

hypower

福伊特水电 - 第33期



开拓性项目： 水力发电

加拿大通过开发可持续的能源供应创造经济和社会发展机会

20
卓越

StreamDiver系列小型水轮机适用于
小型水电领域各种安装环境

24
高效

通过成功实现维护流程数字化，
OnCare.Asset以事半功倍的效率
提升可用性

26
精准

福伊特研发中心利用模型
实验中的高精度测量方式满足日
益增长的设计和液压要求



水电作为可再生能源，对于发电过程的脱碳目标至关重要。作为一种重要的发电形式，以及风能和太阳能等间歇性能源相结合的绿色储能途径，水电的重要地位无可争议。但大型和小型水电站的重要贡献远不止于此。在本期时讯中，我们将重点介绍水电站所带来的重大改进，包括北美地区那些推动了偏远地区繁荣发展的卓越大型项目，以及非洲一个非常成功的行业伙伴，其带动了非洲大陆的电气化发展。欧洲的成功案例则展示了智能化和数字化水电在提高现有电站效率方面的卓越成效。此外，您还将了解到，福伊特水电高持之以恒的研发工作不仅充分挖掘了水电技术的潜力，而且进一步提高了能源本身的可持续性。祝您阅读愉快！

Uwe Wehnhardt

Uwe Wehnhardt
福伊特水电总裁兼首席执行官

08

加拿大两个大型水电项目创造了新的经济和环境机遇



目录

产品荟萃

- 04 **完美再现**
福伊特新逆向工程服务可准确复制已丢失或损坏的水电设备部件

时事新闻

- 06 **要闻概览**
水电行业动态

1,450 kW

发电量
每机组



20

StreamDiver系列小型水轮机可为各种水电项目降低安装成本

创新

07 重要趋势一览

08 重大影响

加拿大正在通过新的大型水电项目扩大其可持续发电产能。他们为北美市场的能源行业提供了更多选择，并创造了众多就业机会

14 能源领域新机遇

福伊特与Berkeley Energy公司达成合作，大力推动非洲水电行业的发展。我们采访了相关人员了解该项合作的前景

18 完美匹配

Sintaksa和福伊特之间的合作使客户能从单一来源获得完整的创新性的机电设备

24

维护流程的数字化帮助降低成本并提高电站可用性

26

福伊特研发中心的高精度模型测试完善了数值模拟模型

蜕变

19 全新系统和服务

20 小型水电站的新选择

StreamDiver系列小型水轮机能以极低的成本集成到各种安装环境中

24 OnCare.Asset数字化维护

OnCare.Asset通过一个集中式软件应用实现水电维护流程的数字化。最初的客户项目旨在提高电站的正常运行时间，同时显著降低成本

26 未来测试

福伊特全球独一无二的研发中心针对日益严格的设计和液压技术要求，为其提供模型测试需要的高质量测量数据。

32

福伊特通过以客户为中心的培训计划传递专业知识，培养水电人才



风采

29 行业洞见和业内观点

30 全方位的可持续性

专业研究使水电更具可持续性。福伊特采用的方法远远不止于为保护鱼类而优化水轮机

32 (水电) 知识就是力量

水电行业正在日趋复杂化、数字化、国际化。通过水电人才培养计划，福伊特保护了现有知识的延续传承，并系统地培养年轻人才，为未来保驾护航

36 打破常规

水力发电在加拿大有着悠久的历史——同时也是艺术创作的灵感源泉

36

艺术装饰以前是水电站的一个组成部分，如今，加拿大的水电艺术呈现多姿多彩的一面



出版信息

出版商：

Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG
St. Pöltener Strasse 43
43 89522 Heidenheim, Germany,
hypower@voith.com

总编/主编：

Kathrin Rock,
Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG

编辑团队：

Faktor 3 AG,
Hamburg/Berlin, Germany

设计：

stapelberg&fritz gmbh, Stuttgart, Germany

印刷商：

Wahl-Druck GmbH
Aalen, Germany

版权说明：

未经编辑事先书面许可，不得复制、重印或传播本出版物之任何部分，也不得以任何形式将其任何内容部分或全部使用到其他著作中。

图片来源：

封面：BBE Hydro Constructors LP 第4 - 5页：
AMETEK GMBH -
DIVISION CREAFORM GERMANY (效果图)/Jan Steins (插图)
第6页：shutterstock (背景)
第7页：CTG
第8 - 11页：BBE Hydro Constructors LP
第12 - 13页：BC Hydro
第14 - 17页：Jan Steins (插图)
第18页：Sintaksa
第19页：CHESF
第30 - 31页：gettyimages (照片)
第32 - 35页：Manfred Jarisch
第36 - 37页：Jan Steins (插图)
其他图片均由福伊特提供。

反馈：

如果您对本期HyPower有任何疑问，请通过电子邮件hypower@voith.com 或以下渠道联系我们：

www.twitter.com/voith_hydro
www.linkedin.com/company/voith-hydro



voith.com



完美

重现



灵活

在扫描不同尺寸的水电组件时，Creaform HandySCAN 3D激光扫描仪比3D测量臂具有更大的自由度。

40%

通过对常见的水电站组件进行逆向工程设计，可以节省40%的时间和成本。

0.015 毫米/米

由于测量精度非常高，光学坐标测量系统可以应用于大型项目和长度为2至10米的部件。



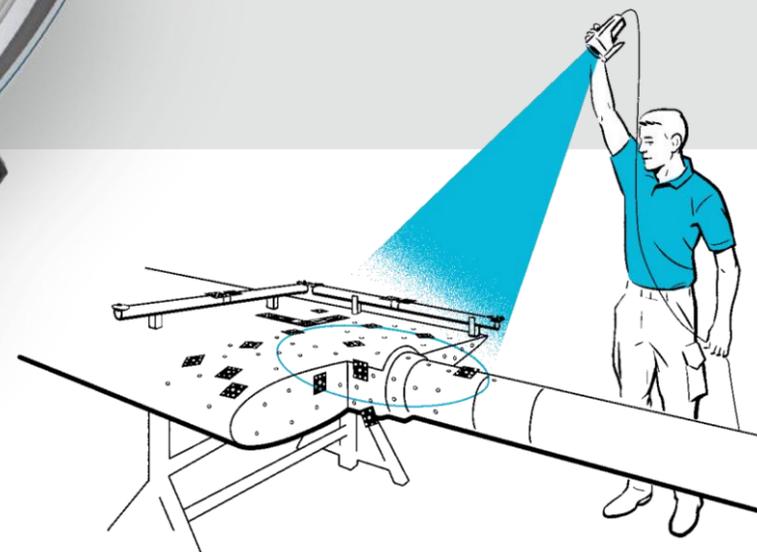
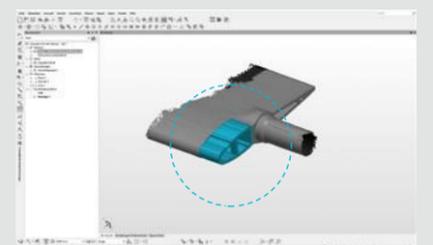
为避免昂贵的再设计，福伊特的逆向工程服务使运营方能做出任何组件的精确复制品，即使它来自一座建成至今已超百年的水电站并且无资料记录。采用的方法是借助高精度的摄影测量图像和随后的激光扫描对各个组件进行数字化处理。然后使用从扫描数据生成的多边形模型，作为用CAD软件创建原始组件的数字孪生的基础。它将作为一个模板，帮助操作人员以物理形式复制出组件。组件的尺寸基本上不受限制。“例如，我们可以将直径长达几米的混流式水轮机数字化。”福伊特质量工程师 Daniel Roessler说。由于整个过程只需要笔记本电脑、激光扫描仪和摄影测量相机，因此可以在运营方现场直接扫描组件，从而节省大量时间。

精确

Creaform MaxSHOT三维光学图像测量系统可生成摄影测量图像，用作后续激光扫描的基础文件。

透明

在PolyWorks Modeler中，可以用附加的填充件（蓝色）检查导向叶片。



- 1 在对象表面有标记点（定位目标）和比例尺，作为尺寸参考。
- 2 从多个角度进行的摄影测量可捕获基线对象数据。
- 3 激光扫描仪用通过摄影测量捕获的定位目标来扫描组件。

地下水库

由于风能和太阳能的发展，抽水蓄能电站作为一种“绿色电池”日益受到重视，可以平衡电网供电并防止停电。福伊特希望与瑞典公司Mine Storage一起探索该技术的新应用。合作的重点是利用以前的矿山开发水力发电。这些矿山蕴含巨大的潜力，因为全世界有100多万座废弃矿山，资源极为丰富。地上抽水蓄能电站的水库分上下水库，我们必须利用矿山环境进行电站设计，这是一个技术挑战。为了找到合适的解决方案，两家合作伙伴在瑞典的两个地点规划了初步的试点项目。

1
克里斯蒂娜港
这个位于瑞典中部
韦姆兰兹省的小镇
有着制造水轮机的
悠久传统。



植树造福环境 在2021年世界环境日，福伊特水电的员工在印度巴罗达种植了110棵树。



建设性的环境保护

在2021年世界环境日（6月5日），位于瓦多达拉的福伊特水电印度公司组织员工做了一件对地球环境有长期贡献的义举。他们不但张贴海报向公众宣传环境保护的重要性，还在工厂种植了110棵树。现在，这个区域共有约2,600棵树，分布在20万平方米的土地上。这次行动响应了联合国环境规划署今年的主要倡议，即通过重新造林等措施重建生态系统。

时事

水电行业动向



10年卓越战绩

2021年，福伊特集团水电事业部位于瑞典克里斯蒂娜港的分部迎来成立10周年纪念日。

该工厂于2011年开业，当时只有两名员工，他们在水轮机制造方面积累了很多年的丰富经验。后来这家福伊特水电工厂业务逐渐走向成功，规模也不断扩大，传承并延续着福伊特100多年的水轮机制造传统。2015年，该工厂员工搬入Norra Verken综合楼。如今，这里有13名员工，为水轮机提供包括全面检修在内的一系列维护服务。克里斯蒂娜港也是福伊特在北欧地区的水轮机业务中心。在这个特殊的年份，该工厂将为公用事业公司Skellefteå Kraft实施Sallsjö电站的现代化改造项目。最近该公司还授予福伊特一份类似的合同，即Selsfors水电站合同。在这两个项目中，克里斯蒂娜港都将对水轮机进行现代化改造，而福伊特水电设于韦斯特罗斯的瑞典总部将对发电机进行全面检修。

创新



页码 07 → 18 重要趋势一览

12台

组成的乌东德水电站，是金沙江上的四大水电站之一。

乌东德水电站指引未来

850 MW

借助混流式水轮机，
每个机组的装机容量

早在1910年，中国建造的第一座水电站采用的就是福伊特的技术。如今，100多年之后，福伊特在中国已具备54,000MW的水电装机容量，而福伊特与中国运营的合作也再创新纪录——7月1日，金沙江乌东德水电站开始投入商业运营。乌东德水电站的总装机容量为10.2 GW，在全球同类电站中排名第七。该水电站由公用事业公司中国三峡集团所有，共安装12台水轮发电机组，每台机组装机容量为850MW。福伊特设计、制造了其中的六台机组并在现场将其投产。

这是全球已投运电站中发电量最大的发电机组之一，也是福伊特有史以来单机容量最强大的发电机组。所有组件均采用高精度设计，使福伊特能够满足甚至超过三峡集团对于振动、振荡和温度等运行参数的严格要求。试运行取得优异成绩，而且疫情期间双方仍紧密合作，使客户达到极高的满意度。所有机组投产之后，乌东德水电站每年可产出38.9 TWh的可再生能源。因此，该水电站对于中国的减排进程也将发挥重要作用，因为它产生的电力每年将节省1220万吨标准煤，将中国的碳排放降低3050万吨。

重大

加拿大不仅在通过大力发展水电来打造更具可持续性的电力供应。新的大型水电项目也为北美市场的能源行业提供了更多选择，并为各个省份的人们带来了重要的就业机会。福伊特为当地两座水电站提供了完整的机电设备。



1 Site C是一个大型水电项目，由加拿大不列颠哥伦比亚省的公用事业公司BC Hydro负责实施。

2 克亚斯克是曼尼托巴水电公司与曼尼托巴省正在建设的四个原住民社区共同合作的一个项目。

影响

正在建设的克亚斯克水力发电站位于土著部落居住区，让当地居民也参与到价值创造过程中。

克亚斯克

4,400
GWh

克亚斯克(Keeyask)水电站
每年发电量

7台机组

由福伊特开发并在现场安装的7台机组采用了一种高效的新式水轮机设计。

人类的未来建设不仅仅局限于大都市。社会经济发展的推动力往往来源于偏远地区的资源开发。特别是在能源领域——尤其是在加拿大。在加拿大曼尼托巴省省会温尼伯以北700多公里处，工人们正在纳尔逊河上建造克亚斯克(Keeyask)水电站，建成后该水电站不仅将用于发电，还将进一步增加可再生能源在加拿大电力结构中的占比。同时，它还将创造新的价值、就业和未来前景。

克亚斯克水电站是曼尼托巴水电公司与四个曼尼托巴原住民部落合作开发的一个项目，包括Tataskweyak Cree Nation、War Lake First Nation、York Factory First Nation和Fox Lake Cree Nation。为建设此项目专门成立了Keeyask Hydropower Limited Partnership (KHLPP)。

福伊特将代表曼尼托巴水电公司设计、供应和安装七台水轮发电机组。克亚斯克(Keeyask)水电站的总发电量为695MW，一旦建成投产，预计每年将生产约4,400 GWh的绿色电力——并使未来更加安全。该公司表示，这是因为曼尼托巴省正在加速发展，对能源的需求也随之水涨船高。克亚斯克将能够提供40万户家庭的用电。

堤坝长23公里
与克亚斯克水库的南北两侧相接



695
MW

电站的总装机容量

40万

克亚斯克能为40万户家庭供电。

98%

曼尼托巴水电公司98%的电力来源于水力发电。

-25°C

的室外温度和每天仅6.5小时的光照时间使冬季的施工变得困难重重。

加拿大

60%

以上

的电力由水力发电产生。

加拿大

30%

以上

的水电设施来自福伊特。



成本优化的电站

为降低混凝土和土方工程成本，曼尼托巴水电公司要求投标方在投标阶段用3D模型优化电站的外形尺寸。

自2014年夏天以来，为了将这一愿景付诸实践，数百名工人日复一日地在施工地点工作，其中大多数人来自曼尼托巴省，包括该地区的许多原住民。项目的劳动协议包含统一的雇佣条款和条件，并提供集中招聘服务。此外，项目还建立了培训和职业学习计划。

项目的设计要求很高，但福伊特凭借其无与伦比的水电专业知识和广泛的产品系列轻松满足了这些要求。“与任何大型水电项目一样，项目的关键在于找到适合特定场景的定制解决方案。”项目总监David Latour说。由于水头低，七个机组的一些主要部件设计得相当大，转轮直径达到了8.35米，发电机转子直径达13.67米。新的高效水轮设计使这些机组的运行成本特别低。

就业与培训

克亚斯克项目为当地的四个原住民部落提供了重要的就业机会——该地区的原住民在项目施工人员中占很大比例：项目雇佣的工人中有39%是原住民。此外，该培训计划还为其提供了职业发展机会。

真正的挑战来自其他领域。一方面，项目需要的各种零部件分别由世界各地的不同供应商提供。这就需要特别出色的协调和后勤保障以及技术上的精细度，这样才能保证不会因为克亚斯克位置偏僻而减缓施工进度。“福伊特拥有规划和管理此类大型项目的知识、经验和能力，包括协调物资采购和安装流程。”Latour肯定地说。

另一方面，在项目施工时新冠疫情已经传播到克亚斯克，电站的建设被迫推迟。在长达八周的时间里，施工现场的工人数量出现短暂缺口。但还有很多工人决定留在工地继续工作，出于安全考虑，他们尽量避免与外界发生接触，因此施工活动并未完全停止。“我们采取了各种措施来保护他们。”这位福伊特经理说，“工作虽然慢了一点，但仍在继续进行。”

2020年4月，福伊特将第一台机组移交给曼尼托巴水电公司进行试运行，比原计划提前了六个月，也成功完成一个项目里程碑。与此同时，另外五台机组也已移交给曼尼托巴水电公司。最后一台水轮机于2021年12月移交。届时，克亚斯克将不再只是加拿大地图上的一个点，而是北美电网中一家大型可持续能源生产商。

启动能源转型

为采用绿色能源的公司降低电价——这是加拿大政府、不列颠哥伦比亚省政府和公用事业公司BC Hydro倡导的理念，目的是减少温室气体排放并吸引企业迁到该省。随着企业纷纷放弃化石燃料，转而采用电力，氢能生产或生物燃料等新的清洁行业将会受益。作为回报，BC Hydro将为工业客户提供标准电价20%的折扣。这个优惠将延续五年，之后价格将逐年上涨，在第八年恢复到正常水平。

Site C是加拿大最大的基础设施项目之一，致力于以无比优惠的价格为公众提供绿色电力。

Site C

12,875公里

福伊特在巴西圣保罗生产的两台水轮机转轮必须乘船经过12,875公里的路程才能到达不列颠哥伦比亚省的鲁珀特王子港。

81米

将转轮运送到施工现场的重型卡车长达81米。在运输过程中，一辆卡车拉着货物，另外两辆车则在后面推。

向西驱车约2000公里，就是我们的目标。在圣约翰堡附近的不列颠哥伦比亚省，加拿大最大的基础设施项目之一Site C清洁能源项目正在紧锣密鼓地施工。作为和平河沿岸的第三座水电站，它将每年发电5,100 Gwh，装机容量为1,100 MW，将实现长期的碳中和供电。

由于福伊特有部署类似复杂项目的卓越记录，运营方BC Hydro委托福伊特来设计、制造并安装六台混流式水轮机、发电机和机电设备。“Site C将有助于减少不列颠哥伦比亚省的碳排放，并每年为45万户家庭提供足够的可持续电力。”福伊特水电加拿大公司业务开发经理Lawson Crichton表示。

Site C的建设早在2015年7月就已开始动工。福伊特直接在现场建造了一个临时生产基地，用于制造水轮机和发电机所需的钢结构。与此同时，土方工程施工也在同时进行。由于福伊特优化了水轮发电机解决方案的空间要求，BC Hydro得以缩小机组的尺寸，从而降低了建设成本。

在严冬中运输重型机械

转轮的运输线路是一条部分修复的专用道路。整个运输过程长达两周，且必须在2021年1月完成，因为这样才能保证结冰的道路能够支撑货物的重量。



1,100 MW

地区公用事业公司BC Hydro扩大了Site C发电量之后的总容量。

5,100 GWh

水电站建成后预计每年将供应的可再生能源总量

450,000

Site C可以为45万家庭供电。

13,000

电站建设期间直接雇佣的人数，意味着这个电站对该地区人们的生活产生了重大影响。



建设中的电站

福伊特将为Site C项目供应和安装六台垂直排列的混流式水轮机和发电机以及机电设备。

1号和2号机组的水轮机于2021年3月交付。现在福伊特团队紧张地为新的发电机组安装各种部件，正在生产的其他设备也在完成后也将保存在一个库房，等待依次按照项目进度进行安装。

与克亚斯克项目类似，新冠疫情也给Site C项目造成了干扰和延误，但并未使制造流程和建设工作陷入停顿。“施工现场有4,500名工人在从事主要的建设活动，包括发电站以及水轮机和发电机的建造。疫情造成了几次小规模的中断，但对福伊特的整体计划和进度几乎没有影响。”Crichton表示。

如今，工人中也包括周边地区的许多原住民，其中许多人正在接受培训。水电站投产后，他们将继续获得运营或维护等领域的就业机会，最终长期留在电站工作——因此最终的结果将惠及全省。

能源创造新 机遇

福伊特与Berkeley Energy公司达成合作，大力推动非洲水电行业的发展。采访：双方合作对该地区和两家公司未来发展前景的推动。

乌干达

作为投资者和项目开发商，Berkeley Energy致力于新兴市场的水电站建设。您在这方面主要关注的领域是什么？

TC Kundi: Berkeley是一家定位独特的私有股份制投资商，专注于亚洲和非洲发展中国家和新兴市场的可再生能源发电项目。在水电开发方面，我们的重点开发领域是对环境影响较小的径流式水电项目。我们水电项目的最大容量通常约为100 MW。

您认为水电的独特潜力是什么？

TC Kundi: 在实现全球脱碳目标方面，可再生能源是能源结构的重要组成部分。我们开发的能源也来自各个市场，并为那些地方建造了可靠的发电站。

Ravi Kalra: 太阳能和风能在全世界发挥着越来越重要的作用。在将间歇性能源整合到电网并保证电网稳定性方面，水电仍然是不可或缺的工具。

Berkeley Energy和福伊特已经合作了一段时间。你们的合作是从何时开始、如何开始的？在您选择福伊特作为您的技术项目合作伙伴时，最重要的考察标准是什么？

TC Kundi: Berkeley于2009年开始在亚洲投资，我们一直在为每一个重点技术领域寻找忠诚而强大的合作伙伴。我们希望与市场领先的整机制造厂商合作，以确保采用一流的方法，借鉴他们深厚的技术经验。在选择水电合作伙伴时，福伊特在所有这些方面都有领先优势。

Ravi Kalra

Ravi Kalra是福伊特集团水电事业部印度分部的首席执行官。他在全球水电行业从业超过15年，拥有广泛的行业知识，尤其是在中小型水电站领域。

TC Kundi

TC Kundi是伯克利能源公司的首席执行官，也是控股公司伯克利能源有限公司的董事会成员。在其他职位上，他作为可再生能源系统的所有者和运营商有着30年的专业经验。

在非洲大陆，电力的普及将推动经济和社会发展的巨大飞跃。

Ravi Kalra
福伊特水电印度公司首席执行官



Ravi Kalra: 能源匮乏助长了饥饿、健康问题和谋生机会有限的恶性循环。电力的普及将极大地改变人们的生活，推动经济和社会发展的飞跃，尤其是在Berkeley Energy公司目前正在投资的非洲大陆，电力供应的重要性更是非同寻常。非洲有巨大的潜力等待挖掘。

然而，在疫情影响下，全球各地的项目都受到了阻碍。在病毒肆虐的情况下，你们采取了哪些措施来确保乌干达项目施工的安全性？

TC Kundi: 我们尽可能遵循最严格的国际防范准则，努力保护所有承包商和员工的安全。我们还研究出了适用于特定项目的本地保护方法，定期检测，实施严格的隔离措施。事实证明，我们的检测和接触追踪方法非常有效。我们还设有现场医疗团队，来支持员工和独立的隔离设施，以保护从外界返回的员工或新员工的安全。

Berkeley的目标是成为全球中小型水电站领域的大型投资者。我们相信通过与福伊特长期合作能够实现这一目标。

TC Kundi
Berkeley Energy首席执行官

Ravi Kalra: 我仍然记得2012年我们第一次见面的场景。Berkeley非常高兴能够投资印度的一个小型水电项目。在选择机电设备供应商方面，Berkeley团队的思路非常清晰，保持了高度专注、专业和透明的态度。尽管印度的项目最终未能落实，但两家公司都对彼此的实力有了深刻了解，并且很快迎来了菲律宾的新合作机会。我认为在我们的合作关系中始终存在一种相互信任和对彼此的信心。

你们目前正在乌干达实施三个水电项目。那里只有不到15%的人口能用上电。电气化能够促进社会发展吗？

TC Kundi: 径流式水力发电和其他可再生能源已经在乌干达的发电量中占了相当大的份额。这种多样性有助于建立一个中央电网。我们的开发项目还促进了电网稳定性，并建造了“能源高速公路”，使公路沿线的每个人都能获得电力。乌干达的投资证明了这一点。



团队合作

在Kikagati项目中，Berkeley和福伊特在坦桑尼亚和乌干达交界处建设了一座水电站，为两国供电。

在团队之间的协作方面你们有哪些亮点，尤其是在最近的项目施工方面？

TC Kundi: 最让我感到特别的是，我们不必中断与福伊特合作的任何开发项目。这些项目都在继续推进。由于我们无法控制的因素出现了一些延误。但项目仍在继续，并且今年我们所有的水电工程都有望投入商业运营。

Ravi Kalra: 我们两家公司之间的联系在各个层面都变得更加紧密和牢固。在这样的困难时期，首要任务是理解和承认彼此的问题和担忧，并通过透明的沟通和理解来解决问题。代表所有利益相关方的各个团队在现场开会，讨论了疫情的影响和所有的健康安全准则，并正式确定了现场的所有安全流程。在会议期间大家会定期查看当前的状况和在疫情出现升级时需采取的新措施。Berkeley和福伊特的各个公司都可以全天候提供帮助。

Berkeley对与福伊特合作的满意度如何？从长远来看，它能给两家公司带来什么好处？

TC Kundi: 我们对与福伊特的合作非常满意。在我们的合作中，令人印象最深刻的是我们在所有施工地点都建立了同样紧密的伙伴关系，合作的团队克服了他们遇到的每一个挑战。Berkeley的目标是成为全球中小型水电站领域的大型投资者。我们只有通过福伊特长期合作才能实现这一目标。这种合作伙伴关系将帮助Berkeley和福伊特巩固市场领先地位。

Ravi Kalra: 从规划到最初的运营，两家公司在的所有活动中均培养了良好的团队合作意识。在一起工作时，大家密切协作，并且具有高度的责任感。这远远超出了正常的客户/承包商关系，是一个好兆头。Berkeley知道有一个可靠的技术合作伙伴可以提供最好的设备和执行力，因此感到无比安心。福伊特则非常自豪能与一家受人尊敬的全球投资商合作，并渴望在迄今为止完成的所有项目之外继续保持这种关系。对于两家公司来说，这确实是一个双赢的局面。





完美匹配

收购Sintaksa之后，福伊特将继续朝着小型水电系统集成商的方向发展。客户可以从单一来源获得完整的创新性机电设备。



1 Sintaksa在自动化系统领域拥有大量专业技术。
2 Petar Jelinčić领导着小型水电专家小组

小型水电的伟大成就——这就是福伊特和Sintaksa最初合作的目标。2020年7月，福伊特收购了克罗地亚这家小水电专业公司的多数股权。该公司专门提供机电和自动化系统产品和服务。双方的合作关系在最初的几个项目中就开花结果，大放异彩。冰岛的Brúarvirkjun水电站（2 × 6 MVA）就是一个典型例子。由于疫情，冰岛水电站的运营能力只能通过远程测试来确定，员工培训也必须在线上进行。最后两者都非常成功，它们将成为未来远程启动水电站的样板。

对于按照挪威标准和规范开发的伯恩福斯水电站（1 × 4.1 MVA）项目，Sintaksa负责执行项目规划并提供控制技术以及安全和辅助系统等。尽管疫情在全球肆虐，该企业仍与福伊特紧密合作，成功地电站按时投入运营。Sintaksa还在2021年秋季将另一家规模与伯恩福斯相同的Palmafossen挪威水电站顺利投产。为了更好地服务于重要的挪威市场，Sintaksa现在已在挪威设立了子公司。除了开展联合研发活动外，该公司还计划在南欧和西欧以及拉丁美洲与福伊特密切合作。“从单一来源获得所有解决方案对我们的客户利益巨大。”福伊特水电小型水电部门负责人Patric Sailer解释道。Sintaksa总裁Petar Jelinčić对此表示赞同，并指出“我们的合作伙伴关系的特殊价值在于可以相互借鉴和利用彼此的技术、专业知识和经验——我们可以根据客户的具体要求以最佳方式将其结合起来。”

蜕变



页码 19 → 26 全新系统和服务

1979

这座河道水电站正式投入运营。

170000

电站全面改造之后，可以额外为17万巴西人供电。

未来动态

福伊特正在对巴西的径流是水电站Paulo Afonso IV进行全面的现代化改造，以提高其效率并适应未来的新需求。巴西第四大能源供应商自1979年以来一直在利用该水电站发电。自项目启动以来，福伊特一直在为该电站提供技术和工程服务。为了将六个发电机组的总额定输出提高到2.5 GW，运营商委托福伊特对水轮机进行全面检修和改造，包括用最新的液压配置升级混流式水轮机。随着机电设备的升级，测量、安全、控制和监测系统的数字化也将提高效率和安全性。

它不仅可延长水电站的使用寿命，还可以提高巴西互联互通网络的可靠性。项目为期六年，在这个过程中预计将创造大约120个工作岗位。在现代化改造完成后，该水电站将由公用事业公司Ches运营，可以额外为17万巴西人供电。

新机会

适用于
小型水电站

50至
1,450 kW

每机组的功率输出

维护需求极低的StreamDiver小型水轮机已发展成一个产品系列。它可以非常经济地集成到各种安装场景中。

StreamDiver水轮机结构紧凑，灵活性强，维护成本极低且特别环保 - 凭借这些特性，它甚至可以在很低水头的流动水域中发电。自2013年投放市场以来，安装数量稳步上升，尤其是因为StreamDiver能以较低成本集成到现有的水坝和堰中。为进一步支持这种集成乃至新建的项目，福伊特水电已将这种小型水轮机扩展为一个完整的产品系列。水电站运营方现在可以从五种StreamDiver型号中进行选择，每台机器的功率输出约为50至1,450 kW。通过与支持各种安装环境的四种模块化解决方案相结合，这些水轮机几乎可满足任何要求。“与传统的轴流式水轮机方案相比，StreamDiver可以大大降低混凝土和土方工程的施工成本。”销售和项目工程师Albin Atzmüller说。“这样整体项目的成本可降低多达25%。”

福伊特预定义的四种安装方案包括带有倾斜入口和传统筛网系统的版本、安装卧式水轮机的小型竖井水电站、立式解决方案以及允许将StreamDiver集成到封闭管道系统中的管道版本。



1 准备发货的机组
带有耐用的水下铜插头。

2 StreamDiver
在奥地利圣乔治的福伊特工厂制造。



与传统电站相比，
StreamDiver
将运维和集成的成本降低了一半以上。

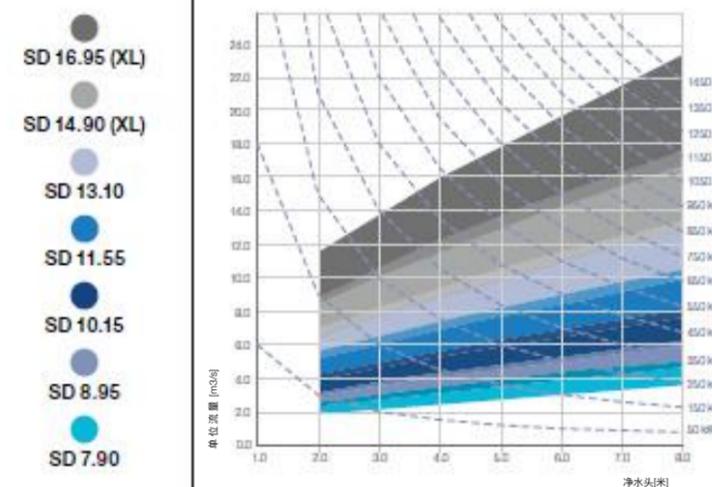
Albin Atzmüller
福伊特水电销售和项目
工程师



与它们相关的成本效益源于许多特性。例如，每个安装工程均采用标准化布局，缩短了规划时间。与其他水轮机设计相比，由于其更低的深基础设计，还降低了建造成本。由于与土木工程团队建立了单一联系点，加快了施工阶段的进程。此外，所有StreamDiver型号的基本设计都有一个特点——它们不需要发电站。相反，只需要一个节省空间的电气容器就可以容纳控制电子设备和监控运行数据。“我们目前正在开发一种完全不同的电站 - 一种安静、不显眼的水电站，将施工工作量减至最少。”Atzmüller强调说。各个运营地点之间只有微小的结构变化。

StreamDiver 应用图

基于标准StreamDiver的尺寸和操作区域





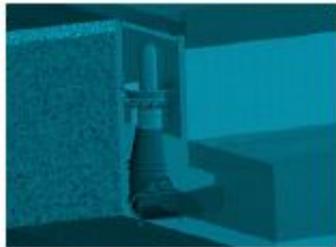
标准解决方案

水流经过一个传统的筛网系统，并通过一个倾斜的入口进入StreamDiver水轮机。



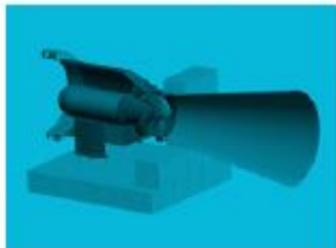
竖井水电站

水流会通过竖井和带有水下筛网清洁装置的水平筛网，因此竖井式水电站短小精悍，结构紧凑。从而显著降低了建设成本。



立式配置

水轮机采用立式配置，带有旋转导流管，因此可以改变水流的方向。这种设计带来高度的灵活性，比如在更换电站现有的水轮机时就十分方便。



管道内

管道内解决方案还可以将StreamDiver水轮机集成到封闭的管道系统中。



除了带刚性导向叶片的基础型号外，他们还提供以下可选型号：

StreamDiver RV
对于供水状况时有波动的应用场景，它提供了可电动调节的导向叶片和速度控制功能。

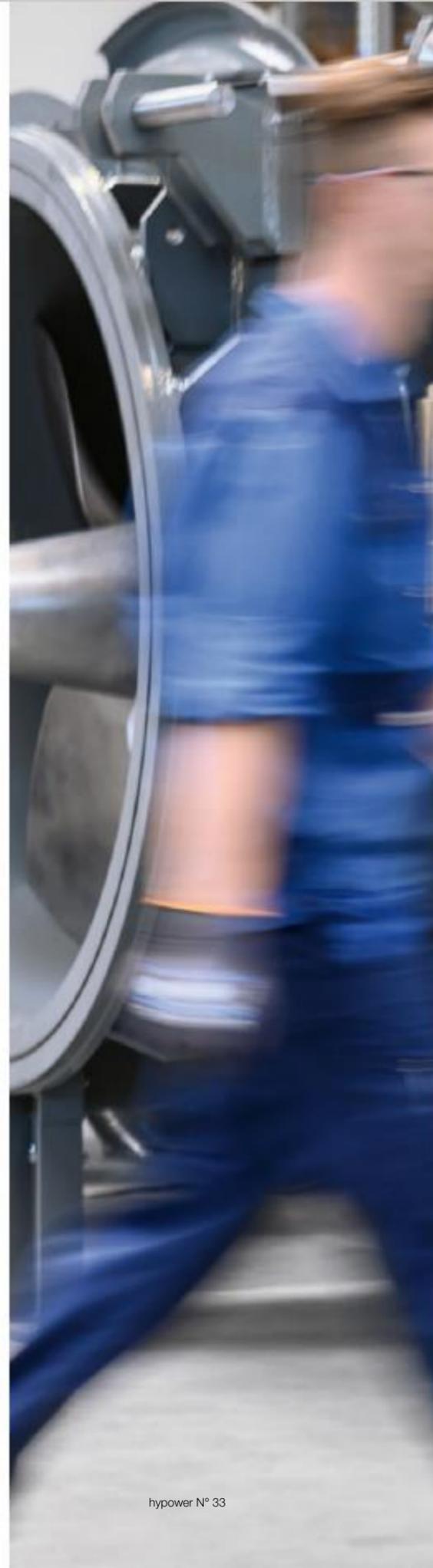
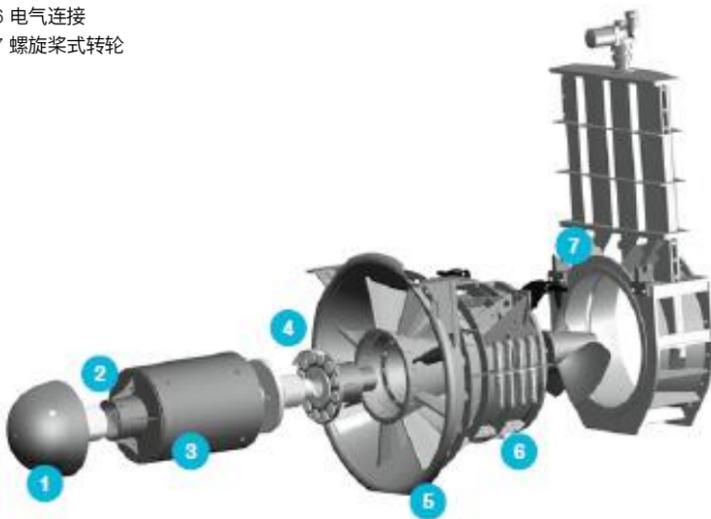
StreamDiver HP
它针对高水头应用进行了优化，配备了经过改造的液压系统和增强的水润滑轴承。

StreamDiver RVT
该型号设计为立式安装，采用正向设置。它具有可电动调节的导向叶片和速度控制功能。

StreamDiver IP
StreamDiver的IP版本可以完美地集成到管道中或用于虹吸应用。

- 1 玻璃纤维塑料制成的机盖
- 2 水润滑轴承
- 3 充水水轮机舱中的永磁发电机
- 4 水润滑轴承
- 5 带有固定导向叶片的水轮机外壳
- 6 电气连接
- 7 螺旋桨式转轮

StreamDiver 基础型号

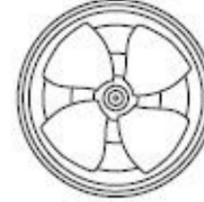


StreamDiver 转轮的尺寸

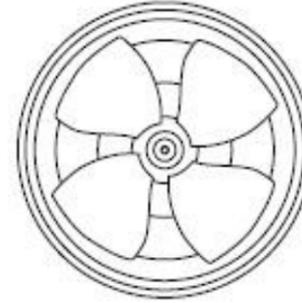
1



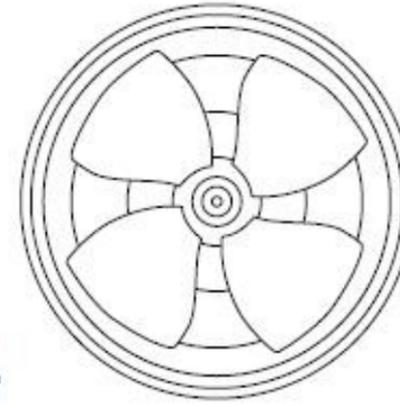
2



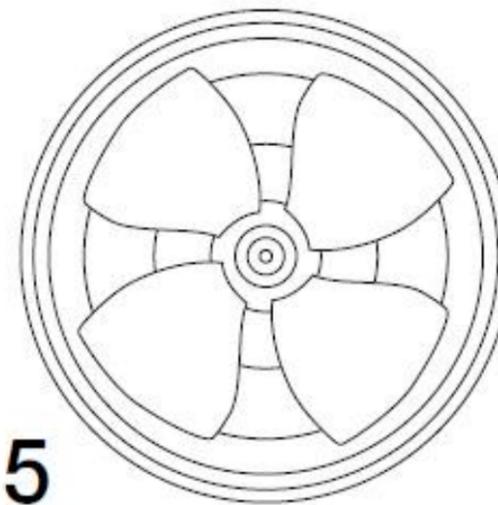
3



4



5



5种尺寸，转轮直径最低为

0.79
米

StreamDiver系列包含五种不同的转轮，直径最高达1.31米。

此外，还有两种XL大尺寸转轮可供选择，最大直径可达1.695米。这意味着可以根据水量和水头选择最完美的StreamDiver解决方案。

转轮直径长达
1.31
米



3 StreamDiver水轮机设计

由于降低了复杂性，资本投资和运营成本也随之减少。

最重要的是，环保型的StreamDiver设计采用无油脂、完全用水润滑的传动系统，因此这些型号也可以在生态特别敏感的环境中使用。

这一概念的成本效益体现在维护和维修方面。由于其特殊的设计，小型螺旋桨水轮机不需要励磁、冷却剂或润滑油系统以及其他组件，也不需要齿轮或动态密封件。与传统水轮机相比，系统复杂性降低，因此现场检查间隔定为五年，非常易于规划；更换滑动轴承模块之类的大修每10年左右才进行一次，具体取决于实际负载。“与传统电站相比，StreamDiver将运营和维护成本降低了一半以上。”工程师指出。

Atzmüller认为，在将水轮机集成到现有结构中时，由于总体项目成本较低，维护工作减少和灵活性增加，使得StreamDiver在未来具有巨大的潜力：“我们现在拥有完整的产品系列，涵盖非常广泛的应用。”

两种XL尺寸，最大转轮直径为

1.695
米

Digital

→ 维护

基于 OnCare.Asset



1

2

- 1 平板取代记录本
移动应用使系统性数字化成为可能。
- 2 吉格吉贝水电站二期
OnCare.Asset将在未来优化水电站的维护。

OnCare.Asset:
预测性维护路线图

OnCare.Asset通过一个集中式软件应用实现水电维护流程的数字化。继福伊特的海德海姆和约克制造工厂首次部署该解决方案之后，如今它已陆续被公司的最早的老客户采用。专家预计它能显著降低成本并提高电站的可用性。

水电站的维护——目前仍然涉及手写的维护协议和检查清单。然而，“维护计划没有移动平台和数字化支持的企业往往遭受数据质量差的困扰。文档通常只有纸质版，因此容易出错。”福伊特水电数字化技术销售经理Waldemar Schombera指出。这意味着在发生故障时可能会丢失重要数据——这在专家看来是一个严重缺陷。“如果你想成功地实现流程数字化，就必须避免在不同的媒体格式之间切换。”Schombera说，“这样员工更容易接受数字化改造。”

这就是福伊特将所有相关的维护信息整合到一个数字平台：OnCare.Asset上的原因。凭借可扩展的资产绩效管理解决方案，福伊特已经成功地将其德国海德海姆总部和美国宾夕法尼亚州约克分公司的维护流程变成数字化流程。现在客户也在使用这一解决方案——卢森堡维安登的抽水蓄能电站和埃塞俄比亚的吉格吉贝水电站二期（Gilgel Gibe II）都配备了OnCare.Asset。

在新建的水电站，机器通过工业物联网彼此连接，传感器生成实时数据，在云端或现场进行分析。维安登水电站缺少实现预测性维护的基础设施。Schombera强调说“但是，用智能传感器和前端设备来改造旧水电站并将它们连接到OnCare.Asset完全没有问题。”

在这种情况下，移动App发挥着至关重要的作用，因为员工可以直接在他们的平板上接收工作任务，而不是从维护经理那里以纸质形式接收任务。

借助OnCare.Asset，他们可以同时访问所有的资产信息。数字化维护计划、备件清单和检查清单使记录存档和部署更加简便。“为满足各个电站的不同要求，OnCare.Asset采用了模块化结构。”福伊特数字水电副总裁Jörg Lochschmidt强调说。“如今，我们的产品套件使运营商能够从八个模块中进行选择，配置定制的资产绩效解决方案。一个重要亮点是客户可以与我们的OnPerformance.Lab建立实时数据连接，福伊特水电的专家在此提供有关如何优化工厂运营的建议。”

在维安登，技术站和泵等组件贴有二维码。员工扫码后，会看到该应用提供的分解图、维修说明、备件信息和其他详细信息。“OnCare.Asset是维护流程数字化的基础。”Schombera说。“员工用平板电脑取代记录本，可以直接以数字方式获取数据和信息，还可以附上照片。这种无缝的文档记录方式可以改进维护流程。”

OnCare.Asset向维护计划人员显示每个员工的工作量，以便他们可以准确地安排任务。OnCare.Asset优先处理带有损坏代码的通知并触发进一步的步骤，例如订购备件。系统能够以理想的方式将维护任务分配给所有员工。“未来的挑战是将他们的知识技能数字化并使其随时可用。”Schombera解释说。为此，在维安登和Gilgel Gibe II水电站，巡检的检查清单等相关信息即将实现数字化，电站和维护知识正在逐步保存到本地。

两个水电站将继续应用OnCare.Asset。然而，毫无疑问，它将推动更高效的维护流程。该系统在全球范围内产生的效益同样毋庸置疑。“全球水电行业每年的维护成本约为350亿欧元，OnCare.Asset提供了巨大的节约潜力。”数字化专家Schombera明确表示。



数据池
现有数据、电站结构、物料主数据和关键数据的数字化



相关设备
定义重要设备，必要时为设备贴上二维码以获取资产信息



传感器集成
集成现有的传感器，以测量振动、压力或温度；如有必要，可改装其他的传感器



系统集成
用于ERP和过程控制系统的接口连接，与其他OnCare产品集成



培训和测试
对维护团队进行培训，测试新推出的OnCare资产系统



理想的维护策略
数据日益增加，通过与卓越维护咨询中心连接，可以优化维护策略

水电项目的设计要求越来越严格。模型测试中测量数据的质量要求也相应提高。福伊特的海德海姆研发中心汇集了集团的所有水电专业技术。
该研发中心在全球独此一家。



面向未来的测试



- 1 测试
福伊特在“Brunnenmühle”研发中心集中了公司全部的水电专业知识。
- 2 光学测量
激光扫描仪可扫描冲击式轮叶的水斗的模型。



- 3 数值模拟模型
研发中心的模型测试提供了补充。



既要确保整个地区的能源供应，又要为铁路系统进行供电，同时还要增加可持续能源发电的份额——一般情况下单个水电项目很难承载太高的要求。但Ritom的目标就是满足这些要求。福伊特为瑞士提契诺州的抽水蓄能水电站配备了两台60兆瓦的水轮机，这座电站被当地视为过去50年来最重要的一个能源项目。第一台发电机组计划于2023年投产，为一个16.7赫兹的电网供电，支持瑞士联邦铁路(SBB)公司的列车运营，而第二台发电机组将为公共的50赫兹电网供电。此外，该电站还将安装一个60 MW的蓄能泵。这个蓄能泵将与水轮机一起，以高度灵活的方式实现快速电网调节和稳压。

由于这座水电站的特殊意义，运营商Ritom SA规定所有组件均必须满足最严格的设计要求。因此，福伊特创建了一个综合仿真模型来计算公司负责提供的所有机电元件的瞬态冲击压力；此外，福伊特还提前进行了相应的分析。最重要的是，福伊特可以利用其多年的模型测试专业特长，因为福伊特自1908年以来一直在海德海姆总部运营着一个水电研发中心“Brunnenmühle”。在这里，福伊特整合了公司所有的水电专业知识，让工程师和客户能在支持所有类型水轮机的高性能测试台上验证他们的概念。“由于福伊特水电将多个领域的专业知识集中到了一个地点，我们可以在尽可能短的时间内召集所有专家来解决问题。”水力开发主管Jörg Necker博士评论说。

新的Ritom水电站从中获得了巨大回报。在三个完全同源的模型验收测试中，福伊特专家计算了效率、最大输出和吞吐速度以及液力等数值。计算结果完全符合福伊特的保证值：“Ritom非常高效，这代表了一个里程碑；在Brunnenmühle，这是一个极其严格的开发过程。”Necker说。



严格的要求

在对瑞士新的Ritom水电站进行的三次完全同源模型验收测试中，福伊特专家计算出了效率、最大容量和吞吐速度以及液力等因素。计算结果证实了我们的保证值。

但集中研发的好处远不止于优化效率。这是因为新的水电项目需要达到的要求也在随着其他参数不断提高。例如，在中国，压力波动是一个主要问题——而这些问题只能通过模拟测试中的数值模型来识别，非常耗时耗力，因此通常在真实模型上进行测量仍是首选。“在不降低安全性的情况下，我们越来越接近物理上可达到的极限。”拥有工程学博士学位的机械工程师解释道。

在另一次模型验收测试中，我们又一次展示了集中研发、高性能测试台以及与客户所在地区的国际福伊特团队紧密合作所产生的神奇效果，令人非常震撼。在布鲁尼穆勒，福伊特为中国拉西瓦水电站的4号机组开发了一种带有15个叶片的转轮，其功率范围从0%到100%（相当于0到711MW）。同时，由于它具有极低的机械应力，液压波动较少，效率也相当出色，因此受到极大瞩目。然而，由于疫情原因，旅行受到限制，海德海姆的所有项目参与者无法全都抵达验收现场。通过与福伊特水电上海公司的同事合作，研发中心的员工组织了一次模拟；在第一次在线模型验收过程中，他们向客户展示了所有的液压特性，分享了测量结果并以数字方式与客户交换了文件。以前他们曾以高质量的测试准备工作、透明的文档以及测试台现场记录赢得了客户信任，因此客户对他们信心满满。“远程验收过程非常顺利。”Necker说。



4 Ritom抽水蓄能电站

福伊特将为此新的建设项目提供两台60MW的冲击式水轮机和一台60MW的蓄能泵。

他也毫不怀疑，福伊特采用的集中式研发方法和跨学科交流也使公司能够满足客户对测试技术不断增长的需求：“我们有一个巨大的分析工具箱，支持激光或瞬态操作。”



Snowy 2.0: 大型项目的高精度测量

Snowy 2.0不仅会成为世界上最大的抽水蓄能电站之一，还将在澳大利亚的能源革命中发挥重要作用。除其他部件外，福伊特还提供水泵水轮机。由于该大型项目规模巨大，客户对设计分别为变转速和定速机组中运行的两个转轮进行的验收测试也是一个非常艰巨的任务。在海德海姆，福伊特团队测量了极端运行条件以及径向力、轴向力、压力波动和导叶扭矩；另外还观察到了气穴。每天早上他们与澳大利亚的客户举行在线汇报会，客户现场的欧洲顾问参加会议。五周后验收过程顺利完成。一个独立的实验室证实测量结果完全符合要求，达到了所有的液力要求，客户对这个结果非常满意。

风采



页码 27 → 37 深入洞见和业内人士观点

105t

仅是定子的重量，机组的总重量约为170吨。

8.2m

由于定子直径太大，在运输时跨越了几条车道。

伟大的旅程

水电站的巨大规模，有时候也体现在设备运输方面。比如，2021年4月，福伊特海德海姆工厂历史上最大的货物离开工厂：一个完全组装好的定子，直径8.2米、重105吨，目的地是德国巴伐利亚的Toging am Inn。相应的物流工作也极为复杂。由于定子伸出重型运载卡车两侧各2.6米，而重型运载卡车本身已经有3米宽，因此必须对路线精心规划，然后拆除所有的红绿灯和交通标志，以及隧道中的信号设备。此外，由于沿途没有合适的停车位，车辆不得不在一个晚上行驶250公里的路程。

到达目的地时，车队克服了最后一个障碍，通过一条特别建造的通道，到达发电站的陡峭下坡路。福伊特总共为该现代化改造项目安装三台55 MVA发电机，该定子是第一台发电机的一个组件。该项目旨在将州因河上拥有近100年历史的水电站的能源产量提高1.39亿瓦时。



水质

StreamDiver等小型水轮机完全使用水作为润滑介质，不会产生任何污染排放。

98%

的鱼可以顺利游过设计精良的水电设施。

在FITHydro（鱼类友好的水电创新技术）项目中，研究人员考察了8个欧洲国家的17座水电站，其中包括3座福伊特电站，希望改进对鱼类保护措施的评价，同时兼顾其他目标。研究人员仔细研究了各种方法和技术，并向系统中发送了鱼形的传感器，以确定动物在这个过程中感受的压力。在FINI项目（低压水电站的鱼类保护）中，工作人员用数值3D模拟和实验评估了径流式水电站的旁路系统和水轮机的有效性及其对鱼类保护的影响。通过将小型水轮机与鱼类通道系统相结合，可以建造对鱼类种群和河流生态影响较小的低成本和低维护水电站。此外，福伊特StreamDiver小型水轮机采用水作为轴承的润滑介质，因此不会向流经的水中排放任何润滑剂——这是一个重要的细节，因为即使是极少量的油也可能对敏感的水生态系统造成严重损害。福伊特正在将这项研究的结果纳入其开发过程。“得益于这些项目，我们可以在改造现有水电站和建造新水电站时提出一些具体建议。”Stoltz解释说。

运营方还可以使用新的评估方法，例如鱼类种群的鱼类威胁指数、水电站鱼类通道分析以及用于开发鱼类保护概念的软件。利用这些方法和其他的分析方法，还可以开发能够更好地保护鱼类的新型水轮机，比如在美国东北部的哥伦比亚河和蛇河做出的尝试。



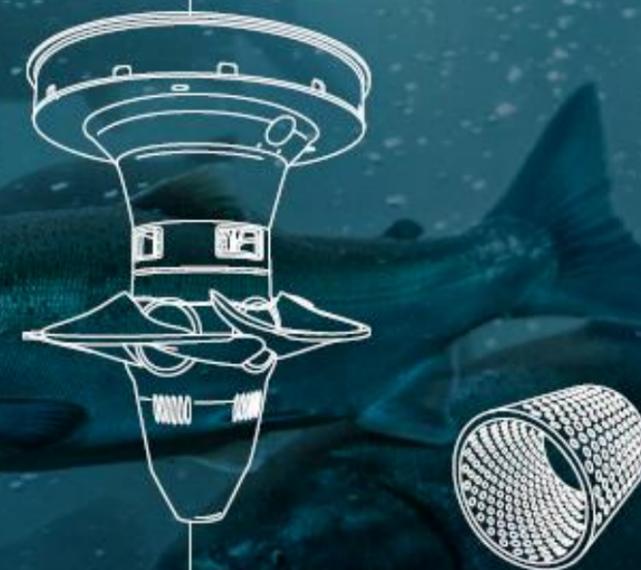
过鱼通道

创新的评估方法综合考虑了电站运行、鱼类行为和水流模拟数据。优化的转轮设计降低了鱼类因碰撞而死亡的概率。

得益于这些研究项目，我们可以在改造现有水电站和建造新水电站时为客户提供具体的建议。

Ulrich Stoltz
福伊特水电开发工程师

此外，福伊特还开发了Alden水轮机等创新设计，它仅靠三个转子叶片运行，速度较慢，从而减少了因碰撞而导致的鱼类伤害。福伊特开发的最小间隙转轮水轮机使用球形的轮毂和外设组件，使得在整个叶片上，水轮机转轮与内外沿之间的间隙保持不变。这样就减少了机器对鱼类的伤害，改善了水流质量，并且降低了机械冲击力和湍流对动物的不利影响。此外，转子叶片的形状设计可减少压力变化，使通过水轮机的鱼类受到的冲击减至最小。这些设计理念在大规模应用中已经取得出色效果，华盛顿州的河道水电站就是一个典型案例。研究人员对这个项目的测试已经表明，游过该系统的鱼达到了98%以上的存活率。而充气水轮机是用叶片为水充氧，使河流生态系统中的鱼类种群受益。



10%

福伊特水电的环保组件消耗的能源减少了10%，同时改善了环境保护。

全方位的可持续性

专注研究，让水电更加可持续。凭借其全方位的方法，福伊特完成了全面的优化，包括鱼类保护，水质和能源效率改进。

水电本身就是一种可持续的资源。但即使在这个领域，我们仍然可以增加可持续性——比如通过开发鱼道改良型水轮机。“转轮叶片的设计在这方面发挥着重要作用。”福伊特水电开发工程师Ulli Stoltz说，“这样我们就能优化压力模式、剪切力和湍流，它们对游过水轮机的鱼类均有影响。”50多年来，福伊特在开发机械和发电设备时一直特别重视环境因素。就在最近，Stoltz还主持了两项研究计划，其目的是开发保护鱼类的创新概念和方法：欧盟项目FITHydro由慕尼黑工业大学负责管理，FINI项目则由因斯布鲁克大学领导。

(水电) 知识就是力量

水电行业正在日趋复杂化、数字化、国际化。福伊特推出水电人才培养计划，以确保现有知识的延续传承，并系统化地培养年轻人。

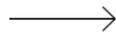
水电不仅仅是一种高科技的发电手段。水电还应该包括设计、建造、维护和不断优化它的人。尽管市场对这种可持续发展的发电技术的需求正在增长，但由于人口结构变化，该行业正在受到知识流失的威胁。有经验的员工正在进入退休年龄，新入职的年轻员工很难取代他们。这种“知识流失”并非水电行业独有的问题，但它也要求该行业提供新的解决方案。

福伊特很早就意识到了这一点。早在2003年，该公司就建立了管理培训生计划（MTP），系统性地培养年轻的水电人才。该计划的目标不仅是扩大他们的技术知识，而且是让他们通过跨国任职熟悉全球各地水电市场的独有特点，与各地同事和客户开展合作，并积累跨文化技能。福伊特水电从那时起一直在发展该计划并扩充其内容。原本的MTP现在已经改名为Hydro Development Program（HDP）水电人才培养计划。它为根据绩效和多样性标准以及领导力潜力选择的参与者提供职业前景和资格培训，但它并非纯粹的人力资源发展计划。“该计划专注客户利益。”福伊特水电首席财务官Markus Mader强调，“每位候选者都会有国外派驻经历，并在姐妹公司工作，这将最大限度地拓宽他们的视野。这使得他们更加容易了解联盟合作伙伴、销售部门甚至控股公司的痛点。这有助于员工同心协力地克服挑战。”

Jürgen Häckel 福伊特集团水电事业部德国海德海姆分公司首席执行官

这位工程师兼资深工业机械师在福伊特完成了他的最终学位设计项目，并由此展开了他在福伊特的职业生涯。在很长的一段时间里，他带着妻子和孩子，被派驻到美国和瑞典工作。在空闲时间

该项目的结构反映了其高度的实用性和客户相关性。HDP由三个培训期组成，每个培训期为其六个月，其中至少一个培训期必须在参与者所在地以外的地区完成。参与者将在课程期间处理的内容和商业案例在两个月的规划阶段提前确定。每位参与者都有一位导师，在专业或技术问题上提供支持。在HDP启动至今的13年中，参与者致力于开发发电机组现代化升级改造方案、改进国际项目部署中的合作，优化电厂和质量文件的平衡等。在培训期之间安排发展会议，以重新审视参与者的进展情况。而他们的工作所打造的业务场景，就是计划的最终呈现结果。地点和受众强调了该项目的重要性——参与者直接向位于海德海姆的福伊特集团水电事业部执行董事会展示他们的成果。最后是为期两个月的项目结束阶段。HDP的参与者在专业资格、市场知识和人脉方面的积累构成了他们在水电事业部未来职业生涯的基础——这是非常高的起点。





福伊特水电项目经理 Jennifer Stütz

这位工业工程师自2012年以来一直在福伊特工作，自2015年起担任福伊特集团水电事业部的投标项目经理，在加拿大蒙特利尔担任该职位一段时间。工作之余，Jennifer Stütz积极参与拉力赛和滑雪比赛，并利用空闲时间跳尊巴舞、徒步旅

水电人才培养计划旨在不断培养参与者以客户为中心的工作能力。

Harikumar Kathirvel
副总裁
福伊特水电项目执行



以Jürgen Häckel为例，他是2006年该计划的首批参与者之一。“我认为这是一个很好的机会，可以在执行日常业务之余熟悉世界各地的水电站、外国风情，还有当地文化。”这位47岁的工程师回忆道，“此外，我能够探索与水电相关的新活动领域，并获得专业知识，这将有助于我未来的工作。”他的培训任务把他从海德海姆的老家带到了美国的约克、巴西的圣保罗和印度的诺伊达。在美国，他深入了解了水轮机的水力开发和设计，在巴西，他参与了发电机生产。“这些非常细节性的知识，是无法从单纯的设计工作中获得的。”Häckel强调说。这些经历让他至今受益匪浅。

Harikumar Kathirvel, 福伊特水电项目执行 副总裁

这位机械工程师在福伊特工作已有21年。在业余时间，他喜欢打高尔夫球、做木工和制作铁路模型。

福伊特集团水电事业部海德海姆分公司现任首席执行官Häckel表示：“我从该项目中积累了丰富的经验，无论是技术知识、与现场的人员打交道，还有不同文化的体验，对我之后的日常工作都有所帮助——这些都是巨大的收益。”

Jennifer Stütz还强调了该计划如何在多个层面上扩展了她的专业知识。2012年，作为福伊特校企合作工业工程学位计划的一部分，这位项目经理在当初加入福伊特时，她先在福伊特水电的多个部门接受轮岗培训。她表示参与水电人才培养计划是她职业发展的一个重要阶段。“我特别重视这个项目给我带来的各种机会，包括发现福伊特水电的新领域，扩大个人社交网络，还有拓展工作领域的视野等。”她这样描述自己的动力所在。

Stütz以她在HDP计划中的第一站，研发部门为例。在这里，她接受了各种类型水轮机的水力设计原理培训：“在那之前，我只知道这个部门的工作成果是怎么用的。今天，我了解到它们背后的过程，以及我的同事为客户针对每个发电厂现场选择一个理想的解决方案所做的所有艰苦工作。”

这个项目对她的专业知识的拓展远不止这些。在她的第二个HDP培训期，Stütz有机会在中国的福伊特水电上海办事处工作，熟悉亚洲的市场情况，并直接了解文化差异。在第三段培训期间，她领导了一个研发项目团队，致力于电机的研发。这位28岁的女士表示，她学到的所有技能至今一直让她受益匪浅：“从理论培训课程中获得的知识帮助我应对各种挑战的场合。而其中积累的个人关系，还有特别是培训计划中的技术背景知识，有助于我做出日常决策。”

这是Stütz 45岁的同事Harikumar Kathirvel的观点：“这个项目帮助你以多种不同的方式实现个人发展。”在巴西、北美和德国参与HDP计划期间，他需要通过销售和报价部门、发电机组的现代化和同步发电机的生产来证明自己。除了技术的提升，他还从中体会到文化意识的重要性，尤其是从一个全球活跃的技术团体的角度来看。这位福伊特水电项目执行副总裁表示，与其他文化背景的人并肩工作正变得越来越频繁，因此也越来越重要。这就是为什么HDP的架构中在不同国际地点工作对参与者如此重要的原因——无论是现在还是未来。

“一切都是以客户为中心。”Kathirvel强调说，“水电人才培养项目旨在不断培养参与者以客户为中心的工作能力，并确保我们能够为未来世代提供可持续发展的技术。”



Markus Mader 福伊特水电首席财务官

这位工业工程师自1999年以来一直在福伊特集团工作。在集团不同部门担任各种管理职位后，他于2018年被任命为福伊特水电公司执行董事会成员。在这个职位上，他主要负责财务和人力资源，还有其他职责。作为人力资源的负责人，他同时还要负责水电人才培养项目。

我们需要经过广泛培训并在许多领域积累经验的出色员工。HDP为有才华的员工提供这些机会。

Markus Mader
福伊特水电首席财务官

打破

水电在加拿大有着悠久的历史——
有时还能结出艺术的果实。

常规



机械有机物

长茎从冲击式水轮机中伸出，尖端装饰着喷嘴，而不是花朵。

加拿大的水电历史

1881

开创先河

加拿大第一台水力发电机，渥太华水电公司的水轮机在Chaudière Falls瀑布投入运营。

1898

经久耐用

安大略省南部建造了DeCew Falls 1，它现在是加拿大最古老的在运行的水力发电厂。

1920

创历史新高

这一年，加拿大97%以上的电力供应来自水力发电。

加拿大水电艺术



引人注目

作为一个路边装置，废弃的 Allis-Chalmers 水轮机吸引着远方的游客。

西临太平洋，东临大西洋。介于两者之间的加拿大拥有世界上最大的淡水水域。在这个以“从海到海”为国家格言的北美大国，水在人们的生活中扮演着重要角色，这不足为奇。事实上，在这里，水的重要性远远超出它在基本生活服务、渔业、航运和运动方面发挥的用途。这是因为加拿大早在140年前就开始开发水电。该国的地理形态千差万别，提供了丰富的可再生能源资源，不过水电这种能源在今天仍然占据主导地位。10个加拿大企业和家庭中有6个是由水力发电供电。因此，它也是一个极其重要的经济因素。“水电创造了巨大的经济机会，并为全国各地的社区提供了数千个工作岗位。”加拿大自然资源部长Amarjeet Sohi在2019年曾这样总结。

1930

加拿大之最

加拿大最大的河道水电站Beauharnois开始开工建设（于1961年完工）。

1957

技术飞跃

加拿大第一座抽水蓄能电站Sir Adam Beck在尼亚加拉瀑布投入运营。

1981

深入山腹

世界上最大的地下水电站Robert-Bourassa投入使用。

1998

合作联盟

加拿大水电协会（现在改为：Waterpower Canada）成立。

2019

可持续发展

加拿大加入国际可再生能源机构（IRENA）。

水电不仅影响着许多加拿大人的用电和职业生活；它还通过与当地土著人的合作推动着偏远社区的发展。任何驾车穿越加拿大并细心观察的人都会发现，这里的人们对这种可持续的能源生产形式有非常强烈的认同——比如在不列颠哥伦比亚省的利卢埃特就是这样。这个小镇位于温哥华东北约4小时车程处，来到这里的游客往往都深受震撼。路边摆放着非常显眼的金属雕塑，吸引着人们的眼球。这些雕塑色彩缤纷，装饰华丽，但仔细一看，就会发现它们都是一些报废的水力发电机组零部件。利卢埃特将它们变成了雕塑并自豪地展示着他们的作品。比如，其中一件作品原本是一台Allis-Chalmers水轮机。它生产于1953年，在宾夕法尼亚州约克市制造，现在被涂上了当地公用事业公司 BC Hydro的标志性配色。最吸引人的景观是一个冲击式水轮机的转轮，上面的喷嘴从绿色金属管上冒出，就像绽放的花朵。可再生能源效果的象征，自豪地指向附近的 Bridge River 水电站。



悠久的历史

早在1911年，福伊特就为尼亚加拉瀑布上的发电设施提供水轮机。

未来是怎么样
取决于



我们今天
所做的一切。

圣雄甘地

VOITH