

VOITH

水力发电技术专业杂志

HyPower

#27 | 2016年

用工业4.0武装水电行业

未来 — 蓄势待发

全球专业优势

用自动化技术为水电带来变革

领航篇

精湛服务，面向当今和未来

出版说明

出版人：
福伊特集团
St. Pöltener Str. 43
89522 Heidenheim
Germany
www.voith.com

出版责任人：
Ute Böhringer-Mai

主编：
Gudrun Köpf

编辑：
Elke Kleinknecht, Susanne Speiser, Dr. Vesna Stirnadel

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Burda Gesellschaft mit beschränkter Haftung (股份有限公司, 奥芬堡) 和KB Holding GmbH (柏林), 双方各持有50%的股份。Burda Gesellschaft mit beschränkter Haftung的唯一股东是Hubert Burda Media Holding Kommanditgesellschaft (有限责任公司, 奥芬堡)。KB Holding GmbH的股东是Lukas Kircher (总经理, 柏林) 和Rainer Burkhardt (总经理, 柏林), 两人均持50%股份。

纸张：
HyPower使用Respecta Silk纸张印刷。这种纸张由福伊特纸机制造。

版权：
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它著作中。



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

照片来源：

封面：shutterstock/123dartist；第8/9页：Connie Zhou/Action Press；第11页：Dawin Meckel, 柏林（右图），Rüdiger Nehmzow, Düsseldorf（上图），第15/16页：Christian Wesser, Heidenheim；第17页：Dawin Meckel, 第24页：Manfred Georg Schwellies, Hohenlockstedt；第32页：Dawin Meckel（上图）；第33页：Rüdiger Nehmzow（上图）；第34页：Hayman Studios, York (PA) USA；第35页：Christian Wesser, 第36页：Rüdiger Nehmzow；第40/41页：Getty Images/Prakash Singh；第44页：Getty Images；第45页：Stocksy

其它所有图片均来自福伊特集团。



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



确保能源持续不断

21世纪，对电力的需求源源不绝。对电力生产商来说，这意味着可靠性是关键。因此，自动化系统和设备服务成为重中之重，对水电来说尤其如此，因为水电站通常位于不易到达的偏远地区。

当然，在任何水电项目中，自动化与服务一直都至关重要。如今，许多已使用几十年的技能与技术仍在发挥关键作用。尽管如此，变革已是迫在眉睫。

“工业4.0”或“工业互联网”有望将自动化和服务推向新的高度，其提供的源源不断的运行数据流可进行远程分析并用于更好地预测维护需求。您可能会问：这究竟有什么好处？毕竟，新的解决方案是需要投资的。好处就在于设备发生故障的风险得以降低，从而缩短停机时间、提高设备的可靠性并使运行方式更加灵活。

2016年4月1日，福伊特设立数字化解决方案事业部，旨在在这个新的工业IT时代为客户推动这一进程。

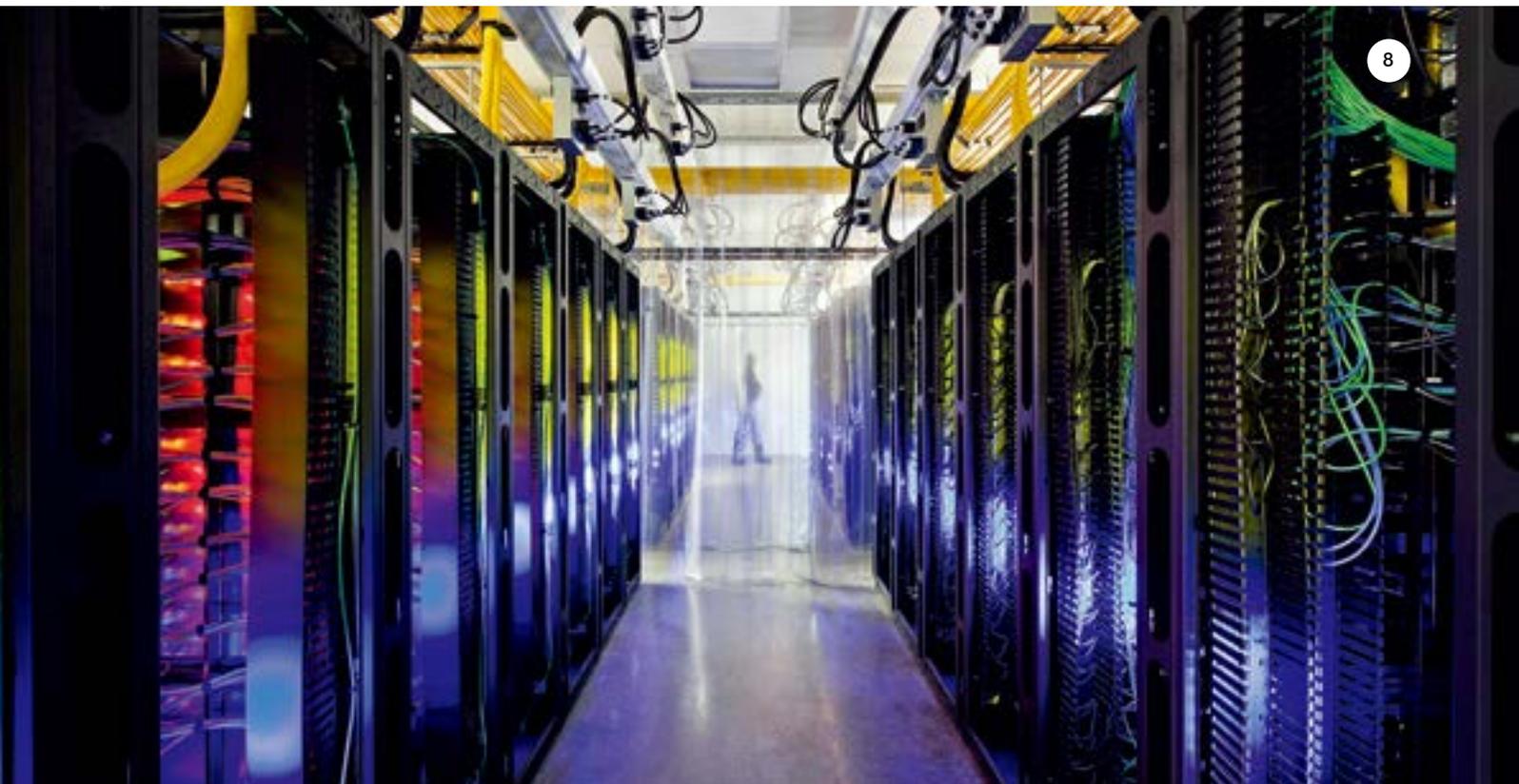
这个新设立的事业部可以完美补充福伊特水电久经验证的水电产品、服务和综合电站解决方案。最先进的自动化创新成果加上基于近150年深厚专业知识的服务，将帮助我们的客户享受互联新世界的裨益，同时确保其水电站的安全性和完整性。

阅读本期《HyPower》，您将深入了解这一成果究竟是如何取得的。祝您阅读愉快！

顺祝商祺！

A handwritten signature in blue ink, reading "Ute Böhringer-Mai". The signature is fluid and cursive, written on a light-colored background.

Ute Böhringer-Mai
全球市场传播副总裁



阅读其它富有洞察力的出版物，了解关于福伊特的更多信息

固定栏目

- 03 编者按
- 06 最新动态
- 07 热点话题
- 43 福伊特动态
- 46 问高层的5个问题.....
- 47 全球视角

领航篇

- 8 **建设更加智能化的电站**
了解福伊特如何与客户携手，打造将工业4.0应用于水电领域的典范
- 14 **高层访谈**
福伊特水电的前任及新任CEO展望福伊特的未来
- 17 **协作成就一切**
团队一起携手，克服来自客户的挑战
- 18 **始终保持良好运行**
造福水电站运营商：延长设备寿命，缩短停运时间
- 20 **深厚的专业优势**
福伊特能力组合博大精深
- 22 **培养下一代水电工程师**
福伊特水电学校确保水电工程前景光明

绿色能源篇

- 24 **更稳定，少磨损**
创新的控制技术通过确保电力平稳流动，支持电网稳定性

成套设备供应商

- 26 **电站一体化的力量**
如今，水电站运营商要求成套的水电站，而不仅仅是设备

- 27 **少即是多**
越南山区的Dakter水电站实施标准化具有非凡意义

历史撷英

- 28 **水轮机调速器发展史上的里程碑**
从19世纪发明第一台调速器，到最新的数字化版本



全球专业优势

30 自动化进行中

自动化技术使世界各地水电站的运营更加简单

34 服务英雄

面对同样重要的岗位，两位服务专家展现了截然不同的视角

36 综合能力

福伊特水电通过并购及合资经营，为客户带来裨益

成功的合作关系

40 自然的力量

尼泊尔西部壮观的中马相迪水电站

创新致胜

42 小心间隙

窄间隙焊接工艺创新面面观

嘉宾视角

44 找寻出路，应对水资源短缺

为什么量测地下水的可持续性是具有全球意义的大事？



集团高层平稳过渡

2015年10月和2016年1月，福伊特集团和福伊特水电管理委员会分别做出重大人事调整，这将推动福伊特及其客户在未来实现成功。

新任首席执行官 – UWE WEHNHARDT

继成功担任福伊特水电事业部首席执行官之后，Roland Münch博士现出任福伊特新设立的数字化解决方案事业部首席执行官，该事业部负责为整个福伊特集团开发创新的数字商业模式。Uwe Wehnhardt先生接替他担任福伊特水电首席执行官。Wehnhardt先生以工业工程专业毕业，拥有在宝洁和Alfred Kärcher GmbH & Co. KG等国际大型企业的长期成功管理经验。此前，他在福伊特造纸公司担任执行副总裁，2011年成为福伊特水电管理委员会的一员。Wehnhardt先生拥有渊博的技术知识并且非常了解客户需求，这些是作为首席执行官必需具备的能力。



Uwe Wehnhardt



Dr. Tobias Keitel



Martin Andrá

新任首席营运官 – TOBIAS KEITEL 博士

Tobias Keitel博士将接替Wehnhardt先生担任福伊特水电首席营运官。Keitel博士大学期间专业为工业工程，并持有工商管理硕士学位。Keitel博士先前曾在波士顿咨询公司和MAN Ferrostaal AG任职，2011年加入福伊特水电，担任项目经理。他曾担任多项管理职务，2014年被任命为业务部负责人，负责大型水电项目。

新任首席营销官 – MARTIN ANDRÁ

2015年9月，Jürgen Sehnbruch退休，Martin Andrá接替他出任福伊特水电新任首席营销官。Andrá先生曾在西门子集团的埃朗根和巴西分公司担任高管长达17年，于2000年加入福伊特西门子水电德国公司，2003年荣任董事会主席。继成功担任福伊特上海水电设备有限公司首席执行官之后，Andrá先生现为

福伊特水电管理委员会委员之一，负责全球销售及营销工作。//

水力发电，支持经济增长

印度2015年11月7日，位于查谟-喀什米尔邦的巴戈里哈尔 (Baglihar) II期水电站于举行竣工仪式，印度总理纳伦德拉·莫迪出席了该活动。查谟-喀什米尔邦能源短缺，这座装机容量为900MW的引水式水电项目的建成对其未来的经济和社会发展具有十分重要的意义。这个项目由福伊特水电牵头，多家公司共同负责供货、施工和设备调试。尽管实施过程中面临严峻的地质和气候挑战，最终项目还是得以如期完成。//

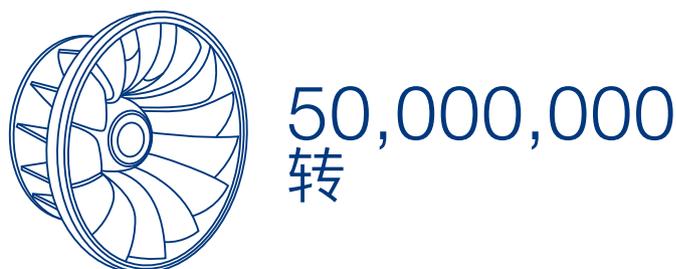


规模巨大的能源体量

从水轮机的转数，到所生成的数据，再到所输出的电能，水电制造了海量的数字。未来，这些数字将会持续增长！

1 旋转不息

一台轴流式水轮机平均每年旋转50,000,000转。

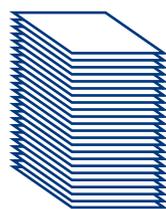


2 大数据

单一一座水电站的传感器每年即可生成3.5TB的数据。

3.5TB的数据量相当于一个厚度达1,750,000,000张DIN A4纸的记录本。

一个人要通读这个数据，大概需要4,000年。



17.5亿张
DIN A4纸



4,000
年



3 叮铃，叮铃

一年时间里，20亿部智能手机需要2,000,000,000 kWh的电量。



20亿部
智能手机

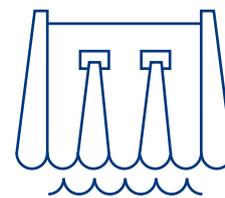


20亿kWh

4 水电生产

2014年，位于中国的三峡水电站发电988亿kWh。

988
亿kWh



建设更加智能化的 电站



采集和分析大批量数据，
为福伊特和客户创造价值

工业4.0不仅仅是一个流行词汇，它是一场革命。事实上，这是始于19世纪一系列革命中的第四场革命。最早从农业转变为工业，继而于20世纪初叶转变为电气化及大批量生产，最后逐渐过渡到60年代和70年代的数字自动化。工业4.0，又名工业互联网，是工业数字化时代的标志。它的基本特征是：机器之间自主通信；机械利用传感器采集海量数据；对数据进行快速分析，形成可执行的输出以用于决策；在工业环境下使用消费者信息及沟通技术（ICT）；以及建立能够支持数据、信息传播及执行的基础通信架构。其潜在的商业价值十分巨大。

最终，使这种价值得到测量的环节是利用数字技术使所有工业系统——从制造到电站运行——更加高效、可靠和安全，从而降低风险和成本。同时它也兼具开放性，▷



▷ 接纳基于服务的全新商业模式，例如在设备发生故障前进行预测。在水电领域，工业互联网为福伊特水电及其客户提供了大量新的可能性。具体而言，工业4.0解决方案可在几个方面帮助电站运营商：提高电站的可利用率；降低维护/维修成本和工作量；通过提升基础设施的安全及保障以降低成本和风险。

长远契机

工业互联网创造的机会令人振奋。但要发挥这些优势，还需要水电行业在思维习惯和方式方法上做出彻头彻尾的改变。下面我们来看一个例子：通过维护使水轮机的运行效率最大化。

在这个问题上，“1.0”版的方案是一直运行到水轮机发生故障，停运，解体，修理，然后再开机运行。很明显，这是一种缓慢而且成本昂贵的运行方式：修理本身的成本、耗费的人工以及损失的发电量。

当今普遍采用的预防性维护（“2.0”版）方法是遵循定期维护计划，对部件进行维修或更换，即使并非完全必要的情况下也是如此——相当于在达到固定里程后更换汽车轮胎。这种方法向前进了一步，但仍不是最佳方案，因为每个部件的回报没有实现最大化。

基于状态的维护（“3.0”版）采用传感器持续测量机器状态，随时发现问题并及时解决，在这个方面又进了一步。这种方案节省时间和成本，因为不再需要为了准确评估机器状态而动用一批工程师拆开机器。

最后，预测性维护才是真正的工业4.0方案。不同的传感器按数字架构分布在各个智能化分析系统中，如果传感器数据汇总提示在未来三周内（例如）很有可能发生部件故障，则电站运营商将：收到建议，改变水轮机的运行方式，将三周延长到五周；订购所需备件，交货期约四周；在四周零六天后停机，更换部件，然后立即重启投运。这种“准时维修”完美的诠释了：工业4.0如何使得水电运营商利用最新技术，而同时又能从原有基础设施中获取最大价值。事实上，要实现长期运行效率和投资回报的最大化，未来的选择要么是充分利用数据和软件服务来延长现有基础设施的服务年限，要么是投入巨额资本投资，安装新的机器设备。



“智能系统通过降低成本，提高效率，帮助水电站为能源组合做出最大贡献。”

费利克斯·弗莱明博士
福伊特水电数字化解决方案事业部



数字化解决方案的不同之处

福伊特认为，如何发挥工业4.0的优势是一种挑战，要与客户并肩面对和克服。福伊特水电的“工业4.0行动小组”现已成为福伊特数字化解决方案事业部的一部分，正在开发水力发电行业的智能解决方案。小组组长费利克斯·弗莱明，同时也是数字化解决方案团队的一名主要成员，解释了是什么原因使福伊特的方案如此与众不同：“我们将工业4.0应用于水电的方案专注于开发智能系统，帮助客户实现数字技术在营运、成本和安全方面所能带来的最大利益。我们利用灵活的流程，确保可以尽快完成从讨论到概念、原型和成品解决方案的过渡。不过，客户的要求与选择始终是每个项目的中心。这一点最为重要。” >

控制室及设备系统

隔离带来安全

水电站是重要的社会基础设施。智能化的服务要求在设备、工厂和云端之间建立全新的数字通信渠道，在每个环节都可能遭受黑客攻击。因此，必须极为严肃地对待潜在安全风险。毕竟，假如犯罪分子或恐怖组织控制（例如）靠近人口中心的水电站，其后果将十分严重。福伊特水电处理这种问题的方法之一是立即将电站控制系统与智能服务通信渠道隔离。这样可以确保，即使数据采集与分布网络出现安全缺口，电站控制系统的完好性也不会受到影响。在这一敏感领域，福伊特已有多年的经验。其“远端支持服务器”已经通过认证，可以通过它安全地访问大量造纸机械和水电站。另外，福伊特的IT部门不仅服务于福伊特本身，也利用其全球IT基础设施的“安全与隐私”特性为外部客户提供支持。



- 1 巴西Capim Branco水电站
- 2 跨职能团队确保实现最佳结果
- 3 建设智能化电站

▷ 这种灵活性就是福伊特数字化解决方案团队工作的主要特点。新解决方案的开发需要跨部门实施，而工业4.0团队成员都是从各部门精挑细选的，经验丰富，才华横溢。

正如弗莱明所介绍：“我们选择新的毕业生、经验丰富的工程师、软件专家、程序内行、调试专业人士和其他达人，针对客户挑战提供多维观点。不仅如此，我们可以完全自主，而且有点儿另类地探索新的概念，即使那样意味着挑战底线。但无论我们做什么，我们的焦点始终集中在对客户最重要的事情上。”

在很大程度上，这种方法是美国式“试错法”开发流程与福伊特和许多其它德国公司所擅长的工程循序法的完美结合。这种方法

极为灵活，费利克斯·弗莱明可以证实这一点，“2016年3月我们实施了一套智能解决方案范例，它的基础是仅在9个月之前提出的一种概念。这种实施速度在水电行业是不同寻常的。”

最后一个要点是，弗莱明坚信，只有公司在业务经营中执行相同的原则，福伊特的工业4.0“智能服务”才是可信的，其精髓也恰恰体现于福伊特数字化解决方案事业部的另外两个核心，即“智能工厂”和“智能工地”。例如，在福伊特的工厂内，团队正在通过预测性维护概念提高制造效率。与此同时，“智能工地”计划正在利用数字技术改进福伊特工厂与客户工地之间的物流和通信，加快设备交付和电站完工时间。



1



2



3

水电行业更加智能化的未来

谈到工业4.0对于福伊特水电及其客户具有哪些潜力时，弗莱明总结说：“水电具有价廉、清洁和可持续等特点，是21世纪最好的能源。通过成本和效率方面的裨益，我们的数字化解决方案可以把水电对能源组合的贡献发挥到最大，而这种贡献在整个价值链上都有体现，从设备生产商，到水电站运营商，直到电能终端用户。在客户需要的时候，与客户并肩工作，制定他们切切实实的解决方案，是快速实现这些裨益的最有效、最高效的方式。作为可信赖的长期合作伙伴，我们确保客户充满信心的与我们一起，为其未来的成功进行投资。”//

高层访谈

2016年1月1日，Uwe Wehnhardt成为福伊特水电事业部CEO，他的前任Roland Münch博士则成为集团新设立的福伊特数字化解决方案事业部负责人。在此，他们两位讨论了这两个事业部未来的发展方向及合作。

Münch博士，福伊特为什么成立了数字化解决方案事业部？

随着数字化进程不断推进，过去数年中我们看到了巨大的变化。想想线上交易有多么繁荣，或智能手机和平板电脑的发展有多么快，功能有多强大就行了。这种数字化转型目前已进入到工业领域。作为许多市场的技术领导者，我们有着独特的专长，并希望利用这些专长为我们的客户提供最佳支持，帮助他们过渡到新时代。为此，我们将自动化和IT能力整合到这个新的集团事业部，即福伊特数字化解决方案事业部。我们将借助这个新的事业部，与我们的客户和合作伙伴一起，联合开发新的数字化应用程序。

Wehnhardt先生，您从2011年开始成为福伊特水电管理委员会的一员，现在成为了该事业部的CEO。您对福伊特水电和福伊特数字化解决方案这两个事业部未来的合作有什么看法？

这两个事业部未来将非常紧密地合作。对于我们的客户而言，福伊特水电事业部的联络人没有发生变化——我们与新事业部的同事作为一个团队共事，将我们在水力发电和自动化领域的核心能力汇集起来，这会使我们受益良多。水电站是十分宝贵的资产，对电站运营商来说，其最终目标是：电站能够每天24小时、每周7天可靠运行，发的电能够并入电网。在新的部门框架下，我们能够集中精力开发解决方案，以提高设备的可利用率，进而提高其经济性。

这些新的解决方案是什么样子？

Münch：由于市场需求不断变化，水电站的运营需要越来越灵活。这对其技术也提出了更高的要求。所以，我们要提供新的解决方案，以更高效地监测和控制电站设备，防止出现停机。为此，我们需要最佳的监测和诊断设备。这样可以及早发现问题，通过及时干预，更有效地防止发生计划外停机。



Uwe Wehnhardt, 福伊特水电新任CEO

“福伊特水电目前的表现非常不错。我希望在此基础上再创佳绩，同时这也是我的职责所在。”

Uwe Wehnhardt,
福伊特水电CEO

Wehnhardt：此外，如果我可以补充Roland，我们已经开发出这类系统。现在，新电站可以作为标准配置安装这些系统。当然，我们也能对这些设备进行改装，使之满足现有电站的要求。

在工业4.0时代，您会如何处理安全问题？

Münch：安全是第一位的！我们的应用程序应当像电子银行一样安全。在福伊特集团内，我们很早就已经具备了这种能力。通过福伊特的“隐私与安全”业务，我们的IT团队已为福伊特开发了一种产品，并且已经提供给其它公司使用了一段时间。

这是否意味着福伊特会在市场上提供IT安全服务？

Münch：没错。我们为其它公司提供IT安全方面的咨询、审计服务和软件，并且已经成功实施了多个“隐私与安全”项目。

新兴市场和发展中国家是否会因工业4.0而被孤立于全球经济发展之外？或者，当前的发展能否看作是这些发展中国家的机会？

Münch：绝对是机会！新兴市场尤其可以从中受益。电站往往缺少拥有多年或几十年经验的专家，他们这些“老手”在巡逻电站时光听设备的响声就可以评估设备的运行状况。这正是数字化解决方案可以大显身手的地方。我正在研究开发可以很容易地安装在技术人员的平板电脑上的新应用程序。这些应用程序可以帮助他记录数据并实时传送给在福伊特的专家团队。由专家团队对数据进行分析并采取相应措施。如果需要，我们可以立即派维修人员前往电站或者将备件配送到电站。新的数字化应用程序蕴藏着巨大的机会，以上只是其中一个例子。

谈到服务：福伊特水电和福伊特数字化解决方案事业部的专家将配置在哪些地点？

Wehnhardt：我们公司业务遍布全球。这方面我们不会改变。贴近我们遍布全球的客户，可以流利使用当地语言的员工可快速到达现场，这是我们的两大强项。我们客户仍将使用已建立的联络通道。 ▶



Roland Münch博士，福伊特数字化解决方案事业部CEO

“我们将与我们的客户和合作伙伴一起，共同开发新的数字化应用，加强我们客户的竞争能力。”

Roland Münch博士
福伊特数字化解决方案事业部CEO

▷ **您最近开始为水电站雇员提供研讨会。为什么福伊特增加了对电站工程师的培训？**

Wehnhardt：这一想法其实来自我们的客户，他们向我们提出要求，我们对此做出回应。结果就是，我们创建培训培训模块，先是在巴西，随后在加拿大，都是根据当地要求量身定制的。这些研讨会已由自身证明是成功的，我们计划未来在全球范围内提供此类培训专题会议。例如，我们已经在西非启动建设一个专门的培训中心。

Wehnhardt先生，福伊特水电是一家非常成功的公司。您作为福伊特水电的新任CEO，计划如何续写这个成功故事？

福伊特水电的状况确实非常好。延续近几年的成功并增加新的成功点是我真诚的意愿和职责。我们的员工在这方面发挥着重要作用。

在我看来，他们是一流的。优秀的员工可以创造市场上的卓越成绩，以及高水平的客户满意度。对我来说，这是最为重要的。关于我们的产品组合，我最为关注的是小型水电站的进一步扩张和全球服务网络的继续发展。另外，福伊特应通过开展创新，继续做全球水电行业主要工程公司的领头羊。

Wehnhardt先生，我们想问您一个个人问题：对于水电，您最感兴趣的是什么？

有许多事情让我感到激动。首先就是水电是可再生的清洁可靠资源。水电可以储存巨大能量，从而支持可再生能源的扩张。所以，水电对于可靠而且生态友好的能源供给做出了显著贡献，作为一种良好的基础，支持着地区和社会可持续而且有成效的经济发展。//

协作，成就一切

复杂的维修需求往往无法孤立解决。福伊特水电在北美的多个团队互相协作满足了加拿大卑诗水电公司对固定导叶升级的期望。

2012年年中，在加拿大的福伊特水电团队取得一个项目，为卑诗水电公司位于W.A.C Bennett大坝的GM Shrum发电站进行涡轮机升级。该项目的主要内容是对固定导叶的进出口边修型，其作用是在固定导叶进口和出口，将压力转换成动能。福伊特水电的首要

目标是以尽可能高的标准满足这一要求。因此，他们召集在美国的同事提供专业协助。在随后的几个月中，来自两国的团队就安装、加工和手工打磨固定导叶的水力型线相互交流，确保为客户提供最好的方案。

GM Shrum项目是来自于不同地点的福伊特团队相互协作，共同完成一个项目的典范。项目实施过程中，团队之间共享现有的技术信息，取得最佳解决方案。对客户，这是一个成功的项目；对福伊特，在北美市场建立了一支经过最新训练的机械师团队。//



福伊特团队之间的国际协作是客户满意度最大化的保障。

始终保持良好运行

福伊特HyService™致力延长水电设备寿命，使其无论安装在何处，都能以最佳状态运转。

“我们的客户仰仗我们的技术来建设水电设施。我们的任务非常明确：帮助客户取得长期的最大利益。”福伊特水电首席业务发展官Kirsten Lange如是说，她对公司的全球服务业务负责。服务是一项巨大的事业，面临多种挑战，从升级改造几十年前的落后技术，到快速到达偏远或危险位置的水电设施。但目标始终是明确的——保证设备平稳运转，延长其生命周期内任何时点的功能寿命。

福伊特在制造、安装和维护自己的水电设备，以及管理许多其它制造商的设备方面已有近150年的经验，实现这些目标当然不在话下。正如Lange所说，对客户而言我们有明显的优势，“作为一个成套设备供应商，福伊特提供全系列的水电服务解决方案。客户仰仗我们将停运时间减到最低。这不仅仅是发生故障时进行设备修理。我们还专注防止未来发生崩溃，以及延长设备寿命。毕竟，机器停运意味着

客户需要花钱，而通过帮助他们减少停运时间，我们对其运营效果带来正面的影响。”

实施简单维修或全面大修，将设备恢复到初始状态，或承接全面维护合同，福伊特的服务能力覆盖所有类型的发电机、水轮机和液压机械与阀门，以及自动化和辅助设备。“正是这种专业的广度和深度使Voith HyService与众不同”，福伊特水电的服务总监Christian Pötsch说。“可以说，没有我们没遇到过的难题。我们遍布全球的地方服务中心方便知识的传播，所以我们能够快速解决任何问题。这也确保我们在任何地方能够始终保持高标准的服务。而且，我们保证我们的服务能够准时提供，并且费用控制在预算之内，不仅仅是我们自己的品牌，对大量不同品牌的水电设备也是如此。”



Kirsten Lange
福伊特水电
首席业务发展官



Christian Pötsch
福伊特水电
服务总监

福伊特HYSERVICE™服务组合

福伊特HyService在下列细分领域提供不同产品：



评估与咨询

HyService“评估与咨询”服务以丰富的水电经验为基础，为客户敞开大门，使其接触海量的水电设备专业知识。我们的客户可以受益于早期警报系统，也可以设定一种个性化框架，用以梳理、简化和改进水电设备，从而加强资产和风险管理。这样，就可以大幅度地减少在更换、维修和翻修水电设备上的投入，并且也减少停运时间。



教育与培训

HyService“教育与培训”计划的设计目的是满足客户的大范围需求，从针对水电设备工程师的具体技术课程，到为商务经理设置的俯瞰课程。如需关于课程设置的更多信息，请联系我们的地方教育与培训专家，获取课程技能、证书和日程安排等方面的内容。

北美：noram.hydroschool@voith.com;

拉美：latam.hydroschool@voith.com;

全球：hydroschool@voith.com



维护

HyService“维护”服务范围广泛，从规划、监测和协助，到连续维护。老旧设备的维护重点是延长其运行寿命。HyService专家可对客户的所有水电设备进行维护，确保其长寿，以及防止发生非计划停运，其中包括机组停运后的高效重启。HyService还通过个性化服务合同提供一站式解决方案，涵盖对您所有水电设备的维护。



备品备件

HyService“备品备件”针对定制的备品备件力求做到精准可靠，从而确保所有原件和定制的水电设备备件都按最高质量进行设计、交付和安装。我们的客户得益于所有设备部件共同良好运转，以及设备性能和寿命的最大化。



翻新与升级

HyService“翻新与升级”服务维持水电设备在其预计寿命期及更长的时间内可靠运行。HyService专家针对所有水电设备，为您提供改造与升级方案，使其恢复到“如新”状态。这种HyService服务可提高您资产的价值、盈利能力和寿命预期，同时降低运行和维护成本。



维修

HyService“维修”服务为我们的客户提供信心：发生故障时，在接到通知后很短的时间内，受机械应力和电气高压影响的所有水电设备即可得到维修。我们的HyService专家可根据经验确定需要维修的范围，发现隐藏的故障。

欢迎访问我们的网站：

www.voith.com/hyservice



1



2



3

1&2 维修作业
3 福伊特工程师检查发电机

深厚的专业优势

设于挪威的福伊特水电萨普斯堡有限公司，**利用其完善的技能和经验**，满足客户严苛的维修需求。

福伊特水电萨普斯堡有限公司的组合方案包括翻新、升级、维修和应急修复水电站的发电机和水轮机。

按照公司市场部经理 Pål Heine Torp 的说法，高质量发电机服务范围是这个组合方案的关键，但是这些服务又有一些特性不同于竞争对手产品。“让我们在发电机翻新方面与众不同的是我们拥有自己的绕组产品，” Torp 解释说。“我们生产的绝缘高压发电机绕组经过环氧树脂浸渍——每一个工序都是手工完成的。这是我们多年来逐步完善的一种方法。”而且，发生意外崩溃时，这种方法对于应对罕见突发事件是十分重要的。

一个典型案例是阿克什胡斯能源有限公司的 Funnefoss 水电站最近刚刚经历过紧急维修。这座水电站自 1975 年以来一直成功运行。电站拥有两台完全相同的 21.65 MVA 贯流式机组，其中一台发电机因磁极冲片疲劳

导致绕组崩溃。工人拆除受损的线圈，修理磁极冲片，提供了早在 1975 年交付的备件。“我们将其带到绕组实验室进行测试，确保它们适于安装，” Torp 说，“然后，线圈被截为两段，准备在现场安装——这是一项苛刻的任务，需要知识渊博且有经验的人员实施。”这样，客户可以将生产延长几年，直至可以实施更全面的改造投资。

但是，并不是只有传统的专长使公司在满足客户需求方面与众不同。2015 年，公司赢得挪威最大发电公司 Statkraft 的一个大型合同。项目包括为 1965 年投运的 Øvre Røssåga 水电站三台 62.5MVA 发电机重新绕制线圈。从 2015 年运转到 2018 年，Torp 将其形容为“我们历史上真正的里程碑”。不只是因为合同的规模，也因为 Statkraft 创立了技术规范，即所谓的《北欧发电机技术要求》。为获取这一合同，福伊特展示了其有

能力遵守这种新的规定，而且，经过严格测试后，战胜竞争者，赢得实施这一重新绕制线圈的重大项目。

大型项目固然可以占据媒体头条，福伊特水电萨普斯堡有限公司也以具有承接各种小项目的灵活性而自豪。一个例子是早在 1940 年投运的 Eidsiva 公司的 Raua 水电站。一台 1.25 MVA 发电机的绕组需要更换，客户不得不就维修，还是进行更昂贵的现代化升级做出决定。鉴于新设备的交货需要 12-13 个月，并需要巨大的投资，客户选择由福伊特水电的熟练工人对现有发电机的绕组进行重新绕制。结果如何？水电站仅用 8 个月就重新开始运行，而不是需要一年多才恢复到正常轨道。

这些项目印证了 Torp 的观点：说到调试，客户选择福伊特的原因在于公司深厚的知识功底和得之不易的专业技术。因此，他一再强调重视教育与培训以推进公司的成功，也就不足为奇了。“我们一直非常渴望保持自身的技术，以及守护公司开创者的宝贵经验，”他说，“我们知道，这将使我们可以更好地服务于客户。在员工教育方面，我们的观点和战略着眼于长远，借助我们的员工团队和独特的技能，在未来的许多年内，我们将可以满足客户的需求，应对突发事件或其它情况。”//

特的客户带来竞争优势。凭借在水电领域近150年的经验以及在全球已安装的水电机组占有1/4份额的业绩，福伊特水电无疑是非常理想的合作伙伴。这就是公司开办福伊特水电学校的原因：与全球水电站运营商分享并公司内部丰富的专家知识，使之受益。

“水电市场一直非常需要训练有素的熟练专业人员，他们要能够熟练操作各种设备和系统，”位于拉美的福伊特水电学校的负责人Vanessa Romero说道，“我们的工程师喜欢与客户交流，倾听他们在其电站运营过程中碰到的问题和挑战。这样的对话有着重要的价值，可以帮助我们制定合适的培训方案，满足几乎所有客户的需求。”



“分享知识和专长有助于加强福伊特与其客户之间的关系。”

Cherie Ferrari,
福伊特水电学校

在北美洲，2014年10月，福伊特聘用成人培训专家Cherie Ferrari为福伊特客户制定课程。她指出：水电学校应质、量并重。她说，“工程师愿意互相倾听。将福伊特专家带到客户面前，讲述他们的故事、分享他们的知识与专长是一种很好的学习方式，并且有助于加强福伊特与其客户之间的关系。”

水电学校遵从成人学习原则，采用国际认可的“系统化培训法”（SAT）进行课程开发设计。这种方法非常重视在职工作绩效，利用案例研究和一手经验对理论进行补充。导师全部是福伊特的专项课题专家，在其专业领域有着深厚的知识和国际经验。“他们自己为成为合格培训师所接受的培训是根本性的成功因素，”Cherie Ferrari指出。

因此，学员不仅从完善的理论知识中受益，也得益于真正的行业专家所分享的实践真经。这样，水电学校帮助水电公司避免了“知识断层”的风险 - 在有经验的人员退休后很容易出现这个问题。

全球性和个性化培训

福伊特提供20多个课程，涵盖众多主题，如自动化、速度调节、电压调节、电网稳定性和能源组合。到目前为止，已有几百人接受了培训，每期有12个人参加。谈到课程在巴西受欢迎的程度时，Vanessa Romero说

道：“我们得到的反馈超出了我们的预期。客户对我们的课程极为满意，还要求我们提供涵盖水电领域其它主题的新课程。”

在水电学校的发展方面，美洲的两个培训中心正密切合作，培训需求也不断增加。原则上，福伊特有能力和全球提供培训与教育课程。“我们预计，未来几年，快速发展地区会有强劲的培训需求，因为当地的人员需要接受培训，来运行和维护当地即将出现的日益增多的水电站。我们已经做好准备，用我们的方法满足各地不同客户的具体要求，”福伊特水电服务总监Christian Pötsch说道。“为此，水电学校一直在扩展其课程库，致力取得必要的资格认证，以满足世界各地的专业资格鉴定要求，并帮助客户克服所有技术挑战。”//

如需有关福伊特水电学校的更多信息，请联系：

北美：noram.hydroschool@voith.com
拉美：latam.hydroschool@voith.com
总校：hydroschool@voith.com



福伊特车间内的转桨式水轮机
德国 海登海姆

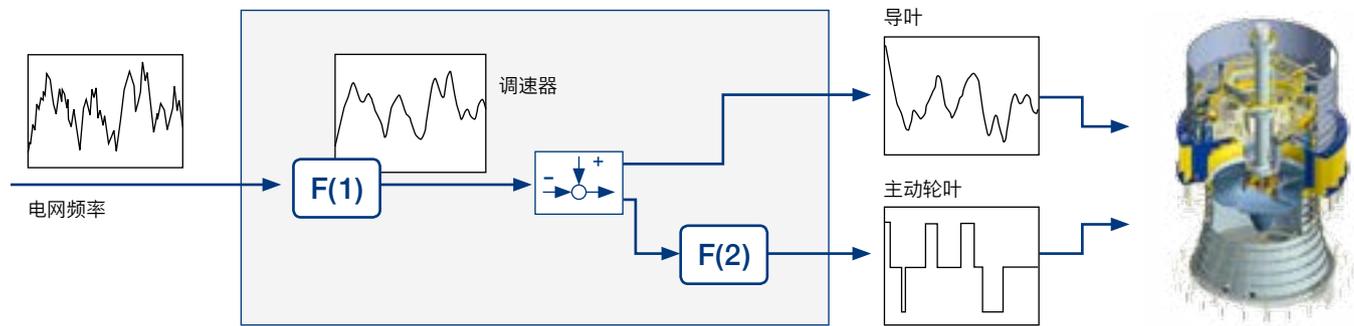
更稳定，少磨损

一种创新性的福伊特软件方案正在帮助延长水轮机部件的寿命。

全球范围内，可再生能源使用量的增加正在对电网的稳定性构成影响。不稳定电源，如太阳能和风能，引起电网频率的波动，给帮助稳定电网的传统水电站或火电厂带来更大的负担。一次频率控制（PFC）模式在传统上仅用于为用户功率的变化提供补偿。由于可再生能源带来的上列电网频率波动，PFC模式的运行变得日益重要。简单来说，PFC的工作模式如下：额定电网频率（欧洲50Hz，或美洲和亚洲部分地区60Hz）产生任何偏差，都会导致功率输出变化。如果电网频率增加，输出必须减少，反之亦然。对于水电站的水轮机，这种功率输出波动要

求水轮机调速器几乎一直不断地调节执行机构，控制通过导叶进入水轮机的水流。这对轴承带来更大压力，并缩短机械部件的寿命。来自福伊特水电R&D自动化小组的Sven Brausewetter 解释说，PFC对于转桨式和贯流式水轮机尤其必要。“除导叶外，调整主动轮叶的开度是用于优化效率的第二种调节手段。但是，由于机械限制条件，其控制机构的抗磨损程度低于导叶，而且PFC的运行模式使之承受相当大的压力。”这就导致一种利益冲突：电网经营者希望每座电站都使用PFC模式运行，来优化电网的稳定性；而电站所有者则寻求设备寿命最大化。

水轮机的电网频率管理过程



F(1) 智能化非线性滤波器，用于测量电网频率

F(2) 主动轮叶设定值的量化

在福伊特水电，Brausewetter和他的同事已经开发一种两部制解决方案，在PFC运行模式下，可以大幅度降低对转桨式和贯流式水轮机的磨损。“第一部分包括一套安装在数字式水轮机调速器上的软件模块，由它滤除小幅度的频率变化，” Brausewetter解释说。“电网频率不断变化，而功率输出不能如此快速波动。通过使用这种过滤器，我们可以确保高出力与低出力之间平稳过渡，有助于提升电网的稳定性，避免发生快速的不连续跳跃。在极端情况下，由于机组引起的延时作用，后者甚至可能起到相反的作用。”

与第二个软件模块的结合才是真正的创新所在，Brausewetter继续说：“导叶与主动轮叶之间的关系是所谓的‘随动’关系，即导叶的位置每次发生改变，主动轮叶就要相应进行调整，以使水轮机发挥最佳效率。问题是与导叶相比，

主动轮叶对于持续改变更加敏感。我们开发了一种系统，可以让导叶处理发电出力的轻微变化，而不需要调整主动轮叶。尽管水轮机不再以最佳效率运转，但我们已设定了合适的参数，使效益损失最小化。”

模拟和实测试验均已显示，导叶和主动轮叶的方向改变次数均发生了相当程度的下降：在PFC模式下，主动轮叶的调整一般可减少10次以上，而导叶的调整次数一般可减少5-10次，这使得机械部件所受应力得以减轻。福伊特已在欧洲安装了超过15台机组，包括在俄罗斯RusHydro水电公司属下的Uglich和Miatlinskaya水电站安装的3台；在位于冰岛南部由Landsvirkjun公司

拥有和营运的Budarhals水电站安装的1台；以及在多瑙河上的Abwinden-Asten, Ybbs-Persenbeug和Freudenau水电站安装的3台。这三座水电站均属奥地利 VERBUND水电有限公司。“这种解决方案的一大优势是100%基于软件，不需要对水电站的机械设计做任何变更；这是一种易于实现的升级，” Brausewetter说，“由于电网越来越脆弱，意味着未来对这种系统有更多的需求。”//

什么是一次频率控制模式？

一次频率控制运行模式是指通过水轮机调速器，保持发电与电网需求之间的平衡。当频率发生偏差时，这种自动分散功能可在数秒或几分钟内调整发电机出力，确保可靠运行。一次频率控制模式用于补偿消费者电力需求的短期波动，以及电站或送出线路故障等异常情况，也越来越多地用于补偿可再生能源（例如太阳能和风能）的出力波动。



1



2

- 1 倾听客户要求
- 2 福伊特专家讨论电站一体化

电站一体化的力量

越来越多的水电客户要求提供成套的电站解决方案。

在过去的15年中，水电市场已经发生了巨大的变化。但是不断变化的客户需求和更加快速发展的技术，使得下一个十年会见证更加彻底的变革。

大型能源供应商一般会经营多种不同的电站，从水电到火电、风电或光伏电站。那就意味着他们也不太可能像过去那样，针对每一个电站类型，都拥有深而广的工程资源。当今，电站所有者希望缩短水电站从投出资金到取得售电收入之间的时间。

“我们的客户中有许多只要求发电，而不想处理工程建设、接口以及水轮机、发电机、辅助设备、调速器或自动化系统的集成。”福伊特水电驻巴西的总工程师Manuel Gonçalves博士解释说。

福伊特完全有能力满足他们的需求。“在过去的几年中，我们培养了一支经验丰富的电站工程团队，他们大都具有自动化、电站运行或电站建设背景，” Manuel Gonçalves博士说。“而且，我们还拥有经过几代人总结出来的专门的工程专长，支持我们的电站集成方案。从而使我们能够提供全面一体化的交钥匙电站，这在市场上是独一无二的。”

福伊特在电站交付方面采用一种完全以客户为中心的方法。合同一旦签署，即指定一名“电站工程师”作为福伊特的唯一联络人，负责直至新电站诞生的各个方面的工作——从最初的融资，例如，可能包括安排从世界银行进行信用贷款，直到调试。现在，福伊特也开始构建综合数据监测、报告和分析能力，以确保电站各个过程的可靠性。

“这就是行进中的工业4.0，就是这些创新保障了客户的综合性电站投资在未来几年即可取得收益，”Gonçalves博士总结说。//



1 在越南山区的Dakteri电站施工现场。
2 Dakter电站调试团队

少即是多

越南Dakter电站实行的标准化意味着复杂性减小，运行更容易。

越南Dakter水电站的最初**规划和安装**与许多其它项目并无不同。但是，当电站进入正常运行后，它已成为一种高技术标准化安装的典范。

该项目包括两座水力发电站的安装，位于越南最大城市西贡（正式名称为胡志明市）和首都河内之间的山区。Phu Thinh Kon Tum 联合股份公司委托福伊特建设这两座水电站，建设工作于2013至2015年实施。

Dakter I期位于山区的上游，装机容量4 MW，安装两台发电机组，每台机组有

一台2 MW的冲击式水轮机。Dakter II期在下游，装机容量也是4MW，安装两台轴流式水轮机组，利用剩余水头发电。

福伊特为该项目提供全套机电设备，从发电机组，到辅助机械和电气系统，以及成套的机组和电站自动化系统。独特的是，客户较晚提出成套供货和安装的要求，使得福伊特能够按新订立的《小型水电站电站及控制标准》选用核心部件。

辅助设备系统利用功能模块搭建，包括所有技术方面，例如水力、电气、过程数

据、控制和可视化等。福伊特负责小型水电站发电机和自动化系统的经理Patric Sailer强调，“这是一次从按专业实施工程（先水力，然后电气，再到控制）到基于标准化的预先测试的模板进行一体化工程的转变。这样，例如，选定一套气动调速器后，为气泵供电的电源装置以及系统的控制装置和可视化系统等也一并确定。这使得电站可以尽早完成定义，从而缩短交货时间，增加实施的过程稳定性。”

除模块化方法外，还有一个重点是通过使用低方差和多功能组件，在标准内保持较低的复杂性。这样，投资可以相对较低，维护和操作员培训也可以更加简单。

重要的是，使用标准化的高质量组件——而且数量更少——可以降低故障率，使问题更容易解决，零零件的库存需求更小。“这使得我们可以排除系统中并非完全必要的元素，”Sailer说。“降低复杂性十分重要——事实上，Dakter说明了一个事实，有时，少即是多。”//

水轮机调速器发展史上的里程碑

自十九世纪末叶以来，福伊特一直推动水轮机控制技术的创新。

水轮机调速器的发明是水力发电历史上的一个里程碑，因为只有能够精确调节水轮机和发电机的速度，高效电力生产才能成为可能。福伊特是水轮机调速器发展的先驱之一。早在1891年，公司将“Pfarr调速器”投入市场。两年后，这一创新在柏林的帝国专利局注册，专利号为69179。在20世纪，福伊特公司实现大量改进，并引入新的发展，为21世纪的现代自动化技术奠定了基础。

1891

福伊特工程师Adolf Pfarr设计出Pfarr调速器。这是一种创新的机械装置，采用一只离心钟摆测量水轮机的速度。同一年，包含由Pfarr发明的福伊特调速器的水轮机的面世，使得从内卡河上的劳芬水电站向美因河畔的法兰克福首次送电成为可能。

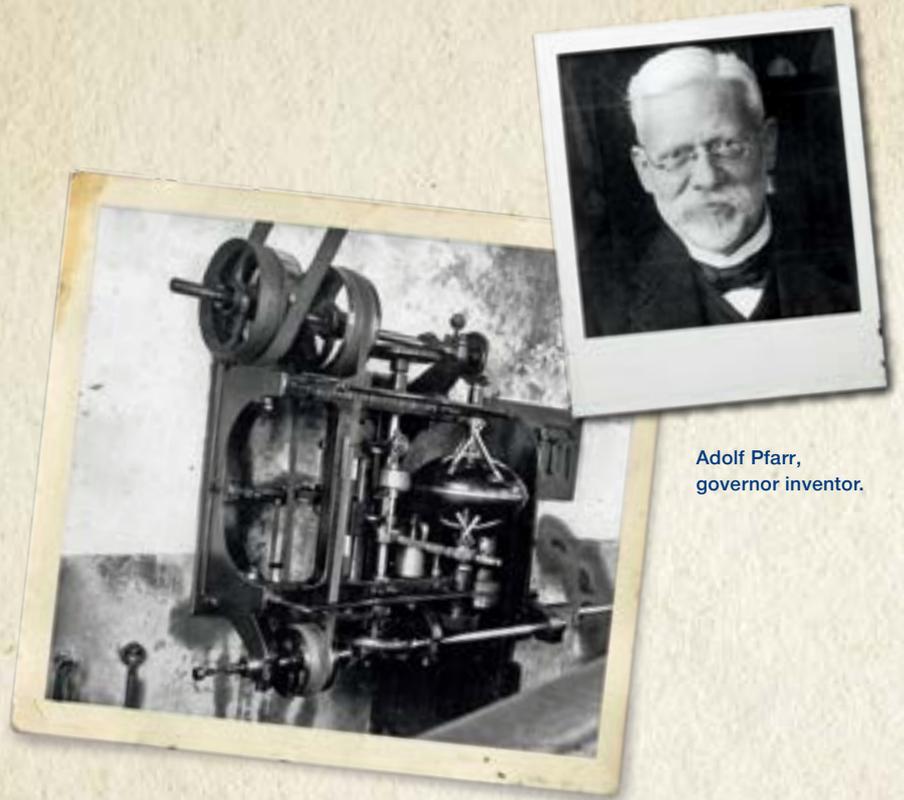
Adolf Pfarr于1875年加入福伊特，1893年成为公司的一名董事。作为一名工程师，他对解决水轮机的调速问题和水轮机的验收试验问题做出了重大贡献。

1903

另一名福伊特工程师Carlos Schmitthenner开发出公司的首台液力调速器，并于1905、1909和1914年分别对设计做出进一步的重大改进。

1928

福伊特的另一个首次：开发出通用型调速器，可以用于所有规模和类型的水轮机控制。这种“带连锁装置的调速器”安装在单独的机壳内，是一种小型离心调速器，连接着多台伺服电机。



运行中的Pfarr调速器，
德国 Königsbronn

Adolf Pfarr,
governor inventor.

1952

福伊特开发出其首台电液调速器，被称为“Voith-BBC系统”，用于水机组的速度控制和功率控制。电液速度控制器的控制装置是一只频率计（BBC制造），与一只机械-液力稳定装置（福伊特制造）组合在一起。频率计取代了先前的离心钟摆。

1960

福伊特第10,000台水轮机调速器交付德国乌尔姆附近多瑙河上的Oberelchingen水电站。



1893 — Pfarr调速器获得69179号专利权证书



1909 — 液力调速器
德国迈廷根水电站



1891 — 新开发的Pfarr调速器

1960年代

福伊特开发一种伺服阀，将电动调速器与液压放大装置连接起来。这种动圈式伺服阀将电气输入信号转换成液力或机械输出信号。“福伊特动圈”目前仍在市场上使用。

1968

福伊特工程师Kurt Hasenmaier开发出首台电液调速器（EHR 68），随后开发出同系列的双联调速器（EHR 68 D）。这两种调速器都特别适合于自动化控制的小型水电站。

1974和1978

模拟电子调速器时代的进一步创新，迎来了福伊特EHR 74和EHR 78调速器系统。两种系统都安装多次，其中一些仍在使用中。

1985和1986

随着首台数字调速器的面世，福伊特再次站在开发创新型调速器的前沿。此后，又发布了“福伊特控制中心”（VCC），其中包括水轮机控制功能、辅助设备的顺序和控制，以及一台高精度的水轮机调速器。当时使用的硬件已经是基于经过工业验证的，已经商用并在全球可以获得的标准可编程控制器（PLC）。



1960年代 — 福伊特动圈和辅助控制设备。

展望

三十年以前，在Adolf Pfarr的最初发明之后过100年之际，随着数字调速器的诞生，福伊特在其技术史上谱写出新的篇章。自此以后，福伊特的工程师们不断推进公司的自动化和控制技术，以HyCon产品系列开启千禧之年，沿续这一势头，今天又以引领大趋势的解决方案踏入新的工业4.0时代。



德国，黑尔德克

自动化进行中

福伊特已经在全球的每个角落成功地完成许多水电站的自动化升级。



黑尔德克

装机容量： 153 MW

2007年，福伊特向位于德国的黑尔德克水电站交付成套控制系统并更换发电机磁极，这是电站现代化升级的一部分。

福伊特提供量身定制的部件和系统解决方案，用以使水电站运行自动化，以保证可靠的电力生产。水电生产商得益于可预测的运行和更高的盈利能力，而其客户得到可依赖的清洁能源。以下介绍的是一些正在使用中的福伊特自动化系统。

德国

2007年，德国黑尔德克抽水蓄能电站实施现代化升级，福伊特提供了全套控制系统，包括水轮机调速器，并更换了发电机磁极。这是一座非常重要的调峰电站，可靠性和功能性是需要优先考虑的因素。HyCon 400系统就是针对大型水电站需求，尤其是水泵水轮机而开发的，这也是它得到这个项目青睐的原因。真正的亮点是：福伊特的服务工程师可以从海登海姆通过专用远程安全访问，与RWE电力公司沟通，并提供支持。



加拿大，纽芬兰

印度尼西亚

Rajamandala水电站是一座径流式水电站，装机容量46.6 MW。位于印度尼西亚西爪哇省展玉市西大鲁盆地中的Rajamandala地带。福伊特富士水电正在为其提供全面的自动化系统，包括一台数字水轮机调速器、水轮机控制台和励磁系统，用于对定子电压和无功功率实施可靠的免维护控制。

加拿大

位于加拿大纽芬兰省的丘吉尔瀑布电站是一座地下电站，安装11台轴流式水轮发电机组，每台功率500MW，位于地下300米深处。电站早在1971投运，工作40多年后，电站的自动控制系统变得陈旧。2015年，福伊特开始对机组控制和机组保护系统进行现代化改造，对调速器进行升级，用现代可编程部件替换励磁和进水闸控制系统。

巴西

2012年，福伊特得到委托，对位于Juquiá市距圣保罗约90公里处的Serraria和Iporanga水电站进行现代化改造。从自动化的角度，供货范围包括HyCon控制系统、一台数字调速器和一套励磁系统。这些现代化改造项目于2014年实施后，使业主及营运商Votorantim公司可以远程运行Juquiá水电站，系统故障率降低，并且诊断故障所需的时间也减少。



RAJAMANDALA

装机容量： 46.6 MW

福伊特富士水电正在为印度尼西亚的Rajamandala水电站提供全面的自动化系统。



丘吉尔瀑布

装机容量： 5,500 MW

2015年福伊特开始对安装在加拿大丘吉尔瀑布电站已服役40年的自动化系统进行升级。



JUQUIÁ

Serraria
装机容量： 24 MW
Iporanga
装机容量： 36.9 MW

2012年，福伊特得到合同，为巴西的Serraria和Iporanga水电站提供自动化设备。



印度, Omkareshwar水电站



Budarhals, Iceland



OMKARESHWAR

装机容量 : 520 MW

印度Omkareshwar水电站拥有8台福伊特轴流式水轮机、8台发电机和一套HyCon产品系列的全套自动化系统。



BUDARHALS

装机容量 : 95 MW

冰岛新建Budarhals水电站装备了一套福伊特水电 HyCon 400控制系统。

福伊特有能力随成套系统提供一个专门的自动化试验室, 并成为致胜的一个决定性因素。

印度

2007年11月, 装机容量为520 MW的Omkareshwar水电站并网发电。福伊特已提供8台轴流式水轮机, 每台都配有同步发电机, 包括励磁装置、控制和监控系统、发电机母线和辅助系统。每台机组的容量为65 MW。另外, 还安装了一套HyCon系列的成套自动化系统。

冰岛

2014年春季, 冰岛Budarhals水电站项目启动。福伊特负责提供和安装两台采用现代化环保设计和水压动轮毂的转桨式水轮机, 以及采用最新技术的无刷晶闸管控制的励磁机和HyCon 400控制系统。Budarhals水电站的装机容量将达95 MW, 预计年发电量可达585 GWh。



GILGEL GIBE II

装机容量： 420 MW

埃塞俄比亚的第二大水电站，装配有水轮机、发电机、全套机械和电气设备，包括一套HyCon 400控制系统。



埃塞俄比亚的Gilgel Gibe II期水电站



土耳其Kargi水电站

埃塞俄比亚

Gilgel Gibe II期当前是埃塞俄比亚第二大水电站，装机容量420 MW。通过提供4套冲击式水轮机和发电机，以及整套机械和电气设备，包括一套HyCon 400控制系统，福伊特将埃塞俄比亚水电能力提升50%以上。在未来的几十年里，自动化的水轮发电机组把水能转化为电能，无需支付燃料成本——对于埃塞俄比亚可持续经济发展是一个重要因素。

土耳其

Kargi 水电站装机容量102 MW，位于土耳其北部Osmancik和Kargi区境内的Kizilirmak河流域。经过为期4年的建设，Kargi 水电站于2015年5月投入商业运行，2015年8月正式运营。福伊特为该电站提供了全套机电设备，包括HyCon Thyricon励磁系统。本工程以交钥匙方式实施，可为150,000个土耳其家庭提供电力。//



KARGI

装机容量： 102 MW

土耳其Kargi水电站于2015年8月正式运营，该电站拥有全套的福伊特机电设备，包括一套HyCon 300控制系统。



Debbie Myers在位于美国宾西法尼亚州约克市的福伊特水电的服务团队工作。她于1987年加入公司，起初负责现场行政管理工作，后成为北美客户服务专家。

服务英雄

两位水电服务专家，在两个不同的大洲工作，担任非常不同的角色，经历也有相当大的差异。听听他们如何解释这份工作的特别之处。

您的职业道路有点不同寻常 — 您是如何从行政转做服务专家的？

Debbie Myers：我最初的工作是帮助工程师编写工作方案。做的越多，想要学习的东西就越多。我开始了解内部流程，学习工程职能，尤其是学着研读相关图纸。经过一段时间后，我开始处理备品备件申请，并且撰写自己的客户建议书。

缺乏技术背景是不是一个很大的挑战？

对于我来说，这是一个强大的动力 — 学习的挑战。我也知道我可以向工程团队寻求帮助。我支持他们，他们也支持我。当然，偶尔也会发生一些疏漏，不过学习就是那样。

您会如何描述现在的工作？

有点像经营自己的部件业务。我执行备件流程中的大部分工作，这有点不同寻常，不过我觉得还行。我发现那样我可以更快地对客户做出响应。这是刚开始时绝没有想到的，我可以处理我现在工作中的所有事情：我处理申请、建议，担负项目管理角色，进行跟进，确保事情及时得到解决。我的工作还包括发货、跟踪和开具发票。我想确保每件事都是完美的，令客户满意。

您已经在福伊特工作了近30年，在同事那里您一定是百事通了吧？

他们来问我到哪里找旧图纸、存档数据、订单记录 — 诸如此类吧。客户观点也是如此：我已经与一些客户合作了很长时间，与他们保持着良好的关系。

30年来哪些方面发生了改变？

主要是市场需求和人发生了变化。这是一项以人为本的工作，我希望无论订单大小，要保证让每个客户高兴 — 每个客户都很重要。这就是福伊特HyService的精髓。



Raj Vidyarthi在福伊特水电诺伊达公司担任负责服务的副总裁——诺伊达市在印度北部，靠近新德里。他曾在火电厂和燃气轮机电厂担任电气工程师，后来攻读 MBA 学位，于2009年加入福伊特。Vidyarthi从零开始，组建了一个由9名专家组成的团队，在印度和东南亚地区开展全方位的服务工作。

在印度组建福伊特水电专门的服务团队，主要挑战是什么？

Raj Vidyarthi：福伊特印度公司成立于2002年，所以我们主要服务于福伊特其它经营单位提供的设备。我们与福伊特在全球其它地区的同仁合作，确保我们掌握所有需要的信息和专业知识。印度安装的大部分福伊特设备来自日本的福伊特富士公司，所以我们与他们密切合作，以提高我们的专业知识。

你们目前可以提供哪些类型的服务？

我们可以为全范围产品提供服务：从水轮机到发电机，再到自动化设备，也包括备品备件、评估、维护、维修、翻新和升级等。为使客户投资回报最大化，我们专注于预防性和预见性维护，以及可靠性的提升。这样可以延长设备使用寿命、减少成本极高的停机并提高盈利能力。

您可以介绍一下你们目前正在开展的一些项目吗？

我们目前开展的项目包括：设计、制造和置换一台200 MVA发电机的定子；一台转浆式水轮发电机的大修和翻新；为印度北部的一座水电站更换6台大型轴流式水轮机的涡轮；对印度西部一座水电站的2个调速器进行升级。我们最近还完成了一座450MW电厂为期2年的维护合同，整个合同期内，有2名工程师在现场提供日常支持。该电厂又与我们续签了两年合约。

印度市场对服务的需求有增加吗？

当然。出于经济和政治原因，新水电站的建设放缓，所以重点转向对运行中的水电站进行改造。现有水电站的要求越来越高，因此需要帮助提升电网的稳定性。

印度市场存在哪些挑战？

除了中央政府的公用事业公司之外，每个邦还有它们自己的公司，因此服务提供商需要适应各种各样的程序。许多邦有它们自己的语言和文化习俗，这都是需要考虑的，整个国家地域辽阔也是一种挑战。但是我们目前管理良好，我们已将服务范围扩大到泰国、菲律宾、印度尼西亚和越南等国的项目。为贴近客户，我们在越南和印度尼西亚设立了小型办事处，我们正在向新同事传授我们掌握的知识。

您是如何衡量成功的？

我们从事的是一项长期业务。我们在一个水电站不是只负责一种或两种工作，而是负责电站的整个生命周期。所以，对我来说，成功是要与客户建立起长期的合作关系。看到我们的工作帮助我们的客户为许多人带来了电力、发展和繁荣，着实令人振奋。//



通过检测和质量控制
确保可靠性达到最高水准。

综合能力

福伊特清楚：客户的需求各不相同。凭借全方位的专业知识，加上多个并购和合资项目的支持，福伊特确保所有需求都能得到满足。

经过长达近150年的发展，福伊特已不仅仅是一个技术一流的水电设备制造商。作为水电解决方案的全球领导者，福伊特可承接全套交钥匙水电站工程。公司通过自然发展、并购和合资经营（参见第39页表格），具备了这些能力。因此，福伊特能够提供的产品和服务包括：发电机、水轮机、自动化解决方案和辅助系统；新电站的建设和原有电站的现代化升级；全方位的维护、维修和咨询服务。不过，在这个令人兴奋的旅程中的每一阶段，有一个元素始终保持不变：深谋远虑，以此帮助应对未来的能源挑战。

1870年，Friedrich Voith正式推出其第一台商用水轮机。仅仅过了33年，也即在1903年，他所创建的公司为位于加拿大尼亚加拉大瀑布旁的安大略水电站制造和安装了当时最大规模和最大功率的水轮机，

也因此赢得了水电技术全球领导者的声誉。这一盛誉通过德国海登海姆公司总部的Brunnenmühle研究设施得以延续。上个世纪，公司已经在全球范围内确立了其水电技术开发卓越中心的地位。但是，福伊特的非凡能力不仅限于工程方面。

只有通过所有利益相关者通力合作，才能确保工程项目在预算内按时完成。这就是福伊特为客户提供全面的整体解决方案的原因。这涉及提供概念、定制设计、生产、质量控制和项目管理，以及持续的维护、备品备件供货、维修和运行优化等。换句话说，无论电站大小，福伊特都可覆盖电站整个生命周期及所有相关部件。几十年的经验，加上项目经理的专业能力，即使针对专业化的要求，也能始终提供最佳解决方案。因此，不论在全球任何地方，福伊特的客户都能受益于综合解决方案。几十年来， >



福伊特工程师确保为全球客户提供最高水平的产品。

▷ 福伊特并购了许多领先的水电技术公司，或者与他们合资经营，这对其能力形成了直接的支持，因为这意味着公司的能力已经扩展到大范围的OEM技术。

很重要的一点是，可靠性和效率始终是福伊特水电所参与的每个项目的主要目标，无论项目采用哪种部件配置，也无关电站规模大小。小型水电站的建设目的是确保稳定的、本地化的可再生能源供应。世界上最大规模和最大容量的水电站中，许多都是采用福伊特技术，作为最经济有效的方法，为数百万人提供可靠的可再生能源。对于发电机

和客户来说，福伊特的专业技术对于确保这些电站良好运行至关重要。

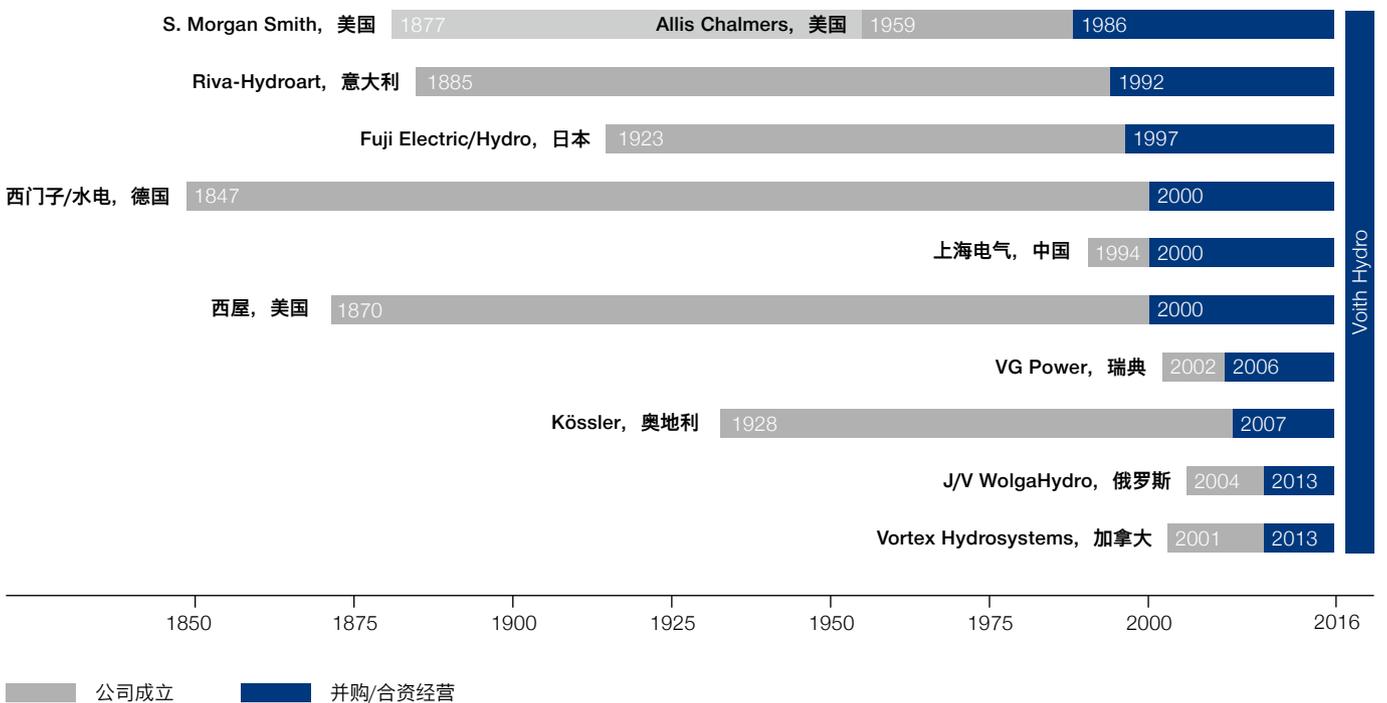
对可靠性的关注也延伸到服务环境中，在这方面福伊特也脱颖而出，成为现场加工、气蚀维修和停运服务的行家里手。从同品替代到优化维修、全面修复或部分更换，福伊特都保证以最快速度使客户系统恢复正常运转，即使需要设计定制解决方案也是如此。福伊特的首要考虑是将成本和停运时间减到最低。

展望未来，有两个不变的要素框定了福伊特水电今后的工作：一是全球对清洁、可

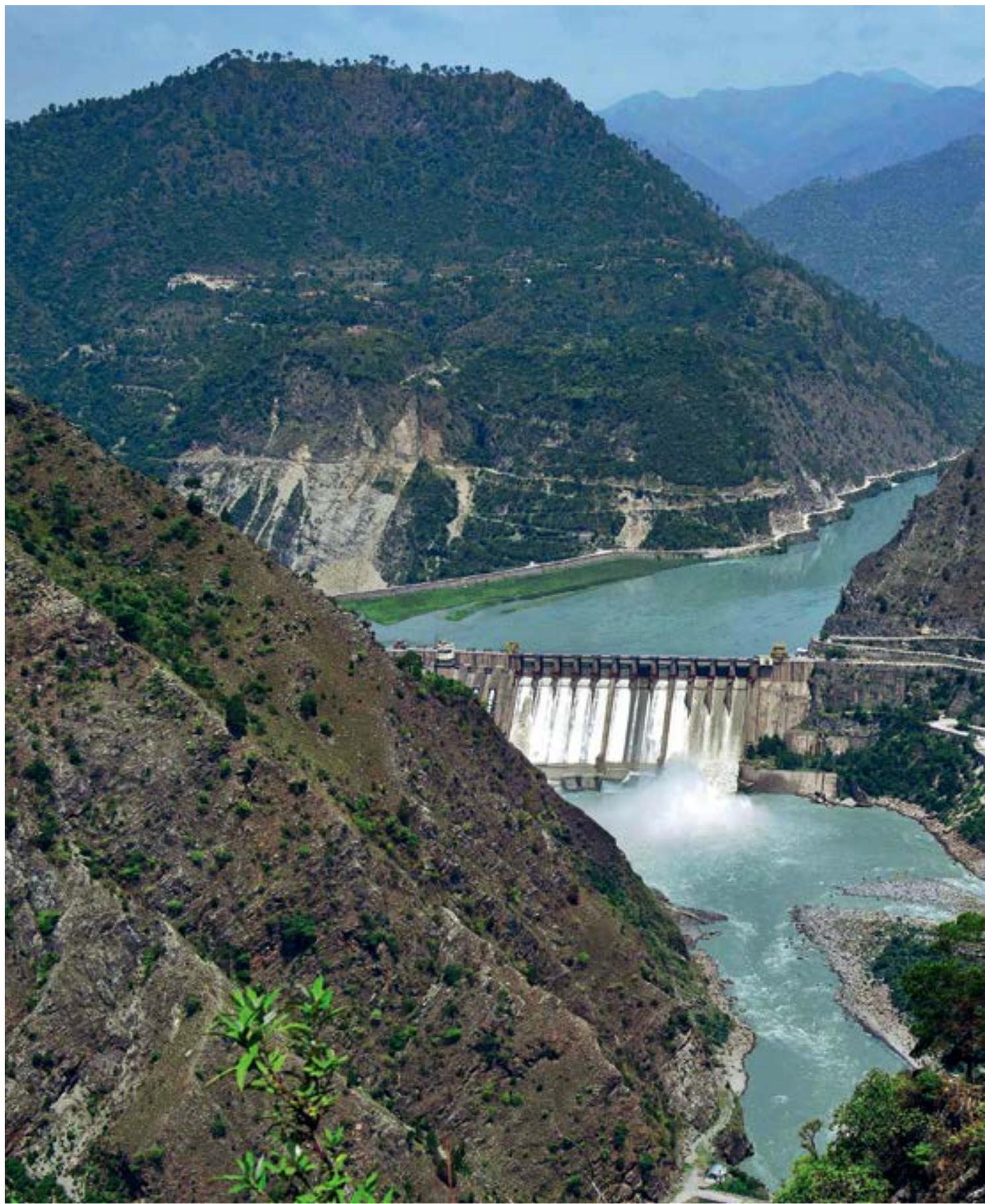
靠电力的需求日益增大；二是需要像福伊特这样的可靠供应商，有能力和技术来管理复杂电站，或服务于现有设施。这就是公司的优秀过程管理能力如此重要的原因。福伊特有20多个工程和制造单位发挥大范围的福伊特自有技术和OEM技术，给客户这样一种信心：即无论在哪里或以何种方式与福伊特水电合作，或者采用哪种技术，福伊特都会保持质量最佳，在电站的每一个区域，以及在项目的每一个阶段都是如此。依靠的确实是综合能力。//



OEM并购与合资经营历程



Voith Hydro





自然的能量

中马相迪水电站位于尼泊尔西部，装机容量70MW。福伊特交付2台轴流式水轮机、2套水轮机调速器、2套主进水阀和辅助机械设备。水电站由尼泊尔电力局经营，于2008年投入运行。

如需了解更多福伊特水电相关信息，请访问：
<http://voith.com/cn/377.html>



福伊特上海车间窄间隙焊作业。

小心间隙

福伊特的窄间隙焊创新技术缩短了制造交货时间，提高了质量。

传统上，厚钢板——例如水轮机承板所用钢板——采用气体保护电弧焊（GMAW）或药芯焊丝电弧焊（FCAW）工艺人工熔接。这种焊接工艺可以满足最厚240毫米钢板的高质量焊接标准。这些焊接工艺也需要使用大量的填充材料，需要由技术熟练的经验丰富的焊工操作才能达到希望的质量，并且耗时较多。福伊特要求焊接专家找出提高焊接效率和质量的方法。在奥地利和中国的福伊特工程师找出的解决方案是机器人辅助的窄间隙焊（NGW）。

这种工艺一般用于超大型海上风机制造——也用于石油和天然气行业的大型管道焊接。NWG的焊缝更窄，与传统焊接工艺相比，所需焊补材料减少35%。但是，只有

在较厚金属件上利用机器人才能进行NGW操作。

位于奥地利的福伊特水电St. Pölten工厂团队于2014年10月开始实施这一项目。2015年7月开始设备安装，两个月后开始调试。不久，这种方法就投入商业应用。该团队开发的钨极惰性气体（TIG）焊接系统可用于焊接厚达200毫米的钢板。直至最近，TIG也仅用于关键接缝处的精密小型焊点。

Martin Rohrer是驻奥地利项目小组的负责人。他说，“这个计划的第一天开始，就着眼于这里制造的这些零件，兴许将来有一天这种技术适用于焊接这些零件，包括水轮机。这种系统节省时间，而且使用更少的焊接材料。”用这种工艺的主要好处是缩短制

造交货时间。TIG系统的操作灵活，可从仰焊、垂直位置以及在平面上进行焊接。

与此同时，福伊特在中国上海的团队也已开发出自己的NGW机器人焊接系统。这种氩/二氧化碳GMAW系统可焊接厚达240毫米的钢板。目前正在用于金沙江850MW 乌东德水电站项目，制造水轮机座环、顶盖和底环的环板。

驻上海的焊接项目负责人江锋说，这种工艺可以显著节省焊接用时，可以实现均匀的稳定焊接质量。通常，福伊特在德国的研发部门始终密切关注这两个项目，着眼于在整个集团与其它制造厂分享这一新技术。//

福伊特天地

福伊特集团各事业部最新动态。



艰难之举

2015年9月，福伊特工业服务事业部在为德国北部的Raffinerie Heide集团实施大修工程时面临非常紧的工期。因此，制定一个精密的计划是确保成功的关键。计划规定由200人组成的庞大团队在10天的时间内，每天承担哪些任务。任务量包括75个换热器、60个容器以及冷气机和气柱的大修，燃烧炉大规模改造，以及重达74公吨的Packinox换热器的更换等。事实证明，厂房内有限的空间对于大型吊车作业，以及大件设备和Packinox的运输是个巨大挑战。但是福伊特工业服务团队做到了：赢得了25,000个工时无事故的佳绩和一个非常满意的客户。

创造历史

福伊特驱动事业部正与长春轨道客车装备有限公司（CRC）合作，推出中国首批混合动力轨道客车，这些客车可用于通勤、区域、全国和城际铁路服务。福伊特的RailPack 400DE柴油电动机车混合驱动系统，采用通过经过验证的可靠技术，其柴油模式可用于尚未完全电气化的铁路区段，其零排放的电动模式可在电气化区段使用。至关重要的是，RailPack 400DE达到了CRC所有的具体要求，包括最高120km/h的速度、柴油和电动模式之间的快速切换系统，以及能够在气温低至零下40°C的地区耐受极端气候条件。



巅峰产量

福伊特造纸事业部正在庆祝成功拿到Segezha制浆造纸工厂（PPM）的订单，福伊特造纸事业部将为其提供一条完整的纸袋生产线。新建的PM 11号造纸机的年产能可达11万吨，这将使Segezha PPM的产量提高40%。这对该公司实现成为世界第二大纸袋生产商的目标至关重要，Segezha集团总裁Sergey Pomelov表示前景很乐观：“通过与福伊特合作，我们相信我们可以实现这一目标。”

寻找出路， 应对水资源短缺

水文地质学家汤姆·格利森博士帮助我们了解地球地下水储量可持续性的真实状况。



汤姆·格利森博士在加拿大西部的维多利亚大学任助理教授。他综合非常广泛的科学学科，研究地下水的可持续性、地下水与地表水之间的相互作用以及地质结构之间的液体流动情况。

毫无疑问：水资源短缺是人类在21世纪面临的巨大挑战之一。非营利组织The Water Project致力于帮助非洲撒哈拉沙漠以南地区的群体得到清洁水和卫生设备条件。该组织估计近10亿人，或全世界10%以上的人口得不到安全的水源供应。这里的“安全”一词很重要，因为从广义来说，水短缺可以是数量上的（物理意义上的缺少），也可以质量上的（经济意义上的稀缺）。但是，无论在哪种意义上，现实情况是水短缺已经形成一种威胁。

而且，水是一种有限资源，其中大多数要么是咸水、冰态水，要么储存于地下。事实上，美国环境保护署推测，地球上所有水资源中仅1%适于人类使用。在这种背景下，对那1%进行更深入的研究从社会和经济角度都十分重要——尤其是涉及到你根本无法实际看到的水供给问题时。

看不见的地球水资源

汤姆·格利森博士作为一名水文地质学家所担负的使命是：不仅仅是计算出有多少地下水——1970年代对此已有了很好的推测——而且还要弄清楚其未来可持续性如何。格利森博士与一个国际研究者团队一起，进行了为期两年的全球地下水范围及可持续性研究，随后于2015年11月在《自然地球科学》杂志上发表了研究成果。

“概括地说，地下水可以分为三类，即年轻水、现代水和老年水。我们定义年轻地下水指年龄小于100年的水，现代地下水指过去50年内被补充过的水。这些水储量一般在地球表面以下200米范围内。老年地下水已存在几个世纪，而且储存在几千米深的地下。可是，老年地下水难以取用，有时也很难补充，而且也可能由于其金属或盐分含量高而不能使用。



1 探索由地下水补给的水源
2 气候变化会影响地下水质量

“我希望政府与非政府组织能够采用我们的数据，确定哪些现代地下水储量需要加以保护。”

汤姆·格利森博士
维多利亚大学 助理教授

创新性方法，带来意想不到的结果

格利森喜欢在其研究中使用异常宽泛的方法，从实地研究和数字建模，到环境化学和政策研究。本研究的题目为“现代地下水的全球储量与分布”，其结合了计算机模拟、大量的地质数据和对氡(氢的一种放射性同位素)的含量测量，用于判定水资源的年龄。

他解释说，“这一研究是我在维多利亚大学与大家共同努力完成的一个项目，包括卡尔加里大学、德克萨斯大学和位于德国的哥

廷根大学的同仁。在两年的研究结束时，我们发现尽管现代地下水的总量超出地球表面的全部非固态淡水的3倍以上，但也仅为地壳中地下水总量的6%。此外与老年地下水相比，尽管现代地下水更易取用并且更适合人类使用，但由于其离地表较近，对工业污染和气候变化带来的影响更为敏感。”

在世界上的某些地方，这种宝贵的资源已在退化。“我们知道，在若干地区，如美国西部、中国和印度的某些地方，人们以一种

不可再生的方式使用地下水。目前，我们无法准确预测那些水中有多少可以被补充，因为其受许多当地因素制约，如降水量和距河流和湖泊等地表水资源的距离等。”

现在面临着一个两难困境：一方面，各地都有着巨大的水需求，尤其是清洁地表水短缺的区域。另一方面，如果那些区域可以取得可用的现代地下水，他们会耗尽或污染资源。

尽管地下水研究本身并不能解决这一难题，但是格利森相信它会有助于相关论证。“我希望政府与非政府组织能够采用我们的数据，确定哪些现代地下水储量因极易受到污染而需要加以保护” //



问高管的五个问题.....

Martin Andrä,
福伊特水电
新任执行副总裁
兼全球首席营销官

1 Andrä先生，作为福伊特水电的新任全球首席营销官，您的目标是什么？

我的首要目标是充分发挥我们在每个地区的水电优势，以使我们的客户从我们的最佳业绩中受益。无论项目类型或范围如何，我们都要很好地满足我们客户的需要，在全球任何地方都是如此。另外，我们要在一个项目的启动到调试直至服务的整个过程都遵循这一点。

2 您已经在福伊特工作了超过15年。为什么会持续这么长时间？

因为我真的很欣赏福伊特的企业文化。在福伊特，你被赋予责任，同时也得到自由进行创造性思考和发展。这是重大承诺与奉献的重要前提条件。为获得我们遍布全球的客户的信任，客户至上在福伊特是极为重要的，我的想法和行动也以此为导向，始终如一。

3 您为何对水电情有独钟？

我决定从事可再生能源发电是源于其可持续性。发展水电尤其有助于新兴市场，因为建设一座水电站往往伴随着基础设施的发展，包括修建道路、水道、灌溉系统，甚至配套完善的经济中心。这些活动可以刺激整个地区的社会经济发展。这就是水电在可再生能源中的独特之处。

4 您认为在不久的将来，水电会面临什么挑战？

目前有些地区不愿意投资发展水电。例如，在欧洲是因为能源转换，在美国是则是因为目前石油和天然气价格较低。激烈的全球竞争所引起的日趋增大的价格压力对我们来说是一个巨大的挑战，因为我们的研发支出很高。但也有令人鼓舞的方面，比如，加拿大通过了一个宏大的水电计划。我们希望看到更多这样的举措，以在全球范围内推动水电发展。

5 您有多年的海外工作经历。这些经历有着怎样的重要性？

在中国和巴西与客户、伙伴和同仁的多年跨文化合作给我留下了深刻印象。完全融入不同的文化会开阔你的眼界，提升你的跨文化认识。我在其它国家的工作经历对我担任全球首席营销官会有很大帮助。我希望每个人都能善用类似的机会。//

Martin Andrä，完成电气工程学习后，于1983-2000年在德国和巴西的西门子水电分部工作。2000年进入福伊特西门子水电设备公司的管理委员会，2003成为董事局主席。2010-2015年在中国工作，担任上海福伊特水电设备有限公司总裁和首席执行官。从2015年10月开始，担任福伊特水电执行副总裁和首席营销官，负责全球的销售与营销工作。

确保能源持续不断

福伊特派遣合适的团队到合适的地区，
以应对全球水电挑战。



水电是福伊特的一项全球性业务。在近150年的发展历程中，福伊特不断发展壮大，其业务扩展到了德国以外的地方，为全球客户提供最佳服务。今天，从亚洲到非洲，从欧洲到美洲，均可以看到福伊特水电设备在运行以及福伊特专家帮助公司和国家受益于可靠且可再生的能源。与任何行业一样，变革和进步是永恒的主题。福伊特的与众不同就在于珍视和利用过去的经验，促进水电创新和解决方案，服务于未来。



客户杂志, 原版由:
福伊特水电集团
Alexanderstr. 11
89522 Heidenheim
Germany
www.voithhydro.com

A Voith and Siemens Company

VOITH
Engineered Reliability