

基于 CAD 的综合管廊三维参数化设计

许云骅

(上海市城市建设设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200125)

摘 要: BIM 与综合管廊全生命周期管理相结合是目前的发展趋势,但是由于设计人员不习惯 BIM 的三维设计方法及软件、不同软件存在数据交换的障碍、软件无法适应出图要求等问题,导致 BIM 在综合管廊行业内推广较难。通过调研设计人员的设计习惯和出图需求,研发了“上华综合管廊设计软件”,可以实现平纵横联动设计、快速建立复杂节点模型、设计校核及快速出图等功能,大大提高综合管廊 BIM 模型的设计效率 and 设计质量。

关键词: 综合管廊; 三维; 参数化设计

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)20-0062-05

Three-D Parametric Design of Utility Tunnel Based on CAD

XU Yun-hua

(Shanghai Urban Construction Design and Research Institution <Group> Co. Ltd., Shanghai
200125, China)

Abstract: The combination of BIM and whole life cycle management of utility tunnel is the current development trend. However, it is difficult to popularize BIM in designing municipal industry of utility tunnel due to the problems such as designers not being familiar with three-dimensional design methods and software associating with BIM, data exchange barriers among different software and inability of software for the requirements of printing drawings. By investigating the design habits and drawing requirements of designers, the “Shanghua Design Software for Utility Tunnel” was developed, which could realize the functions of layout plans and vertical section design, rapid establishment of complicated nodes in utility tunnel, design verification and rapid drawing, and these functions could greatly improve the design efficiency and quality of BIM modelling of utility tunnel.

Key words: utility tunnel; 3-D; parametric design

2016 年 8 月,住建部发布《2016—2020 年建筑业信息化发展纲要》,纲要中提出:大力推进 BIM、GIS 等技术在综合管廊建设中的应用,建立综合管廊集成管理信息系统,逐步形成智能化城市综合管廊运营服务能力^[1],在海口^[2]、苏州^[3]、六盘水^[4]、贵安新区^[5]等地,BIM 已被证实在综合管廊全生命周期管理中具有重要价值^[6]。

虽然基于 BIM 的综合管廊工程建设与管理的发展前景非常可观,但国内外实际案例资源较少^[7]。根据调研,制约 BIM 应用于综合管廊建设的主要因素是主流 BIM 设计软件主要针对公建、民建,对市政工程的支持不足,而且 BIM 代表的三维设计模式与设计人员习惯的二维设计模型非常不同,这给设计人员带来很大的困难。如果能提供一

款综合管廊设计软件,既能弥合三维及二维设计模式的差异,又能提供减少设计人员重复工作的功能,相信可以将 BIM 与综合管廊结合起来,为综合管廊运维平台的建立提供基础。

1 现有管廊设计软件存在问题

① 学习成本较高

目前主流的综合管廊三维设计软件都是基于 Revit、Bentley、Catier 等平台。这些 BIM 设计软件的操作界面和设计方法与设计人员熟悉的 Auto CAD 不太一样,导致设计人员增加了学习成本,部分设计人员产生畏难情绪。

② 不符合设计习惯

常见的 BIM 设计软件缺乏较好的人机互动,而且模型构建与综合管廊的设计流程存在冲突,导致设计人员需要反复调整、无法提高设计效率。这一点在综合管廊建模中比较突出:综合管廊部分节点(如十字交叉、分支口等)结构复杂,采用二维图纸表达比较困难,但是运用现有的综合管廊设计软件不够直观,需要设计人员在不同视图中反复调节,反而比二维设计多花费不少时间。

此外,这些 BIM 软件都是由外国公司开发,本土化程度不足,不符合我国的出图要求。如果要满足国内的出图要求和习惯,需要花费大量的时间调整,这又增加了设计人员的负担,导致设计人员反感 BIM 设计,不愿意使用 BIM 软件设计综合管廊。

③ 数据交换存在障碍

现有 BIM 设计软件较多,目前缺乏通用数据格式,导致建模成果不能在不同软件上修改。如今 BIM 建模需要多种软件共同协作,例如渲染的 Lumion、管线碰撞检查的 Navisworks 等,因为缺乏统一的数据格式,所以设计费时。

综合管廊是由多类系统组成的构筑物(暖通、自控、电气、排水等),这就需要大量的族库,但是 Revit 制作的族库不能直接迁移到其他软件上,无法构件复用,这也是采用现有 BIM 软件完成综合管廊建模的瓶颈之一。

2 三维参数化设计的技术要求

① 减少学习成本

管廊三维参数化设计软件最好基于设计人员习惯的 CAD 平台,同时搭载三维建模工具。设计人员在进行 BIM 设计时可以维持 CAD 平台下的操作习惯,并实现二维与三维 BIM 的同步设计,这样可以

节约大量学习成本,上手快。

② 提高复用程度

管廊三维参数化设计软件应提供参数化设计与节点造族两种方式:参数化设计可以在管廊模型中直接插入预设的节点,可以用于规划、方案设计或投标;节点造族可以实现异形、复杂节点的建模设计,并提供组件记录及导入/导出功能,便于随时调整族构建中的局部组件参数,从而解决传统 BIM 设计软件族库二次利用难的问题。

此外,三维参数化设计软件应能导入 Revit 节点族、机电族等直接使用,实现二次复用的功能。

③ 快速响应变更

由于需求或者边界条件发生变化,导致综合管廊在设计阶段经常容易发生变更,如果按照传统的设计方法需先提供修改的工艺图纸,然后与上下游专业进行沟通,十分麻烦。因此,管廊三维参数化设计软件应可以一键修改横断面舱室及管线,以及单个或批量替换节点。而采用三维参数化设计软件可以方便结构专业及设备专业反提条件,在三维模型上直接修改,而且在模型上发生的变更,可以实时同步更新到平、纵断面,或者由工艺专业在三维模型上绘制平面及节点剖切图、管线布置图等。

④ 实现同步修改

在设计过程中,出图是工作量较大的步骤,因为需要套用图框、填写图签等步骤。管廊三维参数化设计软件应提供平面出图、纵断出图、横断面出图等功能,并且可以设置出图比例、分图线等功能。

在绘制剖切图纸时,由于管廊构造的复杂性,设计人员可能无法正确地表达遮蔽关系。管廊三维参数化设计软件应该满足在模型上形成的变化,在剖面图上也能同步发生变化。同时可以根据要求选取任意角度完成剖切图纸。

⑤ 实现数据互通

软件能够与市政行业主流 Bentley 平台软件进行互通,其次,也提供 Revit、Catia、PDMS 软件及 Navisworks 三维漫游软件的接口,能够满足 Bentley 平台和 Revit 平台数据交流及复用的需求。

3 三维参数化设计的主要功能

鉴于上述问题,由上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司与上华软件公司共同开发的“上华综合管廊设计系统”(下称“上华综合管廊设计软件”)利用 CAD 作为开发平台实现综合管廊的 BIM

设计,大大提高了综合管廊的设计效率。

① 平纵横设计

上华综合管廊设计软件可根据道路专业提供的道路设计数据(标准横断面布置、平面及纵断面数据),根据道路中心线生成管廊基准线并布置设计管廊桩号,通过道路纵断面图直接提取管廊高程数据并绑定管廊基准线。一旦完成上述操作,并设置管廊标准断面后即可直接形成综合管廊主体,还可通过管廊节段上的夹点进行拉伸等操作,或通过输入标高、坡度等对管廊纵断面进行调整,见图 1。

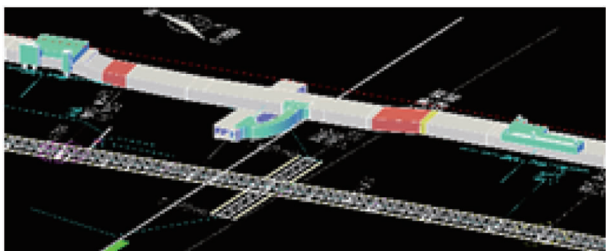


图 1 综合管廊整体模型

Fig. 1 Integrated model of utility tunnel

② 节点建模

该设计软件采用“组件拼接”的方式进行三维建模。一个节点(如交叉井、通风井等)中出现的元素(如开洞、爬梯等)都是组件,可以通过搭积木的方式,根据节点的功能任意组合各类组件。软件会记录各类组件及参数,设计人员可以方便地替换、增加或删除组件,也可以修改组件参数。节点设计完毕后将该节点保存入库,待下次使用或调整时可直接提取出来,提高节点的复用程度,降低建模的工作量,见图 2。

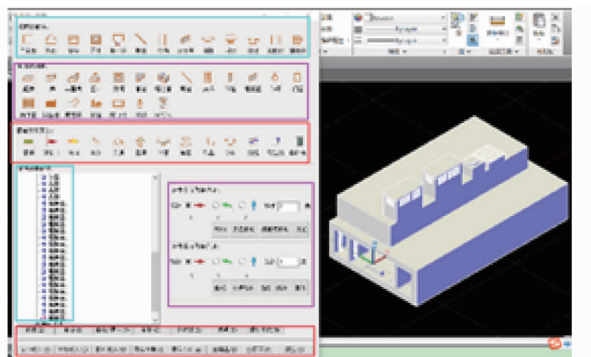


图 2 综合管廊复杂节点建模

Fig. 2 Modelling of complicated nodes in utility tunnel

当管廊主体平纵处理完成、方案节点设计完成后,可通过插入族节点将库中保存的方案节点模型根据管廊上间距或桩号方式插入主体管廊,系统提

供单个节点或全部同类型节点的微调及替换操作,满足节点修改后快速、便捷地更新至主体管廊中。其次,能够设计或选择新的截面样式进行管廊主体一键变更设计。

③ 设计标注

完成综合管廊平面布置及节点设计后,该设计软件提供多种标注方式,来指示节点名称和桩号、防火分区等信息,方便阅图者解读设计信息。其中防火分区标注可自动检测并标注出防火墙的布置情况,节点标注自动读取并标注节点信息,并且一旦总图和节点发生变更,这些信息将同步更新,见图 3。

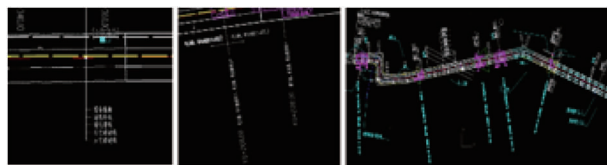


图 3 节点标注

Fig. 3 Noting of nodes in utility tunnel

④ 设计校核

《城市综合管廊工程技术规范》(GB 50838—2015)对综合管廊的逃生间距、通风分区、节点布置间距作出诸多规定,在布置平面时需要对此类节点的间距进行校验。一旦发生变化,那么就必须重新校验,非常麻烦。该软件提供了设计校核的功能,可提供防火分区、通风分区、逃生口间距等校核以及节点数量的统计功能,对不符合规范要求的数据采用加色提示。该项功能为国内首创,完全满足设计人员的需求,见图 4。



图 4 统计及校核功能

Fig. 4 Statistics and correction

⑤ 设计出图

目前最困扰设计人员的主要问题是出图,问题包括自动套用图框、按要求自动生成剖切图纸等。利用该软件可迅速完成平面、纵断面和横断面出图,也可以提供诸如消防等其他系统的平面出图工作。而利用该软件生成的三维节点可根据要求任意指定剖断面形成剖切图,可大大减轻工作量并提高图纸表达的准确性。

另外,只需设置出图比例、裁图线等信息,即可以自动完成裁图、套用图框、填写图签等操作,实现了自动化、智能化的出图操作,见图 5。

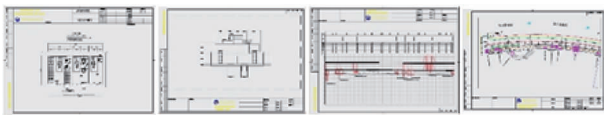


图 5 自动出图

Fig. 5 Automatic drawing

⑥ 数据导入及导出

该软件能够与市政行业主流 Bentley 平台软件进行互通,其次,也提供 Revit、Catia、PDMS 软件及 Navisworks 三维漫游软件的接口,能满足 Bentley 平台和 Revit 平台数据交流及复用需求,见图 6。

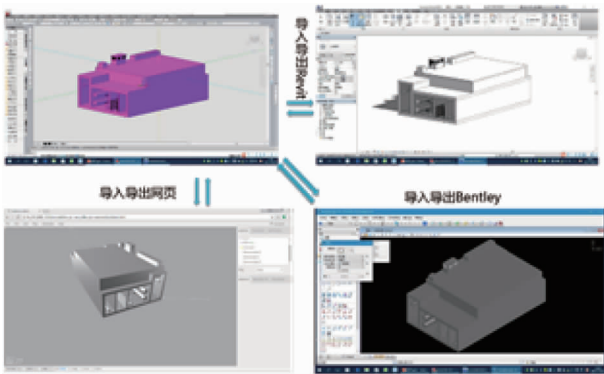


图 6 数据导入导出

Fig. 6 Data import & export

4 三维参数化设计的应用案例

龙井路综合管廊全长 1.54 km。项目现状情况较为复杂,附近有古树、建筑物、街道等,因此需要做多次倒虹、变径等。利用上华综合管廊设计软件完成燃气舱进风井、燃气舱排风井、非燃气舱进风井、非燃气舱排风井、分支口、投料口、燃气舱人员出入口、非燃气舱人员出入口等一般节点,以及特殊节点设计,管廊主体模型、平面布置、纵断面布置及节点设计分别见图 7~10。

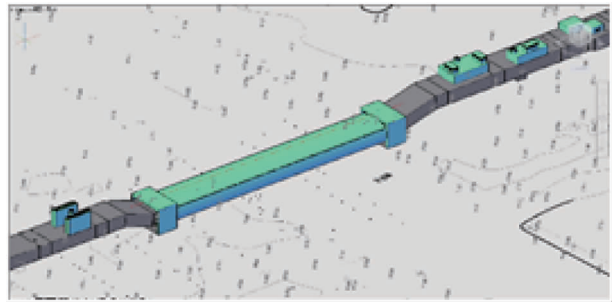


图 7 管廊主体模型

Fig. 7 Main model of utility tunnel

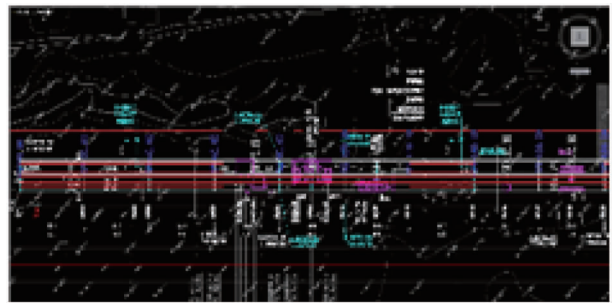


图 8 管廊平面布置

Fig. 8 Layout chart of utility tunnel

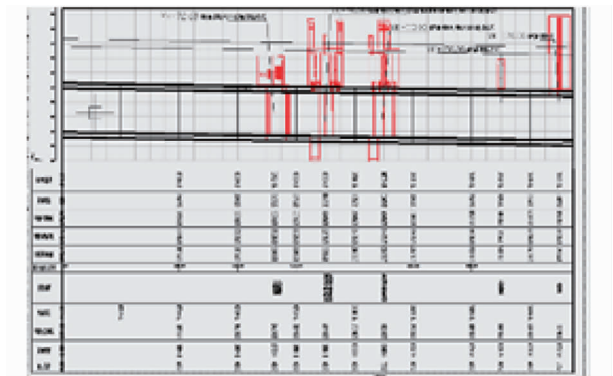


图 9 管廊纵断面布置

Fig. 9 Vertical section of utility tunnel

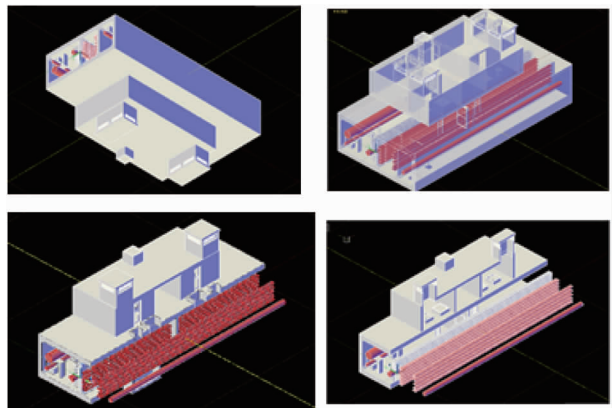


图 10 管廊节点设计

Fig. 10 Node design of utility tunnel

5 结语

对现有的综合管廊设计软件进行了比较,上华综合管廊设计软件在快速制定及优化管廊方案设计、减少施工图设计“错漏碰缺”等方面具有显著优势,软件提供的标注、校核、协同设计等功能可以提升设计效率、提高设计质量,减少设计人员的重复劳动。完成的BIM模型可以与主流BIM软件无缝衔接,有助于模型深化,并指导施工模拟、运维管理等精细BIM应用。基于CAD开发的综合管廊三维设计软件可以降低使用难度,让设计人员更快上手,促进BIM的普及与推广。

参考文献:

- [1] 白庶,蔡梦娜,钟雪,等. BIM技术在城市地下综合管廊中的应用价值分析[J]. 工程管理学报,2018,32(2):74-78.
Bai Shu, Cai Mengna, Zhong Xue, *et al.* Analyzing the applicability of BIM technology in urban underground pipe gallery[J]. Journal of Engineering Management, 2018, 32(2):74-78 (in Chinese).
- [2] 胡俊,杜娟,李艳,等. 海口城市地下综合管廊BIM技术的应用实践[J]. 海南大学学报:自然科学版,2018,36(1):49-57.
Hu Jun, Du Juan, Li Yan, *et al.* Practice of BIM technology on utility tunnel in Haikou [J]. Natural Science Journal of Hainan University, 2018, 36(1):49-57 (in Chinese).
- [3] 张琪峰. BIM技术在综合管廊设计中的应用——以苏州城北路综合管廊为例[J]. 城市道桥与防洪, 2018(7):309-311, 336.
Zhang Qifeng. Application of BIM technology in design of utility tunnel[J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2018(7):309-311, 336 (in Chinese).
- [4] 郑琳琳,程淑珍,孔祥利,等. BIM技术在六盘水综合管廊建设中的应用[J]. 施工技术,2017,46(21):66-69, 110.
Zheng Linlin, Cheng Shuzhen, Kong Xiangli, *et al.* Application of BIM technology in construction of Liupanshui comprehensive utility tunnel[J]. Construction Technology, 2017, 46(21):66-69, 110 (in Chinese).
- [5] 王凯,林修翔,吴跃,等. BIM技术在贵安新区综合管廊建设中的应用研究[J]. 建筑技术,2017,48(9):917-921.
Wang Kai, Lin Xiuxiang, Wu Yue, *et al.* Research on application of BIM technology in utility tunnel construction in Guian New Area [J]. Architecture Technology, 2017, 48(9):917-921 (in Chinese).
- [6] 王光辉,路耀邦,杨朝帅. BIM技术在地下综合管廊建设全生命周期中的应用研究[J]. 低温建筑技术, 2018,40(9):137-140.
Wang Guanghui, Lu Yaobang, Yang Zhaoshuai. Application of BIM technology in the whole life cycle of utility tunnel construction [J]. Low Temperature Architecture Technology, 2018, 40(9):137-140 (in Chinese).
- [7] 朱记伟,郑思龙,刘建林,等. 基于BIM技术的城市综合管廊工程协同设计应用[J]. 给水排水,2016,52(11):131-135.
Zhu Jiwei, Zheng Silong, Liu Jianlin, *et al.* Application of collaborative design in urban utility tunnel based on BIM [J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 52(11):131-135 (in Chinese).



作者简介:许云骅(1990-),男,江苏昆山人,大学本科,工程师,从事给排水工程、管网、厂站及市政BIM设计工作,曾获2018年第九届“创新杯”建筑信息模型(BIM)应用大赛管廊类BIM应用二等奖等。

E-mail: tomxuyunhua@163.com

收稿日期: 2019-03-13