

上海电气核电设备有限公司

NX 帮助企业确保关键核反应堆元件的生产精准性

行业

能源与公共事业

业务挑战

造型复杂的关键部件

此类部件外包生产成本高

反应堆建设延期的经济处罚

成功的关键

与 CAD、CAM 和 CNC 流程

紧密集成

参数化建模

刀轨仿真

实施团队的知识与经验

成果

使用一个立式轧机，采用独特方法处理复杂造型

过去的高难度部件如今 4 天内即可完工（过去需要 30 天）

过渡圆角部件 8 天内即可完工（过去需要 18 天）

提升效率、改善生产力、降低成本

集成 CAD/CAM 解决方案将复杂部件的研发时间缩短了 3 周

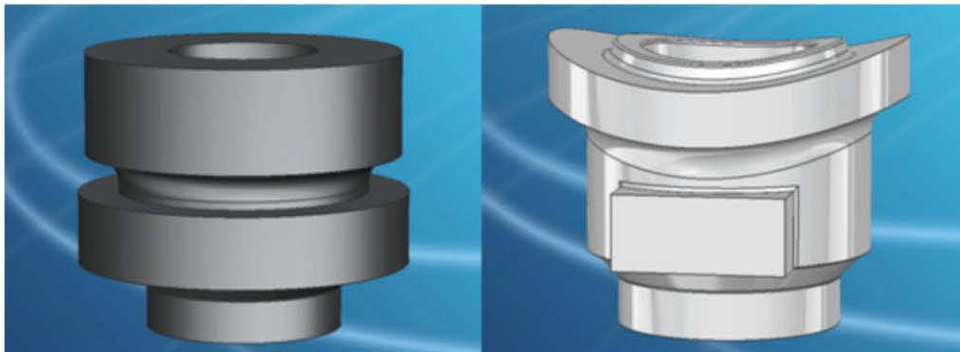
核反应堆元件必须无懈可击

上海电气核电设备有限公司（以下简称：上海核电）是我国第一家核岛一级容器设备制造企业，曾先后承制了秦山一期核电站反应堆压力容器、蒸发器和稳压器、出口巴基斯坦恰西马核电站蒸发器和稳定器、清华大学高温气冷堆压力容器以及秦山二期核电站压力容器、稳压器和蒸发器等。

反应堆压力容器是用来固定和包容堆芯及堆内件的封闭容器，可使核燃料的链式裂变反应限制在一个封闭的金属壳内进行。如果说燃料元件包壳是防止放射物质外逸的第一道屏障，压力容器则是防止放射性外逸的第二道屏障。在高温、高压、强辐射与强腐蚀的条件下必须能可靠的持续工作 40~60 年。

反应堆压力容器进口接管和出口接管是压力容器的主要部件，在核裂变状态下产生的核能通过进口接管和出口接管传递给蒸发器进行能量传递。进口接管和出口接管为圆柱型筒表面，必须承受非常高的温度和压力。此类元件设计难度高，尤其是与压力容器连接的部分——进口接管、出口接管和反应堆压力容器连接部分是由三个相贯面组成的特殊曲面，因形状酷似马鞍，业内俗称马鞍形曲面。马鞍形曲面对设计和测量带来一定的难度。

过去，上海核电必需委托第三方企业代为加工反应堆压力容器的进口接管和出口接管，不仅外包的费用昂贵，单件加工费用高达几十万元。“加工周期长，加工质量难以完全控制，”上海核电首席技师李治国说。“一旦对方加工出错造成工件报废，就会严重拖延反应堆压力容器的整体生产过程，造成用户合同延迟交货，带来相应的经济和商业信誉的损失。”



“之所以项目进展如此顺利，是因为 NX 系统为我们提供了一个很好的实现平台，我们所有的要求都得到了 NX 的完美支持，这一点非常关键。”

李治国

首席技师

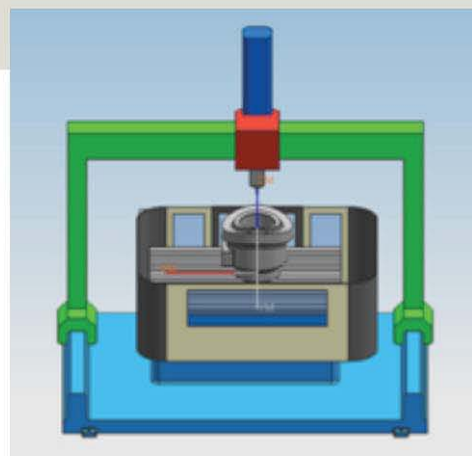
上海电气核电设备有限公司

基于 NX 的数字化工厂

上海核电管理层决定斥资引进目前世界上最先进的数控加工设备，又引进了当今最先进的计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）解决方案——Siemens PLM Software 的 NX™软件。核电管理层还邀请了 Siemens PLM Software 在中国的最高等级白金代理商 UDS 联合数字集团作为合作伙伴参与进口接管和出口接管加工项目的攻关。UDS 联合数字集团的加工专家根据上海核电的具体情况从建模、加工到机床仿真制定出培训课程和服务方案，帮助上海核电培养更多 NC 专业人才和专家。

上海核电的技术团队和 UDS 联合数字集团技术工程师共同组成项目攻关小组，制定出高效而完整的集成流程，采用 NX 生产压力容器元件。李治国提出新的设计与生产实践方法，UDS 则负责实施。在新流程中，在 NX 中完成部件建模。NX CAM 被用来从 NX 部件模型中直接为刀轨编制编程。然后进行仿真机床排序。仿真过程中出现的错误将被修正，然后在机床上加工部件。“整个过程中，仅使用 NX 一个平台，”李治国说。“NX CAM 输出 NC 数据，以驱动由 Siemens SINUMERIK 840D 控制的机床，从而实现 CAD-CAM-CNC 全集成流程链。”

因为反应堆压力容器进口接管和出口接管的结构相似，只是尺寸不同，所以在 NX 的建模阶段，就采用全参建模，对关键模型参数通过表达式赋值，这样在对其他同类型的接管，只需要建立一个模型，当涉



及到其他模型尺寸发生变化时，就可以通过更改少数表达式的数值快速建立新的三维模型。“这样可以尽量减少重复工作，”李治国说。

UDS 联合数字集团的 CAM 首席技术官罗威补充道：“对于此类安全至上，并且要求设计、仿真和制造实现最高精准性的应用项目而言，NX 无疑是最好的选择。”

解决了马鞍形面问题

使用 NX CAM 仿真机床操作是新流程不可或缺的组成部分，也是公司认为成功的关键步骤。使用 NX 的组装建模功能，可在屏幕上将一个部件的数字模型和相关的工装夹具组装起来。

使用 CAD 的各种功能，可在 NX 中设计出部件和相关工装夹具的三维模型。与机床和控制器相匹配的 NC 程序 G 代码在 NX CAM 中界定。使用机床的实际运动三维仿真，在 NX CAM 中检查和验证 NC 程序。检验有无干涉碰撞，加工时有无超出行程范围，有无出现欠切、过切现象。有了 NX CAM，即可将实际加工时遇到的问题在加工前全部消除掉。

解决方案/服务

NX

www.siemens.com/nx

Sinumerik 840D Controller

www.siemens.com/sinumerik

客户的主要业务

上海电气核电设备有限公司
生产核电厂使用的设备。

www.shanghai-electric.com

客户的位置

上海

中国

合作伙伴

UDS 联合数字集团

“对于此类安全至上，并且要求设计、仿真和制造实现最高精准性的应用项目而言，NX 无疑是最好的选择。”

罗威

CAM 首席技术官

UDS 联合数字集团



对于上海核电来说，NX 最重要的功能是：支持设计自动化（可以重复使用已掌握的知识）。被公司称为“加工格式”的模板在生成后，即可捕获每条接管的各种设计和生产参数。一旦明确了新接管的设计细节——如具体的尺寸、形状等，数分钟内 NC 程序便会更新，生成一个完整且经过验证的 NC 代码。由于 NX CAM 中集成了后处理程序，与具体的机床和控制器匹配，因此可以随时优化 NC 程序与 G 代码。模板中界定了经过验证的设计和生参数，整个设计和生产过程既安全又可靠。

通过这个基于 NX 的全新设计制造集成流程，上海核电解决了过去为其带来麻烦的马鞍形面问题。事实上，该流程使得公司可以采取独特的方式生产此类部件。本需在多台设备上完成的各种不同操作，现在只要一台立式轧机即可。“据我们所知，这种方法在国外市场也是史无前例的，上海核电是第一家，”李治国说。

NX 足以支撑直径 10 英尺（3.15 米）的立式轧机的运行，省去了多个固定装置，并改善了以往的操作步骤，减少了劳动量。

自从运用了 NX，马鞍形曲面的开发周期从 1 个月缩短至 4 天（约 40 个工时）。而过渡圆角的开发周期则从过去的 18 天缩短至现在的不足 8 天。李治国说：“这些成果具有非常重大的意义。”

李治国补充道：“之所以项目进展如此顺利，是因为 NX 系统为我们提供了一个很好的实现平台，我们所有的要求都得到了 NX 的完美支持，这一点非常关键。”

西门子、UDS 联合数字集团和上海核电的此次合作，为高难度部件的生产走出了一条全新的道路。“NX 终结了此类部件外包生产的历史，”李治国说。“我们现在能够自主生产此类部件，对复杂部件制造流程的了解提高了我们的创新能力。”

Siemens Industry Software

美洲 +1 800 498 5351

欧洲 +44 (0) 1276 702000

亚太地区 +852 2230 3333

www.siemens.com/plm

© 2012 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.。保留所有权利。Siemens 和 Siemens 徽标是 Siemens AG 的注册商标。D-Cubed、Femap、Geolus、GO PLM、Ideas、Insight、Jack、JT、NX、Parasolid、Solid Edge、Teamcenter、Tecnomatix 和 Velocity Series 是 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 或其子公司在美国和其他国家/地区的商标或注册商标。NASTRAN 是美国宇航局的注册商标。此处使用的所有其他徽标、商标、注册商标或服务标志均属于其各自拥有者的财产。

Z5 26141 11/11 C