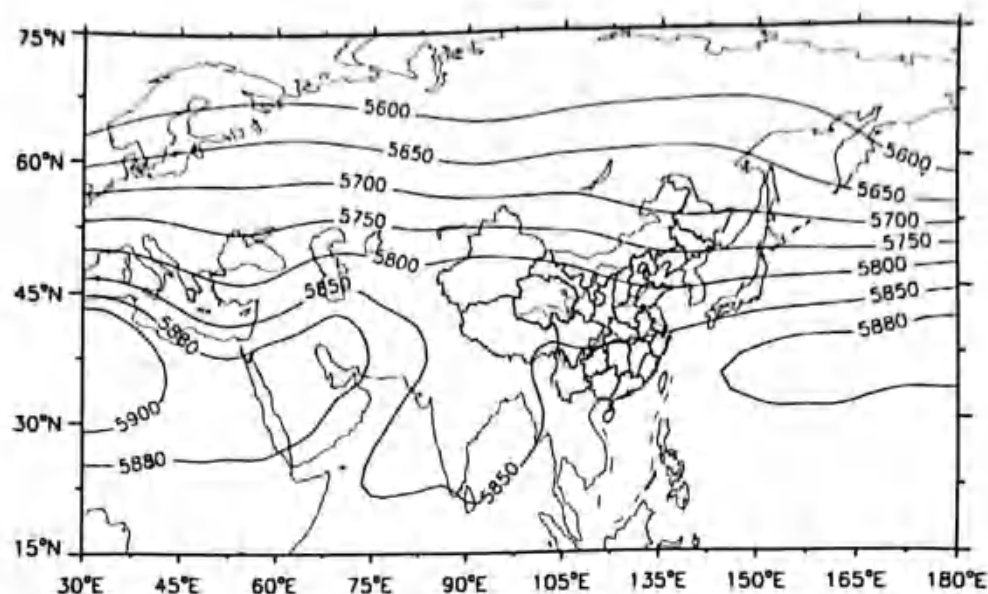


图 4.9 北半球夏季 500hPa 平均高度场 (单位: gpm, 红色圆点为玉川产业集聚区位置)

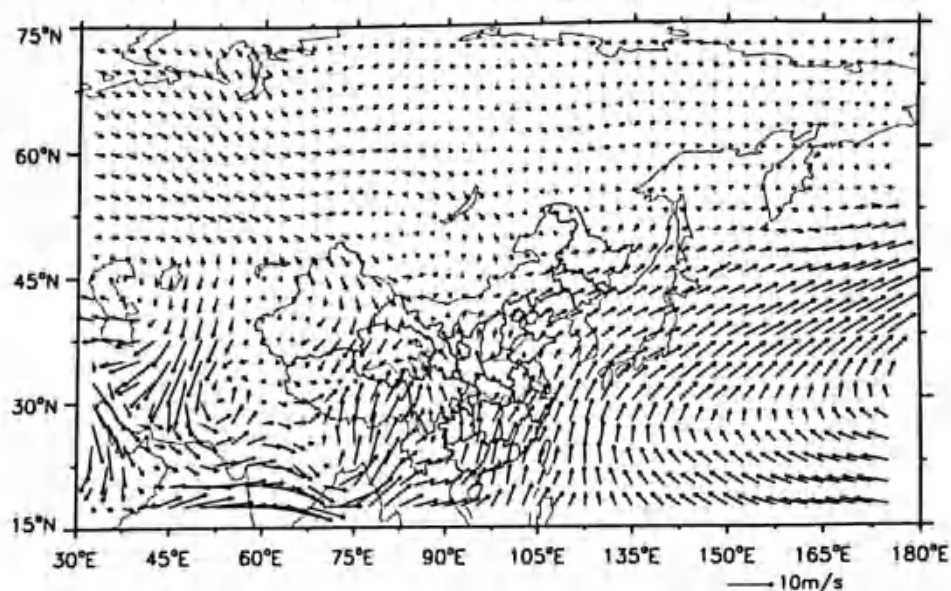


图 4.10 北半球夏季 850hPa 平均风场 (单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 红色圆点为玉川产业集聚区位置)

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。

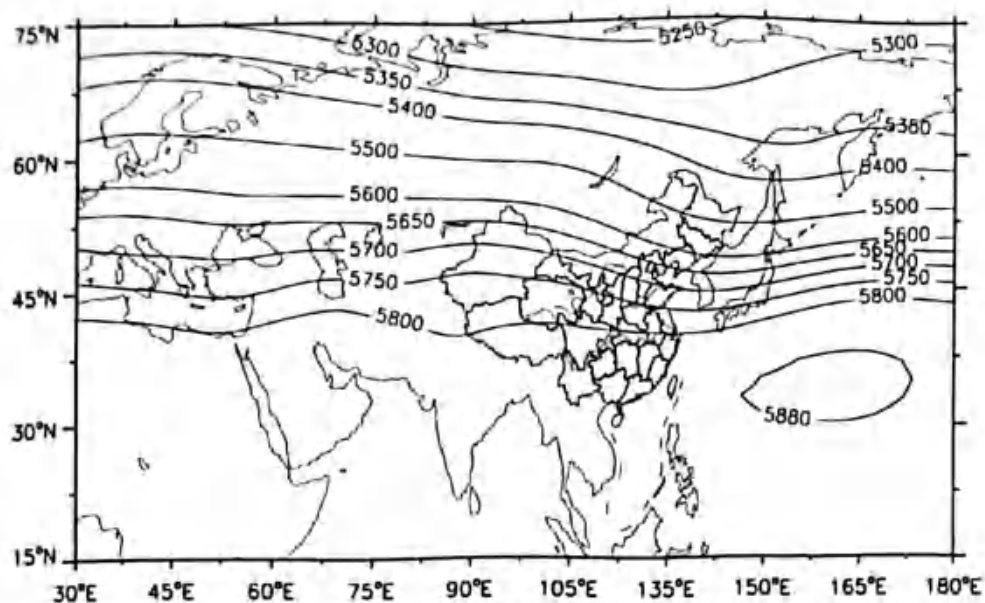


图 4.11 北半球秋季 500hPa 平均高度场 (单位: gpm, 红色圆点为玉川产业集聚区位置)

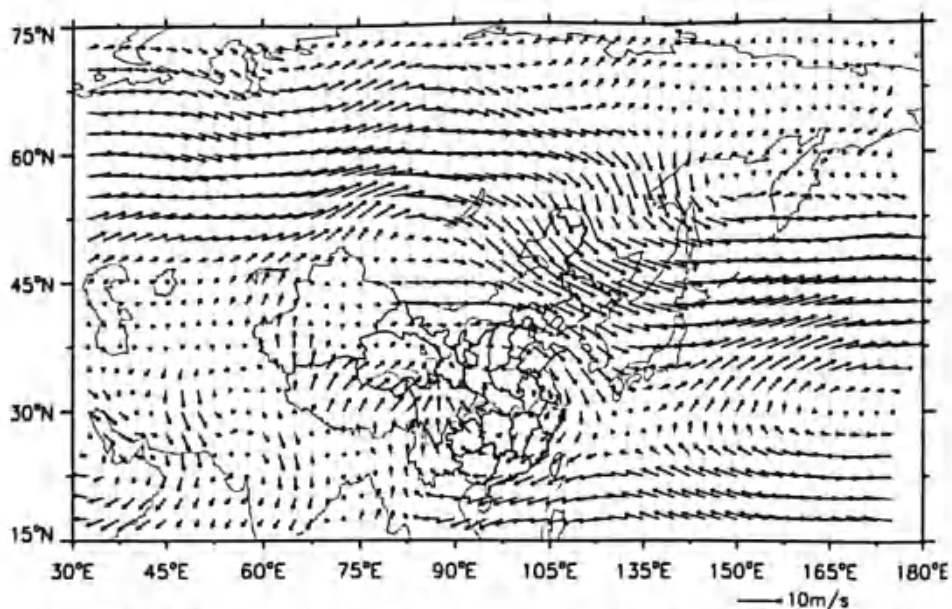


图 4.12 北半球秋季 850hPa 平均风场 (单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 红色圆点为玉川产业集聚区位置)

2.2 不同季节影响河南的主要天气系统

表 4.1 不同季节影响我省的主要天气系统

主要影响系统	冬季	春季	夏季	秋季
西伯利亚高压	√			
冷锋	√	√	√	√
低空切变线	√	√	√	√
温带气旋	√	√	√	√

主要影响系统	冬季	春季	夏季	秋季
低空急流	√	√	√	√
西太平洋副热带高压			√	
台风			√	√
西南涡			√	
东北冷涡		√	√	
西风带低槽	√	√	√	√

(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,其西部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。第一次北跳(6月上旬-中旬),造成河南南部进入多雨季节;第二次北跳(6月下旬-8月中旬)导致整个河南进入雨季,第三次北跳导致河南北部进入暴雨多发期;副高南撤(8月下旬到9月初),副高脊线开始自北向南退缩,进而产生降水。当副高控制河南时,也会产生闷热、高温天气。

(2) 冷锋

冷锋是冷气团在移动过程中起主导作用,推动锋面向暖气团方向移动形成的锋面,其两侧有明显的温差,进而有比较剧烈的天气出现。冬半年冷锋过境时,会造成河南出现降温和大风,若锋前气团暖湿则伴有雨、雪和低温等天气。夏半年冷锋影响时多出现雷暴、冰雹等强对流天气,也可造成大范围降水、大风,甚至出现暴雨。

(3) 低空切变线

一般把出现在低空（850 和 700hPa 面上）风场具有气旋式切边的不连续线称为低空切变线，其一般分为冷锋式切变线、暖锋式切变线和准静止锋式切变线。低涡前方是暖式切变（东南风和西南风之间风场中的不连续线），后方是冷式切变（东北风和西南风之间风场中的不连续线）。暖式切变线与西太平洋副热带高压结合，容易造成强降水。切变线产生的降水多位于地面锋线的北部、700hPa 切变线以南的地方。影响我省的切变线多为东西向，其在春夏秋冬均会出现，引起不同强度的降水。

(4) 低空低涡（西南涡）

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 850 或 700hPa 的低空，如西南涡、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 面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，在河南产生大到暴雨。

(5) 高空冷涡（东北冷涡）

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、8 月和 3、4 月最少。东北冷涡

西部常有冷空气南下，大气层结很不稳定，冬季造成我省出现阵雪天气，夏季造成我省出现大风、冰雹、短时强降水等强对流天气。

(6) 低空急流

低空急流一般指 700（或 850）hPa 等压面上，风速 $\geq 12\text{m/s}$ 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。强降水一般位于低空急流的左侧、低空切变线的右侧。低空急流是影响河南夏季降水的主要影响系统之一，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，这两支急流为我省产生暴雨提供了充沛的水汽来源和不稳定能量。

(7) 黄河气旋、黄淮气旋

黄河气旋，介于蒙古气旋和江淮气旋之间，生成于河套及黄河下游地区的锋面气旋。黄河气旋一年四季均可以出现，以夏季（6-8月）最多，这是因为此时冬夏季风的交汇带逐渐移到了黄河中下游一带，地面上由西南地区一倒槽伸向河套和华北地区，地面冷锋东移，且高空东移低槽配合，冷锋进入倒槽后，形成黄河气旋。此系统是河南夏季重要的降水天气系统之一，可以产生大到暴雨，其他季节主要产生大风天气。黄淮气旋是副热带锋面上的锋面气旋，多形成于河南东南部区域，以 4-6 月最多，夏季可导致河南产生大到暴雨并伴有大风天气。

(8) 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。影响河南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。如75.8、82.8、96.8等,河南处在台风倒槽前部的偏东气流中,导致大暴雨的出现。值得一提的是2018年8月在华东地区登陆的台风“温比亚”给河南造成的风雨影响是近40年来最大的,其日降水强度仅次于“75.8”台风暴雨的降水强度,主要原因是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。

(9) 阻塞高压

阻塞高压是在西风带长波槽脊的发展演变过程中,在脊不断北伸时,其南部与南方暖空气的联系会被冷空气切断,在脊的北边出现闭合环流,形成暖高压中心。阻塞高压的建立和崩溃常常伴随着一次大范围甚至半球范围的环流形式的剧烈转变。它的长时期持续会给我国大范围地区带来降温、干旱和连阴雨,造成气候异常。冬季,河南省强冷空气活动的爆发、甚至寒潮天气爆发,都与阻塞高压的建立和崩溃密切相关。夏季、秋季阻塞高压配合低槽、西太平洋副热带高压则导致我省夏季持续性强降水和秋季连阴雨的发生。

3 小结

夏季,影响河南的大气环流系统主要包括西太平洋副热带高压、台风、低空切变线、低空急流、锋面、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；冬季主要受西伯利亚高压、阻塞高压等，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，秋季受阻塞高压、西风槽等影响，易出现干旱和连阴雨等天气。

第五章 气候背景分析

济源市玉川产业集聚区气候背景分析采用济源气象站历史资料进行统计，近 30a（1990-2019 年）气象资料对各气象要素的特征值进行分析。

1 气候概况

济源市地处河南省西北部，其北依太行、王屋两山，与山西省晋城市搭界，南与洛阳市隔黄河相望，西与山西省运城市接壤；东与洛阳吉利区和焦作市相连。属暖温带大陆季风性气候，季风进退与四季替换比较明显，由于受季风和地形的影响，地区气候差异性较大，总的特点是：四季分明，干旱或半干旱季节明显，春季气温回升快，多风少雨干旱；夏季炎热，光照充足，降水集中；秋季秋高气爽；冬季寒冷，干燥少雪。

根据济源国家气象站1990-2019年气象资料统计分析，年平均气压1000.2hPa，年平均气温14.9℃，年平均日照时数1876.8h，年平均降水量588.4mm，年平均降水日数 77.8d，年平均相对湿度66%，年平均风速1.6 m/s，以东风（E）为主导风向。济源气象站近30年统计值见表5.1和表5.2。

表5.1 济源气象站主要气象要素统计值

项目		统计结果	备注
气温	累年平均气温(℃)	14.9	
	多年极端最高气温(℃)	43.4	1966年6月22日
	多年极端最低气温(℃)	-20.0	1969年1月12日
气压	累年年平均气压(百帕)	1000.2	
	多年极端最高气压(百帕)	1031.4	2016年1月24日
	多年极端最低气压(百帕)	975.2	1995年6月24日
降水	累年年降水量(毫米)	588.4	
	多年1小时最大降水量(毫米)	51.6	2012年6月24日
	多年日最大降水量(毫米)	137.5	2012年7月9日
风	累年年平均风速(米/秒)	1.6	
	多年最大风速(米/秒)	16.7	2013年8月11日
	多年极大风速(米/秒)	26.3	2013年8月11日
	累年年主导风向	E	
相对湿度	年平均相对湿度(%)	66	
	年最小相对湿度(%)	0	
日照	年平均日照时数(小时)	1876.8	
	年最多日照时数(小时)	2258.8	2018年
	年最少日照时数(小时)	1529.6	2005年
雨	累年年雨日数(天)	77.8	
	多年最多年雨日数(天)	107	2003年
雪	累年年雪日数(天)	12	
	多年最多年雪日数(天)	22	2000年
雾	累年年雾日数(天)	14.1	
	多年最多年雾日数(天)	28	2013年
雷暴	累年雷暴日数(天)	17	
	多年最多年雷暴日数(天)	35	2008年
积雪	多年最大积雪深度(厘米)	27	1971年12月24日 2009年11月12日

没有标注时段均为：平均统计时段为：1990-2019年。

表5.2 济源站近30年平均气象要素特征值

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	0.5	3.8	9.3	15.9	21.4	26.3	27.6	26.0	21.4	15.8	8.5	2.5	14.9
最高气温 (°C)	6.5	10.1	15.8	22.4	27.6	32.7	32.5	30.7	27.2	22.1	14.8	8.7	20.9
最低气温 (°C)	-4.1	-1.2	3.6	9.4	14.7	20.0	23.2	21.8	16.5	10.7	3.5	-2.2	9.7
平均风速 (m/s)	1.5	1.7	1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.4	1.3	1.4	1.5	1.7	1.6
相对湿度 (%)	59.9	59.5	59.4	63.1	63.0	60.5	75.3	79.6	75.9	69.2	66.2	59.2	65.9
降水量 (mm)	7.8	13.9	20.7	32.7	53.5	68.4	141.7	102.6	78.6	38.5	24.6	5.4	588.4
降水日数 (d)	3.0	4.1	4.9	5.8	7.5	7.5	11.3	10.2	8.9	6.5	5.1	2.8	77.8
日照时数 (h)	114.3	123.8	159.2	188.0	210.7	193.9	162.9	165.2	145.0	146.7	135.3	131.9	1876.8

2 气压

2.1 年际变化

(1) 平均气压

济源站多年平均的年平均气压、最高气压和最低气压分别为 1000.2hPa、1002.7hPa、997.2hPa，均相对比较稳定，略有下降趋势。（图 5.1）。

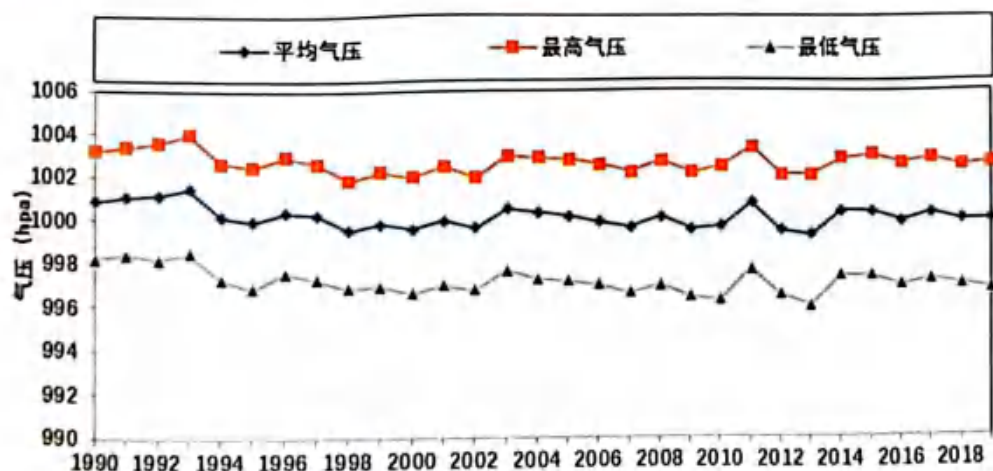


图5.1 济源站年平均气压、平均最高气压和平均最低气压年际变化

(2) 极端气压

济源站年极端最高气压的变化为 1022.1~1031.4 hPa，年极端最高值出现在 2016 年。其中除在 2007 年和 2016 年有明显波动外，其他时

间极端最高气压均较为稳定,无明显变化。

济源站年极端最低气压的变化为 975.2~998.5 hPa,年极端最低值出现在 1995 年,整体均趋于稳定无明显变化。

2.2 月际变化

(1) 平均气压

济源站平均气压的逐月、季节变化特征明显,呈“V”型分布,其中冬季平均气压较高,最高值出现在 1 月和 12 月;其次是秋季;夏季气压最低,最低值出现在 7 月。最高气压和最低气压的月季变化特征与平均气压基本一致(图 5.2)。

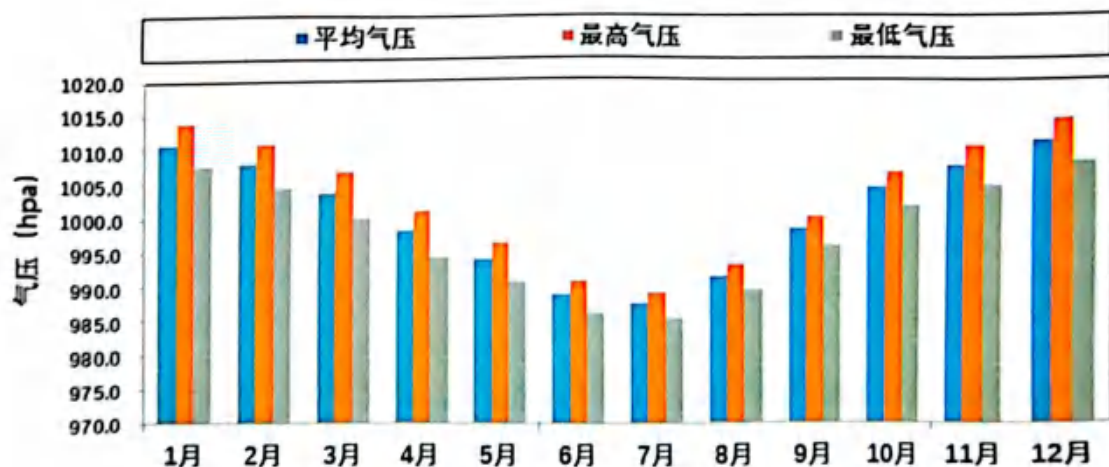


图5.2 济源站平均气压、平均最高气压和平均最低气压月变化

(2) 极端气压

济源站极端最高气压和极端最低气压的逐月、季节变化特征明显,呈“V”型分布。其中冬季气压较高,极端最高气压和极端最低气压的最高值分别出现在 12 月和 1 月;秋季次之;夏季最低,极端最高气压和极端最低气压的最低值分别出现在 7 月和 6 月(图 5.3)。

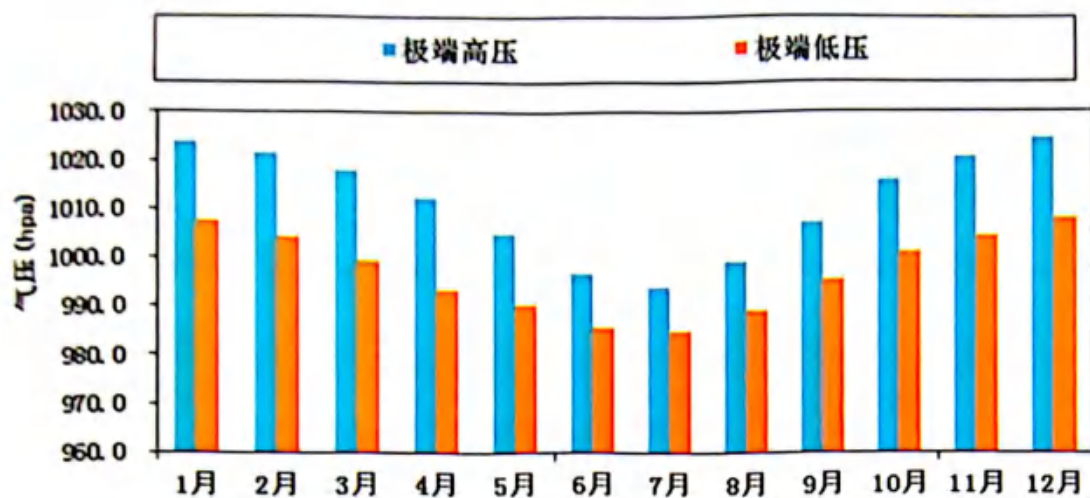


图5.3 济源站极端最高气压和极端最低气压月变化

2.3 日变化

济源站各时次平均气压日变化呈现显著的波动，呈“W”型，气压日变化幅度为 3.4hPa（图 5.4）。平均气压从 05 时开始逐渐升高，到 10 时达到峰值 1001.4hPa，之后开始下降，最低值出现在 17 时为 998.1hPa，之后又开始缓慢升高，在 23 时达到次高值 1000.5hPa，随后开始下降，在 01 时和 02 时间有一次小幅度上升，之后呈下降趋势直至次日 05 时。

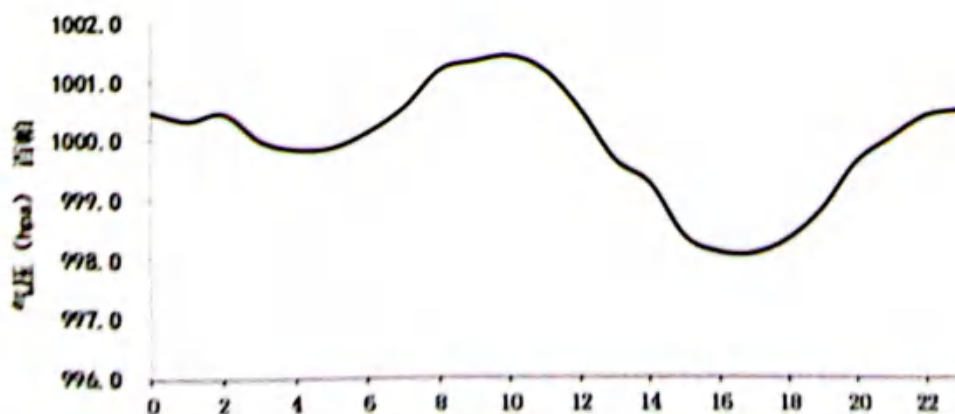


图5.4 济源站平均气压的日变化

3 气温

3.1 年际变化

(1) 平均气温

济源站多年平均的年平均气温、年平均最高气温和年平均最低气温分别为 14.9°C 、 20.9°C 和 9.7°C ，其年际变化均有上升趋势（图 5.5），上升速率分别为 $0.5^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.7^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

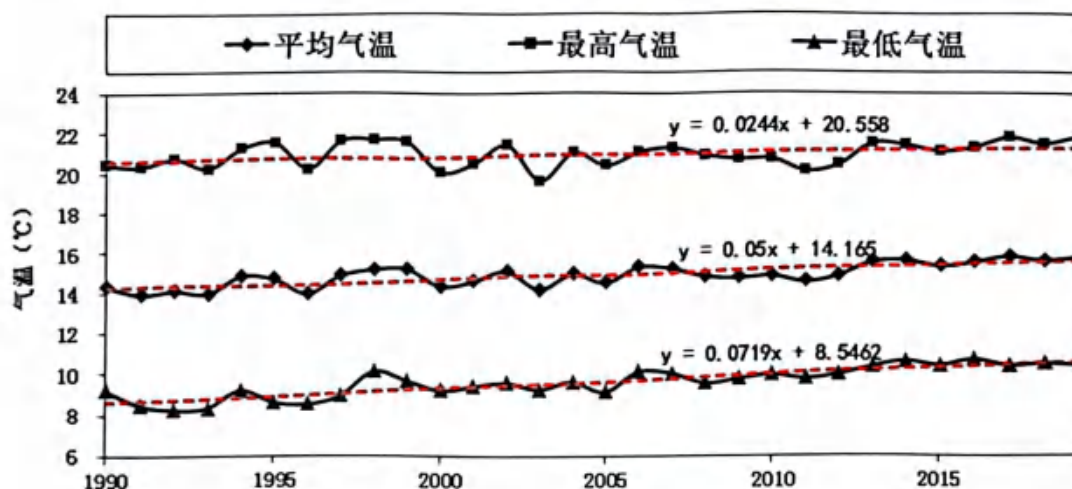


图5.5 济源站年平均气温、平均最高气温、平均最低气温年际变化

(2) 极端气温

济源站年极端最高气温的变化为 $35.5\sim 43.4^{\circ}\text{C}$ ，呈上升趋势（图 5.6），年极端高温值一般在 38°C 以上，极端最高值出现在 1966 年。

济源站年极端最低气温的变化为 $-20.0\sim -6.5^{\circ}\text{C}$ ，有明显上升趋势，上升速率为 $0.9^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ （图 5.6）。年极端低温值一般在 -10°C 以下，极端最低值出现在 1969 年。

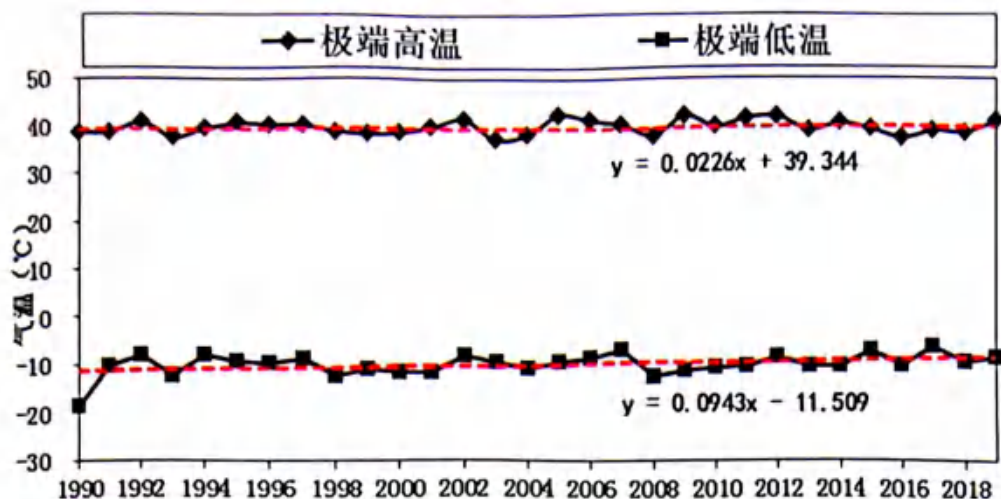


图5.6 济源站年极端最高气温、极端最低气温年际变化

3.2 月际变化

(1) 平均气温

济源站平均气温的逐月变化特征明显,冬季气温最低,最低气温出现在1月份;春季高于秋季,春秋季各月平均气温为9.4~21.4℃;夏季气温最高,最高气温出现在6月份。月平均最高气温和月平均最低气温的变化特征与月平均气温基本一致(图5.7)。

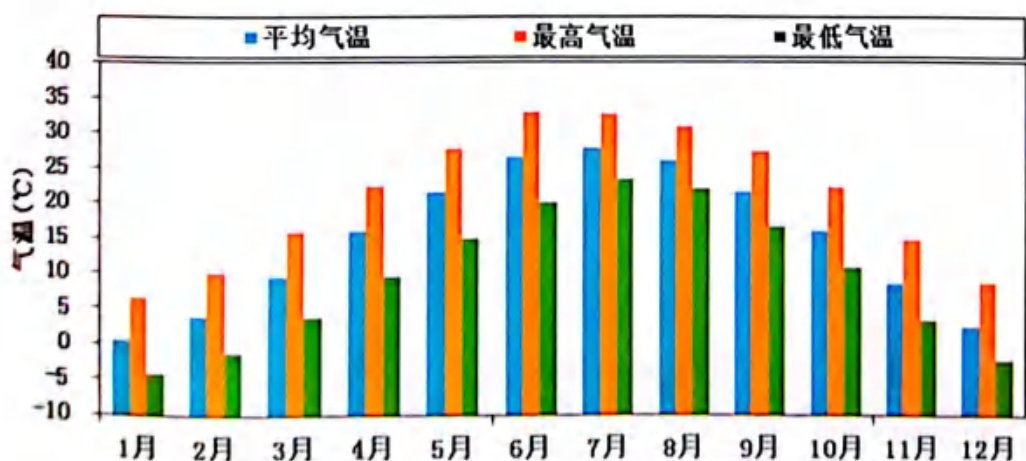


图5.7 济源站平均气温、平均最高气温、平均最低气温月际变化

(2) 极端气温

济源站极端最高气温和极端最低气温的逐月变化特征基本一致，冬季气温最低，最低值均出现在1月份；春秋季居中，极端最高气温春季高于秋季，而极端最低气温秋季略高于春季；夏季气温最高，极端最高气温的最大值出现在6月份，极端最低气温的最大值出现在7月份，最小值出现1月（图5.8）。

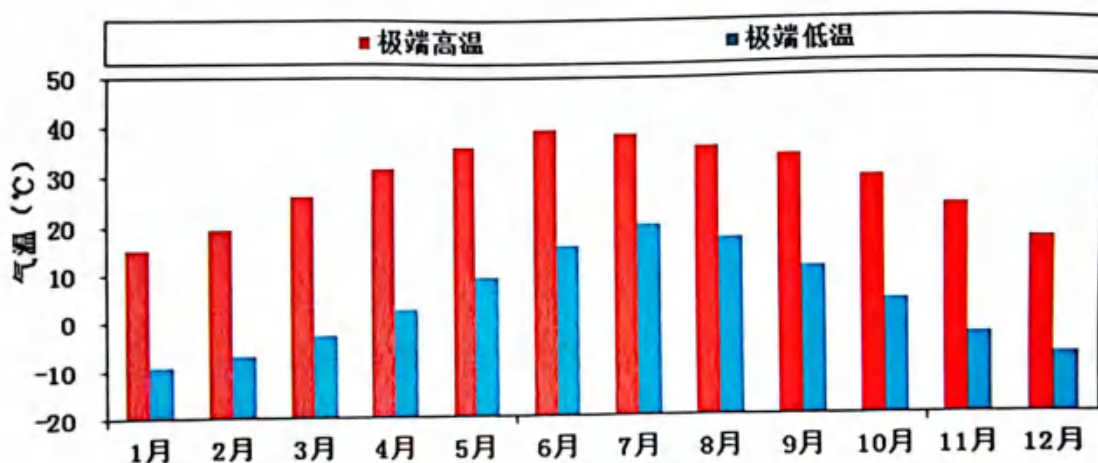


图5.8 济源站极端最高气温、极端最低气温月际变化

3.3 日变化

济源站各时次平均气温的日变化呈单峰型，日变化幅度为 8.3°C 。平均气温每日06时为一天的最低值，为 11.5°C ，07时开始气温逐渐升高，到14时达到峰值 19.8°C ，之后开始下降直至次日06时（图5.9）。

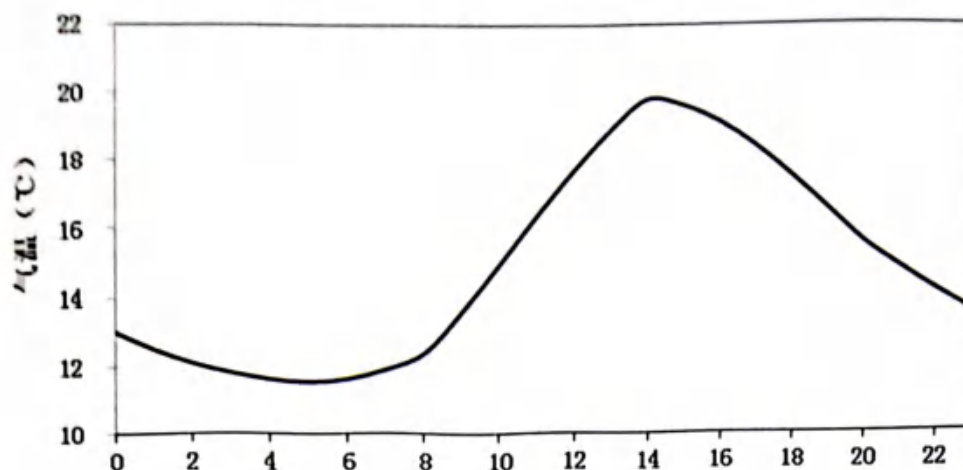


图5.9 济源站平均气温的日变化

4 降水量

4.1 年际变化

济源站平均年降水量为 588.4 毫米，呈现上升趋势，但年际变化差异较大，最多值出现在 2003 年，为 978.9mm，最少值出现在 1997 年，为 329.5mm，两者相差约 3 倍（图 5.10）。

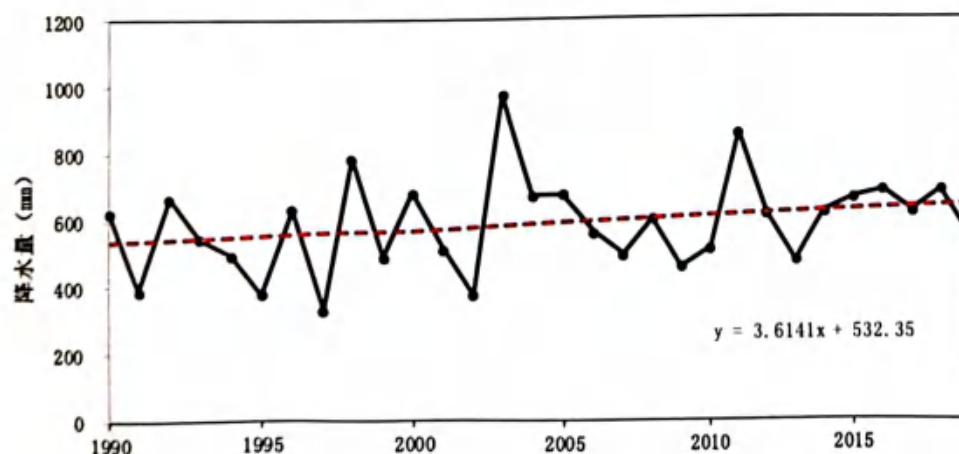


图5.10 济源站年降水量年际变化

济源站多年平均日最大降水量为 68.2mm，逐年日最大降水量无明显变化趋势，但年际变化较大，最大值出现在 2012 年，为 137.5mm；

最小值出现在 2002 年, 为 28.8mm, 两者相差约 4.8 倍 (图 5.11)。

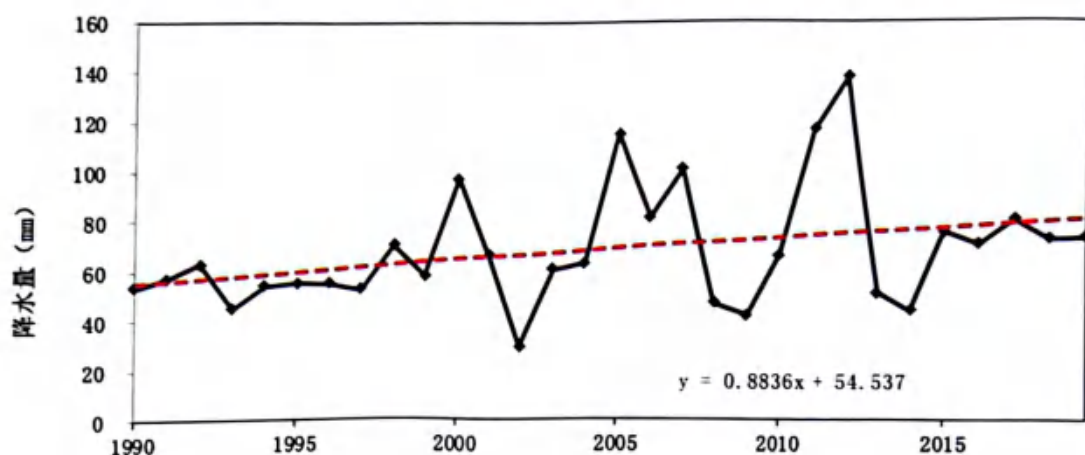


图5.11 济源站逐年日最大降水量年际变化

4.2 月际变化

济源站降水量的季节变化特征明显, 冬季降水量最小, 只占年降水量的 4.6%, 秋季大于春季, 春、秋季降水量分别占年降水量的 18.2% 和 24.1%, 夏季降水量最多, 占年降水量的 53.1%。各月中以 7 月降水量最多, 8 月次之, 12 月和 1 月最少, 7-8 月降水量占全年降水量的 41.5% (图 5.12)。

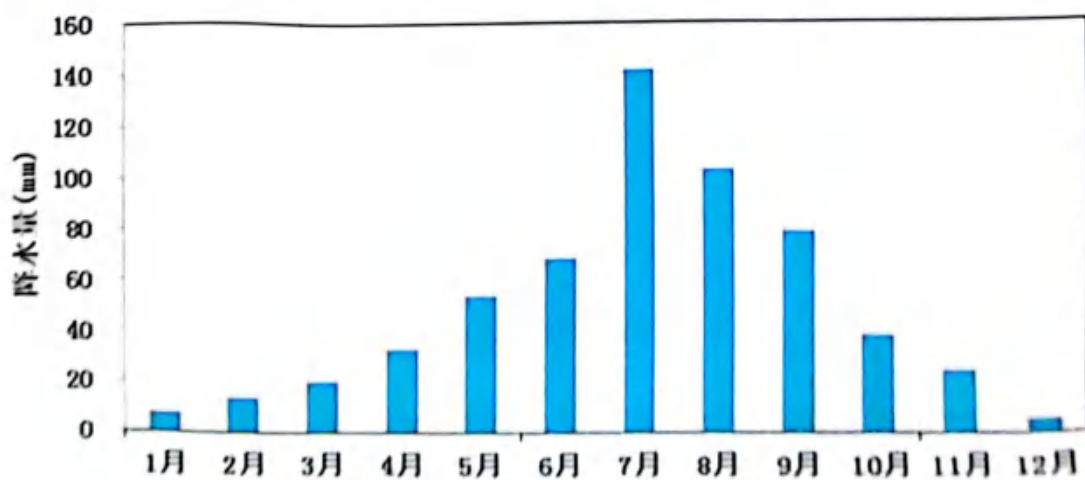


图 5.12 济源站降水量月际变化

济源站日最大降水量的季节变化特征明显,冬季最小,秋季大于春季,夏季最大。各月日最大降水量在 3.4~57.2mm 之间变化,其中以 7 月日降水量最大,8 月略大于 6 月,12 月最小(图 5.13)。

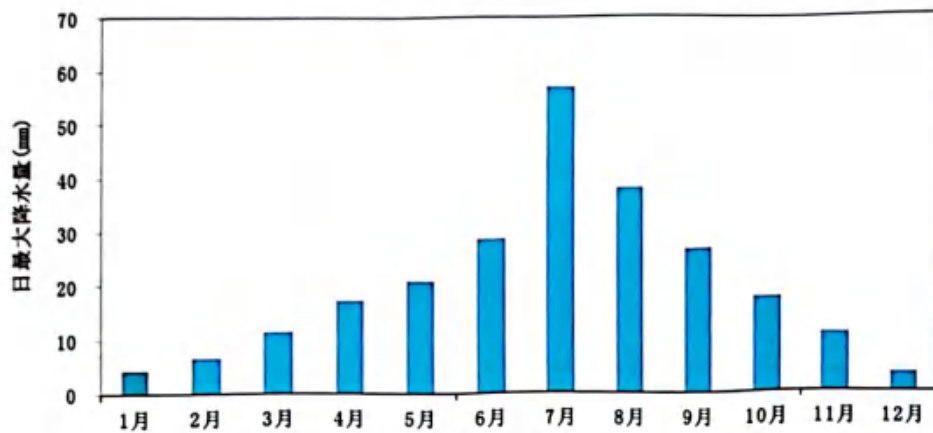


图 5.13 济源站日最大降水量月际变化

5 降水日数

5.1 年际变化

济源站多年平均降水日数为 77.8 天,呈增加趋势,增加速率为 0.84d/10a。降水日数最多年为 2003 年,为 107 天;最少年为 2013 年,为 57 天(图 5.14)。

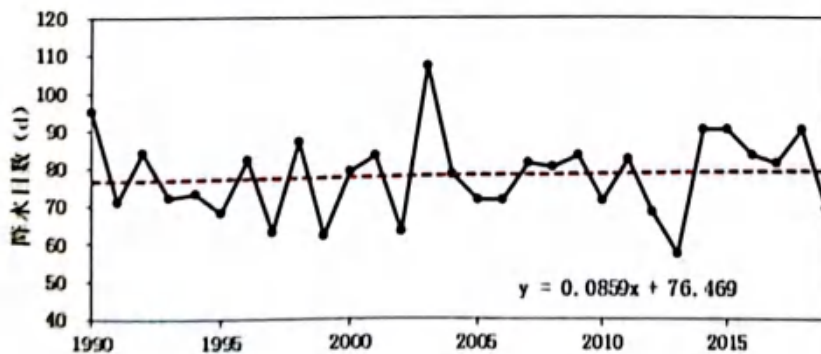


图 5.14 济源站年降水日数年际变化

5.2 月际变化

济源站降水日数的月际变化特征明显,呈单峰型分布。各月降水日数在 2.8~11.3d 之间,从季节分布看,冬季降水日数最少,11 月-3 月降水日数在 6d 以下;夏季最多,各月降水日数在 7d 以上(图 5.15)。

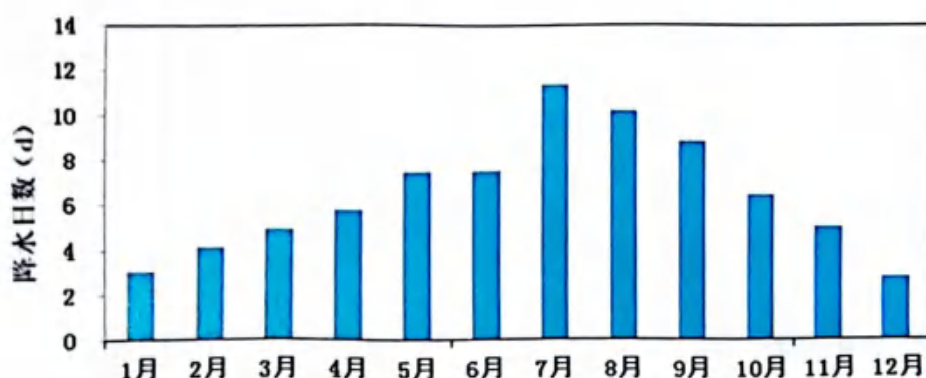


图5.15 济源站降水日数月际变化

6 相对湿度

6.1 年际变化

济源站多年平均相对湿度和平均最小相对湿度分别为 65.9%和 5.6%,平均相对湿度呈减小趋势,减小速率分别为 2.6%/10a 平均最小湿度呈上升趋势,增加速率为 2.3%/10a(图 5.16)。平均相对湿度最大值出现在 1990 年;平均最小相对湿度最小值出现在 2004 年。

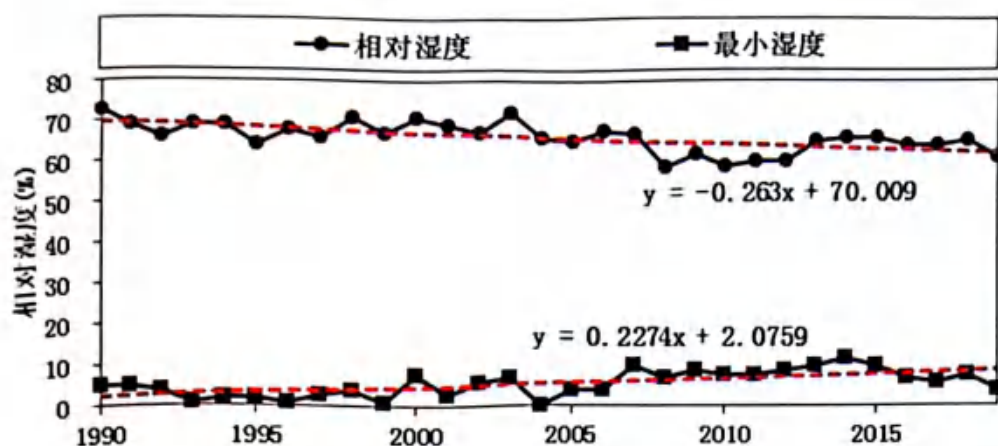


图5.16 济源站年相对湿度年际变化

6.2 月际变化

济源站相对湿度冬春季低，夏秋季高，其中冬季最低，夏季最高。各月平均相对湿度在 59.2%~79.6%之间变化，1-3 月和 12 月平均相对湿度在 60%以下，以 12 月最小；7-9 月在 75%以上，以 8 月最大；其他各月为 60%~70%。各月平均最小相对湿度为 9.6%~33.0%，其中 3 月最小，8 月最大，与平均相对湿度的月际变化基本一致（图 5.17）。

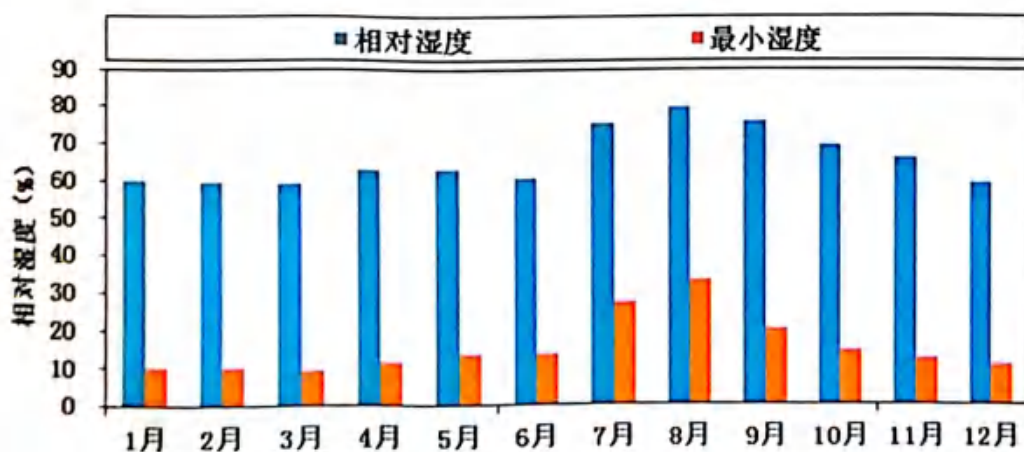


图5.17 济源站相对湿度月际变化

6.3 日变化

济源站相对湿度日变化特征明显，各时次相对湿度在 45.4%~77.3%

之间, 变化幅度较大。相对湿度随时间变化呈现“S”型分布, 每日 06 时为一天的相对湿度的最大值, 08 时开始相对湿度逐渐减小, 在 15 时左右达到最小值, 之后再次开始上升, 直至次日 6 时 (图 5.18)。

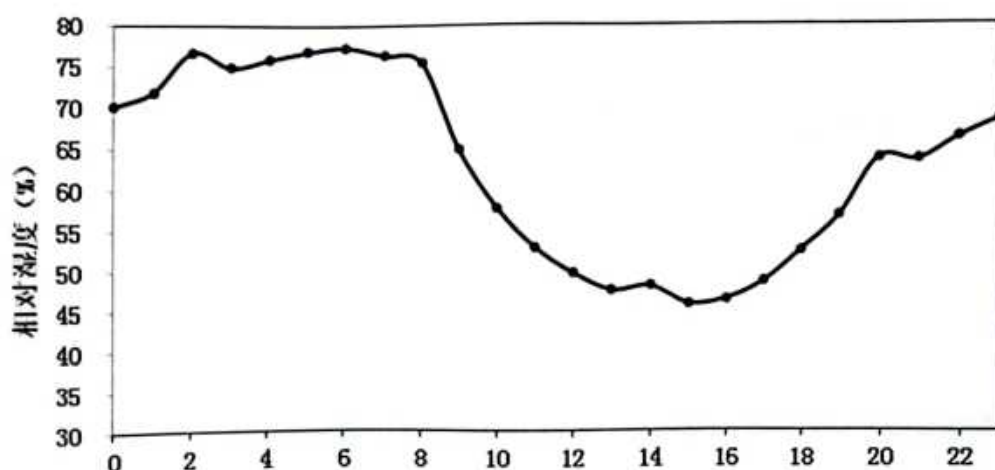


图5.18 济源站平均相对湿度的日变化

7 日照时数

7.1 年际变化

济源站多年平均日照时数为 1876.8h, 日照时数呈增加升趋势, 增加速率为 63.6h/10a (图 5.19)。最多值出现在 2018 年, 为 2258.8h; 最少值出现在 2005 年, 为 1529.6h。

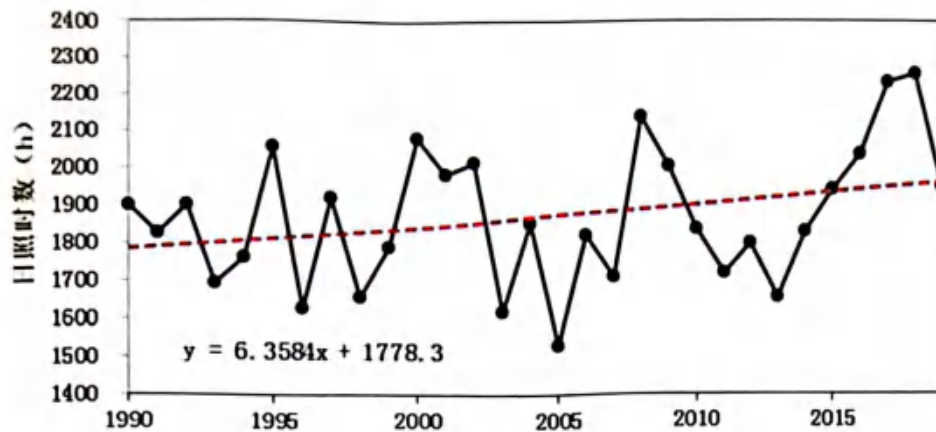


图5.19 济源站年日照时数年际变化

7.2 月际变化

济源站日照时数春季最多，夏季次之，冬季最少。各月日照时数在 114.3~210.7h 之间（图 5.20），冬季各月日照时数在 135h 以下，其中 1 月最少；4-6 月日照时数在 185 小时以上，其中 5 月最多。

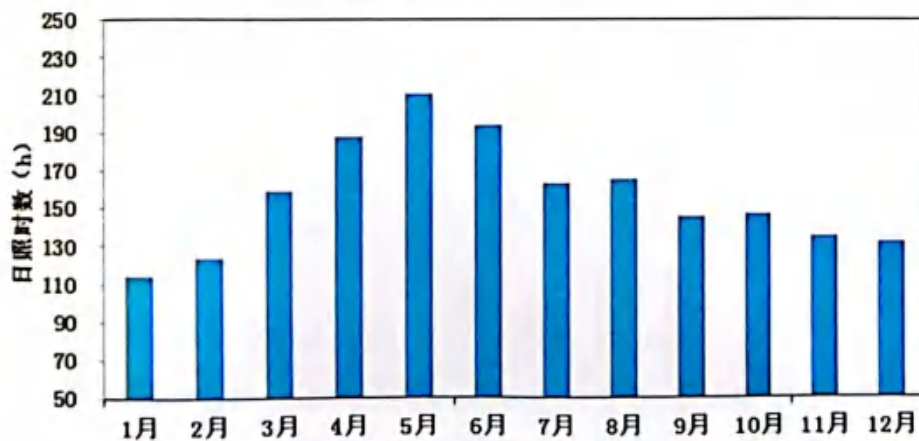


图5.20 济源站日照时数月际变化

8 风

8.1 风速年变化

近 30 年，济源站年平均风速较为稳定，呈弱的减小趋势，减小速率为每 10 年 0.08m/s。1995 年、1998 年、2003 年的风速最大，为 1.9m/s，

2009 年最小,为 1.3m/s (图 5.21)。

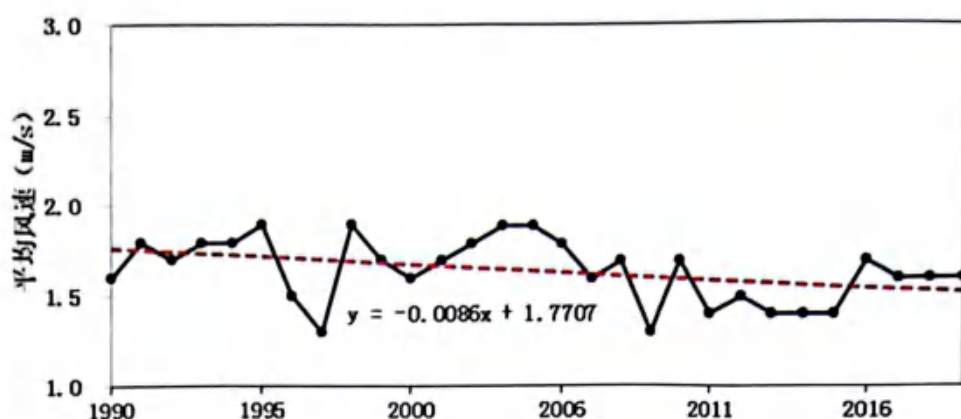


图 5.21 济源站年平均风速年际变化

8.2 风速月变化

济源站年平均风速为 1.6m/s，春季最大，夏季次之，秋季最小。3-6 月平均风速较大，在 1.8m/s 以上，其中 3、4、5、6 月最大，为 1.9m/s，2、7 月次之为 1.7m/s；9 月最小，为 1.3m/s (表 5.3、图 5.22)。济源站建站以来极大风速值为 26.3m/s，出现在 2013 年 8 月 11 日。

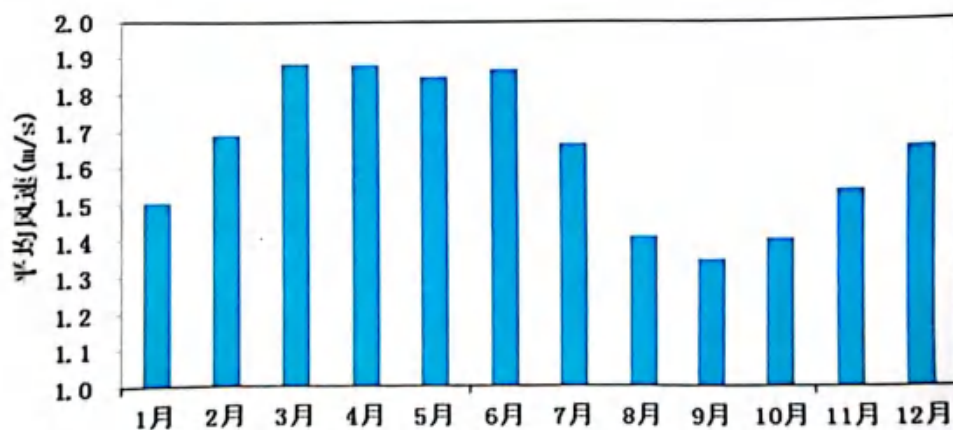


图 5.22 济源站平均风速月际变化

8.3 风速日变化

济源站各时次平均风速日变化不明显，在下午 15 时和 16 时达

到最大 (2.4m/s)，随后逐渐减小，在 01 时到 02 时有小幅度提升后又继续减小，至次日 03 时降到最小 (1.0m/s)，03 时至 06 时风速变化趋于稳定，07 时后风速开始升高，直至 15 时达到最大。(图 5.23)。

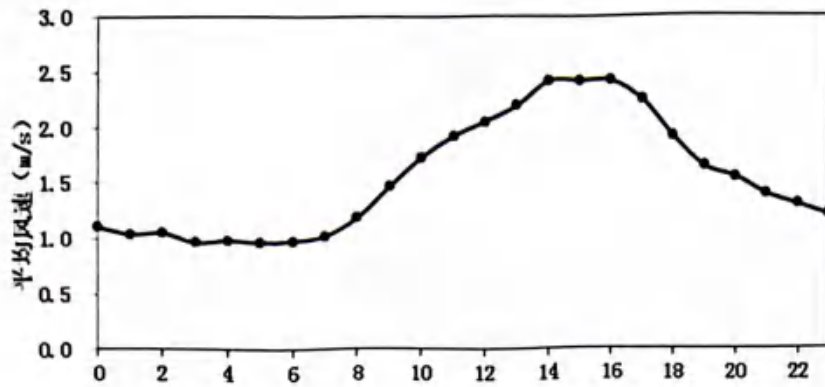


图5.23 济源站平均风速日变化

8.4 风向

济源站年静风频率为 14.8%，最多风向为 E 风，风向频率为 12.9%，次多风向为 ENE，风向频率为 10.6%。春、夏、秋、冬四季主导风向均为 E 风，风向频率分别为 13.7%、15.8%、10.6%、11.3%（表 5.3、图 5.24）。

表5.3 济源站四季及年各风向频率（%，1990-2019年）

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春	1.7	1.2	2	7.3	13.7	11.7	7.6	4.7	4.9	4.8	5	5.4	5.6	4.3	4.6	3.6	12
夏	1.5	1.1	2.7	9.5	15.8	11.7	8.3	5.5	4.9	5.2	4.4	3.7	4	3.2	2.7	2.1	13.9
秋	1.6	1.3	2.4	7.2	10.6	9.5	7	4.8	4.1	4.8	5	5.5	6.1	4.2	4	2.8	19
冬	2.2	1.3	1.9	6.5	11.3	9.3	6.6	3.8	4	4.4	4.9	6.4	8.2	5	5.4	4.3	14.3
年	1.8	1.2	2.3	7.6	12.9	10.6	7.4	4.7	4.5	4.8	4.8	5.3	6.0	4.2	4.2	3.2	14.8

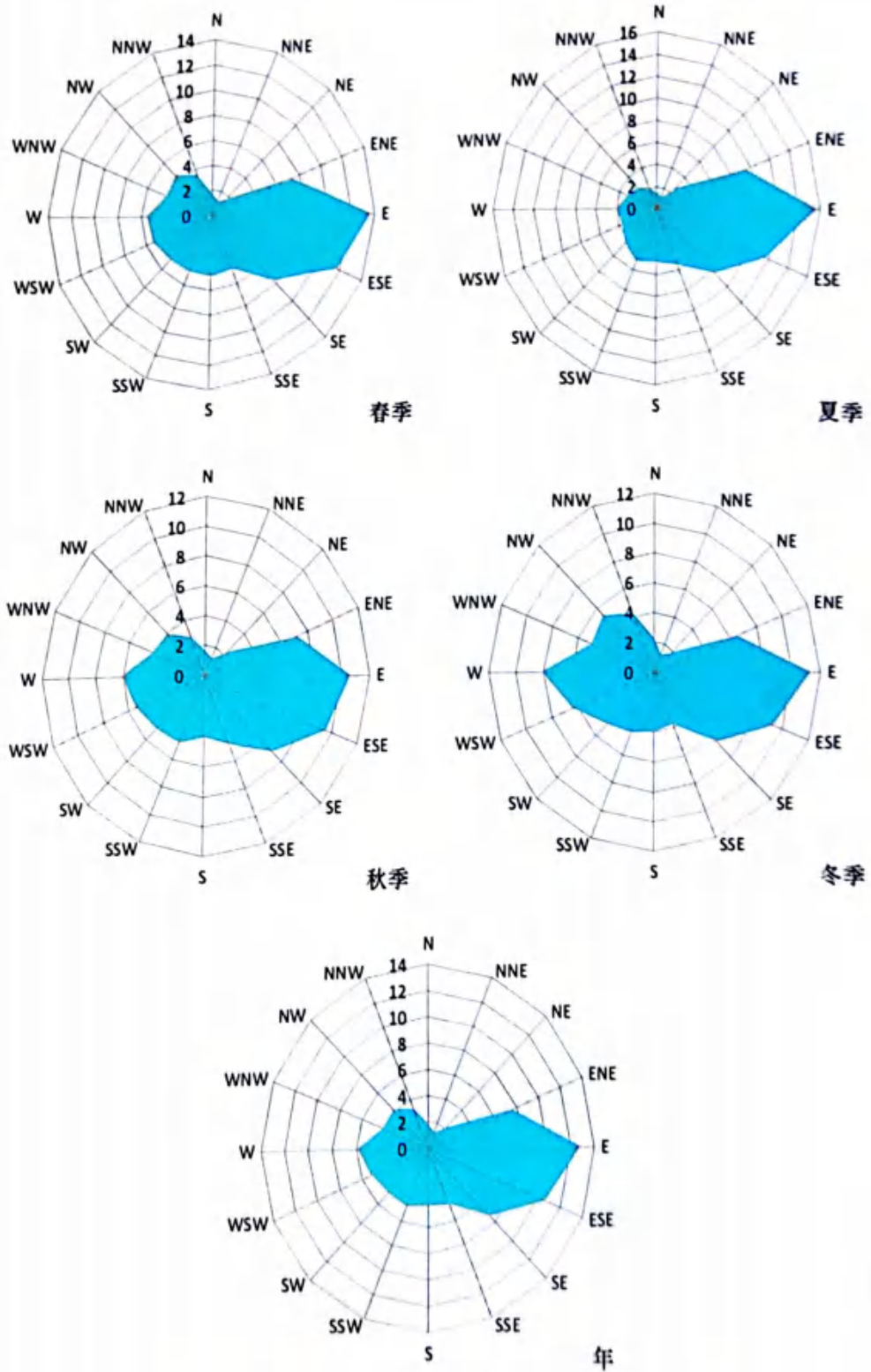


图5.24 济源站四季及年各风向频率(%, 1990-2019年)

9 小结

园区属暖温带大陆季风性气候, 季风进退与四季替换比较明显, 由于受季风和地形的影响, 地区气候差异性较大, 总的特点是: 四季分明, 干旱或半干旱季节明显, 春季气温回升快, 多风少雨干旱; 夏季炎热, 光照充足, 降水集中; 秋季秋高气爽; 冬季寒冷, 干燥少雪。年平均气压1000.2hPa, 年平均气温14.9℃, 年平均日照时数1876.8h, 年平均降水量588.4mm, 年平均降水日数77.8d, 年平均相对湿度66%, 年平均风速1.63m/s, 以东风(E)为主导风向。

要素年际变化: 气温呈上升趋势, 相对湿度呈减少趋势, 风速变化不明显。1990-2019年极端最高气温在38℃以上的有27年, 其中19年出现在2000年之后; 极端最低气温在-10℃以下的有15年, 其中9年出现在2000年之后。降水量呈减少趋势, 降水日数呈增加趋势。

要素月际变化: 气温、降水、相对湿度在夏季达到峰值, 日照时数、风速在春季达到峰值。气温最高出现在6月份, 最低出现在1月份;

夏季降水占全年的53.1%, 其中7-8月占全年降水量的41.5%; 相对湿度7-9月最大, 3月最小; 日照时数4-6月最多, 高达188~211小时, 1月最少, 只有114小时; 风速在春季至夏季初达到最大, 为1.9m/s, 9月最小, 只有1.3m/s。

要素日变化: 气压日变化呈“W”型, 变幅为3.4hPa; 平均气压从05时开始逐渐升高, 到10时达到峰值1001.4hPa, 之后开始下降, 最低值出现在17时为998.1hPa, 之后又开始缓慢升高, 在23时达到次高值1000.5hPa, 在01时和02时间有一次小幅度上升, 之后呈下降趋

势直至次日 05 时。气温日变化呈单峰型，变幅为 8.3°C ；每日 06 时为一天的最低值，为 11.5°C ，07 时开始气温逐渐升高，到 14 时达到峰值 19.8°C ，之后开始下降直至次日 06 时。相对湿度随时间变化呈现“S”型分布，变幅为 31.9%；每日 06 时为一天的最大相对湿度，达 77.3%，08 时开始相对湿度逐渐减小，在 15 时左右达到最小值，为 45.4%，之后再次开始上升，直至次日 6 时。平均风速日变化呈单峰型，每日 03 时为一天的最小值 (1.0m/s)，随后逐渐增大，在下午 15 时和 16 时达到最大 (2.4m/s)，随后逐渐减小至次日 03 时 (1.0m/s)。

第六章 高影响天气分析

极端天气气候事件对于园区的规划、建设、运营等有重要影响。确定对园区规划和建设的气候适宜性和风险性有重大影响的单个气象要素或多个气象要素的组合（即关键气象因子），并以此为基础分析直接影响园区建设和运营的天气（即高影响天气），非常必要。本章根据济源市玉川产业集聚区所在区域的历史气象灾害、园区重点企业对气象要素及高影响天气的抽样调查，确定影响园区规划、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。高影响天气特征分析采用的是济源站的资料，不同的高影响天气所选资料长度有所不同。

1 园区关键影响气象因子确定

1.1 园区气象敏感度调查分析

根据园区重点企业对高影响天气敏感度的调查，高影响天气包括雷电、暴雨、冰雹、大风、积雪、高温等灾害（见附录）。

1.2 园区历史气象灾害

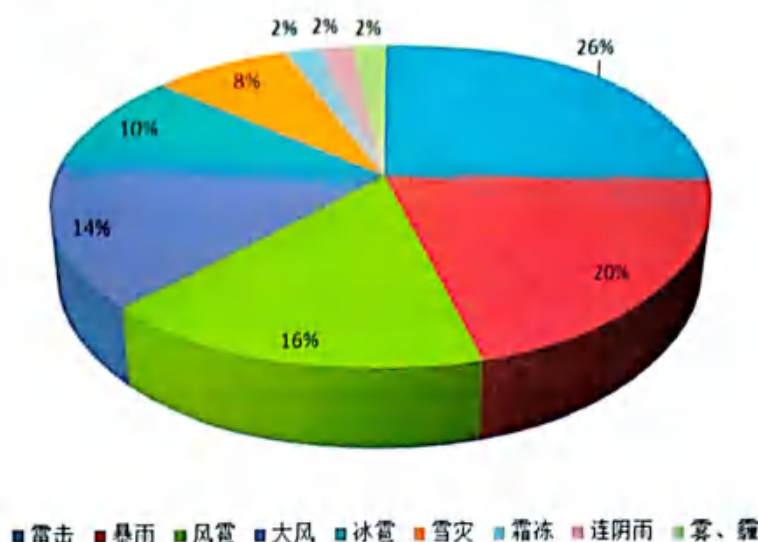


图6.1 园区及周边地区气象灾害类型发生频次

济源市玉川产业集聚区气象灾害频繁，主要气象灾害有雷电、暴雨、冰雹、大风、雪灾、霜冻、连阴雨、雾霾等，以及暴雨引发的城市内涝等衍生灾害。根据历史灾情调查（附录A），1952-2019年济源市玉川产业集聚区以及其周边地区发生的气象灾害有雷电、暴雨、冰雹、大风、雪灾、霜冻、连阴雨、雾霾。发生频次以雷电最高，占26%，其次是暴雨和冰雹，占20%和16%。可见，园区主要气象灾害为雷电、暴雨和冰雹。

1.3 气象灾害典型案例

1.3.1 雷电

雷电是园区及其周边地区主要气象灾害，雷电所形成的强大电流、炙热高温、丰富的电磁辐射以及伴随的冲击波是造成雷电灾害的主要原因，雷电对人畜、建筑物、电力通讯等都构成了巨大的威胁。1952年至2019年，因雷击造成的直接经济损失约403.3万元。

1.3.2 暴雨

暴雨是园区及其周边地区主要气象灾害之一，主要通过持续高强度降水造成积水、洪水及衍生灾害对行业产生影响。2017年5月22日济源市出现罕见特大暴雨，日降水量达56.5毫米，突破建站以来5月历史同期极值，局部阵风7-8级。造成农田积水，即将成熟的小麦出现倒伏，降水集中在济源市中部、东部地区，造成直接经济损失2006万元。

1.3.3 冰雹

冰雹是指坚硬的球状、锥状或不规则的固体降水。济源降雹多在夏季，常伴随阵性大风、阵雨、雷电，降落时间短暂，来势凶猛，造成危害较大。2018年5月1日，济源地区遭冰雹袭击，冰雹最大直径约2厘米左右，时间持续5-10分钟，蔬菜、小麦、果树受灾总面积15266亩，造成15000人受灾，经济损失213万元。

1.3.4 大风

大风灾害是园区及其周边地区主要气象灾害之一，大风（龙卷、飚线）常造成房屋、树木、通讯和供电设施等毁坏及人员伤亡。2013年8月12日，济源市出现雷雨大风天气，市区瞬时极大风速26.3米/秒，出现时间08时35分，平均最大风速16.7米/秒；农林牧业均受到损失，市区多棵树木被刮倒，多辆汽车损坏，多处广告牌受损，造成1人死亡，直接经济损失18679万元。

1.4 园区关键气象因子及高影响天气的确定

极端天气气候事件是指天气（气候）的状态严重偏离其平均态，在统计上属于小概率事件。通过历史气象灾情分析、典型案例以及企业对高影响天气敏感度调查，最终确定影响济源市玉川产业集聚区的关键气象因子有雷电、降水、风、温度等要素，高影响天气为雷暴、闪电、暴雨、冰雹、大风、积雪、雾、高温等灾害性天气。

以下就园区高影响天气的具体特征进行分析。选取济源站作为参证气象站，采用常用气象要素的观测值对灾害性天气特征的进行统计，用其代表济源市玉川产业集聚区的高影响天气特征。采用的资料为济源站建站以来的观测资料，所用的资料时间长度根据不同要素的实际情况有所不同。

2 雷暴

1960-2013年，济源站雷暴日数呈减少趋势，年平均雷暴日数为23.2天，1963年、1977年雷暴日数最多，为37天，其次是2008年，为35天；1997年雷暴日数最少，仅为9天。

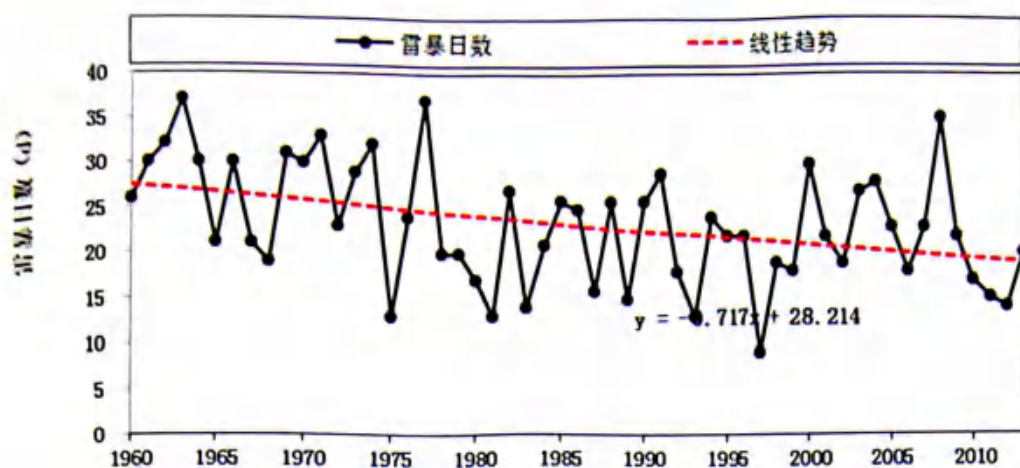


图6.2 济源站1960-2013年雷暴日数年际变化

济源站雷暴月际变化如下图所示，雷暴主要集中在4-9月，占全年的97.8%，其中6-8月为雷暴高发期，7月累计雷暴日数407天、平均6.8天，占全年的32.5%，8月累计雷暴日数312天、平均5.4天，占全年的25%。9月开始，雷暴日数锐减；冬季（12月-次年1月）无雷暴发生。

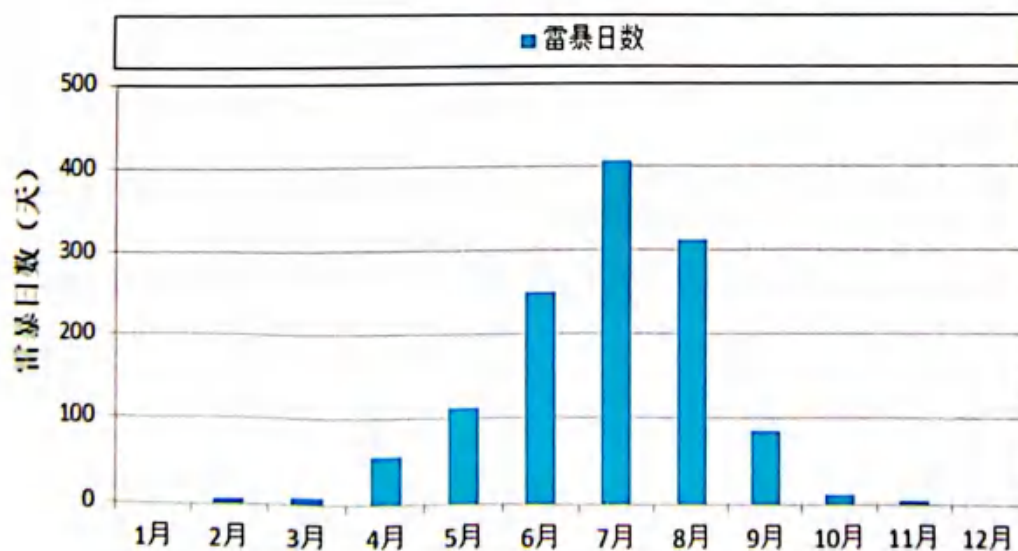


图6.3 济源站1960-2013年累计雷暴日数月际变化

3 闪电

1960-2013年, 济源闪电日数呈减少趋势, 年平均闪电日数为3.8天, 1965年闪电日数最多, 为21天, 其次是1964年为19天;

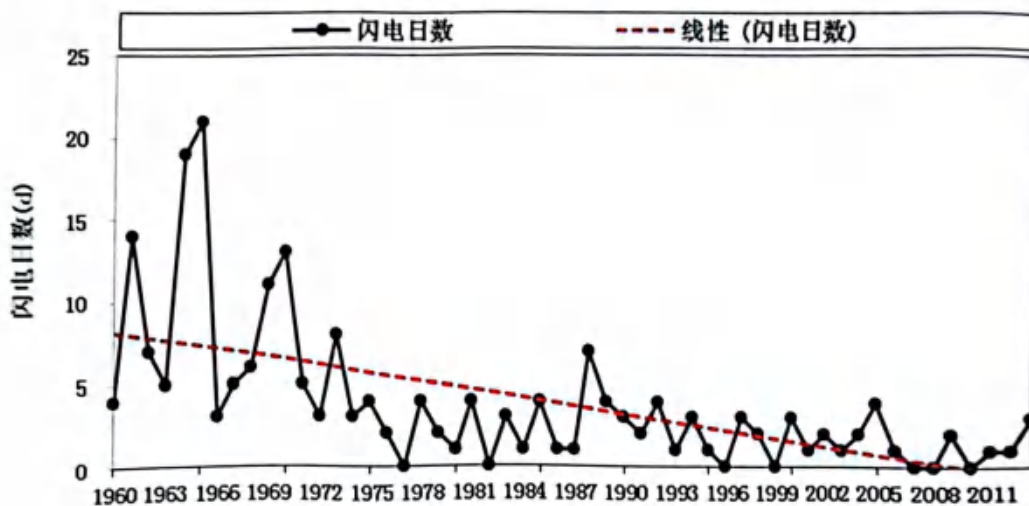


图6.4 济源站1960-2013年闪电日数年际变化

1960-2013年, 济源站闪电日数月际变化如下图所示, 闪电主要集中在6-8月, 占全年的76.1%, 其中7月累计闪电日数65天, 占全年的32%, 8月累计闪电日数54天, 占全年的26.30%; 1-2月及11-12月无闪电活动。

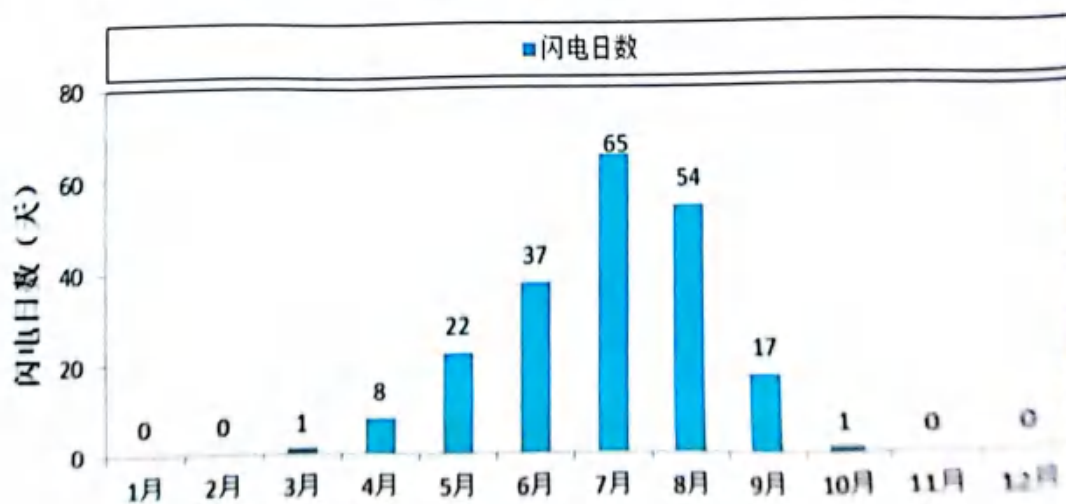


图6.5 济源站1960-2013年累计闪电日数月际变化

4 暴雨

4.1 暴雨日数

日降雨量 $\geq 50\text{mm}$ 为暴雨， $\geq 100\text{mm}$ 为大暴雨， $\geq 250\text{mm}$ 为特大暴雨。暴雨常伴有洪涝，造成严重灾害。济源常年平均暴雨日数为1.5天，多发生在7月，占到73.3%，最早出现在5月6日，最晚出现在11月18日。年平均大暴雨日数为0.2天。1960年以来，济源市区日最大降水量极值高达137.5毫米。

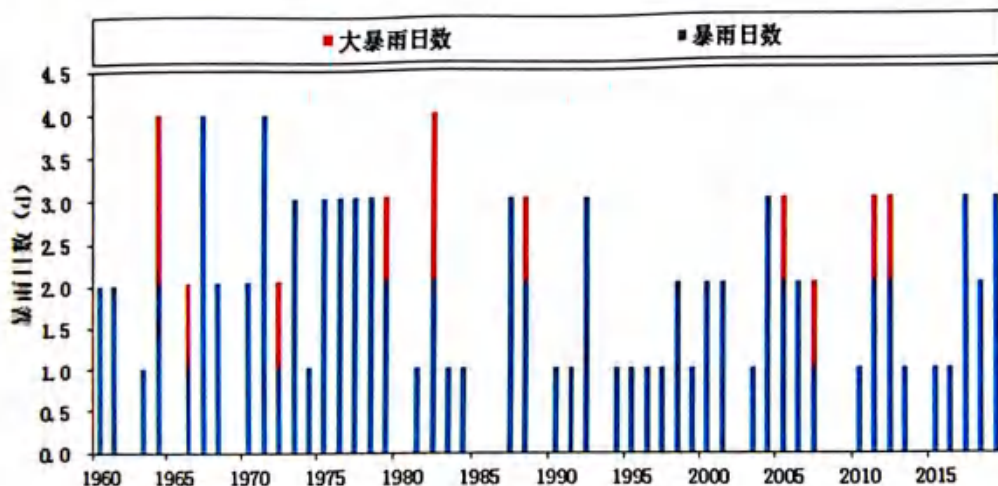


图6.6 济源站1960-2019年暴雨日数年际变化

从暴雨日数年际变化来看，暴雨日数下降趋势，最多出现了4天。特大暴雨最多出现2天，自2013年以来，济源市区无特大暴雨出现。

4.2 降水极值情况

1960-2019年，济源站逐年日最大降水量变化如图所示，可以看到，日最大降水量无明显变化，最大值为137.5毫米，出现在2012年，最小值为28.8毫米，出现在2002年。

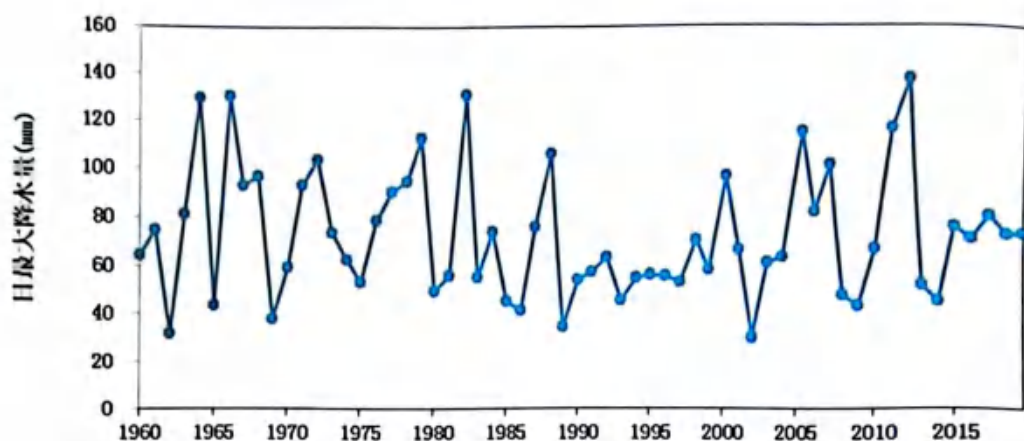


图6.7 济源站1960-2019年日最大降水量年际变化

5 冰雹

1960-2019年, 济源年冰雹日数呈减少趋势; 出现冰雹最多为2天; 最常降雹月为5、6月, 1960-2019年, 济源共出现冰雹13次。

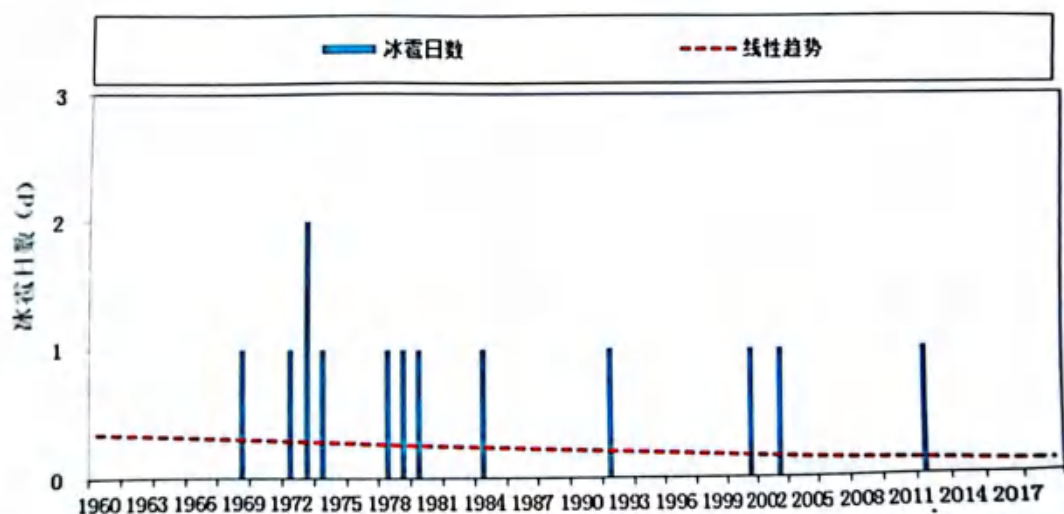


图6.8 济源站1960-2019年冰雹日数年际变化

6 大风

济源站的风速观测包括1日4次(北京时02时、08时、14时、20时)定时2min平均风速、最大风速和极大风速。定时2min平均风速自建站以来均有记录, 最大风速、极大风速的观测时段为1960年1月

至今，将大风定义瞬时风速 $\geq 17\text{m/s}$ 的风速，或者2min平均风速 $\geq 10\text{m/s}$ 的风速，或者最大风速 $\geq 10\text{m/s}$ 的风速。

6.1 大风日数

济源站1960-2019年大风日数总体呈显著减少趋势，平均每十年减少1.1天，平均每年出现7.3天大风。大风日数最多的年份为1971年，出现18天；

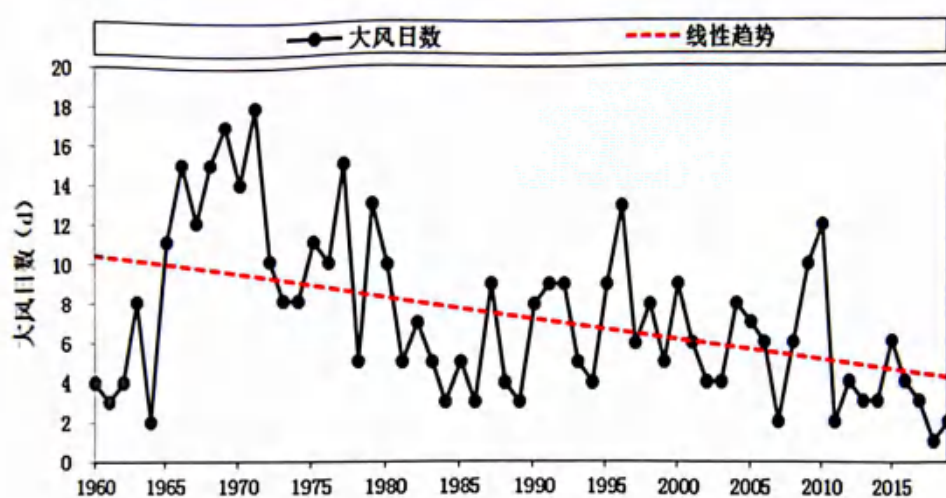


图6.9 济源站1960-2019年大风日数年际变化

1960-2019年济源站大风日数的月际变化表现为3月最多，共计66天，4月和11月次之，分别为61天和53天，再次是12月，为52天，6月累计大风日数为47天；其余月份的累计大风日数均低于41天，其中9月最少，仅2天。

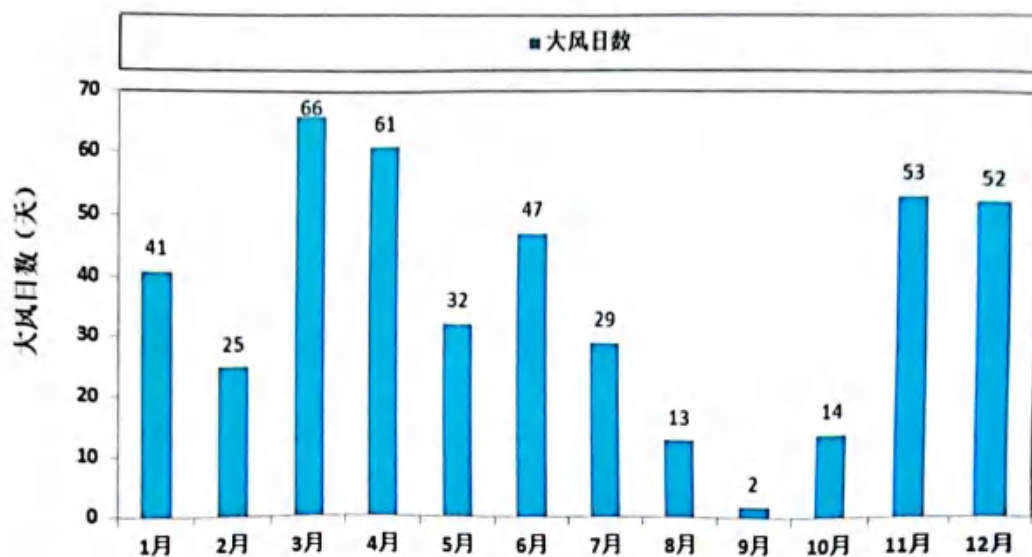


图6.10 济源站1960-2019年累计大风日数月际变化

6.2 最大风速分布特征

济源站最大风速从2003年开始观测，年最大风速变化范围为9.3~16.7米/秒，最大值出现在2013年，最小值出现在2014年。年最大风速呈下降趋势，下降速率为平均每10年下降2.0米/秒。

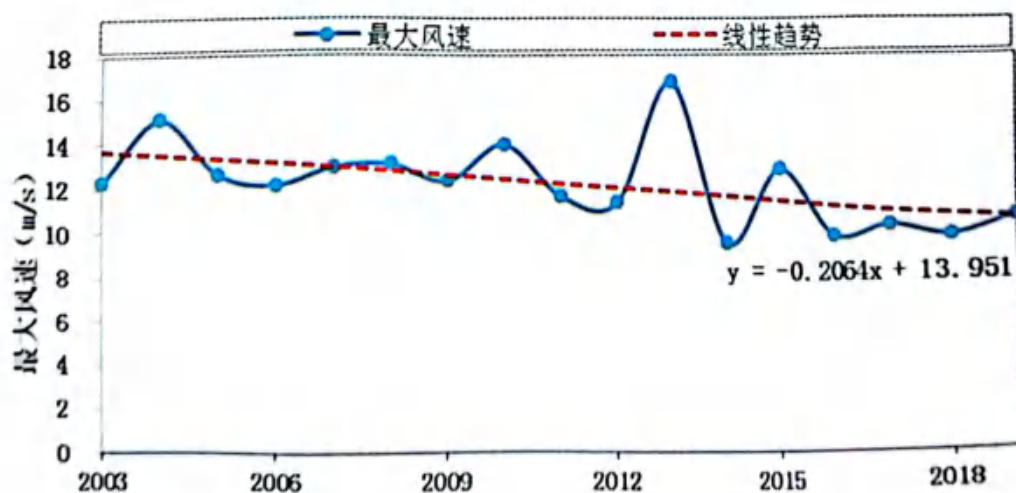


图6.11 济源站2003-2019年最大风速年际变化

济源站2003-2019年最大风速的月际变化中，最大值出现在6月

(9.8米/秒)，其次是4月(9.7米/秒)，最小值出现在9月(6.9米/秒)。

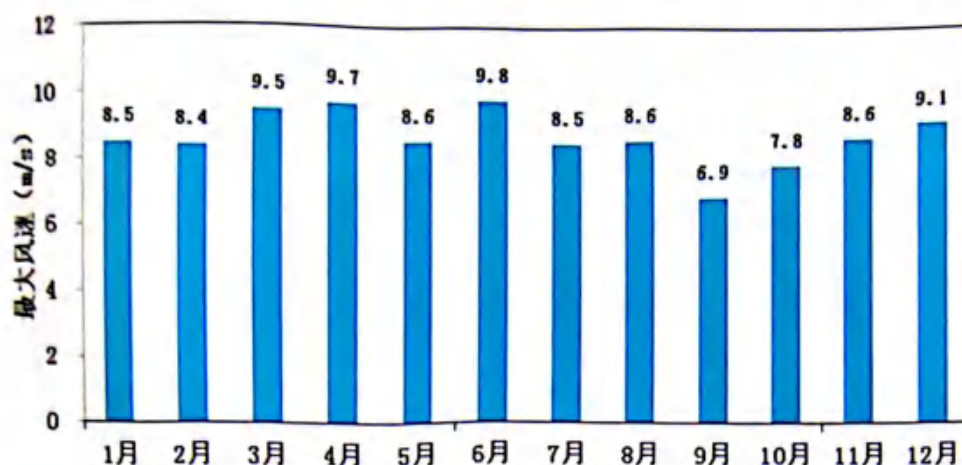


图6.12 济源站2003-2019年最大风速月际变化

6.3 极大风速分布特征

济源站极大风速从2003年开始观测，总体呈弱的下降趋势，变化范围在18~26.8米/秒之间，最大值出现在2013年，最小值出现在2011年。

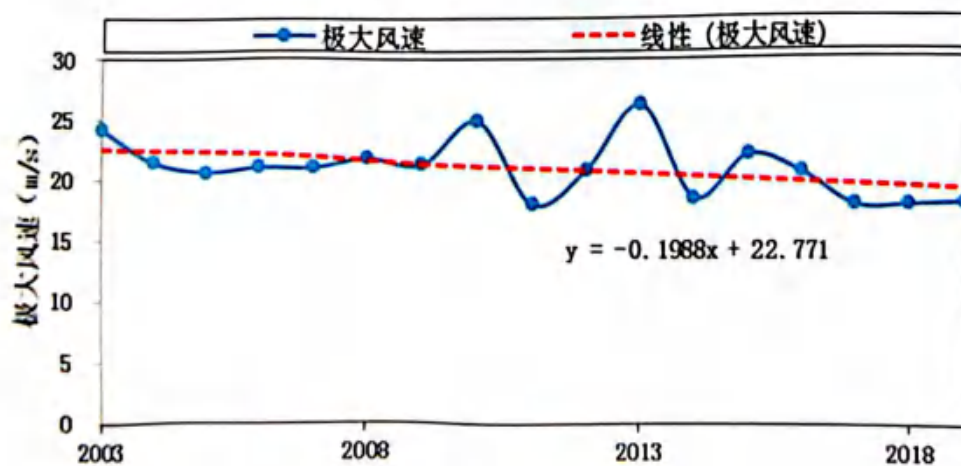


图6.13 济源站2003-2019年极大风速年际变化

济源站极大风速的月际变化中，最大值出现在6月(17.4米/秒)，其次是3月(17.2米/秒)，最小值出现在9月(12.6米/秒)。

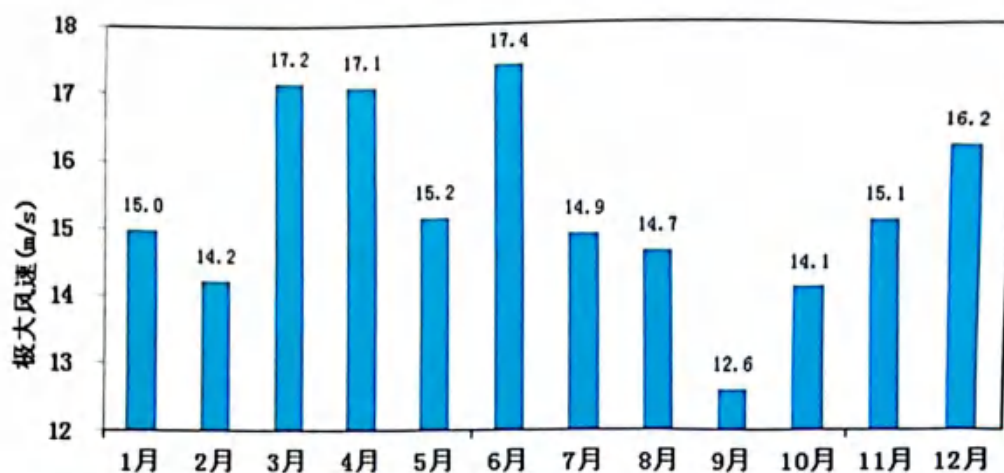


图6.14 济源站2003-2019年极大风速月际变化

7 积雪

7.1 积雪日数

1959-2019年济源积雪日数呈弱的减少趋势，平均每十年减少0.1天，常年平均年积雪日数为10.9天，1971年最多，达46天。

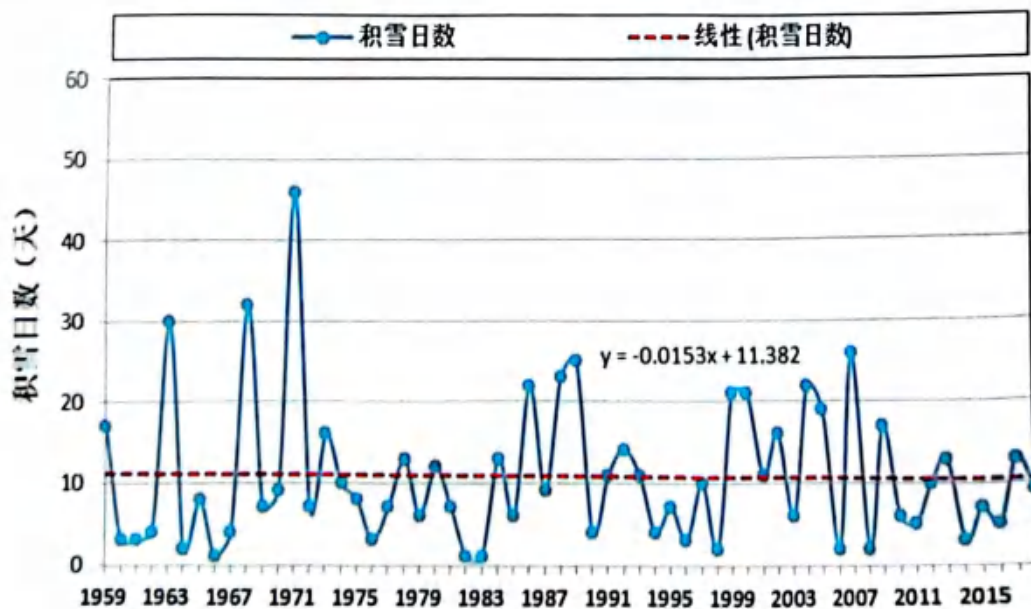


图6.15 济源站1959-2019年积雪日数年际变化

济源站积雪日数具有明显的季节变化特征，多集中于冬季；其月际变化表现为1月最多，平均4.1天，2月次之，平均3.6天，再次是12月，平均1.7天；4-10月无积雪。

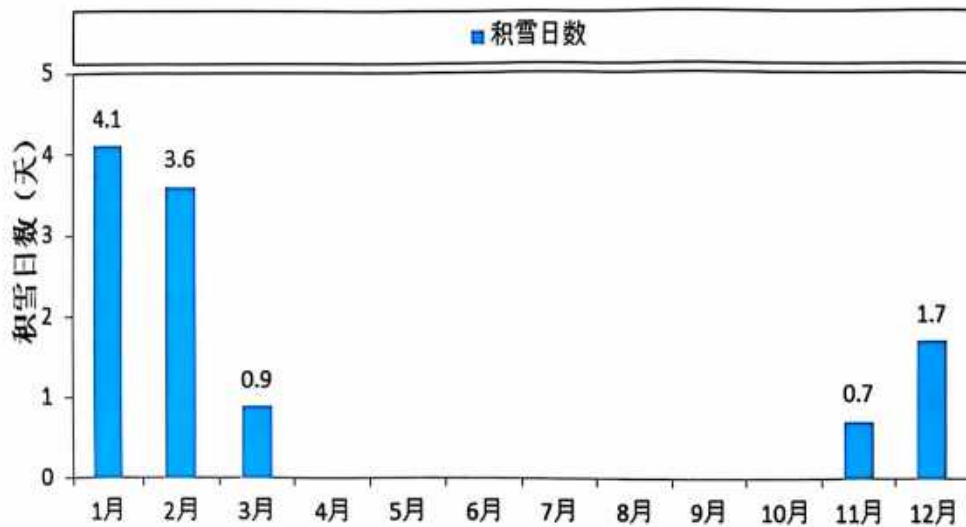


图6.16 济源站积雪日数月际变化

7.2 最大积雪深度

1959-2019年，济源站年最大积雪深度呈弱的增加趋势，平均每十年增加0.5厘米。最大年为2003年，达38厘米；1982年、1998年、2008年、2019年仅有微量积雪。出现10厘米以上积雪的年份有26年。

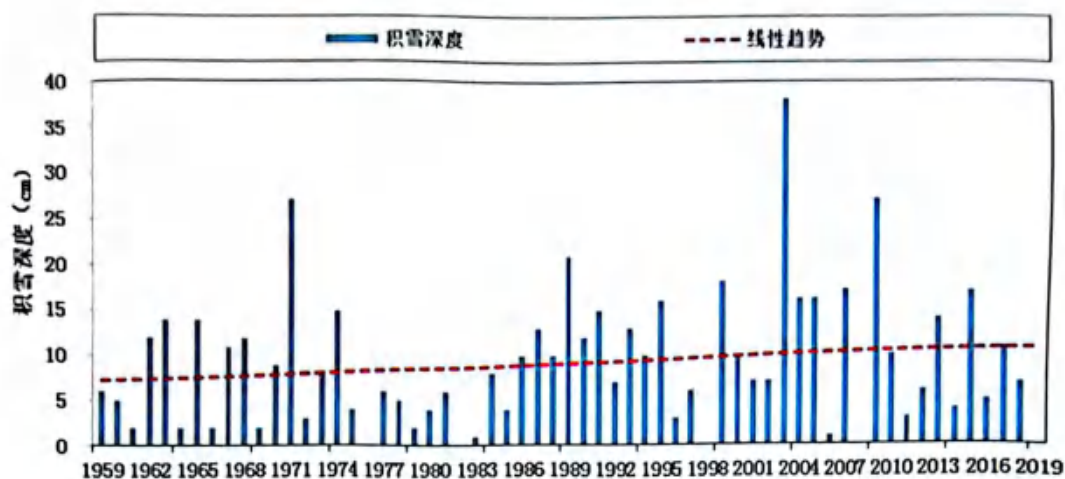


图6.17 济源站1959-2019年最大积雪深度年际变化

8 雾

1960-2019年，济源站年雾日数上升趋势，平均每十年增加0.2天；年平均雾日数为10.8天，雾日数最多为28天（2013年），最少为0天（1963年、1965年、1966年）。

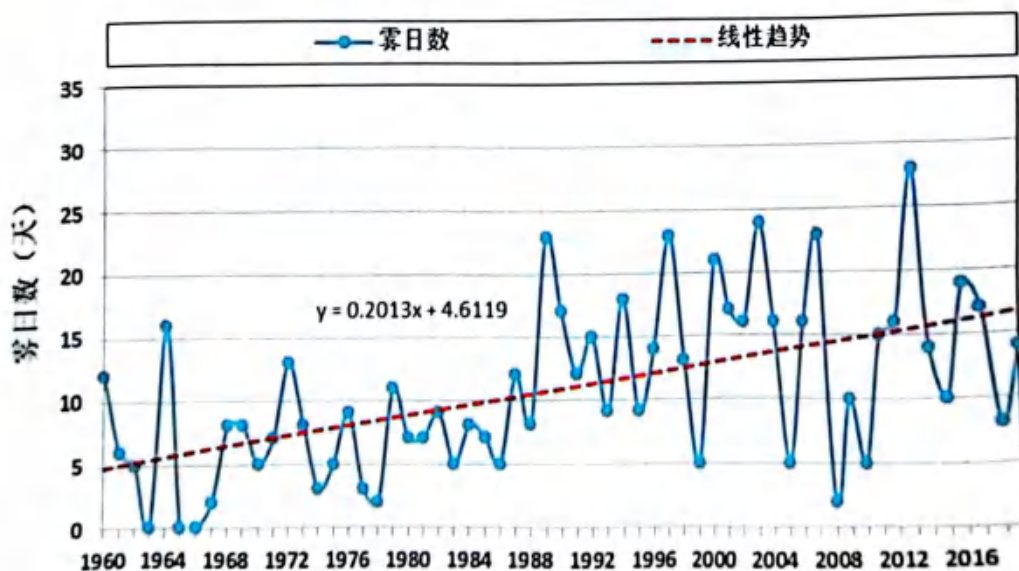


图6.18 济源站1960-2019年雾日数年际变化

济源站雾日数具有明显的季节变化特征，冬季最多，夏季最少；其月际变化表现为12月最多，平均2.7天，1月次之，平均2.3天，再次是11月，平均1.6天；6月雾日最少。

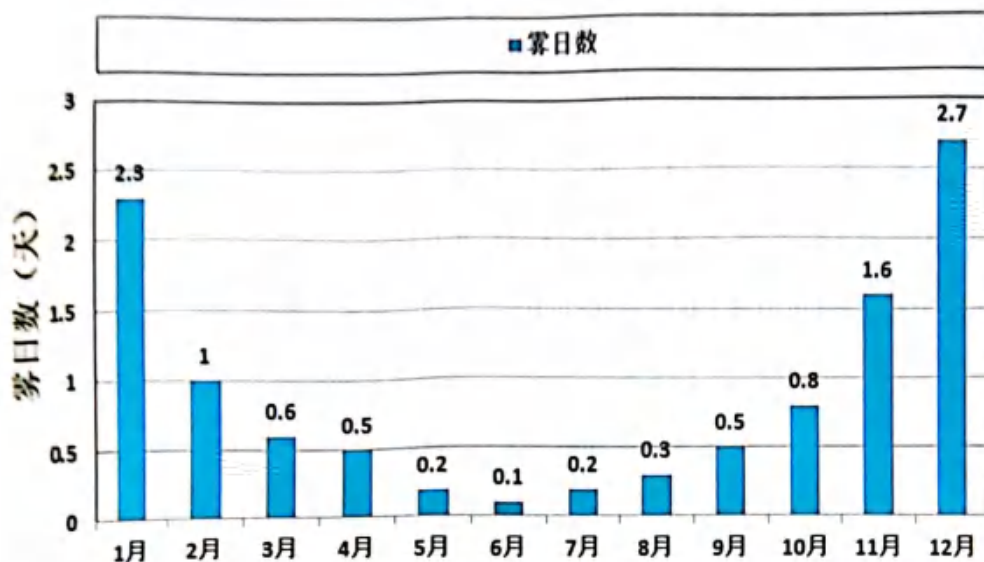


图6.19 济源站雾日数月际变化

9 高温

9.1 高温日数

日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 为一般高温， $\geq 37^{\circ}\text{C}$ 为中等高温， $\geq 40^{\circ}\text{C}$ 为严重高温。1960-2019年，济源常年平均年高温日数为20.7天，6、7月份最常出现，占到全年的79.6%，其中6月平均高温日数9.3天，为各月最多；年平均一般高温日数为20.6天，平均中等高温日数为7.4天，平均严重高温为0.8天。1960年以来，日最高气温极值为 43.4°C （1966年6月22日）。

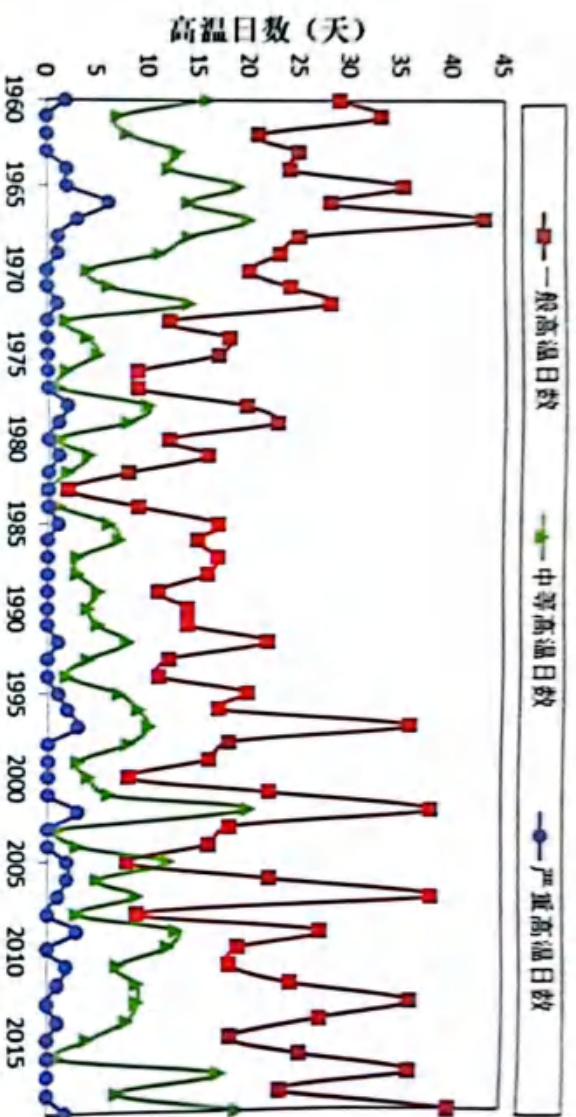


图6.20 济源站1960-2019年高温日数年际变化

从高温日数年际变化来看，一般高温日数无明显变化。中等高温日数有弱的下降趋势，严重高温日出现频次无明显变化。：1996之前，中等高温日数平均为7.1天，1996年之后，中等高温日数平均为8.2天。1966年出现6天严重高温日，为历年最多。

9.2 极端高温

1960-2019年，济源站年极端最高气温在 35.5°C （1983年）～ 43.4°C （1966年）。年极端最高气温在 40°C 以上的有26年，在其中有9年出现在2000年以后，极端最高气温前三位高值年均出现在1968年以前。

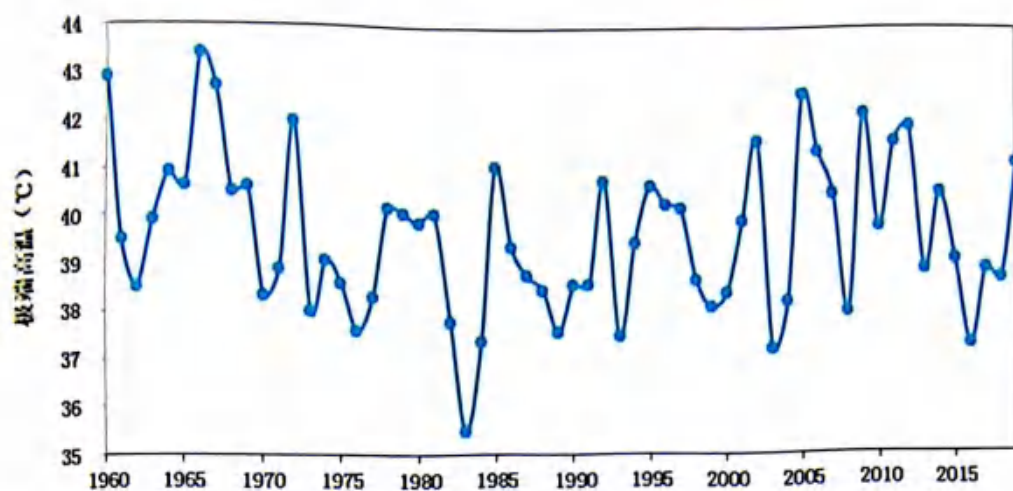


图6.21 济源站1960-2019年极端高温年际变化

10 小结

济源市玉川产业集聚区的关键气象因子有雷电、降水、风、温度等要素，高影响天气为雷暴、闪电、暴雨、冰雹、大风、积雪、雾、高温等灾害性天气。

雷电：雷暴日数及闪电日数均呈显著减少趋势，年平均雷暴日数为23.2天，年平均闪电日数为3.8天，每年的4月至9月是济源雷电的高发期，其中7月份雷电活动最频繁；

暴雨：年平均暴雨日数为1.5天，大暴雨日数为0.2天，7月为暴雨多发期，占全年的73.3%，1960年以来，日最大降水量极值高达137.5毫米。

冰雹：冰雹日数呈显著减少趋势，年平均冰雹日数为0.2天。冰雹常出现在5~6月，最常降雹月为6月，其次是9月，1960年以来，济源共出现冰雹13次。

大风：大风日数呈显著减少趋势，年平均大风日数为 7.3 天。

大风日数最多的年份为 1971 年，出现 18 天。最大风速从 2003 年开始观测，年最大风速变化范围为 9.3~16.7 米/秒，最大值出现在 2013 年，最小值出现在 2014 年；年最大风速呈下降趋势，下降速率为平均每 10 年下降 2.0 米/秒。极大风速从 2003 年开始观测，总体呈弱的下降趋势，变化范围在 18~26.8 米/秒之间，最大值出现在 2013 年，最小值出现在 2011 年。

积雪：积雪日数呈弱减少趋势，年平均积雪日数为 10.9 天，1971 年最多，达 46 天；出现 10 厘米以上积雪的年份有 26 年，其中 2003 积雪深度达到 38 厘米，为历年最多。

雾：雾日数呈上升趋势，年平均雾日数为 10.8 天，2013 年最多，达 28 天。

高温：年平均年高温日数为 20.7 天，6、7 月份最常出现，占全年的 79.6%；一般高温（日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ）日数平均每年出现 20.6 天，中等高温（ $\geq 37^{\circ}\text{C}$ ）日数为 7.4 天，严重高温（ $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ）为 0.8 天；1960 年以来，济源日最高气温极值为 43.4°C

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。本章对园区建设相关的气象参数进行推算,主要包括风速设计基准值、基本雪压、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。为园区规划、工程项目建设等的设计人员提供数据参考。

本章用到的资料为济源气象站资料,其中风速设计基准值还用到周边大范围气象站的资料。

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。

由于济源站最大风速观测时段较短,且最大风速资料缺测较多,为了得到园区设计风速基准值,需利用周边具有长年代观测数据的气象站对其进行分析。

选取以园区为中心,50km半径范围内的气象站点,如图7.1所示,共有9个气象站,各站的最大风速观测时间具体如下:济源(2003-)、孟州(1976-)、孟津(1983-)、沁阳(1972-)、温县(1980-)、博爱(2011-)、偃师(2011-)、阳城(1971-)、晋城(1980-)。

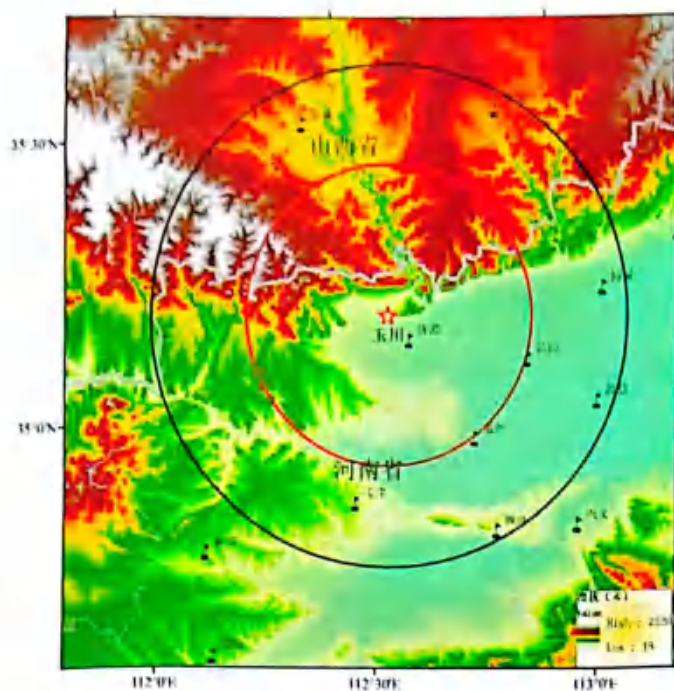


图7.1 以园区为中心50km范围的气象站点

选取济源、孟津、孟州、沁阳、温县、博爱、偃师、阳城、晋城长序列资料(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,个别年份略有差异。

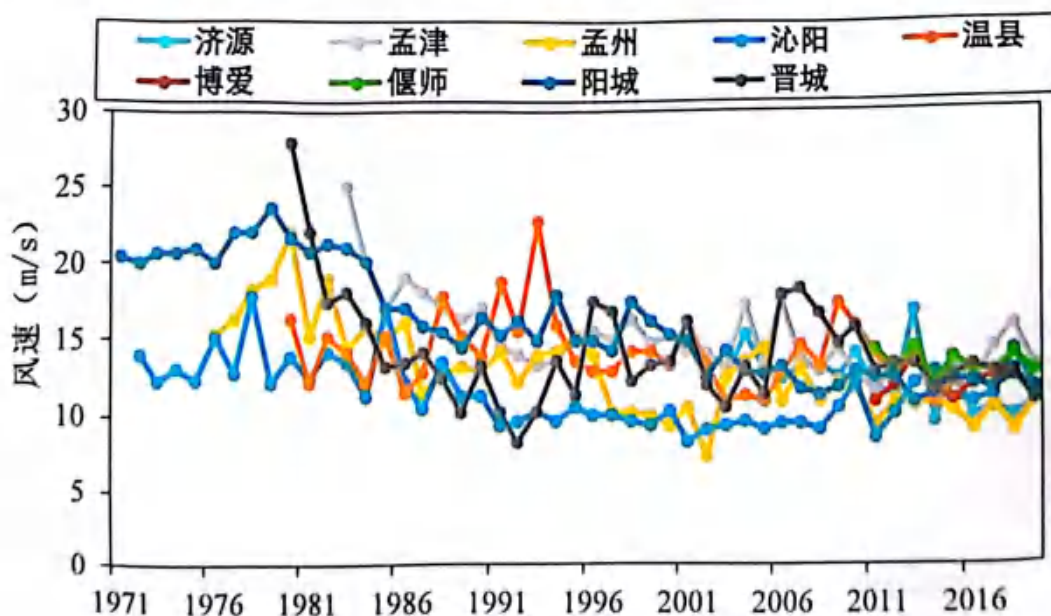


图7.2 各气象站最大风速序列年变化

1.1 设计风速计算

对济源、孟津、孟州、沁阳、温县、博爱、偃师、阳城、晋城 9 个国家气象站的年最大风速用广义极值分布估算不同重现期的最大风速,结果如表 7.1 所示。

表7.1 济源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
济源	11.8	12.7	13.6	14.6	15.6	16.1	16.8	17.6
孟津	14.4	15.4	16.7	18.3	20.0	21.0	22.3	24.2
孟州	12.3	13.6	15.1	16.8	18.5	19.4	20.6	22.1
沁阳	10.7	11.6	12.7	14.1	15.6	16.4	17.6	19.2
温县	13.2	14.2	15.3	16.9	18.5	19.5	20.8	22.7
偃师	13.3	13.6	13.9	14.1	14.2	14.3	14.3	14.4
阳城	15.0	16.6	18.5	21.1	23.7	25.3	27.3	30.2
博爱	11.6	12.0	12.4	13.0	13.6	13.9	14.3	14.8
晋城	13.3	14.7	16.3	18.4	20.5	21.7	23.2	25.4

从周边国家站的重现期数据对比上可见,100a 一遇最大风速阳城站的计算结果为附近站点最大,50a 一遇最大风速阳城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,建议采用计算结果的最大值作为园区的设计风速。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
广义极值	15.0	16.6	18.5	21.1	23.7	25.3	27.3	30.2
Gumbel	15.0	16.8	18.6	20.8	23.0	24.2	25.8	27.9
P-III	15.3	17.1	18.9	21.1	23.1	24.1	25.5	27.2

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，再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 $\rho \approx 0.00125e^{-0.0001z}$ ，济源站海拔高度为 140.1m，计算的密度约为 0.001233 t/m³。粗略估计 2a~100a 重现期的基本风压在 0.114-0.480 kN/m² 之间，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，济源及周边地区（新乡、孟津）50a 一遇基本风压在 0.35 到 0.45 之间，100a 一遇基本风压在 0.4 到 0.55 之间，与本节的计算结果基本一致。

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
广义极值	0.1387	0.1698	0.2109	0.2744	0.3461	0.3945	0.4593	0.5620
Gumbel	0.1387	0.1739	0.2132	0.2666	0.3260	0.3609	0.4102	0.4797
P-III	0.1443	0.1802	0.2201	0.2744	0.3288	0.3579	0.4007	0.4559

2 基本雪压

2.1 积雪密度的估算

河南省共有 17 个气象站观测雪压，通过雪压及雪深计算积雪密度，距离济源较近的观测站为孟津，该站平均积雪密度为 0.13 g/cm^3 、作为济源计算分析的密度值。

2.2 年最大积雪深度的概率估算

利用济源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）。

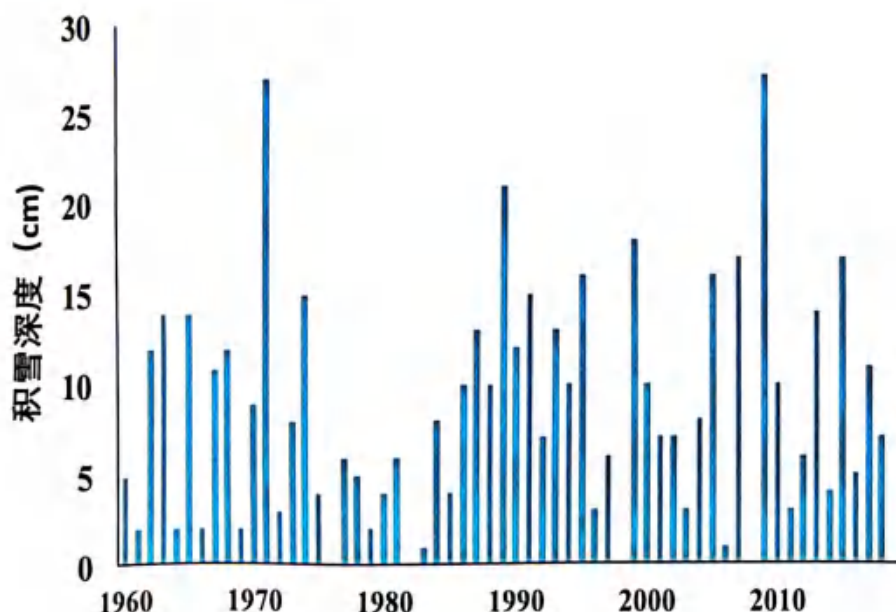


图7.3 年最大积雪深度变化

从历年积雪深度可知，有部分年份的最大积雪深度为 0 cm ，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 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 Gumbel、P-III 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。

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
Gumbel	8.1	10.5	13.3	16.7	20.0	21.9	24.3	27.5
P-III	8.0	10.7	13.8	17.5	20.9	22.8	25.2	28.3
极大似然法	7.8	10.3	13.2	17.2	21.3	23.7	27.0	31.6
L-矩估计	8.0	10.6	13.5	17.3	20.9	23.0	25.7	29.3

2.3 园区设计雪压的估算

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：S₀——雪压（kN/m²）；

h——积雪深度（m）；

ρ——积雪密度（t/m³）；

g——重力加速度（9.8m/s²）。

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
Gumbel	0.1230	0.1595	0.2020	0.2537	0.3038	0.3327	0.3691	0.4177
P-III	0.1215	0.1625	0.2096	0.2658	0.3175	0.3463	0.3828	0.4299
极大似然法	0.1185	0.1565	0.2005	0.2613	0.3235	0.3600	0.4101	0.4800
L-矩估计	0.1215	0.1610	0.2051	0.2628	0.3175	0.3494	0.3904	0.4451

根据《建筑结构荷载规范 (GB 50009-2012)》的基本雪压分布, 济源及周边地区 (孟津、新乡、郑州) 50a 一遇基本风压在 0.30 kN/m^2 到 0.4 kN/m^2 之间, 100a 一遇基本风压在 0.35 kN/m^2 到 0.50 kN/m^2 之间, 与本节的计算结果基本一致。

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。

月平均最高气温序列采用济源站 7、8 月平均最高气温较大值, 月平均最低气温序列采用 1 月平均最低气温。平均最高气温变化范围在 $29.9\text{--}35.0^\circ\text{C}$ 之间, 排名前三的分别是 2019 年 (35.0°C)、1997 年 (34.4°C)、2014 年 (34.2°C)。平均最低气温变化范围在 $-1.4\text{--}8.0^\circ\text{C}$ 之间, 温度由低到高排名前三的分别是 1969 年 (-8.0°C)、1977 年 (-7.3°C)、1970 年 (-6.7°C)。

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、最低气温值如下表所示。

表7.6 不同重现期基本气温（最高）（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	32.2	32.8	33.4	34.3	35.1	35.6	36.1	36.9
极大似然法	32.4	32.9	33.4	33.9	34.3	34.5	34.7	34.9
L-矩估计	32.4	32.9	33.4	34.0	34.4	34.6	34.8	35.1

表7.7 不同重现期基本气温（最低）（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	-4.3	-5.0	-5.7	-6.6	-7.5	-8.0	-8.6	-9.4
极大似然法	-4.4	-5.0	-5.6	-6.1	-6.6	-6.9	-7.2	-7.5
L-矩估计	-4.4	-5.0	-5.5	-6.1	-6.5	-6.8	-7.1	-7.4

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，济源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 年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，故本节最终利用济源气象站 1990-2019 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）》，计算济源站的(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	-3.6℃
(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	0.4℃
(3)冬季空气调节室外计算温度	累年平均每年不保证 1 天的日平均温度	-4.8℃
(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	61%
(5)夏季空气调节室外计算干球温度	累年平均每年不保证 50h 的干球球温度	35.0℃
(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	27.8℃
(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	31.5℃
(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	59%
(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	31.8℃

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。

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)。济源供暖室外计算温度为 -3.6°C ,冬季空气调节室外计算温度为 -4.8°C ,冬季空气调节室外计算相对湿度为 61%。

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
-3.6°C	-4.8°C	61%

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济源夏季空气调节室外计算干球温度为 35.0°C ,夏季空气调节室外计算湿球温度为 27.8°C ,夏季空气调节室外计算日平均温度为 31.8°C 。

表7.10 夏季空调参数值

夏季空气调节 室外计算干球温度($^{\circ}\text{C}$)	夏季空气调节 室外计算湿球温度($^{\circ}\text{C}$)	夏季空气调节 室外计算日平均温度($^{\circ}\text{C}$)
35.0	27.8	31.8

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。济源站夏季通风室外计算温度为 31.5°C ,夏季通风室外计算相对湿度为59%,冬季通风室外计算温度为 0.4°C 。

表7.11 济源站夏季和冬季通风参数值

夏季通风室外计算温度 (℃)	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	冬季通风室外计算温度 (℃)
31.5	59	0.4

5 排水设计气象参数

5.1 数据和方法

根据《室外排水设计规范》(GB50014-2006, 2016 版)要求,暴雨强度公式编制宜采用 30a 以上连续降水资料,本暴雨强度公式采用临近国家气象站(济源站)1980-2016 年分钟降水数据,按“年最大值法”分别提取历年 5、10、15、20、30、45、60、90、120、150、180min 等 11 个历时雨量数据进行编制。

在原始降水资料的基础上,选用指数分布(ED)、耿贝尔分布(GD)、P-III分布曲线分别对降水样本资料进行频率拟合,获得不同历时 2、3、5、10、20、30、50、100a 8 个重现期降水强度,用于暴雨强度公式拟合。

5.2 暴雨强度公式及精度检验

利用 ED、GD、P-III分布曲线得到的 i-t-P 三联表数据,计算暴雨强度总公式各参数,并计算各重现期下相应的精度误差,其结果见下表。由表可见,采用耿贝尔分布曲线和指数分布曲线拟合的总公式的绝对均方差和相对均方差较大,利用 P-III 型分布曲线拟合的精度总体上要优于其他两种方法的计算效果,P-III 型分布曲线拟合的总公式的绝对均方差和相对均方差分别为 0.033、2.03, 2-20 年的绝对均方

差和相对均方差分别为 0.024、2.04，平均绝对方差和平均相对方差满足《室外排水设计规范》提出的精度要求（平均绝对均方根误差不超过 0.05mm/min，平均相对均方根误差不大于 5%）。因此对济源选取 P-III 型分布曲线进行概率分布模型拟合。

表 7.12 年最大值法不同频率分布曲线的拟合误差比较

	P-III		耿贝尔分布		指数分布	
	绝对均方差	相对均方差	绝对均方差	相对均方差	绝对均方差	相对均方差
2-20 年	0.025	4.16	0.040	5.64	0.073	9.6

利用济源站 1980-2016 年 37a 11 个历时的降水观测资料，综合比较三种分布曲线对样本资料进行频率调整后得到的拟合误差，以及暴雨强度公式参数估算后得到的估算误差，推荐使用 P-III 曲线作为济源暴雨强度总公式的计算方法。

济源暴雨强度主要计算结果如下：

暴雨强度总公式：

$$q = \frac{980.200 * (1 + 0.958 \lg P)}{(t + 8.192)^{0.627}}$$

式中： q —暴雨强度 ($\text{l/s} \cdot \text{hm}^2$)； P —设计重现期 (年)； t —降雨历时 (min)；

根据计算，利用 P-III 曲线拟合计算得到的暴雨强度在 2~20a 重现期的相对均方根误差为 4.16%，通过了《室外排水设计规范》（GB50014-2006，2016 版）提出的精度检验要求。济源暴雨强度曲线图和雨强、历时、重现期三联表分别见图 7.3。

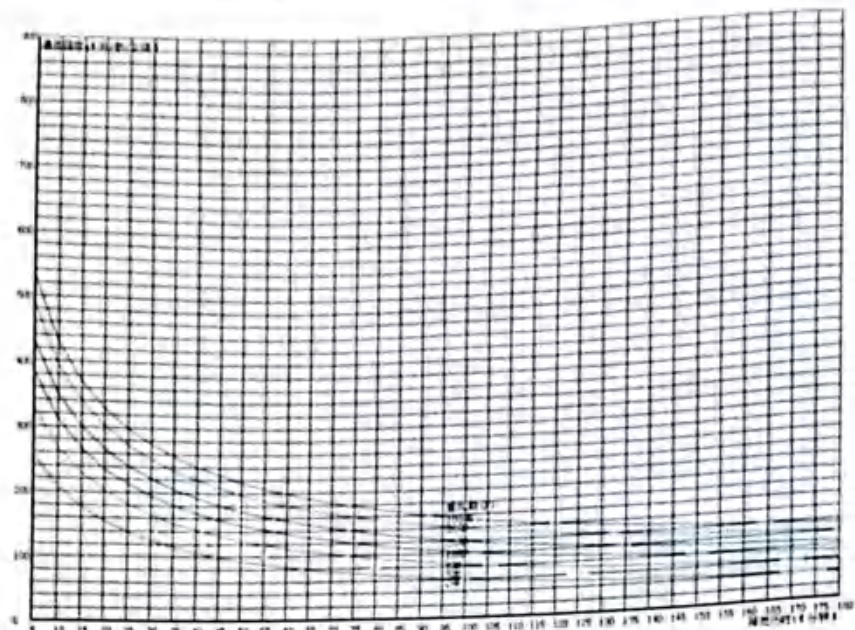


图7.3 暴雨强度曲线图

5.3 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7.13 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	323.6	399.2	494.3	623.5	752.6	828.2	923.3	1052.5
10min	264.6	326.3	404.1	509.7	615.3	677.0	754.8	860.4
15min	227.2	280.2	347.1	437.7	528.4	581.4	648.2	738.9
20min	201.0	247.9	307.1	387.3	467.5	514.4	573.5	653.8
30min	166.2	205.0	253.8	320.2	386.5	425.3	474.1	540.5
45min	135.0	166.5	206.2	260.1	314.0	345.5	385.2	439.1
60min	115.5	142.5	176.5	222.6	268.7	295.7	329.6	375.8
90min	91.9	113.4	140.4	177.1	213.8	235.2	262.3	299.0
120min	77.8	95.9	118.8	149.8	180.9	199.0	221.9	252.9
150min	68.2	84.1	104.1	131.3	158.5	174.4	194.5	221.7
180min	61.1	75.4	93.4	117.8	142.2	156.5	174.4	198.8

5.4 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7.14 不同历时不同重现期降水量(单位: mm)

	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
5min	9.7	12.0	14.8	18.7	22.6	24.8	27.7	31.6
10min	15.9	19.6	24.2	30.6	36.9	40.6	45.3	51.6
15min	20.4	25.2	31.2	39.4	47.6	52.3	58.3	66.5
20min	24.1	29.8	36.8	46.5	56.1	61.7	68.8	78.5
30min	29.9	36.9	45.7	57.6	69.6	76.5	85.3	97.3
45min	36.5	45.0	55.7	70.2	84.8	93.3	104.0	118.6
60min	41.6	51.3	63.5	80.1	96.7	106.4	118.7	135.3
90min	49.6	61.2	75.8	95.6	115.4	127.0	141.6	161.4
120min	56.0	69.1	85.5	107.9	130.2	143.3	159.8	182.1
150min	61.4	75.7	93.7	118.2	142.7	157.0	175.0	199.5
180min	66.0	81.4	100.9	127.2	153.6	169.0	188.4	214.7

5.5 暴雨强度公式适应范围

本次济源暴雨强度公式编制使用降水资料为济源站单个站点的资料, 公式编制结果的适用范围有多大, 能否代表整个济源玉川产业集聚区值得深入探讨。这里结合济源玉川产业集聚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。

分析济源站和枣庙区域自动气象站的逐小时降水量资料, 这2个气象站的相关信息见表7.12, 地理位置在东经 $112^{\circ}38' \sim 112^{\circ}29'40''$ 、北纬 $35^{\circ}05' \sim 35^{\circ}11'00''$ 范围内, 海拔高度在140.1~271m

之间。济源站建于 1954 年，园区所选代表性区域自动气象站建站于 2011 年。

表7.15 气象站相关信息（单位：mm）

站名	海拔（米）	建站时间
济源	140.1	1959-04
枣庙	271	2011-01

以上 2 个站点，虽然建站时间不一致，同时考虑到小时雨量数据的连续、完整性，最终选取以上 2 个气象站小时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，分别求出各站 1、2、3 小时最大降水量的多年平均值。

园区内的枣庙区域自动气象站 1 小时最大降水量均值小于济源气象站。但枣庙区域自动气象站 2、3 小时最大降水量均值都略大于济源气象站，故采用济源站 1981—2019 年雨量资料编制的 2 和 3 小时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。

表7.16 气象站1、2、3小时最大降水量平均值

站名	MaxR1h	MaxR2h	MaxR3h
	均值（mm/1h）	均值（mm/2h）	均值（mm/3h）
济源	41.9	42.1	47.7
枣庙	44.7	55.6	63.5

6 重现期极值

6.1 最大日降水

利用济源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。济源历史最大日降水量为 137.5mm (2012 年)，略小于 50 年重现期降水量。

表7.17 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	67.3	79.6	93.0	109.5	124.7	133.2	143.6	157.3
Gumbel	67.4	78.8	91.4	107.3	122.6	131.4	142.4	157.2

6.2 极端高温

利用济源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。

表7.18 不同重现期极端高温 (单位: °C)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	39.4	40.2	41.1	42.3	43.4	44.0	44.8	45.9
极大似然法	39.6	40.3	41.0	41.8	42.4	42.7	43.0	43.4
L-矩估计	39.5	40.3	41.0	41.9	42.6	43.0	43.4	43.9

6.3 极端低温

利用济源建站以来的逐日最低气温资料，逐年选取最低气温，形成年高低气温序列，用不同方法估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。

表7.19 不同重现期极端低温 (单位: °C)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	-10.4	-11.4	-12.5	-13.9	-15.3	-16.0	-17.0	-18.3
极大似然法	-10.4	-11.4	-12.5	-13.9	-15.3	-16.1	-17.1	-18.5
L-矩估计	-10.3	-11.3	-12.4	-13.9	-15.4	-16.2	-17.3	-18.9

第八章 专题影响评估

玉川产业集聚区始建于 2007 年，位于济源市中心城区以北 2 公里，省批规划面积 11.6 平方公里，是二星级产业集聚区。2019 年全年完成工业增加值 86.6 亿元，同比增长 16%；一般公共预算收入 5564 万元，同比增长 7.7%。成功获批国家级资源循环利用基地、省级静脉产业园、增量配点试点单位，是二星级产业集聚区。有色金属循环经济产业是玉川产业集聚区的重要产业支柱，以河南豫光集团为龙头，主要企业有豫光金铅、豫光锌业、鑫铨动力源、铤龙铝业和中晟铝业等。玉川静脉产业按照“上中下游产业链、水电气热联供、基础设施配套、物流配送服务、生产生活环保生态管理”五个一体化建设模式，积极推动以豫光、北控、中联水泥投资建设的建筑垃圾、工业固废等固体废弃物处理项目建设。现代物流平台以中兴物流为基础，铁路港、公路港为依托，“两仓”建设为契机，着力推进现代物流及其关联支撑产业集聚，打造“铁、公、海”多式联运服务平台，全力推进跨境跨区口岸联检通关合作，全面建设现代化、国际化的立体综合交通枢纽综合联动内陆口岸，构建“低成本、快速度”的现代物流体系。产业集聚区集中了大量的厂房车间、产品加工流水线、仓库等构筑物，对暴雨、大风、雷暴、高温等气象因子和灾害性天气敏感，在本报告第六章的高影响天气分析基础之上，结合产业集聚区实际，本章进一步对雷电、暴雨、大风和高温等产业集聚区敏感因子进行专题影响评估。

暴雨、高温、大风灾害的风险区划与评估采用的资料是全省 111 个气象站 1961-2019 年的资料。为更好的获取产业集聚区气象致灾因

于危险性的空间分布,项目对气象站数据进行了基于 DEM 的空间插值处理。插值算法(即 Thornton 等给出的算法的,高斯滤波(Gaussian filter)算法)采用了最近邻域法和反向距离法的基本原理。最近邻域原理认为,一个给定观测值对其周围的作用区域(指插值影响区域)与其所处的局部空间中观测值空间密度成反比,即一个空间区域内观测值(相当于测站)密度越高,每一个测值的有效影响区域越小。最近邻域法的一个明显的缺陷是插值结果的空间不连续性。沿着两个观测值之间的连线,插值结果在一个测值的作用域内保持与该测值相同,在进入到另一个测值的作用域时,突然变化为与另一个测值相同。这样的结果与实际的要害空间变化不同。反向距离原理认为,一个测值对插值目标点的影响力随着目标点与测值空间距离的增加而减弱。简单的反向距离插值算法($V_p = \sum V_i \times r_{ip}^{-n}$, $n > 0$ 为插值阶数)的缺点是,在每一个测值的周围,都存在着一种渐近效应,即当目标点与测值距离逐渐接近($R_{ip} \rightarrow 0$)时,插值结果趋于无穷大。为了避免这种异常插值结果的出现,本次插值算法采用高斯滤波算子(Gaussian filter)作为距离权重方程,并且出于计算效率的考虑,为这个算子设定一个有效作用距离(截断距离),如果一个测值点与插值目标点的距离大于算子的有效作用距离,则其测值对目标点的贡献为 0。

1 雷电灾害风险评估

根据济源市玉川产业集聚区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,对济源市玉川产业集聚区雷电可

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,从而为济源市玉川产业集聚区的功能分区布局、防雷类别与防雷措施确定、雷灾事故应急方案提出建设性意见。

1.1 雷电气候分析

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。从2010-2019年地闪统计数据(图8.1)可得济源市近10年平均地闪密度分布图(图8.2):济源市中东部地闪密度较大,大于 $2\text{次}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,而东北部地闪密度较小,小于 $1\text{次}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 。济源市玉川产业集聚区(图8.2)位于济源中东部,平均地闪密度值为 $1.56\text{次}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

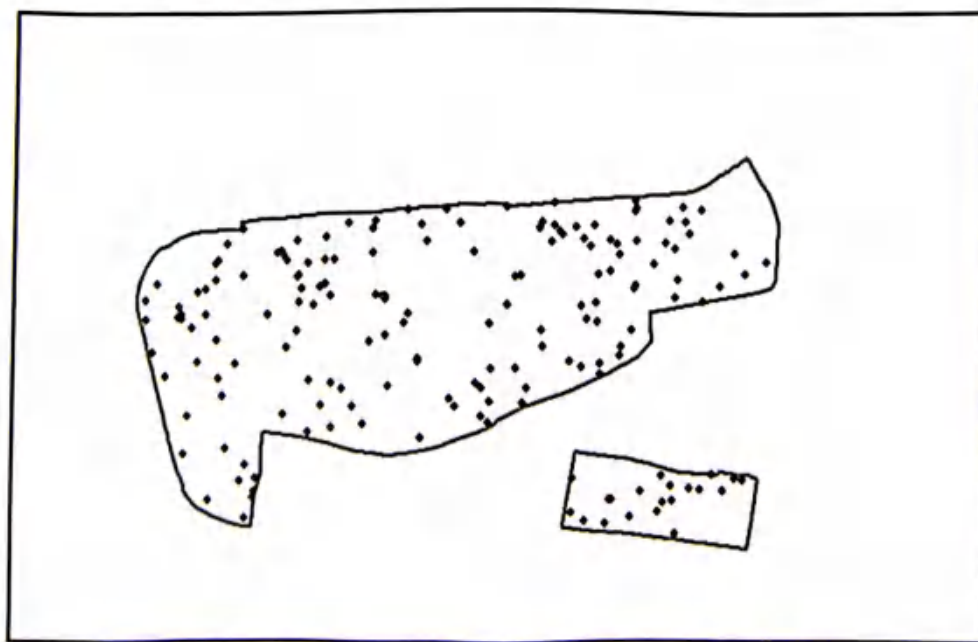


图 8.1 2010-2019 年玉川产业集聚区地闪回击示意图

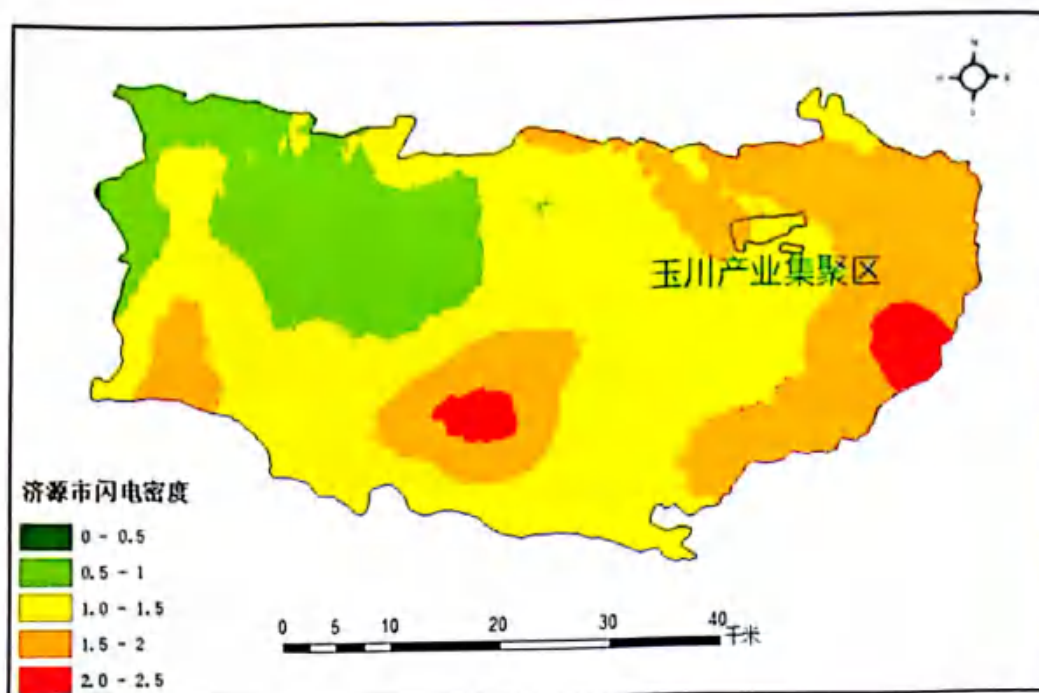


图8.2 2010-2019年济源市地闪回击密度图

表 8.1 1960-2005 年济源气象站年雷暴日统计表

年份	雷暴日数 (d)	年份	雷暴日数 (d)	年份	雷暴日数 (d)
1960	26	1976	24	1991	29
1961	30	1977	37	1992	18
1962	32	1978	20	1993	13
1963	37	1979	20	1994	24
1964	30	1980	17	1995	22
1965	21	1981	13	1996	22
1966	30	1982	27	1997	9
1967	21	1983	14	1998	19
1968	19	1984	21	1999	18
1969	31	1985	26	2000	30
1970	30	1986	25	2001	22
1971	33	1987	16	2002	19
1972	23	1988	26	2003	27
1973	29	1989	15	2004	28
1974	32	1990	26	2005	23
1975	13				

根据气象站观测的 1960-2005 年雷暴日数据（见表 8.1）可知，

济源市年均雷暴日数为 23.6d, 按照 GB50057-2010 雷击大地密度 $N_g=0.1 \times T_d$, 可得济源市雷击大地密度为 2.36 次·km⁻²·a⁻¹。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起闪电监测系统统计数据 1.22 次·km⁻²·a⁻¹ 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, 我们建议取较大值作为防雷装置设计依据。

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。一个雷暴小时内发生的总地闪回击次数除以评估区域面积得雷暴小时强度, 单位为次·km⁻²·h⁻¹ (次每平方公里每小时)。

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。

从表 8.2 分析结果可知, 玉川产业聚集区内最强雷暴活动天气主要出现在 6 月底到 8 月上旬这段时间, 而此段时间也是河南省强对流天气最活跃的时段。

表 8.2 2010-2019 年园区雷暴小时数及最大雷暴小时强度统计表

年份	总雷暴小时 (h)	最强雷暴小时	最强雷暴小时闪击次数
2010	10	6-30 21 时	4
2011	11	5-19 23 时	3
2012	9	7-21 22 时	15

年份	总雷暴小时 (h)	最强雷暴小时	最强雷暴小时闪击次数
2013	11	8-01 02 时	5
2014	8	6-19 10 时	3
2015	8	8-03 01 时	11
2016	4	6-21 13 时	19
2017	5	7-18 22 时	6
2018	6	7-16 16 时	2
2019	4	6-22 23 时	2

1.2 地闪时间分布

1.2.1 年变化特征

近 10 年来, 济源市玉川产业集聚区闪电活动大体呈减少趋势。2012 年地闪次数最多, 为 39 次, 2013 年和 2016 年地闪次数次之, 为 27 次, 2018 和 2019 年最少, 为 6 次。从统计数据来看, 虽然济源市玉川产业集聚区雷暴频次总体呈减少趋势, 但是不能排除未来个别年份雷电活动会剧增的可能性。

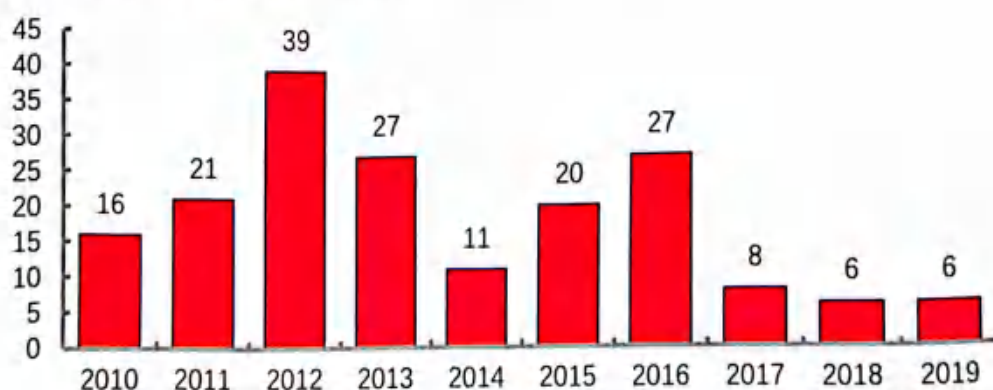


图 8.3 2010-2019 年济源玉川产业集聚区地闪回击年变化特征

1.2.2 月变化特征

由历年闪电频次月变化 (图 8.4) 可知: 园区内 2010 年~2019 年所发生的闪击主要分布在 6~8 月, 占闪电总数的 93.9%。其中 7 月份最多, 为 72 次, 占闪电总数的 39.8%; 其次是 8 月份, 为 54 次,

占闪电总数的 29.8%；6 月份为 44 次，占地闪总数的 24.3%。4、5 和 9 月份分别为 2 次、5 次和 4 次；其他月份没有闪击发生。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 7、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。

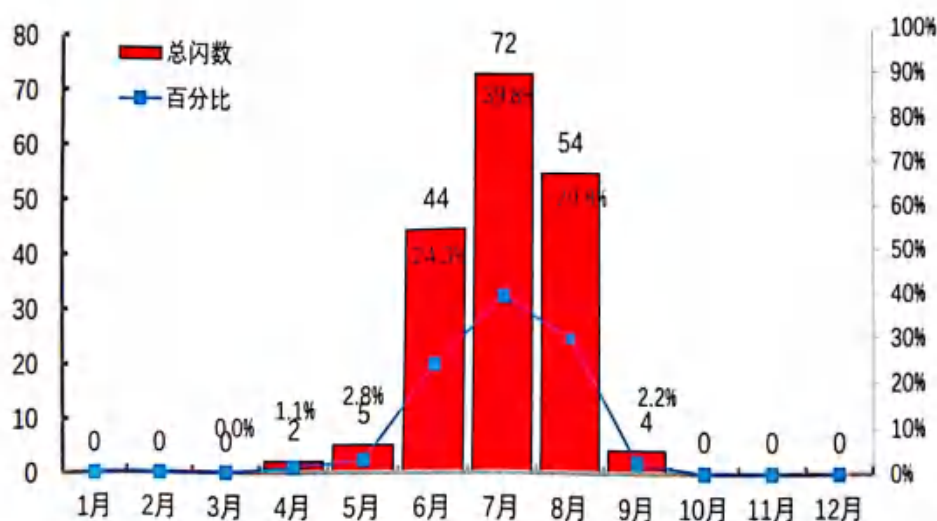


图8.4 2010-2019年济源玉川产业集聚区地闪回击月变化特征

1.2.3 日变化特征

由图 8.5 可知，2010 年~2019 年园区内所发生的闪击随时次的波动比较大，最大值出现在 22 时，闪击次数为 28 次；其次是 13 时和 17 时，闪击次数为 20 次；03 时、02 时和 01 时均超过 10 次。由此可见，园区的地闪发生的随机性较强，但总体来看，闪击大致集中在下午至凌晨。因此园区应关注该时间段的雷电天气，特别是 13 时以后至凌晨 03 点为其雷电防御关键时段。

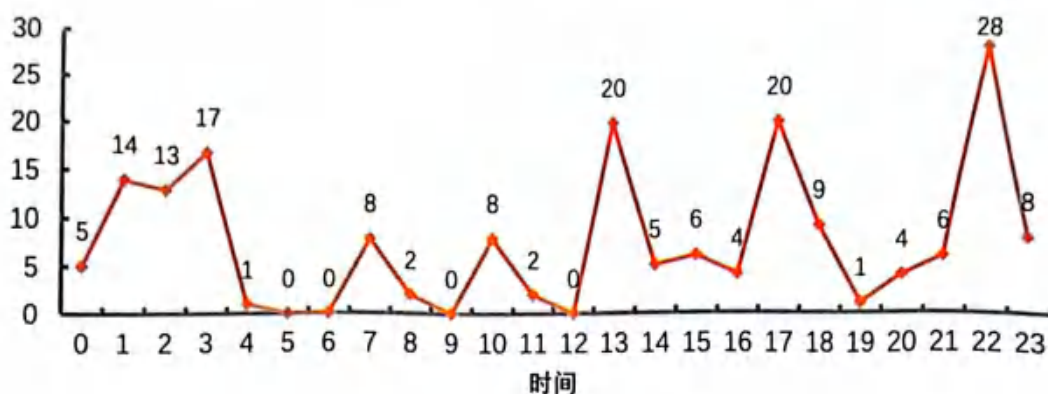


图8.5 2010-2019年济源玉川产业集聚区地闪回击日变化特征

1.3 雷电危害特征

1.3.1 雷电流强度分析

(1) 逐月雷电流平均强度及最大强度

济源市玉川产业集聚区累计雷电回击次数最大值在7月，为72次；最大雷电流强度最大值则出现在7月，为161.5kA；平均强度最大值出现在4月，为41.1kA；4月、5月、9月累计雷电回击次数较少，分别为2次、5次、4次；1月、2月、3月和10月、11月、12月无雷电回击。

表8.3 2010-2019年地闪逐月雷电流统计表

月份	累计回击次数(次)	平均强度(kA)	最大雷电流强度(kA)
1	0	0.000	0.000
2	0	0.000	0.000
3	0	0.000	0.000
4	2	41.100	55.000
5	5	15.840	20.800
6	44	21.548	52.900
7	72	35.977	161.500
8	54	28.491	82.400
9	4	34.800	82.200
10	0	0.000	0.000
11	0	0.000	0.000

月份	累计回击次数(次)	平均强度(kA)	最大雷电流强度(kA)
12	0	0.000	0.000

(2) 雷电流强度的概率分布

根据历史云地闪回击数据统计得到雷电流强度分布概率图(图8.6), 济源市玉川产业集聚区所在地发生的云地闪回击雷电流主要集中在10~50kA, 占闪电数量的90.055%; 50~100kA以下的雷电流占18.287%; 100kA以上的雷电流仅占1.657%;

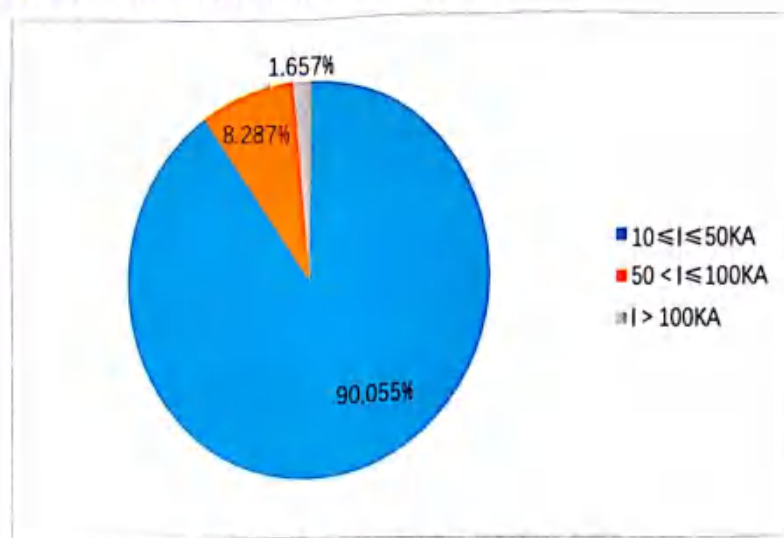


图8.6 2010-2019年雷电流强度分布概率

(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 5.4kA、10.1kA、15.8kA 时，雷电将击于接闪器上，当雷电流 I 分别小于 5.4kA、10.1kA、15.8kA 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 200kA、150kA、100kA，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，玉川产业园一类防雷建筑物统计时间段项目内暂时还未出现小于 5.4kA 的雷电流，根据雷电流累积率的分析，未来 50 年间，出现小于 5.4kA 雷电流的概率为 0.16%，次数估计为 2 次；统计时间段项目内暂时还未出现大于 200kA 的雷电流，根据雷电流累积率的分析，未来 50 年间出现大于 200kA 雷电流的概率为 0.26%，次数估计为 3 次。玉川产业园内统计时间段项目内暂时还未出现小于 10.1kA 的雷电流，根据雷电流累积率的分析，未来 50 年间出现小于 10.1kA 雷电流的概率为 0.89%，次数估计为 8 次；统计发现大于 150kA 的雷电流共发生 2 次，发生雷电流反击的概率为 1.10%。三类防雷建筑物小于 15.8kA 的雷电流共发生 32 次，发生雷电流绕击的概率为 17.68%；大于 100kA 的雷电流共发生 3 次，发生雷电流反击的概率为 1.66%。

表8.4 2010-2019年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	0	0	0
二类防雷建筑物	0	0	2	1.10%
三类防雷建筑物	32	17.68%	3	1.66%

(4) 推导未来发生的雷电流强度分布

关于雷电流强度分布主要依靠雷电流累积概率公式推导得出, IEEE 给出了一个雷电流累积概率分布公式, 我们依据这一公式结合济源地区闪电定位数据拟合了一个济源地区的雷电流累积概率分布公式 (表 8.5), 根据两个累积概率分布公式推导了未来 10 年济源玉川产业集聚区所在地可能发生的地闪回击电流特征。

表8.5 推导未来10年可能出现的地闪次数及雷电流强度分布

雷电流强度 (kA)	雷电流累积率 (%)	未来 10 年可能发 生的地闪回击次数	数据拟合的济源 地区雷电流累积 概率 (%)	未来 10 年可能发 生的地闪回击次数
>0	100.00%	181	100.00%	181
>10	91.35%	180	99.69%	165
>20	59.00%	138	75.97%	107
>30	30.97%	68	37.33%	56
>40	16.40%	33	18.50%	30
>50	9.36%	18	10.03%	17
>60	5.76%	11	5.89%	10
>70	3.78%	7	3.78%	7
>80	2.60%	5	2.66%	5
>90	1.87%	4	1.98%	3
>100	1.39%	3	1.49%	3
>110	1.06%	2	1.18%	2
>120	0.83%	2	0.89%	1
>130	0.66%	1	0.69%	1
>140	0.53%	1	0.54%	1
>150	0.44%	1	0.39%	1
>160	0.36%	1	0.29%	1
>170	0.31%	0	0.26%	1
>180	0.26%	0	0.26%	0
>190	0.22%	0	0.26%	0
>200	0.19%	0	0.26%	0

1.3.2 雷电流陡度分析

雷电流随时间上升的变化率称为雷电流的陡度,雷电流陡度对过电压有直接影响。雷电流的强度是指脉冲电流所达到的最高值,波头是指电流上升到幅值的时间,波长(波尾)是指脉冲电流的持续时间。强度和波头共同决定雷电流的陡度。这一物理量类似于用降水量和降水时间表征雨强。

(1) 逐年雷电流陡度分析

近 10 年,济源市玉川产业集聚区累计回击次数在 6 (2018、2019 年)~39 (2012 年) 次之间,平均陡度在 $5.633\sim 35.025\text{kA}/\mu\text{s}$ 之间,2017 年平均陡度最大;最大雷电流陡度在 $6.1\sim 108.8\text{kA}/\mu\text{s}$ 之间,2017 年最大。

表8.6 2010~2019年雷电流陡度逐年统计

年份	累计回击次数(次)	平均陡度($\text{kA}/\mu\text{s}$)	最大雷电流陡度($\text{kA}/\mu\text{s}$)
2010	16	7.644	16.200
2011	21	6.743	16.500
2012	39	11.223	18.700
2013	27	11.204	39.000
2014	11	9.618	29.400
2015	20	8.510	13.800
2016	27	8.107	12.500
2017	8	35.025	108.800
2018	6	5.633	6.100
2019	6	8.708	11.044

(2) 逐月雷电流陡度分析

近 10 年,济源市玉川产业集聚区各月累计雷电回击次数在 0~72 次之间,7 月雷电回击次数最多,8 月次之,1 月、2 月、3 月和 10 月、11 月、12 月无雷电回击。4~9 月各月平均陡度在 $4.580\sim$

13.010kA/ μ s 之间, 7 月的平均陡度最大, 4 月次之; 4~9 月最大雷电陡度在 5.9~108.8kA/ μ s 之间, 7 月最大, 8 月次之。

表8.7 2010~2019年雷电流陡度逐月统计

月份	累计回击次数(次)	平均陡度(kA/ μ s)	最大雷电流陡度(kA/ μ s)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	2	12.150	16
5	5	4.580	5.9
6	44	7.624	16.5
7	72	13.010	108.8
8	54	9.311	24
9	4	10.775	16.2
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0

1.4 雷击安全现状评估

济源市玉川产业集聚区位于济源市中心城区以北、太行山南麓, 西邻克井组团, 规划用地总面积 11.6 平方公里。

规划区范围内现状有豫光集团公司、中博新能源集团公司、战成水泥厂等企业, 规划区周边地区也有相当数量的企业。据初步统计, 到 2008 年底规划研究范围内现状已建成豫光金铅股份有限公司等规模以上企业, 共有员工约 1.1 万人, 年产值约 120 亿元。目前在建及规划的重大建设项目有豫光集团 10 万吨电极板项目、中博新能源集团公司 2000 吨多晶硅项目、中博集团光伏高科技公司 8000 万片太阳能电池硅片、国电豫源 2×35 万 kw 热根据规划研究范围内现状、在

建、拟入驻的企业(项目)情况,已初步形成有色金属冶炼及深加工、新能源及能源、化工、建材四大产业。

通过对园区及周边部分地区的闪电定位数据分析可知:济源市玉川产业集聚区雷击大地密度在 $1.56 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 雷电流平均强度 29.7kA 。

根据附录 B 表 13 区域雷击风险评估分级标准,济源市玉川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。

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济源市玉川产业集聚区历史地闪回击平均密度为 $1.56 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 依据济源市 1960-2005 年平均雷暴日数据计算,其雷击大地密度为 $2.36 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。建议在设计院防雷装置设计时,取 $2.36 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 为设计依据。

(2) 按照 GB50057-2010 中的规定,济源市玉川产业集聚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。济源市玉川产业集聚区历史地闪回击数据统计得到,回击次数呈逐年下降趋势,但是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) 该地雷电主要在夏季 6、7 和 8 三月,占全年雷电活动的 90% 以上,冬季较少,只有个别年份冬季有闪电发生。从日变化上来看,13-03 时是雷电活动的高发期,要密切注意在此时间段内发生雷电时的人员安全防护。

(4) 产业园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) 产业园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,建议总配电开关处也应设计安装 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》GB 50057-2010 的相关规定。

(6) 济源市玉川产业集聚区内超过 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。鉴于济源市玉川产业集聚区内三类防雷建筑物雷电流绕击概率较大,达到 17.68%,建议可以在设计标准的基础上适当提高防侧击雷的要求。

(7) 对济源市玉川产业集聚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。

1.6 开发区内施工现场防雷建议

(1) 雷电活动随季节和时段的不同有明显变化,现场施工应合理安排工程进度,尤其是高空作业和弱电系统设备的安装、调试应避开雷暴高发期和时段。建设单位应根据当地气象部门发布的天气预报及雷电预警信息,做好施工期间的雷电防御措施,有效减小雷击的可能。

(2) 做好施工现场临时设施的防雷安全

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

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

③塔吊等机械设备，操作人员乘坐室应采取直击雷防护措施。

④大型钢模板和设备就位后应及时与预留的接地端子等电位连接，施工过程中使用的金属脚手架、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、高大的装路下行走或停留，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。

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、工具等不能放落在高处, 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、配电柜的防雷装设时应着绝缘鞋、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。

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路人员，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路进行仔细检查，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。

2 暴雨灾害风险区划与评估

暴雨引发的积涝和洪水可对建筑、水利工程、交通、电力等城市基础设施和人民生命财产安全产生危害，并造成重大损失并影响正常的社会秩序。

2.1 暴雨灾害风险区划

基于全省 111 个气象站 1961-2019 年逐年的暴雨日数、最长连续

降水日数,采用高斯滤波算法,结合 30 米 DEM 数据,推算产业集聚区中心点 5km 范围致灾因子危险性数据,之后采用自然分级方法,确定各栅格单元风险等级。图 8.7 显示,高斯滤波算法能较好的模拟年均暴雨日数和最长连续降水日数的空间分布规律。从总体上看,与省内其他地市相比,济源市西部暴雨灾害风险等级较高,其余地区多为中低风险区。

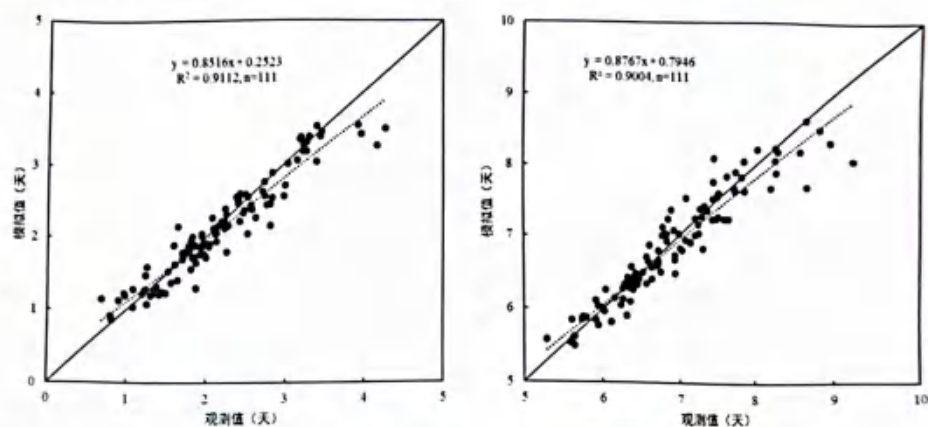


图8.7 河南省年均暴雨日数和年均最长连续降水日数高斯滤波算法观测值与模拟值比较

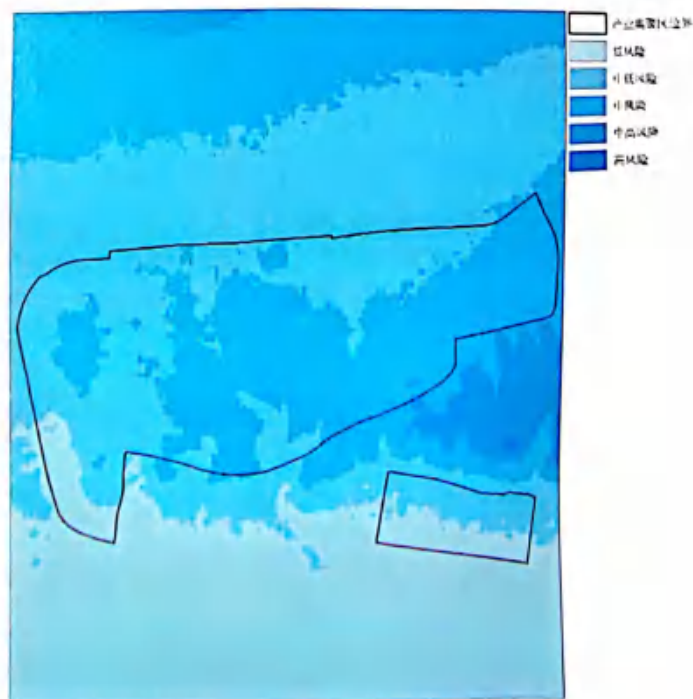


图8.8 产业集聚区暴雨灾害风险区划

综合年均暴雨日数和年均最长连续降水日数数据,获取产业集聚区中心点 5km 范围致灾因子危险性数据,之后采用自然分级方法,划分灾害风险等级。从总体上看,产业集聚区暴雨灾害风险呈东高西低,与周围 5km 其他区域相比,产业集聚区多处于中低风险区(图 8.8)。

2.2 暴雨灾害风险评估

暴雨灾害风险评估方法采用国标《风险管理 风险评估技术(GB/T 27921-2011)》中的风险矩阵法对本项目的暴雨灾害风险通过评估和分级,具体方法详见附录 C。

2.2.1 暴雨发生的可能性评估

暴雨灾害事件发生可能性的计算以项目选取的参证气象站降水历史观测数据为基础,使用数理统计方法对降水极值概率分布函数进行拟合,进一步求出降雨量超过特定值的概率。根据第七章设计气象参数计算参证气象站不同重现期极值降水,得到济源站不同重现期日雨量,见表 8.8。

表8.8 济源站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
降水量	67.3	79.6	93.0	109.5	124.7	133.2	143.6	157.3

结合济源市历史暴雨灾情记录,综合考虑产业集聚区的特性,本报告认为济源站当日雨量超过 100 mm,可能对本项目所评估的产业集聚区内企业造成影响,因此以日雨量 ≥ 100 mm 作为暴雨灾害事件,并结合参考气象站日雨量的概率分布函数,计算得出本项目所在区域

发生暴雨灾害事件的概率为 0.14。按照灾害风险可能性等级分值划分,产业集聚区区域性暴雨灾害发生的可能性等级为 2 级,即很可能发生。

2.2.2 暴雨发生的后果损失评估

基于全省 111 个气象站 1961-2019 年逐年日降水量极值,采用高斯滤波算法,结合 30 米 DEM 数据,计算获取产业集聚区中心点 5km 范围致灾因子危险性数据,采用统计模型方法,推算产业集聚区中心点 5km 范围日降水在各栅格单元上的极值分布,给出了 50 年一遇和 100 年一遇日降水量的风险评估(图 8.9)。结果显示(图 8.10),产业集聚区内部分露天设备、露天停车场等有可能会遭遇水浸发生故障。暴雨可能造成产业集聚区内道路受损,建筑被淹,甚至造成人员受伤。暴雨可能造成厂区内变压器室电力设施的损坏。暴雨可能造成厂区内主厂房一楼设施的损坏。办公大楼主要注意暴雨引发积水对于一楼办公设备的损坏。上述对产业集聚区的影响在空间表现出西部要高于东部。综合考虑上文所述各种情形,结合暴雨灾害事件造成后果分析等级划分,确定暴雨灾害对产业集聚区可能造成后果的等级为 3 级。

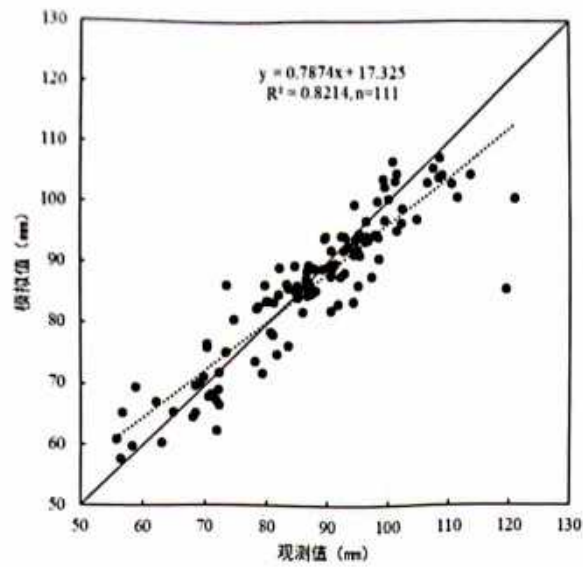


图8.9 河南省日降水量平均极值高斯滤波算法观测值与模拟值比较

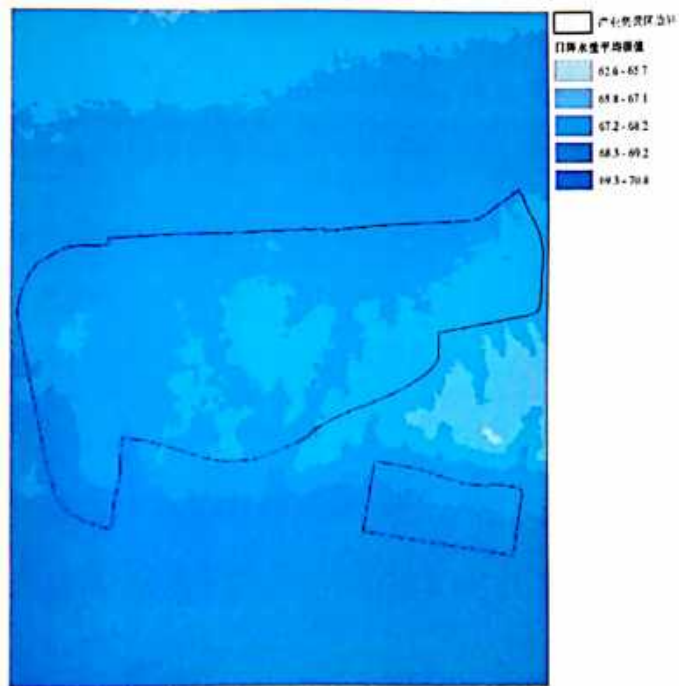


图8.10 产业集聚区日降水量平均极值的空间分布



图8.11 产业集聚区暴雨灾害风险评估

依据本项目研究确定的基于情景的暴雨山洪灾害风险评估技术流程,对济源市玉川产业开发区进行灾害风险评估。基于济源站 1959-2019 年的日值年最大降水数据,采用 MuDFIT 软件计算济源站重现

期降水量, 重现期最优拟合函数为 Gen. Pareto, 100 年一遇和 50 年一遇的降水量分别为 157.3 mm 和 143.6 mm; 由于玉川产业聚集区 100 年一遇和 50 年一遇降水量均达到暴雨等级, 且与玉川产业开发区同位于济源市, 故暴雨日变化与其相同 (图 8.12), 通过 FloodArea 模型模拟, 得到玉川产业聚集区 100 年一遇和 50 年一遇淹没图 (图 8.13、图 8.14), 区域以北存在高风险区域。

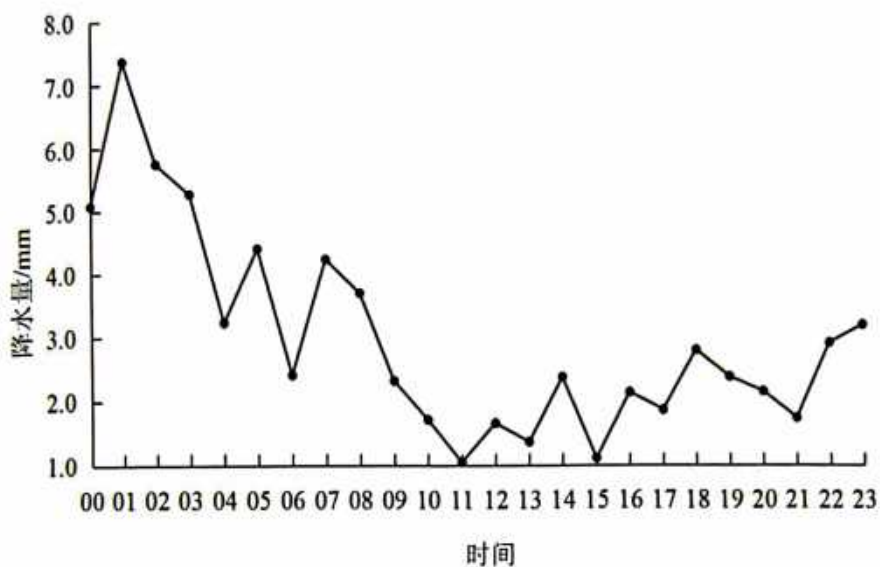


图8.12 济源站暴雨日变化

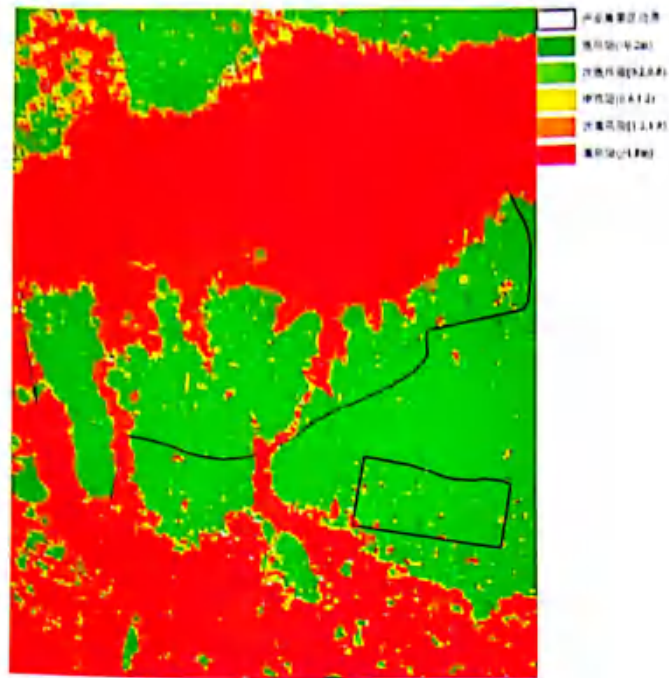


图8.13 玉川产业聚集区50年一遇暴雨淹没模拟

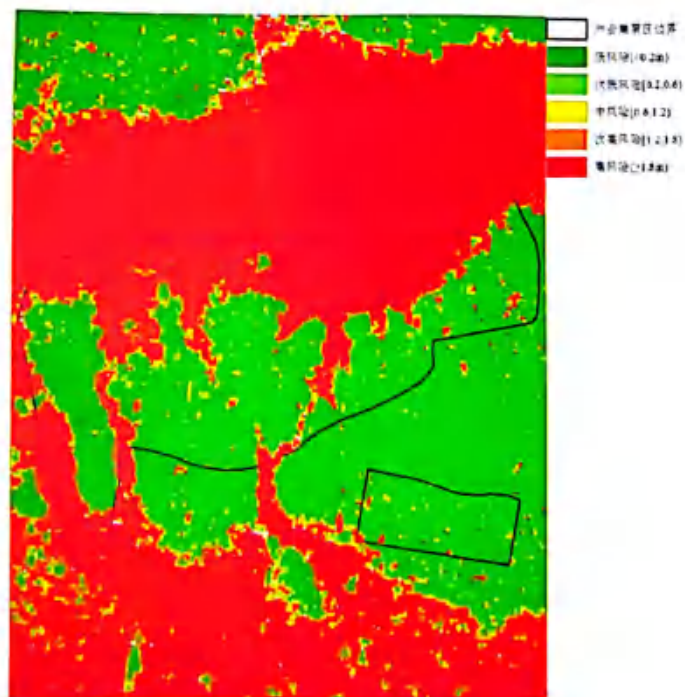


图8.14 玉川产业聚集区100年一遇暴雨淹没模拟

3.2.3 暴雨风险水平的确定

综合产业聚集区暴雨灾害发生的可能性等级和后果等级，风险等

级分值为6，本产业集聚区的暴雨风险为中等风险。

2.3 暴雨灾害防范建议

产业集聚区应针对暴雨灾害天气风险建立防御的工程性和非工程性控制措施（表 8.9）。

表8.9 产业集聚区应对暴雨灾害性天气事件引发安全事故的控制措施表

措施类别	应采取的控制措施
预防措施	1.产业集聚区将防御暴雨灾害的安全气象保障工作已纳入本产业集聚区安全稳定工作，层层分解落实产业集聚区安全气象保障工作目标任务和责任。 2.产业集聚区每年组织一次有关专家开展产业集聚区暴雨气象灾害隐患排查工作，并且发现隐患都及时治理。 3.产业集聚区应明确负责安全稳定的领导分管暴雨气象灾害防御工作，并纳入产业集聚区应急值班范畴。 4.产业集聚区应开展暴雨气象防灾减灾知识和避险自救技能科普宣传。 5.产业集聚区应建立手机安全气象预警预报信息接收终端，接到预警预报信息，及时采取相关防范措施。 6.产业集聚区建筑物及排水系统符合防御暴雨气象灾害的相关要求。
减轻事故后果的应急措施	1.产业集聚区应制定防御暴雨气象灾害的应急预案。 2.产业集聚区应明确气象灾害应急避难场所。 3.产业集聚区应储备防御暴雨气象灾害应急物资。 4.产业集聚区应建立防御暴雨气象灾害工作档案，以便出灾之后查阅，采取有效措施。

（1）产业集聚区存在中等暴雨风险，需要注意防御暴雨灾害。建议充分考虑产业集聚区所在区域暴雨多发的特点，适当定期检查排水系统，定期检查排水管道是否畅通，尽可能降低强降水引发积涝的可能；对于气象局发布的暴雨预警信号要密切关注。在气象局发布暴雨预警信号后，要立即进行隐患排查并做出相应的治理。对于暴雨灾害隐患，重点除了日常的排查外，还应在每年汛期来临前，一般在6月份之前，进行一次全面的暴雨灾害隐患排查和治理。调研产业集聚区周边内涝隐患情况，提高暴雨引发的积涝灾害的防御能力。建议在产业集聚区主要隐患点增加警示标牌并在产业集聚区内增设气象电子显示屏，及时接受气象局发布的暴雨预警信号。

(2) 制定针对暴雨灾害的应急预案,建立各级防汛责任制,定期对厂房、办公大楼的渗漏水及雨水倒灌风险隐患进行排查;产业集聚区防汛办公室负责气象预警信号和天气动态预报信息的接收,密切与气象局等政府部门进行沟通,及时通过文件、电视、网站、手机、传真、微信等渠道获取最新气象信息。产业集聚区相关人员在接收到市气象台的预报或市防汛防台抗旱指挥部的灾情信息后,立即向产业集聚区管委会报告。根据事故后果的严重程度、影响范围及单位控制事态的能力,将产业集聚区的应急响应分为IV级、III级、II级、I级,通常按预警等级(颜色)相应提高,但是情况紧急也可以越级响应。同时按照应急响应等级做出相应的应对措施。要求全体员工必须清楚应急预案,并熟悉各自的职责,各部门、各应急小组组织学习和演练。产业集聚区办公室不定期检查各部门的学习和演练情况,每年至少组织一次联合演习和针对性的学习。同时积极参加当地政府组织的应急救援演练。

(3) 全年各月均有可能出现暴雨,其中在6~8月出现机会较多。但在全球变暖、极端天气气候事件多发的背景下,非汛期同样可能出现极端的强降水,例如1977年4月23日的暴雨过程。因此,除了在汛期做好暴雨防御工作之外,非汛期也需要警惕暴雨发生的可能,避免因防灾减灾意识松懈带来风险隐患。

(4) 有历史记录以来最大小时雨量为138 mm(2012年),特别要注意短历时强降水过程对产业集聚区内需重点关注的风险源的影响。

3 大风灾害风险区划与评估

大风天气可能造成的危害范围很广，包括各类危旧住房、厂房、工棚、围墙、临时建筑、在建工程、市政公用设施（如路灯等）、游乐设施、各类吊机、施工电梯、脚手架、电线杆、树木、广告牌、铁塔和阳台、屋顶上的花盆、空调室外机、雨蓬、太阳能热水器、屋顶杂物以及建筑工地上的零星物品、工具、建筑材料等，上述目标物被强风吹落或因强风崩塌后易造成人员伤亡；强风易吹倒输电线路并造成电网线路跳闸；强风易吹倒通信基站造成通信网络设施受损，通讯中断。因此大风造成的安全隐患主要出现在未达到一定抗风能力的建筑物和设施以及未能及时收到气象预警信息而未采取防护措施的人群中。

3.1 大风灾害风险区划

参照中国气象局预测减灾司气预函〔2005〕47号关于下发《突发气象灾害预警信号发布业务规范》(试行)的通知和国家气象局地面天气观测规范以及蒲福风力等级把大风灾害天气分为四个强度等级(表8.10)。

表8.10 大风灾害天气强度等级表

强度等级	名称	蒲福风力等级	风速范围 (m/s)	地物征象	预警信号
一级	一般大风	7	13.9-17.1	全树动摇，大树枝弯下来，迎风不行感觉不便	蓝色预警
二级	较严重大风	8	17.2-20.7	可折毁小树枝，人迎风前行感觉阻力甚大	蓝色或黄色预警
		9	20.8-24.4	草房遭受破坏，屋瓦被掀起，大树枝可折断	黄色预警
三级	严重大风	10	24.5-28.4	树木可被吹倒，一般建筑物遭破坏	黄色或橙色预警
		11	28.5-32.6	大树可被风吹倒，一般建筑物遭严重破坏	橙色预警

强度等级	名称	蒲福风力等级	风速范围 (m/s)	地物征象	预警信号
四级	特严重大风	12	>32.6	摧毁力极大	红色预警

基于全省 111 个气象站 1961-2019 年逐年大风日数，采用高斯滤波算法，结合 30 米 DEM 数据，推算产业集聚区中心点 5km 范围致灾因子危险性数据，之后采用自然分级方法，确定各栅格单元风险等级。图 8.15 显示，高斯滤波算法能较好的模拟年均大风日数的空间分布规律。从总体上看，与省内其他地市相比，济源市西南部为大风灾害中高风险区，北部为中低风险区。

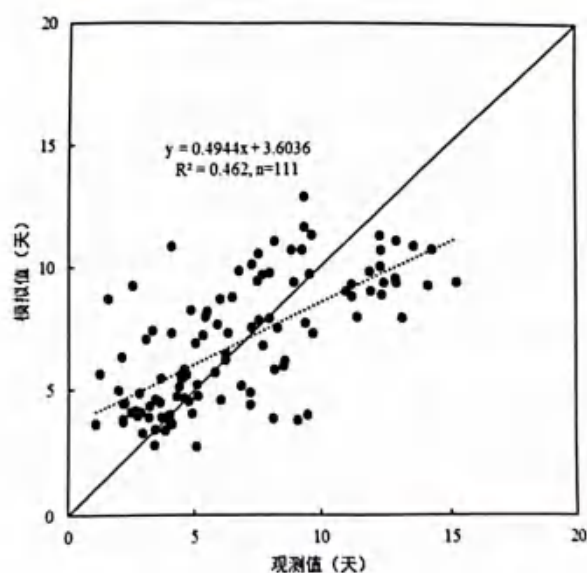


图8.15 河南省年均大风日数高斯滤波算法观测值与模拟值比较

获取产业集聚区中心点 5km 范围年均大风日数数据致灾因子危险性数据，之后采用自然分级方法，划分灾害风险等级。从总体上看，产业集聚区大风灾害风险，与周围 5km 其他区域相比，产业集聚区多处于中风险区（图 8.16）。

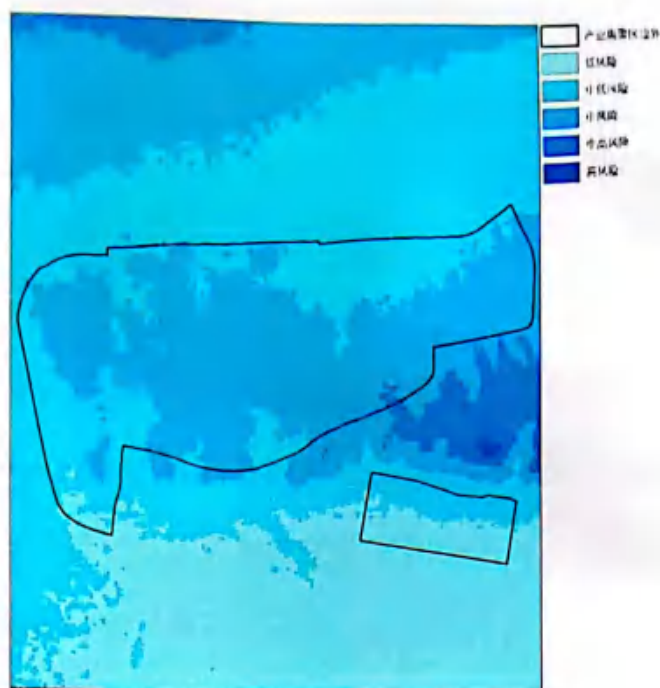


图8.16 产业集聚区大风灾害风险区划

3.2 大风灾害风险评估

大风灾害风险评估方法同样采用中华人民共和国国家标准 GB/T 27921-2011《风险管理 风险评估技术》中的风险矩阵法对本项目的大风灾害风险通过评估和分级。

3.2.1 大风发生的可能性评估

大风灾害事件发生可能性的计算以项目选取的参证气象站大风历史观测数据为基础,使用数理统计方法对极大风速概率分布函数进行拟合,进一步求出极大风速超过特定值的概率。根据第七章设计风速基准值计算出代表产业集聚区的参证气象站不同重现期极大风速值如表 8.11 所示。

表8.11 不同重现期设计风速（单位：m/s）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
设计风速	15.0	16.8	18.6	20.8	23.0	24.2	25.8	27.9

结合历史大风记录、不同重现期极大风速计算结果，综合考虑产业集聚区特点，本报告认为当极大风速超过 9 级（24.4 m/s），可能对产业集聚区的建筑物及外露设备造成一定影响，因此以极大风速超过 9 级作为大风灾害事件，并结合参考气象站极大风速的概率分布函数，可计算得出评估对象所在区域发生大风灾害事件的概率为 0.03。按照灾害风险可能性分级表给出的灾害风险可能性等级分值划分，产业集聚区所在区域大风灾害发生的可能性等级为 3 级，即可能发生。

3.2.2 大风发生的后果损失评估

基于全省 111 个气象站 1961-2019 年日最大风速极值，采用高斯滤波算法，结合 30 米 DEM 数据，计算获取产业集聚区中心点 5km 范围致灾因子危险性数据，采用统计模型方法，推算产业集聚区中心点 5km 范围日最大风速在各栅格单元上的极值分布，给出了 50 年一遇和 100 年一遇日最大风速的风险评估（图 8.17）。产业集聚区大风可能拔起大树、折断电杆，毁坏地面设施和建筑物，特别是会对抗风性能较弱的房屋造成损毁，影响产业集聚区正常的运行。大风容易吹落高层建筑物的门窗和屋顶的物品以及广告牌，有时甚至吹倒建筑物，对产业集聚区工人安全构成威胁。大风影响能见度，易吹倒行道树木等，影响产业集聚区车辆的交通正常运行。大风可能造成水、电、通信等线路中断，影响电力、水等正常供应以及造成通讯中断和设施损

毁。大风极易刮断电线等引发火灾，危及产业集聚区基础设施。大风影响产业集聚区户外活动。上述对产业集聚区的影响在空间表现出西部要高于东部。综合考虑上文所述各种情形，结合灾害事件造成后果分析等级划分，确定大风灾害对产业集聚区可能造成后果的等级为3级。

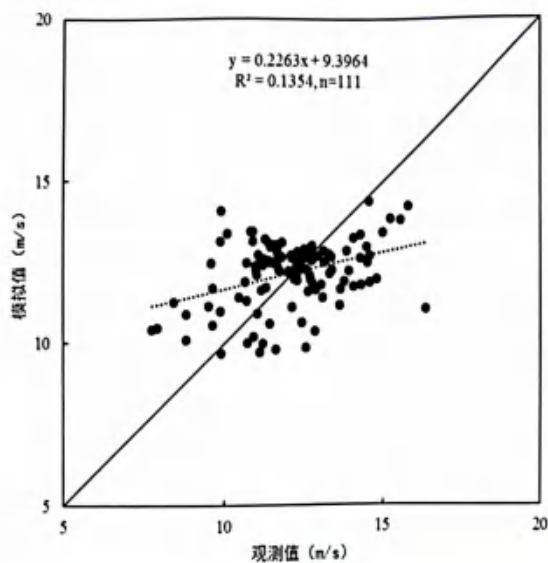


图8.17 河南省日最大风速平均极值高斯滤波算法观测值与模拟值比较

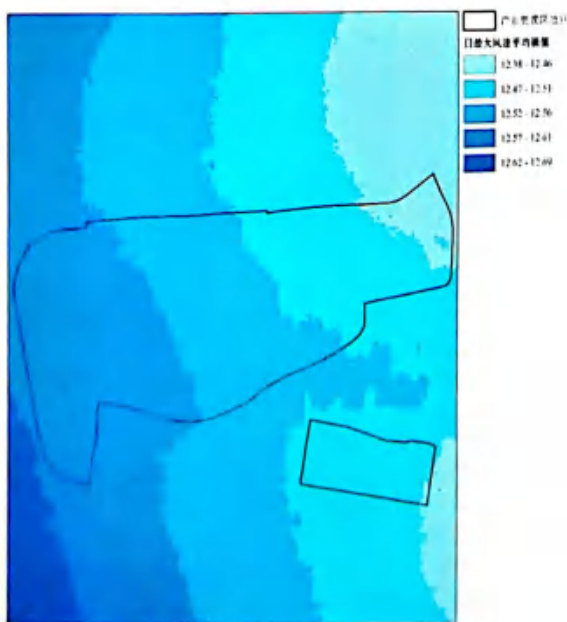


图8.18 产业集聚区日最大风速平均极值的空间分布

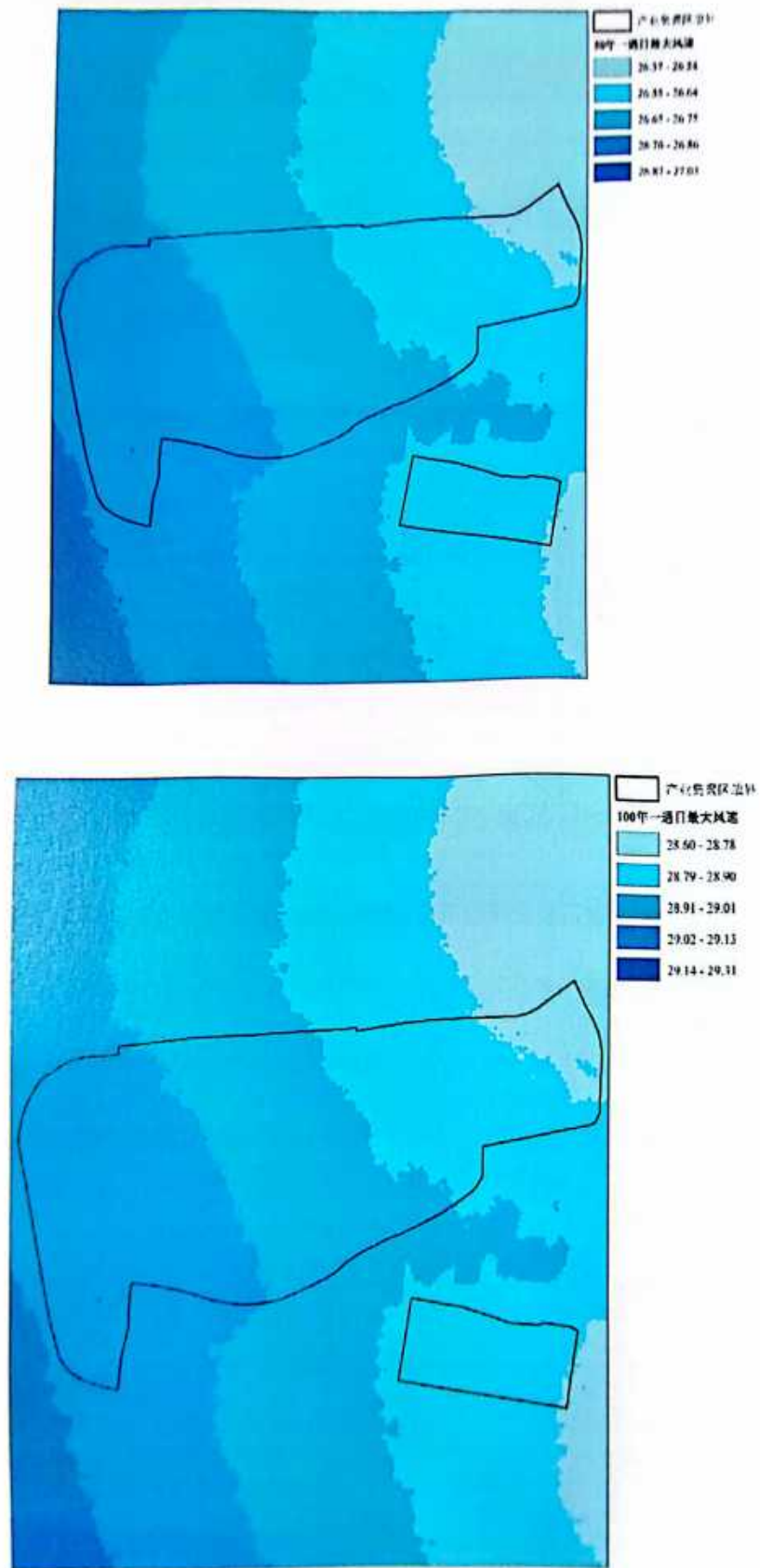


图8.19 产业集聚区大风灾害风险评估

3.2.2 大风风险水平的确定

综合产业集聚区所在区域大风灾害发生的可能性等级和后果等级，风险等级分值为9，此区域内大风风险为中等风险。

3.3 大风灾害防范建议

产业集聚区应针对大风灾害天气风险建立防御的工程性和非工程性控制措施（表 8.12）。

表8.12 产业集聚区应对大风灾害性天气事件引发安全事故的控制措施表

措施类别	应采取的控制措施
预防措施	1.产业集聚区将防御大风灾害的安全气象保障工作已纳入安全稳定工作，层层分解落实产业集聚区安全气象保障工作目标任务和责任。 2.产业集聚区每年组织一次有关专家开展产业集聚区大风气象灾害隐患排查工作，重点排查大风诱发建筑物的门窗脱落和屋顶的物品掉下以及是否有危房等隐患，并且发现隐患都及时治理。 3.产业集聚区明确负责安全稳定的领导分管大风气象灾害防御工作，并纳入产业集聚区应急值班范畴。 4.产业集聚区开展大风气象防灾减灾知识和避险自救技能科普宣传，重点普及防高空坠落实科普知识和大风天气车辆行驶安全教育。 5.产业集聚区建立手机安全气象预警预报信息接收终端，接到大风预警预报信息，及时采取防御大风措施。 6.产业集聚区建筑物符合抗大风的安全要求，并符合建筑物防火等级要求。
减轻事故后果的应急措施	1.产业集聚区制定防御大风气象灾害的应急预案。 2.产业集聚区储备防御大风气象灾害的应急物资。 3.产业集聚区建立大风气象灾害的工作档案，以便出灾之后查阅，采取有效措施。

产业集聚区防御大风灾害天气风险的处置措施与对策建议如下：

（1）大风来临前。应及时加固地面设施，有建设工程的产业集聚区要遮盖建筑物资，妥善安置易受大风影响的室外物品。对简易建筑、临时搭建物、门窗、电气线路、室外体育器械等进行重点排查，消除因大风可能导致安全事故的隐患，在危险地段设置安全警示牌。在房间里要小心关好窗户，在窗玻璃上贴上“米”字形胶布，防止玻璃破碎，

远离窗口，避免强风席卷沙石击破玻璃伤人。对产业集聚区工作人员进行安全教育，提高安全意识。

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

4 高温灾害风险区划与评估

高温危害分为直接危害和间接危害，直接危害包括高温引起的人体不适、中暑甚至死亡，自燃性火灾等，间接危害包括导致工作效率下降，农业干旱，重、特大火灾集中发生，拉闸限电，爆胎及车祸等。

4.1 高温灾害风险区划

基于全省 111 个气象站 1961-2019 年逐年高温日数，采用高斯滤波算法，结合 30 米 DEM 数据，推算产业集聚区中心点 5km 范围致灾因子危险性数据，之后采用自然分级方法，确定各栅格单元风险等级。图 8.20 显示，高斯滤波算法能较好的模拟年均高温日数的空间分布规律。从总体上看，与省内其他地市相比，济源市大部地区为高风险区。

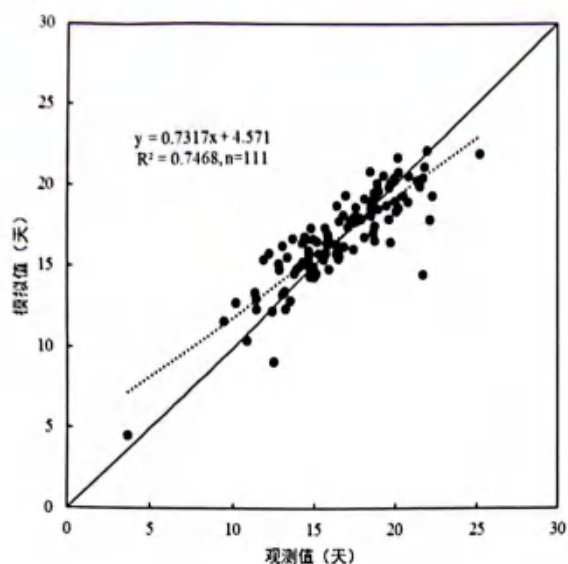


图8.20 河南省年均高温日数高斯滤波算法观测值与模拟值比较

获取产业集聚区中心点 5km 范围年均高温日数数据致灾因子危险性数据,之后采用自然分级方法,划分灾害风险等级。从总体上看,与产业集聚区大风灾害风险,与周围 5km 其他区域相比,产业集聚区多处于中高风险区(图 8.21)。

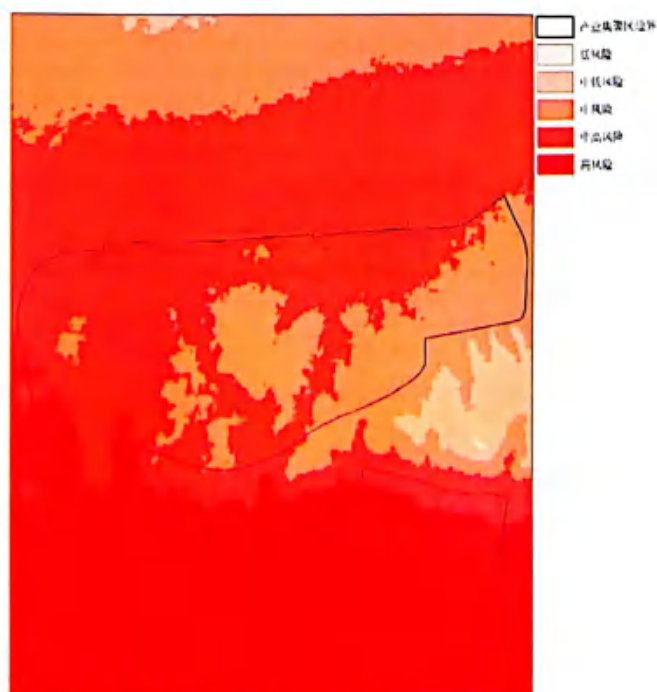


图8.21 产业集聚区高温灾害风险区划

4.2 高温灾害风险评估

本报告采用经典的风险定义来表达灾害风险，并采用中华人民共和国国家标准 GB/T 27921-2011《风险管理 风险评估技术》中的风险矩阵法对产业集聚区的高温灾害风险通过评估和分级。灾害风险分级由灾害风险事件发生的可能性和产生的后果来决定。

4.2.1 高温发生的可能性评估

高温灾害事件发生可能性的计算以项目选取的参证气象站和参考站历史 5-10 月逐日最高气温观测数据为基础，使用数理统计方法对高温概率分布函数进行拟合，进一步求出极端高温超过特定值的概率。高温定义：轻度高温： $35^{\circ}\text{C} \leq \text{日最高气温} < 37^{\circ}\text{C}$ ；中度高温： $37^{\circ}\text{C} \leq \text{日最高气温} < 40^{\circ}\text{C}$ ；严重高温：日最高气温 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ 。根据第七章不同重现期极端高温计算结果，得到代表产业集聚区的参证气象站不同重现期极端最高气温如表 8.13 所示。

表8.13 不同重现期极端高温（单位： $^{\circ}\text{C}$ ）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
极端高温	39.4	40.2	41.1	42.3	43.4	44.0	44.8	45.9

结合历史高温灾情记录，综合考虑产业集聚区企业的特性，本报告认为当日极端最高气温 $\geq 37^{\circ}\text{C}$ ，即发生中度高温，可能对本项目所评估的产业集聚区内企业造成影响，因此以日极端最高气温 $\geq 37^{\circ}\text{C}$ 作为高温灾害事件，并结合参证气象站日极端最高气温的概率分布函数，计算得出本项目所在区域发生高温灾害事件的概率为 2.9。按照给出的灾害风险可能性等级分值划分，产业集聚区高温灾害发生的可能性

等级为 1 级，即极可能发生。

4.2.2 高温发生的后果损失评估

基于全省 111 个气象站 1961-2019 年日最高气温极值，采用高斯滤波算法，结合 30 米 DEM 数据，计算获取产业集聚区中心点 5km 范围致灾因子危险性数据，采用统计模型方法，推算产业集聚区中心点 5km 范围日最高气温在各栅格单元上的极值分布，给出了 50 年一遇和 100 年一遇日最高气温的风险评估。持续高温影响产业集聚区正常生产活动。某些易燃的化学物品受高温影响易自燃，甚至爆炸，引发城市火灾等灾难事故。持续高温对产业集聚区内工人健康造成不利影响，体弱者容易出现中暑等情况。高温高湿的闷热天气对粮食贮藏、食品、物资的贮运也带来危害。高温天气可能引发产业集聚区货运车辆在行驶过程中自燃，引发安全事故。高温使产业集聚区的火险等级增加，容易引发安全事故。上述对产业集聚区的影响在空间表现出西部要高于东部。综合考虑上文所述各种情形，结合灾害事件造成后果分析等级划分，确定高温灾害对产业集聚区可能造成后果的等级为 3 级。

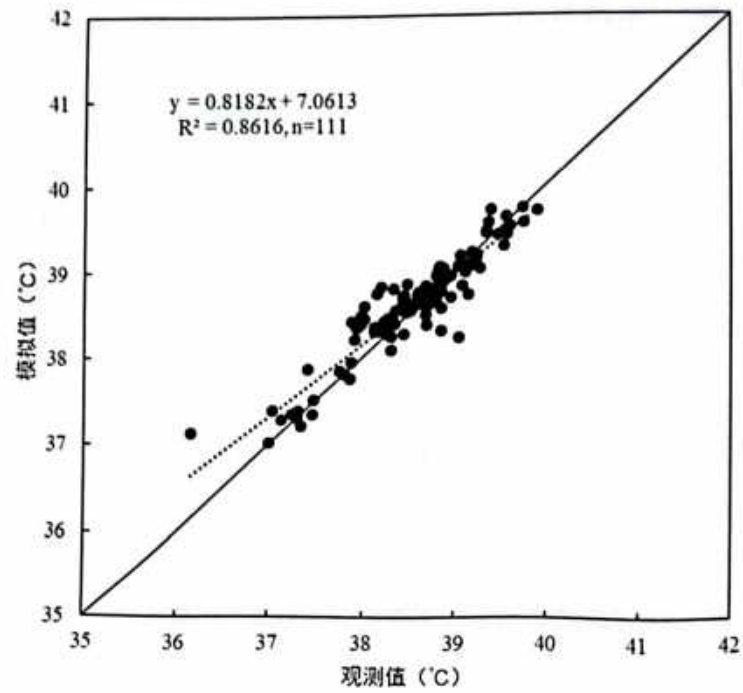


图8.22 河南省日最高气温平均极值高斯滤波算法观测值与模拟值比较

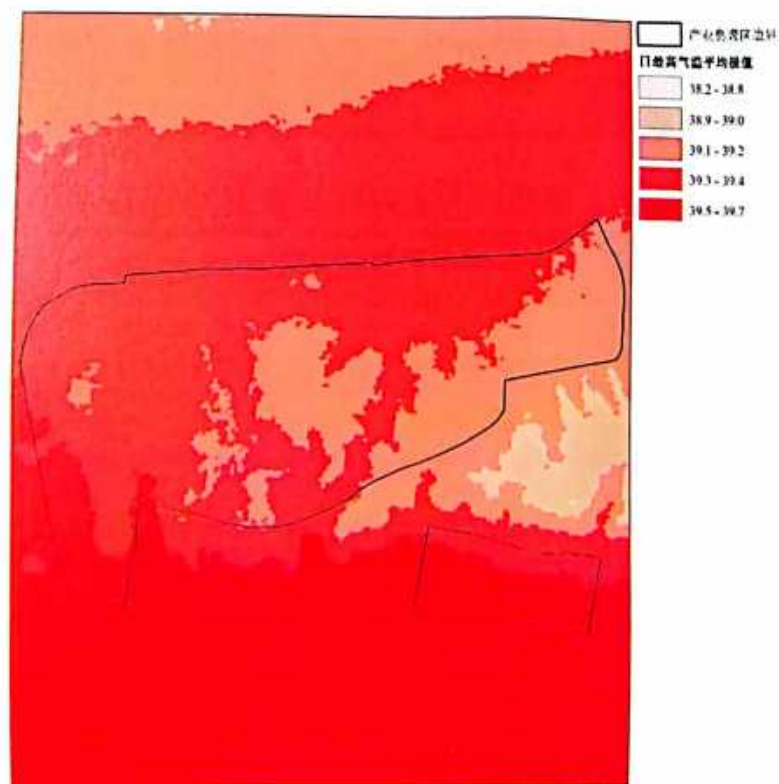


图8.23 产业集聚区日最高气温平均极值的空间分布

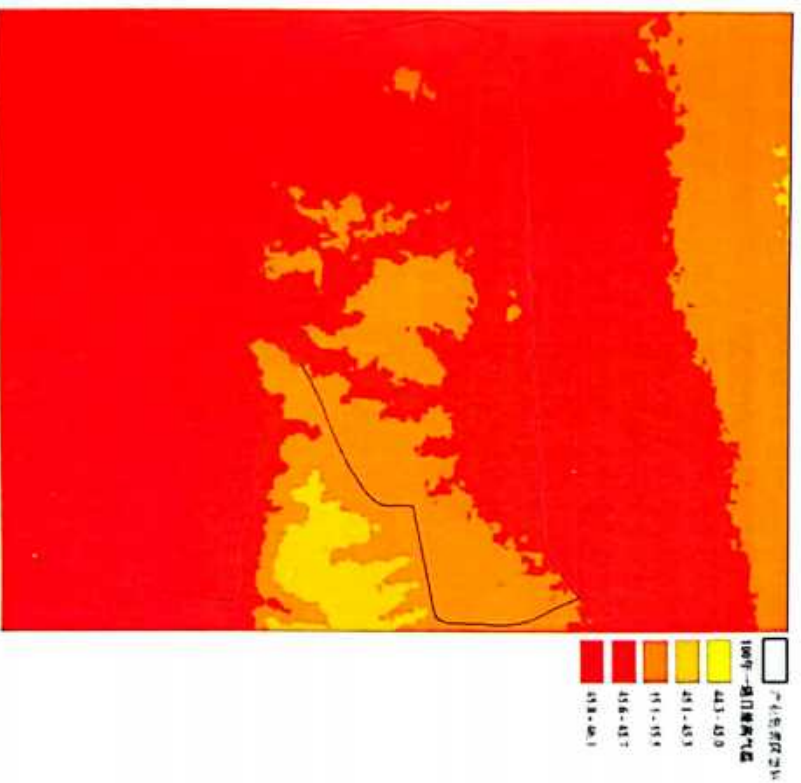
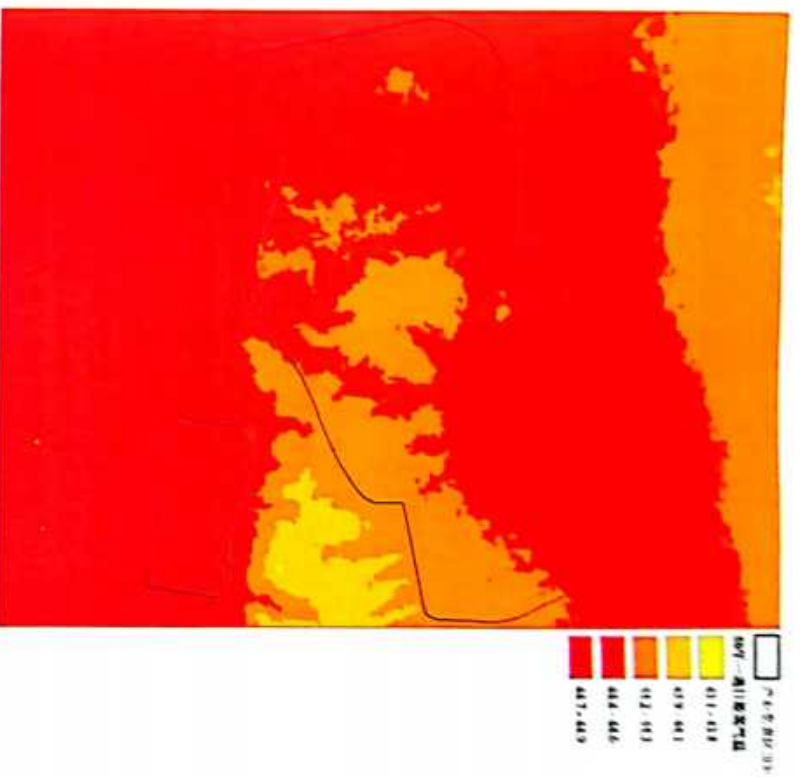


图8.24 产业集聚区高温灾害风险评估

4.2.3 高温风险水平的确定

综合产业集聚区高温灾害发生的可能性等级和后果等级，风险等级分值为3，产业集聚区的高温风险为高风险。

4.3 高温灾害防范建议

产业集聚区应针对高温灾害天气风险建立防御的工程性和非工程性控制措施（表8.14）。

表8.14 产业集聚区应对高温灾害性天气事件引发安全事故的控制措施表

措施类别	应采取的控制措施
预防措施	1.产业集聚区将防御高温灾害的安全气象保障工作已纳入本产业集聚区安全稳定工作，层层分解落实产业集聚区安全气象保障工作目标任务和责任。 2.产业集聚区每年组织一次有关专家开展产业集聚区高温气象灾害隐患排查工作，重点排查高温诱发火灾隐患，并且发现隐患都及时治理。 3.产业集聚区明确负责安全稳定的领导分管高温气象灾害防御工作，并纳入产业集聚区应急值班范畴。 4.产业集聚区开展高温气象防灾减灾知识和避险自救技能科普宣传，重点普及防中暑科普知识和高温天气车辆行驶安全教育。 5.产业集聚区建立手机安全气象预警预报信息接收终端，接到高温预警预报信息，及时采取防暑降温措施。 6.产业集聚区建筑物防火等级符合消防规定。 7.产业集聚区防暑降温措施，如产业集聚区空调、食堂冰箱等工作正常。
减轻事故后果的应急措施	1.产业集聚区制定防御高温气象灾害的应急预案。 2.产业集聚区储备防暑降温药品和其他应急物资。 3.产业集聚区建立防御高温气象灾害工作档案，以便出灾之后查阅，采取有效措施。

(1) 高温来临前应及时安装降温设备，如电扇、空调、冰箱等，必要时进行隔热处理。在办公室的窗户和窗帘之间安装临时反热窗，如铝箔表面的硬纸板。早晨或下午能进太阳光的窗户用窗帘（遮光帘）遮好。对产业集聚区工人进行防暑指导。准备防暑降温饮料和常用防暑药品（如清凉油、十滴水、人丹等）。持续的高温干旱天气又可能造成供水紧张，应及时储备。全面提高产业集聚区绿地覆盖率和种树，

增加产业集聚区水域面积和喷、洒水设施,降低温度,缓解城市热岛效应。加强防暑降温保健知识和防火知识的宣传,严禁野外用火、玩火。

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

5 未来气候变化情景下的气象灾害风险

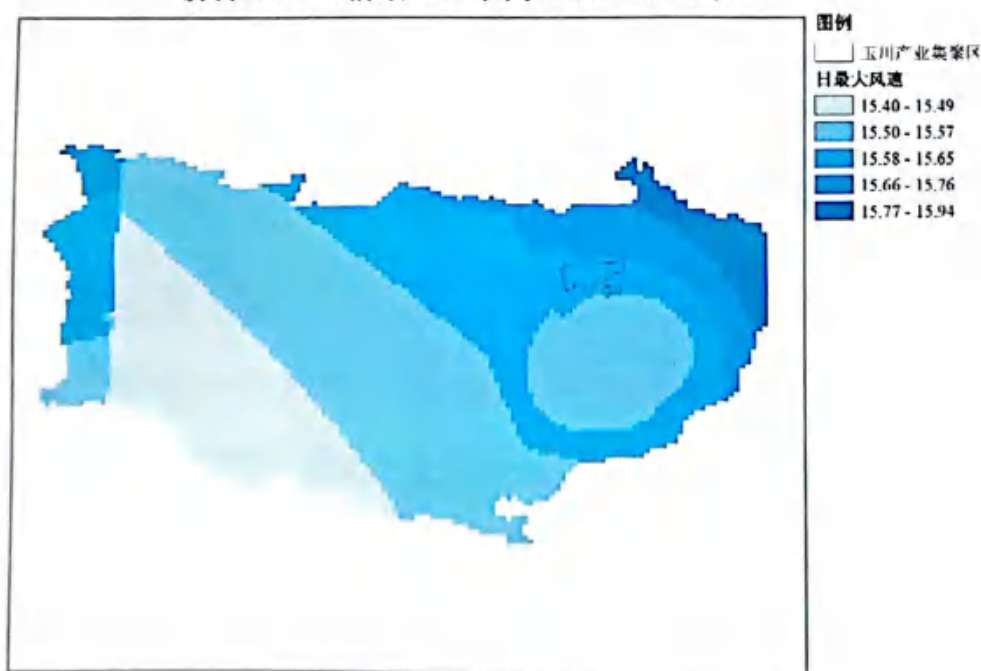
气候变化情景为 IPCC 第 5 次评估报告 (AR5) 融入政策因素的代表性浓度路径 (Representative Concentration Pathways, RCP) RCP4.5 和 RCP8.5 情景,其中,RCP8.5 情景是全球最高的温室气体排放情景,2100 年太阳总辐射强迫上升至 8.5W/m^2 ,该情景假定人口多、技术革新率不高、能源改善缓慢,导致长时间高能源需求及高温室气体排放,而缺少应对气候变化的政策;RCP4.5 情景考虑了与全球经济框架相适应的,长期存在的全球温室气体和生存期短的物质排放,采用低端排放基准和中等减缓措施,2100 年太阳总辐射强迫稳定在 4.5W/m^2 。

气候变化预估数据是由国家气候中心提供的使用区域气候模式 RegCM4 在全球模式 BCC_CSM1.1 驱动下的模拟结果，其气象要素包括逐日的最高气温（℃）和最大风速（m/s），各时段气象要素极值由上述日资料数据推算得到。

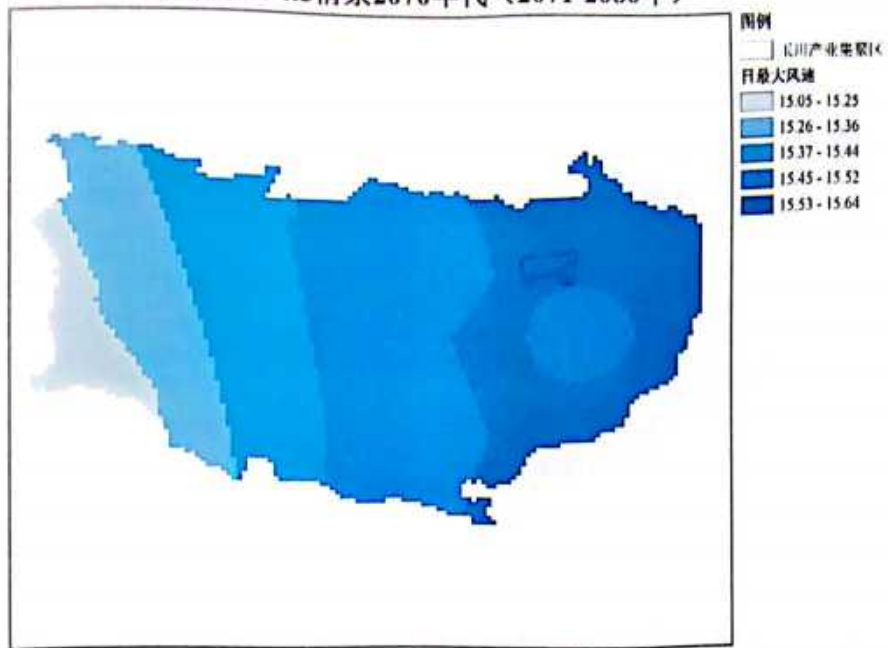
5.1 大风灾害

图 8.25 显示，未来气候变化 RCP4.5 情景下，2050 年代和 2070 年代产业集聚区日最大风速均在 15.6 米/秒左右。未来气候变化 RCP8.5 情景下，2050 年代产业集聚区日最大风速在 17.7 米/秒左右；2070 年代，日最大风速有所降低，在 16.3 米/秒左右。两种情景相比，在 2050 年和 2070 年代均以 RCP8.5 情景大风灾害风险较高。

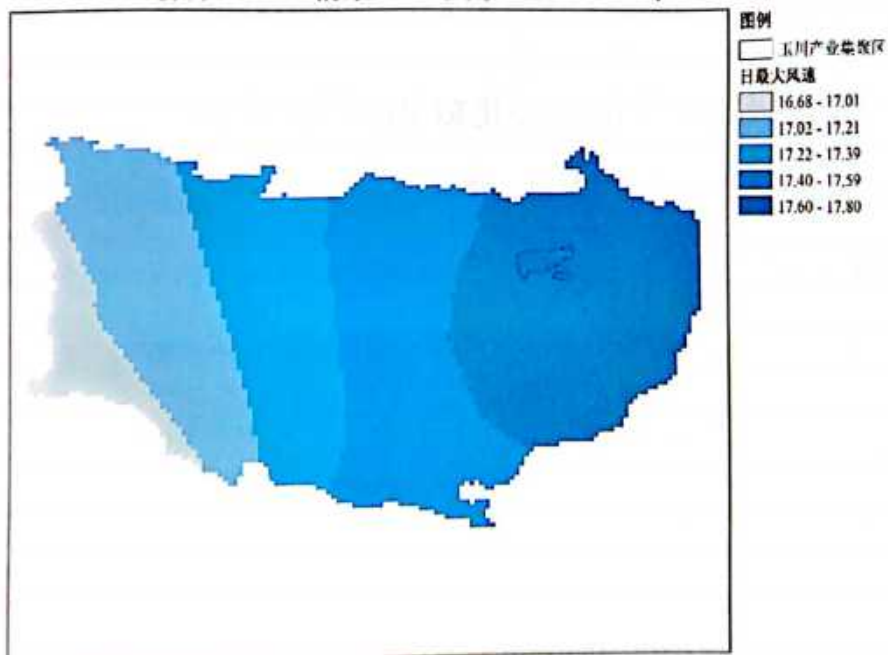
济源RCP4.5情景2050年代（2051-2060年）



济源RCP4.5情景2070年代（2071-2080年）



济源RCP8.5情景2050年代（2051-2060年）



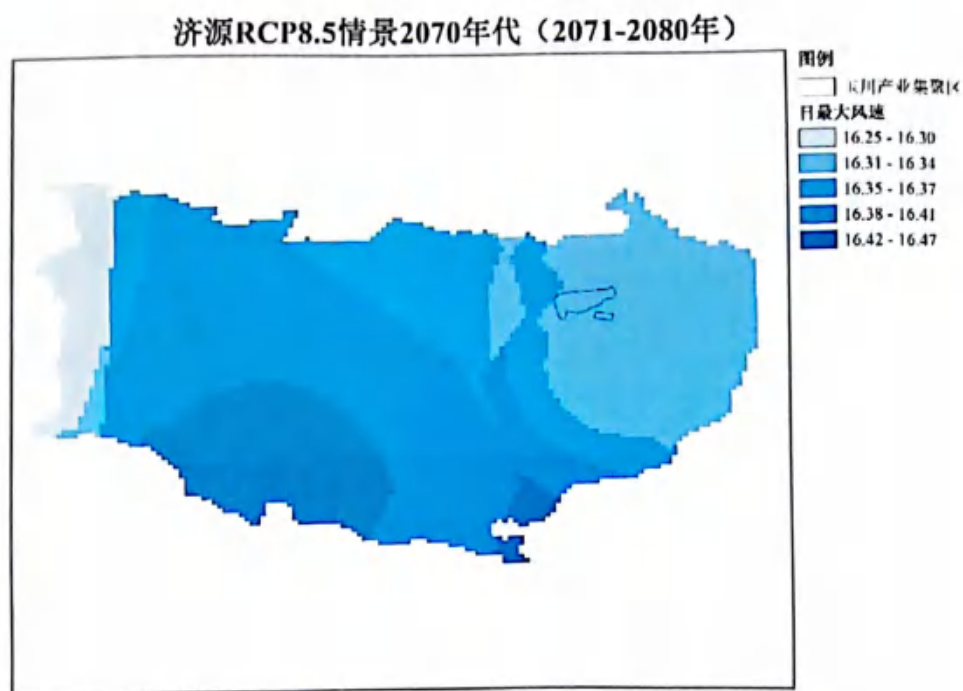
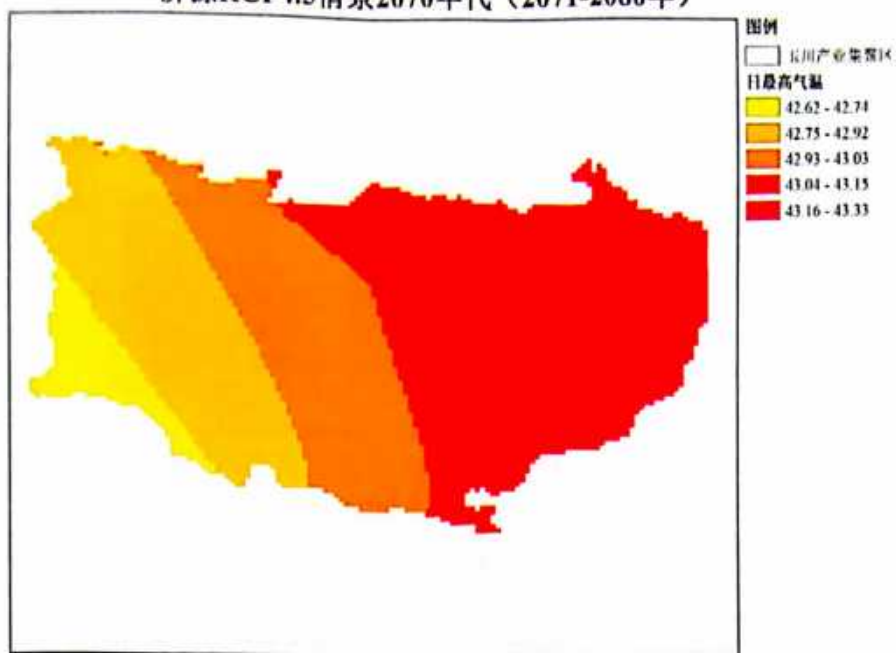


图8.25 未来气候变化情景下产业集聚区大风灾害风险

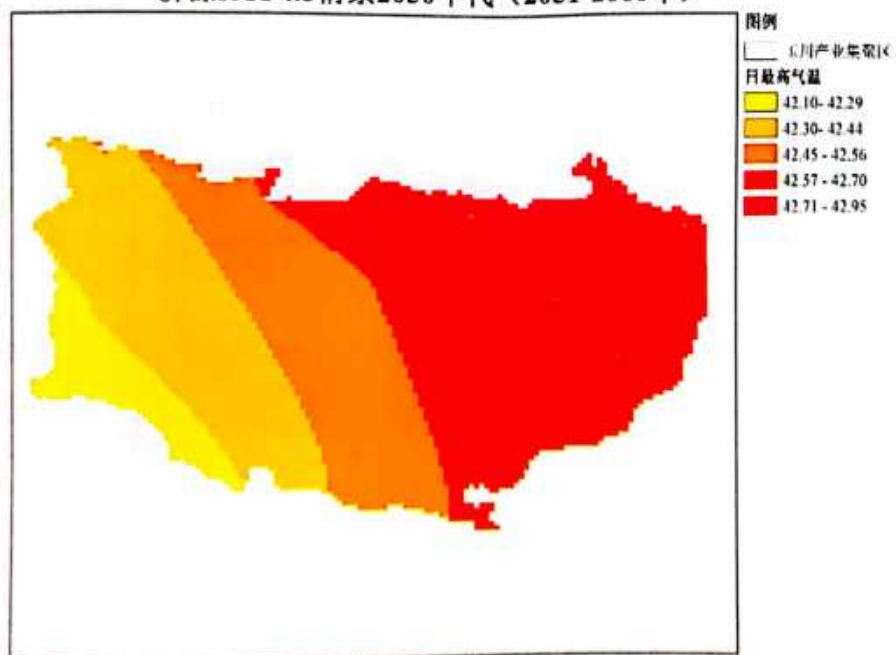
5.2 高温灾害

图 8.26 显示，未来气候变化 RCP4.5 情景下，2050 年代产业集聚区日最高气温在 42.6°C 左右；2070 年代，日最高气温略有升高，在 43.0°C 左右。未来气候变化 RCP8.5 情景下，2050 年代产业集聚区日最高气温在 43.8°C 左右；2070 年代，日最高气温略有升高，在 44.8°C 左右。两种情景相比，在 2050 年代和 2070 年代，RCP8.5 情景高温灾害风险均高于 RCP4.5 情景。

济源RCP4.5情景2070年代（2071-2080年）



济源RCP4.5情景2050年代（2051-2060年）



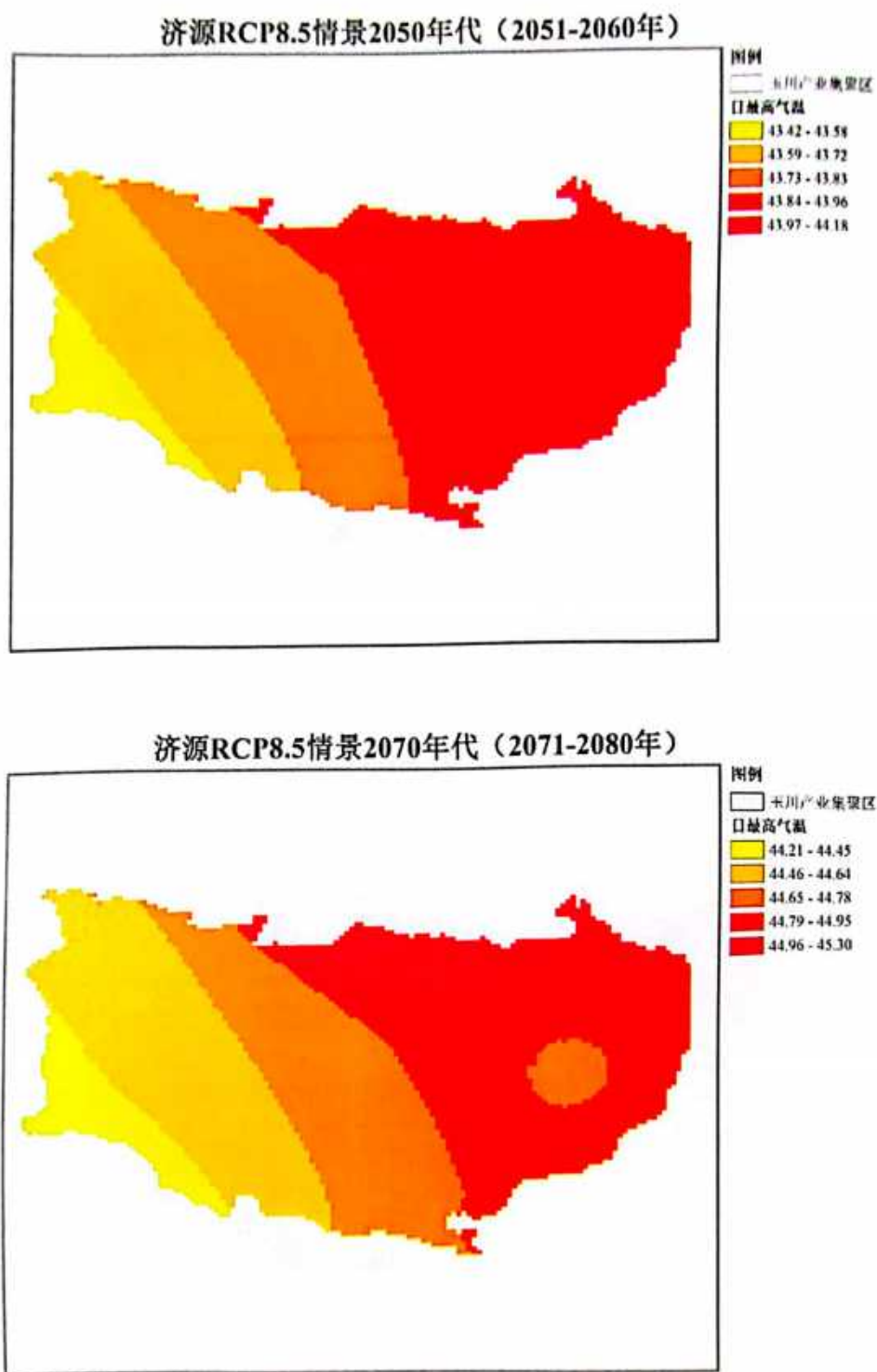


图8.26 未来气候变化情景下产业集聚区高温灾害风险

第九章 局地气候数值模拟

1 模式介绍

1997 年以来,美国多所科研机构的科学家们共同研发了业务与研究共用的新一代高分辨率中尺度预报模式——WRF 模式(Weather Research and Forecasting Model, WRF Model)。该模式中包括了如辐射过程、边界层参数化过程、对流参数化过程、次网格湍流扩散过程以及微物理过程等物理过程,是一个完全可压的非静力模式,控制方程组都写为通量形式。WRF 模式采用 Arakawa C 网格,集数值天气预报、大气模拟及数据同化于一体的模式系统,能够更好地改善对中尺度天气的模拟和预报。WRF 模式系统具有可移植、易维护、可扩充、高效率、方便等诸多特性,是目前最为先进的中尺度数值天气模式,目前已经在世界大多数国家的天气预报业务和相关的业务部门及科研单位广泛应用。本评估报告中使用的是当前较新且比较稳定的 3.6 版本。

2 模式设置

利用 WRF3.6 模式版本,WRF 系统采用地形追随坐标,应用 NCEP 的每 6 小时一次, $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 的 FNL 分析资料作为背景场,采用 27km、9km、3km、1km 的 4 层区域嵌套网格,其中最内层覆盖济源市区范围,网格的空间位置如图 9.1 所示。此模拟是从地表开始,最外层水平方向为 159×159 个格点,垂直方向 29 层。d01 最外层经纬度范

围是 15.8° — 53.3°N , 83.3° — 141.5°E ; d02 经纬度范围是 25.3° — 44.1°N , 99.5° — 125.1°E ; d03 经纬度范围是 28.7° — 38.1°N , 104.8° — 116.5°E ; 最内层 d04 经纬度范围 33.4° — 35.3°N , 110.7° — 113.0°E 。

通过天气气候分析,综合考虑气候背景和下垫面的陆面特征,同时为了充分保证模式初始条件和侧边界条件更为客观化,在反复试验和诊断的基础上,确定了模拟的区域。模式的第一层 d01 包含中国青藏高原以东的地域范围,模式第二层 d02 覆盖了除了青海、新疆和西藏以东的大部分省份,模式的第三层 d03 涉及了河南省周边的河北、安徽、湖北、贵州、宁夏、甘肃、四川、陕西和山西等地区,模式的第四层 d04 是覆盖了济源市域等河南西部,包括市区和济源市下辖的县。

通过敏感性试验和模拟结果比较,采用以下的物理参数化方案:

微物理过程: lin 方案,较为复杂,考虑了水不同相态的变化。

长波辐射: RRTM 方案,是一种快速辐射传输模式。

短波辐射: RRTMG 方案,考虑到了随机云重叠的过程。

表层: Pleim-Xiu 表面层方案。

陆面层: Pleim-Xiu 陆面模式,与表层方案相对应。

行星边界层: Mellor-Yamada-Janjic TKE 方案

积云参数化: 冬季采用 NCEP 业务使用的 Betts-Miller-Janjic 方案; 夏季要充分考虑对流的存在而采用 Kain-Fritsch 方案。

利用 WRF 模式,通过多重嵌套,模拟覆盖济源市域典型天气条件下的 $1\text{km}\times 1\text{km}$ 空间分辨率风场,重点分析近地面 10 米风场环境

特征，如高大地形影响、山谷风环流、气流易汇集区等。

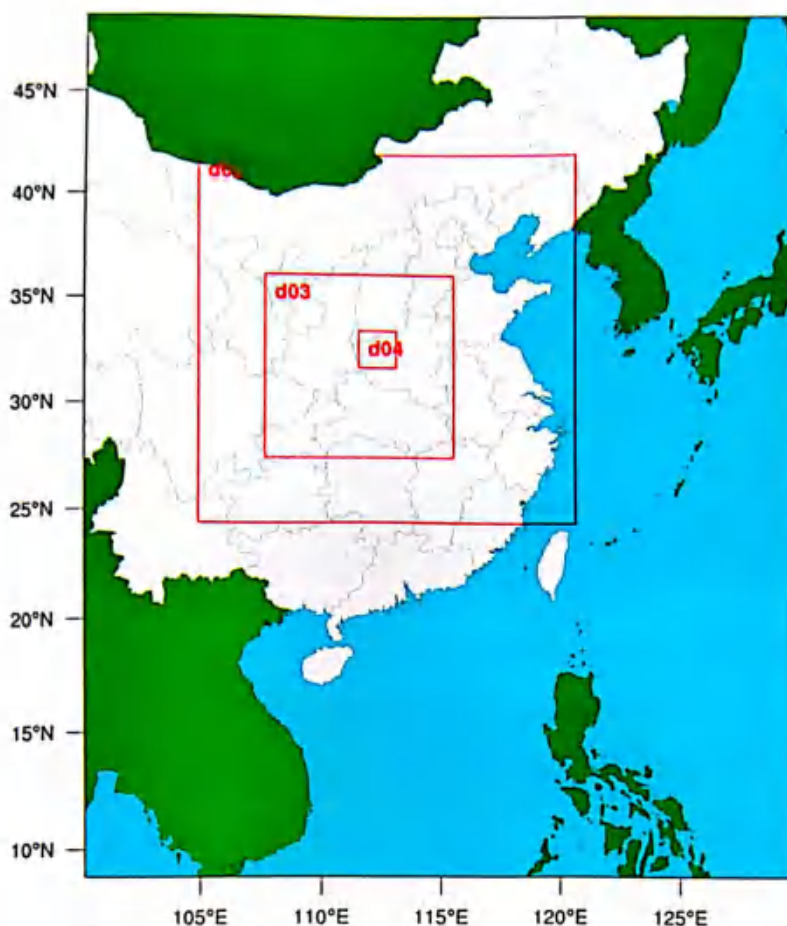


图9.1 WRF模式模拟的多重网格嵌套分布，左上角为网格编号

3 风环境场模拟

典型天气个例选择：利用济源国家级气象站观测的风速和天气现象资料为选择依据，结合周边市域内的国家站观测相应时段观测资料，选取济源 2017 年典型月（1 月和 7 月）中与常年月主导风向一致的天，日平均风速与常年月平均风速接近，未出现雾霾天气（空气质量为优良等级）且软轻风日频率较低的大风无污染个例（2017 年 7 月 14 日）进行说明。

图 9.2-9.7 是 WRF 模拟得到济源市域在 2017 年 7 月 13-14 日的

逐小时近地面平均风场。2017年7月13日济源市域近地面风杂乱无章，晚上21点风速较小，约在2.0m/s以下，一直持续至14日凌晨。

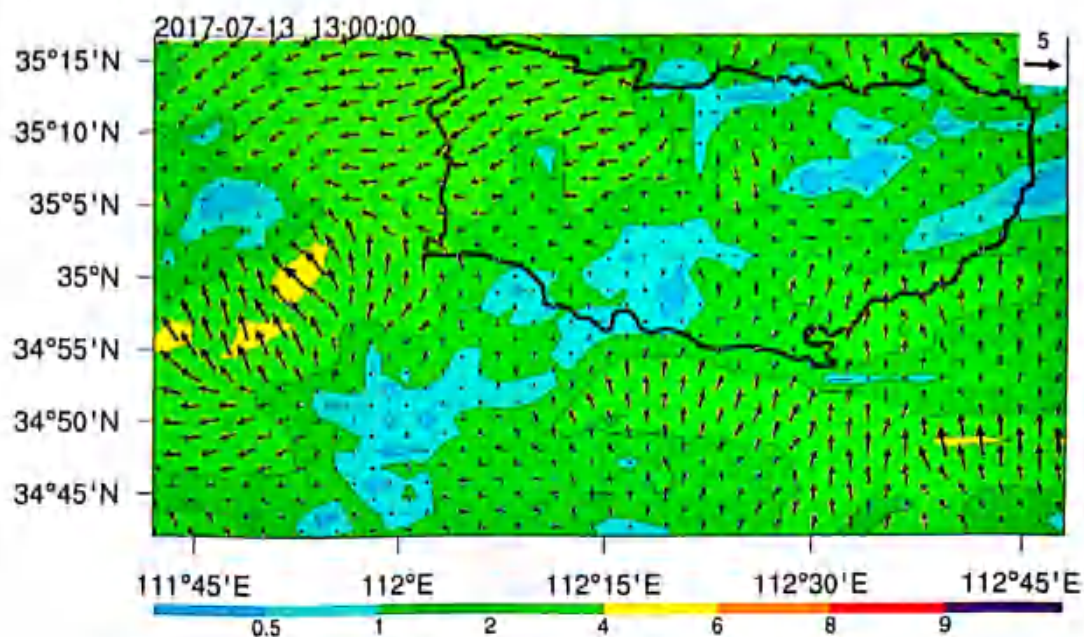


图9.2 2017年7月13日晚上21点10米风速分布

7月14日上午济源地区风速较小，风向杂乱；下午济源地区风速增大，部分地区风速可达4m/s以上；傍晚17时济源地区开始出现大风，风速介于4-8m/s之间；

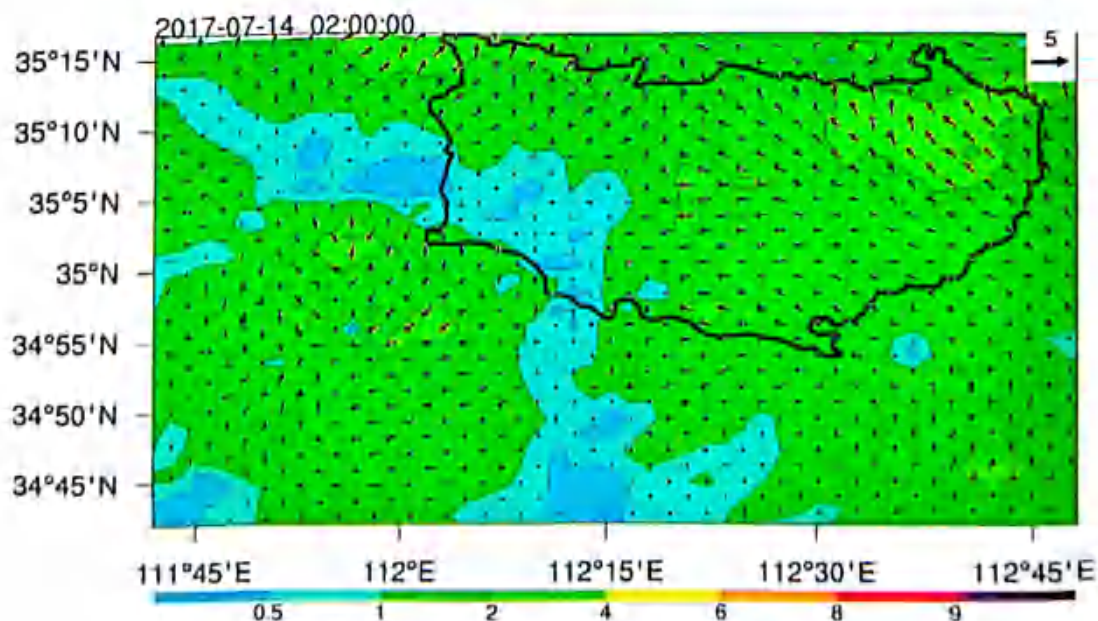


图9.3 2017年7月14日上午10点10米风速分布

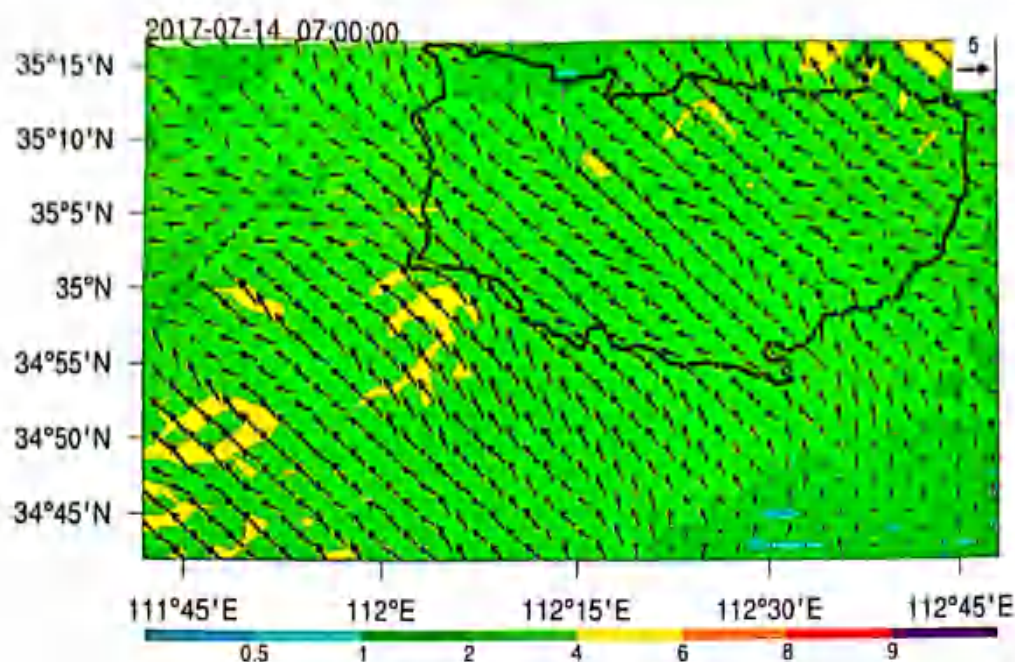


图9.4 2017年7月14日15点10米风速分布

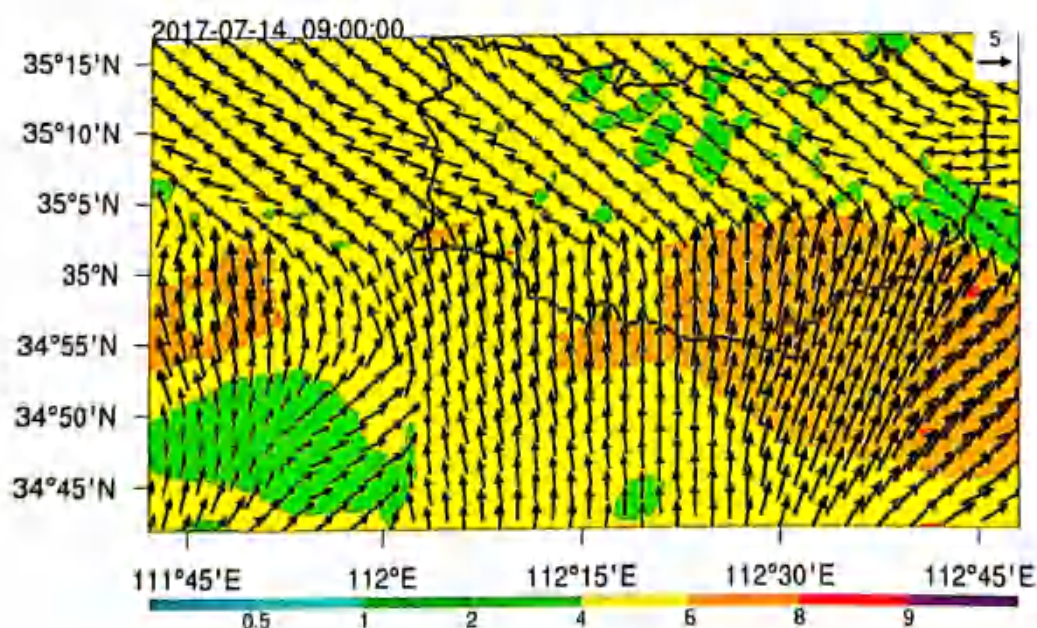


图9.5 2017年7月14日17点10米风速分布

7月14日夜晚23时风向转为东风,和济源地区夏季常年盛行风向一致,东风急剧增大,济源地区的东部风速高达8.0m/s以上,绝大多数地区风速可达9m/s;强风持续至15日凌晨,强东风覆盖整个济源地区。在强风的作用下,该地区污染物扩散条件较好,呈现大风无

污染天气现象。

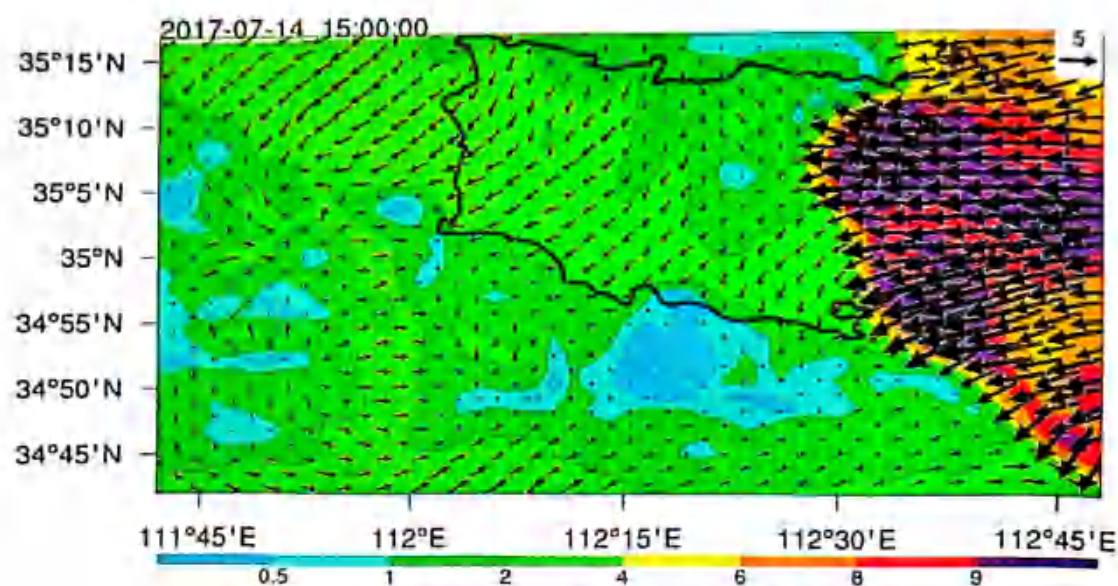


图9.6 2017年7月14日夜晚23点10米风速分布

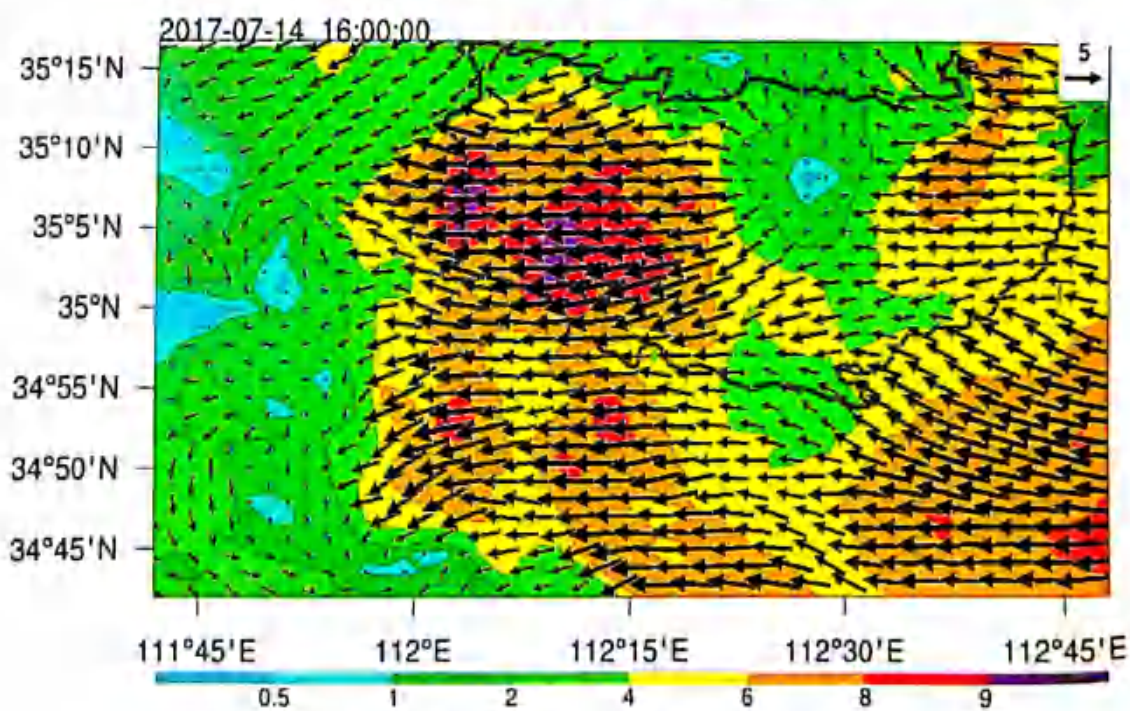


图9.7 2017年7月15日00点10米风速分布

第十章 结论和建议

本报告以济源玉川产业集聚区周边区域自动站及国家气象站等观测资料为基础,结合数值模拟及历史灾情资料,对玉川产业集聚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、园区气候背景、高影响天气、关键气象参数、暴雨高温等灾害专题影响评估和园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,进一步对玉川产业集聚区的规划、建设和运营等提出建议。

1 主要结论

1.1 大气环流特征

影响河南的大气环流系统主要包括西太平洋副热带高压、西伯利亚高压、阻高、西风槽、切变线、锋面、低空急流、西南涡等。夏季主要受西太平洋副热带高压、台风、低空切变线、低空急流、锋面、西南涡等环流系统影响,易出现暴雨、雷雨大风、冰雹、短时强降水等对流性天;冬季受西伯利亚高压、阻塞高压等影响,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,秋季受阻塞高压、西风槽等影响,易出现干旱和连阴雨等天气。

1.2 园区气候背景

玉川产业集聚区位于济源市北部,属暖温带半湿润季风气候,气候条件良好,气候温和,雨水适中,四季分明。报告选取济源气象站作为参证气象站,其观测资料可代表产业园气候背景状况。

济源气象站累年平均气压 1000.2 hPa,年平均气温 14.9℃,平均最高气温 20.9℃,平均最低气温 9.7℃;该地区平均降水量 588.4mm,年降水量的 53.1%集中在夏季,7月降水最多;年平均风速 1.6m/s,全年最多风向为东风(E),其次为东北偏东风(N);年平均相对湿度 66%,平均日照时数 1876.8h,平均降水日数 77.8d。建站至 2019 年,年极端最高气压 1031.4hPa,极端最低气压 975.2 hPa,极端最高气温 42.6℃,极端最低气温-18.5℃,极大风速 26.3m/s。

各气象要素的年际变化中,气温呈上升趋势,相对湿度、日照时数呈减少趋势,风速变化不明显,降水日数呈现略增加趋势。降水量年际变化差异大,变化趋势不明显。气象要素的月、季变化中,气温、降水、相对湿度在夏季达到峰值,日照时数、风速峰值出现在春季。气温在 7 月份最高,1 月份最低;夏季降水占年降水的 53.1%,其中 7-8 月占全年降水量的 41.5%;相对湿度 7-9 月较大;日照时数 4-6 月最多,1 月最少;风速 3、4 月较大,9 月偏小。

利用位于园区附近枣庙区域自动站 2018-2019 年资料,与同时期济源气象站资料进行对比分析。枣庙站年平均气温 15.2℃,年平均风速 1.6m/s,年平均降水量 665.5mm,年最大风速 12.1m/s(风向 NNW,出现在 2019 年 11 月 24 日);济源站年平均气温 15.8℃,年平均风速

1.6m/s，年平均降水量 616.4mm，年最大风速 10.5m/s（风向 ENE，出现在 2019 年 08 月 01 日）。

1.3 高影响天气及灾害风险评估

根据济源玉川产业集聚区所在区域的历史气象灾害、园区重点企业气象要素及高影响天气的抽样调查，济源玉川产业集聚区高影响天气为雷暴、闪电、大风、冰雹、高温、积雪、雾、寒潮、龙卷等灾害，关键气象因子有雷电、风、降水、温度等要素。产业集聚区及入驻企业均应根据高影响天气及敏感气象因子，设置气象灾害应急预案，接收气象预报和预警信息，及时启动应急行动计划。

表10.1 高影响气象因子一览表

气象因子		统计结果	备注
雷暴	累年雷暴日数(天)	23.2	6-8 月为高发期
	多年最多年雷暴日数(天)	37	1963 年/1977 年
大风	多年平均大风日数(天)	7.3	
	多年最大风速(米/秒)	16.7	2013 年 8 月 11 日
	多年极大风速(米/秒)	26.3	2013 年 8 月 11 日
暴雨	多年平均暴雨日数(天)	1.5	
	多年 1 小时最大降水量(毫米)	51.6	2011 年 7 月 3 日
	多年日最大降水量(毫米)	137.5	2012 年 7 月 9 日
高温	多年平均高温日数(天)	20.7	
	极端高温(℃)	43.4	1966 年 6 月 22 日
积雪	多年平均雪日数(天)	12	
	多年最大积雪深度(厘米)	27	1971 年/2009 年
2009 雾	累年年雾日数(天)	14.1	
	多年最多年雾日数(天)	28	2013 年

1.4 关键气象参数推算结果

济源玉川产业集聚区的设计、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10.2 关键气象参数不同重现期推算结果

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
设计风速 (m/s)	15.0	16.8	18.6	20.8	23.0	24.2	25.8	27.9
基本风压 (kN/m ²)	0.1387	0.1698	0.2109	0.2744	0.3461	0.3945	0.4593	0.5620
基本雪压 (kN/m ²)	0.1185	0.1565	0.2005	0.2613	0.3235	0.3600	0.4101	0.4800
平均最高气温 (°C)	32.2	32.8	33.4	34.3	35.1	35.6	36.1	36.9
平均最低气温 (°C)	-4.3	-5.0	-5.7	-6.6	-7.5	-8.0	-8.6	-9.4
极端高温 (°C)	39.4	40.2	41.1	42.3	43.4	44.0	44.8	45.9
极端低温 (°C)	-10.4	-11.4	-12.5	-13.9	-15.3	-16.0	-17.0	-18.3
最大日降水量 (mm)	67.3	79.6	93.0	109.5	124.7	133.2	143.6	157.3
极端雪深 (cm)	7.8	10.3	13.2	17.2	21.3	23.7	27.0	31.6

表10.3 室外气象参数

参数名称	计算方法说明	计算结果
(1) 供暖室外计算温度	累年平均每年不保证 5 天的日平均温度	-3.6°C
(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	0.4°C
(3) 冬季空气调节室外计算温度	累年平均每年不保证 1 天的日平均温度	-4.8°C
(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	61%
(5) 夏季空气调节室外计算干球温度	累年平均每年不保证 50h 的干球球温度	35.0°C
(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	27.8°C
(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	31.5°C
(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	59%
(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	31.8°C

表10.4 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	323.6	399.2	494.3	623.5	752.6	828.2	923.3	1052.5
10min	264.6	326.3	404.1	509.7	615.3	677.0	754.8	860.4
15min	227.2	280.2	347.1	437.7	528.4	581.4	648.2	738.9
20min	201.0	247.9	307.1	387.3	467.5	514.4	573.5	653.8
30min	166.2	205.0	253.8	320.2	386.5	425.3	474.1	540.5
45min	135.0	166.5	206.2	260.1	314.0	345.5	385.2	439.1

	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
60min	115.5	142.5	176.5	222.6	268.7	295.7	329.6	375.8
90min	91.9	113.4	140.4	177.1	213.8	235.2	262.3	299.0
120min	77.8	95.9	118.8	149.8	180.9	199.0	221.9	252.9
150min	68.2	84.1	104.1	131.3	158.5	174.4	194.5	221.7
180min	61.1	75.4	93.4	117.8	142.2	156.5	174.4	198.8

1.5 园区建设对局地气候可能产生的影响

由于玉川产业集聚区现状大部分都是广阔的荒山、荒坡，通过建设产业集聚区，路网建设、企业设施建设及人类活动的增多，必然会改变原来的土地覆盖情况及生态环境，同时此区域的气温、降水、湿度及风等随园区的建设而发生改变，需在集聚区建设与运营的同时关注气候变化和气象灾害的发生规律，合理布局园区格局，有效控制区域热岛的增强及雨岛的变化，保障园区经济社会可持续发展。

2 适用性分析及建议

本节基于济源玉川产业集聚区气候可行性论证区域整体评价结论，并结合园区地理位置、产业规划等实际情况，给出园区不同开发阶段（规划、建设、运营等）的与气候可行性密切相关的建议。需要指出的是，本节所提的建议只是参考性建议，不能替代规划或建设项目的具体设计意见。

2.1 规划阶段

1. 受山体影响，产业园年主导风向为西北-东南风，因此，在园区的建筑物的布局应注意保留西北-东南向的通风廊道；大气污染型单元布置在敏感区的东北-西南方位，影响会相对较小。

2. 汛期暴雨日数较多，在规划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、低温冰冻等高影响天气的防护。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。

2.2 建设阶段

1.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，可参考本报告给出的排水设计气象参数、设计风速、基本气温、重现期极值的推算。设计人员可根据设计需求，从报告推算值或者规范推荐值中进行选取。需要指出的是，若在园区中部设计建设排水管网以及高层构筑物时，建议提高有关设计气象参数的要求。

2. 建设施工阶段最好避开 6-8 月暴雨高发期，以减少延误工期，建筑材料冲毁、损坏所造成的损失；园区 7、8 月高温天气较多，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；若园区建设高层建筑，则应充分考虑建筑风荷载，同时应做好抗风安全措施，以防人员伤亡；避免在夏季午后和午夜等雷电高发时期进行施工建设，若玉川产业集聚区内新建项目，在设计施工时一定要按照防雷技术规范实行。同时应避免冰雹天气下进行施工建设。

3.济源易出现低温冰冻月份为 12 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。

2.3 运营阶段

1.暴雨可造成厂区积水，引起电路、水泵等工业设施发生故障，室内材料损坏等；同时工业污水和残留油污等容易随雨水扩散，造成环境污染等。6-8月是济源暴雨高发期，建议园区定期检查排水系统，定期检查排水管道是否畅通，定期对厂房、办公大楼的渗漏水及雨水倒灌风险隐患进行排查，尽可能降低强降水引发积涝的可能；非汛期也需要警惕暴雨发生的可能，避免因防灾减灾意识松懈带来风险隐患；特别要注意短历时强降水过程对园区内需重点关注的风险源的影响。

2.大风可能拔起大树、折断电杆，毁坏地面设施和建筑物，特别是会对抗风性能较弱的房屋造成损毁，影响园区正常的运行。建议大风天气加固地面设施，妥善安置易受大风影响的室外物品；对简易建筑、临时搭建物、门窗、电气线路、室外体育器械等进行重点排查，消除因大风可能导致安全事故的隐患；大风期间尽量减少外出，必须外出时不要在广告牌、临时搭建筑物下面逗留、避风，确保人员的人身安全。

3.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；可能引发园区货运车辆在行驶过程中自燃，引发安全事故；高温使园区的火险等级增加，容易引发安全事故。建议高温来临前应及时安装降温设备，必要时进行隔热处理；加大电器及电线线路的安全检查工作，并做好相关防护措施；对园区工人进行防暑指导，准备防暑降温饮料和常用防暑药品；持续的高温干旱天气又可能造成供水紧张，应及时储备。

4.雷暴闪击的电火花可引起燃烧或爆炸,毁坏工厂车间,生产设备;雷击电网线路可造成线路跳闸,引起瞬时停电或电压波动,严重影响生产设备的安全运行。应加强非工程性防雷措施(如建设系统的雷电预警系统、制定完善的防雷安全管理制度等),可以更加科学地指导该区域雷电灾害防御,有效提升防雷安全;雷电活动的高发期(夏季 8-9 月午后及午夜),园区管理部门应当密切关注天气预报,做好相关的防御措施;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.冰雹可能造成建筑物、车辆损坏;可能造成人员伤亡。可在园区适当种植草皮和树木,达到减少雹灾目的;冰雹发生时,关好门窗,妥善安置好易受冰雹大风影响的室外物品,如货车等最好停车躲避;切勿随意外出,暂停户外活动,在做好防雹准备的同时,也要做好防雷电的准备;

6.大雾能对园区交通造成影响,包括产品运输及员工的上下班;还能对输电线路和露天电气设备的绝缘体造成变故,甚至酿成事故,危害人体健康。建议雾霾发生期间,要戴上口罩,防止吸入有毒气体;尽量少在雾中活动;驾车外出时减速慢行,避免靠近大货车驾驶。

附录 A 济源玉川产业集聚区及周边地区气象灾害调查

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1952 年 5-6 月	大风	济源	收麦前后, 济源、兰考、睢县、民权、宁陵、永城、邓州大风, 麦子掉粒严重, 邓州小麦损失 50%。
1954 年 4 月 20 日	霜冻	济源	4 月 20 日, 豫西、豫北出现霜冻, 最低气温降至 0~2℃, 时近谷雨, 已孕穗的小麦受到较重冻害。济源、宜阳 2 县 0.67 万公顷小麦受灾。
1954 年 5 月下旬	冰雹	济源	5 月下旬原阳、温县、济源、新乡等县先后降冰雹, 受害小麦轻者减产 3 成, 重者打成光杆。
1969 年 8-9 月	冰雹	济源	8 月, 济源县降冰雹, 引沁灌区 0.7 余万公顷秋作物 20%~40% 受灾, 受灾严重的达 60%~70%, 造成减产。9 月, 修武、原阳、焦作、济源等地降冰雹, 白菜、棉花、高粱、玉米受一定损失。
1969 年 8 月 16 日	大风	济源	济源大风毁树 15 万棵, 树围 1 米多的大树连根拔或折断, 房揭瓦、掀顶千余间, 秋田受灾 8867 公顷, 其中 1633 公顷减产 7 成。
1970 年 7 月	冰雹	济源	7 月, 清丰、林县、沁阳、原阳、焦作、封丘、孟县、济、洛宁、栾川、三门峡、新安、灵宝、渑池、嵩县、方城等县降冰雹, 秋禾受损。7 月 21 日, 辉县降冰雹并伴大风, 范围达 6 个公社, 冰雹大如馒头, 小如枣, 个别冰雹穿透房顶。济源的邵源公社, 平地积雹 6~10 厘米厚。群众说这是当地所罕见。
1978 年 6 月 30 日	大风	济源	阵风 11 级, 刮走小麦 9 万千克, 刮断线杆 530 根, 倒房 1800 余间, 刮落苹果 50 余万千克, 断树 10 余万棵, 还有人员伤亡。
1979 年 6 月 19 日	冰雹	济源	6 月 19 日的雹灾波及新乡、洛阳、许昌、南阳及驻马店等 5 个地区的 17 个县市, 从济源到孟县, 越黄河, 经洛阳东部、汝河、许昌西部, 继而在南行, 消失在驻马店、汝南一带, 在洛阳、偃师有小分支向嵩县、洛宁, 在叶县有小分支向方城、镇平。
1989 年 7 月 11 日	冰雹	济源	7 月 11 日 17 时左右, 焦作市的孟县、济源、沁阳等县, 洛阳市的栾川、新安、孟津、汝阳、偃师等县的 34 个乡镇遭受大风袭击, 风速达 21 米/秒, 有 0.8 万公顷农作物受灾, 玉米、谷子等高杆作物被刮倒、折断, 造成严重减产。
1995 年 6 月 7 日	雷击	济源	济源市思礼乡北关桥村一村民到责任田拉麦秸, 被雷击中, 当即死亡。
1998 年 3 月 19-22 日	雪灾	济源	3 月 19-22 日, 全省大部分地区极端最低气温降至 -1~-4℃。此时正值小麦拔节与油菜开花期, 危害严重。全省

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
			有 861 万公顷小麦遭受不同程度冻害, 其中严重冻害 153 万公顷, 油菜冻害面积 225.9 万公顷, 占播种总面积的 61%, 其中严重冻害 126.9 万公顷。南阳、信阳、济源等地还遭受大风暴雪袭击, 积雪达 15~75 厘米厚, 损坏民房 1.66 万间, 倒塌 1020 间, 砸伤 5 人, 损坏塑料大棚 1436 座, 高低压线路 1.34 万米, 倒树木 1700 余株, 电线杆 250 多根, 造成直接经济损失 6.47 亿元, 其中农业直接经济损失 5.1 亿元。
1998 年 8 月 24 日	雷击	济源	济源市遭受雷击, 损坏变压器 3 台, 电话机 30 多部、电脑 16 台、电视机 120 余部, 财产损失达 300 万元。
1999 年 8 月 8 日	雷击	济源	济源市供电设备因雷击而造成跳闸故障达 23 条次, 击毁线路 3 条, 宣化大街、济水大街等部分居民区停电, 邮电局宣化支局 5000 门电话交换机和王屋邮电支局的 1000 门电话交换机因雷击出现故障, 造成全市至少 6000 个电话用户通讯中断, 宣化邮电支局的光缆系统、整流器、传输板以及计费计算机、电报传真机等设备同时遭受雷击; 计生委家属院楼顶电视天线被击毁; 全市居民约 9000 多部家用电冰箱、电视机等家用电器被击毁; 市公安局微机房遭受感应雷击, 部分仪器损坏; 济源火车站电力设备遭受雷击; 济钢制氧车间 1 号空压机因遭受强雷暴袭击, 导致该设备损坏; 造成直接经济损失 21.8 万元左右。
2000 年 7 月 22 日	雷击	济源	济源市王屋山风景区管理局索道管理站遭受感应雷击, 10 千伏变压器、彩电、电话机等损坏, 直接经济损失 3 万元。
2001 年 6 月 13 日	雷击	济源	济源市王屋山风景管理局遭受雷击, 直接经济损失 1.8 万元。
2001 年 6 月 18 日	雷击	济源	济源市教育电视台发射塔机房遭受雷击, 直接经济损失 1 万元。
2003 年 6 月 5 日	风雹	济源	6 月 5 日下午, 北中部地区的济源、焦作、新乡、洛阳、郑州、商丘、周口、漯河、许昌 9 市 15 个县遭受冰雹及雷雨、大风袭击, 冰雹持续 5~20 分钟, 最大冰雹直径 3 厘米, 瞬时风力达 8~10 级。造成 87 个乡镇、347 个行政村受灾, 农作物受灾面积 59.4 千公顷, 成灾面积 37 千公顷, 绝收面积 9.8 千公顷; 因灾伤病 260 人, 死亡 8 人; 损坏房屋 2301 间, 倒塌房屋 836 间, 直接经济损失 2.98 亿元, 其中农业直接经济损失 2.08 亿元。
2003 年 6 月 5 日	雷击	济源	济源市中原特殊钢厂高、低压线圈和变压器遭受雷击, 直接经济损失 4 万多元。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2003年6月10日和7月6日	雷击	济源	济源市王屋山风景管理局2次遭受雷击,造成微机房、工作站起火,部分供电设施损坏,索道吊篮停车,直接经济损失18万元。
2003年7月28日	雷击	济源	济源市出现了大范围雷电灾害,市自来水公司变压器和办公大楼一屋角遭受雷击;市行政审批中心遭受雷击,造成网站部分设备元件损坏,网络中断;市环境监测站计算机及通信网络遭受雷击;市电视台南侧一电线杆遭受雷击,造成数千户居民无法用电。
2003年11月7-9日	雪灾	济源	全省出现大范围降雪及寒潮大风天气,其中焦作、济源、三门峡、洛阳4市部分县下了大到暴雪。此次降雪范围广,雪量大,出现时间早,使全省许多地区的绿化树木树枝被积雪压断,损失严重。寒潮天气对农作物、蔬菜生长造成了不利影响,并使心脑血管疾病、呼吸道疾病患者增多,对人体健康不利。降雪对交通运输造成了不利影响。
2005年7月18日	暴雨	济源	济源、孟州2县出现暴雨到大暴雨天气,农作物受灾面积2.2千公顷,成灾面积327公顷,绝收面积93公顷,倒塌房屋278间,直接经济损失870万元。
2005年8月12日	风雹	济源	济源、沁阳2市有12个乡镇出现雷雨、大风、冰雹天气,瞬时风力达8~10级,2小时最大降水量68毫米,造成农作物受灾面积15.8千公顷,成灾面积3.7千公顷,绝收面积5.3千公顷,直接经济损失9381万元。
2006年7月31日	雷击	济源	济源市有10多家单位遭受雷击,其中济源市网通、铁通100余部固定电话机和90余个小灵通基站被击坏,直接经济损失约3万元;济源市天坛山水泥有限公司有5个工业放大器、7个监控器、台料位仪被雷电击坏,造成直接经济损失6万余元;济源市酒店客房中心遭雷击,损坏1台计算机、1台路由器、1台网络交换机、1台语音系统变压器,造成直接经济损失3万元左右。
2006年8月14日	雷击	济源	济源市豫光金铝股份有限公司遭雷击,部分设备损坏,造成直接经济损失5万元。
2006年8月28日	暴雨	济源	济源市部分乡镇遭受暴雨~大暴雨袭击,思礼乡降水量最大达196.4毫米,创济源有气象记录以来的历史极值,全县有5个乡、3.6千公顷农作物受灾。其中绝收700公顷,直接经济损失2683万元,其中农业直接经济损失1663万元。
2006年8月28-29日	雷击	济源	济源市有10多家单位遭受雷击,其中市武警总队监控系统、计算机、摄像头、电视机等部分设备损坏,直接经济损失20多万元;市中原特钢职工医院部分设备损坏,直接经济损失10万元;市世纪酒店消防控制系统被击坏,造成直接经济损失5万元;市天坛山水泥有限公司17个工业计算机传感器被击坏,直接经济损失8万元;

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
			丹利肥业有限公司 8 月 16 日和 8 月 28 日两次遭受雷击, 部分设备损坏。
2007 年 7 月 19-20 日	暴雨	济源	全省普降中~大雨, 有 36 个站次降了暴雨, 新乡市长垣县和济源市有 12 个乡镇农作物受灾, 其中绝收面积 3.5 千公顷, 倒塌房屋 875 间, 造成直接经济损失 65 万元。
2007 年 7 月 28-30 日	暴雨	济源	豫北和豫西出现强降水过程, 共有 15 个站出现暴雨, 获嘉、三门峡、修武、济源 4 站出现大暴雨。强降水造成 16.3 千公顷农作物受灾, 倒塌房屋 1248 间, 造成直接经济损失 8907 万元, 同时还引发了山体滑坡、泥石流等地质灾害。
2009 年 6 月 3 日	风雹	济源	我省北部和东部遭受雷雨、大风、冰雹等强对流天气袭击, 造成商丘、开封、济源 3 市有 14 个县(市、区)受灾, 倒塌房屋 5100 间, 因灾死亡 24 人, 89 人重伤, 造成直接经济损失 16.1 亿元。
2010 年 3 月 20 日	大风	济源	3 月 20 日, 全省出现了大风、沙尘天气, 登封和济源的最大风速分别为 29.2 米/秒和 25 米/秒, 最大风力均达到 10 级。大风造成许多大树被拦腰折断或连根拔起, 部分房屋、户外广告牌被掀翻, 农作物受灾, 电力设施遭受严重损坏。
2010 年 6 月 2 日	雷击	济源	济源市玉泉办事处东马头村发生一起雷击事故, 造成一座两层民房屋脊受损, 周围 20 余户电视、电脑、电话等家用电器不同程度损坏, 直接经济损失约 3.5 万元。
2011 年 9 月 4-20 日	连阴雨	济源	9 月 4-20 日, 全省大部分地区出现连阴雨天气, 强降水主要集中在中西部地区, 其中三门峡、洛阳、济源、焦作、郑州、平顶山 6 市的平均降水量超过了 200 毫米, 较常年同期偏多 4~6 倍。全省平均气温较常年同期偏低 3.5℃, 为 1961 年以来同期最低值。低温阴雨对秋作物的灌浆乳熟和棉花的裂铃吐絮及果树果实成熟都产生了不利影响, 造成产量降低和品质下降。持续强降水导致我省北部和中西部部分地区遭受了洪涝灾害, 全省农作物受灾面积 333.8 千公顷, 成灾面积 166.8 千公顷, 绝收面积 10.7 千公顷; 倒塌房屋 1.6 万间, 损坏房屋 2.1 万间, 因灾死亡 11 人, 造成直接经济损失 20.3 亿元。
2012 年 7 月 7-9 日	暴雨	济源	济源、新乡、洛阳、开封、商丘及南阳等地出现强降水过程, 虞城(221.4 毫米)、济源(141.3 毫米)2 站创建站以来日降水量的最多值。强降水造成多座城市积水, 大面积农作物受灾, 造成严重经济损失。全省农作物受灾面积 206 千公顷, 农房倒塌 2203 间, 严重损坏 2792 间; 因灾死亡 1 人, 造成直接经济损失 3.72 亿元, 其中农业直接经济损失 2.27 亿元。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2015年8月22-26日	风雹	济源	受强对流天气影响,安阳、新乡、濮阳、济源、三门峡、洛阳、开封、平顶山、南阳、驻马店等部分地区市先后遭受大风、强降水、冰雹袭击,造成全省36万人受灾,农作物受灾面积27.7千公顷,成灾面积13.4千公顷,绝收面积2.7千公顷,倒塌房屋9间,造成直接经济损失3.02亿元,其中农业直接经济损失3亿元。
2015年11月23-25日	雪灾	济源	全省出现大范围强降雪,北中部大部分地市平均降雪(雨)量均在10毫米以上,最大积雪深度多在10厘米以上,郑州、开封、商丘、洛阳、济源、焦作和新乡7市平均降雪量超过20毫米。大雪给交通运输、农业生产、人民生活等带来极大影响,共造成4.6万人受灾,农作物受灾面积2.81千公顷,成灾面积1.92千公顷,倒塌房屋54间,直接经济损失1.2亿元,其中农业经济损失1.1亿元。
2016年6月10日	风雹	济源	新乡市风泉区、济源市出现雷雨大风、冰雹等强对流天气,济源市冰雹直径达5~20毫米,持续时间20分钟,克井镇枣庙村出现了12级大风,瞬时最大风速达36.6米/秒。造成农作物受灾面积719公顷,成灾面积280公顷,直接经济损失达584万元,其中农业直接经济损失207万元。
2016年6月13-15日	风雹	济源	豫北和中东部地区相继出现雷雨大风冰雹天气,济源、鹤壁、郑州、周口、商丘等地果树、蔬菜大棚被冰雹砸断砸塌,造成农作物严重受灾甚至绝收。共造成全省农作物受灾面积6.6千公顷,其中成灾面积4.7千公顷,倒塌房屋384间,因灾死亡3人,造成直接经济损失2.2亿元,其中农业直接经济损失1.8亿元。
2017年5月22-23日	大风、暴雨	济源	全省出现大风强降雨天气,济源日降水量达56.5毫米,突破建站以来5月历史同期极值,局部阵风7-8级。造成农田积水,即将成熟的小麦出现倒伏,灾害共造成全省190万人受灾,农作物受灾面积148.5千公顷,直接经济损失3.5亿元,其中农业直接经济损失3.4亿元。
2018年6月25-26日	暴雨	济源	沿黄及以北大部出现强降水过程,豫北和豫西部分地区发生洪涝灾害。济源日降水量达72.6毫米,部分乡镇山体滑坡、道路塌陷、饮水管道被冲毁。共造成3.2万人受灾,农作物受灾面积1.3千公顷,倒塌房屋12间,损坏房屋53间,直接经济损失1172.4万元,其中农业经济损失990.6万元,家庭财产损失96.9万元。
2018年7月8-11日	暴雨	济源	济源市普降中到大雨,局部暴雨,有5个乡镇雨量站降水量超过100毫米,最大降雨量达169.5毫米。造成部分道路塌陷,房屋损坏。农作物受灾面积32.9公顷,倒塌房屋8间,损坏房屋62间,直接经济损失46.3万元。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2019年2月13-14日	雪灾	济源	2月13-14日,我省淮河以北出现明显降雪,济源等北部和中东部多地出现大雪,新乡、焦作、济源、郑州、开封等5市和商丘西部部分县(市)积雪深度达5~10厘米,对交通运输造成一定不利影响。
2019年4月24日	风雹	济源	三门峡、洛阳、济源部分县(市)出现冰雹、雷暴大风、短时强降水等强对流天气。济源市王屋、邵原、下冶、大峪、坡头出现最大直径1~2厘米的冰雹,大峪张岭的极大风速达23.2米/秒,造成全市受灾人口2900人,受灾面积190公顷,直接经济损失37万元。
2019年8月1-2日	风雹	济源	全省多地发生雷雨大风等短时强对流天气,造成玉米大面积倒伏,蔬菜不同程度受损,部分大棚倒塌。南阳、洛阳、郑州、驻马店、开封、平顶山、济源等7市部分县区7.98万人受灾,农作物受灾面积6.3千公顷,其中成灾面积4.2千公顷,绝收面积0.7千公顷,直接经济损失4761.6万元,其中农业损失4578.9万元。
2019年8月4-6日	暴雨	济源	焦作、洛阳、济源、南阳4市5县(区)40个乡镇普降大到暴雨,局部大暴雨,济源区域内最大降水出现在思礼镇郑坪村197.5毫米,致使塌七河、五指河等河水短时间内暴涨,下游部分路段塌方。灾害造成上述地区8.1万人受灾,农作物受灾面积3.3千公顷,其中成灾面积2千公顷,绝收面积0.6公顷;倒塌房屋119户189间,严重损坏房屋58户168间,一般损毁房屋110户303间;直接经济损失1.44亿元,其中农业损失5111.4万元。
2019年8月11-12日	暴雨	济源	受9号台风“利奇马”与高空低槽影响,我省部分地区出现大到暴雨,造成郑州、开封、洛阳、新乡、濮阳、三门峡、南阳和济源8市17县(市、区)69个乡镇玉米、花生等作物损失严重,部分房屋受损。灾害共造成全省21.04万人受灾,农作物受灾面积15.4千公顷,成灾面积8.1千公顷,绝收面积2.2千公顷,直接经济损失7975.9万元,其中农业损失7219.6万元。
2019年11月17日	大风	济源	济源市出现大风降温天气,市区极大风速达18.3米/秒(8级),五龙口任寨极大风速达31.3米/秒,风力达11级,山区王屋、下冶、思礼、克井极大风速20.4~26.8米/秒,风力达9~10级,其他镇区风力达7~8级;受大风天气影响,克井镇部分蔬果大棚被严重损坏,造成直接经济损失30余万元,其中农业经济损失25万余元。
2019年11月24日	大风	济源	受较强冷空气影响,全省出现寒潮大风天气,济源任寨最大风力达10级(27.3米/秒)。
2019年12月20-25日	雾、霾	济源	济源出现严重大雾、霾天气,连续6天为重度以上污染,对交通和人体健康造成不利影响。

注:2019年后灾情有待进一步核实

附录 B 指标参数的权重和隶属度计算

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

(1) 建立递阶层次结构

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

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

准则层 (子准则层) 元素可以支配子准则层 (方案层) 的所有元素或是其中的部分子准则层 (方案层) 元素。递阶层次结构中的

层次数取决于研究问题的复杂程度及对结果要求的详尽程度，没有统一的规定。另外，各个层次中每个元素所支配的下一层次元素不宜太多，因为支配的元素越多，它们中两两之间的相对重要性越是不容易判断。构建层次结构是 AHP 法的第一步，其合理性直接取决于决策者对问题的认识程度，对问题的解决起着非常重要的作用。

(2) 构造两两判断矩阵

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

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

$$a_{ij} > 0;$$

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

$$a_{ii} = 1。$$

一般地，一个 $n \times n$ 阶的判断矩阵只需做 $\frac{n \times (n-1)}{2}$ 次比较即可，其

他的比较判断根据倒数关系可获得。另外,若判断矩阵 A 的所有元素满足 $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$, 则称 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 为一致性矩阵。

(3) 单一准则下元素相对权重的计算以及判断矩阵的一致性检验。

I. 权重的计算

判断矩阵 A 对应于最大特征值 $\lambda_{\max}$ 的特征向量 W , 经归一化后便得到同一层次相应因素对于上一层次某因素相对重要性的权值。计算判断矩阵最大特征根和对应特征向量, 并不需要追求较高的精确度, 这是因为判断矩阵本身有相当的误差范围。而且优先排序的数值也是定性概念的表达式, 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：

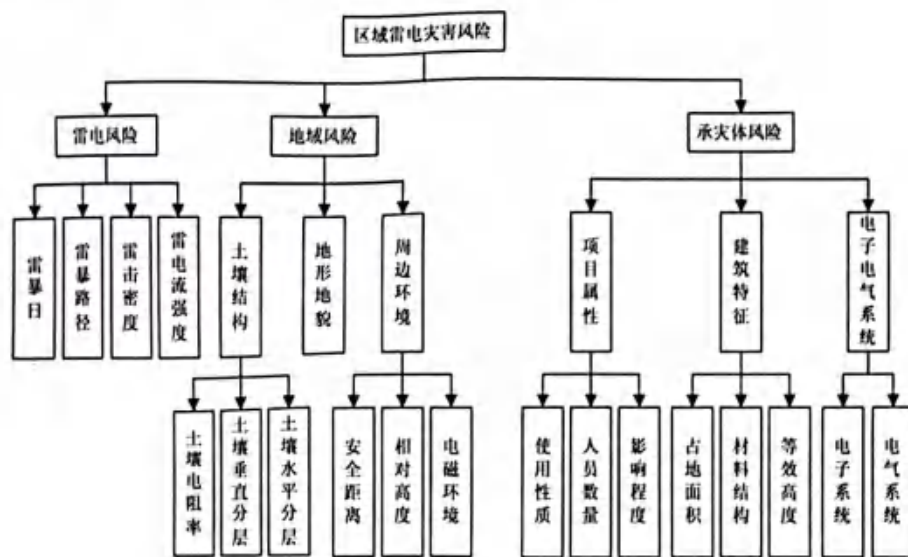


图1 层次分析模型

（6）指标参量的权重分析

各指标权重计算如下：

表2 土壤结构

土壤结构	土壤电阻率	土壤垂直分层	土壤水平分层	标准化特征向量 $\bar{w}$	计算结果
土壤电阻率	1	1	1	0.333	$\lambda_{\max}=3$ $CI=0$ $RI=0.52$ $CR=0<0.1$
土壤垂直分层	1	1	1	0.333	
土壤水平分层	1	1	1	0.333	

表3 周边环境

周边环境	安全距离	相对高度	电磁环境	标准化特征向量 w	计算结果
安全距离	1	1/5	1/3	0.109	$\lambda_{\max}=3.003$ $CI=0.002$ $RI=0.52$ $CR=0.004<0.1$
相对高度	5	1	2	0.582	
电磁环境	3	1/2	1	0.309	

表4 项目属性

项目属性	使用性质	人员数量	影响程度	标准化特征向量 w	计算结果
使用性质	1	5	5	0.714	$\lambda_{\max}=3$ $CI=0$ $RI=0.52$ $CR=0.004<0.1$
人员数量	1/5	1	1	0.143	
影响程度	1/5	1	1	0.143	

表5 建筑特性

建筑特性	占地面积	材料结构	等效高度	标准化特征向量 w	计算结果
占地面积	1	3	1	0.429	$\lambda_{\max}=3$ $CI=0$ $RI=0.52$ $CR=0<0.1$
材料结构	1/3	1	1/3	0.143	
等效高度	1	3	1	0.429	

表6 电子电气系统

建筑特性	电子系统	电气系统	标准化特征向量 w	计算结果
占地面积	1	1	0.5	$\lambda_{\max}=3$ $CI=0$ $RI=0.52$ $CR=0<0.1$
等效高度	1	1	0.5	

表7 雷击风险

雷击风险	雷暴日	雷暴路径	雷击密度	雷电流强度	标准化特征向量 w	计算结果
雷暴日	1	1/2	1/3	1/5	0.055	$\lambda_{\max}=4.015$ $CI=0.005$ $RI=0.89$ $CR=0.005<0.1$
雷暴路径	2	1	1/2	1/3	0.118	
雷击密度	3	2	1	1/2	0.262	
雷电流强度	5	3	2	1	0.565	

表8 地域风险

地域风险	土壤结构	地形地貌	周边环境	标准化特征向量 w	计算结果
土壤结构	1	3	5	0.648	$\lambda_{\max}=3$ $CI=0$ $RI=0.52$ $CR=0.004<0.1$
地形地貌	1/3	1	2	0.230	
周边环境	1/5	1/2	1	0.122	

表9 承灾体风险

承灾体风险	项目属性	建筑特性	电子电气系统	标准化特征向量 w	计算结果
项目属性	1	3	5	0.648	$\lambda_{\max}=3$ $CI=0$ $RI=0.52$ $CR=0.004<0.1$
建筑特性	1/3	1	2	0.230	
电子电气系统	1/5	1/2	1	0.122	

表10 区域雷电灾害风险

区域雷电灾害风险	雷电风险	地域风险	承灾体风险	标准化特征向量 w	计算结果
雷电风险	1	5	3	0.648	$\lambda_{\max}=3$ $CI=0$ $RI=0.52$ $CR=0.004<0.1$
地域风险	1/5	1	1/2	0.122	
承灾体风险	1/3	2	1	0.230	

可得出评估指标的权重矩阵如下：

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

(7) 指标参量的隶属度分析

经计算，各定量指标隶属度见表 11：

表11 各定量指标隶属度

危险等级	I 级	II 级	III级	IV级	V 级
雷暴日	0.205	0.795	0	0	0
雷击密度	0.373	0.627	0	0	0
雷电流强度	0	0	0.83	0.17	0
土壤电阻率	0	0	0	0.2	0.8
垂直分层	0.93	0.07	0	0	0
水平分层	0.73	0.27	0	0	0
电磁环境	0	0	0.91	0.09	0

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
人员数量	0	0	0	0	1
占地面积	0	0	0	0	1
等效高度	0	0	0	0	1

经计算，各定性指标隶属度见表 12

表12 各定性指标隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷暴路径	0	1	0	0	0
地形地貌	1	0	0	0	0
安全距离	1	0	0	0	0
相对高度	0	0	0	1	0
使用性质	0	0	1	0	0
影响程度	1	0	0	0	0
材料结构	0	0	0	1	0
电子系统	0	0	1	0	0

(8) 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

$$B_1 = [W_1 \ W_2 \ W_3 \ W_4] \cdot \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} & b_{45} \end{bmatrix} =$$

$$[0.055 \ 0.118 \ 0.262 \ 0.565] \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0.925 & 0.075 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.35 & 0.65 & 0 \\ 0 & 0.113 & 0.887 & 0 & 0 \end{bmatrix} =$$

$$[0 \ 0.232 \ 0.597 \ 0.17 \ 0]$$

b) 地域风险的隶属度

土壤结构隶属度: $b_1 = [0.553 \ 0.113 \ 0 \ 0.09 \ 0.227]$

地形地貌隶属度: $b_1=[1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$

周边环境隶属度: $b_2=[0.2 \ 0 \ 0.182 \ 0.618 \ 0]$

地域风险隶属度: $B_2=[0.613 \ 0.074 \ 0.022 \ 0.134 \ 0.173]$

c) 承灾体风险隶属度

项目属性隶属度: $b_1=[0.143 \ 0 \ 0.714 \ 0 \ 0.1429]$

建筑特性隶属度: $b_2=[0 \ 0 \ 0 \ 0.143 \ 0.857]$

电子电气系统隶属度: $b_3=[0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0]$

承灾体风险隶属度:

$$B_3=[0.093 \ 0.122 \ 0.463 \ 0.033 \ 0.29]$$

d) 隶属度矩阵

$$R = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} & B_{14} & B_{15} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} & B_{24} & B_{25} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} & B_{34} & B_{35} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.232 & 0.597 & 0.17 & 0 \\ 0.613 & 0.074 & 0.022 & 0.134 & 0.173 \\ 0.093 & 0.122 & 0.463 & 0.033 & 0.29 \end{bmatrix}$$

(9) 综合评价矩阵 B 的计算

$$B = W \cdot R = [0.648 \ 0.122 \ 0.23] \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0.232 & 0.597 & 0.17 & 0 \\ 0.613 & 0.074 & 0.022 & 0.134 & 0.173 \\ 0.093 & 0.122 & 0.463 & 0.033 & 0.29 \end{bmatrix}$$

$$= [0.096 \ 0.188 \ 0.492 \ 0.134 \ 0.088]$$

(10) 区域雷电综合评价等级计算

$$g = b_1 + 3 \times b_2 + 5 \times b_3 + 7 \times b_4 + 9 \times b_5$$

$$= 0.096 + 3 \times 0.188 + 5 \times 0.492 + 7 \times 0.134 + 9 \times 0.088$$

$$= 4.85$$

表13 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 风险矩阵法

自然灾害风险是以自然变异为主因导致的未来不利事件发生的可能性及其损失。由不利事件的可能性和损失作为灾害风险分级的量化指标，利用风险量化矩阵进行风险分级。

采用经典的风险定义来表达灾害风险，并采用中华人民共和国国家标准 GB/T 27921-2011《风险管理 风险评估技术》中的风险矩阵法进行气象灾害风险评估和分级。灾害风险分级由灾害风险事件发生的可能性和产生的后果来决定。以 P 代表灾害风险事件发生的可能性的分级，以 C 代表灾害风险事件产生的后果的分级，以 R 代表灾害风险。灾害风险 R 的分级由 P 和 C 的乘积决定。其数学计算公式为：

$$R=P*C \quad (C.1)$$

式中，R（risk）表示灾害风险，P（probability）表示灾害风险事件发生的可能性，C（consequence）表示灾害风险事件产生的后果。

（1）P——发生的可能性

灾害险可能性的等级按照表 C.1 所示标准进行划分。依据事件在一定时期发生的概率或发生可能性的文字描述，相应的评分从 1 到 4 代表可能性发生的从高到低。

表 C.1 灾害风险可能性等级分值

可能性等级分值	定性判断标准	定量判断标准（概率区间）
1	极可能	$Pf \geq 0.5$
2	很可能	$0.1 \leq Pf < 0.5$
3	可能	$0.02 \leq Pf < 0.1$
4	可能性低	$0.01 \leq Pf < 0.02$

（2）C——事件后果的严重性

针对自然灾害风险事件可能造成后果的严重性，根据对人的影响、对设备的影响以及对生产的影响三个方面进行后果严重性等级划分。按照事件的后果严重情况分为“非常严重、严重、一般、轻微”四个级别，相对应的评分分别为 1、2、3、4。

表 C.2 灾害事件造成后果分析等级划分

后果等级 分值	风险事件 后果	对人的影响	对设备的影响	对生产的影响
1	非常严重	多人死亡和/或严重受伤	多数设备遭严重损害，主要系统严重受伤	生产活动中断 12 小时以上
2	严重	一人死亡和/或严重受伤	大量设备遭严重损害，主要系统受损	生产活动中断 6-12 小时
3	一般	多人轻微受伤	部分设备遭严重损害，对主要系统造成轻微影响	生产活动中断 1-6 小时
4	轻微	可能造成一人轻微受伤	部分设备遭轻微损害，不影响主要系统	生产活动中断不足 1 小时

后果的分级方法是根据灾害风险事件产生指标的等级分值，将后果从大到小分为四个等级，分别用等级 C 的分值表示（表 C.3）。一次灾害风险事件的多个指标的等级分值不同时，后果等级分值 C 取其指标等级分值中的最大者。表 C.3 提供了一种灾害风险的后果等级 C 的分值的取值示例。

表 C.3 灾害风险后果严重性等级分值

后果等级分值 C	风险事件后果	后果指标分值				
		指标 1	指标 2	指标 3	指标 4	其他指标
1	非常严重	1	1	1	1	1
2	严重	2	2	2	2	2
3	一般	3	3	3	3	3
4	轻微	4	4	4	4	4

（3）风险分级矩阵

根据灾害风险事件的可能性等级分值 P 和灾害风险事件的后果 C 的分值，建立灾害风险分级矩阵。风险等级分值 R 为灾害风险，是灾

害风险事件的可能性等级分值 P 与后果等级分值 C 相乘的结果。根据风险等级的划分, R 被赋以四种颜色, 分别表示灾害风险的四个等级: 红色代表极高风险, R 分值为 1—2; 橙色代表高风险, R 分值为 3—4; 黄色代表中等风险, R 分值为 6—9; 蓝色代表低风险, R 分值为 12—16。

表 C.4 灾害风险分级矩阵

风险等级分值 R			后果等级分值 C			
			非常严重	严重	一般	轻微
			1	2	3	4
可能性等级分值 P	极可能	1	1	2	3	4
	很可能	2	2	4	6	8
	可能	3	3	6	9	12
	可能性低	4	4	8	12	16

附录 D 专家评审意见

《济源玉川产业集聚区区域性气候可行性论证报告》

专家评审意见

2020年11月9日,济源市气象局在郑州主持召开了《济源玉川产业集聚区区域性气候可行性论证报告》(以下简称《报告》)评审会,会议邀请了国家气候中心、湖北省气象服务中心、武汉区域气候中心、河南省气象科学研究所、济源玉川产业集聚区等单位的五位专家(名单附后)。与会专家听取了《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:

该开发区位于济源北部丘陵山区,规模较大,产业特色鲜明,对气象敏感度较高,易遭受雷电、大风、暴雨等不利气象条件的危害,开展专业的气候论证,防患于未然,非常必要。

该报告系统揭示了开发区及周边地区的天气气候及其变化特征,推算了不同重现期的暴雨强度公式、风雪荷载、暖通设计参数,开展了雷电灾害、暴雨淹没、大风及高温灾害风险评估及风温的未来预估、局地风气候模拟等空间差异分析,其结论及对策建议对开发区的规划设计、防灾减灾、节能减排、资源开发利用等具有较高的应用价值。

报告结构完整,资料详实,分析方法科学,符合相关技术规范的要求,专家组一致同意《报告》通过评审。根据专家组建议进一步修改完善。

评审组组长:

高纪

2020年11月9日

专家名单

姓名	单位/职务或职称	签名
高歌	国家气候中心/正研	高歌
陈正洪	湖北省气象服务中心/正研	陈正洪
刘敏	武汉区域气候中心/正研	刘敏
余卫东	河南省气象科学研究所/正研	余卫东
徐晓	济源玉川产业集聚区/主任	徐晓

附表 1

气候可行性论证报告评审表

评审专家	姓 名	高纪		职 称	正研
	工作单位	国家信息中心			
气候可行性论证报告相关信息		报告名称			
		编制单位			
		编制时间			
		项目单位			
		论证项目名称			
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	标注论证分析详细
		图表	图表、计量单位等表达规范、完整、准确	标注图表规范
	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)		专家签名: 305/2 2020年11月9日		

附表 1

气候可行性论证报告评审表

评审专家	姓 名	陈飞		职 称	正研级高工
	工作单位	湖北省气象服务中心			
气候可行性论证报告相关信息		报告名称			
		编制单位			
		编制时间			
		项目单位			
		论证项目名称			
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)		建议通过。 专家签名: 陈正 2020年11月7日		

附表 1

气候可行性论证报告评审表

评审专家	姓 名	刘 敏		职 称	正研级高级工程师
	工作单位	武汉区域气候中心			
气候可行性论证报告相关信息	报告名称	济源玉川产业集聚区区域气候可行性论证报告			
	编制单位	河南省气候中心			
	编制时间	2020年10月			
	项目单位	济源玉川产业集聚区管理委员会			
	论证项目名称	济源玉川产业集聚区区域气候可行性论证报告			
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	说明区域站 在国内地理位置 经纬度、海拔高度
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	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: 刘 强 2020年11月9日		

附表 1

气候可行性论证报告评审表

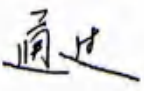
评审专家	姓名	余正东		职称	正研
	工作单位	河南省气象科学研究所			
气候可行性论证报告相关信息		报告名称			
		编制单位			
		编制时间			
		项目单位			
		论证项目名称			
一票否决项					
一票否决项内容		是否启用一票否决		启用理由或依据	
1. 使用虚假资料		☐ 是 ☒ 否			
2. 关键论证结论有错误		☐ 是 ☒ 否			
3. 出具虚假报告		☐ 是 ☒ 否			
存在上述 1-3 项内容任何 1 项, 报告即可认定为不通过, 无需再填写以下 1-10 项。					
评审内容		评审标准		专家意见	
编制规范性	1. 报告结构、格式完整情况	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: 余正东 2020年11月9日		

附表 1

气候可行性论证报告评审表

评审专家	姓 名	徐晓		职 称	
	工作单位	济源五洲产业集聚区			
气候可行性论证报告相关信息		报告名称	济源五洲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	2020年10月		
		项目单位			
		论证项目名称			
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: 徐晓 2020 年 11 月 9 日		