

西平县先进制造业开发区

# 区域性气候可行性 论证报告

西平县先进制造业开发区管委会

二零二二年十一月



# 目录

区域性气候可行性 论证报告 .....	错误！未定义书签。
目录 .....	IV
第一章项目概述 .....	1
1 项目概况 .....	1
2 西平县先进制造业开发区基本情况 .....	1
2.3 西平县先进制造业开发区现状及规划方案 .....	2
3 西平县先进制造业开发区气象敏感度调查结果 .....	3
第二章论证目的及原则 .....	6
1 论证目的 .....	6
2 编制依据 .....	6
2.1 政策法规 .....	6
3 计量单位与专业术语 .....	10
3.1 计量单位 .....	10
3.2 专业术语 .....	10
第三章资料说明 .....	13
1 资料内容和来源 .....	13
2 资料质量控制 .....	14
3 参证气象站选取及三性分析 .....	15
3.1 气象站背景与观测沿革 .....	16
3.4 参证站的确定 .....	33
第四章大气环流特征 .....	35
1 概述 .....	35
2 大气环流背景场分析 .....	39
2.1 各季节平均环流背景场特征 .....	39
2.2 不同季节影响河南的主要天气系统 .....	45
第五章气候背景分析 .....	50
1 气候概况 .....	50
2 气压 .....	52
2.2 月际变化 .....	54
2.3 日变化 .....	55
3 气温 .....	55
3.1 年际变化 .....	55
3.2 月际变化 .....	56
4 降水量 .....	58
4.1 年际变化 .....	58
4.2 月际变化 .....	59
■降水量 .....	61
5 降水日数 .....	62
5.1 年际变化 .....	62

6 相对湿度 .....	64
相对湿度 .....	65
7 日照时数 .....	66
8.1 风速年变化 .....	67
8.2 风速月变化 .....	69
9 小结 .....	72
第六章高影响天气分析 .....	74
1 西平县先进制造业开发区关键影响气象因子确定 .....	74
2 暴雨 .....	78
2.1 暴雨日数 .....	78
■暴雨日数 .....	79
■大风日数 .....	82
4 积雪 .....	87
5 雷暴 .....	90
6 闪电 .....	92
7.1 高温日数 .....	93
8 冰雹 .....	95
9 雾 .....	97
■雾 .....	97
10 低温 .....	98
11 寒潮 .....	99
12 小结 .....	100
第七章关键气象参数分析与推算 .....	102
1 风速设计基准值 .....	102
1.2 基本风压 .....	105
2 基本雪压 .....	106
2.1 积雪密度的估算 .....	106
2.2 年最大积雪深度的概率估算 .....	106
3 基本气温 .....	109
4 室外气象参数 .....	110
4.1 冬季空调和供暖参数 .....	112
4.2 夏季空调参数 .....	113
4.3 夏季和冬季通风参数 .....	114
5 排水设计气象参数 .....	114
5.1 数据和方法 .....	114
5.2 暴雨强度公式及精度检验 .....	114
5.3 不同历时不同重现期暴雨强度 .....	115
5.4 不同历时不同重现期降水量 .....	115
5.5 暴雨强度公式适应范围 .....	116
6 污染气象参数 .....	117
6.1 春季污染系数 .....	118
6.3 秋季污染系数 .....	120

〈污染系数〉 .....	121
6.4 冬季污染系数 .....	121
7 重现期极值 .....	122
7.2 极端高温 .....	123
7.3 极端低温 .....	123
第八章专题影响评估 .....	125
1 雷电灾害风险评估 .....	125
1.1 雷电气候分析 .....	125
1.2 地闪时间分布 .....	129
1.3 雷电危害特征 1.3.1 雷电流强度分析 .....	131
1.5 雷击防护建议 .....	131
1.6 西平县先进制造业开发区内施工现场防雷建议 .....	132
1.7 防雷装置投入使用后的防雷安全指导意见 .....	133
1.8 雷击事故处理 .....	134
2 暴雨灾害 .....	135
2.1 暴雨风险识别 .....	135
2.2 暴雨灾害风险评估 .....	138
2.3 暴雨灾害防范建议 .....	141
3 大风灾害 .....	143
3.1 大风风险识别 .....	144
4 高温灾害 .....	149
4.1 高温风险识别 .....	149
4.2 高温灾害风险评估 .....	151
4.3 高温风险对策措施与建议 .....	153
5 未来气候变化情景下的气象灾害风险 .....	154
第九章 局地气候数值模拟 .....	161
1 数据介绍 .....	161
2 风环境场模拟 .....	163
第十章 结论和建议 .....	169
1 主要结论 .....	169
1-1 大气环流特征 .....	169
1.2 西平县先进制造业开发区气候背景 .....	170
1-3 高影响天气及灾害风险评估 .....	171
1.4 关键气象参数推算结果 .....	172
1.5 西平县先进制造业开发区建设对局地气候可能产生的影响 .....	173
2 适用性分析 .....	174
3 建议 .....	174
3.1 规划阶段 .....	175

# 第一章项目概述

## 1 项目概况

为落实《河南省人民政府办公厅关于实施工程项目区域评估的指导意见》（豫政办〔2019〕10号），西平县先进制造业开发区管理委员会根据西平县先进制造业开发区性质、定位、区位，开展西平县先进制造业开发区区域性气候可行性论证分析工作。

在接受委托后，公司立即成立编制工作组，搜集了西平县先进制造业开发区周边相关气象资料，并前往西平县先进制造业开发区进行现场调查，按照西平县先进制造业开发区的性质、规模、建设内容、发展规划等要求确定气候可行性论证的重点、范围、技术路线等，形成工作方案。在此基础上，按照《区域性气候可行性论证技术指南》（气预函〔2019〕42号）的要求编制了该项目的编制大纲，并完成本报告。

## 2 西平县先进制造业开发区基本情况

### 2.1 西平县先进制造业开发区概况

西平县先进制造业开发区处于中原城市群的南部边缘，是西平、信阳等为主的豫南经济区的门户。位于西平县城南部，紧邻西平主城区，东依京港澳高速公路，西临京广高速铁路客运专线，107国道、京广铁路纵贯南北，省道331公路横穿东西，产业集聚区距宁洛高速公路入口15公里，距新郑国际机场130公里、距武汉300公里、距连云港口岸600公里，距中国食品名城漯河20公里。具有铁路、高速公路、高速铁路、国道、省道等多层次外部交通体系。集聚区总规划面积11平方公里，建成区面积4.3平方公里。以京广铁路为界，分为东西两个区域。按照“竞争力最强、成长性最好、关联度最高”的原则，建设了浙商工业园，规划

了食品工业园、服装电子工业园等特色园区。

## 2.2 西平县先进制造业开发区规模及园区功能

西平县先进制造业开发区规划形成“一轴三园”和一个综合服务区的整体空间布局结构。

“一轴”：以京广铁路为空间发展中心轴，迎宾大道，是东西发展的产业联系主轴线，科创大道是东西发展的产业联系副轴线。时代大道、护城河路及定颖大道，是三条城市功能发展次轴。

“三园”：产业集聚区共规划布置了机械制造产业园、农副产品加工产业园和高新技术产业园 3 个产业园区。规划结合现状产业空间布局，形成以农副产品精深加工、机械制造两个主导产业园区和 1 个高新技术产业园区。

## 2.3 西平县先进制造业开发区现状及规划方案

西平县先进制造业开发区位于西平县中心城区南部，建成约 10.5 平方公里，拥有 200 多家企业，初步形成了智能装备制造、农副产品加工、纺织服装为主导的三大产业集群开发区现有规模以上企业 140 家（其中工业企业 89 家），高新技术企业 25 家，建成省级研发中心 7 个、市级研发中心 10 个，博士工作站 4 个。近年来，西平县坚持“项目为王”突出主导产业狠抓招商引资，强化要素保障，明晰产业发展路径，奋力推进集聚集群发展。2022 年，西平县先进制造业开发区完成固定资产投资 53.48 亿元，其中规模以上企业总产值 131.07 亿元，规上工业企业总产值 97.74 亿元，规上工业企业主营业务收入 95.11 亿元，规上工业企业增加值 24 亿元。

西平先进制造业开发区建成区范围内道路、生态环保通讯、消防和水电等基础设施和配套服务基本完善，为产业项目的落地提供了有效支撑。近年来，开发区立足发展基础和资源禀赋，以螺祖服装新城·智尚工园、机械装备产业园、中小企业孵化园、智能针织产业园、畜牧机

械供应链产业园、智能电气装备产业园等“区中园”为重点，不断加大投入，合理布局，完善设施，优化功能，已形成“一区多园、竞相发展”的特色产业格局和集聚发展态势。。

总体发展目标是：加快智能装备制造、纺织服装、农副产品加工等优势传统产业促转型、高新技术产业补短板、战略性新兴产业等未来产业抢布局，推动西平县先进制造业开发区产业智能化绿色化融合化发展，加快构建现代产业新体系。实现规模以上工业企业研发活动全覆盖，重点领域创新能力达到省内乃至全国领先水平。打造2—3个具有全国影响力的特色先进制造业集群，智能装备制造重点在畜牧机械装备制造和电力装备制造细分领域取得突破，继续强化纺织服装产业集聚优势，基本建成链群完整、生态完备、特色明显、发展质量效益显著的河南省先进制造业高质量发展强县。

### 3 西平县先进制造业开发区气象敏感度调查结果

选取西平县先进制造业开发区多家企业进行气象敏感度调查，结果显示本园区内企业对暴雨、大风、雷电、暴雪、高温、雾霾、冰雹、低温等高影响天气敏感度较大。

室内生产企业，主要对温度、湿度要求高；原材料及成品的出入企业受运输、安全等因素影响，主要对暴雨、大风、雷电、雾、低温等要素较敏感；户外及厂房，则主要受大风、暴雨、暴雪、低温影响较大；化工、新能源企业对雷电更敏感。

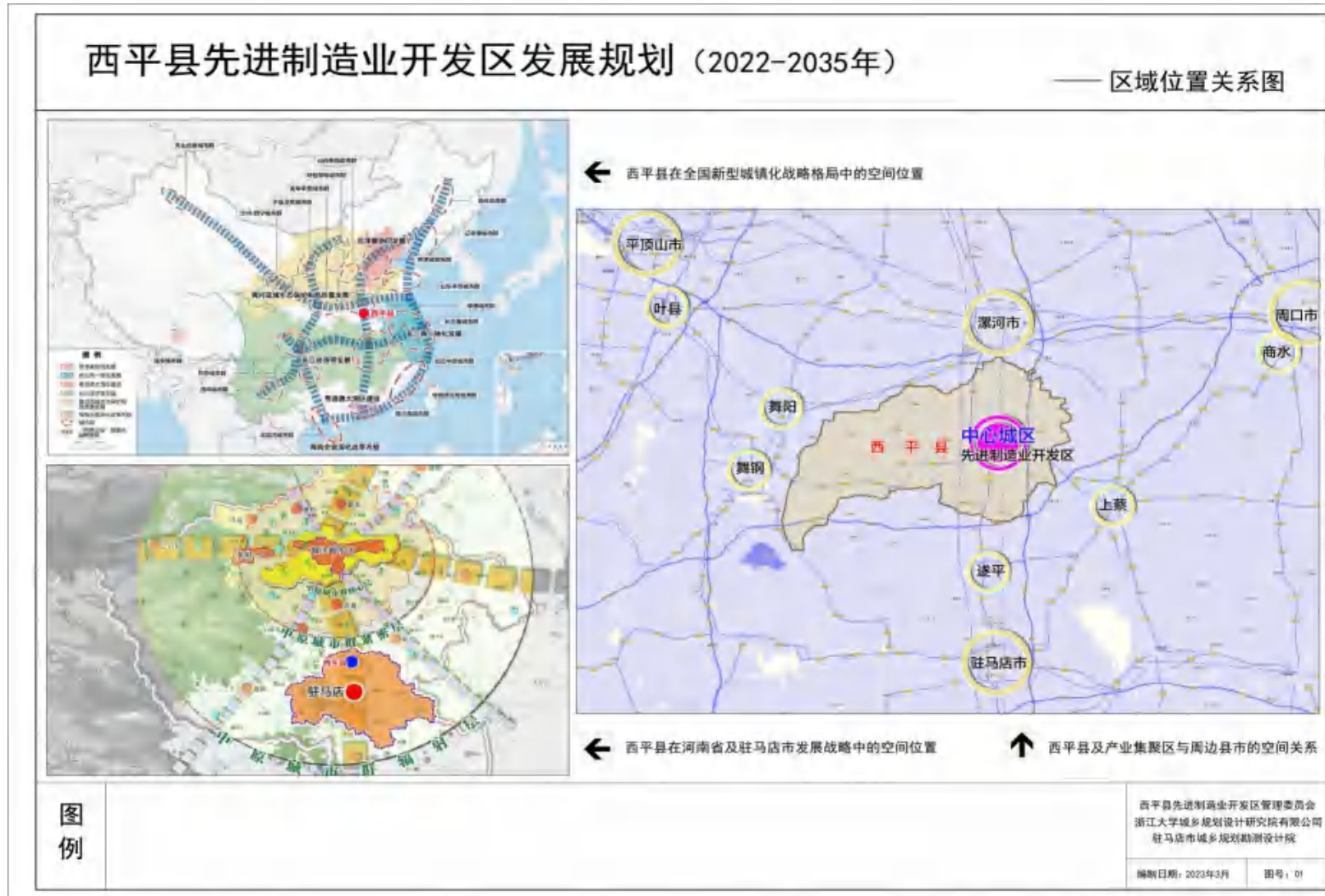


图 1.1 西平县先进制造业开发区区位图



# 西平县先进制造业开发区发展规划（2022-2035年）

## 产业功能布局图

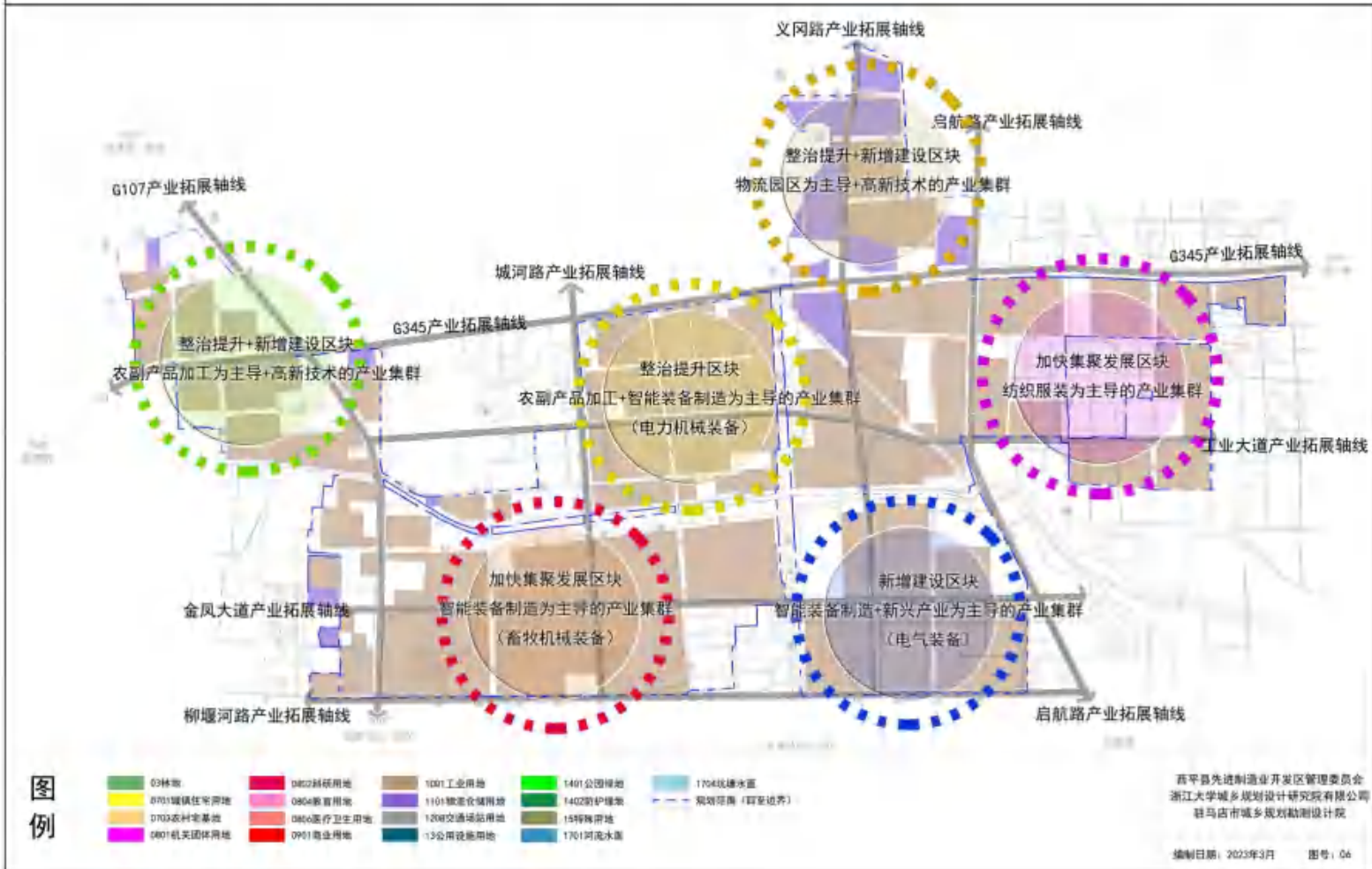


图 1.2 西平县先进制造业开发区规划图

## 第二章论证目的及原则

### 1 论证目的

随着经济社会发展，全球气候变暖加剧，极端气候事件多发频发，气象灾害及其引发的次生、衍生灾害对人民生命财产和经济社会发展造成了较为严重的影响，开发区、工业园区（以下简称“园区”）的规划和建设对天气气候特别是灾害性天气的敏感度和脆弱性加大。因此，开展园区气候适宜性和风险性论证工作势在必行，气候可行性论证工作能够从源头上有效避免或者减轻园区的规划和建设遭受极端气象灾害的不利影响，对于其规划、建设、运营等意义重大。

本报告以西平县先进制造业开发区周边国家气象站以及区域站等观测资料为基础，结合数值模拟资料、卫星遥感资料、现场调查资料及历史灾情资料，对西平县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、灾害风险防御的角度对园区规划、建设给出指导建议。

### 2 编制依据

#### 2.1 政策法规

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

员会公告第 17 号)

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

(6) 《气候可行性论证管理办法》(中国气象局第 18 号令)

(7) 《国务院关于加快气象事业发展的若干意见》(国发〔2006〕29 号)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2.2 标准规范

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

(2) QX/T469-2018 气候可行性论证规范总则

(3) QX/T423-2018 气候可行性论证规范报告编制

(4) QX/T426-2018 气候可行性论证规范资料收集

(5) QX/T449-2018 气候可行性论证规范现场观测

(6) QX/T458-2018 气候可行性论证规范气象观测资料加工处理

(7) QX/T438-2018 气候可行性论证规范城市通风廊道

(8) QX/T 118-2010 地面气象观测资料质量控制

(9) QX/T436-2018 气候可行性论证规范: 抗风参数计算

- (10) QX/T452-2018 基本气象资料和产品提供规范
- (11) QX/T 453-2018 基本气象资料和产品使用规范
- (12) QX/T 85-2018 雷电灾害风险评估技术规范
- (13) GB 50058-2010 建筑物防雷设计规范
- (14)城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则(住房和城乡建设部、中国气象局 2014 年 4 月)
- (15)GB50009-2012 建筑结构荷载规范
- (16)GB50014-2006 室外排水设计规范(2016 版)
- (17)GB 50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- (18)DL/T 5158-2012 电力工程气象勘测技术规程
- (19)JTG/TD60-01-2018 公路桥梁抗风设计规范
- (20)GB/T 20481-2017 气象干旱等级
- (21)QX/T 393-2017 冷空气过程监测指标
- (22)中国气象局, 地面气象观测规范气象出版社 2003
- (23)GB/T37529-2019 城市总体规划气候可行性论证技术
- (24)QX/T 529-2019 气候可行性论证规范 极值概率统计分析
- (25)QX/T528-2019 气候可行性论证规范架空输电线路抗冰设计气象参数计算
- (26)城市排水工程设计-暴雨强度公式编制技术指南(第 1 版)
- (27)城市热岛效应评估技术指南(第 1 版)
- (28)工程项目采暖通风和空气调节气象参数计算(第 1 版)
- (29)输电线路抗冰设计气候可行性论证技术指南(第 1 版)

### 3 计量单位与专业术语

#### 3.1 计量单位

详见表 2.1。

表 2.1 报告涉及的计量单位

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

#### 3.2 专业术语

**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。

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

**E、N：**分别代表东经、北纬。

**常年：**指最近 30 年，目前气象部门使用 1981-2010 年，该时段每 10 年更新一次。

累年：指建站以来所有年份。

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

重现期：某一事件重复出现的平均间隔时间。

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

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 年一遇最大值确定。

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。

冬季空气调节室外计算温度：常年不保证 1d 的日平均温度。

夏季空气调节室外计算日平均温度：常年平均不保证 5d 的日平均温度。

冬季通风室外计算温度：常年最冷月平均温度。

夏季通风室外计算温度：常年最热月 14 时的月平均温度的平均值。

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。

暴雨日：指 24 小时降雨量  $\geq 50\text{mm}$  的日数。

日最大降水量：指一年中出现的一日最大降水量。

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。

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

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

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

地闪密度：单位面积、单位时间的平均地闪次数。

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

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

高影响天气：直接影响开发区、工业园区项目建设和运营的天气现象。

大风：瞬时风速达到或超过 17m/s 的风。

最大风速：给定时段内的 10min 平均风速的最大值。

极大风速，给定时段内的瞬时风速的最大值。

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。

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

皮尔逊-III 型分布:即 Pearson-III DistributionC 简记 P-III)。

(32)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 Moment Parameter Estimation (简记 MPE)。



## 第三章资料说明

### 1 资料内容和来源

报告中使用的资料涉及 5 类，其中地面气象站观测资料来源于河南省气象探测数据中心，均从经过审核后的信息化资料中提取。

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

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

(3) 西平县先进制造业开发区气象要素敏感度资料：西平县先进制造业开发区重点企业(行业)对气象要素(灾害)的敏感度资料由论证人员在西平县先进制造业开发区已入驻企业中现场抽样调查得到，用于确定西平县先进制造业开发区高影响天气。

(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、海池、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) 与西平县先进制造业开发区气候可行性论证区域整体评价相关的资料:由委托单位提供,主要用于论证结果制图展示等。

## 2 资料质量控制

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

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

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

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

时变检查:大气中的有些观测数据与时间显著相关,具有良好的时间一致

性, 将此类数据与其时间上前、后的测值相比较, 来判断其数据是否发生异常。

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

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

### 3 参证气象站选取及三性分析

参证气象站是指气象分析计算所参照的具有长年代气象数据的国家气象观测站。参证站按照 QX/T469-2018 《气候可行性论证规范 总则》中 7 的要求进行选取, 如下:

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。

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

(3) 应对参证气象站历史沿革进行考证和说明, 一般应选择观测场址一

直保持不变或变迁次数较小且探测环境较好的气象站。

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

### 3.1 气象站背景与观测沿革

以西平县先进制造业开发区为中心，选择西平、确山、汝南 3 个气象站，分别与西平县先进制造业开发区附近常规气象站，2019 年气象资料进行对比分析，进行参证站的选取。

#### 1. 气象站背景

在本项目中搜集了西平县先进制造业开发区附近 30km 范围内气象台站历年常规气象观测资料进行统计分析，西平、确山、汝南三个气象站的基本信息如下。

表 3.1 西平县先进制造业开发区周围气象站的基本信息

站名	建站时间	台站类型	站址环境
西平	1957-01-01	国家站	郊外
确山	1967-03-01	一般站	乡村
汝南	1953-08-01	一般站	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) 西平气象站：国家基本气象站，始建于 1957 年 1 月，位于西平铁路东汽车站南 0.5km 处，在 1967 年、1980 年、2014 年有 3 次迁站，2014 年迁至西平市驿城区胡庙乡村东，站址位于乡村，海拔高度 106.2 米。

(2) 确山气象站：国家一般气象站，始建于 1967 年 3 月，位于确山县三里河乡三里店河南岸，在 2004 年有 1 次迁站，迁至确山县县城城北 107 国道路东，站址位北乡村，海拔高度 83.6 米。

(3) 汝南气象站：国家一般气象站，始建于 1953 年 8 月，位于汝南县园林场，在 1957、1974、2013 有 3 次迁站，2013 年迁至汝南 县刘屯村南，站址位于郊外，海拔高度 50.1 米。

## 2. 气象站沿革与周围地理环境

(1) 西平市国家基本气象站始建于 1957 年 1 月 1 日，位于驻 马店铁路东汽车站南 0.5km 处，名为“西平气象站”；该站 1967 年 9 月迁址西平西郊（郊外）；1980 年，迁址至西平北郊申庄西（乡 村）；2014 年，迁址至西平市驿城区胡庙乡村东（乡村）。



S3.2 西平气象观测站目前在用现址图

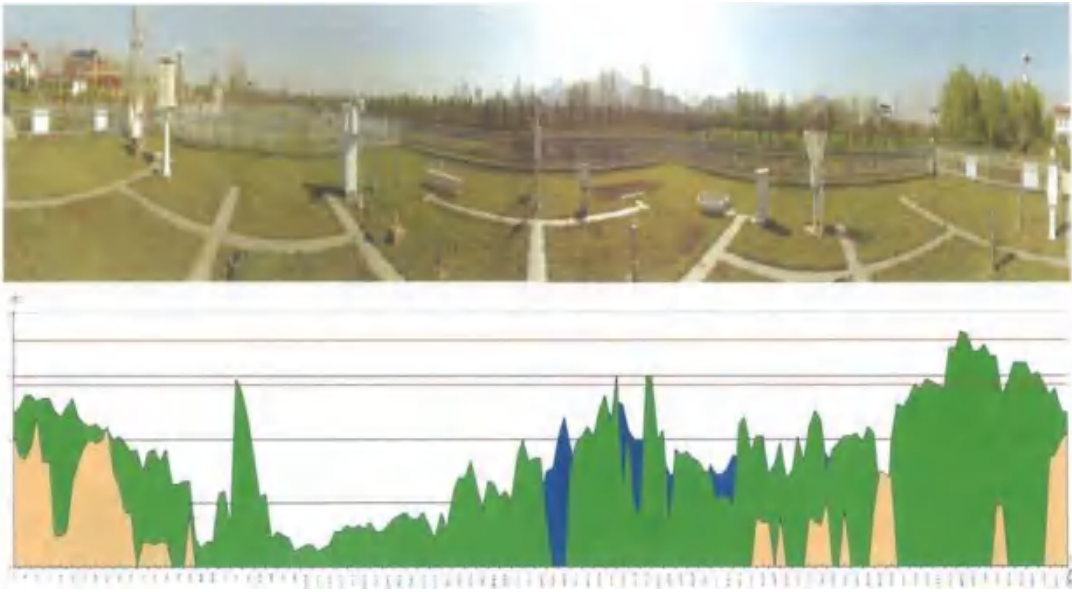


图 3.3 西平气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图及地面观测场四周全景照片

(2) 确山国家气象观测站，始建于 1967 年 3 月 1 日，前身为“确山县气象服务站”，位于确山县三里河乡三里店河南岸（集镇）；2004 年迁址到确山县县城北 107 国道路东（乡村）。



图 3.4 确山气象观测站目前在用现址图

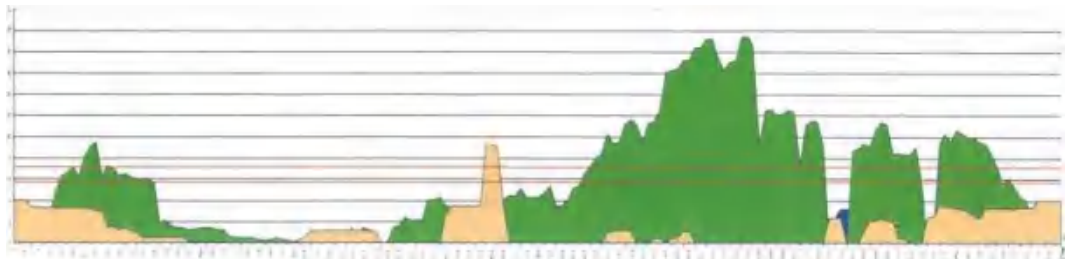


图 3.5 确山气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图及地面观测场四周全景照片

(3) 汝南国家一般气象站，始建于 1953 年 8 月 1 日，其前身为“汝南测候站”，位于汝南县园林场（郊外）；1957 年迁至汝南县西关（郊外）；1974 年迁至汝南县西关郊外（郊外）；2013 年迁址至汝南 县刘屯村南（郊外）。



图 3.6 汝南气象观测站目前在用现址图





图 3.7 汝南气象观测场四周可视范围内遮蔽物仰角图及地面观测场四周全景照片

表 3.2 气象站的自动站布设信息

站名	年代	变化原因	详细地址
西平	1957-01-01	建站	西平铁路东汽车站南 0.5km 处
	1967-04-01	迁站	西平西郊
	1968-09-01	位置变化	西平西郊
	1973-09-01	位置变化	西平西郊
	1980-01-01	迁站	西平北郊申庄西
	2014-01-01	迁站	西平驿城区胡庙乡胡庙村东
确山	1967-03-01	建站	确山县三里河乡三里店河南岸
	2004-01-01	迁站	确山县县城北 107 国道路东
汝南	1953-08-01	建站	汝南县园林场
	1957-01-01	迁站	汝南县西关
	1974-08-01	迁站	汝南县西关郊外
	2013-01-01	迁站	汝南县刘屯村南

### 3.区域气象站简介

对比气象站选取西平县内的气象站，该气象站位于西平西平县。观测项目包括气温、降水、风向、风速 4 个要素。

表 3.3 西平县先进制造业开发区区域气象站的基本信息

站名	启用时间	海拔高度	要素数	站址环境
西平县	2017-01-01	72 米	4	平原

### 3.2 三性分析

三性分析指的是数据可靠性、一致性和代表性分析。

#### 1. 可靠性分析

西平、确山、汝南 3 个气象站均为国家气象台站，西平为国家基本气象站，确山、汝南为一般气象站，所有地面气象要素均按《地面气象观测规范》的规定观测，观测仪器也定期进行检定，因此，气象资料的来源具有可靠性。

将 2019 年 1-12 月观测期间代表月 1、4、7、10 月各要素的平均值与最近 30 年（1981-2010 年）平均值进行比较（表 3.4、表 3.5、表 3.6），发现 2019 年 1-12 月观测期间代表月 1、4、7、10 月的资料与最近 30 年（1981-2010 年）平均值差异不大（见表 3.6），表明资料是可靠的。

表 3.4 代表月份的实测资料

项目	月份	序列	西平	确山	汝南
气温 (°C)	2019年1月	1	1.2	1.7	1
	2019年4月	2	15.7	15.9	15.6
	2019年7月	3	27.8	28	28.4
	2019年10月	4	16.6	16.8	16.7
相对湿度 (%)	2019年1月	5	72	72	77
	2019年4月	6	71	69	73
	2019年7月	7	74	71	74
	2019年10月	8	72	70	74
气压 (hPa)	2019年1月	9	1016.5	1015.3	1023.4
	2019年4月	10	1001.4	1000.4	1008
	2019年7月	11	991.1	990.2	997.4
	2019年10月	12	1007.8	1007	1014.4
风速 (m/s)	2019年1月	13	1.7	2.2	1.8
	2019年4月	14	2.1	2.7	2.3
	2019年7月	15	1.6	2	1.7
	2019年10月	16	1.8	2.4	1.7
降水量 (mm)	2019年1月	17	34.6	32.4	27
	2019年4月	18	55.9	81.8	75.7
	2019年7月	19	39.9	114	96.1
	2019年10月	20	62.2	36.7	46.6

表 3.5 代表月份的多年平均值资料(1981-2010 年)

项目	月份	序列	西平	确山	汝南
气温 (°C)	1月	1	1.5	2.1	1.2
	4月	2	15.8	16.2	15.3
	7月	3	27.3	27.7	27.2
	10月	4	16.3	16.5	16.2
相对湿度 (%)	1月	5	68	67	73
	4月	6	69	67	75
	7月	7	80	78	83
	10月	8	71	70	75
气压 (hPa)	1月	9	1028.3	1027.9	1028.1
	4月	10	1014.8	1014.7	1014.8
	7月	11	1003.4	1003.2	1003.3
	10月	12	1020.7	1020.5	1020.5
风速 (m/s)	1月	13	1.5	1.7	1.8
	4月	14	1.9	1.9	2.1
	7月	15	1.7	1.6	1.9
	10月	16	1.4	1.5	1.6
降水量 (mm)	1月	17	21.8	27.3	23.2
	4月	18	51.4	51.0	51.8
	7月	19	232.0	174.5	207.9
	10月	20	62.9	76.0	63.2

表 3.6 代表月份的实测资料与多驾平均值的差值

项目	月份	序列	西平	确山	汝南	Min(ABS)
气温 (°C)	2019年1月	1	-0.3	-0.4	-0.2	0.2
	2019年4月	2	-0.1	-0.3	0.3	0.1
	2019年7月	3	0.5	0.3	1.2	0.3
	2019年10月	4	0.3	0.3	0.5	0.3
平均差值			0.1	-0.025	0.45	
相对湿度 (%)	2019年1月	5	4	5	4	4
	2019年4月	6	2	2	-2	2
	2019年7月	7	-6	-7	-9	6
	2019年10月	8	1	0	-1	0
平均差值			0.25	0	-2	
气压 (hPa)	2019年1月	9	-11.8	-12.6	-4.7	4.7
	2019年4月	10	-13.4	-14.3	-6.8	6.8
	2019年7月	11	-12.3	-13	-5.9	5.9
	2019年10月	12	-12.9	-13.5	-6.1	6.1
平均差值			-12.6	-13.35	-5.875	5.875
风速 (m/s)	2019年1月	13	0.2	0.5	0	0
	2019年4月	14	0.2	0.8	0.2	0.2
	2019年7月	15	-0.1	0.4	-0.2	0.1
	2019年10月	16	0.4	0.9	0.1	0.1
平均差值			0.175	0.65	0.025	
降水量 (mm)	2019年1月	17	12.8	5.1	3.8	3.8
	2019年4月	18	4.5	30.8	23.9	4.5

	2019年7月	19	-192.1	-60.5	-111.8	60.5
	2019年10月	20	-0.7	-39.3	-16.6	0.7
平均差值			-43.9	-16.0	-25.175	

注明:红色代表差值为最小的。

## 2. 一致性分析

采用对比差值法进行资料一致性的分析,其方法为:先计算气象站与区域站(三十小)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  $U$  为第  $i$  次某气象站观测值,  $A$  为第  $i$  次区域站观测值, 则第  $i$  次的对比差值为:

$$X^i = U - A, \quad (3-1)$$

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。

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X^i - \bar{X})^2} \quad (3-3)$$

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

### 3) 一致率的计算

一致率表示本月区域站与气象站观测相一致的程度。

一致率的范围： $X-X$  的绝对值  $< 2$ 。

$$\text{月一致率}(\%) = \frac{\text{希审对比差值的绝对值小于 2 倍标准差的次数 } v_{inn}}{\text{齐砧规}} \times 100\% \quad (3-4)$$

应用以上公式，计算出西平、确山、汝南 3 个气象站的各气象要素的一致率（见表 3.6）。3 个站的资料一致率均很高，大多在 90% 以上，且各站间相差不大。即西平、确山、汝南三站气象站资料的一致性均较好。

表 3.7 代表月份的各时次资料与区域站资料的一致率（%）

项目	月份	序列	西平	确山	汝南
气温 (°C)	2019 年 1 月	1	96.1	96.0	88.4
	2019 年 4 月	2	95.4	94.8	92.9
	2019 年 7 月	3	85.6	90.7	92.9
	2019 年 10 月	4	94.6	95.0	91.4
风速 (m/s)	2019 年 1 月	5	95.2	90.3	93.4
	2019 年 4 月	6	96.0	92.5	93.8
	2019 年 7 月	7	94.1	94.0	94.6
	2019 年 10 月	8	93.0	85.3	93.3
降水量 (mm)	2019 年 1 月	9	/	/	/
	2019 年 4 月	10	97.7	98.8	98.1
	2019 年 7 月	11	97.7	99.1	99.1
	2019 年 10 月	12	95.4	97.0	96.8
最大值个数			4	4	4

注明：红色代表差值为一致率最大的  
3.代表性分析

如果两站资料相关很好，则表明资料具有代表性，因此代表性用相关系数来分析。利用西平、确山、汝南三个气象站与区域站的气温、降水量、风速资料，分别开展了逐时、逐日共 3 项内容的相关分析：代表月 1、4、7、10 月逐

时资料相关分析、2019年1-12月每月逐日平均资料相关分析、2019年1-12月共365天逐日平均资料相关分析。

以下是3项相关结果分析：

1) 代表月1、4、7、10月逐时资料相关分析

表3.8列出了代表月份的各时次资料与区域气象站资料的相关系数，表3.9列出了所用资料的样本数。代表月各时次的相关分析表明，除了风速、降水个别月份相关略低外，其余相关系数都非常显著，均通过0.01信度检验。相关分析的结果中，区域站与3个气象站相关系数差别不大，在10个序列中西平1个排着第一位，7个排第二位；确山5个排第一位，1个排第二位；汝南4个排第一位，2个排在第二位。

表3.8代表月份的各时次资料与区域站资料的相关分析

项目	月份	序列	西平	确山	汝南	MAX
气温	2019年1月	1	0.9655	0.9661	0.9599	0.9661
	2019年4月	2	0.9759	0.9863	0.9716	0.9863
	2019年7月	3	0.9750	0.9771	0.9640	0.9771
	2019年10月	4	0.9758	0.9869	0.9776	0.9869
降水量	2019年1月	5	/	/	/	/



第三章资料说明

	2019年4月	6	/	/	/	/
	2019年7月	7	0.4061	0.4099	0.0937	0.4099
	2019年10月	8	0.9205	0.7064	0.8297	0.9205
风速	2019年1月	9	0.6220	0.4724	0.6935	0.6935
	2019年4月	10	0.5850	0.6216	0.7458	0.7458
	2019年7月	11	0.6162	0.4948	0.6447	0.6447
	2019年10月	12	0.6781	0.5737	0.7593	0.7593
相关系数最大个数			1	5	4	
相关系数次大个数			7	1	2	

注：红色代表相关系数为最大的、蓝色为次大的。

表 3.9 代表月份的资料样本数（个）

项目	月份	序列	西平	确山	汝南
气温	2019年1月	1	744	744	744
	2019年4月	2	694	694	694
	2019年7月	3	744	744	744
	2019年10月	4	744	744	744
降水量	2019年1月	5	/	/	/
	2019年4月	6	694	694	694
	2019年7月	7	744	744	744
	2019年10月	8	744	744	744
风速	2019年1月	9	744	744	744
	2019年4月	10	694	694	694
	2019年7月	11	744	744	744
	2019年10月	12	744	744	744

## 2) 2019年1-12月每月逐日平均资料相关分析

表3.10列出了2019年1月1日-12月31日每月逐日资料与区域气象站资料的相关系数，在气温、降水量、风速3个要素逐月相关结果中，除降水和风速的个别月份相关性稍差外，其它相关系数都较显著，均通过0.01信度检验。与代表月逐时相关结果相似，三个气象站与区域站相关性均较好，相关系数差别不大。29个序列的相关系数中西平有6个排在第一位，16个排在第二位；确山12个排着第一位，9个排着第二位；汝南11个排着第一位，4个排在第二位。

表3.10 各月的日资料与区域站资料的相关系数

项目	月份	序列	样本数	西平	确山	汝南	MAX
气温	2019年1月	1	31	0.9728	0.9610	0.9298	0.9728
	2019年2月	2	27	0.9874	0.9919	0.9745	0.9919
	2019年3月	3	31	0.9854	0.9904	0.9678	0.9904
	2019年4月	4	30	0.9906	0.9950	0.9724	0.9950
	2019年5月	5	31	0.9843	0.9847	0.9724	0.9847
	2019年6月	6	29	0.9530	0.9685	0.9465	0.9685
	2019年7月	7	31	0.9826	0.9805	0.9820	0.9826
	2019年8月	8	31	0.9249	0.9605	0.9117	0.9605
	2019年9月	9	30	0.9433	0.9709	0.8890	0.9709
	2019年10月	10	31	0.9903	0.9897	0.9659	0.9903
	2019年11月	11	30	0.9913	0.9951	0.9859	0.9951
	2019年12月	12	31	0.9295	0.9501	0.8612	0.9501
降水量	2019年1月	13	/	/	/	/	/

## 第三章资料说明

	2019年2月	14	/	/	/	/	/
	2019年3月	15	/	/	/	/	/
	2019年4月	16	28	/	/	/	/
	2019年5月	17	22	/	/	/	/
	2019年6月	18	25	0.1896	0.3256	0.0833	0.3256
	2019年7月	19	24	0.9376	0.7515	0.0759	0.9376
	2019年8月	20	21	0.8366	0.8200	0.8491	0.8491
	2019年9月	21	22	0.6851	0.4906	0.0187	0.6851
	2019年10月	22	29	0.9901	0.9453	0.9504	0.9901
	2019年11月	23	/	/	/	/	/
	2019年12月	24	/	/	/	/	/
风速	2019年1月	25	31	0.4575	0.3794	0.7375	0.7375
	2019年2月	26	27	0.7154	0.5114	0.7689	0.7689
	2019年3月	27	31	0.6388	0.5897	0.7546	0.7546
	2019年4月	28	28	0.6885	0.6928	0.8276	0.8276
	2019年5月	29	31	0.5701	0.7009	0.8161	0.8161
	2019年6月	30	29	0.6043	0.7741	0.6900	0.7741
	2019年7月	31	31	0.4246	0.5482	0.5970	0.5970
	2019年8月	32	31	0.7671	0.6890	0.7786	0.7786
	2019年9月	33	29	0.5532	0.8007	0.7924	0.8007
	2019年10月	34	31	0.7550	0.6781	0.8530	0.8530
	2019年11月	35	30	0.7485	0.7950	0.8728	0.8728
	2019年12月	36	31	0.5561	0.6582	0.7214	0.7214
相关系数最大个数				6	12	11	

相关系数次大个数

15  
16

Q  
9

•  
4

注：红色代表相关系数为最大的、蓝色为次大的。

### 3)365 天逐日平均资料相关分析

表 3.11 列出了 2019 年 1 月 1 日-12 月 31 日整个时段共 365 天逐日资料与区域站同期资料的相关系数，由表可见，各气象要素的相关系数都非常显著，均通过 0.01 信度检验。气温、风速、降水量 3 个要素中，相关均较好，相关系数差别不大。

表 3.11 代表年日资料与区域气象站资料相关分析

项目	序列	样本数	西平	确山	汝南	MAX
气温	1	363	0.9977	0.9983	0.9963	0.9983
风速	2	360	0.6395	0.6549	0.7899	0.7899
降水量	3	171	0.4704	0.5001	0.3543	0.5001
相关系数最大个数			0	2	1	

注：红色代表相关系数为最大的。

以上 3 项相关分析结果表明，无论是逐时资料还是逐日资料计算的相关系数，除部分月份的降水和风速外，都通过了 0.01 信度检验。3 个气象站中与区域气象站相关均较好。

### 3.3 区域自动站对比

选取西平县先进制造业开发区周边的区域自动站，与西平、确山气象站 2018-2019 年的观测资料进行对比分析。

#### 3.3.1 气温

西平、确山、区域站 2018 年-2019 年的逐月气温变化较一致：月平均气温的最高值出现在 7 月，最低值出现在 1 月；气象站与区域站的相关系数均在

0.99 以上，说明处于同一局地气候区内。

### 3.3.2 降水

西平、确山、区域站 2018-2019 年的逐月降水变化变化趋势基本一致（区域站只在 4-10 月观测降水），降水量相差不大。日降水量极大值西平站为 96.2 毫米，区域站为 80.6 毫米，均出现在 2018 年 6 月 19 日；确山为 144.9 毫米，出现在 2018 年 7 月 27 日。结合 2018 年、2019 年 6-8 月的日降水变化，可以看到西平气象站与区域站的降水一致性较确山更好些。

### 3.3.3 风速

西平、确山、区域站 2018-2019 年月风速呈现冬、春季风速大，夏、秋季风速小的分布，其变化趋势中西平与区域站的趋势更一致，相关系数为 0.86,确山与区域站的趋势略有差异，相关系数在 0.5 左右，说明西平与区域站的相关更好，可以使用西平站对西平县先进制造业开发区风速进行气候背景分析及极值推算等。

## 3.4 参证站的确定

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

从地理位置看，三个气象站与西平县先进制造业开发区同属同一气候区，西平气象站位于西平县先进制造业开发区南侧约 40.7 公里，确山气象站位于其南侧约 57.5 公里，汝南气象站位于其东南侧约 49.6 公里。从可靠性和一致性的分析可知，西平、确山、汝南站为国家气象站且观测环境均符合相关要求，且三站的可靠性和一致性均较好。从代表性分析得知，三个气象站与区域站的相关分析结果都非常显著，且相差不大。对比西平县先进制造业开发区区域站与气象站的同期资料，西平站与区

域气象站的气象要素变化较一致，相关性更好。

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

## 第四章大气环流特征

### 1 概述

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

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

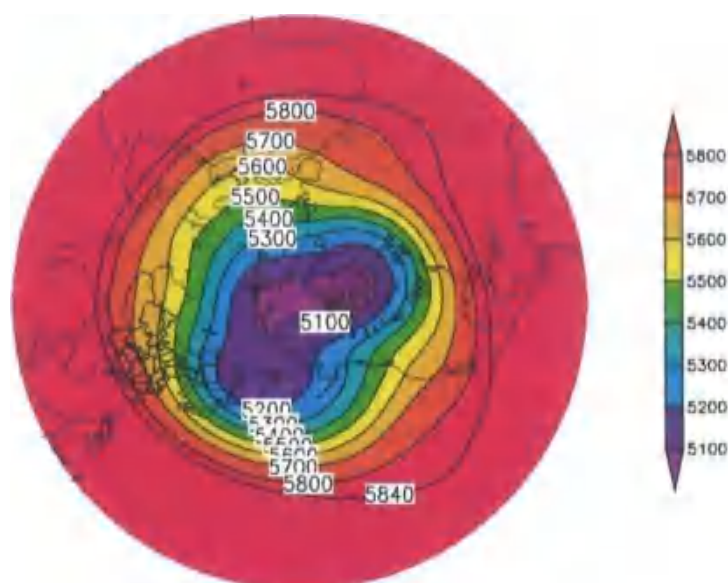


图 4.1 1981-2010 年北半球冬季（12-2 月）500hPa 等平均高线（单位：gpm）

西风带中有尺度很大的平均槽脊, 其中有三个明显大槽分别位于亚洲东岸(由鄂霍茨克海向低纬度的日本及我国东海倾斜)、北美东部(自大湖区向较低纬度的西南方向倾斜)和欧洲东部(从欧洲东北部海面上向西南方向倾斜), 与这三个槽并列的还有三个平均脊, 分别位于: 阿拉斯加、西欧沿岸和青藏高原北部, 但脊的强度比槽的强度弱很多。

低纬地区, 除了北关和东亚大槽向南延伸到较低的纬度外, 在地中海、孟加拉湾和东太平洋都有比较明显的槽。对流层低层(图 4.2), 冬季北半球海平面 1000 hPa 总是存在着两个半永久性活动中心即冰岛低压(北美大槽东边冰岛附近)和阿留申低压(东亚大槽东边)。

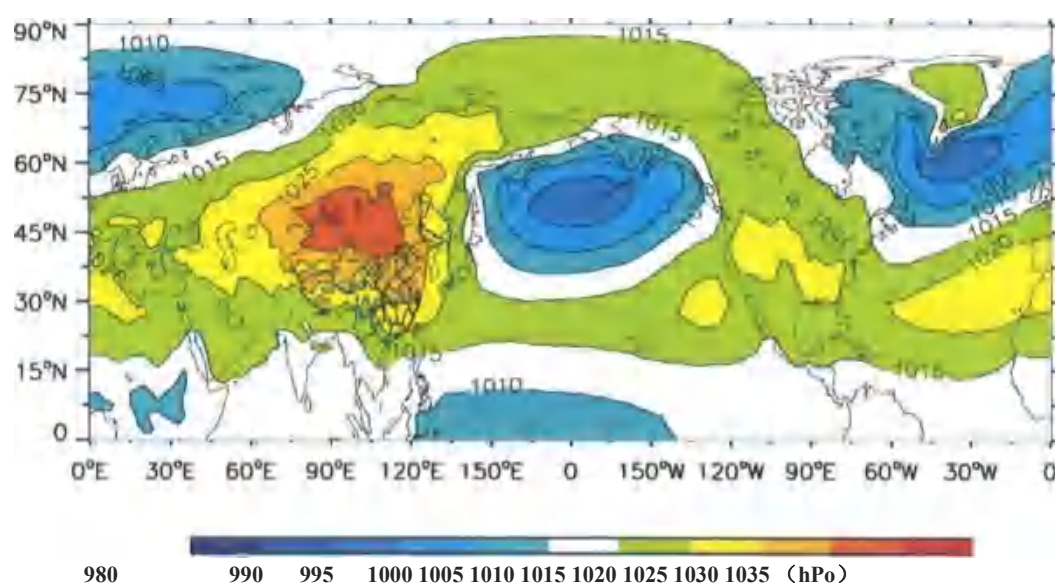


图 4.2 1981-2010 年北半球冬季(12-2 月)平均海平面气压(单位: hPa)

由于冬季的冷源在大陆上, 且以亚洲的冷高压最强, 表现在海平面气场上是蒙古高压, 平均脊前槽后的西北气流区是地面冷高压活动的最大频率地带。与冬季相比, 夏季对流层中层极涡中心位于极点, 环绕极涡的西风带明显北移, 且等高线变得稀疏, 在中高纬度形成了 4 个槽, 且强度减弱, 而副热带地区高压加强并北移(图 4.3)。而对流层低层



(图 4.4), 亚洲大陆出现了  $\bullet$  个低压, 与气压系统相伴的风 发生变化, 这种大规模风系随季节的转换, 形成了季风, 比如印度、印度支那半岛和我国是著名的季风区。

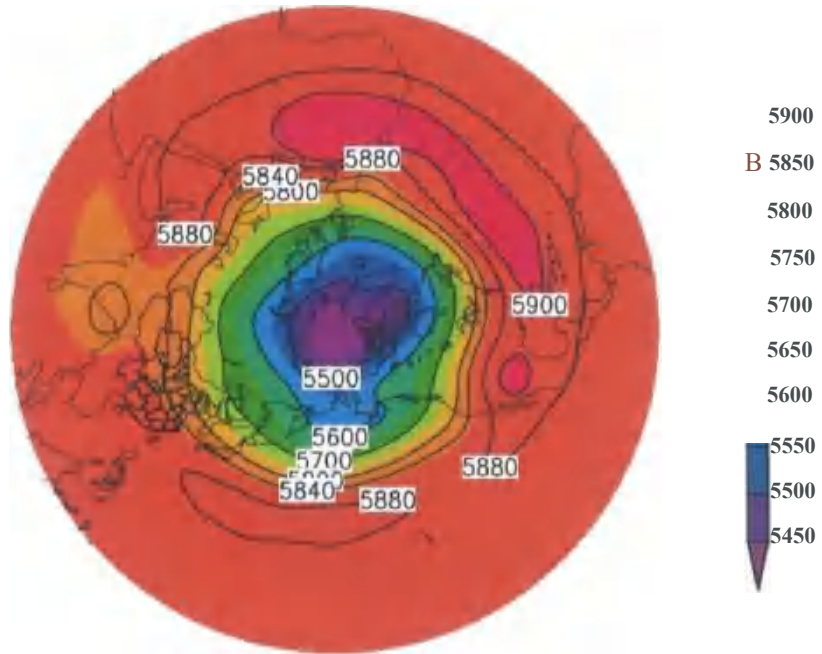
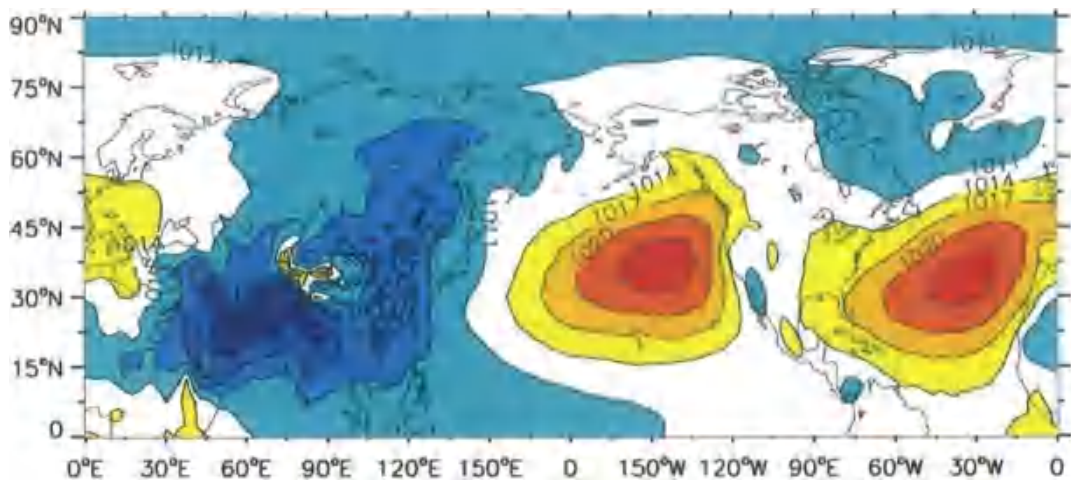


图 4.3 1981-2010 年北半球夏季（6-8 月）500hPa 等平均高线（单位:gpm）



980 1002 1005 1008 1011 1014 1017 1020 1023 (hPa)

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

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

## 2 大气环流背景场分析

### 2.1 各季节平均环流背景场特征

冬季,欧亚地区中高纬度 500hPa 环流场呈现出“一槽一脊”的特征(图 4.5),贝加尔湖附近为深厚的高压脊,宽广的大槽位于亚洲东岸(由鄂霍茨克海向低纬度的 IT 本及我国东海倾斜),我省高'个:处于脊而槽后部,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);地而上处在負大的蒙古冷高压前部的偏北气流控制。综合高低空环流形势分析,我省冬季气候呈现出“干冷”的气候特点。

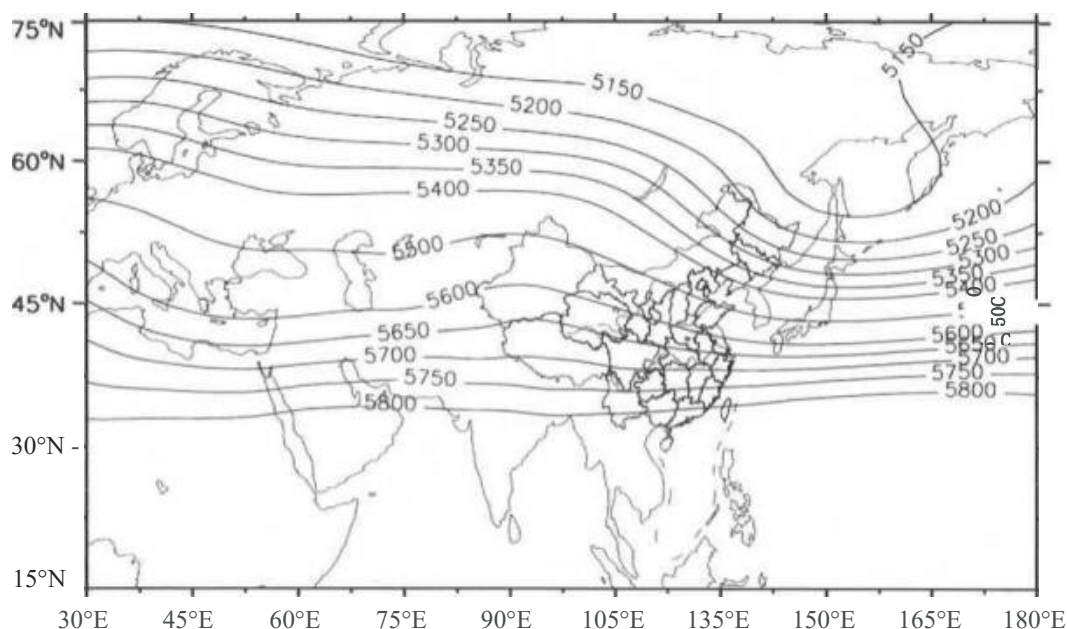


图 4.5 北半球冬季 500hPa 平均高度场(单位:gpm,红色圆点为西平县先进制造业开发区的位置)

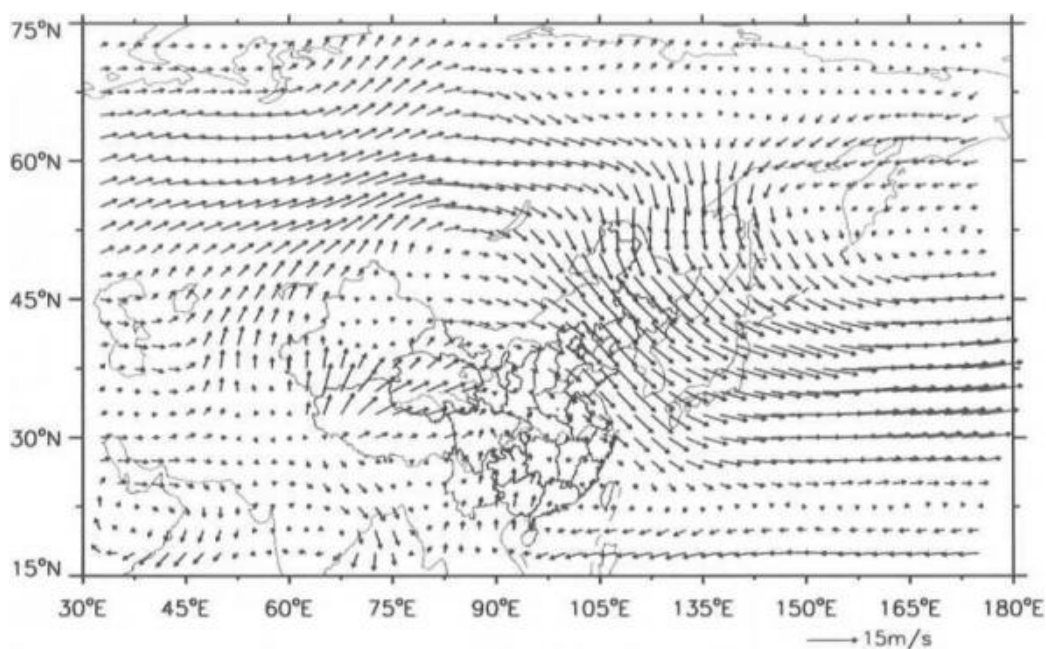


图 4.6 北半球冬季 850hPa 平均风场（单位： $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  红色圆点为西平县先进制造业开发区的位置）

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。

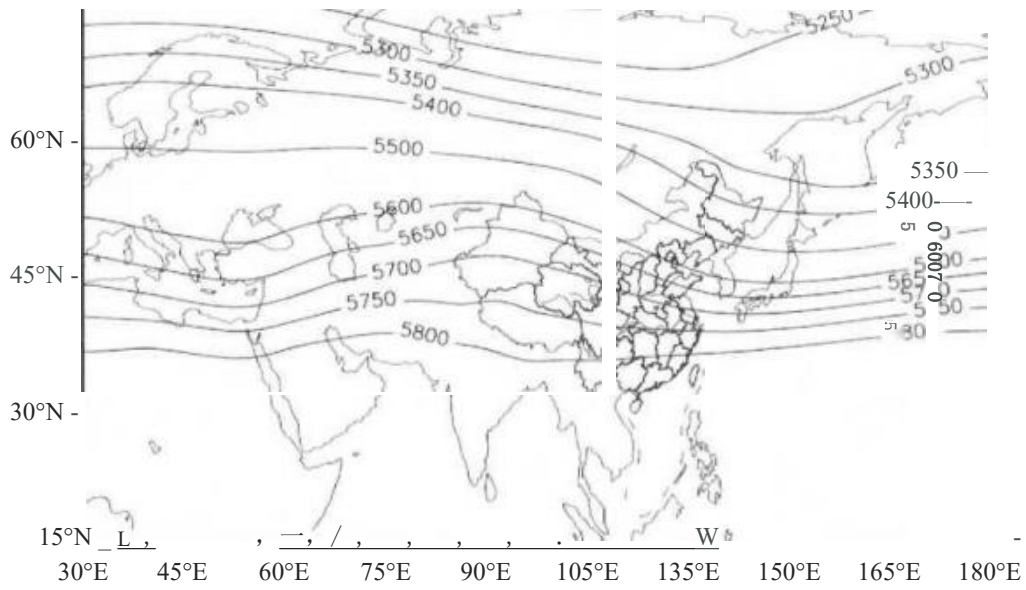


图 4.7 北半球春季 500hPa 平均高度场 (单位:gpm,红色圆点为西平县先进制造业)

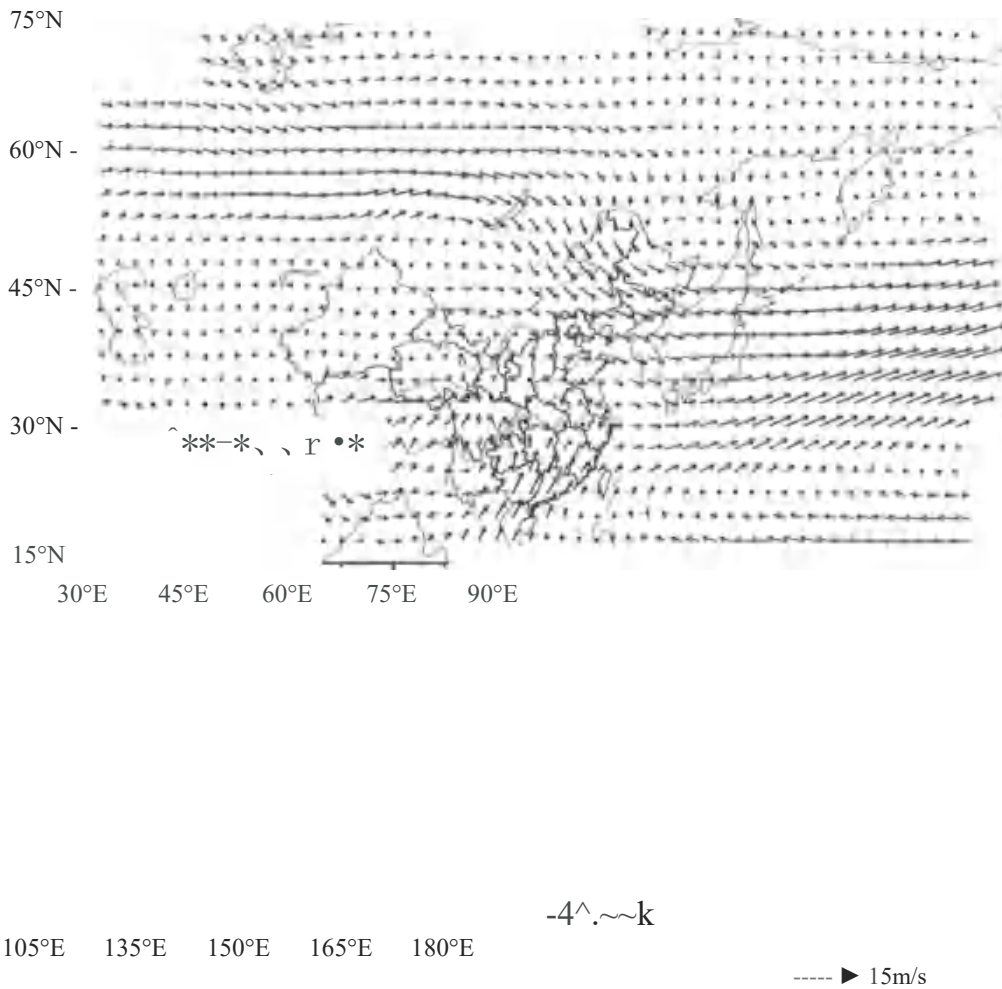


图 4.8 北半球春季 850hPa 平均风场 (单位:  $m \cdot s^{-1}$ , 红色圆点为西平西平县先进制造业开发区的位置)

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 $22-27^{\circ}\text{N}$ 之间,主雨带推进到黄河以南,我省进入雨季。同时受南方'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 $25-30^{\circ}\text{N}$ 之间,极锋南下,气旋和冷锋降雨增多。9月初以后,东亚大槽重建,副热带高压撤回

到 $25^{\circ}\text{N}$ 以南,我省雨季结束。

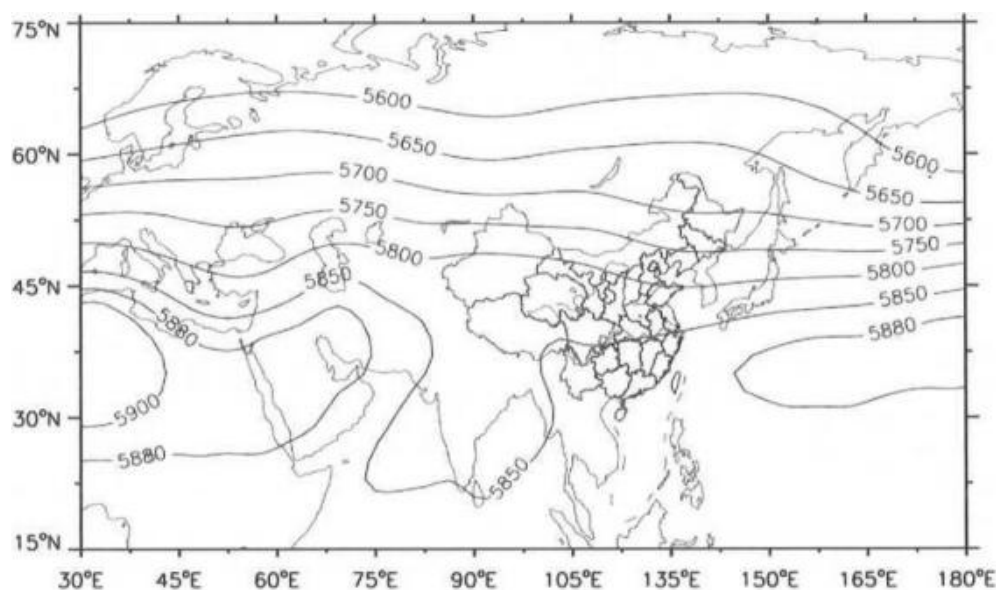


图4.9 北半球夏季500hPa平均高度场(单位:gpm,红色圆点为西平县先进制造业开发区的位置)

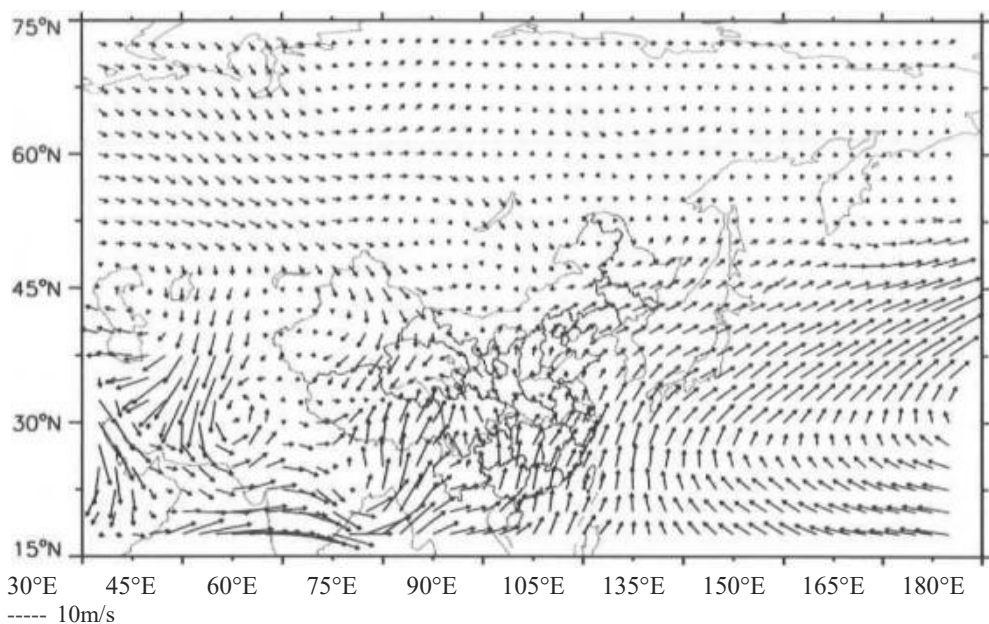


图 4.10 北半球夏季 850hPa 平均风场（单位：红色圆点为西平县先进制造业开发区的位置）

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 I】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床或乌拉尔山阻塞高压建立，南支低槽加深，会造成华西秋雨，我省受其影响会出现秋季连阴雨天。

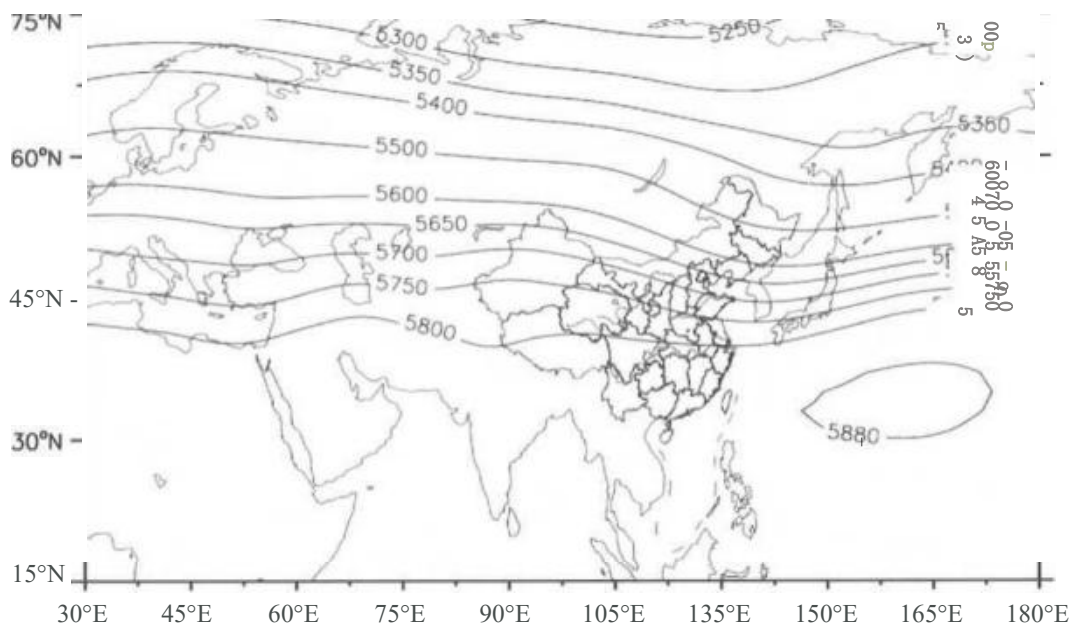


图 4.11 北半球秋季 500hPa 平均高度场（单位:gpm,红色圆点为西平县先进制造业开发区的位置）

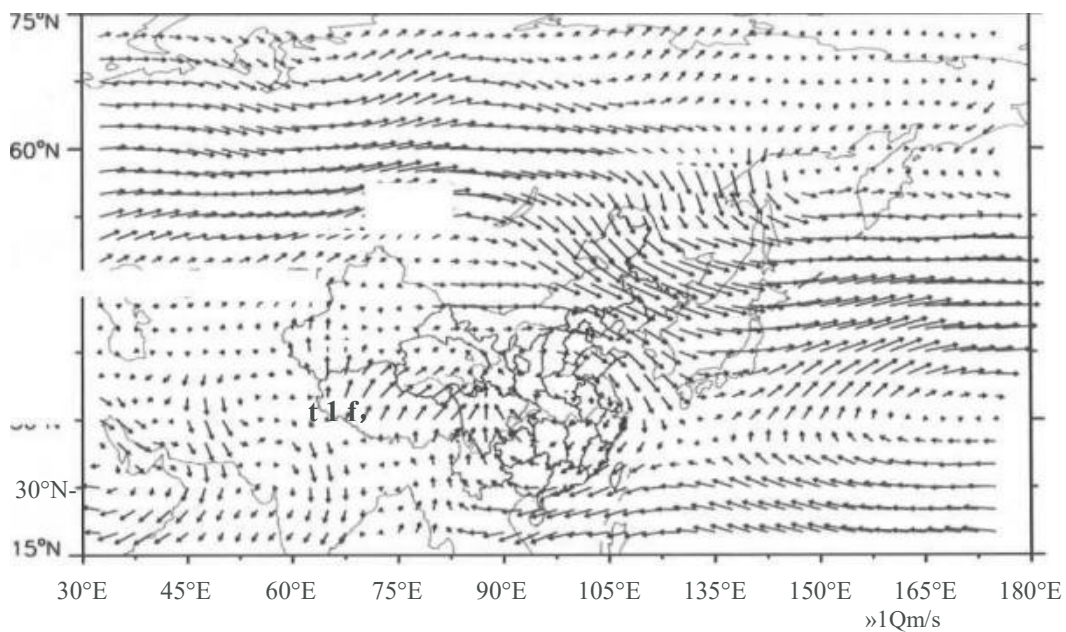


图 4.12 北半球秋季 850hPa 平均风场（单位： $m \cdot s^{-1}$ ，红色圆点为西平县先进制造业开发区的位置）



## 2.2 不同季节影响河南的主要天气系统

表 4.1 不同季节影响我省的主要天气系统

主要影响系统	冬季	春季	夏季	秋季
西伯利亚高压	V			
冷锋	V	V	J	
低空切变线	V	V		V
温带气旋		V		V
低空急流	V	V	7	V
西太平洋副热带高压			V	
台风			V	V
西南涡			V	
东北冷涡		V	V	
西风带低槽	V	V	V	V

## (1) 西太平洋副热带高压

西太平洋副热带高压即出现在西北太平洋上的副热带高压，其西部的脊在夏季可伸到我国大陆，影响我国雨季的进程，也是影响河南夏季主要的天气系统。同时它是直接或者间接控制和影响台风活动的最主要的大型天气系统。其脊线的阶段性北跳和南撤与我省雨带位置密切相关。第一次北跳（6月上旬-中旬），造成河南南部进入多雨季节；第二次北跳（6月下旬-8月中旬）导致整个河南进入雨季，第三次北跳导致河南北部进入暴雨多发期；副高南撤（8月下旬到9月初），副高脊线开始自北向南退缩，进而产生降水。当副高控制河南时，也会产生闷热、高温天气。

## (2) 冷锋

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

## (3) 低空切变线

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

## (4) 低空低涡(西南涡)

低空低涡是影响我国降水,尤其是暴雨的重要天气系统,一般生成于离地面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以上具有气旋性环流的闭合小低压,其东移和发展,往往引起地面锋面气旋的发生和发展,导致在低涡中心和右前方出现较强降水。在夏季,西南涡常沿副高西北部的西南气流出川影响,配合低空急流,在河南产生大到暴雨。

## (5) 高空冷涡(东北冷涡)

高空冷涡是一个比较深厚的系统，包括华北冷涡、东北冷涡等。东北冷涡是指在我国东北附近地区具有一定强度、能维持3~4天、有深厚冷空气（厚度至少达300~400m）高空的气旋性涡旋，一年四季都可能出现，但以5~6月为最多、8月和3、4月最少。东北冷涡西部常有冷空气南下，大气层结很不稳定，冬季造成我省出现阵雪天气，夏季造成我省出现大风、冰雹、短时强降水等强对流天气。

#### （6）低空急流

低空急流一般指700（或850）hPa等压面上，风速 $\geq 12\text{m/s}$ 的西南风的极大风速带。其一般位于副热带高压西侧或者北侧、高空西风急流入口区的A侧，左侧经常有低空切变线和低涡活动。强降水一般位于低空急流的左侧、低空切变线的右侧。低空急流是影响河南夏季降水的主要影响系统之一，既能输送水汽又能增强辐合，这种作用使低空的水汽大量聚集，然后通过辐合上升运动使水汽成云致雨，常常和暴雨、飑线、龙卷、雷暴等天气相联系。7月中旬至8月上旬，西南急流与H本海高压南侧的东南急流，这两支急流为我省产生暴雨提供了充沛的水汽来源和不稳定能量。

#### （7）黄河气旋、黄淮气旋

黄河气旋，介于蒙古气旋和江淮气旋之间，生成于河套及黄河下游地区的锋面气旋。黄河气旋一年四季均可以出现，以夏季（6-8月）最多，这是因为此时冬夏季风的交汇带逐渐移到了黄河中下游一带，地面上由西南地区一倒槽伸向河套和华北地区，地面冷锋东移，且高空东移低槽配合，冷锋进入倒槽后，形成黄河气旋。此系统是河南夏季重

要的降水天气系统之一，可以产生大到暴雨，其他季节主要产生大风天气。黄淮气旋是副热带锋面上的锋面气旋，多形成于河南东南部风域，以4-6月最多，夏季可导致河南产生大到暴雨并伴有大风天气。

#### (8) 台风

台风是产生暴雨的主要天气系统，经常带来极端性降水，造成严重灾害。7~10月是我国台风的多发时期，尤其以8、9月份最多。影响河南的台风一般在福建沿海登陆，移动路径以西北行或者北行为主，登陆之后减弱为低压。如75.8、82.8、96.8等，河南处在台风倒槽前部的偏东气流中，导致大暴雨的出现。值得一提的是2018年8月在华东地区登陆的台风“温比亚”给河南造成的风雨影响是近40年来最大的，其日降水强度仅次于“75.8”台风暴雨的降水强度，主要原因是受台风外围螺旋云系、倒槽和变性后温带气旋冷锋影响，其中冷空气与台风倒槽相互作用对强降水的维持起到了重要作用。

#### (9) 阻塞高压

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

降水和秋季连阴雨的发生。

### 3 小结

夏季影响河南的大气环流系统主要包括西太平洋副热带高压、台风、低空切变线、低空急流、锋面、西南涡等，易出现暴雨、雷雨大风、冰雹、短时强降水等对流性天气；冬季主要受西伯利亚高压、阻塞高压等，易出现低温阴雨（雪）、寒潮大风等灾害性天气。春季受冷锋、东北冷涡等影响易出现冰雹、倒春寒、暴雨等灾害性天气，秋季受阻塞高压、西风槽等影响，易出现干旱和连阴雨等天气。

## 第五章气候背景分析

西平县先进制造业开发区气候背景分析采用西平气象站资料进行统计，气候平均态的数据统计通常为 30 年，本报告采用最近 30a(1990-2019 年)的平均值作为常年值。风向的统计使用的是近 5a(2014-2019 年)的观测资料。

### 1 气候概况

西平市位于河南省中南部，淮河以北的黄淮平原南域，地处我国南北方、东西部的结合地带，承东启西，贯南通北。属于亚热带与暖温带的过渡地带，是典型的大陆性季风型半湿润气候，阳光充足，热量丰富，雨量充沛，温和湿润，四季分明。由于地理位置的特殊性，境内易出现干旱、暴雨和局地性冰雹、龙卷风等灾害性天气；由于局地气候的影响，多发山洪和暴雨。

根据西平气象站 1990-2019 年气象资料统计分析，西平年平均气压 1006.2hPa,年平均气温 15.5°C,年平均日照时数 1782h,年平均降水量 922.9mm,年平均降水日数 97.7d,年平均相对湿度 71%,年平均风速 2.0m/s,以西北偏北风 (NNW)为主导风向。西平气象站近 30 年统计值见表 5.1 和表 5.2。

表 5.1 主要气象要素统计值

项目		统计结果	备注
气温	累年平均气温 (°C)	15.5	
	多年极端最高气温 (°C)	41.9	1966 年 7 月 19 日
	多年极端最低气温 (°C)	-18.1	1990 年 2 月 1 日
气压	累年年平均气压 (百帕)	1006.2	
	多年极端最高气压 (百帕)	1035.3	2016 年 1 月 24 日
	多年极端最低气压 (百帕)	976.6	2009 年 2 月 12 日
降水	累年年降水量 (毫米)	922.9	
	多年 1 小时最大降水量 (毫米)	125.1	2009 年 8 月 28 日
	多年日最大降水量 (毫米)	420.4	1982 年 8 月 13 日
风	累年年平均风速 (米/秒)	2.0	
	多年最大风速 (米/秒)	23	1973 年 12 月 21 日
	多年极大风速 (米/秒)	25.2	1972 年 11 月 23 日
	累年年主导风向	NNW	
相对湿度	年平均相对湿度 (%)	71	
	年最小相对湿度 (%)	0	
日照	年平均日照时数 (小时)	1782	
	年最多日照时数 (小时)	2435.6	1959 年
	年最少日照时数 (小时)	1435.8	2014 年
雨	累年年雨日数 (天)	97.7	
	多年最多年雨日数 (天)	140	1964 年
雪	累年年雪日数 (天)	13.2	
	多年最多年雪日数 (天)	31	1971 年
雾	累年年雾日数 (天)	20.8	
	多年最多年雾日数 (天)	59	2014 年
雷暴	累年年雷暴日数 (天)	20.4	
	多年最多年雷暴日数 (天)	42	1963 年
积雪	多年最大积雪深度 (厘米)	38	1989 年 2 月 24 日

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

表 5.2 近 30 年平均气象要素特征值

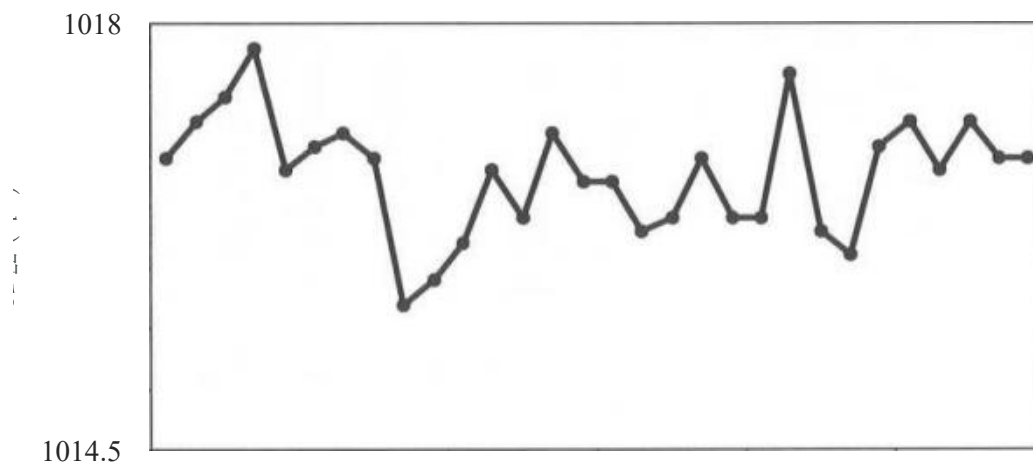
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	1.6	4.6	9.8	16.2	21.5	26.0	27.6	26.1	21.8	16.6	9.9	3.9	15.5
最高气温 (°C)	6.3	9.8	15.3	21.9	27.2	31.3	32.1	30.8	27.1	22.3	15.1	8.7	20.7
最低气温 (°C)	-2.2	0.5	5.1	10.8	16.3	21.1	23.8	22.6	17.7	12.3	5.7	0.1	11.1
平均风速 (m/s)	2.0	2.2	2.4	2.2	2.1	2.2	1.9	1.6	1.6	1.7	2.0	2.0	2.0
相对湿度 (%)	68	68	68	68	67	68	79	82	77	70	69	67	71
降水量 (mm)	22.5	25.5	47.8	55.8	91.6	126.9	198.1	137.8	96.7	59.0	41.6	19.8	76.9
降水日数 (d)	5.6	6.8	7.4	7.5	9.6	8.3	11.8	11.2	9.5	7.7	6.9	5.3	8.1
日照时数 (h)	115.8	115.6	151.8	176.9	183.7	168.2	169.9	153.0	141.7	143.5	132.7	129.2	148.5

## 2 气压

### 2.1 年际变化

#### (1) 平均气压

西平多年平均的海平面气压为 1016.8hPa,年际变化均相对比较稳定。最高气压、最低气压的年际变化与之相似。



平均海平面气压

图 5.1 平均海平面气压年际变化

1017.5

1017

西平年极端最高气压的变化为 1026.3      1035.3 hPa,年极端最高

#### (2) 极端气压

1016

1015.5

1015



值出现在 2016 年。在 2010 年后多次明显波动，整体呈下降趋势。

年极端最低气压的变化为 976.6~988.6hPa,年极端最低值出现在 2009 年,整体均呈下降趋势。

## 2.2 月际变化

### (1)平均气压

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

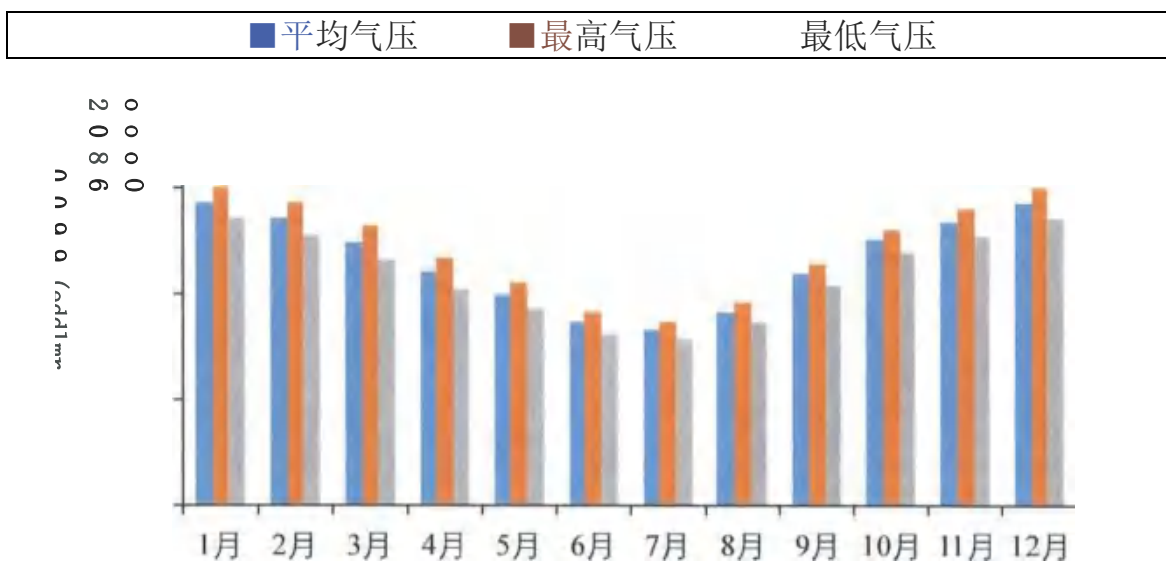


图 5.2 平均气压、平均最高气压和平均最低气压月变化

1040

### (2)极端气压

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

## 2.3 日变化

各时次平均气压日变化呈现显著的波动，呈“W”型，气压日变化幅度为 2.9hPa。平均气压从 04 时开始逐渐升高，到 08 时达到峰值 1006.9hPa，之后开始下降，最低值出现在 17 时为 1004.1hPa，之后又开始缓慢升高，在 02 时达到次高值 1006.3hPa，随后开始下降直至次日 04 时。

日 04 时。

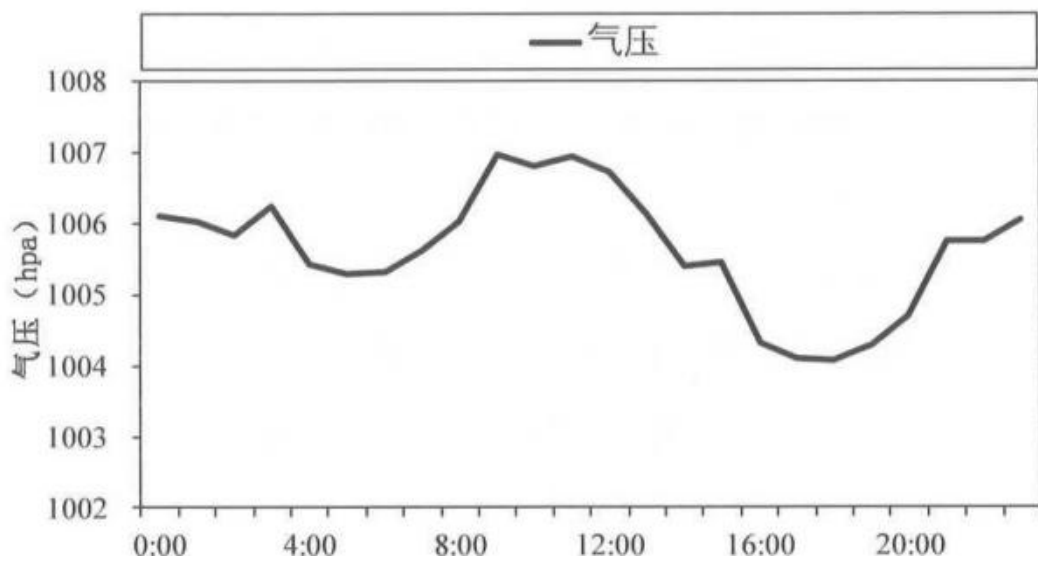


图 5.3 平均气压的日变化

## 3 气温

### 3.1 年际变化

#### (1) 平均气温

西平多年平均的年平均气温、年平均最高气温和年平均最低气温分别为 15.5°C、20.7°C 和 11.1°C，其年际变化均有上升趋势，上升速率分别为 0.3°C/10a、0.4°C/10a 和 0.5°C/10a。

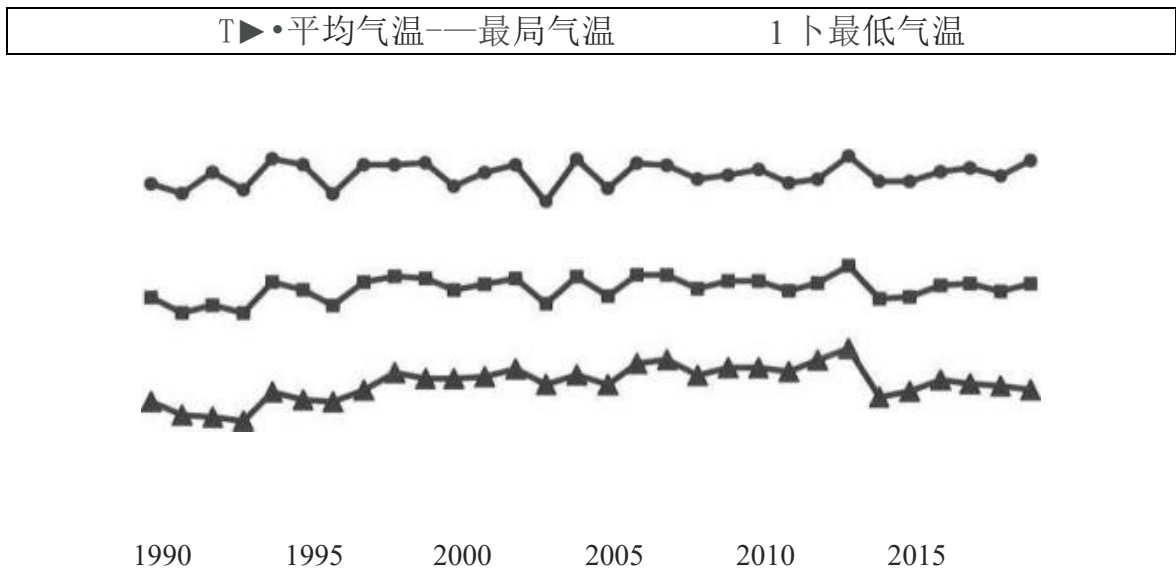


图 5.4 年平均气温、平均最高气温、平均最低气温年际变化

## (2) 极端气温

年极端最高气温的变化为 35.2~41.9°C, 无明显变化, 年极端高温值一般在 38°C 以上, 极端最高值出现在 2001 年。

年极端最低气温的变化为 -18.1~-3.9°C, 呈微弱上升趋势, 上升速率为 0.5°C/10a。极端最低气温值出现在 1990 年。

## 3.2 月际变化

### (1) 平均气温

平均气温的逐月变化特征明显, 冬季气温最低, 最低气温出现在 1 月份; 夏季气温最高, 最高气温出现在 7 月份。月平均最高气温和月平均最低气温的变化特征与月平均气温基本一致。

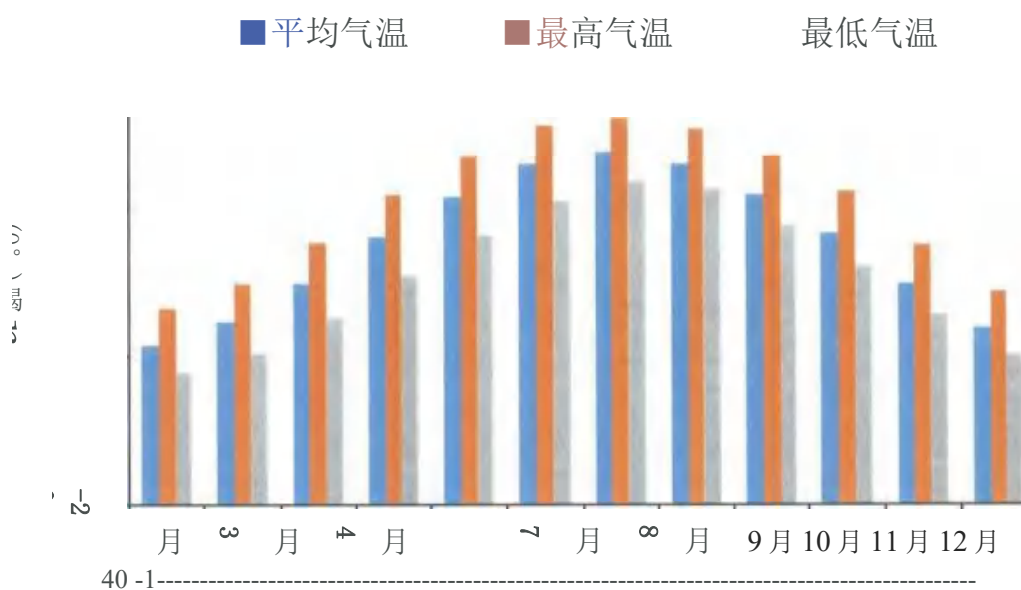


图 5.5 平均气温、平均最高气温、平均最低气温月际变化

### (2) 极端气温

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

### 3.3 日变化

西平各时次平均气温的日变化呈单峰型，日变化幅度为 6.8°C。平均气温每日 06 时为天的最低值，为 12.7°C，07 时开始气温逐渐升高，到 15 时达到峰值 19.6°C，之后开始下降直至次日 06 时。

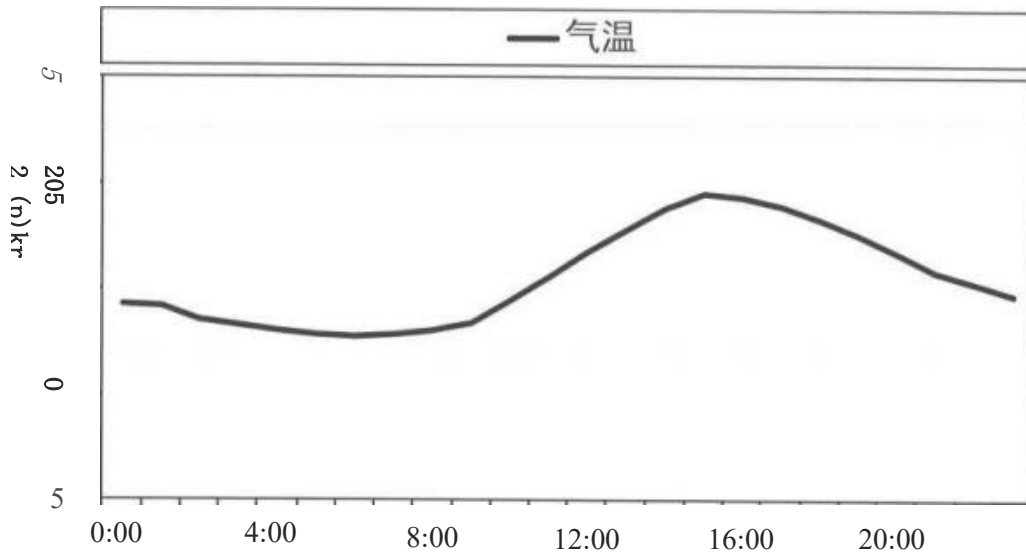


图 5.6 平均气温的日变化

## 4 降水量

### 4.1 年际变化

西平平均年降水量为 922.9 毫米，年际间变化差异较大，最多值出现在 2000 年，为 1575 毫米，最少值出现在 1992 年，为 476.3 毫米，两者相差 3.3 倍。

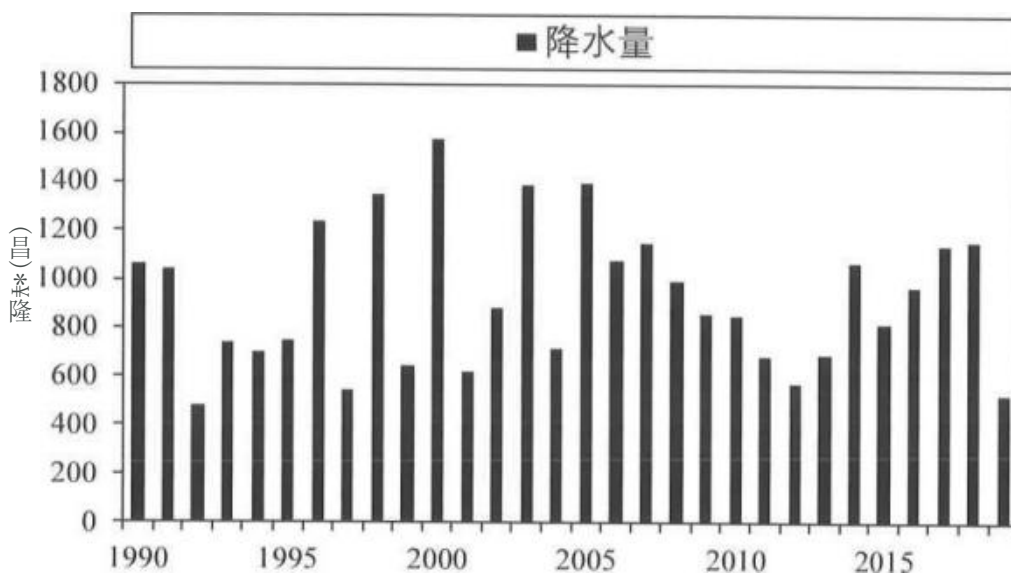


图 5.7 年降水量年际变化

逐年日最大降水量呈微弱上升趋势，但年际变化较大，最大值出现在 2005 年，为 164.8 毫米；最小值出现在 1992 年，为 31.2 毫米，两者相差约 5.3 倍。

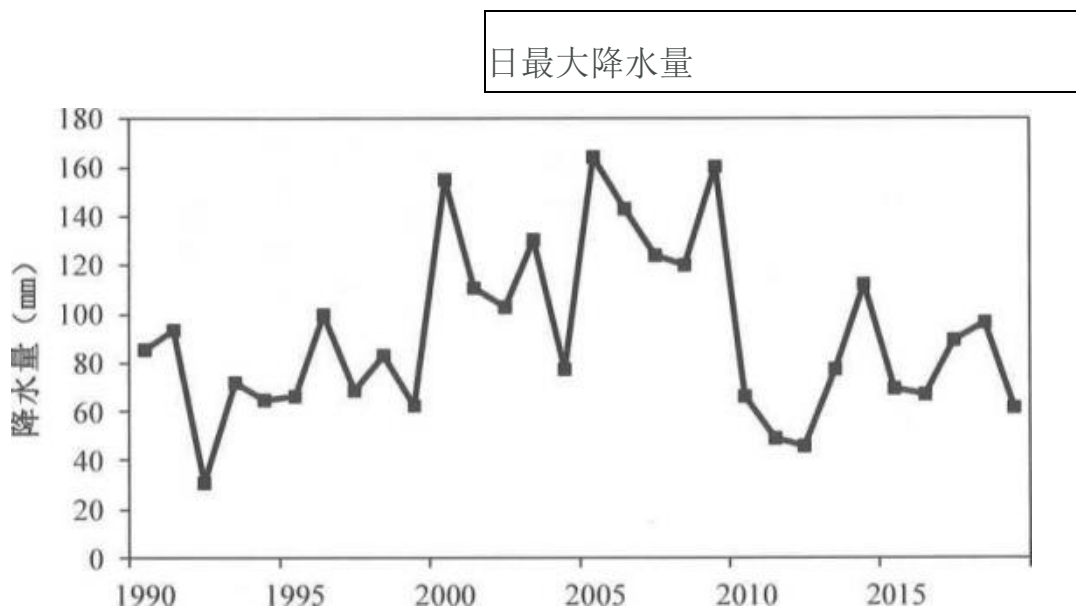


图 5.8 逐年日最大降水量年际变化

#### 4.2 月际变化

西平降水量的季节变化特征明显，冬季降水量最小，只占年降水量的

7.5%,秋季大于春季,春、秋季降水量分别占年降水量的 21.2% 和 21.5%,夏季降水量最多,占年降水量的 49.8%。各月中以 7 月降水量最多,8 月次之,12 月和 1 月最少,7-8 月降水量占全年降水量的



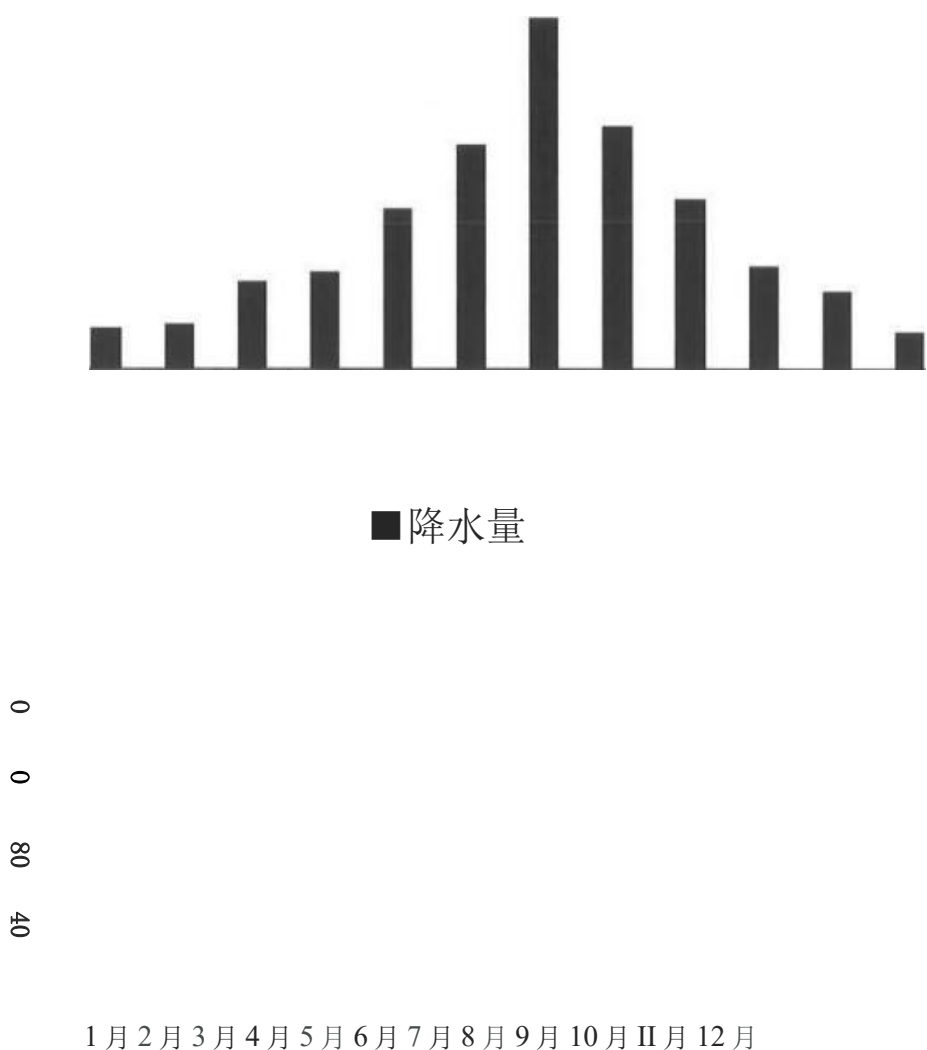


图 5.9 降水量月际变化

西平最大降水量的季节变化特征明显，冬季最小，春季大于秋季，夏季最大。各月日最大降水量在 8.9~66.4 毫米之间变化，其中以 7 月日降水量最大，6 月略大于 8 月，12 月最小。

## 5 降水日数

### 5.1 年际变化

西平多年平均降水日数为 97.7 天，呈增加趋势，增加速率为 1.9d/10a。降水日数最多年为 2000 年，为 120 天；最少年为 1995 年，为 79 天。

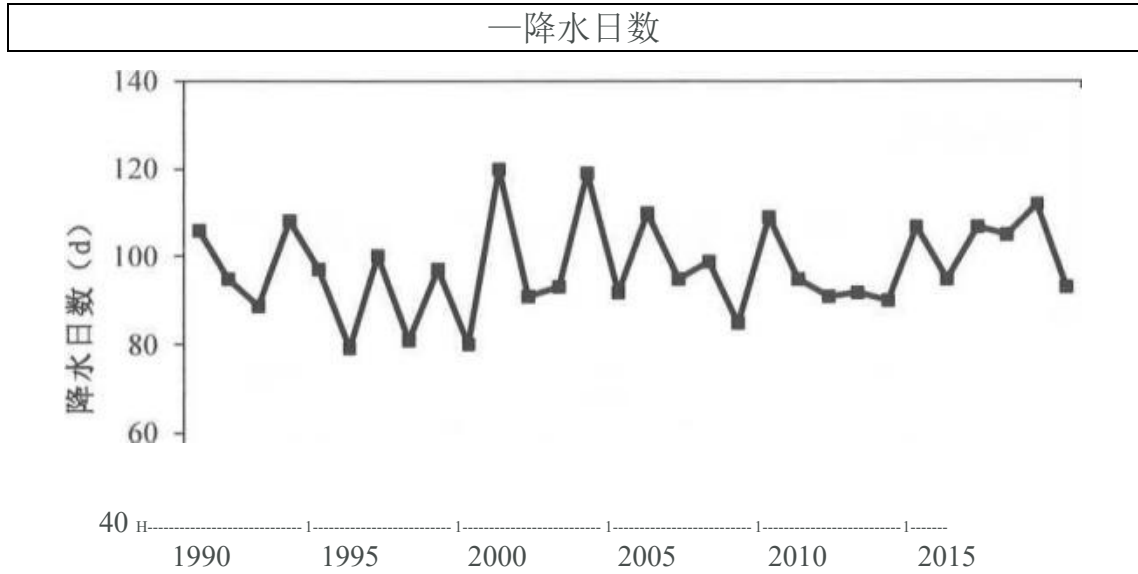


图 5.10 年降水日数年际变化

### 5. 2 月际变化

西平降水日数的月际变化特征明显，呈单峰型分布。各月降水日数在 5.7~11.8 天之间，从季节分布看，冬季降水日数最少，11 月-2 月降水日数在 7 天以下；3-10 月降水日数大于 7 天。

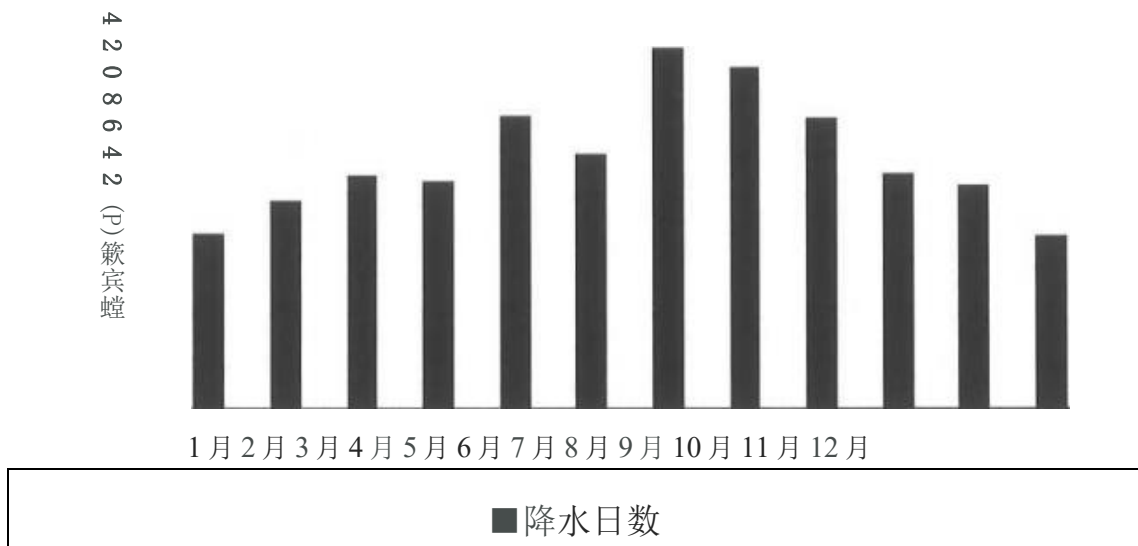


图 5.11 降水日数月际变化

## 6 相对湿度

### 6.1 年际变化

西平多年平均相对湿度为 71%,平均相对湿度呈减小趋势,减小速率分别为

1.8%/10a

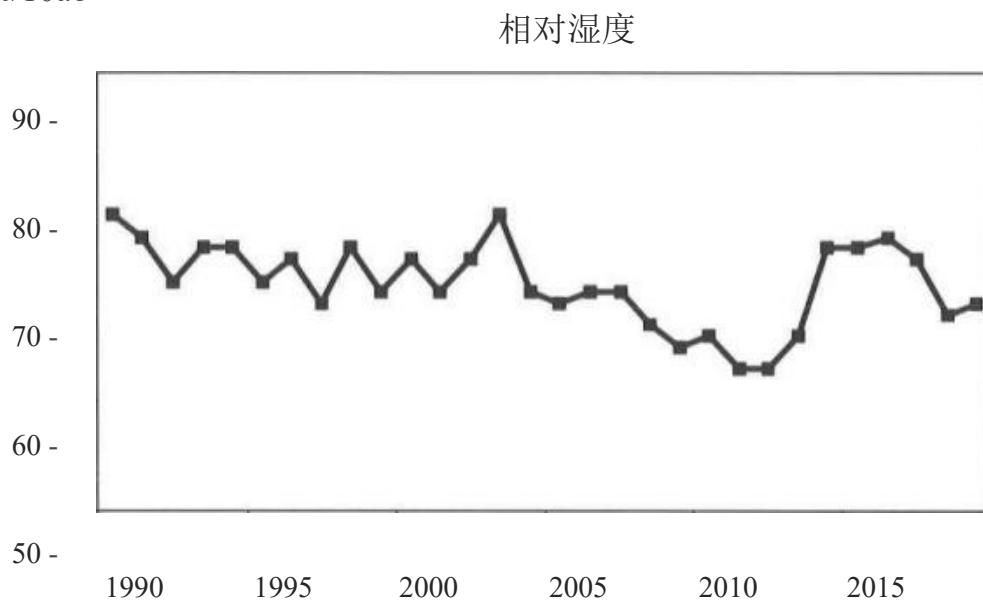


图 5.12 年相对湿度年际变化

### 6.2 月际变化

西平相对湿度冬、春季低,夏、秋季高,其中冬季最低,夏季最高。各月平均相对湿度在 67.0%~81.7%之间变化,1-6 月和 10-12 月平均相对湿度在 70%以下,以 12 月最小;7-9 月在 75%以上,以 8 月最

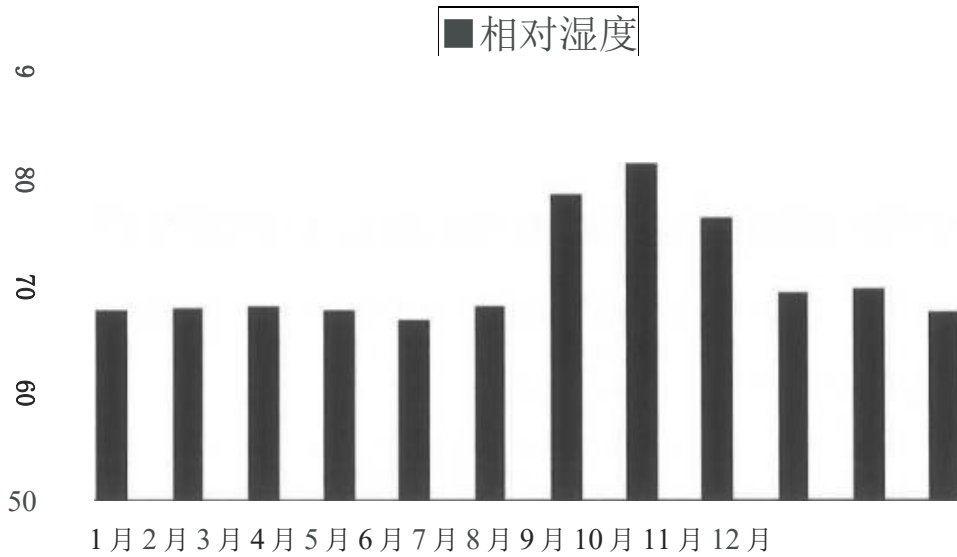
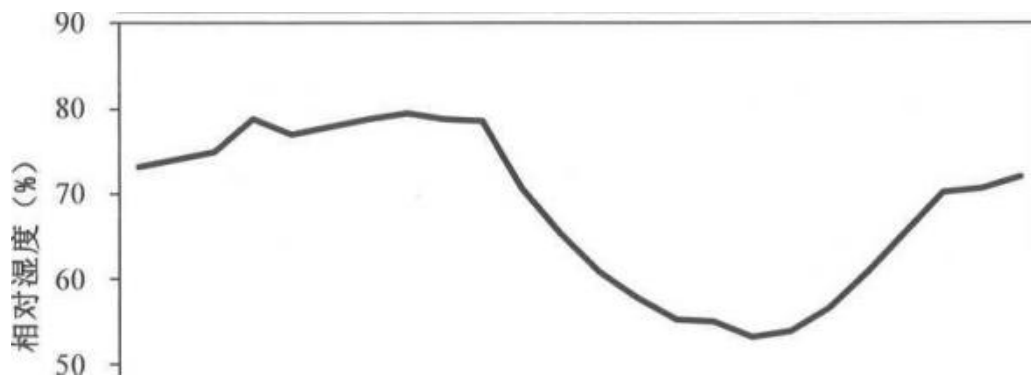


图 5.13 相对湿度月际变化

### 6.3 日变化

西平相对湿度日变化特征明显，各时次相对湿度在 53.3%~79.4% 之间，变化幅度较大。相对湿度随时间变化呈现“S”型分布，每 06 时为一天的相对湿度的最大值，08 时开始相对湿度逐渐减小，在 15 时左右达到最小值，之后再次开始上升，直至次日 06 时。



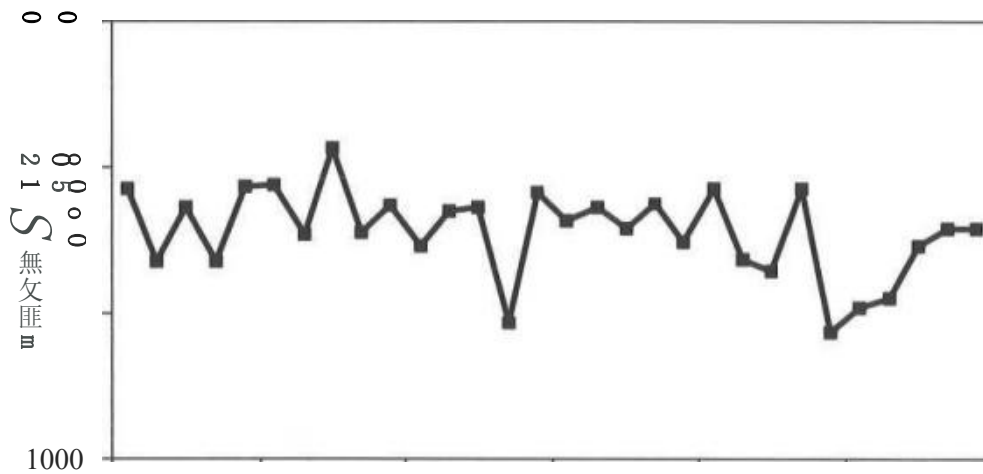
相对湿度

图 5.14 平均相对湿度的日变化

## 7 日照时数

### 7.1 年际变化

西平多年平均日照时数为 1782 小时，日照时数呈下降趋势，下降速率为 63.7 小时/10a。最多值出现在 1997 年，为 2069.1 小时；最少



值出现在 2014 年，为 1435.8 小时。

### 7.2 月际变化 —日照时数

西平日照时数春季最多，夏季次之，冬季最少。各月日照时数在 115.6~183.7 小时之间，冬季各月日照时数在 130 小时以下，其中 2 月最少；4-7 月日照时数在 165 小时以上，其中 5 月最多。

1990      1995      2000      2005      2010      2015

图 5.15 年日照时数年际变化

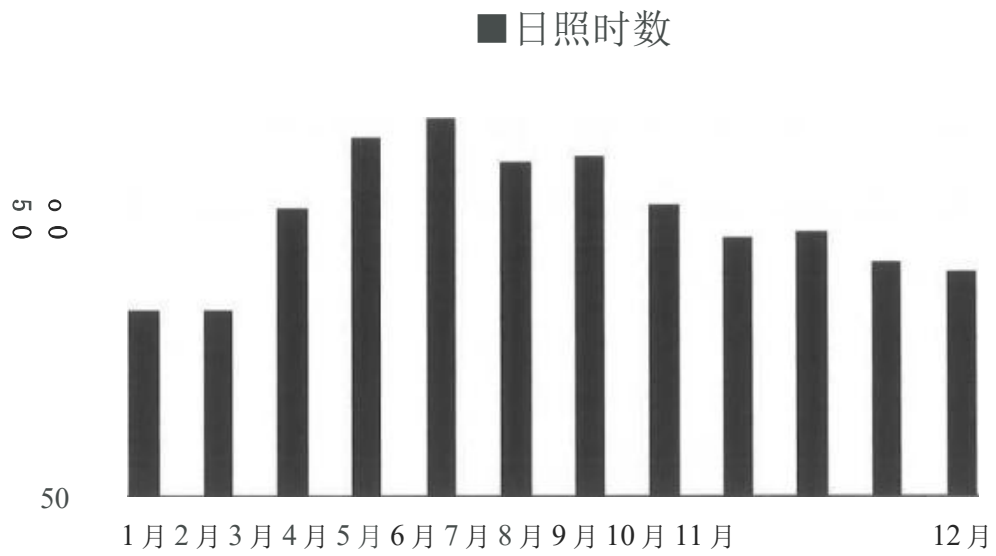


图 5.16 日照时数月际变化

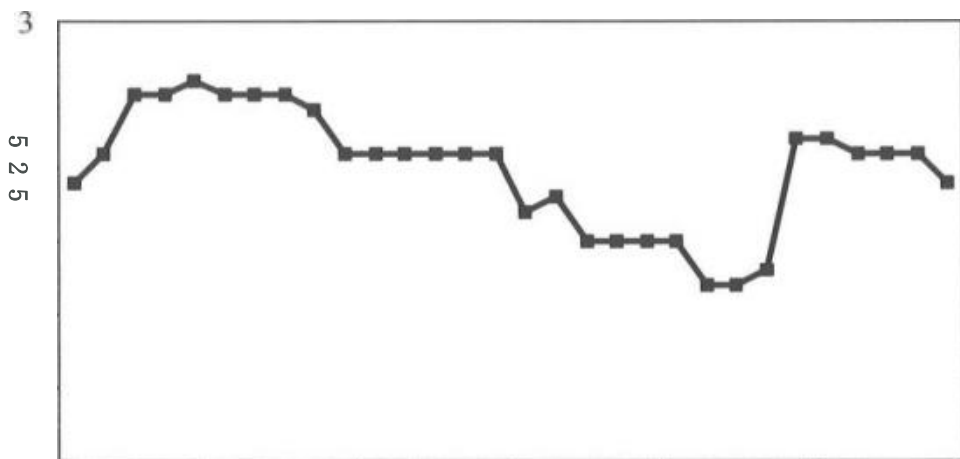
### 8.1 风速年变化

近 30 年，西平年平均风速较为稳定，呈弱的减小趋势，率为每 10 年减小 0.2 米/秒。1994 年的风速最大，为 2.6 米/秒 2012 年最小，仅 1.2 米/秒。



图 5.17 年平均风速年际变化

减小速  
,2011>

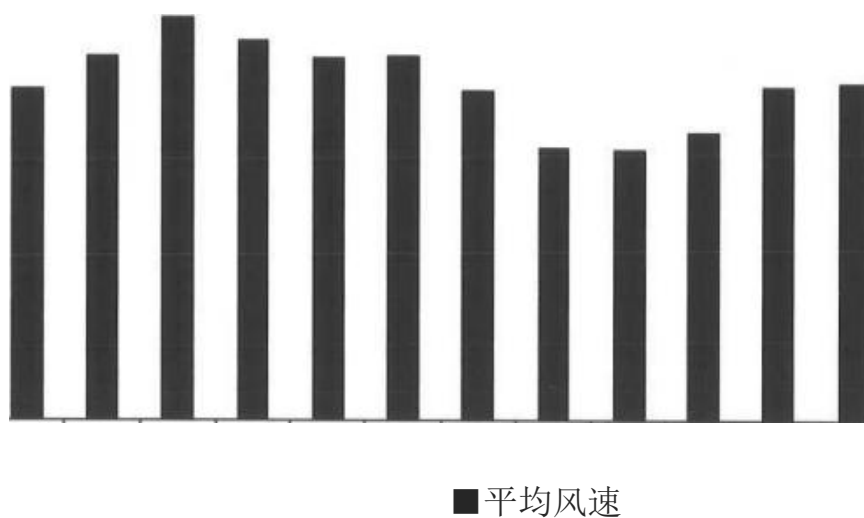




## 8.2 风速月变化

西平平均风速为 2.0 米/秒，春季最大，夏季次之，秋季最小。

3-6)J T-均风速较大，在 2.1 米/秒以上，其中 3 月最大，4、6 月次之；



## 8.3 风速日变化

9月最小，为 1.6 米/秒。

西平各时次平均风速日变化不明显，在下午 15 时达到最大

(2.7m/s),随后逐渐减小,至次日 07 时降到最小(1.3m/s), 21 时至次日 07 时风速变化趋于稳定, 07 时后风速开始升高, 直至 15 时达到

2  
2  
1  
1

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

图 5.18 平均风速月际变化

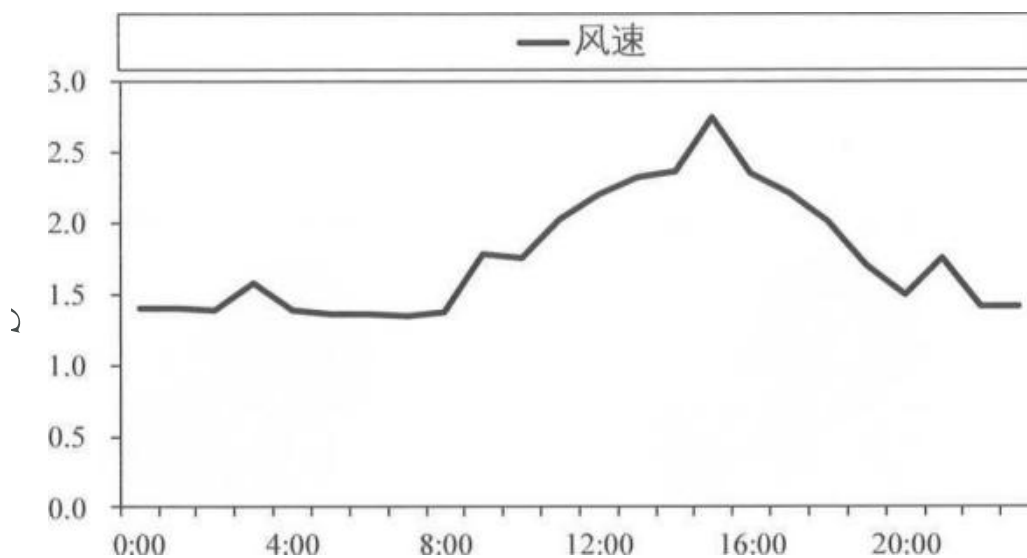


图 5.19 平均风速日变化

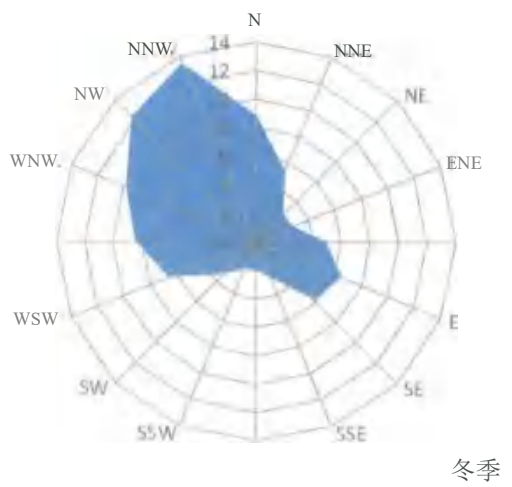
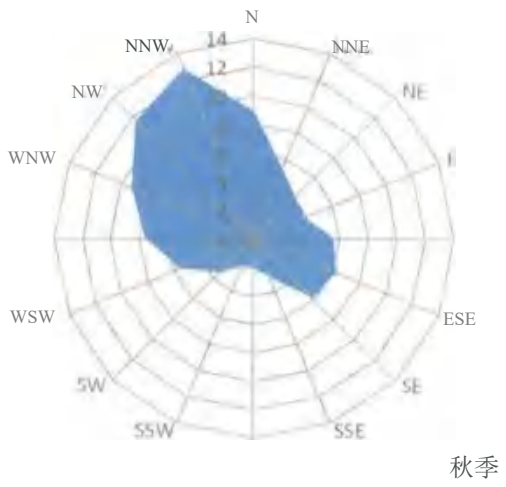
## 8.4 风向

西平最多风向为西北偏北风（NNW），风向频率均为 11.0%；次多风向为西北风（NW），风向频率为 10.1%，同时北风（N）、东南偏南风（ESE）和东南风（SE）的频率均不小，在 7%以上；夏季主导风向为东南风（SE），风向频率分别为 9.2%，同时东南偏东风（ESE）和西北偏西风（NNW）频率都在 8%左右；冬季主导风向为西北偏北风（NNW），风向频率为 13.6%。

表 5.3 四季及年各风向频率（%，1990-2019 年）

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春	7.6	5.1	3.7	3.9	6.4	8.5	7.4	4.2	3.2	3.3	5.5	6.8	7.4	7.8	8.3	9.2	1.7
夏	6.5	5	3.8	4	6.4	8.1	9.2	5.3	4.9	4.4	5.4	5.4	5.7	6.7	7.9	8.4	2.7
秋	8.9	5.2	4.1	3.9	5.6	6.2	5.9	3	2.2	2.1	3.3	5.6	7.6	9.3	11.7	12.8	2.6
冬	8.8	5.4	2.8	2.8	4.9	6.5	5.8	2.8	2.1	2.1	3.2	6.6	8.5	9.9	12.4	13.6	2
年	8.0	5.2	3.6	3.7	5.8	7.3	7.1	3.8	3.1	3.0	4.4	6.1	7.3	8.4	10.1	11.0	2.3

第五章气候背景分析



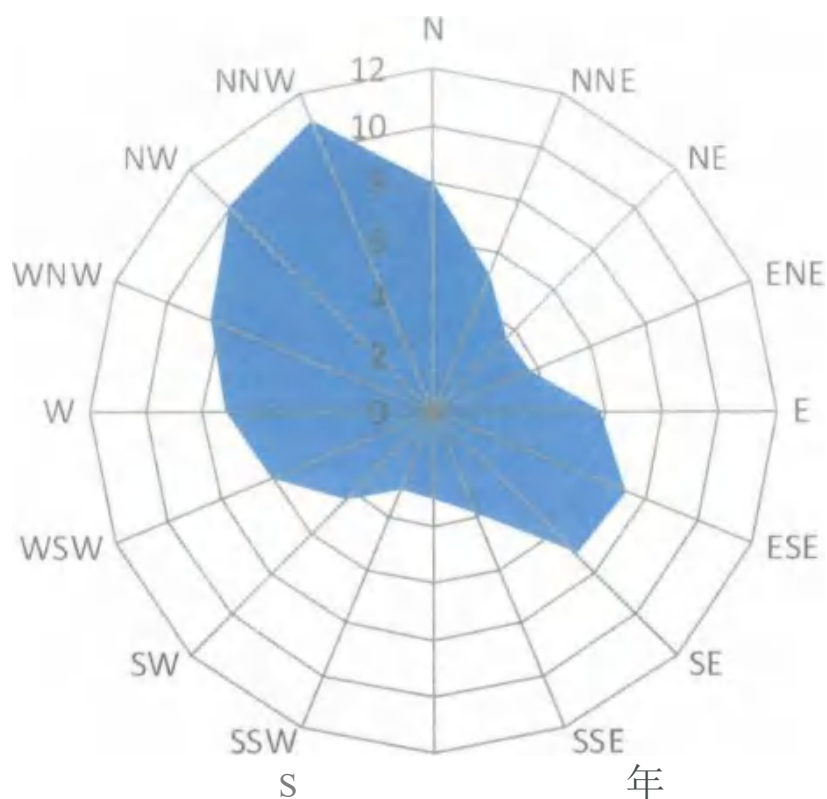


图 5.20 四季及年各风向频率(%, 1990-2019 年)

## 9 小结

西平县先进制造业开发区属暖温带大陆季风性气候，总的特点是：四季分明，气候温和，热量丰富。年平均气压 1006.2hPa,年平均气温 15.5℃,年平均日照时数 1782h,年平均降水量 922.9mm,年平均降水日数 97.7d,年平均相对湿度 71%,年平均风速 2m/s,以西北偏北(NNW)为主导风向。

要素年际变化：气温呈上升趋势，相对湿度、风速和日照时数呈减少趋势，降水量年际间差异较大。

要素月际变化：气温、降水、相对湿度在夏季达到峰值，日照时数、风速在春季达到峰值。

夏季降水占全年的 49.8%,其中 7 月最多, 8 月次之; 相对湿度 8 月最大, 5 月最小; 日照时数春、夏季较多, 冬季略少; 风速在春季大, 秋季略小。

要素日变化: 气压日变化呈 “W” 型, 变幅为 2.9hPa; 气温日变化 呈单峰型, 变幅为 6.8C; 相对湿度随时间变化呈现 “S” 型分布, 变幅 为 26%; 平均风速日变化呈单峰型分布, 午后出现最大值。

## 第六章高影响天气分析

极端天气气候事件对于西平县先进制造业开发区的规划、建设、运营等有重要影响。确定对西平县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西平县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。本章根据西平县先进制造业开发区所在区域的历史气象灾害、西平县先进制造业开发区重点企业对气象要素及高影响天气的抽样调查，确定影响一体化示范区规划、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驻马店站的资料，不同的高影响天气所选资料长度有所不同。

### 1 西平县先进制造业开发区关键影响气象因子确定

#### 1.1 西平县先进制造业开发区气象敏感度调查分析

根据西平县先进制造业开发区重点企业对高影响天气敏感度的调查（见第一章调查表），高影响天气包括暴雪、暴雨、大风、雷击、闪电、高温、雾霾、冰雹、低温。

## 1.2 西平县先进制造业开发区历史气象灾害

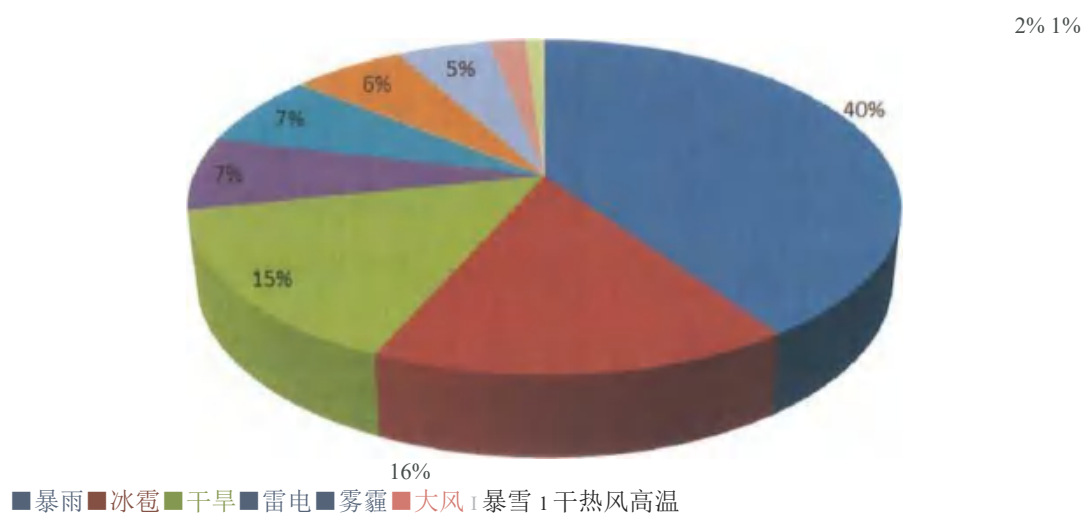


图 6.1 西平县先进制造业开发区及周边地区气象灾害类型发生频次

西平历年气象灾害频繁，主要气象灾害有暴雨、冰雹、干旱、雷电、雾霾、大风、暴雪、干热风、高温等，以及暴雨洪涝引发的城市内涝等衍生灾害。根据历史灾情调查（附录 A），发生频次以暴雨最高，占 40%，其次是冰雹和干旱，占 16% 和 15%。

## 1.3 气象灾害典型案例

## 1.3.1 暴雨

暴雨洪涝是园区及其周边地区主要气象灾害之一，主要通过持续高强度降水造成积水、洪水及衍生灾害对行业产生影响。2008 年 4 月 7-9 日，罕见的暴雨致使西平境内的白云山山洪暴发，白云山南麓的泌阳县铜山乡从集市通往深山的 10 多公里山路被山洪冲毁，造成交通中断，3000 多名山民出山困难。

### 1.3.2 大风

大风灾害是园区及其周边地区主要气象灾害之一，大风（龙卷、飏线）常造成房屋、树木、通讯和供电设施等毁坏及人员伤亡。2007年4月21日夜间至22日凌晨，西平驿城区遭受大风降雨袭击，造成660公顷小麦倒伏减产，其中渚市乡、古城乡受灾较重。

### 1.3.3 雷电

雷暴是园区及其周边地区主要气象灾害之一，雷电所形成的强大电流、炙热高温、丰富的电磁辐射以及伴随的冲击波是造成雷电灾害的主要原因，雷电对人畜、建筑物、电力通讯等都构成了巨大的威胁。1998年8月9日，西平地区银波寻呼台寻呼设备遭雷击，财产损失3.0万元；西平地区水利局通讯台遭雷击，防汛通讯设备毁坏，财产损失6.0万元；西平地区宿鸭湖水库程控电话交换机遭雷击，财产损失1.0万元。

### 1.3.4 冰雹

冰雹是指坚硬的球状、锥状或不规则的固体降水。西平降雹多在夏季，常伴随阵性大风、阵雨、雷电，降落时间短暂，来势凶猛，造成危害较大。1972年6月，黄河—淮河间的58县市降冰雹，冰雹大的如鸡蛋，小如豆子，并有九级大风相。这次冰雹过程以驻马店地区为最重，该地区22万亩未收的麦子减产，棉花被打成光杆，玉米与高粱的叶子被打成丝丝、缕缕，不少树木房屋被刮倒刮坏，同时还造成人



畜伤亡。

## 1.4 关键气象因子及高影响天气的确定

极端天气气候事件是指天气（气候）的状态严重偏离其平均态，在统计上属于小概率事件。通过对高新区不同企业的现场调查，气象敏感因子的影响程度排序如下：暴雪、暴雨、大风、雷击、闪电、高温、雾霾、冰雹、低温。可见，暴雨、大风、雷电、为影响西平县先进制造业开发区的主要气象因子。结合历史气象灾情分以及企业对高影响天气敏感度调查，最终确定影响西平高新技术产业开发区的关键气象因子有降水、风、雷电、温度等要素，高影响天气为暴雨、大风、积雪、雷暴、闪电、高温、冰雹、雾、低温等灾害性天气。

以下就高新区高影响天气的具体特征进行分析。选取西平气象站作为参证气象站，采用常用气象要素的观测值对灾害性天气特征的进行统计，用其代表西平县先进制造业开发区的高影响天气特征。采用的资料为西平气象站建站以来的观测资料，所用的资料时间长度根据不同要素的实际情况有所不同。

## 2 暴雨

### 2.1 暴雨日数

日降雨量  $\geq 50$  毫米为暴雨， $\geq 100$  毫米为大暴雨， $> 250$  毫米为特大暴雨。暴雨常伴有洪涝，造成严重灾害。西平常年平均暴雨日数为 3.5 天，最大值为 9 天，出现在 1996 年，而在部分年份，未有暴雨出现（如 1966 年、1992 年、2012 年等）。西平大暴雨在不同年份也

时有出现，其中在 1984 年和 2000 年，大暴雨日数高达 4 天；1960 年、1982 年、2007 年大暴雨日数为 3 天。

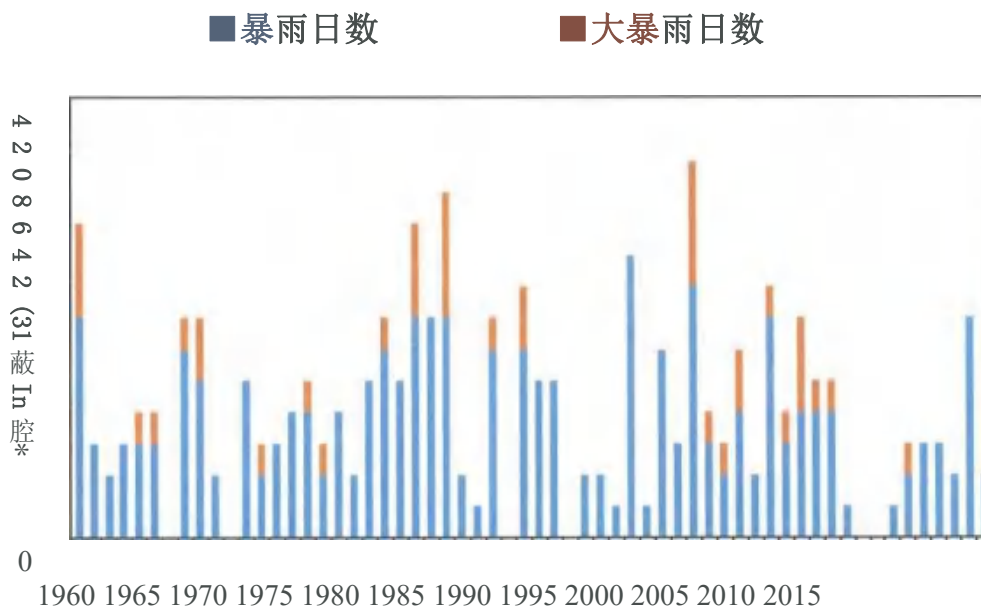


图 6.2 1960-2019 年暴雨日数年际变化

西平暴雨主要出现在 4-10 月，以 6-8 月出现最多，占年暴雨日数的 70.7%。

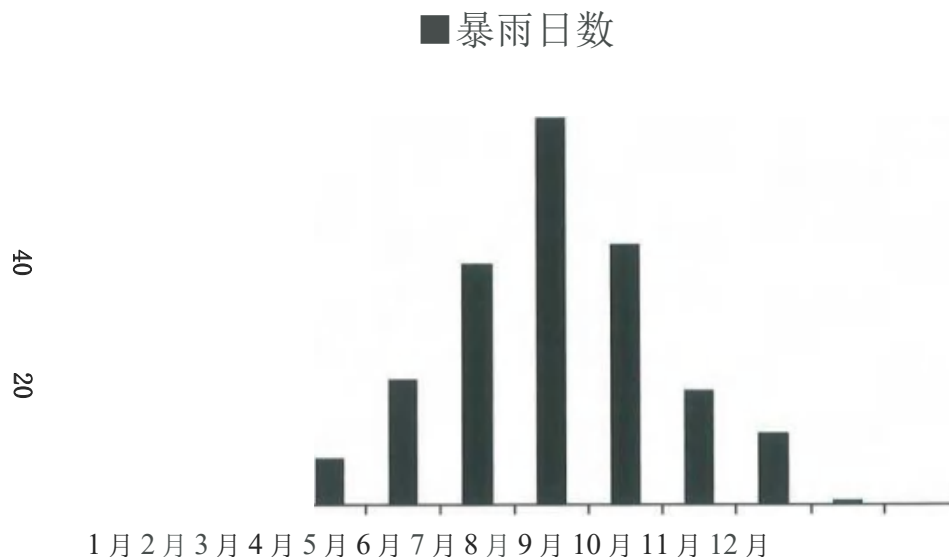


图 6.3 1960-2019 年暴雨日数月变化

## 2.2 降水极值情况

1960-2019年，西平逐年日最大降水量变化如图所示，可以看到，日最大降水量一般在60-150毫米之间；日最大降水量的最大值为出现在1982年，降水量为420.1毫米；最小值为29.5毫米，出现在1966年。

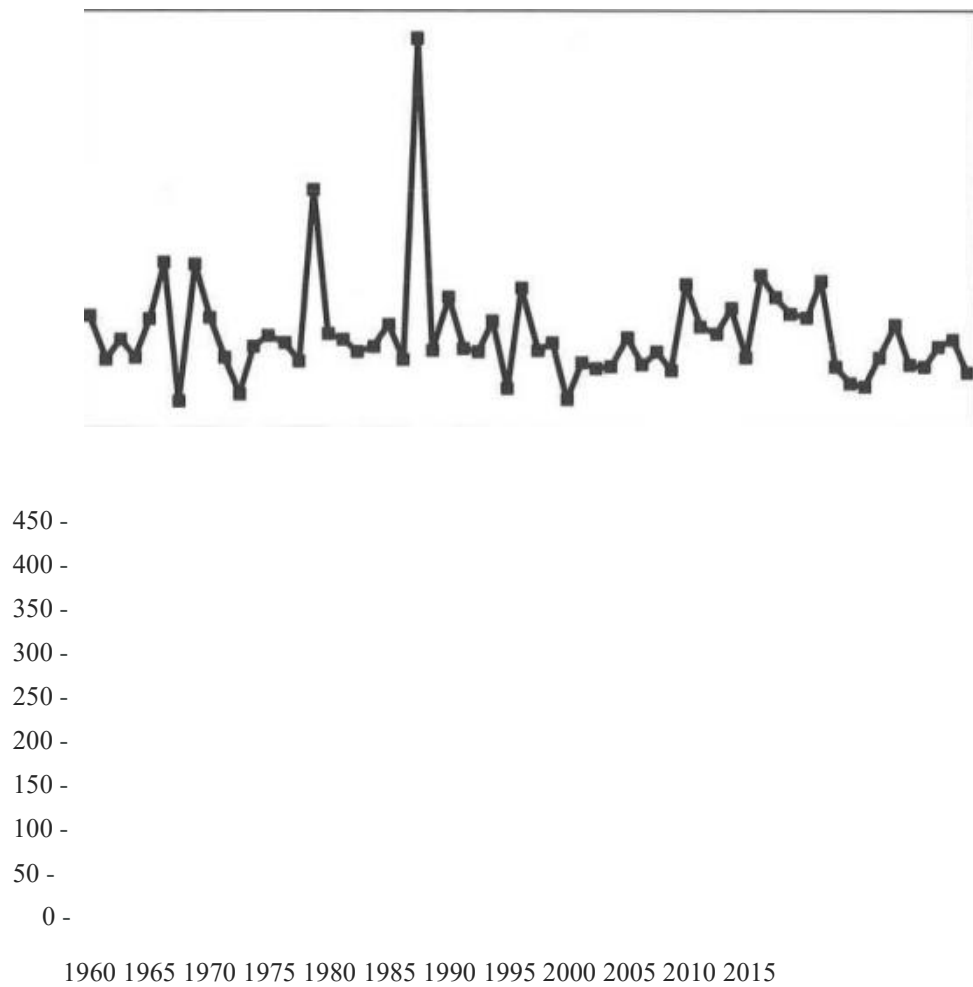


图 6.4 1960-2019 年日最大降水量年际变化  
一日最大降水

## 3 大风

### 3.1 大风日数

西平站 1960-2019 年大风日数总体呈显著减少趋势，平均每 10 年减少 1 天，20 世纪 80 年代以来大风日数均不足 10 天。大风日数出现最多的年份为 1972 年，出现 20 天；有的年份未出现有大风。

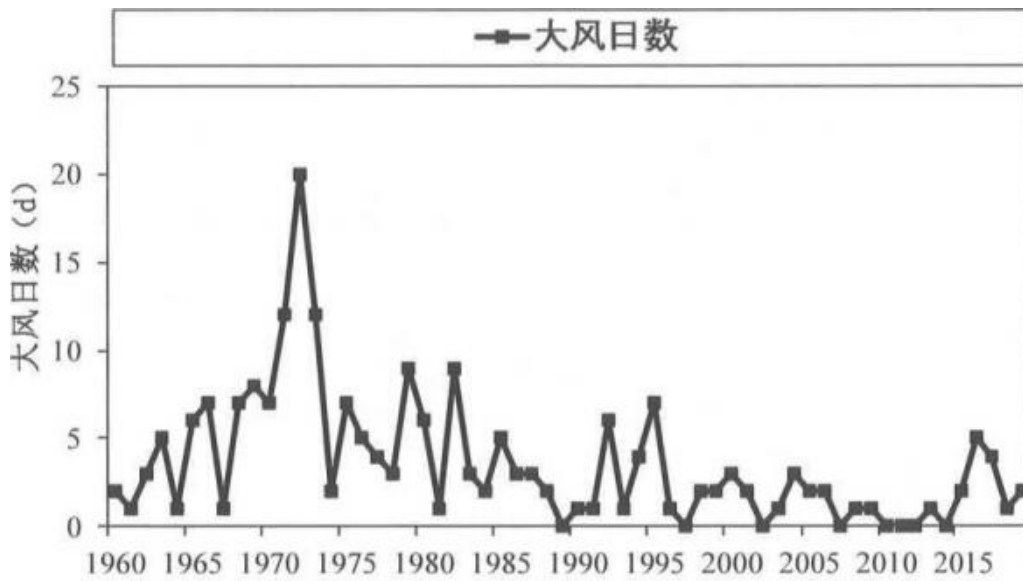


图6.5 1960-2019年大风日数年际变化

1960-2019年西平累年大风日数的月际变化中，4月大风日数出现最多，共计28天，3月和12月次之，分别为23天和22天；9月出现最少，累计大风日数仅5天。

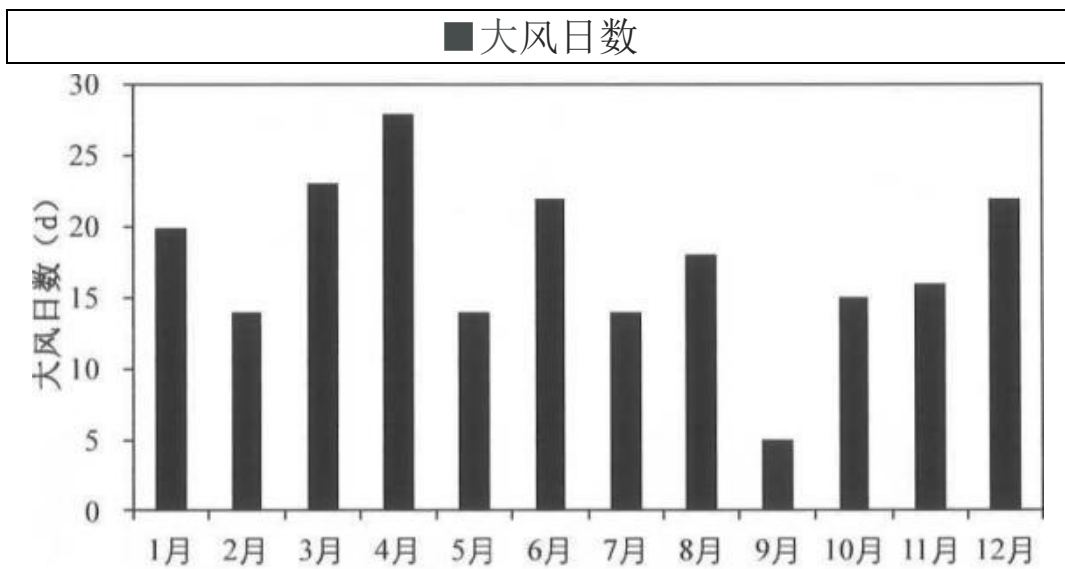


图6.6 1960-2019年累计大风日数月际变化

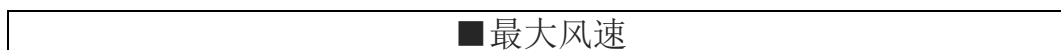
### 3.2 最大风速

西平站最大风速从 1972 年开始观测，年最大风速变化范围为 7.2~23 米/秒，最大值出现在 1973 年，最小值出现在 2012 年。年最大风速呈下降趋势。



图 6.7 1972-2019 年最大风速年际变化

西平 1972-2019 年最大风速的月际变化，最大值出现在 12 月（23 米/秒），其次是 4 月（19.3 米/秒），最小值出现在 9 月（13 米/秒）。



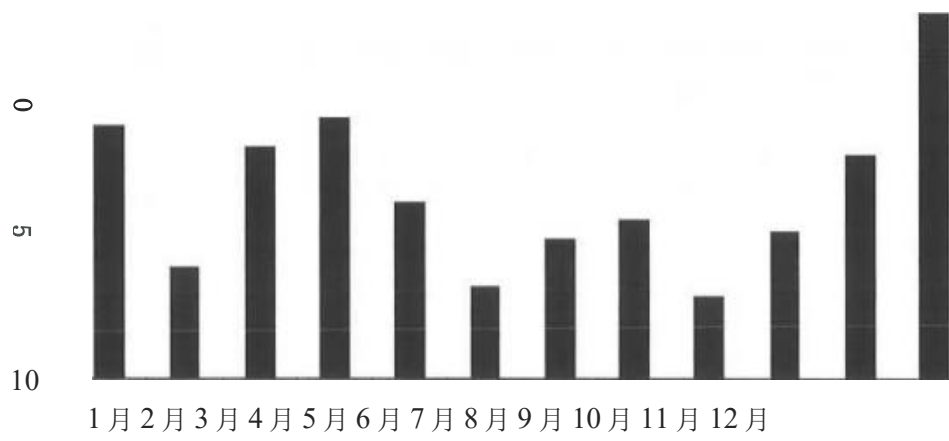
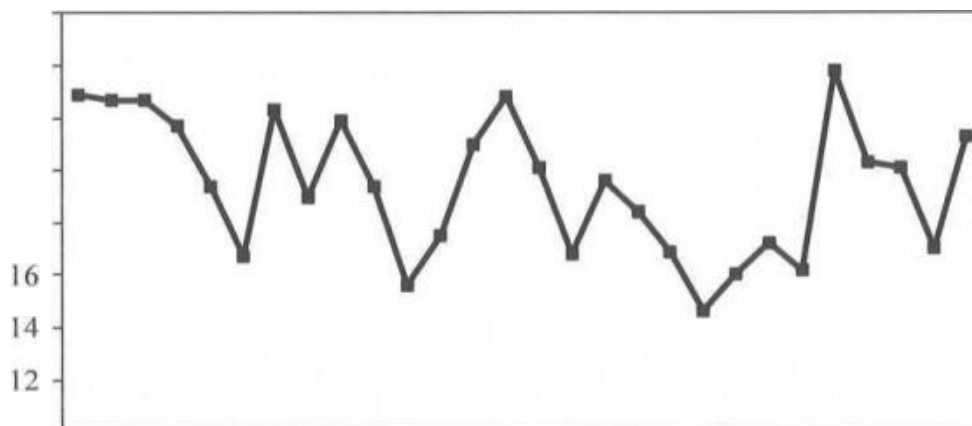


图 6.8 1972-2019 年最大风速月际变化



### 3.3 极大风速

西平 1992-2019 年极大风速的变化范围在 14.6 米/秒（2011 年）~23.8 米/秒（2015 年）之间，年际间差异明显。



#### 一极大风速

西平极大风速的月际变化，最大值出现在 10 月（23.8 米/秒），其次是 7 月（22.9 米/秒），最小值出现在 1 月（17.1 米/秒）。

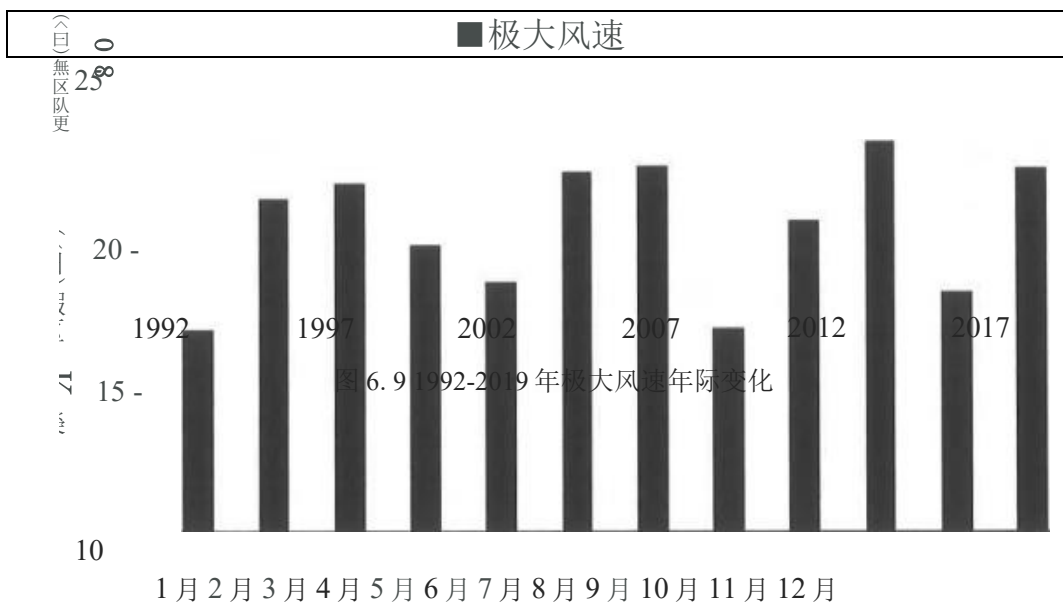


图 6.9 1992-2019 年极大风速年际变化

图 6.10 1992-2019 年极大风速月际变化

## 4 积雪

### 4.1 积雪日数

1960-2019年西平积雪日数年际变化明显，呈弱的减少趋势，常年平均年积雪日数为13.1天，1968年积雪日数最多，达39天。

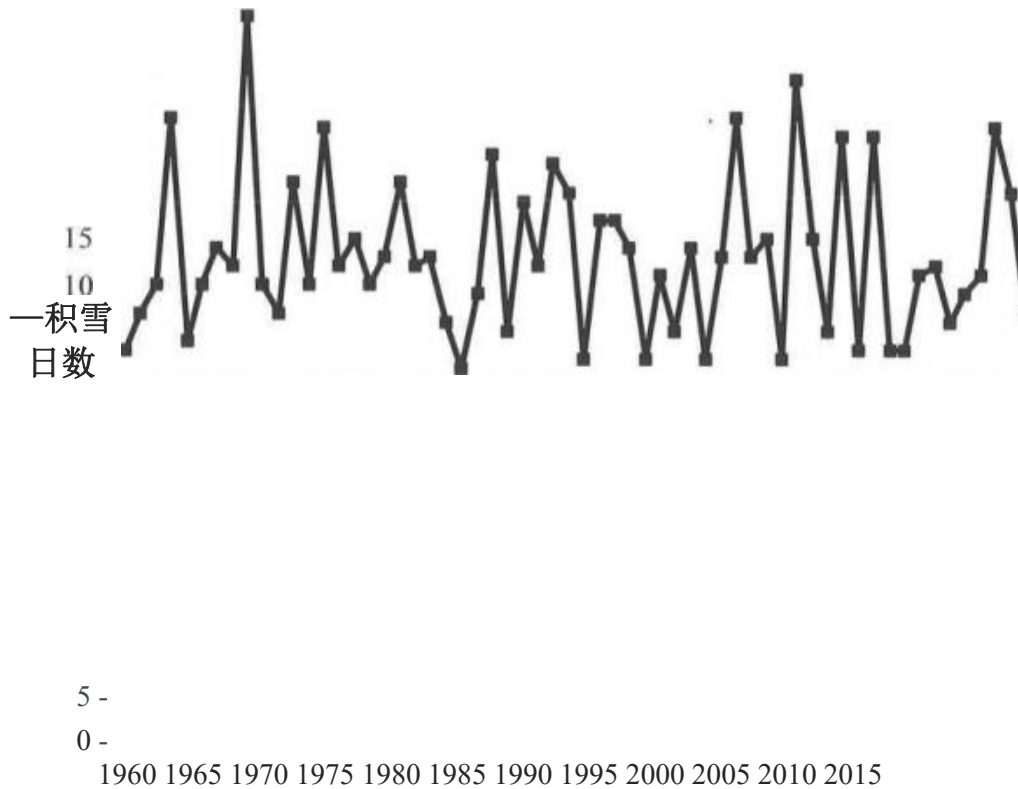


图 6.11 1960-2019 年积雪日数年际变化

西平积雪日数多集中于冬季；其月际变化表现为1月最多，平均5.0天，2月次之，平均4.3天，再次是12月，平均2.4天；5-10月无积雪。

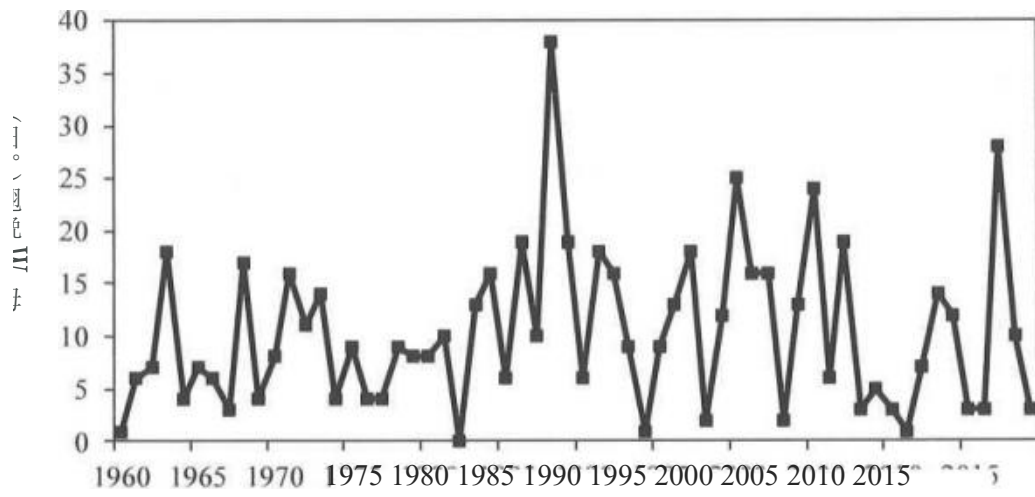
1 9 月

图 6.12 积雪日数月际变化

#### 4.2 最大积雪深度

西平年最大积雪深度年际变化明显，一般年份积雪深度在 20 厘米以下，积雪深度最大值出现在 1989 年，达 38 厘米，个别年份仅微量或未出现积雪。

--积雪深度



13 1960-2019年最大积雪深度年际变化

## 5 雷暴

1960-2013年，西平站雷暴日数呈减少趋势，年平均雷暴日数为20.4天，1963年雷暴日数最多，为42天，其次是1965年，为35天；1986年雷暴日数最少，仅为13天。

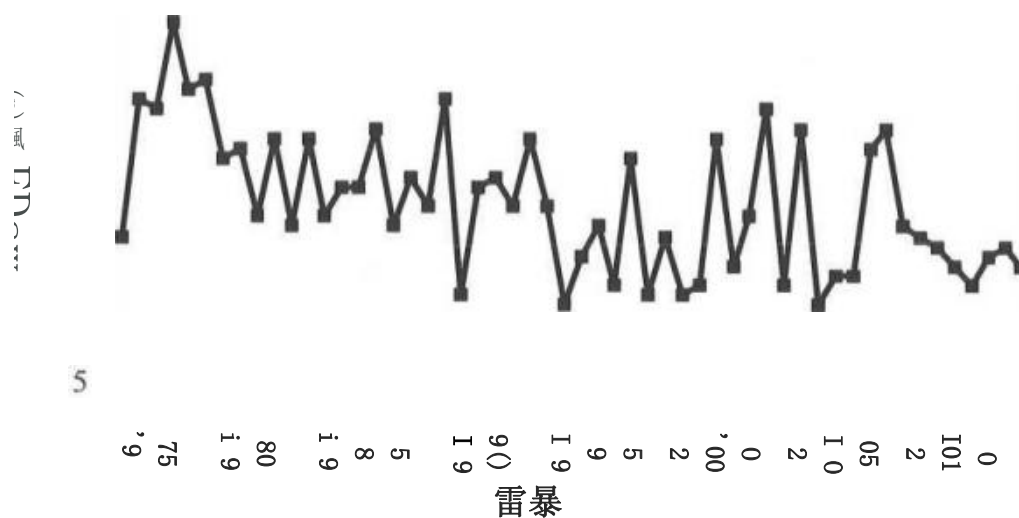


图 6.14 1960-2013 年雷暴日数年际变化

西平雷暴月际变化如下图所示，雷暴主要集中在3-9月，占全年的98.1%，其中6-8月为雷暴高发期，7月累计雷暴日数458天，占全年的36.2%，8月累计雷暴日数340天，占全年的26.9%；冬季（12月-

次年 1 月) 无雷暴发生。

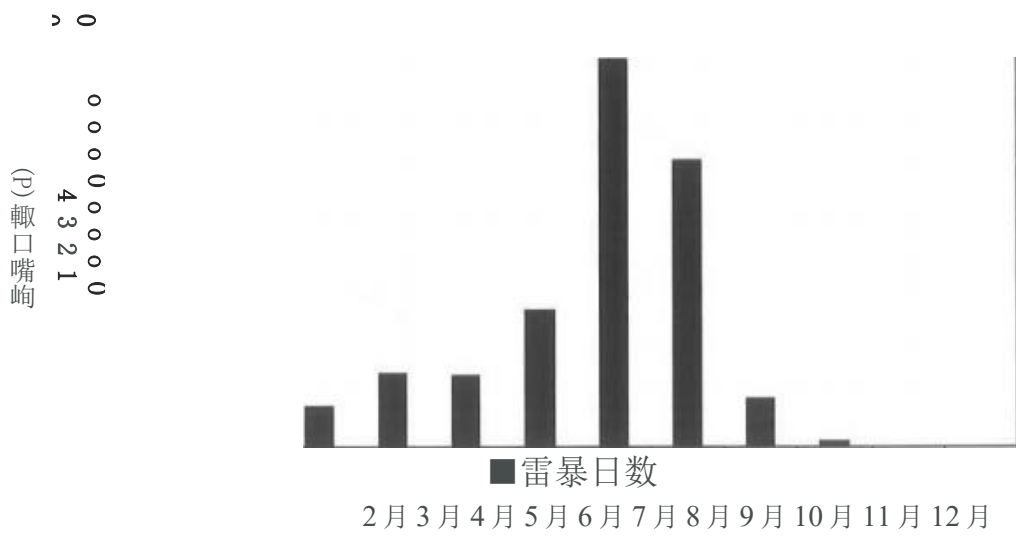


图 6.15 1960-2013 年累计雷暴日数月际变化

## 6 闪电

1960-2013 年，西平闪电日数呈减少趋势，年平均闪电日数为 7.0 天，1967 和 1962 年闪电日数最多，为 28 天，其次是 1964 年，27

天；

### 闪电

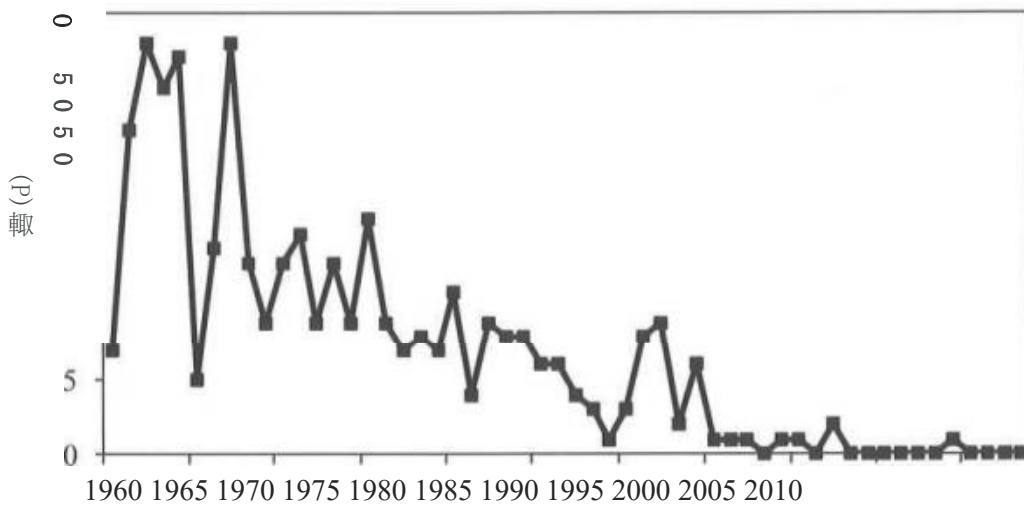


图 6.16 1960-2013 年闪电日数年际变化



1960-2013年，闪电日数月际变化如下图所示，闪电主要集中在6-8月，占全年的84.7%，其中7月累计闪电日数142天，占全年的37.3%，8月累计闪电日数123天，占全年的32.3%；1-2月及10-12月无闪电活动。

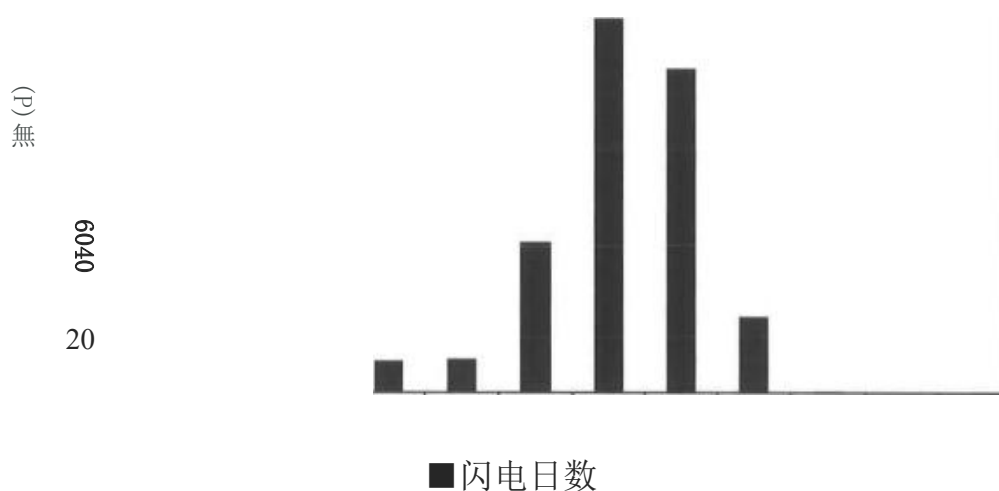


图 6.17 1960-2013 年累计闪电日数月际变化

## 7.1 高温日数

一般把日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 成为高温，1960-2019年，西平历年高温日数年际变化明显，年平均高温日数17.4天；高温日数最多的年份为1966年，达46天，最少年份在2008年，仅1天。

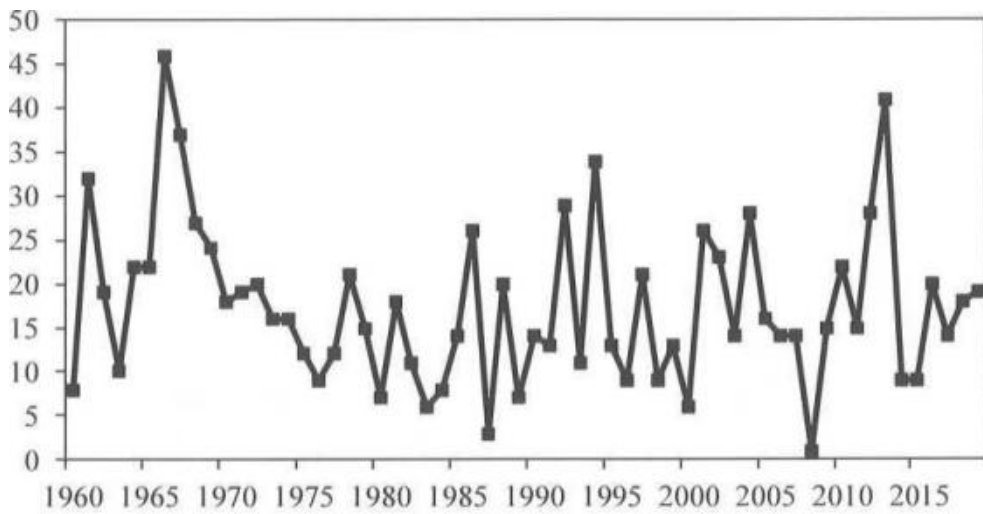


图6.18 1960-2019年高温日数年际变化  
—高温日数

高温主要集中在 5-9 月，其中 6-8 月为高温的集中期，占全年的 92.5%；1-3 月、10-12 月基本未出现 35°C 以上高温。

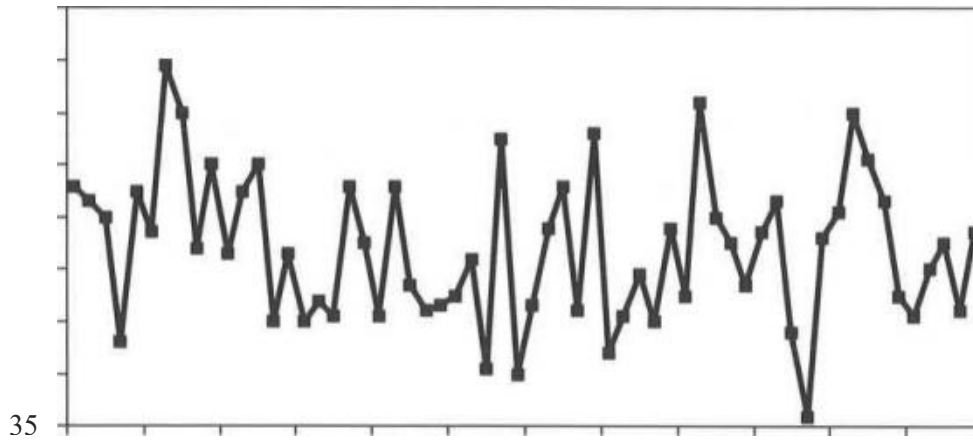


图 6.19 1960-2019 年高温日数月变化

## 7.2 极端高温

1960-2019 年，西平年极端最高气温在 35.2°C（2008 年）~ 41.9°C（1966 年），年际变化明显；年极端最高气温在 40 笆以上的有

9年,近10年中2011、2012年极端高温在40°C以上,分别为41°C、40.1°C



T-极端高温

3  
8 冰雹

1  
9  
0  
9  
8  
7  
6  
T(°C)

1960-2019年,西平仅有部分年份出现冰雹,多为1-2天,其中2019年冰雹日数出现较多,高达5天。

—冰雹

1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015

图 6.20 1960-2019 年极端高温年际变化

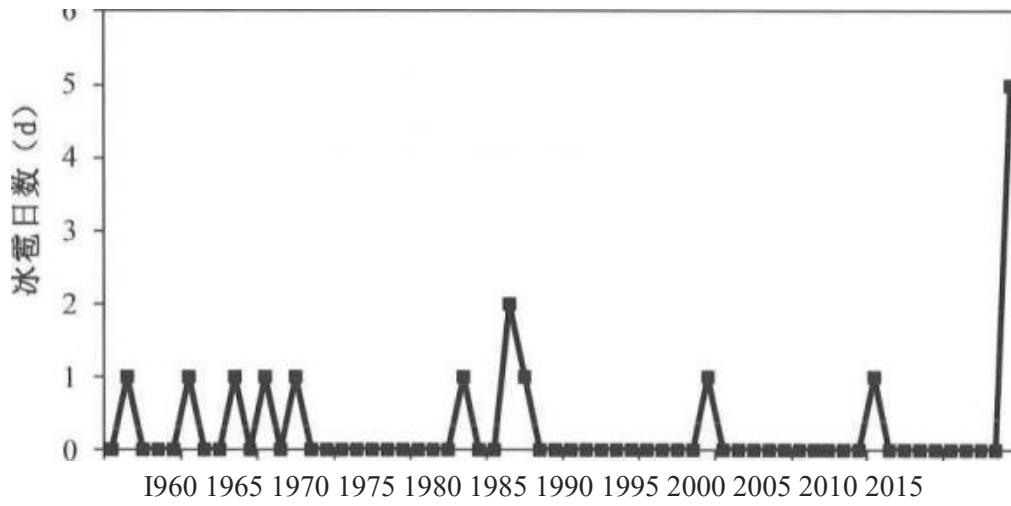


图 6.21 1960-2019 年冰雹日数年际变化

## 9 雾

1960-2019年，西平年平均雾日数为18.9天，雾日随时间有增加的趋势。雾日数最多为59天（2014年），最少为4天（2008年）。

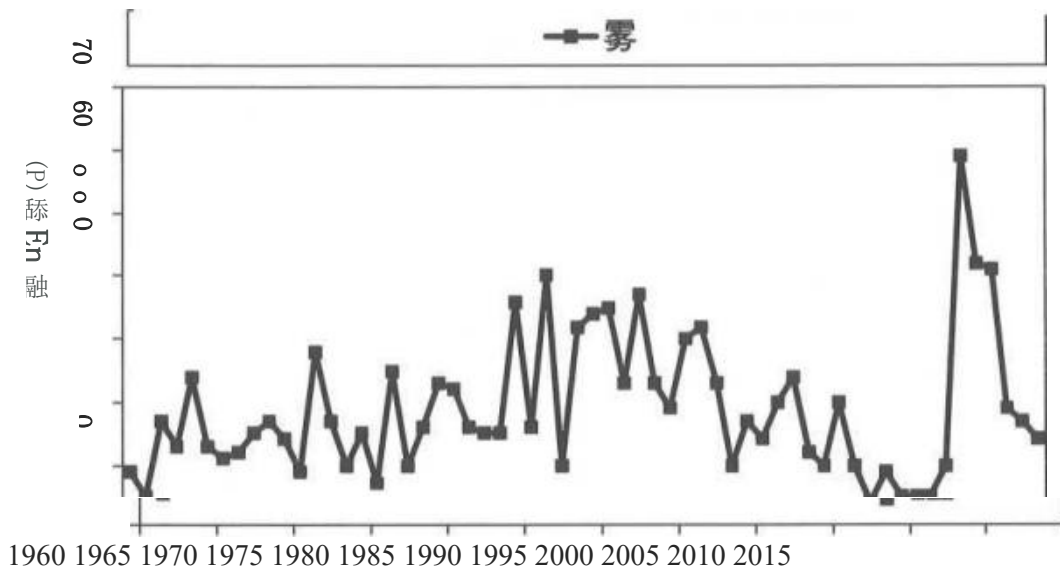


图 6.22 1960-2019 年雾日数年际变化

西平雾日数具有明显的季节变化特征，冬季最多，夏季最少；其月际变化表现为12月最多，1月次之，6月雾日最少。

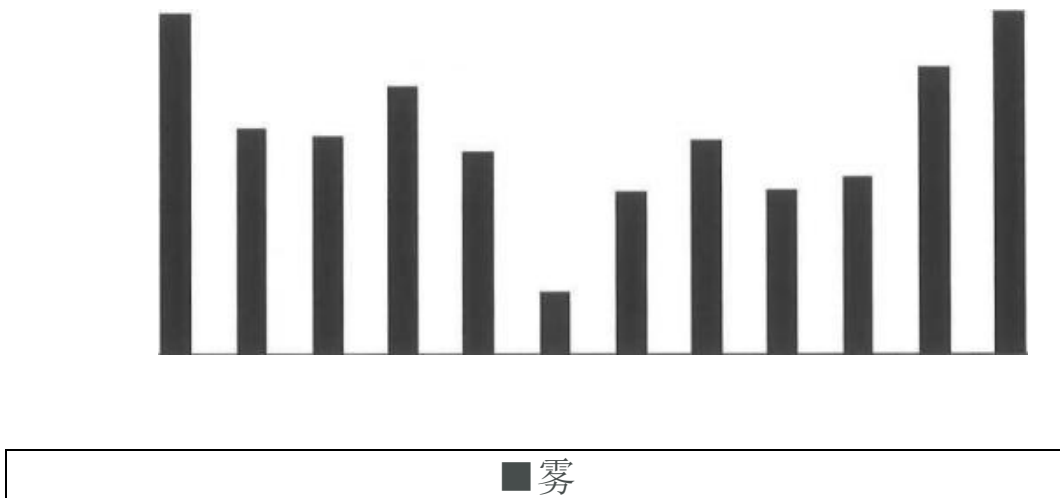


图 6.23 雾日数月际变化

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

1960-2019 年，西平 < 0 度的低温日数年际间变化明显，总体呈现减少的趋势，2000 年以后较之前有所减少。低温日数最长高达 99 天



(1969 年)，而有的年份仅 31 天（2007 年）。

— 低温日数

0 0 0 0  
0 8 6 4

1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015

图 6.24 1960-2019 年低温日数年际变化

## 11 寒潮

1960-2019年，西平年寒潮日数年际间变化明显，有的年份寒潮日高达8天（1966年、1970年），有的年份未出现寒潮（2002年、2010年、2012年等年份）。历年寒潮过程中，最大降温幅度高达 $17.3^{\circ}\text{C}$ （1993年）。

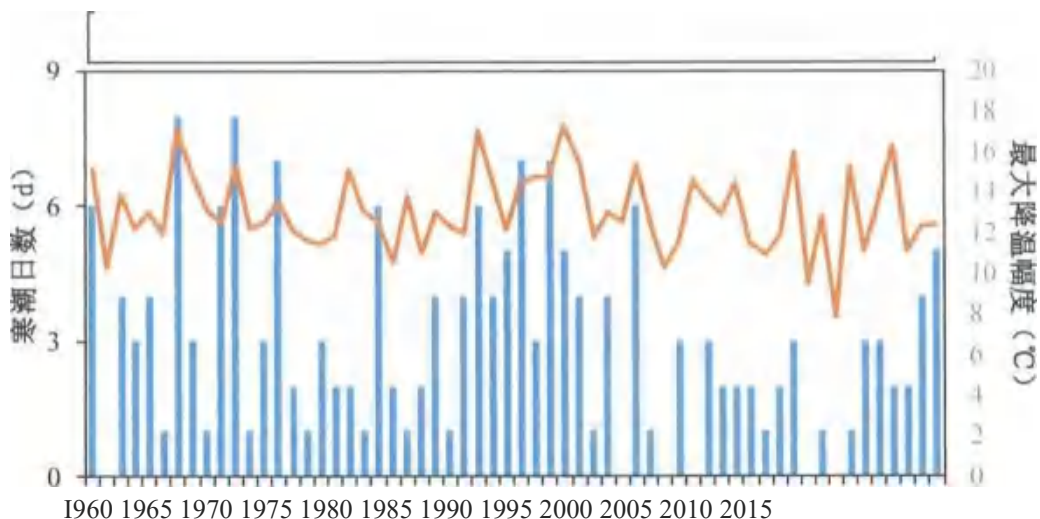


图 6.25 1960-2019 年寒潮日数及最大降温幅度年际变化

寒潮具有明显的季节变化特征，秋末冬初及冬末春初寒潮最

多；11 月寒潮出现次数最多，近 60 年寒潮日数高达 55 天，3 月次之，为 33 天，再次是 2 月（30 天）；5-9 月未出现寒潮。



图 6.26 西平站寒潮日数及月际变化

## 12 小结

西平县先进制造业开发区的关键气象因子有降水、风、雷电、温度等要素，高影响天气为暴雨、大风、积雪、雷暴、闪电、高温、冰雹、雾、低温等灾害性天气。



暴雨：年平均暴雨日数为 3.5 天，暴雨日数年际变化明显；6-8 月为暴雨多发期，占全年的 70.7%。日最大降水量的最大值为出现在 1982 年 8 月 13 日，降水量为 420.1 毫米。

大风：大风日数呈显著减少趋势，年平均大风日数为 3.5 天。最大风速为 23 米/秒，出现在 1973 年 12 月 21 日；极大风速为 25.2 米/秒，出现在 1972 年 11 月 23 日。

积雪：积雪日数呈弱减少趋势，年平均积雪日数为 13.1 天，1968 年最多，达 39 天；年最大积雪深度年际变化明显，最大值出现在 1988 年，达 38 厘米。

雷电：雷暴日数和闪电日数均呈显著减少趋势，年平均雷暴日数为 20.4 天，年平均闪电日数为 7 天；每年的 4-9 月为雷电的高发期，其中 7 月、8 月雷电活动最频繁；

高温：年平均年高温日数为 17.4 天，年际间存在差异，其中 1966 年高温日数长达 46 天；高温主要出现在 6-8 月，占全年的 92.5%；年极端最高气温为 41.9℃，出现在 1966 年 7 月 19 日。

冰雹：西平仅有部分年份出现冰雹，多为 1-2 天，其中 2019 年冰雹日数出现较多，高达 5 天。

雾：雾日数呈上升趋势，年平均雾日数为 18.9 天，2014 年最多，达 59 天；冬季雾日最多，夏季最少。

寒潮：寒潮年际间变化明显，1966 年和 1970 年寒潮日高达 8 天、而部分年份未出现寒潮；寒潮季节特征明显，主要出现在秋末冬初及冬末春初。

## 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。本章对高新区建设相关的气象参数进行分析与推算，主要包括风速设计基准值、基本气温、室外空气气象参数、排水设计气象参数以及重现期极值推算。结果可为示范区规划、工程项目建设等的设计人员提供数据参考。本章用到的资料为西平气象站资料，其中风速设计基准值还用到周边大范围气象站的资料。

### 1 风速设计基准值

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

由于西平站最大风速观测时段较短，且最大风速资料缺测较多，为了得到西平县先进制造业开发区设计风速基准值，需利用周边具有长年代观测数据的气象站对其进行分析。

选取以西平县先进制造业开发区为中心，50km 半径范围内的气象站点，如图 7.1 所示，共有 7 个气象站，各站的最大风速观测时间具体如下：西平(1972-)、确山(2005-)、遂平(2005-)、汝南(1976-)、西平(2005-)、上蔡(2005-)、正阳(1976-)。

选取西平、确山、遂平、汝南、西平、上蔡、正阳长序列资料（如图 7.2 所示），从图中可以看到，几个气象站最大风速的年变化基本一致，个别年份略有差异。

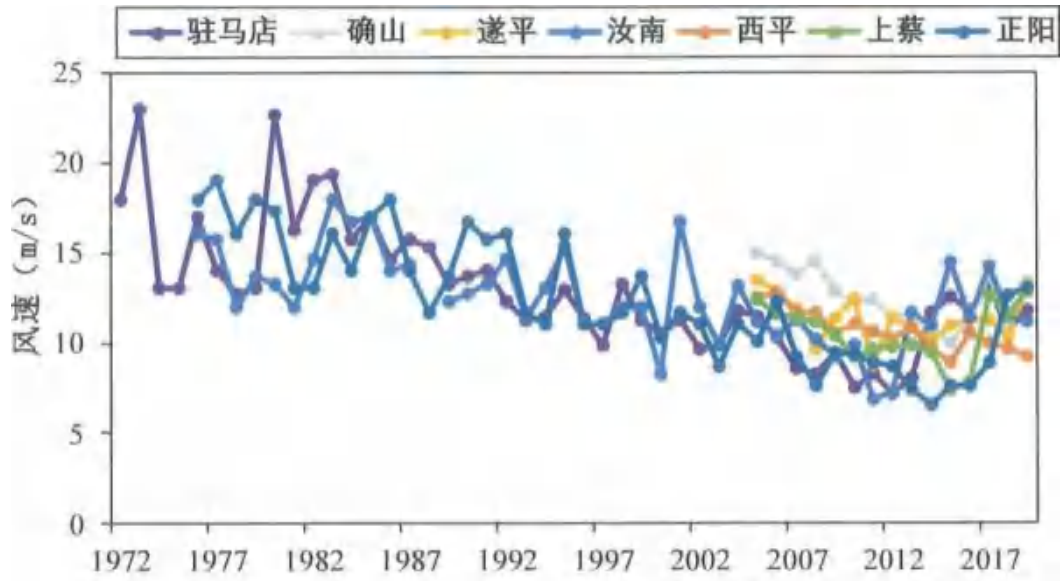


图7.2 各气象站最大风速序列年变化

### 1.1 设计风速计算

对西平、确山、遂平、汝南、西平、上蔡、正阳 7 个国家气象站的年最大风速估算不同重现期的最大风速，结果如表 7.1 所示。

表 7.1 西平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
西平	12.3	13.8	15.5	17.6	19.6	20.8	22.2	24.2
确山	12.3	13.0	13.8	14.9	15.8	16.4	17.1	18.1
遂平	11.1	11.7	12.5	13.4	14.3	14.8	15.4	16.2
汝南	12.1	13.4	14.9	16.7	18.5	19.5	20.7	22.4
西平	10.4	11.0	11.5	12.2	12.9	13.3	13.8	14.4
上蔡	10.2	11.1	12.0	13.2	14.3	15.0	15.8	16.9
正阳	11.8	13.4	15.1	17.4	19.5	20.7	22.2	24.3

从周边国家站的重现期数据对比上可见，100a 一遇最大风速驻马店站的计算结果为附近站点最大，50a 一遇最大风速西平站的计算结果也为附近站点最大，综合考虑规范中对风速观测场地、仪器、资料质量和序列长度等要求，建议采用计算结果的最大值作为西平县先进制造业开发区的设计

风速。为了让设计人员有一个选择的余地，也为了有一个相互比较、相互验证的结果，报告给出不同方法估算出的基本风速（表 7.2）。

表 7.2 不同重现期设计风速（单位：m/s）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
广义极值	12.3	13.8	15.5	17.5	19.5	20.6	22.0	23.8
Gumbel	12.3	13.8	15.5	17.6	19.6	20.8	22.2	24.2
L-矩	12.3	13.8	15.5	17.6	19.7	20.8	22.3	24.3
P-IU	12.3	13.8	15.6	17.7	19.7	20.7	22.1	23.8

## 1.2 基本风压

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

风压计算如下式：

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

根据站点海拔高度  $z$  估算空气密度  $\rho = 0.00125e^{-0.0001z}$ ，西平站海拔高度为 106.2 米，计算的密度约为  $0.001199\text{t}/\text{m}^3$ 。粗略估计 2a~100a 重现期的基本风压在  $0.114\text{--}0.480\text{kN}/\text{m}^2$  之间，详见下表。根据《建筑结构荷载规范（GB50009-2012）》的全国基本风压分布，西平及周边地区（西平、信阳）50a 一遇基本风压在 0.35 到 0.40 之间，100a 一遇基本风压在 0.4 到 0.45 之间，略高于本节的计算结果，建议采用

《建筑结构荷载规范（GB 50009-2012）》推荐值。

表 7.3 不同重现期基本风压（单位：kN/m<sup>2</sup>）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
广义极值	0.0936	0.1178	0.1486	0.1894	0.2351	0.2624	0.2993	0.3503
Gumbel	0.0936	0.1178	0.1486	0.1916	0.2376	0.2675	0.3048	0.3622
L-矩	0.0936	0.1178	0.1486	0.1916	0.2400	0.2675	0.3075	0.3652
P-11I	0.0936	0.1178	0.1505	0.1937	0.2400	0.2650	0.3020	0.3503

## 2 基本雪压

### 2.1 积雪密度的估算

河南省共有 17 个气象站观测雪压，通过雪压及雪深计算积雪密度，西平站平均积雪密度为 0.12 g/cm<sup>3</sup>，作为西平计算分析的密度值。

### 2.2 年最大积雪深度的概率估算

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

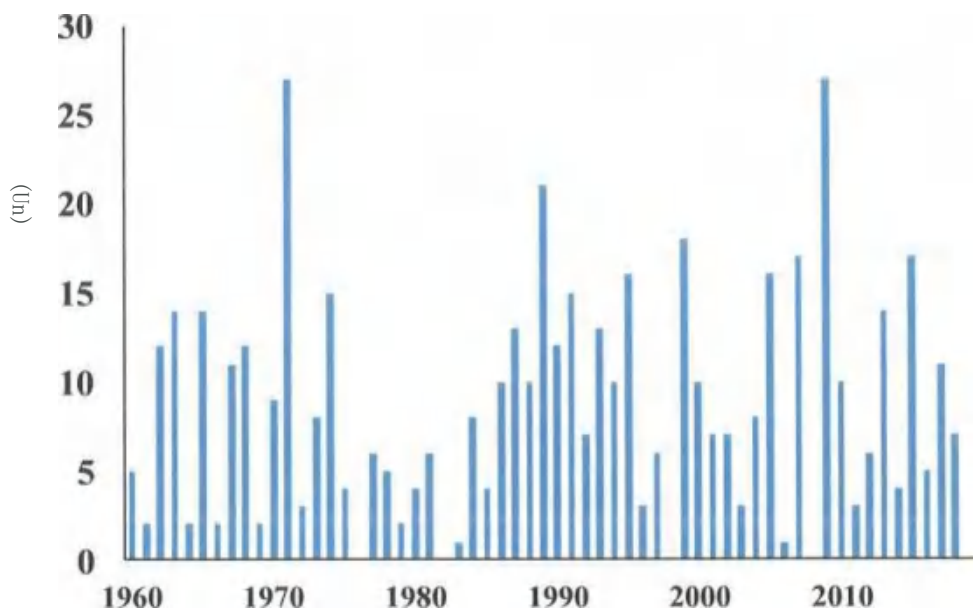


图 7.3 年最大积雪深度变化

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

其中： $k$  为积雪深度大于  $0$  的年数， $n$  为总年数。

使用 Gumbel P-III 等方法估算不同重现期积雪深度， $P$  取不同重现期（ $2a$ 、 $3a$ 、 $5a$ 、 $10a$ 、 $20a$ 、 $30a$ 、 $50a$ 、 $100a$ ），积雪深度如下表所示。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
Gumbel	8.8	11.7	14.9	19.0	22.9	25.2	28.0	31.8
P-III	8.5	11.8	15.6	20.2	24.7	27.2	30.2	34.3
极大似然法	8.2	11.2	14.8	20.0	25.4	28.8	33.4	40.3
L-矩估计	8.6	11.6	15.2	19.9	24.6	27.4	30.9	36.0

### 2.3 西平县先进制造业开发区设计雪压的估算

根据积雪密度和不同重新期的最大积雪深度计算雪压，计算公式如下：

$$S(\cdot) = hpg$$

式中： $S_0$ ——雪压（ $\text{kN/m}^2$ ）；

$h$ ——积雪深度（ $\text{m}$ ）；

$p$ ——积雪密度（ $\text{t/m}^3$ ）；



$g$ ----- 重力加速度(9.8m/s<sup>2</sup>)。

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

表 7.5 不同重现期雪压(单位: kN/m<sup>2</sup>)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	0.1262	0.1678	0.2137	0.2725	0.3284	0.3614	0.4016	0.4561
P-III	0.1219	0.1692	0.2237	0.2897	0.3543	0.3901	0.4332	0.4920
极大似然法	0.1176	0.1606	0.2123	0.2869	0.3643	0.4131	0.4790	0.5780
L-矩估计	0.1233	0.1664	0.2180	0.2854	0.3528	0.3930	0.4432	0.5163

根据《建筑结构荷载规范(GB50009-2012)》的基本雪压分布, 驻马店及周边地区(南阳、信阳、西华)50a-遇基本风压在 0.45kN/m<sup>2</sup>到 0.55 kN/m<sup>2</sup>之间, 100a 一遇基本风压在 0.5kN/m<sup>2</sup>到 0.65kN/m<sup>2</sup>之间, 略高于本节的计算结果, 建议采用《建筑结构荷载规范(GB 50009- 2012)》推荐值。

### 3 基本气温

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

月平均最高气温序列采用西平站 7、8 月平均最高气温较大值, 月平均最低气温序列采用 1 月平均最低气温。平均最高气温变化范围在 29.5-36.3℃ 之间, 排名前三的分别是 1959 年(36.3℃)、1966 年

(36.2℃)、1994 年(34.9℃)。平均最低气温变化范围在-5.7-0.9℃ 之间, 温度由低到高排名前三的分别是 1993 年(-5.7℃)、1977 年(-5.3℃)、1970 年

(-5°C)°

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

表 7.6 不同重现期基本气温(平均最高)(单位: C)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	32.1	32.9	33.6	34.6	35.6	36.1	36.8	37.7
极大似然	32.3	32.9	33.6	34.4	35.0	35.4	35.8	36.3
L-矩估计	32.2	32.9	33.6	34.4	35.2	35.5	36.0	36.5

表 7.7 不同重现期基本气温(平均最低)(单位: °C)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	-2.4	-3.0	-3.6	-4.4	-5.2	-5.7	-6.3	-7.0
极大似然	-2.5	-3.0	-3.6	-4.2	-4.7	-5.0	-5.3	-5.7
L-矩估计	-2.5	-3.0	-3.6	-4.2	-4.8	-5.1	-5.4	-5.8

#### 4 室外气象参数

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

建筑室外空气气象参数与气候条件密切相关,建筑室外空气气象参数

统计年份的选取也十分重要。年份取得长，气象参数的稳定性好，数据更有代表性，但是由于全球变暖，环境温度攀升，统计年份选取过长则不能完全切合实际设计需求；年份取得短，虽然在一定程度上更贴近实际气温变化趋势，但是会放大极端天气对设计参数的影响。从气象的角度，30年是比较有代表性的观测统计期，不足30年者，也可按实有年份采用，但不得少于10年。近几十年在全球变暖的背景下，西平气候也发生了明显的变化。GB50019-2015《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》的附录A中明确指出：该规范的室外空气计算参数全部采用了现行国家标准GB50736-2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》附录A的数据，未做修改。GB50736-2012采用1971-2000作为室外空气计算参数的统计期。考虑该统计期目前已严重滞后，故本节最终利用西平气象站1990-2019年（最近30年）的数据作为本报告推算室外空气计算参数的统计期。

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

表 7.8 室外气象参数

参数名称	计算方法说明	计算结果
(1)供暖室外计算温度	累年平均每年不保证 5 天的日平均温度	-3.2°C
(2)冬季通风室外计算温度	历年最冷月月平均温度的平均值	1.4°C
(3)冬季空气调节室外计算温度	累年平均每年不保证 1 天的日平均温度	-5.0 °C
(4)冬季空气调节室外计算相对湿度	历年最冷月月平均相对湿度的平均值	69%
(5)夏季空气调节室外计算干球温度	累年平均每年不保证 50h 的干球球温度	34.7°C
(6)夏季空气调节室外计算湿球温度	累年平均每年不保证 50h 的湿球球温度	28. re
(7)夏季通风室外计算温度	历年最热月 14 时的月平均温度的平均值	31.3 °C
(8)夏季通风室外计算相对湿度	历年最热月 14 时的月平均相对湿度的平均值	62%
(9)夏季空气调节室外计算 0 平均温度	累年平均每年不保证 5 天的日平均温度	31.7°C

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

#### 4.1 冬季空调和供暖参数

冬季空气调节和供暖参数包括供暖室外计算温度、冬季空气调节室外计算温度和冬季空气调节室外计算相对湿度这 3 个室外空气气象参数。供暖室外计算温度主要用于计算锅炉，尤其是集中采暖锅炉的燃料定额，从而确定其供热容量。供暖室外温度升高(降低)使得供暖燃料定额降低(升高)。冬季空气调节室外计算温度和计算相对湿度主要用于计算新风负荷和围护结构传热，用于指导空调设计负荷，温度升高(降低)使得冬季空调设计负荷降低(升高)。西平供暖室外计算温度为-3.6°C,冬季空气调节室外计算温度为-4.8°C,冬季空气调节室外计算相对湿度为 61%。

表 7.9 冬季空调和供暖参数值

供暖室外计算温度	冬季空气调节室外计算温度	冬季空气调节室外计算相对湿度
-3.2°C	-5.0°C	69%

## 4.2 夏季空调参数

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

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

根据上述方法计算出西平夏季空气调节室外计算干球温度为 35.0℃,夏季空气调节室外计算湿球温度为 27.8℃,夏季空气调节室外计算日平均温度为 31.8 筭。

表 7.10 夏季空调参数值

夏季空气调节 室外计算 干球温度 (CC)	夏季空气调节 室外计算湿球温度 co	夏季空气调节 室外计算日平均温度 (筭)
34.7	28.1	31.7

### 4.3 夏季和冬季通风参数

夏季和冬季通风参数包括夏季通风室外计算温度、夏季通风室外计算相对湿度和冬季通风室外计算温度这3个室外空气气象参数。通风分为卫生通风和热舒适通风。供暖、空气调节只是部分时间、部分建筑的补充需要，通风不仅是建筑的基本需求，也是建筑节能的关键。冬夏季通风是建筑节能的主要手段之一。通风室外计算温度可以确定通过通风可以消除多少余热，而相对湿度与人体舒适度有直接关系，进而影响到通风行为以及通风效果。西平站夏季通风室外计算温度为 $31.5^{\circ}\text{C}$ ，夏季通风室外计算相对湿度为 $59\%$ ，冬季通风室外计算温度为 $0.4^{\circ}\text{C}$ 。

表 7.11 夏季和冬季通风参数值

夏季通风室外计算温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	冬季通风室外计算温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
31.3	62	1.4

## 5 排水设计气象参数

### 5.1 数据和方法

根据《室外排水设计规范》(GB50014-2006, 2011 版)要求，暴雨强度公式编制宜采用 30a 以上连续降水资料，本报告使用暴雨强度公式采用临近国家气象站(西平站)1976-2005 年分钟降水数据，按“年多个样本法”分别提取历年 5、10、15、20、30、45、60、90、120min 等 9 个历时雨量数据由西平市城乡规划勘测设计院及同济大学环境科学与工程学院联合于 2016 年 6 月编制。

### 5.2 暴雨强度公式及精度检验

0.5-10年的暴雨强度平均绝对均方差 0.029ImiiVmin,平均绝对方 差满足《室外排水设计规范》提出的精度要求（平均绝对均方根误差不 超过 0.05mm/min）o 因此对西平选取 P-III 型分布曲线进行概率分布 模型拟合。

西平暴雨强度主要计算结果如下：

$$\text{暴雨强度总公式： } q = \frac{167 \cdot 12.037 \cdot (1 + 0.477 \cdot \log_{10} P)}{(t + 14.385)^{0.659}}$$

式中：q—暴雨强度（l/sdin?）； P —设计重现期（年）； t—降雨历时（min）；

### 5.3 不同历时不同重现期暴雨强度

5min、10min> 15min> 20min> 30min> 45min、60min、90min、120min 共 9 个历时不同重现期（2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a^ 100a）暴 雨强度 计算结果如下表所示。

表 7.12 不同历时不同重现期暴雨强度（单位：升/秒·公顷）

	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
5 min	325.9	349.8	380.0	420.9	461.8	485.8	515.9	556.8
10min	280.2	300.7	326.7	361.8	397.0	417.6	443.5	478.7
15 min	247.7	265.9	288.9	320.0	351.1	369.3	392.2	423.3
20min	223.4	239.8	260.5	288.5	316.5	333.0	353.6	381.7
30min	188.8	202.7	220.1	243.8	267.5	281.4	298.9	322.6
45min	155.8	167.3	181.7	201.3	220.8	232.3	246.7	266.3
60min	134.3	144.2	156.6	173.5	190.4	200.2	212.7	229.5
90min	107.5	115.3	125.3	138.8	152.3	160.2	170.1	183.6
120min	91.0	97.7	106.1	117.5	128.9	135.6	144.0	155.4

### 5.4 不同历时不同重现期降水量

将暴雨强度换算成对应历时不同重现期降水量（单位： mm）,结果 如

卜表所示。

表 7.13 不同历时不同重现期降水量（单位：mm）

	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
5 min	9.8	10.5	11.4	12.6	13.8	14.5	15.4	16.7
10min	16.8	18.0	19.6	21.7	23.8	25.0	26.6	28.7
15min	22.3	23.9	25.9	28.7	31.5	33.2	35.2	38.0
20min	26.8	28.7	31.2	34.6	37.9	39.9	42.4	45.7
30min	33.9	36.4	39.5	43.8	48.1	50.6	53.7	57.9
45min	42.0	45.1	49.0	54.2	59.5	62.6	66.5	71.7
60min	48.3	51.8	56.3	62.3	68.4	71.9	76.4	82.5
90min	57.9	62.2	67.5	74.8	82.1	86.3	91.7	98.9
120min	65.4	70.2	76.2	84.4	92.6	97.4	103.5	111.7

## 5.5 暴雨强度公式适应范围

本次西平暴雨强度公式编制使用降水资料为西平站单个站点的资料，公式编制结果的适用范围有多大，能否代表整个西平西平县先进制造业开发区值得深入探讨。这里结合西平西平县先进制造业开发区内及周边的国家气象站、区域自动站的逐小时降水量资料进行相关研究，对本次公式编制结果的适用范围进行初步的探讨。

分析西平气象站和西平县先进制造业开发区 10km 范围内的香山站、周楼小学站、二十一小站、二十小站、新地高站、市政府站、农试站、天润站、三十小站、水屯站 10 个区域自动气象站的逐小时降水量资料，西平站、香山站、周楼小学站、二十一小站位于西平县先进制造业开发区的东部，二十小站、新地高站、市政府站、农试站位于西平县先进制造业开发区的北部，天润站、三十小站、水屯站位于西平县先进制造业开发区的西部。以上 11 个站点，建站时间不一



致，同时考虑到小时雨量数据的连续、完整性，最终选取以上 11 个气象站 2017-2019 年小时雨量极值数据进行分析。从每个站点小时雨量数据中提取出每年 1、2、3 小时整点的最大降水量数据，分别求出各站 1、2、3 小时最大降水量的多年平均值。

10 个区域自动气象站 1 小时、2 小时、3 小时最大降水量均值绝大多数大于西平气象站数值，尤其在西平县先进制造业开发区北部气象站最大降水量显著大于西平站。故采用西平站 1976-2005 年雨量资料编制的 1 小时、2 小时和 3 小时暴雨强度公式需适当谨慎，应相对提高重现期标准或者设计雨量乘以适当的订正系数，特别是在西平县先进制造业开发区的北部。

表 7.14 气象站 1、2、3 小时最大降水量平均值

站名	MaxR1h	MaxR2h	MaxR3h
	均值 (mm/1h)	均值 (mm/2h)	均值 (mm/3h)
西平	35.0	50.2	64.9
三十小	28.8	54.0	77.9
香山站	35.7	51.9	63.2
周楼小学站	27.1	46.1	63.5
二小站	43.8	54.9	59.4
二十小站	36.2	67.9	95.5
新地高站	41.5	72.7	96.1
市政府	37.5	51.6	57.7
农试站	56.9	83.0	91.9
天润站	57.7	83.6	86.3
水屯站	48.8	51.3	51.3

## 6 污染气象参数

空气污染系数简称污染系数，是某一地区某方位风向频率与该方位风速的比值。污染系数综合了风向和风速的作用，代表了某方位下风向空气

污染的程度，值越大说明该方位下风向空气污染越严重。污染系数在厂址选择和企业内部布局中是一项重要的依据。本节采用西平 2014-2019 年平均风向、风速资料，计算春、夏、秋、冬不同季节的污染系数。

## 6.1 春季污染系数

西平春季风向频率、平均风速、污染系数的分布如下图所示，风向频率以西北偏北风（NNW）为主，占比 9.2%；平均风速各方位的差距不大，基本都在 2 米/秒以上，其中西南（SW）、西南偏西（WSW）方向下风速最大，为 2.7 米/秒；污染系数以西北偏西（WNW）方向下最大，系数值为 4.1,此外，东南偏东（ESE）方向下污染系数也较大，系数值为 3.3。表明西北偏西（WNW）方向和东南偏东（ESE）方向下气污染严重，可以在城市的西北-东南方向多布置绿源，以降低空气污染。

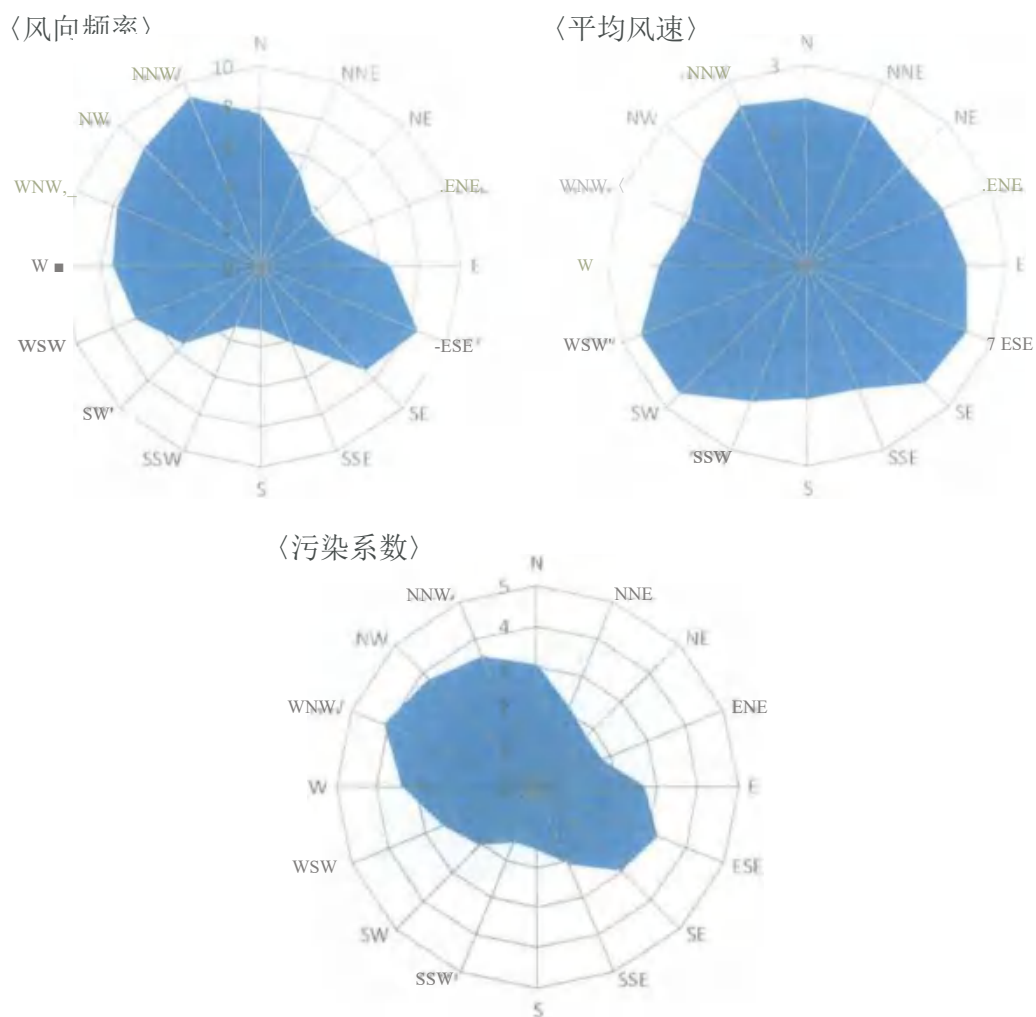
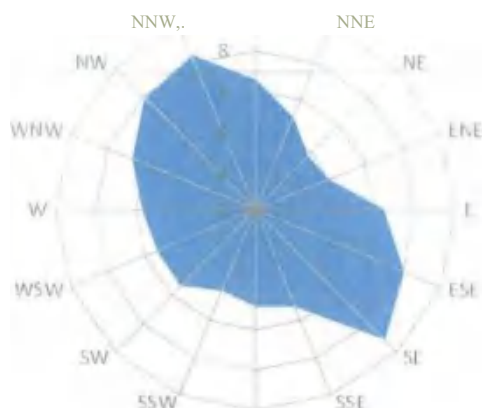


图 7.4 西平 2014-2019 年春季风向频率、平均风速及污染系数分布图

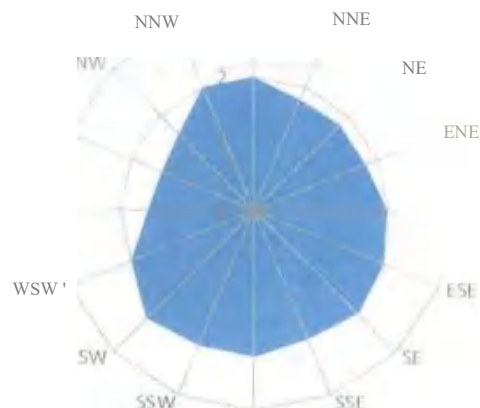
## 6.2 夏季污染系数

夏季风向频率、平均风速、污染系数的分布如图所示，风向频率以东南风(SE)为主，占比 9.2%；平均风速各方位的差距不大，其中西南(SW)方向风速最大，为 2.3 米/秒；污染系数以西北(NW)方向下最大，系数值为 4.9,此外，东南偏东(ESE)方向下污染系数也较大，系数值为 3.9。表明西北(NW)和东南偏东(ESE)方向下空气污染严重。

〈风向频率〉



〈平均风速〉



〈污染系数〉

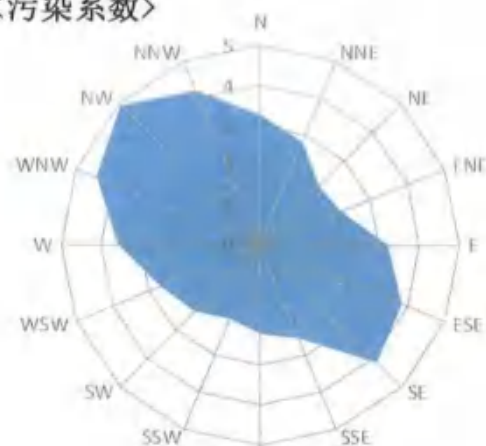


图 7.5 西平 2014-2019 年夏季风向频率、平均风速及污染系数分布图

### 6.3 秋季污染系数

西平秋季风向频率、平均风速、污染系数的分布如下图所示，风向频率以西北偏北风(NNW)为主，占比 12.8%；平均风速各方位的差距不大，在西北风(NW)顺时针到北风(N)区域、东北偏东风(ENE)顺时针到东南风(SE)区域风速一般都在 2 米/秒以上，其中西北偏北 (NNW)方向风速最大，为 2.5 米/秒；污染系数以西北(NW)方向下最大，系数值为 5.9。表明西北(NW)方向下空气污染严重。

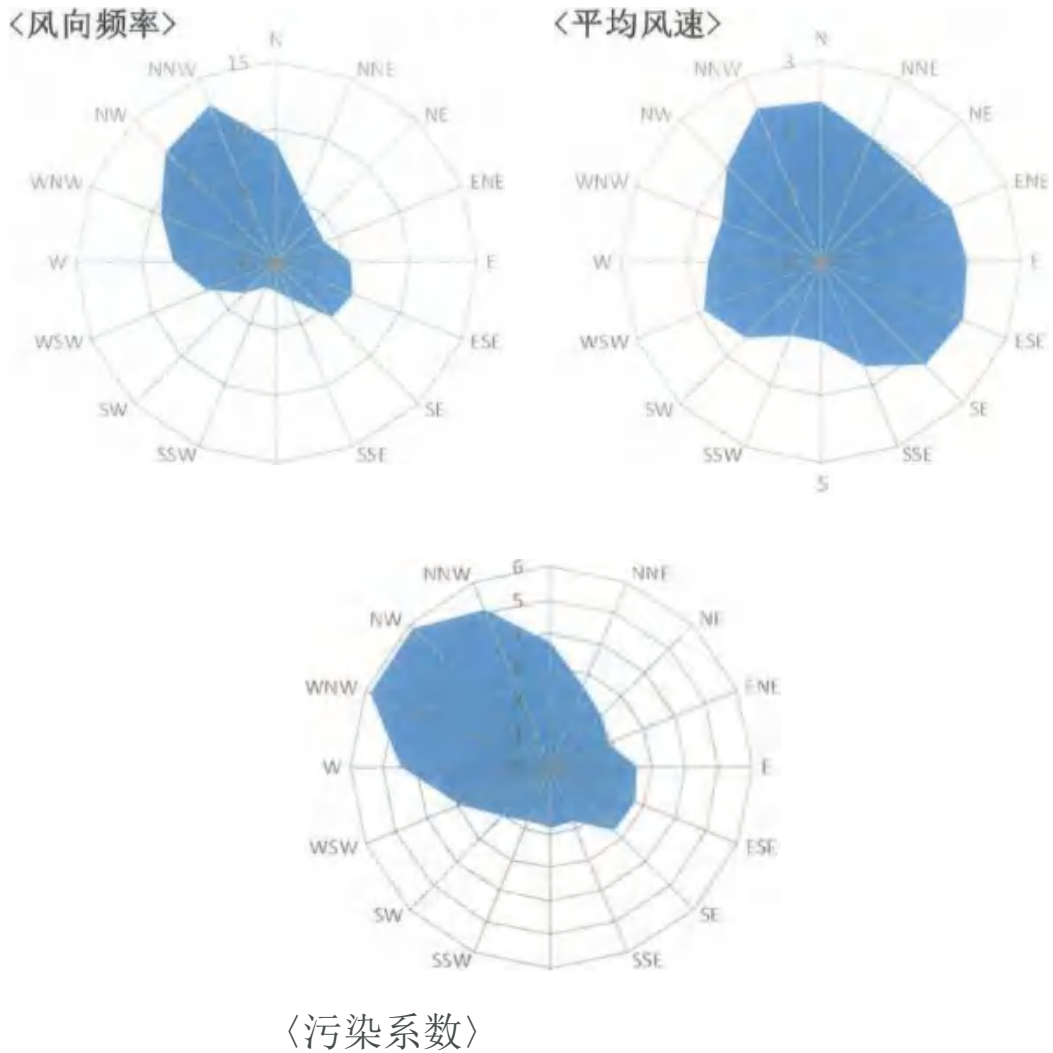


图 7.6 西平 2014-2019 年秋风向频率、平均风速及污染系数分布图

## 6.4 冬季污染系数

冬季风向频率、平均风速、污染系数的分布中，风向频率以西北偏北风（NNW）为主，占比 13.6%；平均风速各方位的差距不大，在西北顺时针到东南方为风速均在 2 米/秒以上，其中西北偏北（NNW）方向风速最大，为 2.8 米/秒；污染系数以西北（NW）方向下最大，系数值为 5.9，表明西北（NW）方向下空气污染严重。

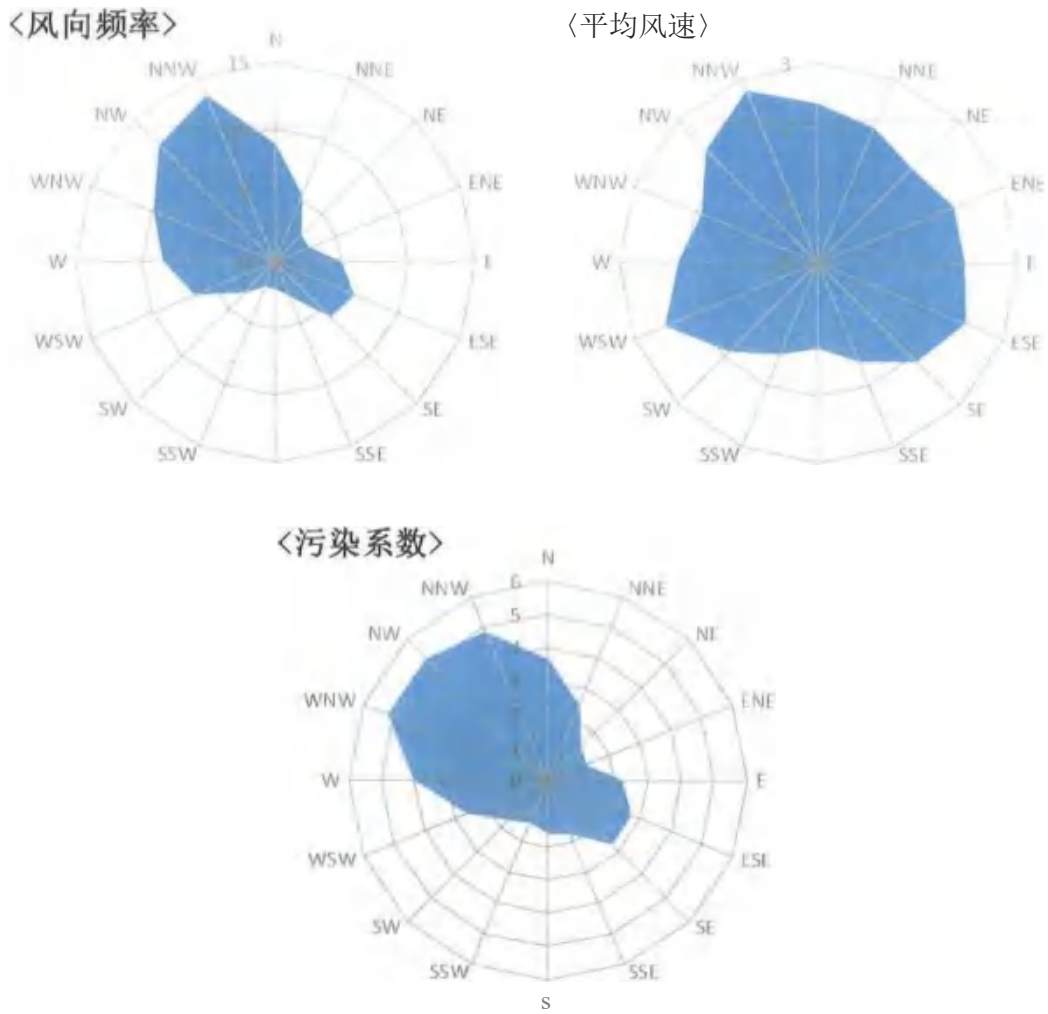


图 7.7 西平 2014-2019 年冬季风向频率、平均风速及污染系数分布图

## 7 重现期极值

### 7.1 最大日降水

利用西平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。

尸取不同重现期（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 7.15 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	86.8	108.1	134.3	169.2	203.8	223.9	249.0	283.1
极大似然法	90.2	109.2	131.8	162.7	195.1	215.0	241.5	279.9
L-矩估计	88.2	106.5	129.5	162.6	199.5	223.3	256.1	306.2

## 7.2 极端高温

利用西平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 7.16 不同重现期极端高温 (单位: °C)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	38.2	38.9	39.6	40.6	41.5	42.1	42.7	43.6
极大似然法	38.3	39.0	39.6	40.3	40.8	41.1	41.4	41.8
L-矩估计	38.3	38.9	39.6	40.3	40.9	41.3	41.6	42.1

## 7.3 极端低温

利用西平建站以来的逐日最低气温资料, 逐年选取最低气温, 形成年高低气温序列, 计算不同重现期极端低温。

P 取不同重现期 (2a、3a、5a、10a、20a、30a、50a、100a), 计算各

重现期极端低温如下表所示。推荐使用 Gumbel 的推算结果，为了让设计人员有一个选择的余地，有一个相互比较、相互验证的结果，其它方法作为参考。

表 7.17 不同重现期极端低温（单位：C）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
Gumbel	-9.7	-11.1	-12.6	-14.5	-16.3	-17.3	-18.6	-20.3
极大似然法	-9.9	-11.1	-12.5	-14.1	-15.5	-16.3	-17.3	-18.5
L-矩估计	-9.7	-11.0	-12.4	-14.1	-15.8	-16.7	-17.9	-19.5



## 第八章专题影响评估

结合西平县先进制造业开发区实际，在本报告第六章的高影响天气分析基础之上，进一步对雷电、暴雨、大风和高温等产业开发区敏感因子进行专题影响评估。

### 1 雷电灾害风险评估

根据西平县先进制造业开发区所在地雷电活动时空分布特征及其危害特征，结合现场情况进行分析，对西平县先进制造业开发区雷电可能导致的人员伤亡、财产损失程度与危害范围等方面的综合风险计算，从而为西平县先进制造业开发区的功能分区布局、防雷类别与防雷措施确定、雷灾事故应急方案提出建设性意见。

#### 1.1 雷电气候分析

##### 1.1.1 雷击大地密度 $N_g$ 值分析

反映一地雷电气候的主要数据是雷击大地密度  $N_g$ ,  $N_g$  可以利用闪电定位数据计算得出，也可以通过历史雷暴日数据计算得出。从 2010-2019 年地闪统计数据（图 8.1）可得西平市近 10 年平均地闪密度分布图（图 8.2）：西平市中东部地闪密度较大，大于  $2 \text{次} \cdot \text{W} \cdot \text{a}^{-1}$ , 部分地区超过  $4 \text{次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。西平县先进制造业开发区（图 8.3）占据了西平的南部地区，平均地闪密度值为 1.56 次

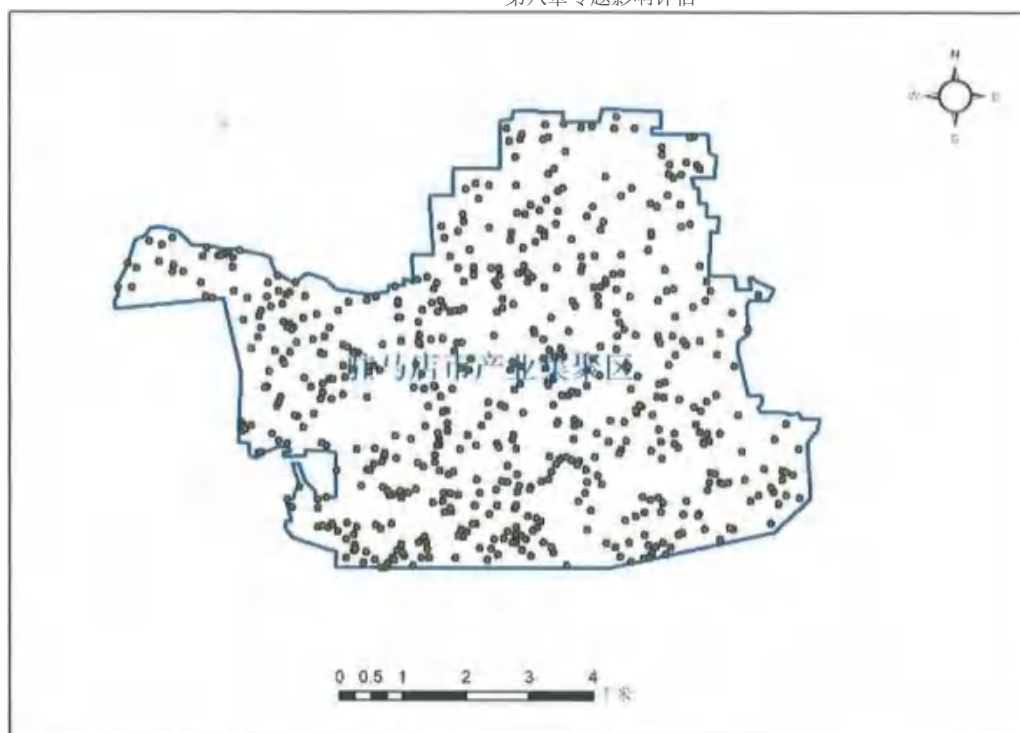


图 8.1 2010-2019 年西平县先进制造业开发区地闪回击示意图

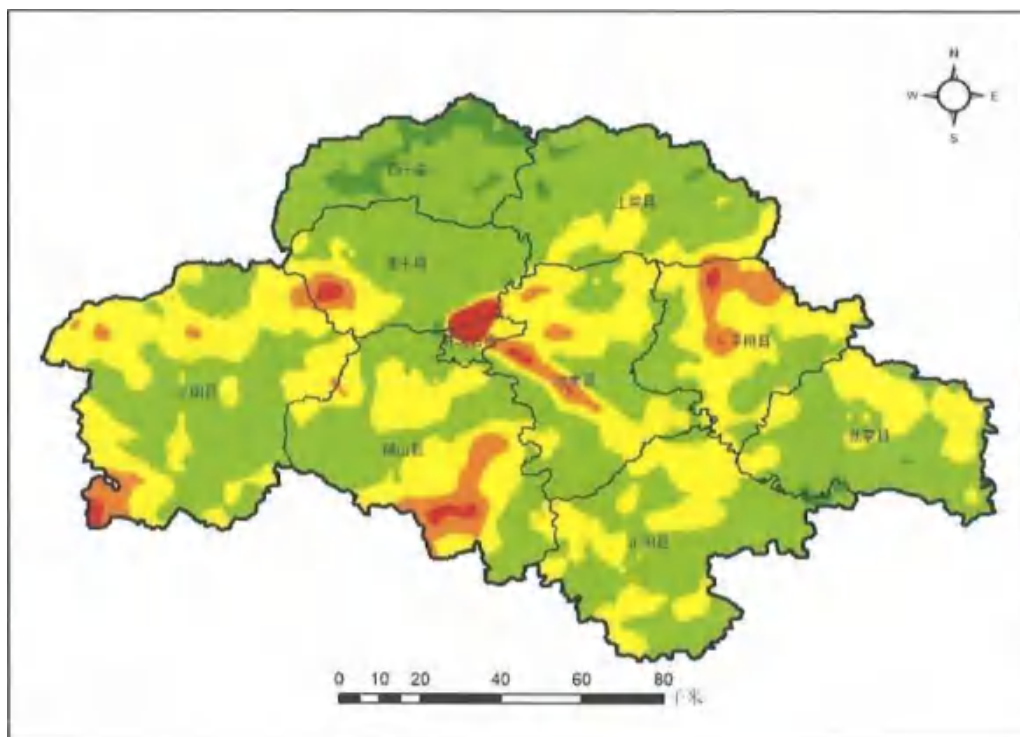


图 8.2 2010-2019 年西平市地闪回击密度图

表 8.1 1958-2005 年西平气象站年雷暴日统计表

年份	雷暴日数(d)	年份	雷暴日数(d)	年份	雷暴日数(d)
1958	38	1974	25	1990	28
1959	32	1975	31	1991	14
1960	20	1976	21	1992	20
1961	34	1977	26	1993	14
1962	33	1978	23	1994	15
1963	42	1979	34	1995	30
1964	35	1980	14	1996	17
1965	36	1981	25	1997	22
1966	28	1982	26	1998	33
1967	29	1983	23	1999	15
1968	22	1984	30	2000	31
1969	30	1985	23	2001	13
1970	21	1986	13	2002	16
1971	30	1987	18	2003	16
1972	22	1988	21	2004	29
1973	25	1989	15	2005	31

根据气象站观测的 1958-2005 年雷暴日数据（见表 8.1）可知，西平市年均雷暴日数为 24.8 天，按照 GB50057-2010 雷击大地密度  $N_g=0.1 \times T_d$ ，可得西平市雷击大地密度为 2.48 次/公顷。利用历史雷暴日数据依据公式计算所得的雷击大地密度比起闪电监测系统统计数据  $1.56 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$  要大，当用两种方法计算得到雷击大地密度数据时，为了进一步确保雷击安全，我们建议取较大值作为防雷装置设计依据。

### 1.1.2 历年最强雷暴天气分析

在评估区域内，一个自然时内闪电定位系统记录到 1 次及以上地闪回击，我们把它记为一个雷暴小时。一个雷暴小时内发生的总地闪回击次数除以评估区域面积得雷暴小时强度，单位为次·W·h<sup>-1</sup>（次每平方公里每小时）。

雷暴小时强度是一个反映评估区域极端雷暴天气过程的值，该值越大则表明短时间内评估区域内地闪次数越多。短时间内的连续地闪回击可能使评估区域内原本完好的雷电防护装置失效，极大的提高了雷电灾害发生的风险。这是一个进一步细化评估区域内雷电气候的物理量。

从表 8.2 分析结果可知，西平县先进制造业开发区园内最强雷暴活动天气主要出现在 6 月底到 8 月上旬这段时间，而此段时间也是河南省强对流天气最活跃的时段。

表 8.2 2010-2019 年西平县先进制造业开发区雷暴小时数及最大雷暴小时强度统计表

年份	总雷暴小时(h)	最强雷暴小时	最强雷暴小时闪击次数
2010 年	17	7-01 20 时	27
2011 年	21	6-22 16 时	67
2012 年	14	8-18 18 时	20
2013 年	50	7-29 19 时	39
2014 年	15	7-18 14 时	11
2015 年	3	8-27 13 时	1
2016 年	11	6-23 15 时	28
2017 年	10	8-19 08 时	6
2018 年	8	6-26 19 时	4
2019 年	17	8-01 18 时	22

## 1.2 地闪时间分布

### 1.2.1 年变化特征

近 10 年来，西平县先进制造业开发区闪电活动变化较大。2013 年地闪次数最多，为 237 次，2011 年地闪次数次之，为 98 次；2010 年有 67 次，2019 年有 58 次，其他年份都在 43 次及以下。2015 年最少，为 2 次。从统计数据来看，虽然西平县先进制造业开发区内雷暴频次总体呈减少趋势，但是不能排除未来个别年份雷电活动会剧增的可能性。

### 1.2.2 月变化特征

由历年闪电频次月变化（图 8.5）可知：西平县先进制造业开发区内 2010 年～2019 年所发生的闪击主要分布在 6～8 月，占闪电总数的 81.9%。其中 7 月份最多，为 272 次，占闪电总数的 45.1%；8 月份为 162 次，占闪电总数的 26.9%；6 月份有 120 次闪击发生；3 月份有 21 次；4 月份有 18 次；其他月份较少或没有闪击发生。产业集聚区内的雷电主要出现在盛夏季节，春季次之，冬季的雷电活动较少。主要原因是 7、8 月易触发对流性天气；而秋、冬季节不易触发对流天气，雷电活动减少。9 月以后，雷电活动虽然相对夏季明显减少，遇到雷暴天气的概率降低，但仍有雷电发生，其危害强度并不小，所以秋、冬季的防雷工作仍然不能忽视。

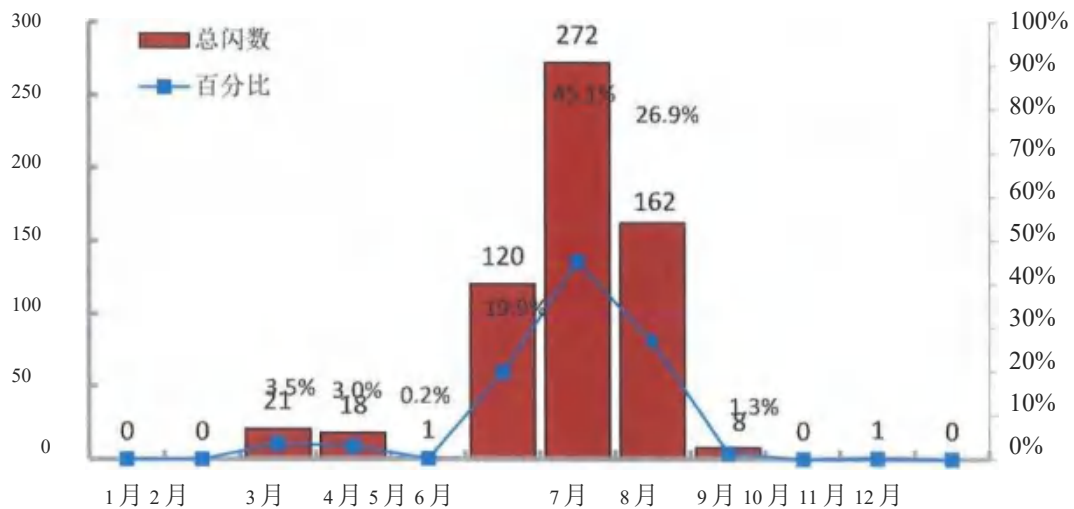


图 8.5 2010-2019 年西平县先进制造业开发区地闪回击月变化特征

### 1.2.3 日变化特征

由图 8.6 可知，2010 年～2019 年西平县先进制造业开发区内所发生的闪击主要分布于下午 15 时至晚上 21 时，该时间段内的闪击均在 34 次或以上。最大值出现在 18 时，闪击次数为 118 次；其次是 16 时和 20 时，闪击次数为 79 次和 69 次。从。时至中午 13 时，该时间段内除 8 时外 其他时段的闪击次数均在 10 次及以下。由此可见，产业集聚区的对地 闪击大致集中在中午至夜晚。因此产业

集聚区应关注午后及夜晚的雷电天气，特别是 14 时以后至夜晚 21 时为其雷电防御关键时段。

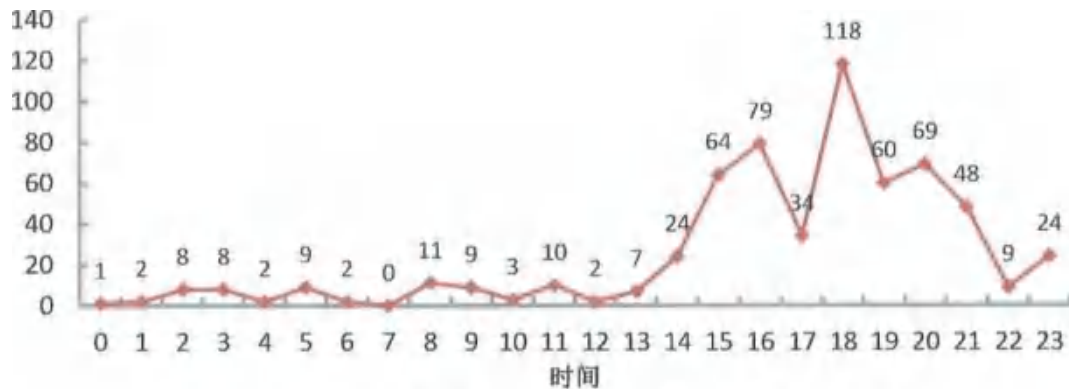


图8.6 2010-2019年驻马店高新技术产业开发区地闪回击日变化特征

### 1.3 雷电危害特征 1.3.1 雷电流强度分析

#### (1) 逐月雷电流平均强度及最大强度

西平县先进制造业开发区累计雷电回击次数最大值在 7 月，为 272 次；最大雷电流强度最大值则出现在 6 月，为 256.9kA；平均强度最大值出现在 5 月，为 53.300kA；5 月、9 月、11 月累计雷电回击次数较少，分别为 1 次、8 次、1 次；1 月、2 月和 10 月、12 月无雷电回击。

表 8.3 2010-2019 年地闪逐月雷电流统计表

月份	累计回击次数 (次)	平均强度 (kA)	最大雷电流强度 (kA)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	21	37.343	81.7
4	18	24.315	62.5
5	1	53.300	53.3
6	120	49.788	256.9
7	272	30.747	372
8	162	29.569	124
9	8	36.013	87.7
10	0	0	0
11	1	32.400	32.4
12	0	0	0

## (2) 雷电流强度的概率分布

根据历史云地闪回击数据统计得到雷电流强度分布概率图（图 5.2-6），西平县先进制造业开发区所在地发生的云地闪回击雷电流主要集中在 15~50kA，占闪电数量的 76.45%；15kA 以下的雷电流占 9.95%；50~100kA 的雷电流占 10.78%；100kA 以上的雷电流仅占 2.82%；

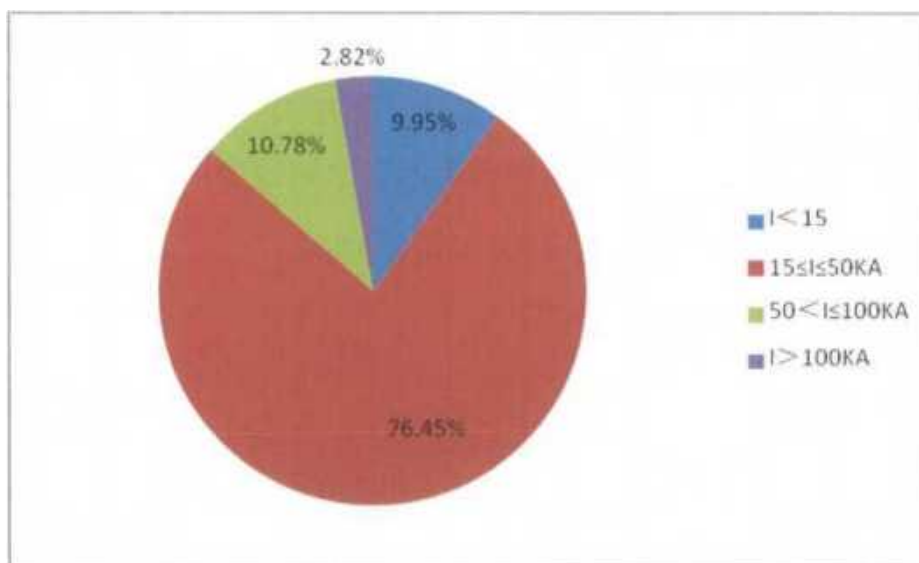


图 8.7 2010-2019 年雷电流强度分布概率



### (3) 雷电流绕击及反击分析

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

近10年,西平县先进制造业开发区一类防雷建筑物统计时间段项目内暂时还未出现小于 $5.4\text{kA}$ 的雷电流,根据雷电流累积率的分析,未来50年间,出现小于 $5.4\text{kA}$ 雷电流的次数估计为1.3次,绕击率为 $0.04\text{‰}$ 统计时间段项目内出现大于 $200\text{kA}$ 的雷电流3次,发生雷电流反击的概率为 $0.50\%$ 。产业集聚区内统计时间段项目内出现小于 $10.1\text{kA}$ 的雷电流3次,发生雷电流绕击的概率为 $0.50\%$ ;根据雷电流累积率的分析,统计发现大于 $150\text{kA}$ 的雷电流共发生5次,发生雷电流反击的概率为 $0.83\text{‰}$ 三类防雷建筑物小于 $15.8\text{kA}$ 的雷电流共发生72次,发生雷电流绕击的概率

为 11.94%；大于 100kA 的雷电流共发生 17 次，发生雷电流反击的概率为 2.82%。

表 8.4 2010-2019 年雷电流绕击及反击概率

	绕击频次	绕击率	反击频次	反击率
一类防雷建筑物	0	0	3	0.50%
二类防雷建筑物	3	0.50%	5	0.83%
三类防雷建筑物	72	11.94%	17	2.82%

#### (4) 推导未来发生的雷电流强度分布

关于雷电流强度分布主要依靠雷电流累积概率公式推导得出，IEEE 给出了一个雷电流累积概率分布公式，我们依据这一公式结合驻马店地区闪电定位数据拟合了一个分布公式(表 8.5)，根据两个累积概率分布公式推导了未来 10 年西平县先进制造业开发区所在地可能发生的地闪回击电流特征。

表 8.5 推导未来 10 年可能出现的地闪次数及雷电流强度分布

雷电流强度 (kA)	雷电流累积率 (%)	未来 10 年可能发 生的地闪回击次数	数据拟合的西平 区雷电流累积概 率 (%)	地 率	未来 10 年可能发 生的地闪回击次数
>0	100.00%	603	100.00%		603
>10	94.77%	571	98.09%		592
>20	71.20%	429	74.13%		447
>30	43.52%	262	39.09%		236
>40	25.20%	152	19.60%		118
>50	15.07%	91	10.42%		63
>60	9.51%	57	6.04%		36
>70	6.32%	38	3.83%		23
>80	4.39%	26	2.59%		16
>90	3.17%	19	1.88%		11
>100	2.36%	14	1.43%		9
>110	1.81%	11	1.08%		6
>120	1.41%	9	0.83%		5
>130	1.12%	7	0.64%		4
>140	0.91%	5	0.48%		3

雷电流强度 (kA)	雷电流累积率 (%)	未来 10 年可能发 生的地闪回击次数	数据拟合的西平 地 区雷电流累积概 率 (%)	未来 10 年可能发 生的地闪回击次数
>150	0.75%	5	0.37%	2
>160	0.62%	4	0.29%	2
>170	0.52%	3	0.22%	1
>180	0.44%	3	0.16%	1
>190	0.38%	2	0.13%	1
>200	0.33%	2	0.09%	1

### 1.3.2 雷电流陡度分析

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

#### (1) 逐年雷电流陡度分析

近 10 年，西平县先进制造业开发区累计回击次数在 2 (2015 年) ~ 237 (2013 年) 次之间，平均陡度在 8.482 ~ 13.015kA/ μs 之间，2010 年平 均陡度最大；最大雷电流陡度在 11.3 ~ 47.6kA/μs 之间，2016 年最大。

表 8.6 2010-2019 年雷电流陡度逐年统计

年份	累计回击次数(次)	平均陡度(kA/μs)	最大雷电流陡度(kA/μs)
2010	67	13.015	45.2
2011	98	12.662	30.6
2012	37	11.584	21.4
2013	237	10.906	29.7
2014	35	10.149	24.7
2015	2	10.400	11.3
2016	43	12.772	47.6

年份	累计回击次数（次）	平均陡度（kA/所）	最大雷电流陡度（kA/所）
2017	17	12.959	41.6
2018	9	9.744	21.2
2019	58	8.482	21.371

## （2）逐月雷电流陡度分析

近 10 年，西平县先进制造业开发区各月累计雷电回击次数在 0~272 次之间，7 月雷电回击次数最多，8 月次之，1 月、2 月和 10 月、12 月无雷电回击。3~9、11 月各月平均陡度在 7.2~13.8kA/RS 之间，11 月的平均陡度最大，6 月次之；3~9、11 月最大雷电陡度在 7.2~47.6kA/所之间，6 月最大，8 月次之。

表 8.7 2010-2019 年雷电流陡度逐月统计

月份	累计回击次数（次）	平均陡度（kA's）	最大雷电流陡度（kA/所）
1	0	0	0
2	0	0	0
3	21	11.194	21.4
4	18	8.548	16.7
5	1	7.2	7.2
6	120	12.477	47.6
7	272	11.299	38.8
8	162	11.010	45.2
9	8	10.938	18.4
10	0	0	0
11	1	13.8	13.8
12	0	0	0

## 1.4 雷击安全现状评估

通过对西平县先进制造业开发区及周边部分地区的雷暴数据分析可知：西平县先进制造业开发区雷击大地密度在 2.23 次，雷电流平均强度 34.37kA。

根据附录 B 表 13 区域雷击风险评估分级标准，西平县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。

## 1.5 雷击防护建议

(1) 根据闪电定位系统监测到的数据显示西平县先进制造业开发区历史地闪回击平均密度为 1.56 次依据西平市 1958-2005 年平均雷暴日数据计算, 其雷击大地密度为 2.48 次·kn<sup>-1</sup>。建议在设计院防雷装置设计时, 取 2.48 次·W-a<sup>-1</sup> 为设计依据。

(2) 按照 GB50057-2010 中的规定, 西平县先进制造业开发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。西平县先进制造业开发区历史地闪回击数据统计得到, 回击次数呈逐年下降趋势, 但是由于该地雷电活动主要受大尺度雷暴天气影响, 未来不排除个别年份会出现雷电剧增的情况。

(3) 该地雷电主要在夏季 6、7 和 8 月, 占全年雷电活动的 81.9% 以上, 冬季较少, 只有个别年份冬季有闪电发生。从日变化上来看, 14-21 时是雷电活动的高发期, 要密切注意在此时间段内发生雷电时的人员安全防护。

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

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

(6) 产业园内超过 60m 的建筑物其上部 20% 应符合防侧击雷要求, 其金属门窗、栏杆等应与建筑物防雷装置连接。鉴于西平县先进制造业开发区内三类防雷建筑物雷电流绕击概率较大, 达到 11.94%, 建议可以在设计标准的基础上适当提高防侧击雷的要求。

(7) 对西平县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。

## 1.6 西平县先进制造业开发区内施工现场防雷建议

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

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

(2) 做好施工现场临时设施的防雷安全

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

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

③ 塔吊等机械设备，操作人员乘坐室应采取直击雷防护措施。

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

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

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

(3) 现场施工人员防雷应急措施

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

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

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

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

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

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

⑦ 高空作业人员应在雷闪到达前撤离塔吊。

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

## 1.7 防雷装置投入使用后的防雷安全指导意见

(1) 防雷装置应由熟悉雷电防护技术的专职或兼职人员负责维护管理。

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

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

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

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

(6) 应具备保障检测人员和设备的安全防护措施，雷雨天应停止检测，攀高危险作业必须遵守攀高作业安全守则。检测仪表、工具等不能放谿在高处，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…次定期全面检测维护。日常维护应在每次雷击之后进行。在雷电活动强烈的地区，对防雷装置应随时进行目测检查。

(12) 进行防雷装置检查时，应当着重检查以下部位：

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

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

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

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

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

## 1.8 雷击事故处理

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

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



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

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

## 2 暴雨灾害

### 2.1 暴雨风险识别

#### 2.1.1 资料与数据

本报告暴雨灾害风险评估采用的资料与数据包括：西平国家气象站1980-2019年逐日、逐时和逐分钟降雨量观测数据及西平市暴雨灾害历史灾情数据等。

#### 2.1.2 暴雨特征分析

西平位于我国中东部的中纬度内陆地区，受太阳辐射、东亚季风环流、地理条件等因素的综合影响，属北亚热带与暖温带的气候过渡区，具有亚热带与暖温带的双重气候特征，是典型的大陆性季风型半湿润气候，受夏季风影响的程度大，雨热同期，降水丰沛。春末夏初，随着太阳活动北移，夏季风由弱增强，西太平洋副热带高压阶段性北跳，与其伴随的雨带自南向北推进，西平市进入雨季。春末，淮河地区受活跃的暖湿气流和江淮切变线影响，开始出现暴雨；随着夏季风的不断发展强盛，温暖、湿润的偏南气流为暴雨提供了充足的水汽条件，特别是6-8月份，夏季风活动旺盛，西平市进入暴雨频发期；夏末以后，随着冬夏季风环流的调整，冬季风活动逐渐增强，北方冷空气开始爆发南下，伴随副热带高压南撤减退，雨带也迅速南撤，西平暴雨期结束。西平暴雨季节较长，集中在相对多雨的5-9月，随着春末夏初季风的爆发，6月暴雨次数有了一个明显的增加，到7月达到峰值，其次为8月，此后暴雨日数逐月减少。

西平位于我国第三级地貌台阶上，横跨南阳盆地东缘和淮北平原，分属长江流域和淮河流域，地形复杂，气候多变，降雨量时空分配极不平衡。根据参证

站资料分析,多年平均降水量 990.4mm,汛期(6-8月)降水量占全年降水的 36.1%。西平暴雨量的年际变化相对较大,1980-2019年,西平市年均暴雨量 292.1 毫米,约占全年平均雨量的 29.5%,最多年份为 1120.4 毫米(1982年),最少年份未发生暴雨(1988年、1992年、2011年和 2012年)。一年中出现暴雨的最早日期是 4月9日(2005年),最晚日期是 11月7日(1996年)。

### 2.1.3 暴雨灾害典型案例

#### **1975年8月4-8日暴雨**

8月4-8日,南阳、许昌、西平连降特大暴雨,其中泌阳的林庄8月7日的一日降雨量达 1005.4 毫米,创中国大陆降水之最高记录;泌阳老君一小时最大降雨量为 189.5 毫米。742 平方千米流域面积内多场特大暴雨在短时间内汇入西平板桥等水库,水库也无法抵挡如此强大的水流,毗邻的 2 座大型水库、4 座中型水库和 53 座小型水库相继垮坝。下游一片汪洋,洪水祸及全省 30 多个县市,计有 1100 多万人口、406 多万公顷农田受灾,冲毁京广铁路 100 多千米、中断交通 18 天,直接经济损失超过百亿元,2.6 万多人丧生,被称之为“75.8”特大暴雨。

#### **1982年7月12-24日暴雨**

7月12-24日西平地区连降暴雨和大暴雨,局部特大暴雨。强降水区主要集中在板桥水库上游和汝河中上游地区,洪汝河出现仅次于“75·8”的大洪水,淮河出现仅次于 1968 年和 1954 年的第三次大洪水。过程雨量在 400 毫米以上,其中西平镇最大,为 596.4 毫米。驻马店地区东部平原内涝积水,汝河在遂平站洪峰水位 65.77 米,超过保证水位 0.77 米,褚市右岸决口五处,奎旺河决口三处,洪水到处泛滥。许多村庄被水淹、被水包围,房屋倒塌,农作物被淹,交通和通讯中断。

#### **1989年8月6-8日暴雨**

8月6-8日,受 13 号台风演变的低气压影响,南阳地区东部、信阳、西平大部、周口、商丘两地区的东部遭受暴雨到大暴雨袭击。水灾涉及 25 个县、215

个乡、2804 个行政村，倒塌房屋 3.75 万间，受灾农作物 30.2 万公顷，其中绝收或基本绝收的有 4.1 万公顷。

### **1997 年 7 月 16-17 日暴雨**

7 月 16-17 日，西平市多县（区）遭受暴雨袭击，其中上蔡县雨量达 383 毫米。据统计，农作物受灾面积 3.3 万公顷，绝收 1.5 万公顷，倒塌房屋 3800 间，围墙 1.1 万米，有 2.7 万人被水围困，死亡 3 人，

暴雨还冲毁公路，桥涵多处，冲跑粮食 670 万千克，直接经济损失 1.8 亿元。

### **1998 年 6 月 29 日-7 月 2 日暴雨**

6 月 29 日-7 月 2 日，全省出现了暴雨或特大暴雨，豫中、豫南有 34 县（市）过程雨量在 100 毫米以上，其中 10 县（市）超过 200 毫米，西平地区有 6 县降雨量在 200 毫米以上，平舆县最大达 452 毫米。大范围降水过程西平地区受灾最重，全区 10 县（市、区）均受灾，被围困人口 30.56 万人，紧急转移安置 21.57 万人，灾情最重的平舆县有 11 个乡、62 个行政村、182 个自然村、6.4 万人被水围困，杨埠镇 17 个村均围困在洪水中，积水最深达 1.5 米。全地区有 7.7 万公顷农作物受灾，成灾 5.1 万公顷，绝收 2.6 万公顷，水围村庄 422 个，倒塌房屋 2766 间，损坏房屋 1.86 万间，浸泡粮食 7100 万千克，损坏塑料大棚 1070 间，0.1 万公顷鱼塘水面被毁坏，44 个乡镇企业被迫停产，140 座桥涵被冲毁，344 所中小学被迫停课，直接经济损失 2.19 亿元。

### **2003 年 8 月 28-30 日暴雨**

8 月 28-30 日，黄淮之间多地普降大到暴雨，西平局地大暴雨。西平等地农田大面积积水，造成严重内涝，灾情最为严重，有 466 千公顷农作物受灾，成灾面积 442 千公顷，绝收面积 112 千公顷，损坏房屋 6738 间，倒塌房屋 3645 间，刮倒树木 4800 余棵，造成直接经济损失 13.74 亿元。

#### **2.1.4 暴雨风险源与隐患分析**

暴雨引发的积涝和洪水可对建筑、水利工程、交通、电力等城市基础设施和

人民的生命财产安全产生危害，并造成重大损失并影响正常的社会秩序。对于本报告风险评估的对象西平县先进制造业开发区区域而言，暴雨灾害可能造成的影响主要包括以下几方面：

(1) 暴雨可能造成西平县先进制造业开发区地势较低的办公大楼一楼办公设备遭水浸而损坏。

(2) 暴雨可能造成西平县先进制造业开发区内地势低的厂房一楼设施的损坏。

(3) 暴雨可能造成西平县先进制造业开发区内变压器室电力设施的损坏。

(4) 暴雨引发的内涝可能损坏西平县先进制造业开发区内地势低洼的仓库货物遭水淹导致损毁。

(5) 暴雨可能导致房屋地基因积水而造成的损坏，财产因进水而造成的损失。

(6) 暴雨造成的积水可能造成高新技术产业开发交通瘫痪，车辆等交通工具受损。

(7) 暴雨可能造成管道、河流致溢，污水反流，导致生物源污染剧增。

(8) 暴雨可能引发洪涝，造成蚊媒孳生地扩大，鼠类生存环境改变，导致虫媒传染病、鼠源性疾病的蔓延。

## 2.2 暴雨灾害风险评估

### 2.2.1 暴雨灾害风险评估方法

暴雨灾害风险评估方法采用国标《风险管理风险评估技术（GB/T 27921-2011）》中的风险矩阵法对本项目的暴雨灾害风险通过评估和分级，具体方法详见附录 C。暴雨灾害事件发生可能性的计算以项目选取的参证气象站降水历史观测数据为基础，使用数理统计方法对降水极值概率分布函数进行拟合，进一步求出降雨量超过特定值的概率。

### 2.2.2 暴雨发生的可能性评估

西平市 4-11 月都可能出现暴雨，5-9 月出现天数较多。1980-2019 年，西平市

气象站共录得 143 天暴雨以上降水，其中 27 天为大暴雨（日雨量习 00 毫米且 V250 毫米），2 天特大暴雨（日雨量兰 250 毫米）；平均每年发生暴雨以上强降水的天数为 3.6 天（图 8.8）。1982 年 8 月 13 日，西平市出现大暴雨降水过程，西平国家气象站录得 420.4 毫米大暴雨，创下建站以来的单日降水最高记录。

表 8.8 地块暴雨发生强度分析表

站号	暴雨发生的强度指标		
	平均雨强（mm/天）	暴雨日雨量极值（mm）	平均每年发生暴雨次数
57290	81.7	420.4	3.6

暴雨灾害事件发生可能性的计算以项目选取的参证气象站降水历史观测数据为基础，使用数理统计方法对降水极值概率分布函数进行拟合，进一步求出降雨量超过特定值的概率。根据实地调研及市政工程处提供的降水强度与市区积水情况，分析发现西平县先进制造业开发区大部分区域排涝设计时间为 1.5 小时，根据第七章设计气象参数计

算参证气象站不同重现期极值降水，得到西平站 90 分钟历时不同重现期雨量，见表 8.9。

表8.9 西平气象站 90 分钟历时最大降水量不同重现期计算值(单位: mm)

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
降水量	46.6	55.1	65.1	78.5	92.3	100.8	111.8	127.5

注：采用 90 分钟历时雨量滑动累计得到。

结合西平市历史暴雨灾情记录、西平气象局暴雨预警指标，参考《西平市中心城区排水防涝综合规划(2015-2030)》中排水分区 IX、X、XI 和 XII 四个区域中管网现状和近期、远期规划，并兼顾西平县先进制造业开发区特性，综合考虑后，本报告认为当 90 分钟历时雨量超过 60 毫米，可能对本项目所评估的西平县先进制造业开发区内企业造成影响，因此以 90 分钟历时雨量 N60 毫米作为暴雨灾害事件，并结合参考气象站雨量的概率分布函数，计算得出本项目所在区域发生暴雨灾害事件的概率为 0.26。按照表 C.1 给出的灾害风险可能性等级分值划分，西平县先进制造业开发区暴雨灾害发生的可能性等级为 2 级，即很可能发生。

### 2.2.3 暴雨发生的后果损失评估

按照西平县先进制造业开发区现有的排涝设计，暴雨引发城市内涝的可能性较大，地势相对低洼的仓库物流、交通工具、房屋地基等有可能会遭遇水浸导致财产损失。

暴雨可能造成厂区内变压器室电力设施的损坏。

暴雨可能造成厂区内主厂房一楼设施的损坏。

办公大楼主要注意暴雨引发积水对于一楼办公设备的损坏。

暴雨可能造成西平县先进制造业开发区内道路受损，建筑被淹，甚至造成人员受伤。

综合考虑上文所述各种情形，结合表 C.3 暴雨灾害事件造成后果分析等

级划分，确定暴雨灾害对西平县先进制造业开发区可能造成后果的等级为3级。

#### 2.2.4 暴雨风险水平的确定

综合西平县先进制造业开发区暴雨灾害发生的可能性等级和后果等级，参照“表 C.4 灾害风险分级矩阵”，西平县先进制造业开发区的暴雨风险为中等风险。

### 2.3 暴雨灾害防范建议

西平县先进制造业开发区应针对暴雨灾害天气风险建立防御的工程性和非工程性控制措施（表 8.10）。

表 8.10 西平县先进制造业开发区应对暴雨灾害性天气事件引发安全事故的控制措施表

措施类别	应采取的控制措施
预防措施	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 西平县先进制造业开发区将防御暴雨灾害的安全气象保障工作已纳入本区安全稳定工作，层层分解落实本区安全气象保障工作目标任务和责任。</li> <li>2. 西平县先进制造业开发区每年组织一次有关专家开展本区域内暴雨气象灾害隐患排查工作，并且发现隐患都及时治理。</li> <li>3. 西平县先进制造业开发区应明确负责安全稳定的领导分管暴雨气象灾害防御工作，并纳入本区应急值班范畴。</li> <li>4. 西平县先进制造业开发区应开展暴雨气象防灾减灾知识和避险自救技能科普宣传。</li> <li>5. 西平县先进制造业开发区应建立手机安全气象预警预报信息接收终端，接到预警预报信息，及时采取相关防范措施。</li> <li>6. 西平县先进制造业开发区建筑物及排水系统符合防御暴雨气象灾害的相关要求。</li> </ol>
减轻事故后果的应急措施	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 西平县先进制造业开发区应制定防御暴雨气象灾害的应急预案。</li> <li>2. 西平县先进制造业开发区应明确气象灾害应急避难场所。</li> <li>3. 西平县先进制造业开发区应储备防御暴雨气象灾害应急物资。</li> <li>4. 西平县先进制造业开发区应建立防御暴雨气象灾害工作档案，以便成灾之后查阅，采取有效措施。</li> </ol>

(1) 西平县先进制造业开发区存在中等暴雨风险，需要注意防御暴雨灾害。

建议充分考虑西平县先进制造业开发区所在区域暴雨多发的特点，适当定期检查排水系统，定期检查排水管道是否畅通，尽可能降低强降水引发积涝的可能；对于气象局发布的暴雨预警信号要密切关注。在气象局发布暴雨预警信号后，要立即进行隐患排查并做出相应的治理。对于暴雨灾害隐患，重点除了日常的排查外，还应在暴雨多发期来临前，一般在5月份之前，进行一次全面的暴雨灾害隐患排查和治理。调研西平县先进制造业开发区周边内涝隐患情况，提高暴雨引发

的积涝灾害的防御能力。建议在高新技术开发区主要隐患点增加警示标牌并在西平县先进制造业开发区内增设气象电子显示屏，及时接收气象局发布的暴雨预警信号。

(2)制定针对暴雨灾害的应急预案，建立各级防汛责任制，定期对厂房、办公大楼的渗漏水及雨水倒灌风险隐患进行排查；西平县先进制造业开发区防汛办公室负责气象预警信号和天气动态预报信息的接收，密切与气象局等政府部门进行沟通，及时通过文件、电视、网站、手机、传真、微信等渠道获取最新气象信息。西平县先进制造业开发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，立即向西平县先进制造业开发区管委会报告。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，将西平县先进制造业开发区的应急响应分为IV级、III级、II级、

I级，通常按预警等级(颜色)相应提高，但是情况紧急也可以越级响应。同时按照应急响应等级做出相应的应对措施。要求全体员工必须清楚应急预案，并熟悉各自的职责，各部门、各应急小组组织学习和演练。西平县先进制造业开发区办公室不定期检查各部门的学习和演练情况，每年至少组织一次联合演习和针对性的学习。同时积极参加当地政府组织的应急救援演练。

(3) 全年暴雨在6-8月出现机会较多。但在全球变暖、极端天气气候事件多发的背景下，非汛期同样可能出现极端的强降水，例如1984年9月7日的暴雨过程，单日雨量达142.0mm；2007年5月23日的暴雨过程，单日雨量达121.6毫米。因此，除了在汛期做好暴雨防御工作之外，非汛期也需要警惕暴雨发生的可能，避免因防灾减灾意识松懈带来风险隐患。

(4) 有历史记录以来最大小时雨量为113.3mm(2009年8月28日11时)，特别要注意短历时强降水过程对西平县先进制造业开发区内需重点关注的风险源的影响。



### 3 大风灾害

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

### 3.1 大风风险识别

#### 3.1.1 资料与数据

本报告大风灾害采用的资料和数据包括：西平国家气象站 1972-2019 年逐日最大风速观测数据、西平大风灾害历史灾情数据库 和《中国气象灾害大典—河南卷》。

#### 3.1.2 大风灾害等级

参照中国气象局预测减灾司气预函〔2005〕47 号关于下发《突发气象灾害预警信号发布业务规范》（试行）的通知和国家气象局地面天气观测规范以及浦福风力等级把大风灾害天气分为四个强度等级（表 8.11）。

表 8.11 大风灾害天气强度等级表

强度等级	名称	浦福风力等级	风速范围 (m/s)	地物征象	预警信号
一级	一般大风	7	13.9-17.1	全树动摇，大树枝弯下来，迎风不行感觉不便	蓝色预警
二级	较严重大风	8	17.2-20.7	可折毁小树枝，人迎风前行感觉阻力甚大	蓝色或黄色预警
		9	20.8-24.4	草房遭受破坏、屋瓦被掀起，大树枝可折断	黄色预警
三级	严重大风	10	24.5-28.4	树木可被吹倒，一般建筑物遭破坏	黄色或橙色预警
		11	28.5-32.6	大树可被风吹倒，一般建筑物遭严重破坏	橙色预警
四级	特严重大风	12	>32.6	摧毁力极大	红色预警

#### 3.1.3 大风灾害典型案例

##### 1972 年 6 月 3-4 日大风灾害

6 月 3-4 日，全省 58 个县、市出现冰雹大风天气，南乐、泌阳风速达 20~22 米/秒，西平等地区蒙受重大损失，农作物、房屋、树木 等均有损失，人畜也有伤亡。28 日，民权出现大风，砸死 10 多人。7 月，民权一次大风，3~4 把粗的树刮倒，有房顶被揭。

##### 1995 年 2 月 27 日大风灾害

2 月 27 日西平地区除泌阳外，其余 9 县（市）均出现了大风，大部 9 级以上。平舆县刮坏塑料大棚 2872 个，房屋 1609 间，损失 304.66 万元。上蔡

县刮倒大棚 708 个、围墙 3700 多米，砸死 2 人，伤 4 人，刮倒树木 2 万多棵，损失 1610 多万元。西平县 6 个村庄起火，烧房 35 间，拖拉机 3 部烧毁，伤 3 人，损失折款 15 万元。

### 2000 年 6 月下旬至 7 月上旬大风灾害

6 月下旬至 7 月上旬，商丘、周口、西平 3 市 18 个县 72 个乡镇 遭受龙卷风、暴雨、冰雹袭击，造成农作物受灾面积 10.7 万公顷，成灾面积 6 万公顷，倒塌房屋 2170 间，另有部分树木、电杆被刮倒、刮断、公路、桥涵被冲毁，直接经济损失 2.02 亿元，其中农业直接经济损失 1.85 亿元。

### 2017 年 5 月 22-23 日大风灾害

受较强降水天气系统影响，遂平 22 日 18 时至 23 日 07 时出现了中到大雨、局地暴雨天气，伴有雷电大风。极大风速 13.7 米/秒，为 6 级风。县域出现小麦倒伏，其中西农 979、新麦 26 两个品种倒伏较严重，全县受灾面积 5 万余亩，直接经济损失 600 多万元，受灾人口 3 万余人。

#### 3.1.4 大风风险源与隐患分析

大风天气可能造成的危害范围很广，包括：危旧住房、厂房、工棚、围墙、临时建筑、在建工程、市政公用设施（如路灯等）、游乐设施、各类吊机、施工电梯、脚手架、电线杆、树木、广告牌、铁塔和阳台、屋顶上的花盆、空调室外机、雨蓬、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。对于本报告风险评估的对象而言，大风灾害可能造成的影响主要包括以下几方面：

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

大风易吹落高层建筑物/构筑物的门窗和屋顶的物品以及广告牌，甚至吹倒建筑物，威胁园区生命财产安全。

大风易吹倒行道树木等，影响园区车辆的交通正常运行。

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

大风刮断电线等极易引发火灾，危及园区基础设施。

大风影响园区户外活动。

## 3.2 大风风险评估

### 3.2.1 大风灾害风险评估方法

大风灾害风险评估方法同样采用中华人民共和国国家标准《风险管理 风险评估技术》(GB/T 27921-2011)中的风险矩阵法对本项目的大风灾害风险通过评估和分级。大风灾害事件发生可能性的计算以项目选取的参证气象站大风历史观测数据为基础，使用数理统计方法对极大风速概率分布函数进行拟合，进一步求出极大风速超过特定值的概率。

### 3.2.2 大风发生的可能性评估

大风灾害事件发生可能性的计算以项目选取的参证气象站大风历史观测数据为基础，使用数理统计方法对最大风速概率分布函数进行拟合，进一步求出最大风速超过特定值的概率。根据第七章设计风速基准值计算出代表西平县先进制造业开发区的参证气象站不同重现期最大风速值如表 8.12 所示。

表 8.12 不同重现期设计风速（单位：m/s）

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
设计风速	12.3	13.8	15.5	17.6	19.6	20.8	22.2	24.2

结合历史大风记录，考虑西平县先进制造业开发区特点，本报告认为当最大风速  $317.3\text{m/s}$ ，即易发生较严重大风灾害影响，可能对西平县先进制造业开发区的企事业建筑物及外露设备造成影响，结合不同重现期最大风速计算结果和参考气象站最大风速的概率分布函数，可计算得出评估对象所在区域发生大风灾害事件的概率为 0.12。按照灾害风险可能性分级表给出的灾害风险可能性等级分值划分，西平县先进制造业开发区所在区域大风灾害发生的可能性等级为 2 级，即很可能发生。

### 3.2.3 大风发生的后果损失评估

园区大风可造成大树倒伏、电杆折断，地面设施和建筑物毁坏，尤其会损毁抗风性能较弱的房屋，影响园区正常运行。大风容易吹落高层建筑物的门窗和屋顶的物品以及广告牌，有时甚至吹倒建筑物，对园区行人安全构成威胁。大风吹倒行道树木等，园区车辆的交通正常运行易受到影响。大风可能造成水、电、通信等线路中断，影响电力、水等正常供应以及造成通讯中断和设施损毁。大风极易刮断电线等引发火灾，危及园区基础设施。大风影

响园区户外活动。

综合考虑上文所述各种情形，结合灾害事件造成后果分析等级划分，确定大风灾害对西平县先进制造业开发区可能造成后果的等级为3级。

### 3.2.4 大风风险水平的确定

综合西平县先进制造业开发区所在区域大风灾害发生的可能性等级和后果等级，风险等级分值为6，此区域内大风风险为中等风险。

### 3.3 大风灾害防范建议

西平县先进制造业开发区应针对大风灾害天气风险建立防御的工程性和非工程性控制措施（表 8.13）。

表 8.13 西平县先进制造业开发区应对大风灾害性天气事件引发安全事故的控制措施表

措施类别	应采取的控制措施
预防措施	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 西平县先进制造业开发区将防御大风灾害的安全气象保障工作已纳入安全稳定工作，层层分解落实 西平县先进制造业开发区安全气象保障工作目标任务和责任。</li> <li>2. 西平县先进制造业开发区每年组织一次有关专家开展西平县先进制造业开发区大风气象灾害隐患排查工作，重点排查大风诱发建筑物的门窗脱落和屋顶的物品掉下以及是否有危房等隐患，并且发现隐患都及时治理。</li> <li>3. 西平县先进制造业开发区明确负责安全稳定的领导分管大风气象灾害防御工作，并纳入西平县先进制造业开发区应急值班范畴。</li> <li>4. 西平县先进制造业开发区开展大风气象防灾减灾知识和避险自救技能科普宣传，重点普及防高空坠 落实科普知识和大风天气车辆行驶安全教育。</li> <li>5. 西平县先进制造业开发区建立手机安全气象预警预报信息接收终端，接到大风预警预报信息，及时 采取防御大风措施。</li> <li>6. 西平县先进制造业开发区建筑物符合抗大风的安全要求，并符合建筑物防火等级要求。</li> </ol>
减轻事故后果的应急措施	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 西平县先进制造业开发区制定防御大风气象灾害的应急预案。</li> <li>2. 西平县先进制造业开发区储备防御大风气象灾害的应急物资。</li> <li>3. 西平县先进制造业开发区建立大风气象灾害的工作档案，以便出灾之后查阅，采取有效措施。</li> </ol>

西平县先进制造业开发区防御大风灾害天气风险的处置措施与对策建议如下：

(1) 大风来临前。应及时加固地面设施，有建设工程的西平县先进制造业开发区要遮盖建筑物资，妥善安置易受大风影响的室外物品。对简易建筑、临时搭建物、门窗、电气线路、室外体育器械等进行重点排查，消除因大风

可能导致安全事故的隐患，在危险地段设置安全警示牌。在房间里要小心关好窗户，在窗玻璃上贴上“米”字形胶布，防止玻璃破碎，远离窗口，避免强风席卷沙石击破玻璃伤人。对西平县先进制造业开发区工作人员进行安全教育，提高安全意识。

(2) 大风影响中。尽量减少外出，必须外出时不要在广告牌、临时搭建筑物下面逗留、避风。停止进行户外活动或露天集会。西平县先进制造业开发区车辆如果正在行驶中，应及时驶入地下停车场或隐蔽处。特别注意防范大风刮断西平县先进制造业开发区电线等引发火灾。做好停电、停水的各项应急工作。建议在西平县先进制造业开发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。

## 4 高温灾害

### 4.1 高温风险识别

#### 4.1.1 资料与数据

本报告高温灾害风险评估采用的资料与数据包括：西平国家站 1961-2019 年逐日极端最高气温观测数据，西平县先进制造业开发区及周边高温灾害历史灾情数据等。

#### 4.1.2 高温灾害典型案例

##### **2006 年 8 月**

8 月 11-13 日受副热带高压影响，全省出现高温高湿天气，由于天气闷热，致使全省电网用电负荷连创历史新高，最高日用电量首次超过 3.6 亿度，西平等 4 市的用电负荷创历史新高。同时，儿童发烧、呼吸道和消化道疾病及空调病发病率均明显上升。

## 2011年6月7-8日

6月8日,全省出现了大范围高温天气,焦作、郑州、漯河、周口、西平5市有17个站在42°C以上,西平县先进制造业开发区区域及周边区域气象站测温均超过40°C。时值一年一度的高考期间,对近百万名考生应对高考有一定不利影响。

### 4.1.3 高温风险源与隐患分析

高温造成的危害可分为直接危害和间接危害,其中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;间接危害主要包括导致工作效率下降,重、特大火灾集中发生,拉闸限电,爆胎及车祸等。对于本报告风险评估的对象而言,高温灾害可能造成的影响主要包括以下几方面:

(1) 持续高温对园区内工人健康造成不利影响,体弱者容易出现中暑等情况。高温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。

(2) 持续高温影响产业开发区正常生产活动。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,以及造成的生产中断、生活工作失常而造成的财富损失,主要包括供水、供电超负荷量;交通、通讯中断。

(3) 高温使区域内的火险等级增加,某些易燃的化学物品当气温高于30°C时,如保存不当就易自燃,甚至爆炸,引发火灾等安全事故。可能造成评估区域人员伤亡和财产损失。

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

(5) 炎热的天气,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。高温天气可能引发园区货运车辆在行驶过程中自燃，引发安全事故。

## 4.2 高温灾害风险评估

### 4.2.1 高温灾害风险评估方法

本报告采用经典的风险定义来表达灾害风险，并采用国标《风险管理风险评估技术(GB/T 27921-2011)》中的风险矩阵法对西平县先进制造业开发区的高温灾害风险进行评估和分级。灾害风险分级由灾害风险事件发生的可能性和产生的后果来决定。高温灾害事件发生可能性的计算以项目选取的参证气象站和参考站历史5-10月逐日最高气温观测数据为基础，使用数理统计方法对高温概率分布函数进行拟合，进一步求出极端高温超过特定值的概率。参考《气象灾害预警信号发布与传播办法》中高温定义：轻度高温： $35^{\circ}\text{C} < \text{日最高气温} < 37^{\circ}\text{C}$ ；中度高温： $37^{\circ}\text{C} < \text{日最高气温} < 40^{\circ}\text{C}$ ；严重高温： $\text{日最高气温} > 40^{\circ}\text{C}$ 。

### 4.2.2 高温发生的可能性评估

根据第六章不同重现期极端高温计算结果，计算得到代表园区不同重现期极端最高气温，见表8.14。

表 8.14 西平县先进制造业开发区不同重现期极端最高气温

重现期(a)	2	3	5	10	20	30	50	100
极端最高气温(℃)	38.2	38.9	39.6	40.6	41.5	42.1	42.7	43.6

结合西平县先进制造业开发区园区范围及周边区域历史高温灾情记录，综合考虑产业园区特性，本报告认为当日极端最高气温 $>38^{\circ}\text{C}$ ，即发生中度或严重高温，可能对本项目所评估的西平县先进制造业开发区内企业造成影响，因此以日极端最高气温 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 作为高温灾害事件，并结合参证气象站日极端最高气温的概率分布函数，计算得出本项目所在区域发生高温灾害事件的概率为0.56。按照表C.1给出的灾害风险可能性等级分值划分，西平县先进制造业开发

区高温灾害发生的可能性等级为 1 级，即极可能发生。

#### 4.2.3 高温发生的后果损失评估

- (1) 持续高温影响西平县先进制造业开发区正常生产活动。
- (2) 某些易燃的化学物品受高温影响易自燃，甚至爆炸，引发城市火灾等灾难事故。
- (3) 持续高温对园区内工人健康造成不利影响，体弱者容易出现中暑等情况。
- (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。
- (5) 高温天气可能引发园区车辆在行驶过程中自燃，引发安全事故。
- (6) 高温使园区的火险等级增加，容易引发安全事故。

综合考虑上文所述各种情形，结合灾害事件造成后果分析等级划分，确定高温灾害对西平县先进制造业开发区可能造成后果的等级为 3 级。

#### 4.2.4 高温风险水平的确定

综合西平县先进制造业开发区高温灾害发生的可能性等级和后果等级，参照“表 C.4 灾害风险分级矩阵”，风险等级分值为 3，西平县先进制造业开发区的高温风险为高风险。

### 4.3 高温风险对策措施与建议

开发区应针对高温灾害天气风险建立防御的工程性和非工程性控制措施(表 8.15)。

表 8.15 西平县先进制造业开发区应对高温灾害性天气事件引发安全事故的控制措施

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

(1) 组织开展高温天气中火灾逃生知识的宣传和技能培训。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。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西平县先进制造业开发区电线、变压器等电力设备负载大而引发的火灾。

(2) 对西平县先进制造业开发区员工进行防暑指导。高温天气下告知员工尽量留在室内, 并避免阳光直射, 暂停户外活动; 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; 白天尽量减少户外作业, 尤其是在中午到下午这段时间, 避免在强烈的阳光下暴晒。

(3) 加强开发区食品卫生及后勤安全监督检查。食堂应多准备咸食、凉白开水、冷盐水、白菊花水或绿豆汤等。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。全面提高西平县先进制造业开发区绿地覆盖率和种树,增加西平县先进制造业开发区水域面积和喷、洒水设施,降低温度,缓解城市热岛效应。高温来临前应及时安装降温设备,如电扇、空调、冰箱等,必要时进行隔热处理。在办公室的窗户和窗帘之间安装临时反热窗,如铝箔表面的硬纸板。早晨或下午能进太阳光的窗户用窗帘(遮光帘)遮好。

(4) 建议在西平县先进制造业开发区内增设气象电子显示屏,及时接收气象局发布的高温预警信号。制定针对高温灾害的应急预案,积极参加当地政府组织的应急救援演练。

## 5 未来气候变化情景下的气象灾害风险

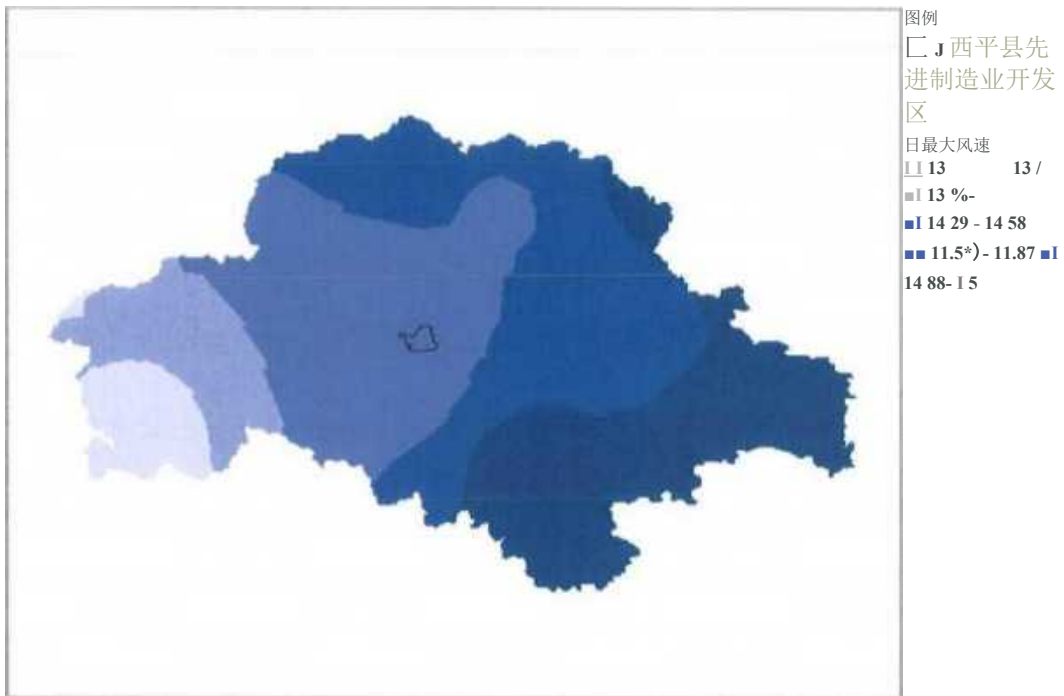
气候变化情景为 IPCC 第 5 次评估报告 (AR5) 融入政策因素的代表性浓度路径 (Representative Concentration Pathways, RCP) RCP4.5 和 RCP8.5 情景,其中, RCP8.5 情景是全球最高的温室气体排放情景, 2100 年太阳总辐射强迫上升至  $8.5W/m^2$ ,该情景假定人口多、技术创新率不高、能源改善缓慢,导致长时间高能源需求及高温室气体排放,而缺少应对气候变化的政策; RCP4.5 情景考虑了与全球经济框架相适应的,长期存在的全球温室气体和生存期短的物质排放,采用低端排放基准和中等减缓措施, 2100 年太阳总辐射强迫稳定在  $4.5W/m^2$ 。气候变化预估数据是由国家气候中心提供的使用区域气候模式 RegCM4 在全球模式 BCC\_CSM1.1 驱动下的模拟结果,其气象要素包括逐日的最高气温 ( $^{\circ}C$ ) 和最大风速 ( $m/s$ ),各时段气象要素极值由上述日资料数据推算得到。

### 5.1 大风灾害

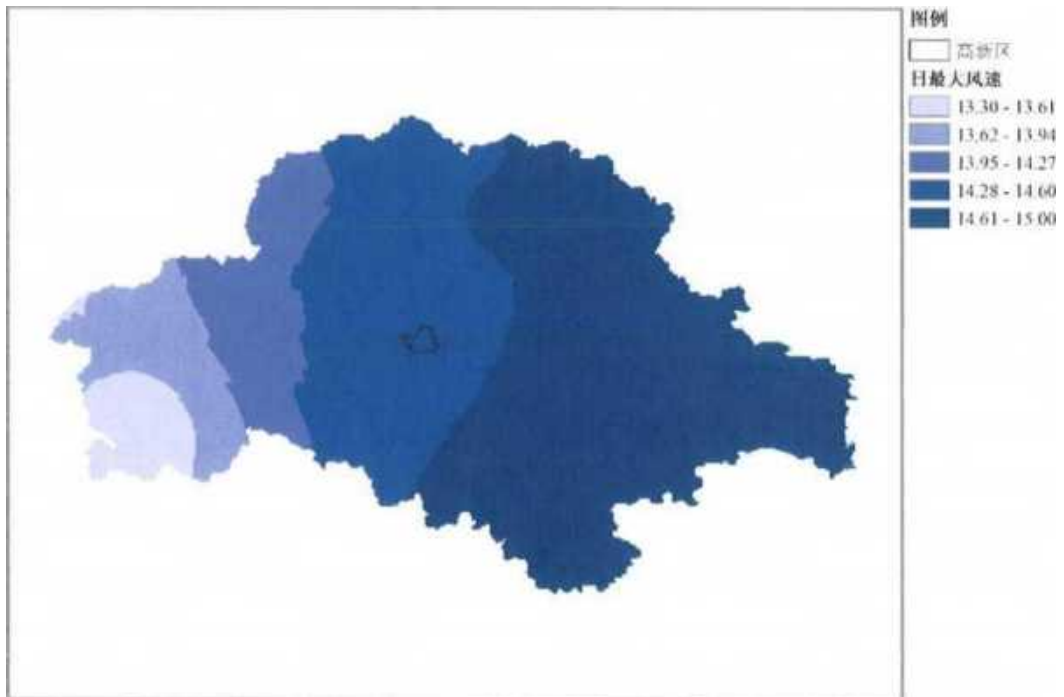
图 8.25 显示,未来气候变化 RCP4.5 情景下, 2050 年和 2070 年代西平县先

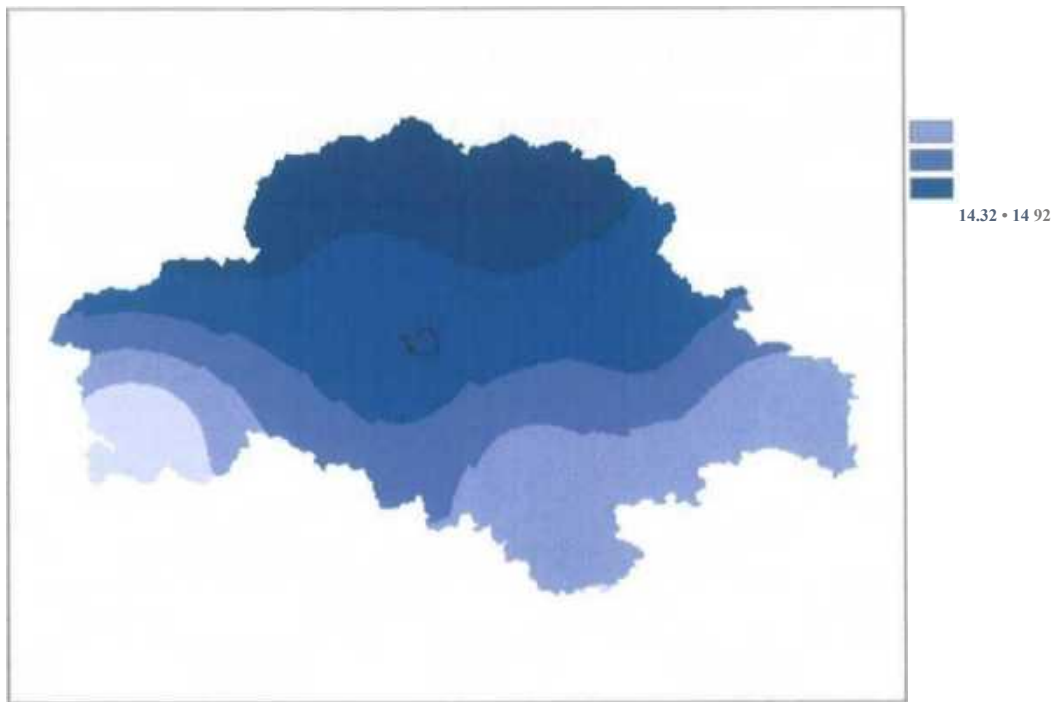
进制造业开发区日最大风速在 14.4 米/秒左右。未来气候变化 RCP8.5 情景下，2050 年代高新区日最大风速在 13.8 米/秒左右；2070 年代，日最大风速有所增大，在 14.8 米/秒左右。两种情景相比，在 2050 年代和 2070 年代均以 RCP8.5 情景大风灾害风险较高。

### 西平 RCP4.5 情景 2050 年代(2051-2060 年)



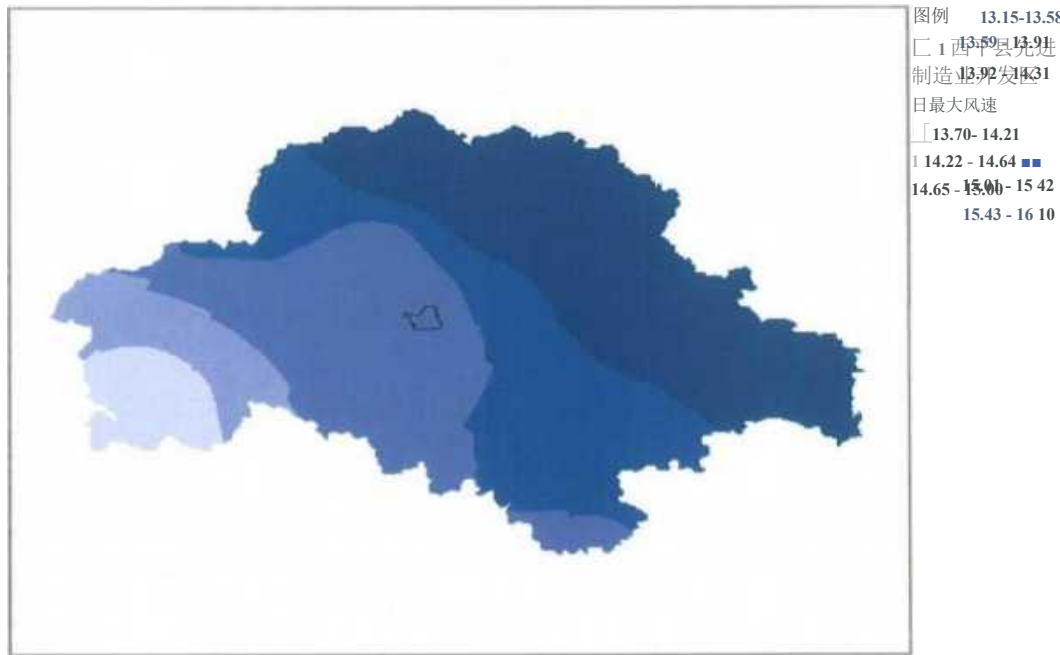
### 西平 RCP4.5 情景 2070 年代(2071-2080 年)





西平 RCP8.5 情景 2050 年代(2051-2060 年)

西平 RCP8.5 情景 2070 年代(2071-2080 年)



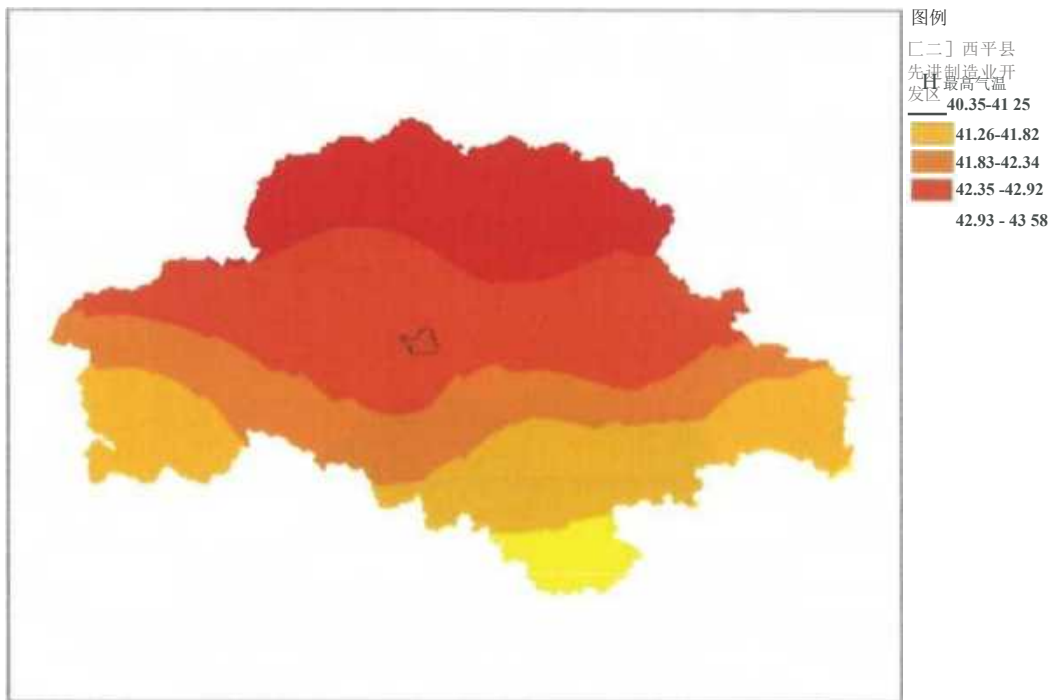
- 图例
- I ~ 开发区
  - H 最大风速
  - 12.60-13.14
  - 13.15-13.58
  - 13.59-13.97
  - 13.98-14.31
  - 14.32-14.64
  - 14.65-15.00
  - 15.01-15.42
  - 15.43-16.10

图 8.25 未来气候变化情景下西平县先进制造业开发区大风灾害风险

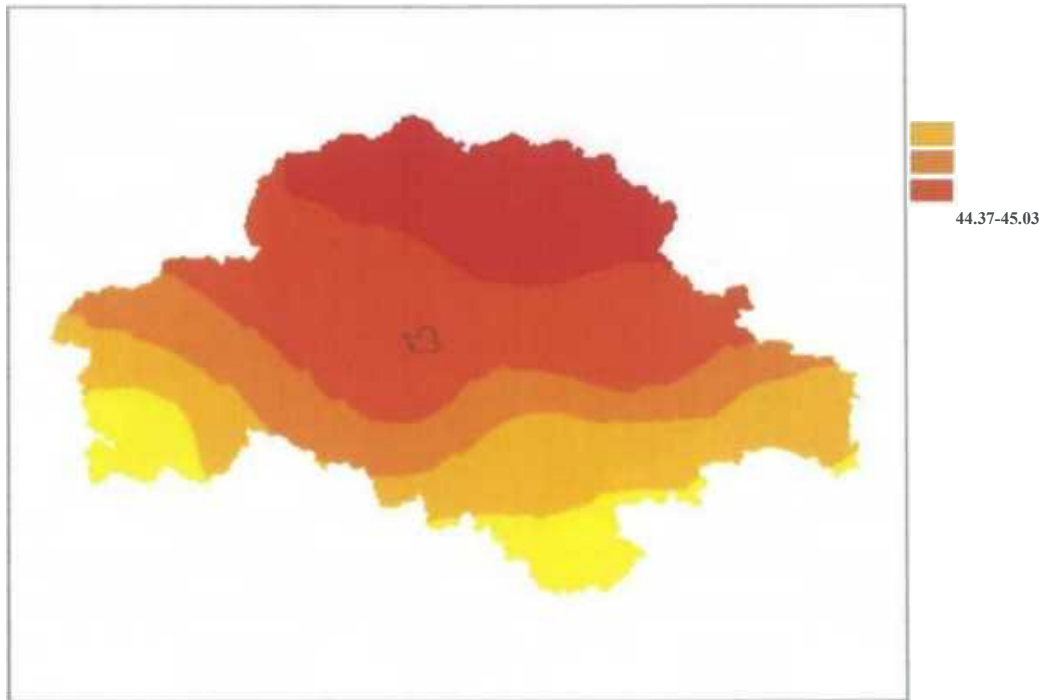
## 5.2 高温灾害

图 8.26 显示，未来气候变化 RCP4.5 情景下，2050 年代西平县先进制造业开发区日最高气温在 42.6°C 左右；2070 年代，日最高气温升高，在 44.0°C 左右。未来气候变化 RCP8.5 情景下，2050 年代西平县先进制造业开发区日最高气温在 43.3°C 左右；2070 年代，日最高气温升高，在 44.0°C 左右。两种情景相比，在 2050 年代和 2070 年代，RCP8.5 情景高温灾害风险均高于 RCP4.5 情景。

西平 RCP4.5 情景 2050 年代(2051-2060 年)

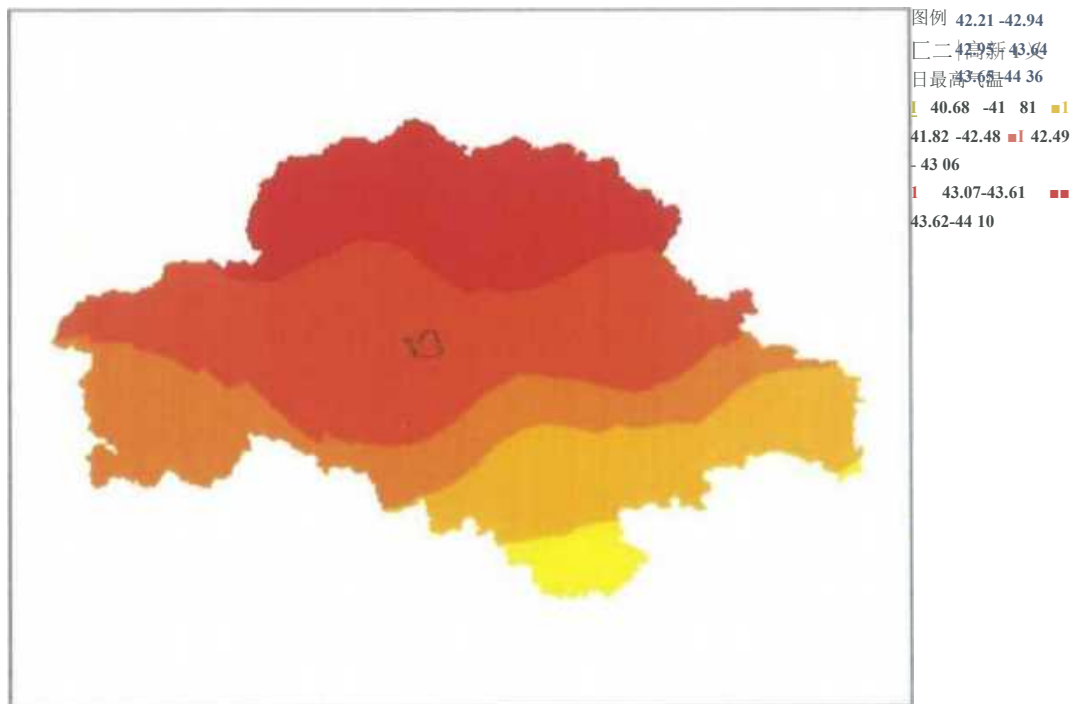






西平 RCP4.5 情景 2070 年代(2071-2080 年)

西平 RCP8.5 情景 2050 年代(2051-2060 年)



图例

I~I 西平县先进制造业开发

1 40.55 -42.20

图例 42.21 -42.94

II 2050 年 43.04

日最高气温 44.36

1 40.68 -41.81 1

41.82 -42.48 1 42.49

-43.06

1 43.07-43.61 1

43.62-44.10

### 西平 RCP8.5 情景 2070 年代(2071.2080 年)

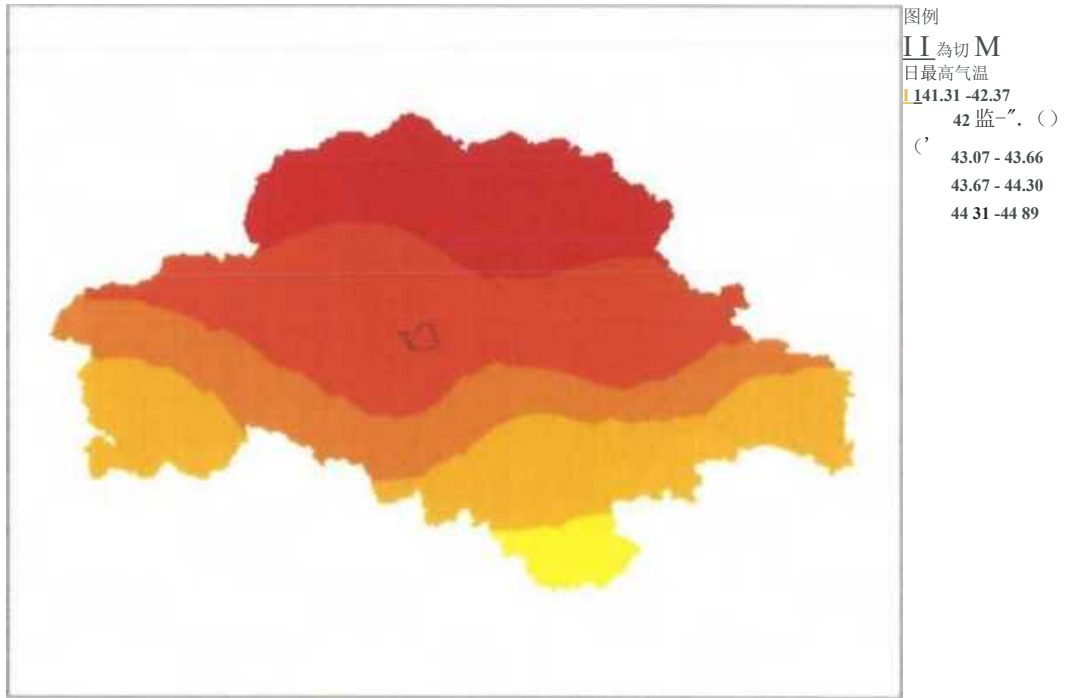


图 8.26 未来气候变化情景下西平县先进制造业开发区高温灾害风险

## 第九章 局地气候数值模拟

### 1 数据介绍

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

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

的时间，从而合理缩短同化过程的计算时间。

因此，本系统继续沿用这一核心算法，同时为进一步描述 1 km 分辨率尺度的细节，尤其是气温、气压等随海拔高度变化较为明显的要素场，本系统引入美国国家航空航天局（NASA）和美国国防部国家图像测绘局（NIMA）联合测量制作而成的全球区域 30m 空间分辨率地形数据产品，采用面积权重方法重采样制作亚洲区域 0.01°空间分辨率的数字高程模型（DEM）地形参数数据，对温度、气压等进行地形调整，其中温度递减率除了受地形高度的影响外，还可能受到风力、对流型天气等其他要素影响。

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

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

## 2 风环境场模拟

典型天气个例选择：利用西平国家级气象站观测的风速和天气现象资料为选择依据，结合周边市域内的国家站观测相应时段观测资料，选取西平市 2020 年典型月（1 月和 7 月）中与常年月主导风向一致的天，日平均风速与常年月平均风速接近的个例（2020 年 7 月 30 日）进行说明。

图 9.1-9.5 是基于 HRCLDAS 中国  $0.01^\circ \times 0.01^\circ$  逐小时融合实况分析数据的 10m 风速产品得到的西平市产业集聚区在 2020 年 7 月 30 日的逐小时近地面平均风场。2020 年 7 月 30 日凌晨西平市产业集聚区近地面风杂乱无章，呈偏西风，风速较小，约在 0-0.3 m/s 左右，一直持续至 7 月 30 日清晨 05 时。

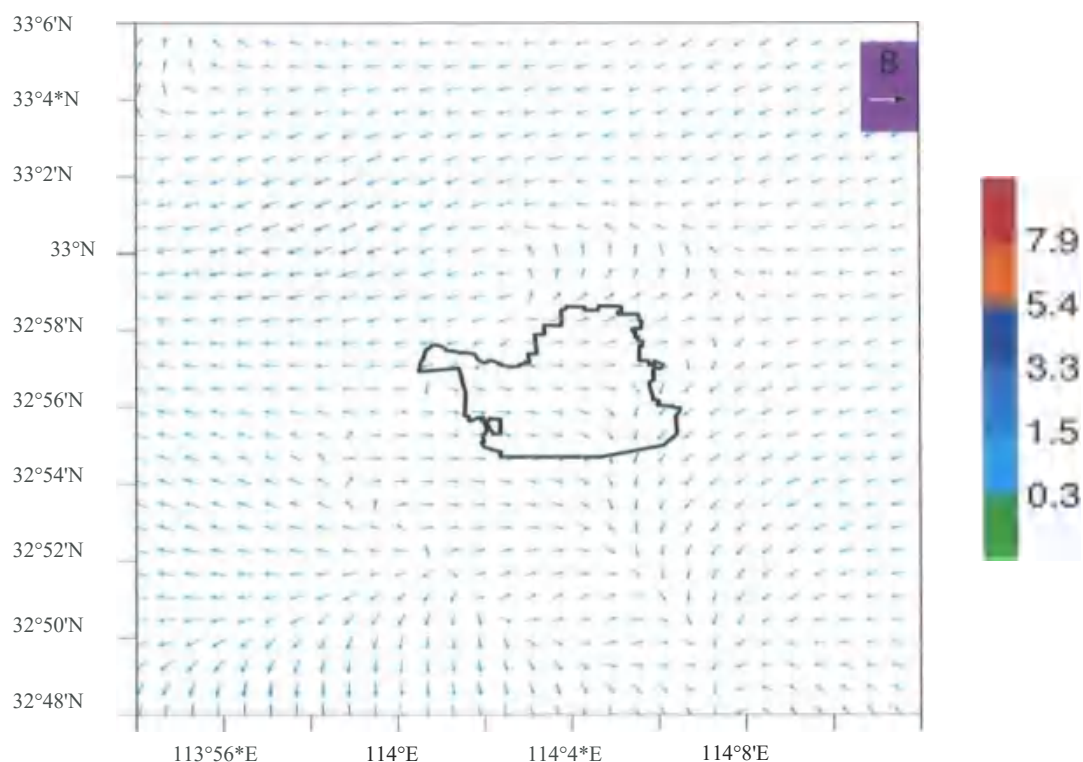


图 9.1 2020 年 7 月 30 日 00 点 10 米风速分

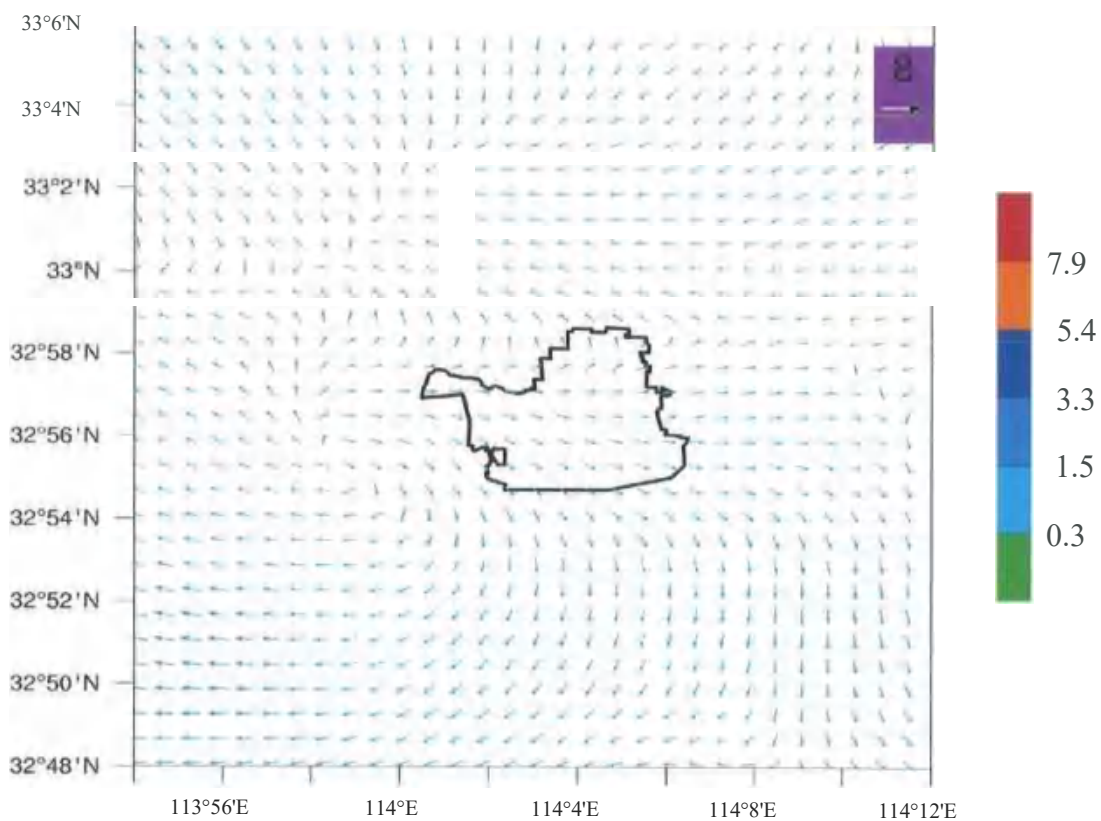


图 9.2 2020 年 7 月 30 日 05 点 10 米风速分

7 月 30 日白天 07.14 时西平市产业集聚区风速增大，西平市产业集聚区大部分地区风向由偏西风转为东北偏北风，风速由 0.3·1.5m/s 增加至 1.5m/s 以上。

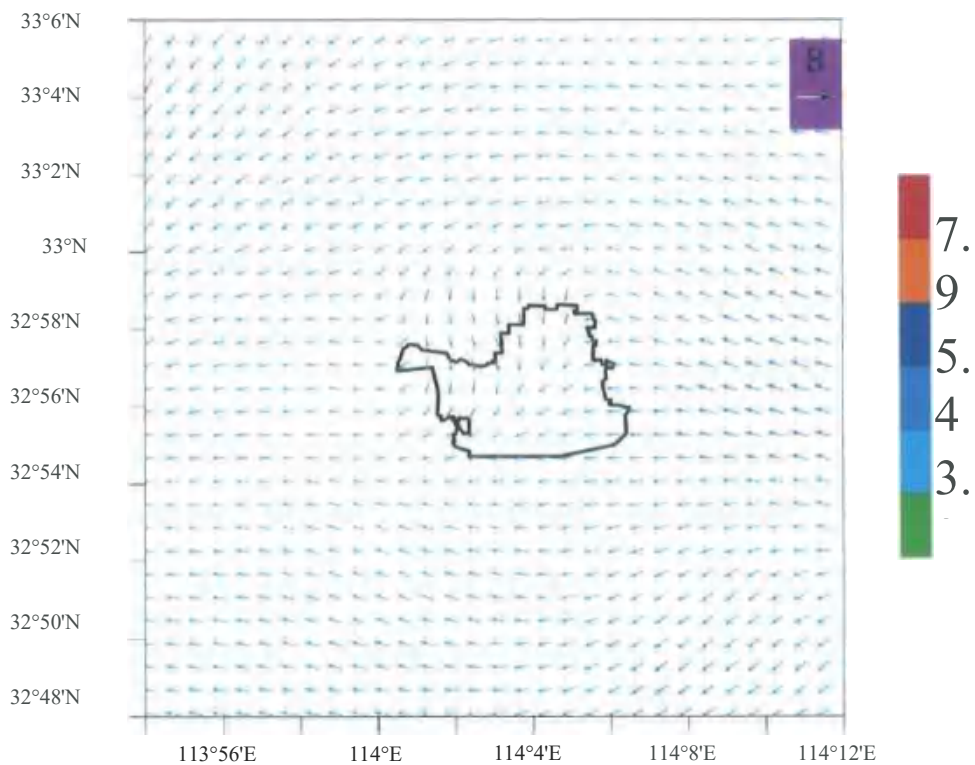


图 9.3 2020 年 7 月 30 日 07 点 10 米风速分布

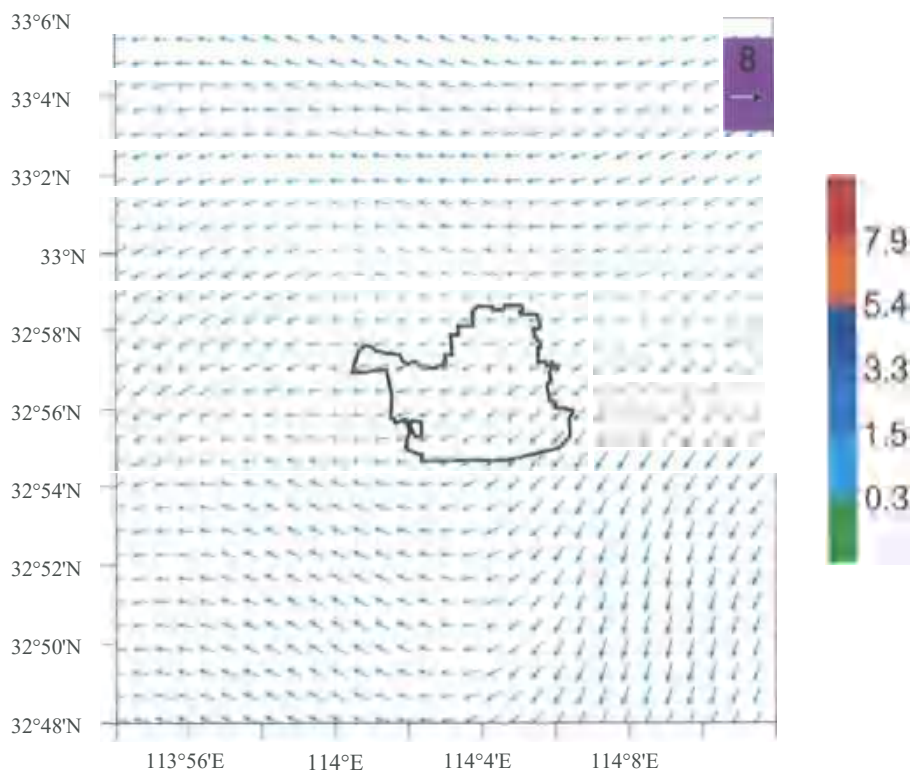
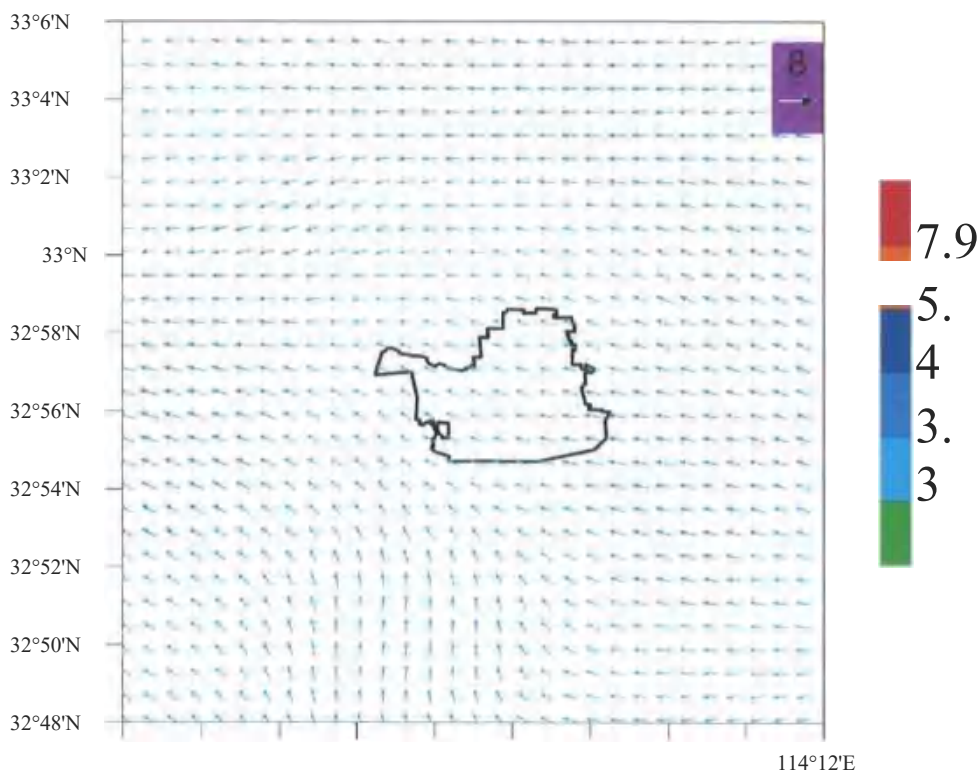


图 9.4 2020 年 7 月 30 日 14 点 10 米风速分布



2020年7月30日夜间产业集聚区风速再次减弱，风向由东北偏北



风转为偏东风，风速介于 0.3-1.5m/So

图 9.5 2020 年 7 月 30 日 23 点 10 米风速分布

## 第十章结论和建议

本报告以西平县先进制造业开发区周边国家气象站以及区域自动站等观测资料为基础，结合数值模拟及历史灾情资料，对西平县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、西平县先进制造业开发区气候背景、高影响天气、关键气象参数、暴雨高温等灾害专题影响评估和西平县先进制造业开发区规划建设对局地气候的可能影响，进行总结，给出结论的适用性和不确定性。同时根据结论，进一步对西平县先进制造业开发区的规划、建设和运营等提出建议。

### 1 主要结论

#### 1-1 大气环流特征

影响河南的大气环流系统主要包括西太平洋副热带高压、西伯利亚高压、阻塞高压、西风槽、切变线、锋面、低空急流、西南涡等。夏季主要受西太平洋副热带高压、台风、低空急流、切变线、低空急流、锋面、西南涡等环流系统影响，易出现暴雨、雷雨大风、冰雹、短时强降水等对流性天气；冬季受西伯利亚高压、阻塞高压等影响，易出现低温阴雨（雪）、寒潮大风等灾害性天气。春季受冷锋、东北冷涡等影响易出现冰雹、倒春寒、暴雨等灾害性天气，秋季受阻塞高压、西风槽等影响，易出现干旱和连阴雨等天气。

## I. 2 西平县先进制造业开发区气候背景

西平县先进制造业开发区位于西平市东南部，属暖温带半湿润季风气候，气候资源丰富，气候条件良好，气候温和，雨水适中，四季分明。报告选取西平气象站作为参证气象站，其观测资料 W 代表西平县先进制造业开发区气候背景状况。

西平气象站累年平均气压 1006.2hPa,年平均气温 15.5°C,平均最高气温 20.7°C,平均最低气温 11.1°C; 该地区平均降水量 922.9mm,年降水量的 49.2%集中在夏季，7 月降水最多；年平均风速 2.0m/s,全年最多风向为西北偏北风（NNW）；年平均相对湿度 71%,平均日照时数 1782h,平均降水日数 97.7d。建站至 2019 年，年极端最高气压 1035.3hPa,极端最低气压 976.6hPa,极端最高气温 41.9°C,极端最低气温-18.1 °C,极大风速 25.2m/s。

各气象要素的年际变化中，气温呈上升趋势，相对湿度、日照时数、风速呈减少趋势。降水量年际变化差异大，变化趋势不明显。气象要素的月、季变化中，气温、降水、相对湿度在夏季达到峰值，日照时数、风速峰值出现在春季。

利用位于区域自动站 2018-2019 年资料，与同时期西平气象站资料进行对比分析。区域站年平均气温 16.2°C,年平均风速 1.8m/s,年平均降水量（4-10 月）397.1mm,年最大风速 2m/s（风向 NNW,出现在 2019 年 6 月 4 日）；西平站年平均气温 15.5°C,年平均风速 2.0m/s,年平均降水量（4-10 月）717.8mm,年最大风速 11.8m/s（风向 NNW,出现在 2019 年 6 月 4 日）。

表 10.1 区域站与气象站气象要素一览表

气象要素		区域站	西平
2018 年	气温	16.2	15.4
	降水（毫米）（4-10月）	564.3	1022.9
	平均风速（米/秒）	1.9	2.1
	最大风速（米/秒）	11.1（NNW, 8月18日）	10.6（WNW, 5月16日）
2019 年	气温（℃）	16.3	15.7
	降水（毫米）（4-10月）	229.8	412.7
	平均风速（米/秒）	1.6	1.9
	最大风速（米/秒）	11.2（NNW, 6月4日）	11.8（NNW, 6月4日）

### 1 - 3 高影响天气及灾害风险评估

根据西平县先进制造业开发区所在区域的历史气象灾害、开发区重点企业气象要素及高影响天气的抽样调查，最终确定影响西平县先进制造业开发区的关键气象因子有降水、风、雷电、温度等要素，高影响天气为暴雨、大风、积雪、雷暴、闪电、高温、冰雹、雾、低温等灾害性天气。西平县先进制造业开发区及入驻企业均应根据高影响天气及敏感气象因子，设置气象灾害应急预案，接收气象预报和预警信息，及时启动应急行动计划。

表 10.2 高影响气象因子一览表

气象因子		统计结果	备注
雷暴	累年雷暴日数（天）	20.4	6-8月为高发期
	多年最多年雷暴日数（天）	42	1963年
大风	多年平均大风日数（天）	3.5	
	多年最大风速（米/秒）	23	1973年12月21日
	多年极大风速（米/秒）	25.2	1972年11月23日
暴雨	多年平均暴雨日数（天）	3.5	

气象因子		统计结果	备注
	多年1小时最大降水量(毫米)	125.1	2009年8月28日
	多年日最大降水量(毫米)	420.4	1982年8月13日
高温	多年平均高温日数(天)	17.4	
	极端高温(CC)	41.9	1966年7月19日
积雪	多年平均雪日数(天)	13.2	
	多年最大积雪深度(厘米)	38	1989年
雾	累年年雾日数(天)	20.8	
	多年最多年雾日数(天)	59	2014年

## 1.4 关键气象参数推算结果

西平县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、以及室外空气计算参数等，对不同重现期的风速设计基准值、室外空气气象参数、不同历时暴雨强度等的关键气象参数如下表所示。报告得到的推算结果是科学的，但由于各种原因，存在不确定性，这是需要具体设计人员加以注意的。

表 10.3 关键气象参数不同重现期推算结果

重现期	2a	3a	5a	10a	20a	30a	50a	100a
设计风速(m/s)	12.3	13.8	15.5	17.6	19.7	20.8	22.3	24.3
基本风压(kN/m <sup>2</sup> )	0.0936	0.1178	0.1486	0.1916	0.2400	0.2675	0.3075	0.3652
基本雪压(kN/m <sup>2</sup> )	0.1176	0.1606	0.2123	0.2869	0.3643	0.4131	0.4790	0.5780
平均最高气温(°C)	32.1	32.9	33.6	34.6	35.6	36.1	36.8	37.7
平均最低气温(°C)	-2.4	-3.0	-3.6	-4.4	-5.2	-5.7	-6.3	-7.0
极端高温(°C)	38.2	38.9	39.6	40.6	41.5	42.1	42.7	43.6
极端低温(°C)	-9.7	-11.1	-12.6	-14.5	-16.3	-17.3	-18.6	-20.3
最大日降水量(mm)	86.8	108.1	134.3	169.2	203.8	223.9	249.0	283.1
极端雪深(cm)	8.8	11.7	14.9	19.0	22.9	25.2	28.0	31.8

表 10.4 室外气象参数

参数名称	计算方法说明	计算结果
(1)供暖室外计算温度	累年平均每年不保证 5 天的日平均温度	-3.2 °C
(2)冬季通风室外计算温度	历年最冷月月平均温度的平均值	1.4 °C
(3)冬季空气调节室外计算温度	累年平均每年不保证 1 天的日平均温度	-5.0°C
(4)冬季空气调节室外计算相对湿度	历年最冷月月平均相对湿度的平均值	69%
(5)夏季空气调节室外计算干球温度	累年平均每年不保证 50h 的干球球温度	34.7°C
(6)夏季空气调节室外计算湿球温度	累年平均每年不保证 50h 的湿球球温度	28. rc
(7)夏季通风室外计算温度	历年最热月 14 时的月平均温度的平均值	31.3 °C
(8)夏季通风室外计算相对湿度	历年最热月 14 时的月平均相对湿度的平均值	62%
(9)夏季空气调节室外计算日平均温度	累年平均每年不保证 5 天的日平均温度	31.7°C

表 10.5 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
5 min	325.9	349.8	380.0	420.9	461.8	485.8	515.9	556.8
10min	280.2	300.7	326.7	361.8	397.0	417.6	443.5	478.7
15min	247.7	265.9	288.9	320.0	351.1	369.3	392.2	423.3
20min	223.4	239.8	260.5	288.5	316.5	333.0	353.6	381.7
30min	188.8	202.7	220.1	243.8	267.5	281.4	298.9	322.6
45min	155.8	167.3	181.7	201.3	220.8	232.3	246.7	266.3
60min	134.3	144.2	156.6	173.5	190.4	200.2	212.7	229.5
90min	107.5	115.3	125.3	138.8	152.3	160.2	170.1	183.6
120min	91.0	97.7	106.1	117.5	128.9	135.6	144.0	155.4

## 1.5 西平县先进制造业开发区建设对局地气候可能产生的影响

由于西平县先进制造业开发区路网建设、设施建设、商业用地不断扩大、城市新社区建设等，人类活动的增多，必然会改变原来的土地覆被情况，会使园区局地气候特点和生态环境发生变化。练江河在西平县先进制造业开发区穿城而过，对周边居住及生活区域有一定改善，但其两侧园区内水体分布较少，随着园区建设的不断推进，不透水面积持续扩大，对太

阳辐射吸收导致地面增温效应更强。随着西平县先进制造业开发区建设用地面积增加，会使得园区蓄洪排涝能力下降、园区“热岛”、“雨岛”效应突出，需引起高度重视。

## 2 适用性分析

在设计风速推算中，对最大风速进行概率计算以及通过分析临近气象站确定极值，存在一定的不确定性；同理，在进行雪压和气温的极值推算中，概率计算和推算时也存在一定的不确定性。因此报告推算结果中，选取数值较大的计算结果以确保在大概率事件中推算结果的安全性。

## 3 建议

本节基于西平县先进制造业开发区气候可行性论证区域整体评价结论，并结合西平县先进制造业开发区地理位置、产业规划等实际情况，给出西平县先进制造业开发区不同开发阶段（规划、建设、运营等）的与气候可行性密切相关的建议。需要指出的是，本节所提的建议只是参考性建议，不能替代规划或建设项目的具体设计意见。

1. 随着气候变化，降水的变化较大，小时强降水及强降水过程出现的可能性也在增加，导致西平县先进制造业开发区洪涝风险增加；此外，在西平县先进制造业开发区的中部有练江河，西平县先进制造业开发区内的企业也有部分处于地市低洼地区，建议各园区/企业加强暴雨灾害的隐患排查。各园区/企业根据暴雨强度公式、暴雨灾害风险评估等发生改变的新特点，结合绿地系统规划和海绵城市建设相关规范，适当提高排水管线设计标准。

2. 园区建设中应充分考虑设计风速、雪荷载的大小，提高园区内建



筑物抗风、抗雪能力，减少大风、暴雪可能造成的经济损失、人员伤亡。

3. 西平县先进制造业开发区入驻企业主要为化工、医药、食品、新材料、物流及综合服务，按照 GB50057-2010 中的规定，西平县先进制造业开发区内一般工业厂房可以划分为三类防雷建筑物；加油加气站按二类防雷建筑物设计；住宅酒店办公楼一般情况下可按三类防雷建筑物设计，若楼高超过 100m, 应按二类防雷建筑物设计。

4. 做好建设和运营过程中气象灾害防御工作。现场踏勘工作表明，西平县先进制造业开发区对暴雨、大风、雷电、暴雪、高温、雾霾、冰雹、低温等高影响天气敏感度较大，园区在建设及运营中需防范高影响天气的影响；管委会及各园区要根据实际情况制定气象灾害应急预案，在园区主要隐患点增加警示标牌，多渠道、多方式及时接收气象预报和预警信息，及时启动应急行动计划，增强园区员工防灾意识。

5. 要根据气候变化和灾害发生规律以及气候论证和风险评估的结论，科学确定区域功能，有效控制园区规模，合理布局区域格局，保证园区绿化面积，合理布设通风廊道，有效控制区域热岛效应的增强，促进河流和土壤对雨水的吸收等，减轻园区热岛、雨岛等影响，保障园区经济社会可持续发展。

6. 为了更好的服务各园区/企业建设及产业的发展，建议各园区在重点企业安装自动气象观测站，以更好的收集相关的气象资料，使气象参数更精准化，以便更好的服务于园区及企业的运营。

### 3.1 规划阶段

在西平县先进制造业开发区规划阶段，主要从西平县先进制造业开发区

整体布局的合理性、如何规避气象灾害高发区等角度出发，给出西平县先进制造业开发区整体的规划建议。西平县先进制造业开发区将而临总体规划修编，在总体规划中应考虑的考虑增加气象因素的影响，开展西平县先进制造业开发区气象灾害调查、气候资源利用、通风廊道规划等工作，以便在后期的建设中有有效规避高影响天气的影响，同时合理利用西平县先进制造业开发区的气候资源，同时提升西平县先进制造业开发区空气流通能力，有效改善人居环境。

根据气候变化和灾害发生规律以及气候论证和风险评估的结论，科学确定区域功能，有效控制区域规模，合理布局区域格局，保证西平县先进制造业开发区绿化面积。合理布设西平县先进制造业开发区的通风廊道，有效控制区域热岛效应的增强，保障西平县先进制造业开发区经济社会可持续发展。

表 10.6 西平县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	产业园内部布局	1、西平县先进制造业开发区年最多风向为西北-东南风，不同季节主导风向略有差异，因此，大气污染型单元布置在敏感区的东北-西南方位，影响相对较小；园区内建筑物的布局应注意保留西北-东南向的通风廊道。 2、对暴雨敏感度较高的产业建筑，应避免建在地势低洼的地区。地下仓库、停车场等也应做好干燥排水工作。
	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。
阶段	关注点	对策及建议
	规避本地气象灾害	汛期暴雨日数较多，在规划和建设阶段需重点关注降水对排水管网及相关设施的要求；另外，不可忽视对雷电、大风、低温冰冻等高影响天气的防护。

防雷设施	西平县先进制造业开发区产业园内一般工业厂房及办公楼可以划分为三类 防雷建筑物，易燃易爆场所则需根据具体的使用性质按 设计标准划分防雷类别。建议可以在设计标准的基础上 适当提高防侧击雷的要求，并安装 SPD,建立一套适用的防雷安全工作方案和防雷安全应急预案对所属防雷装 置进行管理维护和发生雷击后的应急管理。
------	---

### 3.2 建设阶段

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

(1) 在设计排水管网、建筑物荷载、采暖通风等设计中需要用到相关的基本气象参数，可参考本报告给出的排水设计气象参数、设计风速、基本气温、重现期极值的推算。设计人员可根据设计需求，从报告推算值或者规范推荐值中进行选取。需要指出的是，若在园区中设计建设排水管网以及高层构筑物时，建议提高有关设计气象参数的要求。

(2) 建设施工阶段最好避开5~9月暴雨高发期，以减少延误工期，建筑材料冲毁、损坏所造成的损失；园区7、8月高温天气较多，建设时宜采用抗高温、环保(甲醛含量少)的材料为主，温度较高时，避开中午高温时段施工；若园区建设高层建筑，则应充分考虑建筑风荷载，同时应做好抗风安全措施，以防人员伤亡；避免在夏季午后和午夜等雷电高发时期进行施工建设，若高新技术产业开发区内新建项

目，建议按照第二类防雷建筑进行防直击雷保护，在设计施工时一定要按照防雷技术规范实行。

表 10.7 西平县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。故而最好避开6~8月暴雨高发期，以减少损失。
	大风	由于西平县先进制造业开发区有沿河生活区，分布有高层建筑，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，以防人员在施工期间，雷击对项目的影响主要是造成工程停工延期、影响施工质量、损坏施工设备、甚至造成人员伤亡等，故应避免雷电高发时期进行施工建设，具体参考当地的气象预警信息。
	雷电	西平地区夏季高温天气较多，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。
	高温	西平易出现低温冰冻月份为12月至次年3月，对供电、建设等造成一定影响。冰冻天气也对公路交通影响较大，影响建筑材料的运输。
	积雪冰冻	避免冰雹天气进行施工建设。
	冰雹	

### 3.3 运营阶段

在运营阶段，根据西平县先进制造业开发区影响天气分析结果和西平县先进制造业开发区实际，从西平县先进制造业开发区运营过程中气象防灾减灾的角度对西平县先进制造业开发区提出建议。西平县先进制造业开发区的高影响天气包括暴雨、大风、高温、雷暴、冰雹和大雾等。

#### (1) 暴雨

在运营阶段，暴雨可造成厂区积水，引起电路、水泵等工业设施发生故障；

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；暴雨造成的积水可能造成园区露天停车场车辆等受损，地势低洼的厂区低层受淹；暴雨可能造成园区办公大楼一楼的办公设备遭水浸而损坏；暴雨引发的内涝可能损坏园内物流货物遭水淹导致损毁；暴雨可能造成园区内变压器室电力设施的损坏。

建议园区定期检查排水系统，定期检查排水管道是否畅通，定期对厂房、办公大楼的渗漏水及雨水倒灌风险隐患进行排查，尽可能降低强降水引发积涝的可能；密切关注气象局发布的暴雨预警信号，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，及时接受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；除了在6-8月做好暴雨防御工作之外，非汛期也需要警惕暴雨发生的可能，避免因防灾减灾意识松懈带来风险隐患；特别要注意短历时强降水过程对园区内需重点关注的风险源的影响。

## (2) 大风

在运营阶段，大风可能拔起大树、折断电杆，毁坏地面设施和建筑物，特别是会对抗风性能较弱的房屋造成损毁，影响园区正常的运行；大风容易吹落高层建筑物的门窗和屋顶的物品以及广告牌，有时甚至吹倒建筑物，对园区工人安全构成威胁；大风影响能见度，易吹倒行道树木等，影响园区车辆的交通正常运行；大风可能造成水、电、通信等线路中断，影响电力、水等正常供应以及造成通讯中断和设施损毁；大风极易刮断电线等引发火灾，危及园区基础设施；大风还能影响园区户外活动。

建议大风天气加固地面设施，有建设工程的园区要遮盖建筑物资，妥善安置

易受大风影响的室外物品；对简易建筑、临时搭建物、门窗、电气线路、室外体育器械等进行重点排查，消除因大风可能导致安全 事故的隐患，在危险地段设置安全警示牌；对园区工作人员进行安全 教育，提高安全意识；大风期间尽量减少外出，必须外出时不要在广 告牌、临时搭建筑物下面逗留、避风；停止进行户外活动或露天集会； 园区车辆如果正在行驶中，应及时驶入地下停车场或隐蔽处；特别注 意防范用大风刮断园区电线等引发火灾；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；积极参加当地政府组织的应急救援演练。

### (3) 高温

在运营阶段，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；持续高温影响园区正常生产活动；某些易燃的化 学物品受高温影响易燃，甚至爆炸，引发火灾等灾难事故；持续高 温对园区内工人健康造成不利影响，体弱者容易出现中暑等情况；高温高湿的闷热天气对粮食贮藏、食品、物资的贮运也带来危害；高温天气可能引发园区货运车辆在行驶过程中自燃，引发安全事故；高温使园区的火险等级增加，容易引发安全事故。

建议高温来临前应及时安装降温设备，必要时进行隔热处理；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；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种树，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；高温天气中组织开展火灾逃生知识 的宣传和技能培训；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；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，及时接受气象局发布的高温预警信号；制定针对高温灾害的应急预案，积极参加当地政府组织的应急救援演练。

#### (4) 雷暴

雷暴闪击的电火花可引起燃烧或爆炸，毁坏工厂车间、生产设备；雷击电网线路可造成线路跳闸，引起瞬时停电或电压波动，严重影响生产设备的安全运行。

应加强非工程性防雷措施(如建设系统的雷电预警系统、制定完善的防雷安全管理制度等)，可以更加科学地指导该区域雷电灾害防御,有效提升防雷安全；雷电活动的高发期(夏季8.9月午后及午夜)，园区管理部门应当密切关注天气预报，做好相关的防御措施；应建立一套适用的防雷安全工作方案和防雷安全应急预案，对所属防雷装置进行管理维护和发生雷击后的应急管理。

#### (5) 冰雹

冰雹可能造成建筑物、车辆损坏；可能造成人员伤亡。可在园区适当种植草皮和树木，达到减少雹灾目的；冰雹发生时，关好门窗，妥善安置好易受冰雹大风影响的室外物品，如货车等最好停车躲避；切勿随意外出，暂停户外活动；户外作业人员要停工，应立即到室内暂避；户外人员不要进入孤立棚屋、岗亭等建筑物，或在高楼烟囱、电线杆或大树底下躲避冰雹，尽量找到一个坚固的地

方躲避；在做好 防雹准备的同时，也要做好防雷电的准备；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预警信号；制定针对冰雹灾害的应急预案，积极参加当地政府组织的应急救援演练。

#### （6）大雾

大雾能对园区交通造成影响，包括产品运输及人员的上下班；还能对输电线路和露天电气设备的绝缘体造成变故，甚至酿成事故，危害人体健康；大雾使污染物不容易向高空扩散，造成严重的污染，直接危害人体健康，以呼吸道最为显著。

尽量不要外出，必须外出时，要戴上口罩，防止吸入有毒气体；尽量少在雾中活动；减速慢行，避免靠近大货车驾驶；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预警信号；积极参加 当地政府组织的应急救援演练。



表 10.8 西平县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,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。	1.6~8月是西平暴雨的高发期,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.园中水系内淤泥应在汛期前定期清理,以防淤泥过多造成排水系统堵塞,且淤泥对失足掉入水中的人员也会造成生命威胁。
	大风	产业园中,高楼阳台上的杂物、玻璃和广场上的广告牌在大风天气有可能被刮落或刮倒,对行人的人身安全造成威胁。	须保守考虑抗风设计标准,同时应关注气象预报,特别在夏季(7、8月)密切关注局地短时狂风,大风影响前或影响时人员要执行安全应对措施,确保人员的人身安全。
	雷电	1. 雷暴闪击的电火花可引起燃烧或爆炸,毁坏生产设备; 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,严重影响生产设备的安全运行。	1. 雷电活动的高发期,夏季(尤其是7、8月)产业园管理部门应当密切关注天气预报,做好相关的防御措施。 2.应关注午后及夜晚的雷电天气,特别是14时以后至夜晚21时为其雷电防御关键时段。 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. 高温会使得一些农药原材料的储存存在风险。 3. 高温炎热天气会使火灾事故发生的可能性增加。	1. 夏季应注意防暑降温措施,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个安全检查工作,并做好相关防护措施。

阶段	高影响天气	影响	对策建议
	低温冰冻	1. 企业所需原材料运输依赖于公路，受覆雪影响程度较大； 2. 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。	每年11月至次年3月为积雪结冰高发期，开发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. 家属区中老年人、小孩注意防范呼吸道系统等疾病。

## 附录 A 西平及周边地区气象灾害调查

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1959年4月28日	冰雹	西平	这是河南省建国以来范围最大的一次雹灾，冰雹由伏牛山的北侧向东所经周口、西平一带。
1963年7月1日	暴雨	西平	西平、泌阳、汝南等日降雨量在205~332毫米间，西平为332毫米。
1966年7-8月	干旱	西平	西平夏季因高温干旱，干土层2尺多，玉米、红薯部分枯焦，点火可燃，减产5-6成。
1967年	干旱	西平	西平等地晚秋下种困难，推迟播种月余，晚茬红薯到7月中旬栽完，有的玉米连播两次，秋季减产2-3成。
1968年7月中旬	暴雨	西平	西平地区等的部分县降大~特大暴雨，旬雨量350-500毫米，较同期偏多3~5倍，约占年降水总量的30%以上。
1971年12月下旬	雨淞	西平	西华、西平、信阳、新县等地雨淞的持续时间较长，70~80小时，最大直径为10~20毫米，最大重量为30~50克/米。
1972年1月	雨淞、雾淞	西平	几乎全省各地都有雨淞、雾淞出现。周口、西平等地区受害较重。
1972年6月3-4日	冰雹、大风	西平	冰雹大的如鸡蛋，小如豆子，并有九级大风相。这次冰雹过程以西平地区为最重，该地区22万亩未收的麦子减产，棉花被打成光杆。玉米与高粱的叶子被打成丝丝、缕缕，不少树木房屋被刮倒刮坏，同时还造成人畜伤亡。
1972年7-8月	干旱	西平	7-8月降水量比同期少7-8成之多，西平等地比大旱的1959和1966年还要少。
1973年8月	干旱	西平	8月上旬，据商丘、周口、西平地区的不完全统计，有1650万亩农田受旱灾影响，其中有1100万亩受灾严重。
1974年6-7月	干旱	西平	西平部分地区降水偏少6-8成，降水小于10毫米的最长连续日数50-60天之久。
1975年8月	暴雨	西平	8月4~8日，受“7503”号台风影响，西平等地区降了大暴雨和特大暴雨，强度大，灾情重，受灾最严重的是西平地区，在20多个小时内，淮河上游6座大、中型水库相继垮坝，人畜伤亡惨重，死亡2.6万人，冲毁铁路100多公里，经济损失100多亿，这是世界上最大的水库垮坝惨案。
1976年8月	暴雨	西平	西平降雨量在200毫米以上，因此棉花减产约4成。
1979年6月19日	冰雹	西平	据西平三县一镇的不完全统计，雹灾致秋作物1.5万亩受灾，毁房4.6万间，刮倒树木54万棵，损失粮384万斤，还有人畜的伤亡。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1978年1-5月	干旱	西平	西平地区的北部降水少6-8成,其他各地偏少3-6成,早期之长旱情之重是建国以来少有的。
1979年6月19日	大风	西平	西平镇及三县,1.5万亩秋作物受灾,毁房4.6万间,倒树54万棵,粮食损失384万斤,还有人畜伤亡。
1979年9月	雨涝	西平	西平9月降水比同期多三倍,形成涝灾。使秋粮的产量、质量受到影响外,还造成麦播推迟。
1979年10-12月	干旱	西平	到12月下旬,局部地区种了没出苗,南阳、信阳和西平三地区就有这类农田267万亩。
1980年6月	暴雨	西平	周口、西平、南阳、信阳及许昌、洛阳部分地区积水、过水淹没的农田800万多亩,5亿多斤小麦霉烂、生芽、变质,倒塌房屋7万多间。
1981年5月17-11	干热风	西平	西平西部出现了干热风
1981年3-9月	干旱	西平	西平的东南部等地区6月降水仍较常年偏少4-8成,干旱持续。7月下旬-8月上旬又出现伏旱,西平西部等一带最为严重,降雨量比常年偏少6-8成。
1982年7月12-24日	暴雨	西平	西平地区连降暴雨和大暴雨,局部特大暴雨。强降水区主要集中在板桥水库上游和汝河中上游地区,洪汝河出现仅次于"75·8"的大洪水,淮河出现仅次于1968年和1954年的第三次大洪水。过程雨量在400毫米以上,其中西平镇最大,为596.4毫米。西平地区东部平原内涝积水,汝河在遂平站洪峰水位65.77米,超过保证水位0.77米,褚市右岸决口五处,奎旺河决口三处,洪水到处泛滥。许多村庄被水淹、被水包围,房屋倒塌,农作物被淹,交通和通讯中断。
1982年8月8-16日	暴雨	西平	西平镇为621.8毫米,北中部和中部地区200-300毫米,以灾情最重。
1982年7-8月	暴雨	西平	西平地区降水量比常年同期偏多2~3倍以上,信阳和驻马店地区700-1000毫米左右,其中西平镇1419.9毫米。
1982年7月中旬-8月底	阴雨	西平	7~8月阴天日数与常年同期相比,西平、信阳地区偏多15~20天左右。7~8月日照时数,信阳、西平、周口地区偏少200~280小时。由于阴雨时间长,空气湿度大,造成土壤湿度过大,土壤板结,杂草丛生,对烟草、芝麻、棉花和各类农作物的生长发育危害极大。
1983年春季	冰雹	西平	春季4次降冰雹,南阳、洛阳、西平受灾。
1983年8月31日	冰雹	西平	西平5县受雹袭击。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1983年7月 20-21日	暴雨	西平	西平地区首先出现方雨，洪河因水位太高，于21日12时左右分洪。西平有上蔡等9县119个公社受损失。
1983年9月下旬-10月	连阴雨	西平	西平等23个县(市)的暴雨日数破历史最多记录。截止10月17日，西平地区仅完成麦播计划的18%，没脱粒的大豆，有9500万斤生芽；因雨涝损失粮食17312万斤，油料3501万斤。许昌、西平地区189.2万亩晚红薯约有80万亩水浸。
1984年6月 12-13日	暴雨	西平	西平东部等普降暴雨，以平舆一日降水量259.8毫米为最大，成为当地6月日雨量的极大值。
1984年7月 17-18日、24- 26日	暴雨	西平	西平等两次过程雨量普遍在250~300毫米，局部地区在350~450毫米，占年降水量的30~50%。
1984年9月 6-11日	暴雨	西平	老王坡滞洪区进水流量280立方米/秒，108平方公里土地遭水灾，宿鸭湖水库进水流量1310立方米/秒，使西平地区遭受严重水灾。
1985年8月	干旱	西平	西平南部降水量偏少60-75%，伏旱严重。
1986年5月 12日	冰雹	西平	这次降冰雹以西平地区灾情最重，涉及泌阳、遂平、驻马店、确山、上蔡、汝南、平舆等7县市的16个乡，造成灾害面积6.17万亩，受灾较重的15个村，小麦基本绝收，毁坏民房1706间。
1986年6-8月	干旱	西平	8月，西平地区东南部月雨量比常年同期偏少8-9成。
1987年1月 1-3日	结冰	西平	西平市电线积冰最大厚度35毫米，冰柱长达70毫米。
1988年4月	干旱	西平	春旱：4月降水很少，豫北和南阳、周口、西平的部分县(市)降水不足10毫米。
1989年6月6- 8日	暴雨	西平	西平等地市的大部地区降大~特大暴雨，西平地区的汝南、正阳县，永城县、信阳地区沿淮等6县严重受灾。
1989年6月 30日	冰雹	西平	西平的泌阳、平舆、汝南、确山4县发生暴雨风雹灾害，涉及7个乡37个行政村，受灾作物12.3万亩，倒塌民房1455间，损坏2855间，伤317人，刮、折断树木18.7万棵。
1989年7月 14-15日	冰雹	西平	西平地区遂平、西平、汝南、确山、平舆、新蔡等6县部分乡村遭受龙卷风、冰雹、暴雨的袭击，风力达9级以上，冰雹最大的如鸡蛋，小如黄豆。14万亩农作物被砸坏、冲毁，死3人，伤13人。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1989年8月6-8日	暴雨	西平	西平大部再次遭受暴~大暴雨袭击。水灾涉及25个县、215个乡镇、2804个行政村，倒塌房屋3.75万间，受灾农作物453万亩，其中绝收或基本绝收的有62万亩。
1989年8月7日23时-8日8时30分	暴雨	西平	西平地区九县一市普降大雨，造成洪汝河及其干支流洪水暴涨，多处倒灌漫溢，大片洼地积水。全地区共有292万亩农作物受灾，倒房11940间，死1人。
1990年1月27-30日	大雪	西平	公路运输中断，确山-西平汽车票价由0.7元涨到5元。
1990年7月9-12日	冰雹	西平	西平等11个地市的28个县、150个乡镇先后遭受冰雹、龙卷、暴雨的袭击，风力8~10级，受灾严重地区冰雹粒大如鸡蛋，小如枣。
1992年5-8月	干旱	西平	5月中旬-6月上旬西平等3地市部分县降水20-36毫米。7月下旬-8月中旬，西平大部降水不足50毫米，较常年同期偏少4-7成。至8月8日西平地区严重受旱面积400多万亩。据8月18日统计，西平地区70%以上仍然受旱，有30多万亩秋作物旱死。
1992年7月份以后	冰雹	西平	全省17个地市的60多个县相继发生风雹灾害。受灾农作物675万亩，其中绝收的85万亩，倒塌民房6.9万间，损坏10多万间，砸死4人，雷击死5人，伤350多人，种经济损失4亿多元。西平等地市遭受的损失最为严重。
1993年4月30日-5月1日	④	西平	风力8~9级，最大风速23米/秒，冰雹雹体大如核桃、鸡蛋，小如红枣，持续时间10~30分钟不等，西平、南阳等市地的近30个县，受灾面积491.6万亩，成灾330.6万亩。
1993年6月中下旬	风雹	西平	西平等市地多次发生较大范围的风雹灾害，7个市地的26个县（市）、95个乡镇，农作物受灾面积78万多亩，刮跑、冲走、浸泡小麦1350多万公斤，倒塌房屋584间，损坏房屋12814间，伤240多人，电力、通讯、交通、防汛等基础设施严重受损，直接经济损失6300多万元。
1993年6-10月	干旱	西平	7月20日受旱地区已波西平等9个市地。9月下旬、10月上旬西平等7个地市麦播受旱。
1994年5-7月	干旱	西平	至5月20日，西平受旱面积800万亩。7月下旬，西平等7市地受旱面积达1635万亩。
1995年4月30	晚霜冻	西平	主要西平等9地市，多数地方气温降至零下1~4℃，时间持续3个小时左右，使小麦幼穗受冻，受灾范围大，程度重。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1996年6月1日-7月31日	暴雨	西平	驻1/店地区南部,6~7切雨量为400~500毫米,较常年同期偏多6成左右。
1997年5月29日下午17-21时	风雹	西平	西平等7市地的17个县、市先后遭受大风、冰雹袭击,风力7~9级,冰雹最大直径为6厘米,持续20分钟。
1997年7月16-17日	暴雨	西平	西平地区等遭受暴雨袭击。据统计,农作物受灾面积49万亩,绝收23万亩,倒塌房屋3800间,有2.7万人被水围困,死亡3人,暴雨还冲毁公路,桥涵多处,冲跑粮食670万公斤,直接经济损失1.8亿元。
1998年3月18-22日	冻害	西平	西平等7市地受冻面积占全省总受冻面积的80%。
1998年4月11日	雷电	西平	西平地区电视台乐山中转站和西平地区林业防火办乐山通讯中转站,因防雷设施不合格遭受直接雷击和感应雷袭击,房屋、无线设备损坏,财产损失分别为6.0万元和0.4万元。
1998年4月23日	雷电	西平	西平地区石油公司石油库高压线路遭雷击,经济损失3.0万7U。
1998年6月30日	雷电	西平	西平地区交警支队通讯室遭雷击,程控交换机受损,财产损失1.8万元。
1998年7月16日	雷电	西平	西平地区电业局11万伏供电线路遭雷击,直接经济损失达5600万元,间接经济损失约2000万元。
1998年7月28日	雷电	西平	西平地区正阳县广播电视局转播塔被雷击中,经济损失约30万元。
1998年8月4日	雷电	西平	西平地区银波寻呼台寻呼设备遭雷击,财产损失3.0万元;西平地区水利局通讯台遭雷击,防汛通讯设备毁坏,财产损失6.0万元;西平地区宿鸭湖水库程控电话交换机遭雷击,财产损失1.0万元。
1998年8月9日	雷电	西平	西平地区石油总公司通讯室遭雷击,财产损失0.9万元。
2000年7月13日7时45分	雷电	西平	西平市宿鸭湖水库管理局防汛通讯设备遭受雷击,程控交换机通讯系统、微机、UPS等损坏,直接经济损失40万元。
1998年6-8月	暴雨	西平	西平、信阳等地受灾严重。

## 附录

1998年6月 29日-7月2日	暴雨	西平	西平地区有6县降雨量在200毫米以上，发生不同程度的洪涝灾害，西平地区受灾最重，全区10县（市、区）均受灾，被困困人□30.56万人，紧急转移安置21.57万人，灾情最重的平舆县有11个乡、62个行政村、182个自然村、6.4万
---------------------	----	----	--



时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
			人被水围困，杨埠镇 17 个村均围困在洪水中，积水最深达 1.5 米。
1998 年 8 月 9-10 日	暴雨	西平	强降水致使西平境内大、中、小型水库及河道水位迅速上涨，13 座大中型水库中有 8 座超汛限水位。
1999 年 5 月 9 日 15-23 时	风雹	西平	西平等地市出现大风、冰雹天气，最大风力达 7~8 级，冰雹大如核桃，小如黄豆，部分地区持续时间达 20 分钟，麦倒伏，棉花、烟叶、瓜果、蔬菜等经济作物损失也很严重。
2000 年 2-5 月	干旱	西平	春季干旱面积较大的市地有：西平 602 万亩，.....。
2000 年 5 月 3-4 日	干热风	西平	西平等地日最高气温超过 36°C，黄河以南大部分地区出现了重度干热风。
2000 年 6 月 24-26 日	暴雨	西平	西平等 5 市遭受暴雨~大暴雨袭击，过程降水量普遍超过 200 毫米，共造成 30 万亩秋作物受淹，其中 10 万亩绝收，并造成 14 万人受灾，直接经济损失 8390 万元。
2000 年 6 月 7 月上中旬	冰雹	西平	西平等地受冰雹灾害较重。
2000 年 6 月下旬-7 月上旬	龙卷风	龙卷风、暴雨、冰雹	商丘、周口、西平 3 市 18 个县 72 个乡镇遭受龙卷风、暴雨、冰雹袭击，造成农作物受灾面积 161 万亩，成灾面积 94 万亩，倒塌房屋 2170 间，另有部分树木、电杆被刮倒、刮断、公路、桥涵被冲毁，直接经济损失 2.02 亿元，其中农业直接经济损失 1.85 亿元。
2000 年 7 月 13-15 日	暴雨	西平	西平市的平舆县全城乡被淹，有 526 个村庄被水围困，6.04 万户民房进水，倒塌房屋 3564 间，损坏 1.4 万间，农作物受灾面积 83 万亩，其中 36 万亩绝收，60 多所中小学校进水，水毁 3.5 万伏变电设备 7 套，直接经济损失 1.64 亿元，其中农业直接经济损失 1.25 亿元。
2002 年 8 月	干旱	西平	8 月份西平等地的部分县降水偏少 8 成以上。
2002 年 6 月 21 日-6 月 23 日	强降雨	西平	西平市泌阳县板桥、贾楼、付庄 3 个乡镇 6 月 21-23 日降水量超过 300mm。
2002 年 6 月 21 日-6 月 23 日	洪涝	西平	局部山洪暴发，西平市泌阳、确山、遂平等县遭受不同程度的洪涝灾害。
2002 年 6 月 26-27 日	暴雨	西平	洛阳、南阳、西平、信阳 4 市普降大-暴雨，共有 26 个站出现暴雨，5 个站出现大暴雨。
2003 年 2 月 9 ~10 日	雪	西平	西平南部和信阳市降雪在 30mm 以上。
2003 年 3 月 4-	暴雪	西平	西平积雪深度最大为 16cm。
2003 年 6 月 19-21 日	冰雹、雷雨	西平	南阳、西平、信阳等 12 个市 38 个县（市、区）、100 多个乡镇相继遭受冰雹及雷雨、大风袭击。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2003年6月下旬-7月上旬	洪涝	西平	周口、西平、信阳3市有13个站连虹两旬降水总量大于350mm,达到了一般洪涝标准。
2003年6月29日-7月4日	暴雨	西平	西平、信阳及周口等地连降暴雨~大暴雨,有13个县过程降水量超过200mm,平舆达335mm。信阳、周口、西平3市有22个县受灾,农作物受灾面积455.62千公顷,成灾面积258.8千公顷,绝收面积60.98千公顷;受灾人口522万人,成灾人口273.9万人;损坏房屋2.42万间,倒塌房屋1.37万间,直接经济损失11.26亿元,其中农业直接经济损失9.08亿元。
2003年7月20-21日	暴雨	西平	西平南部出现暴雨或大暴雨天气,正阳、新蔡日降水量分别为193mm、224mm,刷新了历史日雨量极值,农作物受灾面积142.6千公顷,成灾面积98.2千公顷,绝收面积33千公顷,倒塌房屋2506间,直接经济损失3.94亿元。
2003年8月28-30日	暴雨	西平	西平等地农田大面积积水,造成严重内涝,灾情最为严重,有466千公顷农作物受灾,成灾面积442千公顷,绝收面积112千公顷,损坏房屋6738间,倒塌房屋3645间,刮倒树木4800余棵,造成直接经济损失13.74亿元。
2003年8月28~30日	龙卷风	西平	西平市泌阳县泰山庙乡的林里、大寨、赵岗三个村遭受龙卷风袭击,部分地区发生山体滑坡、泥石流等灾害,造成7人死亡。
2003年10月10-11日		西平	暴雨主要分布在沿黄及豫北、西平等地。
2004年12月2( )日夜-22	暴雪	西平	全省出现强降雪过程,降雪量最大的正阳为32毫米。
2004年7月15-17日	暴雨	西平	黄淮之间出现今年夏季最强的降水过程,开闸泻洪,造成大面积农作物受灾,漯河、平顶山、西平、南阳受灾最重。
2004年12月下旬-2005年2月下旬	低温冻害	西平	全省气温持续偏低达4-7°C,冻害较重的地区主要分布在驻马店等地。
2005年3月10-11日	大风、寒潮	西平	西平、信阳2市普降大-暴雪,大部分地区积雪深度为10-17厘米。
2005年6-8月	洪涝灾害	西平	全省有101个县(市、区)遭受了不同程度的洪涝灾害,其中西平等受灾较重。
2005年7月9-10日	暴雨	西平	南阳、西平、信阳3市有15个站降了暴雨,新蔡(247毫米)正阳(185毫米)等4站为大暴雨。西平市大中型水库半数超警戒水位。
2005年8月28-29日	暴雨	西平	西平降水量最大为168毫米。
2006年2月1日	大雾	西平	京珠高速公路郑州至西平段及其它一些高速公路相继关闭。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2006年] ]月 19~22日	大雾	西平	西平确山段发生了 20 多辆车连环相撞的交通事故, 造成 2 人死亡、多人受伤。
2006年1月 17~19日		西平	洛阳、西平等 6 市大部和郑州市部分地区共有 41 个站过程降水量大于 25 毫米。
2006年6月 21-22日	暴雨	西平	黄淮之间普降大~暴雨, 局部大暴雨, 泌阳最多达 158 毫米。
2006年7月 1~4日	暴雨	西平	西平等地遭受暴雨~特大暴雨袭击。
2006年7月1 日	山洪	西平	7月1日上午, 确山~桐柏公路因强降水导致山洪爆发, 致使交通中断 2 个多小时;
2006年7月 27-28日	暴雨	西平	平舆、遂平、西平、确山 4 站出现大暴雨。强降水造成商丘、西平等地部分低洼地带农作物受灾, 农作物受灾面积达 33.2 千公顷, 其中绝收面积 10.8 千公顷, 倒塌房屋 597 间, 造成直接经济损失 7274 万元, 其中农业直接经济损失 6571 万元。
2006年9月 3-4日	暴雨	西平	东部和南部有 7 个站降了暴雨, 确山 (123 毫米)、西平 (110 毫米)、汝南 (108 毫米) 等 4 站为大暴雨, 由于 8 月份全省降水偏少, 这次降水过程及时补充了土壤水分, 且没有造成灾害。
2006年8月 12日	高温	西平	西平等 4 市的用电负荷也创出历史新高。
2007年5月 16-17日	干热风	西平	西平等 3 市的部分地区出现干热风天气。
2007年7月底 至8月初	暴雨	西平	7月底至8月初, 豫北和中西部地区遭受暴雨、大暴雨袭击, 三门峡、南阳、西平、信阳受灾较重。
2007年7月4- 5日	暴雨	西平	西平等地有 38 个站达到暴雨标准。位于西平西平境内的小洪河桂李水文站开闸泄洪, 造成部分农作物受灾。
2007年7月8 日	暴雨	西平	信阳、西平 2 市再次遭受暴雨袭击, 有 9 个站出现暴雨, 平舆 (154 毫米)、正阳 (113 毫米)、信阳 (115 毫米) 3 站为大暴雨。
2007年7月 13-14日	暴雨	西平	中东部和西平北部有 28 个站出现暴雨, 西平降水量最大为 166 毫米。
2007年4月21 日夜间至 22日凌晨	大风	西平	驿城区遭受大风降雨袭击, 造成 660 公顷小麦倒伏减产, 其中渚市乡、古城乡受灾较重。
2008年1月中 下旬	低温	西平	1月出现了 3 次大范围降雪过程, 平均气温偏低 3.3°C, 为有气象资料以来同期最低值, 持续低温雨雪天气造成部分农作物和大棚蔬菜遭受低温冻害, 其中信阳、西平、南阳受灾最重。

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2008年7月 20-22	暴雨	西平	中东部和南部遭受暴雨~大暴雨袭击, 漯河、周口、西平受灾较重, 农作物受灾面积 67.87 千公顷, 直接经济损失 1.11 亿 7 Li o
2008年11月 下旬~12月 下旬	干旱	西平	豫北和中西部地区及西平等地出现了不同程度的旱情。
2008年5月 16日夜間-18 B	大风、 冰雹	西平	西平等 7 个省辖市的 14 个县(市)相继遭受雷雨、大风和 冰雹袭击, 造成大面积小麦严重倒伏, 对正处于灌浆期的小麦影响较大。
2008年4月 7-9日	暴雨、 山洪	西平	西平出现强降水过程, 罕见的暴雨致使西平境内的白云山山洪暴发, 10 多公里山路被山洪冲毁, 造成交通中断, 3000 多名山民出山困难。
2008年7月 22日	暴雨	西平	中东部和南部有 34 个站出现暴雨, 其中周口、西平、南阳 东部有 20 个站下了大暴雨。
2008年8月 13-14日	暴雨	西平	中东部地区和南阳、西平、信阳 3 市交界处出现强降水过程, 有 11 个站降了暴雨。
2008年8月 16-17日	暴雨	西平	商丘、周口、漯河、西平、信阳 5 市出现强降水过程, 有 14 个站降了暴雨。
2009年6月 28-30日	大风、 冰雹	西平	西平驿城区水屯镇等 3 地遭受大风、冰雹袭击, 造成农作物受灾面积 9.3 千公顷, 其中绝收面积 365 公顷, 损坏房屋 2710 间, 倒塌房屋 596 间, 折断树木 1.11 万棵, 造成直接经济损失 7721 万元。
2009年7月 21-22日	暴雨	西平	中南部地区普降大到暴雨, 暴雨中心位于西平、南阳、信阳 交界一带。
2009年8月 28-29日	暴雨	西平	西平过程降水量高达 241 毫米, 全市平均降水量为 123 毫米, 最大风力为 5~7 级, 造成部分地区农作物大面积倒伏。
2009年9月1- 7日	暴雨	西平	西平等 7 市的局部地区相继出现暴雨天气, 局地伴有大风, 造成 123.2 千公顷农作物倒伏, 直接经济损失 2800 多万元。
2009年9月 29日	大雾	西平	西平等 9 市的部分地区出现能见度小于 500 米的大雾。
2010年2月 10-12日	暴雪	西平	西平等县市出现暴雪, 中南部的部分地区出现冻雨。
2010年7月1- 2日	雷电	西平	西平、周口 2 市相继发生雷击事故, 造成至少 4 人死亡。
2010年10月 1日-2011年2 月8日	干旱	西平	2月8日全省绝大部分地区的气象干旱都达到特旱等级, 干旱主要出现在西平和南阳等地, 农作物受灾严重。
2011年6月 7-8日	高温	西平	6月8日焦作、郑州、漯河、周口、西平有 17 个站在 42°C 以上。
2011年7月 26日	暴风雨	西平	西平等地 17 个县(市、区)遭受暴雨大风袭击, 局部伴有 雷电和短时冰雹。造成农作物受灾面积 132 千公顷, 其中成

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
			灾面积 95 千公顷, 绝收面积 3 千公顷; 倒塌房屋 507 间, 损坏房屋 3360 间, 有 7 人死亡, 造成直接经济损失 2.7 亿元, 其中农业直接经济损失 2.23 亿元。
2011 年	雾、霾	西平	西平等 7 市局部雾霾在 20 天以上。
2011 年 10 月 29 日	大雾	西平	信阳、西平交界处大雾弥漫, 京珠高速公路西平确山县境内因大雾发生交通事故, 10 多辆货车连环相撞。
2013 年 7 月下旬至 8 月下旬初	干旱	西平	开封、南阳、西平 3 市局部偏少 8 成以上。
2014 年 3 月中旬到 4 月上旬	干旱	西平	全省降水量较常年同期偏少 8 成; 4 月 10 日, 西平等地 29 个站达到重度及以上等级气象干旱。
2015 年 6 月 15-16 日	暴雨	西平	西平南部雨量较大, 西平平均雨量 40 毫米。
2015 年 5 月 6-	冰雹	西平	焦作、洛阳、郑州、平顶山、西平 5 市局地出现冰雹。
2015 年 8 月 22-26 日	风雹	西平	西平市西平县等 12 个市县先后遭受大风、强降水、冰雹袭击。
2016 年 8 月 25 日	暴雨	西平	洛阳、郑州、许昌、漯河和西平 5 市局部日降水量超过 50 毫米。
2016 年 6 月 4-	风也	西平	西平等 10 个省辖市的 33 个县(市、区)相继出现雷雨大风、冰雹等灾害性天气。
2016 年	雾霾	西平	各地霾日数为 13 天(西平)~189 天(中牟), 豫西、中东部和豫南局部在 50 天以下, 其余地区为 50~100 天。
2017 年 1 月 31 日	暴雪	西平	受冷空气影响, 南阳、信阳、平顶山、西平、许昌、漯河等地普降大雪, 局部暴雪。
2017 年 2 月 21 日	暴雪	西平	北部和西部山区出现暴雪, 正阳等观测站由雨转雪后 6 小时内降雪量达 15 毫米。
2017 年 5 月 22-23 日	暴雨	西平	新乡、焦作、郑州、南阳、西平、信阳 6 市局部在 50 毫米以上。
2017 年 6 月 9-10 日	暴雨	西平	西平出现暴雨, 局地大暴雨。强降水主要影响市内道路交通, 部分道路积水严重。
2017 年 7 月 31 日-8 月 2 日	暴雨	西平	西平出现大暴雨, 地市平均降水量前三位依次为: 信阳 51.0 毫米、西平 46.4 毫米、商丘 35.4 毫米;
2017 年 8 月 19 日	暴雨	西平	全省出现今年最强的区域性暴雨过程, 强降水主要集中在漯河-西平-周口一带及洛阳的部分地区。
2017 年 5 月 22-23 日	大风	西平	西平等 12 个市辖的 44 个县(市、区)和 4 个直管县(市)共 325 个乡镇相继出现大风和强降雨天气。
2017 年 6 月 26 日	风雹	西平	西平驿城区部分乡镇相继遭遇风雹袭击, 此次灾情受灾人口 784 人, 农作物受灾 100.5 公顷, 直接经济损失 145 万元, 其中农业经济损失 105 万元。

## 附录

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
2017年9月23日-10月19日	暴雨	西平	10月4日，西平和南阳出现局地暴雨。西峡、新野、泌阳、桐柏、正阳等5站达20天。
2017年2月4日	雾霾	西平	5日全省18个省辖市除信阳外，都是重度及以上等级污染。
2017年11月15日	大雾	西平	周口、漯河、西平、信阳四地区出现能见度小于500米的雾，局地能见度小于50米，省内多条高速实行交通管制。
2017年12月27-29日	霾	西平	全省18个省辖市和10个直管县均出现了重度及以上等级污染，西平等9个省辖市连续3天出现重度以上污染。

注：2010年后灾情有待进一步核实

## 附录 B 指标参数的权重和隶属度计算

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

### (1) 建立递阶层次结构

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

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

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

决于研究问题的复杂程度及对结果要求的详尽程度，没有统一的规定。另外，各个层次中每个元素所支配的下一层次元素不宜太多，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：

$$\begin{aligned}
 & a_{ij} > 0 \\
 & a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \\
 & a_{ii} = 1 \\
 & A = (a_{ij})_{n \times n}
 \end{aligned}$$

一般地，一个  $n \times n$  阶的判断矩阵只需做  $\frac{n(n-1)}{2}$  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  $a_{ij} a_{jk} a_{ki} = 1$ ，则称 A 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  $ij$  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:

其中,  $\lambda_{\max}$  为判断矩阵  $A$  的最大特征根。

ii 查找平均随机一致性指标  $R. I$  (Random Index)

表 1 是 1-15 阶正互反矩阵计算 1000 次得到的平均随机一致性

指标。

表 1

矩阵阶数	R. I
1	0
2	0
3	0.52
4	0.89
5	1.12
6	1.26
7	1.36
8	1.41
9	1.46
10	1.49
11	1.52
12	1.54
13	1.56
14	1.58
15	1.59

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

当  $C.R < 0.1$  时,认为判断矩阵的一致性是可以接受的;当  $C.R > 0.1$  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:

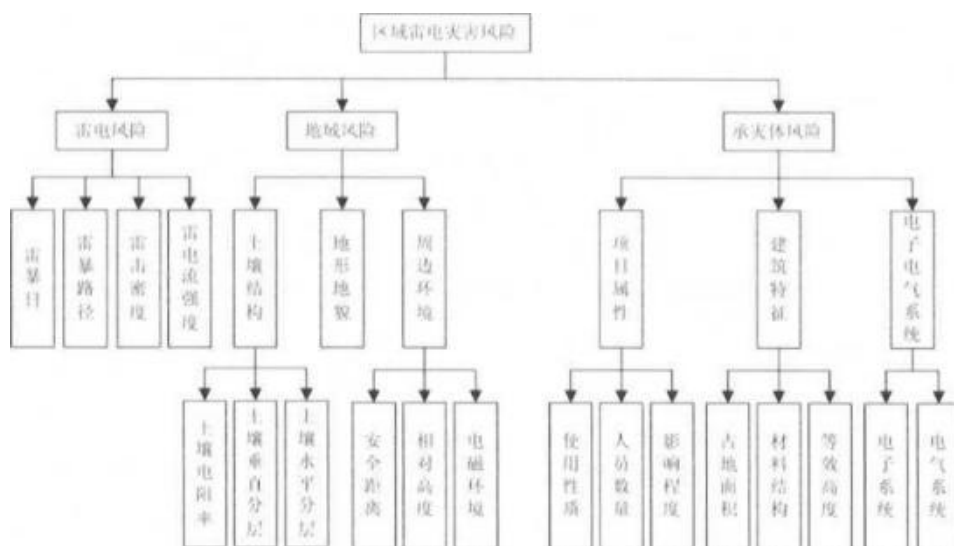


图 1 层次分析模型

### (6) 指标参量的权重分析

各指标权重计算如下:

表 2 土壤结构

土壤结构	土壤电阻率	土壤垂直分层	土壤水平分层	标准化特征向量	计算结果
土壤电阻率	1	1	1	0.333	$2\max=3$ $CI=0$ $RZ=0.52$ $C7=0<0.1$
土壤垂直分层	1	1	1	0.333	
土壤水平分层	1	1	1	0.333	

## 附录

表 3 周边环境

周边环境	安全距离	相对高度	电磁环境	标准化特征向量 w	计算结果
安全距离	1	1/5	1/3	0.109	2max=3.003 C/=0.002 必 =0.52 CA=0.004<0.1
相对高度	5	1	2	0.582	
电磁环境	3	1/2	1	0.309	

表 4 项目属性

项目属性	使用性质	人员数量	影响程度	标准化特征向量 w	计算结果
使用性质	1	5	5	0.714	】 max=3 €7=0 RI=0.52 以=0.004<0.1
人员数量	1/5	1	1	0.143	
影响程度	1/5	1	1	0.143	

表 5 建筑特性

建筑特性	占地面积	材料结构	等效高度	标准化特征向量 w	计算结果
占地面积	1	3	1	0.429	•Amax=3 CI=0 R=0.52 C7?=0<0.1
材料结构	1/3	1	1/3	0.143	
等效高度	1	3	1	0.429	

表 6 电子电气系统

建筑特性	电子系统	电气系统	标准化特征向量 w	计算结果
占地面积	1	1	0.5	■Amax=3 CI=0 RJ=0.52 CR=0<0A
等效高度	1	1	0.5	

表 7 雷击风险

雷击风险	雷暴日	雷暴路径	雷击密度	雷电流强度	标准化特征向量 w	计算结果
雷暴日	1	1/2	1/3	1/5	0.055	人 max=4.015 CZ=0.005 AZ=0.89 CR—0.005<0.1
雷暴路径	2	1	1/2	1/3	0.118	
雷击密度	3	2	1	1/2	0.262	
雷电流强度	5	3	2	1	0.565	

附录

表 8 地域风险

地域风险	土壤结构	地形地貌	周边环境	标准化特征向量 w	计算结果
土壤结构	1	3	5	0.648	■Amax=3 €7=0 Rl=0.52 CR=0.004v0.1
地形地貌	1/3	1	2	0.230	
周边环境	1/5	1/2	1	0.122	

表 9 承灾体风险

承灾体风险	项目属性	建筑特性	电子电气系统	标准化特征向量 w	计算结果
项目属性	1	3	5	0.648	2max=3 c/=o 砖 0.52 3=0.0040.1
建筑特性	1/3	1	2	0.230	
电子电气系统	1/5	1/2	1	0.122	

表 10 区域雷电灾害风险

区域雷电灾害风险	雷电风险	地域风险	承灾体风险	标准化特征向量 w	计算结果
雷电风险	1	5	3	0.648	/lmax=3 C/=0 R/=0.52 C7?=0.004<0.1
地域风险	1/5	1	1/2	0.122	
承灾体风险	1/3	2	1	0.230	

可得出评估指标的权重矩阵如下：

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

(7) 指标参量的隶属度分析

经计算，各定量指标隶属度见表 U：

表 11 各定量指标隶属度

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

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

经计算，各定性指标隶属度见表 12

表 12 各定性指标隶属度

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

### (8) 评估指标的隶属度矩阵 R 的计算分析

隶属度矩阵 R 由雷电风险、地域风险和承灾体风险等致灾因子的隶属度组成。

$$B_i = [W_r \ W_2 \ W_3 \ W_4]$$

$$\begin{bmatrix}
 0 & 0.925 & 0.075 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0.35 & 0.65 & 0 \\
 -0 & 0.113 & 0.887 & 0 & 0-1
 \end{bmatrix}$$

[0 0.232 0.597 0.17 0]

a) 雷电风险的隶属度

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

b) 地域风险的隶属度

地形地貌隶属度： 妇 1 0 0 0 0]

周边环境隶属度： 妇 0.2 0 0.182 0.618 0]

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

c) 承灾体风险隶属度

项目属性隶属度： 。 户 [0.143 0.714 0 0.1429]

建筑特性隶属度： 0.143 0.857]

电子电气系统隶属度： 好 [0 0]

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

承灾体风险隶属度：

(9) 综合评价矩阵 A 的计算

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

d) 隶属度矩阵

$$R = \begin{matrix} \begin{matrix} 巧 1 & B/2 & 为 13 & @14 & '15 \\ \&21 & ^23 & B24 & B25 \\ \sqrt{1} & \% 2 & \&33 & B34 & B35- \end{matrix} \\ = [0.096 \quad 0.188 \quad 0.492 \quad 0.134 \quad 0.088] \end{matrix} = \begin{matrix} \begin{matrix} 0 & 0.232 & 0.597 & 0.17 & 0 \\ 0.613 & 0.074 & 0.022 & 0.134 & 0.173 \\ 0.093 & 0.122 & 0.463 & 0.033 & 0.29 \end{matrix} \end{matrix}$$

(10) 区域雷电综合评价等级计算

$$g = b_r + 3x b_2 + 3x b_3 + 7x b_4 + 9x b_5$$

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

$$= 4.85$$

表 13 区域雷击风险评估分级标准

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

V 级	[8, 10)	高风险
-----	---------	-----

## 附录 c 风险矩阵法

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

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

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

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

### (1) P——发生的可能性

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

表 c.i 灾害风险可能性等级分值

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



## (2) C——事件后果的严重性

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

表 c.2 灾害事件造成后果分析等级划分

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

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

表 c.3 灾害风险后果严重性等级分值

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

## (3) 风险分级矩阵

根据灾害风险事件的可能性等级分值 P 和灾害风险事件的后果 C 的分值，建立灾害风险分级矩阵。风险等级分值 R 为灾害风险，是灾害风险事件的可能性等级分值 P 与后果等级分值 c 相乘的结果。根据风险等级的划分，R 被赋以四种颜色，分别表示灾害风险的四个等级：红色代表极高风险，R 分值为 1—2；

橙色代表高风险，R 分值为 3—4；黄色代表中等风险，R 分值为 6—9；蓝色代表低风险，R 分值为 12—16。

表 c.4 灾害风险分级矩阵

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

