

内蒙古巴彦淖尔河套农畜产业开发区

磴口工业园

区域气候可行性论证报告

(公示版)

内蒙古自治区气候中心

2022 年 4 月



正标联信认证服务

质量管理体系认证证书

注册号: 19Q031ROS

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/T19001-2016/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

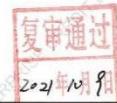
Date of Expiry

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



证书说明:
Notes:

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 : 磴口县自然资源局

项目承担单位 : 内蒙古自治区气候中心

项目负责人 : 达布希拉图 内蒙古气候中心 正高级工程师
 刘啸然 内蒙古气候中心 助理工程师
 高志国 内蒙古气候中心 高级工程师

技术负责人 : 马圆 内蒙古气候中心 助理工程师

参加人员名单	任职单位	技术职称	任务分工	签字
杨晶	内蒙古气候中心	高级工程师	灾害风险普查	
孙玉	内蒙古气候中心	高级工程师	极值推算	
马玉峰	内蒙古气候中心	高级工程师	概况与项目特征分析	
杨司琪	内蒙古气候中心	助理工程师	高影响天气分析	
高春香	内蒙古气候中心	正高级工程师	参证站确定	
高晶	内蒙古气候中心	高级工程师	气候适宜性分析	
刘晓东	内蒙古雷电预警中心	正高级工程师	雷击风险评估	
刘新	内蒙古气候中心	工程师	大气自净能力分析	
赵悦晨	内蒙古气候中心	工程师	局地气候影响分析	
孟玉婧	内蒙古气候中心	工程师	暴雨淹没模型	
王曼霏	内蒙古雷电预警中心	工程师	雷击风险评估	
黄元媛	巴彦淖尔市气象局	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	
张静	巴彦淖尔市气象局	高级工程师	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磴口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磴口县自然资源局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，论证结论仅限于内蒙古巴彦淖尔河套农畜产业开发区磴口工业园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，可供内蒙古巴彦淖尔河套农畜产业开发区磴口工业园的整体规划、建设项目的规划设计及运营维护参考使用，不能替代规划或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 4 月 20 日起至 2032 年 4 月 19 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 4 月 20 日

目 录

1 概述.....	1
1.1 项目来源.....	1
1.2 工作目的.....	2
1.3 编制依据.....	2
1.3.1 政策法规.....	2
1.3.2 标准规范.....	3
1.3.3 其他.....	4
1.4 术语.....	4
2 项目概况及特征.....	7
2.1 园区基本情况.....	7
2.1.1 园区规模.....	7
2.1.2 论证范围.....	8
2.1.3 园区规划方案.....	8
2.1.4 园区发展现状.....	15
2.2 园区及其周边气象灾害历史事件.....	17
2.3 企业座谈及现场调查.....	19
2.3.1 走访座谈.....	19
2.3.2 现场调查情况.....	21
2.4 园区关键气象因子及高影响天气现象选择.....	23
2.4.1 园区气象敏感度调查结果.....	23
2.4.2 关键气象因子及高影响天气现象选择.....	25
3 参证站确定及资料说明.....	26
3.1 参证站的确定.....	26
3.1.1 参证站的选取原则.....	26
3.1.2 参证气象站选取.....	27

3.1.3 参证站代表性分析.....	33
3.1.4 参证站准确性分析.....	36
3.1.5 参证气象站比较性分析.....	38
3.2 资料内容和来源.....	39
4 气候适宜性评价.....	42
4.1 大气环流特征.....	42
4.1.1 春季环流特征.....	42
4.1.2 夏季环流特征.....	43
4.1.3 秋季环流特征.....	43
4.1.4 冬季环流特征.....	44
4.1.5 大气环流小结.....	45
4.2 主要天气系统.....	45
4.2.1 蒙古气旋.....	46
4.2.2 蒙古冷高压.....	46
4.2.3 河套气旋.....	46
4.2.4 西太平洋副热带高压.....	47
4.3 气候特征.....	47
4.3.1 气压.....	49
4.3.2 气温.....	53
4.3.3 降水.....	57
4.3.4 风向风速.....	60
4.3.5 相对湿度.....	67
4.3.6 日照.....	69
4.3.7 大气扩散能力.....	70
4.4 小结.....	80
5 高影响天气及气象灾害风险评价.....	82
5.1 大风.....	82
5.1.1 大风的气候特征.....	82

5.1.2 园区大风危险性空间分布特征.....	83
5.1.3 大风的影响及危害.....	83
5.1.4 大风灾害防御建议.....	84
5.2 雷电.....	85
5.2.1 雷暴的气候特征.....	85
5.2.2 地闪活动特征分析.....	86
5.2.3 雷击防护建议.....	93
5.3 沙尘天气.....	97
5.3.1 浮尘的气候特征.....	97
5.3.2 扬沙的气候特征.....	98
5.3.3 沙尘暴的气候特征.....	100
5.3.4 园区沙尘暴天气危险性空间分布特征.....	101
5.3.5 沙尘的影响及危害.....	101
5.3.6 沙尘防御建议.....	102
5.4 暴雨.....	103
5.4.1 暴雨的气候特征.....	103
5.4.2 园区暴雨危险性空间分布特征.....	107
5.4.3 暴雨洪涝淹没风险评估.....	108
5.4.4 暴雨洪涝灾害的防御建议.....	111
5.5 降雪和积雪.....	112
5.5.1 降雪日数.....	112
5.5.2 积雪的气候特征.....	113
5.5.3 园区雪灾危险性空间分布特征.....	115
5.5.4 降雪和积雪的影响及危害.....	116
5.5.5 雪灾防御建议.....	116
5.6 高温.....	117
5.6.1 高温的气候特征.....	117
5.6.2 园区高温危险性空间分布特征.....	118
5.6.3 高温灾害的影响及危害.....	118

5.6.4 高温灾害的防御建议.....	119
5.7 冰雹.....	119
5.7.1 冰雹的气候特征.....	119
5.7.2 园区冰雹危险性空间分布特征.....	120
5.7.3 冰雹灾害的影响及危害.....	121
5.7.4 冰雹灾害的防御措施.....	122
5.8 低温.....	123
5.8.1 低温的气候特征.....	123
5.8.2 园区低温危险性空间分布特征.....	124
5.8.3 低温灾害的影响及危害.....	124
5.8.4 低温灾害的防御建议.....	125
5.9 逆温.....	126
5.9.1 逆温的气候特征.....	126
5.9.2 逆温的影响.....	128
5.10 冻融.....	129
5.10.1 地面温度变化.....	129
5.10.2 地温的垂直分布.....	130
5.10.3 冻土的生消规律.....	132
5.10.4 最大冻土深度.....	132
5.10.5 冻土的影响及危害.....	133
5.10.6 冻融的防御建议.....	134
5.11 小结.....	134
6 园区建设对局地气候的影响.....	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
7.2.1 区域雷电环境评价.....	139
7.2.2 区域雷电灾害风险评估.....	140
7.3 风速极值推算.....	147

7.3.1 设计风速的概率计算.....	148
7.3.2 园区设计风速的推算.....	149
7.3.3 园区不同高度不同重现期 10min 平均最大风速的推算.....	152
7.4 最高、最低气温极值及室外空气计算参数推算.....	153
7.4.1 不同重现期设计气温（高温）与极端最高气温的推算.....	153
7.4.2 不同重现期设计气温（低温）与极端最低气温的推算.....	156
7.5 降水极值推算.....	160
7.6 雪压极值推算.....	160
7.6.1 积雪密度的估算.....	160
7.6.2 设计雪压的概率计算.....	161
7.7 设计冻土深度推算.....	162
7.8 工业建筑暖通风气象参数.....	163
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.....	163
7.8.2 工业建筑供暖通风与室外空气计算参数统计结果.....	164
8 结论和建议.....	167
8.1 结论.....	167
8.1.1 气候背景.....	167
8.1.2 高影响天气及气象灾害风险评价.....	170
8.1.3 园区建设对局地气候的影响.....	172
8.1.4 关键气象参数分析与推算.....	173
8.2 适用性分析及建议.....	174
8.2.1 规划建设阶段.....	175
8.2.2 运营阶段.....	177
8.2.3 不确定性分析.....	180
8.3 综合结论.....	181
参考文献.....	183
附录 1 园区及周边地区气象灾害调查.....	184
附录 2 气象要素、高影响天气敏感度调查表.....	188

附录 3 区域雷电灾害风险评估方法.....	189
附录 4 区域风险评估指标分级标准.....	192
附录 5 极值推算方及拟合适度检验方法.....	197

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磴口工业园（以下简称“园区”）位于磴口县县政府所在地巴彦高勒镇，前身为磴口经济园区，是 2003 年 6 月 31 日经巴彦淖尔盟行政公署批准成立的经济园区，同时也是经自治区人民政府批准整合保留的十六家（盟）市级经济园区之一。2006 年通过中华人民共和国国家发展和改革委员会审核（国家发改委公告 2006 年第 37 号），批准为省级园区，批复主导产业为乳业、食品、化工。为了统筹安排园区长远建设与发展，使园区具有明确的产业发展方向和科学合理的空间布局，2008 年内蒙古磴口工业园区管理委员会（以下简称“园区管委会”）委托包头市明择城市规划设计有限公司开展了《内蒙古磴口工业园区总体规划（2007-2020）》的编制工作，并于 2009 年 12 月 3 日获得内蒙古自治区建设厅批复文件（内建规〔2009〕444 号）。2012 年内蒙古自治区人民政府批准为自治区第六批工业循环经济试点示范园区（内政办发〔2012〕17 号）。

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，磴口县自然资源局委托内蒙古自治区气候中心开展园区区域性气候可行性论证工作。在接受委托后，内蒙古自治区气候中心立即成立编制工作组，搜集了园区相关气象资料，并进行现场踏勘调研，按照园区性质、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，并完成园区区域性气候可行性论证报告。

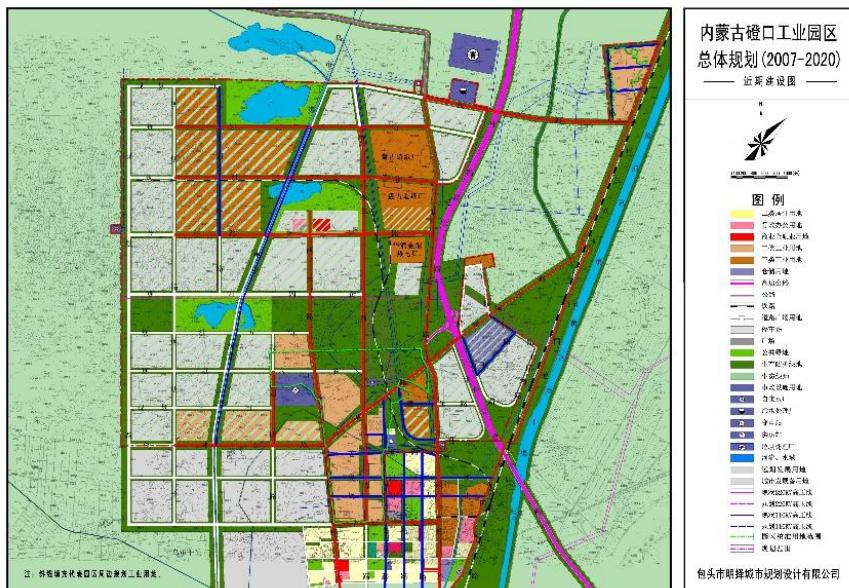


图 1.1-1 磴口工业园边界范围图

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，各类园区的规划设计、建设和运营对天气气候，特别是灾害性天气的敏感度和脆弱性加大，因此开展区域性气候适宜性和风险性论证工作势在必行。气候可行性论证工作能够从源头上有效避免或者减轻园区的规划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。

本报告以磴口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、历史灾情资料和现场测试数据，对园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园区规划、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》;
- (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》。
- (11)《关于印发实施〈内蒙古自治区开发区审核公告目录〉的通知》(工信部发〔2022〕34号)。

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) 内蒙古磴口县工业园区区域气候可行性论证技术服务合同;
- (2) 内蒙古磴口工业园区总体规划（2007-2020）。

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风险综合计算。

(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 17.2m/s 的风。

2项目概况及特征

2.1园区区基本情况

2.1.1园区规模

磴口工业园位于内蒙古巴彦淖尔市磴口县巴彦高勒镇，气候属温带大陆性气候，四季分明。磴口县境内地形地貌复杂，西北部为狼山山脉，中部和南部为乌兰布和沙漠，东北部地势平坦，属后套平原，整个地形除山区外，呈东南高，西北低，逐渐倾斜。境内海拔最高 2046 米，最低 1030 米，全县总的地貌特征属于内陆高平原，河套盆地，可分为四个不同的地貌：山地地貌、沙漠地貌、平原地貌和河流地貌，磴口工业园区处于乌兰布和沙漠和河套平原的交界处。



图 2.1-1 磴口工业园总体规划总图

磴口工业园区是以发展食品、乳业、化工为主的综合性循环工业园区。根据磴口县近年来的产业发展，磴口工业园区及其周边工业用地除发展食品、

乳业、化工外，还应大力发展电力工业、沙（草）产业加工业、五金制造业、机械制造业、矿山产业、建材工业、仓储物流业。

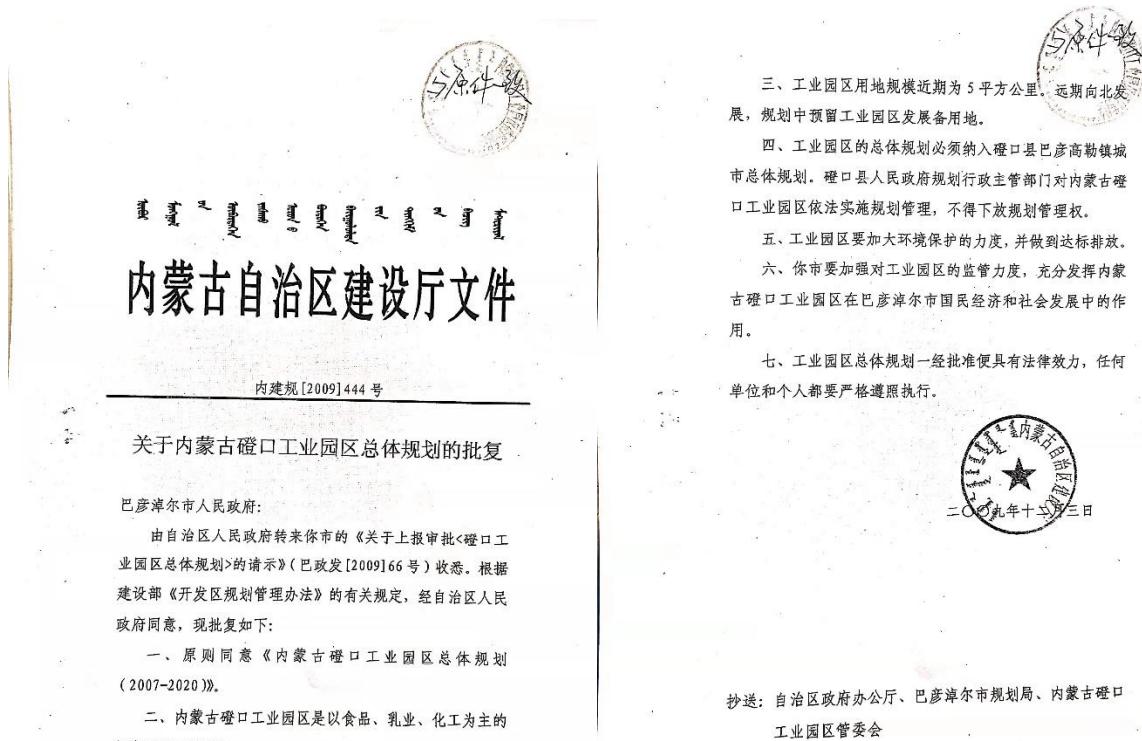


图 2.2-2 关于内蒙古磴口工业园区总体规划的批复

2.1.2 论证范围

本次论证范围为磴口工业园，总面积 663.14 公顷，分为三个地块。地块 1 面积 309.61 公顷，东至巴哈公路，西至西环路，南至纬四路，北至纬二路；区块 2 面积 322.92 公顷，东至经九路，西至昂日新材料，南至宇乐火电厂，北至纬二路；区块 3 面积 30.61 公顷，东至光伏新区东边界，西至光伏新区西边界，南至乌兰布和生态大道，北至光伏新区北边界。

2.1.3 园区规划方案

规划目标：

由于巴彦淖尔市工业发展相对滞后，磴口工业园区及其周边工业用地在巴彦淖尔市具有一定优势，全市已形成了巴彦淖尔经济技术开发区、磴口工业园区和杭锦后旗工业园区三大工业发展平台，主要依托农畜产品资源优势，重点发展绿色农畜产品加工业。此外，为承接蒙古国即将过境的煤、铜资源和呼、包、鄂金三角经济区及蒙西地区的辐射，巴彦淖尔市委、市政府又规划并启动建设临河化学工业园区、乌拉山工业园区、金泉工业园区和沙海工业园区四个重化工园区。总体而言，磴口工业园区属于巴彦淖尔市的重点工业园区当无疑义。

综上所述，本次规划将磴口工业园区发展定位确定为以发展食品、乳业、化工为主的综合性循环工业园区。

根据磴口县近年来的产业发展，磴口工业园区及其周边工业用地除发展食品、乳业、化工外，还应大力发展电力工业、沙（草）产业加工业、五金制造业、机械制造业、矿山产业、建材工业、仓储物流业。

建设计划：

磴口工业园核准的 486.78 公顷用地已远远不能满足园区的发展需要，尤其是华润金能热电厂，以及与之配套的煤化工产业，占地面积都比较大，且不在园区核准的用地范围以内。规划从实际出发，将磴口工业园区及其周边工业一并纳入规划，按 42.22 平方公里控制。

总体设计方案：

磴口工业园区现有企业以食品工业为主，随着华润金能 2×35 万千瓦热电联产项目的建设，以及未来煤化工、建材、五金、沙（草）产业加工等相关产业的发展，磴口工业园区及其周边工业用地将成为综合性工业园区，磴

口县是传统的农业产区，大力发展农畜产品加工业符合国家和自治区的产业政策。磴口县地处呼包鄂和蒙西这两大能源重化工业基地之间，位于鄂尔多斯、乌海、阿拉善能源金三角的连接点，有利于接受辐射和带动，具有发展相关产业的地缘优势。包兰铁路、丹拉高速公路和 110 国道横贯全境，正在建设的临策铁路和即将动工的京疆公路，拉近了磴口县与蒙古国、阿拉善两大能源产地的距离，为建设重化工园区，在更大范围内配置资源提供了便利条件。

基础设施建设方案：

道路交通工程：根据磴口工业园区及其周边工业用地的用地结构及地形特点，采用方格网为主的路网形式，高速公路东西两侧的交通由绕城公路、工业路和 110 国道联系。路分为三级：主干路、次干路和支路。主干路设计车速为 40~60 公里/小时，次干路设计车速为 40 公里/小时，支路设计车速为 30 公里/小时。主干路红线宽度 50—58 米，金牛路和贺兰路道路断面采用“四块板”形式，其他道路断面采用“一块板”形式；次干路红线宽度 30—40 米，采用“一块板”断面形式；支路红线宽度根据实际确定在 20—30 米之间，采用“一块板”断面形式

给水工程：园区水资源包括地表水和地下水两部分，地下水类型：东部为套区地下水，西部为沙区地下水。黄河流经磴口县巴彦高勒镇地段的河床宽度 1500—4000m，水位平均 1051.74m，洪水期为 7—9 月；枯水期为 12—1 月，最大流量为 4600m³/s，枯水期平均流量为 1000—2000m³/s，黄河年径流总量为 280 亿立方米，年引水量约 4.0 亿立方米，是磴口工业园区及其周边工业用地发展工业的可靠水源条件。磴口工业园区及其周边工业用地采用分质

供水，即工业用水和生活用水铺设两套管网，工业用水由规划工业水厂供给，生活及食品工业用水由巴彦高勒镇水厂供给。供水管网采用环状与枝状相结合的方式供水。工业给水管最大管径 D1200mm，最小管径 D300mm；生活给水管最大管径 D400mm，最小管径 D200mm。

排水规划：规划采用雨污分流制排水系统。工业废水、医院污水应在本单位处理达到排放标准后，方可排入市政管道进入污水处理厂。原则上采用重力自流排水，部分低洼地段应适当垫高以满足排水要求。工业废水按最高日用水量的 75%计算，生活污水按最高日用水量的 85%计算，污水量合计为 17.0 万 m³/d。规划污水处理厂位于巴哈公路和工业路交叉口的东北部，处理规模为 17 万 m³/d，占地面积 16 公顷（包括中水厂）。工业园区内沿金牛路、贺兰路设污水干管，管径为 D1200—D1500，污水经泵站提升后进入污水处理厂。规划园区的雨水采用就近、分散的原则排放，大部分排入湖泊和沟渠，不能排入湿地和沟渠的雨水则排入规划的雨水湿地。雨水人工湿地是人工建造的一种特定湿地系统，通过对雨水过滤、沉淀、吸附、吸收、同化等物理、化学和生物过程，进行自然净化。雨水湿地可创造生态可持续环境和景观，也节省大量的雨水排水管网。

供电工程：磴口工业园区及其周边工业用地用电量主要集中在工业用电上，特别是化工产业的用电量很大。近期，以华润金能电厂 2×35 万 KW 热电联产机组作为园区的主要电源；远期，华润金能电厂通过扩建二期 2×60 万千瓦机组，可以满足工业园区的用电负荷。规划除现有 110KV 变电站和 220KV 变电站以外，在园区北侧新建一座 110KV 变电站，容量为 3×50MW，在园区西侧新建一座 220KV 变电站，容量为 3×180MW。规划期末磴口工业

园区及其周边工业用地变电站总容量 88.75 万 KW。高压配电网采用格网式，根据高压变电站的分布，将园区分为 4 个配电分区，每一个分区电网均有两个高压变电站向其供电。

通信工程：规划在园区内结合商业金融用地设邮政局 1 处，在园区内结合商业金融用地设电信局 1 处，在电信局内设一个市话汇接局，容量为 3 万门，占地 3000 平方米。通讯管道规划采用地下管道敷设通讯电缆。

供热工程：规划期内采用华润金能电厂的余热为居住建筑、公共建筑和其他经营性用热提供热源，工业生产用汽由华润金能电厂提供磴口工业园区及其周边工业用地规划期末热负荷为 793.09MW，通过华润金能热电厂和扩建丰华供水供热公司来满足供热要求。供热管网采用分片供热的方式，供热干管通过小区换热站进入用户。供热管网采用枝状布置，根据园区土壤情况采用直埋敷设方式，供热管道采用无缝钢管或焊接钢管。

燃气工程：规划磴口工业园区及其周边工业用地的气源为来自鄂尔多斯市长庆气田的天然气，磴口县分配的天然气用量为 1 亿 m³/年，除民用燃气外，其余作为西部天然气公司及其他企业 LNG 天然气项目的原料。磴口工业园区及其周边工业用地燃气管网压力级制为中压一级（中压 A 级，0.2< P <0.4mpa），建筑单体可视情况采用楼栋调压器，工业区内企业可根据情况设专用调压站。燃气管网采用以环状为主，环状和枝状管网相结合的方式布置，燃气干管宜靠近用气大户，主干管必须成环。燃气管道布置在人行道或慢车道下。

环境保护工程：结合磴口工业园区及其周边工业用地的用地布局规划和污染企业分布，确定规划四路以北区域，包括电力、化工、建材、五金、机械产业区空气环境质量按三类区加以控制，该区域内工业废气排放应达到国

家大气污染物混合排放三级标准，推动清洁生产、实施总量控制，治理废气污染；其他区域，包括食品、沙（草）产业加工、仓储物流区空气环境质量按二类区控制，禁示新建污染工业。根据磴口工业园区及其周边工业用地的声环境特点，工业区按昼间 65DB、夜间 55DB 控制，行政办公及商业区按昼间 55DB、夜间 45DB 控制，其他区域按昼间 60DB、夜间 50DB 控制，交通干线两侧按昼间 70DB、夜间 55DB 控制。

环境卫生工程：在规划期间，园区垃圾收集容器化，道路清扫机械率达 80%，垃圾清运率、无害化处理率达 100%，在广场、主要交通干道两侧、车站、公园、市场等公共场所设置公厕，间距不超过 1000m。公厕的建筑外形应与附近建筑群相协调，周围应绿化，公厕附近和入口应设有明显统一标志，管理房需配套建设，公厕粪便排入地下污水管道，2020 年公厕总数为 20 座，总面积 800m²。规划在商业金融用地中设垃圾中转站一座，占地面积 300 平方米，规划在污水处理厂以北建设一座垃圾生态处理厂，计划建设规模 50 公顷，年处理生活垃圾 2 万吨，建成以后可使磴口工业园区及其周边工业用地的生活垃圾处理率达到 100%。

综合防灾工程：规划黄河按百年一遇防洪标准设防，防洪堤总长 45km，绝对标高 1057m，最大洪水位设计为 1056m，对拦河闸下游 3.1km 处防洪堤按封河最高水位设防并对防洪堤进行加高、加宽、增加卧羊工程。磴口工业园区及其周边工业用地现状没有专门的消防部门和消防车。将磴口工业园区及其周边工业用地划分为 3 个消防片区，设专业消防站 3 处，均为二级消防站，每处占地 2500m²。新建建筑物按八度设防，对于达不到抗震要求的现有建筑物，要按照先重点后一般的原则，逐年分批进行加固，对危房要及时进行改

造或重建。包兰铁路、丹拉高速公路、110国道是磴口工业园区及其周边工业用地地震时开展抢修、抢救、抢运工作的重要设施，要做好防灾应急对策。园区主要干道要增加对外联系出口，以满足救急疏散的需要，在园区安排较多的开敞空间，如绿地、广场、花园等，以备震时作为临时避难所。

园区结构规划方案：

功能分区： 磴口工业园区是以发展食品、乳业、化工为主的综合性循环工业园区。根据磴口县近年来的产业发展，磴口工业园区及其周边工业用地除发展食品、乳业、化工外，还应大力发展战略性新兴产业、新材料、新能源、生物医药、节能环保、高端装备、现代服务业等。规划工业用地形成化学工业、食品及沙（草）产业加工业、电力工业、五金及机械制造工业、建材工业等相对集中的工业区片，绕城公路以南只安排污染较小的工业项目。



图 2.1-3 园区结构分析图

空间布局： 规划充分考虑磴口工业园区及其周边工业用地的工业用地、仓储物流用地、行政办公及商业金融用地之间的关系，合理划分各个功能区，将污染严重的化工、建材、电力产业布置在园区的下风向，将污染相对较轻

的食品工业、生物制药业、仓储物流业布置在园区的上风向，与巴彦高勒镇镇区相连。

2.1.4 园区发展现状

(1) 园区现状

磴口工业园区自 2003 年开始建设，入园企业 51 户，现停产 29 户，运营 22 户。2017 年，磴口工业园区完成工业总产值 54.1 亿元，工业增加值 18.08 亿元，上缴税金 1.05 亿元，完成固定资产投资 14 亿元，就业人员 6800 多人。纳入园区管理的企业有内蒙古蒙牛圣牧高科乳品有限公司、内蒙古中粮番茄制品有限公司、上海佳格食品有限公司内蒙古分公司、磴口县丰华供水供热有限公司、巴彦淖尔华油天然气有限责任公司、巴彦淖尔市恒泰新能源有限责任公司、内蒙古磴口金牛煤电有限公司、磴口县千峰水泥有限公司、内蒙古吉利川化工有限责任公司、内蒙古晟日通包装有限公司等，初步形成了以农畜产品加工、化工、电力为主导产业，同时涉及机械制造、矿山冶炼、物流服务、供水供汽、包装等行业的产业格局。

今后，园区将依托当地独特的资源和区位优势，努力建设一个以发展食品、化工、电力、矿产加工和建材为主，并配套建设仓储物流的综合性循环经济园区，重点建设农畜产品加工、电力、化工、液化天然气及装备制造、物流综合服务等“五大产业集中区”，不断提高园区综合实力，充分发挥集聚效应，为推进工业化、实现富民强县打造良好的承载平台，着力打造自治区级样板工业园区。

表 2.1-1 园区所有入园企业情况表

序号	企业名称	序号	企业名称
1	磴口县德成农畜粮油购销有限公司（葵仁）	27	兴民科技固体水厂
2	磴口县明乐油脂有限责任公司	28	润鑫洗煤厂
3	上海佳格食品有限公司内蒙古分公司	29	内蒙古磴口金牛煤电有限公司
4	内蒙古晟日通包装有限公司	30	磴口县鸿运建材有限责任公司
5	磴口县丰华供水供热有限公司	31	内蒙古圣牧控股有限公司
6	滨辉药业	32	国电投一期工程
7	巴彦淖尔华油天然气有限责任公司	33	内蒙古巴彦淖尔市圣牧高科饲料加工厂
8	鑫鑫建材	34	泰顺兴业（内蒙古）食品有限公司
9	金力彩钢（金利化工建材部）	35	磴口中涵水务有限公司
10	内蒙古磴口县蒙特金属新材料有限公司	36	德正化工
11	巴彦淖尔市腾洁燃气有限责任公司	37	云计算产业园
12	晟达涵管	38	内蒙古鑫盛能源化工有限公司
13	巴彦淖尔市恒泰新能源有限责任公司	39	内蒙古宇乐化工股份有限公司
14	磴口县德胜天然气有限公司	40	磴口县千峰水泥有限公司
15	内蒙古丹路生物工程有限公司	41	景新环能建材有限公司
16	古泉苁蓉酒业	42	内蒙古利川化工有限责任公司
17	圣牧旭日苁蓉酒业	43	宏硕新材料有限公司
18	粮台集团	44	永固商砼站
19	内蒙古蔬珍福将食品有限公司	45	巴彦淖尔市祝成工贸有限责任公司
20	内蒙古蒙牛圣牧高科乳品有限公司	46	百盛源化工
21	内蒙古晟日通包装有限公司（天津海顺印业包装有限公司磴口分公司，原南瓜粉厂）	47	巴彦淖尔市丰永气体有限公司
22	内蒙古汉垦地农产品有限公司	48	泰兴洗煤
23	内蒙古中粮番茄制品有限公司	49	金诺煤焦有限公司
24	科河种业加工储运中心	50	顺泰屠宰肉食品加工厂
25	蒙牛乳业（磴口巴彦高勒）有限责任公司	51	磴口县盛鑫农业有限公司
26	内蒙古正粮种业有限公司		

(2) 存在的问题与差距

园区部分道路修建时间早，已到达服役期限，需要重新进行罩面处理，供热、供汽、供水、排污管道由于建设年限长、局部设施不配套、管道堵塞、管线老化等原因，造成使用不通畅，急需对现有基础设施进行升级改造，保证企业正常生产运营。在化工产业的建设过程中，必然会引起对水环境的污染、大气污染、自然地貌的破坏，如何避免和减少对现已脆弱的生态环境的破坏是发展能源重化工产业必然要面临的挑战。加强对废水、废气、废渣等污染物的控制和治理，保障工业园区的可持续发展，是磴口工业园区面临的最大困难。

2.2 园区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。园区所在气候区暴雨、大风、雷电、冰雹、低温冷害天气多发，造成的损失严重。以下举几个代表性灾害记录：

(1) 1994 年 8 月 10 日磴口大风，致使 20hm^2 农作物受灾严重，午后磴口县遭遇历史上第一次龙卷风袭击，中心风力约 100 米/秒，经过处房屋倒塌，房顶卷飞，大树连根拔起或折断，农作物、杂物人畜被卷向空中，各类建筑、通讯线路、电力设施破坏极为严重，仅以上各种灾害死亡牲畜 850 头只，26 人受伤，3 人重伤，成灾面积 5.5 万余亩，造成全县经济损失 3461 万元。

(2) 2003 年 9 月 26 日，磴口全县暴雨，地面积水深 30 厘米，全县苏木镇 19 个自然村不同程度受灾，549 户居民家中进水，79 户民房损坏（6 户民房倒塌），有 31 户成危房户；农作物受灾面积 1666.67 公顷，成灾面积 1200 公顷；牲畜圈棚倒塌 147 处，死亡牲畜 173 头（只），造成直接经济损失

757.96 万元。

(3) 2007 年 6 月 22 日，磴口全县暴雨，造成 4 个苏木镇，46 个村（嘎查）普遍受灾，受灾人口达 26870 人。暴雨积水致使小麦、玉米、葵花、籽瓜、葫芦等大部分农作物倒伏浸泡，农作物受灾 5660 公顷，绝收 3608 公顷。倒塌住房 233 间，倒塌牲畜棚圈 48 座，造成 430 人住房困难，死亡大小牲畜 34 头（只），直接经济损失 2613 万元。

(4) 2010 年由于前期气温偏高，加之 6 月 8 日降水天气过程结束后，连续 20 余天气高温天气，磴口县大范围发生番茄茎基腐病，涉及到五个乡镇共发生面积为 262.67 公顷，其中巴镇 60 公顷、渡口镇 33.33 公顷、补隆淖 86.67 公顷、隆盛合镇 41.33 公顷、沙金苏木 41.33 公顷，发病率约 10% 左右，重病率约 30%，部分死亡苗种，后改种葵花。

(5) 2012 年 7 月 3 日下午 4 时 30 分至 5 时 20 分，沙金套海苏木遭受罕见的大风、冰雹、暴雨自然灾害，降雨量达到 37.2mm。全苏木受灾农作物 32250 亩，绝收 11400 亩，沙区、农区遭受冰雹，沿山被围困危房 15 户，38 条砂石路共计 145 公里被严重损坏，造成直接经济损失 3330 万元。

(6) 2012 年 7 月 17 日午后 13 点至 17 点，磴口县出现罕见强对流天气，最大降雨中心出现在哈腾，小时降雨量达 20 毫米。此次强对流天气虽无降雹，但是伴有短时大风天气，尤其在磴口巴镇本站出现罕见天气现象一飑。由于短时强降水和大风天气，大片农作物倒伏，沿山部分公路冲毁，造成牲畜死亡现象。据民政部门统计，农作物受灾面积 46560 亩，600 头牛羊死亡，4 处沿山公路冲毁，直接经济损失 1977.5 万元。

(7) 2013 年 6 月 29 日，磴口县渡口镇遭强降雨、冰雹、大风袭击，经

受灾村上报和渡口镇相关部门核查统计，此次降雨灾害受灾人口达 4221 人，农作物不同程度受灾，总面积 734.6 公顷，其中：玉米 6200 亩（其中河滩地 2000 亩），葵花 4500 亩，小麦 300 亩，葫芦 19 亩。26 户土房发生不同程度受损。共造成直接经济损失 320 万元；

（8）2014 年 9 月 10 日，据统计，磴口县沙金苏木巴音乌拉嘎查、那仁宝力格嘎查、巴音布日格嘎查、巴音宝力格嘎查、温都尔毛道嘎查，5 个嘎查 785 户 1870 人受旱灾影响严重，草场牧场受灾 22 万公顷，13.5 万羊只面临生存困难，450 眼水井严重缺水，人畜饮水困难。造成直接经济损失 1200 万元。

（9）2016 年 6 月 12 日至 13 日，受强对流云团影响，磴口县多地出现雷电、大风、冰雹、强降水等强对流天气。全县共有 5 个苏木镇、4 个农场（包尔盖农场未受灾）65 个嘎查村、分场受灾，受灾人口 25003 人。

（10）2019 年 5 月 11 日至 13 日，受强冷空气影响，磴口县出现大风、沙尘暴、霜冻天气过程，造成全县玉米、葫芦、瓜类、蔬菜等作物 12836.3 公顷受灾。

2.3企业座谈及现场调查

2.3.1走访座谈

项目组成员与园区的 10 家企业技术人员进行了座谈。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，企业名称及气象敏感要素的影响见表 2.3-1。

表 2.3-1 园区走访座谈结果一览表

序号	企业名称	敏感要素	敏感工序	危害
1	内蒙古蒙牛圣牧高科奶业有限公司	大风、沙尘暴、雷击闪电、暴雨洪涝、冰雹、暴雪、低温冰冻	完全内部作业	主要影响产品运输。 存储适宜温度 0-4℃，不满足则需要控温，增加成本。

2	内蒙古磴口金牛煤电有限公司	气压、大风、沙尘暴、高温、雷击闪电、暴雨洪涝、暴雪、低温冰冻、冰雹、雾霾	设备开关、供热通道、检修	大风停止高空作业，沙尘暴造成设备污染，机械开关进沙，机器发热，需检修；低温天气供热通道、仪表均受影响；高影响天气加大巡检监测工作。
3	内蒙古利川化工有限责任公司	高温、雷击闪电、大风、暴雪	储罐存放	地面温度超过 50℃对于储罐内存储不利，储罐雷击易发生事故。
4	巴彦淖尔市祝成工贸有限责任公司	风向、风速、大风、沙尘暴、高温、雷击闪电、暴雨、冰雹、暴雪雾霾	原料存放、加工、运输	相对湿度、温度对产品加工生产有影响。风沙天气原料易受污染，冰雹、雷击闪电对设备有损坏、人员操作有安全隐患，暴雨暴雪影响原料的进出。
5	内蒙古晟日通包装有限公司	相对湿度、降水、暴雨洪涝、暴雪、大风、沙尘暴、雷击闪电、低温冰冻、冰雹	纸箱成型，纸板粘胶，运输	纸箱成型对相对湿度有要求；低温影响粘胶；雷击易发生火灾；暴雨洪涝、暴雪影响运输。
6	内蒙古中粮番茄制品有限公司	相对湿度、气温、降水、暴雨洪涝、大风、沙尘暴、雷击闪电、高温、低温冰冻、冰雹、	番茄全程种植到采摘，运输，车间排水系统	番茄种植全程对气象要素很敏感。 降水多，对番茄固形不利；3-4月大风、终霜冻危害；8-9月降水危害，采摘机不能进入田间操作，雷击闪电对设备影响。 冰雹对于番茄种植及室外储罐有影响，暴雨会导致生产中的水排不出去。
7	上海佳格食品有限公司内蒙古分公司	降水、高温、暴雨洪涝、大风、暴雪、冰雹、沙尘暴、雷击闪电、低温	原料的运输，设备电路，厂区固定设施	厂内有电器设备，雷击易发生火灾；大风可能掀翻房顶彩钢板；大风沙尘暴、降水、暴雨洪涝、暴雪影响运输卸货及厂区设备易损坏，高温影响油的品质，低温影响油罐存储。
8	泰顺兴业内蒙古食品有限公司	相对湿度、气温、降水、暴雨洪涝、大风、沙尘暴、雷击闪电、高温、低温冰冻、冰雹、	番茄全程种植到采摘，及运输。 6月中旬-7月上旬花期不需降水。	番茄种植全程对气象要素很敏感。 降水多，对番茄固形不利；大风、终霜冻危害；雷击闪电对设备影响。冰雹对于番茄种植及室外储罐有影响。极端天气出现造成损失很大。
9	内蒙古磴口县万晨千峰水泥有限公司	降水，暴雨洪涝、暴雪、雷击闪电、冰雹、大风、沙尘暴	交通运输、外挂楼梯安全	厂内有电器设备，雷击易发生火灾；其他主要影响交通运输及外挂楼梯安全
10	内蒙古巴彦淖尔市科河种业有限公司	相对湿度、暴雨洪涝、冰雹、大风、沙尘暴、雷击闪电、高温、低温、暴雪	玉米全生育期、设备、运输	育种业务由于本地土地碱性，由代繁公司承接，主要玉米育种，全生育期受天气影响较敏感；厂内有电器设备，雷击易发生火灾；暴雨洪涝、大风、沙尘暴、暴雪影响运输。

2.3.2 现场调查情况

自治区气候中心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、调查和园区资料收集工作。

(1) 工业园区概况

根据磴口县的区位优势和资源优势，因时应势主动融入“二圈二区一带”（即呼包鄂经济圈、蒙西经济圈、京呼银兰经济区和陕甘宁蒙经济区、沿黄河经济带），做大做强化工、农畜产品加工、电力、矿山、旅游五大支柱产业，重点建设五大基地，努力把磴口县建设成为中国西部地区文化旅游城镇、内蒙古新兴工业城镇、沿黄河产业带的商贸物流中心城镇和适宜人居的生态园林城镇。



图 0-1 园区位置图

发展目标：磴口工业园区现有企业以食品工业为主，随着华润金能 2×35 万千瓦热电联产项目的建设，以及未来煤化工、建材、五金、沙（草）产业加工等相关产业的发展，磴口工业园区及其周边工业用地将成为综合性工业

园区，这就迫切需要编制总体规划指导园区的产业发展。通过规划，有利于政府明确产业发展的思路，按市场经济的规律经营工业园区，减少政府投入；有利于各产业之间的科学布局，节约土地资源；有利于实现循环经济，实现资源和能源的节约、实现清洁生产、实现园区的生态化目标；有利于人流、物流的有序流动，减少运输路程。



图 0-2 园区现场调查图

(2) 主导产业发展规划

磴口工业园区是以发展电力、化工和农畜产品加工为主的综合性循环工业园区。根据磴口县近年来的产业发展，磴口工业园区及其周边工业用地除发展食品、乳业、化工外，还应大力发展电力工业、沙（草）产业加工业、五金制造业、机械制造业、矿山产业、建材工业、仓储物流业。



内蒙古利川化工有限责任公司



内蒙古中粮番茄制品有限公司



图 0-3 园区现场踏勘航拍图

2.4 园区关键气象因子及高影响天气现象选择

2.4.1 园区气象敏感度调查结果

为了进一步了解开发区内现有企业对气象要素及高影响天气的敏感程度，特针对开发区内 18 家重点或对气象敏感的企业及园区公共设施进行了问卷调查（结果见附录 2），被调查的 18 家企业主要涉及食品加工、育种、化工、工贸、煤电、水泥制造等行业。其调查结果如下：

表 0.4-1 园区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	沙尘 暴
高影响	72	17	33	72	67	67	78	56	78	56	50	56	72
低影响	28	83	67	28	33	33	22	44	22	44	50	44	28

(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（见图 2.4-1）：被调查的 18 家企业及园区公共设施对气象要素敏感度由高到低排序，最高的是气温、风速；其次是降水；敏感度较低的是相对湿度、气压；最低的是风向。

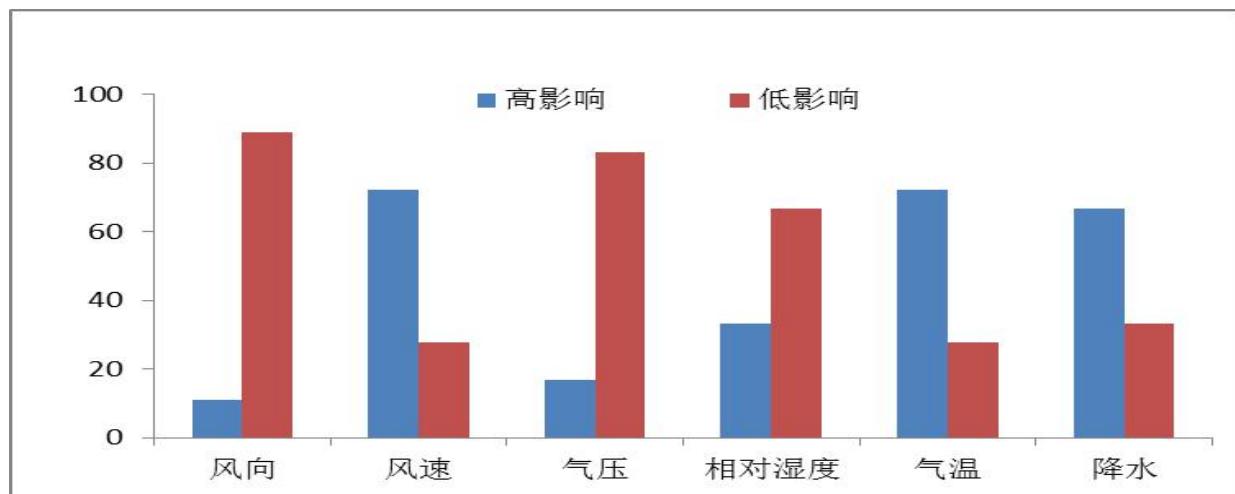


图 2.4-1 园区对气象要素敏感度程度调查 (%)

(2) 对高影响天气敏感度程度

此次调查主要针对暴雨洪涝、大风、暴雪、雷击闪电、高温、低温冰冻、冰雹、沙尘暴、冻融、逆温 10 种高影响天气进行，结果表明（见图 2.4-2）：被调查的 18 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，最高的是大风、雷击闪电；其次是暴雨洪涝、暴雪、高温、冰雹、低温冰冻；较低的是逆温；最低的是冻融。

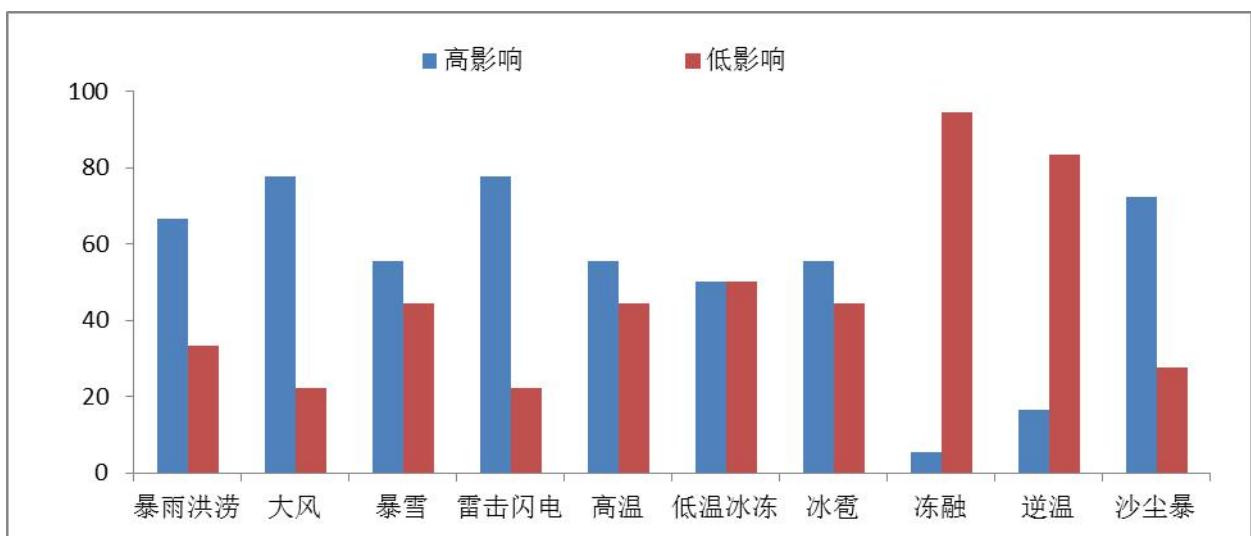


图 2.4-2 园区对高影响天气敏感度程度调查 单位： %

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候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，可以得出园区气候可行性论证的关键气象因子及高影响天气现象选择主要考虑以下各方面：

- (1) 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；
- (2) 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极值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；
- (3) 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。
- (4) 园区内的企业设备仪器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，因此需在报告中对最大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。
- (5) 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。
- (6) 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。

3 参证站确定及资料说明

3.1 参证站的确定

3.1.1 参证站的选取原则

(1) 准确性

一般来说，标准的国家气象站的观测资料准确性比较高。国家级气象站在基础建设、观测仪器选型和安装、观测方法和观测管理等方面，均按照中国气象局制定的《地面气象观测规范》执行，其观测资料均经过当地气象台站初算、复算、初审，再经地市气象局和省级气象局审核后才进入数据库和上报中国气象局，其观测资料具有很高的可靠性。

(2) 代表性

参证气象站的代表性是指参证气象站历史资料序列是否能够达到 30 年，并且对项目所在地的区域气候特征具有一定的代表性。考察参证气象站的区域气候代表性，应从各个拟选气象站与项目所在地之间的距离、相对关系、地形、下垫面特征以及区域气候特点等方面进行综合分析。一般应选择与项目所在地距离较近，地理条件（地理位置、地形、地貌和海拔高度）较为相近的气象站作为参证气象站，参证气象站与项目所在地之间最好没有高大山体阻隔。参证气象站应与项目所在地位于同一气候区，平均气候状况相似，部分敏感的气象要素产生的差异主要来自气象站地理条件的影响，如气压主要受海拔高度影响，风主要受局地地形影响，因此，一个参证气象站可能难以在所有要素方面均对园区所在区域具有代表性，可根据当地气象站分布情况和针对园区关注的敏感气象要素的代表性，选取参证气象站。

(3) 比较性

参证气象站资料系列的比较性主要是指气象要素历史序列可以较好地表征当地各个历史时期气候背景的变化特征，尽可能消除局部观测环境、观测仪器设备和观测方法等的影响。因此，为了应对气象台站历史沿革（包括观测场的变迁、观测仪器设备的更替、观测环境变化，以及观测项目、观测高度等变化）情况进行考证和说明，一般应选择观测场址一直保持不变或变迁次数较少的国家气象站。气象资料的一致性可通过气象要素逐年变化，多站多要素历史序列对比或相关分析等方法进行定性分析审查，必要时，可通过平行观测资料对比分析或通过统计检验等技术方法进行资料系列的比较性订正。

3.1.2 参证气象站选取

参证气象站的选取原则主要依据资料序列的代表性、准确性和比较性三个方面，按照自然地理条件接近、下垫面条件相似、气象观测资料对于园区或区域具有较好代表性等原则进行选取。先选取与项目所在地直线距离较近的多个气象站，然后根据同步观测气温、降水、风速等数据进行相关性及风向的一致性对比分析，综合气象站的实测序列长度、观测环境状况、迁站情况等确定参证气象站。

3.1.2.1 区域地理环境及气象站分布情况

磴口工业园周边区域共有5个长期观测资料的国家气象观测站，分别为磴口国家一般气象站、杭锦后旗国家一般气象站、乌海国家一般气象站、伊克乌素国家一般气象站和临河国家基本气象站。其中磴口气象站、杭锦后旗气象站和临河气象站的地形地势与园区一致，且海拔相近。乌海气象站和伊克乌素气象站的海拔略高。其相对位置情况见图3.1-1。

3.1.2.2 确定备选站

为保证资料的准确性及完整性，参证气象站选取时，宜首先考虑国家气象站。通过对磴口工业园周边气象站的调查和筛选，综合考虑园区选址区域周边气象观测站位置、观测数据质量及序列时长。

磴口气象站是国家气象观测站中距离磴口工业园最近的站点，其与磴口工业园两个片区距离介于 2.22km~5.32km，属于国家一般气象站。磴口气象站始建于 1954 年 1 月，现站址位于巴彦淖尔市磴口县巴彦高勒镇北粮台，40°20'N, 106°59'E，观测场海拔高度为 1052.4 米。磴口气象站自 1954 年建站以来，迁站 1 次，于 1963 年向北迁移 6 公里。

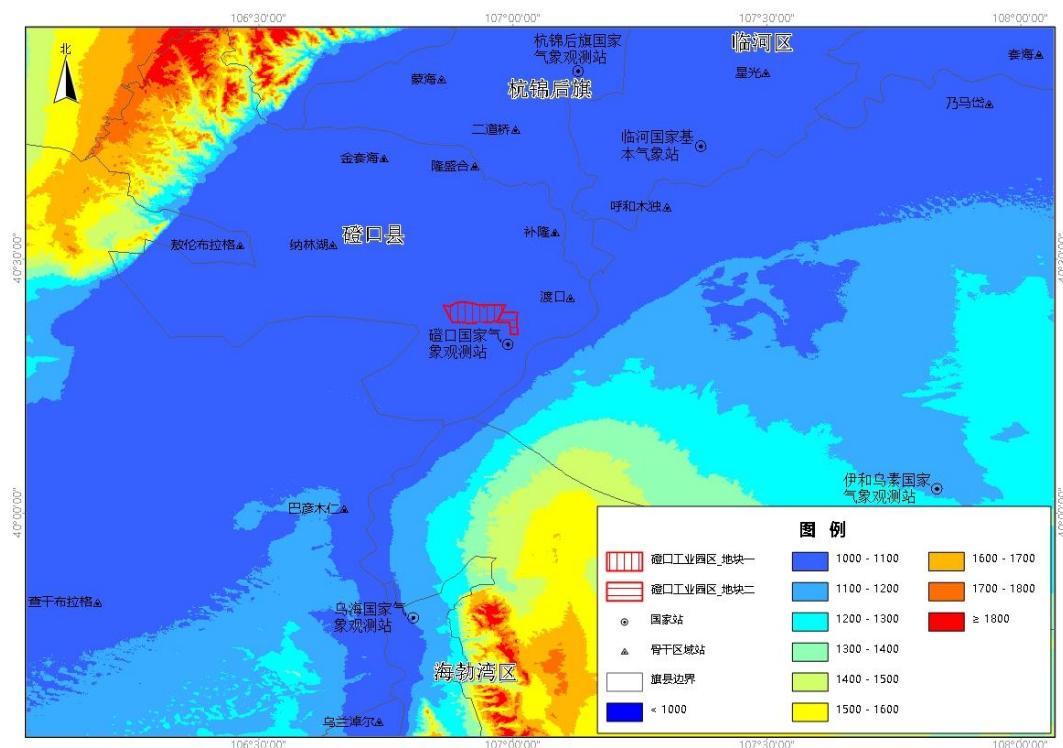


图 3.1-1 磴口工业园周边气象台站位置示意图

杭锦后旗气象站位于磴口工业园北侧 52.5km~53.8km 附近，属于国家一般气象站。杭锦后旗气象站建于 1954 年，海拔高度 1024.0m，自建站以来共迁站 2 次。1956 年迁移 18km；2005 年由于旧站不符合探测环境要求，迁移

4km。

临河气象站位于磴口工业园东北侧 47.6km 附近，属于国家基本气象站。临河气象站建于 1926 年，观测场海拔高度为 1041.1m，自建站以来迁站 3 次。1965 年迁移距离 1km；1980 年 1 月迁移距离 1km；2010 年由于观测环境不符合规范要求及城市规划，迁移 6km。

磴口气象站、杭锦后旗气象站、临河气象站均属于国家气象站，拥有长时间序列、多气象要素的观测数据，且三站 1991~2020 年的气象资料规范、连续、完整性较好，因此，可考虑作为参证站的备选站。

3.1.2.3 备选站分析

根据选择的磴口气象站、杭锦后旗气象站、临河气象站作为备选参证站，对比分析三个国家气象站 1991~2020 年的气温、降水量、风速等方面的状况（表 3.1-1）。

表 3.1-1 1991~2020 年磴口工业园周边三个国家气象站的气象要素统计

站名	年平均气温	极端最高气温	极端最低气温	年降水量	平均风速
磴口气象站	9.4	40.1	-26.8	148.5	2.5
杭锦后旗气象站	8.7	38.4	-28.4	143.4	2.1
临河气象站	8.9	39.4	-27.2	145.0	2.0

（1）气温的对比分析

1991~2020 年，磴口工业园周边的磴口气象站、杭锦后旗气象站、临河气象站年平均气温分别为 9.4℃、8.7℃、8.9℃，三站年平均气温变化趋势基本一致，磴口气象站的平均气温相对较高。由于临河气象站于 2010 年 1 月迁站，迁站之后温度明显降低。

从图 3.1-3 中可以看出，1991~2020 年，磴口工业园周边的磴口气象站、杭锦后旗气象站、临河气象站年最高气温分别为 40.1℃、38.4℃、39.4℃，三站极端最高气温变化趋势基本一致。整体上磴口气象站极端最高气温略高于

临河气象站和杭锦后旗气象站。

从图 3.1-4 中可以看出，1991~2020 年，磴口工业园周边的磴口气象站、杭锦后旗气象站、临河气象站年最低气温分别为 -26.8°C 、 -28.4°C 、 -27.2°C ，三个国家站极端最低气温变化趋势基本一致，且年际波动较大。整体上磴口气象站最低气温最高，临河气象站居中，杭锦后旗气象站最低。

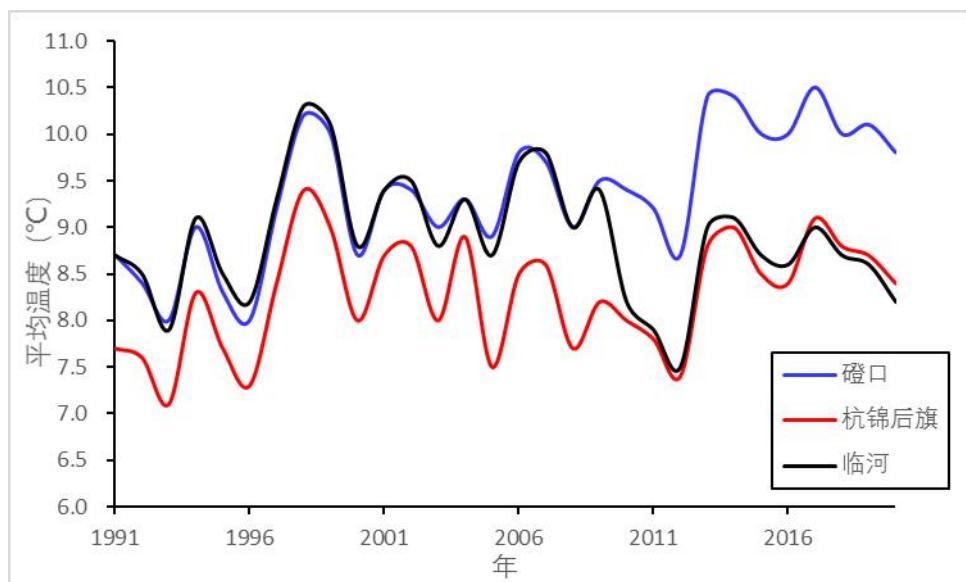


图 3.1-2 1991~2020 年磴口工业园周边备选参证站年平均气温对比图

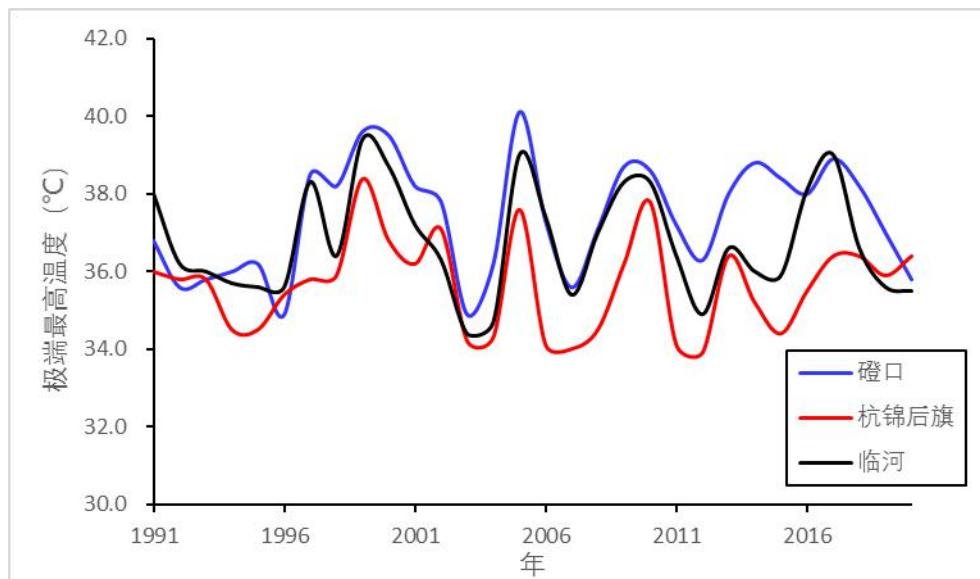


图 3.1-3 1991~2020 年磴口工业园周边备选参证站极端最高气温对比图

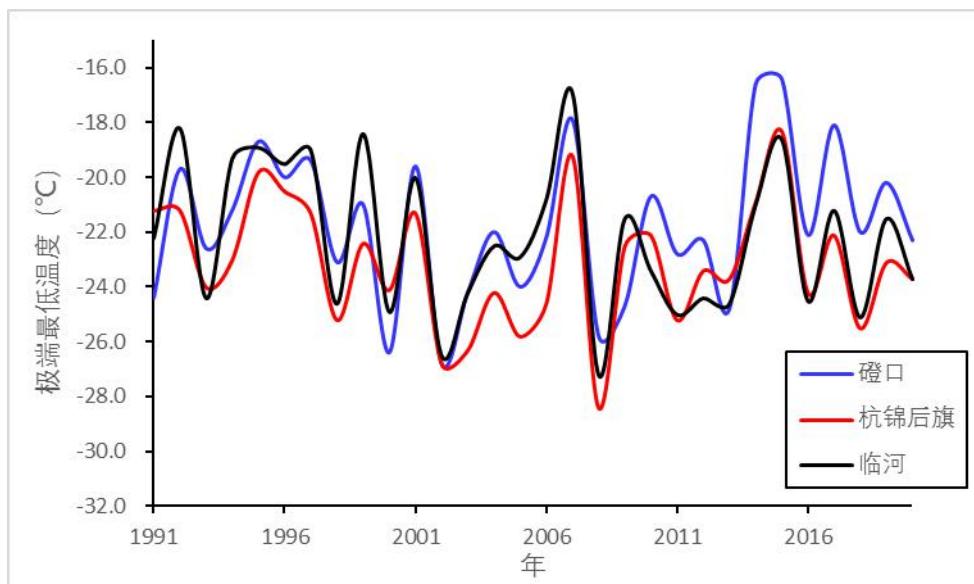


图 3.1-4 1991~2020 年磴口工业园周边备选参证站极端最低气温对比图

(2) 降水量的对比分析

从图 3.1-5 中可以看出，1991~2020 年，磴口工业园周边的磴口气象站、杭锦后旗气象站、临河气象站的年平均降水量分别为 148.5mm、143.4mm、145.0mm，年平均降水量差距较小，三个气象站的变化趋势基本一致。

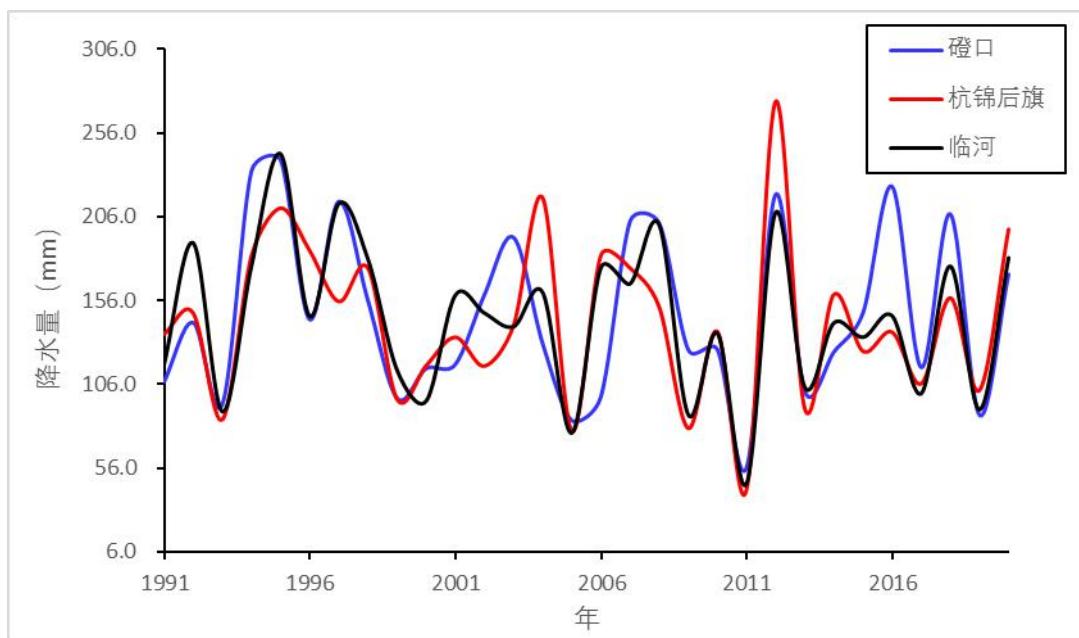


图 3.1-5 1991~2020 年磴口工业园周边备选参证站年降水量对比图

(3) 风速的对比分析

1991~2020 年，磴口工业园周边的磴口气象站、杭锦后旗气象站

(2011~2012 年缺测)、临河气象站累年平均风速分别为 2.5m/s、2.1m/s、2.0m/s。从图 3.1-6 中可以看出，磴口气象站年平均风速变化平稳，风速略高于杭锦后旗气象站，临河气象站平均风速最低，但 2010 年迁站后风速明显增加，平均风速数据的一致性相对较差。

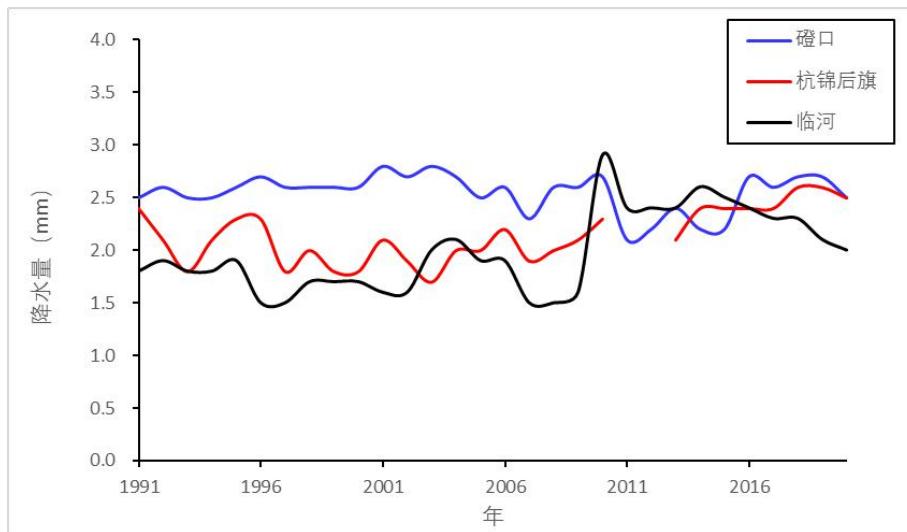


图 3.1-6 1991~2020 年磴口工业园周边备选参证站年平均风速对比图

3.1.2.4 确定参证站

由图 3.1-1 和表 3.1-2 可知，磴口工业园位于巴彦淖尔市磴口县东南部，海拔高度介于 1000~1100m，周边地势总体表现为西南到东北低、东南和西北高的分布特征。磴口气象站位于磴口工业园地块一东南侧 5.32km 处，地块二南侧 2.22km 处，观测场海拔高度为 1055.3m。杭锦后旗气象站位于磴口工业园北侧 53km 附近，观测场海拔高度为 1024.0m。临河气象站位于磴口工业园东北侧 47.6km 处，观测场海拔高度为 1041.1m。从所处的地理环境来看，磴口气象站、杭锦后旗气象站和临河气象站与磴口工业园的地形一致，海拔较为相似，但临河气象站 2010 年迁站后，气温明显偏低，风速明显偏高，迁站前后数据的一致性较差。此外，磴口气象站距离磴口工业园最近，杭锦后旗气象站和临河气象站距离园区较远，故拟选取磴口气象站作为磴口工业园的

参证气象站。

表 3.1-2 磴口工业园周边国家气象站情况

站名	经度 (E)	纬度 (N)	海拔高度 (m)	记录开始时间	相对园区的方位和距离
磴口气象站	107°	40°20'	1055.3	1954	南侧2.22~5.32km
杭锦后旗气象站	107°7'	40°51'	1024.0	1954	北侧52.5~53.8km
临河气象站	107°22'	40°44'	1041.1	1956	东北侧47.6km

3.1.3 参证站代表性分析

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 GB/T35221-2017《地面气象观测规范 总则》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。

磴口工业园内没有设立自动气象站，因此选取园区附近数据可用性较好的渡口骨干区域站来代表园区所在区域的气象条件。渡口区域站位于园区东侧，海拔为 1037.0m。渡口区域站 2019~2020 年的气温和风速数据质量最好，完整性最高，所以利用区域站 2019~2020 年的气温、和风速、风向数据与参证气象站进行对比分析，以此分析参证气象站的代表性。

(1) 气温相关性分析

由图 3.1-7 可见，2020 年磴口气象站与渡口区域站的逐月气温变化趋势非常一致，平均气温最高值均出现在 7 月，最低值均出现在 12 月。磴口气象站和渡口区域站的年平均气温分别为 9.8℃ 和 8.8℃。

将 2020 年磴口气象站日平均气温分别与渡口区域站进行相关分析，相关

系数为 0.9985，通过了 0.001 的显著性检验。从图 3.1-8 中也可以看到散点非常集中。



图 3.1-7 2020 年磴口气象站与渡口区域气象站逐月平均气温变化

表 3.1-3 磩口气象站与宝渡口区域站日平均气温的相关系数

站名	相关系数 R	样本个数	显著性水平
渡口区域站	0.9985	364	0.001

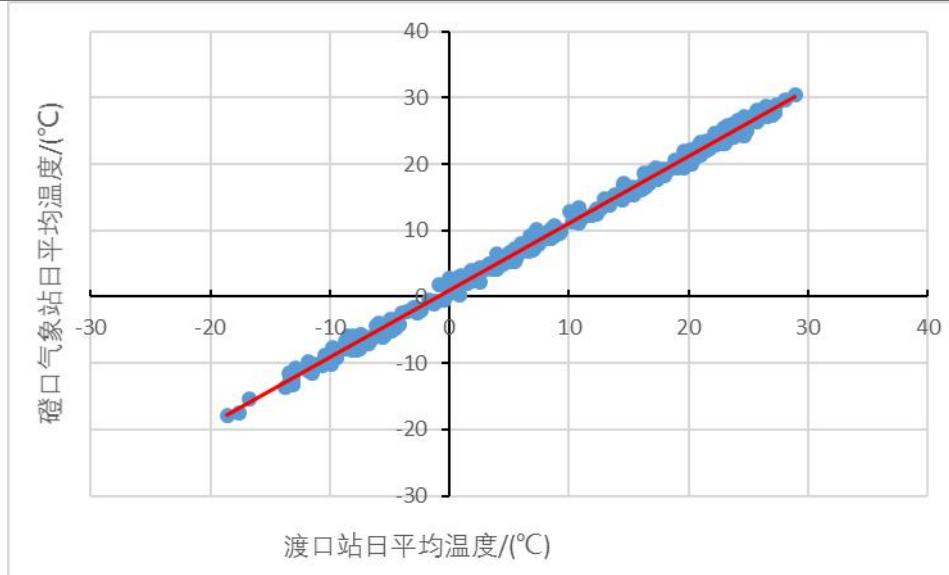


图 3.1-8 磩口气象站与区域站逐日平均气温相关图

磴口气象站与园区周边的渡口区域站气温变化趋势非常一致，相关性极高。就气温而言，磴口气象站可以代表该区域的气候状况。

(2) 风速的相关性分析

由图 3.1-11 可见，2020 年磴口气象站与渡口区域站的逐月平均风速的变

化趋势较为一致。磴口气象站和渡口区域站的年平均风速分别为 2.5m/s 和 2.7m/s 。

表 3.1-4 磴口气象站与渡口区域站日平均风速的相关系数

站名	相关系数 R	样本个数	显著性水平
渡口区域站	0.8255	364	0.001

将 2020 年磴口气象站日平均风速分别与渡口区域站进行相关分析，相关系数为 0.8255，通过了 0.001 的显著性检验。表明国家站与区域站日平均风速的相关性极好。

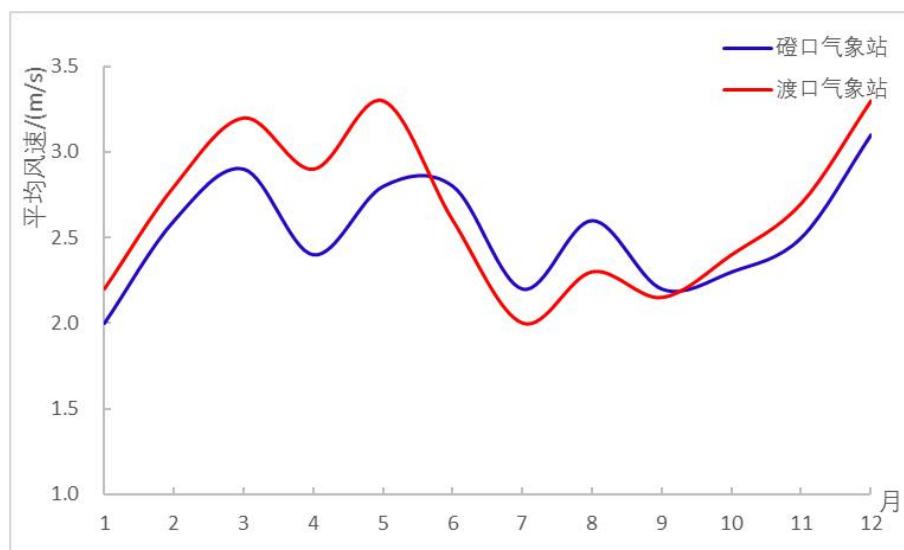


图 3.1-9 2020 年磴口气象站与渡口区域气象站逐月平均风速变化

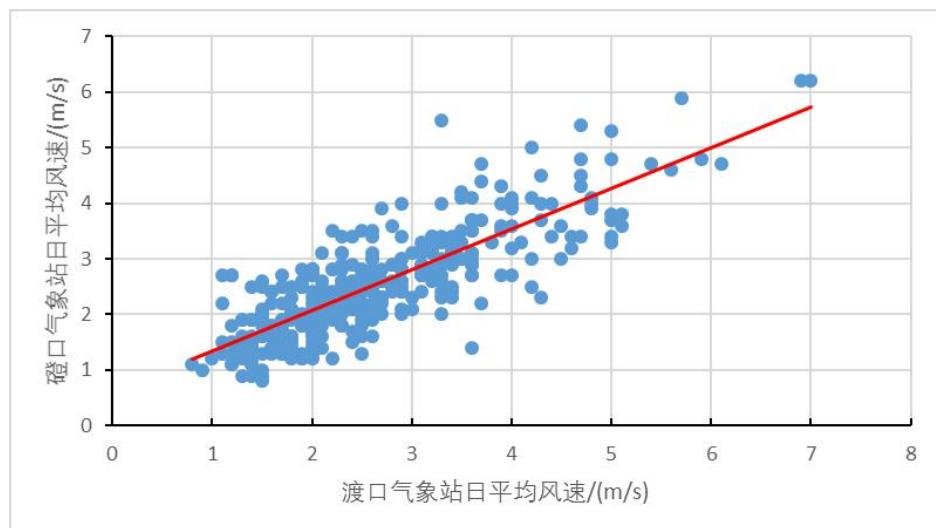


图 3.1-10 磴口气象站与渡口区域站逐日平均风速相关图

(3) 风向的一致性分析

通过比较磴口气象站与渡口区域站的风向频率，磴口气象站的主导风向为 SW 和 WSW 风，次主导风向为 ENE 风。渡口区域气象站的主导风向为 SW 风，次主导风向为 NE 风。磴口气象站和渡口区域气象站的风向基本一致。综合风速和风向分析结果，磴口气象站可以代表该区域的气候状况。

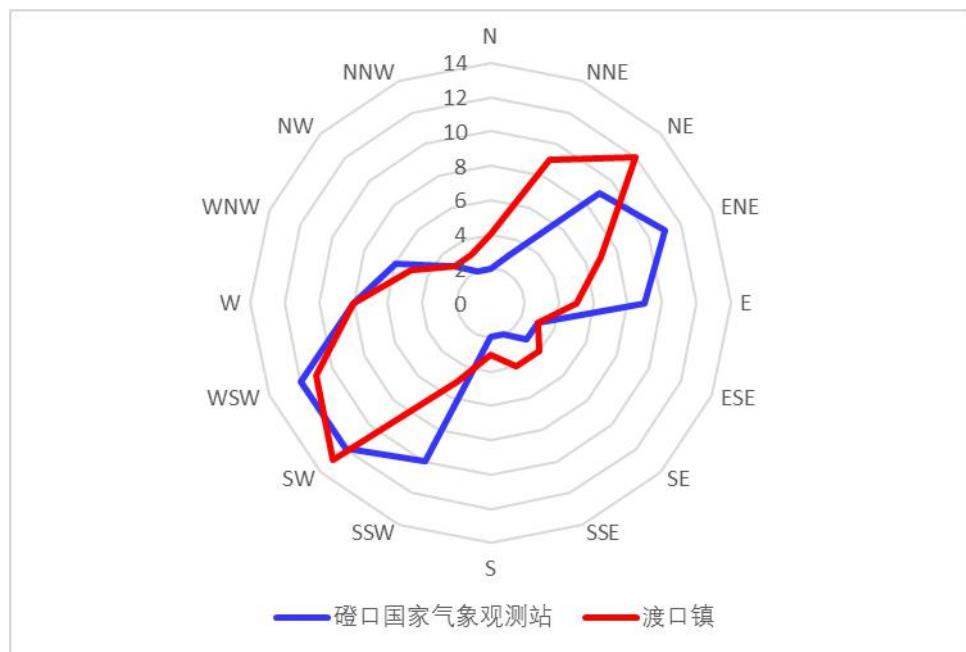


图 3.1-10 磴口气象站与渡口气象站风向频率玫瑰图

综上结论，从气温和风速、风向上看，渡口气象站所代表的论证范围与磴口气象站气候特征基本一致。磴口气象站能够代表论证区域的气候状况，因此用该站长期气象资料来代表磴口工业园论证区域的气候状况。

3.1.4 参证站准确性分析

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。磴口气象站是国家基准气候站，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的补充。磴口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。

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。

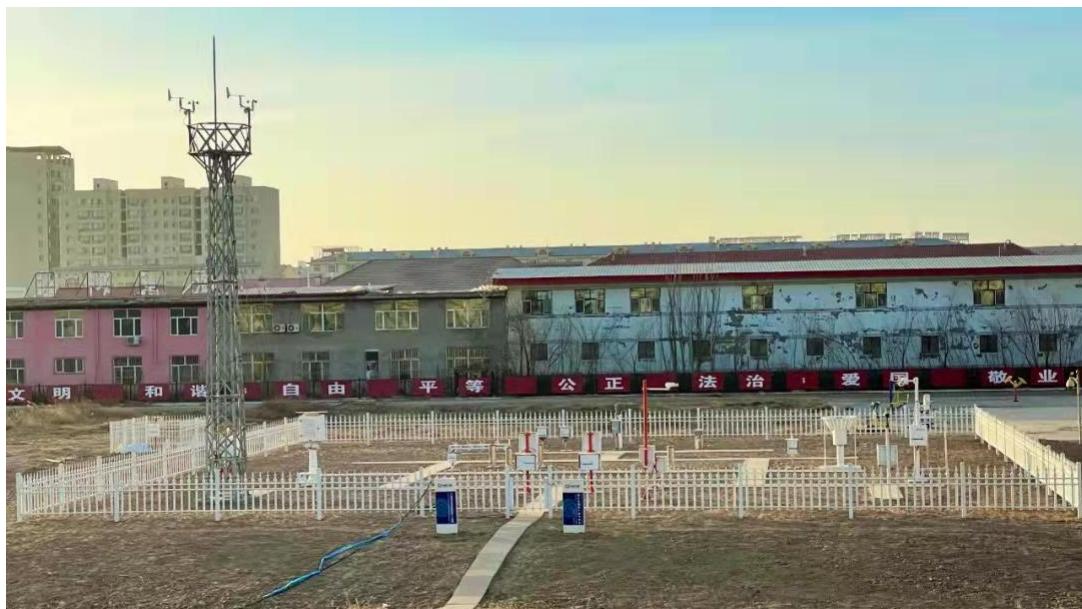


图 3.1-12 磴口国家一般气象站观测场全景照片

- (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。

磴口气象站观测项目有气压、气温、相对湿度、风速和风向、降水量、地温、日照时数、蒸发量、能见度、云状、云量、积雪深度、电线积冰、降雪日数等。磴口气象站的观测人员，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。

3.1.5 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。

磴口气象站现为国家一般气象站（53419）。该站始建于1954年1月，站址位于巴彦淖尔市磴口县巴彦高勒镇北粮台， $45^{\circ}33'N$, $119^{\circ}39'E$ ，观测场海拔高度为861.2米。

表 3.1-5 磴口气象站历史沿革

时间	经度（E）	纬度（N）	海拔高度（m）	地址
1954.1~1962.12	$106^{\circ}45'E$	$39^{\circ}58'N$	1053.6	磴口县三盛公乡城南
1963.1~今	$106^{\circ}59'E$	$40^{\circ}20'N$	1052.4	巴彦淖尔盟磴口县巴彦高勒镇北粮台

磴口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。风观测数据的记录方式1980年开始由以前的每日记录四次定时（02、08、14、20时）2分钟平均风速转变为逐时10分钟平均风速。磴口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。磴口气象站自建站以来迁站 1 次，1954~2020 年气象资料规范、连续、完整性较好，可以作为参证气象站资料使用。

综上所述，综合考虑磴口气象站与磴口工业园论证区域的地理位置、下垫面条件及数据质量等条件，选择磴口气象站作为本项目的参证气象站，用该站长期气象资料来代表磴口工业园域的气候背景。

3.2 资料内容和来源

报告中涉及的地面气象站观测资料来源于内蒙古自治区气象信息中心和磴口气象局，均从经过审核后的信息化资料中提取。报告中所用资料涉及以下几类：

(1) 地面气象站资料：磴口气象站、杭锦后旗气象站、临河气象站和渡口区域自动气象站的地面观测资料。

国家气象站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。自动气象站资料主要用于参证站选取和关键气象参数推算。暴雨强度公式编制使用磴口气象站降水自记纸及自动站分钟雨量数据。表 3.2-1 为报告各专题使用气象站资料的具体情况。

(2) 气象灾害资料：对磴口工业园建设和维护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）、大风、沙尘暴等，主要来源于“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，主要用于关键气象参数分析中的雷击风险评估和高影响天气中的闪电分析。

表 3.2-1 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、风速、风向	1991~2020 年
气候背景年际、年变化	气压、气温、降水、风速、风向、相对湿度、日照	1991~2020 年
气候背景日变化	气压、气温、风速、风向、相对湿度、日照	2011~2020 年
气候背景极值分析	最高气温	1954~2020 年
	最低气温	1954~2020 年
	最大风速	1971~2020 年
	极大风速	2005~2020 年
关键气象参数分析	风速、气温、降水	1991~2020 年
	积雪深度	1991~2020 年
暴雨强度公式	磴口气象站逐分钟雨量资料	1961~2020 年
	雷暴	1954~2013 年
	闪电定位、大气电场资料	2014~2021 年
区域雷电灾害风险评估	雷电灾情资料	1954~2020 年
	气压、气温、风速、风向、相对湿度、日照	1991~2020 年
暖通参数	大风、沙尘天气、冰雹、降雪和积雪、雾	1954~2020 年
	暴雨、高温、低温	1954~2020 年

(4) CLDAS 数据集：中国气象局陆面数据同化系统（CLDAS：CMA Land Data Assimilation System）的全球大气驱动产品，其时间范围为 2008 年 1 月 1 日~2019 年 12 月 31 日，时间分辨率为逐小时，空间分辨率为 $0.0625^\circ \times 0.0625^\circ$ 。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) 气象台站沿革资料：磴口气象局台站史概况，内蒙古气象灾害普查

中台站信息，磴口地面气象观测站探测环境调查评估报告书。资料来源于磴口气象局、内蒙古气象灾害普查技术组。

(6) 园区基本资料：园区总体规划、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。

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。

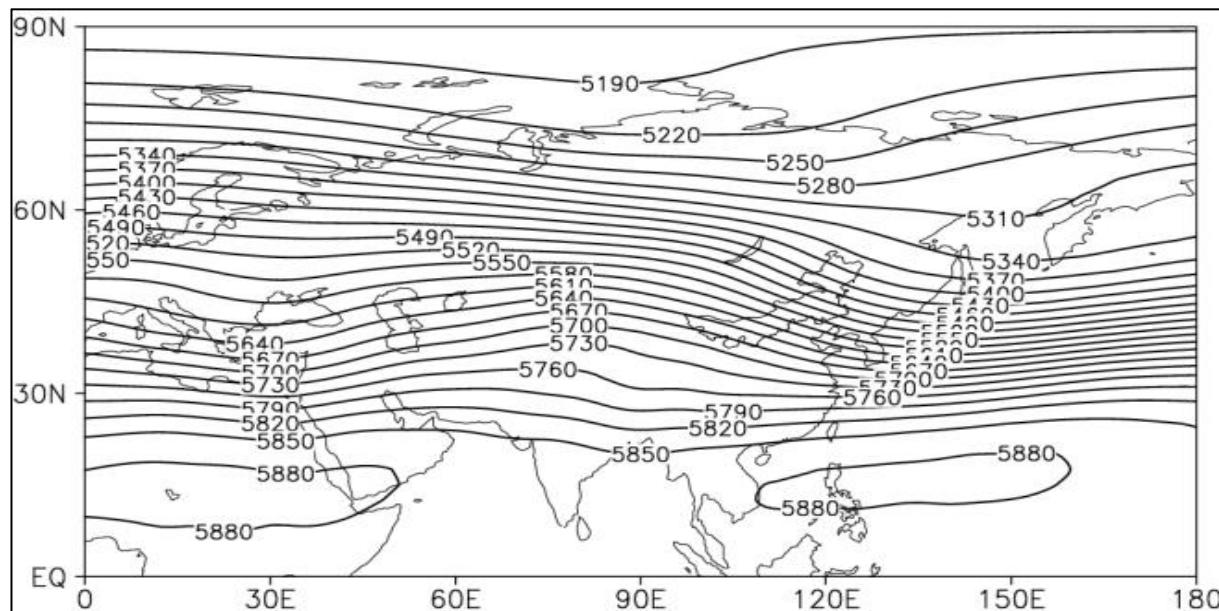


图 4.1-1 1991~2020 年春季平均 500hPa 位势高度场

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 $20\sim30^{\circ}\text{N}$ 亚欧大陆东部则是由副高带来的西南风气流。受此影响，磴口县春季天气多变，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 $40\sim45^{\circ}\text{N}$ ，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 $30\sim35^{\circ}\text{N}$ 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，磴口县受冷、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。

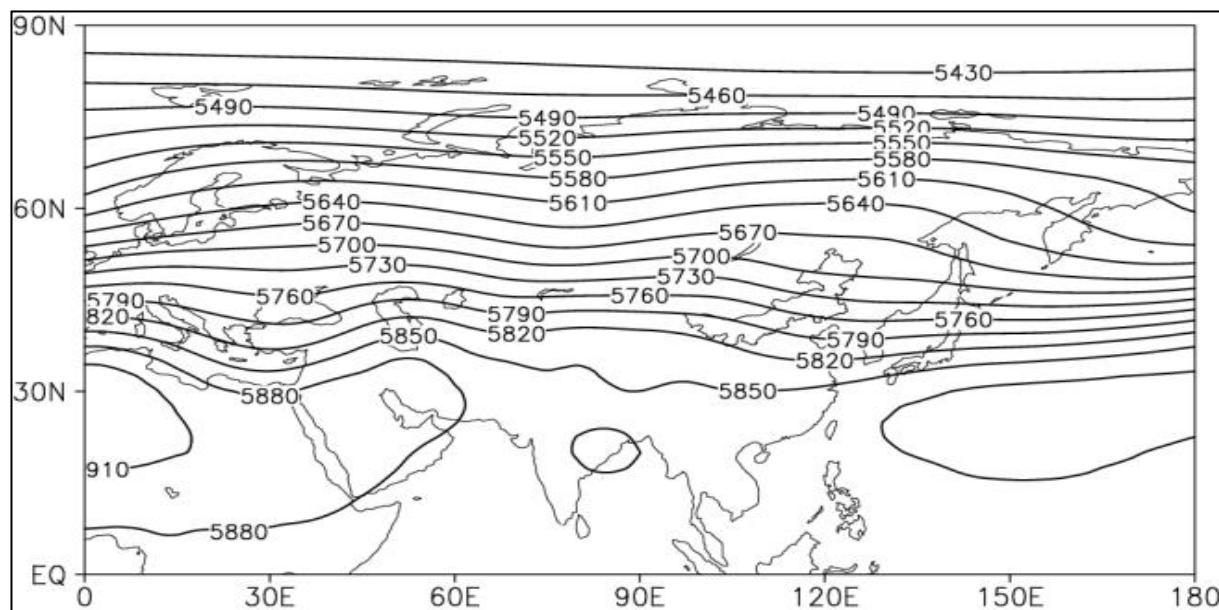
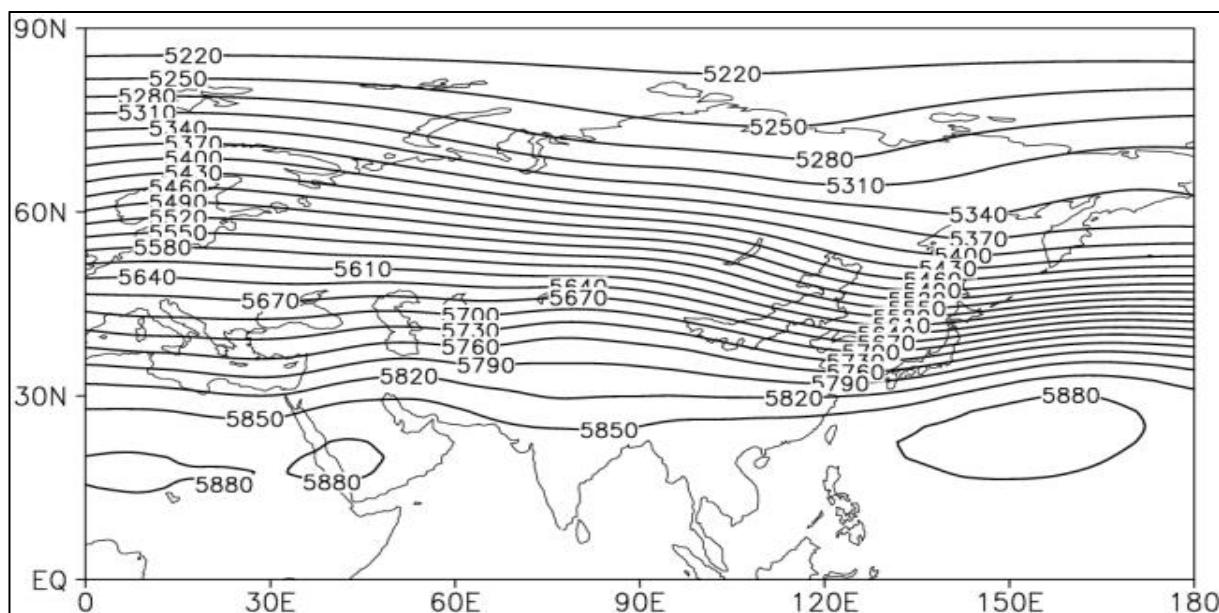


图 4.1-2 1991~2020 年夏季平均 500hPa 位势高度场

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 $20\text{--}25^{\circ}\text{N}$ ，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。磴口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。



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。磴口县冬季受西北气流控制，降温、降雪、大风是主要的天气现象。

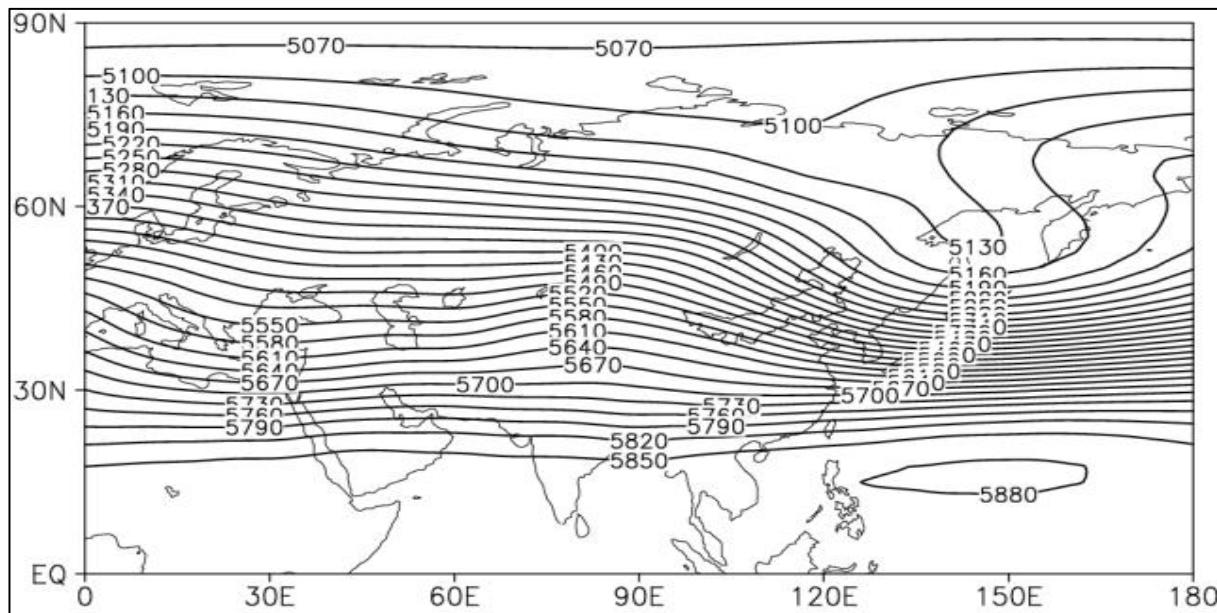


图 4.1-4 1991~2020 年冬季平均 500hPa 位势高度场

4.1.5 大气环流小结

磴口县春季天气多变，降水少，多大风天气；夏季雨水相对集中，地面盛行西南风，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

磴口县四季分明，影响磴口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 43~50°N、90~120°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，对磴口县、中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，造成危害也最为严重。蒙古气旋对磴口县的影响非常明显，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，可造成磴口县暴雪、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，可造成磴口县大风、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 38~43°N，100~115°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。而对中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，副高外围开始影响磴口县，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，常会造成磴口县的阴雨天气。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磴口县，会带来高温、伏旱等天气。

4.3 气候特征

本章对磴口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1971年开始有记录，极大风速自2005年开始有记录。

1991~2020年磴口气象站的累年平均气压为896.9hPa；累年平均气温为9.4℃；累年平均降水量为148.5mm；累年平均风速为2.5m/s，累年平均相对湿度为45.4%；累年平均日照时数为3240.3小时。

磴口气象站自有气象记录以来，年极端最高气压为923.8hPa（2016年1月24日），年极端最低气压为875.3hPa（2012年4月22日）；极端最高气温为40.3℃，出现在2005年6月22日，极端最低气温为-34.2℃，出现在1971年1月22日，年降水量最多为288.4mm，出现在1984年，最少为56.4mm，出现在2011年；年最大风速24.7m/s，出现在1999年2月28日；年极大风速

23.5m/s，出现在2010年3月19日和2010年11月10日。

表 4.3-1 磴口气象站主要气候特征值

气候要素		值	单位	出现时间
气压	年平均气压	896.9	hPa	/
	年平均最高气压	899.3	hPa	/
	年平均最低气压	894.1	hPa	/
	极端最高气压	923.8	hPa	2016年1月24日
	极端最低气压	875.3	hPa	2012年4月22日
气温	年平均气温	9.4	°C	/
	年平均最高气温	16.2	°C	/
	年平均最低气温	3.4	°C	/
	极端最高气温	40.3	°C	2005年6月22日
	极端最低气温	-34.2	°C	1971年1月22日
降水	年降水量	148.5	mm	/
	年最多降水量	240.1	mm	1995年
	年最少降水量	56.4	mm	2011年
	年平均降水日数	35.0	d	/
	最大日降水量	135.4	mm	1997年8月14日
风	年平均风速	2.5	m/s	/
	最多风向及频率	14.8/SW	/%	/
	年最大风速	24.7	m/s	1999年2月28日
	年最大风速对应的风向	WSW	/	/
	年次大风速	20.0	m/s	2001年07月21日
	年次大风速对应的风向	WSW	/	/
	年极大风速	23.5	m/s	2010年3月19日 2010年11月10日
相对湿度	年平均相对湿度	45.4	%	/
	年日照时数	3240.3	小时	/
日照	年最多日照时数	3475.3	小时	1995年
	年最少日照时数	2662.9	小时	1985年

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，统计了磴口县平均气压分布情况。如图所示，磴口县年平均气压在 820.0~900.0hPa 之间，空间分布呈现西北低东南高的特征。其中磴口工业园年平均气压均在 900.0hPa 左右，在全县属于偏高水平。

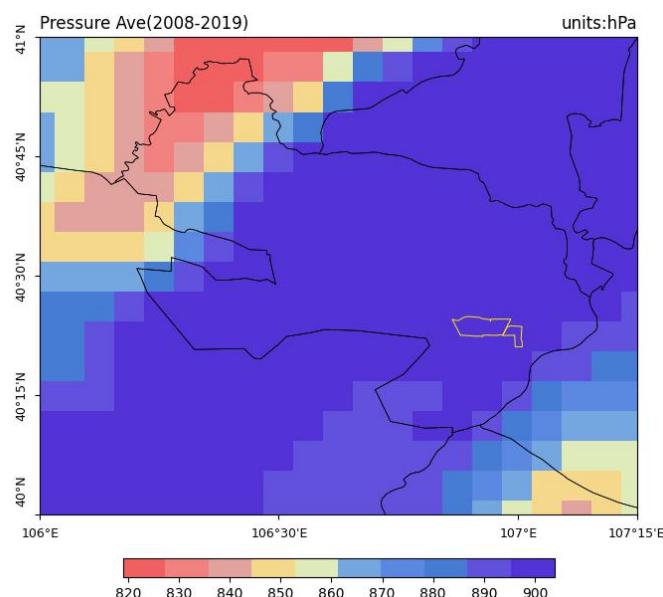


图 4.3-1 2008~2020 年磴口县平均气压分布图（黄色边框为工业园）

4.3.1.2 年际变化

(1) 平均气压

1991~2020 年磴口气象站年平均气压 896.9hPa，年平均最高和最低气压分别为 899.3hPa 和 894.1hPa。磴口气象站的年平均气压、年最高气压、年最低气压均有下降趋势。

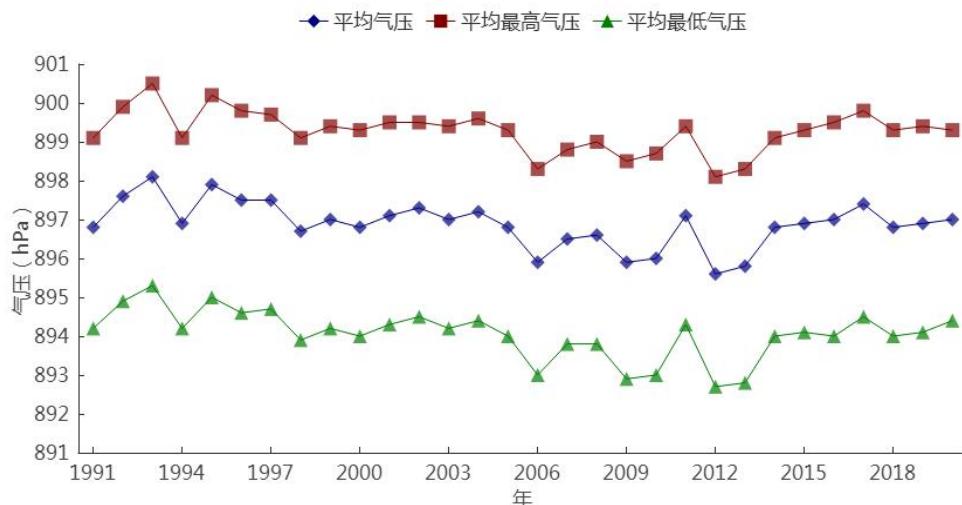


图 4.3-2 1991~2020 年磴口气象站平均气压、平均最高、平均最低气压年际变化

(2) 极端气压

磴口气象站自 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 2016 年，为 923.8hPa（图 4.3-3）；极端最低气压最低值出现在 2012 年，为 875.3hPa（图 4.3-4）。

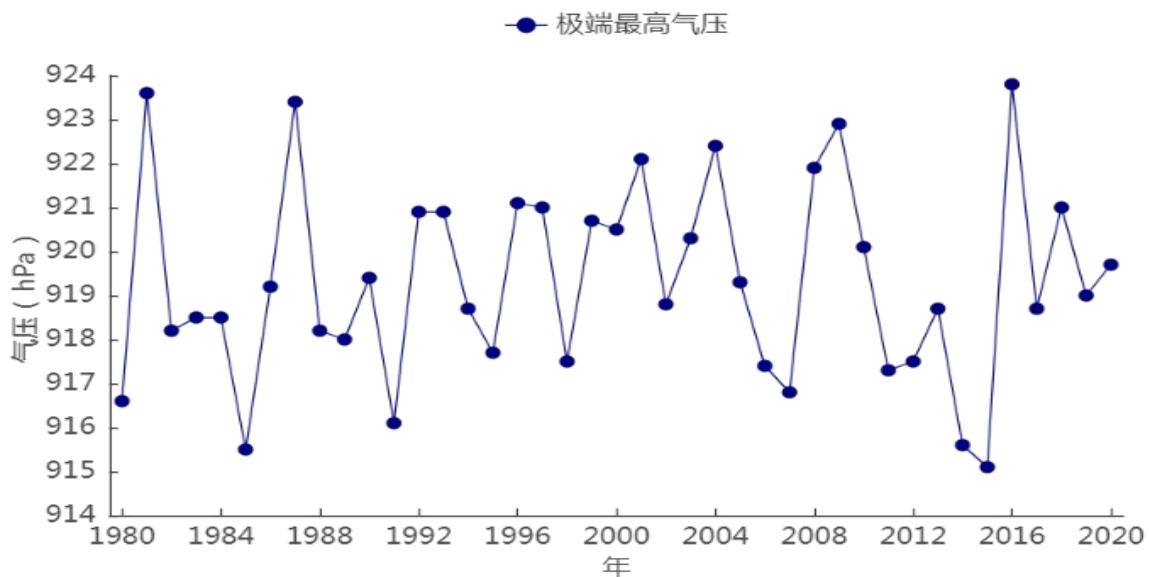


图 4.3-3 1980~2020 年磴口气象站极端最高气压年际变化

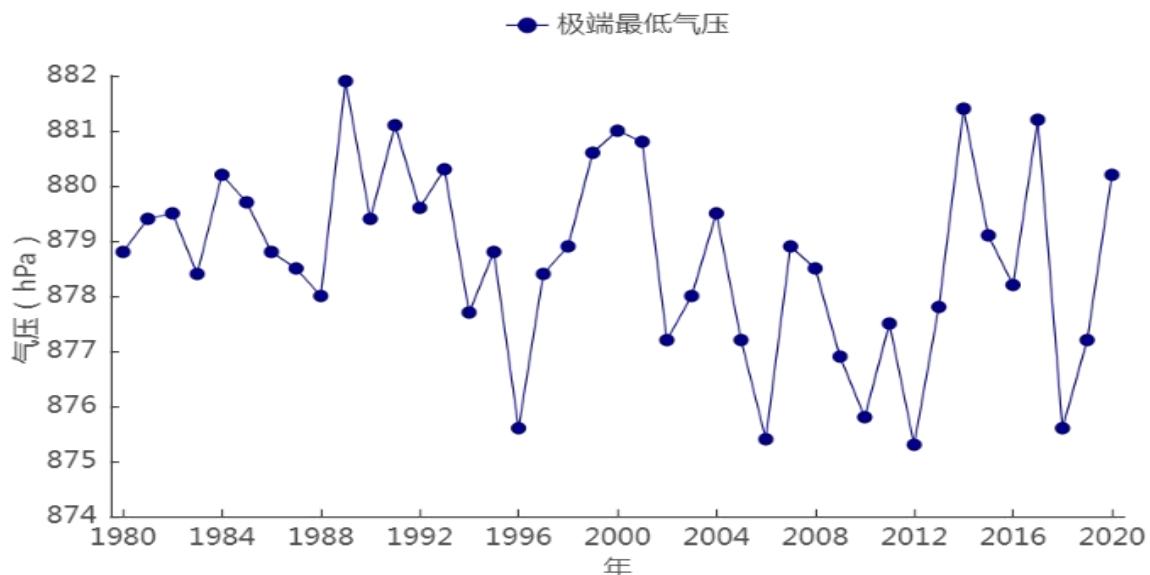


图 4.3-4 1980~2020 年磴口气象站极端最低气压年际变化

4.3.1.3 月际变化

(1) 平均气压

1991~2020 年平均气压月际变化呈“U”型变化特征，月平均气压最小为 888.2hPa (7 月)，最大为 904.1hPa (12 月)。平均最高气压变化在 889.8hPa (7 月) ~907.1hPa (12 月) 之间变化；平均最低气压变化在 886.0hPa (7 月) ~901.3hPa (12 月) 之间变化；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 年磴口气象站月平均气压、平均最高气压、平均最低气压统计表 (单位: hPa)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均气温	903.2	900.7	898.0	895.0	892.6	889.1	888.2	891.6	896.6	901.1	902.2	904.1	896.9
平均最高气温	906.0	903.5	900.9	897.8	895.1	891.0	889.8	893.2	898.5	903.4	905.1	907.1	899.3
平均最低气温	900.6	897.7	894.6	891.3	889.2	886.5	886.0	889.4	894.1	898.5	899.4	901.3	894.1

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。

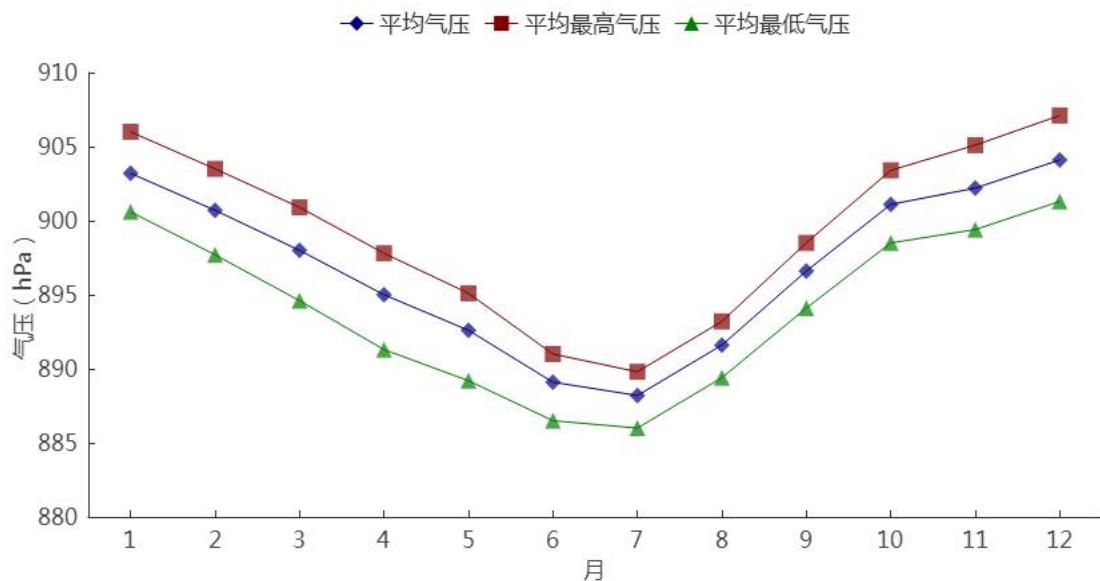


图 4.3-5 1991~2020 年磴口气象站平均气压、平均最高、平均最低气压月际变化

(2) 极端最高气压

磴口气象站自 1980 年开始有极端最高气压的资料，各月极端最高气压值在 897.4~923.8hPa 之间，近 41 年极端最高气压为 923.8hPa，出现在 2016 年 1 月 24 日。气压的季节变化特征是冬季高，夏季低。

(3) 极端最低气压

磴口气象站自 1980 年开始有极端最低气压的资料，各月极端最低气压值在 875.3~885.3hPa 之间，近 41 年极端最低气压为 875.3hPa，出现在 2012 年 4 月 22 日。

表 4.3-3 1980~2020 年磴口气象站各月极端气压 (hPa)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高气压	923.8	921.1	920.1	915.7	914.0	905.2	897.4	904.8	912.3	917.8	923.4	923.6	923.8
极端最低气压	884.6	875.8	875.6	875.3	875.6	877.8	877.2	879.0	883.5	885.3	884.0	884.7	875.3

4.3.1.4 日变化

2011~2020 年磴口气象站近 10 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 11 时达到峰值 897.8hPa；之后

开始下降，最低值出现在 17 时，为 895.3hPa；之后又开始缓慢升高，在 23 时达到次高值 897.0hPa，随后开始下降，直至 5 时。

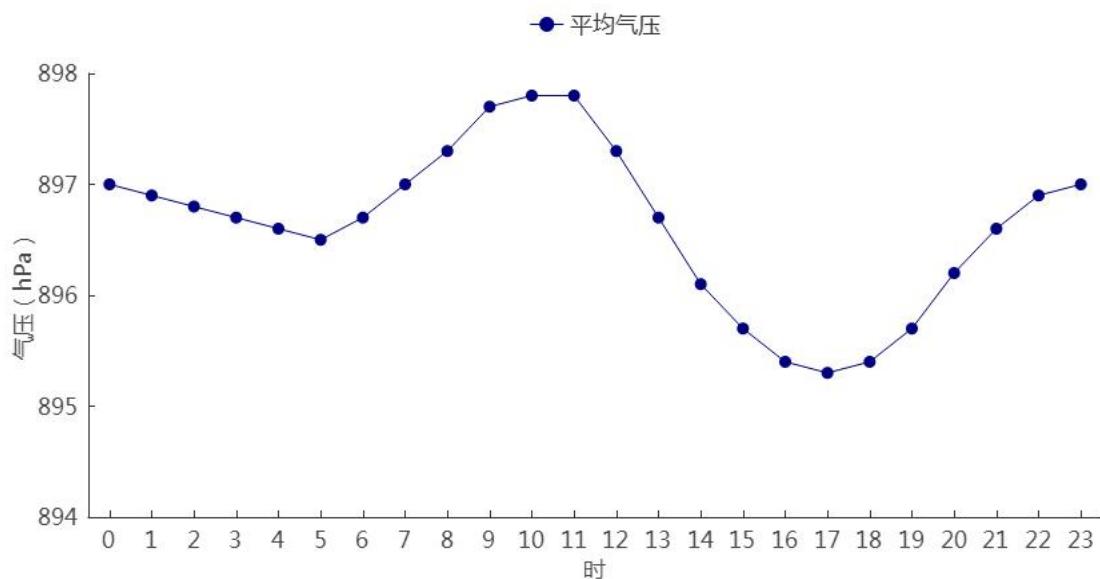


图 4.3-6 2011~2020 年磴口气象站平均气压日变化

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，统计了磴口县平均气温分布情况。

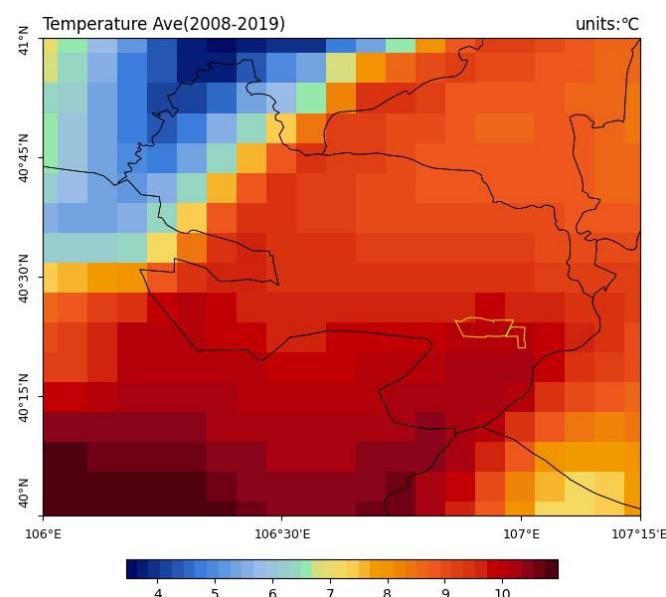


图 4.3-7 2008~2019 年磴口县周边地区年平均气温分布图（黄色边框为工业园）

如图所示，磴口县年平均气温在 4.0~10.0℃，由于温度与海拔呈现明显负相关关系，因此温度的空间分布特征为西北低东南高，园区平均气温为 9.0℃ 左右，在全县属于偏高水平。

4.3.2.2 年际变化

(1) 平均气温

1991~2020 年磴口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 9.4℃、16.2℃、3.4℃，其中年平均气温最小值为 8.0℃，出现在 1993 年和 1996 年，最大值为 10.5℃，出现在 2017 年。年平均最高气温在 14.9℃（1996 年）~17.4℃（1998 年）之间变化，年平均最低气温在 1.7℃（1993 年）~4.8℃（2017 年）之间变化。年平均、平均最高及平均最低气温年际变化均有上升趋势。

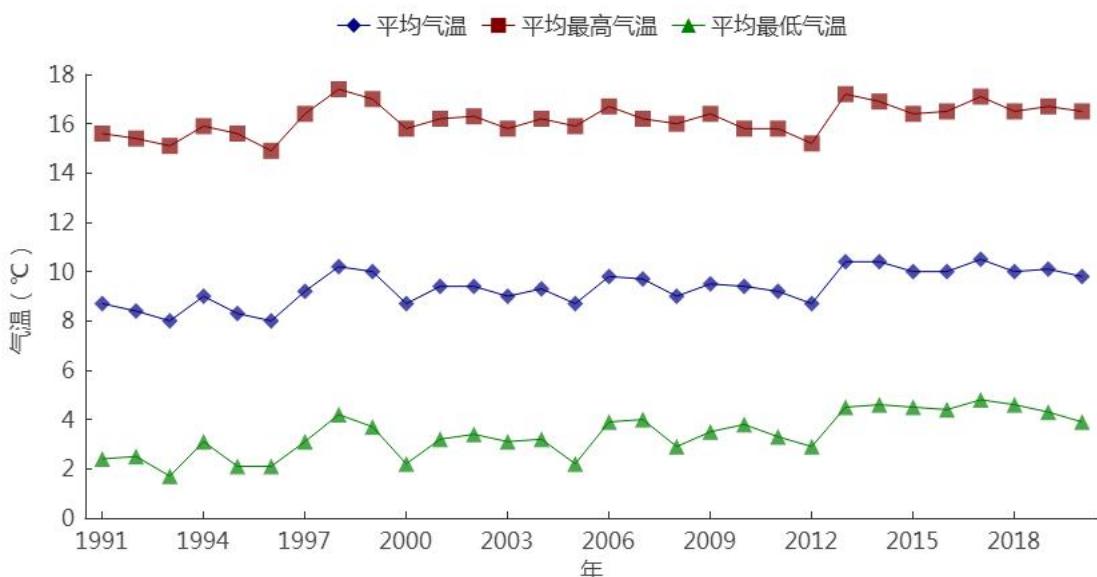


图 4.3-8 1991~2020 年磴口气象站平均气温、平均最高、平均最低气温年际变化

(2) 极端气温

磴口气象站自建站（1954 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，1954~2020 年的年极端最高气温为 40.3℃（2005 年）。

年极端最高气温在 37°C , 38°C , 39°C 以上的年份分别有 28 年、15 年、3 年。

40°C 以上出现 1 年, 为 2005 年。

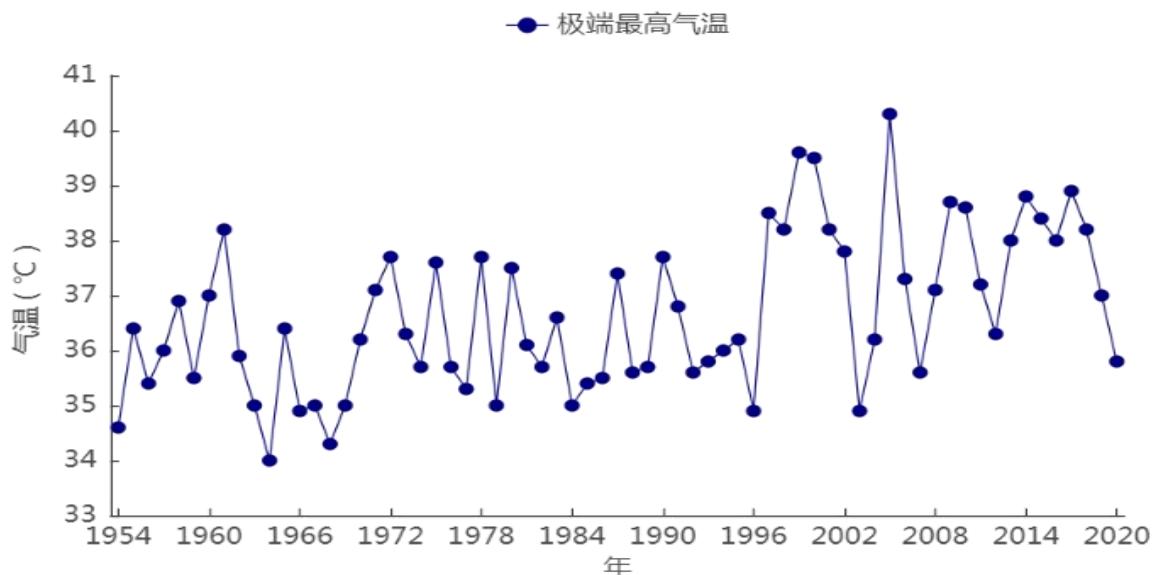


图 4.3-9 1954~2020 年磴口气象站极端最高气温年际变化

从图 4.3-10 中可以看出, 磩口气象站 1954~2020 年的年极端最低气温为 -34.2°C (1971 年)。极端最低气温有上升的趋势, 近 10 年的年最低气温为 -24.8°C (2011 年)。

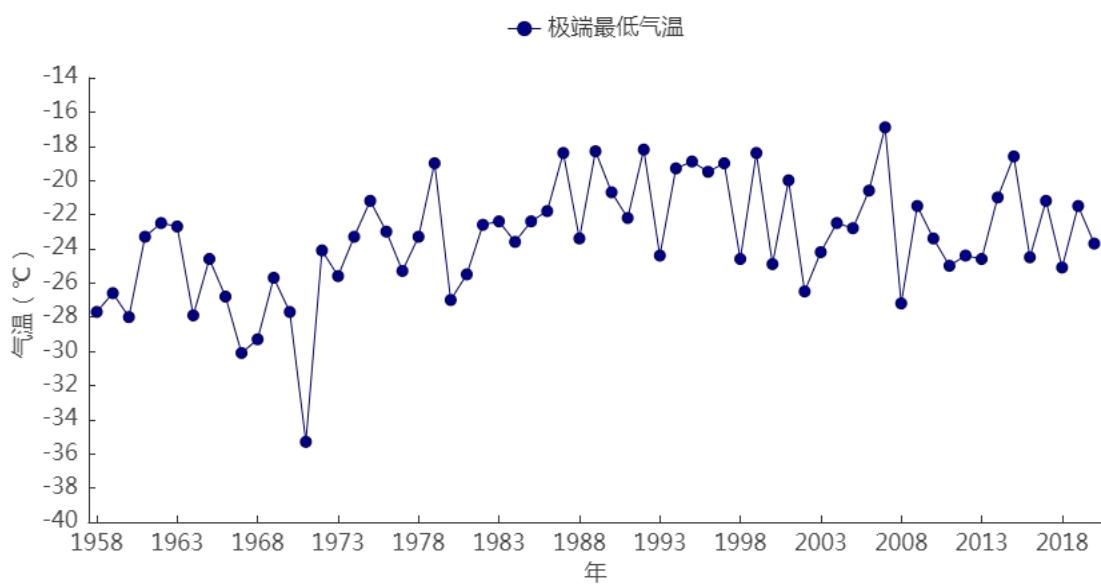


图 4.3-10 1954~2020 年磴口气象站极端最低气温年际变化

4.3.2.3 月际变化

(1) 平均气温

1991~2020年磴口气象站平均气温、平均最高气温、平均最低气温月际变化分别在-9.0~25.3℃、-2.4~31.6℃、-14~19℃之间，最高值均出现在7月，最低值均出现在1月。

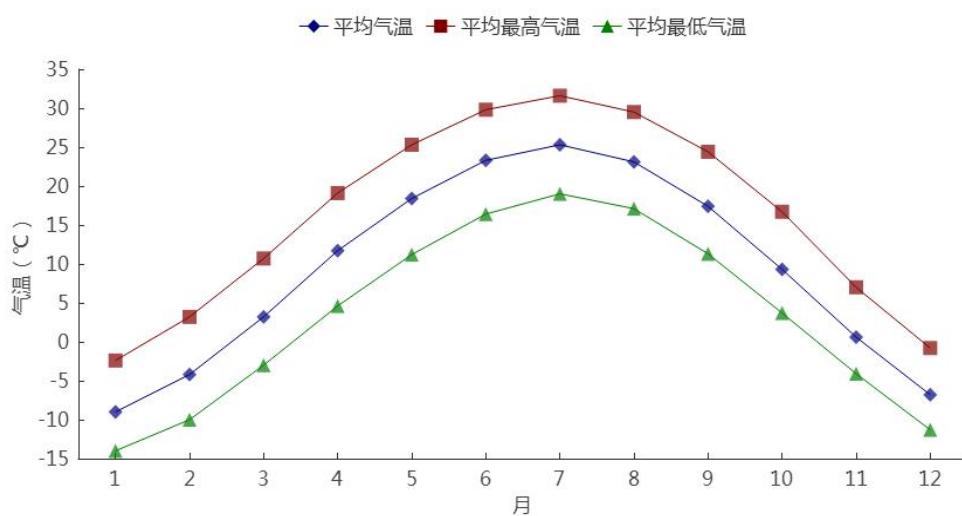


图 4.3-11 1991~2020 年磴口气象站平均气温、平均最高、平均最低气温月际变化

表 4.3-4 1991~2020 年磴口气象站月平均气温、平均最高气温、平均最低气温统计表 (单位: ℃)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均气温	-9.0	-4.2	3.2	11.7	18.4	23.3	25.3	23.1	17.4	9.3	0.6	-6.8	9.4
平均最高气温	-2.4	3.2	10.7	19.1	25.3	29.8	31.6	29.5	24.4	16.7	7.0	-0.8	16.2
平均最低气温	-14.0	-10.0	-3.0	4.6	11.2	16.4	19.0	17.1	11.3	3.7	-4.1	-11.3	3.4

(2) 极端气温

由表可见，磴口气象站建站至今（1954~2020年）极端最高气温出现在2005年6月22日，为40.3℃；极端最低气温出现在1971年1月22日，为-34.2℃。

表 4.3-5 1954~2020 年磴口气象站各月极端气温 (℃)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年极值
极端最高气温	11.4	17.8	27.8	33.7	37.8	40.3	39.6	37.8	37.0	29.7	20.9	12.4	40.3
极端最低气温	-34.2	-28.6	-20.8	-13.0	-4.7	3.5	8.4	7.0	-2.6	-9.6	-22.3	-32.4	-34.2

4.3.2.4 日变化

近 10 年（2011~2020 年）磴口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 5.2℃；6 时开始，气温逐渐升高，到 16 时达到峰值 15.6℃；之后开始下降，直至次日 6 时。

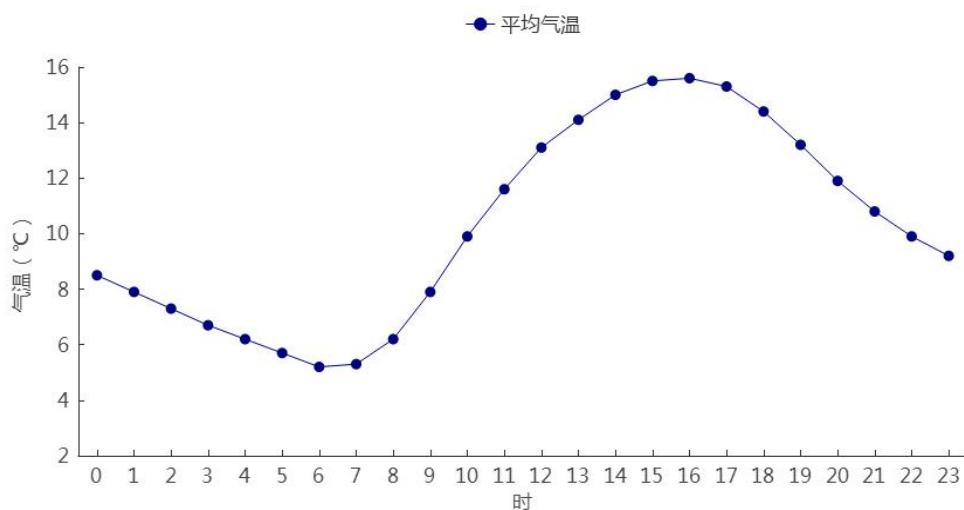


图 4.3-12 2011~2020 年磴口气象站平均气温日变化

4.3.3 降水

4.3.3.1 降水空间分布

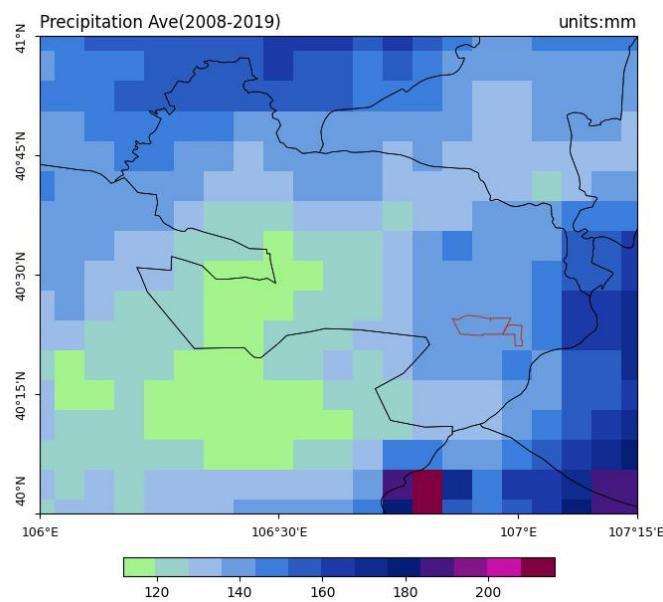


图 4.3-13 2008~2019 年磴口县周边地区年均降水量分布图（图中红色区域为工业园所在地）

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，磴口县年均降水量在 115~160mm 左右，空间分布呈西低东高的特征，其中磴口县工业园年平均降水量在 140~155mm 左右，处于全县较高水平。

4.3.3.2 降水量年际变化

1991~2020 年磴口气象站累年平均降水量为 148.5mm，年平均降水量最小值为 56.4mm，出现在 2011 年，最大值为 240.1mm，出现在 1995 年。

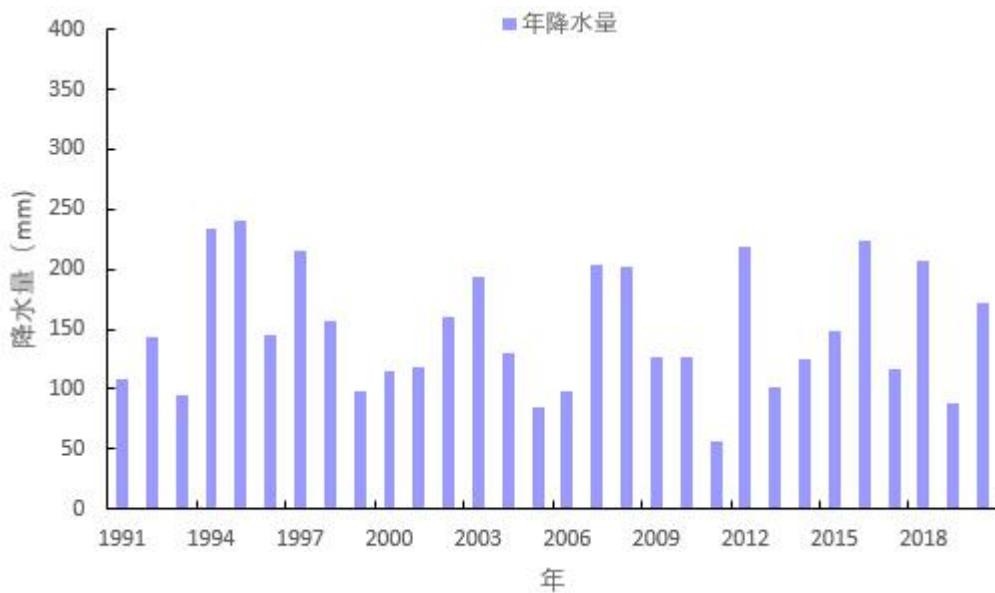


图 4.3-14 1991~2020 年磴口气象站降水量年际变化

4.3.3.3 月际变化

1991~2020 年磴口气象站各月降水量在 0.7mm（1 月）~36.0mm（8 月）之间变化，冬季（12~次年 2 月）平均降水量在四季之中最少，月平均降水量在 0.7~1.1mm 之间，占全年降水量的 1.73%；春季（3~5 月）各月在 3.2~13.2mm 之间，占全年降水量的 15.04%；夏季（6~8 月）各月在 25.4~36.0mm 之间，占全年降水量的 61.33%；秋季（9~11 月）各月在 2.35~22.6mm 之间，占全年降水量的 21.90%。

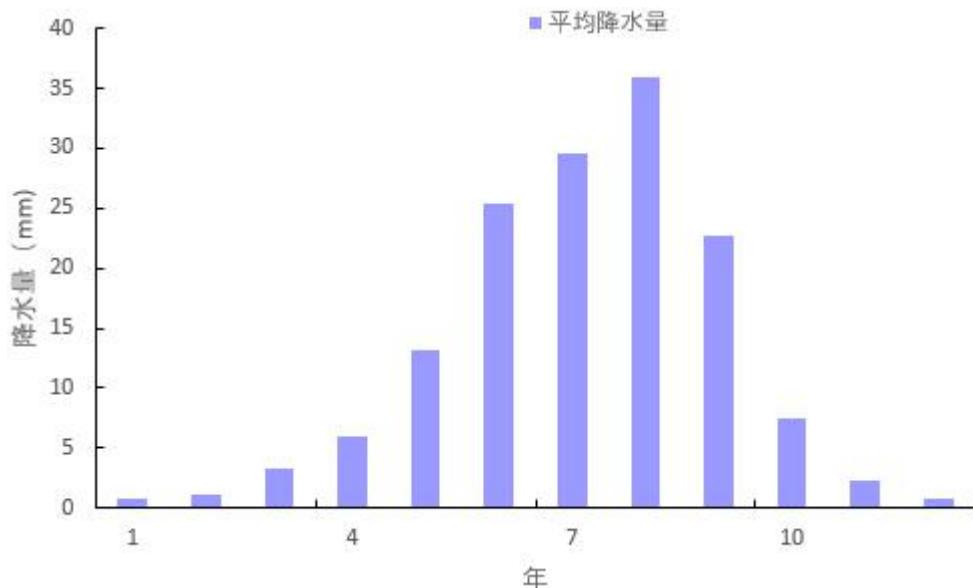


图 4.3-15 1991~2020 年磴口气象站降水量月际变化

4.3.3.4 降水日数

(1) 年际变化

1991~2020 年磴口气象站年平均降水日数为 35.0 天，最大年降水日数为 57 天，出现在 2003 年，最小为 23 天，分别出现在 1997 年和 2005 年，降水日数变幅较大，年际变化呈下降趋势。

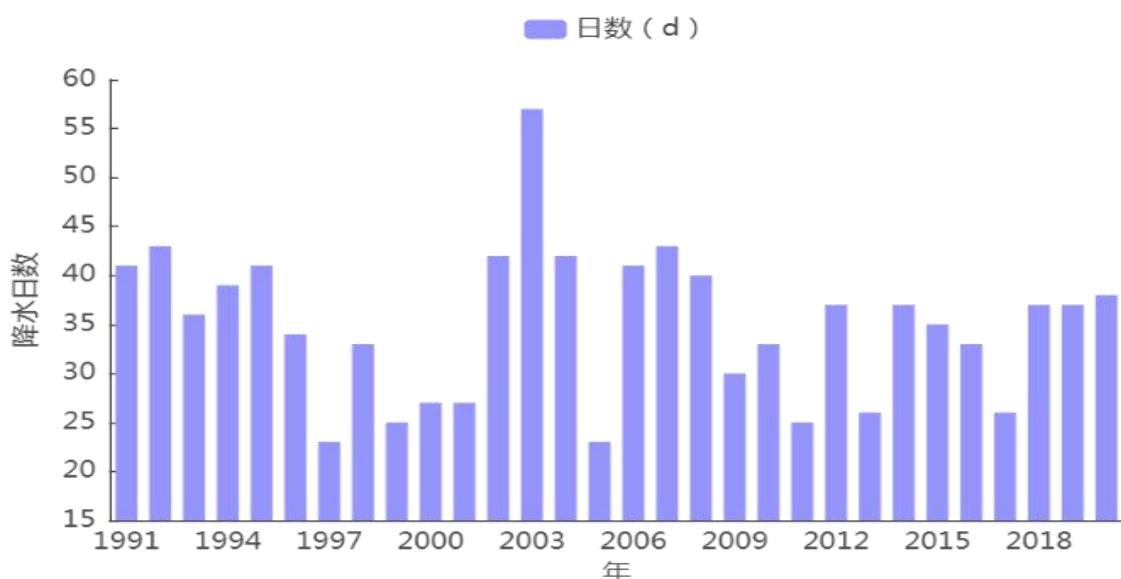


图 4.3-16 1991~2020 年磴口气象站降水日数年际变化

(2) 月际变化

磴口气象站各月平均降水日数在 0.7 天（2 月）~7 天（7 月）之间变化。

从季节分布看，冬季（12~次年 2 月）降水日数最少，各月在 0.7~0.8 天之间；其次是春季（3~5 月），各月在 1.5~3.6 天之间；秋季（9~11 月）各月在 1.2~4.4 天之间；夏季（6~8 月）各月在 5.3~7.0 天之间。

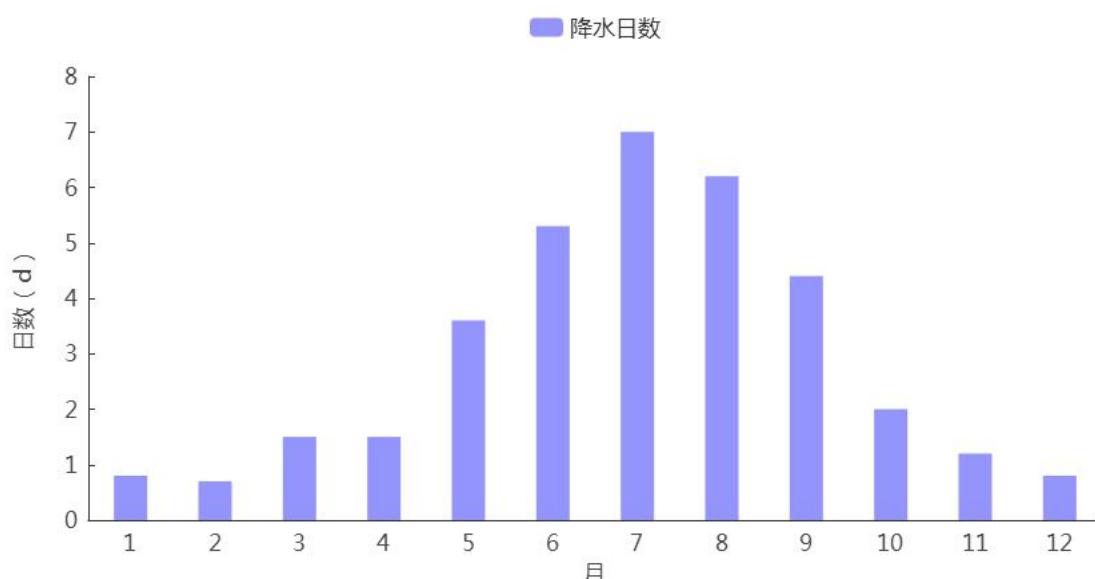


图 4.3-17 1991~2020 年磴口气象站降水日数月际变化

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，统计了磴口县年平均大风速分布情况。如图所示，磴口县年平均风速在 2.1~3.2m/s，其中磴口工业园年平均风速在 2.8m/s 左右，处于磴口县风速较高区域。

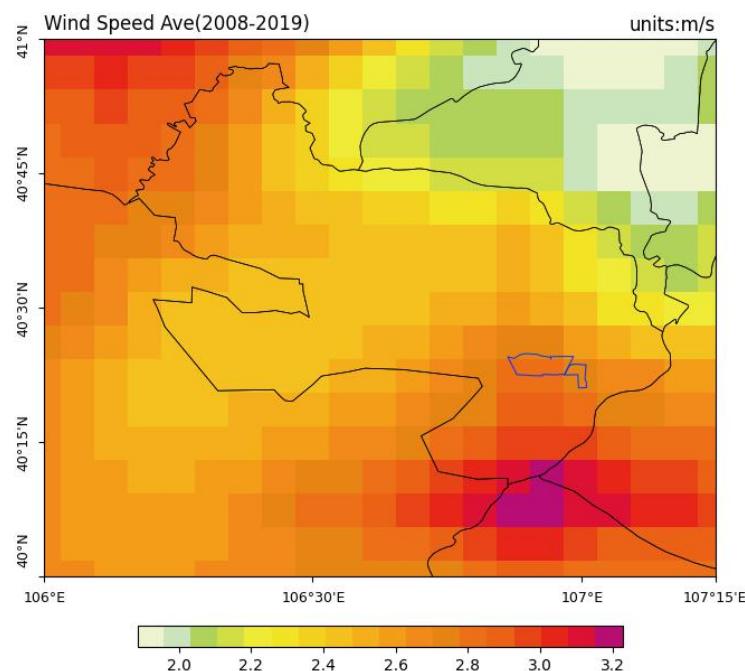


图 4.3-18 2008~2019 年磴口县周边地区年平均 10m 风速的空间分布（图中蓝色区域为工业园所在地）

4.3.4.2 年际变化

(1) 平均风速

1991~2020 年磴口气象站累年平均风速为 2.5m/s，年平均风速在 2.1~2.8m/s 之间变化，风速年际变化呈下降趋势。其中 2001 年、2003 年平均风速最大，为 2.8m/s，而后，风速整体呈下降趋势。因 2011 年测风仪器发生了变更，导致风速产生了变化，呈现急速下降的趋势。

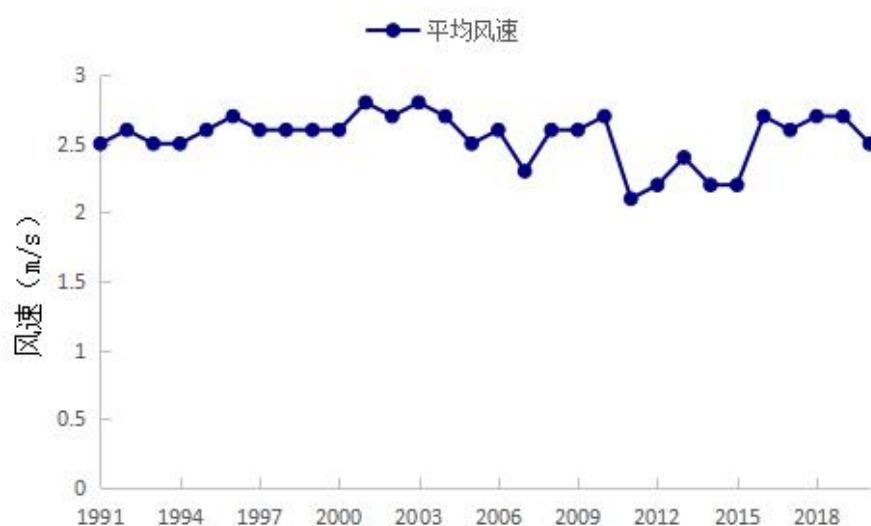


图 4.3-19 1991~2020 年磴口气象站平均风速年际变化

(2) 最大风速

磴口气象站自 1971 年开始，有最大风速的观测。

表 4.3-6 磁口气象站历年最大风速(1971~2020 年)

从表和图中可以看出，近 50 年（1971~2020 年）最大风速的最大值为

24.7m/s (WSW), 出现在 1999 年 2 月 28 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 W 向的风为主。

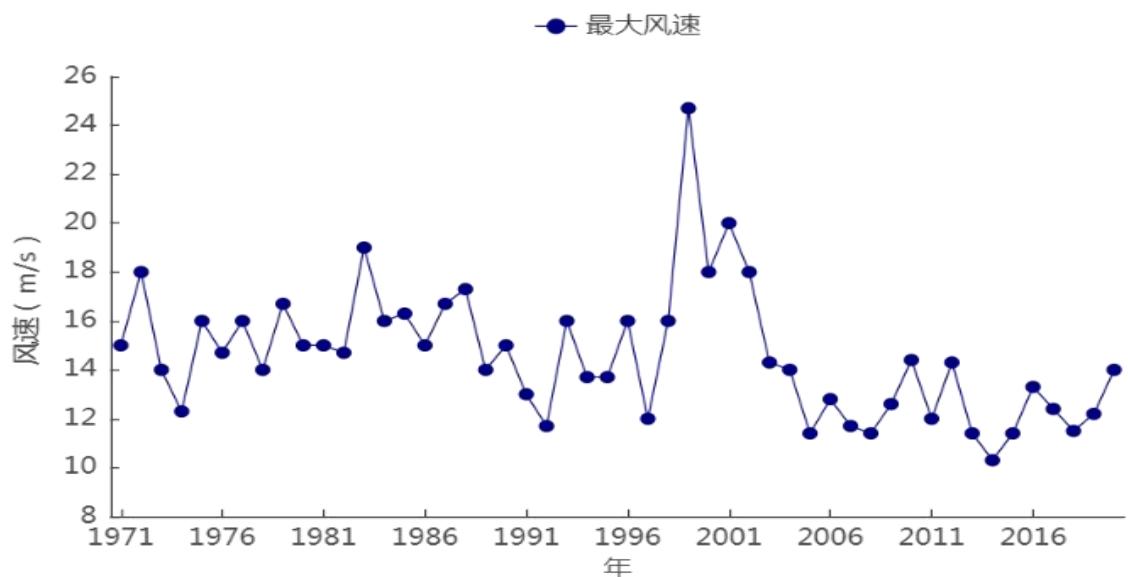


图 4.3-20 1971~2020 年磴口气象站最大风速年际变化

(3) 极大风速

磴口气象站自 2005 年开始，有极大风速的观测。从表和图中可以看出，近 16 年（2005~2020 年）极大风速的最大值为 23.5m/s (W/W)，出现在 2010 年 03 月 19 日和 2010 年 11 月 10 日，次大值为 23.4m/s (W)，出现在 2020 年 05 月 15 日。年极大风速以 5 月出现频次最多。极大风速对应的风向多以 W 向的风居多。

表 4.3-7 磁口气象站历年极大风速(2005~2020 年)

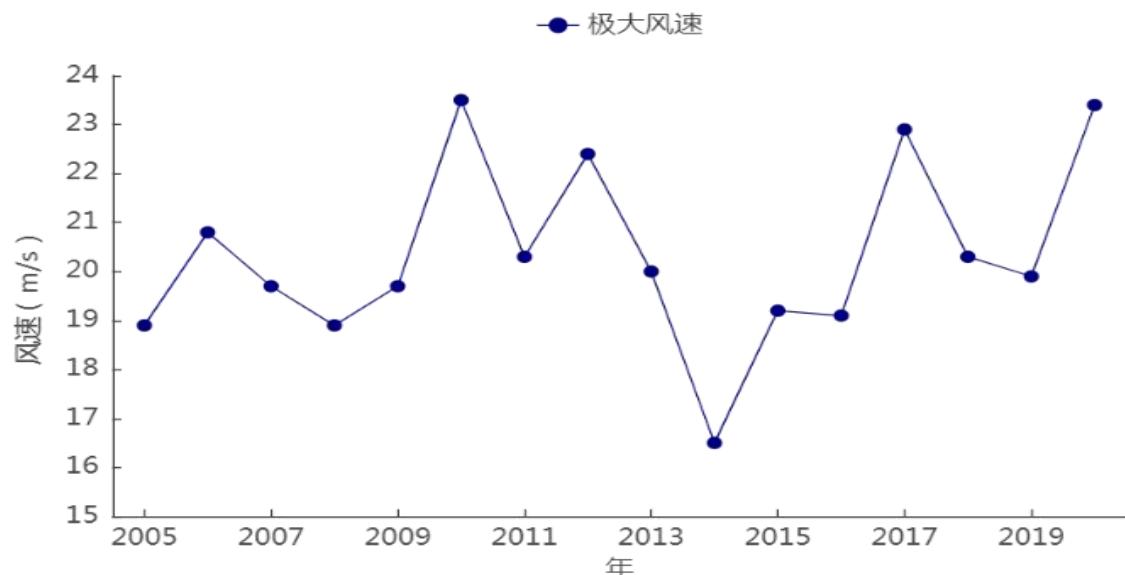


图 4.3-21 2005~2020 年磴口极大风速年际变化

4.3.4.3 月际变化

磴口气象站逐月平均风速均在 2.1m/s 以上。平均风速 4 月、12 月最大，为 2.9m/s；9 月最小，为 2.1m/s。从季节上看，春季、冬季风速较大，夏季、秋季、风速较小。

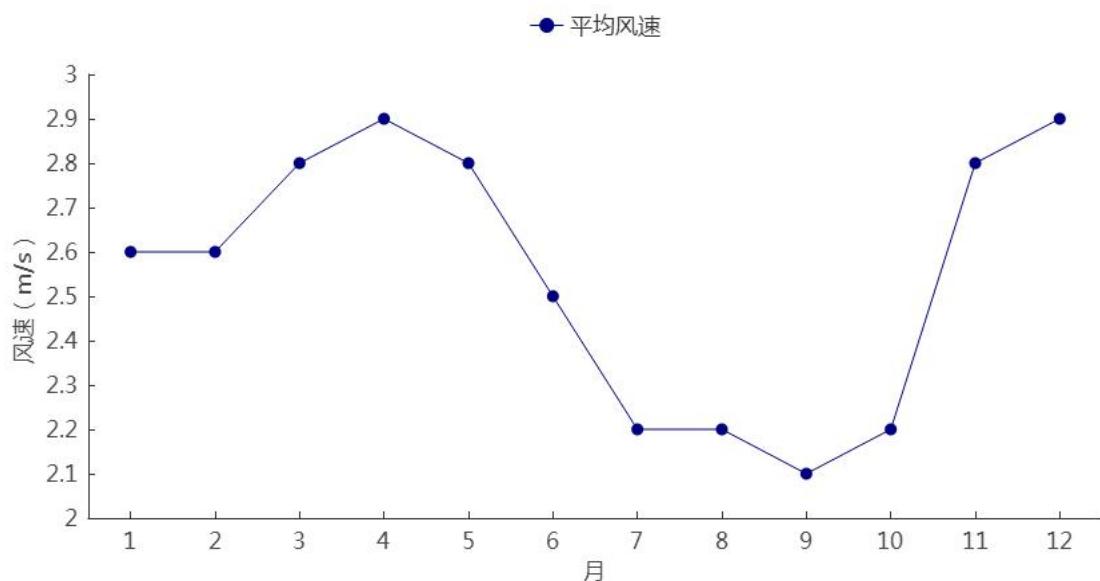


图 4.3-22 1991~2020 年磴口气象站平均风速月际变化

4.3.4.4 日变化

从图可知，磴口气象站近 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 1.9m/s（1~7 时）~3.4m/s（13~16 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。

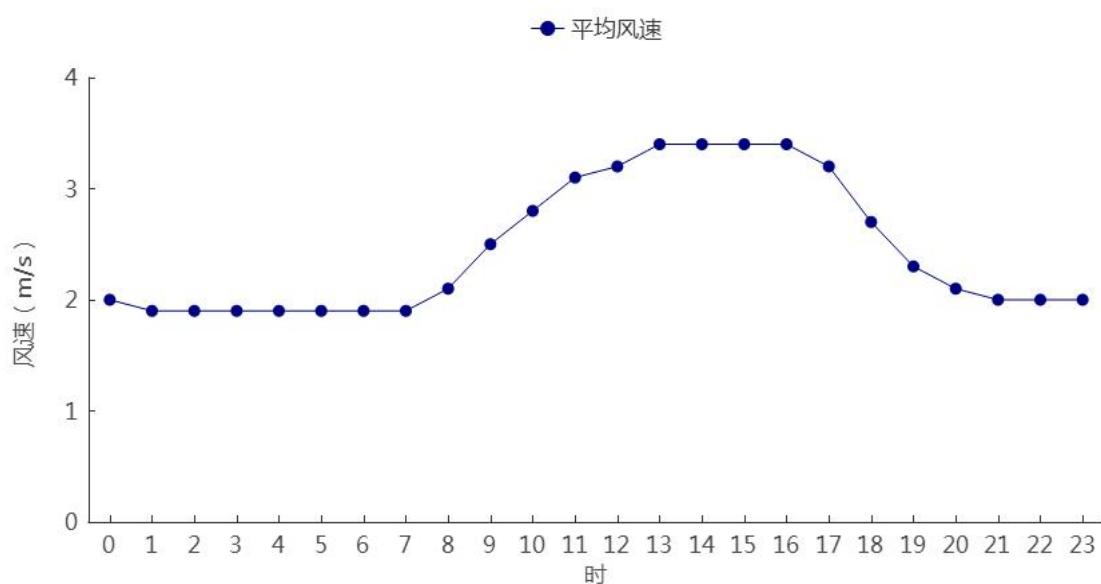


图 4.3-23 2011~2020 年磴口气象站平均风速日变化

4.3.4.5 风向频率年及季节变化

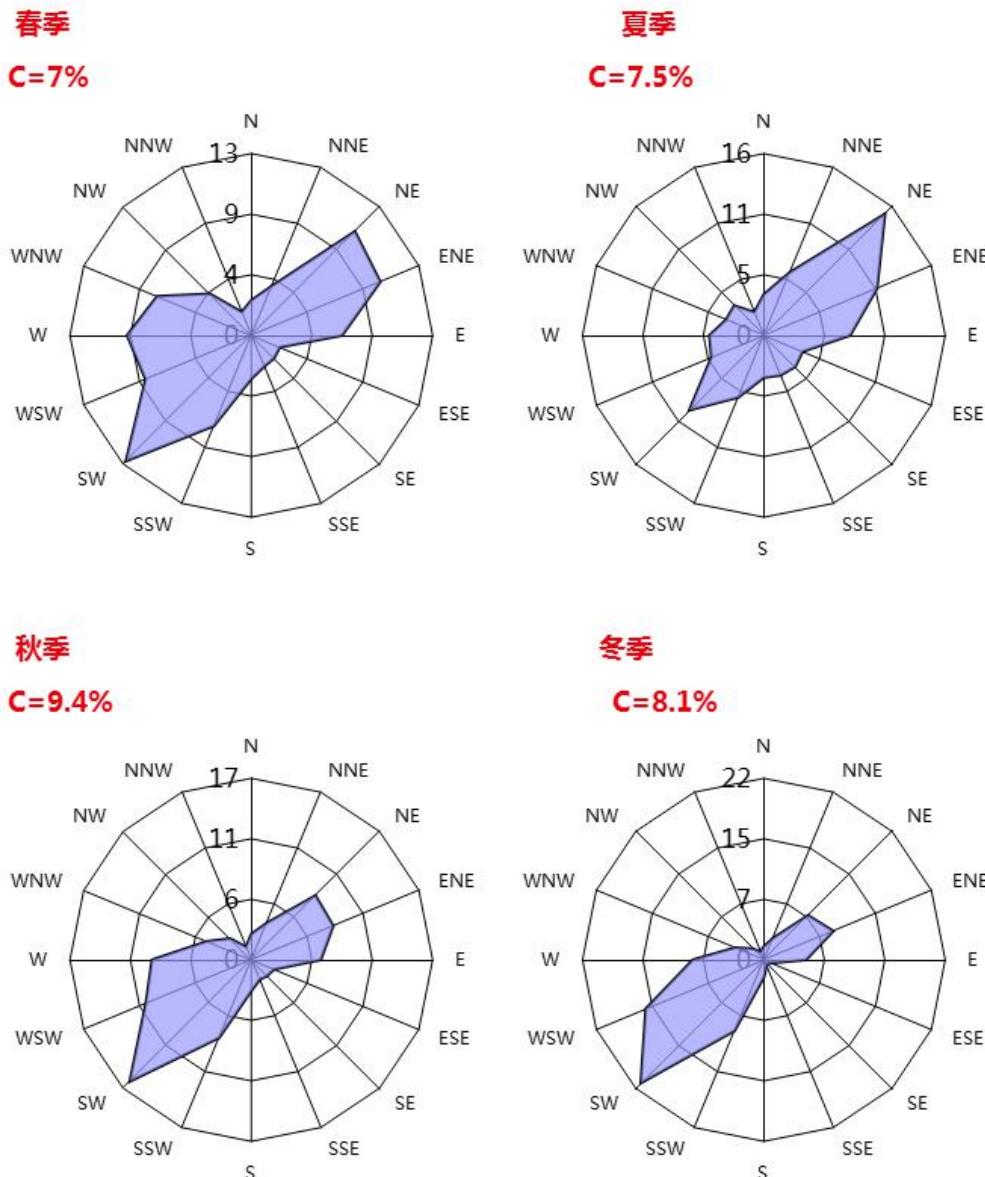
1991~2020 年磴口气象站累年主导风向为 SW 风，风向频率为 14.8%，次主导风向为 NE，风向频率为 10.4%。从月主导风向来看，1~5 月、10~12 月主导风向为 SW 风，6~9 月主导风向为 NE 风，次主导风向频率 1~2 月、11~12 月风向为 WSW 风，3 月、5 月风向为 NE 风，4 月、6~8 月风向为 ENE 风，9 月风向为 SW 风，10 月风向为 W 风。从季节和年主导风向看，全年静风频率升高，四季之中，除夏季出现频率最高的是 NE 风向，频率为 15.1%，其余季节均为 SW 风向，分别为 12.7%、16.1% 和 21.1%。

表 4.3-8 1991~2020 年磴口气象站各月最多、次多风向及频率(%)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
主导风向	SW	SW	SW	SW	SW	NE	NE	NE	NE	SW	SW	SW	SW
风向频率 (%)	21.5	16.3	13.1	13.2	11.7	12.8	15.8	16.6	10.9	15.9	21.8	25.6	14.8
次主导风向	WSW	WSW	NE	ENE	NE	ENE	ENE	ENE	SW	W	WSW	WSW	NE
风向频率 (%)	16.3	11.5	11.5	9.8	10.5	11.1	9.9	11.5	10.7	10.4	16.2	18.6	10.4

表 4.3-9 1991~2020 年磴口气象站四季及年各风向频率(%)

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春	2.5	3.8	10.5	10.0	6.5	2.2	2.3	2.4	3.1	7.0	12.7	8.2	8.9	7.3	4.2	1.8	7.0
夏	3.6	6.0	15.1	10.8	7.6	3.7	3.9	3.8	3.7	5.9	9.3	5.0	4.8	3.6	3.7	2.2	7.5
秋	2.4	3.7	8.5	8.3	6.5	2.3	2.1	2.0	2.9	7.9	16.1	10.7	9.3	4.5	2.8	1.3	9.4
冬	1.6	2.8	7.6	9.1	5.1	1.0	0.7	0.8	2.1	9.3	21.1	15.5	8.6	3.8	1.9	1.0	8.1
年	2.5	4.1	10.4	9.6	6.5	2.3	2.3	2.3	3.0	7.5	14.8	9.9	7.9	4.8	3.1	1.6	8.0



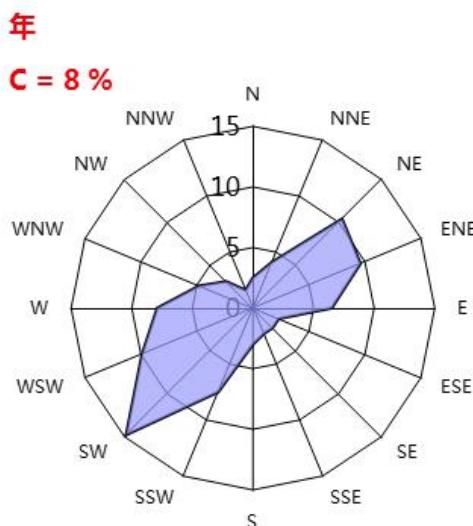


图 4.3-24 1991~2020 年磴口气象站四季及年各风向频率(%)

4.3.5 相对湿度

4.3.5.1 相对湿度空间分布

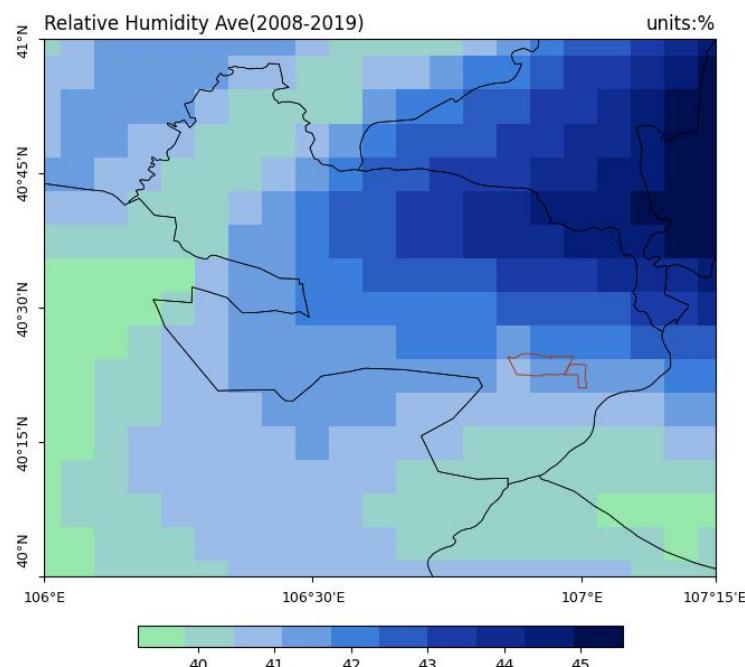


图 4.3-25 2008~2019 年磴口县周边地区年平均相对湿度空间分布（图中红色区域为工业园所在地）

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，统计了磴口县平均相对湿度空间分布情况。如图所示，磴口县年平均相对湿度在 40.0%~44.0%，空间分布表现为中

部高、西北和东南低的特征。磴口工业园年平均相对湿度在 42.0% 左右，处于全县湿度中等地区。

4.3.5.2 年际变化和月际变化

1991~2020 年磴口气象站累年平均相对湿度为 45.4%，其中年平均相对湿度最高出现在 2003 年，为 54.0%；最低出现在 2013 年，为 39.0%。

1991~2020 年磴口气象站平均相对湿度的月际变化在 31.3%（4 月）~53.8%（8 月）之间。

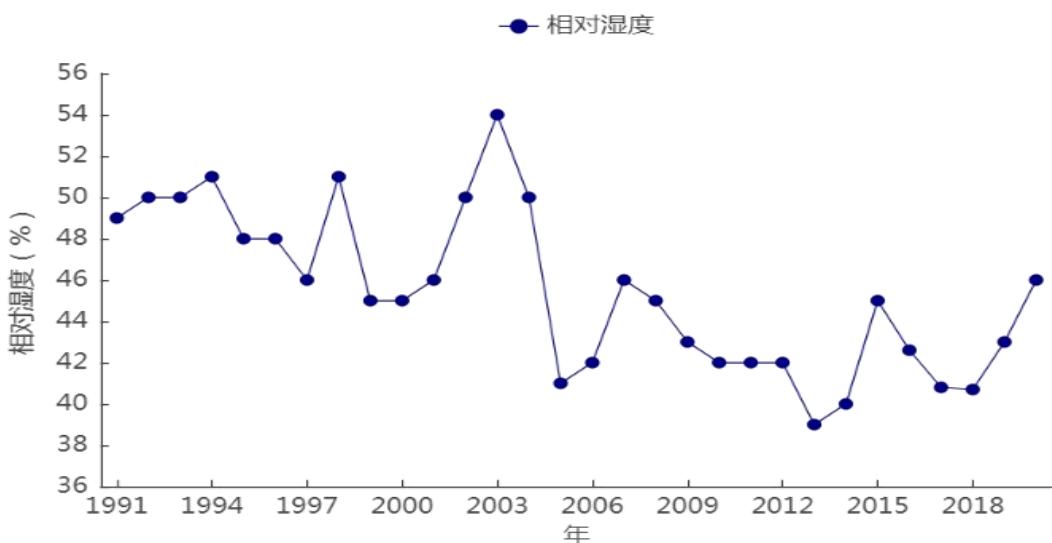


图 4.3-26 1991~2020 年磴口气象站平均相对湿度年际变化

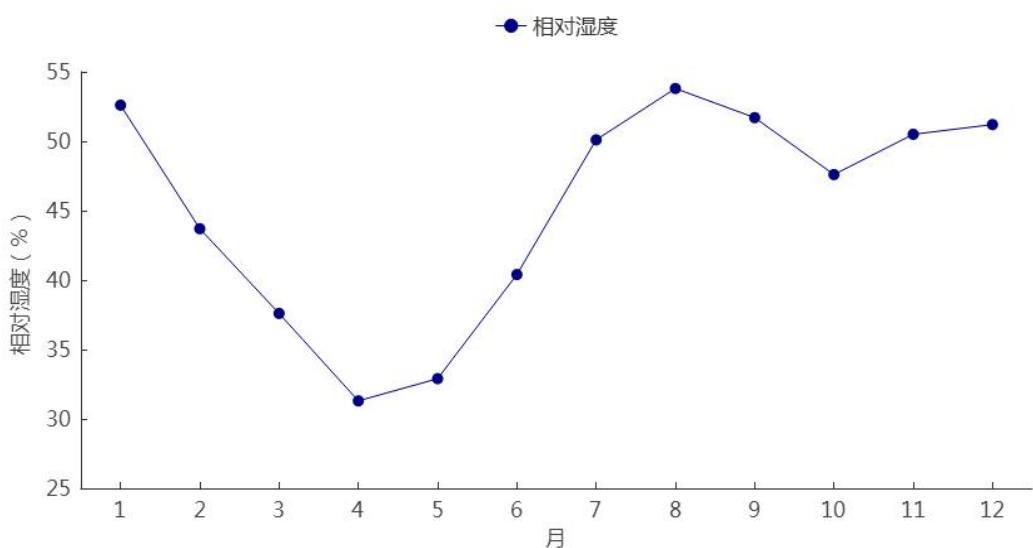


图 4.3-27 1991~2020 年磴口气象站平均相对湿度月际变化

4.3.5.2 日变化

近 10 年（2011~2020 年），磴口气象站相对湿度日变化呈“单峰”型变化。每天 7 时为一天相对湿度的最高值，为 57.1%；7 时开始，相对湿度逐渐减小，到 16 时达到谷底，为 26.5%；之后再次开始上升，直至次日 7 时。

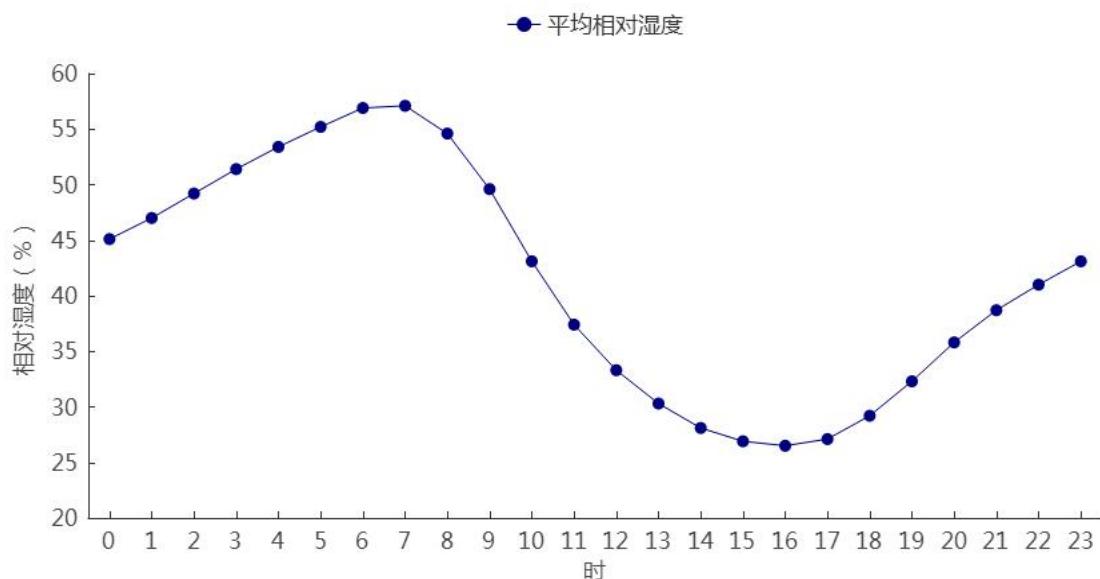


图 4.3-28 2011~2020 年磴口气象站平均相对湿度日变化

4.3.6 日照

4.3.6.1 年际变化

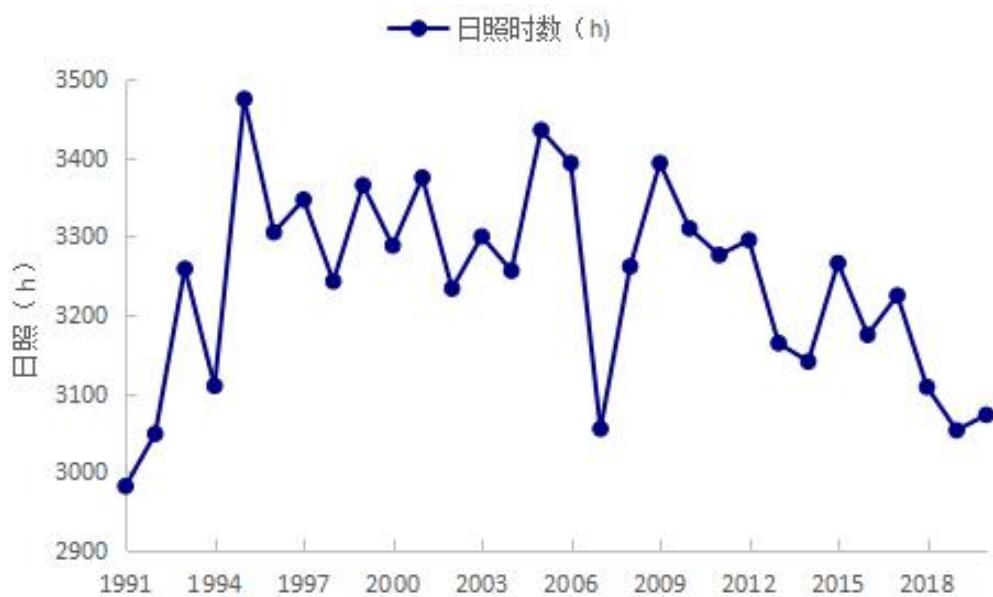


图 4.3-29 1991~2020 年磴口气象站日照年际变化

1991~2020 年磴口气象站累年平均日照时数为 3240.3 小时，其中年日照时数最高出现在 1995 年，为 3475.3 小时；最低出现在 1985 年，为 2662.9 小时。

4.3.6.2 月际变化

1991~2020 年磴口气象站日照的月际变化在 220.8 小时（12 月）~321.0 小时（5 月）之间。总体看来，全年各月日照时数均在 220 小时以上，冬季明显偏小，5~7 月全年最高，在 304 小时以上。主要由于春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。

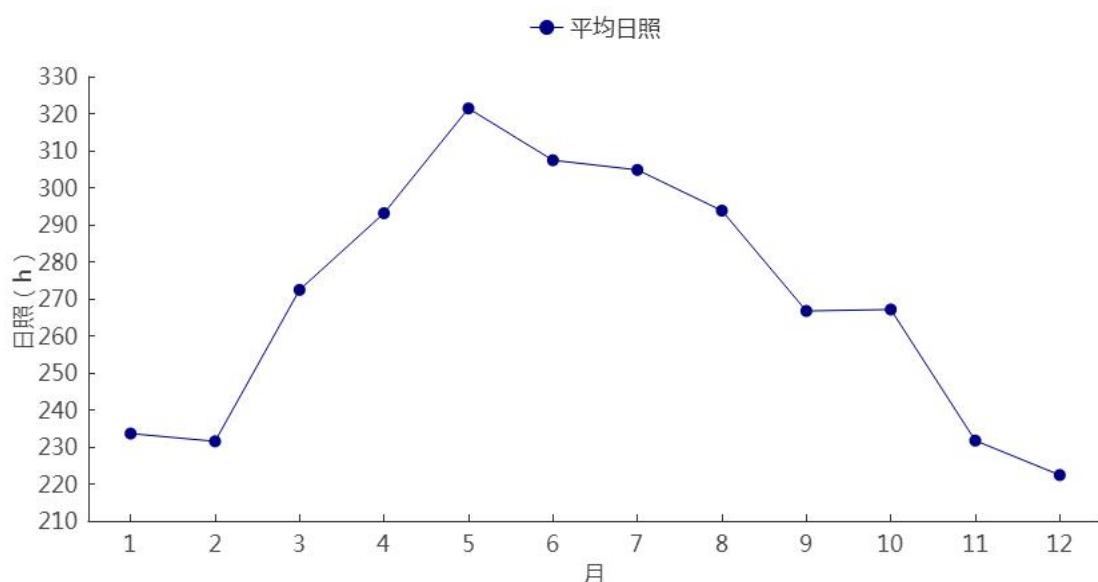


图 4.3-30 1991~2020 年磴口气象站日照月际变化

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、风速和稳定性联合频率特征，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。

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	5.44	9.48	33.90	27.72	23.46
2月	0.99	6.66	8.78	36.47	25.63	21.47
3月	2.85	8.76	7.75	39.59	23.94	17.11
4月	3.76	10.52	8.90	41.50	21.26	14.05
5月	4.74	11.74	9.86	42.34	18.65	12.66
6月	6.77	14.85	9.92	37.50	15.40	15.56
7月	8.05	15.19	10.88	31.81	16.78	17.29
8月	6.73	15.44	10.26	28.15	18.55	20.86
9月	5.10	12.95	8.80	29.18	21.20	22.76
10月	2.81	9.60	9.03	30.10	25.17	23.28
11月	0.01	4.29	9.15	38.52	28.00	20.02
12月	0.00	4.04	6.81	40.57	28.43	20.15
春季	3.79	10.34	8.84	41.14	21.28	14.61
夏季	7.19	15.16	10.36	32.43	16.93	17.93
秋季	2.64	8.95	9.00	32.57	24.80	22.04
冬季	0.31	5.34	8.34	37.00	27.31	21.70
年	3.50	9.97	9.14	35.79	22.55	19.05

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、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，其中春季中性类天气出现频率最高，其余季节稳定类天

气出现频率均最高。全年中稳定类天气出现频率最高，占 41.60%；中性稳定度出现频率占 35.79%；不稳定类天气占 22.61%。

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：

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

当大气稳定度为 E 和 F 时：

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

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

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 >6 m/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 7.29×10^{-5} 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 767m，1 月最低，仅为 644m。四季之中，平均混合层高度春季（754m）>夏季（737m）>秋季（722m）>冬季（696m）。年平均混合层高度为 737m，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 1042m、870m 和 212m。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	--	775.94	1153.32	861.65	316.33	110.35	643.52
2月	895.84	865.61	1149.57	842.52	314.40	110.24	696.36
3月	894.85	1061.16	1164.93	903.15	320.32	110.36	742.46
4月	885.47	1073.43	1165.81	929.64	321.39	110.08	747.64
5月	983.98	1111.80	1168.94	913.35	315.29	109.90	767.21
6月	977.82	1098.91	1162.04	817.77	312.13	108.64	746.22
7月	979.03	1100.63	1159.05	760.24	306.62	108.02	735.60
8月	918.05	1086.18	1160.76	781.26	310.38	107.87	727.42
9月	885.08	1071.76	1154.19	795.77	307.61	108.35	720.46
10月	879.43	996.76	1158.64	858.18	314.00	109.40	719.40
11月	780.36	760.88	1156.78	943.54	321.39	109.33	678.71
12月	--	767.02	1155.26	950.37	319.57	109.69	660.38
春季	929.45	1084.61	1166.73	915.40	319.18	110.14	754.25
夏季	959.42	1095.12	1160.55	788.08	309.64	108.14	736.83
秋季	882.85	995.29	1156.58	873.02	314.95	109.02	721.95
冬季	895.84	808.64	1152.63	889.16	316.92	110.11	695.55
年	935.45	1032.15	1159.29	870.03	315.54	109.33	736.97

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 4.3-31 所示。磴口县年平均大气自净能力在 $1.8\sim4.2 \text{ t}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ 之间，其中磴口工业园所在区域年平均大气自净能力在 $3.0\sim3.6 \text{ t}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ 之间，大气自净能力等级较强。

近 30 年工业园月平均大气自净能力如图 4.3-32 所示，4~5 月大气自净能力为强等级，9 月大气自净能力为较强等级，其余均为一般。四季平均大气自净能力春季>秋季>夏季>冬季。春季平均大气自净能力为强等级，其余季节为较强等级。年平均大气自净能力为较强等级，大气对污染物的清除条件总体

较强。

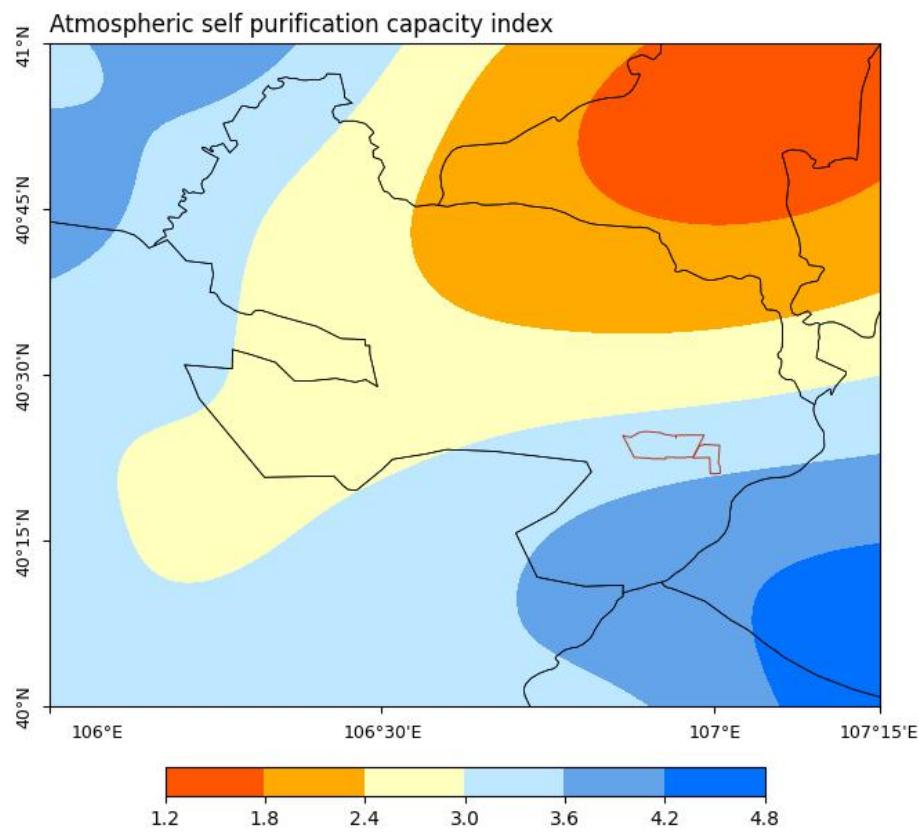


图 4.3-31 1991~2020 年平均大气自净能力空间分布 ($t \cdot d^{-1} \cdot km^{-2}$)

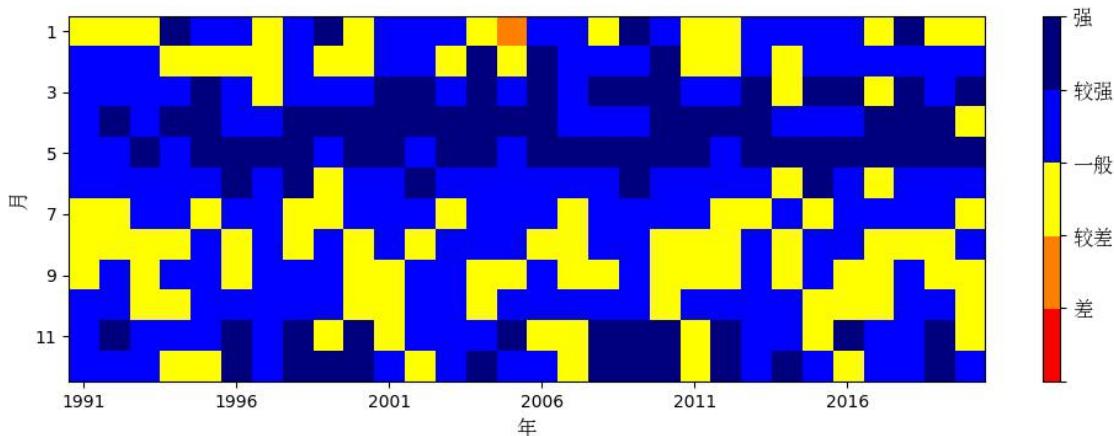


图 4.3-32 1991~2020 年 1~12 月园区大气自净能力等级

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 4.3-33）3-8 月较少，基本未出现低自净能力日，其余月低自净能力日数在 1-3d 之间。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（1.33d）<夏季（1.70d）<秋季（4.67d）<冬季（6.63d）。年累积低大气自净能力日数平均每年出现 14.33d。

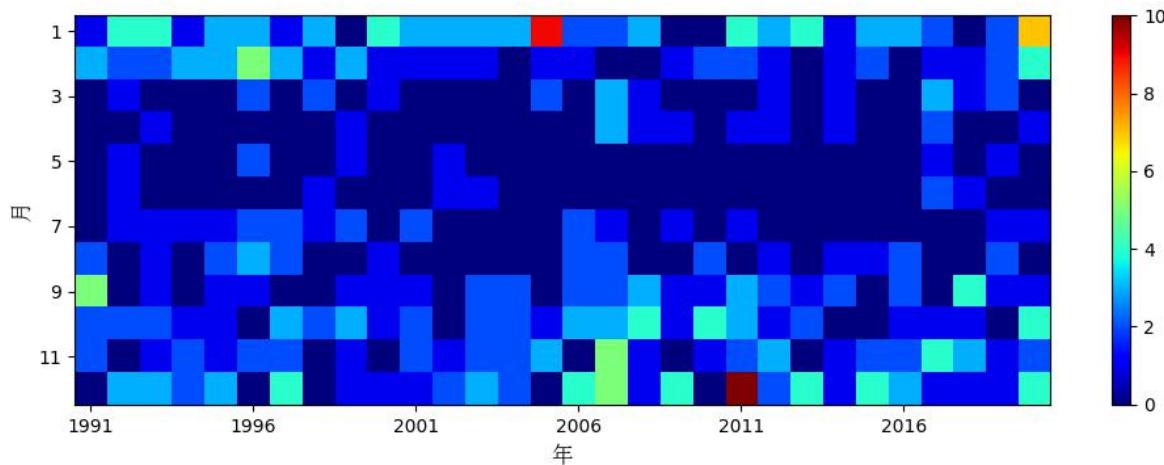


图 4.3-33 1991~2020 年 1~12 月工业园低大气自净能力日数 (d)

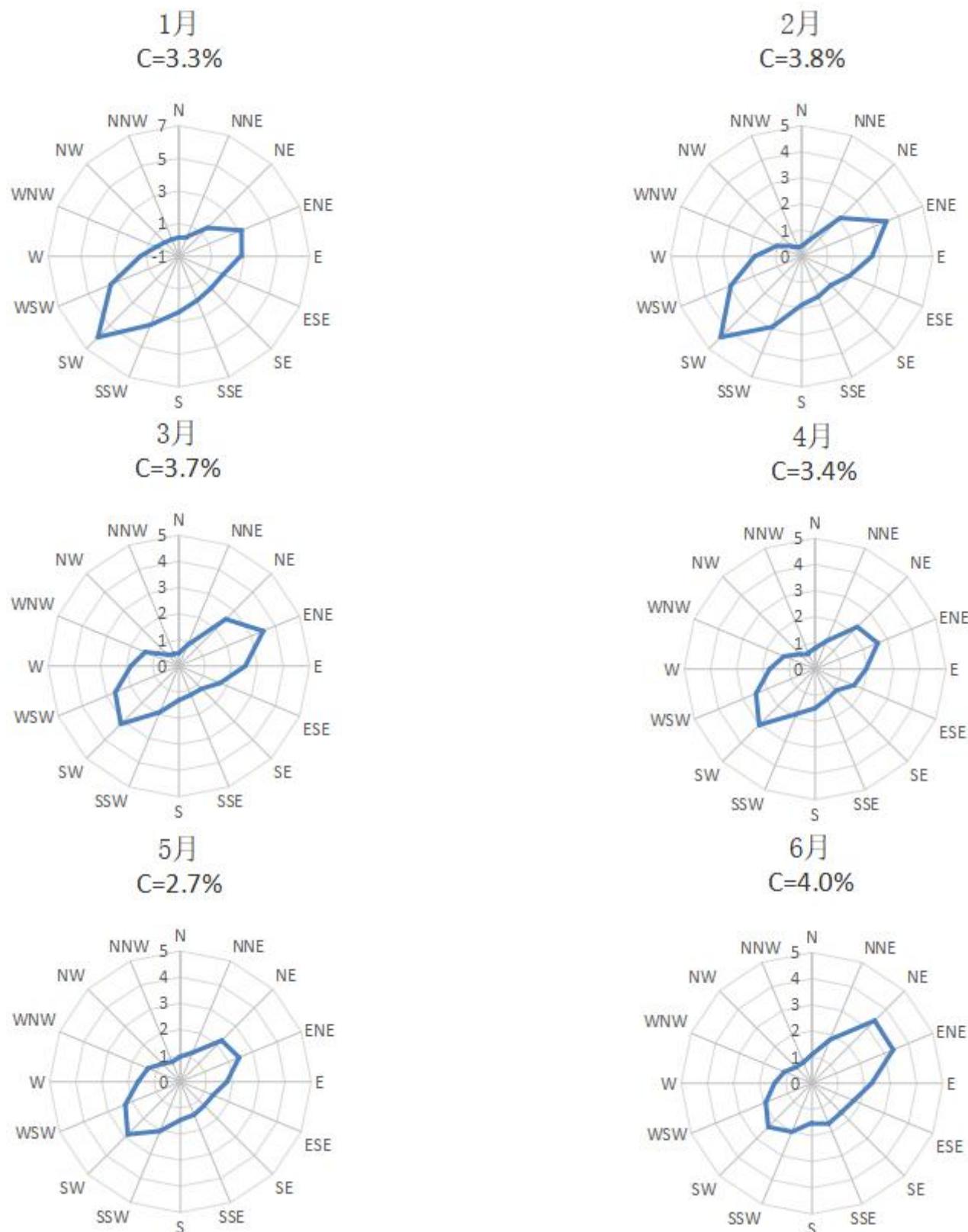
(注：低大气自净能力日：单日大气自净能力为差等级)

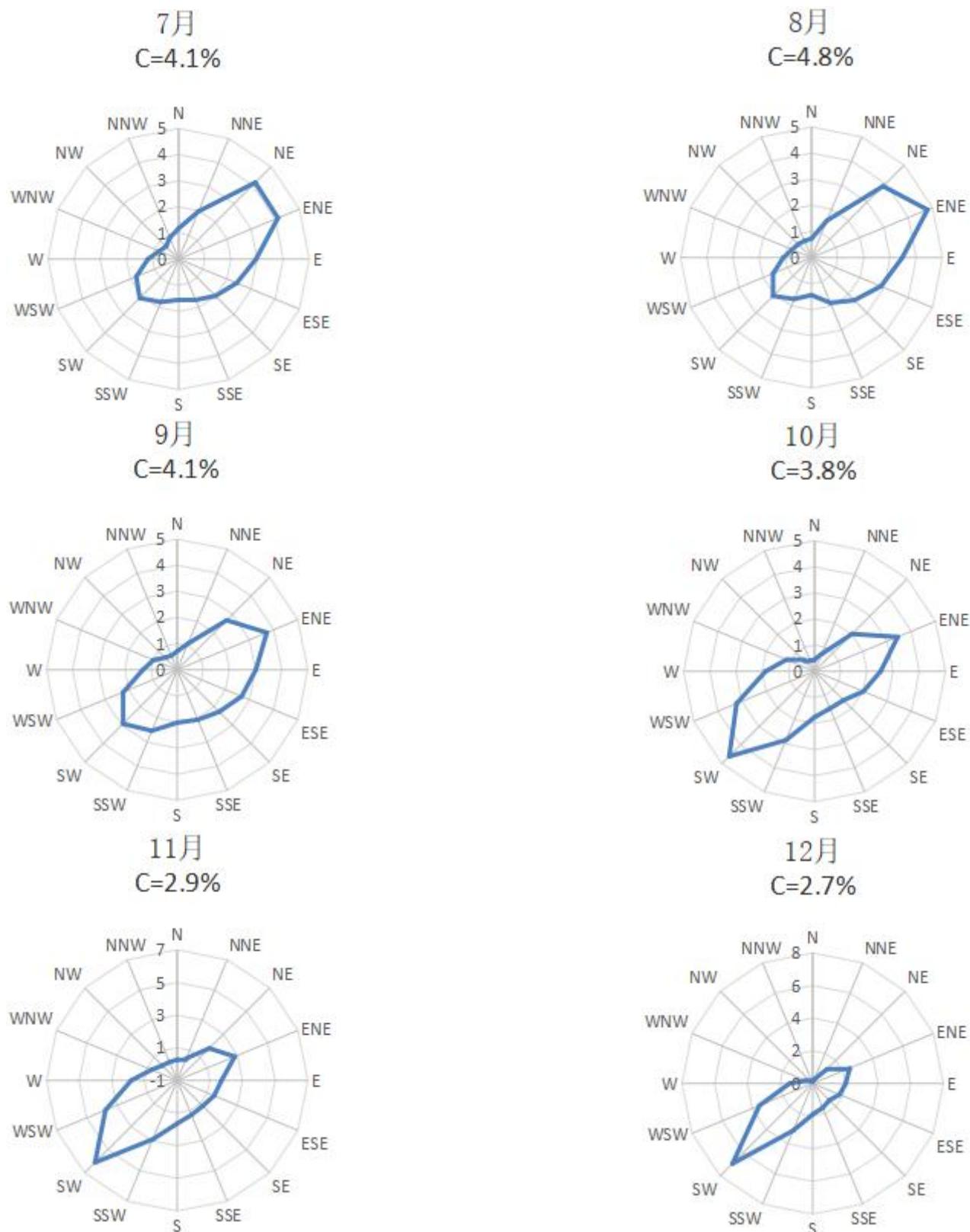
4.3.7.4 污染系数

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 4.3-34）。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	0.16	0.31	1.47	3.15	2.76	1.92	1.77	1.92	2.41	3.54	6.00	3.51	1.37	0.50	0.21	0.12
2月	0.40	0.64	2.08	3.50	2.68	1.96	1.57	1.66	1.86	2.92	4.37	2.93	1.79	1.04	0.51	0.36
3月	0.50	0.87	2.54	3.49	2.54	1.70	1.23	1.19	1.31	1.91	3.14	2.63	1.84	1.39	0.62	0.52
4月	0.80	1.17	2.28	2.60	1.95	1.61	1.15	1.23	1.49	1.86	3.02	2.44	1.74	1.28	0.80	0.68
5月	0.96	1.21	2.23	2.43	1.78	1.35	1.29	1.37	1.46	2.04	2.85	2.28	1.62	1.34	0.97	0.82
6月	1.10	1.81	3.39	3.36	2.28	1.73	1.58	1.67	1.51	2.01	2.36	1.91	1.43	1.14	0.87	0.86
7月	1.18	1.98	4.15	4.11	2.96	2.40	1.99	1.69	1.56	1.78	2.11	1.76	1.18	0.80	0.68	0.89
8月	0.73	1.53	3.87	4.79	3.47	2.87	2.31	1.87	1.44	1.72	2.08	1.58	1.08	0.80	0.72	0.69
9月	0.71	1.09	2.68	3.71	3.01	2.67	2.27	2.07	2.03	2.53	2.92	2.23	1.31	0.98	0.66	0.58
10月	0.46	0.72	2.02	3.44	2.52	2.02	1.57	1.54	1.76	2.85	4.61	3.22	1.87	1.16	0.55	0.46
11月	0.27	0.46	1.78	2.82	1.72	1.45	1.21	1.29	1.64	2.91	6.11	3.75	1.81	0.70	0.29	0.22
12月	0.12	0.29	1.24	2.46	2.03	1.78	1.45	1.61	1.90	3.13	6.95	3.52	1.41	0.45	0.20	0.13
春季	0.75	1.08	2.35	2.84	2.09	1.55	1.21	1.23	1.39	1.94	3.00	2.45	1.73	1.34	0.80	0.67
夏季	0.99	1.77	3.79	4.09	2.91	2.34	1.96	1.74	1.50	1.83	2.18	1.75	1.22	0.90	0.75	0.80
秋季	0.48	0.75	2.16	3.32	2.42	2.02	1.64	1.57	1.79	2.76	4.51	3.03	1.64	0.95	0.50	0.42
冬季	0.22	0.40	1.58	3.01	2.48	1.88	1.59	1.73	2.06	3.20	5.80	3.31	1.51	0.65	0.30	0.20
年	0.60	0.99	2.45	3.31	2.47	1.94	1.56	1.51	1.64	2.42	3.85	2.62	1.51	0.95	0.58	0.52





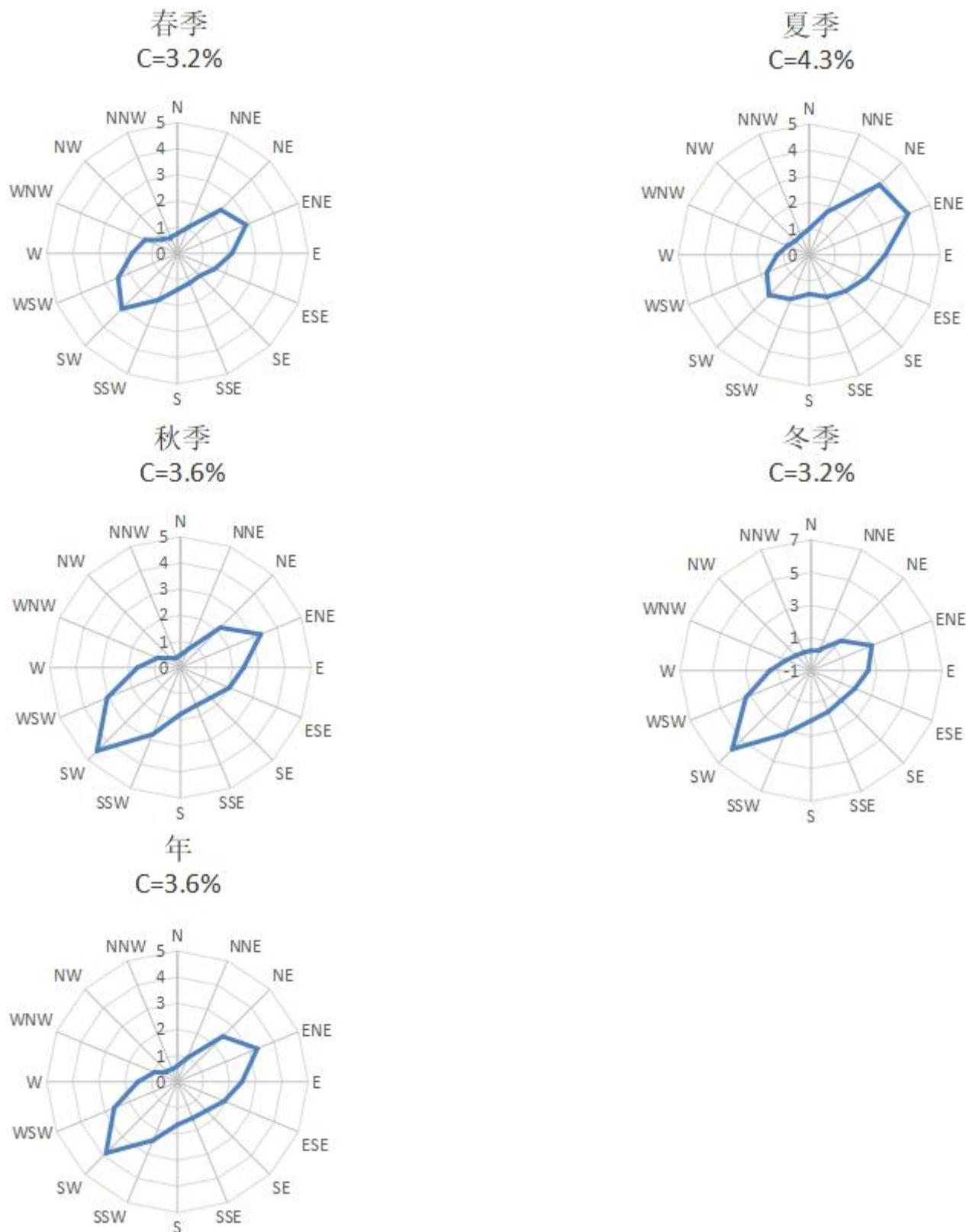


图 4.3-34 园区近 30 年各月污染系数玫瑰图

各月之中，6~7 月 NE 风向污染系数最大，3 月、8~9 月 ENE 风向污染系数最大，其余月份 SW 风向污染系数最大。各月 NNW 风向污染系数均最小。

四季之中，除夏季 ENE 风向污染系数最大外，其余季节 SW 风向最大；除秋季 NW 风向污染系数最小外，其余季节 NNW 风向污染系数最小。年污染系数 SW 风向最大，为 3.85，ENE 风向次之，为 3.31，NNW 风向最小，为 0.52。

4.3.7.5 风向、风速和稳定度联合频率

工业园风向、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。

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

频率 稳定度 风速(m/s)		风向																	
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
<1.5	A	0.09	0.10	0.14	0.14	0.12	0.12	0.09	0.09	0.10	0.11	0.15	0.16	0.11	0.09	0.07	0.09	0.29	
	B	0.06	0.09	0.16	0.24	0.22	0.18	0.16	0.16	0.20	0.22	0.22	0.14	0.09	0.07	0.05	0.05	0.36	
	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	0.08	0.11	0.14	0.19	0.19	0.18	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.10	0.10	0.08	0.07	0.08	0.26	
	E	0.02	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09	0.07	0.08	0.08	0.06	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.07	
	F	0.09	0.10	0.14	0.21	0.27	0.28	0.28	0.26	0.21	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06	0.07	0.22	
≥1.5 —<3.0	A	0.06	0.10	0.14	0.18	0.11	0.08	0.06	0.05	0.05	0.07	0.14	0.16	0.09	0.07	0.06	0.05	0.00	
	B	0.10	0.16	0.36	0.47	0.29	0.17	0.12	0.12	0.13	0.22	0.39	0.38	0.19	0.12	0.07	0.07	0.00	
	C	0.05	0.10	0.34	0.47	0.22	0.10	0.07	0.06	0.07	0.22	0.46	0.31	0.15	0.07	0.06	0.06	0.00	
	D	0.20	0.32	0.71	0.97	0.69	0.46	0.33	0.29	0.32	0.40	0.49	0.43	0.26	0.18	0.14	0.14	0.00	
	E	0.05	0.08	0.21	0.35	0.33	0.23	0.17	0.18	0.25	0.31	0.31	0.16	0.10	0.06	0.04	0.04	0.00	
	F	0.25	0.46	1.12	1.96	2.01	1.72	1.37	1.40	1.51	1.43	1.01	0.80	0.54	0.33	0.22	0.19	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	0.10	0.15	0.33	0.49	0.21	0.10	0.08	0.08	0.05	0.07	0.35	0.54	0.26	0.15	0.09	0.08	0.00	
	C	0.07	0.13	0.38	0.53	0.19	0.09	0.06	0.05	0.05	0.17	0.90	0.65	0.26	0.15	0.11	0.07	0.00	
	D	0.16	0.32	1.06	1.22	0.38	0.21	0.20	0.17	0.19	0.71	1.29	0.80	0.50	0.37	0.22	0.14	0.00	
	E	0.13	0.36	1.32	1.49	0.73	0.46	0.46	0.43	0.66	2.63	4.04	1.86	0.94	0.47	0.21	0.14	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	0.02	0.02	0.07	0.11	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.11	0.20	0.09	0.05	0.02	0.02	0.00	
	C	0.05	0.08	0.16	0.23	0.08	0.04	0.06	0.06	0.03	0.03	0.47	0.56	0.28	0.18	0.11	0.08	0.00	
	D	0.12	0.28	1.06	0.71	0.15	0.11	0.17	0.25	0.21	0.24	2.48	1.51	0.91	0.53	0.24	0.14	0.00	
	E	0.01	0.05	0.26	0.17	0.03	0.03	0.06	0.09	0.09	0.15	0.98	0.36	0.16	0.07	0.03	0.01	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	0.12	0.31	1.10	0.40	0.07	0.05	0.14	0.20	0.17	0.09	1.55	1.78	2.03	1.49	0.47	0.16	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	

在风速 $<4.5\text{m/s}$ 时，工业园风向、风速和稳定度联合频率以中性和稳定类居多；风速 $\geq4.5\text{m/s}$ 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 $1.5\sim3\text{m/s}$ 范围的稳定等级大气稳定度中，联合频率达19.19%，其中以E风向的联合频率最高，为2.33%，ENE风向次之，为2.31%；联合频率的次大值出现在风速 $3\sim4.5\text{m/s}$ 范围的较稳定等级大气稳定度中，联合频率为16.32%，其中以SW风向的联合频率最高，为4.04%，SSW风向次之，为2.63%。

总体来看，磴口工业园域总体大气自净能力较强，大气扩散条件较强。从年污染系数看，SW~WSW扇区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。

4.4小结

磴口春季天气多变，降水少，多大风天气；夏季雨水相对集中，地面盛行西南风，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。

自磴口气象站建站以来（1954年），年极端最高气温在 37°C 以上的年份共有47年，其中2005年极端最高气温达到 40°C 以上。从气候特征来看，园区平均气温在 9.0°C ，在全县范围内属于中上水平，工业园企业在开展食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。

工业园年平均降水量 140~155mm，处于全县较高水平，且降水主要集中在夏季，累年平均相对湿度在 42%，为工业区食品业、乳业的发展提供了较好的自然条件。工业园周边区域年平均风速在 2.1~3.2m/s，其中磴口工业园年平均风速在 2.8m/s 左右，处于风速相对较高区域。磴口工业园大气自净能力总体较强，大气扩散条件较强。在后续工业园规划建设过程中，磴口工业园及其周边工业用地除发展食品、乳业、化工外，还规划大力发展战略性新兴产业（如沙（草）产业加工业、五金制造业、机械制造业、矿山产业、建材工业、仓储物流业）。规划工业用地形成化学工业、食品及沙（草）产业加工业、电力工业、五金及机械制造工业、建材工业等相对集中的工业片区，绕城公路以南只安排污染较小的工业项目。将污染严重的化工、建材、电力产业布置在园区的下风向，将污染相对较轻的食品工业、仓储物流业布置在园区的上风向，与巴彦高勒镇镇区相连。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，磴口工业园所在区域四季分明、气温适宜、日照充足、降水适中、风向稳定，气候条件适宜工业园的建设和运行。

5高影响天气及气象灾害风险评价

5.1大风

5.1.1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。

磴口气象站 1954~2020 年的平均大风日数为 11.9 天，最大年大风日数为 61 天，出现在 1955 年。年日数变化呈减少趋势。大风全年各月均有发生，其中 3~5 月、7 月相对较多。

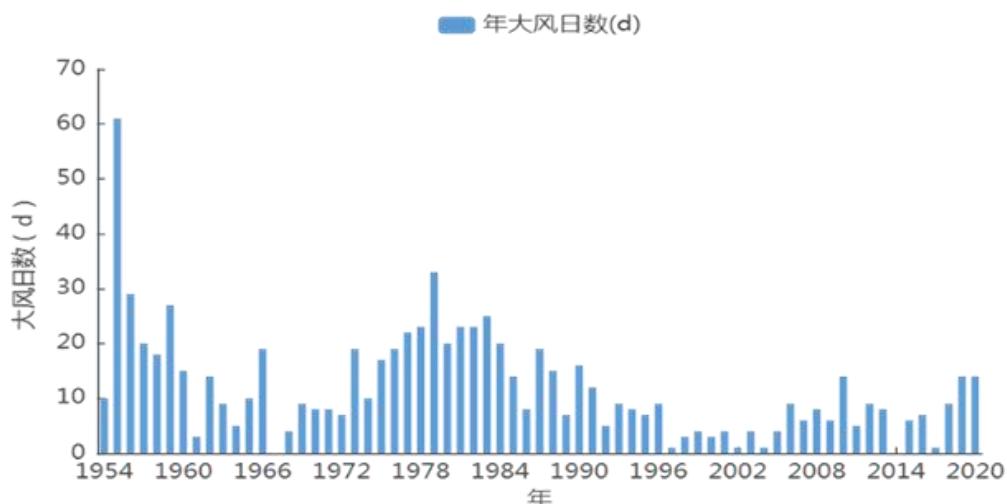


图 5.1-1 1954~2020 年磴口气象站年大风日数逐年变化图 (单位: d)

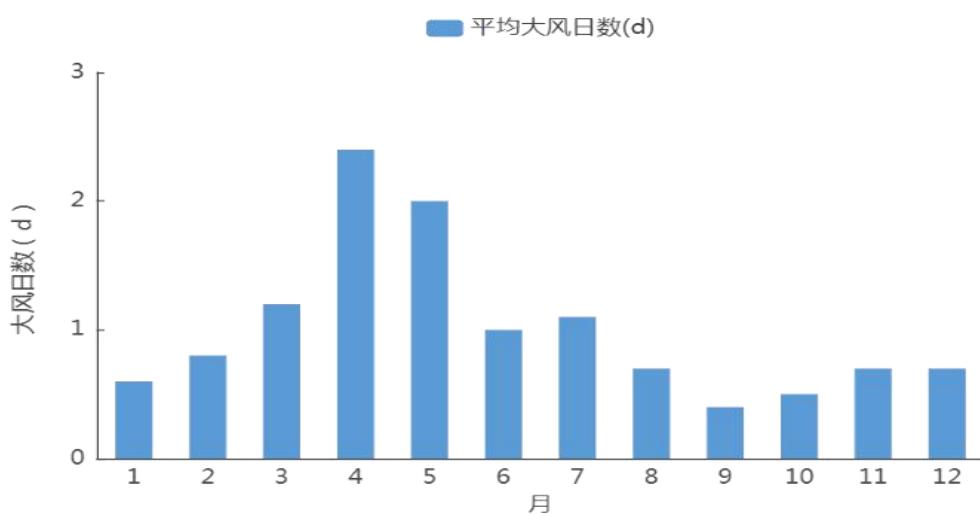


图 5.1-2 1954~2020 年磴口气象站平均大风日数逐月变化图 (单位: d)

5.1.2 园区大风危险性空间分布特征

如图 5.1-3 所示，磴口县大风致灾因子危险性等级呈现出西北向东南递减的分布特征。磴口工业园位于低风险区，整体上大风灾害对园区的影响相对较小。

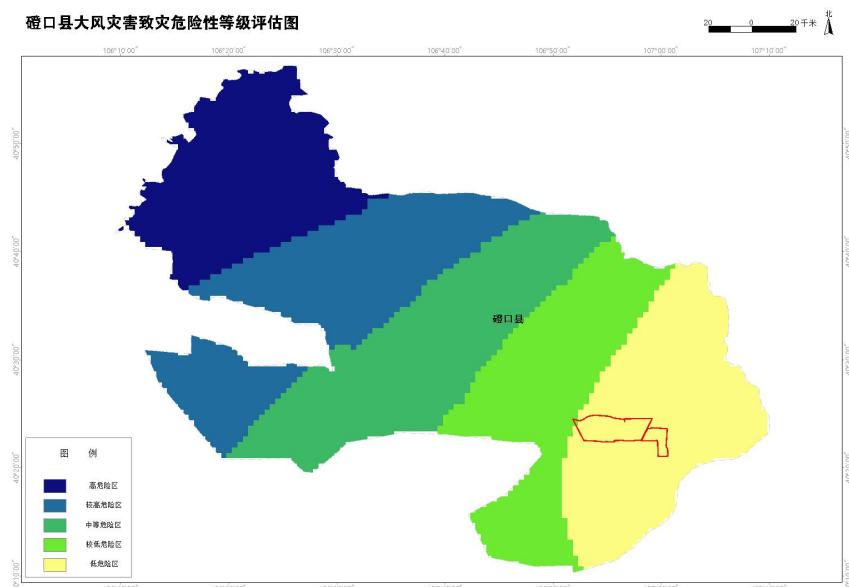


图 5.1-3 磴口县大风灾害致灾因子危险性分布图

5.1.3 大风的影响及危害

大风对园区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：

- (1) 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。
- (2) 对大气环境的影响：大风可刮起地面沙尘，使空气质量恶化。
- (3) 对园区内生产生活的影响：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。

(4) 对园区内供电线路的影响：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，导致企业停产，造成经济损失。

5.1.4 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、设施和车辆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) 在大风来临之际，应及时停止园区内部露天活动，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。同时也要特别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。

5.2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，中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，本节主要分析雷暴和闪电的时间分布特征，详细的雷击风险评估将在第七章作专项评估。

5.2.1雷暴的气候特征

统计磴口气象站 1954~2013 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 19.4 天，年最大雷暴日数为 32 天，出现在 1955 年和 1964 年。年日雷暴数变化呈减少趋势。雷暴主要发生在 6~9 月，占全年雷暴发生日数的 89.18%，7 月是高发时段，累年平均为 6.4 天，占全年雷暴发生的

32.99%，1~3月、11~12月没有雷暴发生。

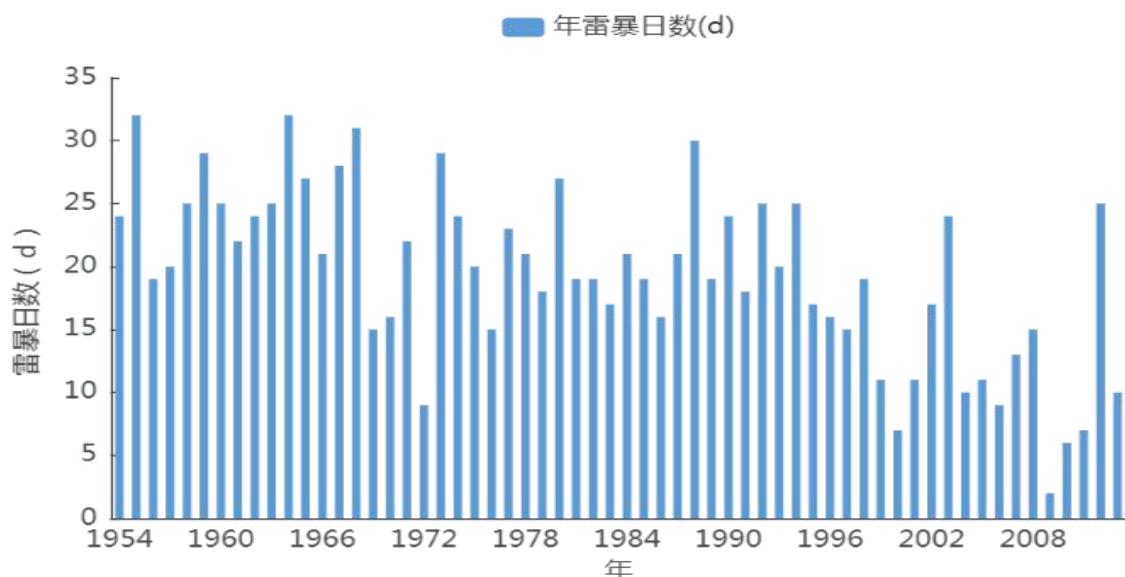


图 5.2-1 1954~2013 年磴口气象站年雷暴日数逐年变化图 (单位: d)

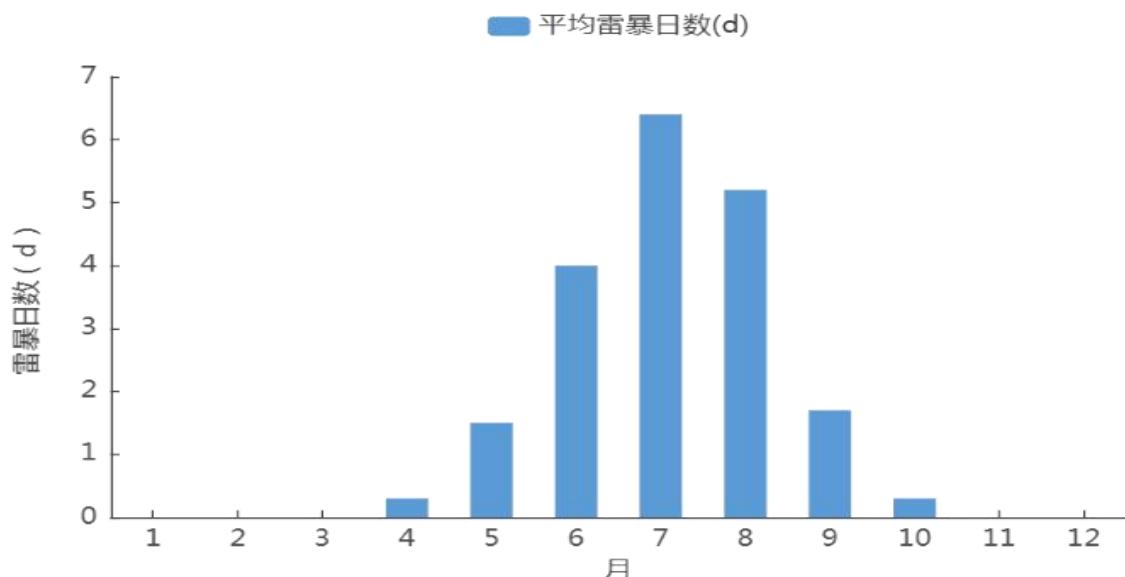


图 5.2-2 1954~2013 年磴口气象站平均雷暴日数逐月变化图 (单位: d)

5.2.2 地闪活动特征分析

5.2.2.1 地闪频次时空分布特征

(1) 地闪时间分布特征

磴口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 39.2 次，其中 8 月雷电活动最频繁，

共发生闪电 96 次。

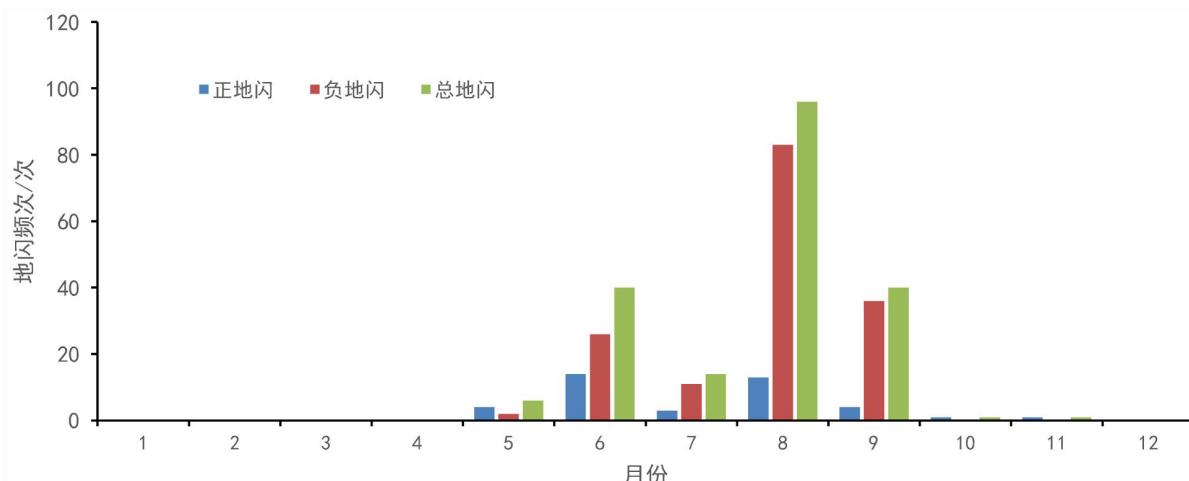


图 5.2-3 磴口工业园周边地闪月分布图

磴口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午后至傍晚时段，其中 14 时雷电活动最强，19 时次之。

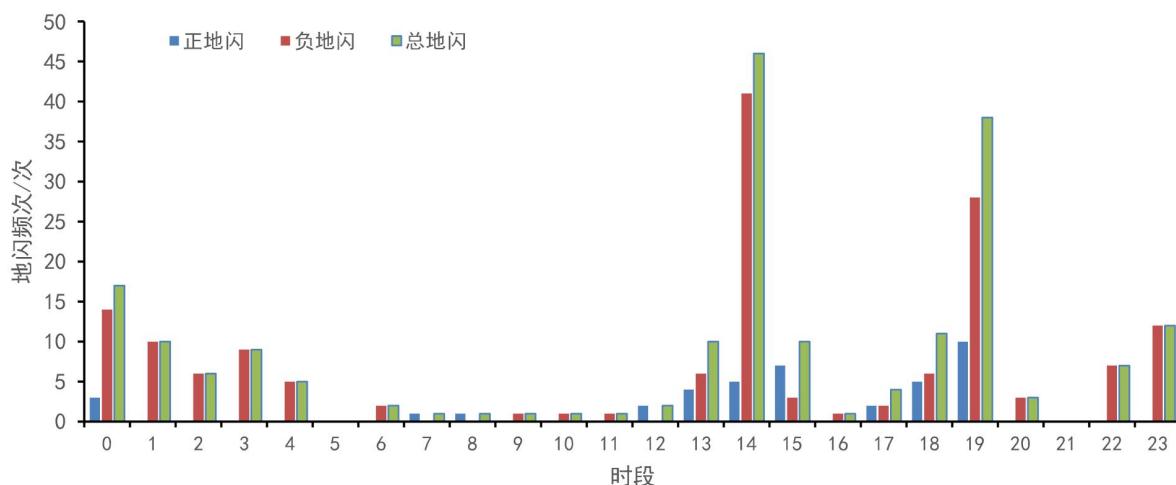


图 5.2-4 磴口工业园周边地闪时段分布图

(2) 地闪空间分布特征

2014~2021 年磴口工业园 10km 范围内共发生闪电 198 次，其中正闪电 40 次，占 20.20%；负闪电 158 次，占 79.80%。最大正地闪出现在 2016 年 8 月 17 日 18 时 59 分 51 秒，闪电电流强度为 125.4kA，陡度为 16.5kA/ μ s；最大负地闪出现在 2019 年 5 月 31 日 14 时 03 分 22 秒，闪电电流强度为 -136.9kA，

陡度为 $-0.4\text{kA}/\mu\text{s}$ 。

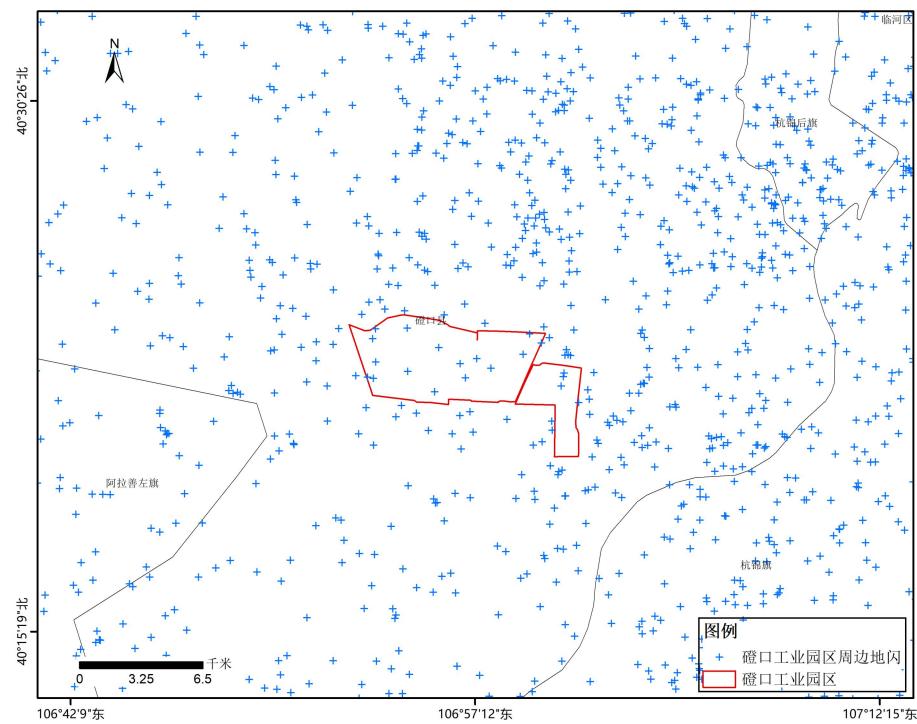


图 5.2-5 磴口工业园周边闪电发生情况

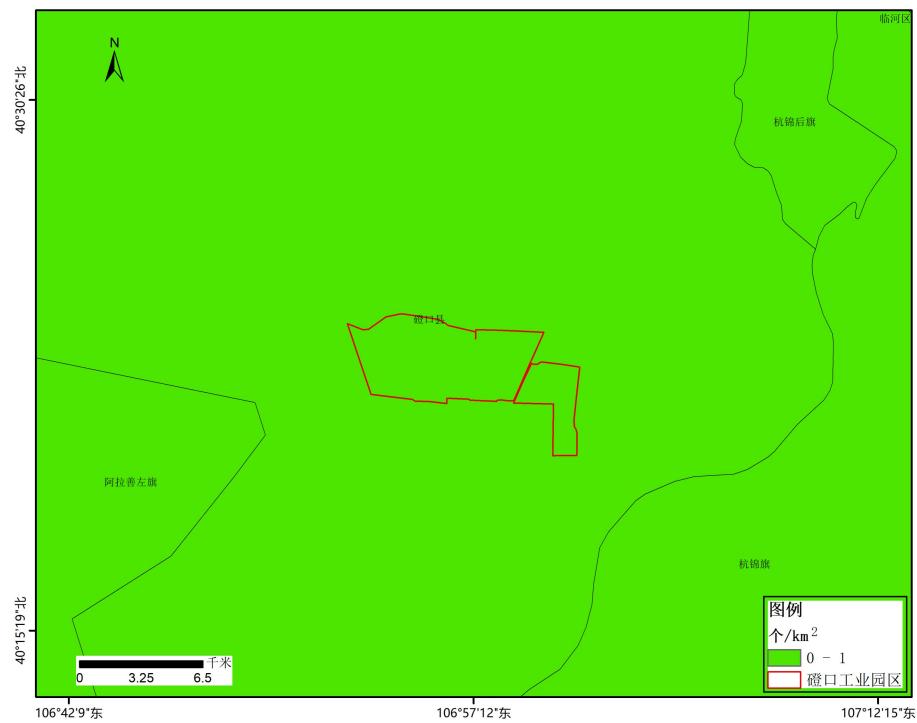


图 5.2-6 磴口工业园 10km 范围内地闪密度分布图

图 5.2-6 为磴口工业园周边近 8 年的地闪密度分布状况，工业园地闪密度

平均值为 0.08 次/km²，最大地闪密度为 0.63 次/km²。

表 5.2-1 1961~2013 年磴口气象站年雷暴日统计表

根据磴口气象站观测的 1961~2013 年雷暴日数据（见表 5.2-1）可知，当地累年平均雷暴日数为 18.6d，按照 GB50057-2010 雷击大地密度 $Ng=0.1 \times Td$ ，可得该地区雷击大地密度为 1.86 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 0.08 次/km² 要大，当用两种方法计算得到不同雷击大地密度数据时，为了进一步确保雷击安全，建议取较大值作为防雷装置设计依据。

5.2.2.2 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，磴口工业园 10km 范围正地闪电流强度主要集中在 20~125kA，其累积概率为 90.00%；负地闪电流强度主要集中在 10~55kA，其累积概率为 89.87%。

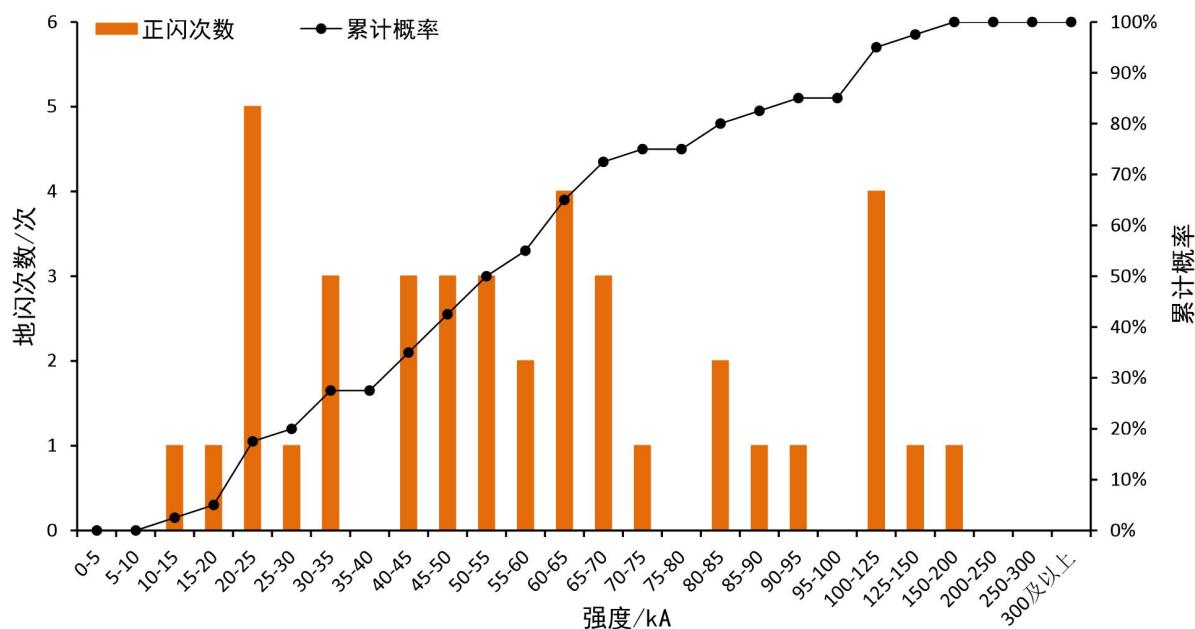


图 5.2-7 磴口工业园周边正地闪电电流强度分布图

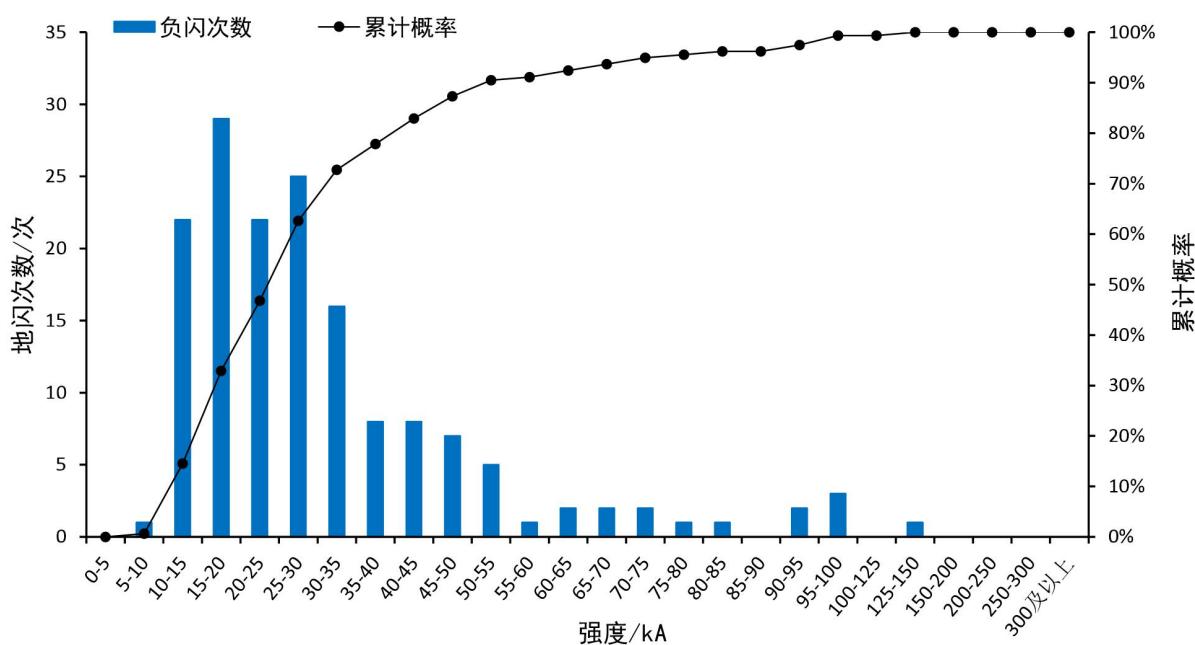


图 5.2-8 磴口工业园周边负地闪电电流强度分布图

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磴口工业园近 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。

$$P_{\text{总地闪}}(>I_p) = \frac{1}{1 + \left(\frac{I_p}{29.5619}\right)^{2.5905}}$$

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 5.2-2 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	9.68	>140	1.75
>10	94.31	>80	7.05	>150	1.47
>20	73.35	>90	5.29	>160	1.24
>30	49.05	>100	4.08	>170	1.06
>40	31.36	>110	3.22	>180	0.92
>50	20.40	>120	2.58	>190	0.80
>60	13.78	>130	2.11	>200	0.70

(2) 雷电流强度的空间分布

图 5.2-9 为磴口工业园周边近 8 年的地闪强度分布状况。园区 10km 范围地闪强度平均值分别为 2.97kA/km²，属弱地闪强度等级。

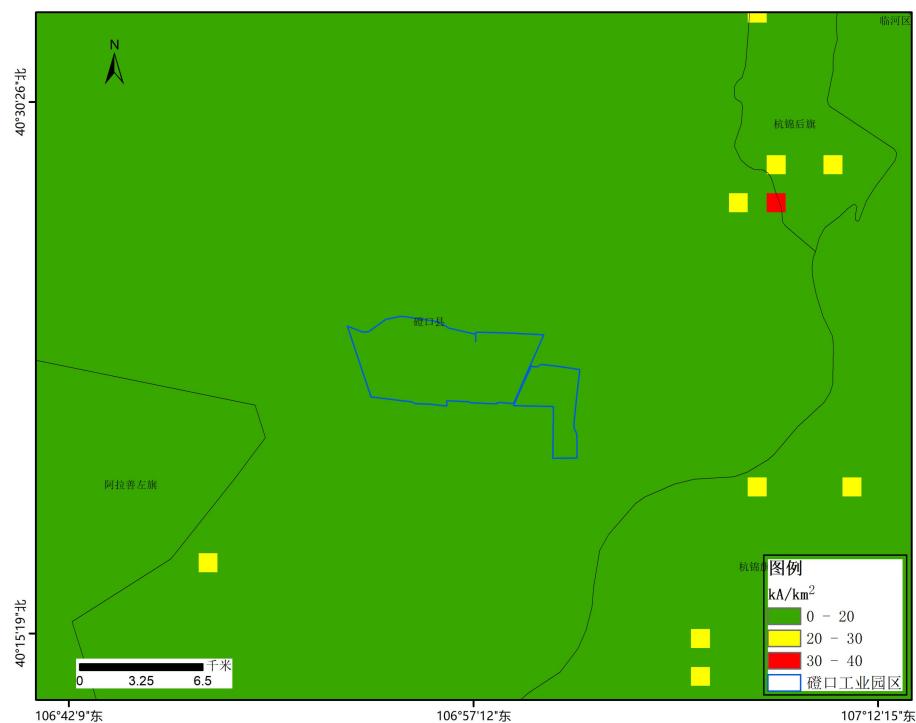


图 5.2-9 磴口工业园 10km 范围内地闪强度分布图

5.2.2.3 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

磴口工业园 10km 范围近 8 年各月累计正负地闪次数在 0~83 次之间，6 月正地闪次数最多，8 月负地闪次数最多。5~11 月各月正地闪平均陡度在 4.88~15.80kA/μs 之间，7 月的平均陡度最大；5~9 月各月负地闪平均陡度在 5.50~8.85kA/μs 之间，5 月的平均陡度最大。

表 5.2-3 磴口工业园 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/μs)	负地闪累计次数(次)	负地闪平均陡度(kA/μs)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	4	4.93	2	8.85
6	14	10.74	26	7.73
7	3	15.80	11	8.78
8	13	6.92	83	6.39
9	4	4.88	36	5.50
10	1	9.50	0	0
11	1	8.60	0	0
12	0	0	0	0

（2）逐时雷电流陡度分析

磴口工业园 10km 范围近 8 年各时段累计正负地闪次数在 0~41 次之间，19~20 时正地闪次数最多，14~15 时负地闪次数最多。正地闪日平均陡度在

0~18.80kA/μs 之间，上午 8~9 时的平均陡度最大；负地闪日平均陡度在 0~17.30kA/μs 之间，上午 9~10 时最大。

表 5.2-4 磴口工业园 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/μs)	负地闪累计次数(次)	负地闪平均陡度(kA/μs)
0-1	3	8.63	14	11.03
1-2	0	0	10	0.50
2-3	0	0	6	0.02
3-4	0	0	9	11.17
4-5	0	0	5	6.22
5-6	0	0	0	0
6-7	0	0	2	11.00
7-8	1	5.50	0	0
8-9	1	18.80	0	0
9-10	0	0	1	17.30
10-11	0	0	1	0.10
11-12	0	0	1	5.50
12-13	2	4.65	0	0
13-14	4	10.38	6	11.12
14-15	5	3.22	41	4.83
15-16	7	10.34	3	4.67
16-17	0	0	1	7.50
17-18	2	0.10	2	3.70
18-19	5	12.00	6	4.13
19-20	10	9.54	28	7.63
20-21	0	0	3	5.43
21-22	0	0	0	0
22-23	0	0	7	11.31
23-24	0	0	12	6.68

5.2.3 雷击防护建议

5.2.3.1 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，磴口工业园历史地闪回击平均密度为 0.08 次/km²；依据磴口气象站 1961~2013 年平均雷暴日数据计算，其雷击大地密度为 1.86 次/km²。该园区在设计防雷装置时，建议取 1.86 次

/km²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GB 50057-2010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：1) 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；2) 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。

5.2.3.2 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，一天之中下午14时雷电活动最强，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 $-40mm \times 4mm$ 热镀锌扁钢或 $\varphi 12$ 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 $1\sim 3m$ 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。

5.2.3.3 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。

5.2.3.4 加强雷电监测预警和应急管理

- (1) 按照规范要求应对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。

5.2.3.5 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，因为雷电流击中人后已经通过人体泄放到大地，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。

5.2.3.6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。

5.3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。大风沙尘天气能见度较低，会引发园区的作业和交通安全隐患。

5.3.1浮尘的气候特征

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。

磴口气象站自 1954 年有连续的浮尘观测资料，统计表明（图 5.3-1），1954~2020 年平均浮尘日数 5.9 天，出现最多的一年是 2017 年，为 110 天。从磴口气象站浮尘天气的年际变化看，年浮尘日数变化呈下降趋势。值得注意的是，由于 2016 年开始地面观测规范发生变化，观测得到的浮尘日数明显增加。

根据磴口气象站平均浮尘日数月变化来看，浮尘天气主要发生在春季（3~5 月），占全年的 66.7%，其中 3 月扬沙发生日数最多，发生了 0.8 天，占全年的 24.7%。

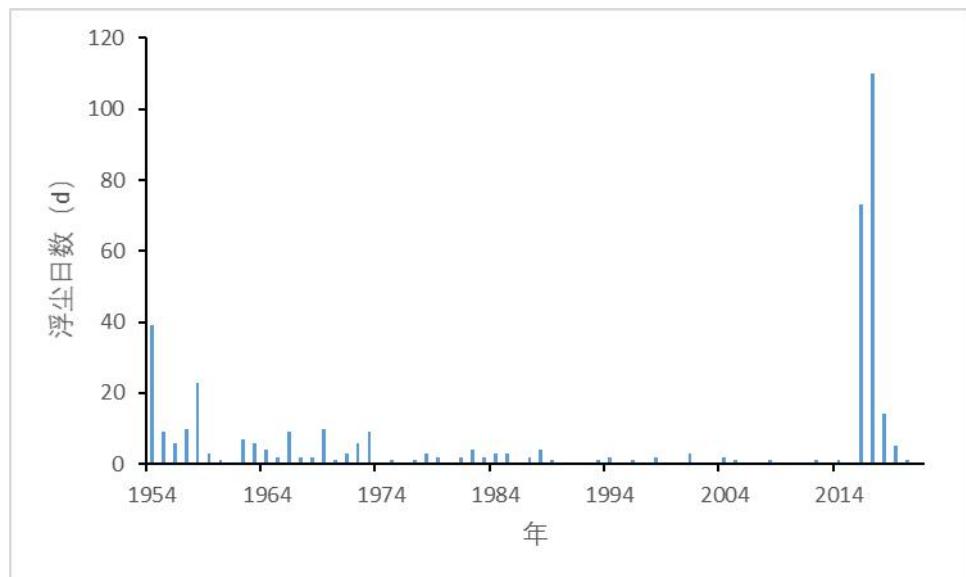


图 5.3-1 1954~2021 年磴口气象站年浮尘日数年际变化

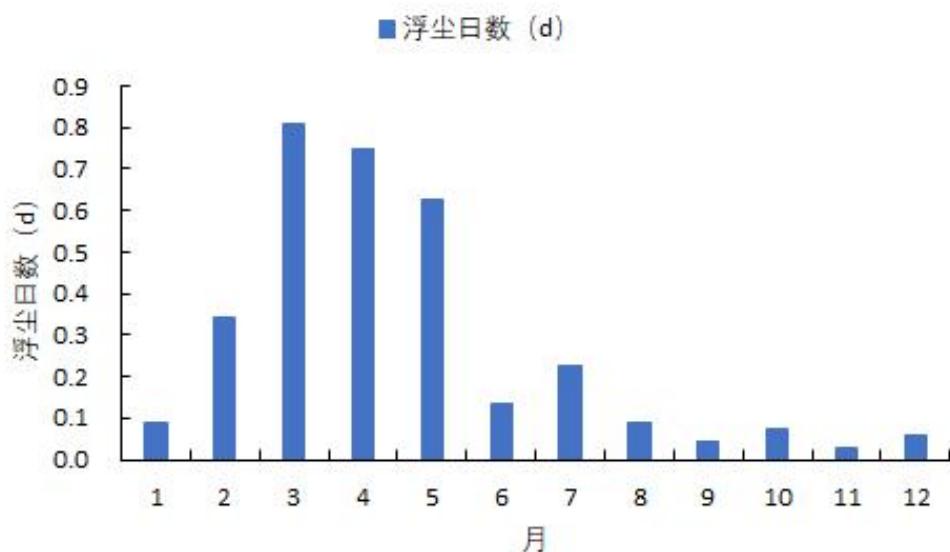


图 5.3-2 1954~2021 年磴口气象站平均浮尘日数逐月变化

5.3.2 扬沙的气候特征

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。

磴口气象站自 1954 年有连续的扬沙观测资料，统计表明（图 5.3-3），1954~2020 年平均扬沙日数 31.9 天，出现最多的一年是 1966 年，为 101 天。

从磴口气象站扬沙天气的年际变化看，二十世纪九十年代以后，扬沙日数普遍较少。总体来说，年扬沙日数变化呈下降趋势。

根据磴口气象站平均扬沙日数月变化来看，扬沙天气主要发生在春季（3~5月），占全年的39.3%，其中4月扬沙发生日数最多，发生了4.8天，占全年的14.9%。

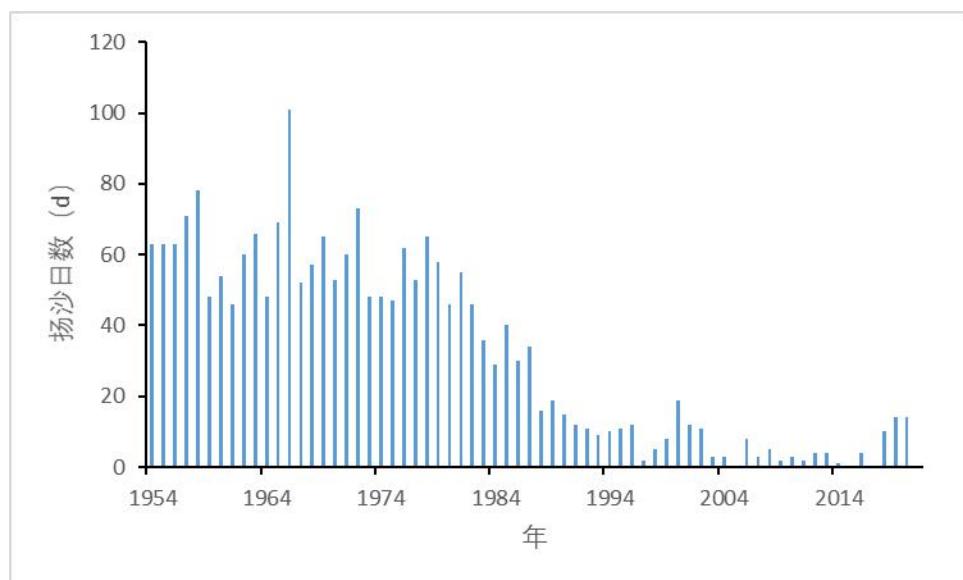


图 5.3-3 1954~2021 年磴口气象站年扬沙日数年际变化

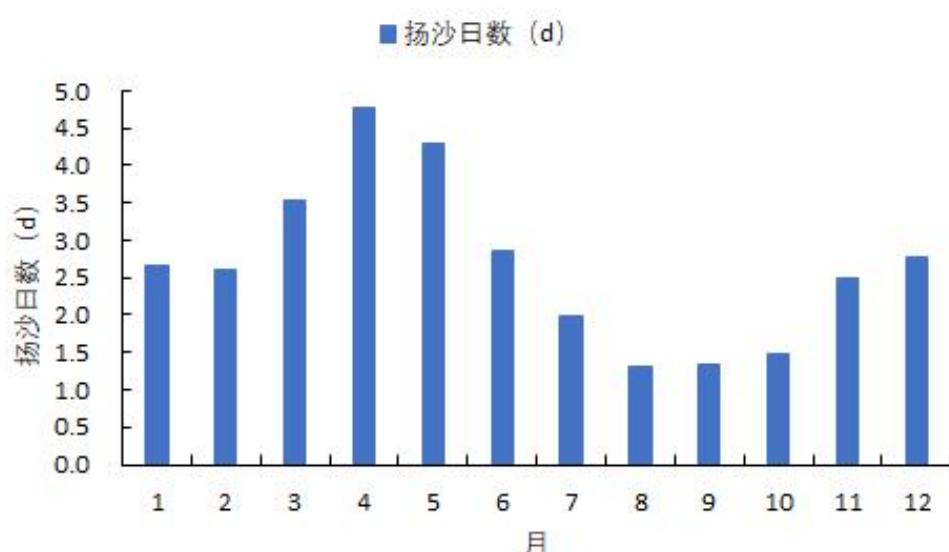


图 5.3-4 1954~2020 年磴口气象站平均扬沙日数逐月变化

5.3.3 沙尘暴的气候特征

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。

1954~2021年磴口气象站累年平均沙尘暴日数为10.4天，1973年沙尘暴日数最多，为55天。年日数变化呈下降趋势，下降速率为3.95d/10a。

从沙尘暴日数月变化来看，磴口气象站全年均有沙尘暴发生，其中沙尘暴出现高峰期在春季（3~5月），其中4月的发生日数最多。

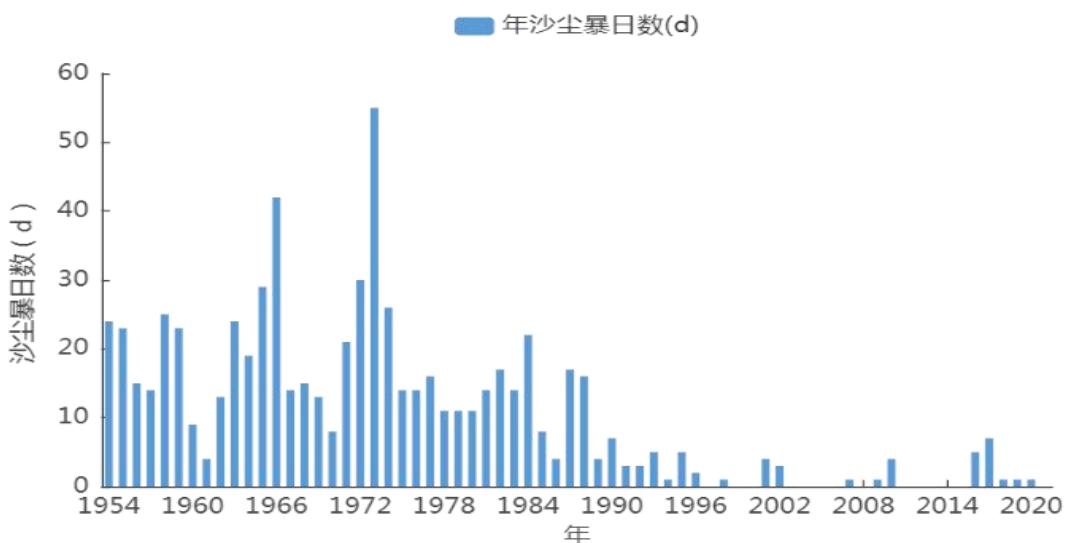


图 5.3-5 1954~2021 年磴口气象站年沙尘暴日数逐年变化图 (单位: d)

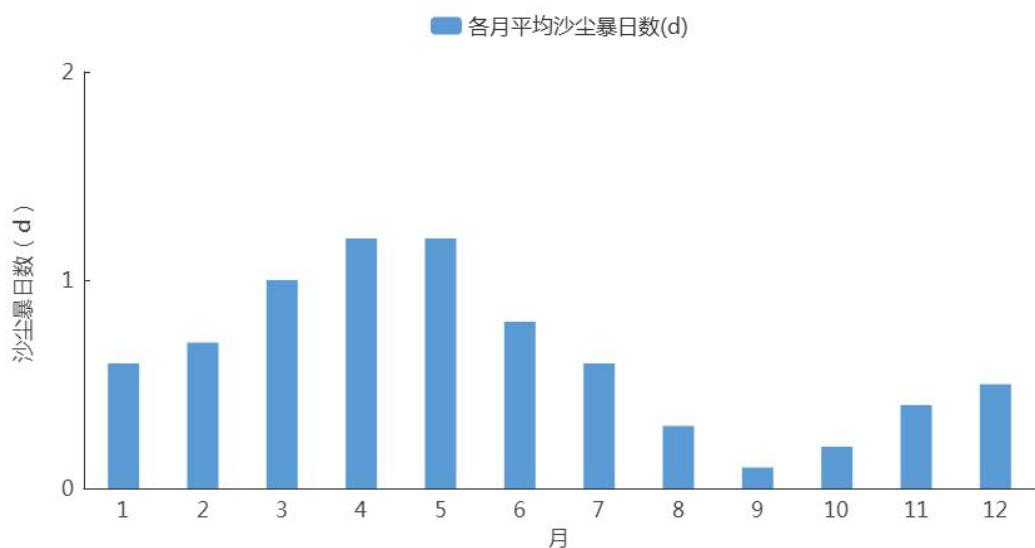


图 5.3-6 1954~2021 年磴口气象站平均沙尘暴日数逐月变化 (单位: d)

5.3.4 园区沙尘暴天气危险性空间分布特征

如图 5.3-7 所示，磴口县沙尘暴灾害致灾危险性等级以高风险区为主，局部有低风险到次低风险区。磴口工业园大部分区域属于沙尘暴灾害危险性高风险区和次高风险区，发生沙尘灾害的可能性相对较大。沙尘暴会对园区内企业运输造成影响，对设备造成污染，要注意沙尘防护。

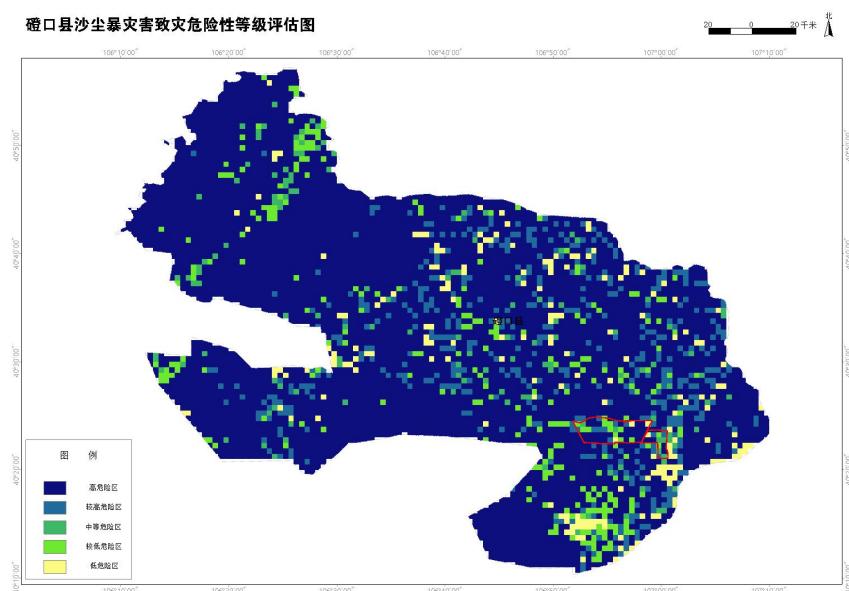


图 5.3-7 磴口县沙尘暴灾害致灾因子危险性分布图

5.3.5 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；也使空气质量明显下降，危害人们的健康，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) 农畜产品加工业的影响：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) 对生产设备的影响：弥漫的沙尘对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。

5.3.6 沙尘防御建议

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(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。

5.4暴雨

5.4.1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，是内蒙古自治区仅次于旱灾的气象灾害，也是影响工程建设和运营生产的重要气象因子。短历时强降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，对园区的排水管网、施工场所防汛能力都有较高的要求。

5.4.1.1暴雨日数

日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 为暴雨以上量级。1954~2020年磴口气象站累年平均暴雨日数为0.1天，1958年、1969年、1977年、1984年、1995年、1997年、2003年、2012年、2016年、2018年暴雨日数最多，为1天，年日数变化呈增加趋势。暴雨发生在7~8月，其中7月、8月相对较多。

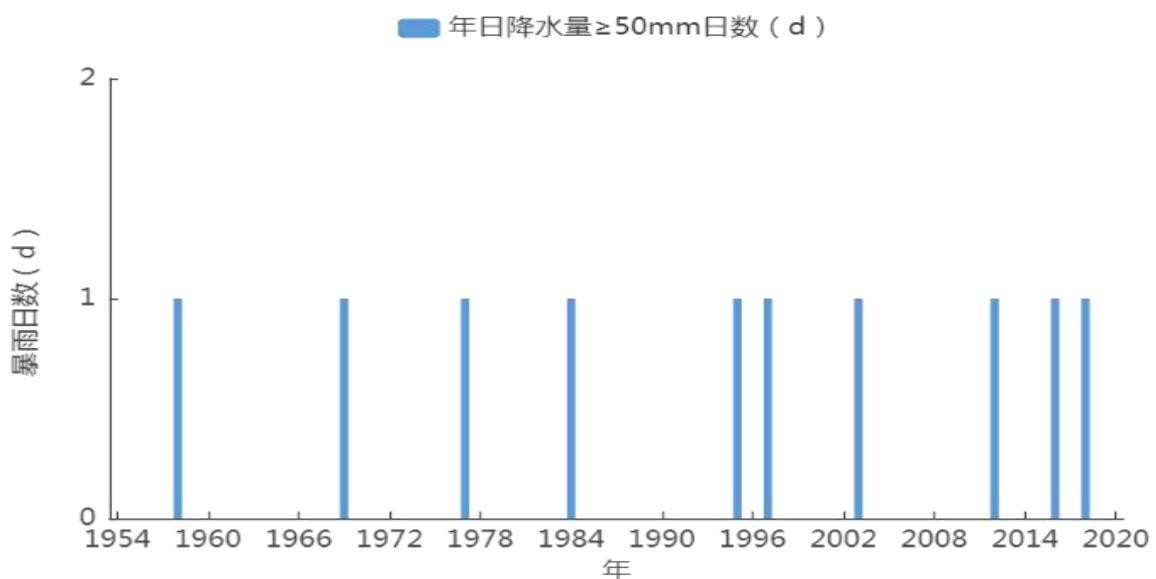


图 5.4-1 1954~2020 年磴口气象站年暴雨日数逐年变化图 (单位: d)

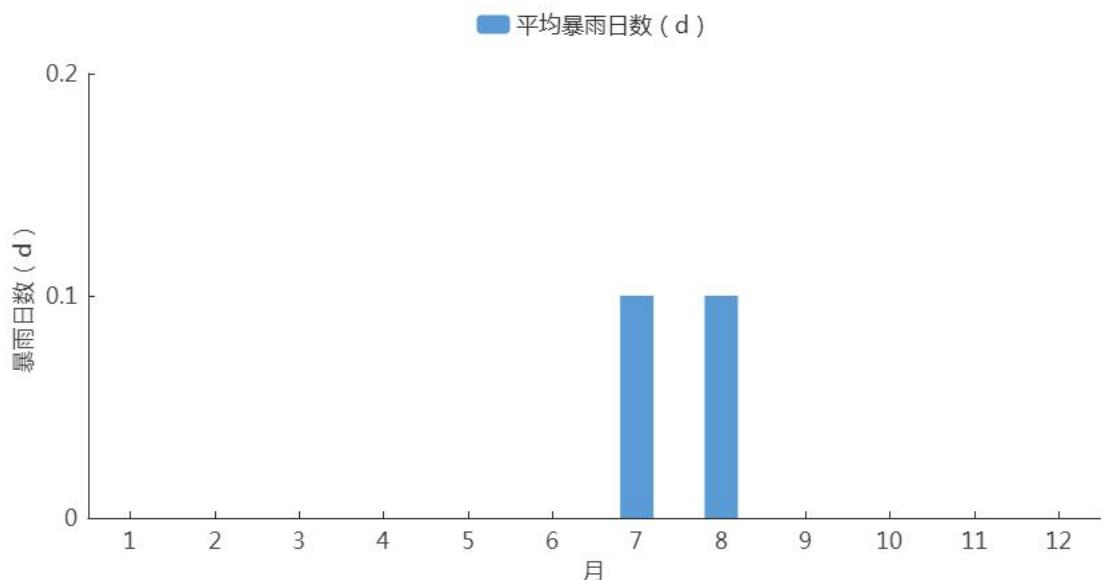


图 5.4-2 1954~2020 年磴口气象站平均暴雨日数逐月变化图 (单位: d)

5.4.1.2 最长连续降水日数及最大连续降水量

1954~2020 年磴口气象站最长连续降水日数的最大值为 7 天，出现在 1973 年，最长连续降水量在 1.3mm（1962 年）~50.4mm（1979 年）之间变化；而最大连续降水量则在 9.3mm（1986 年）~136.6mm（1997 年）左右。

表 5.4-1 磬口气象站 1954~2021 年最长连续降水日数及最大连续降水量一览表

年	最长连续降水日数			最大连续降水量		
	最长连续降水 日数（天）	最长连续降水 量（mm）	最长连续降水 止日	最大连续降水 量（mm）	最大连续降水 日数（天）	最大连续降水 止日
1954						
1955						
1956						
1957						
1958						
1959						
1960						
1961						
1962						
1963						
1964						
1965						
1966						
1967						
1968						
1969						
1970						
1971						
1972						
1973						
1974						
1975						
1976						
1977						
1978						
1979						
1980						
1981						
1982						
1983						
1984						
1985						
1986						
1987						
1988						
1989						

1990							
1991							
1992							
1993							
1994							
1995							
1996							
1997							
1998							
1999							
2000							
2001							
2002							
2003							
2004							
2005							
2006							
2007							
2008							
2009							
2010							
2011							
2012							
2013							
2014							
2015							
2016							
2017							
2018							
2019							
2020							

■ 最长连续降水日数

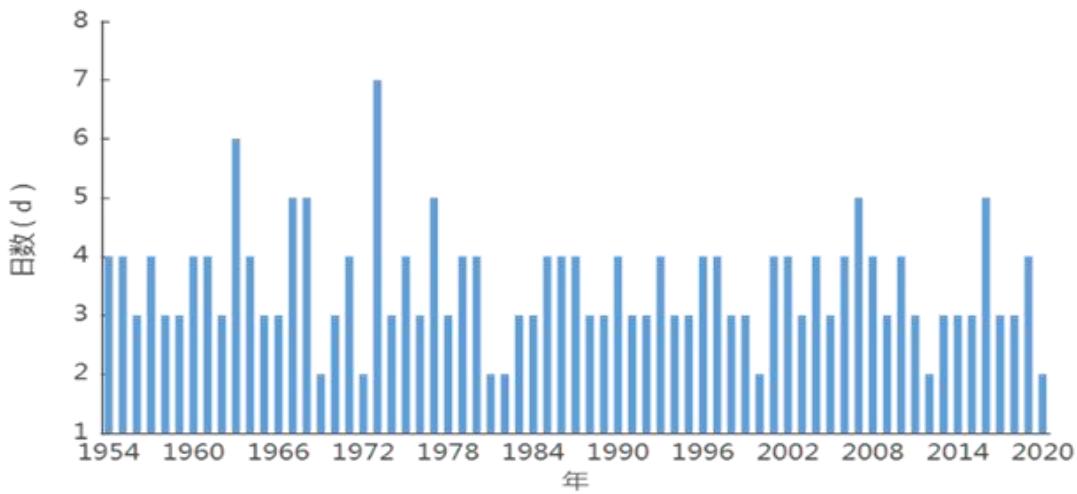


图 5.4-3 1954~2020 年磴口气象站最长连续降水日数的年际变化

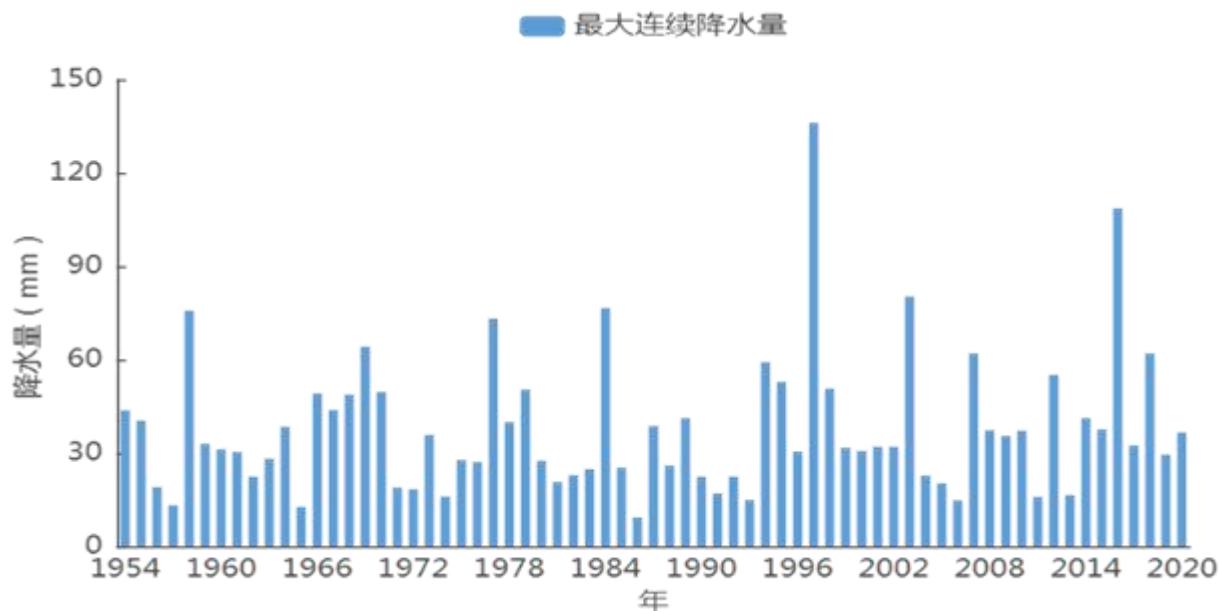


图 5.4-4 1954~2020 年磴口气象站最大连续降水量的年际变化

5.4.1.3 最大日降水量

1954~2020 年，磴口气象站累年平均最大日降水量为 33.5mm，最大日降水量的最大值为 135.4mm，出现在 1997 年。最大日降水量日数以 1.58mm/10a 的速率增加。

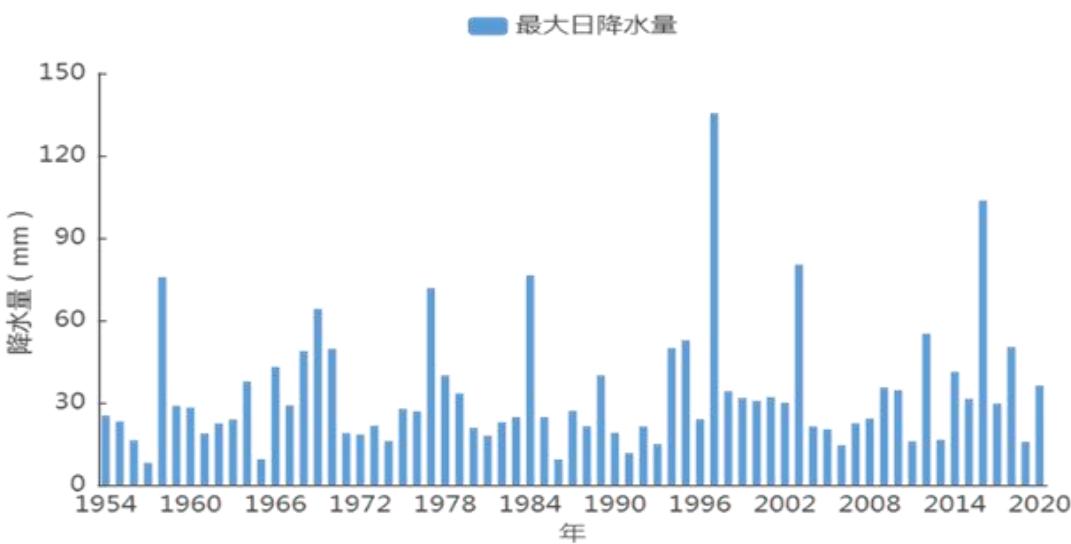


图 5.4-5 1954~2020 年磴口气象站最大日降水量年际变化

5.4.2 园区暴雨危险性空间分布特征

如图 5.4-6 所示，磴口县暴雨灾害致灾等级以低风险为主，西北部呈现网

状次低风险区，东北部出现大范围的高风险区。磴口工业园区暴雨致灾因子危险性等级大部分为低等风险，东南小部分地区为较低风险及中等风险，暴雨灾害对园区建设有一定影响，需做好防洪防涝措施。

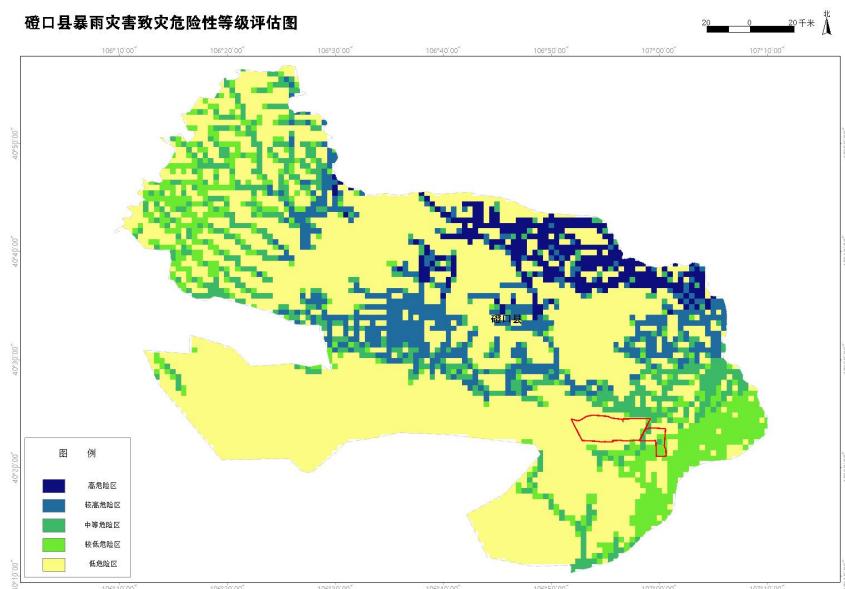


图 5.4-6 磴口县暴雨灾害致灾因子危险性分布图

5.4.3 暴雨洪涝淹没风险评估

如图 5.4-7 所示，园区位于黄河上游干流区间的流域西部地区，因此影响园区的中小河流主要为黄河上游干流区间，同时由于园区位于河套灌区，因此也受河套灌区的干渠及其支渠的影响。

根据《中国河海大典（黄河卷）》查阅可知，黄河上游自河源至内蒙古河口镇，河段长 3472km。黄河上游洪水主要来自兰州以上，而兰州至内蒙古河口镇区间产流很少，河道蒸发渗漏强烈，年径流量仅占全河的 0.3%。黄河上游多为强连阴雨，一般以 7 月和 9 月出现机会较多，8 月出现机会较少。降雨特点是面积大，历时长，强度不大，主要降雨中心地带为积石山东坡，受上游地区降雨特点及下垫面产汇流条件的影响，上游洪水过程具有洪水历时长、洪峰低、洪量大的特点，较大洪水的洪峰流量一般为 4000~600 亿 m³/s。

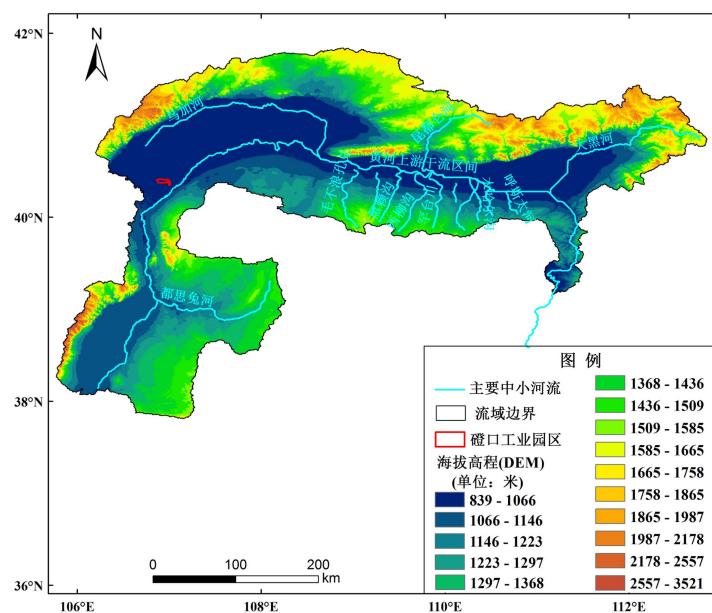


图 5.4-7 磴口工业园园区流域地形图

5.4.3.1 技术方法

(1) 淹没风险评估前期数据准备

根据园区所在黄河上游干流区间流域范围，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。选择黄河上游干流区间流域范围内共 11 个国家级气象站的逐小时和逐日降水数据，采用算术平均法，建立黄河上游干流区间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

将黄河上游干流区间的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，对黄河上游干流区间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 5.4-2 中 T 年一遇所对应的拟合分布函数概率值，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 5.4-2 不同重现期对应的拟合分布函数概率值

重现期	100 年	50 年	30 年	20 年	10 年	5 年
拟合分布函数概率	0.99	0.98	0.967	0.95	0.9	0.8

(4) 确定流域的小时雨型分布

根据黄河上游干流区间流域的致洪面雨量序列中历史个例和逐小时面雨量序列，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

将黄河上游干流区间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) 绘制流域的暴雨洪涝淹没风险评估图

计算黄河上游干流区间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）下黄河上游干流区间流域暴雨洪涝淹没风险评估图。

5.4.3.2 流域暴雨洪涝灾害风险评估

图 5.4-8 为园区周边地区 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，园区在 T 年一遇的暴雨洪涝最大淹没风险特征基本一致，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，尤其园区中部的最大淹没深度可达>4.0米，为极高风险。

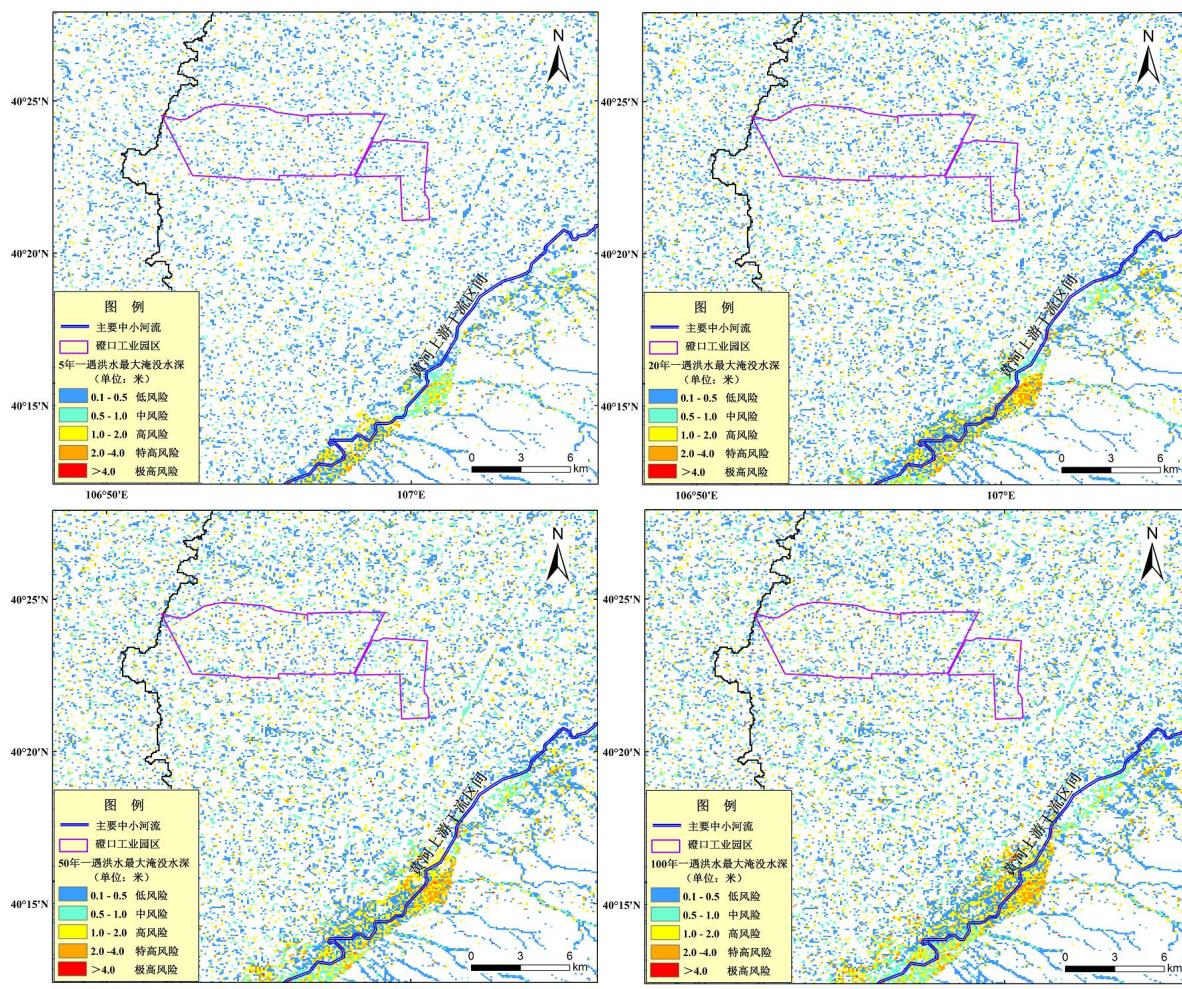


图 5.4-8 园区周边地区 5 年、20 年、50 年和 100 年一遇暴雨洪涝灾害的最大淹没水深、淹没范围和淹没风险评估图

综上所述，园区主要受黄河上游干流区间和河套灌区的干渠及其支渠的影响，其中园区北部淹没风险较高，风险最高可达极高风险。由于磴口工业园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短历时强降雨可能造成的园区局地积水内涝。

5.4.4 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。在园区的排水设计中参考临河气象站降水特征及暴雨强度公式、暴雨雨型等参数，结合实际情况，适当提高排水排涝设计标准，防排水系统的建设和配备上应该符合国家的标准规定。

(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，对园区重点区域、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(6~8月)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，掌握可能危及园区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) 园区内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。

5.5降雪和积雪

5.5.1降雪日数

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。降雪是中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。

1954~2020年，磴口气象站累年平均降雪日数为9.7天，最大年降雪日数为20天，出现在1971年。降雪日数以 $1.06d/10a$ 的速率减少。

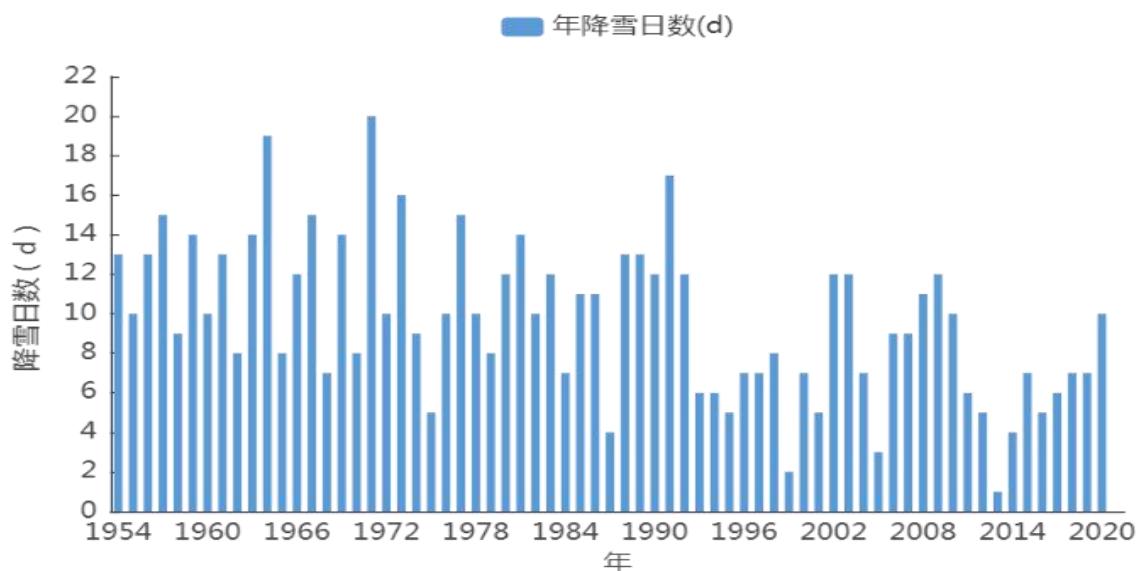


图 5.5-1 1954~2020 年磴口气象站年降雪日数逐年变化图 (单位: d)

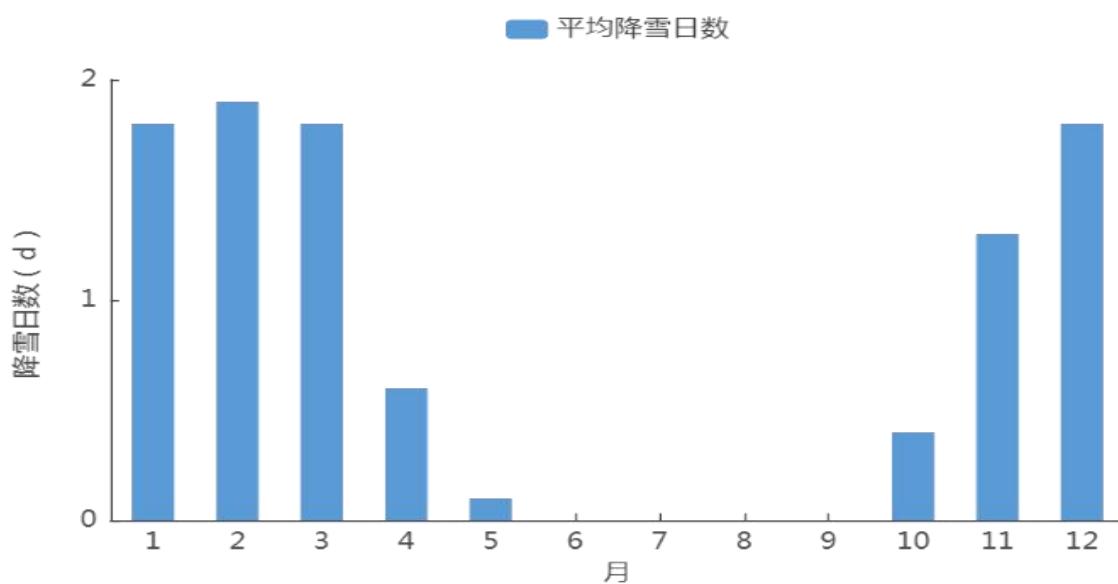


图 5.5-2 1954~2020 年磴口气象站平均降雪日数逐月变化图 (单位: d)

5.5.2 积雪的气候特征

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，中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。

5.5.2.1 积雪日数的年际变化与年变化

1954~2020 年磴口气象站年平均积雪日数为 9.1 天，最大年积雪日数为 40 天，出现在 1967 年（图 5.5-3）。积雪一般发生在 10 月至次年 4 月，5~9 月无积雪现象。

5.5.2.2 最大积雪深度的年际变化

如图 5.5-3 所示，磴口气象站最大积雪深度呈波动减少的趋势，历年最大积雪深度为 12cm，出现在 1967 年 11 月 28 日。

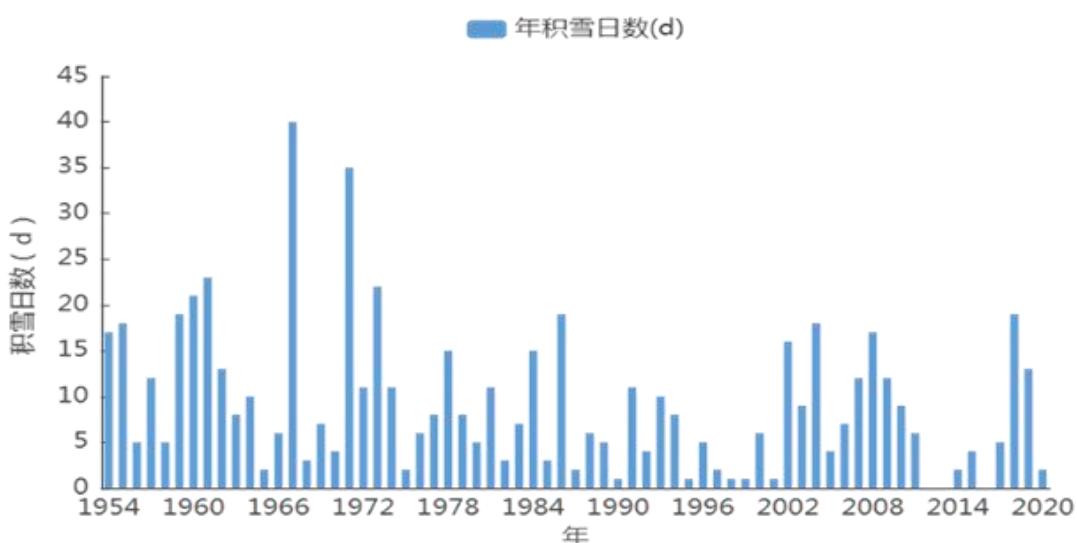


图 5.5-3 1954~2020 年磴口气象站年积雪日数逐年变化图（单位：d）

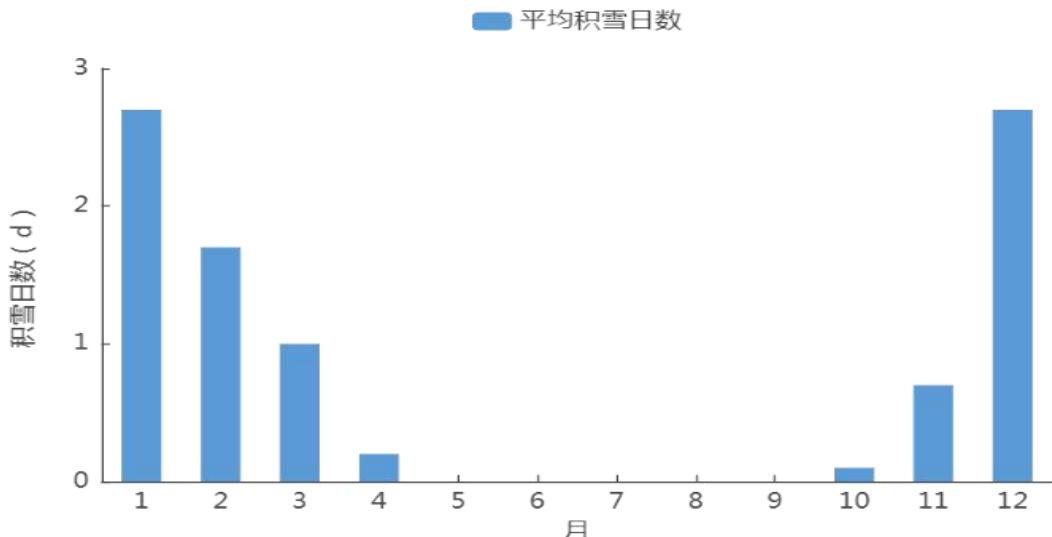


图 5.5-4 1954~2020 年磴口气象站平均积雪日数逐月变化 (单位: d)

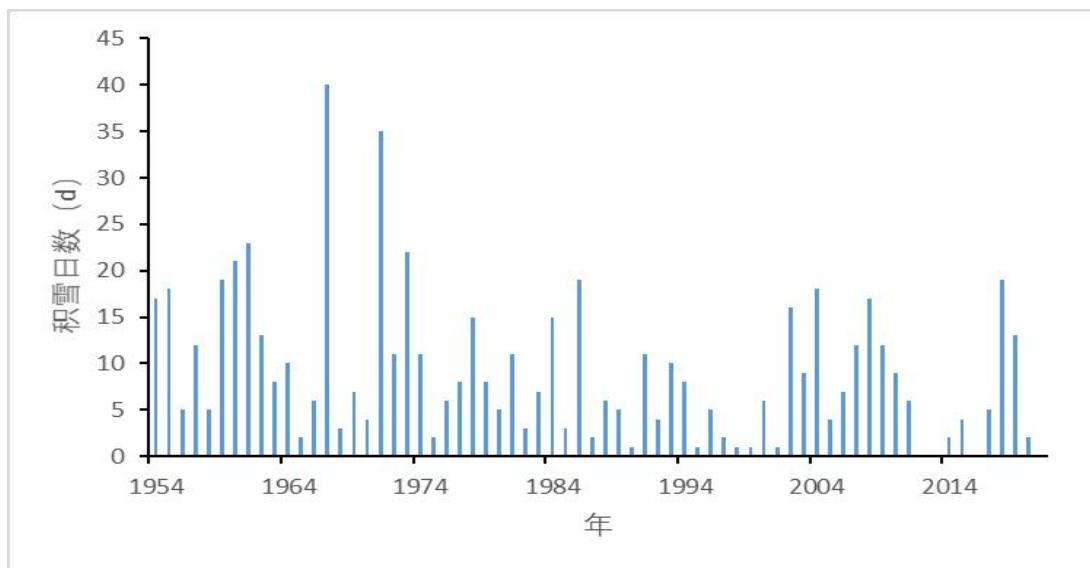


图 5.5-5 1954~2020 年磴口气象站最大积雪深度年际变化 (单位: cm)

5.5.3 园区雪灾危险性空间分布特征

如图 5.5-6 所示，磴口县雪灾致灾危险性等级以低风险和次低风险为主，北部局地出现次高风险地区，东南边界出现高风险地区。磴口工业园雪灾致灾因子危险性等级大部分为低风险区，东部部分地区为较低风险区，雪灾对园区的影响相对较小。

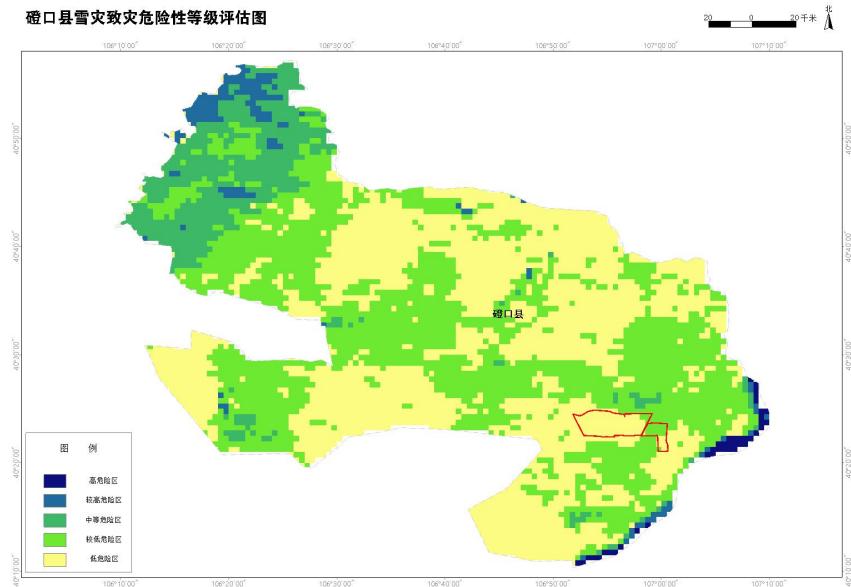


图 5.5-6 磴口县雪灾灾害致灾因子危险性分布图

5.5.4 降雪和积雪的影响及危害

磴口区降雪和积雪主要出现在11月~次年3月，10月及次年4~5月也会出现少量降雪或积雪，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。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。

5.5.5 雪灾防御建议

(1) 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。

(2) 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。

5.6 高温

5.6.1 高温的气候特征

气象学上将日最高气温大于或等于 35°C 定义为“高温日”。磴口气象站年高温日数的平均日数为 5.2 天，2005 年高温日数最多，为 18 天，高温日数呈增加趋势；高温天气主要发生在 6~8 月，分别为 1.1 天、3.1 天和 0.8 天。

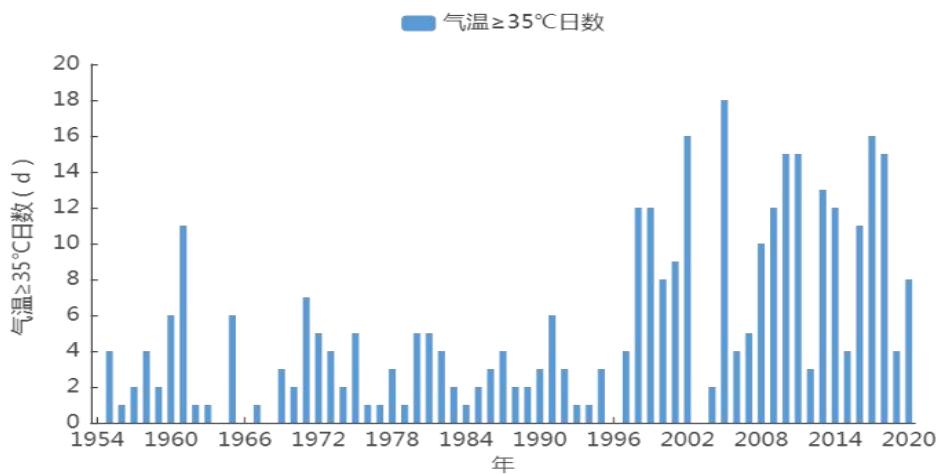


图 5.6-1 1954~2020 年磴口气象站气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数逐年变化图（单位：d）

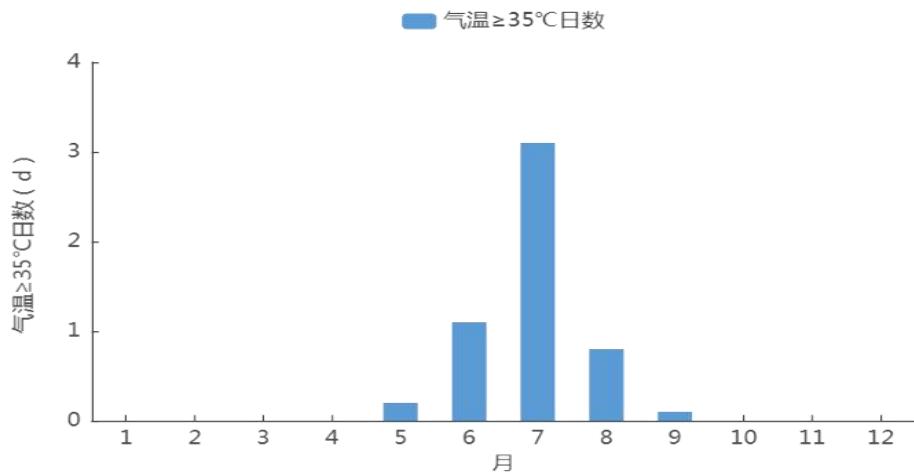


图 5.6-2 1954~2020 年磴口气象站气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数逐月变化（单位：d）

5.6.2 园区高温危险性空间分布特征

如图 5.6-3 所示，磴口县高温致灾因子危险性等级呈西北向东南逐渐升高的趋势。其中园区位于高风险地区，极有可能会受到高温灾害影响，应引起重视。

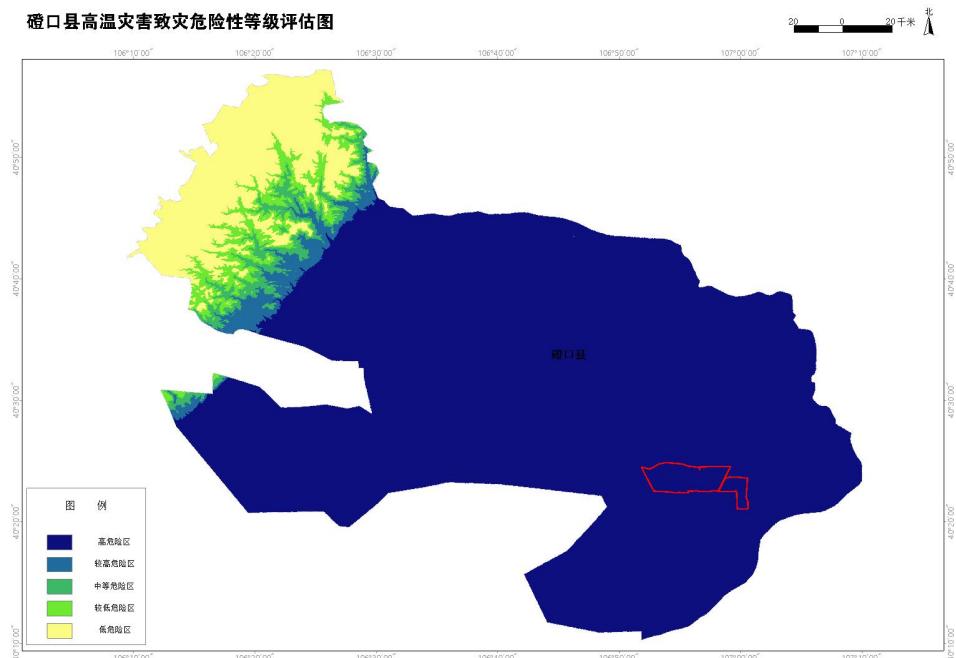


图 5.6-3 磴口县高温致灾因子危险性分布图

5.6.3 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。高温与高湿相结合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。

5.6.4 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。

(3) 夏季排查园区内企业和生活区用电情况，严禁私拉乱接；清理老化、破损线路和各类开关插座；检查漏电保护和保险设备；加大夜间巡查力度与频次；及时核验消防器材的配备和有效性。

5.7 冰雹

5.7.1 冰雹的气候特征

磴口气象站（1954~2020年）冰雹的年平均日数为0.6天，有24年发生了冰雹天气。最大年冰雹日数为5天，出现在1965年。

根据磴口气象站建站以来（1954~2020年）冰雹日数资料统计分析（见图5.7-2），冰雹主要出现在5~9月，其余月份均无冰雹出现，其冰雹的平均日数分别为0.1天。

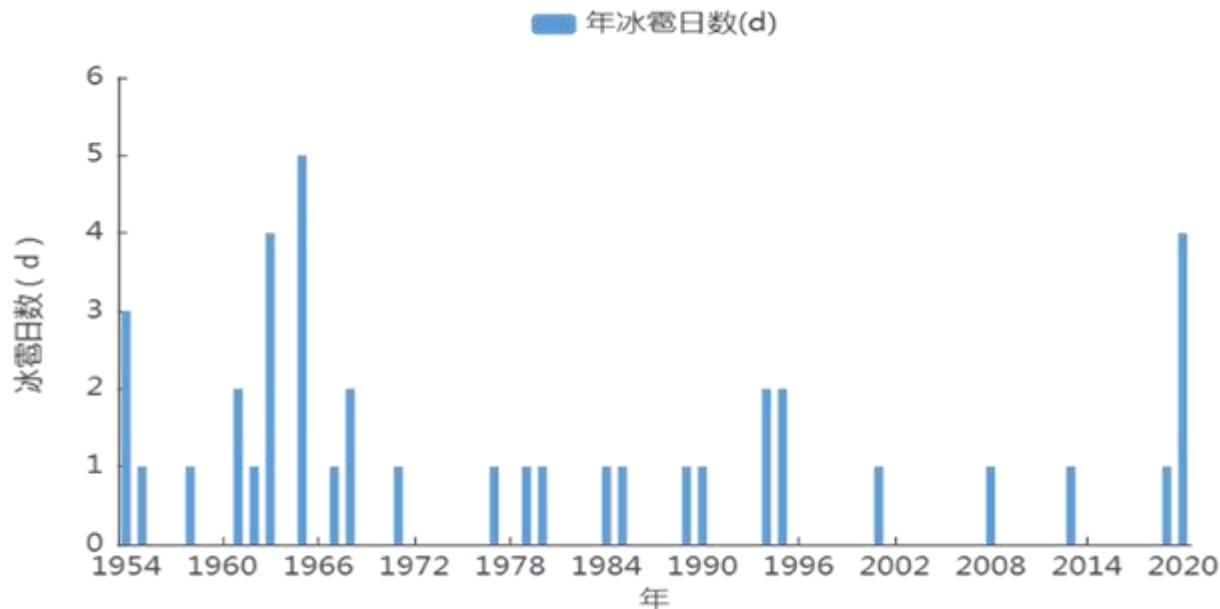


图 5.7-1 1954~2020 年磴口气象站年冰雹日数逐年变化图 (单位: d)

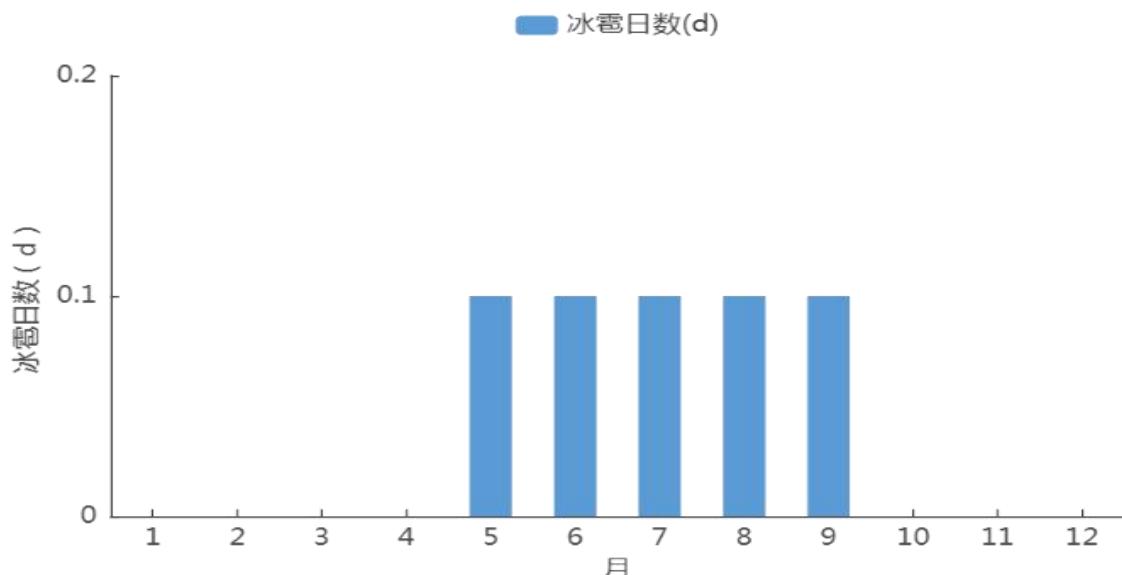


图 5.7-4 1954~2020 年磴口气象站平均冰雹日数逐月变化图 (单位: d)

5.7.2 园区冰雹危险性空间分布特征

如图 5.7-3 所示，磴口县冰雹灾害致灾危险性等级呈现自西北向东南递增的变化特征。其中磴口工业园以次高风险和高风险为主，受冰雹灾害影响的可能性较大，应当做好冰雹灾害防御措施。

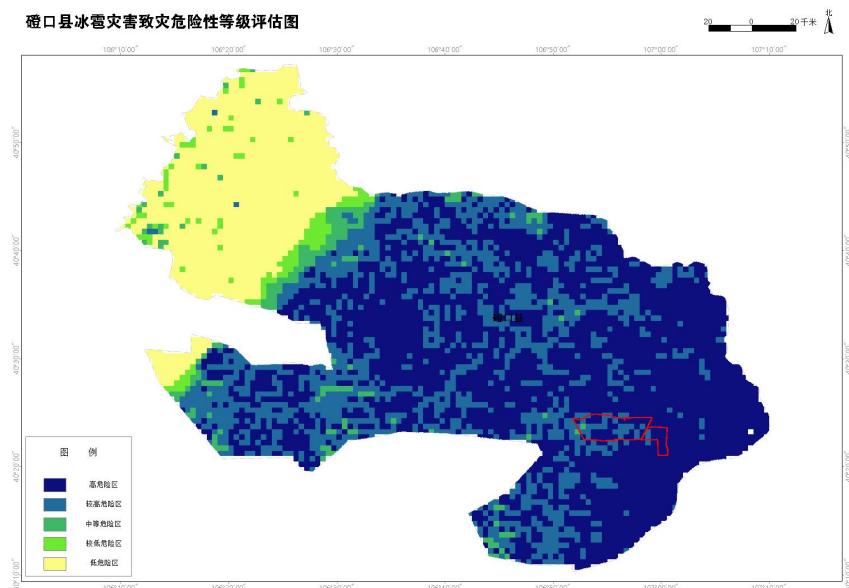


图 5.7.3 磴口县冰雹灾害致灾因子危险性分布图

5.7.3 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。

对园区内农畜产品加工业可能的影响：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，尤其是对园区内农畜企业所需要的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。

5.7.4 冰雹灾害的防御措施

(1) 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。

(2) 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。

(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。

(4) 冰雹天气会对园区内高端装备制造区、新型建材区等仓储建筑造成破坏，因此应着重注意厂房屋顶的条件，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，并要具备抗冰雹冲击力。

(5) 在降雹来临前告知产源地农户对容易受到冰雹损害的农作物搭建减灾棚或者其他防护设施，减少因冰雹击打造成的农作物品质降低，进而引发的原材料价格上涨。

(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，为园区内进行金属冶炼以及材料处理的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) 当气象部门发布相关预报预警信息后及时对暴露在空气中的易损坏外部设施和线路进行保护包装，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机器安装保护措施装置，避免因为冰雹灾害造成管道或者线路中断或仪器故障，从而造成停产停业，减小损失。

(8) 定期开展突发灾害性天气应急演练，锻炼园区内各部门团结协作、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。

5.8 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”。

磴口气象站年低温日数的平均日数为 1.0 天，最大年低温日数为 18 天，出现在 1971 年。低温日数呈减少趋势。低温天气主要发生在 12~次年 2 月，累年平均低温日数分别为 0.3 天、0.6 天、0.2 天。

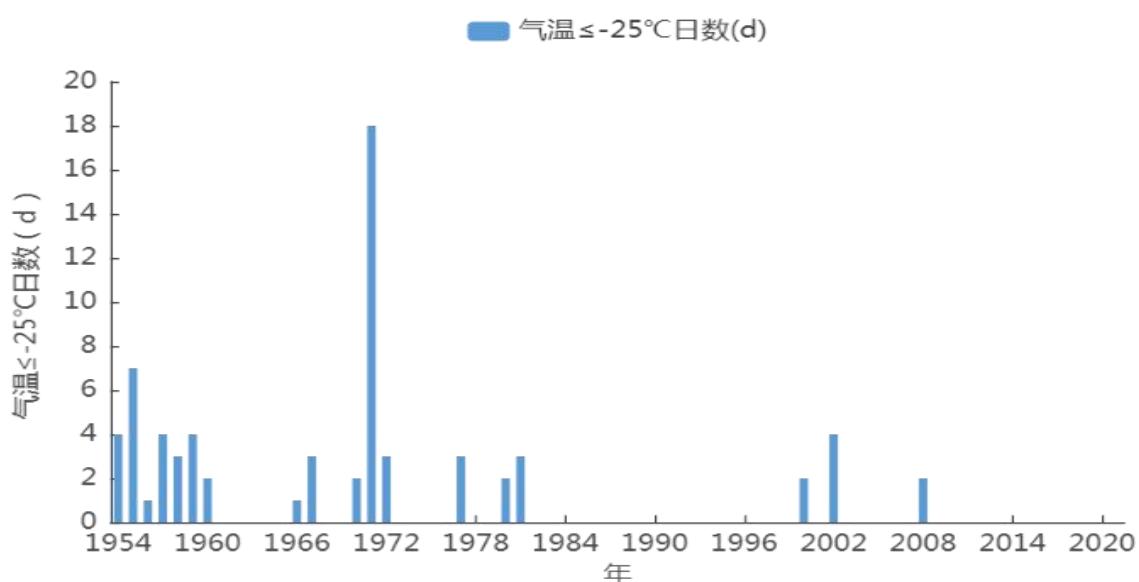
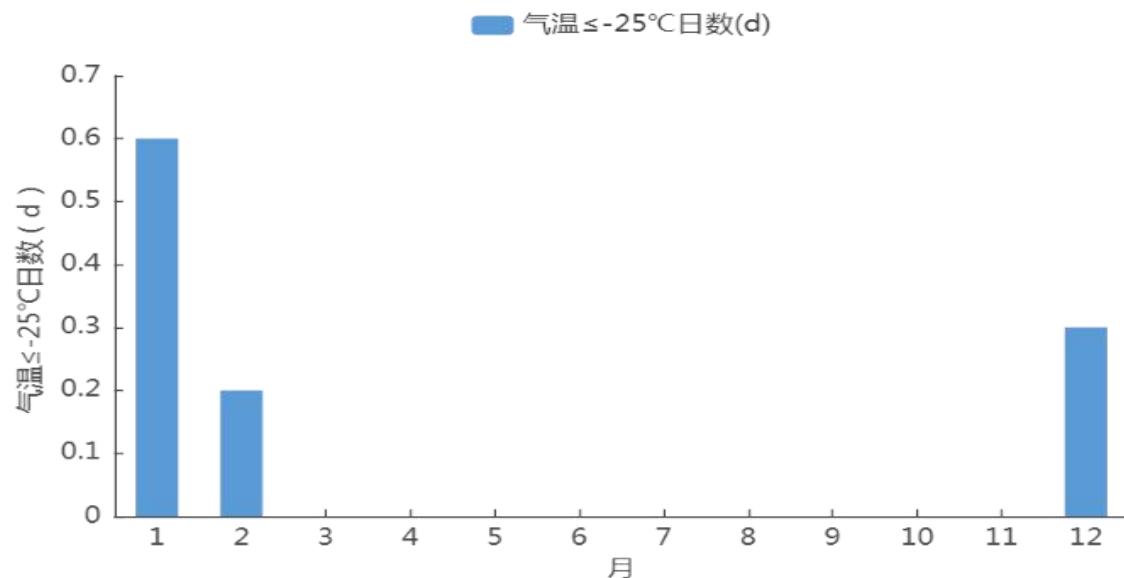


图 5.8-1 1954~2020 年磴口气象站气温 $\leq -25^{\circ}\text{C}$ 日数逐年变化 (单位: d)

图 5.8-2 1954~2020 年磴口气象站气温 $\leq -25^{\circ}\text{C}$ 日数逐月变化 (单位: d)

5.8.2 园区低温危险性空间分布特征

如图 5.8-3 所示, 磩口县低温灾害致灾危险性等级的空间分布特征为西北高、东南低。磴口工业园所在区域低温致灾因子危险性等级均为低风险区, 整体上低温灾害对于园区内影响较小。

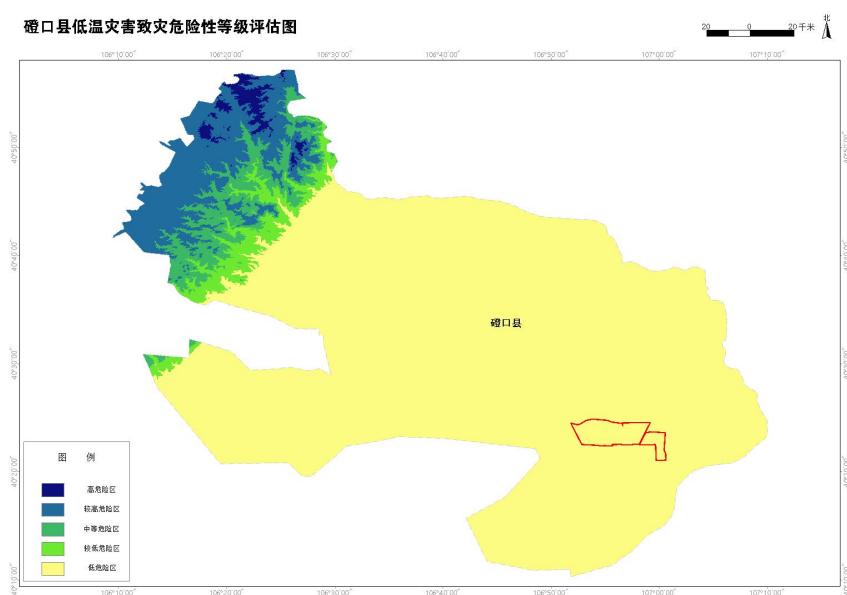


图 5.8-3 磩口县低温致灾因子危险性分布图

5.8.3 低温灾害的影响及危害

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。

在园区运维阶段，低温天气会导致高端装备制造园区和新型建材园区的生产设备、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°C 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，在冶金化工区、建材加工区生产车间、库房车间、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、库房车间、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逆温

5.9.1逆温的气候特征

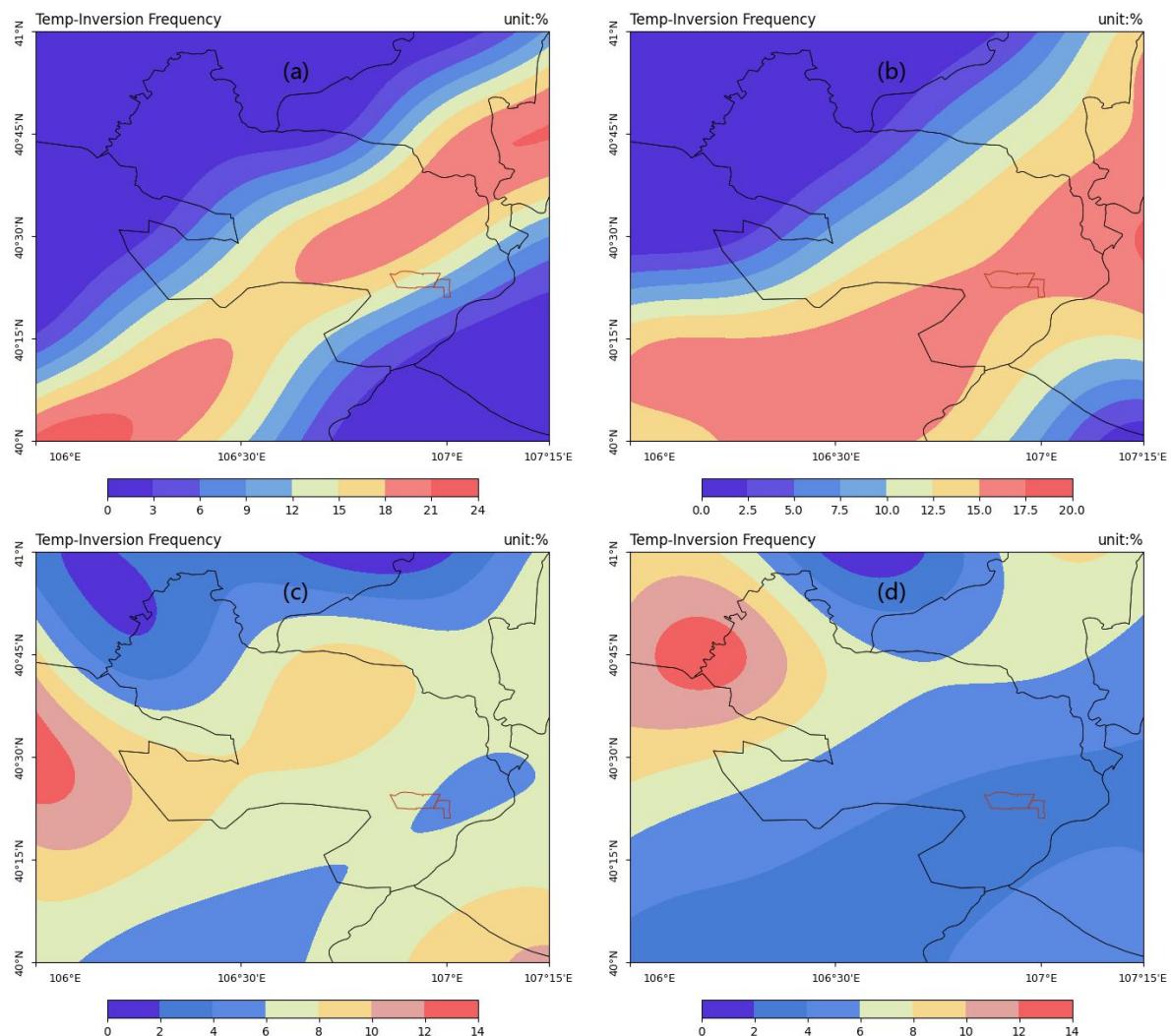
逆温分析所使用的气象资料为欧洲中期天气预报中心(ECMWF)发布的全球气候监测数据集 ERA5 近 30 年（1991~2020 年）的逐小时再分析数据，分析园区低空（1500m 以内）大气逆温特征。

由园区各高度层低空大气逆温频率空间分布（图 5.9-1）可见，250m 以下低空范围及 500-750m 范围内的逆温频率由西北向东南递减；园区其他各高度范围内的逆温频率一致，不随空间分布发生变化。250-500m 范围逆温频率最高，在 15.0%~17.5% 之间；1000m 以上低空范围逆温频率最小，在 2%~3% 之间。

由园区各高度层低空逆温特征统计可见（见表 5.9-1），园区一年四季中

均有逆温出现，四季出现频率冬季（46.18%）>秋季（31.35%）>春季（25.43%）>夏季（18.27%）；平均逆温强度冬季（ $0.27^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）>秋季（ $0.24^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）>夏季（ $0.20^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ），其中冬季与春季平均逆温强度一致，均为 $0.27^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ；最大逆温强度冬季（ $2.55^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）>秋季（ $2.21^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）>夏季（ $2.07^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）>春季（ $2.01^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）。全年逆温总频率为30.23%，平均强度 $0.26^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，最大强度为 $2.55^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，逆温出现的高度以小于250m范围内居多，出现频率最高，为17.37%，平均强度最强，为 $0.38^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

总体来看，秋冬季逆温频率高、强度较强，需关注秋冬季逆温的影响。



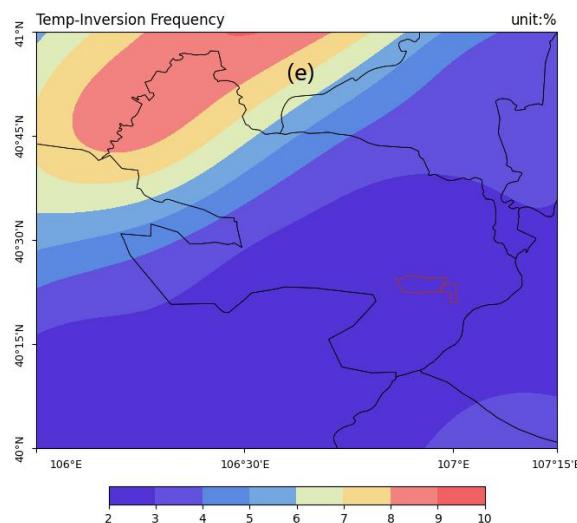


图 5.9-1 磴口区 250m 以下 (a)、250-500m (b)、500-750m (c)、750-1000m (d)、>1000m (e) 低空大气逆温出现频率空间分布

表 5.9-1 磴口区低空逆温特性

逆温特性		高度(m)	<250	250~500	500~750	750~1000	>1000	总计
春季	出现频率 %	14.19	13.62	3.48	1.67	1.05	25.43	
	平均强度°C/100m	0.35	0.39	0.24	0.20	0.15	0.27	
	最大强度°C/100m	2.01	1.82	1.45	1.04	0.85	2.01	
夏季	出现频率 %	3.50	14.24	2.58	0.63	0.24	18.27	
	平均强度°C/100m	0.23	0.31	0.19	0.15	0.12	0.20	
	最大强度°C/100m	1.32	2.07	0.98	0.70	0.52	2.07	
秋季	出现频率 %	21.46	14.30	4.76	2.80	1.88	31.35	
	平均强度°C/100m	0.35	0.31	0.20	0.18	0.17	0.24	
	最大强度°C/100m	2.21	1.55	1.35	1.26	1.24	2.21	
冬季	出现频率 %	30.62	19.92	14.30	11.17	7.85	46.18	
	平均强度°C/100m	0.44	0.34	0.22	0.19	0.15	0.27	
	最大强度°C/100m	2.55	2.47	1.36	1.43	1.40	2.55	
年	出现频率 %	17.37	15.50	6.25	4.04	2.73	30.23	
	平均强度°C/100m	0.38	0.34	0.22	0.19	0.15	0.26	
	最大强度°C/100m	2.55	2.47	1.45	1.43	1.40	2.55	

5.9.2 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。

5.10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）。磴口的冻土均属季节冻土。

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。磴口气象站冻土一般自10月中旬后开始生成，次年5月前基本全部融化。

5.10.1地面温度变化

磴口气象站自1954年以来有连续地温观测记录。近67年（1954~2020年）磴口地面年平均温度最高为13.8℃，最低为8.2℃，地面年平均温度呈现明显的上升趋势。由磴口气象站多年地面平均温度统计资料（表5.10-1）可知：近30年（1991~2020年）地面平均温度年值为12.1℃，近10年（2011~2020年）年地面平均温度为12.8℃，地面温度年代际变化明显。

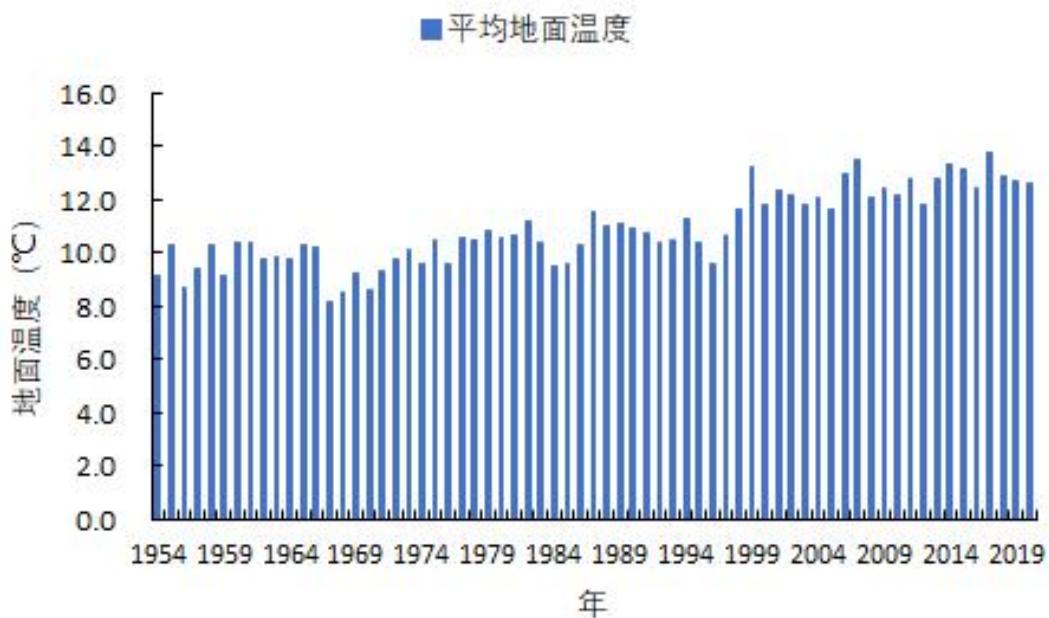


图 5.10-1 1959~2020 年磴口气象站地面温度年际变化

表 5.10-1 磩口气象站近 60 年（1961~2020 年）月变化

年代 \ 月(年)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
1961~2020	-8.9	-4.8	3.3	13.1	22.0	27.7	30.0	27.0	19.8	10.3	0.3	-7.0	11.1
1991~2020	-8.4	-3.7	4.6	14.7	23.1	28.7	31.3	28.0	20.6	10.9	0.9	-6.4	12.1
2011~2020	-7.6	-3.1	6.1	16.9	24.3	29.1	31.6	28.3	21.1	11.6	1.9	-5.9	12.8

磴口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 3~5 月为最快，降温则以 9~11 月最剧烈。近 30 年（1991~2020 年）磴口地温年较差为 39.7℃，地温变化幅度较大。

5.10.2 地温的垂直分布

表 5.10-2 统计了近 10 年（2011~2020 年）磴口不同深度地温值，年变化见图 5.10-2。

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，磴口 1 月 0cm、40cm、80cm、160cm 和 320cm 平均地温分别为 -7.6℃、-2.1℃、1.3℃、6.5℃ 和 11.2℃；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31.6℃、26.2℃、23.0℃、17.9℃和13.0℃。

磴口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、10cm、20cm、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8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。

表 5.10-2 磴口气象站近 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	年较差
0 cm	-7.6	-3.1	6.1	16.9	24.3	29.1	31.6	28.3	21.1	11.6	1.9	-5.9	12.9	39.2
10cm	-4.4	-2.5	3.9	13.6	20.3	25.0	27.8	26.2	20.7	12.9	4.0	-2.5	12.1	32.2
20cm	-3.3	-2.3	3.1	12.7	19.3	24.0	26.9	25.8	21.0	13.7	5.3	-1.1	12.1	30.2
40 cm	-2.1	-2.0	3.3	11.9	18.3	23.2	26.2	25.8	21.6	14.9	7.3	0.6	12.4	28.3
80 cm	1.3	0.2	2.6	9.4	15.2	19.8	23.0	23.9	21.4	16.5	10.4	4.3	12.3	23.7
160 cm	6.5	4.6	4.2	7.1	11.1	14.7	17.9	19.9	19.9	17.7	14.1	9.7	12.3	15.7
320 cm	11.2	9.4	8.0	7.8	9.1	10.9	13.0	14.9	16.3	16.5	15.4	13.5	12.2	8.7

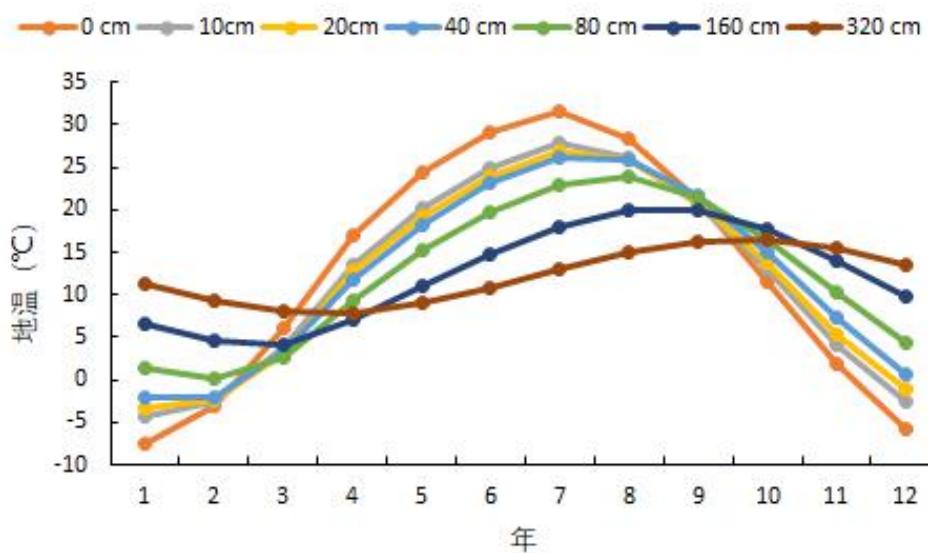


图 5.10-2 磴口气象站不同深度地温年变化图

磴口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 39.2°C 、 28.3°C 、 23.7°C 、 15.7°C 、 8.7°C 。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。

5.10.3 冻土的生消规律

磴口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 2~3 月冻土深度达到最大，到 3~4 月冻土逐渐消失。表 5.10-3 为近 67 年磴口冻土起止日期统计表。磴口土壤冻结最早出现日期为 10 月 3 日（1994 年），土壤冻结最晚出现日期为 12 月 4 日（2011 年），土壤冻结化通最早日期为 2 月 1 日（1968 年），土壤冻结化通最晚日期为 4 月 29 日（1967 年）。

表 5.10-3 磴口气象站近 1954~2020 冻土起止日期统计 单位：(YYYYMMDD)

项目 出现时间	土壤冻结最早日期 1994-10-3	土壤冻结最晚日期 2011-12-4	土壤冻结化通最早日期 1968-2-1	土壤冻结化通最晚日期 1967-4-29

5.10.4 最大冻土深度

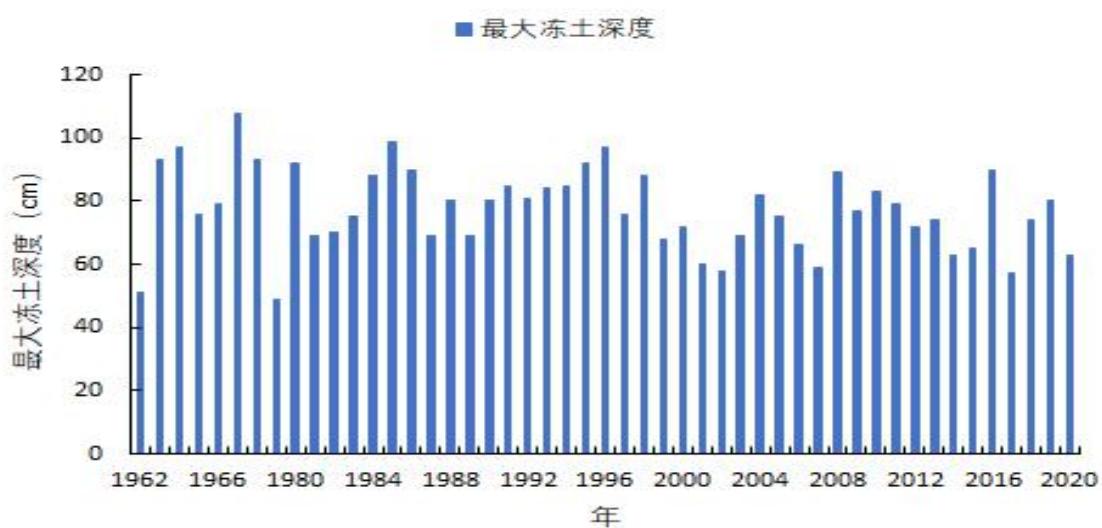


图 5.10-3 磴口气象站最大冻土深度年际变化图

图 5.10-3 为磴口气象站近 67 年最大冻土深度年际变化图。1954~2020 年最大冻土深度最大值为 108cm（1967 年），年最大冻土深度最小值为 49cm

(1979年)。

5.10.5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结冻使冰晶体逐渐扩大，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涨现象。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。

5.10.6冻融的防御建议

(1) 磬口气象站冻土期为 10 月上旬~次年 4 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) 磬口气象站最大冻土深度为 108cm，因此项目建设的地下结构的基础埋深要大于 108cm，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。

5.11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园区的规划、发展现状来看：

(1) 磬口气象站年平均大风日数为 11.9 天，最大年大风日数为 61 天，全年均有发生大风灾害的风险，且主要集中在春季（3~5 月），园区大部分大风灾害致灾因子危险性等级为低风险，对园区内部影响相对较小。园区企业应根据第七章给出的抗风参数标准，规划建筑抗风设计参数。此外，园区企

业需提高设施建筑的抗风标准，大风天气下，停止户外作业。

(2) 磬口气象站累年平均雷暴日数为 19.4 天，最大年雷暴日数为 32 天，其中 6~9 月是雷暴的高发期。园区雷暴风险主要集中在夏季，园区内应该提前做好避雷装置的安装，做好提前预警措施。

(3) 磬口气象站累年平均浮尘、扬沙和沙尘暴日数分别为 5.9 天、31.9 天和 10.4 天，最大年浮尘、扬沙和沙尘暴日数分别为 110 天、101 天和 55 天。全年均有沙尘天气发生，其中春季（3~5 月）是沙尘天气发生的高发期。园区内的居民生活区所在区域属于沙尘暴灾害危险性高风险区和次高风险区，发生沙尘灾害的可能性相对较大，要注意居民区的沙尘防护。园区内的生态保护区和工业发展区也处于沙尘暴灾害高风险区，发生沙尘灾害的可能性较大，对生态和生产设施可能会产生破坏。沙尘天气还可能造成食品加工环境污染，水源污染，对加工制造精密设备有较大的影响，同时给农畜产品加工业企业原材料、能源运输带来不便，园区需提前做好防尘防沙的准备，做好生态环境的建设和保护。

(4) 1954~2020 年磴口气象站累年平均暴雨日数为 0.1 天，最大年雷暴日数为 1 天。总体上来看，园区暴雨发生日数相对较少，但最大日降水量较大，加上园区位于黄河上游干流区间，且位于河套灌区的南部，距离黄河干流距离较近，附近有多条河渠分布，因此园区要重点防范大范围、长时间的持续降水及短历时强降雨可能造成的园区局地积水内涝，采取建设防洪堤、排水渠等工程措施，提高防洪防涝能力。

(5) 磬口气象站累年平均降雪日数为 9.7 天，最大年降雪日数为 20 天。其中 10 月至次年 5 月均有降雪发生，此外，磴口气象站年平均积雪日数为 9.1 天，最大年积雪日数为 40 天。积雪常发生在 10 月至次年 4 月。园区雪灾致灾因子危险性等级大部分为低风险区，整体上来看，雪灾对园区影响较少，但降雪日数较多，且有积雪，对园区企业的原材料运输、厂棚承重有一定影响，

园区的企业需在建（构）筑物设计时选择合适的雪压值，并及时除冰、除雪，保障运输安全。

（6）磴口气象站年高温平均日数为 5.2 天，最大年高温日数为 18 天。高温天气主要发生在夏季（6~8 月）。园区大部分区域高温危险性等级为高等风险，极有可能会受到高温灾害的影响，应引起重视。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，应注意落实各项防御措施。

（7）磴口气象站冰雹的年平均日数为 0.6 天，最大年冰雹日数为 5 天。冰雹主要发生在 5~9 月。园区冰雹致灾因子危险性等级较高，大部分地区为较高至高风险区，应在重点月份做好冰雹灾害防御工作。冰雹会影响园区的高端设备制造业企业的原材料运输，对园区的电力设施及建筑危害也较大，园区应做好应急避灾措施。

（8）磴口气象站年低温平均日数为 1 天，最大年低温日数为 5 天。低温天气主要发生在冬季（12~次年 2 月）。整体上来看，低温对园区内影响较小，园区所在区域低温危险性等级均为低风险区。低温会造成管道线路变形破裂等情况，从而引起火灾、爆炸、中毒等一系列生产事故，所以园区内仍然需加强防范。

（9）园区一年四季均有逆温出现，其中秋冬季逆温频率高、强度较强，排污企业需关注秋冬季逆温的影响。

（10）磴口气象站地面年平均温度略有上升趋势，年平均最高温度为 13.8 ℃，最低为 8.2 ℃。冻土期为 10 月上旬至次年 4 月，最大冻土深度为 108cm，园区在建设时应避开冻土期。冻融会对园区产生一定影响，会对园区的建筑地下管道线路铺设造成损坏。在实际的勘探、设计、施工中，需考虑冻土深度及厚度会随着地理位置、地质岩性、水分状况、植被、坡向的不同

而有所不同，要视具体情况进一步研究。

为了给灾害防御建议提供参考，统计了园区周边三个国家气象站的重要气象要素值，结果如表 5.11-1 所示。

表 5.11-1 重要气象要素值统计一览表

重要气象要素值		磴口气象站	临河气象站	杭锦后旗气象站
暴雨	年暴雨日数 (d)	0.1	0.1	0.1
	年最多日数 (d)	1	2	2
	最长连续降水日数 (d)	7	6	6
	最长连续降水量 (mm)	50.4	96.1	104.1
	最大连续降水量 (mm)	136.6	136.6	104.1
	最大日雨量 (mm)	135.4	114.3	77.6
雷暴	年均日数 (d)	19.4	16.5	20.3
	年最多日数 (d)	32	28	35
大风	年均日数 (d)	11.9	6.2	16.8
	年最多日数 (d)	61	31	47
	年最大风速(m/s)	24.7	20.0	25.5
	年极大风速(m/s)	23.5	23.1	30.0
积雪	年均日数 (d)	9.1	13.8	11.2
	年最多日数 (d)	40	53	59
	最大积雪深度 (cm)	12	18	17
降雪	年均日数 (d)	9.7	10.0	9.4
	年最大日数 (d)	20	21	22
高温日数 (日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$)	年均日数 (d)	5.2	3.6	1.6
	年最多日数 (d)	18	13	7
低温日数 (日最低气温 $\leq -25^{\circ}\text{C}$)	年均日数 (d)	1.0	1.7	2.0
	年最多日数 (d)	18	25	33
冰雹	年均日数 (d)	0.6	0.7	0.7
	年最多日数 (d)	5	4	3
沙尘暴	年均日数 (d)	10.4	7.9	3.3
	年最多日数 (d)	55	53	22

6园区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

根据磴口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，对磴口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，从而为磴口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，磴口工业园周边地闪定位仪站点分布见图 7.2-1。

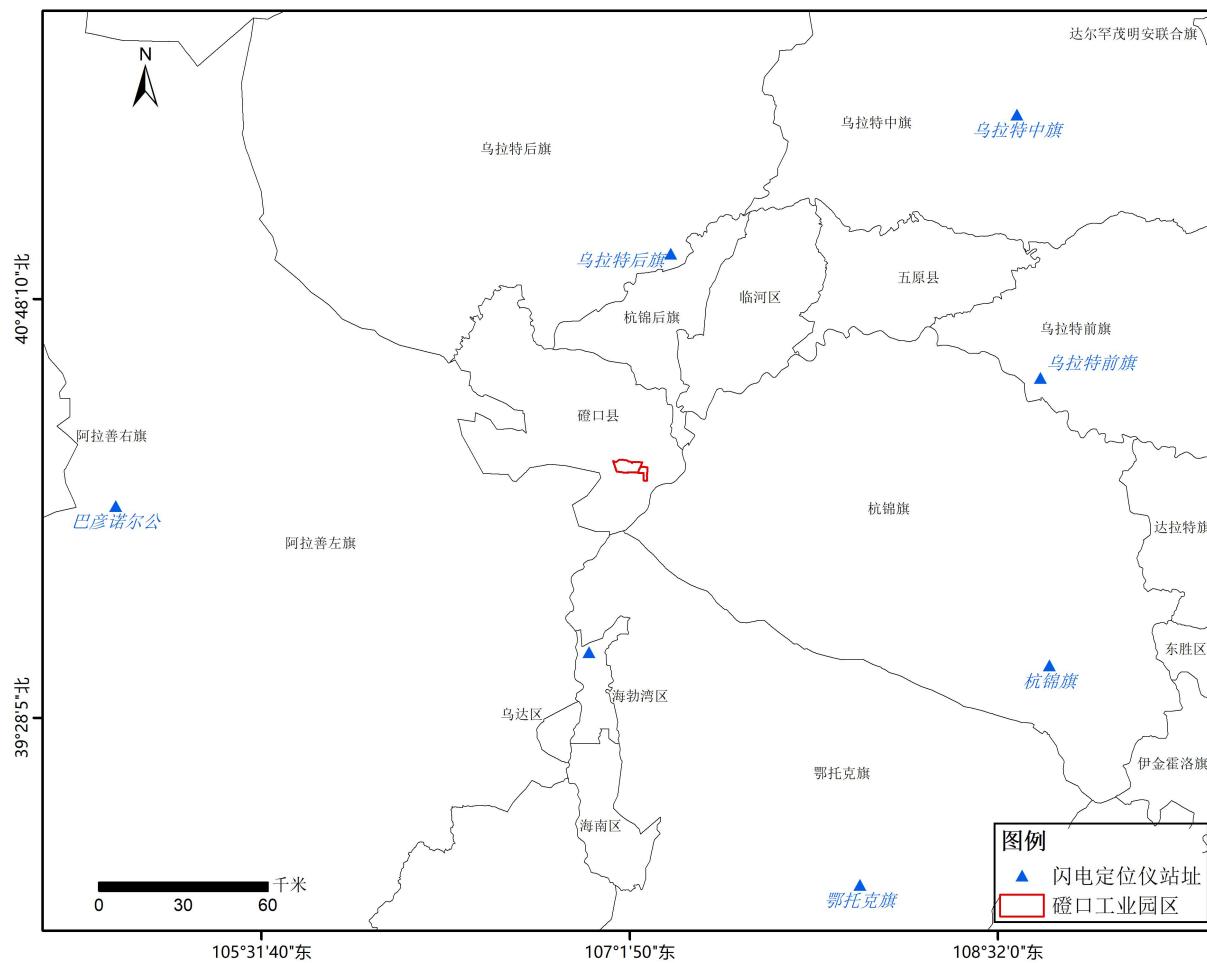


图 7.2-1 磴口工业园周边地闪定位仪站址分布图

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7.2-2所示。

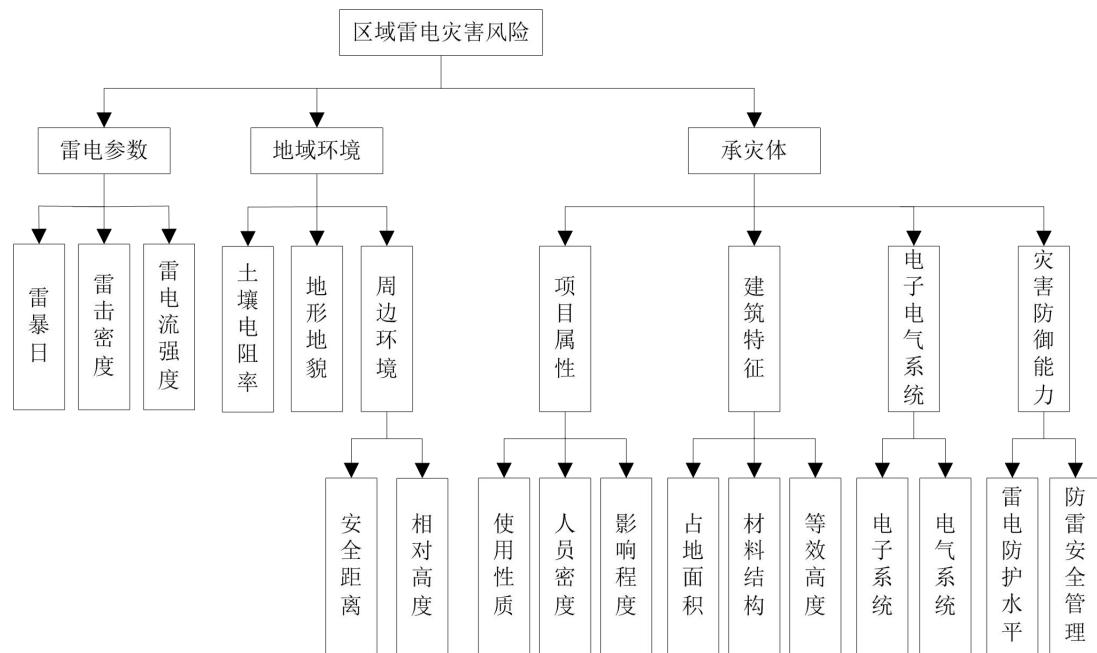


图 7.2-2 区域雷电灾害评估模型

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($j=2,3,4$):

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

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

a) 对于 I 级($j=1$):

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

b) 对于 II、III、IV 级($j=2,3,4$):

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

c) 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。

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

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7.2-1进行风险等级判定。

表 7.2-1 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

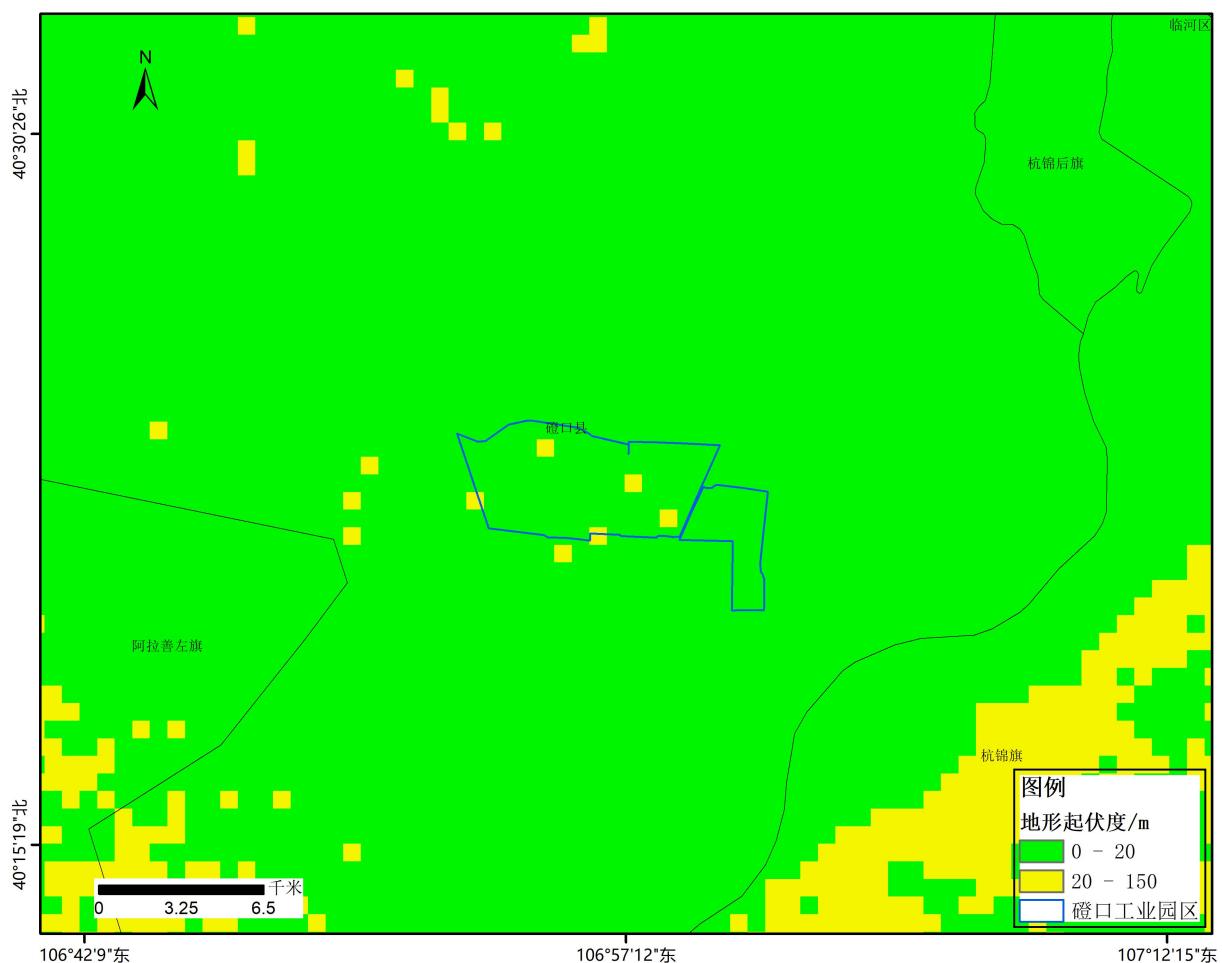


图 7.2-3 磴口工业园所在地地形地貌

通过对磴口工业园及周边 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 0.08 次/km²，雷电流平均强度 2.97kA/km²，实测土壤电阻率均值 88.86Ω•m。对园区现场勘测得到防雷安全状况如下：磴口工业园总面积 4.87 平方公里，由区块一和区块二组成。区块一东至巴哈公路，南至振兴路，西至乌审干渠，北至乌兰布和农场，面积 4.34 平方公里；区块二东至 110 国道，南至园区路，西至原坝塄乡政府公路，北至园区路，面积 0.52 平方公里。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

综合考虑磴口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7.2-2。

表 7.2-2 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 人员密度	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磴口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7.2-3。

表 7.2-3 评估指标隶属度

评估指标	各危险等级隶属度值				
	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
雷暴日	0.57	0.43	0	0	0
雷击密度	0	0.64	0.36	0	0
雷电流强度	1	0	0	0	0
土壤电阻率	0	0	0	0.26	0.74

地形地貌	0.85	0.15	0	0	0
安全距离	0	1	0	0	0
相对高度	0	0	0	1	0
使用性质	0	0	0	0	1
人员数量	0	0	0	0	1
影响程度	0	0	0	1	0
占地面积	0	1	0	0	0
材料结构	0	0	0	1	0
等效高度	0	0	1	0	0
电子系统	0	0	1	0	0
电气系统	0	0	0	1	0
雷电防护水平	0	0	1	0	0
防雷安全管理	0	0	0	1	0

(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4.08，按照雷电灾害区域风险分级标准，磴口工业园域雷击风险等级为III级，属于中等风险，产生雷击灾害事故的可能性较大。

7.3 风速极值推算

对于工业园内工程设计而言，应对磴口气象站的最大风速原始资料进行以下计算：

首先，应对磴口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，磴口取值 0.16。

据此标准，对磴口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。

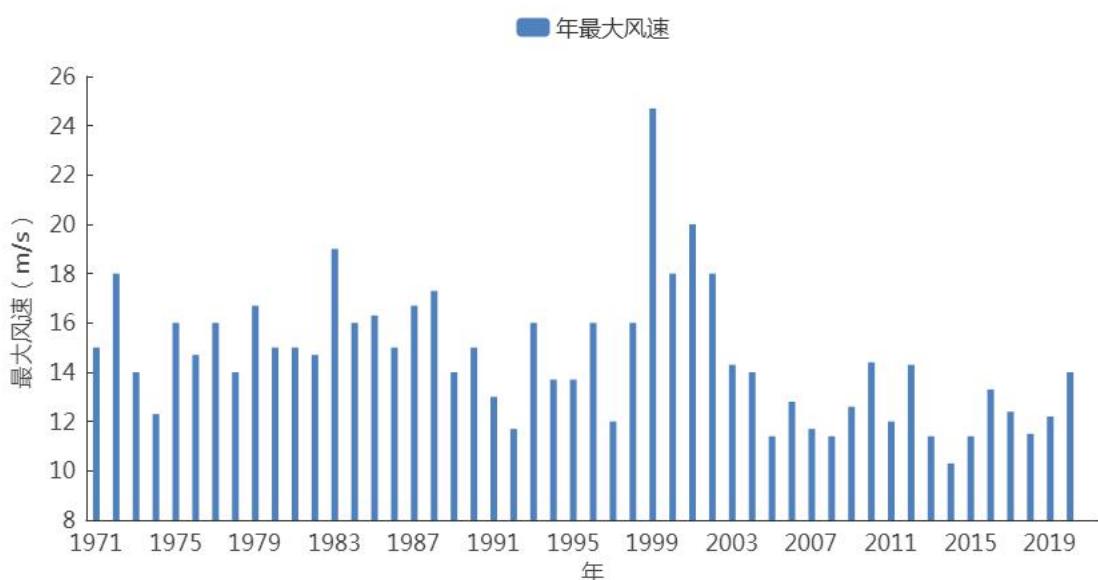


图 7.3-1 1971~2020 年磴口气象站逐年最大风速变化

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、P-III 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。

7.3.1.1 Gumbel、P-III 分布计算基本风速

表 7.3-1 利用 Gumbel、P-III 计算出磴口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	23.8	22.2	21.1	20.1	18.5
P-III	22.9	21.5	20.5	19.7	18.2

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 Gumbel、P-III 分布来拟合，在实际间

题中，如果了解风速的基本类型，并且能验证其能否满足极值分布吸引场的条件，就能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，即使清楚其类型，要验证能否满足其极大值极值分布吸引场的条件也较为困难，而广义极值分布包含了 Gumbel, 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。

磴口气象站不同重现期的基本风速见表。比较发现，利用广义极值与耿贝尔、P-III 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 22.7m/s，50 年一遇 10min 平均最大风速 21.3m/s。

表 7.3-2 利用广义极值分布计算出磴口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	22.7	21.3	20.3	19.5	18.1

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，对磴口气象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 = 0.61，耿贝尔分布下 = 0.68，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 园区设计风速的推算

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。

报告选取渡口镇站作为工业园的区域代表站，用于订正工业园的设计风速参数。通过求取磴口气象站与渡口镇区域站的最大风速比值系数，再将气象站资料求得的不同重现期的最大风速订正到论证区域。渡口镇区域站观测资料质量较好，故采用 2020 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日的日最大风速资料进行相关性分析。

7.3.2.1 渡口镇区域站与磴口气象站最大风速相关分析

根据区域站日最大风速与同期磴口气象站日最大风速序列，得到渡口镇区域站与磴口气象站最大风速的比值系数以及回归方程相关系数关系（表 7.3-3）。

表 7.3-3 渡口镇区域站与磴口气象站日最大风速比值

站名	相关系数 R	样本数	显著性	线性回归		比值系数(区域站/参证站)
				A	B	
渡口镇	0.835	366	0.001	0.8766	0.9689	1.06

7.3.2.2 从气象站到论证区域设计基准风速推算

根据渡口镇的日最大风速与同期磴口气象站日最大风速序列，得到渡口镇区域站与论证区域最大风速的比值 C=1.06。

将磴口气象站不同重现期的最大风代入比值系数，便可得到工业园所在区域的设计基准风速。根据表 7.3-4 可知，工业园 100 年一遇最大风速的计算值为 25.2m/s、50 年一遇最大风速的计算值为 23.5m/s。

表 7.3-4 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
园区	25.2	23.5	23.4	21.3	19.6

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。由于《公路桥梁抗风设计规范》

报告中未单独提及磴口区域数值，因此本次以磴口临近区域临河区的数值为参考值。考虑园区内工程建设的安全性，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。

7.3.2.3 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，得到磴口气象站的空气密度为 1.10kg/m³。再利用该地 50 年一遇的 10m 高度年最大风速 19.6m/s，就可计算得到基本风压为 0.21kN/m²。《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）的附表 D5 给出了全国各台站重现期为 10 年、50 年和 100 年的风压值，其中临河区重现期为 10 年、50 年和 100

年的风压分别为 0.30kN/m^2 、 0.50kN/m^2 和 0.60kN/m^2 。由于《建筑结构荷载规范》报告中未单独提及磴口区域数值，因此本次以磴口临近区域临河区的数值为参考值。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 0.50kN/m^2 。

7.3.3 园区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，工业园类似于表中农地、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 7.3-6。

表 7.3-5 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 7.3-6 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	25.20	23.50	23.40	21.30	19.60
20	28.16	26.26	26.14	23.80	21.90
30	30.04	28.02	27.90	25.39	23.37
50	32.60	30.40	30.27	27.56	25.36
70	34.40	32.08	31.95	29.08	26.76
100	36.43	33.97	33.82	30.79	28.33

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》，选取磴口气象站历年来最高温度月的月平均最高气温来计算基本气温（高温）。从图 7.4-1 可知，磴口气象站建站至今最高温度月的月平均最高气温呈波动性变化，月平均最高气温在 27.4℃（1979 年 6 月）~34.3℃（2010 年 7 月）之间。

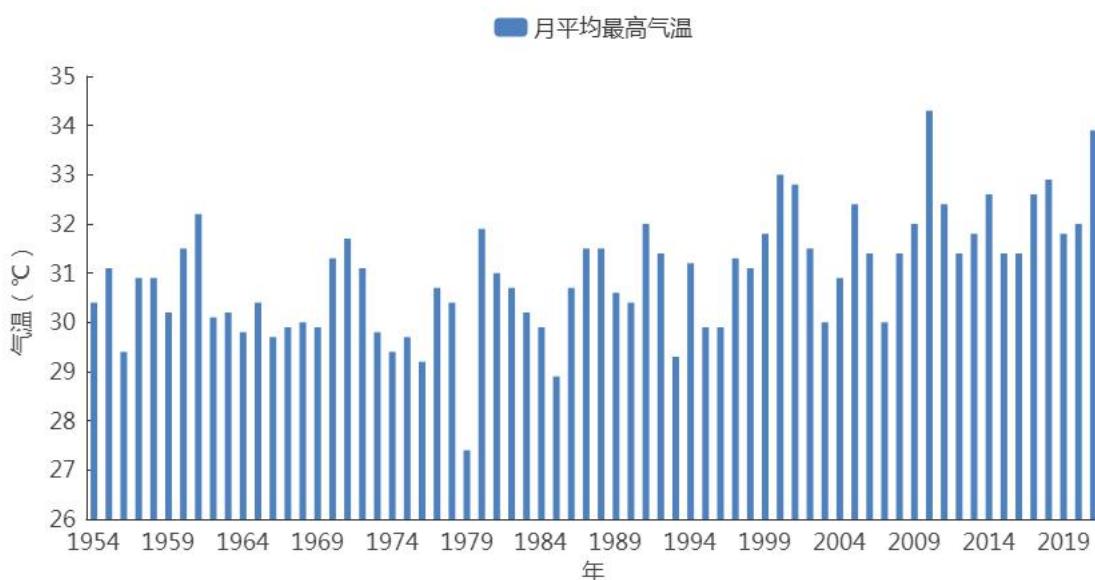


图 7.4-1 1954~2020 年磴口气象站最高温度月的月平均最高气温年际变化

另外，选取磴口气象站历年来极端最高气温来计算不同重现期的极端最高气温。从图可知，极端最高气温集中在 34.0℃~40.3℃。

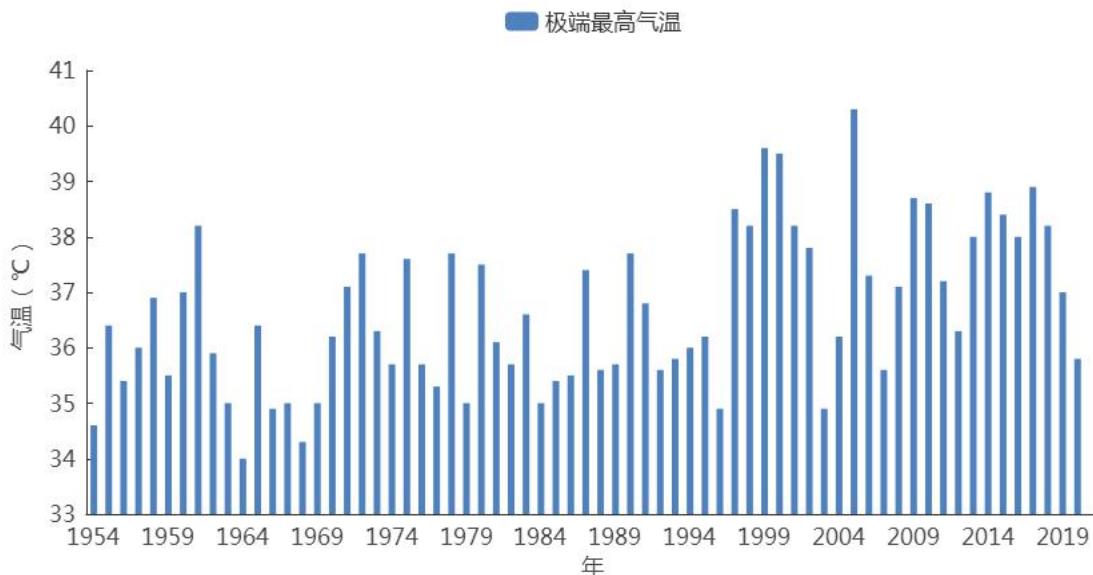


图 7.4-2 1954~2020 年磴口气象站极端最高气温年际变化

7.4.1.2 设计气温（最高）的概率计算

本文使用的资料是磴口气象站 1954~2020 年最高温度月的月平均最高气温序列，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、P-III 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 P-III 参数估计法计算出的结果。据表可知，磴口气象站 50 年一遇月平均最高气温的计算值为 34.4℃。

表 7.4-1 1954~2020 年磴口气象站最高温度月的月平均最高气温(°C)

站名	设计频率/%	耿贝尔分布	P-III分布	广义极值	最大值	资料年代
磴口	10 年一遇	32.7	32.6	32.6	32.7	1954~2020
	20 年一遇	33.5	33.0	33.0	33.5	
	30 年一遇	33.9	33.3	33.3	33.9	
	50 年一遇	34.4	33.6	33.5	34.4	
	100 年一遇	35.1	33.9	33.8	35.1	

7.4.1.3 园区设计气温（高温）推算

估算工业园论证区域的设计气温（高温）通常的方法是在论证区域内设置短期气象观测站（或直接利用工业园附近区域自动气象站），与磴口气象站

气象站) 进行对比分析, 建立回归方程(即首先求出回归方程的 A、B 值), 或者求取两者的差值 C, 再将磴口气象站资料求得的基本气温(高温)订正到论证区域。采用线性回归法或差值法, 将渡口镇区域站与磴口气象站的气温资料进行对比分析, 得到论证区域的设计气温(高温)。

采用渡口镇区域站与磴口气象站 2017~2020 年夏季的日最高气温构建的回归方程的 A、B 值以及差值 C 见表 7.4-2。由表可见, 渡口镇区域站与磴口气象站夏季的日最高气温相关性较好, 相关系数为 0.957, 通过了置信水平为 0.001 的显著性检验。采用差值法推算得到论证区域不同重现期的月平均最高气温结果见表 7.4-3, 园区 50 年一遇基本气温(高温)的推荐值为 34.4℃。

表 7.4-2 渡口镇区域站与磴口气象站夏季日最高气温相关关系

站名	相关系数 R	样本数	显著性	线性回归		差值
				A	B	
渡口镇	0.957	368	0.001	1.0193	0.5802	0.028

表 7.4-3 推算出园区区域不同重现期的月平均最高气温(℃)

重现期	10 年一遇	20 年一遇	30 年一遇	50 年一遇	100 年一遇
园区	32.7	33.5	33.9	34.4	35.1

7.4.1.4 年极端最高气温的概率计算

表 7.4-4 1954~2020 年磴口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	P-III分布	广义极值	最大值	资料年代
磴口	10 年一遇	38.7	38.6	38.6	38.7	1954~2020
	20 年一遇	39.6	39.2	39.3	39.6	
	30 年一遇	40.1	39.5	39.7	40.1	
	50 年一遇	40.7	39.9	40.1	40.7	
	100 年一遇	41.5	40.4	40.7	41.5	

本文使用的资料是磴口气象站 1954~2020 年极端最高气温序列, 符合指南或规范对资料的要求。使用耿贝尔、P-III 和广义极值分布计算出不同重现期的极端高温, 结果如表 7.4-4 所示。据表可知, 磴口气象站 50 年一遇极端最

高气温的计算值为 40.7℃。

7.4.1.5 园区年极端最高气温的推算

采用线性回归方程及差值法，对渡口镇区域站与磴口气象站的日最高气温进行对比分析，得到论证区域的极端最高气温。采用渡口镇区域站与磴口气象站 2017~2020 年同期日最高气温构建的回归方程的 A、B 值以及差值 C 见表 7.4-5。渡口镇区域站与磴口气象站同期的日最高气温相关性较好，相关系数为 0.998，通过了置信水平为 0.001 的显著性检验。采用差值法推算得到论证区域不同重现期的极端最高气温结果见表 7.4-6，工业园 50 年一遇极端最高气温的推荐值为 41.0℃。

表 7.4-5 渡口镇站与磴口气象站日最高气温相关关系

站名	相关系数 R	样本数	显著性	线性回归		差值
				A	B	
渡口镇	0.998	1461	0.001	0.9937	0.3782	0.27

表 7.4-6 推算出工业园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
工业园	39.0	39.9	40.4	41.0	41.8

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》，选取磴口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）。

另外，选取磴口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 可知，建站至今磴口气象站极端最低气温逐渐上升，在 -34.2℃~ -16.4℃ 之间变化。

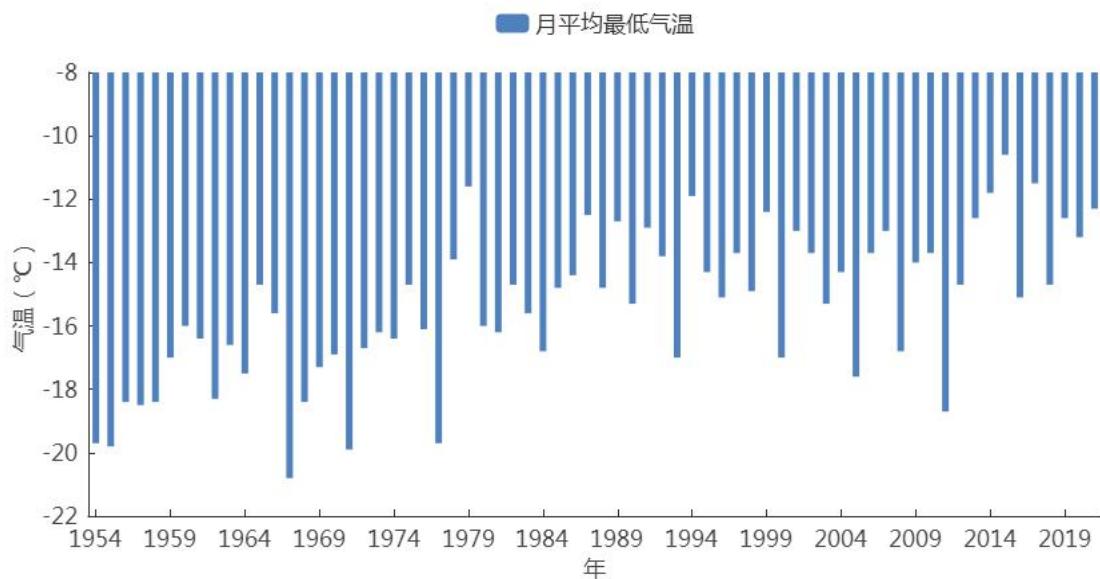


图 7.4-3 1954~2020 年磴口气象站最低温度月的月平均最低气温年际变化

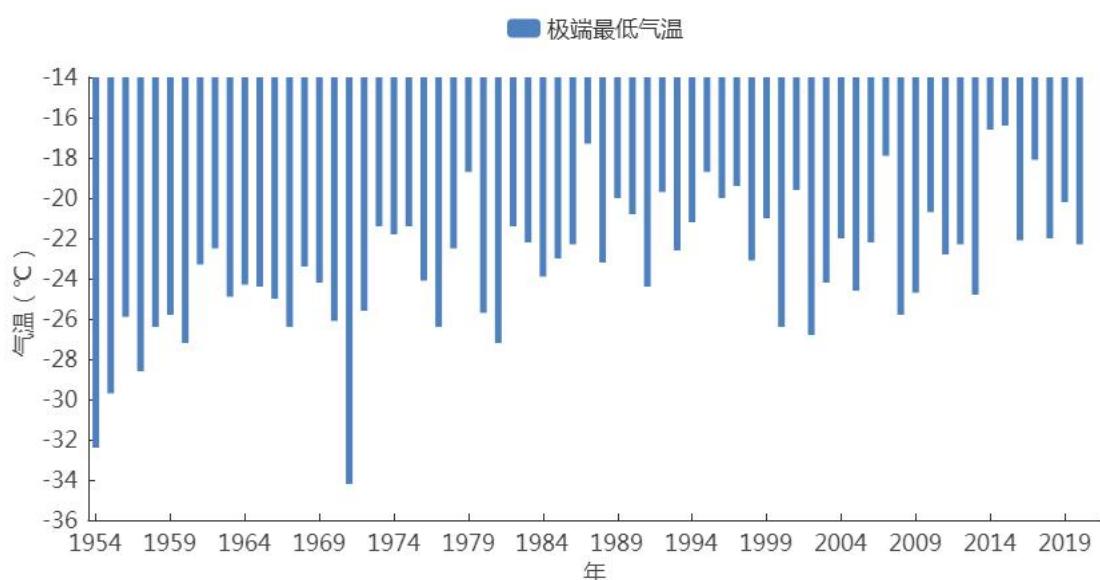


图 7.4-4 磩口气象站极端最低气温年际变化

7.4.2.2 设计气温（最低）的概率计算

本文使用的资料是磴口气象站 1954~2020 年最低温度月的月平均最低气温序列，符合指南或规范对资料的要求。使用耿贝尔、P-III 和广义极值分布计算出的基本气温（低温），结果如表所示。据表可知，磴口气象站 50 年一遇月平均最低气温的计算值为 -22.0°C。

表 7.4-7 利用耿贝尔、P-III 和广义极值分布计算出磴口气象站不同重现期的月平均最低气温 (°C)

站名	设计频率/%	耿贝尔分布	P-III分布	广义极值	最小值	资料年代
磴口	10年一遇	-18.8	-18.5	-18.6	-18.8	1954~2020
	20年一遇	-20.2	-19.4	-19.6	-20.2	
	30年一遇	-21.0	-19.9	-20.1	-21.0	
	50年一遇	-22.0	-20.5	-20.7	-22.0	
	100年一遇	-23.4	-21.3	-21.4	-23.4	

7.4.2.3 园区设计气温（低温）推算

估算园区论证区域的设计气温（低温）通常的方法是在论证区域内设置短期气象观测站（或直接利用园区附近区域自动气象站），与临近气象站（磴口气象站）进行对比分析，建立回归方程（即首先求出回归方程的 A、B 值），或者求取两者的差值 C，再将磴口气象站资料求得的基本气温（低温）订正到论证区域。采用线性回归法或差值法，将渡口镇区域站与磴口气象站的气温资料进行对比分析，得到论证区域的设计气温（低温）。

采用渡口镇区域站与磴口气象站 2017~2020 年冬季的日最低气温构建的回归方程的 A、B 值以及差值 C 见表 7.4-8。渡口镇区域站与磴口气象站夏季的日最高气温相关性较好，相关系数分别为 0.962，通过了置信水平为 0.001 的显著性检验。通过比较后选取相关性较好的渡口镇区域站作为论证区域代表站。采用差值法推算得到论证区域不同重现期的月平均最低气温结果见表 7.4-9，园区 50 年一遇基本气温（低温）的推荐值为 -23.2°C。

表 7.4-8 渡口镇与磴口气象站冬季日最低气温相关关系

站名	相关系数 R	样本数	显著性	线性回归		差值
				A	B	
渡口镇	0.962	361	0.001	1.0075	-1.1174	-1.21

表 7.4-9 推算出工业园区域不同重现期的月平均最低气温(°C)

重现期	10年一遇	20年一遇	30年一遇	50年一遇	100年一遇
园区	-20.0	-21.4	-22.2	-23.2	-24.6

7.4.2.4年极端最低气温的概率计算

本文使用的资料是磴口气象站 1954~2020 年极端最低气温序列，符合指南或规范对资料的要求。使用耿贝尔、P-III 和广义极值分布计算出不同重现期的极端低温。据表 7.4-10 可知，磴口气象站 50 年一遇极端最低气温计算值为 -32.8℃。1971 年，磴口气象站极端最低气温为 -34.2℃，因此，50 年一遇极端最低气温推荐 -34.2℃。

表 7.4-10 利用 Gumbel、P-III 和广义极值分布计算出磴口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	P-III 分布	广义极值	最小值	资料年代
磴口	10 年一遇	-28.1	-27.7	-27.7	-28.1	1954~2020
	20 年一遇	-30.1	-29.3	-29.0	-30.1	
	30 年一遇	-31.3	-30.1	-29.7	-31.3	
	50 年一遇	-32.8	-31.1	-30.5	-32.8	
	100 年一遇	-34.8	-32.4	-31.5	-34.8	

7.4.2.5 园区年极端最低气温的推算

采用线性回归方程及差值法，对渡口镇区域站与磴口气象站的日最低气温进行对比分析，得到论证区域的极端最低气温。采用渡口镇区域站与磴口气象站 2017~2020 年同期日最低气温构建的回归方程的 A、B 值以及差值 C 见表 7.4-11。由表可见，渡口镇区域站与磴口气象站同期的日最低气温相关性较好，相关系数为 0.995，通过了置信水平为 0.001 的显著性检验。采用差值法推算得到论证区域不同重现期的极端最低气温结果见表 7.4-12，园区 50 年一遇极端最低气温的推荐值为 -34.4℃。

表 7.4-11 渡口镇与磴口气象站同期日最低气温相关关系

站名	相关系数 R	样本数	显著性	线性回归		差值
				A	B	
渡口镇	0.995	1461	0.001	0.9745	-1.4838	-1.61

表 7.4-12 推算出工业园区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	-29.7	-31.7	-32.9	-34.4	-36.4
-----	-------	-------	-------	-------	-------

7.5降水极值推算

1954~2020年，磴口气象站最大日降水量最大值出现于1997年，达到135.4mm；1957年最大日降水量最小，仅8.0mm。

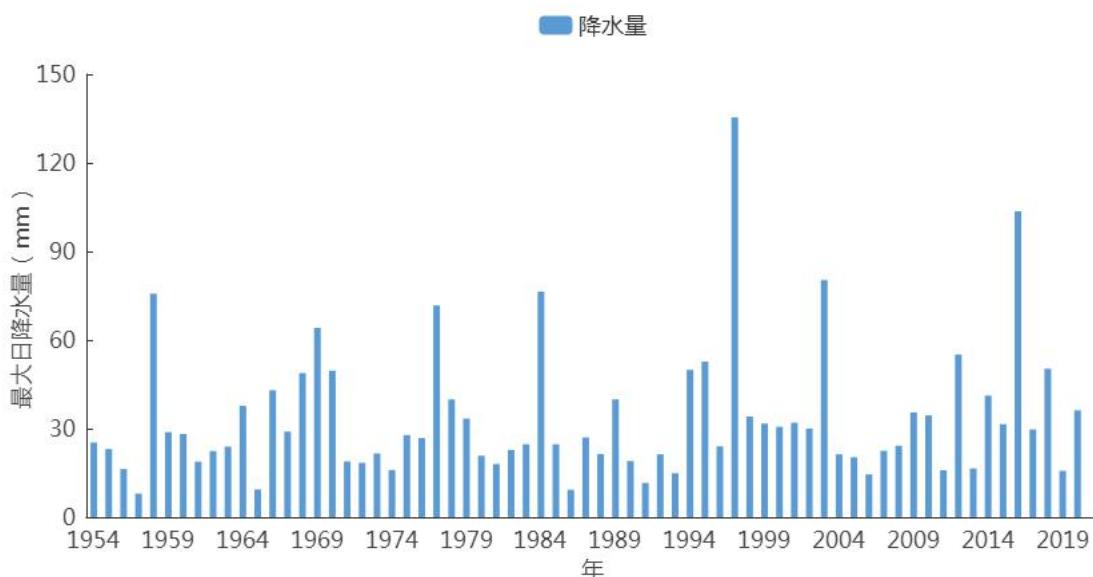


图 7.5-1 磴口气象站年最大日雨量的年际变化 (1954~2020年) (单位: mm)

运用广义极值分布和耿贝尔分布函数计算磴口参证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 126.2mm，50年一遇的最大日雨量为 101.5mm。

表 7.5-1 磴口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	110.1	96.8	86.9	65.3
	广义极值	126.2	101.5	85.9	58.2

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 150 kg/m³；华北及西北地区取 130 kg/m³，其中青海取 120 kg/m³；淮河、秦岭以南地区一般取 150 kg/m³，其

中江西、浙江取 200kg/m^3 。磴口县属于华北地区，故积雪密度平均值取 130kg/m^3 。

7.6.2 设计雪压的概率计算

本文使用的资料是磴口气象站 1954~2020 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），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、P-III 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 P-III 参数估计法计算出的结果。

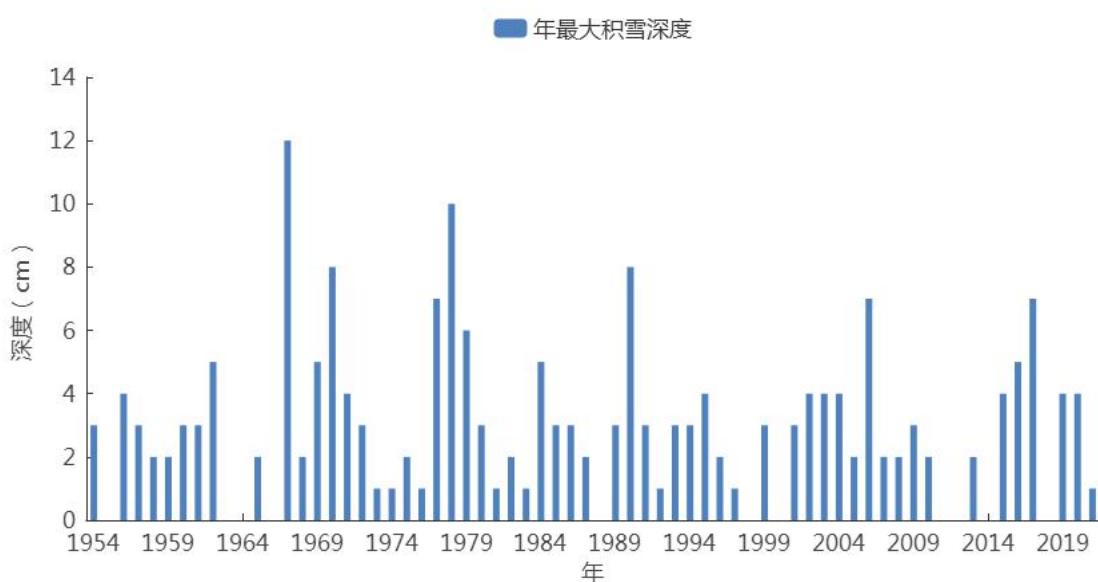


图 7.6-1 1954~2020 年磴口气象站站年最大雪深变化图

从磴口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 ($9.8\text{m}/\text{s}^2$)。

表 7.6-1 利用耿贝尔、P-III 和广义极值分布计算出磴口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
磴口	耿贝尔法 (cm)	11.3	9.9	8.8	8.0	6.5
	P-III 分布(cm)	10.8	9.5	8.5	7.7	6.3
	广义极值(cm)	11.2	9.6	8.5	7.6	6.1
	雪压(kN/m^2)	0.18~0.19	0.16~0.16	0.14~0.15	0.13~0.13	0.1~0.11

采用磴口气象站的资料进行磴口工业园设计雪压的推算。据表 7.6-1 可知，园区的 50 年一遇最大积雪深度计算值为 9.9cm，雪压为 $0.16 \text{ kN}/\text{m}^2$ 。磴口气象站 1967 年最大积雪深度为 12cm，因此 50 年以上一遇的最大积雪深度推荐 12cm，相应雪压计算值为 $0.16 \text{ kN}/\text{m}^2$ 。

由于《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012) 未单独提及磴口区域数值，此次报告选取与其临近区域临河区数据为参考值，《建筑结构荷载规范》中临河区重现期 50 年和 100 年的基本雪压分别为 $0.25 \text{ kN}/\text{m}^2$ 和 $0.30 \text{ kN}/\text{m}^2$ ，均大于磴口气象站的计算值。为了保证工业园内工程建设的安全性，推荐磴口工业园的基本雪压值 $0.25 \text{ kN}/\text{m}^2$ 。

7.7 设计冻土深度推算

利用磴口气象站 1954~2020 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 磴口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
园区	108.2	130.2	142.8	158.6	179.8

根据表可知，磴口气象站 50 年一遇最大冻土深度 158.6cm。因此，工程建设的设计冻土深度应不小于 158.6cm（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。具体名称及统计方法见表 7.8-1。

夏季空调室外计算逐时温度，按下式确定：

$$t_{sh} = t_{wp} + \beta \Delta t_r \quad (7.8-1)$$

$$\Delta t_r = \frac{t_{wg} - t_{wp}}{0.52} \quad (7.8-2)$$

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 7.8-2 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 7.8-1 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 (5.2-1)、(5.2-2) 和表 5.2-4
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℃

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, 得到磴口室外空气计算参数的统计结果, 见表 7.8-3, 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 7.8-4、表 7.8-5。

表 7.8-3 磴口气象站室外空气计算参数

室外计算温、湿度	年平均温度 (℃)	9.3
	冬季供暖室外计算温度 (℃)	-14.5
	冬季通风室外计算温度 (℃)	-9.3
	冬季空气调节室外计算温度 (℃)	-17.8
	冬季空气调节室外计算相对湿度 (%)	53
	夏季空气调节室外计算干球温度 (℃)	34.1
	夏季空气调节室外计算湿球温度 (℃)	-
	夏季通风室外计算温度 (℃)	29.6

	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	36
	夏季空气调节室外计算日平均温度 (°C)	28.6
风向、风速及频率	夏季室外平均风速 (m/s)	2.3
	夏季最多风向	NE
	夏季最多风向的频率 (%)	15
	夏季室外最多风向的平均风速 (m/s)	2.4
	冬季室外平均风速 (m/s)	2.7
	冬季最多风向	SW
	冬季最多风向的频率 (%)	21
	冬季室外最多风向的平均风速 (m/s)	3.1
	年最多风向	SW
	年最多风向的频率 (%)	15
	冬季日照百分率 (%)	78
	最大冻土深度 (cm)	97
大气压力	冬季室外大气压力 (hPa)	902.7
	夏季室外大气压力 (hPa)	889.4
设计计算用供暖期天数及其平均温度	日平均温度≤+5°C 的天数	141
	日平均温度≤+5°C 的起止日期	11.6-3.26
	平均温度≤+5°C 期间内的平均温度 (°C)	-4.0
	日平均温度≤+8°C 的天数	161
	日平均温度≤+8°C 的起止日期	10.25-4.3
	平均温度≤+8°C 期间内的平均温度 (°C)	-2.6
	极端最高气温 (°C)	40.3
	极端最低气温 (°C)	-34.2
	历年极端最高气温平均值 (°C)	36.6
	历年极端最低气温平均值 (°C)	-23.2
	累年最低日平均温度 (°C)	-21.4
	累年最热月平均相对湿度 (%)	50

表 7.8-4 磴口气象站夏季空气调节室外逐时计算温度 tsh (°C)

时刻	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00
tsh	24.9	24.6	24.2	23.8	23.6	24.3
时刻	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
tsh	25.6	27.3	28.9	30.3	31.7	32.8
时刻	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
tsh	33.7	34.1	34.0	33.1	32.7	31.6
时刻	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
tsh	30.1	28.6	27.5	26.8	26.2	25.9

表 7.8-5 磴口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	57.8	57.3	57.0	56.5	56.6	56.3

时刻	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
H	57.0	59.0	60.7	61.7	62.3	62.3
时刻	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
H	62.8	63.1	63.6	62.8	63.1	62.5
时刻	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
H	62.5	61.2	60.1	59.5	58.5	58.1

8结论和建议

8.1结论

8.1.1气候背景

磴口工业园位于内蒙古巴彦淖尔市西南部磴口县境内，气候属温带大陆性气候区，全境四季分明，气候宜人，日照时间长，热量丰富，昼夜温差大，独特的气候特征有利于农作物干物质和糖分积累，适宜农作物生长。其四季气候的主要表现为，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；冬季受西北气流控制，降温、降雪、大风是主要的天气现象。报告选取磴口气象站为主要参证站，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896.9hPa，年平均最高气压为899.3hPa，年平均最低气压为894.1hPa；年极端最高气压为923.8hPa，出现在2016年1月24日，年极端最低气压为875.3hPa，出现在2012年4月22日。

气温：多年平均气温为9.4℃，平均最高气温16.2℃，平均最低气温3.4℃。极端最高气温为40.3℃，出现在2005年6月22日，极端最低气温为-34.2℃，出现在1971年1月22日。

降水：年平均降水量为148.5mm，年降水量最多为240.1mm，出现在1995年，年最少降水量56.4mm，出现在2011年；年平均降水日数为35.0d；年最大日降水量135.4mm，出现在1997年。降水主要集中在6~8月，占全年降水量的61.33%。

风速：年平均风速为 2.5m/s，平均风速 4 月、12 月最大，为 2.9m/s。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 W 为主。最大风速的最大值为 24.7m/s（WSW），出现在 1999 年 2 月 28 日。近 16 年（2005~2020 年）极大风速的最大值为 23.5m/s（W），极大风速对应的风向多以 W 向的风居多。

风向：全年主导风向为 SW 风，出现频率为 14.8%，次主导风向为 NE 风，出现频率为 10.4%，静风的年出现频率为 8.0%。夏季出现频率最高的是 NE 风向，频率为 15.1%，其余季节均为 SW 风向，分别为 12.7%、16.1% 和 21.1%。

相对湿度：年平均相对湿度为 45.4%。4 月平均相对湿度最小，为 31.3%；8 月平均相对湿度最大，为 53.8%。

日照：平均日照时数为 3240.3h，年最多 3475.3h 出现在 1995 年，年最少 2662.9h，出现在 1985 年。日照时数月际变化呈单峰型，5~7 月平均日照时数最多，为 304 小时以上。

（2）大气自净能力

全年稳定类天气出现频率最高，占 41.5%；中性稳定度出现频率为 35.79%；不稳定类天气占 22.61%。其中春季中性类天气出现频率最高，其余季节稳定类天气出现频率均最高。年平均混合层高度为 737m，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 1042m、870m 和 212m。

四季平均大气自净能力春季>秋季>夏季>冬季。春季平均大气自净能力为强等级，其余季节为较强等级。年平均大气自净能力为较强等级，大气对污

染物的清除条件总体较强。园区 SW~WSW 扇形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。总体来看对污染物传输影响不大，但仍需关注静稳天气影响，避免污染物向其大气污染敏感区域传输。

（3）敏感气象要素的空间分布特点

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。磴口县年平均气压在 820.0~900.0hPa 之间，空间分布呈现西北低东南高的特征。其中磴口工业园年平均气压均在 900.0hPa 左右，在全县属于偏高水平。磴口县年平均气温在 4.0~10.0℃，由于温度与海拔呈现明显负相关关系，因此温度的空间分布特征为西北低东南高，园区平均气温为 9.0℃左右，在全县属于偏高水平。磴口县年均降水量在 115~160mm 左右，空间分布呈西低东高的特征，其中磴口县工业园年平均降水量在 140~155mm 左右，处于全县较高水平。磴口县年平均风速在 2.1~3.2m/s，其中磴口工业园年平均风速在 2.8m/s 左右，处于磴口县风速较高区域。磴口县年平均相对湿度在 40.0%~44.0%，空间分布表现为中部高、西北和东南低的特征。磴口工业园年平均相对湿度在 42.0% 左右，处于全县湿度中等地区。

（4）区域雷电环境

区域雷电活动主要活跃在 5~9 月，闪电发生时间较为分散，闪电发生时

段主要集中在午后至傍晚时段，其中 14 时雷电活动最强，19 时次之。工业园及周边 10km 范围内，实测土壤电阻率均值为 $88.86\Omega\cdot m$ ，雷击大地密度为 1.86 次/ km^2 ，雷电流平均强度为 $2.97kA/km^2$ ，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，园区内的企业及公共设施对高影响天气敏感度最高的是大风、雷击闪电；其次是沙尘暴、暴雨洪涝、暴雪、高温、冰雹、低温冰冻；较低的是逆温；最低的是冻融。本报告对磴口气象站的大风、雷击闪电、沙尘暴、暴雨洪涝、暴雪、高温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。

根据磴口气象灾害危险性分布图的分析结果：磴口工业园大风致灾因子危险性等级为低风险区，整体上大风灾害对园区的影响相对较小；磴口工业园大部分区域属于沙尘暴灾害危险性高风险区和次高风险区，发生沙尘灾害的可能性相对较大；磴口工业园区暴雨致灾因子危险性等级大部分为低等风险，东南小部分地区为较低风险及中等风险；磴口工业园雪灾致灾因子危险性等级大部分为低风险区，东部部分地区为较低危险区，雪灾对园区的影响相对较小；磴口县高温致灾因子危险性等级呈西北向东南逐渐升高的趋势，其中园区高温危险性等级为高等风险；磴口工业园冰雹致灾因子危险性等级较高，大部分地区为较高至高风险区，极小部分地区为中等危险区，受冰雹灾害影响较大；磴口工业园所在区域低温致灾因子危险性等级均为低风险区，整体上低温灾害对于园区内影响较小；园区逆温总频率为 30.23%，平均强度 $0.26^\circ C/100m$ ，最大强度为 $2.55^\circ C/100m$ ，逆温出现的高度以小于 250m 范围内居多；年最大冻土深度最大值为 108cm。按照雷电灾害区域风险分级标准，

磴口工业园雷击风险等级为III级属于中等风险，产生雷击灾害的可能性较大。

表 8.1-1 重要气象要素值统计一览表

重要气象要素值		磴口
大风	年均日数 (d)	11.9
	年最多日数 (d)	61
	年最大风速(m/s)	24.7
	年极大风速(m/s)	23.5
雷暴	年均日数 (d)	19.4
	年最大日数 (d)	32
沙尘暴	年均日数 (d)	10.4
	年最大日数 (d)	55
暴雨	年均日数 (d)	0.1
	年最大日数 (d)	1
	最长连续降水日数 (d)	7
	最长连续降水量 (mm)	50.4
	最大连续降水量 (mm)	136.6
	最大日降水量 (mm)	135.4
降雪	年均日数 (d)	9.7
	年最大日数 (d)	20
积雪	年均日数 (d)	9.1
	年最大日数 (d)	40
	最大积雪深度 (cm)	12
高温	年均日数 (d)	5.2
	年最大日数 (d)	18
冰雹	年均日数 (d)	0.6
	年最大日数 (d)	5
低温	年均日数 (d)	1
	年最大日数 (d)	18
最大冻土深度	年最大值 (cm)	108

利用 FloodArea 淹没模型，模拟了园区及其周边区域不同重现期极端降水的淹没风险，结果表明：磴口园区主要受黄河上游干流区间和河套灌区的干

渠及其支渠的影响，其中园区北部淹没风险较高，风险最高可达极高风险。由于磴口工业园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短历时强降雨可能造成的园区局地积水内涝。

8.1.3 园区建设对局地气候的影响

园区的建设对风场、温度、湿度、降水等气象要素可能产生有一定影响，但影响程度较小。园区建设使下垫面性质发生改变，相对于区外，园区内拥有更大的热容量和表面粗糙度，加上建筑物本身对风的阻挡或减弱作用，可能使得园区内平均气温高于周围郊区；园区建设对降水的影响主要源自城市环境下大气热力、动力条件和成分等的变化，这些变化大致归结于城市热岛效应、下垫面变化和气溶胶排放等影响机制，由于促进和抑制降水的因素同时存在，加之局地气候的扰动、大气环流等因素的影响，园区建设对降水的影响方向还存在不确定性；园区建设过程中原有的植被转变为不透水下垫面。降落地面的水分大部分都经人工铺设的管道排至他处，形成径流迅速，缺乏天然土壤和植被所具有的吸收和保蓄能力；园区建设过程中建筑密度和高度的增加导致地表粗糙度增加，不规则建筑群对大气运动有着一定的阻挡作用，由此引起局地风场的变化。综合来看，磴口工业园及其周边工业用地范围内除现有企业和市政公用设施（如变电站）外，大部分为荒地，自然植被较好，同时园区充分考虑保留现状水系和绿地，并结合道路和高压线走廊设置的绿化带沟通园区公共绿地，连接各个功能区，形成水、园、绿融为一体的和谐布局。在规划中充分结合自然地形，考虑磴口工业园及其周边工业用地分期建设的可能，采取组团布局、轴向发展方法，增强布局的弹性，为可持续发展做好基础。

8.1.4 关键气象参数分析与推算

园区的设计、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 8.1-2 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	23.8
	50 年一遇	22.2
风荷载 (kN/m ²)	基本风压	0.50
月平均最高气温 (℃)	100 年一遇	35.1
	50 年一遇	34.4
极端最高气温 (℃)	100 年一遇	41.5
	50 年一遇	40.7
月平均最低气温 (℃)	100 年一遇	-23.4
	50 年一遇	-22.0
极端最低气温 (℃)	100 年一遇	-34.8
	50 年一遇	-32.8 (推荐值 -34.4)
日最大降水量 (mm)	100 年一遇	126.2
	50 年一遇	101.5
最大积雪深度 (cm)	100 年一遇	11.3 (推荐值 12.0)
	50 年一遇	9.9 (推荐值 12.0)
雪荷载 (kN/m ²)	50 年一遇基本雪压	0.25
设计冻土深度 (cm)	100 年一遇	179.8
	50 年一遇	158.6
暴雨强度公式 (单位: L/(s•hm ²))		
地闪平均密度 (次•km ⁻² •a ⁻¹)		1.86 (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 8.1-3 室外空气计算参数

室外计算温、湿度	年平均温度 (°C)	9.3
	冬季供暖室外计算温度 (°C)	-14.5
	冬季通风室外计算温度 (°C)	-9.3
	冬季空气调节室外计算温度 (°C)	-17.8
	冬季空气调节室外计算相对湿度 (%)	53
	夏季空气调节室外计算干球温度 (°C)	34.1
	夏季通风室外计算温度 (°C)	29.6
	夏季通风室外计算相对湿度 (%)	36
	夏季空气调节室外计算日平均温度 (°C)	28.6
风向、风速及频率	夏季室外平均风速 (m/s)	2.3
	夏季最多风向	NE
	夏季最多风向的频率 (%)	15
	夏季室外最多风向的平均风速 (m/s)	2.4
	冬季室外平均风速 (m/s)	2.7
	冬季最多风向	SW
	冬季最多风向的频率 (%)	21
	冬季室外最多风向的平均风速 (m/s)	3.1
	年最多风向	SW
	年最多风向的频率 (%)	15
大气压力	冬季日照百分率 (%)	78
	最大冻土深度 (cm)	97
设计计算用供暖期天数及其平均温度	冬季室外大气压力 (hPa)	902.7
	夏季室外大气压力 (hPa)	889.4
	日平均温度≤+5°C 的天数	141
	日平均温度≤+5°C 的起止日期	11.6-3.26
	平均温度≤+5°C 期间内的平均温度 (°C)	-4.0
	日平均温度≤+8°C 的天数	161
	日平均温度≤+8°C 的起止日期	10.25-4.3
	平均温度≤+8°C 期间内的平均温度 (°C)	-2.6
	极端最高气温 (°C)	40.3
	极端最低气温 (°C)	-34.2
	历年极端最高气温平均值 (°C)	36.6
	历年极端最低气温平均值 (°C)	-23.2
	累年最低日平均温度 (°C)	-21.4
	累年最热月平均相对湿度 (%)	50

8.2 适用性分析及建议

本报告基于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，从气象角度对园区的规划、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，从气象角度需关注园区建设的气象灾害预防及建筑设计中需要用到的气象参数。回顾园区周边的历史气象灾情，暴雨洪涝、冰雹、大风、高温等气象灾害造成人员伤亡及财产损失，因此在园区规划设计、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 对园区规划设计阶段不同关注点的对策建议

阶段	关注点	对策及建议
规划设计	引入企业标准	<p>1.根据园区规划，磴口工业园发展定位为以发展食品、乳业、化工为主的综合性循环工业园区，应严格控制高污染企业入驻，尽量减少大气污染排放；对现有污染较大的企业严格管理其排放的废气和废渣，避免对当地环境造成影响。当地全年主导风向为 SW 风，涉及废气排放的高污染的企业应尽量布局在工业园和磴口县的下风向，避免污染物向工业园内部和县城的居民区扩散。</p> <p>2.引入化工、机械制造、建材等企业时，必须严格控制排放标准，保留磴口县及居民区防护隔离带，建议工业园严格控制高污染企业入驻，谨防对磴口造成直接影响。</p> <p>3.入驻企业在设计时应提高绿地覆盖率，缓解城市热岛。</p>
	空间布局标准	<p>1.园区区域年最多风向为 SW 风，四季之中，除夏季出现频率最高的是 NE 风向，其余季节均为 SW 风向。因此，园区建设需合理规划，避免在大气污染敏感区域上风方向建设化工等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。</p> <p>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。粮库、仓储以及地下仓库等也应做好干燥排水工作。</p> <p>3.园区东南小部分地区暴雨灾害风险等级为较低风险及中等风险，暴雨灾害对园区会有一定影响，应统筹考虑与公共设施的连接配套措施，辅助排水，同时需考虑对河流周边建设防护设施，如围栏、绿化带等。</p>
	建筑设计标准	<p>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，应参考本报告第六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。</p> <p>2.对于工业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。</p>
	灾害防御措施	<p>1.园区主导产业以发展食品、乳业、化工为主，食品、乳业企业产品的加工与存储；化工企业的危险化学品排放的废水、废渣等，对大风、雷电、暴雨洪涝、高温等高影响天气较为敏感，企业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。</p> <p>2.园区内食品、乳业、化工等对暴雨敏感度较高的企业应避免建在地势较低的区域，同时在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。</p> <p>3.园区在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。在园区的排水设计中参考临河气象站降水特征及暴</p>

	<p>雨强度公式、暴雨雨型等参数，结合实际情况，适当提高排水排涝设计标准，防排水系统的建设和配备上应该符合国家的标准规定。</p> <p>4.暴雨、大风、沙尘、暴雪、低温天气是该区域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排水排洪标准、风荷载、雪荷载、冬季管道防冻以及防沙措施。</p>
防雷设施标准	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

表 8.2-2 对园区建设施工阶段不同关注点的对策建议

阶段	关注点	对策及建议
建设施工	大风	<p>1.工业园周边地区曾发生 9 次大风灾害，灾害次数较多，受灾面积较大，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，遇大风天气需停止高处作业，防止人员伤亡。同时大风过后，应对高处作业安全设施逐一加以检查，发现有松动、变形、损坏和脱落等现象，应立即修理完善。春季是大风沙尘天气高发期，应尽量避免户外高空作业。</p> <p>2.施工现场要及时跟踪气象台的气象信息、台风预报，台风警报或紧急警报，以便在第一时间采取有效的措施，减轻或避免台风带来的损失。要根据台风预警等级采取相应的防御措施。</p>
	雷击闪电	<p>1.5~9 月为雷电活动的高发期，一天之中下午 14 时雷电活动最强，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。</p> <p>2.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。</p> <p>3.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。</p> <p>4.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。</p> <p>5.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 $40mm \times 4mm$ 热镀锌扁钢或 $\varphi 12$ 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。</p>

	沙尘暴	1.3~5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。 2.施工单位要对现场堆放的材料进行全面清理，在堆放整齐的同时必须进行可造的压重和固定，防止被沙尘暴将材料吹散和掩埋，基坑周边的围档要进行加固并外围一圈密目安全网进行密闭，防止材料吹落基坑伤人。
	暴雨	1.工业园周边地区曾发生15次暴雨灾害，造成财产损失，磴口暴雨高发期主要集中在7~8月，在该段时间应与当地气象部门建立联动机制，根据暴雨预报预警信息，合理安排施工时间。 2.施工企业和工程项目部要及时收看天气预报，密切关注天气变化，总结以往汛期施工经验，合理安排施工进度和计划，在大风天气、连续暴雨或者有关部门发出自然灾害或气候预警时，应停止施工并根据情况安排工人撤离施工现场或危险区域。 3.施工企业要针对工程项目的具体特点，制定本单位汛期安全生产事故应急救援预案，并定期组织演练，同时要加强对一线操作人员汛期安全生产知识和防护、救护技能的培训教育，提高其安全意识和素质。
	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。磴口冬季寒冷漫长，不适宜钢筋混凝土工程施工。 2.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。 3.各项目部要加强对施工现场安全生产管理，暴雪低温等恶劣天气应立即停止建筑施工现场室外作业，正常施工前应及时清除施工现场积冰、积雪，并采取有效防冻、防滑措施，室外作业人员必须配戴防滑鞋、防护手套等有效的防滑防冻措施。
	高温	1.要开展全员职业健康普查，对现场作业人员年龄偏大、身体素质较差、具有隐性疾病等不宜在高温环境下作业的人员，要及时调换岗位。 2.施工作业场所要采取有效的通风、散热等降温措施，供应清凉饮料和洁净用水，配备防暑和急救药品，防止人员中暑。高温、密闭、高处作业环境下，除落实防暑降温措施外，还需安排专人进行现场监护，防止意外。
	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。

8.2.2运营阶段

在园区的运营阶段，从气象角度分析最重要的工作是关注高影响天气可能造成的气象灾害，提高园区的防灾减灾能力。根据调查结果，园区企业及公共设施对高影响天气敏感度最高的是大风、雷击闪电；其次是沙尘暴、暴雨洪涝、暴雪、高温、冰雹、低温冰冻；较低的是逆温；最低的是冻融。园区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 对园区运营阶段的对策建议

阶段	高影响天气	影响	对策建议
----	-------	----	------

		<p>1.工业园周边地区曾发生 9 次大风灾害，园内建材、冶金、化工等企业应保守考虑抗风设计标准，尤其是大跨度钢结构建筑物屋顶容易受到大风吹起或掀翻，应对这类建筑物加固。</p> <p>2.大风天气来临前，建议农户抓紧加固果树、大棚和畜禽圈舍等农业生产设施，避免灾害损失。</p> <p>3.大风有可能吹倒建筑物、高空设施，易造成人员伤亡。如:厂房、工棚、电线杆、树木、广告牌、等倒塌，造成压死压伤。因此，在大风来临前，要及时转移到安全地带，避开以上容易造成伤亡的地点。</p> <p>4.应密切关注大风预警，特别是春、秋两季。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及大风，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。</p>
运营	雷击闪电	<p>1.雷暴闪电的电火花可引起燃烧或爆炸，毁坏生产设备；</p> <p>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。</p> <p>1.工业园周边地区曾发生 3 起雷电灾害。园内化工企业的原材料存储地需做好防雷措施，避免雷击造成人员伤亡及财产损失。5~9 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。</p> <p>2.重点注意午后到傍晚时段发生雷电时人员安全防护。</p> <p>3.工业园企业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；</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
	暴雨	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>1.工业园周边地区曾发生 15 次暴雨灾害，园内食品、化工、乳业等企业对暴雨敏感度较高。工业园东南小部分地区的暴雨致灾因子风险等级存有一定的中风险区，7~8 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，各大河流淹没风险较高，在极端降水的情况下可能会冲击园区，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。</p> <p>2.每年汛期（7~8 月）工业园要主动与气象、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</p>

		<p>号，掌握可能危及园区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，服从防汛指挥部的统一安排，及时避难。</p> <p>3.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，对园区重点区域、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。</p> <p>4.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中小河流洪水等次生灾害，及时接收暴雨预警信息，启动应急行动计划。</p>
暴雪、低温	<p>1. 园区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。</p> <p>2. 风雪灾害易使局部雪荷载大大超过设计荷载，导致大量的大跨度钢结构发生不同程度的破坏与倒塌。</p>	<p>1.工业园内食品、化工等企业对暴雪低温敏感度较高。每年11月至次年3月为积雪冰冻高发期，相关企业须及时检查各企业项目外露装置及接线盒附近是否结冰，如有结冰现象及时清理；物流运输应对车辆进行相应的防滑措施，以免造成安全隐患。</p> <p>2.及时清除园区道路积雪，并做好职工道路交通安全管理，防止路滑造成摔伤等安全事故。</p> <p>3.工业园内物流等企业产品运输主要依赖公路，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。</p> <p>4.低温冰冻来袭时，园区农业种植可能会受到冻害影响，相关企业可及时用新棚膜覆盖，提高棚内温度；选用抗逆性强，抗寒品种；加强田间管理等措施，来预防霜冻灾害可能造成的影响。</p> <p>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布的预报预警，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。</p>
沙尘暴	<p>1.对交通造成影响；</p> <p>2.对生产加工企业的正常生产造成影响；</p> <p>3.对免疫力较弱人群健康造成影响。</p>	<p>1.3~5月是沙尘天气高发期，园区内食品的加工、机械制造的精密仪器、物流运输的车辆出现等活动易受到影响。因此沙尘发生期间尽量避免外出活动，食品加工、机械制造等企业需把产品及精密仪器移至室内，避免造成经济损失。</p> <p>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，应采取应对措施。沙尘天气对户外精密设备有较大的磨损，应采取应对措施。此外建材企业等应该及时转移或遮盖露天存储的物料，以免造成损失。化工企业污染物可能会波及人群，应重点检查相关设施设备，谨防泄露。服装加工企业原材料可能会被污染，给生产加工带来影响，应采取应对措施。</p> <p>3.工业园内显著位置可设置气象预警信息显示屏，公众和相关企业可以及时收到沙尘暴预警信号，采取必</p>

		要的防护措施。
高温	<p>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；</p> <p>2.高温炎热天气会使火灾事故发生的可能性增加；</p> <p>3.高温天气易对食品、乳业等企业的生产加工造成影响。</p> <p>4.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。</p>	<p>1.园区内食品、乳业等对高温敏感度较高的企业应重点关注高温天气下厂房及仓库的通风和降温，避免产品因高温发生变质等影响，造成财产损失。</p> <p>2.园内企业应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。</p> <p>3.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。</p> <p>4.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。</p>
冰雹	<p>1.可能造成建筑物、车辆损坏；</p> <p>2.可能造成农作物的损坏；</p> <p>3.可能造成人员伤亡。</p>	<p>1.工业园周边地区曾发生4次冰雹灾害，给周边地区带来一定程度上的影响，5~9月份是工业园冰雹高发期，强对流天气高发期尽量避免外出，如须外出须做好防护。</p> <p>2.园区内物流运输企业要及时关注冰雹的天气预报，将车辆、设备等物品转移到安全地带，避免造成经济损失。</p> <p>3.园内种植及对冰雹敏感度较高的企业可建立防雹队伍，大力开展人工防雹，在一定程度上减少冰雹给农业、牧业带来的损失。</p>

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) 园区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园区应对 T 年一遇极端降水防洪设施和排水系统建设提供参考。

8.3综合结论

气候适宜性分析：园区所在区域位于磴口县城郊，属于温带大陆性气候区，受城市化影响相对较小，气温较差大、日照充足、干燥少雨，灾害性天气相对较少，总体气候条件基本适宜园区的建设和运行。

气候对园区建设和运营的影响：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，虽然年降水量较小，但短时强降水天气的发生几率很高，短历时暴雨灾害的风险较大。随着园区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。园区内对雷击敏感度较高的企业，应高度重视雷击风险。

(3) 园区极端最高（最低）气温在磴口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，运营时应特别注意冬季采暖期的保温工作，避免产生不良影响。

(4) 园区周边地区历史上发生过暴雨洪涝、大风、冰雹、雷击、霜冻等气象灾害，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：

报告从气象角度为园区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。

8.4 适用范围及建议

- 1.本报告适用于海勃湾产业园内规划入驻的常规项目，当论证区域发生调整时需要重新开展相关区域的气候可行性论证工作。
- 2.论证的区域规划和建设项目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。
- 3.入驻园区的项目属于特殊工程或交通、水利、能源、化工、电力等领域的重大工程时，应结合实际需要，另列专题进行气候可行性论证。

参考文献

- [1]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.
- [2]郭宾,罗力兵,刘海洋.城市热岛效应进展及分析[J].科学咨询,2021,756(35):42
- [3]王文杰,申文明,刘晓曼,等.基于遥感的北京市城市化发展与城市热岛效应变化关系研究[J].环境科学研究,2006,19(2):44-48.
- [4]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.
- [5]陈秀洪,刘丙军,陈刚.城市化建设对降水特征的影响[J].自然资源学报,2017,32(9):1591-1601.
- [6]史军,梁萍,万齐林,等.城市气候效应研究进展[J].热带气象学报,2011,27(06):942-951.
- [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] Crago, R.D., W. Okello, and M.F. Jasinski, Equations for the Drag Force and Aerodynamic Roughness Length of Urban Areas with Random Building Heights. Boundary-Layer Meteorology, 2012. 145(3): p.423-437.

附录 1 园区及周边地区气象灾害调查

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1988年8月31日	暴雨洪涝	磴口县	造成道路积水，住宅院墙牲畜棚圈倒塌，全县11个苏木镇800公顷农作物受灾，直接经济损失980万元。
1992年7月-8月	大风、冰雹	磴口县渡口镇	7、8两月，四坝、协成部分村社及渡口乡均收到冰雹及强风侵袭，造成大面积作物受灾，经济损失惨重，也有部分牲畜死亡
1994年8月10日	大风	磴口县	午后磴口县遭遇历史上第一次龙卷风袭击，中心风力约100米/秒，经过处房屋倒塌，房顶卷飞，大树连根拔起或折断，农作物、杂物人畜被卷向空中，各类建筑、通讯线路、电力设施破坏极为严重，仅以上各种灾害死亡牲畜850头只，26人受伤，3人重伤，成灾面积5.5万余亩，造成全县经济损失3461万元。
1997年8月14日	暴雨洪涝	磴口县	葵花、玉米大面积倒伏受灾，甜菜受淹，部分土木结构房屋倒塌，直接影响了农牧生产的丰收和人民生活的正常运行。
2003年9月26日	暴雨洪涝	磴口县	地面积水深30厘米，全县苏木镇19个自然村不同程度受灾，549户居民家中进水，79户民房损坏（6户民房倒塌），有31户成危房户；农作物受灾面积1666.67公顷，成灾面积1200公顷；牲畜圈棚倒塌147处，死亡牲畜173头（只），造成直接经济损失757.96万元。
2007年6月22日	暴雨洪涝	磴口县	造成4个苏木镇，46个村（嘎查）普遍受灾，受灾人口达26870人。暴雨积水致使小麦、玉米、葵花、籽瓜、葫芦等大部分农作物倒伏浸泡，农作物受灾5660公顷，绝收3608公顷。倒塌住房233间，倒塌牲畜棚圈48座，造成430人住房困难，死亡大小牲畜34头（只），直接经济损失2613万元。
2008年8月16日	暴雨洪涝	磴口县沙金套海苏木	山洪造成2户牧民共7人被困，无财产损失。
2010年7月18日	暴雨洪涝	磴口县	受雷雨大风影响，磴口县部分村社农作物出现倒伏，具体受灾作物有小麦、玉米、葵花。
2010年	高温	磴口县	由于前期气温偏高，加之6月8日降水天气过程结束后，连续20余天气高温天气，磴口县大范围发生番茄茎基腐病，涉及到五个乡镇共发生面积为262.67公顷，其中巴镇60公顷、渡口镇33.33公顷、补隆淖86.67公顷、隆盛合镇41.33公顷、沙金苏木41.33公顷，发病率约10%左右，重病率约30%，部分死亡苗种，已改种葵花。
2011年	雷电	磴口县	石化行业受影响。

2012年6月27日	暴雨洪涝	磴口县巴彦高勒镇	巴镇受降水影响较轻，仅城关村一社40亩小麦、葵花不同程度倒伏，亩均损失100元左右。总计损失4000元。
2012年6月27日	暴雨洪涝	磴口县补隆淖镇	由于6月26日至27日连续降雨，并伴有大风，造成补隆镇多数农作物受到不同程度的灾害。据统计，小麦受灾面积540亩，预计每亩损失500元，受灾金额27万元；玉米受灾面积700亩，预计每亩损失300元，受灾金额21万元；葵花受灾面积1000亩，预计每亩损失600元，受灾金额60万元；番茄受灾面积500亩，预计每亩损失800元，受灾金额40万元，各种瓜皮类受面积5500亩，预计每亩损失1000元，直接经济损失550万元。以上各项受灾作物总计损失698万。
2012年6月27日	暴雨洪涝	磴口县渡口镇	6月27日，渡口遭强降雨袭击，此次降雨灾害受灾人口达4500人，农作物受灾总面积20120亩，其中玉米7580亩，葵花7870亩，小麦4670亩，造成直接经济损失565.7万元，另有近2000余亩耕地由于近期降雨增多造成目前仍无法耕种。由于通知、防范及时，无房屋倒塌，无人员伤亡。目前，受灾群众情绪稳定，恳请民政部门予以救助、帮助受灾群众度过难关。
2012年6月27日	暴雨洪涝	磴口县隆盛合镇	造成隆盛合镇14个村87个社约6500亩农作物不同程度受灾，其中小麦倒伏5150亩，初步估算减产40%；瓜类作物受灾严重，面积达1300亩；全镇直接经济损失预计达到300万元。
2012年6月27日	暴雨洪涝	磴口县沙金套海苏木	特大持续降雨，使苏木11个嘎查的512户1430个农牧民的1800亩小麦倒伏，其中欠收600亩，直接经济损失108万元；沿山巴音乌拉嘎查、巴音布日格嘎查、那仁宝力格嘎查部分牧民的1500亩饲草料基地被山洪冲毁，其中玉米540亩，葵花960亩，冲断砂石路6处，直接经济损失138万元；巴音乌拉嘎查阿贵庙沟冲断电杆5根，刮走阿贵庙价值30万元的维修材料；全苏木96户234间房屋因雨受损，需维修费用29万元。此次暴雨灾害给全苏木共造成经济损失305万元。
2012年7月3日	大风、冰雹、暴雨	磴口县沙金套海苏木	2012年7月3日下午4时30分至5时20分，沙金套海苏木遭受罕见的大风、冰雹、暴雨自然灾害，降雨量达到37.2mm。全苏木受灾农作物32250亩，绝收11400亩，沙区、农区遭受冰雹，沿山被围困危房15户，38条砂石路共计145公里被严重损坏，造成直接经济损失3330万元。
2012年7月17日	大风	磴口县	7月17日午后13点至17点，磴口县出现罕见强对流天气，最大降雨中心出现在哈腾，小时降雨量达20毫米。此次强对流天气虽无

			降雹，但是伴有短时大风天气，尤其在磴口巴镇本站出现罕见天气现象一飑。由于短时强降水和大风天气，大片农作物倒伏，沿山部分公路冲毁，造成牲畜死亡现象。据民政部门统计，农作物受灾面积 46560 亩，600 头牛羊死亡，4 处沿山公路冲毁，直接经济损失 1977.5 万元。
2012 年 7 月 27 日	暴雨洪涝	磴口县巴彦高勒镇、渡口镇、补隆淖镇、隆盛合镇、沙金套海苏木	磴口县境内大面积农作物受灾，尤其是磴口县巴镇城区大部分街面内涝，街区水面基本超过马路 30 厘米，县区路面交通基本陷于瘫痪，部分居民家里进水达 50-70 厘米，据初步统计，此次降雨共造成全县 42083 亩农作物受灾，其中：玉米 8847 亩、葵花 21123 亩，全县房屋进水漏雨 5628 户，倒塌房屋 15 户，圈舍倒塌 350 户，温室大棚 3 户，部分居民凉房院墙倒塌，共造成直接经济损失 3614.3 万元。截止午夜 23 点 30 分，共紧急转移安置人口 338 户 762 人，其中投靠亲友借住 320 户 740 人，在紧急安置点居住 18 户 22 人。
2013 年 6 月 29 日	大风	磴口县	6 月 29 日，磴口县渡口镇遭强降雨、冰雹、大风袭击，经受灾村上报和渡口镇相关部门核查统计，此次降雨灾害受灾人口达 4221 人，农作物不同程度受灾，总面积 734.6 公顷，其中：玉米 6200 亩（其中河滩地 2000 亩），葵花 4500 亩，小麦 300 亩，葫芦 19 亩。26 户土房发生不同程度受损。共造成直接经济损失 320 万元；
2014 年 7 月 15 日	干旱	磴口县	据统计，磴口县沙金苏木巴音乌拉嘎查、那仁宝力格嘎查、巴音布日格嘎查、巴音宝力格嘎查、温都尔毛道嘎查，5 个嘎查 785 户 1870 人受旱灾影响严重，草场牧场受灾 22 万公顷，13.5 万羊只面临生存困难，450 眼水井严重缺水，人畜饮水困难。造成直接经济损失 1200 万元。
2016 年 6 月 12-13 日	雷电、大风、冰雹、强降水	磴口县	2016 年 6 月 12 至 13 日，受强对流云团影响，磴口县多地出现雷电、大风、冰雹、强降水等强对流天气。全县共有 5 个苏木镇、4 个农场（包尔盖农场未受灾）65 个嘎查村、分场受灾，受灾人口 25003 人。
2016 年 8 月 17 日	暴雨洪涝	磴口县巴彦高勒镇、渡口镇、补隆淖镇、沙金套海苏木	此次降雨造成磴口县 8900 人口受灾，主要涉及巴镇、渡口镇、补隆镇、沙金苏木、一团，全县 12083 亩农作物受灾。
2017 年 5 月 3-5 日	大风沙尘	磴口县	5 月 3 日至 5 月 5 日，磴口县出现大风、沙尘暴、降温天气。平均风力 5-6 级，阵风 9 级，最大风速 23.5 米/秒，磴口地区出现沙尘暴，最小能见度 534 米。

2019年5月11-13日	大风、沙尘、霜冻	磴口县	受强冷空气影响，5月11-13日，磴口县出现大风、沙尘暴、霜冻天气过程，造成全县玉米、葫芦、瓜类、蔬菜等作物12836.3公顷受灾。
2019年8月9日	雷雨、大风、冰雹	磴口县	受强对流天气影响，8月9日14时至20时，磴口县大部地区出现雷雨、大风，部分地区出现冰雹天气，降水量在0.4-9.8毫米，大部地区出现8级以上大风，最大出现在巴彦套海农场为31米/秒（11级）。此次天气过程造成磴口县大部地区不同程度受灾。

附录 2 气象要素、高影响天气敏感度调查表

园区及重点企业对气象要素、高影响天气敏感度调查表

市(县)园区调查日期		年 月 日						调查人:		联系方式:		高影响天气												
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	冻融(指土壤活)	逆温(指雾霾)	沙尘暴								
企业名称	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低
内蒙古蒙牛圣牧高科乳业有限公司	/	/			/	/	/	/	/	/					/	/	/							
内蒙古磴口金牛煤电有限公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
内蒙古利川化工有限责任公司	/	/		/	/	/		/	/	/					/	/	/							
巴彦淖尔市祝成工贸有限责任公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
内蒙古鼎日通包装有限公司	/		/	/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
内蒙古中裕番茄制品有限公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
上海佳格食品有限公司内蒙古分公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
泰顺兴业内蒙古食品有限公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
内蒙古磴口县万晨千峰水泥有限公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
内蒙古巴彦淖尔南科河种业有限公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
巴彦淖尔市圣母离科生态草业有限公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
内蒙古磴口工业园区管理委员会	/		/	/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
巴彦淖尔华油天然气有限责任公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
磴口县鸿运建材有限责任公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
磴口县丰华供水供热有限公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
磴口县丰永工贸有限公司	/	/		/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
内蒙古志硕新材料有限公司	/		/	/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							
磴口县明乐油脂有限公司	/		/	/	/	/	/	/	/	/					/	/	/							

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

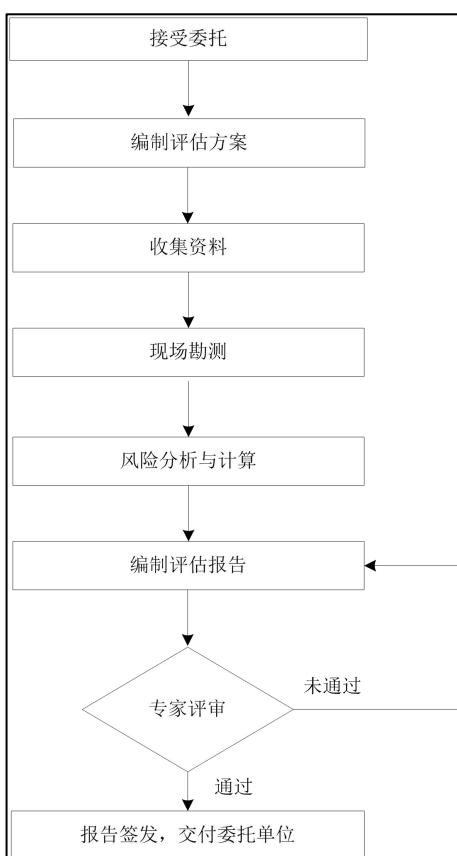
①评估单位进行雷电灾害风险评估时，需收集包括但不限于以下资料：

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

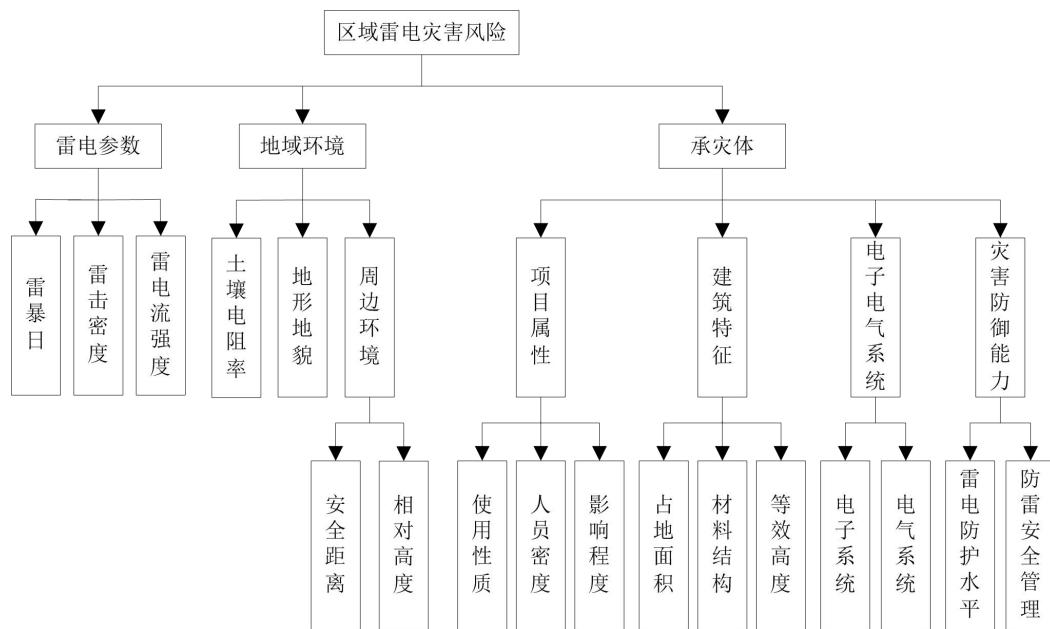
评估流程见附图3.1。



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),其权重大大小可根据层次分析法确定。

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：

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_2 ——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

说 明	
危险等级	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

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 (Ω·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 (建筑物为木结构);

—— II 级 (建筑物为砖木结构);

- 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(二)(三)或(一)(二)
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）: $\sigma^2 = \frac{C^2}{a^2}$, 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: $x_1^* \leq x_2^* \leq \dots \leq x_m^* \leq \dots x_n^*$

$$\text{则 } F_n^*(x) = \frac{m}{n+1}.$$

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。