

## 水力发电 设施抗老化

改造与复兴  
第 16 页

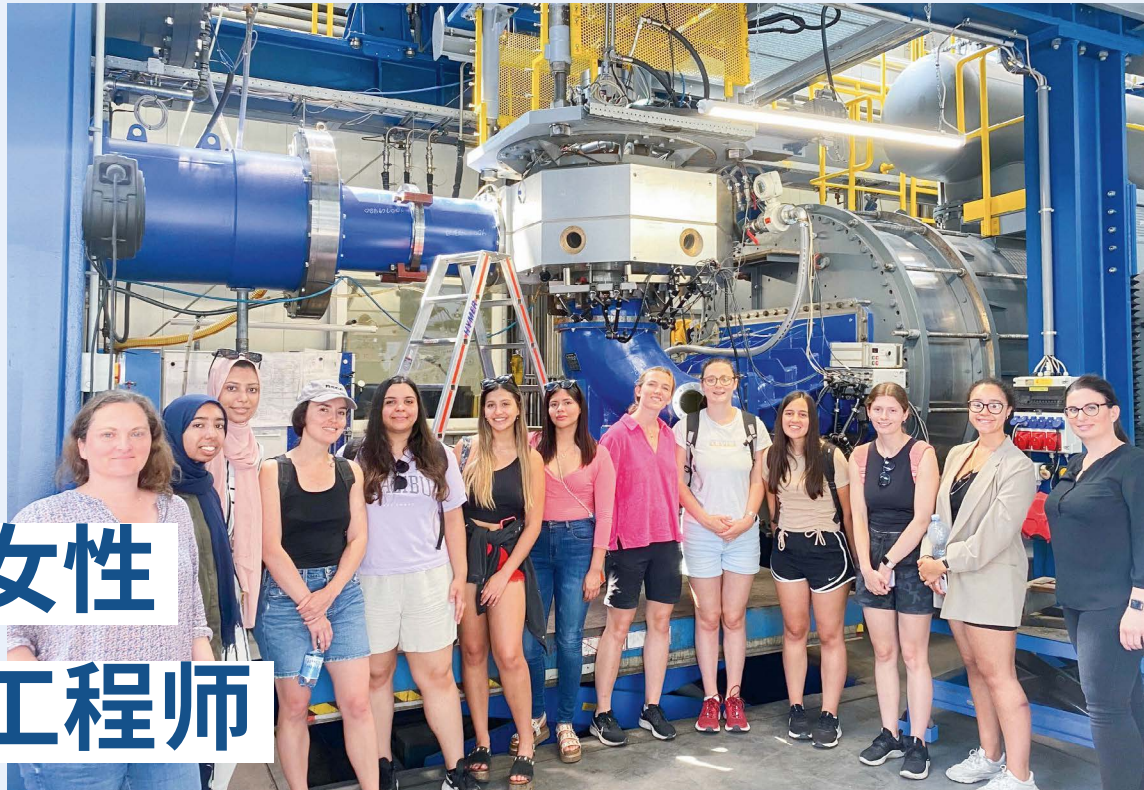
印度利用可再生能源电力稳定电网  
印度甘地萨加尔  
第 10 页

墨西哥国家电力公司改造其水电设施, 给水电站注入新活力  
第 32 页

威尔士迪诺维克水电站——安全  
第一  
第 44 页



# 最新消息和亮点



## 女性工程师

### 鼓励更多女性从事技术岗位

安德里茨水电的研发部有众多女性从事水力流量模拟、水力试验台测量技术和项目管理等各类技术工作，我们对此喜闻乐见。此外，多年来该部门的女性员工数量一直在稳步增长。从始至终，女性间的良好工作关系和沟通是给予彼此的最大支持。为了

**“STEM（科学、技术、工程和数学）已成为连接全球女性的重要纽带。一路走来，安德里茨都非常支持女性涉足工程领域，对此我们深感自豪。”**

进一步激励更多女性加入我们公司从事技术工作，我们一直定期与各个专业机构联络，希望能借此招募到更多的女性工程人才。

因此，安德里茨欣然接受了应用科技大学的邀请，在其主题为“女性工程师”的研讨会上发表有关水电的演讲。我们也很高兴能看到来自世界各地近30名女大学生参加了2022年7月的那次活动。当时，这些学生参观了我司林茨办公室的所有测试设备，并观察了许多水力现象。我希望这些令人振奋的水电工程能激励到这些女大学生。或许，我们最终还能收获一份来自海外的求职申请！



在此，我们必须提一下我们的同事 Christine Monette 女士，她是安德里茨水电加拿大公司的首席工程师，获得了2022年度可再生能源网络的女性水奖（WirRE）。该奖项是为了表彰她在水力发电技术发展上做出的杰出贡献。我们为她而感到骄傲。



# 水电业务的联合开发与 现代化改造



## 与泰国国家发电总局签署谅解备忘录

安德里茨与泰国国家发电总局 (EGAT) 签署了谅解备忘录,旨在共同拓展泰国及其周边国家的水电业务。2022 年 3 月,双方举办了电子签约仪式。根据该备忘录,双方将致力于提升泰国国家发电总局的水电设施数字化水平,在泰国大力开发水电站的升级改造和自动化项目,并合力开拓运维服务等新商机。

今年 8 月,泰国国家发电总局曾派其高级代表团走访奥地利,参观了位于维也纳的安德里茨水电总部、位于林茨的水轮机水力实验室,位于魏

茨的发电机制造基地和多瑙河上的一座水电站,之后又出发前往意大利。在意大利,该代表团参观了位于斯基奥的安德里茨全球控制中心,训练有素的运维人员在该中心对全球众多水电站进行监控。

安德里茨很荣幸与泰国国家发电总局合作,共同开发该地区的水电项目,并助力该局的水电机组更适应未来的需求。

# 为7万户家庭供电

## 越南Ialy水电站项目

安德里茨与越南电力集团 (EVN) 签署协议,为其 Ialy 水电站的扩容项目提供全套水力机械设备和技术服务,后者是一家引领越南能源领域的经济集团。该项目是给电站新增 360 MW 的装机容量,从而总装机容量将达到 1,080 MW。

安德里茨的供货范围包括两台套 180 MW 的混流式水轮机组、两

台 211 MVA 的同步发电机、控制和保护系统、以及电站辅助系统和相关的技术服务。

该项目预计于 2025 年竣工。扩容后的 Ialy 水电站的年发电量预计约达 233.2 GWh。届时能用上清洁、可再生能源电力的当地家庭会增加 7 万多户,同时在区域电网的维稳上也起到了关键作用。





# “从水到电”——安德里茨水电技术多样化

当涉及到高达 2000 米的水头、直径超过13米的压力钢管、出力超过 800 MW 的水轮机、出力达 850 MVA 的发电机或持续数年的项目建设周期时，项目的投资者、开发商和业主都会毫不犹豫地选择颇具实力、出类拔萃的合作伙伴。合作伙伴不仅要有技术专长，而且还要有强大的社会能力、财务实力和丰富的长周期项目管理经验。



超过  
**180 年的**  
水轮机设计经验



超过  
**471,000 MW**  
的装机和现代化改造容量



已安装超过  
**32,000**  
台水轮机组



超过  
**125 年的**  
电气设备经验



全球有  
**65**  
个分支机构



全球约有  
**7,000**  
名员工



每年安装超过  
**50** 台小水电机组



单机容量范围达到  
**800 MW**



**20**  
个制造基地



全球有  
**10**  
个测试台



# 水力发电——应对气候危机

## 亲爱的业务伙伴们：

当前世界仍危机四伏。持续了两年之久，还仍未结束的新冠肺炎疫情给人们造成了沉重的打击，政治和社会冲突也让世界动荡不安。近期，欧洲两国不断爆发严重的武装冲突，让人瞠目结舌、难以置信。这次冲突对个人生活、国际社会和全球经济都会产生严重影响。

目前，欧洲已然陷入能源危机。这让欧洲乃至全球的能源业和决策者都将目光聚焦在能源供应的安全性、可持续性和经济性这“三大难点”上。人口增长导



[Wolfgang Semper](#)



[Harald Heber](#)



[Gerhard Kriegler](#)

致能源需求不断上涨，这给我们带来了严峻的挑战。当前，又赶上全球供应链中断的情况，这更令人担忧。而且，我们现在谈论的不再只是气候变化，还有气候危机。

在这种背景下，向零排放未来的过渡比以往任何时候都要重要。我们必须加大力度减少二氧化碳排放，实现关键的气候目标。此外，我们必须大幅度增加水电、风电和太阳能发电等可再生能源电力的装机容量，这样才能更好地应对气候危机，并确保电力供应的安全和稳定。

要实现上述目标，不仅要有如马来西亚的能吉里水电站和印度的甘地萨加尔抽水蓄能水电站等新建电站，还要现代化改造和升级现有的水电站设施。全球大约有 40% 的水电站已服役 40 余年。对此类水电站加以现代化改造不仅能提升其性能、增加收益，还能调整现有设施使其满足新的运营制度和电网要求。世界在变，水电站也须顺势而为。随着能源系统向可持续性能源电力迈进，这一点尤为重要。这能使我们进一步保障清洁能源电力的全球供应。

多年来，安德里茨已完成全球1万多台水电机组的修复和现代化改造。修复和现代化改造业绩包括各种类型和尺寸的水力设备，其中容量范围可从 1 MW 到 800 MW，而水头和流速的范围则较广。在本期水电要闻中，我们报道了多个项目，从墨西哥 9 座水电站的大规模改造订单，到巴西混流式水轮机的大型改造项目，再到挪威的自动化升级项目，以及欧洲最大抽水蓄能电站之一的主进水阀换新项目。无论面对何种挑战，安德里茨始终以其技术专长和经验从容应对，在提供稳定和可负担的清洁能源电力的同时，还做到让客户满意、对社会负责和不违背国际社会要求。

在此感谢您的信任与肯定，并向您致以最诚挚的问候！

  
Wolfgang Semper

  
Harald Heber

  
Gerhard Kriegler





封面故事

## 水力发电设施抗老化

16 | 改造与复兴

安德里茨水电让老旧水电站焕然一新。现代化改造现有水电设施来增加全球水电装机容量。

## 大趋势

26 | 塑造未来——大趋势与水力发电

## 专题

36 | 绿色金融  
为现代能源市场申办绿色证书

54 | 安德里茨可持续发展计划  
“We Care”  
遵循国际可持续性和透明度原则

66 | #全球水电日  
庆祝可持续水电给世界各地人民和社区带来的多重积极影响。

## 技术

64 | 飞轮  
提升同步调相机的惯量

## 事实与数据

02 | “从水到电”  
安德里茨水电技术多样化

58 | 安德里茨集团

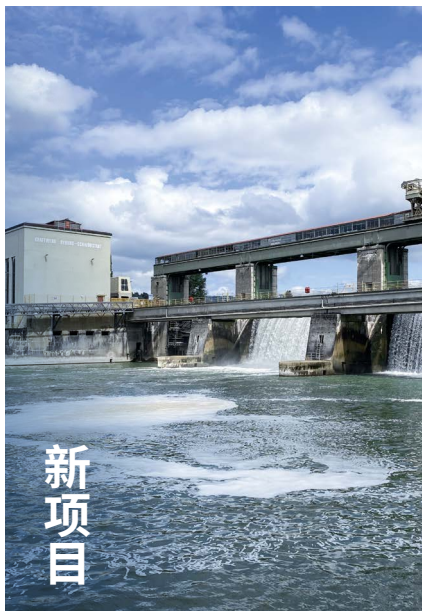
59 | 安德里茨集团亮点  
安德里茨股份有限公司执行董事会成员变更和庆祝安德里茨成立170周年

 **ihamember**  
international hydropower association

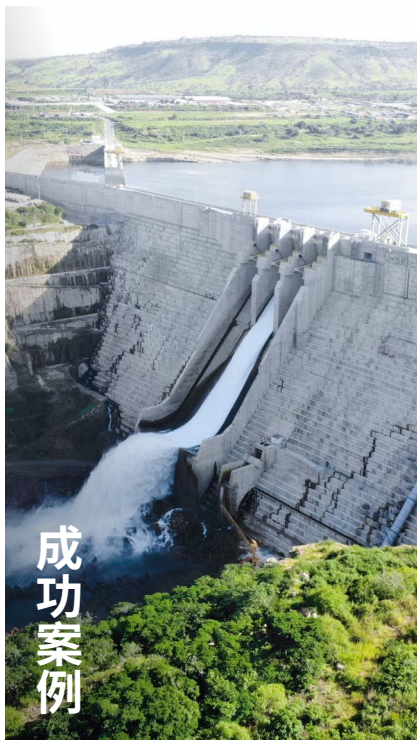
 **Carbon neutral**  
Print product  
ClimatePartner.com/11886-2212-1005



# 本期项目



- 08 | 马来西亚能吉里水电站项目
- 10 | 印度甘地萨加尔水电站项目
- 14 | 尼日利亚捷巴水电站项目
- 22 | 瑞士 Ryburg-Schwörstadt 水电站项目
- 24 | 冰岛苏尔塔坦吉水电站项目
- 30 | 尼泊尔上崔树里1号水电站项目
- 32 | 墨西哥国家电力公司水电站改造项目



- 38 | 德国韦尔水电站项目
- 40 | 挪威Årlifoss和Grønvollfoss水电站项目
- 42 | 巴西福斯杜阿雷亚水电站项目
- 44 | 威尔士迪诺维格水电站项目
- 50 | 安哥拉LAÚCA水电站项目
- 52 | 越南Doan Ha泵项目



- 60 | 挪威托尔加水电站项目
- 62 | 印尼芝卡恩昂2号水电站项目
- 63 | 老挝人民民主共和国南空3号水电站项目



**HYDRO NEWS在线杂志、新闻简讯和联系方式, 请访问:**

[www.andritz.com/hn-36](http://www.andritz.com/hn-36)

#### 版本说明:

出版方: ANDRITZ HYDRO GmbH, A-1120 Vienna, Eibesbrunnengasse 20, Austria  
电话: +43 50805 0  
邮箱地址: [hydronews@andritz.com](mailto:hydronews@andritz.com)  
稿件负责人:  
Alexander Schwab, Jens Paeutz  
艺术总监兼编辑: Marie-Antoinette Sailer

#### 在线杂志: [www.andritz.com/hydronews](http://www.andritz.com/hydronews)

出版语言: 英语、德语、法语、葡萄牙语、俄语、西班牙语、汉语和日语  
设计方: INTOUCH Werbeagentur, 奥地利  
照片处理所用软件:  
Adobe Stock, FreeVectorMaps.com  
版权所有 ©: ANDRITZ HYDRO GmbH 2022.  
版权所有。采用FSC纸印刷;

奥地利WGA印刷制作公司印刷; 未经出版方许可, 不得翻印本出版物的任何内容。出于法律因素考虑, 我们在此必须告知您, 安德里茨股份公司采用您的相关信息旨在让客户能更了解安德里茨集团及其各项业务活动。有关更多我司隐私政策和您所拥有的权利, 请访问我司网站:  
[andritz.com/privacy](http://andritz.com/privacy).



马来西亚国家能源有限公司 (TNB) 是一家在马来西亚半岛运营的发电及配电公司。为了响应马来西亚政府的可再生绿色能源政策, 该公司正在开发一个新水电项目。

能吉里 (Nenggiri) 水电站位于吉兰丹州话望生能吉里, 是该国政府批准的几大项目之一, 旨在满足马来西亚日益增长的电力需求。本项目能为政府在 2035 年之前将可再生能源电力的份额增加到 40% 的目标助力。

作为 TNB 的全资子公司, TNB 电力有限公司 (TNB Genco) 于 2021 年 6 月收到了马来西亚能源和自然资源部的通知函, 授权其开发这个装机容量为 300 MW 的水电站。基于此授权, TNB Genco 成立了 TNB 发电有限公司能吉里水电公司 (THNSB)。THNSB 是 TNB Genco 成立的全资专项管理公司, 负责该水电站的建设和运营工作。作为承包商, TNB 与 THNSB 签署了一份从投运之日起至 2026 年中期的一项为期 30 年的电力采购协议 (PPA)。

TNB 首席执行官兼总裁 Datuk Baharin Din 表示:

**“能吉里水电站将为马来西亚及其民众提供稳定、可靠的电力供应。”**

由安德里茨主导的联合体获得了向能吉里水电站提供全套水力机电设备的供应合同。供货范围包括两台单机容量为 153 MW 水轮机、两台 180 MVA 的发电机以及辅助设备和水电站全套电气和电站辅助系统的设计、制造、供应、安装和调试。此外, 还包括高压开关站、主升压变压器、起重机、暖通空调和消防系统等。该合同的水力机械部分涵盖进水阀、底部泄水口、溢洪道、尾水管、反调节水库弧形闸门以及启闭机。

投入运营后, 能吉里水电站将以 300 MW 的发电容量, 按照每周五天、每天五小时的频率为马来西亚国家电网提供高峰期用电。此外, 在同步调相机模式下, 该水电站还能按需提供快速启动和旋转备用功能。此功能会极大地保障电力供应的整体安全性, 可防止因大发电机的突然掉网而导致的大规模停电。

能吉里水电站还可在季风季节容纳大量雨水, 从而起到防洪的作用。反

# 并非又一座大坝而已



调节水库位于主坝下游，主要作用是让河水流量持续保持在 $39\text{m}^3/\text{s}$ 左右。在高峰负荷运行期间，反调节水库会调节水流的短时波动。除上述效益外，该水电站还能为吉兰丹州带来清洁水源，并改善当地的农业灌溉。

从长远来看，该项目将在旅游、水产养殖和农业活动等方面为当地的社会经济发展做出贡献。在能吉里水电站的建设过程中，预计用人高峰期时将会同时雇佣 2000 多名工人，为众多本地居民和马来西亚原住民提供工作机会。完工后，该项目的后续经济活动还能促进当地小工业的发展。

该水电站意义非凡，能让 TNB 和马来西亚的人民向可持续性能源的未来更进一步。安德里茨非常荣幸能参与其中。

**作者**

Philipp Schmitt  
hydronews@andritz.com

**技术参数**

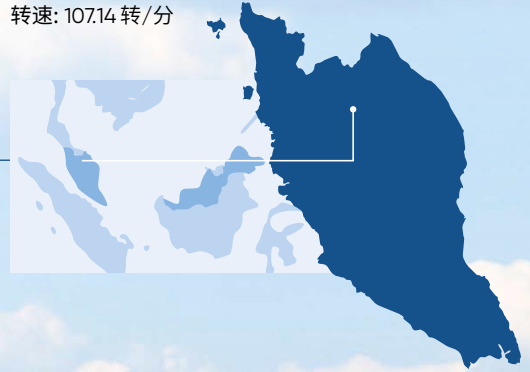
**能吉里水电站**

总出力：

2 × 153 MW 立式混流式水轮机

2 × 180 MVA 同步发电机

转速：10714 转/分



**奠基仪式——进一步迈向可再生能源电力的里程碑**

2022 年 6 月 12 日举行了能吉里水电站的奠基仪式。政府高级代表、相关经济组织以及项目的客户方/业主方 TNB 公司均参加了本次仪式。

能吉里水电站(总装机容量为 300 MW)将用来保障高峰期用电，稳定国家电网，并给下游地区带来防洪效益。

目前，本项目是 TNB 在马来西亚开展的一个最大规模的可再生能源电力项目。该项目颇具盛名，安德里茨非常自豪能成为其首选合作伙伴。





# 印度利用可再生能源电力 稳定电网

印度正在着力优化其电力结构，这导致其对储能的需求日趋旺盛。随着可变输出可再生能源装机容量的增加，就需要大量的储能来确保电站能稳定供电。抽水蓄能水电站已被证明是最可持续的储能源。因此，印度正在兴建许多大型抽水蓄能电站。

在这一范式电力结构转型的影响下，格林科 (Greenko) 公司作为领先的可再生能源电力企业，主导了全球首个一体化可再生能

源储能项目，即位于安得拉邦的总装机容量为 1680 MW 的 Pinnapuram 抽水蓄能电站。

格林科公司于 2020 年 10 月与安德里茨签订了 Pinnapuram 抽水蓄能电站的机电设备供应合同，这是对我司莫大的信任。在我司完美的执行了 Pinnapuram 项目后，格林科公司后续又将其总装机容量为 1440 MW (可扩容至 1680 MW) 的甘地萨加尔 (Gandhi Sagar) 抽水蓄能电站的机电设备供应合同授予了安德里茨。



在印度，格林科公司的可再生能源电力总装机容量已达 7.5 GW，遍布 15 个邦。该公司还制定了宏伟的计划，用一体化脱碳能源电力和发电设施取代化石燃料电力。该公司现已启动了三个抽水蓄能项目的建设工程，包括 Pinnapuram 和 Saundatti 一体化可再生能源储能项目 (IRES) 以及甘地萨加尔独立的抽水蓄能电站。此外，格林科公司还拥有五个邦的兴建和运营一体化可再生能源储能项目的许可，通过数字化储能基础设施最大程

度地利用太阳能和风能等资源来发电，以此来满足印度电网的灵活电力需求。

#### 项目介绍

甘地萨加尔抽水蓄能电站位于印度中央邦，整个项目将一次性完工。该水电项目由五台 240 MW 的定速水轮机(可再添一台 240 MW 的机组加以扩容)和两台 120 MW 的定速水轮机组成。该项目计划于 2025 年实现商业运营，届时该电站的年发

电量逾 8000 GWh。该水电站的设计寿命从商业运营之日起约为 50 年。

甘地萨加尔抽水蓄能电站由位于 Neemach 区 Khemla 社区 Rampura Taluk 村的上水库和位于 Mandsaur 区甘地萨加尔村附近的下游甘地萨加尔水库组成。甘地萨加尔水库的总蓄水量为 73.2 亿立方米，而上水库的蓄水量约为 3000 万立方米。



**“甘地萨加尔电站预计于 2025 年实现商业运营，届时该项目的年发电量逾 8000 GWh。”**



## “甘地萨加尔项目机组的黑启动功能和无功补偿对于电网稳定至关重要。”

→ 最初,针对该项目出了两套布局方案。第一种方案是采用地面式电站厂房,另一方案是地下式电站厂房,同时配建上游水库、进水结构、压力井、尾水隧洞、尾水出口和尾水渠。经过进一步研究,最后决定建地面式电站厂房。

安德里茨的供货范围大体包括主进水阀及其相关设备、水泵水轮机、发电电动机,调速器、静态励磁系统、静态变频器和带有隔离器的所有固定设备的启动总线系统。此外,还包括有五年质保期的必需备件和推荐备件。

该抽水蓄能电站项目还涉及修建一个堆石坝,堆坝高度要够修建上游水库。上游水库的进水结构装有七根独立压力钢管,还配有拦污排和闸门。地面电站厂房将配备八台立式可逆混流式机组,每台机组由发电机/电动机和水泵/水轮机组成。

八根压力钢管将上游水库中的水输送至站内的水轮机。每根压力钢管长约 621 米,直径为 7 米。大机组的主进水阀直径为 5.3 米,而小机组的主进水阀直径为 3.8 米。这些阀门均由位于 Prithla 的安德里茨印度公司设计与制造。这



博帕尔市夜景

一设计方式允许所有机组同时启动,因为各个机组的供水系统均为独立的。该水电站的所有辅助系统也是如此设计的。

当达到设计流量  $1574\text{m}^3/\text{s}$  时,抽水蓄能的装机容量会受到日调峰功率要求、机组高效运行灵活性、上游水库可用蓄水容量和区域容量等特性的影响。该电站的电力将通过 400 KV 的 moose 双回路输电线路输送至奇托格尔。

负荷调度中心决定抽水蓄能电站是以发电工况运行,还是以抽水工况运行。根据特定

### 抽水蓄能的优点

- 技术成熟、风险低
- 平衡不稳定的可再生能源电力
- 解决电网外送瓶颈
- 能快速响应电力需求波动或突然断电,维护电网稳定性
- 通过增加电网惯量和提供黑启动功能来提升电网稳定性
- 发电设施抗老化、机组寿命长

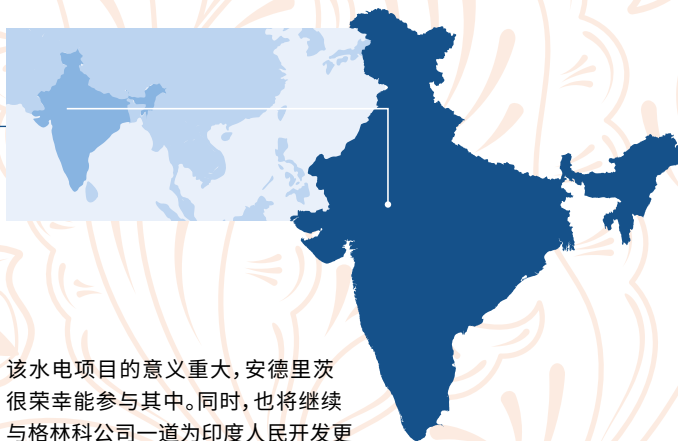




**技术参数:**

**甘地萨加尔**

总出力: 1,440 MW (可扩容至1680 MW)  
 供货范围: 5 × 240 (可再增加一台机组扩容) / 2 × 120 MW  
 水头: 122.03 米 / 121.23 米  
 电压: 11 kV/18 kV  
 转速: 187.5 转/分 / 272.72 转/分  
 年平均发电量: 8,000 GWh



的用电需求或电力可用性,电力负荷低谷时是抽水工况,而电力负荷高峰时是发电工况,或在液压短路工况下(表示一台机组在发电,另一台机组在抽水储能)。此外,还有调相工况,使电动机随时准备满足各种负荷或支持无功补偿。

该水电项目的意义重大,安德里茨很荣幸能参与其中。同时,也将继续与格林科公司一道为印度人民开发更多的可持续清洁能源电力。

安德里茨将提供有源电网支持,包括无功补偿、自由调速器模式下 (FGMO) 和受限调速器模式下 (RGMO) 的频率响应、电惯量、黑启动和同步(定速)电动机的线路充电工况。

**作者**

Neelav De Samrat  
[hydronews@andritz.com](mailto:hydronews@andritz.com)



安德里茨代表团走访 Pinnapuram 抽水蓄能电站的项目现场,该项目由格林科公司开发。安德里茨是此项目的机电设备供应商。



# 为子孙后代 提供负担得起的电力



捷巴水电站于1985年投运,与凯恩吉水电站形成梯级电站,满足了尼日利亚20%的电力需求。

根据产能恢复和扩容计划,尼日利亚最大的水力发电公司已聘请安德里茨对捷巴(Jebba)水电站的两台发电机组2G5号和2G6号机组进行修复与现代化改造。

Mainstream 能源解决方案公司(MESL)持有捷巴和凯恩吉(Kainji)两座水电站。目前,这两座水电站为该国提供平均20%的电力

供应。MESL是一家私有公司,设有董事会和执行管理团队,于2011年注册成立并获取发电许可,负责监管两座水电站的日常运营。

凯恩吉和捷巴两座水电站的总装机容量为1338.4 MW。2013年11月,MESL与尼日利亚联邦政府达成了特许权协议而获得这两座水电站的运营权。这两座水电站

与捷巴上游的凯恩吉大坝相距100公里,额定功率分别为760MW和578.4 MW。作为尼日利亚的第一座水电站,凯恩吉水电站于1968年投入运行,而捷巴水电站于1985年投入运行。接管这两座水电站之时,捷巴水电站无法满功率运行,而凯恩吉水电站根本不能发电。因此,当时两座水电站的总运行容量仅为482MW。鉴于此



捷巴水电站的厂房内有六台发电机组,其中两台需进行全面检修。





2022年7月，MESL的董事会成员在主席Colonel Sani Bello的带领下再次走访安德里茨奥地利各分支机构。此行，MESL访问了位于维也纳的水电总部、位于林茨的水力实验室、位于魏茨的制造基地以及位于格拉茨的安德里茨集团总部。MESL和安德里茨也借此次访问进一步讨论了如何加深双方的合作。

情况，MESL 推出了产能恢复和扩容计划，旨在修复这两座水电站的发电设施，使其恢复满功率运行状态。

2019 年中期，MESL 的高管团队走访了安德里茨的奥地利分支机构，对我司全面的研发、制造和设计能力印象深刻。访问期间双方签署了一份谅解备忘录，同意就捷巴水电站 2G6号机组的修复与现代化改造工程以及 2G5、2G3、2G2 和 2G1号机组（包括其相关设备）的大修项目的供货范围进行商谈。

2020 年 2 月，安德里茨获得了 2G6 号机组修复项目的第一份主合同。供货范围涵盖整套机电和水力机械设备，包括一台 96.4 MW 水轮机、一台 103 MVA 发电机和附属设备以及进水闸门。2021 年 9 月，收到了第二个订单，主要是修复与现代化改造 2G5 号机组，具体供货范围与 2G6 号机组的完全一致。预计这两台机组均于 2024 年投产。

**“捷巴水电站共有六台 96.4 MW 的水轮机，总装机容量为 578.4 MW。安德里茨是该电站水轮机的原始设备供应商。”**

尼日利亚是撒哈拉以南非洲最大的经济体，也是非洲最大的石油生产国。该国还是非洲大陆人口最多的国家，为了实现工业化进程，该国对能源的需求日益增长。尼日利亚一直在实施水电领域的私有化进程，并吸引相关企业对可再生能源领域进行投资，此举颇具成效。MESL还制定了扩容战略，

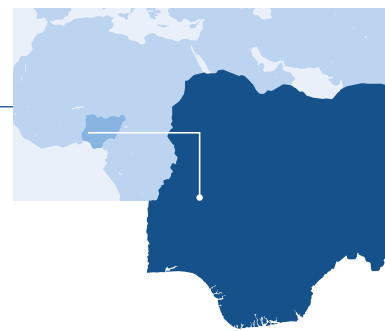
颇具雄心。为了实现这一战略，该公司还将与安德里茨进一步合作。后者将为前者在收购尼日利亚国内外更多发电设施提供技术服务。

安德里茨进入尼日利亚的水电市场已有百年的历史，参与了该国几座最重要水电站的建设，如凯恩吉水电站、捷巴水电站、希罗罗水电站以及近日投运的Kashimbila水电站。鉴于尼日利亚的水电市场发展前景广阔，安德里茨在该国成立了一家实体公司，即安德里茨水电尼日利亚公司，借此进一步夯实安德里茨在尼日利亚水电市场的地位。

**技术参数**

**捷巴水电站**

- 总出力：578.4 MW
- 供货范围：6 × 96.4 MW / 103 MVA
- 水头：27.6 米
- 转速：93.75 转/分
- 转轮直径：7,100 毫米



新项目 | 尼日利亚捷巴水电站项目

**作者**

Markus Kainberger  
hydronews@andritz.com





# 水力发电 设施抗 老化

## 改造与复兴



人类将水力转化成其他形式能源的历史源远流长,可追溯到几千年前。不过,直到 20 世纪中叶,水力发电才得以真正复兴。水力发电由来已久,20 世纪六七十年代看起来并不久远,但很多建于那个时期的水电站到现在也已有 50 多年的历史了,并且还在运行中。事实上,全球的水电大部分都是由那些已服役几十载的老水电站供应的。

全球大约有 40% 的水电站是在 40 多年前投产的。另外,全球近一半的水电站已服役超过 30 年。

显然,水电设施属于长期资产。然而,由于磨损最终还是会导致水电设备出现老化的情况。设施的老化会影响水电站的效率、性能和稳定性,进而影响到电站的供电情况、潜在收益,甚至会威胁到电站的安全。

此外,水力发电不是孤立存在的。世界在经历变革,水电站也应顺势而为,否则将无法发挥其能动作用。水电目前是世界上最大的可再生电力来源,其发电量占可再生能源电力的一半以上,约占全球总发电量的 16%。纵观全球,水电所贡献的可再生能源电力不仅位居第一,它也对风电和太阳能发电等不稳定的可再生能源电力的利用起到了积极的推动作用。

随着全球加速向清洁能源转型并逐步停止使用化石燃料,可再生能源变得越发重要,

而水力与其他不稳定的可再生能源的关系也越发紧密。这却与水电站的原有设计特性有所出入,也会给致力于电网稳定性的输电系统运营商带来不小的挑战,并需要水电站满足更多的特性要求。水电稳定、可预测且具有灵活性,可在电力平衡上起到关键作用,并且能够快速响应供需波动,保持电网稳定。作为旋转备用和快速响应电力,水电站在当今世界处于举足轻重的地位。随着我

国际能源署执行主任法提赫·比罗尔博士(Dr. Fatih Birol)表示:

**"我们要守护好地球,造福子孙后代。为此,将水电重新纳入能源和气候政策议程势在必行。"**

们转型成为 100% 的洁净能源世界,对水电的需求只会日益加大。

然而,除了磨损和腐蚀能造成设施老化,像不断启停机、部分负荷运行等新特性也会加速





尼日利亚捷巴水电站 - 为子孙后代提供负担得起的电力。  
 → 更多详情, 请参见第 14 页



挪威Arlifoss水电站和Grönvolfoss水电站 -  
 运行稳定可靠。  
 → 更多详情, 请参见第40页

→ 设备的老化。此外, 人们在不断呼吁可持续能源电力的同时, 也没有忽视环境问题。因此, 对鱼类友好型水轮机和无油化水轮机转毂的需求也越来越大。

**"全球大约 40% 的水电站是在 40 多年前投入使用的, 这就意味着水电站的现代化改造与升级的需求颇高。"**

由此可见, 虽然人们往往将注意力集中在新建水电站上, 但在全球范围内, 有大量的现有水电站亟需升级和改造。

### 实现水电效益最大化

修复、现代化改造和升级现有水电设施能带来诸多效益。修复和更换设施部件能延长水电站的运行寿命, 使其远超初始设计寿命。通常情况下, 这能最大程度地开发潜在收益, 并减少基建投资。多年来, 水轮机和发电机的效率已大大提高。对已服役 40 年的水轮机转轮加以升级后, 其总体效率能一举提升 5%, 若是再提升高峰期电容, 可进一步提高年收益。综上所述, 升级水电站不仅有望提高其整体性能, 且非常具有成本效益。

另外, 还可通过对现有水电站进行现代化改造, 使其更符合当今的电力体系和现代需求, 从而有望提高其发电量。鉴于要应对不稳定的可再生能源电力或其他新兴市场的



瑞士Ryburg-Schwörstadt水电站 - 高莱茵河上的水电站。  
 → 更多详情, 请参见第22页





冰岛苏尔塔坦吉水电站 - 发电机现代化改造, 我们在行。  
 → 更多详情, 请参见第 24 页



巴西福斯杜阿雷亚水电站 - 出力大, 产能高。  
 → 更多详情, 请参见第 42 页

需求, 电站运行就要有更高的灵活度。因此, 现代化改造显得尤为重要。

通常情况下, 诸如水轮机固件或压力钢管等固件老化缓慢, 可持续有效运行数十载。而诸如电缆、变压器和变电站之类的高压电气设备也老化的不快, 但其老化速度会略高于固定部件的。反之, 由于数字领域正经历着前所未有的技术发展, 仪器仪表和控制设备则很快就会过时。即使是相对较新的设备也可能面临淘汰的境遇, 在考虑到网络安全时尤其如此。因此, 及时更新这些设备非常必要。

采用数字化应用程序, 不仅可显著提高安全性, 而且还能进一步提升水电站的灵活性和整体效率。这与采用最新的

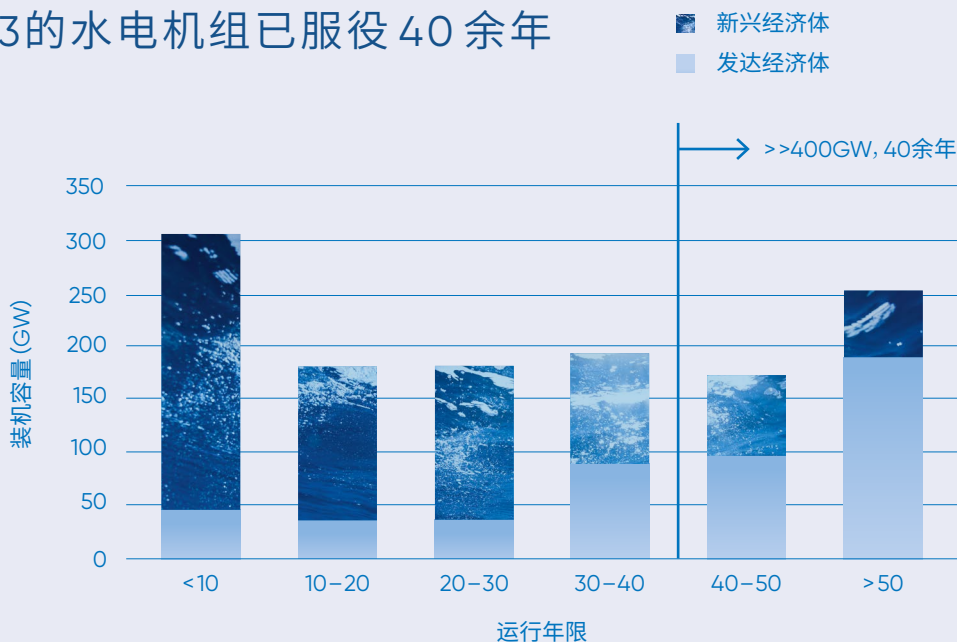
运维理念, 如基于最新仪表和数据分析的预防性维护等方法不谋而合。

总体而言, 现代化改造可大大提高机组的整体效率, 减少运营开支, 延长机组寿命, 增强水电站的灵活性, 并顺应未来。

### 安德里茨水电让旧水电站焕然一新

安德里茨水电是水电站机电设备系统和服务(“从水到电”)的全球供应商, 在全球水力发电市场上处于领导地位。此外, 还为其他行业提供旋转机械。在世界范围内, 公司拥有 7000 余名员工, 设立的分支机构逾 65 家。安德里茨是一家始终专注于区域市场的全球化公司。自 19 世纪中期成立以来, 安德里茨水电已对全球的 1 万多台水电机组进

## 全球 1/3 的水电机组已服役 40 余年



来源: 国际水电协会和国际能源署, 2019 年



→ 行了修复与现代化改造。其修复与现代化改造的业绩包括各种类型和尺寸的水力发电机组，其中容量范围可从1MW到800 MW，而水头和流量的范围则更广。为了更好地保障客户服务，安德里茨在世界范围内设立了50多家售后服务与改造的分支机构。这一全球化部署让安德里茨在面对各类挑战性颇高的现代化改造项目时也能处理的很到位。根据客户的地理位置，采取就近分支机构执行的原则，不仅能保障对客户的响应度，还能确保技术的交流和培训及时、顺畅。

近期，安德里茨执行了位于美国华盛顿哥伦比亚河上的大古力约翰·基思三号水电站（Grand Coulee John W. Keys III）的改造项目。在执行过程中，安德里茨对该项目的全部机组进行了大规模的自动化改造，其中包括六台水泵和六台抽水蓄能机组，具体则是安装了新型数字化励磁系统、计算机监控系统和调速系统。现有的水泵机组安装于20世纪50年代初期，而抽水蓄能机组则安装于晚期。

最近，挪威宣布对 Arlifoss 径流式水电站和 Gronvollfoss 径流式水电站进行小规模的自动化升级改造。这两座水电站分别始建于1915年和1933年。2020年，挪威将这两座水电站的自动化改造订单授予了安德里茨。有关该项目的更多详情，请参见第40页。

在德国韦尔，还有一个修复与改造项目，是一台配有世界上功率最大的空冷机的卧式空冷电动发电机组，该发电站的空冷机安装于上个世纪70年代，但现已出现故障，这也导致该项目的设计更具挑战性。该抽水蓄能电站在电力平衡上发挥着至关重要的作用。因此，业主需要机组能够承受大量负荷波动。有关此突破性项目的更多详情，请参见第38页。

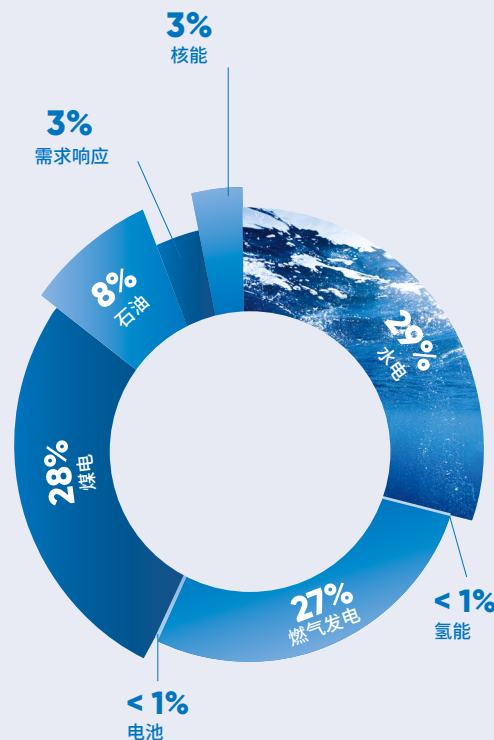
在墨西哥，安德里茨还与该国国家电力公司（CFE）签署了一份大规模的修复与改造合同。该合同金额达6亿欧元，涉及到该国的9座发电站，总装机容量逾4.3GW。对电站进行现代化改造后，其额定容量会增加248MW，提升率达5%以上。有关此项目的更多详情，请参见第32页。

本期中的服务与改造项目还包括尼日利亚的捷巴水电站项目。目前，安德里茨正在改造两台发电机组，使其寿命能延长40年。关于该容量为578 MW的改造项目的更多详情，请参见第14页。

同时，安德里茨还在对莱茵河上一座位于瑞士的径流式发电站进行全面检修、现代化改造与升级。该电站于1931年投入使用。有关此项目的更多详情，请参见第22页。

## 不同能源类型的全球电力系统灵活性，2020年

"从24小时波动的电力增长需求来看，目前水电站几乎供应了全球30%的弹性电力。"



来源：国际能源2021年发布的《2050年净零排放：全球能源行业路线图》



第 42 页是关于巴西的一个项目。该项目是安德里茨迄今为止执行过的最大规模的混流式水轮机检修项目。目前已完成巴拉那河上福斯杜阿雷亚水电站 (Foz do Areia Plant) 的现代化改造与修复。

除上述项目外,安德里茨还在升级改造位于英国威尔士的迪诺维克水电站 (Dinorwig Plant), 该电站是欧洲最大的抽水蓄能电站之一。详情请见本期第 44 页。安德里茨为该项目提供了 6 个新球阀, 以提高这座被誉为“电力之山”的抽水蓄能电站的安全性和效率。

上述业绩只是安德里茨执行的部分修复与改造项目, 但却足以证明我们的服务范围之广, 以及我们作为水电领域领军企业的执行能力。

### 保障水电的未来

面对气候变化带来的紧迫挑战, 没有比能源转型更重要的事情了, 而水电在转型过程中扮演着至关重要的角色。作为一种清洁能源电力, 水电已在世界范围内做出了巨大的贡献。此外, 水电能对其他可再生能源电力起到调节作用, 这是其无可比拟的优势。作为一项成熟的技术, 它在帮助满足现代电网要求和提供大规模储能电力方面的作用再

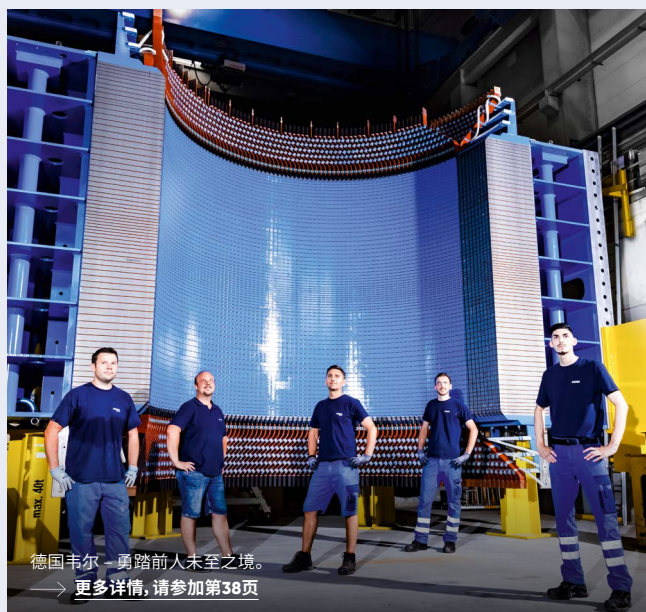
怎么强调都不为过。因此, 我们不仅要新建水电站, 还要对现有水电站进行现代化改造, 这样才能最大程度地提高全

球的水电装机容量。这样做的重要性不言而喻! 尽管大部分水电站的机组已运行了几十年, 但通过现代化改造与修复, 即使是很老旧的水电站的运行状态也有望赶超新建水电站。这奠定了水电在未来清洁能源中的重要作用。

**"通过现代化改造, 即使是很老旧的水电站的运行状态也有望赶超新建水电站。"**

#### 作者

David Appleyard—记者和作家  
Peter Stettner  
Marie-Antoinette Sailer  
hydronews@andritz.com



德国韦尔—勇踏前人未至之境。  
→ 更多详情, 请参见第38页



威尔士迪诺维克水电站—安全第一。  
→ 更多详情, 请参见第46页



# 高莱茵河

安德里茨收到升级改造高莱茵河上 Ryburg-Schwörstadt 水电站的四台轴流式水轮机的订单。该水电站位于巴塞尔市上游约21公里处,在 Bad Säkingen 水电站和 Rheinfelden 水电站之间,装机容量为 120 MW,是“高莱茵河”上最大的水力发电站。该水电站于 1930 年投入运行,是莱茵河上最早一批具有新式特征的径流式水电站。其中有两台原始机组是由安德里茨的前身 Escher Wyss 提供。因此,安德里茨是其原始设备制造商和供应商,现在又被 Kraftwerk Ryburg Schwörstadt 公司授予了这一合同,升级改造该水电站的全部四台立式双调节轴流式水轮机和辅助设备。项目预计

于 2023 年启动,于 2027 年竣工,期间每年升级改造一台机组。

该升级改造项目是通过技术优化、活动导叶轴承系统无油化以及新转轮轮毂无油化来提高年发电量,并改善周边环境。

安德里茨的供货和服务范围涵盖水力机械设备的修复和水轮机调速器,以及设备的设计、制造、工厂修复、运输、安装、测试和调试。值得强调的是该项目还包括同源模型测试以及四套带有无油轮毂的新轴流式转轮。这也是瑞士有史以来第一个无油转轮轮毂。作为升级改造项

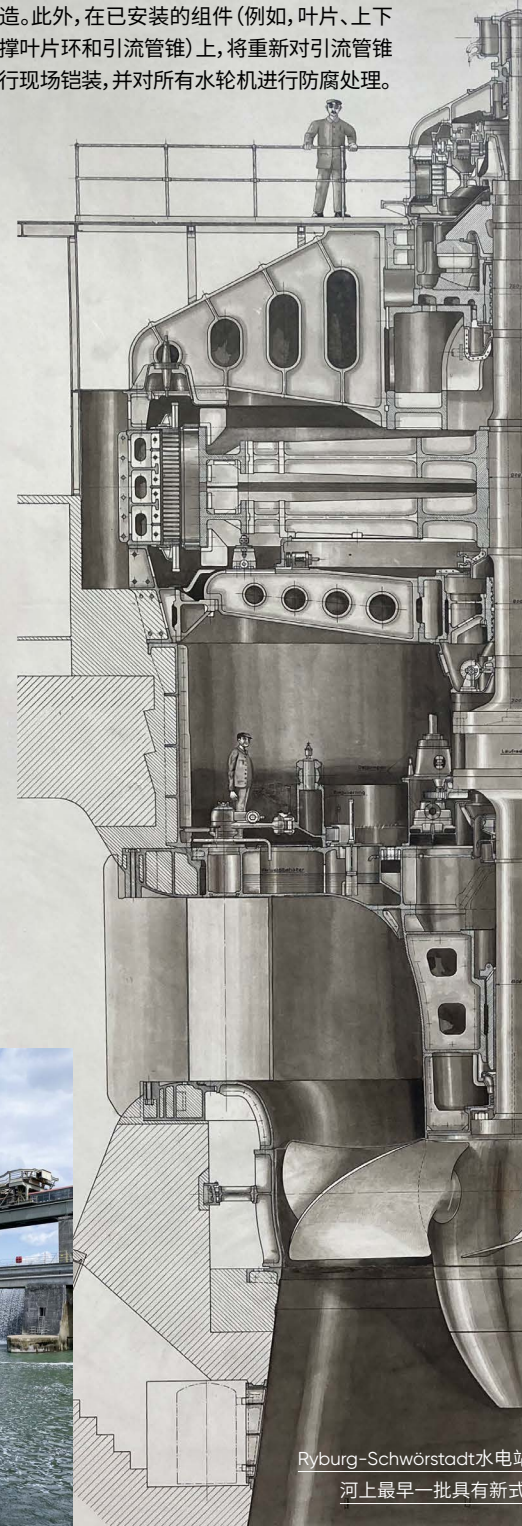
目的一部分,导叶和进水阀门将被升级为免维护轴承。联轴器、转轮伺服电机和轴套均要升级改造。此外,在已安装的组件(例如,叶片、上下支撑叶片环和引流管锥)上,将重新对引流管锥进行现场铠装,并对所有水轮机进行防腐处理。

## 背景信息:

位于康斯坦茨湖和巴塞尔之间的“高莱茵河”全长约150公里,两者落差达150米。共有11个拦河坝利用这种天然优势来进行水力发电,十分环保。

Ryburg-schwörstadt水电站位于莱茵河上的Säkingen水电站和Rheinfelden水电站之间。由于其位于最大的坡度上,因此该水电站是高莱茵河上最大的水电站。

[Kraftwerk Ryburg Schwörstadt 公司](#)



Ryburg-Schwörstadt水电站  
河上最早一批具有新式



# 上的水电站

安德里茨瑞士公司将作为该项目的承包商主导这次工程，负责整体的项目管理、物流和运输、工程设计、安装和调试。模型测试和转轮设计将在芬兰坦佩雷的安德里茨进行，而新的轴流式水转轮的制造和大型水轮机部件的工厂修复将在德国拉文斯堡的安德里茨制造基地进行。

约为 760 GWh，每年可减少约 60 万吨的二氧化碳排放。

安德里茨很高兴能参与这个升级改造项目。瑞士大约 90% 的现有水轮机组是由安德里茨或其前身公司安装或升级改造的。安德里茨专注于为瑞士当地客户提供各类产品和售后服务。

**作者**

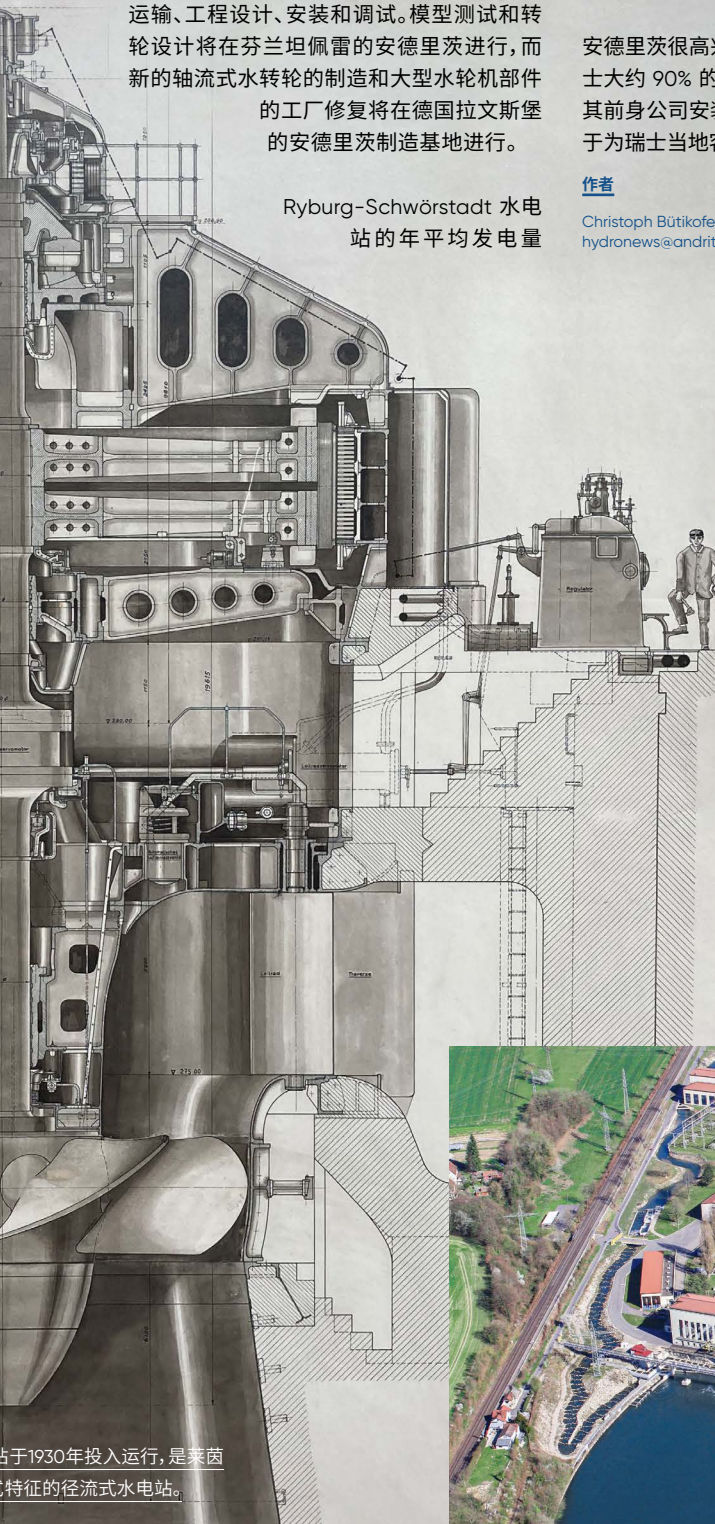
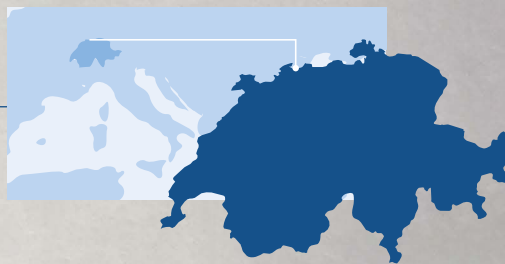
Christoph Bütikofer  
hydronews@andritz.com

Ryburg-Schwörstadt 水电站的年平均发电量

**技术参数**

**Ryburg-Schwörstadt 水电站**

- 总出力: 120 MW
- 供货范围: 4 × 30 MW 立式双调节
- 水头: 7.6 米-12 米
- 电压: 11 kV
- 转速: 75 转/分
- 转轮直径: 7,000 毫米
- 年平均发电量: 760 GWh



于1930年投入运行，是莱茵特征的径流式水电站。



# 发电机现代化改造，我们在行



**冰岛国家电力公司** (Landsvirkjun) 与安德里茨签订合同，旨在增加苏尔塔坦吉 (Sultartangi) 水电站 2 号发电机定子的出力。本合同签署于 2022 年 4 月。而在此前的 2021 年 9 月，安德里茨为该水电站成功完成了 1 号发电机定子的修复与现代化改造。

安德里茨的供货范围是更换整个定子，将现有发电机的出力从 75 MVA 提升至 80 MVA。本项目的所有设计和规划均由位于奥地利魏茨的安德里茨发电机能力中心完成。主要核心部件，如定子圆冲片和定子绕组在奥地利魏茨制造，而定子架由安德里茨的匈牙利制造基地完成。

在魏茨完成堆叠和缠绕制造后，定子将分四段运往冰岛。安德里茨的技术人员将在苏尔塔坦吉水电站的装配间进行现场定子接头闭合。项目现场的工作还包括发电机组的整体拆除、重新组装和调试。

冰岛国家电力公司由冰岛政府和雷克雅未克市在 1965 年建立，是该国的主要电力生产商。该公司共运营 19 座发电站，其中有 15 座水电站 (40 台机组)，三座地热电站 (5 台机组) 和一座有 2 台风力涡轮机的风力发电站。这些发电站的总装机容量为 2148 MW，每年发电约 14 TWh。

苏尔塔坦吉水电站位于布鲁费尔发电站的东北方向 15 公里处，始建于上个世纪末，于 1999 年投入商业运营。该水电站利用上游 Sultartangalón 水库的水发电，而该水库的水由 Tungnaá 河和 Thjórsá 河汇聚而成。

苏尔塔坦吉大坝长 6.1 公里，是冰岛最长的大坝。在电站建设时，还将坝顶提高了 1 米，使水库的水面从 18 平方千米增加到 20 平方千米。一条长 3.4 公里的引水隧洞将水从水库经由桑达菲尔山引入西南侧的调压池。调压池的终端有两根压力钢管连接着电站进水口，入电站厂房。一条尾

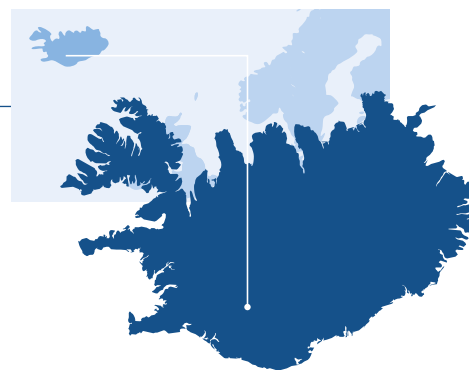




**技术参数**

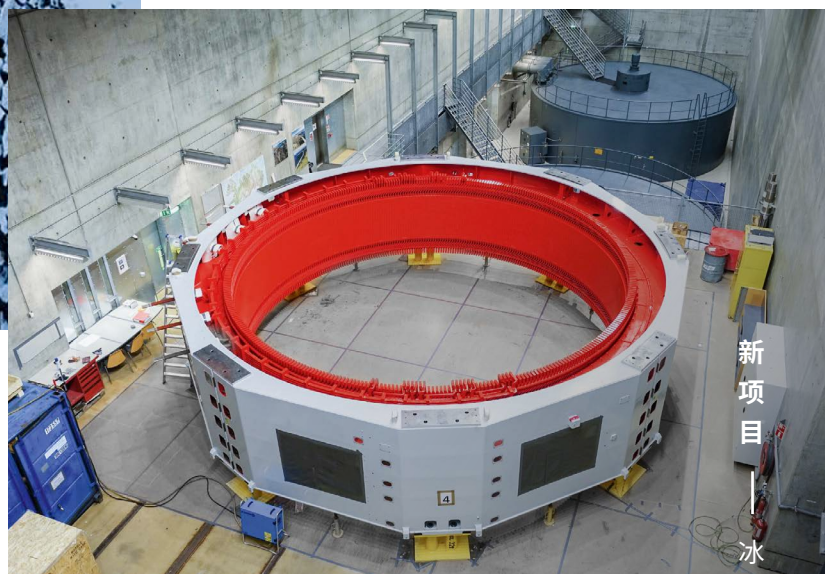
**苏尔塔坦吉水电站项目**

总出力: 125MW  
 供货范围: 2 × 80MVA  
 水头: 44 米  
 电压: 11kV  
 转速: 136.36 转/分  
 年平均发电量: 1020 GWh



水渠从桑达菲尔山脚下的电站厂房延伸至7公里远，几乎是一路沿着 Thjórsá 河到达 Búrfell 水电站的水库大坝，由此汇入 Thjórsá 河床。

此前，安德里茨与冰岛国家电力公司合作过 Karahnjúkar 水电站的新建项目和 Búrfell 水电站的扩容项目。又一次被授予苏尔塔坦吉水电站的现代化改造合同，这充分显示了我们与业主之间良好合作关系，并夯实了我司在冰岛乃至全球未来水电服务和现代化改造业务上的地位。



新项目 | 冰岛苏尔塔坦吉水电站项目

**作者**

Martin Hasenhütl  
 hydronews@andritz.com



# 塑造未来 大趋势与水力发电

各种大趋势进展缓慢，但却势如破竹，势不可挡。全球性变化会影响经济和社会的各个方面，而各大趋势也会对公司、机构和个人产生深远的影响。这些大趋势和变化构筑起了整个经济领域演变的基础，而且往往也是政府、企业、组织和其他利益攸关方制定深远战略的起点。各大趋势亦相互交织。全球化和城市化均会对我们的环境、出行和互联互通等方面产生直接影响。这些因素又是整体不可或缺的组成部分。

全球大趋势不仅塑造着我们的现在，也影响着我们的未来。当前，许多全球性研发项目都专注于大趋势。世界变幻莫测，为应对由此产生的各种挑战，我们需要全新的理念、创新的想法和各类替代方案。在我们如何获取、提供和使用能源方面，尤其是如此。



# 未来发电

我们的世界是动态发展的。新冠肺炎疫情和欧洲两国冲突等近期大事件已对大趋势的发展产生了重大影响。随着时间的推移,有些大趋势会愈发突显,而有些大趋势则逐渐淡化,甚至是融汇到其他大趋势中。我们必须不断反思世界的运作方式,据此不断优化我们的首选途径和最终目标。作为一个共同体,如何让国际社会团结在一起,找到新的运作方式以及实现劳动力本地化的新途径,我们应就此达成新共识,这一点至关重要。与此同时,我们也不能忽视全球化的大趋势和加速发展清洁能源的终极目标,以打造一个清洁、绿色、可持续和负担得起的未来。

**人口结构和经济变化**亦是重要的、持续发展的全球大趋势。例如,欧洲两国冲突和新冠疫情均导致了严重的供应链中断。全球化本身也在经历一系列考验。因此,有必要重建本地供应链,以克服和保护企业免受供应短缺的影响,让企业不再受限于单一来源供应商。这就需要采用创新战略来缓解全球供应链风险,同时也要确保持续的跨境协作。

世界总人口数每分钟新增约 150 人。然而,在人口发展方面确存在着巨大的地区差异。工业化国家的人口普遍日趋减少。不久,在这些国家,65 岁以上的人口比重将非常大。与此同时,亚洲和非洲国家的人口还在持续增长。这种局面将导致政治和经济方面的转变,增加这些发展中国家及其新兴市场的经济实力。此外,这些转变也将对这些发展中地区的当前和未来的能源使用产生重大影响。

随着我们迈向数字时代,**数字化、连通性**以及**自动化等大趋势**变得尤为重要。网络和通信技术正在从根本上改变我们的生活、工作和经营方式。数字化转型也会产生社会和文化影响。我们不应只是将数字化看成是一种技术,还应对其进行更加全面的了解。数据管控不仅要保有透明度,还要维持数据伦理和数据安全,这是在现代世界有所成就不可或缺的条件。数字化转型将在生活中的各个领域发挥日益重要的作用,使人们对数字化契机有新认识,对数字设备和数字技术的使用有更深刻的思考。

欧洲的能源安全危机和全球**气候危机**均是极其严重的全性能能源问题。目前,欧洲乃至全球的能源行业和决策者均将重点放在能源的安全性、可持续性和可负担性上。

在 2021 年举行的联合国气候变化框架公约缔约方大会第二十六次会议 (COP26) 后,国际能源署重申了采取紧急措施的必要性。如果我们不大力加快可持续清洁能源的部署,将无法实现《巴黎协定》中的气候目标。

全球人口增长和**城市化**趋势导致能源需求不断增长,而传统的化石能源也将消耗殆尽。因此,迫切需要替代能源。目前,尽管可再生能源电力满足了全球约 27% 的用电需求,但要想缓解气候恶化,未来几年里必须加大力度增加**水电等**可再生能源电力的装机容量。

绿氢等其他零碳能源概念的研发也在如火如荼地进行着。同时,也出现了将不同可再生能源技术优化结合的综合解决方案,未来对这类解决方案的需求会越来越大。环境意识和可持续性是当前影响所有企业和行业投资决策的核心经济因素。



### → 水力发电的重要性

尽管风能、生物质能、太阳能和地热能等可再生能源电力呈现出前所未有的快速增长态势，但水力发电仍然是迄今为止占比最大的可再生能源电力，占可再生能源电力总发电量的57%。尽管从技术上而言，水力发电的可行性潜力每年可达16000 TWh，多到令人难以置信。然而，目前已开发的还不足其三分之一。世界各地均在努力新建水电站，并对现有水电设施进行现代化改造和升级，以此来开发这一具有庞大潜力的清洁能源电力。

根据国际水电协会（IHA）发布的2022年水电现状报告，2021年新增26 GW的水电装机容量，含4.7 GW的抽水蓄能装机容量，已投入运行。2020年的新增水电装机容量为21 GW，抽水蓄能容量为1.5 GW。随着装机容量的增加，水电的总装机容量（包括抽水蓄能）已达1360 GW，年度发电量达4252 TWh，这是一项骄人的成绩。尽管取得了积极的进展，但要想将全球气温升幅控制在2°C以内，每年还要新

增30 GW的装机，而且目前还远低于2050年实现1.5°C净零排放目标所需的每年45 GW的新增装机。

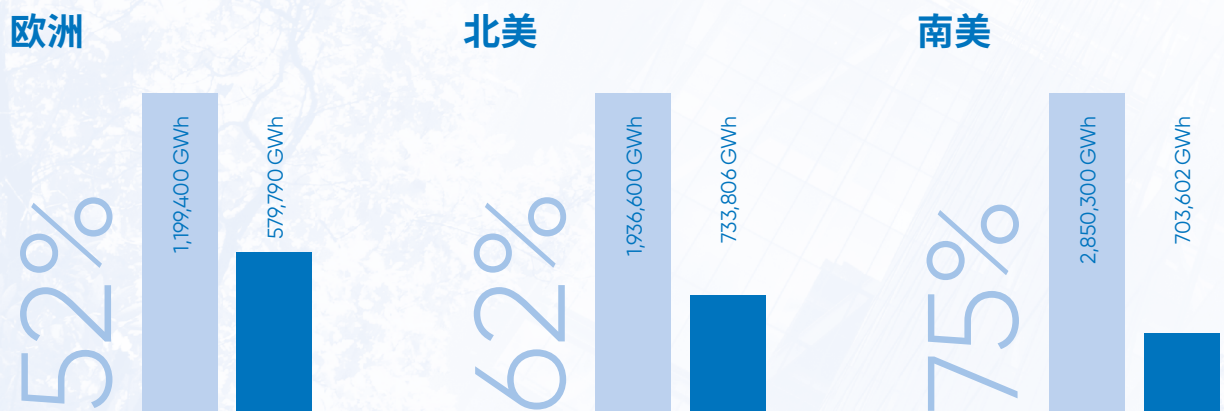
未来几年，在亚洲、南美洲和非洲等地的电力需求会大幅增长。人们将兴建大型水电站，而各种小水电项目也会接连不断。在欧洲和北美，大约有一半的水电设施已服役40余年，而通过现代化改造有望提高其发电量。现代化改造和出力提升可确保水力发电在未来可持续能源电力方面做出更大的贡献。除了具备环保发电特性

**“如果要缓解气候恶化，未来几年内必须加大力度增加水电等可再生能源电力的装机容量。”**

外，抽水蓄能的储能特性不仅提高灵活性、还极具成本效益，并能大力推动风能发电和太阳能发电等可再生能源电力的应用，是能源转型的重要设施。

国际水电协会还对其全球水电数据库进行了新一轮的分析，分析结果表明约有500 GW装机容量的水电项目正在筹备

## 按区域统计全球水电潜力分布



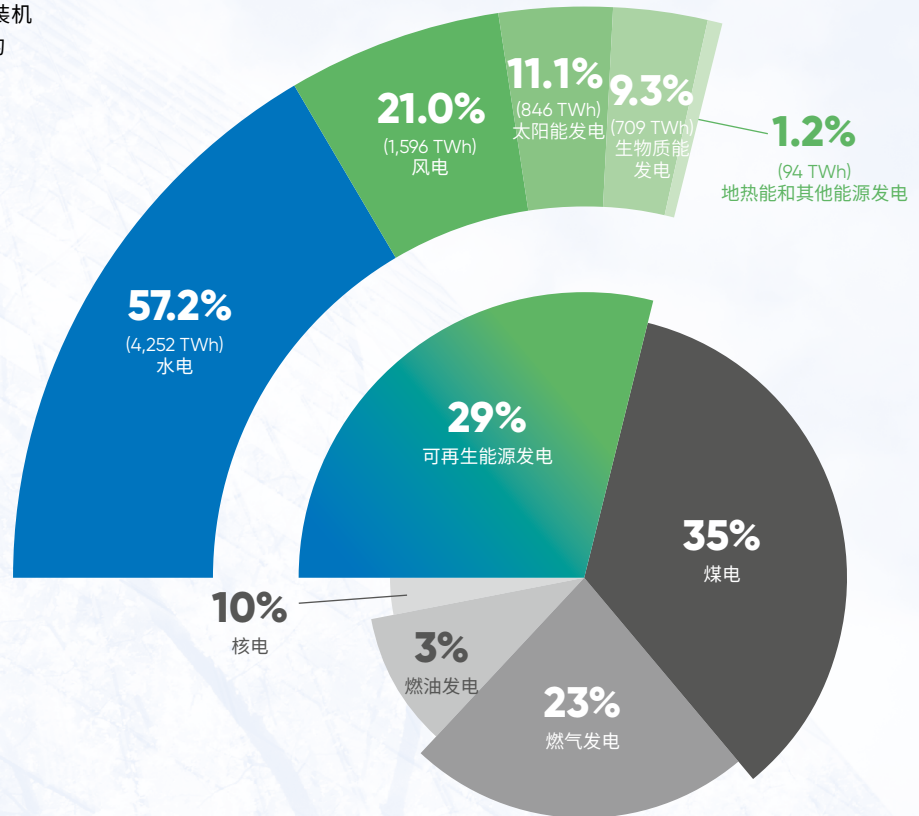
来源：世界银行、Zukunftsinstitut智库、人口资料局、普华永道、国际能源署、21世纪可再生能源政策网络（REN-21）、国际可再生能源署（IRENA）、国际水电协会和2021年世界水电和大坝图集



## 全球发电量分布

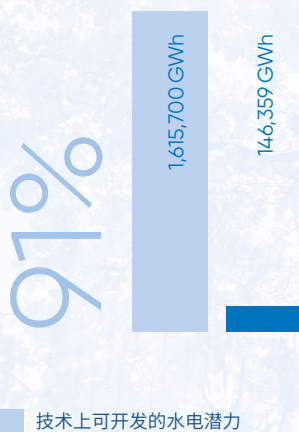
中,以满足未来之需。不过,其中只有 156 GW 的装机容量处于在建中,另有165 GW 的装机容量已获得监管机构的批准待启动, 138 GW 的装机容量处于待批准状态,而还有 89 GW 的装机容量仅为公布状态。如果我们想有效地应对气候危机,将这些项目投入建设是刻不容缓的。

180 年来,安德里茨在创新上从未间断过,其技术开发一直保持前沿水平,以开拓性技术和理念应对各种大趋势,是更新、更好途径的领航人,满足不断变化的社会需求。这种理念自安德里茨成立伊始一直延续至今。面对全球大趋势的深远影响,水电和创新也将是安德里茨的长远大趋势。

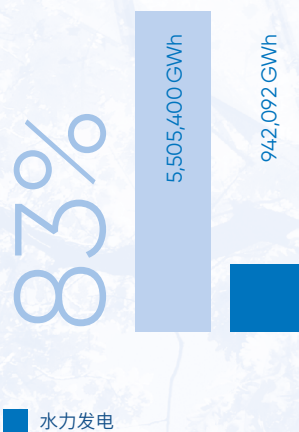


来源:国际能源署《世界能源展望2021》

### 非洲



### 亚洲 (不包括中国)



### 中国





# 提高尼泊尔的发电量

## 技术参数

### 上崔树里1号水电站

总出力: 216 MW

供货范围: 3×72 MW

净水头: 327 米

输电电压: 220 千伏

转速: 428.57 转/分

引水隧洞长度/直径: 97 千米/6.5 米

压力钢管长度/直径: 214 米/6.5 米

年平均发电量: 1,456 GWh



新项目 | 尼泊尔上崔树里1号水电站项目



位于上崔树里河的营地。





目前,该项目工程正在有条不紊地推进中。  
该项目的建设周期为五年,计划于2026年12月完工。

2021年6月,安德里茨与斗山重工建设有限公司(现为斗山能源有限公司)签署了216 MW的上崔树里1号(Upper Trishuli 1)水电站的水力机械和机电设备的供应合同。

目前,这是安德里茨在尼泊尔执行的最大规模的合同。该项目的供货范围既包括水力机械设备,又包括机电设备。斗山是本项目的EPC承包商,安德里茨和中国电力建设集团分别是水力机械、机电设备和土建工程的分包商。

上崔树里1号水电站是一座位于尼泊尔首都加德满都以北约70公里处Rasuwa区崔树里河上的径流式水电站。该项目由尼泊尔水利能源开发公司(NWEDC)开发,其是一家专项

管理公司。韩国东南电力公司(KOEN 50%)、韩国海外基础设施和城市开发支持公司(KIND 25%)、金融投资方国际金融公司(IFC 15%)和一家当地合作伙伴(10%)组成的联合体共持有该项目30%的股份。

另外70%的股份为借贷,该项目与9家国际银行签署了借贷协议,包括国际金融公司(IFC)、韩国进出口银行(K-EIM)、亚洲开发银行(ADB)、亚洲基础设施投资银行(AIIB)、韩国开发银行(KDB)、CDC集团有限公司(CDC)、荷兰国家开发银行(FMO)、Proparco开发金融机构和OPEC国际发展基金(OFID)。

2020年,尼泊尔水利能源开发公司将上崔树里1号水电站的EPC合同授予了斗山公司。2021年12月,安德里茨收到了来自斗山公司的项目启动通知。该项目的建设周期为五年,计划于2026年12月完工。

安德里茨的供货范围包括水力机械和机电设备的完整设计、工程、制造、质保、运输、现场

安装、测试和调试。水力机械范围主要包括弧形闸门、立式闸门、拦污排、起重机、提升机、启闭机和带有钢岔管的压力钢管。机电工程范围包括三台单机容量为72 MW的立式混流式机组的部件、凸极发电机、水电站电气系统、电站辅助系统以及自动化系统。

项目完工后,该水电站预计年发电量能约达1456 GWh,使尼泊尔的总发电量增加约20%。

### “这一项目完工后,该水电站预计将使尼泊尔的总发电量增加约20%。”

该项目将由韩国东南电力公司进行运维,并根据2018年签署的为期30年的购电协议(PPA)将生产的电力出售给承购人尼泊尔电力局(NEA)。该电力将主要用于尼泊尔国内。

这一项目能大幅度提高尼泊尔的发电量。安德里茨很荣幸能参与该项目的建设。自此,安德里茨也进一步夯实了其在尼泊尔水电市场中作为首选“从水到电”技术供应商的领先地位。

#### 作者

Sameer Sahai  
hydronews@andritz.com





**1 HUMAYA水电站**

改造后出力: 50 MW

供货范围: 1 × 50 MW (电站共有两台机组)

**2 ZIMAPÁN水电站**

改造后出力: 304 MW

供货范围: 2 × 152 MW

**3 EL CARACOL水电站**

改造后出力: 630 MW

供货范围: 3 × 210 MW

**4 INFIERNILLO水电站**

出力: 400 MW

供货范围: 2 × 200 MW

(电站共有六台机组)

**5 LA VILLITA水电站**

出力: 320 MW

供货范围: 4 × 80 MW

# 改造

## 墨西哥国家电力公司水电机组改造项目

在墨西哥，以安德里茨为首的联合体签署了一项大规模改造合同，涉及该国的 9 座水电站的改造项目。本次合同的总金额约为 8.92 亿美元，于 2021 年末与墨西哥国有电力生产企业墨西哥国家电力公司 (CFE) 签署。

墨西哥国家电力公司负责给 1 亿民众生产和配送电力，其每年的新增用户逾 1 百万。该公司持有 162 座发电站，总装机容量为 43723 MW，其中有火电厂、水电站、风力发电厂和核能发电站。此外，该公司还运营逾 99.2 万千米长的输配电线路。

2021 年 7 月末，墨西哥国家电力公司诚邀各大公司提交报价，内容是升级和改造 9 座现有水电站，该批水电站的总装机容量逾 4250 MW。这 9 座水电站分别是 Malpasos 水电站 (1080 MW)、Dr. Belisario Domínguez “Angostura” 水电站 (900 MW)、Ángel Albino Corzo “Peñitas” 水电站 (420 MW)、Mazatepec 水电站 (220 MW)、Infiernillo 水电站 (目前是 400 MW)、La Villita 水电站 (320 MW)、Ing. Carlos Ramírez Ulloa “El Caracol” 水电站 (600 MW)、Ing. Fernando Hiriart Balderrama “Zimapán” 水电站 (292 MW) 和 Humaya 水电站 (目前是 45 MW)。



**MAZATEPEC水电站**

改造后出力: 244 MW  
 供货范围: 4 × 61 MW

**PEÑITAS水电站**

出力: 420 MW  
 供货范围: 4 × 105 MW

**MALPASO水电站**

改造后出力: 1,152 MW  
 供货范围: 6 × 192 MW

**ANGOSTURA水电站**

改造后出力: 1,000 MW  
 供货范围: 5 × 200 MW

# 与复兴

这次全面改造项目的目的是充分利用现有的土建和电气基础设施将上述水电站的运行寿命延长至少 50 年, 同时还要加强该国的电力系统。

2021 年 11 月墨西哥国家电力公司对各个公司的技术和报价进行了严格的评估, 最终将该项目合同授予了由安德里茨主导及 Generadores Mexicanos (GENEREMEX)、Hydroproject 和 Sistemas 国际能源公司 (SEISA) 共同组成的联合体。

安德里茨墨西哥公司成立于 1981 年, 办公地点位于米却肯州的莫雷利亚。公司一直致力于为墨西哥、中美洲、加勒比地区和南美地区的水电站提供综合的水电解决方案。

这次合同的供货范围涵盖 29 台水轮发电机、17 台水轮机、21 台电力变压器、22 台调速器、3 套数据采集与监视控制系统 (SCADA), 27 套静态励磁系统、3 套保护系统以及其他电气辅助系统的设计、制造、供货、运输、安装、测试和调试。

**“这次现代化改造 9 座水电站的项目竣工后, 预计年发电量将增加 1754 GWh。”**





马尔帕索水电站的主变压器



马尔帕索水电站的大坝和溢洪道

→ 自 2021 年 11 月底合同签署以来，该联合体一直在有条不紊地推进项目进展，并计划在 2023 年到 2027 年间逐个交付这 9 座水电站。

**“这次水电站现代化改造的目标不只是提高水电站的效率，而且还要将电站的运行寿命延长 50 年。”**

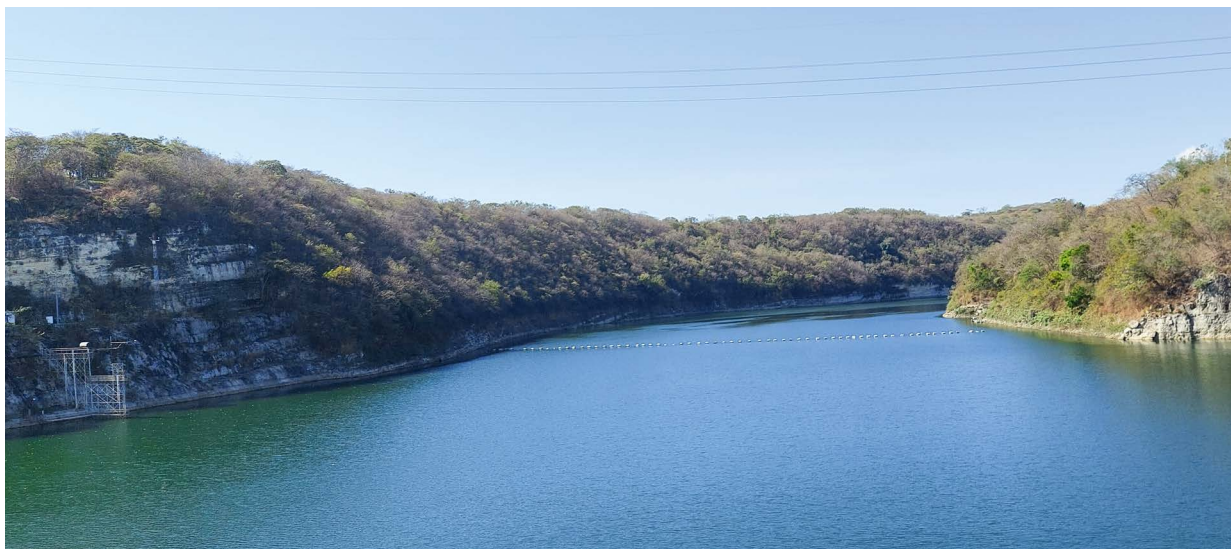
法国开发署 (AFD) 将为该项目提供资金支持，在未来的 25 年内将为清洁能源项目投资 2 亿欧元 (2.32 亿美元)。这包括为服役超过 30 年的各类水电站提供修复和现代化改造的资金支持。按照墨西哥国家电力公司的说法，该项目将增加这些水电站的发电量，延长水电设施使用寿命，

加强电力基础设施的安全性，并尽力减少给水电站所在的区域带来负面的环境和社会影响。墨西哥国家电力公司制定了一系列覆盖范围较广的投资计划，其中有一项总金额为 48.5 亿美元的长期计划，旨在提高核电、水电、风电和太阳能发电的装机容量。另外，还有一项总金额为 44.6 亿美元的修复计划，主要针对改善公司的输电能力。

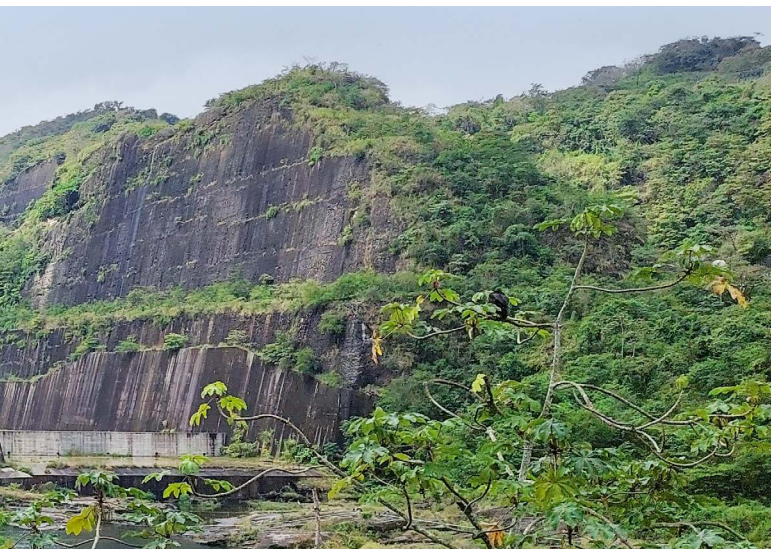
随着未来五年对上述水电站实施现代化改造，预计总发电容量将增加 243 MW，并且年发电量将增加约 1754 GWh。

本次涉及的改造机组，其中有一部分是上个世纪 60、70 年代安装的，当时的设备原始供应商正是安德里茨公司的前身。而这次的合作为安德里茨与墨西哥国家电力公司之间

进水口到安哥斯特拉水库







建立长期关系奠定了基础,后者是墨西哥最大的电力公司。本合同不仅是安德里茨水电执行过的最大规模的改造项目,这即便在整个水电市场上也是史无前例的。

安德里茨很荣幸能被委以重任,主导如此重要的改造项目,能让墨西哥国家电力公司和墨西哥人民向可持续的能源电力系统更进一步。

“这个9座水电站的现代化改造项目是全球水电市场上最大的改造订单之一。”

**作者**

Marco Antonio Ramirez  
hydronews@andritz.com

安哥斯特拉地下水电站机房





# 绿色金融

在苏格兰格拉斯哥举办的联合国气候变化框架公约缔约方大会第二十六次会议 (COP26) 进一步坚定了我们应对全球变暖的决心, 而安德里茨也致力于为此做贡献。除内部管控外, 安德里茨还开发、提供各类减排产品。在常规的技术和商业投入的基础上, 安德里茨还为客户提供个性化的支持, 使项目执行更加圆满。有时能源价格的飞涨也会影响项目的可行性, 这时优化项目成本和收益至关重要。安德里茨不仅在技术上不断求新, 在项目执行和产品质量上也一丝不苟, 旨在为客户创造真正的附加价值, 是您的最佳合作伙伴。

2018 年, 安德里茨成立了一个内部特别工作组, 旨在全面探索水电项目的绿色商机。该工作组虽然规模不大, 但工作效率极高, 其调查

了可持续项目的刺激计划以及可以申办、出售的各类绿色证书。在相关的国家或地区, 安德里茨的当地办公室还成立了执行团队, 专门负责开展一系列相关活动, 以加大水电项目的经济效益。

## 碳信用额

《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC) 规定, 减少或避免二氧化碳排放将有资格获得碳信用额, 也称为减排证书 (ERCs)。此类证书由项目所在国指定的 (政府部门) 机构颁发。减少 1 吨的二氧化碳排放将获得 1 个碳信用额。减排计算方法简单, 用可再生电力的兆瓦时数乘以电网排放因子 (GEF), 而电网排放因子由各自国家或地区的电力结构决定。现有电力结构的清洁度越低 (就煤炭或其他

化石燃料火电厂而言), 电网的排放因子就越高, 相应地碳排放量也越高。

安德里茨的团队已接洽过多家碳信用额交易商, 这将极大地便于其客户出售碳信用额。例如, 在我们的协助下, 我司在拉丁美洲的一位客户已经收到来自某知名交易商的报价和采购协议草案。

## 可再生能源证书 (REC)

可再生能源项目的业主可在国际平台上进行项目注册, 以此获取可再生能源证书。1 千瓦时的可再生能源可相应获得 1 个可再生能源证书。

日本政府制定了一项计划, 支持减少二氧化碳排放的项目。以 20 年为期, 给所选定的项目

## 区域、国家和地域碳定价项目的主要统计数据

实施了  
**65**  
项碳定价项目

选定的项目涵盖了  
**45**  
个国家

选定的项目涵盖了  
**34**  
个地域

2021 年,  
这些项目涉及到  
**11.65 GtCO<sub>2</sub>e**  
 , 相当于全球温室气体排  
放的 **21.5%**。

来源: 碳定价仪表盘, 世界银行



## 为现代能源市场申办绿色证书

30% 至 50% 的成本补贴;相应地,该项目在此期间所获得的碳信用额的一半要归属于日本政府。由于限定了项目规模,该计划只适用于小水电和改造项目,不适用于大水电项目。该计划会在亚洲、非洲、中东和拉丁美洲等 17 个国家或地区开展。

安德里茨的团队已与有意向合作的可再生能源证书申请平台和交易商进行了洽谈。例如,安德里茨已经与一个客户在原则上达成了一致,为肯尼亚的两个项目筹备证书申办。

**如果您有任何减排证书、可再生能源证书或其他低碳刺激措施等有竞争优势的项目,请随时与我们联系。**

**作者**

Adolf Fraczek  
[hydronews@andritz.com](mailto:hydronews@andritz.com)

**“安德里茨成立了特别工作组,旨在探索绿色商机,以加大水电项目的经济效益。”**



# 勇踏前人 未至之境

一项大胆的技术突破

成功案例 | 德国韦尔水电站项目

**2021年末**,德国韦尔(Wehr)抽水蓄能水电站的一台机组恢复运行,该机组是卧式空冷电动发电机组,配备了世界上功率最大的空冷机。新发电机组成功投运后,电站恢复了清洁能源电力的生产,这也标志着这一极具挑战性的项目圆满落成。

韦尔抽水蓄能电站始建于20世纪70年代,年发电量约为100 GWh。在水轮机工况下,其总出力约为910 MVA,在水泵工况

下总出力约为980 MW。该水电站有四台发电机组,是Schluchseewerk集团运营的最大电站,为该集团的母公司EnBW和RWE提供关键的电力平衡服务。

“超常规思维和顶尖技术碰撞出这别具一格的解决方案——配有世界上功率最大的空冷机的卧式空冷电动发电机组。”

2019年9月,B09号发电机组出现短路故障,导致亟需更换成新机组。为了避免重蹈覆辙,电站业主欲采购一台耐用、高效,且能够承受大量负

荷波动的发电机组。经过漫长的研发、设计和反复的核算、模拟,安德里茨设计出一台新型高效发电机组,交出了一份满意的答卷。新型发电机组的设计展示出了安德里茨敢为人先的精神,将原来的水冷系统改成空冷系统,这不但能降低成本、提高效率,而且还更便于维护。21 kV的标称电压、非常规的定子线棒几何形状和保留现有转子等要求,使本次设计极具挑战性。安德里茨调动了位于奥地利维也纳和魏茨两个发电机能力中心的骨干力量,双方人员强强联手、打破各种思维定式,

## 技术参数

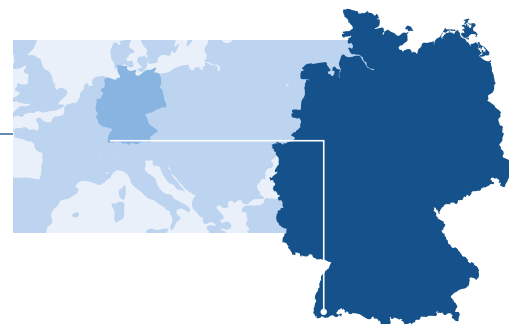
### 韦尔水电站:

总出力: 980 MW / 910 MVA

供货范围出力: 300 MVA

电压: 21 kV

年平均发电量: 1000 GWh







在与业主的密切合作下,安德里茨发电团队于2021年成功安装了B09号空冷式电动发电机组。



韦尔水电站有四台发电机组,是Schluchseewerk集团运营的最大电站,提供关键的电力平衡服务。

最终提出一个独具匠心的技术解决方案,让人赞叹不已。最终成品经过多次优化,完全满足客户的所有需求和要求。

**亲力亲为**

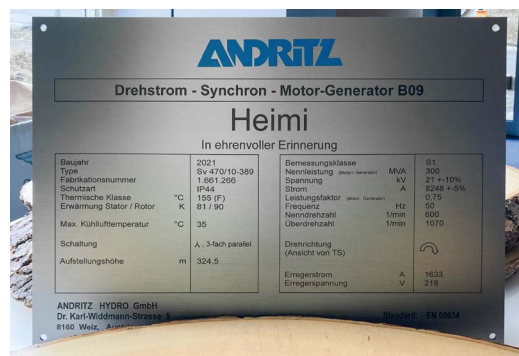
安德里茨员工的亲力亲为也让该项目备受赞赏。我司的项目经理 Erwin Heimhilcher 先生,从一开始就参与了这个项目,这个设计方案的顺利落地也有他的一份功劳。然而,Erwin Heimhilcher 先生在 B09 号机组的执行阶段不幸去世。为了表彰 Erwin 对该项目的杰出贡献,以及表达安德里茨和业主对

Erwin 的感谢,专门将 B09 号发电机组以他的名字来命名。

项目进展十分顺利。安德里茨这次采用的空冷机的功率是全球最大的,这也创造了一项新纪录。该项目极具挑战,落成后让业主能全负荷运行该水电站,安德里茨很高兴能参与其中。这个项目的圆满竣工就是对安德里茨最大的肯定。因此,2022年初,业主将另一台发电机组(B10)的合同也授予了安德里茨来执行。

**作者**

Michael Fink  
Marie-Antoinette Sailer  
hydroneWS@andritz.com



B09号机组的名牌

## 电网瓶颈和黑启动功能

“破解供电瓶颈和黑启动功能是抽水蓄能水电站的两大关键特性,可快速响应电力需求波动和突发性的断电事件,保障稳定供电。”

韦尔水电站的上游水库位于 Hornberg 流域,库容量为 440 万立方米,下游水库位于 Wehra 流域,库容量为 430 万立方米。在设计新颖的机组带动下,上、下水库间的大量水流在闭环中流动起来,不受外在天气的影响。两个水库之间的高度差约为 630 米。机组在几秒内就能按需发电或储能,这完全取决于电网需求。

Schluchseewerk AG



**Årlifoss 水电站和 Grønvollfoss 水电站**是位于挪威东南部同一河流上的径流式水电站，这两座水电站相距不远。

项目经理 Øyvind Kristiansen 表示：  
“我们这次改造的目的是要保障水电站能可靠运行，让这些‘老伙计’能再继续生产十几年、几十年的清洁电力。”

这两座水电站由 Skagerak Kraft 公司持有和运营。该公司是挪威的一家共用事业单位，保障了该国4%的电力需求。两座水电站均配备了轴流式水轮机，装机容量分别为26 MW和32 MW。Årlifoss 水电站的运行年限较长，可追溯至1915年。Grønvollfoss 水电站则是于1933年开始运行。

2020年，安德里茨斩获了这两座水电站的大规模自动化改造订单。与安德里茨以往的自动化改造业绩相比，这一订单的规模不算小。该项目的供货范围包括发电机、通用系统、水位和闸门以及电力系统（EPS）配备新控制系统。挪威的水电合同往往将自动化与电力系统相

结合。这次升级改造被视为一个常规项目。

该项目由安德里茨位于挪威耶夫纳克尔和捷克共和国布拉格的分支机构联合执行，这并不违背欧盟的机械指令。安德里茨还赢得了第二份合同，是升级 Årlifoss 水电站的机械设备。具体包括更换转子和升级改造发电机组，一个新轴流式水轮机以及用于水轮机调速器的高压油装置。

按照项目计划，已经执行了 Årlifoss 水电站的第一期工程，包括闸门、水位和电站控制，并比合同规定的时间提前两周完成了安装和投运。计划于2022年11月进行 Årlifoss 水电站改造项目的第二期工程，涉及到水轮机控制、发电机和9.5 kV的开关站。

同时，按照合同内容，Grønvollfoss 水电站的进度也在不断推进中，现场在有条不紊地进行安装。为了优化安排，Grønvollfoss 水电站项目的安装顺序进行了重新调整，将发电站控制器的设计、安装和调试与水位调节器和闸门控制器的相结合。该项目将持续到2024年。

项目经理 Øyvind Kristiansen 对 Skagerak Kraft 公司的合作精神赞不绝口：“



成功案例

挪威 ÅRLIFOSS 水电站和 GRØNVOLLFOSS 水电站项目



# 运行稳



这几年不确定性太大，次级供应商不好找，不过我们最后还是给出了完美的解决方案。业主一直有所顾虑，毕竟在 Årlifoss 和 Grønvollfoss 的小型社区大部分都是依靠这两座水电站来供电的，那就得至少保证一台机组能正常发电。国家电力有限，这些小村落一般都不依赖外部电网供电”。

自投运以来，这两座水电站已进行过数次升级改造。这次改造的目的不在于增加出力，而是要确保水电站的可靠运行，让这些“老伙计”能再继续生产十几年、几十年的清洁电力。这次改造计划早在当前的全球能源市场危机发生之前就已敲定，但这次危机让这个改造项目的意义变得越发重要。这一项目完美地诠释了水电作为稳定、可靠的清洁电力来源的重要性。

**作者：**

Erik Naess  
hydronews@andritz.com

**技术参数**

**Årlifoss水电站**

总出力: 26 MW  
 供货范围: 1 × 26 MW  
 水头: 16 米  
 电压: 9.5 kV  
 转速: 136.4 转/分  
 转轮直径: 4500 毫米

**Grønvollfoss水电站：**

总出力: 32 MW  
 供货范围: 2 × 16 MW  
 水头: 23 米  
 电压: 8.0 kV  
 转速: 200 转/分  
 转轮直径: 3,120 毫米



# 定可靠

成功案例 — 挪威 SØLIF ÅRLIFOSS 水电站和 SØLIF GRØNVOLLFOSS 水电站项目





# 出力大

巴西福斯-杜阿雷亚水电站 (Foz do Areia) 的现代化改造与修复项目已顺利竣工。该水电站的总装机容量为 1744 MW, 有四台单机容量为 436 MW 的发电机组。该水电站位于巴西巴拉那州的伊瓜苏河上, 由巴西公用事业公司 COPEL 所有, 是该公司总装机容量最大的发电站。

Governador Bento Munhoz da Rocha Netto 电站于 1975 年开始动工, 于 1980 年大坝完工, 此后便投入商业运营。

这一现代化改造合同包括四台水轮机组的全套修复以及在第三方实验室进行的水力模型测试。安德里茨的供货范围是四个新混流式

转轮、新主轴密封、导叶自润滑轴套、顶盖排水系统、管道和阀门以及通风竖井。此外, 合同还包括修复尾水管锥管、底环、固定导叶型线、活动导叶、内顶盖、顶盖、导水机构、控制环、伺服电动机、导向轴承和水轮机轴故障, 以及机加工。供货范围还包括四台配有数字面板的新水轮机调速器, 全套水轮机液压操作器 (HPU) 和空气压缩机, 四套新的励磁系统以及备品备件。设备运输至现场、设备的安装督导和调试也在合同范围内。

本次现代化改造与修复项目历时六年, 是当前安德里茨水电执行过的最大规模的混流式水轮机修复项目。这次改造项目安德里茨不仅提供了水电站设计、现场服务、设备拆卸、设备装配和

设备调试, 还为电站配备了其开发的自动化解决方案, 以便电站能更好地响应水电市场。另外, 为了确保项目能如期运转, 除了位于圣保罗阿拉拉夸拉市的安德里茨水电巴西公司承担了工程设计和设备制造, 位于德国拉文斯堡的安德里茨制造基地也承接了一台转子的制造任务。

安德里茨水电巴西公司和 COPEL 的这次合作始于 2015 年 10 月, 这个项目不仅在技术上颇具挑战, 在设备运输上也面临障碍, 这对双方来说都不容小觑。

最终, 最后一台机组的现代化改

“该项目历时六载, 是当前安德里茨水电执行过的最大规模的混流式水轮机修复项目。”





# 产能高

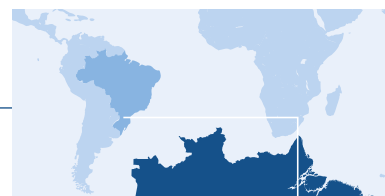
造提前合同工期 14 天完工。此外,在项目执行过程中,还实现了全程“无可记录事故”,这完全得益于安德里茨和 COPEL 均严格执行安全规范。

项目完成后,该水电站的产能提高了 12%。这次现代化改造项目大获成功,安德里茨水电巴西公司对此欣喜不已。该项目不仅运用了安德里茨的尖端技术,还体现了公司团队在商务交流、人际沟通和凝聚力上的过人之处。

## 技术参数

### 福斯杜阿雷亚水电站:

总出力:1,744 MW  
 供货范围: 4 × 436 MW  
 水头:146.5 米  
 电压:16.5 kV  
 转速: 128,6 转/分  
 转轮直径:6,104 毫米



## 作者

Karla Silva  
 Ricardo Calandrini  
 Marcelo Malafaia  
[hydronews@andritz.com](mailto:hydronews@andritz.com)



成功案例 | 巴西福斯杜阿雷亚水电站项目



# 安

迪诺维克 (Dinorwig) 水电站是欧洲最大的抽水蓄能电站之一, 安德里茨为其大规模修复与现代化改造项目提供 6 个新主进水阀 (MIV)。

迪诺维克抽水蓄能电站位于英国北威尔士兰贝里斯附近埃里迪尔山一座废弃的采石场中, 其总装机容量约为 1728 MW, 是世界上最大的抽水蓄能电站之一。整体上, 该电站是由一系列在板岩山中挖掘的洞穴组成, 其主洞是欧洲最大的人工洞穴。机械和电气设备以及配有控制间的操作室均安置在各个洞穴之中。

该水电站经过为期 10 年的施工期于 1983 年全面投入使用, 为英国电力系统提供备用和响应等电力平衡服务, 在维护该国国家电网稳定方面发挥着重要作用。

迪诺维克水电站由 6 台单机容量为 330 MVA 的立轴混流可逆式水泵水轮机组构成, 颇具特色。而该水

电站的水力系统配置也别具一格。水电站上水库和下水库之间的最大总水头达 546.7 米。此

外, 该水电站配有一个直径达 10.5 米的单混凝土衬砌压力引水隧洞。并利用高压分岔管将该隧洞分成 6 个混凝土衬砌分支, 分别为 6 台水轮机供水。临近水电站地下是匹配主进水阀直径的钢制压力钢管段。

**“迪诺维克抽水蓄能水电站的总装机容量约为1728MW, 是世界上最大的抽水蓄能电站之一。”**

在水力发电中, 主进水阀属于关键部件。主进水阀不仅要在维修水力设备时起到完全密封水道的作用, 还要承担保障电站安全的作用, 要求其能随时应对各种状况。因此, 当此类关键机械部件临近其使用寿命时, 更换或修复是势在必行的。



# 全第一



成功案例 | 威尔士迪诺维克水电站

迪诺维克抽水蓄能水电站位于威尔士的一座废弃的采石场中,在维护国家电网稳定性方面发挥着重要作用。



来源:英国ENGIE集团



### 水电站概况

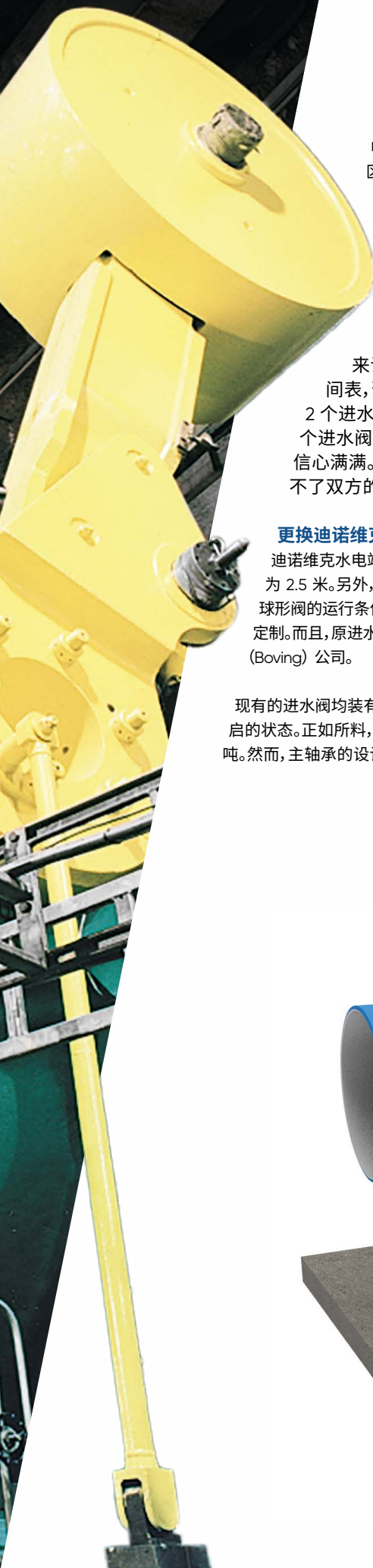
迪诺维克水电站有 6 台水力机组、1 套液压系统和 6 个压力钢管，因此主进水阀在水轮机组维修时起关键作用。这是因为水泵水轮机和高压压力钢管之间要完全依靠主进水阀来隔断。同时，这意味着要想更换主进水阀就必须关闭整个水电站，并排空达 1728 MW 的全部机组的蓄水。因此，运营商极其重视关键、不可更换部件的可靠性和主进水阀部件的效率和可维护性。自投入运行以来，该液压系统的主进水阀上游从未被排空过。

尽管如此，该电站已服役近 40 年，主进水阀的主要机械部件已接近其设计使用寿命。由于技术和成本效益等因素，修复主进水阀或更换进水阀的部分部件不可行。因此，国际科技集团安德里茨斩获了一项提供 6 个新球阀的订单。安德里茨的供货范围包括 6 个球阀的设计、制造、供应、安装和调试，以及相应的调速器。

本合同由安德里茨与英国第一水电公 (First Hydro Company) 签订。后者是英国最具实力的发电企业之一，负







负责管理并运营迪诺维克抽水蓄能电站以及位于北威尔士雪墩山地区的费斯蒂尼奥抽水蓄能电站。该公司由 ENGIE 集团持股 75%，由布鲁克菲尔德可再生能源公司 (Brookfield) 持股 25%。

迪诺维克电站独具特色，且地理位置独树一帜，致使该项目对业主和进水阀供应商安德里茨来说均意义非凡。此外，根据项目时间表，预计在 2023 年中期安装首批的 2 个进水阀，到 2025 年中期安装余下的 4 个进水阀，由此可以看出双方均对本项目信心满满。然而，要想如期完成项目必定少不了双方的密切协作配合。

#### 更换迪诺维克水电站的主进水阀

迪诺维克水电站的 6 个主进水阀均为球形阀，公称直径为 2.5 米。另外，球形阀的设计压力是 80 巴，据此判定球形阀的运行条件相当苛刻。显然，这些球形阀需要特殊定制。而且，原进水阀的供应商并非是安德里茨，而是博文 (Boving) 公司。

现有的进水阀均装有配重装置，在 10 秒内能完成关闭到开启的状态。正如所料，球形阀的配重装置很重，芯体重达 150 吨。然而，主轴承的设计标准不能满足此重量。这种局面使得

运营方决定完全更换 6 个进水阀，而不是修复或更换个别部件。

#### 更换进水阀后，确保能满足下列基本要求：

- 保留主进水阀基座等现有接口

**“迪诺维克水电站有 6 台水力机组、1 套液压系统和 6 个压力钢管，因此主进水阀在水轮机组维修时起关键作用。”**

- 最大限度地缩短排空所有压力钢管的时间
- 施加的运行强度不超过现有系统的容量
- 在 10 秒或更短时间内实现快速开启
- 确保主进水阀部件至少可持续运行 30 年，不会发生需排空压力钢管的大规模修复
- 确保易磨损部件易于维护
- 满足现有起重机的限制条件



新的主进水阀配有更坚固、更大的主轴承，这让我们重新评估了驱动方式。



→ 新的主进水阀配有更坚固、更大的主轴承，这也让我们重新评估了驱动方式。用双油控伺服电机代替配重装置不仅可降低总动态载荷，而且直接安装伺服电机要比在地面上锚定配重装置节省大量土建施工时间。此外，还特别采用了供油和控油的理念以减少运行耗油量，这不仅能确保运行的安全，而且还符合现代的运行要求，同时又保证了主进水阀的开启用时。

**"迪诺维克抽水蓄能水电站位于威尔士的一座废弃的采石场中，在维护国家电网稳定性方面发挥着重要作用"。**

在初始设计时，安德里茨就计划让此球形阀具备状态监控功能，这是一次创新。将传感器集成到机械、油和水力系统中，以此实现系统状态监控功能。现代化的本地数

据采集与监视控制系统（SCADA）与安德里茨的 Metris DiO Mera 平台配合使用，能进行基于运行状态或预测性的部件维护。业主对安德里茨提供的评估性数据、信息进行定期处理，这有助于预防系统故障，并可采取具体措施延长设施的使用寿命。

凭借设备生产商安德里茨的运营和维护经验以及设计专长，业主/运营方与供应商安德里茨共同评估了整体理念，以确保

所有核心要求都能得以满足。为了以双方均认可的方式如期完成这一技术上和商务上均要求颇高的项目，双方的早期协调起到了关键性作用。通过双方协作，早期就设定了各节点目标，并在合同签署之前就形成了项目的总体理念。

安德里茨非常荣幸能执行迪诺维克抽水蓄能水电站的现代化改造合同。凭借在球形阀和抽水蓄能技术方面的丰富经验，安德里茨将全力以赴如期为迪诺维克水电站提供新进水阀，让业主满意。这样，迪诺维克水电站在未来几十年里能继续在英国国家电力系统的维稳上发挥重要作用。

**作者**

Benjamin Roelle  
hydronews@andritz.com

活门装入阀体



检测活门密封面是否有裂纹





技术参数

迪诺维克水电站

总出力:1,728 MW

水头: 546.7 m



成品阀体近景摄影测量



成功案例 | 威尔士迪诺维克水电站





LAÚCA 水电站的所有机组现运行平稳，赢得了业主和运营商的一致满意，不仅稳定了国家电网，还能满足电力的波动需求。

LAÚCA 水电站的总装机容量逾 2 GW，是安哥拉第一大水电站，非洲第二大水电站。该水电站距安哥拉首都罗安达约 300 公里，位于北宽扎省和马拉南扎省的边界上。电站大坝形成了一个近 200 平方千米的水库，蓄水量达 55 亿立方米。

该水电站主厂房的长度达 270 多米，安德里茨为其提供了 6 台机组的设计、制造和安装服务，机组的单机容量为 335 MW。此外，还有一座较小的独立厂房用于容纳一台容量为 70 MW 的生态型流量机组。

经过近十年的前期准备，LAÚCA 水电站于 2013 年 7 月开始动工。2014 年年初，安德里茨获得了供应两个水电站厂房内的全套机电设备、以及开关站内的变压器和其他部件的合同。

**“LAÚCA 水电站的年发电量达 8640 GWh，能满足约 800 万户家庭的用电需求。”**

安哥拉当时是全球经济增长最快的国家之一。在这个背景下，本项目的开发过程顾及颇多，不仅要保护环境、不破坏动植物，还有众多社会层面需要考量。

该项目的第一台水轮机于 2017 年 7 月投入使用，第六台也是最后一台水轮机于 2020 年 12 月开始运行。目前，LAÚCA 水电站的年发电量约为 8640 GWh。该电站不仅增加了该国的总体发电量，而且还成为安哥拉现代电网调节的主力。该水电站出力大、机组多，让电站运营商能向全国大部分地区提供电力，满足电力波动

需求，起到电网维稳作用。此外，产能高的好处还让运营商能在不影响电网运行的情况下有效地安排设备维护，使安哥拉电力系统的管理更高效。





新建的LAÚCA水电站不仅提高了该国的总体发电量,而且还成为安哥拉现代电网调节的主力。

**技术参数**

**LAÚCA水电站:**

总出力: 2,070 MW

供货范围: 6 × 338 MW (主机组) / 1 × 72 MW (生态型机组)

水头: 200 米 (主机组) / 118 米 (生态型机组)

电压: 6 × 18 kV (主机组) / 1 × 15 kV (生态型机组)

转速: 200 转/分 (主机组) / 233.77 转/分 (生态型机组)

转轮直径: 4,790 毫米 (主机组) / 3,220 毫米 (生态型机组)

年发电量: 8,640 GWh



水电站主厂房长达270余米,装有6台单机容量为335MW的机组。

为了支持安哥拉的技术人才发展,安德里茨在当地新建了一所带有多个现代实验室的技术培训中心。这无疑会进一步推动当地学校、医院等基础设施的发展,为当地民众谋取福利。

此外,安德里茨的 Metris DiOMera 系统能远程监控电站,其预测性维护功能会提高效率,这显然是更先进的电站管理方式。如果使用得当,这种方式可大大延长维护周期。此外,有了远程监控功能后,不入水电站厂房也能知晓检测数据,这既环保,又高效。

比如 LAÚCA 水电站这个项目,当时有一部分部件急需调试、一个软件急需升级,但却恰逢新冠疫情期间出台了出行限制。不过,安德里茨还是高效地完成了软件升级和急需部件的调试。当时无法赶往现场,但安德里茨德国公司还是顺利地给解决了,确保了电站的安全性和可靠性。

目前,所有机组运行平稳。作为该项目的业主, GAMEK (Gabinete de Aproveitamento do Médio Kwanza) 对安德里茨的表现非常满意。安哥拉是非洲水电潜力最大的国家之一,其目标是在 2025 年前实现国家总发电量的三分之二要来自于水电。同时,这也将进一步推进该国让更多国民用上电的愿景。

安德里茨很荣幸能以其开发清洁能源电力的专长来帮助安哥拉向其目标和愿景迈进,并希望将来能开发更多像 LAÚCA 这样美丽的大型水电站。

**作者**

Franco Bennati  
hydronews@andritz.com



# 水泵保障

# 农田产量

## 技术参数

### Doan Ha泵站:

供货范围:两台混凝土蜗壳泵

水头:最高到8.2米

流量:最高到10万立方米/小时

效率:最高到 88%



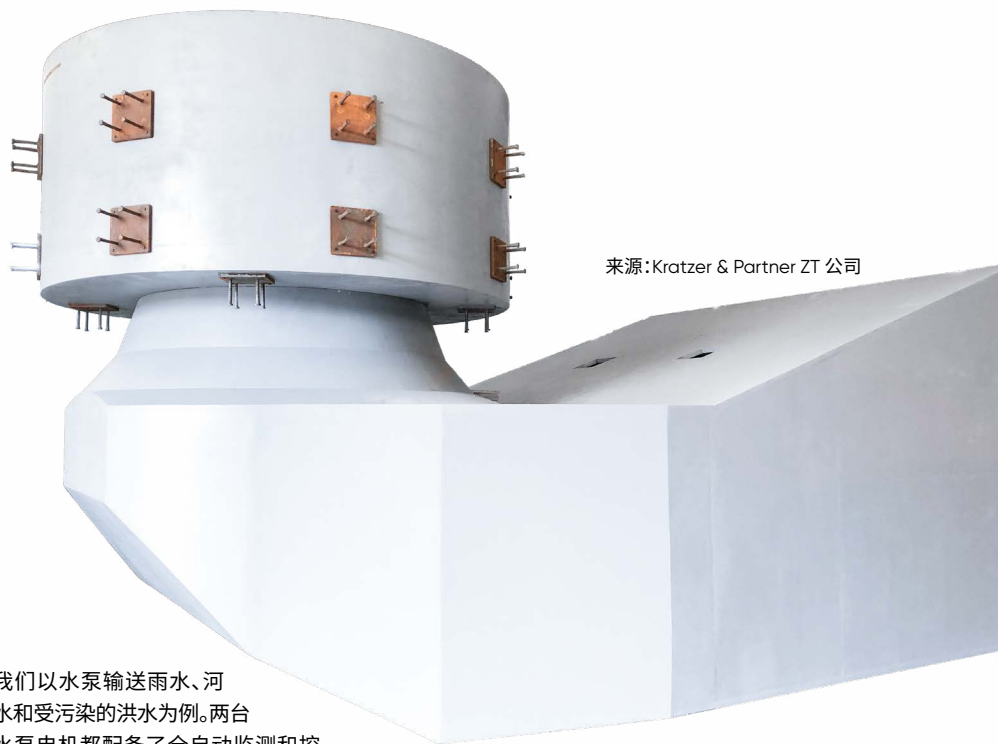
上个世纪八十年代,随着越南农产品的出口额显著提升,该国成为黑胡椒和腰果的全球最大出口国。此外,越南还跻身为咖啡、椰子、大米、橡胶、红薯、茶叶等产品的十大出口国之列。因此,农业不仅是该国国内生产总值的重要组成部分,还是其最重要的就业领域之一。然而,越南的年度总降水量约为 6400 亿立方米,是世界上降雨最多的国家之一。而且,有时降雨频次密集、且降水地区分布不均。持续不断的暴雨往往会导致河流和溪流决堤,经常造成洪水泛滥,损害农业生产力。气候变化更是让这种情况雪上加霜。

因此,在过去的几十年中,越南制定了各种战略来应对这些挑战,同时也带动了水利领域的动态经济增长。除了改造和扩建现有灌溉系统外,上述战略还包括兴建防洪系统。其中就包括位于越南东北部富寿省 Thanh Thuy 区的泵送系统。该地区最重要的产业是茶叶种植,年产量约为 10 万吨。

近期,该地区新建了一座泵站,这不仅能提高产能和农作物产量,改善生活水平和环境,还能减少该地区的贫困人口。Doan Ha 泵站能稳定灌溉多达 67.2 万平方米的稻田,是大面积农田灌溉的必要基础设施。泵站共有两







来源:Kratzer & Partner ZT 公司

台水泵,除灌溉外,在需要时还可用于农田排水,排水面积可高达 212.2 万平方米。

2018 年,安德里茨为越南河内附近的 Yen Nghia 提供了 10 台立式线轴泵,该泵站是该国最大的防洪站。同年,安德里茨与越南 Haiduong 泵业制造股份公司 (HAPUMA) 又联手承接了一项两台混凝土蜗壳泵的供应合同。

该项目的水泵是特殊定制的。每台水泵配有一台 1000 kW 的电机,额定流量达到 12.5 m<sup>3</sup>/s。水泵的效率最高可达 88%,在 100% 输出时,电机的效率最高可达 96%。

我们以水泵输送雨水、河水和受污染的洪水为例。两台水泵电机都配备了全自动监测和控制系统,以此来最大化设备可靠性,并保证设备全天候待命。水泵及其组件的设计运行时长达 7 万小时以上。

2021 年,两台机组顺利完成调试,随后投入使用。此后,这两台机组一直运行良好,且完全能满足业主的需求,为越南的农田生产保驾护航。

**作者**

Klara Göllés  
Alois Bacher  
hydronews@andritz.com





# WE CARE

## 遵循国际可持续性和透明度原则

可持续发展是安德里茨商业战略和企业文化的一个重要组成部分，是企业持续成功的关键因素。安德里茨全体员工都将致力于实践这一战略。

安德里茨的可持续发展计划囊括了其产品和服务的认证。国际标准不仅具有一致性，还能更好地确保安全性，惠及所有参与者，并能促进更有效的国际协作和配合度。达成 ISO 标准意味着安德

里茨集团不仅能满足日益增长的客户需求，还能持续改善其工艺、产品和服务。ISO 认证可确保集团下各个分支机构的产品和服务不会出现质量偏差，为跨国业务打下坚实的基础，并促进我们的长期可持续发展。随着这些标准在全球范围内被认可和采用，获得 ISO 认证就代表具备可信用和配合度。既定的标准也更易于理解和传达给客户与员工。

### 质量管理

标准决定品质。在安德里茨水电，质量管理不仅是指产品质量、工艺质量，还指安全和环境的质量管理。

安德里茨水电获得的认证不仅包括 ISO 9001:2015 质量管理体系、ISO 14001:2015 环境管理体系以及 ISO 45002:2018 职业健康安全管理体系，还着手于另外两项 ISO 认证，即 ISO 55001:2014 资产管理体系和 ISO 27001:2013 信息安全管理体系。



**“ISO管理体系能完善公司运营，  
并表明未偏离既定发展目标。”**

**ISO 55001:2014资产管理体系**

安德里茨将自己定位成水电站运营和维护领域的顶层合作伙伴，并在不断拓展其业务范围。为此，安德里茨决定对咱们的运维业务进行 ISO 55001 资产管理体系认证。

这一体系认证涉及一系列要求，用于确保资产管理体系能让资产性能最大化和风险最小化。此外，尽管存在设施老化、规章制度不断更新以及水电站经济性和性能的持续发展，该体系仍能保障水电站可靠、安全的运作，并

基于各类相关法规更大程度地保障水电站的运行效率。该体系还有助于识别水电站内的关键设施，评估其状况与性能，并给出对设施进行维护和/或更换等合理的投资策略。

目前，安德里茨水电的数个分支机构已取得 ISO 55001:2014 资产管理体系认证。意大利、印度和印度尼西亚的运维团队现已配备了功能齐全的本地监测中心，这不仅能优化客户的水电资产性能，还能借此增加客户收益，我们为此感到自豪。

**“ISO 55001 资产  
管理体系认证是我  
司运维业务的重要  
里程碑，有助于优  
化水电资产，并帮  
助客户实现收益最  
大化。”**

如需了解更多关于安德里茨水电公司的运维业务，请点击  
[www.andritz.com/products-en/hydro/products/hydropower-services](http://www.andritz.com/products-en/hydro/products/hydropower-services)

阅读第33期水电要闻的封面故事，请点击  
[www.andritz.com/hydro-en/hydronews](http://www.andritz.com/hydro-en/hydronews)



**ISO 27001:2013信息安全管理体系**

安德里茨水电的自动化业务经常涉及到关键的基础设施，这就要求我们对客户的信息安全有更高的标准等级。这就意味着安德里茨要基于 ISO 27001 等行业标准的要求不断提升公司标准以保持不低于此类标准。为此，公司决定基于 ISO 27001 标准建立一个信息安全管理体系 (ISMS)。

2022 年 2 月，经过一年多的精心筹备和各种实施记录，安德里茨水电奥地利公司成功取

得该认证，我们以此为傲。认证后，我们能更快响应客户的安全要求，简化细节讨论，使我司既定标准更加明确。

诚然，我司一直致力于更高的标准，并将在安德里茨集团的各个分支机构继续推行信息技术安全管理体系的认证。

各类 ISO 认证相辅相成。各类认证也会助力联合国呼吁的可持续发展目标。安德里茨完全认可并践行可持续发展和透明度原则，坚

定不移地寻求 ISO 标准认证，确保我司的流程、产品和服务的品质。毋庸置疑，高品质是我司追求的终极目标。

**“符合 ISO 27001 标准，可确保资产安全、运营可控。”**

**作者**

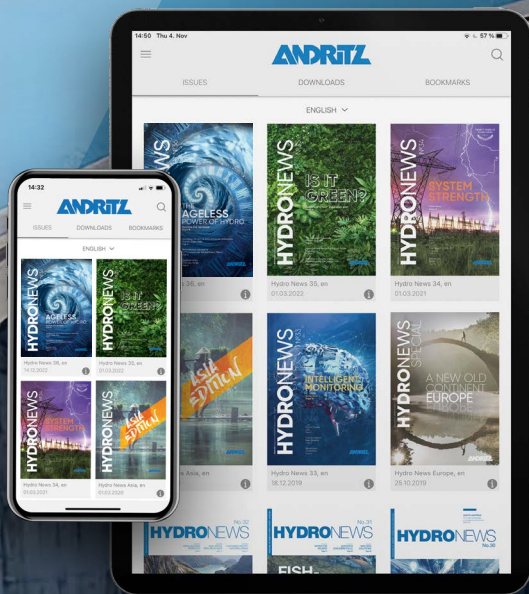
Marie-Antoinette Sailer  
hydronews@andritz.com

如需了解安德里茨水电公司如何让您的资产不受网络安全困扰，  
请阅读第35期水电要闻中有关网络安全的文章  
[www.andritz.com/hydro-en/hydronews](http://www.andritz.com/hydro-en/hydronews)





# 水电要闻



## 随时随地查看水电要闻

一直以来，安德里茨都会定期发布水电要闻。20多年来，我们一直和您分享最新的水电项目、市场趋势和技术发展等专题类新闻。



HYDRO NEWS在线杂志、  
新闻简讯和联系方式，  
请访问：

[www.andritz.com/hn-36](http://www.andritz.com/hn-36)



# 安德里茨集团

安德里茨是一家跨国科技集团,其业务广泛,涉及制浆造纸、水电和金属行业,以及市政和工业领域的固/液分离、动物饲料和生物制粒,为上述各行业提供一流的工厂、设备和服务。在全球范围内,一系列的产品和服务包括发电站、回收利用车间、无纺布和盘柜生产等。集团旗下的创新型产品 Metris 具有自动化和数字化的特性,能为客户提供更便捷、高效和高收益的解决方案。安德里茨集团总部位于奥地利格拉茨,在全球拥有280余家制造基地和服务、销售分支机构。



超过  
**26,800**  
名员工



超过  
**280**  
家分支机构



业务覆盖  
**40**  
多个国家

## 我们的愿景

在目标市场中,安德里茨致力于提供创新型的工程解决方案,是业内的领军企业。安德里茨不仅拥有世界领先技术,还严格把控产品和服务质量,竭力为客户和利益相关方创造可持续的价值,确保其收益能长期持续增长。

## 我们的ESG (环境、社会和公司治理) 愿景

在可持续发展方面,安德里茨取得的成绩在同行业内首屈一指,并为所有利益相关方创造了最大的附加值。作为可持续发展的先行者,安德里茨采用负责任的态度治理公司,确保为社会、员工和所有其他利益相关方提供一个安全、可行的未来。我司致力于制造可持续且耐用的产品,为保护自然资源、治理环境和气候做贡献,我们以此为荣。

## 我们的使命

安德里茨通过提供创新型产品和优质的工程、技术服务护航客户成功,并与客户保持长期、稳定的合作关系。这不仅有利于关键行业的发展,还能更好地保护地球。世界千变万化,但我们的热情始终如一。

安德里茨股价:  
(截至2022年8月31日)  
**46.38 欧元**

## 2021会计年度主要财务数据

订单总额

7,879.7 百万欧元

订单储备(截至期末)

8,165.8 百万欧元

利润

6,463.0 百万欧元

净利润(包括非控股权益)

321.7 百万欧元

26,804 名员工

(截至期末,不含实习员工)



# 安德里茨股份有限公司执行董事会成员变更



**Wolfgang Leitner,**  
当选为安德里茨股份有限公司监事会新成员

在 2022 年 4 月举行的年度股东大会上，Wolfgang Leitner 当选成为安德里茨股份有限公司监事会的新成员。此前，Wolfgang Leitner 已在集团董事会任职长达 35 年，其中有 28 年是担任集团总裁兼首席执行官。在他任职期间，集团的各个业务板块均发展成行业的领头羊。集团业绩于 2021 年创下了历史新高，这堪称是 Wolfgang Leitner 的从业巅峰。



**Joachim Schönbeck,**  
安德里茨股份有限公司新任总裁兼首席执行官

Joachim Schönbeck 接任 Wolfgang Leitner 成为安德里茨股份有限公司的新任总裁兼首席执行官。Joachim Schönbeck 于 2014 年 10 月加入安德里茨，成为集团执行董事会成员。此后，在他的协助下，集团的 Pulp & Paper Capital Systems 开发颇具成效；此外，在他的带领下金属部门也取得了长足发展。作为新任总裁兼首席执行官，Joachim Schönbeck 承担集团的多项职责，并继续负责 Pulp & Paper Capital Systems。



**Domenico Iacovelli,**  
当选安德里茨股份有限公司执行董事会新成员

Domenico Iacovelli 于 2011 年加入安德里茨，此后担任过集团的多个管理职务，并于 2018 年 4 月起担任舒勒公司执行董事会主席。2022 年 4 月，他被任命为安德里茨股份有限公司执行董事会的成员。在过去几年中，为了应对严峻的市场环境，Domenico Iacovelli 对舒勒集团进行过多次调整，取得了显著成效，为公司的长足发展奠定了良好的基础。此外，Domenico Iacovelli 除了担任执行董事会成员负责集团的金属业务板块外，还将继续担任舒勒公司的执行董事会主席。



庆祝安德里茨成立 170 周年

1852 年，安德里茨以生产圆铁钉、链条、铁栅栏、墓碑用十字架等金属制品起家，现已发展成为一家引领全球市场的科技集团。

170 年前，匈牙利人 Josef Körösi 在格拉茨附近的安德里茨成立了“k.k privilegierte Maschinenfabrik und eisengießerei”公司，为今天的安德里茨集团奠定了基础。



# 为1万多户家

## 挪威托尔加

2021年5月，挪威的托尔加 (Tolga) 水电站成功完成调试工作，并随后移交给业主。这个径流式水电站位于奥斯陆以北约360公里 Innlandet 区的托尔加市，配有三台相同的紧凑型混流式水轮机，单机容量为15 MW。该电站没有取水坝，但有拦河坝，利用格洛玛河88米高的瀑布，从 Hummelvoll 经由托尔加中心，一直流至 Eidsfossen 的山脚下。在拦截池中布有三个鱼类洄游通道，鱼类可以在上、下游自由迁徙。

2018年，安德里茨获得该项目合同，根据“从水到电”的理念提供整套水力机械、机电设备。合同内容涵盖机电设备的设计、制造和交付，包括水轮机、主进水阀、进口管、液压装置、水轮机电子调速器以及配有励磁系统的发电机。该合同还包括自动化和电力系统的全套电气系统。水

道中安装的机械设备有拦污栅、进水闸门、尾水管闸门、冷却和舱底系统，以及70吨的桥式起重机械。此外，该合同还包括安装、督导和调试服务。

该电站业主为 AS Opplandskraft DA 公司，而 Hafslund Eco 持有该公司75%的股份，另外25%的股份由 Akershus Energi 公司持有。此外，托尔加水电站由 Hafslund Eco 公司位于 Nord-Østerdal 的人员负责运营。

尽管新冠肺炎疫情带来诸多不便，让人们饱受各类限制措施，但该项目还是于2021年5月顺利完工，比合同规定时间提前了整整五个月。

### 环保与可持续性-鱼类友好型水电站解决方案

托尔加水电站是一座紧凑型电站，但并未像

# 项目集锦

## 小水电

### 技术参数

#### 托尔加水电站：

供货范围：3×15,41 MW / 3×20 MVA

水头：88米

电压：13.2 kV

转速：428.6 转/分

转轮直径：1,500 毫米

年平均产能：205 GWh





# 家庭供电

传统同等规模电站那样采用“四层式”建设方案。该水电站安装了三台相同的紧凑型混流式水轮机。安德里茨将其视为紧凑型“标准水轮机”。这不仅大大节省了设计时间，还极大地减少了所需钢材量。与传统解决方案相比，修建发电站的采石量也减少了约 25%。

**“挪威此前从未建过这种类型的进水口拦污栅。这种拦污栅可完全防止鱼类游入水轮机。”**

根据《欧盟分类法》体系的可持续性标准，要求兴建水电站时要布有鱼类洄游通道，以便鱼类能自由自然迁徙。在传统的水电站中，鱼游到进水口时，水轮机可能会对鱼造成伤害。

托尔加水电站的独特之处就在于此，其进水结构的设计能完全防止鱼类游入水轮机中。该水电站进水口拦污栅的开孔仅有15毫米宽，且与水流成角较小。挪威之前从未建造过这种进水口拦污栅，但这种结构可让鱼类安全地经过进水口到达旁路通道。这种结构布置还能保证迁徙的鱼类可安全地通过该结构而不受到任何伤害。

托尔加水电站的预计年发电量为205GWh，可为1万多户家庭提供充足的电力。能参与这个环保项目，安德里茨深感自豪！

**作者**

Håvard Haugstulen  
hydronews@andritz.com



**托尔加水电站。**  
这一新建的径流式水电站配有三台单机容量为15MW的同型号紧凑型混流式水轮机。

**鱼类友好型水电站解决方案。**  
这种进水口拦污栅可让鱼类安全地经过进水口到达旁路通道。



小水电项目



# 提高印尼的可再生能源电力生产力

## 印尼芝卡恩昂2号水电站

随着两台单机容量为 3.65 MW 的卧式混流式机组的调试和移交, 这标志着印尼的芝卡恩昂 2 号 (Cikaengan 2) 水电站顺利竣工。

芝卡恩昂 2 号水电站位于西爪哇省加鲁特地区, 距离印尼首都雅加达 265 公里, 是一座利用芝卡恩昂河河水进行发电的小型径流式水电站。该水电站的商业运营始于 2021 年 12 月, 目前正在为该地区提供可持续性可再生能源电力。

日本兴营株式会社的子公司 PT Cikaengan Tirta Energi 将该项目合同授予了安德里茨。该合同涵盖了该水电站压力钢管、闸门、整套机电设备以及电气和机械辅助系统的设计、制造、运输、安装和调试。此外, 还包含了通讯、控制、保护和励磁系统。芝卡恩昂 2 号水电站是日本兴营株式会社建造的第一座

水电站, 而该项目是由安德里茨印度公司和安德里茨印尼公司联合执行的。

这个方案是利用一个开放式沉沙池将芝卡恩昂河的河道改道。这样, 水流通过引水隧洞流往前池, 在该处通过地面压力钢管流入发电站。

该水电站通过一条 20 kV 的输电线并入 JTM PT PLN (Persero) 电网, 向印尼加鲁特地区供电。预计, 该水电站的年清洁能源产量为 46.7 GWh。

### 作者

Manoj Agarwal  
hydroneews@andritz.com



### 技术参数

#### 芝卡恩昂2号水电站:

总出力: 7.3 MW  
供货范围: 2 × 3.65 MW  
水头: 101.55 米  
电压: 6.6 kV  
转速: 750 转/分  
转轮直径: 780 毫米  
年平均产能: 46.7 GWh





# 在水电领域孜孜以求

## 老挝人民民主共和国南空3号水电站



安德里茨已成功调试并移交了装机容量为 54 MW 的南空 3 号水电站 (Nam Kong 3) 项目。南空 3 号水电站是位于老挝南部阿速坡省 Lamong 村的一座抽水蓄能电站。该项目于 2021 年 12 月成功完成调试并移交, 达成了业主方 Chaleun Sekong 能源有限公司 (CSE) 的应急电力计划。

该公司是老挝人民民主共和国主要的独立电力生产商之一, 于 2018 年将南空 3 号水电站的整套机电设备合同授予了安德里茨。该合同包括三台紧凑型立轴混流式水轮机装置的设计、供应、运输、安装和调试, 单机容量为 18 MW, 其中包括主进水阀、发电机、电力系统和整个水电站的辅助系统。

该项目由多国参与, 其中贝利能源有限公司为业主的总设计、土建工程由中国葛洲坝集团公司承包、水力机械承包商为 Whessoe 公司以及作为整套机电设备承包商的安德里茨。

当时, 由于正值新冠肺炎疫情爆发, 政府只允许部分国家的人员进入老挝。为了让项目能如期运转, 安德里茨不遗余力地尝试各种人员调配, 最后安排了中国、印度尼西亚和不丹等地的调试工程师前往项目现场执行任务。此外, 安德里茨还全力支持业主提出雇佣当地人的要求。尽管当时新冠肺炎疫情肆虐, 安德里

茨仍按时交付了设备, 并在合同约定的时间内完成了调试工作。

该水电站生产的电力主要服务于老挝国家电力公司 (EDL), 该国有企业负责管理老挝电站的发电、输电和配电事宜。

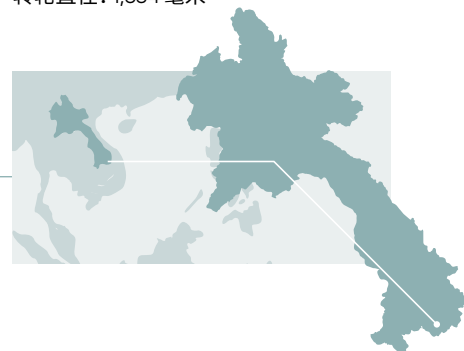
尽管新冠肺炎疫情的频发导致各种限制措施, 安德里茨仍能达成客户目标。此外, 能为老挝的水电事业发展做出进一步贡献我们也倍感自豪。

**作者**  
Pankaj Sharma  
hydronews@andritz.com

### 技术参数

#### 南空3号水电站

- 总出力: 54 MW
- 供货范围: 3 × 18 MW
- 水头: 96.4 米
- 电压: 11 kV
- 转速: 500 转/分
- 转轮直径: 1,534 毫米





# 飞轮—— 提升同步调相机的惯量

集中式大型电站和高系统惯量主导的电力系统时代即将结束。如今，基于逆变器的风电和光伏发电占有着重要的份额。然而，发电机转子质量仍在为电网提供服务，电站的出力越大，其贡献越重要。惯量就是其中的一项电网服务，涉及耦合到电网的同步发电机中储存的转动能量。随着火力发电站和核电站的逐步淘汰，电网的可用惯量正在减少，这使得维持电网稳定性成为一项挑战。

在发电量 and 用电量之间保持供需平衡时，电力系统频率也会保持平稳。然而，一旦这种供需有一点波动，系统频率就会开始偏离标称值（例如，欧洲为 50 Hz）。这时，电力系统的惯量会抑制潜在的频率波动，防止频率波动过快（频率变化率- $R_oCoF$ ）。随着电力系统惯量的减少， $R_oCoF$ 可能变得越加关键。由于持续保有一定的系统惯量才能确保电网的正常运行，这就表明仍需要化石燃料发电站的继续运行来提供系统惯量来保障电网平稳运行。这也意味着在应用基于逆变器的发电时，如果不能提供类似的惯量服务，则需要削减来保持电力供需平衡。此类状况会给电力系统运营商带来两难境地。

然而，为了满足电网的惯量需求，现在有一个替代解决方案，即安装同步调相机。同步调相机技术成熟，且具有成本效益，可用于替代火力发电站和其他转动机械提供的电网惯量服务。配有飞轮的同步调相机的优势之一是增加了机械转动的存储能量，而与同步调相机的电气设计并没有显著差别。

同步调相机可设计成隐极式电机（水轮发电机）或凸极式电机。采用凸极式电机设计的定制解决方案可比隐极式同步调相机产生更高惯量。

图中所示为不同配置的中型同步调相机所能提供的惯量时间常数 $H$ 。从图中可以看出，隐极式电机的惯量时间常数通常为1.5~2秒之间，当配备飞轮时，该常数可达到2~5.5秒之间。然而，凸极式电机的惯量时间常数可达2~7秒之间。因此，凸极式电机提供的自然惯量就相当于隐极式电机和飞轮组合提供的惯量。

另外，配有飞轮的凸极式电机方案的惯量时间可增加一倍以上，最高达16秒。对于中型同步调相机，这相当于存储了高达3100 MWs的转动惯量。显然，配备飞轮能让同步调相机惯量的效率进一步提高。

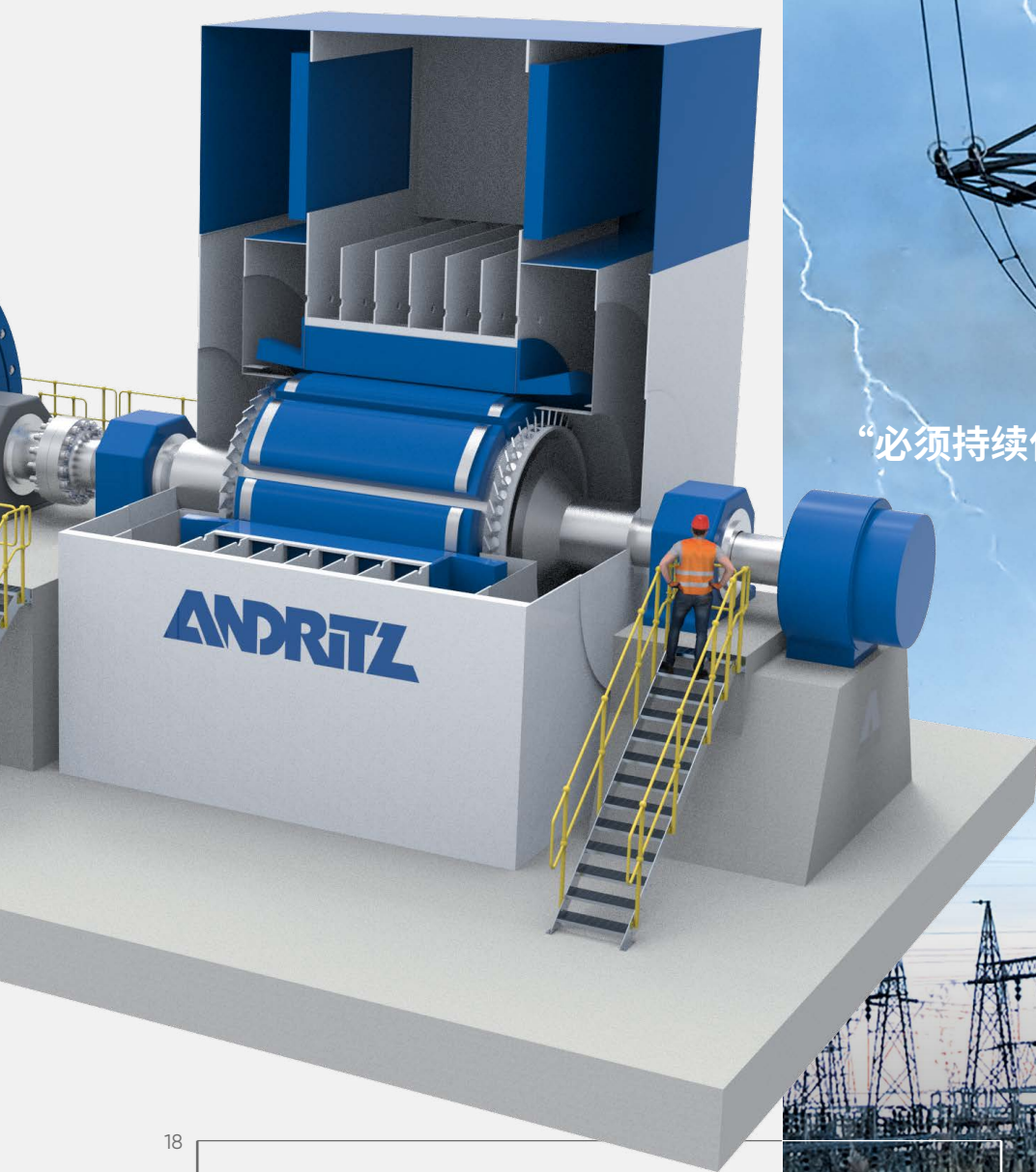
由于只有持续保有一定惯量才能确保电力系统的稳定性，因此世界各地的输电系统运营商均在评估系统稳定所需的最小惯量。目前，最具竞争力的解决方案是凸极式同步调相机，可配备飞轮进一步提高效率。这个方案可满足加速清洁能源电力过度进程中的惯量需求，不必再依赖传统转动机械的惯量。

## 著者

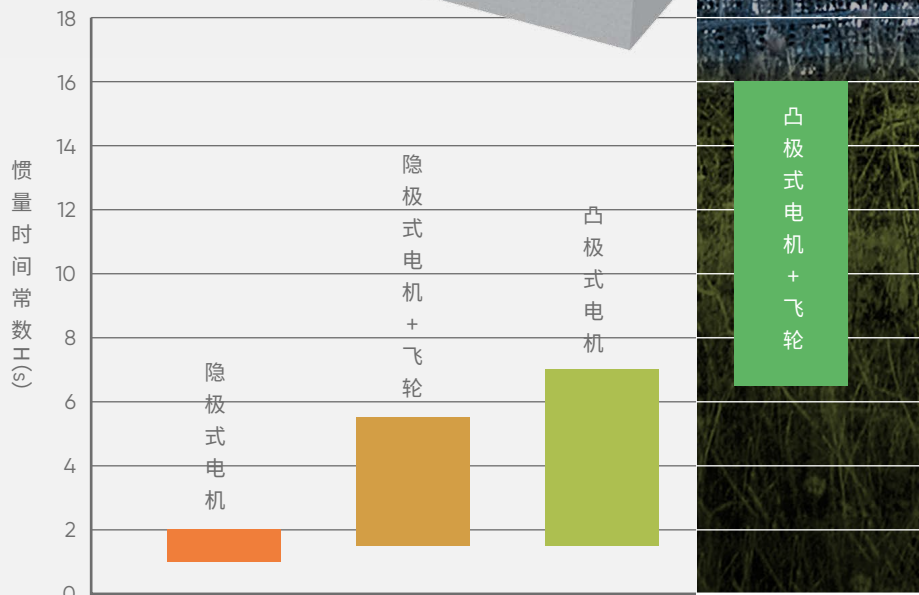
Serdar Kadam  
hydronews@andritz.com







“必须持续保有一定的惯量。”



不同配置对应不同的惯量时间常数H

可达到的惯量时间常数H

技术板块 | 飞轮



# #GLOBALHYDRO

国际水电协会 (International Hydropower Association) 联合全球会员单位将每年的10月11日设立为全球水电日。今年的全球水电日, 国际水电协会与水电相关的组织和从业者集聚一堂, 分享水电故事, 宣介水电价值。



## #水力发电正在改变生活和社会

水力发电是一种可持续、可再生的发电方式, 不仅具有显著的环境和社会效益, 还具备巨大的可开发潜能。

地球表面大约有 70% 的面积被水覆盖, 这意味着有 14.3 亿立方千米的水资源可用于生产可再生清洁能源电力。与化石燃料不同, 水力发电不仅具有成本效益, 还不受“原材料”价格波动的影响。事实上, 水电作为世界上最大的可再生能源电力来源, 在全球拥有约 200 万名从业人员。然而, 可持续电力惠及的人群却非常之广泛。

水力发电颇具社会经济效益。首先, 水电站的兴建工程能给当地带来就业机会、支持区域经济发展, 其次, 能起到供水和防洪抗旱的作用, 另外, 还可用于灌溉和海运航行, 极具综合效益。水电给世界各地的人们带来了许多积极的影响。

## #水力发电带来大不同

当前世界仍危机四伏。持续的新冠肺炎疫情给我们造成了沉重的打击, 政治和社会冲突也让世界动荡不安。这给个人生活、国际社会和全球经济都带来了严重影响。在这种背景下, 向零排放未来的过渡比以往任何时候都要重要。我们必须加大力度减少二氧化碳排放, 实现关键的气候目标。此外, 我们必须大幅度增加水电、风电和太阳能发电等可再生能源电力的装机容量, 这样才能更好地应对气候危机, 并确保在不依赖化石燃料的情况下仍能实现电力的安全、稳定供应。

水力发电是一项极具远见的技术, 也是最成熟、最完善的可再生能源电力生产方式, 全球已有数万个水电站。水电的用途不仅是生产电力。相反, 它还有很多其他用途, 比如, 用于储能来应对电网波动和用电高峰期, 还是推动实现全球可持续性发展和气候目标的重要媒介。





# HYDROPOWERDAY

## #水力发电成就未来

### 实现绿色照明

水力发电即灵活又稳定，这恰好能补偿风电和太阳能发电的波动性，让人们用电不间断。从化石燃料向可再生能源电力的转型过程中，我们面临的最大挑战之一就是保证电力的稳定供应。

### 不断开发可再生能源

当水电站兴建项目完成选址、规划和建设后，就能给当地居民带来巨大的积极影响。

### 利用清洁能源帮助各行业减碳减排

绿氢有望在全球重工业脱碳中发挥重要作用。水力发电完全可用于绿氢生产，并有能力提供 13% 的能源需求，以满足在 2050 年前实现净零目标。

### 为子孙后代提供负担得起的电力

几十年来，水电一直在给世界各地提供负担得起的家用电和商用电。我们还可以创建一个由可再生能源电力构成的绿色平价电网。

### 风能和太阳能可储存在水中(抽水蓄能)

不要再依赖化石燃料了。利用“水电蓄电池”来存储可再生能源，这能给未来绿色电网的稳定性提供保障，即便在风能和太阳能不可用的情况下也能保证电力供应。

### 防洪抗旱

随着气候变化的加剧，洪水和干旱等极端天气事件变得越发频繁。水电站还能起到防止洪涝和减少灾害的保障作用，让当地居民免受洪水和干旱的困扰。







水力发电

# 水电站的现代化改造 与修复

安德里茨是水电站机电设备系统和服务的全球供应商,提供“从水到电”的全方位解决方案。安德里茨拥有180多年的丰富经验和32000多台的水轮机安装业绩,但仍致力于现代化技术创新,以满足客户的各项需求和要求。世界各地的公用事业公司很看重我们

的技术专长与承诺,客户很认可我们为其量身定制的个性化解决方案,在安全性和可靠性上也对我们的技术信赖有加。

为了实现客户利益最大化,安德里茨开发了以解决方案为导向的售后服务和改造理念,

这些理念可带来短期投资收益。创新的现代化改造措施和尖端技术可提高水电站的盈利能力,并延长设施使用寿命,同时还能满足必要的经济、生态和法律条件。

我们专注于“从水到电”的最佳解决方案。

**ENGINEERED SUCCESS**

安德里茨水电有限公司/[www.andritz.com/hydro](http://www.andritz.com/hydro)

**ANDRITZ**