

文章编号:1006-2106(2014)02-0103-07

三维协同技术在天津站综合交通枢纽中的应用研究^{*}

冯世杰^{**}

(铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津 300251)

摘要:研究目的:为了研究三维设计在轨道交通建筑中的应用与前景,本文以天津站交通枢纽轨道换乘中心工程综合管线设计为应用研究对象,采用了专项课题研究的方法,对包括项目选择、三维建模、设计流程、碰撞检测等各个环节均进行了分析和研究,并进行了系统的归纳、总结。

研究结论:通过天津站综合交通枢纽的应用研究,得出以下结论:(1)三维设计软件仍需增加功能,方可替代二维设计软件系统;(2)协同工作流程在工作制度保障下,比传统工作流程更具优势;(3)本文研究成果可为今后设计、施工及运营中采用三维设计及 BIM 系统(建筑信息模型)提供实施经验。

关键词:三维设计;综合管线;BIM 系统

中图分类号:U291.1 **文献标识码:**A

Study of Application of 3D Collaborative Technology in Comprehensive Transportation Hub in Tianjin Station

FENG Shi - jie

(The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation, Tianjin 300251, China)

Abstract: Research purposes: In order to study the application and prospect of 3D design in rail transit construction, this paper takes integrated pipeline design of transportation hub orbit transfer center project in Tianjin Station as an object of study. It adopts the method of the special subject research, analyzing several links including project selection, 3D modeling, design process, and collision detection. It also conducts a systematic summary.

Research conclusions: From the study of Comprehensive Transportation Hub in Tianjin Station, it is concluded: (1) Three - dimensional design software's functionality need to be increased, before the two - dimensional design software systems can be substituted. (2) Collaborative workflow has more advantages than traditional workflow only in a guaranteed operating system. (3) It can provide an implementation experience for the application of 3D design and BIM (building information model) in future design, construction and operation.

Key words: 3D design; integrated pipeline; BIM system

三维协同技术自进入我国后,首先受到设计领域的了解和认知,随着 BIM 系统(建筑信息模型)的诞生,三维技术在国内得到了更广泛地关注。三维协同设计、施工以及延伸至建筑全寿命周期的 BIM 系统(建筑信息模型),必将在我国建筑行业中产生巨大的影响,具有极大的现实意义。本文将对天津站交通枢纽轨道换乘中心工程综合管线三维协同设计的应用过

程进行分析、描述,通过对实际设计经验的总结和归纳,为三维协同技术在我国建筑行业的推广与发展,提供一定的实际工程经验。

1 工程概况

天津站交通枢纽是连接贯通中国首都的重要铁路枢纽,同时也是天津市公共交通网络的中心节点,工程

^{*} 收稿日期:2013-07-23

^{**} 作者简介:冯世杰,1971 年出生,男,高级工程师。

范围包括:京津城际铁路(4台7线)、既有普速铁路(5台11线)、三条城市轨道交通(2、3、9号线)、三个社会停车场(前、后广场及副广场)、三个出租车停车场(前、后广场及副广场)、两个公交中心(后广场及副广场)。建成后的交通枢纽将包含六层(地上二层、地下四层),总建筑面积近48万 m^2 。如图1、图2所示。



图1 天津站交通枢纽效果图

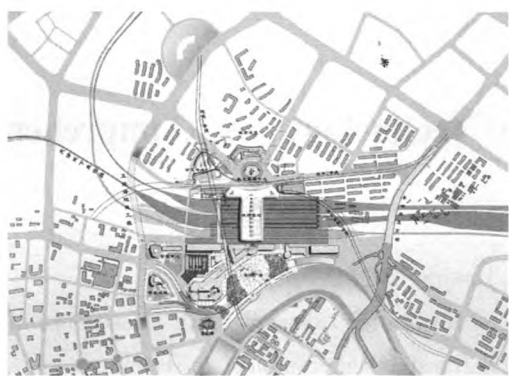


图2 天津站枢纽总平面图

天津站轨道换乘中心工程坐落于天津站后广场地下,为地下四层建筑,总占地面积为7万 m^2 ,总建筑面积近15.5万 m^2 。其中地下一层为交通层,建筑面积为55 642 m^2 ;地下二层为地铁2、3、9号线车站的站厅层,建筑面积为39 914 m^2 ;地下三层为地铁2、9号线的站台层和3号线的设备层,建筑面积为39 914 m^2 ;地下四层为地铁3号线的站台层及换乘通道,建筑面积为11 579 m^2 。如图3所示。

2 三维协同技术研究的主要目标

2.1 三维模型绘制

通过对非软件专业人员进行同等条件的软件培训,使其具有一定的三维绘图能力。在此基础上,所有参与人员共同完成所选工程项目的三维图形绘制,并通过成果反馈,了解非软件专业人员对三维绘图软件的接受能力。



图3 天津站后广场剖透视图效果图

2.2 三维协同设计工作流程的分析、研究

分别选择不同的设计工作流程,通过比较研究的方法,形成工作效率高、可操作性强的三维综合管线设计工作流程。

2.3 “碰撞”检测

对研究项目各专业的三维管线进行汇总后,进行“碰撞”检测,排除人为因素后,归纳出各专业管线的“碰撞”规律,总结出三维设计与二维设计的区别和特点。

3 三维模型绘制

3.1 设计理念的转变

目前,国内绝大多数设计人员已习惯于二维设计理念,即通过二维图纸去表达三维的空间,而三维设计需要设计人员具有较好的空间想象能力,这种能力的培养和塑造不是短期可以达到的,虽然通过强化培训后,在一定程度上基本可以实现三维管线的设计,但在设计过程中仍可发现设计人员对于一些基本三维概念的理解还不够深入,常常出现一些低级的错误,如坐标系、空间关系、管线厚度等出现偏差和错位,导致设计模型在后期无法组装和进行“碰撞”检测(如图4所示)。因此,设计人员应首先建立三维空间的设计理念,以适应三维设计的需要。

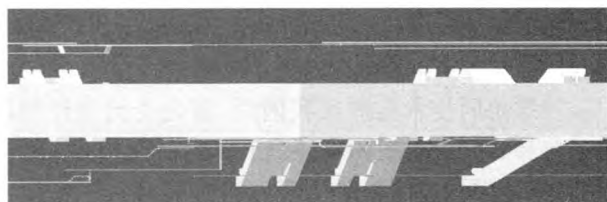


图4 部分管线与模型出现偏差的情况示意

3.2 三维设计软件功能尚需增强和改善

基于设计行业的习惯,目前国内二维设计软件针对性和适应性已相当完善,可以说市场上任何一款二维设计软件,无论是专业针对性、使用方便程度以及软件外延性开发上,都具有极大的优势,而反观三维设计

软件的功能则确实具有很大的完善空间。

(1) 软件操作界面以及对各专业的针对性还需加强。目前市场上的三维软件操作界面相比二维专业软件,更突出的表现在通用性上,而没有更多发展针对各专业的系统性的成套软件。

(2) 必要的参数化模块还有待补充。如各种形式楼梯、扶梯、电梯、栏杆、门窗、专业设备、管线及支架、吊架等的模型数据库等。

(3) 软件自动统计等功能还需要有针对性的完善。如模型的各种参数应可以进行汇总和分类统计,例如面积、体积、厚度、材料种类和属性、设备型号等。

(4) 软件的接口功能应增强。如增加各专业的计算功能,或提供更多的与专业计算软件的接口等,使三维设计成果可以得到更大范围的有效利用。

(5) 软件的后期处理功能应增强。如三维模型的二维出图功能,需要增加输出二维图纸后的更多细节设计功能,满足当前市场对传统二维图纸的需要。

4 三维综合管线设计工作流程的分析和比较

本次应用研究中,拟将天津站交通枢纽轨道换乘中心工程的地下二层和地下三层,分别采用传统和协同两种工作流程进行三维综合管线设计,并对过程和成果进行了全面比较、分析和总结。

4.1 传统工作流程进度计划

传统工作流程进度计划如图 5 所示。传统工作流程从 3 月 12 日开始至 5 月 11 日结束,计划工作时间为 61 d。原则上各专业管线应在文件提供下序专业前,完成“碰撞”检查,发现问题并随时解决。

4.2 协同工作流程进度计划

协同工作流程进度计划如图 6 所示。

协同工作流程从 5 月 12 日开始至 6 月 21 日结束,计划工作时间为 40 d。原则上各管线专业应在文件设计过程中实时进行“碰撞”检查,发现问题随时解决。

4.3 两种工作流程的比较分析及总结

两种工作流程比较分析如表 1 所示。

表 1 工作流程比较分析表

	传统工作流程	协同工作流程
优点	(1) 设计流程简洁、明确;(2) 各专业相对独立,不需要设置专用服务器	计划周期短,效率高,提高效率达 50%
缺点	设计周期长,效率较低	(1) 设计流程相对复杂;(2) 各专业协同设计,需要设置专用服务器

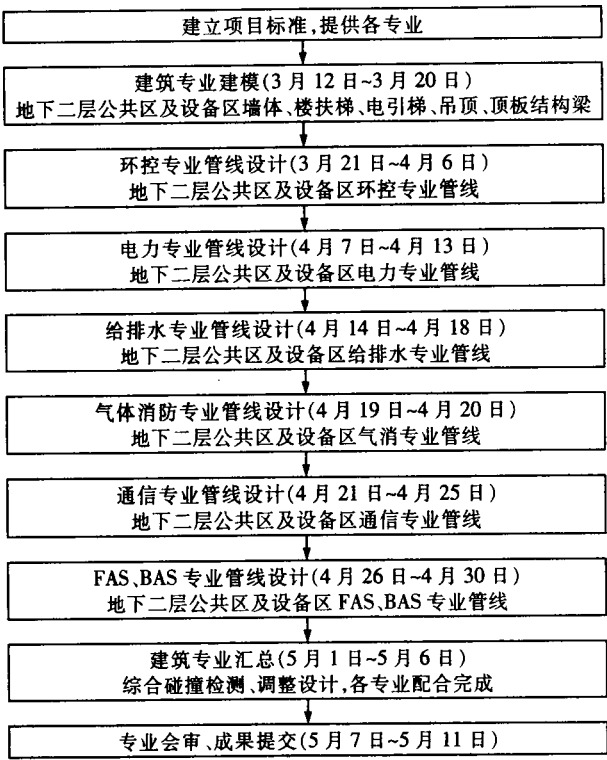


图 5 传统工作流程图

通过对天津站交通枢纽轨道换乘中心工程综合管线三维设计采用两种不同工作流程的应用,可以归纳出一些适用于三维设计的经验成果。

- (1) 传统与协同工作流程均可以实现综合管线的三维设计要求,虽然两种模式均具有各自的特点,但并不影响其可行性;
- (2) 管线综合这类空间关系复杂的设计工作,三维设计具有更大的优势和更好的发展前景,同时也能满足未来更加精细化的设计要求;
- (3) 设计人员的软件培训程度需要进行较大幅度的提高,方能满足三维设计的需求,以及流程管理的顺畅性;
- (4) 传统工作流程总体上说与行业内传统生产组织形式吻合程度较好,简洁明确的流程和相对灵活的计划管理更适应目前的生产状况,但就长远来看,其较长的设计周期和较低的设计效率也是未来提高生产效率的瓶颈;
- (5) 协同工作流程相对于传统工作流程具有周期短、效率高的特点,而生产平台的统一将是协同设计的基础,但该流程前期的投入较大(如人员培训、平台创建等),且其相对复杂的流程和较低的灵活性,则需要较强的外部控制,或制定更适应于该工作流程的新的生产组织形式。

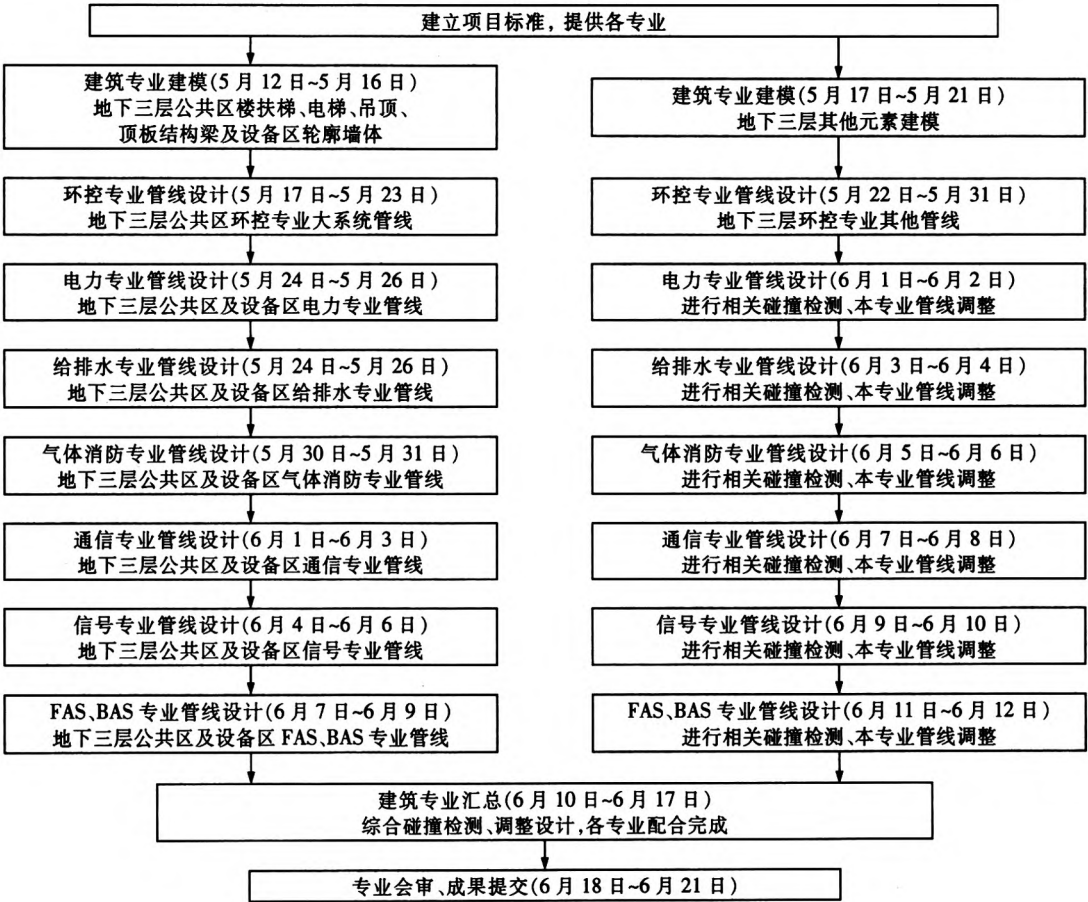


图 6 协同流程模式

5 三维综合管线“碰撞”检测结果分析

5.1 “碰撞”检测

“碰撞”检测是通过数字化的方法,找到管线冲突,包括“硬碰撞”检测和“软碰撞”检测。“硬碰撞”是指管线之间或管线与结构之间的直接碰撞;“软碰撞”是管线之间或管线与结构之间保留一定的安全距离和安装、检修空间的碰撞。

碰撞检测完成后,三维设计软件提供对所有冲突进行详细描述的报告功能。设计人员需要对碰撞结果进行审核,把可以接受和不可以接受的碰撞信息分别予以确认,并可将碰撞结果和审核信息发给相对应的专业,由多专业协商解决,如图 7、图 8 所示。

5.2 专业内部管线“碰撞”常见问题分析

为避免各专业管线在绘制过程中,由于人为因素产生的绘制错误,全部带入最终的多专业组合碰撞中,使文件信息过大而无法从中发现和总结规律,我们分别对各专业进行了单独的“碰撞”检测。

5.2.1 建筑专业

在传统和协同两种工作流程中,建筑作为非管线专业,其主体模型的设定对碰撞检测的结果有一定的

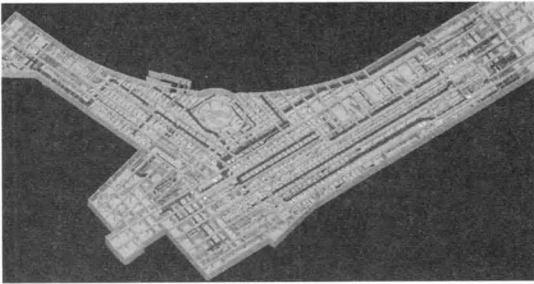


图 7 组装后的三维模型

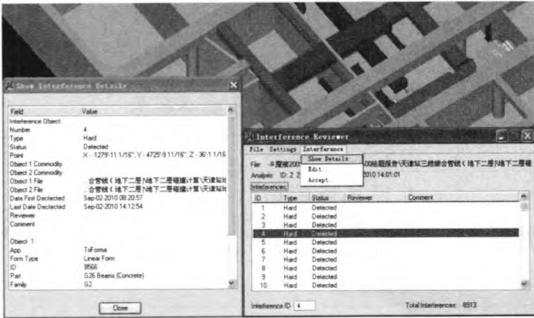


图 8 碰撞检测信息示意图

影响,以下是几点规律总结:

(1)在模型实体创建过程中,考虑到设计过程中直观效果的需要,对于各层楼板部分省略了结构板的建模,仅创建了各层楼板部分的梁结构,通过分析认为只要管线不与梁结构发生碰撞,则必然不会与板结构发生碰撞。如图9所示。

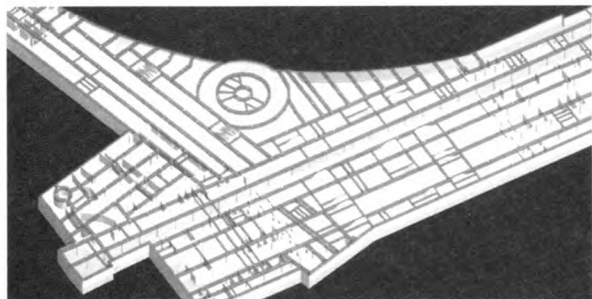


图9 楼板部分结构梁模型图

(2)在碰撞检测过程中,主体建筑模型除包含结构梁、板、柱、墙体外,还包括楼梯、自动扶梯、电梯、屏蔽门、装修等有关的实体模型,建筑模型内部各实体之间是直接连接在一起的,这部分内容之间将不进行碰撞检测。如图10所示。

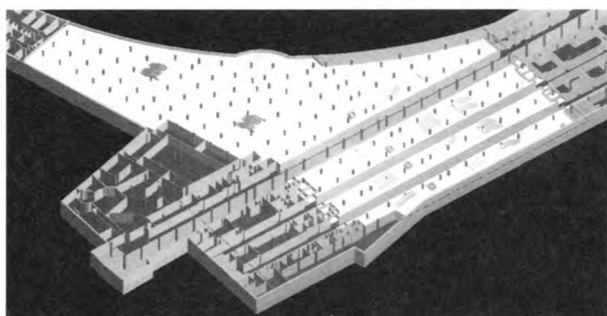


图10 地下二层建筑模型图

(3)在建筑模型中管线穿越墙体和楼板的开孔位置、尺寸,由于软件功能的限制,并未完全确定,因此在模型创建时也未考虑孔洞建模,对实际碰撞结果中发现的类似碰撞,我们通过主观判断给与“接受”的定义选择,不作为碰撞点考虑。如图11所示。

(4)基于上述碰撞基本原则,主体模型作为一个实体参与各管线专业的碰撞检测全过程,除了内隔墙体以外(墙体可以开孔以满足管线穿越需要),所有实体模型均不允许其他专业管线对其产生碰撞。

5.2.2 其他管线专业

5.2.2.1 管线完整性检查

各管线专业首先进行自身完整性检查,用以发现设计中的疏漏或错误,例如风管没有连接完全,或者在风管端头没有设置封头板等情况,发现该类问题,需专

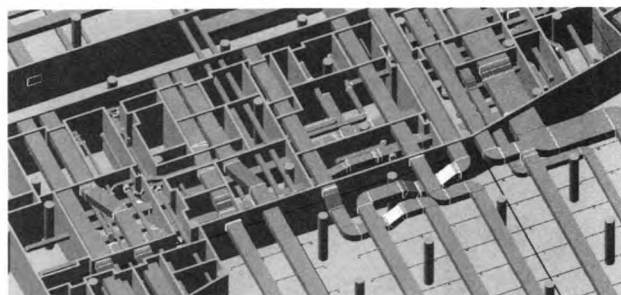


图11 空调管线穿越隔墙示意图

业在碰撞检测前完善。如图12所示。

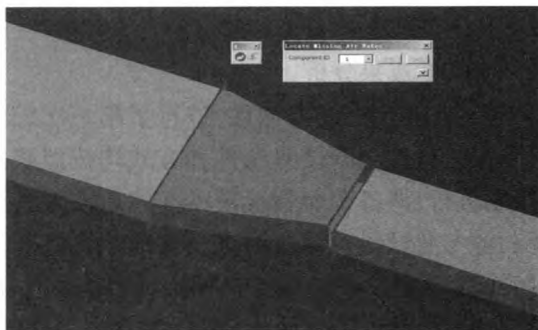


图12 空调系统完整性检查错误

5.2.2.2 专业自检

各专业进行自身检测的主要目的不是发现本专业管线之间的相互碰撞,而是分别验证各专业管线模型的准确程度和与建筑主体模型之间的冲突点,其检测结果对于多专业模型的汇总具有十分重要的意义。通过自身检测,可以有效减少专业内部的设计错误,进而精细化管线专业设计,为后期与其他专业管线之间的碰撞检测创造良好的条件。如图13所示。

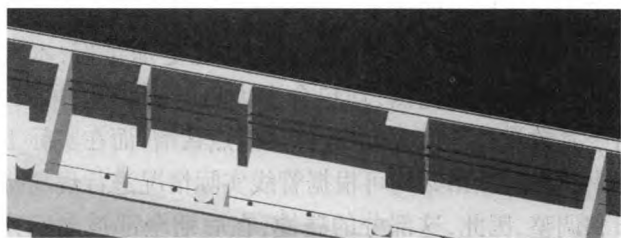


图13 管线自检发现与建筑扶壁柱的碰撞

5.2.2.3 上、下序专业之间的检查

各专业在完成自己管线设计并提供给下需专业前,应进行与上序专业管线的阶段性碰撞检测,发现问题随时调整解决。如图14所示。

5.3 多专业管线“碰撞”结果分析

根据计划安排,天津站地下二层按照传统工作流程进行三维管线综合,地下三层采用协同工作流程进行三维管线综合,在两个阶段的后期分别对其进行了

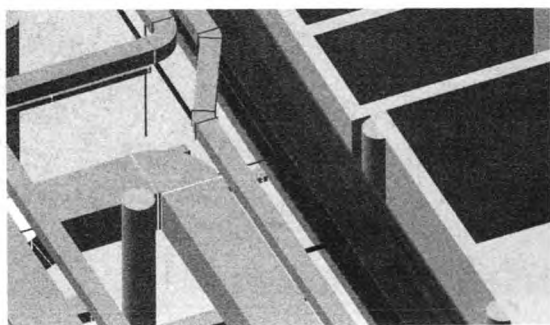


图 14 上、下序管线之间的碰撞示意图

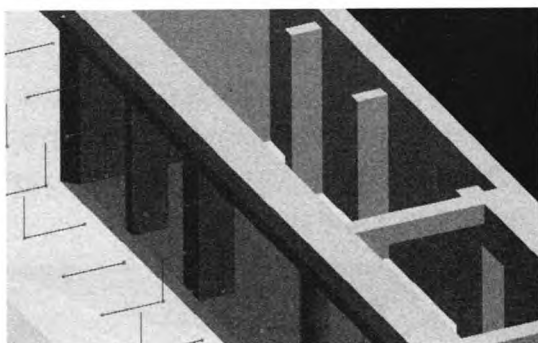


图 15 支、吊架与结构梁碰撞示意图

汇总和碰撞检测。

5.3.1 传统工作流程碰撞结果分析

5.3.1.1 初期成果分析

在各专业初步完成模型后,进行了第一次综合管线碰撞检测,碰撞检测设置条件和方式均按照软件的设定规则进行,即各专业管线模型与建筑模型进行碰撞检测,各专业管线模型之间进行碰撞检测。通过首次碰撞检测,检测到的碰撞点与期望值相差很大,达到数千个,通过分析、研究,认为原因主要为以下几点:

(1) 软件操作不熟练。参与人员仅仅是初步掌握了三维建模的操作,且在建模初期,对各专业建模完成后自检的要求,未能有效的执行,致使专业内部碰撞点较多。

(2) 碰撞检测设定的条件中,对于管线与建筑隔墙的碰撞问题认识不足,检测结果中出现了大量管线与隔墙之间的碰撞点,而这种情况在实际工程中是可以通过墙体开洞来解决的。

(3) 个别专业对于三维设计的一些如高程、坐标、单位等要点把握不够,出现了管线高程错位的情况,导致了大量碰撞点的产生。

(4) 为了使研究项目与真实情况更加接近,本次三维建模与碰撞检测,均包含了大量的管线支、吊架,由于其数量过于庞大,也致使碰撞点猛增,而在实际工程中,管线支、吊架均可根据管线实际情况进行现场排布和调整,因此,这部分的碰撞,在后期全部被划归为可以接受的范围。如图 15 所示。

(5) 由于采用项目的管线设计较为复杂,其管线体量和规模远远超出了一般地下建筑,致使以上几种情况成倍的放大发生。

5.3.1.2 后期成果分析

针对初期阶段性成果的分析、总结,我们严肃了专业自检等制度,并形成了“专业内部管线碰撞常见问题和解决方案”的指导性原则,在进行了模型调整,并排除了一系列非操作原因而产生的碰撞后,各专业按照传统工作流程完成了地下二层综合管线的三维设

计。

通过对三维综合管线的碰撞点分析,我们发现了部分原先二维设计遗留的设计问题,并对以上问题进行了设计修改,如图 16 所示。另外,传统工作流程设计周期长的问题也在本次研究中暴露无遗。

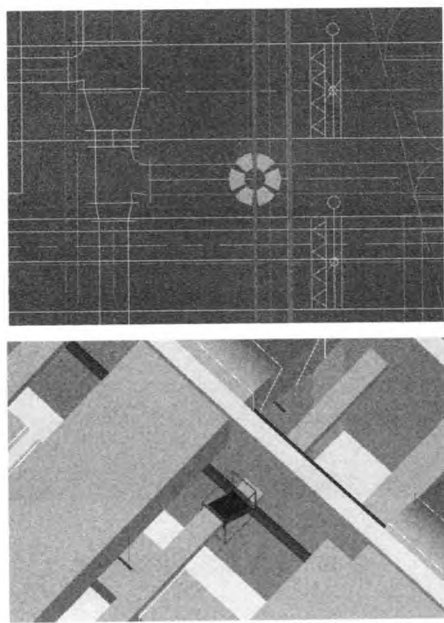


图 16 通过三维碰撞检查出的二维设计问题示例

5.3.2 协同工作流程碰撞结果分析

协同工作流程中,各专业以建筑专业提供的只含有外轮廓墙体、楼板和结构柱的主体框架模型,作为进行三维协同设计的基础模型,在此模型基础上,各专业同步完成管线的三维设计,而建筑专业继续深化完善模型内容,补充如隔墙、吊顶、楼扶梯、电梯、屏蔽门等实体模型,设计过程中按照计划进行实时和阶段性的碰撞检测,并将检测结果及时反馈给各管线专业进行调整,对于每次过程碰撞检测,以及最终碰撞检测,均发现存在一些碰撞点,这其中有协同设计所特有的管线与后续建筑构件的碰撞,也有操作人员绘图过程中

的主观因素,同样,也发现了原先二维管线设计的遗留问题。

5.4 小结

通过对传统工作流程和协同工作流程所绘制三维管线的碰撞检测的研究,我们发现:综合管线三维设计中采用碰撞检测后,完全可以发现管线设计中存在的所有冲突点,碰撞检测的效率和准确率很高,其检测结果的统计和展示方式可以满足综合管线三维设计的要求,特别是其检测结果对于综合管线设计的修改、调整具有很好的辅助作用,设计人员可以分专业、分类别的进行修改,且修改后可以立刻实现成果的再次碰撞检测,大大提高了生产效率。

6 主要结论

通过综合管线三维协同设计的应用研究,得出以下结论:

- (1)三维设计软件尚需增加较多的、具有针对性的功能,方可替代目前已相当成熟的二维设计软件系统。
- (2)协同工作流程相对于传统工作流程,具有速度快、效率高等相当重要的优势,但其实施难度也将随

之增大,需要更完善的工作制度和手段,方能保障其高速运转。

(3)三维设计在某些领域具有二维设计所不具备的明显优势,而采用三维协同设计更可极大地提高工作效率,国内设计行业应率先在行业内推行三维协同设计,并制定相应的标准、规则。

参考文献:

[1] GB 50157—2003,地铁设计规范[S].
GB 50157—2003, Code for Design of Metro[S].

[2] GB 50490—2009,城市轨道交通技术规范[S].
GB 50490—2009, Technical Code of Urban Rail Transit [S].

[3] GB 50019—2003,采暖通风与空气调节设计规范[S].
GB 50019—2003, Code for Design of Heating Ventilation and Air Conditioning[S].

[4] GB 50015—2003,建筑给水排水设计规范[S].
GB 50015—2003, Code for Design of Building Water Supply and Drainage[S].

(编辑 曹淑荣)

(上接第32页 From P.32)

[2] TB 10012—2007,铁路工程地质勘察规范[S].
TB 10012—2007, Code for Geology Investigation of Railway Engineering[S].

[3] JTS 147—1—2010,港口工程地基规范[S].
JTS 147—1—2010, Specification for Foundations in Port Engineering[S].

[4] GB 50007—2011,建筑地基基础设计规范[S].
GB 50007—2011, Code for Design of Building Foundation[S].

[5] TB 10018—2003,铁路工程地质原位测试规程[S].
TB 10018—2003, Code for In - suit Measurement of Railway Engineering Geology[S].

[6] 刘震,马连强.综合勘探方法确定浅层地基承载力特征值对比分析[J].铁道工程学报,2008(12):41-44.
Liu Zhen, Ma Lianqiang. Comparative Analysis of Determining the Bearing Capacity Characteristic Value of Shallow Foundation Soil by Integrated Exploring Method[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2008(12):41-44.

[7] 魏永幸,薛新华,龚晓南.柔性路堤荷载作用下的地基承载力研究[J].铁道工程学报,2010(2):22-26.
Wei Yongxing, Xue Xinhua, Gong Xiaonan. Study on

the Bearing Capacity of Foundation under Flexible Embankment Load1 [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2010(2):22-26.

[8] 魏永幸 薛新华. 柔性路堤地基承载力控制值探讨[J]. 铁道工程学报,2010(1):1-3.
Wei Yongxing, Xue Xinhua. Discussion on Control Value of Bearing Capacity of Flexible Embankment Foundation [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2010(1):1-3.

[9] 商建林,涂长红,谢叶彩.地基极限承载力确定方法的分析与评价[J].西部探矿工程,2007(2):140-143.
Shang Jianlin, Tu Changhong, Xie Yecai. Analyze and Evaluate on Calculating Methods of Ultimate Bearing Capacity of Foundation Soil [J]. West - china Exploration Engineering, 2007(2):140-143.

[10] 夏卜敬,盛建龙,姚尧.天津软土地区地基承载力确定方法研究[J].山西建筑,2007(31):123-124.
Xia Bujing, Sheng Jianlong, Yao Yao. Research into the Method to Set Bearing Capacity of Foundation in Soft Soil Region in Tianjin [J]. Shanxi Architecture, 2007(31):123-124.

(编辑 曹淑荣)

三维协同技术在天津站综合交通枢纽中的应用研究

作者: 冯世杰, FENG Shi-jie
作者单位: 铁道第三勘察设计院集团有限公司, 天津, 300251
刊名: 铁道工程学报 ISTIC PKU
英文刊名: Journal of Railway Engineering Society
年, 卷(期): 2014(2)

参考文献(4条)

- [1. 地铁设计规范](#)
- [2. 城市轨道交通技术规范](#)
- [3. 采暖通风与空气调节设计规范](#)
- [4. 建筑给水排水设计规范](#)

引用本文格式: 冯世杰, FENG Shi-jie 三维协同技术在天津站综合交通枢纽中的应用研究[期刊论文]-铁道工程学报 2014(2)