

# 淮南经济技术开发区 区域性气候可行性论证专项评价报告



安徽华云气象灾害风险评估中心  
2021年3月·合肥

项目名称：淮南经济技术开发区区域性气候可行性论证专项评价报告

委托单位：安徽淮南经济技术开发区管理委员会

承担单位：安徽华云气象灾害风险评估中心

项目负责人：鲁俊 高工

审核人：程向阳 正研级高工

审定人：汪明光 高工

批准人：王业斌 高工

编写人员：张嘉仪 助工

张恬 工程师

鲁俊 高工

朱浩 高工

庄道全 工程师

邱阳阳 工程师

傅盈盈 工程师

文字校核：曹琦萍 高工

# 声 明

1. 《淮南经济技术开发区区域性气候可行性论证专项评价报告》（简称本报告）是安徽华云气象灾害风险评估中心受安徽淮南经济技术开发区管理委员会委托而完成的技术成果，其使用权归双方共同所有，并受《中华人民共和国知识产权法》保护。该技术成果的知识产权归安徽华云气象灾害风险评估中心所有。
2. 本报告若无承担单位盖章无效。
3. 本报告的区域性气候可行性论证专项评价结论仅限于区域内所有符合规划的入驻项目使用。已经完成区域性气候可行性论证范围内的建设工程，除国家规定的特殊工程和交通、水利、能源、化工、电力等领域的重大工程外，其他建设工程不再单独开展气候可行性论证。
4. 本报告中所用的气象资料仅限于本项目使用。
5. 本报告结论中的建议是基于标准气象观测资料计算，超出规定值的气象风险损坏是存在的。
6. 本报告中所提的气象灾害防护措施的建议，不能替代规划或建设项目的具体设计意见。
7. 对本报告若有异议，应于收到本报告之日起 15 个工作日内向承担单位提出。

安徽华云气象灾害风险评估中心

2021 年 3 月 26 日

# 目 录

1 概述.....	1
1.1 目的意义.....	1
1.2 编制依据.....	1
1.2.1 政策法规.....	1
1.2.2 标准规范.....	2
1.3 术语.....	2
2 项目概况及特征分析.....	4
2.1 开发区基本情况.....	4
2.1.1 开发区规模.....	4
2.1.2 开发区企业现状及规划方案.....	6
2.2 气象条件概况.....	6
2.3 气象灾害历史事件.....	6
2.4 关键气象因子及高影响天气现象选择.....	8
2.4.1 开发区气象敏感度调查结果.....	8
2.4.2 关键气象因子及高影响天气现象选择.....	8
3 资料来源及气象资料代表性分析.....	9
3.1 气象站概况.....	9
3.2 气象站观测仪器简介.....	11
3.3 资料来源及说明.....	13
3.4 参证气象站代表性分析.....	13
3.4.1 气温的相关性分析.....	13
3.4.2 降水的相关性分析.....	15
3.4.3 风的相关性分析.....	17
3.4.4 结论.....	18
4 气候背景.....	19
4.1 气压.....	21
4.1.1 年际变化.....	21

4.1.2 年变化.....	21
4.2 气温.....	22
4.2.1 年际变化.....	22
4.2.2 年变化.....	23
4.3 降水.....	23
4.3.1 降水量年际变化.....	23
4.3.2 降水量年变化.....	24
4.4 风.....	25
4.4.1 风速年际变化.....	25
4.4.2 风速年变化.....	28
4.4.3 风向频率.....	28
4.5 相对湿度.....	29
4.5.1 年际变化.....	29
4.5.2 年变化.....	30
4.6 日照.....	31
4.6.1 年际变化.....	31
4.6.2 年变化.....	31
5 关键气象参数分析及推算.....	33
5.1 风速极值推算.....	33
5.1.1 参考气象站的选取.....	33
5.1.2 年最大风速的概率计算.....	34
5.1.3 淮南经开区设计风速的估算.....	36
5.2 雪压极值推算.....	36
5.3 室外空气计算参数.....	37
5.3.1 冬季空气调节室外计算温度.....	37
5.3.2 夏季空气调节室外计算日平均温度.....	37
5.3.3 冬季采暖室外计算温度.....	38
5.3.4 夏季通风室外计算温度.....	38

5.4 暴雨强度公式.....	39
5.4.1 暴雨强度公式简介.....	39
5.4.2 暴雨强度公式编制（1990-2019）.....	42
5.4.3 暴雨强度公式适用范围分析.....	48
5.5 雷电灾害风险评估.....	50
5.5.1 淮南地区地闪时间分布.....	50
5.5.2 淮南经济技术开发区地闪空间分布.....	52
5.5.3 淮南地区及淮南经济技术开发区雷电强度分布特征.....	53
5.5.4 淮南经济技术开发区雷电灾害安全现状评估.....	57
6 高影响天气现象分析.....	58
6.1 雷暴.....	58
6.2 大风.....	59
6.3 暴雨.....	60
6.4 积雪.....	61
6.5 冰雹.....	62
6.6 雾.....	62
7 结论建议.....	64
7.1 综合结论.....	64
7.2 建议措施.....	64
7.2.1 高影响天气防范措施.....	64
7.2.2 园区企业布局建议.....	66
7.2.3 工程设计的安全要求.....	66
附录 A 淮南经开区重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表.....	69
附录 B..... 淮南经开区雷电灾害区域评估模型、指标隶属度和权重计算.....	71

## 1 概述

### 1.1 目的意义

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一定影响，工业园区、产业功能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。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、运营意义重大。

为了落实《安徽省发展改革委安徽省科技厅安徽省商务厅关于全省开发区开展区域评价及投资项目多评合一的意见》（省发改地区规〔2018〕7号）文件精神，淮南经济技术开发区管理委员会根据园区性质、定位、区位，委托安徽华云气象灾害风险评估中心开展淮南经济技术开发区（下简称淮南经开区）区域性气候可行性论证专项评价工作。在接受委托后，我中心立即搜集了淮南经开区周边相关气象资料，并前往开发区进行现场调研、参数测量，调查整理了园区内10个重点企业以及经开区建设发展局对气象要素和高影响天气敏感度统计表。按照园区的性质、规模、建设内容、发展规划等要求，确定了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《安徽省开发区区域性气候可行性论证专项评价工作实施细则》的要求编制了该项目专题评价报告的编制大纲，并完成淮南经开区区域性气候可行性论证专项评价报告。

本报告以淮南经开区周边国家气象站以及区域自动站等观测资料为基础，对开发区所在区域的气候条件开展论证分析工作，从防灾减灾的角度为开发区经济建设和社会发展提供科学的指导意见。

### 1.2 编制依据

#### 1.2.1 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) 《安徽省气象灾害防御条例》（2007年11月1日起实施）
- (4) 《安徽省气候资源开发利用和保护条例》（2014年12月1日起实施）

- (5) 《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）
- (6) 《气候可行性论证管理办法》（中国气象局第18号令）
- (7) 《气象信息服务管理办法》（中国气象局第27号令）
- (8) 《中共中央办公厅、国务院办公厅印发 关于深入推进审批服务便民化的指导意见的通知》（厅字〔2018〕22号）
- (9) 《安徽省发展改革委安徽省科技厅安徽省商务厅关于全省开发区开展区域评价及投资项目多评合一的意见》（省发改地区规〔2018〕7号）
- (10) 《关于实施工程建设项目区域评估的指导意见》（皖建审改办〔2019〕8号）
- (11) 《安徽省人民政府办公厅关于全省开发区“标准地”改革的指导意见》（皖政办秘〔2020〕117号）

### 1.2.2 标准规范

- (1) GB/T 21714.2—2015/ IEC 62305—2: 2010 雷电防护 第2部分: 风险管理
- (2) GB 50009—2012 建筑结构荷载规范
- (3) GB 50014—2006 (2016版) 室外排水设计规范
- (4) GB 50019—2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- (5) GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范
- (6) GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范
- (7) QX/T 85—2018 雷电灾害风险评估技术规范
- (8) QX/T 118—2010 地面气象观测资料质量控制
- (9) QX/T 423—2018 气候可行性论证规范 报告编制
- (10) QX/T 436—2018 气候可行性论证规范 抗风参数计算
- (11) QX/T 452—2018 基本气象资料和产品提供规范
- (12) QX/T 453—2018 基本气象资料和产品使用规范
- (13) QX/T 457—2018 气候可行性论证规范 气象观测资料加工处理
- (14) QX/T 469—2018 气候可行性论证规范 总则
- (15) DB 34/T 3106—2018 重大建设项目气候可行性论证技术规范



- (16) 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）
- (17) 安徽省开发区区域性气候可行性论证专项评价工作实施细则（试行）
- (18) 区域性气候可行性论证技术指南（气预函〔2019〕42号）

### 1.3 术语

- (1) 参证气象站：气象分析计算所参照具有长年代气象数据的国家气象观测站。
- (2) 关键气象因子：与园区项目建设和运营具有制约性关系，并可直接测量的大气状态参量。
- (3) 最大风速：给定时段内的 10 分钟平均风速的最大值。
- (4) 极大风速：给定时段内的瞬时风速的最大值。
- (5) 基本风速：开阔平坦地貌条件下，地面上 10m 高度处，100 年重现期的 10min 平均年最大风速。
- (6) 设计风速：在基本风速基础上，考虑局部地表粗糙度影响，项目所在地地面以上 10m 高度处 100 年重现期的 10min 平均年最大风速。
- (7) 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。
- (8) 冬季空气调节室外计算温度：近 30 年不保证 1 天的日平均温度。
- (9) 夏季空气调节室外计算日平均温度：近 30 年平均不保证 5 天的日平均温度。
- (10) 夏季通风室外计算温度：累年（近 30 年）最热月 14 时的月平均温度的平均值。
- (11) 暴雨强度公式：短历时暴雨过程中降雨强度—降雨历时—重现期三者间函数关系的数学表达式。
- (12) 雷电灾害风险评估：根据雷电特性及其致灾原理，分析雷电对评估对象的影响，提出降低风险措施的评价和估算过程。
- (13) 地闪：雷暴云与大地之间的放电现象。
- (14) 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。
- (15) 地闪密度：单位面积、单位时间的平均地闪次数。单位：次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。

(16) 雷电绕击：闪电先导在向下发展的过程中，绕过架空地线而直接击中架空线路的现象，通常由雷电流强度较小的雷击造成。

(17) 雷电反击：雷电击中架空线路支柱或者架空地线造成电位抬升，使接触网绝缘子地电位端对线路发生的闪络放电现象，通常由雷电流强度较大的雷击造成。

(18) 电涌保护器（SPD）：用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

(19) 高影响天气：直接影响园区项目建设和运营的天气。

(20) 大风：瞬时风速达到或超过 17m/s 的风。

## 2 项目概况及特征分析

### 2.1 开发区基本情况

#### 2.1.1 开发区规模

淮南经济技术开发区位于淮南市东部新区，西接服务设施完备的主城区，东濒高塘湖，南依舜耕山，北靠淮河，交通便捷，区位优势。开发区始建于 1988 年 5 月，1993 年 3 月更名为淮南经济技术开发区，同年 7 月被省政府批准为省级开发区。2013 年 3 月经国务院批准为国家级经济技术开发区，成为皖北地区首家国家级经济技术开发区。原经国务院批准规划面积 4.29 平方公里，2011 年 7 月经省政府批准规划面积扩大至 20 平方公里。2015 年 10 月，经市委、市政府研究决定，将大通区洛河镇管辖的宫集村等 10 个村（居）委托开发区管辖。目前，开发区实际管理面积约 44 平方公里。拥有省级生物医药工业园、省级新型工业化煤机装备制造产业和省级新型工业化医药化工产业示范基地、全省重点支持文化产业（文化设备用品和创意产业）示范园区等特色园区称号。

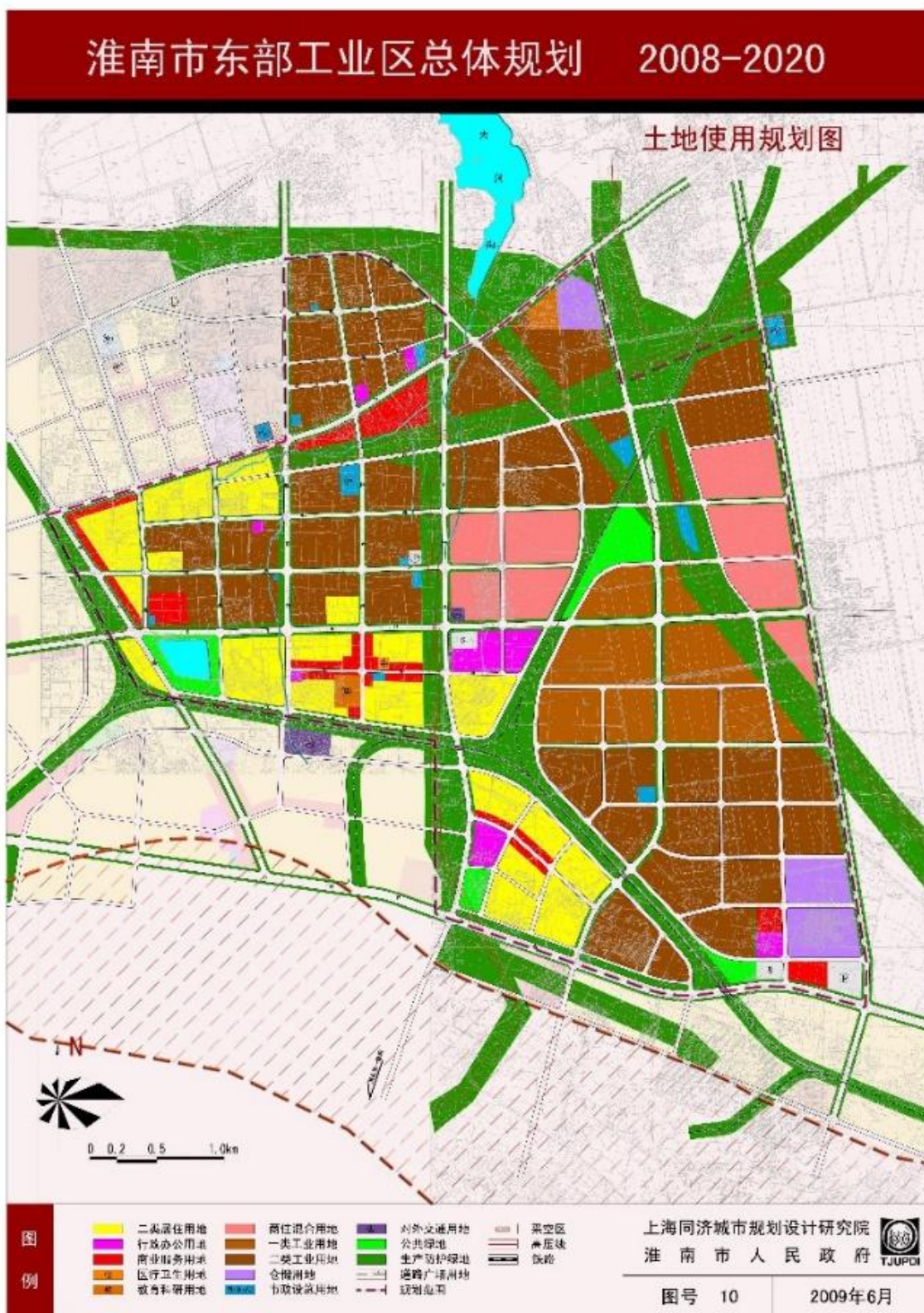


图 2.1-1 开发区土地使用规划图

### 2.1.2 开发区企业现状及规划方案

目前，区内共有各类企业 2000 多家，其中“四上”企业近 300 家，中国医药集团、国瑞药业、中国建材集团北新建材、中盐集团德邦化工、中化建等一批知名央企以及陕汽重卡、凯盛重工、韩国绿十字、浙江万向轴承、杭州美丽健、北京中科盛联等企业纷纷入驻园区，已形成新能源汽车及零配件、机械装备、生物医药、轻工纺织等主导产业。在大力发展主导产业的同时，积极拓展电子信息、新材料、节能环保等战略性新兴产业，并已形成一定的规模。

淮南经开区规划主导产业：现代医药与大健康产业。加快发展三大重点产业：电子信息产业、现代服务业、轻纺服装产业。规划采用组团式的布局，在各个功能片区的基础上，形成多个相对独立的空间组团。受铁路线与高压走廊分割，中兴路以西、朝阳东路以北的用地形成两个工业组团，工业组团内应依照其主导工业不同门类形成具有一定规模的特色工业园区；朝阳东路以南用地形成居住组团。

## 2.2 气象条件概况

淮南位于北半球中低纬度地区，属北亚热带湿润性季风气候。四季分明，冬寒夏热，春秋宜人；雨量春夏多秋冬少，分配不均，梅雨显著，日照多，无霜期长，光、热、水等气候资源丰富。年平均气温 16.5℃；冬季日最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的寒冷天气平均每年为 35.2 天，极端最低气温为 $-16.7^{\circ}\text{C}$ ，出现于 1969 年 1 月 31 日；夏季日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的酷热天气平均每年为 17.2 天，极端最高气温为 $41.2^{\circ}\text{C}$ ，出现于 1959 年 8 月 23 日。年平均降水量 970.3 毫米，夏季（6~8 月）降水量为 480.6 毫米，占年降水量的 49.5%；由于受季风影响，降水年际变化大，最多的 1991 年降水量高达 1567.5 毫米，最少的 2001 年降水量仅为 474.4 毫米。日最大降水量 218.7 毫米，出现于 1991 年 6 月 14 日，1 小时降水最大 47.9 毫米，出现于 2017 年。

## 2.3 气象灾害历史事件

对淮南经开区及其周边区域所发生的气象灾害历史事件进行回顾，淮南地区的主要历史气象灾害为暴雨洪涝、暴雪、大风、干旱等，具体如下：

(1) 2015 年淮南市遭遇暴雨洪涝、热带气旋等气象灾害。全市因气象灾害造成农作物受灾面积 38.84 千公顷，其中绝收面积 11.21 千公顷；受灾人口 50.19 万人次；直接经济损失 3.24 亿元，其中农业损失 2.9 亿元。

(2) 2016年淮南市遭遇暴雨洪涝和雪灾等气象灾害。全市因气象灾害造成农作物受灾面积 13.53 千公顷，其中绝收面积 3.01 千公顷；受灾人口 13.83 万人次；直接经济损失 1.09 亿元，均为农业经济损失。

(3) 2017年淮南市遭遇暴雨洪涝和干旱等气象灾害。全市因气象灾害造成农作物受灾面积 78.66 千公顷，其中绝收面积 7.57 千公顷；受灾人口 63.89 万人次；直接经济损失 3.14 亿元，均为农业经济损失。

(4) 2018年淮南市遭遇暴雨洪涝、热带气旋和雪灾等气象灾害。全市因气象灾害造成农作物受灾面积 9.99 千公顷，其中绝收面积 1.43 千公顷；受灾人口 10.91 万人次；直接经济损失 3.50 亿元，其中农业经济损失 1.28 亿元。

## 2.4 关键气象因子及高影响天气现象选择

### 2.4.1 开发区气象敏感度调查结果

为了详细分析淮南经开区内现有企业以及园区公共设施对气象要素及高影响天气的敏感程度，特在开发区内针对开发区内 10 家重点或对气象敏感的企业以及经开区建设发展局进行了调查走访（结果见附录 A），结果如下：

#### （1）对气象要素敏感程度

此次调查主要针对风向、风速、气温、气压、相对湿度、降水等 6 要素进行，结果表明：

被调查的 10 家企业及园区公共设施主要对**风向、风速、降水**（均有 3 家企业填报）的敏感度较高；对气温、相对湿度和气压敏感度较低。

#### （2）对高影响天气敏感度程度

此次调查主要针对暴雨洪涝、大风、暴雪、雷电、高温、低温冰冻、冰雹、雾霾等 8 种高影响天气进行，结果表明：

被调查的 10 家企业及园区公共设施主要对**暴雨洪涝**的敏感度高（6 家企业填报）；其次是**暴雪**（5 家企业填报）；再次是**低温冰冻**（4 家企业填报）。

### 2.4.2 关键气象因子及高影响天气现象选择

结合上述淮南经开区周边气候灾害历史事件回顾以及淮南经开区对气象要素及高影响天气的敏感程度调查情况，可以得出淮南经开区气候可行性论证的关键气象因子及高影响天气现象选择主要考虑以下各方面：

- （1）针对开发区防洪排涝的设计，需进行暴雨强度公式的编制；
- （2）针对开发区的雷电灾害，需进行雷电灾害风险评估；
- （3）针对开发区厂房供暖与空气调节设计，需进行气温参数的推算与分析；
- （4）针对开发区厂房建筑结构及设计、施工及运营，需进行风速、雪压的极端参数推算与分析。

### 3 资料来源及气象资料代表性分析

#### 3.1 气象站概况

淮南经开区周边 40km 范围内的国家气象站有：淮南气象站、凤台气象站、长丰气象站、蚌埠气象站、怀远气象站、寿县气象站，淮南经开区邻近的区域气象站有：舜耕站、洛河站、九龙岗站（相关位置和高程图见表 3.1-1 和图 3.1-1、图 3.1-2）。

表 3.1-1 淮南经开区周边气象站基本情况

区站号	站名	经度 E	纬度 N	海拔 (m)	记录开始时间 (年月日)	用途	相对应开发区的方位、距离
58224	淮南	117.02	32.65	32.6	1955.01.01	参证站	南部 6km
58212	凤台	116.73	32.72	22.0	1959.01.01	参考站	西北部 27km
58220	长丰	117.15	32.47	28.1	1966.04.01	参考站	东南部 29km
58221	蚌埠	117.38	32.92	21.9	1951.08.11	参考站	东北部 30km
58127	怀远	117.20	32.98	21.2	1958.11.01	参考站	北部 37km
58215	寿县	116.78	32.55	22.7	1955.01.01	参考站	西南部 37km
I3263	舜耕	117.03	32.68	20.0	2015.04.01	参考站	西北部 5km
I3264	洛河	117.07	32.67	31.0	2015.04.01	参考站	东北部 2km
I3254	九龙岗	117.10	32.61	45.0	2006.06.22	参考站	东南部 7km

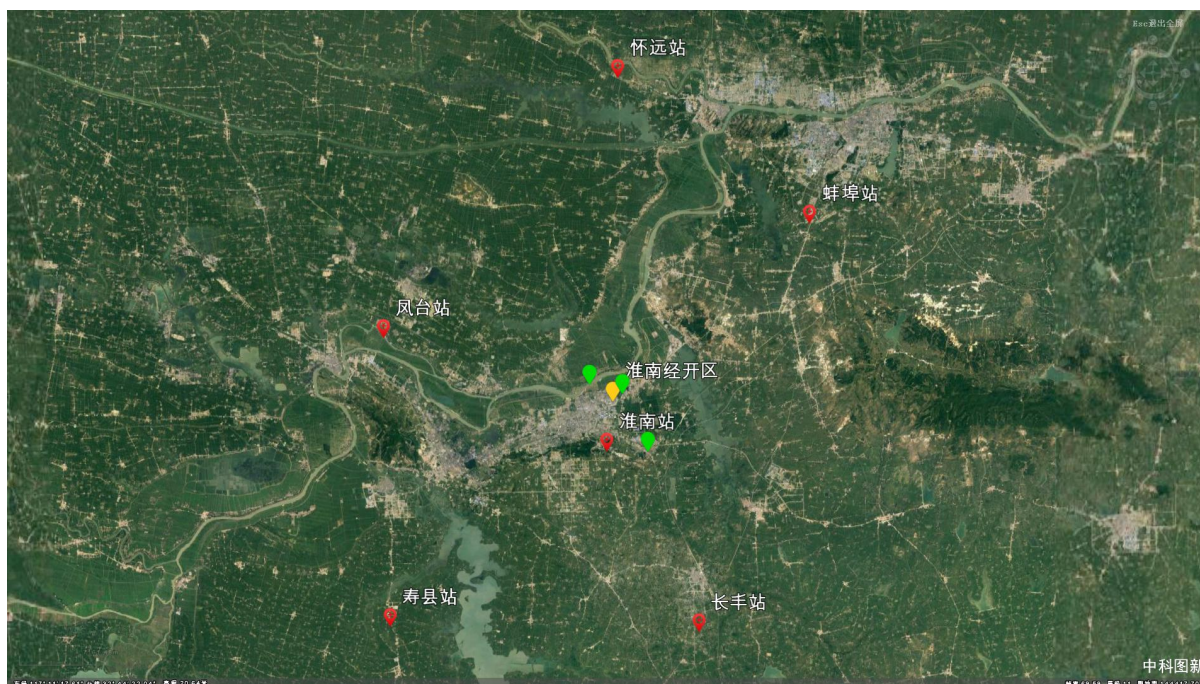


图 3.1-1 淮南经开区及周边气象台站地貌图

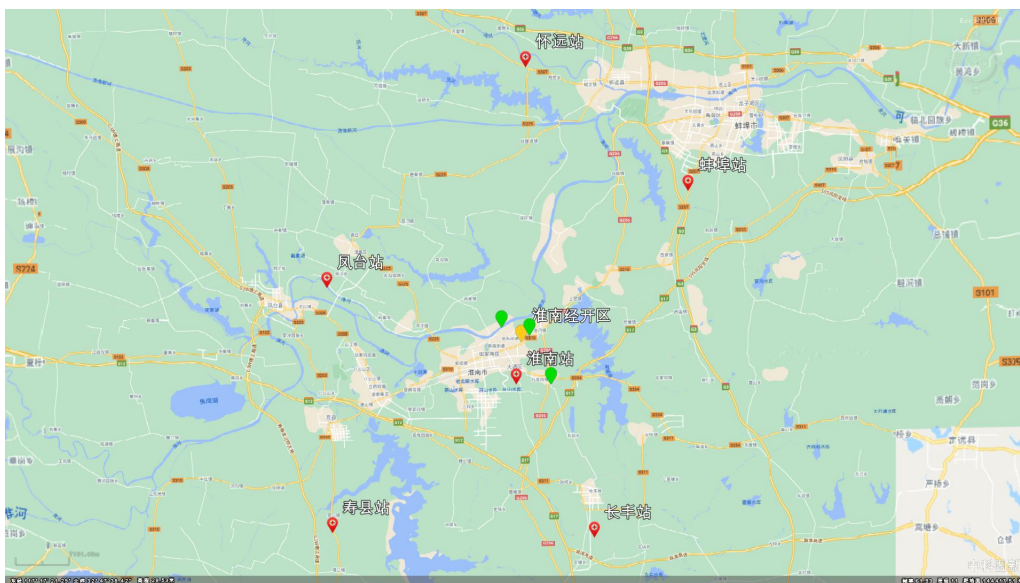


图 3.1-2 淮南经开区及周边气象台站位置示意图

淮南气象站是距离开发区最近的国家气象站，位于淮南经开区南部略偏西 6km 处，于 1955 年 1 月建站。舜耕区域自动站是距离开发区较近且资料较完备的自动气象站，于 2015 年 4 月建站观测，为无人值守的区域气象观测站，开展气温、雨量、风向、风速 4 个要素的观测，自动站仪器型号为 DZZ3。综合考虑开发区周边气象观测站位置、观测数据质量及序列时长，考虑将淮南气象站（距离最近）作为参证站，凤台、长丰、寿县、舜耕、洛河、九龙岗站作为验证参证站代表性的参考气象站。

各气象站自建站以来各自经历过次数不等的搬迁或观测设备位置变动，但其水平距离最多不超过 15km，大部分不超过 5km，近 30 年资料观测场基本无变动。每个国家气象站都有 50 年以上的历史，按照“地面气象观测规范”对气象台站建设的要求，对于同一观测项目，无论是使用的气象观测仪器种类、性能还是制订的观测方法、记录格式都严格按照《地面气象观测规范》的要求进行，这些台站的气象记录均能满足其代表性、准确性、比较性的要求。

为了可比较，除特别说明以外，本报告的元素累年平均值一律采用淮南气象站 1990~2019 年的 30 年资料值；累年最高/低极值及天气现象的挑选一律采用淮南气象站有资料年~2019 年的相应要素值。



### 3.2 气象站观测仪器简介

淮南国家气象站气象仪器设备安装、使用、检定、维修，符合国家、省级气象行业标准，气象计量器符合依照《中华人民共和国计量法》的有关规定。主要观测项目及仪器，详见表 3.2-1。

表 3.2-1 淮南气象站主要观测项目仪器

站名	观测项目	台站沿革		
		起止时间	地点	纬度/经度/高度(m)
淮南	云、能见度、天气现象、气压、气温、湿度、风向和风速、降水、日照、蒸发、雪深、地温、冻土	19550101/19551130	淮南市九龙岗矿工医院附近	3230N/11701E/35.2
		19551201/19580831	淮南市九龙岗矿工医院附近	3230N/11701E/36.7
		19580901/19631231	淮南市九龙岗淮南农场	3230N/11701E/24.3
		19640101/19831231	淮南市田家庵区公园路	3239N/11701E/22.0
		19840101/19951231	淮南市田家庵区人民南路	3239N/11701E/32.6
		19960101/20161231	淮南市田家庵区人民南路	3239N/11701E/32.6
		20170101/至今	淮南市大通区孔店乡黄山村	3236N/11702E/71.0
站名	项目	起始时间	结束时间	仪器设备名称
淮南	气压	19560101	19951231	动槽式水银气压表
		20000101	20071231	动槽式水银气压表
		19740901	19951231	空盒气压计(日转)
		20000101	20091231	空盒气压计(日转)
		20060101	至今	振筒式气压传感器
	气温	19550101	至今	百叶箱
		19550101	19550531	干湿球温度表(球状)
		19560601	20071231	干湿球温度表(球状)
		19740901	19951231	双金属温度计(日转)
		20000101	20091231	双金属温度计(日转)
		20060101	至今	铂电阻温度传感器
	相对湿度	19740901	19951231	毛发湿度计(日转)
		20000101	20091231	毛发湿度计(日转)
		20060101	至今	湿敏电容湿度传感器
	风向风速	19550101	19691231	维尔德测风器(轻型)
		19550101	19580731	维尔德测风器(重型)
		19640101	19691231	维尔德测风器(重型)
		19700101	19751231	电传风向风速仪(EY1型)
		19760101	20091231	EL型电接风速风向计

		20060101	至今	风向风速传感器
降水		19550101	至今	雨量器(20cm 口径)
		19570501	20111231	虹吸式雨量计(20cm 口径)
		20060101	至今	双翻斗遥测雨量传感器(20cm 口径)
		20180101	至今	称重式降水传感器
地面温度		19550601	19951231	地面温度表
		20000101	20071231	地面温度表
		20060101	至今	遥测地温传感器
日照		19550101	19951231	乔唐式日照计
		20000101	至今	乔唐式日照计
蒸发		19550101	19951231	小型蒸发器(20cm 口径)
		20000101	20131231	小型蒸发器(20cm 口径)

---

### 3.3 资料来源及说明

报告中涉及的国家气象站观测资料都来源于安徽省气象信息中心，均从经过审核后的信息化资料提取。所用资料涉及以下几类：

(1) 地面气象站资料：淮南、凤台、长丰、寿县 4 个国家气象站和舜耕、洛河、九龙岗 3 个区域自动站的地面观测数据。国家气象站资料主要用于参证站选取、气候背景、关键气象参数分析及推算、高影响天气现象等分析，涉及气压、气温、降水、风、相对湿度、日照、雷暴、冰雹、龙卷、雾、沙尘、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关键气象参数分析及推算。暴雨强度公式使用淮南气象站以及舜耕、洛河、九龙岗站 2019 年全年逐小时降水量资料进行公式适用性的分析。报告使用的雪压资料取自淮南气象站，结合芜湖气象站资料进行分析。

(2) 气象灾害资料：对淮南经开区运营影响较大的气象灾害主要包括暴雨洪涝、暴雪、大风、干旱等，相关记录一部分来自安徽省气象信息中心的信息化资料以及气象年、月报表，另一部分来源于“中国气象灾害大典安徽省分卷”、“地方志”、“气候影响评价”以及民政和农业部门灾情报告。

(3) 闪电定位仪资料：2010~2019 年安徽省二维闪电定位资料主要用于关键气象参数分析中的雷电灾害风险评估和高影响天气中的闪电分析。地闪资料来源于安徽省 ADTD 闪电定位系统，探测范围覆盖整个安徽省。

### 3.4 参证气象站代表性分析

淮南经开区附近建有国家气象站“淮南气象站”，其位于淮南经开区南部 6km，可用该站来代表淮南经开区所在地的气象条件。距开发区最近的区域气象站是洛河站，但相关数据不完备，而较近的舜耕站数据完备，该站位于开发区西北部仅 5km，因此采用此站结果对淮南气象站进行验证。以下，对淮南气象站与舜耕区域站 2019 年的基本气象要素进行相关分析，论证所选参证气象站的代表性。

#### 3.4.1 气温的相关性分析

##### (1) 气温逐月变化

淮南气象站和舜耕区域气象站 2019 年的年平均气温分别为 16.3℃ 和 16.5℃，月平均气温最高值均出现在 7 月份，最低值均出现在 1 月份（表 3.4-1）。由图 3.4-1

可见，两站的平均气温年变化趋势非常一致。

表 3.4-1 淮南气象站与舜耕区域站 2019 年逐月平均气温 (°C)

月 站点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
淮南	2.7	3.0	11.8	16.1	21.7	25.6	28.1	27.3	23.5	17.5	12.5	5.9	16.3
舜耕	2.8	3.5	11.9	16.7	21.8	26.4	28.3	27.1	23.3	17.2	12.3	6.8	16.5

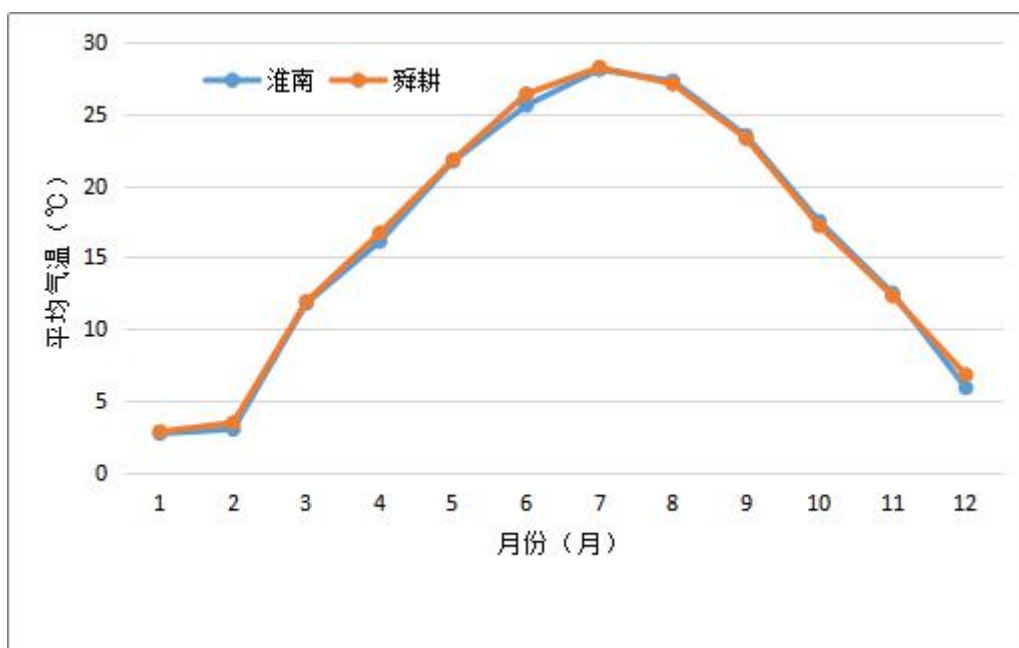


图 3.4-1 淮南气象站与舜耕区域站平均气温年变化 (2019 年)

## (2) 气温相关性检验

将淮南气象站和舜耕区域气象站 2017 至 2019 年的逐日气温共计 1095 对有效样本进行相关性检验，通过信度为 0.001 的检验，达到极显著相关水平。

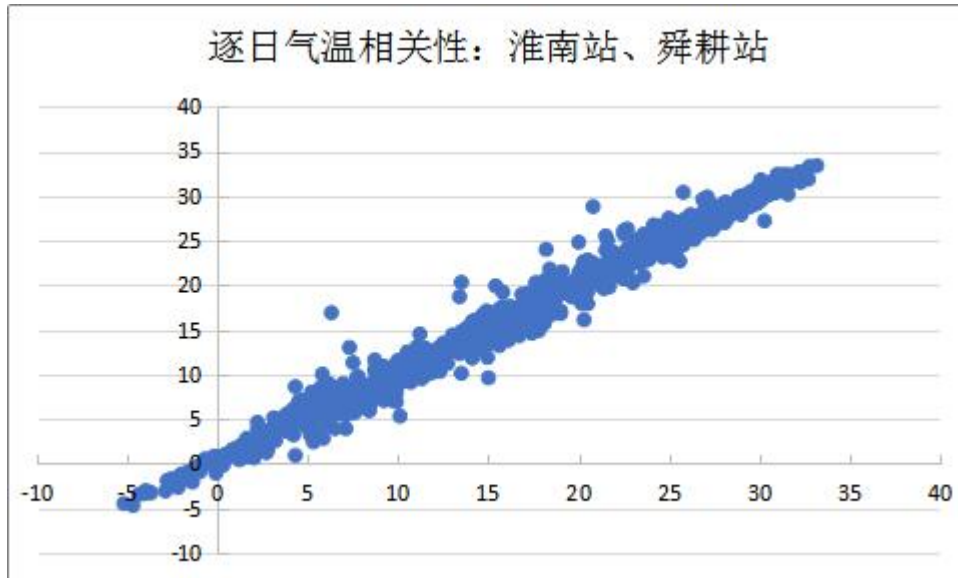


图 3.4-2 淮南气象站和舜耕区域气象站逐日气温相关图

### 3.4.2 降水的相关性分析

淮南气象站和舜耕区域站 2019 年 1~12 月各月降水量变化趋势较为一致（表 3.4-2），其中两站均 6 月降水量最大。

表 3.4-2 淮南气象站、舜耕区域站 2019 年各月降水量

站点/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
淮南	32.5	60.0	13.9	47.4	10.6	212.4	22.6	174.7	5.9	18.6	40.6	17.3
舜耕	36.1	57.3	11.6	48.3	9.7	176.6	14.7	178.0	0.0	15.9	28.3	9.5

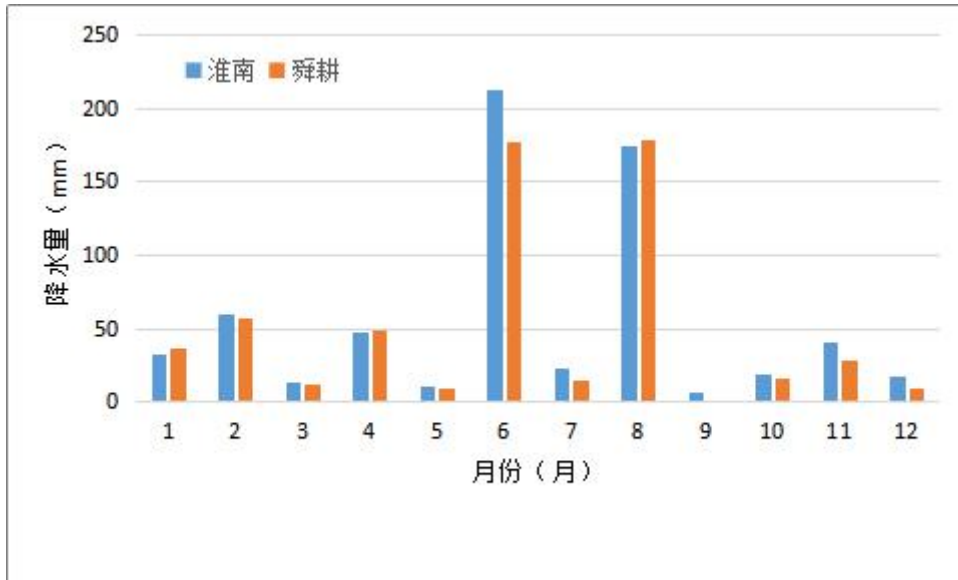


图 3.4-3 淮南气象站、舜耕区域站 2019 年各月降水量

此外，淮南、舜耕 2 个站最大日降水量的逐月变化趋势较为一致，2019 年两站日降水量的最大月份均在 6 月（表 3.4-3）。

表 3.4-3 2019 年 1 月~12 月淮南气象站与舜耕区域站逐月最大日降水量 (mm)

站点/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
淮南	10.5	10.0	12.0	17.3	6.2	130.3	7.6	60.4	4.9	11.3	18.6	7.7
舜耕	15.0	9.4	9.3	17.4	4.6	93.3	9.6	43.1	0.0	11.2	14.0	7.1

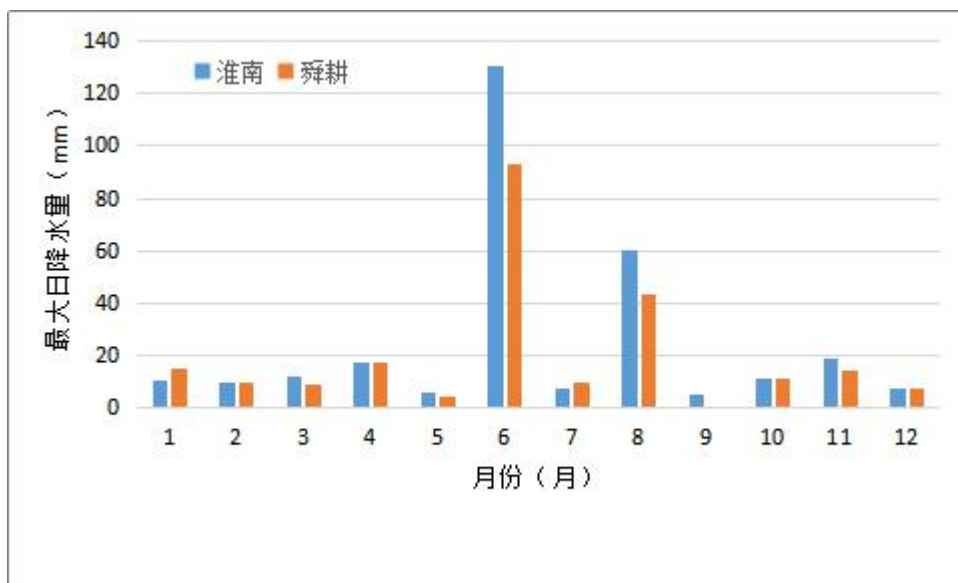


图 3.4-4 淮南气象站和舜耕区域站最大日降水量年变化

### 3.4.3 风的相关性分析

淮南气象站和舜耕区域站 2019 年 1~12 月各月平均风速变化趋势较为一致（表 3.4-4），数值上普遍表现为淮南站大于舜耕区域站。

表 3.4-4 2019 年淮南气象站与舜耕区域站逐月平均风速（m/s）

站点/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
淮南	2.0	2.3	2.6	2.4	2.4	2.2	2.0	2.4	2.1	1.9	2.4	2.3
舜耕	1.7	1.7	1.9	1.7	1.7	1.8	1.6	1.2	1.0	1.1	1.5	2.0

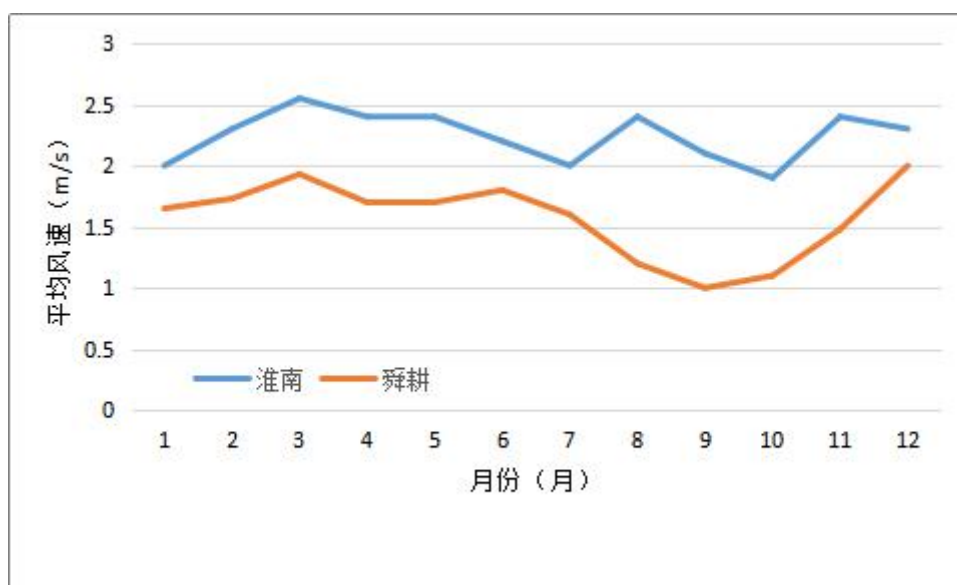


图 3.4-5 淮南气象站和舜耕区域站 2019 年各月平均风速

从淮南气象站和舜耕区域站 2 个站最大风速来看，近 1 年两站逐月最大风速变化趋势也较为一致（表 3.4-5），数值上同样表现为淮南站普遍高于舜耕站。

表 3.4-5 2019 年 1 月~12 月淮南气象站与舜耕区域站逐月最大风速（m/s）

站点/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
淮南	7.3	6.6	9.1	8.3	7.7	8.7	7.6	10.6	6.0	7.0	10.3	7.5
舜耕	6.7	6.2	8.0	7.5	6.1	8.0	6.9	8.2	5.0	5.1	7.1	7.3

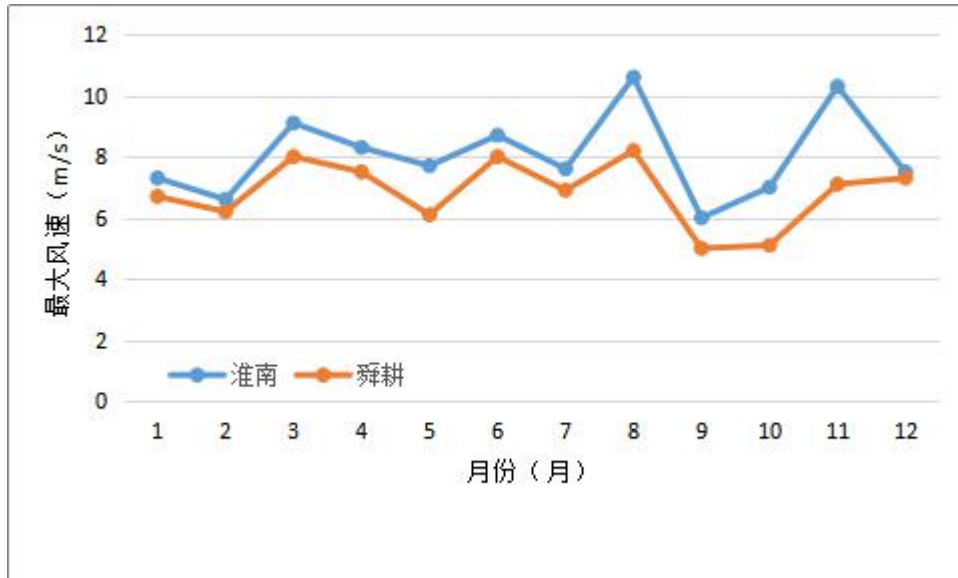


图 3.4-6 淮南气象站和舜耕区域站最大风速年变化

### 3.4.4 结论

从以上基本气象要素的对比分析可见，淮南气象站与舜耕区域站的气温、降水、风速等要素相关性较好。考虑到淮南气象站为国家气象站，且与淮南经开区最近并结合下垫面条件、数据质量等条件，经综合对比分析，本报告选定**淮南气象站**作为参证站，**舜耕区域站**作为降水、暴雨强度公式的参考站，极端风速的推算采用长丰、淮南气象站的资料综合进行分析。



## 4 气候背景

淮南经开区位于北半球中低纬度地区，属北亚热带湿润性季风气候。四季分明，具有“春暖、夏炎、秋爽、冬寒”的特点；雨量春夏多秋冬少，分配不均；梅雨显著，夏雨集中；日照多；无霜期长；光、热、水等气候资源丰富。

从四季来看，区域特征气候表现为：

**春季：时冷时暖、时雨时晴。**春季是冬季风向夏季风转换的过渡时期，南方来的暖湿气团与北方来的干冷气团在开发区相互僵持，进退不定，使得锋面带南北振荡移动，气旋活动频繁；导致天气变化无常，气温回暖不稳定、日际变化大，风向南北转换频繁，平均风速普遍较大。此外，开发区位于安徽省中部，雨季开始较早；当春温低且春雨多时，易出现长时间的低温连阴雨。

**夏季：炎热湿润、梅雨显著、降雨集中。**夏季开发区主要受地面大陆热低压和高层西太平洋副热带高压共同影响，盛行来自海洋的偏南气流，天气炎热湿润。受季风影响，夏季雨带在我国由南向北移动，当雨带影响到开发区时，会出现较集中的降雨；其中包括长江中下游特有的梅雨期。梅雨是由副热带高压、青藏高原、西南季风以及西风带长波等大尺度天气系统的活动造成的；每年这些大尺度天气系统的强度、进退迟早和快慢等都不一样，致使每年梅雨到来的迟早、长短和雨量多寡也有很大差异。梅雨期长，开发区易发生洪涝灾害；而梅雨量少或者空梅，又会造成严重干旱。由于夏季大气层结不稳定，开发区易发生雷暴等强对流天气，并可能出现 17m/s 以上的大风。

**秋季：秋高气爽，天气晴好。**秋季，开发区地面常有冷高压盘据，而高空仍有副热带暖高压维持，使得大气层结比较稳定，秋高气爽，天气晴好干燥，常出现夹秋旱和秋旱。但在夏季风撤退和冬季风加强过程中受气旋和锋面影响，也会出现秋雨，并可能出现寒潮大风。此外受东海洋面分裂的小高压影响，开发区偏东风较多。

**冬季：寒冷干燥，雨雪较少。**冬季，开发区受大陆冷性高压控制，天气寒冷干燥，雨雪较少。但北方冷空气南下时往往带来偏北寒潮大风，当南方水汽输送条件较好时，还会出现较明显的雨雪天气，可能带来低温雨雪冰冻灾害。

本章对淮南气象站各气象要素的多年平均统计采用的是近 30 年(1990~2019 年)

资料；对气象要素极值统计采用的是建站以来相应资料。年极端气压自 1980 年开始有记录，最大风速自 1980 年开始有记录，极大风速自 2007 年开始有记录。

淮南站近 30 年的年平均气压为 1012.1hPa，极端最高和最低气压分别为 1044.1hPa、982.6hPa；年平均气温为 16.5℃，极端最高气温为 41.2℃，极端最低气温为-16.7℃；累年平均降水量为 970.3mm，年降水量最多为 1567.5mm，最少为 474.4mm；年平均风速为 2.0m/s，年最大风速为 25.0m/s，年极大风速 25.3m/s；年平均相对湿度为 69.8%，年最小相对湿度 16.0%；累年平均日照时数为 1978.5 小时（表 4-1）。

表 4-1 淮南气象站主要气候特征值

气候要素		值	单位	出现时间
气压	年平均气压	1012.1	hPa	
	极端最高气压	1044.1	hPa	1981 年 12 月 2 日
	极端最低气压	982.6	hPa	2019 年 8 月 11 日
气温	年平均气温	16.5	℃	
	极端最高气温	41.2	℃	1959 年 8 月 23 日
	极端最低气温	-16.7	℃	1969 年 1 月 31 日
降水	年平均降水量	970.3	mm	
	年最大降水量	1567.5	mm	1991 年
	年最小降水量	474.4	mm	2001 年
	最大日降雨量	218.7	mm	1991 年 6 月 14 日
风	年平均风速	2.0	m/s	
	年最大风速	25.0	m/s	2018 年 3 月 6 日
	年极大风速	25.3	m/s	2018 年 5 月 16 日
	主导风向	E	/	
相对湿度	年平均相对湿度	69.8	%	
	年最小相对湿度	16.0	%	2016 年 9 月 2 日
日照	年平均日照时数	1978.5	小时	

注：平均值统计时段为 1990~2019 年，极值统计时段为有观测记录~2019 年；最大风速为 1980~2019 年；极大风速为 2007~2019 年，年最小相对湿度为 2016~2019 年。

## 4.1 气压

### 4.1.1 年际变化

除去 1996~1999 年淮南站气压数据的缺测，1990~2019 年淮南站年平均气压指标总体表现为波动变化，且变化幅度不大（图 4.1-1）。另外，由于淮南站 1996~1999 年气压数据的缺失，本报告对淮南站及附近长丰站的平均气压年际变化进行比照，两站总体气压变化表现较为一致，如图 4.1-1 所示。此外，2016~2017 年淮南站气压下降是由于这一时期该气象站迁站所导致，在表 3.2-1 中已作说明。

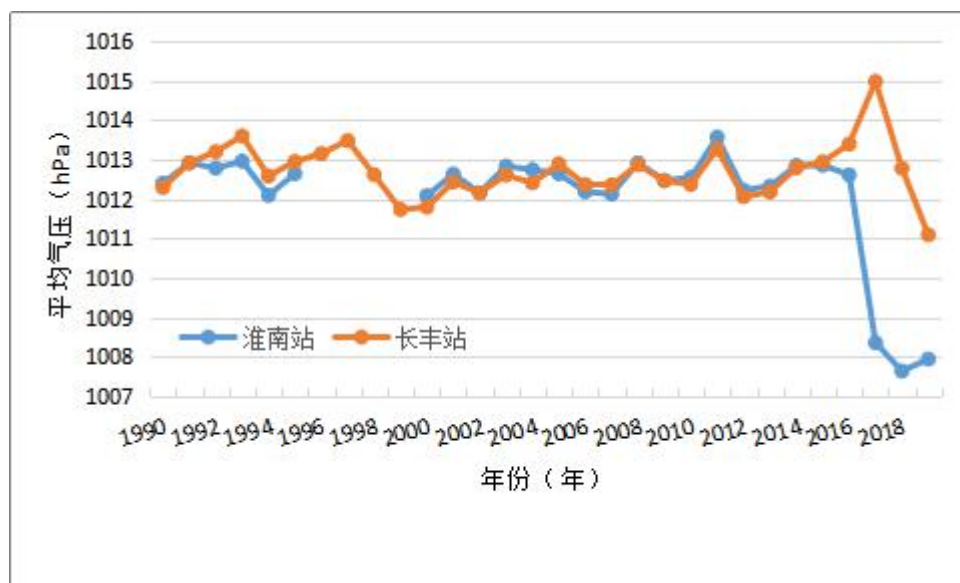


图 4.1-1 淮南、长丰气象站 1990~2019 年平均气压年际变化

### 4.1.2 年变化

淮南气象站的平均气压年变化在 999.4hPa（7 月）~1023.2hPa（1 月）之间，呈“U”型变化特征。整体看来，一年之中，冬季气压较高，夏季气压较低。

表 4.1-1 淮南气象站累年（1990~2019）各月及年平均气压统计表（hPa）

月年 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气压	1023.2	1020.1	1015.9	1010.0	1005.6	1000.9	999.4	1002.0	1009.2	1015.9	1019.4	1023.1

气压有随季节变化的特性，冬季一般受冷高压或冷高压前伸的高压脊控制，气压较高。而夏季往往受到气旋性天气系统的影响，气压常出现低值。

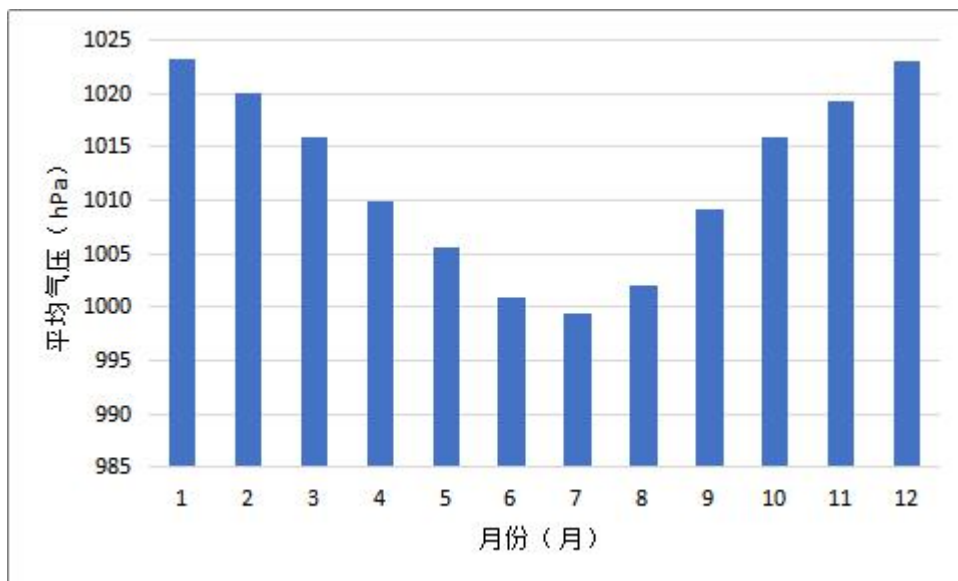


图 4.1-2 淮南气象站累年（1990~2019 年）平均气压的年变化

## 4.2 气温

### 4.2.1 年际变化

近 30 年（1990~2019 年）淮南气象站累年平均气温为 16.5℃，年平均气温在 15.1℃（1991 年）~17.4℃（2007 年）之间变化，气温年际变化表现为上升趋势（图 4.2-1）。

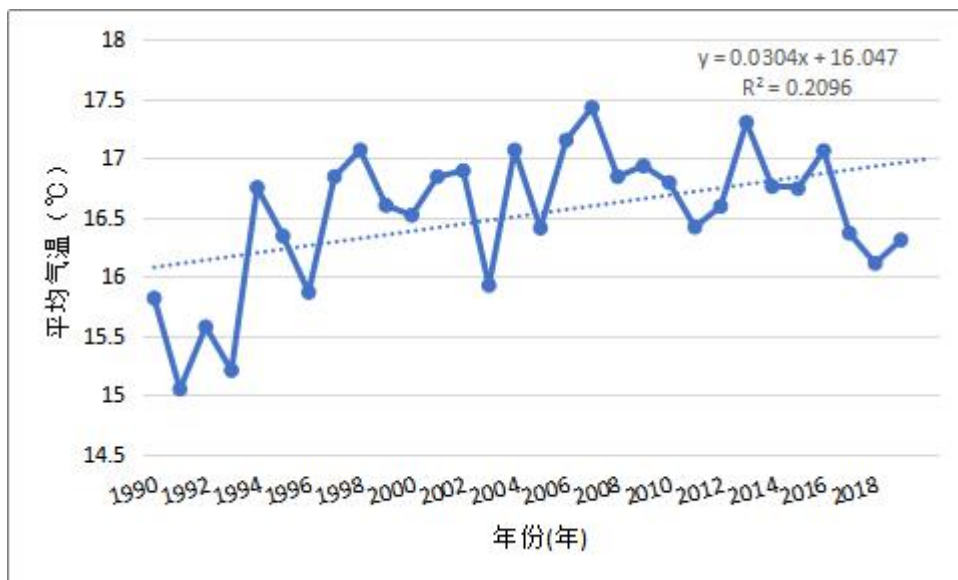


图 4.2-1 淮南气象站（1990~2019 年）平均气温年际变化

## 4.2.2 年变化

近 30 年（1990~2019 年）淮南气象站的各月平均气温在 2.8~28.7℃之间，最高值出现在 7 月，最低值出现在 1 月。（表 4.2-1，图 4.2-2）

表 4.2-1 淮南气象站（1990~2019 年）月平均气温统计表（单位：℃）

月年 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气温	2.8	5.5	10.5	16.8	22.2	26.0	28.7	27.7	23.5	18.1	11.4	5.2

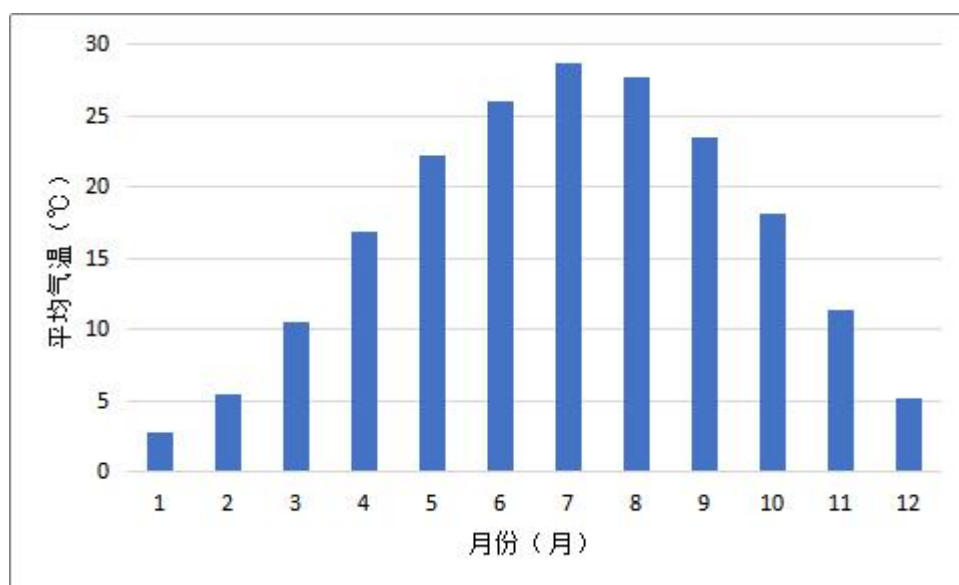


图 4.2-2 淮南气象站累年（1990~2019 年）平均气温年变化

## 4.3 降水

### 4.3.1 降水量年际变化

近 30 年（1990~2019 年）淮南气象站累年平均降水量为 970.3mm，年降水量在 474.4mm（2001 年）~1567.5mm（1991 年）之间变化（图 4.3-1）。

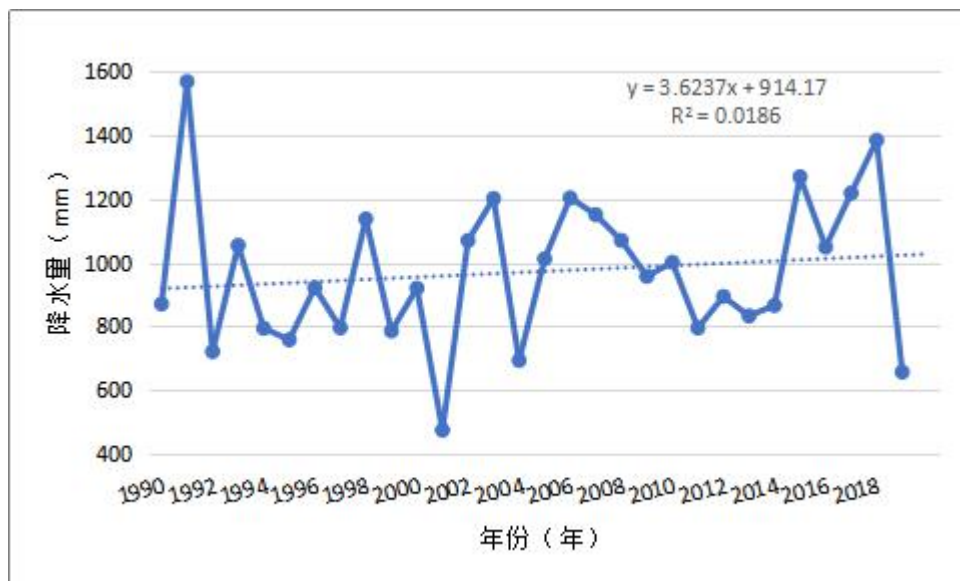


图 4.3-1 淮南气象站 1990~2019 年降水量年际变化

### 4.3.2 降水量年变化

近 30 年（1990~2019 年）淮南气象站各月降水量在 26.8mm（12 月）~177.6mm（7 月）之间变化，季节变化特征明显，冬季（12~2 月）平均降水量在四季之中最少，夏季（6~8 月）降雨量最多（图 4.3-2）。

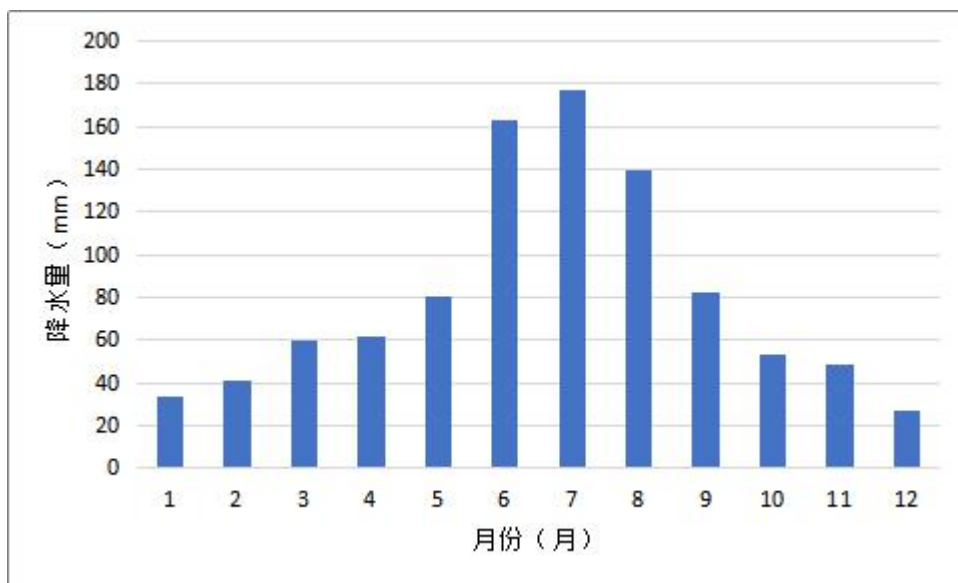


图 4.3-2 淮南气象站累年（1990~2019 年）降水量年变化

## 4.4 风

### 4.4.1 风速年际变化

#### (1) 平均风速

近 30 年（1990~2019 年），淮南气象站年平均风速为 2.0m/s，各年的平均风速在 1.0~2.9m/s 之间变化。（图 4.4-1）



图 4.4-1 淮南气象站 1990~2019 年年平均风速年际变化

#### (2) 最大风速

通过综合分析淮南站历年最大风速，淮南 1980~2019 年最大风速的最大值为 25.0m/s，出现在 2018 年；最大风速的最小值为 4.7m/s，出现在 2012 年（表 4.4-1，图 4.4-2）。结合长丰站最大风速进行比较分析，长丰 1980~2019 年最大风速的最大值是 20.3 m/s，出现在 1992 年；最大风速的最小值为 7.0m/s，出现在 2016 年。

表 4.4-1 淮南、长丰气象站历年最大风速（1980~2019 年）

年份	淮南站 最大风速 (m/s)	长丰站 最大风速 (m/s)	年份	淮南站 最大风速 (m/s)	长丰站 最大风速 (m/s)
1980	9.7	14.7	2000	10.0	12.1
1981	11.0	14.0	2001	8.7	13.9
1982	12.0	19.0	2002	8.3	11.4
1983	12.0	22.0	2003	10.3	13.3
1984	15.0	15.0	2004	19.7	11.6
1985	15.3	13.7	2005	9.0	8.9
1986	16.0	17.0	2006	8.0	10.3
1987	15.3	14.0	2007	7.7	9.0
1988	15.0	13.0	2008	6.9	7.3
1989	14.0	14.0	2009	6.3	9.7
1990	15.7	14.0	2010	5.1	8.4
1991	12.0	13.0	2011	7.7	8.2
<b>1992</b>	13.0	<b>20.3</b>	<b>2012</b>	<b>4.7</b>	7.8
1993	13.3	12.0	2013	5.2	7.9
1994	11.7	16.0	2014	6.0	7.2
1995	19.0	15.0	2015	5.5	7.2
1996	/	17.3	<b>2016</b>	5.0	<b>7.0</b>
1997	/	15.0	2017	12.5	7.5
1998	/	12.7	<b>2018</b>	<b>25.0</b>	7.8
1999	/	10.0	2019	10.6	12.8
<b>最大风速</b>				<b>25.0</b>	<b>20.3</b>

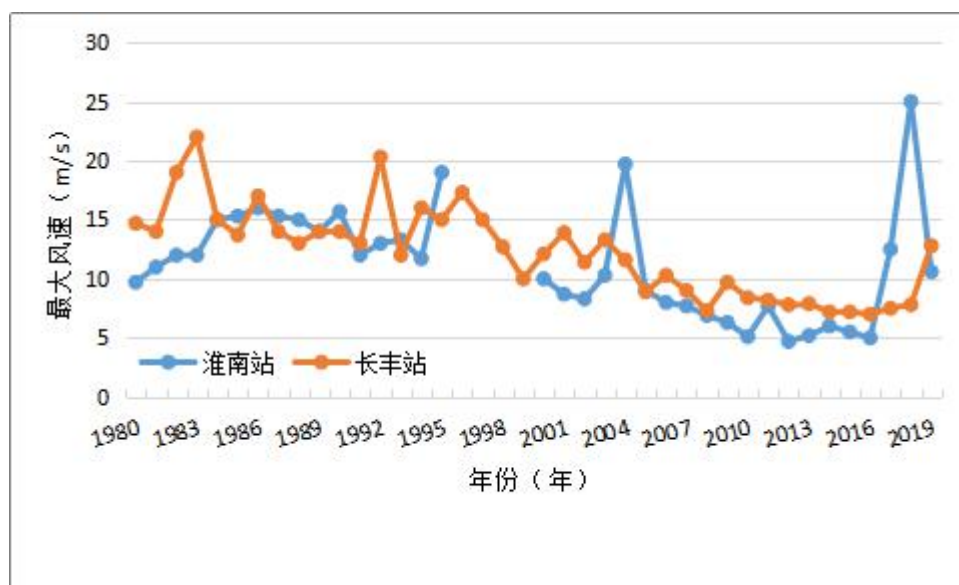


图 4.4-2 淮南、长丰气象站 1980~2019 年最大风速年际变化



### (3) 极大风速

淮南气象站自 2007 年开始，有极大风速的观测。从表 4.4-2 和图 4.4-3 中可以看出，近 13 年（2007~2019 年）极大风速的最大值为 25.3m/s，出现在 2018 年；极大风速的最小值为 11.0m/s，出现在 2014 年。2016~2017 年极大风速突然增大，出现断层，可能是由于淮南气象站在此期间进行迁站导致。

表 4.4-2 淮南气象站历年极大风速（2007~2019 年）

年份	极大风速 (m/s)	年份	极大风速 (m/s)
2007	15.1	2014	11.0
2008	13.5	2015	12.7
2009	16.0	2016	12.9
2010	12.2	2017	21.9
2011	13.1	2018	<b>25.3</b>
2012	14.6	2019	17.4
2013	11.7		
<b>极大风速</b>		<b>25.3</b>	



图 4.4-3 淮南气象站 2007~2019 年极大风速年际变化

#### 4.4.2 风速年变化

近 30 年，淮南气象站平均风速 3~7 月较大，在 2.0m/s 以上。月平均风速 3 月最大，10 月最小。从季节上看，春、夏季风速较大，秋、冬季风速较小（图 4.4-4）。

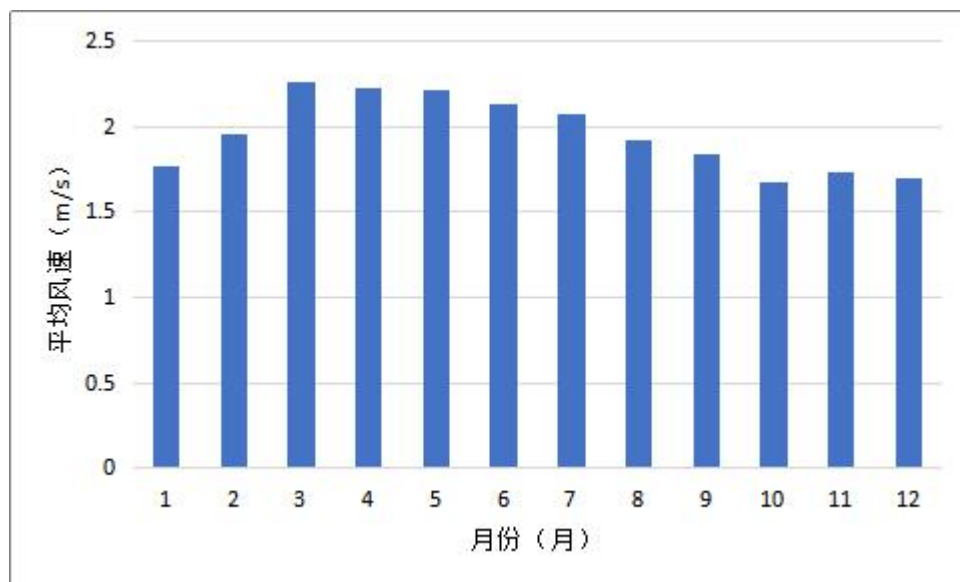


图 4.4-4 淮南气象站累年（1990~2019 年）平均风速年变化

#### 4.4.3 风向频率

近 30 年，淮南气象站累年最多风向为 E 风，风向频率为 15.3%，次多风向为 ESE，风向频率为 11.9%（表 4.4-3）。夏季最多风向为 E 风，风向频率为 16.1%（见图 4.4-5）。

表 4.4-3 淮南气象站近三十年（1990~2019 年）各风向频率(%)

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
4.4	3.6	5.1	7.4	15.3	11.9	5.7	4.6	3.7	2.4	4.0	5.3	4.3	4.4	5.2	4.2	12.8

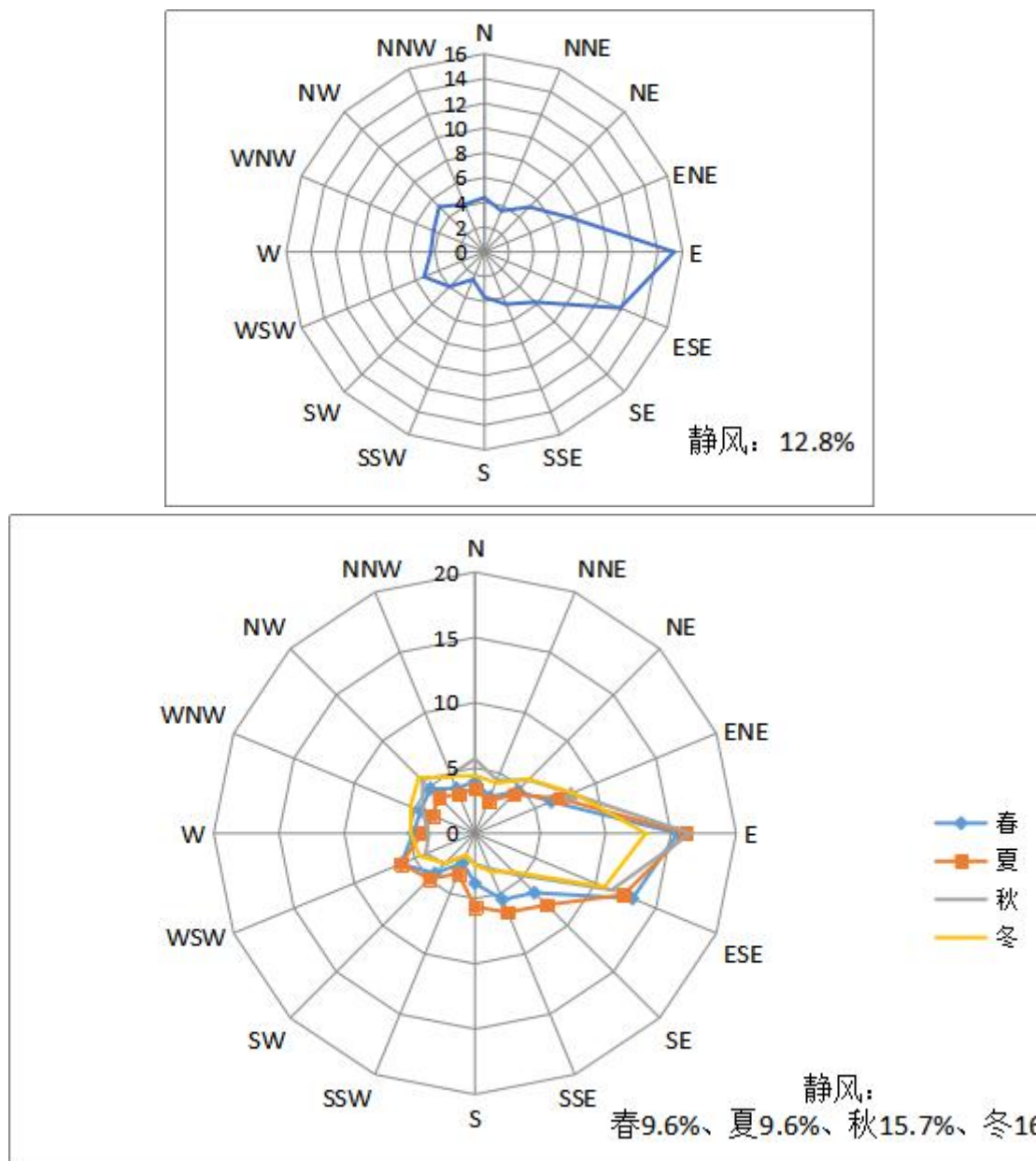


图 4.4-5 淮南气象站累年（1990~2019 年）风向频率玫瑰图（%）

## 4.5 相对湿度

### 4.5.1 年际变化

近 30 年（1990~2019 年），淮南气象站累年平均相对湿度为 69.8%，其中年平均相对湿度最高出现在 2018 年，为 77.1%；最低出现在 2013 年，为 61.8%（图 4.5-1）。长丰气象站累年平均相对湿度为 74.2%，其中年平均相对湿度最高出现在 1990 年，为 79.3%；最低出现在 2013 年，为 66.4%。两站平均相对湿度的年际变化趋势较为一致，数值上长丰站平均相对湿度普遍高于淮南站。

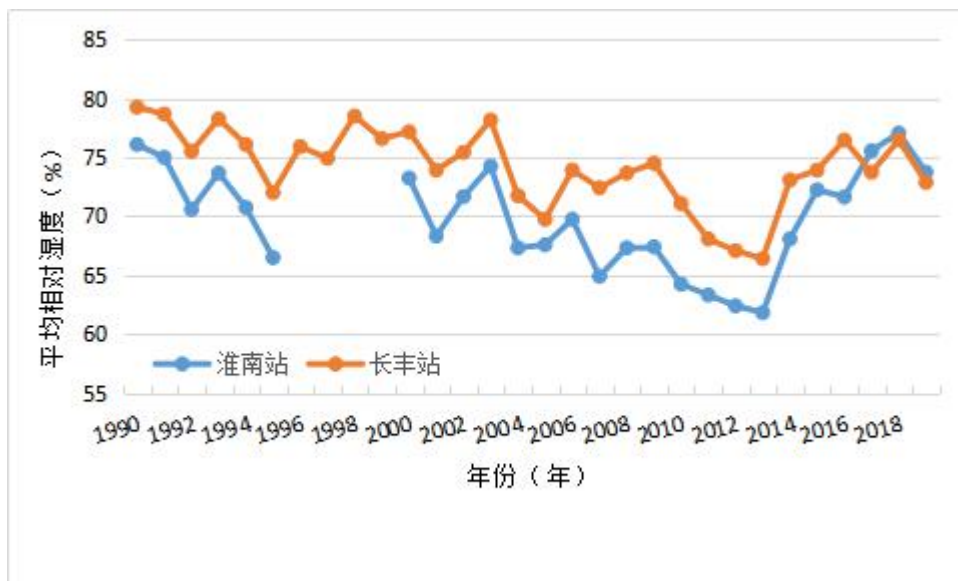


图 4.5-1 淮南、长丰气象站 1990~2019 年平均相对湿度年际变化

#### 4.5.2 年变化

淮南气象站平均相对湿度总体均呈现单峰型变化趋势（图 4.5-2）。6 月开始，由于夏季暖湿气流沿副热带高压外围不断被输送到长江中、下游及其以北地区，使得该地区空气呈现高温、高湿的状态，空气湿度开始增加，达到一年中的最大值。从 8 月开始，该地区受副热带高压控制，天气晴热少雨，空气湿度逐步减少。

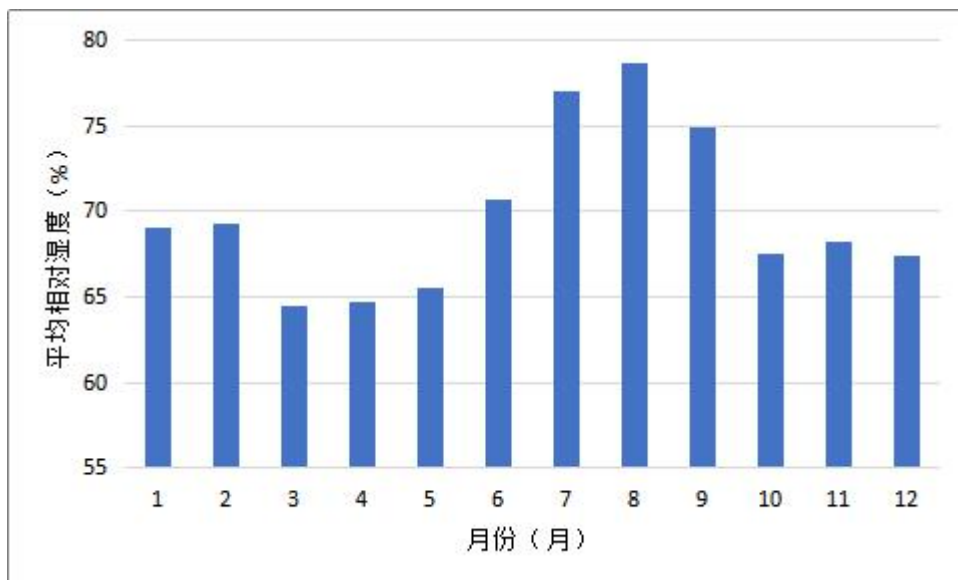


图 4.5-2 淮南气象站累年（1990~2019 年）平均相对湿度年变化

## 4.6 日照

### 4.6.1 年际变化

#### (1) 日照时数

淮南气象站（1990～2019年）平均年日照时数为1978.5h，其中年日照时数最高出现在1995年，为2326.5h；最低出现在2003年，为1629.1h。长丰气象站（1990～2019年）平均年日照时数为2050.7h，其中年日照时数最高出现在2013年，为2372.1h；最低出现在1991年，为1772.2h。（见图4.6-1）。



图 4.6-1 淮南、长丰气象站 1990～2019 年日照时数年际变化

### 4.6.2 年变化

淮南气象站日照时数的年变化在120.6小时（2月）～201.0小时（7月）之间。总体看来，月平均日照时数，3～10月在150小时以上，冬季明显偏小，7月全年最高，主要由于夏季白天时间较长，且受副热带高压控制出现晴热高温天气较多（见图4.6-2）。

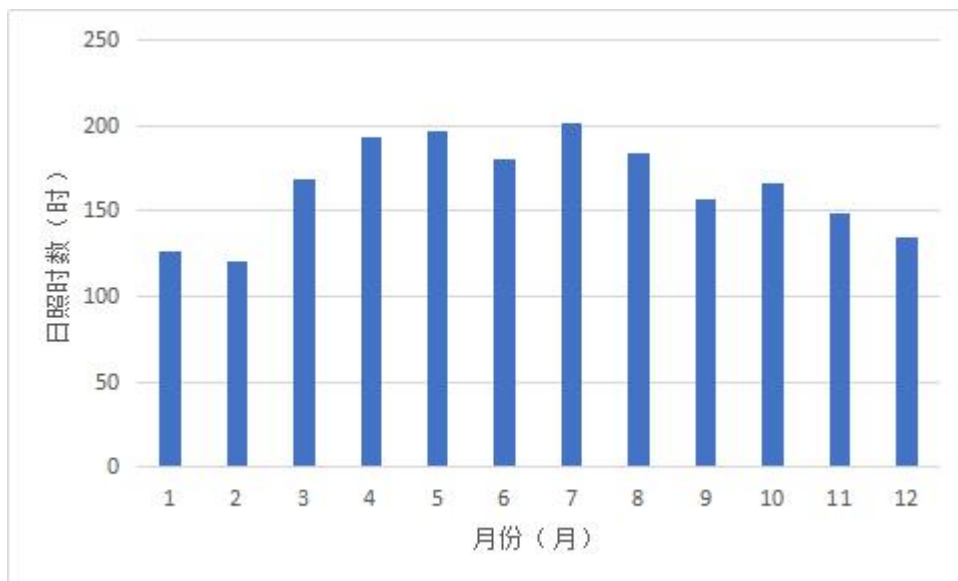


图 4.6-2 淮南气象站累年（1990~2019 年）日照时数年变化

## 5 关键气象参数分析及推算

### 5.1 风速极值推算

#### 5.1.1 参考气象站的选取

本报告采用长丰气象站作为淮南经开区设计风速推算的参证气象站，同时参考周边的淮南等气象站近几年的最大风速。

长丰气象站自 1980 年开始有自计 10min 平均最大风速观测，近 40 年的最大风速的最大值为 20.3m/s，出现在 1992 年；最大风速的最小值为 7.0m/s，出现在 2016 年（见图 5.1-1）

淮南气象站自 1980 年开始有自计 10min 平均最大风速观测（其中 1996~1999 年数据缺失），近 40 年的最大风速的最大值为 25.0m/s，出现在 2018 年；最大风速的最小值为 3.0m/s，出现在 2012 年（见图 5.1-1）。

表 5.1-1 长丰、淮南气象站历年最大风速（1980~2019 年）

年份	长丰站 最大风速 (m/s)	淮南站 最大风速 (m/s)	年份	长丰站 最大风速 (m/s)	淮南站 最大风速 (m/s)
1980	14.7	9.7	2000	12.1	10.0
1981	14.0	11.0	2001	13.9	8.7
1982	19.0	12.0	2002	11.4	8.3
1983	22.0	12.0	2003	13.3	10.3
1984	15.0	15.0	2004	11.6	19.7
1985	13.7	15.3	2005	8.9	9.0
1986	17.0	16.0	2006	10.3	8.0
1987	14.0	15.3	2007	9.0	7.7
1988	13.0	15.0	2008	7.3	6.9
1989	14.0	14.0	2009	9.7	6.3
1990	14.0	15.7	2010	8.4	5.1
1991	13.0	12.0	2011	8.2	7.7
<b>1992</b>	<b>20.3</b>	13.0	<b>2012</b>	7.8	<b>4.7</b>
1993	12.0	13.3	2013	7.9	5.2
1994	16.0	11.7	2014	7.2	6.0
1995	15.0	19.0	2015	7.2	5.5
1996	17.3	/	<b>2016</b>	<b>7.0</b>	5.0
1997	15.0	/	2017	7.5	12.5
1998	12.7	/	<b>2018</b>	7.8	<b>25.0</b>
1999	10.0	/	2019	12.8	10.6
最大风速				<b>20.3</b>	<b>25.0</b>

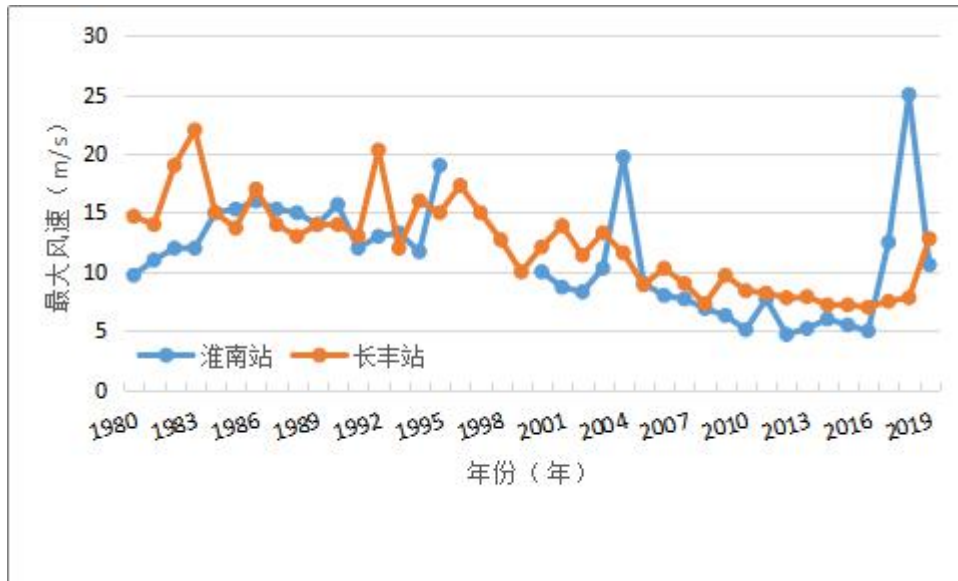


图 5.1-1 淮南、长丰气象站 1980~2019 年最大风速年际变化

### 5.1.2 年最大风速的概率计算

《电力工程气象勘测技术规程》中对基本风速的确定方法有明确的要求：“当气象站有连续 25 年以上的年最大风速资料时，可直接进行频率计算推求气象站设计风速。当气象站风速资料短缺时，可选择邻近地区地形、气候条件相似，有长期风速资料的气象站进行相关分析，展延资料序列后计算设计风速。气象站设计风速应采用 P-III 型分布或极值 I 型分布进行频率计算”。本报告概率计算方法即采用了极值 I 型分布，方法来自于《现代应用统计学》。

本文使用的资料是长丰气象站（并参考淮南气象站）1980~2019 年 10min 平均年最大风速序列，有 40 年资料，符合指南或规范对资料的要求。按标准的规定，用极值 I 型计算出不同重现期的基本风速，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，本报告给出了矩法参数估计法计算出的基本风速。

极值 I 型的分布函数是：

$$F(x) = p(X_{\max} < X) = e^{-e^{-\alpha(x-u)}}$$



其超过保证率函数是：

$$p(x) = 1 - e^{-e^{-\alpha(x-u)}}$$

中国气象科学研究院的专家，在 1999 年给出了矩法参数估算法，方法较新，用这个方法再进行一次计算，目的是用来检验以上的计算结果。

50年一遇最大风速 ( $V_{50-\max}$ ) 采用极值I型的概率分布（耿贝尔分布），其分布函数为：

$$F(x) = \exp\{-\exp[-\alpha(x-u)]\}$$

式中， $u$ —分布的位置参数，即分布的众值；

$\alpha$ —分布的尺度参数。

分布的参数与均值  $\mu$  和标准差  $\sigma$  的关系按下式确定：

$$\alpha = \frac{c_1}{\sigma}$$

$$u = \mu - \frac{c_2}{\alpha}$$

其中， $\mu$  与  $\sigma$  为样本的均值和标准差，系数 C1 和 C2 见下表：

表 5.1-2 系数 C1 和 C2

n	C1	C2	n	C1	C2
10	0.94970	0.49520	60	1.17465	0.55208
15	1.02057	0.51820	70	1.18536	0.55477
20	1.06283	0.52355	80	1.19385	0.55688
25	1.09145	0.53086	90	1.20649	0.55860
30	1.11238	0.53622	100	1.20649	0.56002
35	1.12847	0.54034	250	1.24292	0.56878
40	<b>1.14132</b>	<b>0.54362</b>	500	1.25880	0.57240
45	1.15185	0.54630	1000	1.26851	0.57450
50	1.16066	0.54853	$\infty$	1.28255	0.57722

取 1980~2019 年最近 40 年的年最大风速来进行计算，则，

$$\alpha = \frac{1.14132}{\sigma}$$

$$u = \mu - \frac{0.54362}{\alpha}$$

$$V_{50\_max} = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left[ \ln \left( \frac{50}{50-1} \right) \right]$$

测站 50 年一遇最大风速  $V_{50\_max}$  按下式计算：

表 5.1-3 利用极值 I 型计算出长丰、淮南气象站不同重现期的基本风速 (m/s)

台站	百年一遇	50 年一遇	30 年一遇	10 年一遇
长丰	<b>25.9</b>	<b>23.5</b>	21.8	18.0
淮南	27.8	24.9	22.8	18.2

### 5.1.3 淮南经开区设计风速的估算

估算淮南经开区设计基准风速通常的方法是在淮南经开区设置短期气象观测站（或直接利用淮南经开区附近气象站或区域自动站），与邻近气象站进行对比分析，为了安全起见，综合淮南经开区周边的长丰站、淮南站，估算淮南经开区的百年一遇最大风速为 25.9m/s、50 年一遇最大风速为 23.5m/s（一般均采用周边 2 个气象台站推算的最大值，但淮南气象站数据不完备，因此采用**长丰气象站**的计算结果）。

## 5.2 雪压极值推算

雪压是指单位水平面积上的雪重。本文使用淮南气象站的雪压资料，结合芜湖站的雪压资料进行综合分析。根据淮南气象站的雪压资料显示，在 1956~1957 年间有记录，仅有一年雪压观测数据，而邻近的芜湖市在 1956~1985 年有雪压观测任务，共有 30 年的实际雪压观测，最大雪压 6.1g/cm<sup>2</sup>（0.6kN/M<sup>2</sup>），出现在 1984 年 1 月 19 日。因此，雪压指标以芜湖站为准。芜湖站虽然 1986 年后没有雪压的实际观测资料，但根据《建筑结构荷载规范》的 6.1 条的规定，现有的 30 年资料，包括了该地降雪历史排名第二的 1984 年（仅次于 2008 年），因此雪压 6.1g/cm<sup>2</sup>（0.6kN/M<sup>2</sup>）可以作为设计用的基本雪压。

在这 30 年雪压观测记录中，有 13 年的雪压值是 0，仅有 17 年雪压值非 0，具体历年的最大雪压参见下表 5.2-1。应用《建筑结构荷载规范》（GB50009—2012）附录 E.3 的方法按照极值 I 型（耿贝尔型）进行统计计算，计算得到芜湖市百年一遇

的最大雪压为 0.79 kN/M<sup>2</sup>，50 年一遇的最大雪压为 0.65kN/M<sup>2</sup>，计算公式与上面风压的计算公式相同，这里就不再赘叙。

表 5.2-1 芜湖气象站 1956~1985 年历年最大雪压 (g/cm<sup>2</sup>)

年	最大雪压	年	最大雪压	年	最大雪压	年	最大雪压	年	最大雪压
1956	0	1962	0	1968	0	1974	1.4	1980	0
1957	2.4	1963	0	1969	3.1	1975	0	1981	0.7
1958	2.5	1964	3.0	1970	3.7	1976	0	1982	0.5
1959	0	1965	0	1971	0	1977	1.9	1983	0
1960	0	1966	1.4	1972	1.0	1978	1.0	1984	6.1
1961	0	1967	1.9	1973	7	1979	1.6	1985	2.7

注：1.0 g/cm<sup>2</sup>=0.098kN/m<sup>2</sup>≈0.1 kN/m<sup>2</sup>

### 5.3 室外空气计算参数

按照《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》和《供暖通风设计手册》的有关规定和统计方法，本报告以淮南气象站近 30 年（1990~2019 年）的观测数据为基础计算了淮南经开区的室外空气计算参数。

#### 5.3.1 冬季空气调节室外计算温度

根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019—2015）4.2.3 条规定，冬季空气调节室外计算温度，应采用历年平均不保证 1 天的日平均温度，即累年不保证 1 天的日平均气温历年平均值。将 30 年的逐日平均气温从小到大排序，取第 31 位气温值。

经计算，淮南站冬季空气调节室外计算温度为-4.0℃（1990~2019 年统计资料）。

#### 5.3.2 夏季空气调节室外计算日平均温度

根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019—2015）4.2.9 条规定，夏季空气调节室外计算日平均温度，应采用历年平均不保证 5 天的日平均温度，即累年不保证 5 天的日平均气温历年平均值。将 30 年的逐日平均气温从大到小排序，取第 151 位气温值。

经计算，淮南站夏季空气调节室外计算日平均温度为 32.3℃（1990~2019 年统计资料）。

### 5.3.3 冬季采暖室外计算温度

根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019—2015）4.2.1 条规定，采暖室外计算温度，采用以历年平均不保证 5 天的日平均温度，即累年不保证 5 天的日平均气温历年平均值。将 30 年的逐日平均气温从小到大排序，取第 151 位气温值。

经计算，淮南站冬季空气调节室外计算温度为 $-1.3^{\circ}\text{C}$ （1990~2019 年统计资料）。

### 5.3.4 夏季通风室外计算温度

根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019—2015）4.2.7 条规定，夏季通风室外计算温度，应采用历年最热月 14 时的月平均温度的平均值。

经计算，2016~2019 年淮南站夏季通风室外计算温度为  $27.9^{\circ}\text{C}$ 。

表 5.3-1 室外空气计算参数——温度要素一览表（ $^{\circ}\text{C}$ ）

站点	气温
冬季空气调节室外计算温度	-4.0
夏季空气调节室外计算日平均温度	32.3
冬季采暖室外计算温度	-1.3
夏季通风室外计算温度	27.9

室外空气计算参数由表 5.3-1 可见，推荐淮南经开区的冬季空气调节室外计算温度为 $-4.0^{\circ}\text{C}$ ，夏季空气调节室外计算日平均温度为  $32.3^{\circ}\text{C}$ ，冬季采暖室外计算温度为 $-1.3^{\circ}\text{C}$ ，夏季通风室外计算温度为  $27.9^{\circ}\text{C}$ 。

## 5.4 暴雨强度公式

本节主要介绍暴雨强度公式推算系统、暴雨强度样本的曲线拟合及其误差控制、暴雨强度公式参数推算方法及淮南暴雨强度公式编制结果等。

从淮南经开区的高程来看，园区地势相对较低、容易发生内涝，需要根据本报告编制的最新暴雨强度公式，核定或重新设计排水管网。

### 5.4.1 暴雨强度公式简介

#### 5.4.1.1 公式的定义及参数介绍

依据《室外排水设计规范》（GB50014—2006，2016 版），暴雨强度公式的定义为：

$$q = \frac{167A_1 \times (1 + C \times \lg P)}{(t + b)^n} \quad (5-4-1)$$

式（5-4-1）中： $q$  为设计暴雨强度（单位：L/S/hm<sup>2</sup>）； $t$  为降雨历时（单位：min），取值范围为1~180min； $P$  为重现期（单位：a），取值范围为2~100a。重现期越长、历时越短，暴雨强度就越大，而 $A_1$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $n$ 是与地方暴雨特性有关且需求解的参数： $A_1$ 为雨力参数，即重现期为1a时的1min设计降雨量（单位：mm）； $c$ 为雨力变动参数； $b$ 为降雨历时修正参数，即对暴雨强度公式两边求对数后能使曲线化成直线所加的一个时间参数（单位：min）； $n$ 为暴雨衰减指数，与重现期有关。

#### 5.4.1.2 雨强单位的转换

室外排水设计采用的雨水参数是以体积（容量）来表达，需将以毫米（mm）为单位的降水强度，转换为以升（L）为单位的降水体积（容量）。单位时间（min）单位面积（hm<sup>2</sup>）1mm 降水量转换为容量（L）时，经过以下换算过程：

$$1\text{mm}=0.001\text{m} \quad 1\text{hm}^2=10000\text{m}^2 \quad 1\text{m}^3=1000\text{L}$$

$$1\text{hm}^2 \times 0.001\text{m} = 10\text{m}^3 = 10000\text{L}$$

即单位时间（min）单位面积（hm<sup>2</sup>）的1mm降水换算成容量为10000L，单位时间为1S时，单位面积为1hm<sup>2</sup>的降水容量为10000/60≈167(L/S/hm<sup>2</sup>)，则雨强 $q$ (L/S/hm<sup>2</sup>)与雨强 $i$ (mm/min)之间可以  $q \approx 167i$  进行换算。

### 5.4.1.3 暴雨强度的频率和重现期的计算公式

暴雨强度重现期 $P$ 是指相等或超过它的暴雨强度出现一次的平均时间，单位用年。对于年最大值法，其经验频率( $P_m$ )及重现期( $T_m$ )分别按照式(5-4-2)、(5-4-3)计算：

$$P_m = \frac{M}{N + 1} \quad (5-4-2)$$

$$T_m = \frac{N + 1}{M} \quad (5-4-3)$$

式中 $N$ 为样本总数( $N = \text{资料年限} * k$ ,  $k$ 为每年平均取样个数, 对于年最大值法 $k=1$ )。 $M$ 为样本的序号(样本按从大到小排序)。

### 5.4.1.4 暴雨强度公式推求系统介绍

暴雨强度公式计算系统按功能分为暴雨数据采集、暴雨数据选样、理论频率曲线拟合及误差分析、暴雨公式参数估计及误差分析、结果输出等5大模块和计算步骤(图5.4-1)。本项目利用“暴雨强度计算系统”(图5.4-2)，该系统已通过中国气象局、住建部联合组织的技术验收，可直接进行资料处理、暴雨强度公式拟合、结果输出和精度检验等，具体流程如下：

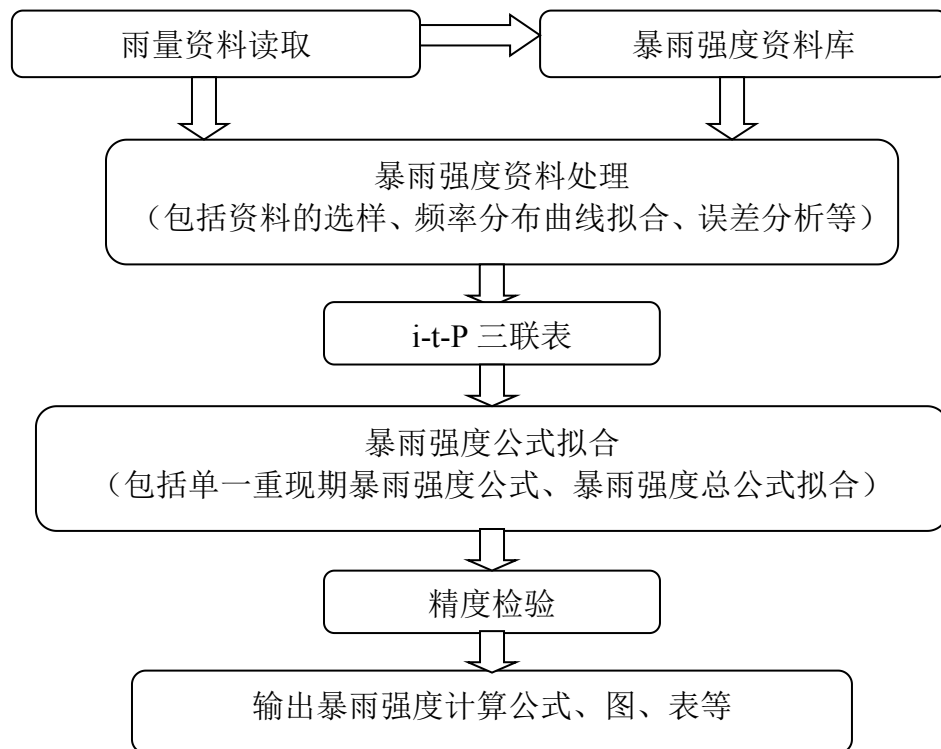


图 5.4-1 暴雨强度公式编制流程图



图 5.4-2 “暴雨强度计算系统”软件界面

#### 5.4.1.5 曲线拟合及误差控制

根据国家标准《室外排水设计规范》（GB50014—2006）（2016版），“年最大值法”计算降水重现期宜按2年、3年、5年、10年、20年、30年、50年、100年等8个重现期计算。由于设计采用的重现期（100年一遇）大于资料年限，故采用理论频率分布曲线进行调整，选用何种分布曲线关键是看分布曲线对原始数据的拟合程度，误差越小、精度越高的分布越有代表性，拟合精度以绝对均方根误差和相对均方根误差作为判断标准。当精度要求较高时，国家规范推荐采用指数分布、耿贝尔分布和P-III型分布曲线。

#### 5.4.1.6 暴雨强度公式计算及误差控制

##### （1）暴雨强度公式参数估算方法

从（5-4-1）式可以看出，暴雨强度公式为已知关系式的超定非线性方程，公式中有 $A_1$ 、 $C$ 、 $b$ 、 $n$  这4个参数，显然常规方法无法求解，因此参数估计方法的设计和减少估算误差尤为关键。本项目运用最小二乘法、高斯牛顿法两种方法对（5-4-1）式进行参数估算。

##### （2）精度检验

根据《室外排水设计规范》（GB50014—2006，2016版）要求，采用“年最大值法”计算抽样误差和暴雨公式误差，应统计的重现期为 2~20a，在一般强度的地方，平均绝对均方差不宜大于0.05mm/min。在降水强度较大的地方，相对均方根误

差不宜大于5%。

均方根误差：
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - x_i')^2} \quad (5-4-4)$$

相对均方根误差：
$$f = \frac{\sigma}{x} \quad (5-4-5)$$

式(5-4-4)和式(5-4-5)中， $x$ 为根据暴雨强度公式计算出来的雨强， $x'$ 为i-t-P三联表对应的降水强度*i*值，N为参与误差计算的样本数。

### 5.4.2 暴雨强度公式编制（1990-2019）

根据《室外排水设计规范》（GB50014—2006，2016版）要求，“年最大值法”编制暴雨强度公式需要30年以上连续降水资料，淮南经开区暴雨强度公式采用邻近的国家气象站淮南站1990~2019年分钟雨量数据编制。

#### 5.4.2.1 样本资料的理论频率分布曲线拟合

利用“暴雨强度计算系统”，选用P-III分布、指数分布以及耿贝尔分布曲线对降水样本资料进行频率调整，各降水历时下曲线拟合误差见表5.4-1。由表可见，三种曲线拟合结果在2~20年重现期下的平均绝对均方误差、平均相对均方误差基本都通过《室外排水设计规范》（GB50014—2006，2016版）提出的精度检验要求，相较之下，P-III分布下的平均相对均方误差最小。

对淮南气象站历史雨量资料进行取样，利用皮尔逊III型曲线拟合，采用最小二乘法求参而推算出的淮南经开区暴雨强度公式，结果精度高，符合国家标准规定的精度，推荐为最优的暴雨强度公式。

表 5.4-1 不同方法推算的暴雨强度公式精度检验总表

			皮尔逊III型	指数分布	耿贝尔分布
淮南气象站	最小二乘法	平均绝对均方误差	0.027	0.035	0.031
		平均相对均方误差	1.98%	2.44%	2.13%
	高斯牛顿法	平均绝对均方误差	0.066	0.048	0.048
		平均相对均方误差	3.92%	3.56%	3.07%

注：表中各误差值，均符合室外排水设计规范（GB50014—2006，2016版）精度标准



图5.4-3为淮南站不同历时降水强度随重现期的变化曲线。在原始降水资料的基础上，利用皮尔逊III型拟合出不同历时降水强度随重现期的变化曲线。

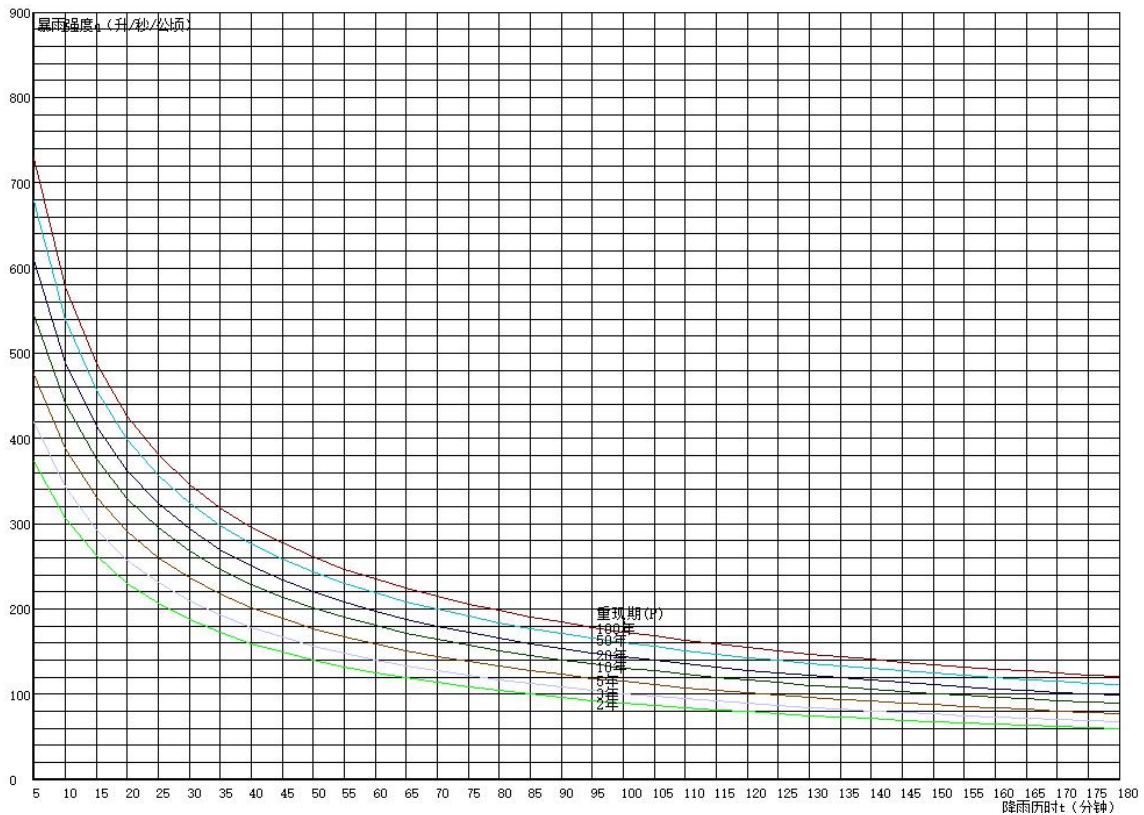


图 5.4-3 不同历时降水强度随重现期的变化曲线（皮尔逊III型拟合结果）

根据频率分布曲线，得出降水强度、降水历时、重现期三者的关系，即i-t-P三联表（以P-III分布曲线拟合结果为例，见表5-4-2、表5-4-3）。i-t-P三联表中的数据将作为暴雨强度公式参数估算的原始资料。

表 5.4-2 雨强、历时、重现期（i-t-P）三联表（皮尔逊III型分布）（单位：mm/min）

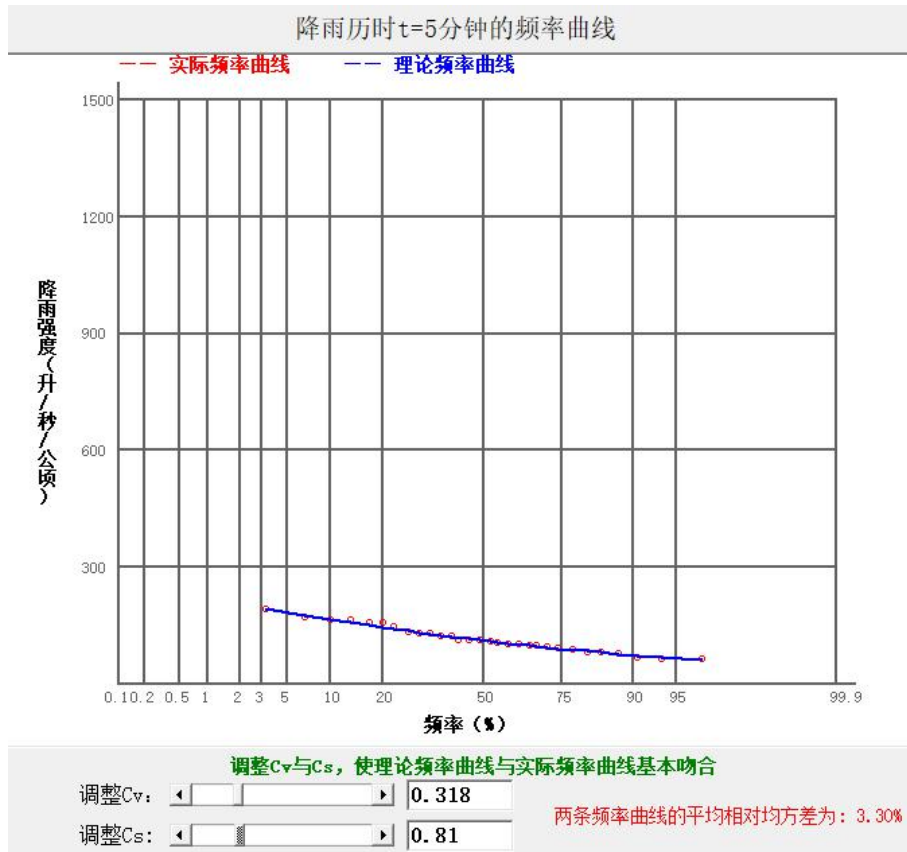
huainan	暴雨强度i-t-P表										
重现期\降雨历时	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
100	22.216	31.536	42.041	52.405	68.629	81.013	89.185	98.592	104.181	118.466	130.315
50	20.596	29.985	39.513	48.879	63.634	74.861	82.452	91.911	97.952	110.373	121.073
20	18.35	27.631	35.932	44.031	56.708	66.401	73.222	82.686	89.128	99.246	108.365
10	16.51	25.599	32.912	39.887	51.031	59.479	65.67	74.892	81.689	89.738	97.506
5	14.448	23.192	29.401	35.215	44.673	52.045	57.559	66.302	73.038	79.015	85.26
3	12.423	20.679	25.82	30.543	38.428	44.867	49.727	57.713	64.214	68.292	73.015
2	11.098	18.593	23.152	27.282	34.341	40.252	44.692	51.828	57.639	60.807	64.466
1	7.895	13.138	16.411	19.172	24.463	29.742	33.225	37.672	41.029	42.194	43.21

综合比较三种分布曲线对样本资料进行频率调整后得到的曲线拟合误差，以及运用最小二乘法、高斯牛顿法进行参数估算后得到的参数估算误差，利用淮南站1990-2019年30a降水数据，推荐使用皮尔逊III型分布曲线拟合、最小二乘法这一组合作为淮南暴雨强度总、分公式的计算方法。

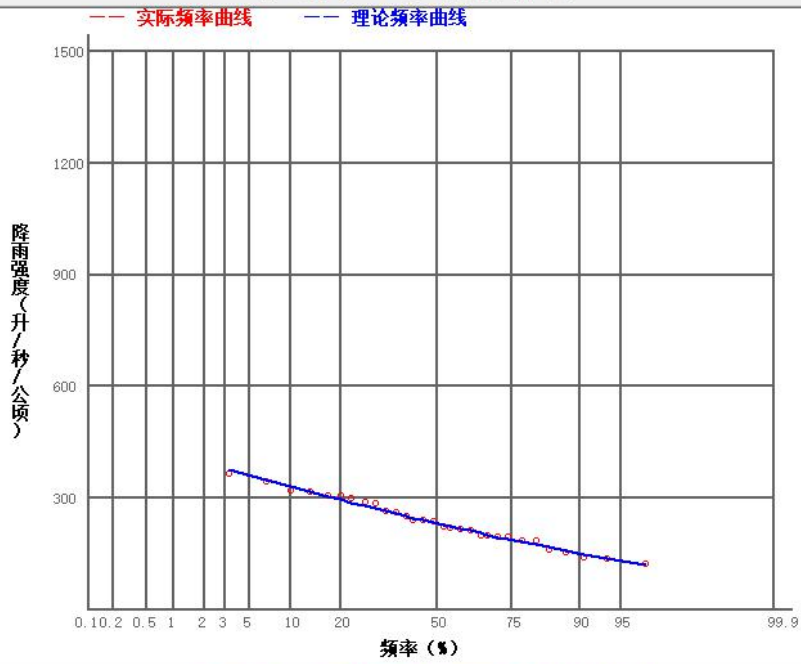
### 5.4.2.2 淮南暴雨强度主要计算结果

#### (1) 皮尔逊III型参数拟合情况

表 5.4-3 皮尔逊III型曲线拟合参数表



降雨历时t=15分钟的频率曲线



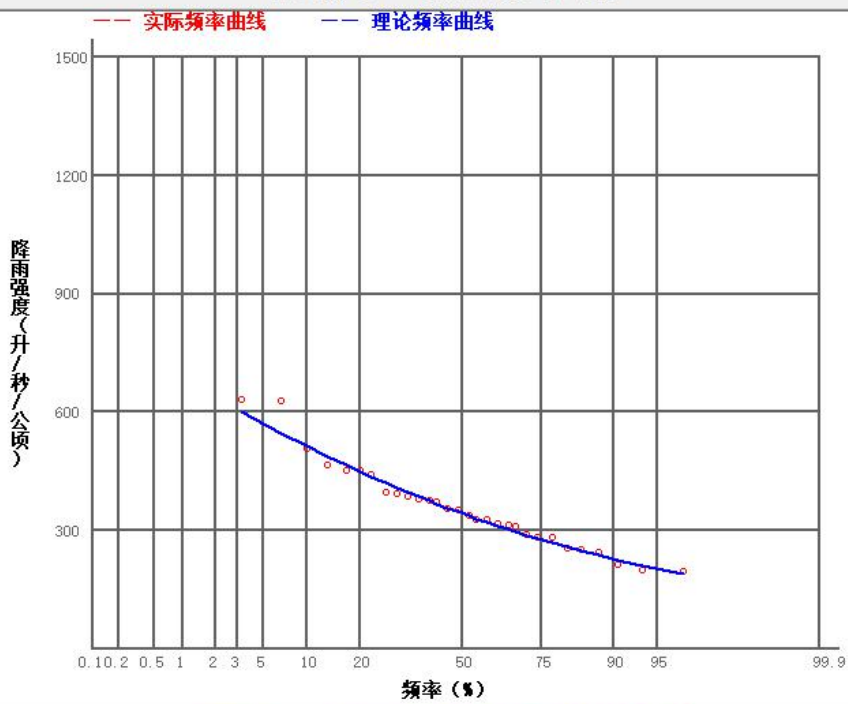
调整 $C_V$ 与 $C_S$ , 使理论频率曲线与实际频率曲线基本吻合

调整 $C_V$ :  0.297

调整 $C_S$ :  0.42

两条频率曲线的平均相对均方差为: 2.79%

降雨历时t=30分钟的频率曲线

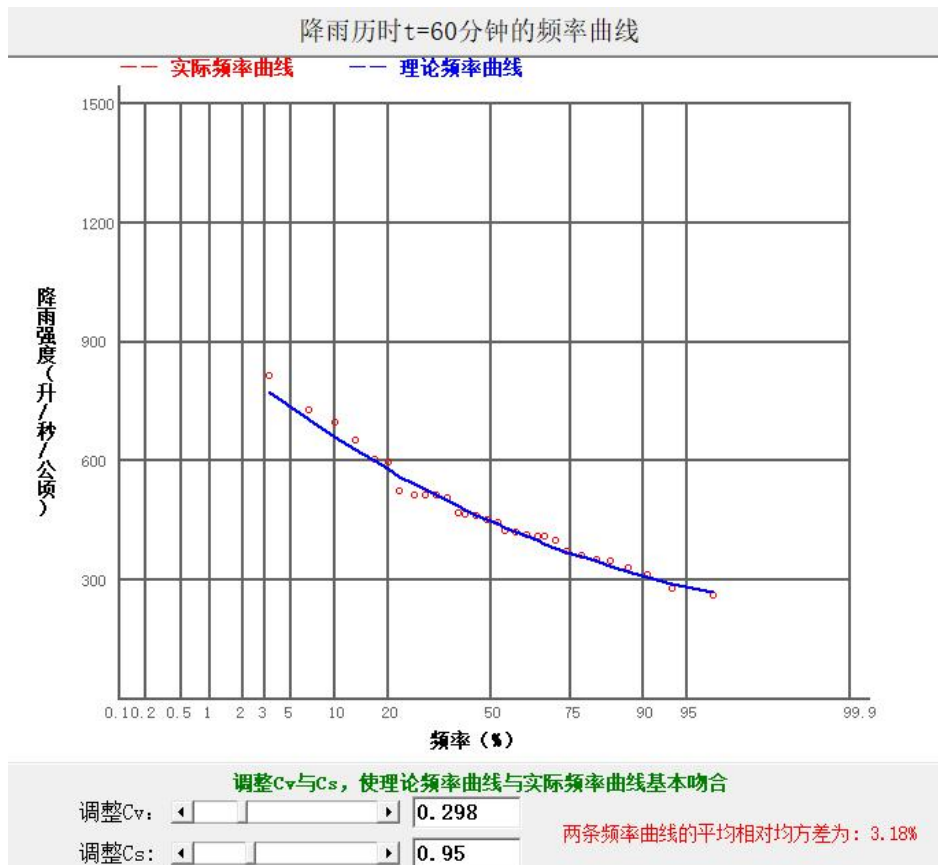


调整 $C_V$ 与 $C_S$ , 使理论频率曲线与实际频率曲线基本吻合

调整 $C_V$ :  0.317

调整 $C_S$ :  0.84

两条频率曲线的平均相对均方差为: 3.86%



(2) 总公式

$$q = \frac{2178.471}{(t+1)} \quad (\text{单位: L/s/hm}^2) \quad (5-4-6)$$

(3) 分公式

$$i = \frac{A}{(t+b)^n} \quad \text{或} \quad q = \frac{167A}{(t+b)^n}$$

表 5.4-4 淮南暴雨强度分公式（1990 年~2019 年）参数一览表

重现期 P(年)	区间	参数	公 式
1—10	I	A	$17.638+1.799\text{Ln}(P - 0.771)$
		b	$11.623 -0.913\text{Ln}(P - 0.771)$
		n	$0.750 -0.021\text{Ln}(P - 0.706)$
11—100	II	A	$20.552+0.197\text{Ln}(P - 0.660)$
		b	$9.854 -0.710\text{Ln}(P - 7.842)$
		n	$0.736 -0.019\text{Ln}(P - 3.422)$

注：根据上表求出的A、b、n参数，代入  $q = \frac{A}{(t+b)^n}$ ，即可求出暴雨强度q

表 5.4-5 单一重现期暴雨强度公式

重现期 P(年)	公 式
P=1	$2502.662 / (t + 12.969)^{0.776}$
P=2	$3007.503 / (t + 11.435)^{0.745}$
P=3	$3186.360 / (t + 10.891)^{0.733}$
P=5	$3378.744 / (t + 10.306)^{0.719}$
P=10	$3505.664 / (t + 9.308)^{0.700}$
P=20	$3529.712 / (t + 8.080)^{0.683}$
P=30	$3543.406 / (t + 7.654)^{0.674}$
P=40	$3552.925 / (t + 7.390)^{0.668}$
P=50	$3560.440 / (t + 7.198)^{0.663}$
P=60	$3566.452 / (t + 7.046)^{0.659}$
P=70	$3571.629 / (t + 6.922)^{0.656}$
P=80	$3576.138 / (t + 6.816)^{0.654}$
P=90	$3579.979 / (t + 6.724)^{0.651}$
P=100	$3583.486 / (t + 6.642)^{0.649}$

(注：“^”符号表示指数运算)

根据计算，利用皮尔逊III型分布曲线拟合、最小二乘法计算暴雨强度公式参数在2~20a重现期的绝对均方根误差为0.027mm/min，相对均方根误差为1.98%，通过了《室外排水设计规范》（GB50014—2006，2016版）提出的精度检验要求。

### 5.4.3 暴雨强度公式适用范围分析

本次淮南地区暴雨强度公式编制使用降水资料为淮南气象站单个站点的资料，公式编制结果的适用范围有多大，能否代表淮南经开区的暴雨强度得深入探讨。这里结合淮南气象站以及周边的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一个初步的探讨。

随着气象业务的扩展，区域自动气象站成为大气监测的重要组成部分，近年来气象部门先后分批次建立了多个区域自动气象站，由于区域自动气象站建站时间较短，我们对现有区域自动气象站降水资料进行了初步的检查与筛选，最终选取淮南国家气象站，以及园区周边的舜耕、洛河、九龙岗 3 个区域自动气象站的 2019 年全年的逐小时降水量资料进行分析，这 3 个气象站的相关信息见表 5.4-6。

表 5.4-6 周边 3 个气象站相关信息表

区站号	站名	经度 E	纬度 N	海拔 (m)	记录开始时间 (年月日)	用途	相对应开发区的方位、距离
58224	淮南	117.02	32.65	32.6	1955.01.01	参证站	南部 6km
I3263	舜耕	117.03	32.68	20.0	2015.04.01	参考站	西北部 5km
I3264	洛河	117.07	32.67	31.0	2015.04.01	参考站	东北部 2km
I3254	九龙岗	117.10	32.61	45.0	2006.06.22	参考站	东南部 7km

考虑到小时雨量数据的连续、完整性，最终选取以上 4 个气象站 2019 年小时雨量数据进行分析，从每个站点小时雨量数据中滑动提取出每年 1 小时的最大降水量数据，具体结果见下表 5.4-7。周边台站的 1 小时降水极大值出现在九龙岗站，达到 55.1mm；淮南站次之，达到 37.3mm；舜耕站为 32.9mm；洛河站为 32.8mm。淮南、舜耕、洛河和九龙岗站的 1 小时最大降水，均出现在 2019 年 6 月 5 日。综合来看，九龙岗站的 1 小时最大降水资料总体上可以代表淮南经开区极端降水情况。

---

表 5.4-7 周边气象站 1 小时最大降水量

站名	最大降水量 mm	出现日期
淮南	37.3	2019-06-05
舜耕	32.9	2019-06-05
洛河	32.8	2019-06-05
九龙岗	55.1	2019-06-05

在气候变化的背景下，各地极端降水特点不断变化，建议每隔 5~10 年或任一历时雨强破纪录时，对开发区所在区域的暴雨强度公式进行修编。

## 5.5 雷电灾害风险评估

根据淮南经开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，对淮南经开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进行计算，从而为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。

### 5.5.1 淮南地区地闪时间分布

#### 5.5.1.1 年际变化

从 2010~2019 年地闪统计数据(图 5.5-1)可得淮南地区(淮南经开区所在区域)近 10 年闪电活动大体呈减少趋势。淮南地区年地闪次数较少，年平均地闪次数不足 2000 次。2011 年地闪次数最多，超过 5000 次，2017 年地闪次数最少，仅为 664 次。其他年份地闪次数相对平均。淮南地区周边区域局地雷暴较少，总体受大尺度雷电天气过程影响较大，近年来我省大尺度雷电天气过程总体呈现出减少趋势，但是不能排除未来个别年份雷电活动会剧增的可能性。

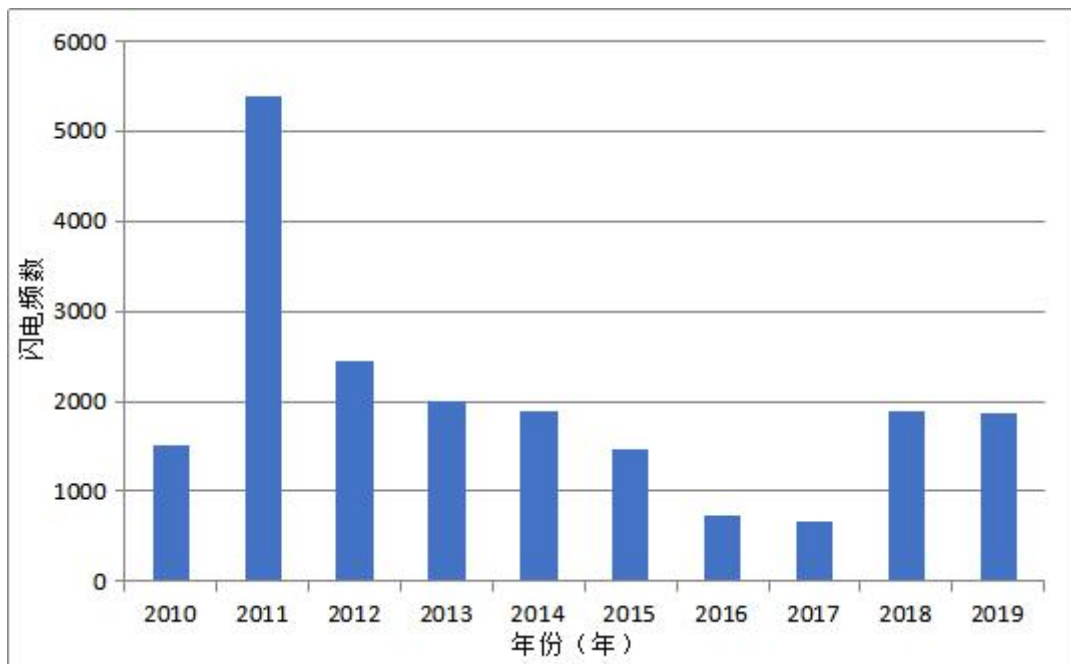


图 5.5-1 2010~2019 年淮南地区地闪年际变化

#### 5.5.1.2 年变化

由闪电频次年变化(图 5.5-2)可知：淮南市上半年 3~6 月份雷电活动较为平均。7、8 月份闪电频数最多，其中 8 月达到顶峰，9 月后雷电逐渐减少，1、2、10、11



和 12 月份较少发生。淮南经开区周边区域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。

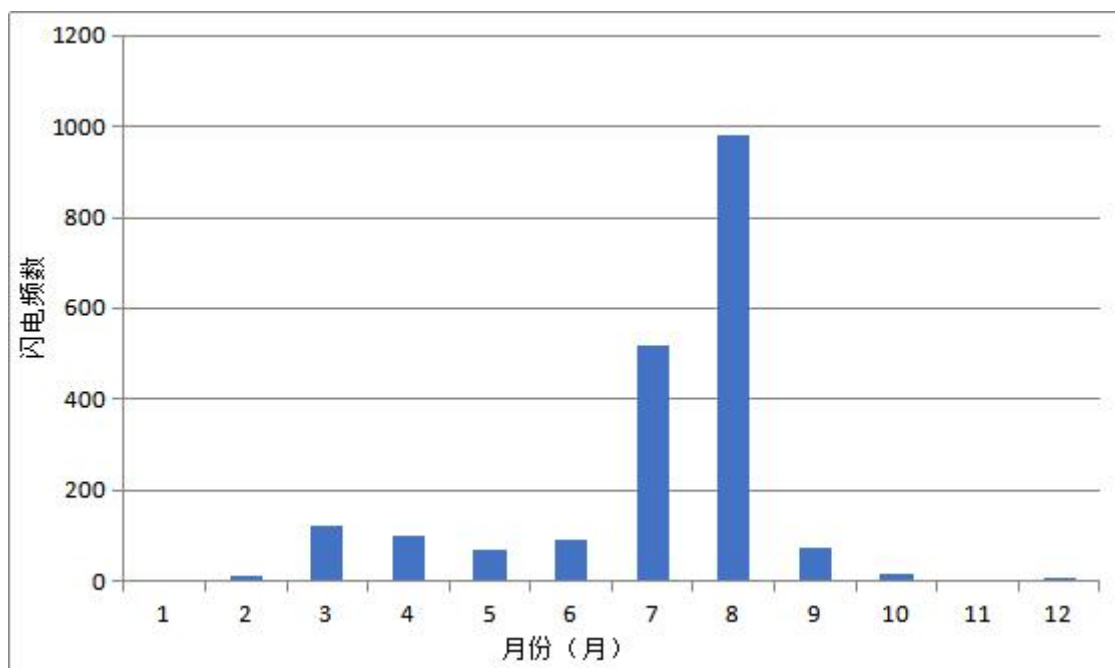


图 5.5-2 2010 ~ 2019 年淮南地区地闪年变化

### 5.5.1.3 日变化

从 2010 ~ 2019 年地闪统计数据（图 5.5-3）可以看出淮南市区近 10 年闪电频次日变化呈单峰结构，下午 14~20 时为闪电高发阶段，最大值出现在下午 16 时，凌晨 0 时至中午 12 时雷电活动较少。因此淮南经开区应关注午后及傍晚时段雷电天气，特别是 14~20 时为其雷电防御关键时段。

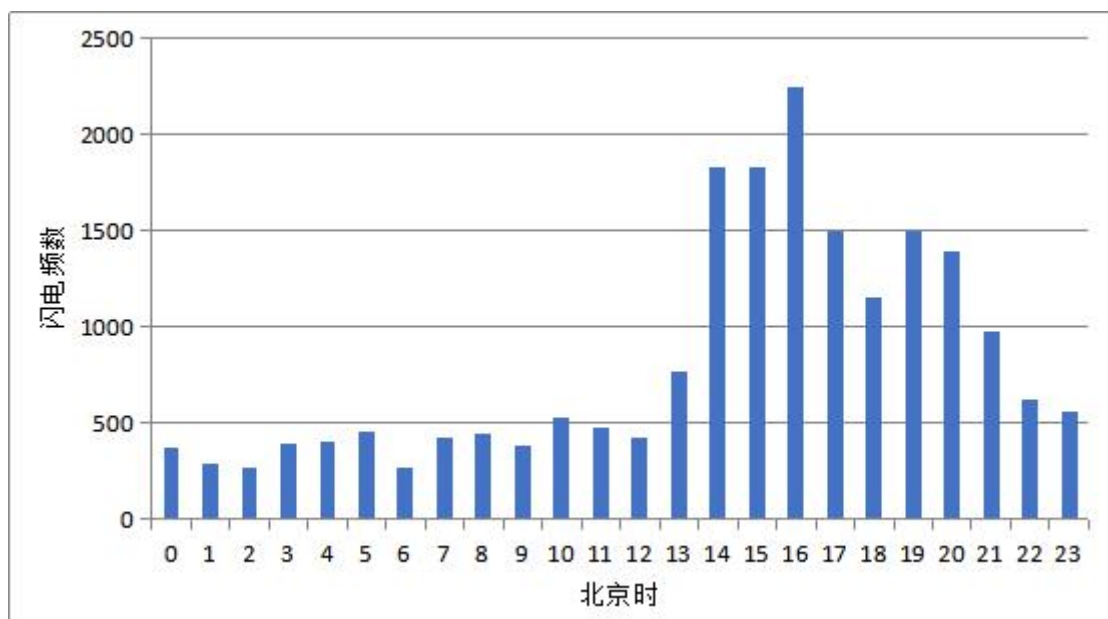


图 5.5-3 2010 ~ 2019 年淮南地区地闪日变化

### 5.5.2 淮南经开区地闪空间分布

图 5.5-4 给出了淮南经开区内地闪密度分布，可以看出开发区中西部和南部区域为地闪密度高值区，局部地区地闪密度值超过 1.7 次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ），其中极大值区域，地闪密度超过 2.1 次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。开发区内东北部绝大部分地区的地闪密度较低，均低于 1.3 次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。

经统计，淮南经开区的年平均地闪密度值为 1.58 次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。

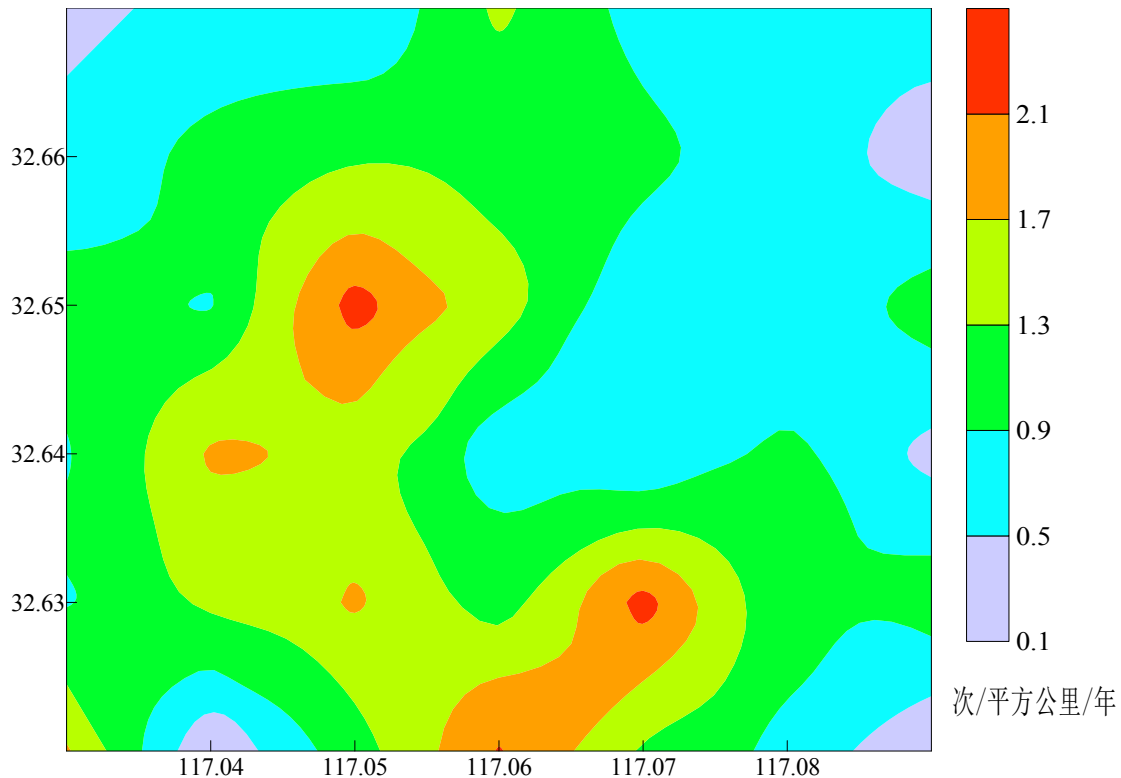


图 5.5-4 淮南经开区地闪密度分布

淮南经开区近 10 年的年平均地闪密度值为 1.58 次/ (km<sup>2</sup> · a) ，考虑到淮南经开区距淮南气象站距离较近，因此结合淮南气象站 1955~2013 年的年平均雷暴日数 25.8 天/年，参考《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010)中地闪密度的计算公式  $N_g=0.1T_d$  得到  $N_g=2.58$  次/ (a · km<sup>2</sup>) 。在此次评估计算中，选两者较大值 2.58 进行计算。

### 5.5.3 淮南地区及淮南经开区雷电强度分布特征

#### 5.5.3.1 雷电流强度分析

雷电流强度为防雷工程措施中关注的重要参数，研究区域雷电流强度分布特征对于工程性防雷措施（如接闪器、引下线、等电位连接材料规格的选择，电磁屏蔽的计算，电涌保护器放电电流值的选取）提供科学的依据。

##### (1) 雷电流平均强度及最大强度年变化

表 5.5-1 给出了 2010~2019 年淮南地区月雷电流强度最大值及平均值的分布。可以看出，地闪最大雷电流强度为 823.30kA，出现在 7 月份；11 月雷电回击次数较少，但平均强度较大，约为 96.23 kA。

表 5.5-1 2010~2019 年地闪雷电流平均强度和最大强度统计表

月份	平均强度(kA)	最大雷电流强度(kA)
1月	41.10	41.10
2月	51.78	148.13
3月	41.03	261.93
4月	37.32	275.42
5月	47.53	515.66
6月	52.69	622.24
7月	41.79	823.30
8月	40.12	757.59
9月	45.72	622.02
10月	57.94	426.46
11月	96.23	224.21
12月	63.75	158.71

### (2) 雷电流强度的概率分布

根据历史地闪回击数据统计得到淮南地区雷电流强度分布概率图（图 5.5-5），地闪回击雷电流主要集中在 20~40 kA，占闪电数量的 54.7%；其次是 40~60 kA 的地闪，比例占 20.9%。10 kA 以下的雷电流仅占 0.1%，超过 60 kA 的闪电出现比例占 14.0%。

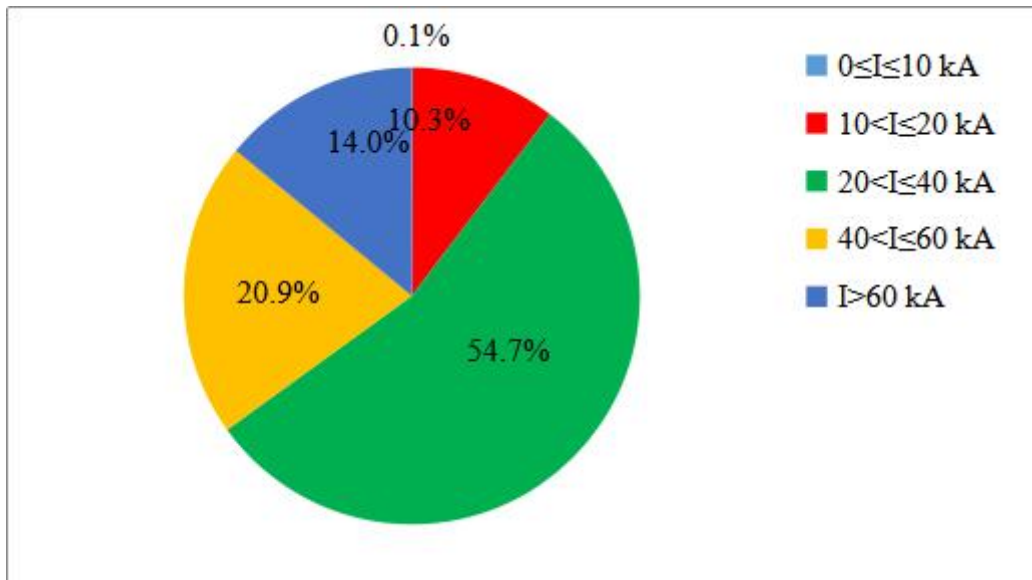


图 5.5-5 2010~2019 年淮南地区雷电流强度概率分布

### (3) 雷电流强度的空间分布

图 5.5-6 给出了淮南经开区及周边雷电流强度空间分布，可以看出开发区的绝大部分区域地闪强度为 60 kA 以下，经统计开发区雷电流平均强度为 44.37kA。在开发

区的东部和中部区域存在 2 个强度大值区域，局部强度超过 150kA。经统计，1%的雷电流强度超过 114.31 kA。

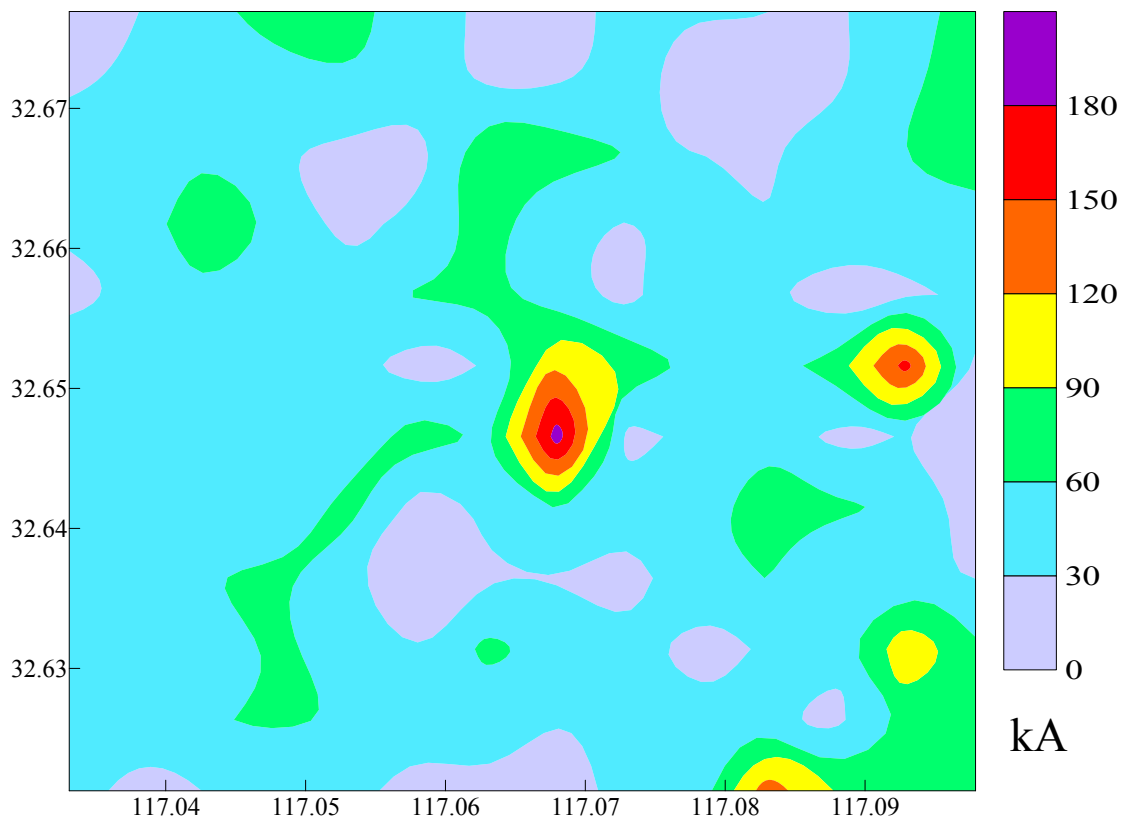


图 5.5-6 淮南经开区地闪强度分布

### 5.5.3.2 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，是雷电防护产品和雷击电磁脉冲防护中关注的重要参数。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) 雷电流陡度年变化特征分析

近 10 年来，淮南地区的雷电流平均陡度在 12.19~20.50kA/ $\mu$ s 之间，2013 年平均陡度最大，为 20.50kA/ $\mu$ s，见表 5.5-2。

表 5.5-2 2010-2019 年淮南地区雷电流平均陡度逐年统计

年份	平均陡度(kA/μs)
2010 年	18.16
2011 年	13.38
2012 年	13.87
2013 年	20.50
2014 年	17.43
2015 年	15.67
2016 年	14.98
2017 年	14.85
2018 年	12.19
2019 年	12.98

### (2) 雷电流陡度月变化分析

近 10 年，淮南地区 1~12 月雷电流陡度月平均值在 12.16~16.91kA/μs 之间，9 月的平均陡度最大，11 月次之；1~12 月雷电流最大陡度在 15.03~516.62 kA/μs 之间，8 月最大，9 月次之。6、7、8、9 月均出现了陡度超过 200 kA/μs 以上的雷电流个例，见表 5.5-3。

表 5.5-3 2010-2019 年淮南地区雷电流陡度逐月统计

月份	平均陡度(kA/μs)	最大雷电流陡度(kA/μs)
1 月	15.03	15.03
2 月	15.62	43.65
3 月	13.68	50.51
4 月	12.96	76.13
5 月	15.32	127.67
6 月	16.03	254.09
7 月	14.49	294.58
8 月	15.02	516.62
9 月	16.91	465.72
10 月	12.16	176.08
11 月	16.81	42.54
12 月	13.29	19.61

---

## 5.5.4 淮南经开区雷电灾害安全现状评估

### 5.5.4.1 防雷现况和现场勘查结果

通过上文分析可知淮南经开区雷击大地密度约为 2.58 次/ (km<sup>2</sup> · a)，雷电流平均强度为 44.37kA。

淮南经开区及周边地貌以丘陵和平原为主，被评估区域建（构）筑物高度与周围基本持平。区域内最高建筑物（烟囱）高度目测小于 100 米。

对开发区现场勘测得到防雷安全状况如下：开发区建筑物厂房多以钢结构为主，设有防直击雷装置，但由于年久失修，采矿区域露天设备直击雷防护装置锈蚀严重；住宅区域建筑物设有防直击雷装置且性能良好。电力及通信线路都采用铠装埋地接入。开发区周边土壤电阻率值较小，具有较好的雷电流泄放能力。开发区企业尚未制定完善的防雷安全规章制度和雷电预警系统。

### 5.5.4.2 淮南经开区区域雷电灾害风险值及等级

根据气象行业标准《雷电灾害风险评估规范》（QX/T 85—2018）中规定，区域雷电灾害风险值分为五个等级，分别是 I 级、II 级、III 级、IV 级、V 级，每个等级的综合评价用  $g$  表示， $g$  的区间为[0, 10]，按等间距划分法，I 级为低风险，综合评价  $0 \leq g < 2$ ；II 级为较低风险，综合评价  $2 \leq g < 4$ ；III 级为中等风险，综合评价  $4 \leq g < 6$ ；IV 级为较高风险，综合评价  $6 \leq g < 8$ ；V 级为高风险，综合评价  $8 \leq g < 10$ 。

根据附录 B 的分析和计算结果（表 B.4-29），结合最终计算得到 I 级、II 级、III 级、IV 级、V 级的隶属度  $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ 、 $r_4$ 、 $r_5$ ，则根据综合评价区域雷电灾害风险值  $g = r_1 + 3r_2 + 5r_3 + 7r_4 + 9r_5$ ，求出  $g = 6.4658$ 。

因此，淮南经开区雷电灾害风险处于危险等级 IV 级，属于较高风险。

## 6 高影响天气现象分析

### 6.1 雷暴

从淮南气象站1955~2013年（2014年开始雷暴日数停止观测和记录）地面观测资料来看，淮南站累年平均雷暴日数为25.8天，最大值为52天（1961年），最小值为8天（1996年）（图6.1-1）。



图6.1-1 淮南气象站1955~2013年雷暴日数年际变化

由图6.1-2可知淮南气象站雷暴日数年变化特征呈现单峰特点，峰值出现在夏季（6~8月），秋冬季节雷暴日数明显减少。

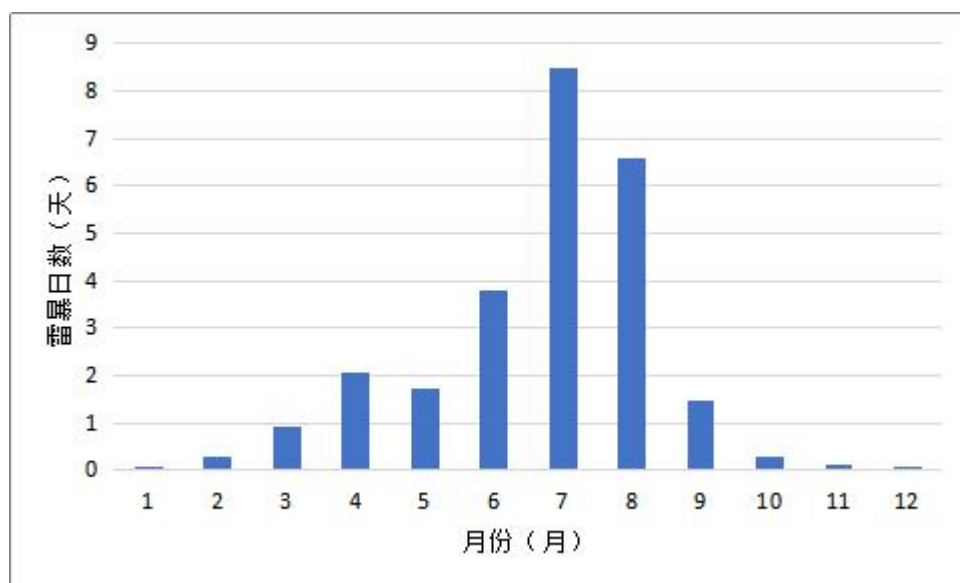


图6.1-2 淮南气象站1955~2013年累年雷暴日数年变化



## 6.2 大风

1955~2019年淮南气象站累年平均大风日数为5.6天，历年大风日数在0~39天（1963年）之间变化，其中有21年未出现大风（图6.2-1）。

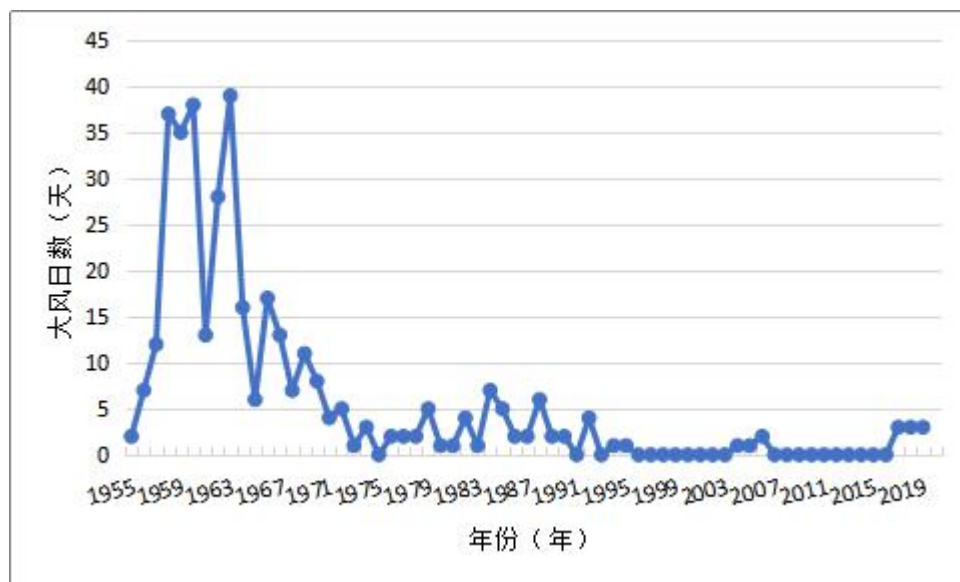


图6.2-1 淮南气象站1955~2019年大风日数年际变化

从累年淮南气象站月平均大风日数来看，春季的3、4月时段，大风日数较多。（图6.2-2）。

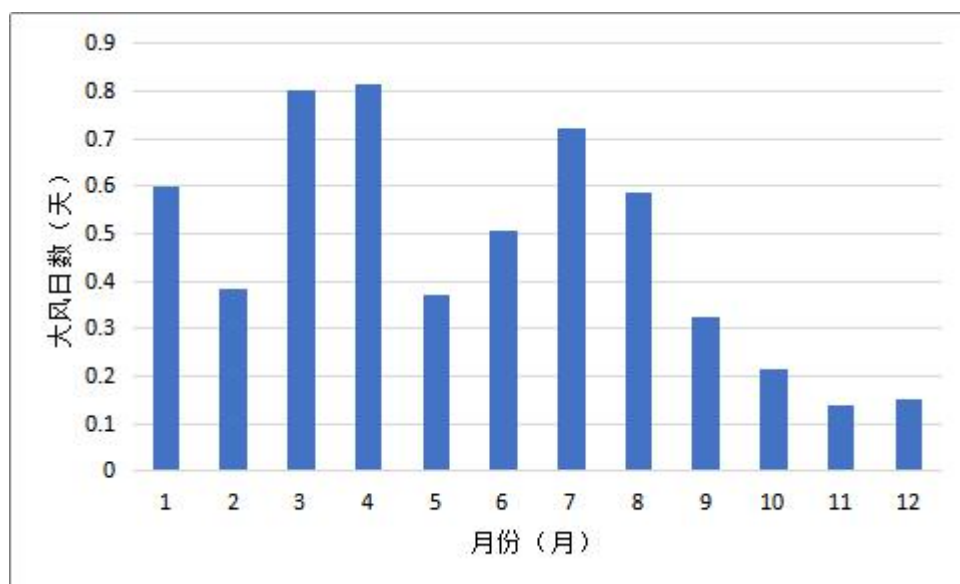


图6.2-2 淮南气象站1955~2019年大风日数年变化

### 6.3 暴雨

日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 为暴雨以上量级。1955~2019年淮南气象站累年平均暴雨日数为3.0天，最多的年份出现了8天（1956年、1972年），1955、1959、1966、1973、1978和2001年未出现暴雨（图6.3-1）。

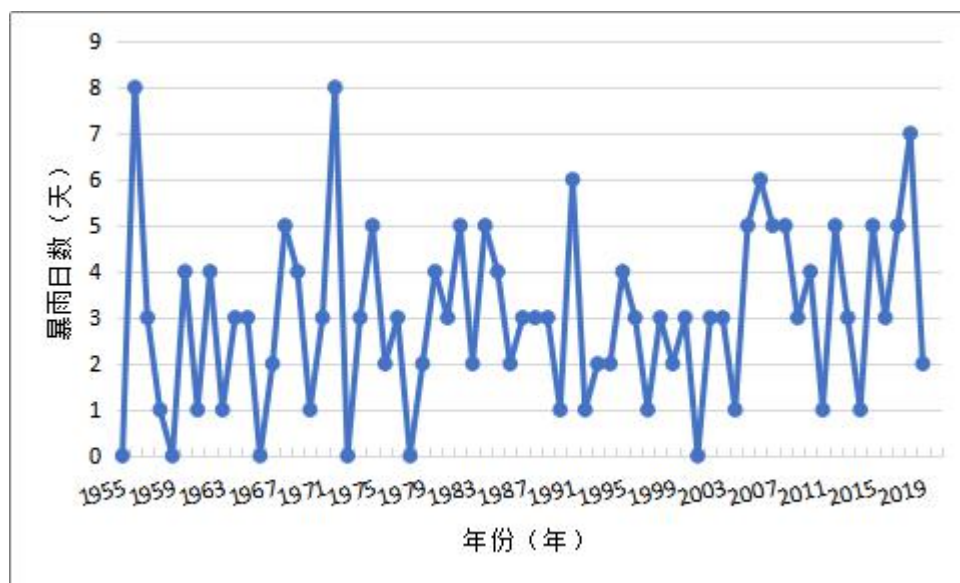


图6.3-1 淮南气象站1955~2019年暴雨日数的年际变化

从1955~2019年淮南气象站逐月平均暴雨日数统计结果来看，淮南气象站平均暴雨日数最多的月份出现在7月（1.0天），6月次之（0.7天）。

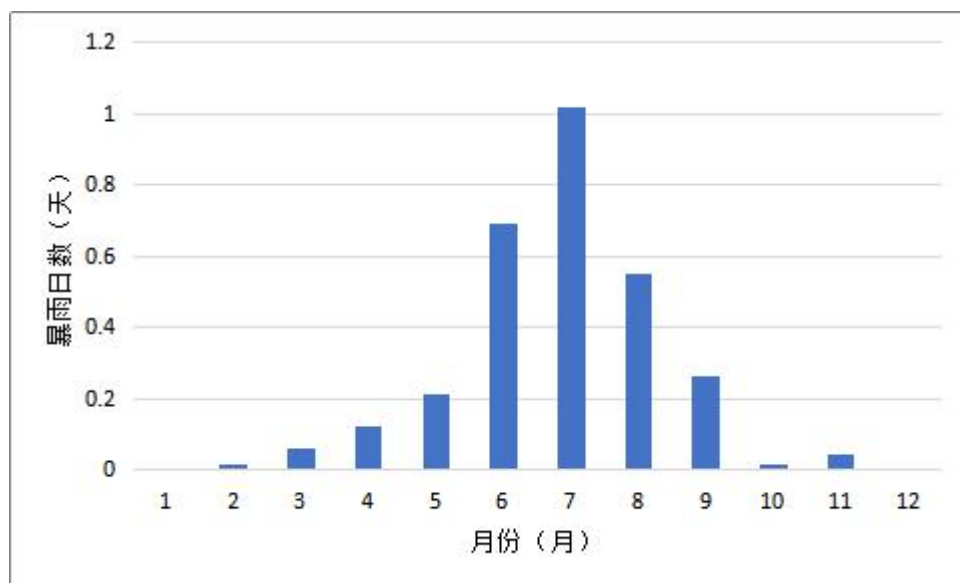


图6.3-2 淮南气象站1955~2019年暴雨日数年变化

## 6.4 积雪

1955~2019年淮南气象站积雪年平均日数为9.1天，1969年积雪日数最多，为32天，1983、1995年、2007年未出现积雪。（图6.4-1）。

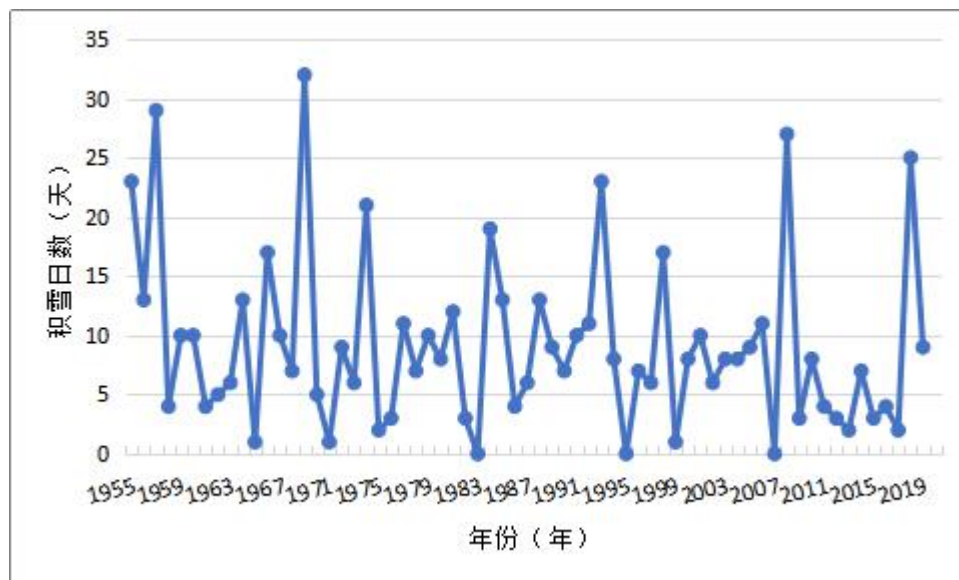


图6.4-1 淮南气象站1955~2019年积雪日数年际变化

1955~2019年淮南气象站逐月平均积雪日数统计结果来看，淮南站平均积雪日数最多的月份出现在1月（4.1天），2月次之（3.0天）。

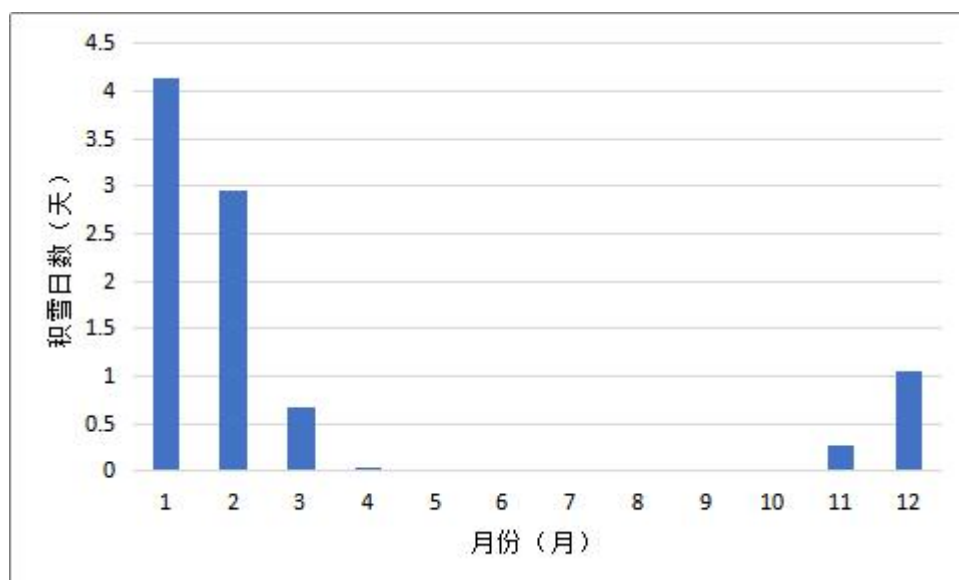


图6.4-2 淮南气象站1955~2019年积雪日数年变化

## 6.5 冰雹

1955~2019年间，淮南气象站仅有5年出现了冰雹天气，共计7天。（图6.5-1）

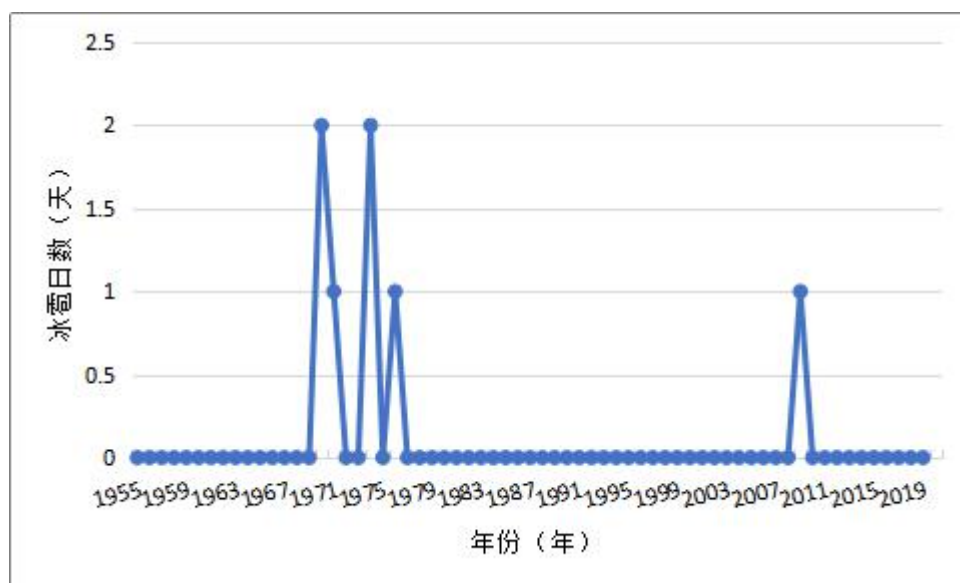


图 6.5-1 淮南气象站 1955~2019 年冰雹日数年际变化

## 6.6 雾

气象学上所指的雾，是指大量微小水滴浮游空中，常呈乳白色，使水平能见度小于1km。1955~2019年淮南气象站累年平均雾日数为15.8天，年际变化在4天（2016年）~40天（1969年）之间。（图6.6-1）

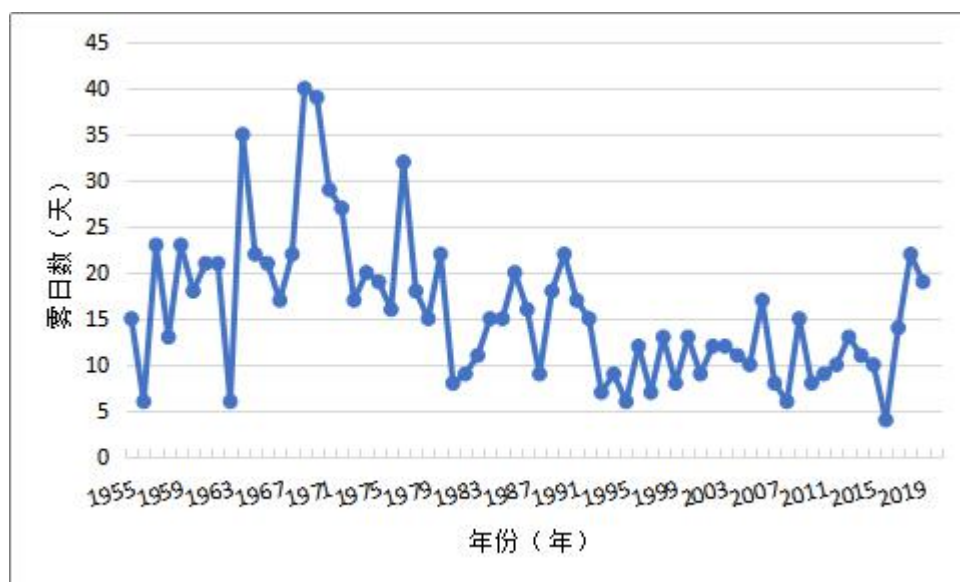


图6.6-1 淮南气象站1955~2019年雾日数年际变化

1955~2019年淮南气象站逐月平均雾日数统计结果来看，淮南站平均雾日数最多的月份出现在12月（2.8天），1月次之（2.5天），平均雾日数最少的月份出现在7、8月（0.4天）。（图6.6-2）。

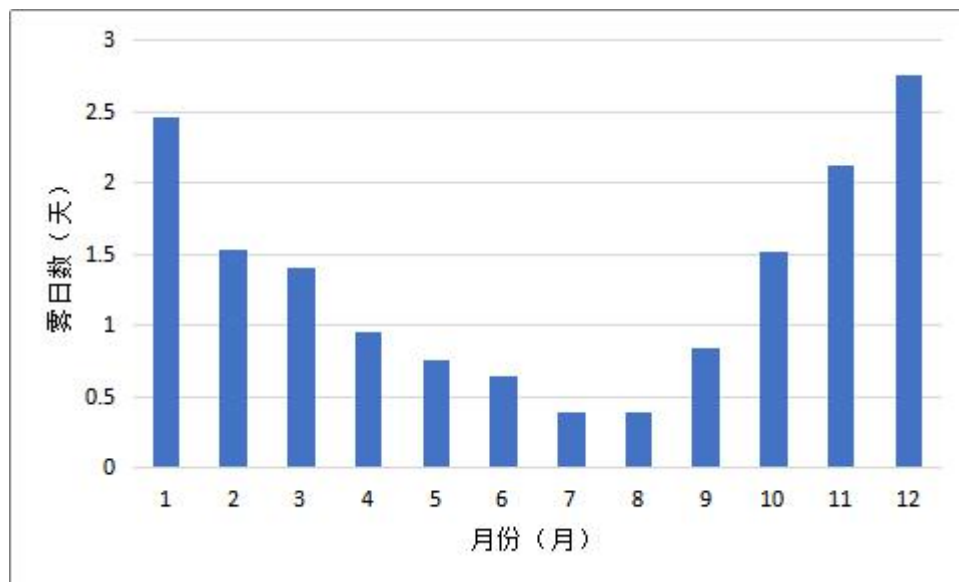


图6.6-2 淮南气象站1955~2019年雾日数年变化

---

## 7 结论建议

### 7.1 综合结论

总体来看，淮南经开区所在区域平均风速较小，主导风向稳定，温度适宜，四季分明，区域气候条件与淮南经开区各产业发展方向相适宜。

近 30 年（1990~2019 年）的累年平均气压为 1012.1hPa，年极端最高和最低气压分别为 1044.1hPa、982.6hPa；累年平均气温为 16.5℃，极端最高气温为 41.2℃，极端最低气温为-16.7℃；累年平均降水量为 970.3mm，年降水量最多为 1567.5mm，最少为 474.4mm，最大日降水量是 218.7mm；累年平均风速为 2.0m/s，年最大风速为 25.0m/s，年极大风速 25.3m/s，年主导风向为东风；累年平均相对湿度为 69.8%；累年平均日照时数为 1978.5 小时。

淮南经开区累年平均雷暴日数为 25.8 天，雷暴日数的峰值出现在夏季（6~8 月），秋冬季节雷暴日数明显减少。历史地闪回击平均密度为 1.58 次/（km<sup>2</sup>·a），淮南市区（淮南经开区所在区域）近 10 年闪电活动大体呈减少趋势。雷电主要集中在 7、8 月份，下午 14 到 20 时是经开区及周边地区雷电活动的高发期。对淮南经开区采用模糊层次法计算得出该园区的雷电灾害风险值为 6.4658，属于较高风险。

淮南经开区累年平均暴雨日数为 3.0 天，最多的年份出现了 8 天。积雪年平均日数为 9.1 天，1969 年积雪日数最多，为 32 天，平均积雪日数最多的月份出现在 1 月（4.1 天），2 月次之（3.0 天）。平均大风日数为 5.6 天，历年大风日数在 0~39 天（1963 年）之间变化。春季的 3 月和 4 月，大风日数最多。

### 7.2 建议措施

#### 7.2.1 高影响天气防范措施

**暴雨防范措施** 鉴于暴雨可造成厂区积水，引起电路、水泵等工业设施发生故障，威胁生产安全，暴雨还可影响生产运营，造成经济损失；此外，暴雨还会造成工业污水和残留油污等容易随暴雨雨水扩散甚至进入河道等水体，造成环境污染事故。因此，本园区的暴雨防范措施建议主要是两个方面：一是园区的内涝防治系统、源头减排设施、排水管渠设施和排涝除险设施的设计应按照本报告表 7.2-1 所推荐的暴雨强度公式进行整体系统校核，以确定其符合设计重现期的要求，二是为做好夏季雨量集中期应对暴雨的防御工作，园区应建立必要的暴雨灾害应急防范机制，避免暴雨可能造成的洪涝灾害以及导致的河道水体环境污染、停工停产事故。

---

**暴雪防范措施** 淮南经开区的企业所需原材料运输依赖于公路和水路，受覆雪、冰冻影响程度较大。当风、雪荷载同时出现较大值（下暴雪时伴随着强风）时，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。因此，做好园区的暴雪防范措施主要分两个方面：一是园区的大跨度钢结构建筑的设计应按照本报告表 7.2-1 所推荐的 50 年重现期雪压进行建筑结构荷载设计，其它对雪荷载敏感的重要结构，应适度提高重现期雪压设计标准。二是建立必要的雨雪冰冻灾害应急防范机制，淮南地区每年 11 月至次年 3 月为积雪结冰高发期，适时组织检查各企业项目外露装置及接线盒附近是否覆雪或结冰，做到覆雪、结冰及时清理，保证园区道路畅通，以免造成安全隐患和生产停工。

**大风防范措施** 淮南经开区的建筑物附属设施在强风中易被刮倒或坠落，大风还可以导致树木折断，供电线路中断、短路，导致人员伤害，造成经济损失。为预防和减少大风可能给园区造成的灾害和损失，所以对抗风荷载有严格要求的建筑物必须保守考虑设施的抗风设计标准，严格按照本报告表 7.2-1 所推荐的重现期风速进行结构设计，同时应密切关注气象预警、预报，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。

**雷电防范措施** 雷暴电火花可引起燃烧或爆炸，毁坏生产设备。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。雷电活动的高发期，正好与开发区内企业上下班时间段重合，要密切注意在此时间段内发生雷电时的人员安全防护。开发区管理部门应当密切关注天气预报，做好相关的防御措施。根据园区内历史闪电分布特征，闪电多发区与规划的居住、办公和生产设施用地区域较为一致。园区内的建构物建议按照《建筑物防雷设计规范》（GB 50057—2010）中的规定采取防护措施，易燃易爆场所和工业建筑则需根据具体的使用性质按设计标准划分防雷类别。淮南经开区东北部区域地闪分布相对较少且强度较小，在未来产业规划时可将对雷电敏感度较高的企业设置在此区域。对于电磁环境敏感和要求较高的电子和电气设备应加强屏蔽措施，对于采取 SPD 保护的电子和电气系统建议适当增加 SPD 的放电电流值。同时，开发区宜建立有效雷电预警信息接收和响应机制，通过手机、电子显示屏、计算机网络、广播、电视等雷电预警信息接收终端，在接收雷电预警信息后，相关部门和人员应及时采取有效防御措施。

---

**建立气象灾害应急机制** 淮南经开区及入驻企业均应根据上述高影响天气及敏感气象因子，统一设置气象灾害应急预案，密切关注天气预报，通过手机、电子显示屏、计算机网络、广播、电视等接收气象预报和暴雨、大风、雷电等各类气象灾害的预警信息，及时启动应急行动计划，相关部门和人员应及时采取有效防御措施。

### **7.2.2 园区企业布局建议**

淮南经开区区域的东北部绝大部分地区地闪分布相对较少，在未来产业规划时可将对雷电敏感度较高的企业设置在此区域。中西部和南部区域地闪分布相对较多，在未来产业规划时不建议将对雷电敏感度较高的企业设置在此区域，如确有需要，则应加强防护装置的规划设计、安装，并提高防护等级。

区域主导风向为东风（E），应避免将人员居住或密集区设置在下风向（园区的西边）。同时，应注意污染企业的布局。

### **7.2.3 工程设计的安全要求**

淮南经开区的设计、建设、运营涉及到设计风速、雪荷载以及室外空气计算参数、暴雨强度公式等，表 7.2-1 列出了以上参数的分析及推算结果。百年一遇设计风速为 25.9m/s，50 年一遇设计风速为 23.5m/s；百年一遇雪荷载为 0.79 kN/m<sup>2</sup>，50 年一遇雪荷载为 0.65 kN/m<sup>2</sup>；冬季空气调节室外计算温度为-4.0℃，夏季空气调节室外计算日平均温度为 32.3℃，冬季采暖室外计算温度为-1.3℃，夏季通风室外计算温度为 27.9℃。



表 7.2-1 关键气象参数分析及推算结果

关键气象参数		推算结果
设计风速 (m/s)	百年一遇	25.9
	50 年一遇	23.5
雪荷载 (kN/m <sup>2</sup> )	百年一遇	0.79
	50 年一遇	0.65
冬季空气调节室外计算温度		-4.0
夏季空气调节室外计算日平均温度		32.3
冬季采暖室外计算温度		-1.3
夏季通风室外计算温度		27.9
暴雨强度公式		$q = \frac{2178.471 \times (1 + 0.75(t + 10.454)^{0.7})}{(t + 10.454)^{0.7}}$

推算关键气象参数的适用性分析：

在设计风速推算方面，推算 10min 最大风速序列、对最大风速进行概率计算并将淮南站的结果推算至淮南经开区时，均存在一定的不确定性。值得强调的是，通过淮南气象站 50 年一遇最大风速计算得到的基本风压为 0.34 kN/M<sup>2</sup>，低于国标《建筑结构荷载规范》附录 E 中表 E.5 所列的 0.35 kN/M<sup>2</sup>（表中无淮南，邻近的寿县为 0.35 kN/M<sup>2</sup>）。考虑到全球气候变暖背景下极端气候事件增多趋强，建议淮南经开区各类建筑物尤其是高耸建筑物，按照本报告计算的 50 年一遇最大风速，将设计基本风压为 0.35 kN/M<sup>2</sup>。

在进行雪压极值推算方面，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。本报告计算的淮南经开区雪荷载为 0.65 kN/M<sup>2</sup>，也为国标《建筑结构荷载规范》附录 E 中表 E.5 所列的安徽地区最大值。

在暴雨强度公式推算方面，利用淮南气象站 1990~2019 年分钟雨量数据计算得到的暴雨强度分公式、总公式参数，均通过了《室外排水设计规范》（GB50014—2006，2016 版）提出的精度检验要求。但由于降水局地性较强，淮南经开区规划以及排水管网设计时，应结合淮南经开区周边的其他区域自动站的降水量资料，对暴雨强度公式做进一步的详细分析。

---

在工程设计参数确定方面，若淮南经开区所在地的工程气象参数与现行国家标准、行业标准或地方标准不一致，建议在工程设计时采取安全系数高的参数进行设计；若现行国家标准、行业标准或地方标准未列入淮南经开区所在地，建议从标准中选取淮南经开区周围工程气象参数安全值高于本报告的地区参数值进行参照。

此外，淮南气象站和舜耕区域气象站距离淮南经开区较近，能较好地监测淮南经开区所在地的气象状况，按照气象法，需要对淮南气象站和舜耕区域气象站的气象观测环境进行保护，做好淮南经开区周边邻近区域气象站的维护工作，确保该区域具有长期有效的气象观测资料。

## **致谢**

在本报告编制过程中得到了安徽淮南经济技术开发区管理委员会、淮南市气象局、安徽省气象信息中心、安徽省气候中心等单位的大力支持，特此致谢！

## 附录 A 淮南经开区重点企业对气象要素、高影响天气敏感度调查表 (标红的为企业重点关注的)

淮南 市(县) 经济技术开发区

调查日期: 2020 年 11 月 23 日

调查人: 李多耐

联系方式: 0554-3316153

敏感因子 企业名称	气象要素												高影响天气												易受灾的部位或设施															
	风向风速			气温			气压			相对湿度			降水			暴雨洪涝			大风			暴雪				雷击闪电			高温			低温冰冻			冰雹			雾霾		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低			
√ “高” 的个数	3			1			0			1			3			6			2			5			3			2			4			3			1			
安徽山河药用辅料股份有限公司																√						√																		生产设施、罐区、储运设施
安徽振德医疗用品有限公司	√															√						√																		1号厂房
凯盛重工有限公司	√					√			√	√			√			√			√			√			√			√			√			√			√			厂区、厂房、机床、电焊机、喷漆工序
陕汽淮南专用汽车有限公司			√			√			√			√			√	√					√	√			√			√			√			√			√			1、公司北门雨水提升站地势较低，遇暴雨将发生倒灌，配电房、机房、电器设备无法运行； 2、厂房钢结构屋面； 3、厂内试车跑道、厂区重要交通运输道路，受雨雪冰雹、冰冻，影响生产运行； 4、重污染天气实施减排措施，影响运营。
安徽德邦化工有限公司	√			√					√			√	√			√					√	√			√			√			√			√			√			110kv 变电所、35kv 变电所、氨罐、甲醇罐、煤气柜、合成塔等
平安开诚智能安全装备有限责任公司			√			√			√			√			√	√					√	√			√			√			√			√			√			极端天气影响员工上下班通行；雷击闪电对高压试验产生影响；雾霾造成喷漆房停用

淮南钱潮轴承有限公司	√			√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	厂区道路、厂房、数控机床设备、集中供水系统、空压机、供配电设施、仓库、办公网络系统等。
绿十字(中国)生物制品有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	酒精回收塔、变电所
淮南北新建材有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	高压配电室、材料库、水泵房、煤棚、库区
淮南益益营养食品科技有限公司		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√		√	暴雨造成原料库漏水，极端天气影响员工上下班
经开区建设发展局		无影响		无影响		无影响		无影响		无影响		无影响		无影响		无影响		无影响		无影响		无影响		无影响		无影响	无影响

- 说明：1. 根据敏感度“高”或“中”或“低”等级，在相应表格“√”；并在最后一栏给出易受灾部位或设施。
2. 至少调查 10 家以上重点或对气象敏感的企业。
3. 最后一行“园区公共设施”敏感情况由园区管委会相关部门填写。
4. 在各地运用过程中，可根据开发区所在地具体情况适当增减“气象要素”以及“高影响天气现象”。

## 附录 B

### 淮南经济技术开发区雷电灾害区域评估模型、指标隶属度和权重计算

淮南经济技术开发区雷电灾害风险评估基于模糊数学综合评判法及层次分析法，结合项目所在地的雷暴日和闪电特征、地形地貌和土壤特征、项目周边环境和属性特征、区域的雷电防护能力水平等因素对雷电风险、地域风险及承载体风险指标因子进行综合分析计算，最后得出淮南经济技术开发区雷电灾害风险等级。

#### B.1 模糊层次分析法

##### (1) 三角模糊函数定义

三角模糊函数指论域  $R$  上的模糊数  $M$ ，其隶属函数  $\mu_M: R \rightarrow [0,1]$  表示为  $\mu_M(x) = (x-l)/(m-l)$ ， $x \in [l,m]$ ； $\mu_M(x) = (x-u)/(m-u)$ ， $x \in [m,u]$ ； $\mu_M(x) = 0$ ，其他。式中， $l \leq m \leq u$ ， $l$  和  $u$  表示  $M$  的上界和下界值， $u-l$  值越大，表示模糊程度越强， $m$  是模糊集  $M$  的隶属度为 1 时的取值。三角模糊数  $M$  可以表示为  $(l,m,u)$ 。

##### (2) 构造模糊判断矩阵

依据三角模糊数的定义对各个指标进行两两比较评判，形成模糊判断矩阵表示为：

$$R = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})_{n \times n}, i, j = 1, 2, \dots, n。$$

##### (3) 去模糊化

去模糊化的目的是将模糊判断矩阵转化为非模糊判断矩阵，从而在非模糊环境下直接运用 AHP 方法。

##### (4) 一致性检验

通过提取各层因素两两比较判断信息的最可能估计值中值得到的判断矩阵作为参照，如果参照矩阵满足一致性要求，则近似认为三角模糊判断矩阵也满足一致性检验。

#### B.2 淮南经济技术开发区雷电灾害区域评估层次结构模型

图 B-1 给出了淮南经济技术开发区雷电灾害风险区域评估的层次结构模型，从雷电风险（雷电自身的放电特性，包括雷击密度和雷电流强度两个指标）、地域风险（影响雷电放电的地域环境，包括土壤结构、地形地貌和周边环境三个指标）以

及承灾体风险（区域内承灾体的雷电敏感特征，包括项目属性、建构筑特征和电子电气系统三个指标）等三个方面分别选取相关的评价指标及分析各个指标在风险评估中的权重，并建立相应的评估计算模型，从而最终算出区域雷电灾害风险值。

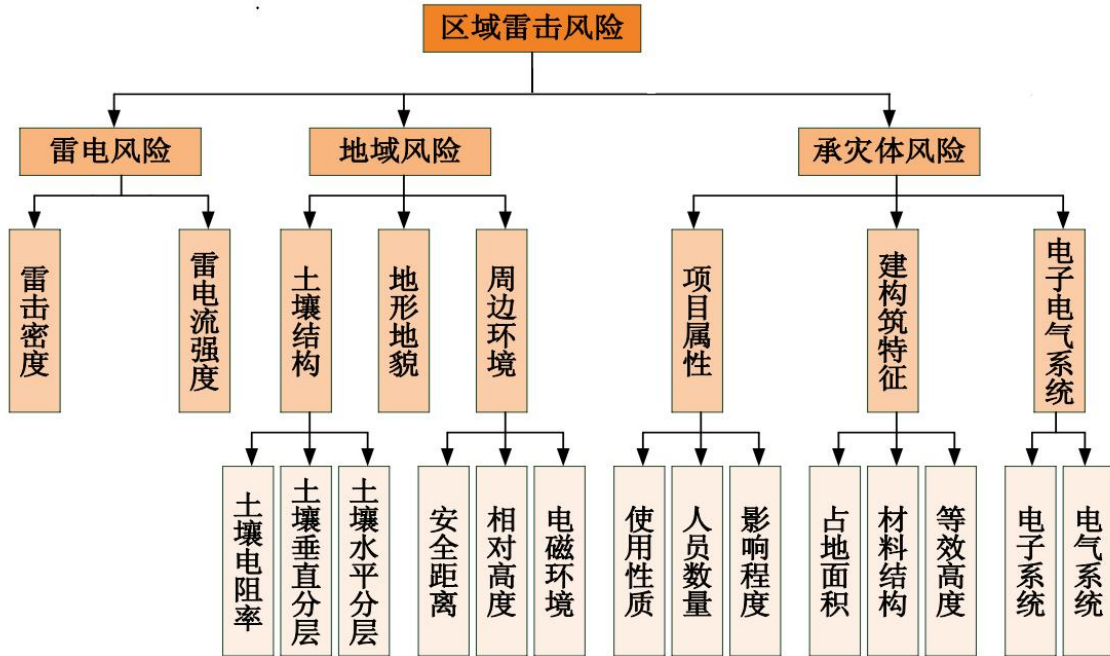


图 B-1 淮南经济技术开发区雷电灾害区域评估层次结构模型

### B.3 指标隶属度的计算

#### (1) 区域雷电风险各指标隶属度

##### ① 雷击密度

项目周边地区雷击大地密度为 2.58 次/ (km<sup>2</sup> · a)，根据定量指标隶属度的确定方法和区域年雷击密度分级标准，可判断出雷击密度的隶属度，具体见表 B.3-1。

表 B.3-1 雷击密度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷击密度	0	0	1	0	0

##### ② 雷电流强度

由项目所在地区地闪强度分布特征，再根据定量指标隶属度的确定方法和雷电流强度分级标准，可判断出雷电流强度隶属度，具体见表 B.3-2。

表 B.3-2 雷电流强度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷电流强度	0.0010	0.1030	0.5470	0.2090	0.1400

## (2) 区域地域风险各指标隶属度

### ① 土壤结构

#### a. 土壤电阻率

根据现场勘测，项目区域内土壤电阻率值为  $15.6 \Omega \cdot m$ ，根据定量指标隶属度的确定方法和土壤电阻率分级标准，可判断出土壤电阻率的隶属度，具体见表 B.3-3。

表 B.3-3 土壤电阻率隶属度表

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
土壤电阻率	0	0	0	0	1

#### b. 土壤垂直分层

经现场勘察，区域内地质条件较为简单，地层较均匀，基岩面起伏不大，通过土壤电阻率实测数据，取  $\Delta\rho=7.31 \Omega \cdot m$ 。根据定量指标隶属度的确定方法和土壤垂直分层分级标准，可判断出项目区域内土壤垂直分层的隶属度，具体见表 B.3-4。

表 B.3-4 土壤垂直分层隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
土壤垂直分层	0	0	0	0	1

#### c. 土壤水平分层

经现场勘察，区域内地质条件较为简单，基岩面起伏不大，通过土壤电阻率实测数据，取  $\Delta\rho=7.89 \Omega \cdot m$ 。根据定量指标隶属度的确定方法和土壤水平分层分级标准，可判断出项目区域内土壤水平分层的隶属度，具体见表 B.3-5。

表 B.3-5 土壤水平分层隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
土壤水平分层	0	0	0	0	1

### ② 地形地貌

经现场勘察，项目区域内地貌以丘陵、平原为主。根据定量指标隶属度的确定方法和地形地貌分级标准，可判断出地形地貌的隶属度，具体见表 B.3-6。

表 B.3-6 地形地貌隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
地形地貌	0	1	0	0	0

③ 周边环境

a. 安全距离

经现场勘察，项目内部范围内有加油站。根据定量指标隶属度的确定方法和安全距离分级标准，可判断出安全距离的隶属度，具体见表 B.3-7。

表 B.3-7 安全距离隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
安全距离	0	1	0	0	0

b. 相对高度

经现场勘察，项目区域内的建（构）筑物高度与周围基本持平。根据定量指标隶属度的确定方法和相对高度分级标准，可判断出相对高度的隶属度，具体见表 B.3-8。

表 B.3-8 相对高度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
相对高度	0	0	1	0	0

c. 电磁环境

经现场勘察，项目与周边高点的最近距离取 500 m，所以根据公式求出周边最近高点一旦遭受 114.31 kA（项目周边出现的超过 1%的闪电样本比例）的雷电流所对应的电磁强度  $B_0$ ， $B_0=0.2286/S_a$ （Gs），求出它对该评估区域产生 0.4572Gs 的电磁影响。

根据定量指标隶属度的确定方法和电磁影响分级标准，可判断出电磁环境的隶属度，具体见表 B.3-9。

表 B.3-9 电磁环境隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级



电磁环境	0	1	0	0	0
------	---	---	---	---	---

## (2) 区域承灾体风险各指标隶属度

### ① 项目属性

#### a. 使用性质

该项目属于综合性开发区，开发区内主要有生物医药园、省级新型工业化煤机装备制造产业等特色产业集群，根据定量指标隶属度的确定方法和使用性质分级标准，可判断出使用性质的隶属度，具体见表 B.3-10。

表 B.3-10 使用性质隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
使用性质	0	0	1	0	0

#### b. 人员数量

该项目属于综合性开发区，区域内常驻人员超 3000 人。根据定量指标隶属度的确定方法和人员数量分级标准，可判断出人员数量的隶属度，具体见表 B.3-11。

表 B.3-11 人员数量隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
人员数量	0	0	0	0	1

#### c. 影响程度

该项目区域内有加油站等火灾危险场所，一旦遭受雷电灾害可能会产生危及区域外的爆炸或火灾危险。根据定量指标隶属度的确定方法和影响程度分级标准，可判断出影响程度的隶属度，具体见表 B.3-12。

表 B.3-12 影响程度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
影响程度	0	1	0	0	0

### ② 建构筑特征

a. 占地面积

该项目区域区占地面积约为 44 平方公里。根据定量指标隶属度的确定方法和占地面积分级标准，可判断出占地面积的隶属度，具体见表 B.3-13。

表 B.3-13 占地面积隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
占地面积	0	0	0	0	1

b. 材料结构

该项目的建（构）筑物材料结构为钢筋混凝土或钢结构形式，根据定量指标隶属度的确定方法和材料结构分级标准，可判断出材料结构的隶属度，具体见表 B.3-14。

表 B.3-14 材料结构隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
材料结构	0	0	0	0	1

c. 等效高度

该项目建（构）筑物的最高高度目测小于 75 m，根据定量指标隶属度的确定方法和等效高度分级标准，可判断出等效高度的隶属度，具体见表 B.3-15。

表 B.3-15 等效高度隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
等效高度	0	0	0	0	1

③ 电子电气系统

a. 电子系统

该项目内有多家企业，电子系统种类较多，数量也较多。根据定量指标隶属度的确定方法和电子系统分级标准，可判断出电子系统的隶属度，具体见表 B.3-16。

表 B.3-16 电子系统隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
电子系统	0	0	1	0	0



b. 电气系统

该项目主要电气系统为企业工控、监控、生产及照明用电。根据定量指标隶属度的确定方法和电气系统分级标准，可判断出电气系统的隶属度，具体见表 B.3-17。

表 B.3-17 电气系统隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
电气系统	1	0	0	0	0

B.4 指标的权重确定

(1) 确定第四层各指标的相对权重

根据灾害评估模型，第四层指标主要包括土壤电阻率、土壤垂直分层、土壤水平分层、安全距离、相对高度、电磁环境、使用性质、人员数量、影响程度、占地面积、材料结构、等效高度、电子系统和电气系统，结合第四层指标的重要性，得出表 B.4-1。

表 B.4-1 第四层指标对第三层指标的影响排序

第三层指标	第四层指标对第三层指标的影响排序
土壤结构	土壤电阻率>土壤垂直分层=土壤水平分层
周边环境	电磁影响>相对高度>安全距离
项目属性	人员数量>使用性质>影响程度
建构筑特征	占地面积=等效高度>材料结构
电子电气系统	电子系统>电气系统

① 土壤结构的权重和隶属计算

根据 B.3 中的分析，土壤结构的隶属度矩阵见表 B.4-2。

表 B.4-2 土壤结构的隶属度矩阵

土壤结构	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
土壤电阻率	0	0	0	0	1
土壤垂直分层	0	0	0	0	1
土壤水平分层	0	0	0	0	1

结合土壤结构隶属度矩阵及相关历史资料，土壤结构的判断矩阵及对应的权重等数据见表 B.4-3。

表 B.4-3 土壤结构的判断矩阵

土壤结构	土壤电阻率	土壤垂直分层	土壤水平分层	权重 W
土壤电阻率	1	2	10/3	0.5556
土壤垂直分层	1/2	1	5/3	0.2778
土壤水平分层	3/10	3/5	1	0.1667
=3.0      C.I.=0      C.R.=0<0.1 通过一致性验证				

分析土壤结构的三个下属指标的隶属度及权重，可知土壤电阻率对土壤结构的影响最大，其次土壤垂直分层，土壤水平分层影响最小。

同时根据上述的隶属度与权重，依据  $B=W \times R$  公式，计算出土壤结构的隶属度，结果见表 B.4-4。

表 B.4-4 土壤结构隶属

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
土壤结构	0	0	0	0	1

## ② 周边环境的权重和隶属计算

根据 B.3 中的分析，周边环境的隶属度矩阵见表 B.4-5。

表 B.4-5 周边环境的隶属度矩阵

周边环境	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
安全距离	0	1	0	0	0
相对高度	0	0	1	0	0
电磁环境	0	1	0	0	0

结合周边环境隶属度矩阵及相关历史资料，周边环境的判断矩阵及对应的权重等结果见表 B.4-6。

表 B.4-6 周边环境的判断矩阵

周边环境	安全距离	相对高度	电磁影响	权重 W
安全距离	1	3/7	3/8	0.1667
相对高度	7/3	1	7/8	0.3889
电磁影响	8/3	8/7	1	0.4444
=3.0	C.I.=0	C.R.=0<0.1 通过一致性验证		

分析周边环境的三个下属指标的隶属度及权重，可知电磁影响对周边环境的影响最大，其次是相对高度和安全距离。

同时根据上述的隶属度与权重，计算出周边环境的隶属度，结果见表 B.4-7。

表 B.4-7 周边环境隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
周边环境	0	0.6111	0.3889	0	0

③ 项目属性的权重和隶属计算

根据 B.3 中的分析，项目属性的隶属度矩阵见表 B.4-8。

表 B.4-8 项目属性的隶属度矩阵

项目属性	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
使用性质	0	0	1	0	0
人员数量	0	0	0	0	1
影响程度	0	1	0	0	0

结合项目属性隶属度矩阵及相关历史资料，项目属性的判断矩阵及对应的权重等结果见表 B.4-9。

表 B.4-9 项目属性的判断矩阵

项目属性	使用性质	人员数量	影响程度	权重 W
使用性质	1	3/5	3	0.3333
人员数量	5/3	1	5	0.5556
影响程度	1/3	1/5	1	0.1111
=3	C.I.=0	C.R.=0<0.1 通过一致性验证		

分析项目属性的三个下属指标的隶属度及权重，可知人员数量对项目属性的影响最大，其次是使用性质，影响程度的影响能力最小。

同时根据上述的隶属度与权重，计算出项目属性的隶属度，结果见表 B.4-10。

表 B.4-10 项目属性隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
项目属性	0	0.1111	0.3333	0	0.5556

#### ④ 建构筑特征的权重和隶属计算

根据 B.3 中的分析，建构筑的隶属度矩阵见表 B.4-11。

表 B.4-11 建构筑物特征的隶属度矩阵

建构筑特征	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
占地面积	0	0	0	0	1
材料结构	0	0	0	0	1
等效高度	0	0	0	0	1

结合建构筑隶属度矩阵及相关历史资料，建构筑特征的判断矩阵及对应的权重等结果见表 B.4-12。

表 B.4-12 建构筑物特征的判断矩阵

建构筑特征	占地面积	材料结构	等效高度	权重 W
占地面积	1	5/5	1	0.3571
材料结构	5/5	1	5/5	0.2857
等效高度	1	5/5	1	0.3571
$\lambda_{max}=3$	C.I.=0		C.R.=0<0.1 通过一致性验证	

分析建构筑物特征的三个下属指标的隶属度及权重，可知占地面积和等效高度对建构筑特征的影响最大，其次是材料结构。

同时根据上述的隶属度与权重，计算出建构筑特征的隶属度，结果见表 B.4-13。

表 B.4-13 建构筑特征隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
建构筑特征	0	0	0	0	1

⑤ 电子电气系统的权重和隶属计算

根据 B.3 中的分析，电子电气系统的隶属度矩阵见表 B.4-14。

表 B.4-14 电子电气系统的隶属度矩阵

线路系统	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
电子系统	0	0	1	0	0
电气系统	1	0	0	0	0

结合建构隶属度矩阵及相关历史资料，电子电气系统的判断矩阵及对应的权重等结果见表 B.4-15。

表 B.4-15 电子电气系统的判断矩阵

电子电气系统	电子系统	电气系统	权重 W
电子系统	1	2	0.6667
电气系统	1/2	1	0.3333
=2.00		C.I.=0	C.R.=0<0.1 通过一致性验证

分析电子电气系统的两个下属指标的隶属度及权重，可知电子系统对电子电气系统的影响较大，而电气系统的影响则小些。

根据上述的隶属度与权重，计算出电子电气系统的隶属度，结果见表 B.4-16。

表 B.4-16 电子电气系统隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
电子电气系统	0.3333	0	0.6667	0	0

(2) 确定第三层各指标的相对权重

根据灾害评估模型，第三层指标主要包括雷击密度、雷电流强度、土壤结构、地形地貌、周边环境、项目属性、建筑物特及电子电气系统，结合地域风险隶属度矩阵及相关历史资料，第三层指标的重要性如下表 B.4-17 所示。

表 B.4-17 第三层指标对第二层指标的影响排序

第二层指标	第三层指标对第二层指标的影响排序
雷电风险	雷击密度 > 雷电流强度
地域风险	土壤结构 > 周边环境 > 地形地貌
承灾体风险	项目属性 > 建构特征 > 电子电气系统



① 雷电风险的权重和隶属计算

根据 B.4 中的计算结果，雷电风险的隶属度矩阵见表 B.4-18。

表 B.4-18 雷电风险的隶属度矩阵

雷电风险	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷击密度	0	0	1	0	0
雷电流强度	0.0010	0.1030	0.5470	0.2090	0.1400

结合雷电风险隶属度矩阵及相关历史资料，雷电风险的判断矩阵及权重结果见表 B.4-19。

表 B.4-19 雷电风险的判断矩阵

雷电风险	雷击密度	雷电流强度	权重 W
雷击密度	1	10/7	0.5882
雷电流强度	7/10	1	0.4118
	=2.00	C.I.=0	C.R.=0<0.1 通过一致性验证

分析雷电风险下的两个下属指标的隶属度及权重，可知雷击密度影响程度稍大，雷电流强度稍小。

同时根据上述的隶属度与权重，计算出雷电风险的隶属度，结果见表 B.4-20。

表 B.4-20 雷电风险隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷电风险	0.0003	0.0424	0.8135	0.0861	0.0577

② 地域风险的权重和隶属计算

根据 B.4 中的计算结果，地域风险的隶属度矩阵见表 B.4-21。

表 B.4-21 地域风险的隶属度矩阵

地域风险	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
土壤结构	0	0	0	0	1
地形地貌	0	1	0	0	0
周边环境	0	0.6111	0.3889	0	0

结合地域风险隶属度矩阵及相关历史资料，地域风险的判断矩阵及权重结果为表 B.4-22。

表 B.4-22 地域风险的判断矩阵

地域风险	土壤结构	地形地貌	周边环境	权重 W
土壤结构	1	5	8/5	0.5333
地形地貌	1/5	1	2/5	0.1333
周边环境	5/8	5/2	1	0.3334
=3	C.I.=0	C.R.=0<0.1 通过一致性验证		

分析地域风险下的三个下属指标的隶属度及权重，可知土壤结构对地域风险的影响最大，其次是周边环境，影响最小的是地形地貌。

同时根据上述的隶属度与权重，计算出地域风险的隶属度，结果见表 B.4-23。

表 B.4-23 地域风险隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
地域风险	0	0.3370	0.1296	0	0.5334

### ③ 承灾体风险的权重和隶属计算

根据 B.4 中的计算结果，承灾体风险的隶属度矩阵见表 B.4-24。

表 B.4-24 承灾体风险的隶属度矩阵

承灾体风险	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
项目属性	0	0.1111	0.3333	0	0.5556
建构筑特征	0	0	0	0	1
电子电气系统	0.3333	0	0.6667	0	0

结合承灾体风险隶属度矩阵及相关历史资料，承灾体风险的判断矩阵及权重结果见表 B.4-25。

表 B.4-25 承灾体风险的判断矩阵

承灾体风险	项目属性	建构筑特征	电子电气系统	权重 W
项目属性	1	5/3	5	0.5000
建构筑特征	3/5	1	3	0.3750
电子电气系统	1/5	1/3	1	0.1250
=3      C.I.=2.22e-016      C.R.= 5.2701e-016<0.1 通过一致性验证				

分析承灾体风险下的三个下属指标的隶属度及权重，可知项目属性对承灾体风险的影响较大，其次是建构筑特征，影响最小的是电子电气系统。

同时根据上述的隶属度与权重，计算出承灾体风险的隶属度，结果见表 B.4-26。

表 B.4-26 承灾体风险隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
承灾体风险	0.0416	0.0556	0.2450	0	0.6528

### (3) 确定第二层各指标的相对权重

根据灾害评估模型，第二层指标主要有雷电风险、地域风险和承灾体风险。根据 B.4 的计算结果，区域雷电灾害风险的隶属度见表 B.4-27。

表 B.4-27 区域雷电灾害风险的隶属度矩阵

区域雷电灾害风险	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷电风险	0.0003	0.0424	0.8135	0.0861	0.0577
地域风险	0	0.3370	0.1296	0	0.5334
承灾体风险	0.0416	0.0556	0.2450	0	0.6528

结合区域雷电灾害风险隶属度矩阵及相关历史资料，承灾体风险对区域雷电灾害风险影响最大，其次是地域风险，而雷电风险的影响最小。区域雷电灾害风险的判断矩阵及权重结果见表 B.4-28。

表 B.4-28 第二层指标的判断矩阵

一级指标	雷电风险	地域风险	承灾体风险	权重 W
雷电风险	1	9/10	9/12	0.2903
地域风险	10/9	1	10/12	0.3226
承灾体风险	12/9	12/10	1	0.3871
$\lambda_{max}=3.00$	C.I.=0	C.R.=0<0.1 通过一致性验证		

同时根据上述的隶属度与权重，计算出区域雷电灾害风险的隶属度，结果见表 B.4-29。

表 B.4-29 区域雷电灾害风险隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
区域雷电灾害风险	0.0163	0.1425	0.3747	0.0250	0.4415

## 淮南经济技术开发区区域性气候可行性论证专项评价报告 专家评审意见

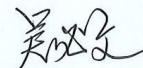
2021年3月10日，受淮南市气象局委托，省气象灾害防御技术中心在合肥组织召开《淮南经济技术开发区区域性气候可行性论证专项评价报告》（以下简称《报告》）专家评审会。与会人员包括安徽省气候中心、安徽省气象科学研究所、武汉区域气候中心、安徽省水文局、安徽省政府发展研究中心决策杂志社、合肥市规划设计研究院等单位的代表，会议组成了专家组（名单附后）。与会专家听取了《报告》编制单位安徽华云气象灾害风险评估中心的汇报，审查了相关材料，经过质询和讨论，形成如下意见：

1、项目工作组按照《区域性气候可行性论证技术指南》（气预函〔2019〕42号）和相关标准规范要求，对淮南经开区气象要素、高影响天气敏感度开展调查，进行了雷电灾害风险参数现场测试，搜集整理了淮南经开区周边气象站历年气象观测资料，分析了气象站资料的代表性，确定了参证气象站，使用资料准确、完整。

2、《报告》推算了淮南经开区暴雨强度公式、风压、雪压、室外空气计算温度等关键气象参数，评估了雷电灾害风险，分析了暴雨、雷电、大风、雪灾、冰雹、雾等高影响天气的气候特征及变化规律。

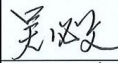
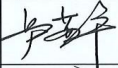
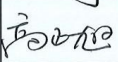
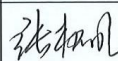
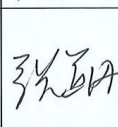
3、《报告》内容完整、结论可靠、建议合理，可为淮南经开区的规划、建设及管理提供依据。项目组将根据专家组的意见对《报告》进一步修改完善。

与会专家一致同意《报告》通过评审。

评审专家组组长： 

2021年3月10日

**淮南经济技术开发区区域性气候可行性论证专项评价报告  
专家评审会专家名单**

姓 名	单 位	职务/职称	签 名
吴必文	安徽省气候中心	主任/正高	
卢燕宇	安徽省气象科学研究所	副所长/正高	
高正旭	武汉区域气候中心	正高	
张松明	安徽省水文局	正高	
张道刚	省政府发展研究中心决策杂志社 安徽创新发展研究院	总编辑/ 执行院长	
张 敏	合肥市规划设计研究院	总工/正高	