

Research on Revit 3D Forward Mapping Based on Water Project

Shuai Zou

Shanghai Urban Construction Design & Resarch Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200125, China

Abstract

Taking the Zhuyuan Sewage Treatment Plant project as the background, from the project proposal stage to the entire process of construction drawing design, each major disciplines adopts three-dimensional forward technology to assist the design. In order to improve the efficiency of model utilization, research has been conducted by using Revit to achieve rapid and efficient BIM drawing on the premise of complying with current CAD drawing rules, summarizing process experience, technical achievements, and drawing skills, and develop a BIM forward design process that conforms to various disciplines, develop view templates, project templates, annotation families, and foundation detail families for general project drawings. In addition, preliminarily establish a BIM drawing component library based on background project.

Keywords

BIM technology; forward design; Revit drawing; sewage treatment plant design

基于水务项目的 Revit 三维正向出图研究

邹帅

上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司，中国·上海 200125

摘要

以竹园污水处理厂项目为背景，从项目方案阶段到施工图出图设计全过程中，各主要专业均采用三维正向技术辅助设计，为提高模型利用效率，研究在符合当前CAD出图规则的前提下，采用Revit软件实现快速的高效率的BIM出图，总结过程经验、技术成果及出图技巧，制定出符合各专业的BIM正向设计流程，制定一般项目出图的视图样板、项目样板、注释族、基础详图族，此外，基于背景工程初步建立BIM出图构件库。

关键词

BIM技术；正向设计；Revit出图；污水处理厂设计

1 背景

为了适应国家数字化转型战略，近年来，建筑和工程行业越来越多地采用 BIM 技术来支持项目的设计和建造^[1]。在设计领域，BIM 技术常用于方案展示、设计优化和管线综合等领域。BIM 技术的应用有效提高了设计质量，特别是三维模型的精细度相比二维图纸有显著提高，能够在模型中表达更多的设计细节，但同时也导致了建模效率降低。如果建成的精细化设计模型无法在后期工程出图和施工应用中发挥作用，那么 BIM 工作的价值将受到限制。

面对这一背景，越来越多的企业的设计初始阶段就采用三维设计^[2,3]，将三维模型作为设计方案的主要载体，并通过 BIM 模型来导出工程图纸以指导工程建设。这对建模

标准、模型精度和商用软件的二维可出图性都提出了更高的要求。在房屋建筑领域，目前 Autodesk Revit 系列软件应用较为广泛^[4]，虽然软件具备基本的二维图纸导出功能，但图纸的样式、深度和注释等仍然难以满足施工图的要求^[5]。

论文以城市市政污水处理厂的三维设计为基础，对 Revit 的建模规则、模型出图设置以及各专业施工图纸的基本要求进行了归纳总结^[6]。研究了基于 Revit 的三维正向出图方法，并基于 Revit 软件开发出适用于水厂项目的正向出图插件。

2 三维正向出图的技术需求分析

根据污水处理厂项目的构筑物设计经验，以及 Revit 软件的特点，在建立好的设计阶段 BIM 模型基础上，对正向出图所需要的一些设置和要求进行总结提炼，然后提出正向出图过程中能够提高效率以及出图准确性的技术需求。

①楼层管理：市政水厂的箱体体量一般较大，不同的工艺区域存在较多的局部标高，标高设置较为复杂，在建模时会

【作者简介】邹帅（1990-），男，中国江苏阜宁人，硕士，工程师，从事BIM数字化设计及工程全生命期BIM应用推广与研发研究。

产生大量的无用标高。因此，为方便图纸的管理，出图时应能够快速区分并识别模型中的有效标高，用于不同专业出图。

②设计族库：市政水厂工艺模型中包含大量的自建族，为提高建模效率，便于设备选型，需建立正向设计族库，将设计过程中用到的族进行管理。

③图纸图框设置：绘制施工图时，需根据图框样板和比例大小，创建适应于当前视图的图纸和图框，并自动读取模型中的项目信息，自动填写图框信息。

④图纸设置样式：导出的 CAD 图应按照企业的相关标

准设置建筑、结构等专业的构件显示样式，包括线形、颜色、填充等效果，建立的出图设置样板能够复用于多张图纸及多个项目，解决 Revit 类别无法达到出图级别的问题。

⑤图纸快速标注：统一设置各专业图纸中的标注规则，能够自动区分平立剖等图纸类型，针对性定义标注规则，细分专业、构件类型设置标注，并能够便捷地预览。

以上述的总体需求结合地下污水处理厂的建筑、结构、工艺等主要专业，总结出项目正向出图的模块设置如图 1 所示。

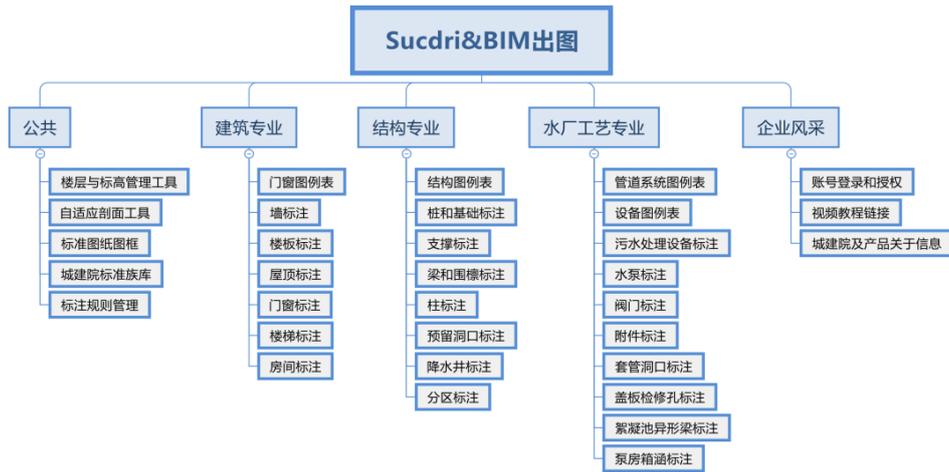


图 1 水厂正向出图技术需求分析图

3 正向出图的功能模块开发

3.1 程序实现要点及方法

基于上述的需求分析，本次研发的正向出图模块在 Revit 平台上作为插件运行，支持多个版本 Revit 软件。除了支持建筑、结构专业的多种平、剖、立面图以外，涵盖了水厂工艺相关的安装及预留洞口的标注以及建筑结构和安装系统的显示样式管理。此外，还可以根据定义的规则对多种视图和场景下的属性标注、边界标注和尺寸标注进行生成。

程序采用面向对象设计，进行迭代式开发。它被分为多个层次和模块，其中包括 UI 界面交互层、功能实现层、API 封装层以及数据存储层。各层次按照实际功能由多个功能模块组成。不同层次或模块之间通过消息或事件的方式进行通信和调用。程序中主要工具的实现类如表 1 所示。

针对图纸的注释及出图需求，通过以上功能类的调用以及算法设计，开发程序的各项功能模块，下面以图纸标注的算法为例进行介绍。

在执行边界标注时，程序创建一个 DimensionHandler 的实例获取用户的选项设置，并在内部初始化 BoundaryDim 类实例进行具体操作。在初始化过程中，BoundaryDim 会通过 Analyse 方法对要标注的构件进行详细分析，以获取与所要标注方向向量垂直的所有墙。然后对墙进行排序，根据墙的垂直或平行按距离分组，获取两个维度上与墙垂直的梁、柱等信息。接着计算两个维度的最大空间跨度以及各维度上

关联构件的最小距离，根据这些信息构造出 WallDim 列表以及 DimGroup 列表。最后，在构件上下左右各边界处，创建多个层次的标注信息。

表 1 程序中主要工具的实现类说明表

功能模块	类名称	功能说明
楼层管理	Story	楼层参数信息封装
图纸图框	SheetSettings	图纸信息设置
	SheetUtils	图纸处理工具封装
族库管理	TagFamilyManager	标记族管理器
	FamilyInfo	族基本信息
出图样式	SystemStyle	系统样式设置
	SystemStyleManager	系统样式管理器设置
标注样式	TagRuleRecord	标记规则条目
	TagRule	标记规则定义
	ElbowTagSettings	带有拐点的属性标记设置
	ViewTagHandler	属性标注处理器，属性标注与视图相关
图纸注释	DimType	标注的显示样式
	DimBase	作为几个标注类的抽象基类
	BoundaryDim	边界标注具体类
	OrientationDim	方向导向的尺寸标注类实现
	FragmentDim	标注片段管理器，尺寸标注实现类的中间过程使用
	DimGroup	标注组
	DimensionHandler	尺寸标注处理工具

在执行尺寸标注时，程序创建一个 OrientationDim 的实例获取用户的选项设置，并根据所要标注的构件进行分析以及构造中间数据。与边界标注不同，尺寸标注内部会构造多个 FragmentDim 列表来辅助完成中间数据构造。当多个标注点过于集中时，需对标注进行整合与调整，根据两两之间的距离值进行分簇处理，以找到要标注的关键位置。为此，开发了按空间维度的分簇算法，在给定的方向维度上，按规则进行准确标注。

3.2 程序功能模块介绍

3.2.1 公共模块

公共模块主要是对 Revit 中各专业正向出图进行通用的设置，模块包含了楼层管理、图纸图框设置、设计族库管理、基点复位、建筑结构样式、系统安装样式、标注管理的功能。模块面板如图 2 所示，各模块的主要功能如下所述。



图 2 公共设置模块

①楼层管理。

楼层管理功能可快速识别模型中的所有标高，进行楼层空间划分，便于设计出图时的图纸生成，对于一些特殊楼层如设备层也能进行快速重命名，此外可对专业标高进行筛选，增加或删除，并可忽略掉某些建模中间过程用到的参照标高。

②图纸图框。

自动识别当前视图模型范围，并附加预设好的标准图框族，自动套图框。可获取视图标题名称、视图比例、项目名称等信息，自动填写到图框内，图纸图框功能可适用于平面、剖面、立面、详图以及三维图纸视图等各类视图。

③设计族库。

设计族库可用于管理项目中应用到的各类族，通过将族分类管理、快速预览三维模型及二维图例，可帮助设计人员快速高效地展开设计工作，设计人员在大量项目积累中可不断添加族文件、更新完善族库，逐渐形成更丰富和更庞大的正向设计族库。

族库中可按专业需要，添加族库分类列表，并将自建族上传到族库中，或从族库载入到项目中，族库中能够实现族的二三维预览，便于构件的快速选型，选择好想要使用的族可批量选择加载到项目中。为确保出图的有效性，自建族

应当预设好二维图例。

④出图样式设置。

出图样式包括建筑结构、安装系统两个部分，此功能可对 Revit 模型在出图时的二维显示样式进行智能生成。设计人员可按照企业的出图标准，对模型导出图纸的线宽、颜色、截面等配色方案等进行配置定义。对于建筑、结构、风系统、水系统、桥架系统等不同专业，出图样式能够设置多套模板，过滤器样式设置也能够同时应用至多个视图中。通过智能识别构件类型、所属专业及系统并赋予线条颜色、线宽等属性，能够高效地解决 Revit 模型二维出图时图纸显示问题。

⑤标注管理设置。

由于尺寸标注、标高标注等类型均为系统族无法自定义，因此目前的标注规则管理仅针对构件属性标注作用，主要便于用于添加自定义族，并且可以分类设置标注信息与样式。可自动标记构件名称、标高、尺寸、系统等必要出图信息，提高正向设计效率与规范化。

标注管理功能可针对不同的构件对象，设置注释内容，设置的注释规则可应用于不同的视图，并能够本地保存应用于其他项目，通过多专业、多项目的积累，可形成一套系统的注释规则库。

3.2.2 建筑、结构、工艺出图模块

针对建筑、结构、工艺专业平面视图，进行构件属性、构筑物边界、设计尺寸间距等自动化标注出图，通过标注规则管理定义的过滤器可选择需要标注的不同属性、样式和分类。构筑物边界支持三级划分自动生成尺寸标注，尺寸间距则可按需勾选需要测量的构件分类，如图 3 所示。

专业出图部分包括了，建筑平面图、屋顶平面图、建筑剖面图、建筑立面图；结构平面图、结构剖\立面图、桩基平面图、地下围护支撑平面图；工艺预留洞口平面图、预留洞口立面图、设备安装平面图、安装立面图。其设置窗口基本一致，每个出图模块针对专业预设了平面出图规则。

属性标注，可按专业选择前面制定的标注规则，确定标注文字的方向，设置标注引线样式；边界标注，可选择标注的文字样式、颜色、大小和类型，并可设置尺寸标注间隔、边界线样式等内容，当同一个尺寸边界中间存在小间隙时，可设置将其合并。

尺寸标注，可选择标注的文字样式、颜色、大小类型，设置尺寸标注与被标注构件的间隙值，可设置忽略标注的构件尺寸，选择自动标注的构件类别，选择标注的构件边界等内容。



图 3 专业出图模块

基于以上开发的功能模块,对于按照指定建模标准建立的水厂模型,即可快速地生成相应的图纸视图,并快速地进行图纸注释。

4 三维正向出图应用案例

本研究以竹园污水处理厂 120 万吨调蓄池项目设计为依托,研究 BIM 正向设计快速出图方法、出图技巧,制定符合水厂项目 BIM 出图规则,实现 BIM 高效出图,提高设计效率和设计管理。

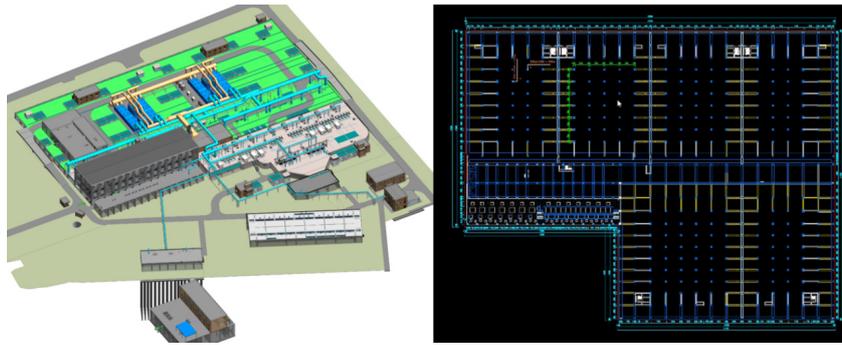


图 4 竹园四期 120 万吨调蓄池模型与导出初步图纸

5 结语

论文主要针对水厂项目的正向出图进行了深入的探索和研究。目前,从三维模型直接生成二维图纸已经成为一种重要的设计手段。论文主要研究了市政水厂类项目图纸特点,及 Revit 系列软件基本出图功能,在此基础上对 Revit 软件的出图模块进行定制和二次开发,从而提高从模型中获取二维图纸的效率。

在当前研究基础上,未来可以利用 AI 相关的工具和技术,运用深度学习算法,对构件识别、出图设置、图面标注、注释等功能进行进一步拓展,减少人工操作,提高 BIM 导出的二维图纸可用性。

在项目设计过程中,各主要专业之间通过协同工作,建立施工图深度的调蓄池设计模型,建立水厂常用的设备族库,通过出图工具设置图纸的标注规则、显示样式等,并形成项目样板,通过 Revit 导出带注释的建筑、结构、工艺、电气、暖通、给排水等主要专业的平立剖初步图纸,在此基础上进行部分细节深化,使导出的图纸最终满足施工图出图深度及要求。通过模型导出图纸,使得初步图纸的获取更加精确高效,如图 4 所示。

参考文献

- [1] 郑华海,刘匀,李元齐.BIM技术研究与应用现状[J].结构工程师,2015,31(4):233-241.
- [2] 浦至,郑昊.超高层办公楼建筑多专业协同BIM正向设计[J].土木工程信息技术,2019,11(1):110-119.
- [3] 杨远丰.全面BIM正向设计的关键技术与管理要点[J].土木工程信息技术,2021,13(5):1-11.
- [4] 吴远勇,焦柯,童慧波,等.基于Revit的建筑结构BIM正向设计方法及软件实现[J].土木工程信息技术,2018,10(3):39-45.
- [5] 桑冲.基于Revit的软件二次开发在地铁结构BIM正向设计中的应用研究[J].土木工程信息技术,2021,13(6):20-25.
- [6] 杨杰,杨海涛,罗晨皓,等.基于BIM的给排水工程结构正向设计研究[J].中国市政工程,2018(4):71-74+111-112.