

XDPS 系统升级到 OC6000e®系统

GE 能源集团检测控制技术控制产品线经理 申弢

一、引言

自第一套 DAS-100 系统应用以来，新华控制工程有限公司的分散控制系统产品逐步经历了从 DAS-100、DAS-300 到 XDPS 400、XDPS 400 + 的发展过程，并在加入 GE 能源集团之后推出了优化升级的 XDPS 400e 系统。同时 XDPS 系列产品也以 OC 4000®的名称在海外开展销售。迄今为止，我们已有 3000 多套的控制系统投运业绩，目前仍在运行的系统也有近 2500 套。

基于对国内外 DCS 市场和技术的深入研究和分析，在充分了解用户需求的基础上，GE 能源集团在收购新华控制工程有限公司之后，就开始投资进行下一代的分散控制系统的研发，并于 2007 年发布了在其核心控制系统 Mark VIe 基础上的改进产品——OC 6000e®分散式控制系统。该系统结合了 Mark VIe 的硬件和网络技术优势以及我们多年来众口皆碑的软件优势和运行经验，其领先的技术和完整的一体化控制解决方案能够保护并优化电力和石化行业的全厂过程及设备。2008 年 5 月，首台应用 OC 6000e®控制系统的机组完成现场调试，交付电厂投入商业运行。系统自投入运行以来，运行稳定可靠，其先进的控制器运算能力、高效的实时网络性能、卓越的系统抗干扰能力和友好的用户操作界面深受用户的好评。目前，OC 6000e®已广泛应用于国内外电厂，包括 600MW 及以上等级超临界机组的全厂过程控制。

作为全厂一体化解决方案的 OC 6000e®，除了在软硬件平台技术上的进行了更新之外，还为电厂用户量身定制了丰富的高级应用系统，如 APS 一键启停系统、RDS 远程诊断系统和 MPC 模型预测控制系统等。2009 年 11 月，首台应用 APS 技术的控制系统投入运行，相对与人工操作，采用 APS 技术后机组的启动时间缩短了近 1 个多小时。2010 年 5 月，该系统通过了中电联热工自动化技术委员会的专家评审，专家们对该项 APS 技术给予了很高的评价，认为其“整体控制水平先进，在燃煤发电机组上具有广泛的推广应用价值”。2010 年 10 月，首台应用 OC 6000e®控制系统对已装 XDPS 系统进行升级改造的机组也已顺利投入商业运行。

客户对改造系统给予了积极的评价：“从改造后的效果来看，整个新 DCS 系统运行稳定、硬件可靠、性能突出、软件友好……自动投入率及投入品质比改造前有明显提高，尤其是投入了协调控制和 AGC 控制，使机组自动化水平大大提升，达到了改造预期效果。”

基于细分市场的不同需求，GE 能源集团正持续不断地在 OC 6000e®系统和 XDPS（或 OC 4000®）系列产品上投资研发以不断提升其技术特性，并实现过程控制级的相互兼容，从而保护用户现有的投资。对于已投运时间较长、希望将控制系统进行升级改造的客户，我们提供了灵活多样的升级解决方案，以满足不同客户对资金预算和改造周期的不同需求。我们相信这些升级方案能帮助客户在将升级过程风险降至最低的情况下，提升系统整体的运行性能，并享受能与 GE 能源集团先进的控制与优化技术接入的优势，为客户带来稳健而显著的投资回报。

二、通过升级享有 6000e®系统的技术优势

在介绍具体的升级方案及其为用户带来的价值之前，让我们先快速了解一下 OC 6000e®系统的技术特点和优势：

1、紧凑的系统布局

OC 6000e®采用 I/O 模件和端子板结合为一个整体的 I/O 组件，现场的信号电缆直接接在 I/O 组件的端子上，实现了控制柜和端子柜的整合。机柜数量的减少降低了对中央控制室空间的需求，从而降低了客户安装的总成本。另外，OC 6000e®机柜内各个模件在满足信号屏蔽接地可靠性的同时，从最初的回路中引入接地的机械结构，使得 I/O 模件在安装上机柜后就已最大限度地达到良好的接地效果，在现场没有特殊的接地需求，从而减少了现场安装工作。模块化的设计也降低了由于电缆连接引起的系统可靠性问题，更便于用户对系统的维护。

2、高性能的实时控制器

OC 6000e®采用高性能的实时控制器。该控制



图 1 OC 6000e® 控制器

器采用低功耗、无风扇设计，选用高性能的硬件平台和元器件，经过苛刻的可靠性设计验证，采用先进的制造工艺生产，大幅度提高了寿命和可靠性。控制器的软件平台为 QNX 实时操作系统，可以快速、准确、实时地实现复杂的逻辑运算和毫秒级的时钟校时功能，从信号输入到逻辑运算以及控制输出的整个循环的时间可以精确地确定和预测，大大提升了整个系统的实时性、稳定性、容错性和兼容性。

3、高效的网络通讯和时间校正机制

OC 6000e 拥有三层网络，分别是工厂数据高速通道(PDH)、冗余单元机组数据高速通道(UDH)和冗余 I/O 网络(支持 I/ONet 或 HSN)，最大程度地减少了通信故障及网络堵塞，并增强了网络性能及可靠性。OC 6000e®采用先进的、高精度的校时机制，其控制网络采用精度达 200us 的 NTP (网络时间协议) 时间同步协议，其 I/O 网络采用了精度高达 10us 的 IEEE1588 校时协议，因此，在 OC 6000e®系统中，任何两个 I/O 模块之间 (无论是同一控制器内还是不同控制器间) 都能实现小于 1ms 的的时间同步精度。

4、高可靠性的系统设计

OC 6000e®的控制器、电源、网络以及关键回路的专用模块都采用冗余设计。两个冗余的控制器同时接收输入、在线运算和输出指令，可以实现“零延时”的主、备控制器的切换，任何一个故障都不会影响系统的正常运行。为了提高系统的可靠性，在系统研发和制造过程中广泛采用了可靠性设计方法以及相关的试验验证。每个模块在设计定型前均经过严格的 HALT 试验 (高加速寿命试验)、环境试验、EMC(电磁干扰)试验等以确保模块设计上的可靠性。此外，系统设计也考虑了 CE 及 TUV 认证的有关要求，目前 OC 6000e®系统已通过 CE 认证，TUV 及其它相

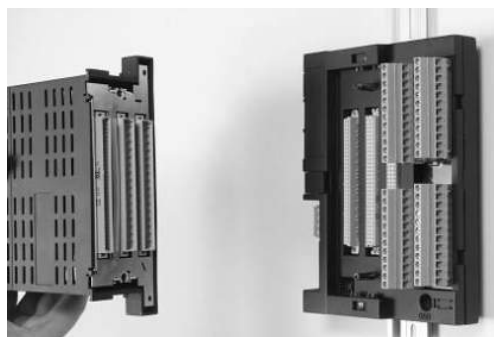


图 2 OC 6000e® Classic I/O 模块



图 3 OC 6000e® Nexus I/O 模块

关认证工作也在逐步进行中。

5、易于维护的人性化设计

OC 6000e®的 I/O 模件不仅提供了本地的健康状态指示灯，便于现场快速检查和定位，而且还提供了大量的状态信息上传到控制器和 HMI 操作站，可以实现通道级的故障诊断。I/O 模件上无任何跳线和开关设计，所有的设置和配置均可通过软件实现。独特的软硬件编码锁设计，可以避免不同或非法的 I/O 模件的误插入。另外，I/O 模件的端子具有耐高电压设计，可以防止现场高压交流信号误接入对系统的损害。

6、强大且易用的平台软件功能

OC 6000e®继承了 XDPS 或 OC 4000®系统软件功能丰富、直观易用的特点，通过统一的系统维护和组态软件将系统的配置和逻辑组态功能集成在一起。用户只需使用一个软件，就可以完成系统网络设定、用户管理、控制器配置、I/O 模件参数设定和控制器编程等诸多功能。OC 6000e®不仅继续支持并改进了在线组态、虚拟控制器、过程仿真、Web 浏览等功能，还扩展了对微软 Office 工具的接口功能，用户可以直接将 EXCEL 格式的文件导入，生成系统点目录，或反向操作，导出点目录到 EXCEL 格式的文件进行保存和编辑。另外，OC 6000e®还支持多语言操作界面，且可实现不同语言界面间的在线实时切换，无需重新启动程序或系统。

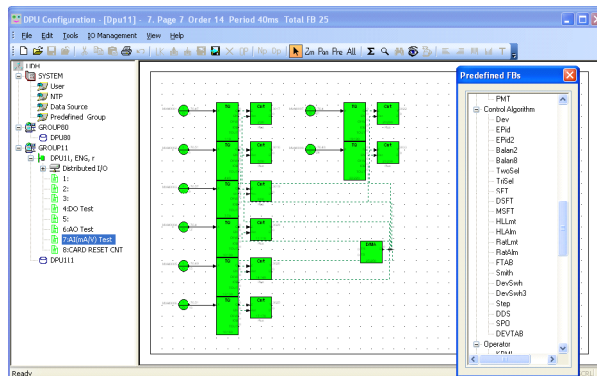


图 4 OC 6000e® 系统组态工具

7、丰富、超值的高级应用方案

OC 6000e®在满足常规的控制系統需求之外，还提供了丰富的增值应用解决方案，帮助用户全面提升机组的控制、运行和管理水平。其中，APS 一键启停解决方案可以提高机组启停的正确性、规范性，减轻运行人员的工作强度，缩短机组启停时间，从整体上提高机组的自动化水平和经济运行水平。RDS 远程诊断系统可以让

用户以远程的方式实时了解、分析控制系统的事件及报警，并且系统能自动生成维护建议，将这些可操作性信息以电话、短信或者邮件的方式发送给特定的人员。从而在保障控制系统安全稳定运行的同时，帮助用户全面提升工厂的管理水平。MPC 模型预测控制系统可以改进常规 PID 前馈/反馈控制难以适应的强耦合、时变、大迟延的热力过程控制的性能，实现快速、准确的过程参数控制，提高响应负荷变化的能力，从而可以提高进组运行的经济性和安全性。

8、高度开放和集成的系统平台

OC 6000e®在设计之初，就被定位为全厂一体化解决方案。其系统平台的设计集中体现了开放性、集成化的特点。

首先，OC 6000e®的控制网络和 I/O 网络采用了 GE 标准的 EGD 协议，GE 能源集团不同的控制产品可以通过统一的通讯协议交换数据，如 EX2100、Bently 3500/3700 以及 GE FANUC PLC 等过程检测/控制系统。OC 6000e®和 Mark VIe 系统的控制器和 I/O 模块可以方便地实现互换。对于有较高安全性要求的场合，用户可以选择采用 Mark VIe 的三重冗余模块对关键对象进行控制。

第二，OC 6000e®系统软件集成了与优化软件的接口，可以方便地与机组级和厂级优化软件集成在一起。GE 能源集团优化与控制部门的优化软件比如 eMap、CBO、Kn3 等均能实现与 OC 6000e®的无缝集成。

第三，OC 6000e®还提供对常见行业标准协议和接口的支持，例如，在 I/O 层支持 ProfiBus、HART、Modbus、IEC103/104 接口，从而提供现场总线的接入能力；在软件层支持 OPC (D/A 和 A/E)客户与服务器协议，从而可以方便地与第三方系统交换数据。

最后，OC 6000e®软件设计中大量采用了 ActiveX 控件技术。用户可以方便地将各类系统功能集成到 Web 环境中，实现对过程数据的远程访问。

三、在升级中保护用户现有的投资

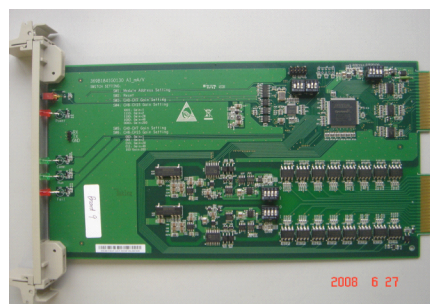
从上面对 6000e®系统的特点介绍以及从实际现场中的客户应用的反馈可知，OC 6000e®的确是一个高性能、高可靠性、低安装总成本的、先进的一体化控制平台。但客户希望在享有 OC 6000e®先进的技术优势的同时，还能尽可能继续使用

现有的硬件、软件和对流程控制的经验。这一方面可以节省资金，另外也可将升级所可能产生的风险降到最低。我们在设计从 X DPS 系统到 OC 6000e®的升级方案时，很好地考虑到了用户的这种需求，能帮助用户在升级过程中，最大限度地保护目前已在硬件、软件和人员上的投资。

1、在升级中保护您 I/O 硬件上的投资

由于 X DPS 系统中 BCNet 与控制器间的通讯介质以及基础的 TCP/IP 协议都与 OC 6000e®中控制器与 I/O 网络间的通讯相同。因此，OC 6000e®的控制器能提供对 BCNet 的支持。通过 BCNet，X DPS 系列的 IO 卡件可以接在 OC 6000e®的 I/O 网络上。这样，可以保护用户目前在 IO 硬件上的投资。由于升级可以保持目前的 IO 卡件、端子板不变，也保护了用户在现场端子接线上的硬件和人力投资，避免了对端子重新布线，缩短了升级过程所需要的时间。

在升级之后，根据不同的需要，用户既可以在系统中新增 OC 6000e®的 IO 模块，也可以继续添加 X DPS 系列的 IO 卡件。需要强调的是，OC 6000e®和 OC 4000® (X DPS) 是面向不同细分市场的两个产品，我们仍将继续在 X DPS (或 OC 4000®) 系列产品上投资研发，为已有和将来的客户提供坚强的技术支持。例如，我们在 2008 年对 X DPS (或 OC 4000®) 的 IO 卡件进行了重新设计，采用了最新的 IC 和制造技术，新卡件的性能更高、更稳定、功耗更低、使用维护更方便。



2、在升级中保护您软件和知识上的投资

OC 6000e® 继承了 X DPS 或 OC 4000®系统软件上的特点，可以提供自

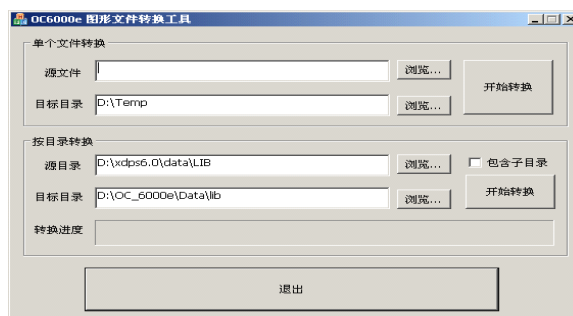
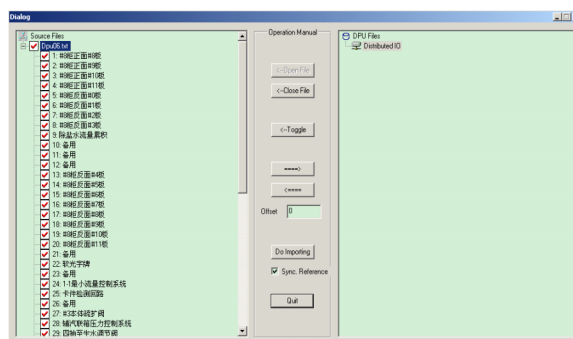


图 6 OC 6000e®逻辑与图形组态转换工具

动的点目录和控制逻辑的转换工具，在转换中保持原有的点名和算法不变。这种自动转换不仅减少了升级的工作量，缩短了工期，更重要的是保护了用户经过长期运行实践验证的控制逻辑和流程知识，避免重新进行逻辑组态所可能产生的风险。

另外，OC 6000e®还提供了控制流程画面转换工具，可以将已有的监控画面一对一地自动转换成 OC 6000e®中的可编辑的画面。这种自动转换在减少升级工作量的同时，也保护了用户长期操作熟练的习惯，从而避免了用户在运行人员培训上的重复投资。

四、XDPS 系统到 OC 6000e®的升级方案

针对不同的客户需求，我们提供了不同的升级方案供用户选择和应用，这包括：应用解决方案的升级、人机界面的升级、控制器及人机界面升级以及 IO 模块、控制器及人机界面升级等。下面我们具体介绍一下不同升级方案的特点。

1、应用解决方案升级

OC 6000e®提供的增值应用解决方案，全面兼容 OC 6000e®系统和 XDPS 系统，因此，用户无需对现有的硬件平台进行升级，即可实施上述高级应用解决方案，□ 或少量设备□ 、运行□ ，从而享受升级所带来的安全性、经济性上的收益。□应用升级□ 完全□ ，因此，适用于□ XDPS 400、XDPS 400□ XDPS 400e □ ，其□ ，且□ 的□ IO □ □。

通过升级应用 APS 一键启停系统，用户在提高机组自动化控制水平的同时，可以全面提高了机组的运行水平，主要体现在：

- 完善联锁保护逻辑，提高机组长期安全运行水平
- 提高自动调节品质，实现主要调节回路的全程控制，缩短启停时间，提高机组长期经济运行水平



图 7 APS 系统控制界面

- 规范应对启停过程中的故障工况，提高机组设备故障处理的正确率
- 自动化的步序操作，操作规范，减少运行人员的操作失误
- 除机组正常启停采用断点控制外，可以灵活实现阶段操作，减轻运行人员的操作强度

实施 RDS 远程诊断系统，在保障自动化控制系统安全稳定运行的同时，可以帮助用户全面提升工厂的管理水平，表现如下：

- 任何缺陷或者问题可以在初露端倪时被识别和处理，从而避免代价高昂的故障损失
- 随时随地利用专业技术人员和专家的经验知识，可更快速地发现 and 解决出现的问题，缩短停机时间
- 定制化的报警规则机制，可收集、利用客户长期运行维护中积累的宝贵的经验知识
- 利用多种通知机制及时将可操作性建议信息提供给合适的人员，可帮助工厂做出及时、正确的决策

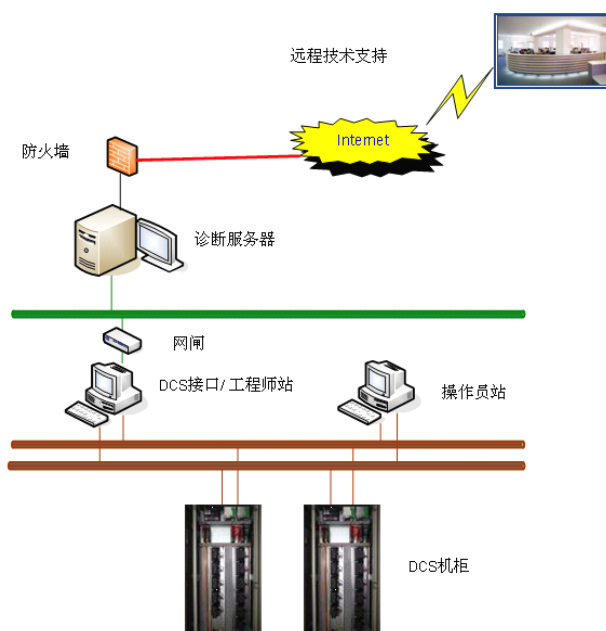


图 8 RDS 系统架构

- 连续自动地监测和分析系统运行状态，可以减轻运行与维护人员的操作强度
- 采用 GE 能源统一的资产管理平台 System 1，可方便地接入 GE 能源的其它产品，如 3500，EMap 等，实现全厂的设备和流程的资产管理

采用 DCS 先进控制软件包 - 模型预测控制 (MPC) 能够很好地解决火力发电厂过程闭环控制上的问题，在提升控制系统性能的同时，带来以下客户价值：

- 帮助机组快速启停。通过对过程参数的精确控制，使得机组启停过程更加平稳、快速
- 提高机组运行经济性。机组的快速启停及工况转换，意味着更少的燃料消耗，有助于提供机组运行的经济性
- 提高机组运行的安全性。快速、准确的过程参数控制，可以减少因热力参数大幅度、长时间波动而导致的机组设备热疲劳损伤的概率，或由于参数控制超限而导致的设备损伤，从而提高机组运行的安全性。对于汽温控制来说，可以避免由于工况变化而可能引起的蒸汽管壁超温。
- 提高机组的变负荷能力，以提高响应网调负荷指令的能力

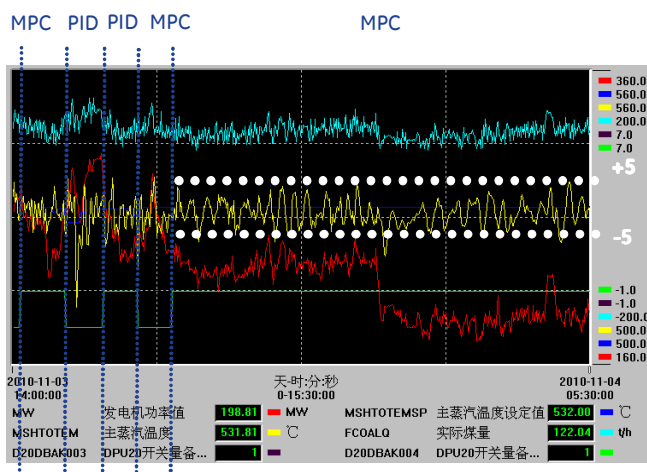


图9 MPC 与传统 PID 控制的性能对比

2、 人机界面的升级

OC 6000e®软件平台提供了对 XDPS 硬件很好的兼容性，用户可以不对现有的控制柜内的硬件做任何改动，通过将控制器的操作系统升级至实时 QNX 操作系统，即可运行 OC 6000e®控制软件。对于购买时间已久、性能比较落后的 HMI 站，建议升级至较高的配置，这样即可安装新版的 OC 6000e®的 HMI 软件。因此，该升级方案的投资小、周期最短、风险最小，同时也可以最大程度地保护用户现有硬件上的投资。升级前后，用户系统中部分软件功能和性能的比较可参见表 1：

表 1 软件平台升级前后的主要功能的比较

升级前	升级后
-----	-----

HMI 操作系统	WINDOWS NT	WINDOWS XP
系统软件	XDPS 2.0 / 6.0 软件	OC6000e 软件
系统配置方式	单独配置每台 HMI	一站式配置，一台 HMI 站可完成整个系统的配置和管理
组态方式	模块组态，点目录需手动配置，容易出错。加完之后需要重启系统软件	增强模块组态，系统自动配置点目录。可以实时增加测点，不需重启。
动态画面	动态连接复杂，不标准	内置标准动态画面库，动态连接标准、简单
程序守护	不支持	可在程序异常退出时自动加载历史服务器、报表服务器、通讯网关站等，大大提高了系统的安全性、数据的完整性。
用户管理	简单用户管理模式	可对用户分组并分配其可管理的节点和可执行的操作
组态安全	不支持组态加锁功能	组态工具支持组态页加锁，以保护重要的逻辑，防止其被误修改，显著提高了系统维护的安全性
趋势功能	通用趋势功能，实时趋势同历史趋势要分别读取。	趋势显示支持追忆再现、多光标读取、曲线隐藏等功能。实时和历史趋势无缝整合，可以同时显示在一个趋势界面上。趋势曲线的最短刷新时间 40ms
IO 仿真功能	不支持	可以对任意 IO 在系统内进行仿真处理，可以更加方便的对组态进行调试

3、 控制器及人机界面升级

该升级方案主要适合于下列客户：

1) 安装了 XDPS 400 或 XDPS 400 + 系统的客户 (注 : 对于装有 BC 卡的 XDPS 400 系统 , 需要同时将 BC 卡升级为 BCNet 卡)

2) 现有系统安装时间不是太长 , IO 卡件运行良好 , 已购备件必较充足

3) 资金预算有限或对升级改造时间要求很紧

这种升级只需对已有的控制机柜中 DPU 卡笼进行拆装改造即可 (如右图所示) , 对控制系统的其它部分 , 如电源、IO 卡件、端子板、现场接线等都不会做任何改动 , 升级后的控制柜如图所示。因此 , 该方案的投资小、周期短、风险小 , 同时也可以最大程度地保护用户现有硬件上的投资。通过这种升级 , 用户可以享有以下 OC 6000e®的技术优势 :

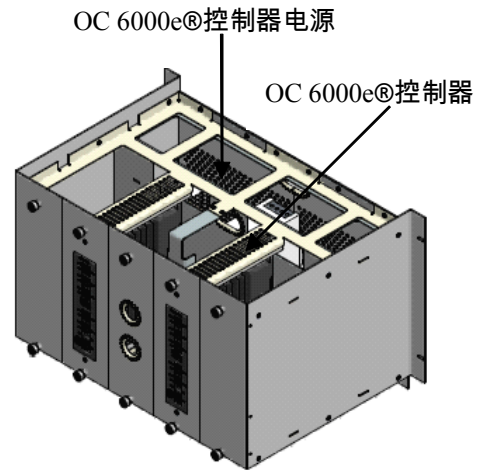


图 10 XDPS 系统升级后的控制器

- 高性能、高可靠的控制器
- 两个控制器同时接收输入 , 同时运算的“零切换”冗余机制
- 实时、稳定的 QNX 实时操作系统
- 强大、易用的软件工具
- 支持多语言操作界面
- 支持开放的 OPC D/A 以及 A/E 客户与服务器
- 支持接入 HART , Profitbus 等现场总线
- 支持将 OC 6000e® IO 作为远程 IO
- 支持接入 GE 能源集团其它的控制产品及优化软件

这种升级方案由于未对 IO 卡件做任何改动，因此仍保留原有系统的时间同步机制，即通过专用的时钟卡和同步电缆进行时间同步。

4、 IO 模块、控制器及人机界面升级

该升级方案主要适合于下列客户：

- 1) 安装了 XDPS 400 或 XDPS 400 + 或 XDPS 400e 系统的客户
- 2) 现有系统安装时间已经很久，IO 卡件明显老化，备品备件数量不多
- 3) 资金预算充足或计划的升级改造时间充裕

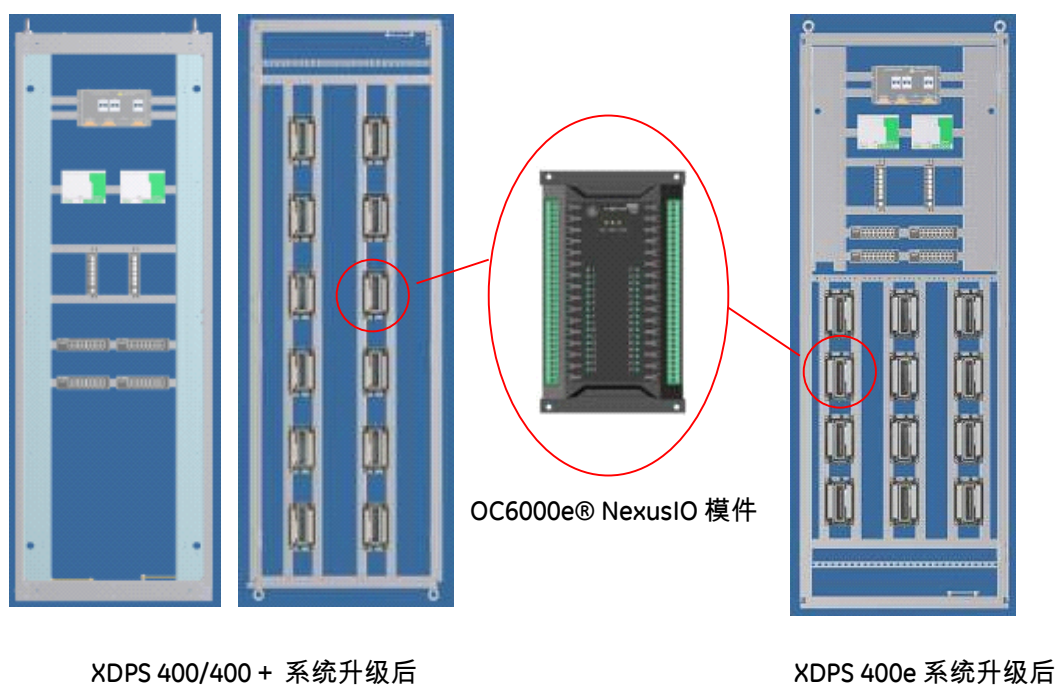


图 11 XDPS 系统 IO 模块及控制器升级后

这种升级需要对已有的控制机柜和端子柜进行拆装改造，取出原有的电源、DPU、IO 卡件、端子板及连接电缆。OC 6000e@提供与原有端子板大小及安装位置匹配的底板，新的 OC 6000e@的 IO 模块可以安装在已有的端子板位置，保留现场的接线不动。升级后的控制柜如图所示。因此，该方案的投资相对较多、周期较长，同时也可以最大程度地保护用户在现场接线和机柜安装布置上

的投资。通过这种升级，用户可以享有 OC 6000e®全部的技术优势，包括高性能、高可靠性、易于维护的 IO 模块、高精度的时间同步等。

五、总结

下面将用户升级 XDPS (或 OC4000®) 系统到 OC 6000e®的好处总结如下：

1、最大程度地保护用户在现有系统的硬件、软件、人员上的投资和知识积累

2、享有 OC 6000e®先进的技术能力

3、提高系统的可用率、可靠性和环境友好性

4、最大限度地减少停机时间

5、消除零部件老化、过时问题

6、降低系统维护费用

7、与 GE 能源集团先进的技术保持同步，例如 GE 能源集团的数字化电厂解决方案、“一键启停”全厂自动控制解决方案、远程监测与诊断服务、模型预测控制方案等。

另外，对于安装运行时间超过一定年限（如 8 年）的中大型机组，除了上述“隐形收益”之外，单纯避免一次非计划停运所带来的真实收益就可能达近百万元。因此，从投资回报的角度考虑如何将老的系统升级到 OC 6000e®，无疑是一个明智而有意义的选择。

总之，GE 能源集团正持续不断地在 OC 6000e®系统和 XDPS (或 OC 4000®) 系列产品上投资研发以不断提升其技术特性，并实现它们在过程控制级的相互兼容（如下图所示）。从而在保护用户现有的投资的同时，使用户能享有与 GE 能源集团先进的技术发展趋势保持同步的能力与优势，实现双方持续共赢与共同发展的目标。

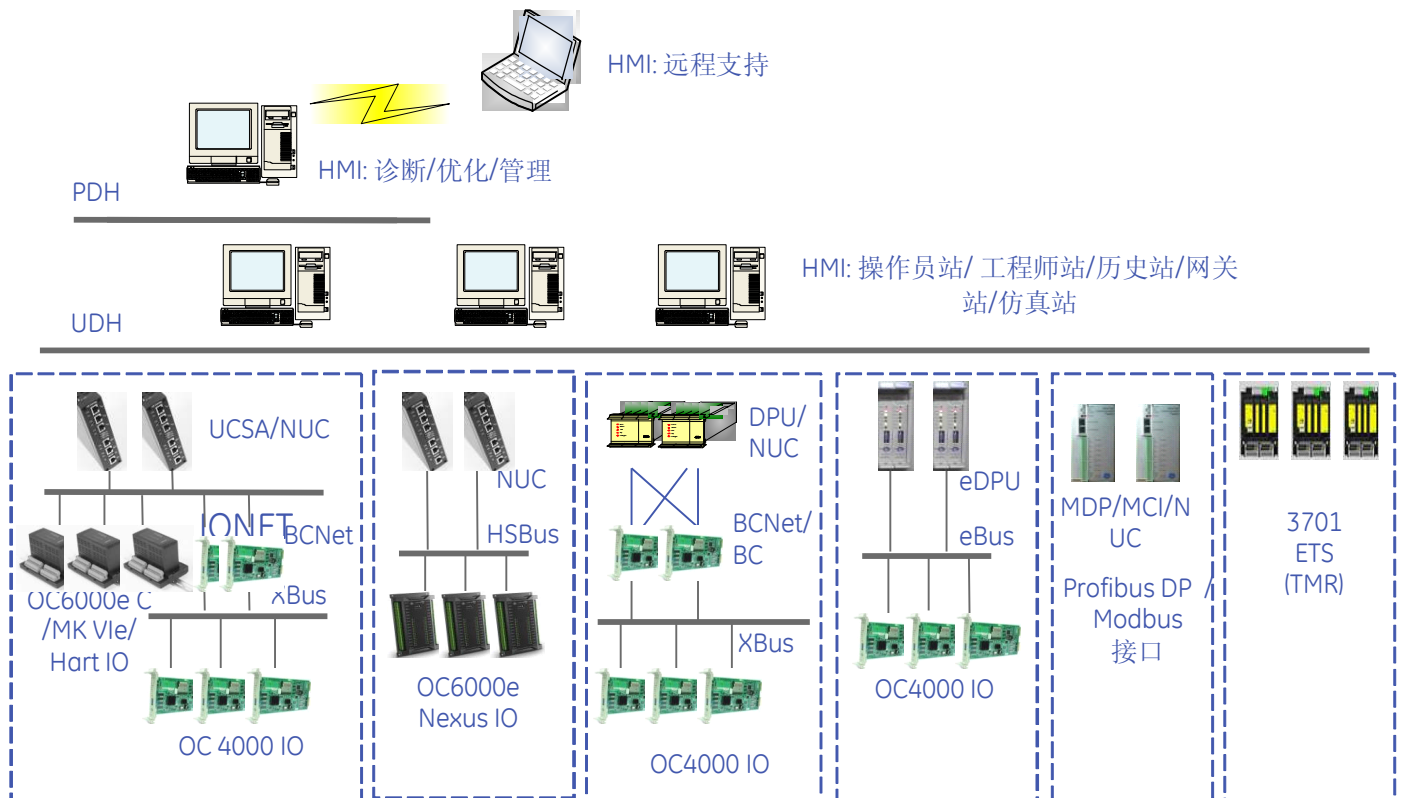


图 12 OC 6000e®与 OC4 000® (X DPS 系列) 过程控制级的兼容