

VOITH

水力发电技术专业杂志

HyPower

#26 | 2015 年春季

为什么水电带来的不仅仅是清洁能源

授权

全球专业优势

印度北部农村地区的重要基础设施

全线供应商

小水电站对中美和南美产生巨大影响

出版说明

原版由：
福伊特水电公司
Alexanderstr.11
89522 Heidenheim, Germany
www.voith.com

主编：
Ute Böhringer-Mai
编辑：Lukas Nemela
电话：+49 7321 37 0
传真：+49 7321 37-7828
邮箱：info.voithhydro@voith.com

出版商：
C3 Creative Code and Content GmbH,
Heiligegeistkirchplatz 1, 10178 Berlin, Germany
www.c3.co
C3 Creative Code and Content GmbH 的股东为德国
奥芬堡的 BurdaGesellschaftmitbeschränkterHaftung
(股份有限公司)和柏林的 KBHolding GmbH, 两股
东各持有50%的股份。BurdaGesellschaftmitbeschrän-
kterHaftung 的唯一股东是奥芬堡的Hubert Burda Media
Holding Kommanditgesellschaft (有限合伙公司)。
KB Holding GmbH的股东为 Lukas Kircher (总经理,
柏林)和 Rainer Burkhardt (总经理, 柏林), 双方各
持有 50% 的股份。

版权声明：
未得到编辑的明确书面认可，禁止复印、复制或
其他方式传播本刊，禁止将本刊内容用于任何其他
目的。

 **您的反馈：如果您对本期 HYPOWER
有任何意见或疑问，请联系我们：**
hypower@voith.com

照片来源：

封面：shutterstock / ixpert；第 6 页：Caio Coronel / ItaipuBinacional；第 8-9 页：Laif / PeterBialobrzeski；
第 11 页：age fotostock / LOOK-foto；第 12 页：Laif / Wen Zhenxiao；第 14-16 页：Micha Wolfson (2)；
第 17 页：Marius Hoefinger；第 18-19 页插图：Hokolo 3D；第 23-25 页：interfoto / Danita Delimont,
Manitoba Hydro (2)；第 26-27 页：Antonio Carreiro (2) FotoDivulgação, HMV Ingenieros Ltda.；
第 28-29 页：Caio Coronel / ItaipuBinacional；第 34 页：Dawin Meckel；第 35-37 页：dpaPictur e Alliance (2),
all mauritiusimages,action press；第 44-45 页：Brook Christopher, Scott Christopher, Tessa Traeger；
第 46 页：HaymanStudio；第 47 页插图：Hokolo 3D。

其它所有图片均来自福伊特水电。

水电：高效环保，造福人类



人口激增、社会和经济的发展、气候的变化共同推动了对于可靠和可再生能源的探索。水力发电为人类提供了解决之道。这种逾百年历时的发电方式具有安全可靠、行之有效、高效高产和成本低廉等特点。

19 世纪中叶，几名才华横溢的工程师和发明家（他们在水电行业声誉卓著）首次推出水力发电技术。此后，水力发电被全球各国所接受。如今，在全球各个地区，水电都在为人们提供清洁、稳定和低廉的电力。水电是最为成熟的能源类型之一，同时也是最富创新性的能源。水电行业始终坚持创新之路，通过开发新技术满足全世界不断增长的需求。

水电的功能丰富多样：大坝可用于防洪抗灾，而对水深的良好控制有助于改善河流航运。此外，电站周边地区的灌溉系统可得到改善，还能获得稳定的饮用水来源；抽水蓄能水库不仅能够储能，还可以增强电网的稳定性。这能为风能和太阳能等稳定性较差的能源提供支持，方便它们的大规模应用。

然而，水电带给人们的最大福祉可能是促进社会和经济的发展。这种可靠的电力来源本身为偏远和落后地区民众的生活带来了极大便利，而其他方面的附带福利也不胜枚举，包括修建道路、成立医院、新建学校、增加就业机会等。教育、健康以及社会、职业和个人发展机会是创造美好未来的关键，水电则为此提供了支持和保障。

水电的益处众多，但有时容易受到忽视，因此本期《HyPower》杂志将予以详细阐述，以强调水电是一种高效环保、造福人类的优秀能源。愿您在阅读中获得享受！

谨致问候

Ute Böhringer-Mai
企业传讯负责人



twitter

关注我们的推特账号：
https://twitter.com/voith_hydro



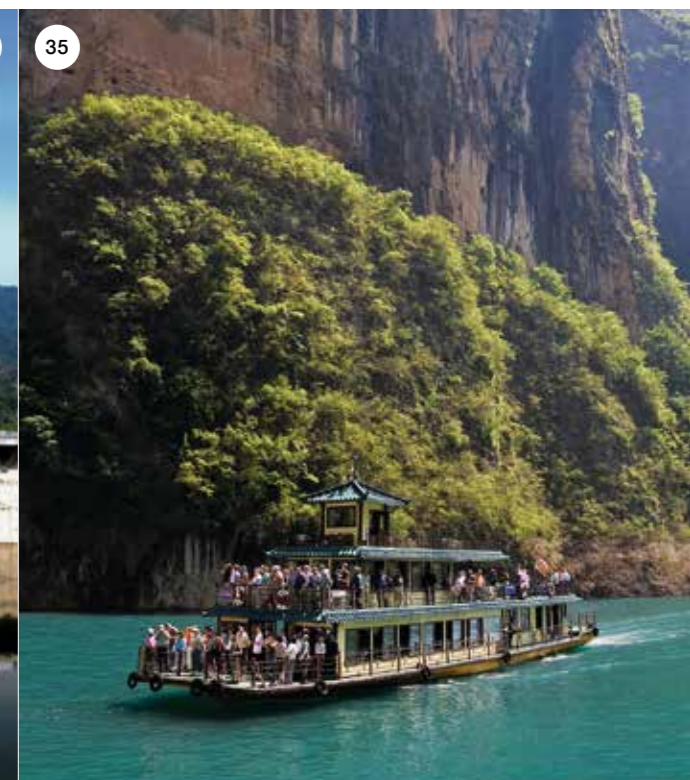
8



17



31



35



通过其他优秀杂志更全面地了解福伊特。



领航篇

8 水电的深远意义

水电优势：清洁能源推动社会发展

14 洁净能源，超乎想象

水电站推动当地学校、医院和公路建设：福伊特水电 CEO RolandMunch 博士展望水电美好前景

17 荣获大奖

福伊特赢得“年度 PR 形象大奖”

20 可靠性能，前所未有

抽水蓄能电站为苏格兰带来利益

成功的关系

23 平衡与兼顾

加拿大对水电站项目采用新颖的招标方式和设计方式

26 小水电，大影响

小型水电站为拉美国家带来巨大利益

31 精彩回顾

风景秀丽如昔的糯扎渡水电站

32 节约时间，力保质量

持续推动流程改进，为客户和环境带来巨大利益。

全球专业优势

35 巅峰之作

三峡大坝不断创造世界纪录

38 人间仙境

印度北部的 KarchamWangtoo 水电站为当地居民带来真实利益

项目目录

47 水电潜能

介绍全球水电潜能和目前装机容量

固定栏目

- 3 编者致辞
- 6 最新动态
- 7 热点话题
- 41 福伊特动态
- 42 历史撷英
- 44 嘉宾视角
- 46 高层访谈

全线供应商

18 产品广泛，面面俱到

从发电机和水轮机到定制自动化系统，福伊特产品全面涵盖水电站需求

绿色能源篇

28 水质更加清澈

以全新视角看待水库与温室气体排放



47

像瑞士钟表一样运转

威尔士 福伊特水电一直致力于为莱茵创新英国公司 (RWE Innogy) 在威尔士规模最大的水电站——多伽罗 (Dolgarrog) 水电站注入新鲜活力。这座水电站已运行 100 多年，如今，它正在接受大规模整修，管道也焕然一新。福伊特子公司 Kössler 是小型水电领域专家，凭借新型转轮帮助该水电站 4 号机组成功实现现代化转型。Kössler 首席执行官 Josef Lampl 表示，转轮“像瑞士钟表一样”运转。现场安装条件有限，所以在福伊特全球研发中心对转轮进行计算流体动力学 (CFD) 设计。然而，在狭窄的动力室内安装转轮依然困难重重。为了妥善装配转轮，预先运用 3D 建模对装配工艺进行预演。这台 10 MW 的转轮成功调试后，正在发挥巨大能量，满足威尔士国家电网的用电高峰需求。//



锐意进取，打破记录

巴西 今年一月份，福伊特水电在拉丁美洲制造的最大转轮运抵贝罗蒙特水电站。这台转轮直径 8.5 米，高 5 米，重 320 吨。它先由一辆 12 轴拖车运离福伊特玛瑙斯制造厂，再转移到货船上，顺流而下，最后运抵贝罗蒙特水电站，航程长达 890 千米。福伊特在玛瑙斯的新厂位于几个待建或在建大型水电项目之间。福伊特水电拉美公司总裁兼首席执行官 Marcos Blumer 表示：“我们距离周围的水电站非常近，极大地提高了灵活性和速度。从设备采购到设备维护，我们的客户都从中受益。”位于兴谷河上的贝罗蒙特水电站预计将于 2019 年投入运转，届时，其装机容量将达到 11,233 MW。福伊特将该项目提供四台混流式水轮机、四台发电机、机电辅助设备，并为该项目提供全套自动化系统以及工程规划。//

矢志不渝，再创辉煌

加拿大 今年 4 月，位于安大略省密西沙加的福伊特水电举办了一次为期两天的特殊研讨会，庆祝其成立 25 周年。这次研讨会包括专家培训、工厂参观和有关加拿大水电行业未来发展的多个主题讨论。设在密西沙加的这座工厂是线圈生产现代化升级改造及服务中心，负责接待来自各个领域的客户，并与福伊特世界各地的分公司精诚合作。该中心拥有世界顶尖的高科技设施和一个经验丰富的全球化专业团队，并已于 2009 年实现全面现代化生产。//

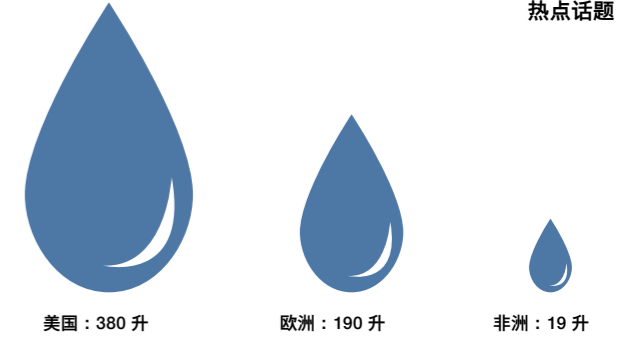


平衡电网负载

卢森堡 福伊特水电德国海德海姆公司将整修卢森堡维安登抽水蓄能电站的四台电动发电机。这项现代化工程旨在确保高度灵活的设备继续安全稳定地运行。像维安登这样的抽水蓄能电站可以在短时间内启动，并在各种操作模式之间快速切换。它不仅具有蓄能作用，还能平衡负载变化，因此，能够大力促进可再生能源的并网发电。本次更新改造工程还将重新装配转子磁极，以加快磁极检测和更换。//

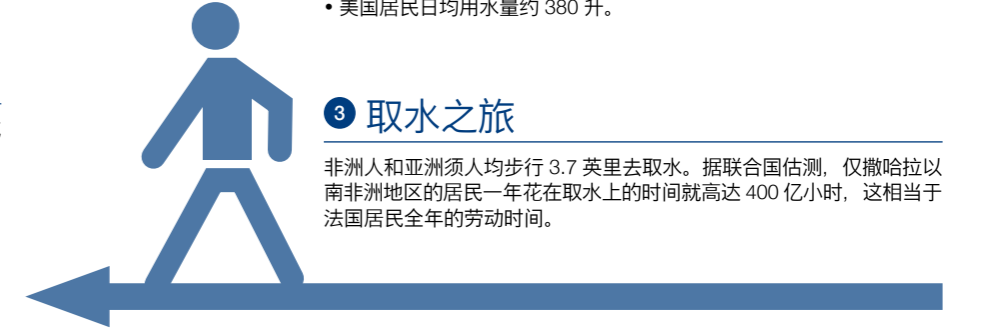
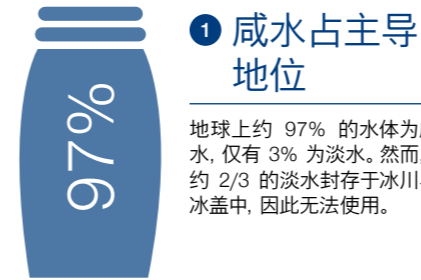
水的世界

从食品到卫生，人类对水的需求远不止于饮用，然而，作为地球上最宝贵的资源，水并非取之不尽，用之不竭。

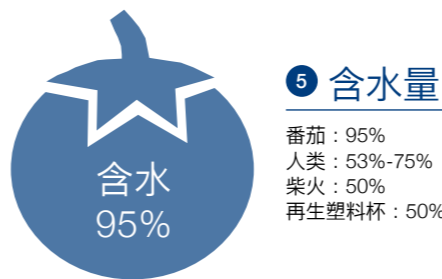


2 差异性消耗量

- 撒哈拉以南非洲居民日均用水量仅为 7-19 升。
- 欧洲居民日均用水量约 190 升。
- 美国居民日均用水量约 380 升。



4 基础用水缺失



7 超乎想象？

每一种饮食的种植或制作都离不开水：



来源：① 美国国家海洋和大气管理局 (NOAA) ② ⑥ 美国环境保护署 (EPA) ③ 联合国开发计划署 (UNDP) 性别与气候变化资源指南 (2009 年) ④ 联合国水资源组织 ⑤ 德国联邦政治教育中心：《Fluter》杂志 ⑦ 联合国水资源组织；水足迹网络。

水电的深远意义

水电不仅是安全可靠的可再生电源，还为世界各地的社会和经济带来诸多益处。

仅仅几十年间，阿布扎比城已从一个海港发展为逐年扩张的全球金融大都市，这仅仅是电力需求不断增长的一个缩影。

未来九年，全球人口预计将从 73 亿增长至 80 亿。这意味着，人类在努力减少温室气体排放量的同时，对于电力的需求却将急剧攀升。目前面临的问题是，世界上大多数国家，无论是工业化国家还是新兴国家，因为过度依赖矿物燃料，经济发展都不可避免地会造成大量碳排放。“理想解决方案”是既能够获得无限电力供应，又能保证极低的燃料成本和碳排放量，同时还灵活可靠。这听上去困难重重，但实际上并非全无希望。

三十年前，世界环境与发展委员会就曾指出，秉承经济上可行、注重环保、对社会负责的理念开发和运营的水电站能够完美体现和贯彻实施可持续发展理念。该委员会表示：“因此，这些水电站的开发既能满足当代的需要，又不会影响后代的发展和福祉。”



“美国能源部预计，美国有望增加 300 GW 的水力发电能源。”

美国参议员、能源与自然资源委员会主席丽莎·穆尔科斯基女士

全球水电的发展潜力

位于德国柏林的莱布尼兹淡水生态学与内陆渔业研究所的研究人员表示，大力发展水电的国家主要是东南亚、南美和非洲的发展中国家和新兴经济体。巴尔干半岛各国、安纳托利亚和高加索地区也将成为未来水利筑坝的中心区域。

目前，在建或规划建设的大型水坝至少有 3,700 座，每座水坝的发电能力超过 1 MW。藉此，预计未来 10 到 20 年，全球水力发电量将从现在的约 1,000 GW 增加 70%，达到 1,700 GW 左右。占该发电总量 40% 以上的在建和规划建设水电站将位于低收入和中低收入国家。

另外，尚未投入水力发电的水坝需要升级，其中蕴涵着巨大潜力。仅以美国为例，投入水力发电的水坝就不足 20%，目前有 80,000 座水坝等待改造，投入发电—潜在发电总量预计为 70 GW。



免费、随时可用、不易受到价格波动的影响：水是优秀的可靠能源。

今天，包括巴西、莫桑比克、尼泊尔和挪威在内，全球已有 30 多个国家 80% 以上的电力来自水力发电。即使是在矿物燃料丰富的国家，水力发电也发挥着重要作用。例如，美国的水力发电量占全国可再生能源发电量的一半以上，占总发电量的 7%。实际上，所有可再生能源的发电量发展迅猛，1991 年至 2011 年间基本上翻了一番。而水力发电始终独占鳌头，目前大约是全球总发电量的 16%。

独特优势

在各种可再生能源中，水电具有独特优势。和其它可再生能源相同，水电的主要优势在于不受每日国际价格波动的影响，因为它的供应既免费又稳定。水电具有极高的成本收益比和效率，以及出色的灵活性和可靠性。太阳能发电站和风电场的建设成本与水电站相当，但设备利用率较低，所以发电量更少。一座出色运营的水电站的能源转换系统效率可达 85-95% 左右，而相比之下，风能转换效率仅有约 35%、太阳能转换效率则只有 15%，即便是传统的火电厂，转换效率也不足 50%。近期研究表明，如果考虑项目的全部生命周期成本，在所有能源中，水电的成本最低。正如世界银行水利部门负责人 Meike Van Ginneken 所说：“政府气候变化专业委员会认为，对许多发展中国家而言，水电是供电成本最低的解决方案，平均平准价格为每千瓦时 \$0.03 到 \$0.05。

此外，它也是目前规模最大、最便于扩展的可再生能源发电形式。因为成本低廉，水力发电的经济效益甚至可以与燃气发电厂和燃煤电厂等其它大规模发电技术媲美。”

能源安全

水电解决了各国人民，特别是许多发达国家民众对能源安全日益担忧的问题。矿物燃料资源分布不均，许多国家甚至过度依赖进口。国际能源价格不断波动，购买时需要动用外汇，这对于很多国家意味着石油进口会严重影响国民经济，加深民众担忧。

即使是水电发达的国家，能源安全也是个重要问题。美国阿拉斯加州参议员、能源与自然资源委员会新任女主席丽莎·穆尔科斯基认为，从阿拉斯加州可以窥见水力发电的巨大潜力：“水力发电量占我们州总发电量的 24%，目前，200 个水电站的建设项目正处在讨论阶段，总发电量预计约为 300 MW，这足以使我们州顺利达成 2025 年一半电力来自可再生能源发电的目标。”

超高灵活性

水电为所有电网提供了理想、有力的后盾。现代化水力发电设施有一大特点：它们在几分钟内就可快速启动，达到最大输出功率。SINTEF Energy Research 资深研究员兼挪威

CEDREN 研究中心主任 Atle Harby 表示，这种灵活性有助于平衡其它可再生能源发电的不稳定性，这正是水电设施受到大力推广的主要原因之一。

对此，美国国家水电协会执行董事 Linda Church Ciocci 表示完全赞同，“因为天气形态发生变化，风能发电量可能会在两周内发生巨大波动。而在某些时段，天气型态也有可能



“水力发电生命周期长、燃料成本为零，能够为我们的家庭和企业提供清洁、低廉的电能。”

美国国家水电协会执行董事 Linda Church Ciocci

保持不变，这同样会影响很多风电设施。只有水电是唯一能够储能并供需要时使用的可再生能源”。她补充道，“水力发电对于美国的未来至关重要，因为我们需要既清洁又低廉的能源。水力发电生命周期长、运营和维护成本低、燃料成本为零，能够为美国的家庭和企业提供清洁、低廉的电能。而且，该行业还已创造了数十万工作岗位。”

水电改变人类生活

对于发展中国家来说，水电的优势具有巨大而深远的意义。据 Meike Van Ginneken 介绍，水力发电可帮助发展中国家减少贫困现象，促进共同繁荣。此外，部分水电站项目的水库能够保障用水安全和食品安全，并增加气候复原力。

例如，在位于印度北部的 Karcham Wangtoo，在 2011 年完成了面向当地村民的配套基础设施建设，包括一所新学校、一家医院和一个工业培训学院（详情参见第 38 页）。另外，位于非洲西南部安哥拉的坎班贝电站经过修复后不仅能为电网提供所需可靠电力，施工期间所用房屋也已移交附近居民。伊泰普电站项目通过向巴西和巴拉圭当地政府缴付特许使用权费，帮助当地大幅改善基础设施，使得伊瓜苏市的公交服务和教育系统在所有巴西大城市中名列第一。

哥斯达黎加要求水电开发公司提供社区发展基金，支持水力发电项目所在地区的经济发展，巴西则规定水电开发企



中国的三峡大坝作为重要的防洪堤坝，既能改善航道，又能提供清洁能源。

▷ 业必须支付发电用水的水费，其中 45% 归属因水库而遭受土地损失的市政府，另 45% 归属州或省政府。此外，认识到水力发电远非单一业务，这点也十分重要。水电基础设施，特别是水库，通常有助于达成一系列经济和社会目标。航运优化、防洪、季节性储水灌溉、可持续防旱的淡水供给、渔业和其它休闲项目开发，这些都是水电站的潜在优势，可为当地社会 and 经济发展做出重大贡献。



“对许多发展中国家来说，水力发电是供电成本最低的解决方案。”

世界银行水利部门负责人 Meike van Ginneken

以上实例以及其它很多例子都表明，水电站项目能在多个方面为整个社区带来积极效益，同时最大限度减轻项目建设可能造成的直接影响。//

水电具有以下特点...



... 可再生能源

水电利用水流的力量，无需消耗水资源，是真正的可再生能源。



... 集成多种发电形式

抽水蓄能水库能够快速应对能源需求的波动，为电站运营带来巨大灵活性。藉此，能够更好地集成更多不稳定的可再生能源发电，如风力发电和太阳能发电等，同时保障电网稳定。



... 物美价廉

水电站效率高、运营和维护成本低，平均使用寿命达 50-100 年，是一项成本收益比超高的长期投资。而且与燃料或天然气不同，河水不需要成本，也没有市场价格波动。



... 实用可靠

水电能够始终保持可用，提供低碳负载功率。



... 促进经济和社会发展

水电项目不仅供应清洁能源，而且还有助于偏远地区建设道路桥梁等基础设施。河流的航运能力将会提高，教育和医疗设施的水平也将进一步提升。



... 清洁

水力发电在整个生命周期中仅产生极少量的温室气体。它能适当抵消矿物燃料发电站的排放量，有助于减缓全球变暖的步伐。而且，水电站不会产生有毒副产品。



... 灵活

水电站的形式各种各样，规模不一。大型水电站向公共电网供电，小型水电站则可供某个企业或居民区使用；根据需要，灵活发电。



... 保障生命

水坝有助于保护易遭洪水泛滥的地区，水库则是为饮用或灌溉而储水的重要手段。



... 休闲娱乐

水库可用于开展水上运动、旅游和渔业，为周围地区带来更高收入、更多欢乐。

洁净能源，超乎想象



Münch 博士深信水力发电益处良多，发展前景向好，尤其是发展中国家和地区。

福伊特水电首席执行官 Roland Münch 博士指出，**水力发电计划将为发展中地区带来诸多益处，促进学校、道路及医院等基础设施建设。**

作为首席执行官，您经常走访世界各地，拜访客户、视察水电项目。其中，什么事情让您印象深刻？

作为一名工程师，我为福伊特水轮机和发电机的尺寸、电量输出和功率密度感到自豪。福伊特最大型的水轮机，可满足一百万以上人口的用电需求；小型发电设备的电量输出也足够一万人使用。这些发电站项目的施工场地也格外引人注目，有时需要数千名员工参与现场施工。

这些项目通常会涉及大量的基础设施建设，基建完成后，当地人是否能由此获益？

是的。当地的待开发地区和偏远地区获益更大。全新基础设施包括交通和道路系统、施工人员所需的住宿、餐厅、学校、医院和废水处理设施。在参观建设中的工厂时，发现这些设施得到了妥善维护，并提升了当地人的生活水平。由此看来，水电设施能带动地区发展、改善生活水平，并为当地人带来教育机会。

当地民众以大型水力设施影响生活为由极力反对兴建，请问你怎么看待反对声浪？

许多发达国家认为，不应影响和改变当地居民一贯的生活方式。但他们也将因此永远失去医疗保障和受教育机会、并且无法享受现代化生活的便利。我深信，只有教育才能塑造孩子的美好未来，没有教育，社会发展将停滞不前。在这个高度文明的社会，我们无权剥夺发展中国家孩子们的受教育机会。世界银行同样承认水电对社会发展的贡献，并加大了对水电领域的支持。

能否举例说明水力发电对地方发展的贡献？

印度的 Karcham Wangtoo 水电站就是很好的例子。我亲眼见证了水电设施带来的积极效果：当地的孩子有机会上学，可以塑造自己美好的未来。我们还与客户携手开展培训计划，不仅提升商业人员的自身实力，更向全球传播福伊特丰富的项目执行及人员培训经验。安哥拉的 Cambambe 项目就是一例。

水电站的功能有很多，这些功能有些什么益处？

防汛是其中一项很重要的功能。比如在早些年，长江洪汛常导致数百万人丧生，三峡大坝完工后，当地居民得以免受洪水威胁。此外，水电站还能为当地提供灌溉用水和饮用水，这对非洲居民度过旱季有极大助益。提升河流的通航能力并构造人造湖更能为人们带来休憩和娱乐的机会。

就发展中国家的偏远地区而言，水力发电又会带来哪些好处？

水力发电稳定且可靠，是十分理想的分布式发电。尤其在印度、非洲、东南亚，甚至是葡萄牙的偏远地区，水力发电取代

了柴油机发电，成为长期的能源供应方式或备用发电方式。柴油机发电成本较高，燃料采购难度较大，还会导致严重的环境污染。

对上述这些国家而言，水力发电是更理想、更环保的发电方式吗？

确实如此。你能亲身体会这些益处。比如，我最近在非洲一家餐厅用餐时，周遭不时传来柴油发电机运作的噪音，口中也总是缭绕着一股煤油味，这样的用餐体验令人难以恭维。由于水电站能够承担基荷发电，电能可随时取用，因而比风电及光伏发电更具优势。长期而言，水电的发电成本最为经济，能使电厂具有较高竞争优势，且无需仰赖任何燃料。

水电市场发展是否已倾向于发展中国家？

确实如此。近年来，水电市场的拓展渐渐转向发展中地区。在 2014 年，发展中国家纷纷上马的水电项目，使转向势头更超过去，比如巴基斯坦的 Tarbela 和安哥拉的 Cambambe。我们也可以从中看到非洲水电的发展潜力。另外，老挝和 ▶



- 1 Münch 博士对水电未来发展持乐观态度，强调福伊特产品组合广泛。
- 2 印度的 KarchamWangtoo 项目带动当地基础建设，Jay Jyoti 学校就是其中之一。
- 3包括惠及周边农村的医疗设施。

▷ 尼泊尔也在大力发展水电，欣本河（Nam Hinboun）和 Rasuwaghadhi 上的水电站项目最近就向我们发出了订单。当然，中国水电站建设数量仍然位居世界前列。

以上水电市场重视哪些技术？

不论是发展中国家的大型水电项目，还是供应当地或分布式发电的小型水电站，我们种类丰富的产品能够满足所有水电站的需求。我们拥有齐全的产品线，能够为水电站提供各种规格的水轮机、发电机、自动化技术以及所需的电气和机械设备。因此，我们能满足全球客户的多样化需求。新产品 StreamDiver 能以经济环保的方式，提升现有水坝的效能。

你对未来市场发展有何期望？

我们认为目前的发展势头仍将继续：中国仍有极大的发展潜力，比如三峡集团又在上马一些大型水电项目；印度的水力发电也有很大的成长空间，希望该国的新政府能够支持水电发展；东南亚以及中亚山区也是重要的潜力市场。我们在中国、印度及日本拥有分支机构，新近又在马来西亚设立办事处，这一切说明我们已蓄势待发，把握各地商机，并且更加亲近客户群。

“水电站能够承担基荷发电任务，比风电及光伏发电更具优势。”

Roland Münch 博士，福伊特水电首席执行官

你是否对未来发展持乐观态度？

未来发展固然乐观，但我们仍需应对某些领域的挑战。例如在德国及其邻国的“能源转型计划”中，政府为风能及太阳能大力拨款，而水电拨款则大幅缩水。价格低廉的页岩气也对水电投资造成影响，这在美国尤其明显。但就整体而言，我们仍然满怀信心，认为水电发展前景可期。//

荣获大奖

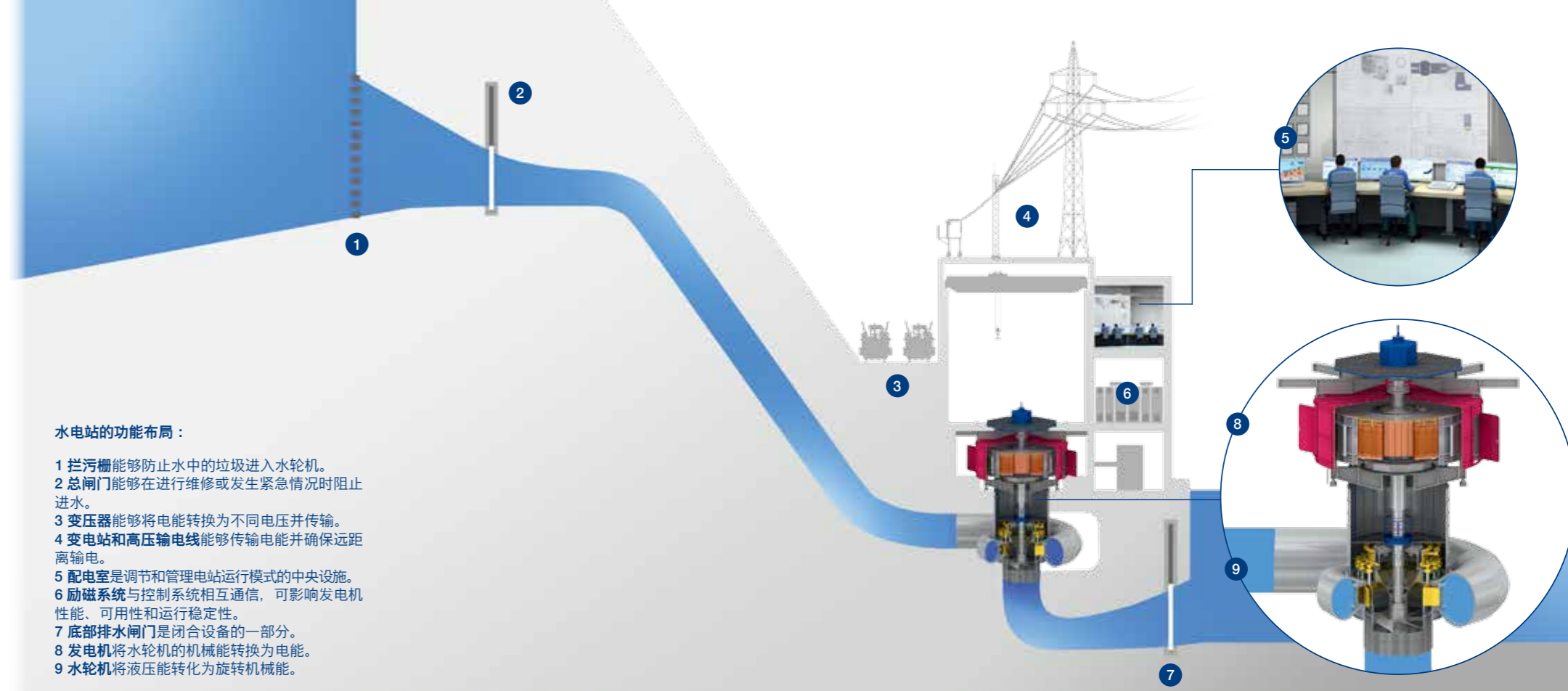
技术美学：福伊特赢得“年度 PR 形象大奖”。



“异常的美丽；纯美学享受”，是评委会对于这张福伊特混流式转轮照片的评价。该照片从 1,700 多张由德国、瑞士和奥地利公司提交的图片中脱颖而出，斩获 PR 形象大奖。该转轮将安装在西伯利亚的布拉茨克水电站，以提高电站发电量和效率。布拉茨克水电站年发电量约为 30,000 GW.h，是全球发电量最大的水电站之一。

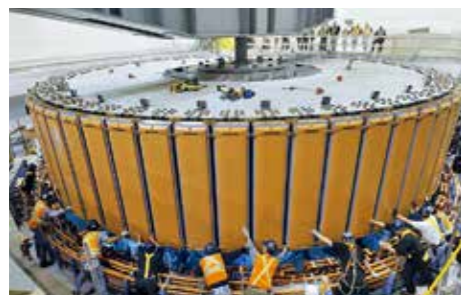
产品广泛， 面面俱到

从发电机和水轮机到定制自动化系统，**福伊特**的产品系列涵盖各种规模水电站的**完整生命周期**。



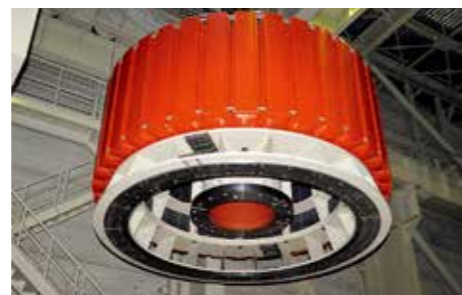
水电站的功能布局：

- 1 拦污栅能够防止水中的垃圾进入水轮机。
- 2 总闸门能够在进行维修或发生紧急情况时阻止进水。
- 3 变压器能够将电能转换为不同电压并传输。
- 4 变电站和高压输电线能够传输电能并确保远距离输电。
- 5 配电室是调节和管理电站运行模式的中央设施。
- 6 励磁系统与控制系统相互通信，可影响发电机性能、可用性和运行稳定性。
- 7 底部排水闸门是闭合设备的一部分。
- 8 发电机将水轮机的机械能转换为电能。
- 9 水轮机将液压能转化为旋转机械能。



传统发电机

它们采用风冷或水冷，可水平或垂直安装。
福伊特生产低速和高速发电机。
> 输出：最高 1,100 MVA；电压：最高 25 kV



灯泡贯流式水轮发电机

用于灯泡式水轮机的低速发电机，通常水平安装，采用风冷，较小的机型也可通过灯泡壳水冷冷却。
> 输出：最高 100 MVA；电压：最高 13.8 kV



混流式水轮机

支持广泛的水头范围和大流量。
螺旋式也可垂直使用。
> 输出：最高 1,000 MW；水头：最高 800 米；
转轮尺寸：最大 11 米



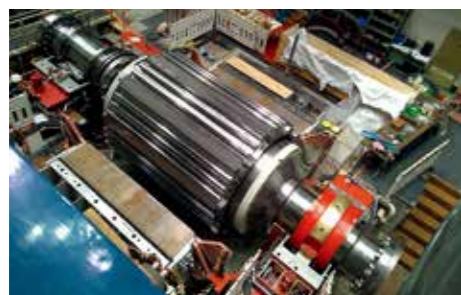
卡普兰水轮机

低压应用，大流量。水平和垂直使用均可。
> 输出：最高 350 MW；水头：最高 90 米；
转轮尺寸：最大 12 米



自动化系统

电站的大脑。福伊特开发的定制化解决方案，确保全面服务和无缝可用性……



电动发电机

通常为高速发电机，采用风冷或水冷，带可逆式水泵水轮机或三合一系统。
> 输出：大约 530 MVA；电压：最高 23 kV



异步发电机

风冷，通常垂直安装，也可用作电动发电机。适用于变速抽水蓄能电站，但安装率较低。
> 输出：最高 500 MVA；电压：最高 22 kV



培尔顿水轮机

用于高水头，即便供水量波动，也可通过调节，获得最高效率。
> 输出：最高 500 MW；水头：最高 2,000 米；
转轮尺寸：最大 6.5 米



灯泡式水轮机

能在工程造价相对较低的情况下，提供较高全负载效率和流量。
> 输出：最高 100 MW；水头：最高 30 米；
转轮尺寸：最大 10 米



……从单一系统支持安全运行和故障早期检测：水轮机调速器；发电机励磁；控制和保护系统；监控、分析与诊断。



可靠性能, 前所未有

苏格兰 Foyers 抽水蓄能电站通过实施的更新改造提高了响应速度和可靠性。

源公司 SSE 水力发电部门负责人 John McDonald 表示,“抽水蓄能电站 Foyers 的传奇并非始于上个世纪,而是上上个世纪。” McDonald 解释道,当时,它是一个电解铝厂的水坝。当代对它的开发始于 1974 年,不久前由福伊特竣工的杰出项目为该电站铸造了长期可持续发展的美好未来,推动它顺利进入 21 世纪。

直到 2014 年, Foyers 仍在使用该电站投入运营之初安装的两个阀门。经过定期检查发现,它们已不在最佳状态,应该更换。McDonald 表示,对这个抽水蓄能电站及其阀门的最初设想是,用于“平衡白天和夜间不同的电能需求,但随着时间的推移,其用途已经改变”。电站需要升级阀门,确保其可靠、高效且能在得到通知后的极短时间内快速投入运行,因此, SSE 聘请水电站服务专家福伊特提供技术支持。阀门每年因为

发电或旋转等用途需要更改 10,000 次模式,所以,电站必须安装最先进和高效的阀门。福伊特水电项目经理 Carsten Fleck 全心投入了位于苏格兰尼斯湖南岸的这项工程。他表示,“这个项目对客户十分重要,我们必须严守时间规定,确保质量。电站每停运一天,就会损失一天的收入。”

庞然大物,精益求精

这个项目给设计和物流带来了诸多挑战。简而言之,阀门的体积和重量意味着,阀门的运输、旧阀门的拆除和新阀门的更换都是巨大的问题。McDonald 表示:“我们更换了电站的桥式吊车,因为如果我们不这么做,阀门如此庞大,我们就必须投入大量时间和费用,将阀门拆开,再到现场重组。” McDonald 评论道,福伊特专家还必须割下现有法兰,再在进气阀的精确位置焊接一个新法兰,然而这绝非易事。

1 Foyers 位于苏格兰举世闻名、风景如画的尼斯湖畔。
2 运输庞大的 100 吨阀门绝非易事。

Fleck 对此极为赞同,并补充道,很多工作是在极为狭小的空间中完成的。“取出直径大约 3.5 米、重量将近 100 吨的旧阀门,并更换为类似尺寸和重量的新阀门,本身就是一项严峻的

挑战,考虑到时间压力,难度就更大。” Fleck 表示,福伊特和 SSE 完美的合作,是最终成功的保证。“我们建立了非常好的合作关系,营造了协同工作的环境。”



在交付和安装前，对其中一个阀门进行最后收尾。

项目最终的成果是一个“现代化且技术性能可靠的”解决方案，它于2014年10月部署完成，McDonald解释道：“现在我们仍处于测试阶段，性能一直是我们的重点。虽然工程用了三个月左右的时间，电站停运让我们损失了一个季度的收入，但它准时完工后运行一直良好。”

缩短响应时间

如今，Foyers 电站已开始支持并供应关键性能源。该电站拥有两个现代化的阀门，每个都为国家电网注入 150 MW 的稳定发电量。因此，它能快速应对可再生资源发电量波动的问题。这些阀门不仅“缩短了响应时间”，还具有“前所未有的可靠性能”，令 McDonald 赞不绝口。

现在维修工作已经大功告成，Carsten Fleck 可以欣赏这个舒适惬意的工作环境了：抽水蓄能电站坐落于丛山之中，邻近著名的尼斯湖畔。“一些人可能认为它周围荒凉、规模也不太大，但我认为这里非常适宜工作，我本人也一直很喜欢苏格兰的风光。”//

抽水蓄能技术：优势众多

实践证明，Foyers 电站等抽水蓄能电站在工业级储能技术方面独一无二，同时还具有其它多种优势。

储能
电网稳定性 峰值负载供电
 再生能源整合
灵活性
 网络储备 快速响应
成本效益出众 负载均衡
高效 稳压
 成熟技术
较长生命周期
 暗启动能力

平衡与兼顾

加拿大 Keeyask，这个冰天雪地中的电站项目，以创新的投标和设计流程显示独特优势。



马尼托巴的温度变化如同过山车，有时会低至 -40 °C，工作环境比较恶劣。

在加拿大的马尼托巴省，Keeyask 水电有限责任合伙企业 (KHLP) 正在开发一个全新的 695 MW 水力发电项目。KHLP 是马尼托巴水电局和四位马尼托巴原住民合作开办的。供应商需要介入到项目计划阶段，以制定最佳解决方案。客户选择福伊特作为电站设备的供应商，并选购了一台轴流转桨式水轮发电机组，利用纳尔逊河的河水发电。纳尔逊河宽度虽大，但水头仅有 18 米。福伊特将负责发电机组的供应、生产、运输和安装。

Keeyask 项目让供应商参与早期策划，为降低成本和提高完工设施效率而采用创新设计和承包方式，堪称创新典范。福伊特水电负责 Keeyask 电站的设计经理 Laurent Bulota 表示，作为与 KHLP 签署协议建设 Keeyask 电站的项目管理方，马尼托巴水电局决定让所有潜在投标方在项目调研阶段提供有关设施设计和规格的早期反馈意见。

在为期两年的投标过程中，马尼托巴水电局邀请潜在投标方提供各种电站优化方案。Bulota 称：“他们提供一个 3D 模型，供每个投标者用不同参数来改变发电机组的尺寸。”

随后，福伊特水电团队开始定义发电机的最佳尺寸和特性。Bulota 解释道，我们团队通过“美元 / 立方米混凝土浇灌”或“美元 / 立方米岩石挖掘”以及单位发电量的能源成本等标准，检查不同的设计方案。“理论上可以不断扩大规模，提高效率，但实际上达到某个临界点后，成本就会过高。我们需要在各种参数间实现平衡。通过几个月的努力，我们为客户找到了最佳的整体解决方案。”

福伊特水电 Keeyask 项目经理 Dany Morin 称：“客户没有在招标前与顾问一起确定设计方案，而是邀请承包商在项目早期受邀定义电站参数，这对我们而言也是第一次。这是一个包含多个阶段的大型复杂项目，这个全新的投标方式能够优化项目设计，改善混凝土的采购和使用，从而控制项目成本，大幅节约资金。藉此，它甚至可以成为全球其它类似项目，特别是中型项目的范例。这种项目启动方式，也为项目各参与方开展密切协作奠定了基调。“我们始终从项目的整体执行而非各自负责部分的角度来思考问题。”

应对极端气候

Keeyask 电站项目充分体现了福伊特水电根据不同的环境和要求，提供最佳解决方案的能力，比如做出使用轴流定桨式发电机组的设计决策等。同时，我们也面临巨大的挑战。该项目需要管理全球供应链，发电机转子直径超过 13.5 米，部分庞大沉重的组件需要在 -40 °C 低温等极端气候条件下运至遥远的项目所在地等。

施工进度和物流也是一个严峻问题。此项目要求福伊特水电生产七台发电机组，而每台机组的完工时间间隔，必须控制在 2 个月以内。Morin 表示，“在电站内，装配间用于准备和组装组件的空间很狭小。我们必须多次审查进度表，以确保我们制订的计划正确无误。”他补充道，这些限制中，部分是福伊特水电为了配合最佳设计而自行提出、自愿遵守的，“施工团队当然希望施工场地尽可能大，但这么做的问题是，客户就必须浇灌更多混凝土。”



完工后，Keeyask 电站的发电能力将达 695 MW，平均每年发电 4,400 GWh。

这意味着必须制订周密的计划，来优化现场和场外的施工过程，同时对多个处于不同部署阶段的机组进行施工。“我们必须了解同时能够在施工区安装多少个转子，并且逐日分析我们怎样才能占用最少空间并最大限度地利用施工时间”，Morin 表示。

到目前为止，项目按照预定进度，进展得非常顺利，第一台机组预计于 2019 年初准备就绪、可投入运营，而最后一台机组则将于 2020 年春天开始投入商用。//

水电站设备成本比例

您是否了解，一个全新水电站中，机电设备开支通常仅占总成本的 10% 到 20%。当然，实际数值有可能上下浮动，具体取决于许多因素，如地点、现有水坝或基础设施、电站和设备规模及类型等。例如，在非洲或阿尔卑斯山涧中新建大型水电站，需要新建大量基础设施。它们与欧洲或美国的水电站升级项目相比，机电设备成本比例相对就要低一些。//

小水电，大影响

在中美和南美，政府、公共客户和个人客户一致认为小型水电站具有多重优势。

福伊特水电（拉丁美洲）公司销售经理 Riccardo Volonterio 表示：“有了强大的电能保障，一切将会改变。我一直住在类似于这里的偏远社区，电能带来的差别显而易见。有了廉宜电能作为后盾，人们就可以使用空调、电脑和接入互联网，此外还可突破过去的瓶颈，建设医院、为学校通电。当地民众可以自己创业。没有电能，就没有发展可言。”

Volonterio 所说的是哥伦比亚的安蒂奥基亚地区，在那里，发电能力 44.4 MW 的圣米格尔水电站已初具雏形。在这个 HMY Ingenieros Ltda. 开发建设的项目中，福伊特的职责是提供两台混流式水轮机，以及发电机、安全阀、调速器、稳压器和自动化系统。在施工阶段，项目已经开始服务于这个偏远地区的民众。当它开始发电，该电站将通过哥伦比亚电网，向更广阔的地区供电。

福伊特水电（拉丁美洲）公司小型水电站经理 Luiz Fontes 解释说，小型水电站的潜能相当巨大，南美和中美政府及客户已开始意识到这一点。“整体而言，南美水电市场有巨大发展潜力。”该地区正在有意识地减少

矿物燃料发电，而且，从北部的热带雨林到覆盖冰川的安第斯山脉，如此理想的水电站发展环境，使得小型水电站成为该地区显而易见的明智选择，能够带来经济优势、可靠供电、低成本并更加环保。“所有这些国家中，能源格局正在发生变化。哥伦比亚就是一个很好的例子：政府正在通过上网电价补贴政策、免税和快速许可证颁发流程，来鼓励可再生能源发电的发展。”

新潮流即将出现

目前在该地域中，只有巴西未对小型水电站表示兴趣。这是因为巴西的电力市场较为成熟，对风力发电和太阳能发电，以及矿物燃料发电的兴趣更大，因此直到最近，小型水电站还不是巴西的首选。

但是，情况发生了改变。2014 年 12 月，福伊特完成了圣安东尼奥雅里河小型水电站的试运行后，转机开始出现，这个小型水电站位于雅里河——一个急需清洁能源的欠发达地区。该电站处于一个发电能力 450 MW 水电站的下游，利用二次流带动 3.5 MW 卡普兰式反动水轮机，从而取代了矿物燃料发电站。



- 1 巴西圣安东尼奥雅里河水电站提供智能、高效的清洁能源。
- 2 为哥伦比亚圣米格尔项目建设进水口和除沙器结构。

“这是完全径流式的项目，无需水坝，如果不善加利用，流水会白白浪费。”

Riccardo Volonterio,
福伊特水电（拉丁美洲）公司

新潮流即将出现，那就是在较大规模水电站附近建设这样的小型电站，使水流得到更为充分的利用。因为大部分基础设施已经就绪，所以后勤部署方面相对简单。另外，它们的成本也相对低廉，能够迅速完工。例如，福伊特水电就曾帮助一个客户，仅用了三年时间，就完成了一个小水电站的建设项目并顺利投入运营。

优惠的缴税政策以及更高的电价增强了它们的吸引力。Volonterio 解释

道：“而且它们对环境几乎没有影响。这是完全径流式的项目，无需水坝，实际上，如果不善加利用，流水将会白白浪费。”

政府决策制定者和电力公司也对水力发电，特别是小型水电站的优势，有了重新的认识。“他们再次将发展重点转向水力发电。它是目前唯一真正廉宜、高效、可用且环保的发电方式。”

福伊特水电拥有独特优势，是

小型水电站建设的首选合作伙伴，从规划流程，到初次完工数十年后的改造，无一不精通。Fontes 表示：“客户缺乏这方面的经验，而我们可以提供支持，帮助他们进行可行性研究，提供最佳的电站设计和各种可选机电组件，并提高其收入。我们的支持是全方位的，从开发之初，直至运营和维护等等。我们的目标是提供全面解决方案，成为全方位的项目供应商和支持商。”//

水质更加清澈

水库与温室气体排放：以**全新视角**看待这个长期争论的命题

著名权威杂志《自然》在 2006 年 11 月刊上发表一篇专题文章，其标题《甲烷粉碎了水电的绿色宣言》着实令人震惊。文章称：“最新研究结论表明：水电站的全球暖化效应通常超过相同规模的矿物燃料电站。”

这篇报道以巴西的巴尔比纳水电站研究数据为例，探讨了水库的温室气体排放。此文问世后，很多人也以巴尔比纳水电站为例撰写此类文章。巴尔比纳是建于上世纪 80 年代的大型水库，建成后便以居高不下的温室气体排放量受到外界质疑，如今已是日渐萧条。然而，与巴尔比纳相距不远的伊泰普也是一个巨型发电厂，位于巴西和巴拉圭交界地带，也是建于上世纪 80 年代。其温室气体排放不仅极低，而且低于其它任何发电方法，包括风力发电的平均排放水平。

“过去所建的水库中确实有几个消耗氧气过多，导致碳被降解为甲烷，而非二氧化碳。但如今我们绝不会再采用这种建造方法，这些水电站只是例外。”福伊特水电可持续发展总监 Jürgen Schuol 表示。

形势复杂

在《自然》杂志发出关于“绿色宣言”警告之后的八年内，业内机构又开展了大量相关研究，以期准确测量每种发电形式对全球变暖的具体影响。2014 年，联合国成立的政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）发布了每种能源的终生温室气体排放量。研究结果指出，矿物燃料的温室气体排放大大超过可再生能源，较为清洁的天然气也是如此。尽管与煤炭相比，天然气的“清洁率”高出 40%，但其温室

气体排放仍比水电高出 20 倍之多。

但挪威科技工业研究院（SINTEF）的高级研究专家兼挪威可再生能源环境设计中心（CEDREN）主任 Atle Harby 指出，不能简单比较平均排放量，因为实际状况要复杂得多。他认为，在水库的温室气体排放问题上存在许多误解和偏见，尤其是甲烷问题。他表示最关键的问题是水库产生多少净增排放量。为计算水库建成之后所形成的河流盆地的净增温室气体排放量，我们应分析建造水库之前和之后的排放量。水库所在的河流盆地在水库建成之前和之后的排放之差即温室气体净排放量。Harby 表示：“许多因素会影响气体排放的性质

和排放量。某些水库（主要局限于热带地区）确实会将二氧化碳转化为甲烷，但如果对这些粗略数据妄加推测并认为其适用于所有水电项目，这是完全错误的。”

事实上，有些水库属于碳汇水库，由于水的流速较慢，加之存在沉积物，从而使碳永久存留。即使同一个水库内也存在各种不同的地况和环境条件。科学家面临的真正挑战是充分了解这些因素和变量之间的相互影响和作用，以便计算出准确的净排放数据。

鉴于某些水库能为社会做出诸多贡献，那么如何将水力发电产生的温室气体排放，分摊到其它功能之中？例如，中国长江三峡大坝（见 35 页）将河流下游的大型洪泛频率从十年一次降至百年一次，同时改善了内河航运和供水。因此，虽然三峡大坝水电站可能是全球最大的水电设施，但如想正确计算水库生命周期内的总温室气体排放，也要考虑其众多的经济和社会功能。

“许多因素会影响气体排放的性质和排放量。”

SINTEF 研究专家, Atle Harby

风险评估

作为水电设备协会 (HEA) 的成员，福伊特全力支持 UNESCO / 国际水电协会 (International Hydropower Association) 的温室气体研究项目。该项目在 2011 年和 2013 年分别制定并出台了《淡水水库温室气体计算指导原则》和温室气体风险筛检工具。如今项目正在开发一个特别的筛检工具，其目的有三：利用同行评审方法更准确地评估水库系统的温室气体效应，并更好地阐明潜在的气候影响；促进对温室气体排放的量化计算，以便在易受高排放影响的地区及早采取预防措施；利用一种有效方法将温室气体净排放分摊到水库提供的各种服务功能中。

与任何关于全球变暖的讨论一样，在科学界，关于淡水水库的温室气体排放并未达成一致意见，而且这方面的研究进展颇为缓慢。业内对排放量的计算方法以及衡量标准尚存在争议。京都议定书将“全球变暖潜势”作为首选的衡量标准，但专家们越来越倾向于认为，以“全球温度变化潜势”作为衡量标准更适用于以目标为导向的气候政策。

Jürgen Schuol 认为，在目前阶段，“福伊特对于相关评估模式的具体细节和全球数据并不十分关注。我们希望能够建立一种简单可靠的计算模式，以个案处理为基础评估项目的高排放风险。目前任何一家机构都没有完美的方法，且还有许多问题有待考虑和解决。但可以肯定，我们正朝着正确的方向前进。” //

水库和温室气体排放有何关联？

在淡水水库建成之后，水下的植被分解后会释放原先通过光合作用储存的二氧化碳。此外，水库还会拦截河水中携带的其它有机物质；但如果没有大坝，植被也会在其它流域分解并产生的温室气体。水库形状、水深、土壤类型、气候和水库年龄等因素都会影响温室气体的生成。在释放到大气中的所有温室气体中，二氧化碳（CO₂）占 80%，但水库本身并不会显著改变自然排放水平。在水库中，最令人担忧的温室气体是甲烷（CH₄）。在 100 年内，甲烷对全球变暖的影响可能是二氧化碳的 25 倍：在某些条件下，有些水库可能出现缺氧状况，从而产生和释放甲烷。



伊泰普水库尽管规模宏大，但其温室气体排放量低于其他任何发电方法。

精彩回顾



糯扎渡水电站，中国西南
项目共安装六套 650 MW 混流式水轮机，其中三套由福伊特水电供应，已于 2013 年完成试运行。其运行水头为 187 米，转轮直径为 7.3 米。

#水电周报
扫描以下二维码或访问 twitter.com/Voith_Hydro，了解福伊特水电最新动态和新闻。我们每周五在 Twitter 上发布水电周报，内容精彩，不要错过！



Leonardo Nuzzi 是福伊特水电圣保罗公司的制造部总监，负责“运营卓越”（OPEX）计划。他表示：“对于我们来说，每个客户都同等重要。在执行每个项目时，我们都力争达到最高质量标准并做到快速交付。” OPEX 是覆盖全集团的行动计划，主要针对制造流程及其它流程的长期改进。计划的理念是：建立与福伊特产品和服务同样出色的制造流程，进一步增加客户获益。Nuzzi 解释表示“高效的流程可节省时间，而时间对于我们的企业和客户来说都是无价之宝。电站建成投产的速度越快，就能越早开始发电并为客户创造现金流。”

OPEX 计划的第一步工作是对每个生产链上的每个环节进行分析。如今根据分析结果制定的行动措施已投入实施：生产流程中的低效或不必要环节将被优化或取消，实现操作规程精简。

其中一个优化举措是“单件产品流程线”。该举措首先在福伊特水电圣保罗公司投入实施，然后又在美国约克和奥地利圣珀尔滕相继上马。其它分公司也将很快步入此优化轨道。预计圣保罗的发电机磁极生产线将从中获益：缩短 7 步生产流程中的等待时间并在接到问题通知后立即予以处理。产品零件将在相邻工作站按顺序依次生产，而非像以前一样并行生产。这一方法可以确保员工在同一时间仅专注于一件产品的生产，而不是同时兼顾多项任务，顾此失彼。由此，每个客户获得的产品质量都将得到提升。

新举措还改进了故障诊断流程。工厂机器由一个软件程序负责监控，此软件连接所有监控设备以及 Nuzzi 的电脑——“如果发生问题或生产线陷入停顿，我们可以在线看到此信息，并立即采取措施解决问题。我们会终



节约时间，力保质量

持续推动流程改进，为客户和环境带来巨大获益。

1

2



3

- 1 “单件产品流程线”加速了生产流程并提升了产品质量。
- 2 Leonardo Nuzzi（最右侧）与福伊特水电圣保罗公司的 OPEX 同事讨论工作。
- 3 开放透明的沟通、同步化流程和明晰的任务是确保 OPEX 成功的关键要素。

止生产流程，修复故障，然后继续作业。在此过程中不会延误生产流程中的其它作业步骤。” Leonardo Nuzzi 解释道。

目前，这些节省时间的操作已将磁极的生产周期缩短近 50%。磁极仅仅是发电机的主要部件之一，如果将单件产品流程线的概念应用于其它部件，则更多节省将指日可待。

人都必须参与互动交流，藉此摆脱自私的本位观念，全盘考虑整个生产流程。每天，员工在轮班之前必须举行车间会议。工人分成几个小组，与其主管共同讨论每日工作时间表、或可能产生的质量问题。会议的重点是避免问题重复出现，并确保所有工件夹具都已放置到位。对于 Nuzzi 来说，这些会议至关重要：“我们希望随时获知

“我们生产车间的流程已经过优化，非常快速而高效，但我们希望精益求精，更上层楼。我们一贯的目标是竭力打造最卓越的工厂。”

福伊特水电国际项目副总裁 Udo Wunsch 博士

福伊特水电国际项目副总裁 Udo Wunsch 博士在谈及实施该计划的动因时表示：“我们生产车间的流程已经过优化，非常快速而高效，但我们希望超越自我、更上层楼。我们一贯的目标是竭力打造最卓越的工厂。卓越的工厂遵守四大原则：稳定的流程、工作流、时间安排及以客户为中心。”

在“单件产品流程线”中，时间是一个重要因素，因为每个步骤均规定了时限并预设了完成时间。Wunsch 解释说：“我们将整个流程分为几个步骤，每个步骤的时间长度相等，以此来减少生产过剩或生产不足。在上一个步骤完成之后，下一个步骤才能开始。此外，我们的员工也变得更加灵活，能从一个工作站迅速转换到下一个。一个作业完成之后，他们还可以帮助同事完成下一个作业。”

要成功实现流程优化，观念的改变和定期的开放式沟通是关键要素。从车间工人到制造经理或主管，每个

每个异常问题，以便立即予以修复。”

事实证明，这些会议非常成功。举例来说，一位负责包带发电机组件的员工发现一个错误。她无法找到问题所在，便告知主管人员，主管随即查出了故障原因：胶带有污损。Udo Wunsch 博士表示：“这种对整个流程负责的态度帮助我们避免了一个重大问题。”他指出，持续稳定的沟通、高透明度和基于事实和实际数据的讨论是落实 OPEX 持续改进理念的先决条件。

数据准确性

我们的铸造厂邻近圣保罗的发电机磁极生产厂。作为福伊特水电的主要厂房之一，该铸造厂是实施 OPEX 计划的上佳之选。目前，“车间管理”原则也已引入该厂，此外我们还利用一个详细的统计流程控制机制对 80 多种性能数据进行评估测量，从温度到砂粒尺寸。“铸造用砂的尺寸和形状等必须保持一致才能生产出符合质量要求的产

品。” Nuzzi 解释说。跟踪及可视化是 OPEX 的关键要素：更精确的数据可帮助员工更清晰地洞察生产流程的每个要素，从而设定基准并满足严格的目标要求。在铸造厂，OPEX 已帮助改进了铸造流程的每个环节，铸件质量也明显提升。

流程质量改善的另一大体现是铸造厂可持续性的增强。举例来说，现在铸造用砂经过回收和在加工可多次使用，在保证品质的前提下减少了浪费。通过采用闭环供水系统，我们减少了新鲜水使用量，同时，绝缘提高和各个生产区域之间的协调用电还降低了耗电量。

Nuzzi 和他的团队对于圣保罗工厂实施的改革举措以及产品的改进颇感自豪。他微笑着说：“这些是福伊特自己的产品。目前 OPEX 的实施还刚刚起步，我们正在对其进行调整，并计划将其应用于福伊特水电的各个全球分支机构；改进和优化将是一个长期持续的过程。” //



巴西圣保罗铸造厂已通过 OPEX 实现大量改进。

优化运营流程



福伊特水电首席运营官
Uwe Wehnardt 畅谈全球
OPEX 计划

OPEX 计划的主要目标是什么？

OPEX 是一个致力于推动长期改进的计划，主要面向公司的制造业务。其宗旨是建立与福伊特产品和服务同样出色的制造流程。该计划要求所有的制造部门员工转变观念，建设一种持续改进文化：方法是发现节约机会和改进空间，将机会变为现实，同时统一采用标准化运营方式。我们的每位员工都是该计划的一分子，均需献计献策，推动计划实施。

客户可获得哪些利益？

OPEX 的主旨是对我们的内部制造流程进行改革，但通过不断改进这些流程，我们也可提升服务水平。举例来说：通过加快车间的零件加工速度，我们可以缩短总体交付时间，使客户的水电站能尽快投入运行——这对客户来说无疑是巨大的获益。

您能举个例子说明 OPEX 计划带来的变化吗？

总体设备效率（OEE）就是一个典型例子：提升 OEE 就等于减少计划外停机次数并提高零件加工速度。在过去一年，我们将全球各个工厂所有大型机器的 OEE 提高了 50%。此外，“单件产品流程线”（参见正文）通过精简制造流程将生产周期缩短了 40% 以上。

OPEX 计划目前处于什么状态？下一步有何计划？

OPEX 计划的实施已进入第二个年头。目前所有的基本要素已齐备，比如经过专业培训的 OPEX 专家，清晰的目标和 KPI，以及为每个工厂制定的关于如何实现这些目标的总计划。对制造流程的持续改进行动已步入轨道。今年我们将进行更多评估活动，在各个工厂推行标杆管理，通过互相学习和借鉴刺激更多流程改进。//



巅峰之作

在三峡大坝开工建设 20 年的今天，它依然在创造一个又一个令人震撼的世界纪录。

最近，三峡大坝喜迎 20 周年庆典。大坝建在全球最大的水电站之上，自开工建设至今已历经 20 个年头。在此期间，三峡大坝创造了众多世界纪录。作为对 20 周年庆典的献礼，长江三峡集团公司日前宣布了又一里程碑式成就，即三峡水电站于 2014 年的总发电量达 988 亿千瓦时，打破了单个水电站的年度发电量纪录。由于三峡项目规模巨大，众多供应商参与了工程建设。福伊特与通用电气和西门子共同中标，为项目提供了六套水轮发电机组和附属组件

（每台装机容量为 700 MW），同时在现场提供技术服务。福伊特水电的德国、中国和巴西分公司参与了项目实施：负责项目及模型测试，生产混流式转轮和发电机部件，以及励磁系统和辅助系统。

福伊特水电研发中心（Brunnenmühle）水轮机设计总监 Thomas Aschenbrenner 博士在回顾当时的情形时表示，三峡大坝项目对福伊特公司来说意味着巨大的技术及物流挑战，它为公司的后续项目积累了宝贵经验。他说：“该项目在效率和可靠性方面创造

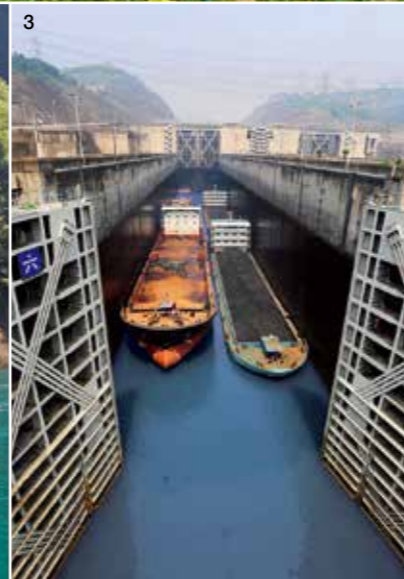
了全新纪录，我们在混流式水轮机设计领域的水力设计也跃上新高度。这也是我们在中国实施的一系列特大型工程的开端；在三峡大坝项目中我们积累了丰富的知识和经验，包括项目执行和客户沟通，这些经验为现在的项目提供了宝贵借鉴。”

防洪抗灾显威力

尽管大坝的发电能力不容置疑，但在过去 20 年，负面舆论也时有出现。比如，长达 660 公里的水库影响了沉积量和下游鱼群数量，但三峡公司积极采取措施改进了调度系统，并着力监测、研究和解决生态问题。此外，当地居民和长江两岸的 1400 万中国居民如今已远离洪涝灾害。过去，洪水曾夺去几千人的生命，使几百万人无家可归。而在干燥季节，由于大坝对水位的调节和控制，很多地方免受干旱侵袭。过去，长江水浅，水流湍急。现在，三峡大坝使长江蓄水更深，流速变缓，每天上千艘船只通航。三峡大坝是内陆地区长途客运与货运最具成本效益的途径，推动了当地经济的



- 1 大坝既改善了农业灌溉，又能保护农田免受洪水侵害。
- 2 过去，长江水浅，水流湍急。现在，长江更加适宜航行，成为客运及货运的重要航道。
- 3 世界上最大的船闸系统，可允许船只通过大坝。



中国长江三峡集团成功运营三峡项目的启示

三峡大坝自动工以来已有二十年，它对保障中国的清洁能源供应发挥了什么作用？

三峡大坝的装机容量是全球最大：2014 年发电 988 亿千瓦时，创造了单座发电站年发电量的世界记录。自 2003 年第一台发电设备投入运行至 2013 年末，三峡大坝的发电总量达到 7119.7 亿千瓦时，节省燃煤4亿吨，减少二氧化碳排放 8 亿吨，降低二氧化硫排放 8 百万吨，为中国的环保事业做出了巨大贡献。

除水力发电之外，它还给当地带来了哪些好处？

三峡大坝是长江流域发展和防洪的支柱，承担着全世界水力水电工程中最繁重的职能和使命。通过科学调度，三峡大坝不仅在发电领域惠及四方，而且在防洪、航运、水资源分配、节能减排以及环境保护方面贡献良多。三峡大坝还促进了国家电网互联互通，有效缓解了华中、华东、广东省以及其他地区供电紧张的局面。

防洪是三峡大坝一项重要的救生功能。它在这个方面实现了哪些改进？

防洪是三峡大坝的首要任务。历史记录表明，长江平均每 10 年发生一次严重洪涝灾害。1931 年和 1954 年爆发的洪灾致使数千平方公里的农田被淹，数万人失去生命。现在，情况基本得到改善：三峡的防洪标准已由“十年一遇”提升到“百年一遇”。三峡大坝能够有效保护长江中下游地区 1500 万居民的生产生活，并可防止大面积农田被淹。

三峡大坝改善了长江的航运。具体有哪些好处？

现如今，数万吨货物可以从上海直接运到重庆：运输成本减少三分之一。2014 年，船闸通过量接近 1.2 亿吨，创下大坝最高记录。三峡电站还提供了众多的工作岗位：重庆直接从事水上运输的人员达 150,000 人，其中 80,000 人来自三峡库区。

三峡大坝对中国经济发展的影响是什么？

三峡大坝带来的防洪、发电、通航等益处对中国的经济发展影响深远。水库地区的基础设施建设不断改进，城镇化步伐加快，居民收入以及生活水平得到显著提高。1996 年至 2013 年，水库地区城市居民人均纯收入平均每年增长 12.7%，农村居民人均纯收入平均每年增长 18.8%。就业结构逐渐以第三产业为主导，经济结构从单一的农业向多种行业转型。

水力发电现在和将来对中国的能源结构发挥哪些作用？

中国目前主要从煤炭中获取能源，而资源短缺和环境污染限制了煤炭资源的发展。调整能源结构，降低煤炭在一次能源消耗量中的比重十分重要。中国拥有大量的水电资源，如果 24.7 亿千瓦时的潜在水电得到全面开发，每年可代替原煤约 10 亿吨。中国的水电站装机容量以及发电量将继续迅猛增长，而且中国已经承诺到 2020 年将非化石一次能源占比增至 15%。为此，水电发展将成为未来的重点。//

▷ 飞速发展。阿申布雷纳表示：“每次我回到这里都会看到许多新的建筑。”除了带动当地旅游业，三峡大坝还建成了是世界上最大的船河闸系统。三峡升船机将于今年晚些时候完工，可运送 3000 吨的船只，加快大坝交通航行，成为三峡大坝项目历史上又一项成效卓著的工程。//

你知道吗？

2% 三峡发电量约占全国发电量的2%。

1.8 万 每年到三峡大坝旅游的人数为180万。公共假日游客接待量达到20万人。

660 公里 三峡水库长660公里，相当于从洛杉矶到旧金山或者从柏林到阿姆斯特丹的距离。

22,500 MW 三峡电站总装机容量达到 22,500 MW，相当于 10 座现代化的核电站。



- 1 庙宇点缀着金瑙尔县美丽的山景。
- 2 1000 MW的 Karcham Wangtoo 大坝装有四台混流式水轮发电机。
- 3 杰夫·昌德 5 岁大的孙女在杰乔蒂 (Jay Jyoti) 学校学习。
- 4 医院配备宝贵的人力资源，为当地人民提供医疗护理。

人间仙境

当地居民评价 Karcham Wangtoo 水电站给印度北部农村地区带来的诸多好处。

金 瑙尔县位于印度北部的喜马偕尔邦，处于桑噶尔、大喜马拉雅、吴拉德哈山脉的山坳之中，拥有“人间仙境”的美誉。在古代神话中，当地人民被称为“金纳” (Kinner)，即半人半神。当地的古代寺庙星罗棋布，遐州僻壤，与世隔绝。道路、桥梁、学校以及医疗服务远不及印度其他多地，与经济发展活跃的德里、班加罗尔、孟买有着天壤之别。

但是一切都在改变。Karcham Wangtoo 水电站于 2011 年投入使用，不仅为印度北部带来持续稳定的供电，而且改善了当地的基础设施。从喜马偕尔邦首府西姆拉到水电站长达 190 公里的公路已经拓宽，同时新建五座桥梁，修缮加固其他基础设施，以便能够为水电站运输重型设备。项目开发商捷披公司另外修建了一条 25 公里长的公路。

捷披公司还承接了大规模的绿化工程，在该地区种植数万株树木，饮用水及灌溉设施也得到了改进。这些措施显著促进了当地的可持续发展。

改善当地生活

Karcham Wangtoo 水电站还改善了金瑙尔县的社会和教育条件。为了改善水电站周边的社会状况，当地建立了一间拥有 40 张床位的医院以及一所学校。医院配备了具备合格资质的医生以及 60 多名医护人员，为住院病人提供治疗，同时，每天许多门诊病人在与该医院相关的诊所接收治疗。

当地人民对于这些改进措施感激不已。来自拉姆尼村附近的苏希尔·内吉最近接受了骨折治疗。他介绍道：“医院的

环境非常干净卫生，我刚到医院就有人立即为我诊治，效率高，费用又低。”医院主任医师苏曼·达尔表示：“我很高兴能够在这里工作，这里工作条件好，更能为农村的老百姓提供服务，为他们带来福音。”

水电站开办的杰乔蒂学校为金瑙尔县 40 多个村庄的贫困生提供优质教育。学校的学生达到中学标准，目前拥有大约 400 名学生，23 名全职教师。杰夫·昌德 5 岁大的孙女在杰乔蒂学校学习，他说，“学校的教学设施非常好，学费也不高”，确实惠及他所在的村庄以及附近其他村庄。对此，邻村瑟拉亨村的希拉德维表示完全赞同。

为了提高金瑙尔县人的工作技能、增加更多工作机遇，当地设立了捷披工业培训学院。



▷ 学在当下，展望未来

在优尼 (Urni) 村成立的捷披工业培训学院旨在提高当地人的就业技能水平。钱德拉塞卡正在学院接受电工技能培训，他来自 25 公里之外的卡卡斯托，他说：“这是这个地区唯一一所提供培训和提高职业技能的学院。明年学成之后，我希望能够找到一份好工作。”

截至 2014 年 12 月，Karcham Wangtoo 水电站的总发电量超过 151.35 亿千瓦时，向喜马拉雅邦免费供电 18.12 亿千瓦时，为喜马拉雅邦创收大约 60 亿卢比 (9700 万美元)。水电站还承诺未来将继续为该地区的发展带来更多福祉。//

Karcham Wangtoo 水电站项目

Karcham Wangtoo 大坝和水电站坐落在 Kacham 村和 Wangtoo 村之间，是一座径流式发电站，白天在导流结构后面蓄水，利用萨特莱杰河的能量发电。该项目由捷披集团分公司捷披卡尔羌姆水力发电有限公司开发。

由福伊特领衔的一个企业集团承包了该项目的机电工程。福伊特承接的工作范围包括四台 277.8 MVA 同步发电机，母线管道，监控和数据采集系统，冷却水系统以及一些电站辅助设备。机电工程在 42 个月内完工。2011 年 5 月，项目第一台设备投入使用，紧接着后续设备陆续投入使用。2011 年 9 月，第四台设备投入使用，比项目计划提前了 65 天。该项目的成功实施得益于强大的项目管理，各公司之间的密切合作以及土建公司的积极互动。

该项目地下土方工程共计 4,805,288 立方米，包括修建 45 公里的隧道以及超过 800,000 立方米的混凝土。在项目施工高峰期，大约有 15,000 名工人不畏山区艰苦的天气条件，始终工作在第一线。

这是这个地区唯一一所提供培训和提高职业技能的学院。明年学成之后，我希望能够找到一份好工作。

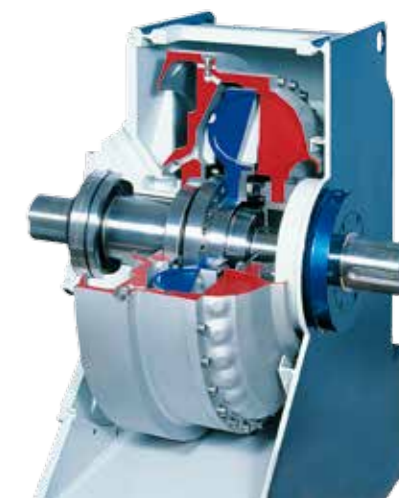
钱德拉塞卡，电工学徒，来自卡卡斯托

福伊特动态

福伊特集团各事业部最新动态

高效检修

福伊特工业技术服务将继续扩大其在检修市场上的优势。在能源石化部门的帮助下，福伊特在国际检修市场表现活跃，能在关停炼油厂和化工场之后，以最短的时间进行修理。2014 年末，福伊特与芬兰一家炼油厂以及瑞典哥德堡 ST1 炼油厂签订了项目合同。福伊特最近在安哥拉完成了其第一次海上检修。英国石油公司 (BP) 拥有的运油船——浮式生产储卸油船 (FPSO) 大普鲁托尼奥 (GREATER PLUTONIO) 预订进入港口进行保养和维修。福伊特专家提前四天就完成了他们在非洲的首个项目。//



实力见证

福伊特驱动最近制造出第 1000 个 TPKL 型液体联轴器，其中 250 个液体联轴器将运往中国大同煤矿集团。这些液体联轴器将安装在 6.4 MW 皮带运输机的驱动器上。地下皮带运输机长度超过三公里，由四台 1600 KW 的电动机驱动，规划容量 4000 吨 / 小时。原煤沿 14 度角向上运送。大同煤矿集团是中国最大的煤炭开采企业之一，在全国经营着大量煤矿。其中有许多煤矿已经将福伊特液体联轴器用于各种各样的地下设备，例如皮带运输机，装料转载机和破碎机。//

尽在掌握

福伊特造纸向德国奶酪制造商 BAYERNLAND 供应一套全新的生产区空调系统。牛奶加工区的卫生标准和空气质量要求极为严格，所以通风标准和制冷技术要求也特别高。全新的福伊特空调系统确保室内空气条件可控而且卫生。工厂经理对这套空调系统的表现非常满意：“这套空调系统在实际使用过程中表现出一流的理念和品质，将为我们产品的品质保证做出重要贡献。”//



水电发展里程碑

福伊特主导了水力发电技术的早期发展历程。

18 世纪

现代水力发电的历史起源于 18 世纪中期左右。在医学教授和物理学家约翰·安德烈斯·塞格纳根据牛顿运动定律发明更加有效的直立水轮之前，水的力量已经被人类运用了数千年。这种直立水轮是现代水轮机的先驱之一。

1832 年 / 1835 年

19 世纪，水轮机取得了显著进步，并在法国人伯努瓦·福内隆发明水轮机时达到顶峰。福内隆发明的水轮机在 1832 年获得专利，1835 年安装在德国黑森林第一座商业运营的水力发电厂。虽然其使用效率是传统水轮机的五倍，但工程师和科学家们行思坐想，欲将水轮机的效率提升到更高水平。

1849 年

多年以来詹姆斯·比切诺·弗朗西斯测试了几种水轮机，直到 1849 年终于取得突破，制造出他心目中理想的水轮机。弗朗西斯制造的第一台水轮机在螺旋可调节叶片上进行创新，这种水轮机日后不断更新换代，但这个最原始的机型目前仍然应用于全世界众多水力发电厂。

1866 年

维尔纳·冯·西门子发明发电机，将水能转化为电能。

1870 年 — 1879 年

1870 年，福伊特进入水力发电领域：当时对能源的需求非常高，而公司现有的造纸机业务与水力发电相同。于是，福伊特在 1870 年引入了第一台水轮机，三年之后公司掌握了詹姆斯·弗朗西斯发明的水轮机技术，福伊特公司生产出第一台混流式水轮机。不久，水轮机业务开始蓬勃发展：1879 年，福伊特公司制造出其第一台水轮机调速器。

1880 年

莱斯特·阿伦·培尔顿秉承着创新精神，经过一轮又一轮测试，终于发明出培尔顿水轮机。如今，这种水轮机依然是常用水轮机之一，而且经常用于高水头环境。

1901 年 — 1910 年

随着工业技术的飞速发展，人们对能源的需求与日俱增。1901 年，福伊特售出第 1000 台混流式水轮机。水轮机销售同时面向全球市场。1903 年，福伊特赢得一份合同，在当时第一大水力发电厂——尼亚加拉瀑布水电站安装世界上最大的水轮机。福伊特水轮机同样也出口到中国市场。1910 年，福伊特向中国第一座水电站——石龙坝水电站供应水轮机。

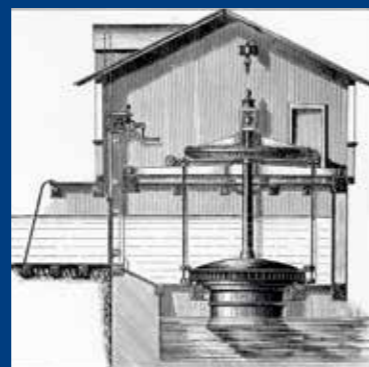
1908 年

随着水力发电成为主要的发电手段，福伊特在使用水力发电节能方面处于最前沿。1908 年，福伊特在德国海德海姆的水电研发中心（Brunnenmühle），建立了第一个抽水蓄能电站。

1912 年 — 1922 年

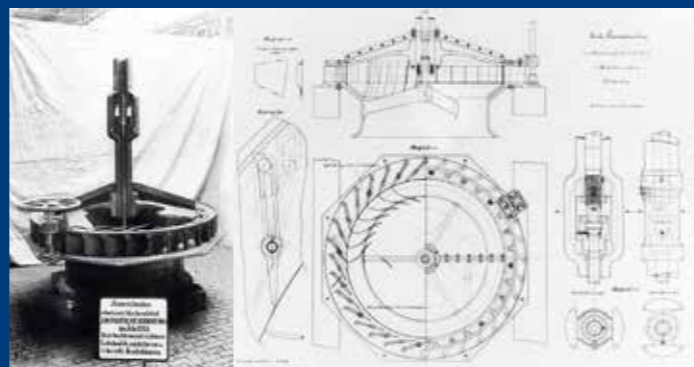
目前常用的另一种水轮机于 1912 年问世并获得专利。澳大利亚人维克多·卡普兰以现有的混流式水轮机为模板开展实验，最后开发出自己的水轮机。这种水轮机特别适合低水头环境。福伊特意识到卡普兰的发明何其重要，于是与卡普兰一起改进设计，提高水轮机效率。第一台卡普兰水轮机终于在 1922 年交付。//

1870 年



福伊特第一台水轮机：
100 马力 Henschel-Jonval 水轮机

1873 年



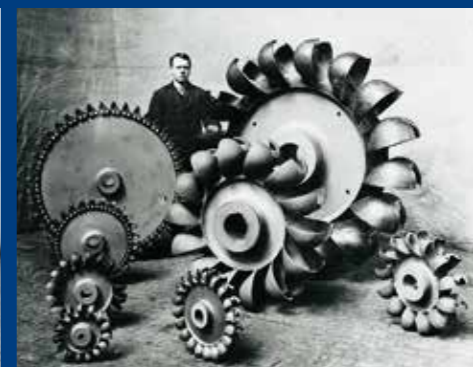
福伊特首台混流式水轮机的照片和图纸

1879 年



福伊特第一台水轮机调速机

1880 年



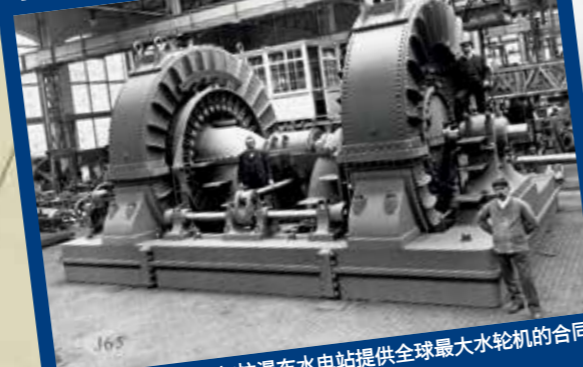
培尔顿水轮机亮相

1901 年



福伊特生产的第 1000 台混流式水轮机

1903 年



福伊特赢得在尼亚加拉瀑布水电站提供全球最大水轮机的合同

1908 年



德国海德海姆布伦兹河第一座抽水蓄能电站

1910 年



交付给中国第一座水电站石龙坝的水轮机

1922 年



交付第一台卡普兰水轮机

环保勇士

社会学家玛丽·乔丹 (Mary Jordan)
用艺术呼唤大众关注全球水资源危机。



1 美国艺术家Marilyn Minter的设计，
背后是曼哈顿高楼大厦的轮廓。
2 英国摄影家 Tessa Traeger 的帆布
作品特写。



玛丽·乔丹是艺术家、电影制片人和积极捍卫人权的活动家。她创立了非盈利机构 Word Above the Street,并担任公共艺术项目“Water Tank”的创意指导。

身 为电影制片人、行为艺术家和社会活动家，玛丽·乔丹一直以另辟蹊径的创作方式唤醒公众良知。正如她自己所说：“我一直是个叛逆的人”。玛丽来自加拿大，曾攻读艺术和社会人类学。早在 18 岁，才华横溢的她就拍摄了电影处女作——有关北非女性割礼的纪录片。后来，她在缅甸、非洲、印度尼西亚和印度等地摄制了关于人权的纪录片。2005 年，她被《电影制片人》杂志提名为 25 名电影新锐之一。

近来，玛丽在自己所居住的纽约市举办“Water Tank”公共艺术项目，呼唤人们关注水资源短缺问题。她邀请到 50 多位当代艺术家在纽约市的众多水箱上描绘以水为主题的作品。该艺术项目覆盖纽约多栋房屋，其规模甚至超过 2005 年艺术家夫妇 Christo 和 Jeanne-Claude 在中央公园创造的橙色布帘作品“The Gates”。

玛丽说：“在纽约这个视觉化的社会，艺术成为了强有力的信息媒介。”参与本次创作的，包括概念派艺术家约翰·巴尔代萨里、新通俗艺术家杰夫·昆丝和埃德·拉斯查，以及来自伊朗的模版涂鸦双人组 Icy 和 sot。

表达感激

这次艺术项目的创意，缘起于 2007 年。当时，玛丽在埃塞俄比亚拍摄关于哈默部落的纪录片，期间她患上了水传播疾病。别人用独轮推车将她送到附近的村庄进行治疗。不知过了多久，玛丽在一间泥屋中醒来，几位哈默妇女在旁悉心照

“我突然发现，纽约的水箱就好像一座座悬空的寺庙，装载着滋润双眼的清泉。”

玛丽·乔丹，社会活动家

料。玛丽希望以钱和礼物聊表感激之情，但被婉言谢绝了。她们说：“希望你能够将这里的水资源问题告诉全世界”。

埃塞俄比亚一直饱受干旱困扰，清洁的水资源极其有限。同时，玛丽也联想起全球的水环境危机：包括过度捕捞、冰川融化和海平面上升。起初她想拍摄一部电影，但纽约建筑物上的桶状水箱触发了她的灵感。“纽约有 15,000 个水箱，它们好像一座座悬空的寺庙，装载着滋润双眼的清泉。”

经过 18 个月的筹备，玛丽在 2010 年成立了非盈利机构“WordAboveThe Street”，并通过该机构发起“Water Tank”公共艺术项目。玛丽说：“艺术家们很喜欢这个创意，谁都想试试在水箱上作画的滋味。”Booth Ferris 基金会、福特基金会、洛克菲勒基金会纽约城市文化创新基金和阿根尼斯·冈德

基金会 (Agnes Gund) 提供了资金，斯沃琪、德意志银行和赫斯特集团提供了赞助。本次项目的重要工作是寻找上好的水箱。

另一个问题是，如何让人们抬头观看水箱艺术作品呢？玛丽专门开发了一款带有地图的 APP。同时，她委托一家广告公司设计了广告板，并在人行道上用粉笔画出水箱，以标出水箱地点。

项目始于 2014 年 8 月，目前水箱创作仍在继续。“我们的创作不会停歇，照目前的速度，只有等水资源危机停止之后我们才会搁笔。”此外，她计划将这个艺术项目推广到世界其它地方，比如印度尼西亚和中东。

活动也曾遭到冷遇。“即使为了让世界变得更美好，我们也不应该乞求别人。但每 22 秒钟就有一名儿童死于水传播疾病，所以我们应该放下自己的‘面子’。”

同时，她和非盈利组织“Waves for Water”的运营人 Jon Rose 共同募集资金，为哈默部落建设一条输水管道。“我们是环保勇士，竭尽所能去保护最伟大的生命力量：水。”//

欲了解公共艺术项目“Water Tank”以及水箱绘画位置，请登录：
thewatertankproject.org



高层访谈

福伊特水电美国约克公司新任首席执行官
Bob Gallo

1 为什么您对水电如此着迷？

水电有诸多优势：许多水电站能够利用丰富的自然资源，堪称令人惊叹的工程壮举。水电厂运营留下极低的碳足迹。如此同时，水电灵活性大，能够快速启动和停止发电，弥补了光伏发电和风电发电的不稳定性和间歇性。

2 您对水电的最初记忆是怎样的？

大概在 10 岁时，我同家人一起去看尼亚加拉大瀑布，我们分别从美国和加拿大观看瀑布的不同侧面。这是我首次造访另一个国家，也是首次了解水电。尼亚加拉大瀑布景色迷人，引人入胜。在 20 世纪初期，福伊特就为这里的水电站提供水轮机，这确实说明了问题。

3 作为福伊特水电美国纽约公司的新任首席执行官，您的主要目标是什么？

我很荣幸能够加入这家人才济济的公司，即便在当今充满挑战的市场情形下仍保持良好运营。我的目标是进一步完善售后服务和整修翻新服务，以便为全美国各行业、各品牌的客户提供最佳解决方案。此外，通过进一步开发我们的投资组合和流程，我们希望为客户提供更有帮助的产品和服务。

4 在福伊特工作有什么特别之处吗？

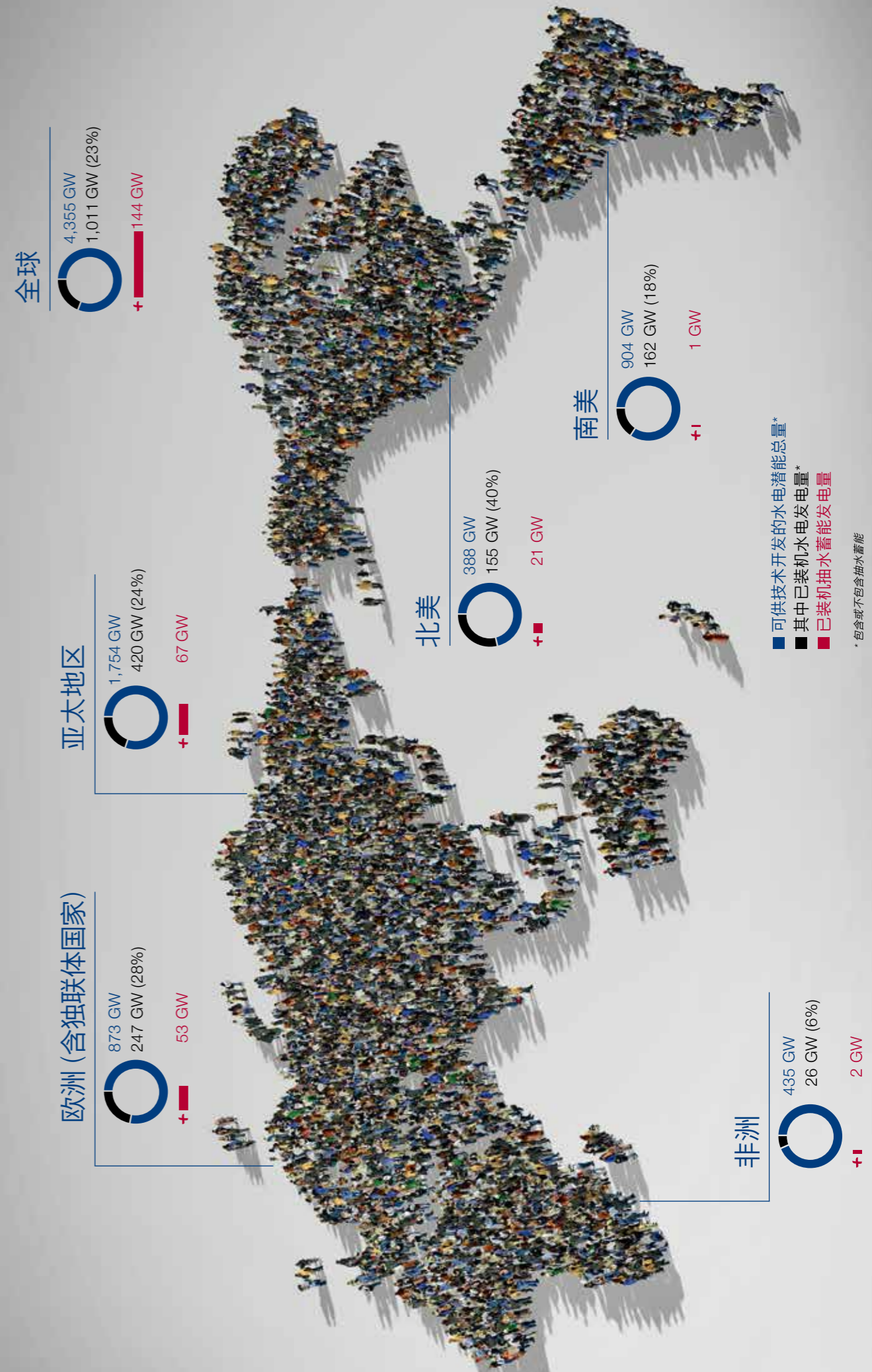
1999 年，我通过一项收购进入福伊特造纸公司，开始自己的职业生涯。来到这里后不久，我发现福伊特是一家很特别的公司。如果在高层任职，你很快会在不同职能领域、业务系列和国家发现富有挑战的崭新机遇。目前，我对水电部门的全新职业机会感到欣喜不已。

5 您能否就美国水电行业当前的挑战和发展状况谈谈自己的看法吗？

我们的客户在水电投资及设备安装方面经常面临漫长且困难的许可程序。此外，美国政府为风电和太阳能发电行业提供高额补贴，给予这两类发电项目最高等级的优先运营权。另一方面，水电在稳定电网方面拥有独一无二的优势，所以在平衡电网负荷时承担了较大压力。//

Bob Gallo 于 2015 年伊始担任福伊特水电约克公司的首席执行官。大概 15 年前，他在福伊特集团开启自己的职业生涯，曾在福伊特造纸公司担任多个高级职位。Gallo 拥有化学工程学士学位，并拥有制造、工程、研发、现场服务和销售等多个职能领域的从业经验。

水电潜能



原版由：

福伊特水电公司

Alexanderstr. 11

89522 Heidenheim, Germany

电话：+49 7321 37 0

传真：+49 7321 37-7828

www.voith.com



A Voith and Siemens Company

VOITH
Engineered Reliability