

高海拔地区新能源开发经验与特点分析

西藏开发投资集团有限公司
贺元鑫 工程技术部（科技创新办）
副主任 高级工程师
2024年5月31日







- ✓ 西藏开发投资集团有限公司（以下简称“西藏开投”）作为西藏自治区唯一清洁能源产业集团，努力成为西藏构建清洁能源“一基地、两示范”发展新格局的重要力量。
- ✓ 截至目前，西藏开投集团投产总装机容量突破100万千瓦（含权益），清洁能源在建、筹建装机359万千瓦，正着手筹备建设一批大中型水电项目，总装机容量218.5万千瓦，开展抽蓄、太阳能发电及风电规划选址项目14个，总装机容量655万千瓦。





阿里地区

札达阿青水电分公司
西藏开投阿里热电有限公司

那曲地区

西藏开投那曲河水电开发投资有限公司
西藏开投油气有限公司
西藏开投江达水电开发有限公司
西藏开投金桥水电开发有限公司

拉萨地区

西藏开发投资集团有限公司
西藏开发投资集团有限公司青藏油气管道分公司
西藏自治区工程咨询有限公司
西藏开投置业有限公司
西藏开投碳资源开发有限公司
西藏开投牧光生态发展有限公司
西藏正大招投标有限公司
西藏开投物流有限公司
西藏开发投资集团有限公司拉萨9E燃机电站
西藏开投共享服务有限公司
西藏开投基础构件有限公司
西藏开投邦锦花园酒店管理有限责任公司
西藏开投资本管理股份有限公司

日喀则地区

西藏开投南亚投资有限公司
西藏开投新能源产业发展有限公司
西藏开投清源太阳能发电有限公司
岗巴光伏光热发电分公司

山南地区

西藏开投嘎堆水电开发有限公司

昌都地区

西藏开投金河流域水电开发有限公司
西藏开发投资集团有限公司新荣水电站
八宿县新能源分公司
西藏开投曲孜卡水电开发有限公司
西藏开投金上光伏能源有限公司

西藏昌都八宿昱晟能源有限公司 觉巴水电厂
西藏开投吉昌光伏能源有限公司
西藏开投藏东南青杰能源发展有限公司
西藏开投吉雅光伏能源有限公司
西藏开投果多水电有限公司
西藏开投海通水泥有限公司
西藏开投昌达能源有限公司



建成了全球首个超过4550米海拔并采用逆变一体化技术的光伏电站-日喀则岗巴光储项目 (4MW/20MWH) (2017.6 2022.10)



建成投产了全国最大、西藏自治区首座构网型储能光伏电站-索县热热 50MW 光伏储能项目 (2023.11)



建成投产了西藏第一高水头常规引水电站嘎堆水电站, 最大水头763.2米(2017年3月首台)

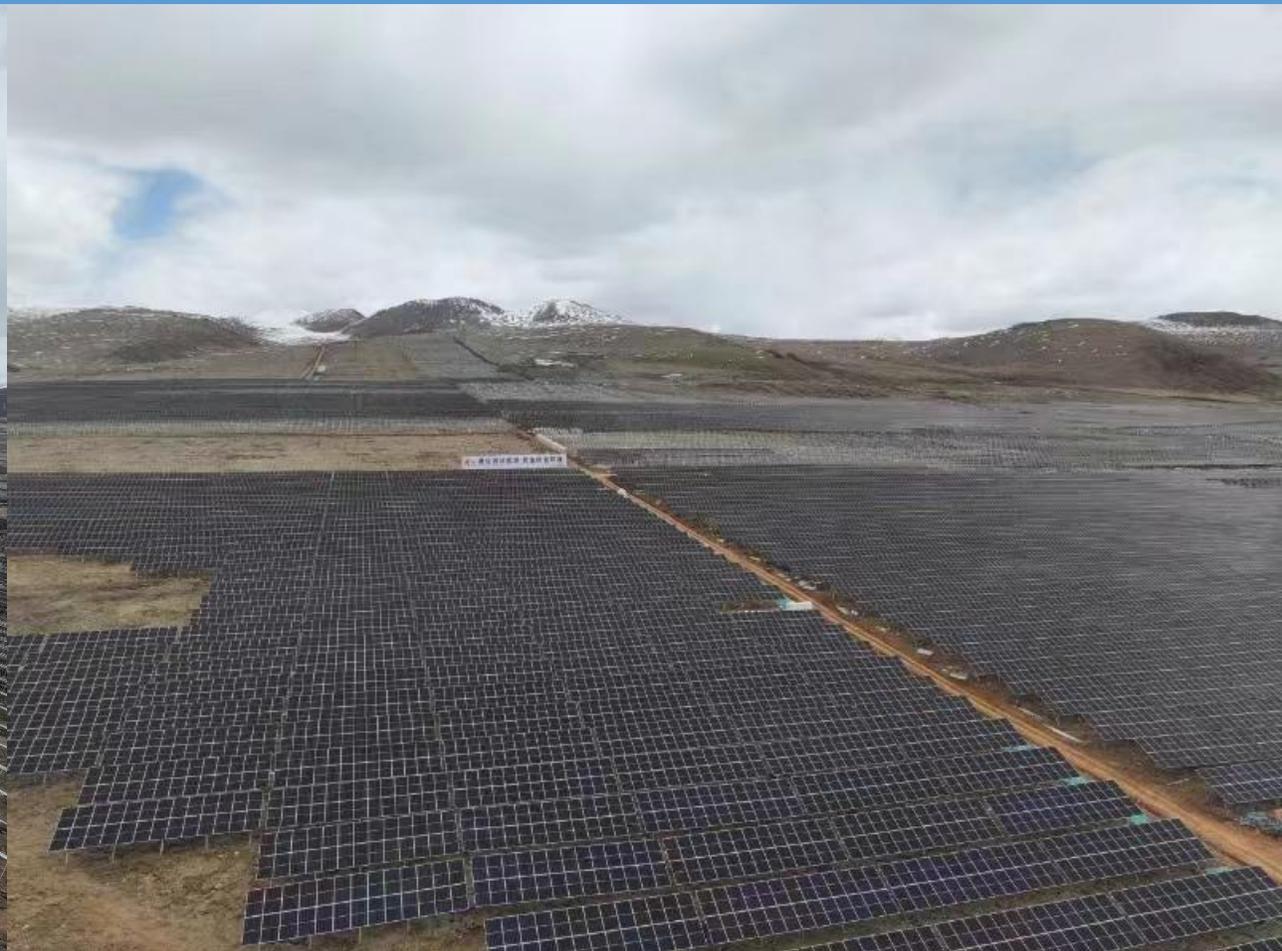


建成投产目前西藏单体装机规模最大的储能互补复合型光伏电站-察雅县吉塘镇20万千瓦+16万千瓦时储能牧光互补复合型光伏发电项目 (2023.11)





正在建设的金上700MW光伏项目



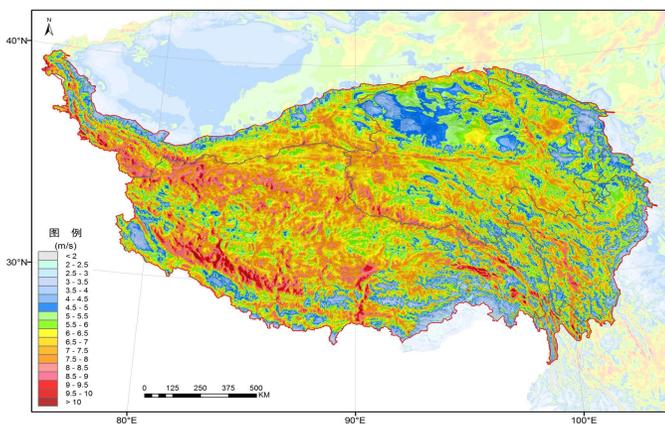


2 高海拔地区新能源开发的特点与面临的问题

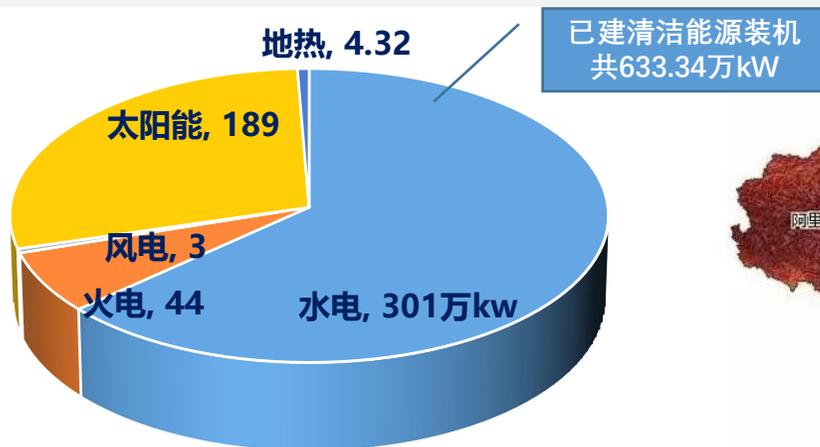
1. 开发利用现状

西藏作为重要战略资源储备基地及重要“西电东送”接续基地，开发潜力巨大

- ✓ 据统计，全区近中期具备实施条件的清洁能源量超过10亿kW，其中：水能资源量约0.78亿kW；太阳能资源量9.16亿kW；风能资源量0.31亿kW。
- ✓ 截至目前，全区已开发的清洁能源电力装机仅594.4万千瓦，其中：水电301万千瓦，占比50.6%；光伏266.5万千瓦，占比44.8%；风电17.95万千瓦，占比3%。总体开发利用水平较低，已建装机仅占技术可开发量0.53%。



青藏高原1km分辨率风能资源分布图



截至2024年4月底西藏电源结构



西藏自治区年均直接辐射图





2. 西藏地区清洁能源开发特点

电源点方面

- ✓ 电源组成以散点式弱调节水电、光伏为主，缺乏季调节以上的大型水电，电源整体调节能力弱，且大部分电源建设与负荷呈逆向分布，负荷中心缺乏稳定电源支持，导致电源结构性矛盾，“丰余枯缺、日余夜缺”现象较突出，新增项目被迫强上电化学储能，成本高，经济指标较差。
- ✓ 受区内用电量规模小，工业用电负荷不多，通道受阻和能力不足的影响，新建项目弃电量普遍较严重。
- ✓ 自治区明确要以推进水风光互补、源网荷储一体化开发建设模式为主流，但当前大部分新增电源点建设仍以保供式独立新能源项目为主，结构较单一，受气候影响大，抗风险能力弱

电网方面

- ✓ 电网发展总体滞后于电源建设，网架结构薄弱、输电能力不足。
- ✓ 负荷主要集中在拉萨片区，而电源集中在山南、林芝片区，源荷分布不均，主网电压稳定问题凸显。
- ✓ 供电整体面广而散，电网结构薄弱，抗扰动能力差，且随着供电范围进一步扩大，动态无功支撑能力较弱，末端站点电压控制难度大。
- ✓ 送出工程大多涉及地域广、影响范围大、利益牵扯复杂，以至前期及建设工作推进较慢，造成部分通道并未及时按期投运，送电能力不足，跨省跨区外送通道不够，电量无法送出消纳。





2. 西藏地区清洁能源开发特点

用户侧方面



- ✓ 全区负荷以居民用电、农牧业用电和商业用电为主，工业负荷较少，缺乏稳定的、可中断的调节性负荷，与电源发电特性相比，负荷反调峰特性突出，加剧了调节性电源需求。
- ✓ 整体用电量增速显著低于负荷增速，有效的用户侧管理手段不足，保供压力巨大。

体制机制方面

- ✓ 自治区电力体制改革还处在起步阶段，市场在资源优化配置中的作用还没有充分发挥，特别是缺乏支撑高比例新能源大规模发展的成本疏导机制，大力上规模的同时，弃电与缺电现象长期并存，电力与电量、电源与电网、常规电源与新能源统筹不足，电力电量供需时空发展不均衡，成本压力长期积累在企业端得不到有效疏导，企业经营压力较大。





2. 西藏地区清洁能源开发特点

清洁能源产业方面

西藏独特的地理位置使其清洁能源开发相较于其他地区成本更高，大部分资源如进行独立开发，不进行集约化发展，经济效益差，财务生存能力弱。水电站开发建设规模较小，水能资源没有有效利用；太阳能和风能等清洁能源在多能互补，多元化开发利用上尚处于起步阶段，模式较单一，且投资融资受制约，整体产业规模小，还没有形成有效的清洁能源产业链。



3. 面临的各类问题

受经济发展和地理位置等多种因素制约，西藏清洁能源资源优势还未有效发挥

- ✓ 西藏地区独特的自然环境和生态环境需求，在清洁能源开发方面，技术要求高、实施难度大，使得内地的经验和模式不能完全照搬照抄。
- ✓ 当前自治区清洁能源开发相对分散，产业集聚度还不够高，清洁能源开发的技术、装备大多都还依托内地企业供给，原创性较少。
- ✓ 供需分割导致企业与产业链上下游、左右端协同较弱，以企业为主导、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系构建处于起步阶段。
- ✓ 本土企业对清洁能源领域的前沿基础研究、技术产品研发、示范应用全链条参与深度不足且突出成果较少，产业链与创新链融入不紧密。

带来一些迫切需要解决的新问题

清洁能源发电技术方面：

- ✓ 水风光等清洁能源多元化开发利用尚处起步阶段，产业体系不完善，整体核心技术缺乏支撑。
- ✓ 光伏、光热、储能关键技术及产品对外依赖性高且适应性差。

清洁能源运营及综合利用方面：

- ✓ 调节能力不足叠加外送通道制约，供需矛盾突出，亟需探索新能源外送及就地消纳、就近利用方式。
- ✓ 接入间隔及配套的送出线路受制约。
- ✓ 开发应用场景单一且弃电率高企。
- ✓ 流域统筹规划和管理薄弱。
- ✓ 清洁能源设备智能运维缺位。

清洁能源开发与生态环境治理方面：

- ✓ 部分项目永久征地工作程序复杂，耗时很长。
- ✓ 生态脆弱，环境保护压力大。
- ✓ 缺乏系统性生态治理经验。



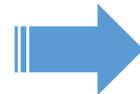


1、强化多能互补基地化开发模式

- ✓ 西藏地区清洁能源开发不能再以小、散、独立的项目形式进行开发，建议在持续推进常规水电开发的基础上，进一步强化集约化发展风电太阳能项目。
- ✓ 依托重点流域、重点区域和重点项目，统筹推进重点区域水电、风电、光伏、储能、光热等发电项目，实现规模化和基地化发展，依托调节性水电、抽蓄、光热、储能项目，加快推动区域水风光储一体化清洁能源基地开发和建设。

西藏开投已在这方面开展深入研究工作，并依托珠古抽蓄电站，规划装机规模超千万千瓦的珠古风光水储一体化基地；并以NQ河一体化基地为依托，推动藏北水风光一体化清洁能源基地（规模超2000万）开发建设。

一体化基地

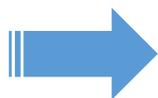


2、加快完善电网网络架构

- ✓ 随着近年来新增发电项目的不断投产，电力送出受限问题进一步加剧，电网结构及输送通道将成为解决我区送电消纳的决定性、关键性问题。
- ✓ 进一步优化完善电网主网架结构，加强系统对多回直流送电的支撑能力，加快外送通道规划和建设。
- ✓ 在电网系统关键节点规划建设光热、“光伏+储能”、“电-氢-电”等支撑电源，提高输电能力。
- ✓ 实施配电网升级改造，推进微网建设试点示范，提升能源电力保障能力，促进清洁能源就地消纳。



完善电网架构



西藏开投主动与电网公司对接，积极协调各方单位，开展了藏北清洁能源基地的输送通道规划研究，加快推进了藏北地区输送通道建设。

3、推进清洁能源基地建设资金筹措多样化



受制于高寒、高海拔等建设条件，西藏清洁能源总体开发成本较高，需进一步研究降低成本的综合机制：

- ✓ 西藏常采用保供指标竞配的开发方式，虽有效地解决了点对点用电需求，但经济指标较差，企业投资成本压力较大。建议在后续资源开发中应着重于系统化、一体化、基地化的方式解决保供用电需求，这种形式还可以申请国家专项债，减轻政府企业投资和资本金筹措压力。
- ✓ 研究制定支持清洁能源发展的财政税收优惠，贷款利率优惠等绿色金融政策。
- ✓ 充分发挥西藏建设国家清洁可再生能源利用示范区的引导作用，促进光伏等清洁能源上下游产业就地发展，降低元件采购和运输成本。

4、积极关注边境水电资源开发



- ✓ 西藏地区清洁能源资源丰富，除了聚焦开发所规划的8个清洁能源产业基地，边境水电资源丰富，不仅仅是建设水电站，保障边境地区民生、边防等用电，更是西藏强边，创建国家固边兴边富民行动示范区的重要举措。
- ✓ 西藏开投在此过程中，积极获取边境流域的开发权，对已获取的边境流域开展资源规划研究，为保障边境用电需求，为西藏强边固边兴边作出贡献。

5、稳步推进其他清洁能源开发

- ✓ 建议重点布局可再生能源制氢产业链，探索离网式可再生能源制氢技术，开展高原氢能制储加用全产业链研究，构建氢氧新经济。
- ✓ 因地制宜地发展生物质能清洁供暖，积极推进地热能供热制冷，在具备高温地热资源条件的地区有序开展地热发电示范。
- ✓ 探索生态碳汇产业，打通西藏与国内、国际碳汇市场的连接，建设高原碳汇经济产业链。
- ✓ 加快完善和建设油气管网布局，推进青藏气管道项目早日获批。形成高比例新能源为主、多种能源为补充的综合能源供应体系



6、完善清洁能源电价形成机制

一方面西藏保供形势严峻，另一方面清洁能源消纳问题突出，新建电站普遍面临消纳难题，成本难以疏导。建议如下：

- ✓ 推动完善区内电力成本疏导机制，理顺示范性项目、保供公益性项目、调节性电源成本分摊回收机制，实现系统调节成本、保供成本的合理疏导，推动区内风光规模化发展。
- ✓ 深入研究绿电外送电价机制，目前我国跨区域送电通常采用以受端煤电标杆电价倒推送端上网电价的价格模式，没有经济性，有必要重点研究体现绿电效益的跨区域送电价格模式，在国家能源主管部门的统筹下，送受端协商建立统一的绿电交易机制，构建统一市场体系下的碳减排核算标准，形成合理绿电交易价格机制。



7、进一步优化清洁能源产业布局

- ✓ 坚决锚定“双碳”目标，围绕“一基地，两示范”新发展格局，加快培育壮大以风电光伏新能源为主的战略性新兴产业，依托清洁能源资源优势，持续推进清洁能源产业强链补链。
- ✓ 加强对本地化产业公司的支持力度，在资源竞配、产品选用等方面优先支持本土清洁能源产业链上下游企业，巩固扩大本地产业链竞争能力，为可再生能源高质量发展做好支撑。
- ✓ 培育壮大新能源+、储能、碳交易、绿电交易等新技术、新产业、新模式。
- ✓ 目前，西藏开投在日喀则已布局有一个年产能1.5GWH的储能集成产线项目，已正式投运。

8、深入研究开拓国际市场可行性

- ✓ 开拓国际市场，利用跨境河流，建立完善的输送通道，西藏地区本身的电能质量高，且相较于其他区域送电距离近，输送通道的建设成本低，有优势。
- ✓ 探索与国外企业合作，共同开发河流跨境段水电资源，加快西藏地区经济社会发展。





9、健全清洁能源创新体系

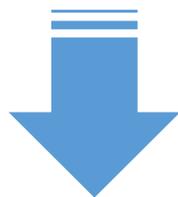
- ✓ 发挥投资平台优势，坚持以“用”为导向，依托重点项目集聚行业厂商、高校、科研院所，开展关键核心技术联合攻关、科技创新和先进绿色技术推广应用，推动构建以企业为主体、以项目为载体的产学研用协同创新平台。
- ✓ 稳步推进清洁能源产业强链补链，共同推动新能源、电力装备、储能、人工智能、综合能源等前沿创新技术的研发和应用。
- ✓ 实施更加开放的人才政策和更有效率的人才引进机制，充实高层次创新型人才梯队，壮大领军人才、青年人才队伍，使更多智慧资源、创新要素汇聚成势。





10、以新质生产力引领清洁能源高质量发展

- ✓ 结合西藏资源禀赋、产业条件、发展水平和比较优势，立足长远统筹规划，坚持以重大项目、基地为抓手，系统地从高原清洁能源技术创新、要素创新性配置和本地化产业升级，破瓶颈、补短板、强弱项，加快推动建成一批惠当前、利长远的水电、太阳能、风电、抽水蓄能、新能源制造等高效能项目，因地制宜从技术、模式、发展方式上取得新突破，逐步形成高原清洁能源领域新质生产力，引领清洁能源高质量发展，彻底改变当前这种粗放式开发利用方式，真正将清洁能源资源优势转化为发展优势、经济优势。



构建“绿色低碳、经济高效、多元供给、智慧互联”的西藏清洁可再生能源开发利用格局



汇报完毕，感谢聆听，敬请指正！

An aerial photograph of a modern urban development featuring several tall, multi-story residential or commercial buildings. The buildings are arranged in a cluster, with some having distinctive architectural features like balconies and glass facades. The surrounding area includes greenery and a winding road. The entire image is overlaid with a semi-transparent blue filter.

西藏开发投资集团有限公司
2024年5月31日