

【文章编号】1007-9467(2009)02-0095-06

应用三维设计推进冶金工程设计的尝试及探讨

■ 王建涛, 张严(北京首钢国际工程技术公司, 北京 100043)

【摘要】介绍了北京首钢国际工程技术公司三维工厂设计、设备设计启动的情况, 包括对于一个初次在重点工程项目上借助先进的三维设计软件应用三维设计的目标。从高炉喷煤系统、热风炉系统到热轧系统地下综合管网、高炉无料钟炉顶、加热炉, 均明显提高了设计质量, 也分析了存在的问题。

【关键词】冶金工程; 三维设计; 探讨

【中图分类号】TU17 **【文献标志码】**A

Attempt and Discussion of Applying Three-dimensional Design to Improve Metallurgical Engineering Design

WANG Jian-tao, ZHANG Yan

【Abstract】This article introduces the information about three-dimensional plant design and equipment design of the Beijing Shougang International Engineering Technology CO., LTD. that including use advanced three-dimensional design software to consider the aim of prepare and the achievement for the first major project. We obvious improved the design quality for coal injection system, underground pipeline network from hot blast stove system to hot rolling system, bellless top, reheating furnace. We evaluated the breakthrough that we achieved, but also analyzed the problems.

【Key words】metallurgical engineering; three-dimensional design; discussion

1 前言

在不同领域的辅助设计软件中, 三维 CAD 设计软件适用面广, 可用于各种设备的结构设计、管道设计、线缆布线设计、框架设计等等。三维 CAD

软件的先期建模, 是很多后续软件如工厂全寿命管理、有限元分析、流体分析、材料量统计等的前提和先决条件, 因此三维 CAD 软件的应用与推广, 应作为基础予以优先考虑。为此北京首钢国际工程技术公司创新设计软件平台, 结合京唐项目, 积极推进三维设计。

以前首钢国际工程技术公司各专业作设计时, 以 Microstation 及 AutoCAD 绘图平台为主, 虽然有一定的三维建模能力, 但总体而言, 两者均是以二维制图为主的设计平台, 二维制图在项目规划图、工程布局图等绘制方面, 基本可以满足要求, 但对于复杂的钢铁冶金工程设计而言, 就显得日渐落伍了。二维电子化绘图模式只是手工绘图的一种翻版, 并没有彻底解决产品设计过程中的诸多技术难题, 不但效率低, 而且难以直观清楚表达其内部空间结构, 容易发生错误。

在首钢迁钢 2160mm 热轧、首秦 4300mm 中板工程的地下综合管网设计时, 对于其复杂的配管设计, 二维设计不易清楚表达管路空间位置情况, 容易造成管路配接不合理、不规范及管路材料浪费的情况, 线缆布线设计也有类似的情况; 另外, 二维设计不能真实反映产品的装配关系、不能进行干涉检查、不能进行各种分析等等。

因此, 在首钢迁钢 2160mm 热轧、首秦 4300mm 中板工程系统的地下综合管网设计时, 2005 年, 三维建模开始了尝试性的应用。

由于尚未引进先进三维设计软件, 所以暂时用

二维 AutoCAD 软件的三维建模模块对 4300mm 工程、2160mm 工程进行三维设计验证,应该区别的 是,这不是真正的三维设计,而是在工程设计基本完成时,建立三维模型,进行三维设计验证。模型不是带有数字库属性支持的数字工厂,其中的每一根管道仅仅是个可以看到的线条,不带有管道的属性。但验证发现,设计中出现了管路碰撞、管路布置不合理、安装检修空间不足、电缆桥架与管路碰撞、各专业在土建基础上的预留孔洞不全或位置不准等问题。

更重要的是,首钢迁钢 2160mm 热轧、首秦 4300mm 中板工程的地下综合管网二维设计,几乎无法向施工方传输完全而又清晰的信息,施工方只有借助三维模型才真正理解了设计,并据此指导下料、安装,三维模型取得了不可替代的效果。

2006 年随着首钢京唐钢铁厂设计启动,传统的二维设计遇到了前所未有的挑战。

京唐大厂是国家“十一五”规划的重点项目之一,我院负责设计项目总包。建立京唐大厂的数字化工厂设计,是冶金企业首次通过计算机三维设计技术来完成,通过建立三维数字模型,完整的展现京唐大厂的宏观立体全貌,同时指导施工图的设计和施工现场的服务及应用;通过对三维数字模型的干涉检查完成全厂的各个专业碰撞检查,把以往施工过程中才能发现的碰撞问题消灭在设计阶段;在提供三维模型的同时力争提供施工图纸,并达到准确无误,从而大大提高工作效率和节约费用。为此,三维设计采用了 Bentley 公司三维工厂设计(PSDS)软件,该软件具有较强的智能三维设计能力。

以京唐厂区(地上、地下)综合管网三维工厂设计、2250mm 热轧地下综合管网三维工厂设计、2250mm 热轧加热炉三维工厂设计、大型高炉三维工厂设计和制氧厂三维工厂设计五个项目为主,京唐大厂的数字化工厂设计全面启动。

2 京唐项目三维设计的技术目标的确定

对于刚刚采用新三维设计软件的设计单位来说,目标的确定要考虑目前工程设计最紧迫的需

要,还要考虑资源的情况——包括投入的人力资源,如从事三维设计的人员数量和技术水平、软件可用的点数、外部技术支持力度、技术规程的完备情况等等。综合平衡,把技术目标定在了一下几点:

2.1 建立三维设计模型

建立三维设计模型,对设备、管网、电缆桥架、土建结构进行合理布置,完成专业内和专业间的碰撞检查,抽取平、立、剖图,制作现场的安装、运动、渲染来指导现场施工安装等工作。

在工程设计中三维设计实际可分为三种形式:

1) 顺行设计。这是开展三维设计的目标,也应该是正常的设计形式,即建立三维模型,校审模型,抽取平、立、剖图,施工图审核,然后出图。

2) 逆行设计。实际上这就是设计验证,即在完成了施工图之后,按照施工图建立三维模型,验证设计,发现碰撞等问题。

3) 并行设计。这是介于顺行和逆行设计之间的一种形式,即在施工图设计的同时,建立三维模型,发现碰撞等问题,协助施工图设计的开展,保证施工图的设计质量,并在施工图设计完成的同时,得到较准确的材料量。

在京唐项目中,主要的目标是顺行设计和部分的并行设计。

无论顺行还是并行三维设计,一个主要的目标就是通过建立三维模型,解决设计中最常出现的碰撞问题。

现场的碰撞是个老问题,这里有一组首钢设计院《质量简报》上的变更分析数据:

从 2006 年 4 月为 1/7,2006 年 6 月为 8.4%,2006 年 7 月为 8.45%,2006 年 9 月为 7.9%。首钢设计院设计更改分析看,现场的碰撞引起更改占当月设计院自身原因造成的增加投资的 1/7;从 2006 年 6 月设计更改分析看,现场的碰撞引起更改占当月统计设计院自身原因造成的增加投资的 8.4%,从 2006 年 7 月设计更改分析看,占当月设计院自身原因造成的增加投资的 8.45%;而从 2006 年 9 月设计更改分析看,现场的碰撞引起更改占当月统计设计院自身原因造成的增加投资的 7.9%。2007 年第 11

期设计更改分析指出：“经对太钢(集团)有限公司3#高炉改造大修工程552份变更中的百份变更抽样分析,对百份变更的抽样中发生设备、管道、吊车等相互之间的碰撞占8%;”

所有这些充分表明,工程设计中,设备、管道、结构等相互的碰撞是一个仅靠二维设计难以及时发现和避免的问题,这也是三维设计的独特优势,特别是目前大多数三维工厂设计软件都有自动检查碰撞的功能。

2.2 在开展三维设计的项目中得到准确的材料量统计,真正实现精准设计

以往通过二维设计产生的材料明细清单,由于缺乏准确的定位关系且只能靠人工计算,因此数据的统计完全靠设计者主观来控制,普遍存在不准确问题。通常设计者要为这个不太容易准确计算的材料量增加10%~20%的富裕量。即使这样,从前文所引用的变更分析中也常常可以看到为增补材料而发出设计更改。2007年第1期《质量简报》还有这样的表述：“在本月的顾客要求的更改中,大部分是由于增补设备、材料或是路由改变而产生的更改。”而三维设计无疑可以得到十分准确的“量”的统计,这必然是这一项目三维设计的重要目标之一。

2.3 先期建立初步的单元库,明确管子和附件的选型,实现选型的统一性

在胶带机等设计中,包括电动机、减速器等在内的驱动装置已经可以成套选用,不需设计者在逐个选择大小配件。类似的成套选用在设计中十分常见。但管道的设计以往还是逐个计算、选择、确定管子、管件等等。

三维设计开创了管道分级制度,即按照压力、介质等参数,自动配套、自动形成符合规范要求的管路。但这必须先拥有一个单元库,包括各种介质系统管线的选型标准(如:压力等级、管子外径、管子壁厚、管子材质、管材的标准号等);标准元件的选型标准(如:管子通径、压力等级、连接方式、型号、厂家或标准号等);管路附件(接头、法兰、管夹、支架、三通、弯头、变径等)的选型标准等。

此项目的技术目标就明确必须建立操作快捷

的单元库调用系统,并以此为开端,结合各个工程设计,不断积累完善。随着单元库的建立和扩展,将逐渐有效提高设计效率。

2.4 为机械设备的分析奠定三维模型的数字基础

因为各种力学、运动学、流体、热等分析大多是建立在三维模型的基础上的,没有三维建模就不能进行各种分析,也就无法从更高层次上提高设计质量。

2.5 本次三维设计将包括设备设计、工厂设计和结构设计

3 三维设计的实现

三维设计的启动必须依据一定的章法开展,为此,先组织编制了一些必要的规定,主要包括:

- 1)三维数据库规范命名规则;
- 2)三维模型文件命名规定;
- 3)三维模型颜色规定;
- 4)三维设计碰撞检查管理规定;
- 5)三维模型层的命名规定;
- 6)三维施工图建模范围及软件要求;
- 7)三维施工图建模深度规定;
- 8)三维施工图设计岗位设置及职责分工;
- 9)其它规定。

设计采用了Bentley公司的PSDS图形设计软件和Pro/E设计软件。

围绕预定技术目标,按照京唐项目的时间计划,多项三维设计同步展开,经过半年多的实施,达到了预期的目标。

3.1 三维设计解决碰撞检查问题

建立了京唐厂区(地上、地下)综合管网、2250mm热轧地下综合管网、2250mm热轧加热炉、大型高炉无钟炉顶、喷煤系统、热风炉和制氧厂的三维设计模型(见图1~图3)。京唐热风炉三维工厂设

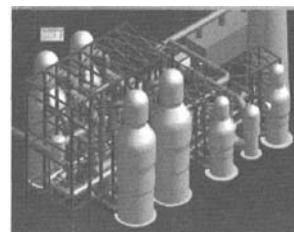


图1 大型顶燃热风炉系统模型

计：京唐热风炉三维工厂设计主要解决的问题是方案讨论(和外方)以及指导施工图设计,解决碰撞检查的问题。共设计模型文件40余个。对设备、管网、土建结构进行了合理布置,完成了专业内和专业间的碰撞检查,喷煤等系统抽取了平、立、剖图。

应该指出的是,这种根据三维模型抽出的平、立、剖图与一般二维设计的区别在于,它非常准确,不受设计者主观的影响。

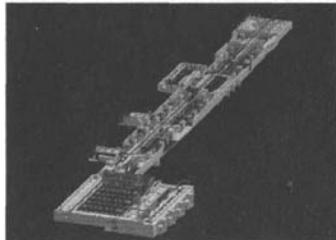


图2 250mm热轧系统地下综合管网模型

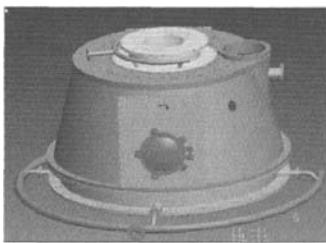


图3 无料钟炉顶模型

正是由于采用了三维设计,我国自行研制的第一台超大型高炉的无料钟炉顶在制造过程中未发生任何干涉错误,这在以前是不可想象的。基于三维模型,还完成了一系列形状复杂零件的应力分析,提高了设计质量。

3.2 在开展三维设计的项目中得到了准确的材料量统计

3.3 初步建立了单元库,建立了操作快捷的单元库调用系统

4 三维设计尝试中的问题分析

京唐项目的三维设计取得了初步成功,但这仅是迈出了第一步,回头看不难发现,并行设计和逆行设计实际是多了三维建模这一步骤的二维设计方式,我们的三维设计还存在以下不足:

1)工作重心放在中后期,工厂和系统的设计前期做得不完善,模型阶段没有明确规定审查环节。这

种问题导致的返工的代价是最高的,往往将近出图了,又发现系统图或工艺布置上还存在问题。而国内外三维设计开展较成熟的企业都再三强调P&ID才是所有文件的核心,在文件组织结构中处于最高级。国内有人认为,校审提前的工作模式预计可提高设计效率10%。

2)专业之间合作不够紧密。从国外的设计模式来看,他们很注重各专业之间的沟通,定期组织各专业参加三维模设计改进的会议,解决暴露出的问题。国内的设计单位为了促进各个相关专业三维设计的同步开展,规定发生碰撞的问题后,未建立适宜三维模型的专业负责避让建模的专业。

3)设计流程中人员结构不合理。假若直接采用三维设计进行工艺布置,设计经验丰富的老员工往往还不能接受三维的设计思想,不具备直接用建模来完成方案的能力,新员工在设计思想可以很快接受三维布置,但是在工艺布置上经验却非常欠缺,这给三维布置带来了困难。

4)知识库与企业内部的标准化工作远没有建立起来。成熟企业,他们都有一套公司内部的知识库系统,有自己企业内部的标准,也较好地解决了与国家标准冲突的问题。譬如,按照目前三维设计软件自动形成的明细表、零件编号方式,我们得到的图纸与国内的习惯与标准都不符合,完全符合国内的习惯与标准,就得退回到手工制图的水平。

因此,必须考虑标准与习惯的问题。

目前国家现行制图标准均为推荐标准,因此,建议设计按三维软件的格式使用自动形成的统计、出图方式,发挥软件优势,提高工作效率和质量。

在本项目三维设计的尝试中,设计部门曾用模型出了国内以前没有的ISO图,而使用图纸的施工单位对此给予了高度的认可和欢迎。

5 三维设计的发展方向

目前,国内许多冶金设计院或工程技术公司都在冶金工程设计中应用了三维设计,但相对二维设计来说,基本处于次要地位,还没有真正转向三维设计为主的流程。因此,应借鉴石化、电力这些较早开展三维设计行业的经验,不断推进。这将是一个设计

理念和流程的变革。

近年来,随着信息技术的广泛应用和迅速发展,设计院及施工单位、工厂都在寻求IT在行业内更加完善的应用发展方向和解决方案,努力实现工厂设计、采购、施工、运营和管理的集约化和智能化。建立以三维工厂设计数据库为核心的协同工作平台,将工厂项目的系统工艺设计、三维辅助设计、设备采购和制造、施工管理、运行维护集成在一体的全寿期数字工厂信息管理系统,在某些行业已经进行了多方面卓有成效的实践。

数字工厂全寿期工程信息管理体系涵盖了从工厂从设计到退役的全过程,可以对项目的设计、采购、施工、安装、调试、运行、维修等工程数据信息实行完整的纪录、更新、积累和有效的阶段性综合延续。设备的全过程跟踪管理是未来工厂设备可靠性管理的核心组成部分。

三维设计是整个工厂布置设计流程的关键,其设计参数、形状特性、材料特性、接口信息以及物理属性应该有较为详细的描述,并且在设计时就应考虑该模型在未来工厂施工和运行维修时的应用。当前设计院主要考虑模型的占位和同其他工艺系统及周边环境的相互关系,而对设备安装和施工所考虑的问题则较少。实际上,三维设计中主要可拆解部分的模型建立,对工厂的运行和维护有着非常重要的意义,故应该在设计阶段阶段进行考虑。同时,模型建立的详细程度应该控制在一个适当的范围内,才不至于在模型的建设上花费太多成本。这就对三维设计提出了一个深度标准的问题。如何把握这个标准,是三维设计的主要考虑目标之一。从工艺设计的角度出发,模型信息应该包含:①外形尺寸。设备主要外部特征,设备三维包络控制尺寸数据。②空间定位。设备自身定位原点的合理设置及其准确的三维空间坐标,应该同时考虑设备安装的顺序和通道。③接口信息。管嘴是设备与管道实体连接部件,也是工艺设计流程中关键的节点,其数据须准确、完整,主要包括:选用标准、联接形式、管子直径、压力等级、介质温度以及相关功能说明等。④档案数据。记录设备生产商名称、订货时间、设备型号、设备系统编码、施工图纸号码、设备安装的区域和

房间编码、设计建模人员姓名等。在数字工厂全寿期管理的概念中,三维设计模型的应用是逐步传递、渐次细化和提高的。

依据使用者对功能要求的不同,可以划分为三个主要阶段:①设计承包商初步建立模型,用于工艺布置设计和方案优选,这可以借助)使用 REVIEW 功能模仿人眼视角,实现厂区全方位动画漫游;②施工承包商归并和继承三维模型,编制施工组织计划并指导现场的实际安装和调试工作,按照一定计划周期汇总统计这一期间所需的材料量;③业主公司最终汇总和集成模型,有针对性地服务于生产操作培训、维修模拟等。工厂涉及多系统、多专业,多个承包商共同工作,在大修期间,利用三位模型和空间布置图与大修主线计划相结合,提供了多工种的协同工作空间,对设备进出时间、移动空间和路径进行实况模拟,确保其实施方案的可行性、合理性,可使大修主线计划得到最佳的完善和优化。

国内核电行业就曾借助三维模型论证设备整体吊运的可行性,维修现场在时间和空间上都无法进行实物试验,因此,利用三维模型实时模拟了吊运的全过程,并对原施工方案进行了修改和优化,详细给出了每一个吊运步骤中吊点位置、坐标、设备空间旋转角度和移动距离,从而在理论上精确地验证了吊运路径的可行性,节约了大量的前期准备时间,体现了三维模型技术应用潜力。

三个阶段紧密联系、相辅相成,后者是前者的延续和补充。模型作为数据的载体,将不断丰富的信息资源有效地提供给后续的使用者。建立数字的信息化工厂是当前世界企业管理系统发展的方向和潮流,在新一轮钢铁建设中引入全寿期配置管理,可为设计管理和工程管理提供一个先进的信息管理平台。数字化的三维模型绝不是仅仅用于抽取二维的平、立、剖图。

6 应进一步解决的问题

6.1 设计流程再造

改变设计流程,即改变校审模式,使校审工作提前,改变后的流程是建立三维模型→校审→抽取ISO图→抽取平、立、剖图。

【文章编号】1007-9467(2009)02-0100-03

水利信息化在新农村建设中的作用

■陈静,张李荪(江西省水利规划设计院,南昌 330029)

【摘要】水利信息化是水利行业走向现代化的措施和手段,是水利现代化的基础和重要标志,水利信息化如何切入到作为推进新农村建设中去,是进一步落实科学发展观的客观要求,是提升新农村建设取得预期效果的助推器。

【关键词】水利信息化;新农村建设;作用

【中图分类号】TV222.2; S27

【文献标志码】A

1 概述

党的十六届五中全会提出了建设社会主义新农村的重大历史任务,2006年中央一号文件《中共中央、国务院关于推进社会主义新农村建设的若干意见》对社会主义新农村建设提出了明确要求,这份文件清晰地透露出,国家对基础设施建设投入的

在新的模式下校审工作提前到了抽取轴侧图之前,即建完模型后就对模型进行校审,从而避免了施工图完成后发现工艺方案性错误而从头修改,再反复抽取 ISO 图、平、立、剖图的过程。

6.2 管件、支吊架等标准库的扩充和完善

三维管道标准件建库工作是一个长期、持续不断的任务,不可能通过一个或几个项目完成,要随着工作进展不断完成。同时,因冶金管道应用没有统一标准,需要经过不断探索、总结形成本企业的管道标准。

6.3 新流程和制度的建立

通过三维设计的应用与探索,不断形成本企业的制度,在工作不断进展和应用过程中建立制度和应用的工作流程。

6.4 协同设计工作模式的建立

三维设计涉及多个专业,而且非常准确真实,不可能采用目前各个专业仅靠提资料联系然后各自孤立开展设计的模式。三维设计就是所有专业实时在一个平台上同步“建设”的过程。没有协同设计,既无法保证设计过程的协作、高效、顺畅,也无

重点转向农村,饮水安全、农田水利、农村能源等基础设施建设都将得到进一步加强。农村水利涉及的都是农民群众生产生活中最直接、最基础的问题,也是目前建设社会主义新农村最迫切需要解决的问题。不断加强农田水利建设,建立与社会主义新农村相适应的农村水利保障体系更是水利工作必须着力加强的重点。

生态环境是人类生存的自然基础,要实现村容整洁,为村民创造一个良好的人居环境,就必须在一个流域、一个区域甚至更大的范围内,统筹考虑水污染、水土流失等一系列问题的防治措施,尽快完成农村电网改造的续建配套工程,加强小水电开

法及时解决随时暴露出的问题,毕竟,二维设计是很难随时暴露问题并及时解决的,三维设计这一特别优势不能埋没于落后的提资料、孤立设计的落后设计流程中。

没有协同设计及适应的软件,甚至我们的设计成品都无法获得有效管理。

7 结束语

结合京唐项目,首钢设计院组织了三维设计,迈出了数字化工厂建设的第一步,刚刚开始,尝到了甜头,更认清了意义,也感到了诸多的不适应,解决了不少问题,更多的问题还在后头。

此次三维设计的尝试遇到了大量的技术性问题,但还有大量的管理上的问题,这些都是开展这项工作所无法回避并必须加以解决的。◆

【收稿日期】2008-08-20

作者简介

王建涛(1962~),男,北京人,高级工程师,从事技术、质量管理和项目管理,(电子信箱)jtwang777@sohu.com。