

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.20.012

BIM 与 GIS 的协同应用对污水处理厂设计的启示

孙同谦¹, 徐 峥²

(1. 天津市政工程设计研究总院有限公司, 天津 300384; 2. 天津滨海高新技术产业
开发区建设和交通局, 天津 300384)

摘 要: 总结了 BIM 及 GIS 在污水处理厂设计中的应用特点, 提出将二者协同应用于污水处理厂设计的意义及方向。以国内某全地下污水处理厂设计的实际应用为例, 采用无人机扫描将数据导入 ArcGIS, 再将数据导入 ArchiCAD 生成地形模型, 可以直观地反映出工程实施前后的土方变化, 不仅能够完善土方平衡计算, 还能通过软件内自带的造价计算系统为精准化施工提供依据。同时, 针对污水处理厂后期运营的生产路线, 将 BIM 建模引入 GIS 导航, 可以模拟运营过程中巡检维护等可视化场景, 为运维阶段提供参考。

关键词: BIM; GIS; 污水处理厂

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2021)20-0066-05

Inspiration from Collaborative Application of BIM and GIS in Design of Sewage Treatment Plant

SUN Tong-qian¹, XU Zheng²

(1. Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300384, China;
2. Construction and Transportation Bureau, Tianjin Binhai Hi-Tech Industrial Development Area,
Tianjin 300384, China)

Abstract: Application characteristics of BIM and GIS in design of sewage treatment plant were summarized, and significance and direction of collaborative application of BIM and GIS in the design of sewage treatment plant were pointed out. In design of an underground sewage treatment plant, the data were imported into ArcGIS by unmanned aerial vehicle scanning, and then imported into ArchiCAD to generate the terrain model. The method directly reflected the earthwork changes before and after the implementation of the project, which not only improved the earthwork balance calculation, but also provided a basis for accurate construction through the cost calculation system in the software. At the same time, BIM modeling was introduced into GIS navigation to optimize the production route for the later operation of the sewage treatment plant, which could simulate the visual scene of inspection and maintenance in the operation process, and provide reference for operation and maintenance stage.

Key words: BIM; GIS; sewage treatment plant

现阶段 BIM 技术的可视化、模拟性已经为污水处理厂的设计提供了更广泛的空间, 在“智慧城市”概念中引入 BIM, 就不得不提及 GIS (地理信息系统), 复杂的 BIM 模型与完善而强大的 GIS 的协同

应用又为污水处理厂设计提供了更多启示。

1 主流 BIM 软件在污水厂设计中应用比较

目前针对污水处理厂的 BIM 设计, 较为主流的应用软件有 ArchiCAD、Revit 和 Bentley。由于多数

BIM 软件的开发以建筑工程为服务对象,所以构建符合给排水专业的 BIM 设计规则是提高设计质量、推广 BIM 设计的前提^[1]。

上述几款 BIM 设计软件在污水处理厂设计中的应用各有特点。ArchiCAD 在开发之初就是针对建筑设计,该软件的更多优势也是体现在建筑设计上,对于墙、梁、板、柱这些建筑元素的设计更加便捷,软件更侧重于“设计”思维,在不确定各种元素参数尺寸时,完全可以先放置一面墙、一块板,然后再去深究其参数尺寸。而 Revit 相对来讲更侧重于“建模”思维,在放置一面墙、一块板之前,首先需要定义一系列族参数,参数驱动需要设计师更多地思考软件逻辑。从这个方面讲,似乎 ArchiCAD 更快些,对于污水处理厂这样专业复杂的设计,在建筑、结构专业 BIM 设计时,ArchiCAD 确实方便,各种专业管线布置时,MEP 系统似乎也能应对污水厂单体内部的管道设计,但是对于市政工程设计,检查井、重力管道这些情况很难应对。在工艺、电气专业 BIM 设计时,ArchiCAD 更显吃力,软件内置的设备对象相对贫乏。与 Revit 中的“族”类似,ArchiCAD 中叫做“对象”,但对于多数给排水设计师而言,基于参数化编程语言 GDL 的“对象”就不如参数化建族更容易接受。谈及工艺专业的各种设备,Bentley 的 MicroStation 在建模方面较 Revit 的族系统更加强。对于污水处理厂中的内部道路,采用 ArchiCAD 的变形曲面或 Revit 的族,虽然勉强能够应对,但论专业协同,行业软件更为细化的 Bentley 的确能够很好地解决跨专业甚至跨行业的问题,从功能的全面性来看,Bentley 似乎看起来最适合污水处理厂 BIM 设计,但从国内软件使用率来看,Bentley 使用率确实远不如 ArchiCAD 和 Revit,也许就是因为其“盘子”过大而难以驾驭。

综上所述,各种 BIM 设计软件各有千秋,没有确定的哪种软件更适合污水处理厂的 BIM 设计,而采用不同软件进行 BIM 设计的成功案例都数不胜数。随着 BIM 应用的不断发展,对于 BIM 软件之间的比较相对弱化,业内更多的关注点已经转向如何将不同 BIM 软件之间进行无缝对接和融合。

2 GIS 在污水处理厂设计中的应用

对于道路桥梁等基础设施的设计,由于其周边环境及边界条件较“点状”的建筑设计更加宽泛,所以在真实城市环境与虚拟城市环境的融合与协同

时,GIS 能够发挥重要的时空信息承载和纽带作用^[2]。而对于污水处理厂的设计,目前 GIS 的应用大多是在厂站选址中的应用,GIS 选址过程包括基础数据的收集处理(高程、坡度、水体防护范围、居住区或农田保护范围等)和 GIS 选址分析^[3]。

以国内某污水处理厂改扩建工程前期调研工作为例,扩建项目用地位于老厂附近,作为城市污水处理终端,污水处理厂的停运对整个城市影响较大,所以在改扩建过程中,应尽量避免新建项目对现状厂站的影响。基于上述“边拆边建”“边运行边建设”的要求,在改造过程中对现状厂址格外关注。

上述工程构建的实景模型如图 1 所示,通过无人机对现状点云扫描后进行实景建模,能够对拟建项目边界条件完全了解,避免拟建工程对现状工程的影响,同时该技术在后期深度设计中还能对现状土建、设备进行准确的信息扫描,保证设计准确性。



图1 航拍过程及生成的场地文件

Fig.1 Aerial photography and created site documents

通常来讲,厂站的设计应尽可能对拟建场地进行全方位了解,通过谷歌地球等软件虽然能够对项目周边情况有所掌握,但由于网上地图存在更新滞后、视角不可控等问题,为获得更准确的信息,往往需要投入更多的人力进行实地调研以了解场地细部,调研过程中还会涉及到各种“盲区”。采用无人机点云扫描,所构建的三维实景模型如图 2 所示。

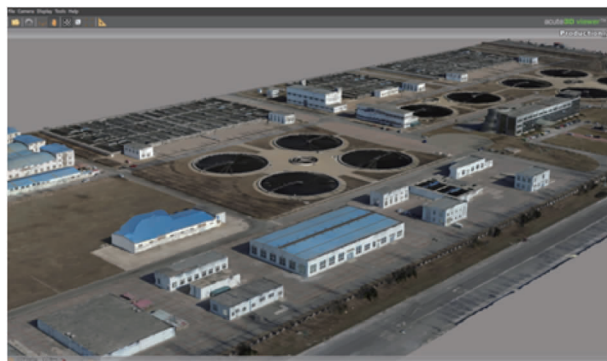


图2 点云扫描实景建模

Fig.2 Point cloud scanning real scene modeling

可见,实景模型不仅能够“无死角”“全覆盖”地完成调研任务,更能够使“外业”无缝传递到“内业”,“内业”设计人员能够通过“外业”勘测人员无人机扫描生成的文件对现状进行全方位了解。

3 BIM与GIS协同应用于污水处理厂设计

3.1 BIM+GIS的意义

随着BIM技术的不断发展,设计师对于BIM的应用已经不只停留在“翻模”及“三维演示”这些基于M(Modeling)的可视化、模拟性等内容,而更多地将关注点放在基于I(Information)的内容以及其协调性、优化性、可出图性等特点上,对于BIM的发掘方向也都逐渐放在其带来的实际意义和符合国内工程建设行业的本土化。

随着周边领域相关技术的不断革新及突破,“BIM+”时代正在一步步进入工程建设行业:BIM+PM(项目管理)、BIM+云计算、BIM+物联网、BIM+VR(虚拟现实)、BIM+3D打印。BIM+GIS,即BIM与GIS集成应用,是通过数据集成、系统集成或应用集成来实现的,两者可互为集成对象,亦可相互深度集成,拓展应用领域。BIM的应用对象往往是单个建筑物,利用GIS宏观尺度上的功能,可将BIM的应用范围扩展到道路、桥梁、铁路、隧道等工程领域,同时可提高长线工程和大规模区域性工程的管理能力。

污水处理厂的设计不仅专业复杂,从空间上考虑,既有“点状”的单体设计,又有“线状”的各种管线,也有“面状”的厂区总平面布置和厂内道路,正是这样的特点,使得BIM在污水处理厂中的应用可以突破“微观”的BIM,向“宏观”的GIS延伸。考虑后期运维阶段,BIM+GIS既能提高管理效率、增强运维能力,还能将GIS的室外导航功能拓展到厂内或室内,比如在厂内交通组织、日常巡检、突发状况疏散等方面。

3.2 BIM与GIS数据传输

从存储信息来讲,BIM所包含的内容极为复杂,从设计到施工、从土建构件尺寸到设备性能参数,大量的信息使BIM精度更高,更注重“微观”;而GIS相对来讲更注重“宏观”,它不需要工程造价、设备材料材质、工程进度等信息,而更多的是关注模型参数和兴趣点数据,以及发散于点状模型以外的周边路网、景观等信息。以污水处理厂BIM+GIS模型为例,BIM模型中不仅包含尺寸、材质等基本信息,

还包括很多后期赋予的信息,如设备的功率、水泵流量扬程,甚至是后期管理过程中添加的维保信息等;而厂区布置中的GIS模型点云信息只提供了厂区道路、绿地、铺装等空间位置参数,同时厂区内的消火栓、绿化洒水栓等兴趣点也仅仅是提供了位置信息,具体的消火栓类型、洒水栓流量参数不会通过GIS模型呈现。尽管存储信息的关注点有所差异,但数据组成(几何信息+属性信息)和数据管理(集成于统一的数据库)的一致性也为两者的协同提供了可能性。

从存储介质来讲,不同的BIM软件的存储格式有所差异,但随着国内BIM标准的完善以及市政给排水等单专业P-BIM的细化,OpenBIM的格局是将来BIM行业的发展趋势^[4]。实现OpenBIM的统一格式采用的是IFC格式,目前各类BIM软件之间的数据交换也都通过IFC来实现。暂且不论各类BIM软件在数据传输完整性上支持IFC的力度,至少统一的格式下,将BIM数据转换到GIS数据库成为可能。

从BIM到GIS,首先想到的就是如何应对庞大的数据,单纯从GIS终端的配置去解决并不现实,毕竟计算机配置的提升速度远不如数据的增加速度,从一个园区到一个城市,其数据量的暴增是不可想象的。由此可见,将BIM融入GIS,首先需要考虑的就是BIM轻量化,采用显示层级、显示精度的手段可以提高其可控性,而实例化技术更加重要,例如污水处理厂中的管道支架、井盖这样的元素,重复出现,倘若这样的数据多次存储,势必会加重数据存储量,若在存储方式上只存储一个元素和不同位置,则能大大减轻数据存储量。

3.3 BIM+GIS的实际案例

以国内某全地下污水处理厂设计为例,BIM+GIS协同主要应用于土方平衡计算和运维室内导航模拟。

① 采用BIM+GIS完善土方平衡计算

与传统地上式污水处理厂有所差异,全地下污水处理厂整体埋深更深,在进行水力流程竖向布置时,应更多考虑地下集成“箱体”的竖向位置及土方平衡计算。

由于各处理构筑物单体标高有所差异,地下集成“箱体”的底板往往是高低错落,该全地下污水处理厂地下箱体基坑BIM设计见图3。



图3 地下箱体基坑 BIM 设计

Fig. 3 BIM design of underground box foundation

传统的土方计算方法需要在测绘的基础上进行,并需要后期的大量处理工作,而且不同的计算方法都存在着计算结果精度低、结果相差悬殊等诸多问题。

本工程在前期无人机点云扫描后,可将所有点数据、高程数据(3MX格式)导入ArcGIS,与AutoCAD的数据提取类似,同样可以在ArcGIS中提取这些高程特征点,区别在于AutoCAD地形文件中数据点提取一般是没有 z 属性(高程值属性)的,只能提取 x 、 y 坐标和高程点旁边的数字;而无人机点云扫描后导入ArcGIS的文件自带 z 属性。提取点数据导出为excel表格,该步骤重新核对点数据中是否有错误点,删掉不可靠数据后导出为文本文件(制表符分隔)。

地形模型的建立以ArchiCAD为例,软件中自带“通过测量数据放置网面”,将前述TXT文本文件导入即可生成图4中的地形模型(该模型为软件最初的pln格式),此时可将BIM软件中的场地模型与地形模型按照原坐标扣在一起,能够很直观地在三维模式下看到场地整平过程中的填挖方,当然也可将BIM中生成的模型反导回ArcGIS,能够准确模拟并以此为参考依据通过与其他软件的结合计算项目土方平衡,从而更加精准地为施工及造价等方面提供重要依据。利用ArcGIS进行的土方平衡分析见图5。

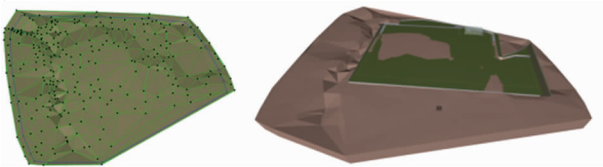


图4 地形模型及场地模型

Fig. 4 Topography model and site model

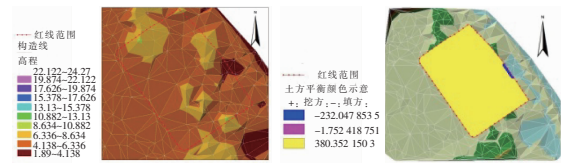


图5 土方平衡分析

Fig. 5 Analysis of earthwork balance

② GIS室内导航融入BIM

更准确地讲,将GIS室内导航融入BIM不仅是污水处理厂设计阶段的应用,而且是在设计阶段考虑运维阶段的应用。污水处理厂后期运行人员需要关注生产过程中的水流、泥流、车流、人流及信息流等,同时安全生产也要求更加合理的疏散路线,尤其对于全地下建设型式这样安全等级要求更高的污水处理厂。例如在污水处理厂交付运行之初,地下空间的每一个防火分区会有相应的疏散通道,但在实际运营过程中,有可能因为某设备的检修临时占用通道,如果建立基于BIM的GIS室内导航,就能实时明确最合理的疏散通道,以避免突发情况发生时,信息滞后所带来的风险。

该工程BIM设计中针对厂内交通组织引入GIS室内导航,包括巡检通道、污泥装载车辆通道、维护车辆通道、药液槽车通道等,分别规划路线并将BIM模型导入GIS平台。图6为污泥车辆在地下廊道中通行的模拟。



图6 污泥车辆通行模拟

Fig. 6 Traffic simulation of sludge truck

由于本次BIM设计还未实际进入运维阶段,并未实际搭建GIS室内导航平台,也就不存在IFC文件(BIM模型数据)向CityGML文件(GIS模型文件)的导入,但在实际运维阶段,IFC文件与CityGML文件是完全开放的,从技术角度,二者的互相导入是完全可行的。本次设计仅模拟实际运行中车辆的交通组织,可直观地查看车行通道内车辆与

其他设施的净距以及车辆对人行通道的影响,以此来核对设备、管道等布置是否合理。建模采用的是 ArchiCAD 软件,后期采用 Artlantis 软件进行渲染,模拟过程采用 Lumion 软件。可视化、模拟性的 BIM 融入 GIS 室内导航后,可以为后期运营提供更多实际意义。在实际应用中,地下或半地下集成建设的污水处理厂所有运维空间都是室内封闭的,室内导航提供了几乎全部的运维路线和日常操作,而针对传统地上建设的污水处理厂,基于 BIM + GIS 的模型不仅可以进行室内导航,同时为了迎合更多的室外运维场景,根据运行管理需求也可以进行厂区室外导航,实现整个厂区全部室内外的导航。

4 结语

目前,BIM 技术在污水处理厂设计中的应用已经较为广泛,而 GIS 技术的应用较少,在厂站选址过程中,采用 GIS 技术对边界条件和竖向等分析能够提供更加精准的依据。通过对 BIM 和 GIS 两者的特性分析及其结合的可能性分析,并将其应用于实际工程设计中,表明 BIM + GIS 技术在设计前期的地形分析、基坑设计和土方平衡计算中能够提供更加便捷和直观的设计手段;而在设计后期,通过将 BIM 模拟性与室内导航相结合,能够使设计更加贴近运维,运维中可能遇到的问题可在设计阶段有所考虑。

“BIM + ”集成技术的应用已经在各行各业逐步展开,其中 BIM + GIS 在市政基础设施行业中的应用大多为道路桥梁、地铁隧道等长线工程,而在污水处理厂设计中的应用尚处于初级阶段,更多地将施工和运维的思路融于设计阶段,不仅符合 BIM 全生命周期的理念,还能更好地发挥 BIM + GIS 的协同作用,为污水处理厂设计提供更广阔的视野和更加

宽泛的平台。

参考文献:

- [1] 杨楠,姜宇,孙同谦,等. BIM 技术应用于污水处理厂设计中的探讨[J]. 给水排水,2014,40(10):44-48.
YANG Nan,JIANG Yu,SUN Tongqian,*et al.* Probe into application of BIM technology in wastewater treatment plant[J]. Water & Wastewater Engineering, 2014, 40(10):44-48(in Chinese).
- [2] 朱庆. 三维 GIS 及其在智慧城市中的应用[J]. 地球信息科学学报,2014,16(2):151-157.
ZHU Qing. Full three-dimensional GIS and its key roles in smart city[J]. Journal of Geo-Information Science, 2014,16(2):151-157(in Chinese).
- [3] 张涛. GIS 技术在污水处理厂站选址中的应用[J]. 城市建设理论研究,2014. DOI:10.3969/j.issn.2095-2104.2014.06.0660.
ZHANG Tao. Application of GIS technology in site selection of sewage treatment plant [J]. Urban Construction Theory Research, 2014. DOI:10.3969/j.issn.2095-2104.2014.06.0660(in Chinese).
- [4] 孙同谦,徐峥. BIM 标准对市政给排水专业的指导[J]. 中国给水排水,2016,32(4):28-31.
SUN Tongqian, XU Zheng. Guiding significance for municipal water supply and drainage professional of BIM standard[J]. China Water & Wastewater,2016,32(4):28-31(in Chinese).

作者简介:孙同谦(1987-),男,内蒙古包头人,硕士,高级工程师,主要从事给排水设计工作。

E-mail:suntongq@126.com

收稿日期:2019-11-04

修回日期:2020-11-14

(编辑:孔红春)

弘扬宪法精神,树立宪法权威