

VOITH

高效灵活，稳定可靠的 抽水蓄能电站解决方案





携卓越工程技术， 创水力发电未来

全球四分之一的水力发电依赖福伊特的技术和服务。福伊特为全球发电站提供产品和服务，保障全球能源的正常供应。

2020年9月，中国向世界郑重宣布“双碳”目标，即二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。为实现这一目标，未来我国能源结构中风电和光伏等新能源的比重将大幅提升，这将对电网安全运行产生巨大挑战。抽水蓄能电站是电力系统的主要调节电源，它对确保电网安全、促进新能源消纳、推动能源绿色低碳转型具有重要意义。

福伊特是全球领先的水轮机、发电机和电站辅助设备的成套供应商，致力于提供优质的产品和完善的服务，目前我们的服务范围已涵盖设计、制造、项目管理、设备调试及为水电站提供全生命周期服务等。

福伊特世界各地工厂均配备业界领先统一的生产工艺和制造设备，构筑福伊特全球制造网络。得益于覆盖全球生产能力的鼎力支持，我们能够满足从单个零部件到项目规划、项目管理和设备维护的全程定制

化需求。我们在欧洲、亚洲和南北美洲的分支和生产基地，贴近客户需求，加快市场响应，在全球各大水力发电市场占得一席之地。

依托在水电领域逾150年的深厚积累以及每年在研发领域的大力投入，福伊特有信心在未来继续为水电行业提供优质的产品与周全的服务。



- 1 广州蓄能电站
- 2 江西洪屏电站
- 3 浙江长龙山电站

卓越工程技术

是我们对客户的承诺。我们为客户量身定制产品和服务，提供可持续发展的水电解决方案。

专长和能力

- 混流式、冲击式、卡普兰式、灯泡式、抽蓄机组
- 蓄能泵、径向、半轴向和轴流泵及力矩转换器
- 水电站全套设备供应、安装与维护服务
- 咨询、工程、设备安装与调试
- 系统和电站评估
- HyService — 为现有水电站提供全球化的、快速和高效的改造升级服务
- 定转速、变转速发电机和电动发电机、励磁系统
- 变频器、保护系统、各电压等级的开关站、变压器
- 电站自动化系统、水电站和梯级电站系统控制中心，包括水电站管理和诊断系统
- 进水阀
- 集成式管理系统，保障高效运营

福伊特抽水蓄能电站，卓越始于第一步

福伊特已在全世界安装了450多台抽水蓄能机组，总出力超过60,000 MW，水头范围最小可小于50 m，最大可超过800 m，单机出力范围最小可小于10 MW，最大可超过500 MW。

福伊特早在1908年建立了德国首家抽水蓄能电站-布鲁尼穆勒(Brunnenmuhle)，这让福伊特当之无愧地成为了行业先驱。历经百年的发展，已成为福伊特全球水电研发中心。早在1937年，福伊特研发了第一台单机可逆式抽水蓄能机组，1967年，福伊特为中国第一台抽水蓄能机组河北岗南电站提供机组设备。

福伊特不断研发改良抽水蓄能技术，并针对客户需求量身定制解决方案，最大程度地体现这一技术快速响应、高度灵活的优势。福伊特研发的可逆式发电机组及变速技术，能对电网的电能供应变化作出敏锐反应，迅速弥补电力缺口。

在为抽水蓄能电站供应设备的过程中，福伊特积累了多年丰富经验，众多别出心裁的电站设计方案在实际运行中备受赞誉。无论是可逆式水泵水轮机组，还是电站成套供货能力，福伊特都能提供最优的解决方案。

1 Limberg II, 奥地利 (水头变幅比达1.51)

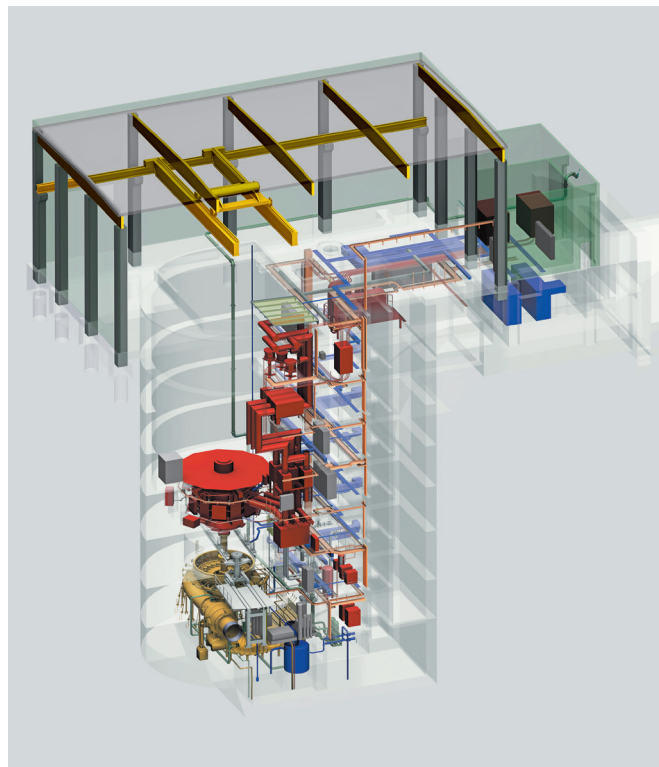


可变速抽水蓄能机组

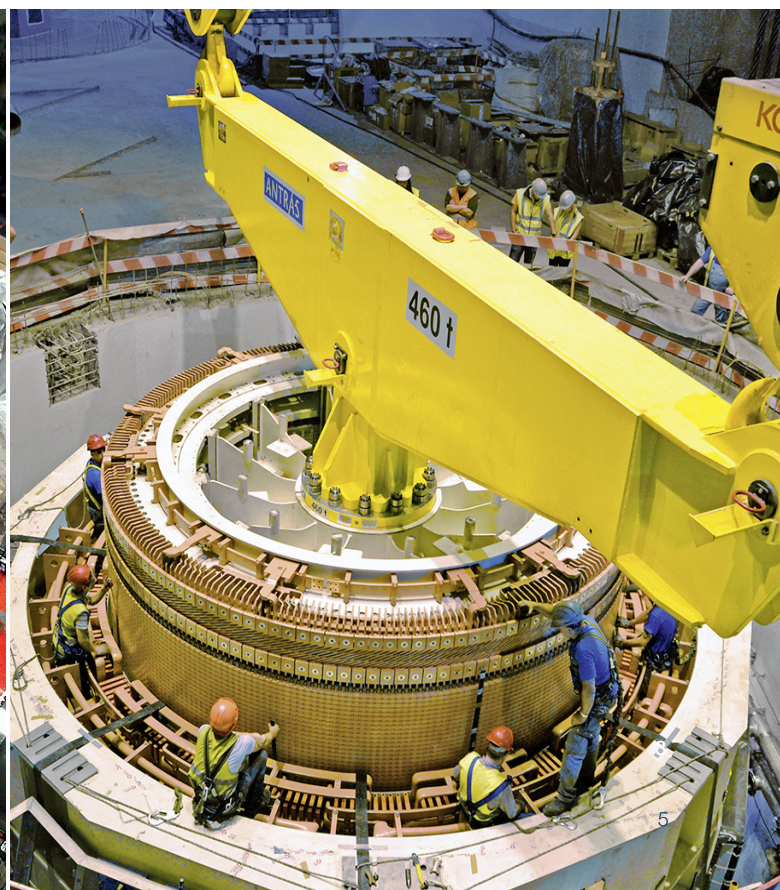
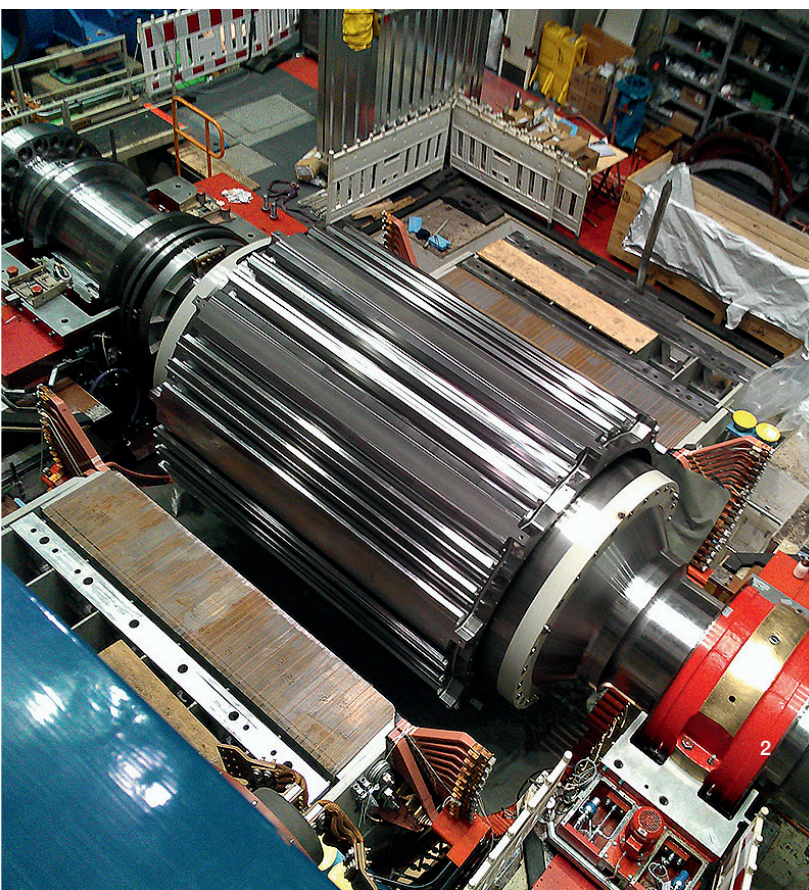
具有较好的转速适应能力，能实现变速恒频发电运行交流励磁电机具有与异步机一样的变速运行能力。

可保证变速恒频运行，变速抽水蓄能机组可迅速通过转速改变向电网注入有功功率，反应速度达到秒级甚至毫秒级，快速适应电网的功率波动，助力中国未来“水光互补”的电网运行特性。

采用交流励磁系统，可快速改变励磁电流相位，可实现无功功率快速调节，提高电力系统静态稳定性。变速机组本身具有良好的稳定运行能力，在交流励磁发电机工况运行时，总可以通过适当的励磁控制迅速调节发电机的电磁运行状态，实现转速与电网频率的解耦运行，即柔性连接。而且通过适当的控制还能够进一步提高与之相连接的电力系统的稳定性。



- 2 Wehr, 奥地利 (转速600Rpm)
- 3 Frade II变转速机组安装现场
- 4 Waldeck 3D模型, 德国



可逆式水泵水轮机

技术发展日新月异, 变速和超高水头取得新进展

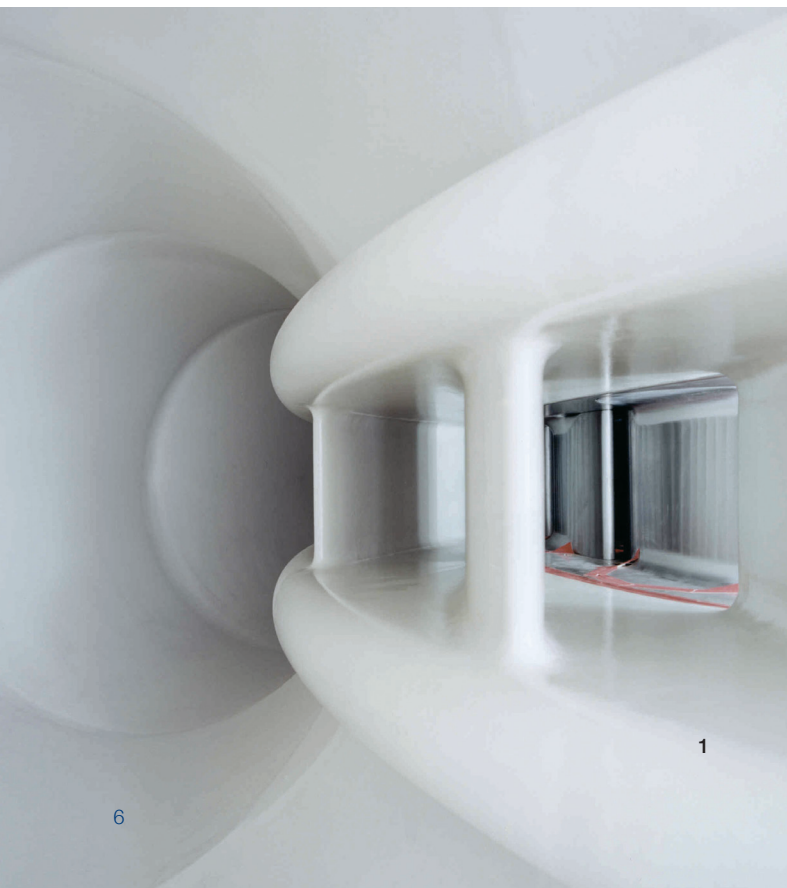
蓄能机组由发电电动机和可逆式水泵水轮机组成, 后者既可作为泵也可作为水轮机使用。设计精良、结构紧凑可有效节省电站设备空间和土建施工成本。水泵水轮机可按不同转速设计制造, 水头范围最小可小于50 m, 最大可超过 800 m, 单机功率范围最小可小于10 MW, 最大可超过500 MW。

变转速水泵水轮机

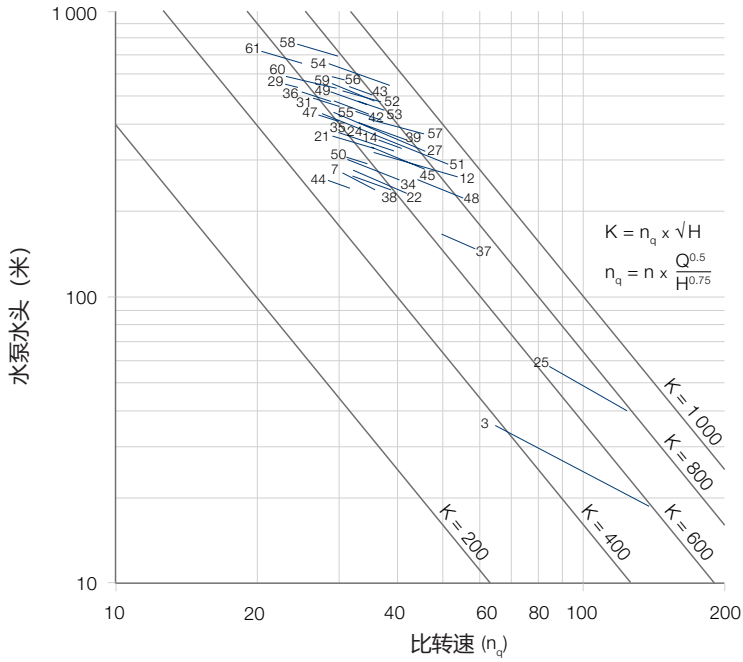
借助带变频器的异步电动发电机 (DFIM) 或同步电动发电机 (CFSM), 水泵水轮机可根据运行需要实现转速变化。得益于此, 水轮机的水头变幅范围较常规水泵水轮机要宽, 还能延展水轮机的运行范围低至20%额定负荷, 水轮机运行效率水平也能得到提升。最为显著的是, 在

波动大的电网 (特别是融合新能源如风电太阳能), 可根据电网容量的波动调度灵活调节水泵入力。这些技术是稳定电网供电的有效途径, 更是常规机组无可替代的显著优势。

- 1 Goldisthal, 德国
- 2 德国水力模型试验室
- 3 LimbergII, 奥地利

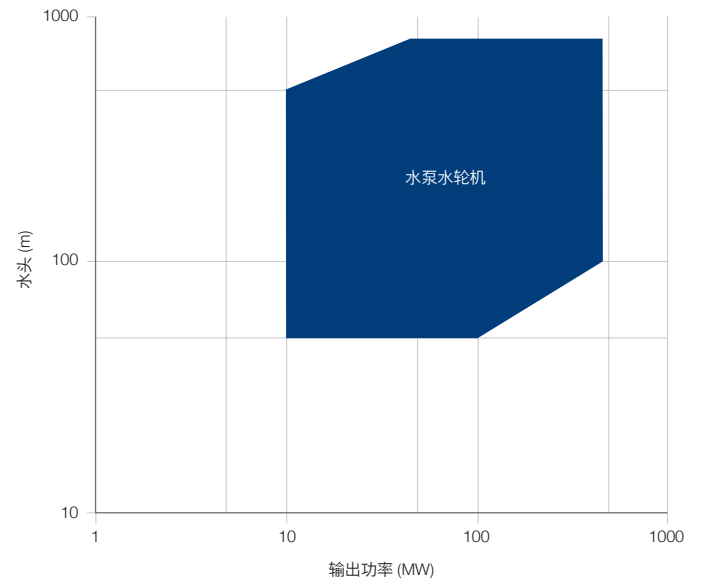


福伊特部分水泵水轮机在水泵工况下运行范围



- | | |
|--------------------|--------------------|
| 3 Lewiston | 43 Guangzhou II |
| 7 Coo I | 44 Edolo (5级) |
| 12 Raccoon | 45 Goldisthal (变速) |
| 14 Rodund II | 47 Venda Nova |
| 21 Bath County | 48 Tai An |
| 22 Coo II | 49 Siah Bishe |
| 24 Estangento | 50 Waldeck I |
| 25 Gabriel y Galan | 51 Limberg II (变速) |
| 27 Kühtai | 52 La Muela II |
| 29 Obrovac | 53 Ingula |
| 31 Presenzano | 54 Reiseck II |
| 34 Palmiet | 55 Frades II (变速) |
| 35 Bad Creek | 56 Hong Ping |
| 36 La Muela | 57 Lamtagong |
| 37 Herdecke | 58 Chang Long Shan |
| 38 Chiotas (4级) | 59 TianChi |
| 39 Mingtan | 60 XiaMen |
| 42 Shisanling | 61 Snowy 2.0 (变速) |

运行范围



蓄能泵以及液力耦合器

福伊特是全球声誉卓著的领先水泵制造商，其设备高效、稳定地运行于众多抽水蓄能电站中。对于抽水蓄能电站而言，高效和耐用性是两大关键考量因素。我们的优势在于：解决方案稳定可靠，按需定制。

蓄能泵

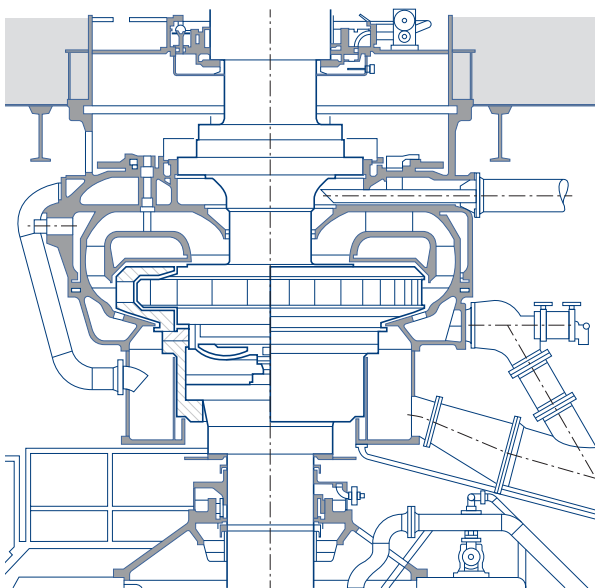
蓄能泵多采用离心式。根据使用条件的不同，结构上可采用单吸或双吸，单级或多级设计。

液力耦合器

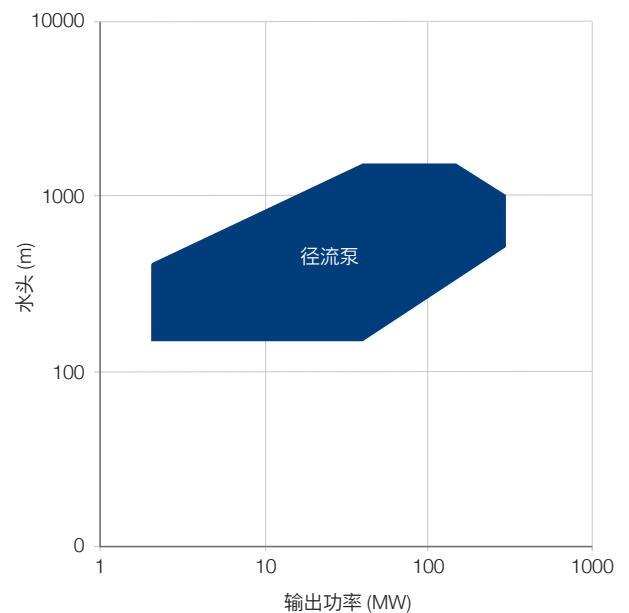
液力耦合器可以显著地缩短蓄能泵的开停机时间。仅需数秒时间，蓄能泵即可以和轴系耦合或者从轴系中解列。通过液力耦合器腔内水流的运动，可以将发电电动机的扭矩(功率)传至下端的水泵轴上。在给上库充水时，蓄能泵先行被启动，随着泵腔压力升高，液力耦合器输出的扭矩逐渐增大，水泵则加速旋转。驱动水泵升速的初始扭矩值比较大，但随着转速

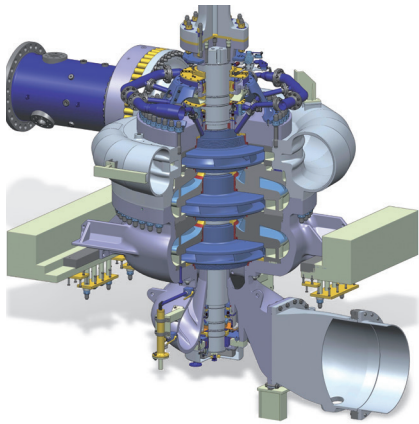
的不断上升，水泵轴的扭矩值逐渐持续下降。当水泵转速上升到同步转速时，液力耦合器输出的扭矩值即为水泵启动所需要的力矩值。通过液力柔性耦合，蓄能泵得以快速启动，也不会给电网系统带来冲击。

力矩转换器



径流泵应用范围



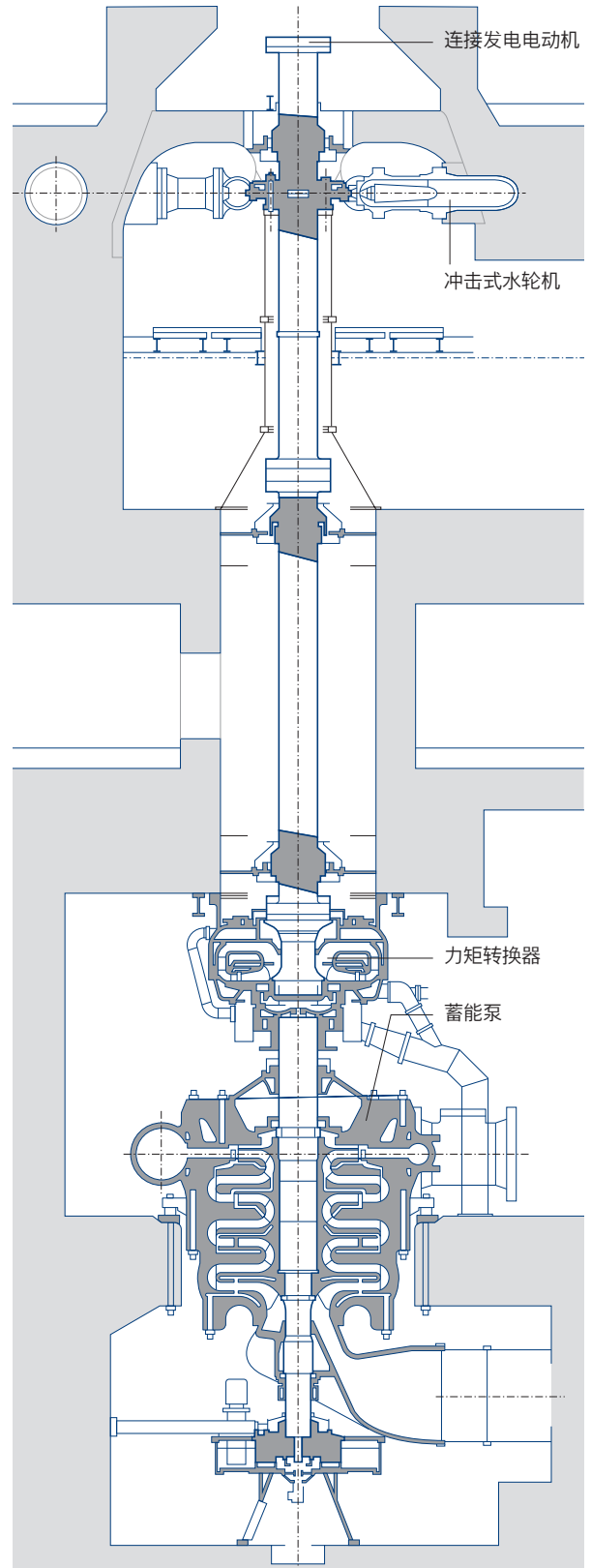


三机式蓄能机组

三机式蓄能机组是一个轴系上由一台发电电动机、一台独立的混流式或冲击式水轮机、一台蓄能泵以及一台液力耦合器组成。水轮机以及蓄能泵均是独立的设备，在发电以及抽水工况下，发电电动机的旋转方向可以保持一致，简化了机组运行控制逻辑。为保证机组在水泵工况和水轮机工况的快速切换，还需要借助液力联轴器的灵动作用。“水力闭路循环”的运行方式通过三机式机组得以实现，能够对电网负荷的变化作出快速响应。通过液力耦合器的参与，使得水轮机以及水泵工况能够快速切换，两种工况下均具备全功率范围调节能力，即不论发电还是抽水工况，机组都进行0~100%的负荷调节。

水力闭路循环

引入水力闭路循环的设计方法，让电站能够在全功率范围内连续运行。此外，这种运行方式还有助于调节电网的输入功率。其运行原理为：在水泵入力恒定的条件下，水轮机出力可以灵活调整，这样，同一根轴上的水轮机产生附加功率，来弥补因电网有效功率不足的情况下仍能确保水泵以恒定入力运行的需要。



发电电动机

从最初开始建造水电站起, 福伊特始终致力于提供全球规模最大、高效稳定的水力发电设备。我们寻求突破, 从不满足于现状。

随着经济的持续发展和生活水平的不断提高, 电力需求与日俱增, 供电设备日益增长的容量正是顺应了这一趋势。早在20世纪初, 福伊特已开始制造业界一流的发电电动机。

1976年, 福伊特将当时全球最为先进的电动发电机交付美国Bath County使用。

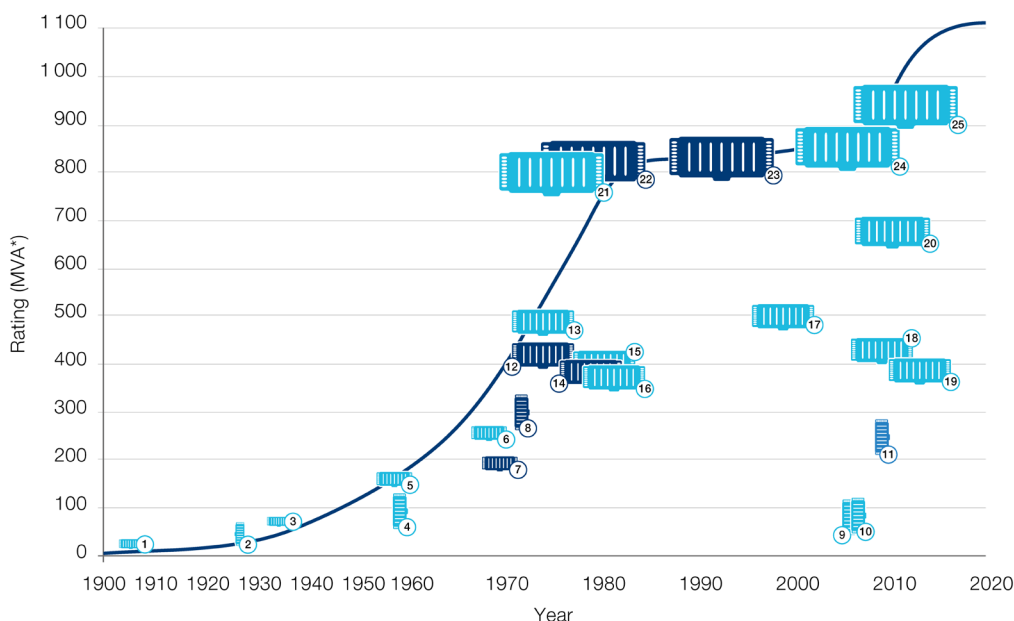
2000年, 福伊特在中国广州蓄能二期项目中安装了高速发电电动机, 该电站为抽水蓄机组利用率之首。

因卓越技术而卓尔不群

- 电动发电机技术 — 包括励磁技术、静态变频器 (SFC) 和SCADA系统。
- 可靠的VPI绝缘系统, 确保设计符合IEC标准155级 (F级) 要求, 电压可达到27千伏。
- 采用磁轭或强迫通风系统进行空气冷却, 对定子、转子绕组以及定子铁芯或直接水冷。
- 磁推力轴承可在泵启动时减小扭矩, 在正常运行时降低轴承损耗。
- 采用特殊3相平衡对称绕组设计, 扩大定子支路数的选择范围, 提高机组经济性和可靠性。
- 综合系统提供包括监测在内的全套自动化操作。此外, 借助连接控制系统和电站网络的光纤电缆, 福伊特还提供电站远程监控和数据采集服务
- 静态变频器系统由计算机双工数字控制器组成。除此之外, 我们还提供耐高电压的光晶闸管, 帮助提高设备性能并方便维护。

发电机和发电电动机历史

History of generators and motor generators



- 项目
 - 1 Necaxa, 墨西哥
 - 2 Herdecke, 德国
 - 3 中国, 水丰
 - 4 Vianden, 卢森堡
 - 5 Furnas, 巴西
 - 6 El Chocon, 阿根廷
 - 7 Rottau / Malta, 奥地利
 - 8 Wehr, 德国
 - 9 Santo Antonio, 巴西
 - 10 Jirau, 巴西
 - 11 Riel (SC**) 加拿大
 - 12 Raccoon Mountain, 美国
 - 13 Paulo Afonso IV, 巴西
 - 14 Helms, 美国
 - 15 Bath County, 美国
 - 16 Samrangjin, 韩国, 三浪津
 - 17 Bath County MOD, 美国
 - 18 Frades II (DFIM**), 葡萄牙
 - 19 中国, 长龙山
 - 20 Belo Monte, 巴西
 - 21 Guri II, 委内瑞拉
 - 22 Itaipu, 巴西/巴拉圭
 - 23 中国, 三峡
 - 24 中国, 溪洛渡
 - 25 中国, 乌东德
- 水冷
■ 风冷
■ 氢冷
- * 百万伏安
** 同步冷凝器
*** 双馈感应机



影响发电电动机尺寸的主要因素：

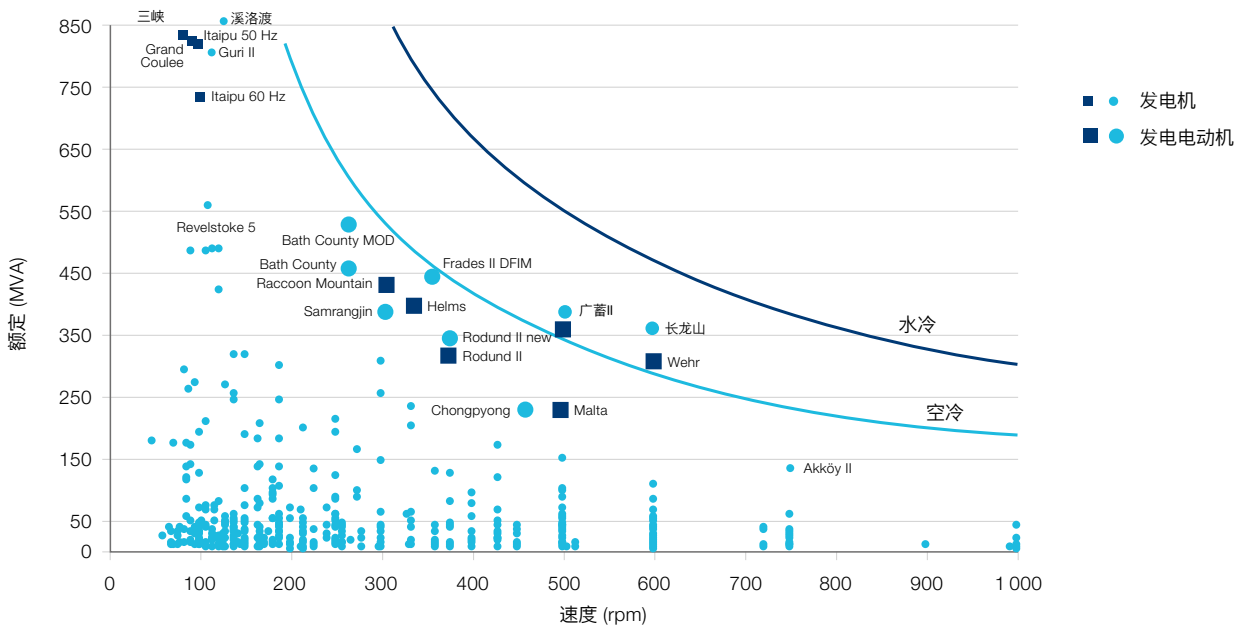
- 在绕组和定子铁心的温升允许范围内，设计尺寸能够满足输出功率。
- 定子内径尺寸需满足转动惯量的要求。
- 在飞逸转速下，转动部件的机械应力须考虑特殊材料的最大允许应力范围。
- 安全裕量应考虑设置在第一临界转速

和飞逸转速之间。在空冷情况下，较短的定子铁芯和较大的定子直径有利于定子铁芯的均匀冷却。

通常，可通过设计较大容量的机组，来减少电站中的设备台数，从而获得最佳经济效益。提高机组的转速也是设计体积较小的设备时考虑的重要因素。

对于紧凑型机组而言，直接水冷式是行之有效的方法。福伊特在空冷和水冷方面拥有大量的成功案例，以下为部分项目：

发电机和发电电动机历史



进水球阀

福伊特水电自1925年开始生产第一台球阀，从二十世纪七十年代开始，在世界范围内已提供160多台直径超过2米以上的球阀。

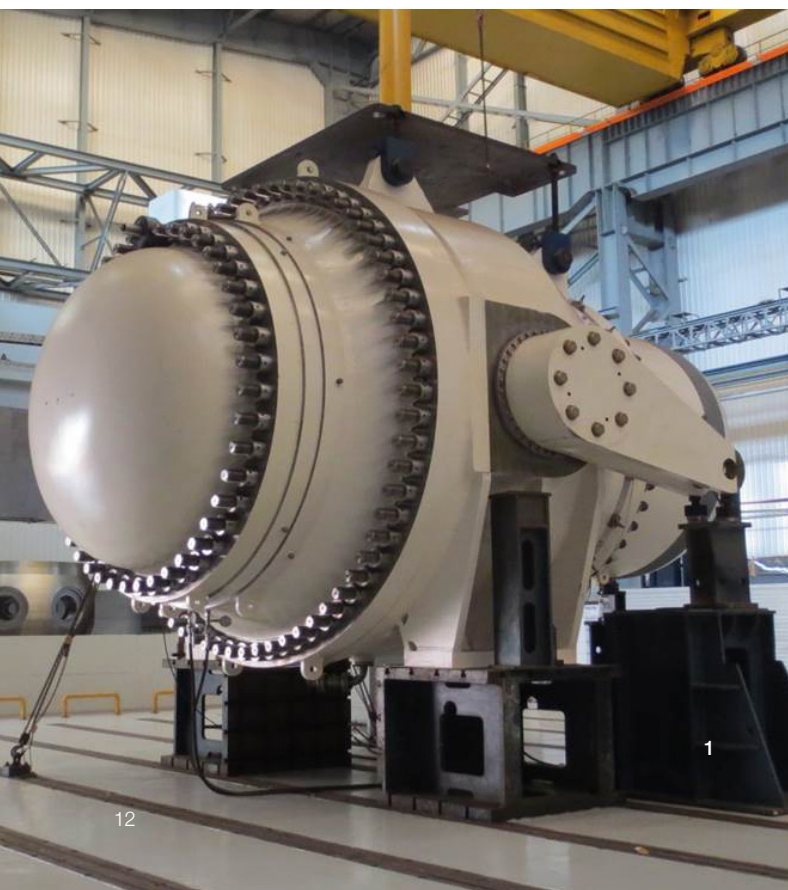
抽水蓄能水泵水轮机因启停操作频繁，管道压力波动大，密封性要求高，即使在水头较低的抽水蓄能电站也多使用球阀，而在高水头抽蓄电站则一律使用球阀。

球阀的优点是密封性好，活门全开时，活门的进水孔和管道内径一致，水力损失几乎没有。

阀门是机组和水电站的重要保护设备，因此对阀门的结构和性能有较强的要

求：阀门要有足够的强度和刚度，能承受各种工况下的水压力和振动，而且不致有过大的变形；阀门的操作机构应能保证在发生事故的情况下，阀门能够自动紧急动水关闭。阀门的动水关闭时间一般不超过2分钟，最短时间取决于引水管允许的水锤值；阀门在全开位置时应具有最小的水力阻力。

- 1 Frade II球阀
- 2 洪屏球阀

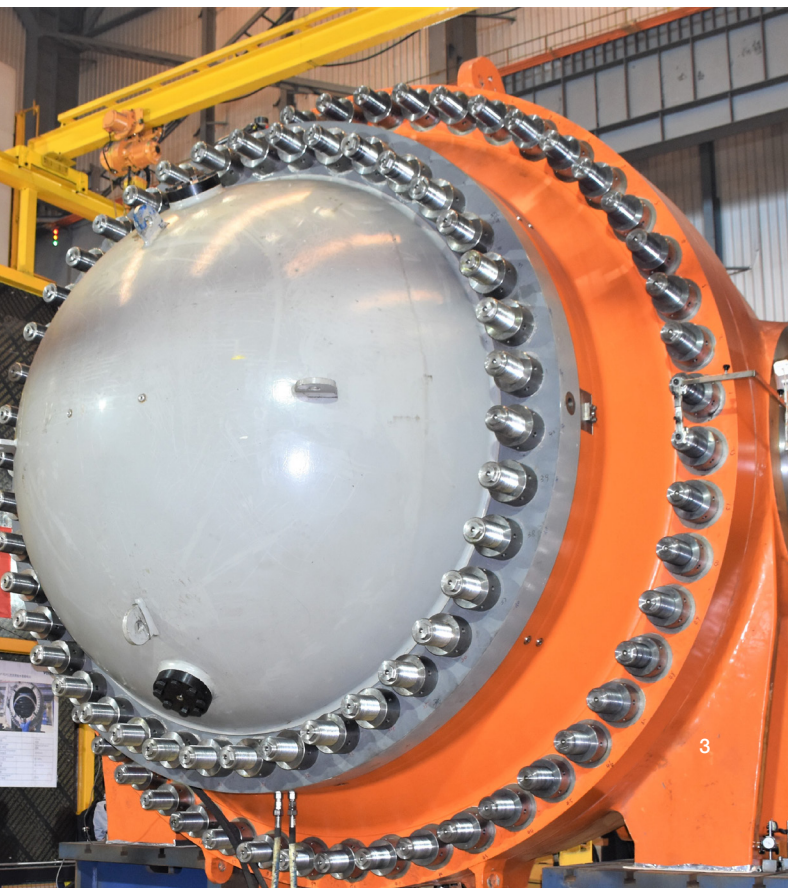


福伊特水电秉承了德国工业严谨求实的作风，同时专注于设计高度可靠的经营理念，不仅是专业的水轮发电机组的供货商，在水轮机进水阀门也积累了丰富的经验。从1867年公司创立以来，已为全球水电站提供了约3000台进水阀（球阀和蝶阀）。

上海福伊特水电作为福伊特水电在全球的五大研发基地之一，从2011年起成为集团内水电站进水阀研发中心，承担着阀门的设计、制造及试验的职责。

先后制造了泰安球阀(直径3.15m),十三陵球阀(直径1.75m), 葡萄牙Frades II球阀(直径2.9m), 为巴基斯坦Tarbela IV电站制造世界最大的蝶阀(直径7.5m), 世界最高过水流速2.9米直径的蝴蝶阀以及2.75米直径的锥形泄压阀。

- 3 辽宁清原球阀
- 4 河南天池球阀



HyCon+OnCare - 融于一体的电站自动化和数字化

福伊特努力在传统与创新上做到平衡，正如同我们的自动化与数字化产品的有机融合。

在电站设备及运行流程方面，福伊特拥有综合化的知识，这为提供最佳水平的解决方案奠定了基础。在传统的HyCon (Hydro Control, 水电控制) 自动化产品领域，我们拥有优秀的工程专业力量，积累了丰富的经验储备，为您选择、设计和实施各个具体的自动化解决方案。HyCon能够承诺顶级的运行效率、最高水准的可靠性以及优异的性能表现，以及产品整个生命周期内的服务和支持。

HyCon监控系统

我们将长期积累的运行流程诀窍和控制系统专业经验相结合，以大量的标准化模块为基础，打造水电专用的解决方案。HyCon支持广泛的开放式接口，允许将现有部件接入控制系统。由于设计精良，在安全和可靠性等方面即使有挑战性要求，也能得到满足。HyCon控制系统采用多种结构型式，从经济型的多合一概念，到分布式结构，在系统的所有层级都可以冗余设置，全面提高电站控制系统的安全性。

HyCon Thyricon励磁系统

福伊特拥有40年的励磁经验，为全球近

3200家发电厂提供了7000多套励磁系统，因此，我们对所有类型水电站的设备和工艺有着深入的了解。通过不断的自我进化和经验积累，使得我们能够为您提供最合适的励磁系统，以优化和安全可靠地运行您的发电机组。

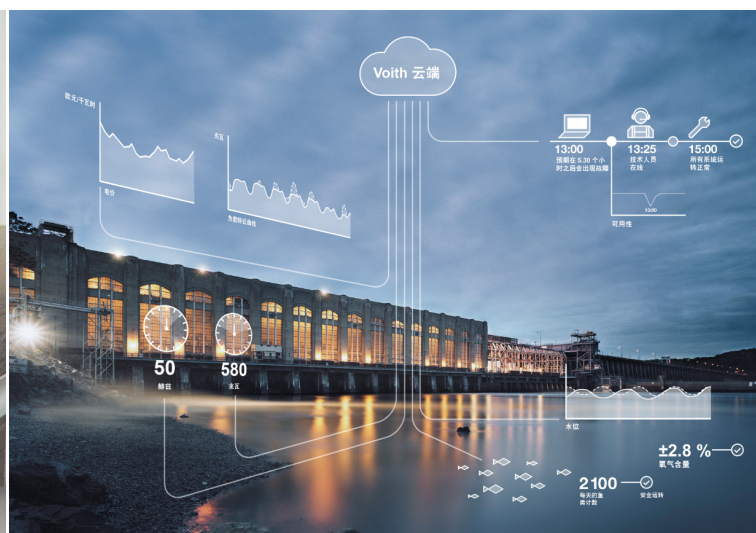
HyCon调速器

我们的数字调整器使用当前可用的最优硬件和软件，在水轮机控制方面表现优异。福伊特以水轮机型式、容量和用途为基础，提供高、低压力等级的调速系统，具有最高水准的安全

性和可利用率，最长的寿命周期、响应灵敏度和控制精度，同时又能实现最小的水压损失。

HyCon EP电气保护

电气保护系统应能在发生过载或故障的情况下，限制对电气设备（例如发电机、变压器、母线或变电站）的损害。福伊特水电的电气保护解决方案采用经过验证的耐久技术，可以保证最大的供电安全性。电能供应商得益于我们创新的技术诀窍，对于整个电站的安全表现尽可高枕无忧。



顺应当今数字化智能化电站的需求, 福伊特实时推出的全新数字化产品, 提高资产可利用率, 降低设备运行风险, 减少运维成本, 为您的电站注入新的活力。

OnCare.Health Hydro (OCHH) 是专为水电行业开发的状态监测系统。福伊特工程师长达一个世纪的专业知识为这套系统的高可靠性、最佳性能、高用户友好性提供了坚实的保障。该系统可以无缝集成到所有最先进的水电站中, 并支持新的运维分析功能和IIoT连接。

对于希望延长维护间隔和减少维护时间的水电站供应商, 我们的 OnCare.

Diagnostic (OCD) 产品区别于常规的预防性维护, 能够为您的资产提供基于状态的维护。我们提供上百个健康状况指标 (HSI) 的数据分析, 并结合福伊特水电150年的专业知识, 针对趋势, 维护活动建议和潜在即将发生的故障提供专家级的分析, 帮助电站运维人员做出更明智的维护决策。

OnCare.Asset (OCA) 是一套旨在提高可靠性和可用性的模块, 能够为水电站运营商提供高效的资产和劳动力管理以及运维过程的数字化。

Hydro Pocket (HP) 是一款直观、简单、基于云的应用程序, 允许电厂所有者和运营商随时随地监控、分析和管理工作电站。



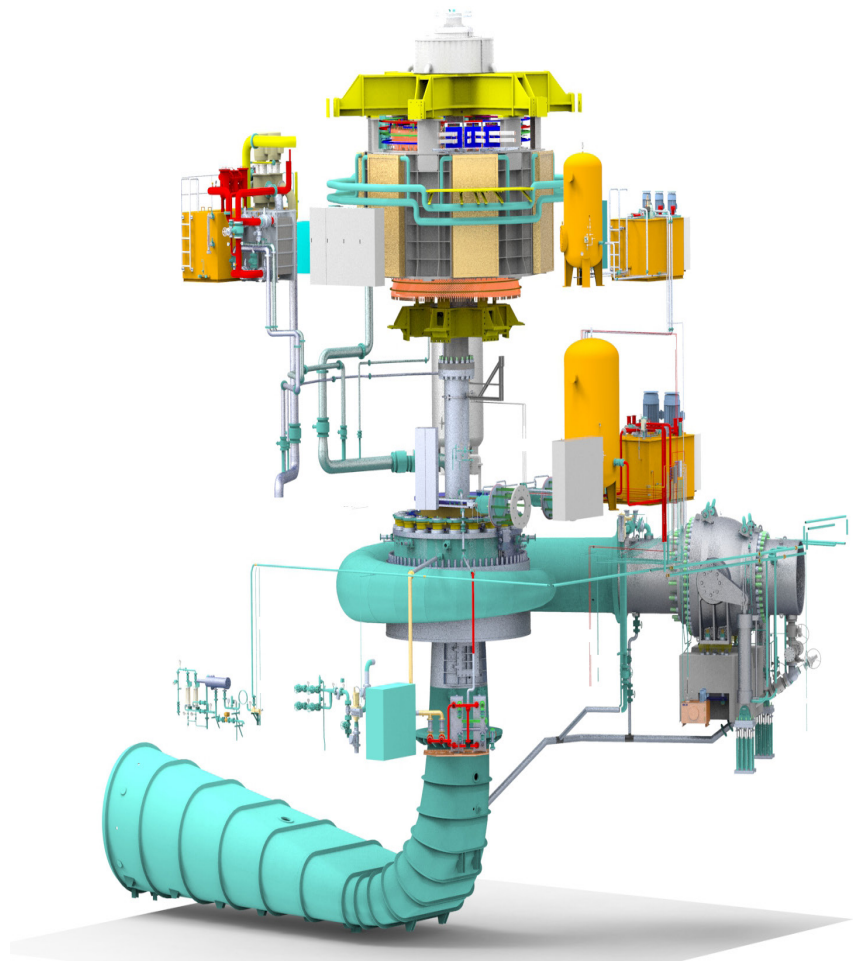
电站成套辅助系统

福伊特积累了系统而规范的电站成套经验，将各领域的专长融入水电站辅助系统，具有强大的水电站成套设备供货及管理能力，助力实现水电站工业4.0。

水电站成套设计及技术管理

架起水电站主机与辅机的“桥梁”，让主机与辅机完美对接，实现技术设计对内对外沟通协调的高效与顺畅。

抽蓄机组辅助设备管路3D布置图



水泵水轮机和发电电动机的附属系统

- ✓ 调速器液压和电气控制系统
- ✓ 进水阀液压和电气控制系统（包括球阀、蝶阀）
- ✓ 圆筒阀液压和电气控制系统
- ✓ 泄压阀液压和电气控制系统
- ✓ 机组调相压水液压和电气控制系统
- ✓ 机组轴承润滑冷却系统设备及控制

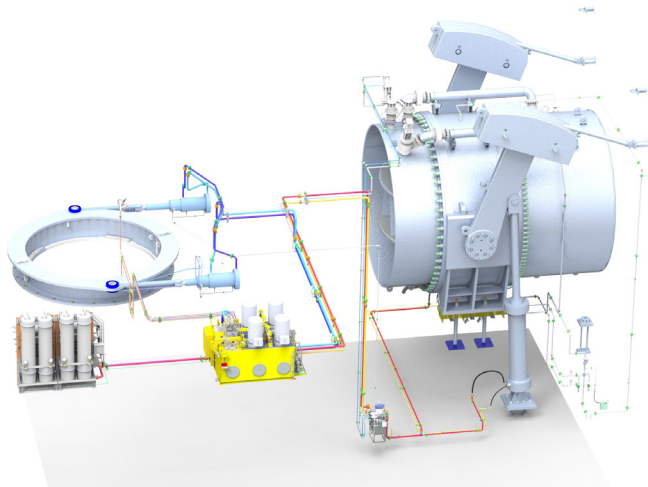
机组辅助设备系统及金属结构

- 机组辅助设备系统
 - ✓ 技术供水系统设备及控制
 - ✓ 压缩空气系统设备及控制
 - ✓ 检修渗漏排水系统设备及控制
 - ✓ 透平油及绝缘油系统设备及控制
 - ✓ 全厂消防系统设备及控制
 - ✓ 厂房机修设备
- 金属结构 (HSS)
 - ✓ 钢岔管
 - ✓ 中平洞进人门
 - ✓ 拦污栅设备
 - ✓ 清污机设备
 - ✓ 各类闸门
 - ✓ 启闭设备
 - ✓ 桥机及其他起重设备

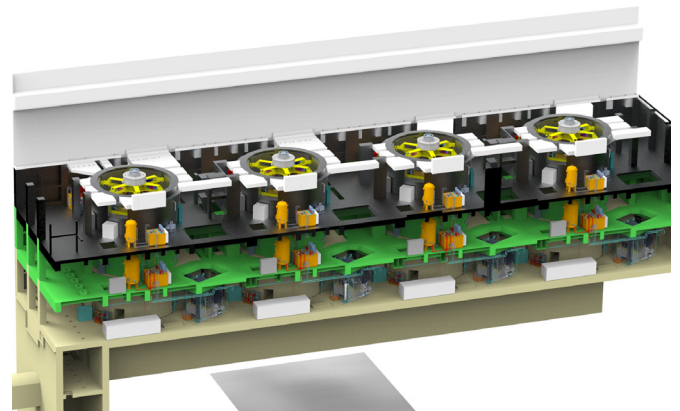
水电站电气辅助设备系统

- 电气一次设备系统
 - ✓ 发电机电压回路（离相封闭母线、发电机出口断路器和换相隔离开关等）
 - ✓ 发电机中性点设备
 - ✓ 静止变频启动装置 (SFC)
 - ✓ 厂用电系统
 - ✓ 柴油发电机
 - ✓ 电缆桥架
 - ✓ 照明系统
 - ✓ 接地和避雷系统
 - ✓ 主变压器
 - ✓ 开关站
 - ✓ 输电线路
 - ✓ 电气机修设备

Tarbela IV 调速系统及MIV系统设备管路3D 设计



洪屏电站厂房布置图



售后服务

福伊特承诺：在电站的整个生命周期内，我们的服务团队都会竭尽所能，确保电站在最高效的状态下运行。我们随时准备着，在电站不同的周期提供全面的服务。

即使是最优秀的水电站，其工作效率也会随着时间的流逝而衰减。选择福伊特，就等于选择了有着长达百年的水电技术和经验沉淀迭代的专业化服务。

- 评估咨询
- 电站设备检修维护
- 备品备件提供
- 改造升级
- 培训研发

发电机业务

- 电机及其辅助设备各类检修
- 发电机定/转子干冰清洗
- 电气部件检测延寿服务
- 发电机磁极维护翻新服务
- 电机定子线棒绝缘现场修复服务
- 冷却系统改造
- 磁极固定键综合改造方案
- 磁极引出线综合改造方案

水轮机业务

- 水轮机及其辅助设备各类检修
- 转轮汽蚀、裂纹现场修复
- 卡普兰转轮返厂翻新
- 流道汽蚀、腐蚀现场修复
- 机组流道防腐
- 耐磨涂层喷涂
- 活动导叶返厂修复
- 主轴密封及配套设施升级改造



综合业务

- 组状态综机合评估(现场评估、数据分析)
- 震动、摆度问题分析和治理
- 轴瓦修复
- 主机轴承系统改造
- 主机油系统高温分析和治理
- 机组油雾综合治理
- 机组轴轴线合改造
- 结构部件翻新延寿服务
- 关键部位智能螺栓解决方案
- 科研项目一站式配套方案
- 机组故障问题综合分析
- 标准紧固件仓储一站式解决方案





奥地利Reisseck II项目

驾驭能源系统不断变化带来的挑战

如今, 能源和电网行业正发生着急剧的转变。分布式能源、可再生能源和数字化等趋势影响着日益复杂的网络模式和监管要求。抽水蓄能具有技术优、成本低、寿命长、容量大、效率高等优点, 具有巨大的潜力。

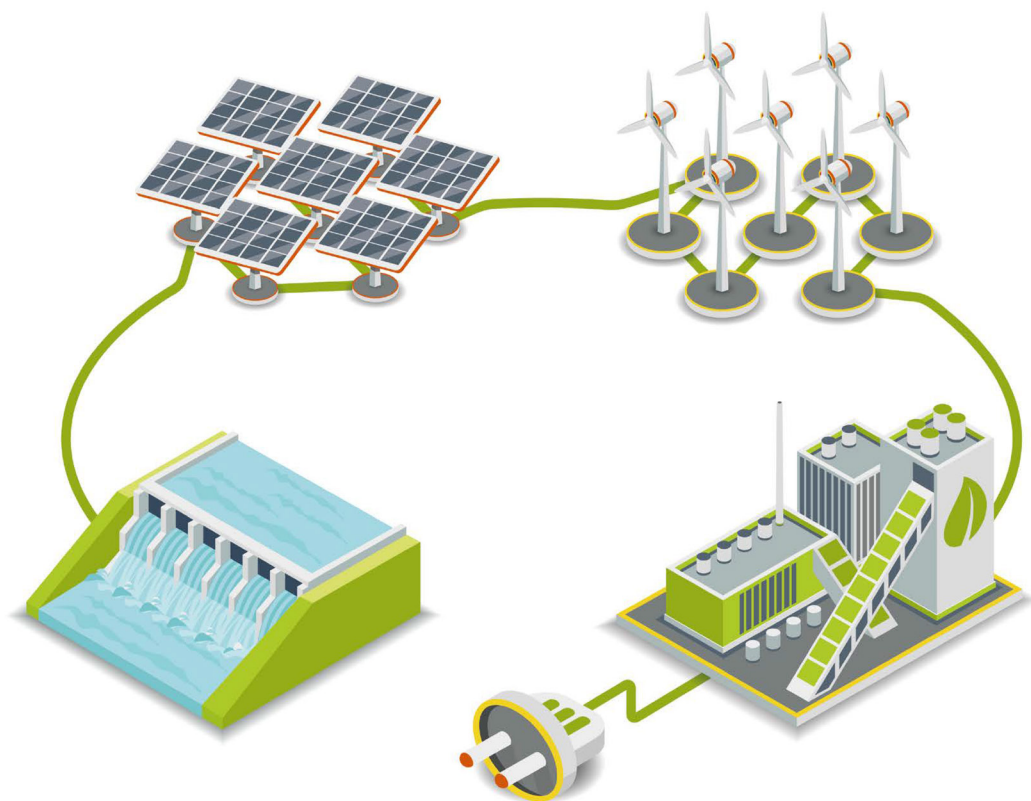
抽水蓄能电站不仅以物理方式提供基础能源负荷，还在预测偏差和故障时实现快速转换为电网提供支持。这使它成为保证电网稳定和供电安全的重要支撑。

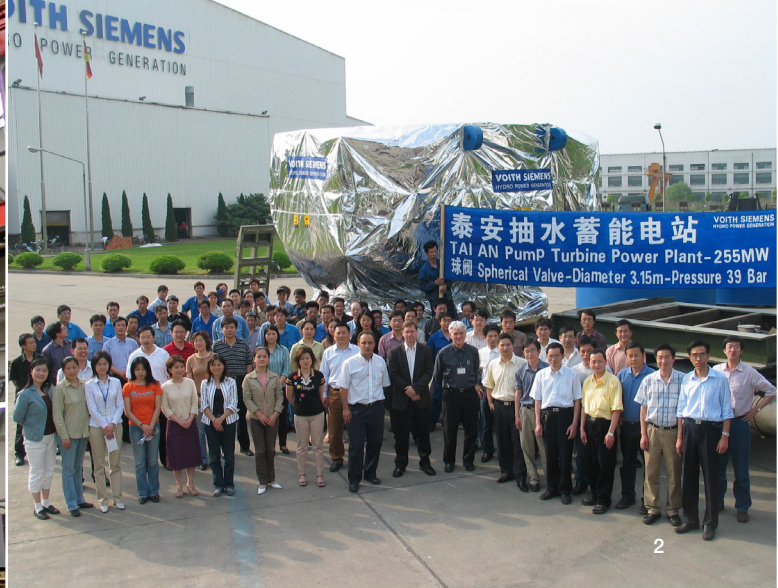
由于可再生能源往往存在较大波动，需要坚实的后备资源以保障电力系统的稳定性，因此抽水蓄能是全球正在大力推广的可再生能源技术。

鉴于可再生能源纳入电力市场的重要性日益增强，福伊特针对客户的新能源组合管理开发了多种解决方案。我们的专家为电网问题和复杂的电网建模提供支持。

将风力发电站和/或太阳能发电站与抽水蓄能电站相结合（所谓的“混合解决方案”），可确保在不能直接输入电网的情况下，以可靠方式快速储存所产生的能量。

可再生能源并网





1 Goldisthal转轮, 德国

2 泰安球阀

福伊特水电蓄能机组业绩

- 1908** 德国第一座抽水蓄能电站诞生于福伊特海德海姆的水力实验室内 (Brunnenmühle)。
- 1937** Pedreira, 巴西:
全球第一台可逆式水泵水轮机诞生, 输出功率5.3MW、额定水头30m、额定转速212Rpm。
- 1964** Roenkhausen, 德国:
第一台可逆式发电电动机安装于德国抽水蓄能电站中。
- 1966** Coo-Trois Ponts 1, 比利时:
3台套额定出力145MW、额定水头270m、额定转速300Rpm的水泵水轮机和发电电动机。
比利时第一套可逆式水泵水轮机。
- 1970** Raccoon Mountain, 美国:
当时全球最大容量的抽水蓄能电站, 4套容量392MW/425MVA、转速300Rpm的水泵水轮机和电动发电机(定子和转子采用水冷冷却)。
- 1970** Vianden 10, 卢森堡:
1台套发电电动机, 额定容量230MVA, 额定转速333.3Rpm。
- 1971** Wehr, 德国:
4台套全球最高同步速度大型发电电动机, 额定容量300MVA发电机定转子采用水冷技术、额定转速为600Rpm。
- 1974** Rio Grande, 阿根廷:
阿根廷第一台可逆式水泵水轮机。4台套水泵水轮机和发电电动机及进水阀, 额定容量187.5MW/210MVA、额定水头178m、额定转速为250Rpm。
- 1974** Chiotas, 意大利:
2台4级式可逆式水泵水轮机, 水头高达1047m, 单机额定容量105MW。
- 1976** Bath County (巴斯康蒂), 美国:
当时全球功能最为先进, 单机容量最大的水泵水轮机和发电电动机, 6台套单机容量为 458MW/447MVA、额定水头329m、额定转速257Rpm的机组。
- 1977** Helms, 美国:
3台套发电电动机, 额定容量为 343.2MW/390MVA、额定转速360Rpm, 定子采用水冷技术冷却。
- 1977** Odolo, 意大利:
6台5级式可逆式水泵水轮机, 输出功率130MW, 水头高达1256m。
- 1981** Samrangjin, 韩国:
韩国容量最高的可逆式机组, 2台单机容量385MVA, 额定转速为300Rpm的发电电动机。
- 1983** Palmiet, 南非:
2台套可逆式水泵水轮机和发电电动机, 机组额定容量 253MW/250MVA, 额定水头301m、额定转速300Rpm。
- 1992** 十三陵, 中国:
4台套可逆式水泵水轮机及球阀, 机组额定出力204MW、额定水头430m、额定转速为500Rpm的水泵水轮机, 机组为北京首都提供可靠的调峰电力。
- 1994** 广州II期, 中国:
为当时全球装机容量最大抽水蓄能电站 (两期总装机2400MW) 提供4套额定容量306MW/380MVA、额定水



3



4

3 洪屏发电机轴

4 Rodund II导水机构, 奥地利

头510m、额定转速500Rpm的可逆式水泵水轮机和发电电动机。

1997 Ghatghar, 印度：
2台套可逆式水泵水轮机和发电电动机，机组额定容量139MW、额定水头445m、额定转速500Rpm。

1997 Goldisthal (金谷), 德国：
2台变转速水泵水轮机(转速变幅300-346.6Rpm)，机组额定容量270MW、额定水头307m、额定转速333Rpm，该机组为德国最新的变转速抽水蓄能电站。

2000 Venda Nova II, 葡萄牙：
2台套发电电动机和水泵水轮机，机组额定容量106MVA/92.5MW，额定转速为600Rpm。

2001 Bath County (巴斯康蒂) 增容改造, 美国：
6台机组通过整修定子绕组并安装新的转轮，使水泵水轮机和发电电动机再次成为全球范围内输出功率最高的机组，机组容量可达480MW/530MVA。

2002 泰安, 中国：
4台可逆式水泵水轮机和发电电动机，以及球阀、电站辅机设备，机组容量为250MW\278MVA、额定转速300Rpm，4台设计压力390米，直径3150mm的球阀，该项目获得中国鲁班奖。

2004 Kops II, 奥地利
6台设计压力1150米，直径为1150mm的球阀

2004 Siah Bishe, 伊朗
4台设计压力770米，直径为2000mm的球阀

2004 Siah Bishe, 伊朗：
4台可逆式水泵水轮机和发电电动机机组，额定容量为260MW\300MVA、额定转速500Rpm。

2005 Gilgel Gibe II, 埃塞俄比亚
4台设计压力600米，直径为1900mm的球阀

2006 Akocak, 土耳其
2台设计压力为761米，直径为800mm的球阀

2006 Uluabat, 土耳其
2台设计压力为460米，直径为1500mm的球阀

2006 Limberg II, 奥地利
2台套变转速可逆式水泵水轮机和发电电动机(变速比达1.51)，机组容量为240MW/270MVA，额定转速为428.6Rpm。

2007 Sorang, 印度
2台设计压力为760米，直径为1100mm的球阀

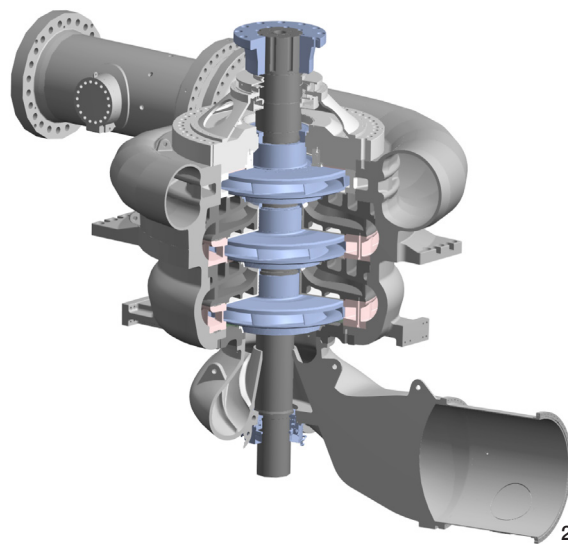
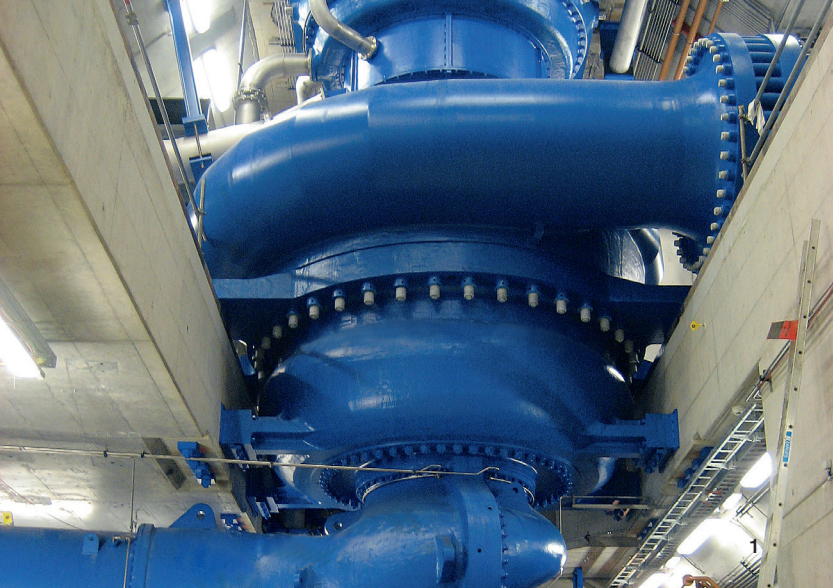
2008 La Confluencia, 智利
4台设计压力为444米，直径为1900mm的球阀

2008 Ingula, 南非：
4台套可逆式水泵水轮机和发电电动机及全套水电站机电设备，机组额定容量为342MW/373MVA、额定转速428.6Rpm。

2009 Amoya, 哥伦比亚
2台设计压力为61.4米，直径为1100mm的球阀



- 2010** Rodund II, 奥地利：
1台套可逆式水泵水轮机和发电电动机，机组容量为295MW/345MVA,额定转速为375Rpm。
2台设计压力579米，直径2900mm的球阀
- 2010** Reisseck, 奥地利：
2台套可逆式水泵水轮机，机组容量为215MW，额定水头为580m。
- 2010** Frades II (Venda Nova III), 葡萄牙：
2台套变转速可逆式水泵水轮机和发电电动机,机组容量372MW/433MVA，转速变幅为350至381Rpm，是整个欧洲单机容量最大的变转速机组。
- 2010** 洪屏, 中国：
4台套可逆式水泵水轮机和发电电动机及电站成套辅机设备，机组额定容量为306MW/333MVA，额定转速为500Rpm，4台设计压力860米，直径2100mm的球阀
- 2012** Alfalfal II, 智利
2台设计压力为1254米、直径为1300mm的球阀
- 2012** SingoliBhatwari, 印度
3台设计压力为274米、直径为1700mm的球阀
- 2013** Lam Ta Khong, 泰国：
2台套可逆式水泵水轮机和发电电动机及电站辅助系统设备，机组容量为260MW/282MVA,额定转速428.6Rpm。
- 2016** 中国长龙山项目
2台套可逆式水泵水轮机和发电电动机及电站成套辅机设备，机组额定容量为357MW/389MVA,额定转速为600rpm，额定水头为710m。2台设计压力1200m，直径2100mm的球阀。
- 2017** 中国天池项目
4台套可逆式水泵水轮机和发电电动机及电站成套辅机设备，机组额定容量为306MW/333.3MVA,额定转速为600rpm，额定水头为510m。4台设计压力880m，直径2240mm 的球阀。
- 2018** 中国清原项目
6台套可逆式水泵水轮机和发电电动机及电站成套辅机设备，机组额定容量为306MW/333.3MVA,额定转速为375rpm，额定水头为390m。6台设计压力714m，直径2500mm 的球阀。
- 2018** 中国厦门项目
4台套可逆式水泵水轮机和发电电动机及电站成套辅机设备，机组额定容量为357MW/389MVA,额定转速为428.6rpm，额定水头为545m。4台设计压力955m，直径2300mm 的球阀。
- 2019** 澳大利亚Snowy 2.0项目
6(3定+3变)台套可逆式水泵水轮机和发电电动机及电站成套辅机设备，机组额定容量为340MW/375MVA，额定转速为500rpm/(455-533rpm)，额定水头为599m。12 (6+6) 台设计压力1172m，直径2200mm的球阀。



蓄能泵&力矩转换器

- | | |
|---|--|
| <p>1928 Niederwartha, 德国:
2台水平径向泵; 出力:20.5MW、扬程: 154m</p> <p>1954 Luenersee, 奥地利:
第一台扬程超过1000m的蓄能泵</p> <p>1954 Luenersee, 奥地利:
5台立式布置的力矩转换器用于泵启动,
功率转换器: 33MW</p> <p>1964 Säckingen, 德国:
4台水平2级连续布置的径向泵功率:
70MW、扬程: 410m</p> <p>1964 Säckingen, 德国:
4台径向布置的力矩转换器,
功率转换器: 40MW</p> <p>1967 Roßhag, 奥地利:
4台垂直2级径向泵
功率: 52MW、扬程: 690m</p> <p>1967 Tehachapi, 美国:
10台立式4级径向泵
功率: 57MW、扬程: 600m</p> <p>1967⁺ Roßhag, 奥地利:
1973 4台立式布置力矩转换器
功率转换器: 31MW</p> <p>1970 Hornbergstufe-Wehr, 德国:
4台卧式2级双吸头径向泵, 用于抽水和蓄能, 功率:</p> | <p>250MW、扬程: 666m, 流量: 36立方米/秒</p> <p>1970 Hornbergstufe-Wehr, 德国
4台卧式力矩转换器, 是当今全球转换功率最高的转换器,
功率转换器: 150MW</p> <p>1973 Malta Hauptstufe, 奥地利:
2台功率140.7MW、扬程为1100m的蓄能泵, 配有带齿轮联轴器的同步转换器。</p> <p>1973 Malta Hauptstufe, 奥地利:
2台立式布置的力矩转换器,
功率转换器: 75MW</p> <p>1981 Häusling, 奥地利:
2台178.5MW、扬程为726m的蓄能泵, 配有带齿轮联轴器的同步转换器。</p> <p>1981 Häusling, 奥地利:
2台立式的力矩转换器,
功率转换器: 100MW</p> <p>1990 Säckingen, 德国:
1台功率为84.4MW、扬程为410.8m的蓄能泵替代了1964供货的产品。</p> <p>1992 Riva del Garda, 意大利:
1台蓄能泵, 由混流式增压泵(扬程: 27m) 和径流泵组成(扬程: 543m、三级式), 它与水斗式水轮机和电动发电机的轴连接。</p> |
|---|--|



1+2 蓄能泵, Kops II, 奥地利

3 Kops II, 奥地利

1992 羊卓雍湖, 中国:
4台功率为19.1MW的6级蓄能泵, 带齿轮联轴器, 用于静止状态时的连接。

1999 Pont Ventoux, 意大利:
1台功率为73.4MW、扬程为519m的蓄能泵, 由齿轮连接混流式水轮机轴

2004 Kops II, 奥地利:
3台立式3级径向泵, 用于抽水蓄能,
功率: 152MW, 扬程: 784m

2004 奥地利Kops II项目:
3台垂直排列式力矩转换器,
转换器功率: 80MW。

2008 Koralpe, 奥地利:
1台立式3级径向泵用于抽水蓄能,
功率: 38MW, 扬程: 740m

2011 Hongrin Léman, 瑞士:
2台立式5级式径向泵用于抽水蓄能,
功率: 118MW, 扬程: 865m

2014 奥地利Obervermunt 2项目:
供应2台单级蓄能泵。
功率: 170MW, 高度: 290.4米。

2014 奥地利Obervermunt 2项目:
2台水平排列式力矩转换器。
转换器功率: 45MW。

2017 奥地利Häusling项目:
对1981年交付的2台双级蓄能泵进行升级改造。
功率: 207MW, 高度: 635米。

2018 奥地利Malta Hauptstufe项目:
对1973年交付的2台四级蓄能泵进行升级改造。
功率: 194.5MW, 高度: 1100米。

2018 瑞士Ritom项目:
供应1台双级蓄能泵。
功率: 61.2MW, 高度: 711米。

2019 中国万家寨HLP项目:
供应14台单级蓄能泵。
功率: 10.5MW, 高度: 140米。

2019 中国万家寨LLP项目:
供应5台单级蓄能泵。
功率: 5.5MW, 高度: 76米。

2019 奥地利Hattelberg项目:
供应1台单级蓄能泵。
功率: 16.4MW, 高度: 1105米。

经典案例

广州抽水蓄能电站

广州抽水蓄能电站位于广州市从化区吕田镇深山大谷中，距广州市90km。电站总装机容量240万千瓦，装备8台30万千瓦具有水泵和发电双向调节能力的机组。电站分两期建设，各装机120万千瓦，其中一期工

程4台30万千瓦机组于1994年3月全部建成发电；二期工程1998年12月第一台机组并网运行，在2000年已全部投产。广州抽水蓄能电站是大亚湾核电站的配套工程，为保证大亚湾电站的安全经济运行和满足广东电网填谷调峰的需要而兴建。

福伊特为广州抽水蓄能电站二期工程提供4台套额定容量306MW/380MVA，额定水头510m，额定转速500r/m的可逆式水泵水轮机和发电电动机，并为电站提供了长期优质服务。

水泵水轮机参数

机组数量	4
机组额定容量	306 MW
额定转速	500 rpm
额定水头	509 m
转轮直径	3.8 m
标称额定流速	66 m ³ /s
投运时间	2000年

发电电动机参数

额定输出功率	333.3 MVA
额定输入功率	325 MW
额定功率因子	0.9
额定电压	18 kV
投运时间	2000年



经典案例

洪屏抽水蓄能电站

洪屏抽水蓄能电站是江西省第一座大型抽水蓄能电站，位于靖安县境内，距南昌市90km。电站规划装机容量为2400MW，分两期建设。项目一期工程于2011年10月开工建设，装机容量为1200MW，2016年12月竣工。该电站主要承担江西省电力系统调峰、填谷、调频、调相、事故备用和黑启动等任务，下水库兼顾灌溉、防洪、发电等综合利用功能。

在2018-2019年度第一批国家优质工程奖评选过程中，江西洪屏抽水蓄能电站项目凭借其在设计、施工、运营等各个阶段的卓越表现以及在绿色建筑、节能环保和科技创新等方面的突出成绩，荣获“2018~2019年度第一批国家优质工程金质奖”。

福伊特为洪屏抽水蓄能电站一期工程提供了4台套单机容量为306MW/333MVA，额定转速500Rr/m的混流可逆式水泵水轮机发电机组。

水泵水轮机参数

机组数量	4
机组额定容量	306 MW
额定转速	500 rpm
额定水头	540 m
转轮直径	3.8 m
标称额定流速	62 m ³ /s
投运时间	2016年

发电电动机参数

额定输出功率	333.3 MVA
额定功率因子	0.9
额定电压	18 kV
投运时间	2016年



经典案例

浙江长龙山抽水蓄能电站

长龙山抽水蓄能电站，位于浙江省安吉县。电站共安装有6台机组，总装机容量210万千瓦。长龙山电站的工程特性创下了三项“世界第一”、四项“国内第一”，为引领世界抽水蓄能电站

工程建设树立了新标杆。电站1至4号机组转速为500 r/min，福伊特为其提供第5、6号机组，属于具有行业标杆性质的600 r/min大容量高水头的机组。

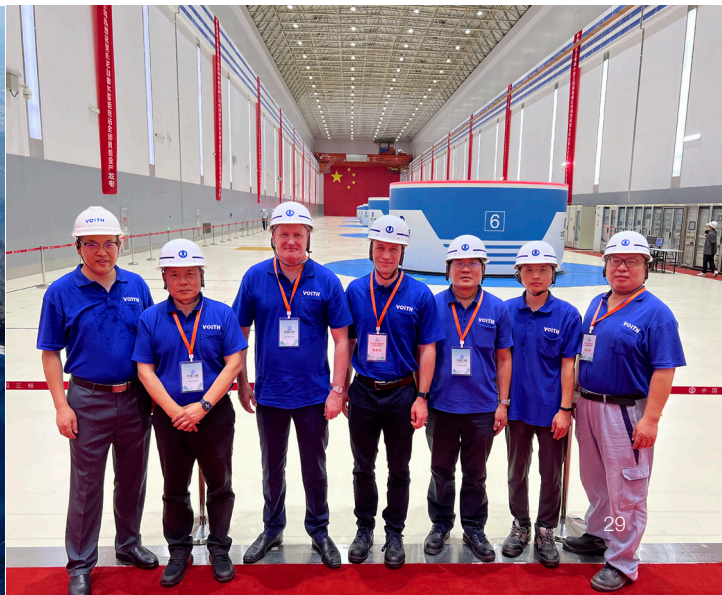
福伊特为长龙山电站提供的机组额定转速为600r/min，单机容量为350MW，机组的设计制造综合难度系数世界第一，技术水平世界领先。

水泵水轮机参数

机组数量	2
机组额定容量	357 MW
额定转速	600 rpm
额定水头	710 m
转轮直径	3.6 m
标称额定流速	55 m ³ /s
投运时间	2022年

发电电动机参数

额定输出功率	389 MVA
额定输入功率	373 MW
额定功率因子	0.9
额定电压	18 kV
投运时间	2022年



福伊特水电
Alexanderstr. 11
德国海德海姆, 邮编 : 89522
电话 : +49 7321 37 0
传真 : +49 7321 377828
www.voith.com

上海福伊特水电设备有限公司
上海闵行江川路555号
电话 : 021 24089999
传真 : 021 64308330

VOITH