

# 祁门经济开发区 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10月·合肥

项目名称：祁门经济开发区区域性气候可行性论证专项评价报告

委托单位：祁门经济开发区管理委员会

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 正高

审定人：汪明光 高工

批准人：王业斌 高工

编写人员：张恬 工程师

鲁俊 高工

傅盈盈 工程师

王润芳 助工

张景 助工

曹琦萍 高工

文字校核：陶寅 高工

# 声 明

1. 《祁门经济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祁门经济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 10 月 20 日

# 目 录

1	概述	1
1.1	项目来源	1
1.2	工作目的	2
1.3	编制依据	2
1.3.1	政策法规	2
1.3.2	标准规范	3
1.4	术语	4
2	项目概况及特征分析	6
2.1	开发区基本情况	6
2.1.1	自然条件	6
2.1.2	开发区规模	6
2.1.3	发区论证范围	6
2.1.4	开发区规划方案	7
2.1.5	开发区发展现状	8
2.2	开发区及其周边气象灾害历史事件	8
3	资料来源及气象资料代表性分析	10
3.1	资料内容和来源	10
3.2	资料质量控制与均一性检查	10
3.3	气象资料的代表性、准确性、一致性分析	11
3.3.1	参证气象站选取	13
3.3.2	区域自动气象站与拟选参证站相关分析	15
3.3.3	参证站的确定	18
4	气候特征分析	19
4.1	气压	19
4.1.1	年际变化	19
4.1.2	月际变化	20
4.2	气温	22
4.2.1	年际变化	22
4.2.2	月际变化	23
4.3	降水量	25

4.3.1	年际变化.....	25
4.3.2	月际变化.....	25
4.4	降水日数.....	26
4.4.1	年际变化.....	26
4.4.2	月际变化.....	27
4.5	风向风速.....	27
4.5.1	年际变化.....	27
4.5.2	月际变化.....	30
4.5.3	风向频率.....	31
4.6	相对湿度.....	32
4.6.1	年际变化.....	32
4.6.2	月际变化.....	33
4.7	日照.....	34
4.7.1	年际变化.....	34
4.7.2	月际变化.....	34
5	关键气象参数分析及推算.....	36
5.1	风速极值推算.....	36
5.1.1	周边最大风速和极大风速情况.....	36
5.1.2	设计风速的概率计算.....	36
5.1.3	不同高度不同重现期 10min 平均最大风速的推算.....	37
5.2	最高、最低气温极值及室外空气计算参数推算.....	38
5.2.1	不同重现期设计气温（高温）与极端最高气温的推算.....	38
5.2.2	不同重现期设计气温（低温）与极端最低气温的推算.....	40
5.3	降水极值推算.....	42
5.4	雪压极值推算.....	43
5.5	工业建筑采暖通风气象参数.....	44
5.6	民用建筑采暖通风气象参数.....	44
5.7	暴雨强度公式.....	45
5.7.1	暴雨强度公式简介.....	46
5.7.2	暴雨强度公式编制（1991-2020）.....	49
5.8	雷电灾害风险评估.....	53

5.8.1	黄山市地闪时间分布.....	53
5.8.2	安徽祁门经济开发区地闪密度空间分布.....	55
5.8.3	黄山市及安徽祁门经济开发区雷电强度分布特征.....	55
5.8.4	开发区雷电灾害安全现状评估.....	59
6	高影响天气.....	60
6.1	暴雨.....	60
6.2	雷暴.....	61
6.3	大风.....	62
6.4	积雪.....	63
6.5	高温.....	64
6.6	低温.....	65
6.7	冰雹.....	66
6.8	雾.....	67
7	结论建议.....	68
7.1	主要结论.....	68
7.1.1	气候特征分析.....	68
7.1.2	高影响天气分析.....	69
7.1.3	关键气象参数推算结果.....	70
7.2	建议措施.....	71
7.2.1	规划设计和建筑施工阶段.....	71
7.2.2	运营阶段.....	72
7.2.3	综合评述.....	74
附录 A	关键参数推算方法.....	75
附录 B	雷电灾害区域评估模型、指标隶属度和权重计算.....	82

# 1 概述

## 1.1 项目来源

祁门经济开发区始建于 2002 年 7 月，2006 年 8 月经安徽省人民政府批准筹建省级经济开发区，2018 年正式批准为省级经济开发区。2006 年被省经信委列入全省第一批 80 个省级创业基地，2012 年被省科技厅认定为“安徽省新型电子元器件高新技术产业基地”，2013 年被黄山市政府授予“最具特色园区”，2020 年被安徽省人民政府授予“省级电子电器特色产业集群（基地）”，省发改委认定为“省级科技服务业集聚区”。祁门经济开发区总体规划面积为 5.3 平方公里，沿慈张线呈带状布局，东至金字牌双溪流、西至祁门火车站桥、南至皖赣铁路、北至新建的黄祁高速公路，由龙门坦园、华杨园、绿色产业园、电子产业园和金字牌园五个工业园组成。形成了以芯微电子、新飞电子等企业为龙头的电子产业集群；以祥源祁红、祁红发展等公司为代表的祁红产业集群；以建兴木制品、佳明木业为主体的林产品精深加工产业集群。

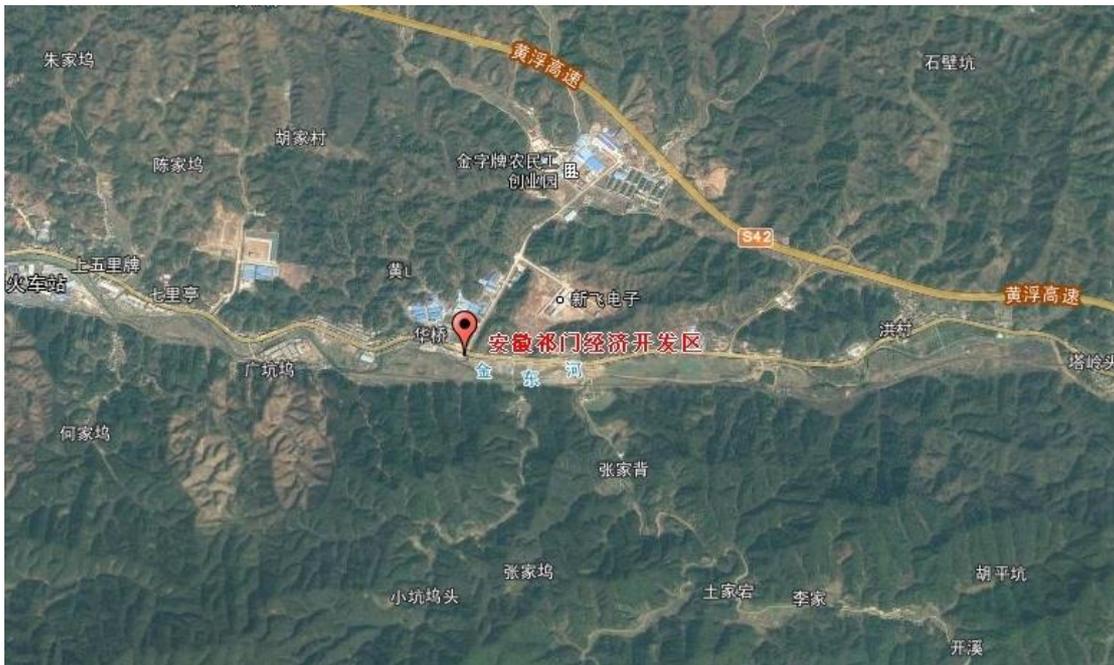


图 1.1-1 祁门经济开发区地理位置示意图

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）、《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）文件精神，祁门经济开发区管理委员会根据开发区性质、定位和区位，委托安徽华云气象灾害风险评估中心开展祁门经济开发区区域

性气候可行性论证专项评价工作。在接受委托后，我中心立即搜集了祁门经济开发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，调查整理了开发区内 10 个重点企业和开发区管委会对气象要素和高影响天气敏感度统计表。按照开发区的性质、规模、建设内容和发展规划等要求，确定了气候可行性论证的重点、范围和技术路线等，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》的要求编制了祁门经济开发区区域性气候可行性论证专题评价报告的编制大纲，并完成专项评价报告。

## 1.2 工作目的

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严重影响，祁门经济开发区园区的规划设计、建设和运营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，开展开发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开发区的规划设计和建设遭受极端气象灾害的不利影响，对于其规划设计、建设、运营以及气候资源开发利用等意义重大。

本报告以祁门经济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，结合闪电定位资料、历史灾情资料和现场测试数据对祁门经济开发区所在区域的气候条件开展论证分析，从气象防灾减灾、气候资源利用的角度对祁门经济开发区的规划、建设给予科学的指导意见。

## 1.3 编制依据

### 1.3.1 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) 《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）
- (4) 《气候可行性论证管理办法》（中国气象局第 18 号令）
- (5) 《气象信息服务管理办法》（中国气象局第 27 号令）
- (6) 《安徽省气象灾害防御条例》（2007 年 11 月 1 日起实施）
- (7) 《安徽省气候资源开发利用与保护条例》（2014 年 12 月 1 日起实施）

(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》（皖发改地区规〔2018〕7号）

(10) 《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）》（皖气办发〔2018〕102号）

(11) 《关于实施工程项目区域评估的指导意见》（皖建审改办〔2019〕8号）

### 1.3.2 标准规范

- (1) GB/T 18710-2002 风电场风能资源评估方法
- (2) GB 21714.2-2015/IEC62305-2:2010 雷电防护第2部分：风险管理
- (3) GB/T 31155-2014 太阳能资源等级总辐射
- (4) GB/T 37526-2019 太阳能资源评估方法
- (5) GB 50009-2012 建筑结构荷载规范
- (6) GB 50014-2006 室外排水设计规范
- (7) GB 50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- (8) GB 50736-2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- (9) GB 51022-2015 门式刚架轻型房屋钢结构技术规范
- (10) GB 50057-2010 建筑物防雷设计规范
- (11) NB/T 31147-2018 风电场工程风能资源测量与评估技术规范
- (12) QX/T 85-2018 雷电灾害风险评估技术规范
- (13) QX/T 242-2014 城市总体规划气候可行性论证技术规范
- (14) QX/T 308-2015 分散式风力发电风能资源评估技术导则
- (15) QX/T 405-2017 雷电灾害风险区划技术指南
- (16) QX/T 423-2018 气候可行性论证规范 报告编制
- (17) QX/T 426-2018 气候可行性论证规范 资料收集
- (18) QX/T 436-2018 气候可行性论证规范 抗风参数计算
- (19) QX/T 437-2018 气候可行性论证规范 城市通风廊道
- (20) QX/T 449-2018 气候可行性论证规范 现场观测
- (21) QX/T 457-2018 气候可行性论证规范 气象观测资料加工处理

(22) QX/T 469-2018 气候可行性论证规范 总则

(23) JTG/T 3360-01-2018 公路桥梁抗风设计规范

(24) 城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则（住房城乡建设部 中国气象局关于做好暴雨强度公式修订有关工作的通知（建城〔2014〕66号）

(25) 区域性气候可行性论证技术指南（气预函〔2019〕42号）

## 1.4 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) 大风：瞬时风速达到或超过 17.2m/s 的风。

(4) 平均风速：在给定时间段风速的平均值。

(5) 最大风速：给定时段内平均风速的最大值（给定时段可包括时、日、月、年等。最大值的确定方法为，从给定时段内选取任意 10 分钟的平均风速最大值，作为该时段的最大风速。）。

(6) 极大风速：给定时段内 3 秒钟平均风速的最大值（给定时段可包括时、日、月、年等）。

(7) 基本风速：开阔平坦地貌条件下，地面上 10m 高度处，重现期为 50 年一遇的 10 分钟平均年最大风速。

(8) 设计风速：在基本风速基础上，考虑局部地表粗糙度影响，项目所在地地面上指定高度处重现期为 50 年一遇的 10 分钟平均年最大风速。

(9) 基本雪压：雪荷载的基准压力，一般按当地空旷平坦地面上积雪自重的观测数据，经概率统计得出 50 年一遇最大值确定。

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

(11) 冬季空气调节室外计算温度：近 30 年不保证 1 天的日平均温度。

(12) 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。

(13) 冬季通风室外计算温度：累年（近 30 年）最冷月平均温度。

(14) 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。

(15) 冬季空气调节室外计算相对湿度：近 30 年最冷月平均相对湿度。

(16) 夏季通风室外计算相对湿度：累年（近 30 年）最热月 14 时的月平均相对湿度的平均值。

(17) 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。

(18) 暴雨：24 小时降雨量 $\geq 50\text{mm}$  的降水。

(19) 最大日降水量：指一年中出现的一日最大降水量。

(20) 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。

(21) 地闪：雷暴云与大地之间的放电现象。

(22) 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。

(23) 地闪密度：单位面积、单位时间的平均地闪次数。单位：次/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。

(24) 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。

(25) 高影响天气：直接影响园区项目建设和运营的天气。

(26) 高温：日最高气温大于或等于  $35^{\circ}\text{C}$  的天气现象。

(27) 低温：日最低气温小于或等于  $0^{\circ}\text{C}$  的天气现象。

## 2 项目概况及特征分析

### 2.1 开发区基本情况

#### 2.1.1 自然条件

黄山市祁门县地处皖南山地多雨区，属北亚热带湿润季风气候。其主要特征是气候温和，日照较少，雨量充沛，四季分明。通常是春季冷暖变化大，光照不足阴雨多；夏季气温高，湿度大，降水集中易成洪灾；秋季偶有夹秋旱，白天气温高，早晚凉；冬季寒冷湿度小，多晴少雨易干旱。

#### 2.1.2 开发区规模

祁门经济开发区始建于2002年7月，原名为“祁门县工业园区”。2004年8月，更名为“祁门县城东工业走廊”。2006年被省经信委列入全省第一批80个省级创业基地。2012年被省科技厅认定为“安徽省新型电子元器件高新技术产业基地”。2013年被黄山市政府授予“最具特色园区”。2018年7月，安徽省人民政府批复了同意，正式设立安徽祁门经济开发区。2020年被安徽省人民政府授予“省级电子电器特色产业集群（基地）”，省发改委认定为“省级科技服务业集聚区”。

祁门经济开发区位于祁门县城以东，坐落在金东河畔，东至金字牌镇九里冲、西以县城驿驼山山脊为界、南连皖赣铁路、北邻黄祁高速，介于北纬29°35′—30°08′与东经117°12′—117°57′之间。总体规划面积为5.3平方公里，由龙门坦园、华杨园、绿色产业园、电子产业园和金字牌园五个工业园组成。形成了以芯微电子、新飞电子等企业为龙头的电子产业集群；以祥源祁红、祁红发展等公司为代表的祁红产业集群；以建兴木制品、佳明木业为主体的林产品精深加工产业集群。

#### 2.1.3 发区论证范围

本次气候可行性论证的论证范围取为：祁门经济开发区，东至金字牌双溪流、西至祁门火车站桥、南至皖赣铁路、北至新建的黄祁高速公路，面积约5.3平方公里（图2.1-1）。



图 2.1-1 开发区用地规划图

## 2.1.4 开发区规划方案

“十四五”期间，努力实现“1159”发展目标，即1个产值100亿元全新园区，1个产值60亿元的核心产业（即电子电器产业），建成区面积达5000亩，新增引进企业项目90个以上。

根据开发区总体发展规划，结合地形地貌和镇城发展，十四五期间新增建成区面积0.74平方公里，继续坚持产业规模扩张与高质量发展相结合，着重引领产业链延伸及打造核心产业品牌效应。依托黄山地区得天独厚气候环境和祁门现有产业基础，以五大特色产业园为载体，抢抓我国产业迈向智能化的市场先机，全力打造电子信息首位产业。

牢固树立科学化布局、园区化集聚、机械化加工、产业化经营的发展理念，立足祁门优质红茶原料和祁红的精湛制作工艺、厚重文化及蜚声海内外声誉，依托祁门祥源、祁红茶业、祁眉茶旅等龙头企业，强力整合祁红产业链，构建茶农、茶企、茶商融合共兴的祁红产业生

态。

依托祁门地区丰富竹木资源禀赋，按照“立足中高、特色发展、产业集聚、链条延伸”的发展思路，以生产满足室内户外需求的重竹地板、竹木地板、竹木复合地板、竹制工艺品等为重点，以“竹木加工产业的大发展带动林业产业的大发展，以林业产业的大发展带动绿化造林的大发展”为主线，以科技创新为动力，以培育扶持竹木加工龙头企业为核心，在国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局下，坚持壮大国外市场与开拓国内市场相结合，着力推进产业升级、优化产品结构，完善配套产业链，提高产品附加值，强化祁门竹木品牌培育和人才培养，努力实现竹木加工产业提质增效。

### 2.1.5 开发区发展现状

祁门经济开发区规划面积 5.3 平方公里，截止 2020 年第三季度，祁门经济开发区建成区达 1.56 平方公里，入驻企业项目 96 家，建成投产 88 家，其中规模以上企业 37 家，完成工业总产值 37.5 亿元，完成固定资产投资近 97.3 亿元，其中基础设施投资 18.1 亿元，企业投资 79.2 亿元。2019 年实现产值 42 亿元，纳税 1.03 亿元，解决就业岗位近 4000 人。在“十三五”期间经开区新增建设面积 0.18 平方公里，盘活土地 0.26 平方公里，盘活破产及低效企业 9 个，新增入园企业项目 45 个，实现税费 4.5 亿元。招商到位资金 8.27 亿元，增速 40%。

“十三五”期间，一是电子产业发展，在电子产业园完成兴建标准化厂房 15 栋，总面积达近 6 万平方米，成功引进以芯微电子芯片项目、功率半导体器件为龙头的企业项目 18 个，实现产业产值 20 亿元，完成了电子产业高度集聚、高质发展，目前在省、市范围内具有一定影响力；二是绿色食品产业发展，新增引进祁雅茶业、徽香源食品及大自然茶业为代表的优质茶业企业项目 6 个，实现了以祁红发展及祁红茶业为成功代表的品牌推广、提质、提效及茶旅结合的新发展。三是林产品精深加工产业，通过盘活存量土地及腾笼换鸟，成功引进永旭木业、竹迹新材料、居林居木为代表的企业项目 5 个，进一步拓展产业集聚发展空间。

## 2.2 开发区及其周边气象灾害历史事件

祁门经济开发区属北亚热带湿润季风气候。全年气候温和，雨量充沛，日照较少，四季分明。通常是春季冷暖变化大，光照不足阴雨多；夏季气温高，湿度大，降水集中易成洪灾；秋季偶有夹秋旱，白天气温高，早晚凉；冬季寒冷湿度小，多晴少雨易干旱。

对祁门经济开发区及其周边区域所发生的气象灾害历史事件进行回顾，有以下较为典型的气象灾害事件：

2016年6月19日20时，祁门县站点雨量均大于140mm，其中7个乡镇雨量点超250mm，15个点超200mm，全县受灾人口50130人，紧急转移人口3772人，农作物受灾652公顷，成灾面积364公顷，绝收69公顷。直接经济损失6400万元，其中农业损失2826万，工矿企业损失210万，基础设施2114万，公益损失985万、家庭财产损失265万。

2019年5月25日08时到27日7时30分过程雨量统计，祁门县普降大暴雨，西北部特大暴雨，全县41座水库共有19座水库溢洪道泄洪，全县直接损失2612万元、其中农业损失974万元、基础设施损失（含景区景点）1108万元、公益设施损失372万元，其他损失158万元。

2019年8月起祁门县各地气温普遍偏高，持续无雨，全县各乡镇均有茶棵、茶苗、玉米、蔬菜、果树等农作物受灾，出现饮水困难人员。全县受灾人口50155人，其中因旱需生活救助35042人，因旱饮水困难24045人，农作物受灾面积1420公顷，其中成灾610公顷，全县灾情直接经济损失1100万元。

2020年1月15时至2月15时，祁门县出现大到暴雨天气，受灾115019人，农业受灾面积4659.8公顷，其中绝收381.3公顷。安置转移39399人、损坏房屋数167间、倒塌房屋15间，直接经济损失35430万元，其中农业损失6953万元、工矿企业损失3194万元、基础设施损失15692万元、公益设施损失2321万元、家庭财产损失7270万元。

## 3 资料来源及气象资料代表性分析

### 3.1 资料内容和来源

本报告中所用资料涉及以下 4 类，其中地面气象站观测资料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中提取；开发区基本资料来源于祁门经济开发区管委会。

(1) 地面气象站资料：国家气象站资料（1956-2020 年）主要用于参证站选取、气候背景、高影响天气现象、关键气象参数分析及推算，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（2017-2020 年）主要用于参证气象站的代表性分析。

(2) 气象灾害资料（1956-2020 年）：对运营影响较大的气象灾害主要包括暴雨、强对流天气（雷暴、强降水、龙卷风、冰雹）、雾、结冰、积雪等，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“安徽省气象灾害年鉴”、“中国气象灾害大典安徽省分卷”、“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。

(3) 闪电定位仪资料：来源于安徽省 ADTD 型二维闪电定位系统，在合肥、六安、宣城、安庆、黄山、蚌埠和阜阳共布设 7 个监测站，于 2010 年开始投入业务使用。ADTD 闪电定位系统主要采用时差与磁定向法相结合的原理进行云地闪探测，单站探测范围为 150km，可以提供每次雷击的时间、经纬度、电流强度、电流陡度和闪电发生地区等参数。通过组网后能覆盖安徽及周边地区，探测效率可以达 90%，理论定位精度优于 300m。2010-2020 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。

(4) 开发区基本资料：来源于祁门经济开发区管委会。包括开发区总体规划或控制性详细规划、开发区内公共设施情况及生态环境资料、开发情况、入驻企业资料和论证范围等。

### 3.2 资料质量控制与均一性检查

报告所用国家气象站观测资料均经过安徽省气象信息中心数据质量控制。数据质量控制通常将包括格式检查、缺测检查、范围值界限值检查、主要变化范围检查、内部一致性检查、时变检查、持续性检查时间一致性检查和空间一致性检查等，综合应用具体内容参见《气象观测资料质量控制 地面》（QX/T 118-2020）。

报告中对气温、降水等要素进行的均一性检验方法参见附录 A.1，来源于《气候可行性论证规范 气象观测资料加工处理》（QX/T 457-2018）。

### 3.3 气象资料的代表性、准确性、一致性分析

祁门经济开发区周边 50km 范围内的国家气象站有：祁门气象站、休宁气象站和黟县气象站，如图 3.3-1 所示。祁门经济开发区周边 20km 范围内资料齐全（2017 年-至今）的区域自动气象站有：佛子岭、鳧峰、考川和流口，如图 3.3-2 所示。

祁门气象站是距离祁门经济开发区最近的国家气象站，位于开发区西北方 5.9km 处，于 1955 年建站。综合考虑开发区周边气象观测站级别、位置、观测数据质量及序列时长等因素，将**祁门气象站**（国家基本气象站、与开发区距离最近）作为参证站，休宁国家气象站、黟县国家气象站、佛子岭区域自动气象站、鳧峰区域自动气象站、考川区域自动气象站和流口区域自动气象站作为验证参证站代表性的参考气象站。

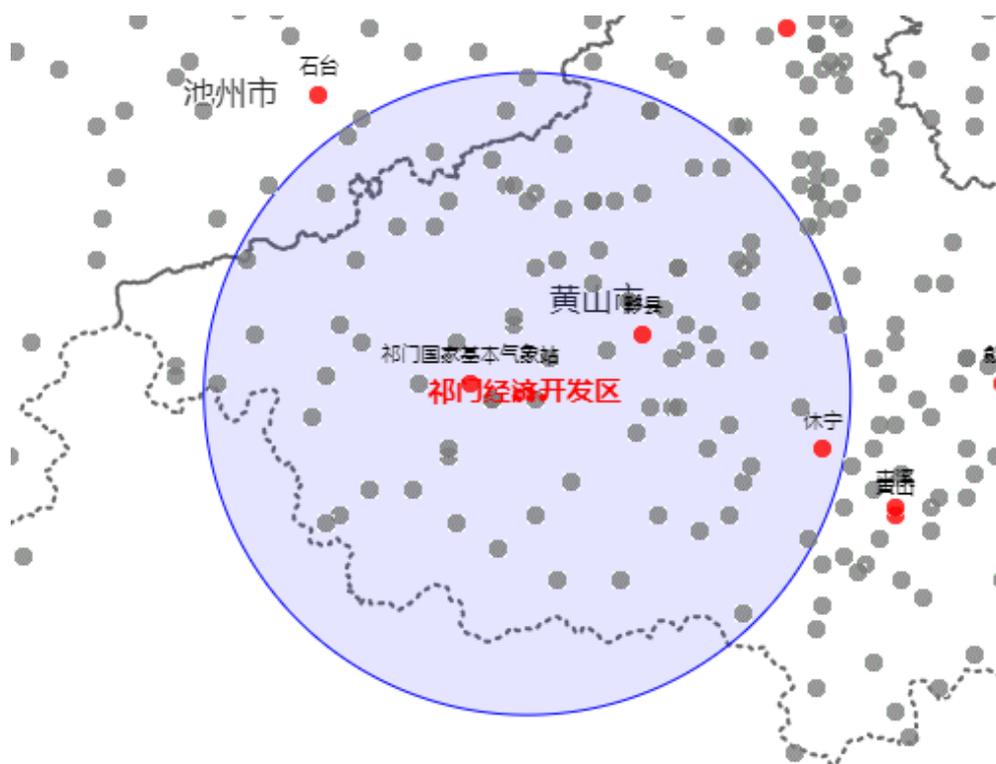


图 3.3-1 祁门经济开发区 50km 范围内区域气象站点示意图

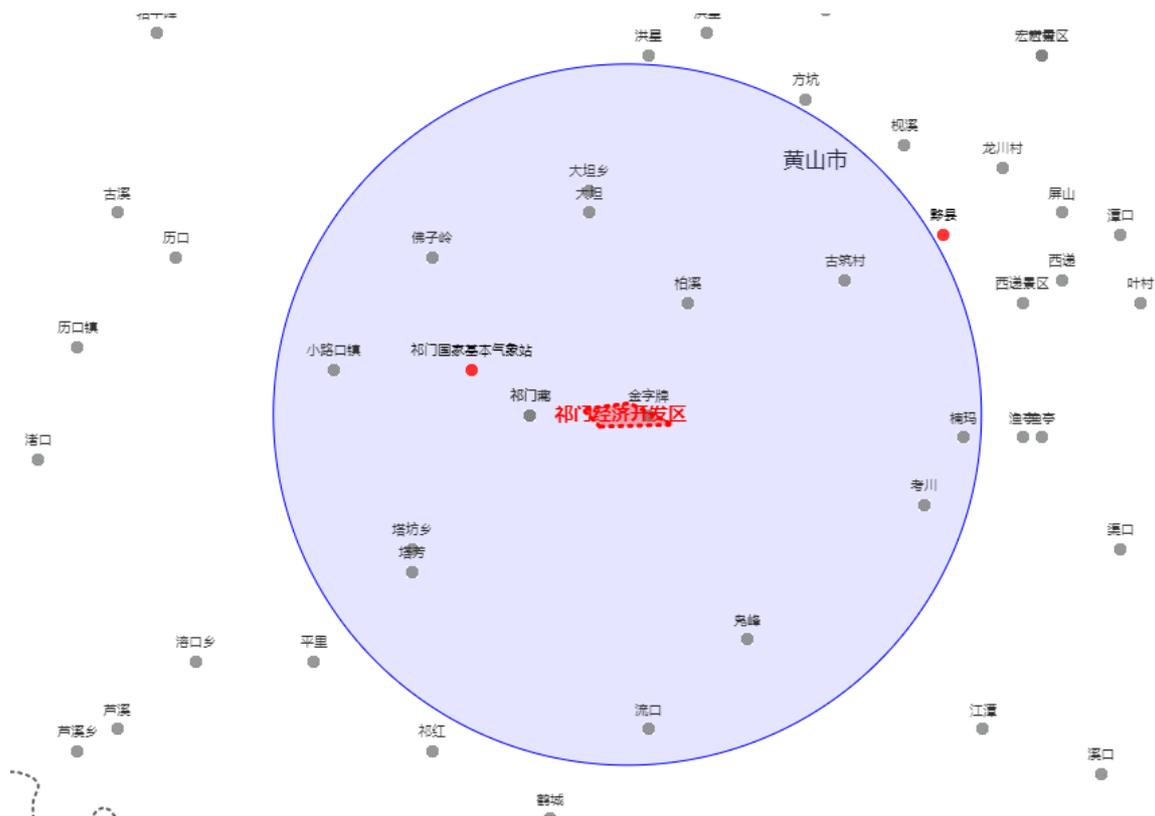


图 3.3-2 祁门经济开发区 20km 范围内区域气象站点示意图

气象台站常因观测环境条件变化或其他原因而进行迁移。由于台站迁移，其观测记录序列将受到影响，影响程度由迁址距离、海拔高度、站址地形及周围环境条件决定。如果台站迁移后两地的地形、环境条件差异不大，且水平距离不超过 50km、海拔高度差在 100m 以内，其迁址后观测记录一般不会出现不连续现象。

祁门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。台站历史沿革详见表 3.3-1，所取站点迁站均符合以上要求。

表 3.3-1 祁门气象站历史沿革和观测项目

站名	祁门气象站		
观测项目	气温、气压、相对湿度、风向、风速、降水量、蒸发量、日照、日照时数、能见度、积雪深度、天气现象、草面温度、地面温度、地温、冻土、低运量、湿度、云状、自动蒸发量		
历史沿革	19551201/19810831	祁门县城关外笔架山/山顶/	29°55'N/117°50'E/140.4
	19810901/20061231	祁门县城关外笔架山/山顶/	29°51'N/117°43'E/140.4
	20070101/20191231	祁门县城关外笔架山山顶/山顶/	29°51'N/117°43'E/142.0
	20200101 至今	祁门县祁山镇新城区大冲坞/丘陵/	29°52'N/117°41'E/191.0

### 3.3.1 参证气象站选取

参证气象站是用来进行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，本报告主要用参证气象站要素的年、月、日变化分析，进行长年代极值推算等。

祁门、休宁、黟县国家气象站 3 个长年代国家站常年平均气象要素，月变化相似，且各站数据差异较小，因此初步确定离园区最近且要素较全的祁门气象站为主要参证站。

表 3.3-2 祁门等长年代气象站（1991-2020 年）各月平均气温（℃）

站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
祁门	4.3	6.7	10.7	16.4	21.2	24.4	27.5	27.2	23.5	17.7	11.6	5.9
休宁	4.5	6.9	11.0	16.8	21.7	24.7	28.0	27.6	23.9	18.3	12.2	6.2
黟县	4.2	6.7	10.7	16.4	21.1	24.2	27.2	26.8	23.2	17.7	11.7	5.9

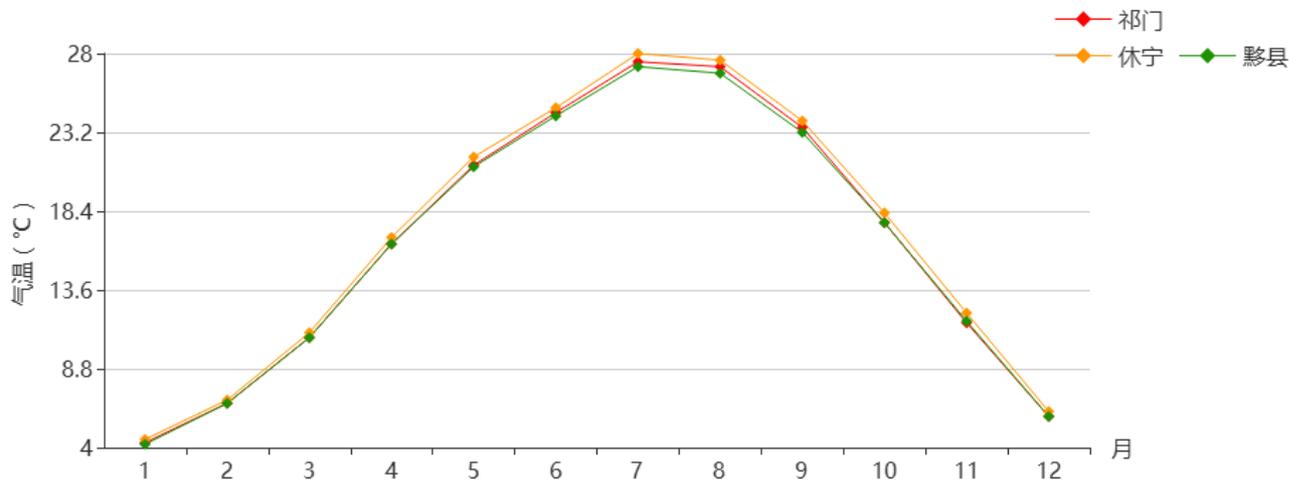


图 3.3-3 祁门等长年代气象站（1991-2020 年）各月平均气温（℃）

表 3.3-3 祁门等长年代气象站（1991-2020 年）各月降水量（mm）

站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
祁门	90.1	107.4	172.9	203.2	245.6	386.5	249.2	147.0	72.5	58.3	71.0	57.9
休宁	93.9	109.4	175.8	208.2	232.6	370.2	213.4	135.3	75.8	56.5	75.5	63.3
黟县	85.3	106.0	168.4	195.7	237.8	390.4	250.3	147.2	72.2	59.8	68.2	56.2

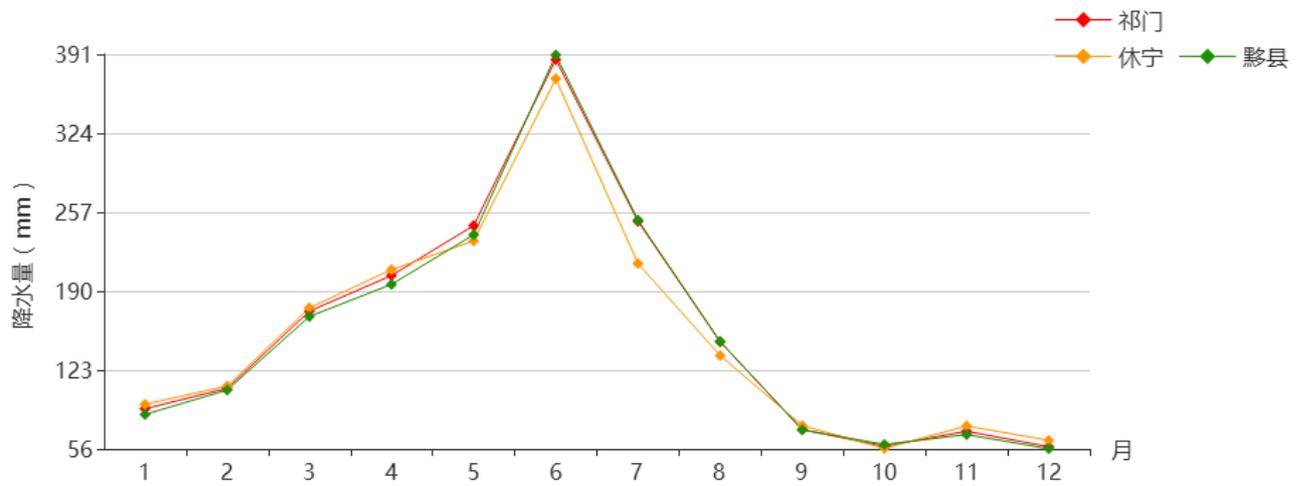


图 3.3-4 祁门等长年代气象站（1991-2020 年）各月降水量（mm）

表 3.3-4 祁门等长年代气象站（1991-2020 年）各月平均风速（m/s）

站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
祁门	1.3	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3
休宁	1.4	1.6	1.7	1.7	1.6	1.5	1.6	1.7	1.6	1.5	1.3	1.4
黟县	1.1	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1

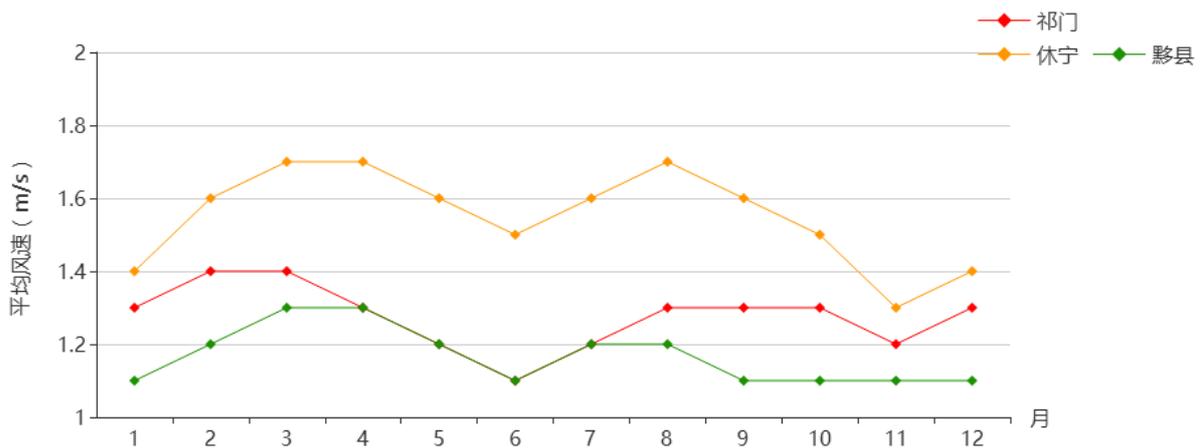


图 3.3-5 祁门等长年代气象站（1991-2020 年）各月平均风速（m/s）

表 3.3-5 祁门等长年代气象站（1991-2020 年）各月日照时数（h）

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

祁门	99.0	93.0	106.1	128.7	151.3	124.4	193.1	190.0	169.5	164.0	134.2	123.9
休宁	88.5	84.5	102.4	117.3	132.9	109.2	179.7	175.9	154.4	152.6	122.3	112.9
黟县	97.0	92.5	105.3	127.6	146.7	116.3	184.0	181.5	158.8	158.7	129.8	121.1

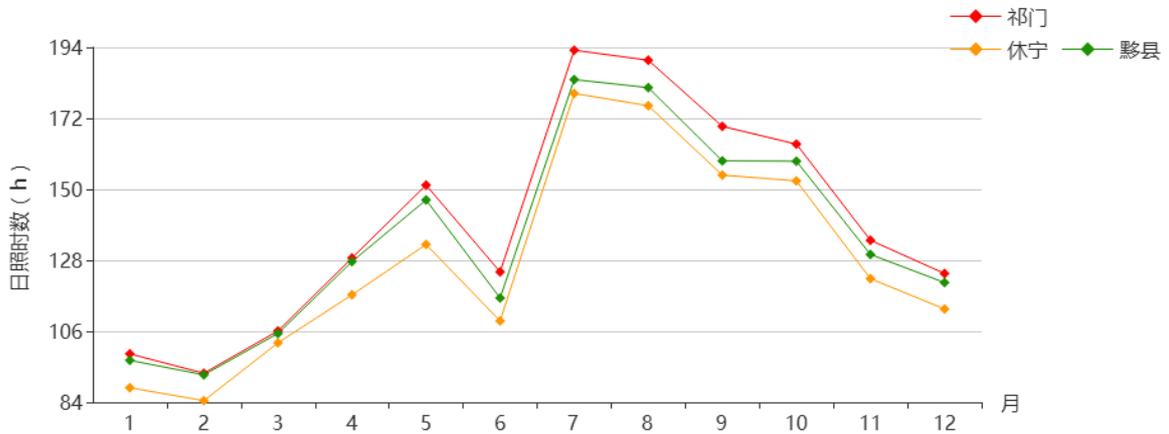


图 3.3-6 祁门等长年代气象站（1991-2020 年）各月日照时数 (h)

### 3.3.2 拟选参证站与区域自动气象站相关分析

本章节对祁门气象站与各区域自动气象站基本要素进行相关分析，论证所选参证气象站的代表性。

#### 3.3.2.1 气温的代表性

2017-2020 年，祁门、佛子岭、鳧峰、考川和流口气象站的年平均气温分别为 16.9℃、16.5℃、16.2℃、16.0℃和 16.3℃，四站相差不大。祁门气象站和区域站 2017-2020 年逐月气温变化趋势非常一致，平均气温最高值均出现在 7 月，最低值均出现在 1 月。进行相关分析可以看见，所有区域站与祁门气象站站气温相关系数（月数据）达到 0.999 以上。综上，祁门气象站平均气温对于祁门经济开发区周边区域具有较好的代表性。

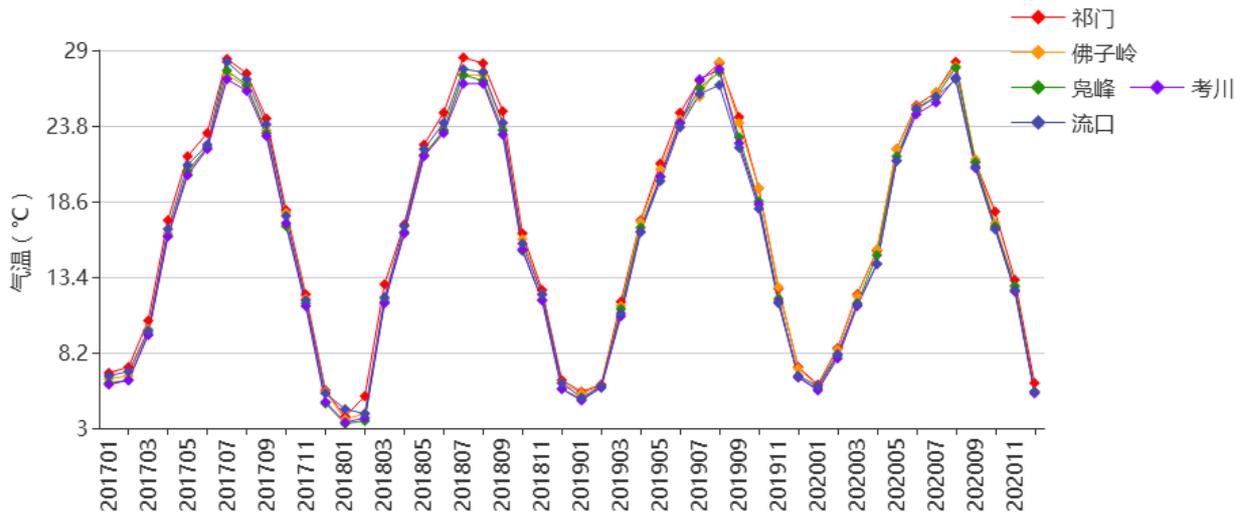


图 3.3-7 祁门经济开发区周边气象站逐月平均气温变化 (°C, 2017-2020 年)

表 3.3-6 祁门经济开发区周边气象站逐月平均气温变化 (°C, 2017-2020 年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
祁门	5.5	6.8	11.8	16.7	21.9	24.4	27.5	28.0	23.7	18.0	12.6	6.3	16.9
佛子岭	5.3	6.2	11.3	16.3	21.3	23.8	26.6	27.5	23.3	17.6	12.4	6.1	16.5
鳧峰	5.0	5.9	11.0	16.1	21.1	23.7	26.8	27.2	22.8	16.9	12.0	5.6	16.2
考川	5.0	5.9	10.8	15.9	21.0	23.5	26.5	26.9	22.5	16.9	11.8	5.6	16.0
流口	5.5	6.2	11.0	16.1	21.2	23.8	26.9	27.0	22.8	17.0	12.0	5.9	16.3

表 3.3-7 祁门经济开发区周边区域站与祁门气象站气温相关系数

站名	佛子岭	鳧峰	考川	流口
相关系数	0.999	0.999	0.999	0.999

### 3.3.2.2 风速的代表性

祁门气象站站和区域自动站 2017-2020 年逐月风速变化如图所示。所选站点变化趋势与祁门气象站较为一致，相关性分析（月数据）结果均在 0.14 以上。综上，可以使用区域站对开发区风速进行推算验证。

同时也可以看到，相同时段无论在祁门、佛子岭、鳧峰、考川或流口气象站 5 个站址观测到的风速都存在着一一定的差异，这与城市建筑布局和道路走向等人造地面有着密切的关系。

随着城市化进程的推进，城市的进一步开发、扩展和更新，包括祁门经济开发区的建设，都会受周边风环境的影响，同样也会反作用于风环境。因而建议开发区在规划和设计阶段，尤其是规划布局对风敏感的企业之前，可利用更高精度的资料或者开展短期风观测进一步论证，并考虑企业建设后可能对风环境产生的影响，做出最合理的规划和设计。

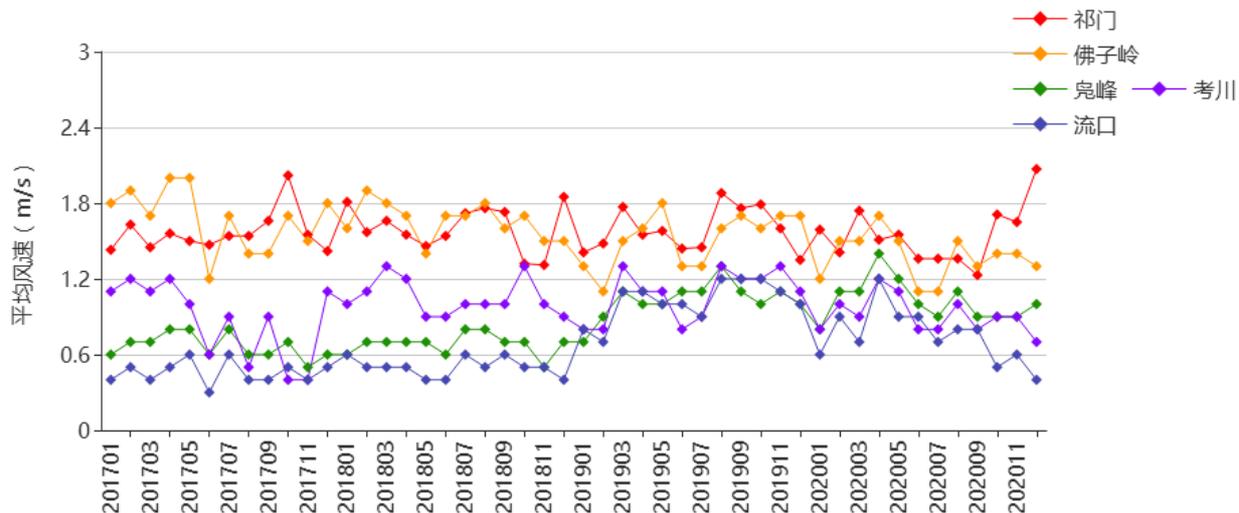


图 3.3-8 祁门经济开发区周边气象站逐月平均风速变化 (m/s, 2017-2020 年)

表 3.3-8 祁门经济开发区周边气象站逐月平均风速变化 (m/s, 2017-2020 年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
祁门	1.6	1.5	1.7	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.5	1.7	1.6
佛子岭	1.48	1.60	1.63	1.75	1.68	1.33	1.45	1.58	1.50	1.60	1.53	1.58	1.6
鳧峰	0.68	0.85	0.90	0.98	0.93	0.83	0.90	0.95	0.83	0.83	0.75	0.83	0.9
考川	0.93	1.03	1.15	1.18	1.03	0.78	0.90	0.95	0.98	0.95	0.90	0.95	1.0
流口	0.60	0.65	0.68	0.83	0.73	0.65	0.70	0.73	0.75	0.68	0.65	0.58	0.7

表 3.3-9 祁门经济开发区周边区域站站与祁门气象站平均风速相关系数

站名	佛子岭	鳧峰	考川	流口
相关系数	0.14	0.143	0.156	0.326

### 3.3.2.3 降水的代表性

祁门气象站站和区域自动站年降水量对比如图所示。降水均在 1714.8~2077.3mm 之间，说明局地江水特征基本一致。

综上，祁门气象站降水量对于祁门经济开发区周边区域具有较好的代表性。

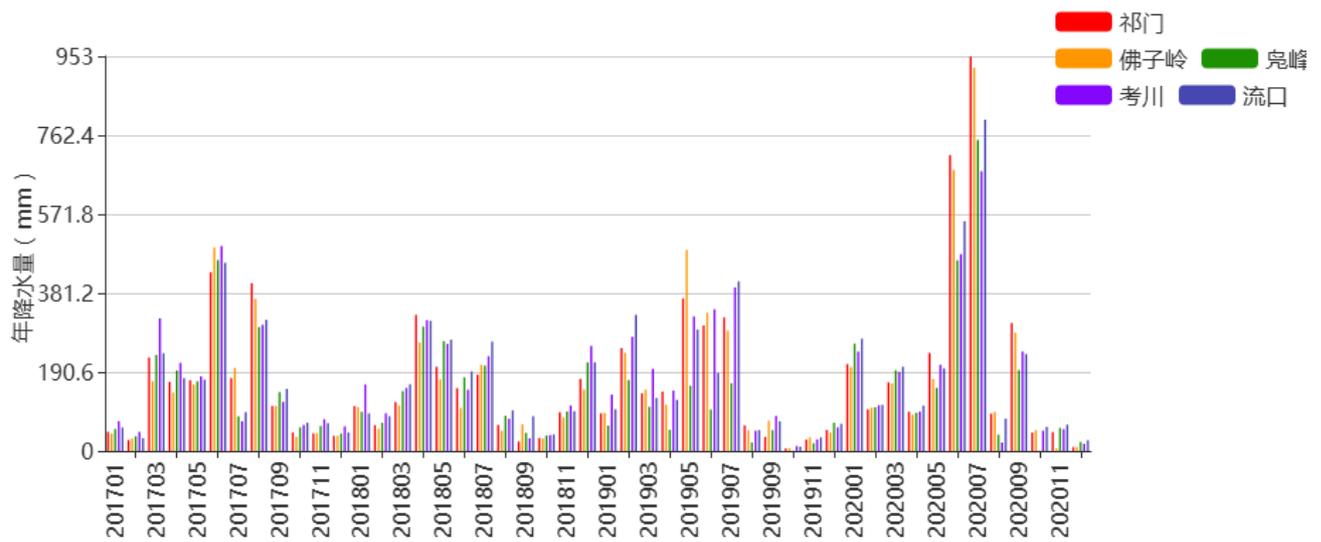


图 3.3-9 开发区气象站逐月平均累计降水变化 (mm, 2017-2020 年)

表 3.3-10 开发区气象站逐月平均累计降水变化 (mm, 2017-2020 年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年 (mm)
祁门	113.8	109.3	162.1	183.3	244.8	400.1	408.7	155.0	118.6	31.7	52.3	67.6	2047.3
佛子岭	110.6	106.4	147.3	150.6	248.1	402.1	406.2	140.1	133.0	30.3	40.7	59.8	1975.2
鳧峰	117.1	95.2	169.6	159.4	185.8	299.9	301.0	111.0	107.8	23.9	57.5	86.6	1714.8
考川	152.3	130.8	215.5	192.4	242.9	365.0	342.8	113.0	118.5	40.6	66.8	96.7	2077.3
流口	129.7	138.7	182.1	180.7	233.5	347.4	391.9	135.8	134.9	44.2	64.9	87.6	2071.4

### 3.3.3 参证站的确定

综上所述，祁门气象站年平均气温、年平均风速和年平均降水量在数值和变化上均与周边的休宁、黟县国家气象站基本一致，且各气象要素的变化与周边区域气象站相近，多种气象要素表现出较强的相关性，表明祁门气象站对祁门经济开发区周边区域的气候背景条件有着较好的代表性。进一步结合下垫面和数据质量等条件，本报告选定祁门气象站作为参证站。

## 4 气候特征分析

本章对祁门气象站各气象要素及天气现象的多年平均统计采用的是 1991-2020 年资料；对气象要素极值统计采用的是 1956-2020 年数据。最大风速自 1980 年开始有记录，极大风速自 2005 年开始有记录。

### 4.1 气压

#### 4.1.1 年际变化

##### 4.1.1.1 平均气压

1991-2020 年，祁门气象站年平均气压 998.9hPa，年平均最高和最低气压分别为 1001.1hPa 和 996.4hPa。祁门气象站的年平均气压、年最高气压、年最低气压有下降趋势（图 4.1-1）。

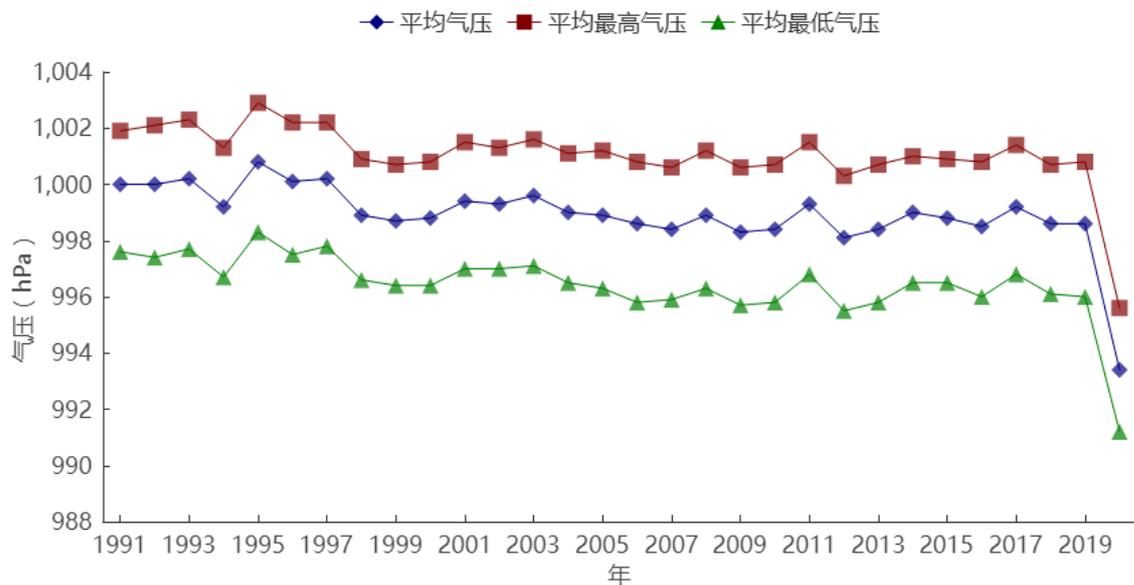


图 4.1-1 1991-2020 年祁门气象站平均气压、平均最高、平均最低气压年际变化

##### 4.1.1.2 极端气压

祁门气象站自 1980 年开始有极端气压的资料，1980-2020 年的极端最高气压出现在 2016 年，为 1027.7hPa（图 4.1-2）；极端最低气压出现在 1997 年，为 971.2hPa（图 4.1-3）。

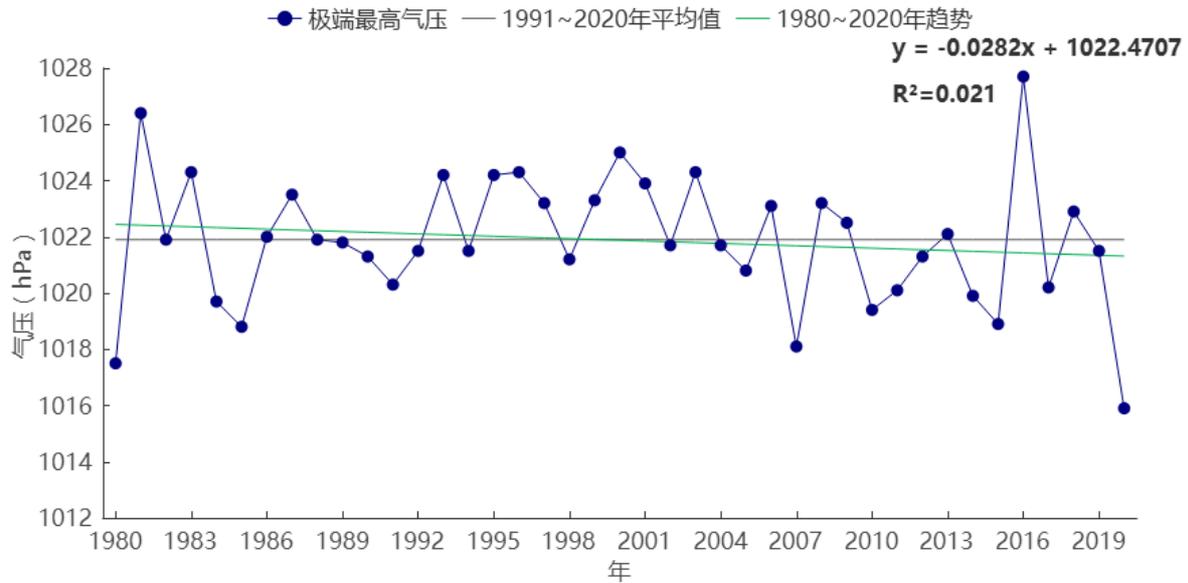


图 4.1-1 1980-2020 年祁门气象站极端最高气压年际变化

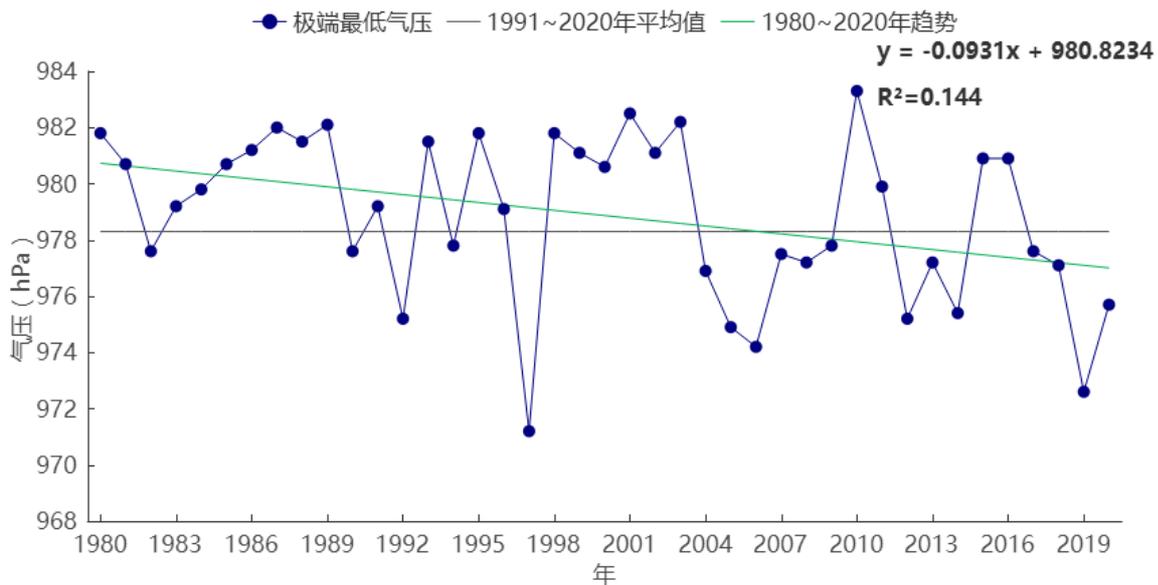


图 4.1-2 1980-2020 年祁门气象站极端最低气压年际变化

## 4.1.2 月际变化

### 4.1.2.1 平均气压

1991-2020 年，祁门气象站的平均气压月变化在 988.4hPa（7 月）~1009.0hPa（12 月）之间，呈“U”型变化特征。平均最高气压变化在 990.0hPa（7 月）~1011.4hPa（12 月）之间；平均最低气压变化在 986.4hPa（7 月）~1006.3hPa（12 月）之间；整体看来，一年之中，冬季气压较高，夏季气压较低，春、秋季气压近似。

表 4.1-1 1991-2020 年祁门气象站月平均气压、平均最高气压、平均最低气压统计表 (单位: hPa)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	1008.5	1005.9	1002.2	997.6	993.5	989.3	988.4	989.6	995.6	1002.0	1005.6	1009.0	998.9
平均最高	1010.9	1008.4	1004.9	1000.0	995.5	991.0	990.0	991.2	997.3	1004.0	1007.9	1011.4	1001.1
平均最低	1005.8	1002.9	999.0	994.6	991.0	987.4	986.4	987.5	993.5	999.7	1003	1006.3	996.4

平均最高气压和平均最低气压的月变化特征与平均气压的月变化特征基本一致。气压有随季节变化的特性, 冬季一般受冷高压或冷高压前伸的高压脊控制, 气压较高; 而夏季往往受到气旋性天气系统的影响, 气压常出现低值。

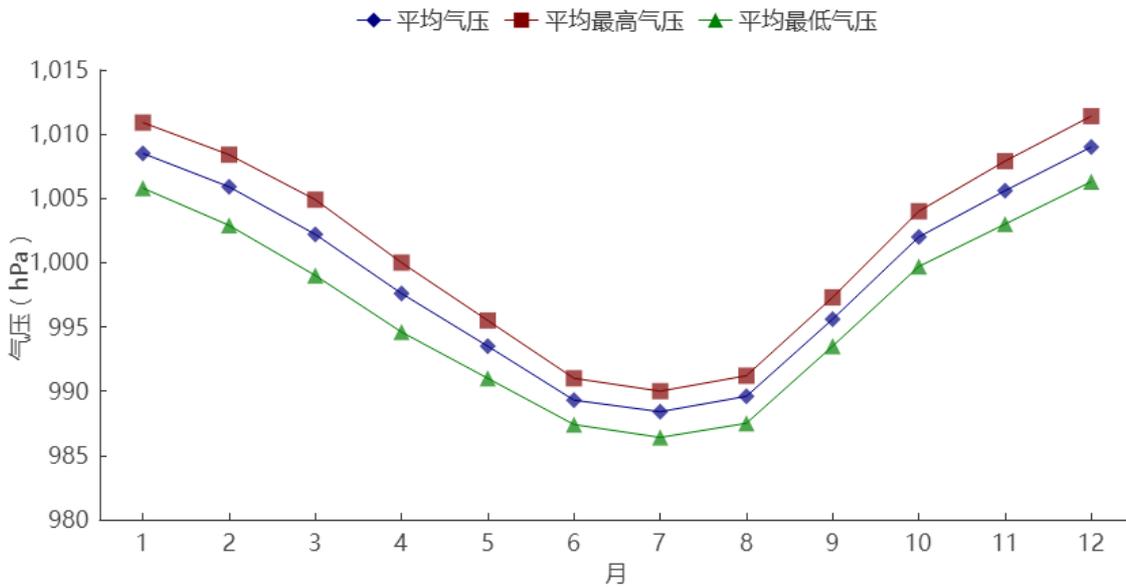


图 4.1-3 1991-2020 年祁门气象站平均气压、平均最高、平均最低气压月际变化

#### 4.1.2.2 极端气压

祁门气象站自 1980 年开始有极端最高气压和极端最低气压的资料。各月极端最高气压值在 998.6~1027.7hPa 之间, 最大值 1027.7hPa 出现在 2016 年 1 月 24 日。气压的月变化特征是冬季高, 夏季低。各月极端最低气压值在 971.2~992.6hPa 之间, 最小值出现在 1997 年 8 月 19 日。

表 4.1-2 1980-2020 年祁门气象站各月极端气压 (hPa)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高	1027.7	1024.3	1019.9	1017.3	1008.7	1001.6	998.6	1001.5	1008.5	1016.1	1023.5	1026.4	1027.7
极端最低	988.7	979.1	982.4	980.0	978.7	978.0	974.2	971.2	975.2	986.3	985.5	992.6	971.2

## 4.2 气温

### 4.2.1 年际变化

#### 4.2.1.1 平均气温

1991-2020年, 祁门气象站累年平均气温、平均最高气温及平均最低气温分别为 16.4℃、22.5℃和 12.3℃, 其中年平均气温在 15.4℃ (1993年) ~17.1℃ (2007年、2016年、2019年) 之间变化, 年平均最高气温在 21.5℃ (1993年、2012年) ~23.4℃ (2007年、2013年) 之间变化, 年平均最低气温在 11.1℃ (1992年、1995年) ~13.3℃ (2016年) 之间变化。

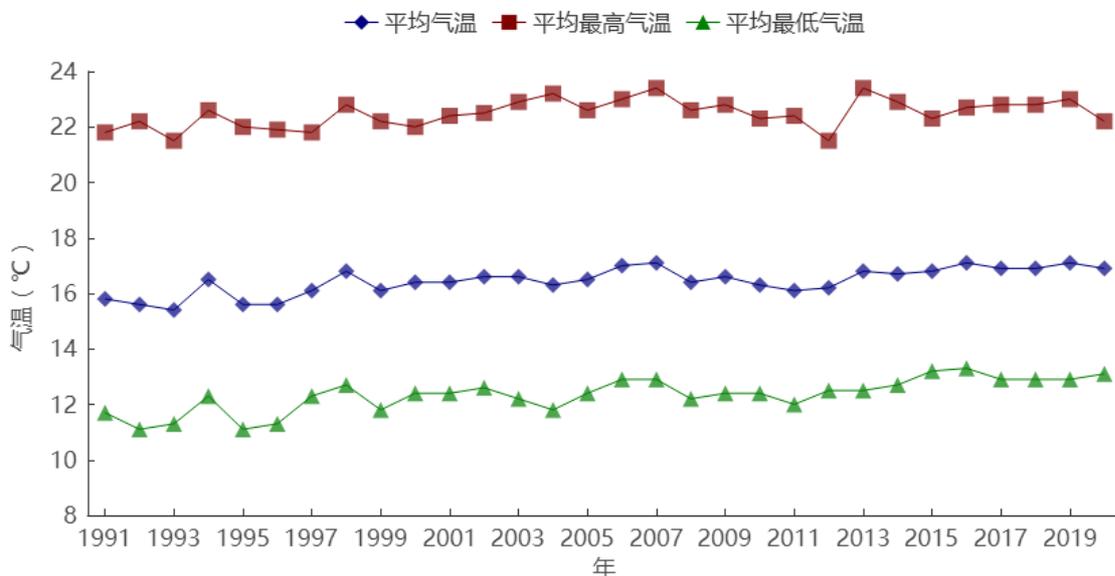


图 4.2-1 1991-2020 年祁门气象站平均气温、平均最高、平均最低气温年际变化

#### 4.2.1.2 极端气温

从图中可见, 祁门气象站自 1956 年开始有完整极端高温、极端低温的资料, 1956-2020 年的年极端最高气温在 35.2℃ (1982 年) ~41.5℃ (2003 年) 之间变化。年极端最高气温在 37.0℃、38.0℃、39.0℃和 40.0℃ 以上的年份分别有 48 年、29 年、10 年和 3 年。40.0℃ 以上分别为 1958 年、1967 年和 2003 年。

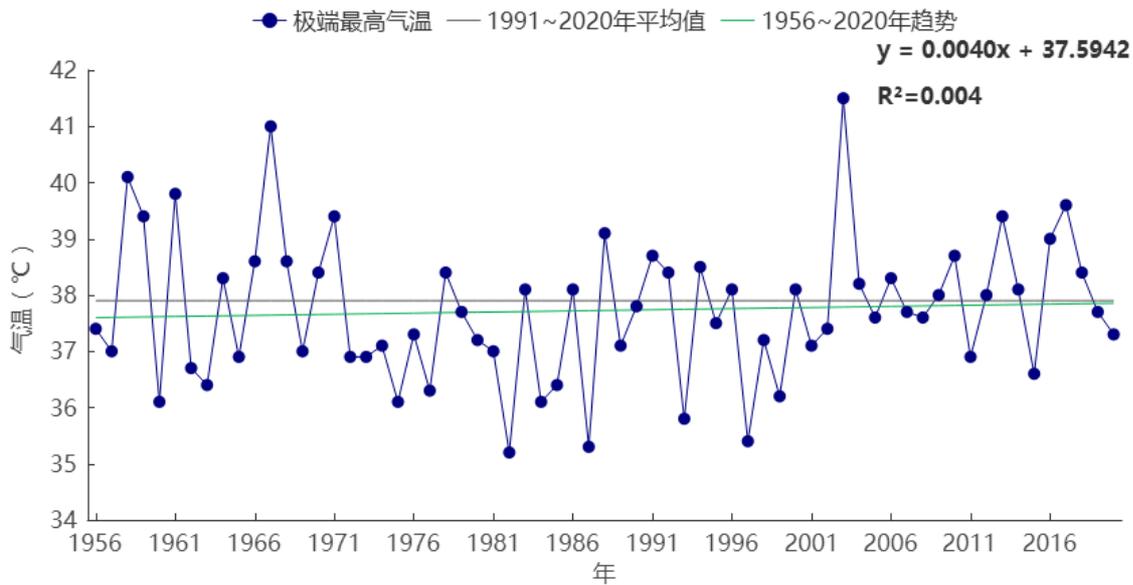


图 4.2-2 1961-2020 年祁门气象站极端最高气温年际变化

从图中可见，祁门气象站 1956-2020 年的年极端最低气温在 $-13.2^{\circ}\text{C}$ （1991 年） $\sim -3.1^{\circ}\text{C}$ （2020 年）之间变化。近 10 年的年最低气温在 $-11.2^{\circ}\text{C} \sim -3.1^{\circ}\text{C}$ 之间，极端最低气温有上升的趋势。年极端最低气温在  $0.0^{\circ}\text{C}$ 、 $-2.0^{\circ}\text{C}$ 、 $-4.0^{\circ}\text{C}$  和  $-6.0^{\circ}\text{C}$  以下的年份分别为 65 年、65 年、63 年和 57 年。

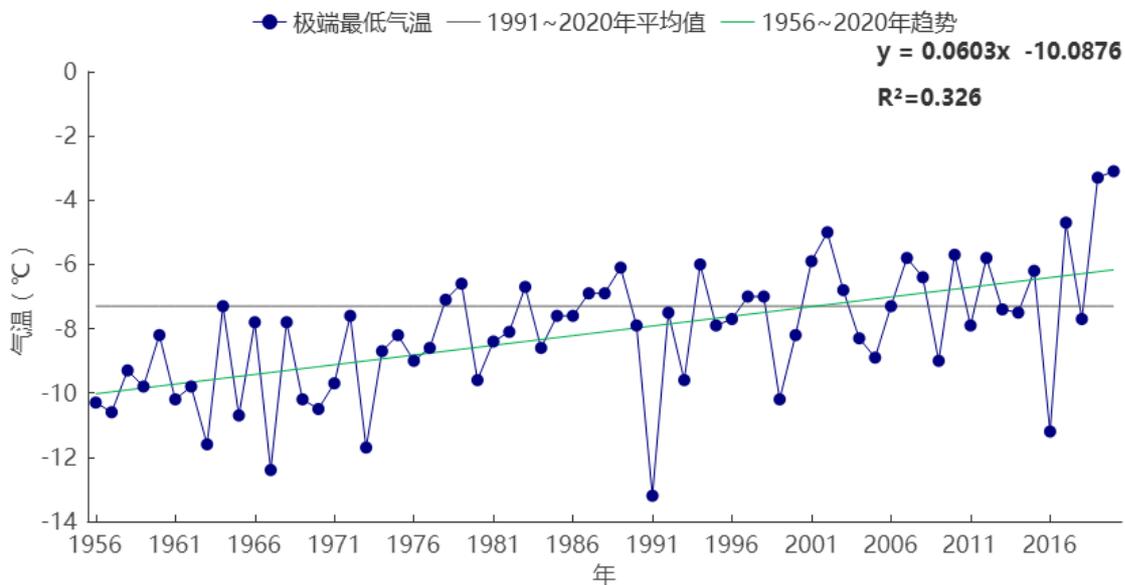


图 4.2-3 1961-2020 年祁门气象站极端最低气温年际变化

## 4.2.2 月际变化

### 4.2.2.1 平均气温

1991-2020 年，祁门气象站月平均气温、月平均最高气温和月平均最低气温月变化分别在 4.3~27.5℃、9.7~33.1℃和 0.8~23.6℃之间，月平均气温、月平均最低气温的最大值出现在 7 月，月平均最高气温的最大值出现在 7 月和 8 月，月平均气温、月平均最高气温和月平均最低气温的最小值均出现在 1 月。

表 4.2-1 1991-2020 年祁门气象站月平均气温、平均最高气温、平均最低气温统计表（单位：℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	4.3	6.7	10.7	16.4	21.2	24.4	27.5	27.2	23.5	17.7	11.6	5.9	16.4
平均最高	9.7	12.5	16.7	22.9	27.3	29.5	33.1	33.1	29.6	24.5	18.5	12.3	22.5
平均最低	0.8	2.8	6.5	11.9	16.8	20.9	23.6	23.3	19.3	13.2	7.2	1.8	12.3

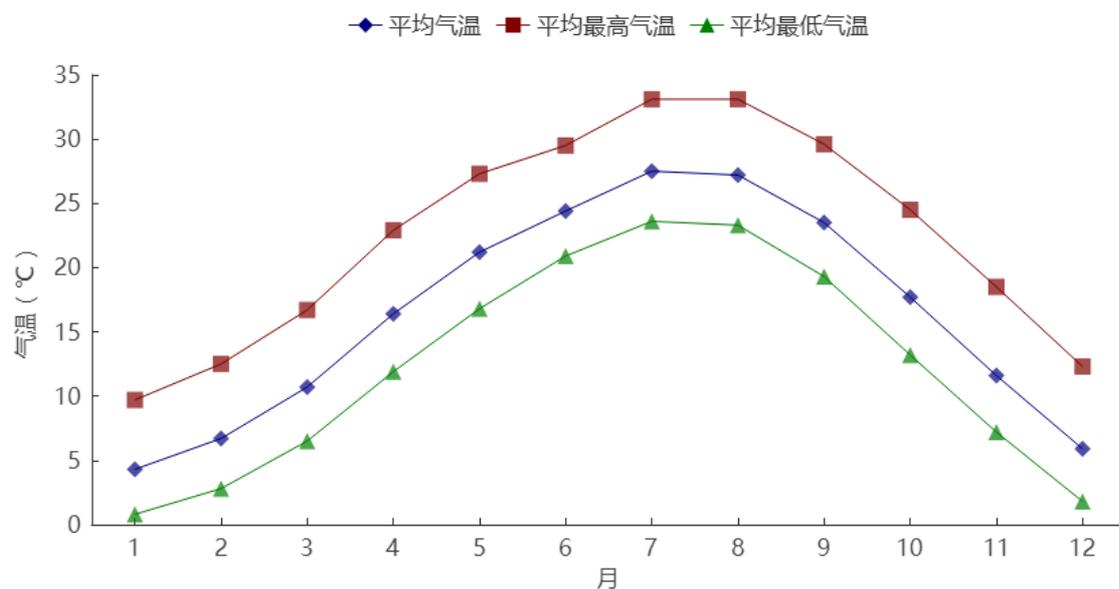


图 4.2-4 1991-2020 年祁门气象站平均气温、平均最高、平均最低气温月际变化

#### 4.2.2.2 极端气温

由表可见，祁门气象站 1956-2020 年的各月极端最高气温值在 25.3~41.5℃之间，最大值 41.5℃出现在 2003 年 8 月 2 日；各月极端最低气温值在 -13.2~16.3℃之间，最小值 -13.2℃出现在 1991 年 12 月 29 日。

表 4.2-2 1961-2020 年祁门气象站各月极端气温（℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高	25.3	28.4	34.0	34.8	35.6	37.3	40.1	41.5	38.8	36.8	30.7	26.6	41.5
极端最低	-12.4	-10.6	-7.3	-1.3	3.0	11.1	16.3	12.9	6.3	-1.2	-8.4	-13.2	-13.2

## 4.3 降水量

### 4.3.1 年际变化

1991-2020年，祁门气象站累年平均降水量为1861.9mm，降水量在1201.6mm（2006年）~2975.8mm（2020年）之间变化。

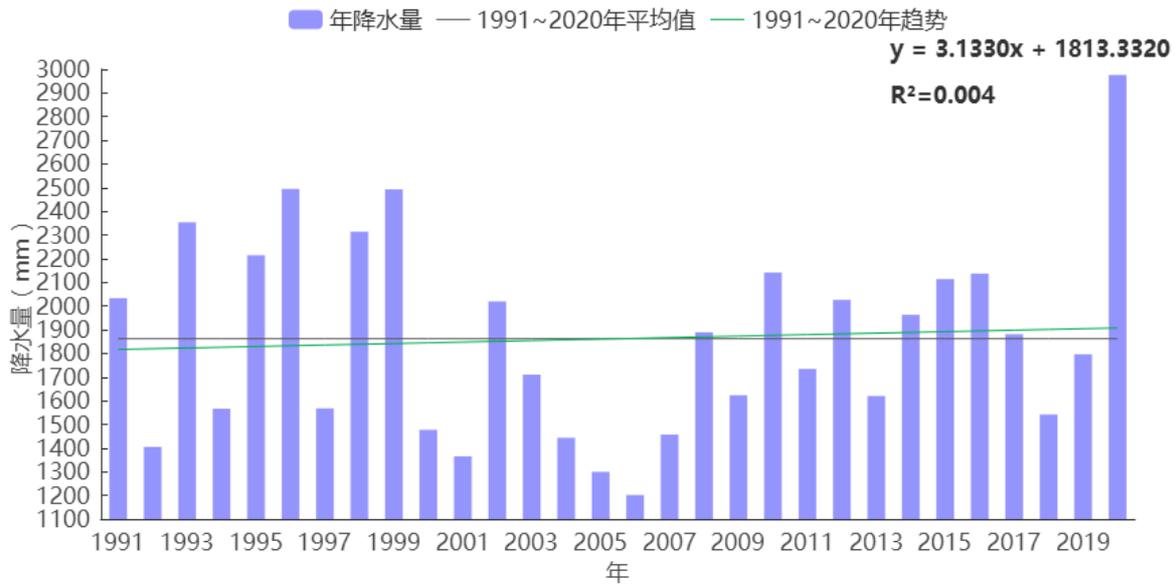


图 4.3-4 1991-2020 年祁门气象站降水量年际变化

### 4.3.2 月际变化

1991-2020年，祁门气象站各月降水量在57.9（12月）~386.5mm（6月）之间变化，季节变化特征明显，秋季（9~11月）平均降水量在四季之中最少，各月在58.3~72.6mm之间；春季（3~5月）各月在172.9~245.7mm之间，占全年降水量的33.4%；夏季（6~8月）各月在147.0~386.5mm之间，占全年降水量的42.04%；冬季（12~2月）各月在57.9~107.4mm之间，占全年降水量的13.72%。

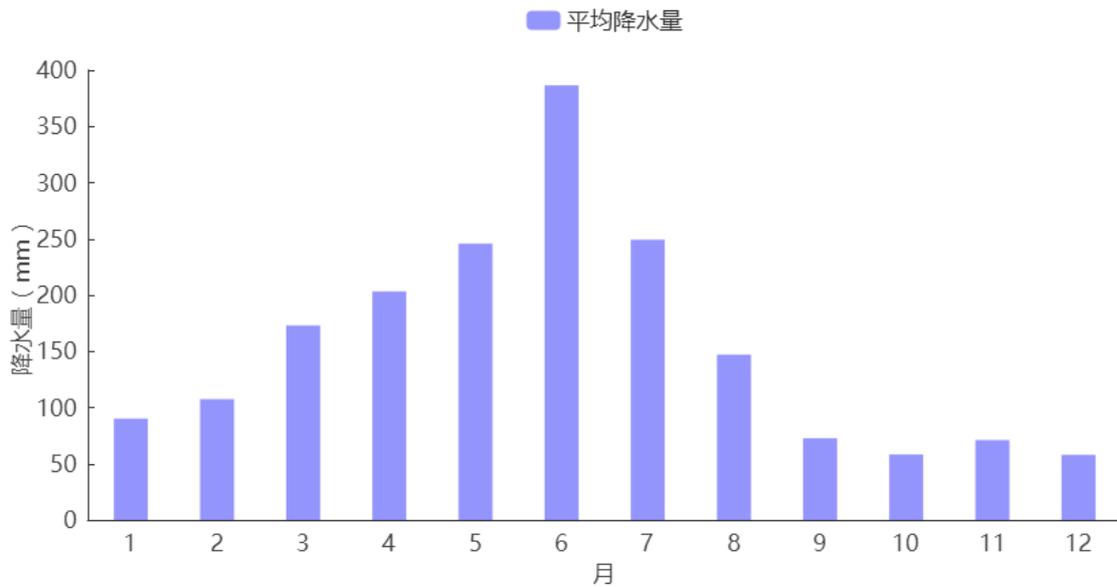


图 4.3-5 1991-2020 年祁门气象站降水量月际变化

## 4.4 降水日数

### 4.4.1 年际变化

1991-2020 年祁门气象站年平均降水日数为 150.3 天，降水日数在 123 天（2004 年）~ 180 天（2012 年）之间。

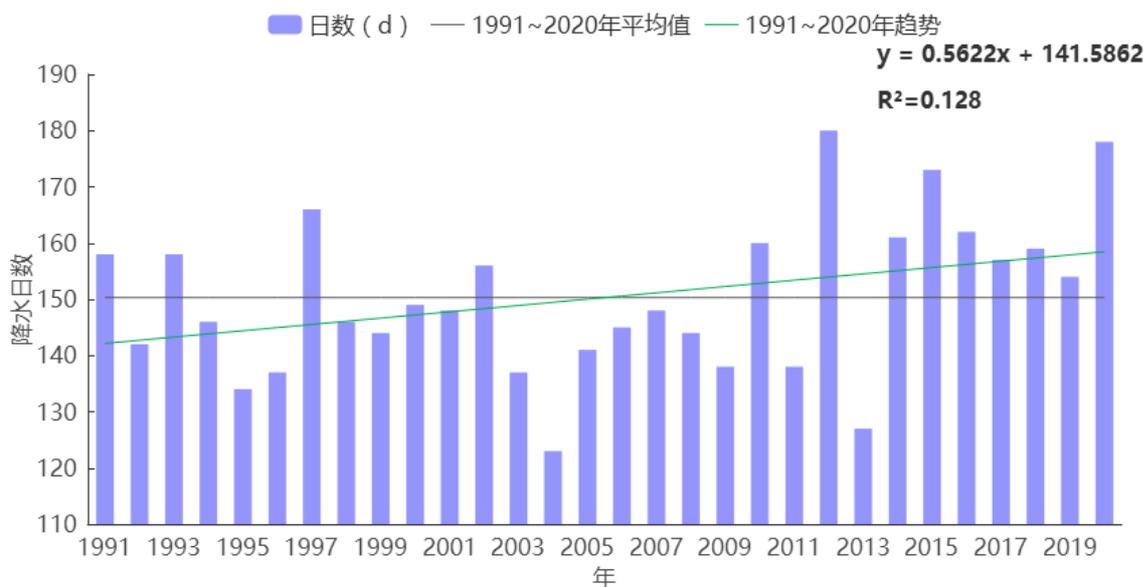


图 4.4-6 1991-2020 年祁门气象站降水日数年际变化

## 4.4.2 月际变化

祁门气象站各月降水日数在 6.9（10 月）~16.6 天（6 月）之间变化。从季节分布看，秋季（9~11 月）降水日数最少，各月在 6.9~9.9 天之间；其次是冬季（12~2 月），各月在 9.7~13.1 天之间；夏季（6~8 月）各月在 13.3~16.6 天之间；春季（3~5 月）各月在 14.9~16.0 天之间。

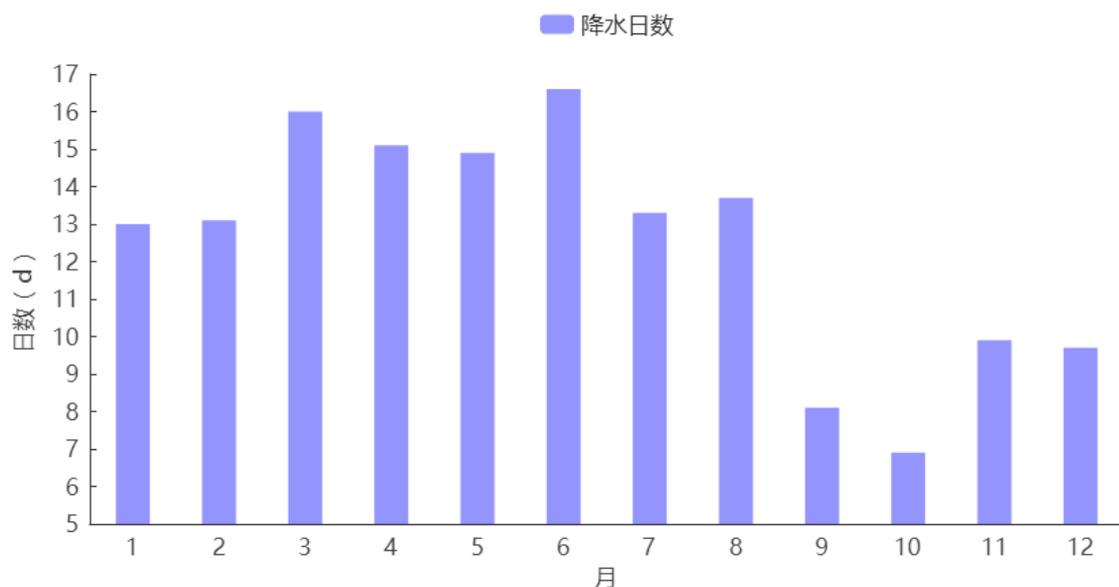


图 4.4-7 1991-2020 年祁门气象站降水日数月际变化

## 4.5 风向风速

### 4.5.1 年际变化

#### 4.5.1.1 平均风速

1991-2020 年，祁门气象站年平均风速为 1.3m/s，在 0.8~1.7m/s 之间变化，风速年际变化呈上升趋势，其中 2009 年平均风速最大，为 1.7m/s。

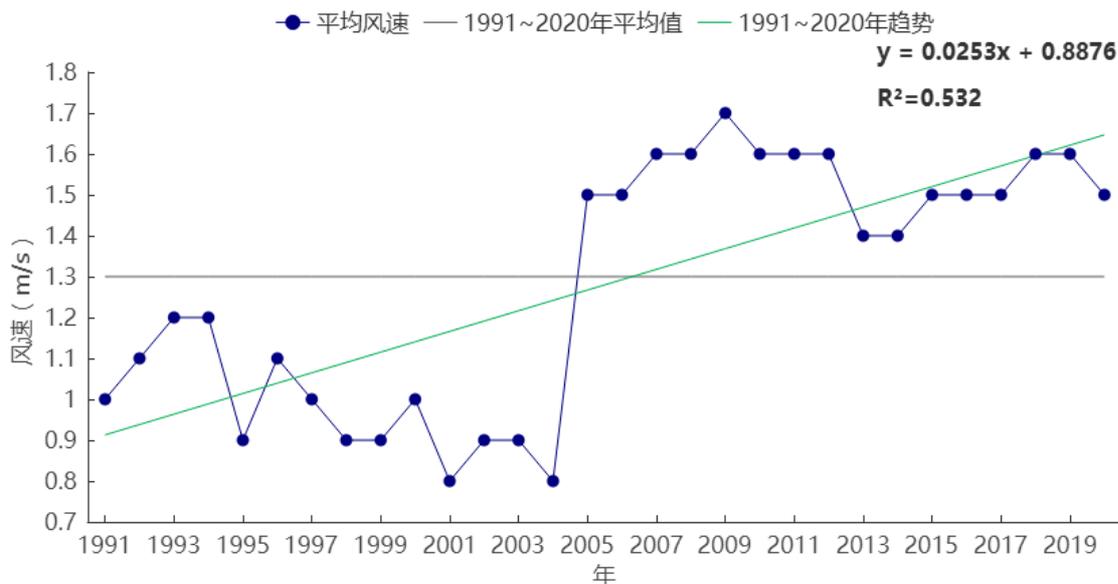


图 4.5-1 1991~2020 年祁门气象站平均风速年际变化

### 4.5.1.2 最大风速

祁门气象站自 1980 年开始，有最大风速的观测。从表和图中可以看出，近 41 年（1980-2020 年）最大风速的最大值为 14.5m/s（W），出现在 2018 年 3 月 4 日；年最大风速以夏季出现频次最多；最大风速对应的风向多以 SW 向的风居多。

表 4.5-1 祁门气象站历年最大风速(1980~2020 年)

年份	10min 平均最大风速 (m/s)	年份	10min 平均最大风速 (m/s)
1980	12.7	2001	9.0
1981	9.0	2002	10.0
1982	12.0	2003	8.7
1983	11.7	2004	8.3
1984	9.3	2005	7.7
1985	12.0	2006	8.0
1986	11.7	2007	11.5
1987	11.7	2008	9.1
1988	11.7	2009	9.3
1989	9.0	2010	9.9
1990	13.3	2011	9.3
1991	9.7	2012	9.8
1992	11.0	2013	8.3
1993	10.0	2014	7.2

<b>1994</b>	12.3	<b>2015</b>	9.0
<b>1995</b>	11.3	<b>2016</b>	7.8
<b>1996</b>	10.3	<b>2017</b>	11.8
<b>1997</b>	9.3	<b>2018</b>	14.5
<b>1998</b>	9.7	<b>2019</b>	10.3
<b>1999</b>	9.3	<b>2020</b>	11.9
<b>2000</b>	9.7		

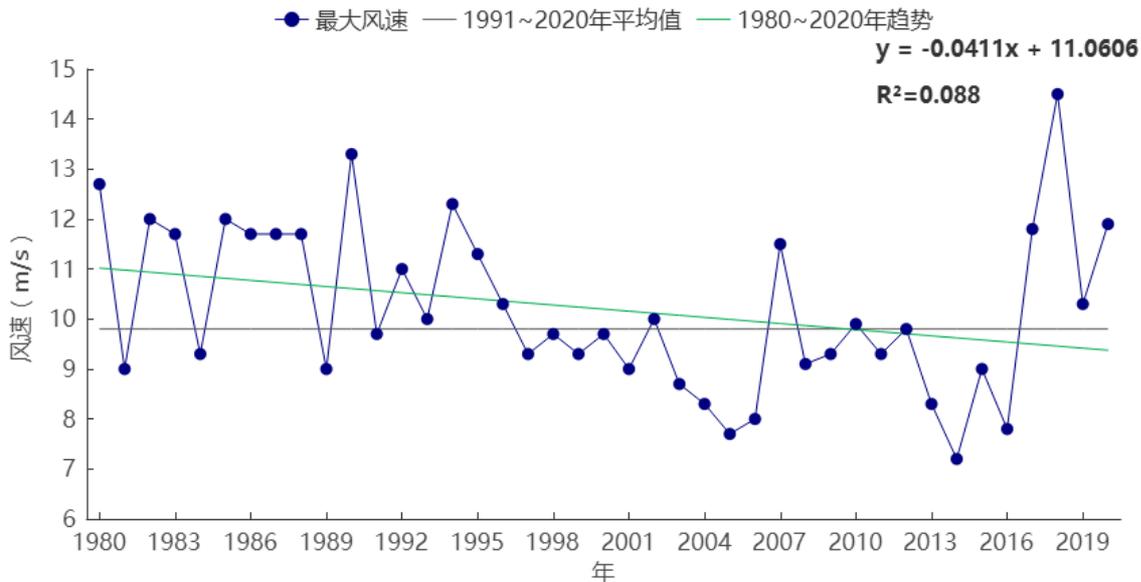


图 4.5-2 1980-2020 年祁门最大风速年际变化

### 4.5.1.3 极大风速

祁门气象站自 2005 年开始，有极大风速的观测。从表和图中可以看出，近 16 年（2005-2020 年）极大风速的最大值为 27.2m/s（W），出现在 2018 年 3 月 4 日；次大值为 24.5m/s（E），出现在 2017 年 07 月 17 日。年极大风速以 1 月出现频次最多。极大风速对应的风向多以 WSW 向的风居多。

表 4.5-2 祁门气象站历年极大风速(2005-2020 年)

年份	极大风速 (m/s)	年份	极大风速 (m/s)
<b>2005</b>	14.2	<b>2013</b>	15.7
<b>2006</b>	15.7	<b>2014</b>	11.4
<b>2007</b>	20.3	<b>2015</b>	15.0
<b>2008</b>	15.8	<b>2016</b>	13.0
<b>2009</b>	18.5	<b>2017</b>	24.5

<b>2010</b>	16.8	<b>2018</b>	27.2
<b>2011</b>	16.6	<b>2019</b>	19.1
<b>2012</b>	18.9	<b>2020</b>	21.1

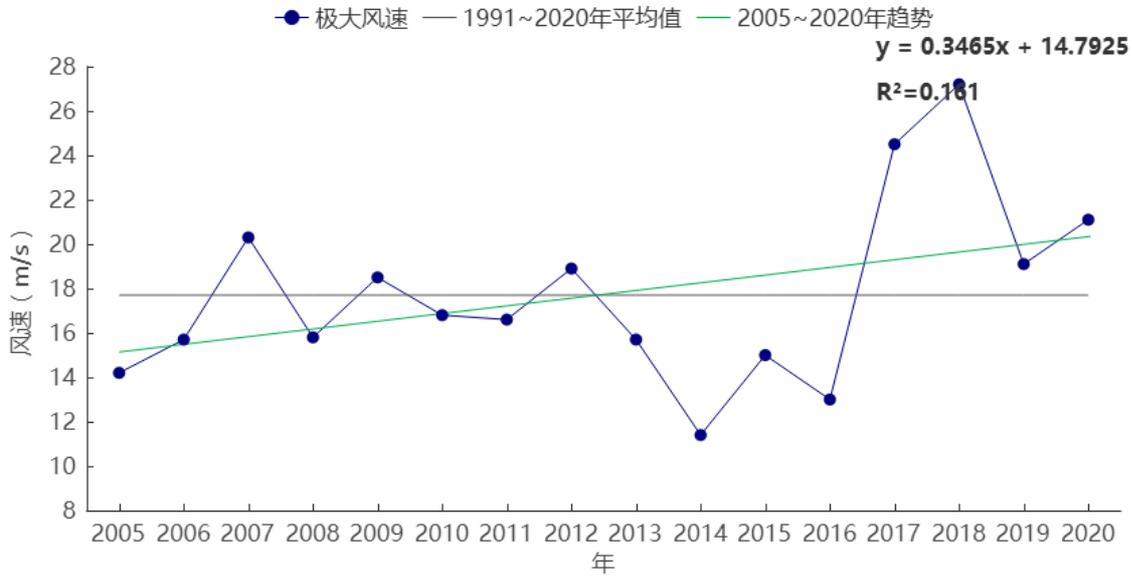


图 4.5-3 2005-2020 年祁门极大风速年际变化

#### 4.5.2 月际变化

祁门气象站逐月平均风速均在 1.1m/s 以上。平均风速 2 月和 3 月最大，为 1.4m/s；6 月最小，为 1.1m/s。从季节上看，冬季风速较大，夏季和秋季风速较小。

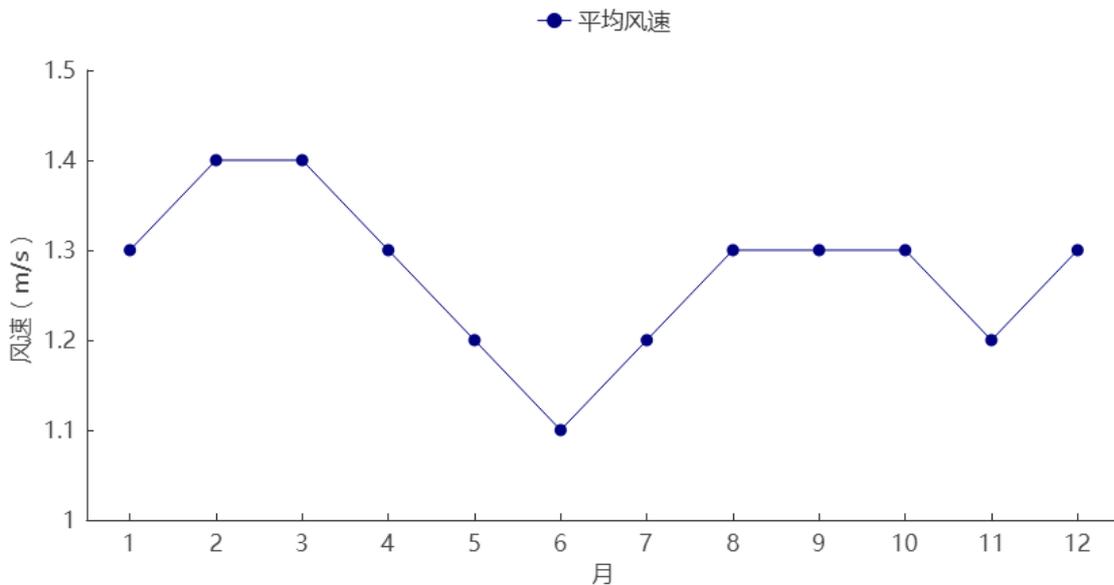


图 4.5-4 1991-2020 年祁门气象站平均风速月际变化

### 4.5.3 风向频率

1991-2020年，祁门气象站累年最多风向为E风，风向频率为15.5%；次多风向为ENE，风向频率为12.3%。按月统计，1月最多风向为NE风，2月-12月最多风向为E风；次多风向频率，1月风向为E风，3月风向为NE风，其他月份风向均为ENE风。四季出现频率最高的均是E风向，分别为14.4%、13.9%、18.2%和15.3%。

表 4.5-3 1991-2020 年祁门气象站各月最多、次多风向及频率(%)

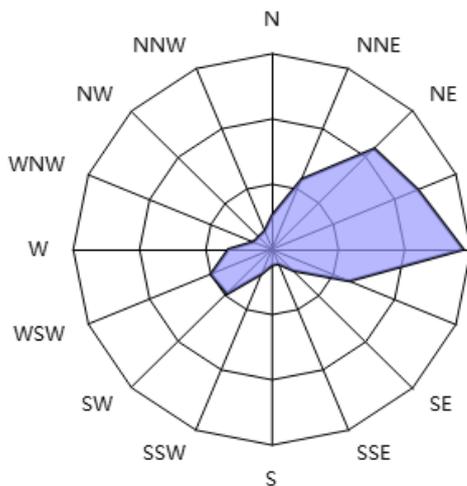
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
最多风向	NE	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
风频 (%)	14.2	14.8	14.3	14.5	14.5	14.2	12.9	14.7	19.5	19.3	15.8	17.0	15.5
次多风向	E	ENE	NE	ENE									
风频 (%)	14.1	13.9	12.4	11.5	11.8	12.1	9.4	11.4	13.0	11.7	13.2	13.2	12.3

表 4.5-4 1991-2020 年祁门气象站四季及年各风向频率(%)

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	静风
春	2.6	5.8	10.9	11.9	14.4	6.3	2.3	1.2	1.2	2.0	4.8	5.0	3.3	1.5	1.4	1.5	24.4
夏	1.8	3.0	7.5	11.0	13.9	7.8	3.4	1.5	1.0	1.9	6.4	6.5	3.6	1.9	1.6	1.5	26.4
秋	2.6	6.2	10.8	12.7	18.2	8.2	2.6	1.2	0.8	1.4	3.1	2.3	1.3	1.0	1.3	1.5	25.9
冬	3.0	9.3	12.8	13.6	15.3	4.8	2.1	1.0	0.7	1.3	3.2	2.8	1.5	0.9	1.4	1.7	24.9
年	2.5	6.1	10.5	12.3	15.5	6.8	2.6	1.2	0.9	1.7	4.4	4.1	2.4	1.3	1.4	1.6	25.4

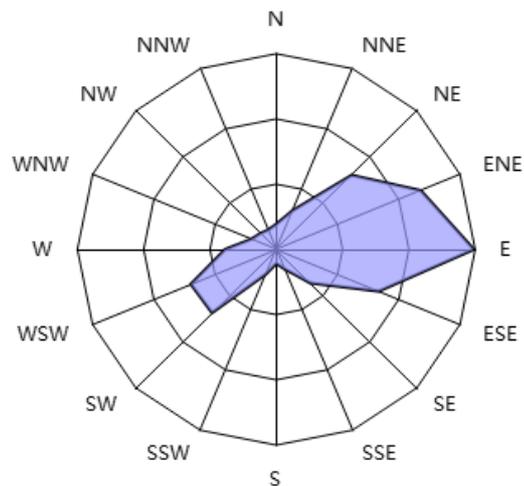
**春季**

**静风=24.4%**



**夏季**

**静风=26.4%**



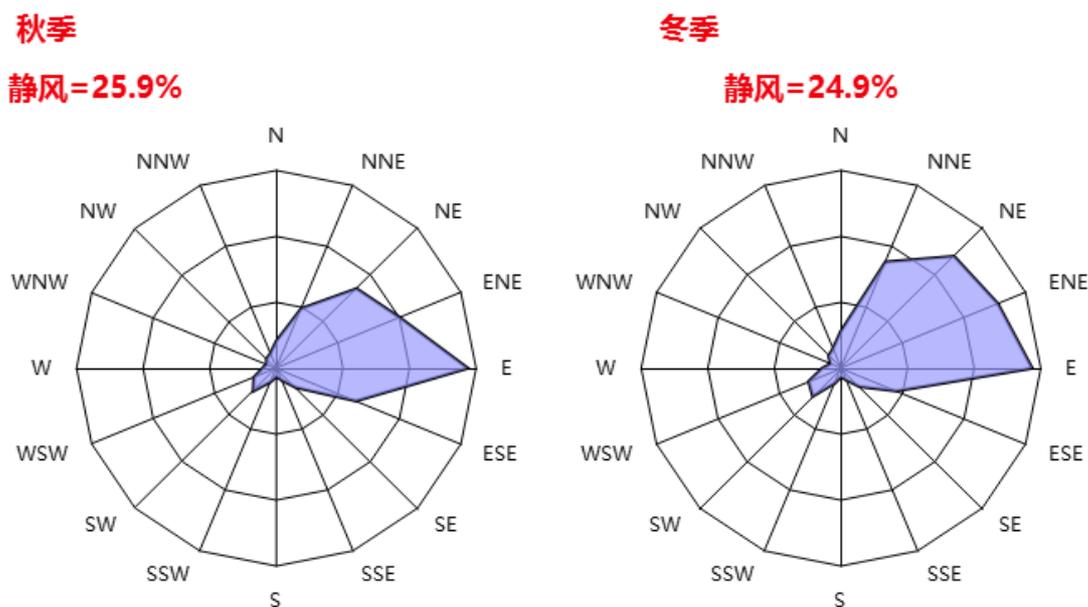


图 4.5-5 祁门气象站累年（1991-2020 年）春季、夏季、秋季和冬季风向频率玫瑰图（%）

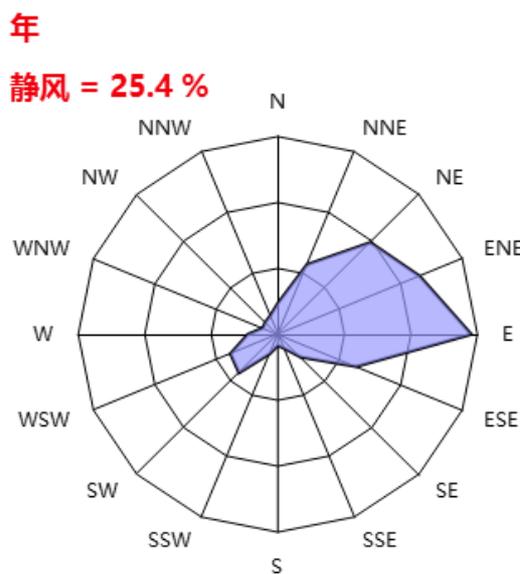


图 4.5-6 祁门气象站累年（1991-2020 年）年平均风向频率玫瑰图（%）

## 4.6 相对湿度

### 4.6.1 年际变化

1991-2020 年，祁门气象站累年平均相对湿度为 80.7%，其中年平均相对湿度最大值出现在 2002 年和 2007 年，为 84.0%；最小值出现在 2016 年，为 75.7%。从图中可见，祁门气

象站 1956-2020 年的年最小相对湿度在 4%（2014 年和 2017 年）~20%（2001 年）之间变化。

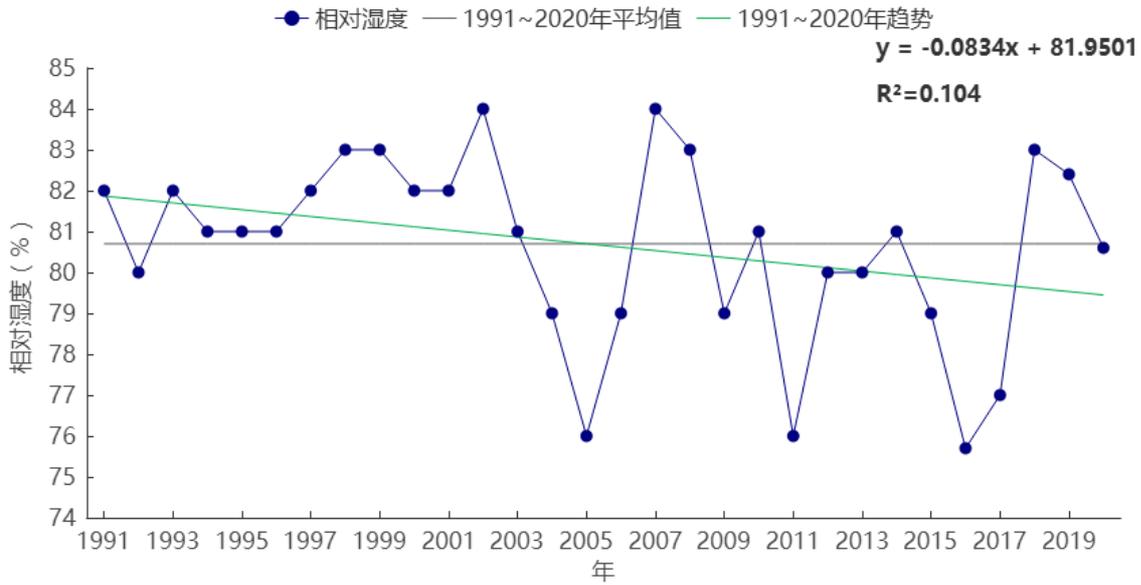


图 4.6-1 1991-2020 年祁门气象站平均相对湿度年际变化

#### 4.6.2 月际变化

1991-2020 年，祁门气象站平均相对湿度的月变化在 78.6%（10 月和 12 月）~85.1%（6 月）之间，最小相对湿度的月变化在 4%（1 月和 3 月）~21%（7 月）之间。

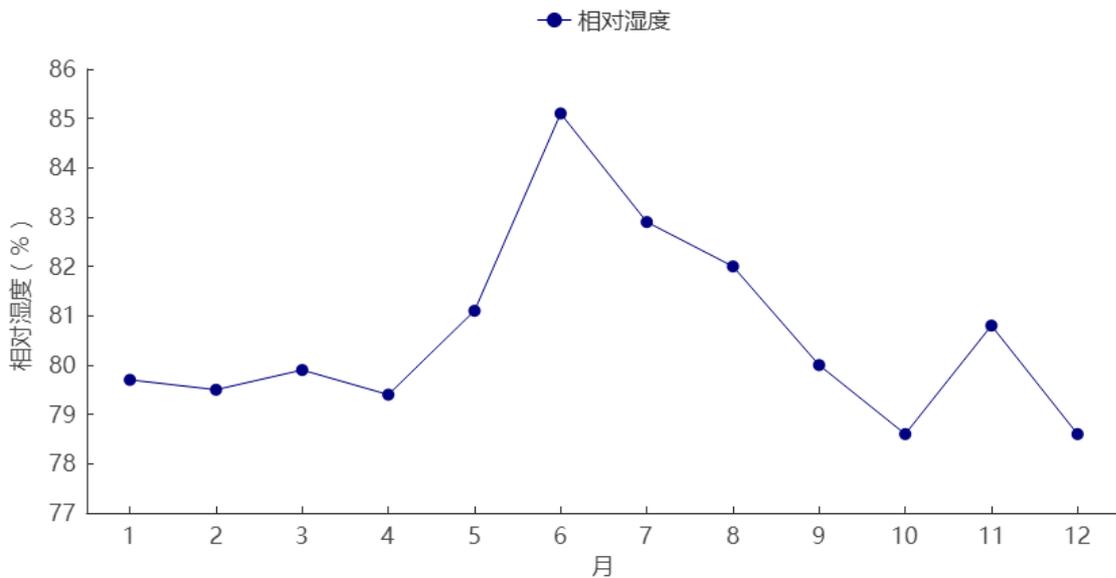


图 4.6-3 1991-2020 年祁门气象站平均相对湿度月际变化

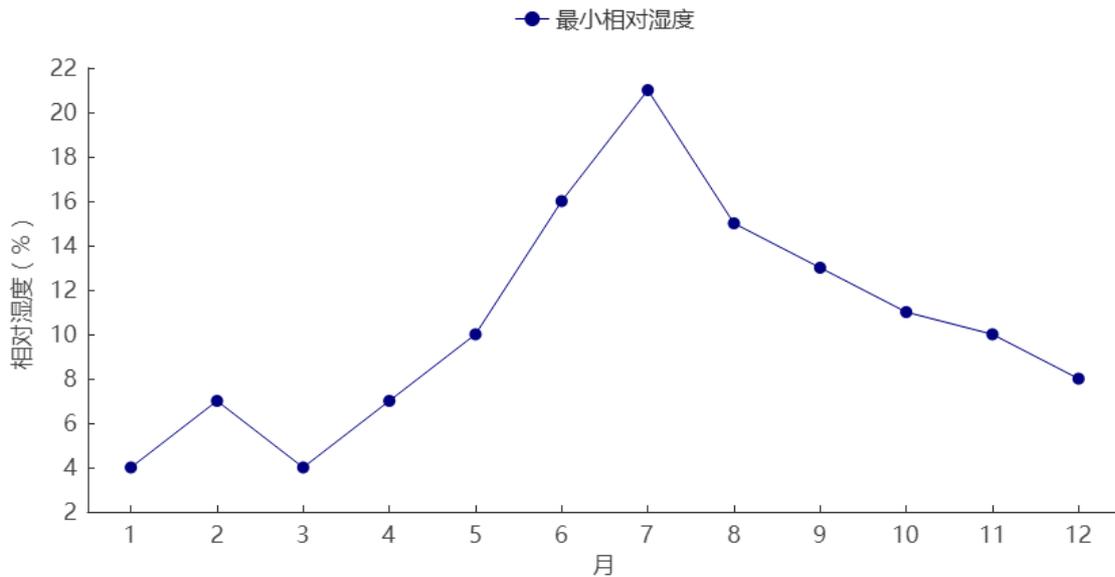


图 3.2.6-4 1961-2020 年祁门气象站最小相对湿度月际变化

## 4.7 日照

### 4.7.1 年际变化

1991-2020 年，祁门气象站累年平均日照时数为 1729.2 小时，其中年日照时数最大值出现在 2013 年，为 1989.2 小时；最小值出现在 2015 年，为 1506.0 小时。

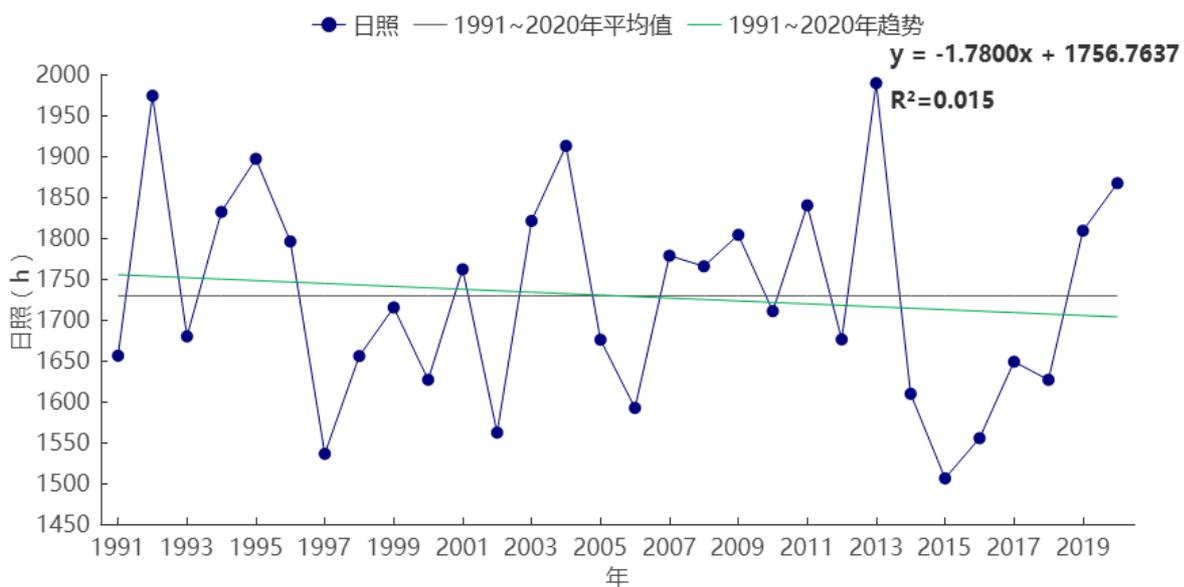


图 4.7-1 1991~2020 年祁门气象站日照年际变化

### 4.7.2 月际变化

1991-2020年，祁门气象站日照的月变化在97.1小时（2月）~199.8小时（7月）之间。总体看来，月平均日照时数，冬季明显偏小，5月、7月、8月、9月和10月在140小时以上，其中7月和8月全年最高，在179小时以上。主要由于夏季白天时间较长，且受副热带高压控制出现晴热高温天气较多。

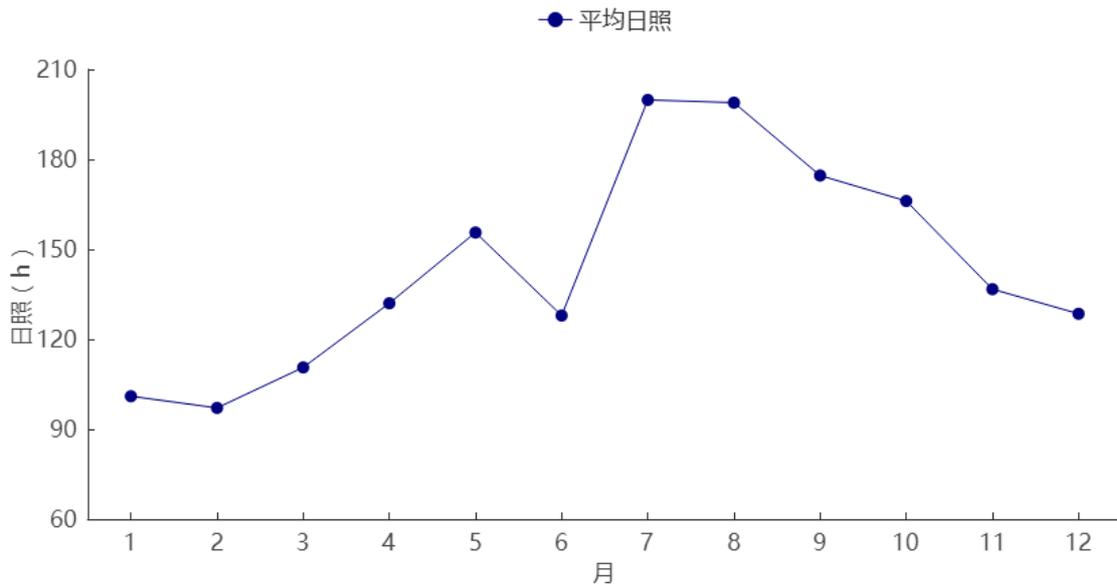


图 4.7-2 1991-2020 年祁门气象站日照月际变化

## 5 关键气象参数分析及推算

### 5.1 风速极值推算

#### 5.1.1 周边最大风速和极大风速情况

本报告采用祁门气象站作为祁门经济开发区设计风速推算的参证站。祁门气象站自 1980 年开始有自计 10min 平均最大风速观测,从图 5.1-1 逐年最大风速变化图可以看出,1980-2020 年祁门气象站最大风速基本呈波动减小的变化趋势。

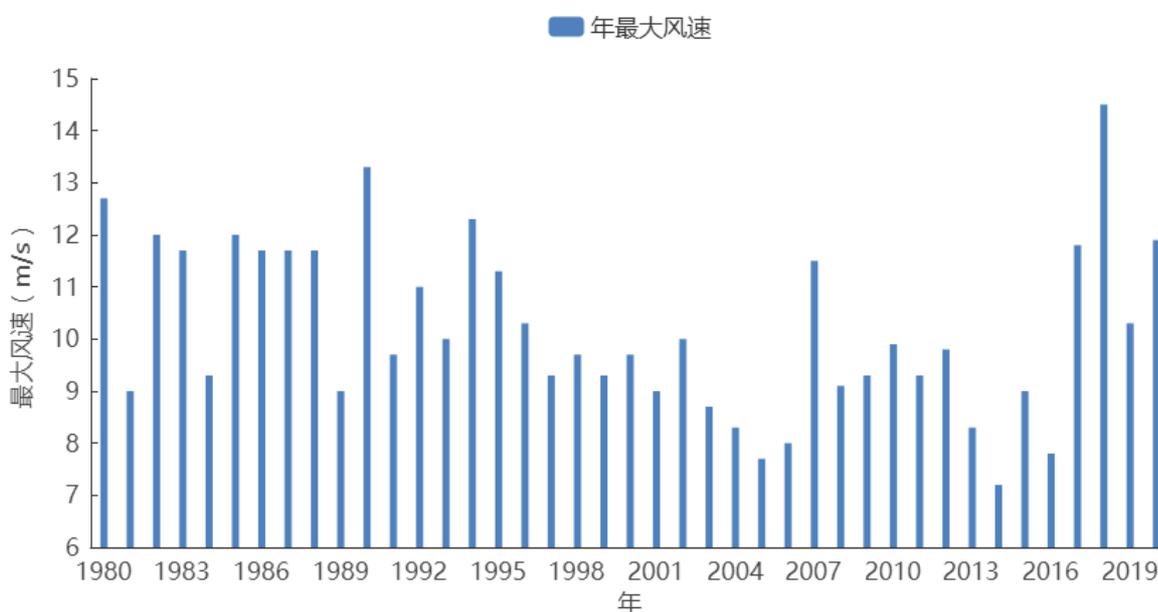


图 5.1-1 1980-2020 年祁门气象站逐年最大风速变化

#### 5.1.2 设计风速的概率计算

概率计算方法主要采用了 Gumbel 分布、PIII 分布和广义极值分布,上述方法均来自于《现代应用统计学》。具体的推算方法详见附录 A。

表 5.1-1 利用 Gumbel 分布和 PIII 分布计算出祁门气象站不同重现期的基本风速 (m/s)

参数估算法	100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	20 年一遇	10 年一遇
Gumbel 分布	16.1	15.1	14.3	13.7	12.7
PIII 分布	14.6	14.0	13.5	13.1	12.4
广义极值	14.8	14.2	13.7	13.2	12.5
《JTG T 3360-01-2018》 推荐值 (休宁)	27.5	26.5	25.7	25.1	24.1

采用祁门气象站的资料进行祁门经济开发区设计风速的推算。根据表可知，祁门经济开发区 100 年一遇最大风速的推荐值为 16.1m/s、50 年一遇最大风速的推荐值为 15.1m/s。

《公路桥梁抗风设计规范 JTG T 3360-01-2018》中没有祁门的推荐值，因此对比邻近的休宁的推荐值，10、20、30 和 50 年一遇计算最大风速值小于推荐值。

考虑到安全因素，取不同重现期下计算和规范推荐值中的大值，建议开发区 10m 高度 100 年一遇最大风速取为 27.5m/s，50 年一遇最大风速取为 26.5m/s，30 年一遇最大风速取为 25.7m/s，20 年一遇最大风速取为 25.1m/s，10 年一遇最大风速取为 24.1m/s。基本风压 100 年一遇取为 0.47kN/m<sup>2</sup>，50 年一遇取为 0.44kN/m<sup>2</sup>，30 年一遇取为 0.41kN/m<sup>2</sup>，20 年一遇取为 0.39kN/m<sup>2</sup>，10 年一遇取为 0.36kN/m<sup>2</sup>。对于公路桥梁等重大工程项目，则不应低于现行的国家、行业或地方标准以及相关结构设计规范的规定，必要时应经进一步论证后适当提高取值。

表 5.1-2 黄山区国家气象站不同重现期基本风压 (kN/m<sup>2</sup>)

	10 年一遇	20 年一遇	30 年一遇	50 年一遇	100 年一遇
计算值	0.10	0.12	0.13	0.14	0.16
基于《JTG T 3360-01-2018》推荐值推算（休宁）	0.36	0.39	0.41	0.44	0.47

### 5.1.3 不同高度不同重现期 10min 平均最大风速的推算

查阅和参考《公路桥梁抗风设计规范》关于地表粗糙度分类，开发区类似于表中农地、田园、平坦开阔地；树木及地层建筑物稀少地区的情况，因此采用 II 类地表粗糙度，风廓线指数为 0.16。最终采用  $\alpha = 0.16$  推算出离地 20m、30m、50m、70m、100m 高度不同重现期最大风速值，其中 50 年重现期下的最大风速值为设计基准风速，结果见表。

表 5.1-1 地表状况及地表粗糙度分类

类别	地表状况	$\alpha$
I	海上、海岸	0.12
II	农地、田园、平坦开阔地；树木及低层建筑物稀少地区	0.16
III	树木及低层建筑物密集地区；中、高层建筑物稀少地区；平缓的丘陵地	0.22
IV	中、高层建筑物稀密集地区；起伏较大的丘陵山地	0.30

表 5.1-2 开发区不同高度不同重现期 10min 平均最大风速 (m/s)

高度 (m)	10min 平均最大风速				
	100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	20 年一遇	10 年一遇
10	27.5	26.5	25.7	25.1	24.1

20	30.7	29.6	28.7	28.0	26.9
30	32.8	31.6	30.6	29.9	28.7
50	35.6	34.3	33.2	32.5	31.2
70	37.5	36.2	35.1	34.3	32.9
100	39.7	38.3	37.1	36.3	34.8

## 5.2 最高、最低气温极值及室外空气计算参数推算

### 5.2.1 不同重现期设计气温（高温）与极端最高气温的推算

#### 5.2.1.1 资料来源

按照《建筑结构荷载规范》，选取祁门气象站历年来最高温度月的月平均最高气温来计算基本气温（高温）。从图其变化曲线可看出建站至今呈波动性变化，气温集中在 30.7(1993 年 8 月)℃~37.5(1967 年 8 月)℃。

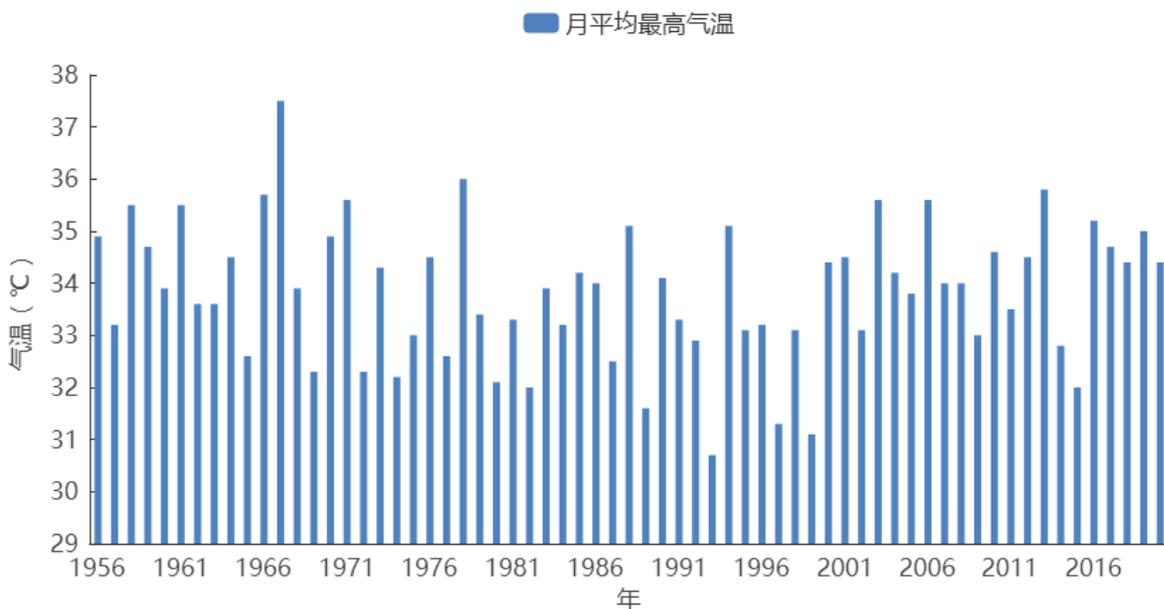


图 5.2-1 1956-2020 年祁门气象站站最高温度月的月平均最高气温年际变化

另外，选取祁门气象站历年来极端最高气温来计算不同重现期的极端最高气温。从图逐年极端最高气温变化曲线可看出建站至今呈波动性变化，气温集中在 35.2℃~41.5℃。

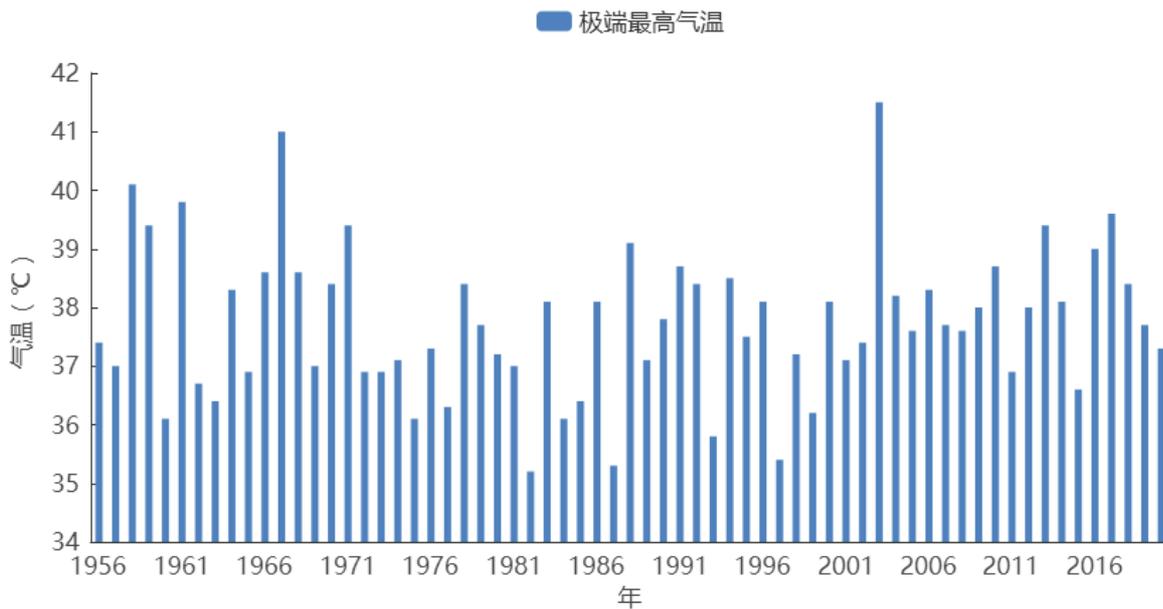


图 5.2-2 祁门气象站极端最高气温年际变化

### 5.2.1.2 设计气温（最高）的概率计算

本文使用的资料是祁门气象站 1956-2020 年最高温度月的月平均最高气温序列，有 65 年资料，符合指南或规范对资料的要求。按标准的规定，我们将用极值 I 型和广义极值分布计算出基本气温（高温），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，极值 I 型分布分别给出了耿贝尔法和 PIII 参数估计法计算出的结果。

表 5.2-1 1956-2020 年祁门气象站站最高温度月的月平均最高气温(°C)

站名	设计频率/%	Gumbel 分布	PIII 分布	广义极值	最大值	资料年代
祁门气象站	10 年一遇	35.8	35.6	35.6	35.8	1956-2020
	20 年一遇	36.6	36.1	36.0	36.6	
	30 年一遇	37.0	36.3	36.2	37.0	
	50 年一遇	37.6	36.6	36.4	37.6	
	100 年一遇	38.4	37.0	36.6	38.4	

采用祁门气象站的资料进行开发区设计气温（高温）的推算。根据表可知，开发区 50 年一遇月平均最高气温的推荐值为 37.6°C。

### 5.2.1.3 年极端最高气温的概率计算

本文使用的资料是祁门气象站 1956-2020 年极端最高气温序列，有 65 年资料，符合指南或规范对资料的要求。使用极值 I 型和广义极值分布计算出不同重现期的极端高温，结果如

表 5.2-2 所示。

表 5.2-2 1956-2020 年祁门气象站站不同重现期的极端最高气温(°C)

站名	设计频率/%	Gumbel 分布	PIII 分布	广义极值	最大值	资料年代
祁门气象站	10 年一遇	39.6	39.4	39.4	39.6	1956-2020
	20 年一遇	40.4	40	40	40.4	
	30 年一遇	40.8	40.3	40.3	40.8	
	50 年一遇	41.4	40.7	40.6	41.4	
	100 年一遇	42.1	41.1	41	42.1	

采用祁门气象站资料进行开发区设计极端高温的推算。根据表可知，开发区 50 年一遇极端最高气温的推荐值为 41.4°C。

## 5.2.2 不同重现期设计气温（低温）与极端最低气温的推算

### 5.2.2.1 资料来源

按照《建筑结构荷载规范》，选取祁门气象站历年来最低温度月的月平均最低气温来计算基本气温（低温）。从图 5.2-3 逐年最低温度月的月平均最低气温变化曲线可看出建站至今气温逐渐上升，在-7.9(1963 年 1 月)°C~2.7(2020 年 12 月)°C 之间变化。

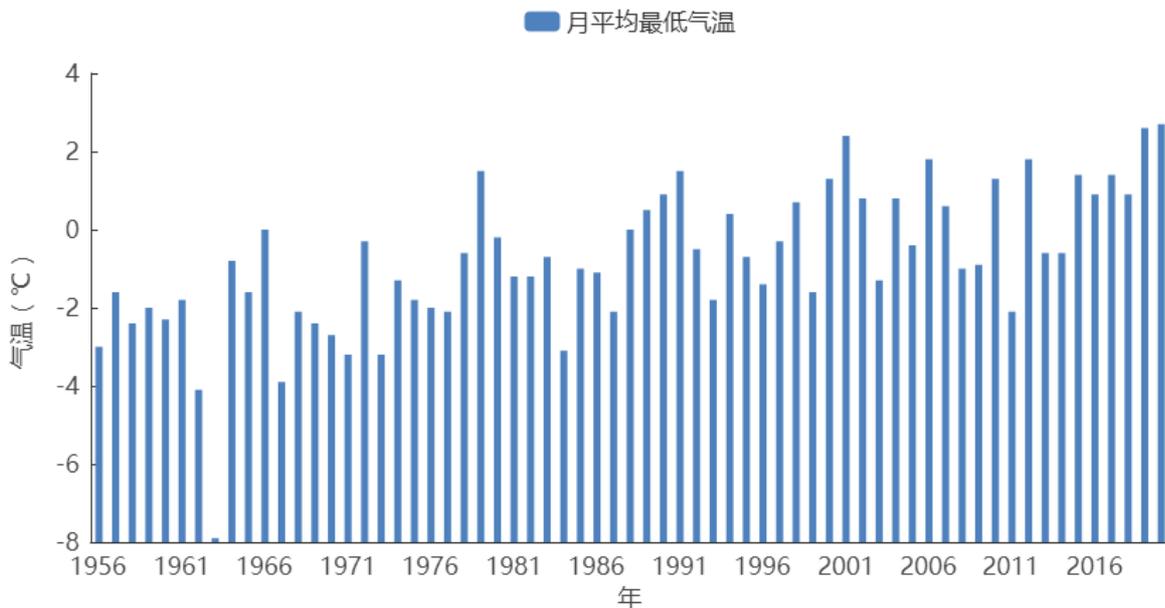


图 5.2-3 1956-2020 年祁门气象站站最低温度月的月平均最低气温年际变化

另外，选取祁门气象站历年来极端最低气温来计算不同重现期的极端最低气温。从图

5.2-4 逐年极端最低气温变化曲线可看出建站至今气温逐渐上升，在-13.2℃~-3.1℃之间变化。

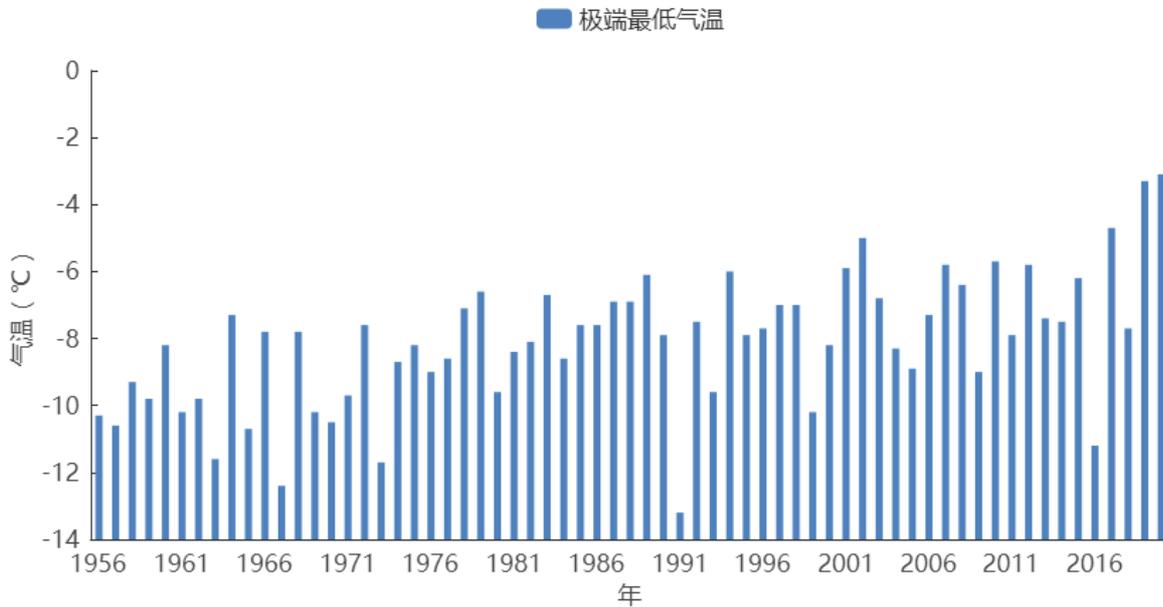


图 5.2-4 祁门气象站极端最低气温年际变化

### 5.2.2.2 设计气温（最低）的概率计算

本文使用的资料是祁门气象站 1956-2020 年最低温度月的月平均最低气温序列，有 65 年资料，符合指南或规范对资料的要求。使用极值 I 型和广义极值分布计算出的基本气温（低温），结果如表 5.2-3 所示。

表 5.2-3 利用极值 I 型、广义极值分布计算出祁门气象站不同重现期的月平均最低气温（℃）

站名	设计频率/%	Gumbel 分布	PIII 分布	广义极值	最小值	资料年代
祁门气象站	10 年一遇	-3.5	-3.3	-4.3	-4.3	1956-2020
	20 年一遇	-4.6	-4.2	-4.8	-4.8	
	30 年一遇	-5.2	-4.7	-5.1	-5.2	
	50 年一遇	-6.0	-5.2	-5.3	-6.0	
	100 年一遇	-7.1	-6.0	-5.6	-7.1	

采用祁门气象站的资料进行开发区设计气温（低温）的推算。根据表可知，开发区 50 年一遇月平均最低气温的推荐值为-6.0℃。

### 5.2.2.3 年极端最低气温的概率计算

本文使用的资料是祁门气象站 1956-2020 年极端最低气温序列，有 65 年资料，符合指南或规范对资料的要求。使用极值 I 型和广义极值分布计算出不同重现期的极端低温，结果如表 6.4-4 所示。

表 5.2-4 利用极值 I 型、广义极值分布计算出祁门气象站不同重现期的极端最低气温 (°C)

站名	设计频率/%	Gumbel 分布	PIII 分布	广义极值	最小值	资料年代
祁门气象站	10 年一遇	-11	-10.7	-11.9	-11.9	1956-2020
	20 年一遇	-12.2	-11.5	-12.5	-12.5	
	30 年一遇	-12.9	-11.8	-12.8	-12.9	
	50 年一遇	-13.8	-12.3	-13.0	-13.8	
	100 年一遇	-14.9	-12.9	-13.4	-14.9	

采用祁门气象站的资料进行开发区设计极端低温的推算。根据表可知，开发区 50 年一遇极端最低气温的推荐值为-13.8°C。

### 5.3 降水极值推算

1956-2020 年，祁门气象站最大日降水量最大值出现于 1995 年，达到 238.8mm；1968 年最大日降水量最小，仅 63.9mm。

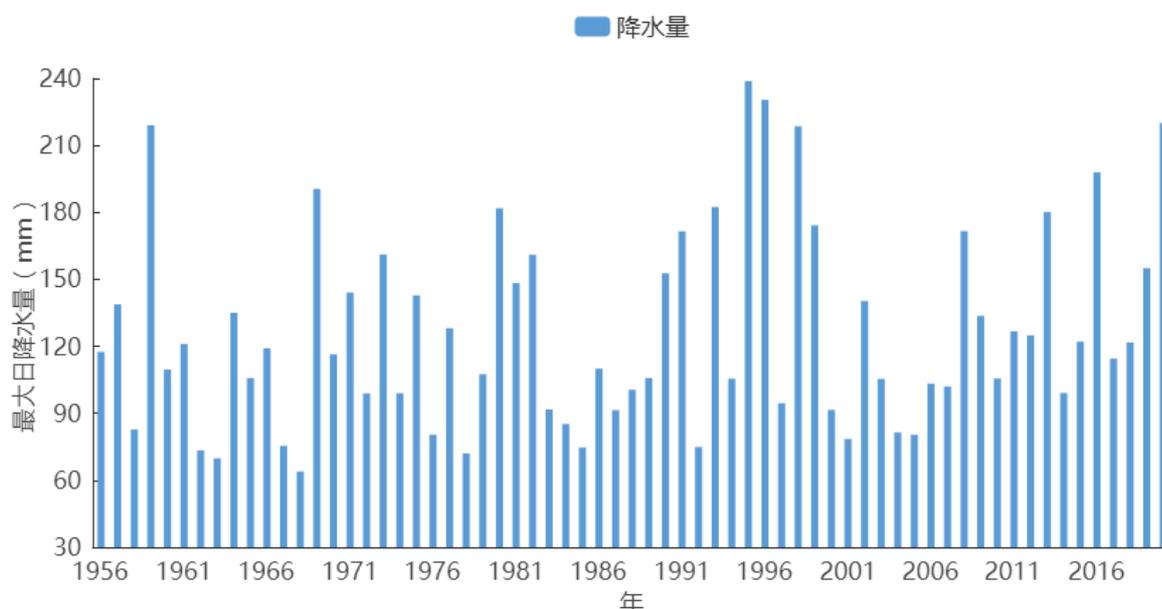


图 5.3-1 祁门气象站年最大日雨量的年际变化 (1956-2020 年) (单位: mm)

运用广义极值分布和 Gumbel 分布函数计算祁门气象站不同重现期的最大日雨量，结果如表 5.3-1 所示：100 年一遇的最大日雨量为 280.3mm，50 年一遇的最大日雨量为 251.0mm。

表 5.3-1 祁门气象站不同重现期的最大日雨量 (单位: mm)

重现期	方法	100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	10 年一遇
最大日雨量	Gumbel 分布	276.6	250.7	231.5	189.4
	广义极值分布	280.3	251.0	230.0	185.7

## 5.4 雪压极值推算

本文使用的资料是祁门气象站 1956-2020 年最大积雪深度序列 (年最大积雪深度统计时段均为当年 7 月到下一年 6 月), 有 65 年资料, 符合指南或规范对资料的要求。

按标准的规定, 我们将用极值 I 型和广义极值分布计算出不同重现期的最大积雪深度, 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, 极值 I 型分布分别给出了 Gumbel 法和 PIII 参数估计法计算出的结果。

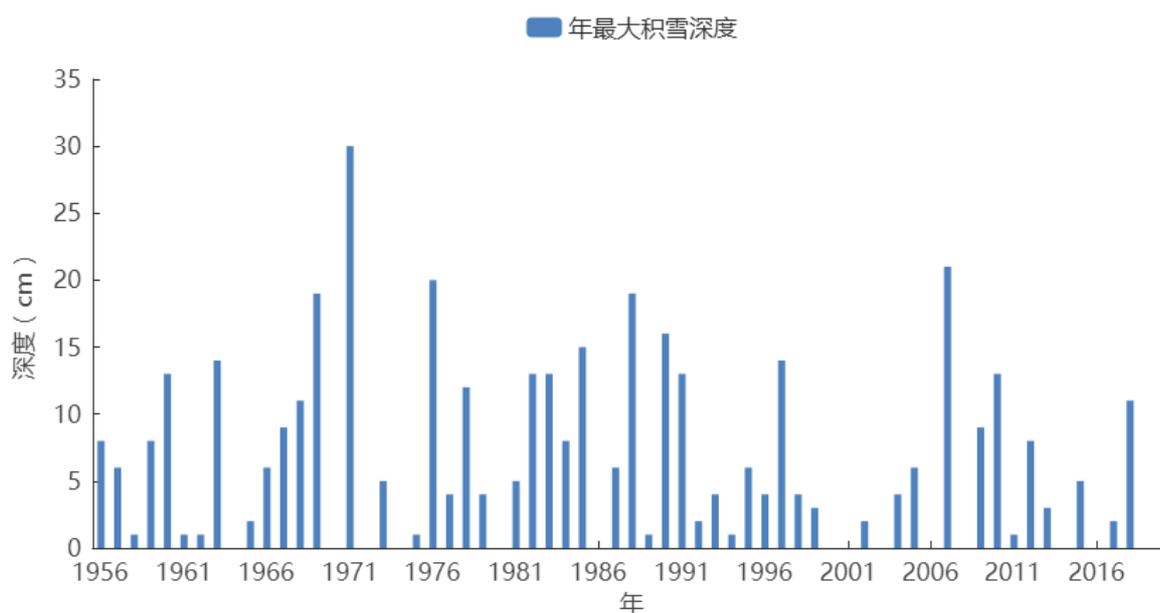


图 5.4-1 1956-2020 年祁门气象站站年最大雪深变化图

表 5.4-1 利用极值 I 型、广义极值分布计算出祁门气象站不同重现期的最大积雪深度和雪压

参数估算法		100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	20 年一遇	10 年一遇	
祁门气象站	雪深 (cm)	Gumbel 分布 (cm)	28.9	25	22.1	19.8	15.8
		PIII 分布 (cm)	27.1	23.7	21.1	18.9	15.2
		广义极值 (cm)	33.4	26.9	22.6	19.5	14.6
雪压 (kN/m <sup>2</sup> )		0.45~0.56	0.39~0.45	0.35~0.38	0.31~0.33	0.24~0.26	

采用祁门气象站的资料进行祁门经济开发区设计雪压的推算。根据表可知, 开发区的 50

年一遇最大积雪深度为 26.9cm，雪压为 0.45kN/m<sup>2</sup>。

## 5.5 工业建筑采暖通风气象参数

根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）的规定，本报告选用 1956-2020 年祁门气象站站观测数据，对各类室外空气计算参数进行计算。

表 5.5-1 祁门气象站的室外空气计算参数

参数	数值
供暖室外计算温度	-0.6℃
冬季通风室外计算温度	3.5℃
冬季空气调节室外计算温度	-2.8℃
冬季空气调节室外计算相对湿度	78%
夏季通风室外计算温度	32.2℃
夏季通风室外计算相对湿度	60%
夏季空气调节室外计算日平均温度	29.7℃
冬季室外平均风速	1.3m/s
冬季室外最多风向的平均风速	2.4m/s (NE)
夏季室外最多风向的平均风速	1.8m/s (E)
夏季室外平均风速	1.2m/s
冬季最多风向及其频率	NE, 11.6%
夏季最多风向及其频率	E, 9.4%
累年最多风向及其频率	E, 10.0%
冬季室外大气压力	1007.8hPa
夏季室外大气压力	989.0hPa

## 5.6 民用建筑采暖通风气象参数

根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736—2012）的规定，本报告选用 1956-2020 年祁门气象站站观测数据，对各类室外空气计算参数进行计算。

表 5.6-1 祁门气象站的民用建筑室外空气计算参数

参数	数值
年平均温度	16.0℃
供暖室外计算温度	-0.6℃
冬季通风室外计算温度	3.5℃
冬季空气调节室外计算温度	-2.8℃
冬季空气调节室外计算相对湿度	78%
夏季通风室外计算温度	32.2℃
夏季通风室外计算相对湿度	60%
夏季空气调节室外计算日平均温度	29.7℃

冬季室外平均风速	1.3m/s
冬季室外最多风向的平均风速	2.4m/s (NE)
夏季室外最多风向的平均风速	1.8m/s (E)
夏季室外平均风速	1.2m/s
冬季最多风向及其频率	NE, 11.6%
夏季最多风向及其频率	E, 9.4%
累年最多风向及其频率	E, 10.0%
冬季室外大气压力	1007.8hPa
夏季室外大气压力	989.0hPa
极端最高气温	41.5℃
极端最低气温	-13.2℃
历年极端最高气温平均值	37.7℃

## 5.7 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黄山区暴雨强度公式编制结果等。

从祁门经济开发区的海拔高度及坡度坡向来看(图 5.7-1)，祁门经济开发区地处长江中下游平原，开发区南部毗邻黄山，开发区内地势南高北低、西高东低，地形有一定起伏，受地形降水效应影响，开发区容易受到暴雨洪涝灾害的影响，特别是开发区东北部容易发生内涝，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。

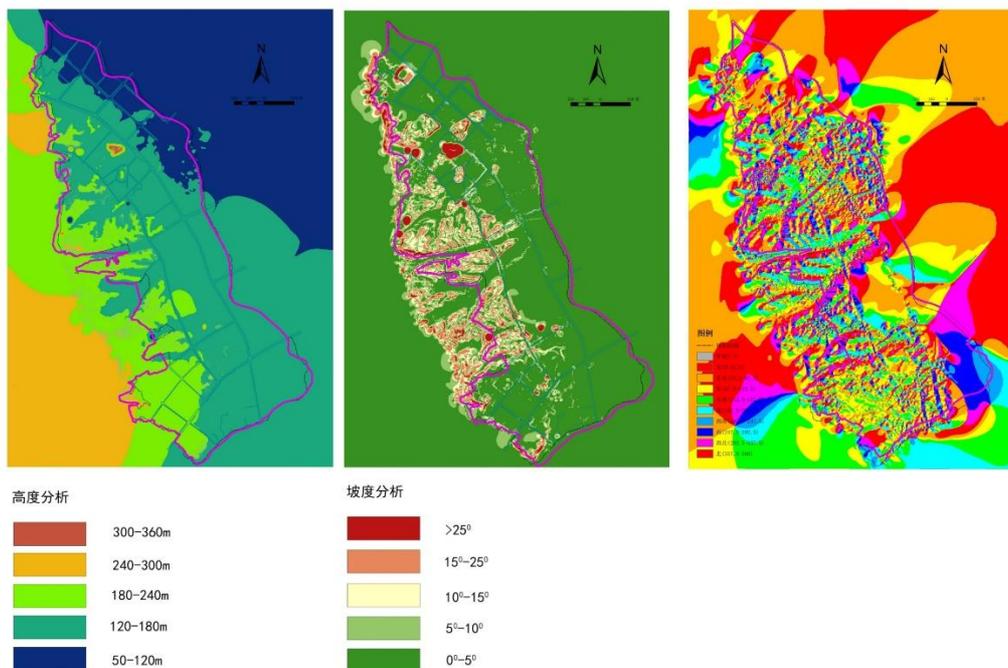


图 5.7-1 祁门经济开发区的海拔高度及坡度坡向图

## 5.7.1 暴雨强度公式简介

### 5.7.1.1 公式的定义计参数介绍

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

$$q = \frac{167 A_1 \times (1 + C \times \lg P)}{(t + b)^n} \quad (5-7-1)$$

式（5-7-1）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<sub>1</sub>、b、c、n 是与地方暴雨特性有关且需求解的参数：A<sub>1</sub> 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。

### 5.7.1.2 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≈167i 进行换算。

### 5.7.1.3 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<sub>m</sub>）及重现期（T<sub>m</sub>）分别按照式（5-7-2）、（5-7-3）计算：

$$P_m = \frac{M}{N + 1} \quad (5-7-2)$$

$$T_m = \frac{N + 1}{M} \quad (5-7-3)$$

式中 N 为样本总数 (N=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)。

#### 5.7.1.4 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。本项目利用“暴雨强度计算系统”(图 5.7-2), 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, 具体流程如图 5.7-3:



图 5.7-2 “暴雨强度计算系统”软件界面

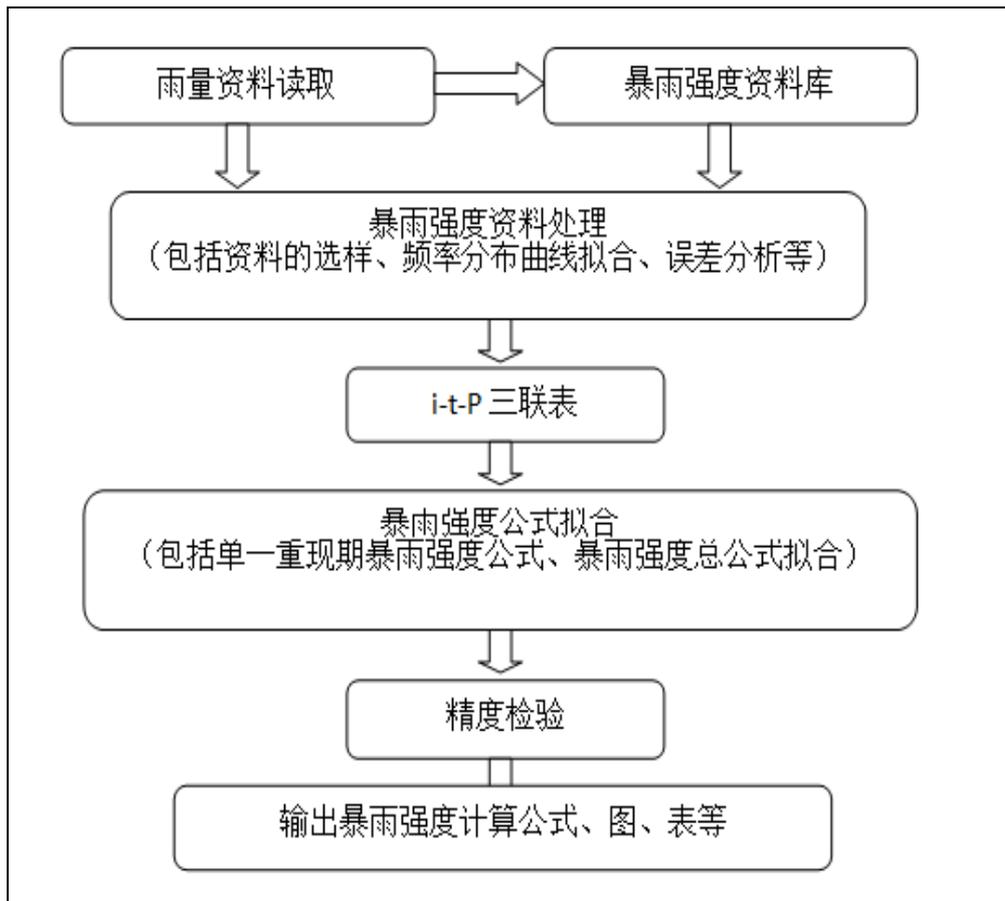


图 5.7-3 暴雨强度公式编制流程图

### 5.7.1.5 曲线拟合及误差控制

根据国家标准《室外排水设计规范》（GB 50014—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 年和 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、Gumbel 分布和 P-III 型分布曲线。

### 5.7.1.6 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（5-7-1）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（5-7-1）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 2-20 年，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：
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - x_i')^2} \quad (5-7-4)$$

相对均方根误差：
$$f = \frac{\sigma}{x} \quad (5-7-5)$$

式（5-7-4）和式（5-7-5）中， $x$  为根据暴雨强度公式计算出来的雨强， $x_i'$  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。

### 5.7.2 暴雨强度公式编制（1991-2020）

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，开发区暴雨强度公式采用邻近的国家气象站**黄山区气象站** 1991-2020 年分钟雨量数据编制。

利用“暴雨强度计算系统”，选用指数分布、P-III 分布以及 Gumbel 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 5.7-1。由表可见，P-III 分布以及 Gumbel 分布曲线拟合结果在 2-20 年重现期下的绝对均方根误差、相对均方根误差通过《室外排水设计规范》（GB 50014—2006，2016 版）提出的精度检验要求，相较之下，P-III 分布下的相对均方根误差最小。

对黄山区气象站历史雨量资料进行取样，利用**P-III型曲线拟合**，采用**最小二乘法**求参而推算出的黄山区暴雨强度公式，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 5.7-1 不同方法推算的黄山区暴雨强度公式精度检验总表

			P-III型	指数分布	Gumbel 分布
黄山区气象站	最小二乘法	平均绝对均方误差 (mm/min)	0.034	0.023	<b>0.023*</b>
		平均相对均方误差	3.63%	3.15%	<b>2.82%*</b>

	高斯 牛顿法	平均绝对 均方误差 (mm/min)	0.068	0.031	0.042
		平均相对 均方误差	4.66%	3.10%	3.09%

注：\*表示符合室外排水设计规范（GB50014—2006，2016 版）精度标准

图 5.7-4 为黄山区气象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 Gumbel 分布拟合出不同历时降水强度随重现期的变化曲线。

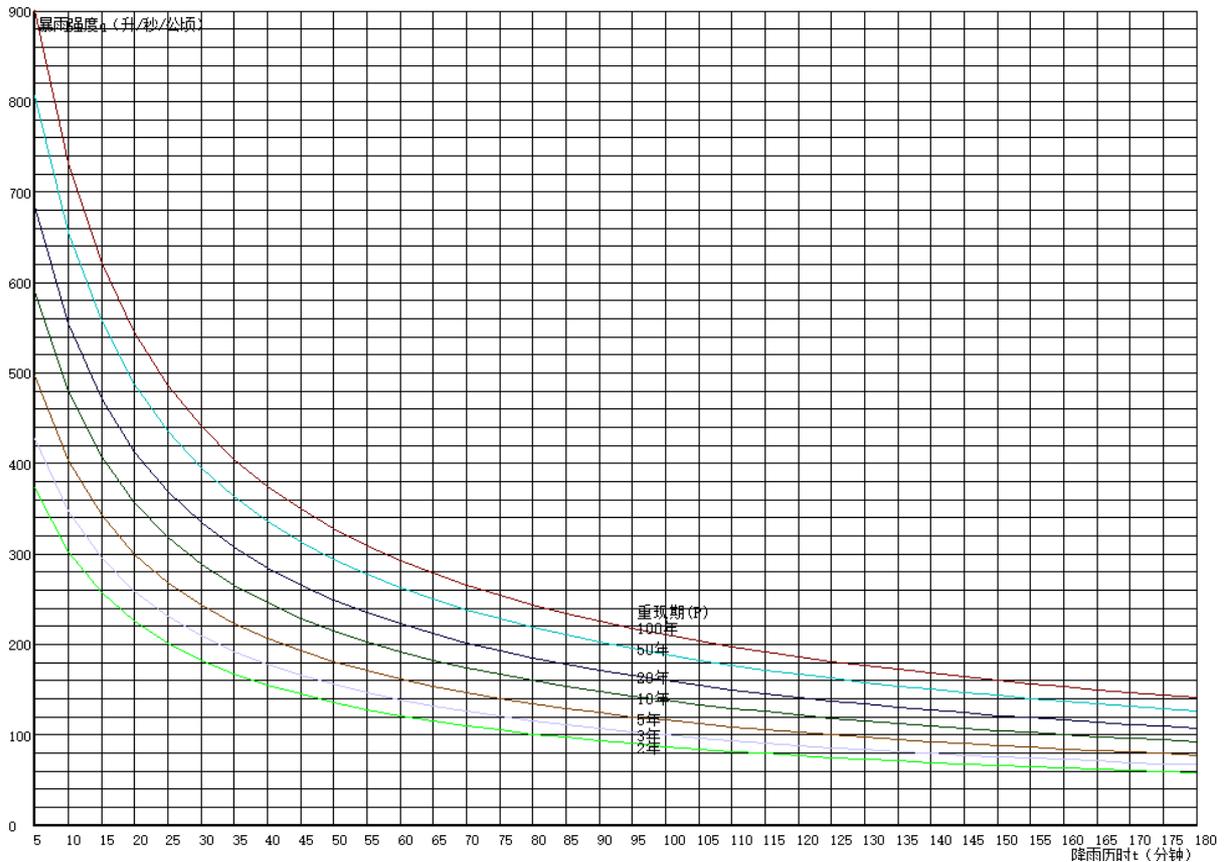


图 5.7-4 不同历时降水强度随重现期的变化曲线（Gumbel 型拟合，黄山区气象站）

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 Gumbel 分布曲线拟合结果为例，见表 5.7-2）。 $i-t-P$  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 5.7-2 雨强、历时、重现期 (i-t-P) 三联表 (Gumbel 分布) (单位: mm/min)

taiping	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	26.246	44.012	54.238	64.301	80.621	93.475	105.346	111.261	129.658	147.855	167.443
50	23.806	39.723	49.016	58.072	72.727	84.439	95.166	100.97	117.006	132.832	149.799
20	20.551	33.999	42.046	49.76	62.193	72.38	81.581	87.239	100.122	112.783	126.252
10	18.036	29.577	36.662	43.339	54.056	63.064	71.086	76.63	87.078	97.294	108.062
5	15.414	24.967	31.049	36.644	45.572	53.352	60.144	65.57	73.48	81.147	89.097
3	13.327	21.298	26.581	31.316	38.82	45.623	51.437	56.768	62.658	68.296	74.005
2	11.454	18.004	22.571	26.533	32.758	38.684	43.619	48.866	52.941	56.759	60.454
1	8.135	12.17	15.467	18.06	22.021	26.393	29.772	34.869	35.732	36.323	36.454

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, 利用黄山区站 1991-2020 年 30 年降水数据, 推荐使用 P-III 型曲线拟合、最小二乘法这一组合作为黄山区暴雨强度总、分公式的计算方法。黄山区暴雨强度主要计算结果如下:

(1) 总公式:

$$q = \frac{2179.689 \times (1 + 0.997 \lg P)}{(t + 10.242)^{0.729}}$$

(单位: L/s/hm<sup>2</sup>)

(2) 分公式:

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

表 5.7-3 黄山区暴雨强度分公式 (1991-2020 年) 参数一览表

重现期 P(年)	区间	参数	公 式
1—10	I	A	12.668+5.437Ln(P - 0.378)
		b	8.339+0.656Ln(P - 0.836)
		n	0.728 -0.003Ln(P - 0.444)
11—100	II	A	14.283+4.843Ln(P - 1.212)
		b	9.491+0.120Ln(P - 7.842)
		n	0.722 -0.002Ln(P - 6.737)

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 5.7-4 单一重现期暴雨强度公式

重现期 P (年)	公 式
P=1	$1684.362 / (t + 7.153)^{0.730}$
P=2	$2554.766 / (t + 8.439)^{0.727}$
P=3	$2990.803 / (t + 8.845)^{0.725}$
P=5	$3505.497 / (t + 9.275)^{0.723}$
P=10	$4143.103 / (t + 9.583)^{0.720}$
P=20	$4757.663 / (t + 9.791)^{0.717}$
P=30	$5102.685 / (t + 9.863)^{0.716}$
P=40	$5343.833 / (t + 9.907)^{0.715}$
P=50	$5529.37 / (t + 9.940)^{0.714}$
P=60	$5680.171 / (t + 9.966)^{0.714}$
P=70	$5807.258 / (t + 9.987)^{0.714}$
P=80	$5916.977 / (t + 10.004)^{0.713}$
P=90	$6013.67 / (t + 10.020)^{0.713}$
P=100	$6100.009 / (t + 10.034)^{0.713}$

(注: "^"符号表示指数运算)

根据计算, 利用 Gumbel 分布曲线拟合, 最小二乘法计算暴雨强度总公式参数在 2-20 年重现期的绝对均方根误差为 0.023mm/min, 相对均方根误差为 2.82%, 通过了《室外排水设计规范》(GB50014—2006, 2016 版) 提出的精度检验要求。

在气候变化的背景下, 各地极端降水特点不断变化, 建议 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。

## 5.8 雷电灾害风险评估

通过对祁门经济开发区所在地闪电活动时空分布特征、雷电流强度和陡度等参数的概率和极值分布危害特征，结合园区内地形、土壤、项目属性、人员密度、电子电气系统特征等现场情况，对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进行计算，从而为祁门经济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。

### 5.8.1 黄山市地闪时间分布

#### 5.8.1.1 年际变化

从 2010-2020 年地闪统计数据（图 5.8-1）可以看出，黄山市（开发区所在区域）近 11 年来地闪频数较多。其中 2010、2014 年地闪频数均超过 30000 次。2015-2019 年地闪频数有下降趋势。2014 年地闪次数最多，达 30554 次，2017 年最少，仅有 11233 次。总的来看，黄山地区闪电频数较多，个别年份受大尺度雷电天气过程总量减少，但是不能排除未来个别年份雷电活动会剧增的可能性。

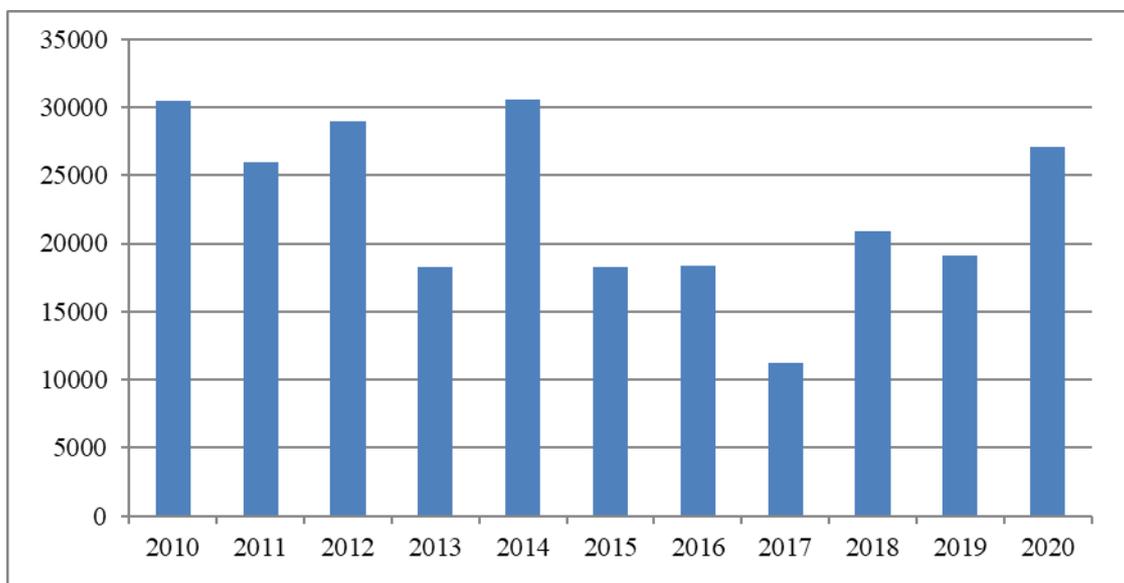


图 5.8-1 2010-2020 年黄山市地闪年变化特征

#### 5.8.1.2 月际变化

由闪电频次年变化（图 5.8-2）可知，黄山市上半年雷电活动较少，闪电主要集中于 6、7、8、9 月份，8 月份发生的闪电最多，10 月后闪电相对较少。黄山市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 6、7、8、9 月份受气候环境影响，易触发

局地对流性天气；而秋、冬季节不易触发对流天气，雷电活动减少。春、秋季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，所以春、秋季的防雷工作仍然不能忽视。

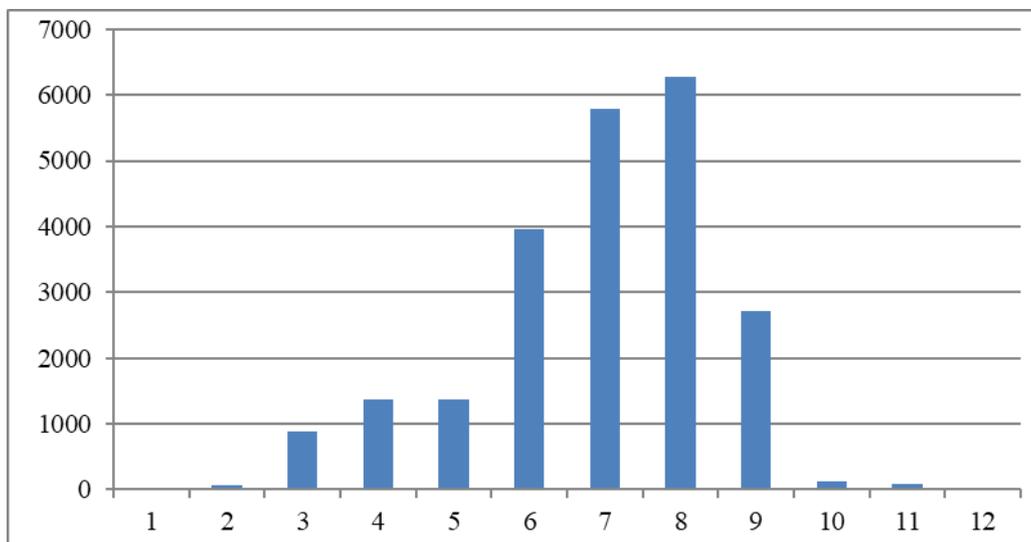


图 5.8-2 2010-2020 年黄山市地闪年变化特征

### 5.8.1.3 日变化

从 2010-2020 年地闪统计数据（图 5.7-3）可得黄山市近 11 年闪电频次日变化呈近似呈单峰结构，峰值主要位于下午 13-18 时，午后至傍晚为闪电高发阶段，最大值出现在下午 15 时。凌晨至中午 11 时雷电活动较少。因此安徽祁门经济开发区应关注午后及傍晚时段雷电天气，特别是 13-18 时为开发区雷电防御关键时段。

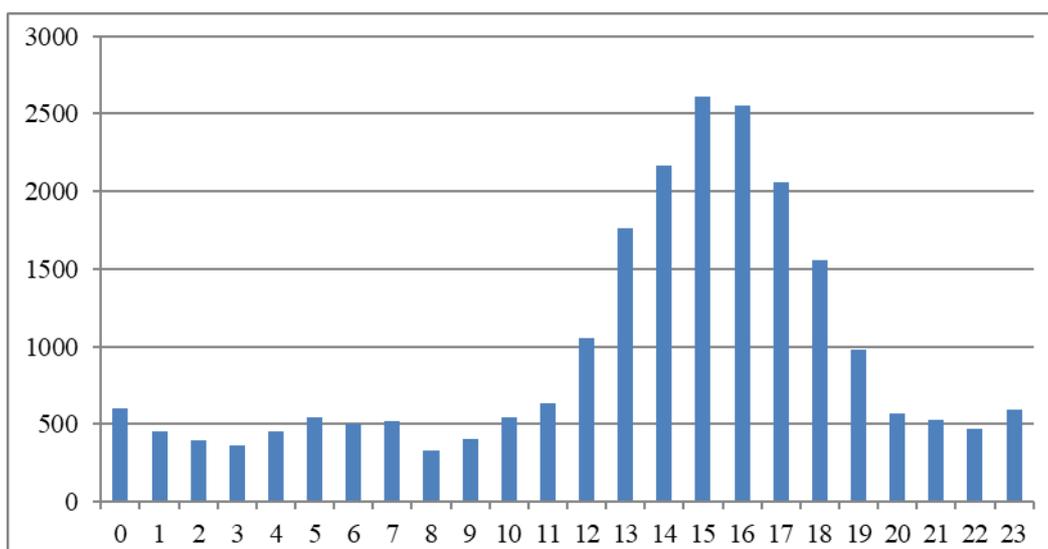


图 5.8-3 2010-2020 年黄山市地闪日变化特征

## 5.8.2 开发区地闪密度空间分布

图 5.8-4 给出了祁门经济开发区内地闪密度分布，可以看出安徽祁门经济开发区西北、东北部为地闪密度高值区，局部地区地闪密度值超过 2.7 次/（ $\text{km}^2\cdot\text{a}$ ），东南部区域地闪密度较低。开发区内雷电密度分布不均匀，跨度在 0.9~2.7 次/（ $\text{km}^2\cdot\text{a}$ ）。经统计，整个开发区内的年平均地闪密度值为 1.90 次/（ $\text{km}^2\cdot\text{a}$ ）。

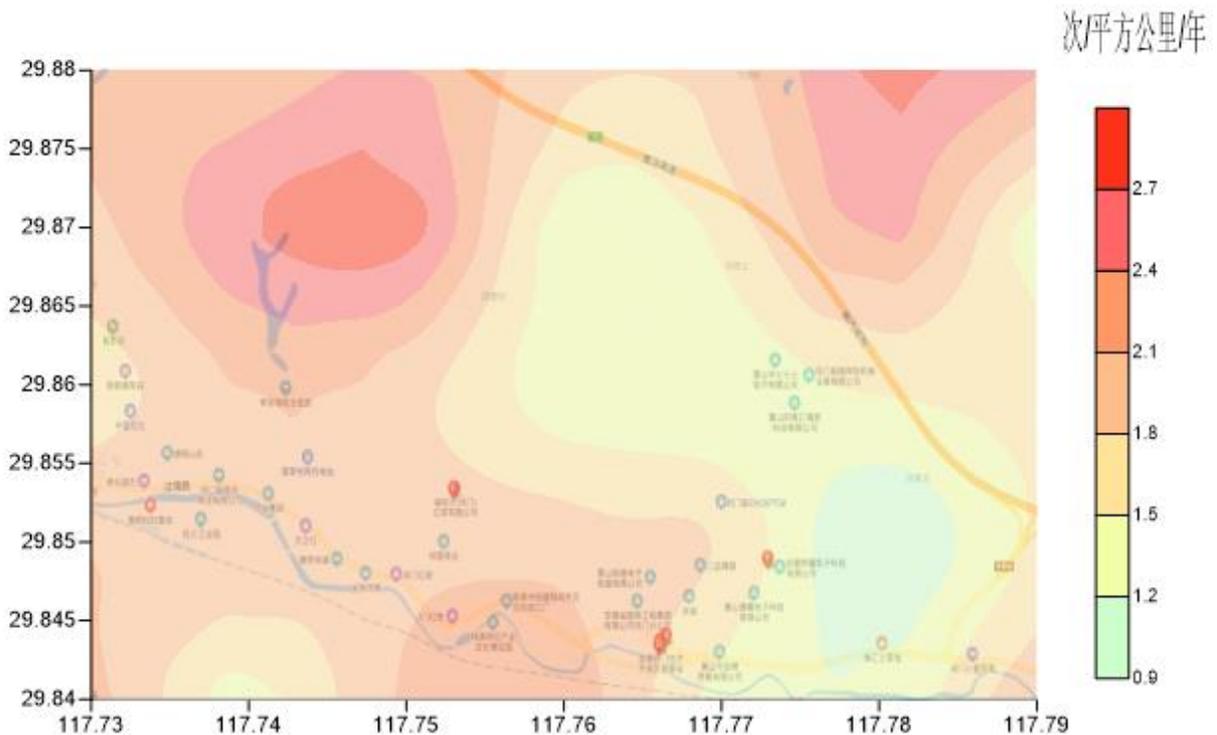


图 5.8-4 安徽祁门经济开发区地闪密度分布

祁门经济开发区近 11 年的年平均地闪密度值为 1.90 次/（ $\text{km}^2\cdot\text{a}$ ），考虑到祁门经济开发区选取祁门气象站为参证站，因此结合祁门气象站 1956-2013 年的年平均雷暴日数 52.9 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  $N_g=5.29$  次/（ $\text{km}^2\cdot\text{a}$ ）。在此次评估计算中，选两者较大值 5.29 次/（ $\text{km}^2\cdot\text{a}$ ）进行计算。

## 5.8.3 黄山市及开发区雷电强度分布特征

### 5.8.3.1 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 5.8-1 给出了 2010-2020 年黄山市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 988.43kA，出现在 8 月份；全年 12 月无雷击发生，1、2、3、11 等月份雷电回击次数较少，但平均强度较大。春夏季闪电多发时期雷电流平均强度值集中于 32.03~35.94 kA。

表 5.8-1 2010-2020 年黄山市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	48.87	113.92
2	44.07	371.65
3	32.03	691.69
4	34.51	989.3
5	35.22	869.62
6	35.94	871.61
7	34.54	953.74
8	34.31	988.43
9	34.07	690.67
10	40.72	309.52
11	46.46	281.98
12	0	0

### (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黄山市雷电流强度分布概率图（图 5.8-5），地闪回击雷电流强度主要集中在 20~40 kA，占闪电数量的 51.73 %；其次是 10~20 kA 的地闪，比例占 22.13 %。10 kA 以下的雷电流仅占 1.24%，40~60 kA 的地闪比例约占 15.62%，超过 60 kA 的闪电出现比例占 9.28 %。其中雷电流强度超过 136.05 kA 的地闪约占样本比例的 1%。

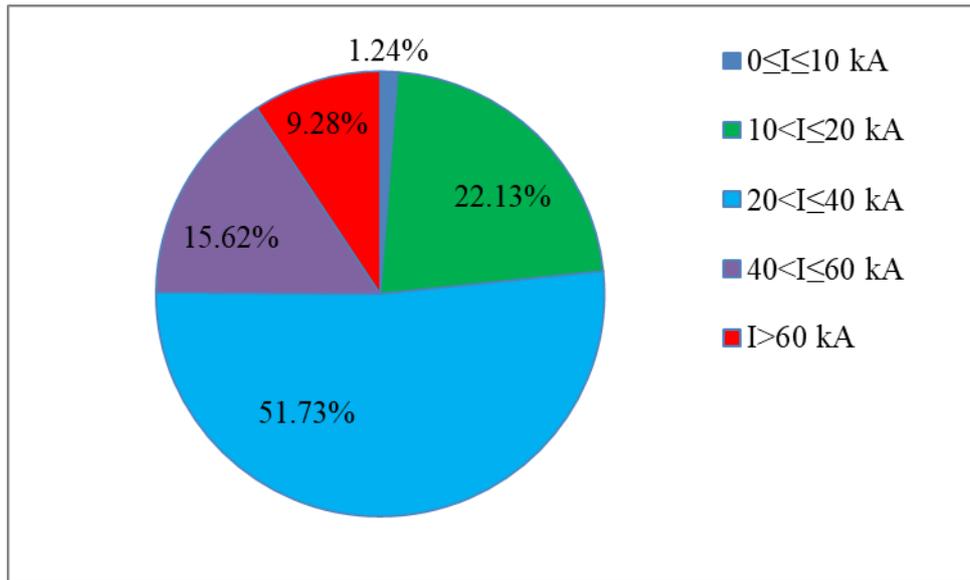


图 5.8-5 2010-2020 年黄山市雷电流强度概率分布

### (3) 雷电流强度的空间分布

图 5.8-6 给出了祁门经济开发区雷电流强度空间分布,可以看出祁门经济开发区的绝大部分区域地闪强度分布较均匀,平均在 25~55 次/(km<sup>2</sup>·a),大部分区域在 0.9~1.8 次/(km<sup>2</sup>·a)。开发区西部、南部区域附近存在雷电强度高值区,局部强度超过 100 kA,经统计祁门经济开发区的雷电流平均强度为 32.94 kA。

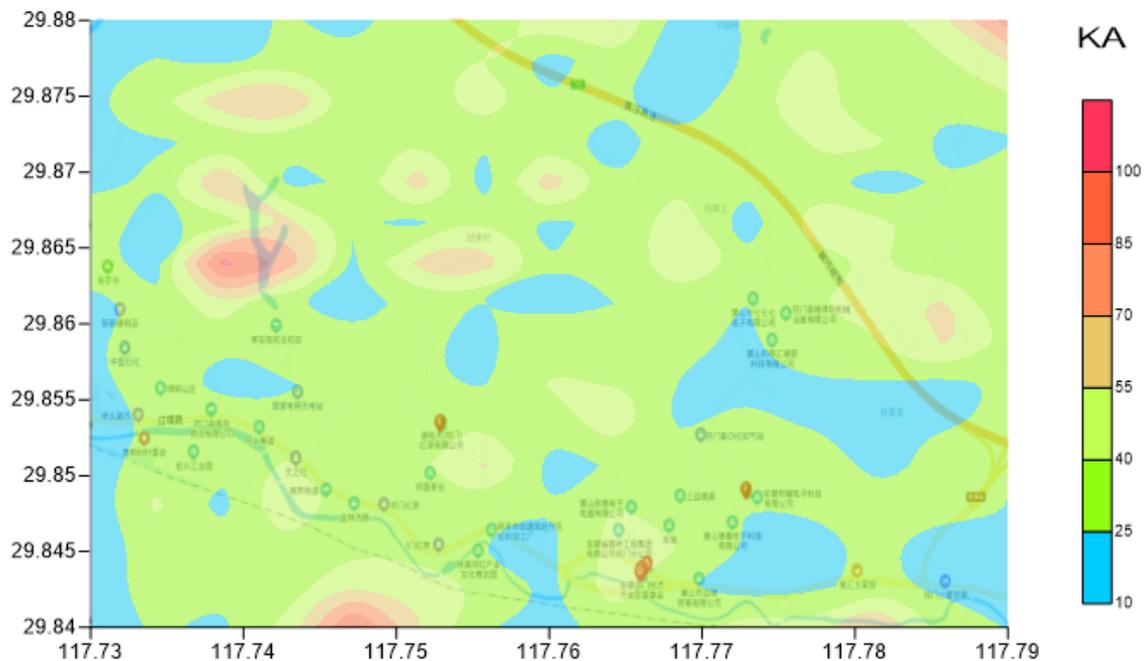


图 5.8-6 安徽祁门经济开发区地闪强度分布

### 5.8.3.2 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 11 年，黄山市的雷电流年平均陡度在 7.79~10.19 kA/μs 之间，2013 年平均陡度最大，为 10.19 kA/μs，见表 5.8-2。

表 5.8-2 2010-2020 年黄山市雷电流平均陡度逐年统计

年份	平均陡度(kA/μs)
2010	9.46
2011	10.06
2012	8.60
2013	10.19
2014	9.87
2015	10.18
2016	9.69
2017	9.23
2018	8.93
2019	7.90
2020	7.79

#### (2) 雷电流陡度月变化分析

近 11 年，黄山市月雷电流陡度月平均值在 8.78~14.82 kA/μs 之间，月雷电流最大陡度在 15.48~781.98 kA/μs 之间，7 月出现的雷电流陡度值最大，8 月次之。同时，可以看出在春、夏、秋季，均出现了陡度超过 200 kA/μs 以上的雷电流个例，见表 5.8-3。

表 5.8-3 2010-2020 年黄山市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	8.78	15.48
2	14.82	32.84
3	12.53	230.43
4	12.13	219.52
5	12.09	234.63

6	11.41	357.41
7	12.07	781.98
8	11.58	422.87
9	11.42	420.14
10	10.21	61.57
11	14.66	58.02
12	0	0

## 5.8.4 开发区雷电灾害安全现状评估

### 5.8.4.1 防雷现状和现场勘查结果

通过上文分析可知祁门经济开发区雷击大地密度约为 5.29 次/ (km<sup>2</sup>·a)，雷电流平均强度为 32.94 kA。

祁门经济开发区貌以山地丘陵为主，开发区周边山体与建筑物和区域内山体与建筑物目测 60m 左右。对祁门经济开发区现场勘测得到防雷安全状况如下：开发区内包括住宅、办公楼、商业和工业多种建筑物，厂房类建筑物多以钢结构为主，商业和住宅以钢混凝土结构为主，设有防直击雷装置完备且性能良好；电力及通信线路都采用铠装埋地接入。开发区东部、南部有加油站、加气站等易燃易爆场所，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。祁门经济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。

### 5.8.4.2 开发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  $g = 6.5151$ 。因此，祁门经济开发区区域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

## 6.1 暴雨

祁门气象站 1956-2020 年累年平均暴雨日数为 6.7 天，历年暴雨日数在 1 天（1992 年、2005 年、2006 年）~17 天（1983 年）之间变化。暴雨发生在 2-11 月，其中 6 月相对较多。

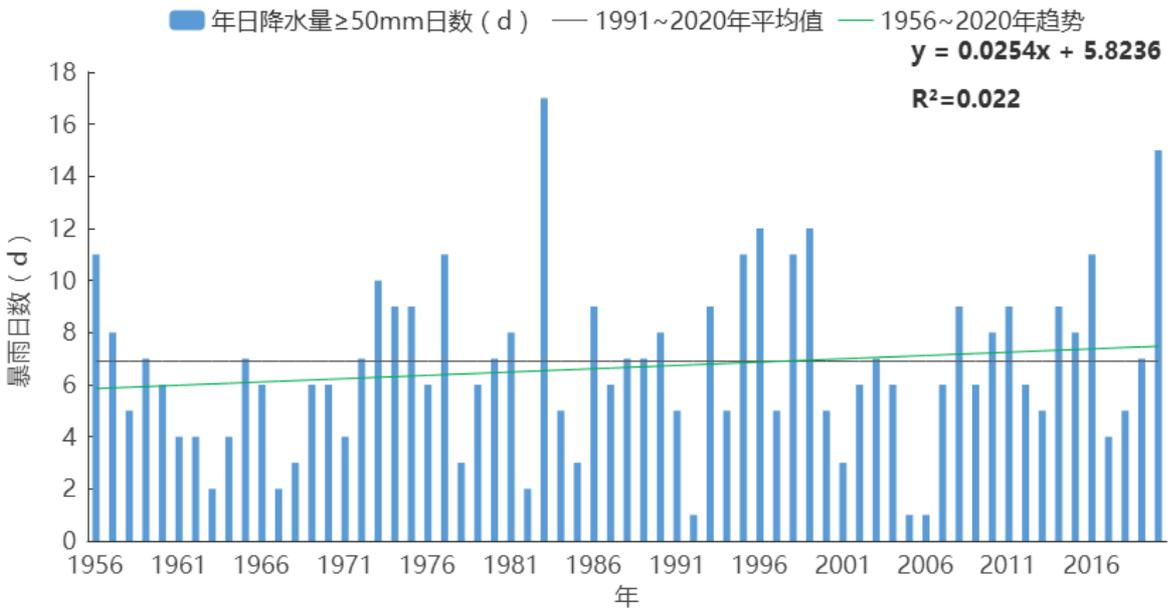


图 6.1-8 1956-2020 年祁门气象站年暴雨日数逐年变化图（单位：d）

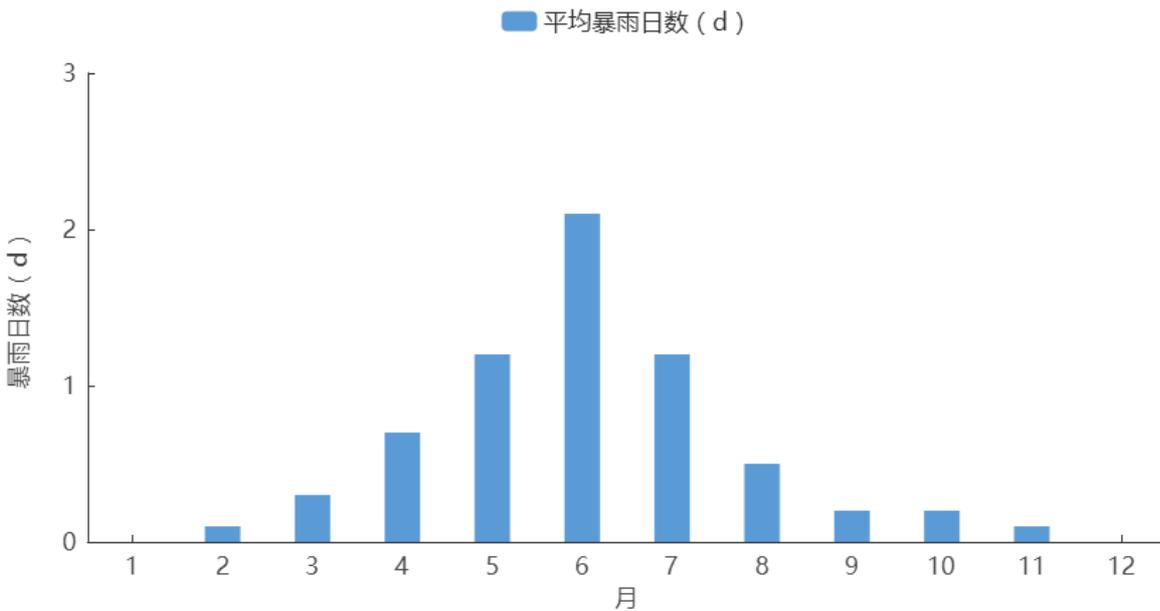


图 6.1-2 1956-2020 年祁门气象站平均暴雨日数逐月变化图（单位：d）

## 6.2 雷暴

统计祁门气象站 1956-2013 年的地面观测资料（2013 年后没有观测记录），累年平均雷暴日数为 52.9 天，年雷暴日数在 33 天（2001 年）~78 天（1963 年）之间变化，年日数变化呈减少趋势。月变化在 0.1 天（12 月）~12.2 天（8 月）之间，主要发生在 4-8 月，占全年雷暴发生日数的 79.58%，8 月是高发时段，占全年雷暴发生的 23.06%。

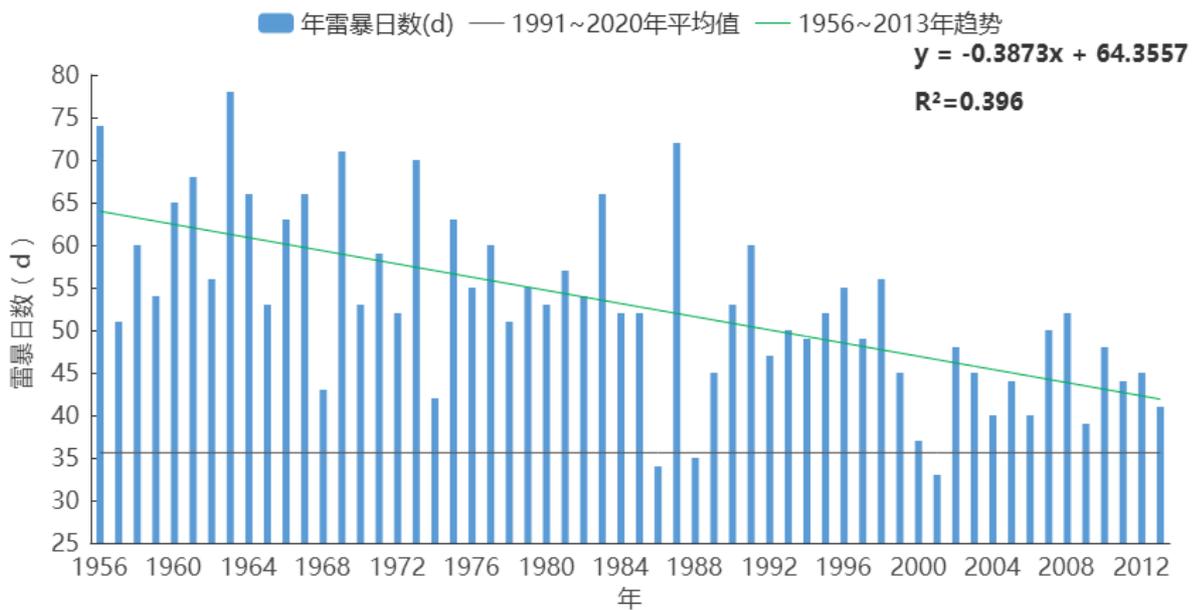


图 6.2-1 1956-2013 年祁门气象站年雷暴日数逐年变化图（单位：d）

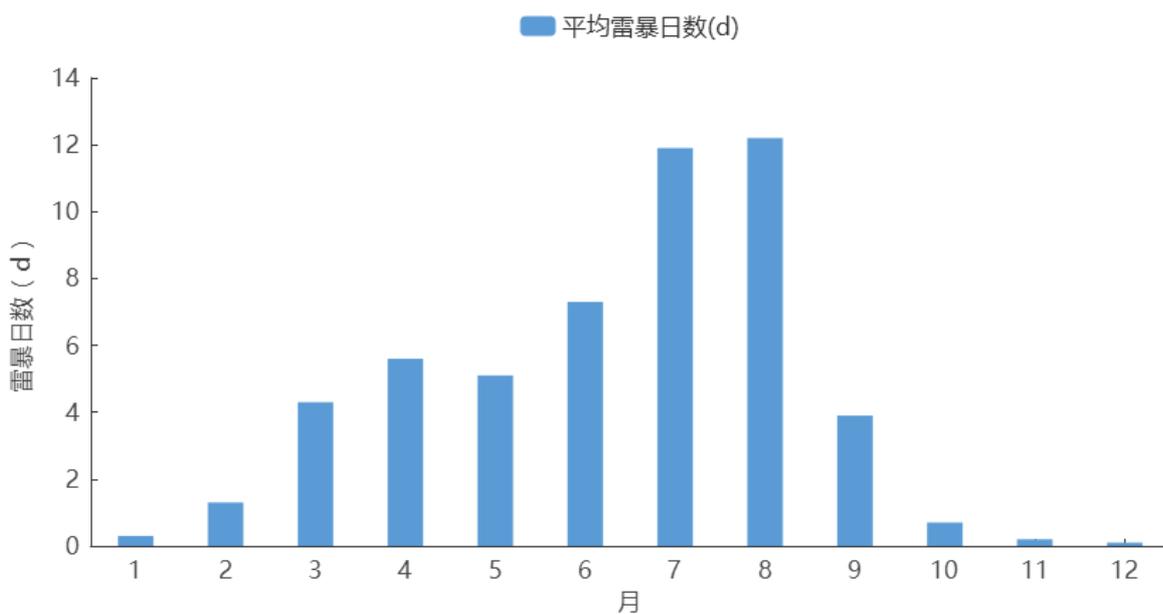


图 6.2.2 1956-2013 年祁门气象站平均雷暴日数逐月变化图（单位：d）

### 6.3 大风

祁门气象站 1956-2020 年累年平均大风日数为 7.1 天，1963 年大风日数最多，为 55 天，其中有 24 年未出现大风，年日数变化呈减少趋势。大风全年各月均有发生，其中 3 月、4 月、7 月和 8 月相对较多。

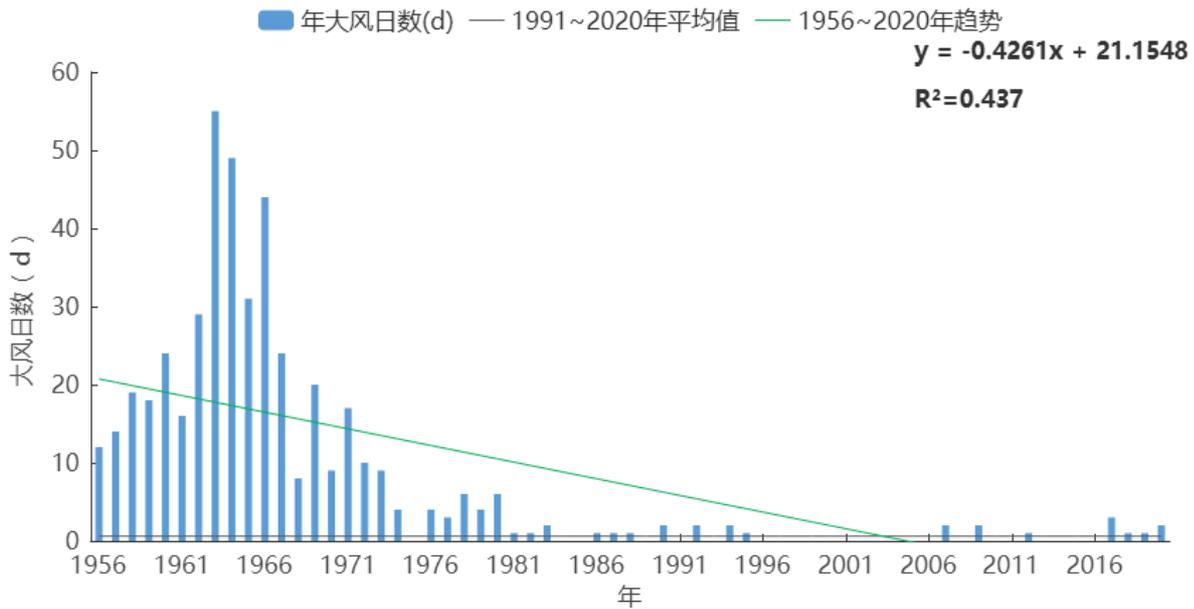


图 6.3-1 1956-2020 年祁门气象站年大风日数逐年变化图 (单位: d)

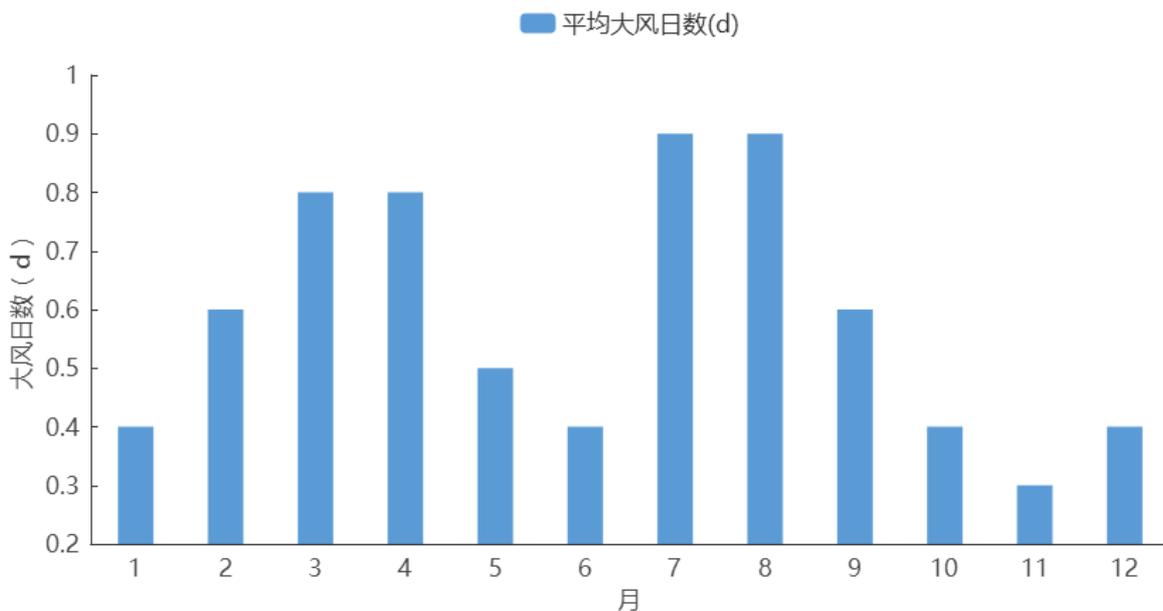


图 6.3-2 1956-2020 年祁门气象站平均大风日数逐月变化图 (单位: d)

## 6.4 积雪

祁门气象站 1956-2020 年累年平均积雪日数为 5.1 天，历年积雪日数在 0 天（1971 年、1975 年、2001 年、2002 年、2007 年、2015 年、2017 年和 2020 年）~25 天（1977 年）之间变化（图 5.5-1）。积雪一般发生在 11 月至次年 3 月，4-10 月无积雪现象。

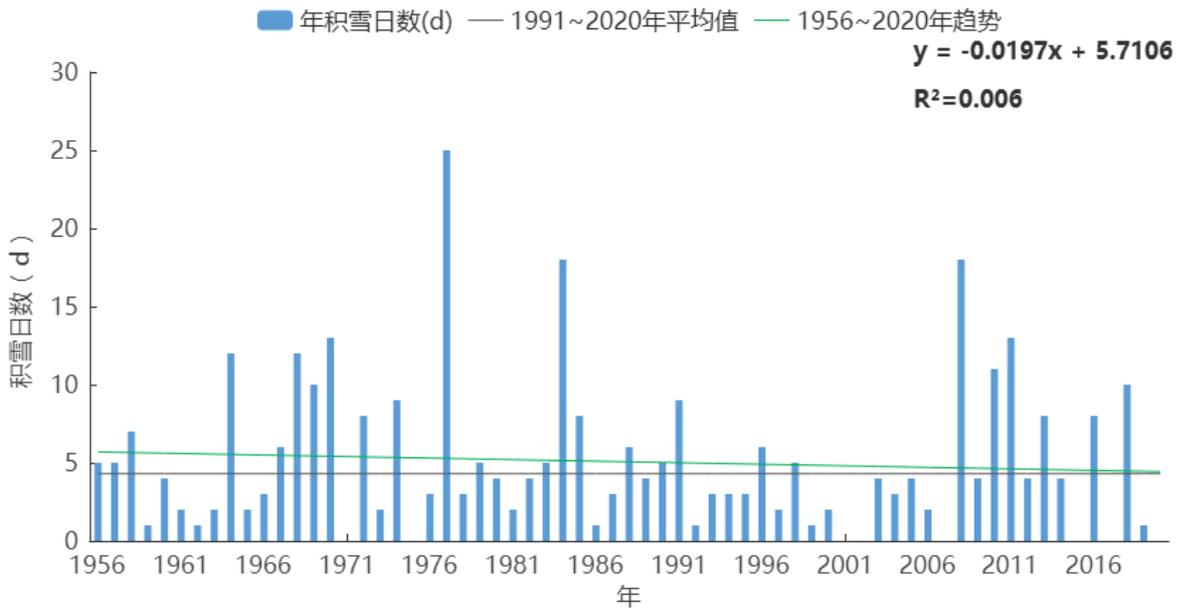


图 6.4-1 1956-2020 年祁门气象站年积雪日数逐年变化图（单位：d）

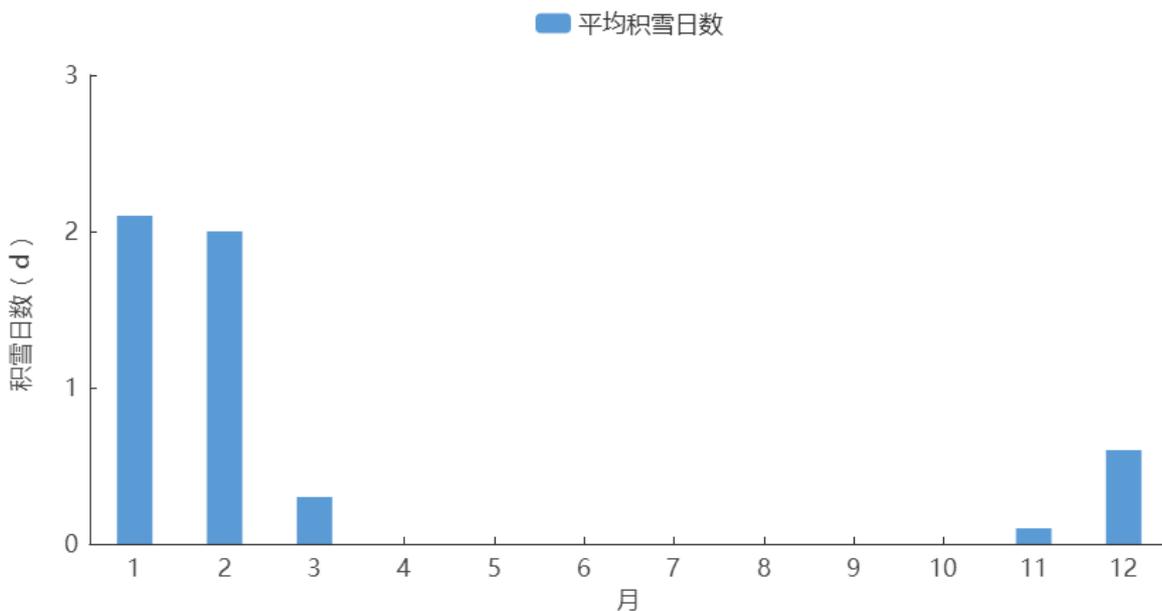


图 6.4-2 1956-2020 年祁门气象站平均积雪日数逐月变化(单位：d)

祁门气象站 1956-2020 年最大积雪深度为 30.0cm, 出现在 1972 年 2 月 7 日和 2 月 8 日。

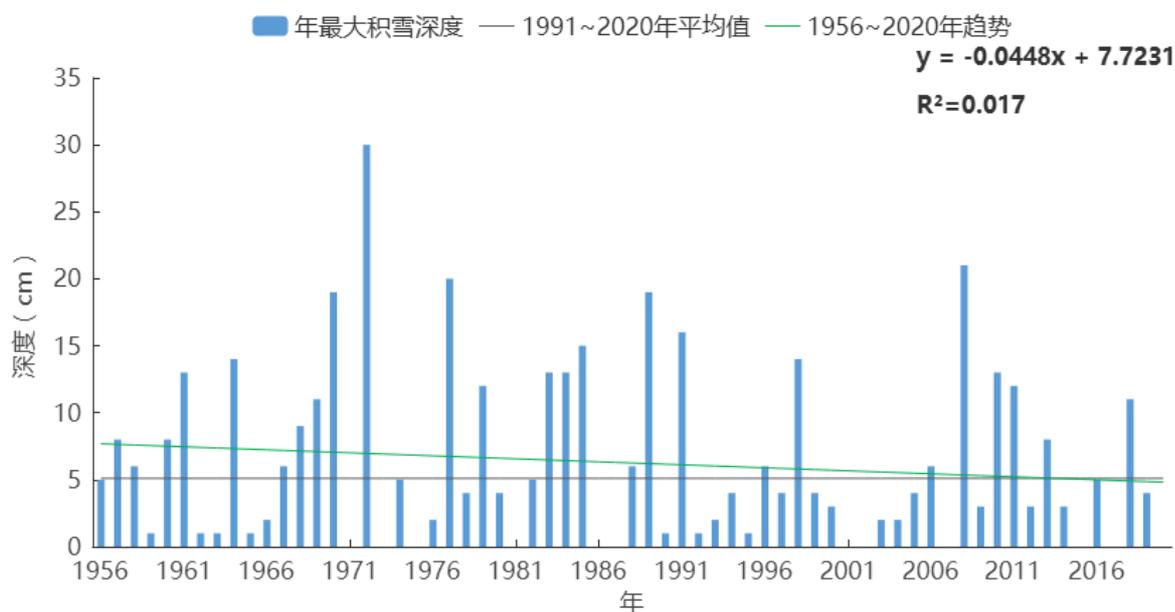


图 6.5-3 1956-2020 年祁门气象站最大积雪深度年际变化 (单位: cm)

## 6.5 高温

祁门气象站累年平均高温日数为 22.4 天, 年际变化在 2 天 (1982 年) ~ 58 天 (1967 年) 之间, 高温日数呈增加趋势; 高温天气主要发生在 7 月、8 月和 9 月, 分别为 9.5 天、9.7 天和 2.1 天。

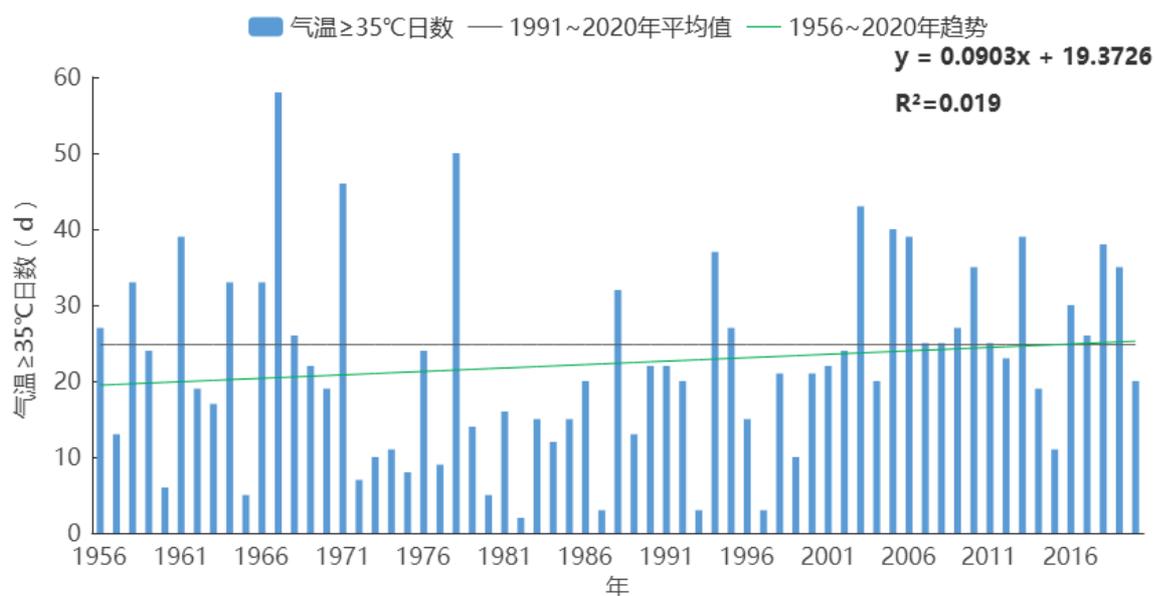


图 6.5-1 1956-2020 年祁门气象站气温 ≥ 35°C 日数逐年变化图 (单位: d)

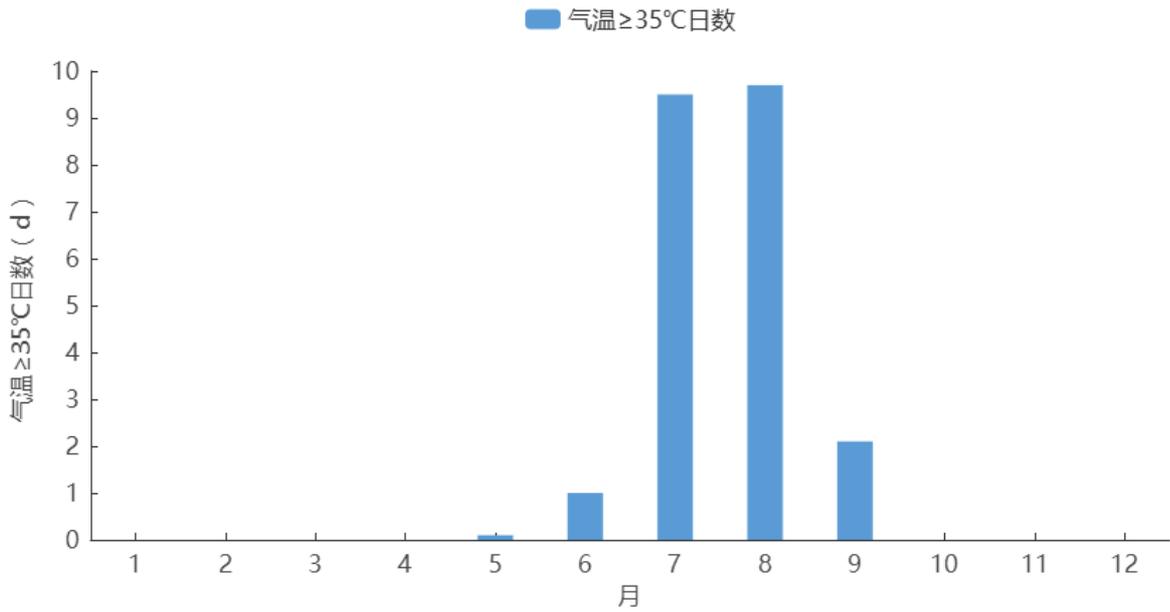


图 6.5-2 1956-2020 年祁门气象站气温 ≥ 35°C 日数逐月变化 (单位: d)

## 6.6 低温

祁门气象站累年平均低温日数为 46.6 天, 年际变化在 18 天 (2019 年和 2020 年) ~ 75 天 (1963 年、1967 年和 1971 年) 之间, 低温日数呈减少趋势。低温天气主要发生在 10~4 月, 分别为 0.1 天、3.5 天、13.9 天、15.9 天、10.1 天、2.9 天和 0.2 天。

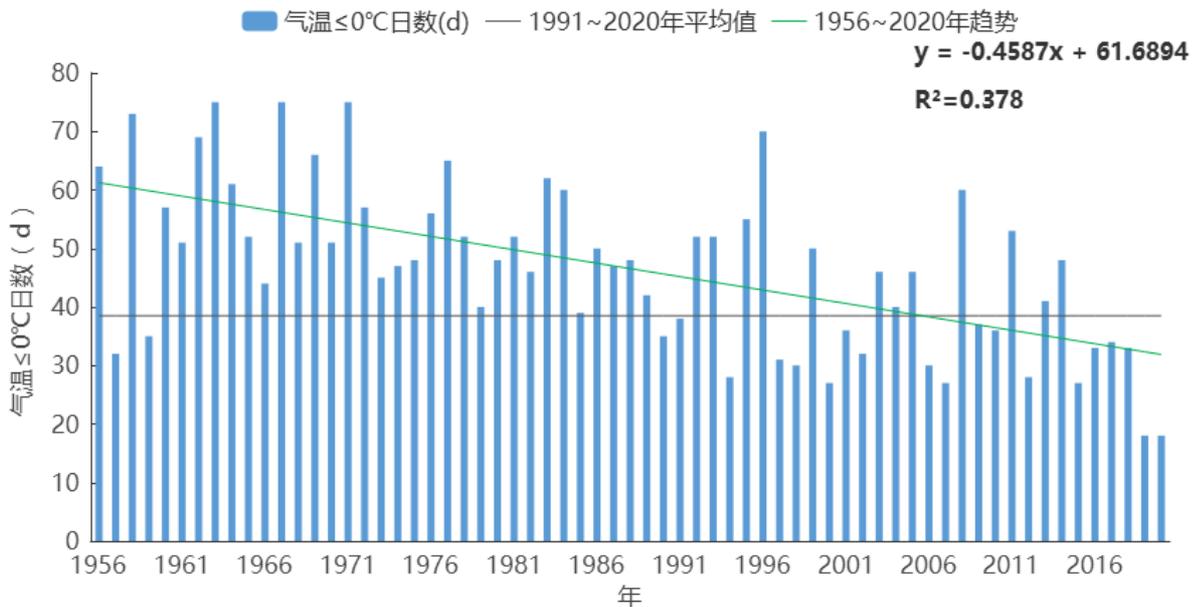


图 6.6-1 1956-2020 年祁门气象站气温 ≤ 0°C 日数逐年变化图 (单位: d)

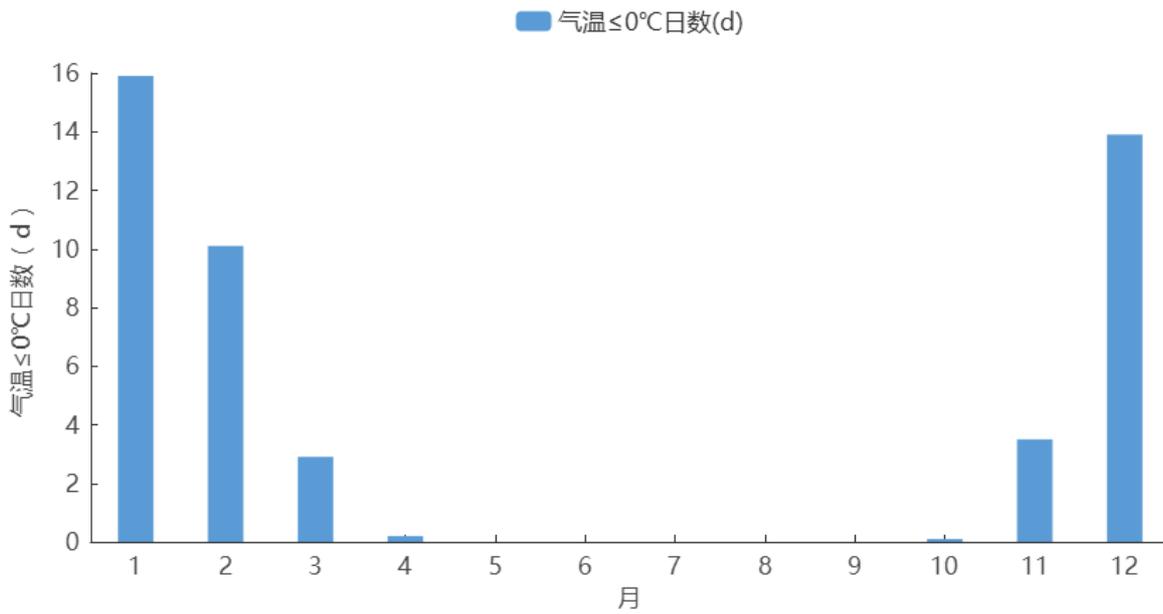


图 6. 6-2 1956-2020 年祁门气象站气温≤0°C日数逐月变化图 (单位: d)

## 6.7 冰雹

祁门气象站 1956-2020 年冰雹的累年平均日数为 0.2 天，有 9 年发生了冰雹天气；冰雹天气主要发生在 3 月。

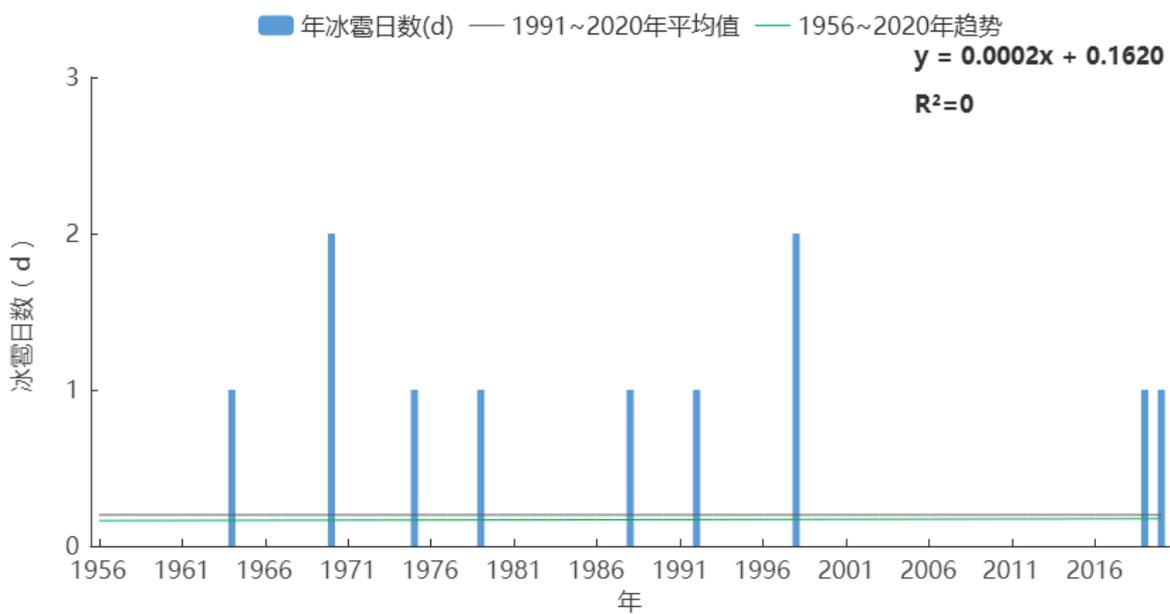


图 6. 7-1 1956-2020 年祁门气象站年冰雹日数逐年变化图 (单位: d)

## 6.8 雾

祁门气象站 1956-2020 年累年平均雾日数为 76.1 天，年际变化在 29 天（2012 年）~117 天（1965 年）之间。雾的年日数变化呈减少趋势。雾日数月变化在 3.5 天（2 月）~9.4 天（7 月）之间。

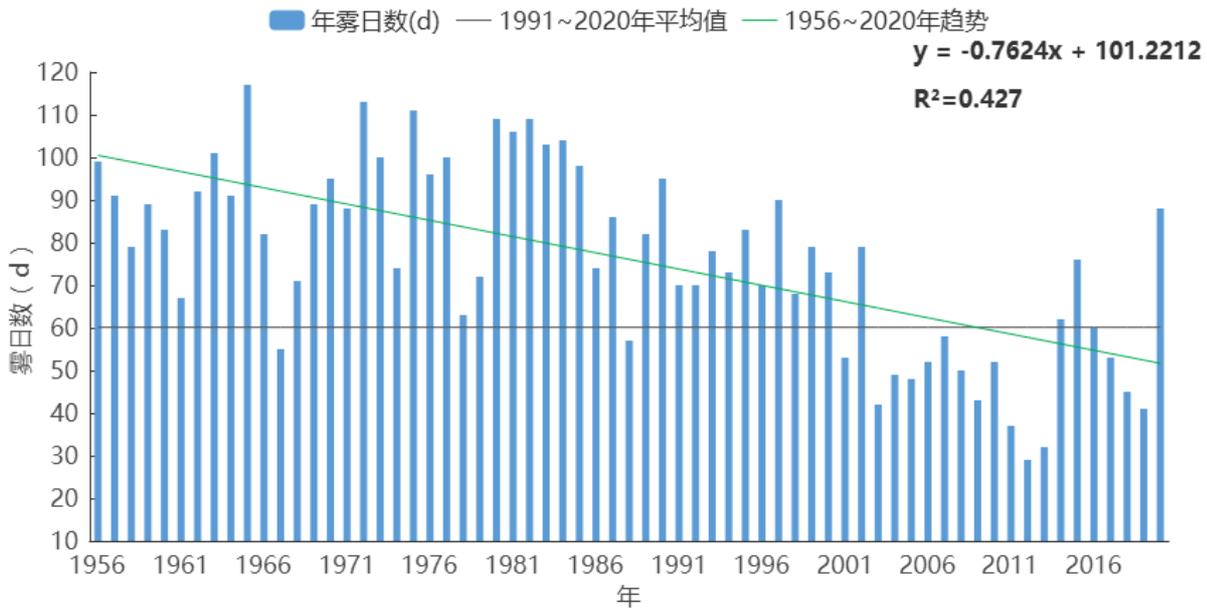


图 6.8-1 1956-2020 年祁门气象站年雾日数逐年变化图（单位：d）

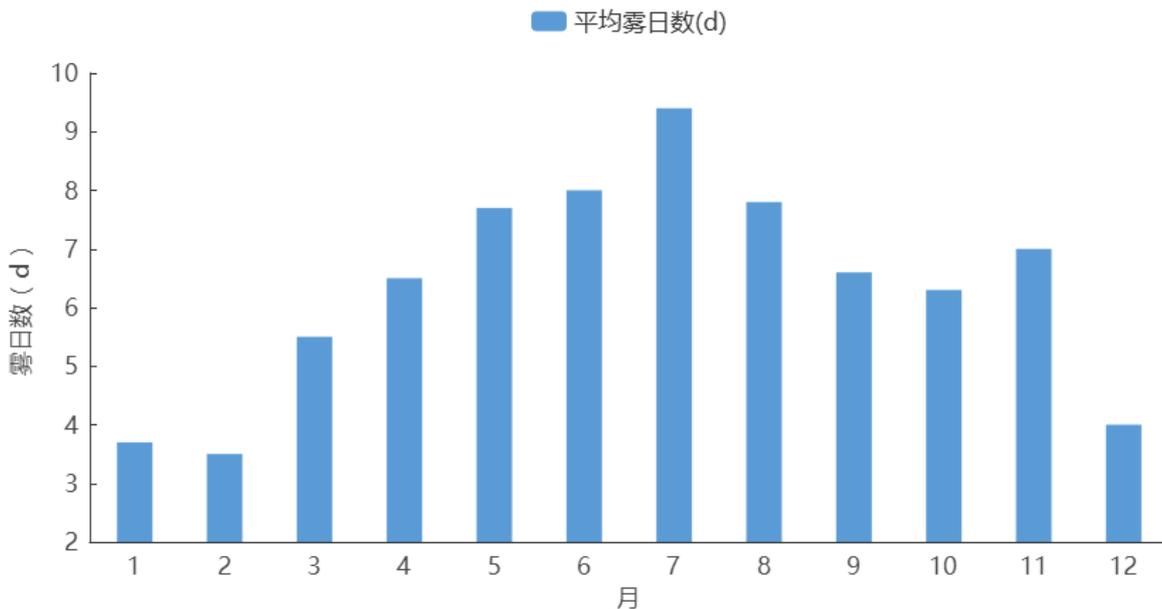


图 6.8-2 1956-2020 年祁门气象站平均雾日数逐月变化（单位：d）

## 7 结论建议

### 7.1 主要结论

#### 7.1.1 气候特征分析

以祁门气象站作为参证气象站，分析了祁门经济开发区的气候特征：多年平均气压为 998.9hPa；多年平均气温为 16.4℃，平均最高气温 22.5℃，平均最低气温 12.3℃；年平均降水量为 1861.9mm，年平均降水日数为 150.3 天；年平均风速为 1.3m/s，全年的最多风向为 15.5/E；年平均相对湿度为 80.7%；平均日照时数为 1729.2h。

1956 至 2020 年，年极端最高气压 1027.7hPa，年极端最低气压 971.2hPa，极端最高气温 41.5℃，极端最低气温-13.2℃，年极大风速 27.2m/s（W 向）。

表 7.1-1 祁门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	998.9	hPa	/
	年平均最高气压	1001.1	hPa	/
	年平均最低气压	996.4	hPa	/
	极端最高气压	1027.7	hPa	2016 年 1 月 24 日
	极端最低气压	971.2	hPa	1997 年 8 月 19 日
气温	年平均气温	16.4	℃	/
	年平均最高气温	22.5	℃	/
	年平均最低气温	12.3	℃	/
	极端最高气温	41.5	℃	2003 年 8 月 2 日
	极端最低气温	-13.2	℃	1991 年 12 月 29 日
降水	年降水量	1861.9	mm	/
	年最多降水量	2975.8	mm	2020 年
	年最少降水量	1094.6	mm	1978 年
	年降水日数	150.3	d	/
	最大日降水量	238.8	mm	1995 年 5 月 20 日
风	年平均风速	1.3	m/s	/
	最多风向及频率	15.5/E	/%	/
	年最大风速	14.5	m/s	2018 年 3 月 4 日
	年最大风速对应的风向	W	/	/
	年次大风速	13.3	m/s	1990 年 07 月 11 日
	年次大风速对应的风向	SW	/	/
	年极大风速	27.2	m/s	2018 年 3 月 4 日

	年极大风速对应的风向	W	/	/
相对湿度	年平均相对湿度	80.7	%	/
	年最小相对湿度	4.0	%	2017年3月4日、2014年1月22日、2017年3月2日
日照	年日照时数	1729.2	小时	/
	年最多日照时数	2226.5	小时	1963年
	年最少日照时数	1506	小时	2015年
地面温度	年平均地面温度	18.6	°C	/
	年平均最高地面温度	31.3	°C	/
	年平均最低地面温度	12.3	°C	/
	极端最高地面温度	69.9	°C	2019年8月7日
	极端最低地面温度	-22.4	°C	1991年12月28日

注：平均值统计时段为 1991-2020 年，极值统计时段为 1956-2020 年。

### 7.1.2 高影响天气分析

报告对参证站祁门气象站的暴雨、雷暴、大风、积雪、高温、低温、冰雹和雾等高影响天气现象进行了分析，表 7.1-2 列出了以上高影响天气的统计结果。

表 7.1-2 重要气象要素值统计一览表

重要气象要素值		祁门气象站
暴雨	年均日数 (d)	6.7
	最大日雨量 (mm)	238.8
雷暴	年均日数 (d)	52.9
	年最大日数 (d)	78.0
大风	年均日数 (d)	7.1
	年最大风速 (m/s)	14.5
	年极大风速 (m/s)	27.2
积雪	年均日数 (d)	5.1
	年最大日数 (d)	25.0
	最大深度 (cm)	30.0
高温日数	年均日数 (d)	22.4
	年最大日数 (d)	58.0
低温日数	年均日数 (d)	46.6
	年最大日数 (d)	75.0
冰雹	年均日数 (d)	0.2
	年最大日数 (d)	2.0
雾	年均日数 (d)	76.1
	年最大日数 (d)	117.0

### 7.1.3 关键气象参数推算结果

祁门经济开发区的设计、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，报告在第五章给出了暴雨强度公式的总、分公式、雷击风险评估结果以及 100 年一遇、50 年一遇、30 年一遇、10 年一遇四个重现期的设计风速、设计雪压、设计气温、设计极端气温的推算结果。

表 7.1-3 关键气象参数分析及推算结果

关键气象参数	计算值	规范推荐值	
100 年一遇最大风速	16.1m/s	27.5m/s	《公路桥梁抗风设计规范 (JTG T 3360-01-2018)》无祁门数据，以距离最近的休宁为参考
50 年一遇最大风速	15.1m/s	26.5m/s	
100 年一遇基本风压	0.16kN/m <sup>2</sup>	0.47kN/m <sup>2</sup>	
50 年一遇基本风压	0.14kN/m <sup>2</sup>	0.44kN/m <sup>2</sup>	
100 年一遇基本雪压	0.56kN/m <sup>2</sup>	0.50kN/m <sup>2</sup>	《建筑结构荷载规范 (GB 50009—2012)》无祁门数据，以距离最近的黄山市为参考
50 年一遇基本雪压	0.45kN/m <sup>2</sup>	0.45kN/m <sup>2</sup>	
100 年一遇基本高温	38.4℃	/	
50 年一遇基本高温	37.6℃		
100 年一遇极端最高气温	42.1℃		
50 年一遇极端最高气温	41.4℃		
100 年一遇基本低温	-7.1℃		
50 年一遇基本低温	-6.0℃		
100 年一遇极端最低气温	-14.9℃		
50 年一遇极端最低气温	-13.8℃		
年平均温度	16.4℃	15.5℃	《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范 (GB 50736—2012)》和《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范 (GB 50019—2015)》无祁门数据，以距离最近的宁国为参考
供暖室外计算温度	-0.6℃	-1.5℃	
冬季通风室外计算温度	3.5℃	2.9℃	
冬季空气调节室外计算温度	-2.8℃	-4.1℃	
冬季空气调节室外计算相对湿度	78.0%	79.0%	
夏季通风室外计算温度	32.2℃	32.0℃	
夏季通风室外计算相对湿度	60.0%	63.0%	
夏季空气调节室外计算日平均温度	29.7℃	30.8℃	
冬季室外平均风速	1.3m/s	1.7m/s	
冬季室外最多风向的平均风速	2.4m/s (NE)	3.5m/s (N)	
夏季室外最多风向的平均风速	1.8m/s (E)	2.2m/s (SSW)	
夏季室外平均风速	1.2m/s	1.9m/s	
冬季最多风向及其频率	NE, 11.6%	N, 13.0%	
夏季最多风向及其频率	E, 9.4%	SSW, 10.0%	
累年最多风向及其频率	E, 10.0%	N, 9.0%	

冬季室外大气压力	1007.8hPa	1015.7hPa	
夏季室外大气压力	989.0hPa	995.8hPa	
暴雨强度公式 (单位: L/(s·hm <sup>2</sup> ))	$q = \frac{2179.689 \times (1+0.997lgP)}{(t+10.242)^{0.729}}$		
地闪密度 (次·km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	5.29		
雷电灾害综合风险值及等级	6.5151, 较高风险		

表 7.1-3 列出了以上参数的部分推算结果。关键气象参数还需考虑上述高影响天气的影响。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。

## 7.2 建议措施

### 7.2.1 规划设计和建筑施工阶段

在规划设计阶段,需关注开发区的气候背景、气象灾害及建筑设计中需要用到的气象参数情况,提高规划和设计的合理性,保障开发区的健康安全运营。具体对策建议见表 7.2-1。

在建筑施工阶段,则更应根据气象灾害情况,制定合理的保障措施、安全生产制度和应急预案,确保施工安全。具体对策建议见表 7.2-2。

表 7.2-1 对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	空间布局	1. 根据主导风向,合理布局居民住宅和相关企业,居民住宅应放于上风方,存在大气排放的企业则应置于下风方。 2. 根据气候背景、高影响天气及敏感气象因子情况,做好排水管网、建筑物、暖通等规划设计,提高规划和设计的合理性,保障开发区的健康安全运营。
	设计排水管网	设计排水管网时,应结合开发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。
	建筑物荷载	1. 建议开发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,将设计风速设定为 26.5m/s。 2. 建议开发区各类建筑物屋面结构雪压为 0.45 kN/m <sup>2</sup> 。
	暖通设计	冬季空气调节室外计算温度为-2.8℃,夏季空气调节室外计算日平均温度为 29.7℃,供暖室外计算温度为-0.6℃,夏季通风室外计算温度为 32.2℃。
	规避气象灾害	应根据高影响天气及敏感气象因子可能引发的一些气象灾害或极端气候事件,修正有关的规划设计指标体系与规范,以提高规划和设计的合理性,避免对项目可能造成的危害。
	防雷设施	在产业规划时不建议将对雷电敏感度较高的企业设置在地闪密度较大的西北部、东北部附近、地闪强度较大西部附近区域,如确有需要,应加强防护装

置的规划设计、安装，并提高防护等级。对于国家电网充电站、中国石化等企业建议加强雷电电磁脉冲防护措施。

表 7.2-2 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	建立暴雨期间安全关注制度，气象部门发布暴雨预警时，应停止施工并根据情况安排人员撤离现场或危险区域。
	大风	施工现场的材料应固牢，防止被大风刮倒。遇 7 级以上强风时，不得进行露天攀登与悬空高处作业。
	暴雪	大跨度钢结构建筑的设计应按照本报告所推荐的 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。
	雷电	雷电天气前后，需对安全防护设施和现场施工用电进行全面检查。加强施工现场易燃易爆物品的管理，避免雷击引发的火灾。雷电天气必须停止高空作业。
	高温	1. 日最高气温达 37℃ 以上时，中午时段停止室外露天和高处作业。 2. 日最高气温在 40℃ 或以上时，当日应停止施工作业。
	低温冰冻	根据开发区 50 年一遇极端最低气温，制定低温冰冻期间的建筑安全施工工作，特别要做好“防高坠、防冻、防滑”等预防措施。
	冰雹	施工时遇冰雹天气，施工人员需要中止施工，确保人身安全。
	雾	大雾天气出现时要停止起重作业、高空作业等危险性较大的施工。设置大雾天气交通运输应急预案。

## 7.2.2 运营阶段

在祁门经济开发区的运营阶段，从气象角度分析最重要的工作是关注高影响天气可能造成气象灾害，提高园区的防灾减灾能力。

祁门经济开发区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。具体措施见表 7.2-3。

表 7.2-3 开发区运营阶段的对策建议

阶段	高影响天气	影响	对策建议
运营	高温	1. 高影响天气易造成机械、电器失灵，会对设备的正常运行产生巨大危害； 2. 高温炎热天气会使火灾事故发生的的可能性增加。	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，安装备用电源，并做好相关防护措施。
	雷电	1. 雷暴闪电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	1. 雷电活动的高发期，夏季（尤其是 6、7、8、9 月）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。

	<p>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。</p>	<p>2. 重点注意午后 14-20 时段发生雷电时人员安全防护。</p> <p>3. 军安驾校主校区、国家电网充电站、加油加气站、祥源祁红产业文化博览园等企业和单位建议按照《防雷安全管理规范》(QX/T 309-2017)有效落实雷电灾害防御主体责任，接收气象主管机构进行的监督管理和指导，完善相应的防雷安全措施，并将雷电灾害防御工作纳入本单位安全生产考评体系，建立防雷安全工作制度。</p> <p>4. 按国家法律法规和技术规范要求，投入使用的建（构）筑物应委托有资质的单位按检测周期对防雷装置进行检测，对于存在安全隐患的防雷装置应进行整改和定期维护。</p>
<b>暴雨</b>	<p>1. 可造成厂区积水，引起电路、水泵等工业设施发生故障；</p> <p>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。</p>	<p>1. 6-7 月是园区暴雨的高发期，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；</p> <p>2. 关注开发区内部、周边水系附近及其上下游的强降水，尤其是连续强降水、短时强降水情况，防止产生不良影响；关注强降水可能引发的次生灾害，及时接收气象预警信息，启动应急行动计划。</p> <p>3. 做好开发区内雨污分流工作。</p>
<b>积雪冰冻</b>	<p>1. 企业所需原材料运输依赖于公路，受覆雪影响程度较大；</p> <p>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。</p>	<p>1. 每年 12 月至次年 2 月为积雪结冰高发期，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；</p> <p>2. 对摆放于室外的易受损、易倒塌材料等及时转移，以免造成损失。及时检查大跨度钢结构建筑物，以免造成损坏或倒塌等。</p>
<b>大风</b>	<p>1. 会对工程建设构成安全影响。临时建筑、围墙、广告牌等在强风中易被刮倒或刮断，造成经济损失、人员伤害；</p> <p>2. 可能会吹倒电线杆，使其折断，造成停电事故或风灾。</p>	<p>须保守考虑抗风设计标准，3-7 月密切关注局地短时狂风（龙卷风），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。</p>
<b>冰雹</b>	<p>1. 可能造成建筑物、车辆损坏；</p> <p>2. 可能造成人员伤亡。</p>	<p>1. 强对流天气高发期尽量避免外出；</p> <p>2. 对摆放于室外的易受损、易倒塌材料等及时转移，以免造成损失。</p>
<b>雾</b>	<p>1. 对交通造成影响；</p> <p>2. 对抵抗力较弱人群健康造成影响。</p>	<p>1. 大雾发生期间，如驾车外出，减速慢行，避免靠近大货车驾驶；</p> <p>2. 开发区企业多，物流频繁，要注意雾造成的交通影响</p> <p>3. 居民区中老年人、小孩注意防范呼吸道系统等</p>

### 7.2.3 综合评述

总体来看，祁门经济开发区及其周边区域气候背景条件对其规划、建设和运营基本适宜，宜根据气候条件引入和发展合适的产业，促进开发区健康发展。

另一方面，开发区及入驻企业均应根据当地气候背景、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。

祁门经济开发区西北部、东北部附近、地闪强度较大西部附近区域，如确有需要，应加强防护装置的规划设计、安装，并提高防护等级。对于国家电网充电站、中国石化等企业建议加强雷电电磁脉冲防护措施。

区域主导风向为东北风(E)，应避免将人员居住或密集区设置在下风向(园区的西方位)。同时，应注意污染企业的布局。特别地，园区东北部，建议减少污染企业布局。

### 致谢：

在本报告编制过程中得到了安徽祁门经济开发区管理委员会、安徽省气候中心、安徽省气象信息中心、黄山市气象局等单位的大力支持，特此致谢。

## 附录 A 关键参数推算方法

### A.1 均一性检验方法

#### A.1.1 滑动 $t$ 检验

##### A.1.1.1 原理

滑动 $t$ 检验是通过考察两组样本平均值的差异是否显著来检验突变。其基本思想是把某一气候序列中两个子序列均值有无显著差异看作来自两个总体均值有无显著差异的问题来检验。如果两个子序列的均值差异超过了一定的显著性水平,可以认为均值发生了质变,有突变发生。对于具有 $n$ 个样本量的时间序列 $x$ ,人为设置某一时刻为基准点,基准点前后两个子序列 $x_1$ 和 $x_2$ 的样本分别为 $n_1$ 和 $n_2$ ,两个子序列平均值分别为 $\bar{x}_1$ 和 $\bar{x}_2$ ,方差分别为 $s_1^2$ 和 $s_2^2$ 。定义统计量:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (\text{A.1})$$

$$s = \sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (\text{A.2})$$

式(A.2)遵从自由度 $\nu = n_1 + n_2 - 2$ 的 $t$ 分布。

##### A.1.1.2 步骤

按以下步骤进行检验:

- a) 确定基准点前后两子序列的长度,一般取相同长度,即 $n_1 = n_2$ 。
- a) 采取滑动的办法连续设置基准点,依次按式(A.1)计算统计量。由于进行滑动的连续计算,可得到统计量序列 $t_i [i = 1, 2, \dots, n - (n_1 + n_2) + 1]$ 。
- b) 给定显著性水平 $\alpha$ ,查 $t$ 分布表得到临界值 $t_\alpha$ ,若 $|t_i| < t_\alpha$ ,则认为基准点前后的两个子序列均值无显著差异,否则认为在基准点时刻出现了突变。

在编制程序计算时,滑动计算两个子序列的平均值 $\bar{x}_1$ 和 $\bar{x}_2$ ,相当于执行两个子序列的滑动平均过程。设子序列长度 $n_1 = n_2 = I_H$ ,以前 $I_H$ 个数据之和为基数,依次减前一个数向后加一个数求平均,这是第一个子序列的滑动平均过程。第二个滑动平均是以第 $I_H + 1$ 个至 $2 \times I_H$ 个数据之和为基数,再依次减前一个数向后加一个数求平均。再用滑动的方式依次计算两个子序列各自的方差。

##### A.1.1.3 结果分析

根据 $t$ 统计量曲线上的点是否超过 $t_\alpha$ 值来判断序列是否出现过突变,如果出现过突变,确定出大致的时间。另外,根据诊断出的突变点分析突变前后序列的变化趋势。

#### A.1.2 标准正态均一检验

##### A.1.2.1 原理

标准正态均一检验 (standard normal homogeneity test, SNHT) 方法是利用邻近站作为参证气象站, 用被检验站与参证气象站的差值或比值作为被检验序列来检验非均一性的参数检验方法, 其不仅可以检验多个断点的情况, 还可以检验除断点外的趋势的均一性。

### A. 1. 2. 2 步骤

#### A. 1. 2. 2. 1 参考序列和待检序列的构建

对被检验站气象要素的年值序列  $x_i$  做如下处理:

$$f(x_i) = x_i / \bar{x} \quad (\text{A.3})$$

式中:

$\bar{x}$  —— 被检验站的气象要素平均值。

对于参证气象站:

$$g(y_i) = \frac{\sum_{j=1}^k v_j (y_{ij} / \bar{y}_j)}{\sum_{j=1}^k v_j} \quad (\text{A.4})$$

$$v_j = r_j^2 \quad (\text{A.5})$$

式中:

$k$  —— 参证气象站的站数;

$y_{ij}$  —— 第  $j$  个参证气象站第  $i$  年的年平均值;

$\bar{y}_j$  —— 第  $j$  个参证气象站的算术平均值;

$r_j$  —— 被检验站与第  $j$  个参证气象站之间的相关系数。

由年平均值序列, 求出其比值序列  $q_i$ :

$$q_i = f(x_i) / g(y_i) \quad (\text{A.6})$$

对  $q_i$  序列进行标准化处理, 形成  $z_i$  序列:

$$z_i = (q_i - \bar{q}) / s_q \quad (\text{A.7})$$

式中:

$\bar{q}$  —— 比值序列  $q_i$  的算术平均值;

$s_q$  ——  $q_i$  序列的标准差。

$$\begin{cases} \bar{z}_i = 0 \\ s(z_i) = 1 \end{cases} \quad (\text{A.8})$$

即  $z_i$  序列呈平均值为0、标准差为1的正态分布。

#### A. 1. 2. 2. 2 序列假设检验

序列假设检验遵循以下原则:

a) 如果  $\{z_i\}$  序列无间断点, 统计检验为:

$$\text{零假设 } H_0: Z \in N(0,1), \forall_i$$

b) 如果  $\{z_i\}$  序列有一间断点且出现在序列  $v$  处, 统计检验为:

$$H_1: \begin{cases} \text{对某些 } 1 \leq v \leq n \text{ 和 } u_1 \neq u_2 \text{ 有 } i \leq v \\ Z \in N(u_1, 1) & i \leq v \\ Z \in N(u_2, 1) & i > v \end{cases} \quad (\text{A.9})$$

式中:

$Z \in N(0,1)$  —— 正态分布;

$v$  —— 假设的间断点;

$n$  —— 样本数;

$u_1$  和  $u_2$  —— 间断点  $v$  前后两个序列的平均值。

$$\begin{cases} u_1 = \bar{z}_1 \\ u_2 = \bar{z}_2 \\ \bar{z}_1 = \frac{1}{v} \sum_{i=1}^v z_i \\ \bar{z}_2 = \frac{1}{n-v} \sum_{i=v+1}^n z_i \end{cases} \quad (\text{A.10})$$

$$\max_{\mu_1, \mu_2, v} \frac{(2\pi)^{-n/2} e^{-1/2} \left[ \sum_{i=1}^v (z_i - \mu_1)^2 + \sum_{i=v+1}^n (z_i - \mu_2)^2 \right]}{(2\pi)^{-n/2} e^{-1/2} \sum_{i=1}^n z_i^2} > c \quad (\text{A.11})$$

将式 (A.10) 代入式 (A.11) 得出:

$$\max_{1 \leq v < n} \left[ v \bar{z}_1^2 + (n-v) \bar{z}_2^2 \right] > 2 \ln c = c' \quad (\text{A.12})$$

令  $T_v = \left[ v \bar{z}_1^2 + (n-v) \bar{z}_2^2 \right]$ , 可构造检验统计量

$$T_0 = \max_{1 \leq v < n} \{ T_v \} = \max_{1 \leq v < n} \left[ v \bar{z}_1^2 + (n-v) \bar{z}_2^2 \right] \quad (\text{A.13})$$

根据式 (A.13) 可计算出检验统计量  $T_{95}$  序列,  $T_0$  为该序列的最大值。当  $T_0$  大于某临界值水平  $T_{95}$ , 则该序列为该水平上的非均一, 临界值与序列长度 ( $n$ ) 有关, 具体见表 A.1。

表 A.1 不同  $n$  值下的  $T_{90}$  和  $T_{95}$  值

$n$	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
$T_{90}$	6.55	6.58	6.60	6.63	6.66	6.69	6.71	6.74	6.77	6.79	6.82	6.85	6.88
$T_{95}$	7.75	7.78	7.81	7.85	7.88	7.91	7.94	7.97	8.01	8.04	8.07	8.10	8.13
$n$	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
$T_{90}$	6.91	6.93	6.96	6.99	7.02	7.05	7.08	7.11	7.14	7.16	7.19	7.22	7.25
$T_{95}$	8.17	8.20	8.23	8.26	8.29	8.33	8.36	8.39	8.42	8.45	8.49	8.52	8.55

### A. 1. 3 惩罚最大 $F$ 检验

#### A. 1. 3. 1 原理

惩罚最大  $F$  检验 (penalized maximal  $F$  test, PMFT) 方法是基于惩罚最大  $F$  检验, 经验性地考虑了时间序列的一阶滞后自相关, 并且嵌入多元线性回归算法, 运用回归检验算法来检验和订正包含一阶自回归误差的数据序列的多个间断点 (平均突变), 可用于年、月、日三种时间尺度数据序列的均一性检验。

该方法是对二相回归方法的发展与改进, 其考虑了时间序列的一阶滞后自相关, 并嵌入回归检验算法, 能够用于检验、订正包含一阶自回归误差的数据序列的多个间断点 (平均突变), 通过一系列的实验, 建立一个经验性的惩罚函数, 以此来克服二相回归等检验方法中存在的错误报警率和检验能力的非均匀分布的问题。利用该方法进行间断点检验, 可以不使用参考序列, 避免了由于参考序列非均一带来的检验误差。

#### A. 1. 3. 2 步骤

对于存在线性趋势  $\theta$  的时间序列  $\{X_t\}$ , 要检验  $t=k$  时刻是否存在一个平均突变, 原假设:

$$H_0: X_t = \mu + \beta t + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (\text{A.14})$$

如果  $\{X_t\}$  有一间断点且出现在序列  $k$  处, 统计检验为:

$$H_A: \begin{cases} X_t = \mu_1 + \beta t + \varepsilon_t & t \leq k \\ X_t = \mu_2 + \beta t + \varepsilon_t & k-1 \leq t \leq n \end{cases} \quad (\text{A.15})$$

$\mu_1 \neq \mu_2$ , 当  $H_A$  为真时,  $k$  点被称为间断点。  $\Delta = |\mu_1 - \mu_2|$  被称作平均突变的大小, 最可能的间断点服从以下分布:

$$PF_{\max} = \max_{1 \leq k \leq n-1} [P(k)F_c(k)] \quad (\text{错误!使用“开始”选项卡将 附录标识 应用于要在此处显示的文字。} .16)$$

式中:

$P(k)$  —— 建立的经验性的惩罚因子, 该惩罚因子可以有效解决误报率的均匀分布问题。

$$F_c(k) = \frac{SSE_0 - SSE_A}{SSE_A / (n - 3)} \quad (\text{A.17})$$

$$SSE_A = \sum_{t=1}^k (X_t - \hat{\mu}_1 + \hat{\beta}t)^2 + \sum_{t=k+1}^n (X_t - \hat{\mu}_2 + \hat{\beta}t)^2 \quad (\text{A.18})$$

$$SSE_0 = \sum_{t=1}^n (X_t - \hat{\mu}_0 + \hat{\beta}_0 t)^2 \quad (\text{A.19})$$

式中:

$\hat{\mu}_0$  和  $\hat{\beta}_0$  —— 在  $\mu_1 = \mu_2 = \mu$  时的估计值。

当  $PF_{\max}$  大于某临界值  $T_{95}$ , 则该序列为该水平上的非均一, 临界值与序列长度 ( $n$ ) 有关。

## A. 1. 4 惩罚最大 $t$ 检验

### A. 1. 4. 1 原理

惩罚最大  $t$  检验 (penalized maximal  $t$  test, PMT) 方法是利用正态化的待检序列中不同节点前后时段平均量偏移程度来寻找间断点。由于考虑了不同节点的相对位置, 运用该方法可消除由于样本长度不同对检验结果造成的影响。该方法还引入经验性的惩罚函数, 使得其对序列中部间断点的判断能力增强。

### A. 1. 4. 2 步骤

对于序列  $\{Z_i\}$ , 如果有一间断点且出现在序列  $k$  处 ( $1 \leq k \leq n$ ), 则最可能的间断点服从以下分布:

$$P_t = \max_{1 \leq k \leq n-1} \left\{ P(k) \frac{n-2}{\sum_{1 \leq t \leq k} (Z_t - \mu_2)^2 + \sum_{k+1 \leq t \leq n} (Z_t - \mu_2)^2} \left[ \frac{k(n-k)}{n} \right]^{1/2} |\mu_1 - \mu_2| \right\}$$

(A.20)

式中:

$P(k)$  —— 建立的经验性的惩罚因子;

$n$  —— 样本数;

$\mu_1$  和  $\mu_2$  —— 间断点  $k$  前后两个序列的平均值, 且  $\mu_1 \neq \mu_2$ 。

当  $P_t$  大于信度  $\alpha = 0.05$ 、自由度为  $n - 1$  的临界值  $P_t$  时, 则序列  $\{Z_i\}$  存在断点  $k$ 。

## A.2 皮尔逊III型曲线

皮尔逊III型 (PIII型) 曲线是一端有限的不对称单峰、正偏曲线, 其概率密度的数学表达式为:

$$f(x) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} (x - a_0)^{\alpha-1} e^{-\beta(x-a_0)} \quad (a_0 < x < \infty, \alpha > 0, \beta > 0) \quad (\text{附 2-1})$$

式中,  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $a_0$ ——表示皮尔逊III型分布包含的参数;

$\Gamma(\alpha)$ ——表示 $\alpha$ 的伽马函数;  $\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx$

三个原始参数 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $a_0$ 经适当换算, 可以用3个统计参数 $\bar{x}$ 、 $C_v$ 、 $C_s$ 表示:

$$\alpha = \frac{4}{C_s^2} \quad (\text{附 2-2})$$

$$\beta = \frac{2}{\bar{x} C_v C_s} \quad (\text{附 2-3})$$

$$b = \bar{x} \left(1 - \frac{2C_v}{C_s}\right) \quad (\text{附 2-4})$$

式中,  $\bar{x}$ 为均值,  $C_v$ 为离差系数,  $C_s$ 为偏差系数。

这3个统计参数可以通过矩法进行初步确定。使用矩法计算3个统计参数公式如下:

$$\bar{x} = 1/n \sum x_i \quad (\text{附 2-5})$$

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (k_i - 1)^2}{n-1}} \quad (\text{附 2-6})$$

$$C_s = \frac{\sum (k_i - 1)^3}{(n-3)C_v^3} \quad (\text{附 2-7})$$

将这些待定参数用统计参数表示带入P-III型曲线的方程式中, 则方程可以写成

$$y = f(\bar{x}, C_v, C_s, x) \quad (\text{附 2-8})$$

P-III型概率密度函数就确定了, 给一个 $x$ 值, 可以计算一个 $y$ 值, 从而可以绘出概率密度曲线见图1。

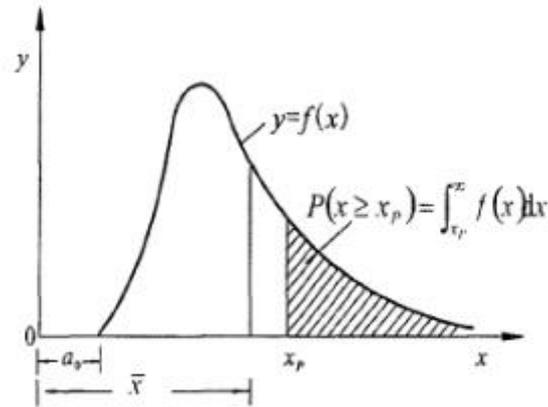


图 1 P-III型密度曲线

### A.3 耿贝尔（Gumbel）分布曲线

耿贝尔曲线是根据极值定理导出的，频率分布形态为偏态铃型分布。当有  $n$  年年最大值就有  $n$  个最大项  $x$  组成一个分布；因最大项是极值，因此其分布又称为极值分布。Gumbel 分布频率曲线实际上是 P-III 曲线的一个特例， $C_s$  固定为 1.140，所以只有均值、 $C_v$  两个参数，计算简便。其概率密度的数学表达式为：

$$f(x) = a \exp(-y^{-e^{-y}}) \quad (\text{附 3-1})$$

其中  $y=a(x-b)$ ，式中  $a$  为尺度参数， $b$  为分布密度的众数。

### A.4 广义极值分布（GEV）方法

广义极值分布（GEV）是将 3 种类型的经典极值分布 Gumbel、Frechet 和 Weibull 发展成的一种具有 3 个参数的极值分布函数，它的理论分布函数为：

$$F(x) = \begin{cases} \exp\{-[1-k(x-\xi)/a]^{1/k}\}, & k < 0, x > \xi + a/k \\ \exp\{-\exp[-(x-\xi)]\}, & k = 0 \\ \exp\{-[1-k(x-\xi)/a]^{1/k}\}, & k > 0, x < \xi + a/k \end{cases} \quad (\text{附 4-1})$$

式中， $\xi$  为位置参数，表示分布的位置； $a$  为尺度参数，表示分布曲线的伸展范围； $k$  为形状参数，表示极端分布的类型。 $k=0$  时服从 Gumbel 分布， $k>0$  时服从 Weibull 分布， $k<0$  时服从 Frechet 分布。

GEV 分布参数采用 L 矩参数估计方法计算：

$$\lambda_1 = EX = \int_0^1 x(F)dF \quad (\text{附 4-2})$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{2} E(X_{2,2} - X_{1,2}) = \int_0^1 x(F)(2F-1)dF \quad (\text{附 4-3})$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{3} E(X_{3,3} - 2X_{2,3} + X_{1,2}) = \int_0^1 x(F)(6F^2 - 6F + 1)dF \quad (\text{附 4-4})$$

L 参数估计

$$\lambda_1 = \xi + (a/k)[1 - \Gamma(1+k)] \quad (\text{附 4-5})$$

$$\lambda_2 = (a/k) \Gamma(1+k)(1-2^{-k}) \quad (\text{附 4-6})$$

$$\lambda_3 = (a/k) \Gamma(1+k)(-1+3 \times 2^{-k} - 2 \times 3^{-k}) \quad (\text{附 4-7})$$

GEV 分布参数估计的公式为：

$$k = 7.8590 + 2.9554z^2 \quad (\text{附 4-8})$$

$$z = 2/(3 + \lambda_3/\lambda_2) - \ln 2/\ln 3 \quad (\text{附 4-9})$$

$$a = \lambda_2 k / [(1-2^{-k})\Gamma(1+k)] \quad (\text{附 4-10})$$

$$\xi = \lambda_1 + a[\Gamma(1+k) - 1]/k \quad (\text{附 4-11})$$

GEV 重现期公式为：

$$X_T = \begin{cases} \hat{\xi} + \hat{a}(1 - [-\ln(1-1/T)])^{\hat{k}} / \hat{k}, \hat{k} \neq 0 \\ \hat{\xi} - \hat{a}[-\ln(1-1/T)], \hat{k} = 0 \end{cases} \quad (\text{附 4-12})$$

式中， $X_T$  是重现期， $T$  为重现期。

## A.5 室外空气计算参数

1. 供暖室外计算温度：累年平均每年不保证 5d 的日平均温度；
2. 冬季通风室外计算温度：采用历年最冷月月平均温度的平均值；
3. 冬季空气调节室外计算温度：累年平均每年不保证 1d 的日平均温度；
4. 冬季空气调节室外计算相对湿度：采用历年最冷月月平均相对湿度的平均值；
5. 夏季空气调节室外计算干球温度：采用累年平均每年不保证 50h 的干球 温度；
6. 夏季空气调节室外计算湿球温度：采用累年平均每年不保证 50h 的湿球 温度；
7. 夏季通风室外计算温度：采用历年最热月 14 时平均温度的平均值；
8. 夏季通风室外计算相对湿度：采用历年最热月 14 时平均相对湿度的平均 值；
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；
10. 冬季室外平均风速：采用累年最冷 3 个月各月平均风速的平均值；

11.冬季室外最多风向的平均风速：采用累年最冷3个月最多风向（静风除外）的各月平均风速的平均值；

12.夏季室外平均风速：采用累年最热3个月平均风速的平均值；

13.冬季最多风向及其频率：采用累年最冷3个月的最多风向及其频率；

14.夏季最多风向及其频率：采用累年最热3个月的最多风向及其频率；

15.累年最多风向及其频率：采用累年最多风向及其频率；

16.冬季日照百分率：采用累年最冷3个月各月平均日照百分率的平均值；

17.冬季室外大气压力：采用累年最冷3个月各月平均大气压力的平均值；

18.夏季室外大气压力：采用累年最热3个月各月平均大气压力的平均值；

19.设计技术用供暖期天数：按累年日平均温度稳定地域或等于供暖室外临界温度的总日数确定，临界温度采用5℃；

20.极端最高气温：采用累年极端最高气温；

21.极端最低气温：采用累年极端最低气温；

22.历年极端最高气温平均值：采用历年极端最高气温的平均值；

23.历年极端最低气温平均值：采用历年极端最低气温的平均值；

24.累年最低日平均温度：采用累年日平均温度中的最低值；

25.累年最热月平均相对湿度：采用累年月平均温度最高的月份的平均相对湿度。

## 附录 B 雷电灾害区域评估模型、指标隶属度和权重计算

安徽祁门经济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，最后得出安徽祁门经济开发区雷电灾害风险等级。

## B.1 模糊层次分析法

### B.1.1 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  $(l, m, u)$ 。

### B.1.2 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：

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

### B.1.3 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。

### B.1.4 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 安徽祁门经济开发区雷电灾害区域评估层次结构模型

图 A-1 给出了安徽祁门经济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、建构筑物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。

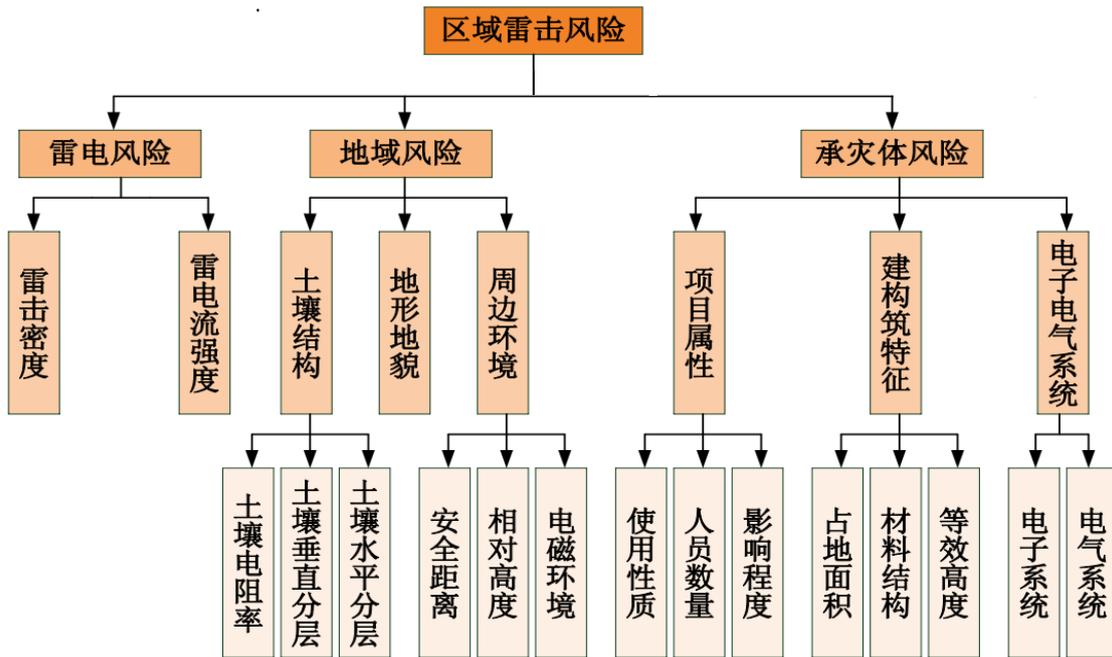


图 A-1 安徽祁门经济开发区雷电灾害区域评估层次结构模型

### B.3 指标隶属度的计算

#### B.3.1 区域雷电风险各指标隶属度

##### B.3.1.1 雷击密度

项目周边地区雷击大地密度为 5.29 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	0	0	1

##### B.3.1.2 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	0.0214	0.2213	0.5173	0.1562	0.0928

#### B.3.2 区域地域风险各指标隶属度

### B.3.2.1 土壤结构

#### B.3.2.1.1 土壤电阻率

根据现场勘测，项目区域内土壤电阻率值为  $38.42 \Omega \cdot m$ ，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.3.2.1.2 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  $\Delta\rho=17.75 \Omega \cdot m$ 。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	0.8500	0.1500

#### B.3.2.1.3 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  $\Delta\rho=26.63 \Omega \cdot m$ 。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	0.1473	0.8527	0

### B.3.2.2 地形地貌

经现场勘察，项目区域内地貌以山地、丘陵为主。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	0	1	0	0

### B.3.2.3 周边环境

#### B.3.2.3.1 安全距离

经现场勘察，开发区内有加油站及加气站易燃易爆场所。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.3.2.3.2 相对高度

经现场勘察，项目区域内的建（构）筑物最高高度基本等于区域外建筑物。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

#### B.3.2.3.3 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 136.05 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  $B_0$ ， $B_0=0.2721/S_a$ （Gs），求出它对该评估区域产生 0.5442Gs 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	0.8848	0.1152	0	0

### B.3.3 区域承灾体风险各指标隶属度

#### B.3.3.1 项目属性

##### B.3.3.1.1 使用性质

该项目属于综合性开发区，安徽祁门经济开发区由龙门坦园、华杨园、绿色产业园、电子产业园和金字牌园五个工业园组成。形成了以芯微电子、新飞电子等企

业为龙头的电子产业集群；以祥源祁红、祁红发展等公司为代表的祁红产业集群；以建兴木制品、佳明木业为主体的林产品精深加工产业集群。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	1	0	0	0

### B.3.3.1.2 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

### B.3.3.1.3 影响程度

该项目区域内有加油、加气站，一旦遭受雷电灾害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

## B.3.3.2 建构筑物特征

### B.3.3.2.1 占地面积

该项目区域区占地规划面积约为 5.3 km<sup>2</sup>。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.3.3.2.2 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

### B.3.3.2.3 等效高度

该项目建（构）筑物的最高高度不超过 60m，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	1	0	0

### B.3.3.3 电子电气系统

#### B.3.3.3.1 电子系统

该项目内多家企业，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	1	0	0	0

#### B.3.3.3.2 电气系统

该项目主要电气系统为企业工控、监控、生产及办公照明用电。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

### B.4.1 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	材料结构>占地面积=等效高度
电子电气系统	电子系统=电气系统

#### B.4.1.1 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	0.8500	0.1500
土壤水平分层	0	0	0.1473	0.8527	0

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	3	3	0.6000
土壤垂直分层	1/3	1	3	0.2000
土壤水平分层	1/3	1/3	1	0.2000
$\lambda_{\max}=3.0$	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，其次土壤垂直分层和土壤水平分层。

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	0.0000	0.0000	0.0300	0.3400	0.6300

#### B.4.1.2 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	0.8848	0.1152	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	2	3	0.1667
相对高度	1/2	1	1/2	0.3333
电磁影响	1/3	2	1	0.5000
$\lambda_{\max}=3.0$	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	0.0000	0.6091	0.3909	0.0000	0.0000

#### B.4.1.3 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	1	0	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
$\lambda_{\max}=3$	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，影响程度的影响权重最小。

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	0.0000	0.4444	0.0000	0.0000	0.5556

#### B.4.1.4 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	1	0	0

结合建构筑隶属度矩阵及相关历史资料，建构筑特征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	2	1	0.2500
材料结构	1/2	1	1/2	0.5000
等效高度	1	2	1	0.2500
$\lambda_{\max}=3$	C.I.=0	C.R.=0<0.1	通过一致性验证	

分析建构筑物特征三个下属指标的隶属度及权重，可知材料结构对建构筑物特征的影响最大，其次是占地面积和等效高度。

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

表 B. 4-13 建构筑物特征隶属度

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
建构筑物特征	0.0000	0.0000	0.2500	0.0000	0.7500

#### B.4.1.5 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	1	0	0	0
电气系统	1	0	0	0	0

结合建构筑物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	1	0.5000
电气系统	1	1	0.5000
$\lambda_{\max} \lambda_{\min} = 2.00$		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，可知电气系统和电子系统对电子电气系统的影响相同。

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	0.5000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000

#### B.4.2 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>建构筑特征=电子电气系统

#### B.4.2.1 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	0	0	1
雷电流强度	0.0124	0.2213	0.5173	0.1562	0.0928

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	1	0.5000
雷电流强度	1	1	0.5000
$\lambda_{\max}=2.00$	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和雷电流强度影响程度相同。

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	0.0062	0.1107	0.2587	0.0781	0.5464

#### B.4.2.2 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。

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	0.0000	0.0000	0.0300	0.3400	0.6300
地形地貌	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
周边环境	0.0000	0.6091	0.3909	0.0000	0.0000

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	0.5479
地形地貌	1/5	1	2/5	0.1096
周边环境	5/8	5/2	1	0.3425
$\lambda_{\max}=3$	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	0.0000	0.2086	0.2599	0.1863	0.3452

### B.4.2.3 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	0.0000	0.4444	0.0000	0.0000	0.5556
建构筑特征	0.0000	0.0000	0.2500	0.0000	0.7500
电子电气系统	0.5000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000

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	0.2500
电子电气系统	1/5	1/3	1	0.2500
$\lambda_{\max}$	$\lambda_{\max}=3$	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，其次是建构筑特征和电子电气系统。

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	0.1250	0.3472	0.0625	0.0000	0.4653

### B.4.3 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	0.0062	0.1107	0.2587	0.0781	0.5464
地域风险	0.0000	0.2086	0.2599	0.1863	0.3452
承灾体风险	0.1250	0.3472	0.0625	0.0000	0.4653

结合区域雷电灾害风险隶属度矩阵及相关历史资料，雷电对区域雷电灾害风险影响最大，其次是承灾体风险，而地域风险的影响最小。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	5/2	5/3	0.5000
地域风险	2/5	1	3/2	0.2000
承灾体风险	3/5	2/3	1	0.3000
$\lambda_{\max}=3.00$	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	0.0406	0.2021	0.2001	0.0763	0.4818

## 祁门经济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10月18日，黄山市气象局在合肥市组织召开《祁门经济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。与会人员包括湖北省气象服务中心、中国科学技术大学、安徽省农村综合经济信息中心、安徽省气候中心、中国气象局政策法规司等单位的代表，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，对祁门经济开发区气象要素、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，搜集整理了祁门经济开发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。

2. 《报告》推算了祁门经济开发区暴雨强度公式、风压、雪压、室外空气计算温度等关键气象参数，开展了雷电灾害风险评估，分析了暴雨、雷暴、大风、积雪、高温、低温、冰雹、雾等高影响天气的气候特征及变化规律，为开发区的规划、建设、运营等不同阶段提出了建议。

3. 《报告》使用资料准确、结构清晰、内容完整、结论可靠、建议合理，可为祁门经济开发区的规划、施工及运营提供科学依据。

与会专家一致同意《报告》通过评审。

评审专家组组长：陈正洪

2021年10月18日