

内蒙古巴彦淖尔
河套农畜产业开发区五原工业园
区域性气候可行性论证报告

内蒙古自治区气候中心

2022 年 3 月



正标联信认证服务

质量管理体系认证证书

注册号：19Q031R0S

内蒙古自治区气候中心(内蒙古自治区气象环境影响评价中心)

统一社会信用代码：12150000460043730D

注册地址：呼和浩特市新城区海拉尔大街 49 号 邮编：010051

办公地址：呼和浩特市新城区海拉尔大街 49 号 邮编：010051

经营地址：呼和浩特市新城区海拉尔大街 49 号 邮编：010051

管理体系符合

GB/T19001-2016idt ISO9001:2015 质量管理体系标准

该体系认证所覆盖的范围

重点工程项目的气候可行性论证及气候保障服务、气候资源开发利用和气候变化分析、气候监测诊断、短期气候预测、气候影响评价与气候灾害评估

初次获证日期：2019 年 04 月 04 日

签发日期：2019 年 04 月 04 日

有效日期：2022 年 04 月 03 日



证书有效期内，获证组织须每年至少接受一次监督审核。本证书可在国家认证认可监督管理委员会网站（www.cnca.gov.cn）及正标联信（北京）认证服务有限公司网站（www.zbciso.com）查询详细信息，也可扫描二维码查询。

签发：

正标联信（北京）认证服务有限公司

地址：北京市丰台区南三环西路 91 号院 1 号楼 10 层 2 单元 1109
电话：010-63261191



机构信用等级证书

CERTIFICATE OF INSTITUTION CREDIT GRADE

内蒙古自治区气候中心:

中国气象服务协会委托北京国富泰信用管理有限公司对内蒙古自治区气候中心气候可行性论证领域的信用状况进行了评定, 结果为AAA。

评级时间: 2019年11月。特发此证。

This is to certify that Specifications for climatic feasibility demonstration is rated as AAA credit grade by China National Credit Information Service Co., Ltd.
Evaluation time: November., 2019.

证书编号: 201911167625249
Certificate Number

颁发日期: 2019年11月19日
Date of Issue

有效期至: 2022年11月18日
Date of Expiry

公示查询: 中国商务信用平台 (www.bcpn.com)
Enquiring Website

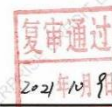


证书说明: Notes:

- 1、企业信用等级自评定之日起有效期为三年。
The enterprise credit grade is valid for 3 years starting from the date of issue.
- 2、企业信用等级实行复审制度, 有效期内, 每年复审一次。经复审合格的, 加盖复审章后可继续使用; 信用状况发生变化的, 需重新评定信用等级并更换证书。
The credit grade should be re-examined every year in the period of validity. If the credit status has changed, the credit grade should be re-evaluated and the certificate should be changed.
- 3、有效期内企业改变名称的, 必须持证到发证单位办理变更手续。
If the enterprise changes name in the period of validity, it shall take the certificate to the issue unit to go through the formalities for the change.
- 4、本证书只证明企业在有效期内的信用状况, 不作他用。
The certificate is only used to prove the credit status in the period of validity.
- 5、本证书不得涂改、转借。
Modifications or use by any other person is not allowed.

复审记录:

Re-examination record:



中国气象服务协会

China Meteorological Service Association

中国国际电子商务中心

China International Electronic Commerce Center

北京国富泰信用管理有限公司

China National Credit Information Service Co., Ltd.

(央行企业征信业务经营备案证号: 10013)

(国家发改委信用体系建设合作信用机构)

项目委托单位：五原工业园区管理委员会

项目承担单位：内蒙古自治区气候中心

项目协作单位：巴彦淖尔市气象局

项目负责人：达布希拉图 正研级高工 (签字)

刘啸然 助理工程师 (签字)

高春香 正研级高工 (签字)

技术负责人：马玉峰 高级工程师 (签字)

参加人员名单	任职单位	技术职称	任务分工	签字
马玉峰	内蒙古自治区气候中心	高级工程师	技术把关, 第三、七章	
高春香	内蒙古自治区气候中心	正研级高工	第八章	
赵悦晨	内蒙古自治区气候中心	工 程 师	第五章	
孙 玉	内蒙古自治区气候中心	高级工程师	第六章	
杨司琪	内蒙古自治区气候中心	助理工程师	第四章	
孟玉婧	内蒙古自治区气候中心	工 程 师	区域暴雨洪涝模拟、气象 灾害风险评估作图	
刘 新	内蒙古自治区气候中心	工 程 师	大气扩散、逆温分析	
刘啸然	内蒙古自治区气候中心	助理工程师	第一、二章	
刘晓东	内蒙古自治区雷电预警防护中心	正研级高工	雷击风险评估	
马 圆	内蒙古自治区气候中心	助理工程师	CLDAS 数据作图	
刘 翠	巴彦淖尔市气象局	工 程 师	现场踏勘	
张 茹	巴彦淖尔市气象局	助理工程师	现场踏勘	
李 宁	巴彦淖尔市气象局	助理工程师	现场踏勘	

证 书 编 号：质量管理体系认证证书 19Q031ROS

机构信用等级证书 201911167625249

联 系 电 话：0471-3335925

声 明

1.《内蒙古巴彦淖尔河套农畜产业开发区五原工业园区区域气候可行性论证报告》（简称本报告）是内蒙古自治区气候中心受五原工业园区管理委员会委托而完成的技术成果，其使用权归双方共同所有，并受中华人民共和国知识产权法保护。该技术成果的知识产权归内蒙古自治区气候中心所有。

2.本报告中的所有气象资料及相关数据资料仅限于本论证区域使用，论证结论仅限于五原工业园区内所有符合规划的入驻项目（但不包括国家规定的特殊工程和交通、水利、能源等领域的重大工程）使用。

3.本报告中提出的气象防灾减灾措施和对策建议，可供五原工业园的整体规划、建设项目的规划设计及运营维护参考使用，不能替代规划、建设项目的具体设计意见。

4.本报告中的结论是基于标准气象观测资料、数值模拟资料、闪电定位资料、卫星遥感数据和现场测试数据等多源数据，按照国家或行业相关技术规范统计分析得出，超出规定值的风险是存在的。

5.本报告有效期 10 年，自 2022 年 3 月 31 日起至 2032 年 4 月 1 日止。其间若出现重大气象灾害并造成严重影响，须重新开展区域性气候可行性论证。

6.本报告有承担单位盖章方有效。对本报告若有异议，应于收到本报告之日起 15 个工作日内向承担单位提出。

内蒙古自治区气候中心

2022 年 3 月 31 日

目 录

1 概述	1
1.1 项目来源	1
1.2 工作目的	3
1.3 编制依据	3
1.4 术语	5
2 项目概况及特征	8
2.1 工业园基本情况	8
2.2 工业园及其周边气象灾害历史事件	18
2.3 企业座谈及现场调查	20
2.4 工业园关键气象因子及高影响天气现象选择	22
3 参证站确定及资料说明	26
3.1 资料内容和来源	26
3.2 资料质量控制与均一性检查	28
3.3 参证气象站选取	29
3.4 参证气象站“三性”分析	39
4 气候适宜性评价	51
4.1 大气环流特征	51
4.2 主要天气系统	54
4.3 气候特征	56
4.4 小结	93
5 高影响天气及气象灾害风险评价	94
5.1 暴雨	94
5.2 降雪和积雪	105
5.3 大风	110
5.4 雷电	113
5.5 高温	115
5.6 冰雹	117
5.7 沙尘天气	121
5.8 低温	126

5.9 冻融	129
5.10 小结	135
6 工业园建设对局地气候的影响	138
6.1 工业园发展现状分析	138
6.2 工业园建设对温度的影响	138
6.3 工业园建设对降水的影响	138
6.4 工业园建设对湿度的影响	138
6.5 工业园建设对风场的可能影响	138
6.6 小结	138
7 关键气象参数分析与推算	139
7.1 暴雨强度公式	139
7.2 雷击风险评估	139
7.3 风速极值推算	159
7.4 最高、最低气温极值及室外空气计算参数推算	164
7.5 降水极值推算	168
7.6 雪压极值推算	169
7.7 设计冻土深度推算	171
7.8 工业建筑暖通风气象参数	172
8 结论和建议	176
8.1 结论	176
8.2 适用性分析及建议	184
8.3 综合结论	191
参考文献	193
附录 1 工业园及周边地区气象灾害调查	194
附录 2 气象要素、高影响天气敏感度调查表	200
附录 3 区域雷电灾害风险评估方法	204
附录 4 区域风险评估指标分级标准	207
附录 5 极值推算方及拟合适度检验方法	212
附录 6 工业园批复文件	215

1 概述

1.1 项目来源

内蒙古巴彦淖尔河套农畜产业开发区五原工业园始建于 2006 年，2008 年 8 月五原工业园区经市政府批准成为市级工业园区，2014 年 1 月经自治区经信委批准为自治区直供电试点园区；2014 年 7 月经自治区人民政府批准为自治区第八批工业循环经济试点示范园区；2014 年 11 月，国家知识产权保护局批准五原工业园区北区鸿鼎农贸市场为第一批国家级知识产权保护规范化培育市场。为了加快推进“大众创业、万众创新”步伐，五原县先后在工业园区核心区规划建设了小微企业和大学生创业就业园、河套电子商务工业园、农机制造工业园。2014 年 12 月，自治区经信委批准创业就业园为自治区级小企业创业示范基地；2015 年 7 月，自治区科技厅批准为“众创空间”试点基地；河套电子商务工业园获批自治区电子商务产业示范基地。2017 年内蒙古自治区人民政府同意将五原工业园区认定为自治区级高新技术产业开发区，2018 年 1 月内蒙古自治区人民政府同意将五原工业园区升级为自治区级工业园区。2022 年 2 月 23 日，自治区工业和信息化厅发布了《关于印发实施<内蒙古自治区开发区审核公告目录>的通知》及其附件，将杭后、五原、磴口工业园区整合，形成以河套农畜产品生产加工为主的开发区，包括杭后、五原 2 个产业园主导产业均是农畜产品加工、装备制造；磴口产业园主导产业是农畜产品加工、新能源产业链及新材料。五原工业园的园区级别为二类，分 2 个地块，区块总面积 9.255km²。

为了准确把握园区所在区域的气候背景及气象灾害发生、发展规律，避免或减轻项目建设、运营和维护中因气象灾害造成的损失，五原工业园区管委会委托内蒙古自治区气候中心开展五原工业园区区域性气候可行性论证工作。在接

受委托后，内蒙古气候中心立即成立编制工作组，搜集了开发区相关气象资料，并进行现场踏勘调研，按照开发区性质、规模、建设内容、发展规划等要求确定气候可行性论证的重点、范围、技术路线等，形成工作方案。在此基础上，参照《区域性气候可行性论证技术指南》的要求，编制了该项目的技术大纲，并完成开发区区域性气候可行性论证报告。

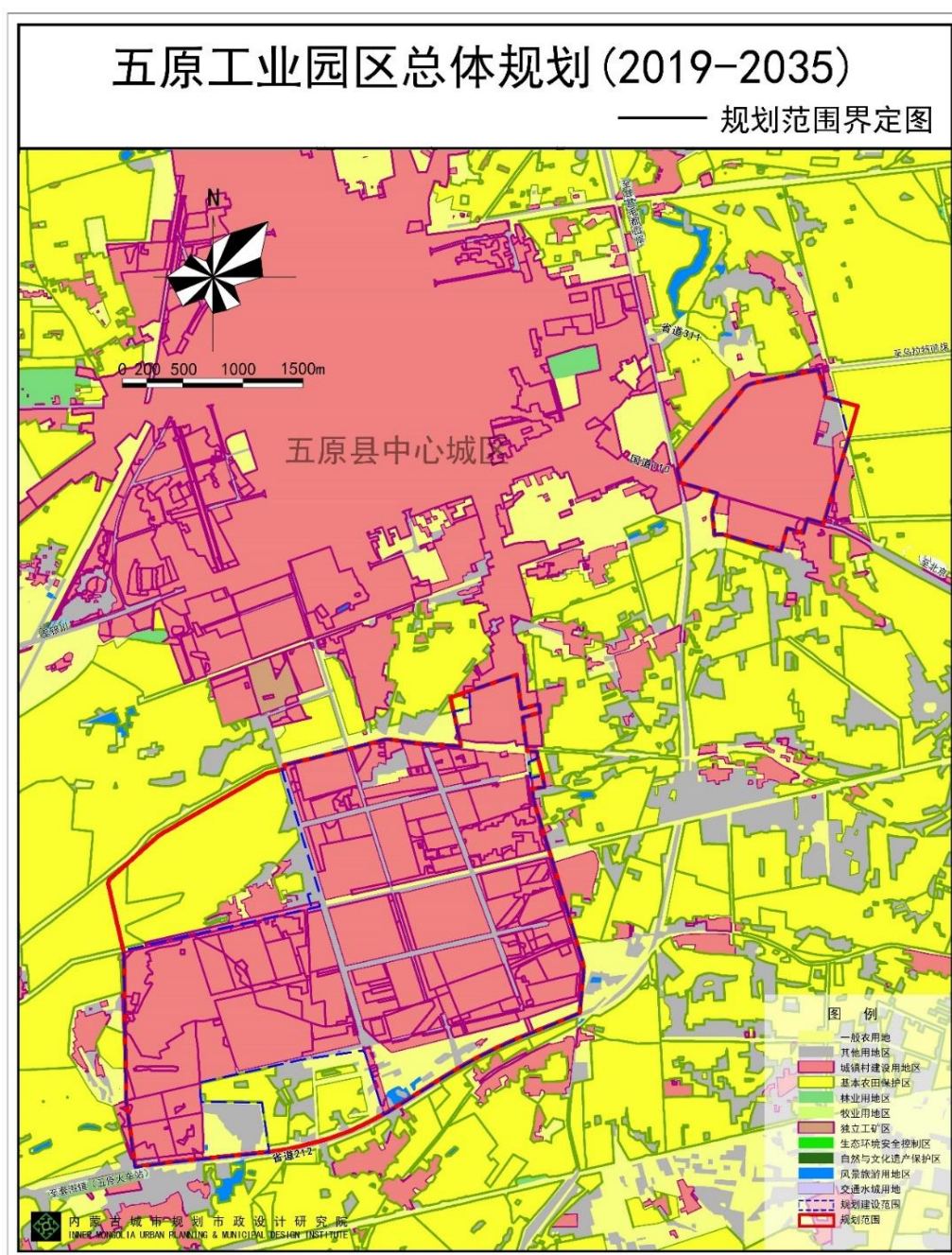


图 1.1-1 五原工业园区规划范围界定图

1.2 工作目的

随着经济社会发展，全球气候变暖加剧，极端气候事件多发频发，气象灾害及其引发的次生、衍生灾害对人民生命财产和经济社会发展造成严重影响，内蒙古巴彦淖尔河套农畜产业开发区五原工业园（以下简称“工业园”）的规划设计、建设和运营对天气气候，特别是灾害性天气的敏感度和脆弱性加大，因此开展开发区气候适宜性和风险性论证工作势在必行。气候可行性论证工作能够从源头上有效避免或者减轻开发区的规划设计和建设遭受极端气象灾害的不利影响，对于其规划设计、建设和运营意义重大。

本报告以工业园周边国家气象站以及区域自动站等观测资料为基础，结合闪电定位资料、历史灾情资料、卫星遥感数据和现场测试数据对开发区所在区域的气候条件开展论证分析，从气象防灾减灾、气候资源利用的角度对开发区规划、建设给予科学的指导意见。

1.3 编制依据

1.3.1 政策法规

- （1）《中华人民共和国气象法》；
- （2）《气象灾害防御条例》（中华人民共和国国务院令 第 570 号）；
- （3）中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于深入推进审批服务便民化的指导意见》；
- （4）《国务院关于印发清理规范投资项目报建审批事项实施方案的通知》（国发〔2016〕29 号）；
- （5）《气象设施和气象探测环境保护条例》（第 623 号国务院令）；
- （6）《气候可行性论证管理办法》（中国气象局第 18 号令）；

- (7) 《气象信息服务管理办法》(中国气象局第 27 号令);
- (8) 《内蒙古自治区气象条例》;
- (9) 《内蒙古自治区气象灾害防御条例》;
- (10) 《内蒙古自治区气候资源保护和利用条例》。

1.3.2 标准规范

- (1) GB/T 35221-2017 地面气象观测规范 总则;
- (2) GB 21714.2-2015/IEC62305-2:2010 雷电防护第 2 部分: 风险管理;
- (3) GB 31221-2014 气象探测环境保护规范 地面气象观测站;
- (4) GB/T 33669-2017 极端降水监测指标;
- (5) GB/T 34293-2017 极端低温和降温监测指标;
- (6) GB 50009-2012 建筑结构荷载规范;
- (7) GB 50014-2006 室外排水设计规范;
- (8) GB 50019-2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范;
- (9) GB/T 20480-2006 沙尘暴天气等级;
- (10) QX/T 469-2018 气候可行性论证规范 总则;
- (11) QX/T 423-2018 气候可行性论证规范 报告编制;
- (12) QX/T 426-2018 气候可行性论证规范 资料收集;
- (13) QX/T 436-2018 气候可行性论证规范 抗风参数计算;
- (14) QX/T 437-2018 气候可行性论证规范 城市通风廊道;
- (15) QX/T 449-2018 气候可行性论证规范 现场观测;
- (16) QX/T 457-2018 气候可行性论证规范 气象观测资料加工处理;
- (17) QX/T 497-2019 气候可行性论证规范 数值模拟与再分析资料应用;

- (18) QX/T 529-2019 气候可行性论证规范 极值概率统计分析；
- (19) QX/T 85-2018 雷电灾害风险评估技术规范；
- (20) QX/T 118-2010 地面气象观测资料质量控制；
- (21) QX/T 242-2014 城市总体规划气候可行性论证技术规范；
- (22) QX/T 405-2017 雷电灾害风险区划技术指南。
- (23) DB15/T 2040-2020 城市暴雨强度公式编制技术规范；
- (24) 中国气象局预报与网络司，区域性气候可行性论证技术指南。

1.3.3其他

- (1) 内蒙古巴彦淖尔河套农畜产业开发区五原工业园区气候可行性论证技术服务合同；
- (2) 五原工业园区总体规划（2019-2035）。

1.4术语

- (1) 参证气象站：气象分析计算所参照具有长年代气象数据的国家气象观测站。
- (2) 关键气象因子：与园区项目建设和运营具有制约性关系，并可直接测量的大气状态参量。
- (3) 基本风速：开阔平坦地貌条件下，地面以上 10m 高度处，50 年重现期的 10min 平均年最大风速。
- (4) 设计风速：在基本风速基础上，考虑局部地表粗糙度影响，项目所在地地面以上 10m 高度处 50 年重现期的 10min 平均年最大风速。
- (5) 基本雪压：雪荷载的基准压力，一般按当地空旷平坦地面上积雪自重的观测数据，经概率统计得出 50 年一遇最大值确定。

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

(7) 冬季空气调节室外计算温度：近 30 年不保证 1d 的日平均温度。

(8) 夏季空气调节室外计算日平均温度：近 30 年平均不保证 5d 的日平均温度。

(9) 冬季通风室外计算温度：累年（近 30 年）最冷月平均温度。

(10) 夏季通风室外计算温度：累年（近 30 年）最热月 14 时的月平均温度的平均值。

(11) 冬季空气调节室外计算相对湿度：近 30 年最冷月平均相对湿度。

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

(13) 暴雨强度公式：短历时暴雨过程中降雨强度—降雨历时—重现期三者间函数关系的数学表达式。

(14) 暴雨日数：指 24 小时（20 时-20 时）降雨量 $\geq 50\text{mm}$ 的日数。

(15) 最大日降水量：指一年中出现的一日最大降水量。

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

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

(18) 地闪密度：单位面积、单位时间的平均地闪次数。单位： $\text{次}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

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

(20) 雷电流反击：当雷电流强度大于一定数值时，有可能造成防雷装置无法快速泄放雷电流，出现雷电流过高而对与大地连接的其他金属物品发生放电（又叫闪络）的现象。

(21) 高影响天气：直接影响项目建设和运营的天气。

(22) 大风：瞬时风速达到或超过 17m/s 的风。

2 项目概况及特征

2.1 工业园基本情况

2.1.1 园区规模及批复

五原工业园地处河套平原腹部，距县城 2 公里。东距西甘铁路 20 公里，南距包兰铁路 24 公里、京藏、京新高速公路 22 公里，西距巴彦淖尔机场 50 公里，北靠 110 国道，距国家一类陆路常年开放口岸——甘其毛都口岸 196 公里，跨入“呼包鄂金三角”两小时时空圈。

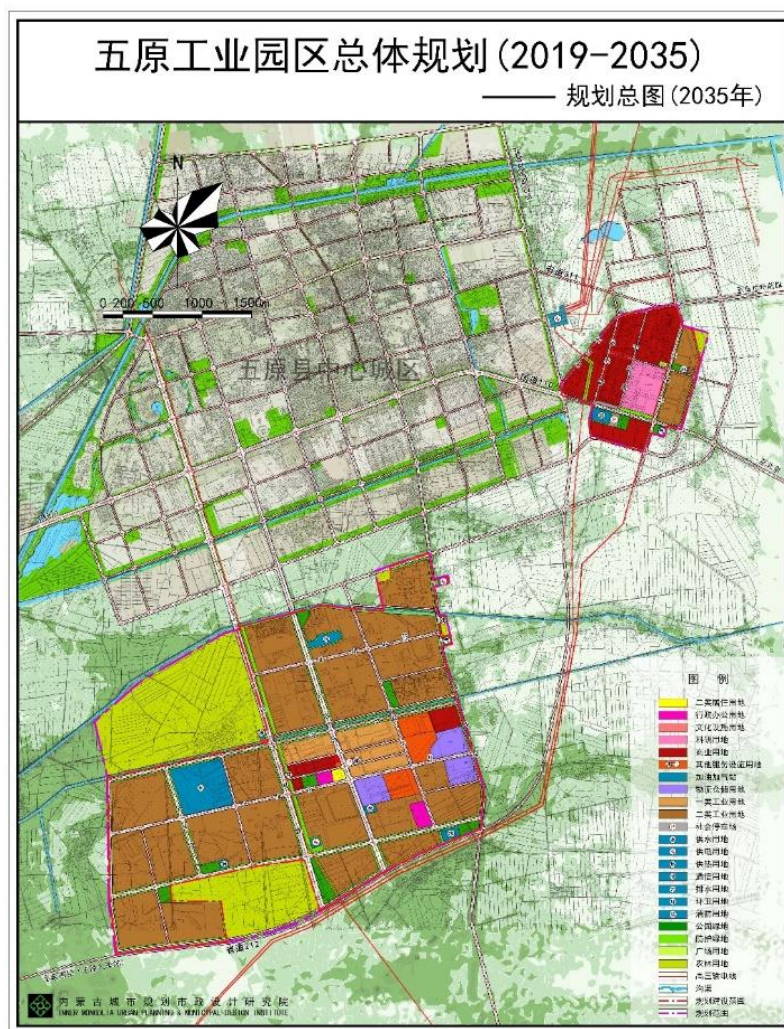


图 2.1-1 五原工业园区规划总图（2035 年）

园区始建于 2006 年，2018 年 1 月升级为自治区级工业园区，建成区面积 7km²，根据《五原工业园区总体规划（2019-2035）》（批复文件见附录 6），规划

面积为 12 km²，总体规划为“一区二园”，即工业园区、鸿鼎工贸园。园区现状主导产业为农畜产品加工、机械制造、电子商务和现代物流，主导产业占比达到 87%。主导产业类型选择较为准确，利于发挥地区优势，特别是以葵花产业为首的农畜产品加工产业发展势头良好，入驻企业 140 户，其中农畜产品加工企业 80 户，已成为五原县打造全区绿色农畜产品生产加工输出基地的重要平台。

2022 年 2 月 23 日，自治区工业和信息化厅发布的《关于印发实施<内蒙古自治区开发区审核公告目录>的通知》，对五原工业园的面积范围和产业定位作了具体规定，园区总面积 9.255km²，主导产业为农畜产品加工、装备制造。与《五原工业园区总体规划（2019-2035）》相比，自治区开发区审核公告目录规定的五原工业园范围和面积在原规划基础上有所缩减。经与园区管委会沟通，五原工业园范围和面积按照最新的公告目录规定的四至范围和面积，而最新园区规划尚未完成，故园区产业布局仍遵循《五原工业园区总体规划（2019-2035）》的规划布局。

2.1.2 论证范围

本次论证范围为五原工业园，包含 2 个地块，按照《自治区开发区四至范围和面积汇总表》，总面积 9.255km²，园区四至范围如下：

五原工业园主体部分：东至大成线、南至 212 省道、西至董头村、北至二分渠，地块面积为 7.9375 km²；

鸿鼎工贸园：东至东牛渠、南至 110 国道、西至和胜路、北至和胜路，地块面积为 1.3175 km²。

2.1.3 园区规划方案

（1）园区性质

五原工业园区是以绿色农畜产品精深加工为主导、以农机装备制造为辅助、以现代物流和电子商务为依托、以新兴产业为培育点的产业链完整的环境友好型、资源节约型园区。

（2）发展定位

五原工业园区将建设成为全国葵花产业全产业链示范基地、国家科技企业孵化器、自治区绿色农畜产品加工输出基地排头兵、区域新兴循环衍生产业培育基地、区域现代物流和电子商务中心。

（3）基础设施规划

1) 空间布局

园区规划空间布局为“一园两心三组团”。即：一园：五原工业园区。两心：综合服务中心和产业研发中心。三组团：生产加工组团、物流商贸组团和鸿鼎工贸园组团。

综合服务中心：位于园区管委会及其周边，有行政、孵化、居住、文化、绿地等功能。目前，行政管理中心已经基本建成，今后需在现状基础上进一步完善活动设施，从而形成辐射力较强的园区中心。

产业研发中心：位于鸿鼎工贸园组团 110 国道路北，依托现有种子研发基地，扩展研发深度和广度。园区产业链的完善，精细化、循环化的实现必须依靠于先进的科学技术水平，园区应积极引进专业人才，与科研院所建立合作，打造研发基地，切实提高园区核心竞争力，是园区专业化发展的必由之路。

生产加工组团：依托农畜产品加工和农机装备制造产业发展循环经济产业

链，是园区的主要生产组团。

物流商贸组团：位于园区东南部，依托临近的 212 省道布置，主要作用是园区主导产业提供物流服务，同时打造成为未来五原县物流服务业的重要组成部分。

鸿鼎工贸园组团：该组团集葵花、葫芦籽产业购销与加工于一体，是园区人流物流信息流发生最频繁的区域，是园区增加市场占有率和产品美誉度的关键之地。

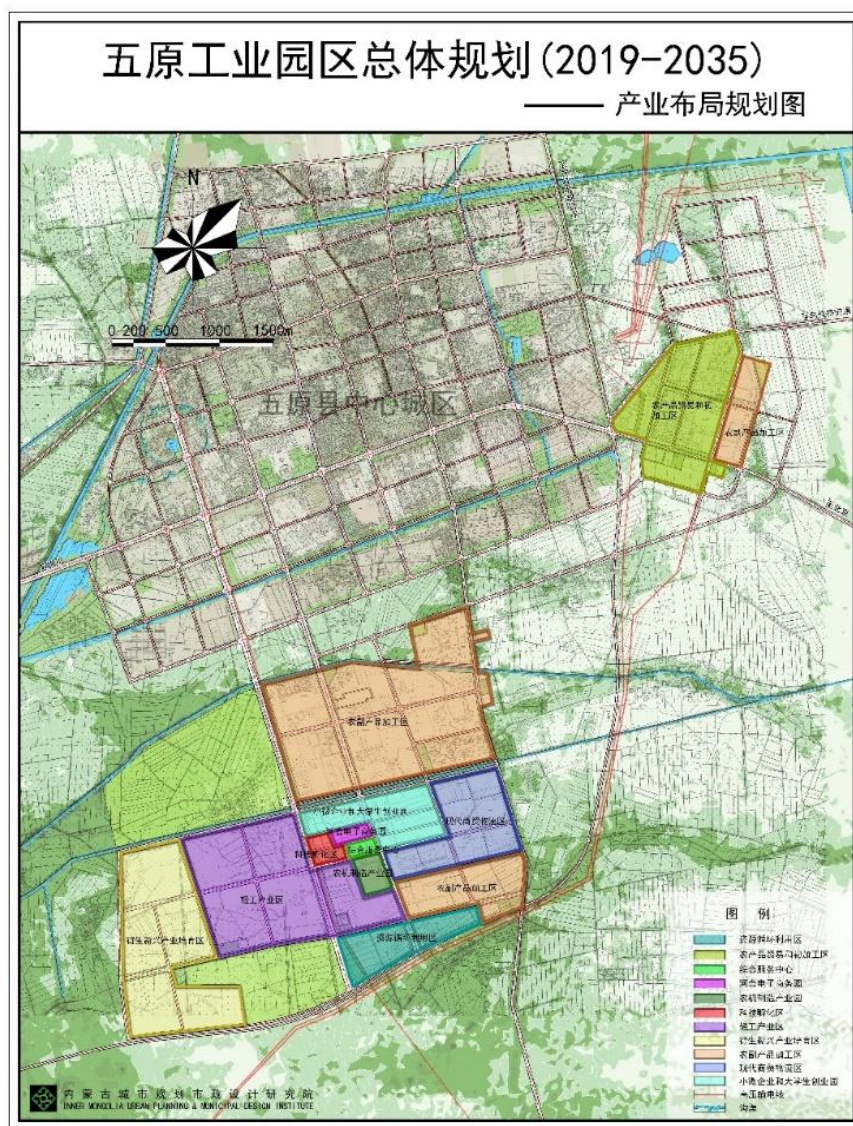


图 2.1-2 五原工业园区产业布局规划图

2) 综合交通体系工程

公路：对外交通以公路运输方式为主，主要为 110 国道、212 省道和在建 311 省道。

铁路：园区铁路运输依托五原县运输条件，五原县规划形成以包兰铁路、包兰高铁为主，西甘铁路为辅的“T”字铁路格局。

航空港：巴彦淖尔机场（位于天吉泰镇）近期等级为 4C，已开通北京、西安、呼和浩特等地航班，远期预留升级为 4D 机场的空间，并逐步开通蒙古、俄罗斯、上海、广州等地的航班。

3) 给水工程规划

规划工业园区生活及现状食品类企业用水使用隆兴昌镇刘四拉水源地地下水；工业及道路浇洒、绿化用水使用隆兴昌镇宏珠污水处理厂、工业园区污水处理厂再生水以及工业园区附近地下微咸水。

规划工业水厂一处，位于纬三街与新华路交汇口东南角，设计最大可供水量 3.0 万 m³/d。

4) 排水工程规划

规划近期园区生活及生产污水排入隆兴昌镇污水处理厂处理，远期生活及生产污水由园区污水处理厂处理。

规划园区分片区收集污水。保留位于鸿鼎工贸 110 国道以南，兴原路与光明路交汇东南角，兴原路东侧给水加压泵站北侧的 3 座污水泵站。远期规划污水处理厂一座，位于园区北侧。

5) 电力工程规划

规划预测得出 2035 年规划总用电负荷为 12.01 万 KW。现状隆兴昌 220KV 变电站、荣丰 110KV 变电站供电和规划 220KV 变电站；园区供电电压等级分

为 110KV/10KV，外部高压供电线路采用架空敷设，高压架空线尽量采用紧凑型线路在规划的高压架空走廊内敷设，以减少线路架空走廊，节约用地。

6) 通信工程规划

预测 2035 年园区市话交换机容量达 2 万门，电话普及率达到 70%，固定电话用户达到 1.4 万门。建议园区与城区共用邮政电信局，邮政电信局固定设施一次建成，交换机容量等设备宜根据近期规划建设要求分期实施。到规划期末，基本实现光纤接入网对所有区域的覆盖，所有企业用户具有不低于 200M 的宽带网络接入条件；近期 4G 实现所有区域的无缝覆盖，也为远期 5G 技术的发展及应用打下基础。

7) 供热工程规划

规划期末规划区供热面积 500.18 万平方米，热负荷 324.75 兆瓦。规划热源厂一处，占地 25.77 公顷；热力站共 28 座。本规划主管网管径 DN1200-DN500。采暖热负荷采用供回水温度为 130℃/70℃ 热水。规划热网在城区采用直埋方式以支状敷设。

8) 燃气工程规划

规划以鸿鼎工贸园组团东 8 公里处 LNG 应急站和距离冯玉祥路西 1 公里处 CNG 储配站为供气气源。

9) 环保环卫规划

规划园区内主要道路执行 4a 类声环境功能区控制标准，按昼间 70dB(A)、夜间 55dB(A) 执行；园区用地根据产业特性，划定 2 类声环境功能区主要以加工和集贸市场用地为主，按昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A) 控制标准执行；3 类声环境功能区以加工为主的用地，按昼间 65dB(A)、夜间 55dB(A) 控制

标准执行。

规划垃圾收集采用定时、定点的收集方式。园区生活垃圾和部分工业垃圾收集后可运送至城镇垃圾处理厂和五原县资源循环利用基地进行处理和循环利用。规划垃圾转运站 4 座；其中 1 座规划期末升级为压缩式垃圾转运站、水厕一体化设施，结合环卫工人休息场所设置，布置于鸿鼎工贸园组团的农科路和恒利街交叉口。

10) 综合防灾工程

抗震规划：规划区地震基本烈度为 7 度。一般建筑抗震按 7 度设防，重要建筑和生命线工程提高一级设防标准。

避震疏散规划：采取以“临震避难为主，震前疏散为辅”的原则进行，避震疏散场地服务半径为 0.5-1.0km。

防洪规划：规划确定园区防洪标准为 50 年一遇。

消防规划：园区规划 1 处一级消防站用地，占地面积为 0.77 公顷，位于西环路和纬三街交叉口。规划采用室外地下式消火栓。

人防规划：规划区人口规模为 1.3-2 万人，取上限按规划人口的 40%留城，人均 1.5 平方米的人防工程面积标准，则园区需人防工程面积约为 12000 平方米。

2.1.4 园区发展现状

工业园共有 162 家企业，其中包括食品加工、生物化工、商贸服务、物流仓储、机械制造、建材、屠宰、云计算、包装、羊绒以及小微企业（大部分从事葵仁炒制）。2021 年，工业园区现有企业 414 户(包括 253 户鸿鼎工贸园个体工商户)，运行企业 121 户，其中工业企业 94 户，销售、物流等其他运行企业

27 户；停产企业 34 户。2021 年，园区累计完成产值 81.6 亿元，同比增长 3.03%；实现利润 0.9655 亿元，同比增长—23.98%，上缴税金 0.2366 亿元，同比增长-8.78%；完成工业固定资产投资 5.5305 亿元，吸纳就业 0.6 万人。

（1）主导产业基础好，绿色农畜产品加工业、现代物流业发展潜力大

园区以绿色农畜产品加工、装备制造、现代物流业为主导产业，其中绿色农畜产品加工业作为园区支柱产业发展最为迅速。

园区有农畜产品加工业企业 80 户，已建成投产企业 25 户，年销售收入 40 亿元以上，就业人员 2400 余人，高峰期 5000 余人。

轻工、纺织与装备制造产业有内蒙古河套酒业集团五原分公司、中兴能源（内蒙古）有限公司、内蒙古东源羊绒制品有限公司、内蒙古蒙龙机械制造有限公司。

现代物流业有两大支撑园区，分别为鸿鼎农贸市场与内蒙古巴运汽车运输有限责任公司五原物流园。其中，鸿鼎农贸市场 2005 年被农业部命名为全国“农副产品定点市场”。2006 年经商务部组织有关部门、专家审核、论证，鸿鼎农贸市场被核准为“双百市场工程”大型农产品流通企业项目实施单位，是内蒙古西部区农产品流通最重要的载体。2007 年被全国市场联合会评为“百强市场”。目前是我国最大的葵花籽、黑、白、红瓜籽市场及绒毛等畜产品集散地，已成为全国瓜籽类价格交易的风向标。

内蒙古巴运汽车运输有限责任公司五原物流园已形成配套的运输网络，完善的仓储设施，先进的信息网络平台，成为巴彦淖尔地区物资流畅、快捷准时、经济合理、用户满意的专业化、社会化现代物流中心，对于繁荣地区经济、增加就业、提高物流运输产业发展具有重要的拉动作用。

（2）产业规模小、产业聚集程度不够

五原工业园区主要为农畜产品初加工，大规模农产品深加工项目较少。受制于园区产业总量小，达产项目少，制约农副产品深加工业纵向延伸度不足，需推进农副产品深加工，延长产业链，提升农副产品加工业。

（3）产业链不太完善，部分产业分散布局

从生态产业链构成来看，虽然已经形成多条以农业资源为依托，以资源循环利用为特征的产业链条。但一些养殖业、农产品加工业还游离于工业区的循环产业链条网络之外，在产业链条的纵向拓展延伸、链条间的横向关联衔接、不同资源循环体系的集成等方面都有待改进。

表 2.1-1 园区主要企业情况

序号	企业名称	序号	企业名称
1	五原县大丰粮油食品有限责任公司	60	内蒙古润泽源生物科技股份有限公司（五原县润泽生物有限责任公司变更）
2	内蒙古轩达食品有限公司	61	五原县金和昌肥业有限责任公司
3	五原县涵坤妙丰食品有限公司（大丰内部品牌）	62	内蒙古雨沐龙泽测土科技有限公司
4	内蒙古润林农业股份有限公司	63	五原县百味佳农贸有限责任公司
5	内蒙古真心食品有限责任公司	64	内蒙古二金农业科技发展有限责任公司
6	五原县腾飞食品有限责任公司	65	内蒙古隆兴昌酒业股份公司
7	五原县诚信粮油食品有限责任公司	66	内蒙古五原县鑫郡农畜产品有限责任公司
8	五原县千弘泰商贸有限责任公司	67	内蒙古东源羊绒有限公司
9	内蒙古蒙信食品有限责任公司	68	五原县领头羊食品有限公司
10	五原县兴达贸易有限责任公司	69	内蒙古渔蒙家食品科技有限公司
11	内蒙古华葵农业科技有限责任公司	70	内蒙古鑫阳屠宰场有限责任公司
12	内蒙古骏华农副产品贸易发展有限责任公司（内蒙古敖东贸易有限责任公司）	71	五原县润海源实业有限公司
13	内蒙古三佳农业科技发展有限责任公司	72	内蒙古巴彦淖尔市五原绿峰中药业有限责任公司
14	五原县天宝农贸有限责任公司	73	内蒙古五源医药有限责任公司
15	五原县三荣农贸有限责任公司	74	五原县金麦提升机械有限责任公司
16	五原县天赐商贸有限责任公司	75	五原县邑龍机械设备有限公司
17	五原县笠峥建材有限责任公司	76	五原县凯丰机械制造有限公司

序号	企业名称	序号	企业名称
18	五原县笠峥农牧业开发有限责任公司	77	五原县金麦提升科技有限公司
19	内蒙古公仁宏粮油食品有限责任公司（内蒙古步龍食品有限公司）	78	内蒙古盛达机械制造有限公司
20	五原县众合食品有限公司	79	内蒙古青源农牧业机械有限公司
21	内蒙古莎莎食品有限责任公司	80	内蒙古蒙龙机械制造有限公司
22	内蒙古三瑞食品有限公司	81	内蒙古长胜商贸有限责任公司
23	巴彦淖尔市心连心食品有限责任公司	82	内蒙古东创农牧业机械有限责任公司
24	内蒙古天柳农产品有限公司	83	巴彦淖尔市浩翔工贸有限公司
25	五原县民泰农贸有限责任公司	84	五原县梁山岳车辆有限责任公司五原县兴岳车辆销售服务有限公司内蒙古郡达通挂车制造有限公司
26	五原县盛鑫商贸有限公司	85	五原县锦宏养殖机械制造厂
27	五原县立新农产品有限责任公司	86	五原县科鑫塑料彩印有限责任公司（内蒙古弘昕彩印包装有限责任公司）
28	五原县鸿鹏农贸有限责任公司	87	五原县项山橡胶制品有限责任公司
29	五原县宏丰农产品有限责任公司	88	五原县梅林塑料制品有限责任公司
30	内蒙古葵乡食品有限责任公司	89	五原县众晟消毒液生产销售部
31	内蒙古郡嗑食品有限公司	90	内蒙古巴运汽车运输有限责任公司五原驾驶员培训学校
32	内蒙古乐卓食品有限责任公司	91	五原县巴运物流有限公司
33	内蒙古九都农贸有限责任公司	92	内蒙古天佑轮胎有限公司
34	内蒙古悦华工贸股份有限公司（巴彦淖尔市悦华农贸有限责任公司）变更	93	五原县鹏腾机动车检测有限公司（内蒙古华宇专用挂车制造有限责任公司）
35	内蒙古恒德食品有限公司	94	内蒙古九郡远通汽修有限责任公司
36	五原县昌欣农产品有限责任公司	95	五原县隆跃物流有限责任公司
37	内蒙古紫星农贸有限责任公司	96	三瑞农业科技股份有限公司
38	五原县沃奥农贸有限责任公司	97	内蒙古谷丰农业科技有限公司
39	五原县金郡农产品服务有限责任公司（五原县力华得食品有限责任公司注销）	98	内蒙古禾金农贸有限责任公司
40	五原县禾达农贸有限责任公司	99	巴彦淖尔市力源农机有限公司五原销售部
41	内蒙古新泰商贸有限责任公司	100	五原县君兴工贸有限公司
42	内蒙古丰沃农业科技有限责任公司	101	内蒙古五原县丰收向日葵种业有限责任公司
43	五原县绿农食品有限公司	102	五原县丰茂仓储物流有限责任公司
44	内蒙古金霖粮油食品有限公司	103	内蒙古圣地阳光农业科技有限公司
45	五原乐康食品	104	内蒙古隆耀商贸有限公司（五原县恒隆医疗器械公司）
46	五原县汇翔食品有限公司	105	五原县元军商贸有限责任公司
47	五原古郡恒福面粉厂	106	内蒙古大和通建设创业有限公司（巴彦淖尔市大和通工程机械有限责任公司）变更

序号	企业名称	序号	企业名称
48	内蒙古三兄弟食品有限公司	107	巴彦淖尔市康立电力安装有限责任公司五原县分公司
49	五原县钢铭农产品经销部	108	五原县康安商贸有限公司
50	内蒙古五原县富强面业有限公司	109	五原县鑫和泰交通设施有限公司
51	巴彦淖尔市鼎盛商贸有限责任公司	110	五原县鑫泰门业有限公司
52	巴彦淖尔市亚辰商贸有限责任公司（五原县宏胜建材有限责任公司变更）	111	内蒙古腾祥工程建设有限公司（五原县德胜建材有限责任公司）变更
53	五原县牧乐饲料有限责任公司	112	五原县元亨农业科技有限公司
54	内蒙古正大有限公司五原分公司	113	五原县昌隆食品有限责任公司
55	内蒙古力农羊管家有限责任公司	114	五原县金亮农贸有限责任公司
56	巴彦淖尔市博瑞饲料有限公司	115	巴彦淖尔市河鼎商贸有限公司
57	五原县谷丰饲料有限责任公司	116	内蒙古明龙商贸有限责任公司
58	内蒙古青青草原牧业有限公司五原饲料分公司	117	五原县宝铎雅门业有限公司
59	五原县沃丰生物科技有限公司		

2.2 工业园及其周边气象灾害历史事件

对园区及其周边地区的气象灾害历史事件进行回顾，详见附录 1。工业园所在区域暴雨、大风、雷电、冰雹、沙尘暴、霜冻等天气多发，造成的损失严重。以下列举主要的代表性灾害：

（1）1979 年 07 月 23 日，五原县遭受冰雹灾害，受灾面积 3693.33 公顷，致 24 只羊、16 头猪死亡。

（2）1983 年 06 月 26 日，五原县遭受冰雹灾害，受灾面积 504.73 公顷。

（3）1997 年 8 月 14 日，五原县大部地区出现强降水天气过程，并在局部地区发生冰雹天气过程，共造成 0.9 万人受灾，农作物受灾面积 3010 公顷，绝收面积 230 公顷。

（4）2008 年 8 月 16 日，五原县出现暴雨天气过程，雨量达 64.0 毫米，个别乡镇日降水量达到 127.4 毫米，为大暴雨量级，形成严重内涝。此次暴雨造成 120657 人不同程度受灾，农田受灾面积 51.7485 万亩，房屋倒塌 24 间，损坏 21 间，造成全县经济损失 21139.22 万元。

(5) 2009 年 4 月 26 日，五原县出现大风沙尘暴天气，致使 909 人受灾。受灾面积 984 亩，造成直接经济损失 89 万元。

(6) 2009 年 8 月 17 日，五原县部分地区遭受两次强风暴雨冰雹灾害，致 8.43 万亩作物受灾，其中 5.43 万亩作物绝收，造成经济损失 9473 万元。

(7) 2012 年 6 月 26 日至 28 日，五原县普降大到暴雨。并伴随雷电、大风等强对流天气。全县 169779 人受灾，需要救助 38906 人。农作物受灾面积 133334 公顷，成灾面积 114933 公顷，绝收面积 33330 公顷，572 只羊死亡，损毁大棚 6 座，圈舍 20 座，桥涵口闸等基础设施 81 处，倒塌房屋 45 户（88 间），损坏房屋 2469 间，紧急转移安置 2324 人，直接经济损失 127992 万元。

(8) 2016 年 6 月 13 日，五原县天吉泰镇 7 个村 28 个社遭受冰雹袭击，受灾人口 7152 人，农作物成灾面积 70618 亩，损毁房屋 79 间，圈舍 6 座，路灯 17 根，直接经济损失 4943.26 万元。

(9) 2017 年 5 月 5 日，五原县出现 9 级大风沙尘暴天气，致使 485 人受灾，农作物 138.4 公顷受灾，成灾面积 138.4 公顷。一般性损坏房屋 35 间 28 户，共造成直接经济损失 112.44 万元。

(10) 2018 年 8 月 4 日早上 9 点 20 分，五原县塔尔湖镇出现雷雨大风、短时强降水等强对流天气，雷阵雨到来非常迅速，伴有雷电与大风，导致 1 村民因雷电死亡。

(11) 2019 年 5 月 11 日至 14 日，五原县遭遇大风霜冻天气，致全县 11038 人口不同程度的受灾。损失达 1361.177 万元，家庭财产损失彩钢房顶 2656 平方米；彩钢院墙 1653 米，损失 14.61 万元；彩钢圈舍 5710 平方米，损失 44.911 万元。农作物受灾面积达 6.1 万亩。

(12) 2019年5月18日至19日,五原县遭遇6-7级大风,阵风9-10级,20日清晨地表温度达到0℃以下,大风霜冻天气致全县1256人不同程度的受灾,损失达90.37万元。其中,大风致农业设施损失85.65万元:钢架拱棚、温室大棚、小拱棚倒塌受损81栋162亩,损失62.05万元。家庭财产损失彩钢房顶2050平方米,损失12.2万元;彩钢院墙105米,损失0.6万元;变压器一台10.8万元。霜冻致农作物不同程度受损,损失4.72万元。

(13)2020年7月11日,五原县受冰雹灾害,农作物受灾成灾面积31427.54亩,造成农作物30%—40%受损,造成直接农业经济损失673.06万元。

2.3企业座谈及现场调查

2.3.1走访座谈

表 2.3-1 工业园走访座谈结果一览表

园区	序号	企业名称	敏感要素	敏感工序	危害
五原工业园区	1	内蒙古润泽源生物科技股份有限公司	高温、降雪	运输	高温、降雪会影响产品运输。
	2	内蒙古力农羊管家有限责任公司	大风、沙尘暴、冰雹、高温、低温、暴雪	厂区设备、厂房、管道、员工	沙尘卡在设备里影响其运行,冰雹、暴雪影响彩钢厂房,低温使得管道结冰,高温使工作人员中暑。
	3	五原县金麦提升机械有限责任公司	降雪、降雨、风力风向、暴雪、冰雹	厂房、食品味道、运输、员工	大风、冰雹、暴雪影响彩钢厂房,西风会将上游肥料厂的气味吹来从而影响食品味道,大风、降雪会影响产品运输及人员出行。
	4	五原县大丰粮油食品有限责任公司	沙尘暴、降雨、暴雪	仓储、食品、厂房	沙尘暴影响仓储食品安全,降水导致的积水使得厂房产品受影响,降雪使得厂房受损。
鸿鼎工贸区	5	内蒙古轩达食品有限公司	暴雪、沙尘暴、高温	厂房、食品	降雪使得厂房受损、沙尘影响食品安全、高温影响葵花油量。
	6	内蒙古华葵农业科技有限责任公司	大风、高温	厂房、原料	大风使得厂房受损、高温影响葵花种植。
	7	内蒙古三瑞食品有限公司	大风	厂房	大风影响厂房。

项目组成员与园区代表性的 7 家企业进行了座谈。了解企业在日常生产过程中对气象要素或高影响天气的敏感程度，以及对企业的敏感工序、气象敏感要素的影响见表 2.3-1。

2.3.2 现场调查情况

自治区气候中心于 2022 年 1 月 26 日~1 月 27 日委托巴彦淖尔市气象局技术人员组成现场踏勘小组，完成了项目踏勘、调查和工业园资料收集工作。



图 2.3-1 现场调查图

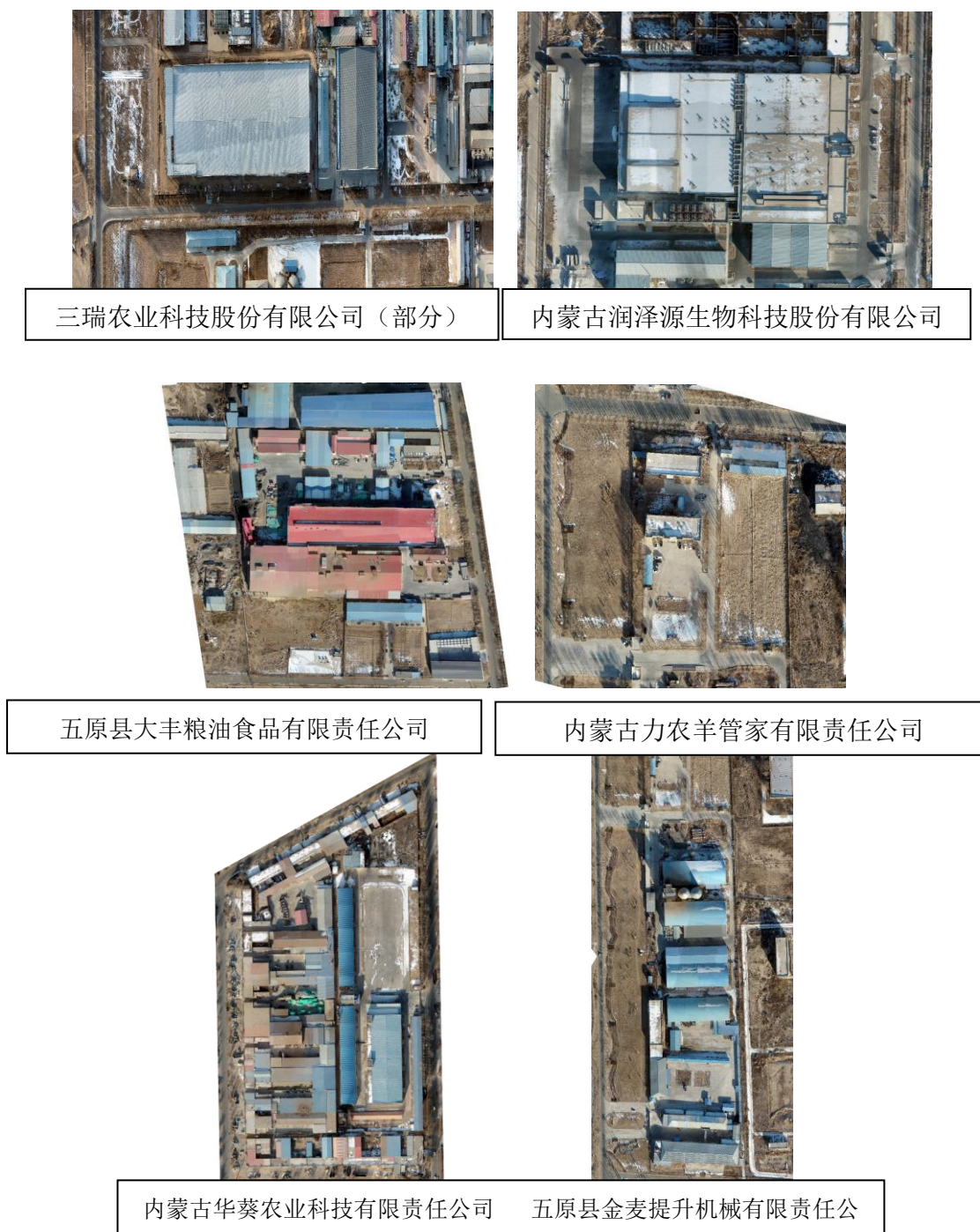


图 2.3-2 重点企业现场踏勘航拍图

2.4 工业园关键气象因子及高影响天气现象选择

2.4.1 工业园气象敏感度调查结果

为了进一步了解五原工业园内现有企业对气象要素及高影响天气的敏感程度，对园区内 30 家重点企业进行了问卷调查（结果见附录 2），被调查企业

主要涉及绿色农畜产品加工、装备制造等行业。其调查结果如下：

表 2-1 工业园气象敏感度调查统计结果一览表（%）

统计结果	气象要素						高影响天气									
	风向	风速	气温	气压	相对湿度	降水	暴雨 洪涝	大风	暴雪	雷击 闪电	高温	低温 冰冻	冰雹	冻融	逆温	沙尘 暴
高影响	3.33	6.67	13.33	0	13.33	40	50	33.33	36.67	23.33	23.33	13.33	23.33	3.33	3.33	16.67
低影响	96.67	93.33	86.67	100	86.67	60	50	66.67	63.33	76.67	76.67	86.67	76.67	96.67	96.67	83.33

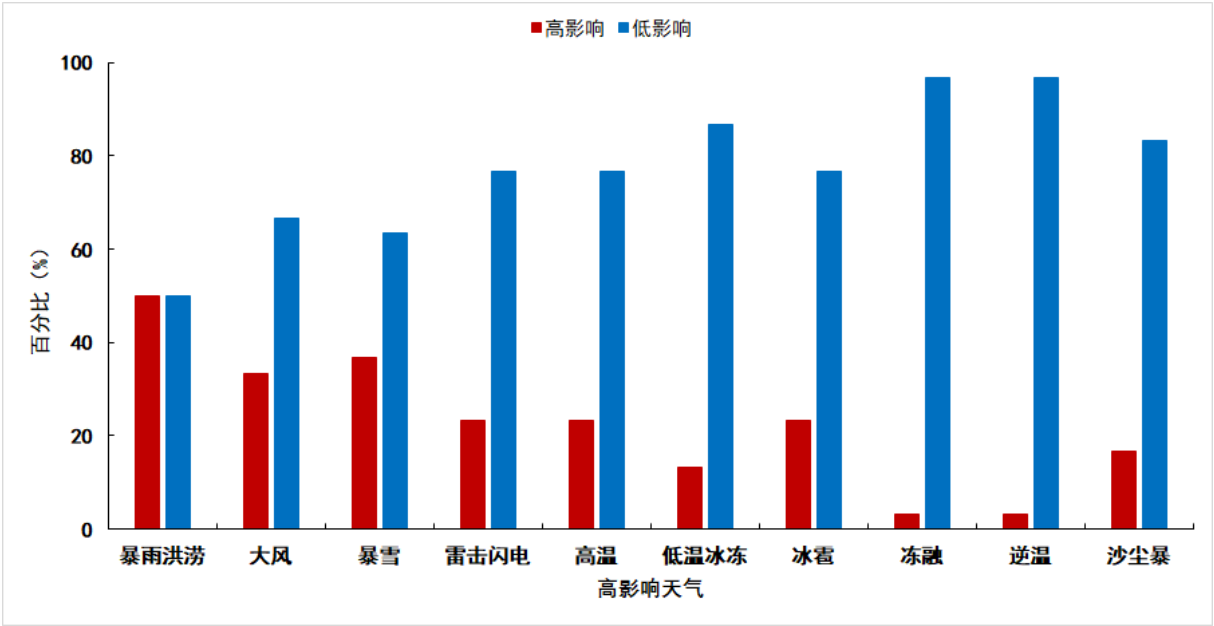


图 2.4-1 气象敏感度调查（单位：%）

（1）对气象要素敏感程度

此次调查主要针对风向、风速、气温、气压、相对湿度、降水 6 要素进行，结果表明：被调查的 30 家企业及园区公共设施对气象要素敏感度由高到低排序，最高的是降水；其次是气温、相对湿度；敏感度较低的是风速、风向；最低的是气压。

（2）对高影响天气敏感程度

此次调查主要针对 10 种高影响天气进行，结果表明：被调查的 30 家企业

及园区公共设施对高影响天气敏感度由高到低排序，最高的是暴雨洪涝；其次是暴雪、大风；再次是雷击闪电、高温、冰雹；较低的是低温冰冻、沙尘暴；最低的是冻融、逆温。

2.4.2 关键气象因子及高影响天气现象选择

结合上述园区周边气象灾害历史事件回顾以及园区对气象要素及高影响天气的敏感程度调查情况，五原工业园气候可行性论证的关键气象因子及高影响天气现象选择主要考虑以下各方面：

（1）园区内的企业对降水和暴雨洪涝的敏感度较高，因此需在报告中对暴雨风险性的空间分布特征进行分析，了解当地的暴雨特点，并进行暴雨强度公式的编制，为当地室外排水设计提供依据；

（2）园区内的食品企业以及部分生产设备对大风沙尘天气较为敏感，此外大风沙尘天气对于户外工程建设影响较大，因此需在报告中对风速的空间分布特征进行分析，了解当地的大风特点，并进行设计风速、风荷载等参数的推算与分析，为园区建筑物设计和建设提供抗风参数，并有针对性的提出建议措施。

（3）园区内的企业对雷击闪电的敏感度较高，因此需在报告中针对论证区域进行雷击风险评估，对易发生雷击风险的时段、地点进行风险评估，并有针对性的提出建议措施；

（4）园区对气象要素敏感度较高的有气温，尤其是高温，因此需要进行极端最高气温、极端最低气温和设计最高气温、设计最低气温等参数的推算与分析。

（5）园区内的企业对冰雹的敏感度较高，因此需要在报告中分析冰雹危险性空间分布特征，并分析冰雹给园区内企业带来的影响及危害。

(6) 根据现场踏勘情况，园区内企业建筑物屋顶面积较大，对暴雪和雪荷载敏感度较高，因此在报告中需对暴雪危险性空间分布特征进行分析，根据当地降雪特点进行雪压极值推算，并提出有针对性的建议措施。

3 参证站确定及资料说明

3.1 资料内容和来源

报告中所用资料涉及以下 7 类，其中地面气象站观测资料来源于内蒙古自治区气象信息中心，均从经过审核后的信息化资料中提取；园区基本资料来源于五原工业园区管委会。

(1) 地面气象站资料：五原气象站资料（1956~2020 年）主要用于参证站选取、气候背景、高影响天气现象、关键气象参数分析及推算，涉及气压、气温、降水、风、相对湿度、日照、雷暴、冰雹、龙卷、雾、结冰、积雪等气象要素及天气现象。区域自动气象站资料（2017~2020 年）主要用于关键气象参数订正。

表 3.1-3-1 报告各专题使用气象资料情况一览表

分析项目	要素	资料时段
参证站分析	气温、湿度、气压、风向、风速、降水	1991~2020 年
气候背景年际、月际变化	气温、降水、相对湿度、日照、风向、气压、风速	1991~2020 年
气候背景日变化	气压、气温、风速、相对湿度	2011~2020 年
气候背景极值分析	最高气温、最低气温、最小相对湿度	1956~2020 年
	最高气压、最低气压	1980~2020 年
	最大风速	1973~2020 年
	极大风速	2010~2020 年
关键气象参数分析	风速、气温、降水	1956~2020 年
	积雪深度	1956~2020 年
暴雨强度公式	乌拉特前旗气象站逐分钟雨量资料	1962~2020 年
区域雷电灾害风险评估	雷暴	1961~2013 年
	闪电定位、大气电场资料	2014~2020 年
	雷电灾情资料	1956~2020 年
暖通参数	气压、气温、风速、风向、相对湿度、日照	1991~2020 年
高影响天气	雷暴、闪电	1956~2013 年
	极端高温、极端低温	1956~2020 年
	暴雨、积雪、大风、沙尘暴、冰雹	1956~2020 年
	地温、冻融	1960~2020 年
	逆温	1991~2020 年

(2) 气象灾害资料 (1956~2021 年): 对运营影响较大的气象灾害主要包括暴雨、强对流天气 (雷暴、强降水、龙卷风、冰雹)、雾、结冰、积雪等, 相关记录一部分来自内蒙古自治区气象信息中心的信息化资料以及气象年、月报表, 另一部分来源于“中国气象灾害大典内蒙古自治区分卷”、“地方志”、“气候影响评价”、灾情直报系统以及民政和农业部门灾情报告。

(3) 闪电定位仪资料: 内蒙古自治区 ADTD 型三维全闪电监测定位系统于 2012 年 7 月对 ADTD-1 型闪电探测系统进行全面升级, 在全区共布设 56 台 ADTD-2 型 VLF /LF 三维总闪电定位系统, 增加了云闪探测功能, 从而实现了总闪电的全面探测。基于宽带网络通讯技术和多站 TOA 时间差定位原理, 定位误差小于平面 150 米、高度 300 米; 相对强度误差为 5%; 实时性 ≤ 5 秒; 探测效率云地闪 95%、云闪 90%以上, 包含每次闪电发生的具体日期、时间、经纬度、回击电流幅值等参数, 主要用于关键气象参数分析中的雷击风险评估。

(4) CLDAS 数据集: 中国气象局陆面数据同化系统 (CLDAS: CMA Land Data Assimilation System) 的大气驱动产品, 其时间范围为 2008 年 01 月 01 日~2019 年 12 月 31 日, 时间分辨率为逐小时, 空间范围为(0~65°N, 60~160°E), 空间分辨率为 0.0625°×0.0625°。该数据集利用多种来源地面、卫星等观测资料, 采用多重网格变分同化 (STMAS)、最优插值 (OI)、概率密度函数匹配 (CDF)、物理反演、地形校正等技术研制而成, 在中国区域质量优于国际同类产品, 且时空分辨率更高。

(5) ERA5 数据集: 欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 发布的第五代全球气候监测数据集, 其时间范围为 1979~2020 年, 时间分辨率为逐小时, 空间范

围为全球，空间分辨率 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 。ERA5 提供基本气候变量的格点气候数据记录，内容包括大气参数估计(如不同高度上的气温、压力和风)和地表参数估计(如降水、海冰、土壤湿度、地表温度和波浪高度)等，本报告中主要用于大气自净能力分析。

(6) 全区气象灾害风险普查资料：依据《内蒙古气象灾害调查与风险评估技术细则（灾害调查类）》（内气普领发〔2021〕9 号）和《内蒙古气象灾害调查与风险评估技术细则（评估与区划类）》（内气普领发〔2021〕17 号）的技术规定，制作的各灾种气象灾害致灾因子风险性分布图。

(7) 工业园基本资料：工业园总体规划或控制性详细规划、园区内公共设施情况及生态环境资料、开发情况、入驻企业资料、论证范围等。

3.2 资料质量控制与均一性检查

报告所用国家气象站观测资料均经过内蒙古自治区气象信息中心数据质量控制和均一性检验。数据质量控制通常将范围值检查、内部一致性检查、时变检查、持续性检查和空间一致性检查综合应用；对气温、降水和相对湿度的均一性检验，主要采用标准正态检验(SNHT)、累积方差检验、二相回归(TPR)等非参数方法。

范围值检查：气候极值检查是检查各要素值是否超过历史上出现过的最大值和最小值。选取全国自动站经度、纬度、拔海高度以及自动站数据为样本，建立多元线性回归方程，推求出各要素极值随时间（月份）、经度、纬度、拔海高度的多元线性方程，然后利用该方程，计算出任意地理位置的各气象要素极值。

内部一致性检查：气压、相对湿度和气温等气象观测要素相互之间关系密

切，其变化规律具有一致性。根据该特性，就可对相关数据是否保持这种内部关系来检查其是否发生异常，以确定数据质量。

时变检查：大气中的气温、相对湿度等气象观测数据与时间显著相关，具有良好的时间一致性，将此类数据与其时间上前、后的测值相比较，来判断其数据是否发生异常。

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

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

3.3 参证气象站选取

参证气象站的选取应按照自然地理条件接近、下垫面条件相似、气象观测资料对于区域具有较好代表性等原则进行选取。经过对园区周边气象站的调查和筛选，综合考虑气象站位置、观测数据质量及序列时长，初步考虑五原气象站作为参证站。五原气象站始建于 1956 年 1 月 1 日，2015 年 1 月 1 日迁站至五原县隆兴昌镇工业园区，属于平原地形，位于东经 $108^{\circ}28'15''$ ，北纬 $41^{\circ}05'20''$ ，观测场海拔高度 1023.3m。通过与乌拉特前旗国家气象站、临河国家气象站的对比，进一步论证五原气象站作为参证站的合理性。

3.3.1 区域地理环境及周边气象站分布情况

五原工业园内及周边地区共有 3 个国家气象站，其中五原气象站位于工业园内，国家级气象站和区域气象站与工业园相对位置见图 3.3-1。

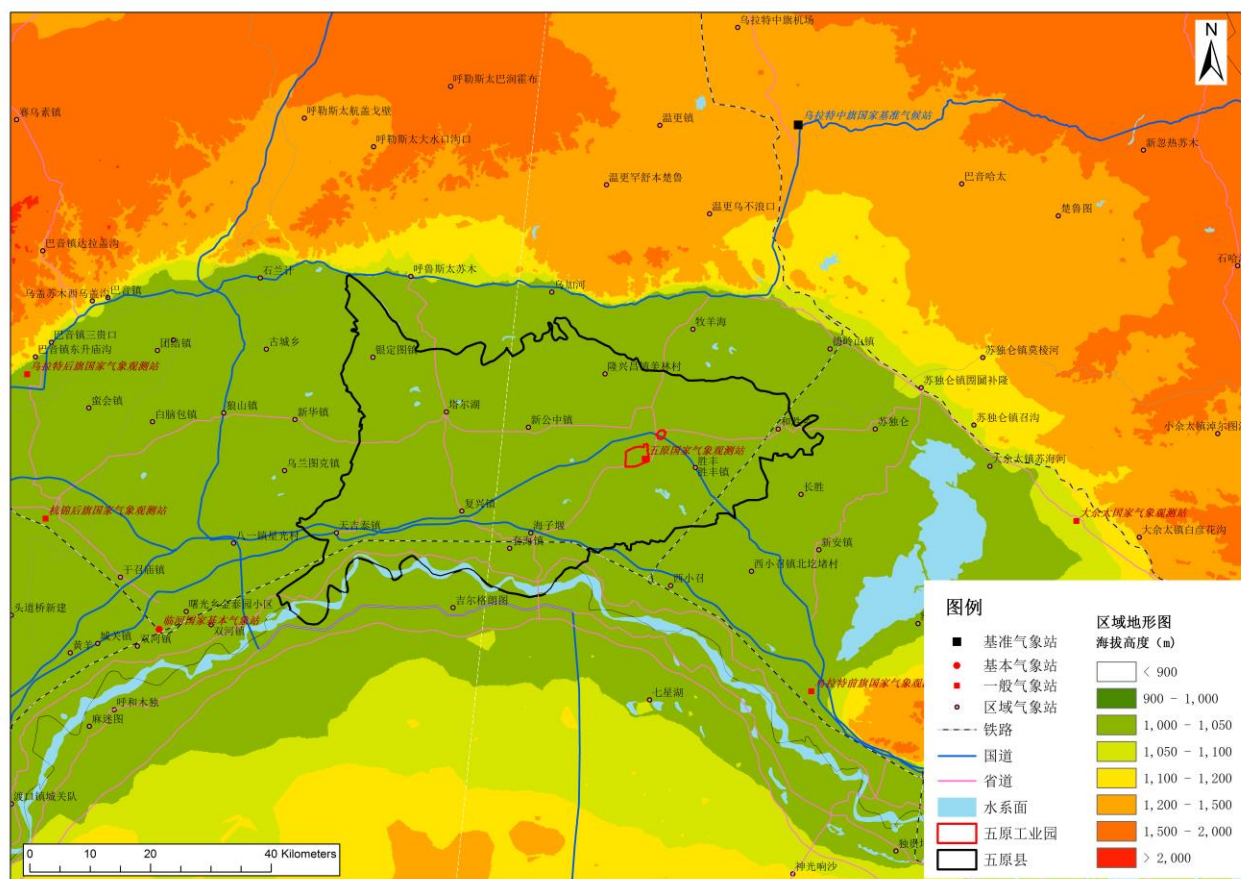


图 3.3-1 五原工业园范围及周边气象台站位置示意图

巴彦淖尔市为大陆性季风气候，横亘于中部的阴山是巴彦淖尔市的气候分界线，高耸的山体阻挡了北上的夏季风，成为大陆性气候与季风气候的分界线，同时亦成为冬季冷空气南下的屏障使得南部气温明显高于北部，山前断陷平原较小的海拔差亦使河套地区气温水平差异变小、一致性增强。由图可见，五原工业园区位于巴彦淖尔市五原县，地理位置上属于河套平原，处于平原中部，地势平坦开阔，向北约 30km 处为阴山山脉，地势陡增。五原气象站位于工业园区内，海拔高度为 1023.3m，距离鸿鼎工贸园区 4.5km。乌拉特前旗气象站的

海拔高度为 1020.4m，距五原工业园区距离 48.6km，距鸿鼎工贸园区 48.7km。临河气象站的海拔高度为 1041.1m，距五原工业园区 83.3km，距鸿鼎工贸园区 88.5km。从气候、地形地貌、地理距离等诸多因素来看，五原气象站都具有很好的区域代表性，作为参证气象站较为合适。

表 3.3-1 工业园区周边国家气象站分布情况

站 名	海拔高度 (m)	相对五原工业园区的距离 (km)	相对鼎鸿工贸区的距离 (km)
五原	1023.3	园区内	4.5
乌拉特前旗	1020.4	48.6	48.7
临河	1041.1	83.3	88.5

3.3.2 气象要素的比较

(1) 气温

近 30 年（1991~2020 年），五原气象站、临河气象站、乌拉特前旗气象站年平均气温变化趋势一致，年平均气温分别为 8.0℃、8.9℃、9.1℃。五原气象站年平均气温低于其他两站。

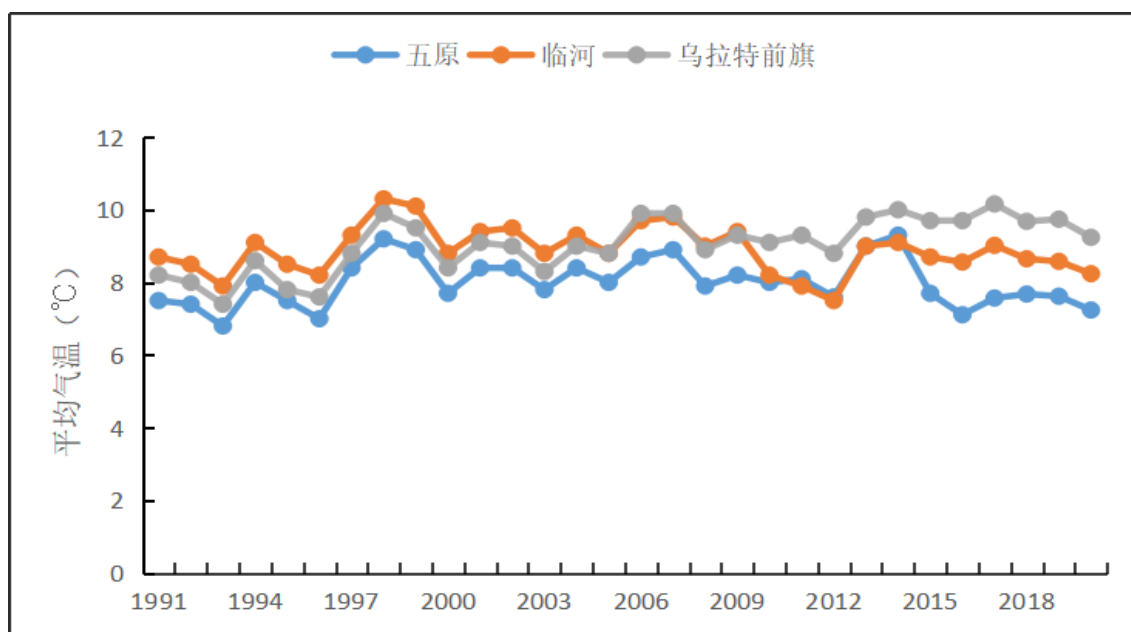


图 3.3-2 1991~2020 年五原气象站等国家气象站年平均气温变化

五原气象站、临河气象站、乌拉特前旗气象站最高气温变化趋势一致，年最高气温变化范围分别在 $34.1\sim 36.3^{\circ}\text{C}$ 、 $35\sim 35.5^{\circ}\text{C}$ 、 $36.3\sim 37^{\circ}\text{C}$ ，其他两站年最高气温均高于五原气象站。

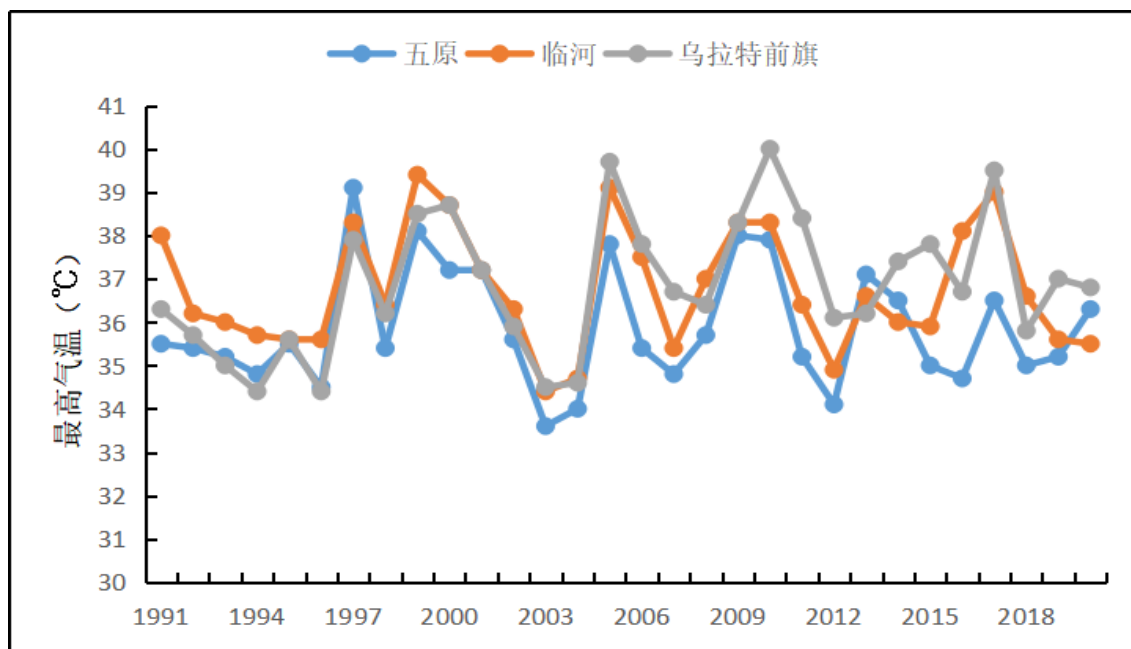


图 3.3-3 1991~2020 年五原气象站等国家气象站年最高气温变化

五原气象站、临河气象站、乌拉特前旗气象站年最低气温变化趋势基本一致，年最低气温变化范围在 $-31.8\sim -26.7^{\circ}\text{C}$ 、 $-30.9\sim -24.7^{\circ}\text{C}$ 、 $-29.3\sim -22.3^{\circ}\text{C}$ 、 $-37.2\sim -26.4^{\circ}\text{C}$ ；五原气象站年最低气温低于临河气象站、乌拉特前旗气象站。

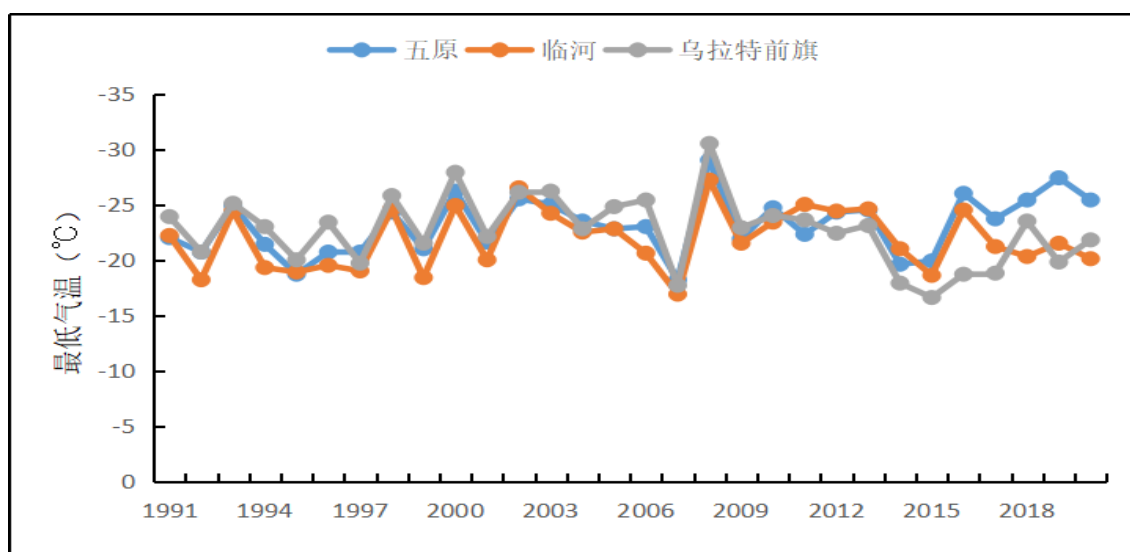


图 3.3-4 1991~2020 年五原气象站等国家气象站年最低气温变化

从近 30 年（1991～2020 年）逐月平均气温的变化来看，三站月变化特征也极为相似，最高值出现在 7 月，最低值出现在 1 月，并且五原站各月平均气温低于其他两站。

表 3.3-2 1991~2020 年五原等国家气象站各月平均气温

站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
五原	-10.9	-6.0	1.8	10.3	17.2	22.3	24.2	22.0	16.2	8.1	-1.0	-8.6
乌拉特前旗	-9.7	-4.9	2.9	11.4	18.1	23.2	25.2	23.0	17.2	9.2	0.2	-7.3
临河	-9.4	-4.7	2.8	11.3	17.8	22.9	24.8	22.5	16.7	8.8	0.2	-7.1

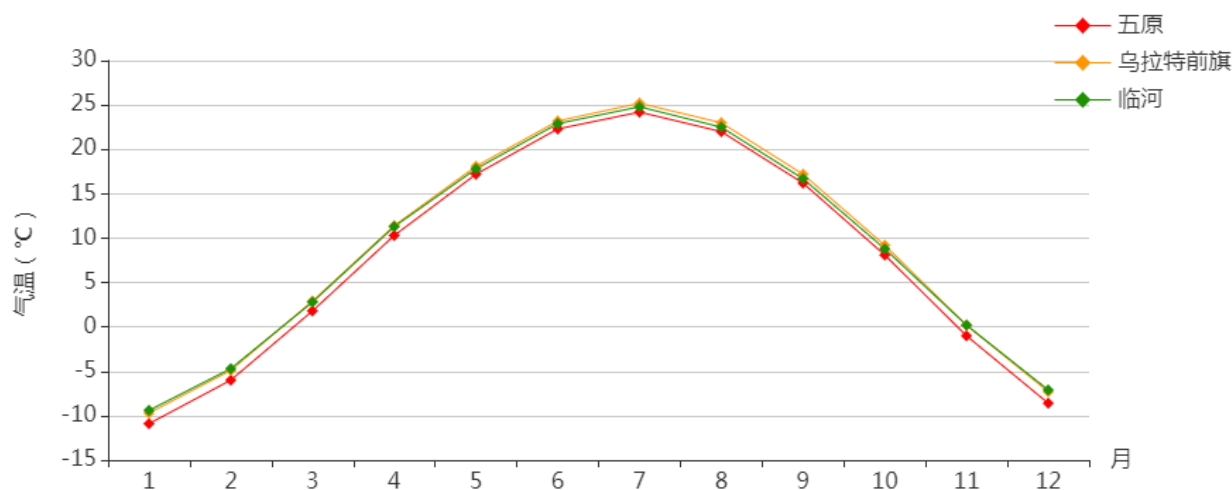


图 3.3-5 1991~2020 年五原等国家气象站各月平均气温

(2) 降水

近 30 年（1991～2020 年），五原气象站、临河气象站、乌拉特前旗气象站年均降水量分别为 186.5mm、143.7mm、232.3mm，其中临河气象站年均降水量最少，临河气象站和乌拉特前旗气象站与五原气象站年降水量差 44.3mm 左右。

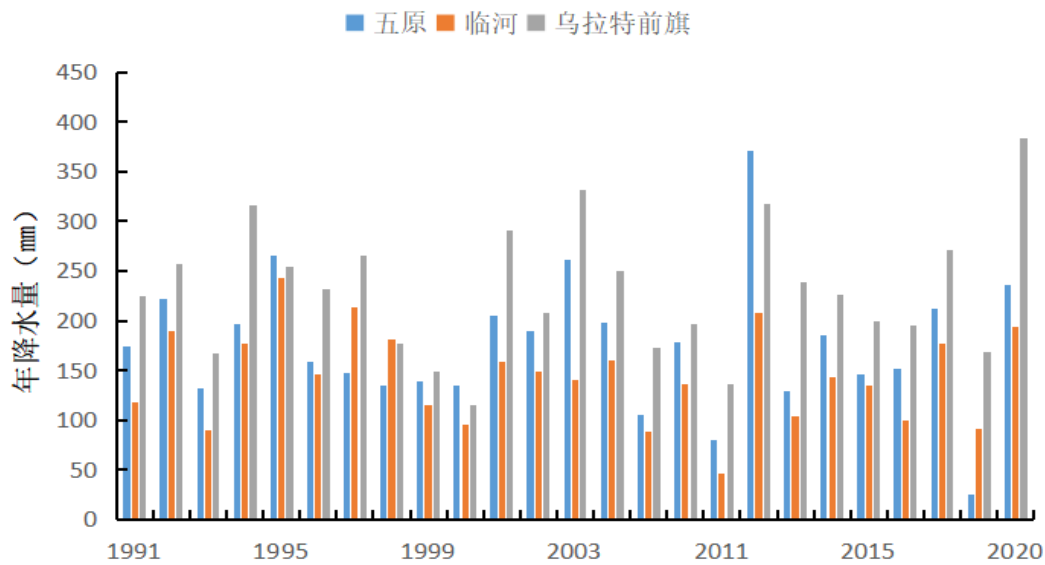


图 3.3-6 1991~2020 年五原气象站等国家气象站年降水量变化

从近 30 年（1991~2020 年）逐月平均降水量的变化来看，三站月变化特征相似，月最高值出现在 7 月，最低值出现在 1 月，降水主要集中在 6~9 月。

表 3.3-3 1991~2020 五原等国家气象站各月平均降水量（mm）

站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
五原	1.2	2.1	4.8	6.2	14.8	22.2	40.4	43.6	31.2	7.7	2.9	0.8
乌拉特前旗	1.1	2.4	4.8	6.2	18.9	25.5	57.6	53.8	37.4	10.1	4.2	1.2
临河	0.8	1.2	3.4	4.7	14.4	21.8	28.0	37.6	23.2	6.6	2.4	0.9

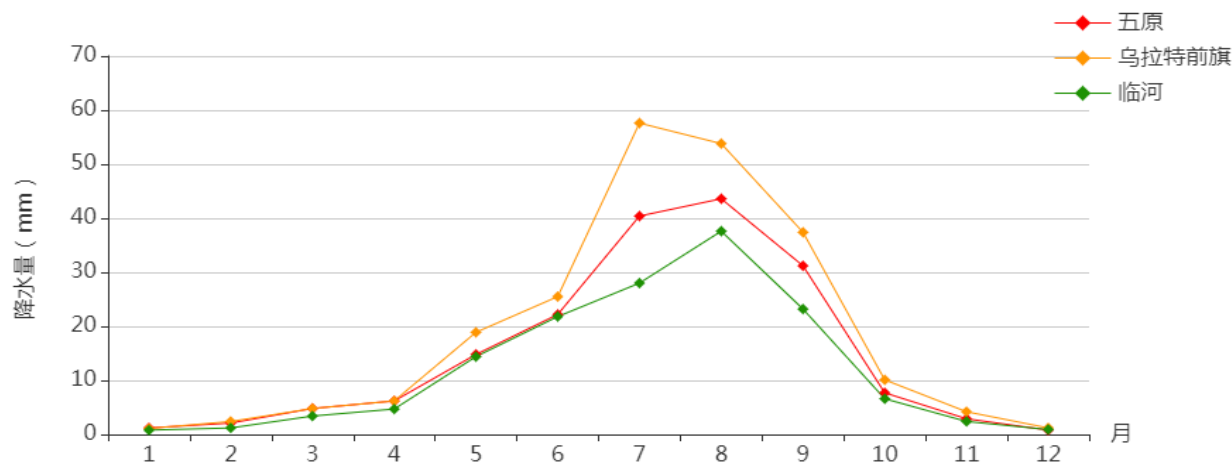


图 3.3-7 1991~2020 年五原等国家气象站各月平均降水量变化

(3) 日照时数

从近 30 年（1991~2020 年）日照时数的变化来看，三站日照时数变化趋势较为一致。日照时数最高值出现在 5 月，年最低值出现在 12 月，总体呈现单峰型分布。

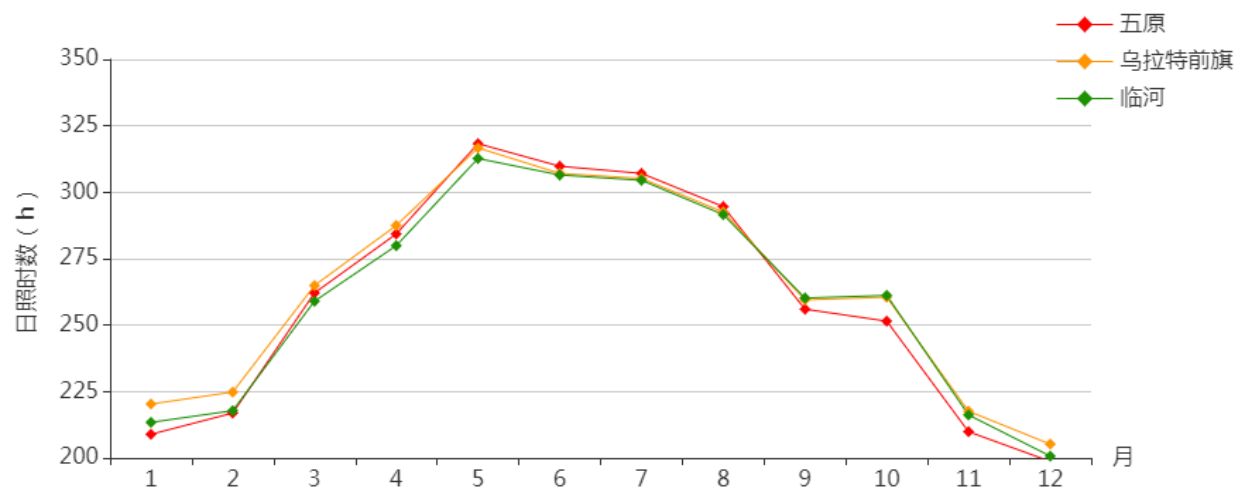


图 3.3-8 1991~2020 年五原等国家气象站各月日照时数变化

表 3.3-4 1991~2020 年五原等国家气象站各月日照时数 (h)

站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
五原	208.9	216.9	262.1	284.3	318.3	309.8	307.1	294.6	256.0	251.5	209.9	198.7
乌拉特前旗	220.3	224.8	264.9	287.5	316.7	307.1	305.2	292.6	259.5	260.5	217.6	205.2
临河	213.4	217.8	259.0	279.9	312.7	306.5	304.5	291.6	260.2	261.2	216.2	200.7

(4) 风

近 30 年（1991~2020 年）五原气象站、临河气象站、乌拉特前旗气象站年平均风速分别为 1.9m/s、2.0m/s、2.5m/s，三站年平均风速和最大风速变化趋势有一定差异，且五原气象站在 2015 年迁站后平均风速明显增大。

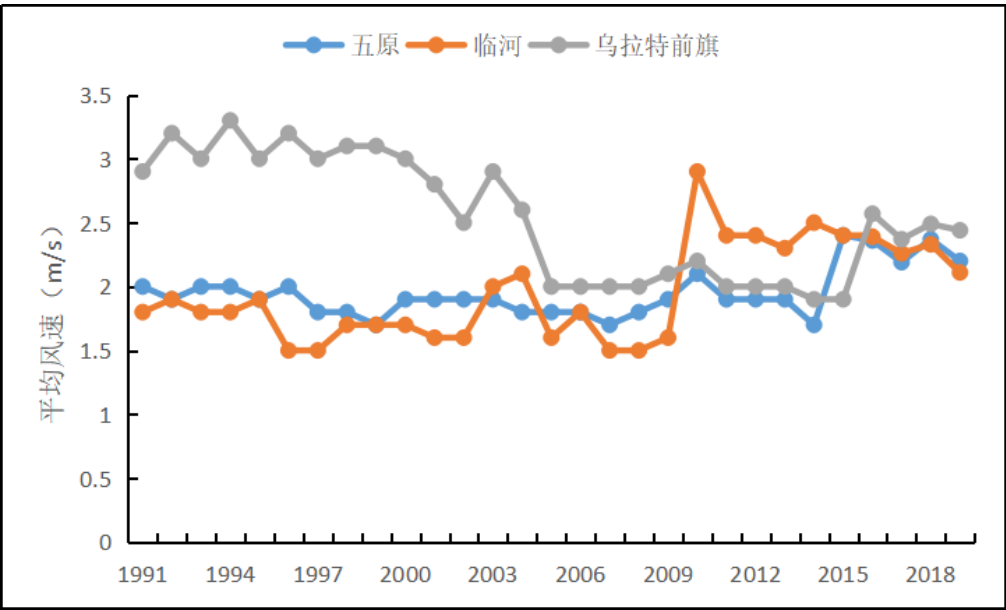


图 3.3-9 1991~2020 年五原与两个国家气象站年平均风速变化

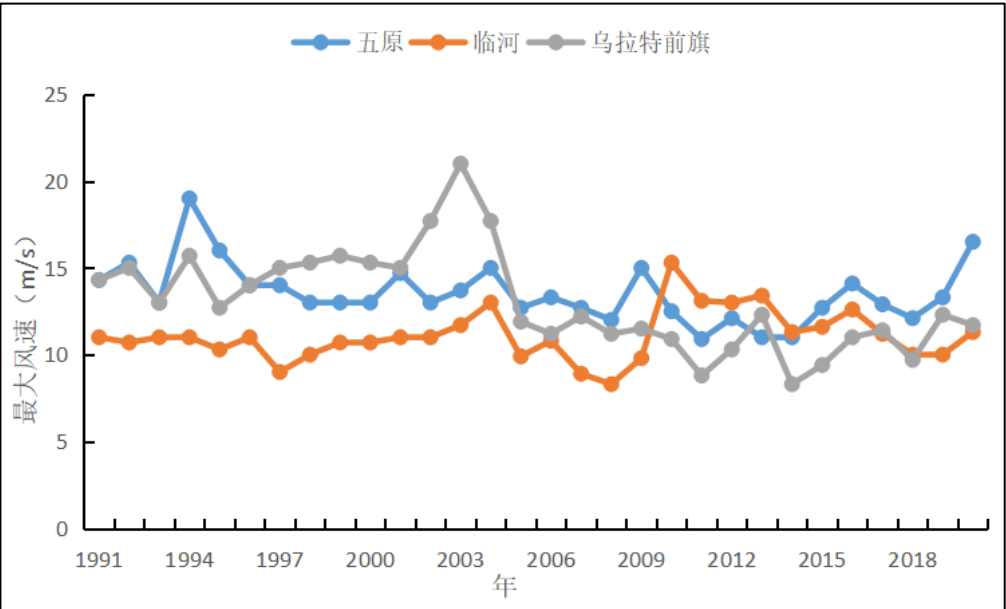


图 3.3-10 1991~2020 年五原气象站等国家气象站年最大风速变化

从近 30 年（1991~2020 年）逐月平均风速的变化来看，三站月变化特征相似，春季平均风速最大，冬季平均风速最小。

表 3.3-5 1991~2020 年五原等国家气象站各月平均风速（m/s）

站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
五原	1.4	1.8	2.3	2.6	2.6	2.2	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.5
乌拉特前旗	2.0	2.3	2.7	3.1	3.0	2.8	2.6	2.5	2.5	2.3	2.4	2.1
临河	1.7	1.9	2.3	2.4	2.3	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.9	1.9

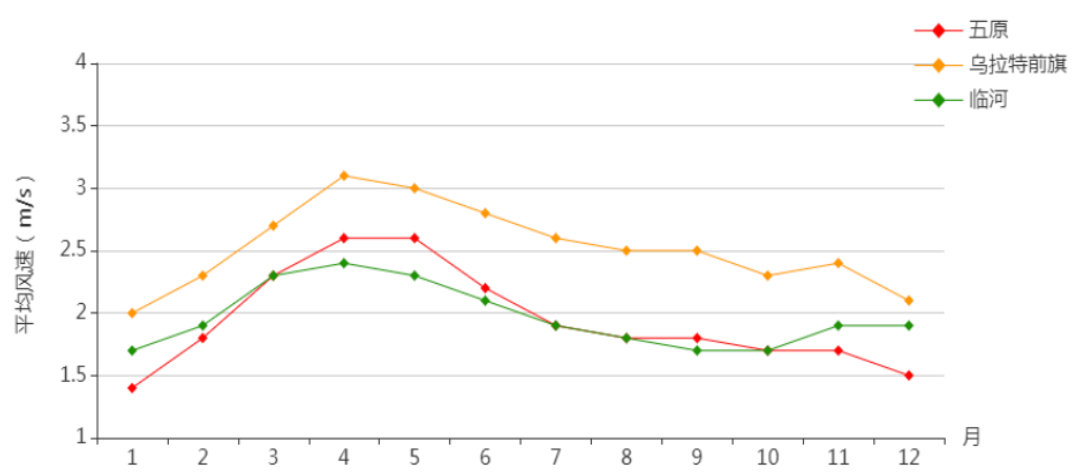


图 3.3-11 1991~2020 年五原气象站等国家气象站月平均风速变化

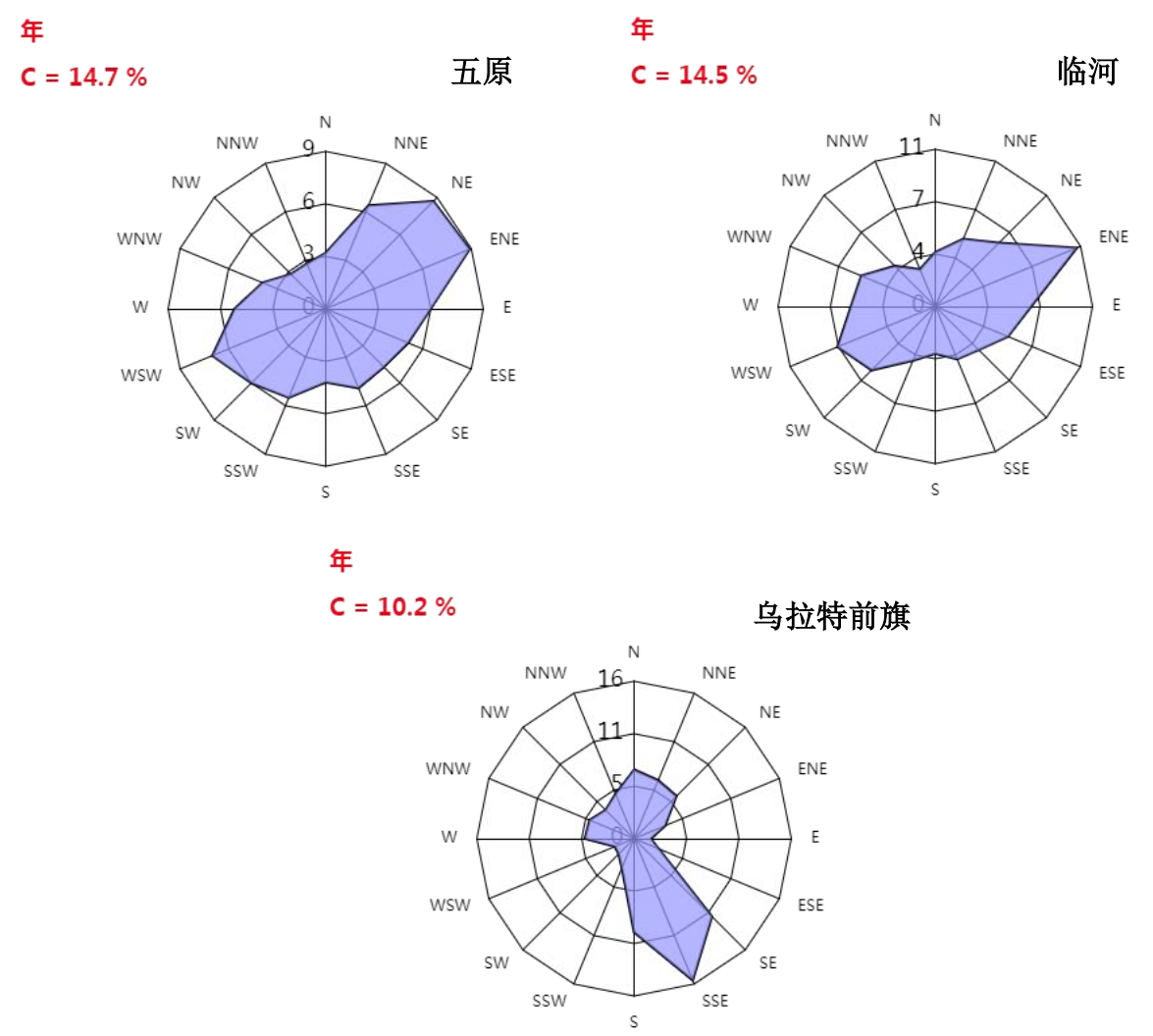


图 3.3-12 1991~2020 五原、临河、乌拉特前旗气象站风向玫瑰图

近 30 年（1991~2020 年）五原气象站、临河气象站、乌拉特前旗气象站年

平均风向频率存在一定差异。五原气象站主导风向为 ENE 风，次主导风向为 NE 风；临河气象站主导风向为 ENE 风，次主导风向为 WSW 风，乌拉特前旗气象站主导风向为 SSE 风，次主导风向为 SE 风。

综上所述，三站气温、降水和日照等要素的气候特征相似，但风向、风速气候特征有一定差异。敏感气象要素产生的差异主要来自局地地形地貌的影响，从气候成因和气候影响机理角度来看，五原气象站能够比较好的反映工业园区周边区域的气候状况，具有较好的代表性。

五原国家气象站为 25m×25m 正方形平坦场地，观测场仪器布置严格按照地面气象观测场标准建设，符合《地面气象观测规范总则》（GB/T 35221-2017）的各项要求。该观测场（图 3.3-13）周围无遮挡，探测环境优良，外部环境条件满足《气象设施和气象探测环境保护条例》的要求。



图 3.3-13 五原气象站观测场现址四方位照片

五原气象站地面气象观测仪器的技术性能均达到了《地面气象观测规范总则》（GB/T 35221-2017）规定的人工观测仪器技术性能指标和自动气象站技术

性能指标要求。1956 年至 1968 年使用维尔德测风器；1968 年至 2008 年使用 EL 型电接风向风速仪；2009 年至今使用单翼风向传感器和风杯式遥测风向风速传感器。

综合分析，五原气象站位于园区内，与工业园区地理环境、下垫面条件一致，能够代表工业园区的平均气象状况。此外，五原气象站作为国家级气象观测站，观测场建设、场地大小尺寸及观测外部、观测仪器的基本技术性能及在观测场的布置位置等方面均满足国家标准要求。因此，五原气象站作为五原工业园区的参证气象站是最为合适的。

3.4 参证气象站“三性”分析

3.4.1 参证气象站代表性分析

参证气象站代表性要求观测记录不仅要反映测点的气象状况，而且要反映测点周围一定范围内的平均气象状况。国家级气象观测站的建设及气象观测仪器的布置安装，均严格按照国家标准《地面气象观测规范总则》（GB/T 35221-2017）中关于观测场地大小尺寸、外部环境条件、观测仪器的基本技术性能以及在观测场的布置位置等方面的要求，以保证观测数据充分满足记录的代表性要求。工业园区没有设立自动气象站，因此选取工业园周边的胜丰镇区域站（距离五原工业园区 10.0km，距离鼎鸿工贸园区 12.3km）、和胜乡区域站（距离五原工业园区 22.6 km，距离鼎鸿工贸园区 19.2 km）、新公中镇区域站（距离五原工业园区 17.2 km，距离鼎鸿工贸园区 22.3 km）来代表工业园区的气象条件。将五原气象站与胜丰镇区域站、和胜乡区域站、新公中镇区域站 2017~2020 年基本气象要素进行相关分析，论证所选参证气象站的代表性。

（1）气温的相关性分析

2017~2020 五原气象站、和胜乡区域站、胜丰镇区域站、新公中镇区域站年平均气温分别为 7.5℃、7.4℃、7.8℃，8.0℃。从表 3.4-1 可以看出逐月平均气温月变化趋势非常一致，平均气温最高值均出现在 7 月，最低值均出现在 1 月。从相关分析的结果可以看出，所有区域站与五原气象站气温相关系数（通过了置信水平为 0.001 的显著性检验）均达到 0.940 以上，说明工业园附近气象站气温的局地气候特征一致。

表 3.4-1 2017~2020 年五原气象站与三个区域站逐月平均气温

月(年) 站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
五原	-11.8	-7.1	2.7	10.9	17.3	22.4	23.9	21.5	15.9	6.6	-1.1	-10.7	7.5
和胜乡	-12.3	-7.3	2.6	10.8	17.7	22.9	24.0	21.2	15.5	6.5	-1.4	-11.3	7.4
胜丰镇	-11.8	-6.9	3.1	11.1	17.9	23.0	24.2	21.6	16.2	6.8	-0.7	-10.7	7.8
新公中镇	-11.7	-7.0	2.9	10.8	17.7	22.6	23.9	21.2	15.6	6.4	-1.0	-10.3	8.0

表 3.4-2 2017~2020 年五原气象站与三个区域站逐月平均气温相关系数

站名	胜丰镇	和胜乡	新公中镇
相关系数	0.940	0.999	0.999

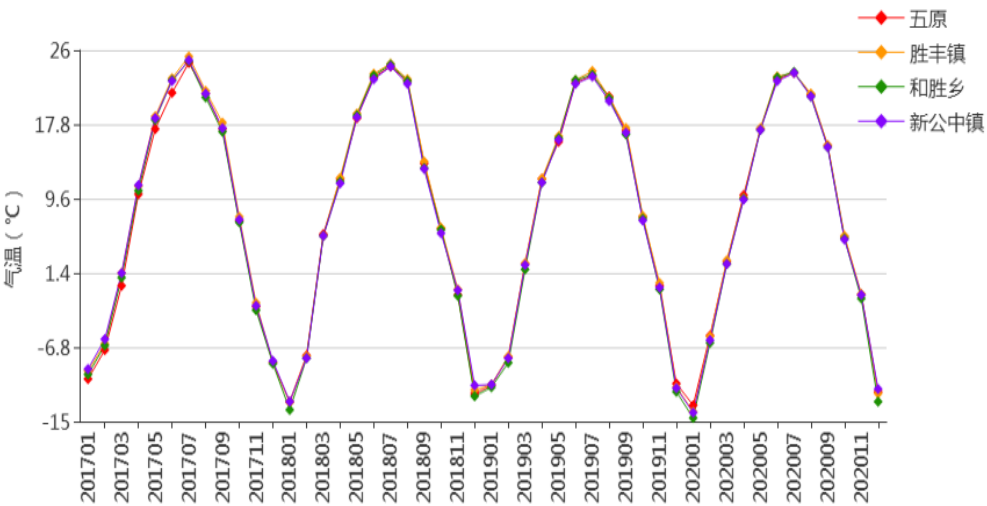


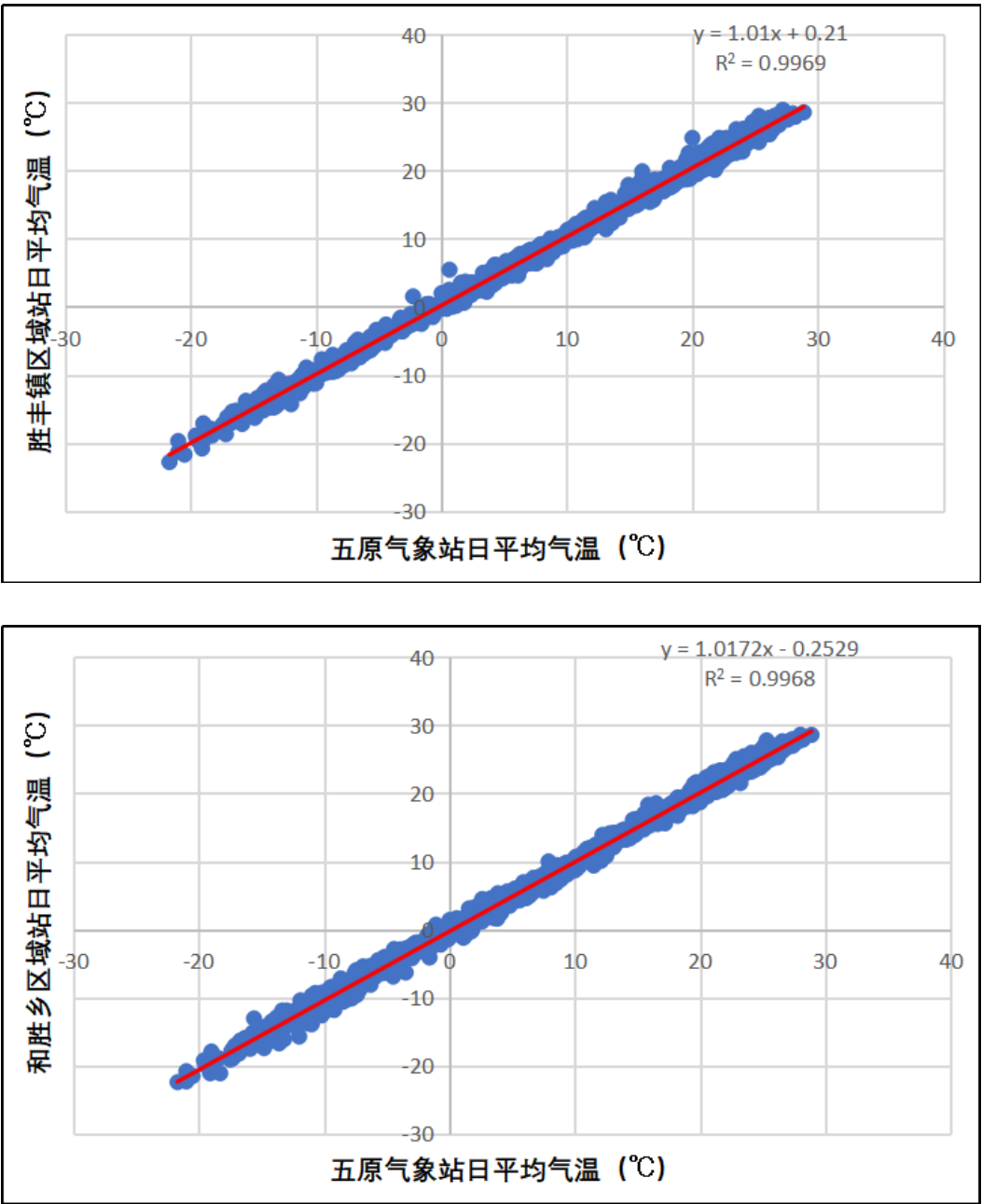
图 3.4-1 2017~2020 年五原气象站与三个区域站逐月平均气温变化

将 2017~2020 年五原气象站和三个区域站进行日平均气温相关性检验。

胜丰镇区域站、和胜乡区域站和新中公镇区域站相关系数均达到 0.996 以上(通过置信水平 0.001 的显著性检验),说明五原气象站的区域代表性较好,可以用五原气象站对工业园区气温进行推算验证。

表 3.4-3 2017~2020 年五原气象站与三个区域站逐日平均气温相关系数

站名	胜丰镇	和胜乡	新中公镇
相关系数	0.997	0.997	0.996



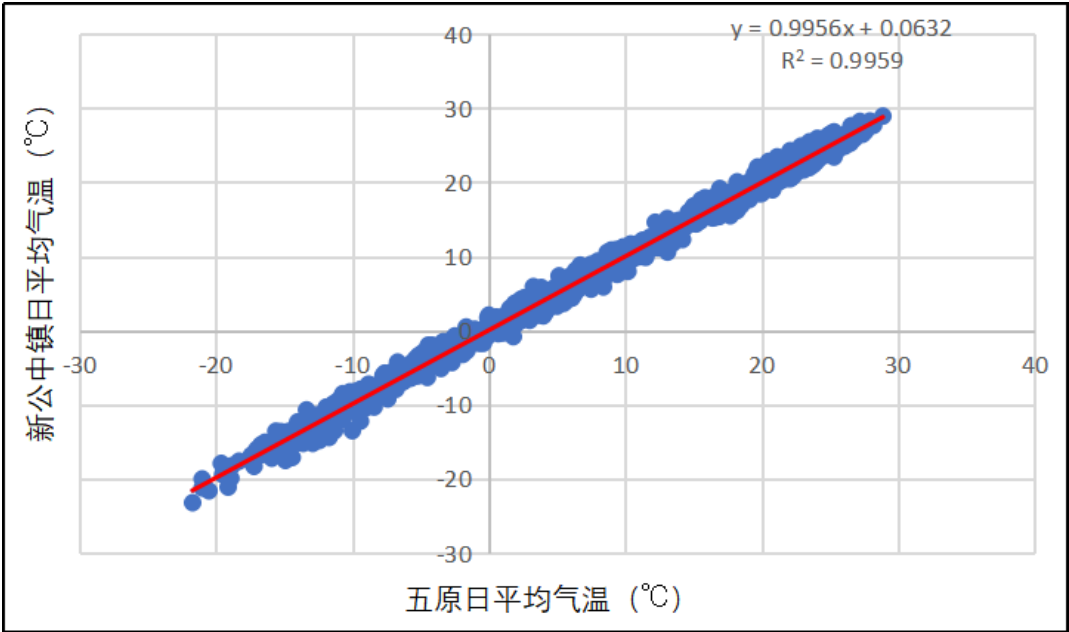


图 3.4-2 2017~2020 年五原气象站与三个区域站逐日平均气温相关图

(2) 风速的相关性分析

2017~2020 年五原气象站和胜丰镇区域站、和胜乡区域站、新中公镇年平均风速分别为 2.2m/s、2.5m/s、2.6m/s、2.2m/s，逐月平均风速变化趋势较为一致，相关系数（通过了置信水平为 0.001 的显著性检验）分别为 0.959、0.941、0.893，平均风速均春季最大、秋季次之。

表 3.4-4 2017~2020 年五原气象站与三个区域站平均风速（单位：m/s）

月（年） 站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
五原	1.9	2.2	2.5	2.8	3.0	2.4	2.0	1.9	2.0	2.1	2.2	1.9	2.2
胜丰镇	2.1	2.5	2.6	3.1	3.4	2.7	2.3	2.1	2.3	2.4	2.4	2.0	2.5
和胜乡	2.2	2.5	2.7	3.2	3.6	3.0	2.3	2.1	2.3	2.6	2.5	2.1	2.6
新中公镇	1.9	2.1	2.4	2.7	3.0	2.3	2.2	1.7	1.9	2.0	2.2	2.0	2.2

表 3.4-5 2017~2020 年五原气象站与三个区域站逐月平均风速相关系数

站名	胜丰镇	和胜乡	新中公镇
相关系数	0.959	0.940	0.893

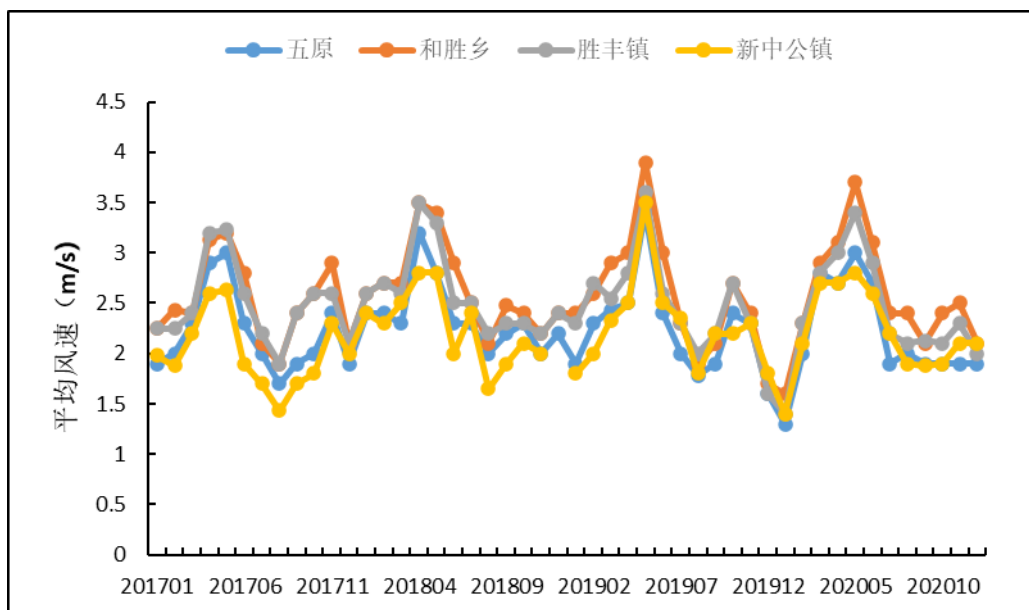
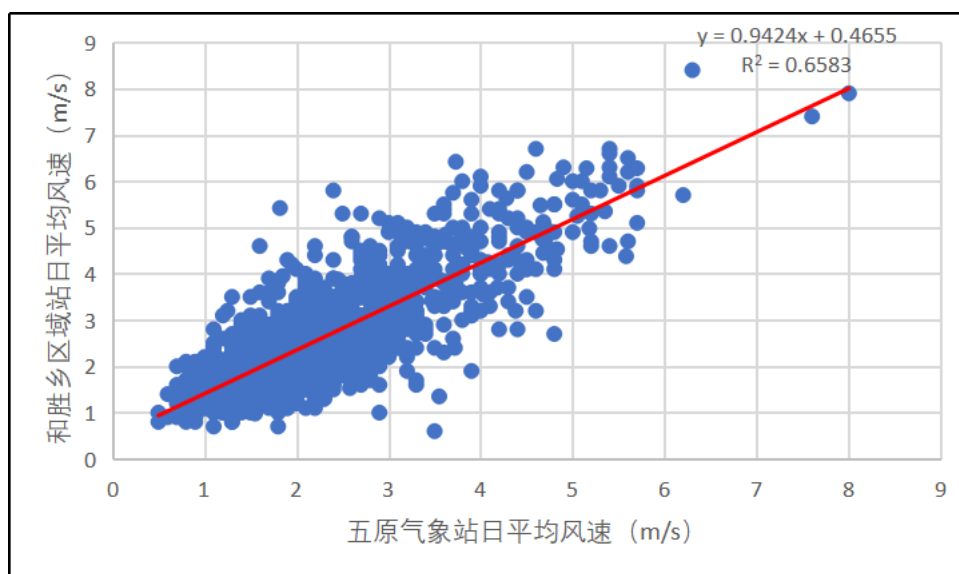


图 3-4-3 2017~2020 年五原气象站与三个区域站逐月平均风速变化

将 2017~2020 年五原气象站日平均风速与和胜乡区域站、胜丰镇区域站、新中公镇区域站日平均风速进行相关性检验，相关系数（通过了置信水平为 0.001 的显著性检验）分别为 0.864、0.811、0.755，说明五原气象站和和胜乡区域站平均风速相关性较好，与其他两个区域站风速相关性一般。总的来看，五原气象站风速观测数据具有较好的区域代表性，可以用五原气象站对工业园区风速进行推算验证。从图 3.4-4 也可以看到散点相对集中。



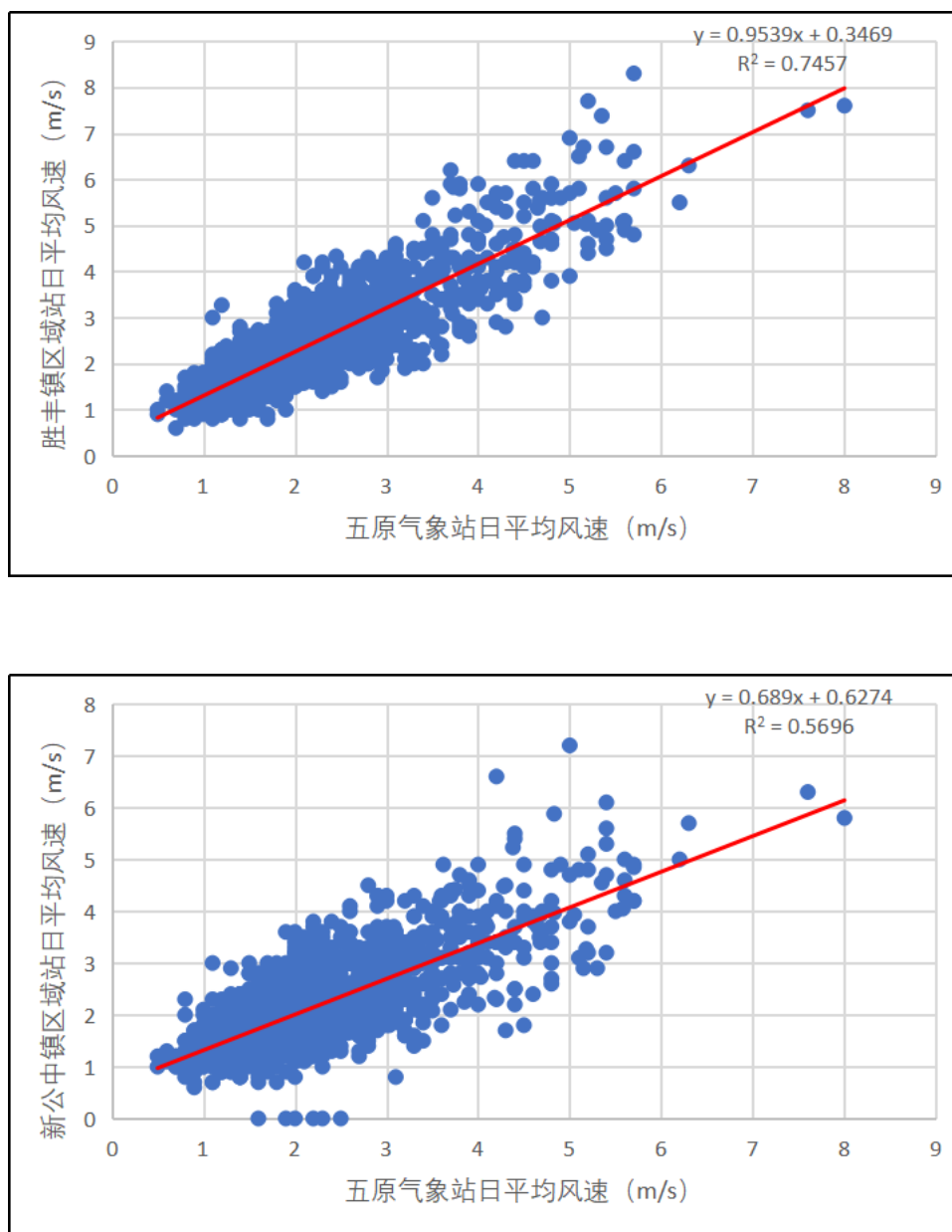


图 3.4-4 2017~2020 年五原气象站与三个区域站逐日平均风速相关图

(3) 风向的一致性分析

根据 2020 年整年风向频率数据统计，五原气象站的主导风向为 ENE 风，风向频率为 12%，次主导风向为 NE 风，风向频率为 9%；和胜乡区域站主导风向为 NNE 风，风向频率为 11%，次主导风向为 N、NE 风，风向频率为 10%；胜丰镇区域站主导风向为 NE 风向频率为 11%，次主导风向为 ENE、NNE 风，风向频率为 9%；新公中镇区域站主导风向为 ENE 风，风向频率为 10%，次主

主导风向为 NE、E 风，风向频率为 9%。

表 3.4-6 2020 年五原气象站和三个区域站风向频率（%）

风向 站名	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
五原	3	4	9	12	7	5	7	6	5	5	5	7	6	5	5	3	5
和胜乡	10	11	10	6	6	5	5	4	6	5	6	6	5	4	4	5	1
胜丰镇	7	9	11	9	7	4	5	6	7	5	6	6	5	4	3	4	1
新公中镇	4	4	9	10	9	8	8	5	4	5	6	6	5	5	6	6	1

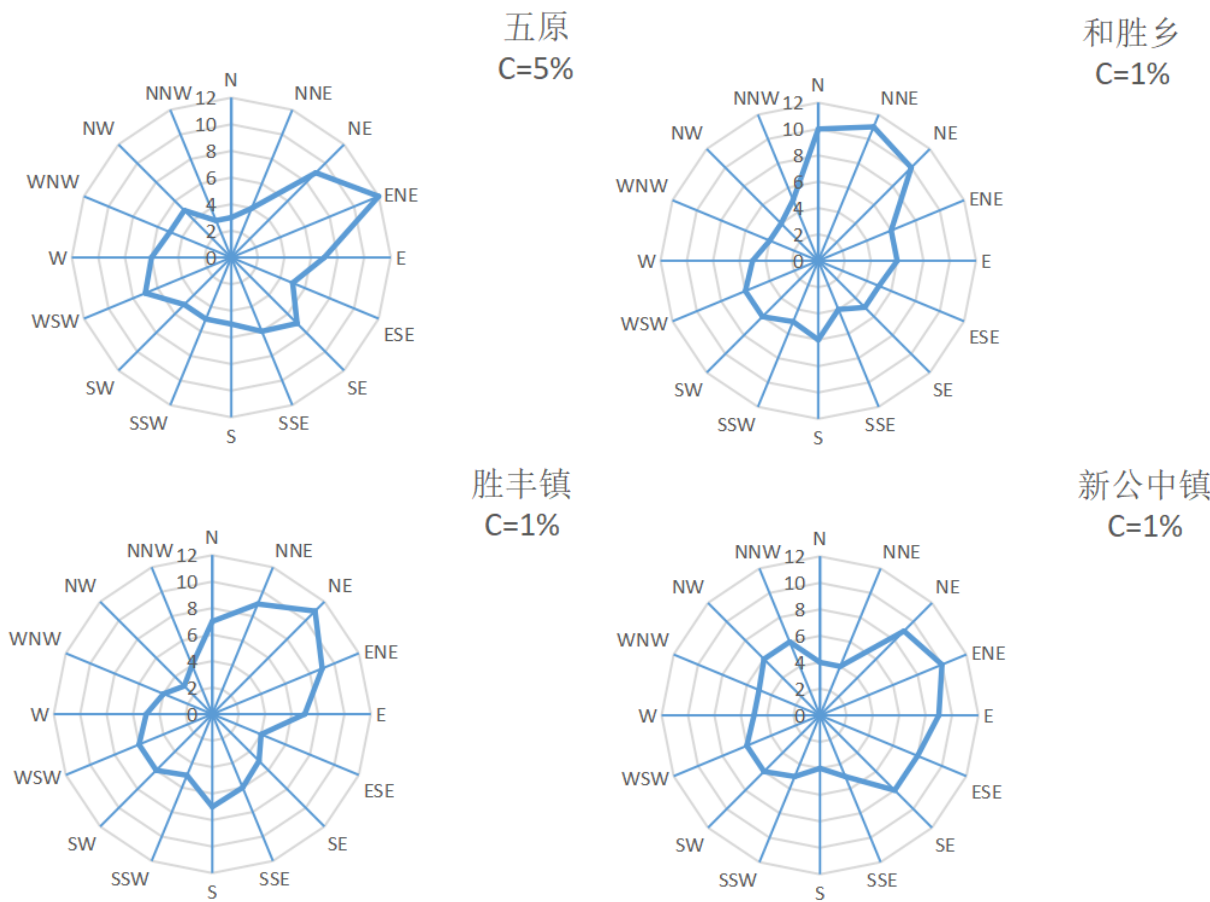


图 3.4-5 2020 年五原气象站与三个区域站风向频率玫瑰图

（4）降水量的相关性分析

2017~2020 年五原气象站和胜丰镇区域站、和胜乡区域站、新中公镇区域站 5~9 月平均累计水量分别为 148.7mm、108.3mm、169.6mm 和 117.3mm，逐月变化趋势基本一致，相关系数（通过了置信水平为 0.001 的显著性检验）分

别为 0.912、0.807、0.764。降水主要集中在 7、8 月，由月降水量对比可以看出，五原气象站与三个区域站降水局地气候特征一致，可以用五原气象站对工业园区降水进行推算验证。

表 3.4-7 2017~2020 年五原气象站与三个区域站 5~9 月平均降水量（单位：mm）

月份 站名	5	6	7	8	9	累计
五原	12.9	18.5	45.1	38.7	33.5	148.7
胜丰镇	8.1	14.1	25.5	35.5	25.1	108.3
和胜乡	5.6	25.7	68.4	36.4	31.0	169.6
新公中镇	10.9	20.1	22.9	31.3	32.1	117.3

表 3.4-8 2017~2020 年五原气象站与三个区域站 5~9 月逐月降水量相关系数

站名	胜丰镇	和胜乡	新公中镇
相关系数	0.912	0.807	0.764

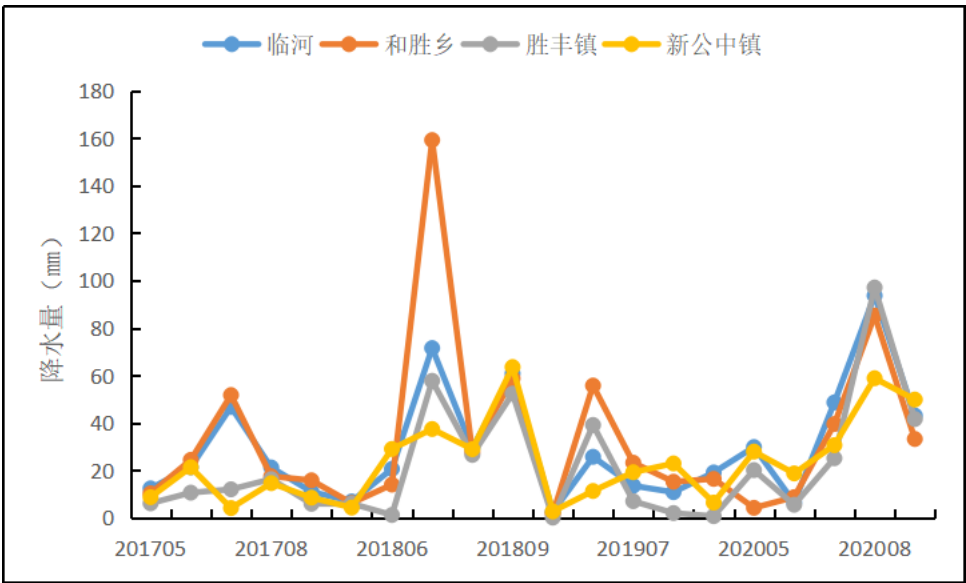


图 3.4-6 2017~2020 年五原气象站与三个区域站 5~9 月逐月降水量变化

从气温、风速、风向、降水等要素上看，五原气象站与三个区域站气温相关性最好，风速和降水的相关性一般，但也达到显著相关水平。综合考虑五原气象站与工业园区的自然地理位置、相对距离、下垫面条件及数据质量，五原气象站能够很好的代表工业园区及周边气候状况，作为参证气象站具有很好的

代表性。

3.4.2 参证气象站准确性分析

参证气象站准确性要求气象站观测记录要真实的反映气象状况。国家级气象观测站的气象观测员都经过专业培训、定期考核、持证上岗；测量气象数据时，均严格执行相关国家标准中的各气象要素观测方式及流程、数据记录及处理等方面的要求，确保气象数据的准确性。

五原气象站是根据全国气候分析和天气预报的需要所设置的地面气象观测站，属于国家级一般气象站，承担区域或国家气象信息交换任务，获取的观测资料主要用于国家和当地气象服务，是国家天气气候站网中的主体。

五原气象站的地面气象观测包括人工观测和自动观测两种方式，其中1959-2008 年为人工观测，2009 年至今为自动观测。地面气象观测工作的基本任务是观测、记录处理和编发气象报告。主要任务包括：

（1）为积累气候资料按规定的时次进行定时气象观测。自动观测项目每天进行 24 次定时观测；人工观测项目，每天进行 08、14、20 时三次定时观测。

（2）为制作天气预报提供气象实况资料按规定的时次进行天气观测，并按规定的种类和电码及数据格式编制各种地面气象报告，传到国家气象中心。

（3）进行国务院气象主管机构根据业务发展需要新增加项目的观测。

（4）按自治区、盟市、旗县级气象主管机构的规定，进行自定项目和开展气象服务所需项目的观测。

（5）按规定的时次、种类和电码，观测、编发定时加密天气观测报告、不定时加密雨量观测报告和其他气象报告。

（6）按统一的格式和规定统计整理观测记录，进行记录质量检查，按时形

成并传送观测数据文件和各种报表数据文件，并可打印出各类报表。

(7) 对出现的灾害性天气及时进行调查记载。

五原气象站观测项目有气压、气温、最高气温、最低气温、湿度、云状、云量、能见度、降水量、天气现象、蒸发量、雪深、积雪密度、雪压、风向、风速、地面温度。五原气象站的观测人员，均是经过专业培训的专职人员，严格按照相关标准和规定进行观测、记录和数据处理，且历史资料均经过气象部门严格、规范审核，其准确性可以满足规范规定和项目要求。

3.4.3 参证气象站比较性分析

参证气象站比较性要求不同地方的地面气象观测站在同一时间观测的同一气象要素值，或同一个地面气象观测站在不同时间观测的同一气象要素值能进行比较，从而能分别表示出气象要素的地区分布特征和随时间的变化特征。

五原国家气象（区站号 53337），始建于 1956 年 1 月 1 日，2015 年 1 月 1 日迁站至五原县隆兴昌镇工业园区，地理环境属于郊区，位于东经 108°28'15"，北纬 41°05'20"，观测场海拔高度 1023.3 米。

表 3.4-9 五原气象站历史沿革

时间	经度 (E)	纬度 (N)	海拔高度 (m)	地址
1956.01~2014.12	108°15'	41°08'	1023.7	五原县东北郊外
2015.01~至今	108°28'	41°05'	1023.3	五原县隆兴昌镇工业园区

五原气象站自动观测项目每天进行 24 次定时观测；人工观测项目每天进行 08、14、20 时三次定时观测。五原气象站自动观测和人工观测均是在世界气象组织（WMO）统一规定的时间进行气象要素观测，因此气象要素值与其它地区具备比较性。

数据的一致性主要是考察气象数据历史序列是否连续、一致。气象站的观

测记录序列通常受到台站迁移的影响，影响程度由迁址距离、海拔高度、站址地形及周围环境条件决定。如果台站迁移后两地的地形、环境条件差异不大，且水平距离不超过 2km，海拔高度差在 100m 以内，其迁址后观测记录一般不会出现不连续现象。

为了保证数据一致性，使用滑动 T 检验法对五原气象站 1991~2020 年的平均气温、相对湿度、气压和风速年际变化进行了突变性检验，其中气温、湿度和气压迁站前后一致性较好，风速在 2015 年存在突变点。如图 3.4-7~图 3.4-10 可见，气温、气压和相对湿度的长年观测保持较好的一致性；在 2015 年迁站后，观测场环境明显改善，风速明显变大。

综合考虑五原气象站与工业园区的自然地理位置、下垫面条件及数据质量等条件以及气象站的“三性”分析，选择五原气象站作为本项目的参证气象站，用该站长期气象资料（1991~2020 年）来代表工业园区的气候背景，其中平均风速的逐月数据采用 1991~2020 年中国气象局气象均一化数据集资料。

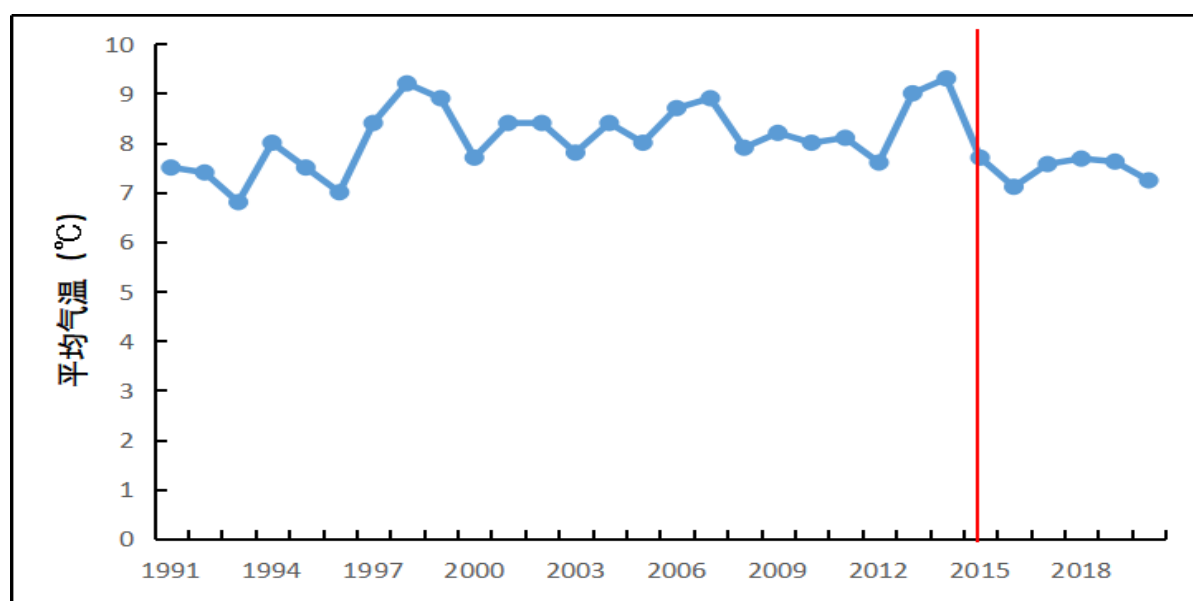


图 3.4-7 1991~2020 年五原年平均气温变化

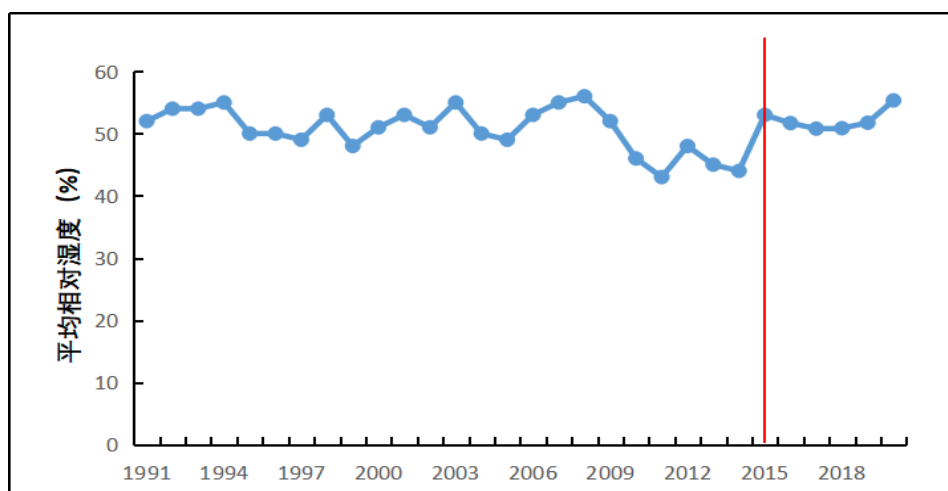


图 3.4-8 1991~2020 年五原年平均相对湿度变化

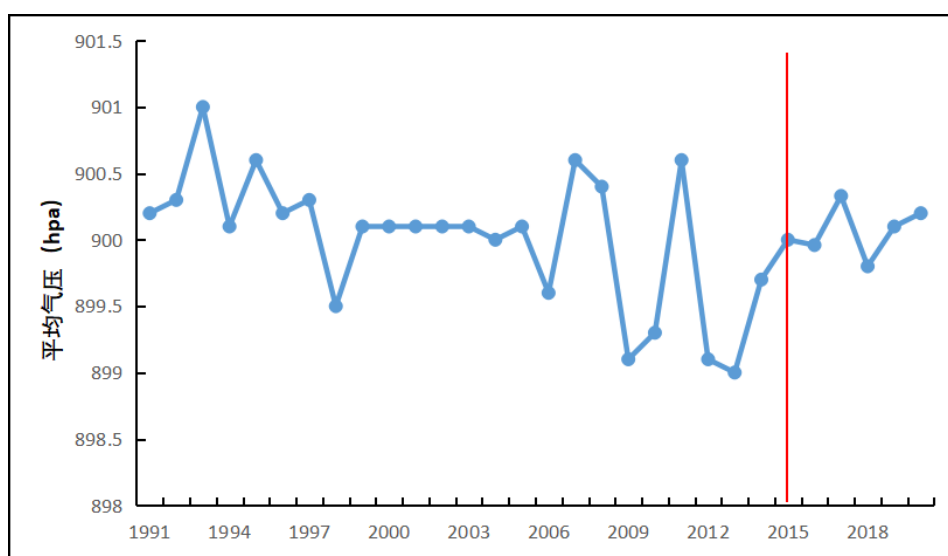


图 3.4-9 1962~2020 年五原年平均气压变化

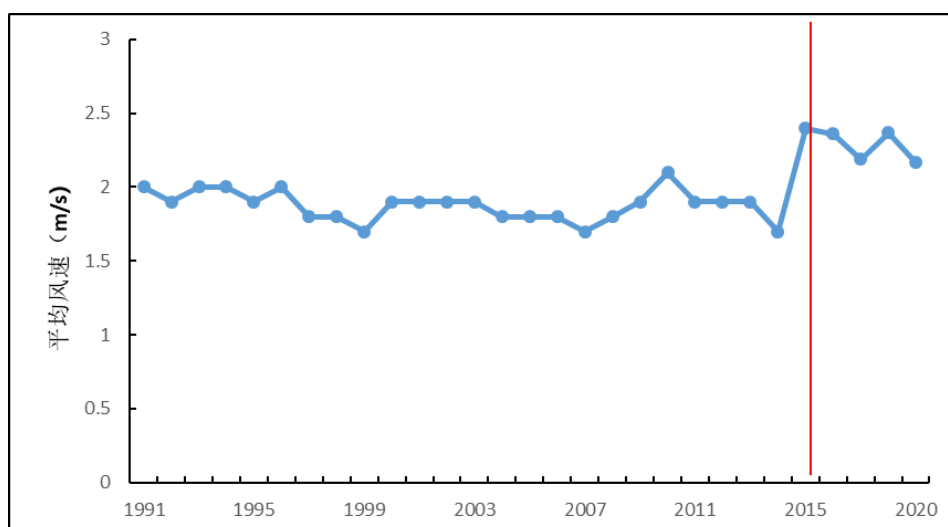


图 3.4-10 1991~2020 年五原年平均风速变化

4 气候适宜性评价

4.1 大气环流特征

4.1.1 春季环流特征

春季是冬、夏环流相互转变、替代的过渡时期。入春以后，亚洲上空环流较平直，东亚大槽的平均位置逐渐西退，原在贝加尔湖一带的反气旋性环流迅速减弱，气旋性环流逐月增强。

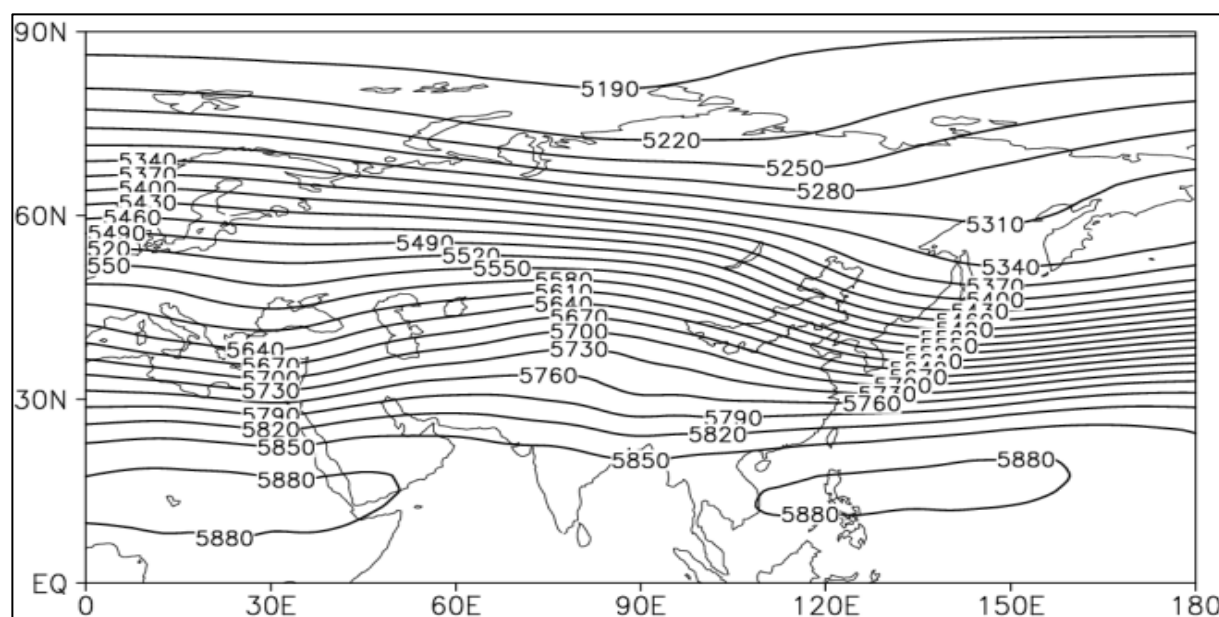


图 4.1-1 1991~2020 年春季平均 500hPa 位势高度场

如图所示，春季 500hPa 高度场平均图上，亚洲大陆东岸为一宽广的低压槽，亚欧大陆中南部为弱高压脊，内蒙古地区上空以纬向环流为主。该季节西太平洋副热带高压开始北抬，脊线由 15°N 北抬到 20°N 附近；相应地北支锋区由冬季的 40°N 北抬到 45°N 附近，在此锋区上多移动性槽、脊活动。对应 850hPa 风场上内蒙古上空有较强的西北风气流，而 20~30°N 亚欧大陆东部则是由副高带来的西南风气流。受此影响，五原县春季天气多变，降水少，多大风天气。

4.1.2 夏季环流特征

如图所示，夏季 500hPa 位势高度场平均图上，欧亚地区为两脊一槽型，其

槽脊强度均较春季弱。850hPa 风场上中高纬偏北风气流强度明显减弱，来自海洋的偏南风气流明显加强。初夏青藏高原东部、南部热源作用明显加强，西风带急流向北移到 $40\sim 45^{\circ}\text{N}$ ，西太平洋副热带高压脊线于 6 月中、下旬北跳到 25°N 以北，7 月中旬到 8 月上旬，副高出现第二次北跳，脊线在 $30\sim 35^{\circ}\text{N}$ 附近摆动。由于副高的强弱、进退以及范围、轴向位置的不同，常导致西风带上槽、涡、切变线的结合部位及台风的路径不同，在内蒙古地区可出现区域性局部地区的大到暴雨天气过程。在上述环流背景下，五原县受冷、暖切变和西来低槽的影响，夏季雨水相对集中，易出现暴雨、冰雹、雷雨大风等灾害性天气。

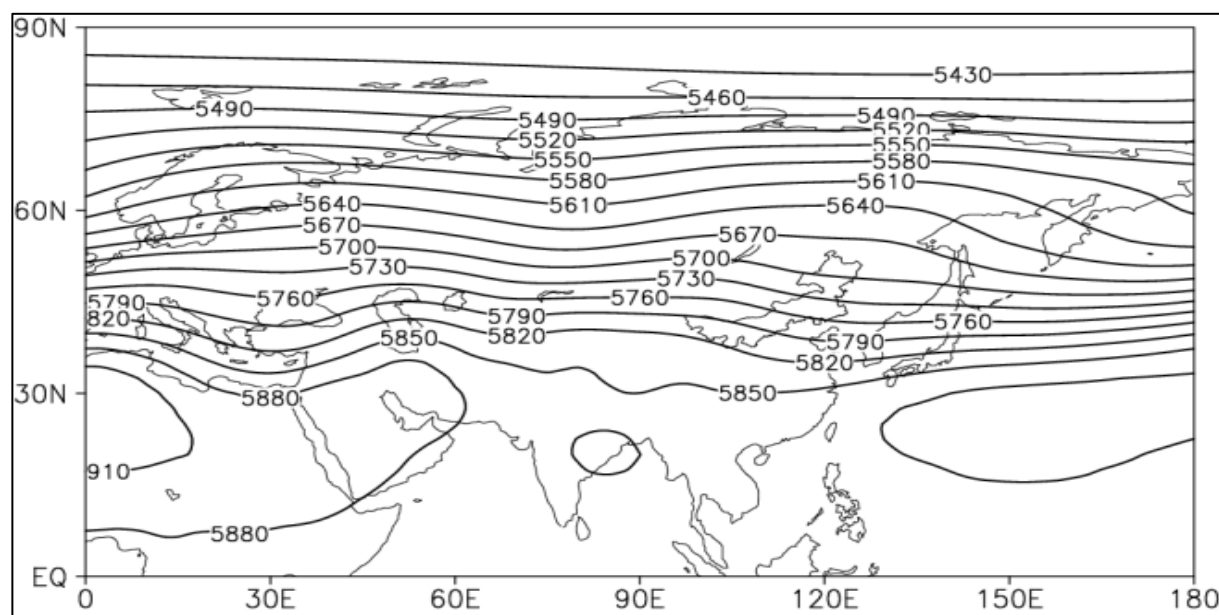


图 4.1-2 1991~2020 年夏季平均 500hPa 位势高度场

4.1.3 秋季环流特征

秋季欧亚高空 500hPa 高度场与春季较为相似，亚欧大陆东部有低压槽形成发展，西太平洋副热带高压亦开始东退南撤。一般在 9 月中旬副高脊线可南撤到 $20\sim 25^{\circ}\text{N}$ ，到 10 月中旬脊线已回到 15°N 附近。由于内蒙古地区正处于贝加尔湖高压脊前的西北气流控制下，降水比夏季显著减少，但秋季暖湿气流

较春季略强，且冷空气活动开始增多，使得秋季降水多于春季。由于东亚沿岸的平均低槽在 130°E 附近建立，亚洲中纬度环流较平直，西风急流在 40°N 附近摆动，冷暖空气活动频繁且势均力敌，致使内蒙古地区极易出现各种类型的灾害性天气。对应 850hPa 平均风场上内蒙古上空由西北气流控制，冷空气活动开始增强。五原县在这种过渡型环流的控制下，气温下降快，霜冻来临早，雨季一般在 9 月下旬结束，之后易出现晴朗少云、凉爽宜人的天气。

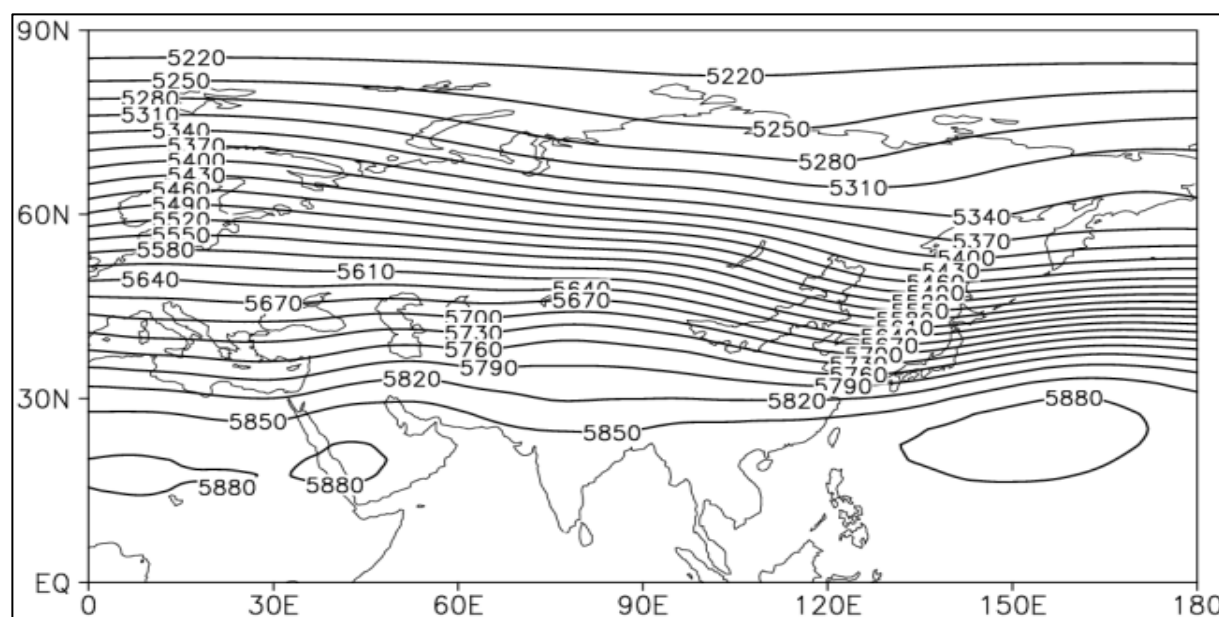


图 4.1-3 1991~2020 年秋季平均 500hPa 位势高度场

4.1.4 冬季环流特征

冬季欧亚上空盛行“两槽一脊”环流型，其槽脊位相与夏季基本相反，处于平均槽脊的位置。从乌拉尔山到蒙古西部山地为平均高脊所在地，欧洲大陆和亚洲东岸为平均低槽的位置。冬季蒙古冷高压是一年中强度最强的季节，内蒙古上空盛行强劲的西北风。当蒙古地面冷高压强大而稳定，内蒙古地区易出现强寒潮天气。当高空有发展性低槽东移或东南下时，地面相应会有气旋生成，可诱导一次新的蒙古强冷高压和东亚大槽的重建过程，在内蒙古地区造成寒潮天

气过程。五原县冬季受西北气流控制，降温、降雪、大风是主要的天气现象。

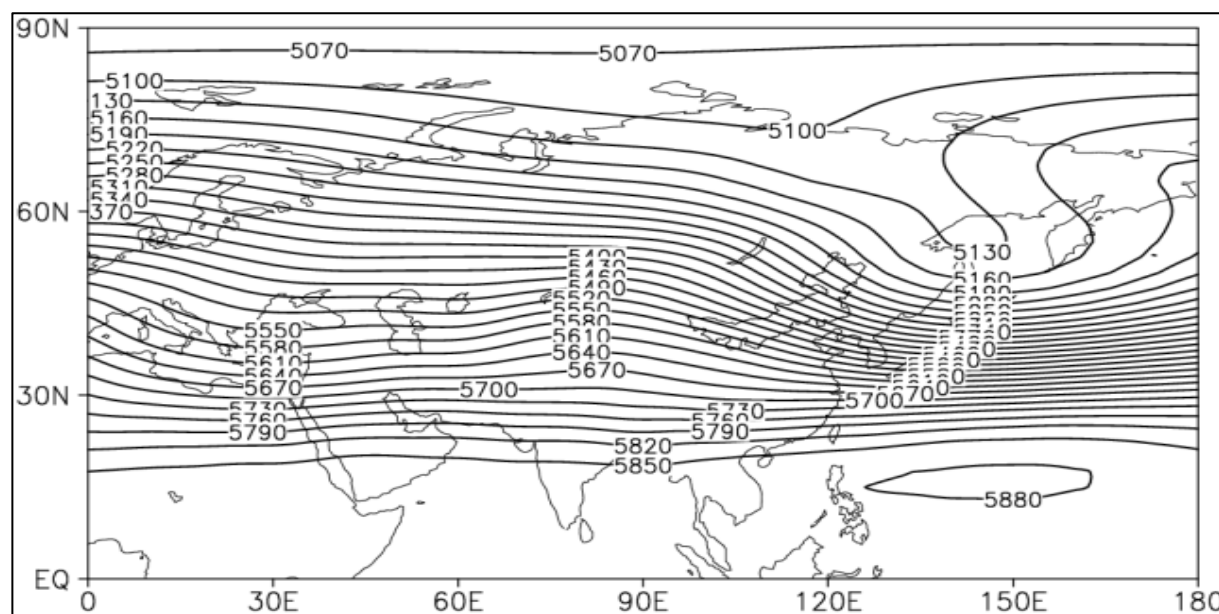


图 4.1-4 1991~2020 年冬季平均 500hPa 位势高度场

4.1.5 大气环流小结

五原县春季天气多变，降水少，多大风天气；夏季雨水相对集中，易出现暴雨、冰雹、雷雨大风等灾害性天气；秋季气温下降快，霜冻来临较早，雨季一般在 9 月下旬结束；冬季受西北气流控制常出现降温、降雪、大风天气。

4.2 主要天气系统

五原县属中温带干旱半干旱气候区，四季分明，影响五原县天气变化的系统主要有蒙古气旋、蒙古冷高压、河套气旋和西太平洋副热带高压。

4.2.1 蒙古气旋

蒙古气旋是指在蒙古人民共和国产生且具有地面冷、暖锋的锋面气旋。蒙古气旋形成地区为 $43^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 、 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ ，是东亚出现频率最高、影响范围最大、产生的天气种类最多的气旋，对我国北方以及西太平洋地区都具有重要的影响。蒙古气旋一年四季均可出现，但以冬、春季最多，造成的危害也最为严

重。蒙古气旋对五原县的影响非常明显，冬季可造成大风、降温、降雪等，春季将造成大范围大风、沙尘，如果有充沛的水汽，可造成五原县暴雪、大到暴雨等天气。

4.2.2 蒙古冷高压

蒙古冷高压是冬半年（10月～次年5月）东亚中高纬度经常维持的一个冷性高压带，而高压带以蒙古地区为最多，习惯上称为蒙古冷高压。蒙古冷高压有冷空气堆积增强和减弱的变化，当蒙古冷高压加强并向南或东南方向移动时，可造成五原县大风、沙尘、降温、降水、寒潮等天气。

4.2.3 河套气旋

河套气旋(或称黄河气旋)，产生于 $38\sim 43^{\circ}\text{N}$ ， $100\sim 115^{\circ}\text{E}$ ，有时虽然没有闭合等压线，但有倒槽及冷、暖锋配合，是影响内蒙古降水的重要天气系统之一。河套气旋对内蒙古的影响主要以降水天气为主，夏季也可出现短时大风天气，基本上不存在只出现大风、降温天气、而没有降水的现象。气旋出现时，巴彦淖尔市、鄂尔多斯市、包头市、呼和浩特市、乌兰察布市可以产生降水天气，当气旋中心向东北移动时，锡林郭勒盟、赤峰市的出现降水天气，有时也可影响到通辽市。河套气旋对内蒙古天气影响很大，特别是夏季与副热带高压外围输来的水汽交绥，常出现大雨或暴雨，有时产生强烈大风。

4.2.4 西太平洋副热带高压

在南北半球的副热带地区，存在着很多副热带高压带，由于海陆的影响，常断裂成若干个高压单体，这些单体统称为副热带高压。而对我国天气气候有重要影响的副热带高压是指在北半球出现在西北太平洋上的高压单体，即西太平洋副热带高压。大约在每年的7月上中旬，西太平洋副热带高压北跳，副高

外围开始影响五原县，当副热带高压外围的西南暖湿气流与北方南下的冷空气相遇时，常会造成五原县的阴雨天气。7 月底到 8 月中上旬，当西太平洋副热带高压再次北跳时，副热带高压将直接影响五原县，会带来高温、伏旱等天气。

4.3 气候特征

本章对五原气象站各气象要素及天气现象的多年平均统计采用的是 1991~2020 年资料；对气象要素的日变化平均统计采用的是近 10 年 2011~2020 年资料；对气象要素极值统计采用的是建站以来有相应资料的数据。最大风速自 1973 年开始有记录，极大风速自 2011 年开始有记录。

五原气象站（1991~2020 年）的累年平均气压为 900.0hPa；累年平均气温为 8.0℃；累年平均降水量为 183.0mm；累年平均风速为 2.2m/s,累年平均相对湿度为 51.0%；累年平均日照时数为 3147.7 小时。

五原气象站自有气象记录以来，年极端最高气压为 927.7hPa（1981 年 12 月 1 日），年极端最低气压为 878.2hPa（2002 年 4 月 13 日、2012 年 4 月 22 日）；极端最高气温为 39.1℃，出现在 1997 年 7 月 22 日；极端最低气温为-36.7℃，出现在 1967 年 12 月 27 日；年降水量最多为 371mm，出现在 2012 年，最少为 68.7mm，出现在 1965 年；年最大风速 21.7m/s，出现在 1974 年 5 月 27 日。

表 4.3-1 五原站主要气候特征值

气候要素		值	单位	出现时间
气压	年平均气压	900.0	hPa	/
	年平均最高气压	902.4	hPa	/
	年平均最低气压	897.2	hPa	/
	极端最高气压	927.7	hPa	1981 年 12 月 1 日
	极端最低气压	878.2	hPa	2002 年 4 月 13 日、 2012 年 4 月 22 日
气温	年平均气温	8.0	℃	/
	年平均最高气温	14.9	℃	/
	年平均最低气温	2.0	℃	/

	极端最高气温	39.1	℃	1997 年 7 月 22 日
	极端最低气温	-36.7	℃	1967 年 12 月 27 日
降水	年降水量	183.0	mm	/
	年最多降水量	371	mm	2012 年
	年最少降水量	72.5	mm	2005 年
	年平均降水日数	41.0	d	/
	最大日降水量	87.3	mm	2012 年 7 月 27 日
	年平均风速	2.2	m/s	/
风	最多风向及频率	8.9/ENE	/%	/
	年最大风速	21.7	m/s	1974 年 5 月 27 日
	年最大风速对应的风向	NNE	/	/
	年次大风速	20.0	m/s	1975 年 04 月 09 日
	年次大风速对应的风向	WNW/WNW	/	/
	年平均相对湿度	51.0	%	/
相对湿度	年最小相对湿度	0.0	%	1980 年 4 月 17 日、 1981 年 3 月 3 日、 1981 年 3 月 6 日、 2017 年 5 月 9 日
	年日照时数	3147.7	小时	/
日照	年最多日照时数	3393.6	小时	2000 年
	年最少日照时数	2810.2	小时	1992 年
	年平均地面温度	10.3	℃	/
地面温度	年平均最高地面温度	32.1	℃	/
	年平均最低地面温度	-2.0	℃	/
	极端最高地面温度	69.9	℃	2006 年 7 月 5 日
	极端最低地面温度	-41.2	℃	1968 年 2 月 5 日

注：其中年平均风速是采用 1991~2020 年均一化数据得出。

4.3.1 气压

4.3.1.1 气压空间分布

使用中国气象局陆面数据同化系统 CLDAS 大气驱动场产品中 2008~2019 年离地面 2m 处逐小时气压格点数据，统计了五原县平均气压分布情况。如图所示，五原县年平均气压在 890.0~900.0hPa。其中工业园区主体部分、鸿鼎工贸园区年平均气压均在 900.0hPa 左右。

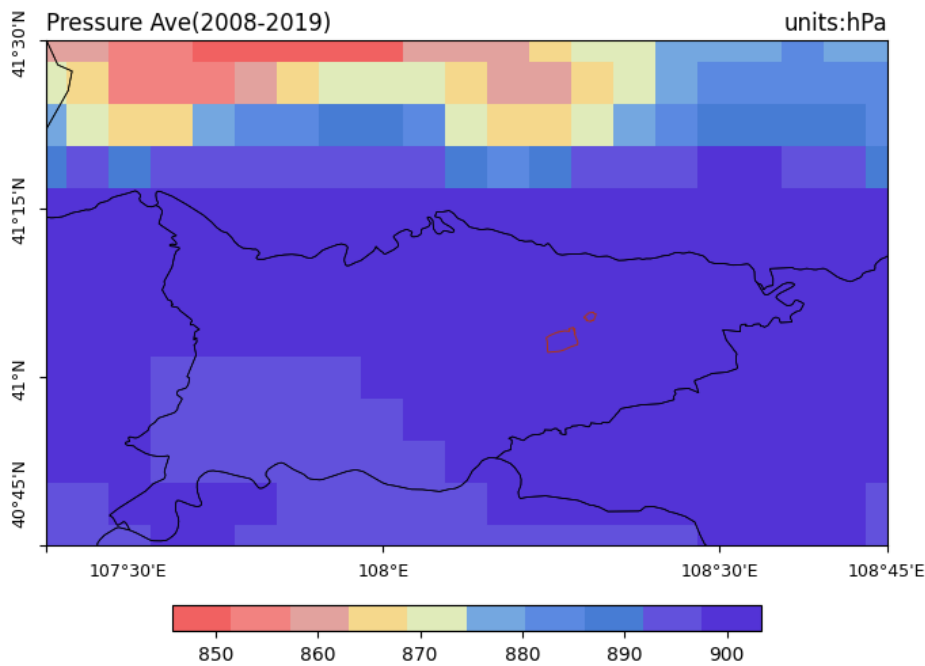


图 4.3-1 1991~2020 年五原站及周边地区平均气压分布图（红色边框为五原工业园区）

4.3.1.2 年际变化

(1) 平均气压

1991~2020 年五原气象站年平均气压 900hPa，年平均最高和最低气压分别为 902.4hPa、897.2hPa。五原气象站的年平均气压、年最高气压、年最低气压有下降趋势。

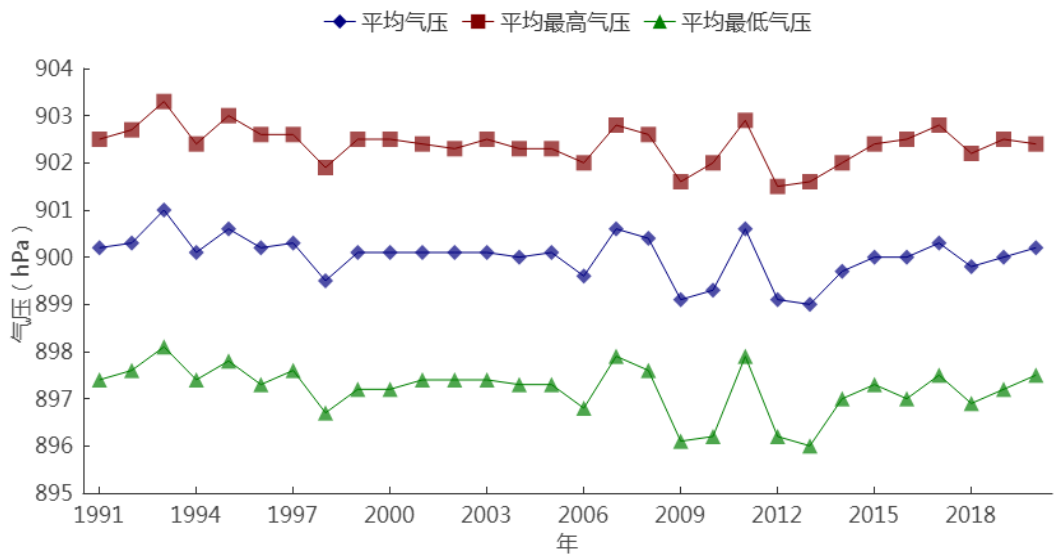


图 4.3-2 1991~2020 年五原平均气压、平均最高、平均最低气压年际变化

(2) 极端气压

五原气象站自 1980 年开始有极端气压的资料，1980~2020 年的极端最高气压最高值出现在 1981 年，为 927.7hPa（图 4.3-3）；极端最低气压最低值出现在 2002 年、2012 年，为 878.2 hPa（图 4.3-4）。

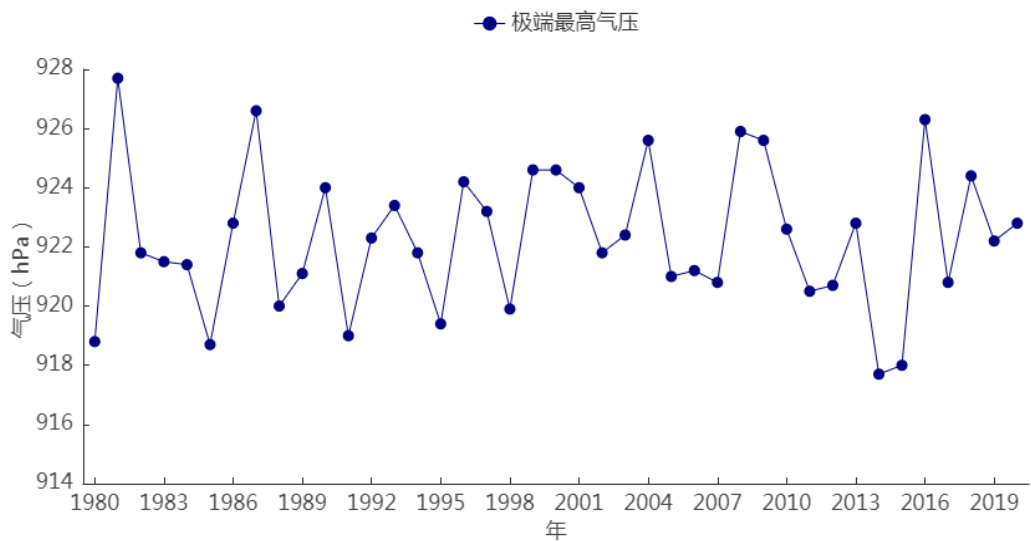


图 4.3-3 1980~2020 年五原站极端最高气压年际变化

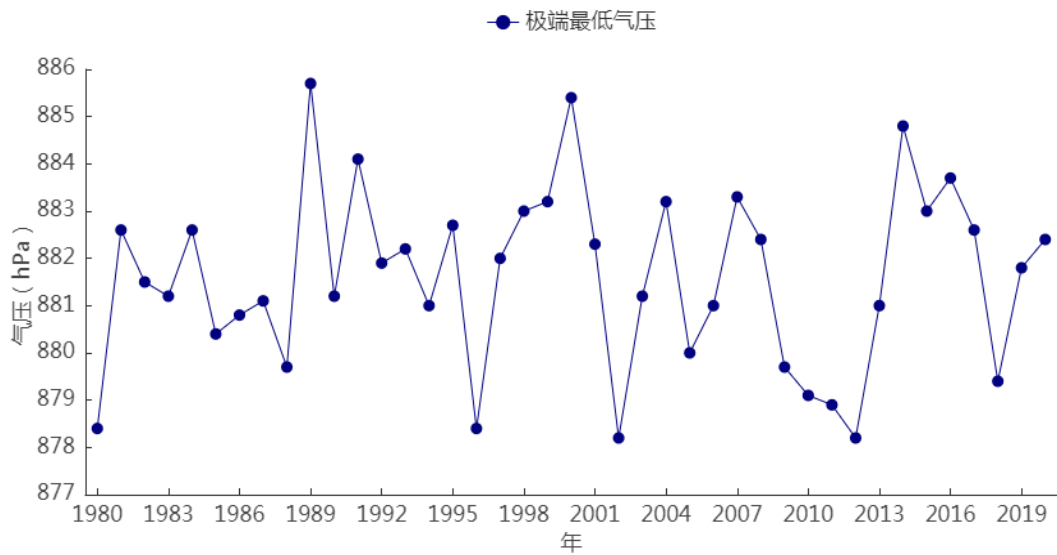


图 4.3-4 1980~2020 年五原站极端最低气压年际变化

4.3.1.3月际变化

(1) 平均气压

1991~2020 年五原气象站的平均气压月际变化在 891.5 hPa（7 月）~907.1

hPa（12月）之间,呈“U”型变化特征。平均最高气压变化在 893.1hPa（7月）～910.0hPa（12月）之间；平均最低气压变化在 889.3hPa（7月）～904.3hPa（12月）之间；整体看来，一年之中，冬季气压较高，夏季气压较低，春、秋季气压相近。

表 4.3-2 1991～2020 年五原站月平均气压、平均最高气压、平均最低气压统计表（单位：hPa）

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
五原	平均	906.5	904	901.1	898	895.6	892.3	891.5	895	899.9	904.2	905.2	907.1	900.0
	平均最高	909.2	906.7	904	900.8	898	894.1	893.1	896.5	901.8	906.5	908	910	902.4
	平均最低	903.9	901	897.7	894.3	892.3	889.7	889.3	892.8	897.4	901.5	902.3	904.3	897.2

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

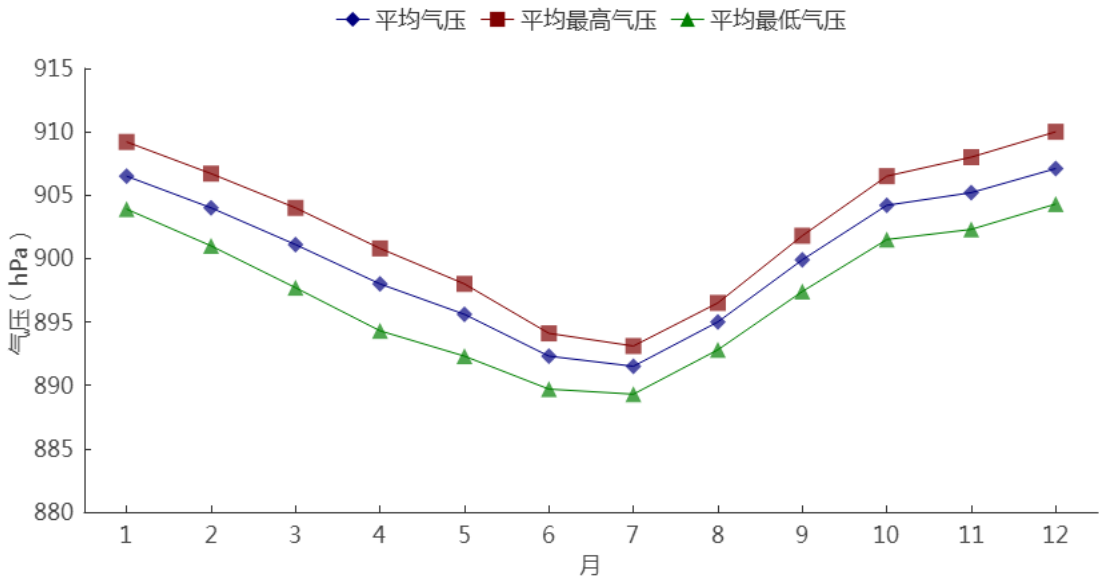


图 4.3-5 1991～2020 年五原站平均气压、平均最高、平均最低气压月际变化

(2) 极端最高气压

五原气象站自 1980 年开始有极端最高气压的资料，各月极端最高气压值

在 900.7~927.7 hPa 之间，近 41 年极端最高气压为 927.7hPa，分别出现在 1981 年 12 月 1 日。气压的季节变化特征是冬季高，夏季低。

(3) 极端最低气压

五原气象站自 1980 年开始有极端最低气压的资料，各月极端最低气压值在 878.2~888.8 hPa 之间，近 41 年极端最低气压为 878.2hpa，最小值出现在 2002 年 4 月 13 日、2012 年 4 月 22 日。

表 4.3-3 1980~2020 年五原站各月极端气压 (hPa)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
五原	极端最高	926.3	924.2	922.6	918.0	914.9	908.5	900.7	907.2	915.1	920.0	926.6	927.7	927.7
	极端最低	886.3	879.1	878.4	878.2	879.4	880.4	881.6	882.5	886.9	888.8	888.1	886.8	878.2

4.3.1.4日变化

五原气象站近 10 年（2011~2020 年）平均气压的日变化曲线,地面气压呈“W”型日变化特征，气压从 5 时开始逐渐升高，到 10 时达到峰值 901.0hPa；之后开始下降，最低值出现在 17 时，为 898.5hPa；之后又开始缓慢升高，在 23 时达到次高值 900.1hPa，随后开始下降，直至 5 时。

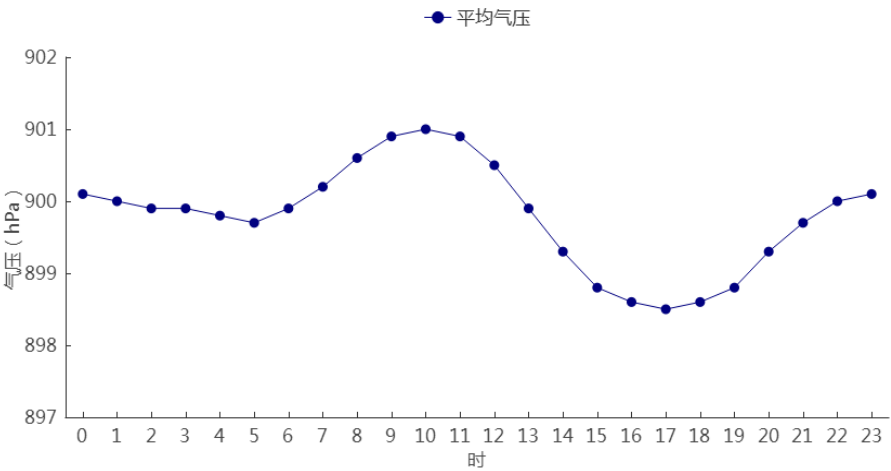


图 4.3-6 2011~2020 年五原站平均气压日变化

4.3.2 气温

4.3.2.1 气温空间分布

使用中国气象局陆面数据同化系统 CLDAS 大气驱动场产品中 2008~2019 年离地面 2m 处逐小时气温格点数据，统计了五原平均气温分布情况。如图所示，五原县年平均气温在 8.0~8.5℃，由于五原地处河套平原腹地，地势较为平坦，气温空间分布较为均匀，五原工业园区平均气温在 8.0~8.5℃。

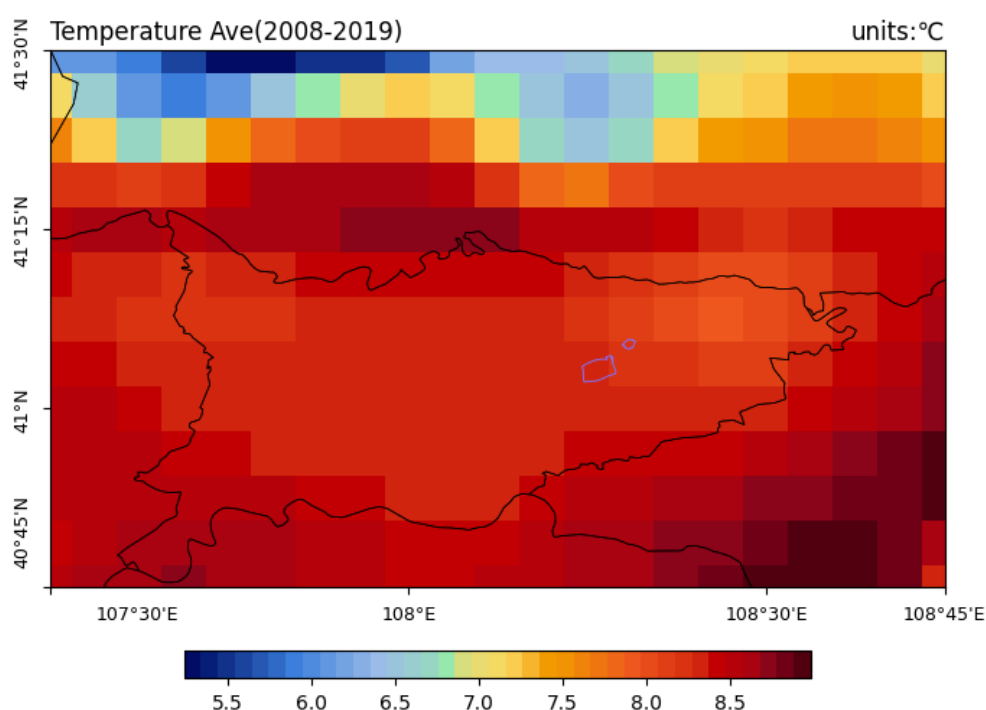


图 4.3-7 五原工业园区及周边地区年平均气温分布图（蓝色边框为园区）

4.3.2.2 年际变化

(1) 平均气温

1991~2020 年五原气象站累年平均气温、平均最高气温及平均最低气温分别为 8.0℃、14.9℃、2.0℃，其中年平均气温在 6.8℃（1993 年）~9.3℃（2014 年）之间变化，年平均最高气温在 13.5℃（1993 年）~16.4℃（1998 年）之间变化，年平均最低气温在 0.6℃（2016 年）~3.6℃（2014 年）之间变化。年平均、平均最高气温年际变化均有上升趋势，年平均最低气温 2014 年后有下降

趋势。

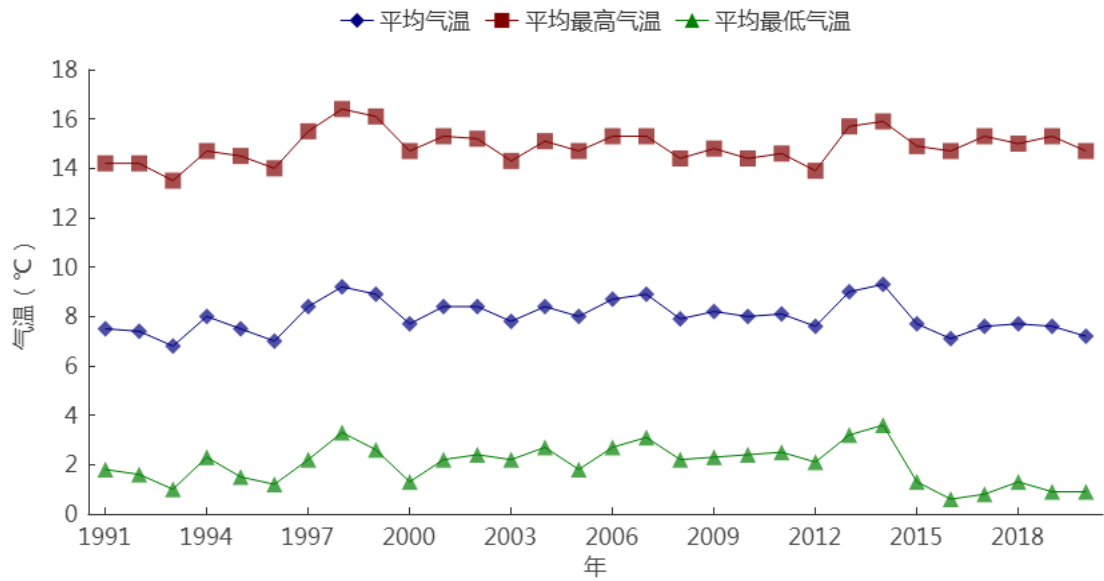


图 4.3-8 1991~2020 年五原站平均气温、平均最高、平均最低气温年际变化

(2) 极端气温

五原气象站自建站（1956 年）开始有完整极端高温、极端低温的资料，从图 4.3-9 中可以看出，1956~2020 年的年极端最高气温为 39.1℃（1997 年）。年极端最高气温在 37℃，38℃，39℃分别有 8 年、3 年、1 年，没有 40℃以上的年份。

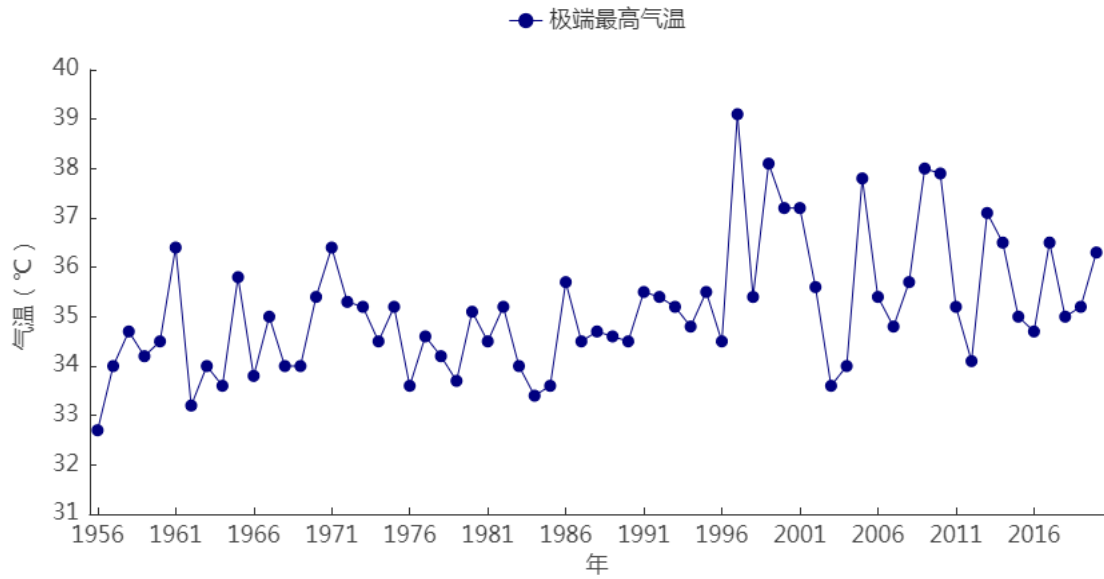


图 4.3-9 1956~2020 年五原站极端最高气温年际变化

从图 4.3-10 中可见，五原气象站 1956~2020 年的年极端最低气温为-36.7℃（1967 年）。极端最低气温有明显的上升趋势，近 10 年的年最低气温在-27.4℃（2008 年）。

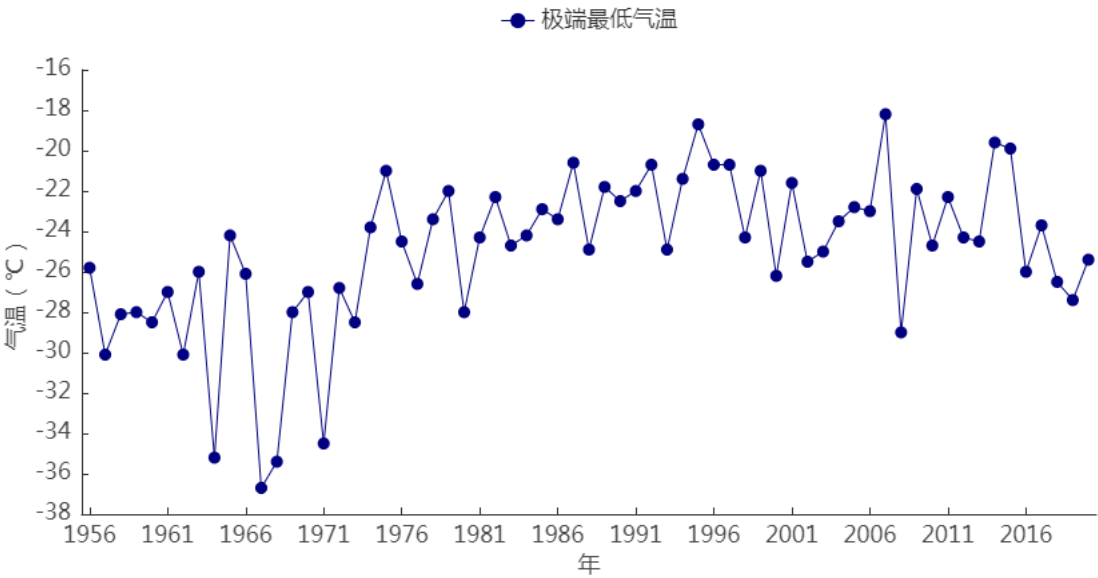


图 4.3-10 1956~2020 年五原站极端最低气温年际变化

4.3.2.3月际变化

(1) 平均气温

1991~2020 年五原气象站平均气温、平均最高气温、平均最低气温月际变化分别在-10.9~24.2℃、-4~30.5℃、-16.2~18.2℃之间，最高值均出现在 7 月，最低值均出现在 1 月。

表 4.3-4 1991~2020 年五原站月平均气温、平均最高气温、平均最低气温统计表（单位：℃）

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
五原	平均	-10.9	-5.9	1.9	10.3	17.2	22.3	24.2	22.0	16.2	8.1	-0.9	-8.6	8.0
	平均最高	-4.0	1.6	9.3	18.0	24.3	29.0	30.5	28.4	23.4	15.5	5.2	-2.4	14.9
	平均最低	-16.2	-11.8	-4.4	3.0	9.8	15.5	18.2	16.2	10.0	2.4	-5.4	-13.4	2.0

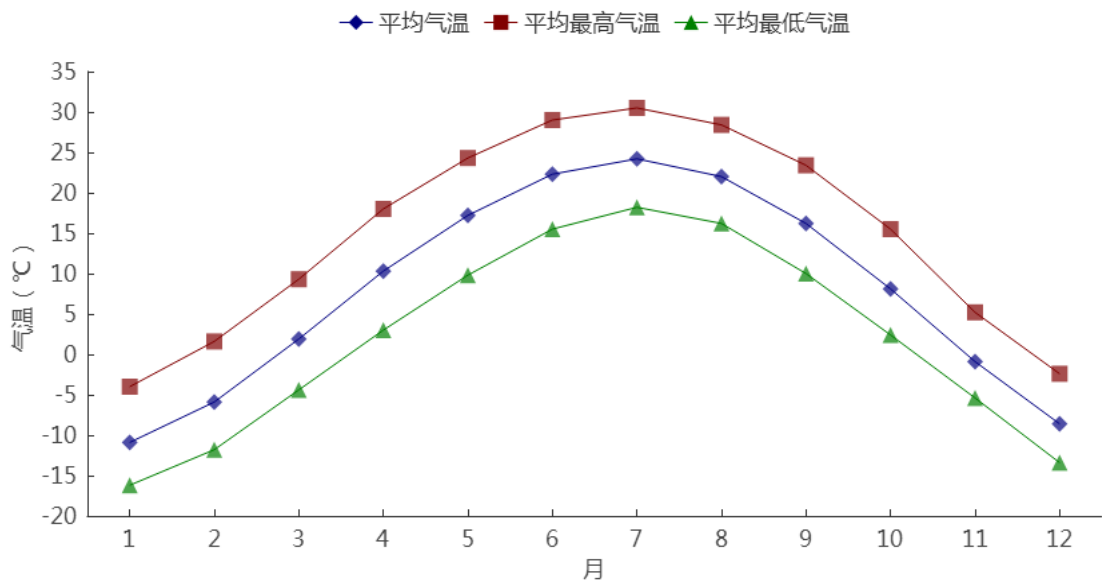


图 4.3-11 1991~2020 年五原站平均气温、平均最高、平均最低气温月际变化

(2) 极端气温

由表可见，五原气象站建站至今（1956~2020 年）极端最高气温出现在 1997 年 7 月 22 日，为 39.1℃；极端最低气温出现在 1967 年 12 月 27 日，为-36.7℃。

表 4.3-5 1956~2020 年五原站各月极端气温（℃）

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
五原	极端最高	9.3	15.9	23.9	33.3	35.5	38.0	39.1	35.8	35.4	29.3	17.5	10.3	39.1
	极端最低	-35.4	-35.2	-23.1	-12.4	-6.2	3.0	7.6	5.1	-4.1	-12.5	-29.0	-36.7	-36.7

4.3.2.4 日变化

近 10 年（2011~2020 年）五原气象站小时平均气温呈单峰型变化。每天 6 时为一天气温的最低值，为 2.9℃；6 时开始，气温逐渐升高，到 16 时达到峰值 14.2℃；之后开始下降，直至次日 6 时。

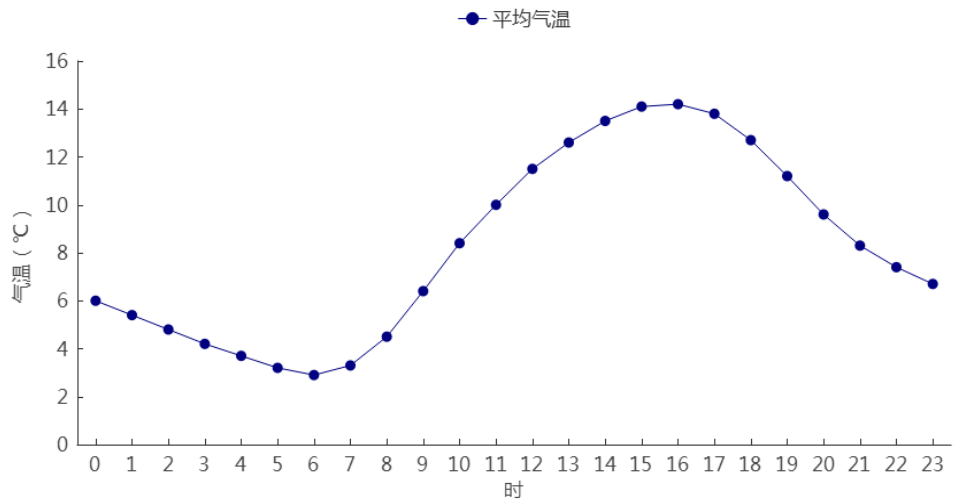


图 4.3-12 2011~2020 年五原站平均气温日变化

4.3.3降水

4.3.3.1降水空间分布

使用中国气象局陆面数据同化系统 CLDAS 大气驱动场产品中 2008~2019 年逐小时降水格点数据，分析了年平均降水量分布情况。如图所示，五原县年均降水量在 160~180mm，其中五原工业园区、鸿鼎工贸园区年平均降水量在 170mm 左右，处于全县中等水平。

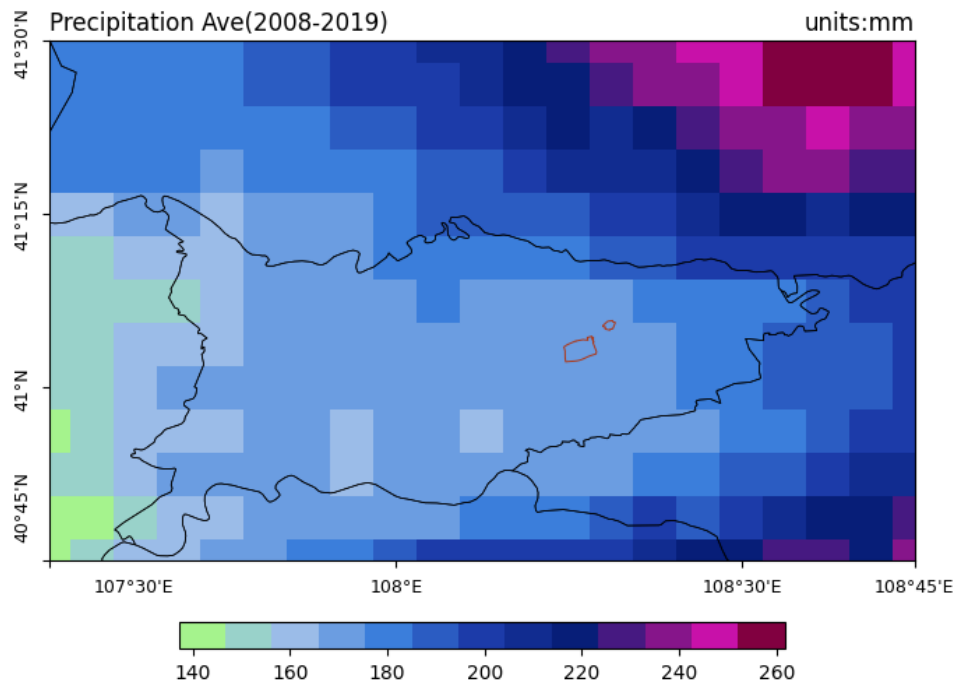


图 4.3-13 园区及周边地区年均降水量分布图（图中红色区域为园区所在地）

4.3.3.2 降水量年际变化

1991~2020 年五原气象站累年平均降水量为 181mm，降水量在 72.5mm（2005 年）~371.0mm（2012 年）之间变化。

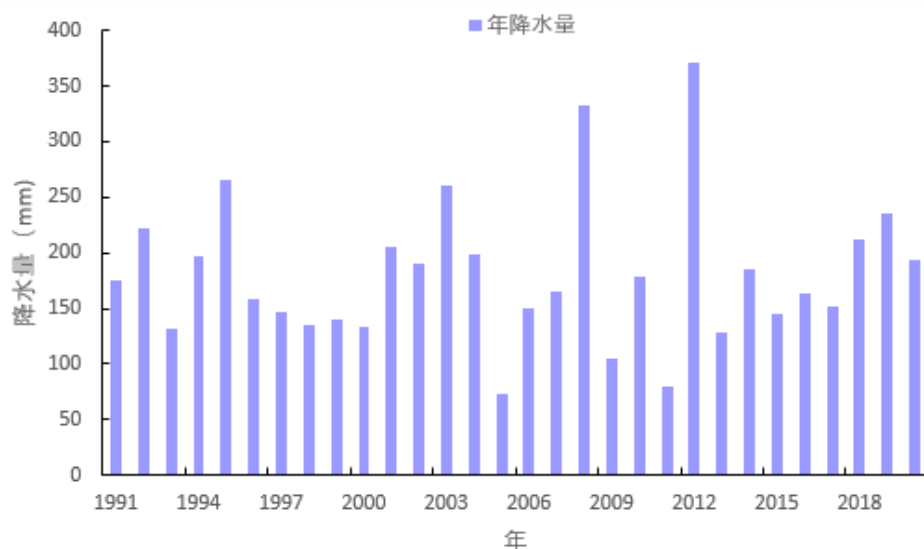


图 4.3-14 1991~2020 年五原站降水量年际变化

4.3.3.3 月际变化

1991~2020 年五原气象站各月降水量在 0.8mm（12 月）~43.6mm（8 月）之间变化，冬季（12~2 月）平均降水量在四季之中最少，各月在 0.8~2.0mm 之间；春季（3~5 月）各月在 4.8~14.8mm 之间，占全年降水量的 14.47%。夏季（6~8 月）各月在 22.1~43.6mm 之间，占全年降水量的 59.67%。

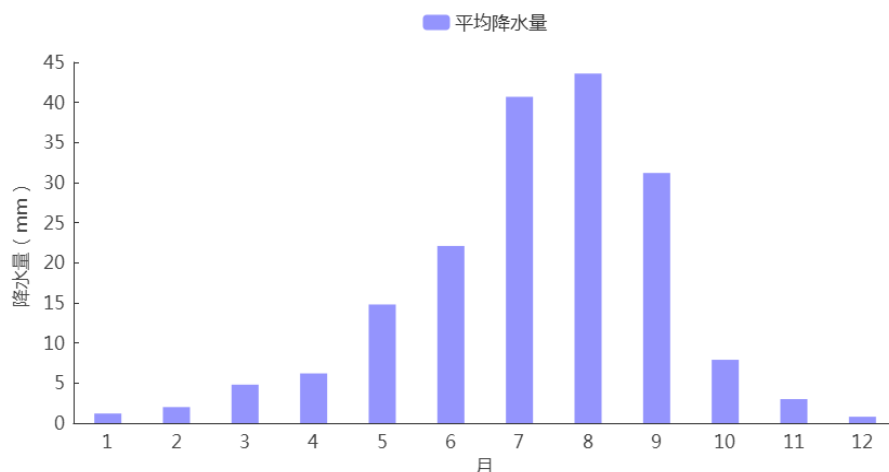


图 4.3-15 1991~2020 年五原站降水量月际变化

4.3.3.4降水日数

(1) 年际变化

1991~2020 年五原气象站年平均降水日数为 41 天，降水日数在 26 天（2005 年）~63 天（2003 年）之间，降水日数变幅较大。

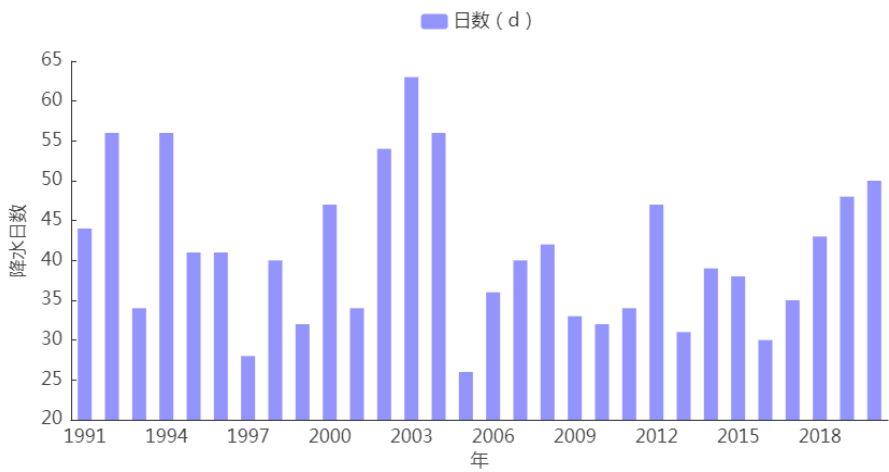


图 4.3-16 1991~2020 年五原站降水日数年际变化

(2) 月际变化

五原气象站各月平均降水日数在 1.2 天（1 月、2 月）~7.8 天（7 月）之间变化。从季节分布看，冬季（12~2 月）降水日数最少，各月在 1.2~1.3 天之间；其次是春季（3~5 月），各月在 1.8~3.9 天之间；秋季（9~11 月）各月在 1.4~5.6 天之间；夏季（6~8 月）各月在 5.3~7.8 天之间。

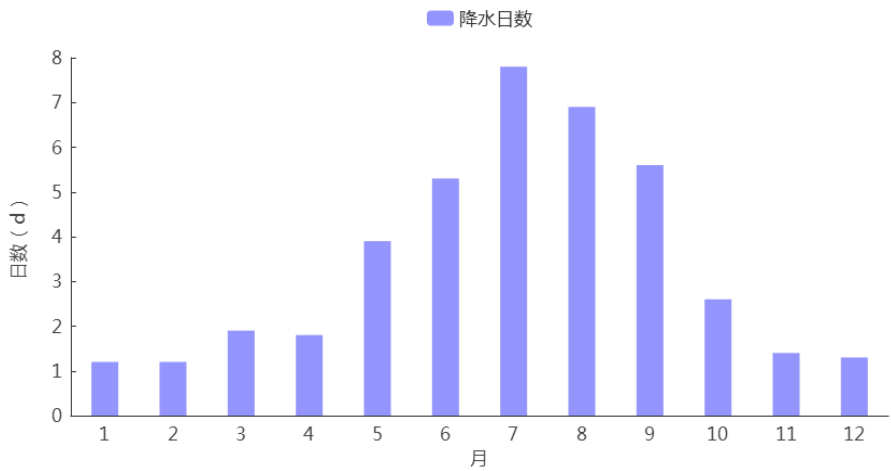


图 4.3-17 1991~2020 年五原站降水日数月际变化

4.3.4 风向风速

4.3.4.1 风速空间分布

使用中国气象局陆面数据同化系统 CLDAS 大气驱动场产品中 2008~2019 年离地高度 10m 处逐小时风速格点数据，统计了五原县年平均大风速分布情况。如图所示，五原县年平均风速在 1.8~2.3m/s，其中五原工业园区、鸿鼎工贸园区年平均风速在 2.1m/s 左右，处于风速相对较低区域。

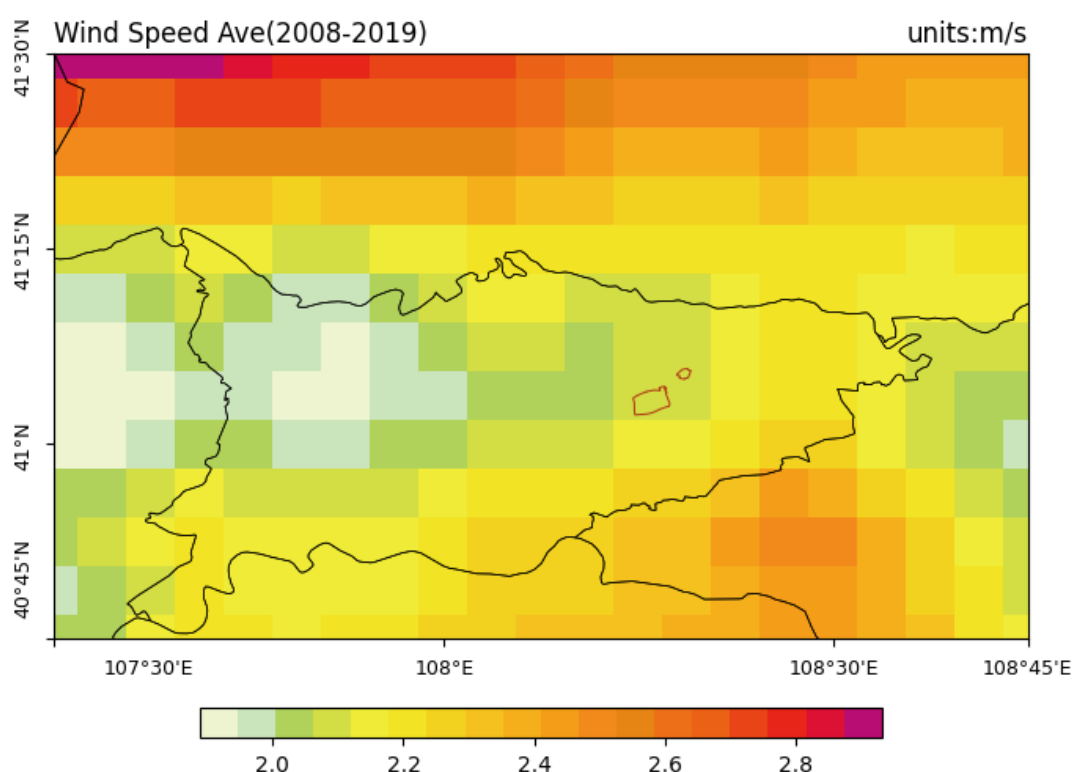


图 4.3-18 园区及周边地区年平均 10m 风速的空间分布（图中红色区域为园区所在地）

4.3.4.2 年际变化

(1) 平均风速

1991~2020 年，五原气象站年平均风速为 2.2m/s，在 1.7~2.4m/s 之间变化，风速年际变化呈上升趋势。其中 2015 年、2016 年、2018 年平均风速最大，为

2.4m/s。因五原气象站在 2015 年迁站，因此 2015 年以后的平均风速与前期数据趋势上有波动幅度。

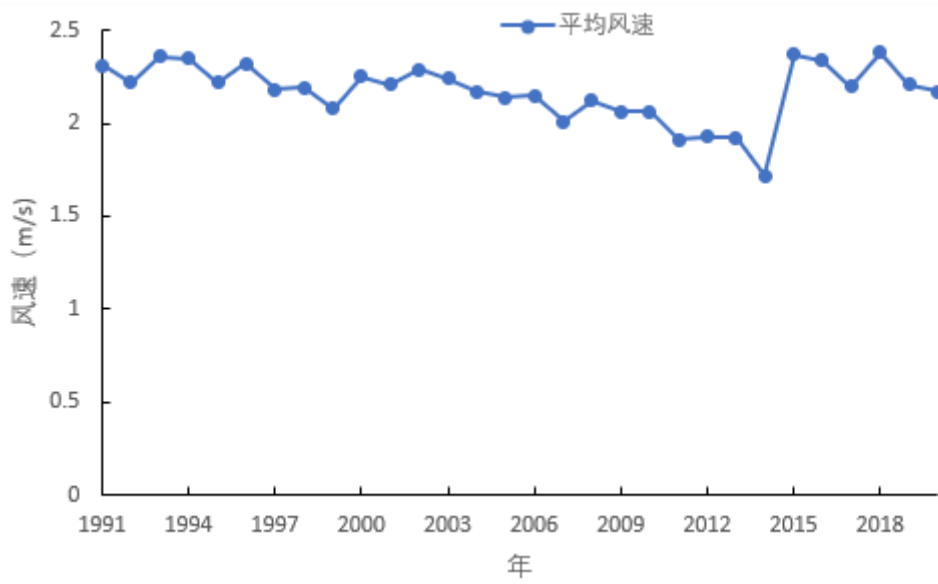


图 4.3-19 1991~2020 年五原站平均风速年际变化

(2) 最大风速

五原气象站自 1973 年开始，有最大风速的观测。从表和图中可以看出，近 48 年（1973-2020 年）最大风速的最大值为 21.7m/s（NNE），出现在 1974 年 5 月 27 日，年最大风速以春季出现频次最多。最大风速对应的风向多以偏 W 向为主。

表 4.3-6 五原站历年最大风速(1973~2020 年)

年份	10min 平均 最大风速 (m/s)	风向	时间（月 日）	年份	10min 平均 最大风速 (m/s)	风向	时间（月日）

1 月出现频次最多。极大风速对应的风向多以 NW 向的风居多。

表 4.3-7 五原气象站历年极大风速(2010~2020 年)

年份	极大风速 (m/s)	风向	时间(月 日)	年份	极大风速 (m/s)	风向	时间(月 日)
2010	21.2	NW	0427	2016	21.5	SW	0603
2011	18.4	NW	0430	2017	21.5	NW	0505
2012	24.9	WSW	0510	2018	20.0	WNW	0521
2013	20.2	NW	0518	2019	26.1	WNW	0511
2014	19.0	NE/SW	0509/0607	2020	24.2	WNW	0727
2015	27.1	WSW	0804				

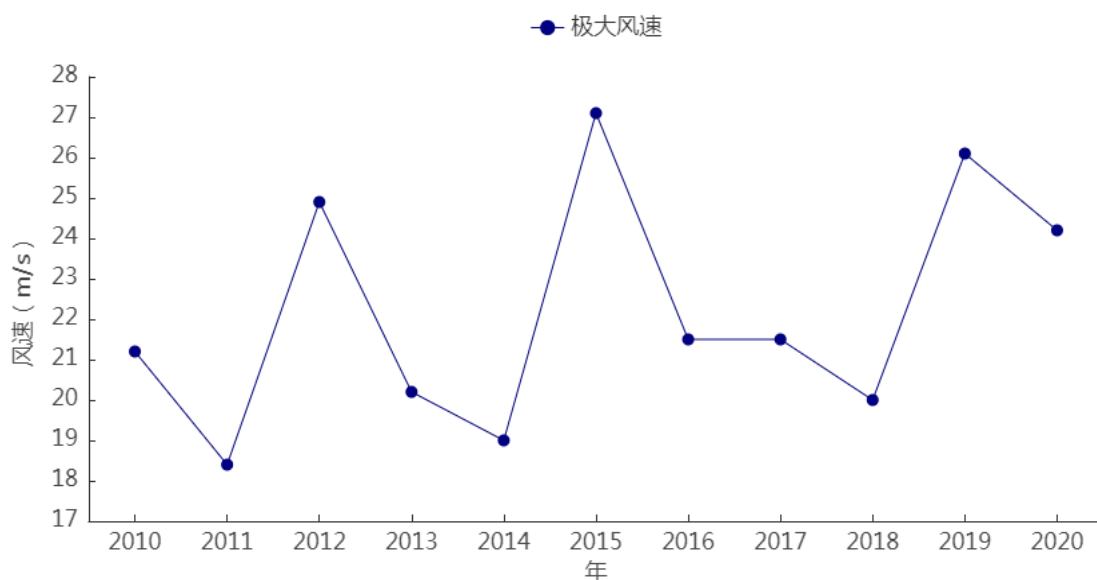


图 4.3-21 2010~2020 年五原极大风速年际变化

4.3.4.3 月际变化

五原气象站逐月平均风速均在 1.5m/s 以上。平均风速 4 月最大,为 2.7m/s; 1 月、12 月最小,为 1.5m/s。从季节上看,春季风速较大,夏季、秋季、冬季风速较小。

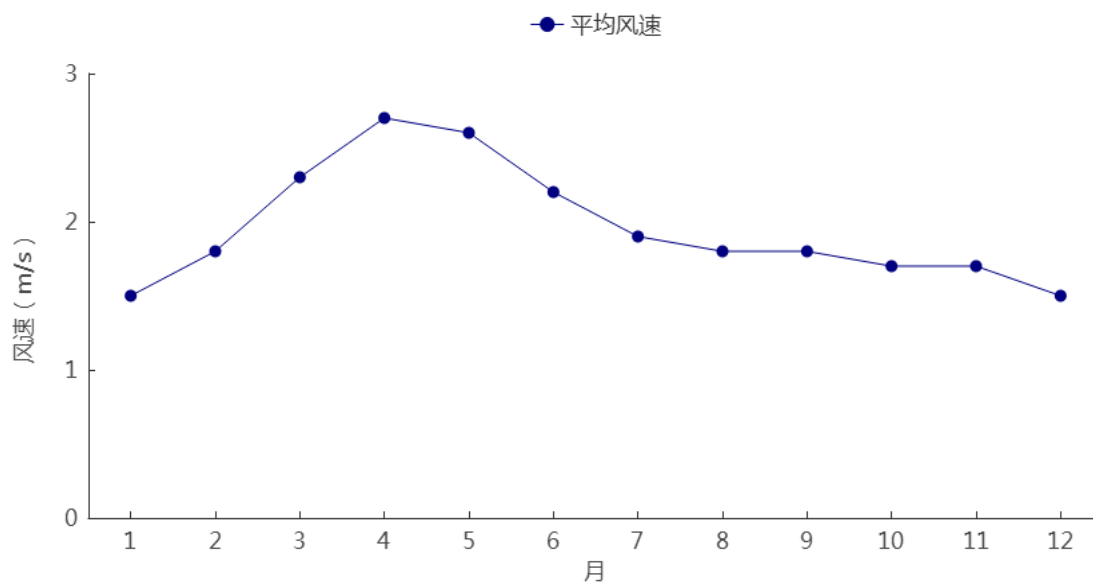


图 4.3-22 1991~2020 年五原站平均风速月际变化

4.3.4.4 日变化

从图可知，五原气象站近 10 年（2011~2020 年）风速日变化特征为白天风速大、夜间风速小。风速日变化在 1.5m/s（5、6 时）~3.1m/s（15 时）之间。其中 19 时~次日 9 时是全天风速相对较小的时段，10~18 时是全天风速相对较大的时段。

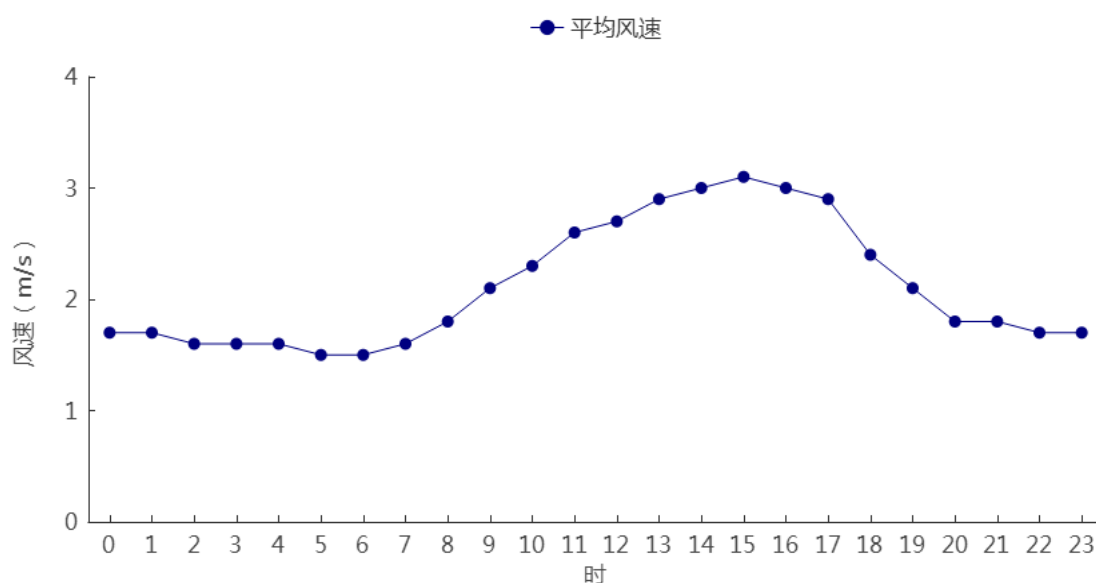


图 4.3-23 2011~2020 年五原站平均风速日变化

4.3.4.5 风向频率年及季节变化

1991~2020 年五原气象站累年最多风向为 ENE 风, 风向频率为 8.9%, 次多风向为 NE, 风向频率为 8.7%。从月主导风向来看, 1 月、2 月、10 月、11 月、12 月最多风向为 ENE 风, 3 月、6 月、7 月、8 月最多风向为 NE 风, 4 月、5 月最多风向为 WSW 风, 9 月最多风向为 NE, ENE 风, 次多风向频率, 1 月风向为 E 风, 2 月、4 月、10 月、12 月风向为 NE 风, 3 月、11 月风向为 WSW 风, 5 月风向为 NNE 风, 6 月风向为 NNE, SW 风, 7 月风向为 ENE, SSE 风, 8 月风向为 ENE 风, 9 月风向为 ESE 风, 从季节和年主导风向看, 全年静风频率较高, 春季主导风向是 WSW, 频率为 9.6%, 夏季主导风向是 NE, 频率为 9.4%, 秋季主导风向是 ENE 风向, 频率为 9.1%, 冬季主导风向是 ENE 风向, 频率为 11.2%, 年主导风向为 ENE。

表 4.3-8 1991~2020 年五原站各月最多、次多风向及频率(%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
最多风向	ENE	ENE	NE	WSW	WSW	NE	NE	NE	NE, ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
风频 (%)	11.5	11.2	9.4	10.0	9.5	9.3	8.3	10.6	9.2	8.7	9.5	10.8	8.9
次多风向	E	NE	WSW	NE	NNE	NNE, SW	ENE, SSE	ENE	ESE	NE	WSW	NE	NE
风频 (%)	8.8	9.8	9.2	8.7	8.4	7.3	8.2	9.8	6.9	7.9	8.1	7.7	8.7

表 4.3-9 1991~2020 年五原站四季及年各风向频率(%)

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春	4.5	8.2	8.3	7.2	4.7	3.9	3.9	4.6	3.9	6.4	6.8	9.6	6.3	5.0	3.7	3.7	9.3
夏	2.9	6.6	9.4	8.2	6.0	7.6	7.0	7.2	5.7	5.8	5.9	5.5	4.1	2.9	2.2	2.6	10.4
秋	2.8	5.9	8.3	9.1	5.6	4.8	4.5	4.9	4.3	5.6	6.0	6.5	5.0	3.8	2.6	2.5	18.4
冬	2.5	4.8	8.7	11.2	7.8	4.3	3.3	3.0	2.9	4.3	5.2	6.3	5.3	4.1	2.7	2.4	20.9
年	3.2	6.4	8.7	8.9	6.0	5.1	4.7	4.9	4.2	5.5	6.0	7.0	5.2	3.9	2.8	2.8	14.7

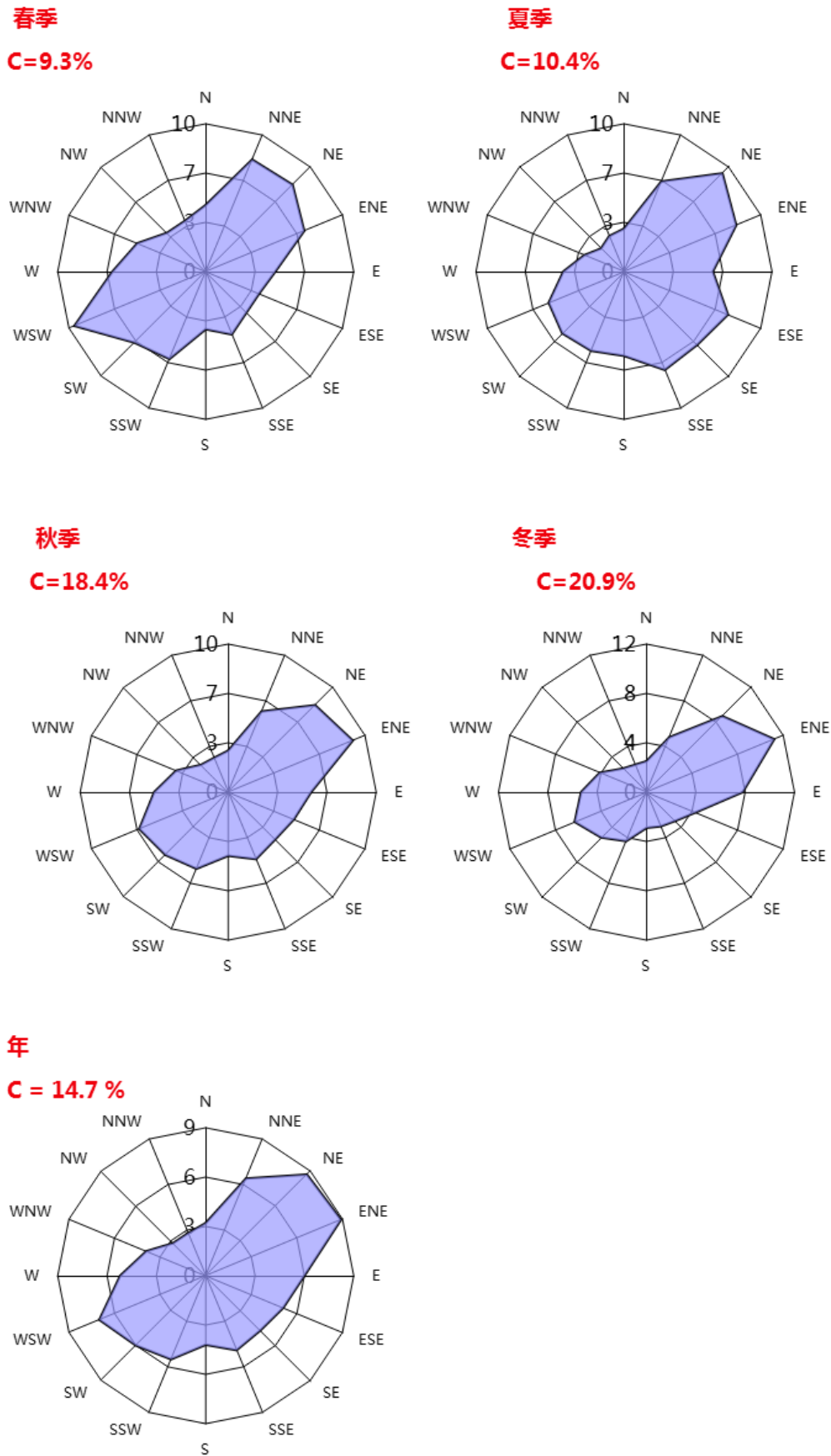


图 4.3-24 1991~2020 年五原站四季及年各风向频率(%)

4.3.5 相对湿度

4.3.5.1 相对湿度空间分布

使用中国气象局陆面数据同化系统 CLDAS 大气驱动场产品中 2008~2019 年离地面 2m 处逐小时气温格点数据，统计了五原县平均相对湿度空间分布情况。如图所示，五原年平均相对湿度在 44.0%~46.5%，园区年平均相对湿度在 46.5%左右，处于全县湿度较高地区。

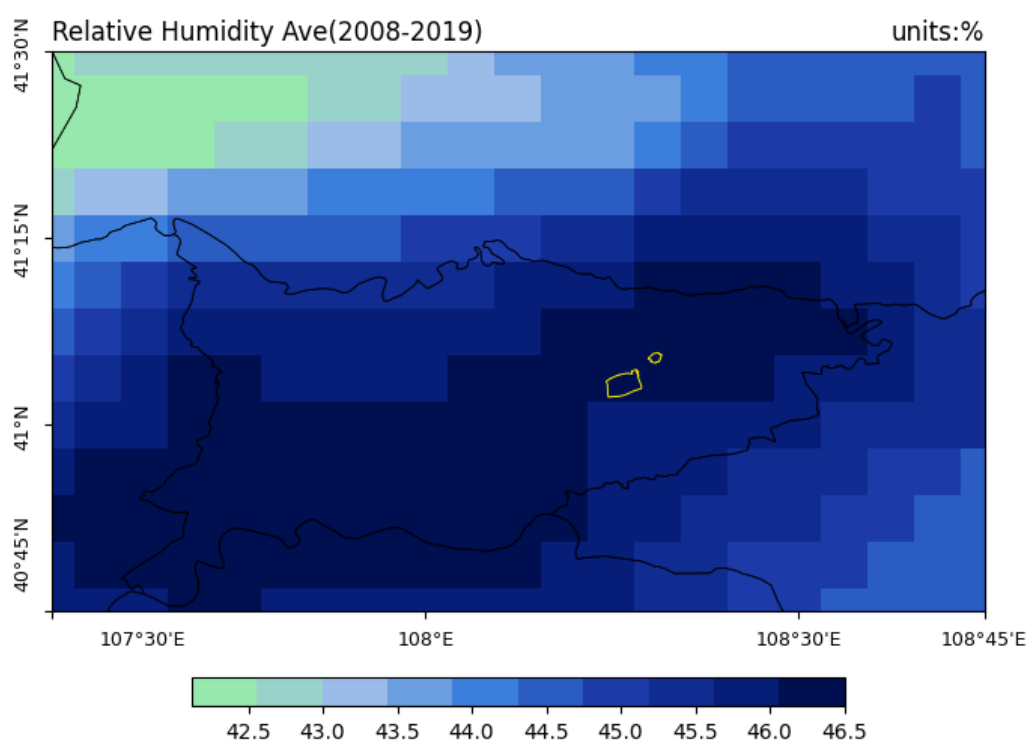


图 4.3-25 园区及周边地区年平均相对湿度空间分布（图中黄色区域为园区所在地）

4.3.5.2 年际变化

（1）平均相对湿度

1991~2020 年五原气象站累年平均相对湿度为 51%，其中年平均相对湿度最高出现在 2008 年，为 56.0%；最低出现在 2011 年，为 43.0%。

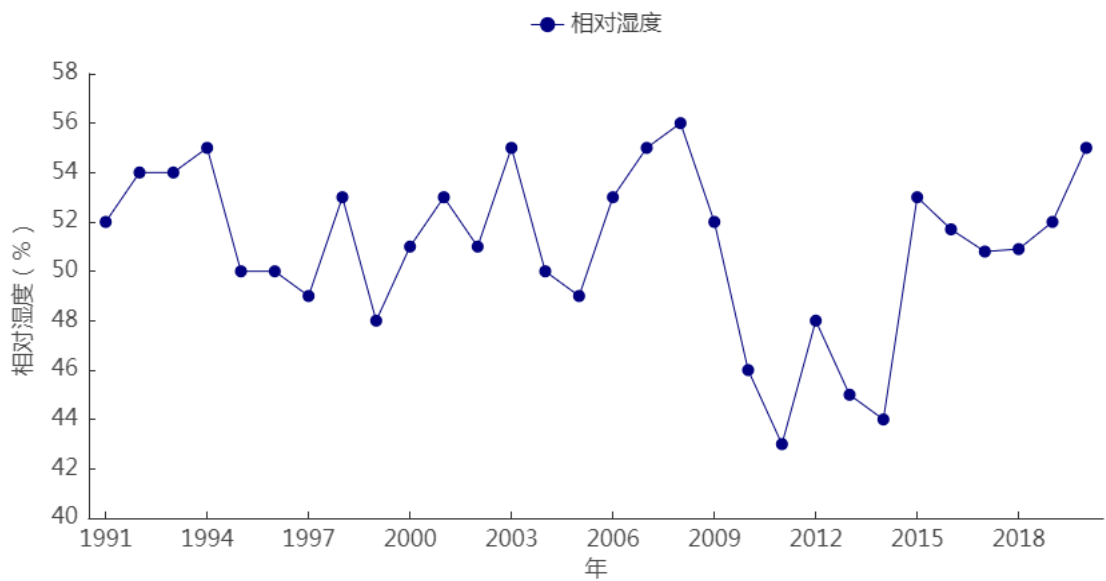


图 4.3-26 1991~2020 年五原站平均相对湿度年际变化

(2) 最小相对湿度

从图中可见，五原气象站建站至今（1956~2020 年）的年最小相对湿度在接近 0%（1980 年、1981 年、2017 年）~11%（1998 年）之间变化。

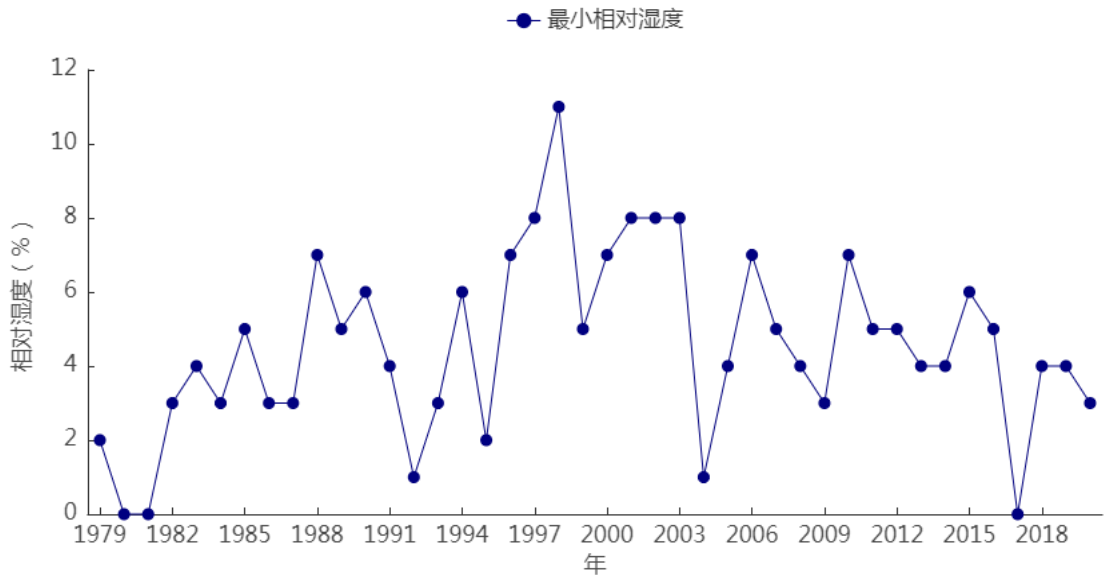


图 4.3-27 1980~2020 年五原站最小相对湿度年际变化

4.3.5.3月际变化

1991~2020 年五原气象站平均相对湿度的月际变化在 35.7%(4 月)~60.3%

(11月)之间,最小相对湿度的月际变化在接近0%(3月、4月、5月)~12%(8月、12月)之间。

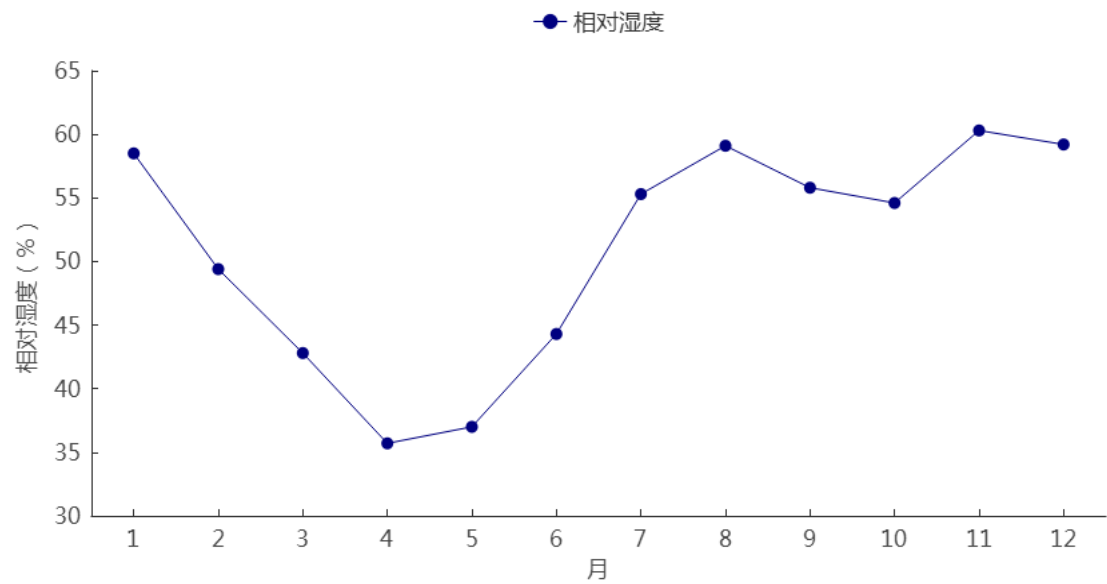


图 4.3-28 1991~2020 年五原站平均相对湿度月际变化

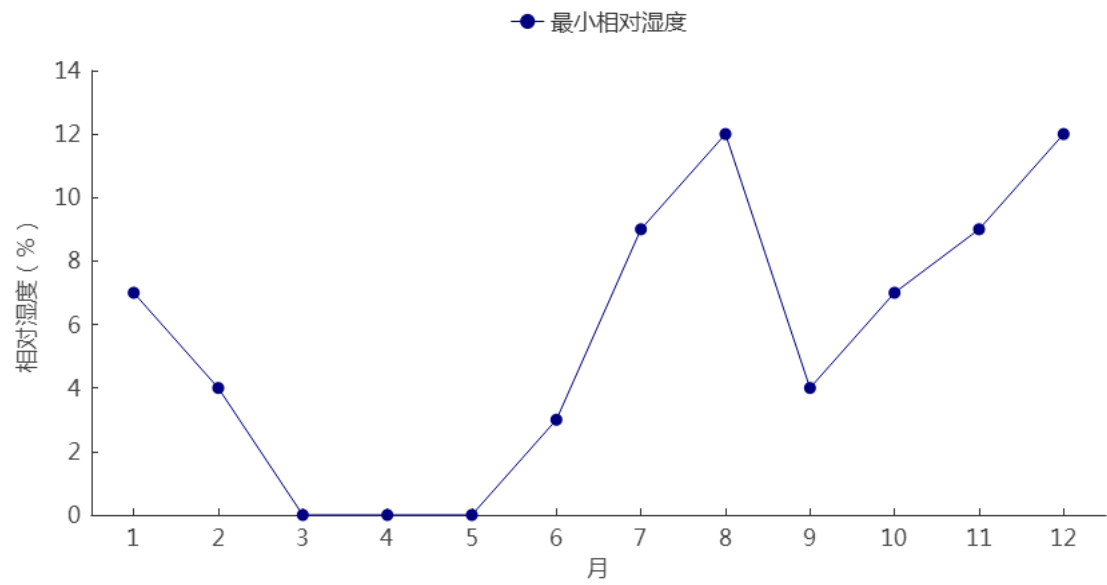


图 4.3-29 1956~2020 年五原站最小相对湿度月际变化

4.3.5.4日变化

近 10 年 (2011~2020 年), 五原气象站相对湿度日变化呈“U”型变化。每天 6 时为一天相对湿度的最高值, 为 65.7%; 6 时开始, 相对湿度逐渐减小, 到 16

时达到谷底，为 30.5%；之后再次开始上升，直至次日 6 时。

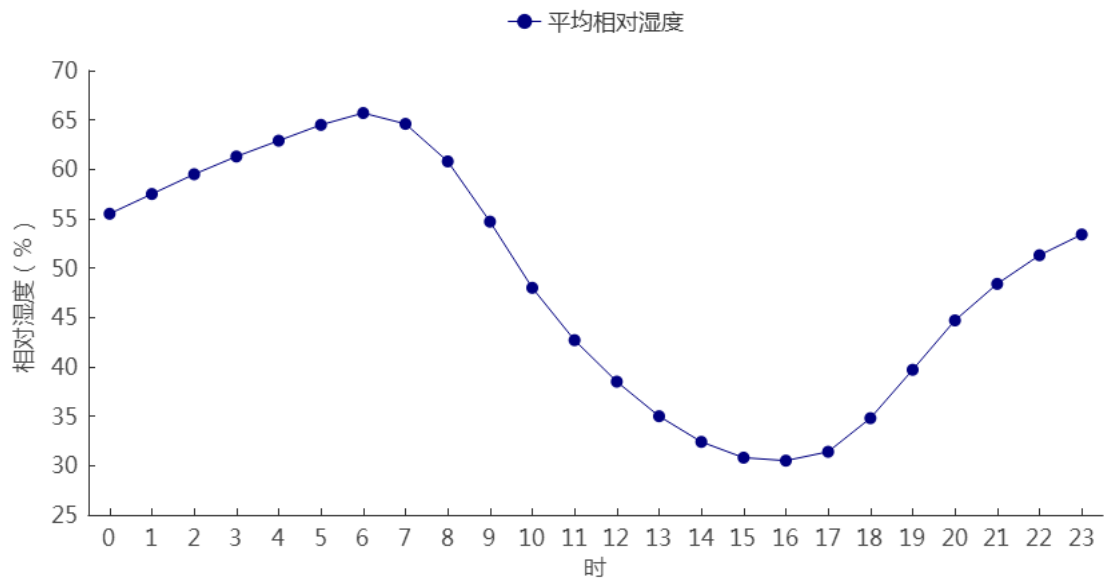


图 4.3-30 2011~2020 年五原站平均相对湿度日变化

4.3.6日照

4.3.6.1年际变化

1991~2020 年五原气象站累年平均日照时数为 3147.7 小时，其中年日照时数最高出现在 2000 年，为 3393.6 小时；最低出现在 1992 年，为 2810.2 小时。

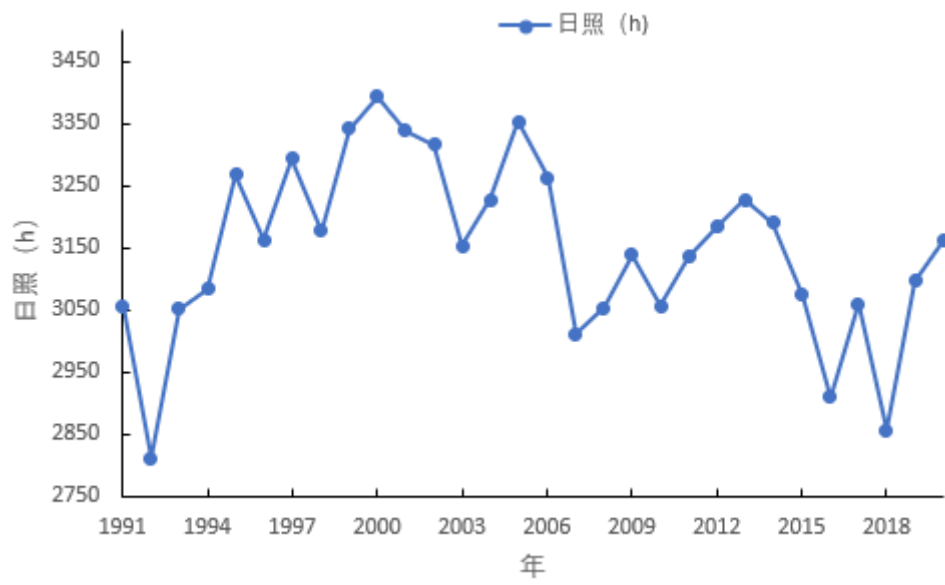


图 4.3-31 1991~2020 年五原站日照年际变化

4.3.6.2月际变化

1991~2020 年五原气象站日照的月际变化在 199.5 小时（12 月）~318.5 小时（5 月）之间。总体看来，全年各月日照时数均在 180 小时以上，冬季明显偏小，5 月、6 月、7 月、8 月全年最高，在 298 小时以上。主要由于顺分后北半球昼长夜短，全天可日照时长较长，然而夏季阴雨天气较多，导致 6 月日照略低于 5 月。

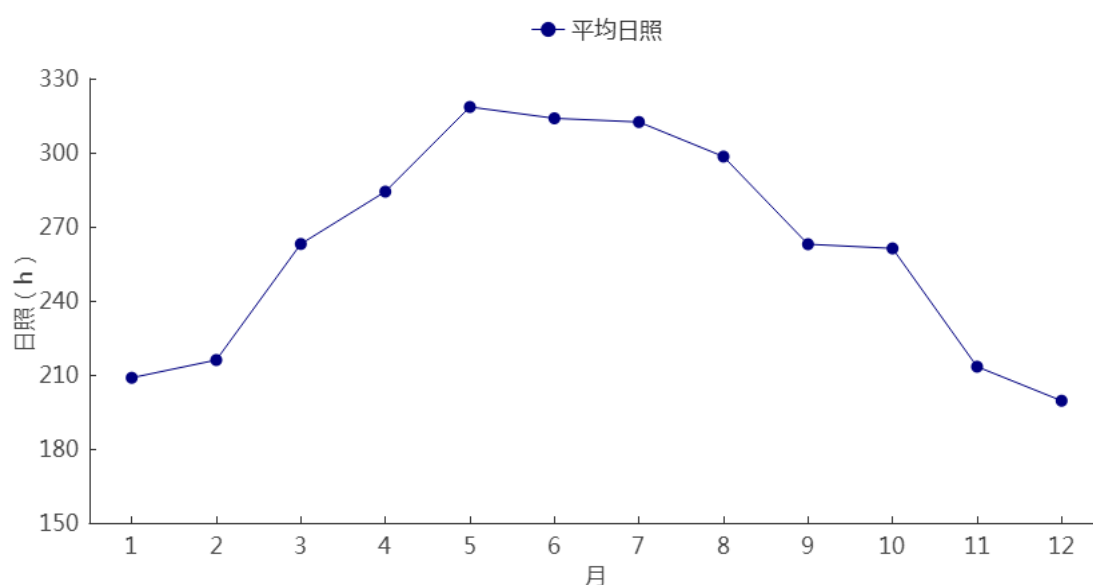


图 4.3-32 1991~2020 年五原站日照月际变化

4.3.7大气扩散能力

分析园区大气稳定度、混合层高度、大气自净能力、污染系数及风向、风速和稳定度联合频率特征，以评价大气扩散条件。使用的气象资料均为气象资料为欧洲中期天气预报中心(ECMWF)发布的全球气候监测数据集 ERA5 近 30 年（1991~2020 年）的逐小时再分析数据。

4.3.7.1大气稳定度

大气稳定度分类使用的气象资料为欧洲中期天气预报中心（ECMWF）发

布的全球气候监测数据集 ERA5 近 30 年（1991～2020 年）的逐小时再分析数据，用修订的帕斯奎尔（Pasquill）大气稳定度分级方法进行统计。其具体做法是利用逐小时资料（总、低云量和风速），以及太阳高度角按稳定度状况进行分级后，统计各稳定度类别的出现频率。这里将大气稳定度划分为强不稳定（A），不稳定（B），弱不稳定（C），中性（D），较稳定（E），和稳定（F）六个等级。

从园区近 30 年（1991～2020 年）大气稳定度统计表可知，各月多以中性和稳定类天气居多，1、11、12 月均无强不稳定天气出现。四季之中，也均以中性和稳定类天气为主，其中四季稳定类天气出现频率均最高。全年中稳定类天气出现频率最高，占 46.82%；中性稳定度出现频率占 28.48%；不稳定类天气占 24.69%。

表 4.3-10 1991～2020 年园区月、季、年大气稳定度出现频率（%）

稳 定 度 月、季、年	A	B	C	D	E	F
1月	0.00	11.79	7.08	20.69	14.92	45.52
2月	1.09	10.20	8.22	27.92	15.72	36.85
3月	3.49	11.00	7.78	32.70	16.78	28.24
4月	3.89	12.23	8.31	36.44	16.26	22.87
5月	4.62	12.63	9.74	39.13	14.62	19.26
6月	6.96	14.21	10.27	34.97	12.56	21.03
7月	8.02	16.24	11.08	28.29	13.40	22.97
8月	6.39	16.75	9.50	26.05	14.44	26.87
9月	4.73	13.76	8.73	26.57	15.35	30.86
10月	3.03	11.30	9.10	23.65	15.52	37.40
11月	0.00	8.29	9.44	23.69	19.43	39.15
12月	0.00	9.05	7.09	21.86	19.11	42.89
春季	4.00	11.95	8.62	36.09	15.88	23.46
夏季	7.13	15.75	10.28	29.71	13.48	23.65
秋季	2.59	11.12	9.09	24.63	16.75	35.82
冬季	0.34	10.35	7.44	23.36	16.61	41.90
年	3.53	12.30	8.86	28.48	15.67	31.15

4.3.7.2混合层高度

混合层高度表征了大气污染物在垂直方向被热力湍流稀释的范围，混合层高度越高，越有利于大气污染物的扩散。根据环评导则提供的混合层高度的计算公式，对该地区的混合层高度进行计算，其表达式为：

当大气稳定度为 A、B、C 和 D 时：

$$h=a_s U_{10}/f \dots\dots\dots (4.3-1)$$

当大气稳定度为 E 和 F 时：

$$h=b_s(U_{10}/f)^{1/2} \dots\dots\dots (4.3-2)$$

$$f=2\Omega\sin\varphi \dots\dots\dots (4.3-3)$$

其中，h 为混合层高度（E、F 时指近地层厚度），m； U_{10} 为 10m 高度处平均风速，m/s，风速>6m/s 时取为 6m/s； a_s 、 b_s 为混合层系数，当稳定度为 A、B、C 和 D 类时，内蒙地区 a_s 分别取 0.073、0.060、0.041 和 0.019，当稳定度为 E 和 F 类时， b_s 分别取 1.66 和 0.70；f 为地转参数； Ω 为地转角速度，取值为 $7.29\times 10^{-5}\text{rad/s}$ ； φ 为地理纬度，deg。

园区月、季、年平均混合层高度如表 4.3-11 所示。各月之中，5 月平均混合层高度最高，为 753m，1 月最低，仅为 552m。四季之中，平均混合层高度春季（740m）>夏季（724m）>秋季（704m）>冬季（631m）。年平均混合层高度为 708m，在不稳定类天气、中性天气及稳定类天气条件下的平均混合层高度分别为 1134m、756m 和 196m。从月、季、年不同稳定度等级下的平均混合层高度分布来看，大气层结越稳定，混合层高度越低，越不利于污染物扩散；大气层结越不稳定，混合层高度越高，越有利于污染物扩散。

表 4.3-11 1991~2020 年园区各稳定度等级平均混合层高度 (m)

稳 定 度 月、季、年	A	B	C	D	E	F	平均
1月	--	701.56	1118.86	571.99	263.67	103.68	551.95
2月	889.69	797.83	1137.90	696.22	276.58	104.94	650.53
3月	932.04	1027.03	1156.22	808.07	295.72	106.53	720.94
4月	954.86	1061.11	1159.05	873.15	301.13	107.41	742.79
5月	972.36	1095.88	1162.33	880.36	299.54	107.62	753.02
6月	1016.01	1084.12	1157.05	764.78	295.40	106.65	737.34
7月	988.52	1084.59	1149.09	676.53	290.34	106.20	715.88
8月	962.18	1098.82	1148.78	696.27	291.24	105.89	717.20
9月	954.15	1067.59	1148.98	757.08	288.43	105.52	720.29
10月	969.27	981.53	1138.07	769.58	285.86	105.14	708.24
11月	--	803.59	1126.98	751.50	284.26	104.45	614.16
12月	--	737.32	1134.86	659.90	275.85	103.44	582.27
春季	954.95	1062.92	1159.44	855.91	298.71	107.12	739.84
夏季	989.32	1089.55	1151.58	716.23	292.20	106.21	724.18
秋季	960.18	972.91	1137.73	759.40	286.02	105.00	703.54
冬季	889.69	742.00	1130.69	646.76	272.31	103.94	630.90
年	971.81	984.55	1145.63	756.03	287.01	105.28	708.39

4.3.7.3 大气自净能力

大气自净能力代表了气象条件对大气污染物的通风扩散和降水清除能力，大气自净能力越强，大气对污染物的清除能力越强，反之亦然。

近 30 年平均大气自净能力空间分布如图 4.3-33 所示。五原县年平均大气自净能力在 $1.5 \sim 2.7 \text{ t} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ 之间，其中五原工业园区、鸿鼎工贸园区年平均大气自净能力在 $1.8 \sim 2.1 \text{ t} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ 之间，大气自净能力等级一般。

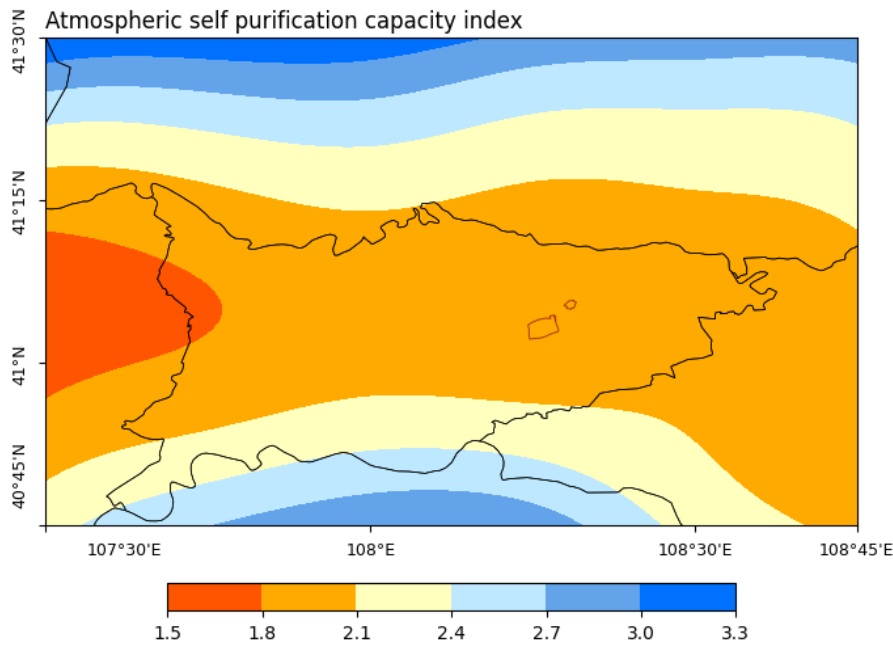


图 4.3-33 1991-2020 年平均大气自净能力空间分布 (t·d⁻¹·km²)

近 30 年园区月平均大气自净能力（图 4.3-34）1 月、12 月为较差等级，3-6 月为强等级，其余为一般等级。四季平均大气自净能力春季>夏季>秋季>冬季。春季平均大气自净能力为较强等级，夏、秋季为一般等级，冬季大气自净能力较差。年平均大气自净能力为一般等级，大气对污染物的清除条件总体一般。

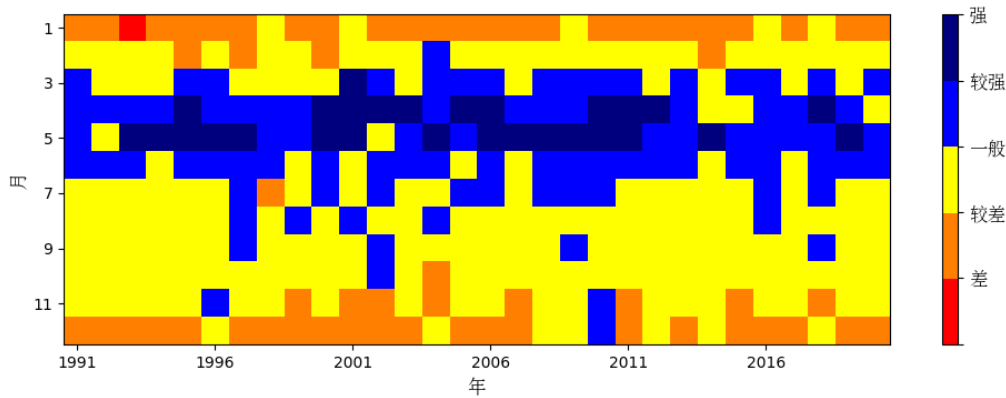


图 4.3-34 1991~2020 年 1-12 月园区大气自净能力等级

出现低大气自净能力日时容易发生空气污染。月累积低大气自净能力日数（图 4.3-35）4-6 月较少，基本未出现低自净能力日；1、2、12 月较多，低自净能力日数在 5d 以上，其中 1 月最多，平均出现 12.5d。四季之中，季累积低大

气自净能力日数春季最少、冬季最多，春季（2.9d）<夏季（3.0d）<秋季（11.2d）<冬季（29.3d）。年累积低大气自净能力日数平均每年出现 46.5d。

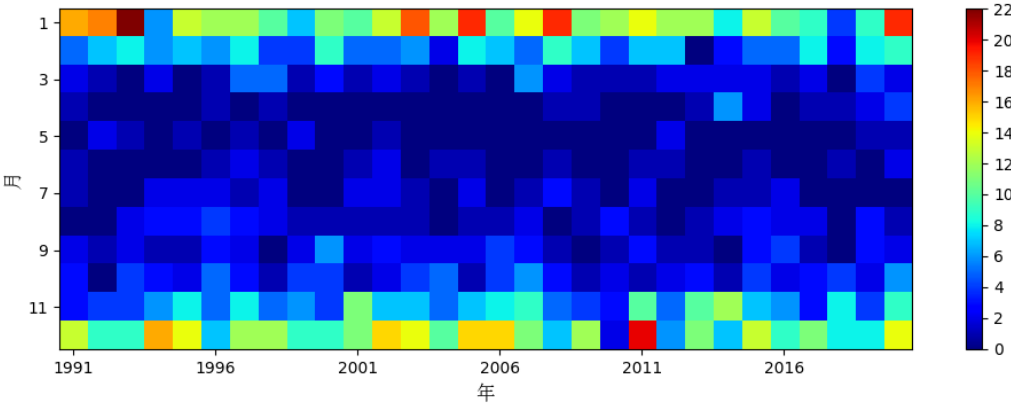


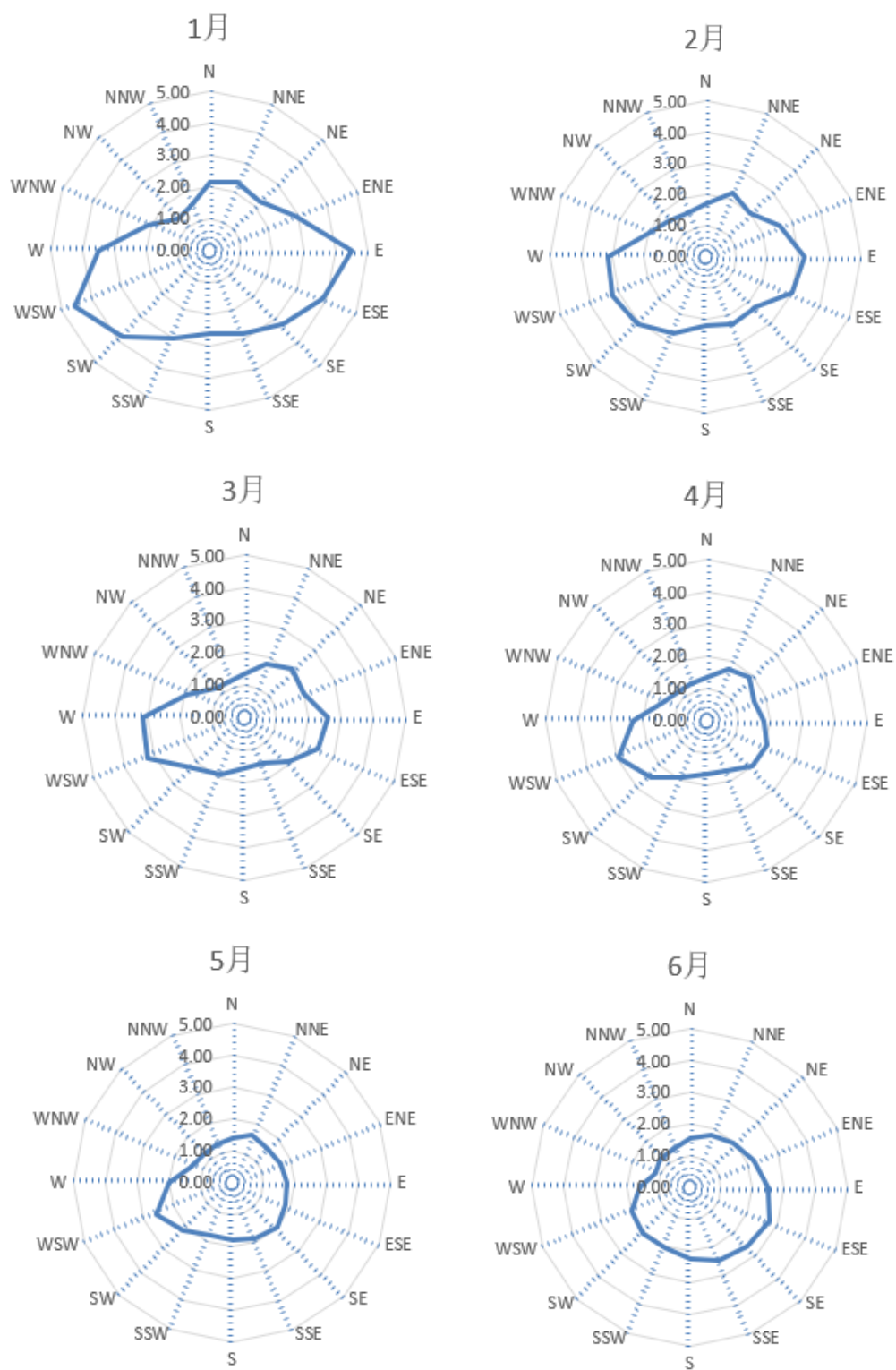
图 4.3-35 1990~2019 年 1~12 月园区低大气自净能力日数（d）
（注：低大气自净能力日：单日大气自净能力为差等级）

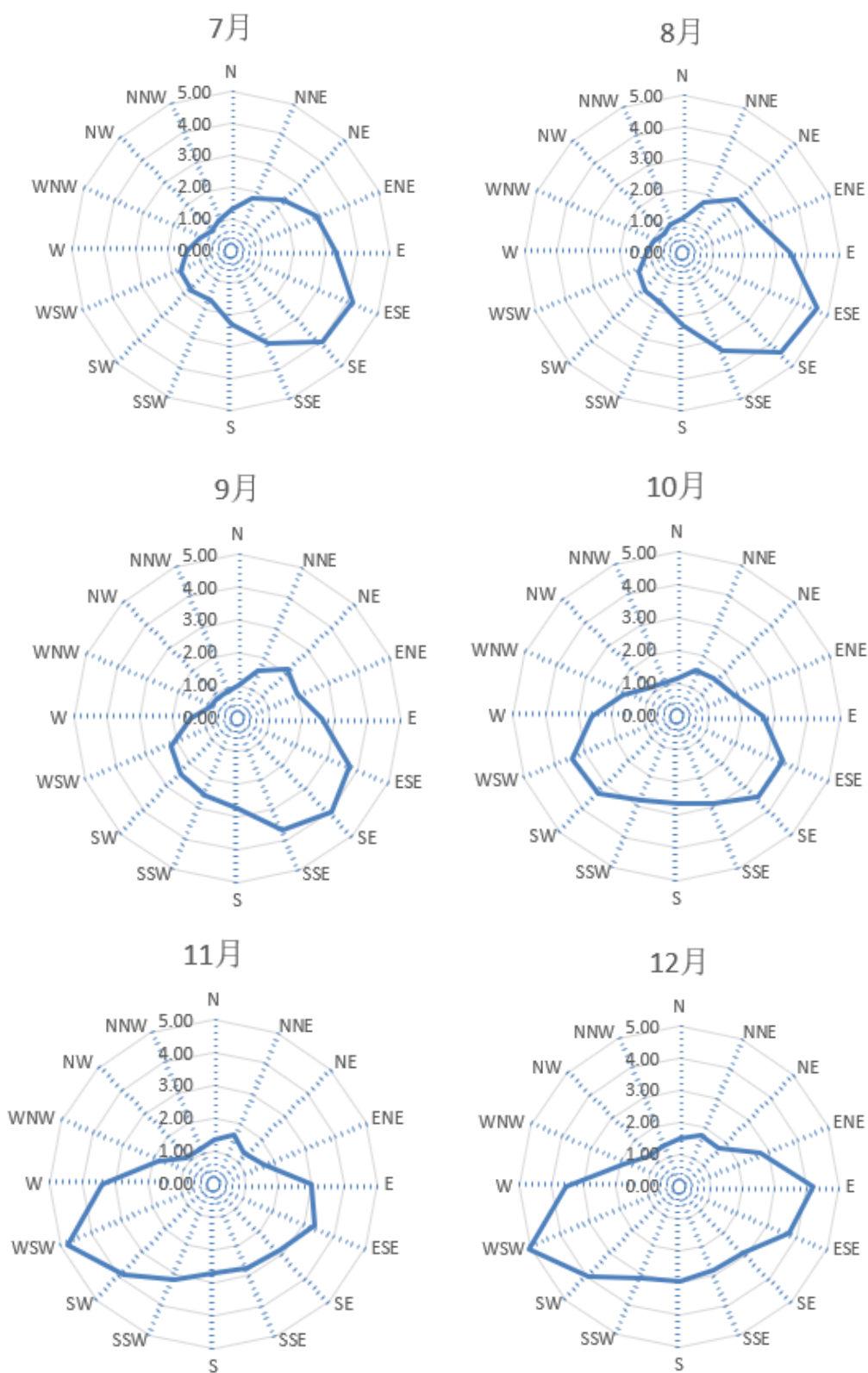
4.3.7.4污染系数

采用徐大海等人提出的污染系数计算方法，计算出地区各风向污染系数（见表 4.3-12，图 4.3-36）。污染系数大值区的下风方为易受污染区域。

表 4.3-12 园区近 30 年（1991~2020 年）污染系数统计表

月季年	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1 月	2.17	2.35	2.22	2.91	4.48	3.89	3.26	2.79	2.62	2.97	3.84	4.60	3.49	2.06	1.41	1.55
2 月	1.72	2.23	2.00	2.60	3.20	3.03	2.29	2.34	2.22	2.64	3.05	3.23	3.12	1.98	1.63	1.53
3 月	1.34	1.80	2.11	1.97	2.57	2.48	1.92	1.53	1.57	1.88	2.22	3.24	3.11	1.90	1.26	1.20
4 月	1.35	1.77	1.90	1.60	1.77	2.01	2.00	1.68	1.63	1.88	2.46	2.97	2.30	1.50	1.26	1.28
5 月	1.41	1.63	1.55	1.64	1.74	1.81	2.00	1.88	1.81	1.79	2.14	2.60	2.00	1.36	1.27	1.30
6 月	1.56	1.77	1.98	2.20	2.47	2.73	2.60	2.48	2.27	2.07	2.08	1.98	1.56	1.16	1.28	1.32
7 月	1.29	1.78	2.28	2.91	3.31	4.16	4.06	3.12	2.28	1.69	1.73	1.71	1.35	1.04	0.87	1.03
8 月	1.13	1.74	2.44	2.59	3.45	4.63	4.44	3.34	2.28	1.72	1.67	1.52	1.13	0.98	0.83	0.98
9 月	0.99	1.59	2.13	1.97	2.56	3.72	4.04	3.66	2.75	2.55	2.43	2.22	1.45	0.90	0.87	0.89
10 月	1.18	1.51	1.61	1.80	2.63	3.52	3.49	2.89	2.66	2.78	3.34	3.45	2.56	1.76	1.24	1.07
11 月	1.37	1.64	1.34	1.64	2.99	3.31	2.85	2.73	2.72	3.14	3.89	4.81	3.39	1.80	1.16	1.12
12 月	1.50	1.76	1.72	2.73	4.17	3.74	2.87	2.82	2.97	3.08	3.98	5.06	3.55	1.88	1.34	1.35
春季	1.36	1.73	1.85	1.74	2.03	2.10	1.96	1.66	1.62	1.80	2.26	2.93	2.46	1.59	1.26	1.25
夏季	1.31	1.75	2.22	2.56	3.08	3.85	3.71	2.98	2.28	1.82	1.82	1.73	1.34	1.04	0.97	1.09
秋季	1.18	1.58	1.67	1.76	2.71	3.48	3.38	2.93	2.58	2.75	3.21	3.48	2.47	1.49	1.09	1.03
冬季	1.79	2.09	1.93	2.73	3.95	3.51	2.71	2.59	2.57	2.90	3.63	4.31	3.37	1.96	1.45	1.47
年	1.39	1.76	1.87	2.12	2.88	3.15	2.85	2.38	2.09	2.20	2.66	3.08	2.37	1.48	1.17	1.19





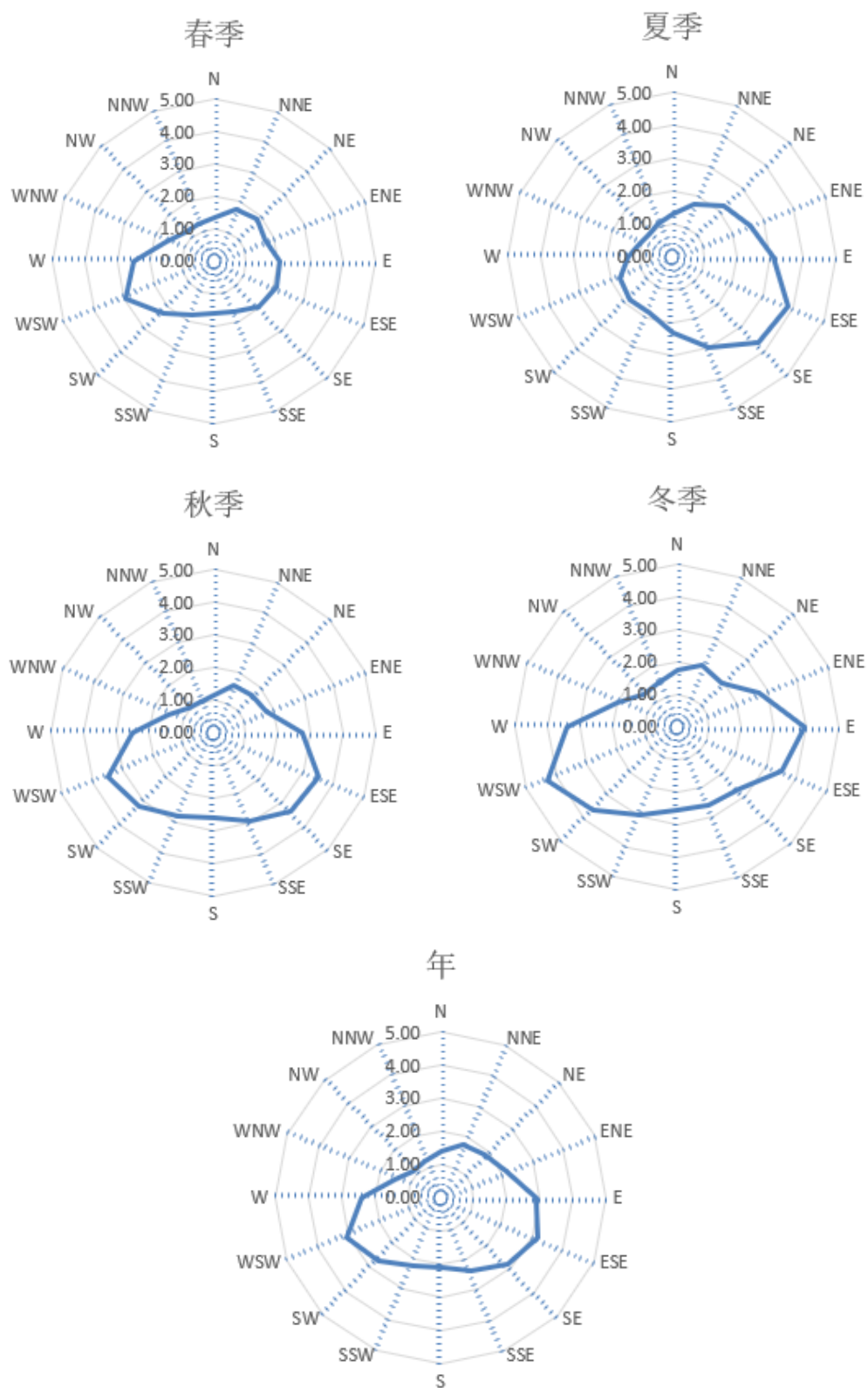


图 4.3-36 园区近 30 年各月污染系数玫瑰图

各月之中，6-10 月 ESE～SE 风向污染系数最大，其余月 WSW 风向最大；
各月 WNW～NNW 扇区风向污染系数均最小。四季之中，除春、冬季 WSW 风

向污染系数最大外，其余季节 ESE 风向最大；春季、秋季 NNW 风向污染系数最小，其余季节 NW 风向污染系数最小。年污染系数 ESE 风向最大，为 3.15，WSW 风向次之，为 3.08，NW 风向最小，为 1.17。

4.3.7.5 风向、风速和稳定度联合频率

园区风向、风速和稳定度联合频率的计算资料与大气稳定度的分析资料相同，其计算结果见表 4.3-13。

在风速 $<4.5\text{m/s}$ 时，园区风向、风速和稳定度联合频率以中性和稳定类居多；风速 $\geq 4.5\text{m/s}$ 时，均无强不稳定和强稳定这两种极端情况出现，其联合频率多为中性类。联合频率的最大值出现在风速 $1.5\sim 3\text{m/s}$ 范围的稳定类大气稳定度中，联合频率达 20.27%，其中以 E 风向的联合频率最高，为 1.96%，ESE 风向次之，为 1.73%；联合频率的次大值出现在风速小于 1.5m/s 范围的稳定类大气稳定度中，联合频率为 10.88%，其中以 SE、SSE 风向的联合频率最高，为 1.00%，ESE 风向次之，为 0.97%。

总体来看，五原工业园总体大气自净能力一般，大气扩散条件一般。ESE~SE 扇区和 WSW 风向的污染系数较大，其下风方向为大气污染敏感区域，需合理规划园区建设，应避免在大气污染敏感区域上风方向建设大气污染排放较大的企业，下风方向避免建设生活服务区，秋冬季需根据大气扩散条件，合理安排生产，以免引发或加重局地重污染事件。

表 4.3-13 园区全年各风向、各风速等级和各稳定度级别的联合频率 (%)

频率 稳定度 风向 风速(m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
<1.5	A	0.06	0.06	0.05	0.08	0.11	0.12	0.13	0.15	0.17	0.15	0.16	0.13	0.09	0.07	0.06	0.06	0.22
	B	0.12	0.12	0.15	0.17	0.24	0.29	0.33	0.31	0.35	0.35	0.39	0.27	0.17	0.11	0.11	0.10	0.53
	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	D	0.12	0.14	0.20	0.23	0.33	0.33	0.30	0.26	0.23	0.24	0.22	0.21	0.16	0.13	0.13	0.10	0.43
	E	0.06	0.07	0.09	0.12	0.17	0.19	0.22	0.20	0.18	0.18	0.20	0.14	0.09	0.07	0.05	0.06	0.34
	F	0.22	0.27	0.32	0.50	0.74	0.97	1.00	1.00	0.87	0.86	0.78	0.77	0.60	0.35	0.23	0.23	1.15
≥1.5 —<3.0	A	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08	0.12	0.15	0.14	0.14	0.18	0.18	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05	0.00
	B	0.14	0.15	0.15	0.17	0.23	0.38	0.41	0.37	0.32	0.38	0.54	0.44	0.24	0.16	0.12	0.13	0.00
	C	0.14	0.14	0.13	0.13	0.19	0.32	0.28	0.20	0.14	0.19	0.37	0.49	0.27	0.14	0.11	0.12	0.00
	D	0.28	0.40	0.50	0.62	0.84	0.80	0.57	0.42	0.33	0.31	0.43	0.46	0.39	0.25	0.24	0.23	0.00
	E	0.15	0.19	0.17	0.17	0.29	0.29	0.20	0.14	0.12	0.16	0.32	0.35	0.21	0.14	0.13	0.13	0.00
	F	0.98	1.43	1.56	1.65	1.96	1.73	1.31	0.96	0.80	0.79	1.00	1.39	1.70	1.31	0.90	0.79	0.00
≥3.0 —<4.5	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	B	0.17	0.16	0.14	0.08	0.10	0.16	0.29	0.27	0.22	0.18	0.30	0.39	0.21	0.14	0.14	0.16	0.00
	C	0.21	0.20	0.16	0.10	0.10	0.23	0.25	0.20	0.14	0.10	0.25	0.61	0.37	0.20	0.18	0.20	0.00
	D	0.32	0.39	0.36	0.32	0.36	0.53	0.44	0.36	0.24	0.17	0.30	0.63	0.43	0.25	0.22	0.26	0.00
	E	0.46	0.67	0.61	0.42	0.31	0.45	0.50	0.44	0.27	0.24	0.58	1.58	1.24	0.42	0.31	0.36	0.00
	F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
≥4.5 —<6.0	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	B	0.07	0.05	0.03	0.01	0.01	0.03	0.05	0.07	0.04	0.02	0.05	0.11	0.07	0.04	0.04	0.05	0.00
	C	0.17	0.14	0.08	0.04	0.02	0.05	0.11	0.15	0.09	0.04	0.09	0.30	0.25	0.15	0.14	0.18	0.00
	D	0.53	0.66	0.36	0.17	0.10	0.18	0.26	0.36	0.23	0.13	0.14	0.66	0.67	0.35	0.31	0.42	0.00
	E	0.09	0.13	0.09	0.06	0.02	0.04	0.05	0.07	0.05	0.04	0.04	0.25	0.17	0.05	0.04	0.06	0.00
	F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
≥6.0	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	D	0.67	0.77	0.33	0.09	0.02	0.05	0.12	0.28	0.22	0.08	0.08	0.62	1.25	0.74	0.61	0.55	0.00
	E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4.3.8逆温

4.3.8.1逆温的气候特征

逆温分析所使用的气象资料为欧洲中期天气预报中心(ECMWF)发布的全球气候监测数据集 ERA5 近 30 年(1991~2020 年)的逐小时再分析数据,分析

园区低空（1500m 以内）大气逆温特征。

由园区各高度层低空大气逆温频率空间分布（图 4.3-37）可见，500m 以下低空范围逆温频率由北向南递增；1000m 以上低空范围逆温频率自南向北逐渐减少。500m 以下低空范围逆温频率较高，五原工业园所在区域逆温频率的园区在 15%~20%之间。500 以上内工业园的低空范围逆温频率在不足 10%，其中，1000m 以上低空范围逆温频率最小，在 3%~4%之间。

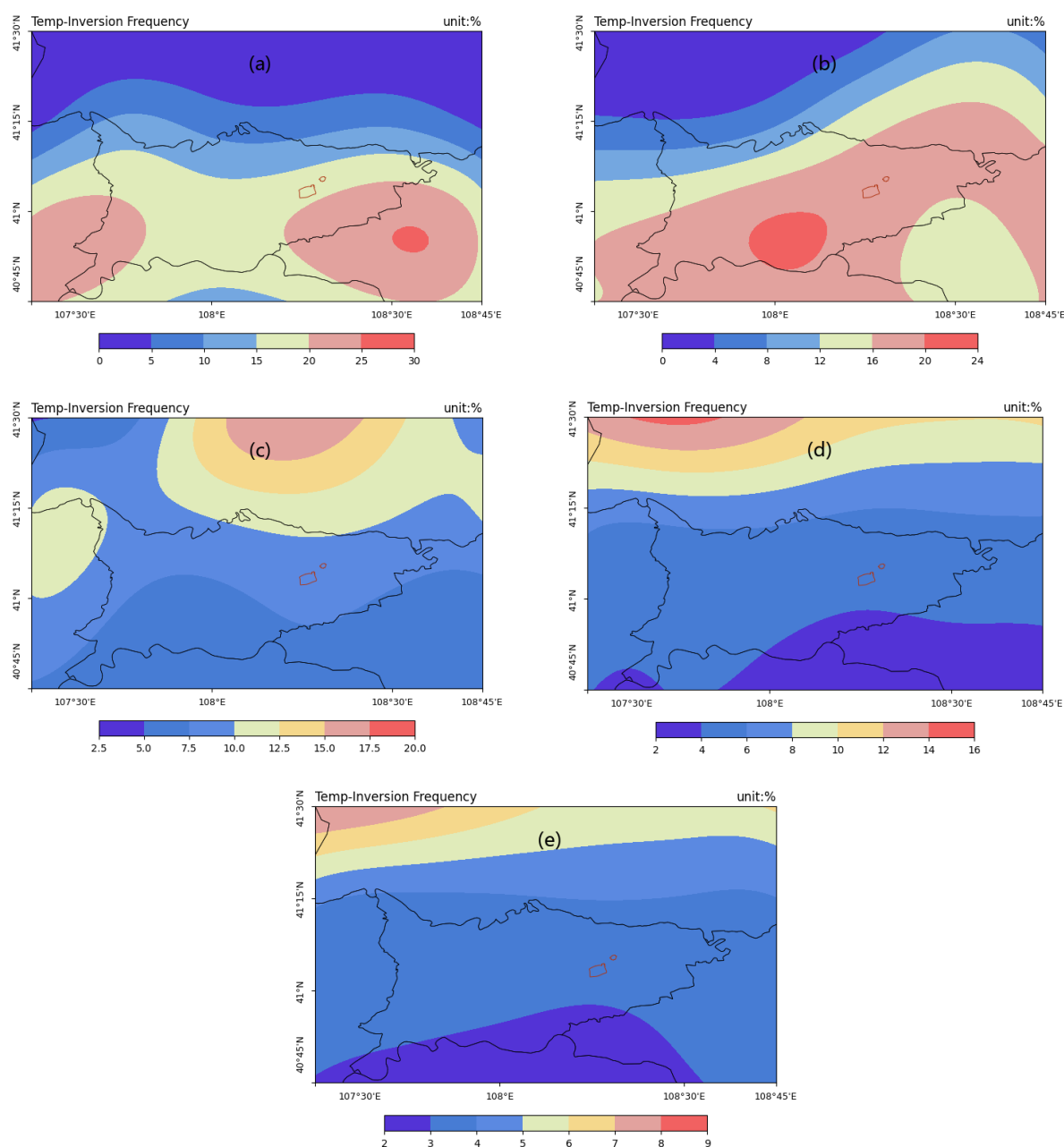


图4.3-37 五原工业园250m以下 (a)、250-500m (b)、500-750m (c)、750-1000m (d)、>1000m (e) 低空大气逆温出现频率空间分布

由园区各高度层低空逆温特征统计可见（见表 4.3-14），园区一年四季中均有逆温出现，四季出现频率冬季（56.89%）>秋季（42.93%）>春季（31.54%）>夏季（19.79%），平均逆温强度春、冬季（0.37℃/100m）>秋季（0.35℃/100m）>夏季（0.26℃/100m），最大逆温强度冬季（3.74℃/100m）>春季（3.23℃/100m）>秋季（2.89℃/100m）>夏季（2.16℃/100m）。全年逆温总频率为 37.68%，平均强度 0.36℃/100m，最大强度为 3.74℃/100m，逆温出现的高度以小于 250m 范围内居多，出现频率最高，为 20.14%，平均强度最强，为 0.76℃/100m。

总体来看，秋冬季逆温频率高、强度强，对大气污染物扩散很不利。

表 4.3-14 五原园区低空逆温特性

高度(m)		<250	250~500	500~750	750~1000	>1000	总计
逆温特性							
春季	出现频率%	14.15	17.46	4.65	1.48	0.92	31.54
	平均强度℃/100m	0.70	0.52	0.26	0.19	0.17	0.37
	最大强度℃/100m	3.23	2.37	2.16	1.14	0.96	3.23
夏季	出现频率%	0.87	16.11	4.20	1.07	0.35	19.79
	平均强度℃/100m	0.36	0.38	0.24	0.17	0.16	0.26
	最大强度℃/100m	2.16	1.87	1.27	1.12	0.88	2.16
秋季	出现频率%	28.58	17.57	6.31	2.79	2.12	42.93
	平均强度℃/100m	0.73	0.43	0.24	0.18	0.18	0.35
	最大强度℃/100m	2.89	2.47	1.47	1.05	1.45	2.89
冬季	出现频率 %	37.37	23.41	16.99	11.24	9.10	56.89
	平均强度℃/100m	0.81	0.43	0.26	0.20	0.17	0.37
	最大强度℃/100m	3.74	2.68	1.89	1.55	1.19	3.74
年	出现频率 %	20.14	18.62	8.00	4.12	3.10	37.68
	平均强度℃/100m	0.76	0.44	0.26	0.19	0.17	0.36
	最大强度℃/100m	3.74	2.68	2.16	1.55	1.45	3.74

4.3.8.2逆温的影响

逆温的存在造成局部大气上热下冷，阻碍了空气的垂直对流运动，妨碍了烟尘、污染物、水汽凝结物的扩散，能见度变差，几十米甚至几百米厚的逆温层像一层厚厚的被子罩在园区的上空，近地面的污染物“无路可走”，只好“原地

不动”，越积越厚，空气污染势必加重。

空气污染事件大都与逆温有关，如果连续出现几天逆温，空气污染物就会大量积累，易发生空气污染事件。

4.4 小结

五原县春季天气多变，降水少，多大风天气；夏季雨水相对集中，易出现暴雨、冰雹、雷雨大风等灾害性天气；秋季气温下降快，霜冻来临较早，雨季一般在 9 月下旬结束；冬季受西北气流控制常出现降温、降雪、大风天气。

从气候特征来看，五原县年平均气压为 900.0hPa，年平均气温为 8.0℃，年平均降水量为 183.0mm，年平均风速为 2.2m/s，年平均相对湿度为 51.0%，年平均日照时数为 3147.7 小时。从气象要素空间分布来看，园区平均气温在 8.0～8.5℃，在全县范围内属于中上水平。自五原气象站（1956 年）建站以来，历史上有 12 年出现极端高温，园区企业在开展农畜产品加工以及夏季高温户外作业、物流产业时，应注意气温对原料存储等方面带来的影响。园区日照充足，干燥少雨，年平均相对湿度在 44.0%~46.5%，年平均降水量 170mm 左右，且降水主要集中在夏季。工业园区年平均风速在 2.1m/s 左右，处于风速相对较低区域。园区总体大气自净能力一般，大气扩散条件一般，尤其在冬季大气扩散能力较差，逆温频率高、强度大，对大气污染物扩散很不利，在后续园区规划建设中，应避免在五原县城的 ESE~SE 方位及 WSW 方位建设排污较大的企业，秋冬季需根据大气扩散条件，合理安排生产，以免引发或加重局地重污染事件。

综上所述，五原工业园所在区域四季分明，日照充足、气温适宜、干燥少雨，适合发展农畜产品加工和装备制造产业，总体气候条件适宜园区的建设和运行。

5 高影响天气及气象灾害风险评价

5.1 暴雨

5.1.1 暴雨的气候特征

根据国家标准《降水量等级（GB/T 28592-2012）》，将日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 定义为暴雨日，其中一般性暴雨为 $50\text{mm} \leq \text{日降水量} \leq 99.9\text{mm}$ ，大暴雨为 $100\text{mm} \leq \text{日降水量} \leq 249.9\text{mm}$ ，日降水量 $\geq 250\text{mm}$ 为特大暴雨。内蒙古暴雨洪涝灾害通常是局部性、短时性的，但影响较大，是我区仅次于旱灾的气象灾害，也是影响工业园区企业建设和运营生产的重要气象因子。洪水、暴雨的发生概率日益增高的趋势给园区的防洪能力带来了巨大压力。对园区的地面下水、排水管网、施工场所防汛能力都有较高的要求，避免大面积积水等引发危险。

5.1.1.1 暴雨日数

日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 为暴雨以上量级。1956~2020 年五原气象站累年平均暴雨日数为 0.1 天，1969 年、1997 年、2008 年、2012 年、2018 年暴雨日数最多，为 1 天。从各月情况来看，暴雨主要出现在 7~9 月，五原气象站出现的 5 次暴雨中，有 3 次出现在 8 月，其余 2 次分别出现在 7 月和 9 月。

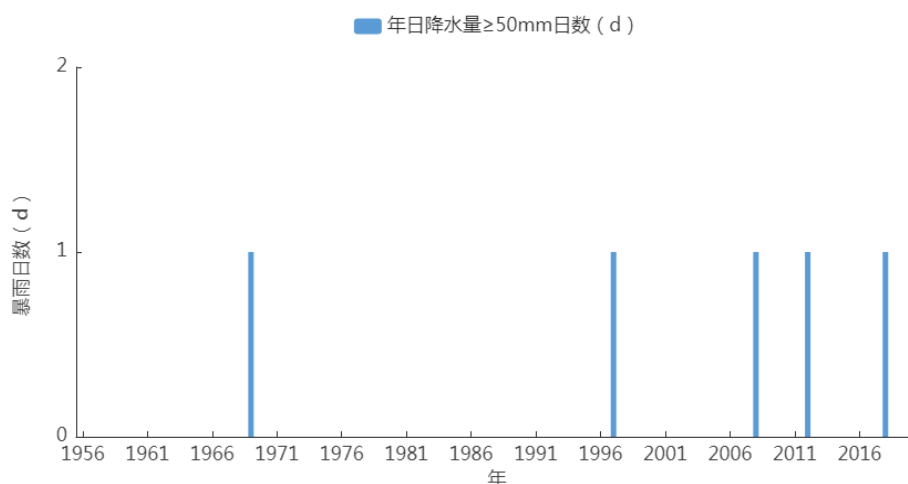


图 5.3-1 1956~2020 年五原气象站年暴雨日数逐年变化图（单位：d）

5.1.1.2 最长连续降水日数及最大连续降水量

1956~2020 年五原气象站最长连续降水日数在 2 天（1963 年、1998 年、1999 年、2008 年）~9 天（1973 年）之间，最长连续降水量在 3.1mm（1993 年）~101.7mm（1995 年）之间；而最大连续降水量则在 10.7mm（1971 年）~101.7mm（1995 年）之间。

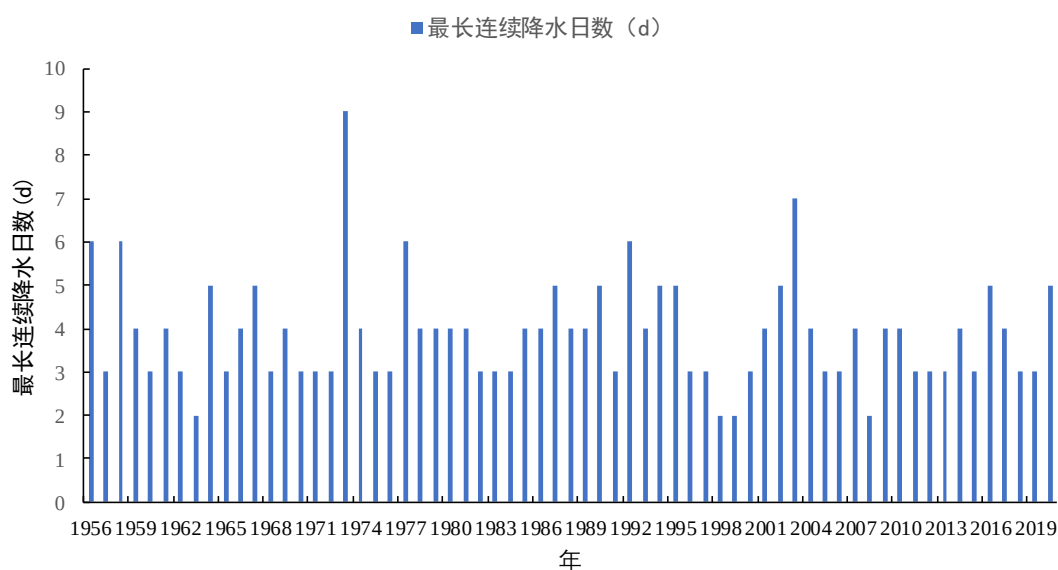


图 5.1-2 1956~2020 年五原气象站最长连续降水日数逐年变化图

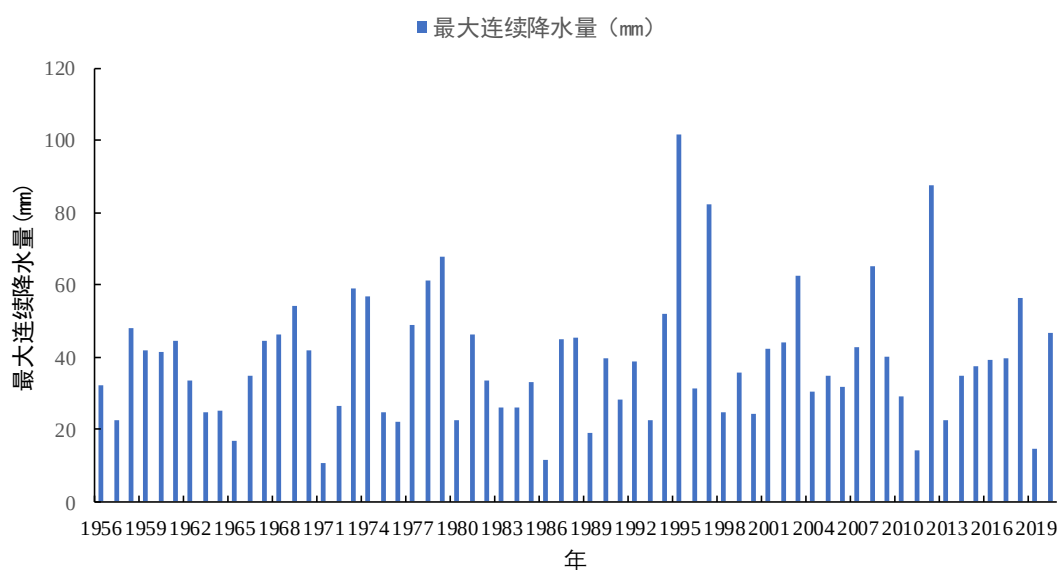


图 5.1-3 1956~2020 年五原气象站最大连续降水量逐年变化图

表 5.1-1 1956~2020 年五原气象站最长连续降水日数及最大连续降水量一览表

[illegible]

量占全年降水量的百分比平均为 17.9%，最大比例高达 48%（2005 年）。

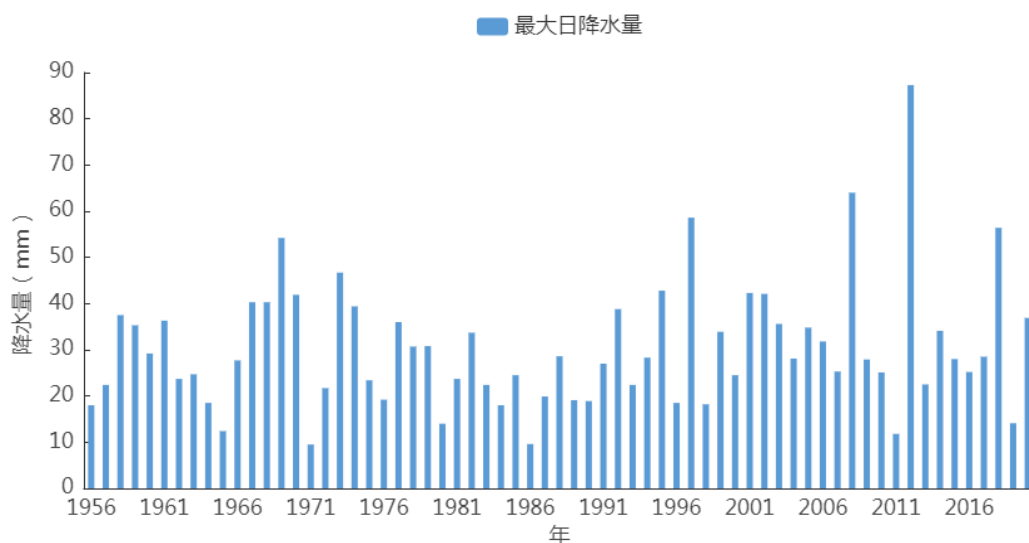


图 5.1-4 1956~2020 年五原气象站最大日降水量年际变化

5.1.1.4 最大小时降水量

按小时降水量划分降水等级，当小时降水量 $\geq 10\text{mm}$ 时为暴雨量级；小时降水量 $\geq 20\text{mm}$ 时为大暴雨量级；小时降水量 $\geq 50\text{mm}$ 时为特大暴雨量级。五原气象站历年小时最大降水量呈现出明显的波动特征，年际变化在 2.6mm（1973 年）~39.6mm（2012 年）之间，累年最大 1h 降水量为 39.6mm，因此五原县每年发生短历时强降水的几率较高。

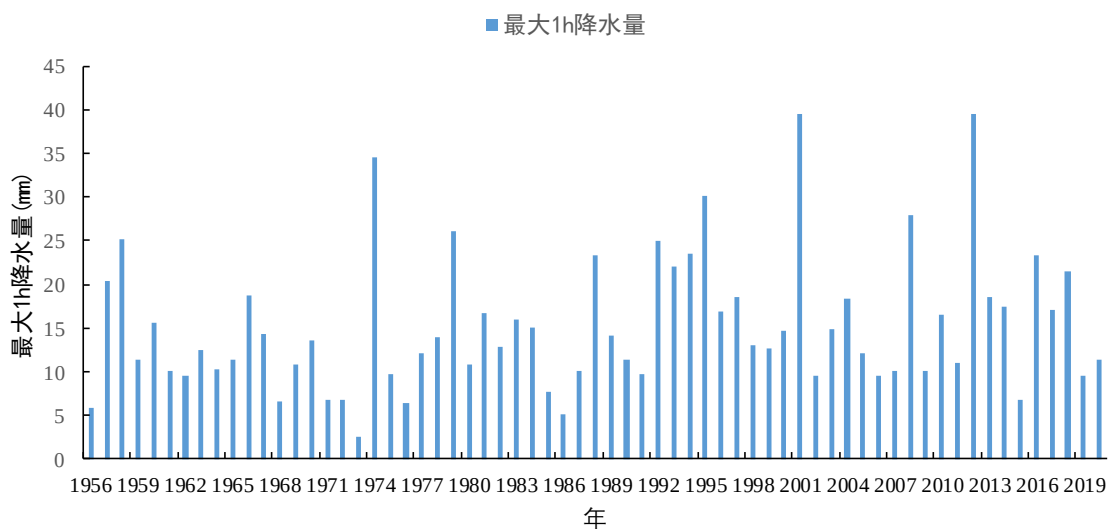


图 5.1-5 1956~2020 年五原县最大小时降水量年际变化

5.1.2暴雨危险性空间分布特征

如图 5.1-6 所示，五原县暴雨致灾因子危险性呈北高南低的分布特征，工业园内暴雨致灾因子危险性等级为中等到次高风险，暴雨灾害对工业园的影响相对较大，需做好防洪、防积水措施。

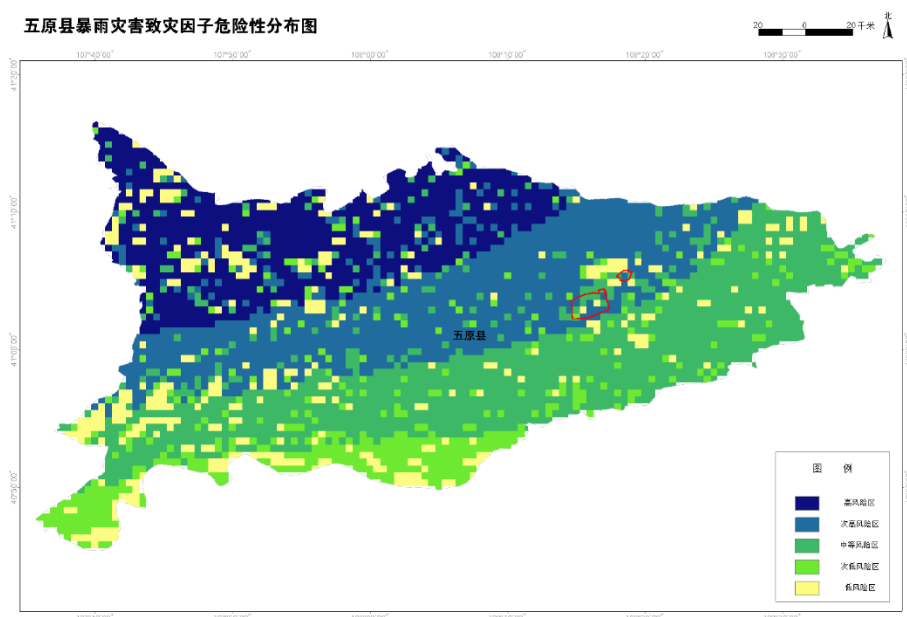


图 5.1-6 五原县暴雨洪涝灾害风险区划图

5.1.3流域暴雨洪涝灾害风险评估

如图 5.1-7 所示，五原工业园位于乌加河中下游，地处乌加河流域南部和黄河灌区东部，因此影响园区的主要中小河流为乌加河。根据《中国河海大典（黄河卷）》查阅可知，乌加河属乌梁素海水系，位于内蒙古自治区巴彦淖尔市河套平原北侧，狼山山地南麓，沿狼山南麓向东，至洪圪卜扬水站入乌梁素海。河长 206 千米。乌加河原系黄河古道，因风沙入侵和狼山洪积、淤积及地面抬升，河床抬高淤断，主流南移。清末河套灌溉渠道开掘后，成为排水渠，余水滞为乌梁素海，并有小排水沟（王六子壕）沟通黄河，现已成为乌梁素海退水渠，黄河三盛公水库建成后乌加河成为排水渠道，称总排干渠。乌加河除接纳

灌区退水外，也是狼山诸河洪水的行洪通道。

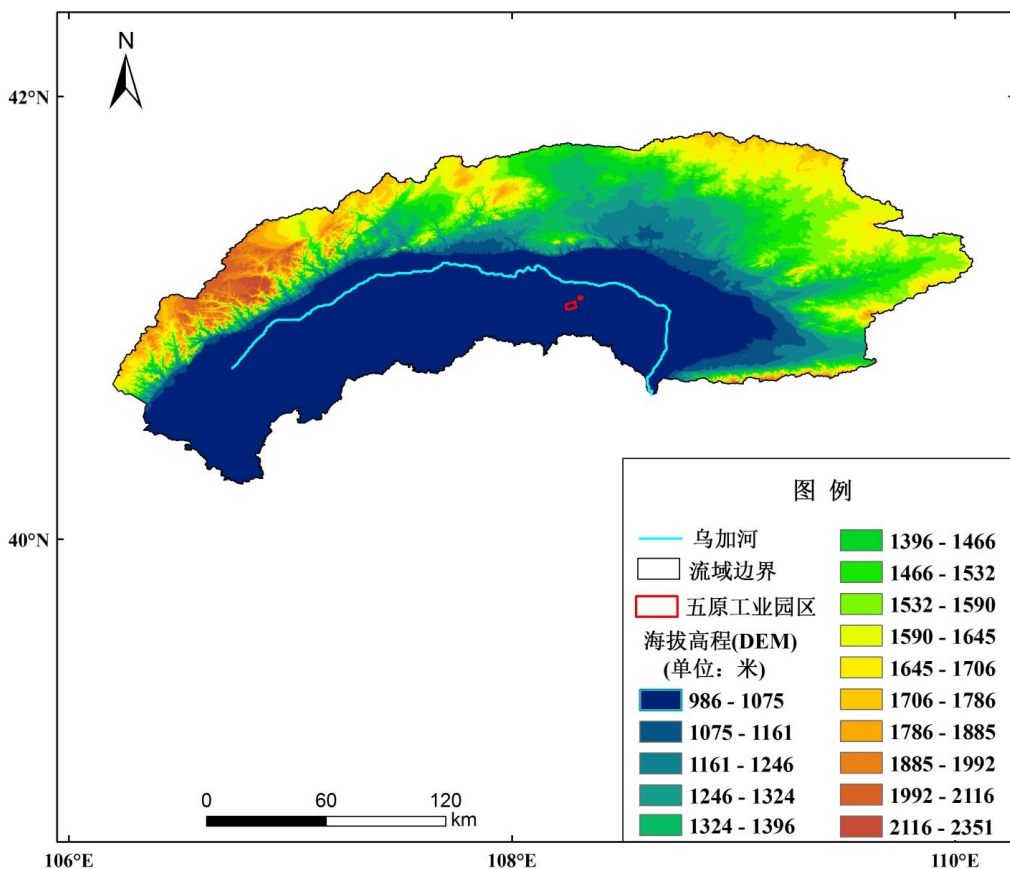


图 5.1-7 五原工业园流域地形图

5.1.3.1 技术方法

(1) 风险区划前期数据准备

根据五原工业园所在乌加河流域范围，提取流域的地形高程（简称 DEM）和地表粗糙度（简称 manning 系数）结果。选择乌加河流域范围内 5 个国家站（杭锦后旗站、五原站、乌拉特前旗站、大余太站和乌拉特中旗站）的逐小时和逐日降水数据，采用算术平均法，建立乌加河流域的逐时和逐日面雨量序列。

(2) 建立流域的致洪面雨量序列

将乌加河流域逐日降雨量序列输入到 MuDFiT 软件中，选择 POT 极值方法得到的降水极值结果，从而建立流域的致洪面雨量序列，即得到该流域的洪水历史个例。

（3）确定流域不同重现期（T 年一遇）的致洪面雨量

利用 MuDFiT 软件，对乌加河流域的致洪面雨量序列进行拟合优度检验，并确定最优拟合函数，按照表 5.1-2 中 T 年一遇所对应的概率值，得到该流域在不同重现期（5 年、10 年、20 年、50 年和 100 年一遇）下的致洪面雨量。

表 5.1-2 不同重现期对应的拟合分布函数概率值

重现期	5 年一遇	20 年一遇	50 年一遇	100 年一遇
拟合分布函数概率	0.8	0.95	0.98	0.99

（4）确定流域的小时雨型分布

根据乌加河流域的致洪面雨量序列中历史个例和逐小时面雨量序列，分别计算每个历史个例前一天 21 时至当日 20 时的逐时降水概率，确定该流域 24 小时的小时雨型分布。

（5）模拟流域不同重现期洪水淹没

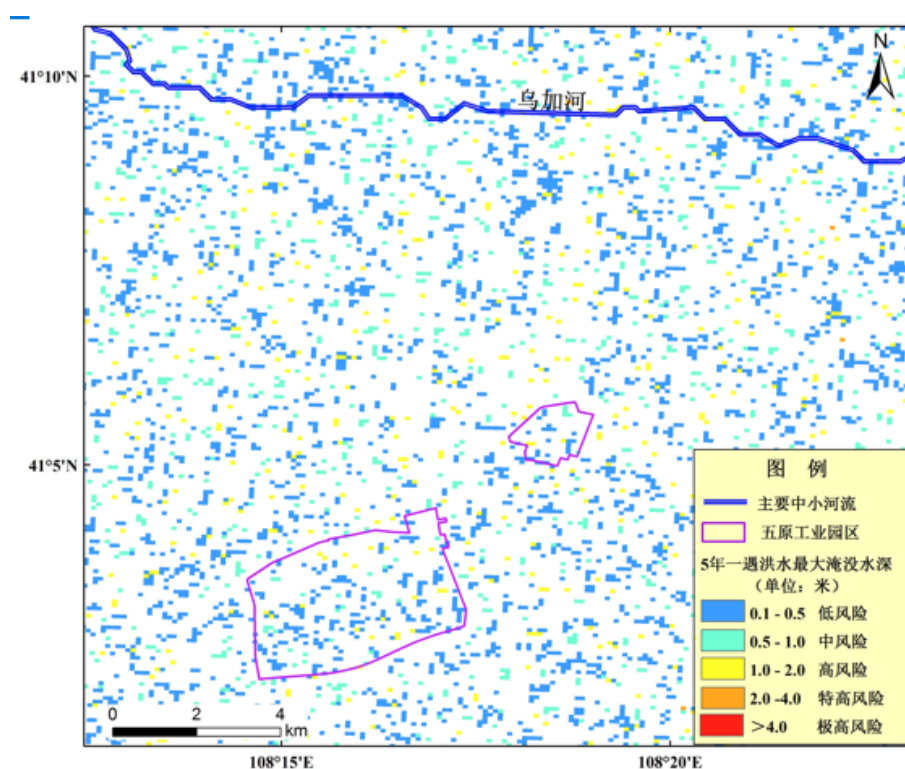
将乌加河流域不同重现期的致洪面雨量、小时雨型分布、DEM 和 manning 系数输入到 FloodArea 淹没模型中进行淹没模拟，得到这个流域在不同重现期（5 年、20 年、50 年和 100 年一遇）下的洪水淹没深度和淹没范围。

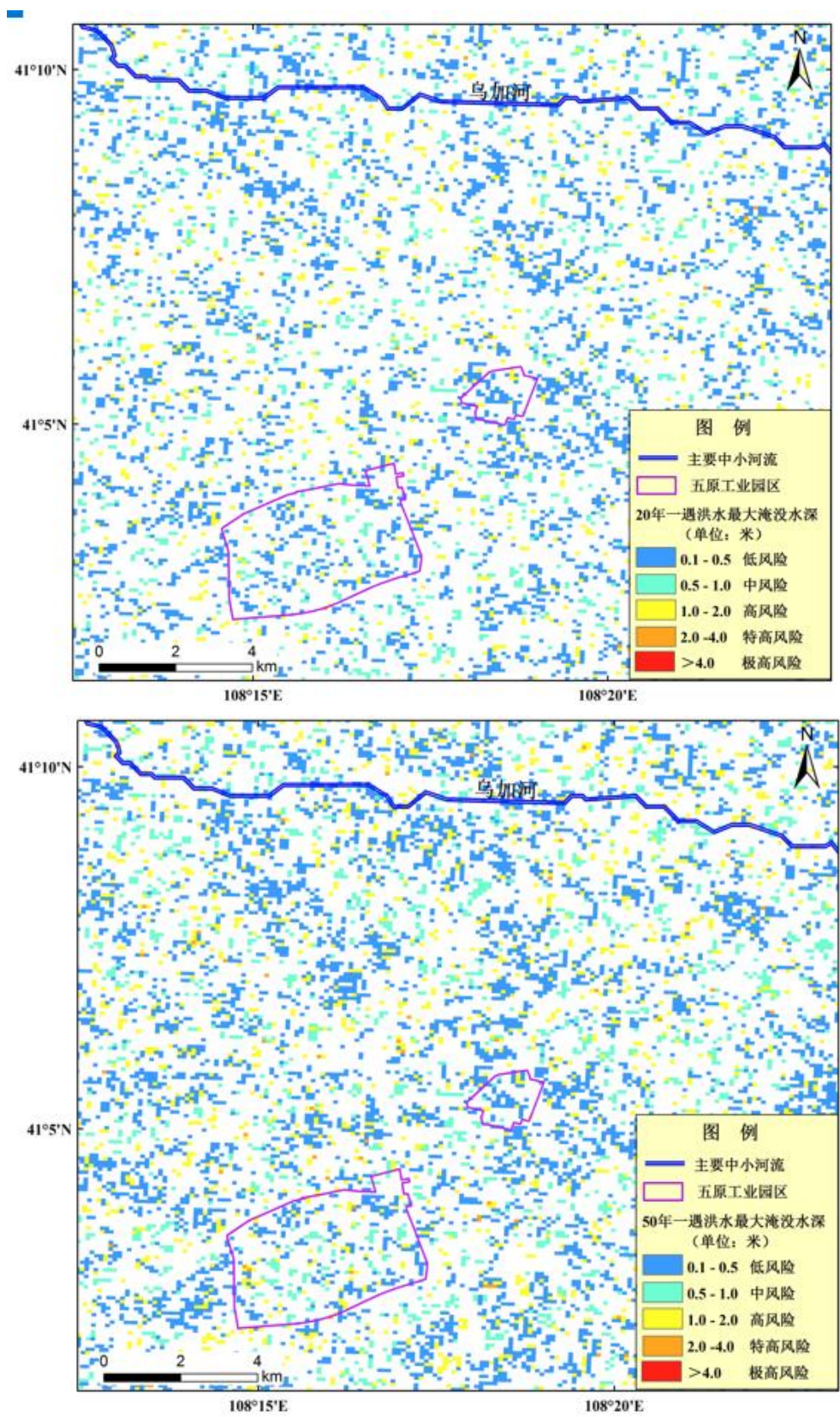
（6）绘制研究流域的暴雨洪涝灾害风险区划图谱

计算乌加河流域在不同重现期的最大洪水淹没深度，一般以洪水可能淹没承灾体的淹没深度将中小河流洪水淹没风险等级划分为低风险（0.1~0.5m）、中风险（0.5~1.0m）、高风险（1.0~2.0m）、特高风险（2.0~4.0m）和极高风险（>4.0m）5 个等级，绘制不同重现期（5 年、20 年、50 年和 100 年一遇）下乌加河流域暴雨洪涝淹没风险评估图。

5.1.3.2流域暴雨洪涝灾害风险评估

由于乌加河流域相对园区范围很大,图 5.1-8 为五原工业园周边地区 5 年、20 年、50 年和 100 年一遇洪水的最大淹没深度、淹没范围和淹没风险评估情况。由图可知,五原工业园在 T 年一遇的暴雨洪涝最大淹没深度特征基本一致,主要表现为园区大部分淹没区域的最大淹没深度集中在 0.1~0.5 米之间,属于低风险,但随着重现期增大,最大淹没深度和淹没范围都有所增加,尤其 100 年一遇下,工业园区主体部分的中部最大淹没深度可达 1.0~2.0 米之间,为高风险,而鸿鼎工贸园边缘区域的最大淹没深度集中在 0.5~1.0 米之间,为中风险。





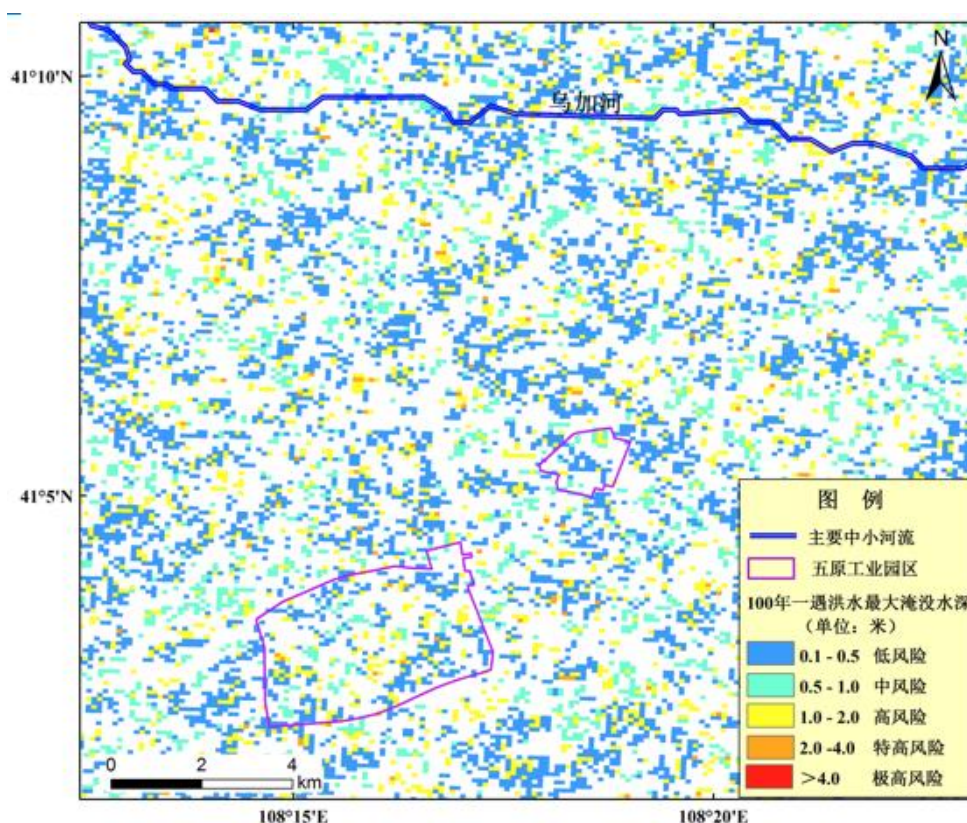


图 5.1-8 五原工业园周边地区 5 年、20 年、50 年和 100 年一遇暴雨洪涝灾害的最大淹没水深、淹没范围和淹没风险评估图

综上所述，五原工业园主要受乌加河以及黄河灌区的干渠及其支渠的影响，其中工业园区主体部分的局部地区淹没风险较大，风险等级最高可达高风险，而鸿鼎工贸园淹没风险相对较小，主要集中在园区边缘地区，风险等级最高为中风险。由于园区地处地势平坦的河套平原，重点防范大范围、长时间的持续降水及暴雨引起河渠水位暴涨，可能造成园区局地积水内涝。

5.1.4 暴雨洪涝灾害的防御建议

(1) 防排水系统建设要考虑到地貌、地质、生产工艺等因素，必须全面规划、科学设计、合理建设。在工业园的排水设计中参考本报告第七章给出的暴雨强度公式等相关参数，结合实际情况，适当提高排水防涝设计标准。

(2) 在每年汛期来临前，开展汛期安全专项安全检查和隐患排查工作，对工业园重点区域、防排水设施等重点环节的隐患排查治理，排水沟要采取定期

巡查和清淤工作，防止渗漏、倒灌或漫流。及时补充排水、发电、清障等必要的应急救援装备物资，遇有突发事件，要做到响应迅速、处置有力，最大限度减少事故伤亡。

(3) 每年汛期要主动与气象、防汛等部门联系，建立灾害性天气预警和预防机制。密切关注气象部门关于灾害性天气的预警预报信息和暴雨预警信号，掌握可能危及工业园安全生产的暴雨洪水灾害信息，尤其是强降雨的预计发生时间、持续时间、影响范围和强度等，一旦发现险情，及时启动相应的应急机制及预案，服从防汛指挥部门的统一安排，及时避难。

(4) 工业园区内部区域地势较低的企业厂房或住房要准备沙袋、挡水板等物品，或砌好防水门槛，设置挡水土坝，以防止洪水进屋。室外积水漫入室内时，应立即切断电源，防止积水带电伤人。

5.2 降雪和积雪

5.2.1 降雪

雪是大气中的水蒸汽直接凝华或水滴直接凝固而成。据地面气象观测规范规定，当雪（包括霰、米雪、冰粒）覆盖地面达到气象站四周能见面积一半以上称为积雪。降雪是我国北方冬半年常见的天气现象，一般说来，冬季降雪和积雪对农业生产是有利的，但是对交通的影响和危害也是明显的。

根据国家标准《降水量等级》（GB/T 28592-2012）的规定，降雪分为微量降雪（零星小雪）、小雪、中雪、大雪、暴雪、大暴雪、特大暴雪共 7 个等级。

1956~2020 年，五原气象站累年平均降雪日数为 12.1 天，年际变化在 3 天（2013 年）~28 天（1989 年）之间。

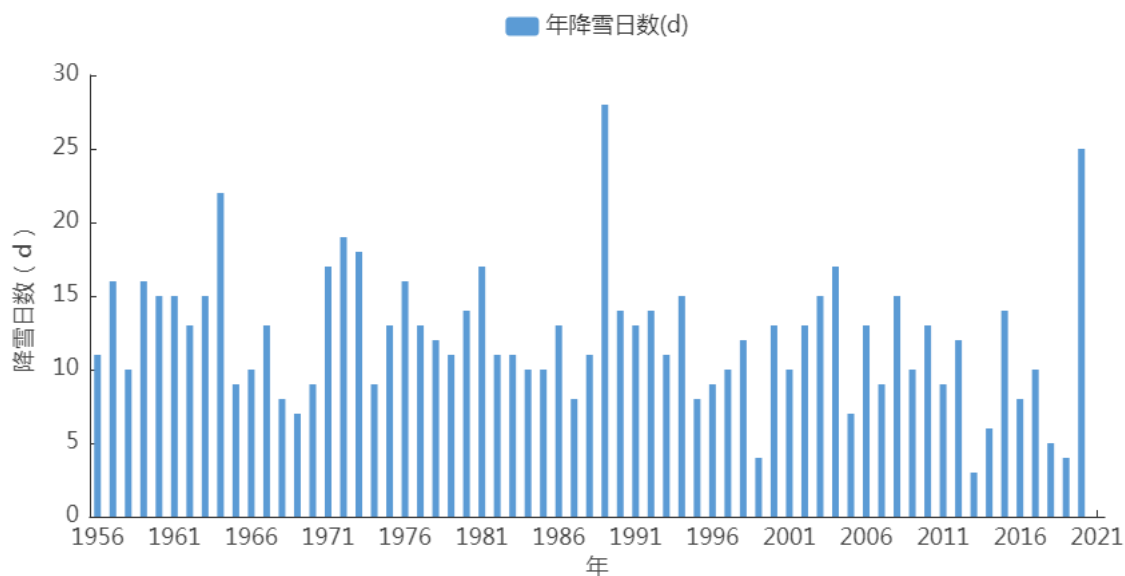


图 5.2-1 1956~2020 年五原站年降雪日数逐年变化 (单位: d)

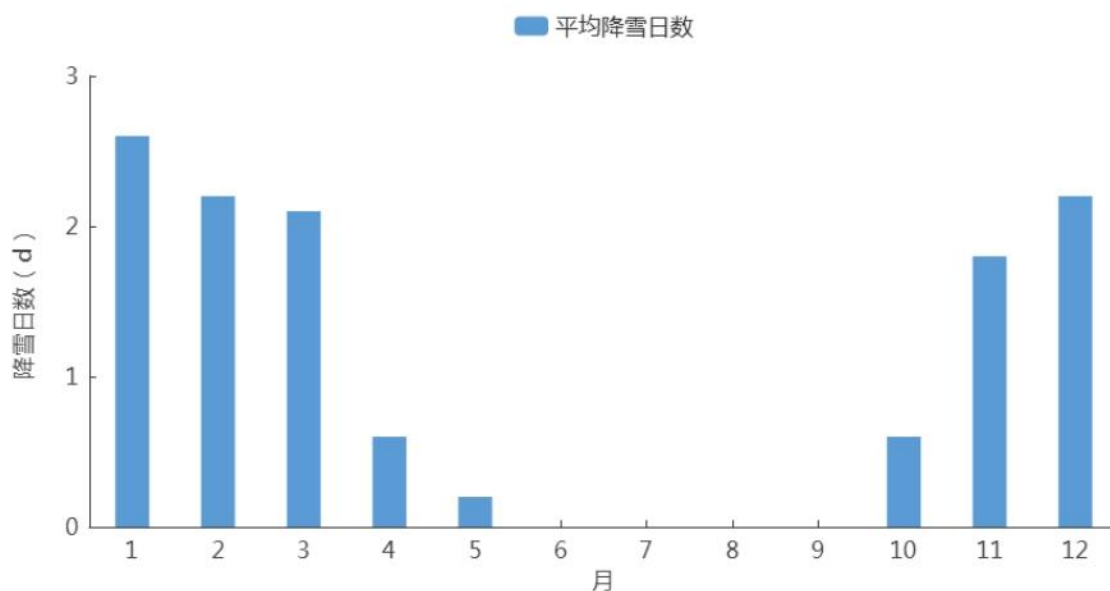


图 5.2-2 1956~2020 年五原站平均降雪日数逐月变化 (单位: d)

5.2.2 积雪

积雪深度是通过测量气象观测场上未融化的积雪得到的,是指从积雪面到地面的垂直深度,以 cm 为单位,是一个可以随着积雪的加深不断累积变化的数值。每次降雪由于含水量不同、温度条件不同,积雪深度也不相同。降雪量与积雪深度具有一定的对应关系,我国常年冬季积雪深度变化值和相应降雪量

的比值平均为 0.7cm/mm，也就是说，平均 1mm 的降雪量对应积雪深度增加 0.7cm。一般而言，在北方地区 1mm 降雪可形成的积雪深度有 0.8~1cm，在南方地区积雪深度有 0.6~0.8cm。

5.2.2.1 积雪日数

1956~2020 年五原气象站年平均积雪日数为 18.8 天，历年积雪日数在 0 天（2014 年）~64 天（1968 年）之间变化（图 5.2-3）。积雪一般发生在 10 月至次年 4 月，5~9 月无积雪现象。

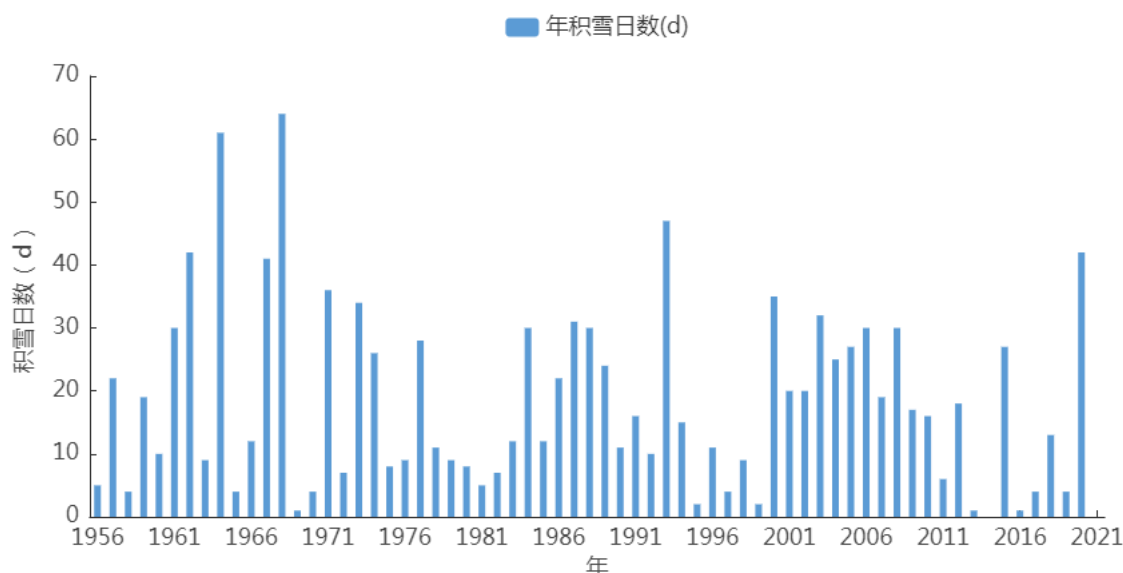


图 5.2-3 1956~2020 年五原气象站年积雪日数逐年变化（单位：d）

积雪日数是随降雪日数变化而变化的，对比降雪日数和积雪日数，降雪日数总体表现出缓慢下降趋势，积雪日数变化虽然波动明显，但趋势变化不明显。说明在全球变暖的趋势下，五原气象站冬季温度虽然升高，但平均温度仍较低，冬季降水减少的较为明显，然而降雪后雪水不易融化，形成积雪。降雪和积雪主要出现在 11 月~次年 3 月，分别占年降雪日数和积雪日数的 88%和 97%。

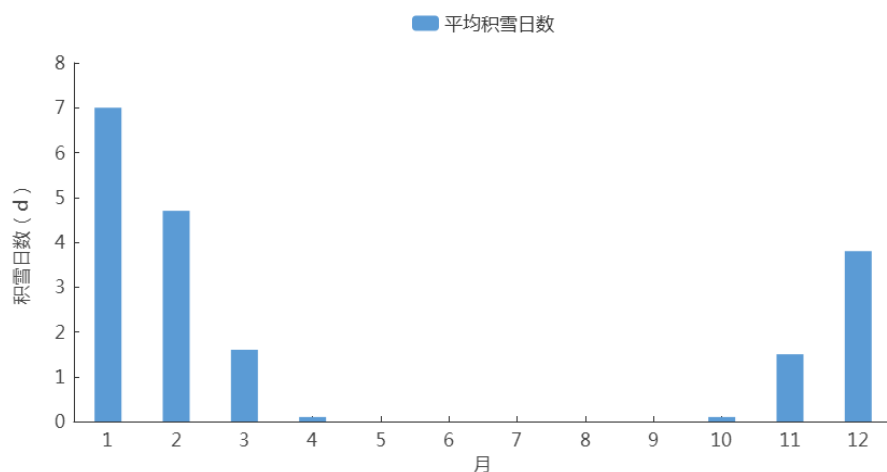


图 5.2-4 1956~2020 年五原气象站平均积雪日数逐月变化 (单位: d)

5.2.2.2最大积雪深度

建站至今 (1956~2020 年) 五原气象站最大积雪深度为 14cm, 出现在 1967 年 11 月 28 日; 有 6 年最大积雪深度不足 1cm。

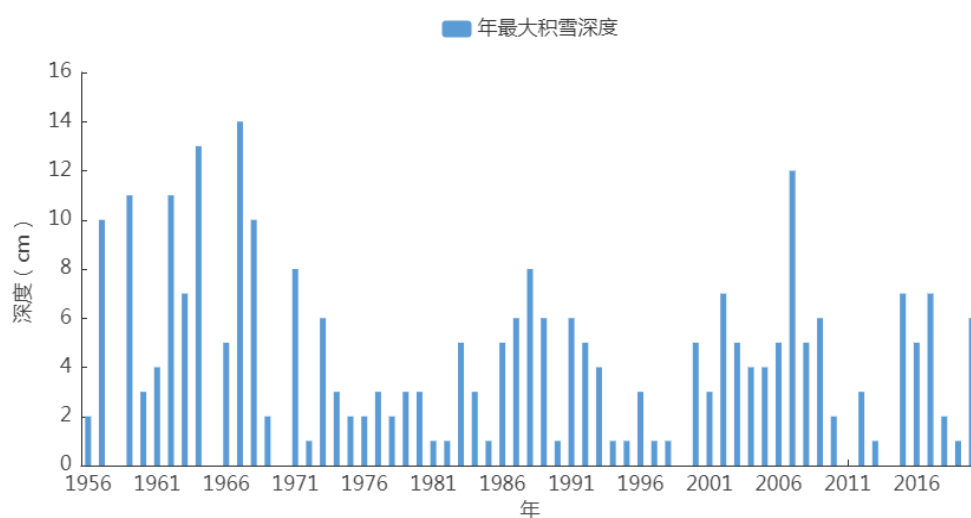


图 5.2-5 1956~2020 年五原气象站最大积雪深度年际变化 (单位: d)

5.2.3雪灾危险性空间分布特征

如图 5.2-6 所示, 五原雪灾致灾因子危险性等级大部分为低风险区, 致灾因子危险性高风险区主要分布在西南局部地区。工业园雪灾风险等级大部分为次低风险, 雪灾对工业园的影响相对较小。

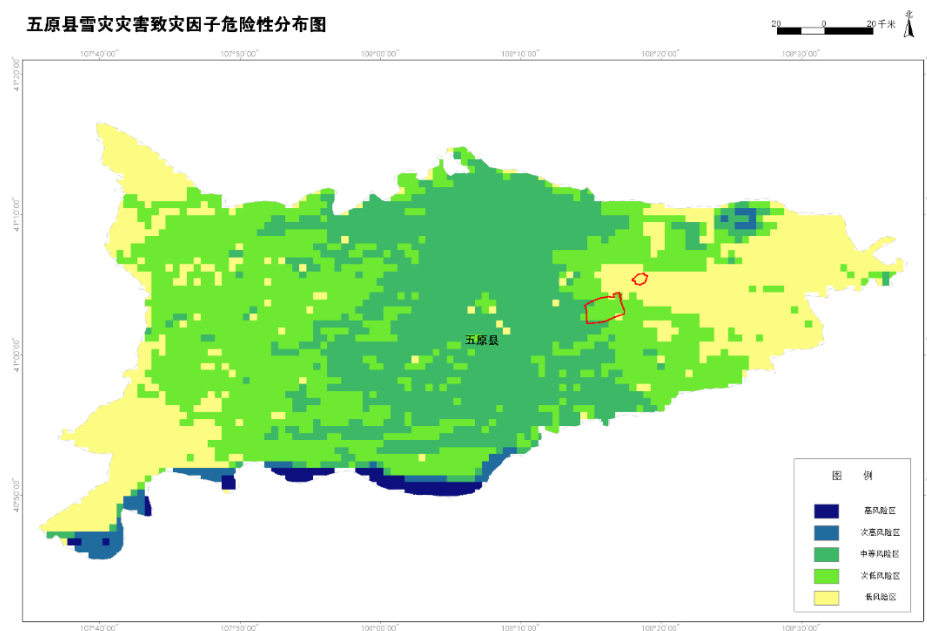


图 5.2-6 五原县暴雪灾害风险区划图

5.2.4降雪和积雪的影响及危害

冬季冰雪封盖路面，车轮易打滑、制动以及爬坡困难，风雪淹没路堑、阻塞道路，不利于运输和交通安全。五原县降雪日数多、积雪时间长，部分年份积雪深度较深，对园区的建设和开发有一定的影响和危害，容易造成建筑倒塌、影响生产、道路交通堵塞等影响。

5.2.5雪灾防御建议

(1) 积雪可能对简易工棚、彩钢房屋、树木等带来威胁，注意提前加固和及时除雪，加强安全风险管控和隐患排查整治，对容易受降雪、积雪影响的岗位和设施加强安全防护和巡查。

(2) 道路结冰对园区交通安全影响大，应及时铲除路面结冰，做好生产材料供应保障工作。

(3) 降雪和积雪可能对园区生产运输产生影响。一方面降雪造成积雪严重，影响园区内生产材料运输；另一方面降雪可能造成电线结冰，影响园区电力输

送，造成停电停产。冬季生产应该密切关注气象部门关于降雪的最新预报和暴雪、雪灾的预警信息，制定应急方案，加强应急人员培训，提高应对降雪和积雪带来的灾害的防御能力。

5.3 大风

5.3.1 大风的气候特征

所谓大风是指瞬时风速达到或超过 17.2m/s（目测风力达到或超过 8 级）的风。

1956~2020 年五原气象站年平均大风日数为 16.3 天，历年大风日数在 0 天~60 天（1966 年）之间变化，其中有 3 年未出现大风天气。

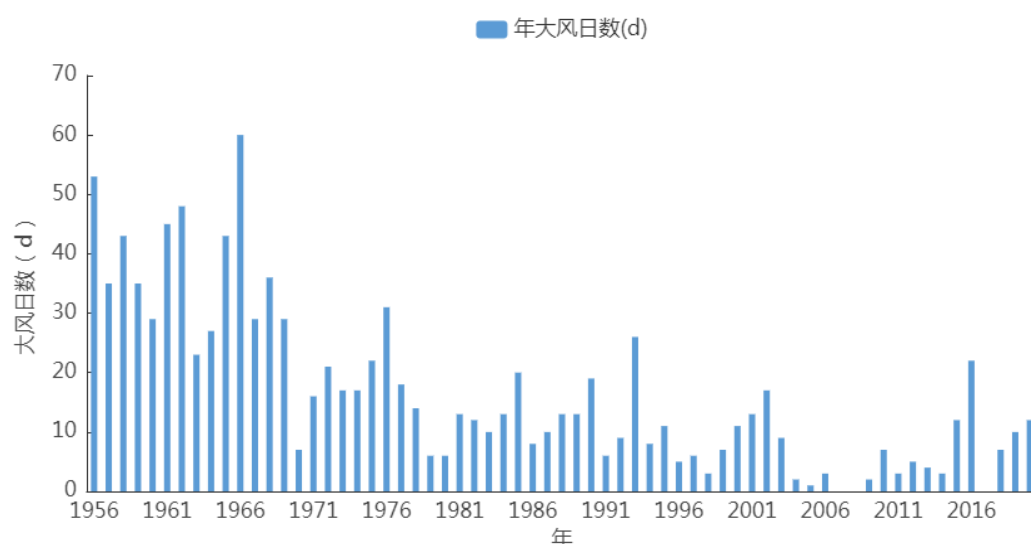


图 5.3-1 1956~2020 年五原年大风日数逐年变化图（单位：d）

从大风日数的逐月分布来看，全年各月均有发生大风的气象记录，3~6 月相对较多，其中 5 月最多，月平均大风日数为 3.8 天；其余月份发生大风日数较少，大多平均不足 1 天。以上表明，五原气象站的大风天气具有明显的季节性特征，主要表现为春季到夏初大风较多，其他季节相对较少。

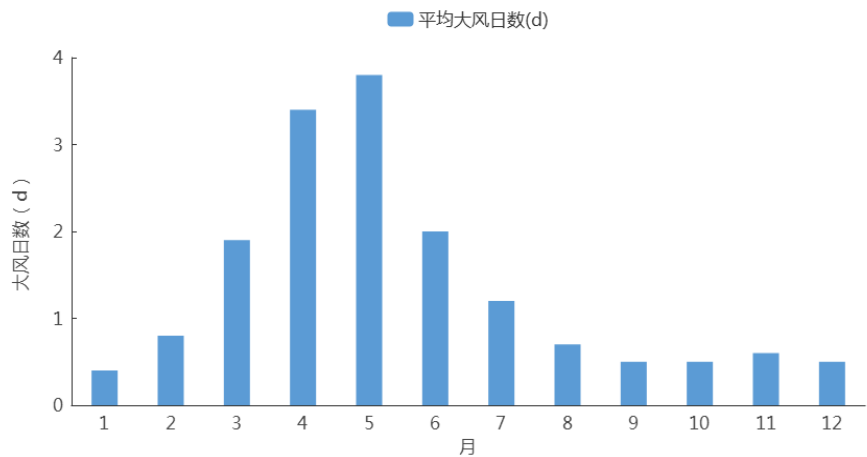


图 5.3-2 1956~2020 年五原站平均大风日数逐月变化图（单位：d）

5.3.2大风危险性空间分布特征

如图 5.3-3 所示，五原大风致灾因子危险性等级呈西北高东南低的分布特点，五原工业园大风致灾因子危险性等级为次低风险，大风灾害对园区的影响相对较小。

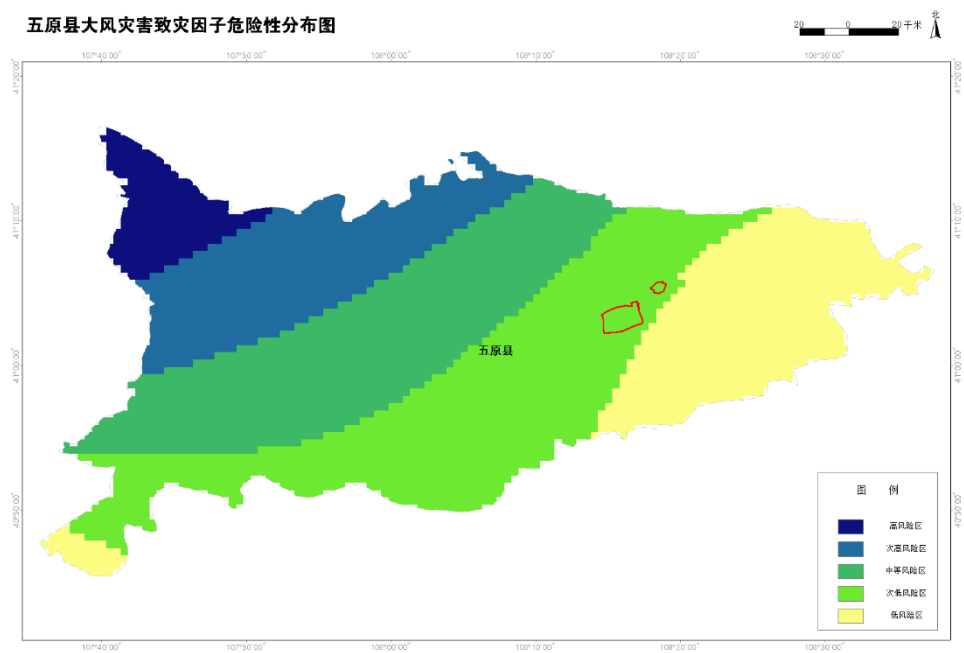


图 5.3-3 五原县大风致灾因子危险性区划图

5.3.3大风的影响及危害

大风对工业园内企业等都有一定程度的影响，根据企业的不同阶段，具体

的影响有以下几个方面：

在建设阶段，大风可使园区内搭建的临时工棚、围墙、建筑施工中的吊机、电梯、脚手架等受损或倒塌，造成财产损失和人员伤亡；大风会增加建筑高空作业的风险性，当风力过大时需停止高空作业，因而造成工程停工或延期；当在室外堆积建筑材料时，大风还会吹散砂石等引起粉尘污染。

在园区企业运营阶段，主要有以下影响：

（1）对园区供电线路的影响：大风可能刮断线路甚至吹翻线路铁塔；吹进控制室、保护柜等造成杂物短路，引起保护误动；大风可能吹起供配电系统的线路之间发生碰撞容易形成短路，或者吹起其它金属导体搭接在线路之间容易形成短路；大风引起导线的摆动，引起放电，造成弧光接地或短路；大风引起外部输电线路倒杆，造成短路、接地、开关误跳等，引发停电事故，导致园区内企业停产，造成经济损失。

（2）对生产生活的影响：建筑物、路灯、路牌、广告牌、绿化植物等在大风中易被刮倒或刮断，造成经济损失和人员伤害；在建筑密集区，风速通道较小，当风进入夹在成排高层建筑之间的区域时，产生狭管效应，使局地风速增大，严重时甚至导致车辆失控，影响交通物流运输。

（3）对大气环境的影响：大风可刮起地面沙尘，使空气质量恶化。

5.3.4 大风灾害防御建议

（1）在园区项目设计阶段，建议充分考虑园区所在区域的大风灾害，保守考虑抗风设计标准，按照本报告第 7 章给出的 10m 高度设计风速和风荷载参数进行设计规划，适当提高园区内各类建筑、设施的防风抗风能力标准，加强大风灾害防御能力，尽可能降低大风引发灾害的风险。

(2) 在园区内项目的建设阶段，塔吊、高大模板、施工升降机等危险源需加固和重点防范，严格落实安管人员定时检查巡查制度；密切关注气象部门发布的大风预警，提前做好防范措施；发生大风天气时，遮盖建筑物资，不得进行露天攀登与悬空高处作业，不得进行塔吊顶升、安装、拆卸作业，作业时如突然遇到风力加大，必须立即停止作业；在建设高层建筑阶段，为减小狭管效应带来的影响，应做好抗风安全措施，以防人员伤亡。

(3) 大风来临时，停止进行园区内的露天活动，园区工作人员要尽量减少外出，必须外出时不要在悬挂的广告牌、临时搭建筑物下面逗留、避风。园区内的交通运输车辆如果正在行驶中，应及时驶入隐蔽处。

(4) 园区所在区域气候干燥，尤其在春秋两季要加强防火措施，大风天气时要严谨露天动火，及时清理易燃物品，以防引发火灾。同时也要注意防范大风刮断电线等引发火灾。

(5) 建立各级防风责任制，加强对园区域内建筑物和设施的防风安全隐患排查，及时对易被风吹动的各类设施、搭建物等进行加固或者拆除。在大风过后，应该检查支架、脚手架、起重设备、临时用电工程和临时房屋等设施的基础，及时设置警戒隔离措施，避免高处坠物伤人。

5.4 雷电

通常所指的“雷暴”是伴有雷击和闪电的局地对流性天气，而“雷电”则是发生在“雷暴”过程中的一种天气现象。雷暴的持续时间一般较短，单个雷暴的生命史一般不超过 2 小时。强烈雷暴的发生，常伴随大风、大雨或冰雹等强对流天气出现。据相关数据记载，全世界每年因雷击造成的经济损失达 10 亿美元以上，人员伤亡也相当严重，我国平均每年因雷击伤亡人数达 3000 人左右。在

降水集中期雷电活跃，常给建筑物、供电设施、电子电器设施及人畜的生命安全造成极大的危害。

雷电灾害对园区企业有直接影响，本节主要分析雷暴的时间分布特征，详细的雷击风险评估将在第七章作专项评估。

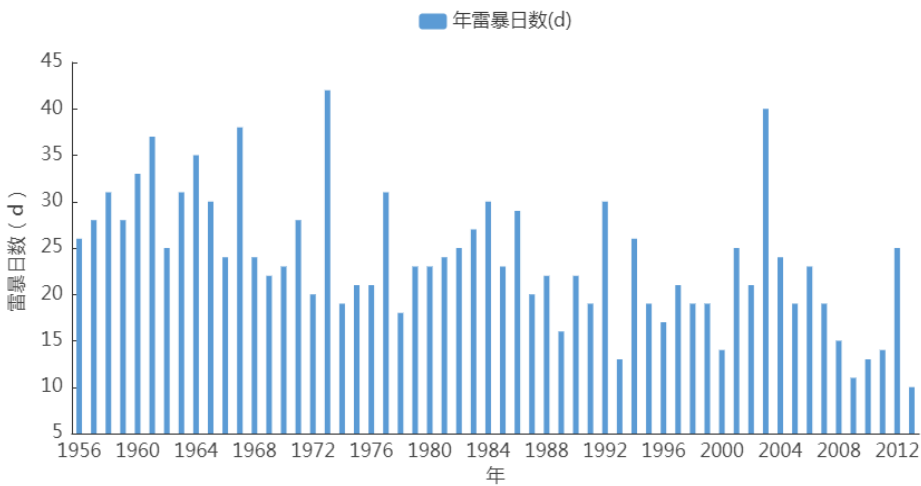


图 5.4-1 1956~2013 年五原站雷暴日数逐年变化图（单位：d）

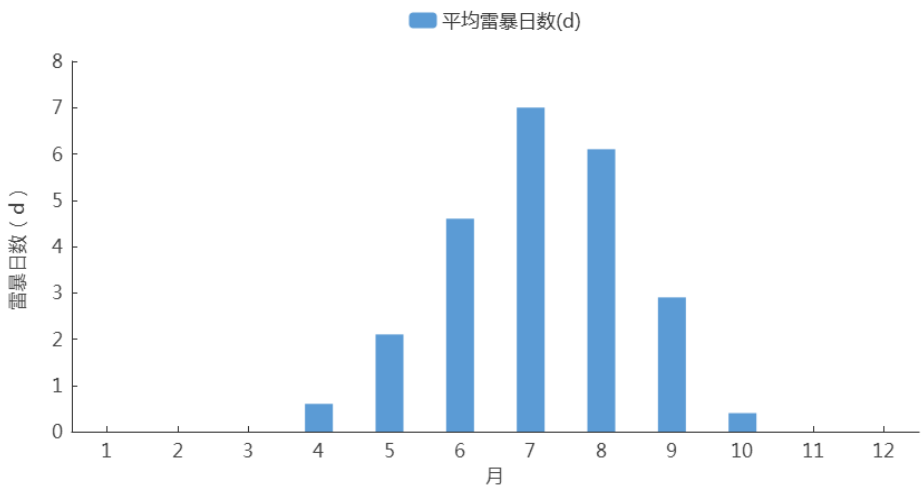


图 5.4-2 1956~2013 年五原站平均雷暴日数逐月变化图

根据五原气象站 1956~2013 年的地面观测资料(2013 年后没有观测记录)，累年平均雷暴日数为 23.7 天，年雷暴日数在 10 天（2013 年）~42 天（1973 年）之间变化，年日数变化呈减少趋势。7 月雷暴日数最多，为 7 天，1 月、2 月、

3 月、11 月、12 月没有雷暴发生，主要发生在 5~9 月，占全年雷暴发生日数的 95.78%，7 月是高发时段，占全年雷暴发生的 29.54%。

5.5 高温

5.5.1 高温的气候特征

根据《内蒙古地区极端高温、低温和降雨标准》(DB15/T 933—2015)，日最高气温大于或等于 35℃ 定义为“高温日”。

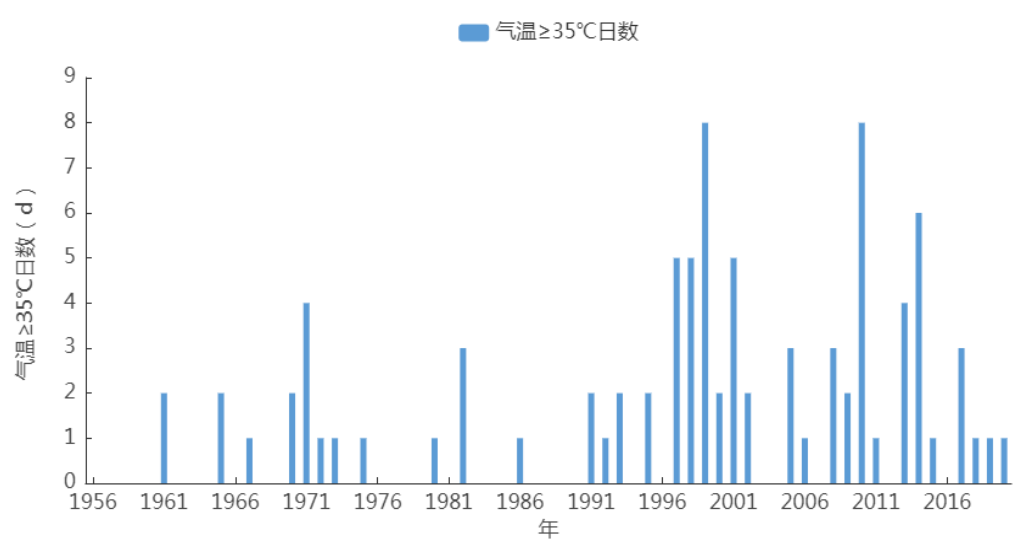


图 5.5-1 1956~2020 年五原站气温≥35℃ 日数逐年变化图（单位：d）

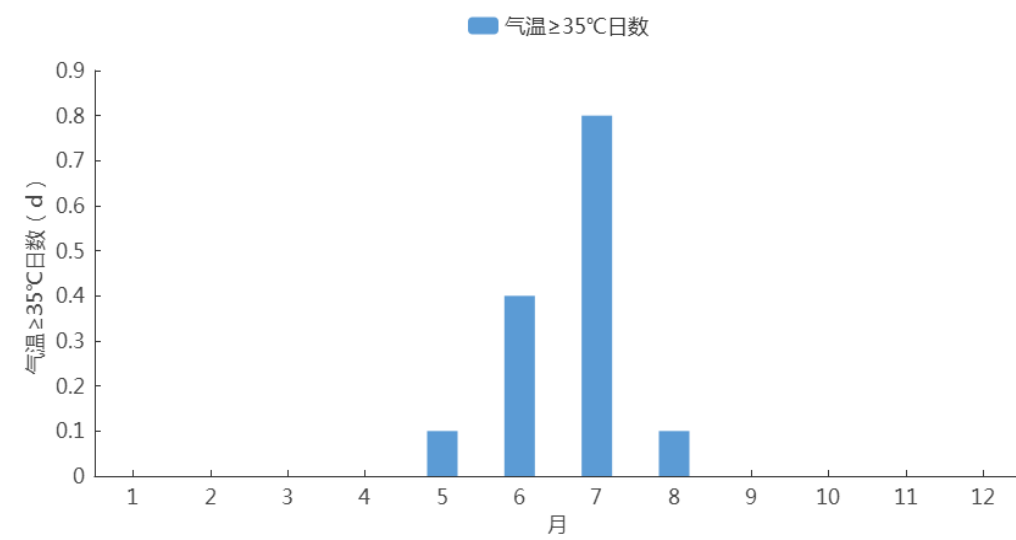


图 5.5-2 1956~2020 年五原站气温≥35℃ 日数逐月变化（单位：d）

五原气象站年高温日数的平均日数为 1.4 天，1999 年、2010 年高温日数最

多，为 8 天，高温日数呈增加趋势；高温天气主要发生在 6、7 月，平均高温日数分别为 0.4 天、0.8 天。

5.5.2 极端高温危险性空间分布特征

如图 5.5-3 所示，五原高温致灾因子危险性等级呈东北向西南逐渐降低趋势。五原工业园高温危险性等级为高风险和次高风险，应引起足够重视。

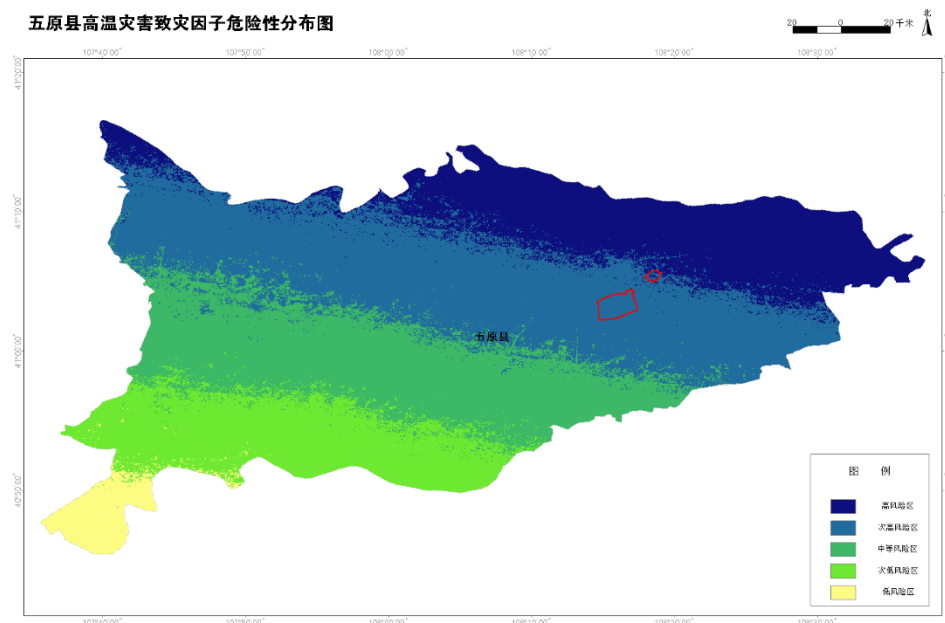


图 5.5-3 五原县高温灾害危险性分布

5.5.3 高温灾害的影响及危害

极端高温、连续高温或闷热达到一定程度，会给园区内员工生活和园区内的工农业生产带来严重影响，最显著的是用电、用水需求急剧增加，造成水电供应紧张，事故频发。高温闷热天气下人们大量使用制冷设备和用水量剧增，常导致超负荷用水用电，致使局部停电、停水的事故频发，一些老化电器还易引起火灾，危害人体健康，严重时甚至危及生命。此外，高温对交通和建筑施工也会产生不同程度的影响，容易造成路面沥青熔化，行车容易打滑发生交通事故。高温易造成园区内加工食物、农畜产品等的霉变，人体寄生虫病多发。在高温缺水的情况下，园区内水体不能及时更新，蓝藻、绿藻等高温藻类容易

形成大爆发，导致水体的严重污染。

5.5.4 高温灾害的防御建议

(1) 园区内部供电、供水、供气等部门要切实落实安全运行措施，加强运行管理和安全巡查，严防事故发生，保障好水电气供应。要加强应急值守和抢险力量准备，确保一旦发现问题或接到紧急情况报告，能迅速组织排查处理和抢修，保障高温天气下园区内生产生活需要。

(2) 加强园区内防暑降温工作，确保高温气候下正常生产运行安全。调整作息时间，制定周密计划，进行错峰生产安排；加大生产安全教育和医疗保健投入，设立医疗站，随时提供简单检查服务；加大防暑降温物资投入，作好后勤服务。

5.6 冰雹

5.6.1 冰雹的气候特征

五原气象站（1956~2020 年）冰雹的年平均日数为 1.0 天，有 41 年发生了冰雹天气；冰雹天气主要发生在 4~9 月。

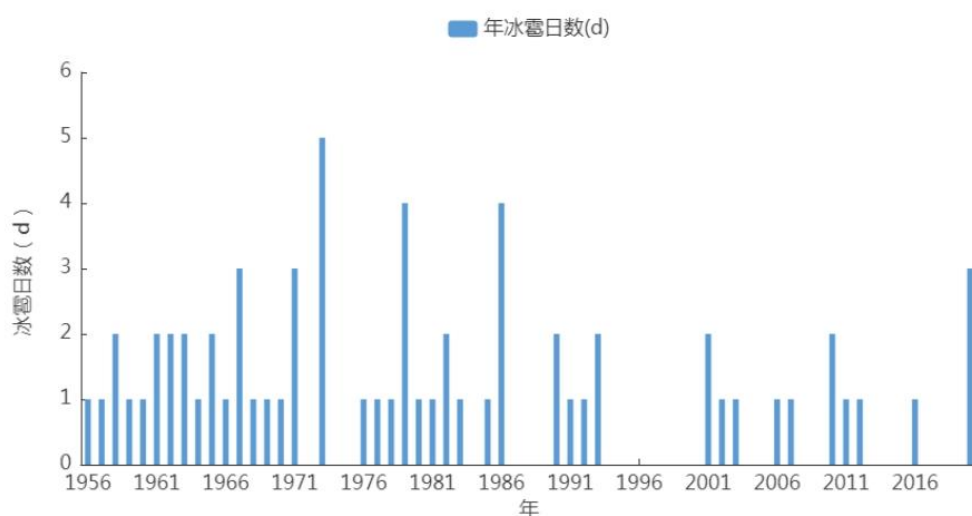


图 5.6-1 1956~2020 年五原站年冰雹日数逐年变化图（单位：d）

根据五原气象站建站以来（1956~2020 年）冰雹日数资料统计分析（见图

5.6-2)，可知冰雹主要出现在春夏季（4~9月），占年冰雹日数 100%，其中 5、6、7、9 月份是一年中出现冰雹的高峰期，月平均冰雹日数均为 0.2 天，10 月到次年 3 月均没有冰雹发生。

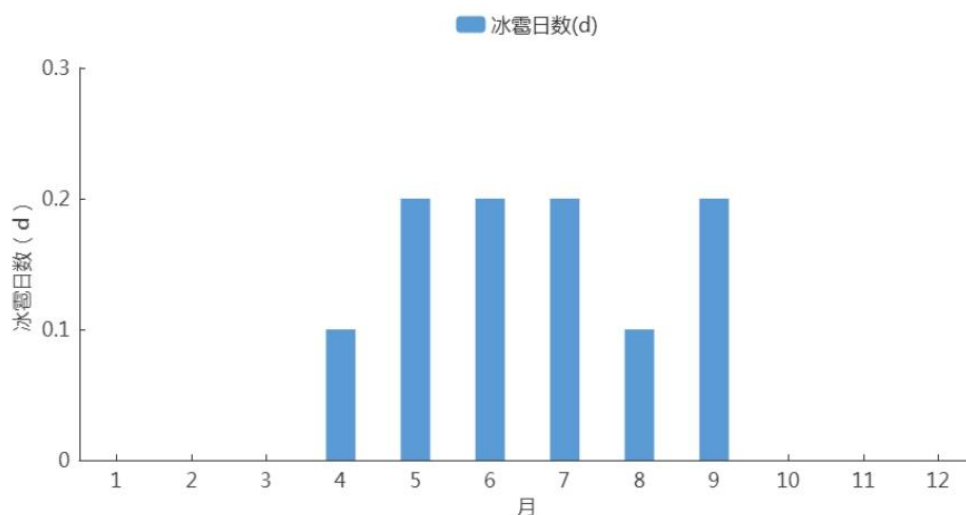


图 5.6-2 1956~2020 年五原站平均冰雹日数逐月变化图（单位：d）

5.6.2 冰雹危险性空间分布特征

如图 5.6-3 所示，五原县冰雹致灾因子危险性等级呈现散点状分布，东南部危险性等级较高，西北部大部分地区为中低风险等级。五原工业园冰雹危险性等级为中等至高风险，应当做好冰雹灾害防御措施。

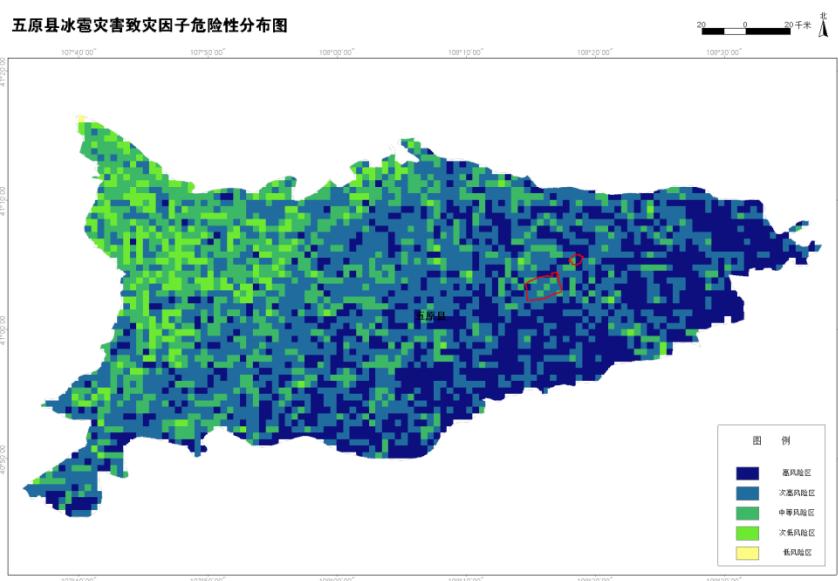


图 5.6-3 五原县冰雹致灾因子危险性区划图

5.6.3冰雹灾害的影响及危害

冰雹灾害是由强对流天气系统引起的一种剧烈的气象灾害，它出现的范围虽然较小，时间也比较短促，但来势猛、强度大，并常常伴随着狂风、强降水、剧烈的降温和强雷电现象等阵发性灾害性天气过程。

每年的夏季是降雹盛期，也是发生冰雹灾害次数较多的时期，冰雹每年都给农业、通讯、建筑等行业以及人民生命财产带来巨大损失。雹灾较严重时，也会影响园区建筑物和人员安全。

对园区内制造装备产业可能的影响：影响露天料场的正常生产加工，影响原材料的储存和运输，如原材料储存库房密封性不好或者耐击打力较弱，可能会造成有毒气体或废料泄露；

对园区内农畜产品加工产业可能的影响：冰雹天气出现时，冰雹灾害往往伴随大风，来势猛、强度大，其有效防御时间少，且多出现在当地农作物、经济作物的生长发育期，一旦成灾，对农产品加工企业所需原材料的产量和品质有着严重影响，进而影响产品品质，降低商品价格。

对园区内的电力设施等可能的影响：严重的冰雹天气，会对室外电力设施造成危害，从而可能导致电力中断，进而导致企业停产造成损失；

对园区内建筑、植被可能的影响：冰雹容易破坏建筑外观易损坏结构，破坏室外美化绿植，影响美观。

5.6.4冰雹灾害的防御措施

(1) 从防灾减灾需要出发，需建立多部门合作的气象灾害资料高度共享的灾情收集系统，做好冰雹天气的防御工作。针对极端气候、恶劣天气和突发险情，制定冰雹等强对流天气应急预案，增强安全意识，降低因冰雹灾害造成的

财产损失和人员伤亡。

(2) 加强应急队伍建设,做好应急人员、物资和设备管理,开展预案演练,确保事故灾害发生后,能够第一时间启动预案,开展抢险救援工作,最大限度减少人员伤亡和财产损失。

(3) 做好应对冰雹灾害对园区内建筑以及工程设施的防御措施,基础设施建设时需要做好应对冰雹灾害的研发设计,进一步推进防灾减灾体系基础设施建设,加快构建适度超前、功能配套、高效便捷的现代化设施管理体系,实现基础设施建设从“有效缓解”转向“基本适应”。

(4) 冰雹天气可能对园区企业仓储设施造成破坏,因此屋顶以混凝土结构最佳,钢结构厂房需进行载荷计算,应考虑施工机具重量、维护设备重量、运维人员体重及冰雹击打的载荷,载荷不够的屋顶需进行加固。

(5) 气象部门积极开展防雷作业,减少冰雹灾害对当地农作物产量和品质的影响。

(6) 建立户外作业突发事件应急避灾设施,发生突发性灾害性天气时,为园区内户外作业人员提供避灾场所或者防护护具,并为可能受冰雹灾害影响的室外作业设备和作业人员购买保险。

(7) 根据当地气象部门发布的冰雹预警信息,园区相关企业及时对易损坏外部设施和线路进行保护,并叫停其他作业设施,或者提前在易损坏或者暴露在室外的设施安装保护装置,避免冰雹灾害造成管道或者线路中断或仪器故障。

(8) 定期开展突发灾害性天气应急演练,提高应对突发事件的能力,进一步推进园区气象防灾减灾建设,尽最大可能降低因冰雹灾害性天气造成的园区人员生命财产损失。

5.7 沙尘天气

沙尘天气是一种风与沙相互作用的灾害性天气现象。沙尘往往伴随着大风天气，沙尘天气的形成须具备三个条件，即丰富的沙尘源、大风、不稳定的大气状态。

5.7.1 浮尘

尘土、细沙均匀浮游在空中，使水平能见度小于 10 公里的现象。浮尘多为远处尘沙经上层气流传播而来。

根据五原站浮尘日数月际变化来看，全年平均浮尘日数为 20.0 天，其中春季发生日数最多，累年平均日数为 9.2 天，占全年的 46.3%。

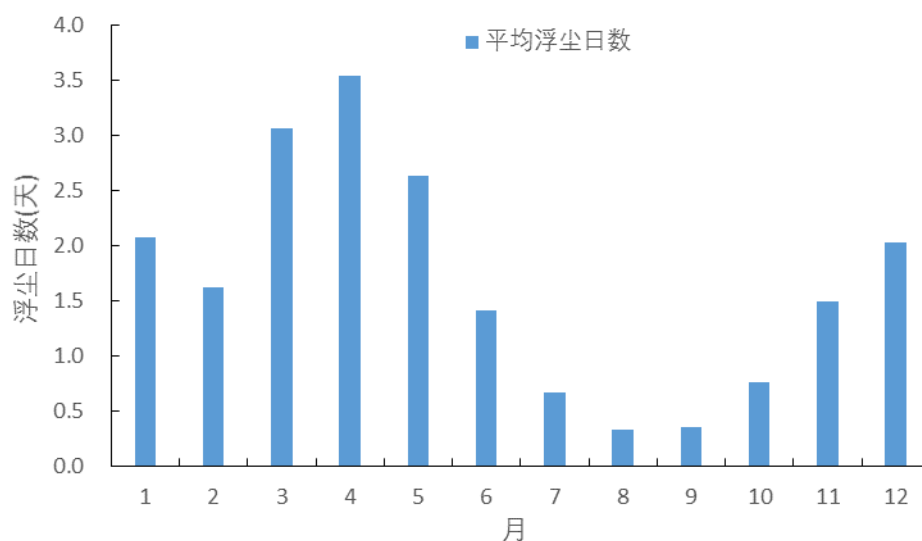


图 5.7-1 1956~2020 年五原站平均浮尘日数逐月变化（单位：d）

5.7.2 扬沙

扬沙是由于本地或附近尘沙被风吹起而造成的。能见度明显下降，出现时天空混浊，一片黄色。北方都是在春季容易出现。扬沙天气时风较大，影响的能见度在 1 公里到 10 公里之间。

根据五原气象站扬沙日数月际变化来看，全年平均扬沙日数为 25.3 天，其

中春季发生日数最多，累年平均日数为 13.6 天，占全年的 53.8%。

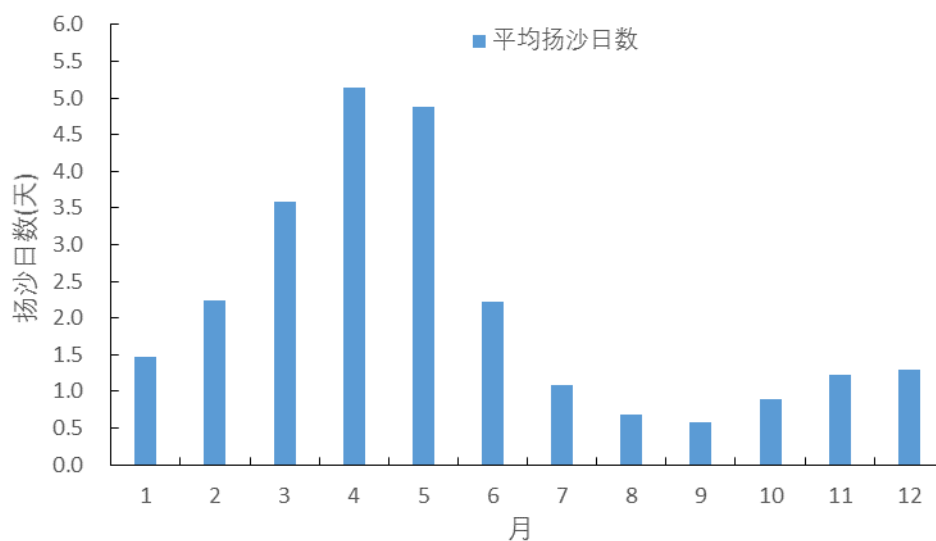


图 5.7-2 1956~2020 年五原站平均扬沙日数逐月变化（单位：d）

5.7.3 沙尘暴

沙尘暴指大风扬起地面的沙尘，使空气浑浊，水平能见度小于 1 公里的天气现象。

1956~2020 年五原气象站沙尘暴日数年际变化呈明显下降趋势，累年平均沙尘暴日数为 3.8 天，1958 年沙尘暴日数最多，为 35 天。

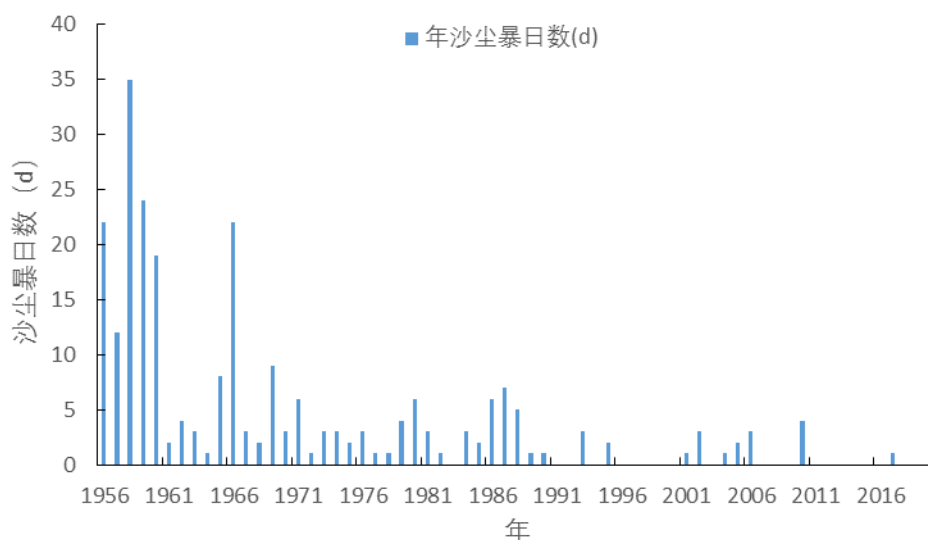


图 5.7-3 1956~2020 年五原站年沙尘暴日数逐年变化图（单位：d）

从五原气象站沙尘暴日数年变化来看，沙尘暴主要发生在春季(3~5月)，发生次数占年平均的62.7%，其中4月的发生日数最多，占年总日数的26.1%。7~11月出现沙尘暴的次数相对较少，累年平均日数不足0.2天。

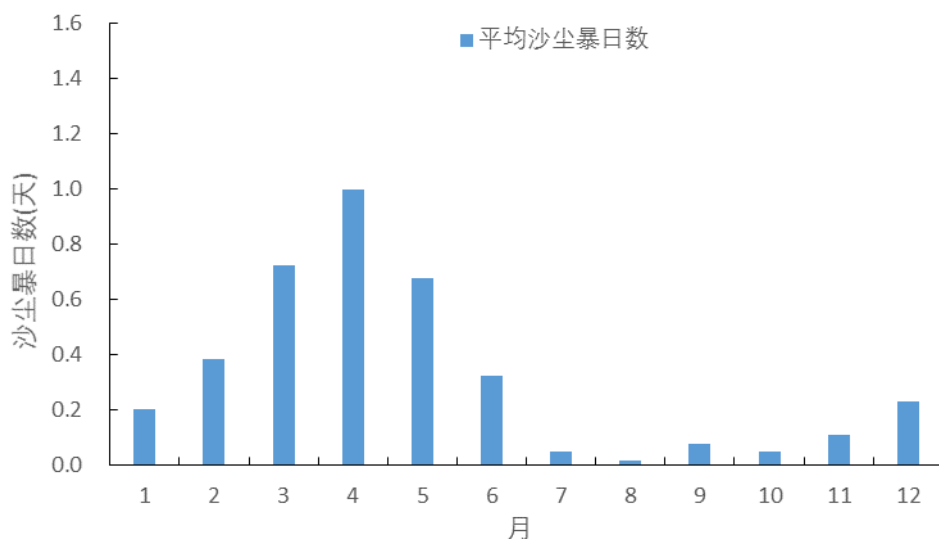


图 5.7-4 1956~2020 年五原站平均沙尘暴日数逐月变化 (单位: d)

5.7.4 沙尘暴天气危险性空间分布特征

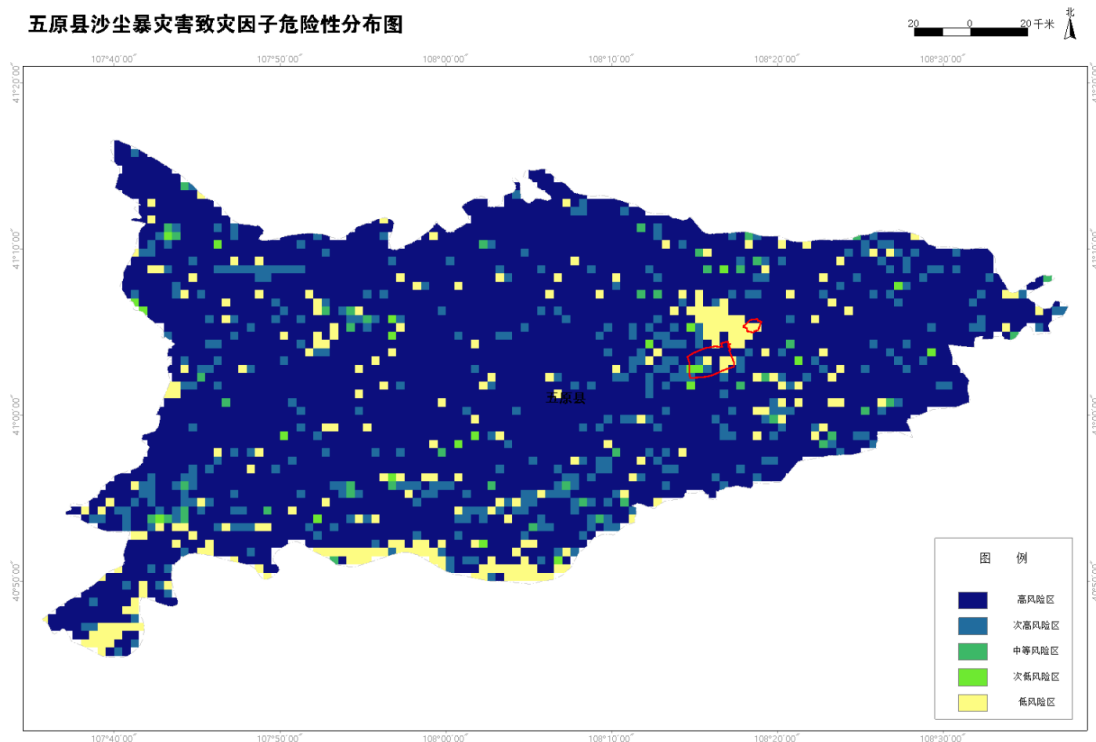


图 5.7-5 1956~2020 年五原县沙尘暴致灾因子危险性分布图

如图 5.8-5 所示，五原县沙尘暴致灾因子危险性等级较高，大部分地区为沙尘暴灾害高风险区。五原工业园所在区域沙尘暴致灾因子危险性等级为次低至高风险，发生沙尘暴灾害的可能性相对较大。

5.7.5 沙尘的影响及危害

出现沙尘天气时，特别是在大风天气条件下，裸露土地的泥沙等被大风卷起形成沙尘暴甚至强沙尘暴时，易造成人畜死亡、建筑物倒塌、农业减产、交通受阻；同时，空气质量明显下降，严重影响正常的生产生活。

沙尘天气对园区的危害有以下几方面：

（1）对交通的影响：弥漫的黄沙降低通往园区的各个道路交通的能见度，常有流沙掩埋公路、铁路，使汽车、火车停运或脱轨，航班延误，严重影响各类原材料和能源的运输。

（2）食品加工业的影响：沙尘天气可造成水源的污染，沙尘随风漂浮一定时间后就会降落，因为沙尘中含有一些有害物质，落到水中破坏水质，导致整个园区用水安全受到影响，尤其对水质要求较高的食品加工产业影响较大。沙尘天气易污染食品加工车间环境，给食品卫生带来隐患。

（3）对装备制造业的影响：弥漫的沙尘对制造产业精密设备仪器一定程度的磨损和破坏作用，影响设备安全、产品质量及生产效率。

（4）环境污染：沙尘天气使空气质量下降，影响人们健康及生产生活的环境。当人暴露于沙尘天气中时，含有各种有毒化学物质、病菌、煤尘等的尘土科透过层层防护进入到口、鼻、眼、耳中，如若得不到及时清理将对这些器官造成损害或病菌以这些器官为侵入点，引发各种疾病。沙尘天气可造成水源的污染，影响整个园区各类用水。

(5) 对园区用电的影响：发生大风沙尘天气时，大风中裹挟的沙砾在前进中受到阻碍不断堆积后，会造成户外输电线路、露天设备等被压埋，影响设备使用功效，其强风可以导致大树被连根拔起、房屋、墙壁、轻质彩钢板等被风吹飞触碰电杆或使户外变压器受到强风拉扯变形等严重危害。

5.7.6 沙尘防御建议

(1) 根据园区当地气候特点，掌握风沙运动规律和工程建设条件，对园区进行合理规划设计，园区在规划建设过程中首先要做好园区内的绿化，保护园区内的天然植被，园区周边一定范围内的植被也需要做好防护，增加地表植被覆盖，防止水土流失及沙化，精密仪器生产车间需要加强密封设施。

(2) 园区内需要防尘的区域，可采取通风防尘、湿式作业、喷雾洒水等方式做好防尘工作，以保证作业安全。尤其园区内还有建材加工（水泥、混凝土等）业，生产过程中产生的粉尘进入沙尘中加重污染，因此尽可能采取半封闭罩、隔离室等设备来隔绝沙尘，从而保证精密仪器生产和使用。

(3) 出现沙尘天气时，出门要做好防护措施，如：佩戴口罩、防风眼镜、帽子与丝巾等，避免身体部位暴露在沙尘之中。此外，各类房间、工作室也要及时清理灰尘，以免室内尘土飞扬，吸入呼吸道。

(4) 加强园区生态环境的保护，减轻人为因素对环境的破坏，如：污水排放，植被破坏等，保护和恢复林草植被，防止土地进一步沙化；加强沙尘暴的发生、危害与人类活动的关系的科普宣传，使园区工作人员认识到环境破坏的危害，自觉的保护生存环境。

(5) 虽然沙尘天气少，但也同样需要关注天气预报，特别是在春季要及时获得沙尘天气的预报或警报信息，及时对各类露天设备进行维护，同时对沙尘

引发的低能见度天气进行交通管制。

5.8 低温

5.8.1 低温的气候特征

根据《内蒙古地区极端高温、低温和降雨标准》(DB15/T 933—2015), 日最低气温 $\leq -25^{\circ}\text{C}$ 定义为“低温日”。

五原气象站年低温日数的平均日数为 3.5 天, 年际变化在 0 天((1965 年、1974 年~1976 年、1978 年、1979 年、1981 年~1999 年、2001 年、2004 年~2007 年、2009 年~2015 年、2017 年)~48 天(1968 年)之间, 低温日数呈减少趋势。低温天气主要发生在 12、1、2 月, 分别为 0.8 天、1.8 天、0.9 天。

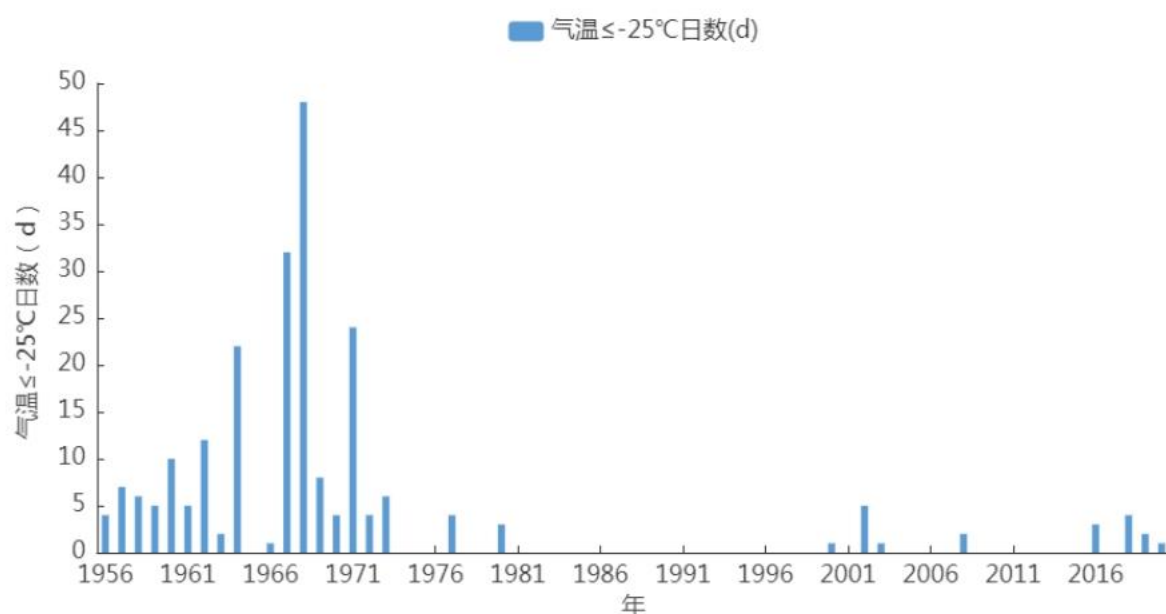


图 5.8-1 1956~2020 年五原站气温 $\leq -25^{\circ}\text{C}$ 日数逐年变化 (单位: d)

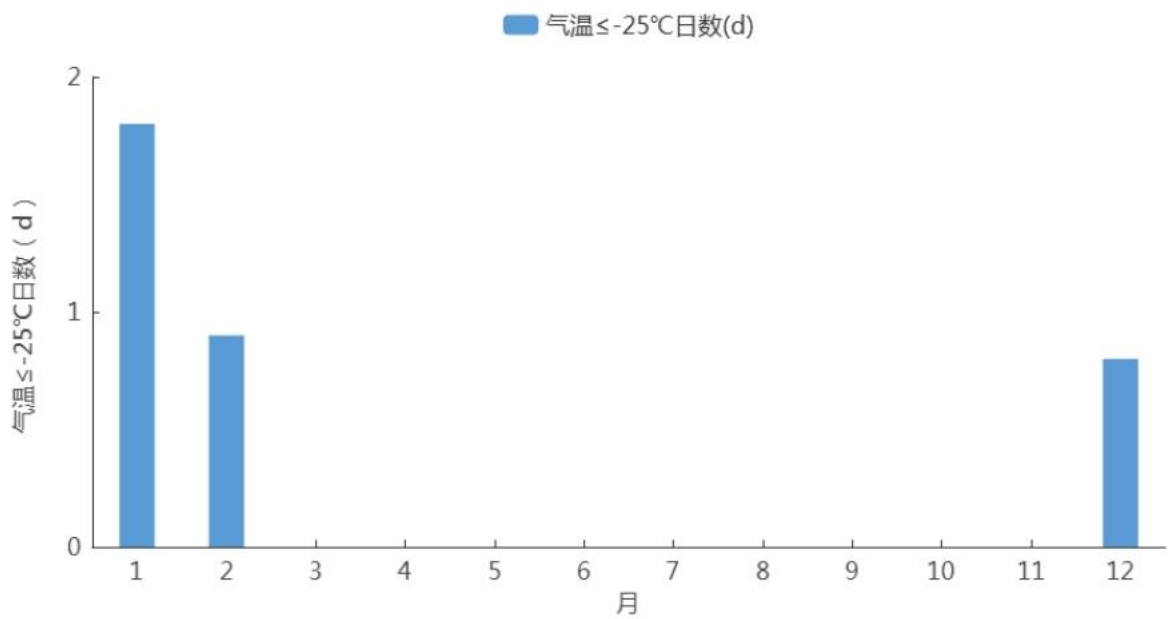


图 5.8-2 1956～2020 年五原站气温≤-25℃ 日数逐月变化（单位：d）

5.8.2 极端低温危险性空间分布特征

如图 5.8-3 所示，五原县低温致灾因子危险性等级为低风险，因此低温对园区建设和运营的影响相对较小。

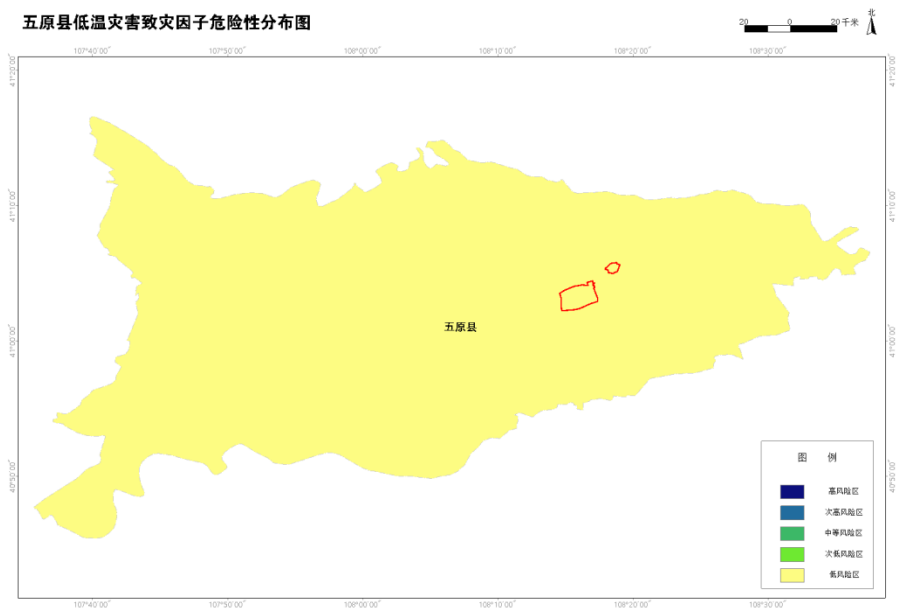


图 5.8-3 五原低温灾害危险性分布

5.8.3 低温灾害的影响及危害

在园区规划建设阶段，当日平均气温 $<5^{\circ}\text{C}$ 时即进入冬期施工，冬季低温往往与大风、寒潮、降雪天气同时出现，影响施工进度、施工质量、施工安全，给园区规划建设带来不利影响。低温天气会造成人体感温度下降，容易让从业人员患呼吸道疾病，或者出现冻伤的情况。低温天气会造成潮湿地面或户外工作地面积雪结冰，造成作业人员滑倒摔伤。

在园区运维阶段，低温天气可能导致企业生产设备、金属构件以及输水管道产生变形、破裂，容易出现泄漏、爆炸、火灾、中毒和设备生产事故。冬季处于冷高压状态，厂房车间相对密闭，有毒有害气体大量堆积，如果通气不良，易造成人员中毒和火灾爆炸事故。低温天气容易导致液体原料冻结，造成企业停产。低温天气会增加园区内的供暖和通风能耗增加，电气设备线路超负荷运行，出现局部过热或漏电打火造成火灾，需加强防范。冬季低温降雪天气，可能造成园区工作人员出现冻伤，厂房车间湿滑地面结冰、园区内道路路面积雪结冰，造成工作人员滑倒摔伤。

5.8.4 低温灾害的防御建议

在园区规划建设阶段，依据《混凝土结构工程施工规范》(GB 50666-2011)规定，当室外气温低于 5°C ，应采取冬期施工措施。当混凝土未达到受冻临界强度而气温骤降至 0°C 以下，应按冬期施工的要求采取应急防护措施。在制定越冬维护措施之前，应认真检查核对有关工程地质、水文、当地气温以及地基的冻胀特征和最大冻结深度等资料。根据《露天建筑施工现场不利气象条件与安全防范》(QX/T 154-2012)中的规定，当气温 $<5^{\circ}\text{C}$ 时，施工场地设置安全可

靠的采暖设备，高处作业人员宜佩戴防护手套、防滑鞋。电气工程施工室外电缆作业时，应尽量在-5℃以上施工，否则采用电缆通电加热法施工，在加热前对电缆的绝缘性进行全面检测合格方可施工。

在园区运维阶段，园区及时关注气象部门发布的低温天气预报预警，对突发极端低温事件，及时调整工作计划、做出正确的协调指挥，以降低其对园区生产生活的直接危害。加强园区内火灾隐患排查，在生产车间、库房、仪器设备车间配备符合标准的通风设备，在火灾隐患地点配备完善的消防措施，做好工作人员消防知识和火灾逃生相关培训。在农畜产品加工生产车间、库房间、运输设备内配备通风保温设备，减少产品货物出现冻害、腐烂变质。严格遵守与各行业相关的电力安装规定及使用规范，在冬季用电高峰时期做好电器设备的合理调度及维护，加大电器及电线线路的安全检查工作，并做好相关防护措施。出现冰雪低温天气，做好园区内积雪除冰工作，保障园区内生产运输和人员人身安全。

5.9冻融

冻土是指零摄氏度以下，含有水份的土壤呈冻结状态的现象。一般可分为短时冻土（数小时/数日以至半月）、季节冻土（半月至数月）以及多年冻土（又称永久冻土）。五原县冻土均属季节冻土。

地温是冻土地区各种建筑物地基基础设计的基本参数之一，掌握准确的冻土、地温信息对于合理选择施工期、基础断面和基础埋深，保障构筑物基础的稳定都具有重要意义。因此，在项目建设中建筑物设计和施工必须掌握冻土的发生、发展规律，并考虑其对工程的影响。此外，土壤的冻结和融化会对土壤上层建筑物，土壤内部构筑物等造成损害。五原气象站冻土一般自 10 月中旬

后开始生成，5月中旬前全部融化。

5.9.1 地面温度变化

五原气象站自 1960 年以来有连续地温观测记录。近 61 年(1960~2020 年)五原地面年平均温度最高为 11.6℃，最低为 7.1℃，地面年平均温度略有上升趋势。由五原气象站多年地面平均温度统计资料(表 5.6-1)可知：近 30 年(1991~2020 年)地面平均温度年值为 10.3℃，近 10 年(2011~2020 年)年地面平均温度为 10.9℃，地面温度增温明显。

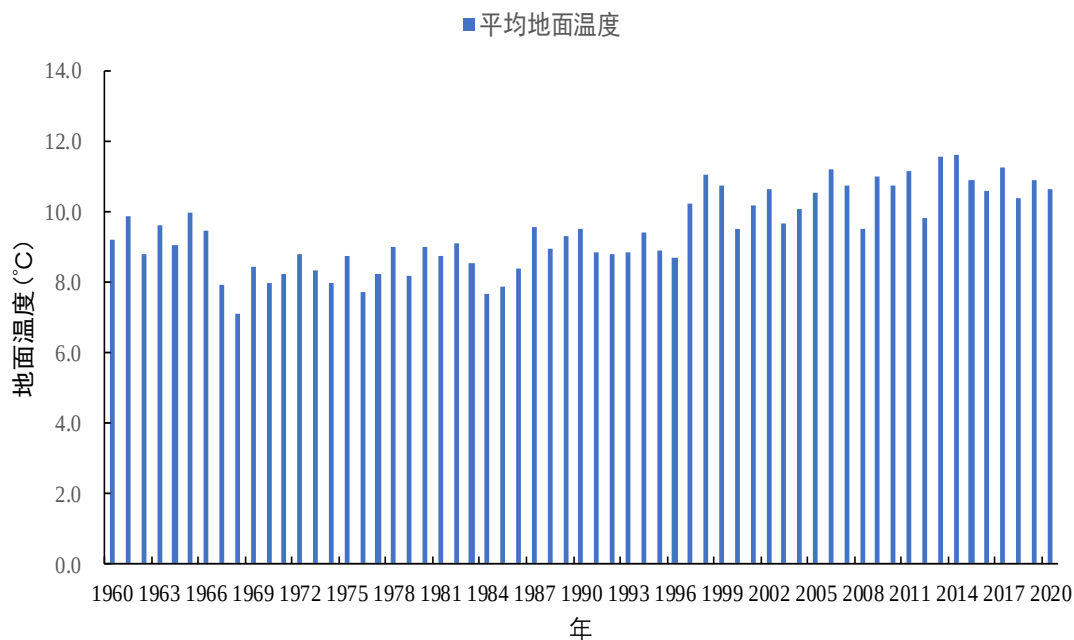


图 5.9-1 1956~2020 年五原气象站地面温度年际变化

五原气象站地面温度的年变化规律为：月最低地面温度出现在 1 月，月最高地面温度出现在 7 月，升温以 3-4 月为最快，降温则以 9-11 月最剧烈。近 30 年(1991~2020 年)五原地温年较差为 41.6℃，地温变化幅度较大。

表 5.9-1 五原气象站近 60 年（1961~2020 年）月变化

月(年) 年代	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
1961~2020	-11.6	-7.0	1.9	11.5	20.5	27.2	29.4	25.9	18.2	8.7	-1.7	-9.6	9.5
1991~2020	-11.2	-5.9	2.9	13.2	22.0	28.4	30.4	26.6	18.7	8.9	-1.6	-9.4	10.3
2011~2020	-10.5	-5.6	3.7	14.4	22.5	28.5	30.6	27.3	19.1	9.5	-0.5	-8.6	10.9

5.9.2 地温的垂直分布

表 5.9-2 统计了近 10 年（2011~2020 年）五原不同深度地温值，年变化见图 5.9-2。

冬季由于气温急剧降低，地表不断从土壤深层获取热量，使得地温由浅层向深层呈升高趋势，五原 1 月 0cm、40cm、80cm、160cm 和 320cm 平均地温分别为-10.4℃、-4.1℃、0.6℃、4.5℃和 9.2℃；夏季则相反，地表增温后，不断向深层输送热量，使得夏季地温由浅层向深层呈降低趋势，7 月 0cm、40cm、80cm、160cm 和 320cm 平均地温分别为 30.6℃、23.9℃、20.8℃、15.5℃和 10.6℃。。

表 5.9-2 五原气象站近 10 年（2011~2020 年）不同深度地温(℃)

深度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	年较
0 cm	-10.5	-5.6	3.7	14.4	22.5	28.5	30.6	27.3	19.1	9.5	-0.5	-8.6	10.9	41.1
10cm	-7.1	-4.5	1.4	10.8	18.7	24.1	27.0	25.5	19.0	10.7	1.9	-4.8	10.1	34.1
20cm	-6.2	-4.2	0.7	10.0	17.8	23.2	26.2	25.2	19.3	11.4	2.9	-3.6	10.1	32.4
40 cm	-4.1	-3.5	0.01	8.2	15.5	20.7	23.9	24.0	19.3	12.8	5.3	-1.0	10.0	28.1
80 cm	0.6	-1.6	-0.3	5.5	12.4	17.3	20.8	22.0	19.3	14.5	8.5	2.8	10.0	23.6
160 cm	4.5	2.5	1.9	3.7	8.2	12.1	15.5	17.9	17.8	15.7	12.1	7.9	10.0	16.0
320 cm	9.2	7.4	6.1	5.5	6.5	8.4	10.6	12.7	14.0	14.3	13.3	11.5	9.9	8.8

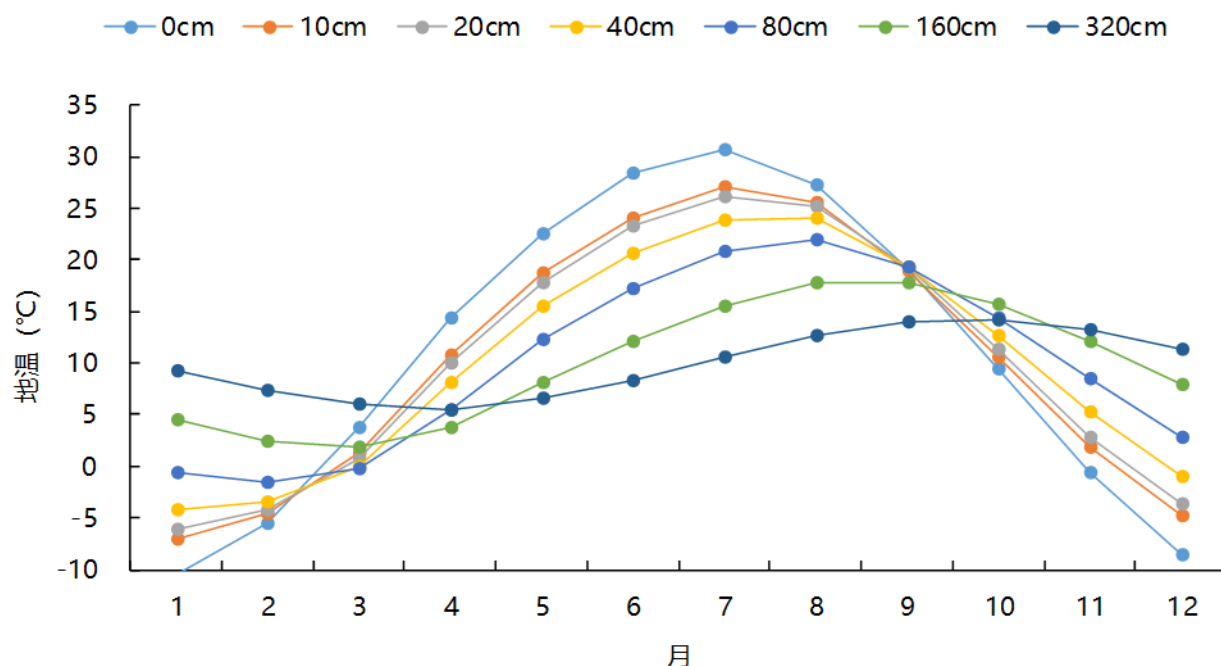


图 5.9-2 五原气象站不同深度地温年变化图

五原气象站地温最低月与最高月的出现时间均表现为随深度的增加而逐渐滞后，0cm、40cm 地温最低月与最高月出现的时间与气温相仿，最低月为 1 月，最高月为 7 月；80cm 地温最低月与最高月分别出现在 2 月和 7 月；160cm 地温最低月与最高月分别出现在 3 月和 8 月；320cm 地温最低月与最高月分别出现在 4 月和 10 月。

五原气象站地温的年较差随深度的增加而减小，0cm、40cm、80cm、160cm 和 320cm 地温的年较差分别为 41.1℃、28.1℃、23.6℃、16.0℃、8.8℃。这是由于地表是吸热增温和散热降温的直接作用面，越往深层土壤的保温作用越强，在达到一定深度后，还会出现恒温层。

5.9.3 冻土的生消规律

五原气象站多年观测表明，该地区属季节性冻土地带。通常每年 10 月开始出现冻土，随着气温下降冻土深度加深，至次年 3~4 月冻土深度达到最大，到 4~5 月冻土逐渐消失。表 5.6-3 为近 61 年五原冻土起止日期统计表。五原土壤

冻结最早出现日期为 10 月 3 日（1963 年、1967 年），土壤冻结最晚出现日期为 11 月 23 日（1972 年），土壤冻结化通最早日期为 3 月 18 日（2014 年），土壤冻结化通最晚日期为 5 月 12 日（1984 年）。

表 5.9-3 五原气象站近 64 年（1956~2020）冻土起止日期统计 单位：(YYYYMMDD)

项目	土壤冻结最早日期	土壤冻结最晚日期	土壤冻结化通最早日期	土壤冻结化通最晚日期
出现时间	1963-10-3	1972-11-23	2014-3-18	1984-5-12

5.9.4 最大冻土深度

图 5.9-3 为五原气象站近 60 年最大冻土深度年际变化图。1961~2020 年平均最大冻土深度 98.5cm，年最大冻土深度最大值为 135cm（2008 年），年最大冻土深度最小值为 66cm（1975 年）。

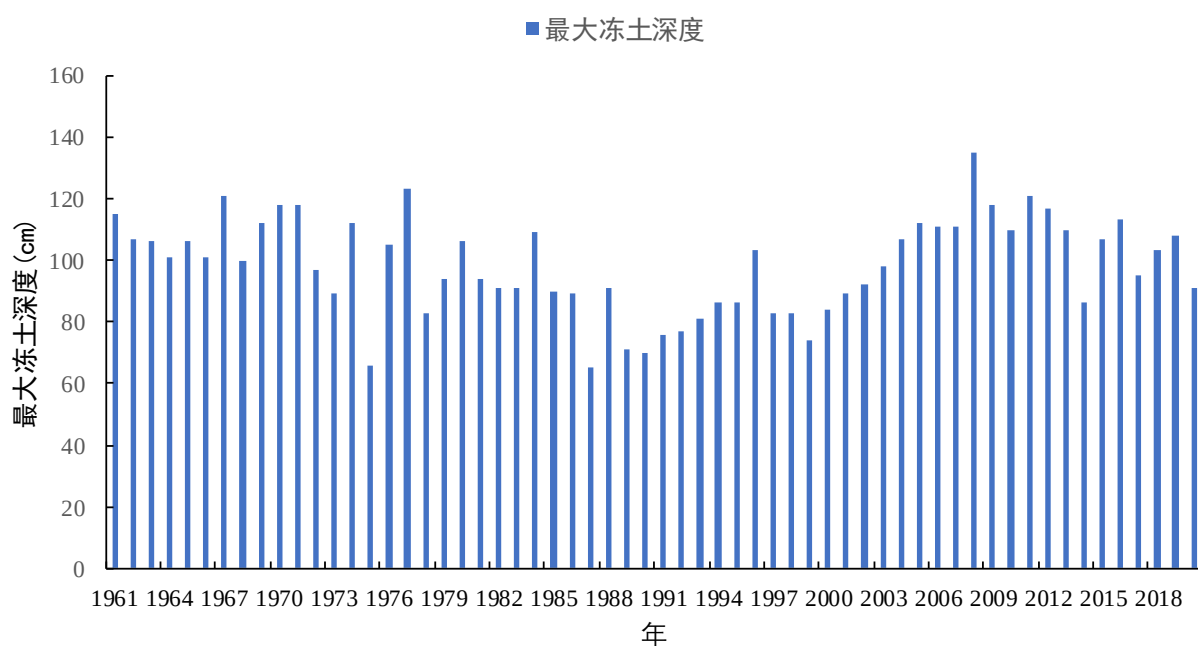


图 5.9-3 五原气象站最大冻土深度年际变化图

5.9.5 冻土的影响及危害

冻土对园区工程建设的影响主要表现在建设中基础材料的选择、主要建筑物的基础埋深、管道基础工程、检修道路建设、地上构筑物稳定性设计等方面；

除按一般地区的要求进行设计施工外，还要特别考虑季节冻土对其的影响。

冻土对建（构）筑物的影响表现在两个方面：一是地基冻胀时，使轻型建（构）筑物上升，这种上升是由于对基础侧面的切向冻胀力和对基底的垂直冻胀力共同作用所引起的；另一方面则是解冻时融化所引起的不均匀沉降，这种升降作用，会造成基础拉断。

由于地基土中毛细管里的积蓄水受冻后体积发生膨胀，使地基土产生不均匀的胀力造成建筑物的损坏。地基土中存在着无数的毛细管，地下水主要通过地基土中的毛细管上升到基础底面。冬季来临，当大气负温传入地下，地表土中的自由水首先冻结成冰晶体，随着气温的继续下降，结合水的最外层也开始冻结使冰晶体逐渐扩大，并在土层中形成冰夹层。水分冰冻后体积将增加 9%，使土体随着膨胀发生隆起出现冻胀现象。土中细粒越多形成的毛细管越多，对地基的影响也越大。土层解冻时，地基土中积聚的冰晶体融化，使土中含水量大大增加，加之细粒土排水能力差或基底下还有土层未解冻，上面已融化的土层中的水渗透不到土层深处，基底土层处于饱和软化状态，强度大大降低，使建筑物发生下陷成为溶陷。不论冻胀或溶陷一般都是不均匀的。这样每年冻融交替，造成了浅基础建筑物的开裂。在地下水位较高，土中细粒多，承载力差的土层中的建筑物，冻害尤为严重。

5.9.6 冻融的防御建议

(1) 五原气象站冻土期为 10 月上旬～次年 5 月，在建设时应避开冻土期。若必须在冻土期施工，需采取有效的施工措施，严格按冬季施工规范执行，做到随挖、随砌、随回填，并用保温材料覆盖基础。使基础的地基在工程施工时和完工后，均不得受冻。

(2) 五原气象站最大冻土深度为 135cm，因此项目建设的地下结构的基础埋深要大于 135cm，或按设计规范采用不同重现期设计冻土深度值。给水、排水、燃气等工程管线应根据冻土深度设计要求确定管线覆土深度。

(3) 冻土深度及冻土厚度会因地理位置、地质岩性、水分状况、植被、坡向的不同而有所不同，在实际的勘探、设计、施工中要视具体情况进一步研究。

(4) 土壤的温、湿度等因素对土壤电阻率会产生一定的影响。根据清华大学何金良教授等相关研究表明，当土壤温度在 0℃ 以下时，随着温度的降低土壤电阻率明显增高，当温度下降到接近 -20℃ 时，电阻率高达 $106\Omega\cdot m$ 。故《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 第 5.4.4 条规定人工接地体在土壤中的埋设深度不应小于 0.5m，并宜敷设在当地冻土层以下。

5.10 小结

结合以上对高影响天气及气象灾害致灾因子空间分布特征与工业园的规划、发展现状，气象灾害风险评价主要结论如下：

(1) 五原县暴雨日数相对较少，年平均为 0.1 天，最多 1 天；最长连续降水日数为 9 天，最大连续降水量 101.7mm，最大日降水量 87.3mm。短历时降水强度大，最大小时降水量 39.6mm，达到了大暴雨级别。根据暴雨洪涝淹没模拟结果，五原工业园主要受乌加河以及黄河灌区的干渠及其支渠的影响，其中工业园区主体部分的局部地区淹没风险较大，风险等级最高可达高风险，而鸿鼎工贸园淹没风险相对较小，主要集中在园区边缘地区，风险等级最高为中风险。由于园区地处地势平坦的河套平原，重点防范大范围、长时间的持续降水引起的河渠水位暴涨以及短历时强降水可能造成的园区局地积水内涝。

(2) 五原县平均降雪日数 12.1 天，平均积雪日数 18.8 天，最多为 64 天，

最大积雪深度 14cm，对园区企业的原材料运输、厂棚承重影响较大，且园区雪灾危险性等级达到次高风险。该园区的企业需在建（构）筑物设计时选择合适的基本雪压。

（3）五原县全年各月均出现过大风天气，年平均大风日数为 16.3 天，主要集中在 3~6 月，其中五原工业园的大风致灾因子危险性等级为次低等风险，建议按照第七章给出的抗风参数进行建筑物抗风设计建设。

（4）五原县年平均雷暴日数 23.7 天，最多 42 天，均主要集中 5~9 月。雷电灾害对园区企业设施和人员安全有直接影响，详细见第七章 7.2 节的雷击风险评估。

（5）五原县年平均高温日数 1.4 天，最多 8 天，主要发生在 6、7 月。五原工业园高温危险性等级为高风险和次高风险，对五原工业园农畜产品加工产业的影响较大，因此在夏季高温时段，相关企业加强生产车间、产品仓库等敏感工序的空气调节和通风降温工作，同时注意一线工人的防暑降温，确保高温天气下企业正常生产、安全运行。

（6）五原县冰雹灾害出现较多，年平均冰雹日数为 1.0 天，最多 5 天，主要发生在 4~9 月。五原工业园冰雹危险性等级为中等至高风险，冰雹会影响园区企业原材料储存和运输，对电力设施和建筑物也有一定危害，应做好应急避灾措施。

（7）五原县沙尘天气频发易发，全年平均浮尘、扬沙和沙尘暴日数分别为 20.0 天、25.3 天和 3.8 天，主要发生在春季（3~5 月）。五原工业园所在区域沙尘暴致灾因子危险性等级为次低至高风险，发生沙尘暴灾害的可能性相对较大。沙尘天气可能造成食品加工环境污染、水源污染，对精密设备有较大的影响，

同时会给企业的原材料、能源运输带来不便。

（8）五原县冬季漫长，年平均低温日数为 3.5 天，最多 48 天。五原县低温致灾因子危险性等级为低风险，对园区建设和运营的影响相对较小，但仍需警惕极端低温对企业生产设备、金属构件以及输水管道的的影响，应重视冬季保暖工作。

（9）冻融的危害主要是对园区的建筑地下管道线路铺设造成损坏，在施工措施时，需考虑地理位置、地质岩性、水分状况、植被、坡向的不同而有所不同，在实际的勘探、设计、施工中要视具体情况进一步研究。

6 工业园建设对局地气候的影响

7 关键气象参数分析与推算

7.1 暴雨强度公式

7.2 雷击风险评估

根据五原工业园所在地雷电活动时空分布特征及其危害特征，结合现场情况进行分析，对工业园雷电可能导致的人员伤亡、财产损失程度与危害范围等方面的综合风险计算，从而为工业园的功能分区布局、防雷类别与防雷措施确定、雷灾事故应急方案提出建设性意见。

7.2.1. 区域雷电环境评价

7.2.1.1 资源来源

项目分析所用地闪定位数据为内蒙古自治区气象局 56 站 ADTD 型地闪定位系统 2014~2021 年的资料（内蒙古气象部门 2013 年建成覆盖全区范围的地闪定位系统），探测仪通过测量云地闪回击电流辐射的强电磁脉冲，采用磁定向和时差联合法对地闪进行定位，包含每次地闪发生的具体日期、时间、经纬度、回击电流幅值等参数，五原工业园周边地闪定位仪站点分布见图 7.2-1。

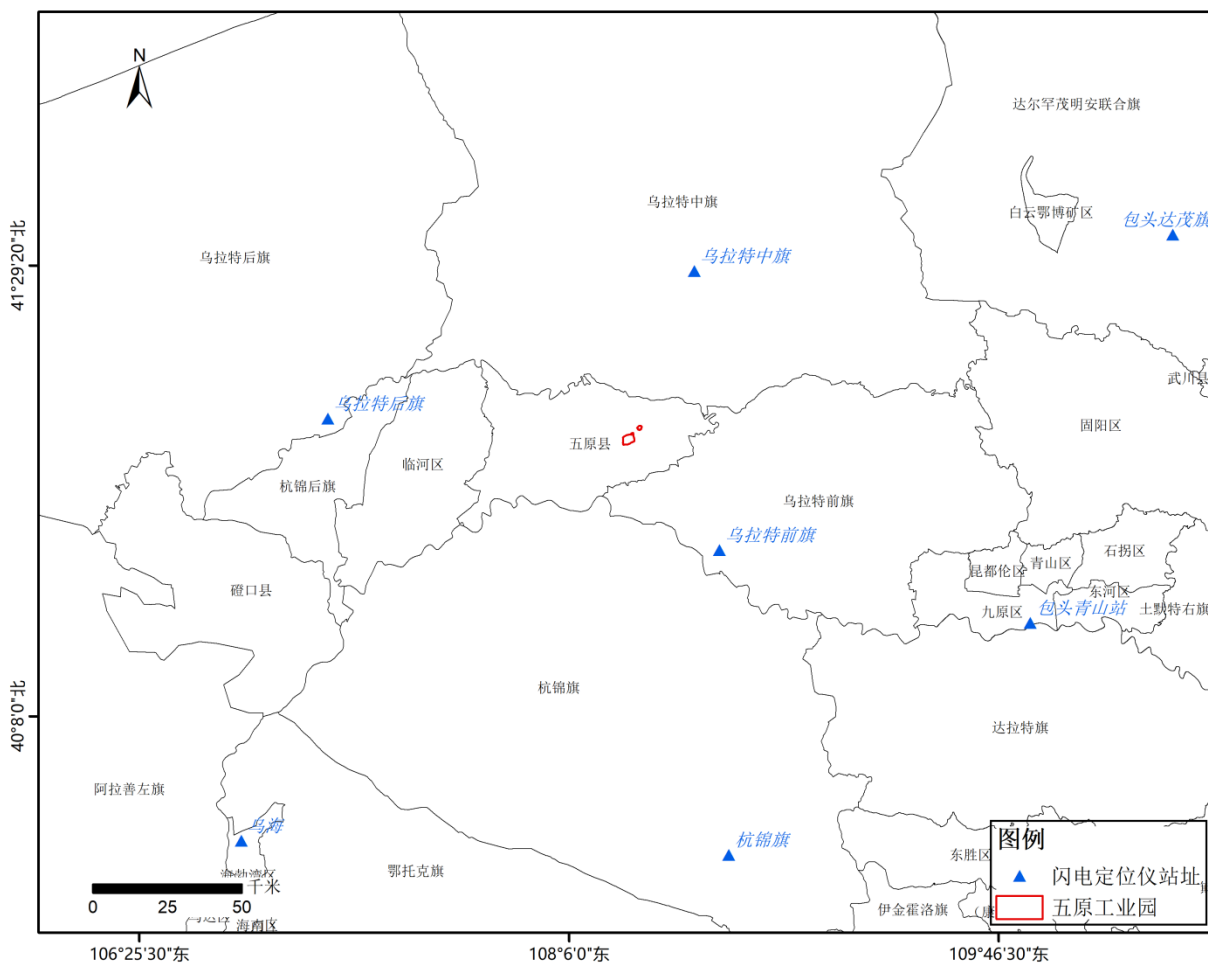


图 7.2-1 五原工业园周边地闪定位仪站址分布图

7.2.1.2 地闪频次时空分布特征

(1) 地闪时间分布特征

五原工业园周边地闪发生月份分布图如下，园区 10km 范围内雷电活动主要活跃在 5-9 月，月发生闪电次数均值 54.3 次，其中 8 月雷电活动最频繁，共发生闪电 163 次。

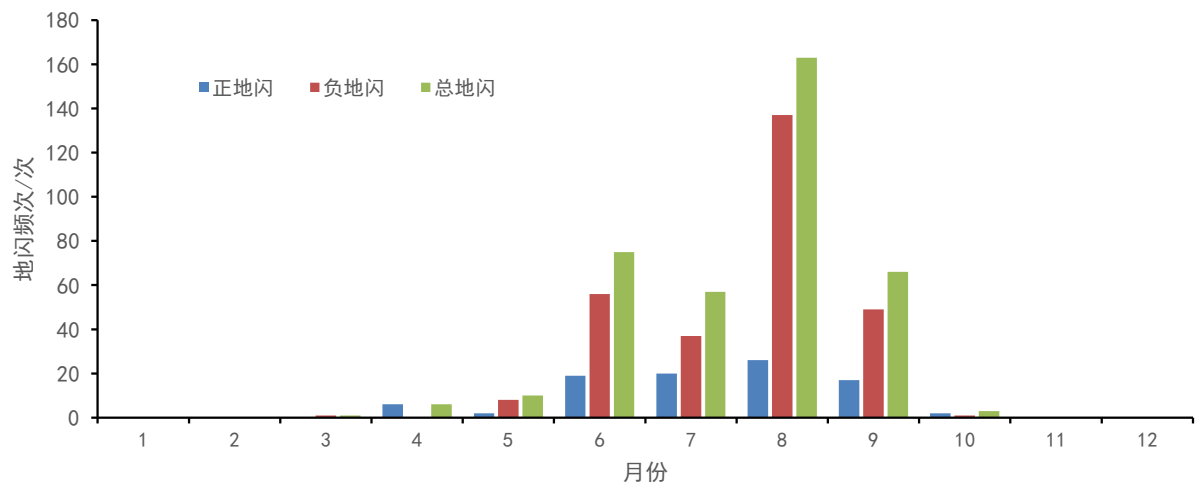


图 7.2-2 五原工业园周边地闪月分布图

五原工业园周边地闪发生时段分布图如下，园区 10km 范围内闪电发生时
段主要集中在凌晨和午后至傍晚时段，其中 3 时雷电活动最强，2 时次之。

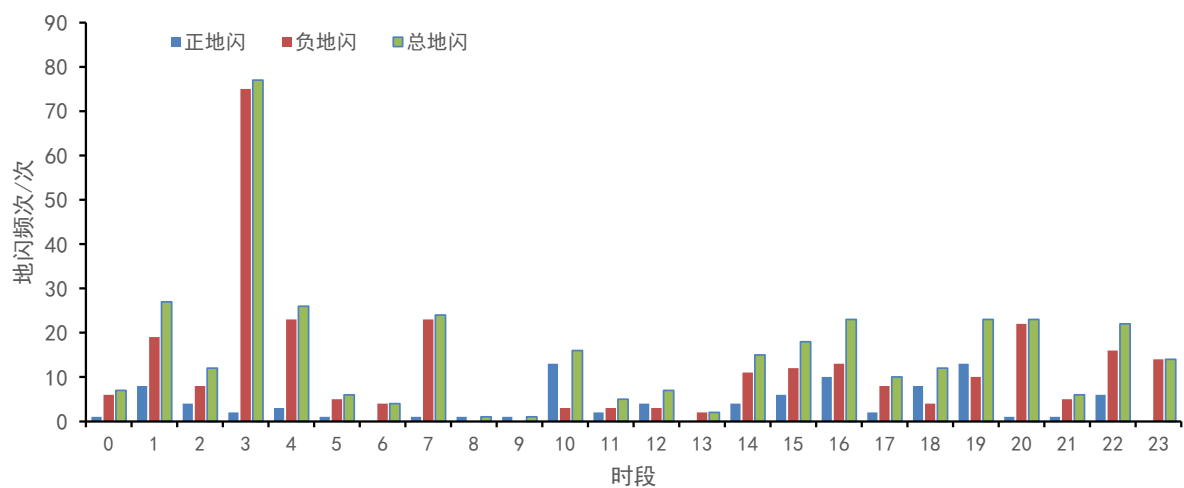


图 7.2-3 五原工业园周边地闪时段分布图

(2) 地闪空间分布特征

2014-2021 年内蒙古五原工业园 10km 范围内共发生闪电 381 次，其中正
闪电 92 次，占 24.15%；负闪电 289 次，占 75.85%。最大正地闪出现在 2014
年 9 月 1 日 16 时 01 分 34 秒，闪电电流强度为 246.7kA，陡度为 26.1kA/μs；
最大负地闪出现在 2017 年 6 月 18 日 6 时 45 分 24 秒，闪电电流强度为-226.6kA，
陡度为-152.6kA/μs。

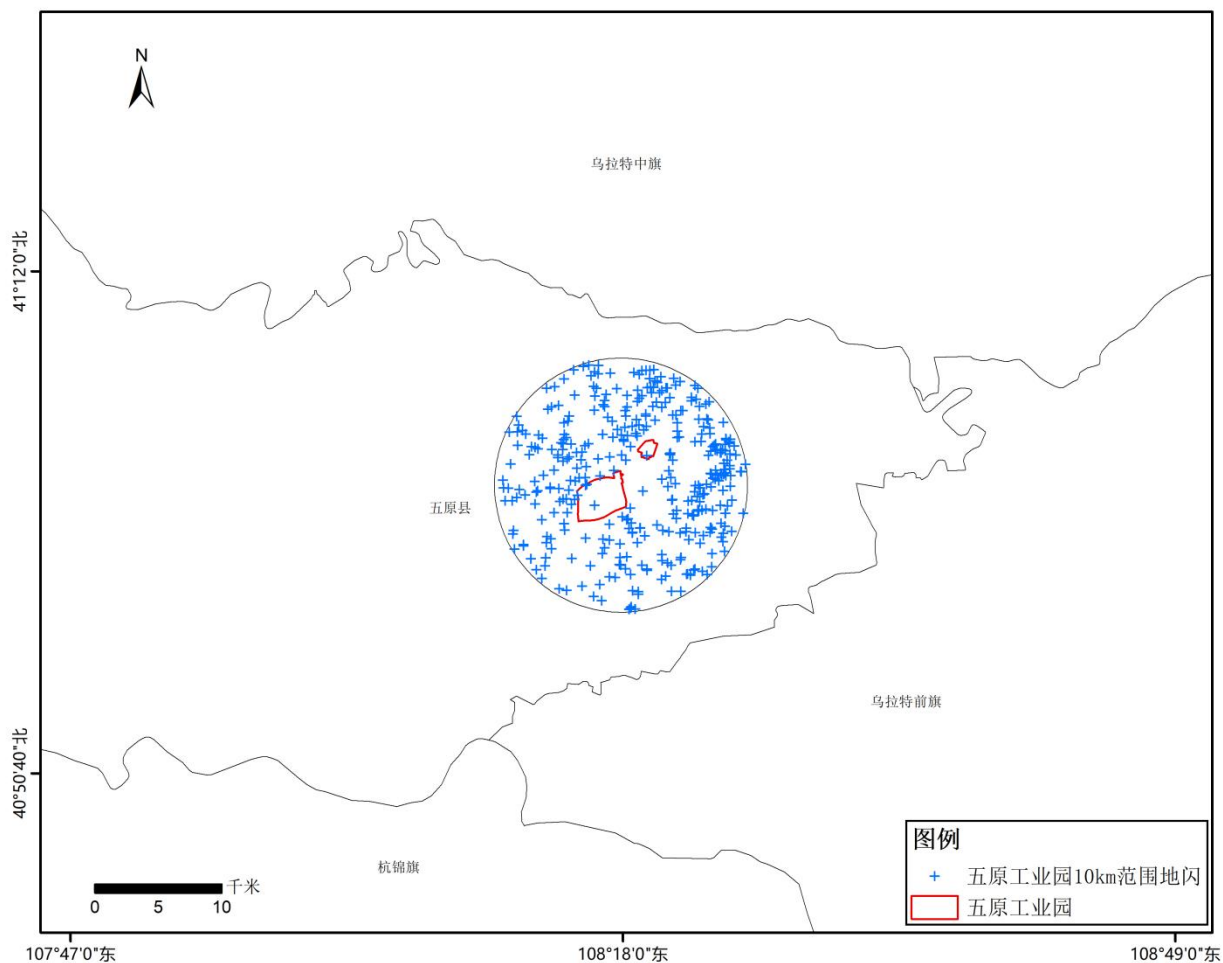


图 7.2-4 五原工业园周边闪电发生情况

五原工业园周边近 8 年的地闪密度分布状况如下图 1.2-4，园区地闪密度平均值为 0.15 次/km²，最大地闪密度为 1.3 次/km²。

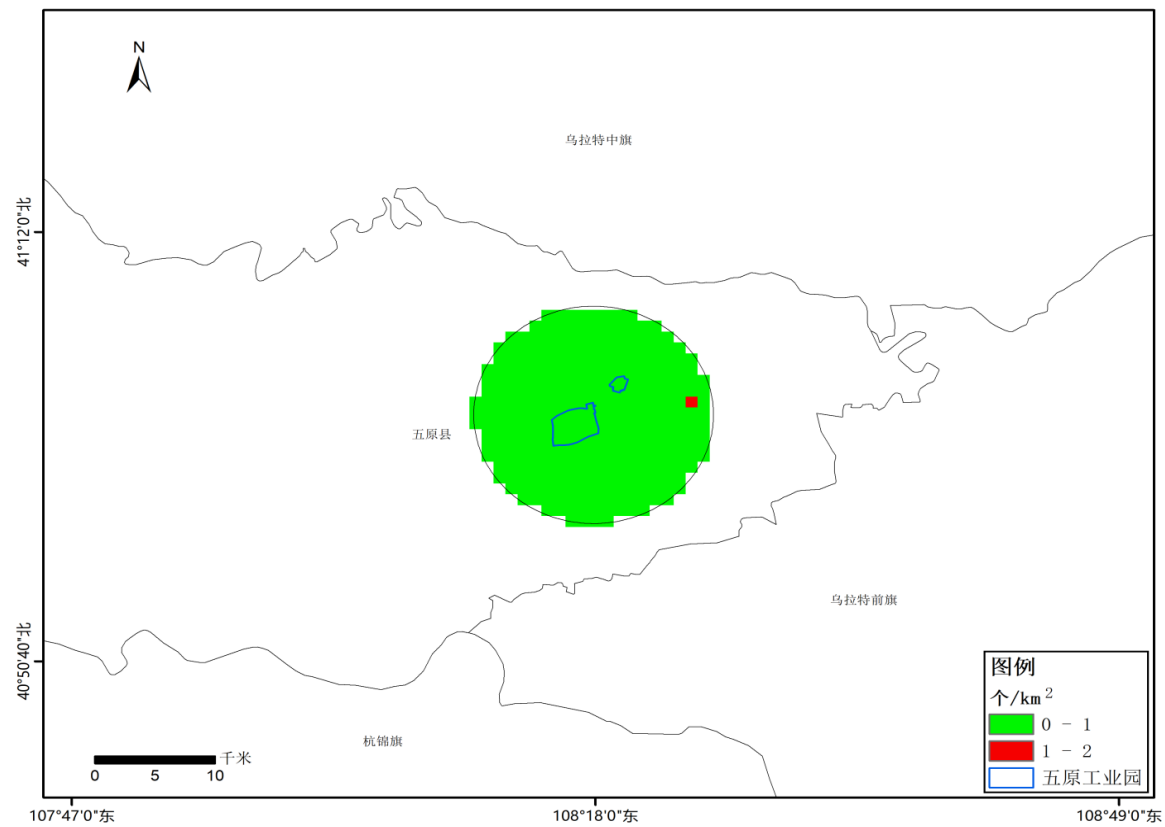


图 7.2-5 五原工业园 10km 范围内地闪密度分布图

表 7.2-1 1961-2013 年五原气象站年雷暴日统计表

年份	雷暴日数 (d)	年份	雷暴日数 (d)	年份	雷暴日数 (d)
1961	37	1979	23	1997	21
1962	25	1980	23	1998	19
1963	31	1981	24	1999	19
1964	35	1982	25	2000	14
1965	30	1983	27	2001	25
1966	24	1984	30	2002	21
1967	38	1985	23	2003	40
1968	24	1986	29	2004	24
1969	22	1987	20	2005	19
1970	23	1988	22	2006	23
1971	28	1989	16	2007	19
1972	20	1990	22	2008	15
1973	42	1991	19	2009	11
1974	19	1992	30	2010	13
1975	21	1993	13	2011	14
1976	21	1994	26	2012	25
1977	31	1995	19	2013	10
1978	18	1996	17	平均	23.2

根据五原气象站观测的 1961-2013 年雷暴日数据（见表 7.2-1）可知，当地年均雷暴日数为 23.2d，按照 GB50057-2010 雷击大地密度 $N_g=0.1 \times T_d$ ，可得该地区雷击大地密度为 2.32 次·km²。利用历史雷暴日数据依据公式计算所得的雷击大地密度比起闪电监测系统统计数据 0.15 次/km² 要大，当用两种方法计算得到雷击大地密度数据时，为了进一步确保雷击安全，我们建议取较大值作为防雷装置设计依据。

7.2.1.3 地闪强度分布特征

（1）雷电流强度的概率分布

据雷电定位系统监测地闪数据分析，五原工业园 10km 范围正地闪电流强度主要集中在 5-90kA，其累积概率为 85.87%；负地闪电流强度主要集中在 5-60kA，其累积概率为 91.35%。

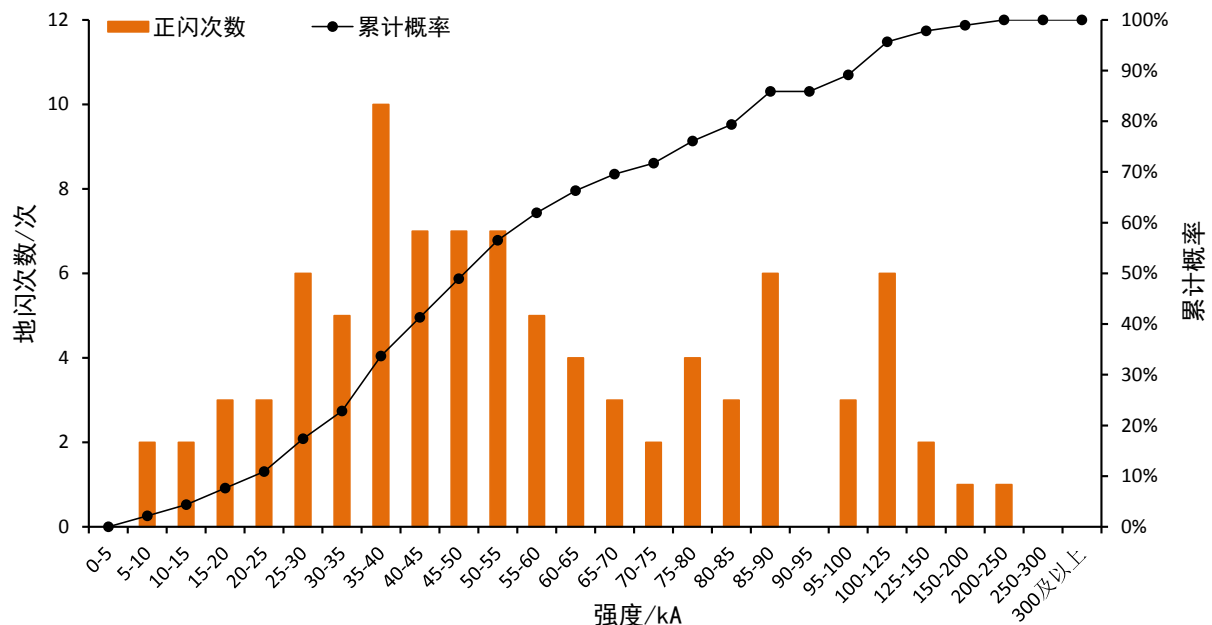


图 7.2-6 五原工业园周边正地闪电流强度分布图

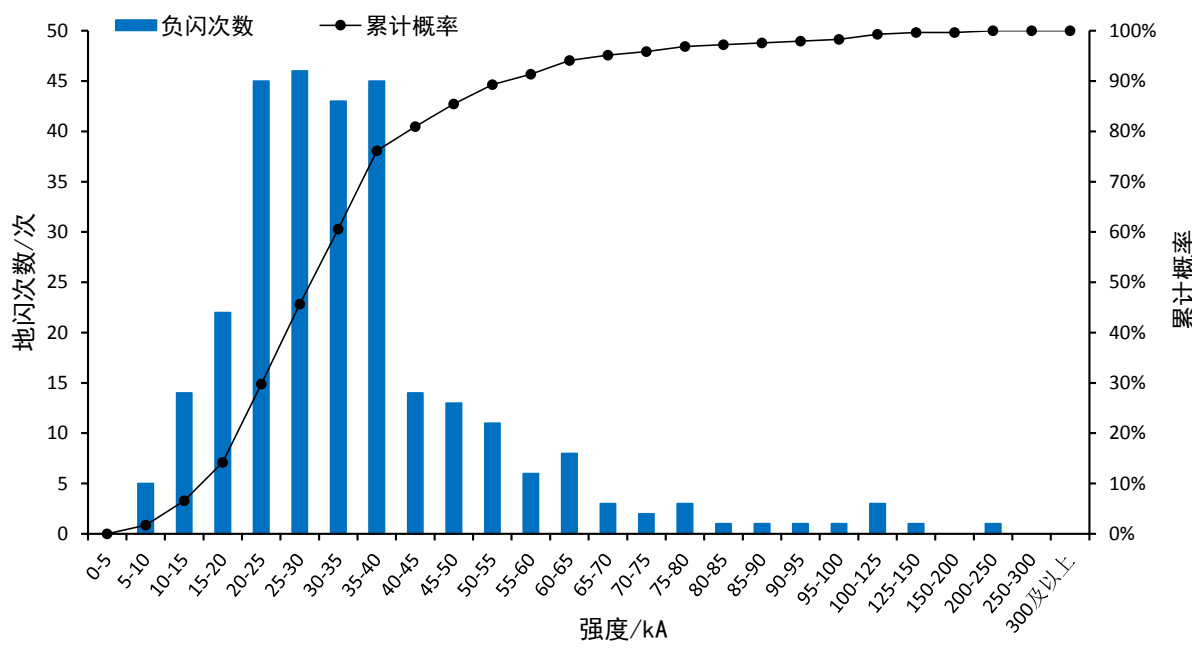


图 7.2-7 五原工业园周边负地闪电流强度分布图

关于雷电流强度分布主要依靠雷电流累积概率公式推导得出，在 IEEE 推荐的雷电流累积概率分布公式基础上结合五原工业园近 8 年闪电定位系统监测到的所有地闪回击数据，拟合了雷电流累积概率公式。

$$P_{\text{总地闪}}(>I_p)=\frac{1}{1+\left(\frac{I_p}{25.8452}\right)^{3.1204}}$$

式中， P 为雷电流幅值大于 I_p 的累积概率， I_p 为雷电流幅值（kA）。

表 7.2-2 雷电流强度累积概率分布

雷电流强度 (kA)	雷电流累积率 (%)	雷电流强度 (kA)	雷电流累积率 (%)	雷电流强度 (kA)	雷电流累积率 (%)
>0	100.00	>70	9.62	>140	1.17
>10	98.05	>80	6.52	>150	0.95
>20	84.86	>90	4.58	>160	0.77
>30	60.85	>100	3.33	>170	0.64
>40	38.47	>110	2.48	>180	0.53
>50	23.58	>120	1.90	>190	0.45
>60	14.77	>130	1.48	>200	0.38

(2) 雷电流强度的空间分布

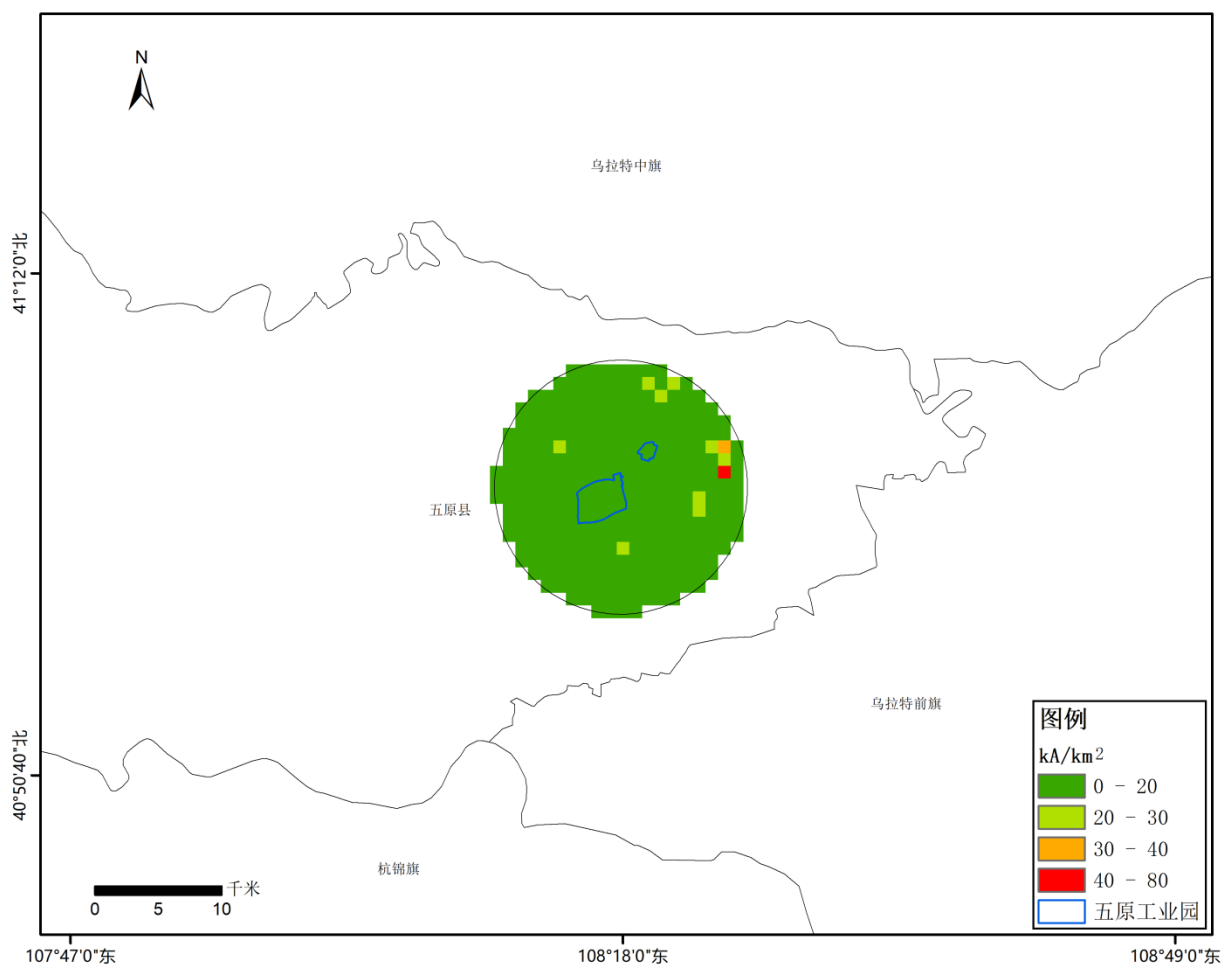


图 7.2-8 五原工业园 10km 范围内地闪强度分布图

五原工业园周边近 8 年的地闪强度分布状况如下图 7.2-8，园区 10km 范围地闪强度平均值分别为 $6.17\text{kA}/\text{km}^2$ ，属弱地闪强度等级。

7.2.1.4 雷电流陡度分析

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

（1）逐月雷电流陡度分析

五原工业园 10km 范围近 8 年各月累计正负地闪次数在 0-137 次之间，正

地闪 8 月次数最多，负地闪同样在 8 月次数最多。4-10 月各月正地闪平均陡度在 3.75-7.89kA/ μ s 之间，6 月的平均陡度最大；3-10 月各月负地闪平均陡度在 0-21.53kA/ μ s 之间，7 月的平均陡度最大。

表 7.2-3 五原工业园 2014-2021 年雷电流陡度逐月统计

月份	正地闪累计次数(次)	正地闪平均陡度(kA/ μ s)	负地闪累计次数(次)	负地闪平均陡度(kA/ μ s)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	1	0.10
4	6	6.17	0	0
5	2	3.75	8	11.19
6	19	7.89	56	19.65
7	20	6.42	37	21.53
8	26	4.68	137	13.35
9	17	7.74	49	8.95
10	2	7.05	1	14.20
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0

(2) 逐时雷电流陡度分析

五原工业园 10km 范围近 8 年各时段累计正负地闪次数在 0-75 次之间，正地闪在 10-11 时以及 19-20 时地闪次数最多，负地闪在 3-4 时地闪次数最多。正地闪日平均陡度在 0-42.20kA/ μ s 之间，晚上 21-22 时的平均陡度最大；负地闪日平均陡度在 0-43.88kA/ μ s 之间，早晨 6-7 时最大。

表 7.2-4 五原工业园 2014-2021 年雷电流陡度逐时统计

时段	正地闪累计次数(次)	正地闪平均陡度(kA/ μ s)	负地闪累计次数(次)	负地闪平均陡度(kA/ μ s)
0-1	1	7.20	6	6.32
1-2	8	6.45	19	7.67
2-3	4	9.08	8	7.66
3-4	2	3.50	75	23.25

时段	正地闪累计次数(次)	正地闪平均陡度(kA/μs)	负地闪累计次数(次)	负地闪平均陡度(kA/μs)
4-5	3	5.23	23	9.26
5-6	1	4.10	5	14.56
6-7	0	0	4	43.88
7-8	1	0.20	23	9.90
8-9	1	11.30	0	0
9-10	1	0.00	0	0
10-11	13	0.00	3	0.00
11-12	2	0.00	3	0.00
12-13	4	6.38	3	6.43
13-14	0	0	2	0.10
14-15	4	7.63	11	8.45
15-16	6	6.15	12	9.73
16-17	10	10.93	13	7.85
17-18	2	8.70	8	9.23
18-19	8	8.20	4	8.08
19-20	13	5.73	10	10.50
20-21	1	4.60	22	7.48
21-22	1	42.20	5	17.46
22-23	6	8.38	16	11.53
23-24	0	0	14	43.71

7.2.2 区域雷电灾害风险评估

7.2.2.1 评估模型

区域雷电灾害评估模型由区域雷电灾害风险指数计算和区域雷电灾害风险等级划分组成。区域雷电灾害风险指数由雷电参数、地域环境和承灾体3个评价因子构成，如图7.2-9所示。

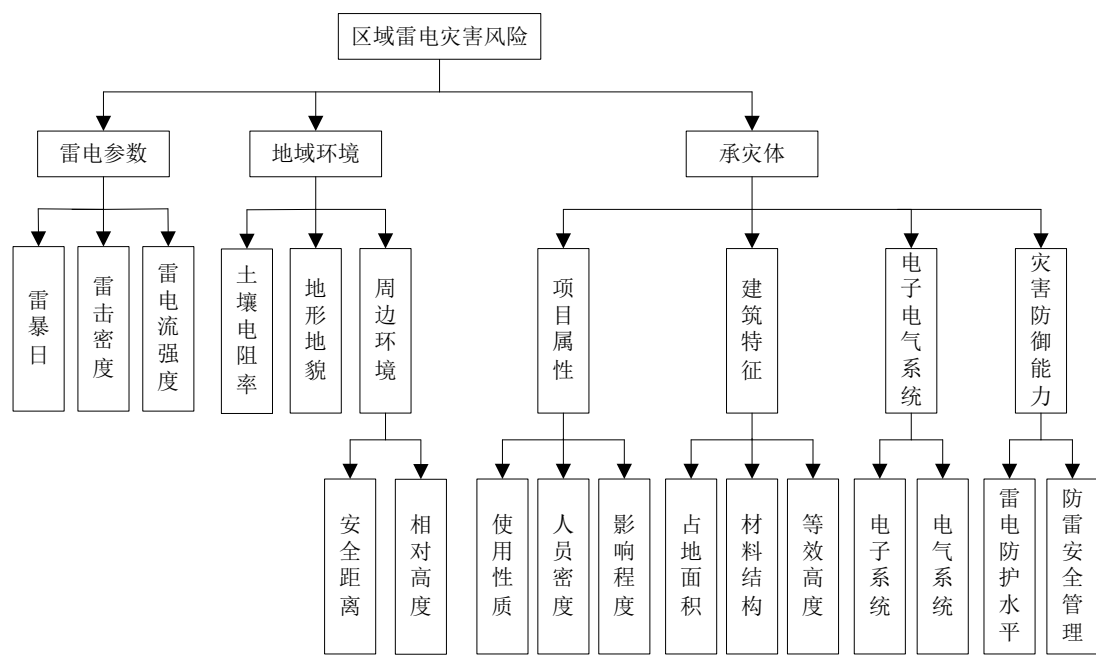


图 7.2-9 区域雷电灾害评估模型

7.2.2.2 评估方法

(1) 风险指标分类

风险指标分为定性指标和定量指标两大类。定性指标有地形地貌、安全距离、相对高度、使用性质、影响程度、材料结构、电子系统、电气系统、区域雷电防护水平、区域防雷安全管理。

定量指标又分为极小型指标和极大型指标两种，其中雷暴日、雷击密度、雷电电流强度、人员密度、建筑密度、等效高度为极小型指标，土壤电阻率为极大型指标。

(2) 评估指标隶属度计算

1) 定性指标隶属度的确定

定性指标隶属度的确定方法是将资料收集、现场勘测后的具体情况与该定性指标的分级标准相比较，当其符合某一个危险等级的描述，则说明该指标完全隶属于该危险等级，即隶属度=1。

2) 定量指标隶属度的计算

各定量指标隶属度应分别按照极小型或极大型指标隶属度公式计算，参见下式。指向同一上层指标的各子指标隶属度构成隶属度矩阵 R 。

a. 极小型指标隶属度计算公式

a) 对于 I 级($j=1$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 1 & r_{ij} \leq v_1 \\ \frac{v_2 - r_{ij}}{v_2 - v_1} & v_1 < r_{ij} < v_2 \\ 0 & r_{ij} \geq v_2 \end{cases}$$

式中:

r_{ij} ——指向同一上层指标的第 i 个子指标实际值;

$\mu_{v_j}(r_{ij})$ ——第 i 个子指标隶属第 j 级的隶属度。

b) 对于 II、III、IV 级($j=2,3,4$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 0 & r_{ij} \leq v_{j-1} \\ \frac{r_{ij} - v_{j-1}}{v_j - v_{j-1}} & v_{j-1} < r_{ij} \leq v_j \\ 1 & r_{ij} = v_j \\ \frac{v_{j+1} - r_{ij}}{v_{j+1} - v_j} & v_j < r_{ij} \leq v_{j+1} \\ 0 & r_{ij} \geq v_{j+1} \end{cases}$$

对于 V 级($j=5$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 1 & r_{ij} \geq v_5 \\ \frac{r_{ij} - v_4}{v_5 - v_4} & v_4 < r_{ij} < v_5 \\ 0 & r_{ij} \leq v_4 \end{cases}$$

v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 ——风险指标因子在各分级区间的中间值。

b. 极大型指标隶属度计算公式

c) 对于 I 级($j=1$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 1 & r_{ij} \geq v_5 \\ \frac{r_{ij} - v_4}{v_5 - v_4} & v_4 < r_{ij} < v_5 \\ 0 & r_{ij} \leq v_4 \end{cases}$$

d) 对于 II、III、IV 级($j = 2, 3, 4$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 0 & r_{ij} \geq v_{j-1} \\ \frac{r_{ij} - v_{j-1}}{v_j - v_{j-1}} & v_j < r_{ij} < v_{j-1} \\ 1 & r_{ij} = v_j \\ \frac{v_{j+1} - r_{ij}}{v_{j+1} - v_j} & v_{j+1} < r_{ij} < v_j \\ 0 & r_{ij} \leq v_{j+1} \end{cases}$$

e) 对于 V 级($j=5$):

$$\mu_{v_j}(r_{ij}) = \begin{cases} 1 & r_{ij} \leq v_5 \\ \frac{v_4 - r_{ij}}{v_4 - v_5} & v_5 < r_{ij} < v_4 \\ 0 & r_{ij} \geq v_4 \end{cases}$$

7.2.2.3 综合评估

区域雷电灾害风险评估综合评估基本公式如下, 其权重大小可根据层次分析法确定。

$$B = W \cdot R = (w_1, w_2, \dots, w_m) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{m5} \end{bmatrix} = [b_1, b_2, b_3, b_4, b_5]$$

式中:

B ——评估指标的隶属度向量;

w ——评估指标的权重向量;

R ——评估指标的隶属度矩阵。

(1) 评估结果计算

通过多级综合评估，由第四层指标向第一层指标逐级计算得出“雷电灾害区域风险”的隶属度向量。通过加权平均的方法量化得到综合评估结果 g 值：

$$g = b_1 + 3 \times b_2 + 5 \times b_3 + 7 \times b_4 + 9 \times b_5$$

式中：

b_1 ——目标与评估等级 I 的隶属度；

b_2 ——目标与评估等级 II 的隶属度；

b_3 ——目标与评估等级 III 的隶属度；

b_4 ——目标与评估等级 IV 的隶属度；

b_5 ——目标与评估等级 V 的隶属度。

(2) 风险等级判定

根据综合评估结果 g 值，按照表7.2-5进行风险等级判定。

表 7.2-5 区域雷电灾害风险分级标准

危险等级	风险分级
	综合评价用 g 表示， g 值越小代表区域内项目雷击致灾风险越低， g 值越大代表区域内项目雷击致灾风险越高， g 值区间[0，10]。
I 级	综合评价 $0 \leq g < 2$ ，低风险
II 级	综合评价 $2 \leq g < 4$ ，较低风险
III 级	综合评价 $4 \leq g < 6$ ，中等风险
IV 级	综合评价 $6 \leq g < 8$ ，较高风险
V 级	综合评价 $8 \leq g \leq 10$ ，高风险

7.2.2.4 结果分析

(1) 现场勘测情况

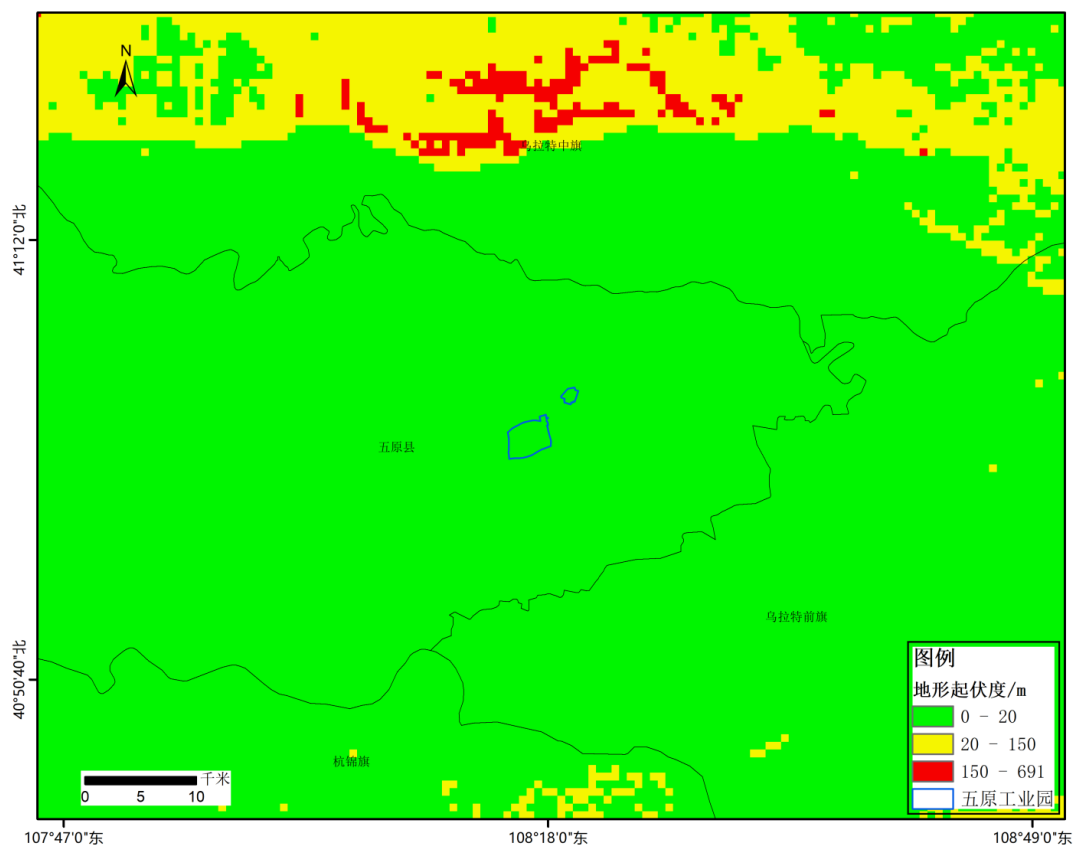


图 7.2-10 五原工业园所在地地形地貌

通过对五原工业园及周边 10km 范围内地区的闪电定位数据分析可知：雷击大地密度分别为 $0.15 \text{ 次}/\text{km}^2$ ，雷电流平均强度 $6.17\text{kA}/\text{km}^2$ ，实测土壤电阻率均值为 $85\Omega\cdot\text{m}$ 。本次论证范围共包含两个区域，五原工业园区主体部分规划用地面积为 793.75 公顷，鸿鼎工贸园规划用地面积为 131.75 公顷。园区内工业厂房防雷设计按照三类或二类设计，部分易燃易爆场所防雷设计应按照一类设计，低压电力及通信线路埋地接入，若发生雷击事故，医疗救援和消防救援均可在 1 小时到达。

（2）评价指标的权重

综合考虑五原工业园雷电区域评估指标，按照层次分析法分别计算不同层级指标的权重，计算结果如表 7.2-6。

表 7.2-6 不同层级指标的权重

准则层 A	A 层 权重	指标层 B	B 层 权重	方案层 C	C 层 权重	备注
A1 雷电参数	0.50	B1 雷暴日	0.40	/	/	
		B2 雷击密度	0.40	/	/	
		B3 雷电流强度	0.20	/	/	
A2 地域环境	0.17	B4 土壤电阻率	0.20	/	/	
		B5 地形地貌	0.20	/	/	
		B6 周边环境	0.60	C1 安全距离	0.50	
				C2 相对高度	0.50	
A3 承灾体	0.33	B7 项目属性	0.20	C3 使用性质	0.43	
				C4 人员数量	0.43	
				C5 影响程度	0.14	
		B8 建筑特征	0.20	C6 占地面积	0.46	
				C7 材料结构	0.32	
				C8 等效高度	0.22	
		B9 电子电气系统	0.20	C9 电子系统	0.33	
				C10 电气系统	0.67	
		B10 灾害防御能力	0.40	C11 雷电防护水平	0.75	
				C12 防雷安全管理	0.25	

（3）评估指标的隶属度

按照附录 A 的区域风险评估指标分级标准对五原工业园现场的雷击安全现状各指标隶属度进行计算，具体值见表 7.2-7。

（4）区域评估结果

通过多级综合评估，由第四层指标向第一层指标逐级计算得出“区域雷击风险”的隶属度向量。通过加权平均的方法量化得到综合评估结果g值为4.10，按照雷电灾害区域风险分级标准该五原工业园区区域雷击风险等级为III级，属于中等风险，产生雷击灾害事故的可能性较大。

表 7.2-7 评估指标隶属度

评估指标	各危险等级隶属度值					各危险等级隶属度值				
	I 级	II 级	III级	IV级	V 级	I 级	II 级	III级	IV级	V 级
雷暴日	0.34	0.66	0	0	0	0	0.57	0.44	0	0
雷击密度	0	0.18	0.82	0	0	0	0	0	0.75	0.25
雷电流强度	1	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0.65
土壤电阻率	0	0	0	0.23	0.77	0	0	0	0.42	0.58
地形地貌	1	0	0	0	0	0.9	0.1	0	0	0
安全距离	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
相对高度	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
使用性质	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
人员数量	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
影响程度	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
占地面积	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
材料结构	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
等效高度	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
电子系统	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
电气系统	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
雷电防护水平	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
防雷安全管理	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

7.2.3 雷击防护建议

7.2.3.1 雷电防护装置设计建议

（1）根据闪电定位系统监测到的数据显示，五原工业园历史地闪回击平均密度为0.15次/km²，依据五原气象站1961-2013年平均雷暴日数据计算，其雷击大地密度为2.32次·km⁻²。该园区在设计防雷装置时，建议取2.32次·km⁻²为设计依据。

（2）该园区区域雷击风险等级属于中等风险，产生雷击灾害事故的可能性较大。该园区内的建筑物按照GB50057-2010中的规定进行防雷设计，部分易燃易爆场所防雷设计应按照一类设计；建筑物单体的雷击人身伤亡损失风险、雷

击公共服务损失风险及雷击经济损失等风险建议进一步对各建筑物单体进行雷击风险评估。

(3) 园区低压配电系统及信号系统应按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343-2014安装SPD, 抑制雷电过电压。安装和选择各级SPD应实现能量配合、逐级限压的目的, 并在防雷区分界处作等电位连接。

(4) 按照国家相关法律法规的要求, 园区内如有下列建设工程、场所和大型项目的雷电防护装置应当由气象主管机构进行设计审核和竣工验收: (一) 油库、气库、弹药库、化学品仓库和烟花爆竹、石化等易燃易爆建设工程和场所; (二) 矿区、旅游景点或者投入使用的建(构)筑物、设施等需要单独安装雷电防护装置的场所。

7.2.3.2 在建项目施工期间的雷电防护安全建议

(1) 该园区所在地夏季的5~9月为雷电活动的高发期, 建议合理安排工期, 接收雷电预警信息, 进行高空作业和弱电系统设备的安装、调试应避开雷暴高发期和时段, 可将潜在的雷击危险降至最低。

(2) 施工现场办公板房、宿舍板房等应有直击雷防护设施, 防雷接地电阻应不大于 10Ω 。设于施工现场的交流电源工作接地、各类施工机械电气保护接地、防雷接地应共用接地装置, 接地电阻应不大于 4Ω , 可利用基础接地装置作为此共用接地装置。

(3) 可利用塔吊等作为施工作业区直击雷防护的接闪装置, 但必须保证塔吊的接地可靠, 塔吊可直接连接在预留电气接地端子上, 每台塔吊连接点不少于两处, 连接线应采用 $-40\text{mm}\times 4\text{mm}$ 热镀锌扁钢或 $\phi 12$ 热镀锌圆钢。塔吊等机

械设备，操作人员乘坐室应采取直击雷防护措施，可设置 1~3m 的避雷针，避雷针与金属箱体应进行等电位连接。

(4) 大型钢模板和设备就位后应及时与预留的接地端子等电位连接；施工过程中使用的金属脚手架、临时支撑就位后，应及时与预留接地端子等电位连接。施工现场临时用电主干线应采用屏蔽电缆，屏蔽层两端应做等电位连接和接地处理。

(5) 确保施工人员宿舍、食堂、厕所、淋浴间等临时设施防雷装置符合标准，施工现场临时用电和职工生活用电，应有漏电、短路保护、浪涌保护装置的。室外用电设备和电箱要做好防雨淋措施，室外用电线路全部断电，同时要做好现场高耸金属部件、空旷地区搭设的钢结构操作棚的防雷接地。

7.2.3.3 项目运行后的防雷装置检测与维护

(1) 防雷装置应按《建筑物防雷装置检测技术规范》(GB/T21431-2015)的要求，由当地具有检测资质的机构每年检测一次，具有爆炸和火灾危险环境的防雷建筑物每半年检测一次。

(2) 加强园区人员的防雷安全知识培训，提高防雷减灾意识，建立雷击事故处理应急预案。

(3) 防雷装置的维护应符合下列要求：

1) 检查接闪杆、接闪带（网、线）、杆塔和引下线的腐蚀情况及机械损伤、松动等，若有损伤，应及时修复，特别是在断接卡或接地测试点处，应进行电气连续性测量；

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

3) 检测内部防雷装置和设备（金属外壳、机架）等电位连接的电气连续性，若发现连接处松动或断路，应及时修复；

4) 检查各类电涌保护器的运行情况，若发现接触不良、漏电、发热、积尘过多等，应及时处理。

7.2.3.4 加强雷电监测预警和应急管理

(1) 按照规范要求应加人员密集场所的雷电监测预警，提前获取雷电预警信息，让作业区人员提前规避雷击危险；提前采取主动的防御措施、降低雷击事故风险提供决策依据。

(2) 建立一套适用的防雷安全工作方案和防雷安全应急预案对所属防雷装置进行管理维护和发生雷击后的应急管理。

7.2.3.5 遭到雷击时急救措施

(1) 人体在遭到雷击后一般会出现昏迷、假死等症状，应立即采取抢救措施，首先须马上进行人工呼吸，其次要对伤者进行心脏按摩并向 120 求助。

(2) 人被雷击中后，身上是不带电的，因为雷电电流击中人后已经通过人体泄放到大地上，所以接触受伤者进行抢救是没有危险的。受伤者被雷电的电火花烧伤只是表面现象，最危险的是对心脏和呼吸系统的伤害。

7.2.3.6 雷击事故处置方法

(1) 发生雷击事故后，岗位人员要沉着、镇静，不要惊慌，应迅速安排人员保护现场。

(2) 发生雷击事故后，应及时通知当地防雷主管机构，并由防雷主管机构组织相关部门进行雷电灾害调查，做出雷灾事故鉴定。

(3) 雷击事故发生后，要组织人员对邻近的设备管线的防雷设施进行仔细检查，避免雷击频繁发生。

7.3 风速极值推算

对于园区工程设计而言，应对五原气象站的最大风速原始资料进行以下计算：

首先，应对五原气象站风速原始资料的可靠性、一致性和代表性进行审查，对特大风速值可通过天气分析、重现期分析、地区比审、气象要素相关、查阅史籍记载等方面审查。

其次，应采用自记式风速仪记录的 10min 平均最大风速资料，风速仪标准高度应为 10m；当观测的风速仪高度与标准高度相差较大时，可按下式换算到标准高度的风速 V ：

$$V = V_z \left(\frac{10}{Z} \right)^\alpha$$

式中： V_z 为风速仪观测风速（m/s）； Z 为风速仪实际高度（m）； α 为地面粗糙度系数，五原取值 0.16。

据此标准，对五原气象站的年最大风速资料进行统计和订正，其年最大风速的年际变化见图 7.3-1。



图 7.3-1 1973~2020 年五原逐年最大风速变化

7.3.1 设计风速的概率计算

概率计算方法主要采用了 Gumbel 分布、PIII 分布和广义极值分布，上述方法均来自于《现代应用统计学》。具体的推算方法详见附录 4。

7.3.1.1Gumbel、PIII 分布计算基本风速

表 7.3-1 利用 Gumbel、PIII 计算出五原气象站不同重现期的基本风速（m/s）

参数估算法	100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	20 年一遇	10 年一遇
耿贝尔法	23.2	21.8	20.7	19.8	18.3
PIII	21.8	20.7	19.9	19.2	17.9

7.3.1.2 广义极值分布计算基本风速

目前对设计基本风速的计算一般用耿贝尔、PIII 分布来拟合，在实际问题中，如果知道风速的基本类型，并且能验证其是否满足极值分布吸引场的条件，就可以确定相关问题的极值分布到底是何类型，但是通常只能得到观测数据，而其分布具有何种形式是难以确定的，另一方面，即使知道其类型，要验证是否满足其极大值极值分布吸引场的条件也较困难，而广义极值分布包含了耿贝

尔, Frechet 及 Weibull 分布, 将三种极值分布统一在一起, 是一个较为完整的极值分布体系, 不必考虑原始分布的类型, 能够避免单独采用某一分布的不足。以下利用广义极值分布计算设计基本风速。具体的推算方法详见附录 4。

五原气象站不同重现期的基本风速见表 7.3-2。比较发现, 利用广义极值与耿贝尔、PIII 计算的基本风速较为接近, 使用广义极值分布计算的 100 年一遇 10min 平均最大风速 23.2m/s, 50 年一遇 10min 平均最大风速 21.5m/s。

表 7.3-2 利用广义极值分布计算出五原气象站不同重现期的基本风速 (m/s)

参数估算法	100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	20 年一遇	10 年一遇
广义极值	23.2	21.5	20.4	19.5	17.9

7.3.1.3 拟合适度检验

按照参数检验法 (柯尔莫戈洛夫拟合适度检验) 的方法, 对五原站的最大风速分布模型的合理性进行检验, 广义极值 (GEV) 分布下 $=0.75$, 耿贝尔分布下 $=0.71$, 小于检验阈值 1.35, 因此样本序列服从该型概率分布。

7.3.2 工业园设计风速的推算

估算设计基准风速通常方法是在论证区域内设置短期气象观测站 (或直接利用论证地点附近的区域自动站), 与临近国家气象站进行对比分析, 建立回归方程或求出从气象站到论证区域的比值系数, 再利用气象站资料求得的基本风速订正到论证区域。

7.3.2.1 五原工业园设计基准风速推算

由于五原气象站位于园区内, 而且区域地形平坦开阔, 可以直接使用五原气象站资料推算的不同重现期最大风速计算值, 无需利用区域气象站进行推算订正。根据表 7.3-3 可知, 五原工业园 100 年一遇最大风速的推荐值为 23.2m/s、50 年一遇最大风速的推荐值为 21.8m/s。

表 7.3-3 园区所在区域不同重现期的最大风速 (m/s)

参数估算法	100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	20 年一遇	10 年一遇
五原工业园	23.2	21.8	20.7	19.8	18.3

根据《公路桥梁抗风设计规范》，临河区重现期 10 年、50 年和 100 年一遇的风速值分别为 27.0m/s、30.1m/s、31.7m/s。五原县与临河区地理位置相邻，考虑工程建设的安全性，园区设计基准风速建议参考《公路桥梁抗风设计规范》给出的规范值，即 50 年一遇最大风速值为 30.1m/s。

7.3.2.2 风荷载

风荷载的基准压力，一般按当地空旷平坦地面上 10m 高度处 10min 的平均风速观测数据，经概率统计得出各个重现期最大风速，再考虑相应的空气密度，按贝努利公式确定风压。

推荐基本风压应采用规范规定的方法确定的 50 年重现期的风压，但不能小于 0.3kN/m²。对于高层建筑、高耸结构以及对风荷载比较敏感的其他结构，基本风压的取值应适当提高，并应符合有关结构设计规范的规定。

基本风压应按下式计算：

$$W_0 = \frac{1}{2} \rho V_0^2$$

式中：W₀ 为基本风压 (kN/m²)；V 为某一重现期离地 10m 高自记 10min 平均最大风速 (m/s)；ρ 为 空气密度 (t/m³)。

空气密度 ρ 按下式计算：

$$\rho = \frac{1.276}{1 + 0.00366t} \left(\frac{P - 0.378e}{1000} \right)$$

式中：P 为气压 (hPa)；t 为气温 (°C)；e 为水汽压 (hPa)。

根据上式计算，得到五原气象站的空气密度为 1.11kg/m³。再利用该地 50

年一遇的 10m 高度年最大风速 21.8m/s，就可计算得到基本风压为 0.26kN/m²。按照《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）的附表 D5，临河区重现期为 10 年、50 年和 100 年的风压分别为 0.30kN/m²、0.50kN/m² 和 0.60kN/m²。由于五原县和临河区地理位置相邻，而且均处于河套平原，海拔高差较小，临河区基本风压值具有较好的区域代表性。考虑到工程的安全性，建议采用 GB50009-2012 的规范值，即基本风压为 0.50 kN/m²。

7.3.2.3 工业园不同高度不同重现期 10min 平均最大风速的推算

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

表 7.3-4 地表状况及地表粗糙度分类

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

表 7.3-5 园区不同高度不同重现期 10min 平均最大风速(m/s)

高度 (m)	10min 平均最大风速				
	100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	20 年一遇	10 年一遇
10	31.7	30.1	29.0	28.2	27.0
20	35.4	33.6	32.4	31.5	30.2
30	37.8	35.9	34.6	33.6	32.2
50	41.0	38.9	37.5	36.5	34.9
70	43.3	41.1	39.6	38.5	36.9
100	45.8	43.5	41.9	40.8	39.0

7.4 最高、最低气温极值及室外空气计算参数推算

7.4.1 不同重现期设计气温（高温）与极端最高气温的推算

7.4.1.1 资料来源

按照《建筑结构荷载规范》，选取五原气象站历年来最高温度月的月平均最高气温来计算基本气温（高温）。选取五原气象站历年来极端最高气温来计算不同重现期的极端最高气温。

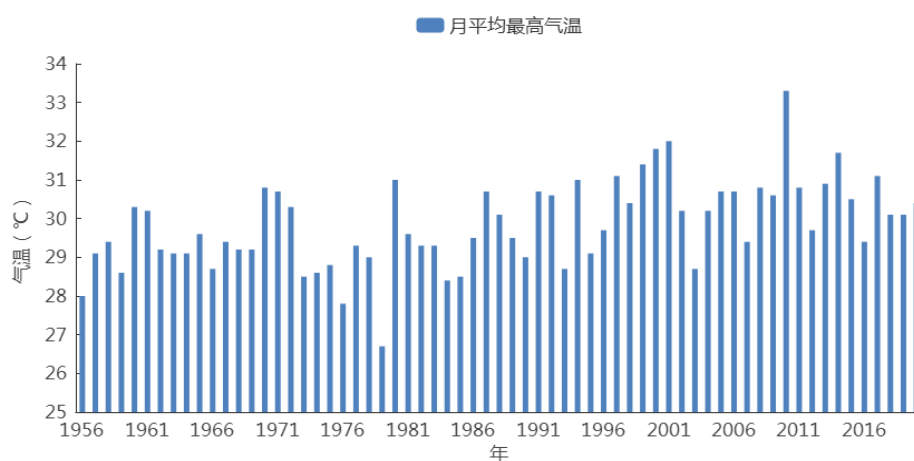


图 7.4-1 1956~2020 年五原站最高温度月的月平均最高气温年际变化

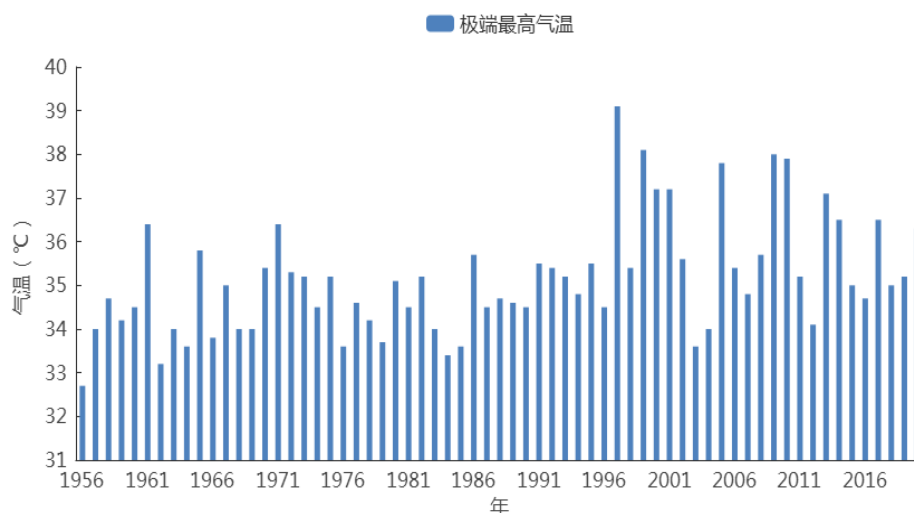


图 7.4-2 1956~2020 年五原站极端最高气温年际变化

7.4.1.2 设计气温（最高）的概率计算

本文使用的资料是五原气象站 1956~2020 年最高温度月的月平均最高气温序列，有 65 年资料，符合指南或规范对资料的要求。按标准的规定，我们将用耿贝尔、PIII 和广义极值分布计算出基本气温（高温），为了让设计人员有一个选择的余地，也为了有一个相互比较、相互验证的结果，分别给出了耿贝尔法和 PIII 参数估计法计算出的结果。

表 7.4-1 1956~2020 年五原站最高温度月的月平均最高气温(℃)

站名	设计频率/%	耿贝尔分布	PIII 分布	广义极值	最大值	资料年代
五原	10 年一遇	31.5	31.4	31.3	31.5	1956~2020
	20 年一遇	32.2	31.8	31.7	32.2	
	30 年一遇	32.6	32.0	32.0	32.6	
	50 年一遇	33.1	32.3	32.2	33.1	
	100 年一遇	33.7	32.6	32.5	33.7	

五原工业园区设计气温（高温）直接采用五原气象站推算值。据表可知，五原工业园 50 年一遇月平均最高气温的推荐值为 33.1℃。

7.4.1.3 参证站年极端最高气温的概率计算

本文使用的资料是五原气象站 1956~2020 年极端最高气温序列，有 65 年资料，符合指南或规范对资料的要求。使用耿贝尔、PIII 和广义极值分布计算出不同重现期的极端高温，结果如表 7.4-2 所示。

表 7.4-2 1959~2020 年五原气象站不同重现期的极端最高气温(℃)

站名	设计频率/%	耿贝尔分布	PIII 分布	广义极值	最大值	资料年代
五原	10 年一遇	37.1	36.9	36.9	37.1	1956~2020
	20 年一遇	37.9	37.6	37.6	37.9	
	30 年一遇	38.3	38.0	38.1	38.3	
	50 年一遇	38.9	38.4	38.6	38.9	
	100 年一遇	39.7	39.0	39.4	39.7	

采用五原气象站的资料进行设计极端高温的推算。根据表可知，五原工业园 50 年一遇极端最高气温的推荐值为 38.9℃。

表 7.4-3 推算出园区区域不同重现期的年极端最高气温(℃)

重现期	10 年一遇	20 年一遇	30 年一遇	50 年一遇	100 年一遇
五原工业园区	37.1	37.9	38.3	38.9	39.7

7.4.2 不同重现期设计气温（低温）与极端最低气温的推算

7.4.2.1 资料来源

按照《建筑结构荷载规范》，选取五原气象站历年来最低温度月的月平均最低气温来计算基本气温（低温）。

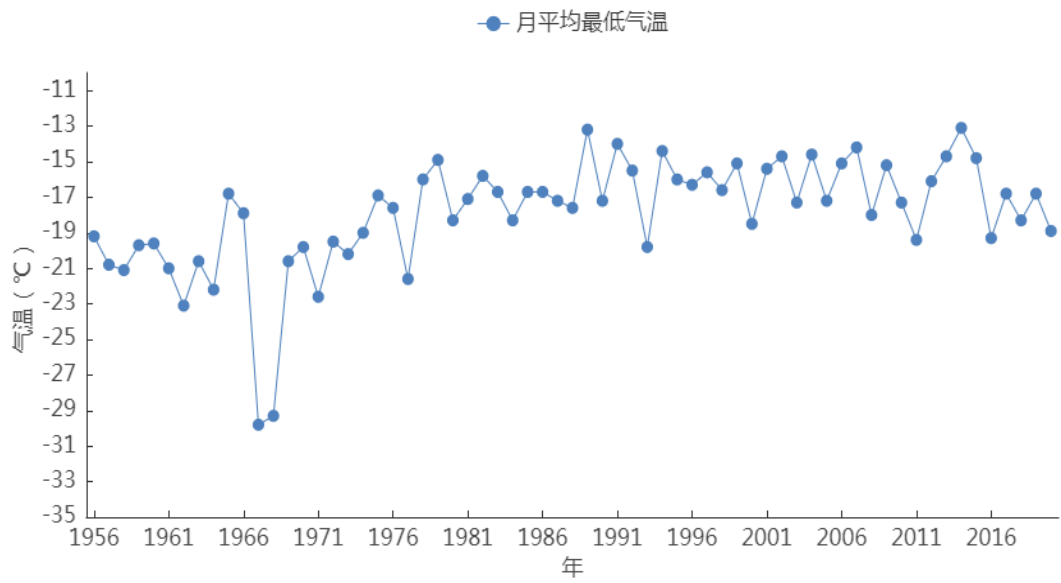


图 7.4-3 1956～2020 年五原站最低温度月的月平均最低气温年际变化

另外，选取五原气象站历年来极端最低气温来计算不同重现期的极端最低气温。从图 7.4-4 逐年极端最低气温变化曲线可看出建站至今气温逐渐上升，在-36.7℃～-18.2℃之间变化。

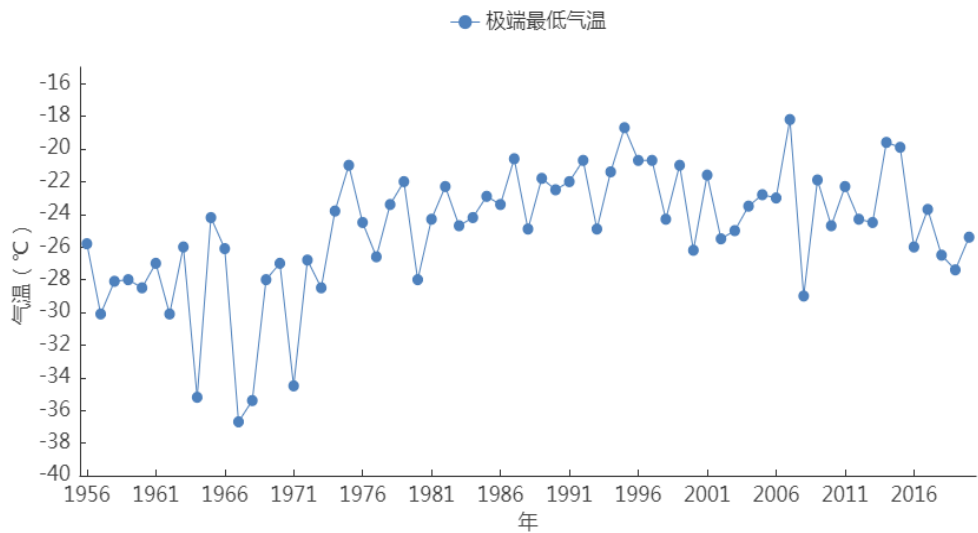


图 7.4-4 1956~2020 年五原站极端最低气温年际变化

7.4.2.2 设计气温（最低）的概率计算

本文使用的资料是五原气象站 1956~2020 年最低温度月的月平均最低气温序列，有 65 年资料，符合指南或规范对资料的要求。使用耿贝尔、PIII 和广义极值分布计算出的基本气温（低温），结果如表 7.4-4 所示。

采用五原气象站的资料进行工业园设计气温（低温）的推算。据表可知，五原工业园区 50 年一遇月平均最低气温的推荐值为-26.8℃。

表 7.4-4 利用 Gumbel、PIII 和广义极值分布计算出五原气象站不同重现期的月平均最低气温（℃）

站名	设计频率/%	耿贝尔分布	PIII 分布	广义极值	最小值	资料年代
五原	10 年一遇	-22.4	-22.1	-21.9	-22.4	1956~2020
	20 年一遇	-24.3	-24.1	-23.7	-24.3	
	30 年一遇	-25.4	-25.2	-24.8	-25.4	
	50 年一遇	-26.8	-26.6	-26.2	-26.8	
	100 年一遇	-28.7	-28.4	-28.1	-28.7	

7.4.2.3 参证站年极端最低气温的概率计算

本文使用的资料是五原气象站 1956~2020 年极端最低气温序列，有 65 年资料，符合指南或规范对资料的要求。使用耿贝尔、PIII 和广义极值分布计算

出不同重现期的极端低温，结果如表所示。

表 7.4-5 利用 Gumbel、PIII 和广义极值分布计算出五原气象站不同重现期的极端最低气温（℃）

站名	设计频率/%	耿贝尔分布	PIII 分布	广义极值	最小值	资料年代
五原	10 年一遇	-30.5	-30.1	-30.0	-30.5	1956~2020
	20 年一遇	-32.9	-32.2	-32.1	-32.9	
	30 年一遇	-34.2	-33.4	-33.4	-34.2	
	50 年一遇	-35.9	-34.8	-34.9	-35.9	
	100 年一遇	-38.1	-36.6	-36.9	-38.1	

采用五原气象站的资料进行工业园设计极端低温的推算。据表可知，五原工业园 50 年一遇极端最低气温的推荐值为-35.9℃。五原气象站 1967 年极端最低气温为-36.7℃，大于 50 年一遇极端最低气温推算值。为了保证园区工程安全，五原工业园 50 年一遇极端最低气温推荐-36.7℃。

表 7.4-6 推算出工业园不同重现期的极端最低气温(℃)

重现期	10 年一遇	20 年一遇	30 年一遇	50 年一遇	100 年一遇
工业园	-30.5	-32.9	-34.2	-35.9	-38.1

7.5 降水极值推算

1956~2020 年，五原气象站最大日降水量最大值出现于 2012 年，达到 87.3mm；1971 年最大日降水量最小，仅 9.5mm。

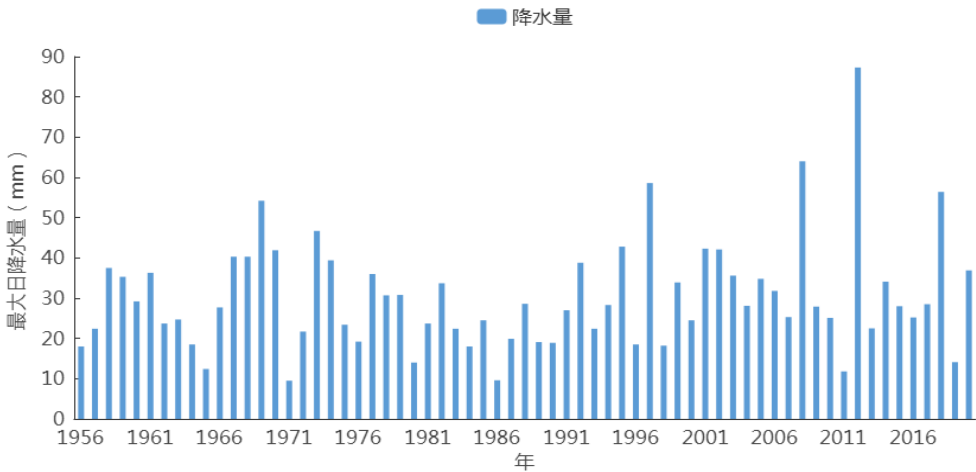


图 7.5-1 五原气象站年最大日雨量的年际变化（1956~2020 年）（单位：mm）

应用广义极值分布和耿贝尔分布函数，计算了五原气象站不同重现期的最大日雨量，结果如表 7.5-1 所示：100 年一遇的最大日雨量为 76.6mm，50 年一遇的最大日雨量为 68.6mm。

表 7.5-1 五原气象站不同重现期的最大日雨量（单位：mm）

重现期	方法	100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	10 年一遇
最大日雨量	耿贝尔	76.6	68.6	62.7	49.7
	广义极值	74.9	66.4	60.3	47.5

7.6 雪压极值推算

7.6.1 积雪密度的估算

根据《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012），各地区的积雪的平均密度按下述取用：东北及新疆北部地区的平均密度取 150kg/m^3 ；华北及西北地区取 130kg/m^3 ，其中青海取 120kg/m^3 ；淮河、秦岭以南地区一般取 150kg/m^3 ，其中江西、浙江取 200kg/m^3 。五原县属于华北地区，故积雪密度平均值取 130kg/m^3 。

7.6.2 设计雪压的概率计算

本文使用的资料是五原气象站 1956～2020 年最大积雪深度序列（年最大积雪深度统计时段均为当年 7 月到下一年 6 月），有 65 年资料，符合指南或规范对资料的要求。

按标准的规定，我们将用耿贝尔、PIII 和广义极值分布计算出不同重现期的最大积雪深度，为了让设计人员有一个选择的余地，也为了有一个相互比较、相互验证的结果，分别给出了耿贝尔法和 PIII 参数估计法计算出的结果。

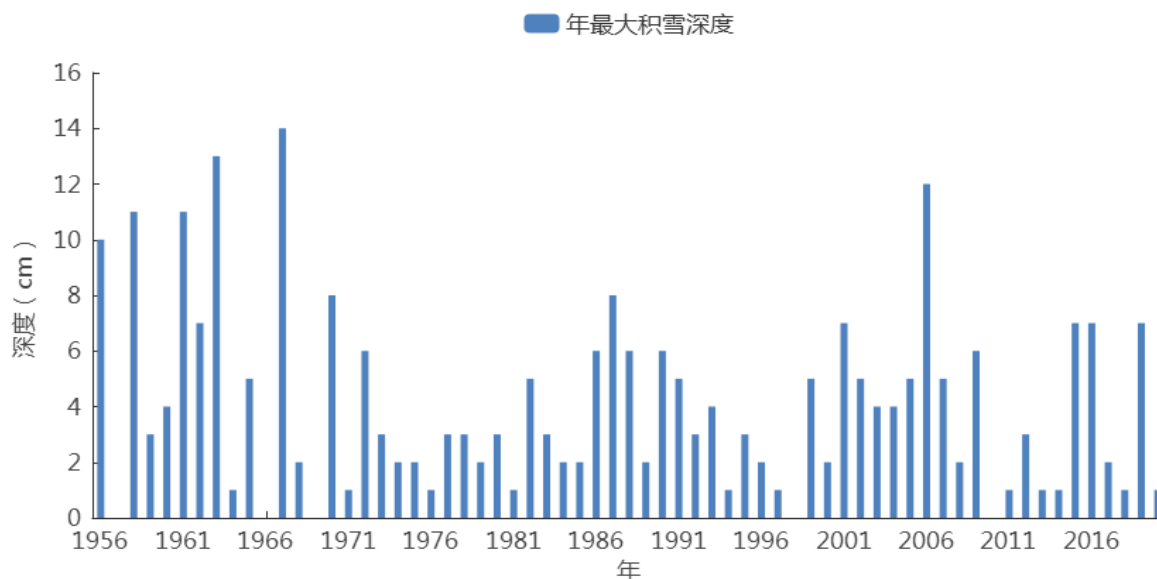


图 7.6-1 1956~2020 年五原站年最大雪深变化图

从五原气象站历年最大积雪深度可知,有部分年份的最大积雪深度为 0cm,对于含有 0 的序列,一般采用比例法来进行频率转换,先将 $X_i > 0$ 的 k 项资料作为整个序列,进行一般的频率计算,其拟合出的曲线只能代表全部 n 项资料中一部分资料的分布情况,所以需要对 X_i 的频率进行缩减,具体转换公式为:

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

其中: k 为积雪深度大于 0 的年数, n 为总年数。

由表所示,计算得到的三组结果基本一致。

并根据积雪密度和不同重现期的最大积雪深度计算雪压,计算公式如下:

$$S_o = h\rho g \quad (\text{公式 7.6-1})$$

其中: S_o 为雪压 (kN/m^2), h 为积雪深度 (m), ρ 为积雪密度 (t/m^3), g 为重力加速度 (9.8m/s^2)。

表 7.6-1 利用 Gumbel、PIII 和广义极值分布计算出五原气象站不同重现期的最大积雪深度和雪压

参数估算法		100 年一遇	50 年一遇	30 年一遇	20 年一遇	10 年一遇
五原	耿贝尔法 (cm)	15.5	13.5	12.1	10.9	8.9
	PIII 分布(cm)	14.4	12.7	11.4	10.4	8.5
	广义极值(cm)	16.6	13.9	12.0	10.6	8.4
	雪压(kN/m ²)	0.18~0.21	0.16~0.18	0.14~0.15	0.13~0.14	0.11~0.11

采用五原气象站逐年最大积雪深度资料进行五原工业园设计雪压的推算。据表可知,五原工业园区的 50 年一遇最大积雪深度为 13.9cm,雪压为 0.18kN/m²。五原气象站 1967 年最大积雪深度为 14cm,因此,50 年以上一遇的最大积雪深度推荐 14cm。

五原县与临河区地理位置相邻、气候特征相似,故采用《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)中临河区的基本雪压作为五原县基本雪压的规范值。临河区重现期 50 年和 100 年一遇的基本雪压分别为 0.25kN/m²和 0.30 kN/m²,均大于五原气象站的计算值。为了保证五原工业园区内工程建设的安全性,推荐基本雪压为 0.30 kN/m²。

7.7 设计冻土深度推算

利用五原气象站 1956~2020 年最大冻土深度资料,采用极值 I 型函数,推算得到论证区域各重现期冻土深度最大值见表 7.7-1。

表 7.7-1 五原气象站不同重现期的冻土深度(cm)

重现期	10 年一遇	20 年一遇	30 年一遇	50 年一遇	100 年一遇
论证区域	120.9	130.4	135.8	142.7	151.9

根据表可知,五原气象站 50 年一遇最大冻土深度 142.7cm。因此,工程建设的设计冻土深度应不小于 142.7cm (按 50 年一遇计算)。

7.8 工业建筑暖通风气象参数

7.8.1 工业建筑供暖通风与室外空气计算参数及其统计方法

根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019 -2015) 4.2 节中室外空气计算参数的要求, 统计下述参数, 统计年份取 30 年 (1991~2020 年)。具体名称及统计方法见表 7.8-1。

表7.8-1 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
夏季空调室外计算逐时温度	见公式 (7.8-1)、(7.8-2) 和表 7.8-4
夏季空调室外逐时计算焓值	累年平均每年不保证 7h 的空气焓值
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
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℃

夏季空调室外计算逐时温度，按下式确定：

$$t_{sh} = t_{wp} + \beta \Delta t_r \tag{7.8-1}$$

$$\Delta t_r = \frac{t_{wg} - t_{wp}}{0.52} \tag{7.8-2}$$

- 式中：t_{sh}—室外计算逐时温度（℃）；
t_{wp}—夏季空调室外计算日平均温度（℃）；
β—室外温度逐时变化系数按表 6.1-2 确定；
Δt_r—夏季室外计算平均日较差；
t_{wg}—夏季空调室外计算干球温度（℃）。

表7.8-2 室外温度逐时变化系数

时刻	1	2	3	4	5	6
β	-0.35	-0.38	-0.42	-0.45	-0.47	-0.41
时刻	7	8	9	10	11	12
β	-0.28	-0.12	0.03	0.16	0.29	0.40
时刻	13	14	15	16	17	18
β	0.48	0.52	0.51	0.43	0.39	0.28
时刻	19	20	21	22	23	24
β	0.14	0.00	-0.10	-0.17	-0.23	-0.26

7.8.2 工业建筑供暖通风与室外空气计算参数统计结果

根据上述要求，整理得到五原室外空气计算参数的统计结果，见表 7.8-4，夏季空调室外逐时计算温度与逐时计算焓值单独列表，见表 7.8-5、表 7.8-6。

表7.8-4 五原气象站室外空气计算参数

	年平均温度 (°C)	8.0
室外计算 温、湿度	冬季供暖室外计算温度 (°C)	-16.0
	冬季通风室外计算温度 (°C)	-11.1
	冬季空气调节室外计算温度 (°C)	-19.3
	冬季空气调节室外计算相对湿度 (%)	59
	夏季空气调节室外计算干球温度 (°C)	32.1
	夏季空气调节室外计算湿球温度 (°C)	-
	夏季通风室外计算温度 (°C)	28.4
	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	42
	夏季空气调节室外计算日平均温度 (°C)	27.3
风向、风 速及频率	夏季室外平均风速 (m/s)	2.0
	夏季最多风向	NE
	夏季最多风向的频率 (%)	9
	夏季室外最多风向的平均风速 (m/s)	2.2
	冬季室外平均风速 (m/s)	1.6
	冬季最多风向	ENE
	冬季最多风向的频率 (%)	12
	冬季室外最多风向的平均风速 (m/s)	1.6
	年最多风向	ENE
	年最多风向的频率 (%)	9
	冬季日照百分率 (%)	71
	最大冻土深度 (cm)	135
大气 压力	冬季室外大气压力 (hPa)	905.9
	夏季室外大气压力 (hPa)	892.8
设计计算 用供暖期 天数及其 平均温度	日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的天数	152
	日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	10.28-3.28
	平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 (°C)	-4.9
	日平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 的天数	167
	日平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	10.22-4.6
	平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 (°C)	-3.9
	极端最高气温 (°C)	39.1
	极端最低气温 (°C)	-36.7
	历年极端最高气温平均值 (°C)	35.1
	历年极端最低气温平均值 (°C)	-25.0
	累年最低日平均温度 (°C)	-22.5
	累年最热月平均相对湿度 (%)	55

表7.5-5 五原气象站夏季空气调节室外逐时计算温度 t_{sh} (°C)

时刻	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00
t_{sh}	24.1	23.8	23.4	23.1	23	23.5
时刻	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
t_{sh}	24.7	26.2	27.6	28.8	30	31
时刻	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
t_{sh}	31.7	32.1	32	31.3	30.9	29.9
时刻	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
t_{sh}	28.6	27.3	26.4	25.7	25.2	24.9

表7.8-6 五原气象站夏季空气调节室外逐时计算焓值 h (kJ/kg)

时刻	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00
H	55.6	57.2	54.5	54.5	54	53.6
时刻	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
H	55.4	58.8	59	60.4	61.6	62.8
时刻	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
H	63.3	65.5	63	62.6	62.5	62.5
时刻	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
H	62.4	63.4	59.3	58.2	57	55.7

8 结论和建议

8.1 结论

8.1.1 气候背景

五原工业园地处河套平原腹部，距五原县城 2 公里，属中温带大陆性季风气候，具有光能丰富、日照充足、干燥多风。降雨量少的特点。其主要表现为，春季天气多变，降水少，多大风天气；夏季雨水相对集中，易出现暴雨、冰雹、雷雨大风等灾害性天气；秋季气温下降快，霜冻来临早，雨季一般在 9 月下旬结束，之后易出现晴朗少云、凉爽宜人的天气；冬季受西北气流控制，降温、降雪、大风是主要的天气现象。报告选取五原站为主要参证站，其观测资料可代表论证区域的气候背景状况。

(1) 参证气象站基本气象要素特征

气压：多年平均气压为 900.0hPa，年平均最高气压为 902.4hPa，年平均最低气压为 897.2hPa；年极端最高气压为 927.7hPa，出现在 1981 年 12 月 1 日，年极端最低气压为 878.2hPa，出现在 2002 年 4 月 13 日和 2012 年 4 月 22 日。

气温：多年平均气温为 8℃，平均最高气温 14.9℃，平均最低气温 2℃。极端最高气温为 39.1℃，出现在 1997 年 07 月 22 日，极端最低气温为-36.7℃，出现在 1967 年 12 月 27 日。

降水：年平均降水量为 183mm，年降水量最多为 371.0mm，出现在 2012 年，年最少降水量 68.7mm，出现在 1965 年；年平均降水日数为 41d；年最大日降水量 87.3mm，出现在 2012 年。降水主要集中在 6~8 月，占全年降水量的 59.67%。

风速：年平均风速为 2.2m/s，平均风速 4 月最大，为 2.7m/s。年最大风速

以春季出现频率最多。最大风速对应的风向多以 W 为主。最大风速的最大值为 21.7m/s (NNE)，出现在 1974 年 05 月 27 日。近 11 年 (2010~2020 年) 极大风速的最大值为 27.1m/s (WSW)，极大风速对应的风向多以 NW 向的风居多。

风向：全年主导风向为 ENE 风，出现频率为 8.9%，次主导风向为 NE 风，出现频率为 8.7%，静风的年出现频率为 14.7%。秋、冬季出现频率最高的均是 ENE 风，年出现频率分别为 9.1%、11.2%，春季出现频率最高的是 WSW，频率为 9.6%，夏季出现频率最高的是 NE，频率为 9.4%。

相对湿度：年平均相对湿度为 51%，年最小相对湿度接近 0.0%，1980~2020 年有 3 年年最小相对湿度接近 0%，最近出现在 2017 年。4 月平均相对湿度最小，为 35.7%；11 月平均相对湿度最大，为 60.3%。

日照：平均日照时数为 3147.7h，年最多 3393.6h 出现在 2000 年，年最少 2810.2h，出现在 1992 年。日照时数月际变化呈单峰型，5~8 月平均日照时数最多，为 298 小时以上

地面气温：平均地面温度、平均最高地面温度及平均最低地面温度分别为 10.3℃，32.1℃，-2.0℃。极端最高地面温度为 69.9℃，出现在 2006 年 7 月 5 日；极端最低地面温度为-41.2℃，1968 年 2 月 5 日。

(2) 大气自净能力

全年稳定类天气出现频率，占 46.82%；中性稳定度出现频率最高为 28.48%；不稳定类天气占 24.69%。春、夏季中性大气稳定度出现频率最高，秋、冬季稳定类天气出现频率最高，冬季强不稳定天气较少。年平均混合层高度为 708m，在不稳定类天气、中性天气及稳定类天气条件下的平均混合层高度分别为 1134m、756m 和 196m。

四季平均大气自净能力春季>夏季>秋季>冬季。春季平均大气自净能力为较强等级，夏季次之，秋季、冬季大气自净能力较差。年平均大气自净能力一般，大气对污染物的清除条件总体一般。工业园 ESE~SE 扇区和 WSW 风向的污染系数较大，其下风方向为大气污染敏感区域，需合理规划园区建设，应避免在大气污染敏感区域上风方向建设大气污染排放较大的企业，下风方向避免建设生活服务区，秋冬需根据大气扩散条件，合理安排生产，以免引发或加重局地重污染事件。秋冬季逆温频率高、强度强，对大气污染物扩散很不利，重点关注冬季静稳天气影响，避免污染物向其大气污染敏感区域传输。

（3）气压、气温、降水、风速、湿度的空间分布特点

利用 CLDAS 大气驱动场产品中 2008~2019 年逐年逐小时的气压、离地 2m 气温的格点数据、降水量、离地高度 10m 风速、逐年相对湿度数据，分析了平均气压、平均气温、平均降水量、风速、平均相对湿度的空间分布情况；五原县年平均气压在 890.0~900.0hPa，其中五原工业园区年平均气压均在 900.0hPa 左右，处于全县一般水平；工业园平均气温在 8.0~8.5℃，在全县范围内属于偏高水平；五原工业园区年平均降水量在 170mm 左右，处于全县中等水平；工业园周边区域年平均风速在 2.0~2.2m/s，五原工业园区年平均风速在 2.1m/s 左右，处于风速相对较低区域；五原县年平均相对湿度在 45.5%~46.5%，工业园年平均相对湿度在 46.5%左右，处于全县偏上水平。

（4）区域雷电环境

区域雷电活动主要活跃在 4~10 月，闪电发生时间较为分散，闪电发生时段主要集中在凌晨和午后至傍晚时段，其中 3 时雷电活动最强，2 时次之。工业园及周边 10km 范围内，实测土壤电阻率均值为 85Ω·m，雷击大地密度为 2.32

次/ km^2 ，雷电流平均强度为 $6.17\text{kA}/\text{km}^2$ ，属弱地闪强度等级。

8.1.2 高影响天气及气象灾害风险评价

根据现场调查，工业园内的企业及公共设施对高影响天气敏感度最高的是暴雨；其次是暴雪、大风；再次是雷击闪电、高温、冰雹。本报告对五原气象站的暴雨、降雪、积雪、大风、雷电、高温、冰雹等高影响天气现象进行了分析，表 8.1-1 列出了以上高影响天气的统计结果。气象灾害风险评价主要结论如下：

(1) 五原县暴雨日数相对较少，年平均为 0.1 天，最多 1 天；最长连续降水日数为 9 天，最大连续降水量 101.7mm，最大日降水量 87.3mm。短历时降水强度大，最大小时降水量 39.6mm，达到了大暴雨级别。根据暴雨洪涝淹没模拟结果，五原工业园主要受乌加河以及黄河灌区的干渠及其支渠的影响，其中工业园区主体部分的局部地区淹没风险较大，风险等级最高可达高风险，而鸿鼎工贸园淹没风险相对较小，主要集中在园区边缘地区，风险等级最高为中风险。由于园区地处地势平坦的河套平原，重点防范大范围、长时间的持续降水引起的河渠水位暴涨以及短历时强降水可能造成的园区局地积水内涝。

(2) 五原县平均降雪日数 12.1 天，平均积雪日数 18.8 天，最多为 64 天，最大积雪深度 14cm，对园区企业的原材料运输、厂棚承重影响较大，且园区雪灾危险性等级达到次高风险。该园区的企业需在建（构）筑物设计时选择合适的基本雪压。

(3) 五原县全年各月均出现过大风天气，年平均大风日数为 16.3 天，主要集中在 3~6 月，其中五原工业园的大风致灾因子危险性等级为次低等风险，建议按照第七章给出的抗风参数进行建筑物抗风设计建设。

(4) 五原县年平均雷暴日数 23.7 天，最多 42 天，均主要集中在 5~9 月。雷电灾害对园区企业设施和人员安全有直接影响，详细见第七章 7.2 节的雷击风险评估。

(5) 五原县年平均高温日数 1.4 天，最多 8 天，主要发生在 6、7 月。五原工业园高温危险性等级为高风险和次高风险，对五原工业园农畜产品加工产业的影响较大，因此在夏季高温时段，相关企业加强生产车间、产品仓库等敏感工序的空气调节和通风降温工作，同时注意一线工人的防暑降温，确保高温天气下企业正常生产、安全运行。

(6) 五原县冰雹灾害出现较多，年平均冰雹日数为 1.0 天，最多 5 天，主要发生在 4~9 月。五原工业园冰雹危险性等级为中等至高风险，冰雹会影响园区企业原材料储存和运输，对电力设施和建筑物也有一定危害，应做好应急避灾措施。

(7) 五原县沙尘天气频发易发，全年平均浮尘、扬沙和沙尘暴日数分别为 20.0 天、25.3 天和 3.8 天，主要发生在春季（3~5 月）。五原工业园所在区域沙尘暴致灾因子危险性等级为次低至高风险，发生沙尘暴灾害的可能性相对较大。沙尘天气可能造成食品加工环境污染、水源污染，对精密设备有较大的影响，同时会给企业的原材料、能源运输带来不便。

(8) 五原县冬季漫长，年平均低温日数为 3.5 天，最多 48 天。五原县低温致灾因子危险性等级为低风险，对园区建设和运营的影响相对较小，但仍需警惕极端低温对企业生产设备、金属构件以及输水管道的的影响，应重视冬季保暖工作。

(9) 冻融的危害主要是对园区的建筑地下管道线路铺设造成损坏，在施工

措施时，需考虑地理位置、地质岩性、水分状况、植被、坡向的不同而有所不同，在实际的勘探、设计、施工中要视具体情况进一步研究。

表 8.1-1 重要气象要素值统计一览表

重要气象要素值		五原
暴雨	年均日数 (d)	0.1
	年最多日数 (d)	1
	最长连续降水日数 (d)	9
	最长连续降水量 (mm)	101.7
	最大连续降水量 (mm)	101.7
	最大日降水量 (mm)	87.3
	最大小时降水量 (mm)	39.6
降雪	年均日数 (d)	12.1
	年最多日数 (d)	28
积雪	年均日数 (d)	18.8
	年最多日数 (d)	64
	最大积雪深度 (cm)	14
大风	年均日数 (d)	16.3
	年最多日数 (d)	60
	年最大风速(m/s)	21.7
	年极大风速(m/s)	27.1
雷暴	年均日数 (d)	23.7
	年最多日数 (d)	42
高温	年均日数 (d)	1.4
	年最多日数 (d)	8
冰雹	年均日数 (d)	1.0
	年最多日数 (d)	5
沙尘暴	年均日数 (d)	3.8
	年最多日数 (d)	35
低温	年均日数 (d)	3.5
	年最多日数 (d)	48
最大冻土深度	年平均最大冻土深度 (cm)	98.5
	最大冻土深度的最大值 (cm)	135
逆温	年频率 (%)	37.68
	年平均强度 (°C/100m)	0.36
	年最大强度 (°C/100m)	3.74

8.1.3 工业园建设对局地气候的影响

8.1.4 关键气象参数分析与推算

工业园的设计、建设和运营涉及到暴雨强度公式、设计风速、风荷载、最大积雪深度、雪荷载、极端高温、极端低温、设计最大冻土深度以及室外空气计算参数等，报告在第七章给出了暴雨强度公式的总、分公式、雷击风险评估结果以及 100 年一遇、50 年一遇的设计风速、设计雪压、设计气温、设计极端气温、设计冻土深度、降水极值的推算结果，表 8.1-2 列出了以上参数的部分推算结果。报告得到的推算结果是科学的，但由于各种原因，存在不确定性，这是需要具体设计人员加以注意的。

表 8.1-1 关键气象参数分析及推算结果

关键气象参数		推算结果
10m 高度设计风速 (m/s)	100 年一遇	31.7 (规范值)
	50 年一遇	30.1 (规范值)
风荷载 (kN/m ²)	基本风压	0.50 (规范值)
月平均最高气温 (°C)	100 年一遇	33.7
	50 年一遇	33.1
极端最高气温 (°C)	100 年一遇	39.7
	50 年一遇	38.9
月平均最低气温 (°C)	100 年一遇	-28.7
	50 年一遇	-26.8
极端最低气温 (°C)	100 年一遇	-38.1
	50 年一遇	-35.9 (推荐值-36.7)
日最大降水量 (mm)	100 年一遇	76.6
	50 年一遇	68.6
最大积雪深度 (cm)	100 年一遇	16.6
	50 年一遇	13.9 (推荐值 14)
雪荷载 (kN/m ²)	基本雪压	0.30
设计冻土深度 (cm)	100 年一遇	151.9
	50 年一遇	142.7
暴雨强度公式 (单位: L/(s·hm ²))		
地闪平均密度 (次·km ⁻² ·a ⁻¹)		2.32 次·km ⁻² (建议值)
雷击风险评估指标得分		区域雷击风险等级为Ⅲ级, 属于中等风险。

表 8.1-2 室外空气计算参数

年平均温度 (°C)		8.0
室外计算 温、湿度	冬季供暖室外计算温度 (°C)	-16.0
	冬季通风室外计算温度 (°C)	-11.1
	冬季空气调节室外计算温度 (°C)	-19.3
	冬季空气调节室外计算相对湿度 (%)	59
	夏季空气调节室外计算干球温度 (°C)	32.1
	夏季空气调节室外计算湿球温度 (°C)	-
	夏季通风室外计算温度 (°C)	28.4
	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	42
	夏季空气调节室外计算日平均温度 (°C)	27.3
风向、风 速及频率	夏季室外平均风速 (m/s)	2.0
	夏季最多风向	NE
	夏季最多风向的频率 (%)	9
	夏季室外最多风向的平均风速 (m/s)	2.2
	冬季室外平均风速 (m/s)	1.6
	冬季最多风向	ENE
	冬季最多风向的频率 (%)	12
	冬季室外最多风向的平均风速 (m/s)	1.6
	年最多风向	ENE
年最多风向的频率 (%)		9
冬季日照百分率 (%)		71
最大冻土深度 (cm)		135
大气 压力	冬季室外大气压力 (hPa)	905.9
	夏季室外大气压力 (hPa)	892.8
设计计算 用供暖期 天数及其 平均温度	日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的天数	152
	日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	10.28-3.28
	平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 (°C)	-4.9
	日平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 的天数	167
	日平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 的起止日期	10.22-4.6
平均温度 $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 期间的平均温度 (°C)		-3.9
极端最高气温 (°C)		39.1
极端最低气温 (°C)		-36.7
历年极端最高气温平均值 (°C)		35.1
历年极端最低气温平均值 (°C)		-25.0
累年最低日平均温度 (°C)		-22.5
累年最热月平均相对湿度 (%)		55

8.2适用性分析及建议

本报告基于五原工业园区的区域气候背景、高影响天气、关键气象参数及对

局地气候影响的分析，从气象角度对工业园的规划、建设和运营三个阶段提出相关建议，为相关部门和单位提出参考依据。

8.2.1 规划建设阶段

在规划及建设阶段，从气象角度需关注工业园建设的气象灾害预防及建筑设计中需要用到气象参数。回顾五原工业园周边的历史气象灾情，暴雨洪涝、冰雹、沙尘暴、雷击、大风等气象灾害造成人员伤亡及财产损失，因此在工业园规划设计、施工建设阶段需采用合理的气象参数。具体对策建议见表 8.2-1、表 8.2-2。

表 8.2-1 对五原工业园规划设计阶段不同关注点的对策建议

阶段	关注点	对策及建议
规划设计	引入企业标准	1.工业园以“农畜产品精深加工、装备制造”为主导产业，根据大气扩散能力评价和逆温分析，该区域不适合引进高污染企业，否则可能对五原县城人居环境造成直接影响，应严格限制高污染企业入驻，减少大气污染排放。 2.引入农畜产品加工、装备制造等企业时，应严格控制排放标准，保留五原县城与工业园之间的防护隔离带。 3.入驻企业在设计时应提高绿地覆盖率，缓解城市热岛。
	空间布局标准	1.工业园区区域年最多风向为 ENE 风，秋、冬季出现频率最高的均是 ENE 风，春季出现频率最高的是 WSW 风，夏季出现频率最高的是 NE 风。因此，需合理规划园区建设，避免在大气污染敏感区域上风方向建设大气污染排放较大的企业，下风方向避免建设生活服务区，秋冬需根据大气扩散条件，合理安排生产，以免引发或加重局地重污染事件。 2.对暴雨敏感度较高的企业或建筑，应避免建设在地势低洼地区，建设时垫高地基，减少被淹的风险。
	建筑设计标准	1.在设计排水管、建筑物荷载、采暖通风等设计中需要用到相关的基本气象参数，应参考本报告第 7 章给出的暴雨强度公式、设计风速、设计雪压、设计冻土深度、最高和最低气温的推算，设计人员可根据设计需求，从报告推算值及规范推荐值中进行选取。 2.对于农畜产品加工企业应注意其污水处理情况，完善排水系统，实施雨污分流，铺设雨水、污水排放管道，建设污水处理设施，以减少环境污染。
	灾害防御措施	1.工业园主导产业以绿色农畜产品精深加工为主导，一些食品加工、物流企业的产品加工、存储、运输等，对暴雨洪涝、大风、暴雪、雷电、高温较为敏感，应重点关注厂房相关应对措施、生产原料或产品的存放、安装备用电源，避免停电等造成的损失。 2.工业园靠近西北边界区域需做好排水防洪措施，重要设备、仓库等需要建设在高处，以防造成损失。易发生滞涝处可考虑将电源插孔或大功率电器设计在较高的

		位置，防止漏电。
		3.大风沙尘、积雪、低温冰冻等是较为常见的气象灾害，要加以重点防范，在规划阶段重点关注风荷载、雪荷载以及冬季管道防冻。
	防雷设施标准	1.工业园雷击风险等级属于中等风险，按照 GB50057-2010 中的规定，工业园内企业生产设施应按二类防雷建筑物设计，部分易燃易爆场所防雷设计应按照一类设计。 2.工业园低压配电系统及信号系统应按照《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343-2014 安装 SPD，抑制雷电过电压。 3.工业园内一般性的厂房可以划分为三类防雷建筑物；住宅酒店办公楼一般情况下可按三类防雷建筑物设计，若楼高超过 100m，应按二类防雷建筑物设计。 4.建议在设计标准的基础上适当提高防侧击雷的要求，并安装 SPD，建立一套适用的防雷安全工作方案和防雷安全应急预案，对所属防雷装置进行管理维护和发生雷击后的应急管理。 5.工业园内下列建设工程、场所和大型项目的雷电防护装置应当由气象主管机构进行设计审核和竣工验收：（一）油库、气库、弹药库、化学品仓库和烟花爆竹、石化等易燃易爆建设工程和场所；（二）投入使用的建（构）筑物、设施等需要单独安装雷电防护装置的场所。

表 8.2-2 对五原工业园建设施工阶段不同关注点的对策建议

阶段	关注点	对策及建议
建设施工	暴雨	1.工业园降雨高发期集中在 6~9 月，应根据气象部门发布的降雨预报、暴雨预警，合理安排施工时间。 2.当地气象部门发布短时强降水、连续强降水预警时，施工单位应提高警惕，提前启动应急预案，以避免建筑材料冲毁、人员伤亡等情况发生。 3.编制汛期建筑安全生产事故应急预案，定期组织演练，并做好宣传培训工作，一旦发生险情，立即启动预案。 4.加强工地排水能力，避免延误工期。
	暴雪、低温	1.当室外日平均气温连续 5 天低于 5℃时，混凝土工程即转入冬期施工。五原冬季寒冷漫长，不适宜钢筋混凝土工程施工。 2.冬季积雪、低温天气对公路交通，物流运输影响较大，冬季暴雪容易导致施工设施及建筑物的掩埋或倒塌，严重时将造成人员伤亡，应及时收听暴雪、寒潮预警，提前做好应急预案，避免造成严重损失。 3.加强从业人员冬季施工的御寒工作，高处作业人员必须采取有效的防滑措施，严禁雨雪和大风天气强行组织施工作业。
	大风	工业园周边地区曾发生 20 次大风灾害，造成人员伤亡，财产损失。由于建设施工阶段需使用高度较高的塔吊，所建建筑如存在一定高度，施工人员则可能在高层作业，因此需密切关注大风预警预报，防止塔吊、高层建筑等设施损坏、垮塌以及人员伤亡。春季是大风沙尘天气高发期，应尽量避免户外高空作业。
	雷击闪电	1.工业园周边地区曾发生 3 次雷电灾害，造成人员伤亡，财产损失。4~10 月为雷电活动的高发期，主要集中在凌晨和午后至傍晚时段，建议合理安排工期，接收雷电预警信息。进行高空作业和弱电系统设备的安装、调试应避开雷暴高发期和时段。

		2.施工现场办公板房、宿舍板房等应有直击雷防护设施，防雷接地电阻应不大于 10Ω。设于施工现场的交流电源工作接地、各类施工机械电气保护接地、防雷接地应共用接地装置，接地电阻应不大于 4Ω，可利用基础接地装置作为此共用接地装置。 3.可利用塔吊等作为施工作业区直击雷防护的接闪装置，但必须保证塔吊的接地可靠，塔吊可直接连接在预留电气接地端子上，每台塔吊连接点不少于两处，连接线应采用 $40\text{mm}\times 4\text{mm}$ 热镀锌扁钢或 $\phi 12$ 热镀锌圆钢。塔吊等机械设备，操作人员乘坐室应采取直击雷防护措施，可设置 $1\sim 3\text{m}$ 的避雷针，避雷针与金属箱体应进行等电位连接。 4.大型钢模板和设备就位后应及时与预留的接地端子等电位连接；施工过程中使用的金属脚手架、临时支撑就位后，应及时与预留接地端子等电位连接。施工现场临时用电主干线应采用屏蔽电缆，屏蔽层两端应做等电位连接和接地处理。 5.确保施工人员宿舍、食堂、厕所、淋浴间等临时设施防雷装置符合标准，施工现场临时用电和职工生活用电，应有漏电、短路保护、浪涌保护装置的。室外用电设备和电箱要做好防雨淋措施，室外用电线路全部断电，同时要做好现场高耸金属部件、空旷地区搭设的钢结构操作棚的防雷接地。
	高温	1.夏季建设时，宜采用抗高温、环保（甲醛含量少）的材料为主，并提高工地的通风能力。温度较高时，避开中午高温时段施工，并提供降暑服务。 2.夏季高温易发生火灾，施工现场要加强对易燃易爆物品的管理，严格执行消防制度，严禁在施工区域内吸烟。
	冰雹	夏季应及时关注冰雹天气预警、强对流天气预报、冰雹预警，及时转移易受损、易倒塌材料，同时暂停施工，以免施工人员被冰雹或建筑材料砸伤等。
	沙尘暴	3~5 月是园区周边沙尘天气高发期，在沙尘天气条件下，空气质量明显下降，能见度低造成目视困难，再加上大风的影响，极易造成安全事故。因此，建议春冬季施工时，密切关注当地气象部门发布的沙尘暴预警，提前制订应急预案，并避免在沙尘天气下开展户外施工。
	冻融	1.五原县冻土期为 10 月上旬~次年 6 月，建设施工应尽量避免在这期间进行。若必须在冻土期施工，需采取有效的施工措施，严格按冬季施工规范执行，做到随挖、随砌、随回填，并用保温材料覆盖基础。使基础的地基在工程施工时和完工后，均不得受冻。 2.增加地表植物的覆盖、保护植被，对防治冻融侵蚀地质滑坡灾害有着良好的影响。
	逆温	1.秋冬季节逆温频率相对较高、强度较强，应引起注意。园区管委会应加强环境污染（包括水环境、城市环境、工业污染等）治理，包括增加监管等。 2.提高工业园基础设施的建设，包括种植花草树木，加大自然保护区的保护与建设等。 3.优化产业结构，增加能源结构的转变效率。 4.提高空气质量的检测水平，使其规范化合理化常态化。

8.2.2运营阶段

在五原工业园的运营阶段，从气象角度分析最重要的工作是关注高影响天气可能造成的气象灾害，提高工业园的防灾减灾能力。根据调查结果，工业园

企业及公共设施对高影响天气敏感度最高的是暴雨；其次是暴雪、大风；再次是雷击闪电、高温、冰雹。工业园内的相关单位应根据高影响天气及敏感气象因子，设置气象灾害应急预案，接收气象预报和预警信息，及时启动应急行动计划。具体措施见表 8.2-3。

表 8.2-3 对工业园运营阶段的对策建议

阶段	高影响天气	影响	对策建议
	暴雨	1.在园低洼地段可能造成积水，引起水泵、电机等设施发生故障。 2.园内企业产生的工业污水和残留油污等容易随雨水扩散甚至进入河道等水体，造成环境污染事故。	1.工业园周边地区曾发生 9 次暴雨灾害，园内企业对暴雨敏感度较高，工业园内暴雨致灾因子风险等级存在大量次高风险区。6~9 月是工业园暴雨的高发期，当极端降水达到 50 年一遇及以上时，周边沟渠淹没风险较高，在极端降水的情况下可能会出现积水内涝。在夏季汛期，应重点防范，做好防御工作，提前做好防汛物资储备，组织必要的防汛演练，避免或减轻暴雨可能造成的灾害损失。 2.关注天气情况以及各区域排水设施的情况，提前疏通所有排水设施，以免暴雨来临时造成积水排水不畅。 2.关注河流区域的强降水，尤其是连续强降水、短时强降水情况，防止产生不良影响；关注强降水可能引发城市内涝等次生灾害，及时接收暴雨预警信息，启动应急行动计划。 3.暴雨多发季节，随时注意天气预警信息，合理安排生产活动，尽量减少人员外出。
运营	暴雪、低温	1.工业园内企业所需原材料运输主要依赖于公路，受积雪结冰影响程度较大。 2.风雪灾害易使局部雪荷载大大超过设计荷载，导致大量的大跨度钢结构发生不同程度的破坏与倒塌。	1.要加强对生产车间和职工宿舍的安全管理，采用安全可靠的保温及采暖措施，保持良好的通风条件，严禁明火取暖和乱拉、乱接电器、电线，防止火灾、煤气中毒和触电等事故发生。 2.及时清除园区道路积雪，并做好职工道路交通安全管理工作，防止路滑造成摔伤等安全事故。 3.对于摆放于室外的易受损、易倒塌材料等及时转移，以免造成损坏或倒塌等。 4.工业园内企业原材料运输主要依赖公路，市政、环卫、交通等部门应加强与气象部门的联动机制，提前储备融雪剂、除雪车等物资工具，确保交通顺畅。 5.工业园内企业厂房、仓库等设施多为大跨度钢结构建筑物，屋顶面积较大，容易在冬季产生积雪坍塌，应及时掌握气象部门发部的预报预警，提前做好除雪扫雪预案，及时清除积雪，以免造成损坏或倒塌等。
	大风	建筑物在强风中易被刮倒或刮断，造成经济损失、人员伤亡。	1.工业园周边地区曾发生 20 次大风灾害，须保守考虑抗风设计标准，同时应关注气象预报，特别在 7、8 月密切关注局地短时狂风（龙卷风），大风影响前或影响时人员要执行安全应对措施，确保人员的人身安全。 2.应密切关注大风预警，特别是春、冬两季。同时夏季雷

			雨天气可能伴随局地短时大风，冬季寒潮天气常伴随剧烈降温和大风，也应引起高度重视。针对该地区大风灾害较为频繁的现象，对大风敏感的企业应与当地气象部门协商为其提供专业气象预报预警服务，以便提前采取防御措施，减少或避免灾害损失。 3.户外工作人员要严格执行安全应对措施，确保人员的人身安全。
	雷电	1.雷暴闪电的电火花可引起燃烧或爆炸，毁坏生产设备； 2.雷击电网线路可造成线路跳闸，引起瞬时停电或电压波动，严重影响生产设备的安全运行。	1.工业园周边地区曾发生 3 起雷电灾害，园内物流等企业敏感度较高。4~10 月是雷电活动的高发期，工业园管理部门应当开展防雷安全知识培训，提高减灾意识，密切关注强对流天气预报和雷电预警信号，建立雷击事故处理应急预案，做好防御措施。 2.重点注意午后到夜晚发生雷电时人员安全防护。 3.工业园企业应在总配电开关处设计安装 SPD，各层配电箱及重要设备配电箱或跨越防雷区的线路安装 SPD，并在防雷区分界处作等电位连接； 4.防雷装置应按（GB/T21431-2015）的要求，由当地具有检测资质的机构每年检测一次，易燃易爆设备被和场所应每半年检修一次。 5.发生雷击事故后，应及时通知当地防雷主管机构，并由防雷主管机构组织相关部门进行雷电灾害调查，做出雷灾事故鉴定。 6.雷击事故发生后，要组织人员对邻近的设备管线的防雷设施进行仔细检查，避免雷击频繁发生。
	高温	1.高影响天气易造成机械、电器失灵，会对设备的正常运行产生巨大危害； 2.高温炎热天气会使火灾事故发生的可能性增加； 3.持续高温对工业园内工作人员健康造成不利影响，特别是户外工作容易出现中暑等情况。	1.严格遵守与各行业相关的电力安装规定及使用规范，加大电器及电线线路个安全检查工作，安装备用电源，并做好相关防护措施。 2.夏季应注意防暑降温措施，加强室内通风以及保证空调正常运行等安全措施。 3.有关部门应注意防范因用电量过高，电线、变压器等电力设备负载大而引发火灾。 4.夏季炎热易使食物变质，生产企业应加强管理。 5.夏季进行防暑指导，准备防暑降温饮料和常用防暑药品，减少高温时段的工作时间。
	冰雹	1.可能造成建筑物、车辆损坏； 2.可能造成人员伤亡。	1.工业园周边地区曾发生 54 次冰雹灾害，灾害次数较多，受灾面积较大，园内企业敏感度较高，6~9 月份是冰雹高发期，强对流天气高发期尽量避免外出，如须外出须做好防护。 2.园区内物流相关等企业较多，对冰雹较为敏感，对摆放于室外的易受损、易倒塌材料等及时转移，以免造成损失。 3.如有必要可开展人工防雹，减轻雹灾。
	沙尘暴	1.对交通造成影响； 2.对免疫力较弱人群健康造成影响。	1.3~5 月是沙尘天气高发期，园区内食品加工、机械制造、物流运输等企业敏感度较高。沙尘发生期间尽量避免外出活动，如驾车外出，减速慢行，避免靠近大货车驾驶。 2.食品加工企业易受污染，影响食品安全，给食品卫生带

			来隐患，应将原材料和产品保存在封闭车间内。沙尘天气对户外精密设备有较大的磨损，应采取覆盖防护雨布、防尘罩措施。此外，应该及时转移或遮盖露天存储的物料，以免造成损失。 3.沙尘暴易引起鼻炎、气管炎等疾病，平时可用一些医药用品来使眼睛和鼻腔保持湿润，做好提前预防的工作。
	冻融	1.可能造成园区环境保护区、生态防护绿地草皮层剥离； 2.可能导致园区道路变形，地下管道错位、断裂，电杆倒塌。	1.园区部分企业对其敏感度较高，地下管道较多的企业在冻融期间应该重点检查，可在易损部位安装传感器降低损失。 2.园区物流企业较多对道路需求较大，园区管委会应制定相关应对措施、 3.园区内防护绿地较多，园区管委会应加大护理。
	逆温	1.不利于大气污染物的扩散，加剧大气污染，影响人体健康； 2.有利于雾的形成，降低大气能见度，影响交通。	1.秋冬季节逆温频率相对较高、强度较强，园内物流等企业敏感度较高。逆温天气，应调整户外活动和开窗时间避开污染高峰期。 2.生煤炉取暖者应格外小心煤气中毒。有逆温时，室内污染物外排受阻，易发生煤气中毒，应检查风斗，必要时开窗通风。 3.尽量减少室外活动，逆温时有害物质浓度升高，园区内污染排放越积越厚，易受其害，应引起重视。

8.2.3不确定性分析

- (1) 使用极值 Gumbel 型、P-III和广义极值分布对年最大风速、最大雪压以及最高、最低气温极值进行概率计算时，曲线拟合能够达到 99.9%的可信度，拟合的曲线的头尾与散点较离散，会漏掉小概率出现的散点，存在一定的误差。
- (2) 工业园对局地气候影响使用了文献综述的方式来定性描述，可能会存在一定的偏差，建议在条件成熟时，采用数值模拟方式进行定量化分析。
- (3) 暴雨洪涝淹没模拟未考虑流域中各类水库蓄洪能力对淹没水深的影响，可能导致模拟的中小河流淹没风险偏高、淹没范围偏大。上述淹没水深模拟结果仅供工业园应对 T 年一遇极端降水防洪设施和排水系统建设提供参考。
- (4) 由于五原工业园的四至范围和面积重新做了调整，与原有规划在范围和面积上略有差异，而最新规划尚未开展，因此在给出规划和运营建议时，仍按照原有规划格局给出了对策措施，可能存在一定偏差。

8.3综合结论

气候适宜性分析：五原工业园所在区域属于中温带干旱半干旱气候区，位于城郊，受城市化影响相对较小，四季分明，日照充足、气温适宜、干燥少雨，灾害性天气相对较少，总体气候条件适合发展农畜产品加工和装备制造产业。根据工业园现有产业布局规划，园区对当地气候影响较小，在严格控制高污染企业入驻前提下，工业园布局规划较为合理，适宜工业园的建设和运行。

气候对工业园建设和运营的影响：园区基本气候条件适宜，但在园区建设和运营中也存在不利气象因素：

(1) 本地区降水具有极端性和不稳定性特点，年降水量较少，但短时强降水的发生几率较高，短历时暴雨灾害的风险较大。随着工业园的建设和入驻企业的增多，建筑及水泥沥青路面将增多，雨水汇流时间将明显缩短，可能影响到正常排水排污。因此在建筑格局设计时，在地势低洼处及紧邻水域附近区域等应考虑防护措施，在进行排水管网的设计时应严格按照报告给出的暴雨强度公式设计建设排水管网。

(2) 园区总体大气自净能力一般，大气扩散条件一般，尤其在冬、秋季逆温频率高、强度强，大气扩散能力较差，不利于污染物扩散，在后续园区规划建设过程中，应避免在五原县城的 ESE~SE 方位及 WSW 方位建设排污较大的企业，冬秋季需根据大气扩散条件，合理安排生产，以免引发或加重局地重污染事件。

(3) 园区区域雷击风险等级为III级，属于中等风险，发生雷击灾害事故的可能性较大。雷电灾害在 5~9 月发生频率较高，高发时段为凌晨和午后至傍晚时段，因此该时段要密切关注雷电可能造成的影响，如人员伤亡、设备损坏等。

(4) 工业园极端最高(最低)气温在全县范围内属于较高水平,设计时需要加强建筑物及相关设施的采暖通风条件,运营时应特别注意夏季降温、冬季保温工作,避免产生不良影响。

(5) 工业园周边地区历史上发生过暴雨洪涝、冰雹、沙尘暴、雷击、大风等气象灾害,造成了房屋垮塌和人员伤亡的事故,园区管委会及入驻企业应提高灾害防范意识,做好相应预防工作。

建议:

报告从气象角度为工业园的不同阶段提出的对策意见详细参见表 8.2.1 至表 8.2-3。本报告适用于五原工业园内规划入驻的常规项目,若工业园入驻项目属于国家规定的特殊工程和交通、水利、能源、化工、电力等领域的重大工程时,或者需要更详细、更准确的设计参数和依据的情况,需要另列专题进行气候可行性论证。当论证区域调整时,论证的区域规划和建设项目如对局地气候可能产生重大影响,需要开展现场测试模拟等专题研究。建议在园区内建设自动气象站进行长期气象观测,为了园区企业提供实时气象服务。此外,建议园区管委会与当地气象部门建立更紧密的气象服务工作机制,进一步完善工业园气象监测预警体系,编制气象灾害应急预案,指导政府管理人员和相关企业开展气象灾害的应急处理工作,做到未雨绸缪、有备无患。

参考文献

- [1]朱月文.城市热岛效应的形成原因及解决对策[J].建材与装饰,2016(30):180.
- [2]戴丽光,符永兴.湘乡市城市热岛效应分析及防御措施[J]低碳世界,2015(9):1-2.
- [3]CHANGNON S A.Rainfall changes in summer caused by St Louis[J].Science,1979,205(4404):402—404.
- [4]INAMURA T,IZUMI T,MATSUYAMA H.Diagnostic study of the effects of a large city on heavy rainfall as revealed by an ensemble simulation:a case study of central Tokyo,Japan[J].Journal of Applied Meteorology and Climatology,2011,50(3):713—728.
- [5]申倩倩,束炯,王行恒.上海地区近 136 年气温和降水量变化的多尺度分析[J]自然资源学报,2011,26(4):644-654.
- [6]任春艳,吴殿廷,董锁成.西北地区城市化对城市气候环境的影响[J].地理研究,2006,25(2):233-241.
- [7]雷晓英.城市绿化对城市气候环境的影响[J].陕西气象,2019(2):60-62.
- [8]周淑贞,束炯.城市气候学[M].北京:气象出版社,1997:3-5.
- [9]JOHN SON G T,HUNTER L J.Some Insights into Typical Urban Canyon Air Flows[J].Atmospheric Environment,1999,33(24):3991-3999.

附录 1 工业园及周边地区气象灾害调查

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1979 年 07 月 13 日	冰雹	五原县	受灾面积 106 公顷。
1979 年 07 月 23 日	冰雹	五原县	受灾面积 3693.33 公顷，致 24 只羊、16 头猪死亡。
1979 年 08 月 19 日	冰雹	五原县	受灾面积 66.67 公顷。
1980 年 07 月 12 日	冰雹	五原县	受灾面积 333.33 公顷。
1980 年 08 月 10 日	冰雹	五原县	受灾面积 2185.93 公顷。
1981 年 06 月 19 日	冰雹	五原县	受灾面积 4535.33 公顷。
1982 年 06 月 08 日	冰雹	五原县	受灾面积 48.33 公顷。
1983 年 06 月 21 日	冰雹	五原县	受灾面积 233.33 公顷。
1983 年 06 月 26 日	冰雹	五原县	受灾面积 504.73 公顷。
1983 年 08 月 11 日	冰雹	五原县	受灾面积 213.33 公顷。
1983 年 08 月 19 日	冰雹	五原县	受灾面积 778.33 公顷。
1983 年 08 月 22 日	冰雹	五原县	受灾面积 5111.93 公顷。
1983 年 08 月 26 日	冰雹	五原县	受灾面积 2754.93 公顷。
1983 年 09 月 04 日	冰雹	五原县	受灾面积 2371.33 公顷。
1984 年 07 月 04 日	冰雹	五原县	受灾面积 2011.47 公顷。
1984 年 07 月 24 日	冰雹	五原县	受灾面积 2662.07 公顷。
1984 年 07 月 31 日	冰雹	五原县	受灾面积 2640.87 公顷。
1984 年 08 月 11 日	冰雹	五原县	受灾面积 8660 公顷。
1984 年 09 月 05 日	冰雹	五原县	受灾面积 189.33 公顷。
1984 年 09 月 13 日	冰雹	五原县	受灾面积 304.4 公顷。
1985 年 08 月 02 日	冰雹	五原县	受灾面积 114.67 公顷。
1986 年 06 月 14 日	冰雹	五原县	受灾面积 6395.6 公顷。
1986 年 07 月 17 日	冰雹	五原县	受灾面积 1453.07 公顷。
1987 年 08 月 18 日	冰雹	五原县	受灾面积 362.93 公顷。
1988 年 06 月 26 日	冰雹	五原县	受灾面积 1248.67 公顷。

1989 年 07 月 06 日	冰雹	五原县	受灾面积 216.73 公顷。
1989 年 07 月 16 日	冰雹	五原县	受灾面积 333.33 公顷。
1990 年 04 月 17 日	冰雹	五原县	受灾面积 76.67 公顷。
1990 年 05 月 30 日	冰雹	五原县	受灾面积 40 公顷。
1992 年 08 月 06 日	冰雹	五原县	受灾面积 700 公顷。
1993 年 07 月 15 日	冰雹	五原县	受灾面积 933.33 公顷。
1995 年 08 月 02 日	冰雹	五原县	受灾面积 278.6 公顷。
1997 年 08 月 14 日	暴雨	五原县	降水过程使部分盐碱地和低凹地积水较深，使葵花有倒伏、死亡现象，共造成 0.9 万人受灾，农作物受灾面积 3010 公顷，绝收面积 230 公顷。
1998 年 07 月 27 日	冰雹	五原县	受灾面积 245.83 公顷。
1999 年 07 月 02 日	冰雹	五原县	受灾面积 17.13 公顷。
2000 年 06 月 27 日	冰雹	五原县	受灾面积 53.33 公顷。
2001 年 06 月 14 日	冰雹	五原县	受灾面积 11333.33 公顷。
2003 年 06 月 21 日	冰雹	五原县	受灾面积 14733.33 公顷。
2004 年 06 月 05 日	冰雹	五原县	受灾面积 19622.2 公顷。
2004 年 08 月 02 日	冰雹	五原县	受灾面积 3536.67 公顷。
2006 年 07 月 24 日	冰雹	五原县	受灾面积 1334 公顷。
2008 年 06 月 29 日	冰雹	五原县	受灾面积 333.33 公顷。
2008 年 08 月 16 日	暴雨	五原县	此次暴雨造成 120657 人不同程度受灾，农田受灾面积 51.7485 万亩，房屋倒塌 24 间 1212 平方米，顺坏 21 间 630 平方米，造成全县经济损失 21139.22 万元。由于降水异常偏多，内涝导致的经济损失也创下了历史极值。
2009 年 04 月 26 日	沙尘暴	五原县	沙尘暴天气致农作物受灾面积 984 亩，火烧棚帘 50 块。拱棚损坏后，由于气温低，青苗不同程度受冻，造成直接经济损失 89 万元。
2009 年 07 月 31 日	冰雹	五原县	套海镇 6 个村，16 个社遭受冰雹袭击，降雹约 3 分钟。导致 1.69 万亩农作物受灾，绝收 0.4 万亩，经济损失达 759 万元。受灾作物主要是葵花、玉米、瓜类等。
2009 年 08 月 17 日	冰雹	五原县	冰雹共造成 8.43 万亩农作物受灾，其中 5.43 万亩作物绝收，造成经济损失 8573 万元。当天下午 13 点 30 分至 14 点 30 分，天吉泰镇 17650 亩作物再次遭受强风暴雨冰雹灾害，经济损失 900 万元。两次共计损失 9473 万元。

2009 年 09 月 01 日	冰雹	五原县	隆兴昌镇、胜丰镇、套海镇、塔尔湖镇 4 个镇 20 个村 78 个社 4500 户 19215 人遭受风雹灾害，主要受灾作物为葵花、玉米、番茄和尖椒，受灾面积总计 115926 万亩，经济损失 6175.68 万元。
2010 年 07 月 18 日	冰雹	五原县	受灾面积 323.3 公顷。
2011 年 05 月 12 日	冻害	五原县	12 日凌晨，全县大部出现霜冻。此次霜冻发生时间较晚，有部分作物已出苗，作物幼苗受到霜冻影响，受冻的作物有葫芦、番茄、玉米
2012 年 06 月 05 日	雷电	五原县	五原天吉泰镇一位村民(58 岁)在农田里种葵花时，不幸被雷击中，伤势严重，当场死亡。
2012 年 06 月 26 日	暴雨	五原县	五原县 169779 人受灾，需要救助 38906 人。农作物受灾面积 133334 公顷，成灾面积 114933 公顷，绝收面积 33330 公顷，572 只羊死亡，损毁大棚 6 座，圈舍 20 座，桥涵口闸等基础设施 81 处，倒塌房屋 45 户（88 间），损坏房屋 2469 间，紧急转移安置 2324 人。全县直接经济损失 127992 万元。
2012 年 06 月 26 日	雷电	五原县	新公中镇光明村五社一户农民家中房屋受到雷击顶部塌陷，并引起火灾，家中住户因火灾受伤严重。
2012 年 07 月 10 日	冰雹	五原县	隆兴昌镇有 3 个社局部有降雹，使 60 亩小麦受损，玉米、葵花 700 亩叶部有影响。
2013 年 06 月 14 日	冰雹	五原县	隆兴昌镇遭受冰雹袭击，700 人受灾，受损作物主要有葫芦、葵花、玉米等，直接经济损失 135 万元。
2013 年 07 月 21 日	冰雹	五原县	胜丰镇美丰村一、二、三社遭冰雹袭击，140 公顷葵花、玉米遭受损失。直接经济损失 164.4 万元。
2013 年 08 月 10 日	冰雹	五原县	冰雹强对流天气灾害造成直接经济损失 821 万元。
2016 年 06 月 13 日	冰雹	五原县	天吉泰镇遭受冰雹袭击，受灾人口 7152 人，农作物成灾面积 70618 亩，损毁房屋 79 间，圈舍 6 座，路灯 17 根，具农业和民政部门初步评估直接经济损失 4943.26 万元。
2017 年 05 月 04 日	沙尘暴	五原县	9 级大风沙尘暴天气致使 485 人受灾，农作物（138.4 公顷受灾，成灾面积 138.4 公顷。一般性损坏房屋 35 间 28 户，共造成直接经济损失 112.44 万元。
2017 年 05 月 05 日	大风	五原县	五原县出现 9 级大风沙尘暴天气，致使 485 人受灾，农作物 138.4 公顷受灾，成灾面积 138.4 公顷。一般性损坏房屋 35 间 28 户，共造成直接经济损失 112.44 万元。
2017 年 05 月 05 日	大风	五原县	大风沙尘暴天气致使五原县 485 人受灾，农作物 138.4 公顷受灾，成灾面积 138.4 公顷。一般性损坏房屋 35 间 28 户，共造成直接经济损失 112.44 万元。

2017 年 05 月 07 日	大风	五原县	2017 年 7 月 5 日 13 时 10 分五原县出现了强对流天气，26655 人遭受暴风雨袭击。风暴过后，农作物大面积倒伏，特别是小麦处于灌浆生长期，损失已成定性。
2017 年 06 月 22 日	冰雹	五原县	隆兴昌镇五星村 1、2、3、4 社受灾。受灾人数达 900 人，农作物共 500 亩受灾，成灾面积 500 亩。共造成直接经济损失 17.5 万元，其中农业损失 17.5 万元。
2017 年 07 月 05 日	大风	五原县	五原县出现了强对流天气，26655 人遭受暴风雨袭击，风暴过后，农作物大面积倒伏，特别是小麦处于灌浆生长期，损失已成定性。
2018 年 06 月 24 日	大风	五原县	银定图镇宏胜六社暴发山洪冲毁农田 700 余亩。此次风雹和山洪灾害致使 6374 人受灾。农作物受灾面积 2055.43 公顷。一般性损坏房屋 12 户 36 间 978 m ² ，两项合计直接经济损失 4687.5 万元。
2018 年 06 月 24 日	大风	五原县	此次风雹和山洪灾害致五原县 6374 人受灾，农作物受灾面积 2055.43 公顷，暴发山洪冲毁农田 700 余亩，一般性损坏房屋 12 户 36 间 978 m ² ，两项合计直接经济损失 4687.5 万元。
2018 年 07 月 19 日	暴雨	五原县	此次灾害导致五原县 8 个镇 1 个乡 1 个农场 1 个办事处 86 个行政村、454 个社、59682 人受灾，成灾面积 23676.67 公顷，其中绝收面积 3739.73 公顷，受灾农作物主要有蜜瓜、葵花、葫芦、玉米、番茄、小麦、蔬菜、大豆等，直接经济损失 31130.27 万元（农业损失为 31052.17 万元，家庭财产损失 78.1 万元）。
2018 年 07 月 22 日	暴雨	五原县	此次灾害导致五原县 8995 人受灾，受灾面积 6412.4 公顷，绝收面积 2857.66 公顷，直接经济损失 19467.95 万元（其中农业损失 15091.99 万元，基础设施损失 4325.32 万元，家庭财产损失 50.64 万元）。
2018 年 08 月 04 日	大风、雷电	五原县	五原县出现雷雨大风、短时强降水等强对流天气，导致一村民因雷电死亡；农作物和房屋受到损害。同时 2354 人受灾，农作物受灾面积 1284.87 公顷，绝收面积 144.1 公顷，直接经济损失 1571.41 万元。
2018 年 08 月 04 日	大风	五原县	雷雨与大风天气导致一村民因雷电死亡，同时银定图镇、2354 人受灾，农作物受灾面积 1284.87 公顷，绝收面积 144.1 公顷，直接经济损失 1571.41 万元。
2018 年 09 月 01 日	暴雨	五原县	经统计，此次灾害导致五原县 8 个镇 62524 人受灾，成灾面积 28396.12 公顷，绝收面积 526.3 公顷，损房 71 户 155 间，圈舍 3 处，大棚 15 座，直接经济损失 42386.09 万元。

2019年05月11日	大风	五原县	五原县遭遇6-7级阵风，9-10级大风及12日-13日夜间温度达到0℃—4℃的大风霜冻天气致全县11038人口不同程度的受灾。损失达1361.177万元。
2019年05月14日	大风	五原县	大风霜冻天气致全县11038人口不同程度的受灾。损失达1361.177万元，霜冻致农作物不同程度受损，损失938.3万元：。
2019年05月14日	冻害	五原县	大风霜冻天气致全县11038人口不同程度的受灾。损失达1361.177万元。霜冻致农作物不同程度受损，损失938.3万元。
2019年05月18日	大风	五原县	大风霜冻天气致全县1256口人不同程度的受灾。损失达90.37万元，霜冻致农作物不同程度受损，损失4.72万元。
2019年05月18日	大风	五原县	大风霜冻天气致全县各地不同程度的受灾。损失达90.37万元，霜冻致农作物不同程度受损，损失4.72万元。
2019年06月24日	冰雹	五原县	和胜乡的和平、和胜村出现降雹，降雹直径1厘米，降雹时间5分钟。
2019年07月19日	大风	五原县	五原县大部地区出现阵雨或雷阵雨天气，并伴有短时强降水、雷暴大风。2513人口不同程度受灾，农作物受灾1527.35公顷，成灾1527.35公顷，农作物受灾损失1218.51万元。
2019年08月09日	大风	五原县	五原县部分乡镇出现阵雨或雷阵雨，短时大风降水，其中新公中镇丰联村出现短时冰雹。致五原县5个乡镇1757人口不同程度受灾，成灾382.24公顷，农作物受灾损276.815万元。
2019年08月09日	大风	五原县	2019年8月9日下午，五原县部分乡镇出现阵雨或雷阵雨，短时大风降水，其中新公中镇丰联村出现短时冰雹。至五原县5个乡镇,10个村，38个社，730户1757人口不同程度受灾，至葵花倒伏受灾382.24公顷，成灾382.24公顷，农作物受灾损276.815万元。
2020年06月28日	大风	五原县	受强对流天气影响，五原县境内部分乡镇出现短时大风强降雨，致使2011人受灾，农作物受灾面积532.4公顷，成灾面积483.6公顷，造成直接经济损失统计228.43万元。
2020年07月11日	冰雹	五原县	此次降雹致农作物受灾成灾面积31427.54亩，造成农作物30%—40%受损，造成直接农业经济损失673.06万元。
2020年07月27日	大风	五原县	五原县出现强对流天气，伴有雷暴，冰雹及短时强降雨，平均风力4-5级、阵风7-9级西北风，冰雹最大直径5毫米。致9570人受灾，受灾农作物面积6925.94公顷，成灾农作物面积6925.94公顷，直接经济损失4400.55万元。

2020 年 08 月 11 日	暴雨	五原县	此次降雨致五原县 9 个乡镇不同程度受灾，农作物受灾严重，受灾面积 18882.13 公顷，，直接经济损失共 11034.67 万元。
2020 年 08 月 29 日	暴雨	五原县	此次降雨、降雹致五原县 7 个乡镇不同程度受灾，农作物受灾严重，受灾农作物面积 9379.74 公顷，成灾面积 9379.74 公顷，直接经济损失共 8300.85 万元。
2020 年 09 月 14 日	冰雹	五原县	此次降雹致 267 人受灾，受灾农作物面积 69.2 公顷，成灾农作物面积 69.2 公顷，直接经济损失 203.5 万元。
2021 年 03 月 15 日	沙尘暴	五原县	大风扬沙天气致受灾损失 33 万元。农业设施损失 9.2 万元，拱棚受损 31 座，损失 9.2 万元。家庭财产损失 23.8 万元，彩钢顶棚损失 23.8 万元。
2021 年 05 月 06 日	沙尘暴	五原县	大风、沙尘天气致五原县部分乡镇不同程度受灾，受灾损失 22.04 万元。
2021 年 05 月 28 日	大风	五原县	五原县出现雷阵雨、大风等强对流天气。致 2925 人受灾，受灾农作物面积 1890.1 公顷，成灾农作物面积 1890.1 公顷，直接经济损失 1593.05 万元
2021 年 06 月 13 日	暴雨	五原县	雷雨、大风、冰雹强对流天气致五原县 9 个乡镇不同程度遭受风雹灾害共计 66850 人受灾，受灾农作物面积 49136.42 公顷，成灾农作物面积 49136.42 公顷，直接经济损失 25801.92 万元
2021 年 07 月 14 日	大风	五原县	五原县出现短时强降水、雷暴大风、冰雹等强对流天气。致五原县隆兴昌镇、塔尔湖镇、套海镇、复兴镇、胜丰镇、银定图镇 6 个乡镇不同程度受灾。灾害共造成 4116 人受灾，受灾农作物面积 1198.46 公顷，成灾农作物面积 1198.46 公顷，直接经济损失 844.55 万元。
2021 年 08 月 14 日	大风	五原县	五原县出现雷雨大风、冰雹等强对流天气，致五原县隆兴昌镇、胜丰镇遭受风雹灾害。造成 2916 人受灾，受灾农作物面积 2113.51 公顷，成灾农作物面积 2113.51 公顷，直接经济损失 1050.87 万元，

附录 2 气象要素、高影响天气敏感度调查表

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

市(县)园区调查日期: 2022 年 2 月 16 日 调查人: 刘康宁 联系方式: 1998098663

敏感因子	气象要素										高影响天气									
	风向	风速	气压	相对湿度	气温	降水	暴雨洪涝	大风	暴雪	雷击闪电	高温	低温冰冻	冰雹	浓雾	逆温	沙尘暴				
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低				
内蒙古蒙泰能源有限公司	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				

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

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

市(县)园区调查日期: 2022 年 02 月 17 日 调查人: 杜宇 联系方式: 15336887799

敏感因子	气象要素										高影响天气									
	风向	风速	气压	相对湿度	气温	降水	暴雨洪涝	大风	暴雪	雷击闪电	高温	低温冰冻	冰雹	浓雾	逆温	沙尘暴				
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低				
内蒙古蒙泰能源有限公司	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				

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

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

市(县)园区调查日期: 2022 年 2 月 17 日 调查人: 刘康宁 联系方式: 1998098663

敏感因子	气象要素										高影响天气									
	风向	风速	气压	相对湿度	气温	降水	暴雨洪涝	大风	暴雪	雷击闪电	高温	低温冰冻	冰雹	浓雾	逆温	沙尘暴				
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低				
内蒙古蒙泰能源有限公司	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				

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

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

市(县)园区调查日期: 2022 年 2 月 18 日 调查人: 杜宇 联系方式: 15336887799

敏感因子	气象要素										高影响天气									
	风向	风速	气压	相对湿度	气温	降水	暴雨洪涝	大风	暴雪	雷击闪电	高温	低温冰冻	冰雹	浓雾	逆温	沙尘暴				
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低				
内蒙古蒙泰能源有限公司	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				

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

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

市(县)园区调查日期: 2022 年 2 月 18 日 调查人: 刘康宁 联系方式: 1998098663

敏感因子	气象要素										高影响天气									
	风向	风速	气压	相对湿度	气温	降水	暴雨洪涝	大风	暴雪	雷击闪电	高温	低温冰冻	冰雹	浓雾	逆温	沙尘暴				
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低				
内蒙古蒙泰能源有限公司	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				

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

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

市(县)园区调查日期: 2022 年 2 月 18 日 调查人: 杜宇 联系方式: 15336887799

敏感因子	气象要素										高影响天气									
	风向	风速	气压	相对湿度	气温	降水	暴雨洪涝	大风	暴雪	雷击闪电	高温	低温冰冻	冰雹	浓雾	逆温	沙尘暴				
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低				
内蒙古蒙泰能源有限公司	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				

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

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

市(县)园区调查日期: 2022 年 2 月 18 日 调查人: 刘康宁 联系方式: 1998098663

敏感因子	气象要素										高影响天气									
	风向	风速	气压	相对湿度	气温	降水	暴雨洪涝	大风	暴雪	雷击闪电	高温	低温冰冻	冰雹	浓雾	逆温	沙尘暴				
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低				
内蒙古蒙泰能源有限公司	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				

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

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

市(县)园区调查日期: 2022 年 2 月 18 日 调查人: 杜宇 联系方式: 15336887799

敏感因子	气象要素										高影响天气									
	风向	风速	气压	相对湿度	气温	降水	暴雨洪涝	大风	暴雪	雷击闪电	高温	低温冰冻	冰雹	浓雾	逆温	沙尘暴				
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低				
内蒙古蒙泰能源有限公司	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				

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

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

省（市）县调查日期：2023年 月 日 调查人：李XX 联系方式：18722221111

敏感因子 企业名称	气象要素												高影响天气																											
	风向						风速						气温		相对湿度		降水		暴雨洪涝		大风		雷暴		雷电闪电		高温		低温冻害		干旱		冰雹		浓雾		雾霾		沙尘暴	
	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低		
企业自评：	✓		✓		✓	✓					✓	✓			✓								✓								✓						✓			
专家评估：																																								

- 根据该企业在“高”、“中”、“低”等级，在相应表格内“√”，并附最不利情况暴露部位示意图。
- 至少填写 10 家以上重点或气象敏感的企业。
- 最后一行“园区公共基础设施”敏感程度由园区管委会相关部门填写。
- 在各场站使用过程中，可根据开发区所在地具体状况适当增减“气象要素”以及“高影响天气类型”。

[illegible][illegible][illegible]

[illegible][illegible]

园区及重点企业气象要素、高影响天气敏感度调查表

审(核)单位调查日期: 2015 年 2 月 16 日 调查人: 王强 联系方式: 15134411068

敏感因子	气象要素										高影响天气									
	风向	风速	气压	相对湿度	气温	降水	暴雨洪涝	大风	雷暴	雷电闪电	高温	低温雨雪	冰雹	冻融	逆温	沙尘暴				
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低				
是否敏感	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否				
备注	无影响																			

说明: 1. 根据敏感度“高”或“中”或“低”等级, 在相应等级“√”, 并在备注一栏写出受影响原因或措施。
 2. 至少调查 10 家以上重点或重点气象敏感企业。
 3. 最后一行“园区公共设施”敏感原因由园区管委会相关部门填写。
 4. 本调查表为园区气象要素高影响天气专项调查“气象要素”以及“高影响天气天气”。

[illegible][illegible]

园区及重点企业对气象要素、高影响天气敏感度调查表

[illegible]

附录 3 区域雷电灾害风险评估方法

附录 3.1 评估资料和流程

(1) 资料

①评估单位进行雷电灾害风险评估时，需收集包括但不限于以下资料：

评估对象的建设方案、设计规划和使用性质等背景资料；

评估对象的可行性研究报告、地质勘查报告、环境影响评价报告等规划资料；

评估对象的总平面图、地形图、工程设计图或施工图等图纸资料；

评估对象所在地地理、地质、土壤、水文资料；

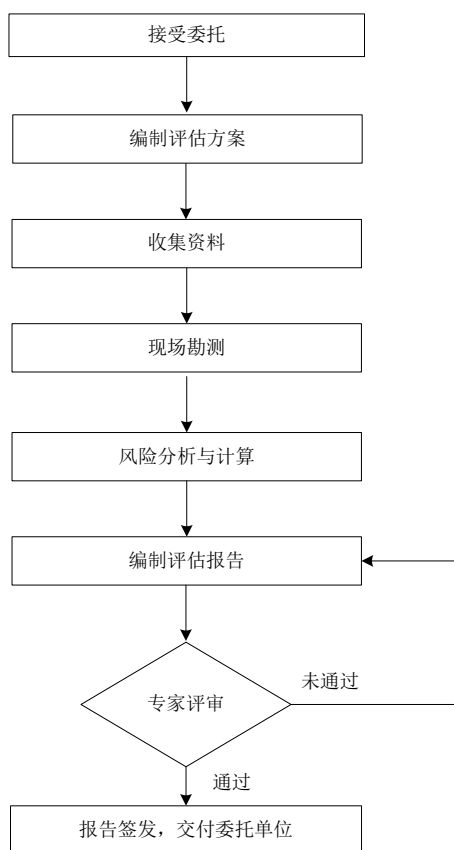
评估对象所在地雷暴观测、闪电定位、大气电场和雷电灾害等气象资料；

评估对象的雷电防护、雷电灾害应急预案以及维护等防雷管理资料。

②雷电灾害风险评估单位使用的雷暴观测资料宜收集当地气象观测站近 30 年逐日雷暴观测数据，闪电定位、大气电场资料宜收集近 5 年的地闪定位资料，雷电灾害宜收集近 20 年雷电灾情资料，以上气象资料应当使用符合国家气象技术标准的气象资料。

(2) 流程

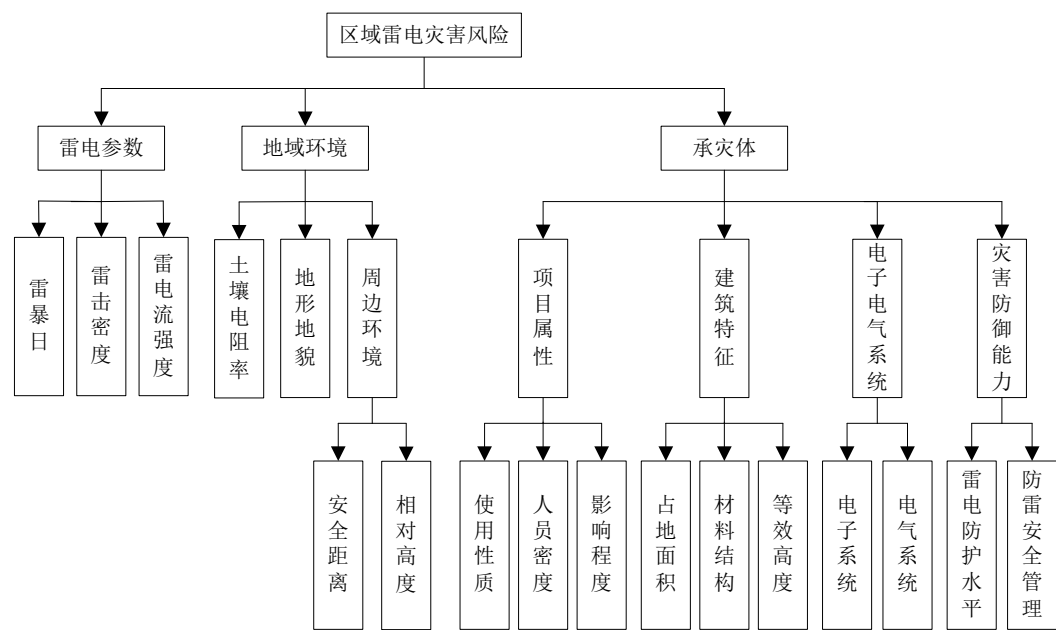
评估流程见附图3.1。



附图 3.1 区域风险评估流程

附录 3.2 风险指标

风险指标的构成由雷电参数、地域环境和承灾体构成，见附图 3.2。



附图 3.2 区域风险评估指标因子

附录 3.3 评估方法

(1) 子区域划分

①划分原则

当评估区域内雷电参数、地域环境、承灾体存在明显差异时，评估区域宜划分成不同的子区域。

②划分因素

雷电参数；

地域环境；

项目属性；

灾害防御能力。

注：只有占地面积大于 5 km² 的评估项目才需考虑“雷电参数”的差异；只有已建项目才需考虑“灾害防御能力”的差异。

(2) 风险计算方法

①风险指标分类

风险指标分为定性指标和定量指标两大类。定性指标有地形地貌、安全距离、相对高度、使用性质、影响程度、材料结构、电子系统、电气系统、区域雷电防护水平、区域防雷安全管理。

定量指标又分为极小型指标和极大型指标两种，其中雷暴日、雷击密度、雷电流强度、人员密度、建筑密度、等效高度为极小型指标，土壤电阻率为极大型指标。

②评估指标隶属度计算

I.定性指标隶属度的确定

定性指标隶属度的确定方法是将资料收集、现场勘测后的具体情况与该定性指标的分级标准相比较，当其符合某一个危险等级的描述，则说明该指标完全隶属于该危险等级，即隶属度=1。

II.定量指标隶属度的计算

各定量指标隶属度应分别按照极小型或极大型指标隶属度公式计算。指向同一上层指标的各子指标隶属度构成隶属度矩阵 R 。

③综合评估

区域雷电灾害风险评估综合评估基本公式见公式（1），其权重大小可根据层次分析法确定。

$$B=W \cdot R=(w_1,w_2,\cdots,w_m) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{25} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{m5} \end{bmatrix}=[b_1,b_2,b_3,b_4,b_5] \cdots \cdots (1)$$

式中：

- B ——评估指标的隶属度向量；
- W ——评估指标的权重向量；
- R ——评估指标的隶属度矩阵。

④评估结果计算

通过多级综合评估，由第四层指标向第一层指标逐级计算得出“雷电灾害区域风险”的隶属度向量。通过加权平均的方法量化到综合评估结果g值：

$$g=b_1+3\times b_2+5\times b_3+7\times b_4+9\times b_5 \cdots \cdots (2)$$

式中：

- b_1 ——目标与评估等级 I 的隶属度；
- b_2 ——目标与评估等级 II 的隶属度；
- b_3 ——目标与评估等级 III 的隶属度；
- b_4 ——目标与评估等级 IV 的隶属度；
- b_5 ——目标与评估等级 V 的隶属度。

⑤风险等级判定

根据综合评估结果g值，按照附表3.1进行风险等级判定。

附表 3.1 雷电灾害区域风险分级标准

危险等级	说 明
	综合评价用 g 表示，g 值越小代表区域内项目雷击致灾风险越低，g 值越大代表区域内项目雷击致灾风险越高，g 值区间（0，10]。
I 级	综合评价 $0\leq g<2$ ，低风险
II 级	综合评价 $2\leq g<4$ ，较低风险
III 级	综合评价 $4\leq g<6$ ，中等风险
IV 级	综合评价 $6\leq g<8$ ，较高风险
V 级	综合评价 $8\leq g\leq 10$ ，高风险

附录 4 区域风险评估指标分级标准

附录 4.1 雷电风险影响因素

附录 4.1.1 雷暴日

附表 4.1 雷暴日分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷暴日 (d/年)	[0, 20)	[20, 40)	[40, 60)	[60, 90)	(90, 365)

附录 4.1.2 雷击大地密度

附表 4.2 雷击密度分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷击密度 (次/km ² ·a)	[0, 1)	[1, 2)	[2, 3)	[3, 4)	(4, ∞)

附录 4.1.3 雷电流强度

附表 4.3 雷电流强度分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷电流强度 (kA)	[0, 20)	[20, 30)	[30, 40)	[40, 80)	(80, ∞)

附录 4.2 地域风险影响因素

附录 4.2.1 土壤电阻率

附表 4.4 土壤电阻率分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
土壤电阻率 ($\Omega \cdot m$)	(3000, ∞)	(1000, 3000)	(300, 1000)	(100, 300)	(0, 100)

附录 4.2.2 地形地貌

- I 级 (平原、地形起伏度 0-20m);
- II 级 (丘陵、地形起伏度 20-150m);
- III 级 (山地、地形起伏度 >150m);
- IV 级 (河流、湖泊以及低洼潮湿地区、山间风口等);
- V 级 (旷野孤立或突出区域)。

附录 4.2.3 周边环境

附录 4.2.3.1 安全距离

—— I 级（不符合 II 级、III 级、IV 级、V 级的情况者）；

——其他等级的划分见表附表 4.5。

附表 4.5 安全距离分级（II 级~V 级）

危险等级	安全距离（m）				
	0/20 区	1/21 区	储存火（炸）药及其制品的场所	2/22 区	具有爆炸危险的露天钢质封闭气罐
II 级	（0,1000）	（0,1000）	（0,500）	（0,500）	（0,500）
III 级	（0,500）	（0,500）	（0,300）	（0,300）	（0,300）
IV 级	（0,300）	（0,300）	（0,100）	（0,100）	（0,100）
V 级	（0,100）	（0,100）	（0,100） （易引起爆炸且后果严重）	—	—

附录 4.2.3.2 相对高度

—— I 级（评估区域被比区域内项目高的外部建构筑物或其它雷击可接闪物所环绕）；

—— II 级（评估区域外局部方向有高于评估区域内项目的建构筑物或其它雷击可接闪物）；

—— III 级（评估区域外建构筑物或其它雷击可接闪物与评估区域内项目高度基本持平）；

—— IV 级（评估区域外建构筑物或其它雷击可接闪物低于区域内项目高度）；

—— V 级（评估区域外无建构筑物或其它雷击可接闪物）。

附录 4.3 承载体风险影响因素

附录 4.3.1 项目属性

附录 4.3.1.1 使用性质

附表 4.6 使用性质分级标准

危险等级	建（构）筑物的使用性质
I 级	低于 24m 的民用建筑、工业建筑等
II 级	商业建筑、公共娱乐场所、高层建筑等
III 级	超过 100m 的民用建筑、酒店、教学楼、大型工业建筑等
IV 级	三级医院、大型文化体育活动场馆、幼儿园、养老院等
V 级	市级办公业务楼、市级博物馆、大型公共服务设施、有火灾爆炸危险的建（构）筑物等

当区域内建（构）筑物使用性质不同时，通过对建（构）筑物的占地面积按不同危险等级赋予权重

（取 I 级危险等级的权重系数为 0.6，II 级危险等级的权重系数为 0.7，III 级危险等级的权重系数为 0.8，

IV 级危险等级的权重系数为 0.9, V 级危险等级的权重系数为 1.0), 并根据占地面积大的建(构)筑物来定最终的危险等级。

附录 4.3.1.2 人员数量

附表 4.7 人员数量分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
人员数量(人)	(0,100)	(100,300)	(300,1000)	(1000,3000)	(3000,∞)

附录 4.3.1.3 影响程度

附表 4.8 影响程度量分级标准

危险等级	区域内项目危险特征
I 级	区域内项目遭受雷击后一般不会产生危及区域外的爆炸或火灾危险。
II 级	区域内项目有三级加油加气站, 以及类似爆炸或火灾危险场所。
III 级	区域内项目有二级加油加气站, 以及类似爆炸或火灾危险场所。
IV 级	区域内项目有一级加油加气站, 四级/五级石油库, 四级/五级石油天然气站场, 小型、中型石油化工企业, 小型民用爆炸物品储存库, 小型烟花爆竹生产企业, 危险品计算药量总量小于等于 5000kg 的烟花爆竹仓库, 小型、中型危险化学品企业及其仓库, 以及类似爆炸或火灾危险场所。
V 级	区域内项目有一级/二级/三级石油库, 一级/二级/三级石油天然气站场, 大型、特大型石油化工企业, 中型、大型民用爆炸物品储存库, 中型、大型烟花爆竹生产企业, 危险品计算药量总量大于 5000kg 的烟花爆竹仓库, 大型、特大型危险化学品企业及其仓库, 以及类似爆炸或火灾危险场所。

加油加气站、石油库分级分别参见 GB50074-2014 和 GB50156-2012。

附录 4.3.2 建筑物特征

附录 4.3.2.1 占地面积

附表 4.9 占地面积分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
占地面积(km ²)	(0,2.5)	(2.5,5.0)	(5.0,7.5)	(7.5,10.0)	(10.0,∞)

附录 4.3.2.2 等效高度

附表 4.10 等效高度分级标准

危险等级	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
等效高度(m)	(0,30)	(30,45)	(45,60)	(60,100)	(100,∞)

附录 4.3.2.3 材料结构

- I 级（建构筑物为木结构）；
- II 级（建构筑物为砖木结构）；
- III 级（建构筑物为砖混结构）；
- IV 级（建构筑物屋顶和主体结构为钢筋混凝土结构）；
- V 级（建构筑物屋顶和主体结构为钢结构）。

附录 4.3.3 电气电子系统特征

附录 4.3.3.1 电气系统

- I 级电力负荷中仅有三级负荷，室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设。
- II 级电力负荷中仅有三级负荷，室外低压配电线路全线采用架空电缆，或仅部分线路采用电缆埋地敷设。
- III 级电力负荷中有二级负荷，室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设。
- IV 级符合下列情况之一者：
 - 电力负荷中有一级负荷，室外低压配电线路全线采用电缆埋地敷设。
 - 电力负荷中有二级负荷，全线采用架空电缆，或仅部分线路采用电缆埋地敷设。
- V 级电力负荷中有一级负荷，室外低压配电线路全线采用架空电缆，或仅部分线路采用电缆埋地敷设。

附录 4.3.3.2 电子系统

- I 级一般用途的电子系统；
- II 级一般性智能建筑、一级医院、一般公共办公场所等；
- III 级中型展览馆、二级医院、三星级宾馆、区县级公共办公场所等；
- IV 级大型体育场馆、四星级宾馆、市级公共办公场所、乙级安全防范系统等；
- V 级三级医院、五星级宾馆、国家级公共办公场所、甲级安全防范系统等。

附录 4.3.4 防灾减灾能力影响因素

附录 4.3.4.1 雷电防护水平

- I 级区域内建（构）筑物按一类建筑物防雷标准采取了相应的防护措施。

——Ⅱ级符合下列情况之一者：

——区域内建（构）筑物按一类建筑物防雷标准采取了相应的防直击雷措施，但防闪电感应或防闪电电涌侵入措施保护不全。

——区域内建（构）筑物按二类建筑物防雷标准采取了相应的防护措施。

——Ⅲ级符合下列情况之一者：

——区域内建（构）筑物按二类建筑物防雷标准采取了相应的防直击雷措施，但防闪电感应或防闪电电涌侵入措施保护不全。

——区域内建（构）筑物按三类建筑物防雷标准采取了防护措施。

——Ⅳ级符合下列情况之一者：

——区域内建（构）筑物按三类建筑物防雷标准采取了相应的防直击雷措施，但防闪电电涌侵入措施保护不全。

——区域内建（构）筑物采取了防闪电感应或防闪电电涌侵入措施，但防直击雷措施保护不全。

——Ⅴ级区域内建（构）筑物无采取任何防雷措施或各类防雷设施均不能满足标准要求。

注：当区域内建（构）筑物雷电防护水平不同时，通过对建（构）筑物的建筑面积按不同危险等级赋予权重（取Ⅰ级危险等级的权重系数为0.6，Ⅱ级危险等级的权重系数为0.7，Ⅲ级危险等级的权重系数为0.8，Ⅳ级危险等级的权重系数为0.9，Ⅴ级危险等级的权重系数为1.0），并根据建筑面积大的建（构）筑物来定最终的危险等级。

附录 4.3.4.2 防雷安全管理

防雷安全管理分级主要依据雷电预警服务、雷击事故应急预案以及雷电防护安全教育与培训，具体分级以是否满足或部分满足下述三个条件为判断准则，参见附表 4.11：

——区域所在地有雷电预警服务。

——区域内单位制定有雷击事故应急预案。

——区域内单位定期或不定期对相关人员进行雷电防护安全教育和培训。

附表 4.11 区域防雷安全管理分级标准

危险等级	区域内采取的防雷安全管理
Ⅰ级	条件(一)(二)(三)全部满足
Ⅱ级	满足条件(一)(二)或(一)(三)
Ⅲ级	满足条件(一)(三)
Ⅳ级	满足条件(一)或(二)或(三)
Ⅴ级	条件(一)(二)(三)均不满足

附录 5 极值推算方及拟合适度检验方法

附录 5.1 极值 I 型分布

极值 I 型分布函数:

$$F(x) = p(X_{max} < X) = e^{-e^{-\alpha(x-u)}} \quad (1)$$

其超过保证率函数是:

$$p(x) = 1 - e^{-e^{-\alpha(x-u)}} \quad (2)$$

(1) 用耿贝尔法估计参数 a 和 u

令 $y = \alpha(x - u)$, 求得 y 的保证率函数为:

$$(x) = p(Y \geq y) = 1 - e^{-e^{-y}} \quad (3)$$

$$E(Y) = \alpha[E(X_M) - u]$$

$$D(Y) = \alpha^2 D(X_M)$$

由此得到:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{\sigma_{XM}} \quad (4)$$

$$u = E(X_M) - \frac{1}{\alpha} E(Y) = E(X_M) - \frac{\sigma_{XM}}{\sigma_Y} E(y) \quad (5)$$

以序列的均值及标准差作为 $E(X_M)$ 及 σ_{XM} 的近似估计值。而 $E(Y)$ 和 σ_Y 的近似估计值 $\bar{y}$ 及 S_y 只与 N 有关, 有表可查。将上述四个估计值代入 (4)、(5) 式求出 $\hat{\alpha}$ 、 $\hat{u}$, 再将其代入 (3) 式可得:

$$X_p = \hat{u} - \frac{1}{\hat{\alpha}} \ln[-\ln(1-p)] \quad (6)$$

由 (6) 式算出 4 个重现期的基本风速、基本积雪深度、基本气温等。

(2) 矩法参数估算法

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

极值 I 型分布函数也可以写成:

$$F(x) = \exp\{-\exp[-\alpha(x-u)]\} \quad (7)$$

式中 u 是分布的位置参数, 即其分布的众值;

α 是分布的尺度参数, 它们与矩的关系为:

一阶矩 (均值): $E(x) = \frac{a}{\alpha} + u$, 式中 $a = 0.57722$

二阶矩 (方差): $\sigma^2 = \frac{C^2}{\alpha^2}$, 式中 $C = \frac{\pi}{\sqrt{6}} = 1.28255$

因此：

$$\alpha = \frac{1.28255}{\sigma} \quad (8)$$

$$u = E(x) - \frac{0.57722}{\alpha} \quad (9)$$

计算出序列的平均值和标准差作为参数而 $E(x)$ 和 α 的估计值，计算出参数 $\hat{\alpha}$ 、 $\hat{u}$ 后，仍用（6）式计算出不同重现期的基本风速、基本积雪深度、基本气温等。

附录 5.2 广义极值分布

广义极值分布的分布函数为：

$$F(x) = \exp \left[- \left\{ 1 - k \frac{x-\beta}{\alpha} \right\}^{\frac{1}{k}} \right], \quad k \neq 0 \quad (10)$$

$$F(x) = \exp \left[- \exp \left\{ \frac{x-\beta}{\alpha} \right\} \right], \quad k = 0 \quad (11)$$

式中： α 是尺度参数； β 为位置参数； k 为形状参数。当 $k=0$ 时，为I型极值分布；当 $k<0$ 时，为II型极值分布；当 $k>0$ 时，为III型极值分布。

参数估计采用L-矩估计方法，此方法最大的优点是对序列的极大值和极小值没有常规矩敏感，求得的参数估计值比较稳健。设样本 X 为 $x_{1:n} \leq x_{2:n} \leq \dots \leq x_{n:n}$ ，该序列概率权重矩的三阶权重矩为：

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{j:n} \quad (12)$$

$$b_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=2}^n \frac{(j-1)}{(n-1)} x_{j:n} \quad (13)$$

$$b_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=3}^n \frac{(j-1)(j-2)}{(n-1)(n-2)} x_{j:n} \quad (14)$$

计算上述三式的线性组合，即L矩，分别为：

$$\lambda_1 = b_0 \quad (15)$$

$$\lambda_2 = 2b_1 - b_0 \quad (16)$$

$$\lambda_3 = 6b_2 - 6b_1 + b_0 \quad (17)$$

广义极值分布参数的估计公式为：

$$k=7.8590c+2.9554c^2 \quad (18)$$

$$c = \frac{2}{3+\lambda_3/\lambda_2} - \frac{\ln 2}{\ln 3} \quad (19)$$

$$\alpha = \frac{\lambda_2 k}{(1-2^{-k})\Gamma(1+k)} \quad (20)$$

$$\beta = \lambda_1 - \frac{\alpha[1-\Gamma(1+k)]}{k} \quad (21)$$

对任意给定的频率 p ，由 $p = 1 - F(x_p)$ 求解与频率 p 对应的设计值 x_p 为：

$$x_p = \beta + \alpha\{1 - [-\ln(1 - p)]^k\}/k \quad (22)$$

附录 5.3 拟合适度检验

柯尔莫戈洛夫拟合适度检验指标：

$$K_f = D_n \sqrt{n}$$

其中 N 为样本容量， D_n 表示拟合出来的理论分布与经验分布的最大偏差。

$$D_n = \max\{|F^*(x_i) - F(x_i)|\}$$

式中 $F(x_i)$ 为理论分布函数， $F^*(x_i)$ 为经验分布函数，即把气候要素的 n 个观测值从小到大的顺序排列为： $x_1^* \leq x_2^* \leq \dots \leq x_m^* \leq \dots \leq x_n^*$

则 $F_n^*(x) = \frac{m}{n+1}$ 。

这里 x_i 为有序样本， D_n 表示在所有各点上，经验分布于假设的理论分布之差的最大值。取信度为 0.05，查表可得相应值。只要 $K_f < 1.35$ ，则认为样本序列服从该型概率分布。

附录6 工业园批复文件

内蒙古自治区自然资源厅

内自然资函〔2019〕620号

内蒙古自治区自然资源厅
关于《五原工业园区总体规划
(2019-2035)》的批复

巴彦淖尔市人民政府:

自治区人民政府办公厅转来《巴彦淖尔市人民政府关于〈五原工业园区控制性规划(2019-2035)〉的请示》(巴政发〔2019〕91号)收悉。根据《内蒙古自治区城乡规划条例》的有关规定,经自治区人民政府同意,现批复如下:

一、原则同意《五原工业园区总体规划(2019-2035)》(即原《五原工业园区控制性规划(2019-2035)》)。

二、五原工业园区是以绿色农畜产品精深加工为主导、以农机装备制造为辅助、以现代物流和电子商务为依托、以新兴产业为培育点的产业链完整的环境友好型、资源节约型园区。

三、园区规划总用地面积为11.93平方公里。其中,至2025年,建设用地面积控制在6.83平方公里以内;至2035年,建设用地面积控制在9.55平方公里以内。要贯彻落实先规划后建设的原则,坚持节约集约利用土地,提高土地利用效率,切实保护好耕地特别是基本农田。

四、《规划》是五原工业园区发展、建设和管理的基本依据,成果必须纳入五原县国土空间总体规划。五原县自然资源主管部门依法对园区内的一切建设活动实行统一严格管理,不得下放管理权限。

五、《规划》一经批准便具有法律效力,任何单位和个人都要严格遵照执行;你市要根据批复要求,组织五原县认真实施《规划》,未经同意,任何单位和个人不得随意改变《规划》。



公开方式:主动公开

抄送:自治区人民政府办公厅,巴彦淖尔市自然资源局,五原县人民政府,五原工业园区管委会。