VOITH

hypower

福伊特水电—第34期



现代化改造！

08
更新
福伊特正在对巴西两座最重要的发电设施进行现代化改造。

14
翻新改造
福伊特水电公司约克分部在美国主要水电站的现代化改造中发挥核心作用。

24
变革
福伊特水电首度推出卧式六喷嘴冲击式水轮机，为行业设立了新标准！

卷首语 福伊特水电—第34期

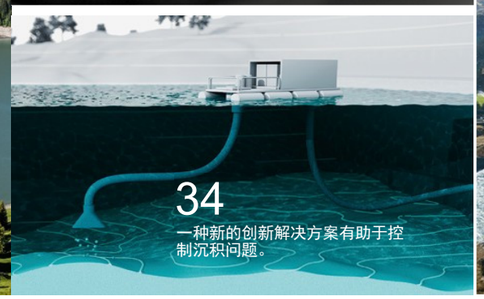


从南美洲的波多黎各和保罗·阿方索，到美国的福特·兰德尔和诺福克，再到欧洲的弗耶尔斯和廷福斯，许多重要的水电站正经历着令人瞩目的升级改造。在持续可靠和安全供能的大背景下，现代化改造项目显得尤为关键，它们保障了水电站的稳定运行。这些项目也使水电能源有能力适应可再生电力供应的新要求。这些电站优化了电网稳定性，并提升了供电的安全保障。同时，环境因素也被赋予了重要角色。诸如我们的沉积物关怀解决方案（Sediment Care）、针对鱼类保护的改造，以及卧式冲击式水轮机的创新变革等措施，都在积极应对这些需求。在本期内容中，您将有机会详细了解这些项目以及参与水电站现代化改造的杰出人物的故事。我们希望您在发现我们一些最富有创新和激动人心的现代化项目的过程中，能感受到满满的热情和激动！

Dr. Tobias Keitel
福伊特水电
总裁兼首席执行官









目录

产品荟萃

04 大规模毫米级工作
在运输过程中，在分秒必争、时间紧迫的情况下，福伊特的物流团队却总能完成这看似不可能的任务。

新闻

06 简报
来自福伊特水电

变革

07 新系统和服务

08 巴西水电最新情况
福伊特正在为巴西两个最重要的电站提供现代化改造，它们分别是保罗·阿方索电站和波托·哥伦比亚电站。

12 全球团队支持可持续发展开拓者
新西兰的罗克斯堡水电站的现代化改造堪称国际合作的杰出范例。

14 为变革做好准备
福伊特水电在美国大型水电站的现代化改造中发挥着关键作用——兰德尔堡和诺福克目前的项目就是这方面的典型案例。

16 积极实施资产管理实践
SSE可再生能源依赖于对福耶斯电站的持续、定期升级，最大限度地提高抽水蓄能电站的运行可用性。

18 推动地区发展
整个地区都可以从水力发电中受益，肯尼亚万吉小型水力发电站的现代化改造是这方面的例证。

20 从造纸到水电
挪威的工业历史与水力发电的利用密切相连——廷福斯电站的升级改造项目是这方面的例证。

22 清洁能源——用于铜和社区
通过全面现代化改造，福伊特水电正在增加英加2号电站的发电量。

创新

23 关键趋势概览

24 产品革新
福伊特水电首度推出的卧式六喷嘴冲击式水轮机，为行业设立了新标准！

30 虚拟优先
建筑信息模型（简称BIM）和3D扫描支持建筑、规划和资产管理。

32 水电站管理的移动解决方案
智能Hydro Pocket应用程序可实现流程优化

34 新型可持续解决方案
福伊特的沉积物处理计划（Sediment Care Program）是一种针对淤积的定制型环保方法。

风采

37 行业洞见与业内观点

38 短距离
在波黑东北部的卢卡瓦茨制造中心，福伊特为水力发电机生产线棒、线圈和磁极。

40 福伊特的忠诚守护者：奉献与职责
卢卡斯-昆茨（Lucas Kunz）在水电行业已累计超过三十年的丰富经验。他的专业技能将福伊特在水电领域的技术专长遍及全球。



20
廷福斯的历史徽章表明与福伊特的合作关系可以追溯到100多年前。

发布信息

发布单位：
福伊特水电控股有限公司
地址：德国海德海姆圣波尔特纳大街43号
邮编：89522
hypower@voith.com

内容负责人/总编：
Kathrin Göbel，
福伊特水电控股有限公司

编辑团队：
Archetype GmbH
德国慕尼黑

设计：
stapelberg&fritz gmbh,
德国斯图加特

印刷：
Wahl-Druck GmbH
德国阿伦

版权声明：
未经出版商事先书面许可，不得以任何形式或方式复制、分发或传播本出版物的任何部分，也不得以任何形式在其他作品中使用本出版物的全部或部分内容。

图片来源：
第05页：Verbund (3)，RWE (4)
第08 – 11页：富尔纳斯银行图片（1）、CHESF银行图片（5）
第14-15页：美国陆军工程兵团（1、4）
第20-21页：Dag Endre Opedal，卡贾·雅各布森（历史照片）
第22页：Thierry Charlier/摄影记者/laif
第24-29页：shutterstock（背景），Verbund（水道纵断面和1的插图）
第34-36页：shutterstock（背景）
第40-41页：Jan Steins（插图）
所有其他照片均来自福伊特。

反馈：
如果您对本期《福伊特水电》有任何疑问或意见，请发送电子邮件至hypower@voith.com或通过
www.twitter.com/voith_hydro
www.linkedin.com/company/voith-hydro

voith.com

MIX
Paper from responsible sources
FSC®
www.fsc.org

Climate neutral
Print product
ClimatePartner.com/10482-2112-1002

大规模精确到毫米级的工作

无论是水轮机、发电机还是蝶阀——在分秒必争、时间紧迫的情况下，福伊特的物流团队却能够完成看似不可能的任务。

海德海姆 → 赫德克

向抽水蓄能电站运输蝶阀。

路程长度	历时	团队
550公里	10天	40人

海德海姆 → 赫德克

→ 托金

海德海姆 → 托金

为托金水电站提供一体式定子。

路程长度	总重	团队
250公里	173吨	10人

赫德克

4



距离最终目的地电站仅500米。货物台面过长，因此，货物必须再一次转移至另一载具上。最后的500米路程，借助于被称为自行式模块化运输车（SPMT）来完成。

多特蒙德

3



蝶阀由两台移动起重机从船上卸下。为了给起重机预留空间，需提前租用一个限制性的卸货区域。

需要焊接设备：为了使货物能装进重型货车的车厢，必须在短时间内剪断两根横梁。
接着，蝶阀便可以被装上梁桥车。现在的车辆长度为68.50米，重量达403吨，它需要在一夜之间以步行的速度走完通往赫德克的最后20公里。

● 总卡车重量

403吨

● 定子宽度

8.2米

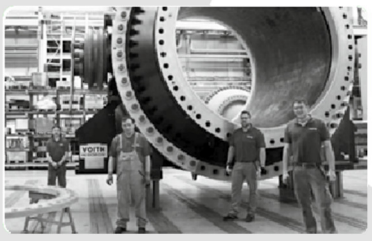
此时，货运向内卡尔河方向移动。蝶阀通过流动起重机装载到内陆船只内。接着，运输线路沿内卡尔河、莱茵河、莱茵-赫尔尼运河，最后通过多特蒙德-埃姆斯运河抵达多特蒙德。

海尔布隆

2

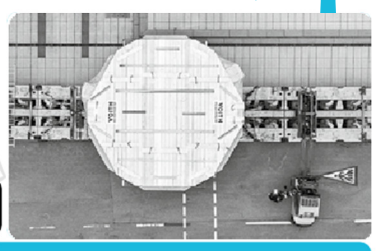
通过从海德海姆到海尔布隆，再到内卡尔河港口的路线，实现重型卡车的运输。

路程长度：**150公里**
历时：**2夜**
卡车总重量：**300吨**



海登海姆

1



发电机定子的宽度为8.20米，即将离开工厂。中途停留并不是一个选项；因为载货过宽，整个旅程必须在一个晚上内完成。
由于尺寸过大，必须在行程中拆除路标，并调整沿途的交通信号灯。

安普芬

2



在A94高速公路上，需要提前使用激光测量一个隧道，以确保卡车能通过。为了让卡车顺利通过，这片区域的高速公路首次被完全封闭。只有这样，卡车才以步行的速度通过。

托金

3

客户不得不扩大门口，以便能一次性接收货物。
最后一段路程在未铺设的道路上进行，而后车继紧随其后，在后方辅助制动。



新闻

来自福伊特水电的新闻

福伊特水电新组建公司董事会

Tobias Keitel博士已于2022年11月1日起被任命为福伊特水电公司董事会主席。他接替了Uwe Wehnhardt先生。这也意味着福伊特水电公司董事会的结构和职责发生了变化。



Tobias Keitel博士

首席执行官

继在波士顿咨询集团和MAN AG任职之后，Tobias Keitel博士于2010年作为项目经理加入福伊特水电。此后，他曾担任过多个管理职位，最近的一项职务是担任福伊特水电管理委员会成员和首席运营官。



Markus Mader

首席财务官

Markus Mader在2018年以管理委员会成员的身份加入福伊特水电。作为首席财务官，他负责财务、控制和人力资源部门。此外，他还负责质量和信息技术管理。在此之前，他在福伊特驱动和福伊特纸业担任过不同的管理职务。



Norbert Riedel博士

首席技术官

Norbert Riedel博士于1998年以研发工程师的身份加入福伊特水电。2011年，他被任命为国际福伊特水电研发中心（VHEC）的总裁兼董事总经理。自2013年起，他作为管理委员会的成员，负责整个技术部门的工作。



Michael Rendsburg

首席运营官

新任首席运营官是Michael Rendsburg。他于2014年加入福伊特，并在福伊特纸业集团事业部担任过多种职务。自2022年以来，他一直负责运营、项目管理、服务和小型水电部门的工作。

第07 ⟶ 22页

新系统和服务

转型

“在现代化改造项目中，我们不仅专注于延长水电站的使用寿命，同时也关注当地的居民。对我们而言，通过我们的工作对整个地区的经济转型做出贡献非常重要。”

约兰达·奥黛特·塞博劳（Yolanda Odette Sebolao）
报价项目经理

巴西水电

最新动态

福伊特正在为巴西两个最重要的电站提供现代化改造，它们分别是保罗·阿方索电站和波托·哥伦比亚电站。

新的供热系统，新的电气设备，或者新的智能家居特性——房主们清楚，在经过两代人后，必须进行大规模的现代化改造。水电也存在着类似的时间周期。在四五十年以后，就要开始考虑进行大规模的升级改造。在这个过程中，各种因素都发挥了重要作用，从延长服务寿命，提高机组效率和性能，到适应环保要求的变化，乃至电网集成等方面。

在水电大国巴西，其装机容量全球排名仅次于中国和美国。一些在1970年代建成的重要水电站，现已成为全面现代化改造的候选者。其中包括保罗·阿方索电站和波托·哥伦比亚电站，这两家电站由CHESF和Furnas运营，并隶属于Eletrobras电力公司。多年来，福伊特水电公司已经成功地与这家巴西能源公司合作，并已被委托对这两个电站进行现代化改造。

大型项目

波托·哥伦比亚水电站位于圣保罗州和米纳斯吉拉斯州交界的大里约河上，于1974年并网发电。

该项目的全面改造措施包括：

- 对电站的四台80兆瓦轴流式水轮机、配套发电机以及行车进行改造
- 对机械和电气辅助系统进行现代化改造
- 监测、保护和控制系统
- 对执行系统的检查以及对水力钢结构（例如，上游垃圾拦截架、闸板和溢流闸）进行改造

这个现代化改造项目通过运用先进技术，保证了水电站的性能和发电能力，同时延长了其使用寿命。负责现代化改造的福伊特项目经理迪诺·利马解释道：“这个电站的现代化改造还包括将模拟电站的组件更换为数字仪表和组件。”数字化将使整个系统更易于控制，并有助于提高运营可靠性。这将进一步提高了国家电网的稳定性，减少了因维修导致的停机时间。利马强调：“确保设备的输出和效率意味着即使在干旱季节，也能向电网提供更多的电力。”

巴西与水力发电

- 当前，巴西有超过2000座水电站在运行
- 最重要的水电站大部分建于1970年代
- 该国的总装机容量大约为1亿千瓦
- 在装机容量方面，巴西全球排名第三（仅次于中国和美国）
- 如今，可再生能源已占该国电力的80%
- 其中，水力发电占可再生能源中的65%

1. 波托·哥伦比亚水电厂建在大里约河上，此处是米纳斯吉拉斯州和圣保罗州的交界。
2. 迪诺·利马是负责波托·哥伦比亚电厂现代化改造的项目经理。

4x
80兆瓦

电站 波托·哥伦比亚

河流 大里约河

联邦州 圣保罗/米纳斯吉拉斯



你永远无法预知未来

合作伙伴在2022年8月底签署了现代化改造项目的合同，目前项目已进入执行设计阶段。初始的一个挑战就是在对设备内部情况一无所知的情况下，精确地计算出成本。“在对如此陈旧的机组进行翻新时，当你打开它的时候，你永远不知道会遇到什么情况，”利马解释说。“为了进行更详细的分析，必须停止并拆解机组。那时候，艰难的工作才刚刚开始。”客户可以依赖福伊特水电的专业能力，其员工在水轮机、发电机以及所有辅助系统（包括环绕核心组件的控制系统）方面都有多年的经验，而且现代化改造正是福伊特水电的业务最强项之一。

福伊特水电团队将用一年的时间对每个机组进行现代化改造。这意味着整个项目预计需要五到六年的时间。在此期间，只有正在进行现代化的机组会被关闭，其他的水轮机和发电机将继续运行，以确保电力供应不间断。

成功的合作伙伴关系

保罗·阿方索电站群，巴西最大的一座电站群，最近也开始了现代化改造工作。该电站群包括三座大坝和五个水电站，位于巴西巴伊亚州的圣弗朗西斯科河上，靠近保罗·阿方索市。

亚历山大·布埃诺（Alexandre Bueno）从2021年开始担任项目经理，他解释道：“我们开始着手保罗·阿方索4号电站的现代化改造工作。它一共有六台机组，每台机组的装机容量为400兆瓦。这意味着我们还有三到四年的工作在等待我们。我们的长期合作关系——已经有60年历史——是我们被选为现代化改造承包商的关键因素之一。”

电站老化是进行升级改造的主要原因之一。很大一部分组件仍是上世纪70年代的产物。这意味着福伊特将需要完全更换所有的机械部件，例如，阀门、管道和泵，以及所有的电气部件。福伊特水电的专家团队最近刚开始工作，并在1月份对第一个机组进行了开机检查。“我们正在升级相关设备，并将旧的水轮机核心部分——转轮替换为新的。这将提高机组的效率和性能。”布埃诺指出。

三维工程技术

在实际升级工作开始之前，福伊特水电已经开始采用最新的技术，即建筑信息模型（BIM）的数字规划方法。BIM是建筑物的物理和功能特性的数字化表现形式，通常包含有关建筑材料、设备和系统的信息，以及能源性能和可持续性数据。这些模型在建筑规划、设计、施工和维护过程中都非常有帮助。“我们的服务范围包含了BIM，”亚历山大·布埃诺解释说。“我们拥有一支高度专业且全力投入的团队来处理这项工作。他们的扫描结果被用于创建3D模型。”

客户主要使用BIM进行资产管理。“我们的设想是所有组件都是互连的，客户可以使用计算机进行控制、监控，如果需要，还可以替换系统的某些部分。BIM为客户提供了最大程度的灵活性。这个概念直到最近才从科幻变为现实。”

进入发电机组是一项挑战，因为它位于一个封闭的区域内。团队需要借助吊车下降近100米，才能将水轮机从大轴上取出。取出后，又会面临新的挑战：在发电机组内部拆解装置的空间非常有限。而且，拆卸和新零件交付的时间安排必须精准，时间非常紧凑。

为何升级如此重要

对于客户来说，确保电站的可靠运行至关重要，因为他们负责国家电力供应并必须避免停电现象。布埃诺解释道：“这个现代化改造项目的目的是为客户提供更大的灵活性和安全性。”“在巴西，水力发电是电力供应的主要来源。尽管目前巴西正在大力投资太阳能和风能，但它们的产出是波动的。然而，国家电网在进行这种能源转型的过程中，需要一个稳定的基础——而水电正好提供了这个基础。”

3. 亚历山大·布埃诺的团队与客户一同进行一个转轮的验收。
4. 一张来自1970年代的历史照片展示了一台为保罗·阿方索水电站运输的弗朗西斯水轮机。
5. 位于巴西巴伊亚州的保罗·阿方索水电站。

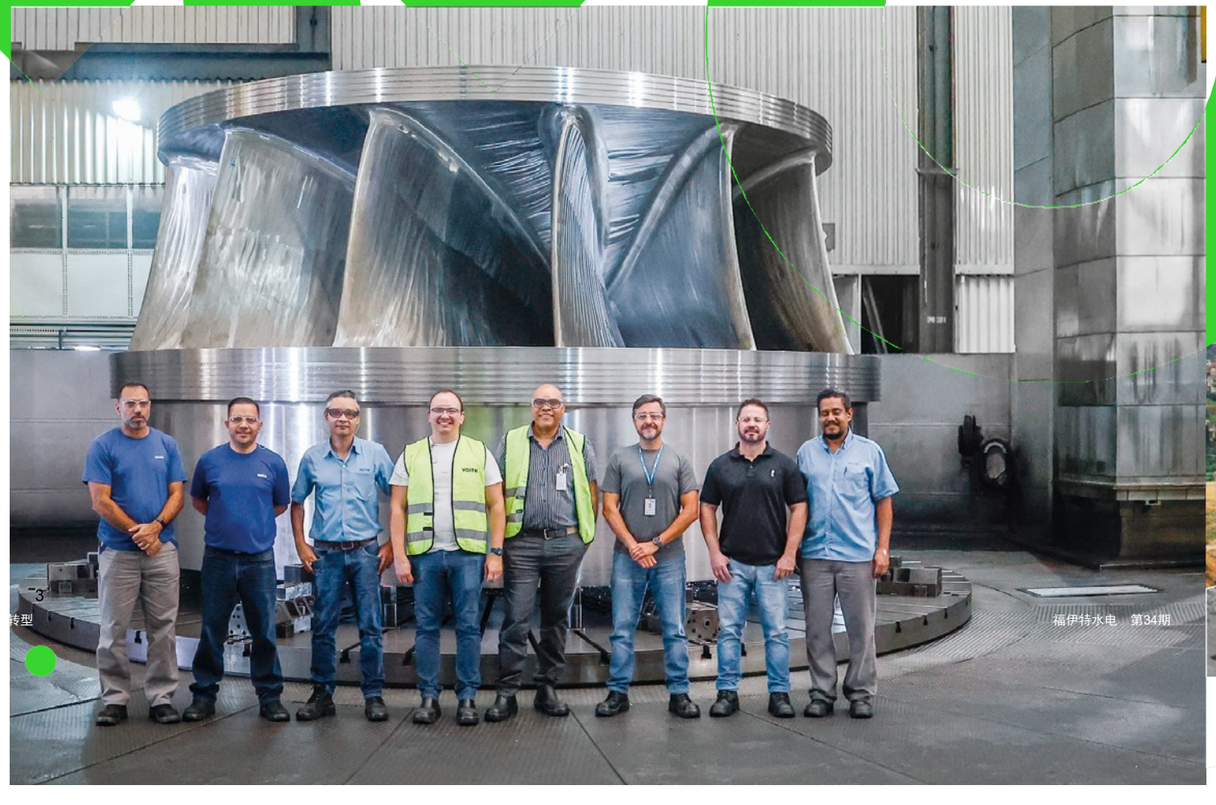
6x

400兆瓦

电站 保罗·阿方索

河流 圣弗朗西斯科

联邦州 巴伊亚州







新西兰的罗克斯堡水电站的现代化改造堪称国际合作的杰出范例。

全球团队



1 **令人震撼：**罗克斯堡大坝（Roxburgh Dam）背靠克鲁塔河（Clutha River），全长28.5公里，宽667米。

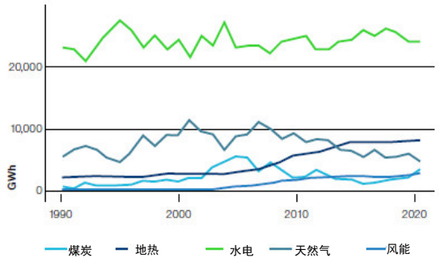
新西兰在利用诸如水电、地热和风能等可再生能源方面非常超前。2021年，这些能源在新西兰的总电力消耗中所占比例达到了令人瞩目的82.1%。

在此背景下，水电成为最重要的能源，为全国的总电力生产贡献了近60%。然而，为了在2030年实现完全零碳电力生产，现有的电站现在必须进行现代化升级，达到当前的技术最新水平。

罗克斯堡水电站便是其中之一，由新西兰第二大电力供应商Contact Energy所有并运营。该电站于1956年至1962年间投入运营。它仍然利用最初的八台水轮机进行发电，其中前四台在1956/57年安装，其余四台在1960/61年安装。

Contact Energy计划到2026年升级其中的四台水轮机，并将关键组件的寿命延长多达40年。目标是通过更高效且现代的设计提升电站的产能，确保该区域能获得稳定的电力供应——特别是在干旱季节，水源稀缺的情况下。为此，升级将使电站能更有效地利用现有的水资源，使年均发电量增加44吉瓦时。

新西兰的可持续能源结构



“福伊特水电各分部之间的团队合作实在令人赞赏。”

高拉夫·萨克塞纳
福伊特水电副总经理



2 罗克斯堡电站的核心是**八个水轮机**。



3 来自印度和新西兰的福伊特员工组成的**团队**携手完成了这项工作。

卓越的全球团队协作

福伊特水电受托对四个机组（每个40兆瓦）的关键水轮机组件进行升级。福伊特的服务涵盖新转轮的设计、模型测试，以及产品的生产、安装和初始启动。

为了全面发挥福伊特水电的全球优势，一个国际团队分工协作，共同推进项目。在美国宾夕法尼亚州的福伊特水电实验室，全新转轮的模型测试顺利完成。与此同时，福伊特水电在印度负责详细的规划、制造和项目管理，得到了福伊特水电德国团队的协助。在投标阶段，西班牙和意大利团队更提供了额外支持。团队凭借多年的经验，完美地处理了调整和协调不同时区的挑战。

在新西兰设立分公司，并委任尼基尔·库马尔（Nikhil Kumar）为新的区域经理，是确保项目成功的关键一步。这样，福伊特水电可以更接近客户，有效地处理现场任务。新西兰团队、项目管理部门与福伊特水电在印度和全球的项目团队间的协作相当出色。

库马尔对项目的评论是：“对福伊特水电的员工来说，参与这个项目并帮助新西兰实现其100%的可再生能源电力供应的宏伟目标，这是一次无比珍贵的经历。”项目经理高拉夫·萨克森纳（Gaurav Saxena）补充道：“福伊特水电全球团队的协作令人赞叹。”

福伊特水电在美国大型水电站的现代化改造中发挥着关键作用——目前在兰德尔堡和诺福克为美国陆军工程兵团（USACE）进行的项目就是这方面的典型案例。

美国在水力发电领域有着悠久的历史，并拥有大量已安装的设施。根据美国能源部的数据，水电目前占到可再生能源产能的31.5%。美国能源信息管理局（EIA）估计，2019年在美国运营的水电站有2,270个，平均运行年限大约为60年。这意味着许多美国的水电站运行期已超出预期寿命，可能需要进行升级或改造以提升其性能和效率。在这些重大的现代化改造活动期间，也有可能实现环保性能的提升。

这正是位于阿肯色州的诺福克电站和位于南达科他州的兰德尔堡电站所面临的情况。两者均由美国陆军工程兵队——美国最大的水力发电运营机构——负责运营。为了对这两个电站进行现代化改造，美国陆军工程兵团找到了福伊特水电。福伊特水电已成功完成许多水电站的现代化改造项目。这两个项目都涉及对发电机和水轮机设备的升级。





1. 阿肯色州巴克斯特县的诺福克大坝建成于1944年。
2. 福伊特在宾夕法尼亚州约克的工厂内的弗朗西斯水轮机。
3. 利用吊车运输弗朗西斯水轮机。
4. 兰德尔堡电厂的内部视图。



2022年1月，兰德尔堡项目开始进行水力设计和模型测试工作。“一旦首批转轮制造完毕并运送至南达科他州皮克斯敦的施工现场，现场的安装工作将开始。我们预计这个项目会在2031年左右完成，”项目经理亚伯拉罕·卡马乔（Abraham Camacho）说。到那时，福伊特水电将会制造并安装8个新的混流式水轮机转轮和发电机定子绕组。

在如此大规模的现代化改造项目中，质量和按期完成工作是最重要的。福伊特水电在宾夕法尼亚州的约克拥有全球最大的水力发电制造设施之一，专门服务于北美市场。这不仅有效缩短了运输距离，加快了协调过程，同时也为美国创造了就业机会和经济发展机遇。兰德尔堡的转轮设计和关键改造工作将在约克进行。

福伊特水电的诺福克项目经理埃里克·克罗尼斯特（Eric Chronister）说：“诺福克水电站于1944年建成，目前由两台装机容量均为31.3兆瓦的水轮发电机组组成。预计升级将于2028年完成，每台机组将能提供高达46.5兆瓦的电力，同时还将改善原电站对环境的影响。”因此，这次改造将使该电站的产能提高近50%。

诺福克项目的目标不仅是提高产出，也在于改善大坝下游的水质。福伊特水电负责USACE项目的客户管理副总裁亚杜·班贾拉（Yadu Banjara）解释说：“在美国东南部，溪流和河流中的溶解氧水平可能会降至极低。这会影响到水中的植物和野生动物栖息地。福伊特开发了一种增加水体溶氧量的转轮技术，专门解决这一挑战，通过引入空气至水道，提升下游的溶氧水平。”这项技术现正应用于诺福克水电站。

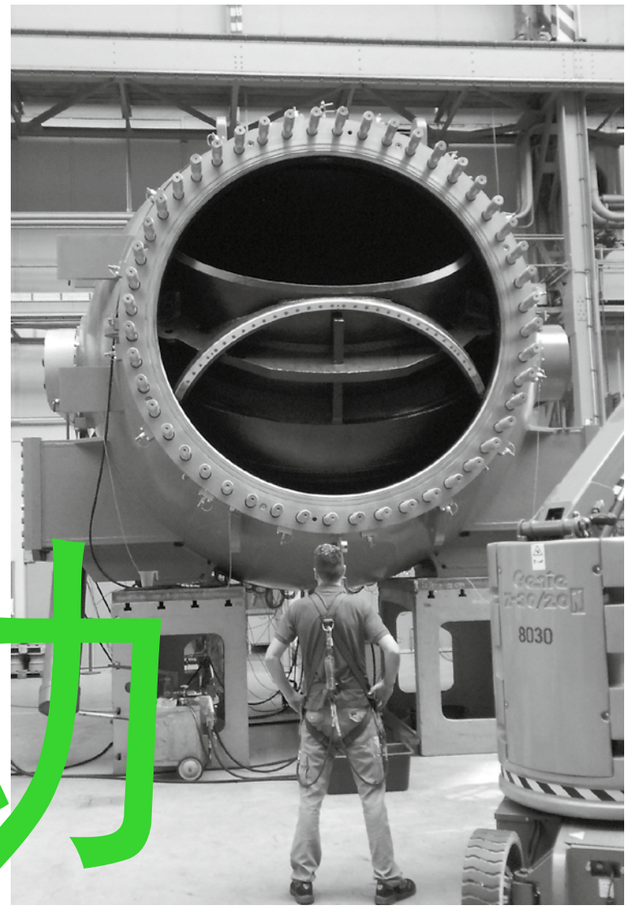
对于非联邦所有的水电站来说，现代化改造同样具有重要意义。在税收优惠和补贴的支持下，水电行业正在投资升级基础设施，扩展现有设施，以及建设新的水电项目。福伊特有能力在美国本土进行采购和制造，结合这些投资，可以创造就业机会，刺激经济增长，同时提升美国能源电网的整体稳定性和健康状况。

积极实施资产管理实践

SSE可再生能源依赖于对福耶斯电站的持续、定期升级，最大限度地提高抽水蓄能电站的运行可用性。

SSE可再生能源是SSE plc的子公司，拥有大量可再生能源资产。目前，该公司的陆上风电和海上风电分别产生了1955兆瓦和579兆瓦的电力。此外，SSE可再生能源的水电投资组合的总装机容量为1460兆瓦，其中包括300兆瓦的抽水蓄能和750兆瓦的灵活水力发电。在此背景下，自1974年运行以来的福耶斯抽水蓄能电站在该组合中起着重要作用。该电站具有300兆瓦的装机容量和两台机组，为电网提供了关键的灵活性，能够在最需要的时候储存能源。在过去的20多年里，福伊特水电一直是SSE可再生能源电站现代化改造的关键合作伙伴。

行动



持续现代化战略

与在固定时间点进行全面改造不同，SSE可再生能源采用一种持续基于生命周期进行部件和系统升级的资产管理策略，以最大限度地提高设备的可用性。福伊特水电欧洲西部销售总监马库斯·维尔特（Markus Wirth）表示：“这种方法的秘诀在于，我们需要在合适的时机对正确的资产进行积极投资，以尽量减少停机时间。我们的专业知识体现在如何最好地支持我们的客户决定何时应升级哪些组件。”

在此背景下，福伊特水电的目标始终是与客户携手合作，以最佳方式帮助他们实现业务目标。此案例也不例外——经过重建，SSE可再生能源的水电业绩创造了历史新高。

SSE可再生能源在欧洲陆地可再生能源部门的主管芬利·麦卡琴（Finlay McCutcheon）表示：“我们为能与福伊特水电作为我们水电业务的关键合作伙伴一起工作感到自豪。他们团队的技术专长帮助我们实现甚至超越了我们的目标，因为我们正在对现有的机组进行现代化改造，以最大限度地提高其灵活性和能源安全性。水电是苏格兰最早建设的可再生能源，对于支持该国实现零碳排放的道路来说，其作用日益凸显。
因此，我们将联手福伊特水电，通过更多的标志性项目推动其未来的发展。”

2004

福伊特水电公司对该电站的控制技术以及部分电气辅助系统进行了全面升级。



2006

双方签订了一份针对福伊特水电升级部件的维护合同，该合同至今仍在执行中。



2012

电站的球阀，每个重达近100吨，内径接近三米，现已更换。如今，这些阀门能在全流量下关闭，这在以前是无法做到的。这大幅提升了电站的安全性。



2014

福伊特水电公司在福耶斯电站启动了其实时资产评估（Asset Live Assessment）解决方案。这项分析使得我们能够制定推荐措施，规划适当的行动。这能够预防计划外的运营停机时间，并优化电站的运行表现。

2018/19

通过更新实时资产评估，我们发现了在承受高压力的组件中可能影响福耶斯电站可用性的脆弱环节。其中一个就涉及到转子与磁极之间的连接，这已经在另一家运营商的电站造成了损坏。在重建过程中，福伊特水电公司向SSE可再生能源公司展示了防止损坏和尽可能减少电站停机时间的解决方案。

在实施过程中，福伊特水电公司通过巧妙地优化装配流程，进一步缩短了进度安排。

“转子边缘由数千张金属片组成，这些金属片用一种精确到毫米级别的设备堆积成两米高。装配工作执行得如此精确，以至于在投入使用时，没有必要进行常规的调整和机器平衡。现场的团队工作做得非常出色。”项目经理劳拉·默克尔（Laura Merkl）这样说道。

2019/20

2019年开始了一次重大的重建，在2020年3月，即新冠肺炎疫情高峰期，经过升级的电站成功实现了远程上线。这是由SSE可再生能源公司的高素质现场员工以及位于德国海德海姆布伦南穆勒的福伊特水电专家，使用福伊特水电OnCall.Video完成的。



2021

根据福伊特水电的建议，SSE可再生能源公司运用数字健康评估来分析电站的运营数据，并在早期发现问题或者可能的损坏。这些分析对于电站的连续运营非常有益，因为这里汇聚了三个提供可靠诊断解决方案的决定性因素：覆盖长期运营期间的数据集、广泛的算法库，以及福伊特水电的专业知识。因此，SSE可再生能源公司决定在初始试用期后延长福伊特水电的数字健康评估合同。

可再生能源、新道路、就业——整个地区都可以从水电发电中受益，肯尼亚万吉小型水电站的现代化改造是这方面的例证。

促进地区发展

肯尼亚万吉水电站自1952年投入运营，至今已有近70年的历史。随着时间的推移，电力装置技术过时，维护费用昂贵。运营商肯尼亚发电有限公司（KenGen）委托福伊特水电对电站进行现代化改造，并同时将其现有的7.4兆瓦装机容量提高超过10%。此外，肯尼亚发电有限公司的招标规定要求福伊特采取措施，减少维护和更换水轮机、发电机和现代化组件的控制技术所需的时间和努力。对电站技术的升级还包括电厂的自动化系统以及配备远程控制系统。

这两家公司自成功完成Gitaru和Kiambere项目以来一直保持着长期且富有成效的合作关系，其中，福伊特水电团队展示了其在水电技术方面的独特专业知识。当福伊特水电成功中标，负责升级和翻新电站时，肯尼亚发电有限公司非常满意。

小型水电站的机器最初是由Morgan Smith公司提供的，这家公司后来被福伊特收购。因此，福伊特水电的工程师们手头上有所有的计划，使得推进现代化改造变得容易得多。这在新设备的设计过程中发挥了关键作用，因为这有效减少了现场工作和安装所需的时间。

1
这个水电站已经为该地区供应了超过70年的能源。

2
新的交通线路建设缓解了物流上的挑战。





装机容量增加

万吉水电站通过现代化改造，提高了能源供应能力。

10%

新建区域新道路

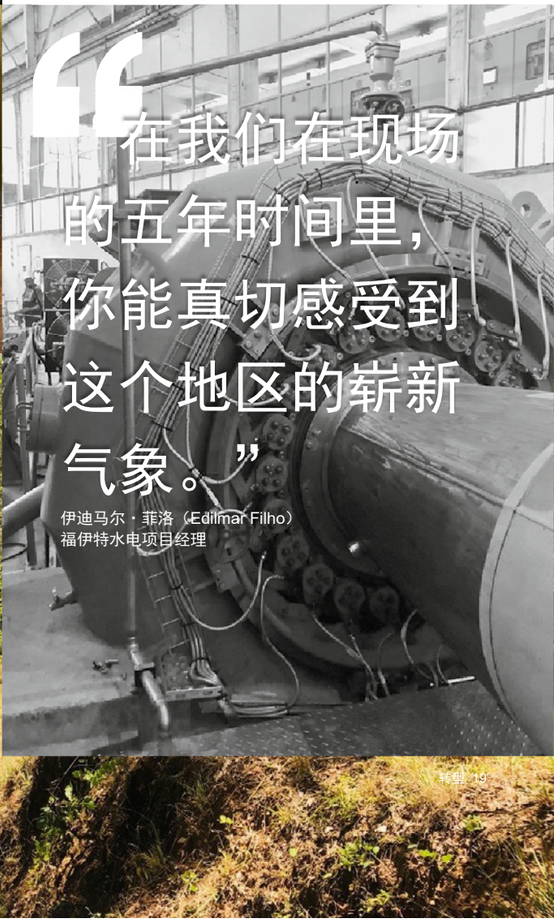
新冠肺炎大流行并非该项目面临的唯一挑战，它使所有的计划推迟了一年。在此之前，只有一条狭窄的小径通往水电站，这意味着首先需要修建一条道路。旧的输送设备在运送水轮机到最终目的地时并不安全，因此，肯尼亚电力发电公司通过新修的道路替换了新的输送设备。

电站的现代化改造不仅提升了地区的电力供应，而且通过扩建当地基础设施，为当地开创了新的机会，为当地带来了更多价值。福伊特水电项目经理伊迪马尔·菲洛（Edilmar Filho）回忆道：“在我们在现场工作的五年中，你能真切感受到这个地区的崭新气象。”“居民们对此深感感激。”



3
福伊特与肯尼亚发电有限公司的团队对电厂的现代化感到非常满意。



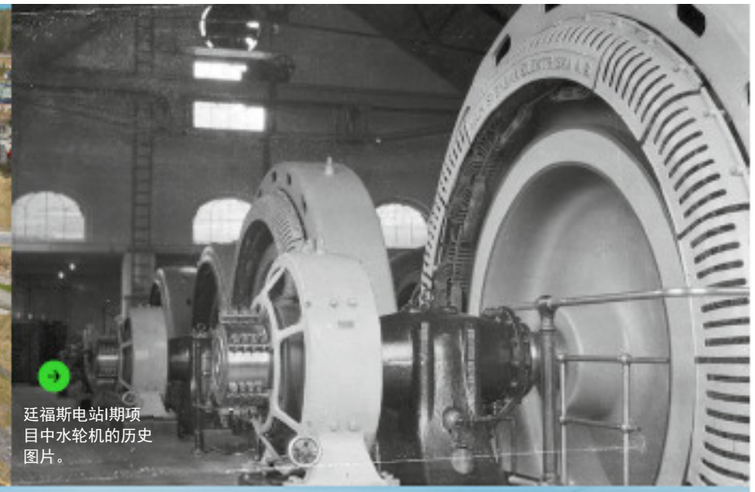


“在我们在现场的五年时间里，你能真切感受到这个地区的崭新气象。”

伊迪马尔·菲洛（Edilmar Filho）
福伊特水电项目经理



A. 廷福斯电站I期项目
B. 廷福斯电站II期项目
C. 造纸厂。



廷福斯电站I期项目中水轮机的历史图片。

从造纸业到水电

此外，廷福斯前部的闪电装饰象征着电力的产生。

即使从远处，你也能清晰地看到风景如画的廷福斯电站的历史痕迹。在背景中，廷福森瀑布倾泻而下，老磨石围绕着电站的砖构建筑。它们让人回想起1877年这里的造纸厂，那是首个利用Tinnelva河的水力通过小发电机提供照明的设施。追溯到挪威的工业化时期，廷福斯电站的历史建筑自2015年以来一直被列为联合国教科文组织的世界文化遗产。

历史联系

廷福斯电站也是福伊特的一个历史遗迹。旧廷福斯电站I期项目中的水轮机上的铭牌证明，福伊特的水轮机从20世纪初就开始在这里发电。此外，造纸业和水电业的实际结合也是福伊特早期公司历史的一部分。实际上，自19世纪70年代开始，建造水电水轮机成为公司的第二主要业务。

然而，让我们回到挪威的话题。1901年，廷福斯电站I期项目建成，搭载的是福伊特生产的卧式混流式双水轮机，总输出容量约为6兆瓦。最初，这个发电站是为一家人工肥料工厂供电。1910年，廷福斯电站II期项目建成，为正在Heddalsvatn湖畔建设的廷福斯Jernverk AS冶炼厂提供能源。1912年，当廷福斯电站II期项目全面投入运营时，发电站又增添了一台装有立式混流式水轮机的设备。到了1970年代中期，廷福斯电站II期项目的1号、2号和3号机组停止运行。4号机组仍在运行，使用原始的转轮，平均每十年产生约2200万千瓦时的电力。

福伊特——在涉足水力发电前，我们就已专注于造纸业：

在福伊特，造纸业有着悠久的传统。早在1859年，约翰·马修斯·福伊特（Johann Matthäus Voith）就设计出了第一台利用木质纤维制造纸张的木材研磨机。福伊特纸业是福伊特集团的一个重要部门。作为造纸工业的全线供应商，福伊特纸业提供市场上最广泛的技术、服务和产品。至今，全球很大一部分纸张都是在福伊特的纸机上生产的。在此大背景下，福伊特纸业特别关注可持续性和高效、节约资源的制造流程。

来自北欧地区负责业务开发的福伊特水电公司员工斯坦纳尔·马伦（Steinar Maalen）的一则轶事显示了福伊特水轮机的耐用性：“一个来自旧廷福斯电站I期项目的水轮机和发电机在1901年被北挪威的哈斯塔德市购买，用于另一座电站。之前，这些机器被当地技术大学的一位专家检查过，该专家证实它们的预期使用寿命还有15年。然而，事实证明，这些机器还运行了30多年。”



历史铭牌显示，福伊特与此地的合作关系已经超过100年。



廷福斯电站II期项目机房。1912年的那三台发电机如今已经停止运行。

廷福斯电站I/II期项目

福伊特水电也通过进行大规模的更新升级，确保了这些电站的长久运行：

1901/06	原廷福斯电站I期项目在1901年和1906年投入使用，其中两台机组都配备了福伊特水电的水轮机，每台能产生约4到5兆瓦的电力。
1910/11/12 1925	1910年廷福斯电站II期项目的原始水轮机也来自福伊特水电，后来在1911年和1912年增添了其他水轮机，以及在1925年后增设的4号水轮机，共能提供6兆瓦的电力。
1955	到了1955年，廷福斯电站I期项目在其他地方重建，并将原电站拆除。新的电站配置了一台配备福伊特轴流式水轮机组和一台西门子发电机，共产生约21兆瓦的电力。
1975	在1975年，廷福斯电站II期项目的三个旧机组被停用，取而代之的是安装在新的廷福斯电站II期项目中的一台大型27,400马力轴流式水轮机，这极大地提高了效率。
1990–92	在1990至1992年间，廷福斯电站II期项目的自动化设备被更换。
1997	1997年，廷福斯电站II期项目的第一个机组进行了升级，安装了福伊特的新涡轮。

“廷福斯是世界上最古老的水电站之一。得益于一系列广泛的升级改造，它至今仍在供应绿色电力。我们非常高兴，能够凭借我们的专业知识，数十年来一直为这个历史悠久的水电成功故事贡献力量，”马伦如是说。

为铜矿和社区供应清洁能源



刚果雄壮的河流为英加2电站供水。

通过全面的现代化改造，福伊特拆除了现有电站的一个旧的发电机组，并在原地整装并投入了一个新机组，从而将Inga II 电站的装机容量提升到178兆瓦。

刚果民主共和国的英加瀑布是全球最大的瀑布之一。刚果能源公司SNEL SA在那里运营着Inga II 梯级电站。在该项目中，SNEL SA由工程公司GRUNER STUCKY代表绿色电力的主要客户是加拿大的铜矿公司Ivanhoe Mines。这不仅对矿业公司有利，也对当地的居民有利，并且解决了当地的能源短缺问题。

在运营了40年之后，福伊特水电被委托对电站的一个运营机组进行全面的现代化改造。目标是在维持相同的流量和水位的同时，将装机容量提高10%。因此，预计升级后的电站将额外产生约16兆瓦的电力。

现代化项目包括一台新的水轮机、一台新的发电机以及对机械和电气系统的全面翻新，例如，变压器、压缩空气系统、消防系统和冷却水系统。此外，还将更换和升级多个水力系统。

此外，Inga II 还将更加数字化。福伊特水电与客户紧密合作，开发出了允许随时监控几个组件（例如，水隙）并随时控制发电机组生产的解决方案。这不仅增强了对机械部件的保护，也更好地控制了发电机的输出。

物流非常具有挑战性，因为物料需要通过两个不同的港口运输，而卸载超过5000个零件是一项耗时且复杂的任务。此外，一些零件长度超过12米，因此无法在标准集装箱中运输，需要特殊的海上物流，以及更为复杂的陆地运输才能运达施工现场。

“水轮机部件重且超长，而且道路也有长度限制需要遵守，”福伊特水电项目经理若昂-多斯桑托斯-费雷拉（Joao dos Santos Ferreira）说。

他个人的结论是：“紧凑的时间和高技术和组织要求使Inga II 的现代化改造成为一项特殊的项目，这让我有机会运用我作为经理和机械工程师的所有经验。”

为铜矿提供绿色电力：

更多装机容量

10 %

装机容量

178 %

第23 ⟶ 36页

创新

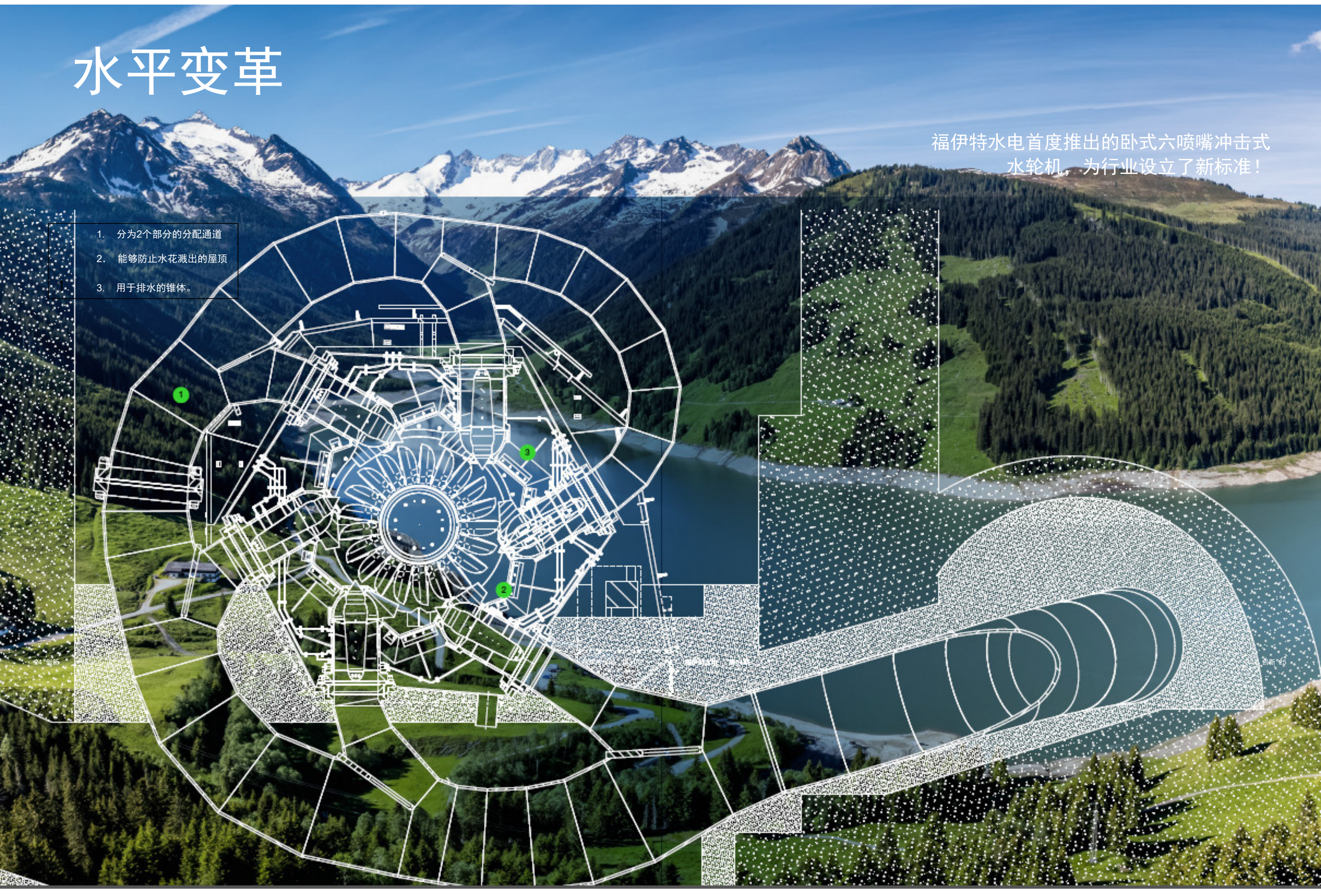
“我们始终怀着持续推动客户业务发展的雄心壮志，为此，我们需要创新型解决问题的方法。我的经验告诉我，多样性和紧密的国际合作极大地促进了这种创新思维，这正是我们在福伊特所做的。”

Junji Kasagi
福伊特水电日本分公司总经理

水平变革

福伊特水电首度推出的卧式六喷嘴冲击式水轮机，为行业设立了新标准！

1. 分为2个部分的分配通道
2. 能够防止水花溅出的屋顶
3. 用于排水的锥体。



在过去的十多年里，一项特殊的挑战使福伊特水电的开发工程师们忙得不可开交：如果我们能够以水平方式排列配备三个或更多喷嘴的冲击式水轮机而不损失性能，这与今天通常的立式布置方式有何不同？

这样做会不会让维护和修理工作变得更简便、更安全？此外，如果进行电站现代化改造，无需进行大规模的结构性改造就能更换水轮机。而且，新建电站将需要较少的开挖工作并且占地面积更小。

最初的冲击式水轮机是水平安置的，配备一到两个喷嘴。然而，如果水轮机装配更多喷嘴，反弹的水流会减慢转轮的转速，从而降低水轮机的效率。为了能使用更多的喷嘴并增加出力，从上世纪50年代开始，水轮机开始使用竖轴的布置。在这种布置中，水轮机的叶片喷出的水可以轻松地向上和向下排放。

“我们一直在探索如何将水平轴的优点与六喷嘴布置的优点结合起来，”福伊特水电的研发工程师雷纳·马克解释说。他很快就认识到，想要在水平水轮机中安装更多喷嘴的唯一方法就是改进水的管理方式。

更有效地利用现有空间

那么，如何在水平方向上解决这个挑战呢？马克这样描述福伊特水电的方法：“我们采用了一个锥体，它既作为流出水的阻流板，又作为排水装置，用于排除那些若无此锥体就会回流至涡轮的水，这样我们就能有效地利用了现有空间。”这可以防止回溅的水减慢转轮的转速。

在现实世界中实现这个概念之前，需要进行了复杂的模拟和模型测试。“水流与冲击式水轮机水斗的交互时间极短，通常只有几毫秒，”负责冲击式水轮机数值流动模拟的彼得·摩辛格（Peter Mössinger）解释道。

这就是为什么预测水斗流量的数值预测非常复杂，需要大量的工作。“另外，我们在近年来改进了方法，现在我们也可以分析壳体流动或水轮机下游的水流。这一进展在新概念的成功开发中发挥了重要作用。”

但模型测试技术也面临新的挑战。“对于我们的模型机设计师来说，最大的困难无疑是确保我们有足够的灵活性去对壳体进行改进，”摩辛格解释道。“并不是所有数值开发的版本一开始就能证明其可行性，这意味着模型机的灵活性极为重要。”

“我们自问如何才能将水平轴的优势与六喷嘴布置的优势结合起来”。

雷纳·马克（Reiner Mack）
福伊特水电开发工程师

HP3+

流动模拟可以虚拟显示一些情况，例如，反溅水的湍流等。

福伊特水电将这种创新命名为HP3+，代表的是一种配备三个或更多喷嘴的卧式冲击式水轮机。增加喷嘴数量会增加功率密度，从而提高转速。因此，发电机和水轮机的设计都可以更加紧凑。



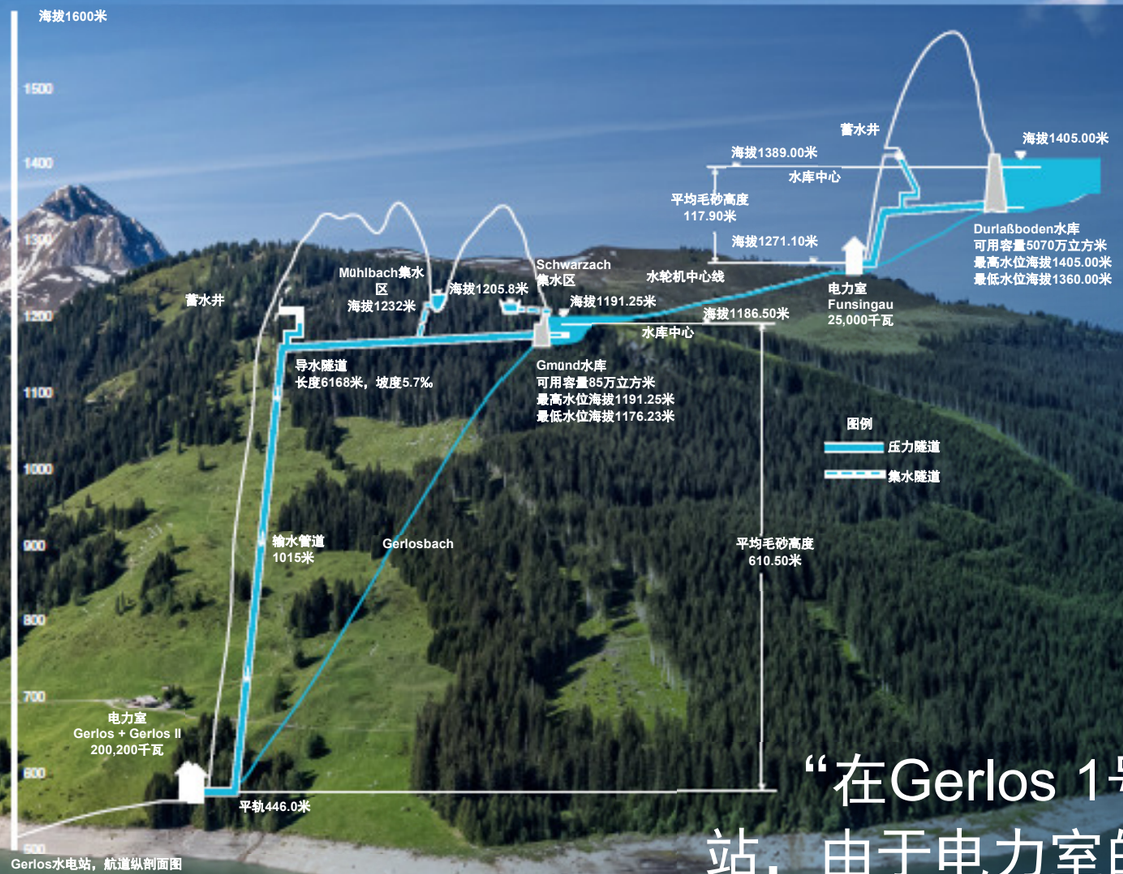
一切都是为了使维护更简单

最后，经过多年研究，新概念得以实现，并达到了期望的效果。福伊特水电将这项创新命名为HP3+，代表拥有三个或更多喷嘴的卧式冲击式水轮机。增加喷嘴数量会提高功率密度，进而提升转速。因此，发电机和水轮机的设计都可以更加紧凑。

马克看到了另一个主要优势：“与竖轴相比，维护卧式机组更为方便，因为在卧式布置中，所有设备都位于同一水平面。在维护水轮机时，维护团队可以待在同一层并在发电厂环境内工作，并直接看到头顶上方的起重机。而在安装立式配置时，安装团队通常需要在多个楼层上工作，借助链吊进行操作，这往往需要在照明条件不佳的环境下进行，要保障安全的工作环境，需要投入更多的努力。摩辛格补充说：“在设计HP3+的机械构造时，我们在圣·普尔滕的同事们提出了许多创新思路，以便更快、更安全地进行水轮机维护。结果是，我们得出了一些以前从未有过的创新解决方案。”

此外，大约20年前，有些公司开始彻底翻新装有卧式机组的旧电站，然后使用立式机器。这需要拆除水下通道和现场的全部基础设施。然而，由于电站的高度过低，无法对立式机组进行适当的维护，因此这种解决方案始终是一种妥协。马克解释说：“在进行常规维护时，通常需要将整个发电机倾斜，然后在水平位置拆卸转子。这显然需要投入大量工作。”当使用卧式机组时，这种努力自然就不再需要了。建筑改动也大大减少，因为理想情况下，新的卧式机组可以直接安装在现有基础之上。

这款新水轮机在维也纳的一场国际水力发电会议上首次公开展示。这个概念在会议上引起了水力发电运营商的极大兴趣。接下来，所有人都在关注新水轮机在实际操作中的表现如何。相应的试点项目已经启动。这是因为福伊特水电已经找到了一家适合的公司，这家公司拥有新解决方案所需的开创性精神、勇气和技术理解力。



Gerlos水电站，航道纵剖面图

满足这些要求的候选者正是奥地利领先的能源转型公司Verbund。该公司在蒂罗尔州的齐勒塔尔山谷（Zillertal valley）运营着Gerlos 1号蓄能电站。该电站于1949年投入运营，目前年发电量为3.26亿千瓦时。自2022年10月起，第一台六喷嘴卧式冲击式水轮机在此成功运行，因此该电厂为超过70000户四口之家提供可再生能源。它取代了之前安装的四台双喷嘴立式设备。

尽管卧式解决方案的设备本身更昂贵，但客户在建设成本方面却能节省更多。这是因为更换水轮机时无需进行大型施工，从而节省了大量的时间和资金。同时，由于运行的机组数量减少，也降低了未来的维护成本。

“在Gerlos 1号电站，由于电力室的天花板过低，空间非常有限，因此四台非常老旧的立式水轮机被一台卧式水轮机所取代。”

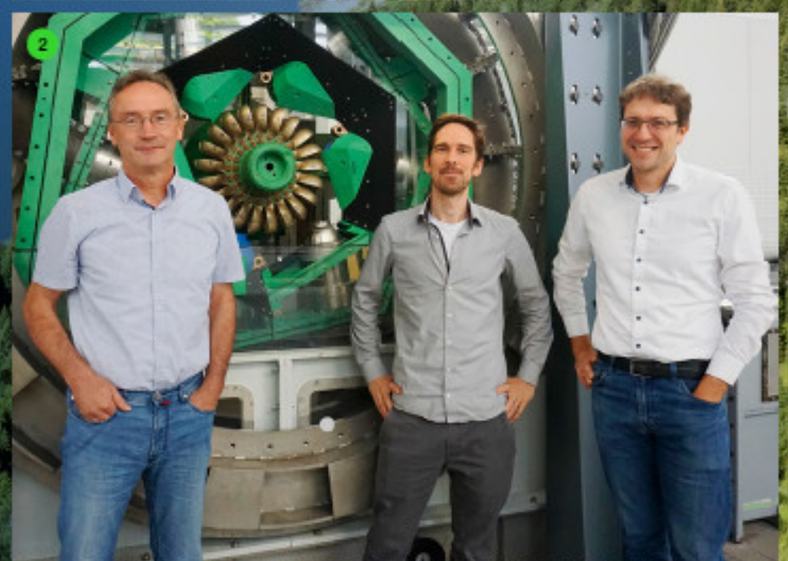
雷纳·马克（Reiner Mack）
福伊特水电开发工程师

326 吉瓦时

Gerlos 1电站于1949年投入运营，现每年产生326吉瓦时的电力。这足以为超过70,000个四口之家提供可再生源。自2022年10月以来，电厂的第一台六喷嘴卧式冲击式水轮机运行良好。

1 Gerlos I（右侧）和Gerlos II两座发电站坐落在Zillertal。
2 福伊特的创新水轮发动机开发人员：雷纳·马克（Reiner Mack）、彼得·默辛格博士（Dr. Peter Mösinger）和约格·内克尔博士（Dr. Jög Necker）。





完美的现代化改造项目选择

这个试点项目清楚地展示了为什么卧式布置的冲击式水轮对于现代化改造项目特别有利：“在Gerlos 1号电站，由于电力室的天花板过低，电站的空间有限，因此四台非常老旧的立式水轮机被一台卧式水轮机所取代，”马克解释道。最初的规划是采用传统的双机组方案，每个机组配备一台发电机和两台双喷嘴水轮机。然而，由于空间不足，无法实现这个方案。“通过对进水部分进行数值开发，我们成功地获得了宝贵的空间，”莫辛格补充道。“这确保了机组在维护操作时的合理布局。”

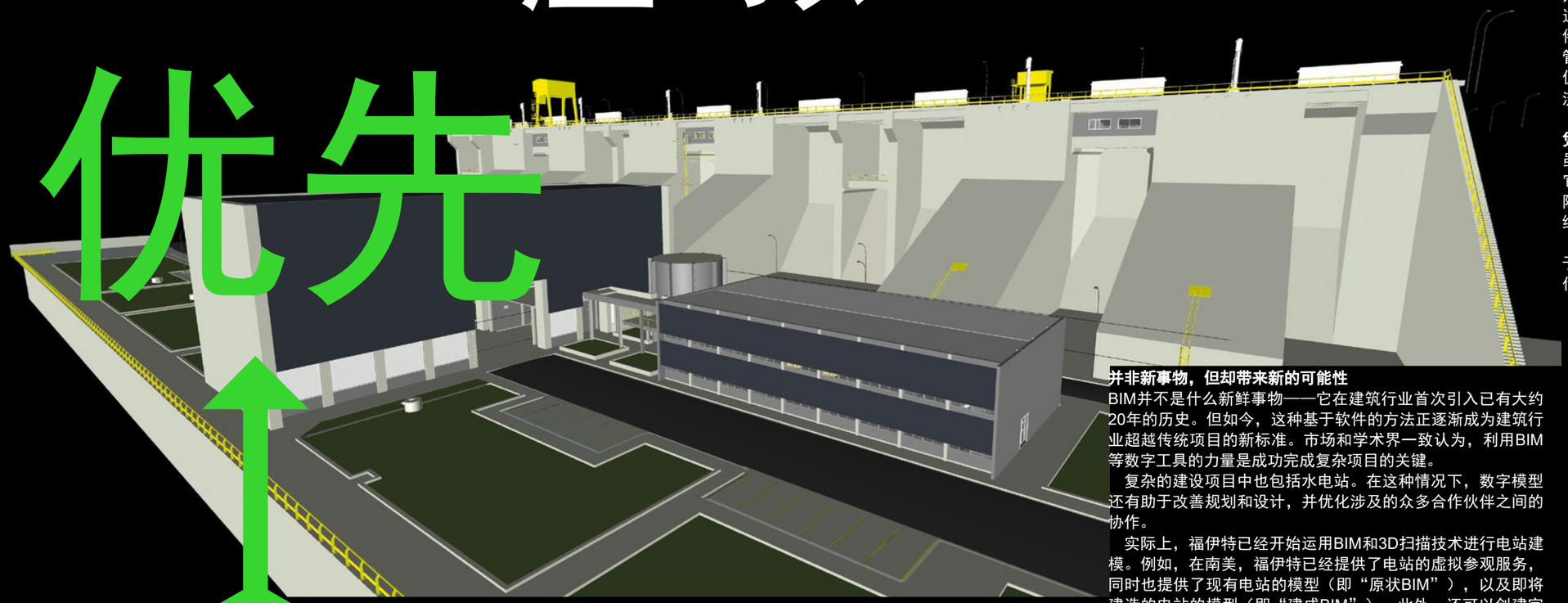
这些优势在福奥运德贝格州Vermuntwerk电站进行的第二个试点项目中也得到了证实，该电站由Illwerke运营。在这个项目中，五台双喷嘴机组将被两台六喷嘴水轮机所取代，但总装机容量将保持不变。“只需要维护两个水轮机和两台发电机，以及两个变压器，而不是像之前那样的五个设备，这将大大降低维护成本。”

马克从一开始就参与了这个创新解决方案的开发。“看到第一个HP3+原型机安装并投入运行真是太棒了。”对他来说，有一件事非常明确：“一方面，开发这样的解决方案需要福伊特的管理层成员具备足够的远见，相信这个想法将会取得成功。另一方面，客户对我们解决方案的信心也是必不可少的，这信心是多年持续合作的结果。最终，我们希望客户对我们的水轮机满意，这是最重要的。”

2022

首次投入使用具有六个喷嘴的卧式冲击式水轮机的年份。

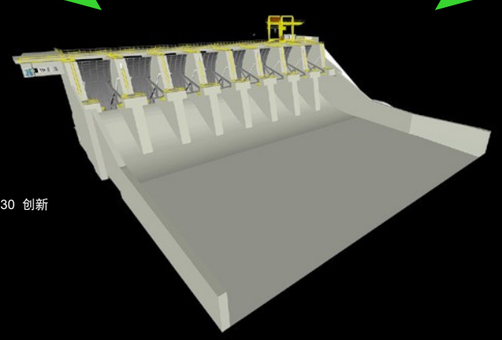
虚拟优先



数字模型对于现代化至关重要，例如，保罗·阿方索（Paulo Afonso）溢洪道的3D图。

3D扫描和建筑信息模型（简称BIM）是建筑施工、规划和资产管理的新方法的热门关键词。在水电项目中，它们也带来了显著的好处。

那么，BIM到底是什么，它与其他数字化规划方法（例如，3D扫描）有何不同呢？BIM是指建筑物物理和功能特征的数字化表示，用于建筑的规划、设计、施工和维护。建筑信息模型通常包含建筑材料、设备和系统的信息，以及能源性能和可持续性的数据。下BIM是指建筑物物理和功能特征的数字化表示，用于建筑的规划、设计、施工和维护。



巴西保罗·阿方索的水电站就有一套虚拟的BIM模型。

并非新事物，但却带来新的可能性

BIM并不是什么新鲜事物——它在建筑行业首次引入已有大约20年的历史。但如今，这种基于软件的方法正逐渐成为建筑行业超越传统项目的新标准。市场和学术界一致认为，利用BIM等数字工具的力量是成功完成复杂项目的关键。

复杂的建设项目中也包括水电站。在这种情况下，数字模型还有助于改善规划和设计，并优化涉及的众多合作伙伴之间的协作。

实际上，福伊特已经开始运用BIM和3D扫描技术进行电站建模。例如，在南美，福伊特已经提供了电站的虚拟参观服务，同时也提供了现有电站的模型（即“原状BIM”），以及即将建造的电站的模型（即“建成BIM”）。此外，还可以创建完整的水电站或部分电站设施的3D模型。

虽然BIM是迈向元宇宙的一步，但在现代化项目中，特别是涉及设备或电站的3D扫描对于工程来说尤其有帮助。区别在于，BIM是一个过程和一套工具，主要用于规划和管理；而3D扫描用于捕捉和创建电站实际情况的数字表示。

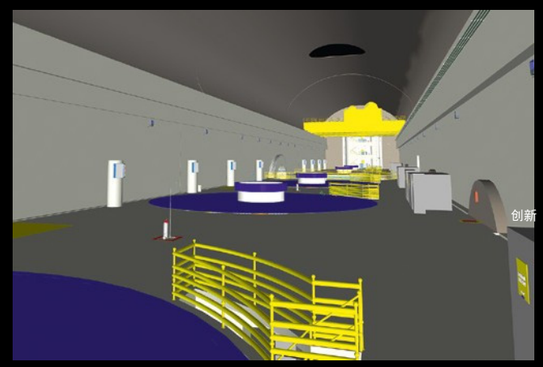
因此，3D扫描提供了非常有价值的支持，特别是在工程方面。这是因为生成的模型可以非常准确地显示组件的形状、尺寸或连接方式。根据这些规格，可以精确设计需要更换的部件。还可以在虚拟环境中测试组件是否适应现场条件。例如，在管道方面，多年的运行可能导致复杂的管线布局，这在纸质计划中已无法准确反映。而通过3D扫描，工程师不仅可以看到所有的管线，还能了解尺寸和连接类型，并相应调整现代化流程。

凭借数字化专业知识引领潮流

虽然BIM和3D扫描在其他建筑行业很快就会成为标准，但在水电行业，它们仍处于早期应用阶段。对于客户来说，出现了许多潜在应用领域。除了通过3D扫描实现更准确、更高效的现代化规划外，资产管理和文件组织也可以获得优势。

随着技术的普及，其他用例也将涌现。无论如何，水电站的运营商对于这些可能性表达了相当大的兴趣。凭借其丰富的经验和数字专长，福伊特在这方面处于领先地位。





其中一台位于保罗·阿方索的水轮机。

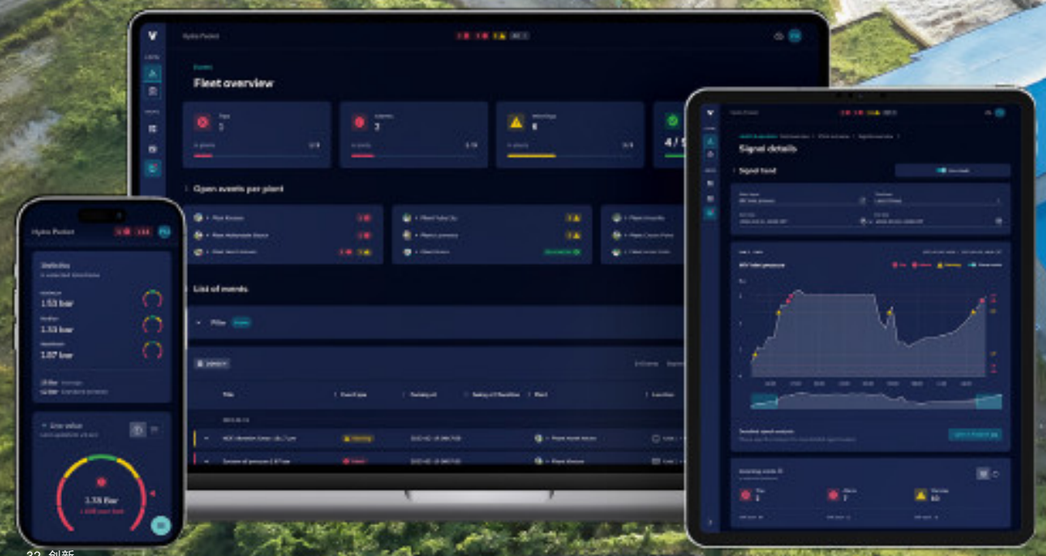
发电厂的3D模型能帮助直观地了解电厂的具体空间条件。

Mobile 水电管理

智能应用程序Hydro Pocket有助于监控过程和优化电站运营。



使用Hydro Pocket应用程序，可通过平板电脑进行优化。



数字技术通过移动设备监控技术系统正在进入越来越多的行业领域。这对于通过水电站发电也同样适用。福伊特与数字公司Ray Sono合作，推出了一款智能应用程序Hydro Pocket，小型水电站的运营商可以使用这款应用来关注与他们电站运营状态相关的重要参数。具体而言，福伊特推出的这款数字产品可让用户通过桌面电脑、平板电脑和智能手机轻松地从世界任何地方监控和优化电站的所有流程。这意味着工程师不必在现场，无需使用VPN连接，甚至无需直接与任何人交流。

关于生产目标的决策支持

“Hydro Pocket不仅可以用于监控能源生产，从而获取收入。通过收集电站不同区域的实时数据，并进行智能分析，还能作出更好的决策，”福伊特水电的Hydro Pocket产品经理古斯塔沃·阿兰特斯（Gustavo Arantes）解释说。运营商或水电站投资者可以使用应用程序中以图形形式展示的信息，根据当前和历史数据设定个别的生产目标。同样，Hydro Pocket也可以检查电网连接状态或持续监控水电站的健康状况。这款应用还配备了一个仪表板，只需轻触一下，就能显示出单个机组、整个电站甚至整个装置组合的情况，提供了全面的概览。Hydro Pocket可以减少长时间的停机。

如果出现如低水位或过热等问题，用户会通过错误消息得到通知，并能够实时作出反应。他们还会自动收到预定义的报告，并可以与所有相关利益方分享。

全面的安全机制

安全对于Hydro Pocket来说是首要考虑因素。在这方面，福伊特采用了一种称为深度防御的网络安全策略。这涉及层层设立一系列防御机制，以保护宝贵的数据和信息。

在电站，每个开发步骤都定期进行记录和审查。福伊特供应的电站硬件是根据符合IEC 62443-4-1安全标准的认证安全开发流程开发的。福伊特已经开发了一种安全的系统架构，包括Hydro Pocket等产品，根据IEC 62443进行威胁分析和风险评估。

福伊特和第三方公司定期对系统的各部分进行审计，以评估和减轻风险。此外，福伊特负责持续快速地提供新的安全更新。数据只通过一种协议单向发送到云端，因此无法通过边缘设备访问PLC和SCADA。

仅需10周即可投入运行

安装该应用程序所需的工作量很小——从收到设备到安装、配置和激活最多需要10周。此外，设置不需要对电站进行任何重大更改，也不需要额外的传感器或控制器——Hydro Pocket可以与现有的标准化技术（例如，SCADA监控和数据采集系统）“接入”到一起，并根据个人需求和用户群体进行适应性调整。

为了配置系统，用户将收到一个入门套件，将其连接到电站。套件包括一个网关，用于通过加密连接将数据安全传输到福伊特云端。福伊特负责系统的配置。然后，用户可以通过同样安全和加密的连接直接从云端访问信息。正如阿兰特斯（Arantes）所解释的，“我们持续更新和改进这款应用程序——我们大约每两个月发布一个重大版本更新，每两周发布一个小的更新。”

印度尼西亚的试点项目以及其他试运行电站

Hydro Pocket在印度尼西亚的试点项目中已经运行了一年多。从这次部署中得出的结论显著地促进了应用程序和其功能的改进和设计。在东南亚的电站实施后，福伊特与Ray Sono一起优化了用户体验和应用程序的技术稳定性，并整合了客户的反馈意见。“除了印度尼西亚的12兆瓦电站，欧洲和东南亚的其他10多个电站现在正在试用Hydro Pocket。还有其他一些客户已经购买了Hydro Pocket，并很快将其投入使用。”

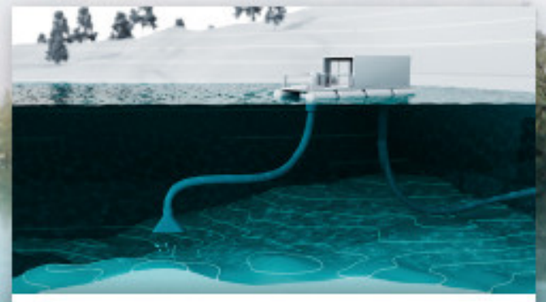
关于Ray Sono

作为一家提供全方位服务的机构，Ray Sono为公司和组织设计数字世界。其客户包括奥迪、宝马、林德和麦当劳等品牌。除慕尼黑总部外，Ray Sono还在柏林设有设计实验室，在美因河畔的法兰克福设有办事处。福伊特持有该公司多数股份。

新可持续解决方案

沉积物问题：

福伊特的Sediment Care Program为沉积物问题提供定制和环保的解决方案。



福伊特的Sediment Care Program的核心是一艘全自动船只。通过管道从水底抽取沉积物，并以低浓度通过管线运输到水电站。

A



被搅动的沉积物颗粒通过管道进入压力钢管，随着水流通过水轮机时，沉积物可以非常方便的排出。

B

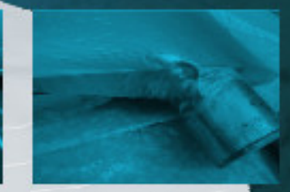


每艘全自动船只都配备有用户界面，专家可以随时监测船只的效率、生产力和位置，以及其他相关过程参数。

D



受控的沉积物运输：可以确保水电站的可持续运营。



未经控制的沉积物运输：可能会导致涡轮或其他部件受损。



对于每个具体的水电站及其环境，所携带的固体物质量都会经过精确调整，以避免对水轮机造成损坏以及不必要的停机。每个项目持续一到三年，并与当地环境部门密切协调进行。

C

水库淤积问题由来已久。最近的一项联合国研究再次证实，全球水库的淤积沉积物降低了储水能力。这对饮用水供应、洪水管理和发电产生了影响。根据该研究，到2050年，全球储存能力将减少原始储存能力的四分之一。在该研究中分析的大约50000个地点的容量损失将达到1.65万亿立方米，大致相当于印度、中国、印度尼西亚、法国和加拿大年用水量的总和。

因此，福伊特水电现在提供一项服务，通过水轮机轻柔地清除水库中积累的沉积物。这不仅对环境有益，福伊特的Sediment Care Program在经济性方面也非常具有竞争力。

不受欢迎的矿物质

“水电是可再生和可持续发电的基石，”福伊特水电Sediment Care Program的产品经理洛伦兹·伦哈特（Lorenz Lenhart）说道。确保未来全球范围内大规模利用水电站发电并稳定电网，不仅仅需要河流、水坝和相应的设备。沉积物，也就是从水道底部被搅动起来或通过降雨进入河流的松散矿物质或有机颗粒，也起着关键作用，“因此可能导致复杂设备的故障甚至失效。”伦哈特深知其中的道理。这些沉积物减少了水库的储存容量，从而影响了发电、储存和排放能力，严重时甚至可能堵塞底部排放口——这是水坝的一个重要安全功能。

1 由于沉积导致的大型水库现有和未来储水容量的损失：一项针对各国的全球评估。2022年。



积极保护环境

“对人造堰塞湖和水库中此问题的科学研究可以追溯到上个世纪50年代；然而，从水被用于发电之时起，人们就一直知道这个挑战存在，”伦哈特解释道。随着水库的沉积物越来越明显，这个问题再次引起了社会和行业的关注。据福伊特专家介绍，“如果沉积物沉积扩展到用于发电的水库深处，能源生产将无法保证。”但问题并不止于此。洪水控制和饮用水生产也可能受到沉积物沉积的影响。“你将失去可用的水量。”

生态、经济、可持续

传统的沉积物清除方法，例如，疏浚或冲刷，成本高、效率低且耗时。在此过程中，对于植物和动物来说重要的营养物质也会流失，河流的自然沉积平衡被破坏。福伊特水电提出了一种特殊的处理方法：“我们的Sediment Care Program是我们开发的一项服务，通过水电站将沉积物运输出去。”这一过程将水库底部的沉积物激活并输送到水电站，然后将沉积物以连续、受控的方式注入到压力钢管中。这样一来，沉积物就随着水流一起通过水电站。

通过提供Sediment Care Program，福伊特水电根据其发展可持续技术的公司理念扩展了其服务范围，为未来开发了一种可持续的技术解决方案。凭借多年在水电站沉积物方面的经验和在水轮机布局、仿真和设计方面的技术领先地位，福伊特水电最适合提供这个问题的全球解决方案，并支持客户在经济和可持续的未来中生产能源。

“我们希望开发一种在经济和环境上可持续的产品，并解决所有利益相关者（包括我们的客户、环境和社会）的沉积物问题，”伦哈特解释道。从经济角度讲，这种解决方案在沉积物处理过程中保持了水电站的效率和生产能力，而不会造成不必要的停机。从环境角度讲，这种解决方案恢复了河流和水库中的自然沉积物平衡。“当谈到环境保护和相关解决方案时，全世界都看着欧洲。我们受到严格的法规限制，并与环境部门密切合作。”

Sediment Care Program项目“尤其吸引人”的地方并不仅仅在于其在国内水域的应用。北美、亚洲以及南欧、北非和岛国等缺水国家可以利用传统方法恢复其水储存能力，避免不必要的水资源损失。“水是一种宝贵的资源”，伦哈特简洁地表达了这一观点。

第37 ⟶ 41页

深入洞察和内部视角

回顾与反思

“凭借我们数十年的经验，我们能为每个水电站的现代化找到最佳解决方案，让这种传统的能源源源不断地保持年轻活力。这非常重要，因为作为最大的可再生能源，它对未来的世代也起着支撑作用。”

哈拉尔德·海杜克（Harald Haiduk）
装配协调员

短距离



1 波斯尼亚和黑塞哥维那为非洲、欧洲和美洲市场生产发电机部件。

2 自2022年底以来，该生产线已经全速运转。

3 机器人帮助先进工厂进行生产。







在波黑东北部的卢卡瓦茨制造中心，福伊特为水力发电机生产线棒、线圈和磁极。

1.5 h

从福伊特总部所在地海登海姆附近的机场到图兹拉只需很短时间。

福伊特在去年底在波斯尼亚和黑塞哥维那的图兹拉坎顿的卢卡瓦茨开设了新的发电机部件卓越中心。这些最先进的设施为非洲、欧洲和美洲市场提供产品。其产品范围包括水电发电机的线棒、线圈和磁极。

这个卓越中心地理位置优越，距离福伊特水电德国总部海登海姆只需1.5小时的飞行时间。该场地与公司德国总部的中央技术部门的专家密切合作，该部门负责发电机部件的关键研究和开发工作。

短途快速响应

由于靠近公司总部，客户可以享受短途和快速响应的优势。此外，ELIN Motoren，作为福伊特公司的一家子公司，多年来一直在波斯尼亚设有工厂，成功生产电机和发电机线圈以及风力发电机部件，并且该工厂就在附近。

目前，磁极的制造已经全面展开，线棒和线圈的生产也已经开始。所有产品在投入使用之前都经过了广泛的生命周期模拟和高压测试。这些测试完全满足了管理层的期待，不仅满足国际标准，还符合福伊特水电自身的高质量内部标准。该工厂目前正在为来自比利时、卢森堡、瑞典和瑞士的客户执行并已完成部分项目。

“通过这些先进设施，我们将我们在线棒、线圈和磁极方面的专业能力整合起来。中欧的位置理想，不仅可以服务于欧洲市场，还可以覆盖到非洲、美洲以及更远的地区，”福伊特水电总裁兼首席执行官Tobias Keitel博士表示。

来自该设施首批客户的反馈非常积极，并证实新的卓越中心是福伊特水电及其客户的重要里程碑。



卢卡斯·昆茨在水电站工作已经超过30年。从圣保罗到上海，从柏林到约克——专业才华使这位工程师的足迹遍布全球。在这次采访中，他告诉我们成功的现代化改造项目中最重要的事情。

你在水电领域工作了多长时间？
我从事水电工作已经超过36年了。在我的职业生涯中，我掌握的专业知识让我走遍了世界——从圣保罗到柏林，再到上海，最终来到宾夕法尼亚州的约克，我在那里工作已经18年了。这听起来像是很长的一段时间，但我只能说我仍在不断学习，也非常享受水电工作带给我的乐趣。

对你个人而言，水电有什么吸引力？
在我的职业生涯中，最令我着迷的是没有两条河流是相同的。河流的路径、地区和季节条件、抽水蓄能等——总会有新的挑战，我们必须根据要求的性能来调整我们的技术。



关于受访者：
卢卡斯·昆茨（Lucas Kunz）是福伊特水电的工程专家，他在现代化项目领域已有30多年的工作经验。他专长于发电机的设计、制造和组装。他的工作地点在宾夕法尼亚州的约克。

这听起来像是一份充满激情和满足感的工作。
是的，对于一位工程师来说，这确实是一份极好的工作，它从不会让人感到无聊——无论你是在处理一座2兆瓦的卧式电站还是一座200兆瓦的立式电站。而且在此过程中，你有时还需要处理超过90年历史的老旧电站，换句话说，这些电站比你的年纪还要大。面对这样的现代化项目，你需要怀着一种敬畏的心态。

你认为该行业目前面临哪些挑战？
由于全球政治的不确定性，目前确实面临着材料供应的重大挑战。另一个问题是熟练劳动力的短缺——许多有经验的水电专家即将退休，其他人则转向他们认为更现代化的领域。我们必须吸引、培训和留住熟练的工程师。当然，我们还在应对疫情的影响。近年来大量项目的推迟导致了大量的工作积压，这是必须要解决的问题。

为什么在水电行业中现代化如此重要？
许多电站已经运行超过40年，并且并未进行过大范围的升级——这在原则上是支持水电的一大论据。现代化改造提供了在不改变基础设施的情况下增加电站装机容量的机会。这相比于新建电厂具有显著的优势，因为在新厂项目中，建设占到了80%的成本，而发电机组设备仅占20%。这意味着如果只需要投资于电机设备，因为基础建筑已经存在，那么财务回报就比建设新电站要高得多。

你是新成立的跨学科现代化团队的一份子——为什么成立这个团队？它的职责是什么？
我们始终努力为客户找到最理想的解决方案。实现这一目标的最佳方式就是将散布在各个地区的专业知识结合在一个团队中。这个团队汇集并组织了福伊特广泛的知识和丰富的经验，共同开发和实施最佳实践，以使我们的组织受益。

在现代化项目中面临哪些特殊挑战？
我们所面对的是一些复杂的项目。一方面，存在着各种不同的地方性监管流程，我们需要理解这些流程，并了解这些要求对客户产生的影响。另一方面，水电站和大坝都是复杂的系统。对于它们的维护和现代化，需要特殊的知识和专业技能。这正是福伊特的最大优势。我们必须决定哪些部件需要替换，哪些可以保留。这通常只能在实地深入查看后才能决定。

为什么福伊特水电能成为这些项目的合作伙伴？
福伊特在设计、工程和建设领域拥有特殊的专业知识。这是我们的主要优势，因为它使我们能够安全、高效地按时完成现代化改造项目。此外，我们的使命还包括提供维护和服务。我们的水电服务帮助客户确保新系统和部件在未来很多年内高效运行和可靠执行。

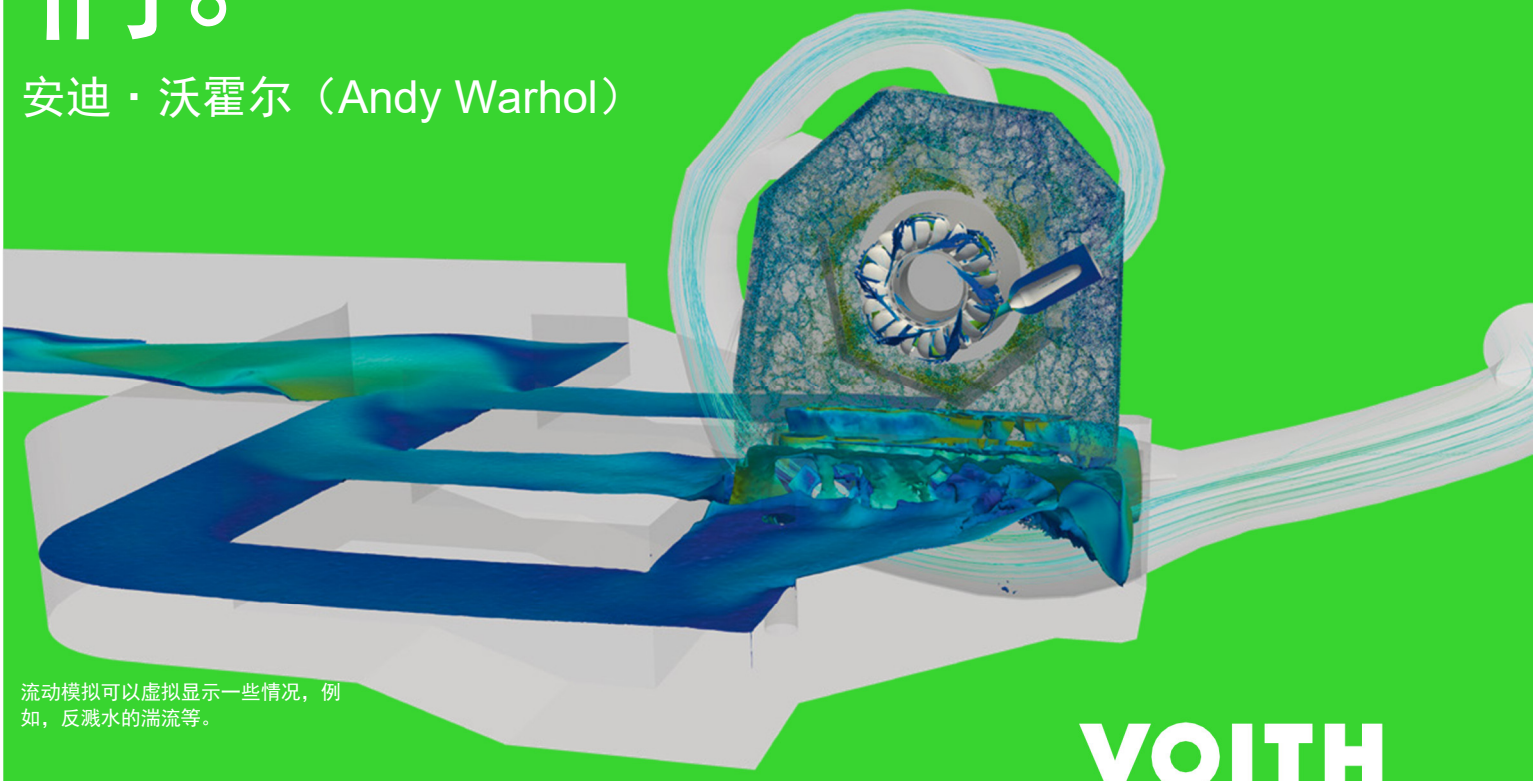
你个人参与过的最激动人心的现代化改造项目是哪个？
我能立刻想到的一个是我在美国职业生涯初期参与的康纳渥电站（Conowingo）的现代化改造项目。在项目进行过程中，突然发生的短路导致一台原本不计划升级的机组遭受了严重损坏。我们不得不提前调整计划，确保电站的运行不受影响。设计、制造和安装——所有这些工作都必须在短时间内完成，以保持电力的正常供应。我们成功地在仅仅八个月后使客户能够投入使用机组。这是一次非常成功的团队合作，涉及到多个运营单位，展示了我们合作时的成功之处。

团队未来的计划是什么？
我们将加大对全球各地选定的、复杂项目的支持力度。为此，我们将扩大我们的团队，包括在商务、现场服务和项目管理等所有领域的重要核心成员。培养下一代水电工程师对于未来非常重要——我们还有很多工作要做，我期待着分享我的知识和经验。

“

人们总是说时间会改变一切，但实际上你必须自己去改变它们。”

安迪·沃霍尔（Andy Warhol）



流动模拟可以虚拟显示一些情况，例如，反溅水的湍流等。

VOITH