

青藏高原大中型水电站分布数据集（2024）研发

黄隐锋^{1,2}, 杨丽虎^{1,4*}, 宋献方^{1,4}, 张曦泽^{1,3}

- 中国科学院地理科学与资源研究所陆地水循环及地表过程院重点实验室, 北京 100101;
- 中国科学院大学中丹学院, 北京 100049;
- 上海工程技术大学航空运输学院(飞行学院), 上海 201620;
- 中国地质学会永定河下游地区自然资源监测技术创新基地, 廊坊 065000

摘要: 青藏高原作为我国重要的生态屏障和水电能源基地, 其水电工程的开发对区域生态环境具有深远影响。为支撑第二次青藏高原综合科学考察研究中重大建设工程生态效应的评估需求, 本研究系统收集整理了青藏高原范围内已建和在建的大中型水电站数据。数据集涵盖雅鲁藏布江、黄河、金沙江、澜沧江、雅砻江、岷江 6 大流域的 61 座水电站, 包括电站名称、地理位置、总库容、装机容量、年发电量、调节性能、开发方式、建设年代等属性。数据来源于实地调研与文献整理。分析表明, 青藏高原大中型水电站呈现“东密西疏”的分布格局, 装机容量与库容规模存在显著流域差异, 水电站建设节奏趋缓但单体建设规模逐渐增加, 且开发方式以坝式为主。本数据集可为水电工程生态效应评估、区域水资源管理及碳中和目标下的能源规划提供科学依据。

关键词: 青藏高原; 大中型水电站; 装机容量; 空间分布

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.04.02>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.04.02>

1 前言

青藏高原在我国气候形成与演变中发挥着重要作用^[1-6]。阐明重大水电开发工程对青藏高原生态安全屏障体系的影响及其生态风险是加强青藏高原生态环境保护并采取相应预防措施的基础和前提。开展青藏高原重大水电开发工程的生态环境效应科学评估十分必要。然而现有的水电开发工程数据分散, 缺乏系统性整合, 且有关生态环境效应评估的关键数据项并不完整。

本研究通过实地考察与文献数据收集相结合的方式, 系统整理并构建了青藏高原 6 大流域 61 座中大型水电站的多属性数据库, 填补了青藏高原水电工程系统数据库的空白, 支撑了第二次青藏高原综合科学考察任务需求。在未来, 该数据集还可进一步用于区域水资源管理及碳中和目标下的能源规划等研究领域, 为区域可持续发展决策提供科学依据。

收稿日期: 2025-08-28; 修订日期: 2025-11-15; 出版日期: 2025-12-24

基金项目: 中华人民共和国科学技术部 (2019QZKK0403)

*通讯作者: 杨丽虎, 中国科学院地理科学与资源研究所, yanglihu@igsrr.ac.cn

引用方式: 黄隐锋, 杨丽虎, 宋献方等. 青藏高原大中型水电站分布数据集 (2024) 研发[J]. 全球变化数据学报, 2025, 9(4): 382–386. <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.04.02>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.04.02>.

2 数据来源及研发方法

本研究基于第二次青藏高原综合科学考察专题“重大建设工程生态环境效应”的任务需求，遵循《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》（DL 5180—2003）^[7]，系统收集了青藏高原及周边6大流域（雅鲁藏布江、黄河、金沙江、澜沧江、雅砻江、岷江）61座已建在建大中型水电站（单站装机 ≥ 5 万kW）的多项属性数据。数据采集通过两种途径实现：（1）实地考察：采用GPS定位（精度 ± 10 m）与单位走访获取电站地理位置、建设状态等一手数据；（2）工程文献：引用期刊论文^[8-17]补充技术参数。数据质量控制通过多源交叉验证（如企业数据与政府公报比对）和空间校验（高德地图开放平台坐标拾取器）完成。数据集按流域分6个子表构建，包含电站名称、装机容量、调节性能等12项核心指标。由于第二次青藏高原综合科学考察专题科考路线安排，雅鲁藏布江、黄河、澜沧江、雅砻江、岷江流域大中型水电站数据为单位走访获取，金沙江流域大中型水电站数据为期刊论文数据收集获取。

数据研发方面，本研究对电站名称、流域、行政区划、装机容量、库容、调节性能、开发方式等字段进行标准化处理，对电站建设年代、装机容量、库容等指标进行逻辑一致性检验，剔除异常值与重复记录。以QGIS平台为基础，将电站地理位置转化为空间点矢量数据，并按6大流域进行分区管理。

3 数据结果

3.1 数据集组成

《青藏高原已建在建大中型水电站分布数据集（2024）》共包含6个部分数据，分别为青藏高原雅鲁藏布江流域已建在建大中型水电站、青藏高原黄河流域已建在建大中型水电站、青藏高原金沙江流域已建在建大中型水电站、青藏高原澜沧江流域已建在建大中型水电站、青藏高原雅砻江流域已建在建大中型水电站、青藏高原岷江流域已建在建大中型水电站。

3.2 数据结果

从空间分布来看，青藏高原6大流域61座大中型水电站表现出显著的不均衡性（图1），呈现出“东密西疏”的特性，大中型水电站主要分布在青藏高原东南方，其中，岷江流域大中型水电站数量最多（20座），占总数的32.8%，金沙江在建水电站数量多达6座，占在建水电站总数的54.5%。

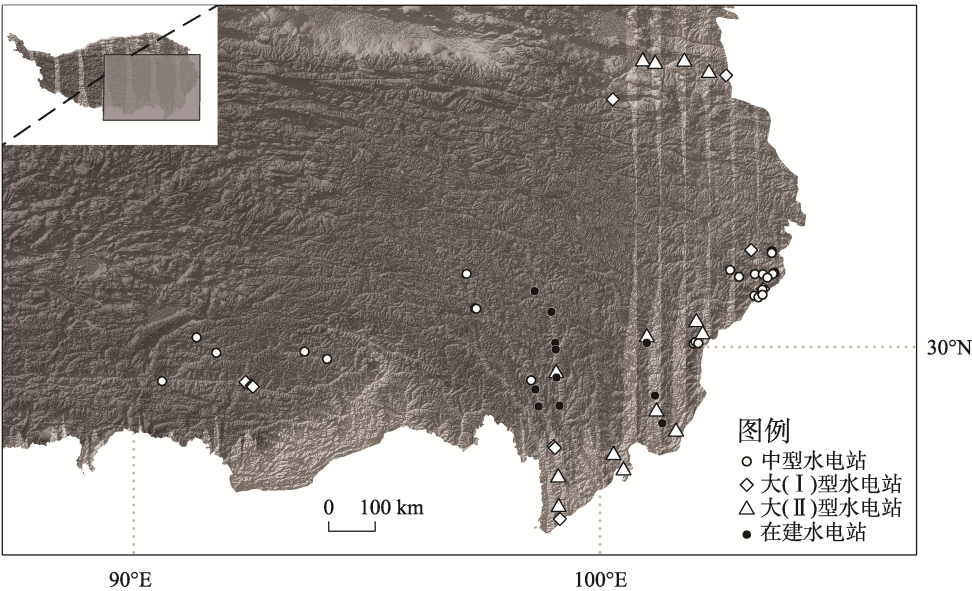


图 1 青藏高原已建在建大中型水电站分布图

海拔梯度方面，大中型水电站主要集中在 1,000–4,000 m 高程带，这一区间与青藏高原深切峡谷的地形特征高度吻合。深切峡谷区域水流湍急，水能资源丰富，为水电站的建设提供了良好的自然条件。在建的 11 座项目则向金沙江上游等偏远区域延伸，体现了开发时序与工程可达性的关联，早期优先开发交通便利地区，后期则逐步向偏远地区拓展，也反映出技术的进步和对能源需求的增长。

时间序列分析显示，2005–2010 年为青藏高原大中型水电站建设的首个高潮期，年均新增 2.8 座大中型水电站，其中 2006 年新增水电站数量达到 8 座的峰值。这一时期政策的大力扶持，吸引了大量的资金和技术投入到水电开发领域，推动了水电建设的快速发展。2010 年后，水电建设节奏趋缓但单体规模增加。例如 2015 年开工的两河口水电站，其库容达到 120 亿 m^3 。这一变化一方面反映建设大型水电站条件的成熟，另一方面也是为了更好地调节水资源，提高水资源的综合利用效率，以满足更大范围的能源需求。平均装机容量从 2000–2005 年的 69.82 万 kW 提高至 2020–2025 年的 126.05 万 kW（图 2），反应水电站装机容量相关技术的提升。

调节方式上，日调节电站占比 64.3%（36 座），反映目前多数电站仍以适应短时用电峰谷为主，对径流年内分配的调控能力有限；开发方式上，堤坝式开发占比 50.8%（31 座），略高于引水式开发的 47.5%（29 座），仅有 1 座为抽水蓄能式电站，反映出青藏高原水电开发特点。青藏高原的峡谷地形适合有效地拦截水流，形成较大的库容，便于进行水资源的调节和发电，引水式开发则可以充分利用河流的落差势能进行发电，减少对大面积土地的淹没，对生态环境的影响相对较小，对于生态环境脆弱的青藏高原地区具有重要意义。

综合来看，我国在青藏高原地区的水电开发已经取得了显著的成果，形成了具有地域特色的水电开发格局。青藏高原重大水电工程通过对不同流域的合理规划和开发，充分利

用了当地丰富的水能资源，为国家的能源供应做出了重要贡献。

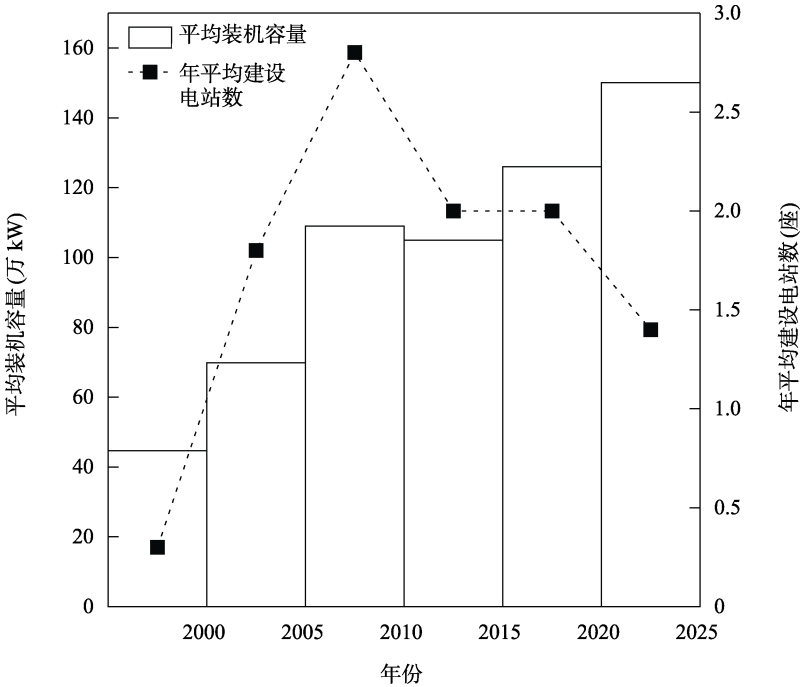


图 2 青藏高原已建在建大中型水电站年平均建设数与平均装机容量

4 讨论和总结

《青藏高原已建在建大中型水电站分布数据集（2024）》系统整合了高原雅鲁藏布江、黄河、金沙江、澜沧江、雅砻江、岷江六大流域 61 座大中型水电站的核心属性信息，支撑了第二次青藏高原科考“重大建设工程生态环境效应”评估需求。

结果显示，水电站空间分布呈现显著“东密西疏”格局，主要集中于 1,000–4,000 m 高程带。时间上，2005–2010 年为建设高潮期，之后建设趋缓但单体规模增加，平均装机容量从 2000–2005 年的 69.82 万 kW 提高至 2020–2025 年的 126.05 万 kW。调节性能方面，日调节型电站数量上占主导，开发方式上，堤坝式水电站比例略高于引水式水电站。

本数据集记录了青藏高原已建在建大中型水电站的空间分布、规模特征与建设年代等，为深入理解水电开发现状与趋势、科学评估其生态效应、制定水资源与能源可持续发展策略奠定了坚实数据基础。

作者分工：黄隐锋对数据集的开发做了总体设计并撰写了数据论文；张曦泽参与采集和处理了数据；杨丽虎、宋献方对数据集和论文进行了订正和修改。

利益冲突声明：本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 吴绍洪, 尹云鹤, 郑度等. 青藏高原近 30 年气候变化趋势[J]. 地理学报, 2005(1): 3–11.
- [2] Wu, F. L., Fang, X. M., Yang, Y. B., et al. Reorganization of Asian climate in relation to Tibetan Plateau uplift [J]. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2022, 3: 684–700.
- [3] 姚檀栋, 陈发虎, 崔鹏等. 从青藏高原到第三极和泛第三极[J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(9): 924–931.
- [4] 徐祥德, 董李丽, 赵阳等. 青藏高原“亚洲水塔”效应和大气水分循环特征[J]. 科学通报, 2019, 64(27): 2830–2841.
- [5] 朴世龙, 张宪洲, 汪涛等. 青藏高原生态系统对气候变化的响应及其反馈[J]. 科学通报, 2019, 64(27): 2842–2855.
- [6] 姚檀栋, 邬光剑, 徐柏青等. “亚洲水塔”变化与影响[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(11): 1203–1209.
- [7] 中华人民共和国国家经济贸易委员会. 水电枢纽工程等级划分及设计安全标准(DL 5180—2003)[S]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- [8] 雷保瞳, 郑付刚. 金沙江上游波罗水电站枢纽布置设计研究[J]. 水电站设计, 2025, 41(1): 35–38.
- [9] 林朝阳, 李家用. 金沙江上游 YBT 水电站移民安置重难点及对策[J]. 水利技术监督, 2025, 2(2): 80–82.
- [10] 练新军, 李洪林. 拉哇水电站工程截流方案和实施[J]. 四川水力发电, 2022, 41 (3): 55–59.
- [11] 张文斌, 李进, 毕小剑等. 金沙江上游巴塘水电站水库初期蓄水方案研究[J]. 四川水力发电, 2024, 43 (3): 141–144.
- [12] 陈俭勇, 孙婷婷, 李红涛等. 金沙江上游苏洼龙水电站建设期影响区域浮游植物群落结构与水质现状分析[J]. 淡水渔业, 2021, 51(2): 87–97.
- [13] 文浩, 王明. 昌波水电站引水式地下厂房及开关站布置研究[J]. 四川水力发电, 2024, 43(4): 101–106.
- [14] 王小毛, 孔凡辉, 黄红飞等. 旭龙水电站设计重大技术问题研究[J]. 人民长江, 2024, 55(S2): 138–143.
- [15] 徐薇, 丁胜祥, 陈音超等. 金沙江中游梨园水电站生态调度试验及效果分析[J]. 人民长江, 2023, 54(9): 82–90.
- [16] 张懿铨, 刘林山, 李炳元等. 青藏高原界线 2021 年版数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.07.10.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2021.07.10.V1>.
- [17] 张懿铨, 刘林山, 李炳元等. 青藏高原范围数据集 2021 与 2014 年版比较研究[J]. 全球变化数据学报, 2021, 5(3): 322–332. <https://doi.org/10.3974/geodp.2021.03.10>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2021.03.10>.