

利川滑雪气象条件分析

王 旭¹ 尹华健²

1. 利川市气象局 湖北 利川 445400

2. 恩施州气象局 湖北 恩施 445099

摘要：利用利川7个站点2018年1月-2024年2月的平均气温、最低气温、平均风速、极大风速、相对湿度数据，分析利川高山地区滑雪气象条件，得出以下结论：利川冬季气温条件有利于开发滑雪项目，利川高山地区风速总体分布较合适滑雪运动开展，在利川高山地区适宜造雪天数超过60d，造雪适宜时间从12月中下旬维持至2月中上旬。利川冬季有较适宜开展冬季滑雪运动的条件，开发冬季旅游资源具有广阔前景。

关键词：滑雪气象条件；湖北利川；冰雪旅游

引言

滑雪旅游是现今非常受欢迎的冬季娱乐项目，虽然我国滑雪旅游起步较晚，但随着北京冬奥会、冬残奥会的举办，推动了我国冰雪运动跨越式发展，造雪技术、滑雪场地运维、赛事服务等都已达到高水准^[1]。利川市区海拔为湖北省最高，拥有得天独厚的冬季冰雪资源优势。过去的冰雪资源研究主要集中在北方地区，如孟旭芹^[1]对河北承德地区滑雪运动适宜性进行了研究，提出了本地化的滑雪指数研究；周晓宇^[2]、郭俊清^[3]分别针对辽宁省、黑龙江省的冰雪旅游资源开发进行了研究，总结了气温、相对湿度对滑雪运动的影响；高峰等^[4]通过滑雪客流量与气象条件之间的关系确定影响滑雪运动的显著气象因子。随着旅游资源的开发，南方省份对高海拔地区的冬季冰雪资源开发也逐渐增多，如尚媛媛^[5]等研究了贵州玉舍高山的气象条件，推出玉舍本地冬季气象等级；刘中新^[6]研究了湖北大别山区人造雪滑雪场选址气象条件分析及风险评估。

总体来讲滑雪运动方兴未艾，冬季滑雪气象资源研究也颇具前景，利川作为湖北海拔最高的城市，在夏季拥有中国凉爽之城，在冬季开发滑雪运动，可以完成冬夏互补，完成旅游资源的进一步开发，具有重要意义。

1 研究资料与方法

1.1 研究资料

本文研究使用的资料为2018年01月-2024年02月，利川境内区域自动站数据，包括气温、风等常规观测要素。利川运行区域站61个，其中海拔大于1400米的高山站11个，其分布图如下（图1）。由于利川的冬季冰雪资源主要集中在高山区，在研究中选取了主要高山站6个（齐岳山、谋道、药材、铁峰、福宝山、黄泥塘）和利川国家站数据进行研究。

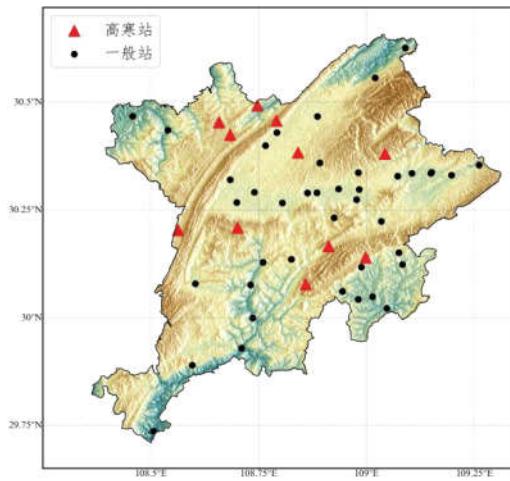


图1 利川市站点分布

1.2 数据集处理

由于利川冬季低温寡照，雨雪较多，高山山区站点往往会出现断续缺测，这导致观测数据集不能直接用来进行研究。在研究前，先使用机器学习库sklearn的LightGBM模型对缺测值进行插补。经检验，插补缺测值有较好的可靠性（图2）。

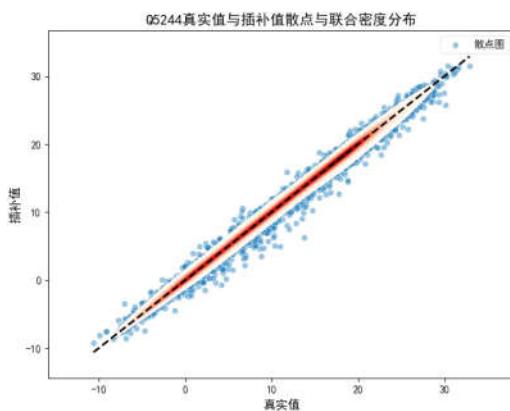


图2 齐岳山站真实值与插补值散点与联合密度分布

2 利川滑雪气象条件分析

2.1 温度

研究2018年-2024年利川国家站、齐岳山站平均气温时序图(图3)可发现,利川高山地区冬季平均气温在12月左右下降到2°C以下,同时在1-2月,日平均气温进一步下降到0°C以下。同时,利川高山地区平均气温均大于-5°C,较北方省份滑雪地区的气温更高。对同一时间段,利川代表性高山站点最低气温进行统计分析发现,利川高山地区冬季最低气温主要集中在-10°C至0°C区间,甚少出现低于-10°C的情况,这表明利川高山冬季温度条件利于滑雪运动开展,同时不过低,影响滑雪人员的运行安全性。

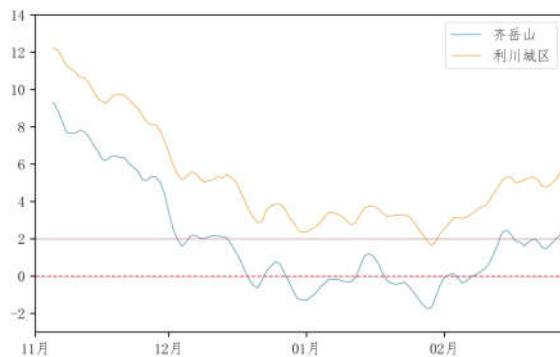


图3 利川站与齐岳山站冬季平均气温图

2.2 风

2.2.1 平均风

利川地貌复杂(图1),总体分为中部二高山地区、东西齐岳山与寒池山区、南部河谷地区。由于地貌起伏较大,风速变化亦大,利川风速大小总体随海拔高度变化成正相关。分析利川市四季及年平均风速图(图4),利中盆地各季及年平均风速不足1m/s,总体风速较小;齐岳山区平均风速在各季均较大,代表站点齐岳山站、药材站平均风速维持在3~5m/s之间,风速等级较低,对滑雪运动比较有利。

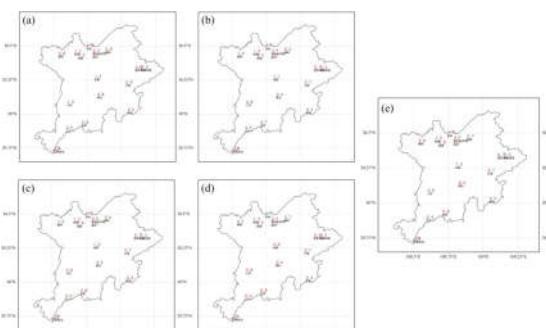


图4 利川市平均风速图

(a) 春季; (b) 夏季; (c) 秋季;
(d) 冬季; (e) 年平均

2.2.2 极大风

平均风速是对滑雪区域条件总体的估计,对于滑雪时气象条件有参考意义。极大风速是对滑雪安全性条件有参考意义的气象条件。通过对代表性站点齐岳山、药材与国家站分析(图5),利川高山地区极大风与海拔高度成明显正相关,海拔越高,极大风越大,其中齐岳山地区极大风在5~15m/s之间;药材地区极大风速在3~20m/s之间,同利川国家站相比,极大风速较大。

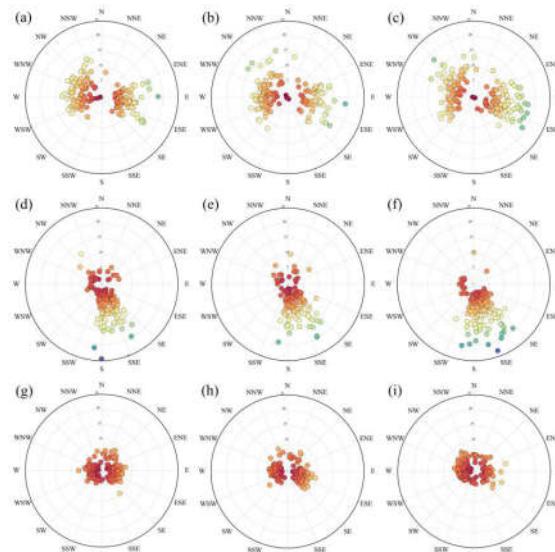


图5 极大风风向风速频率

(a) 齐岳山12月; (b) 齐岳山1月; (c) 齐岳山2月;
(d) 药材12月; (e) 药材1月; (f) 药材2月;
(g) 药材12月; (h) 药材1月; (i) 药材2月

进一步对高山站点进行统计分析(图6),可以发现,利川齐岳山、药材、铁峰等高山地区,极大风速中位数分别为7.5m/s、6m/s、5.5m/s,总体极大风分布偏差较大,主要受冬季冷空气带来的大风影响。但极大风速超过15m/s超过上四分位分布,说明极大风速较大值受天气过程影响较大,非利川高山地区常规值,总体来看,极大风风速不长期妨碍滑雪运动的开展。

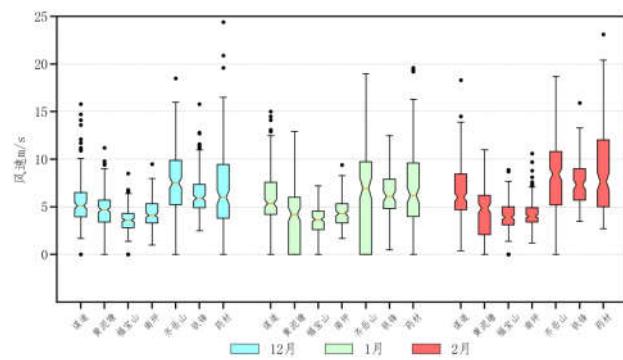


图6 极大风风速箱线图

2.3 人工造雪条件诊断

利川市境内平均海拔在1000m以上，其中齐岳山平均海拔超过1400m，能够较好的维持滑雪环境。但通过分析谋道镇初雪日出现的时间（表1），可以发现天然降雪出现时间偏迟，所以需要人工造雪维持滑雪环境。许启慧^[5]研究了滑雪场初雪日、积雪深度对滑雪场建设的影响程度；刘中新^[4]研究了气温、相对湿度对造雪条件的影响，得出湖北山区造雪时机同气温、相对湿度联系的结论。

通过研究谋道镇近九年冬季初雪日时间变化图（图7），可以发现利川初雪日变化波动比较大，主要同当年冬季降雪形势相关，初雪日最早11月8日，出现在2016年；初雪日最迟12月25日，出现在2021年。这说明天然降雪同冬季气温位相可能存在不一致，导致气温已经进入较低水平，而尚未发生天然降雪。利川冬季滑雪运动的开发需要考虑人工造雪进行补雪。

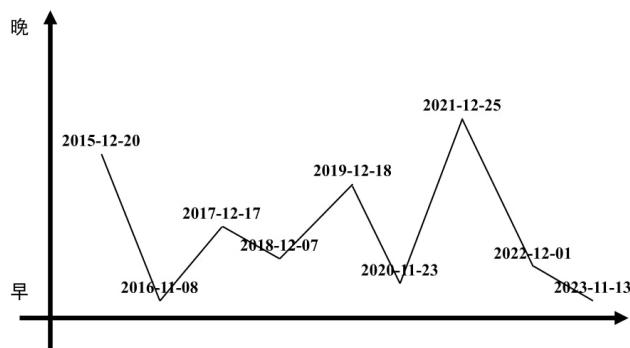


图7 谋道初雪日时间变化图

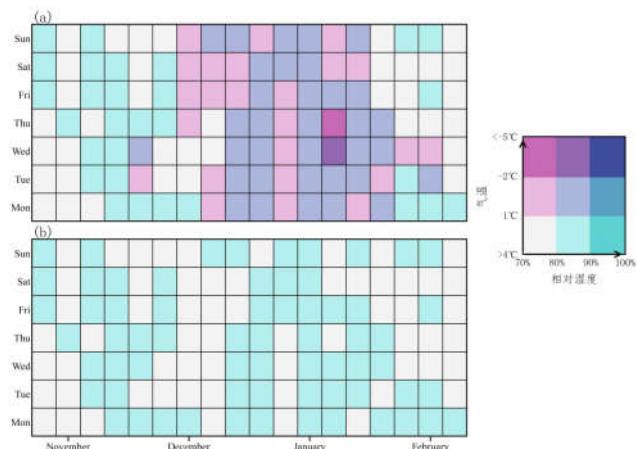


图8 冬季平均气温、相对湿度造雪关系图

(a) 齐岳山站；(b) 利川国家基本气象站

为研究利川人工降雪时机，选取利川国家站、齐岳山站进行气温、相对湿度二元变量关系研究。将各站气温、相对湿度分为三种等级得到如图6结论，研究发现在气温 $<1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $>70\%$ 的情况下，齐岳山在12月中旬进入适宜人工造雪时段，在一月初至一月中旬，进入最适宜人工造雪阶段，在二月上旬由于气温的升高，人工造雪时机变得不适宜，总天数超过60d。而作为对比研究的利川国家站，由于平均气温较高，在整个冬季都不适于使用人工造雪。综合比较利川高山地区有较优良的人工造雪作业条件，可以通过人工造雪弥补天然降雪不足。

结论

本文利用利川国家站和区域站常规观测资料，对利川冬季滑雪运动的主要气象因子进行分析研究，得到如下结论：

(1) 利川高海拔地区冬季平均气温在12月中下旬至2月中下旬低于 0°C ，最低气温低于 0°C 天数占冬季天数的76.9%。

(2) 利川高海拔地区年平均风速3-4m/s，其中冬季平均风速3-5m/s；极大风风速主要分布在5~15m/s之间，极大风风速中位数5.7.5m/s。

(3) 利川高山地区适宜造雪天数超过60d，造雪适宜时间从12月中下旬维持至2月中上旬。

综合上述结论，利川冬季有较适宜开展冬季滑雪运动的条件，开发冬季旅游资源具有广阔前景。

参考文献

- [1] 孟旭芹,童俊.承德地区滑雪运动适宜性分析[J].石河子科技,2023,72(1):152-167
- [2] 周晓宇,龚强,赵春雨,等.辽宁省冰雪气候资源适宜性评价[J].气象与环境学报,2020,43(2):141-150
- [3] 郭俊清,熊健,房英杰.黑龙江省滑雪旅游资源开发研究[J].沈阳体育学院学报,2008,28(3):617-625
- [4] 刘中新,陶列.大别山人造雪滑雪场选址气象条件分析及风险评估[J].中低纬山地气象,2018,70(4):609-627.
- [5] 许启慧,范引琪,于长文,等.滑雪场建设气候条件分析[J].气象科技,2014,33(3):285-298.