

[内部资料，注意保密]

# 银川高新技术产业开发区建设项目 区域评估气候可行性论证报告

再生资源产业区块--马家滩 C 区

2020 年 12 月

# 目 录

1 概述.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 工作目的.....	4
1.3 术语.....	5
1.4 编制依据.....	7
1.4.1 政策法规.....	7
1.4.2 标准规范.....	7
2 项目概况及特征分析.....	9
2.1 项目区基本情况.....	9
2.1.1 论证范围.....	9
2.1.2 项目区规划方案.....	9
2.1.4 项目区开发现状.....	11
2.2 项目区气象灾害历史事件.....	11
2.3 关键气象参数的筛选及确定.....	12
3 气象资料说明.....	14
3.1 参证气象站的选取及三性分析.....	14
3.1.1 参证气象站的代表性分析.....	16
3.2.2 参证气象站准确性分析.....	17
3.2.3 参证气象站比较性分析.....	19
3.2 资料来源及说明.....	21
4. 大气环流背景场分析.....	23

4.1 概述.....	23
4.2 春季环流背景场.....	24
4.3 夏季环流背景场.....	25
4.4 秋季环流背景场.....	26
4.5 冬季环流背景场.....	27
4.6 不同灾害性天气对应的环流背景.....	28
4.6.1 沙尘暴天气环流背景.....	28
4.6.2 大风天气环流背景.....	31
4.6.3 短时强对流环流背景.....	36
4.6.4 雾环流背景.....	39
4.6.5 大到暴雪环流背景.....	41
4.6.6 冰雹环流背景.....	44
4.7 小结.....	45
5. 马家滩 C 区区域气候背景分析.....	47
5.1 气压.....	48
5.1.1 年际变化.....	48
5.1.2 年变化.....	50
5.1.3 日变化.....	52
5.2 气温.....	53
5.2.1 年际变化.....	53
5.2.2 年变化.....	55
5.2.3 日变化.....	56

5.3	降水	57
5.3.1	降水量年际变化	57
5.3.2	降水量年变化	57
5.3.3	降水日数	58
5.4	风	59
5.4.1	风速年际变化	59
5.4.2	风速年变化	62
5.4.3	风速日变化	63
5.4.4	风向频率年及季节变化	63
5.5	相对湿度	65
5.5.1	年际变化	65
5.5.2	年变化	67
5.5.3	日变化	68
5.6	日照	69
5.6.1	年际变化	69
5.6.2	年变化	69
5.7	地面温度	70
5.7.1	年际变化	70
5.7.2	年变化	72
5.7.3	日变化	73
6	马家滩 C 区关键工程气象参数分析及推算	75
6.1	雷击风险评估	75

6.1.1	雷电活动特征.....	76
6.1.2	区域雷电灾害风险评估.....	85
6.2	风速极值推算.....	92
6.2.1	参考气象站 2min 平均风速最大值年际变化.....	92
6.2.2	参考气象站 10min 平均风速最大值年际变化.....	93
6.2.3	设计风速的概率计算.....	93
6.2.4	项目区设计风速的推算.....	97
6.2.5	项目区不同高度不同重现期 10min 平均最大风速的 推算.....	97
6.3	雪压极值推算.....	98
6.3.1	参证站雪深及雪压.....	98
6.3.2	设计雪压的概率计算.....	99
6.4	最高、最低气温极值及室外空气计算参数推算.....	100
6.4.1	不同重现期设计气温（高温）与极端最高气温的推算 .....	100
6.4.2	不同重现期设计气温（低温）与极端最低气温的推算 .....	103
6.4.3	室外空气计算参数.....	105
7	马家滩 C 区高影响天气现象分析.....	107
7.1	暴雨.....	107
7.2	雷暴.....	107
7.3	闪电.....	108

7.4 大风.....	109
7.5 积雪.....	110
7.6 高温日数、低温日数.....	112
7.7 结冰.....	113
7.8 冰雹.....	114
7.9 雾.....	115
7.10 沙尘暴.....	116
7.11 最大冻土深度.....	117
8 论证结论的适用性及建议.....	119
8.1 规划、建设阶段.....	119
8.2 运营阶段.....	120
9 结论.....	122
9.1 气候背景.....	122
9.2 关键气象参数推算结果.....	122
9.3 高影响天气分析.....	123
9.4 综合结论.....	124
附录 1：项目区周边地区气象灾害调查.....	126
附录 2：重点企业调查.....	129
附录 3：评审意见.....	130

# 1 概述

## 1.1 项目概况

银川高新技术产业开发区建设项目位于宁夏回族自治区银川市灵武市境内，始建于2003年4月，2009年6月被宁夏回族自治区政府命名为“银川高新技术产业开发区”，2010年11月被国务院批准升级为国家高新技术产业开发区。

本报告的评估范围为银川高新技术产业开发区内的灵武再生资源产业区块中的马家滩C区。

灵武再生资源产业区块：分为两个板块，A区和B区，以及马家滩C区，规划总用地面积为598.12hm<sup>2</sup>。

马家滩C区——位于国华宁东电厂以东4km、规划宁东基地4号渣场南侧、电厂灰厂西侧、红老铁路以北。西边界距离白芨滩国家自然保护区19.4km，规划用地面积为150.26hm<sup>2</sup>。

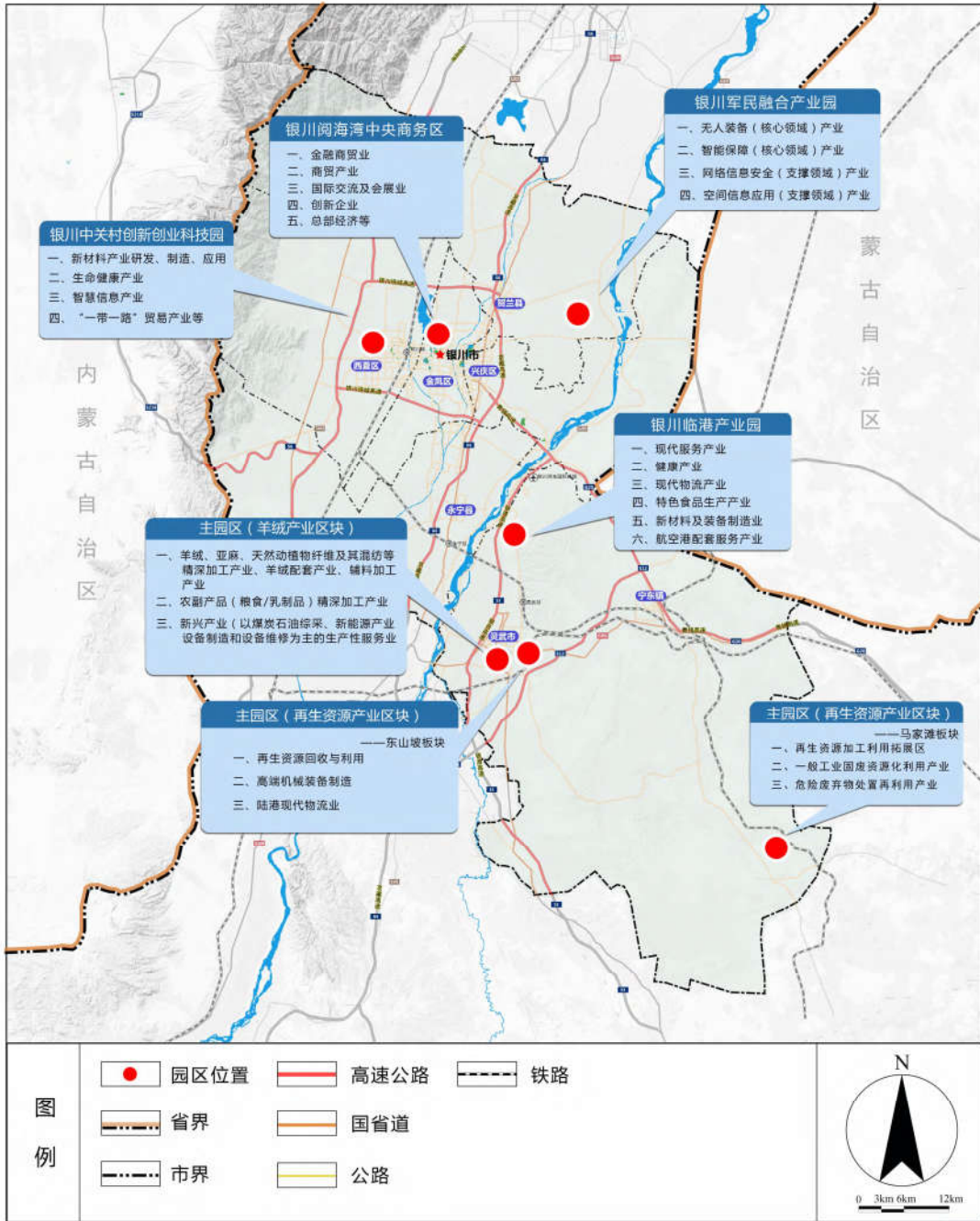
其规划定位是：用循环经济发展的理念和模式，坚持“产业兴园、项目立园、特色强园”，以资源循环利用、装备制造及精深加工、仓储物流为主导产业，努力打造绿色、高端、一流的循环经济产业园区。

- 西部一流的国家级城市矿产示范基地；
- 宁夏最具特色的资源循环利用绿色产业园区；
- 宁夏重要的大宗货物及煤炭集装箱分拨基地；
- 宁东能源化工基地和银川综合保税区的配套产业基地。

为了贯彻落实《自治区党委办公厅人民政府办公厅印发〈关于深

化“不见面、马上办”改革深入推进审批服务便民化的实施意见》的通知》（宁党办〔2018〕73号）及《自治区人民政府办公厅关于在全区推行建设项目区域评估的通知》（宁政办明电发〔2019〕15号）精神，根据产业区性质、定位、区位，需开展银川高新技术产业开发区建设项目区域气候可行性论证评估工作。在接受委托后，我单位立即成立了编制工作组，搜集了高新技术产业开发区周边相关气象资料，并前往建设项目现场进行调研踏勘，按照项目区的性质、规模、建设内容、发展规划等要求确定了气候可行性论证的重点、范围、技术路线等，形成了编制方案。在此基础上，按照中国气象局下发的《区域性气候可行性论证技术指南》要求完成了《银川高新技术产业开发区建设项目区域评估气候可行性论证报告（再生资源产业区块-马家滩C区）》。

# 产业规划布局图



## 用地现状图

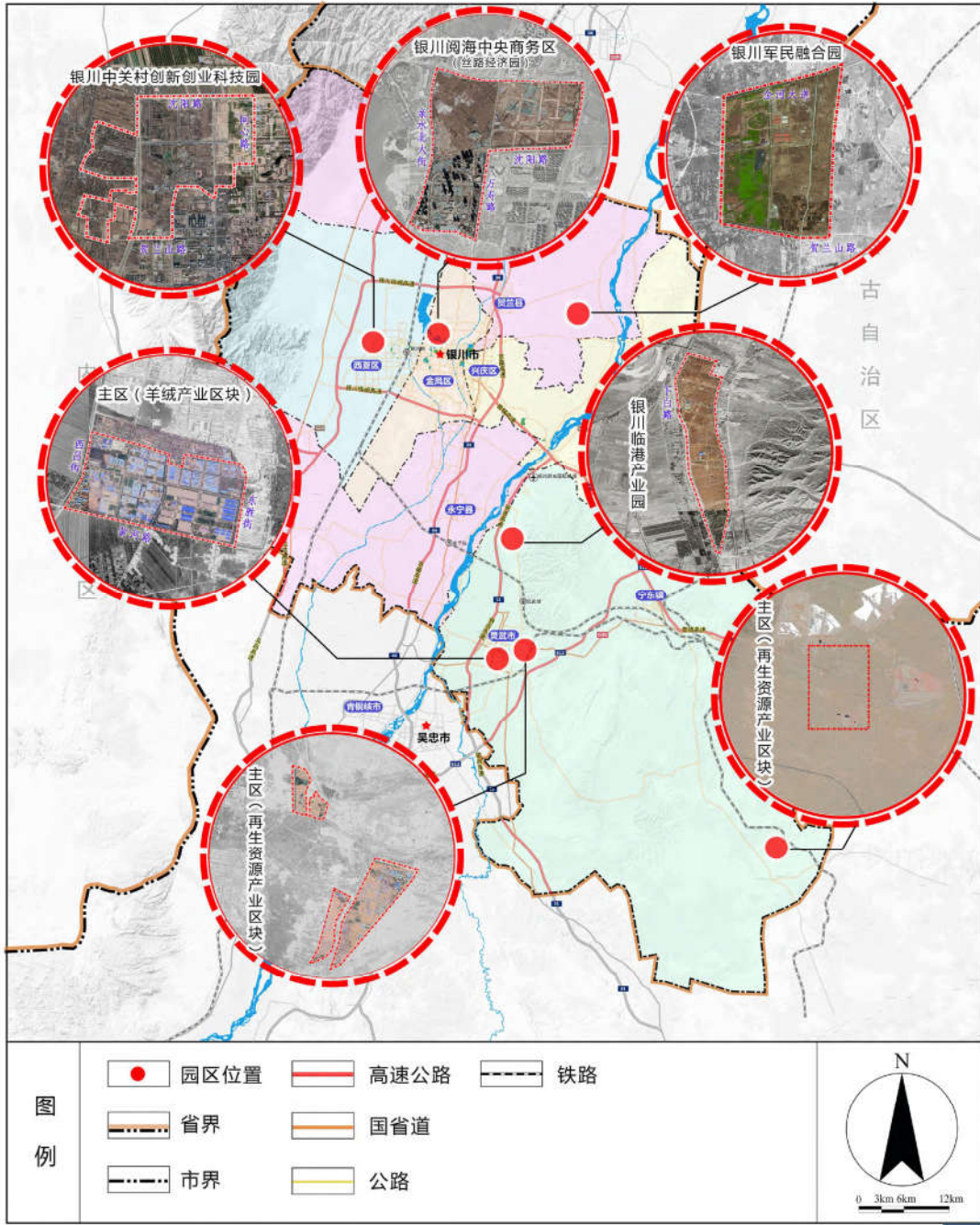


图 1.1-1 银川高新技术产业开发区建设项目在银川市的位置图  
引自：银川国家高新技术产业开发区总体规划（2020-2035）

## 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，项目区区的规划和建设对天气气候特别是灾害性天气的敏感度和脆弱性加大。因此，开展区域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规划和建设遭受极端气象灾害的不利影响，对于其规划、建设、运营以及气候资源开发利用等意义重大。

本报告以灵武再生资源产业区块（马家滩 C 区）（以下简称项目区）周边国家气象站资料为基础，结合闪电定位资料、历史灾情资料对项目区所在区域的气候条件开展论证分析工作，从气象防灾减灾的角度对项目区规划、建设给予科学的指导意见。

### 1.3 术语

（1）参证气象站：气象分析计算所参照具有长年代气象数据的国家气象观测站。

（2）关键气象因子：与建设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，地面上 10m 高度处 50 年重现期的 10min 平均风速的年平均值。

（4）设计风速：在基本风速基础上，考虑局部地表粗糙度影响，项目所在地地面上 10m 高度处 50 年重现期的 10min 平均风速的年最大值。

（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) 基本地面温度：根据参证气象站历年记录所得的最热月的月平均最高地面温度值和最冷月的月平均最低地面温度，经极值概率分布曲线拟合确定设计频率的最高、最低地面温度。

(7) 冬季空气调节室外计算温度：近 30 年不保证 1 天的日平均温度。

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

(9) 冬季通风室外计算温度：累年（近 30 年）最冷月月平均温度的平均值。

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

(11) 冬季空气调节室外计算相对湿度：累年（近 30 年）最冷月月平均相对湿度的平均值。

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

(13) 暴雨日：指 24 小时降雨量 $\geq 50\text{mm}$  的日数。

(14) 最大日降水量：指一年中出现的一日最大降水量。

(15) 雷电灾害风险评估：根据雷电特性及其致灾机理，分析雷电对评估对象的影响，提出降低风险措施的评估和估算过程。

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

(17) 高影响天气：直接影响园区项目建设和运营的天气。

(18) 大风：瞬时风速达到或超过 17.0m/s 的风。

## 1.4 编制依据

### 1.4.1 政策法规

- (1) 《中华人民共和国气象法》(2016 年 11 月 7 日修正版)；
- (2) 《气象灾害防御条例》(中华人民共和国国务院令第 570 号)；
- (3) 《国务院关于印发清理规范投资项目报建审批事项实施方案的通知》(国发〔2016〕29 号)；
- (4) 《气候可行性论证管理办法》(中国气象局第 18 号令)；
- (5) 《气象信息服务管理办法》(中国气象局第 27 号令)；
- (6) 《宁夏回族自治区气象灾害防御条例》(2009 年 7 月 31 日公布，2009 年 10 月 1 日起实施)；
- (7) 《宁夏回族自治区气候资源开发利用和保护办法》(2017 年 1 月 4 日公布，2017 年 3 月 1 日起实施)；
- (8) 《自治区人民政府办公厅关于在全区推行建设项目区域评估的通知》(宁政办明电发〔2019〕15 号)；
- (9) 《宁夏回族自治区气候可行性论证区域评估工作规程》(宁气发〔2019〕12 号)。

### 1.4.2 标准规范

- (1) GB50009-2012 建筑结构荷载规范
- (2) GB50057-2010 建筑物防雷设计规范

- (3) GB50343-2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范
- (4) GB/T 21714.2—2015/ IEC 62305-2: 2010 雷电防护 第2部分：风险管理
- (5) QX/T 85-2018 雷电灾害风险评估技术规范
- (6) QX/T 453-2018 基本气象资料和产品使用规范
- (7) QX/T 457-2018 气候可行性论证规范气象观测资料加工处理
- (8) QX/T 118-2010 地面气象观测资料质量控制
- (9) QX/T 423-2018 气候可行性论证规范 报告编制
- (10) QX/T 426-2018 气候可行性论证规范资料收集
- (11) QX/T 436-2018 气候可行性论证规范 抗风参数计算
- (12) QX/T 469-2018 气候可行性论证规范 总则
- (13) QX/T 452-2018 基本气象资料和产品提供规范
- (14) 气预函〔2019〕42号 区域性气候可行性论证技术指南

## 2 项目概况及特征分析

### 2.1 项目区基本情况

#### 2.1.1 论证范围

本次区域气候可行性论证的评估范围为项目区的规划范围:灵武再生资源产业区块马家滩 C 区东距国华宁东电厂 4km、规划宁东基地 4 号渣场南侧、电厂灰厂西侧、红老铁路以北,西距白芨滩国家自然保护区 19.4km。

#### 2.1.2 项目区规划方案

灵武再生资源产业区块规划为“一园、两板块、三大功能区”,东山坡板块主要为废旧物资分拣拆解加工及现代流服务功能区、再生资源精深加工及装备制造功能区,马家滩 C 区主要为资源循环利用及绿色建材制造功能区。

# 银川国家高新技术产业开发区总体规划（2020-2035年）

银川高新技术产业开发区（主园区）——再生资源产业区块

## 产业分区规划图（马家滩板块）

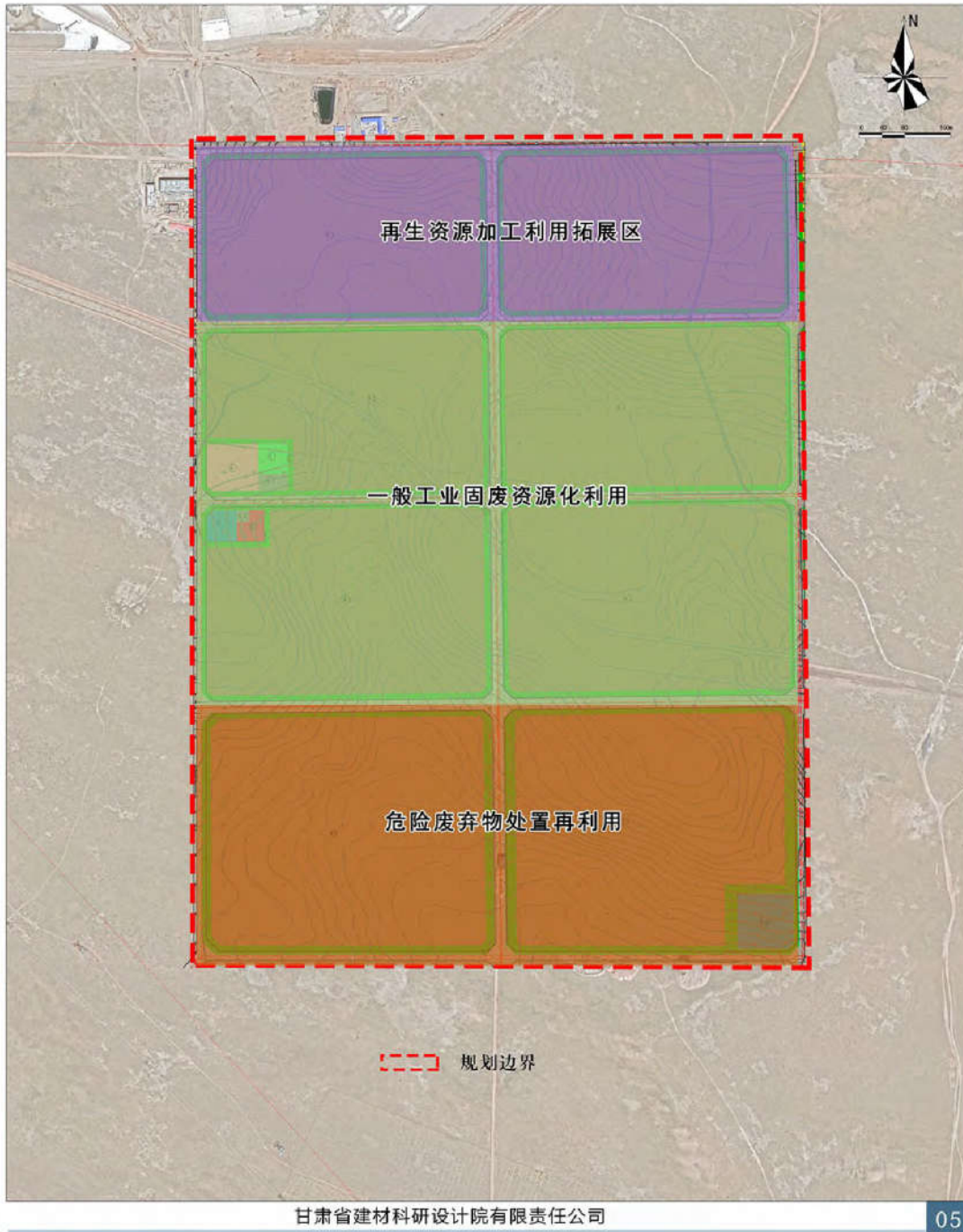


图 2.1-1 马家滩 C 区产业分区规划图

引自：银川国家高新技术产业开发区总体规划（2020-2035）

#### 2.1.4 项目区开发现状

灵武再生资源产业园区块（A区和B区以及马家滩C区）内企业有80多家，已形成以汽车拆解、工程车辆及汽车二手车交易、废弃资源综合利用和金属加工为主导的产业体系，建立了覆盖周边10余省区1100多个回收网点，初步构建了废铜铝铅锌等有色金属及废钢铁、废电器电子产品、报废机动车、废旧轮胎、废碎玻璃等回收综合利用产业链。

#### 2.2 项目区气象灾害历史事件

对项目区及其周边区域所发生的气象灾害进行回顾，详见附录1，其中有以下几个灾害情况：

（1）2015年7月，盐池县花马池镇突降冰雹及强降雨，并出现洪涝。降水过程持续时间30分钟左右，降水量10.3毫米，最大冰雹直径2厘米。花马池镇西井滩村、柳树梁村等乡村遭受冰雹灾害。玉米、西瓜和马铃薯等受灾农作物共计447公顷，全部绝产，直接经济损失90万元。

（2）2015年8月，盐池县普降大到暴雨，10日花马池镇和王乐井乡累计降水量均超过18毫米。11日花马池镇、高沙窝镇、惠安堡镇和王乐井乡累计降水量均超过21毫米。11日13时左右突降暴雨，最大小时降雨量出现在惠安堡镇，14时小时雨量达51.7毫米。暴雨导致17个自然村发生洪涝灾害，受灾人口6409人。

（3）2016年5月，吴忠市盐池县部分乡镇遭受大风降温灾害，

造成 929 人受灾，农作物受灾面积 326 公顷，死亡羊只 76 只，倒塌附属房屋一户 6 间（彩钢房）。

（4）2016 年 7 月，7 月 26 日 12 至 14 时，盐池县出现短时强降水，惠泽村小时雨量达 32.7 毫米，强降水持续时间 45 分钟左右。灾害造成 60 米温棚墙体倒塌，惠泽村和盈德村 12.35 吨黄花被雨水冲散；田记掌至史庄子 1 公里水泥路路基冲毁；农户 100 米院墙倒塌。

（7）2018 年 8 月 29 日 20 时 40 分左右，灵武县出现暴雨。暴雨造成灾害损失约 1300 万元。。

根据附录 1 的统计，项目区周边区域主要历史气象灾害为暴雨及大风。

### **2.3 关键气象参数的筛选及确定**

根据企业规划定位、规划方案及企业调研，结合《区域性气候可行性论证技术指南》，从产业经济功能区分类来讲评估区属于第二类别的“产业经济类（二产）”，关键气象敏感因子应为暴雨、雷电、大风、台风、暴雪、高温、冰冻、大雾、沙尘暴等，考虑内陆地区台风影响较少，故而本报告不对台风做具体分析，其他要素将在第 5 及第 7 章进行详细分析。根据项目区分类及所处地理环境，影响开发区规划、建设、运营期间的关键气象参数应包括：为提高项目区应对雷暴、闪电灾害的能力，需进行的雷击风险进行评估；厂房建筑设计、施工及运营的重要工程气象参数风速、风压的极端参数推算与分析；厂房通风设计的重要工程气象参数气温参数。以上参数将在第 6 章进

行详细分析。

## 3 气象资料说明

### 3.1 参证气象站的选取及三性分析

因项目区内没有气象观测站，也无现场观测，缺乏实地气象观测资料，故需选取周边气象站作为参证气象站，对其进行分析。

按照《区域性气候可行性论证技术指南中的规定》，参证气象站的选取应按照《气候可行性论证规范总则》（QX/T 469-2018）（以下简称《总则》）中第7条的要求进行，即参证气象站为“气象分析计算所参照或引用的具有长年代气象观测数据的国家气象观测站”，其中长年代一般不少于30年，国家气象观测站包括GB31221-2014中定义的国家基准气候站、国家基本气象站和国家一般气象站。《总则》中同时规定，参证气象站“应优先选用距离较近、具有类似气候特征的国家气象观测站；参证气象站应与规划和建设项目区域处于同一气候区，下垫面特征相似，对影响项目的关键气象因子具有最优代表性；应对参证气象站历史沿革进行考证和说明，一般应选择观测厂址一直保持不变或变迁次数较少且探测环境较好的气象站；工程气象参数中涉及重现期计算时，应优先选取资料长度不少于30年且观测时段连续的气象站作为参证气象站。”

同时，按照《区域性气候可行性论证技术指南中的规定》，参证气象站的分析内容应按照《气候可行性论证规范报告编制》（QX/T 423-2018）中5.4.3的要求进行分析：“报告中应给出包含论证区和

参证气象站位置的地形图；以表格形式给出参证气象站历史沿革情况；给出参证气象站资料序列的一致性分析。”

结合以上选取条件，利用 ArcGIS 绘制了项目区与其周边气象站的位置地形图，见下图 3.1。距离项目区距离最近的是盐池气象站，灵武再生资源产业区块马家滩坡板块距离盐池气象站直线距离是 49.3km。盐池气象站所在位置与灵武再生资源产业区块马家滩 C 区处于同一气候区，均为丘陵地势，下垫面条件类似，周边环境及平均气候状况相似。且盐池气象站为国家地面气象观测站，属于国家一般气象观测站，具有长年代观测资料，场址变迁次数少，资料稳定。

基于以上分析，在报告中灵武再生资源产业区块马家滩 C 区选取的参证气象站为盐池气象站。

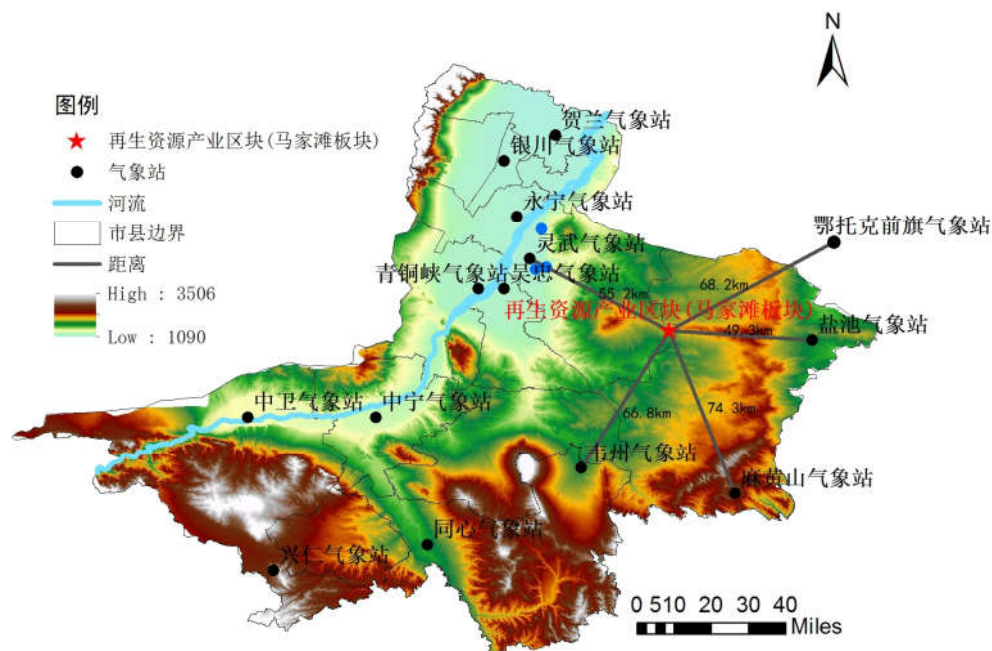


图 3.1-1 项目区与盐池气象站位置示意图

为进一步对本报告选取盐池气象站作为参证气象站的合理性进行论证，以下小节从盐池气象站资料序列的代表性、准确性和比较性

三个方面进行了分析。

### 3.1.1 参证气象站的代表性分析

代表性——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。我国标准的气象站，其观测站的建设及气象观测仪器的布置安装严格按照中华人民共和国国家标准 GB/T 35221-2017《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。

盐池气象站位于灵武再生资源产业区块马家滩 C 区 49.3km 处，各地相对位置情况见图 3.1-1。盐池气象站与灵武再生资源产业区块马家滩 C 区两处均为丘陵地势，下垫面条件类似，周边环境及平均气候状况相似。敏感气象要素产生的差异主要来自局地地形、地貌的影响，从气候成因和气候影响机理角度来看，盐池气象站能够较好地反映灵武再生资源产业区块马家滩 C 区一带的气候状况，具有区域代表性。

盐池气象站观测场的建设按照 GB/T 35221-2017《地面气象观测规范总则》的规定，为 25m×25m 的平坦场地，盐池气象站的周边环境一直保持良好的，观测场址位于平原和丘陵地区，地势平缓，四周无高大建筑物。盐池气象站观测场的外部环境条件满足标准要求。

盐池气象站观测仪器的基本技术性能以及在观测场的布置位置均满足要求。从盐池气象站风观测仪器变化表来看（表 3.1-1），盐

池气象站测风仪器主要有 4 次改变：1955 年 7 月至 1968 年 12 月使用测风仪器为维尔达测风器，1969 年 1 月至 1992 年 2 月使用测风仪器为 EL 型电接风向风速计，1992 年 3 月至 2003 年 12 月使用测风仪器为 EN 型测风数据处理仪，2004 年至今使用风杯式风向风速传感器。仪器技术性能均满足标准要求。

表 3.1-1 盐池气象站风观测仪器变化表

站名	时间	风仪高度(m)	测风仪型号
盐池	1955.07.01~1968.12.18	11.5	维尔达测风器
	1968.12.19~1990.11.05	10.8	EL 型电接风向风速计
	1990.11.06~1992.02.29	13.1	EL 型电接风向风速计
	1992.03.01~2003.12.31	13.1	EN 型风向风速计
	2004.01.01~至今	11.8	风向风速传感器

综上，盐池气象站与灵武再生资源产业区块马家滩 C 区的周边地理环境、下垫面条件相似，能反映周围一定范围内（包括论证区域）的平均气象状况；观测场建设，场地大小尺寸及观测外部环境满足国家标准；观测仪器的基本技术性能及在观测场的布置位置等方面均满足标准要求。因此，盐池气象站的观测数据具备代表性。

### 3.2.2 参证气象站准确性分析

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

盐池气象站是按省（区、市）行政区划设置的国家地面气象观测

站，属于国家气象观测站。获取的观测资料主要用于本省（区、市）和当地气象服务，是国家天气气候站网的补充。

盐池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 02、08、14、20 时四次定时观测。

（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，传到国家气象信息中心。

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

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

（6）按统一的格式和规定统计整理观测记录，进行记录质量检查，按时形成并传送观测数据文件和各种报表数据文件，并可打印出各类报表。

（7）按有关协议观测、编发定时航空天气观测报告和不定时危险天气观测报告。

(8) 对出现的灾害性天气及时进行调查记载。

盐池气象站观测项目有气压、气温、相对湿度、风速和风向、降水量、日照时数、能见度、地面温度、降雪等。盐池气象站的观测人员，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 and 数据处理，且历史资料均经过气象部门严格、规范的审核，其准确性可以满足规范规定和项目要求。

### 3.2.3 参证气象站比较性分析

比较性——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。

盐池气象站自动观测项目每天进行 24 次定时观测；人工观测项目盐池气象站每天进行 02、08、14、20 时四次定时观测。盐池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，因此盐池气象站的观测数据与其它地区具备比较性。

盐池气象站始建于 1954 年 1 月，现位于盐池县城郊乡二堡村（乡村），地理座标位于北纬 37 度 47 分 33 秒，东经 107 度 23 分 24 秒，拔海高度为 1349.3 米。

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。

从盐池气象站 1961 年至 2019 年的平均气温、风速，1962 年至 2019 年的气压年际变化的突变性检验（图 3.1-4）可见，盐池气象站的基本气象要素的长年观测保持较好的一致性，能表示出气象要素随时间的变化特征。

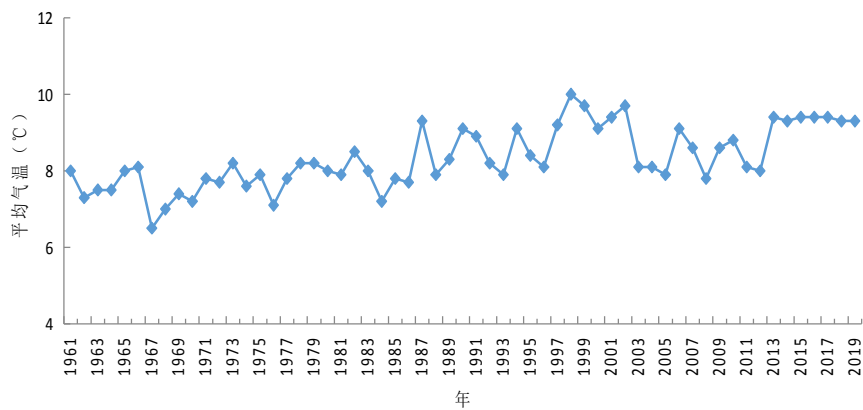


图 3.1-2 (a) 盐池气象站 1961~2019 年平均气温年际变化

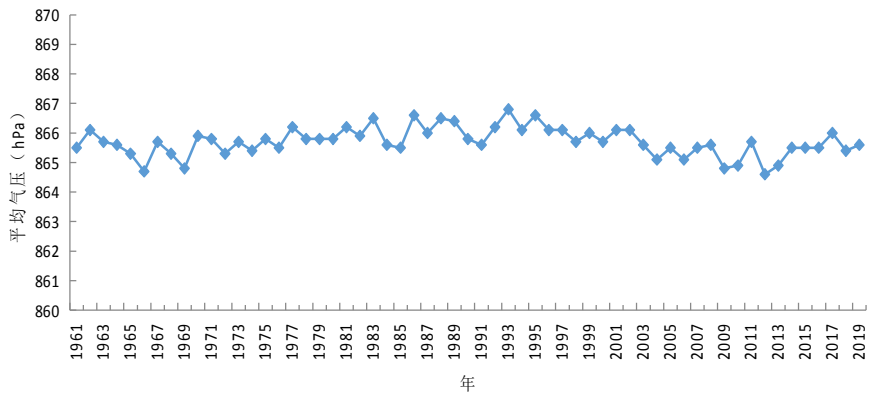


图 3.1-2 (b) 盐池气象站 1961~2019 年平均气压年际变化

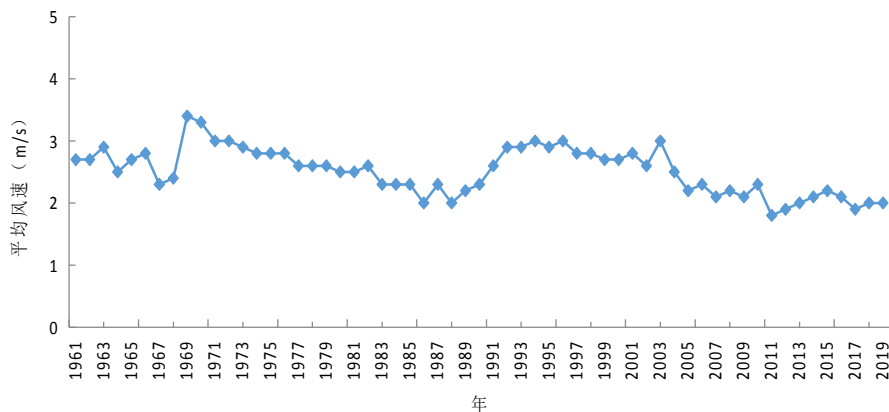


图 3.1-2 (c) 盐池气象站 1961~2019 年平均风速年际变化

综上所述，综合考虑盐池气象站与灵武再生资源产业区块马家滩 C 区的自然地理位置、相对距离、下垫面条件及数据质量等条件，选择灵盐池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项目区的气候背景。

### 3.2 资料来源及说明

报告中涉及的盐池气象站气象观测资料来源于宁夏气象信息中心，均从经过审核后的信息化资料中提取。报告中所用到的气象资料包括气压、气温、降水、风、相对湿度、日照、雷暴、冰雹、雾、积雪等气象要素及天气现象。表 3.2-1 为报告各专题使用盐池气象站资料的具体情况。

表 3.2-1 报告使用盐池气象站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、气压、风速	1961 年~2019 年
气候背景年际、年、日变化均值分析	气压、气温、降水、风速、风向、相对湿度、日照、地面温度	1990 年~2019 年
气候背景极值分析	气压、相对湿度	1980 年~2019 年
	气温	1954 年~2019 年
	最大风速	1970 年~2019 年
	极大风速	1992 年~2019 年
	地面温度	1959 年~2019 年
关键气象参数分析	2min 平均风速	1956 年~2019 年
	10min 平均风速	1970 年~2019 年
	最大积雪深度、最大雪压	1954 年~2019 年
	室外空气计算参数	1990 年~2019 年
高影响天气	暴雨、大风、积雪、高温日数、低温日数、冰雹、雾、结冰	1961 年~2019 年
	雷暴、闪电	1961 年~2013 年

## 4. 大气环流背景场分析

### 4.1 概述

大气环流一般是指具有全球规模的、大范围的大气运动现象，既包括平均状态，也包括瞬时现象，其水平尺度在数千公里以上，垂直尺度在 10 公里以上，时间尺度在数天以上。大气环流直接影响和制约着各地的天气气候。从大的环流背景场来看，由于东亚海陆热力差异的季节变化，形成亚欧大陆与太平洋上四个大气活动中心，即暖季的印度低压和西太平洋副高，冷季的蒙古高压和阿留申低压，四个大气活动中心的强弱直接控制我国冬夏季风进退活动。

东亚地区，冬季地面有两个大的系统，或者叫大气活动中心，分别是蒙古高压和阿留申低压，西北地区位于蒙古高压的底部；夏季受印度低压和太平洋高压支配，西北地区位于印度低压的北部。

宁夏深居西北内陆高原，属典型的干旱半干旱气候。从大尺度环流背景场来看，大体属于东亚季风的边缘区域，同时又受到来自西伯利亚的冬季风、西风带环流、高原季风和高原天气系统及其相互作用的影响，夏半年有时还会受到在我国东南沿海登陆台风的间接影响。从时间上来看，宁夏全年大部分时间受西风环流支配，北方大陆气团控制时间长，大陆性气候十分典型。由于受多种大气环流的影响，加之地形等因素，宁夏境内短时强对流、雷电、冰雹、大风、沙尘暴、雾等灾害性天气频繁发生。

以下根据亚欧大陆周期环流型的持续特性，亚洲中高纬高空锋区

位置和周期及温度、降水特性，详细阐述各季节宁夏的主要环流背景和天气影响系统以及影响宁夏的主要灾害性天气环流背景。

## 4.2 春季环流背景场

从春季平均环流场可看到（图 4.2-1），500hPa 高纬东岸大槽减弱东移至 160° E 以东，乌拉尔山以西，出现一个平均脊，中纬的长波脊由冬季 80° ~90° E 西退到 70° ~80° E，东亚大槽减弱移至 120° ~160° E。地面上印度低压和太平洋高压生成并逐渐加强，蒙古高压和阿留申低压逐渐减弱，形成 4 个活动中心并存的局面，宁夏受冬季活动中心的影响，冷暖空气活动频繁，大气不稳定性显著增大。

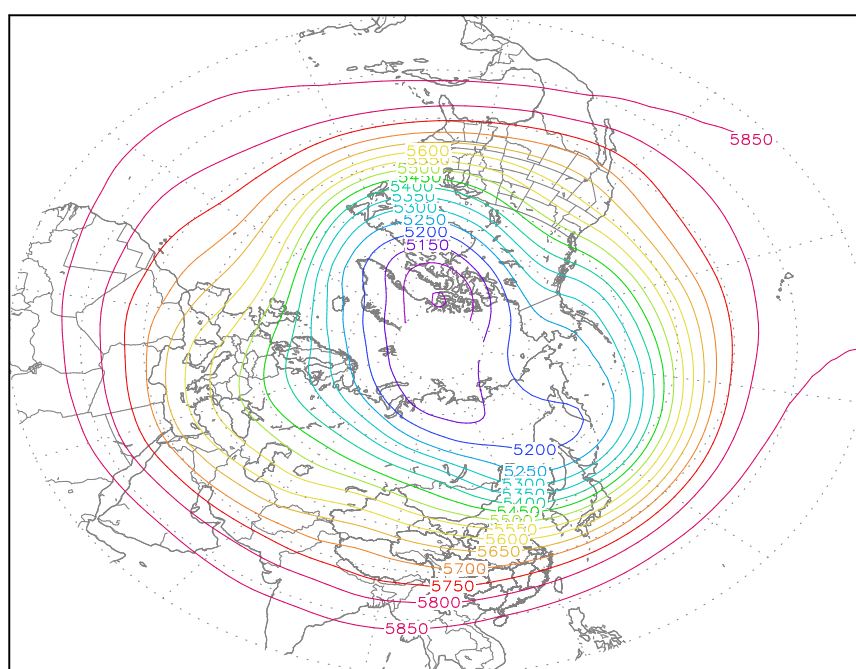


图 4.2-1 春季 500hPa 平均环流场

春季，影响宁夏的主要地面系统有冷锋、河套锢囚锋、河套回流、高原东侧准静止锋、蒙古气旋。高空系统有：蒙古冷涡、青藏高原、高原低涡和切变线。

由于春季是冷暖空气频繁活动的季节，因此，宁夏易出现大风、

沙尘暴、寒潮、雾、连阴雨（雪）等影响飞行安全的灾害性天气。

### 4.3 夏季环流背景场

从夏季平均环流场可看到（图 4.3-1），500hPa 上，高原西侧南支急流消失，高原中部出现东西向切变线，高纬长波变短，东亚上空的长波槽移至 90° E，高压脊位于 130° E，中纬气流变平，由于副热带高压北跃，地面上东亚大陆为强大的印度低压控制，宁夏主要受大陆高压和副热带高压控制。

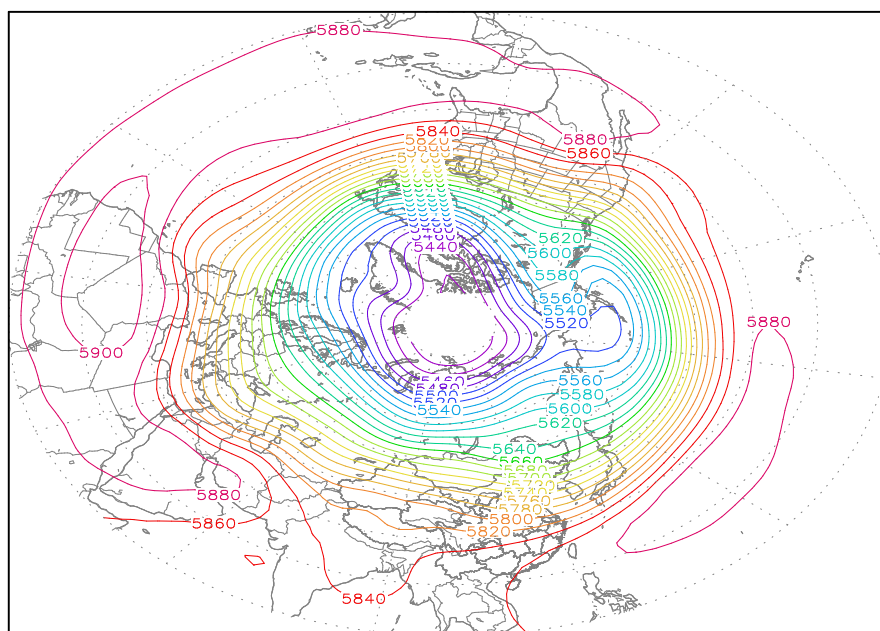


图 4.3-1 夏季 500hPa 平均环流场

夏季，影响宁夏主要地面系统有冷锋、河套锢囚锋、高原东侧准静止锋、蒙古气旋。高空系统有：副热带高压、蒙古冷涡、青藏高原、高原低涡和切变线以及华东、华南沿海登陆台风。

由于夏季冷空气势力较弱，暖湿空气活跃，大气的不稳定性最大，因此，宁夏易出现雷雨大风、短时暴雨、冰雹、强对流等影响飞行安全的灾害性天气。

#### 4.4 秋季环流背景场

从秋季平均环流场可看到（图 4.4-1），500hPa 上，新疆脊和东亚槽逐渐明显，110° E 的浅槽消失，在 130° E 建立平均槽。副热带青藏高原高压南退到印度北部，地面蒙古高压和阿留申低压生成并逐渐加强，形成四个活动中心并存的局面，宁夏由热低压控制区转成冷高压活动区。

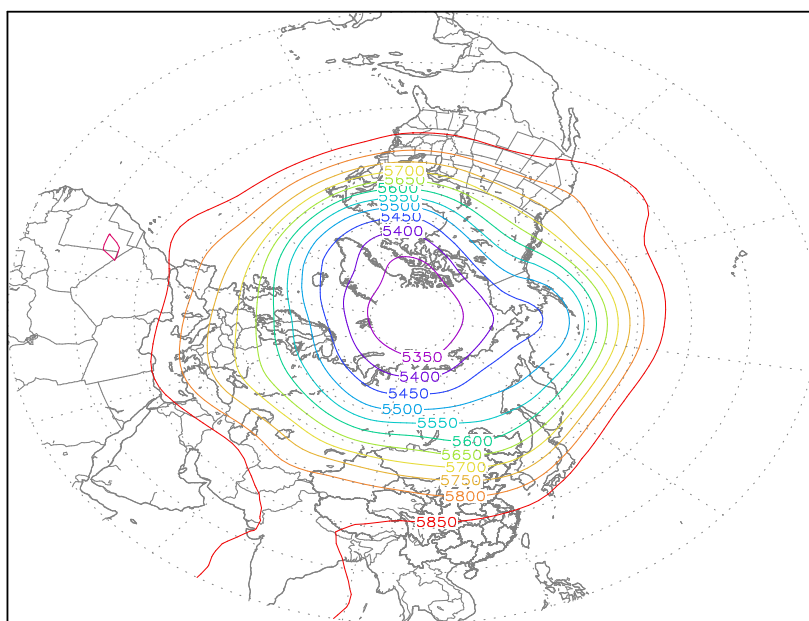


图 4.4-1 秋季 500hPa 平均环流场

秋季，影响宁夏的主要地面系统有冷锋、河套锢囚锋、河套回流、高原东侧准静止锋、蒙古气旋。高空系统有：副热带高压、蒙古冷涡、青藏高原高压、高原低涡和切变线以及华东、华南沿海登陆台风。

由于秋季冷空气势力逐渐加强，暖湿气流明显减弱，因此，宁夏易出现大风、沙尘暴、连阴雨、雾、冰雹等影响飞行安全的灾害性天气。

## 4.5 冬季环流背景场

从冬季平均环流场可看到（图 4.5-1），500hPa 上，大陆东岸大槽建立， $80^{\circ} \sim 90^{\circ} \text{E}$  有弱脊发展。偏北急流加强，地面温度迅速下降，是全年地面温度下降最快的时期。地面上受蒙古高压和阿留申低压两个活动中心控制。

冬季，影响宁夏的主要地面系统有冷锋、河套锢囚锋、河套回流、高原东侧准静止锋、蒙古气旋。高空系统有：蒙古冷涡、青藏高原高压、高原低涡和切变线。

由于冬季是冷空气势力最强的季节，因此，宁夏易出现寒潮、大风、雾、连阴雪等影响飞行安全的灾害性天气。

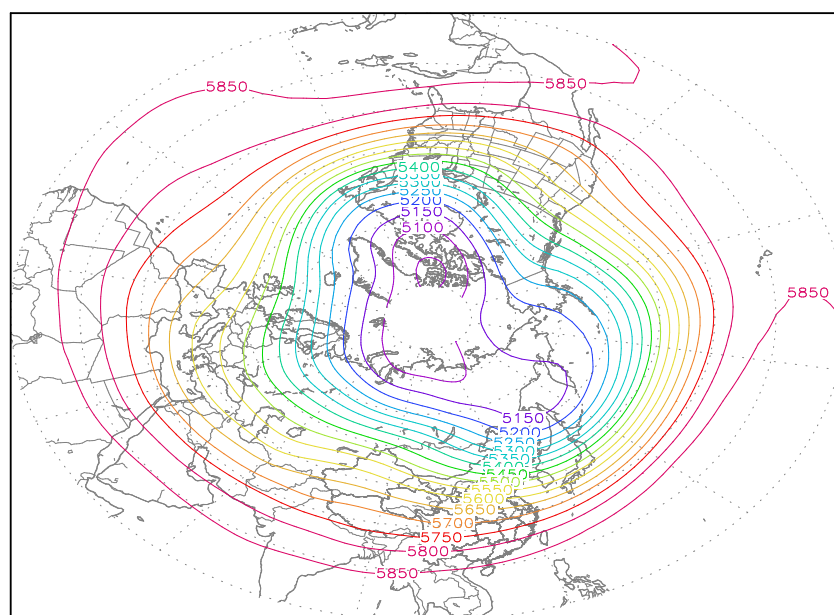


图 4.5-1 冬季 500hPa 平均环流场

## 4.6 不同灾害性天气对应的环流背景

### 4.6.1 沙尘暴天气环流背景

#### 4.6.1.1 沙尘暴多发年主要环流背景

500hPa 高度场:  $65^{\circ}$  N 以北以负距平为主, 负中心呈偶极型分布, 分别位于加拿大北部及堪察加半岛。中纬度在贝加尔湖以南到日本海及巴伦支海为负距平区, 欧洲大陆 ( $10^{\circ} \sim 50^{\circ}$  E) 为负距平区; 两大洋 (太平洋、大西洋) 上及乌拉尔山到巴尔喀什湖为正距平区 (图 4.6.1.1-1)。即极涡偏强, 东亚大槽位置偏西加深, 里海至乌拉尔山脊加强, 西太平洋副高位置偏北, 东半球大气环流经向度增强, 冷空气入侵我国北方的次数频繁且强度强, 地面冷高压前沿的梯度大风卷起地表沙尘, 造成沙尘暴天气的出现。

500hPa 流场: 乌拉尔山 ( $60^{\circ}$  E) 以东至贝加尔湖 ( $110^{\circ}$  E) 以西为反气旋式距平环流, 宁夏及西北地区东部处于气旋式距平环流之中, 有两支北风距平气流在西北地区东部汇集。影响宁夏的冷槽 (冷涡) 次数偏多, 强度偏强, 冷槽在蒙古及我国北方加深时往往能诱生地面蒙古气旋的出现, 而蒙古低压的强烈发展是造成沙尘暴天气的一个重要因素。

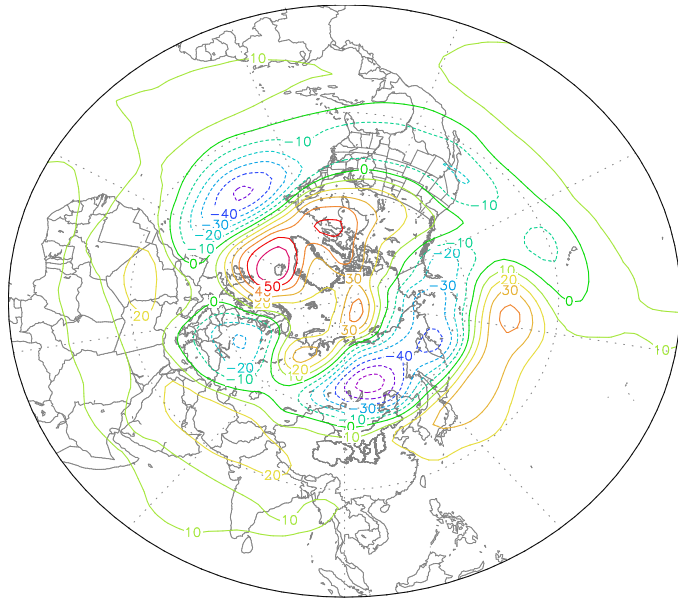


图 4.6.1.1-1 沙尘暴多发年 500hPa 位势高度的合成距平图

西风急流特征：500hPa 上  $35^{\circ} \sim 40^{\circ} \text{N}$  纬向风为正距平， $30^{\circ} \text{N}$  以南为负距平区，西北东部及华北位于正距平区域之中。200hPa 纬向风距平从巴尔喀什湖到西北、华北为正距平区。即北方大陆上空西风加强而东亚副热带西风急流减弱，高空西风急流加强，高层动量下传，引起地面大风，这是造成沙尘暴天气的又一重要因素，且强沙尘暴中心就位于 200hPa 急流出口区右侧 3~5 个经距内。

#### 4.6.1.2 不同强度沙尘暴环流背景

特强沙尘暴过程（图 4.6.1.2-1a），乌拉尔山到我国新疆西部  $40^{\circ} \sim 80^{\circ} \text{E}$  区域为高压脊控制，脊线在  $65^{\circ} \text{E}$  左右，呈东北—西南向，贝加尔湖西部到新疆北部为低压槽区，低压中心位于  $65^{\circ} \sim 100^{\circ} \text{E}$ ，宁夏处于贝加尔湖低压底部的平直气流中；强沙尘暴过程（图 4.6.1.2-1b），从里海到新疆西部  $65^{\circ} \sim 85^{\circ} \text{E}$  区域为高压脊区，脊线在  $80^{\circ} \text{E}$  左右，宁夏处于弱西北气流里。即不同强度沙尘暴过程环流

的主要差别在于乌拉尔山附近高压脊线的位置和贝加尔湖低压底部西北气流的强度。

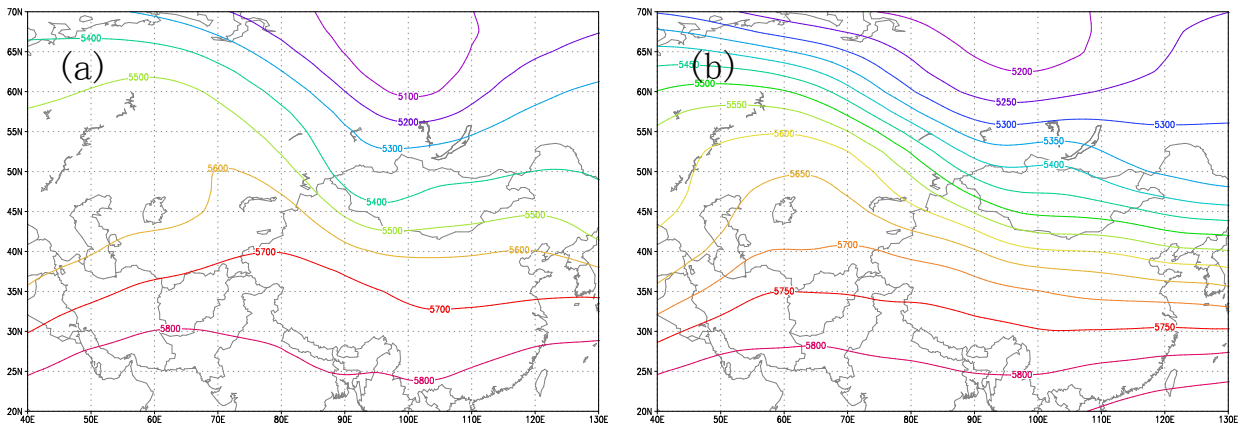


图 4.6.1.2-1 一脊一槽、西北路径冷空气 500hPa 高度场特征 (a 特强沙尘暴; b 强沙尘暴)

850hPa 温度距平场上，特强和强沙尘暴过程中在河套地区有明显的温度正距平，其中特强沙尘暴正距平中心达 $+12^{\circ}\text{C}$ ，强沙尘暴为 $+9^{\circ}\text{C}$ 。即沙尘暴强度与河套地区温度正距平中心的强度密切相关。

由于贝加尔湖低压强度较强，乌拉尔山高压脊为东北—西南向，使强冷空气在东移过程中明显南压，地面冷高压不断发展、加强并整体东移，同时，高层 200hPa 西风急流加强，引起锋区附近中小尺度系统生成，造成冷锋前气流强烈上升，锋后高空强干冷急流湿绝热下沉，在地面冷锋后部加压、降温，形成锋区前后巨大压、温梯度，在动量下传和气压、温度梯度偏差风等共同作用下，造成宁夏的特强和强沙尘暴过程。

#### 4.6.1.3 主要影响系统

沙尘暴天气定义中对风速有一定的要求，宁夏沙尘暴天气过程中一般都伴有大风天气。通常造成宁夏沙尘暴过程的大风有冷锋过境大

风、动量下传大风和热低压梯度大风三种类型。

分析表明，宁夏沙尘暴过程主要影响系统有：西风槽、冷锋、气旋（蒙古气旋、锋前热低压、高原热低压等）、急流、中小尺度系统（中尺度气旋、中尺度低压、中尺度切变线、干飚线）等。宁夏沙尘暴过程中基本上均有冷锋活动，这说明造成宁夏较强沙尘暴天气的主导天气系统是南侵冷锋。

大风沙尘暴发生时，较高风速和沙尘暴区一般首先出现在贺兰山北端的石炭井、惠农站和南端的中卫、兴仁站，大约以 60~80km/h 的速度自西（西北）向东至东南方向推进。

造成宁夏沙尘暴天气的冷空气路径有四条：分别为西北偏北路径；西方路径；西北路径和北方路径。其中，最多的是西北路径；其次是西北偏北路径；最少的是西方路径。分析得出影响宁夏的强冷空气主要取道于乌鲁木齐—哈密—野马街—酒泉—贺兰山西侧的阿拉善左旗这一沙漠通道上。

## 4.6.2 大风天气环流背景

### 4.6.2.1 槽脊东移型

高空形势：500hPa 和 700hPa 新疆到中亚为脊区，贝加尔湖到蒙古西部为槽区。宁夏上游有冷空气堆积，温度场落后于高度场，冷平流强烈（图 4.6.2.1-1）。

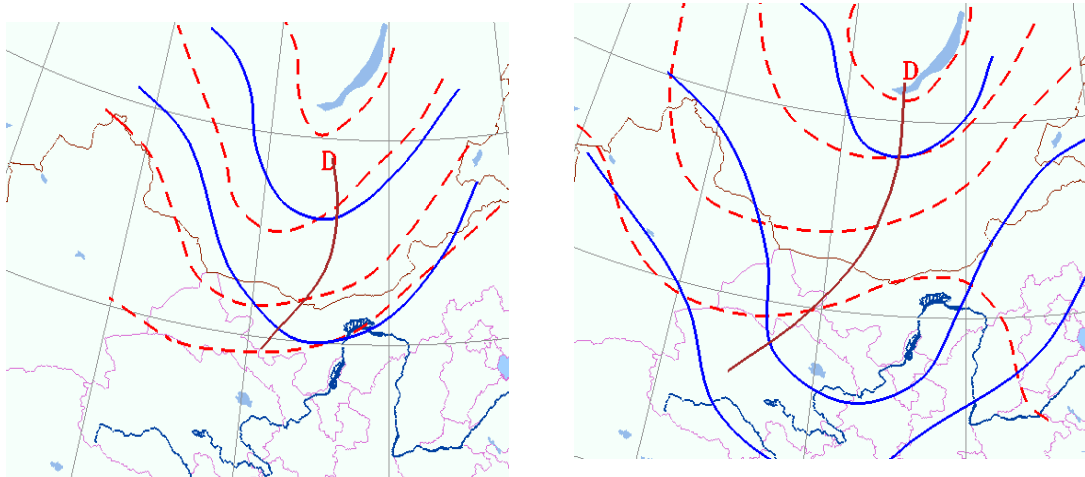


图 4.6.2.1-1 槽脊东移型 500hPa(左)、700hPa(右) 形势图

地面形势：冷锋由蒙古气旋伸展到河西，锋后冷高压大多呈西北—东南走向，锋后 3 小时变压可达 4hPa 以上，宁夏与河西一带温度差、气压差十分明显，冷锋过境时产生大风(图 4.6.2.1-2)。

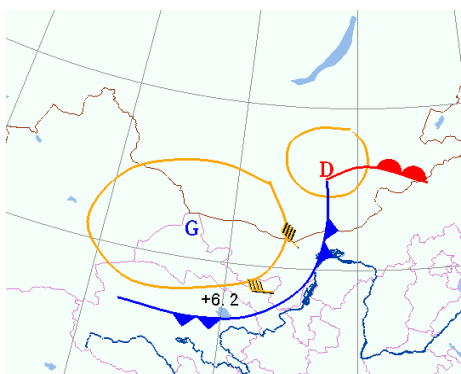


图 4.6.2.1-2 槽脊东移型地面形势图

#### 4.6.2.2 强西北气流型

高空形势：500hPa 和 700hPa 新疆到中亚为脊区，贝加尔湖到蒙古西部为较宽广的槽区。宁夏上游冷空气堆积，温度场与高度场接近。槽脊相对稳定，河西到河套一带高空风速较大，冷空气在旋转过程中沿脊前西北气流东移南下（图 4.6.2.2-1）。

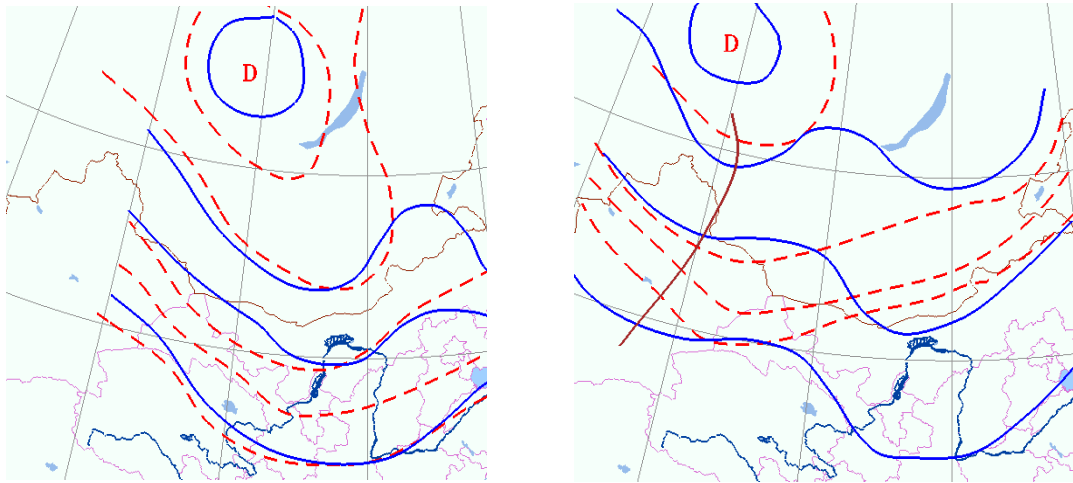


图 4.6.2.2-1 强西北气流型 500hPa(左)、700hPa(右)形势图

地面形势：冷锋从华北伸过河套，锋后有大风区，3 小时变压较大，银川与酒泉间温差可达 9℃，气压差 14hPa（图 4.6.2.2-2）。

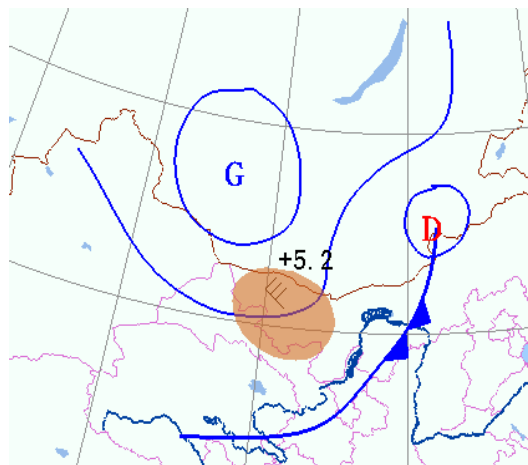


图 4.6.2.2-2 强西北气流型地面形势图

#### 4.6.2.3 低压旋转东移

高空形势：500hPa 亚洲为两脊一槽，低槽位于贝加尔湖区域，中亚和宁夏东北各有一脊稳定存在，迫使低槽原地旋转难以东移。温度场与高度场反位相，冷平流强烈(图 4.6.2.3-1)。

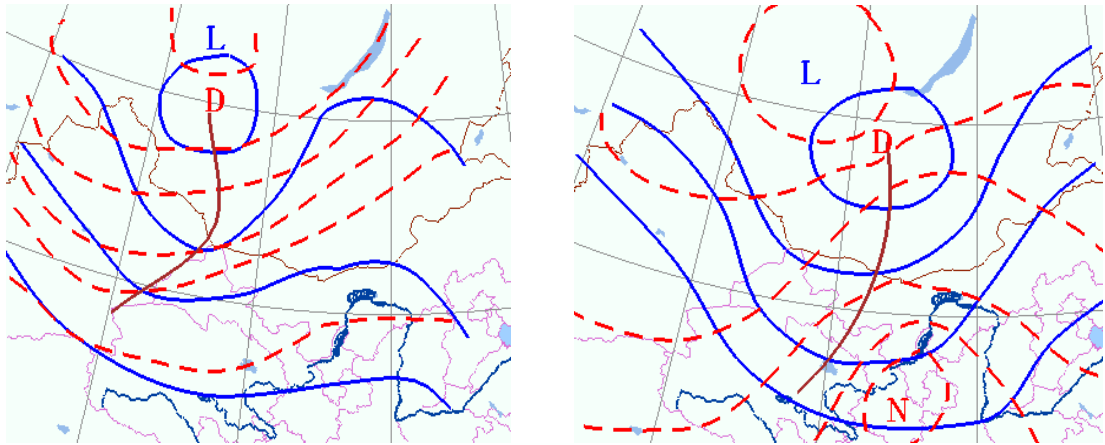


图 4.6.2.3-1 低压旋转东移型 500hPa、700hPa 形势图

地面形势：强蒙古气旋东移，其后为强大的冷高压，锋后 3 小时变压可超过 8hPa，气压梯度强烈，银川与酒泉温差可达 21℃，气压差 26hPa。冷锋过境时产生大风并可引发沙尘暴(图 2.6.2.3-2)。

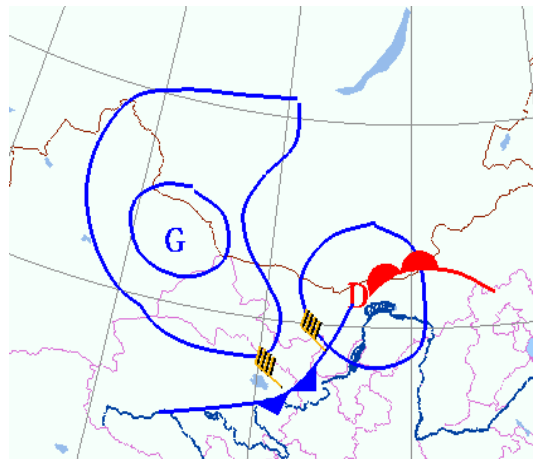


图 4.6.2.3-2 低压旋转东移型地面形势图

#### 4.6.2.4 横槽转竖型

高空形势：500hPa 新疆到乌拉尔东部为西南—东北向的脊区，西西伯利亚到贝加尔湖为东西向宽广槽区，温度槽落后于高度槽。低槽北部为东北气流，南部为西北气流，形成一个东西向的横槽，冷空气分股东移，云系较多。横槽转竖时强冷空气整体南下，造成大风。冬半年时可引发寒潮（图 4.6.2.4-1）。

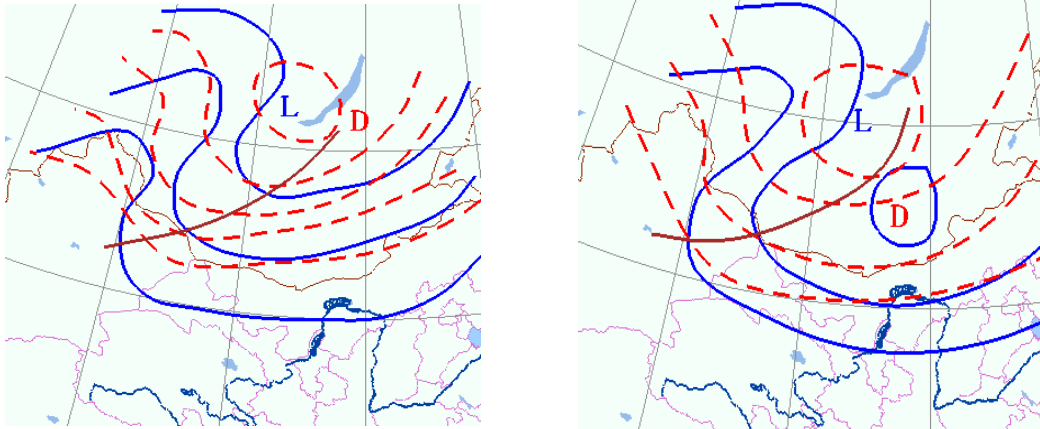


图 4.6.2.4-1 横槽转竖型 500hPa(左)、700hPa(右)形势图

地面形势：锋面沿冷高压底部由东北—西南向转为东—西向，可能造成大风。冷锋过境后宁夏南部可产生短时大风，但全区以降水和降温为主（图 4.6.2.4-2）。

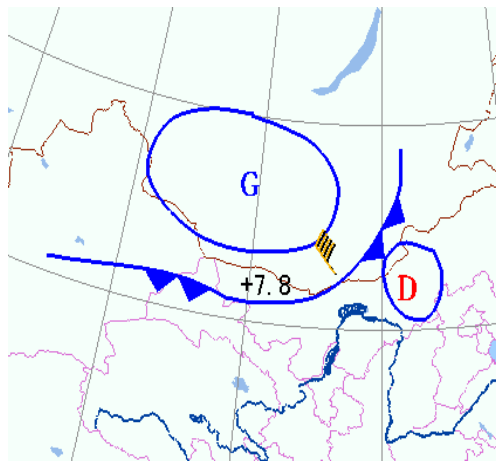


图 4.6.2.4-2 横槽转竖型地面形势图

#### 4.6.2.5 主要影响系统

大风形成的主要原因是由于冷空气入侵。在宁夏大风天气过程中，主要影响系统为 500hPa 和 700hPa 的冷槽、蒙古冷涡、地面冷锋、发展的地面热倒槽或热低压、蒙古气旋等。

### 4.6.3 短时强对流环流背景

宁夏发生雷暴天气的主要环流型（范围： $60^{\circ} \sim 120^{\circ} \text{E}$ 、 $25^{\circ} \sim 65^{\circ} \text{N}$ ）为：蒙古冷涡（槽）型、西北气流横槽型、河套冷涡型、西方小槽型 4 类。

#### 4.6.3.1 蒙古冷涡（槽）型

500hPa 上(图 4.6.3.1-1a)，中高纬一般为两脊一槽，巴尔喀什湖、贝加尔湖及以东各为一暖高压脊控制，两脊之间蒙古中西部为冷性低涡，涡后上游脊前下滑冷空气不断补充，使涡的斜压性加大，而新疆至河西为弱高压脊或反气旋环流控制，宁夏往往处于蒙古冷涡东南部的偏西或西西北气流里。地面上(图 4.6.3.1-1b)，宁夏一般处于河西倒槽前或地面气旋控制，蒙新一带往往有冷锋东移南下影响宁夏出现对流性天气。

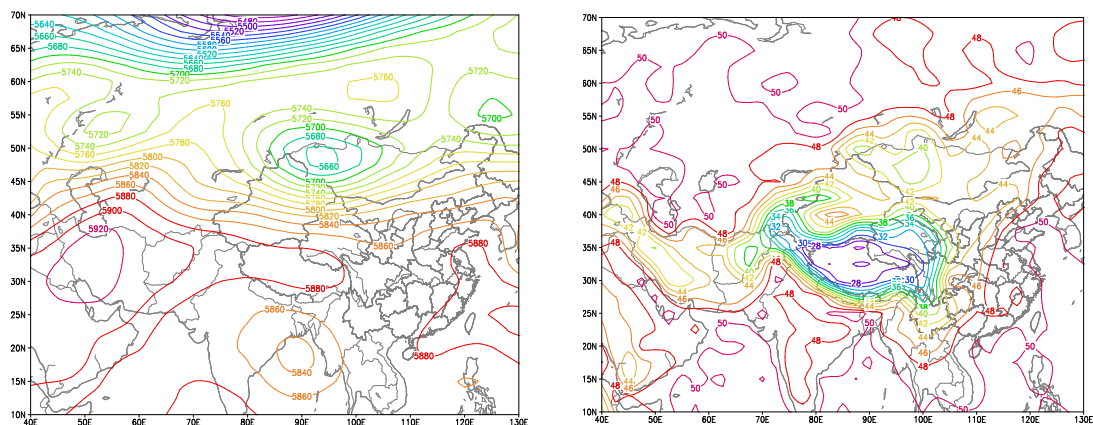


图 4.6.3.1-1 蒙古冷涡型环流背景（500hPa 高度场(a)和地面气压场(b)）

#### 4.6.3.2 西北气流横槽型

500hPa 上(图 4.6.3.2-1a)，中高纬一般为两槽一脊，乌拉尔山

为一冷槽，我国东北为冷性低涡（槽）控制，两槽之间蒙古至新疆一带为宽广的近东北—西南向高压脊，极地冷空气南下补充使东北冷涡不断加深。随着蒙新高压脊东移南压，东北冷涡（槽）往往南压形成华北低涡（槽），宁夏一般处于东（华）北低涡（槽）后部、蒙新脊前西北气流里，沿西北气流不断有冷空气形成横槽南下。地面上(图 4.6.3.2-1b)，宁夏一般处于地面气旋或热倒槽控制，内蒙到河西一带往往有冷锋配合。

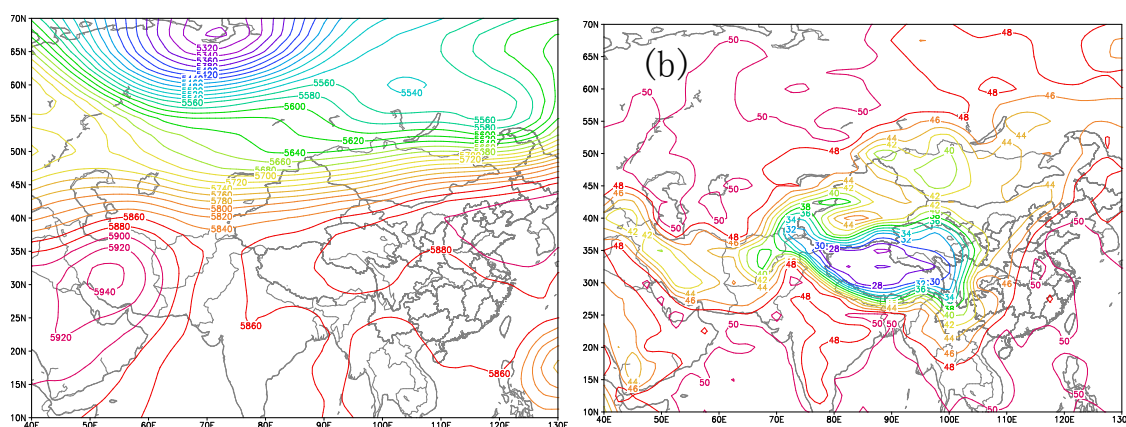


图 4.6.3.2-1 西北气流横槽型环流背景（500hPa 高度场(a)和地面气压场(b)）

### 4.6.3.3 河套冷涡型

500hPa 上(图 4.6.3.3-1a)，乌拉尔山为一冷槽，我国东北为冷性低涡（槽）控制，两槽之间蒙新一带往往为宽广的近东北—西南向高压脊，当蒙新高压脊进一步向东北方向发展并逐渐加强为蒙新阻高，沿阻高前偏东或东北气流不断有冷空气补充到河套附近，形成河套冷涡，而副热带高压位于我国东南沿海洋面。受副高和蒙新阻高共同影响，河套冷涡维持少动，在缓慢旋转过程中，带动冷空气一股股南下影响宁夏。地面上(图 4.6.3.3-1b)，宁夏一般处于地面气旋或弱高压区控制，有时也有鞍形场出现。

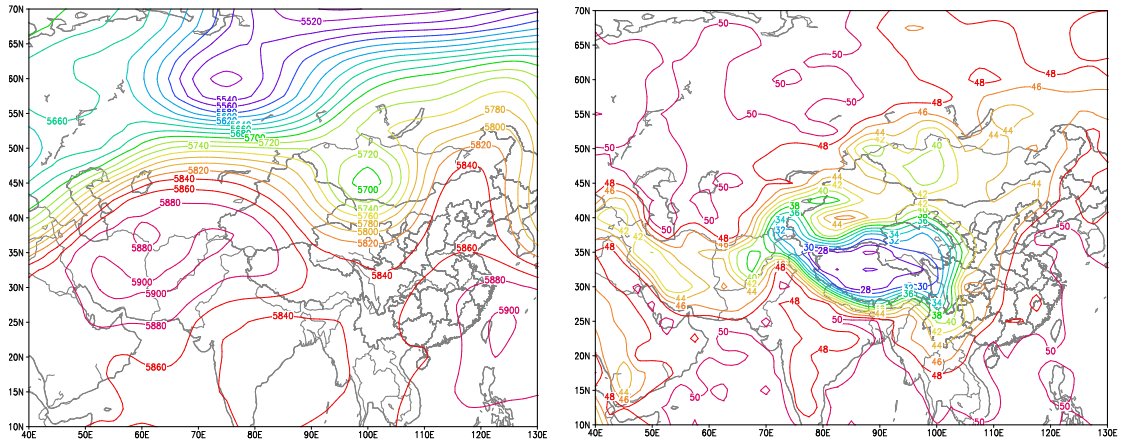


图 4.6.3.3-1 河套冷涡型环流背景 (500hPa 高度(a)和地面气压场(b))

#### 4.6.3.4 西方冷槽型

500hPa 上(图 4.6.3.4-1a), 欧亚中高纬以纬向型环流为主, 亚洲北部为长波槽控制, 新疆到河西以偏西气流或西西北气流为主, 哈密到河西一带不断有短波槽随长波槽分裂东移的冷空气, 东移影响宁夏。地面上(图 4.6.3.4-1b), 河西到宁夏一般处于地面气旋控制, 蒙新一带往往有冷锋东移影响。

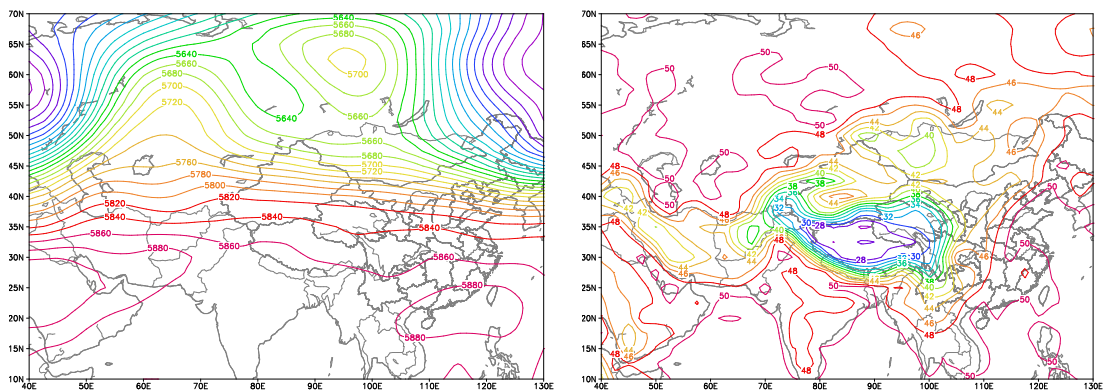


图 4.6.3.4-1 西方冷槽型环流背景 (500hPa 高度场(a)和地面气压场(b))

#### 4.6.3.5 影响系统

影响宁夏发生雷暴的影响系统主要有：500hPa 与 700hPa 冷槽、切变线、冷涡、地面冷锋等。

## 4.6.4 雾环流背景

### 4.6.4.1 主要环流背景

850hPa 到 500hPa 形势：宁夏基本均处于贝加尔湖低压槽底部的平直气流或弱西南气流里，受弱的冷平流控制；700hPa 或 850hPa 上，水汽条件较好，银川温度露点差都小于  $5^{\circ}\text{C}$ ；一般 500hPa（图 4.6.4.1-1a）和 700hPa（图 4.6.4.1-1b）中纬度为西风气流，银川 T-Td 为  $2.6^{\circ}\text{C}$ ；700hPa 四川盆地—平凉为偏南（偏东）风  $4\sim 6\text{m/s}$ ，T-Td 在  $1.6\sim 6.0^{\circ}\text{C}$  之间。

地面形势：河套附近基本都是一个鞍形气压场或均压场，河套东部有弱高压。

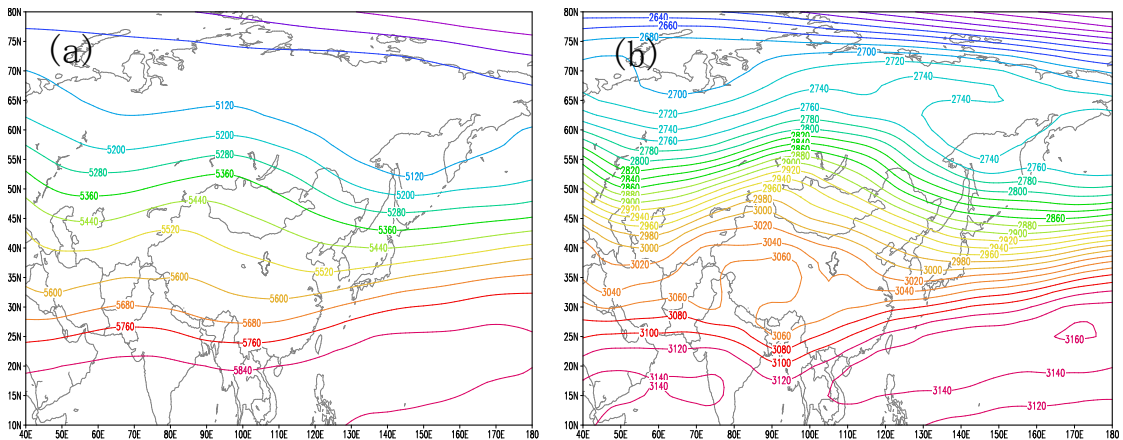


图 4.6.4.1-1 雾的高度场特征(a 为 500hPa, b 为 700hPa)

### 4.6.4.2 近地面层温湿条件

雾发生时：08 时，近地面层有逆温层或等温层存在；当日 14 时到次日 08 时的相对湿度都在 60% 以上，并且随着时间湿度逐渐增大；最低温度低于或等于前一天 14 时的露点温度。

#### 4.6.4.3 分类及成因

雾的种类较多。根据形成条件的不同，雾可分为辐射雾、平流雾、上坡雾、锋面雾等。最常见的是辐射雾及平流雾。

##### (I) 辐射雾

由于辐射冷却作用使近地面气层水汽凝结(或凝华)而形成的雾，称为辐射雾。多出现在晴朗、微风而近地面层又比较潮湿的夜晚或清晨。在秋冬两季，宁夏易出现辐射雾。形成辐射雾的条件有4个：

##### a、冷却条件

晴朗少云的夜间或清晨，地面有效辐射强、散热迅速，使近地面气层降温多，有利于水汽凝结。当低空有辐射逆温形成时，有利于近地面层大量雾滴聚积于逆温层下而形成辐射雾。对总云量资料进行分析发现：在晴朗少云的时间发生雾的概率最大，其次是在多云的时间发生。

##### b、水汽条件

雾发生前一天14时相对湿度大于60%的占73.4%。14时一般是一天中相对湿度较小的时段，这时相对湿度较大，说明气团比较湿润。雾一般发生在第二天清晨最低温度低于或等于前一天14时的露点温度。即在气团性质没有发生明显变化的情况下，使气团的温度降低到露点温度而发生水汽凝结，从而形成雾。

##### c、风力条件

静风有利于形成雾、霜或浅雾。微风(1 m/s~3m/s)对雾的形成最为有利。当近地面层无风时，地面辐射冷却作用只影响贴近地面

很薄的气层，而在微风的情况下，就能使辐射冷却作用扩散到适当的高度，使水汽垂直输送到一定高度，有利于形成一定厚度的雾。

大部分雾发生时间的定时观测风力在  $0\text{m/s}\sim 3\text{m/s}$  范围内，多数雾发生时风向为偏东或偏南风。

#### d、层结条件

近地面气层比较稳定或有逆温存在时，就有利于水汽和尘埃杂质的聚集，如又有辐射冷却作用便易于形成雾。

另外，地表性质对辐射雾形成也有一定的影响。如土壤潮湿的地区，江河、湖泊附近，内陆低洼地区，都容易出现辐射雾。

#### (II) 平流雾

平流雾是暖而湿的空气流经冷的下垫面逐渐冷却而形成的。在一日之中任何时刻都可出现，一般仍以夜间或清晨为多。

### 4.6.5 大到暴雪环流背景

#### 4.6.5.1 环流背景

宁夏大到暴雪天气发生前，一般乌拉尔山多维持一宽广的高压脊区，西伯利亚附近为一明显槽区，槽底多位于  $40^{\circ}\text{N}$  以北，中纬度气流较为平直。至降雪前，宁夏及上游地区一般已转为槽区，高空锋区清晰，高原东部西南（或东南）气流明显，这是宁夏大到暴雪天气发生的典型环流形势。

#### 4.6.5.2 影响系统

宁夏大到暴雪高空系统主要有低涡、切变线、辐合区、东南（或西南）气流，地面系统有锋面、回流、东风高压等；而且尤以中低层（700hPa 及地面）系统的影响更为直接、明显；单纯由一种系统造成强降雪过程很少，一般总是几种系统的相互有机结合的结果。

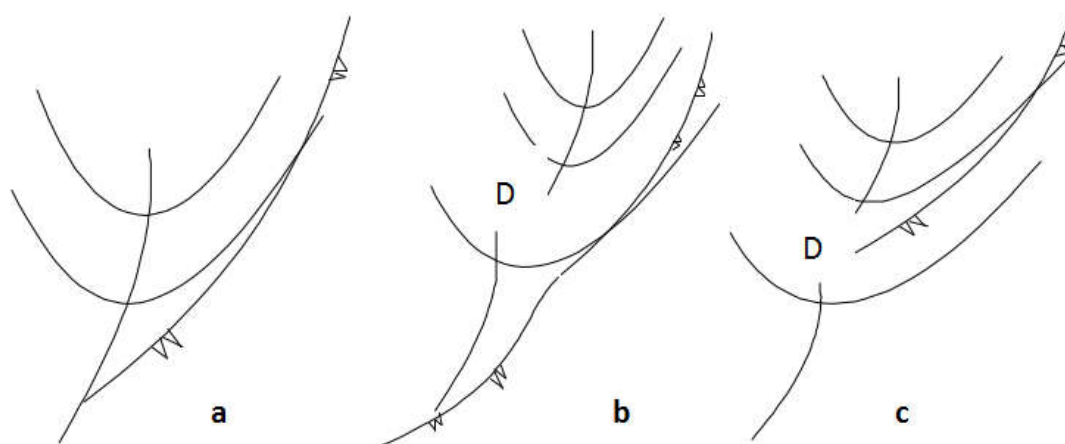


图 4.6.5.2-1 宁夏大到暴雪冷锋与高空低槽典型配置图

图 4.6.5.2-1a 中主槽位置偏南，当其东移时，其前冷锋也随之移动，对宁夏影响不大；图 4.6.5.2-1b、图 4.6.5.2-1c 中主槽在冷锋尾部以北，这种配置下，当其后部有低槽或低涡移来时，冷锋有时呈波动性弯曲或又新生一条冷锋东移与原冷锋相锢囚或叠加合并，在原冷锋上，有时只表现为一地面切变而将云系、雪区叠加在原移动较慢的冷锋上，而冷锋尾部移动相对较慢，从而加大了降雪的时间和强度，容易产生强降雪。

地面系统：

华北一带维持一较为宽广的冷高压，常造成河套东部吹东或东北风（我们称之为东风高压），秦岭以南盛吹东南风，这两种气流与锋

后西北气流在河套上空交汇，产生气旋式辐合，是宁夏大到暴雪发生的一种最常见地面流场。

#### (1) 河套锢囚型 (图 4.6.5.2-2a)

华北冷高压后部的东南气流常将沿海的水汽向西输送(即我们常说的回流)，一般处于秦岭以南，发展较强时，可影响宁夏。在地面图上，高原边缘静止锋，位置偏北时，如果河西有冷锋移来，就会在河套北部形成锢囚。宁夏北部强降雪过程的出现常常与这种河套锢囚锋相联系。

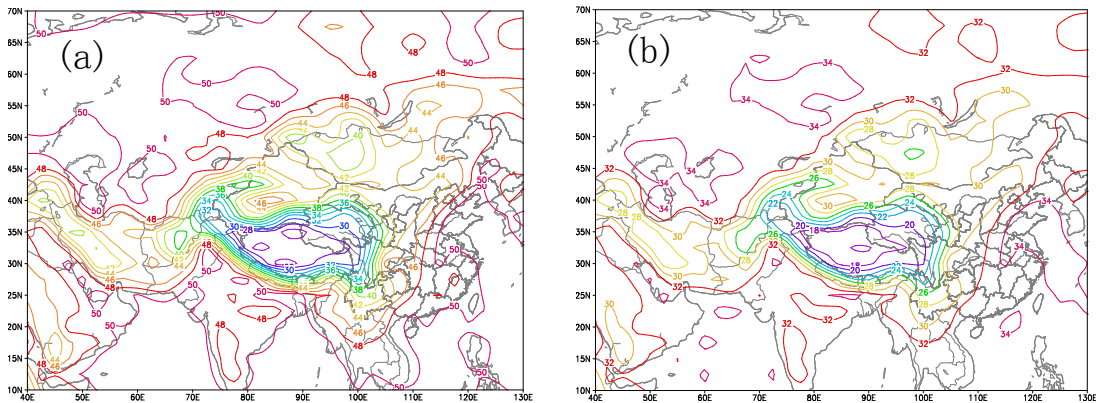


图 4.6.5.2-2 宁夏大到暴雪地面系统典型配置图 (a 河套锢囚型; b 回流静止锋型)

#### (2) 回流静止锋型 (图 4.6.5.2-2b)

华北冷高压稳定时，高原边缘常有准静止锋形成，其南端可归为昆明准静止锋，其西侧的高原云系较少，而东侧则有大片中低云系，地面回流清楚，但单纯的回流较难产生强降水，若此时高空偏南暖湿气流发展旺盛，且存在低涡和切变线等天气系统活动时，也会在宁南山区造成较强的降雪天气。

## 4.6.6 冰雹环流背景

### 4.6.6.1 北方冷低型

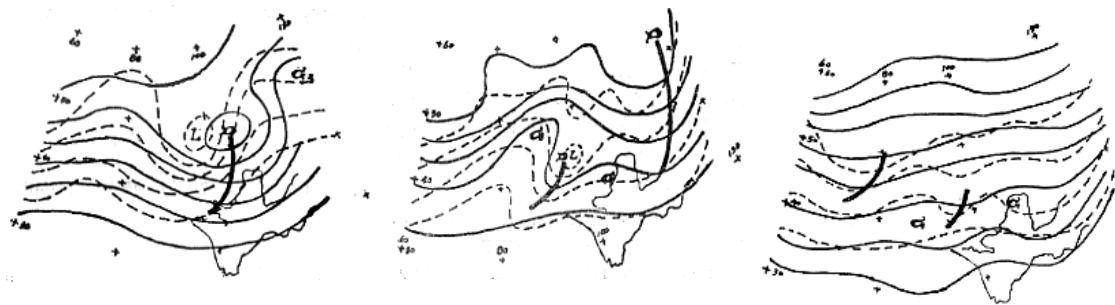
新疆到河套上空为一致的弱西北气流，在蒙古中西部至贝加尔湖一带（ $43^{\circ} \sim 53^{\circ} \text{N}$ ， $95^{\circ} \sim 112^{\circ} \text{E}$ ）有一冷性气旋性环流或闭合冷涡，在冷涡后部有冷空气沿新疆浅脊前弱西北气流东南下，地面一般都有横向冷锋或横切变，触发雹暴发生（图 4.6.6-1a）。

### 4.6.6.2 哈密冷槽型

北疆为暖高压脊控制，银川西侧有一闭合小高压或较明显的反气旋环流，两高之间哈密附近有一条冷槽，随北疆暖高压缓慢东移，并有所加深，地面有竖向冷槽或切变线、中低压等天气系统，造成雹暴天气的产生（图 4.6.6-1b）。

### 4.6.6.3 西方小槽型

乌拉尔山到中西伯利亚是一个长波槽，巴尔喀什湖有小槽，中纬度气流较平直，新疆有一弱脊，脊前哈密到柴达木盆地上空有短波槽，青海湖到河套一带维持弱脊，巴湖小槽随着长波槽不断分裂东移的冷空气而东移，沿新疆弱脊前西西北气流下滑，与柴达木短波槽合并东移影响宁夏致雹（4.6.6-1c）。



a 北方冷低型

b 哈密冷槽型

c 西方小槽型

图 4.6.6-1 有利于降雹的三种天气类型

#### 4.6.6.4 影响系统

造成宁夏冰雹天气主要影响系统有低涡、切变线、冷槽等。冰雹发生时，这几种影响系统有时是单独影响，但大多数情况下是共同作用、共同影响的，此时，产生的冰雹强度强，灾情最为严重。

#### 4.7 小结

宁夏冬季位于蒙古高压的底部，主要受西风带系统影响，而夏季主要受印度低压和太平洋高压支配，不同季节环流差异明显。春季冷暖空气活动频繁，大气不稳定性显著增大，易出现大风、沙尘暴、寒潮、雾、连阴雨（雪）等灾害性天气；夏季冷空气势力较弱，暖湿空气活跃，但出现雷雨大风、短时暴雨、冰雹、强对流等灾害性天气情况较少；秋季冷空气势力逐渐加强，暖湿气流明显减弱，会出现大风、连阴雨、雾等灾害性天气；冬季虽然冷空气势力最强，但出现寒潮、大风、雾、连阴雪等灾害性天气的情况也较少。

影响宁夏的冷槽（冷涡）次数较多，强度偏强，高空西风急流加强，高层动量下传，并诱生地面蒙古气旋强烈发展，引起地面大风，

造成沙尘暴天气的发生。沙尘暴天气的影响系统有：西风槽、冷锋、气旋（蒙古气旋、锋前热低压、高原热低压等）、急流、中小尺度系统（中尺度气旋、中尺度低压、中尺度切变线、干飚线）和地面冷锋。大风天气的主要环流型为：槽脊东移型、强西北气流型、低压旋转东移型和横槽转竖型。主要影响系统为 500hPa 和 700hPa 的冷槽、蒙古冷涡、地面冷锋、发展的地面热倒槽或热低压、蒙古气旋等。

雷暴天气的主要环流型为：蒙古冷涡（槽）型、西北气流横槽型、河套冷涡型、西方小槽型 4 类。主要影响系统主要有：500hPa 与 700hPa 冷槽、切变线、冷涡，地面冷锋等。

雾出现时，宁夏基本处于贝加尔湖低压槽底部的平直气流或弱西南气流里，受弱的冷平流控制。辐射雾是宁夏出现次数最多的类型，其形成有 4 个条件，分别为：冷却条件、水汽条件、风力条件和层结条件。

宁夏大到暴雪主要有河套锢囚型和回流静止锋型两种类型。大到暴雪主要系统有低涡、切变线、辐合区、东南（或西南）气流以及地面锋面、回流、东风高压等，且尤以中低层（700hPa 及地面）系统的影响更为直接、明显。

## 5. 马家滩 C 区区域气候背景分析

本章对盐池气象站各气象要素及天气现象的多年平均统计采用的是近 30 年 1990~2019 年资料；对气象要素极值统计大多采用的是建站以来有相应资料的数据，由于各要素开始观测时间不一致，可详见表 3.2-2。

盐池气象站近 30 年（1990~2019 年）的累年平均气压为 865.7hPa；累年平均气温为 8.8℃；累年平均降水量为 307.9mm，年降水量最多为 402.8mm，最少为 160.8mm；累年平均风速为 2.4m/s；累年平均相对湿度为 50%；累年平均日照时数为 2825.7h。

盐池气象站自有气象记录以来，年极端最高气压为 889.1hPa（2009 年），年极端最低气压为 843.3hPa（1996 年）；极端最高气温为 38.7℃，出现在 2017 年 7 月 11 日，极端最低气温为-29.6℃，出现在 1954 年 12 月 12 日；年最大风速 22.0m/s（风向为：WSW），出现在 1972 年；年极大风速 25.2m/s（风向为：WNW），出现在 2004 年。

表 5.1 盐池气象站主要气候特征值

气象要素		值	单位	出现时间
气压	年平均气压	865.7	hPa	/
	年平均最高气压	867.9	hPa	/
	年平均最低气压	863.0	hPa	/
	极端最高气压	889.1	hPa	2009年11月2日
	极端最低气压	843.3	hPa	1996年3月15日
气温	年平均气温	8.8	℃	/
	年平均最高气温	16.2	℃	/
	年平均最低气温	2.5	℃	/
	极端最高气温	38.7	℃	2017年7月11日
	极端最低气温	-29.6	℃	1954年12月12日

降水	年平均降水量	307.9	mm	/
	年最多降水量	586.8	mm	1964年
	年最少降水量	145.3	mm	1980年
	年平均降雨日数	62.6	d	/
	最大日降雨量	121.2	mm	1999年7月13日
风	年平均风速	2.4	m/s	/
	年最多风向及频率	W/11.0	%	/
	年最大风速	22.0	m/s	1972年4月18日
	年最大风速对应的风向	WSW		/
	年极大风速	25.2	m/s	2004年月12日
	年极大风速对应的风向	WNW		/
相对湿度	年平均相对湿度	50	%	/
	年最小相对湿度	0	%	1981、1983、1984、1985、1995、1996、1999年
日照	年平均日照时数	2825.7	h	/
	年最多日照时数	3124.0	h	1997年
	年最低日照时数	2479.6	h	2019年

注：平均值统计时段为 1990~2019 年，极值统计时段为建站~2019 年

## 5.1 气压

### 5.1.1 年际变化

#### (1) 平均气压

近 30 年（1990~2019 年）盐池气象站年平均气压 865.7hPa，年平均最高和最低气压分别为 867.9hPa、863.0hPa。近 30 年，盐池气象站的年平均气压、年平均最高气压、年平均最低气压均有下降趋势（图 5.1-1）。

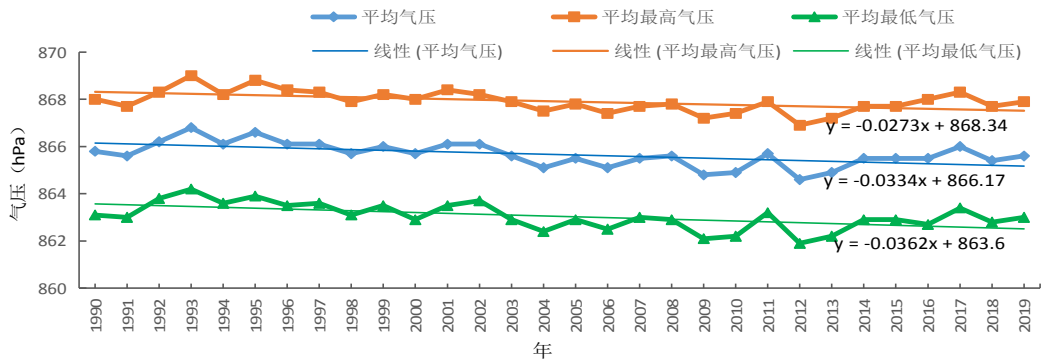


图 5.1-1 盐池气象站 1990~2019 年平均气压、平均最高、平均最低气压年际变化

## (2) 极端气压

盐池气象站自 1980 年开始有极端气压资料，1980~2019 年的极端最高气压最大值出现在 2009 年，为 889.1hPa；极端最低气压最小值出现在 1996 年，为 843.3hPa（见图 5.1-2、5.1-3）。

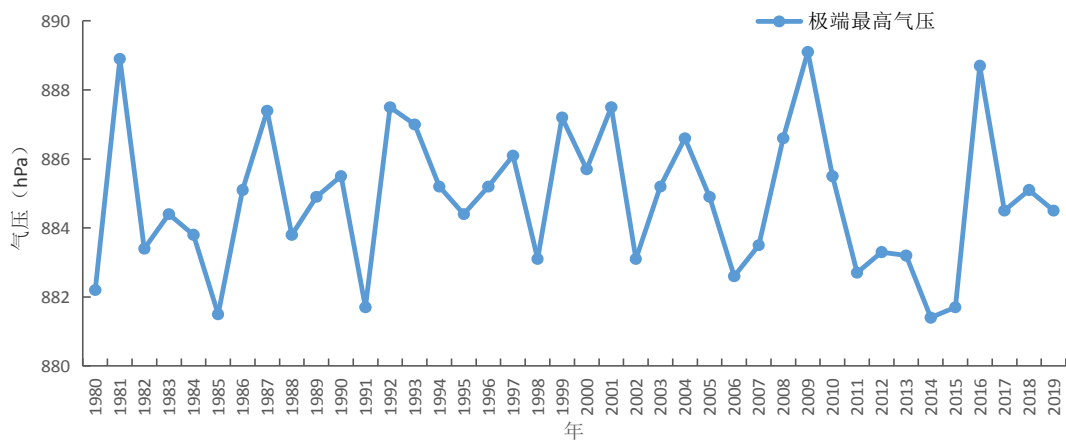


图 5.1-2 盐池气象站 1980~2019 年年极端最高气压年际变化

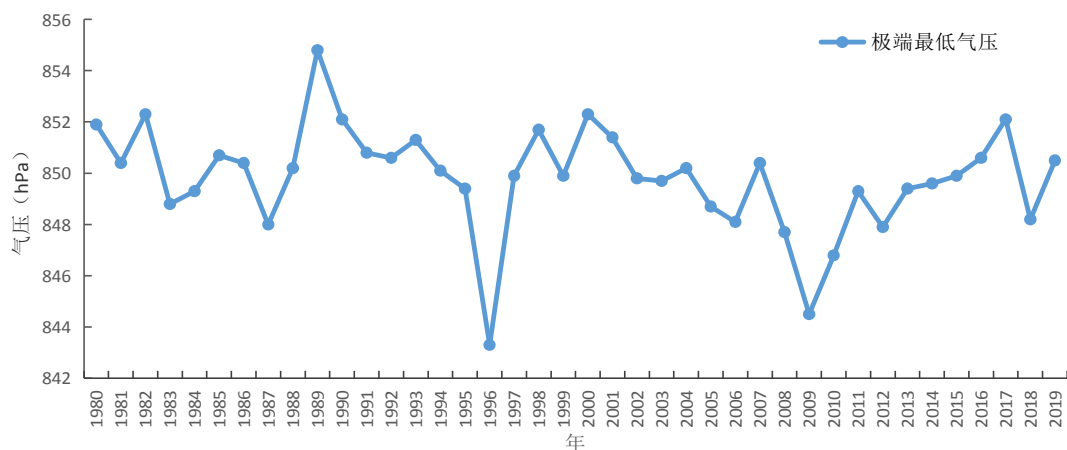


图 5.1-3 盐池气象站 1980~2019 年年极端最低气压年际变化

### 5.1.2 年变化

#### (1) 平均气压

近 30 年（1990~2019 年）盐池气象站的平均气压年变化在 858.8hPa（7 月）~871.0hPa（12 月）之间，呈“U”型变化特征（见图 5.1-4）。平均最高气压变化在 860.3hPa（7 月）~874.0hPa（12 月）之间；平均最低气压变化在 856.8hPa（7 月）~868.3hPa（12 月）之间。整体来看，一年之中，冬季气压较高，夏季气压较低，春、秋季气压近似。

表 5.1-1 盐池气象站累年（1990~2019 年）各月及年平均气压、平均最高、平均最低气压统计表（hPa）

月年 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气压	869.8	867.7	866.0	863.9	862.6	859.6	858.8	862.0	866.3	869.9	870.2	871.0	865.7
平均最高	872.6	870.4	868.7	866.5	864.8	861.3	860.3	863.5	868.0	872.0	872.9	874.0	867.9
平均最低	867.1	864.9	862.8	860.7	859.5	857.3	856.8	860.0	864.1	867.5	867.5	868.3	863.0

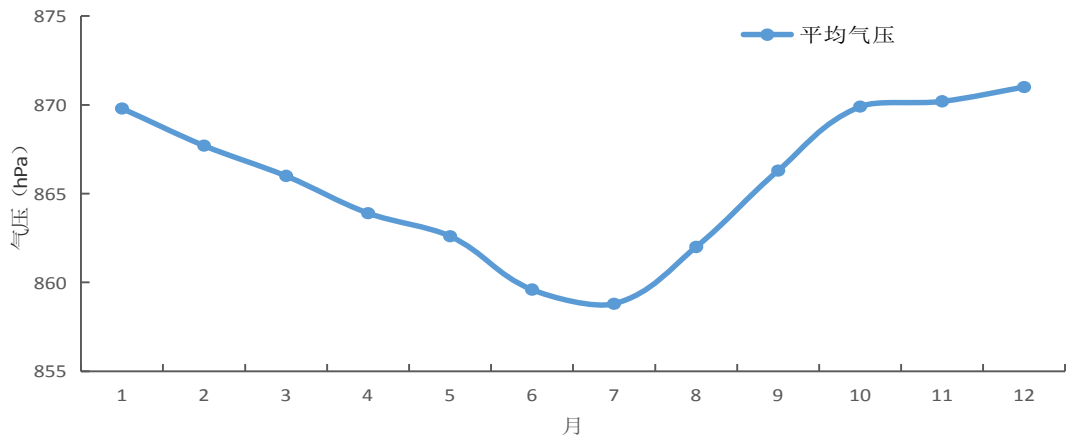


图 5.1-4 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均气压年变化

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

### (2) 极端最高气压

盐池气象站自 1980 年开始有极端最高气压的资料，各月极端最高气压值在 867.8~889.1hPa 之间（表 5.1-2），最大值 889.1hPa 出现在 2009 年 11 月 2 日。极端最高气压的年变化特征是冬季高，夏季低。

表 5.1-2 盐池气象站 1980~2019 年各月极端最高气压 (hPa)

站名 月年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年最高
盐池站	888.7	885.2	885.5	882.8	881.4	873.5	867.8	873.4	879.8	884.3	889.1	888.9	889.1

### (3) 极端最低气压

盐池气象站自 1980 年开始有极端最低气压的资料，各月极端最低气压值在 843.3~853.7hPa 之间（表 5.1-3），最小值出现在 1996 年 3 月 15 日，形成原因是该日冷空气势力弱，很难侵入到宁夏地区，

与此同时宁夏受到反气旋环流的控制，在高空暖性高压脊的控制下地面温度快速上升，空气受热膨胀，密度减少，大气压降低，形成了低气压。

表 5.1-3 盐池气象站 1990~2019 年各月极端最低气压 (hPa)

站名 月年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年最低
盐池站	852.1	844.5	843.3	847.9	847.7	849.4	850.4	850.7	852.9	855.4	853	853.7	843.3

### 5.1.3 日变化

图 6.1-5 为盐池气象站近 30 年 (1990~2019 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 05 时开始逐渐升高，到 10 时达到峰值 866.4hPa；之后开始下降，最低值出现在 16、17 时，为 864.0hPa；之后又开始缓慢升高，在 00 时达到高值后开始下降，直至 05 时。

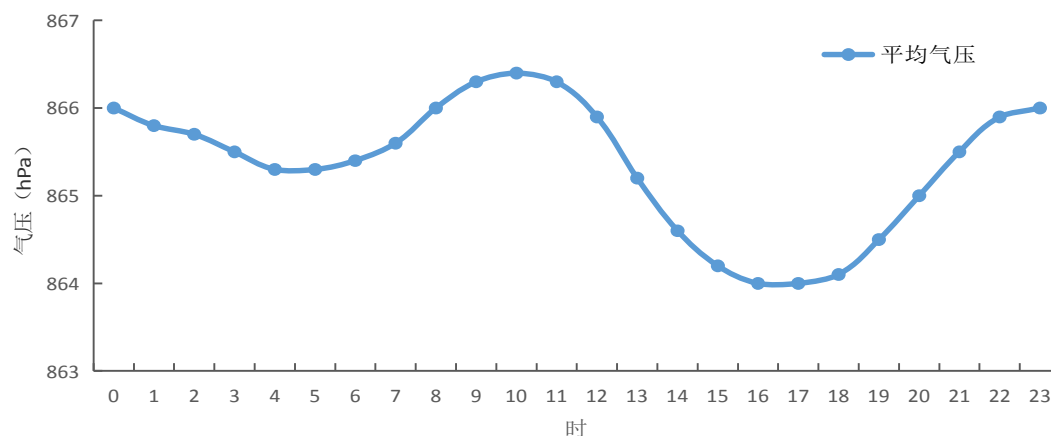


图 5.1-5 盐池气象站累年 (1990~2019 年) 平均气压日变化

## 5.2 气温

### 5.2.1 年际变化

#### (1) 平均温度

近 30 年（1990~2019 年）盐池气象站累年平均气温、平均最高气温及平均最低气温分别为 8.8℃、16.2℃、2.5℃，其中年平均气温在 6.5℃（1967 年）~10.0℃（1998 年）之间变化，年平均最高气温在 13.6℃（1967 年）~17.2℃（1998 年）之间变化，年平均最低气温在 -0.4℃（1956、1957 年）~4.1℃（2002 年）之间变化。年平均、平均最高及平均最低气温年际变化均略有上升趋势（图 5.2-1）。

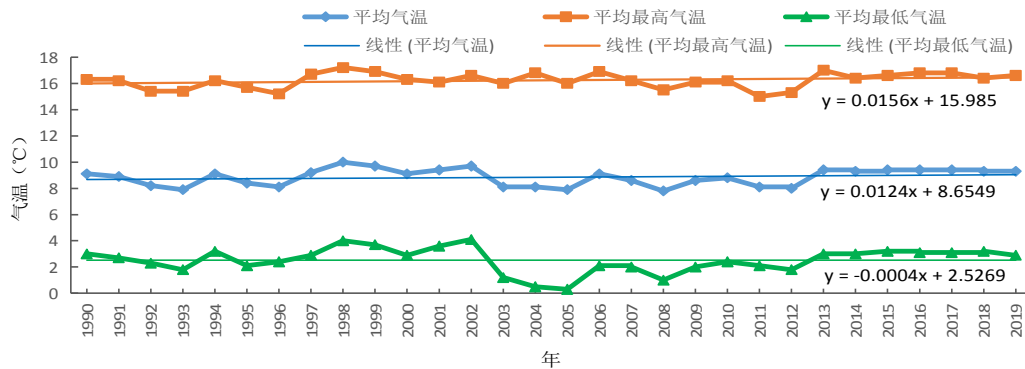


图 5.2-1 盐池气象站 1990~2019 年平均气温、平均最高、平均最低气温年际变化

#### (2) 极端气温

盐池气象站自 1954 年开始有极端气温资料，从图 5.2-2 中可见，盐池气象站 1954~2019 年极端最高气温在 32.8℃（1964 年）~38.7℃（2017 年）之间变化，极端最高气温年际变化呈上升趋势。

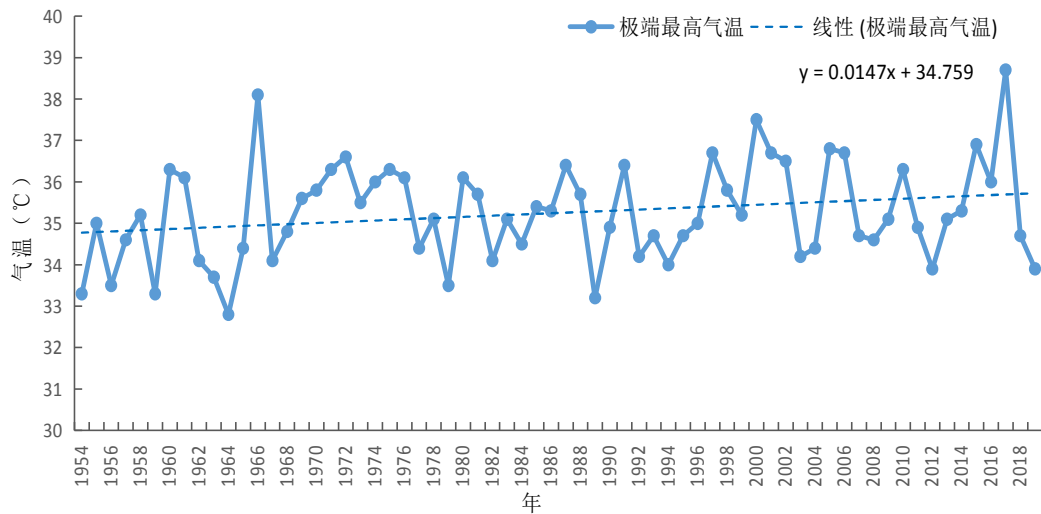


图 5.2-2 盐池气象站 1954~2019 年极端最高气温年际变化

从图 5.2-3 中可见，盐池气象站 1954~2019 年的极端最低气温在  $-29.6^{\circ}\text{C}$ （1954 年） $\sim -17.9^{\circ}\text{C}$ （1995 年）之间变化。极端最低气温年际变化呈上升趋势即极端气温越来越高。

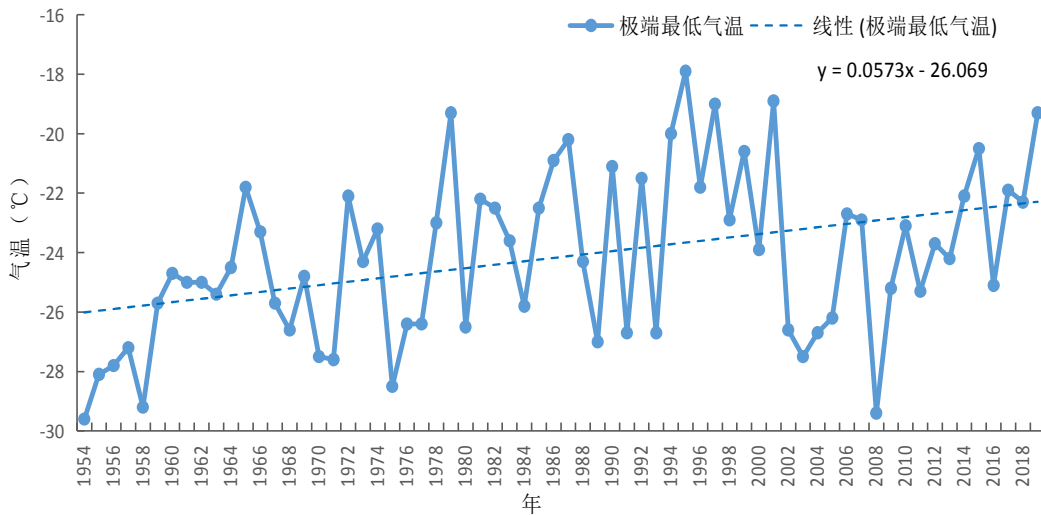


图 5.2-3 盐池气象站 1954~2019 年极端最低气温年际变化

## 5.2.2 年变化

### (1) 平均气温

从表 5.2-1 和图 5.2-4 中可见，近 30 年（1990~2019 年）盐池气象站平均气温、平均最高气温、平均最低气温年变化分别在-7.8~23.2℃、0.4~29.7℃、-14.0~17.1℃之间，最高值均出现在 7 月，最低值均出现在 1 月。

表 5.2-1 盐池气象站累年（1990~2019 年）月平均气温、平均最高气温、平均最低气温统计表（℃）

月年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温	-7.8	-3.6	3.6	11.0	16.8	21.4	23.2	21.2	15.8	8.8	1.2	-5.7	8.8
平均最高气温	0.4	4.5	11.4	18.7	23.9	28.2	29.7	27.6	22.6	16.5	9.1	2.1	16.2
平均最低气温	-14.0	-9.9	-3.0	3.6	9.4	14.3	17.1	15.5	10.2	2.9	-4.5	-11.4	2.5

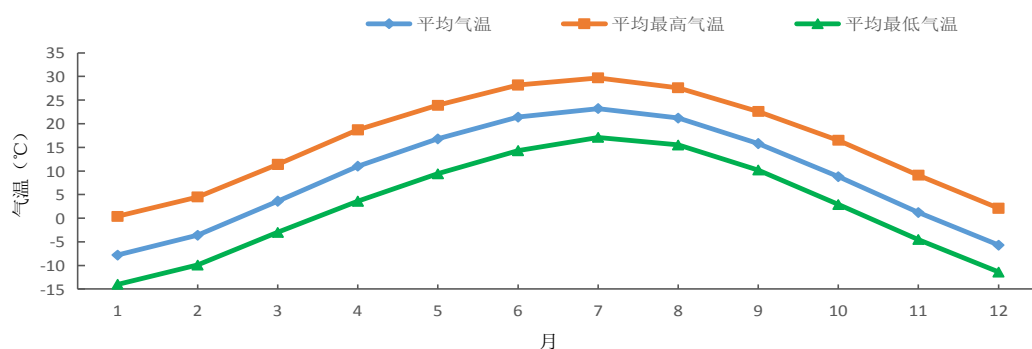


图 5.2-4 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均气温、平均最高、平均最低气温年变化

### (2) 极端气温

由表 5.2-2 可见，盐池气象站 1954~2019 年的各月极端最高气温值在 16.6~38.7℃之间，最大值 38.7℃出现在 2017 年 7 月 11 日；

各月极端最低气温值在-29.6~7.3℃之间，最小值-29.6℃出现在1954年12月12日。

表 5.2-2 盐池气象站 1954~2019 年各月极端气温 (°C)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
极端最高	18.2	19.6	27.3	34.0	35.6	38.1	<b>38.7</b>	36.6	35.2	28.8	22.9	16.6
极端最低	-29.4	-28.7	-21.9	-13.0	-3.9	1.3	7.3	3.9	-7.1	-13.6	-22.9	<b>-29.6</b>

### 5.2.3 日变化

近 30 年（1990~2019 年）盐池气象站小时平均气温呈单峰型变化。每天 06 时为一天地面温度的最低值，为 3.5℃；07 时开始，气温逐渐升高，到 15、16 时达到峰值 15.1℃；之后开始下降，直至次日 06 时。

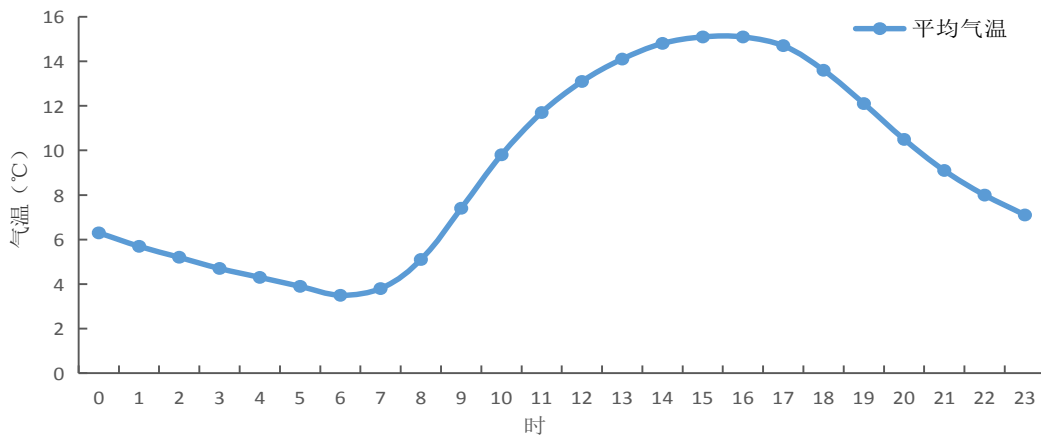


图 5.2-5 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均气温日变化

## 5.3 降水

### 5.3.1 降水量年际变化

近 30 年（1990～2019 年）盐池气象站累年平均降水量为 307.9mm，降水量在 160.8mm（2000 年）～402.8mm（2011 年）之间变化。（图 5.3-1）。

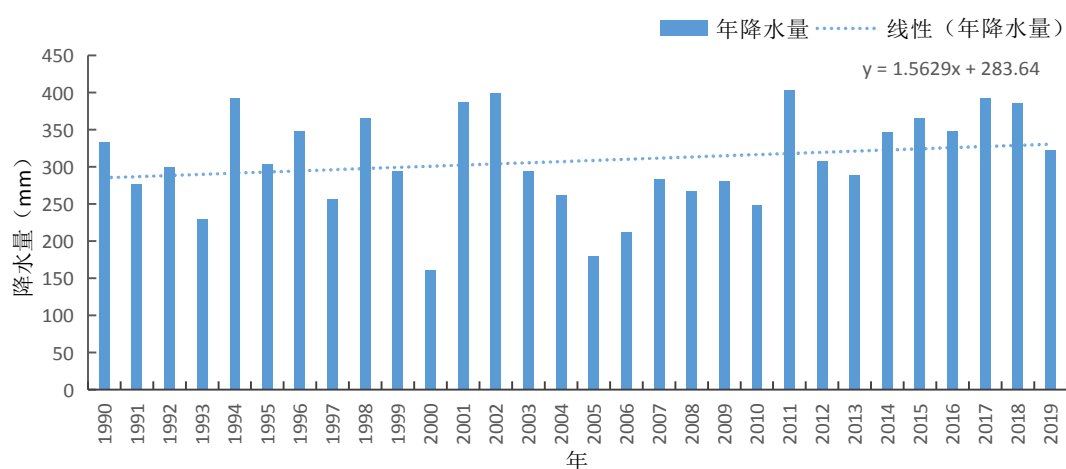


图 5.3-1 盐池气象站 1990-2019 年降水量年际变化

### 5.3.2 降水量年变化

近 30 年（1990～2019 年）盐池气象站各月降水量在 1.4mm（12 月）～70.2mm（8 月）之间变化，季节变化特征明显，冬季（12～2 月）平均降水量在四季之中最少，各月在 1.4～3.7mm 之间；春季（3～5 月）各月在 8.9～29.4mm 之间，占全年降水量的 17.1%；夏季（6～8 月）各月在 38.2～70.2mm 之间，占全年降水量的 57.2%；秋季（9～11 月）各月在 7.1～45.0mm 之间，占全年降水量的 23.4%（见图

5.3-2)。

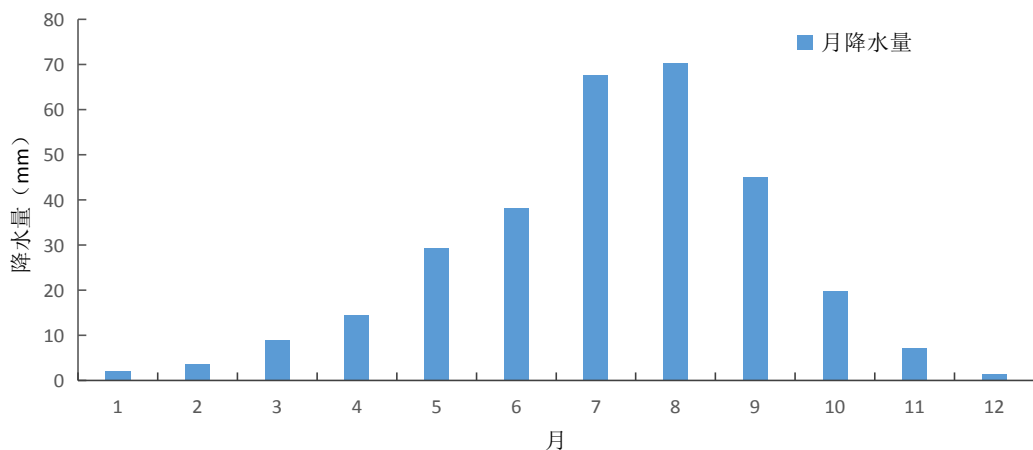


图 5.3-2 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均降水量年变化

### 5.3.3 降水日数

#### 5.3.3.1 年际变化

近 30 年（1990-2019 年）盐池气象站年平均降水日数为 62.6 天，历年降水日数在 46 天（1999 年）~85 天（2014 年）之间，年际变化呈上升趋势（见图 5.3-3）。

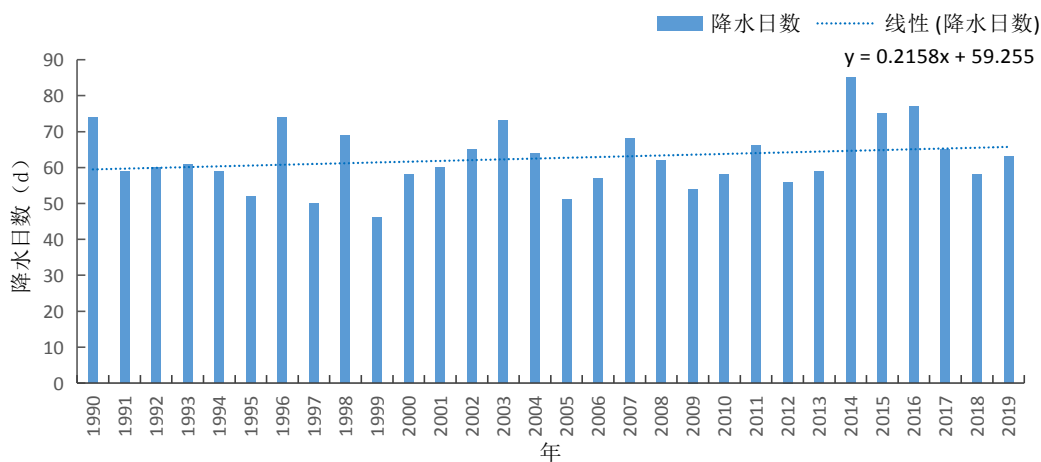


图 5.3-3 盐池气象站 1990~2019 年降水日数年际变化

### 5.3.3.2 年变化

近 30 年（1990~2019 年）盐池气象站各月平均降水日数在 1.2 天（12 月）~9.9 天（8 月）之间变化。从季节分布看，冬季（12~2 月）降水日数最少，各月在 1.7~2.3 天之间；其次是春、秋季节（3~5 月、9~11 月），各月在 2.8~8.8 天之间；夏季（6~8 月）各月降水日数最多在 7.5~9.9 天之间。

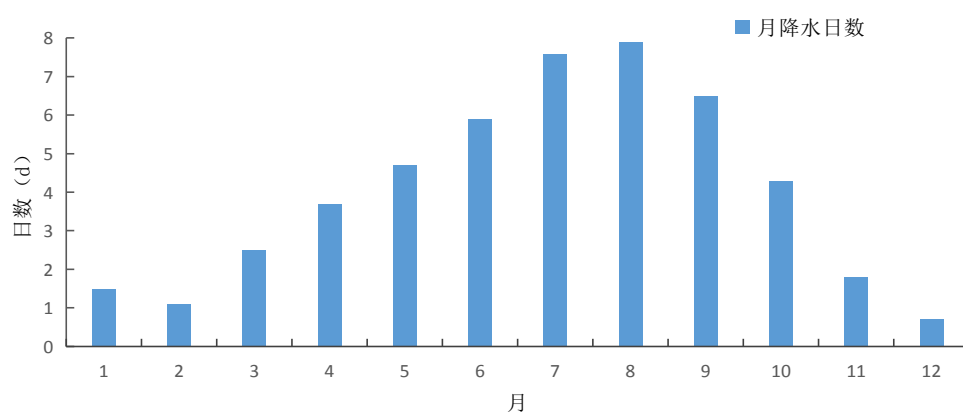


图 5.3-4 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均降水日数年变化

## 5.4 风

### 5.4.1 风速年际变化

#### (1) 平均风速

近 30 年（1990~2019 年），盐池气象站年平均风速为 2.4m/s，各年的平均风速在 1.8~3.0m/s 之间变化，风速年际变化呈明显下降

趋势。1991~2004 年的风速较大,均在 2.5m/s 以上,其中 1994、1996、2003 年平均风速最大,为 3.0m/s,而后,风速整体呈下降趋势(图 5.4-1)。

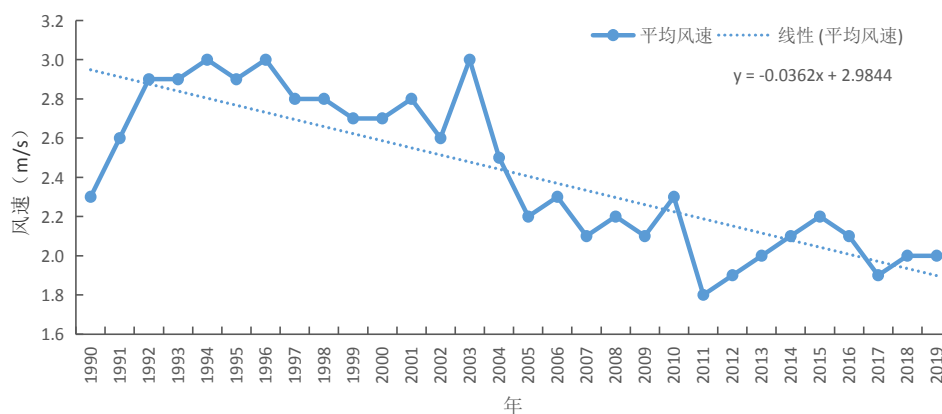


图 5.4-1 盐池气象站 1990~2019 年平均风速年际变化

## (2) 最大风速

盐池气象站自 1970 年开始有最大风速资料,从表 5.4-1 和图 5.4-2 中可以看出,盐池气象站 1970~2019 年最大风速的最大值为 22.0m/s (WSW),出现在 1972 年 4 月 18 日,最大风速的次大值为 20.0m/s (WSW),出现在 1984 年 2 月 29 日,最大风速整体呈减小趋势。年最大风速以冬、春季出现频次最多。最大风速对应的风向多以 W 和 WNW 向的风居多。

表 5.4-1 盐池气象站历年最大风速 (1970~2019 年)

年份	10min 平均最大风速 (m/s)	风向	时间 (月日)	年份	10min 平均最大风速 (m/s)	风向	时间 (月日)
1970	17.0	W	0906	1995	14.2	NW	0516
1971	18.7	WNW	0526	1996	14.4	WSW	0312
<b>1972</b>	<b>22.0</b>	<b>WSW</b>	0418	1997	11.9	WSW	1217
1973	17.0	W	1115	1998	13.4	W	0415
1974	15.0	W	0211	1999	13.4	WSW	1215
1975	15.7	W	0404	2000	13.2	W	0511
1976	17.7	WNW	0103	2001	15.0	NW	0214

1977	18.0	WNW	0221	2002	14.6	WNW	0109
1978	18.0	W	0119	2003	14.6	WSW	0411
1979	16.0	WNW	0411	2004	16.6	WNW	0212
1980	15.0	W	0125	2005	13.3	W	1125
1981	15.0	WNW	1115	2006	13.3	WNW	0406
1982	17.7	WNW	1220	2007	13.2	WNW	0126
1983	16.0	W	0315	2008	14.1	WNW	1208
<b>1984</b>	<b>20.0</b>	<b>WSW</b>	0229	2009	13.7	WNW	0219
1985	16.0	WNW	1130	2010	15.8	S	0206
1986	13.7	W	0310	2011	10.5	WNW	0425
1987	16.7	NW	0818	2012	10.2	WNW	0511
1988	15.0	WNW	0121	2013	11.8	W	1115
1989	14.0	WNW	0313	2014	12.7	W	0509
1990	13.0	NW	0505	2015	11.3	W	1225
1991	18.0	WNW	0423	2016	10.4	WNW	0512
1992	13.7	S	0406	2017	11.6	W	0126
1993	15.0	WNW	0423	2018	9.4	W	0121
1994	14.1	NNW	0610	2019	10.0	W	1209

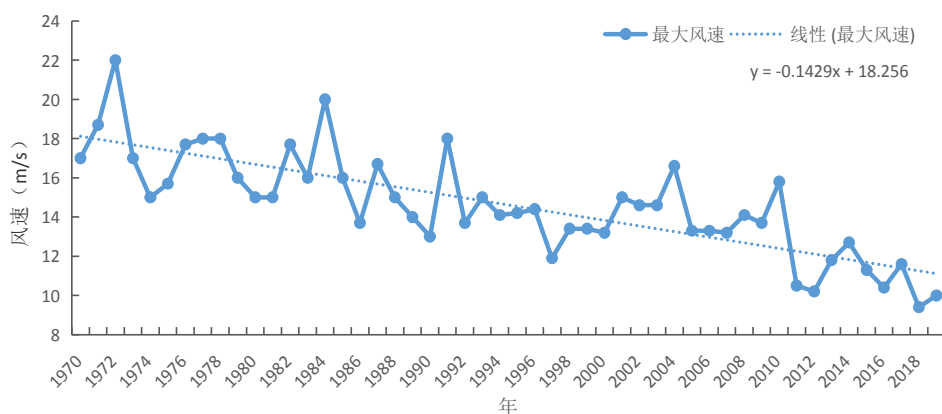


图 5.4-2 盐池气象站 1970~2019 年最大风速年际变化

### (3) 极大风速

盐池气象站自 1992 年开始有极大风速的观测。从表 6.4-2 和图 6.4-3 中可以看出，近 28 年（1992~2019 年）极大风速的最大值为 25.2m/s (WNW)，出现在 2004 年 2 月 12 日；次大值为 25.0m/s (WNW)，出现在 1995 年 5 月 16 日，极大风速整体呈下降趋势。年极大风速

以 4 月、5 月出现频次最多。极大风速对应的风向以偏北风居多。

表 5.4-2 盐池气象站历年极大风速（1993~2018 年）

年份	极大风速 (m/s)	风向	时间 (月日)	年份	极大风速 (m/s)	风向	时间 (月日)
1992	21.7	NNW	0805	2006	21.6	WNW	0406
1993	22.5	SSW	0506	2007	19.6	WNW	0126
1994	23.3	NNW	0610	2008	21.5	WNW	1206
<b>1995</b>	<b>25.0</b>	<b>WNW</b>	0516	2009	21.1	WNW	1019
1996	24.8	SE	0714	2010	22.6	WSW	0311
1997	19.8	NW	0525	2011	20.4	NW	0425
1998	21.0	W	0415	2012	17.4	WNW	1102
1999	20.6	WNW	0217	2013	18.3	WNW	0707
2000	21.0	NW	0511	2014	20.8	ESE	0728
2001	22.5	SSW	0604	2015	20.4	WNW	0506
2002	21.7	WNW	0207	2016	17.4	W	1110
2003	21.0	WSW	0410	2017	20.9	WSW	0126
<b>2004</b>	<b>25.2</b>	<b>WNW</b>	0212	2018	21.6	WNW	0812
2005	21.7	WNW	0612	2019	18.6	WNW	0406

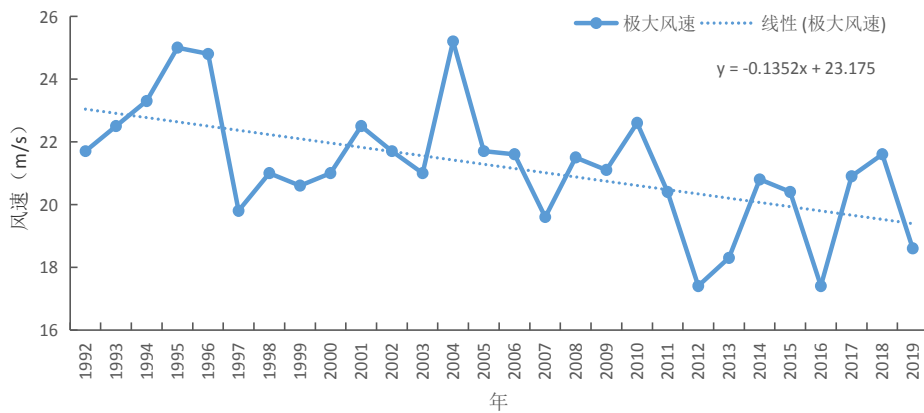


图 5.4-3 盐池气象站 1993~2019 年极大风速年际变化

### 5.4.2 风速年变化

近 30 年，盐池气象站逐月平均风速均在 2.0m/s 以上。平均风速 4、5 月最大，为 2.9m/s；1、10 月最小，为 2.1m/s。从季节上看，春季风速较大，秋风速较小（图 5.4-4）。

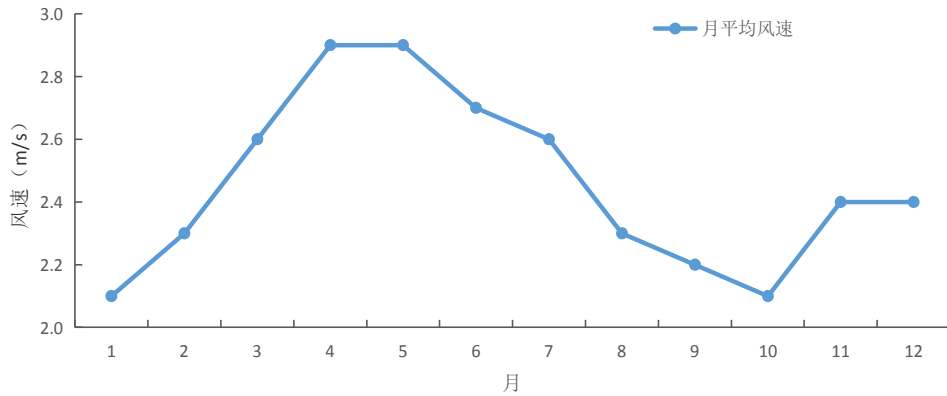


图 5.4-4 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均风速年变化

### 5.4.3 风速日变化

从图 6.4-5 可知，盐池气象站近 30 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 1.6m/s（05 至 06 时）~3.6m/s（14 至 16 时）之间，其中 02 时~06 时是全天风速相对较小的时段，11~18 时是全天风速相对较大的时段。

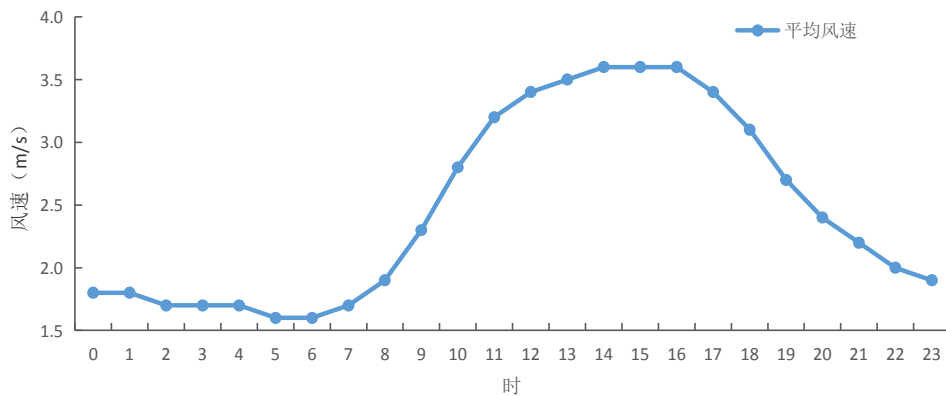


图 5.4-5 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均风速日变化

### 5.4.4 风向频率年及季节变化

近 30 年（1990~2019 年），盐池气象站累年最多风向为 W 风，风向频率均为 11.0%，次多风向为 WNW，风向频率为 9.2%。按月统计，

2月、3月最多风向为WNW风，6月最多风向为S风，7月最多风向为SE风，8月最多风向为ESE风，9月最多风向为SE风和S风，其余月份皆为W风；次多风向频率，2月、3月、6月为W风，5月为S风，7月、9月为SSE风向，8月为SE风向，其余月份皆为WNW风向（见表6.4-3）。春季、秋季、冬季出现频率最高的都是W风向，分别为10.0%、12.0、14.9%；夏季出现频率最高的是SE风向，为9.4%。（见表5.4-4、图5.4-6）。

表 5.4-3 盐池气象站累年（1990~2019年）各月最多、次多风向及频率（%）

月年 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
最多风向	W	WNW	WNW	W	W	S	SE	ESE	SE、S	W	W	W	W
频率（%）	16.4	12.2	10.3	10.1	9.8	8.3	10.7	9.8	9.5	10.9	18.3	17.5	11.0
次多风向	WNW	W	W	WNW	S	W	SSE	SE	SSE	WNW	WNW	WNW	WNW
频率（%）	12.6	10.5	10.0	9.6	7.6	8.0	10.4	9.7	7.4	9.8	11.8	14.5	9.2

表 5.4-4 盐池气象站累年（1990~2019年）四季及年各风向频率（%）

方位 项目	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春	6.3	5.2	3.3	2.6	4.9	4.9	4.8	5.8	6.2	4.5	3.9	5.4	<b>10.0</b>	9.1	7.6	6.0	9.5
夏	4.5	4.1	3.3	3.4	6.4	8.1	9.4	9.2	<b>8.6</b>	5.5	3.7	3.9	7.3	5.5	5.2	4.0	8.1
秋	4.7	2.9	2.7	2.3	5.1	4.4	6.2	5.5	7.5	4.2	4.0	4.8	<b>12.0</b>	9.1	7.0	4.5	13.1
冬	4.9	3.3	2.2	2.7	3.9	3.2	2.9	3.1	3.5	3.0	3.3	7.9	<b>14.9</b>	13.2	8.8	5.4	13.9
年	5.1	3.9	2.9	2.7	5.1	5.1	5.8	5.9	6.5	4.3	3.7	5.5	<b>11.0</b>	9.2	7.1	4.9	11.2

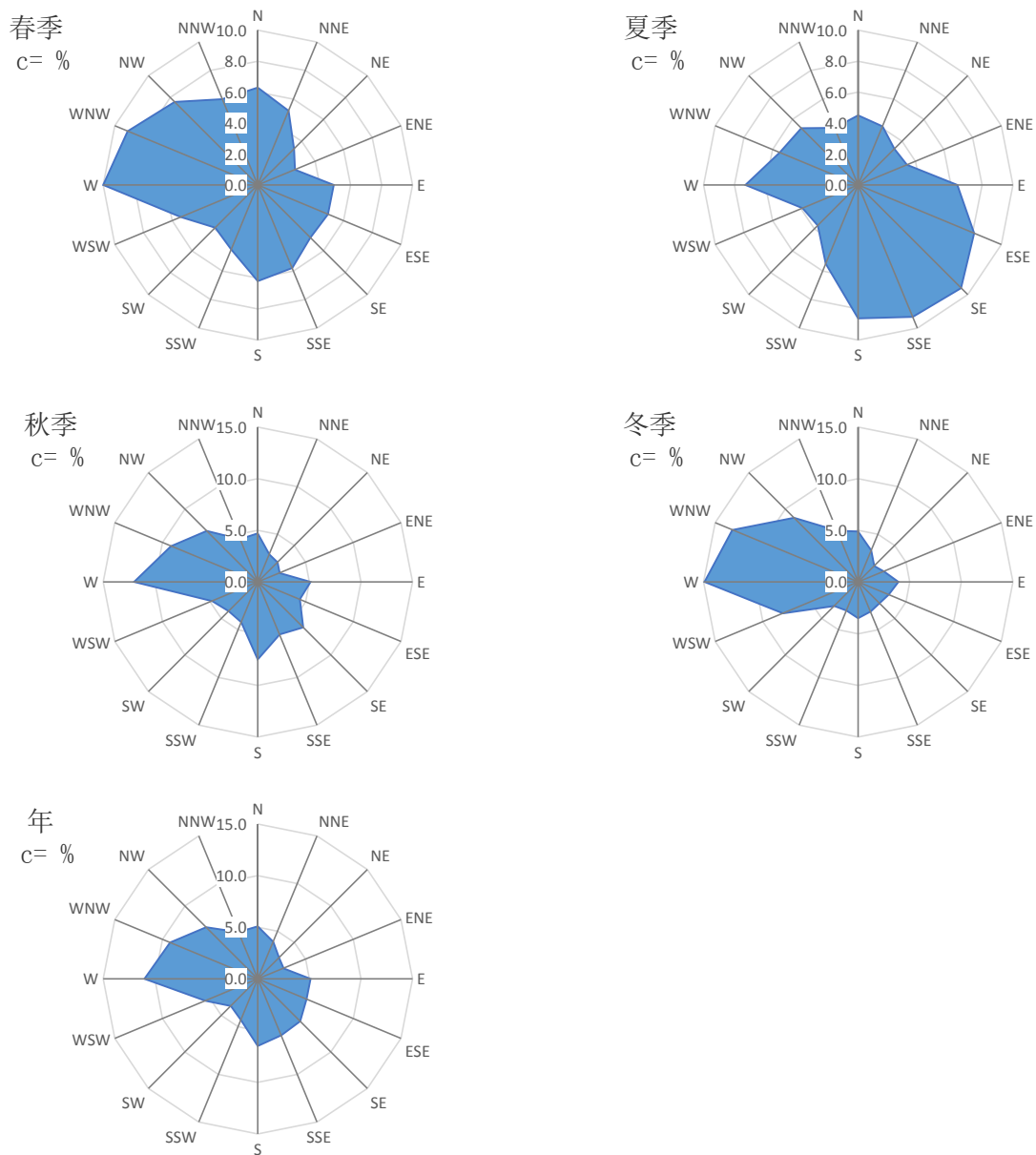


图 5.4-6 盐池气象站累年（1990~2019 年）四季及年风向频率（%）

## 5.5 相对湿度

### 5.5.1 年际变化

#### (1) 平均相对湿度

从图 5.5-1 中可见，近 30 年（1990~2019 年），盐池气象站累年平均相对湿度为 50%，其中年平均相对湿度最高出现在 2003 年，

为 58%；最低出现在 1995、2005 年，为 46%。年平均相对湿度年际变化呈上升趋势。

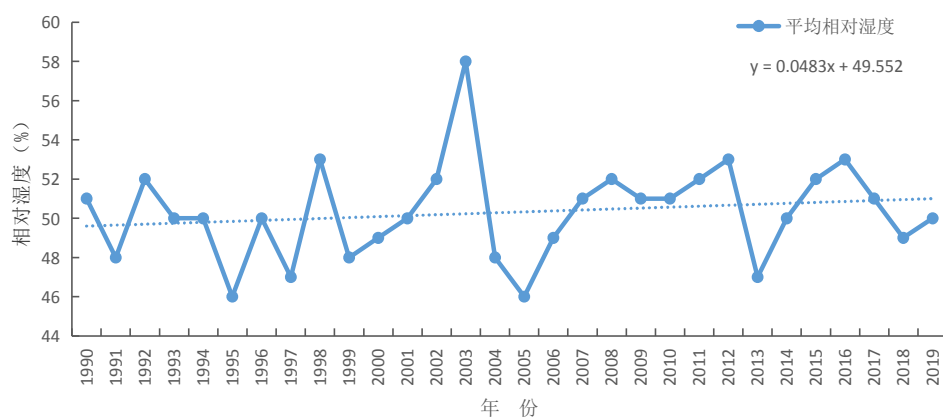


图 5.5-1 盐池气象站 1990~2019 年平均相对湿度年际变化

## (2) 最小相对湿度

盐池气象站自 1980 年开始有最小相对湿度资料，从图 5.5-2 中可见，盐池气象站的年最小相对湿度在 0%~10%之间变化。最小相对湿度年际变化呈上升趋势。

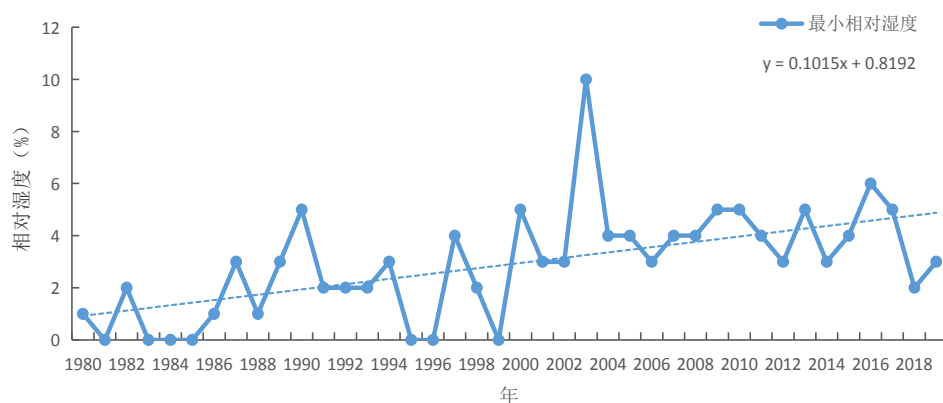


图 5.5-2 盐池气象站 1980~2019 年最小相对湿度年际变化

### 5.5.2 年变化

近 30 年（1990~2019 年），盐池气象站平均相对湿度的年变化在 38%（4 月）~64%（9 月）之间，最小相对湿度的年变化在 0%（1 月、3 月、4 月、5 月、11 月、12 月）~8%（7 月、8 月）之间，两者总体均呈现单峰型变化趋势。6 月开始，由于副热带高压势力慢慢增强并开始西移北抬，控制欧亚大陆，副热带高压外围携带的暖湿气流不断被输送到西北地区东部，使得该地区空气湿度开始增加。从 9 月开始，副热带高压势力减弱南退，冷空气活动频繁，地面温度降低，空气干燥，相对湿度开始减弱。最小相对湿度的年变化特征与平均相对湿度基本一致（见图 5.5-3 和 5.5-4）。

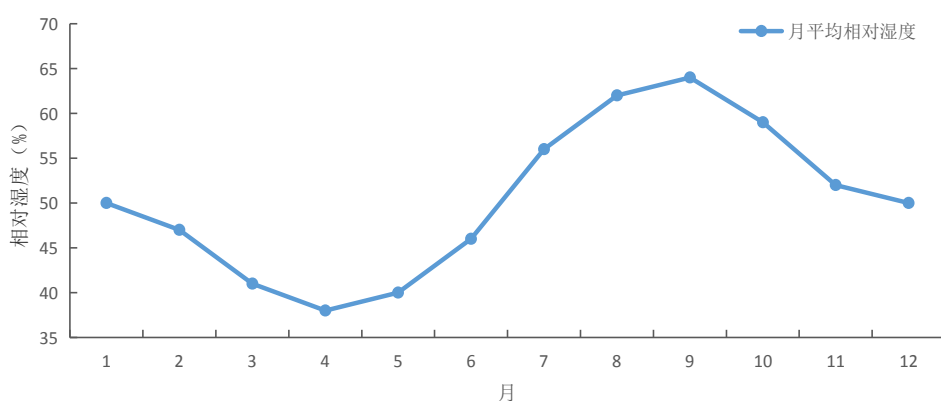


图 5.5-3 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均相对湿度年变化

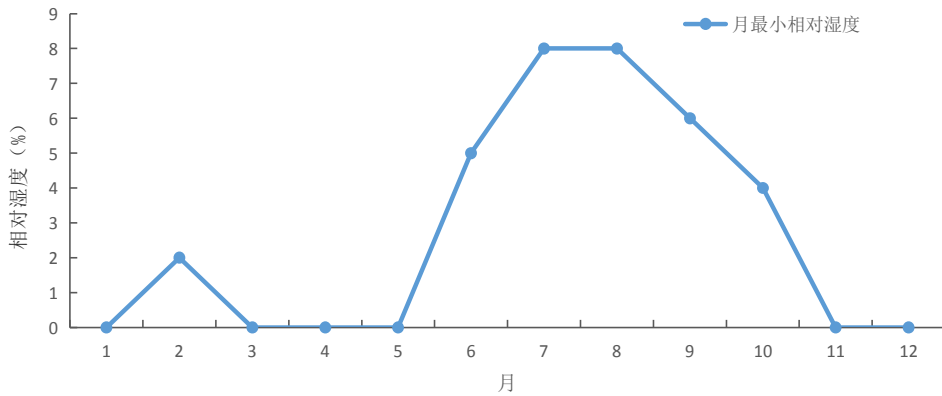


图 5.5-3 盐池气象站 1980~2019 年最小相对湿度年变化

### 5.5.3 日变化

由图 5.4-5 可见，近 30 年（1990~2019 年），盐池气象站相对湿度日变化呈“U”型变化。每天 06~07 时为一天相对湿度的最高值，为 67%；08 时开始，相对湿度逐渐减小，到 15~16 时达到谷底，为 32%；之后再次开始上升，直至次日 06~07 时。

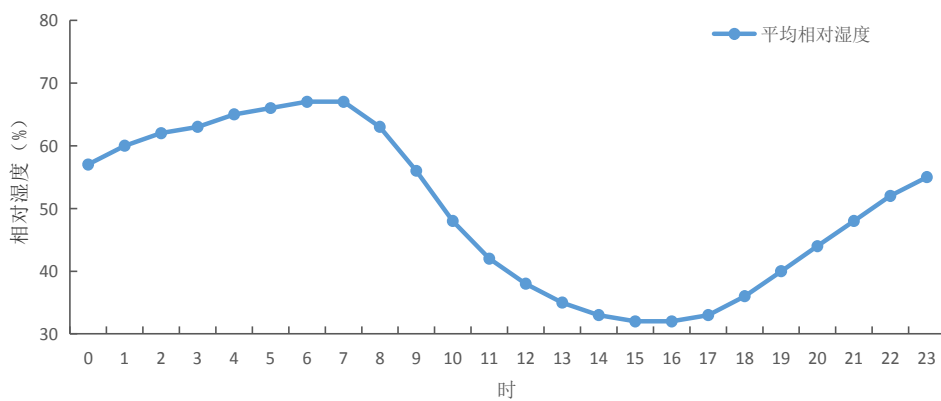


图 5.4-5 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均相对湿度日变化

## 5.6 日照

### 5.6.1 年际变化

近 30 年（1990～2019 年），盐池气象站累年平均日照时数为 2825.7 小时，其中年日照最高出现在 1997 年，为 3124.0 小时；最低出现在 2019 年，为 2479.6 小时。2000 年以来，年日照时数均在 3000 时以下，在 2600～2900 小时左右（见图 5.6-1）。

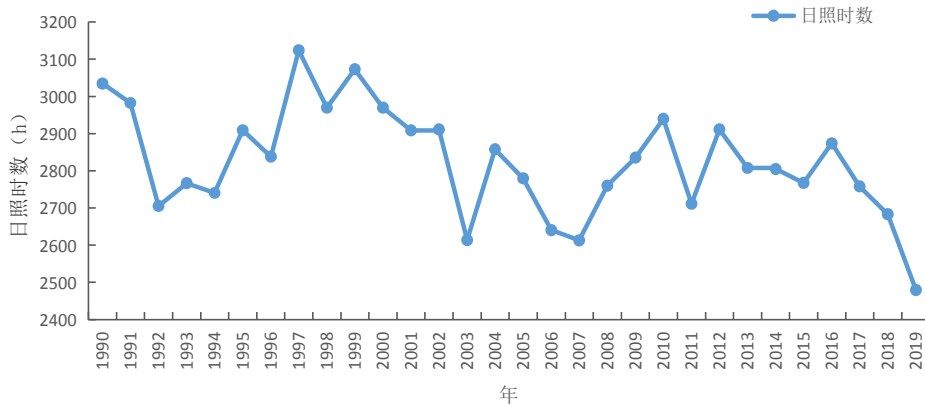


图 5.6-1 盐池气象站 1990～2019 年日照时数年际变化

### 5.6.2 年变化

近 30 年（1990～2019 年），盐池气象站日照的年变化在 199.3 小时（2 月）～275.7 小时（5 月）之间。总体看来，月平均日照时数在 4 月～8 月偏多，在 250 小时以上，冬季明显偏小，5 月～7 月全年最高，在 270 小时以上（见图 5.6-2）。

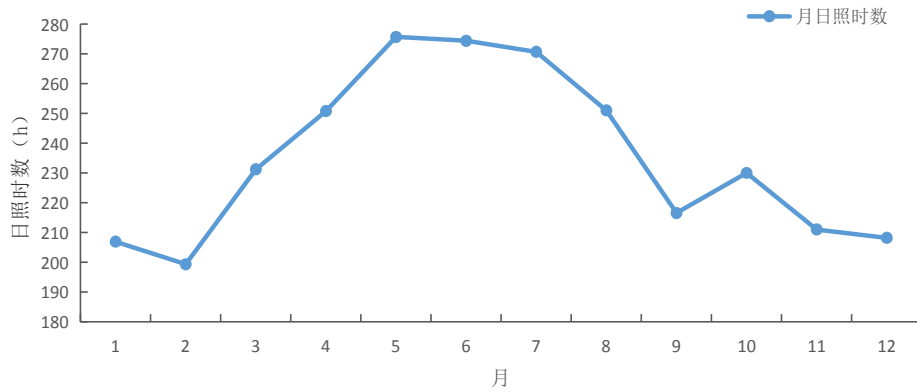


图 5.6-2 盐池气象站累年（1990~2019 年）日照时数年变化

## 5.7 地面温度

### 5.7.1 年际变化

#### (1) 平均地面温度

近 30 年（1990~2019 年）盐池气象站累年平均地面温度、平均最高地面温度及平均最低地面温度分别为 11.5℃、33.2℃、0.2℃，其中年平均地面温度在 10.1℃（1993 年）~12.6℃（2015 年、2016 年、2018 年）之间变化，年平均最高地面温度在 29.8℃（2003 年）~35.7℃（1997 年）之间变化，年平均最低地面温度在 -2.0℃（1993 年）~2.6℃（2016 年）之间变化。年平均地面温度年际变化呈下降趋势，而平均最高、平均最低地面温度年际变化均呈上升趋势（图 5.7-1）。

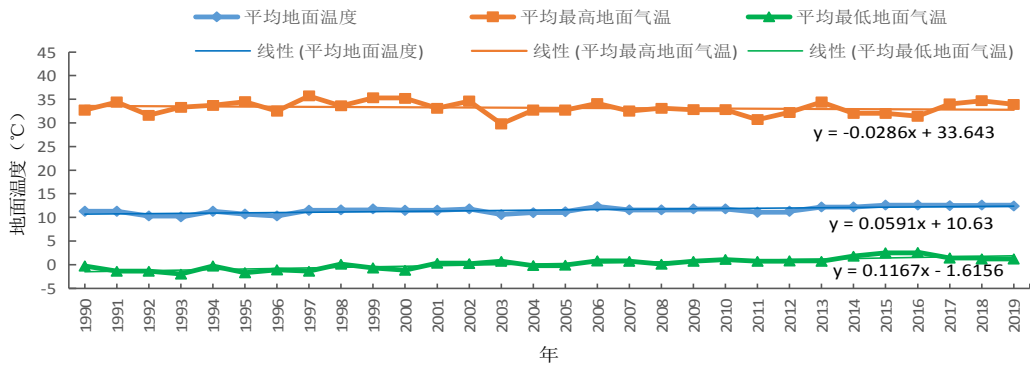


图 5.7-1 盐池气象站 1990~2019 年平均地面温度、平均最高、平均最低地面温度年际变化

## (2) 极端地面温度

盐池气象站自 1959 年开始有连续极端最高地面温度资料，从图 6.7-2 中可见，盐池气象站的年极端最高地面温度在 60.7℃（1964 年）~71.5℃（2002 年）之间变化。近年来极端最高地面温度呈上升趋势。

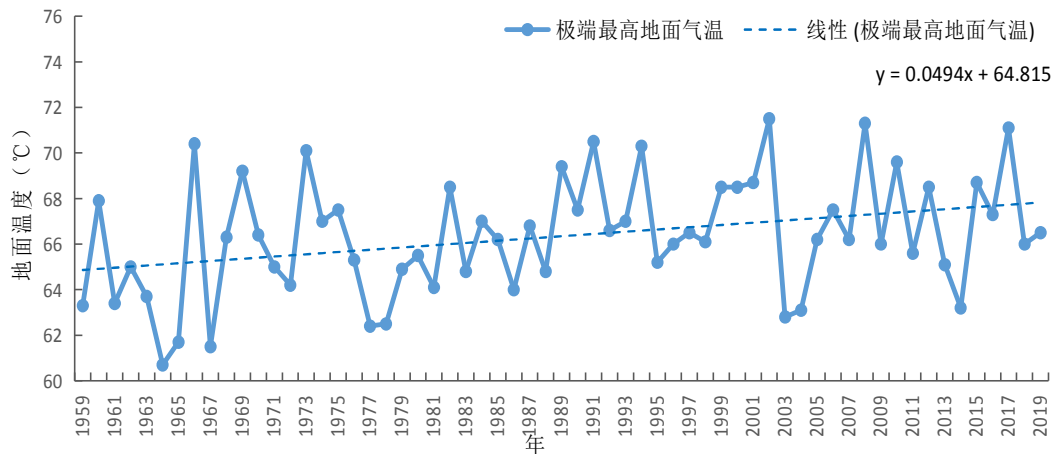


图 5.7-2 盐池气象站 1959~2019 年极端最高地面温度年际变化

盐池气象站自 1959 年开始有连续极端最低地面温度资料，从图 5.7-3 中可见，盐池气象站的年极端最低地面温度在 -36.8℃（1993 年）~-20.0℃（2015 年）之间变化，整体呈上升趋势，近 10 年的

年极端最低地面温度上升的趋势明显。

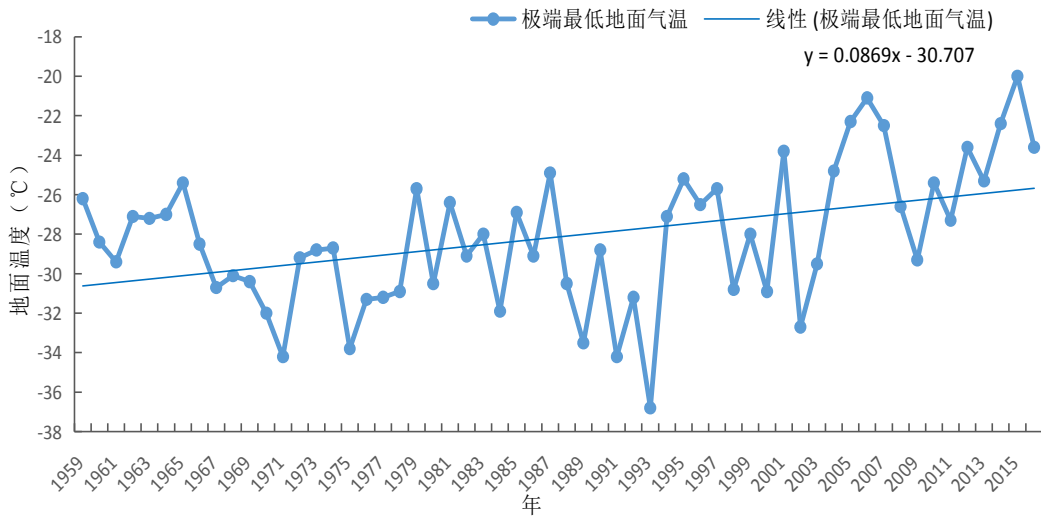


图 5.7-3 盐池气象站 1959~2019 年极端最低地面温度年际变化

### 5.7.2 年变化

#### (1) 平均地面温度

近 30 年（1990~2019 年）盐池气象站平均地面温度、平均最高地面温度、平均最低地面温度年变化分别在 $-7.4\sim 28.3^{\circ}\text{C}$ 、 $11.3\sim 52.4^{\circ}\text{C}$ 、 $-17.1\sim 15.7^{\circ}\text{C}$ 之间，月平均地面温度、平均最高地面温度和平均最低地面温度的最高、最低值均分别出现在 7 月、1 月。

表 5.7-1 盐池气象站累年（1990~2019 年）月平均地面温度、平均最高、平均最低地面温度统计表（ $^{\circ}\text{C}$ ）

月年 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均地面温度	-7.4	-2.3	5.9	14.7	21.7	26.8	28.3	25.6	19.0	10.6	1.5	-5.8	11.5
平均最高地面温度	11.3	18.2	28.8	39.3	46.9	52.0	52.4	47.8	39.5	30.6	19.6	12.0	33.2
平均最低地面温度	-17.1	-12.5	-5.8	1.0	7.0	12.3	15.7	14.3	8.6	0.7	-7.3	-14.6	0.2

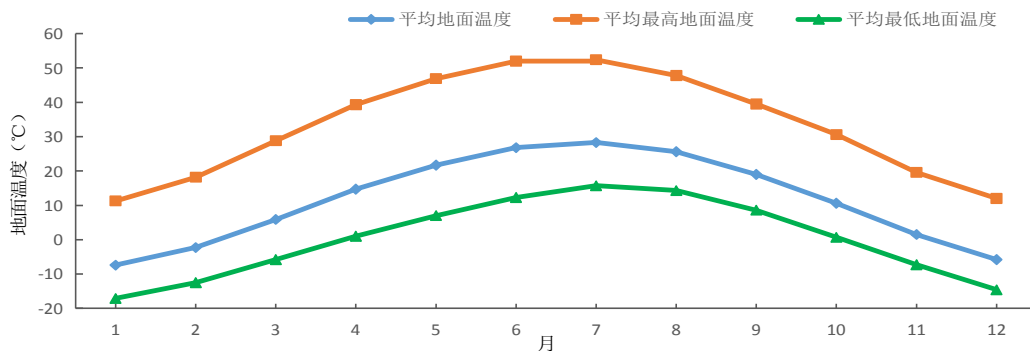


图 5.7-4 盐池气象站累年（1990~2019 年）地面平均温度、平均最高、平均最低地面温度年变化

## (2) 极端地面温度

由表 5.7-2 可见，盐池气象站有观测以来各月极端最高地面温度值在 24.5~71.5℃，最高值 71.5℃，出现在 2002 年 7 月 15 日；各月极端最低地面温度值在-36.8~5.1℃之间，最低值-36.8℃出现在 1993 年 1 月 16 日。

表 5.7-2 盐池气象站 1959~2019 年各月极端地面温度 (°C)

月项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
极端最高	27.7	39.0	53.2	61.2	66.8	70.1	71.5	69.2	64.6	49.6	37.6	24.5
极端最低	-36.8	-33.1	-25.9	-18.5	-7.9	-2.0	5.1	1.9	-11.5	-18.8	-30.4	-34.2

### 5.7.3 日变化

近 30 年（1990~2019 年）盐池气象站小时平均地面温度呈单峰型变化。每天 06 时为一天地面温度的最低值，为 2.0℃；06 时开始，地面温度逐渐升高，到 14 时达到峰值 29.9℃；之后开始下降，直至

次日 06 时。

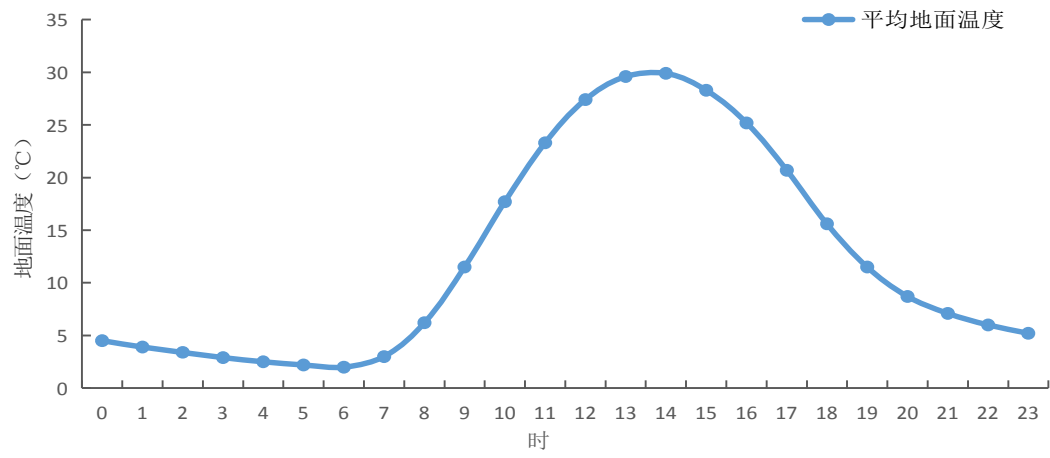


图 5.7-5 盐池气象站累年（1990~2019 年）平均地面温度日变化

## 6 马家滩 C 区关键工程气象参数分析及推算

在本章选取盐池气象站历史气象资料对灵武再生资源产业区块（马家滩 C 区）项目区进行气象参数分析及推算。在 6.1 节中进行雷击风险评估；风速、雪压的极端参数推算与分析作为厂房建筑设计、施工及运营的重要工程气象参数，在 6.2 及 6.3 节中进行推算与分析；气温参数作为厂房通风设计的重要工程气象参数，在 6.4 节中进行推算与分析。

### 6.1 雷击风险评估

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

## 6.1.1 雷电活动特征

### 6.1.1.1 盐池气象站雷暴人工观测

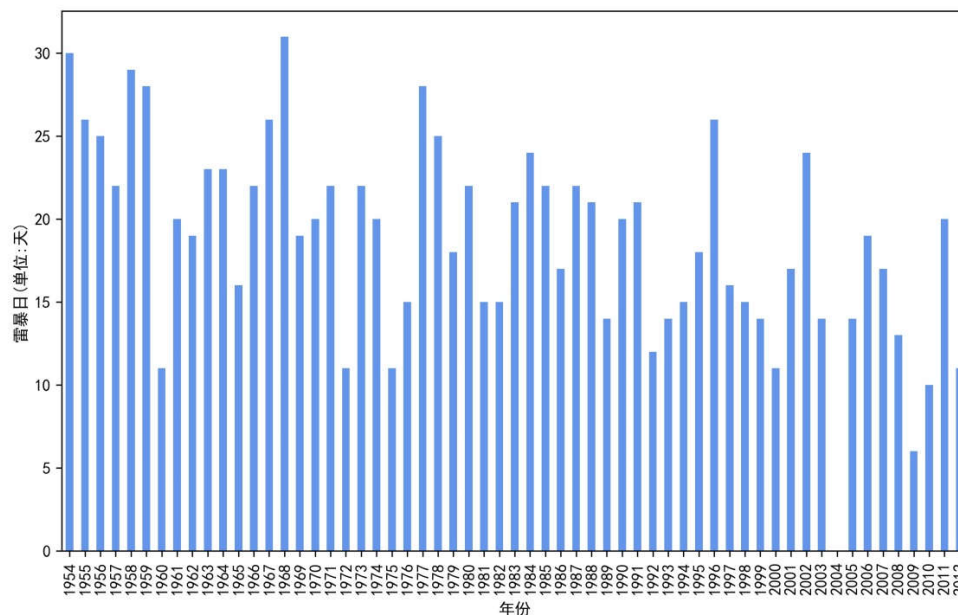


图 6.1.1-1 人工观测雷暴日逐年分布

人工观测雷暴日逐年分布。盐池气象站人工观测雷暴数据（自建站以来全部人工观测记录）统计结果显示：统计年数为 58 年，平均年雷暴日数为 19.00 次/年，标准差为 5.62，最小年雷暴日为 6 次（出现年份为 2009 年），最大年雷暴日为 31 次（出现年份为 1968 年），年雷暴日概率分布在 75% 以下为 22 次，年雷暴日概率分布在 50% 以下为 19.5 次。

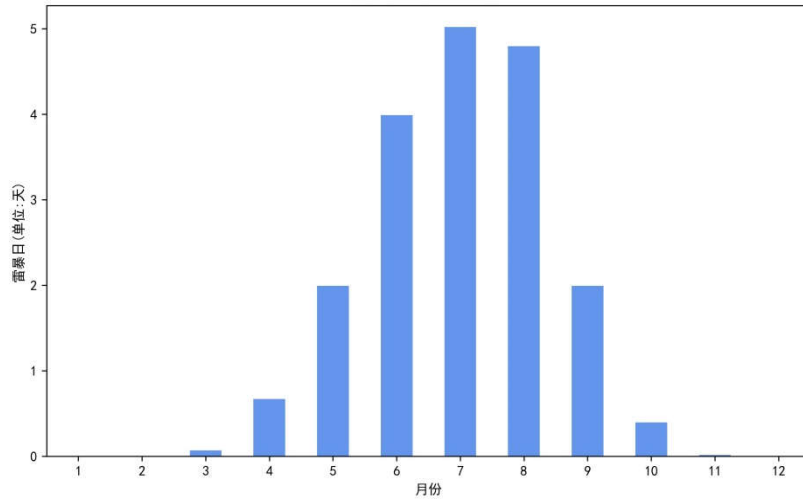


图 6.1.1-2 人工观测年平均雷暴日逐月分布

人工观测年平均雷暴日逐月分布。盐池气象站人工观测年平均雷暴日逐月统计结果显示：年平均雷暴日逐月平均为 2.10 天（其中 1-2 月、11-12 月未计入平均值统计），标准差为 2.02，最小为 0.02 天（出现月份为 3 月），最大为 5.02 天（出现月份为 7 月），月雷暴日概率分布在 75% 以下为 3.99 天，月雷暴日概率分布在 50% 以下为 1.99 天。雷暴发生时间具有明显的月度分布特征，主要集中在 6-8 月，7 月份达到最大。雷暴出现最早月份为 3 月，最晚为 10 月。

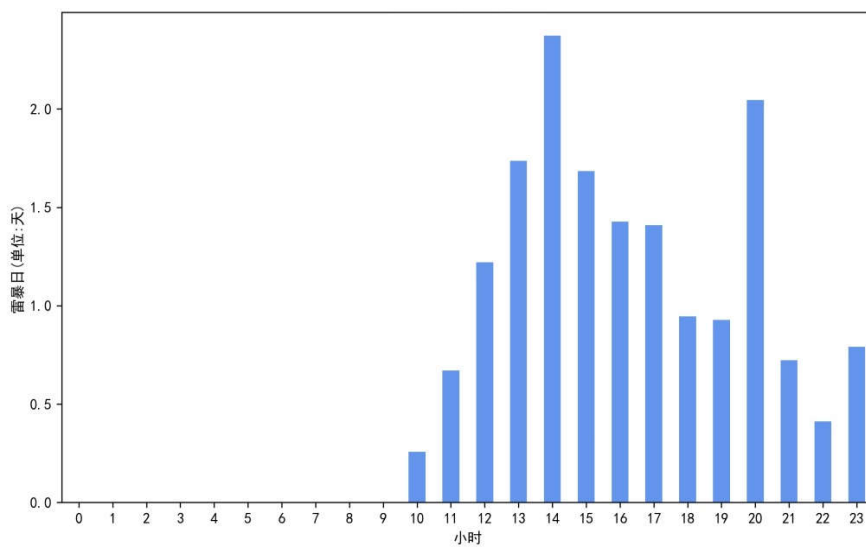


图 6.1.1-3 人工观测年平均雷暴日逐时分布

人工观测年平均雷暴日逐时分布。盐池气象站人工观测年平均

雷暴日逐时统计结果显示：统计年数为 60 年。年平均雷暴日逐时平均为 1.19 天（其中 0-9 时未计入平均值统计），标准差为 0.62，最小为 0.26 天（出现时间为 10 时），最大为 2.37 天（出现时间为 14 时），时雷暴日概率分布在 75%以下为 1.62 天，时雷暴日概率分布在 50%以下为 1.08 天。雷暴发生时间具有明显的时度分布特征，主要集中在 14-17 时，20 时出现次极大值。

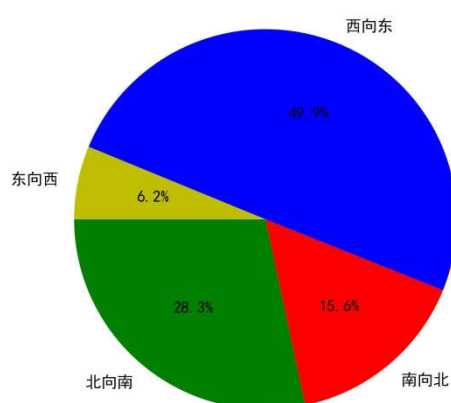


图 6.1.1-4 雷暴路径分布

**雷暴路径分布。**雷暴路径统计基于人工观测特点，统计了雷暴从气象观测站经过的全部雷暴日数据。4 个路径进行统计，分别为由北向南，由南向北，由西向东，由东向西。盐池气象站统计了 353 次雷暴过程，其中北向南 100 次，由南向北 55 次，由西向东 176 次，由东向西 22 次。占比最多为由西向东，为 49.9%。占比次最多为由北向南，为 28.3%。

### 6.1.1.2 闪电定位监测

使用数据名称：宁夏闪电定位监测数据，数据仅为雷云对地闪击（以下简称为“地闪”）；

数据来源：宁夏闪电定位监测系统，该闪电定位系统仅能监测地闪数据。监测数据主要包括地闪发生时间、地闪类别、经纬度定位、强度、陡度。地闪类别分为正地闪、负地闪；

分析项目：地闪位置分布；地闪总数逐年、月、日分布；地闪强度分布；雷击大地密度分布；

数据范围：统计半径为 10km 范围内全部地闪数据。

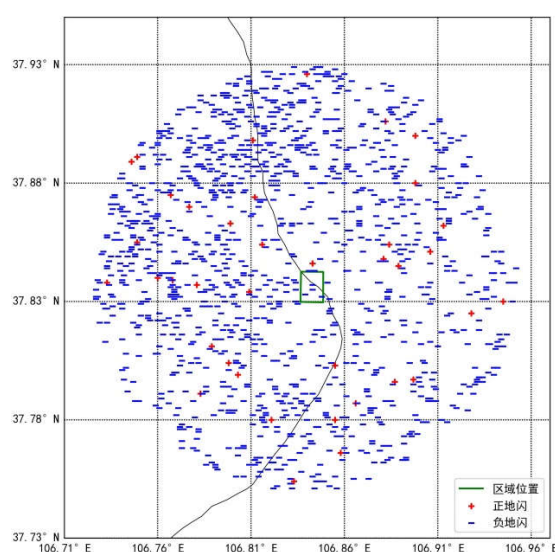


图 6.1.1-5 地闪位置分布

再生资源产业区块(马家滩 C 区) 地闪分布如上图所示。其中蓝色“-”表示负地闪，红色“+”表示正地闪。绿色线条包围区域为评估目标区域。共发生地闪 1408 次，负地闪次数为 1370 次，占比为 97%，正地闪次数为 38 次，占比为 3%。负地闪发生次数远大于正地闪次数。地闪发生位置分布西北侧较高。

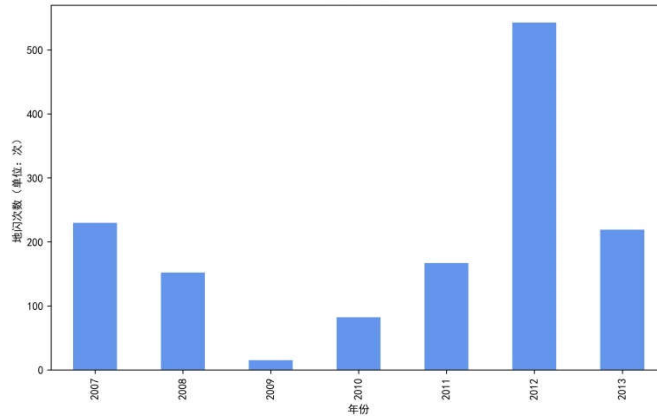


图 6.1.1-6 地闪逐年分布

地闪逐年统计结果显示：年平均地闪次数为 201.14 次，标准差为 168.54，最小年地闪次数为 15 次（出现年份为 2009 年），最大年地闪次数为 543.00 次（出现年份为 2012 年），年地闪次数概率分布在 75%以下为 224.5 次，年雷暴日概率分布在 50%以下为 167 次。地闪次数年际分布差异大，变化幅度大。

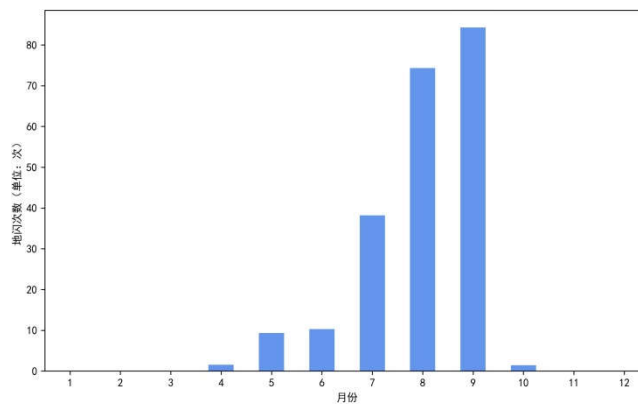


图 6.1.1-7 地闪年平均逐月分布

1-12 月地闪次数年平均逐月统计结果显示：地闪发生月份为 4-10 月。平均次数为 31.33 次，标准差为 35.13，最小为 1.4 次（出现月份为 4 月），最大为 84.27 次（出现月份为 9 月），月地闪次数概率分布在 75%以下为 56.23 次，月地闪次数概率分布在 50%以下为 10.28 次。地闪发生时间具有明显的月度分布特征，主要集中在 7-9 月，9 月份达到最大。地闪出现最早月份为 4 月，最晚为 10 月。

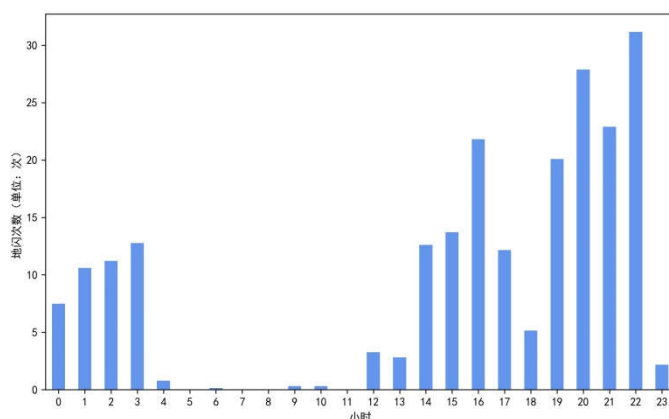


图 6.1.1-8 地闪年平均逐时分布

地闪次数年平均逐时统计结果显示：平均次数为 10.97 次，标准差为 9.59，最小为 0.16 次（出现时间为 6 时），最大为 31.15 次（出现时间为 22 时），小时地闪次数概率分布在 75%以下为 15.3 次，小时地闪次数概率分布在 50%以下为 10.9 次。地闪发生时间具有明显的小时分布特征，主要集中在 14-22 时，也就是中午到前半夜，22 时达到最大，次大值出现在 20 时。

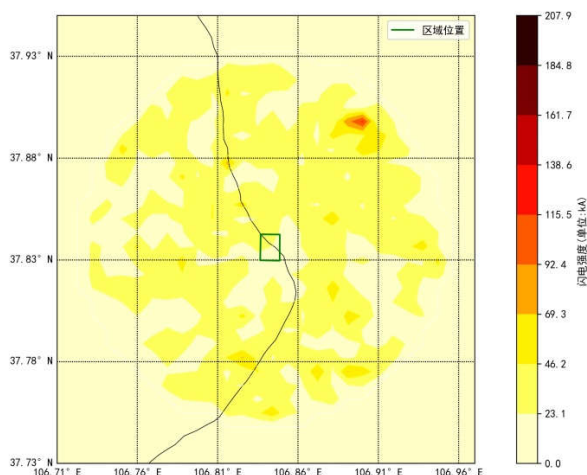


图 6.1.1-9 地闪雷电流强度分布

地闪雷电流强度统计结果显示：正地闪强度最大值是 231.9kA、最小值是 18.9kA、平均值是 59.48kA，标准差为 45.63，最大值出现经纬度为 (106.898 , 37.9)、最小值经纬度为 (106.777, 37.87)。负地闪强度最大值是-137.4kA、最小值是-7.8kA、

平均值是  $-27.07\text{kA}$ ，标准差为  $13.17$ ；最大值经纬度为  $(106.908, 37.887)$ 、最小经纬度为  $(106.728, 37.839)$ 。如上图所示为地闪强度区域分布，其中绿色区域为评估目标区域位置。大部分地闪强度集中在  $46\text{kA}$  以下，空间分布没有明显分布特征。

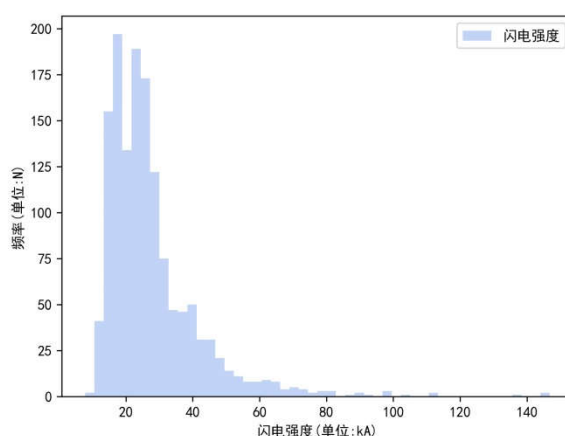


图 6.1.1-10 地闪强度密度分布

将地闪不分正负极性，对强度进行整体分析。平均地闪雷电流强度为  $27.94\text{kA}$ ，标准差为  $15.85$ ，最小为  $7.8\text{kA}$ ，最大为  $231.9\text{kA}$ ，地闪雷电流强度密度分布在  $75\%$ 以下为  $31.8\text{kA}$ ，地闪雷电流强度密度分布在  $50\%$ 以下为  $24.2\text{kA}$ 。

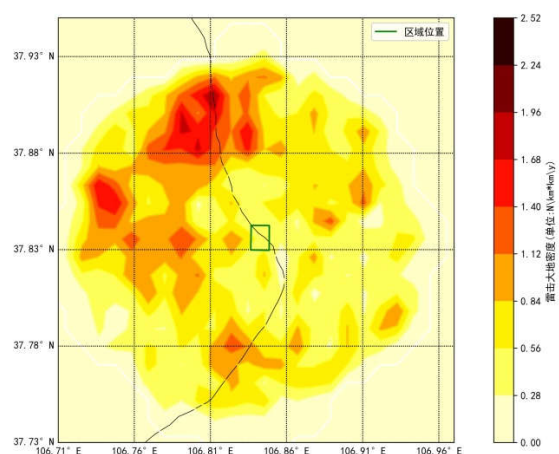


图 6.1.1-11 平均雷击大地密度区域分布

年平均雷击大地密度分布显示，目标区域西北方向雷击大地密度大于目标区域其他方向。上图所示为年平均雷击大地密度区域分

布。图中绿色区域为目标区域位置。

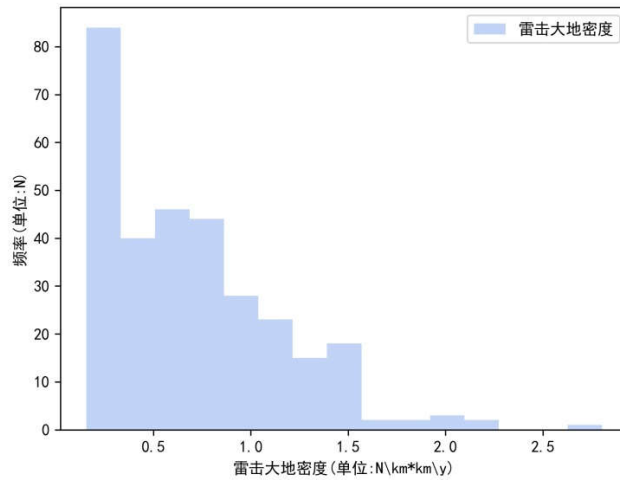


图 6. 1. 1-12 平均雷击大地密度概率分布

年平均雷击大地密度概率分布如上图所示。年平均雷击大地密度为 0.71 次/公里<sup>2</sup>/年，标准差为 0.44，最小为 0.16 次/公里<sup>2</sup>/年，最大为 2.80 次/公里<sup>2</sup>/年，年平均雷击大地密度概率分布在 75% 以下为 0.93 次/公里<sup>2</sup>/年，分布在 50% 以下为 0.62 次/公里<sup>2</sup>/年。

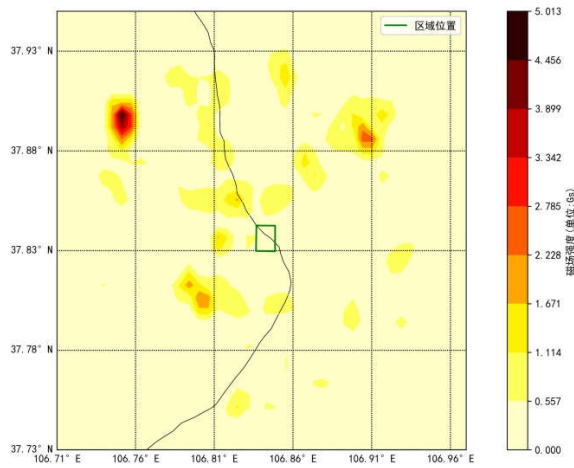


图 6. 1. 1-13 磁场强度区域分布

磁场强度分布显示，目标区域内部磁场分布不一，部分区域磁场强度达到了 3.34Gs 以上。上图所示为磁场强度区域分布。图中绿色区域为目标区域位置。

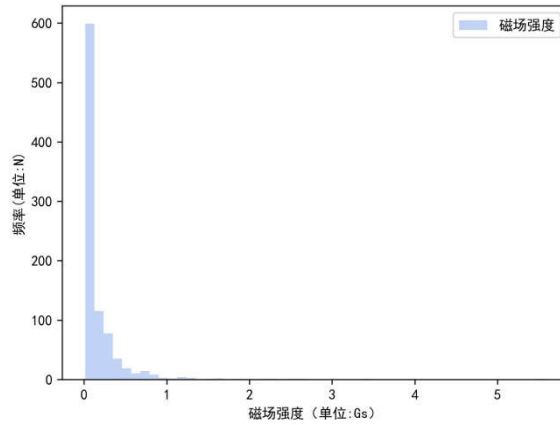


图 6.1.1-14 磁场强度密度分布

磁场强度密度分布如上图所示。平均磁场强度为 0.18 Gs，标准差为 0.34，最小为 0.02 Gs，最大为 5.57 Gs，磁场强度密度分布在 75%以下为 0.20 Gs，分布在 50%以下为 0.06 Gs。

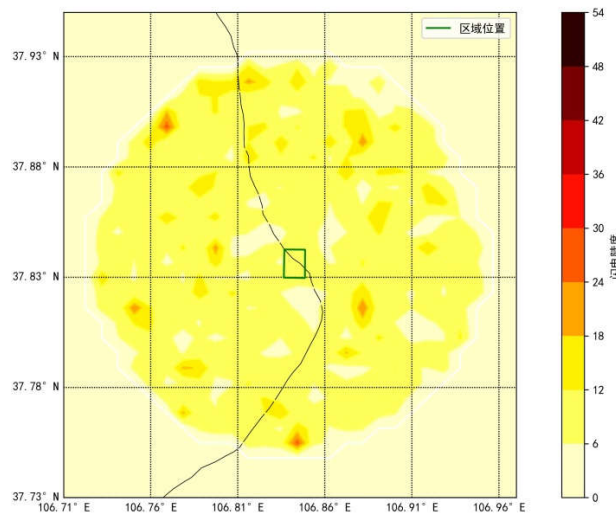


图 6.1.1-15 地闪陡度分布

地闪陡度统计结果显示：正陡度平均值是 7.49，标准差是 3.17，最大值是 16.9、最小值是 3.7。最大值出现位置经纬度为 (106.898, 37.9)、最小值出现位置经纬度为 (106.928, 37.825)；负陡度平均值是 -9.04，标准差是 4.86，最大值是 -52.1、最小值是 -2.3。最大值出现位置经纬度 (106.889, 37.854)、最小值出现位置经纬度为 (106.944, 37.814)。

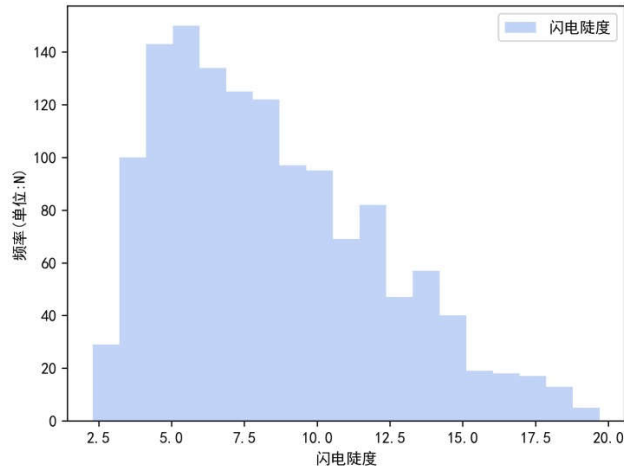


图 6.1.1-16 地闪陡度密度分布

将地闪不分正负极性，对陡度进行整体分析。地闪陡度密度分布如上图所示。平均地闪陡度为 8.99，标准差为 4.83，最大为 52.1，最小为 2.3，地闪陡度密度分布在 75%以下为 11.3，分布在 50%以下为 7.95。

## 6.1.2 区域雷电灾害风险评估

### 6.1.2.1 区域雷电灾害风险评估方法

根据《雷电灾害风险评估技术规范》(QX/T 85—2018)的要求，区域雷电灾害风险评估适用于以下三种情况，具体评估方法详见《雷电灾害风险评估技术规范》(QX/T 85—2018)附录 A。

- (1) 由多个单体构成的评估对象；
- (2) 包含多种属性、特征或使用性质的评估对象；
- (3) 输油输气管道、轨道交通系统等长输管道（线路）。

### 6.1.2.1.1 区域雷电灾害风险评估步骤

- (1) 建立层次结构模型
- (2) 提取致灾因子
- (3) 构造判断矢量
- (4) 计算相对权重
- (5) 计算合成权重

### 6.1.2.1.2 区域雷电灾害风险计算

区域雷电灾害风险评估的一般计算公式为：

$$Z = W \bullet R = [w_1, w_2, \dots, w_m] \bullet \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \bullet [z_1, z_2, \dots, z_n] \dots\dots (1)$$

式中：

$Z$ —综合评价矢量；

$W$ —评估指标的权重矢量；

$R$ —评估指标的隶属度矢量。

### 6.1.2.1.3 区域雷电灾害风险计算

可将区域雷电灾害风险分为五个危险等级，综合评价见公式(2)，具体方法详见《雷电灾害风险评估技术规范》(QX/T 85—2018)附录A。

$$g = r_1 + 3 \times r_2 + 5 \times r_3 + 7 \times r_4 + 9 \times r_5 \dots\dots (2)$$

式中：

$g$ —目标的区域雷电灾害风险；

$r_1$ —目标与危险等级 I 的隶属度；

$r_2$ —目标与危险等级 II 的隶属度；

$r_3$ —目标与危险等级 III 的隶属度；

$r_4$ —目标与危险等级 IV 的隶属度；

$r_5$ —目标与危险等级 V 的隶属度；

危险等级的划分参见《雷电灾害风险评估技术规范》（QX/T 85—2018）附录 A。

#### 6.1.2.2 雷电灾害风险评估指标确定

区域雷电灾害风险评估考虑雷电风险、地域风险及承载体风险三个一级指标。根据层次分析法的条理化、层次化原则，区域雷电灾害风险评估的递阶层次结构模型如图 6.1.2-1 所示，并根据图 6.1.2-1 可得到更高层级的指标（致灾因子）。

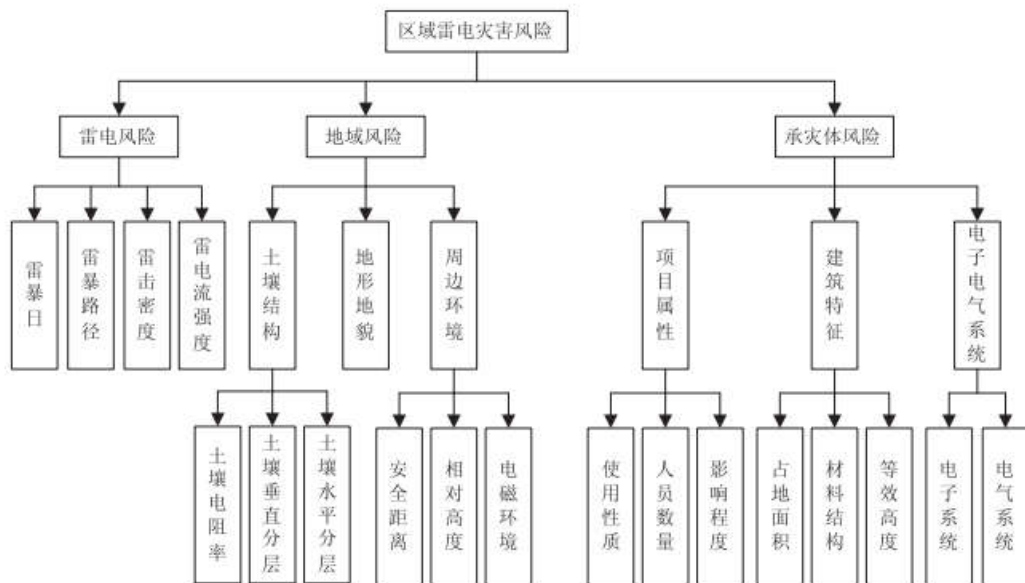


图 6.1.2-1 区域雷电灾害风险评估的层次结构模型

(1) 雷击风险中的风险源也称致灾体，主要通过考虑雷电发生频率来反映灾害本身的危险性程度。雷电参数如雷暴日、雷暴路径、雷击密度、雷电流强度等均是用来表示区域雷电活动强弱特征的基础数据，它是雷电灾害的危险性评估的主要指标。

(2) 地域风险主要与地形的作用（山坡与平原）、地理位置、下垫面性质（如土壤电阻率的变化）、周边环境（如建筑群的大小、建筑物的高低）等因素有关，并随着季节、时间的变化呈现一定的规律性。根据优先原则，分析并筛选出更有利于雷电灾害产生的地物环境指标为：土壤结构、地形地貌、周边环境等。

(3) 承灾体风险主要考虑承灾体自身属性对雷电的敏感程度、耐受程度、遭受雷击后对外影响程度以及区域内人员活动情况等因素可能直接影响着遭受雷击后的潜在风险大小。选取了项目属性、建筑特征、电子电气系统等重要因子。

### 6.1.2.3 风险指标隶属度确定

根据隶属度的确定方法（具体可参见《雷电灾害风险评估技术规范》QX/T 85—2018），得出的隶属度见表 6.1.2.3-1 所示。

表 6.1.2.3-1 灵武再生资源（马家滩 C 区）隶属度分级表

序号	种类	评估内容	I	II	III	IV	V	
一	雷电风险	雷暴日	0.550	0.450	0	0	0	
		雷暴路径	0	0	0	0	1	
		雷击密度	0.790	0.210	0	0	0	
		雷电流强度	0	0.137	0.863	0	0	
二	地域风险	土壤结构	土壤电阻率	0	0	0	0.333	0.667
			土壤垂直分层	0	0	0.444	0.556	0
			土壤水平分层	0	0	0	0	1
	地形地貌		1	0	0	0	0	
	周边环境	安全距离	1	0	0	0	0	
		相对高度	0	1	0	0	0	
		电磁环境	0.613	0.387	0	0	0	
	三	项目属性	使用性质	1	0	0	0	0
人员数量			0	0	0	0	1	
影响程度			0	1	0	0	0	
建筑特征		占地面积	0	0	0	0	1	
		材料结构	0	0	0	1	0	
		等效高度	0.250	0.750	0	0	0	
电子电器系统		电子系统	0	1	0	0	0	
	电气系统	0	0	1	0	0		

### 6.1.2.4 风险指标权重的建立

根据层次分析法（AHP）原理，确定各指标参量权重的第一步需

要专家客观的对同一层次各指标参量进行比较判断，构造该层次各指标参量的判断矩阵。确定出的各级指标权重比值如表 6.1.2.4-1。

表 6.1.2.4-1 项目区指标权重比

指标层次	指标名称	权重比值
二	雷电风险：地域风险：承载体风险	6:2:3
三	雷暴日：雷暴路径：雷击密度：雷电流强度	6:4:2:2
	土壤结构：地形地貌：周边环境	1:1:1
	项目属性：建筑特征：电子电气系统	4:2:2
四	土壤电阻率：土壤垂直分层：土壤水平分层	3:3:5
	安全距离：相对高度：电磁环境	3:3:3
	使用性质：人员数量：影响程度	2:3:5
	建筑密度：材料结构：等效高度	4:2:1
	电子系统：电气系统	1:1

### 6.1.2.5 区域雷击风险评估结果分析

#### 6.1.2.5.1 区域雷击风险评估结果

根据上节中的风险指标隶属度以及指标权重比，计算得到项目区雷击风险隶属度分布（表 6.1.2.5-1）。

表 6.1.2.5-1 项目区雷击风险隶属度

隶属度 r	危险等级				
	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
项目区	0.3130	0.2698	0.1087	0.0342	0.2743

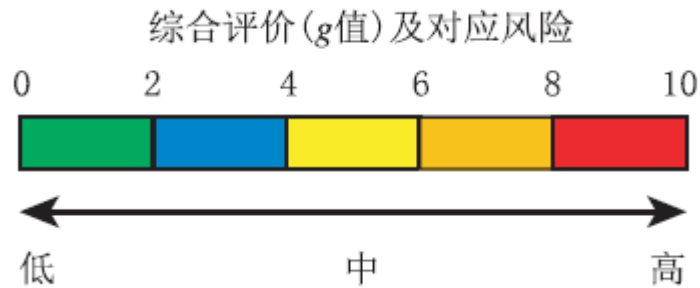
根据《雷电灾害风险评估技术规范》（QX/T 85—2018）中的区域雷击风险分级标准（表 6.1.2-4），由于项目区综合评价  $g=r_1+3r_2+5r_3+7r_4+9r_5=4.3737$ ，所以可知项目区的雷击风险等级为III级，处于中等风险区域。

表 6.1.2.5-2 评估指标的危险等级

危险等级	g	说明
I	[0, 2)	低风险
II	[2, 4)	较低风险
III	[4, 6)	中等风险

IV	[6, 8)	较高风险
V	[8, 10]	高风险

g 值与对应风险（用色标表示）的关系如下：



### 6.1.2.5.2 区域雷击风险影响因子分析

(1) 根据项目区二、三级指标的权重，可知项目区第三层指标占目标总权重值，详见下表。

**表 6.1.2.5-1 第三层指标占目标总权重表**

第三层指标	第二层指标权重	第三层指标总权重	总目标权重	权重排名
雷暴日	0.545	0.444	10.15	5
雷暴路径	0.545	1.403	32.07	1
雷击密度	0.545	0.111	2.53	9
雷电流强度	0.545	0.368	8.42	6
土壤结构	0.182	0.487	11.13	4
地形地貌	0.182	0.061	1.39	10
周边环境	0.182	0.117	2.67	8
项目属性	0.273	0.600	13.72	2
建筑特征	0.273	0.511	11.69	3
电子电气系统	0.273	0.273	6.24	7

从第三层影响因子的权重表可知，影响项目区的雷击风险的因子主要有雷暴路径，其次是项目属性和建筑特征。

(2) 根据前面所定的三、四级指标的权重，可知第四层指标占目标总权重的值，详见下表：

**表 6.1.2.5-2 第四层指标占目标总权重表**

第四层指标	第三层指标总权重	第四层指标总权重	第四层占目标总权重	排名
土壤电阻率	0.061	0.138	6.93	6

土壤垂直分层	0.061	0.101	5.08	9
土壤水平分层	0.061	0.248	12.48	3
安全距离	0.061	0.020	1.02	14
相对高度	0.061	0.061	3.05	10
电磁环境	0.061	0.036	1.80	11
使用性质	0.136	0.027	1.37	12
人员数量	0.136	0.368	18.53	1
影响程度	0.136	0.205	10.29	4
占地面积	0.068	0.351	17.65	2
材料结构	0.068	0.136	6.86	7
等效高度	0.068	0.024	1.23	13
电子系统	0.068	0.102	5.15	8
电气系统	0.068	0.170	8.58	5

从第四层影响因子的权重表可知，影响项目区的雷击风险因子主要是人员数量、占地面积、土壤水平分层、影响程度。

综上所述，雷暴路径、项目属性、建筑特征、人员数量、占地面积、土壤水平分层以及影响程度影响了项目区雷击风险值。

## 6.2 风速极值推算

### 6.2.1 参考气象站 2min 平均风速最大值年际变化

采用盐池气象站作为项目区设计风速推算的参考气象站。盐池气象站自 1956 年开始有 2min 平均风速观测，从图 6.2-1 2min 平均风速最大值年际变化图可看出，1956~2019 年 2min 平均风速最大值呈减小趋势。采用移动 T 检验法（MTT 法）进行均值差异性检验，找出该序列的不连续年份，通过计算得到不连续年份为 1992 年。

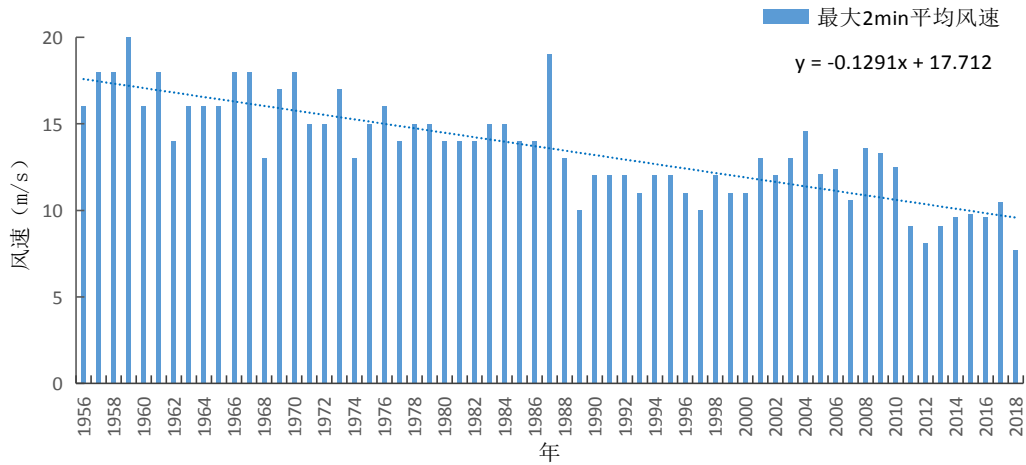


图 6.2-1 盐池气象站 2min 平均风速最大值年际变化

### 6.2.2 参考气象站 10min 平均风速最大值年际变化

盐池气象站自 1970 年开始有 10min 平均风速观测，从图 8.2-2 年最大 10min 平均风速年际变化图可看出，1970~2019 年年最大 10min 平均风速呈减小趋势。

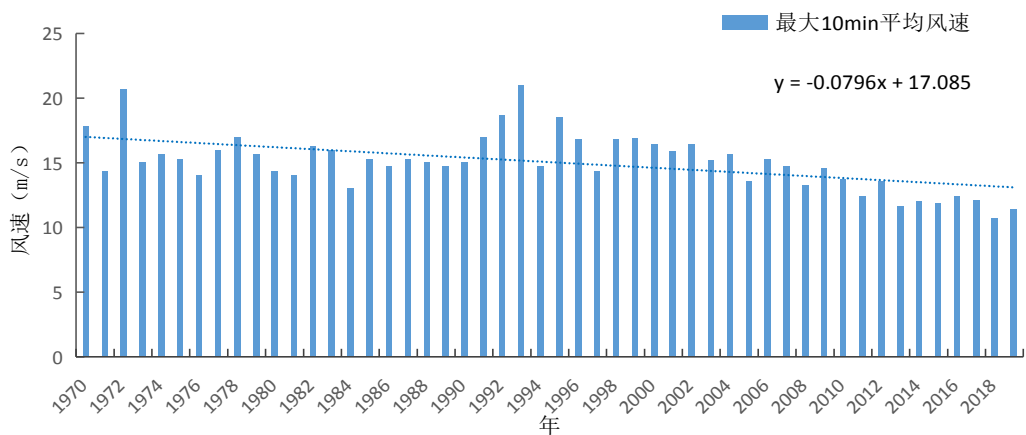


图 6.2-2 盐池气象站年最大 10min 平均风速年际变化

### 6.2.3 设计风速的概率计算

概率计算方法主要采用了极值 I 型分布和广义极值分布，上述方法均来自于《现代应用统计学》。

### 6.2.3.1 极值 I 型分布计算基本风速、最大风速

极值 I 型分布计算基本风速、最大风速使用的资料分别是盐池气象站 1956~2019 年年最大 2min 平均风速和 1970~2019 年年最大 10min 平均风速，资料序列长度符合指南或规范对资料的要求。按标准的规定，用极值 I 型计算出不同重现期的基本风速、最大风速，为了让设计人员有一个选择的余地，也为了有一个相互比较、相互验证的结果，报告给出了最小二乘法 and 极大似然法两种参数估计法计算出的基本风速、最大风速。

盐池气象站 4 个不同重现期的基本风速见表 6.2-1。可见，使用最小二乘法参数估算法计算的 100 一遇 10min 平均基本风速为 13.9m/s、50 年一遇 10min 平均基本风速为 13.0m/s，极大似然法参数估算法计算的 100 一遇 10min 平均基本风速为 14.2m/s、50 年一遇 10min 平均基本风速为 13.3m/s，两种方法计算的不同重现期的平均基本风速相差 0.4m/s 左右。

表 6.2-1 利用极值 I 型计算出盐池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	25 年一遇	10 年一遇
最小二乘法	14.1	13.0	11.9	10.5
极大似然法	14.5	13.4	12.2	10.7

fevd(x = Observation, type = "Gumbel", method = "ML

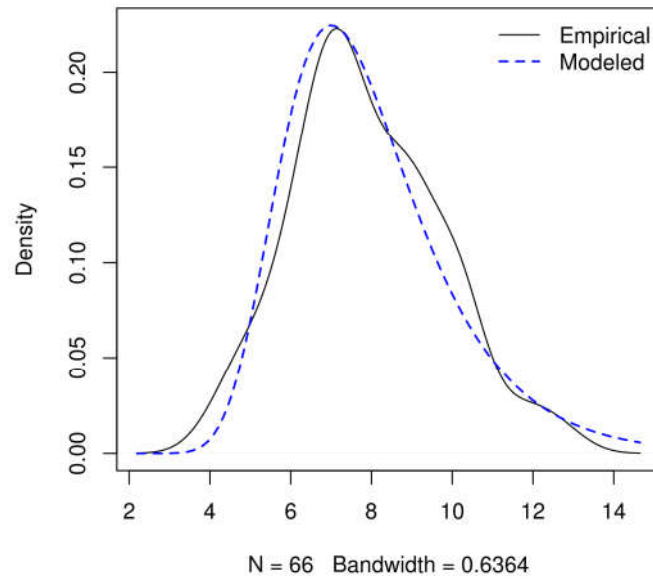


图 6.2-3 极值 I 型分布的极大似然法概率拟合曲线图（基本风速）

盐池气象站 4 个不同重现期的最大风速见表 6.2-2。可见，使用最小二乘法参数估算法计算的 100 一遇 10min 平均最大风速为 23.5m/s、50 年一遇 10min 平均最大风速为 22.1m/s，使用极大似然法参数估算法计算的 100 一遇 10min 平均最大风速为 24.3m/s、50 年一遇 10min 平均最大风速为 22.8m/s，两种方法计算的不同重现期的最大风速相差 0.2~0.6m/s。

表 6.2-2 利用极值 I 型计算出盐池气象站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	25 年一遇	10 年一遇
最小二乘法	23.5	21.9	20.3	18.2
极大似然法	24.1	22.4	20.7	18.4

fevd(x = Observation, type = "Gumbel", method = "ML

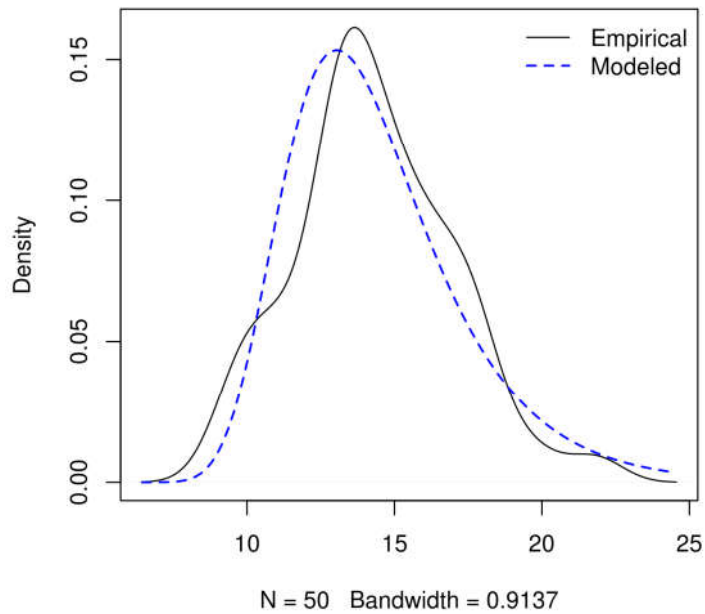


图 6.2-4 极值 I 型分布的极大似然法概率拟合曲线图（最大风速）

### 6.2.3.2 广义极值分布计算基本风速、最大风速

盐池气象站不同重现期的基本风速见表 6.2-3。使用广义极值分布极大似然法参数估算法计算的 100 年一遇 10min 平均基本风速为 12.5m/s，50 年一遇 10min 平均基本风速为 11.9m/s。

表 6.2-3 利用广义极值分布计算出盐池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	25 年一遇	10 年一遇
极大似然法	12.5	11.9	11.3	10.3

盐池气象站不同重现期的最大风速见表 6.2-4。使用广义极值分布极大似然法参数估算法计算的 100 年一遇 10min 平均最大风速为 21.1m/s，50 年一遇 10min 平均最大风速为 20.3m/s。

表 6.2-4 利用广义极值分布计算出盐池气象站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	25 年一遇	10 年一遇
极大似然法	21.1	20.3	19.3	17.9

#### 6.2.4 项目区设计风速的推算

采用盐池气象站的资料进行项目区设计风速的推算。根据表 6.2-4 可知，项目区 100 年一遇最大风速的推荐值为 21.1m/s、50 年一遇最大风速的推荐值为 20.3m/s。需注意的是，因资料不同，本报告的计算结果会与现行国标有差别，在正式修订的国家标准下发前，本报告的结果仅供参考使用。

#### 6.2.5 项目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（表 8.2-5），项目区类似于表 6.2-5 中农地、田园、平坦开阔地，树木及地层建筑物稀少地区的情况，因此采用 II 类地表粗糙度，风廓线指数为 0.16。最终采用  $\alpha = 0.16$  推算出离地 20m、30m、50m、70m、100m 高度不同重现期最大风速值，其中 50 年重现期下的最大风速值为设计基准风速，结果见表 8.2-6。

表 6.2-5 地表状况及地表粗糙度分类

地表粗糙度类别	地表状况	$\alpha$
I	海上、海岸	0.12
II	农地、田园、平坦开阔地；树木及地层建筑物稀少地区	0.16
III	树木及地层建筑物密集地区；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 6.2-6 项目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	10 年一遇
10	21.07	20.26	19.33	17.87

20	22.54	21.68	20.68	19.12
30	24.12	23.20	22.13	20.46
50	25.81	24.82	23.68	21.89
70	27.62	26.56	25.34	23.42
100	29.55	28.42	27.11	25.06

## 6.3 雪压极值推算

### 6.3.1 参证站雪深及雪压

盐池气象站 1954~2019 年年最大积雪深度和雪压序列如图 6.3-1、图 6.3-2 所示,有 66 年资料,符合指南或规范对资料的要求。采用移动 T 检验法 (MTT 法) 进行均值差异性检验,找出该序列的不连续年份,通过计算发现该序列没有发生突变。

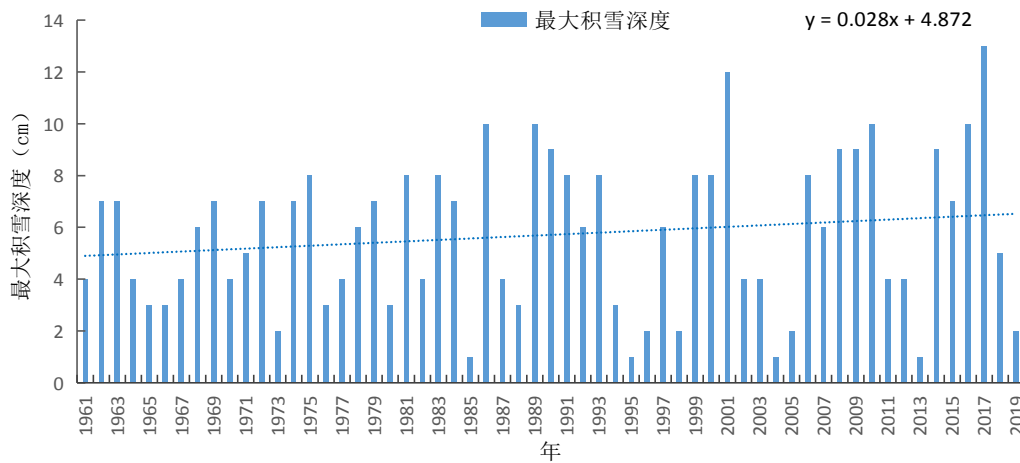


图 6.3-1 盐池气象站 1954~2019 年最大雪深度年际变化 (cm)

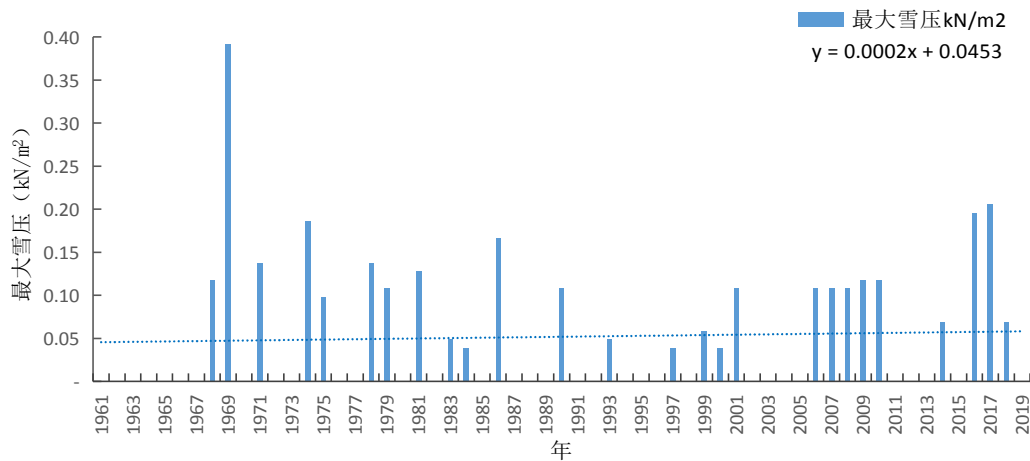


图 6.3-2 盐池气象站 1954~2019 年最大雪压年际变化 (kN/m<sup>2</sup>)

### 6.3.2 设计雪压的概率计算

采用广义极值和耿贝尔分布两种计算方法分别计算出不同重现期的最大积雪深度和雪压极值。由表 6.3-1 所示，计算得到的两组结果基本一致，但从广义极值分布和耿贝尔分布的概率曲线拟合度来看（图 6.3-3），耿贝尔分布的概率曲线拟合效果更好，因此推荐使用耿贝尔分布的计算结果。

表 6.3-1 广义极值、耿贝尔分布计算盐池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	10 年一遇	
盐池	广义					
	极值	积雪深度 (cm)	13.0	12.0	11.2	9.3
		雪压 (kN/m <sup>2</sup> )	0.1274	0.1176	0.1098	0.0911
	耿贝	积雪深度 (cm)	15.5	13.8	12.5	9.7
尔	雪压 (kN/m <sup>2</sup> )	0.1519	0.1352	0.1225	0.0951	

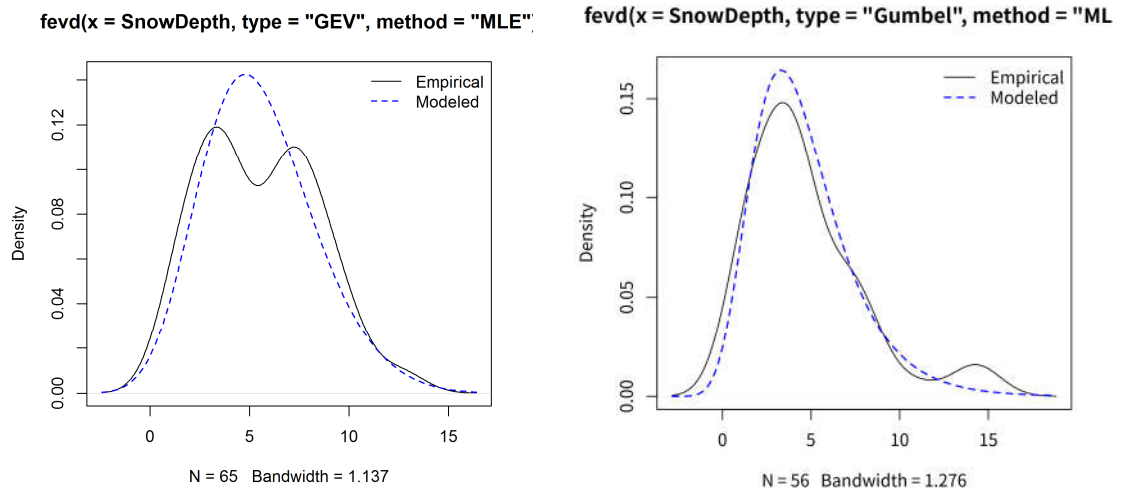


图 6.3-3 广义极值分布（左）和耿贝尔分布（右）的概率拟合曲线

采用盐池气象站的资料进行项目区设计雪压的推算，由表 6.3-1 可知，项目区 50 年一遇最大积雪深度为 13.8cm，雪压为  $1.3524\text{kN/m}^2$ 。需注意的是，因资料不同，本报告的计算结果会与现行国标有差别，在正式修订的国家标准下发前，本报告的结果仅供参考使用。

## 6.4 最高、最低气温极值及室外空气计算参数推算

### 6.4.1 不同重现期设计气温（高温）与极端最高气温的推算

#### 6.4.1.1 资料来源

按照《建筑结构荷载规范》，选取盐池气象站历年来最热月（7 月）的月平均最高气温来计算基本气温（高温）。图 6.4-1 给出了 1954~2019 年盐池站逐年最热月的月平均最高气温序列，建站至今呈波动性变化，气温集中在  $26.0^{\circ}\text{C}\sim 31.8^{\circ}\text{C}$ 。采用移动 T 检验法（MTT 法）进行均值差异性检验，找出序列的不连续年份，通过计算该序列

不存在不连续年份。

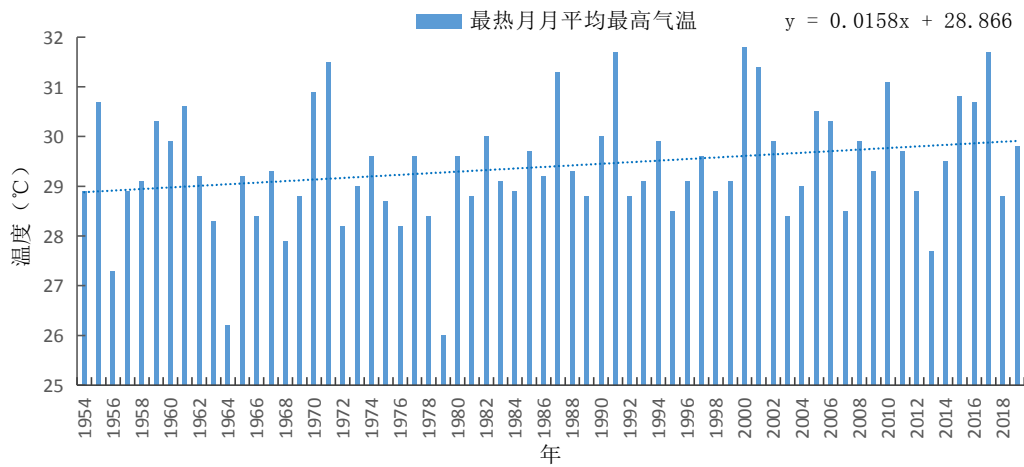


图 6.4-1 盐池气象站最热月月平均最高气温年际变化

另外，选取盐池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 6.4-2 逐年极端最高气温变化曲线可看出 1954~2019 年呈波动性变化，气温集中在 32.8℃~38.7℃。采用移动 T 检验法（MTT 法）进行均值差异性检验，找出序列的不连续年份，通过计算得到极端最高气温不存在不连续年份。

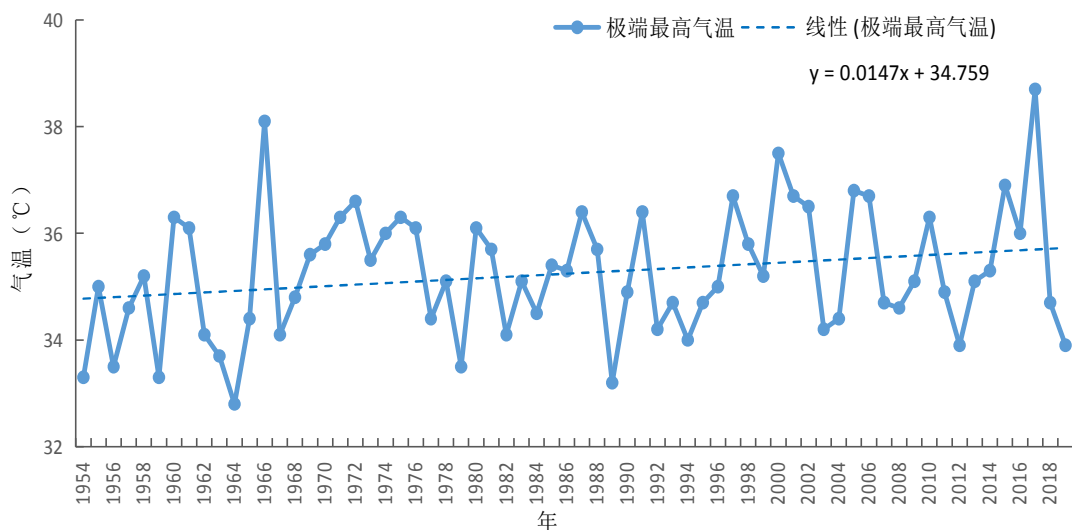


图 6.4-2 盐池气象站极端最高气温年际变化图

### 6.4.1.2 设计气温（最高）的概率计算

本节使用的资料是盐池气象站 1954~2019 年最热月（7 月）的月平均最高气温序列，符合指南、技术规范对资料的要求。按标准规定，分别利用极值 I 型和广义极值分布计算了基本气温（高温），为了让设计人员有一个选择的余地，也为了有一个相互比较、相互验证的结果，极值 I 型分布分别给出了最小二乘法 and 极大似然法估算方法计算出的结果。

表 6.4-1 利用极值 I 型、广义极值分布计算出盐池气象站不同重现期的最热月月平均最高气温（℃）

参数估算法		100 年一遇	50 年一遇	25 年一遇	10 年一遇
盐池	极值 I 型				
	最小二乘法	32.9	32.3	31.8	31.0
	极大似然法	<b>33.5</b>	<b>32.8</b>	<b>32.1</b>	<b>31.2</b>
广义极值/极大似然		31.9	31.7	31.4	30.9

采用盐池气象站的资料进行项目区设计气温（高温）的推算，根据表 6.4-1 可知，项目区 50 年一遇月平均最高气温的推荐值为 32.8℃。查建筑荷载规范，项目区 50 年一遇月平均最高气温为 34.0℃。

### 6.4.1.3 年极端最高气温的概率计算

本节使用的资料是盐池气象站 1954~2019 年极端最高气温序列，资料长度符合指南、规范对资料的要求。分布使用极值 I 型和广义极值分布计算了不同重现期的极端高温，结果见表 6.4-2。

表 6.4-2 利用极值 I 型、广义极值分布计算出盐池气象站不同重现期的  
极端最高气温 (°C)

参数估算法		100 年一遇	50 年一遇	25 年一遇	10 年一遇	
盐池	极值 I 型	最小二乘法	39.3	38.6	37.9	36.9
		极大似然法	<b>39.6</b>	<b>38.9</b>	<b>38.1</b>	<b>37.1</b>
	广义极值/极大似然		38.3	37.9	37.5	36.9

采用盐池气象站的资料进行项目区设计极端高温的推算。根据表 8.4-2 可知，项目区 50 年一遇极端最高气温的推荐值为 38.9°C。

#### 6.4.2 不同重现期设计气温（低温）与极端最低气温的推算

##### 6.4.2.1 资料来源

按照《建筑结构荷载规范》，选取盐池气象站历年来最冷月（1 月）的月平均最低气温来计算基本气温（低温）。图 6.4-3 为逐年最冷月的月平均最低气温变化序列，可以看出建站至今，最冷月的月平均最低气温在-18.8°C~-9.1°C 之间变化，且序列有上升趋势。采用移动 T 检验法（MTT 法）进行均值差异性检验，通过计算该序列不存在不连续年份。

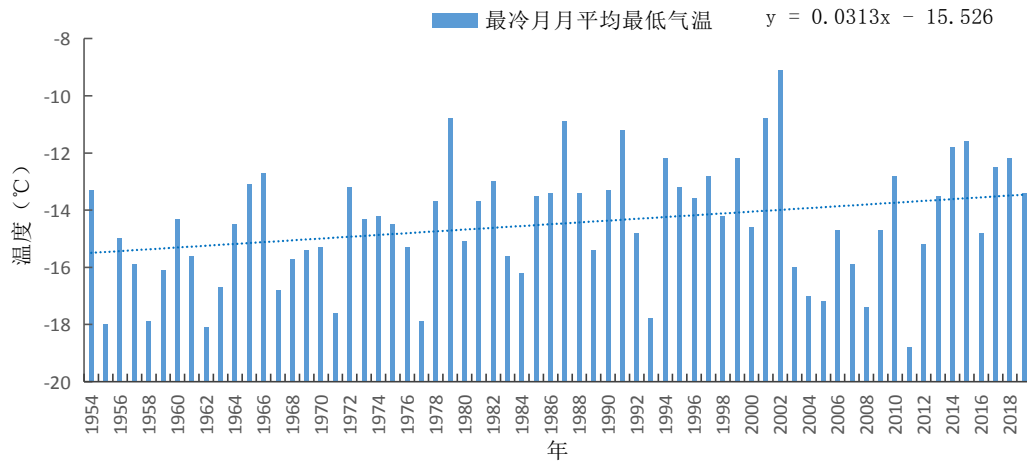


图 6.4-3 盐池气象站最冷月月平均最低气温年际变化图

另外，选取盐池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 6.4-4 逐年极端最低气温变化曲线可看出建站至今气温逐渐上升，在 $-29.6^{\circ}\text{C} \sim -17.9^{\circ}\text{C}$ 之间变化。采用移动 T 检验法（MTT 法）进行均值差异性检验，出现不连续年份是 1978 年。

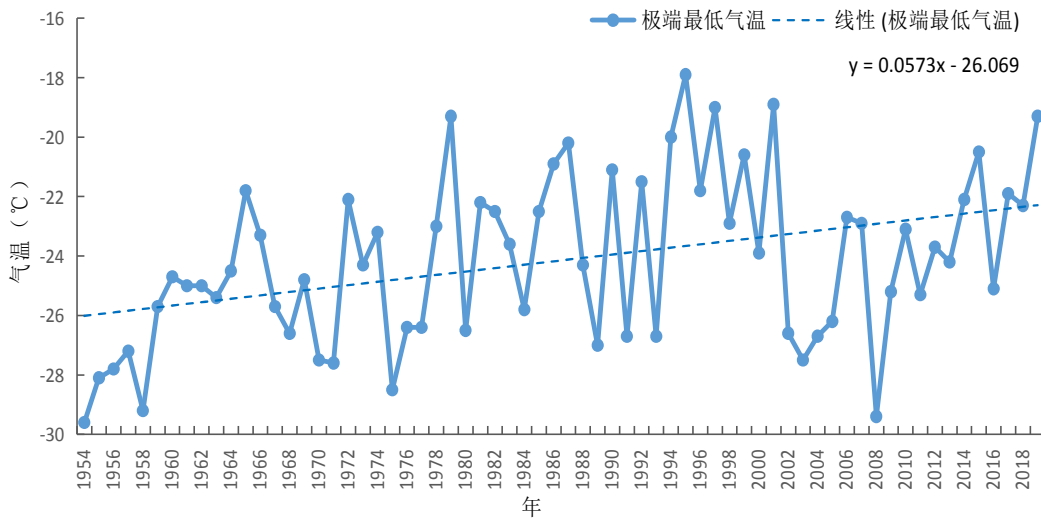


图 6.4-4 盐池气象站极端最低气温年际变化图

### 6.4.2.2 设计气温（最低）的概率计算

本文使用的资料是盐池气象站 1954-2019 年最冷月（1 月）的月平均最低气温序列，有 66 年资料，符合指南或规范对资料的要求。

使用极值 I 型和广义极值分布计算出的基本气温（低温），结果如表 6.4-3 所示。

表 6.4-3 利用极值 I 型、广义极值分布计算出盐池气象站不同重现期的最冷月月平均最低气温（℃）

参数估算法		100 年一遇	50 年一遇	25 年一遇	10 年一遇	
盐池	极值	最小二乘法	-21.9	-20.7	-19.5	-17.8
	I 型	极大似然法	<b>-22.5</b>	<b>-21.2</b>	<b>-19.8</b>	<b>-18.0</b>
	广义极值/极大似然		-20.2	-19.5	-18.8	-17.6

采用盐池气象站的资料进行项目区设计气温（低温）的推算。根据表 6.4-3 可知，项目区 50 年一遇月平均最低气温的推荐值为 -21.2℃。查建筑荷载规范得项目区的基本最低气温为 -19.0℃。

### 6.4.2.3 年极端最低气温的概率计算

本文使用的资料是盐池气象站 1954~2019 年极端最低气温序列，有 66 年资料，符合指南或规范对资料的要求。使用极值 I 型和广义极值分布计算出不同重现期的极端低温，结果如表 6.4-4 所示。

表 6.4-4 利用极值 I 型、广义极值分布计算出盐池气象站不同重现期的极端最低气温（℃）

参数估算法		100 年一遇	50 年一遇	25 年一遇	10 年一遇	
盐池	极值	最小二乘法	-33.4	-31.8	-30.2	-28.0
	I 型	极大似然法	<b>-35.3</b>	<b>-33.4</b>	<b>-31.5</b>	<b>-28.9</b>
	广义极值/极大似然		-29.9	-29.2	-28.7	-27.7

采用盐池气象站的资料进行项目区设计极端低温的推算。根据表 6.4-4 可知，项目区 50 年一遇极端最低气温的推荐值为 -33.4℃。

### 6.4.3 室外空气计算参数

按照《采暖通风与空气调节设计规范》和《供暖通风设计手册》的有关规定和统计方法，以盐池气象站近 30 年（1990~2019 年）的

观测数据为基础计算了项目区室外空气计算参数。盐池气象站的室外空气计算参数由表 8.4-5 所示，可见项目区冬季空气调节室外计算温度为-19.1，夏季空气调节室外计算日平均温度为 26.4，冬季通风室外计算温度为-13.0℃，夏季通风室外计算温度为 29.1℃，冬季空气调节室外计算相对湿度为 50%，夏季通风室外计算相对湿度为 40%。

表 6.4-5 室外空气计算参数——要素一览表

站点	盐池
冬季空气调节室外计算温度 (°C)	-19.1
夏季空气调节室外计算日平均温度 (°C)	26.4
冬季通风室外计算温度 (°C)	-13.0
夏季通风室外计算温度 (°C)	29.1
冬季空气调节室外计算相对湿度 (%)	50
夏季通风室外计算相对湿度 (%)	40

## 7 马家滩 C 区高影响天气现象分析

### 7.1 暴雨

1961~2019 年盐池气象站累年平均暴雨日数为 0.3 天，历年暴雨日数在 0~2 天之间变化，年日数变化呈缓慢减少趋势。暴雨主要发生在 6~8 月，其中 7~8 月相对较多（图 7.1-2）。

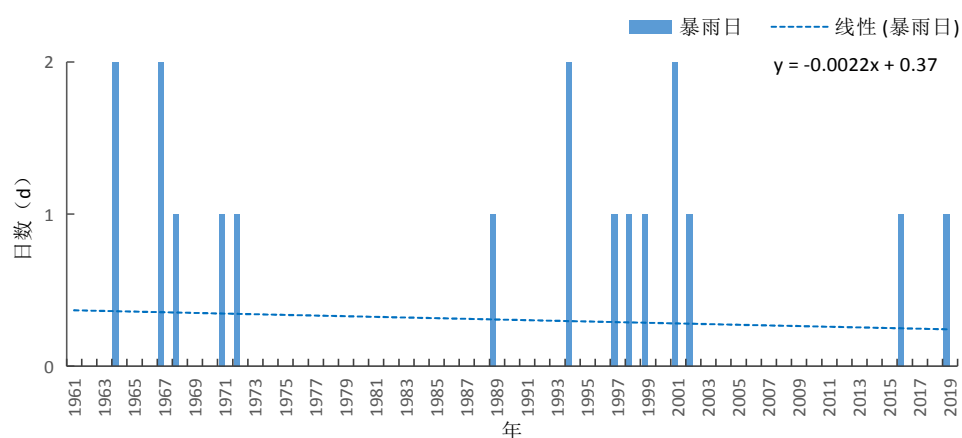


图 7.1-1 盐池气象站 1961~2019 年暴雨日数年际变化

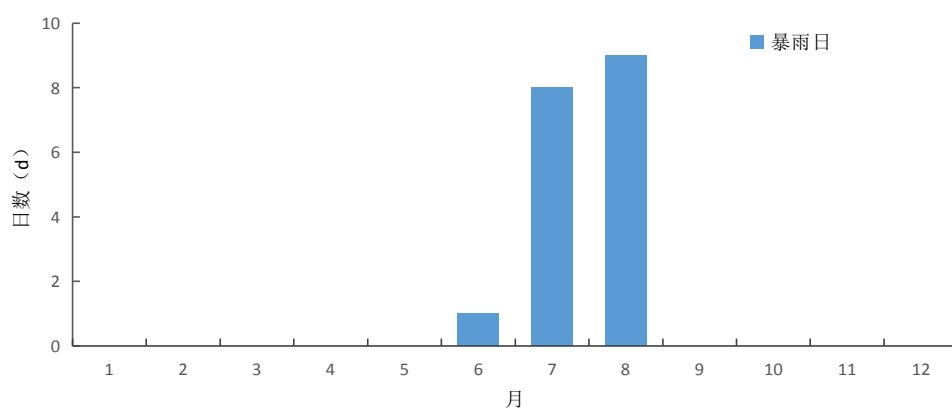


图 7.1-2 盐池气象站 1961~2019 年暴雨日数年变化

### 7.2 雷暴

统计盐池气象站 1961~2013 年的地面观测资料（2014 年后停止

观测), 累年平均雷暴日数为 19.0 天, 年雷暴日数在 6 天(2009 年)~33 天(1968 年) 之间变化, 年日数呈现减少趋势。累年月平均雷暴日数在 0~5.2 天之间, 主要发生在 6~8 月, 占全年雷暴发生日数的 72.7% (图 7.2-2)。

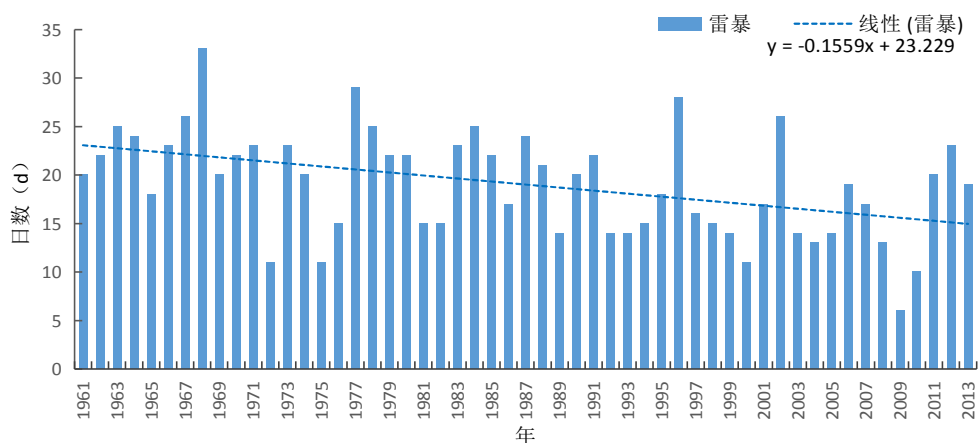


图 7.2-1 盐池气象站 1961~2013 年雷暴日数年际变化

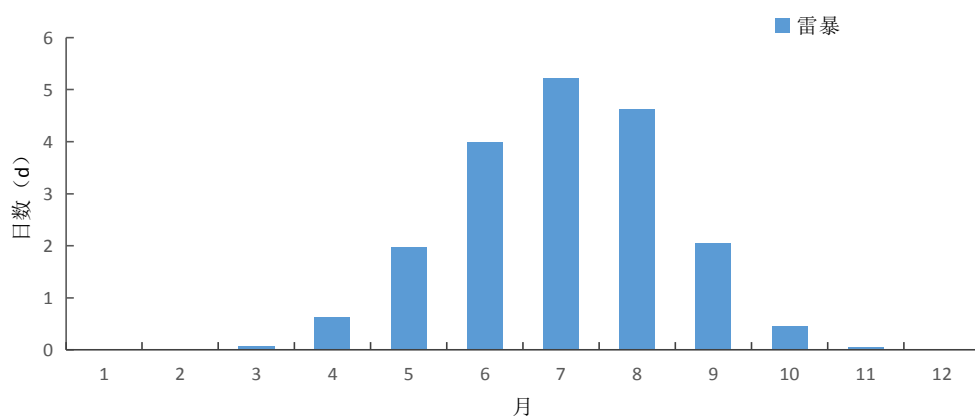


图 7.2-2 盐池气象站 1961~2013 年平均雷暴日数年变化

### 7.3 闪电

统计盐池气象站 1961~2013 年的地面观测资料 (2014 年后停止观测), 累年平均闪电日数为 15.2 天, 年闪电日数在 3 天(2003 年)~

33天（1962年、1964年、1967年）之间变化，年日数呈现明显的减少趋势。累年月平均闪电日数在0~4.7天之间，主要发生在6~9月，占全年雷暴发生日数的88.3%（图7.3-2）。

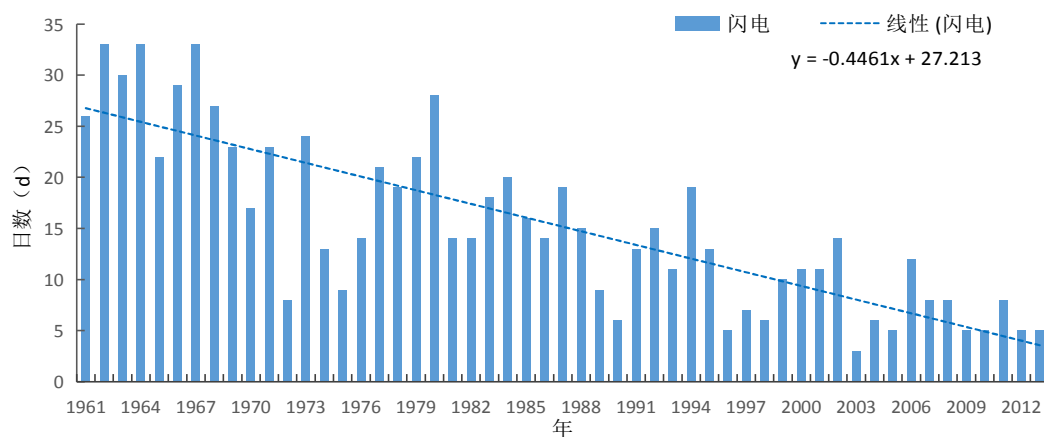


图 7.3-1 盐池气象站 1961~2013 年闪电日数年际变化

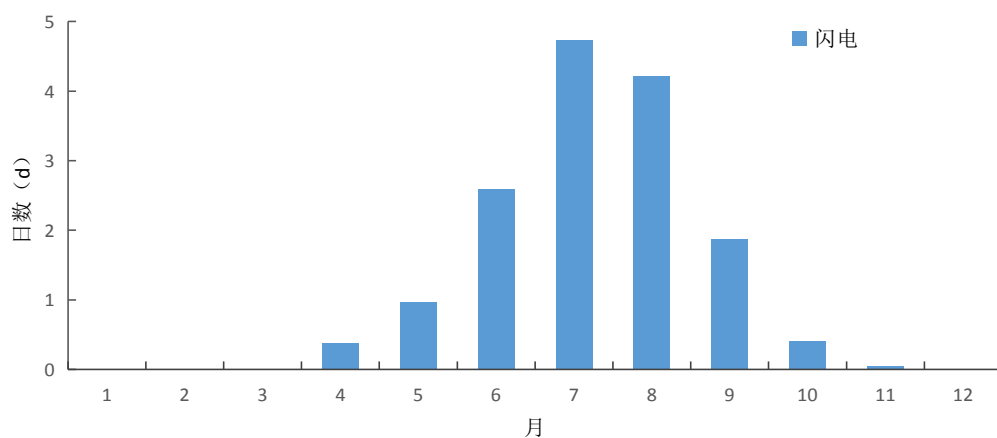


图 7.3-2 盐池气象站 1961~2013 年平均闪电日数年变化

## 7.4 大风

1961~2019 年盐池气象站年平均大风日数为 13.3 天，历年大风日数在 2（1989 年）~44 天（1966 年）之间变化，年日数变化呈减

少趋势（图 7.4-1）。大风全年各月均有发生，其中 4 月相对较多（图 7.4-2）。

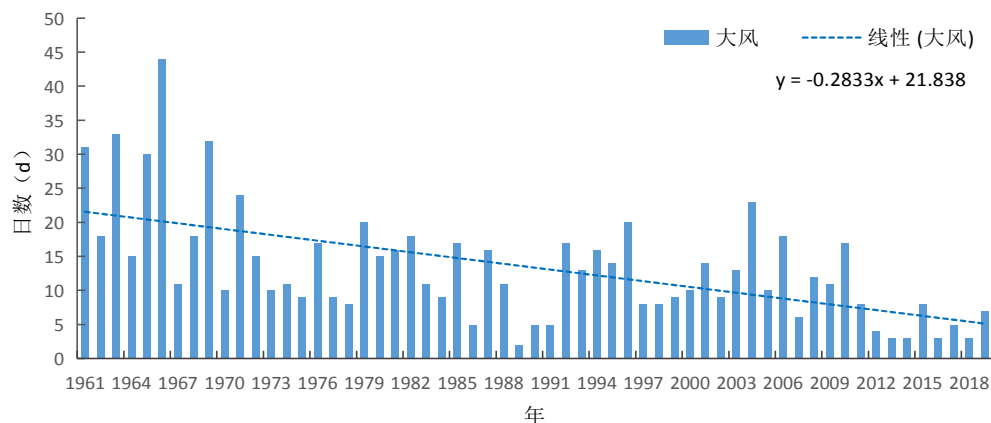


图 7.4-1 盐池气象站 1961~2019 年大风日数年际变化

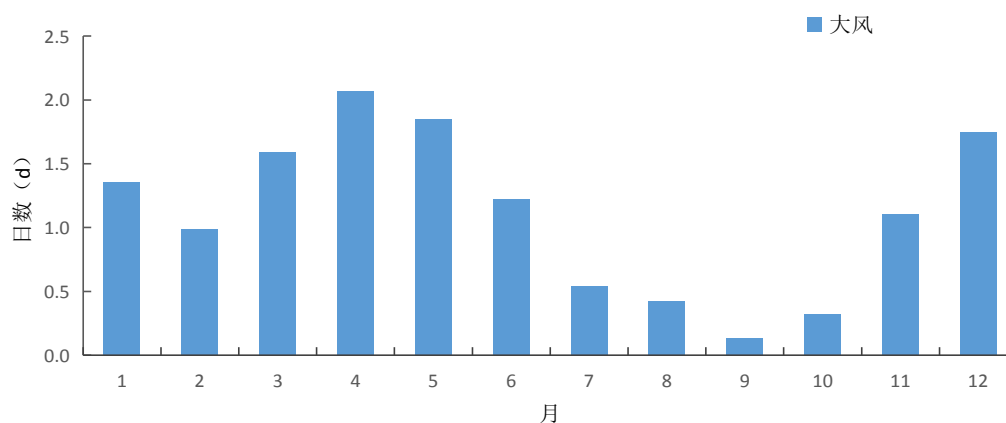


图 7.4-2 盐池气象站 1961~2019 年平均大风日数年变化

## 7.5 积雪

1961~2019 年盐池气象站年平均积雪日数为 21.3 天，历年积雪日数在 2（2013 年）~50 天（1989 年）之间变化（图 7.5-1）。积雪一般发生在 10 月至次年 4 月，5~9 月无积雪现象（图 7.5-2）。盐池

气象站（1961~2019年）最大积雪深度为13cm，出现在2017年（图7.5-3）。

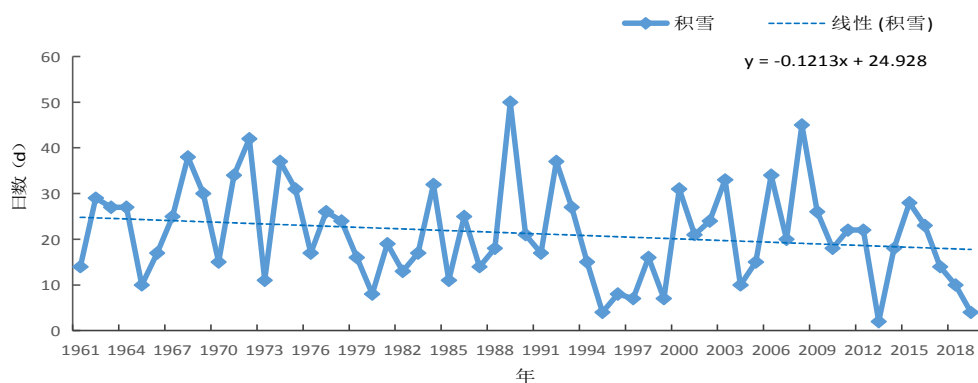


图 7.5-1 盐池气象站 1961~2019 年积雪日数年际变化

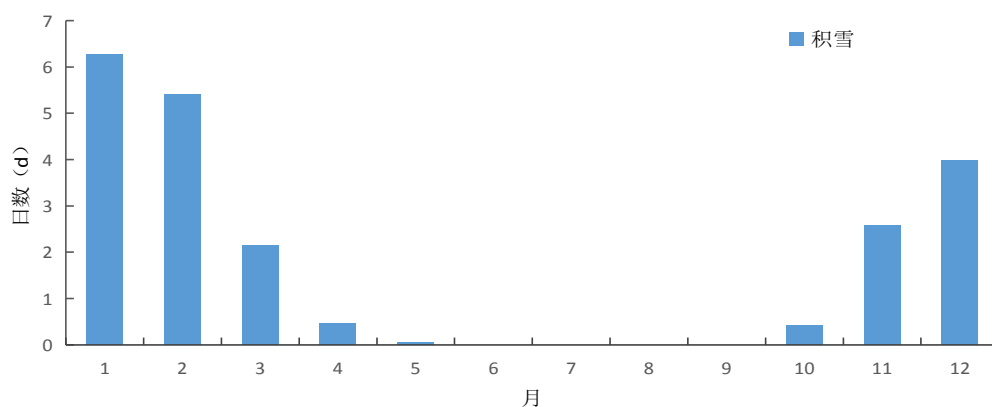


图 7.5-2 盐池气象站 1961~2019 年平均积雪日数年变化

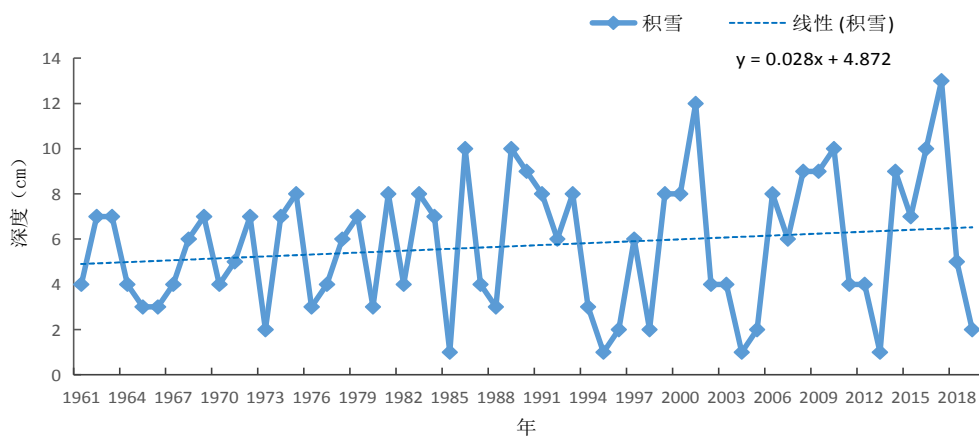


图 7.5-3 盐池气象站 1961~2019 年最大积雪深度年际变化

## 7.6 高温日数、低温日数

盐池气象站 1961~2019 年平均高温日数为 1.5 天，年际变化在 0~8 天（2017 年）之间，高温日数呈增加趋势（图 7.6-1）；高温天气主要发生在 6~8 月（图 7.6-2）。

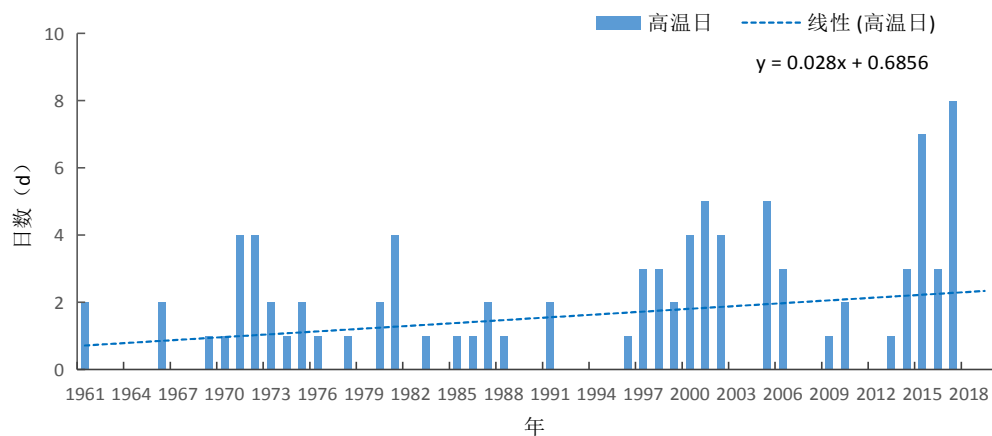


图 7.6-1 盐池气象站 1961~2019 年高温日数年际变化

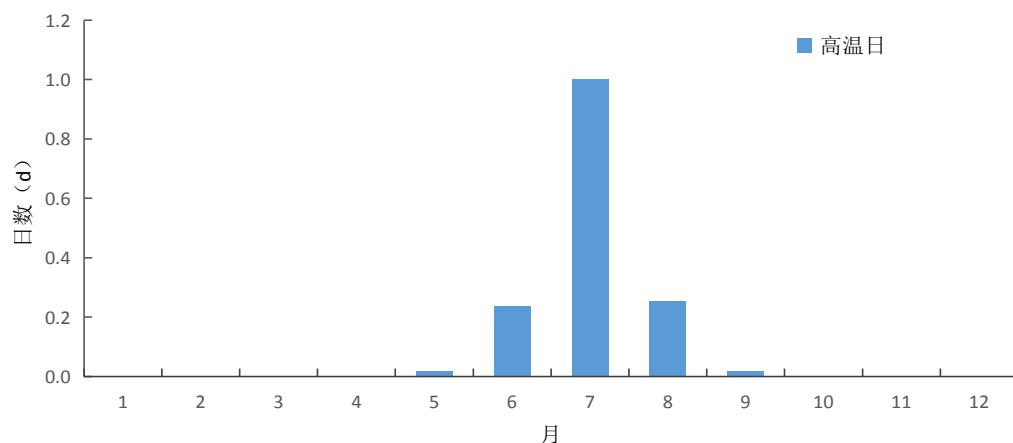


图 7.6-2 盐池气象站 1961~2019 年平均高温日数年变化

盐池气象站年低温日数的平均日数为 156.8 天，年际变化在 137（2015 年）~185 天（1962 年）之间，低温日数呈减少趋势（图 7.6-3）；低温天气主要发生在 10 月~次年 4 月（图 7.6-4）。

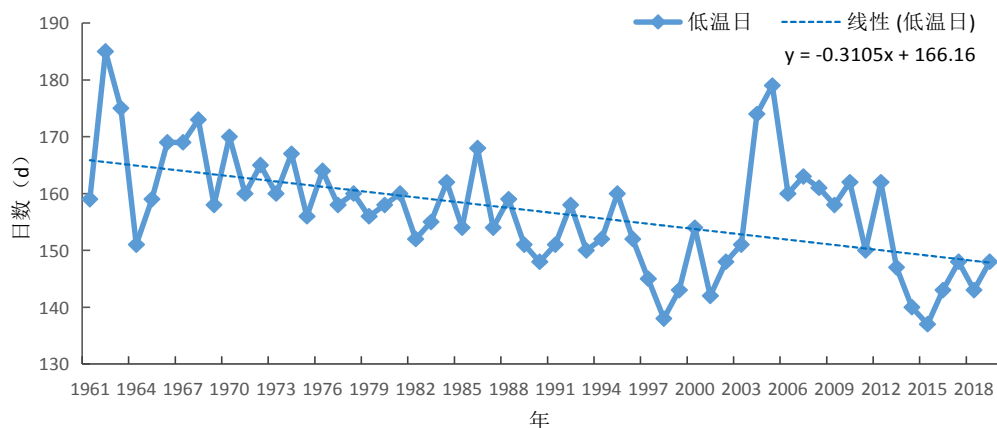


图 7.6-3 盐池气象站 1961~2019 年低温日数年际变化

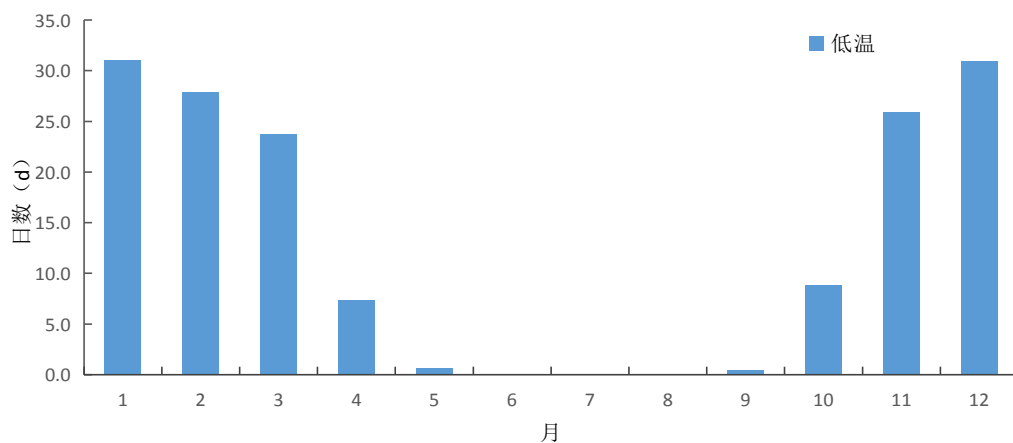


图 7.6-4 盐池气象站 1961~2019 年平均低温日数年变化

## 7.7 结冰

盐池气象站（1961~2019 年）结冰年平均日数为 155.2 天，年际变化在 133 天（2018 年）~177 天（1962 年）之间，年日数变化呈减少趋势（图 7.7-1）；结冰一般发生在 9 月至次年 5 月，6~8 月无结冰现象，其中 1 月平均结冰日数最多，为 31.0 天（图 7.7-2）。

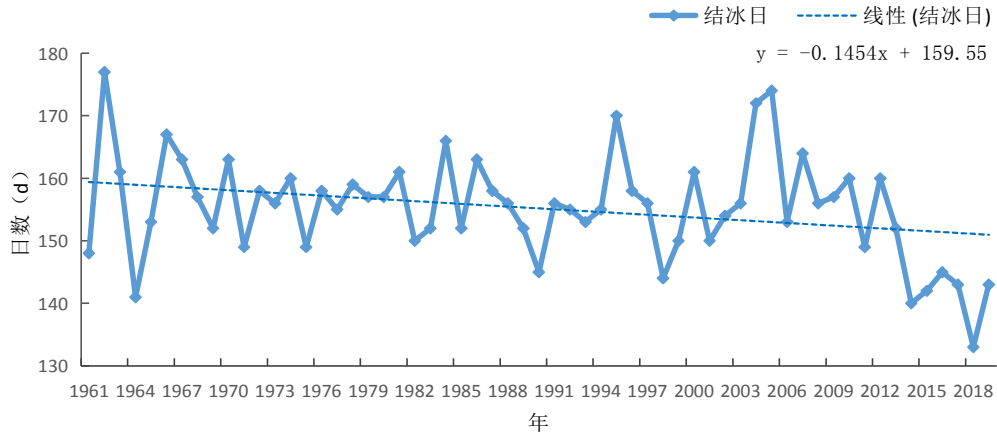


图 7.7-1 盐池气象站 1961~2019 年结冰日数年际变化

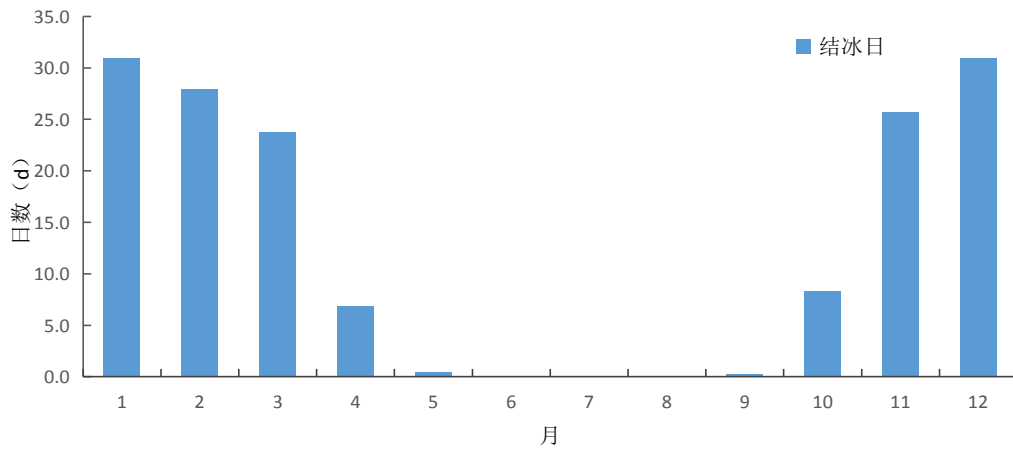


图 7.7-2 盐池气象站 1961~2019 年平均结冰日数年变化

## 7.8 冰雹

1961 年以来（1961~2019 年），盐池气象站冰雹年平均日数为 0.6 天，有 25 年发生了冰雹天气，发生冰雹的年份呈减少趋势（图 7.8-1）；冰雹天气主要发生在 4~10 月，8 月发生的可能性最高（图 7.8-2）。

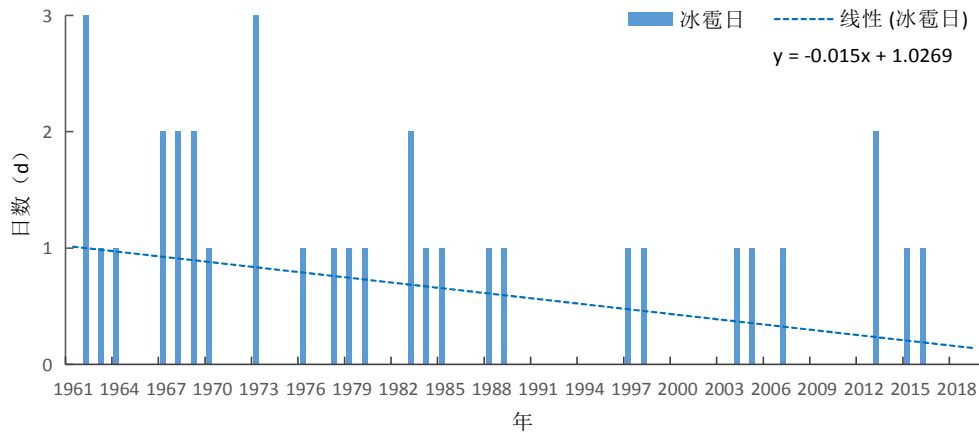


图 7.8-1 盐池气象站 1961~2019 年冰雹日数年际变化

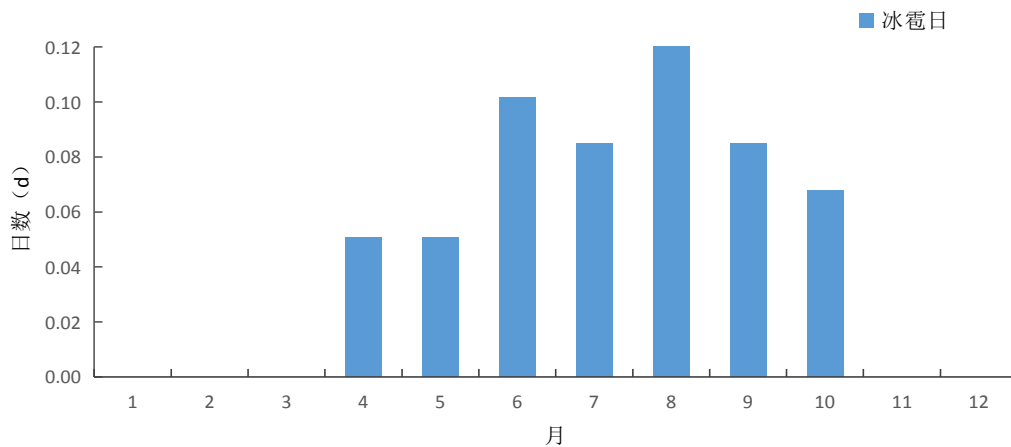


图 7.8-2 盐池气象站 1961~2019 年平均冰雹日数年变化

## 7.9 雾

盐池气象站（1961~2019 年）累年平均雾日数为 3.6 天，年际变化在 0~11 天（2004 年）之间。雾的年日数变化呈增加趋势（图 7.9-1）。平均雾日数年变化在 0.1 天（5 月、6 月）~0.6 天（9 月、10 月）之间（图 7.9-2）。

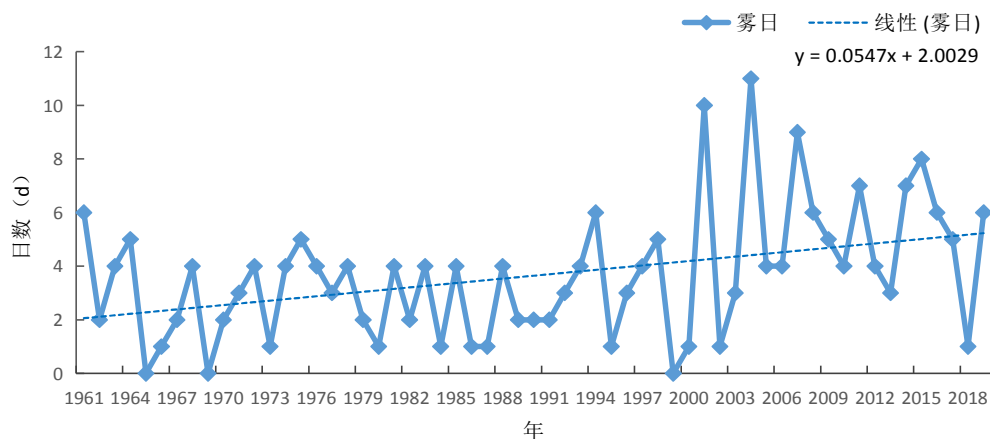


图 7.9-1 盐池气象站 1961~2019 年雾日数年际变化

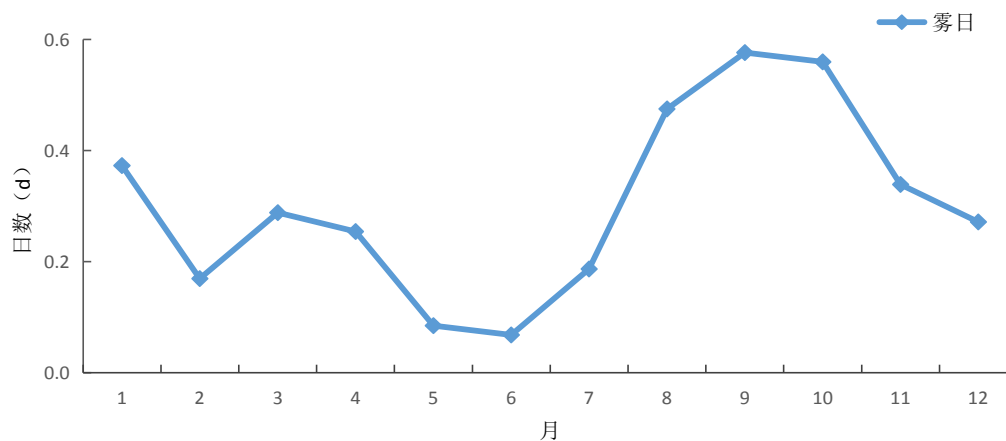


图 7.9-2 盐池气象站 1961~2019 年平均雾日数年变化

## 7.10 沙尘暴

盐池气象站（1961~2019 年）累年平均沙尘暴日数为 13 天，年际变化在 0 天~49 天（1979 年）之间。沙尘暴日数呈减少趋势（图 7.10-1）。平均沙尘暴日数年变化在 0 天（9 月）~3.5 天（4 月）之间（图 7.10-2）。

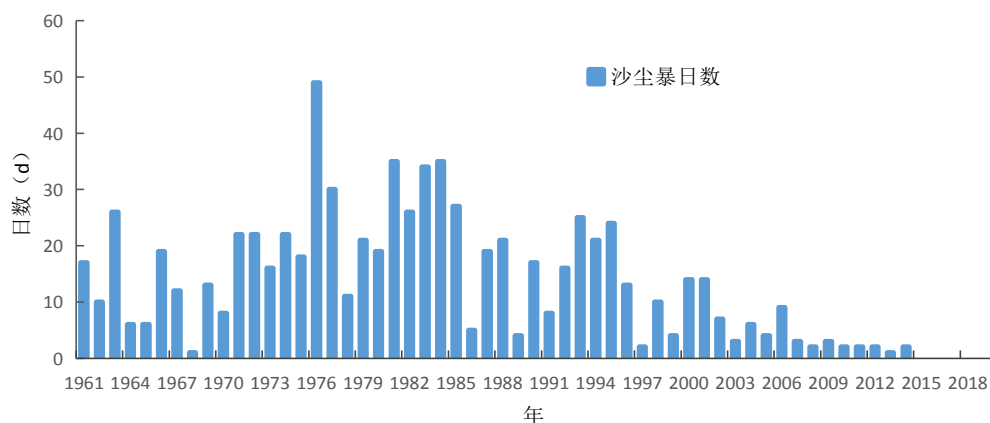


图 7.10-1 盐池气象站 1961~2019 年沙尘暴日数年际变化

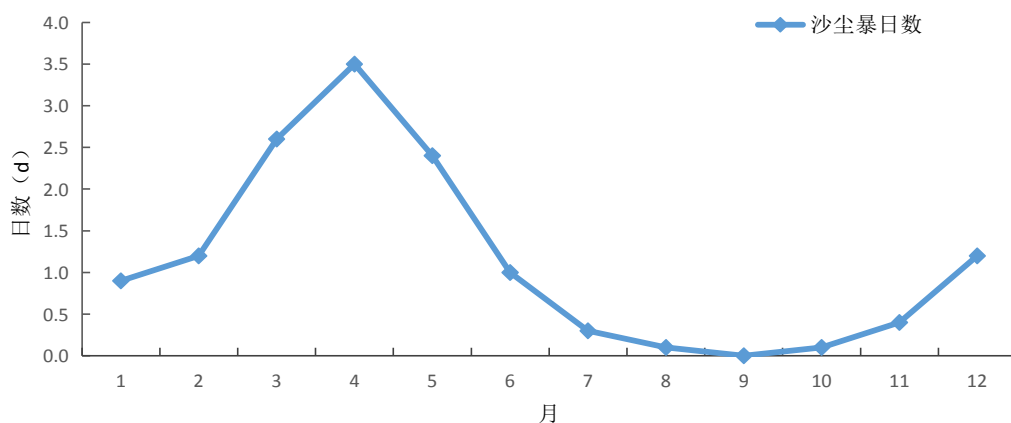


图 7.10-2 盐池气象站 1961~2019 年平均沙尘暴日数年变化

## 7.11 最大冻土深度

盐池气象站（1961~2019 年）年平均最大冻土深度为 97.6cm，年际变化在 61cm（2002 年）~139cm（2008 年）之间。最大冻土深度的年际变化呈减小趋势（图 7.11-1）。最大冻土深度年变化在 6cm（4 月）~91cm（1 月）之间（图 7.11-2）。

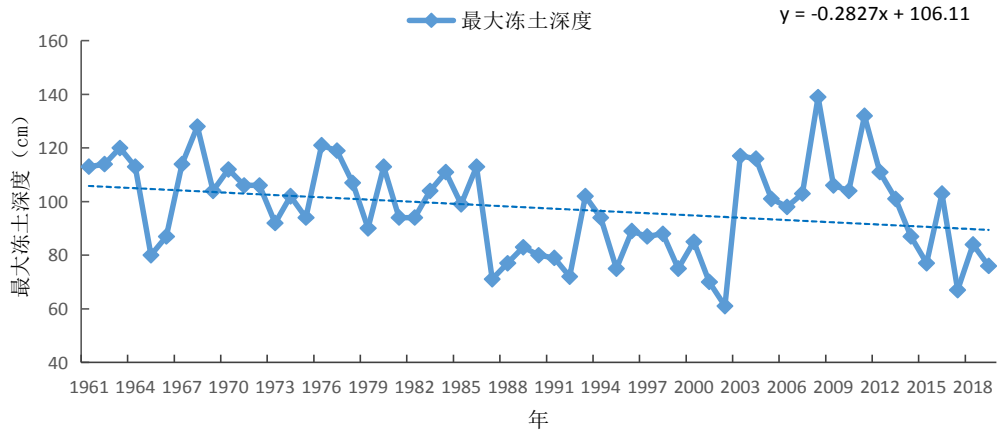


图 7.11-1 盐池气象站 1961~2019 年最大冻土深度年际变化

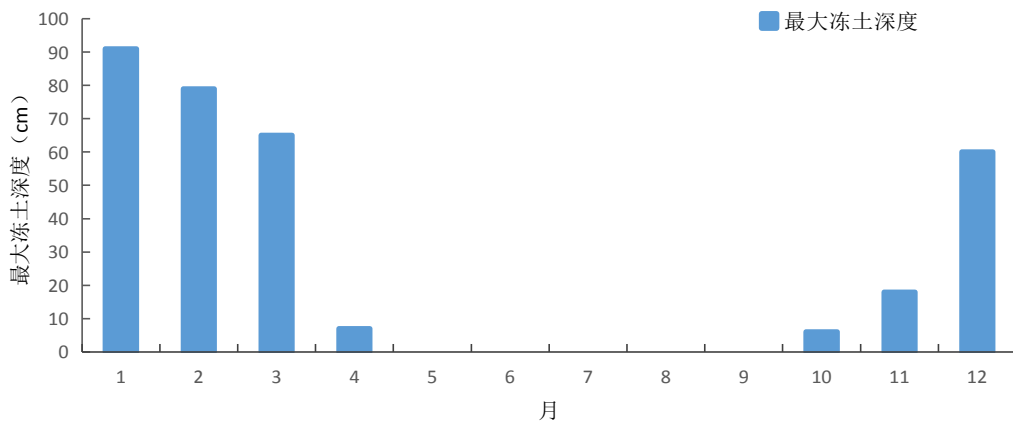


图 7.11-2 盐池气象站 1961~2019 年平均最大冻土深度年变化

## 8 论证结论的适用性及建议

### 8.1 规划、建设阶段

项目区位于 8 属典型的干旱半干旱气候。项目区在规划及建设阶段,从气象角度需关注项目区的气象灾害状况及建筑设计中需要用到的工程气象参数。

根据前述分析,灵武再生资源产业区块马家滩坡板块项目区的最大日降水量为 121.2mm, 历年暴雨日数在 0~2 天之间, 年平均雷暴日数为 19.0 天, 雷击密度为 0.45 次/公里<sup>2</sup>/年, 雷击风险属于中等风险;极端高温为 38.7℃, 最多高温日数为 8 天;极端低温为-29.6℃、最多低温日数为 185 天。

根据前文对项目区周边的历史气象灾情的分析,项目区周边区域主要历史气象灾害为暴雨及大风,容易造成房屋垮塌和人员伤亡。因此在项目区设计、建设阶段需采用合理的气象参数。具体对策建议见表 11.1-1。

表 8.1-1 对项目区规划、建设阶段的对策建议

阶段	关注点		对策及建议
规划	合理布局	项目区内部布局	再生资源产业区块(马家滩 C 区)的年最多风向为 W 风,次多风向为 WNW 风,污染企业尽量避免安排在项目区的偏西方向。
		雷电防护布局	再生资源产业区块(马家滩 C 区)的雷击大地密度高值区位于西北方向,对雷电敏感度高的企业建议避开该方向。
	规避本地气象灾害		在规划及运营阶段要关注对高温、暴雨及大风的防护。
设计建设	建筑物荷载		在建设阶段,在设计建筑物荷载、采暖通风等设计中需要用到相关的基本气象参数,可参考本报告第 6 章给出的设计风速、设计雪压、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。
	暖通设计		
	防雷设施		项目区内的一般工业厂房、办公室楼可以划分为三类防雷建筑物,易燃易爆场所则需根据具体的使用性质按设计标

	准划分防雷类别，做好防雷工程及日常管理维护。有条件的建议安装雷电预警设备。
--	---------------------------------------

### 不确定性分析：

(1) 对不同高度不同重现期最大风速值进行推算时，根据《公路桥梁抗风设计规范》关于地表粗糙度分类，选取风廓线指数为0.16，可能存在一定误差。

(2) 影响雷电灾害产生的原因多且复杂，也更具不确定性。报告中在对区域雷电灾害风险进行评估时，用到了层析分析法。层次分析法是行业规范中推荐的方法，在区域雷击风险模糊综合评价体系中发挥着重要的作用，但同时也存在着一些不足的地方，如风险因子权重比的确定受主观因素影响较大，会直接影响到评估结果，这就需要通过更多的实践案例以及查阅资料进一步进行确定，尽量做到有依据、有溯源。

## 8.2 运营阶段

在项目区的运营阶段，从气象角度分析，最重要的工作是针对高影响天气以及气象灾害的防灾减灾。

项目区及入驻企业均应根据高影响天气及敏感气象因子，设置气象灾害应急预案，接收气象预报和预警信息，及时启动应急行动计划。具体措施见表 8.2-1。

表 8.2-1 对项目区运营阶段的对策建议

阶段	高影响天气	影响	对策建议
运营	雷电	1、雷暴闪击的电火花可引起燃烧或爆炸，毁坏生产设备；2、雷击电网线路可造成线路跳闸，引起瞬时停电或电压波动，严重影响生产设备的安全运行。	雷电活动的高发期，夏季（尤其是7、8月）项目区管理部门应当密切关注天气预报，做好相关的防御措施。要按时对防雷装置进行检测和维护。雷击造成人员伤亡的主要途径为人员触及雷电流泄流路径、跨步电压。因此，屋面金属物体、金属门窗、栏杆的物体应与均压环或引下线做好等电位连接；引下线附近应做好防跨步电压措施。
	积雪冰冻	1、企业所需原材料运输依赖于公路，受覆雪影响程度较大； 2、风雪灾害易使局部雪荷载大大超过设计荷载，导致大量的大跨度钢结构发生不同程度的破坏与倒塌。	每年11月至次年3月为积雪结冰高发期，项目区须及时检查各企业项目外露装置及接线盒附近是否结冰，如果有结冰现象及时清理，以免造成安全隐患。
	大风	项目区的建筑物在强风中易被刮倒或刮断，造成经济损失、人员伤害。	须保守考虑抗风设计标准，同时应关注气象预报，特别在春季（3、4月分）密切关注局地短时狂风，大风影响前或影响时人员要执行安全应对措施，确保人员的人身安全。
	暴雨	1、可造成厂区积水，引起电路、水泵等工业设施发生故障； 2、工业污水和残留油污等容易随雨水扩散甚至进入河道等水体，造成环境污染事故。	在夏季雨量集中期应做好防御工作，避免暴雨可能造成的洪涝灾害。
	高温	1、高温天气使人体感到不适，工作效率降低，中暑、患肠道疾病和心脑血管等病症的发病率增多；2、因用于防暑降温的水电需求量猛增，造成水电供应紧张，故障频发等。	7月是项目区高温天气主要发生时段，应提前做好应对工作。

## 9 结论

### 9.1 气候背景

项目区属于温带大陆性气候，四季分明，春迟夏短，秋早冬长，昼夜温差大，雨雪稀少，蒸发强烈。报告选取盐池气象站作为参证气象站，其观测资料可代表项目区气候背景状况。

盐池气象站近 30 年（1990～2019 年）的累年平均气压为 865.7hPa；累年平均气温为 8.8℃；累年平均降水量为 307.9mm，年降水量最多为 402.8mm，最少为 160.8mm；累年平均风速为 2.4m/s；累年平均相对湿度为 50%；累年平均日照时数为 2825.7h。

盐池气象站自有气象记录以来，年极端最高气压为 889.1hPa（2009 年），年极端最低气压为 843.3hPa（1996 年）；极端最高气温为 38.7℃，出现在 2017 年 7 月 11 日，极端最低气温为-29.6℃，出现在 1954 年 12 月 12 日；年最大风速 22.0m/s（风向为：WSW），出现在 1972 年；年极大风速 25.2m/s（风向为：WNW），出现在 2004 年。

建议：盐池气象站与项目区距离较近，盐池气象站能较好地监测项目区所在地的气象状况，按照气象法，需要对盐池气象站气象观测环境进行保护，确保项目区具有长期有效的气象观测资料。

### 9.2 关键气象参数推算结果

项目区的设计、建设、运营涉及到设计风速、雪荷载、高温、低温、以及室外空气计算参数等，报告在第 6 章给出了雷击风险评估结

果以及 100 年一遇、50 年一遇、30 年一遇、10 年一遇四个重现期的设计风速、设计雪压、设计气温、设计极端气温的推算结果，表 9.2-1 列出了盐池气象站以上参数的部分推算结果。由于各种原因，报告得到的推算结果存在不确定性，这是需要具体设计人员加以注意的。

表 9.2-1 盐池气象站关键气象参数分析及推算结果

关键气象参数			推算结果
设计风速 (m/s)	10m	50 年一遇	20.3
年最多风向			W
雪荷载 (kN/m <sup>2</sup> )	100 年一遇		0.15
	50 年一遇		0.13
基本最高气温 (°C)	100 年一遇		33.5
	50 年一遇		32.8
极端最高气温 (°C)	100 年一遇		39.6
	50 年一遇		38.9
基本最低气温 (°C)	100 年一遇		-22.5
	50 年一遇		-21.2
极端最低气温 (°C)	100 年一遇		-35.3
	50 年一遇		-33.4
冬季空气调节室外计算温度 (°C)			-19.1
夏季空气调节室外计算日平均温度 (°C)			26.4
冬季通风室外计算温度 (°C)			-13.0
夏季通风室外计算温度 (°C)			29.1
夏季通风室外计算相对湿度 (%)			50
冬季空气调节室外计算相对湿度 (%)			40
雷击风险等级评估结果			中等风险

### 9.3 高影响天气分析

表 9.3-1 列出了 9 盐池气象站高影响天气的统计结果。

表 9.3-1 盐池气象站重要气象要素值统计一览表

重要气象要素值		盐池气象站
暴雨	年均日数 (d)	0.3
	最大日雨量 (mm)	121.2
雷暴	年均日数 (d)	19.0
	年最多日数 (d)	33
闪电	年均日数 (d)	15.2
	年最多日数 (d)	33
大风	年均日数 (d)	13.3
	年最多日数 (d)	44
积雪	年均日数 (d)	21.3
	最大深度 (cm)	13
高温	年均日数 (d)	1.5
	年最多日数 (d)	8
低温	年均日数 (d)	156.8
	年最多日数 (d)	185
结冰	年均日数 (d)	155.2
	年最多日数 (d)	177
冰雹	年均日数 (d)	0.58
	年最多日数 (d)	3
雾	年均日数 (d)	3.6
	年最多日数 (d)	11
沙尘暴	年均日数 (d)	13
	年最多日数 (d)	49
冻土	年平均最大冻土深度 (cm)	97.6
	年最大冻土深度 (cm)	139

注：盐池气象站的统计时段为 1961~2019 年

## 9.4 综合结论

**气候适宜性：**根据参证站（盐池气象站）的观测资料分析得到，项目区平均风速较小，主导风向稳定；温度适宜，四季分明。气候条件适宜。

**气候对项目区的影响：**项目基本气候条件适宜，但项目区周边历史上发生过暴雨、大风等气象灾害造成房屋垮塌和人员伤亡的事故，故还需提高灾害防范意识，做好相应预防工作。

**建议:** 报告从气象角度为项目区不同阶段提出的对策意见详细参  
见表 8.1-1 和表 8.2-1。项目区在工程设计和正常运转时应考虑气象  
灾害风险，加强重点灾害防御及应急措施，设置气象灾害应急预案，  
加强与气象部门对接气象灾害信息的工作，注重接收气象预报和预警  
信息，及时启动应急行动计划，采取必要的预防和防护措施。

## 附录 1：项目区周边地区气象灾害调查

时间	灾害	灾害发生地	灾害情况
1951年9月	水灾	灵武	9月多雨，渠水决口，发生水涝灾害，淹没秋禾0.18万公顷，冲塌房窑786间。
1954年11月	霜冻、冻害	灵武	入冬以后天气严寒，最低气温降至-27℃至-30℃，灵武羊只、枣树等被冻死、冻伤甚多。
1955年4月	大风	灵武	4月13日，灵武等地刮6-7级偏南大风，灵武农场大麦苗5%-10%根被吹露致死。
1956年5月	冰雹	银川、灵武	5月下旬，灵武、灵武、银川等地棉花遭受冰雹袭击，受灾面积327.53公顷，不少牲畜被打伤或打死。
1958年2月	大风	银川	2月22日银川风沙整天，瞬时最大风速34米/秒，最小能见度小于50米。
1964年7月	水灾	灵武	8月11-19日，防洪堤57处决口，秦渠决口142处，淹了4个公社。
1970年6月	水灾	灵武	6月1-2日，灵武下大暴雨，雨量达95.4毫米。贺兰山、灵武下暴雨，造成灵武山洪爆发，冲毁防洪坝60处，淤塞1000-2000米，沙压地33.33公顷
1974年4月	大风	银川	4月29日，银川风力达11级，农作物连苗带根被大风刮走或被风沙压埋，大树被折断或吹倒，有的连根拔起，个别民房屋顶被掀掉，渠沟被沙土填平。
1974年7月	水灾	灵武	7月4日，灵武马鞍山下大暴雨，发生山洪，冲毁城关公社小麦、水稻、胡麻田28.0公顷。
1976年7月	大风	银川	7月27日，银川市出现龙卷风。龙卷风直径60-80米。行程4200米，龙卷风所经过的地方，发生树木拔起，水泥杆折断，富宁街一带居民区房屋顶被掀掉，造成高压线断路，工厂停工，数人被砸伤等事故。
1985年8月	水灾	灵武	8月中旬-9月中旬，遭受连阴雨灾害，持续时间长达30天。
1986年8月	大风	灵武	8月4日，灵武出现8级大风，全县0.45万公顷套种玉米和0.03万公顷果园受到严重危害。
1992年8月	水灾	灵武	8月4日、11-12日、27日，灵武出现暴雨天气，损失1万左右的砖坯，145间房屋进水，粮食作物受灾482.67公顷，经济作物受灾75.33公顷，冲毁水利设施600米，桥梁400米，防洪坝120米。
1995年7月	水灾	灵武	7月13-14、16-17日，灵武磁窑堡遭受冰雹、洪水袭击，农作物受灾273.33公顷，草原受灾333.33公顷，洪水冲毁新修公路20千米。

1996年8月	水灾	银川、灵武	8月6-10日,贺兰山沿山局地出现大到暴雨,银川、灵武、灵武受暴雨和洪水袭击。部分钢厂、电厂等围墙被冲倒,房屋冲毁,冲坏3处乡级公路、37条道路,毁坏10千伏电杆9节。
2014年5月	霜冻	灵武	5月4日,灵武市等地出现霜冻,部分测站最低气温达-4.8℃,农作物遭受不同程度冻害。灾害共造成2.0万人受灾,作物受灾面积2841.4公顷,直接经济损失1531万元。
2014年7月	冰雹	灵武	7月26日,市灵武市遭受冰雹袭击,降雹最长持续15分钟左右,冰雹最大直径10毫米。冰雹灾害造成灵武市东塔镇等地共计943户3949人受灾,农作物受灾面积1125.9公顷,直接经济损失1633万元。
2014年7月	冰雹	灵武	7月31日,灵武市等地突遇强对流天气,遭受冰雹暴雨袭击。降雹最长持续30分钟,冰雹最大直径约20毫米。灾害造成灵武市白土岗乡,沙坡头区香山乡、兴仁镇及中宁县徐套乡、白马乡等地990户4911人受灾,7.2公里供水管道、4处防护工程、3道990米淤澄防洪堤被冲毁,农作物受灾面积3454.3公顷,直接经济损失1813万元。
2015年7月	冰雹	盐池县	7月20日13时00分左右,盐池县花马池镇突降冰雹及强降雨,并出现洪涝。降水过程持续时间30分钟左右,降水量10.3毫米,最大冰雹直径2厘米。花马池镇西井滩村、柳树梁村等乡村遭受冰雹灾害。玉米、西瓜和马铃薯等受灾农作物共计447公顷,全部绝产,直接经济损失90万元。
2014年8月	强降水	银川	2014年8月16日,银川市大部地区、吴忠市利通区、青铜峡市、同心县,中卫市大部地区出现雷雨大风及短时强降水等灾害性天气,部分地区暴发山洪。灾害造成中卫市沙坡头区香山乡3人死亡,3323户43114人受灾,110间房屋不同程度受损;死亡羊只900只、伤3510只;255间温棚受损;农作物受灾面积12875.2公顷,直接经济损失1.04亿元。
2015年8月	强降水	盐池县	盐池县普降大到暴雨,10日花马池镇和王乐井乡累计降水量均超过18毫米。11日花马池镇、高沙窝镇、惠安堡镇和王乐井乡累计降水量均超过21毫米。11日13时左右突降暴雨,最大小时降雨量出现在惠安堡镇,14时小时雨量达51.7毫米。暴雨导致17个自然村发生洪涝灾害,受灾人口6409人。
2015年5月	大风	银川	5月22日,石嘴山市惠农区、银川市,吴忠市青铜峡市、同心县、红寺堡区等地遭受大风灾害。共造成1人死亡、1人受伤,13.1公顷农作物受灾,直接经济损失55万多元。
2016年5月	大风	盐池县	吴忠市盐池县部分乡镇遭受大风降温灾害,造成929人受灾,农作物受灾面积326公顷,死亡羊只76只,倒塌附属房屋一户6间(彩钢房)。
2016年7月	暴雨	盐池县	7月26日12至14时,盐池县出现短时强降水,惠泽村小时雨量达32.7毫米,强降水持续时间45分钟左右。灾害造成60米温棚墙体倒塌,惠泽村和盈德村12.35吨黄花被雨水冲散;田记掌至史庄子1公里水泥路路基冲毁;农户100米院墙倒塌。
2015年9月	大风	银川、灵武	2015年9月30日中午开始银川市出现5~6大风,阵风7~9级,瞬时风速22.4米/秒。据统计,大风造成不同规格树木倒伏倾斜、断枝断裂等不同程度损害的约953株,立体花卉造型及部分园林设施受到不同程度损坏,其中绿博园因多为新植树

			木, 受损较为严重, 倒伏树木约 360 余株。大风也对交通运输造成了不利影响。银川往内蒙古左旗方向高速到贺兰山下被风刮翻了十几辆车。灵武市 5680 公顷红枣落果严重, 落果率达 30%; 部分未收割的水稻有倒伏现象。灵武县原隆村光伏设施造成不同程度的损害, 损坏光伏太阳能电池板 100 多块, 彩钢房两间, 经济损失 10 多万元。有零星设施温棚棚膜吹走、牛棚顶棚被吹翻等损害。
2016 年 7 月	暴雨	灵武	2016 年 7 月 10 日下午, 银川灵武市宁东镇清水营、回民巷、东湾 3 个村, 局地突降暴雨, 并引发洪水。灾害造成清水营村 1 名女子死亡, 1 座影视城被水淹, 1 座大型光伏电厂被水冲击; 回民巷村境内正在修建的多条公路、3 家煤场受到洪水冲击。清水营、回民巷、马跑泉、东湾四个村房屋受损 141 间、倒塌 2 间; 转移安置人口 20 人; 过渡性救助人口 400 人; 自来水管线受损 16.5 千米, 乡村道路受损 20.06 千米; 电力设施受损 1 千米; 窖井受损 90 口; 拦洪坝受损 7 座; 涝池受损 22 个; 果园被淹 30.7 公顷; 鱼池受损 5 个; 羊圈受损 3700 平方米; 羊死亡 3 只; 家禽死亡 200 只; 被淹车辆 13 辆; 直接经济损失 510 万。
2016 年 8 月	暴雨	灵武	8 月 13 日白天到夜间, 银川灵武市出现强雷阵雨天气, 郝家桥镇、东塔镇、白土岗乡的部分村、灵武农场出现了短时暴雨。灵武测站累计降水量为 70.4 毫米, 最大降水量出现在郝家桥镇大泉林场 (71.3 毫米)。最大雨强出现在灵武气象站, 为 51.7 毫米/小时。初步灾情为白土岗乡泾兴村 48 户房屋进水, 其中 8 户较严重, 村污水处理站受损严重; 海子井村 1 农户院墙倒塌; 枣岗子村 0.5 公顷水稻倒伏。郝家桥镇漫水塘村有 350 米的巷子积水严重, 养殖园区有 8 个圈棚受损, 有 6 公顷玉米、1.3 公顷水稻倒伏。
2016 年 8 月	暴雨	银川	2016 年 8 月 21 日夜, 贺兰山沿山拜寺口至苏峪口一线出现特大暴雨并引发洪水。银川市共 3 个县 (区) (贺兰县、西夏区、灵武县) 发生洪灾, 约 9400 人受灾, 农作物受灾面积 2400.6 公顷, 房屋倒塌 9 间, 房屋受损 413 间。直接经济损失 21590.61 万元 (西夏区 15730 万元、贺兰县 5858.6 万元、灵武县 2 万元)。其中: (1) 农业损失 (含种植业、林业、畜牧业、渔业) 全市农业受灾面积 2400.6 公顷、经济损失 9036.73 万元。其中西夏区 371.6 公顷 (农作物 210.93 公顷、葡萄 160.67 公顷), 经济损失 4664.43 万元; 贺兰 2029 公顷 (农作物 1809.67 公顷、葡萄 215.33 公顷、防护林 4 公顷), 经济损失 4372.3 万元。受灾家禽、家畜 5872 只; 养殖鱼 3 万斤; 粮食浸泡、冲走 203.75 吨。
2018 年 8 月	暴雨	灵武	2018 年 8 月 29 日 20 时 40 分左右, 灵武县出现暴雨。暴雨造成灾害损失约 1300 万元。其中北五沟下段 (沿山公路至横沟水库) 滑塌段落单侧累计 3800 米, 损失约 700 万元; 北六沟下段 (沿山公路至横沟水库) 滑塌段落单侧累计 1200 米, 损失约 300 万元; 腰石井沟以北导洪堤迎水面 4 公里受损, 损失约 300 万元; 玉泉营农场受淹玉米田 0.67 公顷; 林带受淹面积约 0.67 公顷; 闽宁镇、玉泉营农场、县城纳家户等 100 余户房屋、庄园不同程度进水。



### 附录 3：评审意见

#### 银川高新技术产业开发区建设项目区域评估 气候可行性论证报告（含银川临港产业园、 羊绒产业区块、再生资源产业区块-A 区 和 B 区、再生资源产业区块-马家滩 C 区 4 个分报告）评审意见

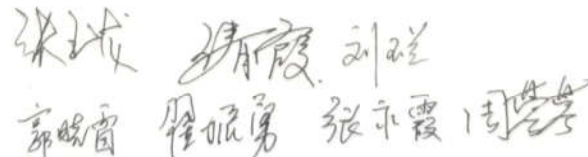
2020 年 12 月 10 日，宁夏回族自治区气象局在银川组织召开了由宁夏回族自治区气候中心及宁夏瑞沃水资源工程研究院（有限公司）承担编制的《银川高新技术产业开发区建设项目区域评估气候可行性论证报告》（含银川临港产业园、羊绒产业区块、再生资源产业区块-A 区和 B 区、再生资源产业区块-马家滩 C 区 4 个分报告）（以下简称《报告》）评审会。专家组在听取了编制单位汇报，审阅相关材料，经认真讨论和评议后，形成如下评审意见：

一、《报告》紧密结合项目需求，按照《区域性气候可行性论证技术指南》（气预函〔2019〕42 号）中的方法，利用参证气象站观测资料，分别对银川高新技术产业开发区内的银川临港产业园区、羊绒产业区和再生资源产业区开展了区域气候可行性论证评估，为该园区规划、建设及运营提供了重要的基础支撑。

二、《报告》根据银川临港产业园区、羊绒产业区和再生资源产业区的地理位置，分别分析了其气候背景，高影响天气特点等，针对园区建设项目所需的风速、雪压、气温等工程气象参数极值进行了推算与分析，开展了雷击风险评估，给出了论证结论的适用性建议。

三、《报告》内容全面、资料翔实、方法科学合理，评估结论可信，专家组一致同意通过评审。

《报告》应按照专家提出的意见建议进一步修改完善。

专家组签字：

2020 年 12 月 10 日

### 专家组名单

	姓名	职称	工作单位
组长	张玉成	正高	宁夏生态环境监测中心
成 员	张殿	副高	宁夏环科院
	张永霞	工程师	宁夏环科院
	田慧慧	高工	宁夏环科院
	翟振勇	副高	宁夏环科院
	郭晓雷	高工	银川市环保局
	刘永兰	副高	