

FEASIBILITY  
STUDY REPORT

2024

# 项城市先进制造业开发区 区域性气候可行性论证报告

二〇二四年十月

# 项城市先进制造业开发区 区域性气候可行性论证报告

河南省现代防雷有限公司

二〇二四年八月





项目名称：项城市先进制造业开发区  
区域性气候可行性论证报告

委托单位：项城市气象局

承担单位：河南省现代防雷有限公司



编写人员：  
吕建菲（高级工程师）  
冯国威（工程师）  
杨琳琳（工程师）  
张潇（工程师）  
任锋（工程师）  
郑华杰（技术员）

审定人：申展（高级工程师）

批准人：蒋超（工程师）

2017

# 说 明

1. 《项城市先进制造业开发区区域性气候可行性论证报告》（简称本报告）是河南省现代防雷有限公司受项城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现代防雷有限公司所有。
2. 本报告中的所有气象资料及相关资料仅限于本论证区域使用，论证结论仅限于论证区域内所有符合规划的入驻项目（但不包括特殊工程和交通、水利、能源等领域的重大工程）使用。
3. 本报告中提出的气象防灾减灾措施和对策建议，可供论证区域的整体规划、建设项目的规划设计及运营维护参考使用。
4. 本报告中的结论是基于标准气象观测资料、闪电定位资料等多源数据按照国家或行业相关技术规范统计分析得出，超出规定值的气象灾害风险是存在的。
5. 本报告有效期 10 年，其间若出现重大气象灾害并造成严重影响，须重新开展区域性气候可行性论证。
6. 本报告有承担单位盖章方有效。对本报告若有异议，应于收到本报告之日起 15 个工作日内向承担单位提出。

河南省现代防雷有限公司

2024年8月





## 目录

<b>第一章 项目概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目概况.....	1
1.2 开发区基本情况.....	1
1.2.1 地形和气候特征.....	1
1.2.2 开发区现状.....	2
1.2.3 开发区的发展定位.....	6
1.2.4 开发区的发展目标.....	7
1.2.5 开发区的空间布局.....	8
1.3 调研及气象敏感度调查结果.....	10
<b>第二章 论证目的及原则</b> .....	<b>11</b>
2.1 论证目的.....	11
2.2 编制依据.....	11
2.2.1 政策法规.....	12
2.2.2 标准规范.....	15
2.3 计量单位与专业术语.....	16
2.3.1 计量单位.....	16
2.3.2 专业术语.....	17
<b>第三章 资料说明</b> .....	<b>20</b>
3.1 资料内容和来源.....	20
3.2 资料质量控制.....	21
3.3 参证气象站选取及三性分析.....	22
3.3.1 气象站背景与观测沿革.....	23
3.3.2 三性分析.....	29
3.3.3 拟选国家气象观测站与省级气象观测站对比分析.....	39
3.3.4 参证站的确定.....	41
<b>第四章 影响本区域天气气候系统</b> .....	<b>43</b>
4.1 概述.....	43
4.2 北半球大气环流特征.....	43
4.3 欧亚地区大气环流背景场分析.....	45
4.4 不同季节影响项城市的主要天气系统.....	50
4.4.1 西太平洋副热带高压.....	50
4.4.2 低空低涡.....	51
4.4.3 高空冷涡.....	51
4.4.4 低空急流.....	51
4.4.5 台风.....	52
4.5 小结.....	52

<b>第五章 主要气候特征分析 .....</b>	<b>53</b>
5.1 气候背景 .....	53
5.2 气压 .....	54
5.2.1 年际变化 .....	54
5.2.2 月际变化 .....	56
5.2.3 日变化 .....	57
5.3 气温 .....	58
5.3.1 年际变化 .....	58
5.3.2 月际变化 .....	60
5.3.3 日变化 .....	61
5.4 降水 .....	62
5.4.1 降水量年际变化 .....	62
5.4.2 月际变化 .....	62
5.4.3 降水日数 .....	63
5.5 风向风速 .....	64
5.5.1 年际变化 .....	64
5.5.2 月际变化 .....	66
5.5.3 日变化 .....	67
5.5.4 风向频率 .....	67
5.6 相对湿度 .....	69
5.6.1 年际变化 .....	69
5.6.2 月际变化 .....	70
5.6.3 日变化 .....	70
5.7 日照 .....	71
5.7.1 年际变化 .....	71
5.7.2 月际变化 .....	71
5.8 地面温度 .....	72
5.8.1 年际变化 .....	72
5.8.2 月际变化 .....	74
5.8.3 日变化 .....	75
<b>第六章 高影响天气分析 .....</b>	<b>77</b>
6.1 暴雨 .....	77
6.2 雷暴 .....	80
6.3 地闪 .....	81
6.3.1 年变化特征 .....	81
6.3.2 月变化特征 .....	82
6.3.3 日变化特征 .....	83
6.4 大风 .....	84

6.5 积雪 .....	84
6.6 高温 .....	85
6.7 低温 .....	86
6.8 交通运营不利天数分析 .....	87
6.8.1 年变化特征 .....	87
6.8.2 月变化特征 .....	88
<b>第七章 关键气象参数分析与推算 .....</b>	<b>90</b>
7.1 风速设计基准值 .....	90
7.1.1 设计风速计算 .....	92
7.1.2 基本风压 .....	92
7.2 基本雪压 .....	93
7.2.1 积雪密度的估算 .....	93
7.2.2 年最大积雪深度的概率估算 .....	94
7.2.3 设计雪压的估算 .....	95
7.3 基本气温 .....	96
7.4 排水设计气象参数 .....	97
7.4.1 不同历时不同重现期暴雨强度 .....	97
7.4.2 不同历时不同重现期降水量 .....	98
7.4.3 暴雨强度公式适应范围 .....	98
7.5 重现期极值 .....	100
7.5.1 最大日降水 .....	100
7.5.2 极端高温 .....	101
7.5.3 极端低温 .....	101
<b>第八章 气象灾害风险评估 .....</b>	<b>103</b>
8.1 暴雨致灾危险性评估 .....	103
8.1.1 暴雨灾害风险源与隐患分析 .....	103
8.1.2 暴雨致灾因子危险性 .....	104
8.1.3 暴雨灾害防范建议 .....	105
8.2 雷电灾害风险评估 .....	106
8.2.1 地闪密度分析 .....	106
8.2.2 雷暴路径分析 .....	108
8.2.3 雷电流强度分析 .....	109
8.2.4 雷击风险等级 .....	109
8.2.5 雷击防护建议 .....	109
8.3 大风致灾危险性评估 .....	110
8.3.1 大风灾害风险源与隐患分析 .....	110
8.3.2 大风致灾因子危险性 .....	111
8.3.3 大风灾害防范建议 .....	112

8.4 高温致灾危险性评估 .....	113
8.4.1 高温灾害风险源与隐患分析 .....	113
8.4.2 高温致灾因子危险性 .....	114
8.4.3 高温灾害防范建议 .....	115
8.5 低温冰冻致灾危险性评估 .....	116
8.5.1 低温冰冻灾害风险源与隐患分析 .....	116
8.5.2 低温致灾因子危险性 .....	116
8.5.3 低温冰冻灾害防范建议 .....	117
<b>第九章 结论和建议 .....</b>	<b>119</b>
9.1 主要结论 .....	119
9.1.1 大气环流特征 .....	119
9.1.2 开发区气候背景 .....	119
9.1.3 高影响天气 .....	120
9.1.4 关键气象参数推算结果 .....	121
9.1.5 灾害风险及影响评估 .....	122
9.1.6 交通运营不利日数 .....	125
9.2 主要建议 .....	126
9.2.1 规划阶段 .....	126
9.2.2 建设阶段 .....	126
9.2.3 运营阶段 .....	129
9.3 适用性分析及关注重点 .....	132
9.3.1 适用性分析 .....	132
9.3.2 关注重点 .....	132
<b>附录 A 项城市先进制造业开发区周边地区气象灾害调查 .....</b>	<b>134</b>
<b>附录 B 指标参数的权重和隶属度计算 .....</b>	<b>138</b>
<b>附录 C 天气、气候名词解释 .....</b>	<b>144</b>
<b>附录 D 专家评审意见 .....</b>	<b>145</b>

# 第一章 项目概述

## 1.1 项目概况

为落实河南省人民政府办公厅《关于实施工程建设项目区域评估的指导意见》（豫政办〔2019〕10号），项城市气象局根据项城市先进制造业开发区的性质、定位、区位，委托河南省现代防雷有限公司开展区域性气候可行性论证分析工作。

在接受委托后，河南省现代防雷有限公司立即成立编制工作组，搜集了项城市先进制造业开发区周边相关气象资料，并进行现场调查，按照开发区的性质、规模、建设内容、发展规划等要求确定气候可行性论证的重点、范围、技术路线等，形成工作方案。在此基础上，按照中国气象局《区域性气候可行性论证技术指南》（气预函〔2019〕42号）的要求制作了该项目的编制大纲，并完成本报告。

## 1.2 开发区基本情况

### 1.2.1 地形和气候特征

项城市隶属河南省周口市，位于河南省东南部，介于东经 $114^{\circ}21'$ — $115^{\circ}40'$ ，北纬 $33^{\circ}03'$ — $33^{\circ}30'$ 之间。西邻上蔡县、商水县，东连沈丘县，北与淮阳区隔河相望，南与平舆县接壤，东南与安徽临泉县毗邻。南北长49.5千米，东西宽35.25千米，总面积1086.3平方千米。项城市地处古生代以后黄淮冲积平原的过渡带，西依秦岭余脉，故而西北偏高，东南倾斜。海拔34~37米，局部最高海拔45米。

由于长时期河流的交互沉淀，及历次黄河南泛冲积的影响，地面形成“岗洼相间”、“坡洼多，岗埠少”的特点，呈大平小不平微地貌特征。

项城市属亚热带向暖温带过渡区，为暖温带季风型大陆性气候。气候冷暖适中，兼有南北之长，高温期与多雨期一致，能满足多种植物栽培和生长的需要。项城市四季分明，且各具特色：春温多变，雨水充沛；夏热多雨，暴雨常现；秋凉晴和，降水适中；冬长寒短，雨雪并降。

### 1.2.2 开发区现状

**生物医药产业方面。**全市拥有 5 家制药企业，乐普药业、康达制药均为上市公司。同时开发区拥有国家中、西药批准文号 276 个，国家三类新药 11 个，中药保护品种 3 个，独家品种 3 个，国家专利产品 9 个，正在申报国家二类新药 1 个、三类新药 6 个，已批准临床国家新药产品 8 个。

**食品加工产业方面。**发挥莲花健康的龙头带动作用，抢抓司法重整机遇，实施退城入园，改造升级，带动三利食品、中恒食品、鑫阳食品等一批食品项目集聚，产业规模和效益逐渐壮大。2022 年，食品产业实现工业总产值 33.04 亿元，占比 20.8%。

**纺织服装产业方面。**开发区立足劳保、标志服产业规模大、从业人员多，生产分散的特点，推进“企业产业园”新模式，中国（项城）医护服产业示范园项目已顺利开工，项目建成投产后，有利于服装类中小企业向先进制造业开发区集中，进一步形成合力，提升核心竞争

力，打造中国（项城）医护服装产业基地、河南高档职业装生产基地、中国医护服产业名城。2022年，纺织服装实现工业总产值48.59亿元，占比30.6%。

工业用地主要集中在中心城区的中部和南部，行政办公、教育科研等用地主要集中在东方大道和平安大道两侧。现状园区内的企业主要有生物医药、食品加工、纺织服装产业等企业。其中，中心城区片区范围内主要包含以乐普药业、康达药业龙头、蓝天药业为主的生物医药产业，以莲花味精为主的食品加工产业，以凯森制衣为主的纺织服装产业。郑郭镇片区范围内仅有豪鑫金属回收有限公司一家企业。目前园区范围内基本形成以生物医药、食品加工、纺织服装为主的产业发展格局。虽然项城市先进制造业开发区具有很强的市场区位优势、资源优势和产业基础优势，但在以下六个方面仍然存在短板：

### **（1）总体发展水平有待提升**

项城市先进制造业开发区从固定资产投资和人均营业收入、人均固定资产投资来看，项城市先进制造业开发区平均水平低于河南省平均水平，总量规模和人均水平均有待提升。从亩均收益来看，开发区的建成区亩均税收、亩均营业收入等低于周口市平均水平，面临“标兵渐行渐远、追兵越来越近”严峻局面，实现晋位赶超、弯道超车的难度较大。

### **（2）资源环境约束明显**

开发区的土地供给、资金获取、人力资源等要素获取难度越来越大，土地开发利用存在空间不足与开发建设缓慢并存，环境容量不足

制约部分项目受纳能力。

### (3) 龙头带动效果不明显

项城市规模较大的食品类企业只有莲花健康和润粮油等企业，大企业少，带动能力不强。

### (4) 产业链水平有待提升

目前项城市食品工业总量不大，企业规模小，原材料加工转化率低，由于生产技术和装备水平薄弱，极大地限制了食品安全体系的建设 and 落实，影响了产业链水平的整体提升。



图 1.1 项城市先进制造业开发区区位分析图

项城市先进制造业开发区的四至范围依据《河南省人民政府办公厅关于公布河南省开发区四至边界范围的通知豫政办〔2023〕26号》中规划建设用地范围进行规划。项城市先进制造业开发区空间上分为2个片区，总规模1187.64公顷。

中心城区片区规划面积 1101.27 公顷，具体范围为：东至东环路，南至纬十路，西至车站路，北至滨河路。中心城区片区在产业布局上主要以生物医药产业、食品加工产业、纺织服装产业、现代物流产业、配套服务为主。

郑郭镇片区规划面积 86.37 公顷，具体范围为：东至 012 县道，南至县武装部打靶场，西至王井村南采矿用地，北至郑郭镇镇界。郑郭镇片区在产业布局上主要以静脉产业为主。

规划建设用地由公共管理与公共服务用地、商业服务业用地、工业用地、物流仓储用地、交通运输用地、公用设施用地、绿地与开敞空间场用地八大类用地组成。结合园区的功能要求和产业布局，本着统筹兼顾、综合协调的原则确定了“一带、一心、三区、四轴”的空间结构。

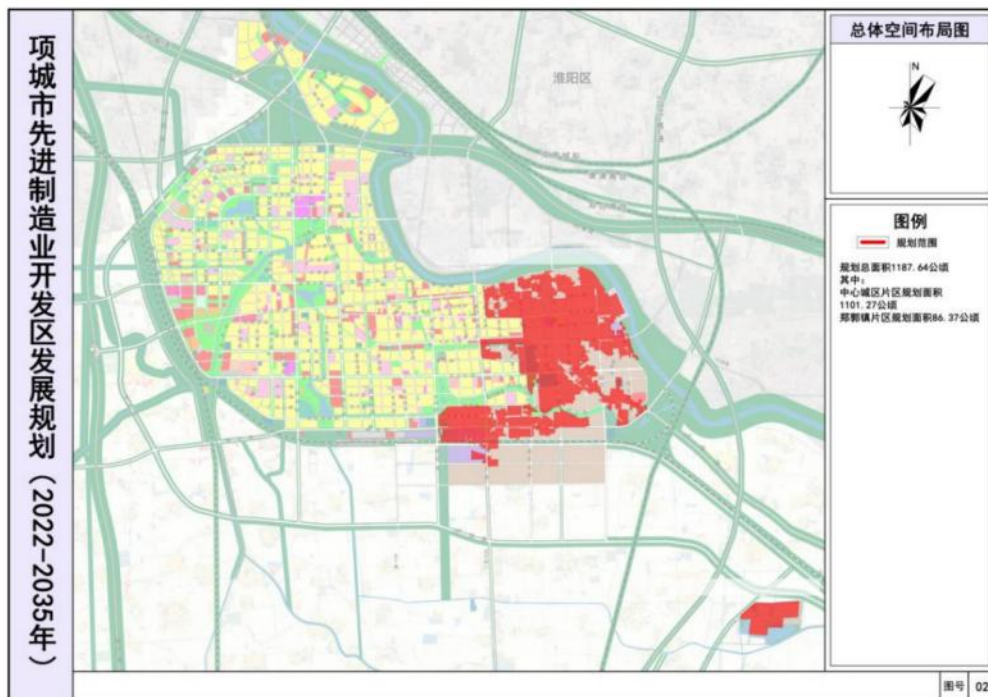


图 1.2 项城市先进制造业开发区总体空间布局图

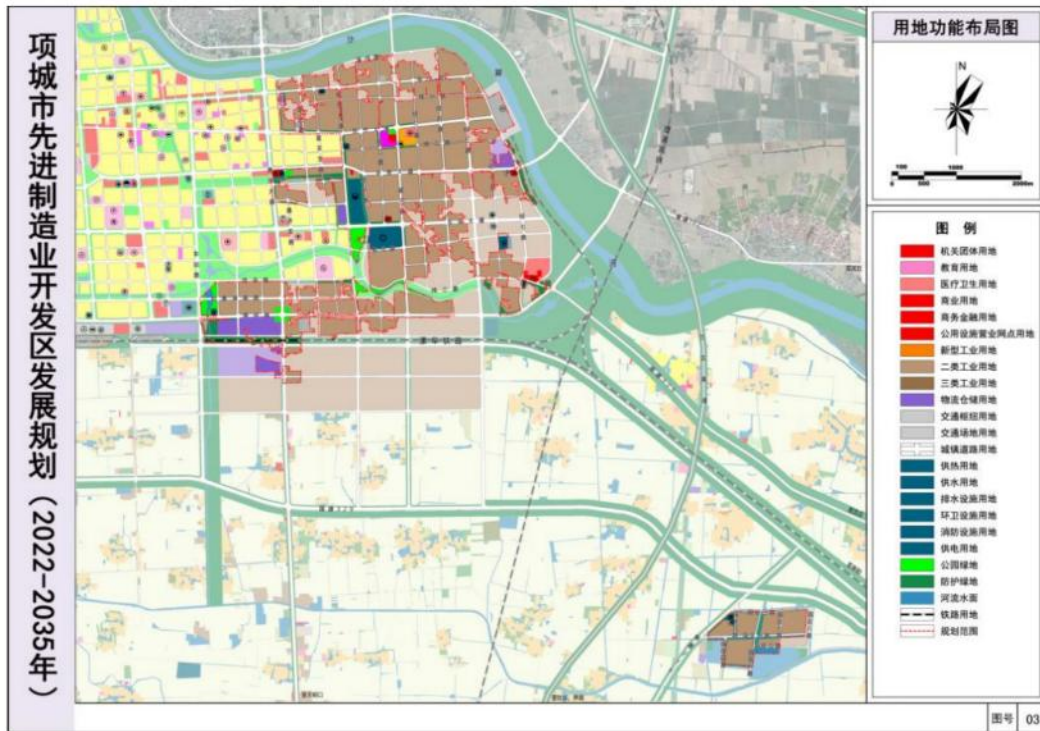


图 1.3 项城市先进制造业开发区用地功能布局图

### 1.2.3 开发区的发展定位

根据国家和河南省、周口市有关产业发展的政策，结合目前开发区的产业发展现状及发展趋势，确定规划期内开发区的发展定位为：**河南职业装生产基地和中国医护服产业名城；全国调味品及脱水蔬菜生产基地；河南省具有影响力的高端生物医药生产基地。**

**（1）河南职业装生产基地和中国医护服产业名城：**牢牢抓住医疗防护用品战略资源属性增强的历史机遇，延伸产业链、提升价值链、融通供应链，加快形成以标志服为核心，打造河南职业装生产基地、中国医护服产业名城。

**（2）全国调味品及脱水蔬菜生产基地：**对接晨光生物、海天味业、可口可乐等重点企业，突出特色调味品深加工，以白芝麻、脱水蔬菜、预制食品加工为主攻方向，延伸产业链条，壮大产业规模；通过加强与中国农科院农产品加工研究所、北京工商大学、江南大学等

科研院所战略合作，建立莲花健康博士后工作站，设立国际级技术研发中心，攻克人造肉调香调味、酶解法研制植物级风味牛肉、EHVP在复合调味料中的应用等技术，开发高附加值产品和调味品的新功能、新用途，做精做强调味品产业链，打造全国调味品及脱水蔬菜生产基地。

**(3) 河南省具有影响力的高端生物医药生产基地：**依托项城市医药产业优势，做大、做强高端生物医药产业，进一步壮大新型生物药剂，配套发展医疗大健康产业和传统生物医药产业，建设打造河南省具有影响力的高端生物医药生产基地。

#### 1.2.4 开发区的发展目标

到 2025 年，开发区综合发展水平大幅提升，产业结构明显优化，集聚效应充分显现，创新能力明显增强，土地利用更加集约，绿色发展成效显著，产城融合取得积极进展，对经济发展的支撑作用更加突出。先进制造业开发区实现营业收入 610 亿元，其中纺织服装营业务收入达到 260 亿元，食品加工主营业务收入达到 200 亿元，生物医药营业务收入达到 150 亿元。产业整体效益明显提升，工业企业每百元主营业务收入成本明显下降，开发区内工业用地亩均税收达到 14 万元。

到 2035 年，开发区引领项城市经济高质量发展的引擎作用进一步凸显，创新驱动发展战略充分实施，现代产业体系率先建成，形成一批国际先进、行业领先的产业集群，体制机制更加高效完善，对外开放和绿色循环低碳发展模式更加成熟，国际一流营商环境全面建成。

### 1.2.5 开发区的空间布局

园区的规划建设用地以公共管理与公共服务用地、商业服务业用地、工业用地、物流仓储用地、交通运输用地、公用设施用地、绿地和开敞空间用地、陆地水域八大类用地组成。

#### (1) 公共管理与公共服务用地与商业服务业用地

规划机关团体用地 4.00 公顷，占总用地比例为 0.34%，位于经二路与纬二路交汇处的东北侧；规划教育用地 1.36 公顷，占总用地比例为 0.11%，位于颍河路与纬二路交汇处的东北侧；规划医疗卫生用地 2.55 公顷，占总用地比例为 0.21%，位于东方大道与经三路交汇处的西南侧。

#### (2) 商业服务业用地

规划商业用地 4.33 公顷，占总用地比例为 0.36%；规划商务金融用地 1.76 公顷，占总用地比例为 0.15%；规划公用设施营业网点用地 1.63 公顷，占总用地比例为 0.14%。

#### (3) 工业用地

规划新型工业用地 4.34 公顷，占总用地比例为 0.37%，主要位于东方大道与颍河路交汇处的东北侧；规划二类工业用地 713.01 公顷，占总用地比例为 60.04%，主要位于中心城区片区；规划三类工业用地 70.59 公顷，占总用地比例为 5.94%，主要位于郑郭镇片区。

#### (4) 物流仓储用地

规划物流仓储用地 42.21 公顷，占总用地比例为 3.55%。

#### (5) 交通运输用地

规划铁路用地 6.23 公顷，占总用地比例为 0.52%；规划港口码头用地 13.28 公顷，占总用地比例为 1.12%；规划城镇道路用地 189.71

公顷，占总用地比例为 15.97%；规划交通场站用地 4.99 公顷，占总用地比例为 0.42%。

### （6）公用设施用地

规划公园绿地 23.85 公顷，主要为位于河道和路侧的绿化带，占总用地比例为 2.01%；规划防护绿地 56.39 公顷，主要为位于交通干线两侧的隔离带，占总用地比例为 4.75%。

### （7）绿地与开敞空间用地

规划公园绿地 23.85 公顷，主要为位于河道和路侧的绿化带，占总用地比例为 2.01%；规划防护绿地 56.39 公顷，主要为位于交通干线两侧的隔离带，占总用地比例为 4.75%。

### （8）陆地水域

规划陆地水域 10.68 公顷，占总用地比例为 0.90%。

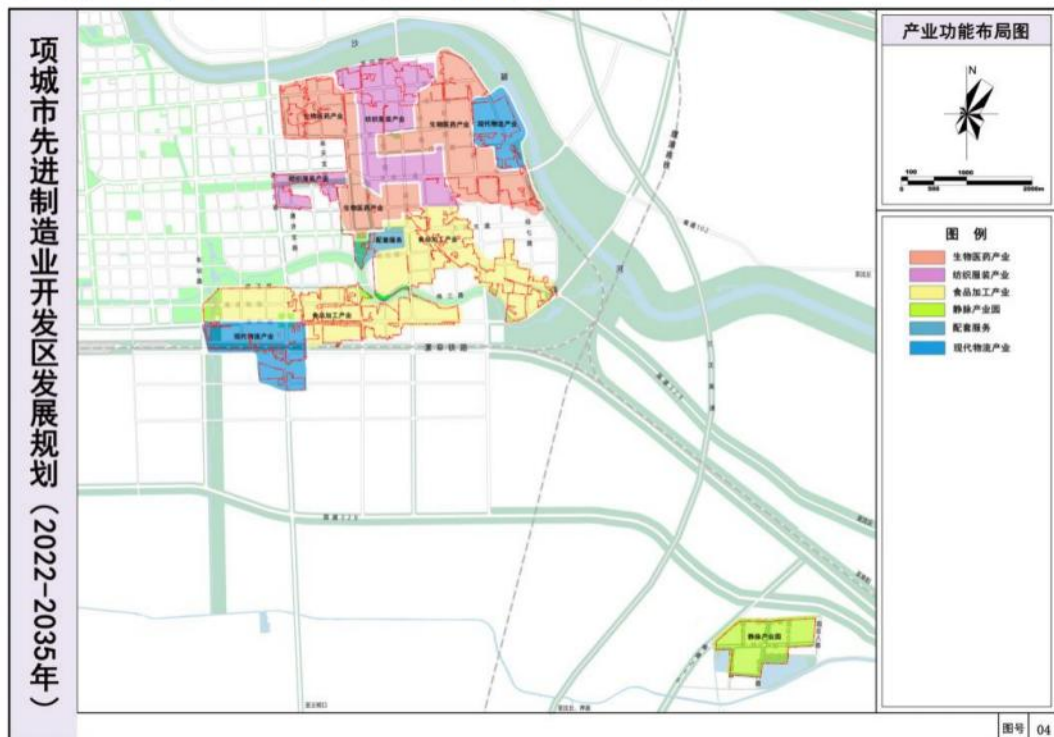


图 1.5 项城市先进制造业开发区产业功能布局图

### 1.3 调研及气象敏感度调查结果

在对开发区进行气候可行性论证前，深入现场调研了项城市先进制造业开发区重点企业、人员密集场所、公共基础设施等，了解气象要素对企业生产存在的影响，为区域气候可行性论证提供依据。通过实地调研和现场调查开发区规划建设场地，与入驻企业座谈讨论，明确企业对气候可行性论证的具体需求和关注点，针对受气候条件、气象灾害影响明显的生产工艺流程、原料产品性质开展重点调研。按不同类别选择部分代表性企业开展调查，主要针对开发区边界范围、开发区入驻企业受到的气象灾害及损失情况、开发区公共设施情况及生态环境，了解分析周边地区发生气象灾害或次生灾害对规划区域的可能影响。调查主要针对暴雨、大风、积雪、雷电、高温、低温冰冻、冰雹、雾霾等 8 种高影响天气进行，发现调查企业对暴雨、雷电、大风、积雪和高温等高影响天气较为敏感。

## 第二章 论证目的及原则

### 2.1 论证目的

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

本报告以项城市先进制造业开发区周边国家气象观测站以及省级气象观测站等观测资料为基础，结合历史灾情资料和调查调研情况，对项城市先进制造业开发区所在区域的气候条件开展论证分析工作，并从气象防灾减灾、灾害风险防御、气候资源利用的角度对发开区规划、建设给出科学的指导建议。

### 2.2 编制依据

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

产业集聚区、高新技术产业开发区、经济技术开发区等集聚区、功能区，统一组织对区内土地勘测、气候可行性等事项进行梳理，建立区域评估清单，分类推进相关评估工作；到 2020 年 12 月底，基本建成政府买单、企业共享评估成果的区域评估制度框架和管理体系；2021 年全面实施。2020 年河南省人民政府关于加快推进气象强省建设的意见要求，加强城市气象灾害风险防范，加强区域性建设、重大规划和重点工程项目气候可行性论证工作。2021 年河南省人民政府办公厅关于印发河南省“十四五”气象事业发展规划的通知要求，推进气候适应性城市建设，细化气候可行性论证项目指导目录，加强国土空间规划、区域发展规划及重大工程项目气候可行性论证，科学评估其气象灾害风险防御能力，定期开展评估和绩效考核。2022 年河南省人民政府办公厅关于印发河南省气象防灾减灾能力提升方案（2022—2025 年）的通知要求，加强气象灾害风险防范，各地要定期修编城市暴雨强度公式，开展重大规划、重点工程项目气候可行性论证，保障重大工程建设。

### 2.2.1 政策法规

- (1) 《中华人民共和国气象法》（2016 年 11 月 7 日修正版）
- (2) 《气象灾害防御条例》（中华人民共和国国务院令 第 570 号，2017 年 10 月 7 日中华人民共和国国务院令 第 687 号《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订）
- (3) 《河南省气象条例》（2004 年 11 月 26 日修正版，2021 年 5 月 28 日河南省第十三届人民代表大会常务委员会第二十四次会议第二次修改）

(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, 2020 年 6 月 3 日河南省第十三届人民代表大会常务委员会第十八次会议修正)

(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》(豫工程改革办〔2019〕2号)

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

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

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

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

(21)《河南省人民政府关于加快推进气象强省建设的意见》(豫政〔2020〕41号)

(22)《河南省人民政府办公厅关于印发河南省“十四五”气象事业发展规划的通知》(豫政办〔2021〕82号)

(23)《河南省人民政府办公厅关于印发河南省气象防灾减灾能力提升方案(2022—2025年)的通知》(豫政办〔2022〕59号)

(24)《河南省人民政府关于加快推进气象高质量发展的意见的通知》(豫政〔2023〕31号)

### 2.2.2 标准规范

- (1) GB/T 37529—2019 城市总体规划气候可行性论证技术
- (2) GB 50009—2012 建筑结构荷载规范
- (3) GB 50014—2021 室外排水设计标准
- (4) GB 50019—2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- (5) GB 50057—2019 建筑物防雷设计规范
- (6) DL/T 5158—2021 电力工程气象勘测技术规程
- (7) JTG/TD 60—01—2018 公路桥梁抗风设计规范
- (8) QX/T 469—2018 气候可行性论证规范 总则
- (9) QX/T 423—2018 气候可行性论证规范报告编制
- (10) QX/T 426—2018 气候可行性论证规范资料收集
- (11) QX/T 449—2018 气候可行性论证规范现场观测
- (12) QX/T 457—2018 气候可行性论证规范气象观测资料处理
- (13) QX/T 438—2018 气候可行性论证规范城市通风廊道
- (14) QX/T 436—2018 气候可行性论证规范：抗风参数计算
- (15) QX/T 529—2019 气候可行性论证规范极值概率统计分析
- (16) 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
- (17) QX/T 118—2020 地面气象观测资料质量控制
- (18) QX/T 452—2018 基本气象资料和产品提供规范
- (19) QX/T 85—2018 雷电灾害风险评估技术规范
- (20) QX/T 393—2017 冷空气过程监测指标

- (21) 城市热岛效应评估技术指南（第 1 版）
- (22) 城市排水工程设计—暴雨强度公式编制技术指南（第 1 版）
- (23) 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）
- (24) 工程项目采暖通风和空气调节气象参数计算（第 1 版）
- (25) 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）
- (26) 输电线路抗冰设计气候可行性论证技术指南（第 1 版）
- (27) 中国气象局，地面气象观测规范气象出版社 2003

## 2.3 计量单位与专业术语

### 2.3.1 计量单位

详见表 2.1。

表 2.1 报告涉及的计量单位

序号	类别	单位
1	时间	年 a、天 d、小时 h、分钟 min
2	长度	千米（公里）km、米 m、厘米 cm、毫米 mm
3	面积	平方米 m <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>

序号	类别	单位
9	流量	立方米/秒 $m^3/s$
10	变率	摄氏度/10年 $^{\circ}C/10a$ 、米/秒/10年 $m/s/10a$ 、天/10年 $d/10a$ 、百分比/10年 $\%/10a$
11	密度	克/立方厘米 $g/cm^3$ 、吨/立方米 $t/m^3$
12	强度	毫米/分钟 $mm/min$ 、升/秒/公顷 $l/s/hm^2$ 、次/平方公里/年次 $/km^2/a$
13	压强	百帕 $hPa$ 、千牛/平方米 $kN/m^2$
14	电流	千安 $kA$
15	电阻率	欧姆·米 $\Omega \cdot m$
16	功率	千瓦 $kW$
17	陡度	千安/微秒 $kA/\mu s$

### 2.3.2 专业术语

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

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

(3) E、N：分别代表东经、北纬。

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

(5) 累年：指建站以来所有年份。

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

(7) 重现期：某一事件重复出现的平均间隔时间。

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

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

(13) 日最大降水量：指一年中出现的一日最大降水量。

(14) 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、1440 min。

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

(16) 雷电灾害风险评估：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。

(17) 地闪密度：单位面积、单位时间的平均地闪次数。

(18) 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。

(19) 大风：瞬时风速达到或超过 17.2 米/秒的风。

(20) 最大风速：给定时段内的 10 min 平均风速的最大值。

(21) 极大风速，给定时段内的瞬时风速的最大值。

(22) 连阴雨：5 天及以上的连阴雨过程。

(23) 高温：日最高气温大于或等于 35 °C。

(24) 低温：日最低气温小于或等于 0 °C。

(25) 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。

(26) 指数分布：即 ExponentialDistribution（简记 ED）。

(27) 皮尔逊-III 型分布：即 Pearson-IIIDistribution（简记 P-III）。

(28) 极值I型分布：本报告包括耿贝尔法，即 GumbelDistribution（简记 GD），矩法参数估计法 MomentParameterEstimation（简记 MPE）。

## 第三章 资料说明

### 3.1 资料内容和来源

报告中使用的资料涉及 6 类：

(1) 地面气象站资料：包括国家气象观测站和省级气象观测站资料，来源于河南省气象探测数据中心。国家气象观测站资料主要用于参证站的选取、气候背景分析、高影响天气分析、关键气象参数分析及推算、气象灾害风险评估等，涉及气压、气温、降水、风、相对湿度、日照、雷暴、冰雹、龙卷、雾、结冰、积雪等气象要素及天气现象。省级气象观测站资料主要用于参证站的选取及暴雨强度公式的推算。

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

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

(4) 闪电定位仪资料：河南省二维闪电定位资料主要用于关键气象参数分析中的雷击风险评估和高影响天气中的闪电分析。闪电地闪分析资料来源于河南省 ADTD 闪电定位仪雷电监测定位系统，该系统由 19 个探测子站（林州、焦作、卫辉、濮阳、澠池、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)与开发区气候可行性论证区域整体评价相关的规划、气象灾害敏感度调查表等资料:由委托单位提供,主要用于论证结果制图展示等。

表 3.1 报告使用资料一览表

项目	要素	资料时段
国家级自动气象站	气压、气温、降水、风、相对湿度、日照、雷暴、冰雹、雾等	1957—2023年
省级常规自动气象站	气温、降水、风	2019—2023年
气象灾害资料	暴雨、大风、高温、寒潮、冰雹等	1957—2023年
闪电定位资料	ADTD 闪电定位仪雷电实时资料	2014—2023年
再分析资料	高度场、风场	1991—2020年
开发区相关资料	规划、气象灾害敏感度调查表等	

### 3.2 资料质量控制

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

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

**气候极值检查:**气候极值检查是检查各要素是否超过历史上出现

过的最大值和最小值。

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

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

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

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

### 3.3 参证气象站选取及三性分析

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

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

(2) 参证气象站应与规划和建设项目区域处于同一气候区，下

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

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

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

### 3.3.1 气象站背景与观测沿革

项城市先进制造业开发区空间上分为 2 个片区，北部的是中心城区片区，南部的是郑郭镇片区。以项城市先进制造业开发区为中心，方圆 30km 的范围内选择距离开发区较近的项城、沈丘、郸城三个国家级气象观测站，分别与中心城区东北侧的豆门省级气象观测站的气象资料进行对比分析。豆门站建于 2018 年，为 5 要素站，海拔高度 42m，是位于项城市先进制造业开发区附近的资料较全且较连续的省级气象观测站，且观测资料已通过中国气象局考核，因此，选取豆门站代表开发区的气象环境。将拟选的三个国家站分别与开发区附近的省级气象观测站豆门站的 2023 年气象资料进行对比分析，进行参证站的选取。

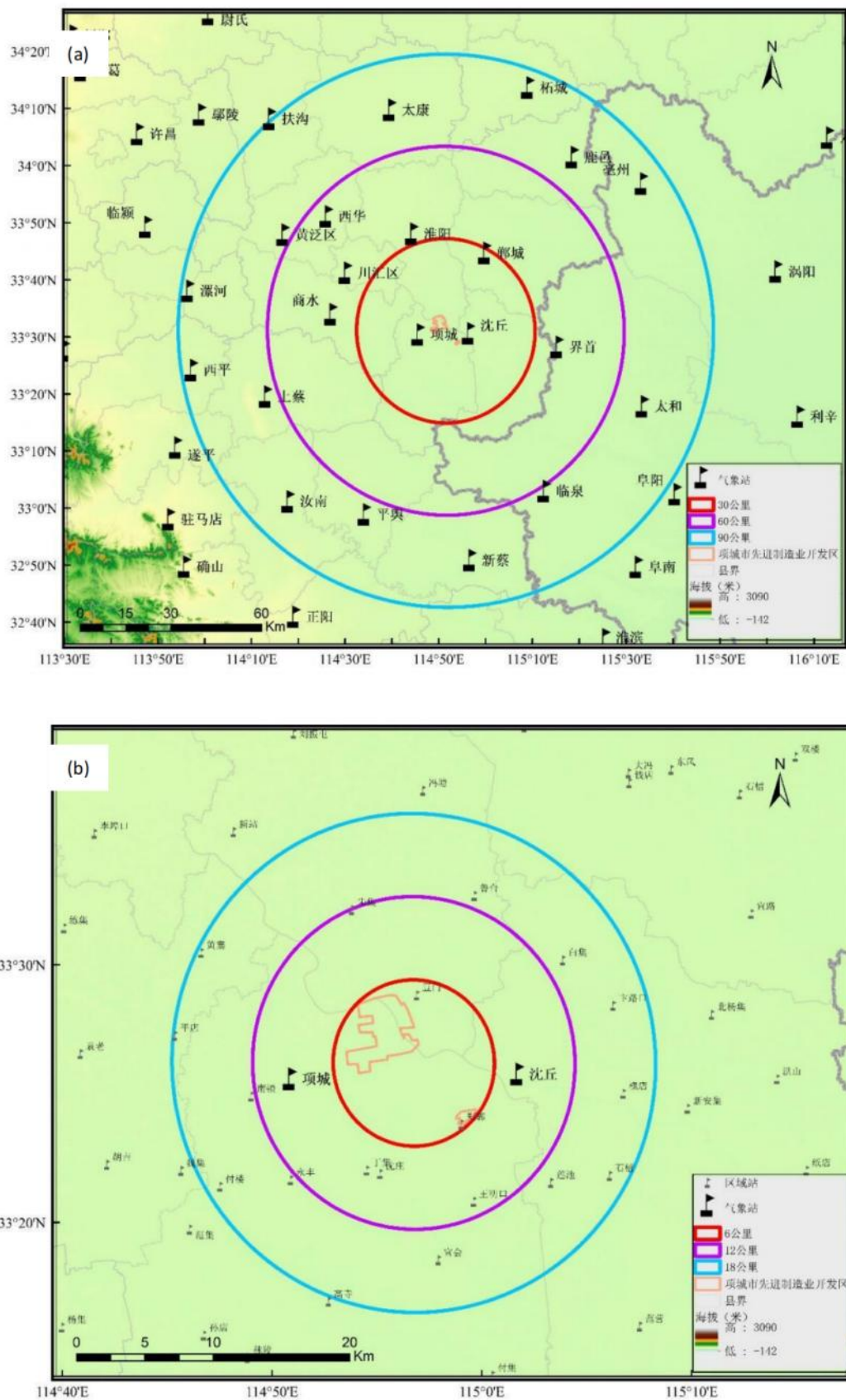


图 3.1 项城市先进制造业开发区周边国家气象站 (a) 和省级气象站 (b) 分布

## 1. 气象站背景

在本项目中搜集了开发区附近 30km 范围内气象台站历年常规气象观测资料进行统计分析，项城、沈丘和郸城三个国家级气象观测站的基本信息如下：

表 3.2 项城站、沈丘站和郸城站的基本信息

站名	建站时间	海拔高度 (m)	站址环境
项城	1957-01-01	43.6	乡村
沈丘	1957-01-01	41.2	郊外
郸城	1959-01-01	42.4	郊外

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

（1）项城国家气象观测站：始建于 1957 年 1 月，位于项城县闫庄乡后张庄村东头；目前位于光武办事处前王营村西南，站址位于平原、乡村，海拔高度 43.6 m。

（2）沈丘国家气象观测站：始建于 1957 年 1 月，位于沈丘县槐店镇倪新庄；目前位于沈丘县城西关夏豆庄东北角，站址位于郊外，海拔高度 41.2 m。

（3）郸城国家气象观测站：始建于 1959 年 1 月，位于郸城县城郊乡谷集；目前位于郸城县城科技大道与公园西路交叉口东北角，站址位于郊外，海拔高度 42.4 m。

## 2. 气象站沿革与周围地理环境

（1）项城国家气象观测站始建于 1957 年 1 月，该站建站至今

一直属于河南省气象局，经历了多次迁站（表 3.3），2017 年 1 月迁至项城市光武办事处前王营村西南（乡村）。



图 3.2 项城气象观测站目前在用现址图

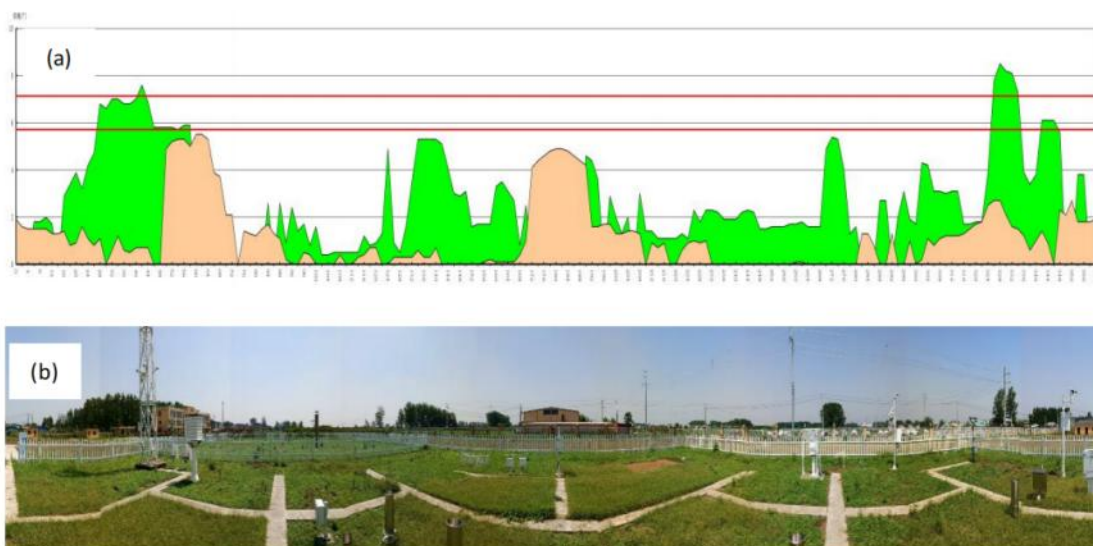


图 3.3 项城气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图（a）及观测场四周全景照片（b）

（2）沈丘国家气象观测站始建于 1957 年 1 月，沈丘站建站至今一直属于河南省气象局。沈丘站经历了多次迁站（表 3.3），2019 年 1

月 1 日迁至沈丘县城西关夏豆庄东北角（郊外）。



图 3.4 沈丘气象观测站目前在用现址图

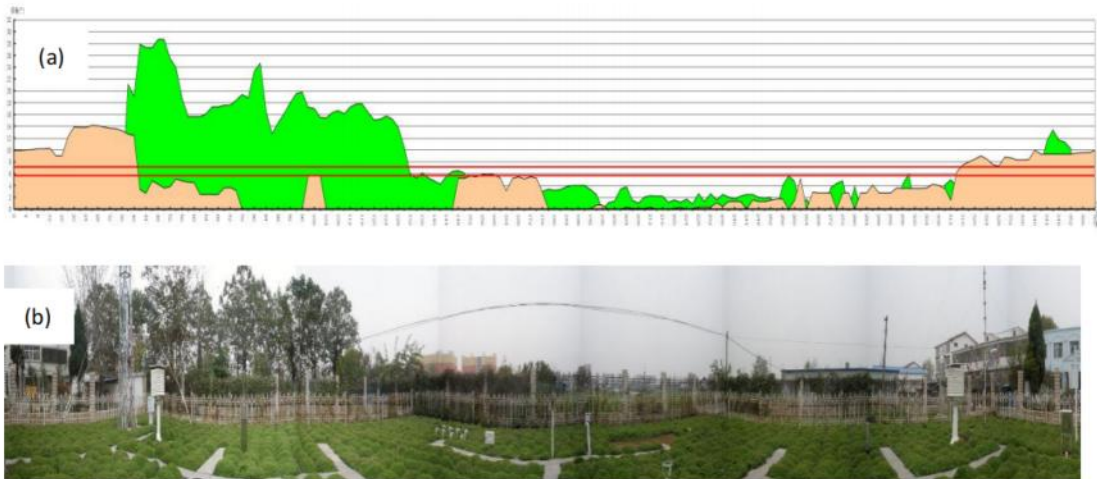


图 3.5 沈丘气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图 (a) 及观测场四周全景照片 (b)

(3) 郸城国家气象观测站始建于 1959 年 1 月，郸城站经历了多次迁站（表 3.3），2019 年 1 月迁至河南省郸城县城科技大道与公园西路交叉口东北角（郊外）。



图 3.6 郸城气象观测站目前在用现址图

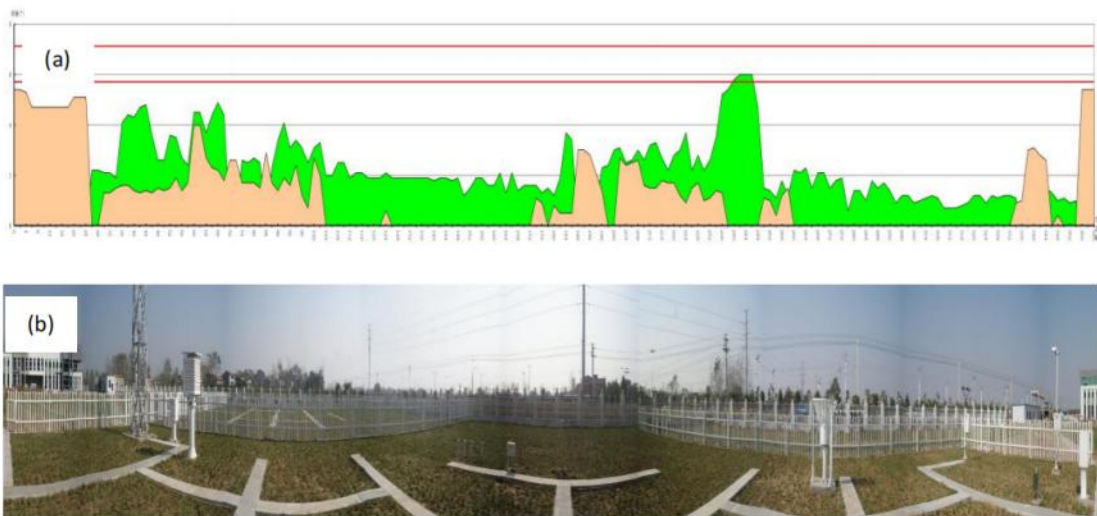


图 3.7 郸城气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图 (a) 及观测场四周全景照片 (b)

表 3.3 项城、沈丘和郸城气象站的布设信息

站名	年代	变化原因	海拔高度 (m)	详细地址
项城	1957-01-01	建站	41.7	项城县闫庄乡后张庄村东头
	1958-12-01	迁站	41.7	项城县水寨镇祁庄

站名	年代	变化原因	海拔高度 (m)	详细地址
	1960-04-01	迁站	42.7	项城县水寨镇任营村
	1978-01-01	迁站	43.2	水寨镇孔营西北
	2008-01-01	迁站	42.0	花园办事处李洼行政村南
	2017-01-01	迁站	43.6	光武办事处前王营村西南
沈丘	1957-01-01	建站	40.0	沈丘县槐店镇倪新庄
	1968-01-01	迁站	41.0	沈丘县西关外
	1979-01-01	迁站	41.0	沈丘县城西关夏豆庄东北角
	2000-06-01	迁站	41.2	沈丘县城西关夏豆庄东北角
郸城	1959-01-01	建站	40.5	郸城县城郊乡谷集
	1961-10-01	迁站	40.0	郸城县东北原农校
	1964-05-01	迁站	41.5	郸城县城西南英庄西北
	1975-10-01	迁站	41.4	郸城县城西郊李庄东南
	1998-05-01	迁站	41.4	郸城县城西郊郸淮路南
	2019-01-01	迁站	42.4	郸城县城科技大道与公园西路 交叉口东北角

### 3.3.2 三性分析

三性分析指的是数据准确性、比较性和代表性分析。

#### 1. 准确性分析

项城、沈丘和郸城 3 个气象站均为国家气象台站，其中 3 个气象站所有地面气象要素均按《地面气象观测规范》的规定观测，观测仪器也定期进行检定，因此，气象资料具有准确性。

将 2023 年 1—12 月观测期间代表月 1、4、7、10 月各要素的平均值与最近 30 年（1991—2020 年）平均值进行比较（表 3.4、表 3.5、表 3.6），发现 2023 年 1—12 月观测期间代表月 1、4、7、10 月的资料与最近 30 年（1991—2020 年）平均值差异不大（见表 3.6），表明资料是可靠的。三个国家站中，项城站差值最小的个数最多，可靠性

最好。

表 3.4 项城站、沈丘站和郸城站代表月份的实测资料

项目	月份	序列	项城	沈丘	郸城
气温 (°C)	2023年1月	1	2.5	3.0	2.8
	2023年4月	2	16.4	16.9	16.6
	2023年7月	3	29.0	29.2	29.1
	2023年10月	4	18.6	19.3	19.0
相对湿度 (%)	2023年1月	5	63.8	61.0	62.7
	2023年4月	6	70.1	64.5	68.8
	2023年7月	7	80.3	76.7	84.0
	2023年10月	8	70.0	66.1	70.5
气压 (hPa)	2023年1月	9	1021.9	1021.9	1021.7
	2023年4月	10	1008.6	1008.5	1008.4
	2023年7月	11	998.4	998.3	998.2
	2023年10月	12	1014.9	1014.8	1014.7
风速 (m/s)	2023年1月	13	1.9	1.8	2.0
	2023年4月	14	3.0	2.9	3.1
	2023年7月	15	2.2	2.4	2.3
	2023年10月	16	1.5	1.6	1.7
降水量 (mm)	2023年1月	17	22.1	28.7	25.1
	2023年4月	18	60.7	63.3	58.6
	2023年7月	19	255.8	239.3	360.7
	2023年10月	20	16.2	13.7	12.2

表 3.5 项城站、沈丘站和郸城站代表月份的多年平均值资料（1991—2020 年）

项目	月份	序列	项城	沈丘	郸城
气温 (°C)	1月	1	1.2	1.3	1.5
	4月	2	15.6	15.6	16.1
	7月	3	27.5	27.7	27.9
	10月	4	16.5	16.5	16.8
相对湿度 (%)	1月	5	68.0	71.0	67.0
	4月	6	69.0	73.0	67.0
	7月	7	80.0	81.0	78.0
	10月	8	71.0	73.0	69.0
气压 (hPa)	1月	9	1022.5	1022.6	1022.8
	4月	10	1009.5	1009.7	1009.7
	7月	11	998.6	998.6	998.8
	10月	12	1015.4	1015.5	1015.6
风速 (m/s)	1月	13	/	1.8	1.7
	4月	14	/	2.2	2.2
	7月	15	/	1.7	1.9
	10月	16	/	1.4	1.6
降水量 (mm)	1月	17	19.3	20.8	16.9
	4月	18	41.3	45.3	48.5
	7月	19	170.9	165.2	171.0
	10月	20	50.8	52.9	47.9

表 3.6 项城站、沈丘站和郸城站代表月份的实测资料与多年平均值的差值

项目	月份	序列	项城	沈丘	郸城	最小绝对值
气温	2023年1月	1	1.3	1.7	1.3	1.3

项目	月份	序列	项城	沈丘	郸城	最小绝对值
(°C)	2023年4月	2	0.8	1.3	0.5	0.5
	2023年7月	3	1.5	1.5	1.2	1.2
	2023年10月	4	2.1	2.8	2.2	2.1
差值绝对值的平均			1.4	1.8	1.3	
相对湿度 (%)	2023年1月	5	-4.2	-10.0	-4.3	4.2
	2023年4月	6	1.1	-8.5	1.8	1.1
	2023年7月	7	0.3	-4.3	6.0	0.3
	2023年10月	8	-1.0	-6.9	1.5	1.0
差值绝对值的平均			1.7	7.4	3.4	
气压 (hPa)	2023年1月	9	-0.6	-0.7	-1.1	0.6
	2023年4月	10	-0.9	-1.2	-1.3	0.9
	2023年7月	11	-0.2	-0.3	-0.6	0.2
	2023年10月	12	-0.5	-0.7	-0.9	0.5
差值绝对值的平均			0.6	0.7	1.0	
风速 (m/s)	2023年1月	13	/	0.0	0.3	0.0
	2023年4月	14	/	0.7	0.9	0.7
	2023年7月	15	/	0.7	0.4	0.4
	2023年10月	16	/	0.2	0.1	0.1
差值绝对值的平均			/	0.4	0.4	
降水量 (mm)	2023年1月	17	2.8	7.9	8.2	2.8
	2023年4月	18	19.4	18.0	10.1	10.1
	2023年7月	19	84.9	74.1	189.7	74.1
	2023年10月	20	-34.6	-39.2	-35.7	34.6
差值绝对值的平均			35.4	34.8	60.9	
差值最小个数			12	3	6	

注明：红色代表差值为最小的。

## 2.比较性分析

采用对比差值法进行资料比较性的分析，其方法为：先计算气象

站与省级气象观测站某要素资料的对比差值、对比差值的平均值与标准差,然后按对比差值及其平均值的差绝对值小于标准差的2倍为标准计算一致率。具体计算方法如下:

### 1) 对比差值月平均值的计算

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

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

设两个观测站数据的观测次数均为  $n$ , 则对比差值的月平均值为:

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

### 2) 对比差值月标准差的计算

设对比差值的标准差为  $\sigma$

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

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

### 3) 一致率的计算

一致率表示本月省级气象观测站与气象站观测相一致的程度。

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

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

应用以上公式,计算出项城、沈丘和郸城三个气象站的各气象要素与省级气象观测站(豆门站)资料的一致率(见表3.7)。三个国家站的资料一致率均较高,且各站间相差不大。整体来看,沈丘站与豆门站的一致率最大值个数最多,一致性较好。

表 3.7 项城站、沈丘站和郸城站代表月份的各时次资料与豆门站资料的一致率(%)

项目	月份	序列	项城	沈丘	郸城
气温	2023年1月	1	93.7	93.3	92.7

项目	月份	序列	项城	沈丘	郸城
	2023年4月	2	88.5	92.8	93.6
	2023年7月	3	93.5	98.4	95.0
	2023年10月	4	91.4	92.2	96.0
风速	2023年1月	5	94.5	95.8	95.2
	2023年4月	6	91.8	94.4	90.7
	2023年7月	7	89.5	85.2	88.4
	2023年10月	8	91.1	93.4	90.7
降水量	2023年1月	9	/	/	/
	2023年4月	10	97.1	97.1	98.2
	2023年7月	11	97.2	97.6	96.4
	2023年10月	12	98.4	96.8	97.0
最大值个数			3	5	3

注明：红色代表差值为一致率最大的。

### 3.代表性分析

如果两站资料相关很好，则表明资料具有代表性，因此代表性用相关系数来分析。利用项城、沈丘和郸城三个气象站与豆门省级气象观测站的气温、风速、降水量资料，分别开展了逐时、逐日共3项内容的相关分析：代表月1、4、7、10月逐时资料相关分析、2023年1—12月每月逐日平均资料相关分析、2023年1—12月逐日平均资料相关分析。

以下是3项相关结果分析：

#### (1) 代表月1、4、7、10月逐时资料相关分析

表3.8列出了三个国家气象观测站代表月份的各时次资料与豆门站的相关系数，表3.9列出了所用资料的样本数。由表3.8可见，除

个别月份降水外，其余相关系数都非常显著，均通过 0.01 信度检验。三个气象站与豆门气象观测站的相关系数差异较小。整体来看，项城站与豆门站的相关性较其余两站较好。

表 3.8 项城站、沈丘站和郸城站代表月份的各时次资料与豆门站资料的相关系数

项目	月份	序列	项城	沈丘	郸城	最大值
气温	2023年1月	1	0.9782	0.9809	0.9831	0.9831
	2023年4月	2	0.9901	0.9900	0.9915	0.9915
	2023年7月	3	0.9855	0.9850	0.9772	0.9855
	2023年10月	4	0.9853	0.9860	0.9869	0.9869
风速	2023年1月	5	0.3016	0.6248	0.5887	0.6248
	2023年4月	6	0.7884	0.6946	0.7708	0.7884
	2023年7月	7	0.6634	0.6035	0.6438	0.6634
	2023年10月	8	0.7725	0.5935	0.6489	0.7725
降水量	2023年1月	9	/	/	/	/
	2023年4月	10	0.9234	0.9307	0.6474	0.9307
	2023年7月	11	0.7667	0.6347	0.5983	0.7667
	2023年10月	12	0.8315	0.8365	0.7967	0.8365
相关系数最大个数			5	3	3	
相关系数次大个数			3	4	4	

注：红色代表相关系数为最大的，蓝色为次大的。

表 3.9 项城站、沈丘站和郸城站代表月份的资料样本数(个，豆门站)

项目	月份	序列	项城	沈丘	郸城
气温	2023年1月	1	744	744	744
	2023年4月	2	720	720	720
	2023年7月	3	744	744	744
	2023年10月	4	744	744	744

项目	月份	序列	项城	沈丘	郸城
风速	2023年1月	5	744	744	744
	2023年4月	6	720	720	720
	2023年7月	7	744	744	744
	2023年10月	8	744	744	744
降水量	2023年1月	9	0	0	0
	2023年4月	10	720	720	720
	2023年7月	11	744	744	744
	2023年10月	12	744	744	744

## (2) 2023年1—12月每月逐日平均资料相关分析

表 3.10 列出了三个国家气象观测站 2023 年 1 月 1 日—12 月 31 日每月逐日资料与省级气象观测站（豆门站）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，除部分月份的风速相关性稍差外，其他相关系数都非常显著，均通过 0.01 信度检验。三个国家站与豆门站的相关系数差别较小，整体来看，项城站与豆门站的相关性最好。

表 3.10 项城站、沈丘站和郸城站各月的日资料与豆门站资料的相关分析

项目	月份	序列	样本数	项城	沈丘	郸城	最大值
气温	2023年1月	1	31	0.9771	0.9763	0.9887	0.9887
	2023年2月	2	28	0.9464	0.9823	0.9828	0.9828
	2023年3月	3	31	0.9793	0.9863	0.9898	0.9898
	2023年4月	4	30	0.9927	0.9891	0.9930	0.9930
	2023年5月	5	31	0.9792	0.9903	0.9834	0.9903
	2023年6月	6	29	0.9946	0.9948	0.9937	0.9948
	2023年7月	7	31	0.9877	0.9819	0.9833	0.9877

项目	月份	序列	样本数	项城	沈丘	郸城	最大值
	2023年8月	8	31	0.9861	0.9861	0.9926	0.9926
	2023年9月	9	30	0.9872	0.9952	0.9954	0.9954
	2023年10月	10	31	0.9678	0.9529	0.9703	0.9703
	2023年11月	11	30	0.9941	0.9874	0.9930	0.9941
	2023年12月	12	31	0.9953	0.9966	0.9976	0.9976
风速	2023年1月	13	0	/	/	/	/
	2023年2月	14	0	/	/	/	/
	2023年3月	15	0	/	/	/	/
	2023年4月	16	30	0.8574	0.4890	0.7747	0.8574
	2023年5月	17	31	0.7343	0.6261	0.8045	0.8045
	2023年6月	18	29	0.6553	0.6211	0.6198	0.6553
	2023年7月	19	31	0.6587	0.4880	0.6480	0.6587
	2023年8月	20	31	0.8790	0.7230	0.9018	0.9018
	2023年9月	21	30	0.8592	0.6691	0.8254	0.8592
	2023年10月	22	31	0.8337	0.4831	0.5976	0.8337
	2023年11月	23	30	0.8803	0.5896	0.7562	0.8803
	2023年12月	24	31	0.9615	0.8539	0.9285	0.9615
降水量	2023年1月	25	0	/	/	/	/
	2023年2月	26	0	/	/	/	/
	2023年3月	27	0	/	/	/	/
	2023年4月	28	30	0.9990	0.9945	0.9843	0.9990
	2023年5月	29	31	0.9946	0.9757	0.9643	0.9946
	2023年6月	30	30	0.9901	0.9666	0.8135	0.9901

项目	月份	序列	样本数	项城	沈丘	郸城	最大值
	2023年7月	31	31	0.8921	0.8577	0.7581	0.8921
	2023年8月	32	31	0.9957	0.9400	0.9980	0.9980
	2023年9月	33	30	0.9676	0.9943	0.8208	0.9943
	2023年10月	34	31	0.9556	0.9661	0.9576	0.9661
	2023年11月	35	0	/	/	/	/
	2023年12月	36	0	/	/	/	/
相关系数最大个数				13	4	11	
相关系数次大个数				9	10	10	

注：红色代表相关系数为最大的、蓝色为次大的。

### (3) 全年逐日平均资料相关分析

表 3.11 列出了三个国家气象观测站 2023 年 1 月 1 日—12 月 31 日整个时段全年逐日资料与省级气象观测站（豆门站）同期资料的相关系数，由表可见，各气象要素的相关系数都非常显著，均通过 0.01 信度检验。气温、风速、降水 3 个要素中，三个国家站与豆门站的相关系数差别较小，相关性均较好。

表 3.11 项城站、沈丘站和郸城站代表年日资料与豆门站资料相关系数

项目	序列	样本数	项城	沈丘	郸城	最大值
气温	1	364	0.9984	0.9984	0.9988	0.9988
风速	2	224	0.8640	0.6762	0.8004	0.8640
降水量	3	364	0.9676	0.9352	0.9033	0.9676
相关系数最大个数			2	0	1	

注：红色代表相关系数为最大的，蓝色为次大的。

以上 3 项相关分析结果表明，无论是逐时资料还是逐日资料计算的相关系数，除风速和降水部分月份的样本外，均通过了 0.01 信度

检验。总体来看，三个气象站中，项城站与豆门省级气象观测站的相关性较好。

### 3.3.3 拟选国家气象观测站与省级气象观测站对比分析

将项城、沈丘和郸城三个国家气象观测站与省级气象观测站豆门站 2020—2023 年的月观测资料进行对比分析。

#### 3.3.3.1 气温

项城站、沈丘站、郸城站与豆门站 2020—2023 年的逐月气温变化比较一致，相关系数（月数据）达到 0.999 以上，说明从气温上来说，这三个国家站与开发区均处于同一局地气候区内，可以进行推算验证。

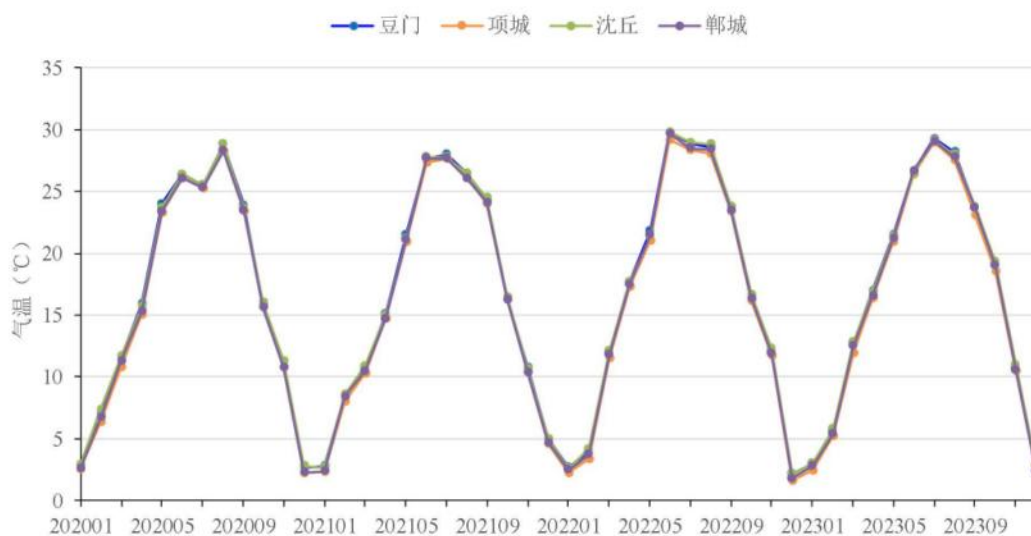


图 3.8 2020—2023 年 1-12 月项城站、沈丘站、郸城站与豆门站的逐月平均气温变化

表 3.12 项城站、沈丘站、郸城站与豆门站的逐月平均气温变化（°C，2020—2023 年）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
豆门	2.9	6.3	11.7	16.4	22.2	27.6	27.9	28.0	23.9	16.9	11.1	3.2	16.5
项城	2.5	5.8	11.2	15.9	21.6	27.3	27.6	27.6	23.5	16.7	10.9	2.7	16.1
沈丘	3	5.8	12.8	16.9	21.4	26.5	29.2	28	23.8	19.3	11	2.8	16.7
郸城	2.6	6.1	11.5	16.0	21.8	27.6	27.7	27.7	23.7	16.8	10.9	2.8	16.3

表 3.13 项城站、沈丘站、郸城站与豆门站的平均气温相关系数

站名	项城	沈丘	郸城
豆门	0.9999	0.9999	0.9999

### 3.3.3.2 降水

整体来看，项城站、沈丘站和郸城站与豆门站 2020—2023 年的逐月降水变化趋势较为一致（省级气象观测站只在 4—10 月观测降水），项城站与豆门站的相关系数最大。

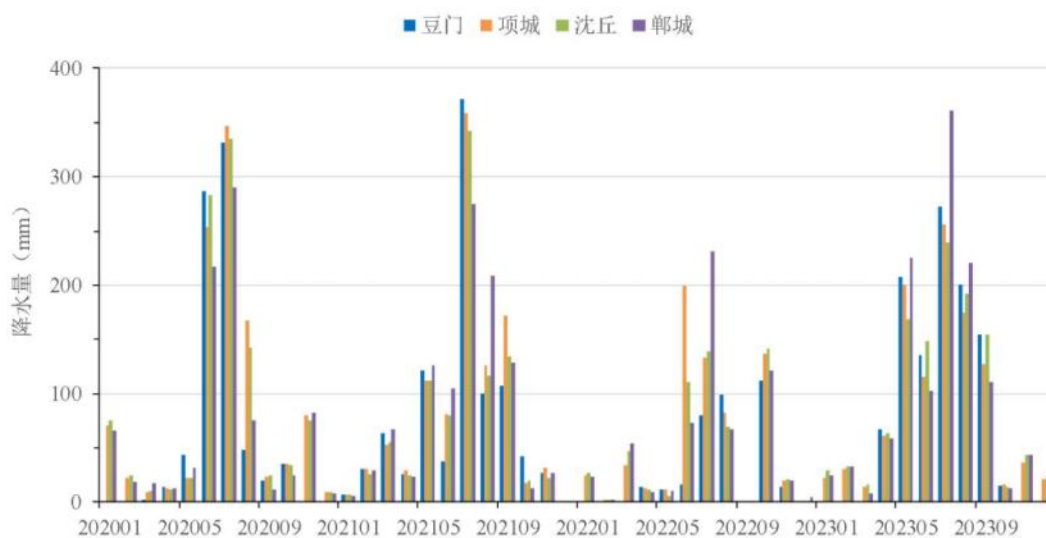


图 3.9 2020—2023 年 1-12 月项城站、沈丘站、郸城站与豆门站的逐月降水量变化

表 3.14 项城站、沈丘站、郸城站与豆门站的平均降水相关系数

站名	项城	沈丘	郸城
豆门	0.9509	0.8884	0.9267

### 3.3.3.3 风速

三个国家站与豆门站 2020—2023 年风速变化趋势较为一致，风速略微有差异，豆门站的风速略小于三个国家站。三站与豆门站的相关系数均通过了 0.01 信度检验，郸城站与豆门站的相关系数最大。综合考虑认为，可以使用三个国家站对开发区风速进行气候背景分析及极值推算等。

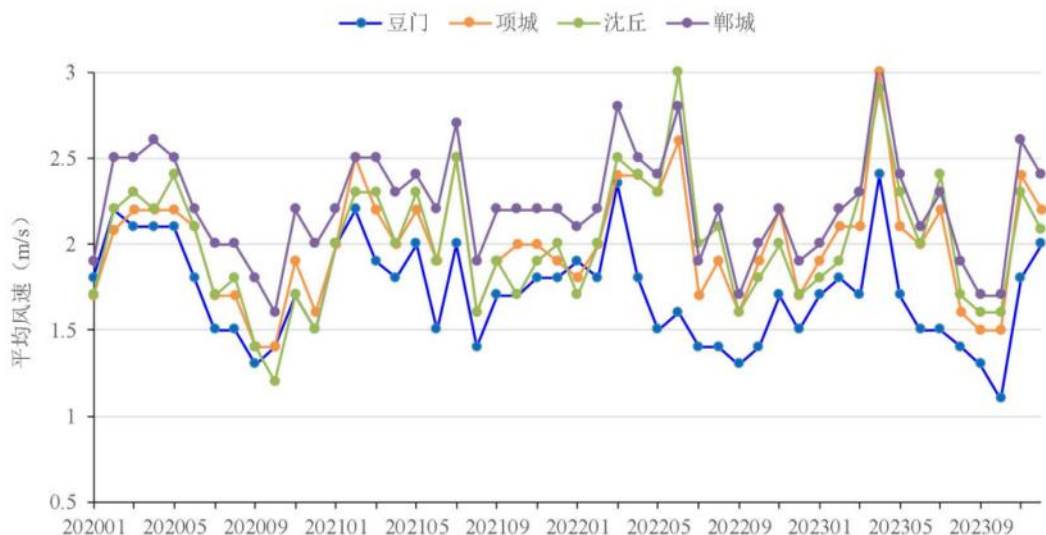


图 3.10 2020—2023 年 1-12 月项城站、沈丘站、郸城站与豆门站逐月的平均风速变化

表 3.15 项城站、沈丘站、郸城站与豆门站的逐月平均风速变化 (m/s, 2020—2023 年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
豆门	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4	1.8	1.7	1.7
项城	1.9	2.2	2.2	2.4	2.2	2.2	2.0	1.7	1.6	1.7	2.1	1.9	2.0
沈丘	1.8	2.1	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	1.8	1.6	1.6	2.0	1.8	2.0
郸城	2.1	2.4	2.5	2.6	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	1.9	2.3	2.1	2.2

表 3.16 项城站、沈丘站、郸城站与豆门站的平均风速相关系数

站名	项城	沈丘	郸城
豆门	0.8193	0.7098	0.8334

### 3.3.4 参证站的确定

根据台站类型、沿革，地理位置，地形地貌特征以及三性分析的结果综合考虑，确定参证气象站。

项城市先进制造业开发区分为中心城区和郑郭镇两个片区，中心城区片区面积较大，主要企业位于该片区。从地理位置看，三个国家气象观测站与开发区同属同一气候区，项城站距离项城市先进制造业开发区中心城区片区较近，位于中心城区片区西偏南 10km 以内，沈丘站距离郑郭镇片区较近，距离中心城区片区较远，郸城站位于开发

区东北方向约 30km 之间。通过三性分析可知，三站均为国家气象观测站且观测环境均符合相关要求，整体来看，项城站的准确性和与省级气象观测站的相关性最好，郸城站的比较性较好。

综合考虑认为，项城站距离开发区更近，准确性、比较性和代表性分析均较好，因此，综合地理位置、气象站观测环境、观测资料序列长度、迁站情况等及三性分析结果等各方面因素，本报告确定项城国家气象观测站作为项城市先进制造业开发区的参证站进行气候背景分析。

## 第四章 影响本区域天气气候系统

### 4.1 概述

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

### 4.2 北半球大气环流特征

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



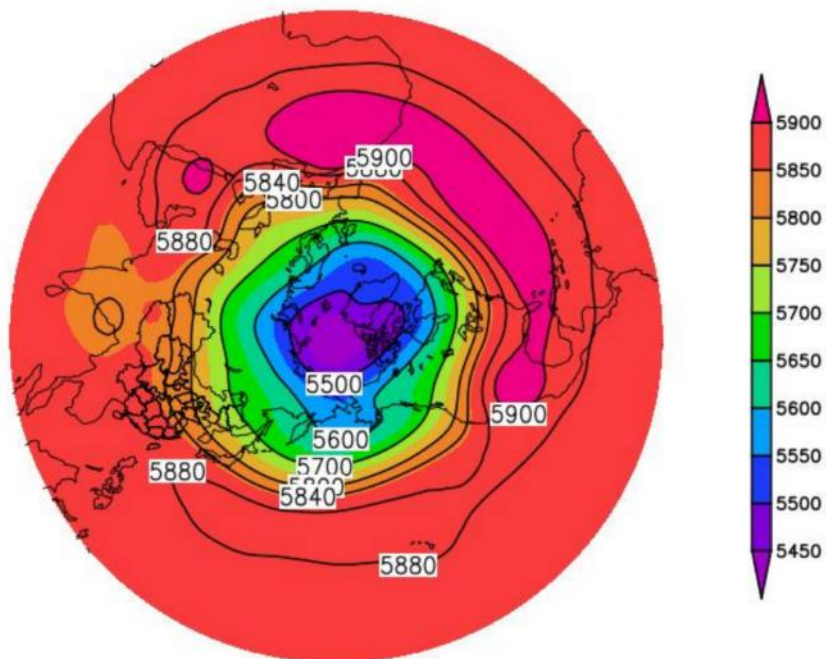


图 4.3 1991-2020 年北半球夏季（6-8 月）500 百帕等平均高线（单位:gpm）

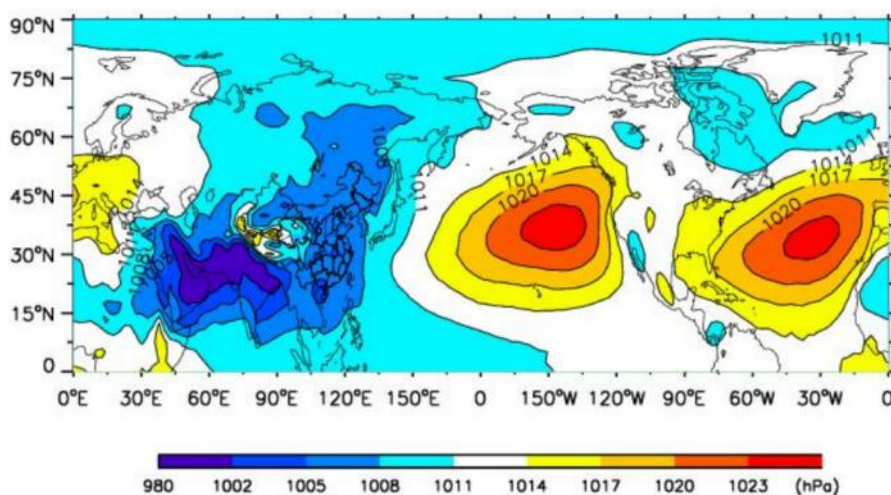


图 4.4 1991-2020 年北半球夏季（6-8 月）平均海平面气压（单位：百帕）

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

### 4.3 欧亚地区大气环流背景场分析

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

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

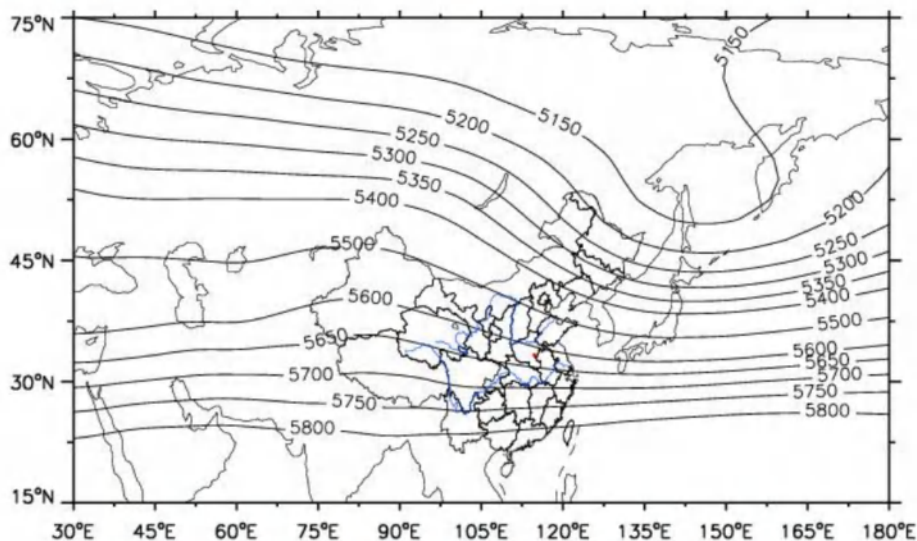


图 4.5 1991-2020 年欧亚地区冬季 500 百帕平均高度场  
(单位:gpm, 红色圆点为项城市先进制造业开发区的位置)

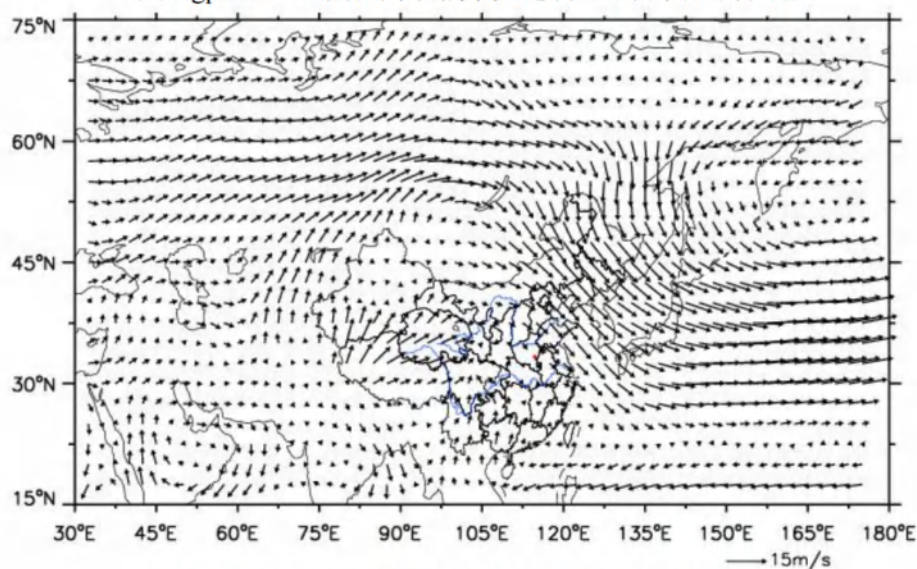


图 4.6 1991-2020 年欧亚地区冬季 850 百帕平均风场  
(单位:  $m \cdot s^{-1}$ , 红色圆点为项城市先进制造业开发区的位置)

春季，欧亚地区中高纬西风带上的槽脊相对冬季变浅变弱（图 4.7），东亚槽明显变弱，槽脊移动变化快，我省处在较为平直的西西北气流里。加之气温回升，暖空气活跃，春季盛行锋面气旋、冷高压

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

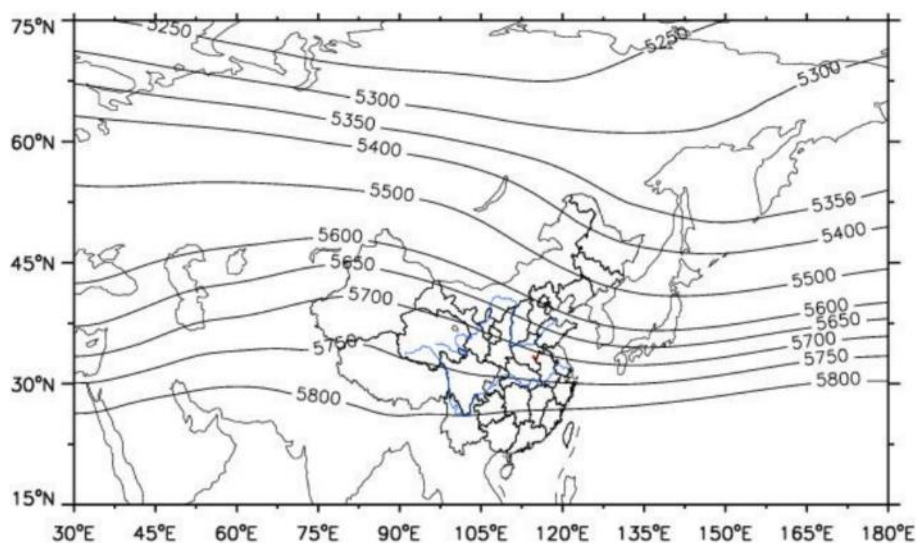


图 4.7 1991-2020 年欧亚地区春季 500 百帕平均高度场  
(单位:gpm, 红色的圆点为项城市先进制造业开发区的位置)

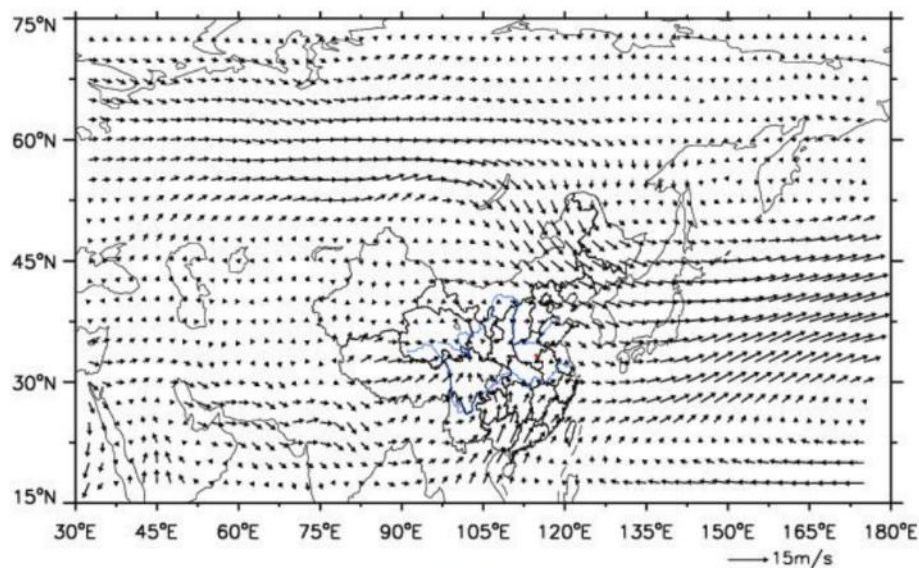


图 4.8 1991-2020 年欧亚地区春季 850 百帕平均风场  
(单位:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 红色的圆点为项城市先进制造业开发区的位置)

夏季，我省主要受欧亚中高纬度西风环流和西太平洋副热带高压

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

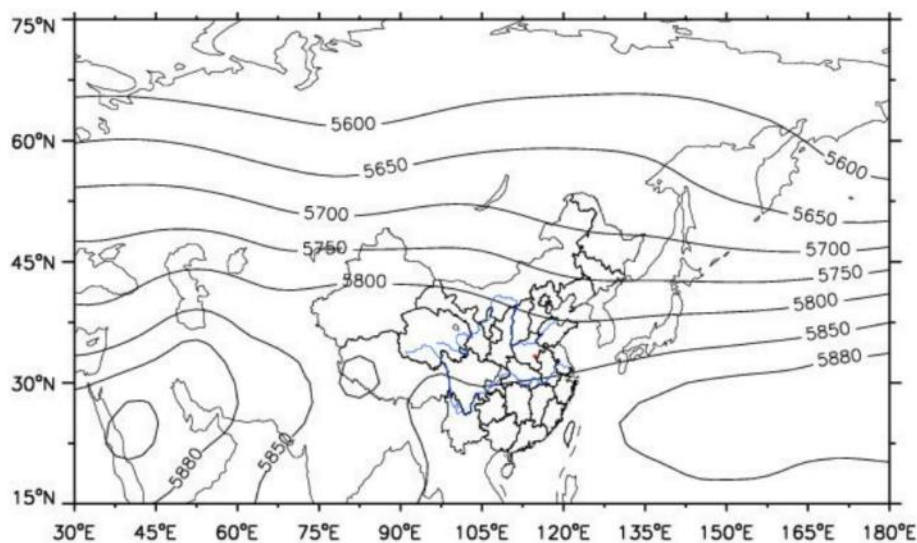


图 4.9 1991-2020 年欧亚地区夏季 500 百帕平均高度场  
(单位:gpm, 红色的圆点为项城市先进制造业开发区的位置)

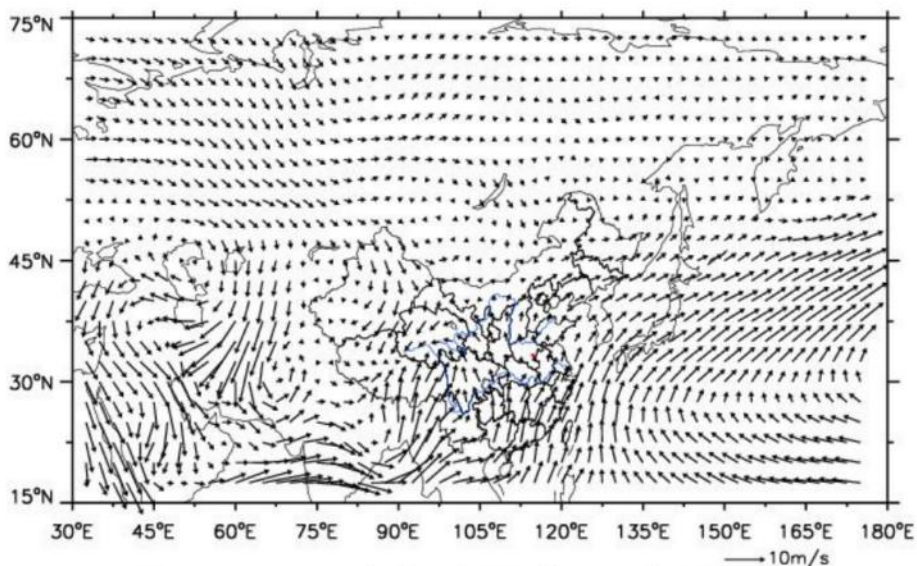


图 4.10 1991-2020 年欧亚地区夏季 850 百帕平均风场  
(单位:  $m \cdot s^{-1}$ , 红色圆点为项城市先进制造业开发区的位置)

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

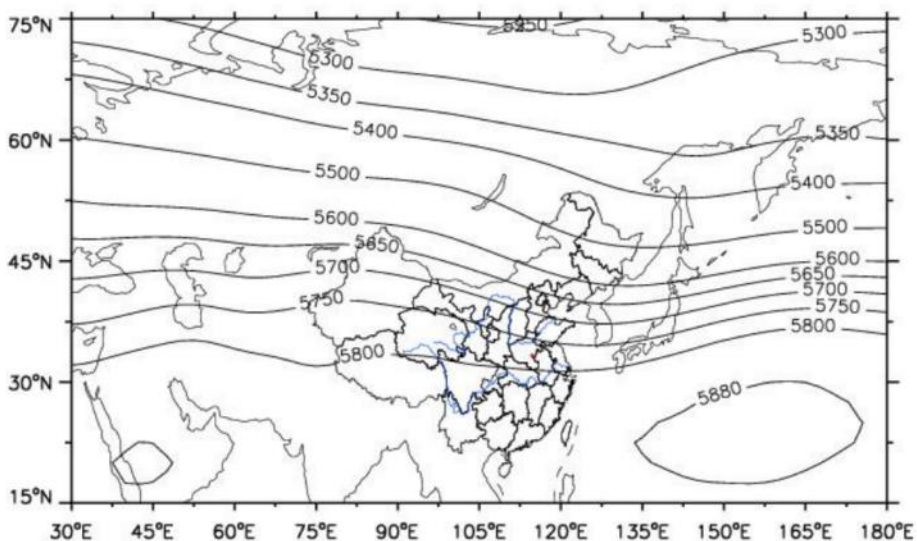


图 4.11 1991-2020 年欧亚地区秋季 500 百帕平均高度场  
(单位:gpm, 红色圆点为项城市先进制造业开发区的位置)

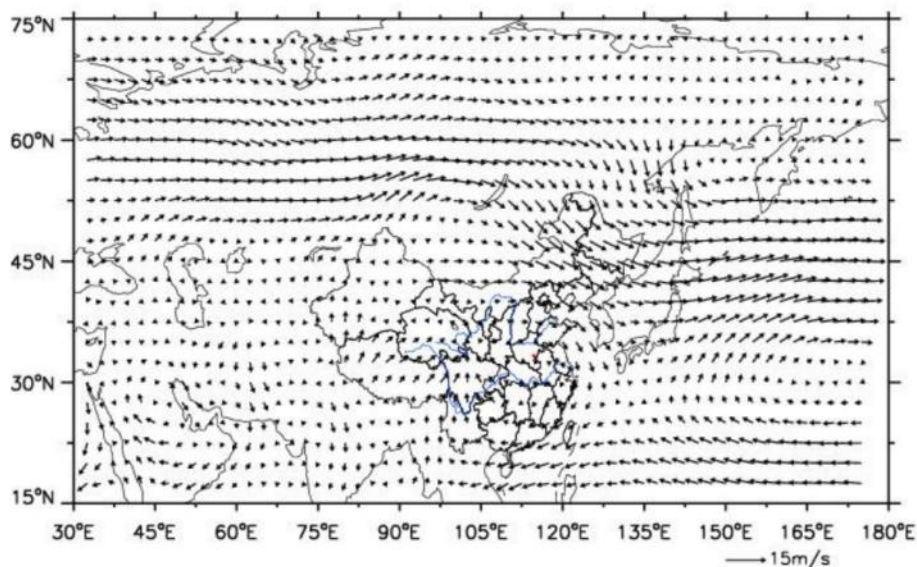


图 4.12 1991-2020 年欧亚地区秋季 850 百帕平均风场  
(单位:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 红色圆点为项城市先进制造业开发区的位置)

#### 4.4 不同季节影响项城市的主要天气系统

项城市四季均受冷锋、温带气旋、低涡、切变线、西风带低槽影响以及阻塞高压影响外,但不同季节影响项城市的主要天气影响系统不同,详见表 4.1。

表 4.1 各季节影响项城市的主要天气影响系统

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

##### 4.4.1 西太平洋副热带高压

西太平洋副热带高压即出现在西北太平洋上的副热带高压,其西伸的脊在夏季可伸到我国大陆,影响我国雨季的进程,也是影响河南

夏季和秋季（9-10月）主要的天气系统。同时它是直接或者间接控制和影响台风活动的最主要的大型天气系统。其脊线的阶段性北跳和南撤与我省雨带位置密切相关，与项城市的夏季降水出现时段密切相关。当副高控制项城市时，也会产生闷热、高温天气。

#### 4.4.2 低空低涡

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

#### 4.4.3 高空冷涡

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

#### 4.4.4 低空急流

低空急流一般指 700（或 850）hPa 等压面上，风速 $\geq 12$  米/秒的西南风的极大风速带。其一般位于副热带高压西侧或者北侧、高空西风急流入口区的右侧，左侧经常有低空切变线和低涡活动，其既能输送水汽又能增强辐合，这种作用使低空的水汽大量聚集，然后通过辐

合上升运动使水汽成云致雨，常常和暴雨、飏线、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，这两支急流为项城市产生暴雨提供了充沛的水汽来源和不稳定能量。

#### 4.4.5 台风

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

#### 4.5 小结

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

## 第五章 主要气候特征分析

### 5.1 气候背景

本章对项城气象站各气象要素及天气现象的多年平均统计采用的是1957—2023年资料，对气象要素的日变化平均统计采用的是近10年2014—2023年资料，对气象要素极值统计采用的是建站以来有相应资料的数据。最大风速自2011年开始有记录，极大风速自2011年开始有记录。

项城气象站1957—2023年的累年平均气压为1011.5 hPa，累年平均气温为15.0℃，累年平均降水量为798.8 mm，累年平均风速为2.6 m/s，累年平均相对湿度为72.3%，累年平均日照时数为1935.4小时。

项城气象站自有气象记录以来，年极端最高气压为1043.3 hPa（2016年1月24日），年极端最低气压为950.0 hPa（2016年4月7日）；极端最高气温为41.9℃，出现在2011年6月8日，极端最低气温为-19.1℃，出现在1969年2月5日，年降水量最多为1360.2 mm，出现在1984年，最少为436.1 mm，出现在2019年；年最大风速12.8 m/s，出现在2012年3月23日；年极大风速20.4 m/s，出现在2020年5月17日。

表 5.1 项城站主要气候特征值

气候要素		值	单位	出现时间
气压	年平均气压	1011.5	hPa	/
	年平均最高气压	1013.9	hPa	/
	年平均最低气压	1009.1	hPa	/

气候要素		值	单位	出现时间
	极端最高气压	1043.3	hPa	2016年1月24日
	极端最低气压	950.0	hPa	2016年4月7日
气温	年平均气温	15.0	°C	/
	年平均最高气温	20.6	°C	/
	年平均最低气温	10.5	°C	/
	极端最高气温	41.9	°C	2011年6月8日
	极端最低气温	-19.1	°C	1969年2月5日
	降水	年降水量	798.8	mm
降水	年最多降水量	1360.2	mm	1984年
	年最少降水量	436.1	mm	2019年
	年平均降水日数	92.5	d	/
	最大日降水量	319.2	mm	1972年7月2日
	风	年平均风速	2.6	m/s
风	最多风向及频率	8.5/NNE	/%	/
	年最大风速	12.8	m/s	2012年3月23日
	年最大风速对应的风向	NW	/	/
	年次大风速	12.1	m/s	2022年06月29日
	年次大风速对应的风向	W	/	/
	年极大风速	20.4	m/s	2020年5月17日
	年极大风速对应的风向	SW	/	/
相对湿度	年平均相对湿度	72.3	%	/
	年最小相对湿度	1.0	%	1988年1月22日
日照	年日照时数	1935.4	小时	/
	年最多日照时数	2420	小时	1966年
	年最少日照时数	1489.1	小时	2015年
地面温度	年平均地面温度	17.2	°C	/
	年平均最高地面温度	31.7	°C	/
	年平均最低地面温度	9.3	°C	/
	极端最高地面温度	69.5	°C	1967年8月8日
	极端最低地面温度	-23.9	°C	1969年2月5日

## 5.2 气压

### 5.2.1 年际变化

#### (1) 平均气压

1980—2023年项城气象站年平均气压 1011.5 hPa, 年平均最高和最低气压分别为 1013.9 hPa、1009.1 hPa。

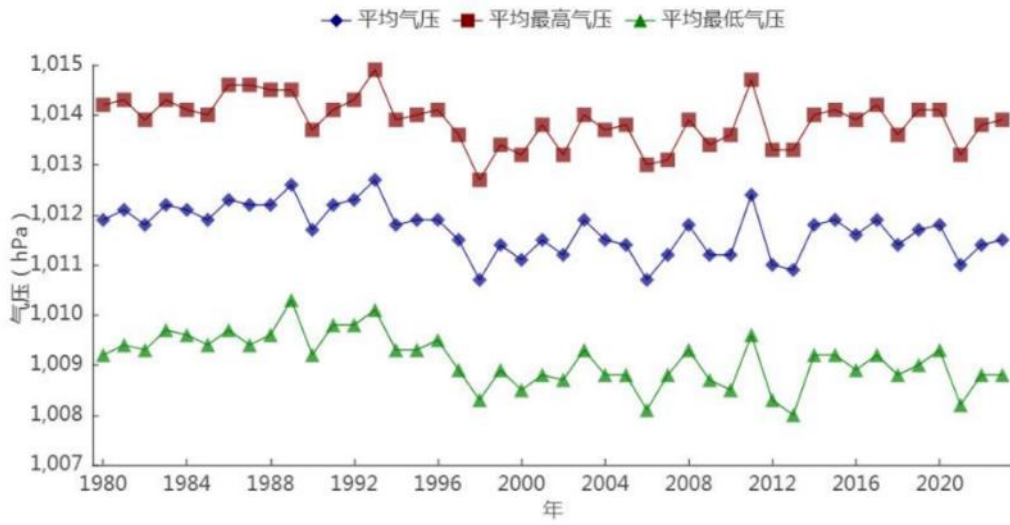


图 5.1 1957—2023 年项城站平均气压、平均最高、平均最低气压年际变化

## (2) 极端气压

项城气象站自 1980 年开始有极端气压的资料，1980—2023 年的极端最高气压出现在 2016 年，为 1043.3 hPa；极端最低气压出现在 2009 年，为 985.3 hPa。

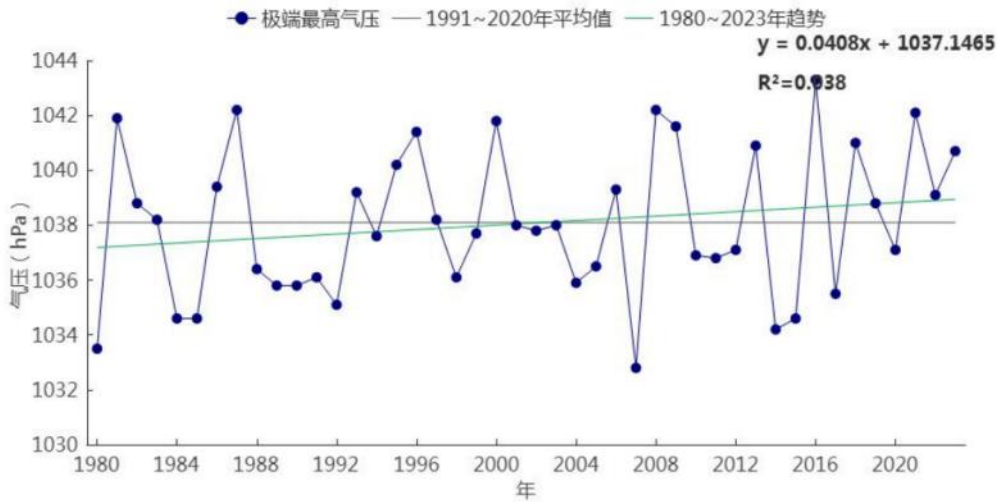


图 5.2 1980—2023 年项城站极端最高气压年际变化

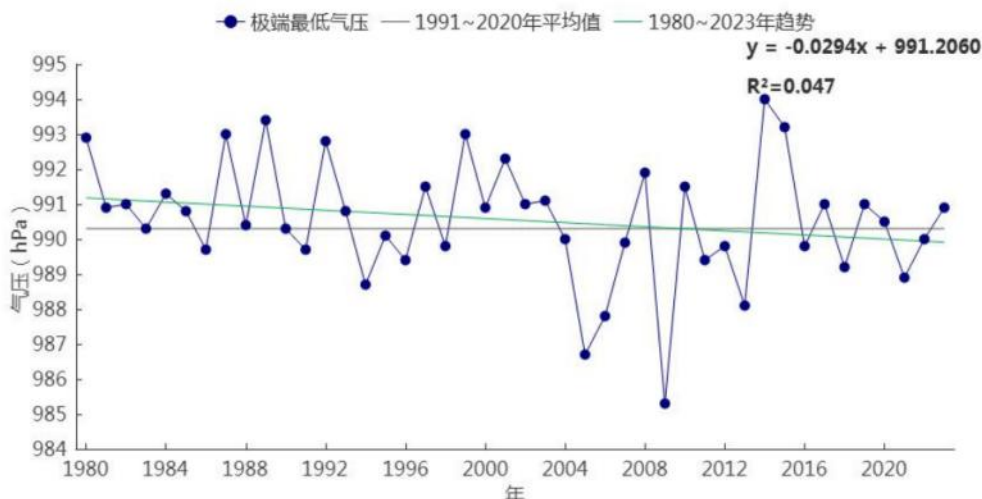


图 5.3 1980—2023 年项城站极端最低气压年际变化

## 5.2.2 月际变化

### (1) 平均气压

1957—2023 年项城气象站的平均气压月变化在 998.4hPa(7 月)~1022.5 hPa (12 月) 之间, 呈“U”型变化特征。平均最高气压变化在 1000.1 hPa (7 月)~1025.5 hPa (12 月) 之间; 平均最低气压变化在 996.9 hPa (7 月)~1019.9 hPa (12 月) 之间; 整体看来, 一年之中, 冬季气压较高, 夏季气压较低, 春、秋季气压近似。

表 5.2 1957—2023 年项城站月平均气压、平均最高气压、平均最低气压统计表 (hPa)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	1022.3	1019.9	1015.2	1009.7	1005	1000	998.4	1001.5	1009	1015.5	1019.4	1022.5	1011.5
平均最高	1025.3	1022.7	1018.3	1012.4	1007.1	1001.9	1000.1	1003.2	1010.7	1017.6	1021.7	1025.5	1013.9
平均最低	1019.7	1016.9	1012.1	1006.6	1002.4	998.1	996.9	999.9	1007.1	1013.2	1016.6	1019.9	1009.1

平均最高气压和平均最低气压的月变化特征与平均气压的月变化特征基本一致。气压有随季节变化的特性, 冬季一般受冷高压或冷

高压前伸的高压脊控制，气压较高。而夏季往往受到气旋性天气系统的影响，气压常出现低值。

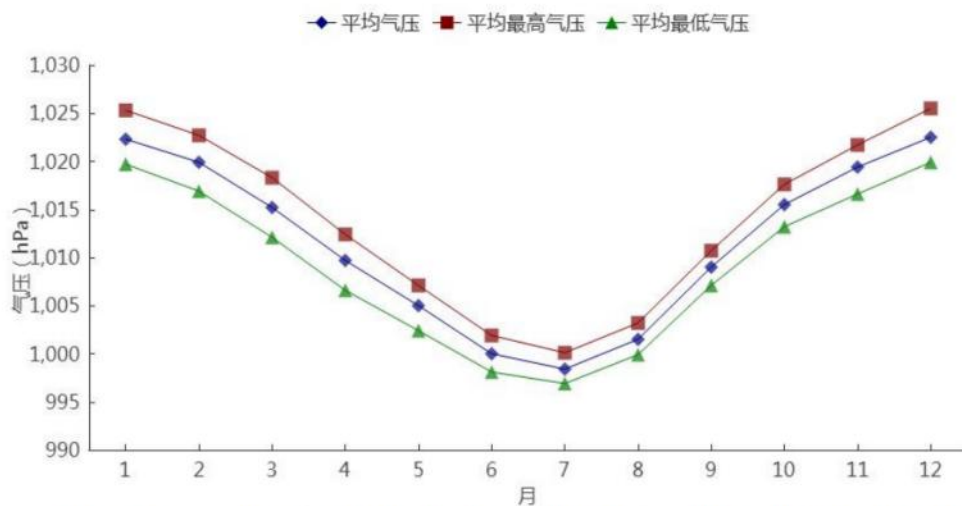


图 5.4 1957—2023 年项城站平均气压、平均最高、平均最低气压月际变化

### (2) 极端最高气压

项城气象站自 1980 年开始有极端最高气压的资料，各月极端最高气压值在 1011.7~1043.3hPa 之间，最大值 1043.3hPa 出现在 2016 年 1 月 24 日。气压的月变化特征是冬季高，夏季低。

### (3) 极端最低气压

项城气象站自 1980 年开始有极端最低气压的资料，各月极端最低气压值在 985.3~1004.6hPa 之间，最小值出现在 2016 年 4 月 7 日。

表 5.3 1980—2023 年项城站各月极端气压 (hPa)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高	1043.3	1041	1036.9	1030.8	1021.1	1013.4	1011.7	1015.1	1021.8	1031.8	1042.2	1042.2	1043.3
极端最低	1004.6	985.3	993.2	989.4	989.5	986.7	988.1	989.2	992.6	1000.1	989.8	1003	985.3

### 5.2.3 日变化

项城气象站 2014—2023 年平均气压的日变化曲线，地面气压呈

“W”型日变化特征，气压从 20 时开始逐渐升高，到 10 时达到峰值 1012.9hPa；之后开始下降，最低值出现在 16、17 时，为 1010.1hPa；之后又开始缓慢升高，在 23 时达到次高值 1012.0hPa，随后开始下降，直至 4 时。

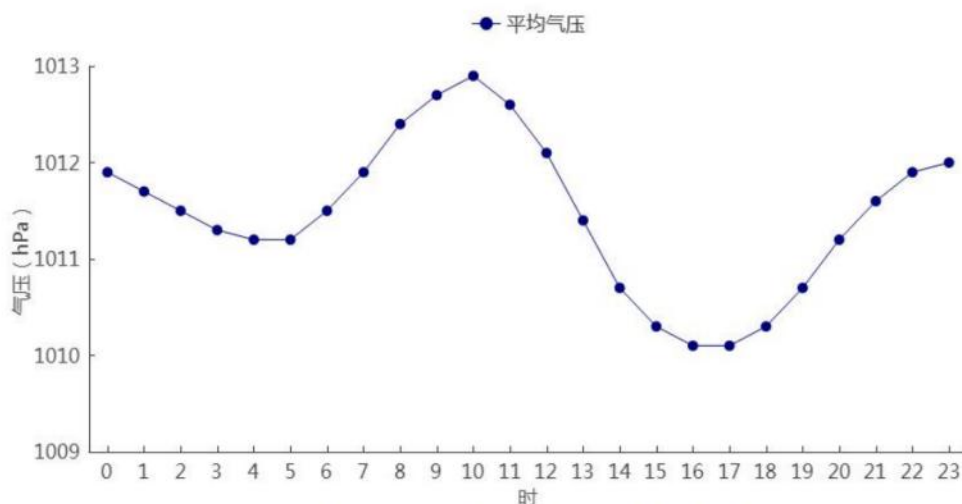


图 5.5 2014—2023 年项城站平均气压日变化

## 5.3 气温

### 5.3.1 年际变化

#### (1) 平均气温

1957—2023 年项城气象站累年平均气温、平均最高气温及平均最低气温分别为 15°C、20.6°C、10.5°C，其中年平均气温在 13.8°C（1957 年）~16.5°C（2006 年）之间变化，年平均最高气温在 19.1°C（1964 年、1984 年、1985 年、1989 年）~22°C（2022 年、2023 年）之间变化，年平均最低气温在 9.1°C（1957 年、1969 年）~12.7°C（2007 年）之间变化。年平均、平均最高及平均最低气温年际变化均有上升趋势。

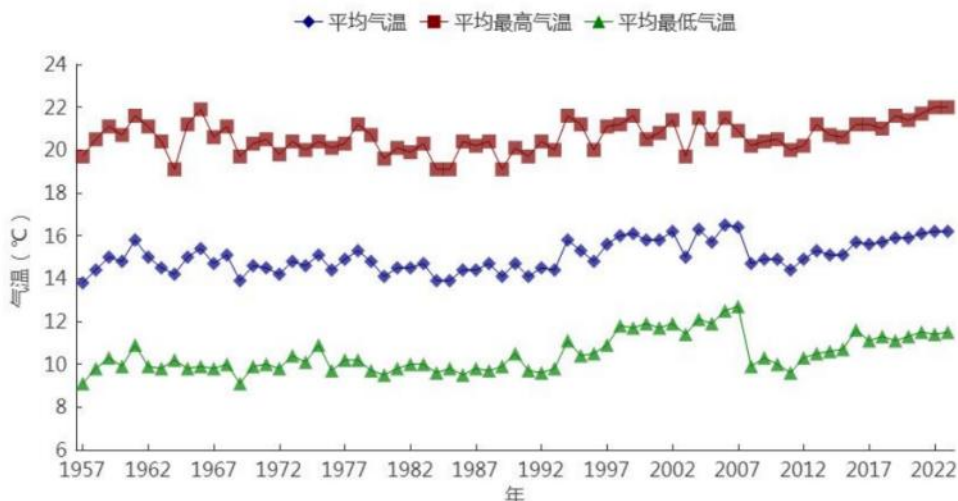


图 5.6 1957—2023 年项城站平均气温、平均最高、平均最低气温年际变化

### (2) 极端气温

项城气象站自 1957 年建站开始有完整极端高温、极端低温的资料，1957—2023 年的年极端最高气温在 35.6°C（2008 年）~41.9°C（2011 年）之间变化。年极端最高气温在 37°C，38°C，39°C，40°C 以上的年份分别有 60 年、43 年、25 年、18 年。40°C 以上分别为 1961 年、1964 年、1966 年、1967 年、1972 年、1978 年、1981 年、1986 年、1988 年、1992 年、1994 年、2001 年、2002 年、2005 年、2011 年、2012 年、2021 年、2022 年。

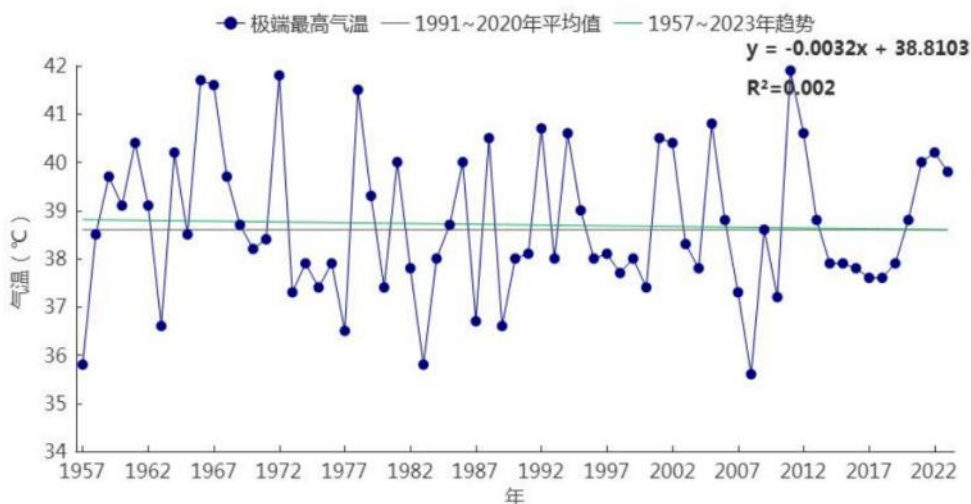


图 5.7 1957—2023 年项城站极端最高气温年际变化

项城气象站 1957—2023 年的年极端最低气温在 $-19.1^{\circ}\text{C}$ （1969 年） $\sim -3.7^{\circ}\text{C}$ （2007 年）之间变化。近 10 年的年最低气温在 $-14^{\circ}\text{C} \sim -6.9^{\circ}\text{C}$ 之间，极端最低气温有上升的趋势。年极端最低气温在  $0^{\circ}\text{C}$ ， $-2^{\circ}\text{C}$ ， $-4^{\circ}\text{C}$ ， $-6^{\circ}\text{C}$ 以下的年份分别为 67 年、67 年、66 年、66 年。



图 5.8 1957—2023 年项城站极端最低气温年际变化

### 5.3.2 月际变化

#### (1) 平均气温

1957—2023 年项城气象站平均气温、平均最高气温、平均最低气温月变化分别在  $1 \sim 27.6^{\circ}\text{C}$ 、 $6.4 \sim 32.3^{\circ}\text{C}$ 、 $-3.1 \sim 23.8^{\circ}\text{C}$ 之间，最高值均出现在 7 月，最低值均出现在 1 月。

表 5.4 1957—2023 年项城站月平均气温、平均最高气温、平均最低气温统计表（单位： $^{\circ}\text{C}$ ）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均气温	1	3.6	9.1	15.4	20.9	26.1	27.6	26.5	21.7	16.2	9.2	3	15.0
平均最高	6.4	9.2	14.9	21.3	26.8	32	32.3	31.2	27.2	22.2	15	8.5	20.6
平均最低	-3.1	-0.7	4.2	10	15.4	20.8	23.8	22.8	17.4	11.5	4.8	-1.1	10.5

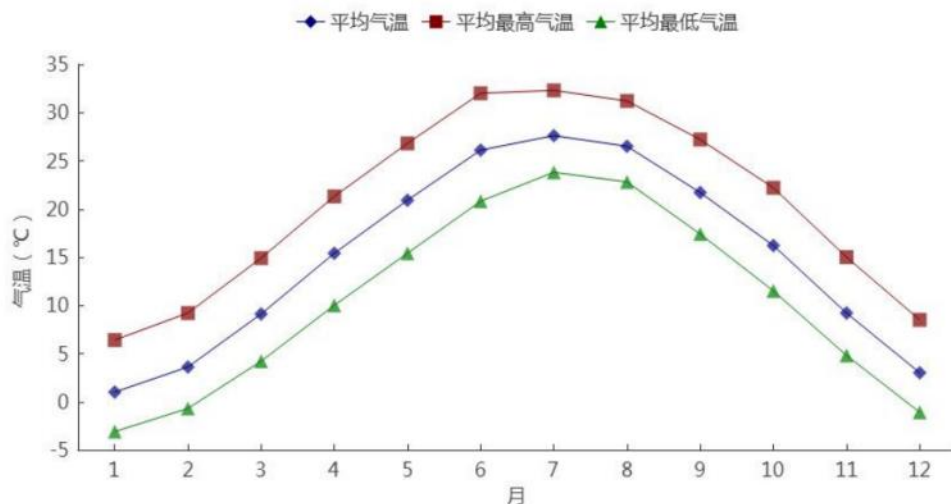


图 5.9 1957—2023 年项城站平均气温、平均最高、平均最低气温月际变化

## (2) 极端气温

项城气象站 1957—2023 年建站至今的各月极端最高气温值在 20.7~41.9°C 之间, 最大值 41.9°C 出现在 2011 年 6 月 8 日; 各月极端最低气温值在 -19.1~14.8°C 之间, 最小值 -19.1°C 出现在 1969 年 2 月 5 日。

表 5.5 1957—2023 年项城站各月极端气温 (°C)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高	20.7	26	30.5	34.6	38.8	41.9	41.7	40.6	37.6	37	30.1	23.9	41.9
极端最低	-17.3	-19.1	-13.3	-2.6	3.3	11.7	14.8	11.5	4.9	-1.5	-8	-14.3	-19.1

### 5.3.3 日变化

2014—2023 年项城气象站小时平均气温呈单峰型变化。每天 6 时为一天气温的最低值, 为 12.0°C; 6 时开始, 气温逐渐升高, 到 15 时达到峰值 20.3°C; 之后开始下降, 直至次日 6 时。

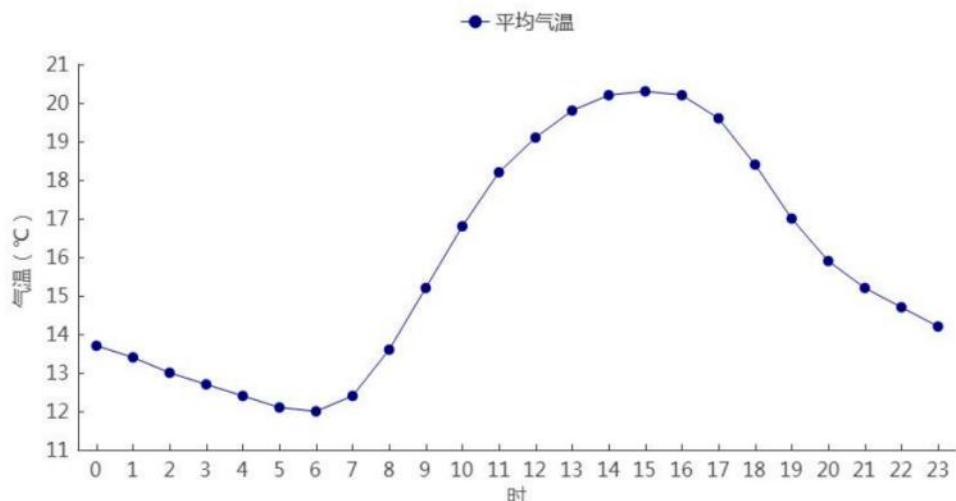


图 5.10 2014—2023 年项城站平均气温日变化

## 5.4 降水

### 5.4.1 降水量年际变化

1957—2023 年项城气象站累年平均降水量为 798.8mm，降水量在 436.1mm（2019 年）~1360.2mm（1984 年）之间变化。

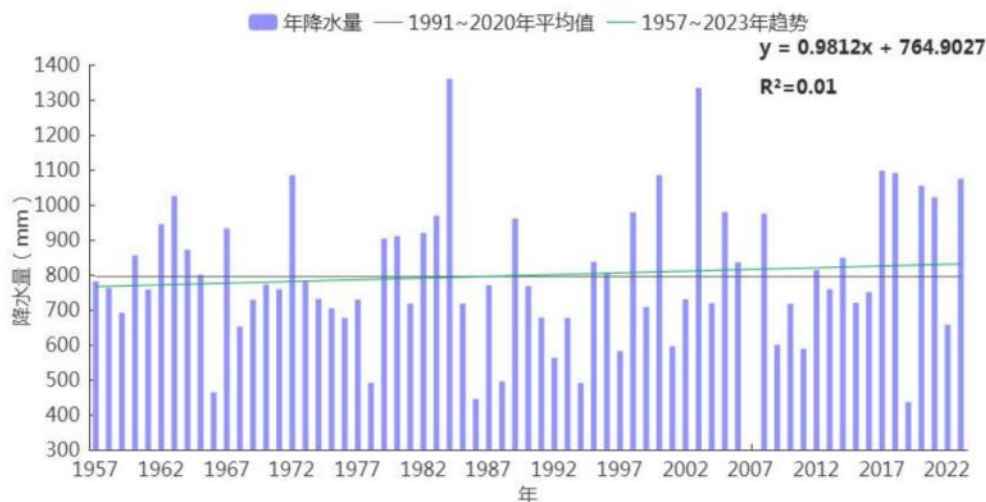


图 5.11 1957—2023 年项城站降水量年际变化

### 5.4.2 月际变化

1957—2023 年项城气象站各月降水量在 15.2mm（12 月）~181.6mm（7 月）之间变化，季节变化特征明显，冬季（12—2 月）平均降水量在四季之中最少，各月在 15.2~21.6mm 之间；春季（3—5

月)各月在 38.0~71.5mm 之间,占全年降水量的 20.1%。夏季(6—8 月)各月在 105.6~181.6mm 之间,占全年降水量的 52.22%。

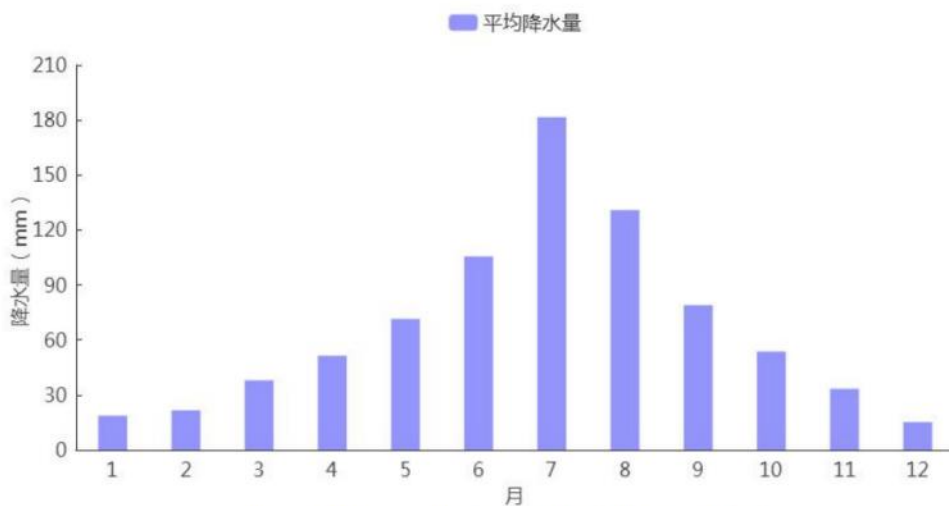


图 5.12 1957—2023 年项城站降水量月际变化

### 5.4.3 降水日数

#### (1) 年际变化

1957—2023 年项城气象站年平均降水日数为 92.5 天,降水日数在 69 天(1988 年)~126 天(1964 年)之间,年际变化呈下降趋势。

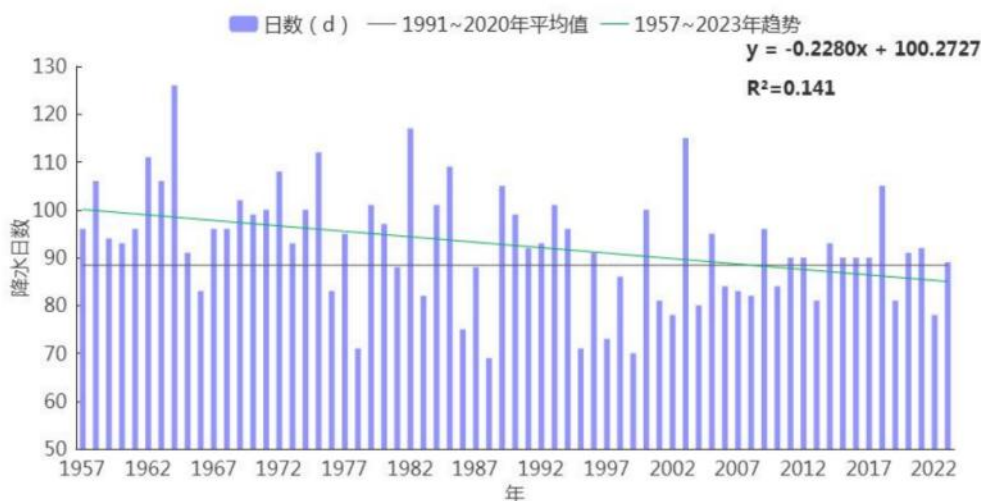


图 5.13 1957—2023 年项城站降水日数年际变化

#### (2) 月际变化

项城气象站各月平均降水日数在 4.6 天(12 月)~12.5 天(7 月)

之间变化。从季节分布看，冬季（12—2月）降水日数最少，各月在4.6~5.8天之间；其次是秋季（9—11月），各月在6.1~8.9天之间；春季（3—5月）各月在7.4~8.3天之间；夏季（6—8月）各月在8.3~12.5天之间。

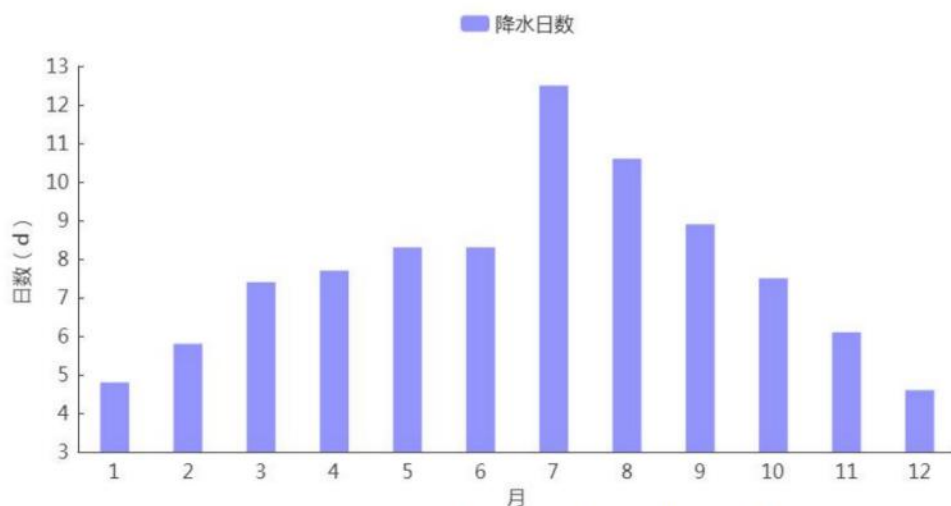


图 5.14 1957—2023 年项城站降水日数月际变化

## 5.5 风向风速

### 5.5.1 年际变化

#### (1) 平均风速

1957—2023 年项城气象站年平均风速为 2.6m/s，在 1.5~3.9m/s 之间变化，风速年际变化呈下降趋势。1957 年、1959-1972 年、1977 年、1983-1988 年、1990 年、1991 年的风速较大，在 2.8m/s 以上，其中 1962 年平均风速最大，为 3.9m/s，而后，风速整体呈下降趋势。

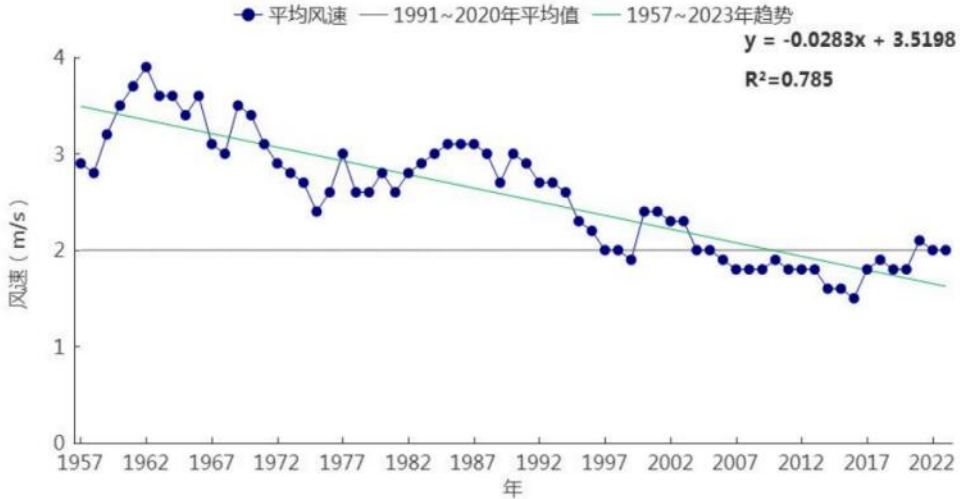


图 5.15 1957—2023 年项城站平均风速年际变化

### (2) 最大风速

项城气象站自 2011 年开始有最大风速的观测。2011—2023 年最大风速的最大值为 12.8m/s (NW)，出现在 2012 年 3 月 23 日，年最大风速以春季出现频次最多。最大风速对应的风向多以 W 向的风居多。



图 5.16 2011—2023 年项城最大风速年际变化

### (3) 极大风速

项城气象站自 2011 年开始有极大风速的观测。2011—2023 年极大风速的最大值为 20.4m/s (SW)，出现在 2020 年 5 月 17 日，次大

值为 19.7m/s (SW/NW)，出现在 2011 年 7 月 25 日/2012 年 3 月 23 日。年极大风速以 3 月出现频次最多。极大风速对应的风向多以 NW 向的风居多。

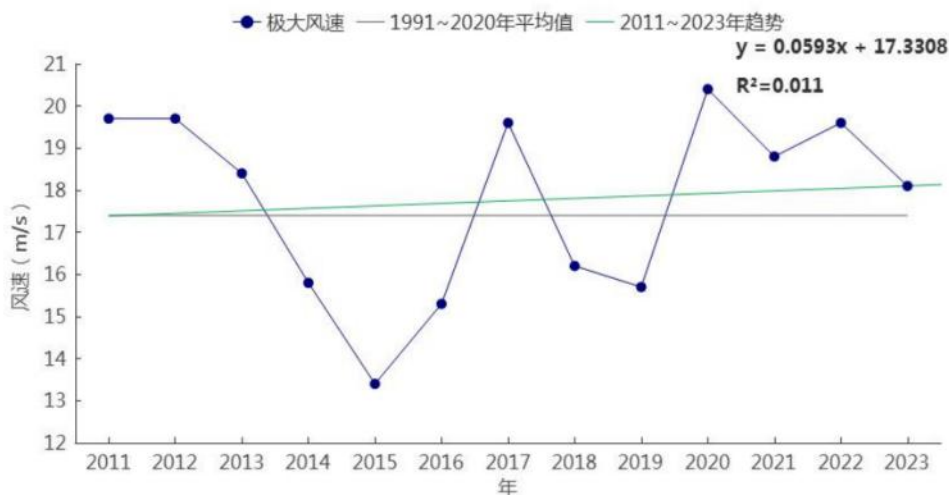


图 5.17 2011—2023 年项城极大风速年际变化

## 5.5.2 月际变化

### (1) 平均风速

项城气象站逐月平均风速均在 2.1m/s 以上。平均风速 3 月、4 月最大，为 3m/s；8 月最小，为 2.1m/s。从季节上看，春季、冬季风速较大，夏季、秋季风速较小。

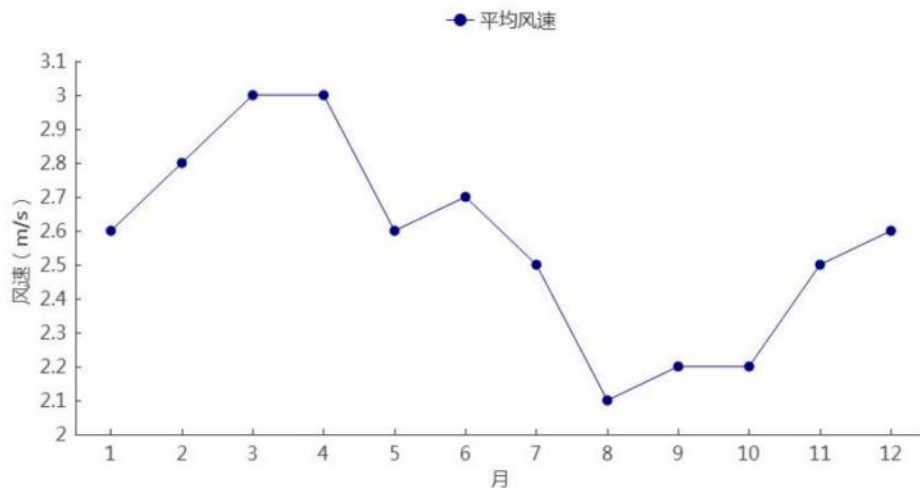


图 5.18 1957—2023 年项城站平均风速月际变化

### 5.5.3 日变化

项城气象站 2014—2023 年风速日变化特征为白天风速大、夜间风速小。风速日变化在 1.3m/s (4 时) ~2.7m/s (13、14 时)之间。其中 18 时—次日 8 时是全天风速相对较小的时段, 9—17 时是全天风速相对较大的时段。

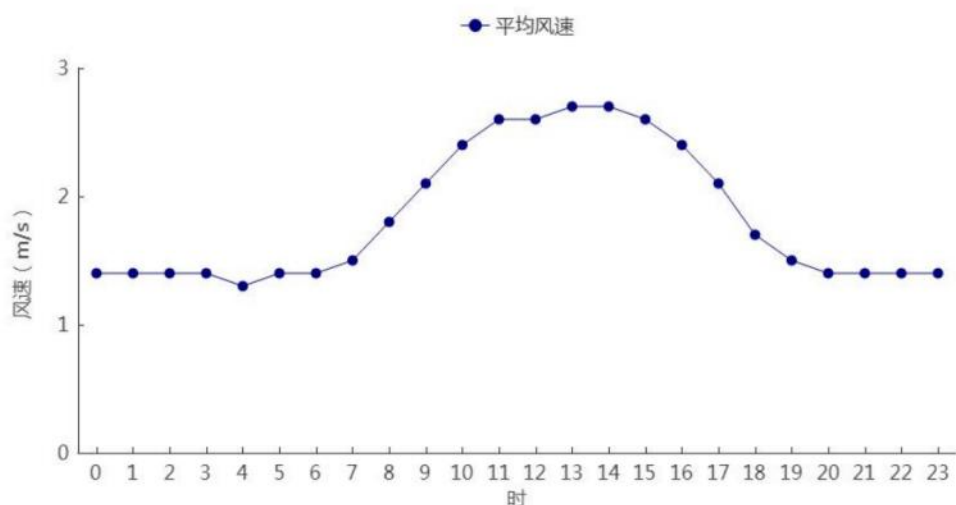


图 5.19 2014—2023 年项城站平均风速日变化

### 5.5.4 风向频率

1957—2023 年项城气象站累年最多风向为 NNE 风, 风向频率为 8.5%, 次多风向为 NE, 风向频率为 8.2%。按月统计, 1 月、2 月、10 月、11 月、12 月最多风向为 NNE 风, 3 月、8 月、9 月最多风向为 NE 风, 4 月—7 月最多风向为 S 风。次多风向频率, 1 月、2 月、10 月、11 月、12 月风向为 N 风, 3 月、8 月、9 月风向为 NNE 风, 4 月、5 月、7 月风向为 SSW 风, 6 月风向为 SSE、SSW 风。

表 5.6 1957—2023 年项城站各月最多、次多风向及频率(%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
最多风向	NNE	NNE	NE	S	S	S	S	NE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
风频 (%)	10.2	9.9	9.0	10.6	9.5	9.6	12.6	10.9	10.9	9.3	10.1	9.9	8.5
次多风向	N	N	NNE	SSW	SSW	SSE, SSW	SSW	NNE	NNE	N	N	N	NE
风频 (%)	9.9	8.8	8.9	9.5	8.6	9.2	10.8	10.1	10.6	9.2	9.3	9.5	8.2

春季出现频率最高的是 S，频率为 9.5%，夏季出现频率最高的是 S，频率为 9.4%，秋季出现频率最高的是 NNE 风向，频率为 10%，冬季出现频率最高的是 NNE 风向，频率为 10%。

表 5.7 1957—2023 年项城站四季及年各风向频率(%)

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春	6.7	7.5	7.6	6.2	7.3	6.4	7.3	8.3	9.5	8.3	5.3	2.8	2.3	2.2	3.2	3.7	4.6
夏	6.5	6.5	7.7	6.8	7.4	6.9	7.3	7.6	9.4	8.1	5.3	2.3	2.1	1.7	3.1	3.9	6.0
秋	9.3	10.0	8.8	6.9	7.5	5.7	5.9	5.4	5.4	4.6	3.5	2.5	2.6	2.6	4.1	5.4	8.9
冬	9.4	10.0	8.6	6.7	6.3	4.8	5.0	5.6	6.3	5.9	5.1	3.1	3.1	3.1	4.3	5.4	6.3
年	8.0	8.5	8.2	6.7	7.1	6.0	6.4	6.7	7.6	6.7	4.8	2.7	2.5	2.4	3.7	4.6	6.4

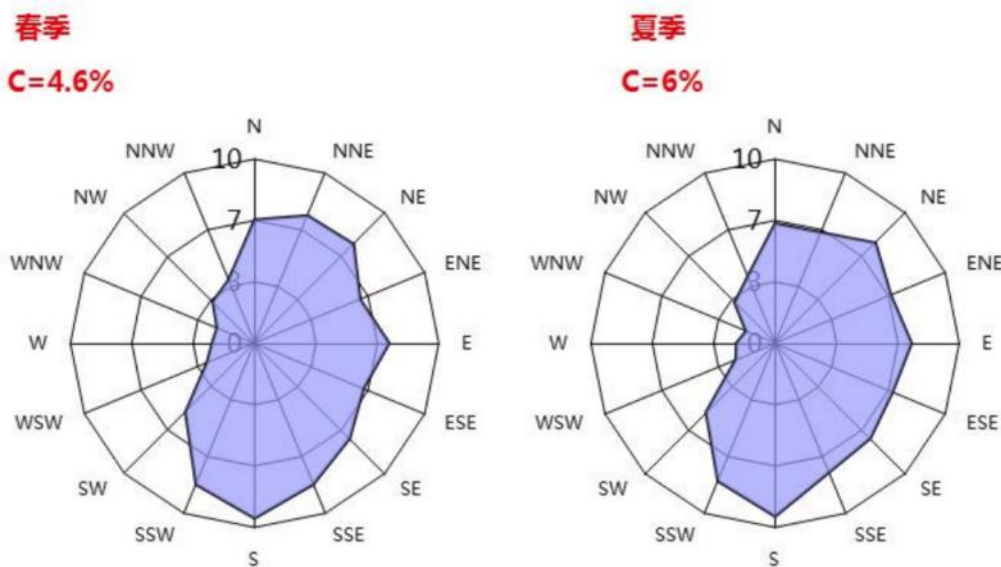


图 5.20 项城站春季、夏季风向频率 (%)，1991—2022)

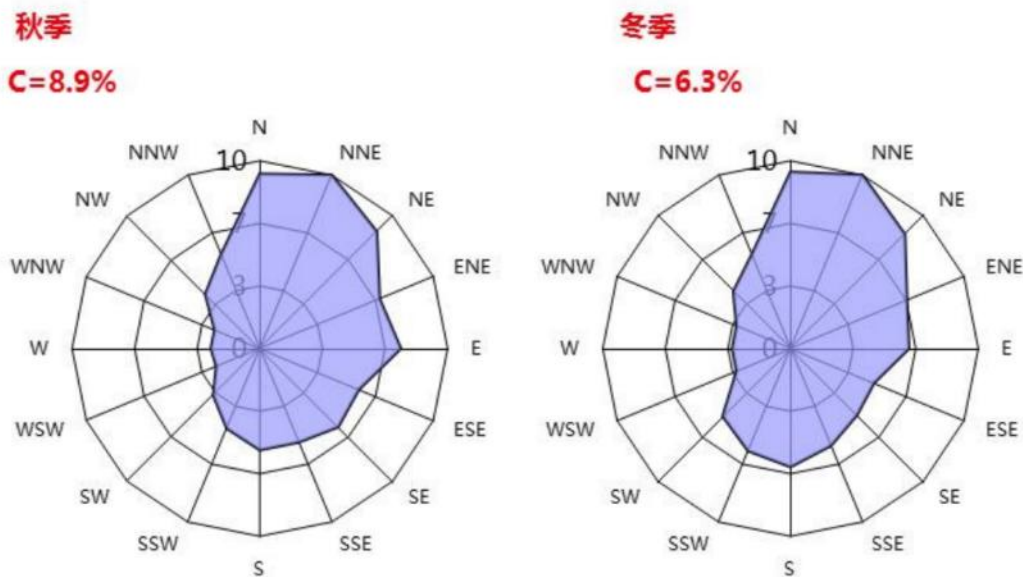


图 5.21 项城站秋季、冬季风向频率（%，1991—2022）

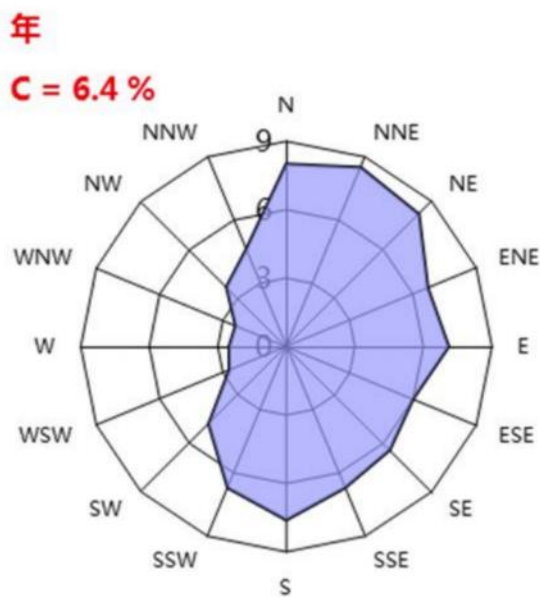


图 5.22 项城站年风向频率（%，1991—2022）

## 5.6 相对湿度

### 5.6.1 年际变化

1957—2023 年项城气象站累年平均相对湿度为 72.3%，其中年平均相对湿度最高出现在 1964 年，为 80.0%；最低出现在 2011 年，为 65.0%。

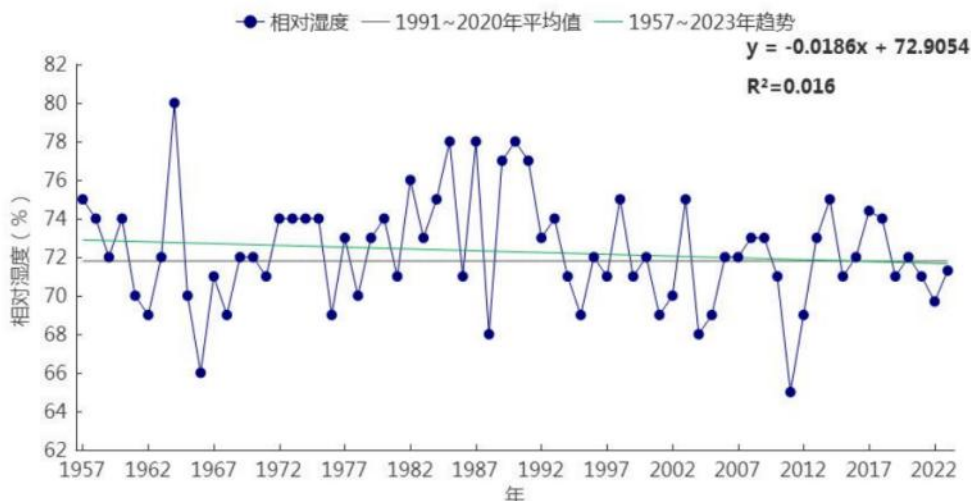


图 5.23 1957—2023 年项城站平均相对湿度年际变化

### 5.6.2 月际变化

1957—2023 年项城气象站平均相对湿度的月变化在 66.5%（6 月）~82.3%（8 月）之间，最小相对湿度的月变化在 1%（1 月）~24%（8 月）之间。

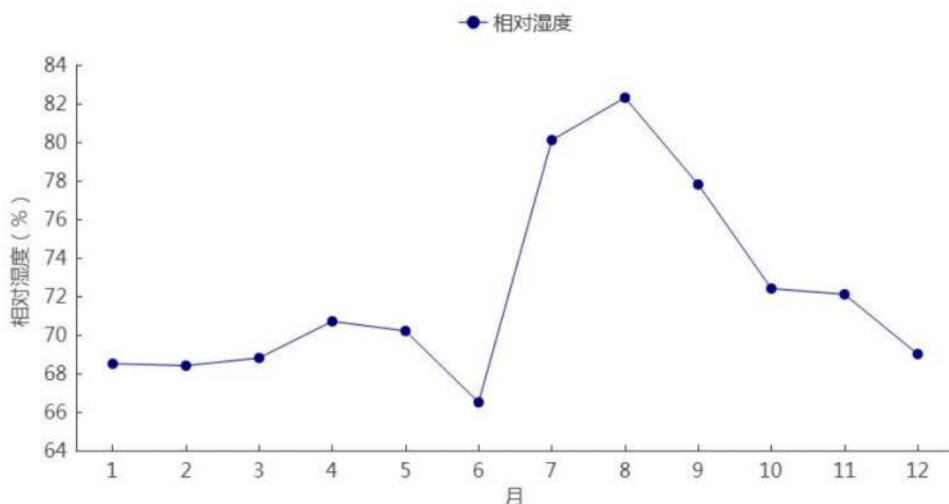


图 5.24 1957—2023 年项城站平均相对湿度月际变化

### 5.6.3 日变化

2014—2023 年项城气象站相对湿度日变化呈“U”型变化。每天 6 时为一天相对湿度的最高值，为 85.0%；6 时开始，相对湿度逐渐减小，到 15 时达到谷底，为 53.3%；之后再次开始上升，直至次日 6

时。

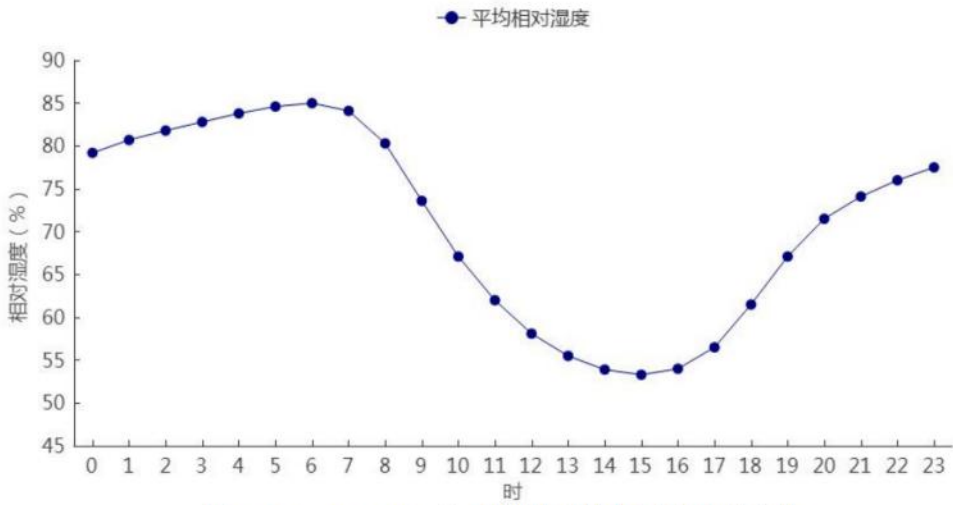


图 5.25 2014—2023 年项城站平均相对湿度日变化

## 5.7 日照

### 5.7.1 年际变化

1957—2023 年项城气象站累年平均日照时数为 1935.4 小时，其中年日照最高出现在 1966 年，为 2420.0 小时；最低出现在 2015 年，为 1489.1 小时。

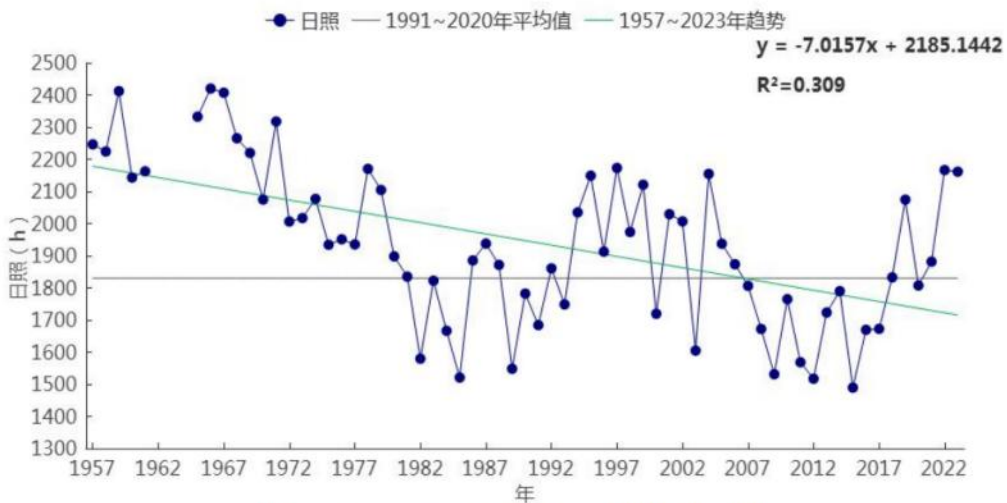


图 5.26 1957—2023 年项城站日照年际变化

### 5.7.2 月际变化

1957—2023 年项城气象站日照的月变化在 123.1 小时（1 月）～

197.3 小时（5 月）之间。总体看来，月平均日照时数，3 月、4 月、5 月、6 月、7 月、8 月、9 月、10 月在 140 小时以上，冬季明显偏小，4 月、5 月、6 月、7 月、8 月全年最高，在 177 小时以上。主要由于夏季白天时间较长，且受副热带高压控制出现晴热高温天气较多。

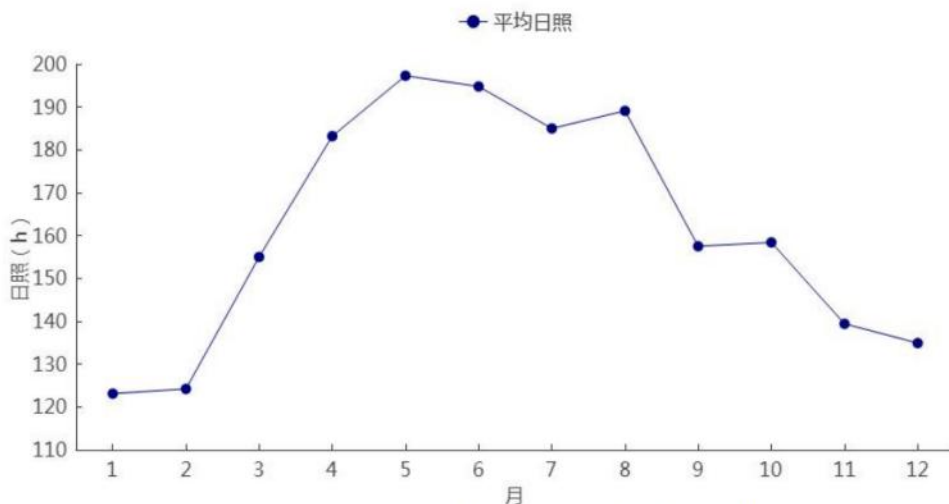


图 5.27 1957—2023 年项城站日照月际变化

## 5.8 地面温度

### 5.8.1 年际变化

#### (1) 平均地面温度

1957—2023 年项城气象站累年平均地面温度、平均最高地面温度及平均最低地面温度分别为  $17.2^{\circ}\text{C}$ 、 $31.7^{\circ}\text{C}$ 、 $9.3^{\circ}\text{C}$ ，其中年平均地面温度在  $15.9^{\circ}\text{C}$ （1969 年、1972 年、1980 年）~ $19.2^{\circ}\text{C}$ （2022 年）之间变化，年平均最高地面温度在  $28.2^{\circ}\text{C}$ （2003 年）~ $35.8^{\circ}\text{C}$ （2022 年）之间变化，年平均最低地面温度在  $6.7^{\circ}\text{C}$ （1980 年）~ $11.2^{\circ}\text{C}$ （2018 年）之间变化。

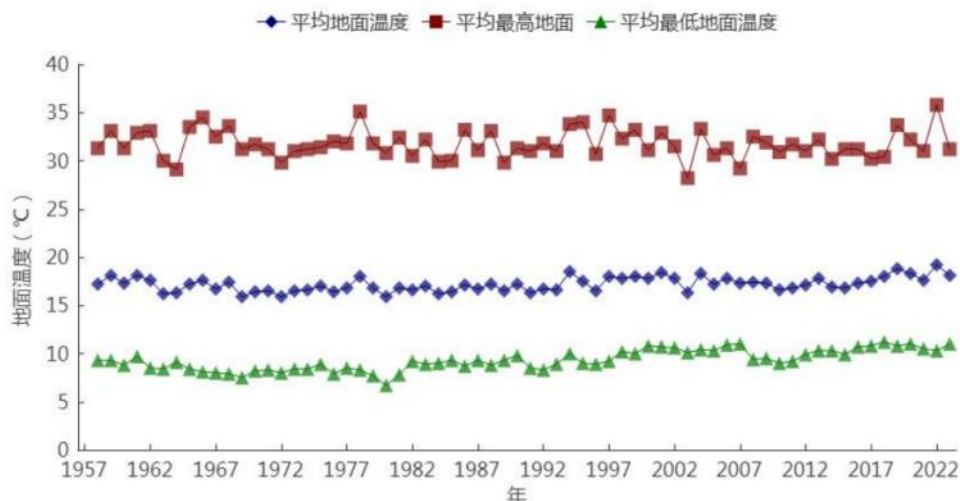


图 5.28 1957—2023 年项城站平均、平均最高、平均最低地面温度年际变化

## (2) 极端地面温度

项城气象站自 1958 年开始有极端最高地面温度，极端最低地面温度的资料，1958—2023 年的年极端最高地面温度在 57.8°C（2023 年）~69.5°C（1967 年）之间变化。近年来极端最高地面温度呈下降趋势。

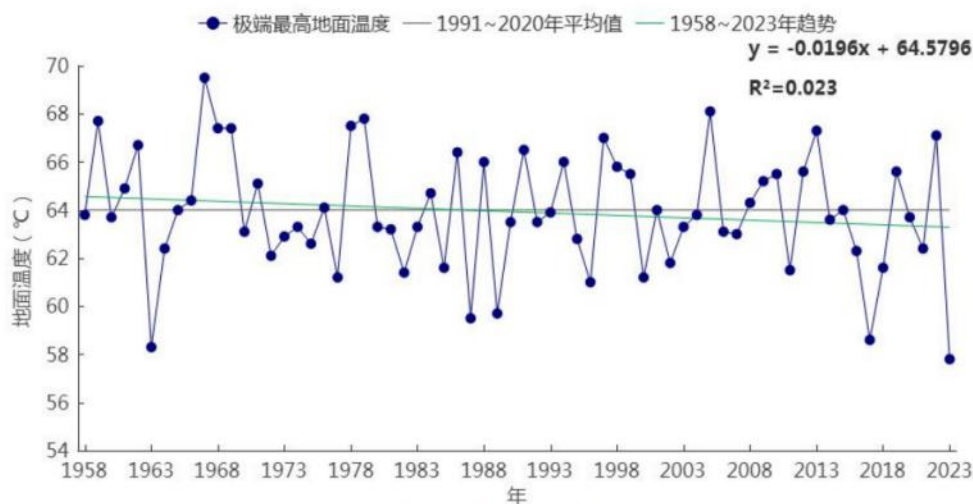


图 5.29 1958—2023 年项城站极端最高地面温度年际变化

项城气象站 1958—2023 年的年极端最低地面温度在 -23.9°C（1969 年）~-4.1°C（2017 年）之间变化。近 10 年的年极端最低地面温度在 -9.9°C（2022 年）~-4.1°C（2017 年）之间，极端最低地面

温度有上升的趋势。

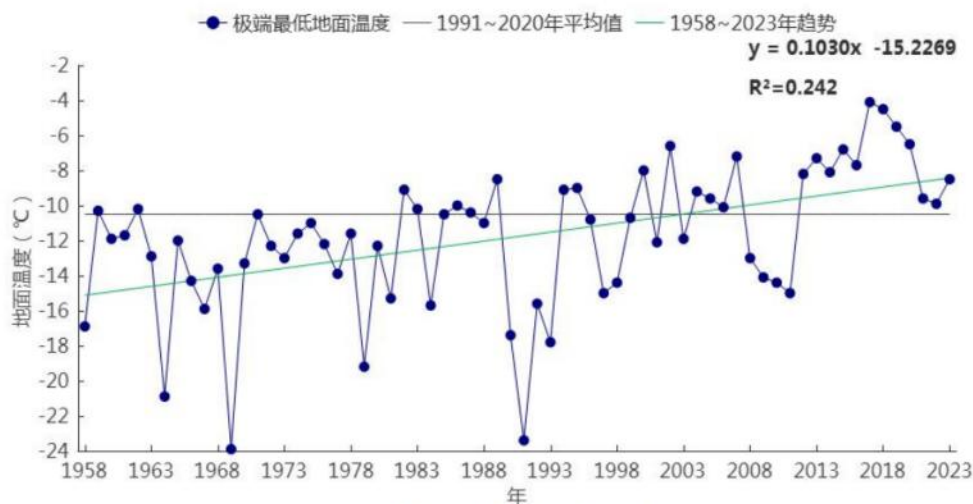


图 5.30 1958—2023 年项城站极端最低地面温度年际变化

## 5.8.2 月际变化

### (1) 平均地面温度

1957—2023 年项城气象站平均地面温度、平均最高地面温度、平均最低地面温度月变化分别在  $1.5\sim 31.2^{\circ}\text{C}$ 、 $12.6\sim 47.6^{\circ}\text{C}$ 、 $-4.1\sim 23.3^{\circ}\text{C}$  之间。月平均地面温度、平均最低地面温度的最高值出现在 7 月。平均最高地面温度最高值出现在 6 月。月平均地面温度、平均最高地面温度和平均最低地面温度的最低值均出现在 1 月。

表 5.8 1957—2023 年项城站月平均、平均最高、平均最低地面统计表 (单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	1.5	4.7	10.7	18.4	24.7	29.9	31.2	30.4	24.5	17.5	9.6	3.2	17.2
平均最高	12.6	17.8	25.9	35.3	42.3	47.6	46.3	45.9	39.1	31.5	22.1	14.5	31.7
平均最低	-4.1	-2.1	2.5	8.6	14.4	19.7	23.3	22.5	16.8	10	2.9	-2.6	9.3

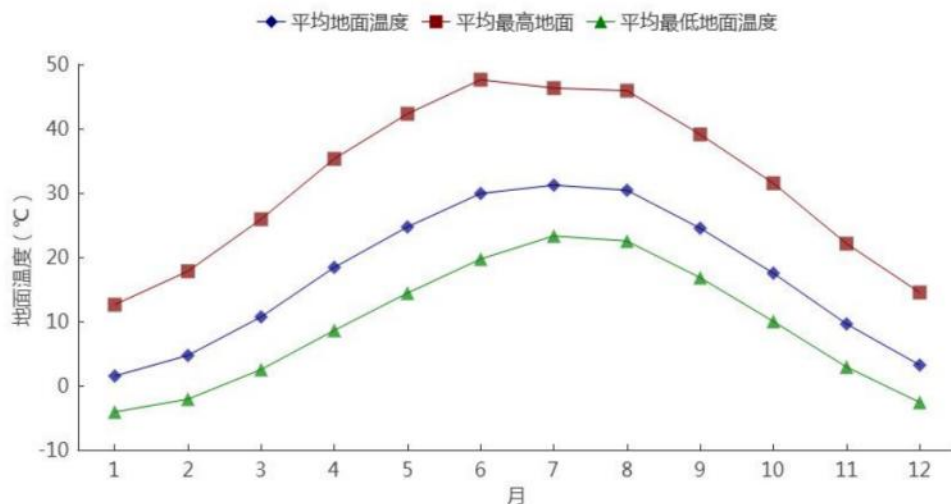


图 5.31 1957—2023 年项城站平均、平均最高、平均最低地面温度月际变化

## (2) 极端地面温度

项城气象站 1957—2023 年的各月极端最高地面温度值在 28.8~69.5℃，最高值 69.5℃出现在 1967 年 8 月 8 日；各月极端最低地面温度值在 -23.9~14.4℃之间，最低值 -23.9℃出现在 1969 年 2 月 5 日。

表 5.9 1958—2023 年项城站各月极端地面温度 (°C)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高	28.8	39.2	49	59.6	64.1	68.1	67.8	69.5	61.6	54.5	42	33.3	69.5
极端最低	-19.2	-23.9	-11.6	-4.2	0	9.1	14.4	13.1	1.9	-4	-10.1	-23.4	-23.9

## 5.8.3 日变化

2014—2023 年项城气象站小时平均地面温度呈单峰型变化。每天 5 时为一天地面温度的最低值，为 11.3℃；5 时开始，地面温度逐渐升高，到 13 时达到峰值 29.2℃；之后开始下降，直至次日 5 时。

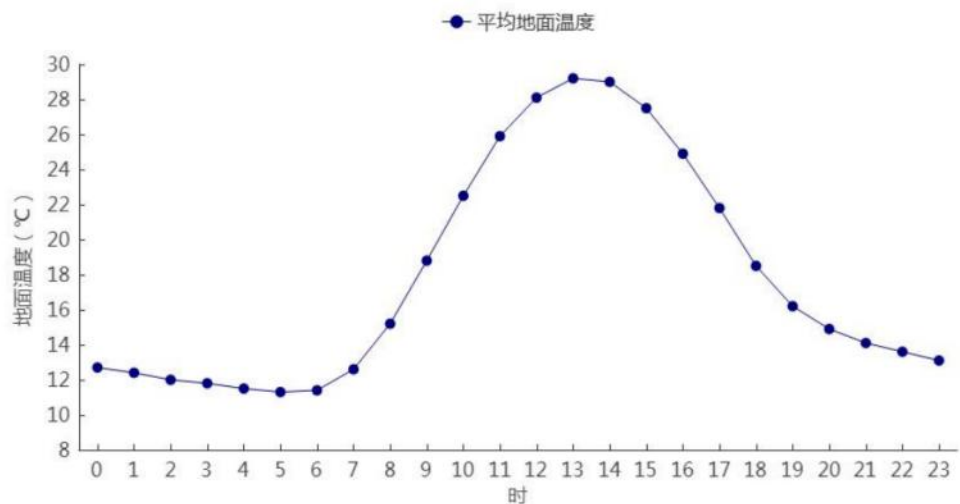


图 5.32 2014—2023 年项城站平均地面温度日变化

## 第六章 高影响天气分析

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

根据项城市先进制造业开发区重点企业对高影响天气敏感度的调查，确定项城市先进制造业开发区高影响天气包括暴雨、雷电、大风、积雪、高温和低温。

### 6.1 暴雨

#### （1）暴雨日数

1957—2023 年项城气象站累年平均暴雨日数为 2.6 天，历年暴雨日数在 0 天（1968 年、1986 年、1987 年、1992 年、1994 年、2011 年）~8 天（1984 年）之间变化。暴雨发生在 4—10 月，其中 7 月相对较多。

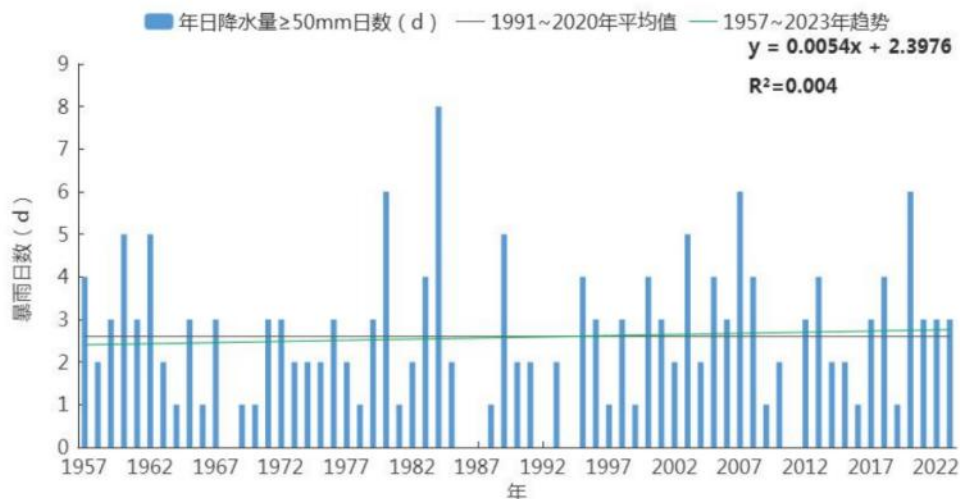


图 6.1 1957—2023 年项城站年暴雨日数逐年变化图 (单位: d)

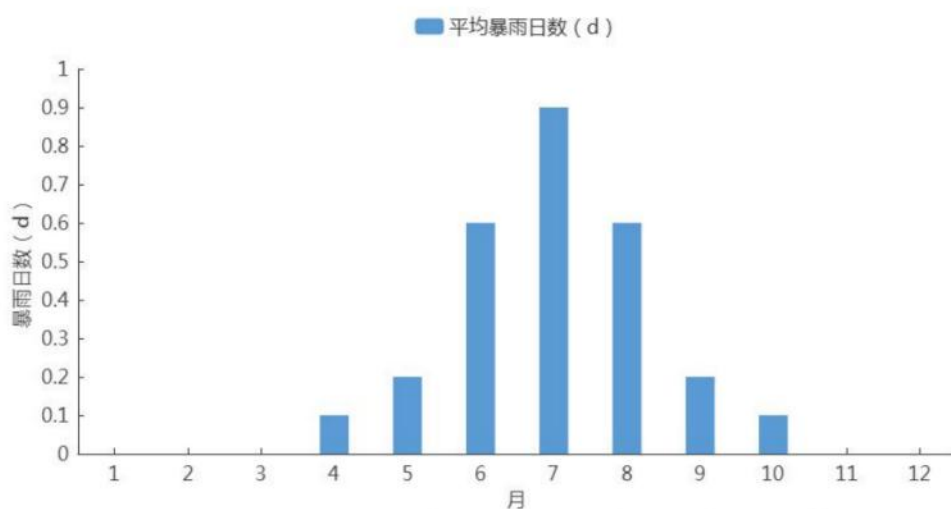


图 6.2 1957—2023 年项城站平均暴雨日数逐月变化图 (单位: d)

## (2) 最长连续降水日数及最大连续降水量

1957—2023 年项城气象站最长连续降水日数在 3 天(2018 年)~15 天(2003 年)之间,最长连续降水量在 5.2mm(1966 年)~242.7mm(2005 年)之间;而最大连续降水量则在 58.9mm(2019 年)~411.7mm(1972 年)之间。

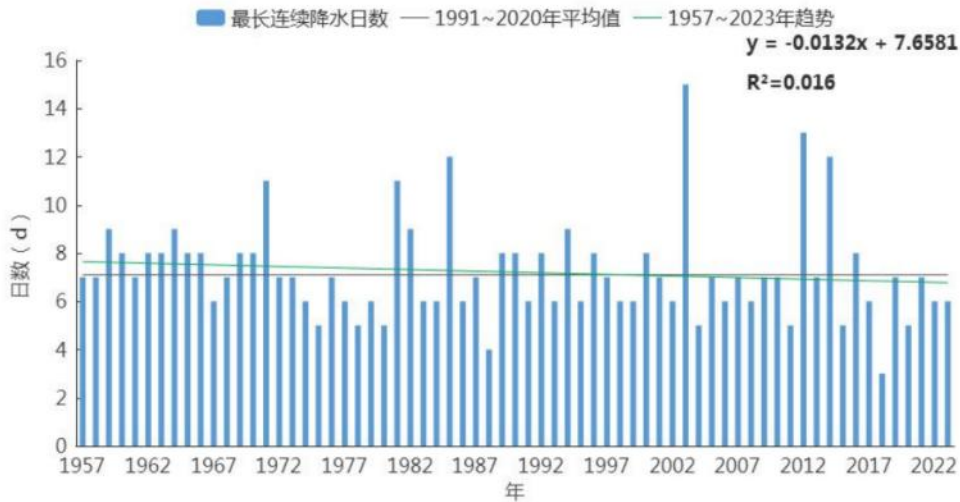


图 6.3 1957—2023 年项城站最长连续降水日数的年际变化

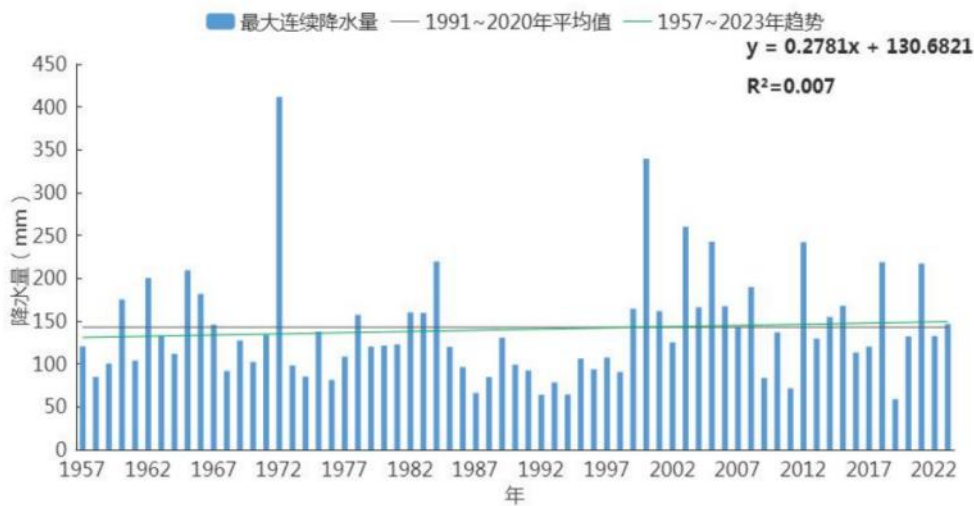


图 6.4 1957—2023 年项城站最大连续降水量的年际变化

### (3) 最大日降水量

1957—2023 年项城累年平均最大日降水量为 91.7mm，年际变化在 32.6mm（1994 年）~319.2mm（1972 年）之间。最大日降水量日数 以 1.30mm/10a 的速率增多。

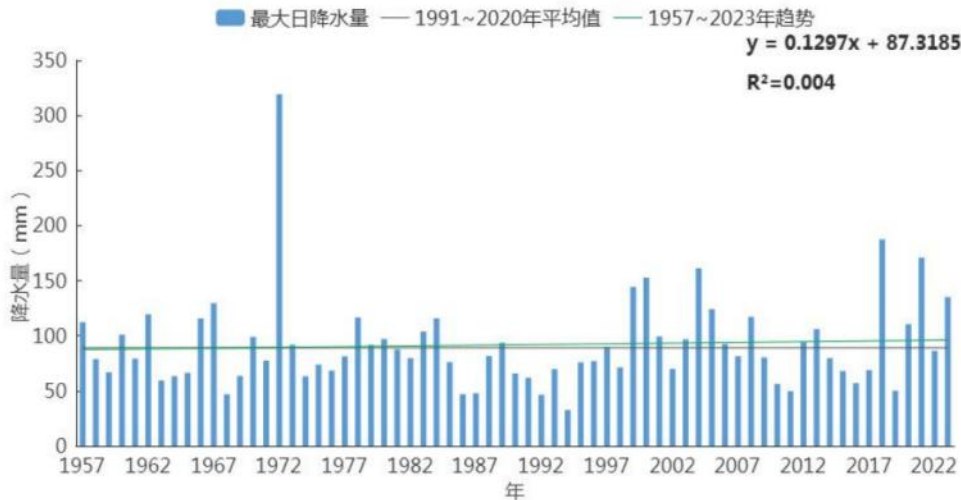


图 6.5 1957—2023 年项城站最大日降水量年际变化

## 6.2 雷暴

统计项城气象站 1957—2013 年的地面观测资料（2013 年后没有雷暴、闪电观测记录，改为闪电定位仪观测，具体结果参考第八章雷电风险评估），累年平均雷暴日数为 23.4 天，年雷暴日数在 10 天（1999 年、2002 年）~45 天（1963 年）之间变化，年日数变化呈减少趋势。7 月雷暴日数最多，为 8.4 天，1 月、12 月没有雷暴发生，主要发生在 6—8 月，占全年雷暴发生日数的 77.16%，7 月是高发时段，占全年雷暴发生的 36.21%。

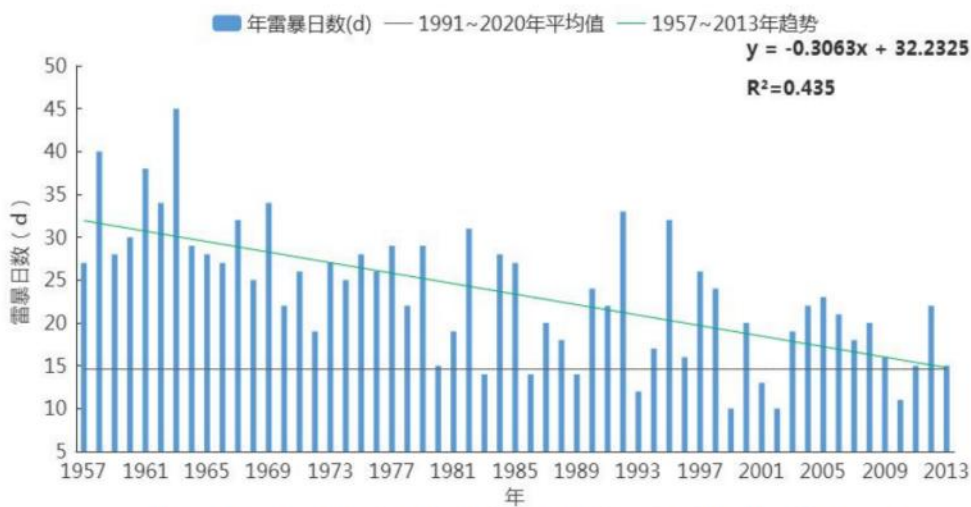


图 6.6 1957—2013 年项城站年雷暴日数逐年变化图（单位：d）

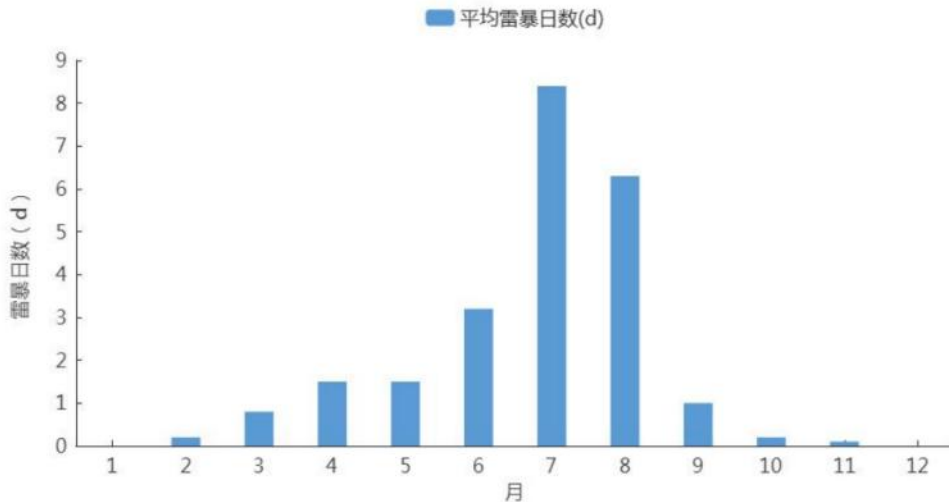


图 6.7 1957—2013 年项城站平均雷暴日数逐月变化图 (单位: d)

## 6.3 地闪

使用河南省地闪定位观测系统数据, 选取 2014—2023 年项目区域 5km 范围的地闪数据, 分析了地闪的年变化、月变化和日变化特征。

### 6.3.1 年变化特征

近 10 年来, 项城市地闪频次年变化整体呈先降后升趋势。2021 年地闪次数最多, 为 454 次; 其次是 2023 年, 有 408 次地闪; 2018 年有 273 次; 2022 年有 193 次; 2017 年最少, 仅有 68 次地闪发生。从统计数据来看, 项城市内地闪频次年变化较大, 不排除未来个别年份雷电活动会剧增的可能性。

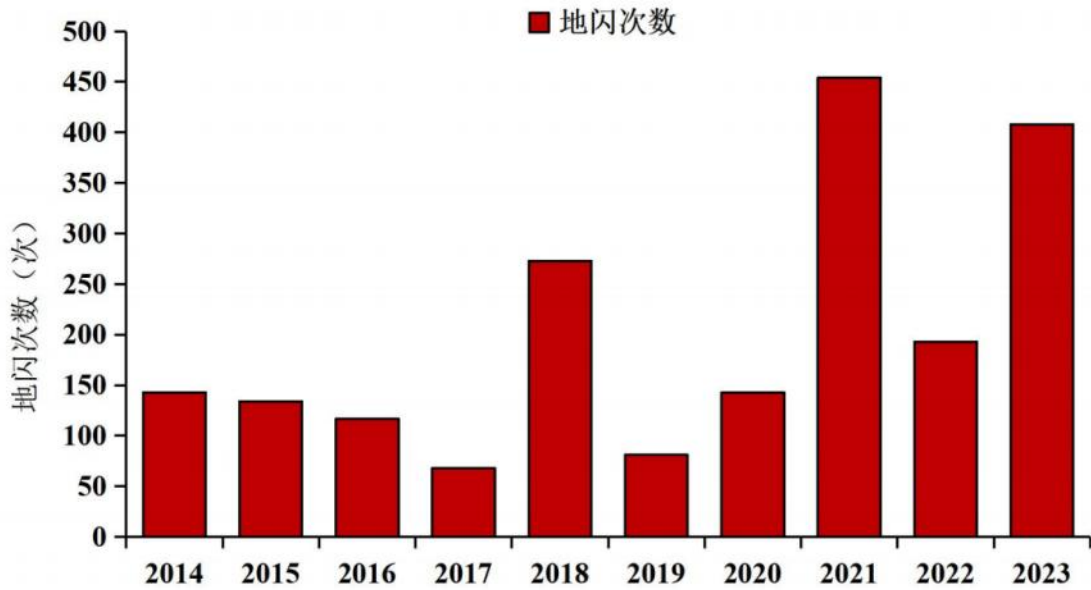


图 6.8 2014-2023 年项城市地闪频次年变化特征

### 6.3.2 月变化特征

由历年地闪频次月变化（图 6.9）可知：项城市 2014—2023 年所发生的地闪主要分布在 7—9 月，占地闪总数的 80.43%。其中 7 月份最多，为 869 次，占地闪总数的 43.14%；8 月份有 374 次，占地闪总数的 18.57%；9 月份有 377 次，占地闪总数的 18.71%；3 月份有 107 次，占地闪总数的 5.31%。其他月份有少量地闪发生或没有发生。园区内的雷电主要出现在盛夏季节，春季次之，冬季的雷电活动较少。主要原因是 7—9 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。10 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。

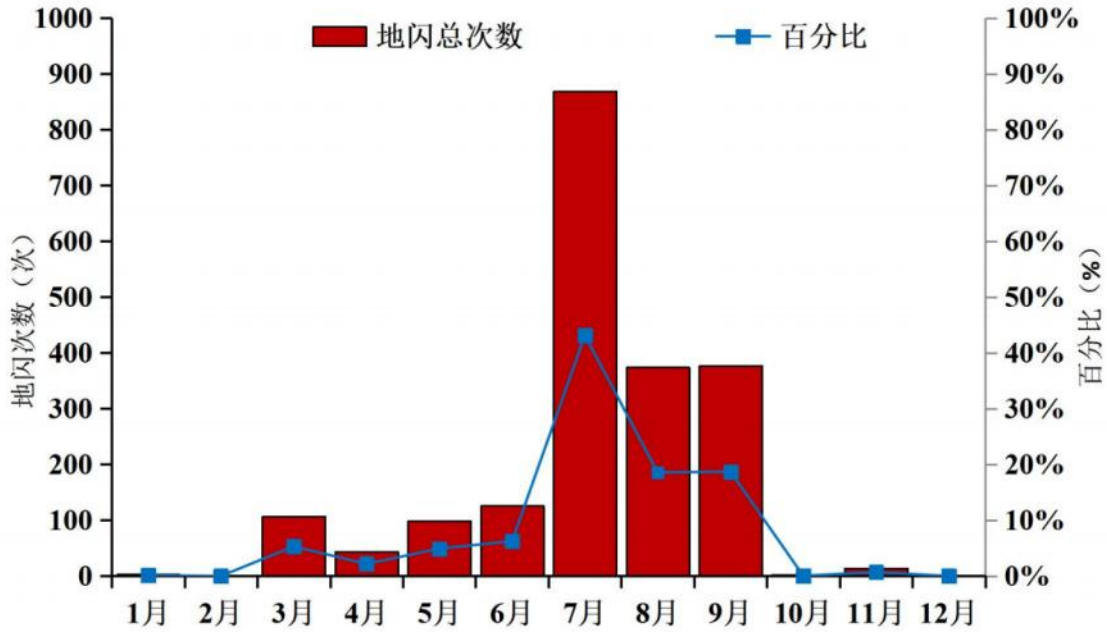


图6.9 2014-2023年项城市地闪频次月变化特征

### 6.3.3 日变化特征

由图 6.10 可知，2014—2023 年项城市内所发生的地闪分布情况较复杂，出现了三个峰值，最大值出现在 03 时，地闪次数为 264 次；其次是 16 时，地闪次数为 215 次；10 时地闪次数为 169 次，6 时、7 时、9 时、11 时的地闪次数均在 50 次及以下。园区应下午 16 时—18 时和夜间 03 时这些个时间段的雷电天气。

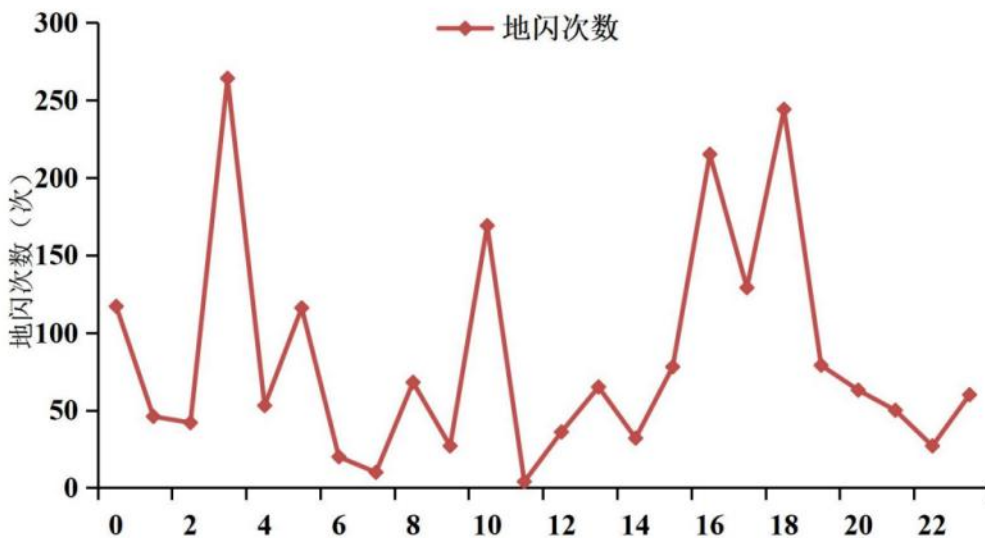


图 6.10 2014-2023 年项城市地闪频次日变化特征

## 6.4 大风

1957—2023 年项城气象站年平均大风日数为 3.5 天，1957 年、1965 年大风日数最多，为 11 天，其中有 10 年未出现大风，年日数变化呈减少趋势。大风全年各月均有发生，其中 3 月、4 月、7 月相对较多。

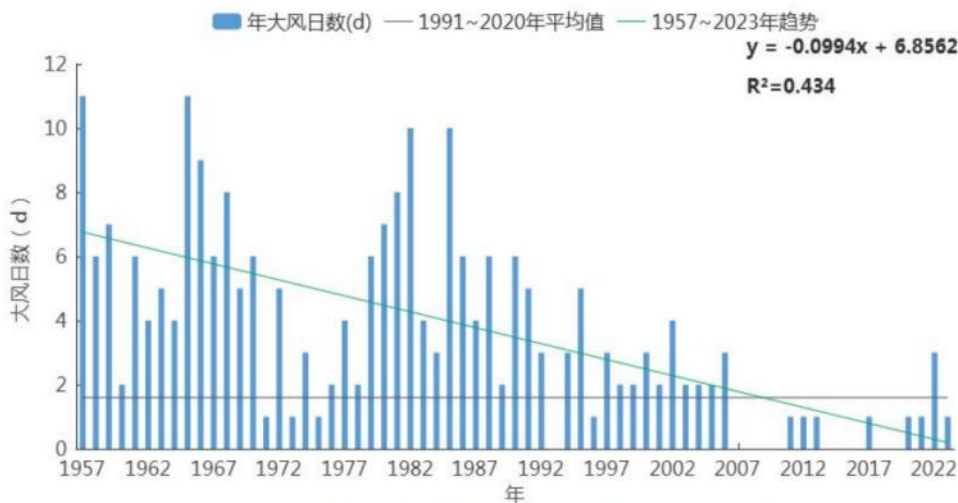


图 6.11 1957—2023 年项城站年大风日数逐年变化图（单位：d）

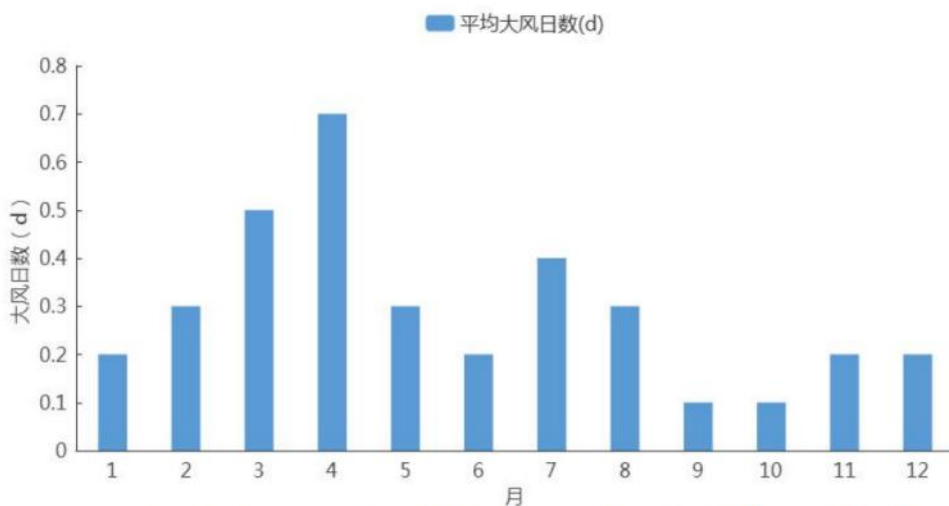


图 6.12 1957—2023 年项城站平均大风日数逐月变化图（单位：d）

## 6.5 积雪

1957—2023 项城气象站年平均积雪日数为 11.7 天，历年积雪日数在 0 天（1995 年、2007 年、2021 年、2022 年）~61 天（2017 年）

之间变化。积雪一般发生在 11 月至次年 3 月，4—10 月无积雪现象。

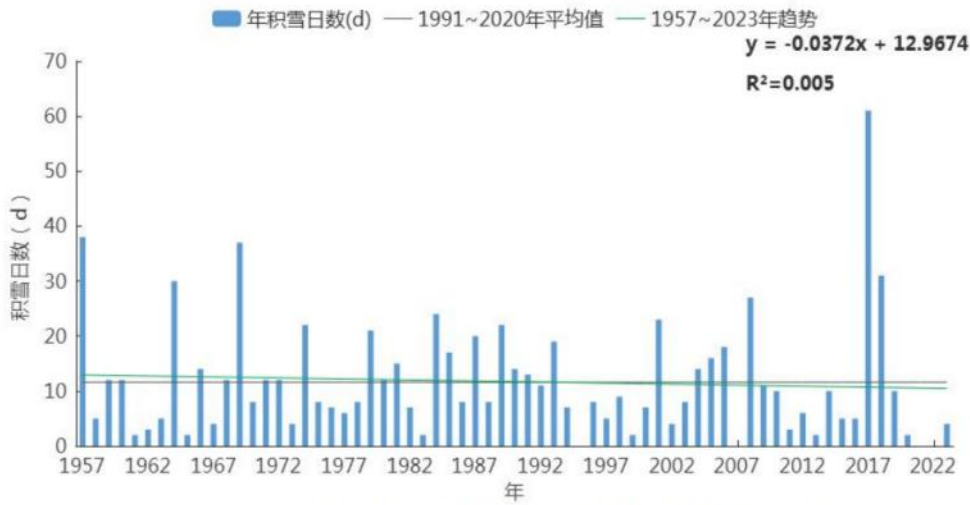


图 6.13 1957—2023 年项城站年积雪日数逐年变化图 (单位: d)

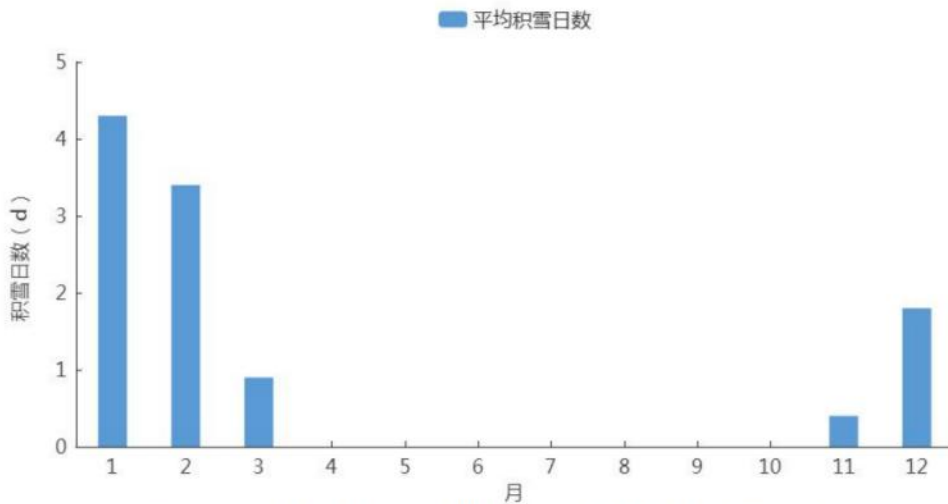
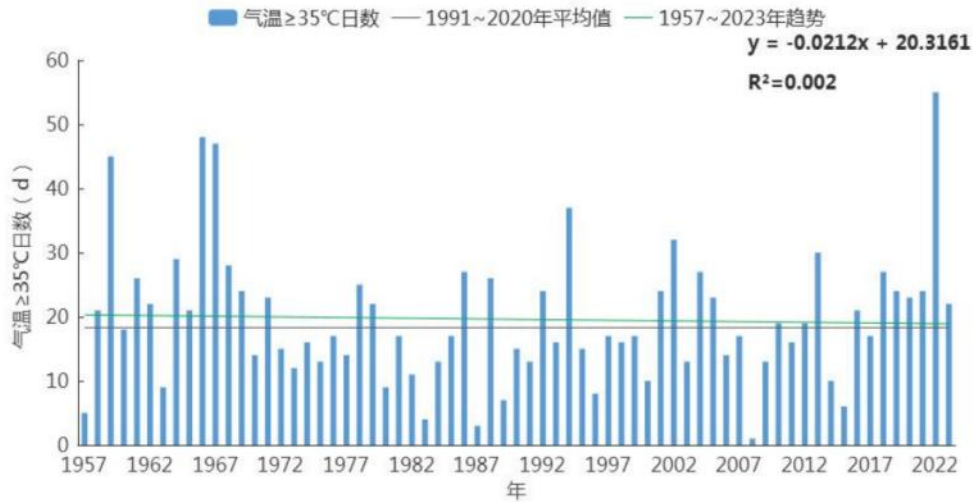
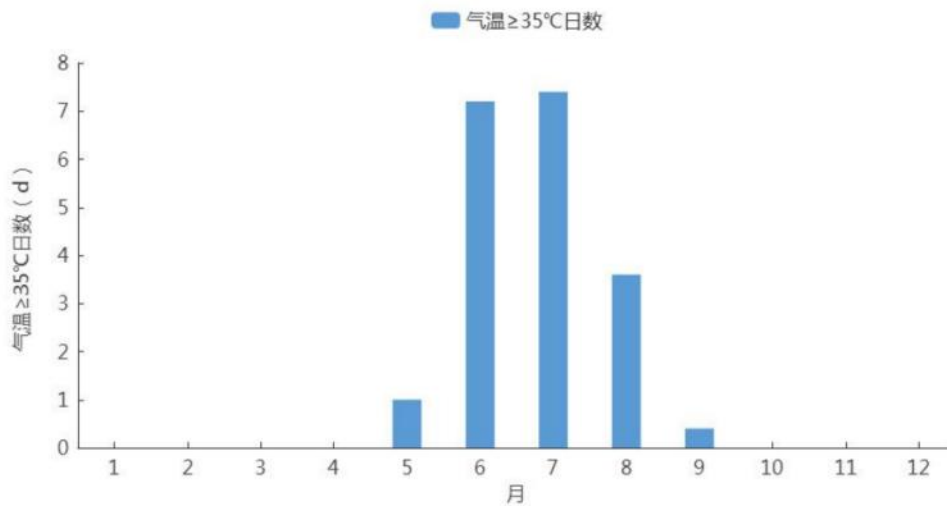


图 6.14 1957—2023 年项城站平均积雪日数逐月变化(单位: d)

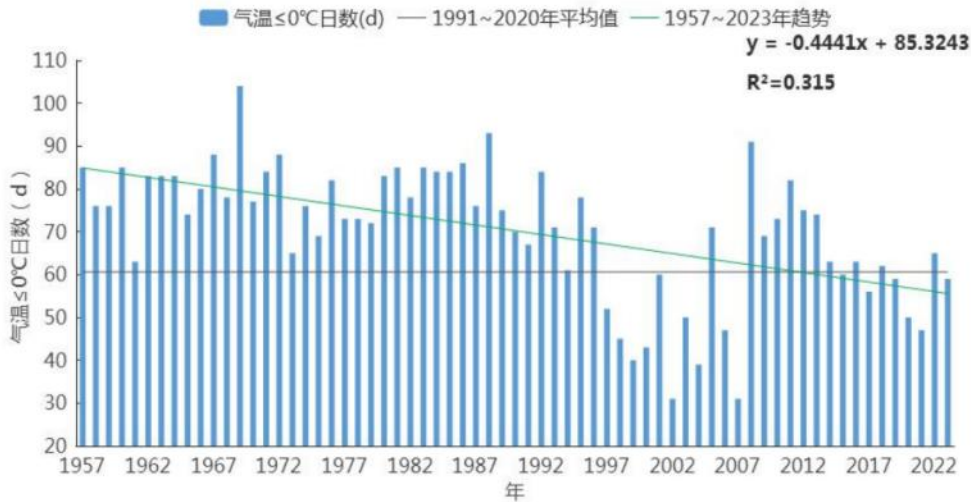
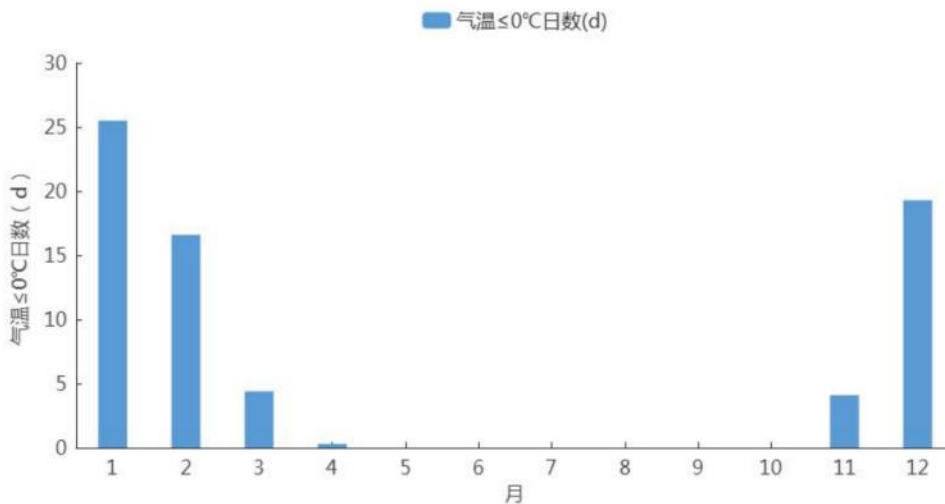
## 6.6 高温

项城气象站年高温日数的平均日数为 19.6 天，年际变化在 1 天（2008 年）~55 天（2022 年）之间，高温日数呈下降趋势；高温天气主要发生在 6—8 月，分别为 7.2 天、7.4 天、3.6 天。

图 6.15 1957—2023 年项城站气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数逐年变化图 (单位: d)图 6.16 1957—2023 年项城站气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数逐月变化 (单位: d)

## 6.7 低温

项城气象站年低温日数的平均日数为 70.2 天, 年际变化在 31 天 (2002 年、2007 年) ~ 104 天 (1969 年) 之间, 低温日数呈减少趋势。低温天气主要发生在 11—4 月, 分别为 4.1 天、19.3 天、25.5 天、16.6 天、4.4 天、0.3 天。

图 6.17 1957—2023 年项城站气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数逐年变化图 (单位: d)图 6.18 1957—2023 年项城站气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 日数逐月变化图 (单位: d)

## 6.8 交通运营不利天数分析

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

### 6.8.1 年变化特征

近 13 年来,项城市先进制造业开发区交通运营不利天数年变化起伏较大。2017 年交通运营不利天数最多,为 103 天;2018 年交通运营不利天数次之,为 82 天。2011 年交通运营不利天数最少,仅有

26 天。从统计数据来看，2011-2023 年交通运营不利天数有先增加后减少的趋势（图 6.19）。

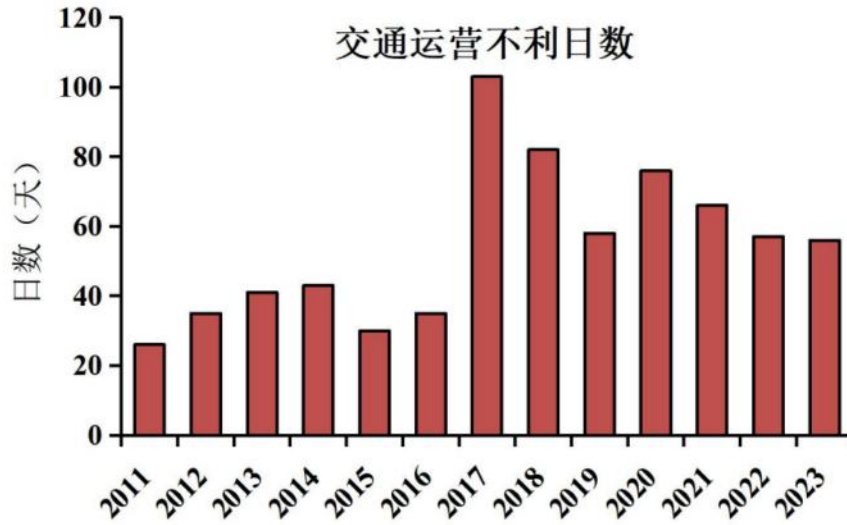


图 6.19 2011-2023 年项城站交通不利日数年变化特征

### 6.8.2 月变化特征

由历年交通运营不利天数月变化（图 6.20）可知：项城市先进制造业开发区 2011-2023 年所发生的交通运营不利天数主要分布在冬季，占交通运营不利天数总数的 26%。其中 1 月份交通运营不利天数最多，为 83 天，占交通运营不利天数总数的 11.7%；8 月份次之，为 67 天，占交通运营不利天数总数的 9.5%；3 月份最少，为 43 天，占交通运营不利天数总数的 6.1%。由此可知，园区内的交通运营不利天数主要出现在冬季，主要原因是冬季雪和雾日数较多；夏季次之，春季最少。

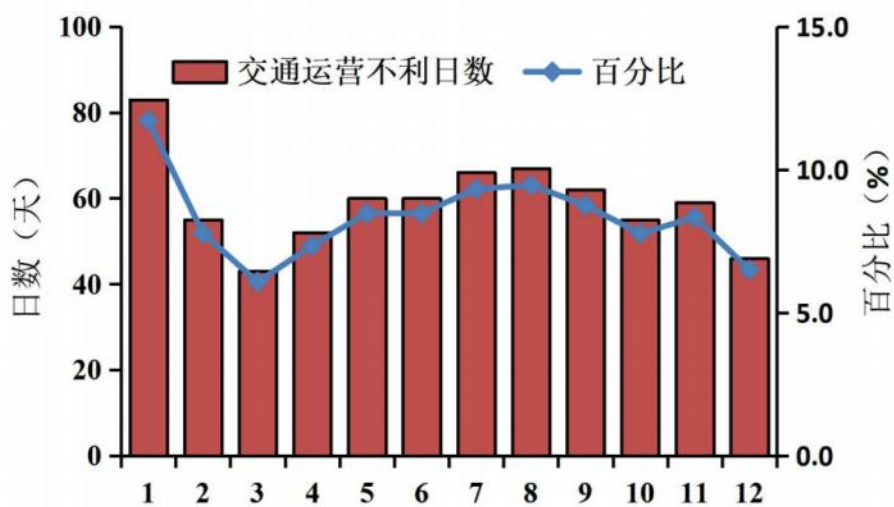


图6.20 2011-2023年项城站交通运营不利天数月变化特征

## 第七章 关键气象参数分析与推算

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

### 7.1 风速设计基准值

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

由于风速的局地性较大，且最大风速资料观测时间短，为了得到项城市先进制造业开发区设计风速基准值，需利用周边具有长时间观测数据的气象站对其进行分析。

选取以项城市先进制造业开发区为中心，60 km 半径范围内的气象站点，如图 7.1 所示，河南省内共有 7 个国家气象观测站，各站的最大风速观测时间具体如下：项城（2011—2023）、沈丘（1980—2023）、郸城（1980—2023）、淮阳（2011—2023）、周口（1980—2023）、商水（2011—2023）、西华（1972—2023）。

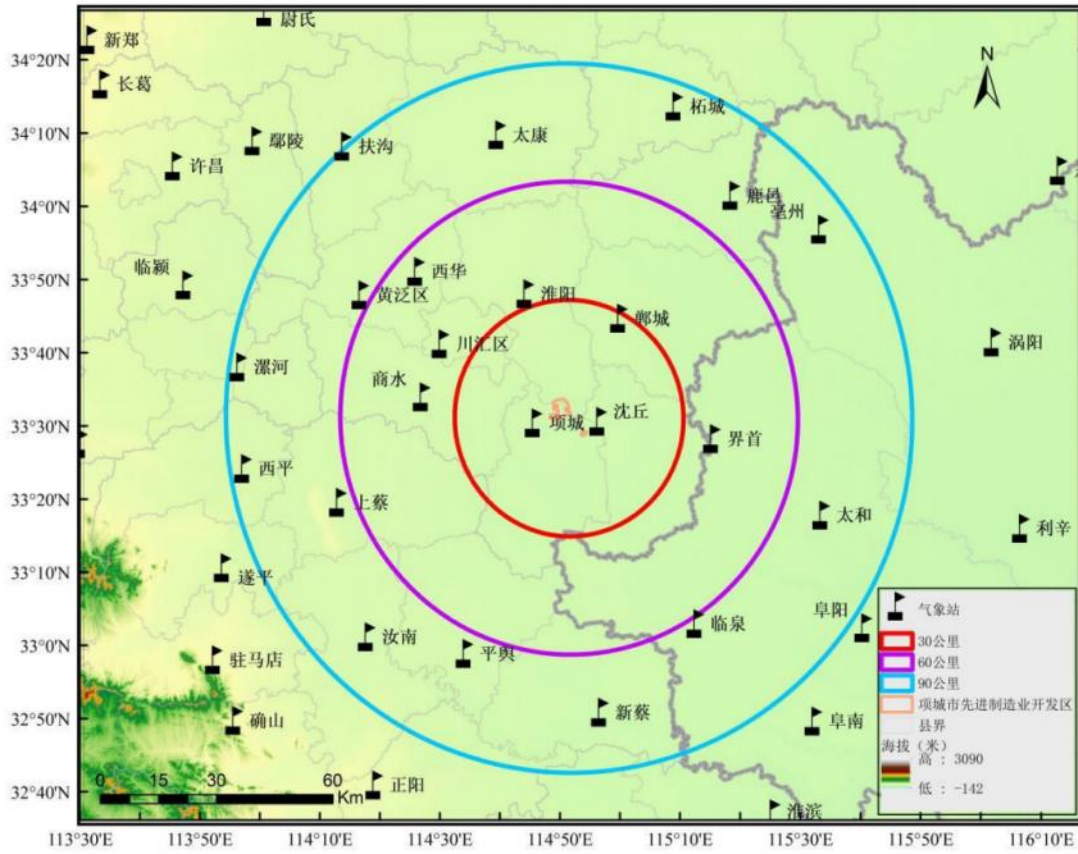


图7.1 以项城市先进制造业开发区为中心60km范围的气象站点

考虑数据的可靠性，选取项城、沈丘、郸城、周口、商水、西华长序列资料（如图 7.2 所示），从图中可以看到，几个气象站最大风速的年变化基本一致。

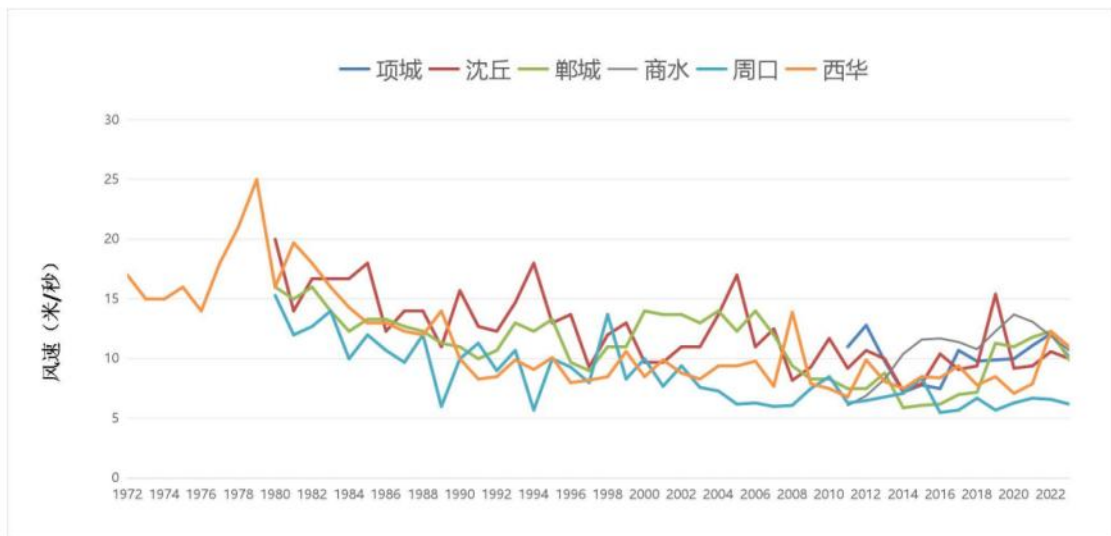


图 7.2 各气象站最大风速序列年变化

### 7.1.1 设计风速计算

对项城、沈丘、郸城、周口、商水、西华 6 个国家气象站的年最大风速估算不同重现期的最大风速，结果如表 7.1 所示。

表7.1 项城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
项城	9.7	10.4	11.3	12.3	13.3	13.9	14.6	15.6
沈丘	11.8	13.1	14.6	16.5	18.4	19.4	20.7	22.5
郸城	10.7	11.9	13.2	14.9	16.5	17.4	18.6	20.1
周口	8.1	9.3	10.5	12.1	13.6	14.4	15.5	17.0
商水	10.3	11.3	12.4	13.8	15.1	15.9	16.8	18.1
西华	10.8	12.5	14.3	16.7	19.0	20.4	21.9	24.1

从周边国家站的重现期数据对比上可见，100a 一遇最大风速西华站的计算结果为附近站点最大，50a 一遇最大风速西华站的计算结果也为附近站点最大，综合考虑规范中对风速观测场地、仪器、资料质量和序列长度等要求，同时考虑地形、距离等因素，建议采用西华的计算结果作为项城市先进制造业开发区设计风速。为了让设计人员有一个选择的余地，也为了有一个相互比较、相互验证的结果，报告给出不同方法估算出的基本风速（表 7.2）。

表7.2 不同重现期设计风速（单位：m/s）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	10.8	12.5	14.3	16.7	19.0	20.4	21.9	24.1
极大似然法	9.9	11.4	13.6	17.2	22.1	25.7	31.3	41.2
L-矩	28.5	11.8	13.8	16.5	19.6	21.6	24.3	28.5

### 7.1.2 基本风压

根据《建筑结构荷载规范（GB 50009-2012）》，基本风压定义为风荷载的基准压力，一般按当地平坦地面上 10m 高度处 10min 平均的风速观测数据，经概率统计得出 50 年一遇最大值确定的风速，在

考虑相应的空气密度，按贝努利（Bernoulli）公式确定的风压。

风压计算如下式：

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

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

根据站点海拔高度  $z$  估算空气密度  $\rho \approx 0.00125e^{-0.0001z}$ ，项城站海拔高度为 43.6 米，计算的密度约为  $0.001244\text{t/m}^3$ 。估计 2a~100a 重现期的基本风压，详见下表。根据《建筑结构荷载规范（GB 50009-2012）》的全国基本风压分布，项城及周边地区（西华、驻马店）50a 一遇基本风压为  $0.40 \text{ kN/m}^2$  至  $0.45 \text{ kN/m}^2$ ，100a 一遇基本风压为  $0.45 \text{ kN/m}^2$  至  $0.55 \text{ kN/m}^2$ ，50a 一遇基本风压和 100a 一遇基本风压计算结果均低于推荐值，建议两者均采用《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： $\text{kN/m}^2$ ）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	0.0726	0.0972	0.1272	0.1735	0.2245	0.2589	0.2983	0.3613

## 7.2 基本雪压

### 7.2.1 积雪密度的估算

河南省共有 17 个气象站观测雪压，通过雪压及雪深计算积雪密度，由于项城国家气象观测站没有对雪压观测，考虑地形、距离等因素，选取西华站的积雪密度作为项城市先进制造业开发区计算分析的积雪密度值。

### 7.2.2 年最大积雪深度的概率估算

利用项城站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 7.3）。

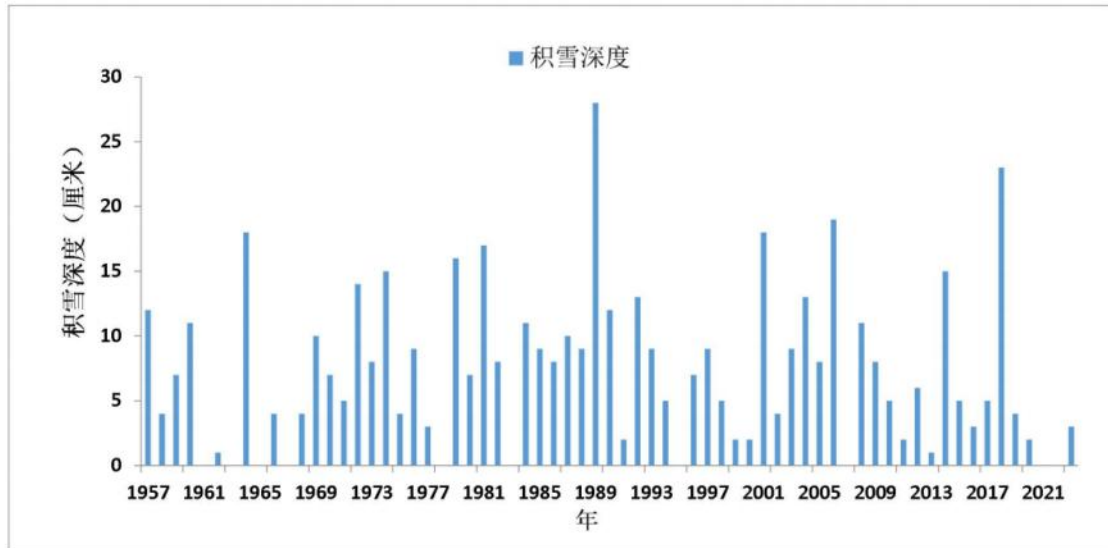


图7.3 年最大积雪深度变化

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

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

其中： $k$  为积雪深度大于 0 的年数， $n$  为总年数。

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

表7.4 不同重现期积雪深度 (单位: cm)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
P-III	6.1	8.8	11.2	15.6	19.2	21.1	23.6	26.8
Gumbel	7.3	9.9	12.3	14.9	17.1	18.2	19.5	21.2
极大似然法	5.9	8.4	11.4	15.4	19.6	24.4	25.4	30.3
L-矩估计	5.4	8.7	11.6	15.4	19.1	21.3	24.1	27.9

### 7.2.3 设计雪压的估算

根据积雪密度和不同重新期的最大积雪深度计算雪压, 计算公式如下:

$$S_0 = h\rho g$$

式中:  $S_0$  雪压 ( $\text{kN/m}^2$ );

$h$  积雪深度 (m);

$\rho$  积雪密度 ( $\text{t/m}^3$ );

$g$  重力加速度 ( $9.8\text{m/s}^2$ )。

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

表7.5 不同重现期雪压 (单位:  $\text{kN/m}^2$ )

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
P-III	0.0769	0.1109	0.1412	0.1966	0.2420	0.2659	0.2974	0.3378
Gumbel	0.0920	0.1248	0.1550	0.1878	0.2155	0.2294	0.2458	0.2672
极大似然法	0.0744	0.1059	0.1437	0.1941	0.2470	0.3075	0.3201	0.3819
L-矩估计	0.0681	0.1096	0.1462	0.1941	0.2407	0.2684	0.3037	0.3516

根据《建筑结构荷载规范 (GB 50009-2012)》的基本雪压分布, 项城及周边地区 (西华、驻马店) 50a 一遇基本雪压为  $0.45\text{kN/m}^2$ , 100a 一遇基本雪压为  $0.50\text{kN/m}^2$ , 均高于本节的计算结果, 建议设计

人员参考《建筑结构荷载规范（GB 50009-2012）》推荐值。

### 7.3 基本气温

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

$P$  取不同重现期（2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a、100a）。计算各重现期平均最高、最低气温值如表所示。推荐使用 Gumbel 分布的推算结果，为了让设计人员有选择的余地，也为了有一个相互比较、相互验证的结果，其它方法作为参考。

根据《建筑结构荷载规范（GB 50009-2012）》的基本气温分布，项城及周边地区（西华、驻马店）50a 一遇基本气温最高为 37.0℃，最低为-8.0℃，最高气温与最低气温的计算结果略低于推荐值，综上所述，最高气温与最低气温建议参考采用《建筑结构荷载规范（GB 50009-2012）》推荐值。

表 7.6 不同重现期基本气温（高温）（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	32.3	32.9	33.6	34.5	35.3	35.8	36.4	37.3
极大似然	32.5	33.1	33.7	34.4	35.0	35.3	35.6	35.9
L-矩估计	32.5	33.1	33.7	34.4	35.0	35.3	34.8	35.9

表 7.7 不同重现期基本气温（低温）（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	-2.8	-3.5	-4.2	-5.1	-5.9	-6.4	-7.0	-7.8
极大似然	-3.0	-3.7	-4.3	-5.0	-5.5	-5.8	-6.1	-6.5
L-矩估计	-3.0	-3.7	-4.3	-5.0	-5.5	-5.8	-6.1	-6.5

## 7.4 排水设计气象参数

参考周口市暴雨强度公式（周政办〔2022〕42号），对180min以下的历时不同重现期暴雨强度进行计算。为园区排水设计提供参考依据。

川汇区暴雨强度公式如下：

$$q = \frac{3032.247(1 + 0.828\lg P)}{(t + 21.405)^{0.755}}$$

式中： $q$ —暴雨强度（L/(s·hm<sup>2</sup>)）； $P$ —设计重现期（年）； $t$ —降雨历时（min）；

### 7.4.1 不同历时不同重现期暴雨强度

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

表 7.8 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	319.9	357.3	404.3	468.1	532.0	569.3	616.3	680.2
10min	280.7	313.4	354.7	410.7	466.7	499.4	540.7	596.7
15min	251.0	280.3	317.2	367.3	417.4	446.7	483.6	533.7
20min	227.8	254.4	287.9	333.3	378.8	405.4	438.9	484.3
30min	193.5	216.0	244.5	283.1	321.7	344.3	372.7	411.3
45min	159.5	178.1	201.5	233.3	265.2	283.8	307.2	339.0
60min	136.7	152.7	172.8	200.1	227.4	243.3	263.4	290.7
90min	107.9	120.5	136.4	157.9	179.4	192.0	207.9	229.4
120min	90.1	100.6	113.9	131.9	149.8	160.4	173.6	191.6
150min	77.9	87.0	98.5	114.0	129.6	138.7	150.1	165.7
180min	69.0	77.1	87.2	101.0	114.7	122.8	132.9	146.7

### 7.4.2 不同历时不同重现期降水量

将暴雨强度换算成对应历时不同重现期降水量（单位：mm），结果如下表所示。

表 7.9 不同历时不同重现期降水量（单位：mm）

	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
5min	9.6	10.7	12.1	14.0	16.0	17.1	18.5	20.4
10min	16.8	18.8	21.3	24.6	28.0	30.0	32.4	35.8
15min	22.6	25.2	28.6	33.1	37.6	40.2	43.5	48.0
20min	27.3	30.5	34.5	40.0	45.5	48.6	52.7	58.1
30min	34.8	38.9	44.0	51.0	57.9	62.0	67.1	74.0
45min	43.1	48.1	54.4	63.0	71.6	76.6	82.9	91.5
60min	49.2	55.0	62.2	72.0	81.8	87.6	94.8	104.7
90min	58.3	65.1	73.6	85.3	96.9	103.7	112.2	123.9
120min	64.9	72.5	82.0	94.9	107.9	115.5	125.0	138.0
150min	70.1	78.3	88.6	102.6	116.6	124.8	135.1	149.1
180min	74.5	83.2	94.2	109.0	123.9	132.6	143.6	158.4

### 7.4.3 暴雨强度公式适应范围

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

分析开发区周边区域自动气象站（郑郭、豆门、南顿、丁集、沈庄、朱集、王明口）与周口、项城气象站降水量资料，气象站的相关信息见表 7.10。

表 7.10 气象站相关信息 (单位: mm)

站名	海拔 (米)	建站时间
周口	46.6	1959-01
项城	43.6	1957-01
郑郭	40	2018-07
豆门	42	2018-06
南顿	41	2017-12
丁集	40	2017-12
沈庄	40	2018-10
朱集	45	2018-06
王明口	39.2	2017-06

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

表 7.11 气象站 1、2、3 小时最大降水量

站名	时间	1 小时最大值 (mm)	2 小时最大值 (mm)	3 小时最大值 (mm)
周口	2021 年	59.5	70.2	75.3
	2022 年	49.3	76.5	80.4
	2023 年	52.3	60.5	61.8
项城	2021 年	43.9	51.6	76.7
	2022 年	55.2	70	76.8
	2023 年	23.8	41.8	47.6
郑郭	2021 年	32	45.5	65
	2022 年	29.5	54.9	64
	2023 年	47.3	55.3	56.2
豆门	2021 年	34.6	50.1	66

站名	时间	1 小时最大值 (mm)	2 小时最大值 (mm)	3 小时最大值 (mm)
	2022 年	25.4	34.1	35.1
	2023 年	31.7	50.3	56.9
南顿	2021 年	54.9	59.3	75
	2022 年	45	56.8	64.2
	2023 年	25.8	37.3	45.9
丁集	2021 年	59.6	78.2	92.6
	2022 年	30.6	41.1	55.5
	2023 年	64.5	67.2	68.5
沈庄	2021 年	50.3	65.7	74.8
	2022 年	28.3	39.2	52.8
	2023 年	56.1	59.2	60.2
朱集	2021 年	50.3	73.1	87.2
	2022 年	38.1	47.6	59.5
	2023 年	35	39.3	39.6
王明口	2021 年	51.1	66.8	66.8
	2022 年	33.7	53.6	63.3
	2023 年	28.6	39.8	40.3

开发区及周边区域自动气象站 1、2、3 小时最大降水量在不同年份与周口、项城气象站均有差异，故采用暴雨强度公式需适当谨慎，应相对提高重现期标准或者设计雨量乘以适当的订正系数。

## 7.5 重现期极值

### 7.5.1 最大日降水

利用项城站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7.12 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	81.2	97.6	117.4	143.4	168.7	183.4	201.8	226.5
极大似然法	82.5	96.9	114.1	137.5	162.2	177.4	197.5	226.7
L-矩估计	82.0	96.4	114.1	139.1	166.3	183.6	207.0	242.0

### 7.5.2 极端高温

利用项城站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7.13 不同重现期极端高温（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	38.4	39.1	39.9	40.8	41.7	42.2	42.9	43.7
极大似然法	38.7	39.3	40.0	40.7	41.3	41.6	41.9	42.3
L-矩估计	38.6	39.3	40.0	40.8	41.5	41.9	42.3	42.8

### 7.5.3 极端低温

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

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

其它方法作为参考。

表7.14 不同重现期极端低温（单位：℃）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	-10.0	-11.1	-12.3	-13.7	-15.2	-16.0	-17.0	-18.3
极大似然法	-10.3	-11.4	-12.5	-13.7	-15.3	-15.7	-16.4	-17.3
L-矩估计	-10.1	-11.2	-12.3	-13.7	-15.1	-15.8	-16.8	-18.0

## 第八章 气象灾害风险评估

本节主要选取周口市的气象灾害灾情数据,综合考虑气象灾害致灾危险性,计算出各致灾因子危险性指数,利用 ArcGIS 软件,通过自然断点法对致灾因子危险性进行四等级(高危险、较高危险、较低危险和低危险)空间单元的划分,从而对项城先进制造业开发区开展暴雨、雷电、大风、高温和低温灾害致灾因子危险性分析。可反映了各种气象灾害可能产生的危害大小,为项城先进制造业开发区建立气象防灾减灾工程设计提供技术支撑。

### 8.1 暴雨致灾危险性评估

#### 8.1.1 暴雨灾害风险源与隐患分析

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

- (1) 暴雨可能会造成园区内积水,使机械设备、货物等被浸泡,从而导致财产损失,甚至会威胁人们的生命安全。
- (2) 暴雨可能造成园区内变压器室电力设施的损坏。
- (3) 暴雨可能对交通造成影响,妨碍园区内仓储装卸搬运、配送货物以及人员的正常出行。
- (4) 暴雨可能造成生活、工业等污水从排污管道反流,引起严重的化学性污染。
- (5) 暴雨造成的积水可能会导致园区露天停车场车辆等受损。

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

### 8.1.2 暴雨致灾因子危险性

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

$$\text{致灾危险性指数} = (1 + \text{暴雨孕灾环境影响系数}) \times \text{年雨涝指数}$$

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

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，周口市的暴雨灾害致灾危险性区划如图 8.1 所示，从图中可以看出，项城先进制造业开发区中中心城区片区西部处于暴雨灾害较高危险性区域、东部处于较低危险性区域；郑郭镇片区整体处于较高危险性区域。

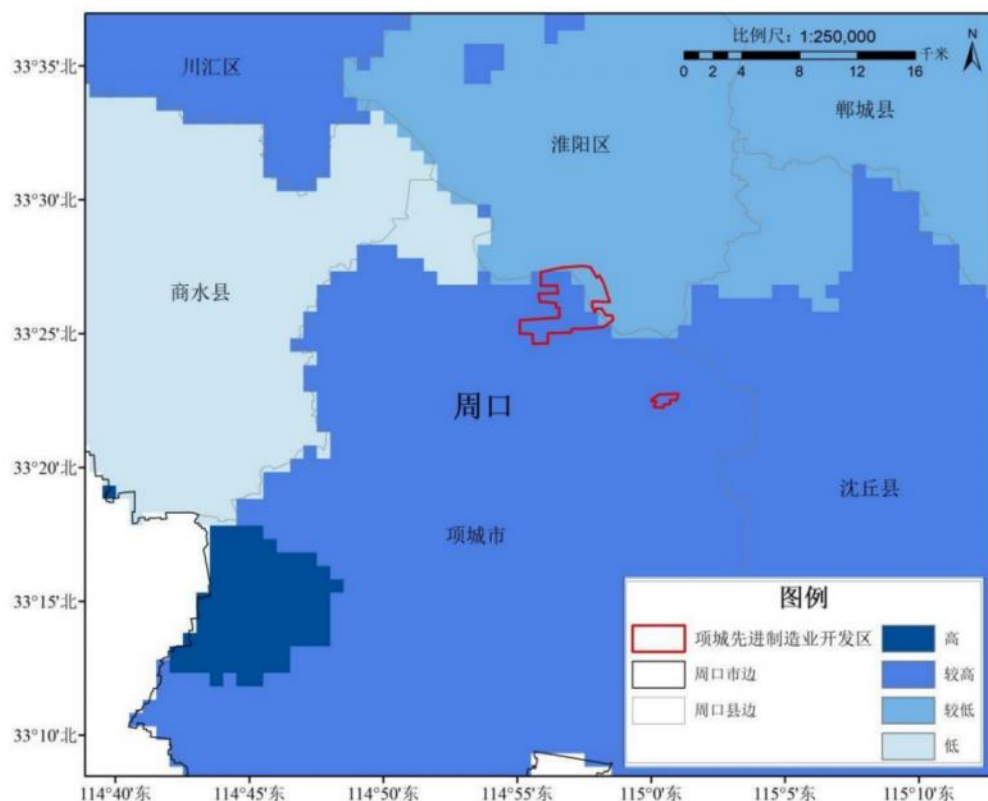


图 8.1 暴雨灾害致灾因子危险性区划图

### 8.1.3 暴雨灾害防范建议

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

制定针对暴雨灾害的应急预案，建立各级防汛责任制，定期对危旧房屋、办公大楼、厂房等的渗漏水及雨水倒灌风险隐患进行排查；

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

## 8.2 雷电灾害风险评估

### 8.2.1 地闪密度分析

使用近 10 年河南省雷电监测系统数据，统计了开发区周边 5km 范围内地闪分布情况（见图 8.2），并计算了项城市近 10 年平均地闪密度分布情况（见图 8.3）。项城市地闪密度在 0.27 ~ 2.12 次/km<sup>2</sup>/a 之间，南部地区地闪密度 1.2 次/km<sup>2</sup>/a。园区位于项城市北部，地闪密度最大值为 1.14 次/km<sup>2</sup>/a。

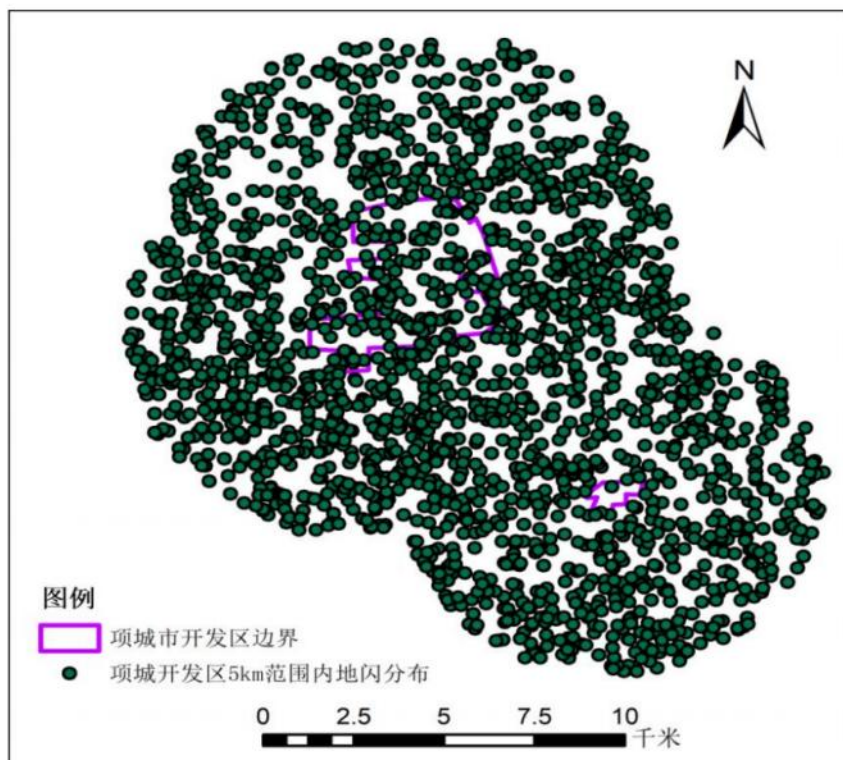


图 8.2 2014—2023 年项城市开发区地闪分布示意图

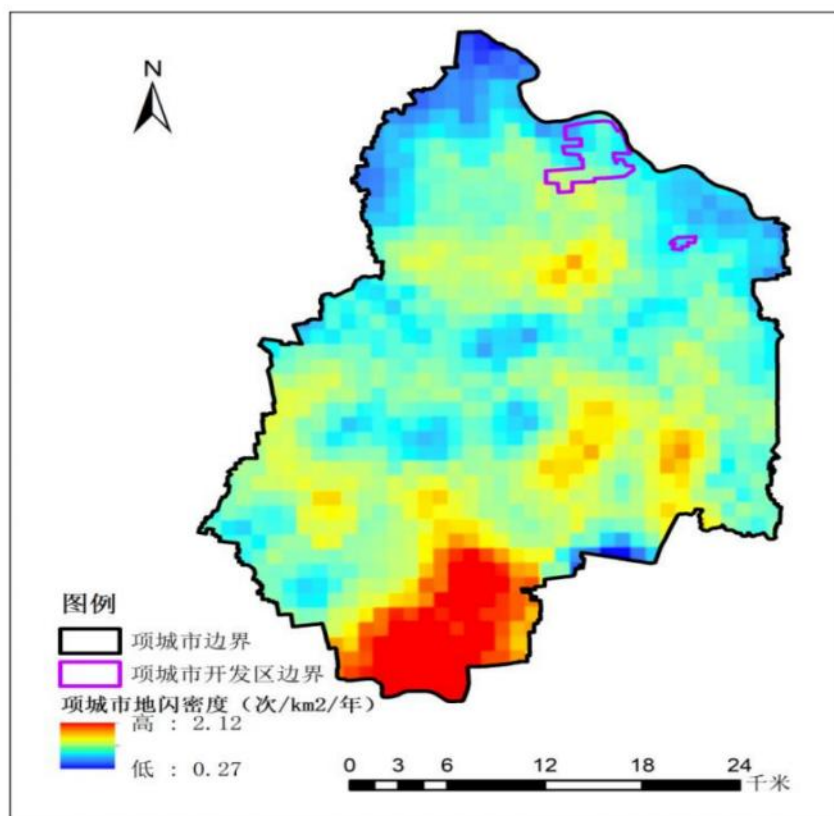


图 8.3 2014—2023 年项城市年平均地闪密度图

根据项城气象站人工观测的 1957—2013 年雷暴日数据，统计出

年均雷暴日数为 23.4d，按照 GB 50057—2010 地闪密度计算公式  $N_g=0.1T_d$ ，可得地闪密度为 2.34 次/ $\text{km}^2/\text{a}$ 。利用人工观测雷暴日数据计算所得的地闪密度比使用河南省雷电监测系统数据统计的结果要大，为了确保安全，我们建议取较大值 2.34 次/ $\text{km}^2/\text{a}$  作为防雷装置设计依据。

### 8.2.2 雷暴路径分析

雷暴路径可以体现项目所处区域的雷暴发生发展趋势，为提升项目防范雷电灾害的能力提供重要依据。统计 1957—2013 年项城地面气象观测站雷暴发生路径记录，得到雷暴路径统计图（图 8.4），从图可以看出项目所在地由西南方向进入的雷暴比例最高，其次是正西方向；正东方向进入的雷暴最少。因此，雷暴主导方向是西南方位，建筑物在这个方位上雷击概率大于其它方位。若要进行区域防护，应将接闪器等主要设施设置在雷暴主路径上；建设单位尽量不要在雷暴主路径上布置对雷电敏感度高的建（构）筑物或易燃易爆场所等；在计算年平均雷击次数  $N_D$  时，应考虑雷暴路径对建筑物位置因素  $C_d$  的影响。

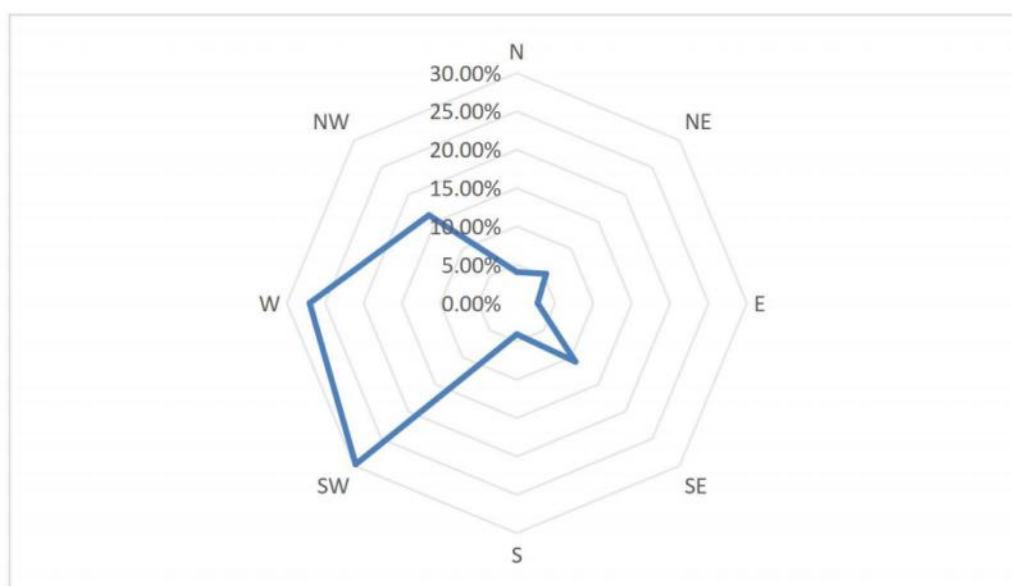


图 8.4 1957—2013 年项城气象站观测到的雷暴路径统计图

### 8.2.3 雷电流强度分析

根据闪电定位数据统计得到雷电流强度分布概率图（图 8.5），项城市所在地发生的地闪雷电流主要集中在 10~60kA，占地闪总数的 86.79%；10kA 以下的雷电流占 2.14%；60~100kA 的雷电流占 6.32%；100kA 以上的雷电流占 4.75%。

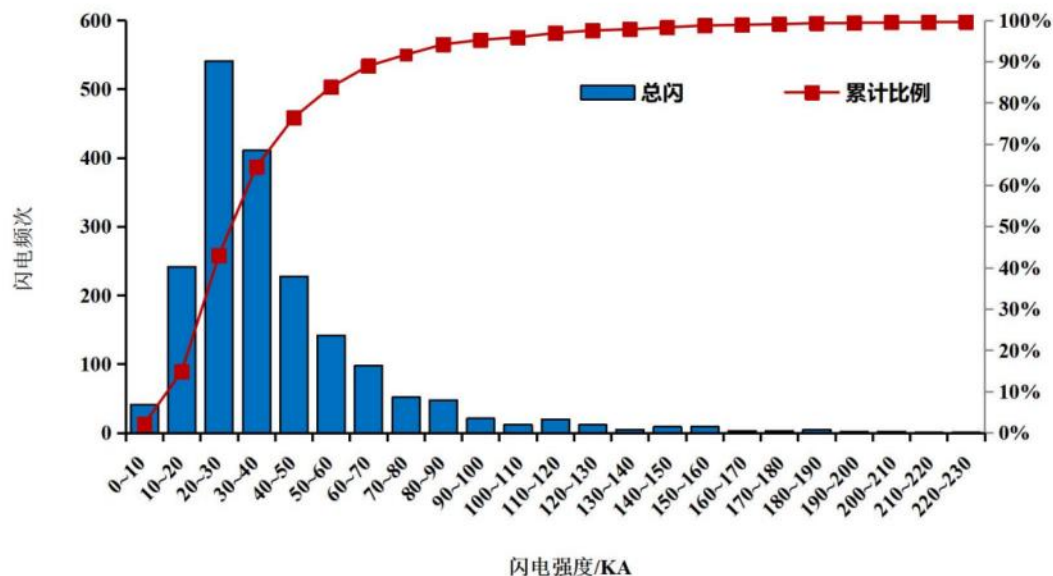


图 8.5 2014-2023 年项城市雷电流强度分布概率

### 8.2.4 雷击风险等级

通过对园区及周边部分地区的雷暴数据分析可知：项城市先进制造业开发区的最大地闪密度为 1.14 次/km<sup>2</sup>/a，雷电流平均强度 35.2kA。

根据附录 B 表 3 区域雷击风险评估分级标准，项城市先进制造业开发区的区域雷击风险综合评价等级为Ⅲ级，属于中等风险。

### 8.2.5 雷击防护建议

(1) 依据项城气象站 1957—2013 年平均雷暴日数据计算，其地闪密度为 2.34 次/km<sup>2</sup>/a。建议设计院在防雷装置设计时，取 2.34 次/km<sup>2</sup>/a 为设计依据。

(2) 按照 GB 50057—2010 中的规定，园区内一般工业厂房及办

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

(3) 该地地闪主要在夏季 7—9 月，占地闪总数的 80.43%。从日变化上来看，下午 16—18 时和夜间 03 时是地闪活动的高发时段。需要密切注意地闪高发时期的防雷安全工作。

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

(5) 园区内所在企业的低压配电系统及信号系统应安装 SPD，一旦遭到感应雷击，电子电气系统极易遭损害，建议总配电开关处应设计安装 SPD，各层配电箱及重要设备配电箱或跨越防雷区的线路安装 SPD，并在防雷区分界处作等电位连接。安装和选择的 SPD 及各级 SPD 的协调配合应符合《建筑物防雷设计规范》GB 50057—2010 的相关规定。

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

(7) 对园区采用层次法进行区域雷击风险综合评价，等级为Ⅲ，属于中等风险。

## 8.3 大风致灾危险性评估

### 8.3.1 大风灾害风险源与隐患分析

大风天气可能造成的危害范围很广，包括：危旧住房、厂房、工棚、围墙、临时建筑、在建工程、市政公用设施（如路灯等）、各类吊机、施工电梯、脚手架、电线杆、树木、广告牌、铁塔和阳台、屋

顶上的花盆、空调室外机、雨蓬、太阳能热水器、屋顶杂物以及建筑工地上的零星物品、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。对于本报告危险性评估的对象周口市产业集聚区而言，大风灾害可能造成的影响主要包括以下几方面：

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

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

(3) 大风易吹散粉末状及较轻的生产材料，导致财产损失。

(4) 大风易吹倒行道树木等，影响园区车辆的交通正常运行。

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

(6) 大风刮断电线等极易引发火灾，危及园区基础设施。

(7) 大风影响园区户外活动。

### 8.3.2 大风致灾因子危险性

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

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

其中， $G$  为大风强度， $P$  为大风频次， $w_G$  和  $w_P$  为各自的权重采用

层次分析法对归一化处理后的中风频次和强度分别赋予权重，且  $w_G + w_P = 1$ 。

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，周口市的大风灾害致灾因子危险性区划如图 8.6 所示，从图中可以看出，项城先进制造业开发区中心城区片区除南部部分地区处于大风灾害较高危险性区域，其余地区均处于较低危险性区域；郑郭镇片区整体均处于较高危险性区域。

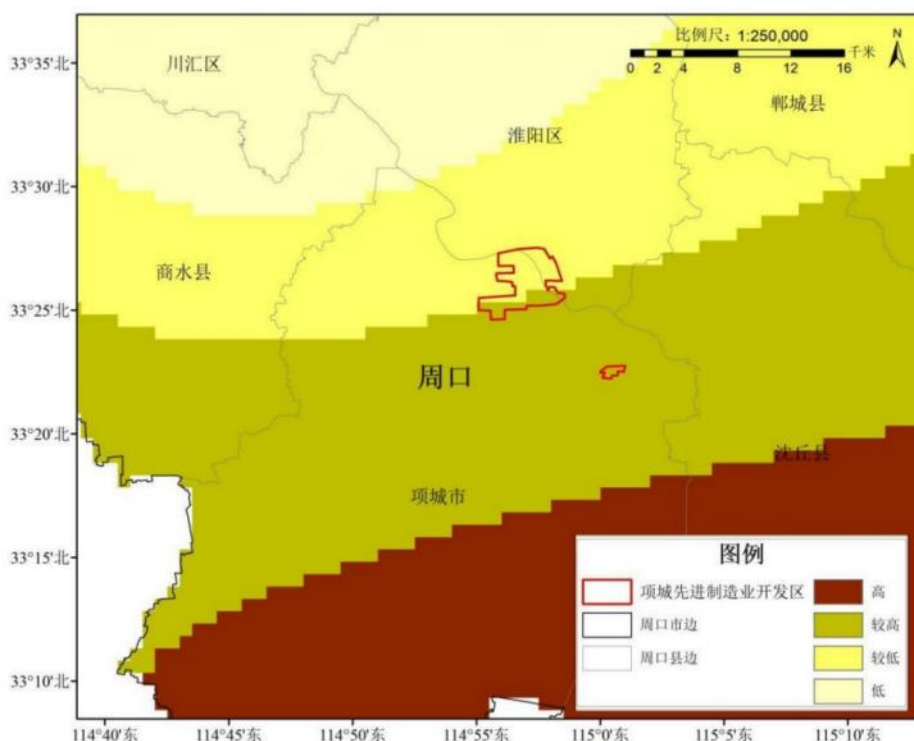


图 8.6 大风灾害致灾因子危险性区划图

### 8.3.3 大风灾害防范建议

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

人。对园区内的工作人员进行安全教育，提高安全意识。

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

## 8.4 高温致灾危险性评估

### 8.4.1 高温灾害风险源与隐患分析

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

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

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

(3) 持续高温对评估区域内工人健康造成不利影响，体弱者容易出现中暑等情况。高温和闷热天气不仅会使与热有关的各种疾病的发病率和死亡率增高，而且还会影响人的思维活动和生理机能，容易

使人疲劳、烦躁和发怒，各种事故相对增多，影响人的活动能力、工作能力。连日高温闷热会使中暑人数明显增多。因此高温对工人健康造成不利影响，体弱者容易出现中暑。

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

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

(6) 高温使区域内的火险等级增加，容易引发安全事故。

#### 8.4.2 高温致灾因子危险性

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

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

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

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，周口市的高温灾害致灾因子危险性区划如图 8.7 所示，从图中可以看出，项城先进制造业开发区中心城区片区处于高温灾害高危险性区域，郑郭镇片区处于较高危险性区域。

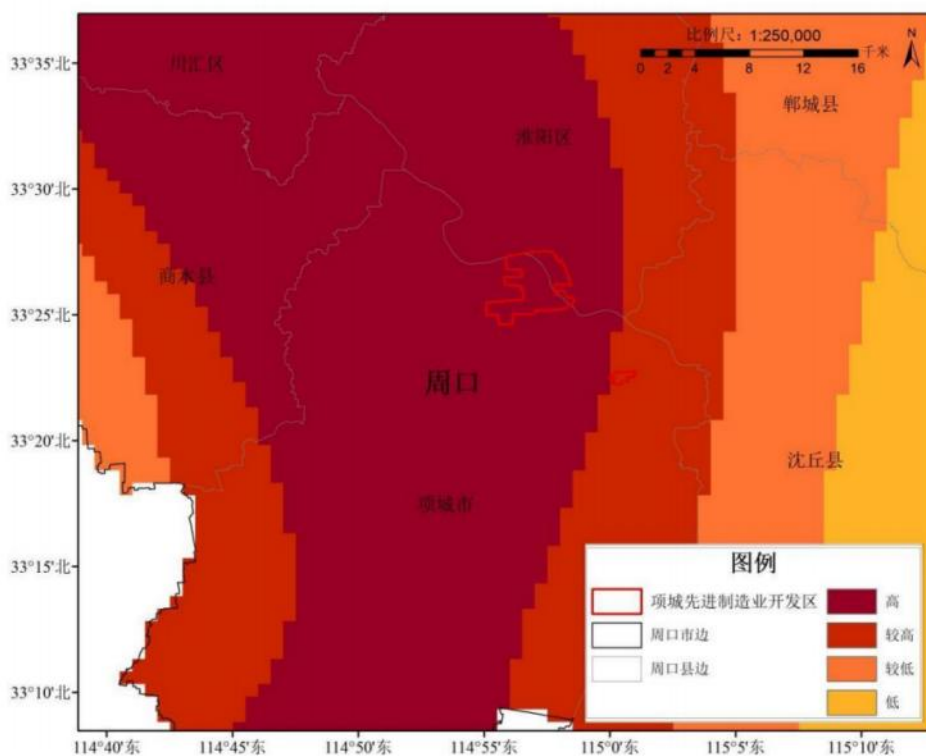


图 8.7 高温灾害致灾因子危险性区划图

### 8.4.3 高温灾害防范建议

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

(2) 高温天气中，组织开展火灾逃生知识的宣传和技能培训。通知员工尽量留在室内，并避免阳光直射。暂停户外活动。白天尽量减少户外作业，尤其是在中午到下午这段时间，要避免在强烈的阳光下暴晒。对员工进行防暑指导和开展火灾逃生知识的宣传和技能培训。

加强食品卫生安全监督检查。食堂多准备咸食、凉白开水、冷盐水、白菊花水或绿豆汤等。注意做好运营车辆车况检查工作，做好防火准备工作。特别注意防范用电量过高导致园区电线、变压器等电力设备负载大而引发的火灾。建议在园区内增设气象电子显示屏，及时接收气象局发布的高温预警信号。制定针对高温灾害的应急预案，积极参加当地政府组织的应急救援演练。

## 8.5 低温冰冻致灾危险性评估

### 8.5.1 低温冰冻灾害风险源与隐患分析

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

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

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

(3) 气温极低时还可能造成自来水管、工业企业管道、储罐等凝固爆裂。

(4) 电力、通信线路可能会结冰，当积冰大大超过供电线路设计标准时，使得电力、通信线路和设施被压断，造成严重的停电和电讯中断。

### 8.5.2 低温致灾因子危险性

根据《第一次全国自然灾害综合风险普查技术规范(FXPC/QXP-04)》，低温冰冻致灾危险性主要考虑冰冻日数、过程日平均气温、过程平均最低气温、过程累积降水量等致灾因子。将有量

纲的致灾因子数值利用线性函数归一化方法进行归一化变换，化为无量纲的数值，计算低温冰冻致灾危险性指数，公式如下：

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

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

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，周口市低温冰冻灾害致灾因子危险性区划如图 8.8 所示，项城先进制造业开发区中心城区片区和郑郭镇片区均处于低温冰冻灾害较低危险性区域。



图 8.8 低温冰冻灾害致灾因子危险性区划图

### 8.5.3 低温冰冻灾害防范建议

(1) 低温冰冻天气发生前，要加强对生产经营单位防灾抗灾工作的指导，严防低温灾害天气对生产的影响，严防生产安全事故发生，

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

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

## 第九章 结论和建议

本报告以项城市先进制造业开发区周边国家气象站以及省级气象观测站等观测资料为基础,结合历史灾情资料,对项城市先进制造业开发区所在区域的气候条件开展论证分析工作。

本章对报告的主要内容,即大气环流背景、开发区气候背景、高影响天气、关键气象参数和灾害专题影响评估进行总结,给出结论的适用性和不确定性。同时根据结论,进一步对项城市先进制造业开发区的规划、建设和运营等提出建议。

### 9.1 主要结论

#### 9.1.1 大气环流特征

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

#### 9.1.2 开发区气候背景

项城市隶属河南省周口市,位于河南省东南部,介于东经 $114^{\circ}21'$ — $115^{\circ}40'$ ,北纬 $33^{\circ}03'$ — $33^{\circ}30'$ 之间。西邻上蔡县、商水县,东连沈丘县,北与淮阳区隔河相望,南与平舆县接壤,东南与安徽临泉县毗邻。南北长49.5千米,东西宽35.25千米,总面积1086.3平

方千米。项城市地处古生代以后得黄淮冲积平原的过渡带，西依秦岭余脉，故而西北偏高，东南倾斜。海拔 34~37 米，局部最高海拔海拔 45 米。由于长时期河流的交互沉淀，及历次黄河南泛冲积的影响，地面形成“岗洼相间”、“坡洼多，岗埠少”的特点，呈大平小不平微地貌特征。

项城市属亚热带向暖温带过渡区，为暖温带季风型大陆性气候。气候冷暖适中，兼有南北之长，高温期与多雨期一致，能满足多种植物栽培和生长的需要。项城市四季分明，且各具特色：春温多变，雨水充沛；夏热多雨，暴雨常现；秋凉晴和，降水适中；冬长寒短，雨雪并降。

项城气象站 1957—2023 年的累年平均气压为 1011.5hPa；累年平均气温为 15.0℃；累年平均降水量为 798.8 mm；累年平均风速为 2.6 m/s，累年平均相对湿度为 72.3%；累年平均日照时数为 1935.4 小时。

项城气象站自有气象记录以来，年极端最高气压为 1043.3 hPa（2016 年 1 月 24 日），年极端最低气压为 950.0 hPa（2016 年 4 月 7 日）；极端最高气温为 41.9℃，出现在 2011 年 6 月 8 日，极端最低气温为-19.1℃，出现在 1969 年 2 月 5 日，年降水量最多为 1360.2 mm，出现在 1984 年，最少为 436.1 mm，出现在 2019 年；年最大风速 12.8 m/s，出现在 2012 年 3 月 23 日；年极大风速 20.4 m/s，出现在 2020 年 5 月 17 日。

### 9.1.3 高影响天气

根据项城市先进制造业开发区所在区域的历史气象灾害和气象敏感因子分类，项城市先进制造业开发区高影响天气为暴雨、雷电、大风、积雪、高温和低温。

表 9.1 高影响气象因子一览表

气象因子		统计结果	备注
暴雨	多年日最大降水量 (mm)	319.2mm	1972 年 7 月 2 日
雷电	最多年雷暴日数 (天)	45 天	1963 年
	最多年地闪次数 (次)	454 次	2021 年
大风	多年最大风速(米/秒)	12.8 (NW)	2012 年 3 月 23 日
	多年极大风速(米/秒)	20.4 (SW)	2020 年 5 月 17 日
高温	多年极端最高气温(°C)	41.9°C	2011 年 6 月 8 日
低温	多年极端最低气温(°C)	-19.1°C	1969 年 2 月 5 日

#### 9.1.4 关键气象参数推算结果

项城市先进制造业开发区的设计、建设、运营涉及到暴雨强度公式、设计风速、雪荷载、高温、低温等，对不同重现期的风速设计基准值、不同历时暴雨强度等的关键气象参数如下表所示。报告得到的推算结果是科学的，但由于各种原因，存在不确定性，这是需要具体设计人员加以注意的。

表9.2 关键气象参数不同重现期推算结果

重现期	2 年	3 年	5 年	10 年	20 年	30 年	50 年	100 年
设计风速 (米/秒)	10.8	12.5	14.3	16.7	19.0	20.4	21.9	24.1
基本风压 (kN/m <sup>2</sup> )	0.0726	0.0972	0.1272	0.1735	0.2245	0.2589	0.2983	0.3613
平均最高气温 (°C)	32.3	32.9	33.6	34.5	35.3	35.8	36.4	37.3
平均最低气温 (°C)	-2.8	-3.5	-4.2	-5.1	-5.9	-6.4	-7.0	-7.8
极端高温 (°C)	38.4	39.1	39.9	40.8	41.7	42.2	42.9	43.7
极端低温 (°C)	-10.0	-11.1	-12.3	-13.7	-15.2	-16.0	-17.0	-18.3
最大日降水量 (毫米)	81.2	97.6	117.4	143.4	168.7	183.4	201.8	226.5
极端雪深 (厘米)	6.1	8.8	11.2	15.6	19.2	21.1	23.6	26.8

## 9.1.5 灾害风险及影响评估

### 9.1.5.1 暴雨致灾危险性评估

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，项城先进制造业开发区中中心城区片区西部处于暴雨灾害较高危险性区域、东部处于较低危险性区域；郑郭镇片区整体处于较高危险性区域。

项城市先进制造业开发区部分区域的暴雨致灾危险性等级为较高危险等级，需要重点关注暴雨灾害防御。建议充分考虑园区所在区域暴雨灾害可能产生的危害较大的特点，适当定期检查排水系统、排水管道是否畅通，尽可能降低短时强降水引发积涝的可能；对于暴雨灾害隐患，除了日常的排查外，重点还应在暴雨多发期来临前，一般在5月份之前，进行一次全方位的暴雨灾害隐患排查和治理。调研园区周边内涝隐患情况，提高暴雨引发的积涝灾害的防御能力；对于气象局发布的暴雨预警信号要密切关注。在气象局发布暴雨预警信号后，要立即进行隐患排查并采取恰当的措施、做出相应的治理。建议在园区主要隐患点增加警示标牌，并在园区内增设气象电子显示屏，及时接收、发布气象局发布的暴雨预警信号。

### 9.1.5.2 雷电灾害风险评估

对项城市先进制造业开发区采用层次法进行区域雷击风险综合评价，等级为III，属于中等风险。

项城市先进制造业开发区可以划分为三类防雷建筑物，易燃易爆场所则需根据具体的使用性质按设计标准划分防雷类别。根据闪电定位系统监测到的数据显示项城市先进制造业开发区历史地闪平均密度分别为  $1.14 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，依据项城气象站 1957-2013 年平均雷暴日数据计算，其地闪密度为  $2.34 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。建议在设计防雷装置设计时，取  $2.34 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$  为设计依据。

主要在夏季 7—9 月，占地闪总数的 80.43%。从日变化上来看，下午 16—18 时和夜间 03 时是地闪活动的高发时段。需要密切注意地闪高发时期的防雷安全工作。

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

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

### 9.1.5.3 大风致灾危险性评估

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，项城先进制造业开发区中心城区片区除南部少部分地区处于大风灾害较高危险性区域，其余地区均处于较低危险性区域；郑郭镇片区整体均处于较高危险性区域。

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

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

定针对大风灾害的应急预案，积极参加当地政府组织的应急救援演练。

#### 9.1.5.4 高温致灾危险性评估

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，项城先进制造业开发区中心城区片区处于高温灾害高危险性区域，郑郭镇片区处于较高危险性区域。

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

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

#### 9.1.5.5 低温致灾危险性评估

根据第一次全国自然灾害综合风险普查成果，项城先进制造业开

发区中心城区片区和郑郭镇片区均处于低温冰冻灾害较低危险性区域。

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

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

#### 9.1.6 交通运营不利日数

项城市先进制造业开发区 2011—2023 年所发生的交通运营不利天数主要分布在冬季，占交通运营不利天数总数的 26%。其中 1 月份交通运营不利天数最多，为 83 天，占交通运营不利天数总数的 11.7%；8 月份次之，为 67 天，占交通运营不利天数总数的 9.5%；3 月份最少，为 43 天，占交通运营不利天数总数的 6.1%。由此可知，园区内的交通运营不利天数主要出现在冬季，主要原因是冬季雪和雾日数较多；夏季次之，春季最少。

## 9.2 主要建议

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

### 9.2.1 规划阶段

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

表9.3 项城市先进制造业开发区规划设计阶段不同关注点的对策建议

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

### 9.2.2 建设阶段

在建设阶段，根据本报告结论给出规避气象灾害的建议。

表9.4 项城市先进制造业开发区建设施工阶段不同关注点的对策建议

阶段	关注点	对策及建议
建设 施工	暴雨	建设工程施工期间，若遇暴雨天气，强降水对项目的施工影响可表现在影响建筑的基础作业，影响混凝土浇筑，还有对墙体砌筑以及装饰等工程建设的各个阶段都会带来直接的影响，甚至可造成施工停止，延误工期，以及如采取的防御措施不当，还可能直接影响工程质量。故而 <b>最好避开6~8月暴雨高发期，以减少损失。</b>
	大风	在建筑密集区，风速通道较小，当风进入夹在成排高层建筑之间的街道时，由于狭管效应，使局地风速增大，故在建设高层建筑阶段，应做好抗风安全措施，以防人员伤亡。
	雷电	在施工期间，雷击对项目的影晌主要是造成工程停工延期、影响施工质量、损坏施工设备、甚至造成人员伤亡等，故应避免雷电高发时期进行施工建设，具体参考当地的气象预警信息。
	高温	夏季高温天气较多，建设时宜采用抗高温、环保（甲醛含量少）的材料为主。温度较高时，避开中午高温时段施工。
	积雪冰冻	低温冰冻月份为11月至次年3月，对供电、建设等造成一定影响。冰冻天气也对公路交通影响较大，影响建筑材料的运输。
	冰雹	避免冰雹天气进行施工建设。

### 园区内施工现场防雷建议

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

建设单位应根据当地气象部门发布的天气预报及雷电预警信息，

做好施工期间的雷电防御措施，有效减小雷击的可能。

## (2) 做好施工现场临时设施的防雷安全

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

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

③塔吊等机械设备，操作人员乘坐室应采取直击雷防护措施。

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

### 9.2.3 运营阶段

在运营阶段,根据项城市先进制造业开发区高影响天气分析结果和园区实际,运营过程中更加注重对开发区的气象防灾减灾。

表9.5 项城市先进制造业开发区运营阶段不同关注点的对策建议

阶段	高影响天气	影响	对策建议
运营	暴雨	1.项目建成后,如果建筑防雨不当,出现暴雨天气时,可造成厂区积水、建筑受潮和渗水,造成电路、水泵等工业设施发生故障,室内材料损坏。 2.工业污水和残留油污等容易随雨水扩散甚至进入河道等水体,造成环境污染事故。 3.暴雨可能对仓库和露天储存的设备造成危害。	1.6-8月是项城市暴雨的高发期,在夏季雨量集中期应做好防御工作,避免暴雨可能造成的洪涝灾害。 2.建在了低洼处的建筑,应做好汛期的排水工作,优化排涝系统,防止低层厂房被淹。
	大风	1.园区中,高处的杂物、玻璃等大风天气有可能被刮落或刮倒,对园区内人员的人身安全造成威胁。 2.大风及吹落物可能损害输电线路,造成供电中断等。	须考虑抗风设计标准,关注7级及以上大风,夏季(6、7、8月)密切关注局地短时狂风,大风影响前或影响时人员要执行安全应对措施,确保人员的人身安全。

阶段	高影响天气	影响	对策建议
	雷电	1.雷暴闪击的电火花可引起燃烧或爆炸，引起火灾等； 2.雷击电网线路可造成线路跳闸，引起瞬时停电或电压波动，严重影响设备的安全运行。 3.园区内做好雷电防护设置。	1.雷电活动的高发期，夏季（开发区管理部门应当做好相关的防御措施。 2.重点注意午 16 时—18 时和夜间 03 时的雷电高发期，发生雷电时人员安全防护。 3.要按时对防雷装置进行检测和维护。
	高温	1.高温天气易造成机械、电器失灵，会对设备的正常运行产生巨大危害； 2.高温会引起开发区内人员中暑。 3.高温炎热天气会使火灾事故发生的可能性增加。	1.应加强室内通风以及保证空调正常运行等安全措施。 2.严格遵守与各行业相关的电力安装规定及使用规范，加大电器及电线线路安全检查工作，并做好相关防护措施。
	低温冰冻	1.风雪灾害易使局部雪荷载大大超过设计荷载，导致大量的大跨度钢结构发生不同程度的破坏与倒塌。 3.低温冻害可能对机动车配件制造产业的仓库和露天储存的设备造成危害。	每年 11 月至次年 3 月为积雪结冰高发期，园区须及时检查各企业项目外露装置及接线盒附近是否结冰，如果有结冰现象及时清理，以免造成安全隐患。
	冰雹	1.可能造成建筑物、车辆损坏； 2.可能造成人员伤亡。	1.冰雹发生时不要外出。 2.对摆放于室外的产品（如汽车）进行提前转移，以免造成损失。
	雾霾	1.对交通及工作人员上、下班路途造成影响； 2.对抵抗力较弱人群健康造成影响。	1.雾霾发生期间，如驾车外出，减速慢行，避免靠近大货车驾驶。 2.园区内中人员注意防范呼吸道系统等疾病。

### 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第三方检测机构完成；从事防雷装置安全检测工作机构应具有气象主管部门颁发的防雷检测资质证书；检测人员必须具备相应的专业技术知识和能力。

(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。

### 9.3 适用性分析及关注重点

#### 9.3.1 适用性分析

本园区在设计阶段涉及到暴雨强度公式,设计风速、雪荷载、高温、低温等参数等,报告给出了雷击风险评估结果以及开发区不同区域 100 年一遇、50 年一遇的设计风速、设计雪压、设计气温、设计极端气温的推算结果。报告得到的推算结果是科学的,但由于各种原因,存在不确定性,这是需要具体设计人员加以注意的。

#### 9.3.2 关注重点

1. 项城市先进制造业开发区部分地区位于暴雨灾害较高危险性区域,开发区内暴雨承灾体种类繁多。因此,开发区仓储物流区应防范强降水诱发的暴雨风险,应避免建在地势低洼的地区。建在低洼处

的厂区、仓库需做好排水防洪措施，产品、重要设备仓库等需要建设在高位，以防造成损失。

2. 项城市先进制造业开发区的主导产业为纺织服装业。纺织服装制造企业在生产过程中，对相对湿度、温度等气象因子比较敏感。纤维制品摩擦容易产生静电，相对湿度的提高会使纤维的导电性大大增强，容易引发火灾；湿度过大机器容易生锈，并使纤维和机件发涩，摩擦增大，杂质不易清除。生产假发的部分原料属于易燃产品，高温天气极易引发火灾。因此生产过程中应控制厂房内的温度和相对湿度等气象条件，防止因气象因素造成的停产、停工甚至火灾等安全生产事故。

3. 项城市先进制造业开发区主导产业为生物医药和食品加工产业。这两个产业所需原材料的存储和运输都对空气温度和湿度等气象条件有较高的要求，建议在生产和存储设施内，安装空气温度和湿度等监测和调节设备，确保原材料不因天气原因导致原材料出现腐烂变质等，对生产造成影响。

4. 项城市先进制造业开发区在雷电高发季节，尤其是夏季，需关注雷电造成的电器损坏、失火，造成各项损失。园区内的防雷装置除应按照国家标准设计、施工、使用外，还应建立一套适用的防雷安全工作方案和防雷安全应急预案，防雷装置应具备雷电流和接地性能监测功能，对所属防雷装置进行管理维护和发生雷击后的应急管理。

## 附录 A 项城市先进制造业开发区周边地区气象灾害调查

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1952年8月	暴雨	项城市	项城县8月22-28日连续降水160毫米,使2.5万公顷秋作物受淹,成灾1.5万公顷,毁坏房屋2500多间。
1953年8月	暴雨	项城市	8月4日凌晨4时,沙河商水柴湾决口47.8米,洪水下泄,引起漕河、汾河、谷河相继溃决。平地积水1~1.3米,深处2.3米,往来行船无阻,被淹土地从西北到东南长达74千米,宽15千米,使商水、项城两县10.7万公顷秋作物被淹。
1954年7-8月	暴雨	项城市	7-8月,周口全区内普降大到暴雨,暴雨中心项城7月10日雨量达394.7毫米,最大24小时雨量415毫米。众多河道决口,造成严重内涝,成灾面积47.2万公顷。
1954年3月	雷电	项城市	7月,项城县王明口乡王老庄雷击毁红薯地一片。
1958年10月	雷电	项城市	10月,项城县新桥公社李楼大队苏庄、杨庄各击毁一棵树;王明口公社孙宝大队击死一人。
1961年4月3日	雷电	项城市	4月3日,项城县水寨棉花仓库雷击着火,烧毁棉花3.35万千克,县直机关和工厂都去救火。全县击死3人,击晕10人;气象站电话、收音机被击坏;王老庄击毁两棵树。
1963年6月	雷电	项城市	项城县新桥公社的一所小学击毁电话机1部,烧毁部分电线,同时公社总机有11个避雷管被击毁。
1964年夏季	雷电	项城市	项城县新桥公社的一所小学击毁电话机1部,烧毁部分电线,同时公社总机有11个避雷管被击毁。
1965年6月	暴雨	项城市	7月,周口全区连降大雨20多天,加之过境河上游客水压境,下游排泄不畅,平地积水,河沟漫溢。沈丘、商水、扶沟、西华、郸城、鹿邑、项城、淮阳、周口、太康秋作物积水严重,受灾面积达32.6万公顷。
1970年6月	冰雹	项城市	1970年6月,新乡、延津、汲县、孟津、卢氏、栾川、嵩县、伊川、偃师、叶县、舞阳、柘城、西华、项城、西峡、内乡、浙川等地降冰雹。打掉麦粒,砸断麦杆,打烂了玉米、棉花叶子。
1972年7月1-2日	暴雨	项城市	7月1~2日,周口地区的沈丘、项城、淮阳、郸城出现暴雨。暴雨中心沈丘7月1日7个半小时降雨422毫米。雨量强度为1949年后所没有过的,河沟漫溢。全县7.3万公顷土地有6.1万公顷受灾,3.6万公顷早秋作物绝收或基本绝收,77个村被水包围,房屋倒塌5.19万间,水泡粮食1300万千克,11万人被迫迁居。
1975年8月4-8日	暴雨	项城市	8月4~8日,受“7503”号台风影响,商水、项城、沈丘、西华、周口57个公社,866个大队,2747个自然村受灾。受灾人口146.6万。受淹作物14.1万公顷,其中绝收11.2万公顷。洪水淹死133人,猪羊9.5万只,损失粮食1亿千克,倒塌房屋64.5万间。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1977年7月	暴雨	项城市	汝南、原阳、延津、永城、项城、镇平、淅川等低洼地遭水淹,村庄被围,房屋倒塌,农作物受到不同程度的损失,部分绝收,一些水利设施被冲毁。8月上旬至中旬,大别山、桐柏山及老灌河下游日降雨量100~200毫米。
1980年6月	暴雨	项城市	沈丘、商水、项城3县有1041个村庄被水围困或进水,11.6万公顷秋作物受灾,倒塌房屋21838间,因“塌场”、“麦囤上水”、“霉烂”、“水冲”等损失小麦0.7亿千克。
1984年8月6-9日	冰雹	项城市	淮阳、项城、沈丘、周口、林县、清丰、范县、濮阳、尉氏、开封、兰考、商丘等12个县(市)降冰雹,各地分别出现在6、7、9日三天内,部分县同时出现龙卷风、暴雨。
1999年7月	大风	项城市	7月27日17时-17时30分民权王桥,程庄,老闫集等乡出现大风,最大风速为17米/秒。
2004年7月	高温	项城市	月高温日数大部分地区为1~10天,周口、驻马店、南阳、洛阳4市的部分县为11~12天,项城最多为15天。
2004年7月	强对流天气	项城市	7月8日下午,商丘市夏邑、虞城、永城、睢阳区、周口市扶沟、商水、西华、淮阳、项城、许昌市鄢陵、长葛、禹州及驻马店市汝南等13个县(市、区)的68个乡镇相继遭受大风、冰雹袭击,风力达7~10级,冰雹大的如鸡蛋,小的如莲子,持续时间15~20分钟,商丘市还遭受龙卷风袭击,持续时间长达2小时,造成5人死亡,33人被砸伤。此次灾害共造成农作物受灾面积78.8千公顷,成灾面积27.56千公顷,绝收面积11.95千公顷;倒塌损坏房屋9400间,刮倒树木106.5万棵,直接经济损失6.28亿元。
2007年7月13-14日	暴雨	项城市	7月13~14日中东部和驻马店北部有28个站出现暴雨,16个站出现大暴雨,西平降水量最大为166毫米。据初步统计,周口市项城、商水、沈丘、西华等县有30多个乡镇受灾,紧急转移安置1.55万人,农作物受灾面积37.48千公顷,其中绝收面积3.47千公顷,倒塌房屋822间,其中倒塌群众住房196间,损坏房屋1910间,造成直接经济损失1.61亿元,其中农业直接经济损失1.55亿元。
2007年8月	雷电、大风	项城市	8月6日夜,项城市有8个乡镇出现雷雨、大风天气,造成农作物受灾面积6.5千公顷,其中绝收面积2.8千公顷,倒塌房屋228间,损坏房屋390间,有6人受伤,直接经济损失3458万元,其中农业直接经济损失3294万元。
2008年5月	雷雨、大风	项城市	5月26~27日,全省出现大范围降水天气,永城、沈丘、平舆3站达到暴雨标准,项城日降水量为114毫米,达到大暴雨标准。
2008年11月	雷雨、大风	项城市	5月16日夜~18日,全省出现大范围强对流天气,焦作、新乡、郑州、开封、周口、南阳、驻马店等7个省辖市的武陟、新乡、中牟、巩义、尉氏、项城、扶沟、西华、淮阳、郸城、西峡、西平、汝南、上蔡等14个县(市)的部分地区相继遭受雷雨、大风、冰雹等强对流天气袭击,其中尉氏县最大风力达10级,最大风速为28.3米/秒,日降雨

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
			量为 52.4 毫米，达到暴雨标准。这次大范围强对流天气造成大面积小麦倒伏严重，对正在灌浆形成产量的小麦影响较大，部分地区减产严重甚至绝收，群众住房也遭受不同程度损坏。据初步统计，全省农作物受灾面积为 105.52 千公顷，其中绝收面积为 16.07 千公顷，损坏房屋 1069 间，倒塌住房 12 间，有 20 余万棵大小树木被大风刮倒折断，损坏大棚 20 多座，造成直接经济损失 2.076 亿元，其中农业直接经济损失 1.766 亿元。
2009 年 6 月	雷雨、大风	项城市	6 月 14 日下午到夜里，商丘、开封、周口 3 市再次遭受雷雨、大风和冰雹袭击，其中商丘永城最大冰雹直径为 30 毫米，周口市川汇区降水量最大达 174 毫米。灾害造成商丘市夏邑、虞城 2 县、开封市区及通许、开封 2 县、周口市商水、西华、项城、太康、川汇等 5 个县（市、区）的部分农作物受灾。据初步统计，农作物受灾面积 37.68 万亩，房屋损坏 1731 间，倒塌房屋 116 间，损坏树木 7.81 万棵，因灾死亡 1 人，造成直接经济损失 3.43 亿元，其中农业直接经济损失 1.63 亿元。
2010 年 4 月	低温、晚霜冻	项城市	受 4 月 12 日强冷空气影响，4 月 13~15 日全省出现了低温晚霜冻天气，绝大部分地区最低气温下降到了 2℃ 以下，全省有浚县、滑县、延津、三门峡、灵宝、渑池、新安、孟津、孟州、温县、巩义、新密、西峡、南召、舞钢、项城、淅川、平舆、信阳 19 个站最低气温创建站以来 4 月中旬的最低值。
2019 年 7 月	暴雨	项城市	7 月 26 日夜间-27 日凌晨，周口市项城、淮阳、沈丘、西华 4 县出现暴雨、大风天气，造成 17 个乡镇出现玉米大面积倒伏（图 10），农作物受灾面积 6.3 千公顷，受灾人口近 10 万人，直接经济损失 917.5 万元。
2019 年 9 月	干旱	项城市	截至 9 月 30 日，除豫西大部 and 豫中北局部外，全省大部分地区均出现不同程度的气象干旱，全省有 31% 的站达到重度及以上等级气象干旱，主要分布在豫东、豫南和豫西南地区，其中项城、沈丘、唐河、正阳、新蔡 5 站达特旱等级。据统计，持续干旱造成我省 16 市不同程度受灾，全省 650.4 万人受灾，因旱需生活救助 74.1 万人，因旱饮水困难需救助 7.96 万人；农作物受灾面积 573.4 千公顷（成灾面积 344.4 千公顷；绝收面积 57.1 千公顷），农业经济损失 25.1 亿元；饮水困难大牲畜 3840 头。水稻、玉米、高粱、红薯等农作物，芝麻、花生、大豆、香菇、辣椒、烟叶等经济作物，苹果、梨等果树，山茱萸、天麻等中药材的种植收影响严重。部分山区无法灌溉，靠降雨保墒，部分地区农作物出现绝收现象。
2020 年 6 月	暴雨	项城市	6 月 15-17 日，全省出现大范围降水过程，全省平均降水量为 64.7 毫米，6 月 16 日有 5 个站出现暴雨，6 月 17 日有 18 个站出现暴雨，项城、沈丘 2 站出现大暴雨。
2020 年 8 月	暴雨	项城市	8 月 19-21 日，黄淮之间大部出现大到暴雨，南阳、平

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
19-21 日			顶山、周口三地区和洛阳地区南部、信阳地区东部出现暴雨、局地大暴雨。全省有 566 个乡镇累积降水量超过 50 毫米，大于 100 毫米的有 114 个，最大降水邓州市十林 190 毫米，最大小时雨强项城市王明口 84.8 毫米（19 日 16 时-17 时）。
2020 年 11 月	初雪、冷空气	项城市	11 月 20-23 日全省 82 个县/市出现降雪（图 7），占总测站数的 69%。均较常年提前出现初雪，其中项城、新蔡、新县提前 25 天。
2021 年 7 月 14-15 日	暴雨	项城市	7 日 14-15 日，我省中东部地区出现大到暴雨、局部大暴雨。荥阳、临颍、舞阳、西平、夏邑、鹿邑、潢川共 7 站出现暴雨，襄城、漯河、周口、项城、郸城、沈丘、永城 7 站出现大暴雨，国家站项城降水量最大为 172 毫米。区域站最大降水出现在许昌襄城县茨沟 243.1 毫米，1 小时最大雨强虞城县大杨集达 96.1 毫米（15 日 00 时-01 时），部分地区伴有 8~11 级雷暴大风，最大风速出现在洛宁回族 36.6 米/秒，造成部分地区受灾。
2022 年 7 月 28 日-8 月 1 日	暴雨	项城市	7 月 28 日-8 月 1 日，受强台风“杜苏芮”深入内陆影响，我省大部出现大到暴雨，局部大暴雨，最强降水时段出现在 7 月 29 日。此次过程具有累计雨量大、持续时间长、影响范围广等特点，强降雨和强对流天气致周口市郸城县、项城市、淮阳区 and 港口物流产业集聚区部分乡镇（街道）农田渍涝，玉米、西瓜、蔬菜等农作物被淹，群众被紧急转移安置，部分群众房屋损坏，树木、电线杆、广告牌刮倒，少量彩钢房房顶、乡村道路、饮水管网、便民桥和堰坝损坏。

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

(3) 单一准则下元素相对权重的计算以及判断矩阵的一致性检验。

### I. 权重的计算

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

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

## II. 一致性检验

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

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

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

其中， $\lambda_{\max}$  为判断矩阵 A 的最大特征根。

ii 查找平均随机一致性指标 R.I.(Random Index)

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

表 1

矩阵阶数	R.I
1	0
2	0
3	0.52
4	0.89
5	1.12
6	1.26

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

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

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

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

(4) 各层次元素的组合权重计算以及总的一致性检验。

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

(5) 评估模型的建立

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

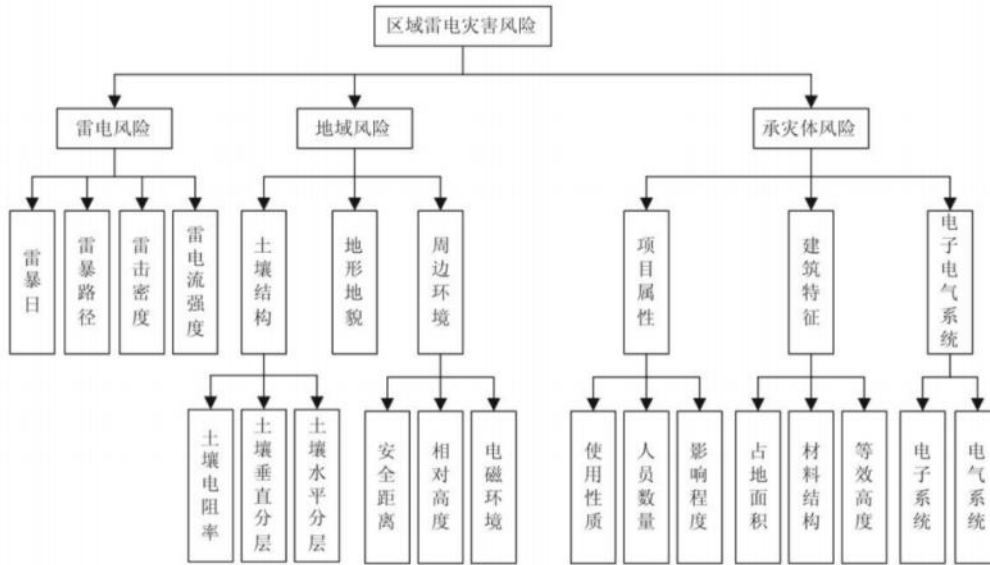


图 1 层次分析模型

## (6) 指标参量的权重分析

各二级指标权重计算如表 2:

表 2 各指标权重

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

一级指标的权重矩阵如下:

$$W=[0.6480.1220.230]$$

## (7) 评估指标的隶属度矩阵 R 的计算分析

隶属度矩阵 R 由雷电风险、地域风险和承灾体风险等致灾因子

的隶属度组成。

a) 雷电风险的隶属度

$$B_1 = [0.018 \quad 0.079 \quad 0.508 \quad 0.394 \quad 0]$$

b) 地域风险的隶属度

$$B_2 = [0.713 \quad 0 \quad 0 \quad 0.099 \quad 0.188]$$

c) 承灾体风险隶属度

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

d) 隶属度矩阵

$$R = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} & B_{14} & B_{15} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} & B_{24} & B_{25} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} & B_{34} & B_{35} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.018 & 0.079 & 0.508 & 0.394 & 0 \\ 0.713 & 0 & 0 & 0.099 & 0.188 \\ 0 & 0.035 & 0.51 & 0.02 & 0.436 \end{bmatrix}$$

(9) 综合评价矩阵  $B$  的计算

$$B = W \cdot R = [0.099 \quad 0.059 \quad 0.447 \quad 0.272 \quad 0.123]$$

(10) 区域雷电综合评价等级计算

$$\begin{aligned} g &= b_1 + 3 \times b_2 + 5 \times b_3 + 7 \times b_4 + 9 \times b_5 \\ &= 0.099 + 3 \times 0.059 + 5 \times 0.447 + 7 \times 0.272 + 9 \times 0.123 \\ &= 5.53 \end{aligned}$$

表 3 区域雷击风险评估分级标准

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



## 附录 C 天气、气候名词解释

1、冷锋：锋面在移动过程中，冷气团起主导作用，推动锋面向暖气团一侧移动，这种锋面称为冷锋。

2、温带气旋：占有三度空间的、在同一高度上中心气压低于四周的大尺度涡旋，称为气旋，在温带形成和活动的的气旋称为温带气旋。

3、低涡：700 或者 850hPa 上具有气旋性环流的闭合小低压。

4、切变线：一般出现在低空（850 和 700hPa）风场上具有气旋式切变的不连续线称为切变线。

5、低槽：从低压区中延伸出来的狭长区域。

6、低空急流：位于 600~900hPa 之间的水平动量集中的气流带，风速 $\geq 12$  米/秒。

7、西太平洋副热带高压：在太平洋上空的永久性高压环流系统，范围一般采用 500hPa 高度图上西太平洋地区 5880gpm 线包围的区域。

8、高空冷涡：具有一定强度（闭合等高线多于两根）、能维持 3~4 天、且具有深厚冷空气（厚度至少达 300~400 米）高空的气旋性涡旋。

9、台风：发生在热带海洋上的一种具有暖心结构的强烈气旋性涡旋，我国和东亚地区将这种强热带气旋称为台风。

10、西伯利亚高压：冬季位于西伯利亚、蒙古地区的大范围高气压（反气旋）中心，是北半球四个主要的季节性大气活动中心之一。

11、阻塞高压：在西风带上发展形成的缓慢移动或是呈准静止状态的闭合高压。可造成西风带分支，对天气系统的移动有阻碍作用。

## 附录 D 专家评审意见

### 《项城市先进制造业开发区区域性气候可行性论证报告》 专家评审意见

2024年11月28日，河南省科技与预报处在郑州主持召开了《项城市先进制造业开发区区域性气候可行性论证报告》（以下简称《报告》）专家评审会。专家组（名单附后）听取了报告编制单位的汇报，审阅了相关材料，经过质询和讨论，形成如下评审意见：

1. 通过问卷调查、与开发区企业和管理部门进行交流和现场踏勘，结合当地气候特征、高影响天气和历史气象灾害信息等，确定了开发区的气象敏感因子，《报告》论证内容合理、针对性强。

2. 《报告》收集了开发区周边国家气象观测站及省级气象观测站数据、历史气象灾害和规划方案等多种资料。通过准确性、比较性和代表性分析比较，确定项城国家气象观测站为参证气象站，参证气象站选择合理，资料丰富详实，统计方法正确，符合相关规范要求。

3. 《报告》利用参照气象站资料分析了开发区的气候背景和高影响天气特征；推算了不同重现期的风速、风压、雪深、雪压、极端气温、极端降水和排水设计等工程气象参数；对暴雨、大风、高温、雷电等主要气象灾害风险进行了专题影响评估；分析了开发区的交通运营不利天数；给出了针对性分析和对策建议。

4. 论证报告符合相关规范要求，内容完整，结论可信，可为本开发区的规划设计、建设和运营管理提供技术参考。

专家一致同意该《报告》通过评审。

评审组组长：

2024年11月28日