

岭澳核电站常规岛三维模型设计特点简评

Characteristics of 3D-Model Design Used in CI Project of Ling ao NPP

朱明

(广东省电力设计研究院, 广州 510600)

摘要: 三维设计技术是当前世界上普遍采用的先进设计方法。通过回顾ALSTOM与广东电力设计研究院(GEDI)在岭澳核电站工程中开展的三年多的三维合作设计经历, 阐述了在设计过程中成功运用的一些设计管理办法及应用程序, 并就核电设计自主化引进三维设计技术的重要性、我们目前尚存的不足以及应该开展的准备工作等方面给出了一些思路。

关键词: 三维设计技术 经验 差距 思路

Abstract: 3D-model design is currently an advanced design method widely used all over the world. By reviewing the cooperation between GEDI and ALSTOM in Ling'ao 3D design over the last 3 years, this paper illustrates the regulations and applied procedures successfully used in the design process, and gives the opinions about the importance of introduction of 3D technique to design self-reliance for the Nuclear Power, the current inadequacy in application, and the preparatory work to be carried out etc..

Key words: 3D Design technique Experience Inadequacy Opinion

进入90年代以来, 随着以Microsoft和Intel公司为标志的信息技术产业的迅猛发展, 计算机辅助设计技术(CAD/CAE)在工程咨询行业得以广泛地应用。目前, 一些国际性的大工程公司CAD/CAE的应用已经贯穿于整个工厂项目设计的全过程, 从工艺分析开始, 将计算结果自动传递给工厂设计系统的二维和三维数据库中, 以三维数据库为核心, 各设计专业(工艺、系统、管道、仪表、电气、设备、土建、暖通、热工等)均在统一的二维和三维模型上展开协同工作, 最后完成碰撞检查、详细设计、材料统计等。

英法阿尔斯通(ALSTOM, 下同)公司是岭澳核电站常规岛的设备供应商, 其在工程CAD/CAE应用领域采用的技术主要是以Intergraph的PDS(Plant Design System--三维工厂设计系统)为主。为完善其数据库的建设, 提高设计和采购等工作的技术和管理水平, 在此次岭澳核电项目的工程设计中, ALSTOM公司也首次将三维设计技术引入核电站的设计领域。GEDI于1994年介入岭澳核电站的项目建设, 自始至终参与和关注核电项目设计自主化的进程。核电站的常规岛是核电设计工作的一个重要环节, 为学习1000MW级的核电常规岛设计, GEDI与ALSTOM于1996年10月签订了岭澳核电站常规岛三维设计合作合同。根据合同的要求, GEDI作为ALSTOM公司岭澳项目中国的设计合作伙伴, 在院内组建设计办公室, 采用ALSTOM的管理程序、技术成果和设计经验, 利用美国Intergraph的PDS软件, 与ALSTOM公司一起联合开展岭澳核电站常规岛三维模型设计。

经过长达3年多的共同工作, 目前电站常规岛的三维设计工作已经基本结束。在这段工作历程中, 中外双方在设计思想、操作程序和工作方法上的一些差异, 也曾使工作走过一些弯路, 出现过一些这样和那样的问题。但通过不断地学习和适应, GEDI的设计人员攻克了重重难关, 最终圆满地完成了全部工作任务, 顺利完成三个合同子包的工作内容, 得到英国同行的赞许。

与ALSTOM公司的设计合作经过了派遣学习、直接参与和独立工作等三个环节, 在中、英工作的这段时间里, 设计人员充分领略了强大的三维设计系统的优越性、国际工程公司严格的工作程序、工程管理和计算机管理体系。作为世界最大的电力设备供应商之一的ALSTOM公司, 其在工程设计程序、计算机网

综述
核 电 设 计
工 程 管 理
工 程 建 造
运 行 维 护
核 安 全
核 电 前 期
核 电 论 坛
核 电 经 济
核 电 国 产 化
核 电 质 量 保 证
核 电 信 息

络建设和管理、CAD/CAE技术管理及工程文档管理等各个方面都有着很多值得国内的工程咨询单位借鉴和学习的地方，特别是在国内设计单位走向市场化、国际化的进程中，更加有必要了解国际通用的工程设计的程序和管理方法。为使大家能够共同分享这次与国外工程公司合作的宝贵经验，下面就ALSTOM公司在工程设计中的一些管理和设计特点作一个简要的介绍。

1 程序管理贯穿于设计工作的每个环节

就工程设计过程中的每一个环节，ALSTOM均有详细的程序文件和具体的操作指南加以控制和规定。双方合作之初，由于时间及语言等多方面的原因，曾出现中方工程师对ALSTOM的管理程序理解不深或重视不够，导致双方技术人员的争执和误解，但在理解和分析程序文件后，解决问题的最有效方法依然是对程序的充分贯彻和执行。

在岭澳核电站项目的工程设计中，ALSTOM公司应用的文件及程序来自不同的方方面面，从不同的侧面规范了工程中的每一项活动。在这其中主要包括：

(1) 岭澳核电工程常规岛设备供应合同：规定了项目设计中应用的工程标准及相关的电站技术要求。

(2) 岭澳核电公司制订的有关工程程序文件：规定了项目设计中的工程编码、设计文件和图纸编制要求等具体信息。

(3) ALSTOM公司的质保控制文件：规定了设计过程中每一个流程的控制和管理方法。

(4) 针对Intergraph的PDS三维设计系统及其他应用软件制订的操作规定和出图要求：专门应用于软件系统的制图和计算要求。

(5) ALSTOM公司的标准数据库文件：结合合同的要求，制订出适应于工程特点及公司标准的数据库应用文件，规定了设计中的材料和部件的选用原则。

由于有了以上的程序和文件进行全过程、全方位的控制和管理，工程项目管理者可以将更多的精力集中于选定技术路线和优化技术方案等工作，从总体上保证了工程项目在保质、高效的情况下顺利开展。当然，在这里我们并不能认为有了全面的程序文件就能够完全确保工程的顺利完成。在工程的进行中，工程管理者还是需要不断地通过直接和间接的手段对工作成果进行监督和检查，以确定工程目标是否能够正常达到。

2 严格的计算机系统管理体系

建立严格的计算机及网络的管理系统是开展大型项目三维设计的基本条件之一。三维工厂设计是具有较高的集成度、贯穿整个工程设计过程的大型设计系统。完成一项大型核电工程的三维设计需要众多专业的工程技术人员在网上协同工作，相互配合。因此，除了完善的工程控制程序以外，计算机及网络系统的操作、维护和管理亦是十分重要的组成部分，有效地组织和维护计算机及网络系统是确保整个项目工程设计顺利实现的根本保证。

ALSTOM对计算机及网络的管理规定是十分严格、详细和具体的。ALSTOM公司是采用WINDOWS NT的"用户帐号"和"口令字"作为加密的网络管理系统。每一位在网络上的工作人员需要进行帐户和操作权限的验证，以有效确保网络资源的使用和安全；为使网络资源得到充分地利用和共享，在具体的计算机操作方面，小到对每一个模型的命名、工程文件的建立和存储路径都有着详细的规定或指令。归纳起来，具有如下的一些特点：

(1) 国外的工程公司普遍施行项目经理负责制，针对庞大的三维设计工程，如岭澳核电站这样的大型三维模型，ALSTOM专门安排有两位IT工程师（也要求GEDI在设计办公室设立一名IT工程师），同时对项目经理及IT部门负责，协助进行三维设计，并提供对计算机和网络的维护。

(2) 为了能够有效地控制整个网络系统及保护工程设计成果的安全，对计算机网络采取了详细的分级管理的办法。对不同专业和技术要求的设计管理人员，IT工程师在计算机网络上赋予不同操作和管理权限的帐户，并要求设计人员严格按其给定的帐号和口令登陆网络。

(3) 严格的日、周、月数据备份制度确保工作安全及连贯。个人操作的失误、计算机系统本身的故障、计算机病毒等都是致使计算机出现问题的常见原因。对于岭澳核电站常规岛这样的庞大设计项目，共同设计成果的丢失往往意味着巨大的损失。因此，在计算机系统中执行严格的备份管理是十分必要，也是十分重要的。

(4) 对硬盘中的文件目录、电子文件的格式、电子文件的内容、存储方式及路径等都有着详细而具体的限定。细致的规定看上去也许非常烦琐，甚至在某种程度上增加了设计者的工作量，但对于控制和管理整个工程乃至整个公司的电子文件却将是十分有帮助的。类似于图纸和文件的规范化，对于电子文件来说，内容规范、格式统一和名称代码易于识别是将来的使用者进行查找、管理和修改的必要前提，也正是有了这样的限定，才能确保项目参与者真正共享资源信息、管理者监控工作成果和工程进度。

3 严格的文档处理和管理制度

在整个设计过程中，ALSTOM对文档的处理和管理也给我们留下了深刻的印象。工程文档包括工程程序、设计标准、参考图纸资料、设计成果文件等，它既是工程设计的源泉，又是工程设计的成果，对工程项目的开展和实施都起着重要的作用。

岭澳核电项目与国内设计单位以往参加的常规设计项目相比，在图纸管理系统上有着十分显著的区别。核电工程的文档系统较为庞大和繁琐，图纸文件以版次出版，由A版开始逐步提升以反映设计的变更和修改。与国内目前的文件档案管理形式相比，ALSTOM不单强调集中的文档管理，对项目工程组的文档管理也是十分重视的。

(1) 采用文件归档管理程序严格控制来往的图纸、文件和资料。文档管理程序对图纸文件的归档方式、归档状态、归档类别和所需的操作过程都有着详细的规定。在项目执行过程中，工作组负责人要指定技术人员负责管理工程文件，从而确保工作文件开放而有序。

(2) 对文件的版次更新和归档加以严格规定。在出版或收到新版的资料后，旧版文件和图纸要及时进行标识或予以销毁，以确保使用者获取最新的信息。

(3) 强调文件的及时回位。对工程队伍的每一个成员而言，工程文件档案应是完整的和公开的，安排专人兼负文档的管理，保证了对共享文件资料的更新、跟踪及复位。

(4) 有效的文件分发制度。工程人员及时掌握和了解工程项目的有关信息是保证项目顺利开展必要的措施。对于来往的文件，项目负责人根据文件的重要性和关联性及时分发或传阅给项目参与者（通过纸质文件或计算机网络来实现），确保了工程信息顺利准确地传到每一名有关人员。

(5) 强调对过程（中间）文件的保存归档。工程过程文件不单记载了设计过程中各个参与者责任区分的重要依据，它同时也反映了设计内容的修改和变更，是对工程的形成进行追溯的最佳文件。按ALSTOM专家的话说，设计人员应该让每一个对文件内容的修改都反映在工程的过程（中间）文件中。由此可见，ALSTOM对过程（中间）文件是十分重视的。

综上所述，我们可以看出ALSTOM在工程设计中运用的是现代的过程管理的思路。制定的程序和规定规范了设计过程的每一个环节，突出对设计的计划、过程及成果的事前、事中和事后的控制和管理，强调对事件的追溯和反馈，以不断地提高工程设计质量。这些管理的措施都是国内设计单位在工作中可以学习和借鉴的。

4 三维设计技术的运用及开展三维设计所需的条件

现代IT的迅猛发展为设计行业提高工作效率、改善工作质量、减轻劳动强度提供了技术基础。我国的电力设计单位在计算机应用领域起步较晚，又长期存在着重视不够和投入不足等问题，目前对计算机辅助设计的应用还仅限于各专业的单项应用，无企业级网库支持，管理软件与工程应用软件脱节，信息共享水平低。

三维工厂设计系统包含了目前世界上最新的工厂设计思想。目前，国际大型工程公司普遍建立了以三维模型库、工程数据库为核心，工程项目管理为主线，CAD / CAE、MIS、QA密切结合的一体化的“集成应用系统”，可提供从市场预测、投标报价、方案优化、设计质量、成本控制、工程图档管理、设备采购、施工建造等全方位的技术支持。仅就工程设计而言，三维设计技术具有多方面的优越性，它不仅可缩短工程设计时间、使设计更趋标准化、提高质量及减少差错，而且可以方便材料的采购管理和简化部件的加工。此次与ALSTOM合作进行的岭澳核电站常规岛三维模型设计开创了我国在核电工程中使用三维设计技术的先例。虽然在此次合作中，GEDI还没有全面参与项目的制定和规划，只是承担了其中的部分工作，但由此也使我们感受到三维设计对于提高设计技术水平、实现核电设计自主化的突出作用。以下，就三维设计技术的特点及未来发展三维设计所需具备的一些基本条件，谈谈我们目前尚存的差距及几点不成熟的建议。

(1) 目前尚存的差距。总体来说，我们与国际工程公司在计算机装备、软件应用、人员素质、项目管理等方面还存在较大的差距。但随着近年来计算机行业的高速发展，目前国内一些大型的设计院在硬件方面的差距已经不是很大，特别是90年代后期我国计算机水平的迅速提高，硬件配置已不是主要矛盾，值得我们注意和思考的主要有以下几点：

a. 技术与经验的积累。我们原有技术与经验积累的思路和结构已不能适应计算机及网络技术高速发展的需要，工具与方法变了，思路和结构也要跟着变。国外工程公司现均以工程数据库和三维模型库为核心，经验的积累、方案的优化已变为对工程数据库的补充和完善，从而保证了最终版本的唯一性和信息高度共享。而我们由于缺乏先进的整体结构和技术积累的有效机制，很难对已完成的众多工程进行提炼总结，来指导以后的工程；大多数的积累只是为了低水平的重复利用。

b. 系统集成与软件应用方面。大型工程公司高度集成的应用系统是在新的计算机技术应用的基础上实现其工程项目管理的有效手段。由于我们目前还仅限于CAD及MIS系统的单项应用，无企业级网库支持，管理软件与工程应用软件脱节，没有完整的数据库，信息共享水平低，引进软件力度不够、不成体系、用户化水平低，因而不能适应大型工程的设计要求。

c. 人员素质的要求。计算机技术的发展对专业技术和项目管理提出了新的要求。AutoCAD操作、WPS、WORD文字编辑、网络浏览等简单的计算机应用尽管在我们的技术管理人员中还不普及，但却已经远远不能满足三维模型设计和全面现代项目管理的要求。目前各大设计院最缺乏的就是外语基础好、熟悉计算机技术又精通本专业的复合型人才。

(2) 急需进行的准备。三维工厂设计不同于一些传统的CAD应用，它是将整个工厂的各个组成部分拆成一个个的单体分步模拟到计算机中，然后在此基础上进行碰撞检查，再抽取需要的设计成品和文件。正如一个大型的核电站的建设需要几十个专业的数千名工作人员紧密配合，完成一个核电站的三维模型设计，需要设计单位多个专业几十上百人在一个共同的软件应用环境中进行有序地分工与合作。由此可见，推行三维设计首先需要利用我们现有的设计机构，结合三维设计的特点，对机构、管理和培训等工作进行调整，以建立起完善的适应现代工程项目设计管理的机制。

a. 培养优秀的项目负责人。正是由于三维设计是一项在计算机网络上的集体劳动，在项目的计划、协调和管理方面有了很多新的特点。项目开始前，除了现有的工作职责以外，项目负责人还须熟悉三维设计的原理，对整个项目的各个部分进行统一的规划和布置，使所有的设施能够被统一、有序地进行模拟，同时也要让所有项目设计参与者很清楚地了解自身的工作和整个工厂模型的其他部分。项目进行的过程中，项目负责人需要制定详细的工程进度，协调好各专业的模型输入，以使整个工程的设计能够同步、平滑地推进；对于设计进行中出现的问题，项目负责人需要及时从计算机上了解情况，并提出意见；不同于常规的设计工作，采用三维设计时所有的管道轴侧图和厂房的平、断面布置图的提取工作是在模型输入结束并检查无误后才进行的。此时，项目负责人需要全面协调各设计人员抽取和校核图纸，并负责最终设计成品的出版和汇总工作。

b. 针对模型设计的特殊性，需要制定新的设计管理程序。三维模型中的单个模型只是作为工厂整体模型的组成部分，各个部分既是相对独立而又是紧密相关的。设计成品多是在工程的收尾阶段才同时出版，以保证图纸信息的一致性和正确性。针对这些特点，需要对模型设计、电子文件的评审等设计步骤制定相应的程序加以控制，从而保证最终成果的正确性。

c. 全面规范计算机及网络管理。计算机是保证三维系统正常运转的重要依托。三维工厂设计系统要求大家在一个共同的设计环境中联合展开工作，规范的计算机管理是开展三维设计必不可少的保障。目前，国内的电力设计单位在计算机管理方面无论从软件还是硬件上都还没有形成一套严密、完整、全面的规章。网络建设处于起步阶段，软件的应用极不规范，对计算机或网络中采用何种文件格式、文件名、文件的存放地址、文件的内容形式等无统一规定，对设计成果的保护和管理也十分不完善。

运用三维模型设计必须从根本上改变这一现象，我们需要制定出一系列完整的计算机管理程序 and 规定，对工作过程中的每一个细节加以限定和管理，只有这样才能保证设计能够顺利地展开，设计成果正确唯一。

d. 致力培养高素质的人才。鉴于计算机软件技术的发展现状，一些著名的、成熟的三维设计软件均还是由国外大型软件公司开发的，它们的操作应用语言基本用的是英语。另外，由于三维设计软件系统庞大和软件的操作复杂、结合公司的特点和国内习惯的二次开发工作量较大，因此，要熟练运用这样的系统，设计人员需要非常熟悉计算机的基本操作和具备相当的CAD应用水平。更为重要的是，采用三维设计系统需要制定详细的应用和管理程序，每一位设计参与人员都必须熟悉、掌握和执行这些控制和管理程序。可见，培养一批高素质的人员是全面开展三维设计必不可少的条件。