

濮阳开发区产业集聚区  
区域性气候可行性论证报告

委托单位：开发区经济发展局

编制单位：河南省气候中心

二〇二一年三月

项 目 名 称 : 濮阳开发区产业集聚区  
区域性气候可行性论证报告

委 托 单 位 : 濮阳市气象局

承 担 单 位 : 河南省气候中心

项目负责人: 史桂芬

编 写 人 员 : 史桂芬 潘 攀 李 娇 孟寒冬 李凤秀  
刘雅星 左 旋 王纪军 郭佳文 程丽丹  
吴 璐 许蓬蓬

审 核 人 : 张 方

审 定 人 : 张永涛

批 准 人 : 朱业玉

河南省气候中心

河南省郑州市金水路 110 号  
电 话: (0371) 65922013

邮 编: 450003  
传 真: (0371) 65922835

# 说 明

1. 《濮阳开发区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濮阳市气象局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

2021 年 3 月



# 机构信用等级证书

## CERTIFICATE OF INSTITUTION CREDIT GRADE

### 河南省气候中心:

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

评级时间: 2019年11月。特发此证。

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

证书编号: 201911115256892

Certificate Number

颁发日期: 2019年11月19日

Date of Issue

有效期至: 2022年11月18日

Date of Expiry

公示查询: 中国商务信用平台 (www.bupon.com)

Enquiring Website



### 证书说明:

#### Notes:

1. 企业信用等级自评定之日起有效期为三年。  
The enterprise credit grade is valid for 3 years starting from the date of issue.
2. 企业信用等级实行复审制度, 有效期内, 每年复审一次。经复审合格的, 加盖复章后可继续使用; 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. 有效期内企业名称变更的, 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:





# 目 录

目 录.....	I
第一章 项目概述.....	6
1 项目概况.....	6
2 产业集聚区基本情况.....	6
2.1 产业集聚区规模及产业集聚区功能.....	6
2.2 产业集聚区现状及规划方案.....	13
3 产业集聚区气象敏感度调查结果.....	16
第二章 论证目的及原则.....	18
1 论证目的.....	18
2 编制依据.....	18
2.1 政策法规.....	18
2.2 标准规范.....	20
3 计量单位与专业术语.....	22
3.1 计量单位.....	22
3.2 专业术语.....	23
第三章 资料说明.....	26
1 资料内容和来源.....	26
2 资料质量控制.....	27
3 参证气象站选取及三性分析.....	28
3.1 气象站背景与观测沿革.....	29
3.2 三性分析.....	35
3.3 区域自动站与拟选气象站相关分析.....	42
3.4 参证站的确定.....	45
第四章 大气环流特征.....	46
1 概述.....	46
2 大气环流背景场分析.....	49
2.1 各季节平均环流背景场特征.....	49
2.2 不同季节影响濮阳的主要天气系统.....	54
3 小结.....	58
第五章 气候背景分析.....	59
1 气候概况.....	59
2 气压.....	61





	2.1 年际变化	61
	2.2 月际变化	62
	2.3 日变化	63
3 气温.....		64
	3.1 年际变化	64
	3.2 月际变化	65
	3.3 日变化	67
	4 降水量	68
	4.1 年际变化	68
	4.2 月际变化	69
	5 降水日数	70
	5.1 年际变化	70
	5.2 月际变化	71
	6 相对湿度	72
	6.1 年际变化	72
	6.2 月际变化	72
	6.3 日变化	73
	7 日照时数	74
	7.1 年际变化	74
	7.2 月季变化	74
8 风.....		75
	8.1 风速年变化	75
	8.2 风速月变化	76
	8.3 风速日变化	76
	8.3 风向.....	77
9 小结.....		79
<b>第六章 高影响天气现象分析.....</b>		<b>81</b>
1 产业集聚区关键影响气象因子确定.....		81
1.1 产业集聚区气象敏感度调查分析.....		81
1.2 产业集聚区历史气象灾害.....		81
1.3 气象灾害典型案例.....		82





1.4 产业集聚区关键气象因子及高影响天气的确定.....	83
2 暴雨.....	84
2.1 暴雨日数.....	84
2.2 降水极值.....	84
3 低温.....	85
4 大风.....	86
4.1 大风日数.....	86
4.2 最大风速分布特征.....	87
4.3 极大风速分布特征.....	88
5 冰雹.....	89
6 高温.....	90
6.1 高温日数.....	90
6.2 极端高温.....	91
7 雾.....	92
8 雷暴.....	93
9 闪电.....	94
10 小结.....	95
<b>第七章 关键气象参数分析与推算.....</b>	<b>98</b>
1 风速设计基准值.....	98
1.1 设计风速计算.....	99
1.2 基本风压.....	100
2 基本雪压.....	101
2.1 积雪密度的估算.....	101
2.2 年最大积雪深度的概率估算.....	101
2.3 产业集聚区设计雪压的估算.....	103
3 基本气温.....	104
4 室外气象参数.....	105
4.1 冬季空调和供暖参数.....	106
4.2 夏季空调参数.....	107
4.3 夏季和冬季通风参数.....	108
5 排水设计气象参数.....	109
5.1 数据和方法.....	109
5.2 暴雨强度公式.....	109
5.3 不同历时不同重现期暴雨强度.....	109





5.4 不同历时不同重现期降水量.....	110
6 重现期极值	111
6.1 最大日降水	111
6.2 极端高温	111
6.3 极端低温	112
<b>第八章 专题影响评估.....</b>	<b>113</b>
<b>1 雷电灾害风险评估.....</b>	<b>114</b>
1.1 濮阳开发区产业集聚区雷电气候分析.....	114
1.2 地闪时间分布	117
1.3 雷电危害特征	120
1.4 雷击安全现状评估.....	125
1.5 雷击防护建议	125
1.6 产业集聚区内施工现场防雷建议.....	126
1.7 防雷装置投入使用后的防雷安全指导意见.....	128
1.8 雷击事故处理	130
<b>2 暴雨灾害</b>	<b>131</b>
2.1 暴雨风险识别	132
2.2 暴雨灾害风险评估.....	135
2.3 暴雨灾害防范建议.....	137
<b>3 大风灾害</b>	<b>140</b>
3.1 大风风险识别	140
3.2 大风风险评估	142
3.3 大风灾害防范建议.....	144
<b>4 高温灾害</b>	<b>146</b>
4.1 高温风险识别	146
4.2 高温灾害风险评估.....	148
4.3 高温风险对策、措施与建议.....	150
5.1 大风灾害	152
5.2 高温灾害	154







第九章 局地气候数值模拟.....	157
1 数据介绍	157
2 风环境场模拟.....	158
第十章 结论和建议.....	163
1 主要结论	163
1.1 大气环流特征	163
1.2 产业集聚区气候背景.....	163
1.3 高影响天气	164
1.4 关键气象参数推算结果.....	165
1.5 灾害风险及影响评估.....	166
1.6 产业集聚区建设对局地气候可能产生的影响.....	168
2 适用性分析及建议.....	168
2.1 规划阶段	169
2.2 建设阶段	170
2.3 运营阶段	170
附录 A 濮阳开发区产业集聚区周边地区气象灾害调查.....	173
附录 B 指标参数的权重和隶属度计算.....	174
(1) 建立递阶层次结构.....	174
(2) 构造两两判断矩阵.....	175
(5) 评估模型的建立.....	177
(9) 综合评价矩阵 $B$ 的计算.....	181
附录 C 风险矩阵法.....	183
附录 D 专家评审意见.....	186





# 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项目区域评估的指导意见》（豫政办〔2019〕10号），濮阳开发区产业集聚区管理委员会根据濮阳开发区产业集聚区性质、定位、区位，委托河南省气候中心开展濮阳开发区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，搜集了濮阳开发区产业集聚区周边相关气象资料，并前往产业集聚区进行现场调查，按照产业集聚区的性质、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 产业集聚区基本情况

### 2.1 产业集聚区规模及产业集聚区功能

濮阳市位于河南省东北部，黄河下游，冀、鲁、豫3省交界处。东、南部与山东省济宁市、菏泽市隔河相望，东北部与山东省聊城市、泰安市毗邻，北部与河北省邯郸市相连，西部与河南省安阳市接壤，西南部与河南省新乡市相倚。地处北纬 $35^{\circ}20'0''\sim 36^{\circ}12'23''$ ，东经 $114^{\circ}52'0''\sim 116^{\circ}5'4''$ 之间，东西长125公里，南北宽100公里。全市总面积为4188平方公里。

濮阳经济技术开发区地理位置优越，交通便利。作为濮阳市的西大门，大广、台辉两条高速汇聚于此，晋冀鲁重载铁路穿境而过。距正在规划建设的郑济高铁濮阳东站距离只有10公里，且有台



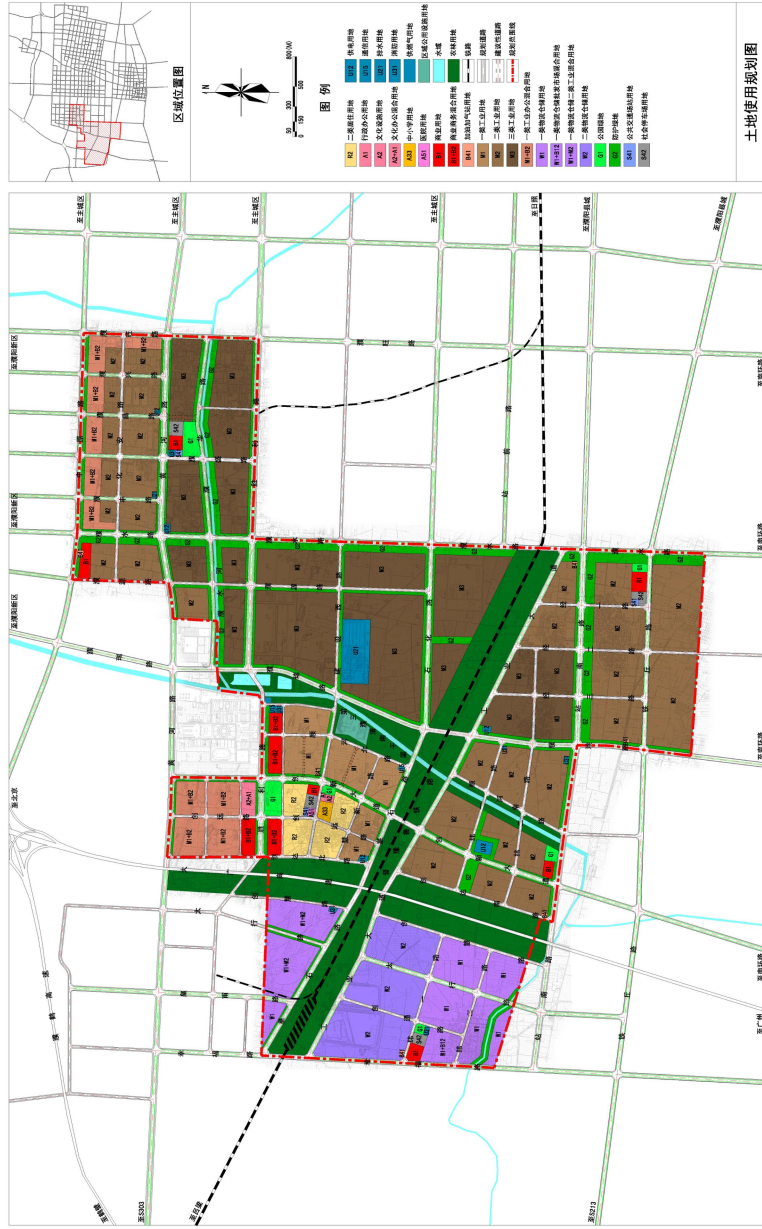


辉高速连接，是河南省乃至中原经济区面向沿海开放的前沿阵地，也是承接境外及沿海发达地区产业转移的理想之地。



### 濮阳经济技术开发区产业集聚区空间发展规划 (2012-2020)

THE SPATIAL DEVELOPMENT PLANNING OF ECONOMIC-TECHNOLOGICAL AGGLOMERATION AREA, PUYANG



土地用途规划图

图 1.1 濮阳开发区产业集聚区位置



濮阳开发区产业集聚区重点发展羽绒及服饰加工、石油化工及机动车配件制造产业。产业集聚区经过 5 年多的发展，形成了鲜明的三大支柱产业：羽绒及服饰加工产业集群：以雪鸟实业、鹏达羽绒、众鑫羽绒、华泰羽毛、芳欣制衣、英腾服饰等为骨干企业；机动车配件制造产业集群：以建永实业、众诚电机、宏伟电器、北方轴承等为骨干企业；石油化工产业集群：以恒润石化、天邦石化、腾辉化工等为骨干企业。三大支柱产业特色鲜明，已形成竞相发展的态势。

产业集聚区以羽绒及其产品加工为主导，以石油化工产业和现代物流业为支撑，积极培育高新技术产业和服务业，形成以第二产业为主，二、三产业协调发展的产业体系。发展目标是建成全国重要的羽绒加工集散地、以中石油帮扶为依托的石油化工基地、河南省重要的沿边经济区和特色产业集聚区。濮阳开发区产业集聚区重点发展以羽绒及羽绒制品为主的轻纺产业和化工产业，积极发展电力、汽配、食品医药等工业产业。曾荣获“国家外贸转型升级专业型示范基地”、“全国电子商务进农村示范县”、“河南省羽绒及服装出口加工基地”、“优质羽绒生产基地”等多项称号。2012 年被命名为“中国羽绒之乡”。其中雪鸟羽绒实业于 2014 年 9 月在德国法兰克福证券交易所主板成功上市。

根据总体发展规划，区内共划分了羽绒及服饰工业园、化工产业区、新兴产业园、中小企业园、煤电产业区、仓储物流区、站前商贸物流区、公共服务配套区等功能分区（图 1.2），发展定位是建设成全国性羽绒及制品加工交易中心、中原经济区能源物流枢纽、豫鲁省际协作发展推进区。

至目前，建成区面积 5.59 平方公里，公共管理与公共服务设施用地面积为 3.28 公顷，占城市建设用地面积的 1.13%。工业用地面





积为 153.41 公顷，占城市建设用地面积的 52.60%。公用设施用地为 4.83 公顷，占城市建设用地面积的 1.66%。道路与交通设施用地面积为 73.18 公顷，占城市建设用地面积的 31.53%。投产工业企业 86 家，其中规模以上工业企业 50 家。2019 年完成工业总产值 35.36 亿元，同比增长 17%；工业增加值同比增长 19%；固定资产投资同比增长 12%；税收收入完成 4801.53 万元；用电量达到 6770.99 万度，同比增长 17.91%。











## 2.2 产业集聚区现状及规划方案

近年来，开发区围绕建设国家级化工新材料产业基地，大力发展电子化学品、新材料、高端装备制造、电子商务等主导产业，目前已建设成为河南省乃至中西部地区化工产业体系最齐全、产业链条最完整、配套功能最完善的化工产业园区之一。

2019年，地区生产总值完成118亿，增长7.8%；一般公共预算收入7亿元，增长9.9%；规上工业总产值完成78亿元，增长8.1%；规模以上工业增加值增长7.9%；固定资产投资完成110亿元，增长16%；社会消费品零售总额完成57.2亿元，增长9.5%。

### 产业发展现状

濮阳经济技术开发区产业体系完备，工业发展强劲。全区共有工业企业306家，其中中原乙烯、中原大化、天津蓝星等世界500强企业4家。目前，开发区上市企业已达6家，数量居濮阳市首位。



濮阳经济技术开发区产业集聚区总体规划 (2021-2030年)  
 THE SPATIAL DEVELOPMENT PLANNING OF ECONOMIC-TECHNOLOGICAL AGGLOMERATION AREA, PUYANG

基础设施规划图

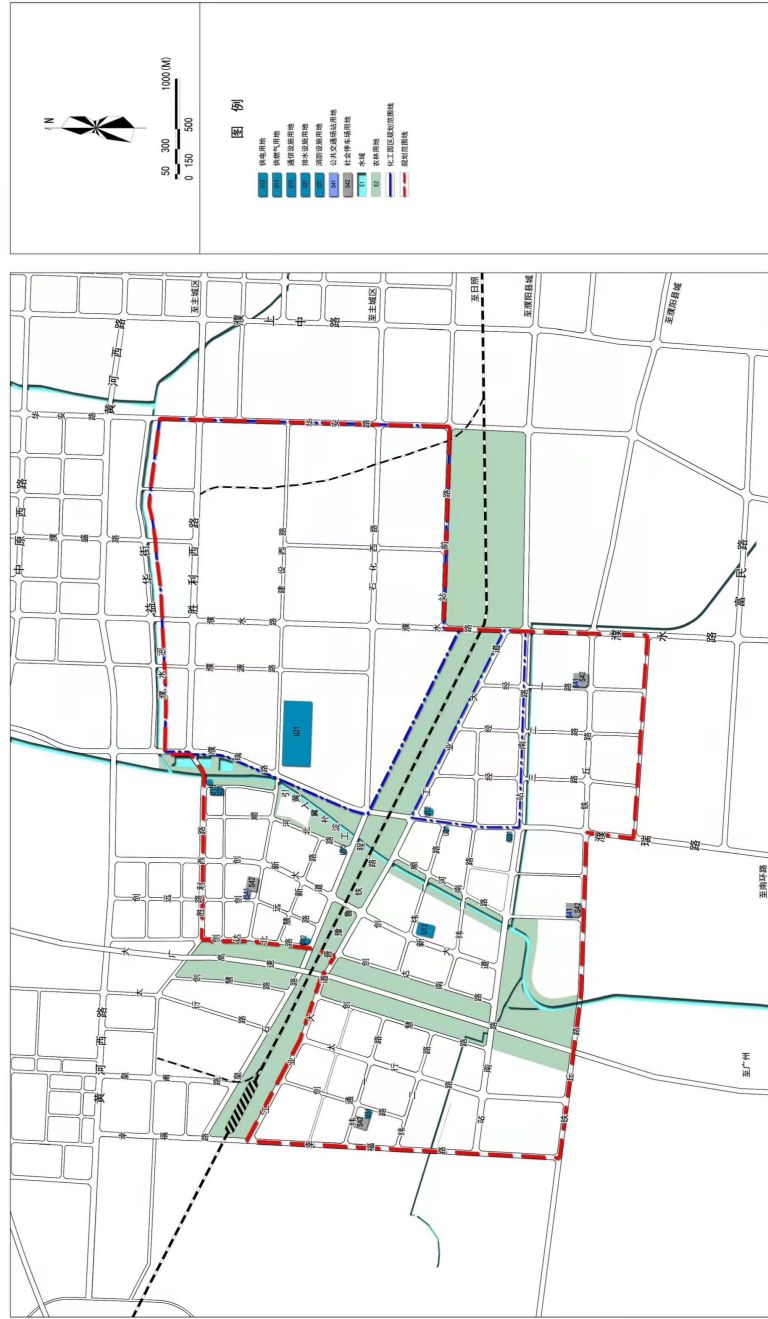


图 1.3 濮阳开发区产业集聚区发展规划图



### 3 产业集聚区气象敏感度调查结果

在对产业集聚区进行气候可行性论证前，深入现场调研濮阳产业集聚区重点企业、人员密集场所、产业集聚区公共基础设施等，了解气象要素对企业生产存在的影响，为区域气候可行性论证提供依据。实地调研和现场调查产业集聚区规划建设场地，通过与入驻企业座谈讨论，明确企业对气候可行性论证的具体需求和关注点，针对特别需要受气候条件、气象灾害影响明显的生产工艺流程、原料产品性质开展重点调研。对入驻企业分不同类别选择部分代表性企业开展调查，主要针对产业集聚区边界范围、产业集聚区入驻企业受到的气象灾害及损失情况、产业集聚区公共设施情况及生态环境，了解分析周边地区发生气象灾害或次生灾害对规划区域的可能影响。重点调研了各类企业的代表，发现大多企业对暴雨洪涝、高温、大风等灾害性天气较为敏感。



图 1.4 濮阳开发区产业集聚区气象敏感度调查表



## 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，产业集聚区的规划和建设对天气气候特别是灾害性天气的敏感度和脆弱性加大。因此，开展产业集聚区气候适宜性和风险性论证工作势在必行，气候可行性论证工作能够从源头上有效避免或者减轻产业集聚区的规划和建设遭受极端气象灾害的不利影响，对于其规划、建设、运营等意义重大。

本报告以濮阳开发区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、现场测试资料及历史灾情资料，对濮阳开发区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产业集聚区规划、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 《国务院关于加快气象事业发展的若干意见》（国发〔2006〕29 号）
- ⑧ 《国务院办公厅关于进一步加强气象灾害防御工作的意见》（国发〔2007〕49 号）
- ⑨ 《国务院办公厅关于加强气象灾害监测预警及信息发布工作的意见》（国发〔2011〕33 号）
- ⑩ 《国务院关于印发清理规范投资项目报建审批事项实施方案的通知》（国发〔2016〕29 号）
- ⑪ 《国务院办公厅关于全面开展工程建设项目审批制度改革的实施意见》（国办发〔2019〕11 号）
- ⑫ 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于深入推进审批服务便民化的指导意见》
- ⑬ 《关于印发全国投资项目在线审批监管平台投资审批管理事项统一名称和申请材料清单的通知》（发改投资〔2019〕268 号）
- ⑭ 《河南省人民政府办公厅关于加强气象灾害监测预警及信息发布工作的意见》（豫政办〔2011〕118 号）
- ⑮ 《河南省人民政府办公厅关于印发河南省简化和规范投资项目审批流程实施方案的通知》（豫政办〔2017〕127 号）
- ⑯ 《河南省工程建设项目审批制度改革领导小组办公室关于印发河南省工程项目审批全流程事项清单及审批流程图示范文本的通知》（豫工程改办〔2019〕2 号）
- ⑰ 《河南省人民政府办公厅关于实施工程建设项目区域评估的指导意见》（豫政办〔2019〕10 号）





8 《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）

④ 《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）

④ 《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/T 438-2018 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 <sup>2</sup> 、平方千米（平方公里）km <sup>2</sup> 、公顷 hm <sup>2</sup>
4	容积	立方米 m <sup>3</sup>
5	重量	克 g、千克（公斤）kg
6	温度	摄氏度℃
7	湿度	百分比%
8	速度	米/秒 m/s、米/平方秒 m/s <sup>2</sup>
9	流量	立方米/秒 m <sup>3</sup> /s
10	变率	摄氏度/10 年℃/10a、米/秒/10 年 m/s/10a、天/10 年 d/10a、百分比/10 年%/10a
11	密度	克/立方厘米 g/cm <sup>3</sup> 、吨/立方米 t/m <sup>3</sup>
12	强度	毫米/分钟 mm/min、升/秒/公顷 l/s/hm <sup>2</sup> 、次/平方公里/年次/km <sup>2</sup> /a
13	压强	百帕 hPa、千牛/平方米 kN/m <sup>2</sup>
14	电流	千安 kA
15	电阻率	欧姆·米 Ω·m
16	功率	千瓦 kW
17	陡度	千安/微秒 kA/μs





## 3.2 专业术语

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

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

(3) E、N：分别代表东经、北纬。

(4) 常年：指最近 30a，目前气象部门使用 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，地面上 10m 高度处，50a 重现期的 10min 平均年最大风速。

(7) 重现期：某一事件重复出现的平均间隔时间。

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

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

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

(11) 冬季空气调节室外计算温度：常年不保证 1d 的日平均温度。

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

(13) 冬季通风室外计算温度：常年最冷月平均温度。





(14) 夏季通风室外计算温度：常年最热月 14 时的月平均温度的平均值。

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

(16) 暴雨日：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、工业产业集聚区项目建设和运营的天气现象。

(26) 大风：瞬时风速达到或超过  $17\text{m/s}$  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：河南省历史气象灾害资料，一部分来源于河南省气象探测数据中心的信息化资料以及气象年、月报表，另一部分来源于“中国气象灾害大典河南省分卷”、“地方志”、“气候影响评价”、灾情直报系统以及民政和农业部门灾情报告等，主要用于产业集聚区高影响天气的确定。

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

(4) 闪电定位仪资料：河南省二维闪电定位资料主要用于关键气象参数分析中的雷击风险评估和高影响天气中的闪电分析。闪电地闪分析资料来源于河南省 ADTD 闪电定位仪雷电监测定位系统，该系统由 19 个探测子站（林州、焦作、卫辉、濮阳、浚池、卢氏、栾川、登封、禹州、开封、伊川、内乡、宝丰、西华、泌阳、正阳、信阳、商丘、固始）和 1 个监测定位系统中心站组成，探测范围覆盖全





省。

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

(6) 与产业集聚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

以濮阳开发区产业集聚区为中心，方圆 10km 的气象站中，选择濮阳国家气象观测站，分别与产业集聚区附近常规气象站（原区域气象站），城郊站，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

在本项目中搜集了产业集聚区附近 10km 范围内气象台站历年常规气象观测资料进行统计分析，濮阳国家气象观测站的基本信息如下。





表 3.1 产业集聚区周围气象站的基本信息

站名	建站时间	台站类型	海拔高度（米）	站址环境
濮阳	1974-04-01	一般站	42.1	乡村

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。

濮阳国家气象观测站：国家一般气象站，始建于 1974 年 4 月，位于濮阳市东南方约五华里（郊外），1975 年 1 月 1 日正式开展气象观测业务，2003 年在原有的基础上进行了正规场室全面改造，至今未迁过站，站址位于郊外，海拔高度 42.1 米。

## 2. 气象站沿革与周围地理环境

濮阳市气象站始建于 1974 年 4 月 1 日，位于濮阳市城东南方约五华里（郊外），名为为河南省濮阳市工委气象站。1975 年 1 月 1 日正式开展气象观测业务，1978 年 1 月，更名为濮阳市气象站。1990 年 4 月，更名为濮阳市气象局。2009 年 1 月，更名为濮阳市国家一般气象站。2003 年在原有的基础上进行了正规场室全面改造，至今未迁过站。地理环境为乡村。









图3.2 濮阳气象观测站目前在用现址图

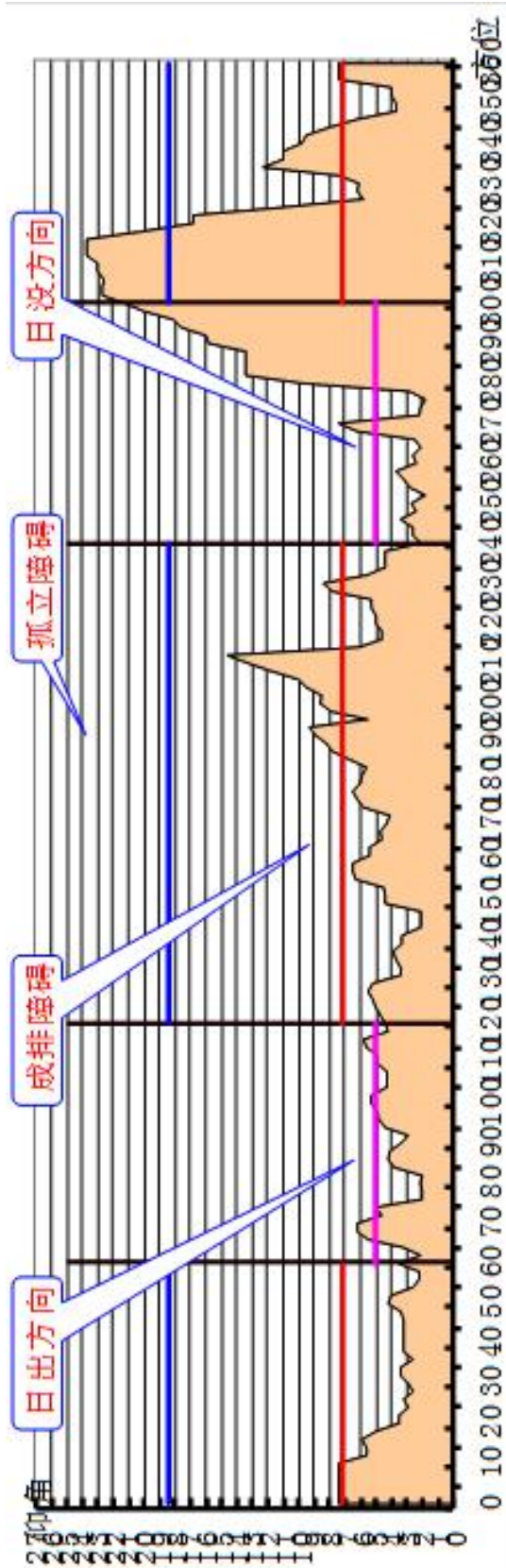


图3.3 濮阳气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图及地面观测场四周全景照片

表 3.2 气象站的自动站布设信息

站名	年代	变化原因	拔海高度	详细地址
濮阳	1974-04-01	建站	42.1	濮阳市城东南方约五华里（郊外）
	2003	场室改造	42.1	濮阳市城东南方约五华里（郊外）

### 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

濮阳国家气象观测站均为国家一般气象台站，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），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）平均值差异不大（见表 3.3），表明资料是可靠的。

表 3.3 濮阳国家气象观测站代表月份 2019 年实测资料与多年平均值资料（1981-2010 年）

项目	月份	2019年	1981-2010年	2019年实测值与 1981-2010年值差值
气温 (°C)	1月	0.3	-1.6	1.9
	4月	14.7	14.4	0.3
	7月	28.5	26.9	1.6

	10月	15.6	14.7	0.9
相对湿度 (%)	1月	56	66	-10
	4月	62	66	-4
	7月	69	80	-11
	10月	69	73	-4
气压 (hPa)	1月	1024.7	1022.9	1.8
	4月	1009.5	1009.7	-0.2
	7月	998.3	998.8	-0.5
	10月	1016	1015.7	0.3
风速 (m/s)	1月	1.7	2.4	-0.7
	4月	2.3	3.3	-1
	7月	1.7	2.5	-0.8
	10月	1.4	2.3	-0.9
降水量 (mm)	1月	0.1	4.7	-4.6
	4月	45.4	24.1	21.3
	7月	110.3	138.7	-28.4
	10月	39.8	32.6	7.2

## 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：



$$(3-2)$$

### 2) 对比差值月标准差的计算

设对比差值的标准差为  $\sigma$



$$(3-3)$$

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： $X_i - X$  的绝对值  $< 2\sigma$ 。



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

应用以上公式，计算出濮阳国家气象观测站的各气象要素与区域站（城郊站）资料的一致率（见表 3.4）。3 个站的资料一致率均很高，大多在 90% 以上。即濮阳国家气象观测站和区域气象站资料的一致性均较好。

表 3.4 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	濮阳
气温 (°C)	2019年1月	1	91.2
	2019年4月	2	93.5



	2019年7月	3	91.7
	2019年10月	4	90.3
风速 (m/s)	2019年1月	5	86.7
	2019年4月	6	82.1
	2019年7月	7	92.8
	2019年10月	8	84.9
降水量 (mm)	2019年1月	9	/
	2019年4月	10	96.3
	2019年7月	11	97.1
	2019年10月	12	98.5

### 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。利用濮阳国家气象观测站与区域站的气温、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 3.4 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 3.5 列出了所用资料的样本数。由表 3.5 可见，除了风速个别月份相关稍差外，其余相关系数都非常显著，均通过 0.01 信度检验。区域站与濮阳国家气象观测站相关较好。

表 3.5 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	濮阳
气温	2019年1月	1	0.9469
	2019年4月	2	0.9869
	2019年7月	3	0.9829
	2019年10月	4	0.9892
降水量	2019年1月	5	/
	2019年4月	6	0.9511
	2019年7月	7	0.5489
	2019年10月	8	0.9031
风速	2019年1月	9	0.8525
	2019年4月	10	0.8276
	2019年7月	11	0.7559
	2019年10月	12	0.8518

注：红色代表相关系数为最大的、蓝色为次大的。

表 3.6 代表月份的资料样本数(个)

项目	月份	序列	濮阳
气温	2019年1月	1	738
	2019年4月	2	669
	2019年7月	3	744
	2019年10月	4	744
降水量	2019年1月	5	/
	2019年4月	6	669
	2019年7月	7	744
	2019年10月	8	744

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

## 2) 2019年 1-12月每月逐日平均资料相关分析

表 3.7 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，除风速个别月份相关性稍差外，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，濮阳国家气象观测站与区域气象站气温、降水的相关性基本都在 0.95 以上，风速相关性 8 各月在 0.85 以上，50%以上在 0.9 以上。总体而言，濮阳与孙口区域气象站相关较好。

表 3.7 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	濮阳
气温	2019年1月	1	31	0.9003
	2019年2月	2	28	0.9813
	2019年3月	3	31	0.9819
	2019年4月	4	30	0.9944
	2019年5月	5	31	0.9888
	2019年6月	6	29	0.9769
	2019年7月	7	31	0.9923
	2019年8月	8	29	0.9338
	2019年9月	9	30	0.9816
	2019年10月	10	31	0.9904

	2019年11月	11	30	0.9981
	2019年12月	12	31	0.9631
降水量	2019年1月	13	31	/
	2019年2月	14	28	/
	2019年3月	15	31	/
	2019年4月	16	30	0.9458
	2019年5月	17	31	0.9998
	2019年6月	18	31	0.9987
	2019年7月	19	31	0.7868
	2019年8月	20	31	0.8488
	2019年9月	21	30	0.9994
	2019年10月	22	31	0.9996
	2019年11月	23	30	/
	2019年12月	24	31	/
风速	2019年1月	25	31	0.8664
	2019年2月	26	28	0.9424
	2019年3月	27	31	0.8687
	2019年4月	28	30	0.9430
	2019年5月	29	31	0.8041
	2019年6月	30	29	0.7642
	2019年7月	31	31	0.9040
	2019年8月	32	31	0.7798
	2019年9月	33	30	0.8417
	2019年10月	34	31	0.9198

	2019年11月	35	30	0.9158
	2019年12月	36	31	0.9269

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 3.8 列出了 2019 年 1 月 1 日-12 月 31 日整个时段共 365 天逐日资料与区域站同期资料的相关系数，由表可见，各气象要素的相关系数都非常显著，均通过 0.01 信度检验，气温相关性最好。

表 3.8 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	濮阳
气温	1	365	0.9982
风速	2	312	0.8142
降水量	3	340	0.8914

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，濮阳和孙口区域气象站相关较好。

## 3.3 区域自动站与拟选气象站相关分析

选取产业集聚区周边的区域自动站城郊站，将 2019 年的观测资料与濮阳国家气象观测站资料进行对比分析。

### 3.3.1 气温

濮阳国家气象观测站、孙口区域站 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。两站的相关性达 0.99 以上，说明濮阳国家气象观测站与产业集聚区处于同一局地气候区内。



30

25



20

15

10

5

0

201901

201903

201905

201907

201909

201911

图3.8 2019年逐月平均气温变化

### 3.3.2 降水

濮阳国家气象观测站 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。日降水量极大值濮阳国家气象观测站为 110.3 毫米，城郊区域站为 139.4毫米，说明两站的降水基本一致。



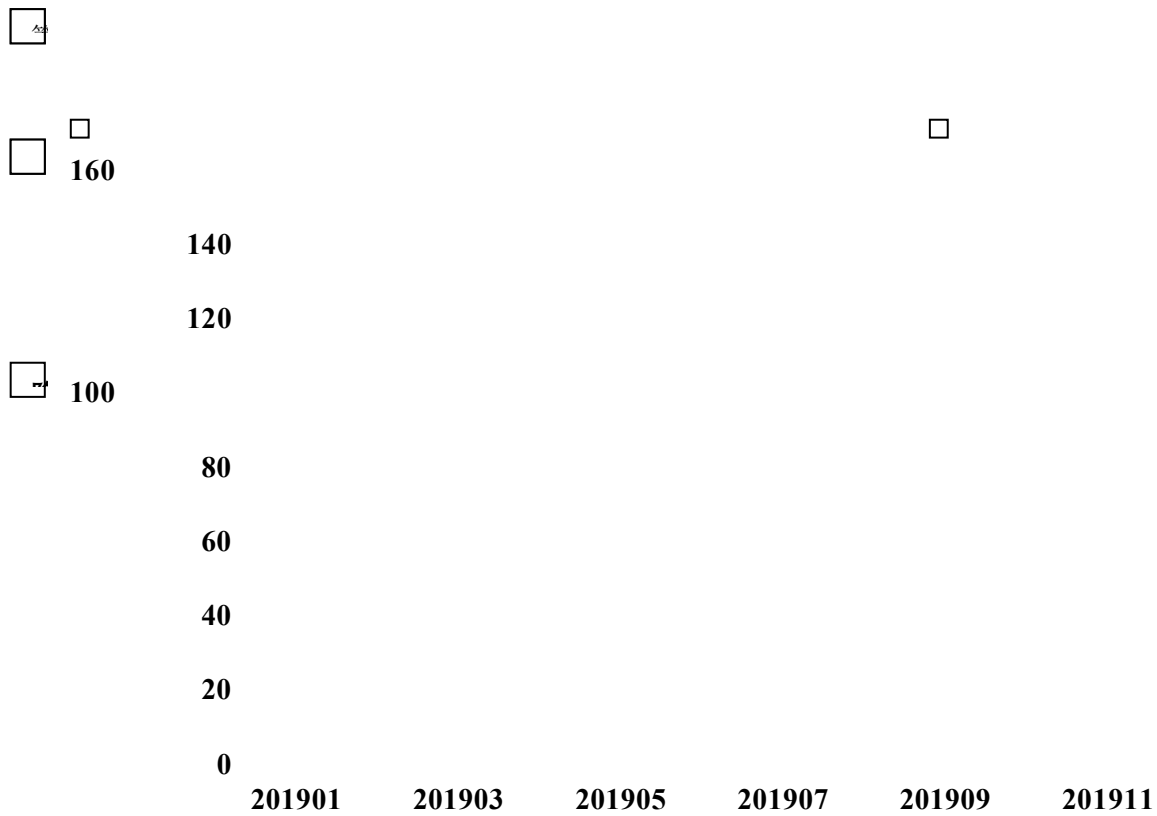


图3.9 2019年逐月降水量变化

### 3.3.3 风速

濮阳、孙口区域站2018-2019年逐月风速变化趋势较为一致：冬、春季风速大，夏、秋季风速小；孙口区域站风速略高于濮阳国家气象观测站。两者的相关系数在 0.9 以上，可以使用濮阳国家气象观测站对产业集聚区风速进行气候背景分析及极值推算等。



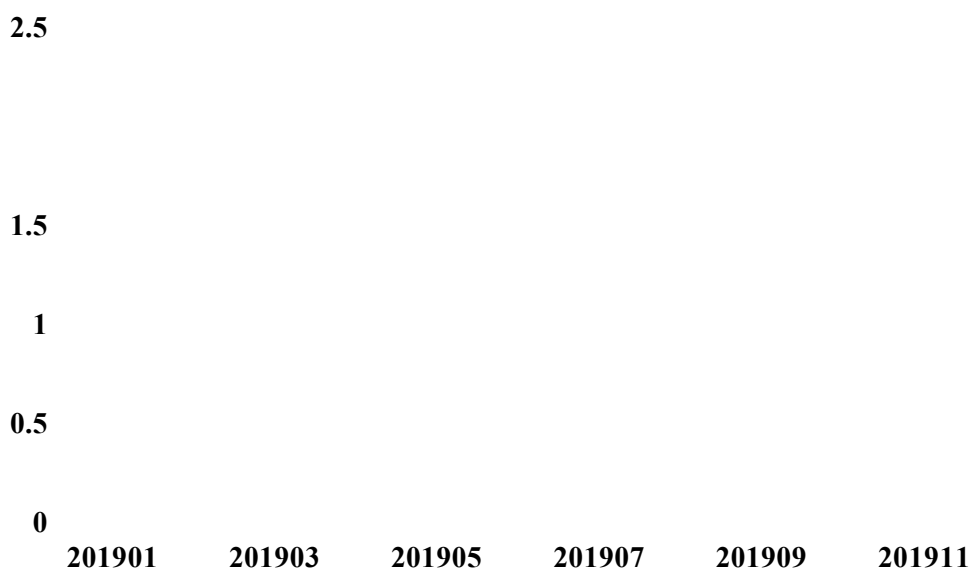


图3.10 2019年逐月平均风速变化

### 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，濮阳国家气象观测站与产业集聚区同属同一气候区，距离产业集聚区最近，位于其东部偏北方向约 6 公里。从可靠性和一致性的分析可知，濮阳国家气象观测站为国家气象站且观测环境符合相关要求，可靠性和一致性均较好。从代表性分析得知，濮阳国家气象观测站与区域站的相关分析结果非常显著，相关性很好。

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，本报告确定濮阳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）。

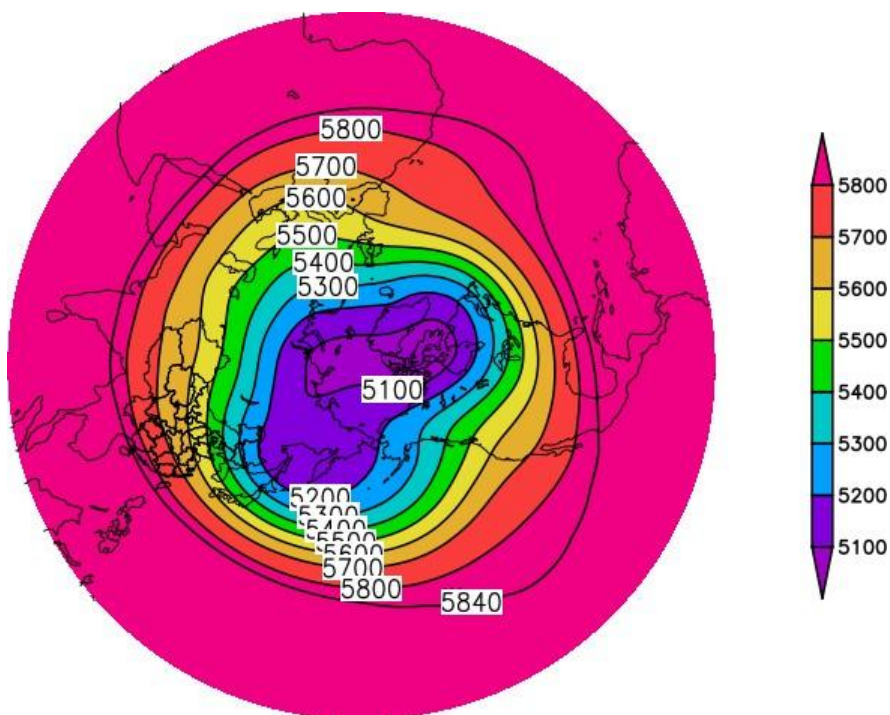


图 4.1 1981-2010 年北半球冬季（12-2 月）500hPa 等平均高线（单位:gpm）

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）。

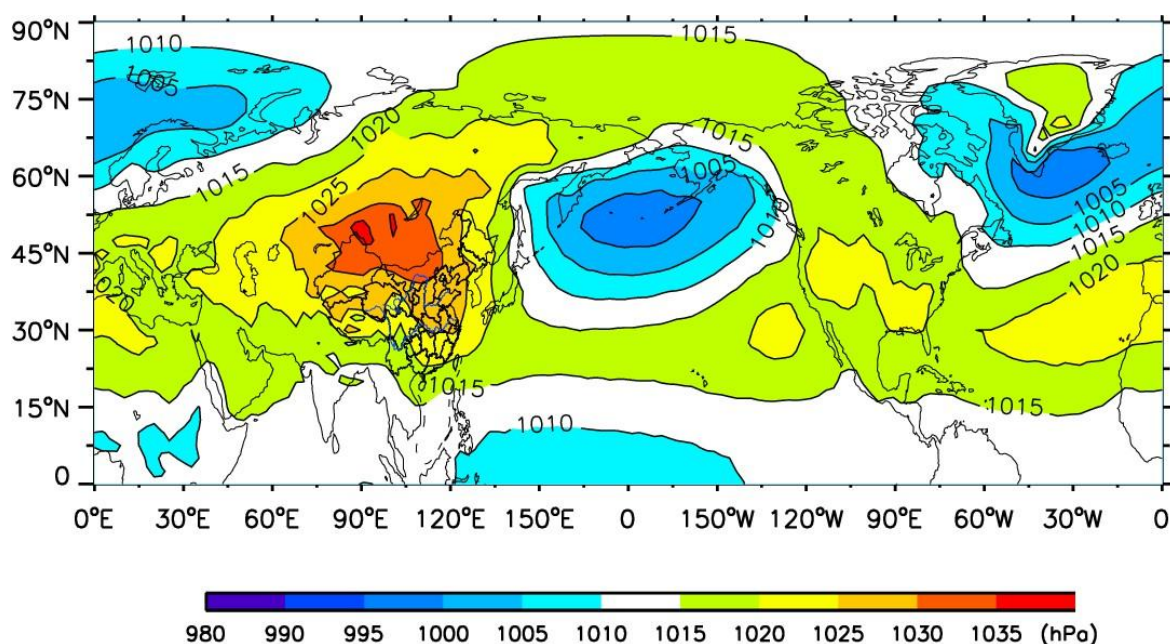


图 4.2 1981-2010 年北半球冬季（12-2 月）平均海平面气压（单位：hPa）

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。

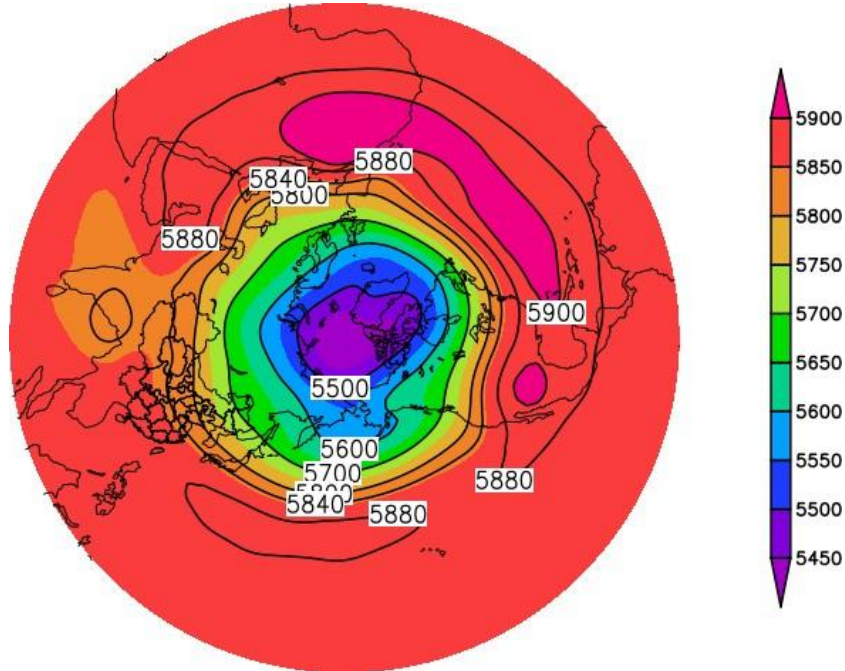


图 4.3 1981-2010 年北半球夏季（6-8 月）500hPa 等平均高线（单位:gpm）

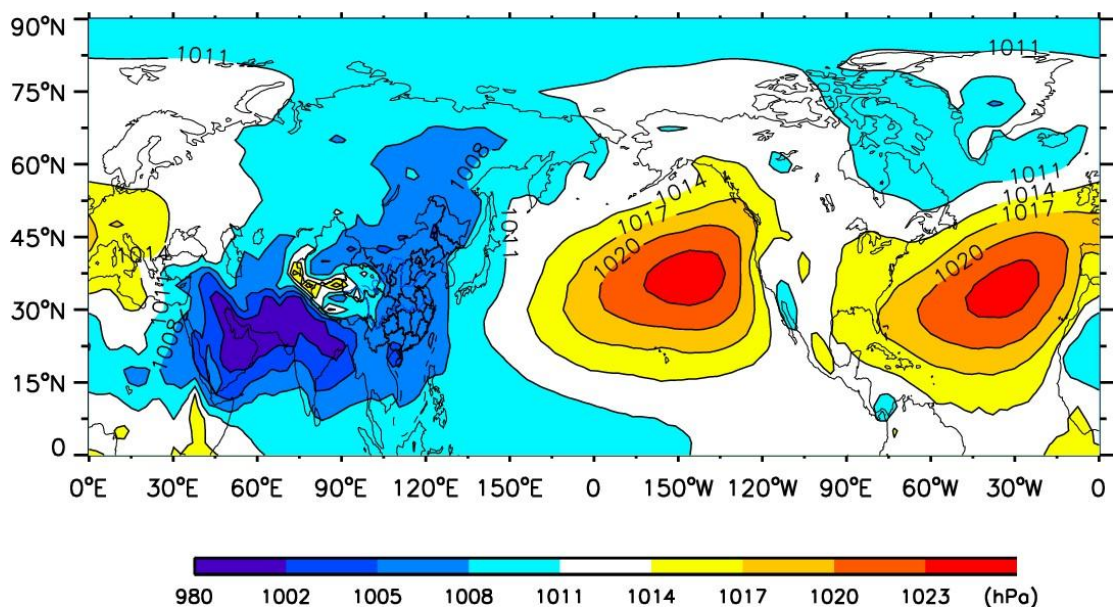


图 4.4 1981-2010 年北半球夏季（6-8 月）平均海平面气压（单位: hPa）

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），河南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，濮阳冬季气候呈现出“干冷”的气候特点。

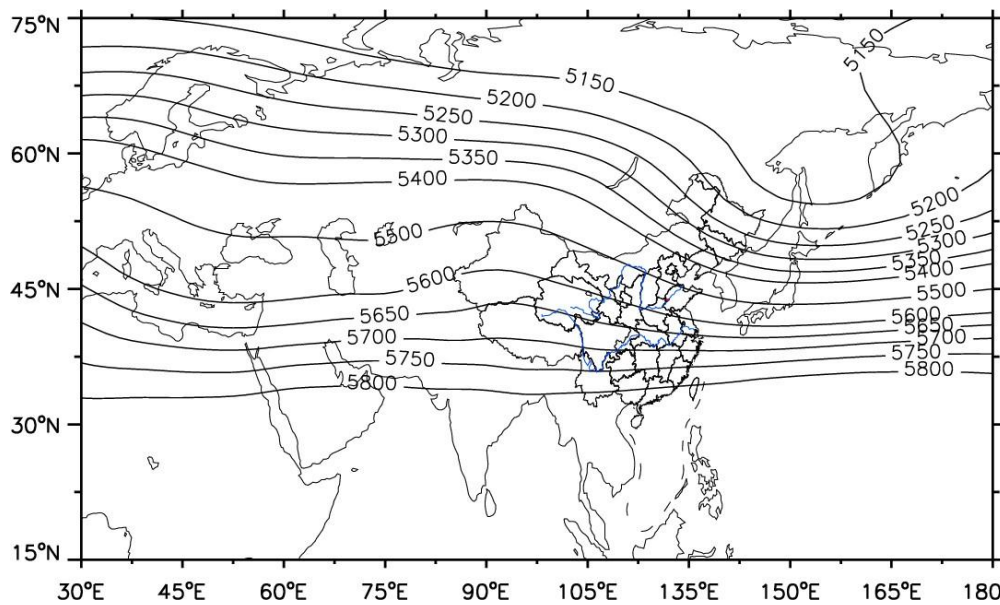


图 4.5 北半球冬季 500hPa 平均高度场 (单位:gpm, 红色的圆点为濮阳产业产业集聚区的位置)

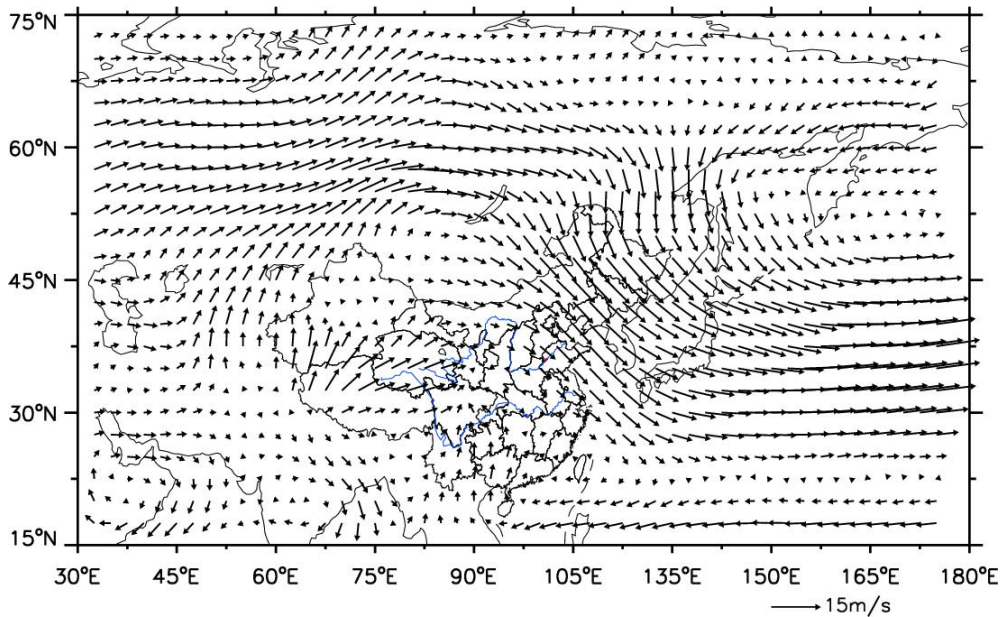


图 4.6 北半球冬季 850hPa 平均风场（单位： $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，红色的圆点为濮阳产业集聚区的位置）

春季，欧亚地区中高纬西风带上的槽脊相对冬季变浅变弱（图 4.7），东亚槽明显变弱，槽脊移动变化快，河南省处在较为平直的西西北气流里。加之气温回升，暖空气活跃，春季盛行锋面气旋、冷高压过程，天气多变。由于北方气旋（蒙古气旋、东北气旋和黄河气旋）频繁发生，发展强烈，它与入海高压形成南高北低的气压场，使春季成为濮阳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河南省，导致濮阳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，还时常影响濮阳，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。

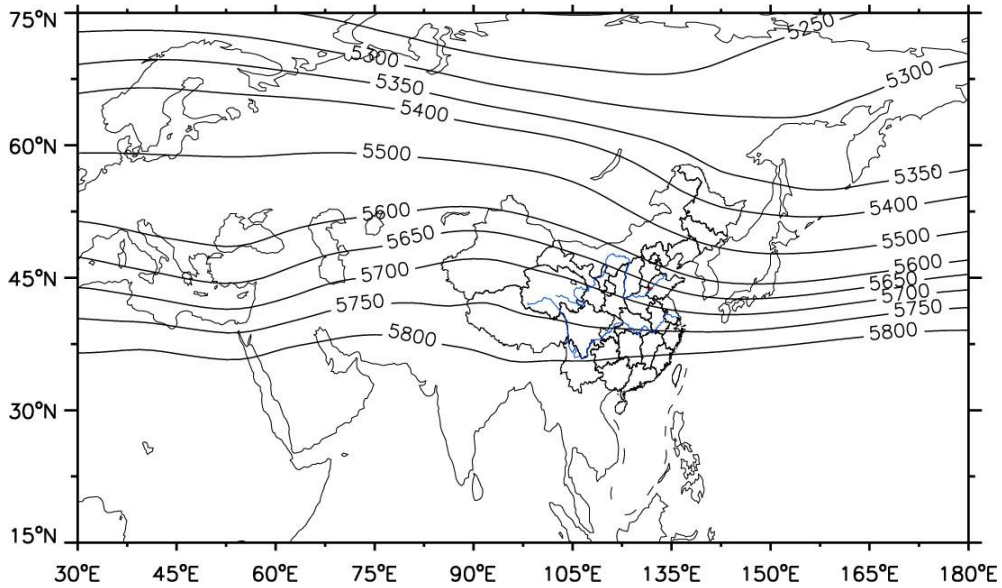


图 4.7 北半球春季 500hPa 平均高度场 (单位:gpm, 红色的圆点为濮阳产业产业集聚区的位置)

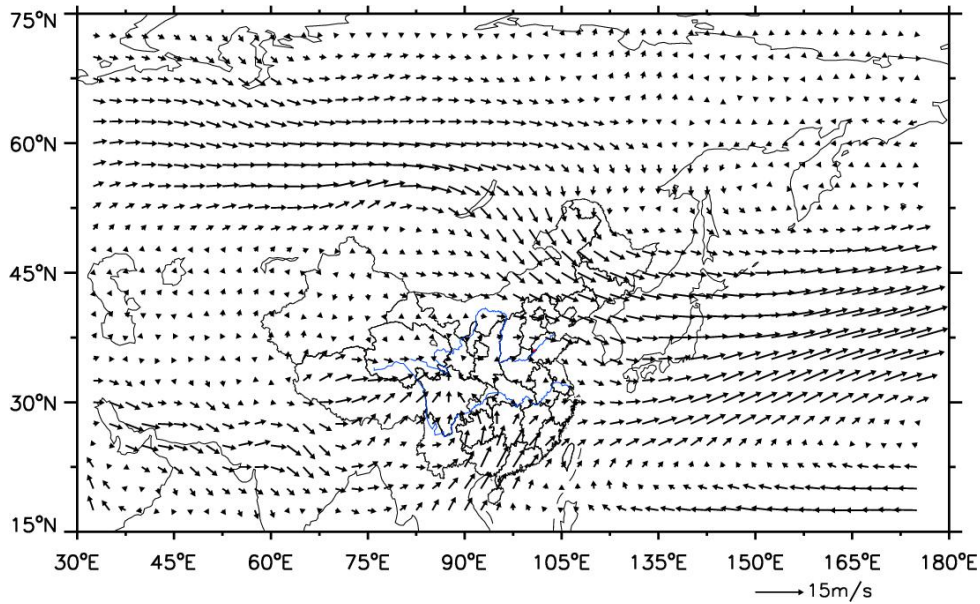


图 4.8 北半球春季 850hPa 平均风场 (单位:  $\text{ms}^{-1}$ , 红色的圆点为濮阳产业产业集聚区的位置)

夏季, 河南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, 导致河南省夏季天气气候变化阶段性特征明显。初夏阶段 (6 月), 西太平洋副热带高压脊线在  $20^{\circ}\text{N}$  附近, 我国雨带维持在长江以南, 河南中北部受变性极地大陆气团影响, 天气晴热, 常出现高温。南部降水开始增多。由于近地面增温快, 加上东北冷涡引导冷空气南下,

易出现雷雨、冰雹等强对流天气。梅雨后期阶段（6月下旬到7月中旬），副热带高压脊线季节性北跳到  $22\sim 27^{\circ}\text{N}$  之间，主雨带推进到黄河以南，河南省进入雨季。同时受南方气旋和西南涡影响，导致大到暴雨天气出现。盛夏阶段（7月中旬），副热带高压再次季节性北跳，脊线到达  $30^{\circ}\text{N}$  附近，雨带到华北。河南省降水主要集中在7月中旬到8月上旬，一般由副热带高压最强盛时期西风槽受副热带高压所阻多形成切变线降水。加上7-8月台风活跃，登陆北上台风也可导致濮阳出现暴雨和强对流天气。当副热带高压主体控制濮阳时，可连续数日闷热无雨，有时长时间维持，可出现伏旱。晚夏阶段（8月中旬到9月初），副热带高压势力减弱南撤，脊线退到  $25\sim 30^{\circ}\text{N}$  之间，极锋南下，气旋和冷锋降雨增多。9月初以后，东亚大槽重建，副热带高压撤回到  $25^{\circ}\text{N}$  以南，河南省雨季结束。

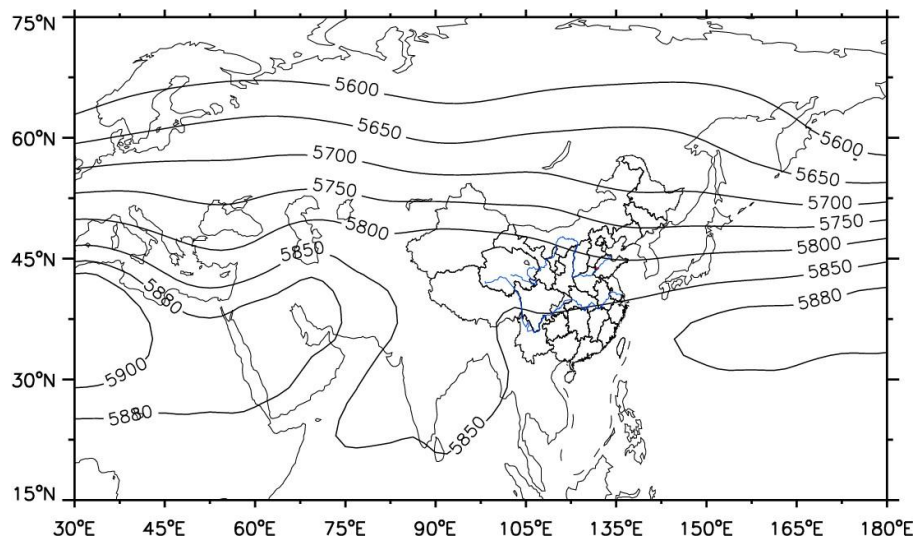


图 4.9 北半球夏季 500hPa 平均高度场 (单位:gpm, 红色的圆点为濮阳产业产业集聚区的位置)



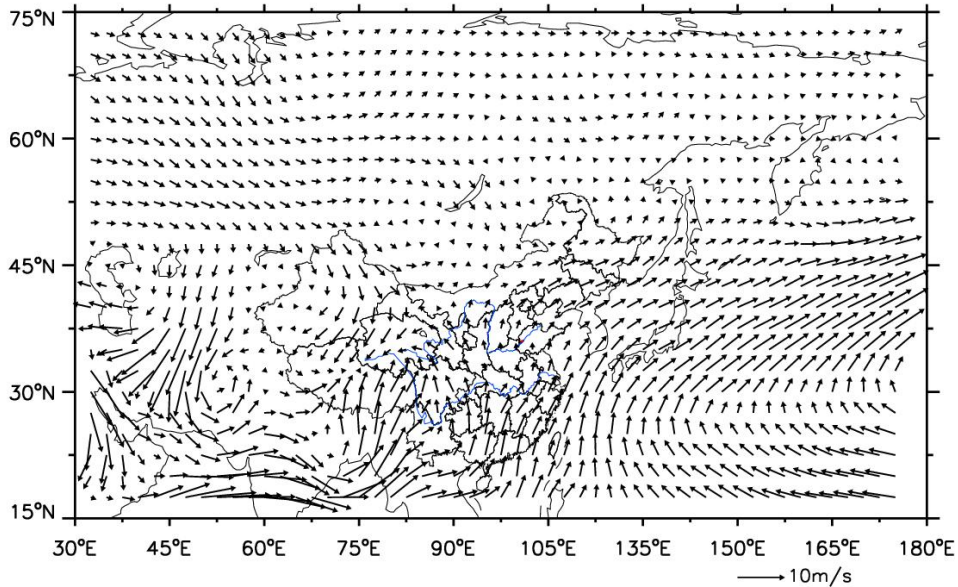


图 4.10 北半球夏季 850hPa 平均风场 (单位:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 红色的圆点为濮阳产业产业集聚区的位置)

秋季, 副热带高压系统减弱南撤 (图 4.11), 主体位于海上, 东亚槽开始建立, 西风带系统渐强, 河南省逐渐受其控制, 处在西北气流里。低层河南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河南省易出现风和日丽、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, 濮阳受其影响会出现秋季连阴雨天。

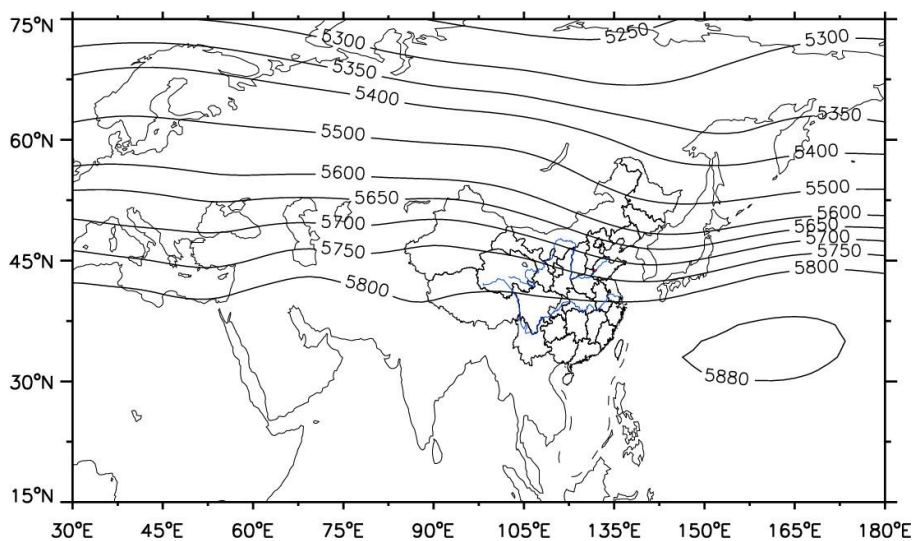


图 4.11 北半球秋季 500hPa 平均高度场 (单位:gpm, 红色的圆点为濮阳产业产业集聚区的位置)

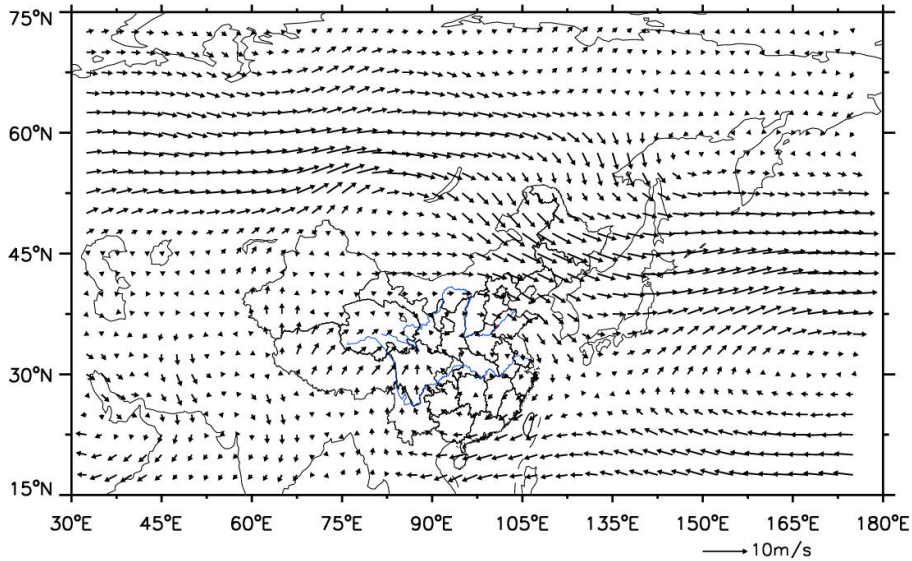


图 4.12 北半球秋季 850hPa 平均风场 (单位:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 红色的圆点为濮阳产业集聚区的位置)

## 2.2 不同季节影响濮阳的主要天气系统

表 4.1 不同季节影响河南省的主要天气系统

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	√	√	√	√
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, 也是影响濮阳

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河南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，第三次北跳导致豫北进入暴雨多发期；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。当副高控制濮阳时，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，会造成濮阳出现降温和大风，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。影响河南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，一般生成于离地面2~3km的低空，如西南涡、高原涡、和西北涡。影响台



前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，在濮阳产生大到暴雨。

#### （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，冬季造成河南省出现阵雪天气，夏季造成河南省出现大风、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。低空急流是影响濮阳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，这两支急流为河南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。此系统是濮阳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,多形成于濮阳东南部区域,以4-6月最多,夏季可导致濮阳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。影响濮阳的台风一般在福建沿海登陆,移动路径以西北行或者北行为主,登陆之后减弱为低压。如75.8、82.8、96.8等,濮阳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”给濮阳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





导致河南省夏季持续性强降水和秋季连阴雨的发生。

### 3 小结

夏季影响濮阳的大气环流系统主要包括西太平洋副热带高压、台风、低空切变线、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

濮阳开发区产业集聚区气候背景分析采用濮阳市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；近10a（2010-2019年）气象资料对各气象要素的日变化进行统计分析。

### 1 气候概况

濮阳市地处河南北部，属暖温带半湿润季风气候，气候资源丰富，气候条件良好，气候温和，雨水适中，四季分明，雨热同期，湿度小，日照时数较多，气温、降水、风向随季节变化显著。具有冬长寒冷雨雪少，夏季炎热雨集中，春秋温暖季节短，春夏之交多干风的特点。根据濮阳国家气象站 1990-2019 年气象资料统计分析，年平均气压1011.8hPa，年平均气温 13.8℃，年平均日照时数 2291.5h，年平均降水量 568.0mm，年平均降水日数 66.2d，年平均相对湿度 70.2%，年平均风速 2.1 m/s，以南（S）为主导风向。濮阳国家气象观测站近 30 年统计值见表 5.1 和表 5.2。





表5.1 濮阳国家气象观测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(℃)	13.8	
	多年极端最高气温(℃)	41.8	2009年6月25日
	多年极端最低气温(℃)	-19.6	1990年1月31日
气压	累年年平均气压(百帕)	1011.8	
	多年极端最高气压(百帕)	1043.4	2000年1月31日
	多年极端最低气压(百帕)	985.1	1993年4月23日
降水	累年年降水量(毫米)	568.0	
	多年1小时最大降水量(毫米)	66.8	2015年6月23日
	多年日最大降水量(毫米)	296.5	1998年8月4日
风	累年年平均风速(米/秒)	2.1	
	多年最大风速(米/秒)	13.3	2006年3月27日
	多年极大风速(米/秒)	22.7	2009年6月27日
	累年年主导风向	S	
相对湿度	年平均相对湿度(%)	70.2	
	年最小相对湿度(%)	4	
日照	年平均日照时数(小时)	2291.5	
	年最多日照时数(小时)	2724.3	1978年
	年最少日照时数(小时)	1796.9	2007年
雨	累年年雨日数(天)	66.2	
	多年最多年雨日数(天)	88	2003年
雪	累年年雪日数(天)	10	
	多年最多年雪日数(天)	20	1991年
雾	累年年雾日数(天)	26.8	
	多年最多年雾日数(天)	71	2015年
雷暴	累年雷暴日数(天)	17.7	
	多年最多年雷暴日数(天)	31	1985年
积雪	多年最大积雪深度(厘米)	21	2001年1月9日

没有标注时段均为：平均统计时段为：1990-2019年，极端统计时段为：建站-2019年。





表5-2 濮阳国家气象观测站近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)	-1.3	2.2	8.3	14.7	20.2	25.5	27.2	25.6	21.0	15.0	7.1	0.7	13.8
最高气温 (°C)	4.1	8.0	14.3	20.8	26.2	31.6	31.9	30.3	26.9	21.3	12.8	5.9	20.7
最低气温 (°C)	-5.2	-2.3	3.2	9.2	14.7	20.1	23.3	21.9	16.5	10.2	2.7	-3.1	7.8
平均风速 (m/s)	1.9	2.3	2.8	2.7	2.3	2.3	2.0	1.7	1.7	1.8	2.1	1.9	2.1
相对湿度 (%)	65.1	62.3	59.2	65.7	69.5	65.1	79.8	84.6	78.8	71.4	71.4	68.6	70.2
降水量 (mm)	4.1	10.3	14.9	32.9	55.2	62.7	148.8	128.6	50.9	29.9	23.0	6.7	568.0
降水日数 (d)	2.2	3.4	3.7	4.8	6.1	7.4	10.6	9.4	6.4	5.0	4.7	2.6	66.2
日照时数 (h)	151.3	153.9	204.3	225.0	249.6	227.6	197.9	200.7	191.5	189.0	153.1	147.6	2291.5

## 2 气压

### 2.1 年际变化

#### (1) 平均气压

濮阳国家气象观测站多年平均的年平均气压、最高气压和最低气压分别为1011.8hPa、1014.2hPa、1009.0hPa，年际波动较小，相对比较稳定（图5.1）。

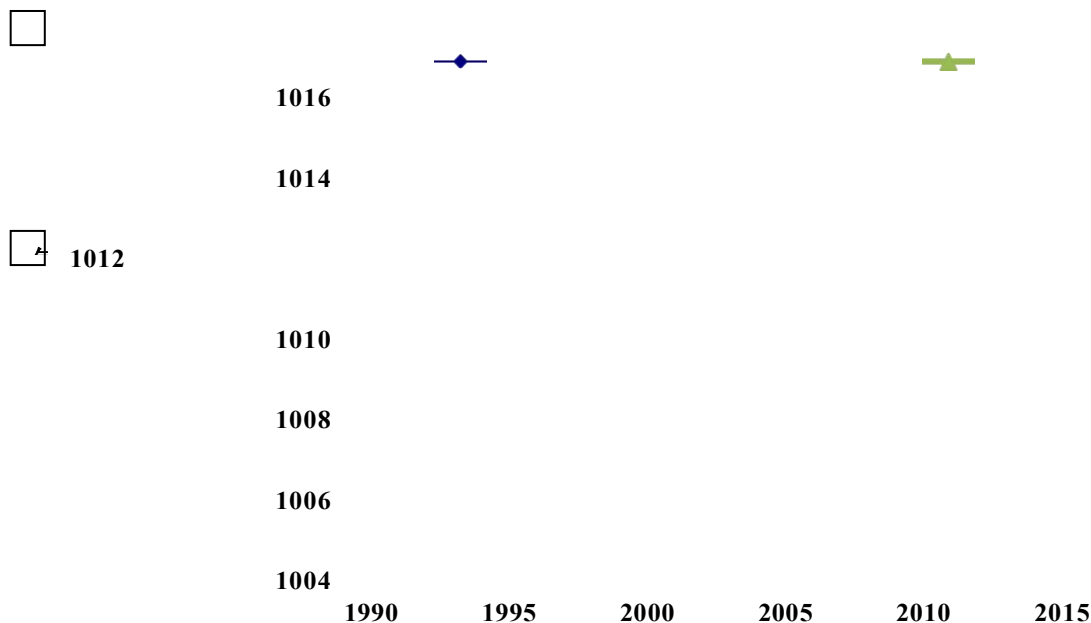


图5.1 濮阳国家气象观测站年平均气压、平均最高气压和平均最低气压年际变化

#### (2) 极端气压

濮阳国家气象观测站年极端最高气压的变化为1032.8~1043.4



hPa，极端最高值出现在2000年1月31日。极端最高气压多出现在11-2月，其中12月出现最多，1月略少，11月、2月和3月极端最高气压出现很少。

濮阳国家气象观测站年极端最低气压的变化为985.1~992.4 hPa，年极端最低值出现在1993年4月23日。极端最低气压多出现在4-7月份，其中7月出现最多，其次6月，4月和5月较少。（注：统计1981-2019）

## 2.2 月际变化

### (1) 平均气压



濮阳国家气象观测站平均气压的逐月、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）。

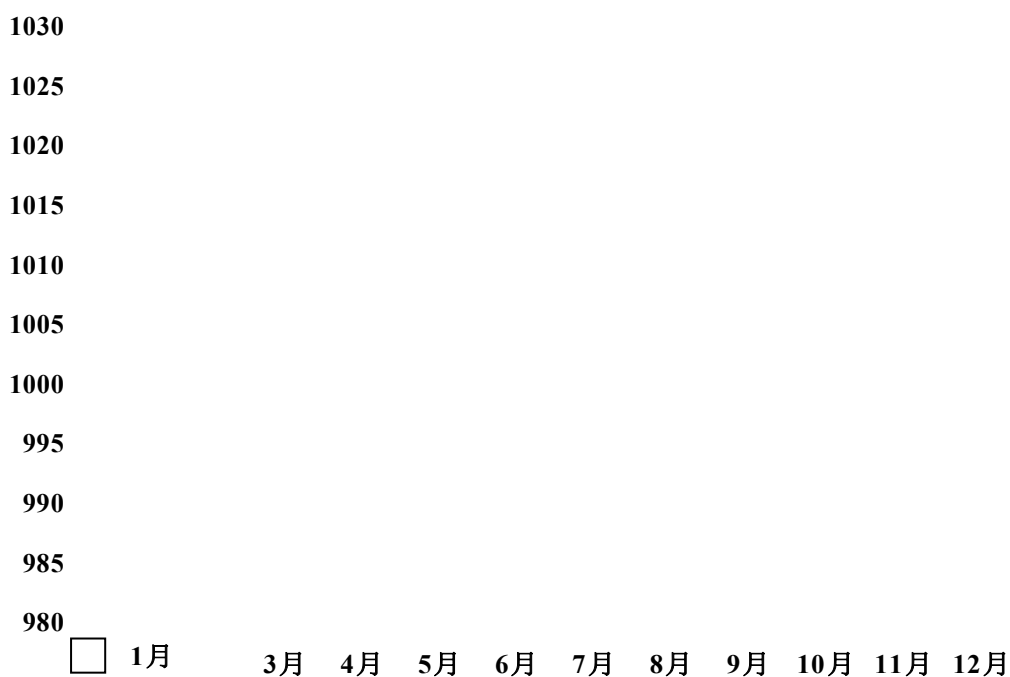


图5.2 濮阳国家气象观测站平均气压、平均最高气压和平均最低气压月变化

### (2) 极端气压





濮阳国家气象观测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）。



1040

1030



1020

1010

1000

990

980

970

960

1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月

图5.3 濮阳国家气象观测站极端最高气压和极端最低气压月变化

### 2.3 日变化

濮阳国家气象观测站各时次平均气压日变化呈“W”型，气压日变化幅度很小，为2.8hPa(图5.4)。平均气压从05时开始逐渐升高，到11时达到峰值1013.1hPa，之后开始下降，最低值出现在18时为1010.3hPa，之后又开始缓慢升高，在23时达到次高值1012.1hPa，随后开始下降直至04时。



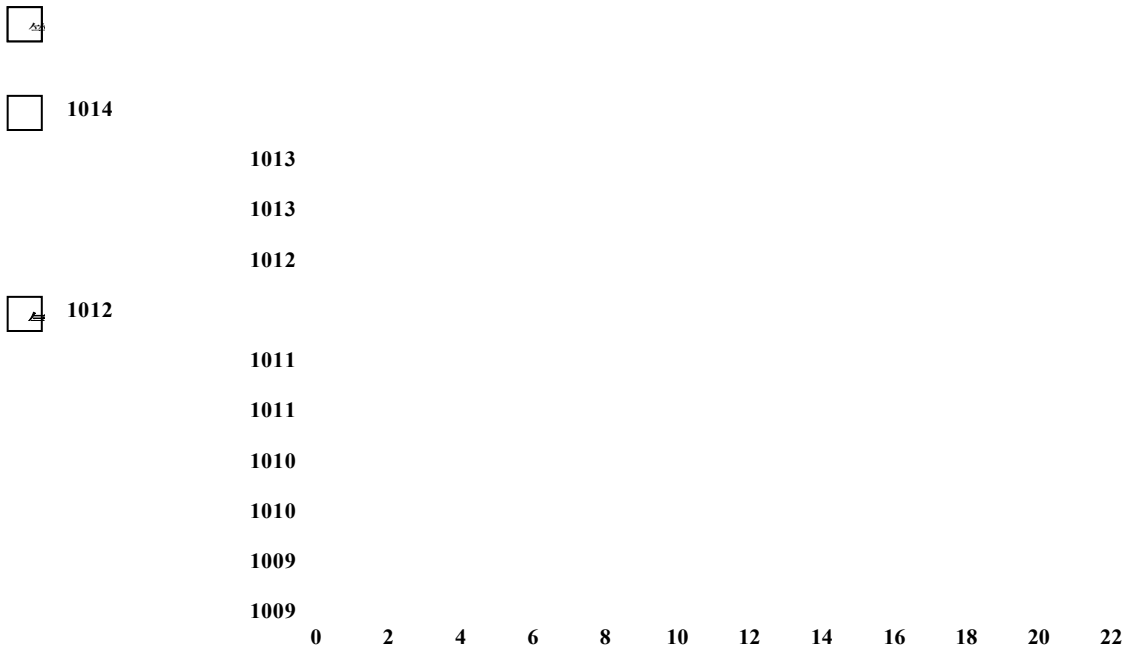


图5.4 濮阳国家气象观测站平均气压的日变化

### 3 气温

#### 3.1 年际变化

##### (1) 平均气温

濮阳国家气象观测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13.8℃、19.5℃和9.3℃，其年际变化均有上升趋势（图5.5），上升速率分别为0.4℃/10a、0.5℃/10a和0.6℃/10a。

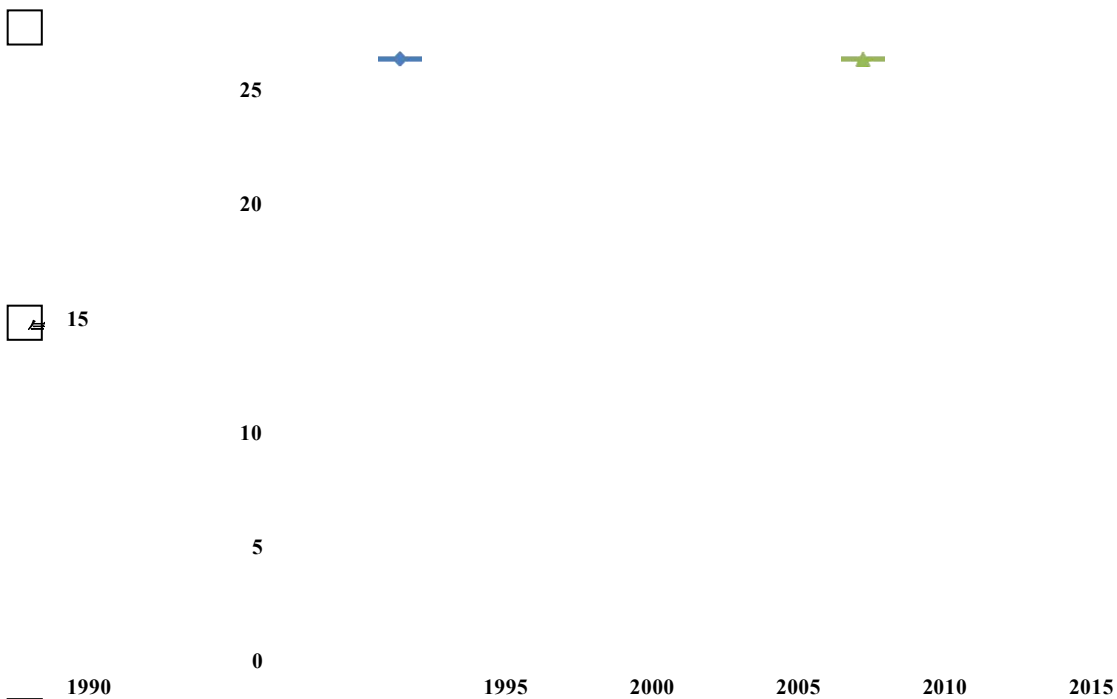


图5.5 濮阳国家气象观测站年平均气温、平均最高气温、平均最低气温年际变化

## (2) 极端气温

濮阳国家气象观测站年极端最高气温的变化为35.1~41.8℃，无明显变化趋势（图5.6），年极端高温值一般在37℃以上，极端最高值出现在2009年6月25日。年极端最高气温多出现在5-7月，其中6月份出现最多，其次是7月。

濮阳国家气象观测站年极端最低气温的变化为-19.6~-8.8℃，有明显上升趋势，上升速率为0.51℃/10a（图5.6）。年极端低温值基本在-10℃以下，极端最低值出现在1990年1月31日。年极端最低气温多出现在1月份，其次是12月，2月和11月极端低温出现较少。

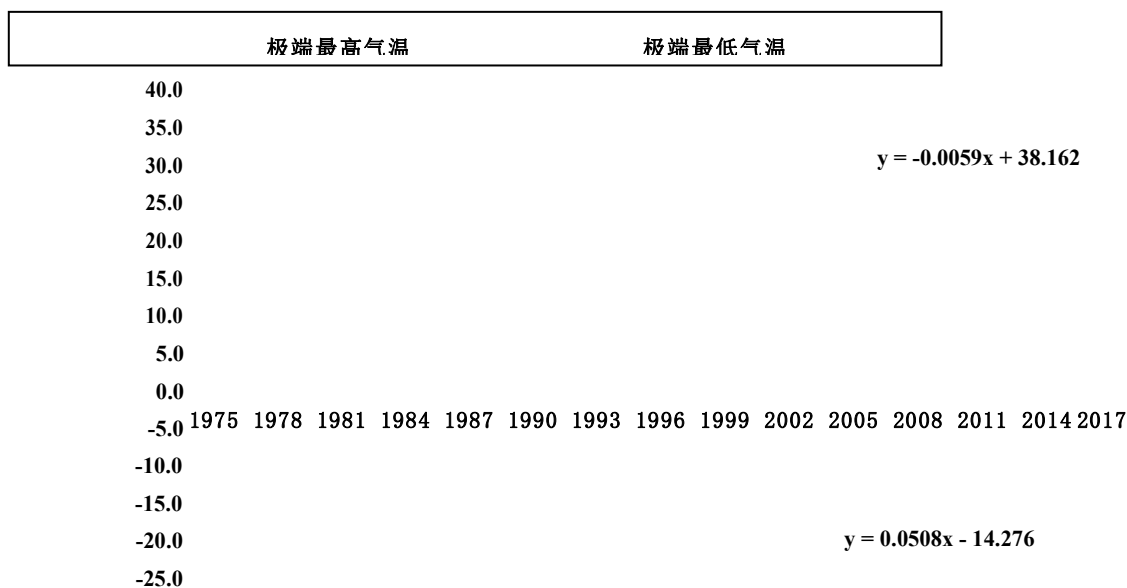


图5.6 濮阳国家气象观测站年极端最高气温、极端最低气温年际变化

## 3.2 月际变化

### (1) 平均气温

濮阳国家气象观测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，春秋各月平均气温为8.3℃~20.2℃；夏季气温最高，最高气温出现在7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）。

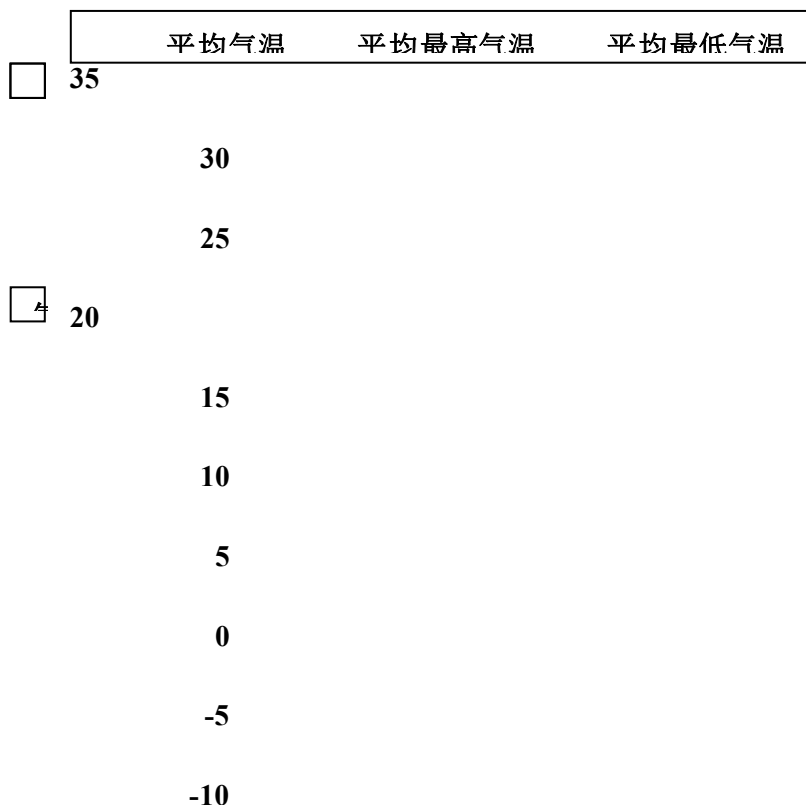


图5.7 濮阳国家气象观测站平均气温、平均最高气温、平均最低气温月际变化

### (2) 极端气温

濮阳国家气象观测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；春秋居，极端最高气温、极端最低气温均是秋季高于春季；夏季气温最高，极端最高气温的最大值出现在6月份（图5.8）。

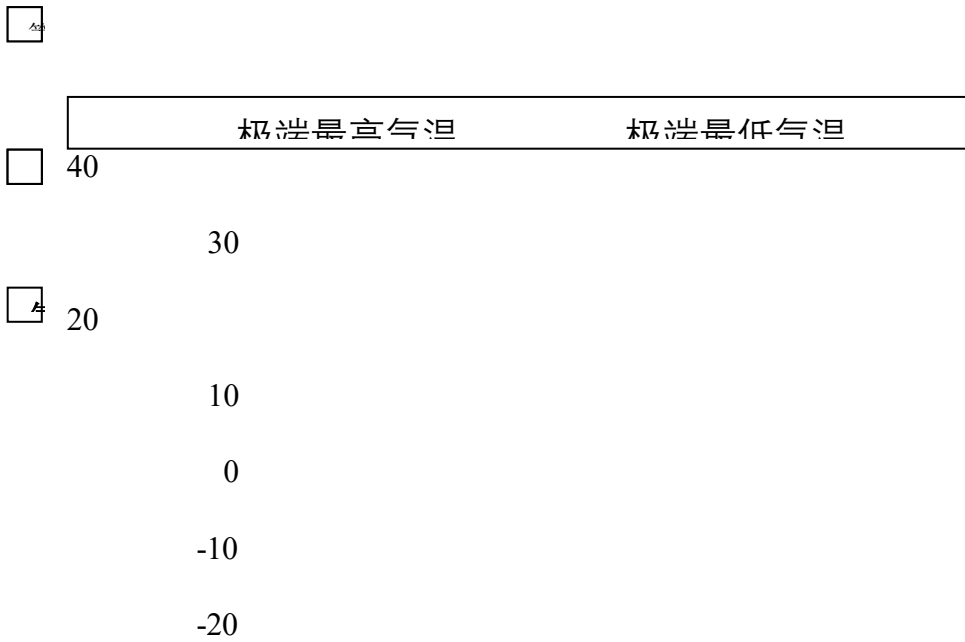


图5.8 濮阳国家气象观测站极端最高气温、极端最低气温月际变化

### 3.3 日变化

濮阳国家气象观测站各时次平均气温的日变化呈单峰型，日变化幅度为  $7.8^{\circ}\text{C}$ 。平均气温每日 6 时为一天的最低值，为  $10.8^{\circ}\text{C}$ ，07 时开始气温逐渐升高，到 15 时达到峰值  $18.6^{\circ}\text{C}$ ，之后开始下降直至次日 06 时（图 5.9）。

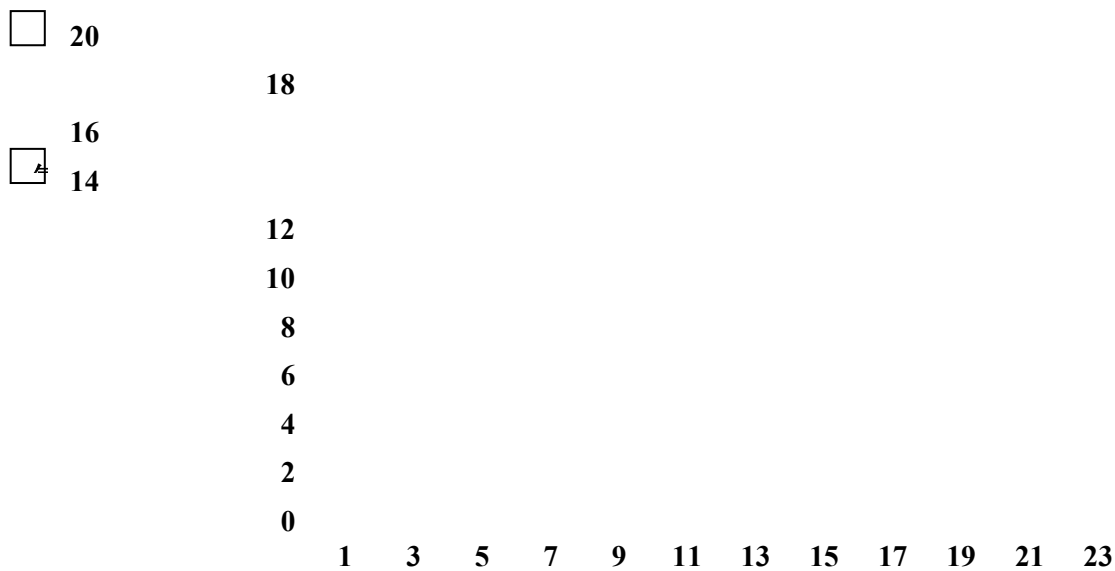


图5.9 濮阳国家气象观测站平均气温的日变化



## 4 降水量

### 4.1 年际变化

濮阳国家气象观测站平均年降水量为 568.0 毫米，其变化趋势不明显，但年际变化差异较大，最大值出现在 1998 年，为 946.9mm，最小值出现在 2012 年，为 341.4mm，两者相差 2.8 倍（图 5.10）。

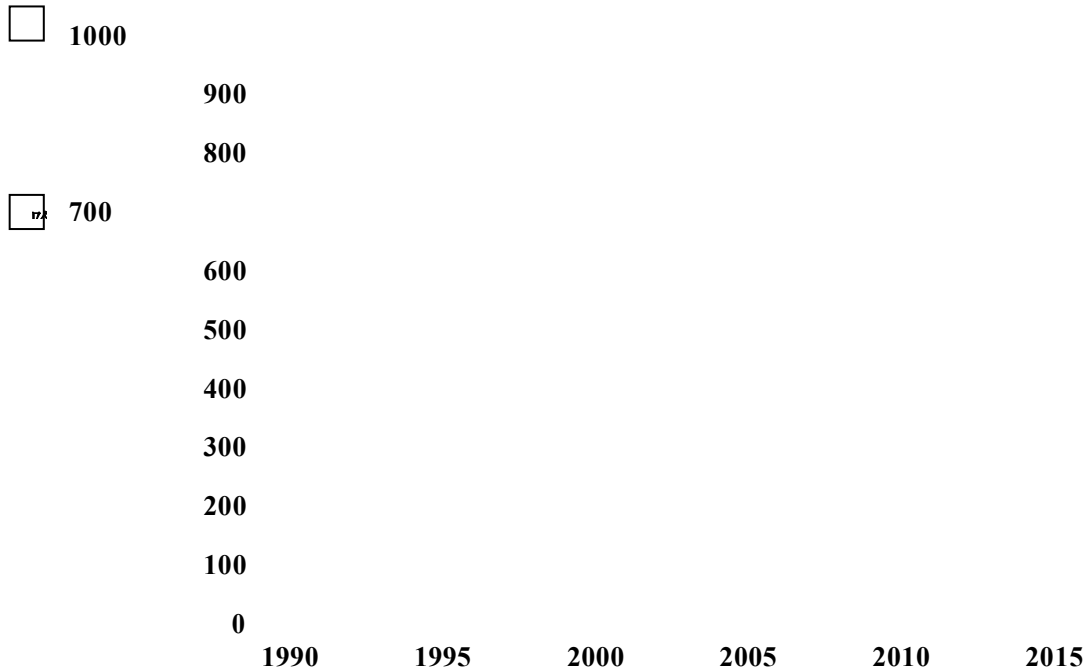


图5.10 濮阳国家气象观测站年降水量年际变化

濮阳国家气象观测站年日最大降水量为78.5mm，无明显变化趋势，但年际变化较大，最大值出现在1998年，为296.5mm；最小值出现在2014年，为32.8mm，两者相差9倍（图5.11）。





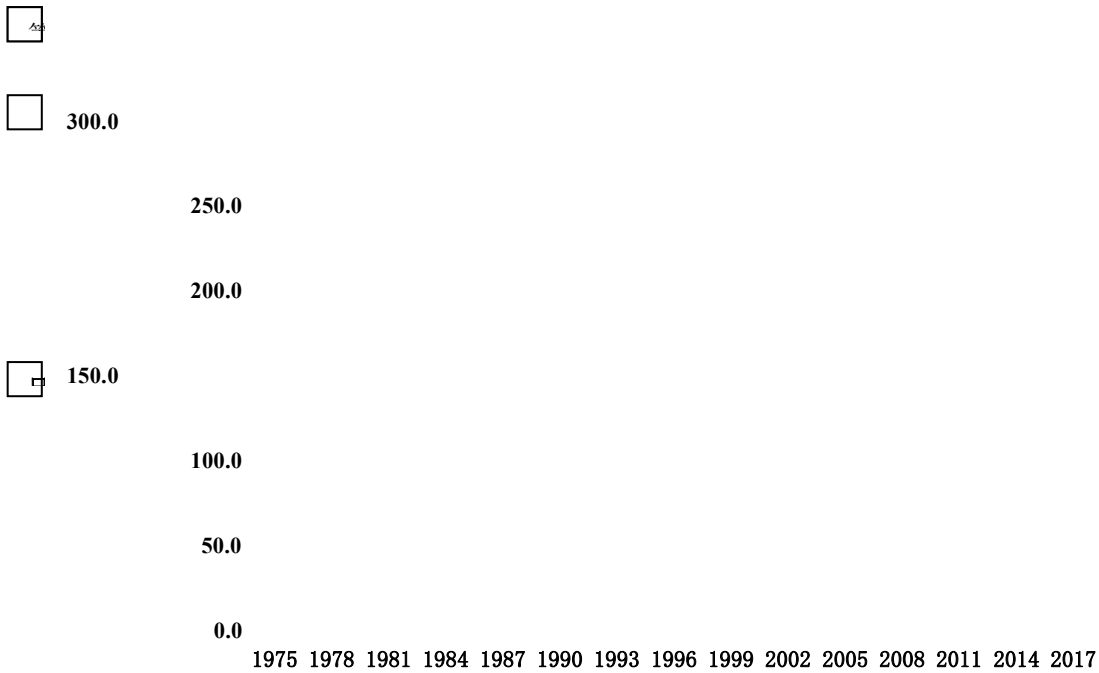


图5.11 濮阳国家气象观测站年日最大降水量年际变化

#### 4.2 月际变化

濮阳国家气象观测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6%，春、秋季降水量相当，分别占年降水量的18.1%和18.3%，夏季降水量最多，占年降水量的59.9%。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48.8%（图5.12）。

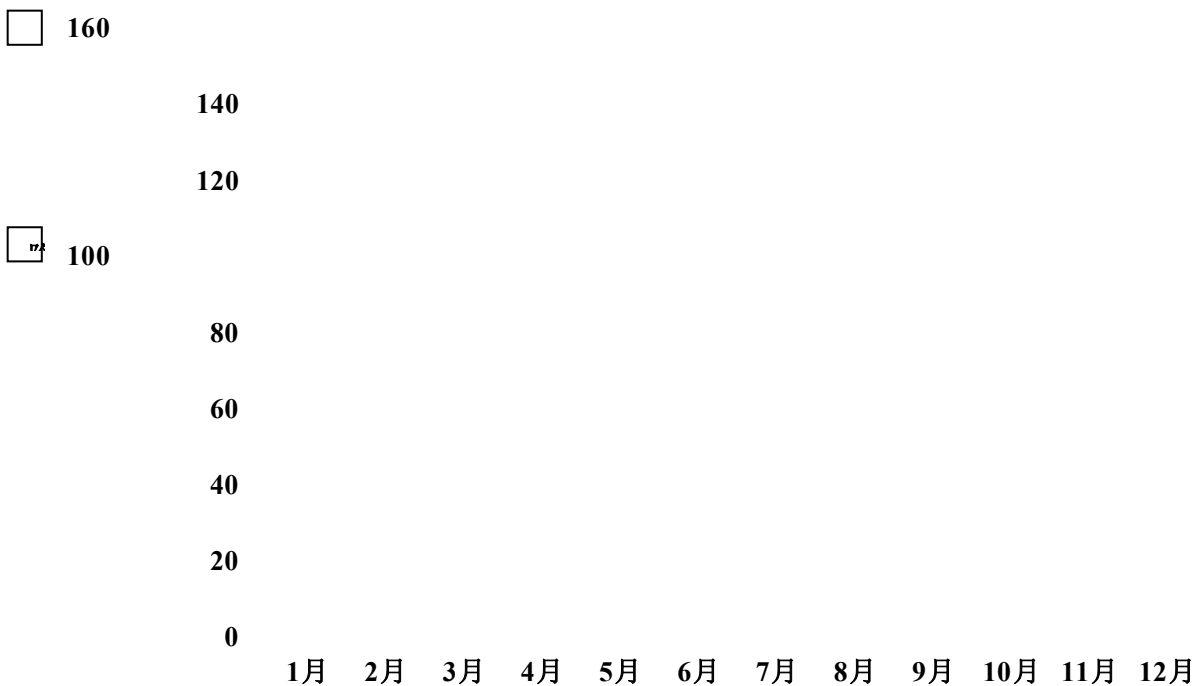


图 5.12 濮阳国家气象观测站降水量月际变化





濮阳国家气象观测站日最大降水量的季节变化特征明显，冬季最小，春季大于秋季，夏季最大。各月日最大降水量在2.3~59.8mm之间变化，其中以8月日降水量最大，其次是7月，1月最小（图5.13）。

年日最大降水量出现在4-9月，其中8月最多，占22.4%；其次是7月，占19.4%；12月和1月最少。

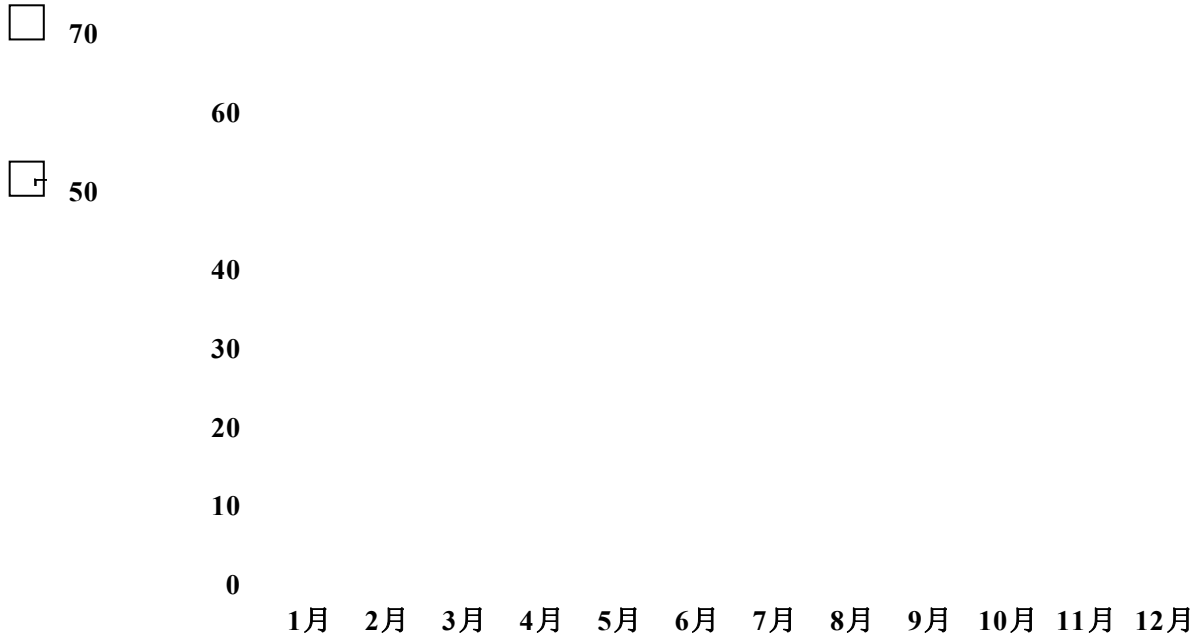


图 5.13 濮阳国家气象观测站日最大降水量月际变化

## 5 降水日数

### 5.1 年际变化

濮阳国家气象观测站多年平均降水日数为66.2天，呈增加趋势，增加速率为0.8d/10a。降水日数最多年为2003年，为88天；最少年为1999年，为49天（图5.14）。



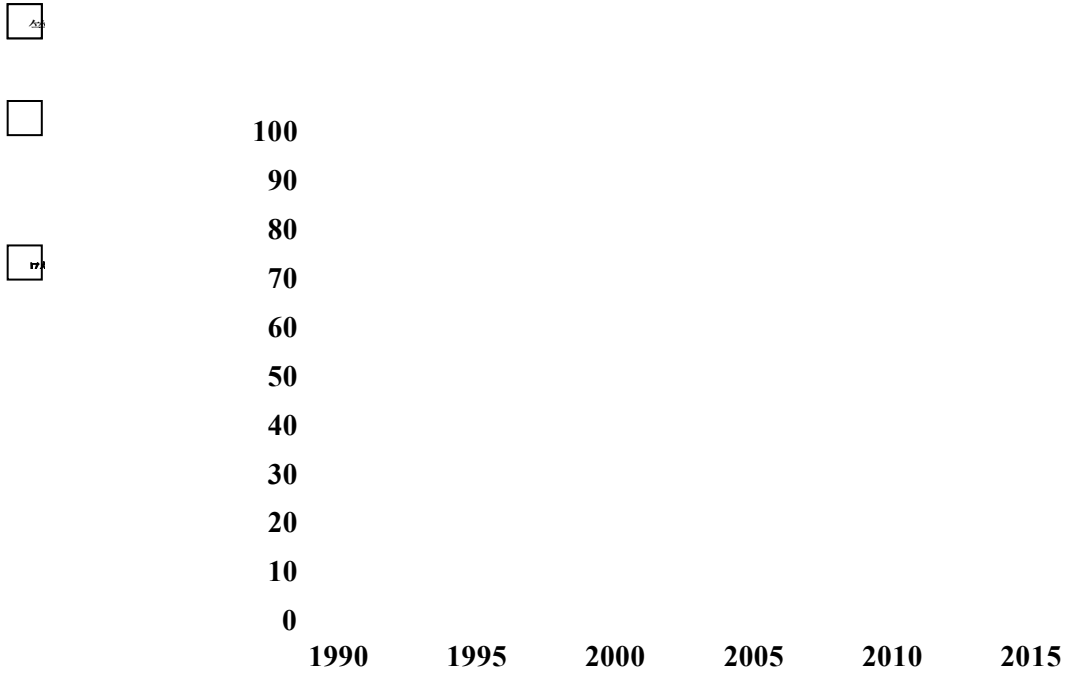


图 5.14 濮阳国家气象观测站年降水日数年际变化

### 5.2 月际变化

濮阳国家气象观测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2.2~10.6d之间，从季节分布看，冬季降水日数最少，11月-4月降水日数在5d以下；夏季最多，各月降水日数在7d以上；其他月份在5~7天之间（图5.15）。

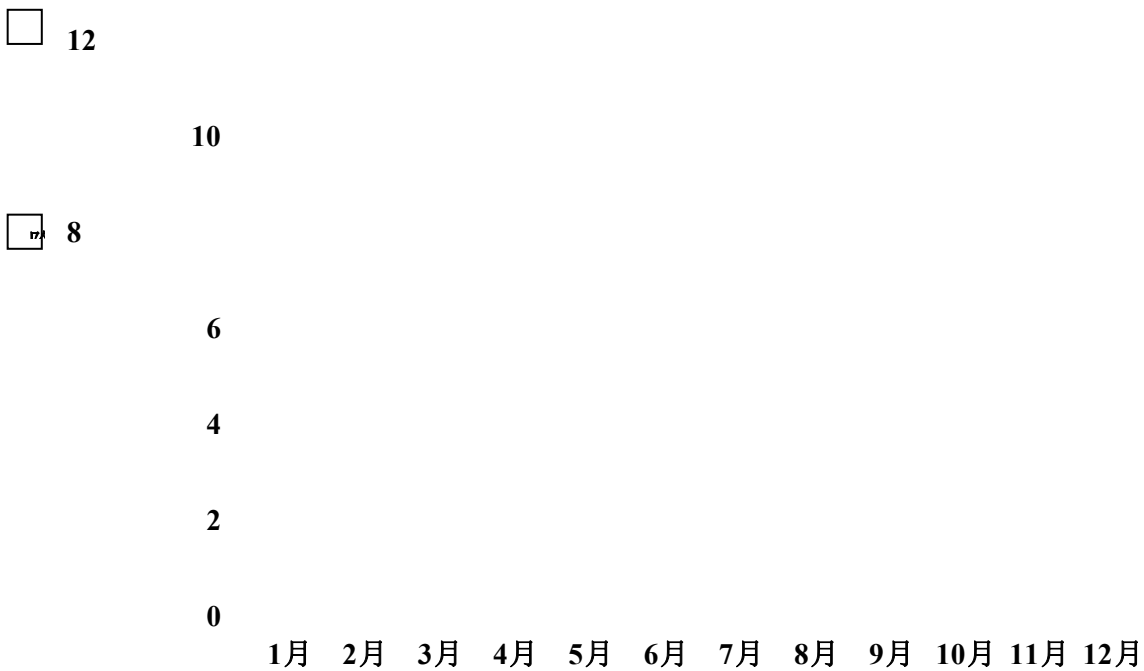




图5.15 濮阳国家气象观测站降水日数月际变化

## 6 相对湿度

### 6.1 年际变化

濮阳国家气象观测站多年平均相对湿度和平均最小相对湿度分别为70.2%和9.9%；年平均相对湿度具有减小趋势，减小速率为

□ 2.7%/10a(图5.16)。最大值出现在2003年和2000年，分别为75%和16%；最小值出现在2019年，分别为63%和9%。

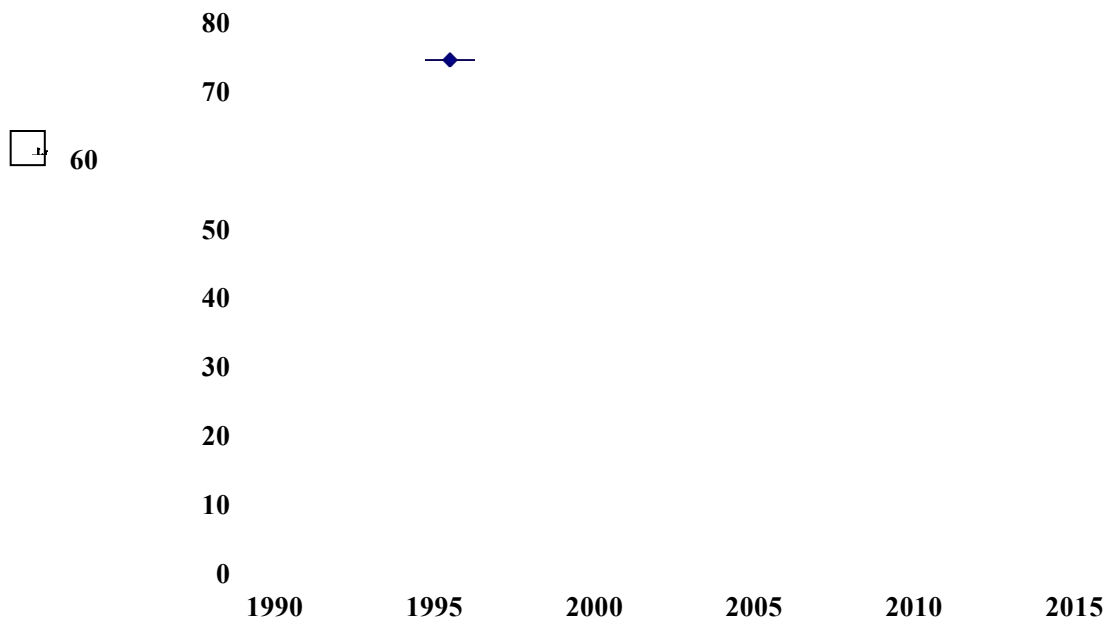


图5.16 濮阳国家气象观测站年相对湿度年际变化

### 6.2 月际变化

濮阳国家气象观测站相对湿度冬春季低，夏秋季高，其中春季最低，夏季最高。各月平均相对湿度在59.2%~84.6%之间变化，3月平均相对湿度在60%以下；7-11月在70%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13.7%~39.4%，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)。



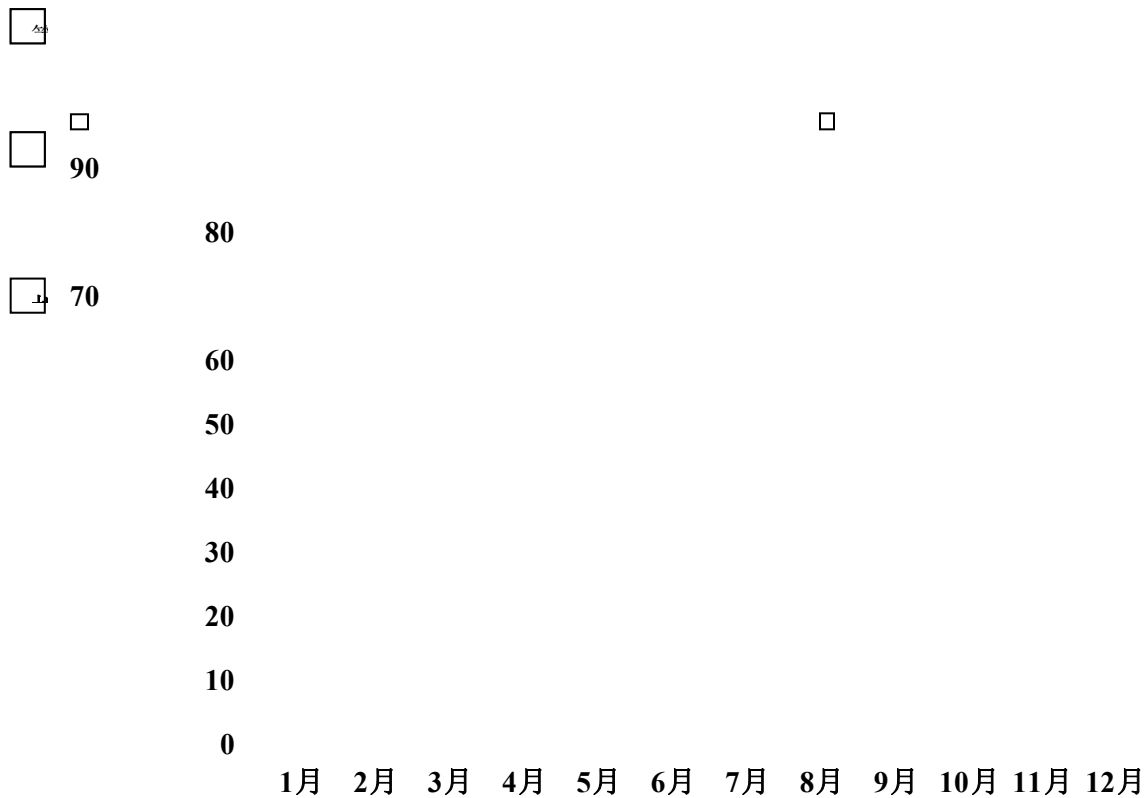


图5.17 濮阳国家气象观测站相对湿度月际变化

### 6.3 日变化

濮阳国家气象观测站相对湿度日变化特征明显，各时次相对湿度在 48.5%~81.3%之间，变化幅度较大。相对湿度随时间变化呈现“U”型分布，每日 6 时为一天相对湿度的最大值，07 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）。

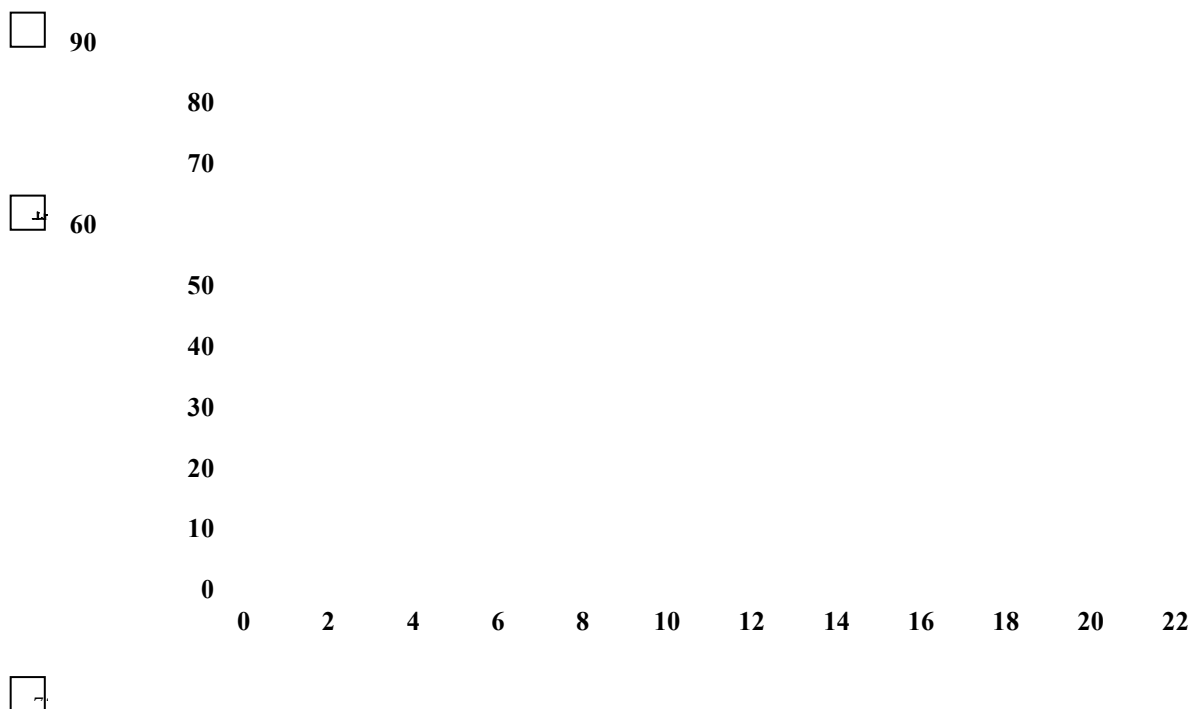




图5.18 濮阳国家气象观测站平均相对湿度的日变化

## 7 日照时数

### 7.1 年际变化

濮阳国家气象观测站年平均日照时数为2291.5h，日照时数呈减少趋势，减少速率为23.2h/10a（图5.19）。最多值出现在1997年，为2675.6h；最少值出现在2007年，为1796.9h。

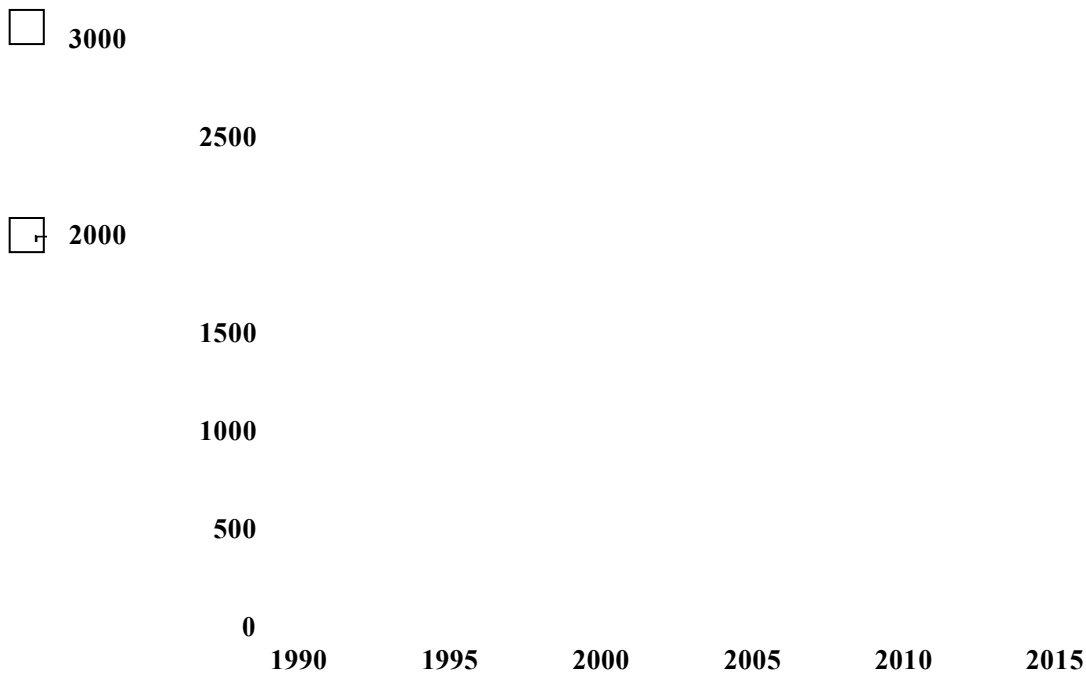


图5.19 濮阳国家气象观测站年日照时数年际变化

### 7.2 月季变化

濮阳国家气象观测站日照时数春季最多，夏季次之，冬季最少。各月日照时数在147.6~249.63h之间（图5.20），冬季各月日照时数在154h以下，其中12月最少；3-8月日照时数在200小时以上，其中5月最多。



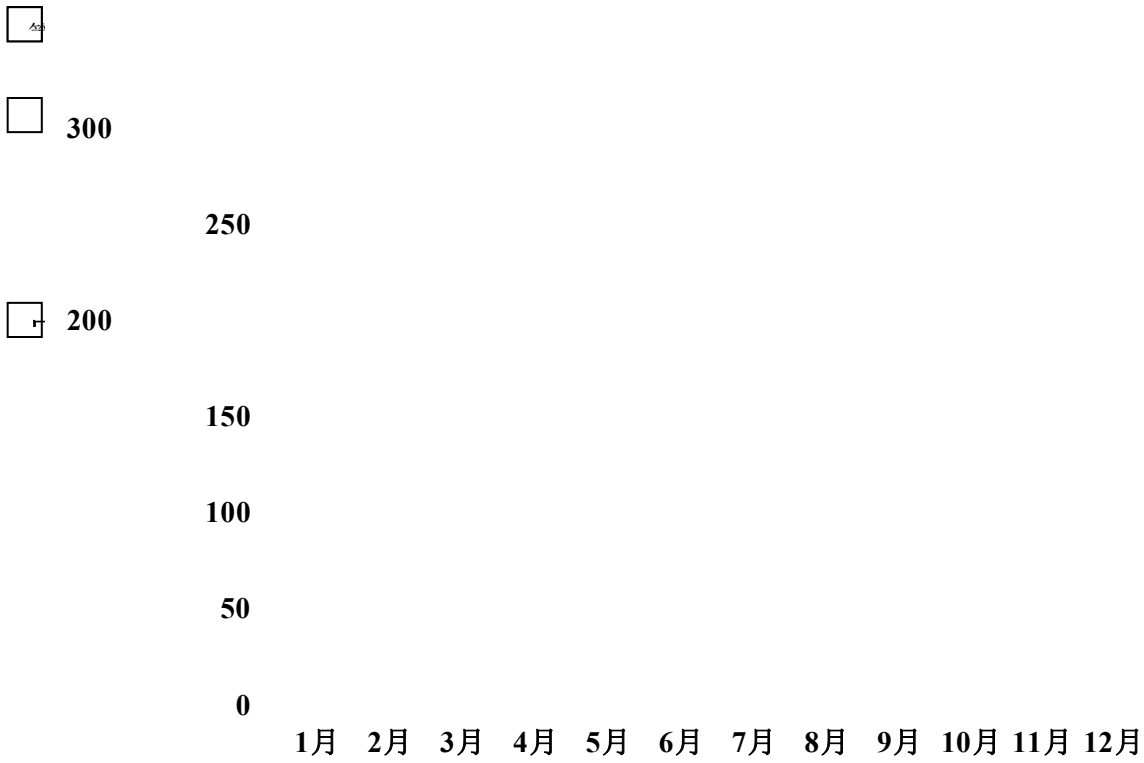


图5.20 濮阳国家气象观测站日照时数月际变化

## 8 风

### 8.1 风速年变化

近30年，濮阳国家气象观测站年平均风速呈弱的减小趋势，减小速率为每10年0.3m/s。1999年的风速最大，为3.2m/s，2005年最小，为1.6m/s（图5.21）。

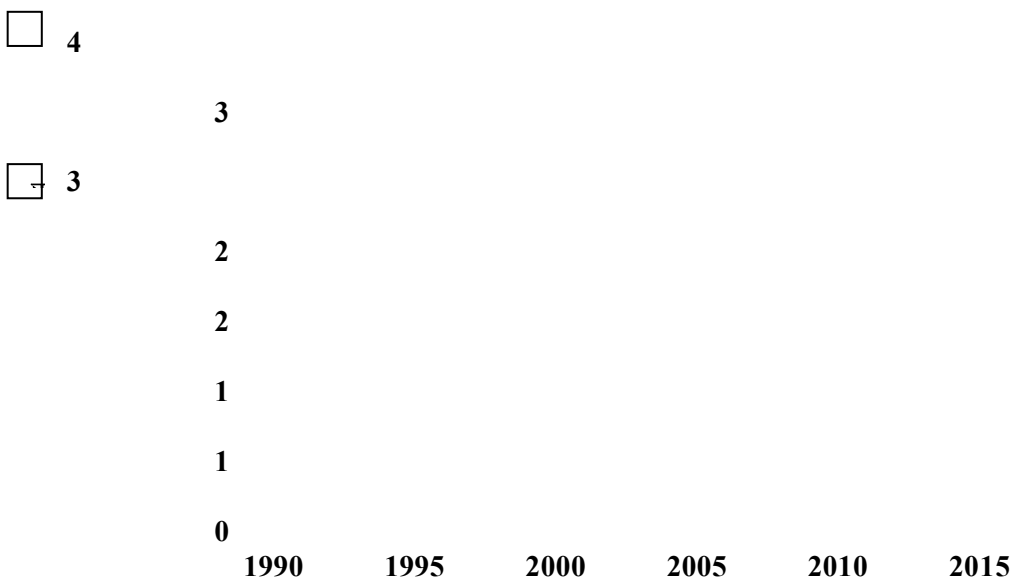


图 5.21 濮阳国家气象观测站年平均风速年际变化



## 8.2 风速月变化

濮阳国家气象观测站年平均风速为2.1m/s，春季最大，夏季次之，秋季最小。3-6月平均风速较大，在2.2 m/s以上，其中3月最大，为2.84m/s，4月次之为2.66m/s；8月最小，为1.7m/s（表5.3、图5.22）。

□ 3.0

2.5

□ 2.0

1.5

1.0

0.5

0.0

1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月

图5.22 濮阳国家气象观测站平均风速月际变化

濮阳国家气象观测站建站以来日最大风速值为13.3m/s，出现在2006年3月27日，极大风速值为22.7m/s，出现在2009年6月27日。

## 8.3 风速日变化

濮阳国家气象观测站各时次平均风速日变化较大，呈单峰型，在下午 15 时和 16 时达到最大（3.0m/s），随后逐渐减小，至后半夜 03 时和 04 时降到最小（1.4m/s），此后至上午 08 时缓慢增大，08 时后迅速增大至下午 15 时达到最大（图 5.23）。







4

3

3

2

2

1

1

0

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22

图5.23 濮阳国家气象观测站平均风速日变化

### 8.3 风向

濮阳国家气象观测站年最多风向为 S 风，风向频率为 11.4%，次多风向为 NNE，风向频率为 11.2%。春季主导风向为 S 风，风向频率为 15.5%；夏季主导风向为 S 风，风向频率为 12.9%；秋季、冬季主导风向均为 NNE 风，风向频率分别为 11.5%、13.7%。年静风频率为 11.0%（表 5.3、图 5.24）。

表5-3 濮阳国家气象观测站季节及年各风向频率（%，1990-2019年）

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春	6.3	11.1	5.6	2.2	2.4	4.5	8.5	12.6	15.5	6.3	4.8	3.3	2.2	2.1	2.1	3.5	6.9
夏	6.4	8.6	6.3	3.8	4.7	6.6	9	12.2	12.9	4.5	3.1	2.2	1.8	1.6	2.2	3.6	10.4
秋	9	11.5	5.8	2.3	2.4	4.9	9.8	9.8	9.3	3.8	2.7	1.9	2.2	2.1	2.5	4.9	15
冬	9.7	13.7	5.9	1.9	2	5.2	11.2	9.8	7.8	3.4	2.7	2	2.2	2.3	2.8	6	11.5
年	7.9	11.2	5.9	2.6	2.9	5.3	9.6	11.1	11.4	4.5	3.3	2.4	2.1	2.0	2.4	4.5	11.0



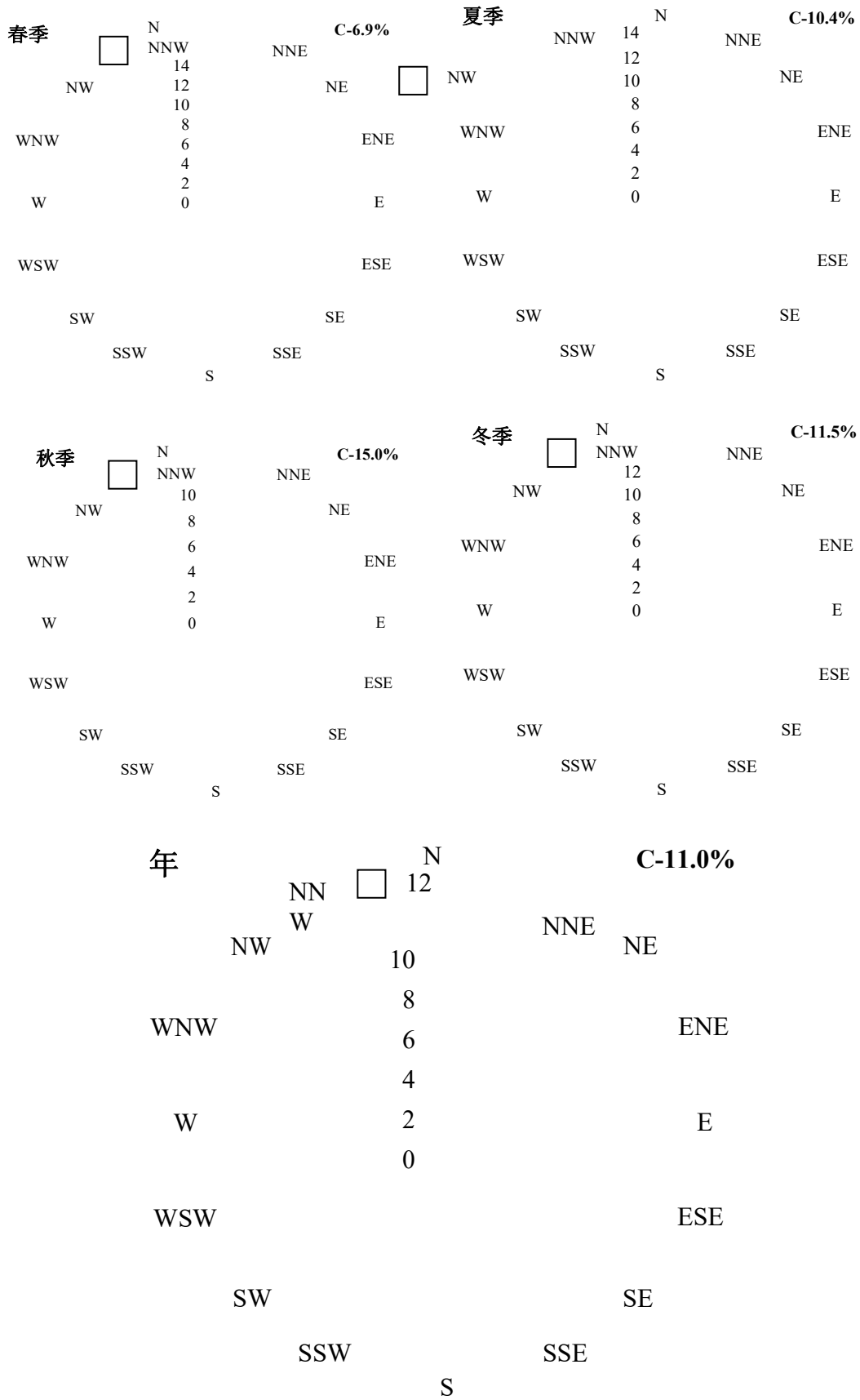


图 5.24 濮阳国家气象观测站四季及年各风向频率（%，1990-2019 年）





## 9 小结

濮阳市位于暖温带半湿润季风气候区，气候温和，雨水适中，四季分明，雨热同期，湿度小，日照充足。具有冬长寒冷雨雪少，夏季炎热雨集中，春秋温暖季节短，春夏之交多干风的特点。年平均气温 $13.8^{\circ}\text{C}$ ，年平均日照时数 $2291.5\text{h}$ ，年平均降水量 $568.0\text{mm}$ ，年平均降水日数 $66.2\text{d}$ ，年平均相对湿度 $70.2\%$ ，年平均风速 $2.1\text{ m/s}$ ，以南风

(S)为主导风向。

要素年际变化：气温呈上升趋势，相对湿度、日照时数、风速呈减少趋势。降水量变化趋势不明显，降水日数呈增加趋势，说明降水强度减小。1975-2019年极端最高气温在 $38^{\circ}\text{C}$ 以上的有23年；极端最低气温在 $-10^{\circ}\text{C}$ 以下的有43年，只有2007年、2017年在 $-10^{\circ}\text{C}$ 以上。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7月份，最低出现在1月份；降水夏季占全年的 $59.9\%$ ，其中7-8月占全年降水量的 $48.8\%$ ；相对湿度8月最大，3月最小；日照时数5月最多，高达 $249.6\text{h}$ ，12月最少，只有 $47.6\text{h}$ ；风速3、4月最大，分别为 $2.84\text{ m/s}$ 和 $2.66\text{ m/s}$ ，9月最小，只有 $1.71\text{ m/s}$ 。

要素日变化：气压日变化呈“W”型，变幅为 $2.8\text{hPa}$ ；平均气压从05时开始逐渐升高，到11时达到峰值 $1013.1\text{hPa}$ ，之后开始下降，最低值出现在18时为 $1010.3\text{hPa}$ ，之后又开始缓慢升高，在23时达到次高值 $1012.1\text{hPa}$ ，随后开始下降直至04时。气温日变化呈单峰型，变幅为 $7.8^{\circ}\text{C}$ ；平均气温每日6时为一天的最低值，为 $10.8^{\circ}\text{C}$ ，07时开始气温逐渐升高，到15时达到峰值 $18.6^{\circ}\text{C}$ ，之后开始下降直至次日06时。相对湿度日变化呈“U”型分布，变幅为 $33\%$ ；每日6时为





一天相对湿度的最大值，达 81.3%，07 时开始相对湿度逐渐减小，在



15 时左右达到最小值，为 48.5%，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 时和 04 时为一天的最小值（1.4m/s），随后逐渐增大，在下午 15 时和 16 时达到最大（3.0m/s），随后逐渐减小至 03 时。

## 第六章 高影响天气现象分析

极端天气气候事件对于产业集聚区的规划、建设、运营等有重要影响。确定对产业集聚区规划和建设的气候适宜性和风险性有重大影响的单个气象要素或多个气象要素的组合（即关键气象因子），并以此为基础分析直接影响产业集聚区建设和运营的天气（即高影响天气），非常必要。本章根据濮阳开发区产业集聚区所在区域的历史气象灾害、产业集聚区重点企业气象要素及高影响天气的抽样调查，确定影响产业集聚区规划、建设和运营的关键气象因子，并以此为基础进一步分析相应的高影响天气特征。高影响天气特征采用的是濮阳国家气象观测站的资料，不同的高影响天气所选资料长度有所不同。

### 1 产业集聚区关键影响气象因子确定

#### 1.1 产业集聚区气象敏感度调查分析

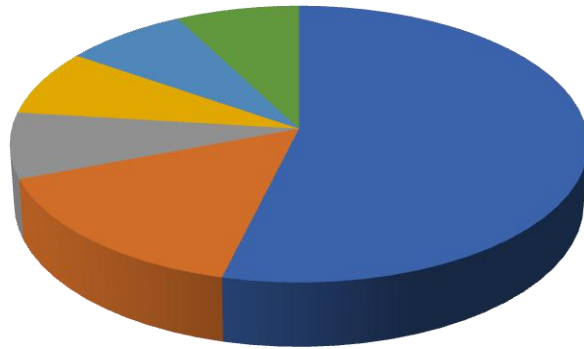
根据产业集聚区重点企业对高影响天气敏感度的调查，高影响天气包括暴雨、洪涝、低温、寒潮、大风、冰雹、干旱、高温、雾、雷电等灾害（见附录）。

#### 1.2 产业集聚区历史气象灾害

产业集聚区及周边区域气象灾害频繁，主要气象灾害有暴雨、洪涝、低温、寒潮、大风、冰雹、干旱、高温、大雾、雷电等，以及暴雨洪涝引发的城市内涝等衍生灾害。根据历史灾情调查（附录A），1951-2019年濮阳开发区产业集聚区及其周边地区发生的气象灾害有暴雨洪涝、低温、寒潮、干旱、高温、大风、冰雹、大雾。发生频次以暴雨洪涝最高，占54%，其次是低温寒潮，占15%。可见，产业集聚



区主要气象灾害为暴雨洪涝、低温寒潮、大风、冰雹、高温、干旱、大雾。由于干旱与高温密切相关，因此针对干旱重点分析高温情况。



暴雨洪涝 低温寒潮 干旱 高温 风雹 大雾

图6.1 濮阳开发区产业集聚区及周边地区气象灾害类型发生频次

### 1.3 气象灾害典型案例

#### 1.3.1 暴雨洪涝

暴雨洪涝是产业集聚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。1998年8月4日，濮阳市内普降特大暴雨，降雨量最大的濮阳市296.5毫米。由于连降暴雨，形成近40年来最严重的内涝，濮阳等4县的62个乡镇、251个村庄被水围困，倒塌房屋2405间，损坏房屋2.12万间，农田积水113万亩，成灾83万亩，绝收58万亩，受灾人口86万人，直接经济损失3.47亿元。灾情最重的濮阳市，主要街道水深1.5米，24万亩秋田被淹，20万亩绝收，15个村庄、4.16万人被水围困，电力、通讯、交通全部中断。

#### 1.3.2 低温、寒潮

低温寒潮是产业集聚区及其周边地区主要气象灾害之一，2018





年4月3-7日,全省有23个县(市)日最低气温下降到 $0\sim-2^{\circ}\text{C}$ 之间,出现轻度晚霜冻,全省所有站点均达到倒春寒标准。此次灾害濮阳市等10多个县区正处于抽穗期的冬小麦、蔬菜和果树等作物不同程度受冻,对作物生长造成很大影响。全省有178.7万人受灾,农作物受灾面积147.3千公顷,农业直接经济损失8.7亿元。

### 1.3.3 大风

风雹灾害是产业集聚区及其周边地区主要气象灾害之一,常造成房屋、树木、通讯和供电设施等毁坏及人员伤亡。2006年6月28日下午至29日早晨,濮阳市濮阳等5个县市遭受风雹及暴雨袭击,瞬时最大风力达7~10级,最大降雨量达100~173毫米,致使部分农田遭受严重内涝。据初步统计,有30个乡镇、100多个行政村受灾,农作物受灾面积12.1千公顷,损坏房屋1081间、倒塌房屋372间,冲毁县乡公路1.5千米,刮倒树木4.22万棵、电线杆140根,因灾伤病7人,死亡大牲畜3头,造成直接经济损失5035万元。

## 1.4 产业集聚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,最终确定影响濮阳开发区产业集聚区的关键气象因子有降水、温度、风、大雾、雷电等要素,高影响天气为暴雨洪涝、低温寒潮、干旱、大风、冰雹、高温、干旱、大雾、雷电等灾害性天气。

以下就产业集聚区高影响天气的具体特征进行分析。选取濮阳国家气象观测站作为参证气象站,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,用其代表濮阳开发区产业集聚区的高影响天气特征。采用的资料为濮阳国家气象观测站1975年以来的观测资料,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 暴雨

### 2.1 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。濮阳常年平均暴雨日数为1.8天，多发生在7~8月，占到68%，最早出现在4月17日，最晚出现在10月15日。年平均大暴雨日数为0.1天。1975年以来，濮阳市日最大降水量极值高达296.5毫米。

□ 6

5

□ 4

3

2

1

0

1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015  
年

图6.2 濮阳国家气象观测站1975-2019年暴雨日数年际变化

从暴雨日数年际变化来看，暴雨日数有弱的减少趋势。自1975年以来，仅濮阳市1998年8月4日出现特大暴雨1次；1980、1983、1994、1998、2009、2018年6年出现了大暴雨；1994、1998、2007年暴雨日数最多，出现了4天。

### 2.2 降水极值

1975-2019年，濮阳国家气象观测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线性变化趋势，最大值为296.5



毫米，出现在1998年，最小值为32.8毫米，出现在2014年。

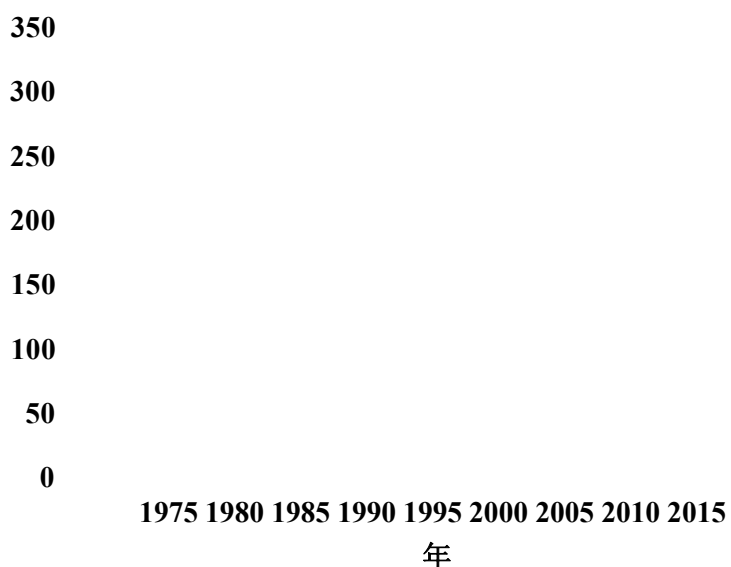


图6.3 濮阳国家气象观测站1975-2019年日最大降水量年际变化

### 3 低温



寒潮是一种灾害性天气，寒潮侵入会造成沿途地区气温急剧下降，并伴有大风和雨雪天气，尤其是晚霜冻和倒春寒，对工农业生产、群众生活和人体健康等都有较为严重的影响。1975-2019年，濮阳国家气象观测站年 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 日数呈减少趋势，平均每年减少0.5天。

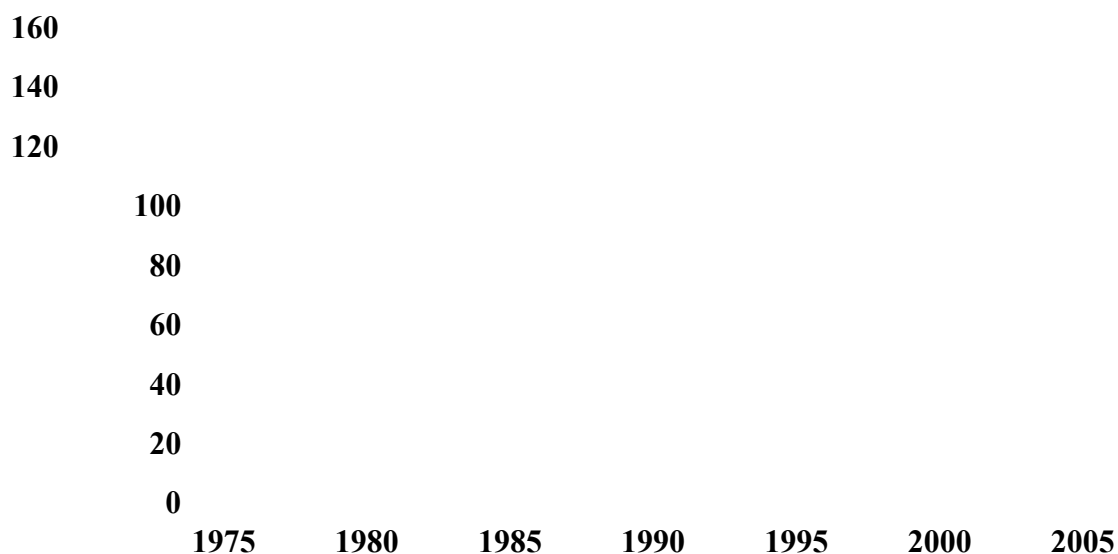




图6.4 濮阳国家气象观测站1975-2019年寒潮日数及最大降温幅度年际变化

濮阳国家气象观测站寒潮日数具有明显的季节变化特征，秋末冬初及冬末春初寒潮最多；其月际变化表现为11月最多，平均0.63天，3月次之，平均0.37天，再次是9月，平均0.30天；4-8月未出现寒潮。

□ 0.7

0.6

□ 0.5

0.4

0.3

0.2

0.1

0.0

1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月

图6.5 濮阳国家气象观测站寒潮日数月际变化

## 4 大风

### 4.1 大风日数

濮阳国家气象观测站的风速观测包括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均为2005年1月至今。将大风定义瞬时风速 $\geq 17\text{m/s}$ 的风速。

濮阳国家气象观测站1975-2019年大风日数总体呈显著减少趋势，平均每十年减少3.1天，平均每年出现6.6天大风。大风日数最多的年份为1982年，出现31天；20世纪90年代以后，尤其是2000以后，是濮阳大风日数较少时段，除1990年和1999年外，均在7次以下，87%在5次及以下。1997年和2004年未出现大风天气。



□ 35  
□ 30  
□ 25

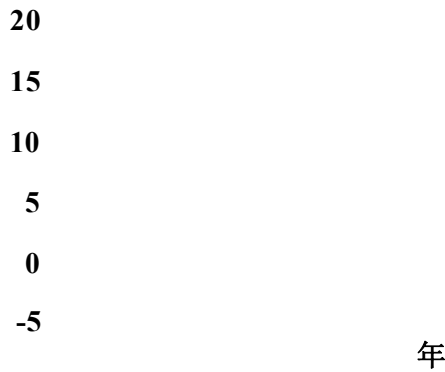


图6.6 濮阳国家气象观测站1975-2019年大风日数年际变化

1975-2019年濮阳国家气象观测站大风日数的月际变化表现为4月最多，共计55天，3月次之，为46天，再次是5月，为33天；2-7月大风日数较多，每月都在30天以上；其余月份的累计大风日数均低于16天，其中9月最少，仅6天，12月次少，为7天。

□ 60  
□ 40

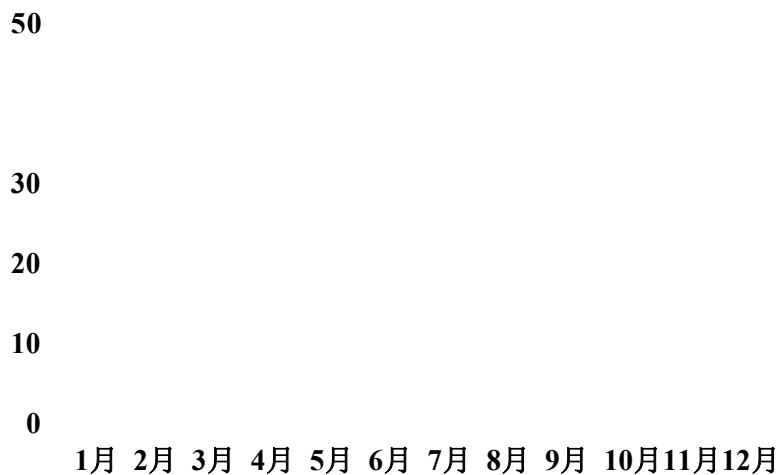


图6.7 濮阳国家气象观测站1975-2019年累计大风日数月际变化

#### 4.2 最大风速分布特征

濮阳国家气象观测站最大风速从2005年开始观测，年最大风速变化范围为10.2~13.3米/秒，最大值出现在2006年，最小值出现在2007年。年最大风速呈微弱的下降趋势，下降速率为平均每10年0.2米/秒。

□

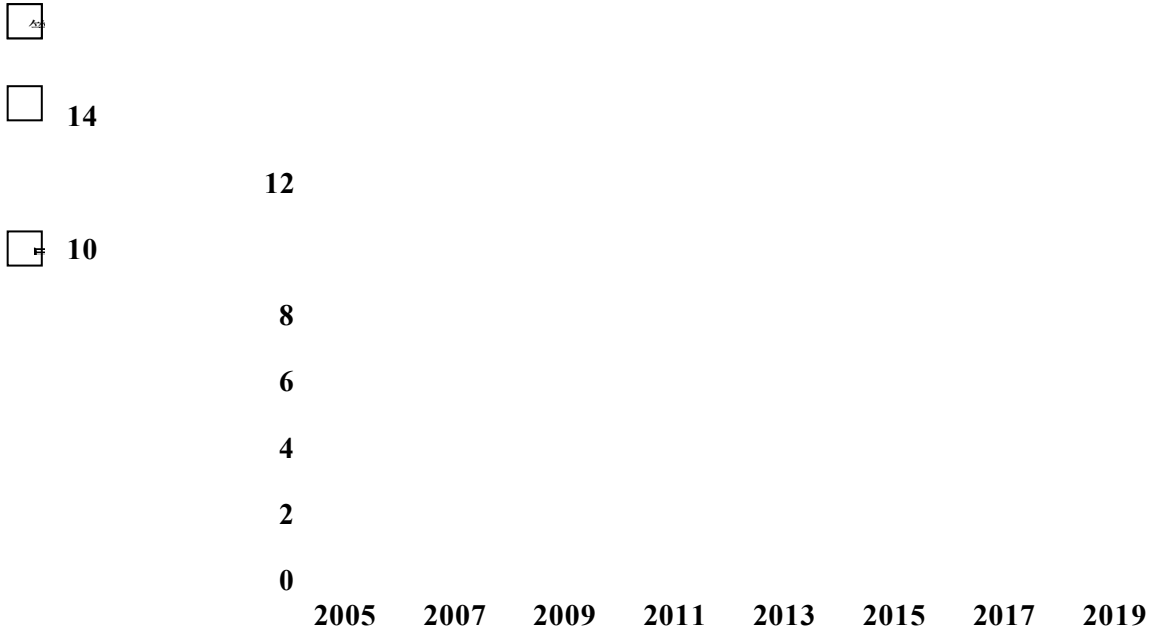


图6.8 濮阳国家气象观测站2005-2019年最大风速年际变化

图4.4为濮阳国家气象观测站2005-2019年最大风速的月际变化。最大值出现在3月（13.3米/秒），其次是4月(12.6米/秒)，最小值出现在9月（8.7米/秒），其次是11月（9.5米/秒）。

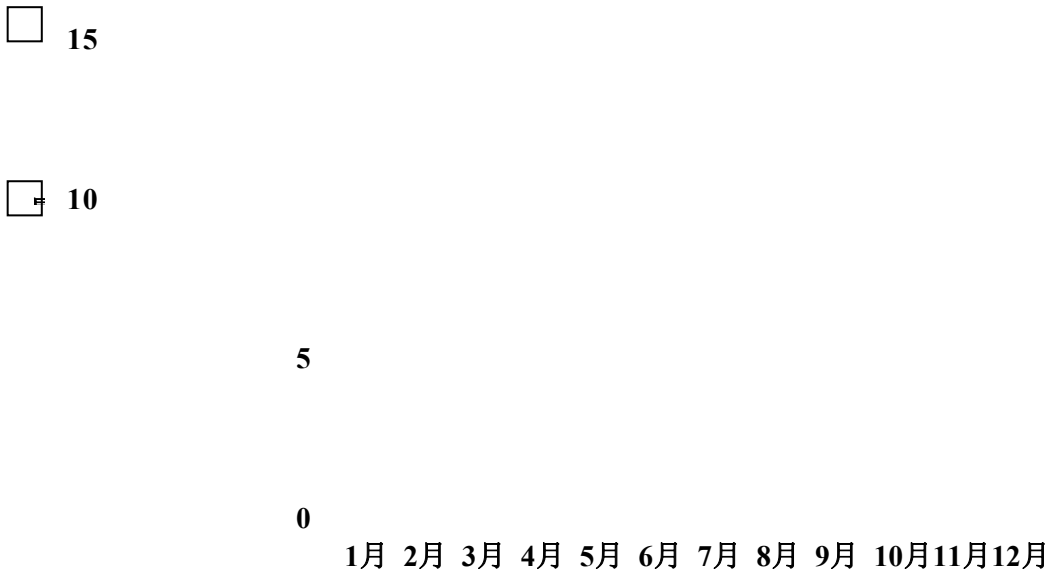


图6.9 濮阳国家气象观测站2005-2019年最大风速月际变化

### 4.3 极大风速分布特征

濮阳国家气象观测站极大风速从2005年开始观测，总体呈弱的下降趋势，变化范围在17.8~22.7米/秒之间，最大值出现在2009年，最小值出现在2014年（图4.5）。

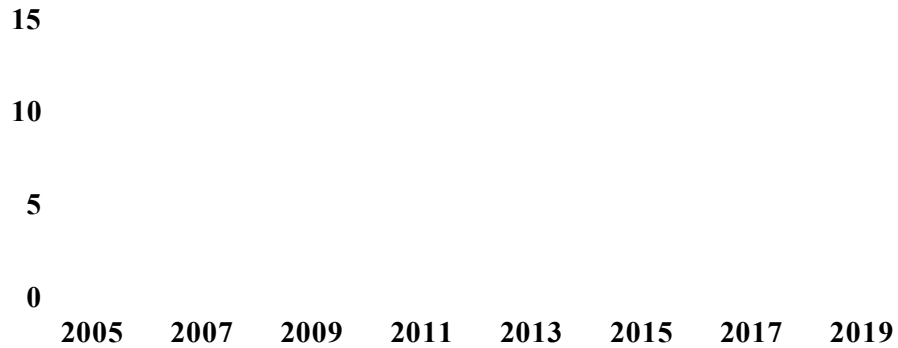
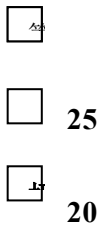


图6.10 濮阳国家气象观测站2005-2019年极大风速年际变化

图4.6为濮阳国家气象观测站极大风速的月际变化。最大值出现在6月（22.7米/秒），其次是12月（21.4米/秒），最小值出现在2月（16.5米/秒）。

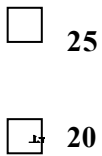


图6.11 濮阳国家气象观测站2005-2019年极大风速月际变化

## 5 冰雹

1975-2019年，濮阳年冰雹日数呈减少趋势，平均每十年减少0.1天；濮阳冰雹平均3年一遇，出现冰雹最多的年份为1985年，为3天；最常降雹月为5月、其次是6月，出现时间多在午后和傍晚，降雹时间



少则1分钟，多则30分钟，一般持续10~20分钟。1984-2018年，濮阳 共出现冰雹15次，其中9次造成较严重的灾情。

□ 4

□ 3



图6.12 濮阳国家气象观测站1975-2019年冰雹日数年际变化

## 6 高温

### 6.1 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。1975-2019年，濮阳常年平均年高温日数为14.6天，6、7月份最常出现，占到全年的89%，其中6月平均高温日数8.2天，为各月最多；其次是7月平均高温日数6.2天。年平均一般高温日数为10.9天，平均中等高温日数为1.4天，平均严重高温为0.1天。1961年以来，日最高气温极值为 $41.8^{\circ}\text{C}$ （2009年6月25日）。



□ 30

□ 20

25

15

10

5

0

1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015

年

图6.13 濮阳国家气象观测站1975-2019年高温日数年际变化

从高温日数年际变化来看，一般高温日数线性变化呈上升趋势，平均每十年增多1.5天。中等高温日数有弱的减少趋势，但近年来有所增加；2005之前，中等高温日数平均为1.2天，2005年之后，中等高温日数平均为1.7天。3次严重高温日均出现在2002年以后，出现频次本世纪以来明显增加；2002年以前未出现，2002年以后平均6年一遇。

## 6.2 极端高温

1975-2019年，濮阳国家气象观测站年极端最高气温在35.1℃（1982年）~41.8℃（2009年）。年极端最高气温在40℃以上的有2年，均出现在2000年以后。





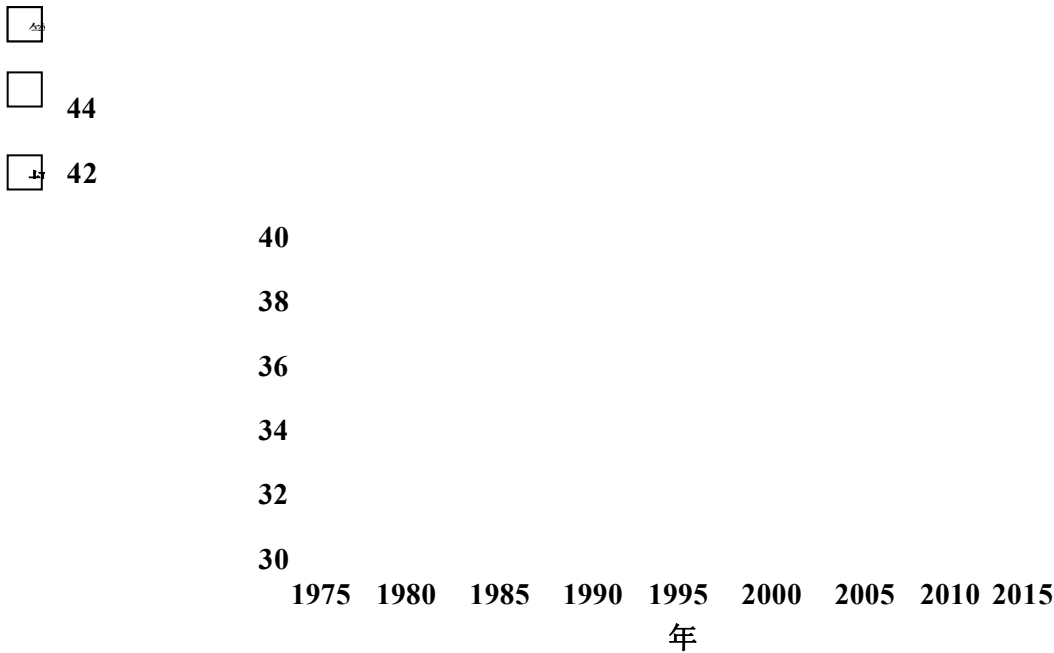


图6.14 濮阳国家气象观测站1975-2019年极端高温年际变化

## 7 雾

1975-2019年，濮阳国家气象观测站年雾日数呈显著增加趋势，平均每十年增加3.2天；年平均雾日数为26.7天，雾日数最多为71天（2015年），最少为5天（2010年）。

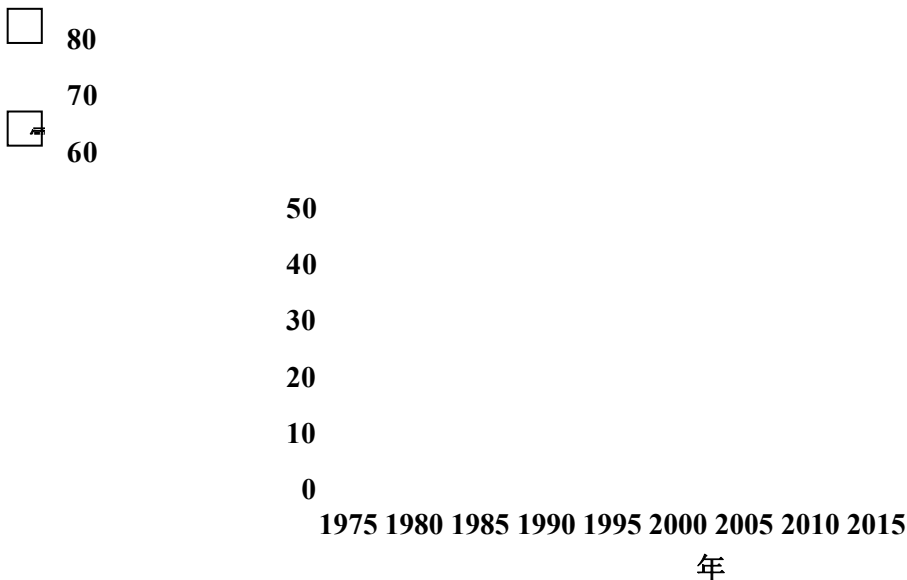


图6.15 濮阳国家气象观测站1975-2019年雾日数年际变化

濮阳国家气象观测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11月最多，平均4.5天，12月次之，平均4.4天，再次是1月，平均3.2天；6月雾日最少，平均仅0.5天。

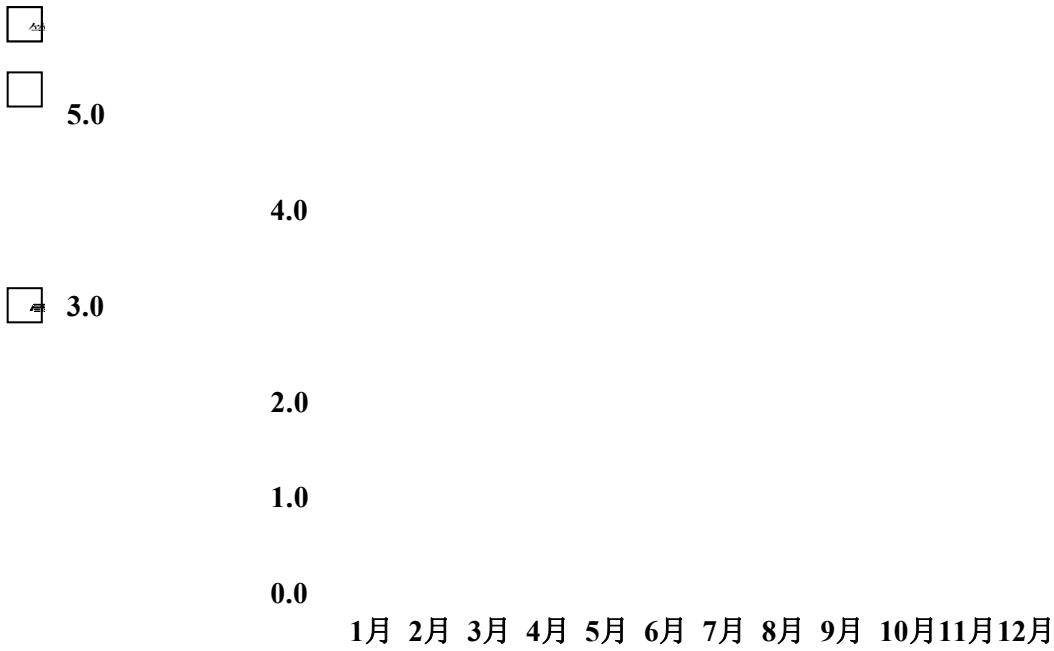


图6.16 濮阳国家气象观测站雾日数月际变化

## 8 雷暴

1975-2013年，濮阳国家气象观测站雷暴日数呈减少趋势，平均每十年减少1.5日；年平均雷暴日数为20日，1977年和1985年雷暴日数最多，为31日，其次是1990和1991年，为29日。2102年日数最少，为6日。

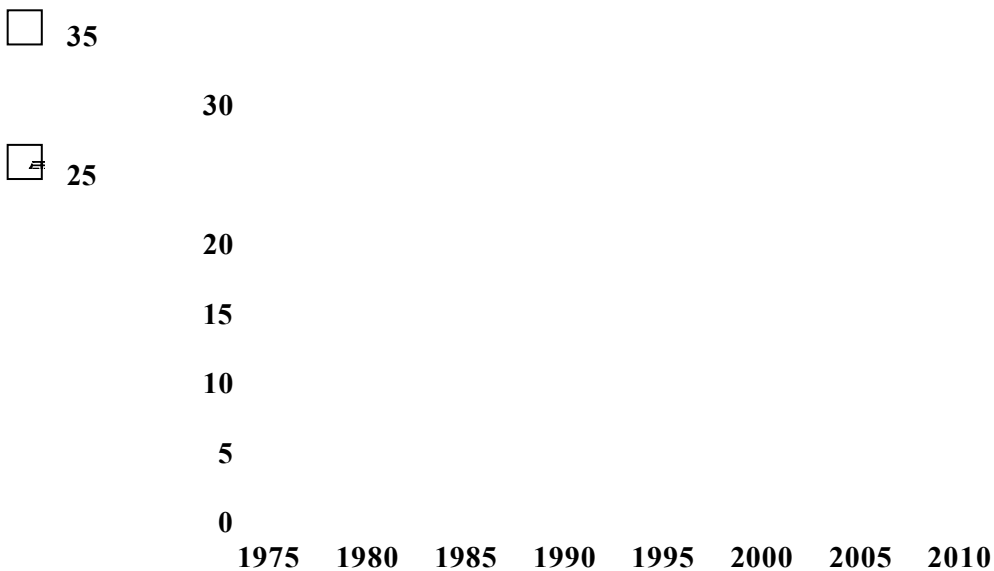


图6.17 濮阳国家气象观测站1975-2013年雷暴日数年际变化

濮阳国家气象观测站雷暴月际变化如下图所示，雷暴大部分集中



在4-9月，占年总次数的96%；其中6-8月为雷暴高发期，7月累计雷暴日数最多，累计270天、平均6.9天，占全年的34%；8月累计雷暴日数次多，累计175天、平均4.5天，占全年的22%。9月开始，雷暴日数锐减；12月、1月无雷暴发生。

□ 300

□ 200

250

150

100

50

0

1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月

图6.18 濮阳国家气象观测站雷暴日数月际变化

## 9 闪电

1975-2013年，濮阳国家气象观测站闪电日数呈减少趋势，平均每十年减少2.9天，年平均闪电日数为4.2天。1975、1976、1983年闪电日数最多，为12天；其次是1993和1995年，为10天。1996年以后各年份闪电发生日数在3天以下。



□ 1  
□ 1  
□ 1

图6.19 濮阳国家气象观测站1975-2013年闪电日数年际变化

1975-2013年，濮阳国家气象观测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%，其中8月累计闪电日数最多，为55天，占全年的33%；7月累计闪电日数次多，为50天，占全年的30%；1-2月及11-次3月无闪电活动。

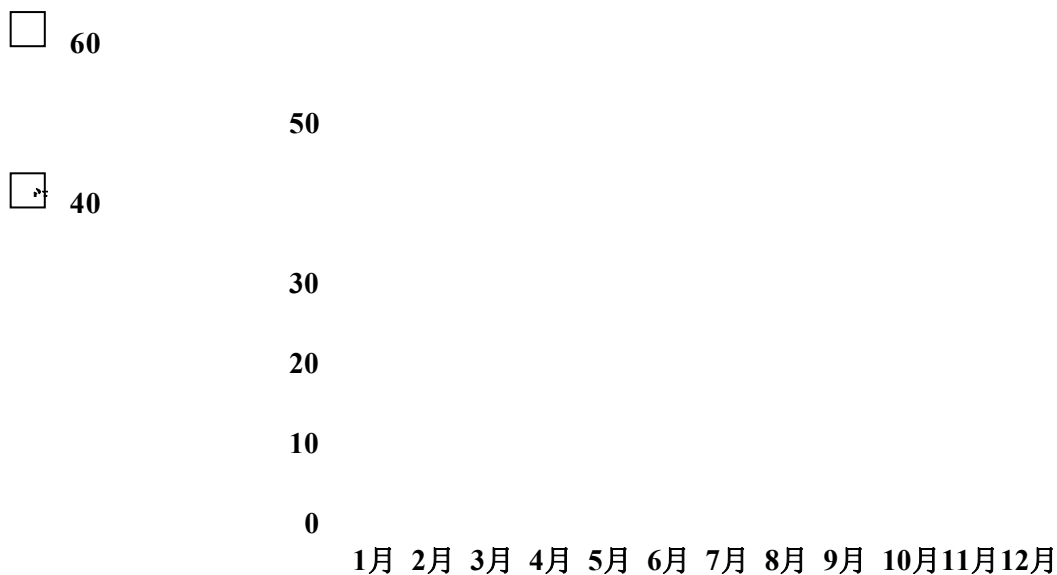


图6.20 濮阳国家气象观测站闪电日数月际变化

## 10 小结

濮阳开发区产业集聚区的关键气象因子有风、降水、温度等要素，高

□



影响天气为暴雨、洪涝、低温、寒潮、大风、冰雹、高温、雾等灾害性天气。

**暴雨：**年平均暴雨日数为 1.8 天，大暴雨日数为 0.1 天，7-8 月为暴雨多发期，占年暴雨日数的 68%，其中最早出现在 4 月，最晚出现在 10 月。1975 年以来，日最大降水量极值高达 296.5 毫米。

**大风：**大风日数呈显著减少趋势，年平均大风日数为 6.6 天。大风日数最多的年份为 1982 年，出现 31 天。最大风速、极大风速均从 2005 年开始观测，年最大风速变化范围为 10.2~13.3 米/秒，最大值出现在 2006 年，最小值出现在 2007 年；年最大风速呈下降趋势，平均每 10 年减少 0.2 米/秒。极大风速总体呈弱的下降趋势，变化范围在 17.8~22.7 米/秒之间，最大值出现在 2009 年，最小值出现在 2014 年。

**冰雹：**冰雹日数呈减少趋势，年平均冰雹日数为 0.4 天。冰雹常出现在 4~9 月，最常降雹月为 5 月，其次是 6 月，出现时间多在午后和傍晚，降雹时间少则 1 分钟，多则 30 分钟，一般持续 10~20 分钟。1984-2018 年，濮阳共出现冰雹 15 次，其中 9 次造成较严重的灾情。

**高温：**年平均高温日数为 15 天，6、7 月份最常出现，占全年的 89%；一般高温（日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ）日数平均每年出现 10.9 天，中等高温（ $\geq 37^{\circ}\text{C}$ ）日数为 1.4 天，严重高温（ $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ）为 0.1 天；1961 年以来，濮阳日最高气温极值为  $41.8^{\circ}\text{C}$ 。

**雾：**雾日数呈显著增加趋势，年平均雾日数为 26.7 天，2015 年最多，达 71 天。





雷暴：雷暴日数呈减少趋势，平均每十年减少 1.5 日；年平均雷暴日数为 20 日，1977 年和 1985 年雷暴日数最多，为 31 日。雷暴大部分集中在 4-9 月，占年总次数的 96%；其中 6-8 月为雷暴高发期。

闪电：闪电日数呈减少趋势，平均每十年减少 2.9 天，年平均闪电日数为 4.2 天。1975、1976、1983 年闪电日数最多，为 12 天。闪电主要集中在 6-8 月，占全年的 76%，其中 8 月累计闪电日数最多，为 55 天。





## 第七章 关键气象参数分析与推算

产业集聚区规划、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。本章对产业集聚区建设相关的气象参数进行分析与推算，主要包括风速设计基准值、基本气温、室外空气气象参数、排水设计气象参数以及重现期极值推算。结果可为产业集聚区规划、工程项目建设等的设计人员提供数据参考。

本章用到的资料为濮阳国家气象观测站资料，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。最大风速观测需从自记风记录上读取每日10min平均最大风速。

由于濮阳国家气象观测站最大风速观测时段较短，且最大风速资料缺测较多，为了得到产业集聚区设计风速基准值，需利用周边具有长年代观测数据的气象站对其进行分析。

选取濮阳各县、市气象站，共有5个气象站，各站的最大风速观测时间具体如下：濮阳（2005-）、濮阳（1981-）、清丰（2005-）、南乐（2005-）、范县（2005-）。





选取濮阳、濮阳、清丰、南乐、范县长序列资料（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。但因濮阳、南乐、范县最大风速观测时间较短，在进行设计风速的计算时，仅选取濮阳、清丰两站。

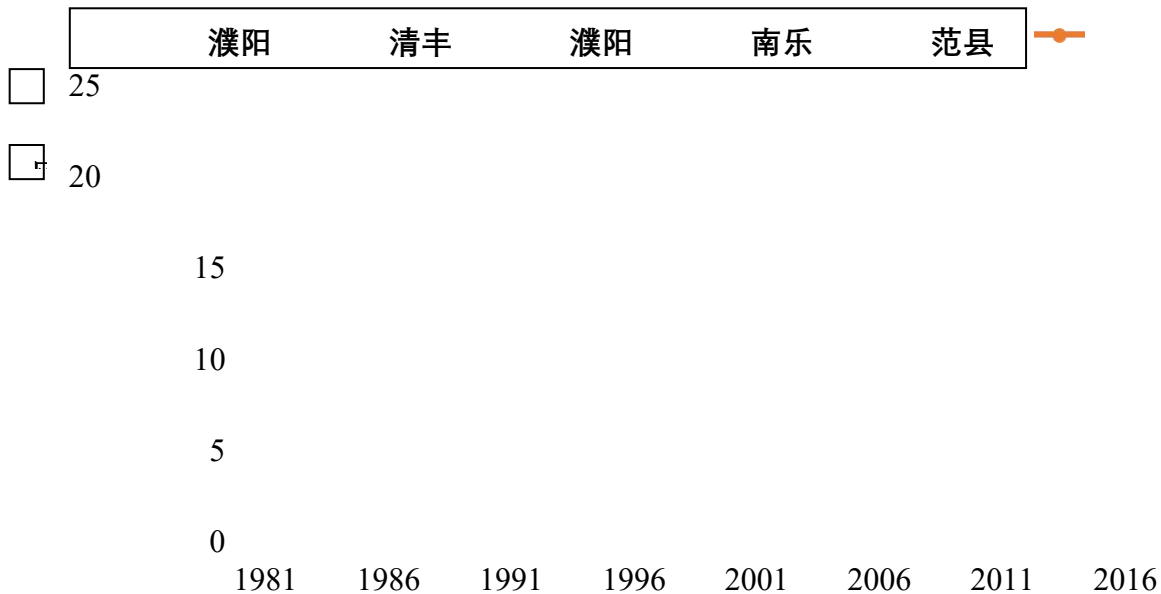


图7.1 各气象站最大风速序列年变化

### 1.1 设计风速计算

对濮阳、清丰气象站的年最大风速估算不同重现期的最大风速，结果如表 7.1 所示。

表7.1 濮阳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
濮阳	10.7	11.4	12.2	13.2	14.1	14.7	15.3	16.2
清丰	12.4	13.3	14.4	15.7	17.0	17.7	18.7	19.9

从周边国家站的重现期数据对比上可见，100a 一遇最大风速清丰站的计算结果为附近站点最大，50a 一遇最大风速清丰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产业集聚区的设计风速。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
Gumbel	12.4	13.3	14.4	15.7	17.0	17.7	18.7	19.9
极大似然法	12.4	13.3	14.4	15.7	16.9	17.7	18.5	19.7
L-矩	12.4	13.4	14.5	15.7	16.7	17.3	18.0	18.9

## 1.2 基本风压

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

风压计算如下式：



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

根据站点海拔高度  $z$  估算空气密度  $\rho \approx 0.00125e^{-0.0001z}$ ，濮阳国家气象观测站海拔高度为 42.1m，计算的密度约为  $0.001245 \text{ t/m}^3$ 。粗略估计 2a~100a 重现期的基本风压在  $0.096\text{-}0.247 \text{ kN/m}^2$  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，濮阳及周边地区（安阳）50a 一遇基本风压为 0.45，100a 一遇基本风





压为 0.55，高于本节的计算结果。建议采用《建筑结构荷载规范（GB 50009-2012）》推荐值。

表7.3 不同重现期基本风压（单位：kN/m<sup>2</sup>）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	0.0957	0.1101	0.1291	0.1534	0.1799	0.1950	0.2176	0.2465
广义极值	0.0957	0.1101	0.1291	0.1534	0.1778	0.1950	0.2130	0.2415
L-矩	0.0957	0.1118	0.1309	0.1534	0.1736	0.1863	0.2016	0.2223

## 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，距离濮阳较近的观测站有安阳，积雪密度为 0.12 g/cm<sup>3</sup>，选用它作为濮阳计算分析的密度值。

### 2.2 年最大积雪深度的概率估算

利用濮阳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）。





25

20



15

10

5

0

1977

1987

1997

2007

2017

图7.2 年最大积雪深度变化

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

使用不同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。计算得到的结果较为接近，推荐使用 P-III 分布计算的 50 年一遇最大积雪深度 21.1cm。为了让设计人员有一个选择的余地，也为了有一个相互比较、相互验证的结果，其它方法作为参考。





表7.4 不同重现期积雪深度（单位：cm）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
P-III	3.7	5.8	8.6	12.3	16.1	18.3	21.1	24.9
极大似然法	3.7	5.5	7.9	11.9	16.9	20.5	25.8	35.0
L-矩估计	3.9	5.7	8.0	11.4	15.4	18.1	21.8	27.7

### 2.3 产业集聚区设计雪压的估算

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： $S_0$ ——雪压（ $\text{kN/m}^2$ ）；

$h$ ——积雪深度（ $\text{m}$ ）；

$\rho$ ——积雪密度（ $\text{t/m}^3$ ）； $g$ ——

重力加速度（ $9.8\text{m/s}^2$ ）。

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

表7.5 不同重现期雪压（单位： $\text{kN/m}^2$ ）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
P-III	0.0526	0.0825	0.1223	0.1749	0.2289	0.2602	0.3000	0.3540
极大似然法	0.0526	0.0782	0.1123	0.1692	0.2403	0.2915	0.3668	0.4976
L-矩估计	0.0554	0.0810	0.1137	0.1621	0.2190	0.2573	0.3099	0.3938

根据《建筑结构荷载规范（GB 50009-2012）》的基本雪压分布，濮阳及周边地区（安阳、新乡）50a一遇基本雪压在  $0.30 \text{ kN/m}^2$  到  $0.4 \text{ kN/m}^2$  之间，100a一遇基本雪压在  $0.35\text{kN/m}^2$  到  $0.45 \text{ kN/m}^2$  之间，与本节的计算结果基本一致，建议采用《建筑结构荷载规范（GB





50009-2012)》推荐值。

### 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濮阳国家气象观测站 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 29.8-34.4℃之间，排名前三的分别是 1997 年（34.4℃）、2019 年（33.9℃）、2018 年（33.4℃）。平均最低气温变化范围在-9.3--2.4℃之间，温度由低到高排名前三的分别是 1981 年（-9.3℃）、2011 年（-8.6℃）、1977 年（-8.5℃）。

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

表7.6 不同重现期基本气温（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	31.5	32.1	32.7	33.4	34.1	34.5	35.1	35.8
极大似然法	31.7	32.2	32.7	33.2	33.6	33.8	34.1	34.4
L-矩估计	31.7	32.2	32.7	33.2	33.7	33.9	34.2	34.5



表7.7 不同重现期基本气温（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	-5.3	-6.1	-6.9	-7.9	-8.9	-9.5	-10.2	-11.2
极大似然法	-5.4	-6.1	-6.8	-7.6	-8.2	-8.5	-8.8	-9.3
L-矩估计	-5.5	-6.1	-6.8	-7.6	-8.2	-8.5	-8.9	-9.3

#### 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，濮阳气候也发生了明显的变化。GB 50019-2015《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》的附录A中明确指出：该规范的室外空气计算参数全部采用了现行国家标准GB 50736-2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》附录A的数据，未做修改。GB 50736-2012采用



1971-2000 作为室外空气计算参数的统计期。考虑该统计期目前已严重滞后，故本节最终利用濮阳国家气象观测站 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）》，计算濮阳国家气象观测站的(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	-5.9℃
(2)冬季通风室外计算温度	历年最冷月月平均温度的平均值	-1.4℃
(3)冬季空气调节室外计算温度	累年平均每年不保证 1 天的日平均温度	-7.7℃
(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	66%
(5)夏季空气调节室外计算干球温度	累年平均每年不保证 50h 的干球球温度	34.0℃
(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	28.1℃
(7)夏季通风室外计算温度	历年最热月 14 时的月平均温度的平均值	31.2℃
(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	61%
(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	31.4℃

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）。濮阳供暖室外计算温度为 $-5.9^{\circ}\text{C}$ ，冬季空气调节室外计算温度为 $-7.7^{\circ}\text{C}$ ，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
$-5.9^{\circ}\text{C}$	$-7.7^{\circ}\text{C}$	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濮阳夏季空气调节室外计算干球温度为 34.0℃，夏季空气调节室外计算湿球温度为 28.1℃，夏季空气调节室外计算日平均温度为 31.4℃。

表7.10 夏季空调参数值

夏季空气调节 室外计算干球温度 (°C)	夏季空气调节 室外计算湿球温度 (°C)	夏季空气调节 室外计算日平均温度 (°C)
34.0	28.1	31.4

#### 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。濮阳国家气象观测站夏季通风室外计算温度为 31.2℃，夏季通风室外计算相对湿度为 61%，冬季通风室外计算温度为-1.4℃。

表7.11 濮阳国家气象观测站夏季和冬季通风参数值

夏季通风室外计算温度 (°C)	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	冬季通风室外计算温度 (°C)
31.2	61	-1.4





## 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（濮阳站）1980-2014 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。

### 5.2 暴雨强度公式

濮阳暴雨强度主要计算结果如下：

暴雨强度总公式：



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

适用范围为： $5min \leq t \leq 180min$ ， $P=2$  年-100 年。

### 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7.12 不同历时不同重现期暴雨强度（单位：升/秒·公顷）

	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
5min	440.6	545.1	676.7	855.4	1034.0	1138.5	1270.1	1448.8
10min	360.6	446.2	553.9	700.2	846.4	932.0	1039.7	1186.0
15min	308.3	381.5	473.6	598.7	723.7	796.8	889.0	1014.0
20min	271.1	335.4	416.4	526.4	636.3	700.6	781.6	891.5
30min	221.0	273.5	339.5	429.2	518.8	571.2	637.3	726.9
45min	176.1	217.9	270.5	342.0	413.4	455.1	507.8	579.2
60min	148.2	183.3	227.6	287.7	347.8	383.0	427.3	487.4
90min	114.7	141.9	176.2	222.7	269.2	296.5	330.7	377.2
120min	95.0	117.5	145.9	184.4	222.9	245.4	273.8	312.3
150min	81.8	101.2	125.6	158.8	191.9	211.3	235.8	268.9
180min	72.3	89.4	111.0	140.3	169.6	186.7	208.3	237.6

#### 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7.13 不同历时不同重现期降水量（单位：mm）

	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
5min	13.2	16.3	20.3	25.7	31.0	34.1	38.1	43.5
10min	21.6	26.8	33.2	42.0	50.8	55.9	62.4	71.1
15min	27.7	34.3	42.6	53.9	65.1	71.7	80.0	91.2
20min	32.5	40.2	50.0	63.2	76.3	84.1	93.8	107.0
30min	39.8	49.2	61.1	77.2	93.4	102.8	114.7	130.8
45min	47.5	58.8	73.0	92.3	111.6	122.9	137.1	156.4
60min	53.3	66.0	81.9	103.6	125.2	137.8	153.8	175.4
90min	61.9	76.6	95.1	120.2	145.4	160.1	178.6	203.7
120min	68.4	84.6	105.0	132.7	160.5	176.7	197.1	224.8
150min	73.6	91.0	113.0	142.9	172.7	190.2	212.2	242.0
180min	78.0	96.5	119.8	151.5	183.1	201.6	224.9	256.6





## 6 重现期极值

### 6.1 最大日降水

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

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

表7.14 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	66.9	80.7	98.7	123.6	148.9	163.8	182.6	208.4
极大似然法	70.4	82.4	96.9	117.1	138.8	152.4	170.7	197.6
L-矩估计	68.4	79.7	94.5	117.0	143.5	161.5	187.0	228.1

### 6.2 极端高温

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

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



表7.15 不同重现期极端高温 (单位: °C)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	37.8	38.5	39.3	40.2	41.2	41.7	42.4	43.3
极大似然法	37.9	38.6	39.2	39.9	40.5	40.9	41.2	41.7
L-矩估计	37.9	38.6	39.3	40.0	40.6	41.0	41.4	41.8

### 6.3 极端低温

利用濮阳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, 计算不同重现期极端低温。

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

表7.16 不同重现期极端低温 (单位: °C)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	-12.7	-13.9	-15.1	-16.7	-18.2	-19.1	-20.2	-21.7
极大似然法	-12.9	-14.0	-15.1	-16.3	-17.4	-18.0	-18.7	-19.6
L-矩估计	-12.9	-14.0	-15.1	-16.4	-17.5	-18.1	-18.8	-19.6



## 第八章 专题影响评估

濮阳开发区产业集聚区以羽绒及羽绒制品为主的轻纺产业和化工产业、电力、汽配、食品医药为主导产业，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、雷电、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上，结合产业集聚区实际，本章进一步对暴雨、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国家 级气象站 1961-2019 年的资料。为更好的获取产业集聚区气象致灾因子危险性的空间分布，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 ( $V_p = \sum V_i \times r^{-n}$ ,  $n > 0$  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

根据濮阳开发区产业集聚区时空分布特征及其危害特征, 结合现场情况进行分析, 对濮阳开发区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, 从而为濮阳开发区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 濮阳开发区产业集聚区雷电气候分析

#### 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) 可得濮阳市近 10 年平均地闪密度分布图 (图 8.2): 全区闪电密度分布均匀, 均在  $1 \text{ km}^{-2} \text{ a}^{-1}$  以下。濮阳开发区产业集聚区位于濮阳市中部, 平均地闪密度值为  $0.83 \text{ km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。





表 8.1 1975-2005 年濮阳国家气象观测站年雷暴日统计表

年份	雷暴日数 (d)	年份	雷暴日数 (d)	年份	雷暴日数 (d)
1975	20	1986	22	1996	23
1976	19	1987	26	1997	22
1977	31	1988	14	1998	25
1978	23	1989	19	1999	14
1979	18	1990	29	2000	16
1980	23	1991	29	2001	11
1981	15	1992	19	2002	14
1982	27	1993	22	2003	15
1983	13	1994	27	2004	26
1984	18	1995	22	2005	17
1985	31				

根据气象站观测的 1975-2005 年雷暴日数据（见表 8.1）可知，台前县年均雷暴日数为 21d，按照 GB50057-2010 雷击大地密度  $N_g=0.1 \times T_d$ ，可得雷击大地密度为  $2.1 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。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  $0.83 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$  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  $\text{次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ （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，产业集聚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 年产业集聚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 年	9	4-22 19 时	1
2011 年	10	8-07 06 时	3
2012 年	8	6-14 02 时	2
2013 年	10	8-07 20 时	3
2014 年	0	--	0
2015 年	3	6-19 02 时	1
2016 年	0	--	0
2017 年	0	--	0
2018 年	2	3-04 05 时	1
2019 年	4	7-10 18 时	1

## 1.2 地闪时间分布

### 1.2.1 年变化特征

近 10 年来，濮阳开发区产业集聚区内闪电活动大体呈减少趋势。2011 年地闪次数最多，为 14 次；2013 年地闪次数次之，为 13 次；2010 年有 9 次，2012 年有 8 次其他年份都在 3 次及以下。2014 年、2016 年和 2017 年没有三点发生。从统计数据来看，虽然濮阳开发区产业集聚区内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。



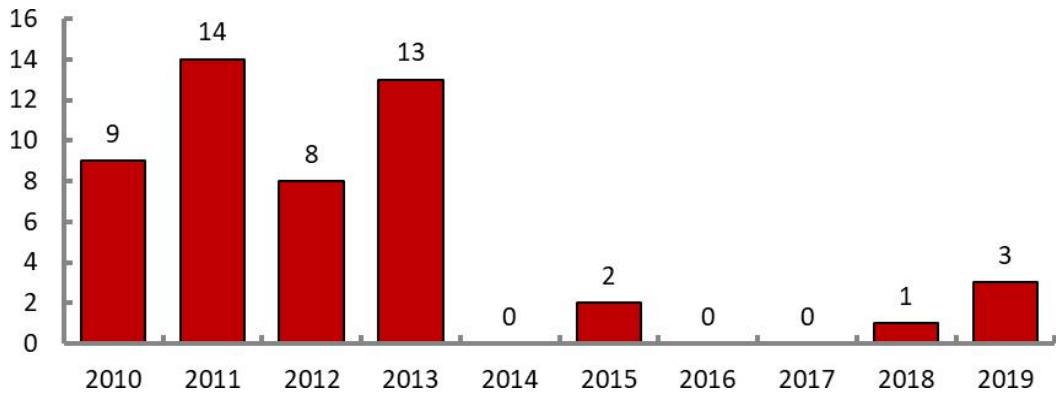


图 8.3 2010-2019 年濮阳开发区产业集聚区地闪回击年变化特征

### 1.2.2 月变化特征

由历年闪电频次月变化（图 8.4）可知：濮阳开发区产业集聚区内 2010 年~2019 年所发生的闪击主要分布在 5~8 月，占闪电总数的 76%。其中 8 月份最多，为 14 次，占闪电总数的 28%；7 月份为 13 次，占闪电总数的 26%；6 月份为 11 次，占闪电总数的 26%；5 月份有 8 次闪击发生；其他月份较少或没有闪击发生。产业集聚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。

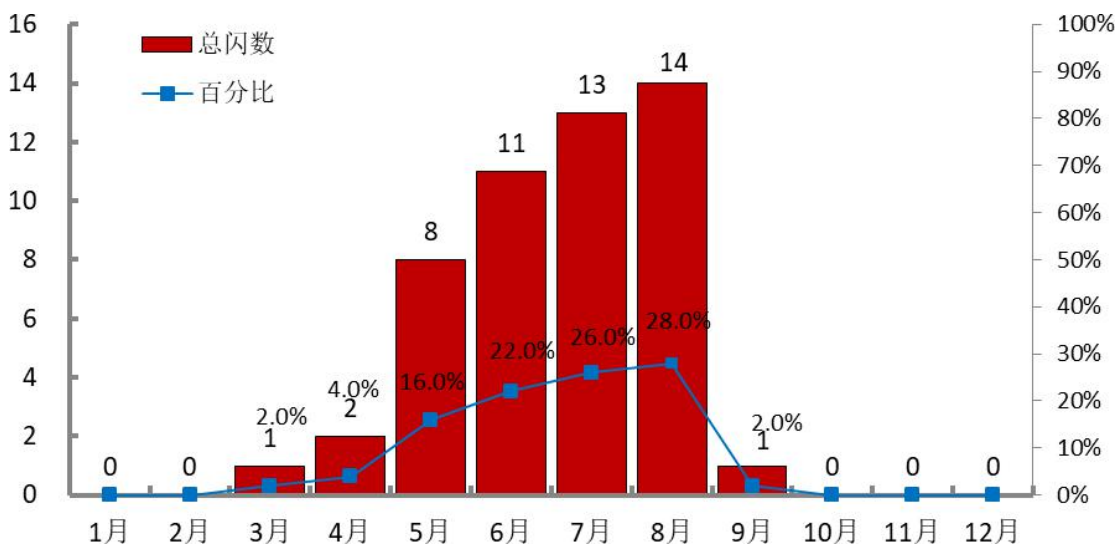


图8.4 2010-2019年濮阳开发区产业集聚区地闪回击月变化特征

### 1.2.3 日变化特征

由图 8.5 可知，2010 年~2019 年濮阳开发区产业集聚区内所发生的闪击主要分布于 02 时~06 时和 17 时~20 时，两个时间段除 04 时有 2 次闪击外，其他时间段均在 3 次或以上。最大值出现在 02 时，闪击次数为 6 次；其次是 05 时、06 时和 20 时，闪击次数均为 5 次。其他时间段的闪击次数均在 3 次及以下，有的时间段没有闪电发生。由此可见，产业集聚区的对地闪击大致集中在 02 时~06 时和 17 时~20 时。因此产业集聚区应关注这两个时间段的雷电天气。

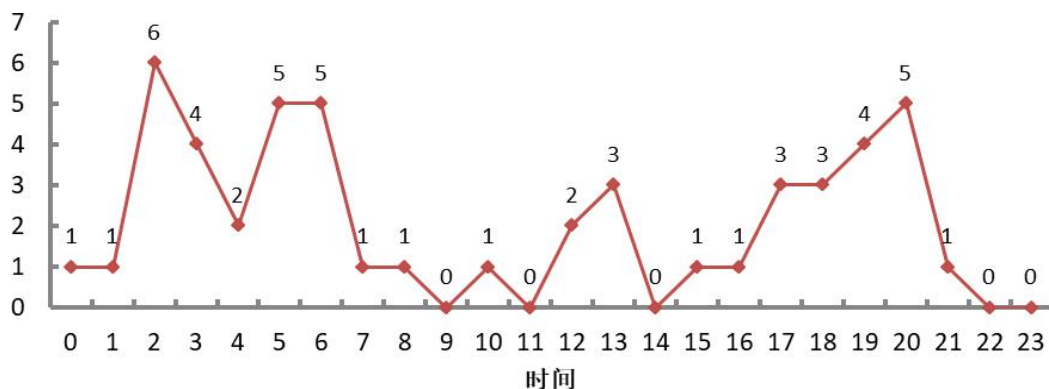


图8.5 2010-2019年濮阳开发区产业集聚区地闪回击日变化特征



## 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

濮阳开发区产业集聚区累计雷电回击次数最大值在8月，为14次；最大雷电流强度最大值则出现在7月，为283.568kA；平均强度最大值出现在9月，为117.9kA；3月、4月、9月累计雷电回击次数较少，分别为1次、2次、1次；1月、2月、10月、11月、12月无雷电回击。

表8.3 2010-2019年濮阳开发区产业集聚区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	0
2	0	0	0
3	1	38.2	38.2
4	2	43.650	47.6
5	8	32.488	59.1
6	11	37.527	62.5
7	13	33.605	283.568
8	14	48.564	120.9
9	1	117.9	117.9
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0

#### (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5.2-6），濮阳开发区产业集聚区所在地发生的云地闪回击雷电流主要集中在15~50kA，占闪电数量的82%；50~100kA的雷电流占10%；100kA以上的雷电流仅占8%；



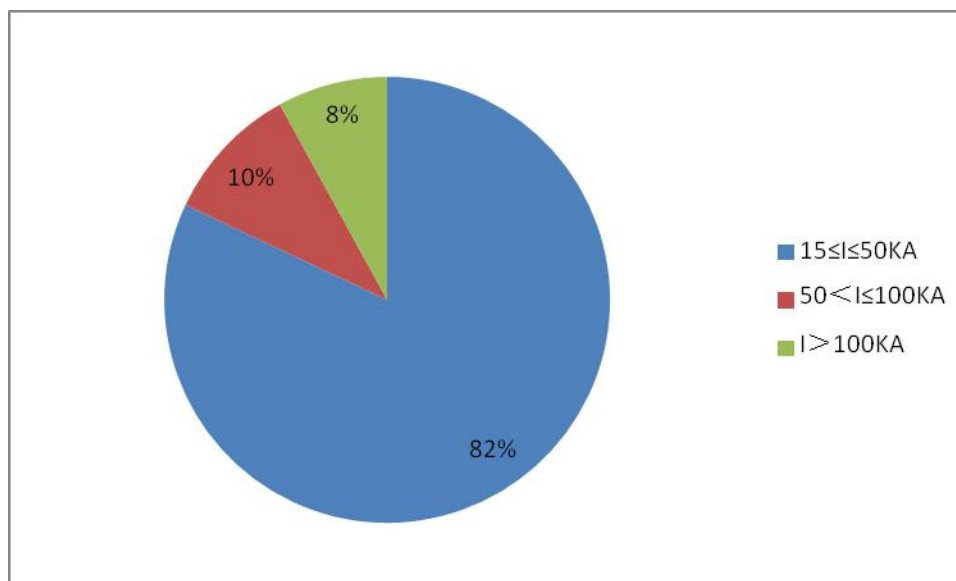


图8.6 2010-2019年濮阳开发区产业集聚区雷电流强度分布概率

### (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  $5.4\text{kA}$ 、 $10.1\text{kA}$ 、 $15.8\text{kA}$  时,雷电将击于接闪器上,当雷电流  $I$  分别小于  $5.4\text{kA}$ 、 $10.1\text{kA}$ 、 $15.8\text{kA}$  时,雷电有可能穿过接闪器击中在被保护物体上。同时一、二、三类防雷建筑物设计能承受保护的最大雷电流幅值分别为  $200\text{kA}$ 、 $150\text{kA}$ 、 $100\text{kA}$ ,当雷电流大于上述幅值时,可能出现反击,对人员和其他物体造成危害。



近 10 年，濮阳开发区产业集聚区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 10 年间，出现小于 5.4kA 雷电流的次数估计为 0 次，绕击率为 0%；二类防雷建筑物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 10 年间，出现小于 10.1kA 雷电流的次数估计为 0 次，绕击率为 0%；三类防雷建筑物统计时间段项目内暂时还未出现小于 15.8kA 的雷电流，根据雷电流累积率的分析，未来 10 年间，出现小于 15.8kA 雷电流的次数估计为 0.2 次，绕击率为 0.5%。产业集聚区内统计时间段项目内大于 200kA 的雷电流共发生 1 次，发生雷电流反击的概率为 2%。大于 150kA 的雷电流共发生 1 次，发生雷电流反击的概率为 2%。大于 100kA 的雷电流共发生 4 次，发生雷电流反击的概率为 8%。

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	1	2%
二类防雷建筑物	0	0	1	2%
三类防雷建筑物	0	0	4	8%

#### (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当地闪电定位数据拟合了一个分布公式，根据两个累积概率分布公式推 导





了未来 10 年濮阳开发区产业集聚区可能发生的地闪回击电流特征  
(表





8.5)。

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)	IEEE 公式计算的雷电流累积率 (%)	未来 10 年可能发生的地闪回击次数	数据拟合的当地雷电流累积概率 (%)	未来 10 年可能发生的地闪回击次数
>0	100.00%	50	100.00%	50
>10	97.12%	49	98.50%	49
>20	82.14%	41	93.02%	47
>30	58.90%	29	41.65%	21
>40	38.53%	19	19.70%	10
>50	24.81%	12	10.22%	5
>60	16.34%	8	7.48%	4
>70	11.14%	6	6.23%	3
>80	7.87%	4	5.49%	3
>90	5.74%	3	4.74%	2
>100	4.30%	2	3.99%	2
>110	3.31%	2	3.49%	2
>120	2.59%	1	2.99%	1
>130	2.07%	1	2.74%	1
>140	1.68%	1	2.74%	1
>150	1.38%	1	2.24%	1
>160	1.15%	1	2.24%	1
>170	0.97%	0	1.50%	1
>180	0.82%	0	1.25%	1
>190	0.71%	0	1.25%	1
>200	0.61%	0	1.25%	1

### 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，濮阳开发区产业集聚区累计回击次数在 1（2018 年）~14（2011 年）次之间，2014、2016、2017 年无回击，平均陡度在 9.411~20.696kA/ $\mu$ s 之间，2019 年平均陡度最大；最大雷电流陡度在 12.3~38.614kA/ $\mu$ s 之间，2019 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(kA/ $\mu$ s)	最大雷电流陡度(kA/ $\mu$ s)
2010	9	9.411	13.6
2011	14	11.900	19.3
2012	8	11.413	17.5
2013	13	9.677	30.7
2014	0	0.000	0
2015	2	11.7	12.3
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	1	20.4	20.4
2019	3	20.696	38.614

### (2) 逐月雷电流陡度分析

近 10 年，濮阳开发区产业集聚区各月累计雷电回击次数在 1~14 次之间，8 月雷电回击次数最多，7 月次之，1 月、2 月、10 月、11 月和 12 月无雷电回击。3~9 月各月平均陡度在 8.45~20.4kA/ $\mu$ s 之间，3 月的平均陡度最大，9 月次之；3~9 月最大雷电陡度在 12.7~38.614kA/ $\mu$ 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/ $\mu$ s)	最大雷电流陡度(kA/ $\mu$ s)
1	0	0	0
2	0	0	0





3	1	20.4	20.4
---	---	------	------





月份	累计回击次数(次)	平均陡度(kA/ $\mu$ s)	最大雷电流陡度(kA/ $\mu$ s)
4	2	8.45	12.7
5	8	10.325	18.7
6	11	11.1	15.7
7	13	10.145	38.614
8	14	13.064	30.7
9	1	17.5	17.5
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0

#### 1.4 雷击安全现状评估

通过对濮阳开发区产业集聚区及周边部分地区的雷暴数据分析可知：濮阳开发区产业集聚区雷击大地密度在  $2.1 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，雷电流平均强度40.8kA。

根据附录 B 表 13 区域雷击风险评估分级标准，濮阳开发区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濮阳开发区产业集聚区历史地闪回击平均密度为  $0.83 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，依据濮阳市 1961-2006 年平均雷暴日数据计算，其雷击大地密度为  $2.1 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。建议在设计院防雷装置设计时，取  $2.1 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$  为设计依据。

(2) 按照 GB50057-2010 中的规定，濮阳开发区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。濮阳开发区产业集聚区历





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 5~8 两个月，占全年雷电活动的76%，冬季较少，只有个别年份冬季有闪电发生。从日变化上来看，02时~06时和 17时~20时是雷电活动的高发期，要密切注意在这两个时间段内发生雷电时的人员安全防护。

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

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

(6) 濮阳开发区产业集聚区内超过 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。

(7) 对濮阳开发区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 产业集聚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、高大的装置下行走或停留，防止接触电压或跨步电压的伤害。

⑦高空作业人员应在雷闪到达前撤离塔吊。

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

## 1.7 防雷装置投入使用后的防雷安全指导意见

(1) 防雷装置应由熟悉雷电防护技术的专职或兼职人员负责维护管理。

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







(3) 雷击事故发生后，应及时调查雷灾损失，分析致害原因，提





出改进措施，并上报主管部门。

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

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

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

(7) 检测仪器应在检定合格有效使用期内使用。

(8) 检测时,接地电阻测试仪的接地引线和其他导线应避开高、低压供电线路。

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

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

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

(12) 进行防雷装置检查时，应当着重检查以下部位：

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





气连续性测量。

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

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

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

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

## 1.8 雷击事故处理

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

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

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

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





## 2 暴雨灾害

濮阳市位于河南省东北隅，黄河下游北岸，属于黄河冲积平原的一部分；地势较为平坦，自西南向东北略有倾斜；由于历史上黄河沉积、淤塞、决口、改道等作用，造就了濮阳市平地、岗洼、沙丘、沟河相间的地貌特征；境内有临黄堤、金堤及一些故道残堤。濮阳地处豫东北平原与鲁西平原交界地带，东、南分别与山东省东平、梁山、郓城县隔黄河相望；西与范县毗邻；北依金堤与山东省阳谷县接壤。

濮阳市属暖温带大陆性季风气候，四季分明，温度适中，光照充足，春旱夏涝交替明显。春季干旱多风，夏季炎热雨量大，秋季凉爽多阴雨，冬季干冷少雨雪。日照时数值高，热量、降水较丰富，雨热同期，但降水时空分布不均，旱涝灾害频繁。

濮阳开发区产业集聚区位于新城区西南部，京九铁路、晋豫鲁铁路、汤台铁路三条铁路交汇闭合圈内，总规划面积 6 平方公里，其中起步区 0.6 平方公里，发展区 2.2 平方公里，控制区 3.2 平方公里。区域范围北至孙张公路以北约 350 米，西至白姜公路以西 450 米，南至黄河大堤北约 500 米，东至台孙公路。

濮阳产业集聚区以羽绒及其产品加工为主导，以石油化工产业和现代物流业为支撑，积极培育高新技术产业和服务业，形成以第二产业为主，二、三产业协调发展的产业体系。发展目标是建成全国重要的羽绒加工集散地、以中石油帮扶为依托的石油化工基地、河南省重要的沿边经济区和特色产业集聚区。该区域内企业具有商务办公、厂房车间、产





品加工流水线以及大型仓库等特点，同时又是石油化工的



主要聚集区，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，结合濮阳市产业集聚区实际，本章进一步对暴雨、大风和高温等濮阳市敏感因子进行专题影响评估。

## 2.1 暴雨风险识别

### 2.1.1 资料与数据

本报告暴雨灾害风险评估采用的资料与数据包括：参证站濮阳国家气象观测站 1975-2019 年逐日降水量观测数据、2005-2019 年逐分钟降水量观测数据，濮阳市暴雨灾害历史灾情数据等。

### 2.1.2 暴雨特征分析

春末夏初随太阳活动北移，夏季风由弱增强，西太平洋副热带高压阶段性北跳，与其伴随的雨带自南向北推进，濮阳市进入雨季。春末，受活跃的暖湿气流和切变线共同影响，开始出现暴雨；初夏阶段

（6 月），西太平洋副热带高压脊线在  $20^{\circ}\text{N}$  附近，濮阳市受变性极地大陆气团影响，天气晴热，常出现高温；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。6 月下旬到 7 月中旬，副热带高压脊线季节性北跳，濮阳进入雨季，同时受南方气旋和西南涡影响，导致大到暴雨天气出现。7 月中旬到 8 月上旬，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，加之 7-8 月台风活跃，登陆北上台风也可导致濮阳出现暴雨和强对流天气。

8 月中旬到 9 月初，副热带高压势力减弱南撤，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  $25^{\circ}\text{N}$  以南，



濮阳雨季结束。濮阳市暴雨主要集中在相对多雨的 5-9 月，随着夏季风的爆发，7 月暴雨次数明显的增加，达到峰值，此后暴雨日数逐月减少，10 月开始很少出现暴雨。

濮阳市 1975-2019 年多年平均降水量 539.9 毫米，时空分配极不均衡；汛期（6-8 月）降雨量占全年降水量的 59.3%；1975-2019 年濮阳市年均暴雨量 143.0 毫米，约占全年平均雨量的 26.5%。暴雨量的年际变化较大，最多年份为 506.3 毫米（1998 年），1975-2019 年中共有 5 年未出现暴雨；一年中出现暴雨的最早日期是 3 月 3 日（2007 年），最晚日期是 10 月 15 日（1994 年）。

### **2.1.3 暴雨灾害典型案例**

#### **1994 年 8 月 7 日暴雨天气过程**

1994 年 8 月 9 日濮阳市日降水量为 115.7 毫米，达到大暴雨标准，过程降水量为 132.0 毫米。大暴雨引发洪涝灾害。

#### **1998 年 8 月 4 日暴雨天气过程**

1998 年 8 月 4 日，濮阳市日降水量达 296.5 毫米，并伴有雷电大风，达到特大暴雨标准，为濮阳建站以来历史最大日降水量。

#### **2010 年 9 月 7 日暴雨天气过程**

2010 年 9 月 7 日濮阳市遭遇暴雨，日降水量达 89.3 毫米，暴雨造成全县受灾面积 1.53 千公顷，成灾 1.2 千公顷，绝收 0.1 千公顷，受灾人口 1.9 万人，农业经济损失 830 万元。

#### **2013 年 7 月 18 日到 19 日暴雨天气过程**

受台风“温比亚”外围云系影响，2013 年 8 月 17 日 20 时到 19





日 24 时，濮阳市普降暴雨，部分地区大暴雨，濮阳国家气象站降水量 127.6 毫米。各乡镇降水量分别为：吴坝 250.0 毫米、夹河 198.8 毫米、马楼 154.3 毫米、打渔陈 140.3 毫米、孙口 140.1 毫米、城关 136.2 毫米、后方 108.6 毫米、侯庙 108.0 毫米，清水河 102.0 毫米。这次暴雨过程造成濮阳市农作物 4.6 千公顷受灾，受灾人口 53600 人，未出现伤亡失踪人员，农业经济损失约 1109.7 万元。

### **2018 年 8 月 17 日到 19 日暴雨天气过程**

受台风“温比亚”外围云系影响，2018 年 8 月 17 日 20 时到 19 日 24 时，濮阳市普降暴雨，部分地区大暴雨，濮阳国家气象站降水量 127.6 毫米。各乡镇降水量分别为：吴坝 250 毫米、夹河 198.8 毫米、马楼 154.3 毫米、打渔陈 140.3 毫米、孙口 140.1 毫米、城关 136.2 毫米、后方 108.6 毫米、侯庙 108.0 毫米，清水河 102.0 毫米。

#### **2.1.4 暴雨风险源与隐患分析**

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的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。对于本报告风险评估的对象濮阳开发区产业集聚区而言，暴雨灾害可能造成的影响主要包括以下几方面：

暴雨造成的积水可能造成产业集聚区露天停车场车辆、货物等受损。

暴雨可能造成产业集聚区办公大楼一楼的办公设备遭水浸而损坏。暴雨引发的内涝可能损坏产业集聚区内货物遭水淹导致损毁。

暴雨可能造成产业集聚区内地势相对较低的厂房一楼设施的损坏。







暴雨可能造成产业集聚区内变压器室电力设施的损坏。

暴雨可能造成生活、工业等污水从排污管道回流，引起严重的化学性污染。

## 2.2 暴雨灾害风险评估

### 2.2.1 暴雨灾害风险评估方法

暴雨灾害风险评估方法采用国家标准《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。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。

### 2.2.2 暴雨发生的可能性评估

濮阳市 3-10 月都可能出现暴雨，7-8 月出现次数较多。1975-2019 年，参证站濮阳国家气象观测站共记录有 80 次暴雨以上降水，其中 6 天为大暴雨（日雨量 $\geq 100.0$  毫米），1 天为特大暴雨（日雨量 $\geq 250.0$  毫米）；平均每年发生暴雨以上强降水的天数为 1.8 天（表 8.8）。1998 年 8 月 4 日，濮阳市出现大暴雨降水过程，濮阳国家气象站出现 296.5 毫米的大暴雨，创下建站以来的单日降水量最高记录。

表 8.8 地块暴雨发生强度分析表

站号	暴雨发生的强度指标		
	平均雨强（mm/天）	暴雨日雨量极值（mm）	平均每年发生暴雨日数
57076	72.5	296.5	1.8



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，并对拟合优度进行检验，筛选最优概率分布拟合函数求出降雨量超过特定值的概率，从而算出多年一遇的降水量指标。根据实地调研，结合《濮阳市北金堤滞洪区运用预案》、《濮阳市供水和排水综合情况数据分析报告》以及《城镇内涝防治技术规范》，分析发现濮阳开发区产业集聚区大部分区域排涝设计时间为 2~3 小时，对濮阳市历史暴雨灾害事件做雨型分析，发现濮阳市短时强降水主要集中在 1~2 小时，故本报告认为持续 2 小时强降水可能对濮阳开发区产业集聚区造成明显不利影响。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，得到濮阳国家气象观测站 2 小时不同重现期雨量，见表 8.9。

表 8.9 濮阳国家气象观测站 2 小时最大降水量不同重现期计算值（单位：mm）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
降水量	54.3	59.5	63.6	67.1	69.3	70.2	71.1	71.9

参考濮阳市人民政府印发的《濮阳市气象灾害应急预案（2018 年修订）》，分析濮阳市历史暴雨灾情记录中不同历时致灾雨量，结合《濮阳市海绵城市建设工程管理规定（试行）》中的雨水控制与利用工程的规划设计标准，综合考虑濮阳开发区产业集聚区的特性，本报告认为当 2 小时雨量超过 50 毫米，可能对本项目所评估的濮阳开发区产业集聚区内企业造成影响，因此以 2 小时雨量 $\geq 50$  毫米作为暴雨灾害事件，并结合参考气象站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 0.62。按照表 C.1 给出的灾害风险可能性等级分值划



分，濮阳开发区产业集聚区暴雨灾害发生的可能性等级为 1 级，即极可能





发生。

### 2.2.3 暴雨发生的后果损失评估

按照濮阳市现有的排涝设计标准，暴雨引发城市内涝的可能性较大，地势相对较低的仓库物流、交通工具、房屋地基等均有可能遭遇水浸，从而导致财产损失。

暴雨可能造成产业集聚区内道路受损、建筑被淹，甚至造成人员伤亡。

暴雨可能危及厂区内变压器室电力设施及主厂房一楼设施。暴雨

可能造成黄河及金堤河河道漫溢，造成暴雨洪灾。

暴雨可能造成生活、工业等污水从排污管道回流，破坏生态环境。综

合考虑上文所述各种情形及《濮阳市气象灾害应急预案》中城市汛情可能造成危害的程度，结合表 C.3 暴雨灾害事件造成后果分析等级划分，**确定暴雨灾害对濮阳市可能造成后果的等级为 2 级**，即暴雨灾害事件造成后果为严重等级。

### 2.2.4 暴雨风险水平的确定

综合濮阳市暴雨灾害发生的可能性等级和后果等级，参照“表 C.4 灾害风险分级矩阵”，濮阳市的暴雨风险分值为 2，风险等级为**极高风险**。

## 2.3 暴雨灾害防范建议

濮阳市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 8.10）。

表 8.10 濮阳市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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 濮阳市将防御暴雨灾害的安全气象保障工作已纳入本濮阳市安全稳定工作，层层分解落实濮阳市安全气象保障工作目标任务和责任。</li> <li>2. 濮阳市每年组织一次有关专家开展濮阳市暴雨气象灾害隐患排查工作，并且发现隐患都及时治理。</li> <li>3. 濮阳市应明确负责安全稳定的领导分管暴雨气象灾害防御工作，并纳入濮阳市应急值班范畴。</li> <li>4. 濮阳市应开展暴雨气象防灾减灾知识和避险自救技能科普宣传。</li> <li>5. 濮阳市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。</li> <li>6. 濮阳市建筑物及排水系统符合防御暴雨气象灾害的相关要求。</li> </ol>
减轻事故后果的应急措施	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 濮阳市应制定防御暴雨气象灾害的应急预案。</li> <li>2. 濮阳市应明确气象灾害应急避难场所。</li> <li>3. 濮阳市应储备防御暴雨气象灾害应急物资。</li> <li>4. 濮阳市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。</li> </ol>

濮阳市存在极高的暴雨灾害风险，需要重点关注暴雨灾害防御。建议充分考虑濮阳市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，尽可能降低短时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采取恰当的措施、做出相应的治理。对于暴雨灾害隐患，除了日常的排查外，重点还应在暴雨多发期来临前，一般在5月份之前，进行一次全方位的暴雨灾害隐患排查和治理。调研濮阳市周边内涝隐患情况，提高暴雨引发的积涝灾害的防御能力。建议在濮阳市主要隐患点增加警示标牌，并在濮阳市内增设气象电子显示屏，及时接收、发布气象局发布的暴雨预警信号。

制定针对暴雨灾害的应急预案，建立各级防汛责任制，定期对危旧房屋、办公大楼、厂房等的渗漏水及雨水倒灌风险隐患进行排查；濮阳市防汛抗旱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。濮阳市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，立即向濮阳县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，将濮阳市的应急响应分为IV级、III级、II级和I级，通常按预警等级（颜色）相应提高，但是紧急情况下也可以越级响应。同时按照应急响应等级采取相应的应对措施。要求全体员工必须清楚应急预案，并熟悉各自的职责，各部门、各应急小组组织学习和演练。濮阳市政府办公室应不定期检查各部门的学习和演练情况，每年至少组织一次联合演习和针对性的学习。同时积极参加当地政府组织的应急救援演练。

濮阳市全年暴雨在7-8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2003年4月17日的暴雨过程，单日雨量达99.9mm；2003年10月11日的暴雨过程，单日雨量达86.0mm。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的风险隐患。

有历史记录以来最大小时雨量为66.7mm（2015年7月31日03时），特别要注意短历时强降水过程对濮阳市内需重点关注的风险源的影响。





## 3 大风灾害

大风天气可能造成的危害范围很广，危及危旧住房、厂房、工棚、围墙、临时建筑、在建工程等建筑物和市政公用设施（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、铁塔等构筑物及屋上的花盆、空调室外机、雨蓬、太阳能热水器等等附属物，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 大风风险识别

#### 3.1.1 资料与数据

本报告大风灾害采用的资料和数据包括：濮阳、南乐和范县 3 个国家气象站 2005-2019 年及濮阳和清丰 2 个国家气象站 1961-2019 年逐日最大风速观测数据，濮阳市大风灾害历史灾情数据库和《中国气象灾害大典·河南卷》。

由于濮阳国家气象观测站最大风速观测时段较短，且最大风速资料缺测较多，为得到濮阳设计风速基准值，利用周边具有长年代观测数据的清丰国家气象站对其进行分析。

#### 3.1.2 大风灾害等级

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浦福风力等级把大风灾害天气分为四个强度等级(表 8.12)。

表 8.12 大风灾害天气强度等级表

强度等级	名称	浦福风力等级	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,迎风步行感觉不便	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
四级	特严重大风	12	>32.6	摧毁力极大	红色预警

### 3.1.3 大风灾害典型案例

#### 2014年6月22-23日大风灾害

2014年6月22日20时至6月23日08时,濮阳出现了一次强对流天气,并伴随雷暴、大风和降水过程,全县普降中到大雨,其中侯庙镇出现大风,侯庙镇东碱四要素站测得最大风速达23.2m/s,风向为NNE。此次大风造成了一些居民住房、经济农作物和乡镇企业厂房的倒塌和损坏,给群众的生产生活带来严重影响。

### 3.1.4 大风风险源与隐患分析

大风天气可能造成的危害范围很广,包括:危旧住房、厂房、工棚、围墙、临时建筑、在建工程、市政公用设施(如路灯等)、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、雨篷、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。对于本报告风险评估的对象而言，大风灾害可能造成的影响主要包括以下几方面：

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

大风易吹落高层建筑物/构建物的门窗和屋顶的物品以及广告牌，甚至吹倒建筑物，威胁产业集聚区生命财产安全。

大风易吹倒行道树木等，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。

大风刮断电线等极易引发火灾，危及产业集聚区基础设施。大风影响产业集聚区户外活动。

## 3.2 大风风险评估

### 3.2.1 大风灾害风险评估方法

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《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





大风灾害风险通过评估和分级。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。

### 3.2.2 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最大风速概率分布函数进行拟合，从而求出特定重现期的日最大风速值。根据第七章设计风速基准值计算出代表濮阳开发区产业集聚区的参证气象站不同重现期最大风速值如表 8.13 所示。

表 8.13 清丰站年最大风速不同重现期计算值（单位：m/s）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
最大风速	12.4	13.3	14.4	15.7	17.0	17.7	18.7	19.9

结合历史大风记录，考虑濮阳开发区产业集聚区属于黄河冲积平原、地势平坦、地面海拔多在 60 米以下的特点，本报告认为当最大风速  $\geq 15.7\text{m/s}$ ，即易发生较严重大风灾害影响，可能对本项目所评估的濮阳县产业集聚区内企业造成影响，结合不同重现期最大风速计算结果和参考气象站最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 0.10。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，濮阳开发区产业集聚区所在区域大风灾害发生的可能性等级为 2 级，即很可能发生。





### 3.2.3 大风发生的后果损失评估

产业集聚区大风可造成大树倒伏、电杆折断，地面设施和建筑物毁坏，尤其会损毁抗风性能较弱的房屋，影响产业集聚区正常运行。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，对产业集聚区行人安全构成威胁。大风吹倒行道树木等，产业集聚区车辆的交通正常运行易受到影响。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。

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，确定大风灾害对濮阳开发区产业集聚区可能造成后果的等级为 3 级。

### 3.2.4 大风风险水平的确定

综合濮阳开发区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 6，此区域内大风风险为中等风险。

## 3.3 大风灾害防范建议

濮阳开发区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 8.14）。

濮阳开发区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：

**大风来临前。** 应及时加固地面设施，有建设工程的濮阳市产





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。对濮阳市产业集聚区工作人员进行安全教育，提高安全意识。

**大风影响中。** 尽量减少外出，必须外出时不要在广告牌、临时搭建筑物下面逗留、避风。停止进行户外活动或露天集会。濮阳市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濮阳开发区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。建议在濮阳开发区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。

表 8.14 濮阳开发区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. 濮阳开发区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，层层分解落实濮阳开发区产业集聚区安全气象保障工作目标任务和责任。 2. 濮阳开发区产业集聚区每年组织一次有关专家开展濮阳开发区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. 濮阳开发区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，并纳入濮阳开发区产业集聚区应急值班范畴。 4. 濮阳开发区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. 濮阳开发区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. 濮阳开发区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. 濮阳开发区产业集聚区制定防御大风气象灾害的应急预案。 2. 濮阳开发区产业集聚区储备防御大风气象灾害的应急物资。 3. 濮阳开发区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。





## 4 高温灾害

### 4.1 高温风险识别

#### 4.1.1 资料与数据

本报告高温灾害风险评估采用的资料与数据包括：濮阳国家站 1975-2019 年逐日最高气温观测数据，濮阳市高温灾害历史灾情数据等。

#### 4.1.2 高温灾害典型案例

##### **2005 年 6 月 11-24 日高温**

2005 年 6 月 11-24 日全省出现了持续 10 多天的大范围高温酷热天气，其中最热的 6 月 23 日，全省有 98 个站最高气温超过了 38℃；其中有 63 个站超过了 40℃；有 7 个站甚至超过了 42℃；濮阳连续高温日数达 13 天，连续 3 天最高气温超过 38℃，6 月 23 日最高气温达 41℃。

##### **2009 年 6 月 20-27 日高温**

2009 年 6 月 20-27 日全省出现了近年来罕见的大范围高温酷热天气，其中 6 月 24-25 日是最热的两天，全省有 91 个站最高气温在 38℃ 以上；其中有 52 个站在 40℃ 以上，15 个站甚至在 42℃ 以上。濮阳 6 月 24-26 日连续 3 天最高气温在 38℃ 以上；6 月 25 日最高气温达 41.8℃，为建站以来历史最高值。

##### **2015 年 7 月 13-14 日高温**

2015 年 7 月 13-14 日全省出现大范围高温天气，豫北大部、豫中、豫东南和豫西南局部最高气温在 38℃ 以上；濮阳连续 2 天最高气温超过 38℃，7 月 13 日最高气温达 39.0℃。





## 2020 年 6 月 3-4 日高温

2020 年 6 月 3-4 日全省大部分地区最高气温都在 37℃以上，沿黄及以北地区在 39℃以上；豫北大部和沿黄局部在 40℃以上；濮阳连续 2 天最高气温在 39.0℃以上，6 月 4 日最高气温达 40.2℃。

### 4.1.3 高温风险源与隐患分析

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

持续高温影响产业聚集区正常生产活动。高温灾害是发生频率高、影响范围广和危害程度大的气象灾害之一。其中最主要的是对人的生命和健康的危害，以及由此引起的生产中断、生活工作失常等而造成的财富损失，主要包括供水、供电超负荷量；工矿停产、商业停业、交通、通讯中断。城市由于“热岛效应”的增温作用使得城区的气温平均比郊区高 2~3℃，最大的甚至可比郊区高 5~8℃。因此城区比郊区更加闷热难忍。

某些易燃的化学物品当气温高于 30℃时，如保存不当就易自燃，甚至爆炸，引发城市火灾等灾难事故。可能造成评估区域人员伤亡和财产损失。

持续高温对评估区域内工人健康造成不利影响，体弱者容易出现中暑等情况。高温和闷热天气不仅会使与热有关的各种疾病的发病率





和死亡率增高，而且还会影响人的思维活动和生理机能，容易使人疲劳、烦躁和发怒，各种事故相对增多，影响人的活动能力、工作能力。连日高温闷热会使中暑人数明显增多。因此高温对工人健康造成不利影响，体弱者容易出现中暑。

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

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

高温使区域内的火险等级增加，容易引发安全事故。

## 4.2 高温灾害风险评估

### 4.2.1 高温灾害风险评估方法

本报告采用经典的风险定义来表达灾害风险，并采用国标《风险管理 风险评估技术（GB/T 27921-2011）》中的风险矩阵法对产业聚集区的高温灾害风险进行评估和分级。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。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，并对拟合优度进行检验，筛选最优概率分布拟合函数求出气温超过特定值的概率，从而算出多年一遇的气温指标。进一步求出极端高温超过特定值的概率。参







考《气象灾害预警信号发布与传播办法》中高温定义：轻度高温：35℃ ≤日最高气温 < 37℃；中度高温：37℃ ≤日最高气温 < 40℃；严重高温：日最高气温 ≥ 40℃。

#### 4.2.2 高温发生的可能性评估

根据第六章不同重现期极端高温计算结果，计算得到产业聚集区不同重现期极端最高气温，见表 8.14：

表8.14 产业聚集区不同重现期极端最高气温

重现期(a)	2	3	5	10	20	30	50	100
极端最高气温 (℃)	37.8	38.5	39.3	40.3	41.2	41.8	42.4	43.4

结合濮阳市历史高温灾情记录，综合考虑区域特性，本报告认为当日最高气温 ≥ 38℃，即发生中度或严重高温，可能对本项目所评估的产业聚集区内企业造成影响，因此以日最高气温 ≥ 38℃ 作为高温灾害事件，并结合参证气象站日最高气温的概率分布函数，计算得出产业聚集区发生高温灾害事件的概率为 0.458。按照表 C.1 给出的灾害风险可能性等级分值划分，产业聚集区高温灾害发生的可能性等级为 2 级，即很可能发生。

#### 4.2.3 高温发生的后果损失评估

持续高温影响产业聚集区正常生产活动。

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。





持续高温对产业聚集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聚集区货运车辆在行驶过程中自燃，引发安全事故。

高温使产业聚集区的火险等级增加，容易引发安全事故。

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聚集区可能造成后果的等级为 3 级。

#### 4.2.4 高温风险水平的确定

综合产业聚集区高温灾害发生的可能性等级和后果等级，参照“表 C.4 灾害风险分级矩阵”，风险等级分值为 6，产业聚集区的高温风险为中等风险。

### 4.3 高温风险对策、措施与建议

产业聚集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 8.15）。



表 8.15 产业聚集区应对高温灾害性天气事件引发安全事故的控制措施

措施类别	应采取的控制措施
预防措施	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 产业聚集区将防御高温灾害的安全气象保障工作已纳入本区安全稳定工作，层层分解落实区内安全气象保障工作目标任务和责任。</li> <li>2. 产业聚集区每年组织一次有关专家开展区内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。</li> <li>3. 产业聚集区明确负责安全稳定的领导分管高温气象灾害防御工作，并纳入产业聚集区应急值班范畴。</li> <li>4. 产业聚集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。</li> <li>5. 产业聚集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。</li> <li>6. 产业聚集区建筑物防火等级符合消防规定。</li> <li>7. 产业聚集区防暑降温措施，如区内空调、食堂冰箱等工作正常。</li> </ol>



措施类别	应采取的控制措施
减轻事故后果的应急措施	1. 产业聚集区制定防御高温气象灾害的应急预案。 2. 产业聚集区储备防暑降温药品和其他应急物资。 3. 产业聚集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。对产业聚集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。全面提高产业聚集区绿地覆盖率和种树，增加产业聚集区水域面积和喷、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聚集区电线、变压器等电力设备负载大而引发的火灾。建议在产业聚集区内增设气象电子显示屏，及时接收气象局发布的高温预警信号。制定针对高温灾害的应急预案，积极参加当地政府组织的应急救援演练。

## 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 第六次评估采纳的共享社会发展路径 (SSPs) 中 SSP1-2.6、SSP2-4.5、SSP3-7.0 和 SSP5-8.5 情景，其中，SSP5-8.5 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  $8.5\text{W}/\text{m}^2$ ，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；SSP3-7.0 情景采用中等至高辐射强迫情景与区域竞争发展路径相结合，代表了高社会脆弱性与相对高的人为辐射强迫的组合，设定 2100 年太阳总辐射强迫稳定在  $7.0\text{W}/\text{m}^2$ ；SSP2-4.5 情景采用中等强迫辐射情景和中间发展路线相结合，代表了中等社会脆弱性与中等辐射强迫的组合，设定 2100 年太阳总辐射强迫稳定在  $4.5\text{W}/\text{m}^2$ ；SSP1-2.6 情景采用低辐射强迫和可持续发展路径，2100 年太阳总辐射强迫稳定在  $2.6\text{W}/\text{m}^2$ ，代表了低脆弱性、低减缓压力和低辐射强迫的综合影响。气候变化预估数据是由国家气候中心提供在全球模式 BCC-CSM2-MR 驱动下的模拟结果，其气象要素包括逐日的最高气温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) 和最大风速 ( $\text{m}/\text{s}$ )，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 8.7 显示，未来气候变化 SSP1-2.6 情景下，2050 年产业集聚区日最大风速在 10.69 米/秒左右；2070 年代，日最大风速略增大，在 11.05 米/秒左右。SSP2-4.5 情景下，产业集聚区日最大风速在 2050 年代和 2070 年代无明显变化，分别为 11.14 米/秒左右和 11.10 米/秒左右。



SSP3-7.0 情景下，2050 年代产业集聚区日最大风速在 9.02 米/秒左右；





2070 年代，日最大风速有所减小，在 8.16 米/秒左右。SSP5-8.5 情景下，2050 年代产业集聚区日最大风速在 9.46 米/秒左右；2070 年代，日最大风速略增大，在 9.61 米/秒左右。四种情景相比，2050 年代以 SSP2-4.5 情景大风灾害风险较高；2070 年代以 SSP2-4.5 情景大风灾害风险较高。





## 5.2 高温灾害

图 8.8 显示，未来气候变化 SSP1-2.6 情景下，2050 年代濮阳开发区产业集聚区日最高气温在 43.3℃左右；2070 年代，日最高气温略下降，在 43.1℃左右。SSP2-4.5 情景下，2050 年代产业集聚区日最高气温在 43.3℃左右；2070 年代，日最高气温有所下降，在 42.4℃左右。SSP3-7.0 情景下，2050 年代产业集聚区日最高气温在 43.4℃左右；2070 年代，日最高气温明显升高，在 45.1℃左右。SSP5-8.5 情景下，2050 年代产业集聚区日最高气温在 43.3℃左右；2070 年代，日最高气温明显升高，在 45.5℃左右。总体来看，未来气候变化情景下，产业集聚区高温灾害风险较高；四种情景相比，在 2050 年代，SSP3-7.0 情景高温灾害风险较高；在 2070 年代，SSP5-8.5 情景高温灾害风险较高。



## 第九章 局地气候数值模拟

### 1 数据介绍

本章节采用中国气象局高分辨率陆面数据同化系统（High Resolution China Meteorological Administration Land Data Assimilation System, HRCLDAS）。HRCLDAS 中国  $0.01^{\circ}\times 0.01^{\circ}$  逐小时融合实况分析产品利用多源数据融合分析技术，对地面观测数据、数值模式数据以及卫星遥感地形数据，进行融合，并利用高分辨率卫星地形资料进行地形订正，制作 1km 分辨率 2m 气温、10m 风、2m 比湿融合产品，具体包括全国区域  $0.01^{\circ}\times 0.01^{\circ}$  的高分辨率数据产品，同时提供 31 个省、自治区、直辖市区域的  $0.01^{\circ}\times 0.01^{\circ}$  高分辨率数据产品。该数据产品由于利用全国 2400 余个国家级自动站气温、风场等观测数据，与国际同类产品比较，在中国区域，该产品精度较好，质量较为可靠。

地面 2 m 气温、湿度、地面气压、10 m 风速 4 个要素的融合算法核心部分沿用了 CLDAS-V1.0 和 CLDAS-V2.0 系统的业务算法，既引入了美国海洋大气局地球系统研究实验室（NOAA/ESRL）开发的时空多尺度分析系统（STMAS）。该系统通过不同尺度的分析方法，能够有效地捕捉陆面要素中的长波和短波信息，并考虑不同尺度的天气动力学限制条件，同时还可以结合不同时间的空间信息给予优化和最有效的提取观测信息。该系统的优点是避免了传统数据同化的关于背景误差协方差的一些不合理假设，以及节约在大尺度的计算时间和详细提取小尺度信息的时间，从而合理缩短同化过程的计算时间。

因此，本系统继续沿用这一核心算法，同时为进一步描述 1 km 分辨率尺度的细节，尤其是气温、气压等随海拔高度变化较为明显的





要素场，本系统引入美国国家航空航天局（NASA）和美国国防部国家图像测绘局（NIMA）联合测量制作而成的全球区域 30 m 空间分辨率地形数据产品，采用面积权重方法重采样制作亚洲区域 0.01°空间分辨率的数字高程模型（DEM）地形参数数据，对温度、气压等进行地形调整，其中温度递减率除了受地形高度的影响外，还可能受到风力、对流型天气等其他要素影响。

HRCLDAS 陆面驱动数据中 2 m 气温、地表气压、2 m 湿度、10 m 风速制作过程中融入了高分辨率的 DEM 和反照率等信息，同时，降水和短波辐射融合模块也进行了改进，将地面站点观测数据与背景场进行更有效的融合。由于土壤湿度空间变异性非常强，高空间分辨率的陆面模拟能够较好的抓住土壤湿度空间变异的细节，模拟结果与对应的地面观测土壤湿度分布更为接近。HRCLDAS 在保证数据产品质量的情况下，成功将分辨率从 0.0625°提高到 0.01°，对于土壤湿度这样空间变异强、分布复杂的要素而言，意义是非常重要的。

但是高分辨率陆面模拟对计算资源和存储资源的要求极高，为了进行中国区域 1 km 陆面模拟，HRCLDAS 设计了分区并行与模式并行的模拟方案，实现了中国区域 1 km 分辨率土壤湿度产品的高效模拟。

## 2 风环境场模拟

典型天气个例选择：利用濮阳市国家级气象站观测的风速和天气现象资料为选择依据，结合周边县域内的国家站观测相应时段观测资料，选取濮阳市 2020 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的个例（2020 年 7 月 30 日）进行说明。



## 第十章 结论和建议

本报告以濮阳开发区产业集聚区周边国家气象站以及区域自动站等观测资料为基础，结合数值模拟及历史灾情资料，对濮阳市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、产业集聚区气候背景、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产业集聚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，进一步对濮阳产业集聚区的规划、建设和运营等提出建议。

### 1 主要结论

#### 1.1 大气环流特征

夏季影响濮阳市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。

#### 1.2 产业集聚区气候背景

濮阳开发区产业集聚区位于濮阳市新城区西南部，属暖温带半湿润季风气候，气候资源丰富，气候条件良好，气候温和，雨水适中，四季分明。报告选取濮阳国家气象观测站作为参证气象站，其观测资料可代表产业园气候背景状况。

濮阳国家气象观测站累年平均气压 1011.8 hPa，年平均气温



13.8℃，平均最高气温 19.5℃，平均最低气温 9.3℃；该地区平均降水量 568.0mm，年降水量的 59.9%集中在夏季，7月降水最多；年平均风速 2.1m/s，全年最多风向为南风（S），其次为东北风（NNE）；年平均相对湿度 70.2%，平均日照时数 2291.5h，平均降水日数 66.2d。建站至2019年，年极端最高气压 1043.4hPa，极端最低气压 985.1hPa，极端最高气温 41.8℃，极端最低气温-19.6℃，极大风速 22.7m/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、风速呈减少趋势。降水量年际变化差异大，变化趋势不明显，降水日数呈增加趋势，说明降水强度减小。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。

利用位于产业集聚区附近城郊区域自动站 2018-2019 年资料，与同时期濮阳国家气象观测站资料进行对比分析。孙口区域站年平均气温 15.6℃，年平均风速 1.4 m/s，年平均降水量 416.4mm，年最大风速 8.8m/s（风向 NE，出现在 2019 年 12 月 30 日）；濮阳国家气象观测站年平均气温 13.8℃，年平均风速 2.6m/s，年平均降水量 589mm，年最大风速 18.2m/s（风向 NE，出现在 2018 年 03 月 15 日）。

### 1.3 高影响天气

根据濮阳开发区产业集聚区所在区域的历史气象灾害、产业集聚区重点企业气象要素及高影响天气的抽样调查，濮阳开发区产业集聚区高影响天气为暴雨洪涝、低温寒潮、大风、冰雹、高温、干旱、大雾、雷电等灾害，关键气象因子有降水、温度、风、雾等要素。



表10.1 高影响气象因子一览表

气象因子		统计结果	备注
暴雨	多年 1 小时最大降水量 (毫米)	66.8	2015 年 7 月 31 日
	多年日最大降水量 (毫米)	296.5	1998 年 8 月 4 日
大风	多年最大风速(米/秒)	13.3	2006 年 3 月 27 日
	多年极大风速(米/秒)	22.7	2009 年 6 月 27 日
冰雹	多年最多年冰雹次数 (次)	3	1985 年
高温	多年极端最高气温(°C)	41.8	2009 年 6 月 25 日
低温	多年极端最低气温(°C)	-19.6	1990 年 1 月 31 日
雾	累年年雾日数 (天)	26.8	
	多年最多年雾日数 (天)	71	2015 年

#### 1.4 关键气象参数推算结果

濮阳开发区产业集聚区的设计、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)	12.4	13.3	14.4	15.7	17.0	17.7	18.7	19.9
基本风压 (kN/m <sup>2</sup> )	0.0957	0.1101	0.1291	0.1534	0.1799	0.1950	0.2176	0.2465
平均最高气温 (°C)	31.5	32.1	32.7	33.4	34.1	34.5	35.1	35.8
平均最低气温 (°C)	-5.5	-6.1	-6.8	-7.6	-8.2	-8.5	-8.9	-9.3
极端高温 (°C)	37.8	38.5	39.3	40.2	41.2	41.7	42.4	43.3
极端低温 (°C)	-12.7	-13.9	-15.1	-16.7	-18.2	-19.1	-20.2	-21.7
最大日降水量 (mm)	66.9	80.7	98.7	123.6	148.9	163.8	182.6	208.4
极端雪深 (cm)	3.7	5.8	8.6	12.3	16.1	18.3	21.1	24.9



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	-5.9℃
(2)冬季通风室外计算温度	历年最冷月月平均温度的平均值	-1.4℃
(3)冬季空气调节室外计算温度	累年平均每年不保证 1 天的日平均温度	-7.7℃
(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	66%
(5)夏季空气调节室外计算干球温度	累年平均每年不保证 50h 的干球球温度	34.0℃
(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	28.1℃
(7)夏季通风室外计算温度	历年最热月 14 时的月平均温度的平均值	31.2℃
(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	61%
(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	31.4℃

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	440.6	545.1	676.7	855.4	1034.0	1138.5	1270.1	1448.8
10min	360.6	446.2	553.9	700.2	846.4	932.0	1039.7	1186.0
15min	308.3	381.5	473.6	598.7	723.7	796.8	889.0	1014.0
20min	271.1	335.4	416.4	526.4	636.3	700.6	781.6	891.5
30min	221.0	273.5	339.5	429.2	518.8	571.2	637.3	726.9
45min	176.1	217.9	270.5	342.0	413.4	455.1	507.8	579.2
60min	148.2	183.3	227.6	287.7	347.8	383.0	427.3	487.4
90min	114.7	141.9	176.2	222.7	269.2	296.5	330.7	377.2
120min	95.0	117.5	145.9	184.4	222.9	245.4	273.8	312.3
150min	81.8	101.2	125.6	158.8	191.9	211.3	235.8	268.9
180min	72.3	89.4	111.0	140.3	169.6	186.7	208.3	237.6

## 1.5 灾害风险及影响评估

### 雷击灾害

对濮阳开发区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) 濮阳开发区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。根据闪电定位系统监测到的数据显示濮阳市产业集聚区历史地闪回击平均密度为  $0.83 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，依据濮阳市 1961-2006 年平均雷暴日数据计算，其雷击大地密度为  $2.1 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。建议在设计院防雷装置设计时，取  $2.1 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$  为设计依据。





(2) 该地雷电主要在夏季 5~8 两个月, 占全年雷电活动的 76%, 冬季较少, 只有个别年份冬季有闪电发生。02 时~06 时和 17 时~20 时是雷电活动的高发期。

(3) 濮阳开发区产业集聚区内所在企业的低压配电系统及信号系统 应安装 SPD, 总配电开关处、各层配电箱及重要设备配电箱或跨越防雷区的线路应设计安装 SPD。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。

### 暴雨灾害

濮阳市短时强降水主要集中在 1~2 小时, 故本报告认为持续 2 小时强降水可能对濮阳开发区产业集聚区造成明显不利影响。当 2 小时雨量超过 50 毫米, 可能对本项目所评估的濮阳开发区产业集聚区内企业造成影响, 因此以 2 小时雨量  $\geq 50$  毫米作为暴雨灾害事件, 并结合参考气象站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 0.62。按照表 C.1 给出的灾害风险可能性等级分值划分, 濮阳开发区产业集聚区暴雨灾害发生的可能性等级为 1 级, 即极可能发生。结合表 C.3, 确定暴雨灾害对濮阳市可能造成后果的等级为 2 级, 即暴雨灾害事件造成后果为严重等级。参照“表 C.4”, 濮阳市的暴雨风险分值为 2, 风险等级为极高风险。

### 大风灾害

结合历史大风记录, 考虑濮阳开发区产业集聚区属于黄河冲积平原、地势平坦、地面海拔多在 60 米以下的特点, 本报告认为当最大风速  $\geq 15.7\text{m/s}$ , 即易发生较严重大风灾害影响, 可能对本项目所评估的濮





阳开发区产业集聚区内企业造成影响，得出评估对象所在区域发生大风灾害事件的概率为 0.10。濮阳开发区产业集聚区所在区域大风灾害发生的





可能性等级为 2 级，即很可能发生。结合灾害事件造成后果分析等级划分，确定大风灾害对濮阳开发区产业集聚区可能造成后果的等级为 3 级。大风灾害发生的可能性等级和后果等级，风险等级分值为 6，此区域内大风风险为中等风险。

### 高温灾害

本报告认为当日最高气温 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ ，即发生中度或严重高温，可能对本项目所评估的产业聚集区内企业造成影响，因此以日最高气温 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 作为高温灾害事件，结合参证气象站日最高气温的概率分布函数，得出产业聚集区发生高温灾害事件的概率为 0.46。按照表 C.1 给出的灾害风险可能性等级分值划分，产业聚集区高温灾害发生的可能性等级为 2 级，即很可能发生。高温灾害对产业聚集区可能造成后果的等级为 3 级。综合产业聚集区高温灾害发生的可能性等级和后果等级，参照“表 C.4 灾害风险分级矩阵”，风险等级分值为 6，产业聚集区的高温风险为中等风险。

### 1.6 产业集聚区建设对局地气候可能产生的影响

由于濮阳产业集聚区路网建设、设施建设、商业用地不断扩大、城市新社区建设等，人类活动的增多，必然会改变原来的土地覆被情况，会使产业集聚区局地气候特点和生态环境发生变化。随着产业集聚区建设的不断推进，不透水面积持续扩大，对太阳辐射吸收导致地面增温效应更强。随着濮阳开发区产业集聚区建设用地面积增加，耕地和林地面积减少，导致产业集聚区蓄洪排涝能力下降、产业集聚区“热岛”、“雨岛”效应突出，需引起高度重视。

## 2 适用性分析及建议

本节基于濮阳开发区产业集聚区气候可行性论证区域整体评价结论，







并结合产业集聚区地理位置、产业规划等实际情况，给出产业集聚区不同开发阶段（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

在产业集聚区规划阶段，主要从产业集聚区整体布局的合理性、如何规避气象灾害高发区等角度出发，给出产业集聚区整体的规划建议。

表10.5 开发区规划设计阶段不同关注点的对策建议

阶段	关注点	对策及建议
规划 设计	产业园 内部布局	1、濮阳年最多风向为南风，不同季节主导风向以南风为主，同时北风的频率也不小，因此，产业集聚区内建筑物的布局应注意保留东北-西南向的通风廊道；同时，大气污染型单元布置在敏感区的东南-西北方位，影响相对较小。 2、对暴雨敏感度较高的产业建筑，应避免建在地势低洼的地区。地下仓库、停车场等也应做好干燥排水工作。建在低洼处的厂区需做好排水防洪措施，产品、重要设备仓库等需要建设在高处，以防造成损失。
	设计排水管网 建筑物荷载 暖通设计	在建设阶段，在设计排水管网、建筑物荷载、采暖通风等设计中需要用到相关的基本气象参数，可参考本报告第七章给出的暴雨强度公式、设计风速、设计雪压、最高和最低气温的推算，设计人员可根据设计需求，从报告推算值及规范推荐值中进行选取。
	规避本地气象 灾害	汛期暴雨日数较多，在规划和建设阶段需重点关注降水对排水管网及相关设施的要求；另外，不可忽视对雷电、大风、低温冰冻等高影响天气的防护。
	防雷设施	产业园内一般工业厂房及办公楼可以划分为三类防雷建筑物，易燃易爆场所则需根据具体的使用性质按设计标准划分防雷类别。建议可以在设计标准的基础上适当提高防侧击雷的要求，并安装 SPD，建立一套适用的防雷安全工作方案和防雷安全应急预案对所属防雷装置进行管理维护和发生雷击后的应急管理。





## 2.2 建设阶段

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



表10.6 开发区建设施工阶段不同关注点的对策建议

。 ， 。

## 2.3 运营阶段

在运营阶段，根据产业集聚区影响天气分析结果和产业集聚区实际，运营过程中更加注重对产业集聚区的气象防灾减灾。

表10.7 开发区运营阶段不同关注点的对策建议

阶段	高影响天气	影响	对策建议
----	-------	----	------





,

,

o

,

)





o





附录 A

濮阳开发区产业集聚区周边地区气象灾害调查

,

;

。



## 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：

$$\begin{aligned} a_{ij} &> 0; \\ a_{ji} &= \frac{1}{a_{ij}}; \\ a_{ii} &= 1. \end{aligned}$$

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

他的比较判断根据倒数关系可获得。另外，若判断矩阵 A 的所有元

素满足  $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ ，则称  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  为一致性矩阵。

## (3) 单一准则下元素相对权重的计算以及判断矩阵的一致性检验。 I. 权重的计算

判断矩阵 A 对应于最大特征值  $\lambda_{\max}$  的特征向量 W，经归一化后便得到同一层次相应因素对于上一层某因素相对重要性的权值。计算



判断矩阵最大特征根和对应特征向量，并不需要追求较高的精确度，

这是因为判断矩阵本身有相当的误差范围。而且优先排序的数值也是定性概念的表达，故从应用性来考虑也希望使用较为简单的近似算法。

## II. 一致性检验

完成单准则下权重向量的计算后，必须进行一致性检验。由于客观事物复杂性与人们认识多样性的存在，构造判断矩阵时，并不要求

判断具有严格的传递性和一致性，即不要求所有的 $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ 都成立，但判断矩阵应该满足大体上的一致性。例如，当 X 比 Y 极其重要且 Y 比 Z 极其重要时，如果得出 Z 又比 X 极其重要的判断，那么这种判断明显是不合理且违反常识的，判断矩阵的一致性偏离程度较大，可靠程度也就越低，因此必须要对判断矩阵的一致性进行检验，保证构造的判断矩阵具有较好的一致性，其一般步骤如下：

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

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

其中， $\lambda_{\max}$  为判断矩阵 A 的最大特征根。

ii 查找平均随机一致性指标 R.I(Random Index)

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

表1

矩阵阶数	R.I
1	0
2	0
3	0.52
4	0.89
5	1.12
6	1.26
7	1.36
8	1.41
9	1.46

矩阵阶数	R.I
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

对产业集聚区的雷击安全现状评估采用层次分析法(AHP), 评估指标体系是区域雷击风险评估的基础, 参照其他行业风险评估体系, 结合雷电风险源, 构建三层层次结构模型。主要从评估区域的雷电风险环境、地域风险环境和承灾体风险三个方面入手, 形成一级指标。一级指标是雷击风险的最主要影响因素, 根据一级指标的属性, 设有二级指标, 二级指标可设三级指标。基于层次化原则, 综合考虑雷击风险因子, 区域雷击风险评估的层次结构模型如图 1:

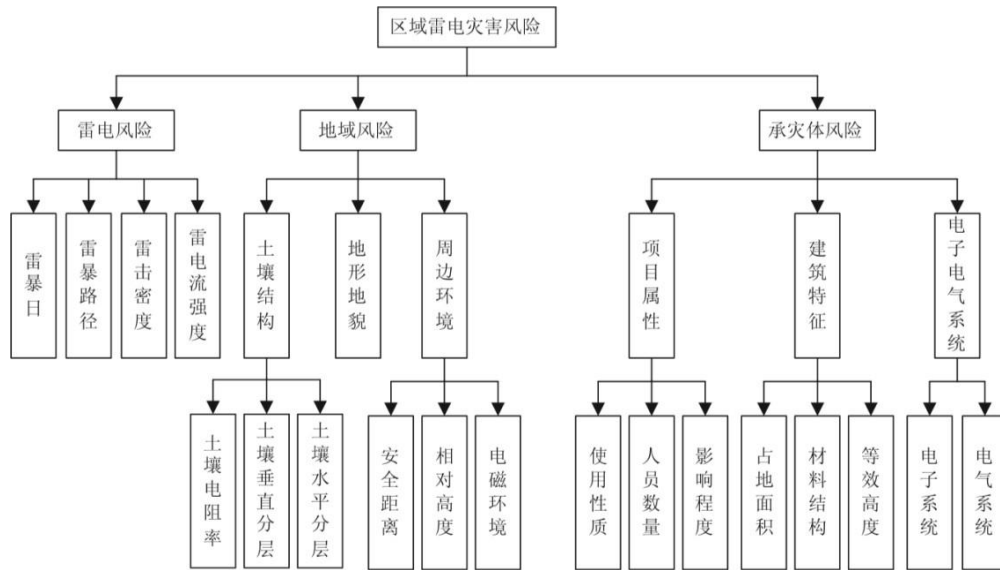


图1 层次分析模型

## (6) 指标参量的权重分析

各指标权重计算如下：

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 $w$	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	$\lambda_{\max}=3$

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
材料结构	1/3	1	1/3	0.143	CI=0 RI=0.52 CR=0<0.1
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
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

□  $m_1$

□  $B_1 =$

=

b) 地域风险的隶属度

土壤结构隶属度:  $b_1 =$

地形地貌隶属度:  $b_2 =$

周边环境隶属度:  $b_3 =$

地域风险隶属度:

c) 承灾体风险隶属度

项目属性隶属度:  $b_1 =$

建筑特性隶属度:  $b_2 =$

电子电气系统隶属度:  $b_3 =$

承灾体风险隶属度:

d) 隶属度矩阵

(9) 综合评价矩阵  $B$  的计算

(10) 区域雷电综合评价等级计算

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程度分为“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