

德国尼德豪森电厂

使用现场总线技术实现高水平自动化

先进的电厂设计

RWE 尼德豪森电厂的新建 K 机组（BoA：采用先进自动化技术的燃褐煤电厂）在二月已经进入商业运行。

通过在此项目的许多部分采用新的和优化的技术，这家电厂在“机组容量”（1000MW）、“运行效率”（约 43%）以及对环境的保护等方面，在燃褐煤电厂中建立了新的标准。

在当前的自动化工程领域，众所周知，成功的设计需要综合考虑机械/过程设计原理、原料、以及高性能电气/自动化系统之间的复杂关系和联系。比如 ESP、ASR、发电机和输变电管理以及相关的诊断系统，还有大量复杂的传感器和执行机构，怎么让它们协同高效地工作是电厂每天都要面对的。因此，RWE 在这个新建机组项目的一开始就决定选用现代化的采用现场总线技术的仪表和控制系统。



尼德豪森 BoA 电厂

1. 仪表和控制系统原则

简而言之，对仪表和控制系统的要求就是：将当前现场总线技术的优点与德国电站运行要求的安全标准紧密结合起来

西门子作为作为一站式供应商签订了此项目的合同，这种方式可以尽量减少接口并保证系统的成功实施。

RWE

尼德豪森褐煤燃烧电厂 使用优化的自动化技术的褐煤燃烧机组的突出特性

全球最先进的褐煤燃烧电厂

- 改进原料使压力增加到 270 bar 以及使温度增加到 580° C
- 用烟气的热量预热水/蒸汽循环所需的助燃空气和水精确匹配过程步骤
- 输出功率 1012 MW
- 净效率 > 45%

May 6-8, 2003


Power Generation **2**
275_H02el

RWE

供货范围及服务 使用仪器及控制系统

- 控制系统 (TELEPERM XP 使用FUM/现场总线技术)
- 执行机构 (冗余的PROFIBUS连接)
- 传感器
- 微分压力变送器
- 工程设计
- 安装
- 现场服务
- 过程信息系统
- 标准数据确认系统
- 资料管理系统
- 全部控制室设备包括附件

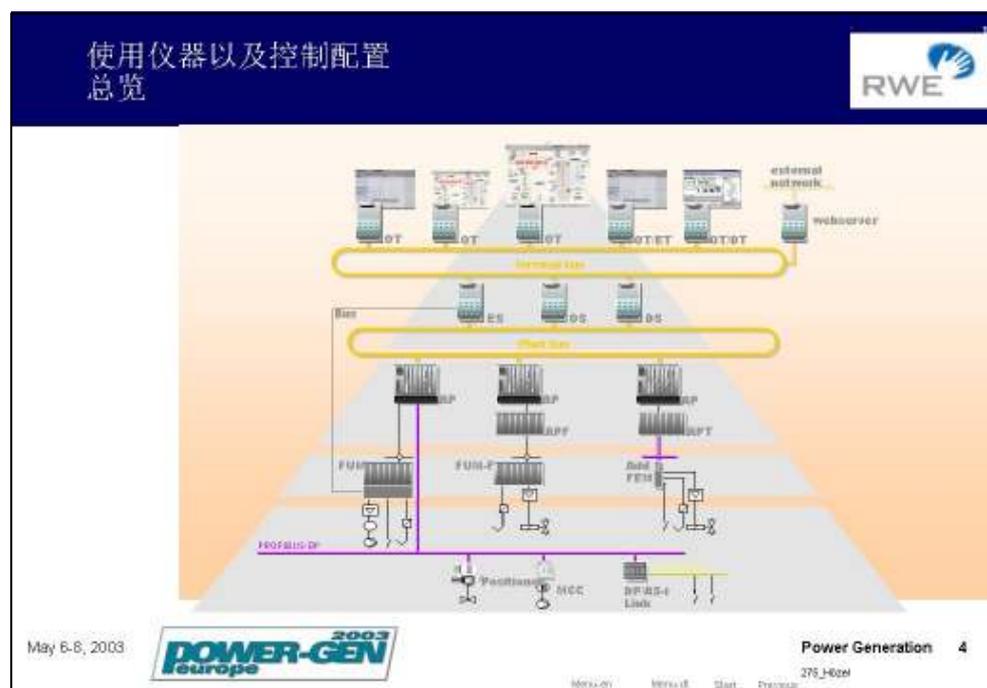
May 6-8, 2003


Power Generation **3**
275_H02el

2. 仪表和控制系统配置

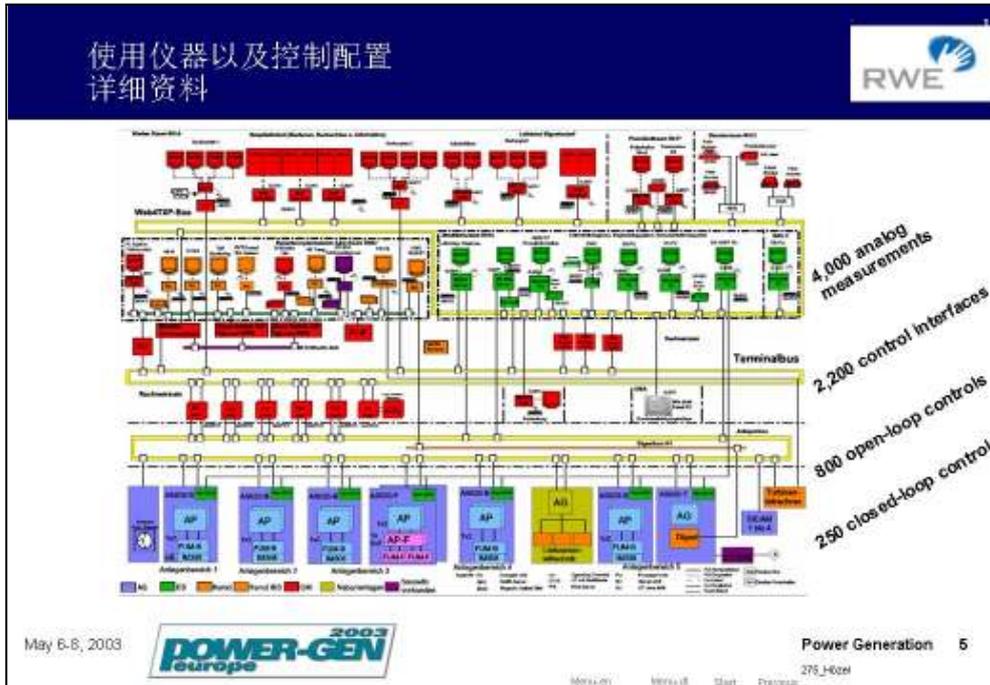
西门子开发的 TELEPERM XP 仪表和控制系统的基本结构，从始至终采用冗余的多通道设计。采用坚固耐用的电气设备机柜，经过实践验证的输入/输出模块化技术，集中安装在 I&C 电子设备间，并通过“工厂总线”连接到基于工业 PC 的操作员操作和监视系统。操作和监视系统的各个组件通过“终端总线”相连。这个基本结构现在进行了扩展——与“IT 世界”的连接，也就是说通过总线连接专家系统，甚至连接到 WEB；此外，工厂自动化的扩展还包括了对 PROFIBUS 技术的集成。

- 操作和监视级
- 过程级
- 组控级
- 单项控制级
- 现场级



3. 仪表和控制系统配置详细说明

I&C 系统设计遵循的标准就是系统的高可用性要求，包括出现故障时的处理能力，经济性要求，当然还有自动化运行，即使在特殊运行状况，比如负荷变化或调频时也能够实现。最终的配置比原先的概貌要复杂很多。包括了 4,000 点模拟量测量信号，2,200 个执行机构，800 个自动开环和闭环控制器。



4. 自动化

由于采用了 Teleperm XP 过程控制系统，这家 BoA 电厂达到了很高的自动化水平，整个 1000MW 容量电厂可以只由一位操作人员实现运行：大部分情况下的启动和停机不需要人工“连接和开关”，这些都由自动化系统来处理。当然，虽然系统的自动化水平很高，各驱动设备还是可以手动单独操作。为确保运行人员不会漏掉任何运行信息，运行画面采用分层结构。在各层之间和各层内部，操作员可以通过导航功能“遨游”电厂运行过程。诊断信息，动态功能图，以及与功能相关的消息组使控制室的运行人员可以对整个过程的运行状况轻松把握。



5. 智能现场设备 / 现场总线

TXP 仪表和控制系统支持“智能现场设备”（执行机构、传感器等），这样就不再需要连接大量的电缆，只需要一组总线电缆就可以了。

采用这种方式，你可能觉得，一个压力传感器还是只能测量电厂内某点的压力值，一个执行机构还是只能开关一个阀门，看不出新的现场总线技术有任何优势。下面，我们就此进行一些说明。

首先，BoA 电厂 I&C 系统的特点如下：

褐煤燃烧电厂的I&C系统的特点
智能现场设备/现场总线

- 通过冗余的PROFIBUS DP连接的执行机构仅需非常轻松的维护
- 气动阀门通过DP-AS-I(ActuatorSensorInterface)连接
- 通过智能现场设备的主要诊断信息改进运行的经济性
- 通过高级系统的网络功能连接到现有的电厂
- 最高水平的自动化：最小化人力成本，仅一名操作员监视和控制电厂的运行

May 6-8, 2003

POWER-GEN Europe 2003

Power Generation 7

Menu Zurück Start Forward 275_H02H

6. 执行机构

下图所示为 BoA 电厂内安装的智能执行机构（SIPOS Profitron），紫色的电缆是（冗余）总线电缆。现场总线技术与“老”的技术相比，最明显的优势就是可以与具有 Web 功能的 PC 机在线连接，从而比传统连接方式具有更强的通讯能力。



SIPOS 执行机构是“智能化”的和“具有通讯能力（现场总线）”的；但这些到底意味着什么，智能执行机构到底能提供哪些信息，有可以带来哪些益处呢？

首先，智能执行机柜知道“自己是谁”，你不再需要在一堆纸张文件中查找设备的识别码，技术数据，参数/设置，它们现在都可以“在线”获取（通过电子标识牌）。

除了阀门状态（开/关/开度），智能执行机构还知道阀门的更多信息：阀门和执行机构安装完成后，其扭矩曲线被记录下来并存储在执行机构中，今后设备出现问题后可以调出进行参考，这将大大方便设备故障的处理。这一曲线可以与任何时候的瞬时曲线进行比较。另一个有用的功能是：过去当执行机构快速动作时，阀盘会对阀座产生巨大的冲击，从而对昂贵的阀门造成损坏，而智能执行机构会在适当时候减低运行的速度；当然，这种更温和的运行方式将延长设备的寿命。

更多的优点还包括：

更少的 I&C 部件，从而减少建造费用

- 在 BoA 电厂中，驱动设备的电源采用分布式安装方式，优化了电缆放置、桥架和开关设备的数量和占用的控件。
- 驱动设备不需要高起动的电流；这样便于供电系统的设计。

优点

更低的建设成本

- 分布式的驱动器的供电；电缆，桥架和开关设备的空间需求优化。
- 驱动器不需要更高的启动电流；对供电设计的优点。

更低的调试和维护成本

- 驱动器不需要防回动安全装置；简单化的调试/维护。

May 6-8, 2003

Power Generation 9
275_H02d

减少调试和维护费用

- 驱动设备不需要反向安全保护，这将简化调试和维护
- 更少的电气信号连接
- 设备不再需要力矩开关
- 通过总线还可以“免费”传输马达的温度

下图中列出了到目前为止具有现场总线功能的执行机构经过验证的性能：

PROFIBUS 现场设备
在大型电厂的经验 (1)

执行机构：

- 额外的24 V 供电（电源总线）已被证实是成功的
- 分布式的电源供电已被证实是成功的
- 结合广泛功能区域的远程参数设定已被证实成功的
- 扭矩曲线仅在特殊的情况下使用，但是非常有帮助
- 在EMC（电磁兼容性）方面没有问题
- 在高温情况下没有问题
- 由于剧烈振动（尤其在试运行准备，如冲管/酸洗的过程中和试运行阶段）引起的故障；"staggered electronics"方法在工程设计和配置阶段应细加选择

May 6-8, 2003

Power Generation 10
275_H02d

7. AS-I 气动阀控制模块

这些优势在气动阀门方面体现得更明显，我们知道 BoA 电厂的气动阀门就是以 DP-AS-I 的连接方式进行连接的。AS-I（执行器传感器接口）技术从属于 PROFIBUS DP 技术，它简单而且耐用，在制造业领域有着广泛的应用，现在也已经进入电站领域。



在上图中，总线电缆是水平的黄色电缆。这个电缆由电源线和数据线组成。显而易见利用总线技术使得施工安装变得简单：总线电缆可以简单的接入气动阀控制模块基站，模块再插入到基站即可。连接电缆不需手动剥线可直接接入控制模块，也就是说不再需要传统的接线方式。

PROFIBUS 现场设备
在大型电厂的经验 (2) RWE

ASI 电磁阀:

- 牢固的，免维护技术已被证实是成功的
- 极其短的安装时间得益于连接器技术
- 工程设计，安装和调试非常的简单和经济

May 6-8, 2003 POWER-GEN Europe 2003 Power Generation 12

8. 低压开关设备

BoA 电厂的低压开关设备采用 SIMOCODE 装置，这个装置可以由 PROFIBUS 直接接入到多通道冗余的 TELEPERM XP 自动控制系统中。显而易见，智能的 SIMOCODE 与传统的开关设备相比更具优越性，例如在传统的开关设备中，马达的运行状态反馈是来源于相应的继电器节点，而 SIMOCODE 是通过监视马达的实际电流；优点是在控制室每一个通过现场总线控制的马达的模拟量测量值是可以“免费”利用的。当然，TELEPERM XP 自动控制系统一样可以在线采集所有参数数据并进行优化。

现场总线技术 (3) 低压开关设备

SIVACON (LV) 开关设备连接到 SIMOCODE
开关设备通过冗余 PROFIBUS-RT switches 连接




May 6-8, 2003

Power Generation 13

275_H02H

PROFIBUS 现场设备 在大型电厂的经验 (3)

SIMOCODE:

- 结合广泛功能区域的远程参数设定已被证实成功的
- 低压概念（开关设备功能）已被证实是成功的
- 在 EMC（电磁兼容性）方面没有问题
- 需有高级资格的调试人员
- 功能相关的开关设备分配




May 6-8, 2003

Power Generation 14

275_H02H

9. PROFIBUS 网络

PROFIBUS 网络由连接开关设备的铜芯电缆和连接就地执行器的光缆组成。执行器本身的同样是由铜芯电缆连接的。最初对于 EMC 的效果，速度和范围不确定的担心，经过实践论证是可以毫无问题的，稳定地运行的。

10. 现场总线技术的优点

总而言之，集成现场总线技术的 TXP 仪控系统会给电站的经济运行带来非常大的利益。

TELEPERM XP 使用完整的现场总线技术
优势

低运行成本

- 整体的，主要的监视
- 快速电厂诊断
- 预先维护
- 主要数据管理
- 远程参数设置

低投资成本

- 较少的空间需求
- 较少的桥架和电缆

May 6-8, 2003

POWER-GEN Europe 2003

Power Generation 17

276_Hözel

11. 通讯/网络

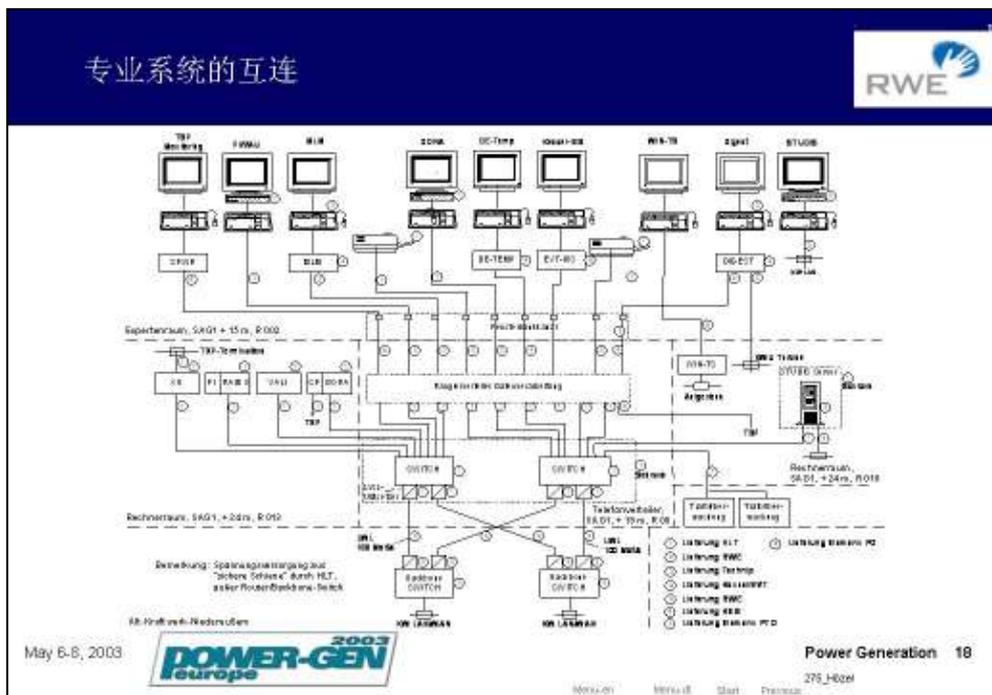
BoA 电厂仪控的一个典型特征是就地设备不但与 I&C 系统互联而且还与电厂的办公网络互联，甚至与互联网互联。这些网络功能由西门子提供的软件包“PDM”（过程设备管理）和“web4txp”来实现：“web4txp”开发了所有网络技术的潜力并应用于 TELEPERM XP。这使得与世界各地的 TXP 系统互联成为可能。

但并不是只有就地设备可以与经典的过程控制系统 TELEPERM XP 互联。

BoA 电厂其它众多的高科技专业系统也同样被集成到 I&C 系统中，下面我们举例作个简要的说明：

- DORA 自动吹灰系统
- PI 过程信息系统
- 过程确认系统（核算 IS 特性的电厂热力计算模型）
- DIGEST（发电机监视/诊断系统）
- WIN-TS（汽轮机监视系统）
- STUDIS（重要设备监视系统）
- MLM（维护-使用寿命-监视系统）
- 特殊设备的监视系统

所有这些专业的系统都是以 PC 为基础，都有自己的软件运行环境；只要看一下列出的系统清单就可以看出，这个项目对 TELEPERM XP 过程控制系统集成、连接计算机系统的的能力要求有多高。



仪表和控制：涵盖广泛

BoA 电厂仪表和控制系统的整个供货和服务范围还包括人机工程学方面的设计，控制室的布置，以及运行要求，提供集成的测量和操作员控制站，视频监视设备，8 英里水网的自动控制，并提供各种压力变送器。即使一个普通的压差变送器也必须满足 BoA 电厂的严格要求，比如主蒸汽测量仪表：每个重 1.3 吨，有 12 个抽取口，一个环形文氏管，最特殊的“亮点”是采用“X11CrMoWVNB911”（简称 E911）材料，这是一种特殊的钢材，是专为 BoA 电厂提供的，用以满足其特殊的主蒸汽参数要求（580°C/ 275 bar），从而实现更高的机组效率。

面向未来的系统

自从 BoA 电厂在 2002 年秋开始运行，在今后的几十年都将致力于如何实现最经济的发电，这也是相同类型电厂之间竞争的重点。

BoA 电厂内过程、电气以及仪表和控制系统间的协同工作，使其在当前的竞赛中处于领先地位。现场总线技术的优秀特性（远程参数设置以及诊断功能）以及集成的联网专家系统是确保其在未来很长时间保持领先地位的重要条件。

同时，BoA 的运行和维护人员对于电厂内部工作将越来越了解，随着经验的增加，将使电厂渐渐调整运行在更好的状态；因此可以说，这一仪表和控制系统已经是电厂更好未来的保证。

与现场总线技术相关，对各种费用，特别是在土建方面（比如 I&C 部件、开关设备、电缆夹层和桥架等）费用的减少在 BoA 电厂中并没有完全表现出来。这是由于基础设计时间比较仓促，当然相关经验在那时也有些不足。不过，这一项目完成总体设计和实施后，RWE 在这经济性方面也处于领先地位。

Status: PowerGen Europe 2003
Düsseldorf / Germany
May 2003

Source: Mr. Hözel / RWE
Mr. Frankenbach / Siemens Power Generation