

四川省气候变化事实、影响和风险清单

（第二批）



四川省环境政策研究与规划院
四川省气候中心
中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所
四川省环境科学学会应对气候变化专业委员会

目 录

一、气候变化事实清单（14 条）	2
二、气候变化影响清单（27 条）	5
三、气候变化风险清单（18 条）	11

四川位于青藏高原向长江中下游平原过渡地带，海拔垂直高差超过 7000 米，自然环境复杂多样，易受全球气候变化不利影响。为传播气候变化信息，提升气候变化意识，根据相关观测和研究成果，汇总形成《四川省气候变化事实、影响和风险清单（第二批）》。第二批清单聚焦四川省青藏高原。需要指出的是，气候变化在时空呈现上具有复杂性，对经济社会和自然系统的影响具有广泛性，未来趋势及潜在风险具有不确定性。

一、气候变化事实清单（14 条）

1. 1961—2024 年，川西高原年平均气温呈显著上升趋势，升高速率达到 $0.25^{\circ}\text{C}/10$ 年，高于全省平均水平。2015—2024 年是川西地区近 60 年来最温暖的时期。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

2. 1961—2024 年，川西高原春、夏、秋、冬四季平均气温呈上升趋势，气候倾向率分别为 $0.17^{\circ}\text{C}/10$ 年、 $0.24^{\circ}\text{C}/10$ 年、 $0.27^{\circ}\text{C}/10$ 年、 $0.30^{\circ}\text{C}/10$ 年，夏、秋、冬季平均升温速率均高于全省平均水平。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

3. 1961—2024 年，川西高原平均最低气温呈显著升高趋势，气候倾向率达到 $0.36^{\circ}\text{C}/10$ 年，其中冬季达到 $0.60^{\circ}\text{C}/10$ 年，升温速率分别是全省平均水平的 1.4 倍、2.2 倍。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

4. 1961—2024 年，川西高原高温日数呈显著增多趋势，平均每 10 年增多 0.2 天。2000 年前较少出现高温天气，但进入 21 世纪后明显增多。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

5. 1961—2024 年，川西高原低温日数呈显著减少趋势，平均每 10 年减少 4.8 天，减少速率是全省平均水平的 2 倍。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

6. 1961—2024 年，川西高原年积雪日数平均每 10 年减少 1.3 天。1990 年代以来，平均每 10 年减少 4.1 天。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

7. 1961—2024 年，川西高原年平均降水量表现为增多趋势，增加速率为 9.8 毫米/10 年。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

8. 1961—2024 年，川西高原暴雨日数呈不显著的增多趋势，平均每 10 年增加 0.08 天。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

9. 1961—2017 年，川西高原暴雨日数、暴雨量和暴雨强度呈增加趋势。（《西南区域气候变化评估报告 2020》）

10. 1961—2024 年，川西高原平均相对湿度表现为线性减小趋势，减小速率为 0.21%/10 年，速率为全省平均水平的 45%。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

11. 1961—2024 年，川西高原平均风速呈线性减小趋势，减小速率分别为 0.04 米/秒/10 年。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

12. 1980—2016 年，若尔盖湿地年平均气温以 $0.4^{\circ}\text{C}/10$ 年的速率升高，年降水量以 10.1 毫米/10 年的速率减少，年蒸发量以 18.6 毫米/10 年的速率增加。（《西南区域气候变化评估报告 2020》）

13. 近 30 年，雅砻江流域平均温度呈极显著上升趋势，春季气温变化平稳，其余季节均升高。年降水量呈增加趋势，秋季降水量增加显著。（《雅砻江流域生态区气候变化特征研究》）

14. 1961—2018 年，雅砻江流域极端气温趋于升高，偏暖日数增多；极端降水整体增加，降水量和降水强度增大，降水持续时间加长。（《雅砻江流域 1961—2018 年极端气候时空演变研究》）

二、气候变化影响清单（27 条）

1. 1981 年以来，川西高原地表温度平均升温速率为 $0.4^{\circ}\text{C}/10$ 年。（《四川省气候变化监测公报（2024 年）》）

2. 1974—2010 年，贡嘎山区冰川面积减小 30.20 平方公里，占 1974 年冰川面积的 11.86%。冰川分布的平均海拔升高 44 米。降水的增加量难以弥补气温升高引起的冰川消融量，升温是近年贡嘎山冰川加速退缩的主要原因。（《贡嘎山近 40 年冰川对气候变化的响应》）

3. 1968—2013 年，贡嘎山冰川整体处于减薄状态，冰川冰舌末端厚度减薄严重。随着海拔不断上升，厚度减薄现象逐渐趋于稳定，变化程度较小。（《基于多时相 DEM 的贡嘎山冰川近 50 年表面高程与物质平衡变化分析》）

4. 1966—2009 年，贡嘎山冰川总体处于退缩状态，海螺沟、燕子沟、磨子沟和大贡巴冰川末端分别退缩约 1146 ± 42.7 米、 725 ± 42.7 米、 502 ± 42.7 米和 1002 ± 42.7 米。东朝向冰川的面积退缩率最大（25.5%），东南朝向冰川的退缩率最小（7.2%）。（《贡嘎山地区现代冰川变化研究》）

5. 1968—2013 年，贡嘎山东坡海螺沟一号冰川和海螺沟二号冰川的物质亏损，显著高于西坡的大贡巴冰川和小贡巴冰川，且海螺沟一号冰川的物质亏损最为严重。（《基于多时相 DEM 的贡嘎山冰川近 50 年表面高程与物质平衡变化分

析》)

6. 1990—2020 年, 贡嘎山国家级自然保护区冰川总面积缩小约 38.94 平方公里 (占 1990 年冰川总面积的 14.4%), 年平均面积减少率为 1.3 平方公里/年。(《1990—2020 四川贡嘎山国家级自然保护区冰川变化数据集》)

7. 若尔盖流域气温升高会使冰雪融水增加, 导致非汛期流量增加。(《若尔盖生态区气候变化特征及其对地表水资源的影响》)

8. 相比 1960—1990 年, 1991—2011 年若尔盖流域逐年径流呈明显下降趋势, 径流量减少 56.23 毫米、20.48%。主要影响因素为流域下垫面特征的变化, 其贡献率可达 93.46%, 气候变化的影响占 5.57%。(《基于 Budyko 假设的若尔盖流域径流变化归因分析》)

9. 1971—2016 年, 若尔盖湿地水源涵养率总体呈减小趋势, 年均水源涵养率由 1971—1995 年的 0.34 减小到 1996—2016 年的 0.30, 20 世纪 90 年代中期以来若尔盖湿地水源涵养能力明显下降。潜在蒸散发量增加、主要水源涵养植被土地面积减小等气候变化和土地利用变化是若尔盖湿地水源涵养量减小及功能降低的重要影响因素。(《若尔盖湿地水源涵养时空变化及影响因素》)

10. 1971—2016 年, 若尔盖湿地年水源涵养量为 121.4—

348.1 毫米，20 世纪 90 年代开始明显减少。气候变化和人类活动对水源涵养量变化的贡献率分别为 31%和 69%，人类活动是导致若尔盖湿地水源涵养量减少的主要因素。（《气候变化和人类活动对若尔盖湿地水源涵养量的影响》）

11. 1980—2012 年，黑河若尔盖水文站年平均径流量呈波动下降趋势，气候倾向率为 1.5 亿立方米/10 年，其中秋季平均径流量的减幅最明显。（《若尔盖生态区气候变化特征及其对地表水资源的影响》）

12. 1980—2016 年，若尔盖湿地径流量以 0.85 亿立方米/10 年的速率减少，其中秋季减幅最大。气候变化对湿地径流的影响在 55%—64%，气候变化是径流减少的主要原因。（《西南区域气候变化评估报告 2020》）

13. 1981—2011 年，若尔盖高原向黄河年均补水 67.08 ± 14.90 亿立方米，并以 0.48 亿立方米/年的速率持续减少。降水量每减少 1 毫米将导致黑河与白河的年径流量分别减少 0.02 亿和 0.05 亿立方米，蒸发量每增加 1 毫米将导致黑河与白河的年径流量分别减少 0.12 亿和 0.27 亿立方米。1981—2011 年若尔盖高原的年均储水量为 59.30 ± 18.69 亿立方米，其年均递减速率为 0.49 亿立方米/年。（《若尔盖高原径流量变化与储水量计算》）

14. 1981—2014 年，气候和土地利用变化均引起沱江流

域径流量减少，且气候变化的影响强度显著大于土地利用变化的影响强度，气候变化对大渡河径流量影响最大。（《岷沱江流域径流对气候和土地利用变化的响应》）

15. 1951—2012 年，大渡河流域年径流量整体呈不显著的减少趋势。（《大渡河流域年径流变化特征及其归因分析》）

16. 1969—1987 年，气候变化和人类活动对大渡河流域径流量减少的贡献率分别达到 36.22%和 63.78%。1988—2012 年，气候变化和人类活动对大渡河流域径流量减少的贡献率分别为 33.68%和 66.32%。人类活动是大渡河流域年径流量变化减小的主导因素，气候变化是次要因素。（《大渡河流域年径流变化特征及其归因分析》）

17. 1963—2010 年，雅砻江流域干流上游雅江站平均径流呈现上升趋势。（《雅砻江流域径流对未来气候变化的时空响应研究》）

18. 1961—2015 年，气候变化是雅砻江流域中上游年径流增加的主要因素，总贡献率为 60.66%。其中，降水量和潜在蒸散量的贡献率分别占 59.21%和 1.45%，下垫面变化的贡献率为 39.34%。（《雅砻江流域中上游径流变化归因分析》）

19. 近 20 年，川西高原植被生长季开始期（SOS）平均提前速率为 2.4 天/10 年，生长季结束期（EOS）平均推迟速率为 1.4 天/10 年，温度是影响植被 SOS、EOS 变化的主要因

素。(《川西高原近 20a 植被物候变化及其对气候变化的响应》)

20. 2001—2020 年, 川西高原增强植被指数 (EVI) 整体呈增长趋势, 速率为 1.0%/10 年。植被 EVI 与气温和降水呈正向相关的区域面积占比分别为 56.4%、64.1%。(《2001—2020 年川西高原植被 EVI 时空变化特征及气候因子驱动力分析》)

21. 2001—2015 年, 若尔盖地区植被平均生育期起始时间提前, 生育期长度延长, 归一化植被指数 (NDVI) 峰值无明显变化。温度是影响若尔盖地区植被生育期的主要气候因素, 4、5 月积温升高促进植被生育期起始时间提前, 9、10 月积温升高有利于植被生育期结束时间推后, 使得生植被育期长度延长。若尔盖地区植被生长对降水变化不敏感。(《大渡河流域植被变化遥感监测研究》)

22. 2000—2015 年, 大渡河流域归一化植被指数 (NDVI) 整体呈上升趋势, 且满足显著性检验。(《基于遥感数据的若尔盖地区 2001—2015 年植被生育期特征及其对气候变化的响应分析》)

23. 2001—2018 年, 雅砻江流域归一化植被指数 (NDVI) 以 0.003/10 年的速率波动上升。NDVI 受气温影响大于降水, 与气温呈正相关关系, 与降水呈负相关关系。上游

NDVI 受气温和降水共同影响，中、下游大部分地区受降水影响。（《2001—2018 年雅砻江流域植被 NDVI 时空动态及其对气候变化的响应》）

24. 载畜量和温度是影响若尔盖草地沙化的两个主导因子，造成若尔盖草地沙化的主要原因是超载放牧和气候变暖。（《气候变化和载畜量对若尔盖草地沙化的驱动力评价》）

25. 气候变化影响贡嘎山风景区旅游业发展。植物季相景观出现时间发生变化，冰川景观质量下降；适宜旅游的季节从 4—10 月延长到 3—11 月。短期看，气候变化将使贡嘎山风景区的游客量增加，游客增加主要出现在冬季和春季；长期看，海螺沟冰川持续退缩将给风景区旅游业发展带来负面影响。（《贡嘎山风景名胜区的气候变化特征及其对旅游业的影响》）

26. 1965—2019 年，阿坝州西北部气温变暖、风速减小趋势将使旅游舒适度指数增加，延长旅游适宜期，有利于当地旅游业的发展；日照时间的减少可能影响风效指数的降低，相对湿度的减小可能影响温湿指数的降低，不利于开展旅游活动。（《阿坝州西北部气候变化特征及其对旅游舒适度的影响》）

27. 甘孜州境内气象灾害出现频率和造成的危害均呈现出逐年增加的趋势，其经济损失极为严重，不利于甘孜州脱贫攻坚。（《甘孜州气候贫困分析及发展建议》）

三、气候变化风险清单（18 条）

1. 相比 1961—1990 年平均值，2011—2049 年川西高原年平均气温将上升 1.4℃，年降水量将增加 7.8%。（《基于统计降尺度法的青藏高原东部地区未来气候变化预估》）

2. 中等排放情景下，2021—2050 年若尔盖湿地径流将减少，可能进一步加剧若尔盖湿地的退化，导致黄河中下游区域的可利用水资源量减少。（《西南区域气候变化评估报告 2020》）

3. 气候变化情景下，2020—2050 年若尔盖湿地流域径流呈减少趋势，玛曲站径流减少比率最大，其次为若尔盖站，最后为唐克站。非汛期径流量减少幅度明显高于汛期，若尔盖湿地 2020—2050 年非汛期径流在未来气候变化情景下径流减少比率大部分在 25%以上。非汛期径流的锐减可能会进一步加剧若尔盖湿地的退化和萎缩，导致黄河中下游区域的可利用水资源量减少。（《若尔盖湿地流域径流变化及其对气候变化的响应》）

4. 未来 50 年，岷江上游大部分区域极端降水可能增强，极端降水强度最大的区域是黑水河流域和寿溪河流域。其中，黑水河流域以强降水为主，寿溪河流域的长历时强降水事件最明显。（《气候变化下泥石流灾害风险与适应对策研究——以岷江上游为例》）

5. 雅砻江流域在未来低典型浓度路径（RCP2.6）情景下降水量无明显变化，但在中（RCP4.5）、高（RCP8.5）典型浓度路径情景下流域的降水量增加趋势都非常显著。（《气候变化下雅砻江流域降水时空变化特征研究》）

6. 2020—2100 年，雅砻江流域日最高气温、日最低气温和年降水量的平均值在低（RCP2.6）、中（RCP4.5）和高（RCP8.5）三种浓度路径下依次增加。年降水量上游增幅大于下游。（《雅砻江流域径流对未来气候变化的时空响应研究》）

7. 相比 1961—1990 年平均值，2011—2049 年川西高原径流量将呈增加趋势，雅砻江下游地区径流量将持续增加，长江上游源区和雅砻江上游地区年平均径流量将经历“减少—增多—减少”的趋势。（《基于统计降尺度法的青藏高原东部地区未来气候变化预估》）

8. 低浓度路径（RCP2.6）下，雅砻江流域干流 2030、2050、2080 三个时期的平均径流均先逐步增加，在达到峰值后略有下降，雅江在 2030 时期达到峰值。中浓度路径（RCP4.5）下，径流量先逐步增加，在达到峰值后趋于稳定，2050 时期达到峰值。在高浓度路径（RCP8.5）下，三个时期的平均径流持续增加。（《雅砻江流域径流对未来气候变化的时空响应研究》）

9. 低、中、高典型浓度路径（RCP2.6、RCP4.5、RCP8.5）

情景下，2022—2050 年金沙江中上游流域年径流量呈增大趋势，变化率分别为 5.79、5.53、2.99 亿立方米/年。春季和秋季径流量呈现减少趋势，夏季和冬季径流量呈增加趋势，冬季径流量增幅达 10%。（《金沙江中上游流域未来径流模拟研究》）

10. 气候变化条件下，未来金沙江中游水电站径流量呈增加趋势，汛期可能会延长。（《气候变化条件下金沙江梯级水电站发电能力变化研究》）

11. 未来金沙江流域径流量高峰将从 9 月转移到 7 月，汛期可能提前出现。（《金沙江流域水文气象要素对气候变化的响应研究》）

12. 未来金沙江干流径流量将呈增加趋势，但径流的年内分配更加不均，汛期径流呈增加、非汛期径流呈减少趋势。金沙江干流的丰水流量呈增加趋势，枯水流量呈减少趋势。（《气候变化对金沙江干流径流的影响分析》）

13. 未来 32 年，川西高原草地生态系统的碳汇功将增强。（《基于 IBIS 模型的气候变化下川西高原草地碳平衡模拟与预估研究》）

14. 未来不同气候变化情景下，2041—2070 年大熊猫主食竹适宜栖息地面积将会减少 6.93%—12.95%，减少地区主要是邛崃山系东部的低海拔区。（《气候变化下邛崃山大熊猫

栖息地及种群连通性评估》)

15. 未来气候变化背景下，岷山大熊猫最适宜、相对适宜栖息地面积都呈减少趋势，不适宜栖息地呈增加趋势，将迫使大熊猫向高海拔、更高纬度方向扩散。(《气候变化对岷山大熊猫及栖息地的影响》)

16. 气候变化使青稞潜在种植界限向高纬度、高海拔地区移动，可种植面积增加，生育期缩短。未来气候变化影响下，青稞生育期将继续缩短，青稞生产及藏区粮食安全面临严峻考验。(《气候变化对青藏高原青稞生产影响的研究综述》)

17. 未来 50 年，岷江上游 576 个泥石流潜势流域中有 80—280 个流域可能发生泥石流，泥石流发生频次最高的是汶川，茂县部分乡镇年遇水平可达 2 年一遇，大部分区域的泥石流发生频次介于 5 年一遇至 10 年一遇，泥石流增强趋势明显。(《气候变化下泥石流灾害风险与适应对策研究——以岷江上游为例》)

18. 气候变化情景下，未来川西高原泥石流危险性将普遍增加，西部、北部泥石流危险性增加更为明显。金沙江、雅砻江、大渡河等主要河流沿岸泥石流危险等级增大，高危险区不断向海拔高的区域扩散。(《川西高原气候变化特征及泥石流动态危险性响应研究》)

