

清远高新区气候可行性论证报告

（审定稿）

广东省气候中心

2021 年 10 月

清远高新区气候可行性论证报告

委 托 单 位： 广东清远高新技术产业开发区管理委员会办公室

承 担 单 位： 广东省气候中心

单位负责人： 张羽（主 任）

项目负责人： 植石群（教 高）

项 目 审 核： 黄浩辉（教 高）

主要参加人员： 陈雯超（高 工）

蒋承霖（高 工）

刘爱君（高 工）

秦 鹏（高 工）

王志春（高 工）

目 录

1 概述.....	1
1.1 工程概况.....	1
1.2 研究主要内容.....	2
2 资料说明.....	3
2.1 资料选定.....	3
2.2 清远国家气象站资料说明.....	4
2.3 自动气象站资料说明.....	5
3 编制依据.....	7
4 工程区域气候特征分析.....	9
4.1 气温.....	9
4.2 气压.....	10
4.3 降水.....	11
4.4 相对湿度.....	11
4.5 风.....	12
4.6 蒸发量.....	16
4.7 日照.....	17
4.8 雷暴.....	18
5 低温、高温灾害分析.....	20
5.1 气温参数.....	20
5.2 低温日数.....	21
5.3 高温日数.....	23
6 暴雨灾害分析.....	24
6.1 降水参数.....	24
6.2 极端降水特征.....	26
6.3 极端降水重现期计算.....	27
7 台风、大风灾害分析.....	31
7.1 大风特性统计.....	31
7.2 工程区域历史台风特性统计.....	32

7.2.1 台风灾害类型及特点.....	32
7.2.2 影响工程区域的台风特征.....	33
8 其他气象灾害分析.....	36
8.1 雾.....	36
8.2 冰雹.....	37
8.3 霜冻.....	38
9 工程气象参数分析.....	39
9.1 设计风速、风压（风荷载）.....	39
9.1.1 参证站最大风速序列.....	40
9.1.2 项目园区代表站年最大风速序列.....	43
9.1.3 工程区域重现期风速、风压.....	47
9.2 暴雨强度公式.....	54
9.2.1 代表站的确定.....	55
9.2.2 资料来源.....	55
9.2.3 暴雨强度公式推算.....	55
9.3 供暖通风空气调节室外设计参数.....	78
9.3.1 分析内容.....	78
9.3.2 分析结果.....	79
10 污染气象条件分析.....	81
10.1 主导风向.....	81
10.2 静风和小风频率.....	84
10.3 污染系数.....	88
10.4 大气稳定度及联合频率.....	90
10.5 混合层高度.....	93
11 气象灾害防御措施与建议.....	94
11.1 暴雨灾害应对措施.....	94
11.2 台风、大风灾害应对措施.....	95
11.3 高温灾害应对措施.....	97
11.4 雷电灾害应对措施.....	98
11.5 政府部门相关应对措施.....	98

11.6 针对园区各产业的气象建议.....	99
12 结论.....	101
12.1 工程区域气候特征.....	101
12.2 高温灾害特征.....	102
12.3 暴雨灾害特征.....	102
12.4 台风、大风灾害特征.....	103
12.5 工程气象参数分析.....	104
12.5.1 设计风速、风压（风荷载）.....	104
12.5.2 暴雨强度公式.....	108
12.5.3 供暖通风空气调节室外设计参数.....	109
12.6 污染气象条件.....	111
12.7 项目气候可行性.....	111
12.8 项目对区域气候环境的影响.....	112
12.9 本报告适用范围说明.....	112

表 格

表 2-1	清远国家气象站历史沿革.....	4
表 2-2	项目园区内自动气象站基本信息.....	6
表 4-1	累年各月气温(单位: °C).....	9
表 4-2	累年各月气压(单位: hPa).....	10
表 4-3	降水量统计表.....	11
表 4-4	累年各月相对湿度(单位: %).	12
表 4-5	累年各月风速和大风日数.....	13
表 4-6	累年各月蒸发量(单位: mm).....	16
表 4-7	累年各月日照时数、日照百分率.....	18
表 4-8	累年各月雷暴日数 (单位: d)	19
表 5-1	累年各月气温(单位: °C).....	20
表 5-2	累年各月低温日数(单位: d).....	21
表 5-3	累年各月高温日数(单位: d).....	23
表 6-1	降水量统计表.....	24
表 6-2	降雨量等级划分.....	25
表 6-3	各级降雨日数 (单位: d)	26
表 6-4	清远各历时最大降水量 (单位: mm)	26
表 6-5	清远各重现期暴雨量 (单位: mm)	27
表 7-1	累年各月风速和大风日数(单位: d).....	31
表 7-2	累年各风向最大风速及出现时间.....	31
表 7-3	累年各方位各等级大风出现频率 (单位: %)	32
表 7-4	影响项目园区的台风强度分类.....	35
表 7-5	影响项目园区的台风月份.....	35
表 8-1	累年能见度要素表 (单位: km)	36
表 8-2	累年各月雾日数 (单位: d)	37
表 8-3	累年各月霜日数 (单位: d)	38
表 9-1	清远国家气象站定时与逐时年最大风速样本相关检验参数.....	41

表 9-2	国家气象站（X）与区域自动站（Y）的强风样本相关检验结果.....	44
表 9-3	项目园区北部不同高度各重现期 10min 平均风速（单位：m/s）	49
表 9-4	项目园区中部不同高度各重现期 10min 平均风速（单位：m/s）	50
表 9-5	项目园区南部不同高度各重现期 10min 平均风速（单位：m/s）	50
表 9-6	项目园区北部不同高度各重现期 3s 阵风风速（单位：m/s）	51
表 9-7	项目园区中部不同高度各重现期 3s 阵风风速（单位：m/s）	51
表 9-8	项目园区南部不同高度各重现期 3s 阵风风速（单位：m/s）	52
表 9-9	项目园区北部不同高度的重现期风压（单位：kN/m ² ）	53
表 9-10	项目园区中部不同高度的重现期风压（单位：kN/m ² ）	53
表 9-11	项目园区南部不同高度的重现期风压（单位：kN/m ² ）	54
表 9-12	清远市区单一重现期暴雨强度公式.....	60
表 9-13	清远市区重现期区间暴雨强度公式.....	62
表 9-14	室外空气计算参数及其统计方法一览表.....	78
表 9-15	项目园区供暖通风空气调节室外设计参数.....	79
表 10-1	G8303 自动气象站累年各月风向频率（单位：%）	81
表 10-2	G8300 自动气象站近 2 年累年各月静风和小风频率(单位：%).....	84
表 10-3	项目园区各风向方位污染系数.....	88
表 10-4	太阳辐射等级数.....	90
表 10-5	Pasquill 法大气稳定度分类方案.....	90
表 10-6	各类大气稳定度频率表_PG 法（单位：%）	91
表 10-7	10m 高度风向、风速和大气稳定度联合频率表（合计）_PG 法（单位： %）	92
表 10-8	广东地区 a ₁ 和 b ₁ 取值.....	93
表 10-9	混合层厚度计算结果（单位：m）	93
表 12-1	清远高新区区域气候特征值.....	101
表 12-2	清远各历时最大降水量（单位：mm）	103
表 12-3	清远各重现期暴雨量（单位：mm）	103
表 12-4	项目园区不同高度的重现期风速（单位：m/s）	105
表 12-5	项目园区不同高度的重现期阵风（单位：m/s）	106

表 12-6	项目园区不同高度的重现期风压（单位： kN/m^2 ）	107
表 12-7	清远市区单一重现期暴雨强度公式.....	108
表 12-8	清远市区重现期区间暴雨强度公式.....	108
表 12-9	项目园区供暖通风空气调节室外设计参数.....	109

插图

图 1-1	清远高新区位置示意图.....	2
图 2-1	气象观测站示意图.....	4
图 4-1	累年各月气温变化图.....	10
图 4-2	累年各月气压变化图.....	11
图 4-3	累年各月相对湿度变化图.....	12
图 4-4	累年各月平均风速变化图.....	13
图 4-5	累年及各月风向玫瑰图.....	16
图 4-6	累年各月蒸发量变化图.....	17
图 4-7	累年各月日照变化图.....	18
图 4-8	累年各月雷暴日数变化图.....	19
图 5-1	累年各月温度变化图.....	21
图 5-2	累年各月低温日数变化图.....	22
图 5-3	累年各月高温日数变化图.....	23
图 6-1	累年各月降水量变化图.....	25
图 6-2	最大 1h 降水量频率曲线拟合图.....	28
图 6-3	最大 2h 降水量频率曲线拟合图.....	28
图 6-4	最大 3h 降水量频率曲线拟合图.....	29
图 6-5	最大 6h 降水量频率曲线拟合图.....	29
图 6-6	最大 12h 降水量频率曲线拟合图.....	30
图 6-7	最大 24h 降水量频率曲线拟合图.....	30
图 7-1	影响项目园区的台风范围图.....	34
图 7-2	每年影响项目园区的台风个数.....	34
图 8-1	累年各月平均能见度图.....	36
图 8-2	累年各月雾日变化图.....	37
图 8-3	累年各月霜日变化图.....	38
图 9-1	气象观测站示意图.....	39
图 9-2	清远国家气象站定时与逐时年最大风速样本相关图.....	41

图 9-3	清远国家气象站历年最大风速直方图.....	43
图 9-4	清远国家气象站与 G8304 区域自动站的强风样本相关图.....	44
图 9-5	清远国家气象站与 G8300 区域自动站的强风样本相关图.....	45
图 9-6	清远国家气象站与 G8303 区域自动站的强风样本相关图.....	45
图 9-7	项目园区北部代表站 G8304 历年最大风速直方图.....	46
图 9-8	项目园区中部代表站 G8300 历年最大风速直方图.....	46
图 9-9	项目园区南部代表站 G8303 历年最大风速直方图.....	46
图 9-10	项目园区北部代表站 G8304 最大风速极值 I 型概率分布曲线拟合图.....	47
图 9-11	项目园区中部代表站 G8300 最大风速极值 I 型概率分布曲线拟合图.....	48
图 9-12	项目园区南部代表站 G8303 最大风速极值 I 型概率分布曲线拟合图.....	48
图 9-13	适线法调整频率曲线.....	59
图 9-14	清远市区暴雨强度曲线图.....	63
图 9-15	清远市区各历时降水量与重现期曲线图.....	64
图 10-1	G8303 气象站累年各月风向玫瑰图.....	84
图 10-2	G8303 自动气象站 0.3-1.0m/s 风速段累年各月风玫瑰图.....	87
图 10-3	全年及各季节污染系数玫瑰图.....	89

1 概述

1.1 工程概况

清远高新区以科技创新和产业发展为核心、高科技制造为基础、城市生活配套为支撑，是功能复合、高效统一的科技新城。清远高新区围绕“创新驱动发展示范区，高质量发展先行区”发展定位，致力于打造园区定位、产业选择、产业发展模式和发展路径上特色鲜明的“创新型特色园区”，重点发展新材料、新能源、装备制造、电子信息、生物医药、现代服务业 5 大主导产业。

广东清远高新技术产业开发区总体规划范围分为三部分：北部片区、东部片区和西部片区。本次评估的园区位于北部片区和东部片区。其中，北部片区东至广清大道、西至城西大道、南至大燕河，北至湖城大道；东部片区东南至清远行政边界，西至广清高速及京广铁路，北至在建佛清从高速。

本次特定区域气候可行性论证评估实施范围为：清远高新开发区内新建和尚未建成的八个工业园区，共计约 82.477km²。



图 1-1 清远高新区位置示意图

1.2 研究主要内容

清远高新区地处广东中北部，珠江三角洲北部，南岭山脉以南，是台风、雷电、暴雨、强对流等气象灾害事件高发区，而台风、雷电、暴雨、强对流等是项目园区十分敏感和关注的自然因素，这些特有的气象因素将严重影响园区的规划、施工及建成后的安全运营。同时随着全球气候变化的加剧，极端天气气候事件、特别是严重影响人们生命财产安全的危险天气如百年一遇的特大暴雨、百年一遇的最大风速等频率和强度都将越来越高，这些灾害一旦发生，其可能造成的危害和损失则往往是极其惨重的。因此必须高度重视，做好项目园区前期设计、建设及运行的气候可行性论证工作，分析和评估该地区气候灾害的类型、规模及危害程度，对气候环境的优劣作出评价，为项目的设计和建设提供防灾减灾依据。

2 资料说明

2.1 资料选定

清远国家气象站位于清远高新区北部片区北面约 9km，位于东部片区西北偏北约 15km，是距离项目最近的具有长期气象观测资料的国家地面气象观测站，气象站与高新区之间无山体阻挡，地理环境及城镇化程度接近，平均气候状况相似，从气候成因和气候影响机理角度来看，两地处于同一气候区，因此清远国家气象站能够较好地反映项目园区的气候情况，可作为本项目的参证气象站。

G8304、G8300 和 G8303 区域自动气象站分别位于项目园区的北部、中部和南部，具有短期的气象观测资料，对项目园区的气象条件有较好的代表性，可作为项目园区的代表站。

各气象站与项目园区的相对位置见图 2-1。

清远国家气象站及 G8304、G8300 和 G8303 区域自动气象站的观测仪器设备的选用、选型和历史资料均经过气象主管部门严格、规范的审核和通过了有资质机构的检定，其可靠性可以满足相关规范和项目分析要求。



图 2-1 气象观测站示意图

2.2 清远国家气象站资料说明

清远国家地面气象观测站建于 1957 年 1 月 1 日，位于清远县龙塘区新庄乡大沙塘村，1958 年 12 月 26 日迁到清远县附城，1995 年 1 月 1 日迁到清远市小市 20 号区半环北路，2010 年 1 月 1 日迁到清远市清城区东城街办大塍村企迎岭至今。其历史沿革见表 2-1。

表 2-1 清远国家气象站历史沿革

时间	纬度 N	经度 E	海拔 m	风仪高度 m	地址	环境
19570101-19571231	23° 36′	113° 04′	11.9	13.2 12.9	清远县龙塘区新庄乡大沙塘村	乡村
19580101-19581225	23° 36′	113° 04′	11.9	13.6	清远县龙塘乡大沙塘	乡村
19581226-19601231	23° 43′	113° 01′	11.9	13.1	清远县附城	郊外
19610101-19610331	23° 43′	113° 01′	11.9	13.6	清远县城	郊外

19610401- 19610531	23° 43′	113° 01′	11.9	13.6	清远城郊	郊外
19610601- 19640131	23° 43′	113° 01′	11.9	13.6 12.2 11.4	清城北郊	郊外
19640201- 19640930	23° 43′	113° 01′	11.9	11.4	清城北郊第一中学西面	郊外
19641001- 19651231	23° 43′	113° 01′	11.9	11.4	清城北郊清一中学西侧	郊外
19660101- 19880630	23° 43′	113° 01′	11.9	11.4 10.7	清城北郊清一中学西面	郊外
19880701- 19891231	23° 43′	113° 01′	11.9	10.7	清远市北郊清远中学西侧	郊外
19900101- 19941231	23° 43′	113° 01′	11.9	10.7	清远市城区松岗路五号(清远 中学西侧)	郊外
19950101- 19960731	23° 40′	113° 03′	19.4	10.7	清远市小市 20 号区半环北路	市区
19960801- 20091231	23° 40′	113° 03′	19.4	11.0	清远市小市半环北路	市区
20100101 至今	23° 09′	113° 01′	79.2	11.0	清远市清城区东城街办大塍 村企迎岭	城郊

清远国家气象站采用的测风仪先后有维尔德测风器(重型)、维尔德测风器(轻型)、EL 型电接风向风速计、风杯式遥测风向风速传感器(EL15-1C)等, 1957-1960 年、1972-1979 年为定时(4 次/d)观测, 1961-1971 年为定时(3 次/d)观测, 1980 年至今为逐时(24 次/d)观测。其记录方式: 定时测风记录为正点前 2 分钟平均风速、最多风向, 最大值取自 3 次或 4 次观测值; 逐时测风记录为正点前 10 分钟平均风速和最多风向, 最大值从每个 10 分钟平均风速中选出。

清远国家气象站的观测资料时段为 1957 年 1 月~2020 年 12 月, 观测要素为逐时记录的气温、风向、风速、降水、气压、相对湿度、蒸发量、日照、能见度等。

2.3 自动气象站资料说明

项目园区内自动气象站基本信息如表 2-2 所示。

表 2-2 项目园区内自动气象站基本信息

站名	经度	纬度	建站年份	海拔	备注
G8304	113° 30′	23° 40′	2011 年 5 月	19.4m	省级区域自动气象站
G8300	113° 4′	23° 37′	2007 年 12 月	14.0m	省级区域自动气象站
G8303	113° 9′	23° 33′	2010 年 3 月	85.0m	省级区域自动气象站

G8304自动气象站的观测资料时段为2011年7月~2020年12月，观测要素为逐时记录的气温、风向、风速和降水。

G8300自动气象站的观测资料时段为2008年12月~2020年12月，观测要素为逐时记录的气温、风向、风速和降水。

G8303自动气象站的观测资料时段为2010年3月~2020年12月，观测要素为逐时记录的气温、风向、风速。

3 个自动气象站周边均以乡村用地为主，气象站按相关标准规范建设，观测环境良好，测风代表高度均为距地面 10m。

3 编制依据

应遵循的法规、条例、导则和规定包括但不限于：

- (1) 中华人民共和国气象法，中国法制出版社，2016 年 11 月；
- (2) 气候可行性论证管理办法，中国气象局令第 18 号，2008 年 12 月；
- (3) 气象灾害防御条例，国务院令第 570 号，2010 年 4 月；
- (4) 广东省气象灾害防御条例，广东省人大第 27 号，2015 年 3 月；
- (5) 广东省工程建设项目区域评估操作规程，粤自然资函〔2019〕2284 号；
- (6) 广东省工程建设项目区域评估工作指引，粤自然资函〔2019〕1931 号；
- (7) 广东省各类主要灾害性天气标准，气象出版社，1984 年；
- (8) 气象资料的整理和统计办法，气象出版社，1984 年 7 月；
- (9) 工程抗风设计计算手册，建筑工业出版社，1998 年 8 月；
- (10) GB/T 35221~35237—2017 地面气象观测规范；
- (11) GB 50009—2012 建筑结构荷载规范；
- (12) GB50014—2016 室外排水设计规范；
- (13) GB 50135—2006 高耸结构设计规范；
- (14) JTG/T 3360-01-2018 公路桥梁抗风设计规范；
- (15) GB 50057-2010 建筑物防雷设计规范；
- (16) QX/T 85-2018 雷电灾害风险评估技术规范；
- (17) QX/T 118-2010 地面气象观测资料质量控制；

- (18) QX/T 405-2017 雷电灾害风险区划技术指南；
- (19) QX/T 423-2018 气候可行性论证规范 报告编制；
- (20) QX/T 426-2018 气候可行性论证规范 资料收集；
- (21) QX/T 436-2018 气候可行性论证规范 抗风参数计算；
- (22) QX/T 449-2018 气候可行性论证规范 现场观测；
- (23) QX/T 452-2018 基本气象资料和产品提供规范；
- (24) QX/T 453-2018 基本气象资料和产品使用规范；
- (25) QX/T 457-2018 气候可行性论证规范 气象观测资料加工处理；
- (26) QX/T 469-2018 气候可行性论证规范 总则；
- (27) JTS 144-1-2010 港口工程荷载规范；
- (28) GB50028-2006 城镇燃气设计规范 ；
- (29) GB 50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范；
- (30) QX/T 441-2018 城市内涝风险普查技术规范；
- (31) GB/T 37529—2019 城市总体规划气候可行性论证技术；
- (32) 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）。

4 工程区域气候特征分析

根据项目参证气象站—清远国家气象站的历史观测资料,统计分析工程区域的气压、相对湿度、蒸发、日照、雾、冰雹、霜冻、雷暴日、风、能见度等要素的气候特征。

4.1 气温

空气温度是表示空气冷热程度的物理量,简称气温。

累年平均气温 21.8℃,最热月 7 月平均气温 28.8℃,最冷月 1 月平均气温 12.9℃,年平均最高气温 26.1℃,年平均最低气温 18.7℃,见表 4-1。

表 4-1 累年各月气温(单位:℃)

月份 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温	12.9	14.2	17.3	21.8	25.5	27.5	28.8	28.7	27.3	23.9	19.3	14.7	21.8
平均最高气温	17.4	18.1	20.8	25.2	29.4	31.5	33.2	33.1	31.8	28.6	24.3	19.8	26.1
平均最低气温	9.7	11.4	14.8	19.2	22.7	24.8	25.7	25.5	24.0	20.4	15.6	11.1	18.7

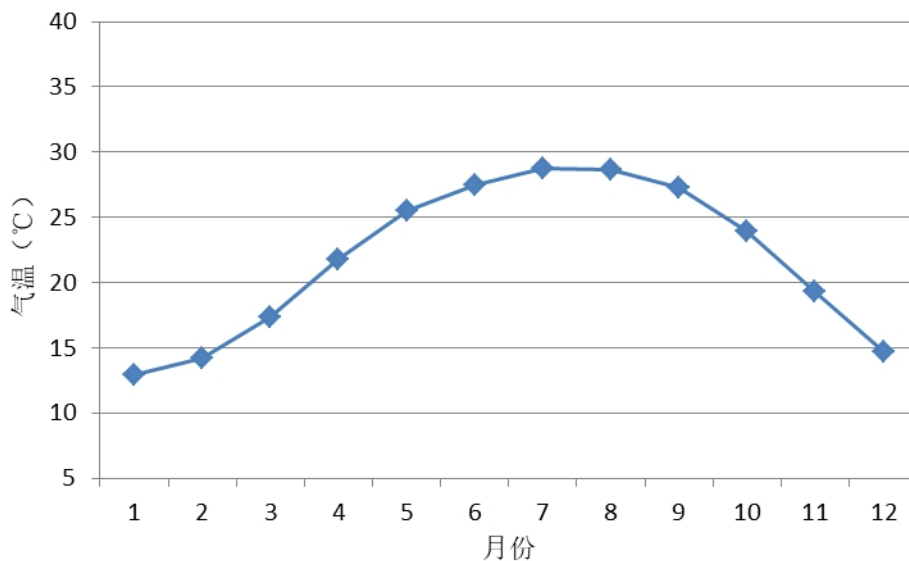


图 4-1 累年各月气温变化图

4.2 气压

气压，即大气的压强。通常用单位横截面积上所承受的垂直气柱的重量表示。

累年平均气压为 1004.1hPa，平均气压以 12 月最高，7、8 月最低。极端最高气压 1026.4hPa(1999 年 12 月 22 日)，最低气压 974.6hPa(2001 年 7 月 6 日)。见表 4-2。

表 4-2 累年各月气压(单位：hPa)

月份 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气压	1011.9	1010.1	1007.2	1003.7	999.8	996.6	996.0	996.0	1000.2	1005.8	1009.6	1012.1	1004.1
极端最高气压	1026.1	1026	1026	1020.9	1012.5	1006.8	1005.3	1006	1011.3	1019.4	1024.2	1026.4	1026.4
极端最低气压	998.2	993.8	992.3	990.3	987.0	980.0	974.6	980.1	984.2	992.1	994.8	999.2	974.6

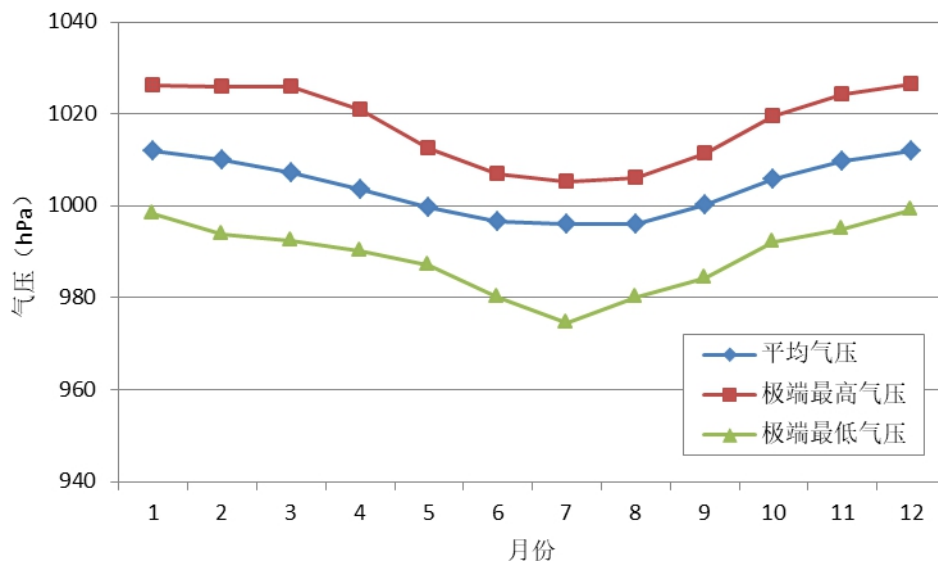


图 4-2 累年各月气压变化图

4.3 降水

降水指从天空降落到地面上的液体或固态（经融化后）的水。

累年平均降水量为 2136.5mm，年降水量最小的年份为 1424.4mm（2011 年），最大的年份可达 3089.6mm（1983 年）。年内雨水主要集中在汛期（4~9 月），占全年雨量的 80%；冬半年(10~翌年 3 月)降水只占全年的 20%。见表 4-3。

表 4-3 降水量统计表

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均降水量(mm)	56.7	74.6	137.8	242.3	395.9	393.1	266.4	255.5	156.1	74.5	47.0	36.6	2136.5

4.4 相对湿度

相对湿度是空气中实际水汽压与当时气温下的饱和水汽压之比。

单位为百分比（%）。

累年平均相对湿度 77%，但湿度的季节变化明显，在春夏季高湿

季节，相对湿度时常可达 100%，但在冬季干燥季节，极端最小相对湿度只有 10%（2009 年 1 月 14 日和 2010 年 12 月 27 日）；最热月 7 月 14 时累年平均相对湿度为 68%。见表 4-4。

表 4-4 累年各月相对湿度(单位：%)

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均相对湿度	72	77	81	83	83	84	81	80	76	70	67	67	77
最小相对湿度	10	12	12	16	16	20	27	32	18	16	12	10	10
14 时相对湿度	59	67	73	74	72	73	68	67	63	56	53	52	-

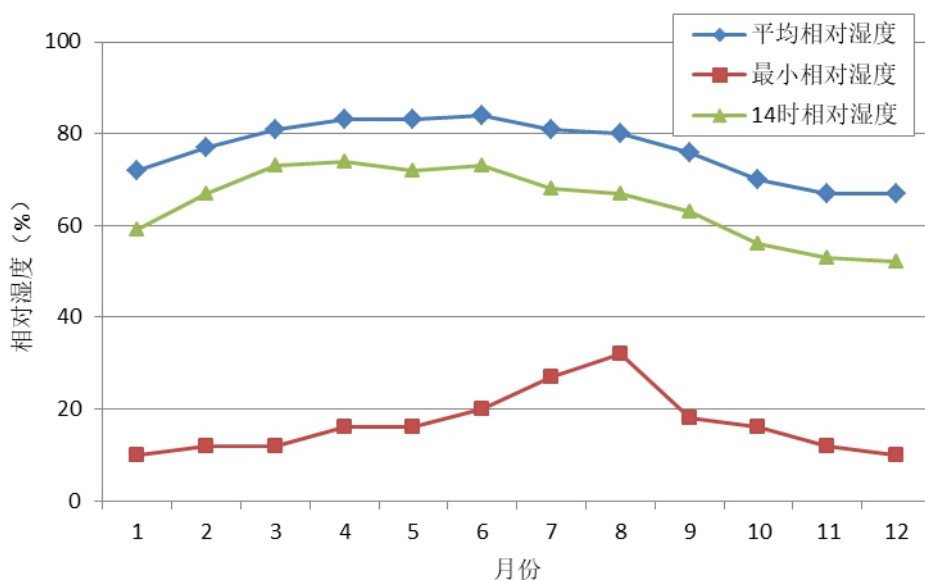


图 4-3 累年各月相对湿度变化图

4.5 风

风速是指空气相对于地球某一固定地点的运动速率，常用单位是 m/s。风向是指风吹来的方向，常用单位是方位或度（°）。

累年平均风速为 2.2m/s，以秋、冬季大，春、夏季小（见表 4-5）。最大风速为 23.3m/s，出现在 NE 方向，极大风速为 36.5，出现在 WNW

方位。

表 4-5 累年各月风速和大风日数

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均风速 (m/s)	2.5	2.3	2.0	1.8	1.8	1.9	2.0	1.9	2.1	2.5	2.6	2.7	2.2
最大风速 (m/s)	15.4	14.2	17.2	20.3	17.6	16.3	19.2	20	23.3	18.1	13.5	14.2	23.3
最大风速对应的 风向	NE	NNE	NW	NNW	WNW	WSW	N	N	NE	NE	NNE	NE	NE
极大风速 (m/s)	26.7	20.3	26.1	31.1	36.5	27.2	31	29.2	33.3	25.6	20	21.2	36.5
极大风速对应的 风向	NE	NNE	NW	NW	WNW	SSW	N	N	NE	NNE	NNE	NNE	WNW

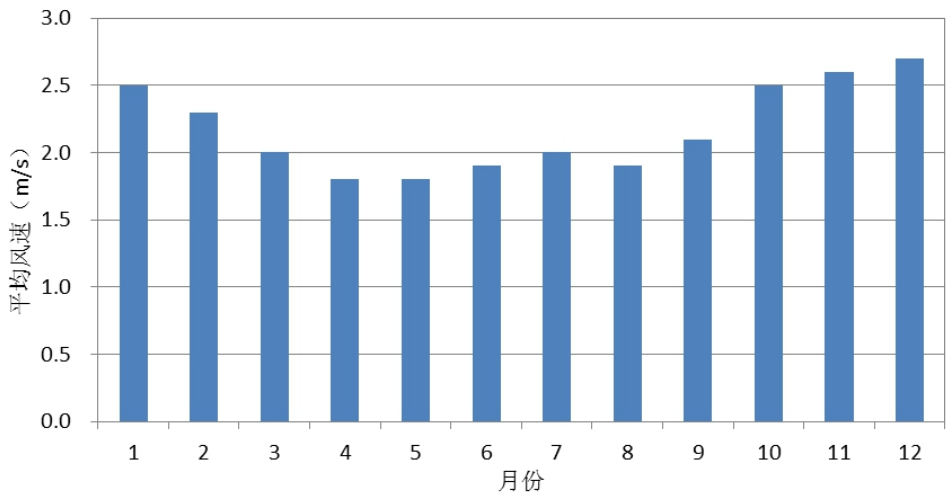
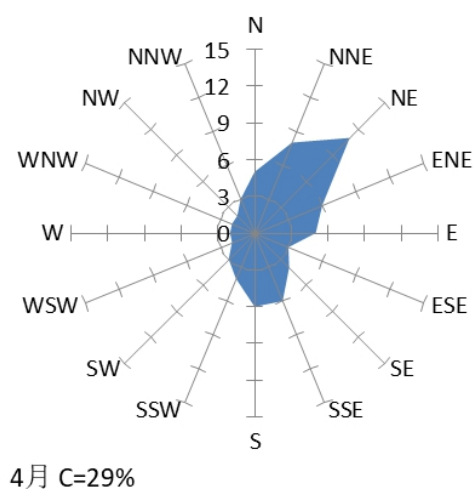
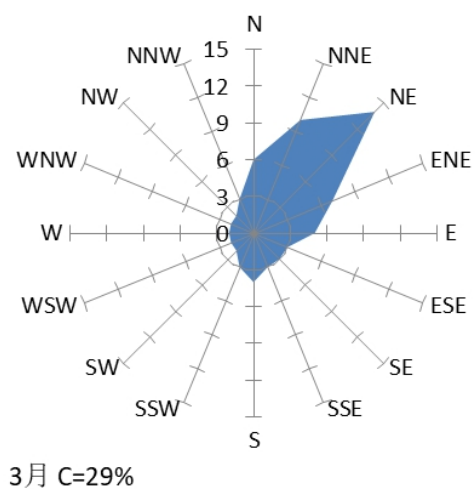
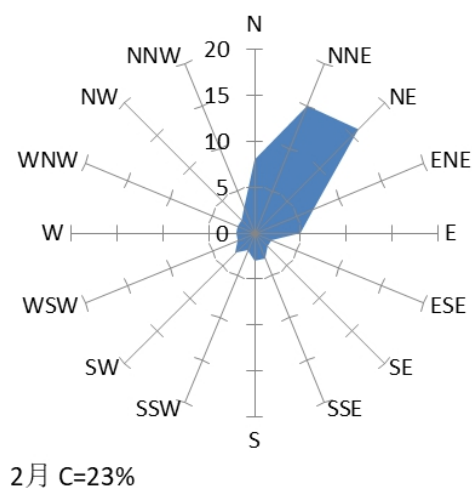
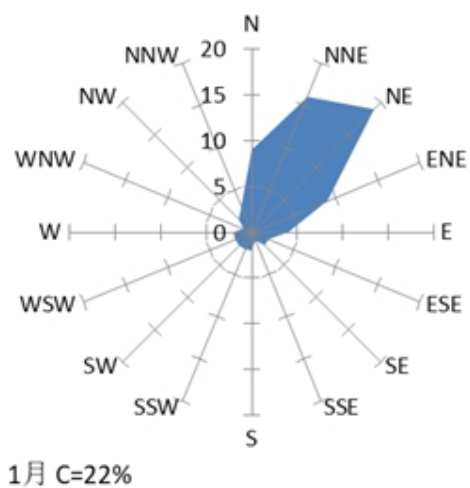
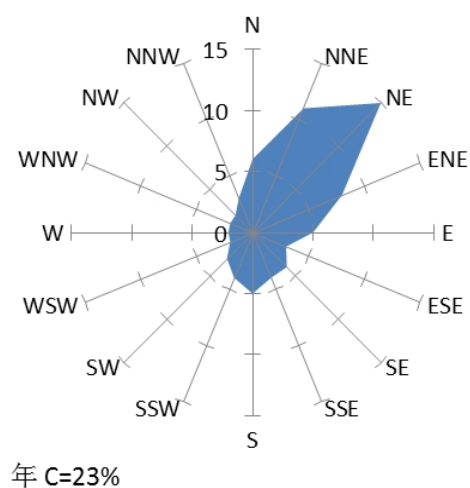
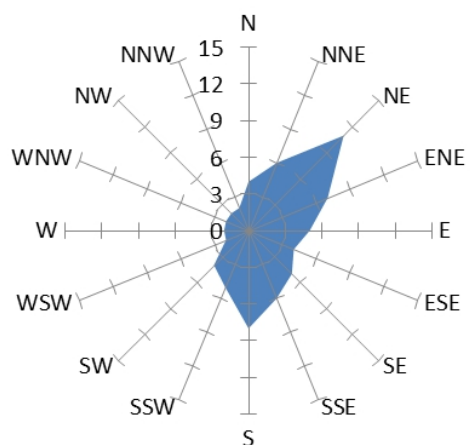


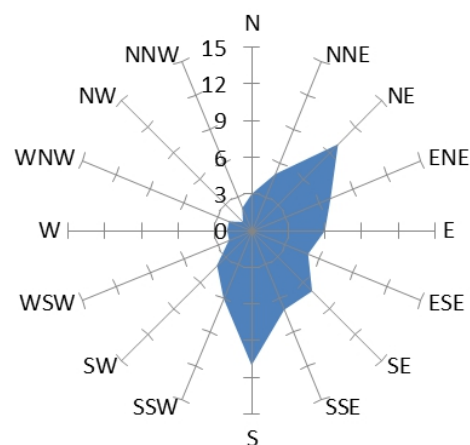
图 4-4 累年各月平均风速变化图

累年平均主导风向以东北风为主,9 月到次年 3 月以东北风为主,4 月开始偏南风逐渐增加,6、7 月主要为东北风和南风,8 月开始偏南风逐渐减少。

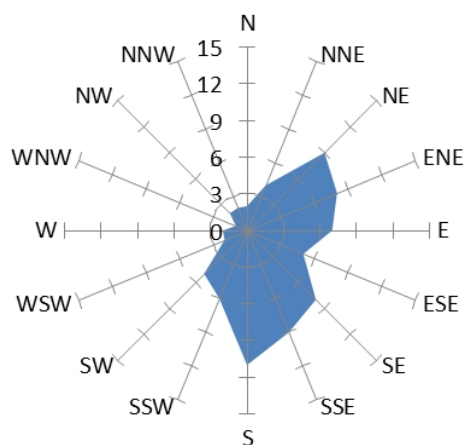




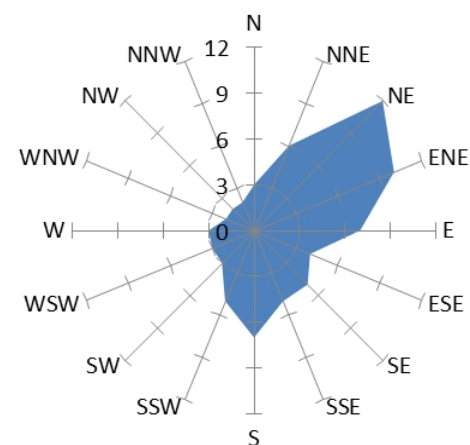
5月 C=24%



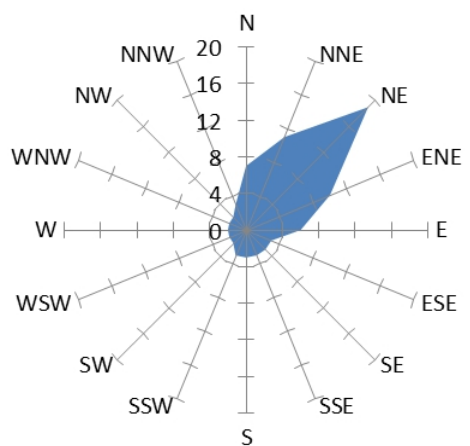
6月 C=22%



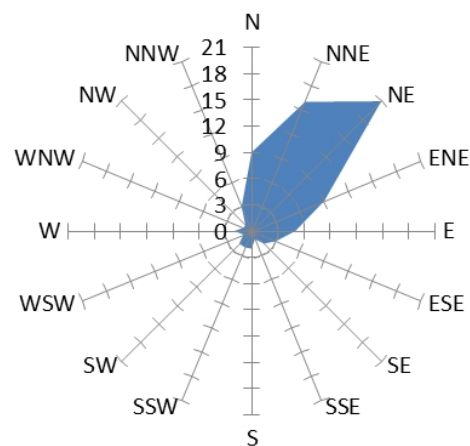
7月 C=17%



8月 C=21%



9月 C=20%



10月 C=20%

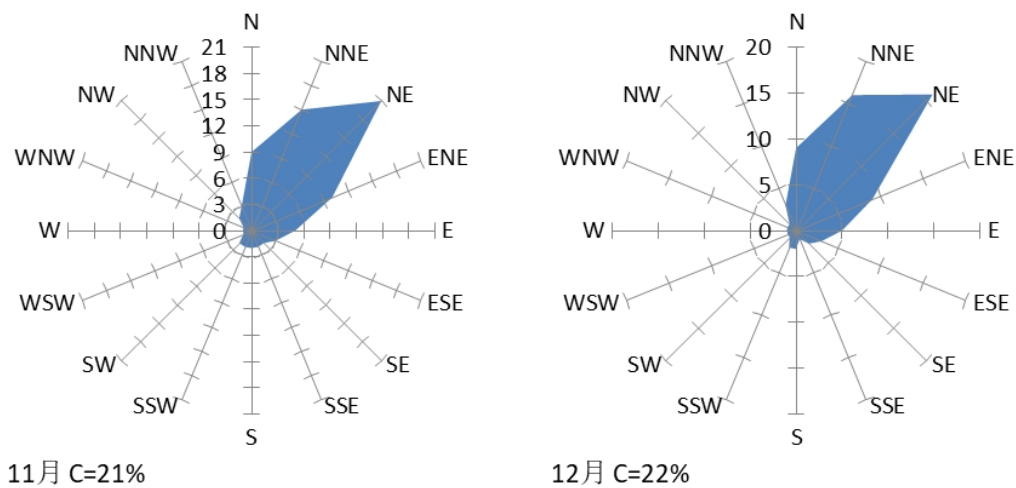


图 4-5 累年及各月风向玫瑰图

4.6 蒸发量

蒸发是液态或固态物质转变为气态的过程。气象学上主要指液态或固态水转变为水汽。蒸发量是在一定时段内，水由液态或固态变为气态的量。

累年平均蒸发量为 1653.2mm，7 月蒸发量最多，平均为 197.5mm，2 月蒸发量最少，为 75.2mm。年蒸发量最少的年份为 1027.8mm（2018 年），最大的年份为 2040.5mm（2011 年）。

表 4-6 累年各月蒸发量(单位：mm)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均蒸发量	91.2	75.2	80.2	98.7	139.2	156.4	197.5	192.2	187.4	179.2	137.9	112.7	1653.2

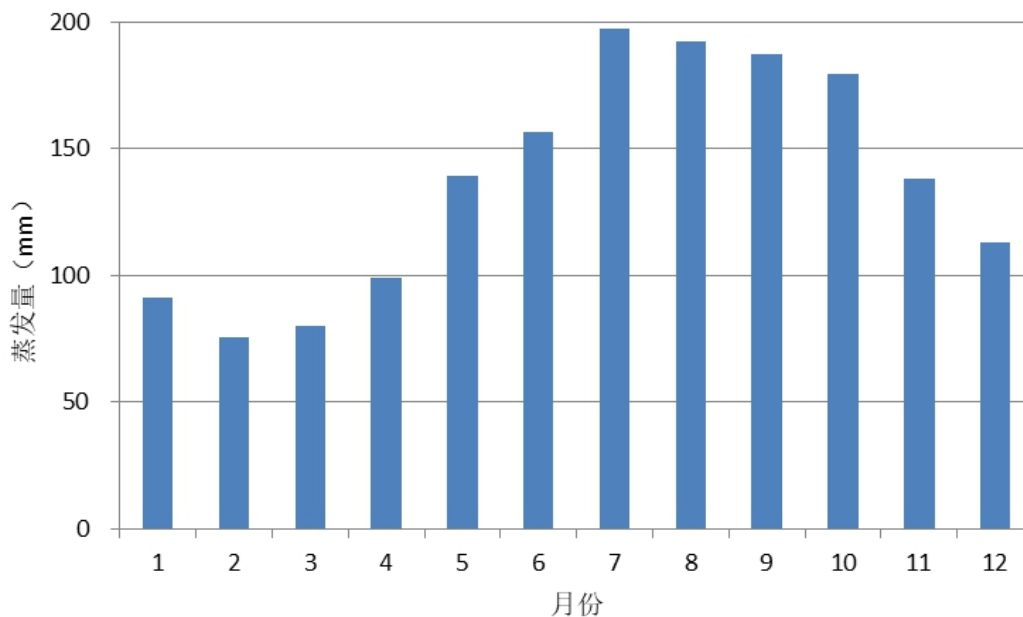


图 4-6 累年各月蒸发量变化图

4.7 日照

日照时数是太阳在一地实际照射的时数。在给定时间，日照时数定义为太阳直接辐照度达到或超过 $120\text{W}/\text{m}^2$ 的各段时间总和。日照时数也称实照时数，即每日实际存在符合日照定义时段的总和，单位为小时（h）。

日照百分率（%），即实际日照时间与可能日照时间（全天无云时应有的日照时数）之比。它表明了气候条件（主要是云、雨、雾、尘、沙等）减少了多少日照时间。

累年平均日照时数为 1677.1h，年内各月除 2-4 月日照时数低于 100h，其余月份日照时数均超 100h；累年平均日照百分率为 38%。（见表 4-7）

表 4-7 累年各月日照时数、日照百分率

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
日照时数(h)	111.7	71.8	60.1	66.4	108	132	203.2	199.3	196.6	196.8	172.7	158.5	1677.1
日照百分率(%)	33	22	16	17	26	33	49	50	54	55	53	48	38

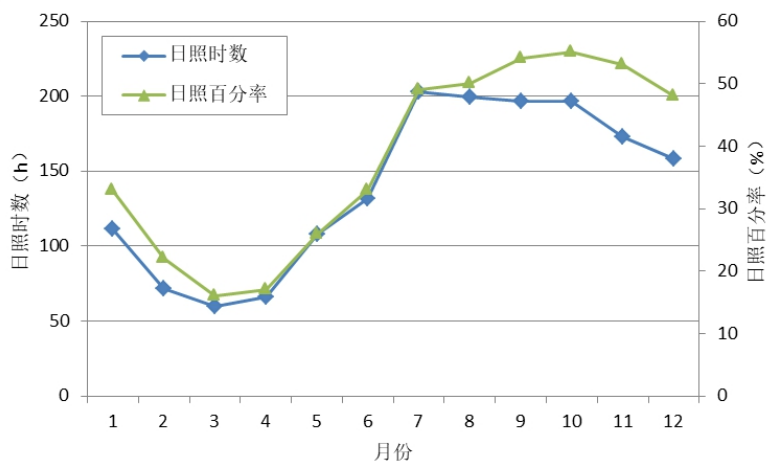


图 4-7 累年各月日照变化图

4.8 雷暴

雷暴为积雨云云中、云间或云地之间产生的放电现象。表现为闪电兼有雷声，有时亦可只闻雷声而不见闪电。雷暴日是指某地区一年中有雷电放电的天数，一天中只要听到一次以上的雷声就算一个雷暴日。

累年平均雷暴日数为 79.7d，年最多雷暴日有 120d；雷暴天气主要集中在 4-9 月，约占全年的 89.7%，10 月至翌年 3 月较少出现雷暴天气。

表 4-8 累年各月雷暴日数（单位：d）

项目\月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均雷暴日	0.2	1.2	4.4	8	11.6	14.6	14.8	14.9	7.6	1.9	0.4	0.1	79.7
最多雷暴日	2	13	14	17	23	25	26	26	17	7	5	3	120

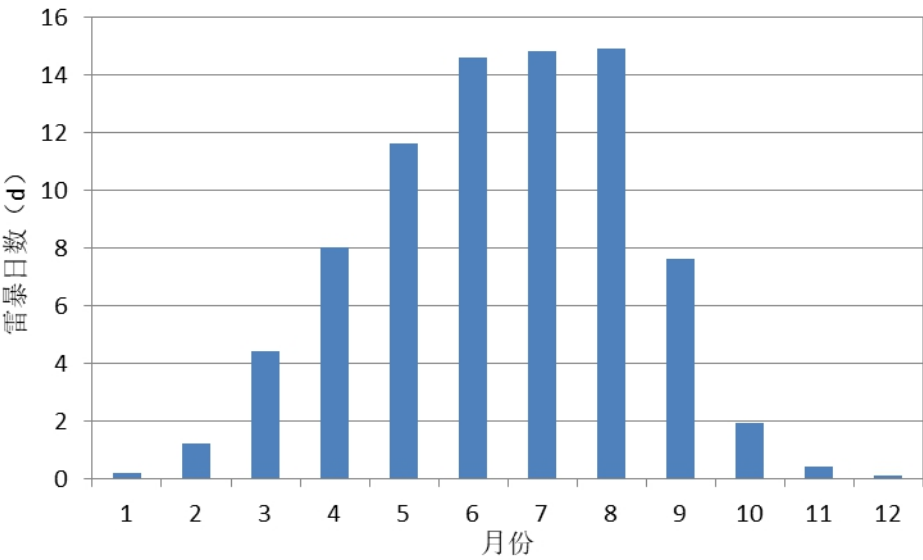


图 4-8 累年各月雷暴日数变化图

5 低温、高温灾害分析

根据项目参证气象站—清远国家气象站的历史观测资料, 进行分析。

5.1 气温参数

累年平均气温 21.8℃, 最热月 7 月平均气温 28.8℃, 最冷月 1 月平均气温 12.9℃, 极端最高气温 39.0℃ (2008 年 7 月 28 日), 极端最低气温-0.6℃ (1957 年 2 月 11 日); 年平均最高气温 26.1℃, 年平均最低气温 18.7℃, 见表 5-1。

表 5-1 累年各月气温(单位: °C)

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温	12.9	14.2	17.3	21.8	25.5	27.5	28.8	28.7	27.3	23.9	19.3	14.7	21.8
极端最高气温	28.6	30.0	33.4	34	35.9	38.1	39.0	38.7	38.2	36.4	33.2	29.1	39.0
极端最低气温	0.0	-0.6	2.8	7.6	13.9	18.3	21.4	19.9	14.2	8.5	3.2	1.0	-0.6
平均最高气温	17.4	18.1	20.8	25.2	29.4	31.5	33.2	33.1	31.8	28.6	24.3	19.8	26.1
平均最低气温	9.7	11.4	14.8	19.2	22.7	24.8	25.7	25.5	24.0	20.4	15.6	11.1	18.7

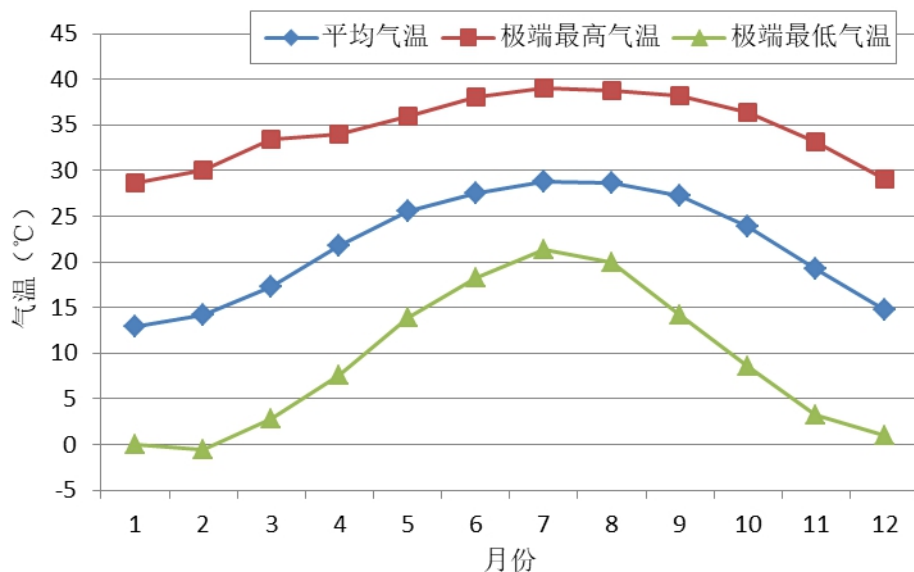


图 5-1 累年各月温度变化图

5.2 低温日数

在冷空气影响下，日最低气温出现 5℃或以下，称为低温。出现低温的日数称为低温日数。

累年平均低温日数为 7.3d，低温天气主要出现在 11 月-3 月，1 月最多，占总量的 47.4%，低温日数最长持续日数为 9d (出现在 1971 年 1 月 5 日至 1971 年 1 月 13 日)。

表 5-2 累年各月低温日数(单位：d)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
项目													
平均日最低气温 ≤5℃日数	3.5	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.9	7.3

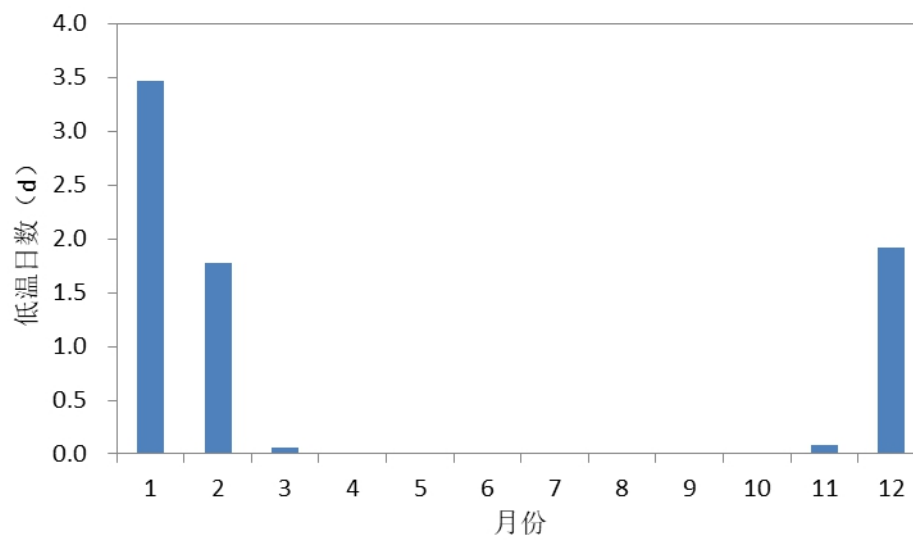


图 5-2 累年各月低温日数变化图

5.3 高温日数

气象站日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 时，即为高温天气。

累年平均日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数为 16.1d，高温天气主要出现在 6-9 月，7、8 月最多，占总量的 77.6%，日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的最长持续日数为 19d(出现在 2020 年 7 月 12 日至 2020 年 7 月 30 日)。

表 5-3 累年各月高温日数(单位：d)

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数	0	0	0	0	0.2	1.5	6.3	6.2	1.8	0.1	0	0	16.1

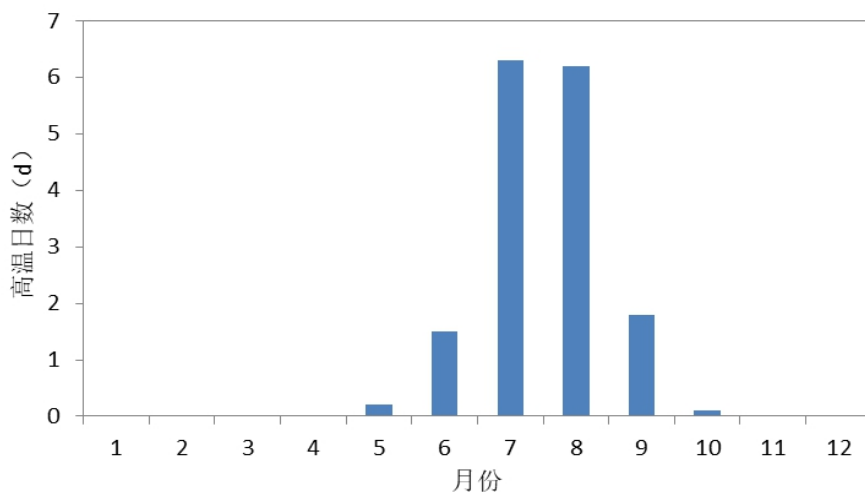


图 5-3 累年各月高温日数变化图

受西太平洋副热带高压控制或受台风外围下沉气流的影响，是出现高温的主要原因，在受持续高温影响下，各种管道、容器、连接阀门等部位持续承受高压，一旦因保养不善出现薄弱环节，高温使空调、电风扇、冰箱等用电量增加，电气设备线路超负荷运转，容易发生短路烧毁电机着火，要提高安全用电意识。

6 暴雨灾害分析

在全球变暖的大背景下，极端天气气候事件发生的频率不断增加。近年来，我国极端强降水天气事件频发，每年因强降水天气造成的经济损失与人员伤亡正呈现逐年增加的趋势。

根据项目参证气象站—清远国家气象站的历史观测资料，进行分析。

6.1 降水参数

受南方暖湿气流和西南季风影响，区域雨水充沛。累年平均降水量为 2136.5mm，年降水量最小的年份为 1424.4mm（2011 年），最大的年份可达 3089.6mm（1983 年）。年内雨水主要集中在汛期（4～9 月），占全年雨量的 80%；冬半年（10～翌年 3 月）降水只占全年的 20%。见表 6-1。

日最大降水量为 640.6mm，出现在 1982 年 5 月 12 日。最大连续降水量为 830mm，出现在 1982 年 5 月 9-14 日。最长连续降水日数为 30d，出现在 1975 年 4 月 24 日至 5 月 23 日。

表 6-1 降水量统计表

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均降水量(mm)	56.7	74.6	137.8	242.3	395.9	393.1	266.4	255.5	156.1	74.5	47.0	36.6	2136.5
日最大降水量(mm)	111.0	105.9	108.5	207.7	640.6	278.0	274.4	138.5	190.7	199.2	96.7	87.3	640.6
最大连续降水量(mm)	240.6	268.8	354.8	479.6	830	595.7	640.3	445.4	436.2	294.6	159.1	185.1	830.0
最长连续降水日数(d)	14	24	29	28	30	23	24	18	13	12	10	15	30

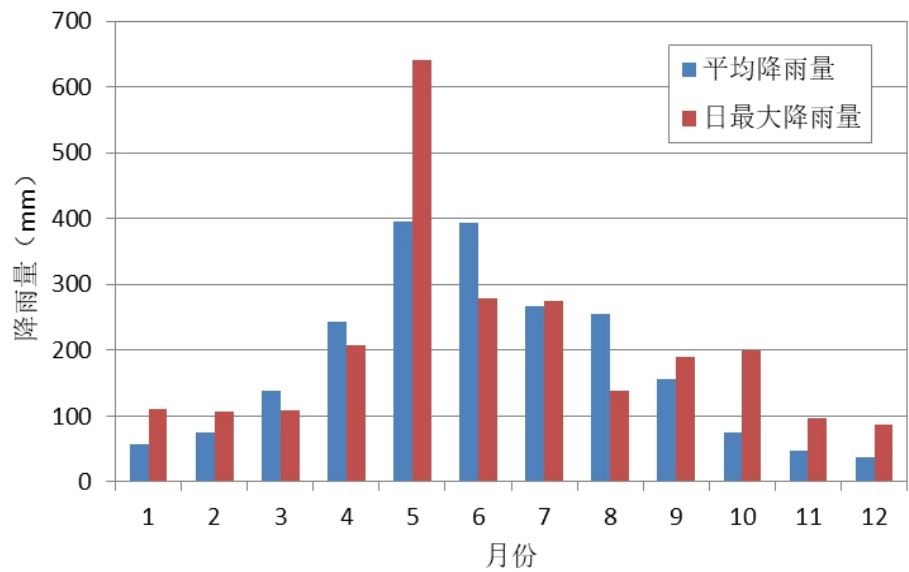


图 6-1 累年各月降水量变化图

根据《降水量等级》（GB/T 28592—2012），24 小时降雨量共划分为 7 个等级（见表 6-2），包括微量降雨（零星小雨）、小雨、中雨、大雨、暴雨、大暴雨、特大暴雨。累年平均降水日数为 167.6d，其中暴雨日数为 7.7d，大暴雨日数为 1.5d，特大暴雨日数为 0.1d（见表 6-2）。

表 6-2 降雨量等级划分

等级	雨量（mm）
微量降雨（零星小雨）	<0.1
小雨	0.1—9.9
中雨	10.0—24.9
大雨	25.0—49.9
暴雨	50.0—99.9
大暴雨	100.0—249.9
特大暴雨	≥250.0

表 6-3 各级降雨日数（单位：d）

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
小雨日数	8.0	10.7	14.1	12.2	11.4	10.2	10.3	10.4	8.1	4.5	5.1	5.3	110.4
中雨日数	1.1	1.9	2.9	3.4	4.2	4.8	4.0	3.4	2.5	1.2	0.9	0.9	31.0
大雨日数	0.4	0.4	1.1	2.1	2.8	3.4	2.2	2.5	1.1	0.5	0.3	0.2	16.9
暴雨日数	0.1	0.1	0.4	0.8	1.8	1.7	1.0	0.9	0.5	0.3	0.2	0.0	7.7
大暴雨日数	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	1.5
特大暴雨日数	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

6.2 极端降水特征

降水历时是指一次降水过程中从某一时刻到另一时刻经历的降水时间称为降水历时。短时强降水是指短时间内降水强度大，其降水量达到或超过某一量值的天气现象，是短时强对流天气的一种，容易引发内涝的主要灾害性天气。

各历时的平均最大降水量和最大降水量极值详见表 6-4。其中，1h、2h、3h、6h、12h 和 24h 对应的极端强降水平均值在 66.1mm～164.1mm 之间，最大值在 154.8mm～646.7mm 之间。

表 6-4 清远各历时最大降水量（单位：mm）

项目 \ 历时	5min	10min	15min	30min	45min	1h	2h	3h	6h	12h	24h
平均最大降水量	15.0	24.3	31.2	47.0	58.4	66.1	84.0	93.0	118.7	140.6	164.1
最大降水量极值	29.7	50.0	55.5	91.1	119.0	154.8	264.7	344.3	532.8	592.1	646.7

6.3 极端降水重现期计算

基于项目园区参证站——清远国家气象站各历时最大降水量的历史资料序列，采用皮尔逊III型分布法，计算得到 10、20、30、50、100、200 年一遇的暴雨量，计算结果显示 1h、2h、3h、6h、12h、24h 的 50 年一遇降水量分别为 132.3mm、192.2mm、223.6mm、316.4mm、361.6mm、429.5mm，100 年一遇降水量分别为 150.0mm、223.1mm、260.4mm、372.3mm、424.7mm、504.1mm，见表 6-5。

表 6-5 清远各重现期暴雨量（单位：mm）

项目 \ 重现期（年）	10	20	30	50	100	200
1h 降水量	93.0	109.7	119.7	132.3	150.0	167.4
2h 降水量	124.0	152.7	170.1	192.2	223.1	254.3
3h 降水量	142.3	176.5	197.2	223.6	260.4	297.6
6h 降水量	193.0	244.9	276.4	316.4	372.3	428.8
12h 降水量	222.2	280.9	316.4	361.6	424.7	488.6
24h 降水量	264.7	334.1	376.1	429.5	504.1	579.6

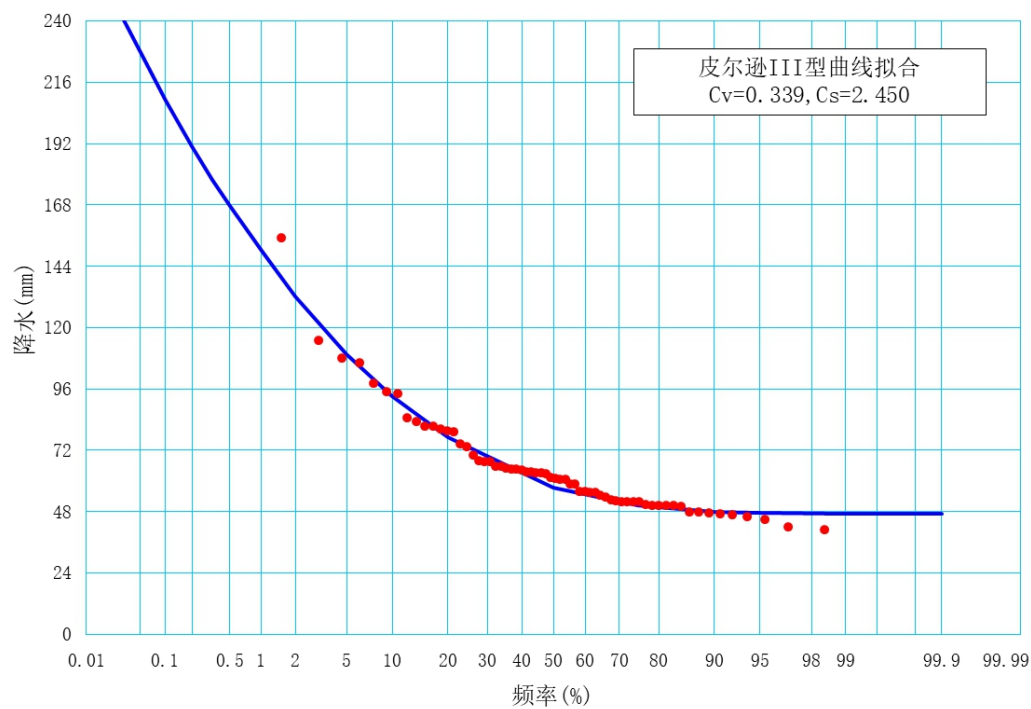


图 6-2 最大 1h 降水量频率曲线拟合图

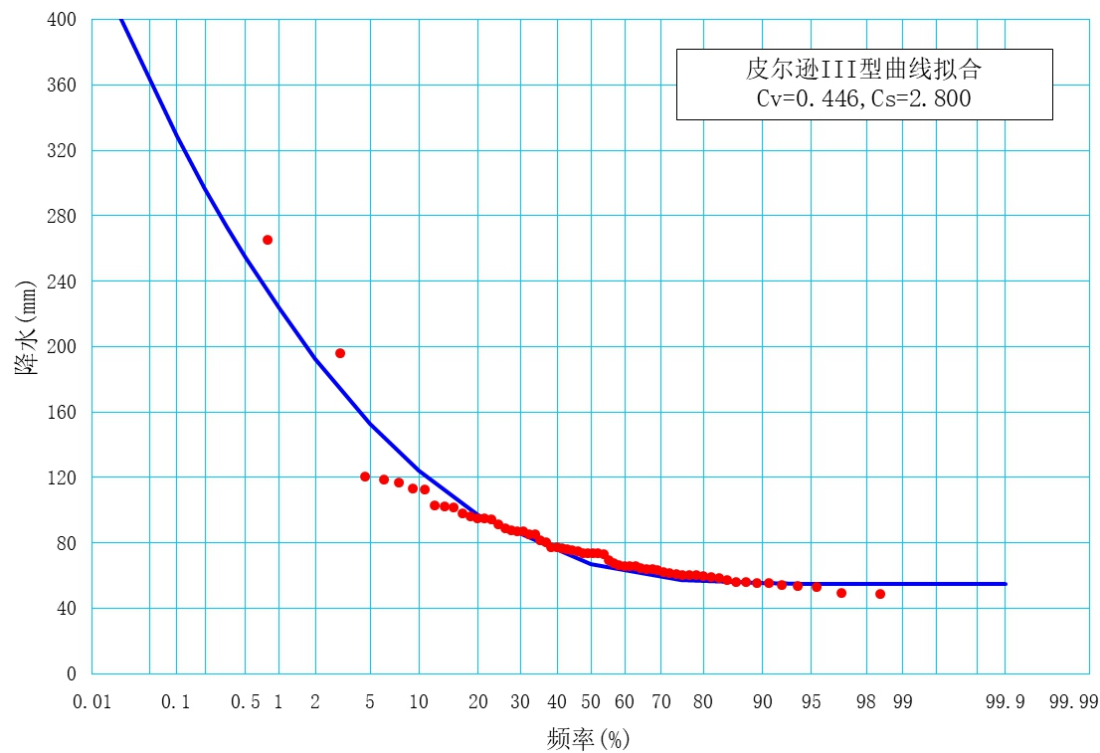


图 6-3 最大 2h 降水量频率曲线拟合图

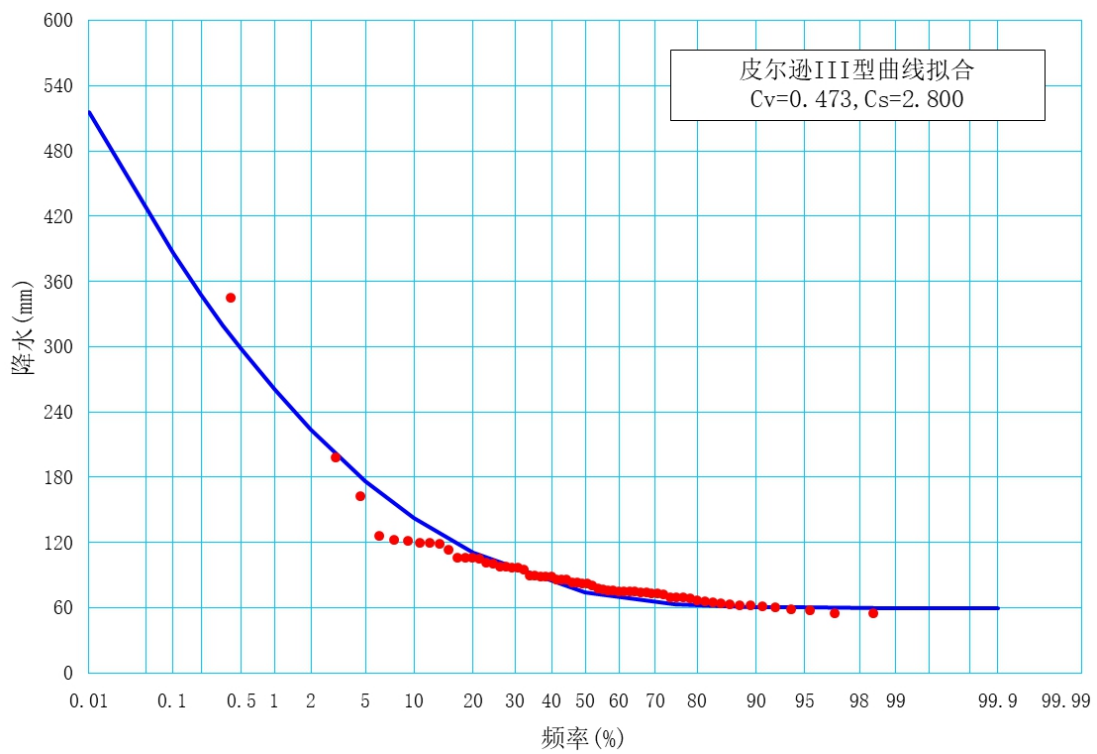


图 6-4 最大 3h 降水量频率曲线拟合图

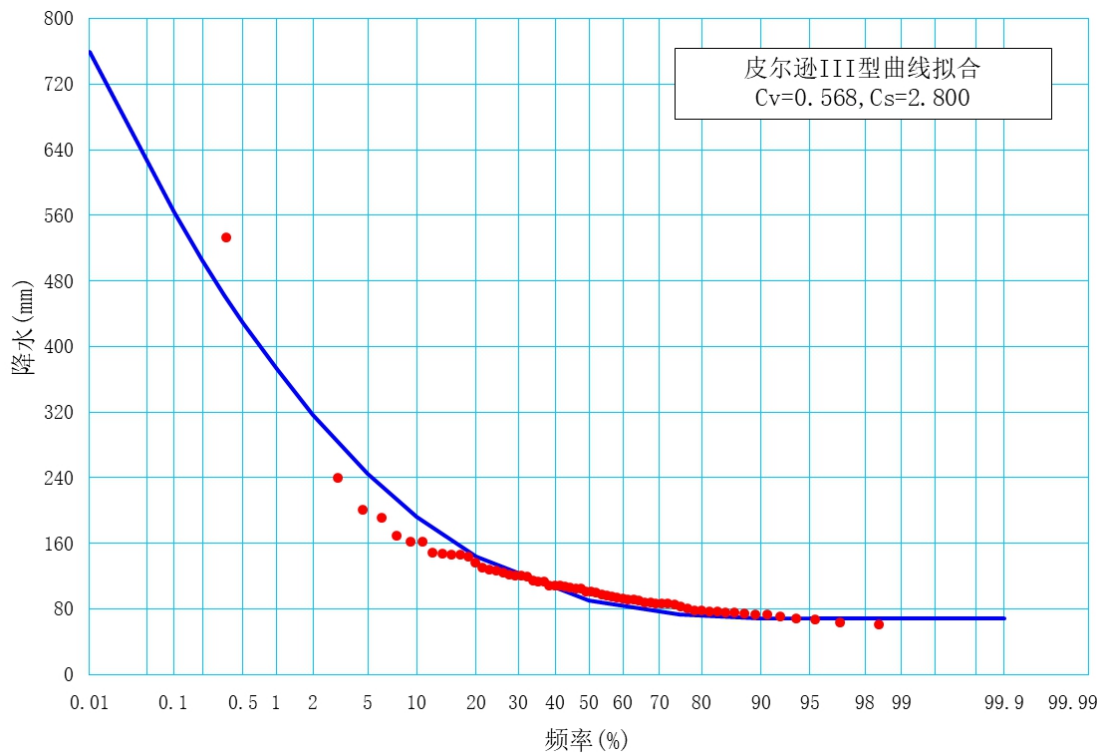


图 6-5 最大 6h 降水量频率曲线拟合图

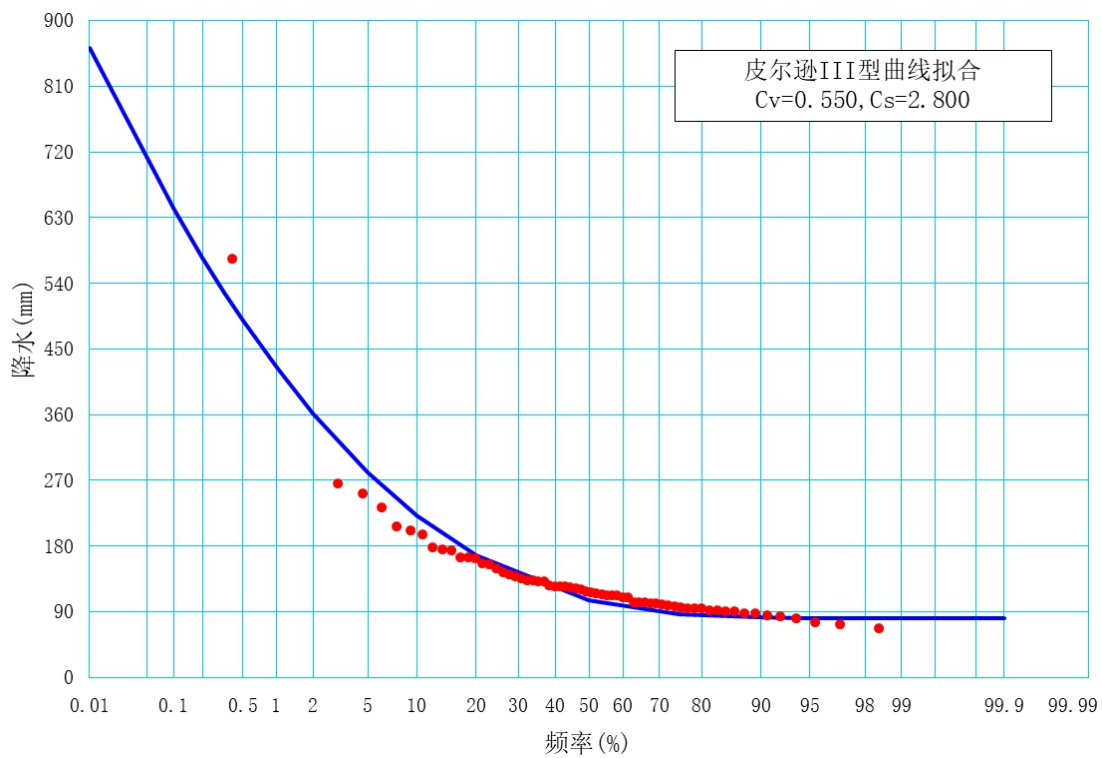


图 6-6 最大 12h 降水量频率曲线拟合图

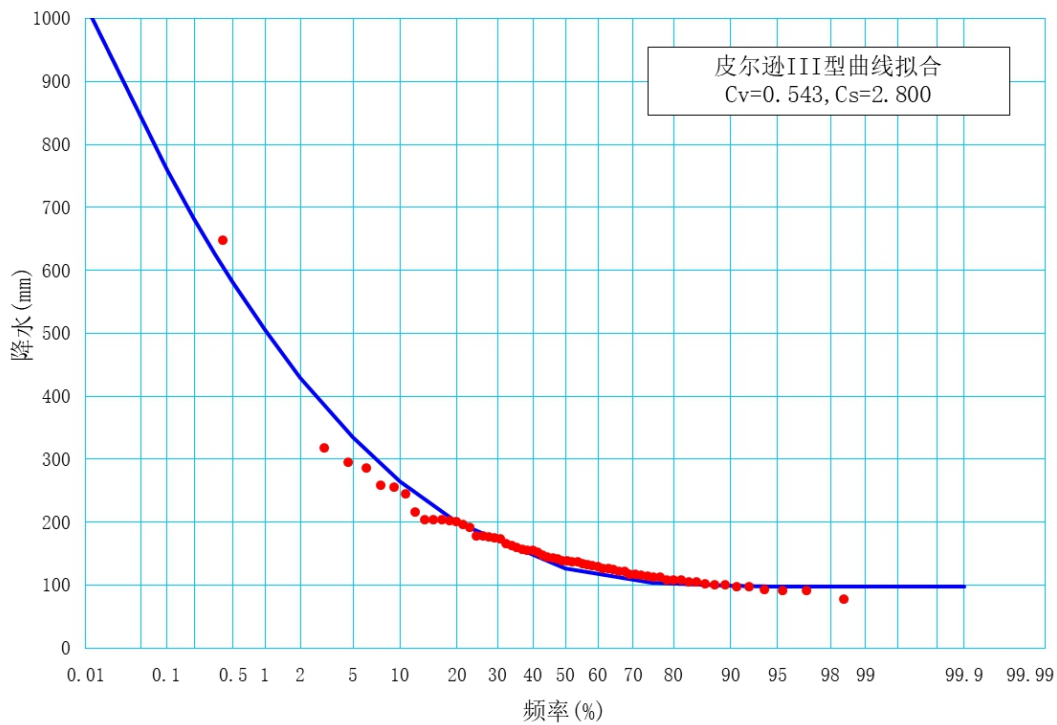


图 6-7 最大 24h 降水量频率曲线拟合图

大暴雨可造成项目园区积水，引起电路、水泵等工业设施发生故

障，威胁生产安全；同时，垃圾污水和残留污染物等容易随雨水扩散甚至进入周边排水管道等，造成环境污染事故。项目园区拟建项目须充分考虑暴雨对排水和防污的影响。

7 台风、大风灾害分析

7.1 大风特性统计

根据项目参证气象站—清远国家气象站的历史观测资料进行统计分析。

大风指瞬时风速达到或超过17.2m/s（或目测估计风力达到或超过8级）的风。出现大风现象的天气即称为大风天气。累年年平均大风日数为12.6d。

表 7-1 累年各月风速和大风日数(单位：d)

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
大风日数	0.6	0.4	0.8	0.7	1.4	1.5	2.2	1.2	1.0	0.6	0.6	1.5	12.6

累年各风向最大风速见表 7-2。从表 7-3 可见，6-8 级大风主要出现在北到东北方向，无 10 级以上大风。

表 7-2 累年各风向最大风速及出现时间

项目 \ 风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
最大风速 (m/s)	20	19.5	23.3	13.4	15.2	13.9	11.7	15.4	16.1	15.4	17	16.3	15.6	17.6	19.3	20.3
最大风速 出现时间	2016 -08	2009 -08	2018 -09	2018 -09	2014 -07	2008 -08	2017 -06	2017 -07	2014 -08	2010 -07	1999 -07	2007 -06	2013 -05	2012 -05	2012 -04	2016 -04

表 7-3 累年各方位各等级大风出现频率（单位：%）

风向 大风等级	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
6 级 (10.8-13.8m/s)	9.9	36.8	39.4	2.1	0.5	0.6	1.1	2.1	3.5	1.0	0.3	0.2	0.2	0.4	0.5	1.4
7 级 (13.9-17.1m/s)	9.6	38.8	38.2	2.1	0.4	0.4	1.1	2.1	2.5	1.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.9
8 级 (17.2-20.7m/s)	7.5	31.8	37.4	0.6	0.6	0.8	1.1	2.8	4.5	3.4	0.6	0.6	0.0	2.8	2.8	2.8
9 级 (20.8-24.4m/s)	7.8	23.5	27.5	3.9	0.0	0.0	0.0	2.0	7.8	3.9	2.0	3.9	3.9	3.9	0.0	9.8
10 级 (24.5-28.4m/s)	9.1	27.3	36.4	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	13.6	4.5	0.0
11 级 (28.5-32.6m/s)	22.2	0.0	44.4	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	11.1
12 级 (32.7-36.9m/s)	0.0	0.0	100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

7.2 工程区域历史台风特性统计

7.2.1 台风灾害类型及特点

热带气旋是生成于热带或副热带洋面上，具有有组织的对流和确定的气旋性环流的非锋面性涡旋的统称，包括热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风。我国习惯上把热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风统称为台风，常伴有大风、暴雨等，是一种破坏性极强的灾害性天气系统。一个发展成熟的台风，圆形涡旋半径一般为 500 km~1000 km，高度可达 15 km~20 km。有研究表明，台风最大风速半径（台风最大风速处距其中心距离）约为 15—90km，台风发展过程中最大风速半径会不断变化，不同特性、强度的台风，其最大风速半径也会有所不同。

受台风影响的地区会出现气压低、风力大、降水强等天气特征，

并经常引起大风、暴雨、风暴潮和局部强对流等灾害性天气。除了单个台风对广东的影响外，天气图上还常可见到热带气旋与低压槽、切变线或冷空气共同作用，造成广东出现大风暴雨等灾害性天气，有时还可见到双台风对广东的共同影响。此外，台风的天气影响还包括其外围下沉气流的增温作用附加在夏秋季副热带高压控制下的高温炎热天气上，可造成广东出现大范围的高温酷热天气。除了以上主要灾害类型外，台风登陆后还会因为以上灾害而引发其它一些次生灾害。由于其连锁效应还常常形成灾害链，构成群发性灾害，台风暴雨可以引起洪水、洪涝，进而引发泥石流、滑坡、山崩和灾害性水土流失等次生灾害。

7.2.2 影响工程区域的台风特征

根据历史资料，参考《核电厂设计基准热带气旋》(HAD101 / 11) 建议的研究范围，以项目园区为中心，300km 为半径的圆形区域作为台风影响评估区域，凡中心经过评估区域的台风均可能对项目园区造成较大影响（图 7-1）。在 1949 年至 2020 年的 72 年间，在这个区域经过的热带气旋共有 204 个，年平均 2.8 个，其中热带风暴有 23 个，占 11.3%；强热带风暴有 58 个，占 28.4%；台风有 60 个，占 29.4%；强台风有 25 个，占 12.3%；超强台风有 38 个，占 18.6%。每年热带气旋个数见图 7-2，最多的一年是 1961 年，有 8 个热带气旋经过此范围。

广东沿海的台风季为每年的 4~11 月份，进入评估区域内的台风样本主要集中在 6~10 月份，台风频率达到了总数的 94.6%。按广东

前后汛期时间划分，前汛期（4~6 月）的台风频率占 14.7%，后汛期（7~9 月）的台风频率为 74.0%。表 7-5 给出累年平均各月的热带气旋个数。

登陆时间最早的台风是 2008 年 4 月 19 日在阳东登陆的 0801 号台风，登陆时间最迟的台风是 1974 年 12 月 2 日在台山登陆的 7427 号台风。



图 7-1 影响项目园区的台风范围图

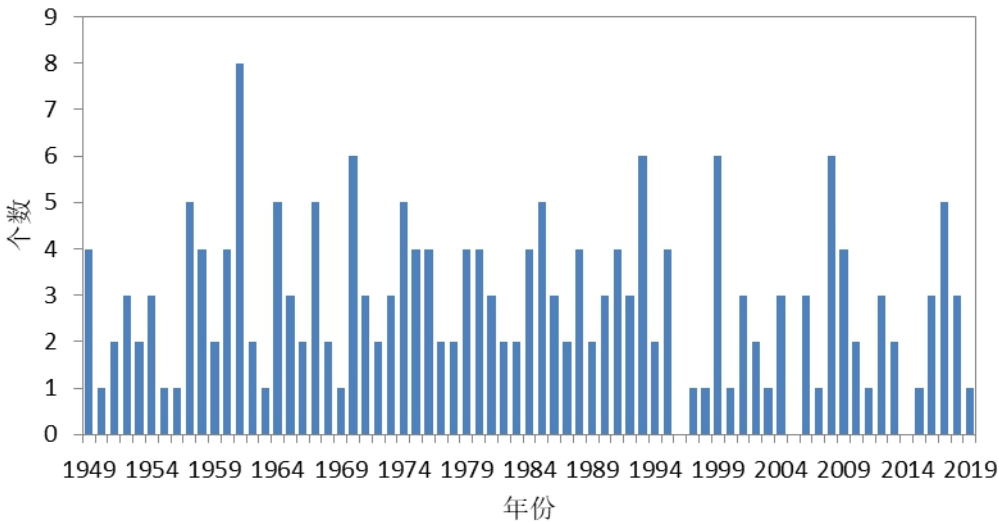


图 7-2 每年影响项目园区的台风个数

表 7-4 影响项目园区的台风强度分类

热带气旋等级	热带风暴	强热带风暴	台风	强台风	超强台风
次数	23	58	60	25	38
比例 (%)	11.3	28.4	29.4	12.3	18.6

表 7-5 影响项目园区的台风月份

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
次数	0	0	0	1	5	24	42	59	50	18	4	1	204

项目园区为台风灾害多发地区，建议项目园区范围项目工程及配套附属设施的抗风设计除按国家相关规范进行设计和建设外，加强台风灾前建筑工地等重要风险源检查。在台风过境时，要提前停止户外作业，拆除建筑工地的高空危险物，避免被台风吹落砸伤砸死行人。同时，应安排建筑工人及时撤离简易工棚，转移到安全场所避风。要最大限度地避免因台风倒损建筑设施所造成的人员伤亡。特别要重视对危旧住房、厂房、工棚、围墙、临时建筑、在建工程、市政公用设施、游乐设施、各类吊机、施工电梯、脚手架、电线杆、树木、广告牌、铁塔等风险点的防台措施。

8 其他气象灾害分析

8.1 雾

能见度是指视力正常的人，在当时天气条件下，能够从天空背景中看到和辨认出目标物（黑色、大小适度）的最大水平距离。

累年年平均能见度10.4km，月平均最高能见度20.4km，月平均最低能见度3.5km，秋季能见度较高，春季能见度较低。详见表8-1和图4-10。

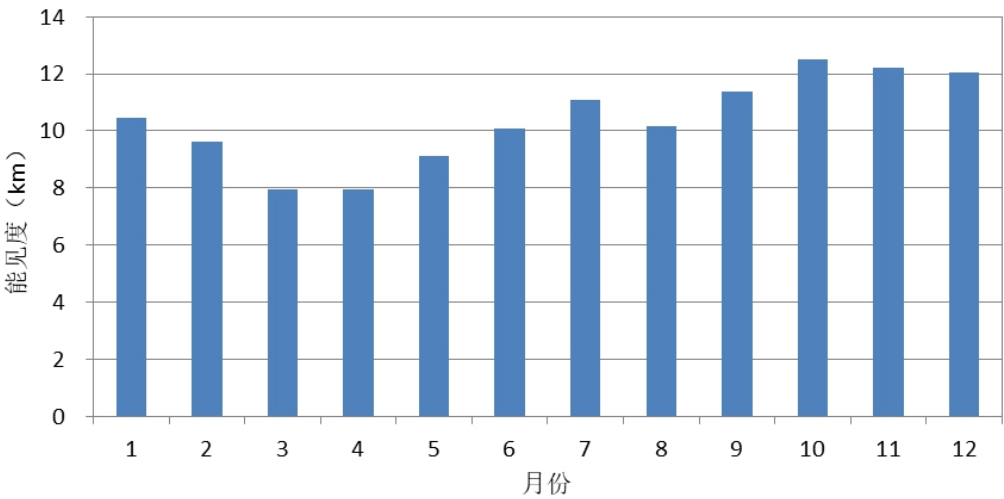


图 8-1 累年各月平均能见度图

表 8-1 累年能见度要素表（单位：km）

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均能见度	10.4	9.6	8.0	8.0	9.1	10.1	11.1	10.2	11.4	12.5	12.2	12.1	10.4
平均最高能见度	19.8	20.4	19.4	18.7	21.0	19.1	20.1	19.0	20.4	22.5	22.3	22.0	20.4
平均最低能见度	2.5	1.4	0.9	1.4	3.1	4.6	5.1	4.8	5.0	4.8	4.3	3.9	3.5
极端最高能见度	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
极端最低能见度	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1

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1.0km的天气现象。

累年平均雾日为8.6d，年最多雾日有53d，最少为0d；雾日主要集中在1-4月，约占全年的77.9%，年内7-8月较少出现浓雾天气；最长持续时间49.2小时，出现在1969年1月18日8时00分至1月20日9时12分。

表 8-2 累年各月雾日数（单位：d）

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均雾日	0.9	1.3	2.7	1.8	0.5	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	8.6
最多雾日	7	6	12	15	7	7	3	2	3	3	3	3	53

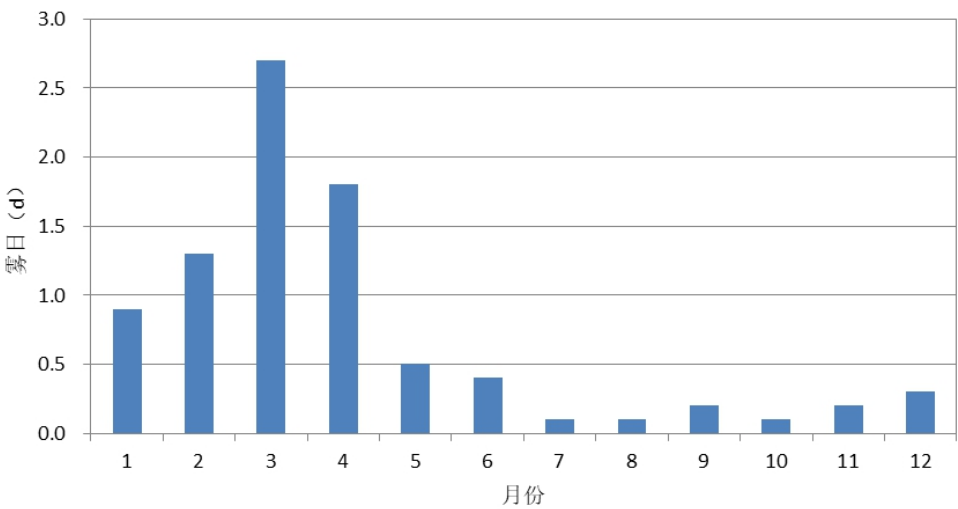


图 8-2 累年各月雾日变化图

8.2 冰雹

冰雹是坚硬的球状、锥状或形状不规则的固态降水，雹核一般不透明，外面包有透明的冰层，或由透明的冰层与不透明的冰层相间组成。大小差异大，大的直径可达数十毫米。常伴随雷暴出现。

项目园区冰雹天气出现较少，历史上只出现过六次，分别在 1959 年 2 月、1978 年 4 月、1980 年 3 月、1981 年 3 月、1997 年 4 月、2007 年 4 月。

8.3 霜冻

霜是水汽在地面及近地面物体上凝华而成的白色松脆的冰晶；或由露冻结而成的冰珠，易在晴朗风小的夜间生成。

累年平均霜日为 2.8d，年最多霜日有 17d，最少为 0d；霜冻天气主要集中出现在 11-2 月，其它月较少出现霜冻天气。

表 8-3 累年各月霜日数（单位：d）

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均霜日	1.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.1	2.8
最多霜日	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2	9	17

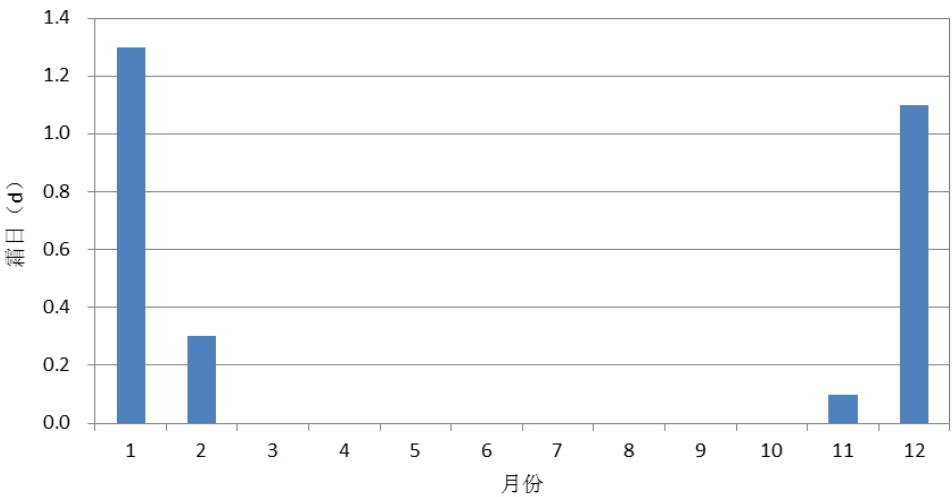


图 8-3 累年各月霜日变化图

根据项目需求，基于项目园区代表站—G8304、G8300 和 G8303 区域自动气象站与项目参证气象站—清远国家气象站的观测资料，采用《建筑结构荷载规范》推荐的极值 I 型概率分布函数，在同步观测资料相关分析的基础上，推算项目园区的重现期风速，然后根据相应的地表粗糙度系数将重现期风速、风压推算到工程项目建筑物各关键高度。



9.1.1 参证站最大风速序列

风是对观测环境影响最敏感的气象要素之一，气象观测站迁站、测风方式变化等，均可能对风速的一致性产生影响。气象站一般在迁站后需要在旧气象站进行 1~2 年的风速风向平行观测，以评估迁站后的风速变化。根据项目参证站—清远国家气象站地面气象观测场历史沿革（表 2-1），清远国家气象站测风方式和气象站搬迁等因素均可能对年最大风速序列的一致性产生影响，需要对其进行检验订正，得到距地面 10m 高度的、逐时观测的、时距为 10min 的年最大风速序列，以保证其概率风速计算结果的合理性与可靠性。

（1）时距订正

清远国家气象站 1957~1979 年为定时（3 或 4 次/d）观测，1980 年至今为逐时（24 次/d）观测。其记录方式：定时测风记录为正点前 2min 平均风速、最多风向，最大值取自 3 次观测值；逐时测风记录为正点前 10min 平均风速和最多风向，最大值从滑动 10 分钟平均风速中选出。按相关规范要求，年最大风速时距为 10min，故在此需进行风速时距（2min 到 10min）的订正。

采用清远国家气象站 1980 年后定时观测的 2min 和逐时观测的 10min 平均年最大风速的同步观测样本进行相关分析，得到如下线性回归方程：

$$Y=0.751X+6.2903$$

式中，Y 为逐时 10min 平均年最大风速 (m/s)，X 为 3 次/d 或 4 次/d 定时 2min 平均年最大风速 (m/s)。

利用该回归方程，将清远国家气象站 1957~1979 年定时观测的 2min 平均年最大风速订正为逐时观测的 10min 平均年最大风速。

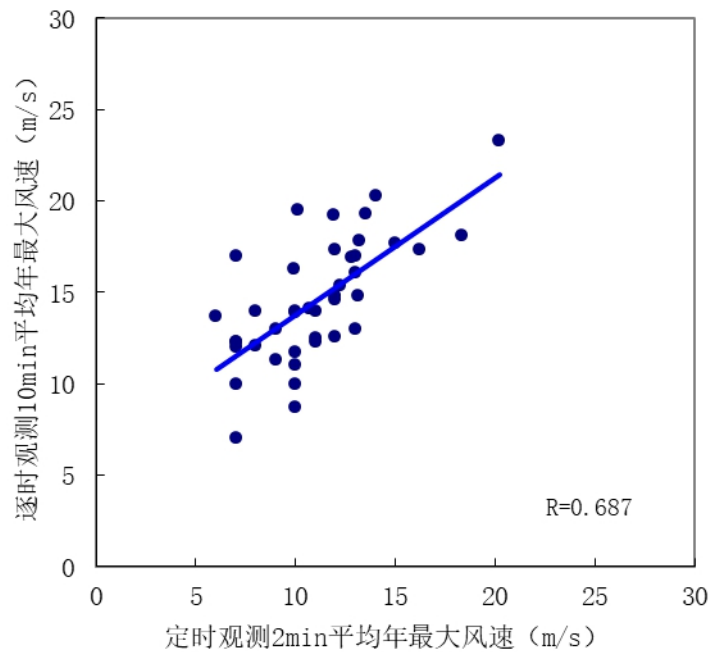


图 9-2 清远国家气象站定时与逐时年最大风速样本相关图

表 9-1 清远国家气象站定时与逐时年最大风速样本相关检验参数

R（相关系数）	n（样本量）	F 检验值	信度为 0.01 的 F 检验值
0.687	41	34.8	7.33

（2）高度订正

根据清远国家气象站测风历史沿革，经调查，气象站测风仪设置高度在设计时已充分考虑观测环境状况，可代表 10m 高度风速，无需进行高度订正。

（3）迁站订正

清远国家气象站于 1958 年 12 月 26 日、1995 年 1 月 1 日、2010

年 1 月 1 日进行过三次迁站。将经过时距订正和高度订正后的年最大风速序列，采用 T 检验方法对 1959~1994 年分别和 1957~1958、1995~2009 年和 2010~2020 年三段数据进行差异的显著性检验。

检验假设： $\overline{X}_1 = \overline{X}_2$

计算统计量：

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$\overline{X}_1=13.3$ 、 $\overline{X}_2=15.3$ 分别为 1959~1994 年和 1957~1958 年两段年最大风速序列的平均值，其比值 $\overline{X}_1 / \overline{X}_2=0.869$ ， $n_1=36$ 、 $n_2=2$ 分别为对应的样本数， $s_1=2.33\text{m/s}$ 、 $s_2=1.50\text{m/s}$ 分别为对应的均方差。 $|t| = 1.2 < t_{0.05} = 2.003$ ，原假设成立，说明在给定信度 $\alpha = 0.05$ 条件下，迁站前后的年最大风速序列不存在显著性差异，不需进行订正。

$\overline{X}_1=13.3$ 、 $\overline{X}_2=14.5$ 分别为 1959~1994 年和 1995~2009 年两段年最大风速序列的平均值，其比值 $\overline{X}_1 / \overline{X}_2=0.916$ ， $n_1=36$ 、 $n_2=15$ 分别为对应的样本数， $s_1=2.33\text{m/s}$ 、 $s_2=2.26\text{m/s}$ 分别为对应的均方差。 $|t| = 1.718 < t_{0.05} = 2.012$ ，原假设成立，说明在给定信度 $\alpha = 0.05$ 条件下，迁站前、后的年最大风速序列不存在显著差异，不需要进行订正。

$\overline{X}_1=13.3$ 、 $\overline{X}_2=17.9$ 分别为 1959~1994 年和 2010~2020 年两段年最大风速序列的平均值，其比值 $\overline{X}_1 / \overline{X}_2=0.742$ ， $n_1=36$ 、 $n_2=11$ 分别为对应的样本数， $s_1=2.33\text{m/s}$ 、 $s_2=2.46\text{m/s}$ 分别为对应的均方差。 $|t| = 5.690 > t_{0.05} = 2.016$ ，原假设不成立，说明在给定信度 $\alpha = 0.05$ 条件下，迁站前、后的年最大风速序列存在显著差异，需要进行订正，

订正方法采用比值法，2010~2020 年最大风速乘以订正系数 0.742。

经过上述订正，得到清远国家气象站 64 年完整的距地面 10m 高度上 10min 平均年最大风速序列，符合相关规范的要求，可用于基本风速的概率推算。

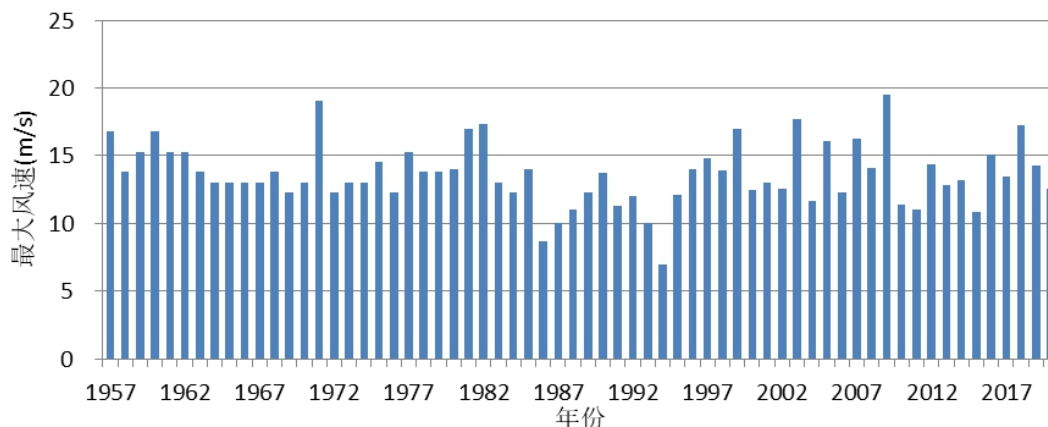


图 9-3 清远国家气象站历年最大风速直方图

9.1.2 项目园区代表站年最大风速序列

选取项目园区北部代表站 G8304、中部代表站 G8300 和南部代表站 G8303 区域自动气象站和项目参证站—清远国家气象站 2009 年~2020 年的逐日最大风速数据进行相关分析。

利用 G8304、G8300 和 G8303 区域自动气象站（Y）与清远国家气象站（X）的日最大风速（10min 平均，下同）同步实测资料，根据强风采样原则，在满足统计样本数量的前提下，选取两站日最大风速 $\geq 6\text{m/s}$ 的样本进行相关分析，结果见表 9-2 和图 9-4 至图 9-6。

G8304 站和清远气象站的强风样本相关系数为 0.893，F 检验值为 248.83，在 0.01 信度水平上为显著的正相关。计算得到 G8304 区域自动站与清远国家气象站的强风样本平均值的比值 K 为 1.264。

G8300 站和清远气象站的强风样本相关系数为 0.916，F 检验值为 287.51，在 0.01 信度水平上为显著的正相关。计算得到 G8300 区域自动站与清远国家气象站的强风样本平均值的比值 K 为 1.267。

G8303 站和清远气象站的强风样本相关系数为 0.847，F 检验值为 142.73，在 0.01 信度水平上为显著的正相关。计算得到 G8303 区域自动站与清远国家气象站的强风样本平均值的比值 K 为 1.278。

表 9-2 国家气象站（X）与区域自动站（Y）的强风样本相关检验结果

参证站	区域气象站	R（相关系数）	n（样本量）	F 检验值	F 检验值 （信度为 0.01）
清远国家气象站	G8304	0.893	65	248.83	7.06
	G8300	0.916	57	287.51	7.12
	G8303	0.847	58	142.73	7.11

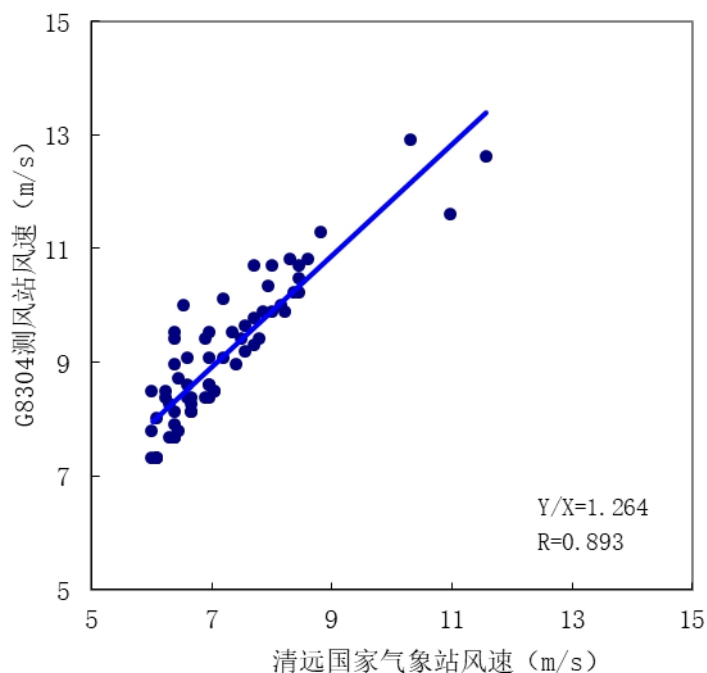


图 9-4 清远国家气象站与 G8304 区域自动站的强风样本相关图

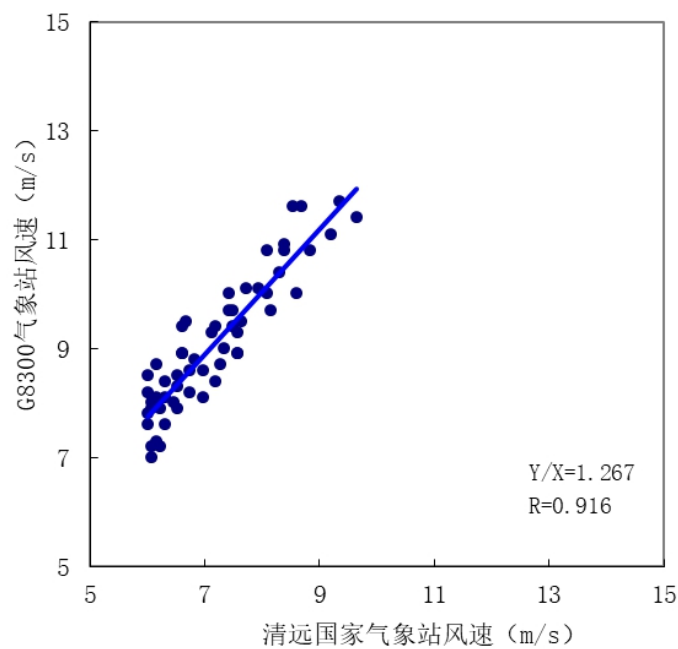


图 9-5 清远国家气象站与 G8300 区域自动站的强风样本相关图

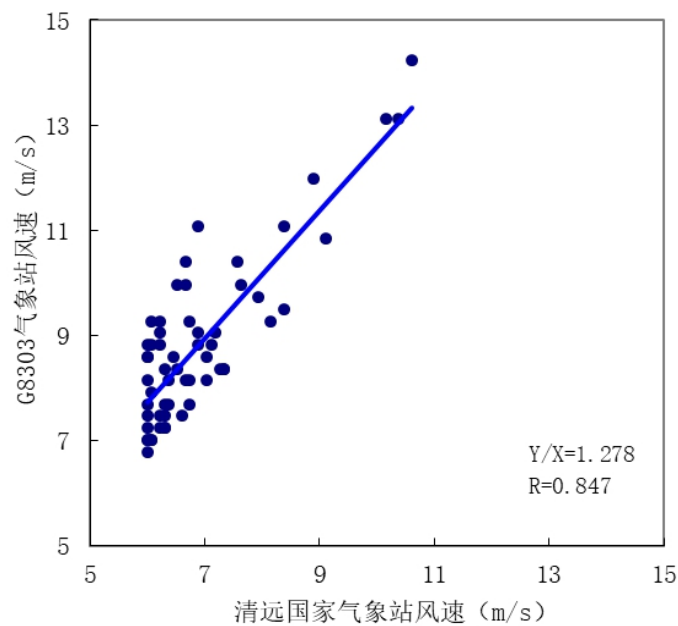


图 9-6 清远国家气象站与 G8303 区域自动站的强风样本相关图

根据气象应用概率统计学理论，若两站之间相距不是太远，对于风速这种离散程度随平均值增大而增大的气象要素，其订正推算宜采用比值订正法。采用比值订正法，将项目参证站—清远国家气象站年

最大风速序列订正到项目园区代表站处，得到其 10m 高度的年最大风速序列（图 9-7 至图 9-9）。

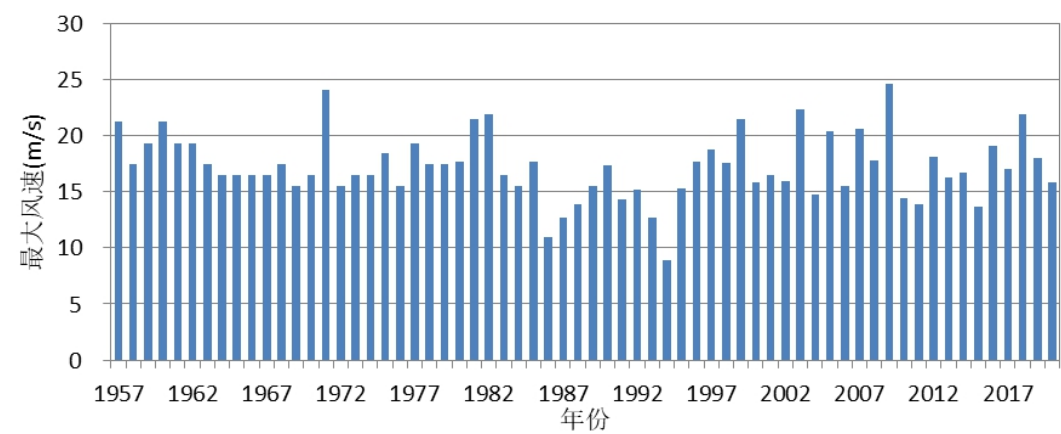


图 9-7 项目园区北部代表站 G8304 历年最大风速直方图

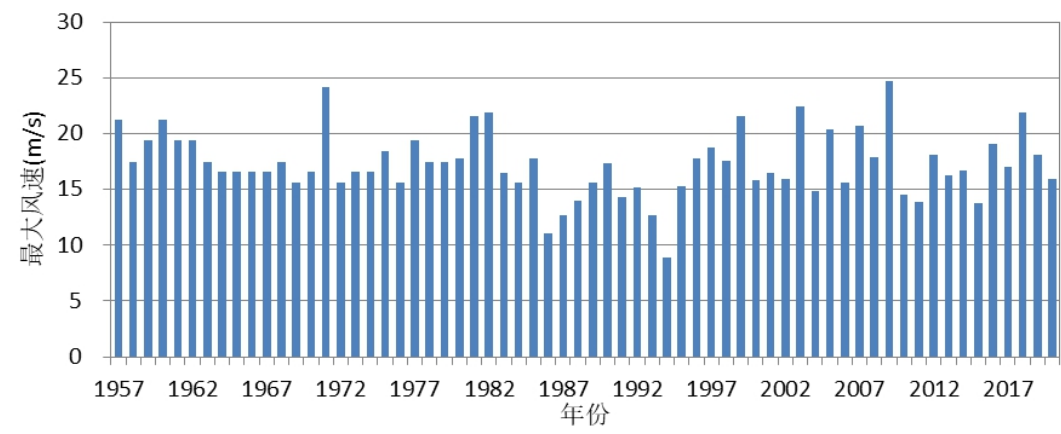


图 9-8 项目园区中部代表站 G8300 历年最大风速直方图

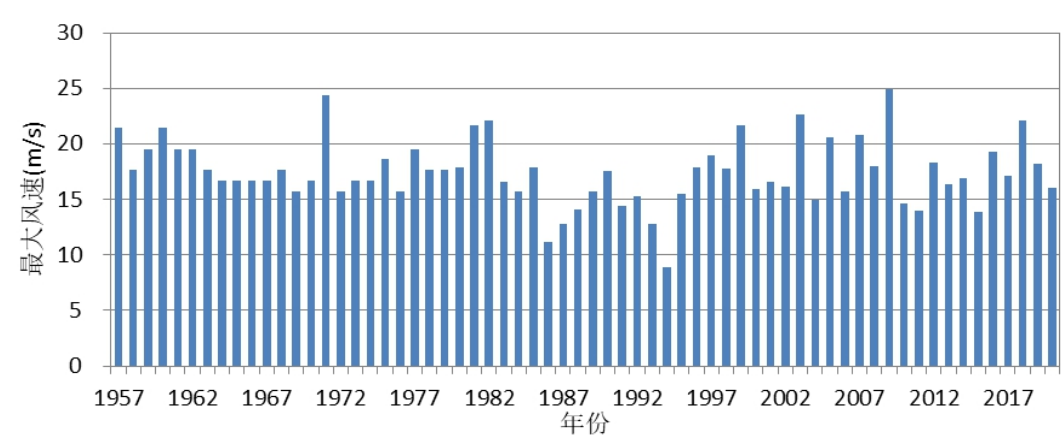


图 9-9 项目园区南部代表站 G8303 历年最大风速直方图

9.1.3 工程区域重现期风速、风压

采用《建筑结构荷载规范》推荐的极值 I 型（Gumbel 法）概率分布函数，计算项目园区北部、中部、南部代表站—G8304、G8300、G8303 区域自动气象站距地面 10m 高度的各重现期 10min 平均风速，频率曲线拟合见图 9-10 至图 9-12。

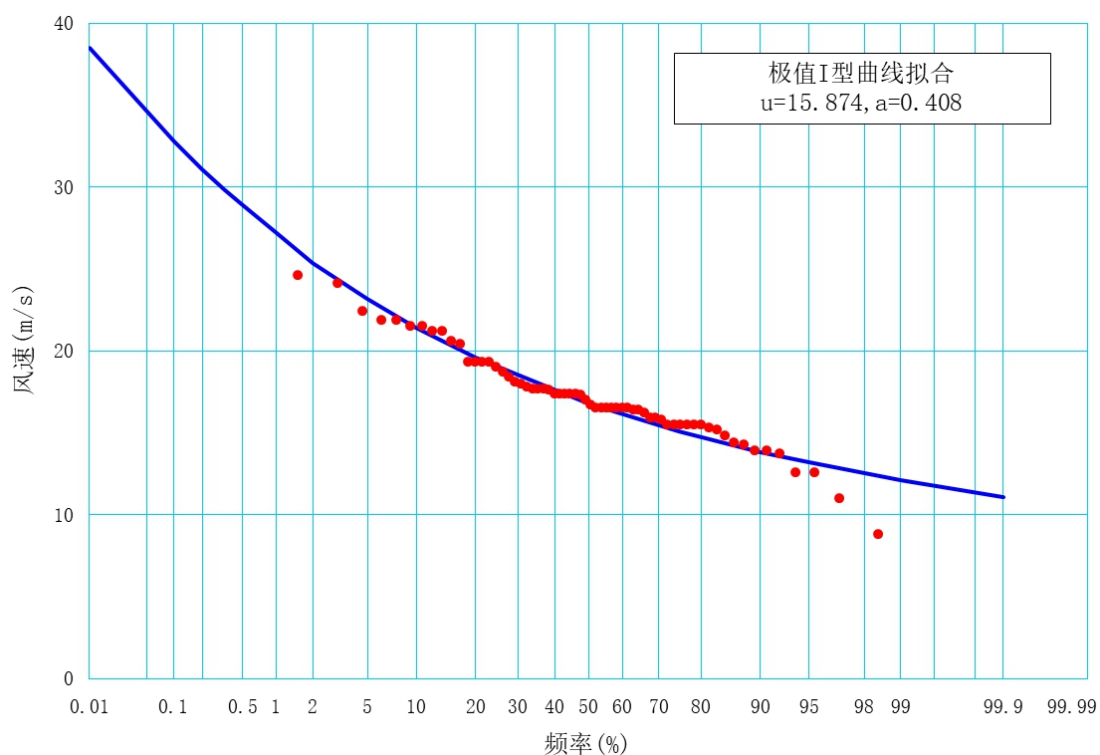


图 9-10 项目园区北部代表站 G8304 最大风速极值 I 型概率分布曲线拟合图

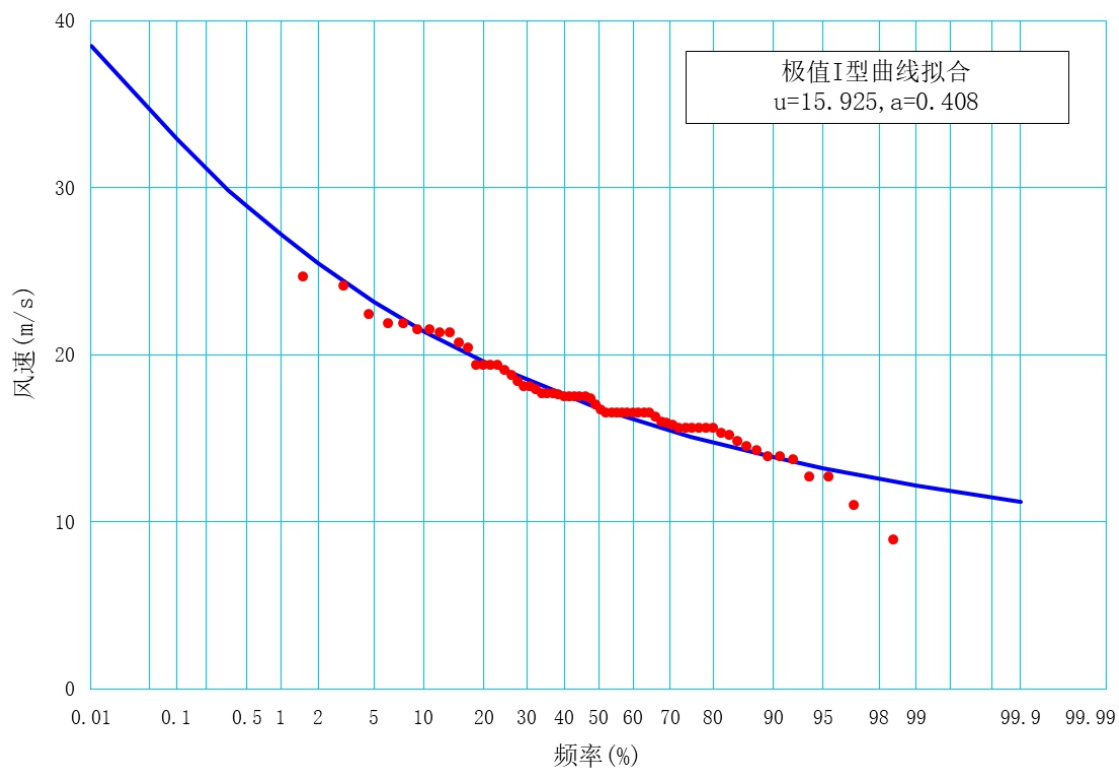


图 9-11 项目园区中部代表站 G8300 最大风速极值 I 型概率分布曲线拟合图

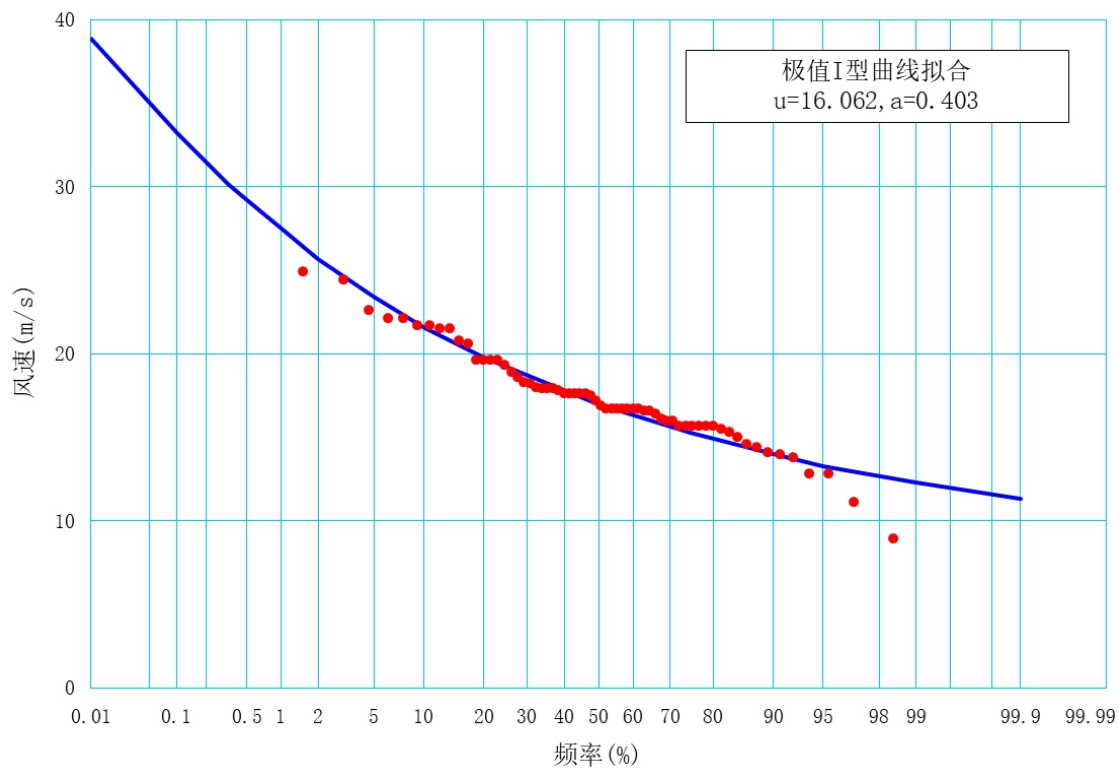


图 9-12 项目园区南部代表站 G8303 最大风速极值 I 型概率分布曲线拟合图

计算得到项目园区北部代表站 G8304、中部代表站 G8300、南部代表站 G8303 站的 10m 高度处 50a 一遇 10min 平均风速分别为 25.4m/s、25.5m/s 和 25.7m/s，100a 一遇 10min 平均风速分别为 27.2m/s、27.2m/s、27.5m/s。

根据《建筑结构荷载规范》(GB50009—2012)，本工程项目位于 B 类下垫面，地表粗糙度系数取 $\alpha = 0.15$ ，将重现期风速向工程区域建筑物各关键高度推算。结果显示项目园区北部代表站 G8304、中部代表站 G8300、南部代表站 G8303 站 100m 高度处的 50a 一遇 10min 平均风速分别为 35.9m/s、36.0m/s 和 36.4m/s，100a 一遇 10min 平均风速分别为 38.4m/s、38.4m/s、38.8m/s（详见表 9-3 至表 9-5）。

表 9-3 项目园区北部不同高度各重现期 10min 平均风速（单位：m/s）

重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
10	19.6	21.4	23.2	24.2	25.4	26.6	27.2
20	21.7	23.7	25.7	26.8	28.2	29.5	30.1
30	23.1	25.2	27.3	28.5	30.0	31.4	32.0
40	24.1	26.3	28.5	29.8	31.3	32.8	33.4
50	24.9	27.2	29.5	30.8	32.4	33.9	34.6
60	25.6	28.0	30.3	31.6	33.3	34.8	35.5
70	26.2	28.6	31.0	32.4	34.1	35.6	36.4
80	26.7	29.2	31.6	33.0	34.8	36.3	37.1
90	27.2	29.7	32.2	33.6	35.4	37.0	37.8
100	27.6	30.2	32.7	34.1	35.9	37.6	38.4

表 9-4 项目园区中部不同高度各重现期 10min 平均风速（单位：m/s）

重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
10	19.6	21.4	23.2	24.2	25.5	26.7	27.2
20	21.8	23.8	25.8	26.9	28.3	29.6	30.2
30	23.1	25.3	27.4	28.6	30.1	31.4	32.1
40	24.1	26.4	28.6	29.8	31.4	32.8	33.5
50	25.0	27.3	29.5	30.8	32.5	33.9	34.6
60	25.6	28.1	30.4	31.7	33.4	34.9	35.6
70	26.2	28.7	31.1	32.4	34.1	35.7	36.4
80	26.8	29.3	31.7	33.1	34.8	36.4	37.2
90	27.3	29.8	32.3	33.7	35.4	37.1	37.8
100	27.7	30.3	32.8	34.2	36.0	37.6	38.4

表 9-5 项目园区南部不同高度各重现期 10min 平均风速（单位：m/s）

重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
10	19.8	21.6	23.4	24.5	25.7	26.9	27.5
20	22.0	24.0	26.0	27.1	28.6	29.9	30.5
30	23.3	25.5	27.6	28.8	30.4	31.7	32.4
40	24.4	26.6	28.8	30.1	31.7	33.1	33.8
50	25.2	27.6	29.8	31.1	32.8	34.3	35.0
60	25.9	28.3	30.7	32.0	33.7	35.2	35.9
70	26.5	29.0	31.4	32.7	34.5	36.0	36.8
80	27.0	29.6	32.0	33.4	35.2	36.8	37.5
90	27.5	30.1	32.6	34.0	35.8	37.4	38.2
100	27.9	30.6	33.1	34.5	36.4	38.0	38.8

风工程计算中，通常采用阵风系数将 10min 平均风速换算为极大风速（3s 阵风），由于本项目中没有实测的阵风系数，参照《建筑结

构荷载规范》(GB50009—2012)取阵风系数 1.30, 由重现期 10min 平均风速推算对应的极大风速 (3s 阵风)。结果见表 9-6 至表 9-8。

表 9-6 项目园区北部不同高度各重现期 3s 阵风风速 (单位: m/s)

重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
10	25.5	27.8	30.2	31.5	33.0	34.6	35.4
20	28.2	30.8	33.4	34.8	36.7	38.4	39.1
30	30.0	32.8	35.5	37.1	39.0	40.8	41.6
40	31.3	34.2	37.1	38.7	40.7	42.6	43.4
50	32.4	35.4	38.4	40.0	42.1	44.1	45.0
60	33.3	36.4	39.4	41.1	43.3	45.2	46.2
70	34.1	37.2	40.3	42.1	44.3	46.3	47.3
80	34.7	38.0	41.1	42.9	45.2	47.2	48.2
90	35.4	38.6	41.9	43.7	46.0	48.1	49.1
100	35.9	39.3	42.5	44.3	46.7	48.9	49.9

表 9-7 项目园区中部不同高度各重现期 3s 阵风风速 (单位: m/s)

重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
10	25.5	27.8	30.2	31.5	33.2	34.7	35.4
20	28.3	30.9	33.5	35.0	36.8	38.5	39.3
30	30.0	32.9	35.6	37.2	39.1	40.8	41.7
40	31.3	34.3	37.2	38.7	40.8	42.6	43.6
50	32.5	35.5	38.4	40.0	42.3	44.1	45.0
60	33.3	36.5	39.5	41.2	43.4	45.4	46.3
70	34.1	37.3	40.4	42.1	44.3	46.4	47.3
80	34.8	38.1	41.2	43.0	45.2	47.3	48.4
90	35.5	38.7	42.0	43.8	46.0	48.2	49.1
100	36.0	39.4	42.6	44.5	46.8	48.9	49.9

表 9-8 项目园区南部不同高度各重现期 3s 阵风风速（单位：m/s）

重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
10	25.7	28.1	30.4	31.9	33.4	35.0	35.8
20	28.6	31.2	33.8	35.2	37.2	38.9	39.7
30	30.3	33.2	35.9	37.4	39.5	41.2	42.1
40	31.7	34.6	37.4	39.1	41.2	43.0	43.9
50	32.8	35.9	38.7	40.4	42.6	44.6	45.5
60	33.7	36.8	39.9	41.6	43.8	45.8	46.7
70	34.5	37.7	40.8	42.5	44.9	46.8	47.8
80	35.1	38.5	41.6	43.4	45.8	47.8	48.8
90	35.8	39.1	42.4	44.2	46.5	48.6	49.7
100	36.3	39.8	43.0	44.9	47.3	49.4	50.4

根据清远国家气象站累年平均气温、平均气压和平均水汽压的数据计算得出的平均空气密度为 1.184kg/m^3 ，将其推算到项目园区不同高度处，利用项目园区各重现期 10min 平均风速计算得到各关键高度的重现期风压，详见表 9-9 至表 9-11。

计算得到项目园区北部代表站 G8304、中部代表站 G8300 和南部代表站 G8303 站处 10m 高度处的 50a 一遇的风压值分别为 0.38kN/m^2 、 0.38kN/m^2 、 0.39kN/m^2 ，100a 一遇的风压值分别为 0.44kN/m^2 、 0.44kN/m^2 、 0.44kN/m^2 ；100m 高度处的 50a 一遇的风压值分别为 0.76kN/m^2 、 0.76kN/m^2 、 0.77kN/m^2 ，100a 一遇的风压值分别为 0.86kN/m^2 、 0.86kN/m^2 、 0.88kN/m^2 。

表 9-9 项目园区北部不同高度的重现期风压（单位：kN/m²）

重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
10	0.23	0.27	0.32	0.35	0.38	0.42	0.44
20	0.28	0.33	0.39	0.42	0.47	0.51	0.54
30	0.31	0.37	0.44	0.48	0.53	0.58	0.60
40	0.34	0.41	0.48	0.52	0.58	0.63	0.66
50	0.37	0.44	0.51	0.56	0.62	0.68	0.71
60	0.39	0.46	0.54	0.59	0.65	0.71	0.74
70	0.40	0.48	0.56	0.62	0.68	0.75	0.78
80	0.42	0.50	0.59	0.64	0.71	0.77	0.81
90	0.43	0.52	0.61	0.66	0.74	0.80	0.84
100	0.45	0.53	0.63	0.68	0.76	0.83	0.86

表 9-10 项目园区中部不同高度的重现期风压（单位：kN/m²）

重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
10	0.23	0.27	0.32	0.35	0.38	0.42	0.44
20	0.28	0.33	0.39	0.43	0.47	0.52	0.54
30	0.32	0.38	0.44	0.48	0.54	0.58	0.61
40	0.34	0.41	0.48	0.52	0.58	0.63	0.66
50	0.37	0.44	0.51	0.56	0.62	0.68	0.71
60	0.39	0.46	0.54	0.59	0.66	0.72	0.75
70	0.40	0.48	0.57	0.62	0.68	0.75	0.78
80	0.42	0.50	0.59	0.64	0.71	0.78	0.81
90	0.44	0.52	0.61	0.67	0.74	0.81	0.84
100	0.45	0.54	0.63	0.69	0.76	0.83	0.86

表 9-11 项目园区南部不同高度的重现期风压（单位：kN/m²）

<div> <div>重现期 (a)</div> <div>高度 (m)</div> </div>	5	10	20	30	50	80	100
10	0.23	0.27	0.32	0.35	0.39	0.43	0.44
20	0.28	0.34	0.40	0.43	0.48	0.52	0.55
30	0.32	0.38	0.45	0.49	0.54	0.59	0.62
40	0.35	0.41	0.49	0.53	0.59	0.64	0.67
50	0.37	0.45	0.52	0.57	0.63	0.69	0.72
60	0.39	0.47	0.55	0.60	0.66	0.72	0.75
70	0.41	0.49	0.58	0.62	0.70	0.76	0.79
80	0.43	0.51	0.60	0.65	0.72	0.79	0.82
90	0.44	0.53	0.62	0.67	0.75	0.82	0.85
100	0.45	0.55	0.64	0.69	0.77	0.84	0.88

极端大风可能造成厂区房屋倒塌、电力中断、人员伤亡，威胁生产安全，因此建议项目工程的抗风设计需充分考虑重现期风速和风压的计算结果。

9.2 暴雨强度公式

在全球气候变化的背景下，极端降水事件不断增多，对工程项目的综合承灾能力也提出了更高的要求。暴雨强度公式是科学、合理地制定排水专业规划和排水工程设计的基础，根据中华人民共和国国家标准《室外排水设计规范》（GB50014-2006）规定，在进行排水工程规划设计时，雨水管网的规划设计排水量应通过当地的暴雨强度公式进行计算，因此合理编制当地的暴雨强度公式是提高防灾减灾和防洪排涝能力的现实需要。

9.2.1 代表站的确定

根据《城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则》的要求，降雨站点应选择当地的国家气象站或区域气象站作为代表性站点，并且该站点基础资料年限在 30 年以上。清远国家气象站目前是离该地区距离最近的国家气象站，该站具有 30 年以上的自记降水雨量资料，符合《室外排水设计规范》(GB50014-2006, 2016 版)和《城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则》的站点选择原则，因此选定清远国家气象站作为本项目的代表站。

9.2.2 资料来源

利用清远国家气象站 1980 年至 2016 年的自记雨量记录，降雨历时按 5、10、15、20、30、45、60、90、120、150、180min，每年每个历时选取最大一场雨量记录。

9.2.3 暴雨强度公式推算

9.3.3.1 暴雨强度公式解释

(1) 暴雨强度公式

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

$$q = \frac{167A_1(1 + C \lg P)}{(t + b)^n} \quad (8-1)$$

式 (8-1) 中： q 为设计暴雨强度[单位：L/ (s · hm²)]， P 为重现期 (单位：a)，取值范围为 2 年~100 年； t 为降雨历时 (单位：min)，取值范围为 1~180min。重现期越长、历时越短，暴雨强度就

越大，而 $A1$ 、 b 、 C 、 n 是与地方暴雨特性有关且需求解的参数： $A1$ 雨力参数，即重现期为 1 年时的 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。

（2）暴雨强度的频率和重现期的计算公式

在暴雨强度频率的计算中，常用频率公式：

$$Pl = \frac{M}{N+1} \times 100\% \quad (8-2)$$

式中 Pl 为频率， N 为样本总数（对于年多个样法， N =资料年限长度 $\times 4$ ）， M 为样本的序号（样本按从大到小排序）。

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，重现期计算公式为：

$$P = \frac{N+1}{M} \quad (8-3)$$

重现期为 2、3、5、10、20、30、50、100 年，相对应的频率为：50%、33.3%、20%、10%、5%、3.3%、2%、1%。

9.3.3.2 暴雨强度公式推算步骤

暴雨强度公式推求步骤为：

（1）建立统计样本

根据国家标准《室外排水设计规范》(GB50014-2006, 2016 版)和《城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则》建议的“年最大值法”建立统计样本，从逐年逐分钟雨量资料中每年挑选 5、10、

15、20、30、45、60、90、120、150、180min 11 个降雨历时的最大值作为原始数据，作为建立暴雨强度公式的统计样本。

（2）求算各重现期暴雨强度理论值

由于设计采用的重现期（100 年一遇）大于资料年限，故采用概率型分布进行拟合调整，暴雨强度公式统计中，常用的理论频率曲线有皮尔逊-III型分布曲线、指数分布曲线、经验频率曲线等，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误差作为判断标准。经验频率曲线由于精度不高，实际工作中一般较少采用，当精度要求较高时，国家规范推荐采用皮尔逊-III型分布曲线、指数分布曲线和耿贝尔分布曲线。根据确定的频率曲线，得出重现期、降雨强度和降雨历时三者的关系，即 P 、 i 、 t 的关系值。

首先通过暴雨强度计算系统采用皮尔逊-III型分布曲线、指数分布曲线、耿贝尔分布曲线进行拟合调整，皮尔逊-III型分布曲线拟合的绝对均方误差为 0.048 (mm/min)，相对均方误差为 2.86%；指数分布曲线拟合的绝对均方误差为 0.085 (mm/min)，相对均方误差为 4.44%；耿贝尔分布曲线拟合的绝对均方误差为 0.217 (mm/min)，相对均方误差为 11.25%。

可见，三种拟合方法只有皮尔逊-III型分布曲线满足拟合的精度要求，由于暴雨样本中存在特大值，如 1982 年的 180min 最大降水量 344.3mm，为 37 年中的最大值，而次大值只有 125.6mm，第三大值只有 121.6mm，应用皮尔逊-III型分布曲线明显优于指数分布曲线和耿

贝尔分布曲线，而且能够避免特大值对拟合效果的影响，因此本项目应用皮尔逊-III型分布曲线拟合调整，具体的做法是，根据原始资料处理后所得的原始降水强度，求出 11 个降水历时序列的变差系数 C_v 和偏态系数 C_s 。

$$C_v = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (8-4)$$

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\bar{x}^3 C_v^3} \quad (8-5)$$

式（7-4）与式（7-5）中， \bar{x} 为平均值，n 为年数。根据求得的 C_s ，在离均系数表上查出频率为 99%、50%、33.3%、20%、10%、5%、3.3%、2%、1% 的离均系数 Φ ，代入式（8-6）。

$$Y = (1 + \Phi \times C_v) \bar{X} \quad (8-6)$$

式中，Y 为理论降水强度， \bar{x} 为原始降水强度的平均值。

求得上述频率的理论降水强度，并绘出理论降水强度频率曲线，与原始降水强度频率曲线相比较，采用适线法，不断调整 C_v 、 C_s ，直至理论频率曲线与原始频率曲线拟合达最佳为止。读出此时频率为 99%、50%、33.3%、20%、10%、5%、3.3%、2%、1% 的理论降水强度，这就是推算暴雨强度公式的基本资料（ q' ）。

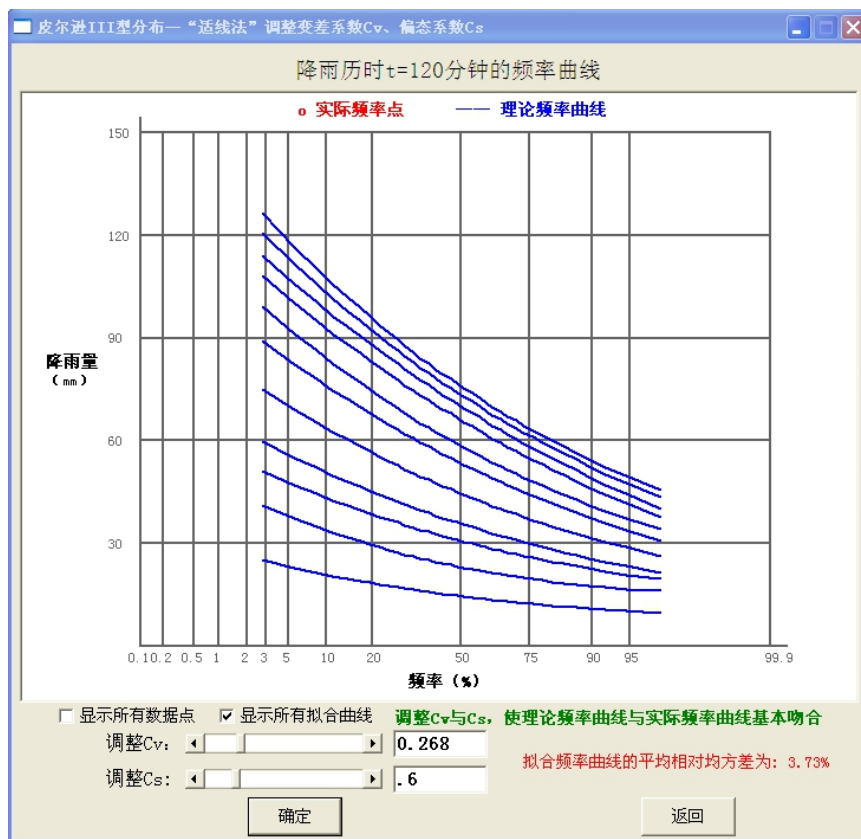


图 9-13 适线法调整频率曲线

(3) 单一重现期暴雨强度公式拟合

首先对式 (8-1) 进行线性化处理:

令 $A = A_1(1 + C \lg P)$, 那么 (8-1) 式即变为:

$$q = \frac{167A}{(t+b)^n} \quad (8-7)$$

式 (8-7) 即为单一重现期公式, 通过式 (8-7) 分别把 1、2、3、5、10、20、30、50 和 100 年一遇等 9 个重现期的单一暴雨强度公式推求出来。首先推算这 9 个重现期暴雨强度公式的需求参数 A、b、n。用常规方法无法求解暴雨强度公式即式 (8-7), 将式 (8-7) 两边取对数得:

$$\ln q = \ln 167A - n \ln(t+b) \quad (8-8)$$

令 $y = \ln q, b_0 = \ln 167A, b_1 = -n, x = \ln(t + b)$ ，那么式（8-8）就变为：

$$y = b_0 + b_1 x \quad (8-9)$$

式（8-9）应用数值逼近和最小二乘法，可求出 b_0 、 b_1 ，则 A 、 n 可求。但在具体计算时，由于 b 也是未知数，因此还无法应用最小二乘法求解方程。可先给定一个 b 值，在此 b 值下，再应用最小二乘法，可求得 A 、 n 值。将此 A 、 n 、 b 代入式（7-1），计算出给定 b 值的暴雨强度（ q'' ），同时算出理论降水强度（ q' ）与给定 b 值的暴雨强度（ q'' ）的相关系数（ r ）。不断调整 b 值，用相关系数 r 作为判别标准，比较 q' 和 q'' ，直至相关系数达到最佳为止，则这时的 A 、 b 、 n 为所求。这样，可将 8 个单一重现期暴雨强度公式逐个推算出来，具体参见表 9-12。

表 9-12 清远市区单一重现期暴雨强度公式

重现期 P （年）	公 式
$P=2$	$3148.618 / (t + 10.800)^{0.687}$
$P=3$	$3805.095 / (t + 11.981)^{0.699}$
$P=5$	$4617.550 / (t + 13.227)^{0.711}$
$P=10$	$5740.458 / (t + 14.543)^{0.729}$
$P=20$	$6686.513 / (t + 14.913)^{0.741}$
$P=30$	$7195.195 / (t + 15.041)^{0.746}$
$P=50$	$7812.427 / (t + 15.179)^{0.750}$
$P=100$	$8626.218 / (t + 15.346)^{0.756}$

(4) 区间参数公式拟合

由于上面求得的是单一重现期的暴雨强度公式，而两个单一重现期之间的暴雨强度还无法求得。如重现期为 10 年、20 年的暴雨强度可求得，但重现期为 15 年的暴雨强度则无法计算。因此引入重现期区间参数公式，以解决这个问题。应用式 (8-10)

$$y = b_1 + b_2 \ln(P + C) \quad (8-10)$$

作为区间参数公式来求算区间参数值效果很好（式 (8-10) 中， y 为 A 、 b 、 n 参数中的任一个， P 为重现期， C 为常数）。

首先把 1~100 年分为 (I)：1~10 年和 (II)：10~100 年两个区间，将 A 、 b 、 n 代入式 (7-10) 中得：

$$A = A_1 + A_2 \ln(P + C_A) \quad (8-11)$$

$$b = b_1 + b_2 \ln(P + C_b) \quad (8-12)$$

$$n = n_1 + n_2 \ln(P + C_n) \quad (8-13)$$

上面三式中 A 、 b 、 n 和 P 是已知数， A_1 、 A_2 、 C_A 、 b_1 、 b_2 、 C_b 及 n_1 、 n_2 、 C_n 都是未知数。根据上面求得单一重现期 P 下的 A 、 b 、 n 值，同理，利用数值逼近法和最小二乘法，可解得未知数 A_1 、 A_2 、 C_A 、 b_1 、 b_2 、 C_b 和 n_1 、 n_2 、 C_n ，从而可算得 I、II 两个区间的 A 、 b 、 n 值，将它们代入式 (8-1)，可得 1~100 年之间的任意一个重现期暴雨强度公式，从而可计算任意重现期的暴雨强度。

表 9-13 清远市区重现期区间暴雨强度公式

重现期 P (年)	区间	参数	公 式
1—10	I	n	$0.684+0.019\text{Ln}(P-0.836)$
		b	$10.511+1.904\text{Ln}(P-0.836)$
		A	$13.005+9.234\text{Ln}(P-0.116)$
10—100	II	n	$0.724+0.007\text{Ln}(P-7.842)$
		b	$14.378+0.214\text{Ln}(P-7.842)$
		A	$20.517+6.796\text{Ln}(P-2.317)$

9.3.3.3 暴雨强度公式精度检验

为确保计算结果的准确性，需对暴雨强度计算结果进行精度检验，按国家规范（GB50014-2006，2016 版）的要求，需计算重现期 2～20 年暴雨强度的平均绝对均方误差和平均相对均方误差，平均绝对均方误差不超过 0.05mm / min，平均相对均方误差不大于 5%。

$$\text{平均绝对均方误差: } X_m = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{R'_i - R_i}{t_i} \right)^2} \quad (7-16)$$

$$\text{平均相对均方误差: } U_m = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{R'_i - R_i}{R_i} \right)^2} \times 100\% \quad (7-17)$$

式（7-16）和式（7-17）中， R' 为理论降水量， R 为实际降水量， t 为降水历时， n 为样本数。

利用暴雨强度区间公式算得的重现期 2～20 年暴雨强度平均绝对方差为 0.048（mm/min）；相对均方误差为 2.86%，满足《室外排水设计规范》（GB50014-2006，2014 版）提出的精度要求。

9.3.3.4 暴雨强度计算图表

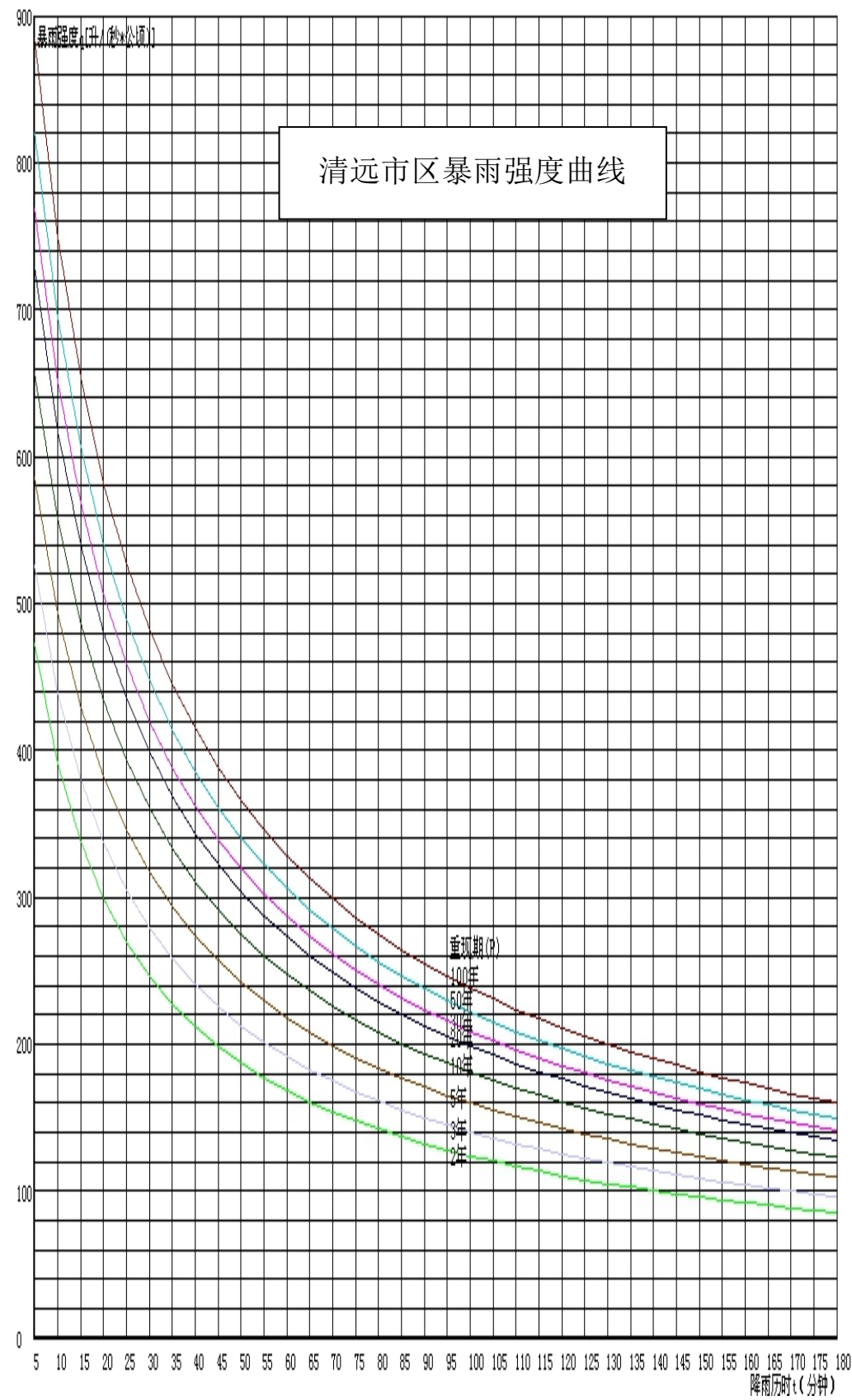


图 9-14 清远市区暴雨强度曲线图

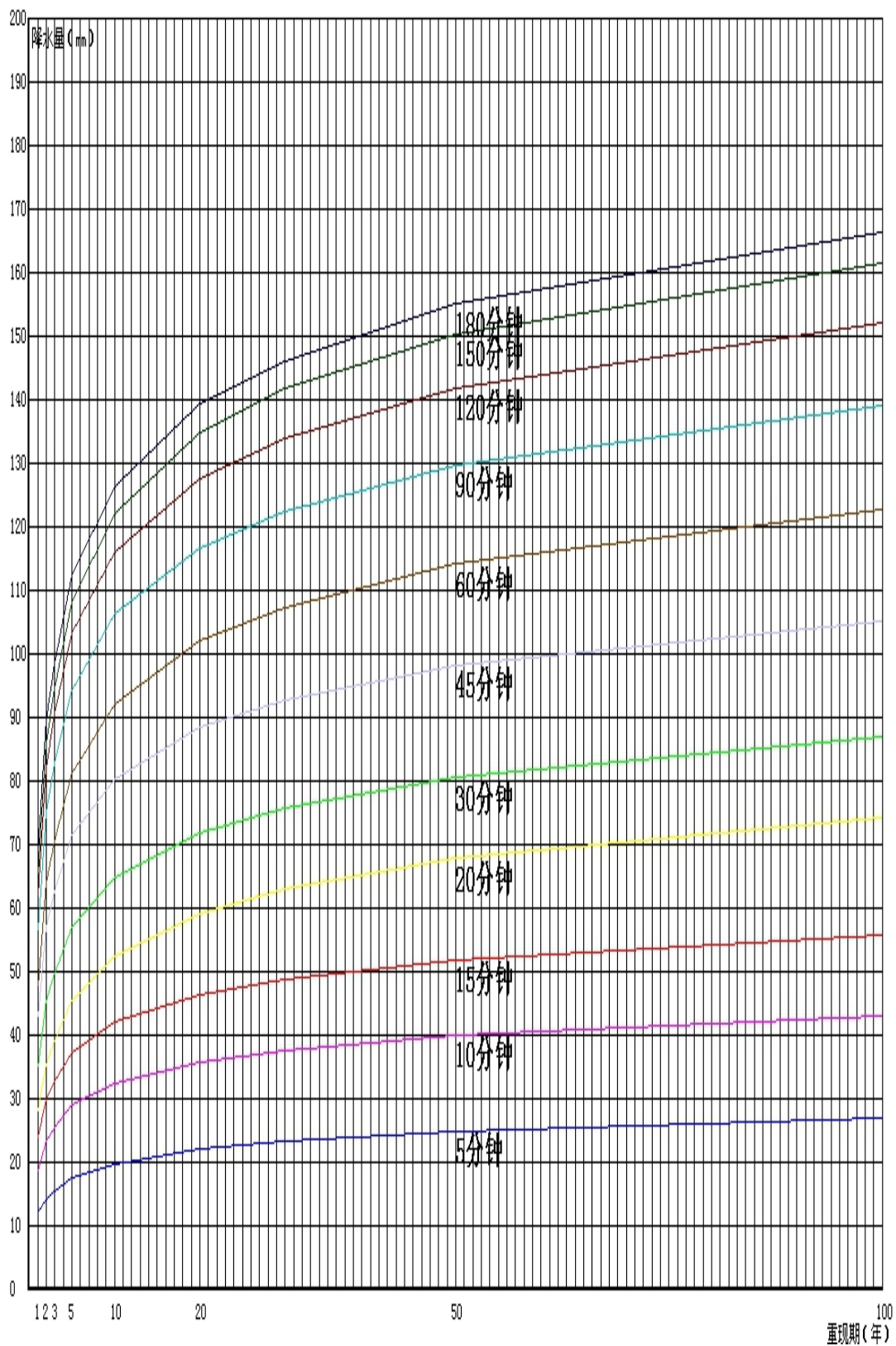


图 9-15 清远市区各历时降水量与重现期曲线图

P=2 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	577.746	27	259.647	53	181.221	79	143.291	105	120.324	131	104.693	157	93.258
2	546.345	28	255.031	54	179.295	80	142.205	106	119.615	132	104.189	158	92.878
3	518.828	29	250.611	55	177.418	81	141.139	107	118.917	133	103.691	159	92.502
4	494.482	30	246.375	56	175.590	82	140.092	108	118.228	134	103.198	160	92.130
5	472.762	31	242.310	57	173.806	83	139.065	109	117.549	135	102.711	161	91.761
6	453.244	32	238.407	58	172.067	84	138.055	110	116.880	136	102.230	162	91.396
7	435.594	33	234.654	59	170.369	85	137.064	111	116.220	137	101.755	163	91.034
8	419.540	34	231.043	60	168.712	86	136.089	112	115.569	138	101.284	164	90.676
9	404.866	35	227.565	61	167.095	87	135.132	113	114.927	139	100.819	165	90.322
10	391.391	36	224.213	62	165.514	88	134.191	114	114.293	140	100.359	166	89.970
11	378.966	37	220.980	63	163.970	89	133.265	115	113.668	141	99.905	167	89.622
12	367.467	38	217.859	64	162.461	90	132.356	116	113.052	142	99.455	168	89.278
13	356.789	39	214.844	65	160.986	91	131.461	117	112.443	143	99.010	169	88.936
14	346.842	40	211.930	66	159.543	92	130.581	118	111.843	144	98.571	170	88.598
15	337.549	41	209.110	67	158.131	93	129.716	119	111.250	145	98.135	171	88.263
16	328.845	42	206.381	68	156.750	94	128.864	120	110.665	146	97.705	172	87.931
17	320.672	43	203.738	69	155.397	95	128.026	121	110.088	147	97.279	173	87.602
18	312.981	44	201.177	70	154.074	96	127.201	122	109.517	148	96.858	174	87.276
19	305.727	45	198.693	71	152.777	97	126.389	123	108.954	149	96.441	175	86.953
20	298.872	46	196.283	72	151.507	98	125.590	124	108.398	150	96.029	176	86.633
21	292.383	47	193.944	73	150.263	99	124.803	125	107.849	151	95.621	177	86.316
22	286.230	48	191.672	74	149.043	100	124.028	126	107.307	152	95.217	178	86.002
23	280.385	49	189.464	75	147.848	101	123.265	127	106.772	153	94.817	179	85.690
24	274.824	50	187.317	76	146.675	102	122.513	128	106.243	154	94.421	180	85.381
25	269.527	51	185.230	77	145.526	103	121.773	129	105.720	155	94.030	181	85.075
26	264.474	52	183.198	78	144.398	104	121.043	130	105.203	156	93.642	182	84.772

P=3 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	634.108	27	294.008	53	205.697	79	162.577	105	136.381	131	118.529	157	105.465
2	602.052	28	288.848	54	203.513	80	161.339	106	135.572	132	117.953	158	105.031
3	573.670	29	283.903	55	201.384	81	160.125	107	134.774	133	117.384	159	104.601
4	548.335	30	279.159	56	199.309	82	158.932	108	133.988	134	116.821	160	104.175
5	525.559	31	274.603	57	197.285	83	157.760	109	133.213	135	116.265	161	103.754
6	504.953	32	270.224	58	195.310	84	156.609	110	132.449	136	115.716	162	103.337
7	486.206	33	266.010	59	193.382	85	155.479	111	131.695	137	115.172	163	102.924
8	469.066	34	261.953	60	191.501	86	154.368	112	130.951	138	114.635	164	102.514
9	453.324	35	258.043	61	189.663	87	153.276	113	130.218	139	114.103	165	102.109
10	438.808	36	254.272	62	187.867	88	152.203	114	129.495	140	113.578	166	101.708
11	425.372	37	250.632	63	186.112	89	151.148	115	128.781	141	113.059	167	101.310
12	412.894	38	247.116	64	184.397	90	150.110	116	128.077	142	112.545	168	100.916
13	401.270	39	243.718	65	182.719	91	149.090	117	127.382	143	112.037	169	100.526
14	390.410	40	240.431	66	181.078	92	148.086	118	126.696	144	111.534	170	100.140
15	380.238	41	237.250	67	179.472	93	147.099	119	126.019	145	111.037	171	99.757
16	370.688	42	234.169	68	177.901	94	146.127	120	125.351	146	110.545	172	99.378
17	361.700	43	231.184	69	176.362	95	145.171	121	124.691	147	110.059	173	99.002
18	353.224	44	228.289	70	174.856	96	144.230	122	124.040	148	109.578	174	98.630
19	345.215	45	225.481	71	173.380	97	143.304	123	123.397	149	109.101	175	98.261
20	337.634	46	222.756	72	171.934	98	142.392	124	122.762	150	108.630	176	97.895
21	330.445	47	220.109	73	170.518	99	141.494	125	122.135	151	108.164	177	97.532
22	323.617	48	217.537	74	169.129	100	140.609	126	121.516	152	107.702	178	97.173
23	317.122	49	215.038	75	167.768	101	139.738	127	120.904	153	107.246	179	96.817
24	310.936	50	212.607	76	166.432	102	138.880	128	120.299	154	106.793	180	96.465
25	305.034	51	210.241	77	165.123	103	138.035	129	119.702	155	106.346	181	96.115
26	299.398	52	207.939	78	163.838	104	137.202	130	119.112	156	105.903	182	95.768

P=5 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	699.114	27	333.887	53	234.237	79	185.096	105	155.135	131	134.688	157	119.715
2	666.151	28	328.108	54	231.754	80	183.682	106	154.209	132	134.028	158	119.218
3	636.696	29	322.565	55	229.334	81	182.294	107	153.296	133	133.376	159	118.725
4	610.192	30	317.241	56	226.974	82	180.931	108	152.396	134	132.731	160	118.238
5	586.196	31	312.124	57	224.671	83	179.592	109	151.508	135	132.094	161	117.755
6	564.353	32	307.202	58	222.424	84	178.277	110	150.633	136	131.464	162	117.277
7	544.370	33	302.462	59	220.230	85	176.985	111	149.770	137	130.841	163	116.803
8	526.010	34	297.894	60	218.087	86	175.715	112	148.918	138	130.225	164	116.334
9	509.072	35	293.489	61	215.994	87	174.466	113	148.079	139	129.616	165	115.870
10	493.390	36	289.238	62	213.949	88	173.239	114	147.250	140	129.014	166	115.410
11	478.823	37	285.132	63	211.949	89	172.032	115	146.433	141	128.419	167	114.954
12	465.249	38	281.163	64	209.994	90	170.846	116	145.626	142	127.830	168	114.503
13	452.565	39	277.324	65	208.082	91	169.679	117	144.830	143	127.248	169	114.055
14	440.683	40	273.610	66	206.211	92	168.531	118	144.045	144	126.672	170	113.612
15	429.526	41	270.013	67	204.381	93	167.401	119	143.269	145	126.102	171	113.174
16	419.024	42	266.527	68	202.588	94	166.290	120	142.504	146	125.539	172	112.739
17	409.120	43	263.148	69	200.834	95	165.196	121	141.748	147	124.981	173	112.308
18	399.761	44	259.871	70	199.115	96	164.119	122	141.002	148	124.429	174	111.881
19	390.901	45	256.690	71	197.431	97	163.059	123	140.265	149	123.884	175	111.458
20	382.500	46	253.600	72	195.781	98	162.015	124	139.538	150	123.344	176	111.039
21	374.520	47	250.599	73	194.164	99	160.988	125	138.819	151	122.809	177	110.624
22	366.930	48	247.682	74	192.579	100	159.975	126	138.110	152	122.280	178	110.212
23	359.699	49	244.846	75	191.024	101	158.978	127	137.409	153	121.757	179	109.804
24	352.802	50	242.086	76	189.500	102	157.996	128	136.716	154	121.239	180	109.400
25	346.215	51	239.400	77	188.004	103	157.028	129	136.032	155	120.726	181	108.999
26	339.917	52	236.785	78	186.537	104	156.075	130	135.356	156	120.218	182	108.602

P=10 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	776.815	27	379.369	53	266.184	79	209.932	105	175.562	131	152.099	157	134.924
2	742.295	28	372.847	54	263.348	80	208.311	106	174.499	132	151.341	158	134.353
3	711.205	29	366.585	55	260.582	81	206.720	107	173.452	133	150.593	159	133.788
4	683.036	30	360.567	56	257.884	82	205.156	108	172.419	134	149.853	160	133.229
5	657.376	31	354.778	57	255.251	83	203.621	109	171.400	135	149.122	161	132.676
6	633.891	32	349.205	58	252.681	84	202.113	110	170.396	136	148.399	162	132.127
7	612.303	33	343.835	59	250.172	85	200.630	111	169.405	137	147.685	163	131.584
8	592.381	34	338.657	60	247.720	86	199.174	112	168.428	138	146.978	164	131.047
9	573.930	35	333.660	61	245.326	87	197.742	113	167.465	139	146.280	165	130.514
10	556.787	36	328.835	62	242.985	88	196.334	114	166.514	140	145.589	166	129.987
11	540.811	37	324.172	63	240.697	89	194.950	115	165.576	141	144.906	167	129.464
12	525.880	38	319.662	64	238.459	90	193.589	116	164.650	142	144.231	168	128.947
13	511.892	39	315.299	65	236.270	91	192.250	117	163.737	143	143.563	169	128.434
14	498.755	40	311.074	66	234.127	92	190.933	118	162.835	144	142.902	170	127.927
15	486.391	41	306.981	67	232.031	93	189.637	119	161.945	145	142.249	171	127.424
16	474.729	42	303.014	68	229.978	94	188.362	120	161.067	146	141.602	172	126.925
17	463.710	43	299.166	69	227.968	95	187.107	121	160.200	147	140.963	173	126.432
18	453.278	44	295.432	70	225.999	96	185.871	122	159.344	148	140.330	174	125.943
19	443.387	45	291.806	71	224.070	97	184.655	123	158.498	149	139.704	175	125.458
20	433.992	46	288.285	72	222.180	98	183.457	124	157.664	150	139.085	176	124.977
21	425.057	47	284.863	73	220.327	99	182.278	125	156.839	151	138.472	177	124.501
22	416.545	48	281.535	74	218.510	100	181.117	126	156.025	152	137.865	178	124.030
23	408.427	49	278.298	75	216.728	101	179.973	127	155.220	153	137.265	179	123.562
24	400.675	50	275.148	76	214.981	102	178.846	128	154.426	154	136.670	180	123.099
25	393.263	51	272.081	77	213.266	103	177.735	129	153.641	155	136.082	181	122.640
26	386.168	52	269.095	78	211.584	104	176.641	130	152.865	156	135.500	182	122.184

P=20 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	860.402	27	419.797	53	293.577	79	230.893	105	192.646	131	166.574	157	147.515
2	822.410	28	412.526	54	290.415	80	229.087	106	191.464	132	165.733	158	146.882
3	788.137	29	405.544	55	287.331	81	227.315	107	190.299	133	164.902	159	146.256
4	757.042	30	398.834	56	284.323	82	225.575	108	189.151	134	164.080	160	145.636
5	728.684	31	392.379	57	281.388	83	223.865	109	188.018	135	163.269	161	145.022
6	702.702	32	386.164	58	278.523	84	222.186	110	186.902	136	162.466	162	144.414
7	678.797	33	380.175	59	275.726	85	220.536	111	185.801	137	161.673	163	143.812
8	656.718	34	374.400	60	272.994	86	218.915	112	184.715	138	160.889	164	143.216
9	636.256	35	368.828	61	270.325	87	217.321	113	183.644	139	160.114	165	142.626
10	617.231	36	363.446	62	267.716	88	215.754	114	182.587	140	159.347	166	142.041
11	599.492	37	358.245	63	265.165	89	214.214	115	181.545	141	158.589	167	141.462
12	582.905	38	353.216	64	262.671	90	212.699	116	180.516	142	157.840	168	140.889
13	567.358	39	348.349	65	260.232	91	211.209	117	179.501	143	157.099	169	140.321
14	552.751	40	343.637	66	257.845	92	209.743	118	178.499	144	156.365	170	139.758
15	538.998	41	339.073	67	255.508	93	208.301	119	177.510	145	155.640	171	139.201
16	526.023	42	334.648	68	253.221	94	206.882	120	176.535	146	154.923	172	138.648
17	513.759	43	330.356	69	250.982	95	205.486	121	175.571	147	154.213	173	138.101
18	502.146	44	326.192	70	248.788	96	204.112	122	174.620	148	153.511	174	137.559
19	491.132	45	322.149	71	246.639	97	202.759	123	173.681	149	152.817	175	137.022
20	480.669	46	318.222	72	244.533	98	201.426	124	172.754	150	152.130	176	136.490
21	470.715	47	314.405	73	242.469	99	200.115	125	171.838	151	151.450	177	135.963
22	461.232	48	310.694	74	240.445	100	198.823	126	170.933	152	150.777	178	135.440
23	452.187	49	307.085	75	238.461	101	197.550	127	170.040	153	150.111	179	134.922
24	443.547	50	303.572	76	236.515	102	196.297	128	169.158	154	149.452	180	134.409
25	435.285	51	300.153	77	234.605	103	195.062	129	168.286	155	148.800	181	133.900
26	427.376	52	296.822	78	232.731	104	193.845	130	167.425	156	148.154	182	133.396

P=30 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	907.695	27	442.367	53	308.884	79	242.632	105	202.238	131	174.721	157	154.618
2	867.655	28	434.677	54	305.540	80	240.725	106	200.990	132	173.834	158	153.951
3	831.519	29	427.292	55	302.280	81	238.853	107	199.760	133	172.957	159	153.291
4	798.719	30	420.195	56	299.100	82	237.014	108	198.548	134	172.090	160	152.637
5	768.795	31	413.368	57	295.998	83	235.208	109	197.353	135	171.234	161	151.990
6	741.370	32	406.794	58	292.969	84	233.434	110	196.174	136	170.388	162	151.349
7	716.130	33	400.461	59	290.012	85	231.691	111	195.012	137	169.551	163	150.714
8	692.814	34	394.353	60	287.124	86	229.979	112	193.865	138	168.724	164	150.086
9	671.200	35	388.459	61	284.303	87	228.295	113	192.735	139	167.906	165	149.464
10	651.101	36	382.767	62	281.545	88	226.640	114	191.619	140	167.097	166	148.847
11	632.356	37	377.267	63	278.849	89	225.013	115	190.519	141	166.298	167	148.237
12	614.828	38	371.948	64	276.213	90	223.413	116	189.434	142	165.507	168	147.632
13	598.396	39	366.801	65	273.635	91	221.840	117	188.362	143	164.725	169	147.033
14	582.956	40	361.818	66	271.112	92	220.292	118	187.305	144	163.952	170	146.440
15	568.418	41	356.991	67	268.643	93	218.769	119	186.262	145	163.187	171	145.853
16	554.700	42	352.312	68	266.226	94	217.270	120	185.232	146	162.431	172	145.271
17	541.734	43	347.773	69	263.859	95	215.796	121	184.215	147	161.682	173	144.694
18	529.455	44	343.370	70	261.541	96	214.344	122	183.211	148	160.942	174	144.123
19	517.808	45	339.094	71	259.270	97	212.916	123	182.220	149	160.209	175	143.556
20	506.744	46	334.941	72	257.045	98	211.509	124	181.242	150	159.485	176	142.995
21	496.218	47	330.906	73	254.863	99	210.124	125	180.275	151	158.768	177	142.440
22	486.189	48	326.982	74	252.725	100	208.760	126	179.321	152	158.058	178	141.889
23	476.623	49	323.165	75	250.628	101	207.416	127	178.378	153	157.356	179	141.343
24	467.485	50	319.451	76	248.572	102	206.093	128	177.447	154	156.661	180	140.802
25	458.748	51	315.836	77	246.554	103	204.789	129	176.527	155	155.973	181	140.266
26	450.383	52	312.315	78	244.575	104	203.504	130	175.619	156	155.292	182	139.734

P=40 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	942.310	27	459.274	53	320.509	79	251.637	105	209.656	131	181.064	157	160.181
2	900.815	28	451.280	54	317.033	80	249.655	106	208.359	132	180.142	158	159.488
3	863.351	29	443.605	55	313.644	81	247.709	107	207.081	133	179.231	159	158.802
4	829.336	30	436.227	56	310.338	82	245.798	108	205.821	134	178.331	160	158.123
5	798.296	31	429.130	57	307.112	83	243.921	109	204.579	135	177.441	161	157.451
6	769.841	32	422.297	58	303.964	84	242.077	110	203.354	136	176.562	162	156.785
7	743.648	33	415.713	59	300.890	85	240.266	111	202.146	137	175.693	163	156.126
8	719.446	34	409.363	60	297.888	86	238.486	112	200.955	138	174.833	164	155.474
9	697.009	35	403.236	61	294.954	87	236.736	113	199.780	139	173.984	165	154.827
10	676.140	36	397.319	62	292.088	88	235.016	114	198.622	140	173.144	166	154.187
11	656.676	37	391.601	63	289.285	89	233.325	115	197.478	141	172.313	167	153.553
12	638.472	38	386.071	64	286.545	90	231.662	116	196.350	142	171.492	168	152.925
13	621.405	39	380.721	65	283.865	91	230.027	117	195.237	143	170.680	169	152.303
14	605.367	40	375.540	66	281.242	92	228.418	118	194.139	144	169.876	170	151.687
15	590.264	41	370.522	67	278.675	93	226.835	119	193.054	145	169.082	171	151.077
16	576.013	42	365.657	68	276.163	94	225.278	120	191.984	146	168.296	172	150.472
17	562.541	43	360.939	69	273.702	95	223.745	121	190.928	147	167.519	173	149.873
18	549.782	44	356.361	70	271.293	96	222.237	122	189.885	148	166.750	174	149.280
19	537.680	45	351.916	71	268.932	97	220.752	123	188.855	149	165.989	175	148.692
20	526.183	46	347.599	72	266.619	98	219.290	124	187.839	150	165.236	176	148.110
21	515.244	47	343.403	73	264.352	99	217.850	125	186.835	151	164.491	177	147.532
22	504.821	48	339.324	74	262.129	100	216.433	126	185.843	152	163.754	178	146.960
23	494.879	49	335.356	75	259.949	101	215.037	127	184.864	153	163.025	179	146.393
24	485.382	50	331.495	76	257.812	102	213.661	128	183.896	154	162.303	180	145.832
25	476.301	51	327.736	77	255.714	103	212.306	129	182.941	155	161.588	181	145.275
26	467.606	52	324.076	78	253.657	104	210.971	130	181.996	156	160.881	182	144.723

P=50 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	968.439	27	472.024	53	329.267	79	258.417	105	215.236	131	185.833	157	164.362
2	925.843	28	463.801	54	325.691	80	256.378	106	213.902	132	184.885	158	163.649
3	887.378	29	455.905	55	322.204	81	254.376	107	212.588	133	183.948	159	162.944
4	852.445	30	448.315	56	318.803	82	252.410	108	211.292	134	183.023	160	162.246
5	820.562	31	441.014	57	315.484	83	250.479	109	210.015	135	182.108	161	161.555
6	791.329	32	433.985	58	312.245	84	248.583	110	208.755	136	181.204	162	160.871
7	764.416	33	427.211	59	309.083	85	246.719	111	207.513	137	180.310	163	160.193
8	739.546	34	420.679	60	305.994	86	244.888	112	206.288	138	179.426	164	159.522
9	716.485	35	414.376	61	302.977	87	243.089	113	205.080	139	178.553	165	158.858
10	695.036	36	408.288	62	300.028	88	241.320	114	203.888	140	177.689	166	158.199
11	675.027	37	402.406	63	297.145	89	239.580	115	202.712	141	176.835	167	157.548
12	656.313	38	396.717	64	294.326	90	237.870	116	201.552	142	175.991	168	156.902
13	638.766	39	391.213	65	291.568	91	236.188	117	200.408	143	175.156	169	156.263
14	622.276	40	385.883	66	288.871	92	234.533	118	199.278	144	174.330	170	155.630
15	606.747	41	380.720	67	286.230	93	232.905	119	198.163	145	173.513	171	155.002
16	592.092	42	375.715	68	283.645	94	231.303	120	197.063	146	172.705	172	154.381
17	578.238	43	370.861	69	281.114	95	229.727	121	195.976	147	171.906	173	153.765
18	565.117	44	366.151	70	278.636	96	228.175	122	194.904	148	171.115	174	153.155
19	552.671	45	361.578	71	276.207	97	226.648	123	193.845	149	170.333	175	152.551
20	540.846	46	357.136	72	273.827	98	225.145	124	192.799	150	169.559	176	151.952
21	529.595	47	352.820	73	271.495	99	223.664	125	191.767	151	168.793	177	151.358
22	518.875	48	348.623	74	269.209	100	222.206	126	190.747	152	168.035	178	150.770
23	508.648	49	344.541	75	266.967	101	220.770	127	189.740	153	167.285	179	150.188
24	498.880	50	340.569	76	264.768	102	219.356	128	188.745	154	166.543	180	149.610
25	489.538	51	336.702	77	262.610	103	217.962	129	187.763	155	165.808	181	149.038
26	480.595	52	332.936	78	260.494	104	216.589	130	186.792	156	165.081	182	148.471

P=60 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	988.498	27	481.648	53	335.812	79	263.447	105	219.353	131	189.335	157	167.419
2	945.040	28	473.247	54	332.159	80	261.365	106	217.991	132	188.367	158	166.692
3	905.789	29	465.181	55	328.598	81	259.320	107	216.649	133	187.411	159	165.972
4	870.138	30	457.427	56	325.124	82	257.313	108	215.326	134	186.466	160	165.260
5	837.595	31	449.969	57	321.734	83	255.341	109	214.022	135	185.532	161	164.554
6	807.753	32	442.788	58	318.426	84	253.404	110	212.736	136	184.609	162	163.856
7	780.277	33	435.868	59	315.195	85	251.501	111	211.468	137	183.697	163	163.164
8	754.885	34	429.195	60	312.041	86	249.632	112	210.217	138	182.795	164	162.479
9	731.339	35	422.755	61	308.958	87	247.794	113	208.984	139	181.904	165	161.801
10	709.436	36	416.537	62	305.946	88	245.987	114	207.767	140	181.022	166	161.130
11	689.003	37	410.527	63	303.002	89	244.211	115	206.567	141	180.150	167	160.465
12	669.891	38	404.715	64	300.122	90	242.464	116	205.382	142	179.288	168	159.806
13	651.971	39	399.092	65	297.306	91	240.746	117	204.214	143	178.436	169	159.153
14	635.129	40	393.648	66	294.550	92	239.057	118	203.060	144	177.593	170	158.507
15	619.267	41	388.373	67	291.853	93	237.394	119	201.922	145	176.759	171	157.867
16	604.299	42	383.260	68	289.213	94	235.759	120	200.799	146	175.934	172	157.233
17	590.148	43	378.302	69	286.628	95	234.149	121	199.690	147	175.118	173	156.604
18	576.746	44	373.490	70	284.097	96	232.565	122	198.595	148	174.311	174	155.982
19	564.032	45	368.819	71	281.616	97	231.006	123	197.514	149	173.513	175	155.365
20	551.953	46	364.282	72	279.186	98	229.470	124	196.446	150	172.723	176	154.754
21	540.460	47	359.872	73	276.804	99	227.959	125	195.392	151	171.941	177	154.148
22	529.509	48	355.585	74	274.469	100	226.470	126	194.351	152	171.168	178	153.548
23	519.062	49	351.415	75	272.179	101	225.004	127	193.323	153	170.402	179	152.954
24	509.083	50	347.358	76	269.933	102	223.559	128	192.308	154	169.645	180	152.364
25	499.540	51	343.407	77	267.730	103	222.136	129	191.305	155	168.895	181	151.780
26	490.404	52	339.560	78	265.568	104	220.734	130	190.314	156	168.153	182	151.201

P=70 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	1005.634	27	489.947	53	341.484	79	267.821	105	222.943	131	192.395	157	170.096
2	961.450	28	481.395	54	337.766	80	265.702	106	221.557	132	191.410	158	169.356
3	921.536	29	473.184	55	334.140	81	263.621	107	220.191	133	190.438	159	168.624
4	885.279	30	465.291	56	330.603	82	261.577	108	218.845	134	189.476	160	167.899
5	852.178	31	457.698	57	327.153	83	259.571	109	217.518	135	188.526	161	167.181
6	821.822	32	450.387	58	323.785	84	257.599	110	216.209	136	187.587	162	166.471
7	793.870	33	443.343	59	320.497	85	255.663	111	214.918	137	186.659	163	165.767
8	768.036	34	436.550	60	317.285	86	253.759	112	213.646	138	185.741	164	165.070
9	744.078	35	429.994	61	314.148	87	251.889	113	212.390	139	184.834	165	164.380
10	721.791	36	423.663	62	311.082	88	250.050	114	211.152	140	183.936	166	163.697
11	700.999	37	417.545	63	308.084	89	248.242	115	209.930	141	183.050	167	163.020
12	681.550	38	411.629	64	305.153	90	246.464	116	208.725	142	182.172	168	162.350
13	663.313	39	405.904	65	302.286	91	244.716	117	207.536	143	181.305	169	161.686
14	646.172	40	400.362	66	299.481	92	242.996	118	206.362	144	180.447	170	161.029
15	630.029	41	394.992	67	296.736	93	241.304	119	205.204	145	179.599	171	160.378
16	614.795	42	389.787	68	294.049	94	239.640	120	204.061	146	178.760	172	159.732
17	600.391	43	384.739	69	291.417	95	238.002	121	202.932	147	177.930	173	159.093
18	586.750	44	379.841	70	288.840	96	236.389	122	201.818	148	177.109	174	158.460
19	573.809	45	375.085	71	286.315	97	234.802	123	200.718	149	176.296	175	157.832
20	561.514	46	370.466	72	283.842	98	233.240	124	199.632	150	175.492	176	157.211
21	549.815	47	365.977	73	281.417	99	231.701	125	198.559	151	174.697	177	156.595
22	538.668	48	361.613	74	279.040	100	230.186	126	197.500	152	173.910	178	155.984
23	528.033	49	357.368	75	276.709	101	228.694	127	196.454	153	173.131	179	155.379
24	517.875	50	353.237	76	274.423	102	227.224	128	195.421	154	172.361	180	154.780
25	508.161	51	349.216	77	272.181	103	225.775	129	194.400	155	171.598	181	154.186
26	498.860	52	345.300	78	269.980	104	224.349	130	193.391	156	170.843	182	153.597

P=80 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	1020.301	27	497.049	53	346.336	79	271.561	105	226.011	131	195.010	157	172.382
2	975.495	28	488.368	54	342.561	80	269.410	106	224.605	132	194.011	158	171.632
3	935.014	29	480.032	55	338.880	81	267.298	107	223.219	133	193.024	159	170.889
4	898.238	30	472.019	56	335.290	82	265.224	108	221.852	134	192.048	160	170.153
5	864.660	31	464.311	57	331.788	83	263.187	109	220.505	135	191.084	161	169.425
6	833.864	32	456.890	58	328.369	84	261.186	110	219.177	136	190.131	162	168.704
7	805.505	33	449.739	59	325.031	85	259.220	111	217.867	137	189.189	163	167.990
8	779.293	34	442.843	60	321.771	86	257.288	112	216.576	138	188.258	164	167.283
9	754.983	35	436.188	61	318.586	87	255.390	113	215.302	139	187.337	165	166.583
10	732.367	36	429.761	62	315.473	88	253.523	114	214.045	140	186.427	166	165.890
11	711.267	37	423.550	63	312.431	89	251.688	115	212.805	141	185.527	167	165.204
12	691.530	38	417.544	64	309.455	90	249.884	116	211.582	142	184.637	168	164.524
13	673.021	39	411.732	65	306.545	91	248.109	117	210.375	143	183.756	169	163.850
14	655.625	40	406.106	66	303.698	92	246.364	118	209.184	144	182.886	170	163.183
15	639.241	41	400.655	67	300.911	93	244.647	119	208.008	145	182.025	171	162.522
16	623.778	42	395.371	68	298.183	94	242.957	120	206.848	146	181.174	172	161.867
17	609.159	43	390.246	69	295.512	95	241.295	121	205.703	147	180.331	173	161.219
18	595.312	44	385.274	70	292.896	96	239.658	122	204.572	148	179.498	174	160.576
19	582.177	45	380.446	71	290.334	97	238.047	123	203.456	149	178.674	175	159.940
20	569.696	46	375.757	72	287.823	98	236.461	124	202.354	150	177.858	176	159.309
21	557.821	47	371.200	73	285.361	99	234.900	125	201.265	151	177.051	177	158.684
22	546.506	48	366.770	74	282.949	100	233.362	126	200.190	152	176.253	178	158.064
23	535.711	49	362.460	75	280.583	101	231.848	127	199.129	153	175.463	179	157.451
24	525.400	50	358.267	76	278.262	102	230.356	128	198.080	154	174.681	180	156.842
25	515.538	51	354.185	77	275.986	103	228.886	129	197.044	155	173.907	181	156.240
26	506.097	52	350.209	78	273.753	104	227.438	130	196.021	156	173.141	182	155.642

P=90 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	1033.106	27	503.248	53	350.569	79	274.823	105	228.686	131	197.289	157	174.375
2	987.758	28	494.454	54	346.745	80	272.644	106	227.262	132	196.277	158	173.615
3	946.783	29	486.010	55	343.017	81	270.505	107	225.858	133	195.278	159	172.863
4	909.553	30	477.893	56	339.380	82	268.404	108	224.474	134	194.290	160	172.118
5	875.559	31	470.084	57	335.831	83	266.341	109	223.110	135	193.313	161	171.381
6	844.379	32	462.566	58	332.368	84	264.314	110	221.765	136	192.348	162	170.651
7	815.664	33	455.321	59	328.987	85	262.323	111	220.438	137	191.394	163	169.928
8	789.122	34	448.335	60	325.684	86	260.366	112	219.130	138	190.451	164	169.212
9	764.504	35	441.593	61	322.458	87	258.443	113	217.840	139	189.519	165	168.503
10	741.602	36	435.083	62	319.305	88	256.552	114	216.567	140	188.597	166	167.801
11	720.233	37	428.791	63	316.223	89	254.694	115	215.311	141	187.686	167	167.106
12	700.243	38	422.706	64	313.209	90	252.866	116	214.072	142	186.784	168	166.417
13	681.497	39	416.819	65	310.261	91	251.069	117	212.850	143	185.893	169	165.735
14	663.878	40	411.119	66	307.376	92	249.301	118	211.644	144	185.012	170	165.060
15	647.283	41	405.597	67	304.554	93	247.562	119	210.453	145	184.140	171	164.391
16	631.621	42	400.244	68	301.790	94	245.850	120	209.278	146	183.278	172	163.728
17	616.813	43	395.052	69	299.085	95	244.166	121	208.118	147	182.425	173	163.071
18	602.788	44	390.015	70	296.435	96	242.509	122	206.973	148	181.581	174	162.420
19	589.482	45	385.124	71	293.839	97	240.877	123	205.843	149	180.746	175	161.776
20	576.840	46	380.374	72	291.295	98	239.271	124	204.727	150	179.920	176	161.137
21	564.811	47	375.758	73	288.802	99	237.689	125	203.624	151	179.103	177	160.504
22	553.349	48	371.269	74	286.358	100	236.132	126	202.536	152	178.294	178	159.877
23	542.414	49	366.904	75	283.961	101	234.598	127	201.461	153	177.494	179	159.256
24	531.968	50	362.656	76	281.611	102	233.087	128	200.399	154	176.702	180	158.640
25	521.979	51	358.521	77	279.305	103	231.598	129	199.349	155	175.919	181	158.029
26	512.415	52	354.493	78	277.043	104	230.131	130	198.313	156	175.143	182	157.424

P=100 (a)

t: min; q: L/ (s • hm²)

t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q	t	q
1	1043.473	27	508.101	53	353.816	79	277.287	105	230.682	131	198.972	157	175.833
2	997.667	28	499.214	54	349.952	80	275.086	106	229.244	132	197.951	158	175.066
3	956.276	29	490.680	55	346.184	81	272.924	107	227.826	133	196.941	159	174.306
4	918.666	30	482.477	56	342.510	82	270.802	108	226.428	134	195.943	160	173.554
5	884.322	31	474.586	57	338.925	83	268.718	109	225.050	135	194.957	161	172.810
6	852.820	32	466.989	58	335.425	84	266.670	110	223.691	136	193.982	162	172.072
7	823.807	33	459.668	59	332.009	85	264.659	111	222.351	137	193.019	163	171.343
8	796.988	34	452.608	60	328.672	86	262.682	112	221.030	138	192.067	164	170.620
9	772.114	35	445.795	61	325.412	87	260.740	113	219.727	139	191.125	165	169.904
10	748.971	36	439.215	62	322.227	88	258.830	114	218.442	140	190.194	166	169.195
11	727.378	37	432.857	63	319.112	89	256.952	115	217.173	141	189.274	167	168.493
12	707.178	38	426.709	64	316.067	90	255.106	116	215.922	142	188.364	168	167.798
13	688.235	39	420.759	65	313.089	91	253.291	117	214.688	143	187.464	169	167.110
14	670.430	40	414.999	66	310.175	92	251.505	118	213.469	144	186.574	170	166.428
15	653.660	41	409.419	67	307.323	93	249.748	119	212.267	145	185.693	171	165.752
16	637.833	42	404.010	68	304.531	94	248.019	120	211.080	146	184.823	172	165.083
17	622.868	43	398.764	69	301.798	95	246.318	121	209.909	147	183.961	173	164.420
18	608.694	44	393.674	70	299.120	96	244.644	122	208.752	148	183.109	174	163.763
19	595.248	45	388.732	71	296.498	97	242.996	123	207.611	149	182.266	175	163.112
20	582.472	46	383.932	72	293.928	98	241.373	124	206.483	150	181.432	176	162.467
21	570.316	47	379.267	73	291.409	99	239.776	125	205.370	151	180.607	177	161.828
22	558.732	48	374.732	74	288.940	100	238.203	126	204.271	152	179.791	178	161.195
23	547.681	49	370.321	75	286.519	101	236.653	127	203.185	153	178.983	179	160.567
24	537.125	50	366.028	76	284.144	102	235.127	128	202.112	154	178.183	180	159.946
25	527.030	51	361.850	77	281.815	103	233.623	129	201.053	155	177.392	181	159.329
26	517.365	52	357.781	78	279.530	104	232.142	130	200.006	156	176.609	182	158.719

9.3 供暖通风空气调节室外设计参数

根据项目参证站—清远国家气象站和项目园区代表站（G8303）的气象观测资料，按国标《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2015 有关规定对清远高新区供暖通风空气调节室外设计参数进行统计分析。

9.3.1 分析内容

供暖通风空气调节室外设计参数的定义和统计方法遵循《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2015。需求的气象数据及其统计方法如下：

表 9-14 室外空气计算参数及其统计方法一览表

室外空气计算参数名称	统计方法
供暖室外计算温度	累年平均每年不保证 5 天的日平均温度
冬季通风室外计算温度	历年最冷月的月平均温度
冬季空调室外计算温度	累年平均每年不保证 1 天的日平均温度
冬季空调室外计算相对湿度	历年最冷月的月平均相对湿度
夏季空调室外计算干球温度	累年平均每年不保证 50h 干球温度
夏季空调室外计算湿球温度	累年平均每年不保证 50h 湿球温度
夏季通风室外计算温度	历年最热月 14 时平均温度的平均值
夏季通风室外计算相对湿度	历年最热月 14 时平均相对湿度的平均值
夏季空调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
冬季室外平均风速	累年最冷 3 个月各月平均风速的平均值
冬季室外最多风向的平均风速	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
夏季室外平均风速	累年最热 3 个月各月平均风速的平均值
夏季室外最多风向的平均风速	累年最热 3 个月最多风向（静风除外）的各月平均风速的平均值

均风速	
冬季最多风向及其频率	累年最冷 3 个月的最多风向及其平均频率
夏季最多风向及其频率	累年最热 3 个月的最多风向及其平均频率
年最多风向及其频率	累年最多风向及其平均频率
冬季室外大气压力	累年最冷 3 个月 (12、1、2) 各月大气压力的平均值
夏季室外大气压力	累年最热 3 个月 (6、7、8) 各月大气压力的平均值
冬季日照百分率	累年最冷 3 个月各月平均日照百分率的平均值
极端最高气温	累年极端最高气温
极端最低气温	累年极端最低气温
历年极端最高气温平均值	历年极端最高气温平均值
历年极端最低气温平均值	历年极端最低气温平均值
累年最低日平均温度	累年日平均温度中的最低值
累年最热月平均相对湿度	累年月平均温度最高的月份的平均相对湿度
设计计算用供暖天数	按累年日平均温度稳定低于或等于供暖室外临界温度的总日数确定。本报告供暖室外临界温度为 5℃、8℃

9.3.2 分析结果

项目园区供暖通风空气调节室外设计参数计算结果见表 9-15。

表 9-15 项目园区供暖通风空气调节室外设计参数

年平均温度 (℃)		22.27
室外计算温、湿度	冬季供暖室外计算温度 (℃)	9.55
	冬季通风室外计算温度 (℃)	14.2
	冬季空气调节室外计算温度 (℃)	7.65
	冬季空气调节室外计算相对湿度 (%)	72.6
	夏季空气调节室外计算干球温度 (℃)	36.45
	夏季空气调节室外计算湿球温度 (℃)	29.0
	夏季通风室外计算温度 (℃)	33.68
	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	68.2
	夏季空气调节室外计算日平均温度 (℃)	31.2

风向、风速及频率	夏季室外平均风速 (m/s)	1.3
	夏季最多风向	SSW
	夏季最多风向的频率 (%)	34
	夏季室外最多风向的平均风速 (m/s)	2.0
	冬季室外平均风速 (m/s)	1.35
	冬季最多风向	N
	冬季最多风向的频率 (%)	21
	冬季室外最多风向的平均风速 (m/s)	1.8
	年最多风向	SSW
	年最多风向的频率 (%)	17
冬季日照百分率 (%)		32.2
最大冻土深度 (cm)		-
大气压力	冬季室外大气压力 (hPa)	1011.7
	夏季室外大气压力 (hPa)	996.4
设计计算用供暖期天数及其平均温度	平均每年日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的天数	0
	日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	0
	平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)	0
	平均每年日平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 的天数	2.0
	日平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	12.15-1.2
	平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)	7.35
极端最高气温 ($^{\circ}\text{C}$)		40.0
极端最低气温 ($^{\circ}\text{C}$)		3.4
历年极端最高气温平均值 ($^{\circ}\text{C}$)		39.8
历年极端最低气温平均值 ($^{\circ}\text{C}$)		4.55
累年最低日平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)		7.05
累年最热月平均相对湿度 (%)		83.2

10 污染气象条件分析

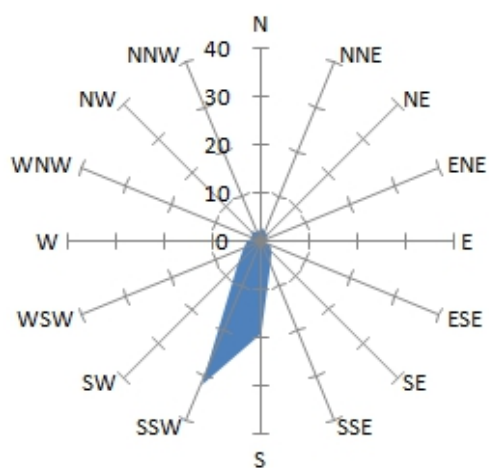
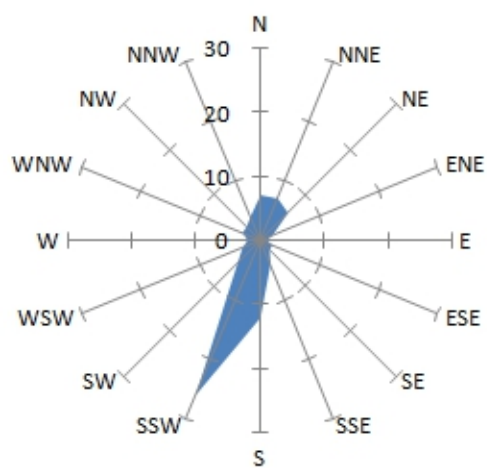
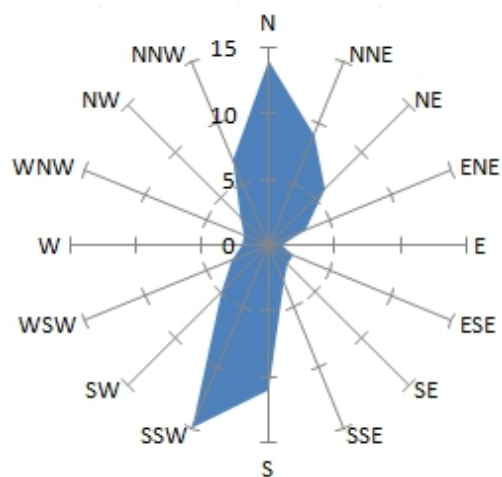
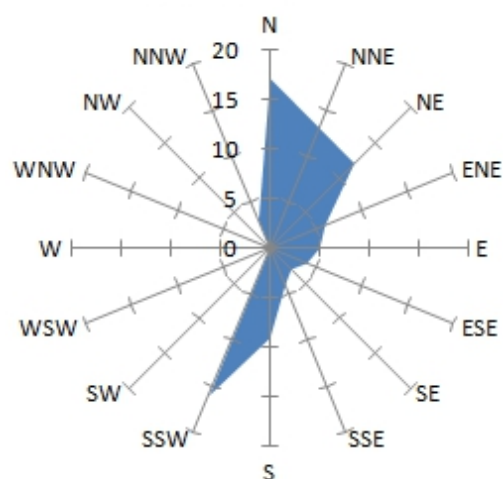
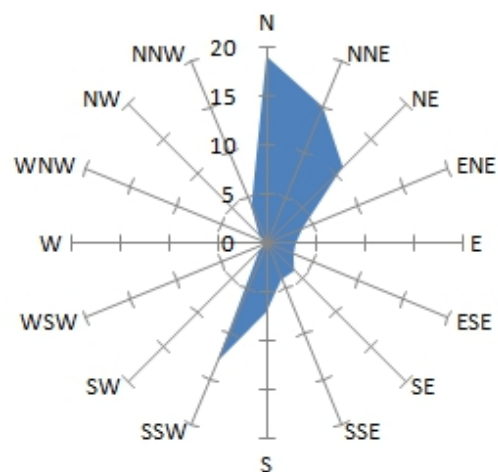
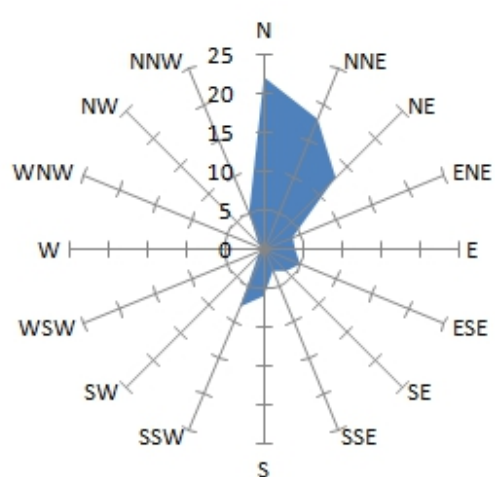
10.1 主导风向

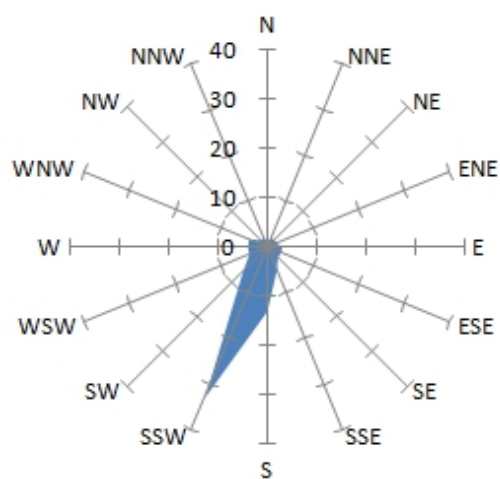
清远高新区位于南亚热带海洋季风气候区，风向的季节性变化明显。

根据项目园区代表站 G8303 气象站历史测风资料统计，该区域年盛行风向以 SSW、N、NNE 风为主。秋冬季主导风向为 NNE 风和 N 风，春夏季主导风向为 SSW 风和 S 风。

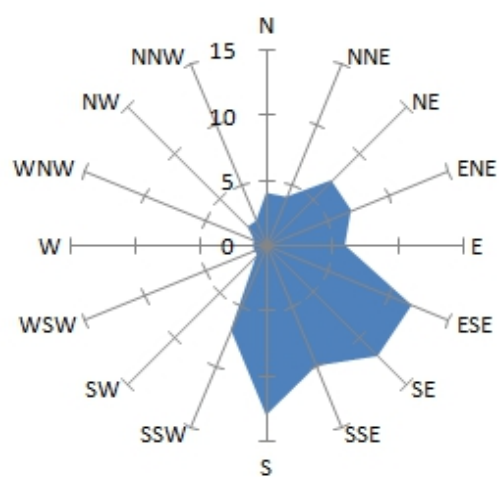
表 10-1 G8303 自动气象站累年各月风向频率（单位：%）

月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
1	22	18	13	4	4	5	4	3	6	8	1	0	0	0	1	5	6
2	19	15	11	4	3	3	4	4	7	13	1	0	1	0	1	4	10
3	17	13	12	6	5	4	3	4	9	16	0	0	0	0	0	3	7
4	14	9	6	3	1	2	2	3	11	15	5	3	2	2	3	7	11
5	7	7	6	2	1	2	2	4	12	26	5	3	2	3	3	4	12
6	3	2	2	1	0	2	3	5	19	32	7	4	3	2	3	2	11
7	1	2	2	2	3	3	3	5	13	33	7	4	4	4	2	2	11
8	4	4	7	7	6	12	12	10	13	7	1	1	1	1	2	2	11
9	10	8	11	9	7	12	9	7	7	6	1	0	0	0	0	2	9
10	17	21	16	8	5	6	5	4	4	4	0	0	0	0	0	2	7
11	20	20	13	5	4	9	6	5	5	5	0	0	0	0	0	2	4
12	22	25	15	5	5	5	3	3	4	4	1	0	0	0	1	4	4
年	13	12	10	5	4	5	5	5	9	14	2	1	1	1	1	3	9

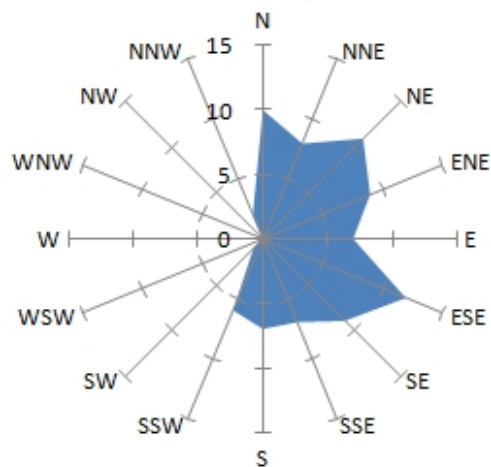




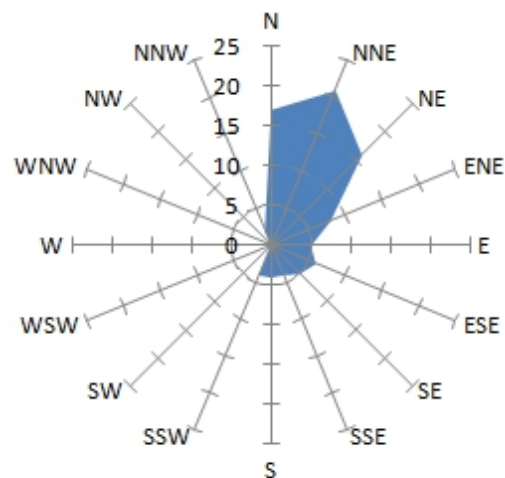
7月风玫瑰图 (C: 11%)



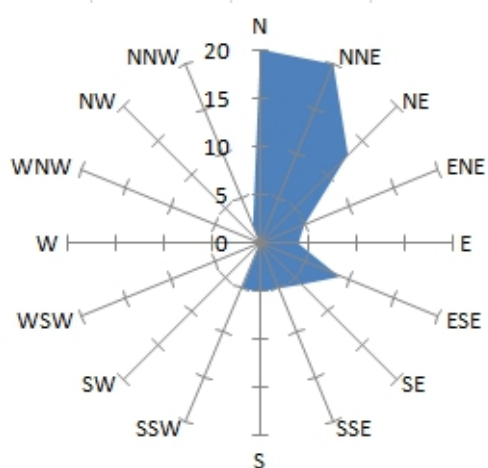
8月风玫瑰图 (C: 11%)



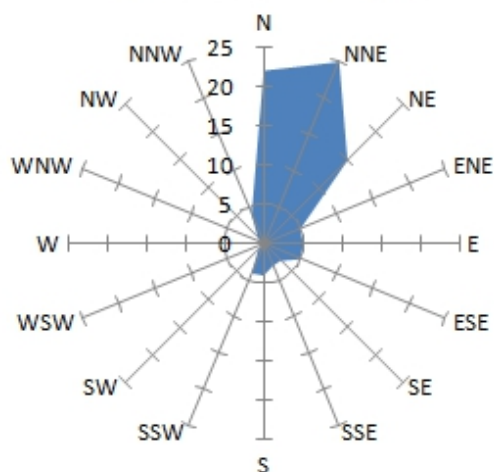
9月风玫瑰图 (C: 9%)



10月风玫瑰图 (C: 7%)



11月风玫瑰图 (C: 4%)



12月风玫瑰图 (C: 4%)

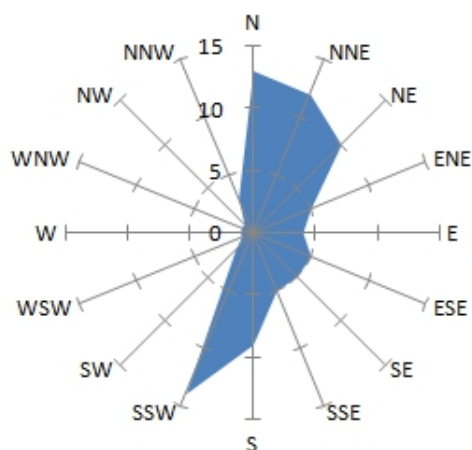


图 10-1 G8303 气象站累年各月风向玫瑰图

10.2 静风和小风频率

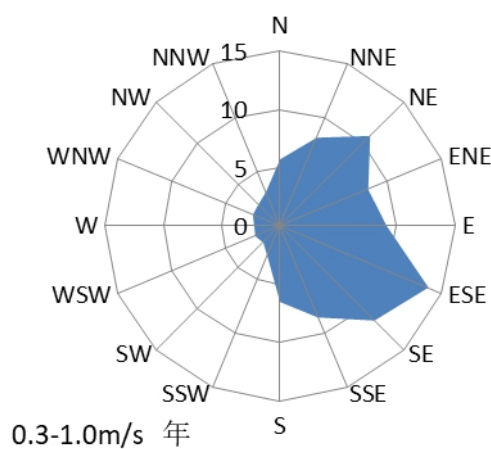
基于项目园区代表站 G3803 自动气象站 2019-2020 年的测风数据，统计累年和各月的静风（风速 $\leq 0.2\text{m/s}$ ）以及小风频率，结果见表 10-2。从表中可见，累年平均静风频率为 8.6%，其中 12 月的静风频率最低，为 4.1%，5 月的静风频率最高，为 11.6%；0.3-1.0m/s 的小风的年平均出现概率为 39.0%，在 8-9 月出现较多，出现概率在 50.1-51.2%之间。

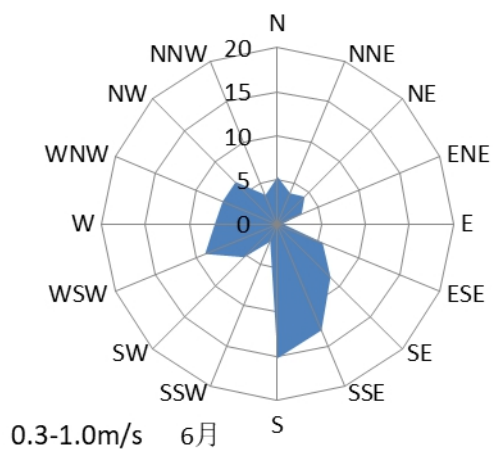
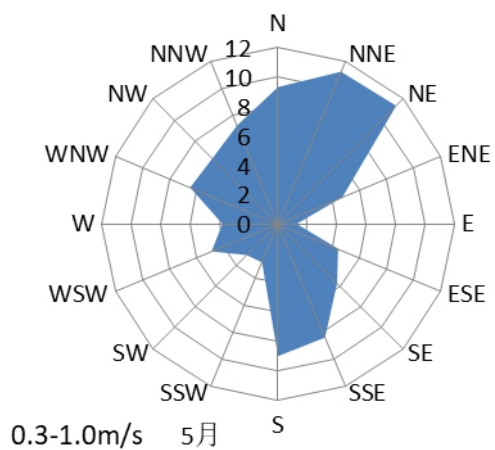
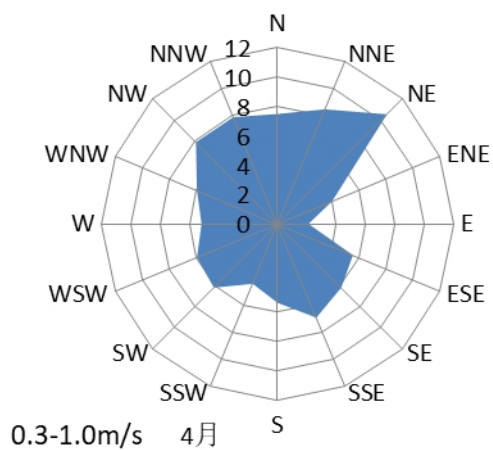
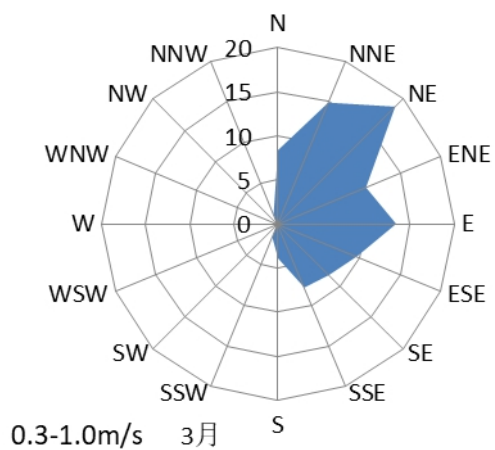
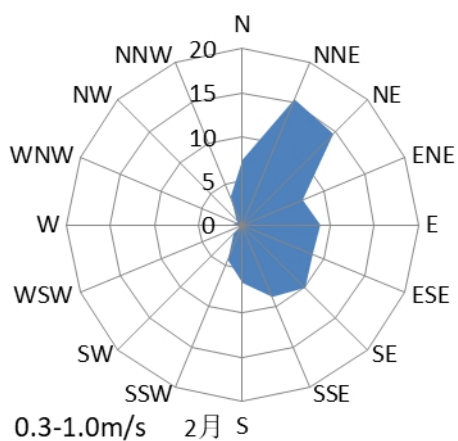
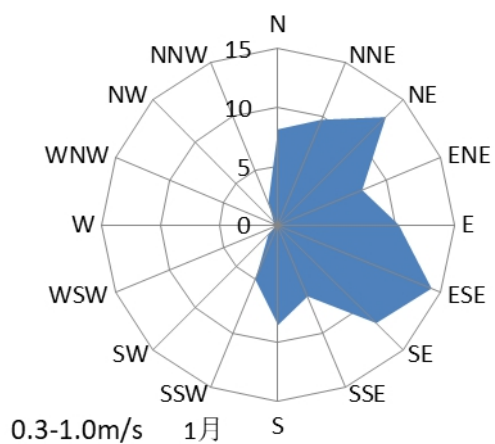
表 10-2 G8300 自动气象站近 2 年累年各月静风和小风频率(单位：%)

月份 \ 风速 (m/s)	≤ 0.2	0.3-1.0
1	5.9	34.7
2	9.6	35.6
3	7.3	36.2
4	10.9	36.3
5	11.6	42.6
6	10.6	35.1
7	10.9	33.4
8	11.4	51.2
9	9.5	50.1

10	7.0	41.2
11	4.3	38.5
12	4.1	32.5
年	8.6	39.0

图 10-2 给出 0.3-1.0m/s 风速段的累年和各月风玫瑰图。全年来看，G8303 自动气象站的 0.3-1.0m/s 的小风主要来自于东南偏东（ESE）和东北风（NE）、东南风（SE）方位。其中，0.3-1.0m/s 的小风在 1 月主要以东南偏东风（ESE）为主，2-5 月均主要以东北风（NE）为主，6 月以南风（S）为主，7 月以西风和西北偏西风（W-WNW）为主，8-12 月则主要以东南偏东风（ESE）为主。





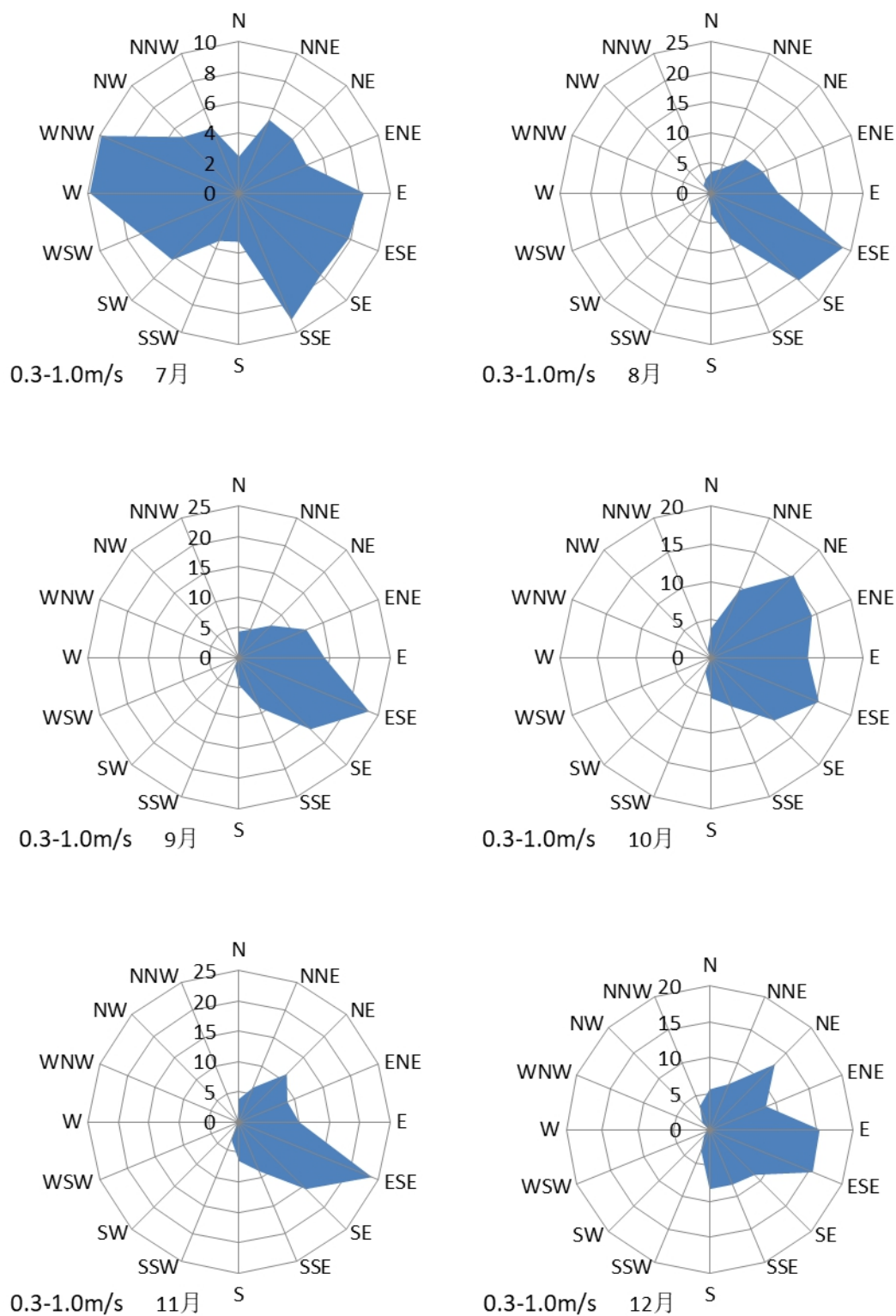


图 10-2 G8303 自动气象站 0.3-1.0m/s 风速段累年各月风玫瑰图

10.3 污染系数

在污染源排放量不变的条件下，污染物排入大气后能否造成大气污染，以及污染程度的大小是由天气状况决定的，只有当天气状况不利于污染物的输送扩散时，才会形成严重污染。风的污染系数是表示大气污染与风向、风速之间关系的概念。其关系式为：

$$I = \frac{d}{u}$$

式中 I 为风的污染系数，是一个无量纲的相对值，在污染源排放量不变时， I 值愈大则污染越严重； d 为风向频率，取 16 方位； u 为风速。

根据项目园区代表站 G8303 自动气象站 2019-2020 年观测资料计算，污染系数在 N-E-SSW 扇区污染系数较大，春季在 N-NE 和 S-SSW 扇区污染系数较大，夏季在 ESE-SSW 扇区污染系数较大，秋季在 N-SE 扇区污染系数最大，冬季在 N-NE 扇区污染系数较大，要注意各季节污染系数较大区域及其下风向区域可能存在的污染情况。

表 10-3 项目园区各风向方位污染系数

风向 月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
春季	8.4	8.1	8.9	4.1	4.7	5.3	3.3	4.6	7.1	10.0	2.8	2.2	1.7	2.8	3.3	3.9
夏季	2.7	3.0	4.1	4.2	6.0	9.4	7.5	6.7	9.4	12.0	3.6	2.7	3.3	3.9	3.3	2.5
秋季	9.2	10.2	10.3	8.1	10.7	15.0	8.3	5.9	4.4	3.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
冬季	11.7	11.4	9.3	4.3	5.7	6.2	5.2	4.2	5.2	5.2	0.9	0.0	0.3	0.0	1.1	2.9
全年	8.0	8.1	8.1	5.2	6.8	9.0	6.1	5.3	6.5	7.8	1.9	1.2	1.3	1.7	1.9	2.6

备注：春季为 3-5 月，夏季为 6-8 月，秋季为 9-11 月，冬季为 12-2 月

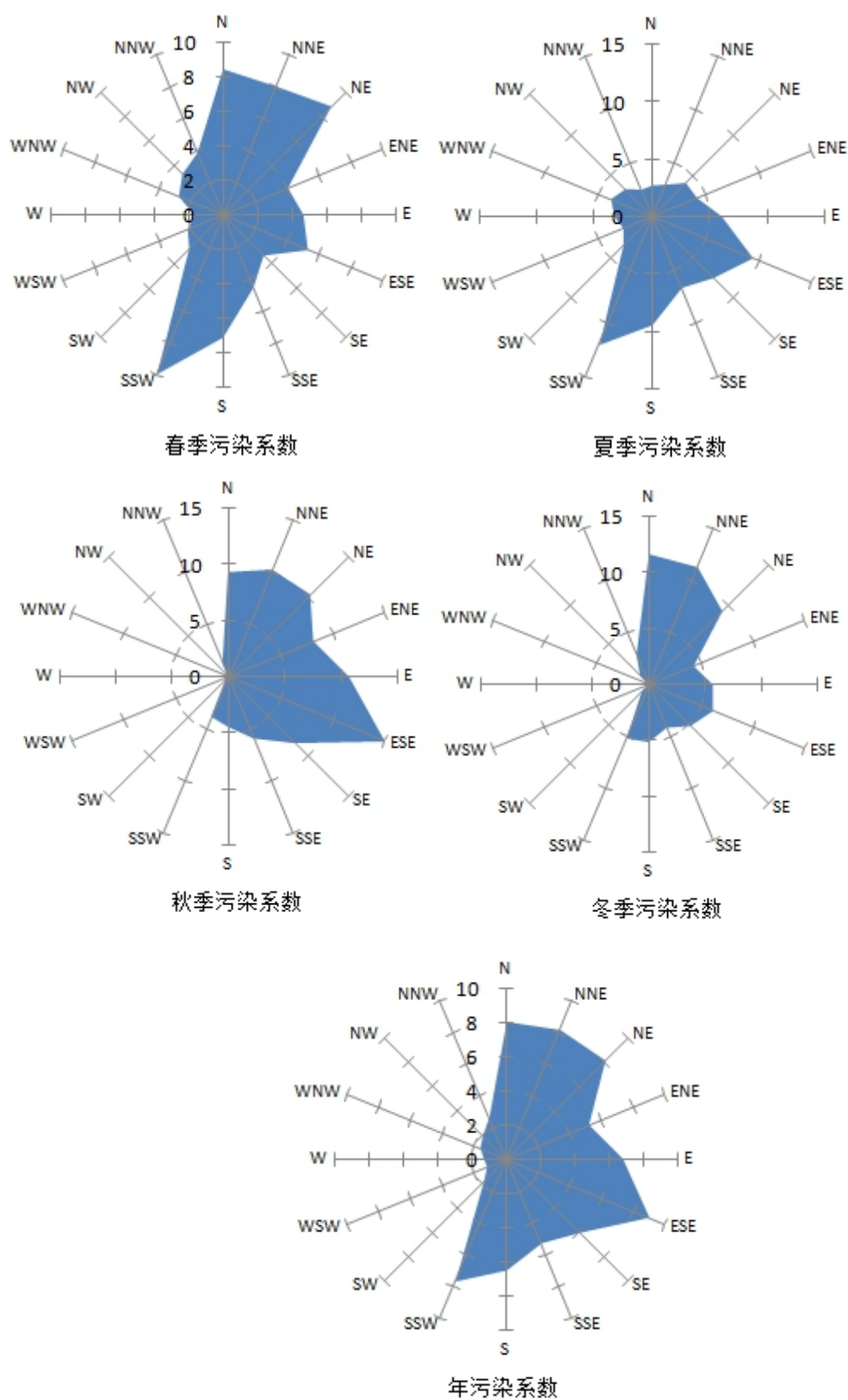


图 10-3 全年及各季节污染系数玫瑰图

10.4 大气稳定度及联合频率

(1) 大气稳定状况的定量判别方法——Pasquill 法

根据风速、云量和云高的观测资料，客观地定出稳定度扩散级别。确定等级时首先根据太阳高度角和云量、云高按表 10-4 得到太阳辐射等级数，再由太阳辐射等级数与地面风速按表 10-5 查找稳定等级。

表 10-4 太阳辐射等级数

时间	天空状况	日射等级
不论日间或夜间	云量 10/10，而且云高<2000m	0
夜间	总云量≤4/10	-2
	总云量>4/10	-1
日间	$h_0 < 15^\circ$	1
	$15^\circ < h_0 < 35^\circ$	2
	$35^\circ < h_0 < 60^\circ$	3
	$h_0 > 60^\circ$	4
	云高<2000m 的低云量为 6~9，而且： $h_0 > 60^\circ$	1
	$h_0 \leq 60^\circ$	0
	云高<2000m 的低云量为>9，不论 h_0	0

表 10-5 Pasquill 法大气稳定度分类方案

地面风速 (m/s)	日射等级						
	4	3	2	1	0	-1	-2
<2	A	A~B	B	C	D	E	F
2~3	A~B	B	C	D	D	D~E	E
3~5	B	B~C	C	D	D	D	D~E
5~6	C	C	D	D	D	D	D~E
>6	C	D	D	D	D	D	D

(2) 大气稳定度分类计算结果

利用项目参证站—清远国家气象站的风观测和云量观测资料，通过 PG 法计算得到厂址各类大气稳定度频率表（表 10-6），大气稳定度属于不稳定（A、B、C 类）状况的占 6.9%，中性（D 类）占 77.8%，稳定（E、F 类）占 15.3%。

表 10-7 给出了 PG 法计算得到项目园区 10m 高度风向、风速和稳定度联合频率表。

表 10-6 各类大气稳定度频率表_PG 法（单位：%）

稳定度	A	B	C	D	E	F
百分率	1.4	3.2	2.3	77.8	6.4	8.9

表 10-7 10m 高度风向、风速和大气稳定度联合频率表（合计）_PG 法（单位：%）

稳定度	风速 m/s		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
	等级范围	平均																
A	0.0~0.5	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5~1.9	1.3	0.08	0.05	0.18	0.13	0.07	0.05	0.11	0.13	0.14	0.14	0.09	0.03	0.1	0.03	0.01	0.02
	2.0~2.9	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3.0~4.9	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5.0~5.9	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6.0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0.0~0.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5~1.9	1.2	0.06	0.1	0.29	0.24	0.11	0.15	0.14	0.13	0.14	0.09	0.06	0.02	0.08	0.07	0.06	0.01
	2.0~2.9	2.3	0	0.02	0.17	0.14	0.03	0.05	0.05	0.11	0.09	0.06	0	0.02	0.01	0	0	0
	3.0~4.9	3.4	0.01	0.07	0.55	0.05	0.03	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0
	5.0~5.9	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6.0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0.0~0.5	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.5~1.9	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.0~2.9	2.3	0	0.01	0.29	0.22	0.11	0.05	0.03	0.1	0.11	0.01	0.02	0.02	0	0.02	0.01	0
	3.0~4.9	3.2	0.02	0.15	0.56	0.13	0	0.01	0	0.01	0.03	0.02	0	0	0	0	0.01	0
	5.0~5.9	—	0.01	0.13	0.19	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6.0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0.0~0.5	0.2	0.11	0.01	0	0.06	0.01	0.01	0.02	0	0.02	0.01	0	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
	0.5~1.9	1.1	1.53	2.39	4.59	3.31	2.14	1.43	1.76	1.83	2.24	1.46	1.14	0.83	0.91	0.88	0.95	1.18
	2.0~2.9	2.3	0.16	0.72	5.45	4.84	1.88	0.41	0.58	1.22	1.62	1.06	0.4	0.19	0.18	0.19	0.23	0.33
	3.0~4.9	3.3	0.22	1.35	7.76	3.36	0.72	0.09	0.19	0.75	2.42	1	0.13	0.1	0.02	0.09	0.08	0.16
	5.0~5.9	5.5	0.1	1.47	2.44	0.1	0.02	0.01	0.02	0.09	0.46	0.17	0	0	0	0	0	0.01
	>6.0	6.4	0.26	2.58	2.76	0.01	0.01	0	0.01	0.06	0.22	0.08	0.01	0.01	0	0.01	0	0.07
E	0.0~0.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.01
	0.5~1.9	1	0.1	0.23	0.39	0.23	0.21	0.07	0.1	0.14	0.11	0.11	0.1	0.07	0.09	0.02	0.05	0.09
	2.0~2.9	2.3	0.05	0.1	0.58	0.25	0.08	0.07	0.01	0.07	0.05	0.02	0.06	0.01	0.03	0.02	0.01	0
	3.0~4.9	3.1	0.15	0.53	1.66	0.38	0.05	0.01	0	0.03	0.02	0.01	0	0	0.02	0	0	0.02
	5.0~5.9	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6.0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0.0~0.5	0.2	0.03	0.01	0	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.03	0	0	0	0.02
	0.5~1.9	1	0.5	0.8	0.99	0.62	0.25	0.21	0.17	0.13	0.1	0.15	0.1	0.06	0.16	0.17	0.3	0.32
	2.0~2.9	2.3	0.17	0.55	1.67	0.69	0.16	0.05	0.03	0.01	0.05	0.09	0	0.05	0.02	0.02	0.07	0.05
	3.0~4.9	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5.0~5.9	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>6.0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

10.5 混合层高度

(1) 混合层高度的计算公式

当大气稳定度为 A、B、C 和 D 时： $h = a_1 U_{10} / f$

当大气稳定度为 E 和 F 时： $h = b_1 \sqrt{U_{10} / f}$

$$f = 2\Omega \sin \phi$$

其中, h 为混合层厚度; U_{10} 为 10m 高度风速(大于 6m/s 时取 6m/s);
 a_1 、 b_1 为混合层系数; f 为地转参数; Ω 为地转角速度, 为 $7.29 \times 10^{-5} \text{rad/s}$;
 ϕ 为地理纬度, deg。

表 10-8 广东地区 a_1 和 b_1 取值

a_1				b_1	
A	B	C	D	E	F
0.056	0.029	0.020	0.012	1.66	0.70

(2) 混合层高度计算结果

利用气象站风观测资料和 PG 法计算的稳定度结果, 计算得到项目区域的混合层厚度。全年的平均混合层厚度为 575m, 最大是 11 月的 771m, 最小是 4 月的 456m。

表 10-9 混合层厚度计算结果 (单位: m)

项目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
混合层厚度	676	571	562	456	459	474	511	496	593	602	771	730	575

11 气象灾害防御措施与建议

清远高新区地处广东中北部，珠江三角洲北部，南岭山脉以南，为我省台风、暴雨、雷电、强对流等气象灾害事件高发区，应做好气象灾害防御工作。

应建立气象灾害应急管理制度，制定气象灾害防御应急预案，配备应急救援器材及设备，并组织开展防御气象灾害应急知识、应急救援的培训教育、宣传和演练，一旦发生灾情应及时组织救灾并报告气象及相关主管部门；加强防风、防涝、防雷等工程设施建设，提高经营场所、设施设备、机械装置等的防灾抗灾能力；与气象主管机构应当建立信息共享机制，实现预报预警信息、灾情信息等内容的互联互通；确定气象灾害应急管理人，并报当地气象主管机构，气象灾害应急管理人应当具备一定的气象灾害风险管理能力；建立灾害性天气发生期间的值班制度，并落实值班人员的岗位责任。

加强气象灾害综合风险管理，探索建立巨灾保险等气象灾害风险转移分担机制，提高抗风险能力。

11.1 暴雨灾害应对措施

（1）按国家标准《室外排水设计规范》和暴雨强度计算结果进行项目园区的排水规划和设计。

雨水管渠设计重现期，应根据汇水地区性质、地形特点和气候特征等因素确定。同一排水系统可采用同一重现期或不同重现期，应根据城镇特点、积水影响程度和内河水位调控等因素经技术经济比较后确定。

一般根据重现期校核排除地面积水的能力，重现期应采用 3 年~5 年，重要干道、重要地区或短期积水即能引起较严重后果的地区，应采用 5 年~10 年，有特殊要求的地区宜采用规定的上限，特别重要地区可采用 50 年或以上。

(2) 针对雨涝灾害严重区域和存在雨涝灾害隐患的区域，加强雨涝灾害防御，包括提高排洪管道标准，加强水浸黑点的治理等，对高风险区域做出重点应急防御部署，提升防灾减灾效率。

(3) 项目园区全年各月均有可能出现暴雨，其中在 5—9 月出现机会较多。但在全球变暖、极端天气气候事件多发的背景下，非汛期同样可能出现极端的强降水，除了在汛期做好暴雨防御工作之外，非汛期也需要警惕暴雨发生的可能，避免因防灾减灾意识松懈带来风险隐患。

11.2 台风、大风灾害应对措施

针对台风、强对流、雷雨大风致灾特点，提出大风风险应对对策。

(1) 项目园区为台风、强对流大风和冷空气大风灾害多发地区，累年最大风速和极大风速均为台风、强对流大风和冷空气大风天气影响造成，因此建议本项目工程及配套附属设施的抗风设计除按国家相关规范进行设计和建设外，还需充分考虑重现期最大风速和极大风速的计算结果。

基本风压、风速等风荷载的取值应采用《建筑结构荷载规范》(GB5009-2012) 规定的 50 年重现期风压和风速。对于高层建筑、高耸结构以及对风荷载比较敏感的结构，基本风压和风速的取值应适当提

高，并符合有关结构设计规范的规定。

注：根据《民用建筑设计统一标准》GB 50352-2019 的规定，民用建筑按地上建筑高度或层数进行分类应符合下列规定：

1) 建筑高度不大于 27.0m 的住宅建筑、建筑高度不大于 24.0m 的公共建筑及建筑高度大于 24.0m 的单层公共建筑为低层或多层民用建筑；

2) 建筑高度大于 27.0m 的住宅建筑和建筑高度大于 24.0m 的非单层公共建筑，且高度不大于 100.0m 的，为高层民用建筑；

3) 建筑高度大于 100.0m 为超高层建筑。

(2) 普及台风预警信号及发布知识，针对台风灾害制定相关预警措施。优化调整台风灾害预警发布渠道，保证人员的安全转移和避险。开展精细化预报工作，提高台风路径和强度等的数值预报能力。建立完善“直通式”预警发布网络，为风暴潮灾害主要承灾对象提供准确的台风风暴潮预报预警信息。

(3) 加强台风灾前建筑工地等重要风险源检查。在较强台风过境时，要提前停止户外作业，拆除建筑工地的高空危险物，避免被台风吹落砸伤砸死行人。同时，应安排建筑工人及时撤离简易工棚，转移到安全场所避风。要最大限度地避免因台风倒损建筑设施所造成的人员伤亡。特别要重视对危旧住房、厂房、工棚、围墙、临时建筑、在建工程、各类吊机、施工电梯、脚手架等风险点的防台措施，并加强对山体滑坡、泥石流等次生灾害的预报预警。

(4) 加强防范台风外围环流引发的龙卷风等强对流天气。在台风

影响期间特别是台风登陆前后，各区都要特别注意防范台风外围环流引发的龙卷风等强对流天气的袭击。由于台风外围环流引发的龙卷风等极易造成群死群伤和严重经济损失，其危害极大。因此，要注意加大宣传力度，采取相关防范措施。

（5）目前气象部门对于台风、强冷空气过程带来的大风天气预警准确率较高，但对于强对流天气引发的大风预警准确率仍只有 60%左右，预警提前量仅约半小时。而且强对流天气带来大风具有突发性强、破坏力大的特点，预报预警难度非常大。因此，当厂区内部及周边区域出现雷雨大风、龙卷、冰雹等强对流天气时，即便气象部门未发布雷雨大风预警信号，也应当立即停止户外作业，并采取积极防御措施，避免大风天气造成人员伤亡。

11.3 高温灾害应对措施

（1）高温带来的灾害主要集中体现在安全生产和人员中暑方面，要因地制宜制定高温天气应急预案。对户外或者高温条件下的作业人员要重点做好应急防御部署。

（2）高温季节要严防危险化学品事故的发生。各级安全监管部门和各有关部门要加强危险化学品生产、储存、经营、运输、使用和处置废弃等各环节的安全监管，排查隐患。

（3）高温季节空调、电风扇、冰箱等用电量增加，电气设备线路超负荷运转，容易发生短路烧毁电机着火，相关部门加强科普宣传，提高居民安全用电意识。此外，要注意加强森林火灾火情监测预警。

11.4 雷电灾害应对措施

(1) 遇有雷雨天气，特别是当闪电临近时，管理人员应当提醒、督促施工人员马上停止作业，进入安全区域。室外施工人员应该及时躲入建筑物内，不宜停留在无防雷措施的车库，工棚，也要尽量远离大树和高压线等物体，防止遭受直接雷击。

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

(3) 闪电时施工人员不要靠近金属水管、暖气管道及配电箱等与室外有电气连接的金属设施，不要停留在门窗处。

(4) 外围人员雷雨时不要在孤立的大树、高压输配电铁塔、高大的广告牌下行走或停留，防止接触电压或跨步电压的伤害。

(5) 有合格防雷装置的建筑物属于防雷相对安全区域。雷闪时所有施工现场的外部人员应及时躲避到建筑物内部。

(6) 在室内最简易直接的防雷方法，是拔下所有电源插头，是一种实用的应急措施。

11.5 政府部门相关应对措施

(1) 加强各类灾害天气的监测、预报和预警能力建设，特别是精细化的预报。开展机理和成因分析，提高预报预警准确率。同时健全气象灾害预报预警和信息发布机制，加强气象灾害早期预警能力建设。

(2) 普及台风及各类灾害的预警信号及发布知识，针对各类灾害

制定相关预警措施。优化调整灾害预警发布渠道，保证人员的安全转移和避险。开展精细化预报工作，提高台风路径和强度等的数值预报能力。建立完善“直通式”预警发布网络，为风暴潮灾害主要承灾对象提供准确的台风风暴潮预报预警信息。

（3）提升电网应对极端天气应急处置能力。推进电源布局建设，逐步完善电网部分薄弱的网架结构，强化政企联动，积极开展电力设施外部安全隐患的联合整治，强化电力设施外部风险管控，重视超高树木对输电线路的影响，进一步完善政企电力应急联动机制，提高极端恶劣天气情况下的保供电能力。

（4）高温季节要严防危险化学品事故的发生。各级安全监管部门和各有关部门要加强危险化学品生产、储存、经营、运输、使用和处置废弃等各环节的安全监管，切实加强建筑施工等其他行业和领域的安全监管，排查隐患。

11.6 针对园区各产业的气象建议

清远高新技术产业园区现有产业主要有：生物医药、电子信息、合成人造革、化工、塑料制品、有色金属、金属制品、金属压延等。

生物医药、电子信息属于高新技术类，敏感电子信息系统受到直击雷的概率相对较低，但由于设备接口多、线路长比较容易受到雷电电涌侵入，造成电子设备失效，因此，必须在雷电电涌侵入的通道上设置合适的电涌保护器，对雷电流进行限压、分流，以达到保护电子信息系统的目的。

合成人造革、化工、塑料制品等属于危险化工类，高温是其重要的

气象敏感因子。高温天气，用电负荷大，易造成机械、电器失灵，会对设备的正常运行产生巨大危害；有些物料会自燃；研究表明，高温炎热天气会使重大火灾事故发生的可能性增加。因此，在高温天气下，要加强对员工的管理，做好员工的防暑降温工作，谨慎操作。在工艺上需要及时关注循环冷却系统的各项参数，按规定随气温做出相应调整，对一些低沸点易挥发液体储存容易要定期做好检测，妥善安置，必要时进行合理的系统降温，同时要定期对消防器材做全面检测。另外，还要注意强降水的影响，防范化工物料随雨水冲刷在低洼处留存造成安全隐患。暴雨季节要多关注天气预报，在暴雨来临前，启动排水泵，降低地下污水池液位，留出空间，以免突降大雨，污水溢出进入雨水系统，发生污染事故。

有色金属、金属制品、金属压延等金属制造产业受汛期大规模强降水影响，容易导致企业阶段性减产停产等情况，尤其暴雨引发的部分地区内涝，导致铁路、公路运输受限，对商品物流造成较大影响，继而对相关产业短期供需和库存造成扰动，因此建议在汛期前对产业链进行合理规划，加强暴雨灾害防御。

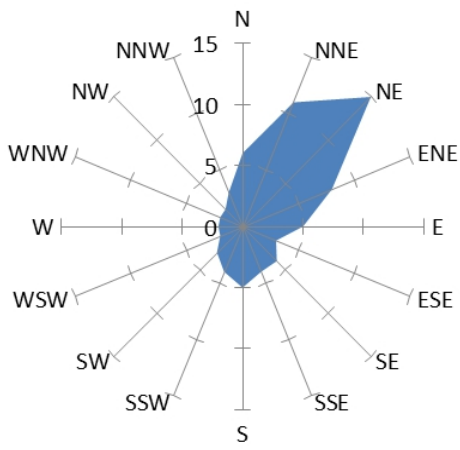
12 结论

12.1 工程区域气候特征

根据项目参证气象站—清远国家气象站的历史观测资料作为清远高新技术开发区的区域气候特征值，结果见表 12-1。

表 12-1 清远高新区区域气候特征值

气象要素		数值
气温	年平均(℃)	21.8
	极端最高(℃)	39.0
	极端最低(℃)	-0.6
气压	年平均(hPa)	1004.1
	极端最高(hPa)	1026.4
	极端最低(hPa)	974.6
降水	年平均降水量(mm)	2136.5
	日最大降水量(mm)	640.6
	最大连续降水量(mm)	830.0
	最长连续降水日数(d)	30
相对湿度	年平均(%)	77
	极端最小相对湿度(%)	10
蒸发量	平均年蒸发量(mm)	1653.2
日照	年平均日照时数(h)	1677.1
	年平均日照百分率(%)	38
雾	年平均雾日数(d)	8.6
冰雹	历史上出现次数(次)	6
雷暴	年平均日数(d)	79.7
风	年平均风速(m/s)	2.2

气象要素		数值
	年风向玫瑰图	 <p>年 C=23%</p>
能见度	年平均 (km)	10.4
	平均最高 (km)	20.4
	平均最低 (km)	3.5

12.2 高温灾害特征

累年平均气温 21.8℃，最热月 7 月平均气温 28.8℃，最冷月 1 月平均气温 12.9℃，极端最高气温 39.0℃（2008 年 7 月 28 日），极端最低气温 -0.6℃（1957 年 2 月 11 日）；年平均最高气温 26.1℃，年平均最低气温 18.7℃。累年平均日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数为 16.1d。

12.3 暴雨灾害特征

累年平均降水量为 2136.5mm，年降水量最小的年份为 1424.4mm（2011 年），最大的年份可达 3089.6mm（1983 年）。日最大降水量为 640.6mm，出现在 1982 年 5 月 12 日。最大连续降水量为 830mm，出现在 1982 年 5 月 9-14 日。最长连续降水日数为 30d，出现在 1975 年 4 月 24 日至 5 月 23 日。

各历时的平均最大降水量和最大降水量极值详见表 12-2。

表 12-2 清远各历时最大降水量（单位：mm）

项目 \ 历时	5min	10min	15min	30min	45min	1h	2h	3h	6h	12h	24h
平均最大降水量(mm)	15.0	24.3	31.2	47.0	58.4	66.1	84.0	93.0	118.7	140.6	164.1
最大降水量极值(mm)	29.7	50.0	55.5	91.1	119.0	154.8	264.7	344.3	532.8	592.1	646.7

通过各历时最大降水量的历史资料序列，采用皮尔逊III型分布法，计算得到 1h、2h、3h、6h、12h、24h 的 10、20、30、50、100、200 年一遇的日最大降水量，见表 12-3。

表 12-3 清远各重现期暴雨量（单位：mm）

项目 \ 重现期（年）	10	20	30	50	100	200
1h 降水量	93.0	109.7	119.7	132.3	150.0	167.4
2h 降水量	124.0	152.7	170.1	192.2	223.1	254.3
3h 降水量	142.3	176.5	197.2	223.6	260.4	297.6
6h 降水量	193.0	244.9	276.4	316.4	372.3	428.8
12h 降水量	222.2	280.9	316.4	361.6	424.7	488.6
24h 降水量	264.7	334.1	376.1	429.5	504.1	579.6

12.4 台风、大风灾害特征

（1）累年年平均大风日数为12.6d。6-8级大风主要出现在北到东北方向。

（2）在 1949 年至 2020 年的 72 年间，在这个区域经过的热带气旋共有 204 个，年平均 2.8 个，其中热带风暴有 23 个，占 11.3%；强热带

风暴有 58 个，占 28.4%；台风有 60 个，占 29.4%；强台风有 25 个，占 12.3%；超强台风有 38 个，占 18.6%。进入评估区域内的台风样本主要集中在 6~10 月份，台风频率达到了总数的 94.6%。按广东前后汛期时间划分，前汛期（4~6 月）的台风频率占 14.7%，后汛期（7~9 月）的台风频率为 74.0%。

12.5 工程气象参数分析

12.5.1 设计风速、风压（风荷载）

基于项目参证站—清远国家气象站、项目园区北部代表站 G8304 站、中部代表站 G8300 站和南部代表站 G8303 站的测风数据，给出工程区域不同高度各重现期的 10min 平均风速、3s 阵风风速和风压如表 12-4 到 12-6 所示。

基本风压、风速等风荷载的取值应采用《建筑结构荷载规范》（GB5009-2012）规定的 50 年重现期风压和风速。对于高层建筑、高耸结构以及对风荷载比较敏感的结构，基本风压和风速的取值应适当提高，并符合有关结构设计规范的规定。

表 12-4 项目园区不同高度的重现期风速（单位：m/s）

站点	重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
G8304 (北部)	10	19.6	21.4	23.2	24.2	25.4	26.6	27.2
	20	21.7	23.7	25.7	26.8	28.2	29.5	30.1
	30	23.1	25.2	27.3	28.5	30.0	31.4	32.0
	40	24.1	26.3	28.5	29.8	31.3	32.8	33.4
	50	24.9	27.2	29.5	30.8	32.4	33.9	34.6
	60	25.6	28.0	30.3	31.6	33.3	34.8	35.5
	70	26.2	28.6	31.0	32.4	34.1	35.6	36.4
	80	26.7	29.2	31.6	33.0	34.8	36.3	37.1
	90	27.2	29.7	32.2	33.6	35.4	37.0	37.8
	100	27.6	30.2	32.7	34.1	35.9	37.6	38.4
G8300 (中部)	10	19.6	21.4	23.2	24.2	25.5	26.7	27.2
	20	21.8	23.8	25.8	26.9	28.3	29.6	30.2
	30	23.1	25.3	27.4	28.6	30.1	31.4	32.1
	40	24.1	26.4	28.6	29.8	31.4	32.8	33.5
	50	25.0	27.3	29.5	30.8	32.5	33.9	34.6
	60	25.6	28.1	30.4	31.7	33.4	34.9	35.6
	70	26.2	28.7	31.1	32.4	34.1	35.7	36.4
	80	26.8	29.3	31.7	33.1	34.8	36.4	37.2
	90	27.3	29.8	32.3	33.7	35.4	37.1	37.8
	100	27.7	30.3	32.8	34.2	36.0	37.6	38.4
G8303 (南部)	10	19.8	21.6	23.4	24.5	25.7	26.9	27.5
	20	22.0	24.0	26.0	27.1	28.6	29.9	30.5
	30	23.3	25.5	27.6	28.8	30.4	31.7	32.4
	40	24.4	26.6	28.8	30.1	31.7	33.1	33.8
	50	25.2	27.6	29.8	31.1	32.8	34.3	35.0
	60	25.9	28.3	30.7	32.0	33.7	35.2	35.9
	70	26.5	29.0	31.4	32.7	34.5	36.0	36.8
	80	27.0	29.6	32.0	33.4	35.2	36.8	37.5
	90	27.5	30.1	32.6	34.0	35.8	37.4	38.2
	100	27.9	30.6	33.1	34.5	36.4	38.0	38.8

表 12-5 项目园区不同高度的重现期阵风（单位：m/s）

站点	重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
G8304 (北部)	10	25.5	27.8	30.2	31.5	33.0	34.6	35.4
	20	28.2	30.8	33.4	34.8	36.7	38.4	39.1
	30	30.0	32.8	35.5	37.1	39.0	40.8	41.6
	40	31.3	34.2	37.1	38.7	40.7	42.6	43.4
	50	32.4	35.4	38.4	40.0	42.1	44.1	45.0
	60	33.3	36.4	39.4	41.1	43.3	45.2	46.2
	70	34.1	37.2	40.3	42.1	44.3	46.3	47.3
	80	34.7	38.0	41.1	42.9	45.2	47.2	48.2
	90	35.4	38.6	41.9	43.7	46.0	48.1	49.1
	100	35.9	39.3	42.5	44.3	46.7	48.9	49.9
G8300 (中部)	10	25.5	27.8	30.2	31.5	33.2	34.7	35.4
	20	28.3	30.9	33.5	35.0	36.8	38.5	39.3
	30	30.0	32.9	35.6	37.2	39.1	40.8	41.7
	40	31.3	34.3	37.2	38.7	40.8	42.6	43.6
	50	32.5	35.5	38.4	40.0	42.3	44.1	45.0
	60	33.3	36.5	39.5	41.2	43.4	45.4	46.3
	70	34.1	37.3	40.4	42.1	44.3	46.4	47.3
	80	34.8	38.1	41.2	43.0	45.2	47.3	48.4
	90	35.5	38.7	42.0	43.8	46.0	48.2	49.1
	100	36.0	39.4	42.6	44.5	46.8	48.9	49.9
G8303 (南部)	10	25.7	28.1	30.4	31.9	33.4	35.0	35.8
	20	28.6	31.2	33.8	35.2	37.2	38.9	39.7
	30	30.3	33.2	35.9	37.4	39.5	41.2	42.1
	40	31.7	34.6	37.4	39.1	41.2	43.0	43.9
	50	32.8	35.9	38.7	40.4	42.6	44.6	45.5
	60	33.7	36.8	39.9	41.6	43.8	45.8	46.7
	70	34.5	37.7	40.8	42.5	44.9	46.8	47.8
	80	35.1	38.5	41.6	43.4	45.8	47.8	48.8
	90	35.8	39.1	42.4	44.2	46.5	48.6	49.7
	100	36.3	39.8	43.0	44.9	47.3	49.4	50.4

表 12-6 项目园区不同高度的重现期风压（单位：kN/m²）

站点	重现期 (a) 高度 (m)	5	10	20	30	50	80	100
G8304 (北部)	10	0.23	0.27	0.32	0.35	0.38	0.42	0.44
	20	0.28	0.33	0.39	0.42	0.47	0.51	0.54
	30	0.31	0.37	0.44	0.48	0.53	0.58	0.60
	40	0.34	0.41	0.48	0.52	0.58	0.63	0.66
	50	0.37	0.44	0.51	0.56	0.62	0.68	0.71
	60	0.39	0.46	0.54	0.59	0.65	0.71	0.74
	70	0.40	0.48	0.56	0.62	0.68	0.75	0.78
	80	0.42	0.50	0.59	0.64	0.71	0.77	0.81
	90	0.43	0.52	0.61	0.66	0.74	0.80	0.84
	100	0.45	0.53	0.63	0.68	0.76	0.83	0.86
G8300 (中部)	10	0.23	0.27	0.32	0.35	0.38	0.42	0.44
	20	0.28	0.33	0.39	0.43	0.47	0.52	0.54
	30	0.32	0.38	0.44	0.48	0.54	0.58	0.61
	40	0.34	0.41	0.48	0.52	0.58	0.63	0.66
	50	0.37	0.44	0.51	0.56	0.62	0.68	0.71
	60	0.39	0.46	0.54	0.59	0.66	0.72	0.75
	70	0.40	0.48	0.57	0.62	0.68	0.75	0.78
	80	0.42	0.50	0.59	0.64	0.71	0.78	0.81
	90	0.44	0.52	0.61	0.67	0.74	0.81	0.84
	100	0.45	0.54	0.63	0.69	0.76	0.83	0.86
G8303 (南部)	10	0.23	0.27	0.32	0.35	0.39	0.43	0.44
	20	0.28	0.34	0.40	0.43	0.48	0.52	0.55
	30	0.32	0.38	0.45	0.49	0.54	0.59	0.62
	40	0.35	0.41	0.49	0.53	0.59	0.64	0.67
	50	0.37	0.45	0.52	0.57	0.63	0.69	0.72
	60	0.39	0.47	0.55	0.60	0.66	0.72	0.75
	70	0.41	0.49	0.58	0.62	0.70	0.76	0.79
	80	0.43	0.51	0.60	0.65	0.72	0.79	0.82
	90	0.44	0.53	0.62	0.67	0.75	0.82	0.85
	100	0.45	0.55	0.64	0.69	0.77	0.84	0.88

12.5.2 暴雨强度公式

根据项目参证站—清远国家气象站的历史降雨资料计算分析，清远单一重现期暴雨强度公式如表 12-7 所示。

表 12-7 清远市区单一重现期暴雨强度公式

重现期 P (年)	公 式
P=2	$3148.618 / (t + 10.800)^{0.687}$
P=3	$3805.095 / (t + 11.981)^{0.699}$
P=5	$4617.550 / (t + 13.227)^{0.711}$
P=10	$5740.458 / (t + 14.543)^{0.729}$
P=20	$6686.513 / (t + 14.913)^{0.741}$
P=30	$7195.195 / (t + 15.041)^{0.746}$
P=50	$7812.427 / (t + 15.179)^{0.750}$
P=100	$8626.218 / (t + 15.346)^{0.756}$

项目园区重现期区间暴雨强度公式如表 12-8 所示。

表 12-8 清远市区重现期区间暴雨强度公式

重现期 P (年)	区间	参数	公 式
1—10	I	n	$0.684+0.019\ln(P - 0.836)$
		b	$10.511+1.904\ln(P - 0.836)$
		A	$13.005+9.234\ln(P - 0.116)$
10—100	II	n	$0.724+0.007\ln(P - 7.842)$
		b	$14.378+0.214\ln(P - 7.842)$
		A	$20.517+6.796\ln(P - 2.317)$

12.5.3 供暖通风空气调节室外设计参数

根据清远国家气象站和项目园区代表站（G8303）的气象观测资料，计算清远高新技术区供暖通风空气调节室外设计参数，结果见表 12-9。

表 12-9 项目园区供暖通风空气调节室外设计参数

年平均温度（℃）		22.27
室外计算温、湿度	冬季供暖室外计算温度（℃）	9.55
	冬季通风室外计算温度（℃）	14.2
	冬季空气调节室外计算温度（℃）	7.65
	冬季空气调节室外计算相对湿度（%）	72.6
	夏季空气调节室外计算干球温度（℃）	36.45
	夏季空气调节室外计算湿球温度（℃）	29.0
	夏季通风室外计算温度（℃）	33.68
	夏季通风室外计算相对湿度（%）	68.2
	夏季空气调节室外计算日平均温度（℃）	31.2
风向、风速及频率	夏季室外平均风速（m/s）	1.3
	夏季最多风向	SSW
	夏季最多风向的频率（%）	34
	夏季室外最多风向的平均风速（m/s）	2.0
	冬季室外平均风速（m/s）	1.35
	冬季最多风向	N
	冬季最多风向的频率（%）	21
	冬季室外最多风向的平均风速（m/s）	1.8
	年最多风向	SSW
	年最多风向的频率（%）	17
冬季日照百分率（%）		32.2
最大冻土深度（cm）		-
大气压力	冬季室外大气压力（hPa）	1011.7
	夏季室外大气压力（hPa）	996.4
设计计算用供暖期天	平均每年日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的天数	0

数及其平均温度	日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	0
	平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)	0
	平均每年日平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 的天数	2.0
	日平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	12.15-1.2
	平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)	7.35
极端最高气温 ($^{\circ}\text{C}$)		40.0
极端最低气温 ($^{\circ}\text{C}$)		3.4
历年极端最高气温平均值 ($^{\circ}\text{C}$)		39.8
历年极端最低气温平均值 ($^{\circ}\text{C}$)		4.55
累年最低日平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)		7.05
累年最热月平均相对湿度 (%)		83.2

在新建、扩建和改建的建筑物和构筑物的供暖、通风和空气调节设计上采用《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2015 给出的供暖通风空气调节室外设计参数，可为园区的企业改善劳动环境，提高劳动生产率提供依据，保证产品质量和人身安全，在供暖、通风与空气调节设计中采用先进技术，合理利用和节约能源与资源，保护环境。

工业通风设计应在合理进行工艺设计、建筑设计、城区总平面设计的基础上，采取综合预防和治理措施，并应防止生产中产生的有害物质对室内外环境造成污染。放散灰尘的生产过程宜采用湿式作业，应采取综合防尘措施和无尘或低沉的新技术、新工艺、新设备。确定建筑物方位和形式时，宜减少夏季东西向的日晒。以自然通风为主的建筑物，其方位还应根据主要进风面和建筑物形式，按夏季最多风向布置。

高温作业场应采取隔热、降温措施，人员经常停留或靠近的高温地面或高温壁板，其表面平均温度不应大于 40°C ，瞬间最高温度不宜大于 60°C 。在高温作业区附近应设置休息室。夏季休息室温度宜为 26°C

~30℃。

12.6 污染气象条件

(1) 根据项目园区代表站 G8303 自动气象站历史测风资料统计, 该区域年盛行风向以 SSW、N、NNE 风为主。秋冬季主导风向为 NNE 风和 N 风, 春夏季主导风向为 SSW 风和 S 风。

(2) 基于 G3803 自动气象站 2019-2020 年的测风数据, 累年平均静风频率为 8.6%, 其中 12 月的静风频率最低, 为 4.1%, 5 月的静风频率最高, 为 11.6%; 0.3-1.0m/s 的小风的年平均出现概率为 39.0%, 在 8-9 月出现较多, 出现概率在 50.1-51.2%之间。

(3) 污染系数在 N-E-SSW 扇区污染系数较大, 春季在 N-NE 和 S-SSW 扇区污染系数较大, 夏季在 ESE-SSW 扇区污染系数较大, 秋季在 N-SE 扇区污染系数最大, 冬季在 N-NE 扇区污染系数较大, 要注意各季节污染系数较大区域及其下风向区域可能存在的污染情况。

(4) 利用清远国家气象站的风观测和云量观测资料, 通过 PG 法计算得到厂址各类大气稳定度频率表, 大气稳定度属于不稳定 (A、B、C 类) 状况的占 6.9%, 中性 (D 类) 占 77.8%, 稳定 (E、F 类) 占 15.3%。

(5) 利用清远国家气象站风观测资料和 PG 法计算的稳定度结果, 计算得到工厂区域的混合层厚度。全年的平均混合层厚度为 575m, 最大是 11 月的 771m, 最小是 4 月的 456m。

12.7 项目气候可行性

综合本报告分析, 气候与气象条件不会对本项目产生颠覆性的影

响。因此，从气候角度分析，清远高新区的建设是可行的。

12.8 项目对区域气候环境的影响

清远高新区项目使用的土地属于工业规划用地，从气候角度分析，项目占地面积不大，项目建设不会大规模改变区域下垫面状况，不会对周边的气候环境产生实质性的影响。

12.9 本报告适用范围说明

本报告仅适用于清远高新区项目，例外清单的工程项目除外。

例外清单包括：

1. 省级及以上政府核准的交通、水利、能源、化工等领域重大投资项目；

2. 高耸建筑物： ≥ 300 米；

3. 垃圾焚烧发电工程；

4. 核工业、放射性药品工程；

5. 其他依照法律、法规和规章的规定需要进行气候分析和论证的项目。（粤自然资函〔2019〕2284 号）。