

基于 BIM 的施工深化自动出图系统 设计与开发

陈菁¹, 余芳强¹, 易思坤², 仇春华¹, 曹盈¹

(1. 上海建工四建集团有限公司, 上海 201103;
2. 长沙恩为软件有限公司, 湖南 长沙 410007)

摘 要: 针对现有 BIM 软件绘制施工深化图纸效率低且不便的现状, 提出了一种基于 BIM 的施工深化图纸自动生成技术和系统。该技术通过对施工深化模型中常规族与异形族的梳理, 研究族识别及信息匹配技术, 保证生成图纸中构件族参数信息完整; 通过提取模型中构件尺寸、定位、工程属性等信息, 自动生成标注并输出二维图纸; 通过预制视图样板控制图纸的图线、图层等图面标准, 保证生成的图纸、图面符合一般制图要求; 然后开发了 BIM 出图系统, 并根据输出的图纸制定了图纸评价标准用于验证出图系统的落地性, 最后结合评价标准将出图系统进行工程应用。应用结果表明, BIM 出图系统能够快速、自动生成符合工程标准的图纸, 在保证图纸质量的同时, 提升了出图的效率。

关 键 词: BIM; 模型出图; 二次开发; 异形构件识别; 自动标注

中图分类号: TP 391

DOI: 10.11996/JGJ.2095-302X.2023040801

文献标识码: A

文章编号: 2095-302X(2023)04-0801-09

Design and development of automatic drawing system for construction deepening based on BIM

CHEN Jing¹, YU Fang-qiang¹, YI Si-kun², QIU Chun-hua¹, CAO Ying¹

(1. Shanghai Construction No.4 (Group) Co., Ltd, Shanghai 201103, China;

2. Changsha Enwei Software Co., Ltd, Changsha Hunan 410007, China)

Abstract: In response to the low efficiency and inconvenience of current BIM software for drawing construction detailing drawings, a technology and system for the automatic generation of such drawings based on BIM was proposed and developed. This technology explored the conventional family and special-shaped family in the construction detailing model, and studied family identification and information matching technology, thus ensuring the completeness of the parameter information of the component family in the generated drawings. By extracting the information of the component size, positioning, engineering attributes, and other information in the model, we automatically generated labeling and output 2D drawings. Drawing lines, layers, and other drawing standards were controlled through prefabricated view templates to ensure that the generated drawings meet general drawing requirements. A BIM drawing system was then developed, and a drawing evaluation standard was formulated based

收稿日期: 2022-10-31; 定稿日期: 2022-12-31

Received: 31 October, 2022; Finalized: 31 December, 2022

基金项目: 国家重点研发计划项目(2020YFD1100604)

Foundation items: National Key Research and Development Program of China (2020YFD1100604)

第一作者: 陈菁(1989-), 女, 工程师, 本科。主要研究方向为 BIM 深化设计、数字建造相关内容。E-mail: 404191369@qq.com

First author: CHEN Jing (1989-), engineer, undergraduate. Her main research interests cover detail design on BIM, digital construction and other related content. E-mail: 404191369@qq.com

通信作者: 余芳强(1987-), 男, 高级工程师, 博士。主要研究方向为智慧建筑、施工与运维。E-mail: fqyu007@163.com

Corresponding author: YU Fang-qiang (1987-), senior engineer, Ph.D. His main research interests cover intelligent building, construction and operation and maintenance. E-mail: fqyu007@163.com

on the output drawings and used to verify the feasibility of the drawing system. Finally, the drawing system was applied in engineering in combination with the evaluation standard. The application results showed that the BIM drawing system could quickly and automatically generate drawings that meet engineering standards, thus ensuring both the quality and efficiency of drawings.

Keywords: BIM; model drawing; re-development; identification of special-shaped components; automatic labeling

随着我国的经济快速发展,建筑领域的发展也逐渐加快,建筑的造型复杂多变。随着建筑构件形体的日趋复杂,图纸中需要表达的信息越来越多,导致绘制图纸的工作量巨大。特别是施工过程中使用的施工深化图纸,需要集成各类结构构件的几何形体、施工措施以及施工注意事项等信息在一张图纸中,工作量大。在传统图纸绘制工作中,需要依靠人工梳理设计图纸中构件尺寸及定位信息并集成汇总和绘制,工作繁琐且低效^[1]。

而目前 BIM 技术广泛应用于建筑施工中^[2],利用 BIM 技术将三维模型经过剖切、投影等几何运算方式转化为二维图纸技术是一种较新的设计方式^[3]。BIM 出图技术根据模型的几何信息与工程信息自动生成的图纸,可以实时反映工程情况,保障了图纸的准确性^[4]。但目前基于 BIM 的出图主要有以下问题:

(1) BIM 常用软件如 Autodesk Revit 等自身的制图需要人工添加构件尺寸与空间的定位标注和重点标识信息,仍存在大量人工工作,效率有待提升^[5]。其次 Revit 主要是国外的软件,由 BIM 导出的图纸在字体样式、标注样式、图层、图例表达上不符合国内施工深化图的制图规范要求^[6]。

(2) 现有的 BIM 出图插件主要面向设计阶段的出图^[7],针对施工深化图纸的信息表达方式、图纸的配置信息有所欠缺。更为重要的是施工阶段的深化模型中特殊构造较多^[8],而基于 BIM 的插件对异形族的识别效果不佳。

本文旨在梳理归纳施工阶段土建深化图纸要素,研究基于 BIM 的出图技术与流程,结合 BIM 软件工程造价制图的特点及难点,通过二次开发设计 BIM 出图系统,实现施工深化自动出图^[9],以减少施工技术人员原本工作中低效的绘图工作。

1 BIM 自动出图技术思路

基于 BIM 的出图系统主要包括以下技术要点(图 1):①以 Revit 模型为研究对象,利用出图系统中族识别的规则匹配 Revit 族属性,另外本系统针对施工深化模型中异形构造族进行拓展研究,从而

使出图系统可准确识别工程模型中的各种族;②梳理施工深化图纸标注原则,确定标注形式以及标注的关键元素。通过对 Revit API 标注接口的研究,实现自动批量生成标注^[10];③参考 CAD 制图标准中对图面信息的规定,定制美观、合规的视图样板,保证出图系统输出高质量的土建深化图纸。

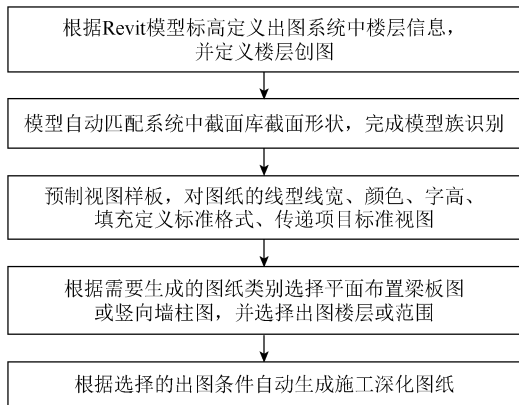


图 1 自动出图方法流程

Fig. 1 Flow chart of automatic drawing method

BIM 出图系统的技术流程包括以下步骤:

(1) 根据 Revit 模型中标高信息创建楼层视图。基于模型的出图最优先的需要确定其视图,首先需要根据 Revit 模型划分的标高系统定义楼层,随后根据楼层或模型标高创建出一个视图,并设置一个范围。

(2) 从模型中读取数据匹配系统中出图系统截面库,完成模型族识别。录入 BIM 软件自带构件库以及自定义构件,按构件种类、截面形状分类,形成一个记录各种截面的库^[11]。出图系统读取当前 Revit 中已加载的族,分类列出读到的类型截面族,将 Revit 族类型参数匹配本系统预制的族类型参数并进行截面信息、属性等匹配设置,使本系统正确识别 Revit 族,即完成了模型族识别。

(3) 根据图纸图面一般标准,预制视图样板,设置图纸的线型线宽、颜色、字高、填充样式。根据视图样板对原模型视图样板进行迭代替换。选择 Revit “管理”中“传递项目标准”,将预制视图样板的设置复制替换当前项目的设置。

(4) 基于模型最终输出的图纸需要做定义区分,根据需求定义图纸的种类。基于施工深化图的出图研究,图纸的子类包括平面布置梁板图以及竖向墙柱图。首先定义一个出图基类,并提供视图生成的功能,即调用出图范围(视图生成)模块,从该基类中派生出梁板及墙柱2个出图子类,最后根据需要选择不同出图子类。

(5) 根据选择出图条件自动生成施工深化图。系统自动根据上述流程读取到数据将三维模型转化为二维图纸并生成构件的各种尺寸标注^[12],如截面标注、标高标注、洞口标注等,以及构件到轴线的定位标注,如洞口定位、梁定位、墙柱定位等。

2 族识别研究

一般的构件族如矩形梁、矩形柱、圆柱等常规截面的族,出图系统通过内置的截面库,预先录入BIM软件的标准构件库中族并确定截面信息的文字描述格式【Type=截面类型; h=xxx; b=xxx;...】。根据族库的来源方式,浏览到族所在目录;从目录加载族文件时,族文件被加载到当前项目中。系统读取族文件类型参数 getSymbolpara(),通过类型参数,获取常规截面的构件族截面参数 FamilyInstance.

Symbol.LookupParameter().AsString(),根据获取的参数匹配系统内置截面库的族类别、截面参数等信息。

但只考虑常规截面的构件族识别并不适用于实际工程,施工深化需要体现建筑造型细节构造,如隔震沟槽、墙饰条、楼板边缘装饰等异形线性构造。然而现有出图软件对模型中的异形构件族识别存在欠缺,导致生成的图纸中异形构造缺失使得图面信息不完整。针对上述问题,本文出图系统研究异形构件自动识别技术,利用出图系统自动读取BIM深化模型中异形构造构件族的几何面信息,再通过为构件族按截面库描述格式输入类型注释匹配截面库中读取构件族的几何边,使出图系统识别构件截面中每一条边并能准确定义,使生成其投影面与剖面上的标注或注释可以对应添加注释的边。

首先为异形族添加族参数(图2)。将本文出图系统截面库的映射规则写入Revit族类型中。Revit参数化的族,其族内部参数根据截面库的映射规则,添加类型注释【b=】【b1=】【tw1=】【h=】【h1=】等确认每一条边信息的族参数的“=”后面,写上族内控制截面边长、弧长的参数名称。

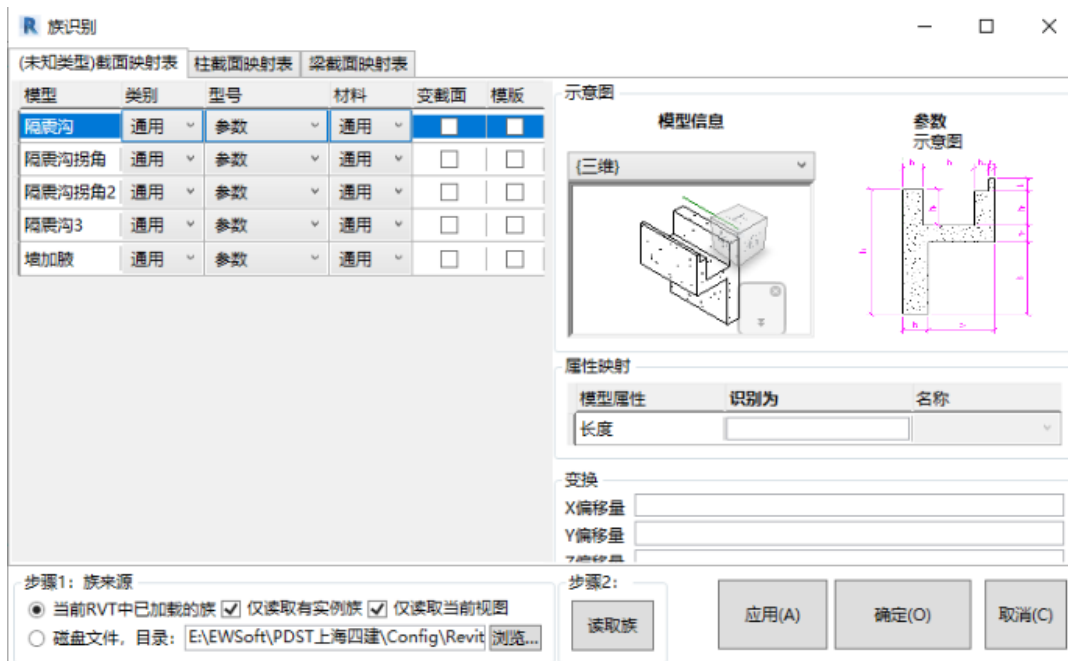


图2 异形族自动识别装置示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the automatic identification device for aliens

随后利用Revit API筛选出线性构件族。通过识别构件族的Location属性,其值是LocationCurve类型,则判断其为基于一条参照线进行拉伸变化的

线性族。

筛选构件族后需获取构件族的几何面信息,包括构件族的截面及顶面,构件的截面确定构件的尺

寸信息，而顶面则确定构件的定位信息。首先自动获取异形构件截面信息，通过获取异形构件的基线，将三维几何图形中与基线相交的面(指 Revit 中基线与截面垂直)识别为构件的截面。利用 Revit API 提供的构件族的 GeometryElement 值，其记录了构件族的三维几何信息，包括构件族面 Face 和组成面的边 Edge。获取所有与基线 LocationCurve 相交的面 Face，即获取构件截面几何信息。其次自动获取异形构件顶面信息，同样利用 Revit API 提供构件族的 GeometryElement 值获取构件族的三维几何信息。Revit 提供的面 Face 的法向 Normal，是朝向模型外的，判断面 Face 的法向 Normal 与基线 LocationCurve 的方向垂直且与(0,0,1)方向形成锐角，即判断出面 Face 为顶面，获取构件顶面的几何信息。

最后系统将自动获取的异形线性构件几何信息输入截面库，并与截面库中该形状的截面规定的描述参数对应。根据自动获取的线性模型几何信息生成截面并自动生成截面每一条边默认参数 $a1$, $a2$, $a3$ 和 $a4$ 等，并将模型信息录入截面库。将控制族类型中截面形状的参数，与截面库中该形状的截面规定的描述参数对应，截面库中的默认参数 $a1$, $a2$, $a3$ 和 $a4$ 等匹配族族类型注释中的 b , $b1$, $tw1$, h 和 $h1$ 等参数，从而 Revit 族类型参数匹配本文出图系统截面库内参数，完成族识别。

3 自动标注算法实现

本文出图系统基于 Revit 平台自动生成施工深

化图纸，通过 Revit API 接口实现模型识别、标注族的载入以及自动成图。实现 API 访问 2 种命令接口，即 External Command 和 External Application 外部应用方式。通过外部工具 Add-In Manager 加载所有 External Command 完成具体功能开发^[13]。通过实现 External Application 来添加自己的应用。

3.1 用于自动标注的 Revit API 接口

出图系统生成的施工图数据，可通过 Revit 提供的接口呈现出来，主要包括以下几种 Revit 数据交互方式：

(1) 收集器 FilteredElementCollector 接口获取模型数据。此接口通过 Revit 获取出图要用到的基本数据，包括收集 Revit 中全部元素，根据指定的 ID、视图将元素集合。具体表现在模型的族名称、族参数、模型的几何数据等数据的收集。收集器通过过滤器过滤族类型或族实例等元素筛选需要的模型数据。方法见表 1。

(2) 通过 NewFamilyInstance Method 接口载入族，族创建为出图系统中最基础的应用之一，在 Revit 图面生成构件的各种二维族详图符号、注释符号，如截面标注、标高标注、洞口标注等，均通过此接口实现。

(3) 通过 NewDimension Method 接口创建尺寸标注，具体包括临时性尺寸标注、永久性尺寸标注及高程点尺寸标注。出图系统的首要功能为标注构件与轴网之间的关系，此接口用于 Revit 图面生成正交构件到轴线的定位，如标记尺寸、距离、角度等。通过 ItemFactoryBase 对象的创建函数，实现尺寸标线的创建。方法见表 2。

表 1 收集器 FilteredElementCollector 的主要方法
Table 1 The main method of FilteredElementCollector

基本函数名称	说明
FilteredElementCollector (Document)	构造一个新的 FilteredElementCollector，将搜索和过滤文档中的元素集
FilteredElementCollector (Document, ElementId)	构造一个新的 FilteredElementCollector，将搜索和过滤视图中的可见元素，ElementId 为视图的 ID
FilteredElementCollector (Document, ICollection<(Of <<(ElementId)>>>))	构造一个新的 FilteredElementCollector，将搜索和过滤一组指定的元素
ContainedInDesignOption	添加一个设计选项 DesignOption 过滤

表 2 标注创建 NewDimension Method 的主要方法
Table 2 The main method of NewDimension

基本函数名称	说明
Autodesk.Revit.Creation.ItemFactoryBase	包括对齐、线型、角度、半径、直径、弧长的尺寸标注
NewAngularDimension(View, Arc, Reference, Reference)	角度标尺的创建
Document.NewSpotElevation(View view, Reference ref, XYZ orgin, XYZ bend, XYZ end, XYZ refPt, bool hasLeader)	高程点标注的创建

3.2 出图系统自动标注算法(图3)

土建深化阶段的出图系统主要针对结构构件梁、板、柱、墙进行自动标注。先由收集器 FilteredElementCollector 获取平面视图中元素集 Elements 以及轴网集 Grids, 随后根据分项标注分为板标注、梁墙标注以及柱标注。针对板构件的标注, 提取板轮廓 CurveLoop, 并创建位于 Cnt 的尺寸文本标注。针对梁、墙构件的标注, 从 Elements 中获取梁、墙的数据, 包括梁、墙的中心线 CenterCurve, 中心线起点 Sta 和结束点 End, 以及位于平面视图中的侧边 EdgeSide 和端部边 Edge。根据点定位文字标注的最优位置以及文字标注的角度生成梁、墙的尺寸文本标注。取梁、墙侧边 EdgeSide 及侧边距离最近的轴网 Grid 垂直连线, 创建梁、墙的定位标注。针对柱构件的标注, 提取柱截面边集 Edges, 在 Pos 位置创建尺寸文本标注。根据柱截面侧边 EdgeSides 距离最近的轴网

NearGrids 创建柱构件定位标注。

出图系统根据实际工程中的应用场景, 拓展开发了 Revit 本身无法实现的标注标识, 包括洞口的标注、非正交构件定位标注以及等分弧形构件标注, 详见如下:

(1) 洞口符号标注。从 Revit 模型中划分板洞、墙洞, 获取洞口后, 由 Revit 创建尺寸标注的接口, 生成洞口到轴线的定位。具体实现方式首先由 Revit 接口从图面得到楼板模型的几何数据 GeometryElement, 从该数据中获取板的各个面 Face 以及构成面的边 Edge。在构成板顶面边的位置, 往两边做碰撞, 若没有模型在此位置且此位置在板面多边形的内部、或开口处有其他模型遮挡, 即为板洞, 实现板洞获取。利用模型 Element 的 GeometryElement 的值, 获取构件长、宽、高等信息创建尺寸标注, 系统标注构件边线到轴网的距离。

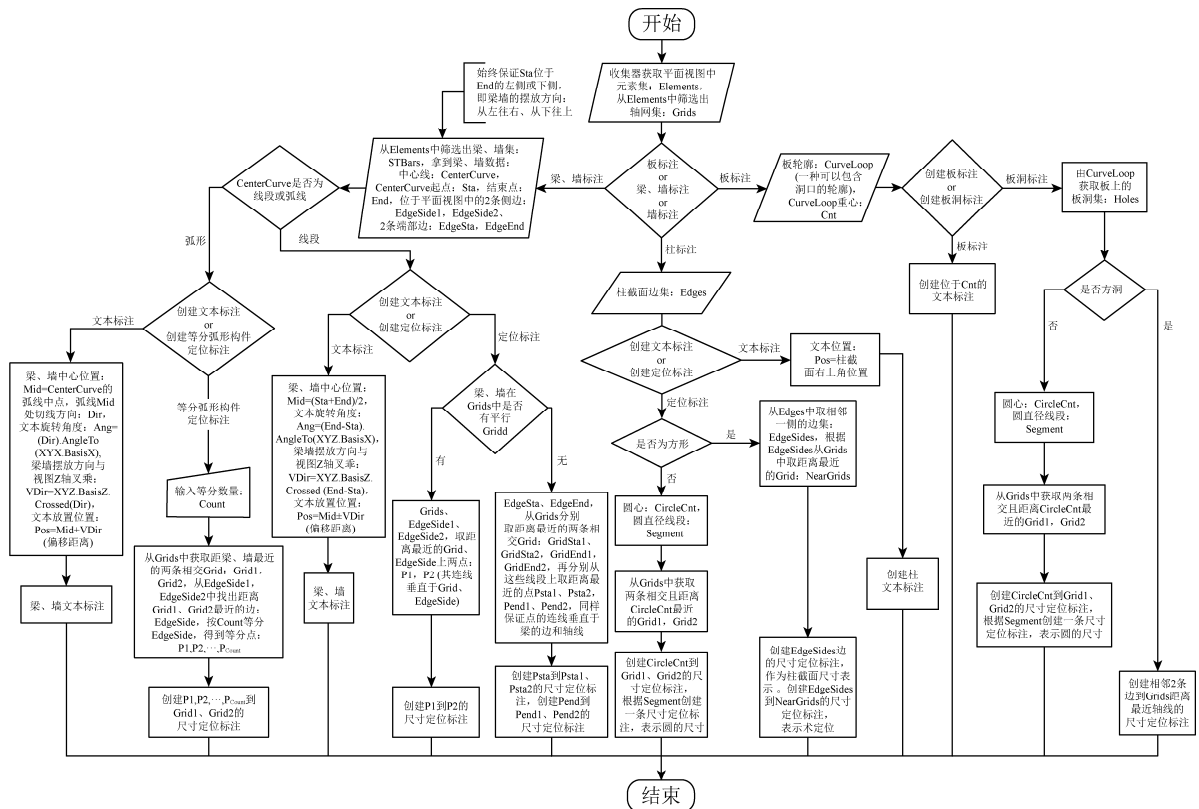


图3 出图系统自动标注算法流程图

Fig. 3 Flowchart of automatic labeling algorithm of drawing system

(2) 非正交构件定位。非正交构件指与轴线不平行、且不垂直的构件。非正交构件的定位需将其端部的边线与其他构件的边线交点定位到附近的轴线。其实现方法为求非正交构件端部边线与其他构件边线的交点, 获取到交点位置后, 由 Revit 创

建尺寸标注的接口, 生成到附近轴线的定位。

采用 Revit 接口 FilteredElementCollector 获取模型数据, 为获取构件边线, 需在定义数据结构时设置中间参数 CenterCurve, 得到这套数据结构值后求边线与其他构件的边线交点, 根据得到的位置

用 Revit 创建尺寸标注的接口实现定位(图 4)。

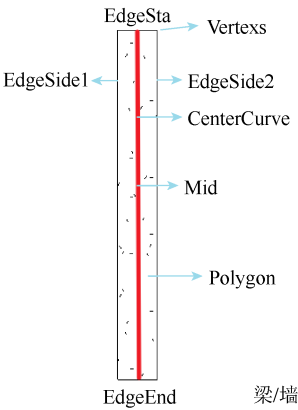


图 4 非正交构件的数据结构
Fig. 4 Data structures for non-orthogonal components

(3) 等分弧形构件定位。在施工过程中，模板定位常用以折代弧的方式来定位弧形构件具体位置，本系统开发等分弧形构件标注用以定位弧形墙、弧形梁等。通过准确的弧线等分点位置获取，由 Revit 创建尺寸标注的接口，生成弧形构件到轴线的定位。首先选择弧形构件，调用 Revit API 等分定位的弧形构件。解析弧形构件数据，调用 Revit API 获取弧形构件的中心线数据，包括弧线的圆心位置和半径，弧线的起始角度和结束角度。再次调用 Revit API 获取弧形构件的族参数截面宽度参数的对应值，得到弧形构件截面宽度，按照“新半径=半径-截面宽度/2”计算出新的弧线。根据自定义输入的等分数经过几何运算，得到新弧线上的等分点位置。最后标注等分点到轴线的尺寸，由 Revit

API 在等分点处建立与轴线平行的详图线到轴线的尺寸标注，以完成等分弧形构件的定位(图 5)。

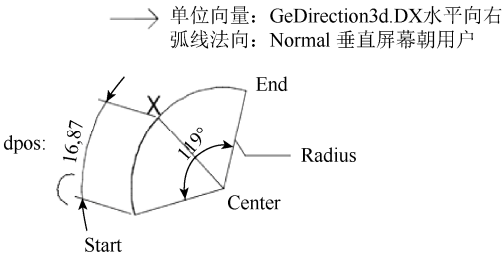


图 5 弧形构件数据
Fig. 5 Arc member data

4 出图系统视图样板标准

由于 Revit 等国外软件自身的视图表达不符合我国制图标准，本文出图系统预制了视图样板。将适用于项目的图线样式、字体字号、尺寸标注、符号标识等制图标准应用于视图样板中，规范了自动生成图纸的图面^[14]。并为了验证本文出图系统的落地性，基于工程制图标准制定了图面评价标准。

在工程制图中，出于美观、直观、易识别的图面要求，对于文字的字体、字高、尺寸标注的样式以及绘图比例均有严格的规定，绘制符合规定的图元才能使图纸信息更便于被准确辨识；同时根据工程中不同构造的含义，对图面的线型线宽、符号都有对应的表达方法，不同的图线样式及图样才能更好地表达图纸信息。本系统参照《房屋建筑制图统一标准》GB50001-2010 中对图面表示的规定，制定以下视图样板标准(表 3)。

表 3 出图系统视图样板标准
Table 3 Drawing system view template standard

分项		出图系统标准
文字	字体	长仿宋体、黑体
	字高	A2, A3, A4 图幅: 3.5 mm; A0, A1 图幅: 5.0 mm
比例	梁板图、墙柱图	1 : 100
	节点图	1 : 20
符号	剖切符号	由剖切位置线及剖视方向组成
	索引符号	由直径为 8~10 mm 的圆和水平直径组成
	引出线	由水平方向直线与水平夹角成固定角度线组成
标注	尺寸界线	由细实线绘制，应与被注长度垂直
	尺寸线	由细实线绘制，应与被注长度平行
	起止符号	由粗斜短线绘制，长度宜 2~3 mm
	标高	由标高符号与数字组成
图线	线型	可见轮廓线为实线；不可见轮廓线为虚线；轴线及中心线为点划线；分区为虚线； 断开界线为折断线或波浪线；其余一般为实线
	线宽	轮廓线取 1 mm；不可见轮廓线取 0.7 mm；轴线及中心线取 0.25 mm；分区取 0.7 mm； 断开界线取 0.25 mm；其余一般取 0.25 mm
	颜色	每个分项结构构件、图例标识均保证有独立可分辨颜色
图例	洞口	由折线绘制，折线与洞口形状应形成封闭图形并填充
	升降板填充	不同标高填充使用不同样式图形

5 应用示范

本系统应用于深圳大学西丽校区建设工程(二期)法商学部与行政办公用房地地下室项目。深圳大学西丽校区位于深圳市南山区学苑大道 1066 号，法商学部与行政办公用房与地下室连通，地下 2 层，建筑面积 26 920.20 m²。由于项目体量大，原计划安排地下室深化绘图工作需 1 位技术人员约用 3 天时间完成。深圳市公共工程配备了 BIM 模型，且本文模型符合地方标准，该项目土建阶段地下室深化图纸利用出图系统自动生成，每层图纸生成约 10 min，法商学部与行政办公用房地地下室土建深化图共用时 20 min，相对传统人工 3 天工作时间 1 440 min，工作效率提高了 72 倍。为了衡量本文出图系统的工作效率，将传统方式深化绘图工作的流程及工作内容进行拆分，并赋予具体计划所用工时。与应用本文出图系统自

动绘图的主要步骤与所用工时进行对比，见表 4。

为了验证基于模型自动生成图纸的实用性，保证出图系统自动生成的图纸图面完整并符合制图标准，在项目应用的过程中根据具体出图系统使用情况为自动生成的图纸质量制定了检查项并赋予分值，以评价出图系统在该项目的应用效果。根据项目使用情况对于图纸检查主要分为图面美观性评价标准、图面信息完整性标准以及图面深度评价标准。图面美观性评价标准主要检查图纸内容表达清晰、布局合理，具体包括文字比例合理以及图线符合规范要求。图面信息完整性标准主要检查图纸中尺寸标注及图例符号齐全、图纸中无重要信息缺漏。图面深度评价标准即是模型深度评价标准，主要检查模型的准确性，包括模型布置合理、构造尺寸及工程信息无误、复杂节点建模深度符合要求等。该项目详细评价见表 5。

表 4 传统出图方法与出图系统自动出图对比

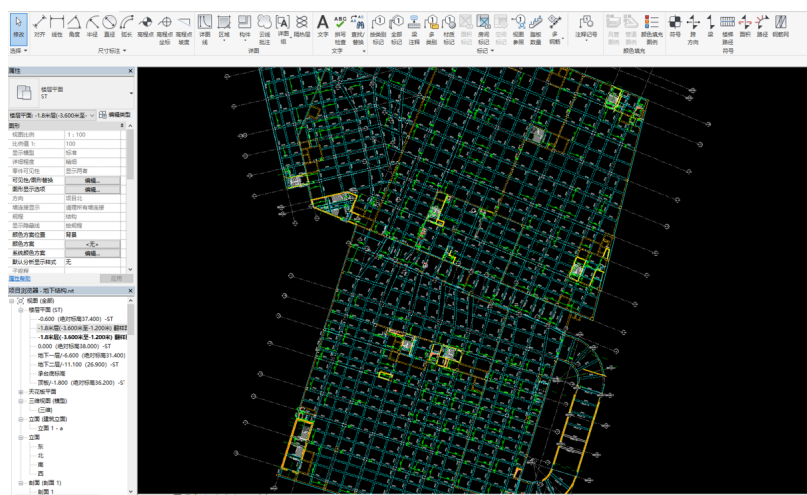
Table 4 Comparison between traditional drawing method and automatic drawing system			
对比项	工作流程	所用工时(min)	工时汇总(min)
传统深化 绘图工作	梳理需要出图的楼层相关的所有设计图纸，包括梁图、板图、墙柱图、节点详图等	30 min	约 1 800 min (约 3~4 个工作日)
	选取设计图纸中基本建筑构造图线作为深化图纸底图，一般水平向构件图选取梁图或板图中基本构造图线，竖向构件图选取墙柱图中基本构造图线	30 min	
	绘制水平向平面图。提取设计图中梁、板尺寸、定位、标高、板洞等工程信息，并在底图中绘制出，包括标注、符号及填充	约 50 m ² /min，本项目地下两层约用时 1 000 min	
	绘制垂直竖向构件图。提取设计图中墙、柱尺寸、定位、标高、墙洞等工程信息，并在底图中绘制出，包括标注、符号及填充	约 100 m ² /min，本项目地下两层约用时 500 min	
	图纸深化，结合机电图纸绘制留洞图	240 min	
出图系统 自动绘图	读取模型楼层及族	5 min	约 20 min
	选择需要生成的图纸种类并出图	约 3 500 m ² /min，本项目地下两层约用时 15 min	

表 5 图面评价标准

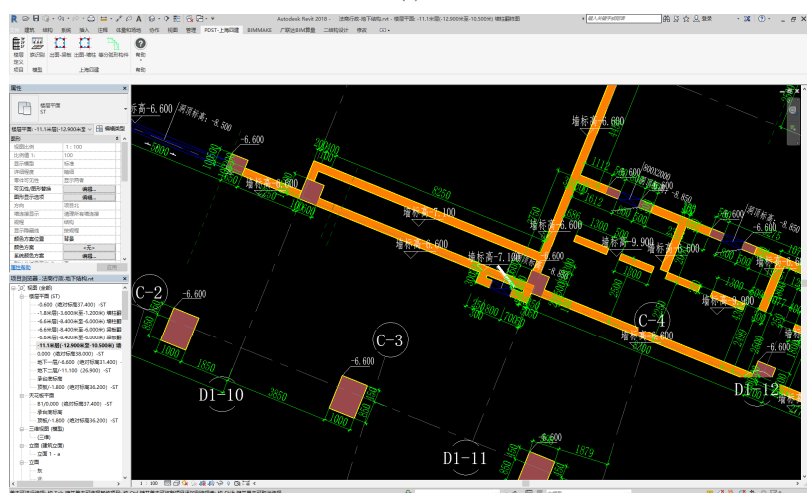
Table 5 Drawing evaluation criteria				
分项	评价内容	评分标准	项目评分	评分说明
图面美观性 (20 分)	图纸布局视图比例合理	5	5	基于出图系统预制视图样板，图面美观性得到保证
	文字大小合理、字体清晰易辨识	5	5	
	线型线宽符合标准，对可见轮廓与不可见轮廓区别表示；填充轮廓线易辨识	5	5	
	标注显示美观、避让重叠	5	5	
图面信息完 整性(40 分)	构件基本尺寸及定位信息完整	7	7	此部分检查主要针对出图系统的功能，除部分非正交构件的定位标注取参照点位置有误之外，其余完成度较好
	升降构件标高信息完整，且带有填充	7	7	
	特殊标注如非正交构件定位信息完整	7	4	
	重点图例如洞口、弧形构件完整标识	7	7	
	平立剖详图对应关系准确	5	5	
图面(模型) 深度(40 分)	图面无其他标注缺漏	7	5	此部分检查结合模型准确性检查以及出图系统功能检查，主要检查： ①模型准确性；②出图系统对异形构件的准确识别
	构件基本尺寸及定位信息准确	7	6	
	升降构件标高信息准确	7	7	
	特殊标注如非正交构件定位信息准确	7	4	
	重点图例如洞口、弧形构件尺寸标注信息准确	7	7	
	异形节点平面剖面准确标注	5	3	
	图面引出线标注内容信息准确	5	5	
	图面无明显模型缺漏导致的图纸信息缺漏	2	1	
	合计	100	88	

根据图面评价标准,本文项目自动生成图纸的得分为 88 分,其主要不足为:①本文出图系统更适用于大体量、较为规整的正交模型,对于多角度的模型与轴网易导致系统无法判断构件的定位标准;②使用出图系统前应根据本文系统的截面库对

模型中异形构件添加识别规则,若有缺漏易导致系统无法识别该构件。除此之外,应用出图系统出图基本达到项目使用标准并提高了工作效率。本文出图系统实现了真正意义的 BIM 自动化出图,节省从业人员约 98%的工作时间(图 6)。



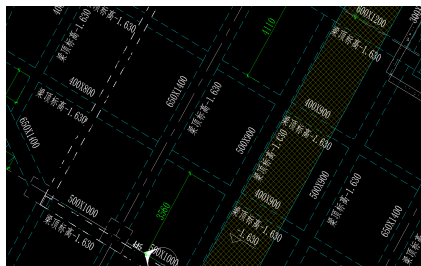
(a)



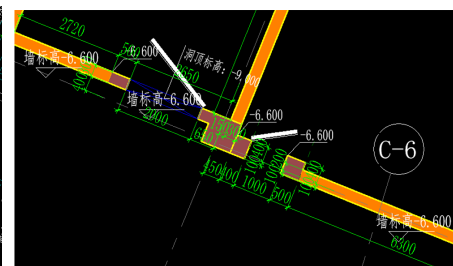
(b)



(c)



(d)



(e)

图 6 项目应用实例((a)梁板平面图;(b)墙柱平面图;(c)板洞;(d)填充;(e)墙洞)

Fig. 6 Project application example ((a) Beam-slab plan; (b) Wall-column plan; (c) Floor opening; (d) Bhatch; (e) Wall opening)

6 结束语

(1) 本文研发的 BIM 出图系统,通过提取 Revit 模型中构件的尺寸、定位信息进行自动标注、一键

生成图纸,其自动化出图功能比 Revit 自带功能可大幅提高出图的效率。

(2) 针对工程实际中常见的异形族以及特殊标注的图例通过基于 Revit 二次开发,解决了 BIM 出

图中异形构件难识别、特殊部位无标识的痛点。保障了基于模型生成的图纸质量与完整度,实现了BIM出图的真正落地应用。

(3) 通过项目的实际应用以及根据土建深化图纸需要表达的内容建立,制定了基于模型自动生成图纸评价标准,验证了本出图系统的适用性。尤其针对大体量、较为规则的模型有较好地应用效果,提高了BIM模型应用价值。

参考文献 (References)

- [1] 陶桂林, 马文玉, 唐克强, 等. BIM 正向设计存在的问题和思考[J]. 图学学报, 2020, 41(4): 614-623.
TAO G L, MA W Y, TANG K Q, et al. Problems with and reflections on BIM forward design[J]. Journal of Graphics, 2020, 41(4): 614-623 (in Chinese).
- [2] HU Z Z, LENG S, LIN J R, et al. Knowledge extraction and discovery based on BIM: a critical review and future directions[J]. Archives of Computational Methods in Engineering, 2022, 29(1): 335-356.
- [3] 秦雯, 陈威, 计晓萍. 基于 BIM 的结构出图[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 5(2): 92-95.
QIN W, CHEN W, JI X P. Plot structural drawing based on BIM[J]. Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture, 2013, 5(2): 92-95 (in Chinese).
- [4] YIN M T, TANG L, ZHOU T Y, et al. Automatic layer classification method-based elevation recognition in architectural drawings for reconstruction of 3D BIM models[J]. Automation in Construction, 2020, 113: 103082.
- [5] ZHAO Y F, DENG X Y, LAI H H. Reconstructing BIM from 2D structural drawings for existing buildings[J]. Automation in Construction, 2021, 128: 103750.
- [6] 黄静菲, 赖华辉, 邓雪原. 基于 IFC 标准的施工图注释自动生成方法研究[J]. 图学学报, 2017, 38(5): 760-766.
HUANG J F, LAI H H, DENG X Y. Research on automated generation of annotations for construction drawings based on IFC standard[J]. Journal of Graphics, 2017, 38(5): 760-766 (in Chinese).
- [7] DENG M, TAN Y, SINGH J, et al. A BIM-based framework for automated generation of fabrication drawings for facade panels[J]. Computers in Industry, 2021, 126: 103395-103410.
- [8] 胡振中, 陈祥祥, 王亮, 等. 基于 BIM 的管道预制构件设计技术与系统研发[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2015, 55(12): 1269-1275.
HU Z Z, CHEN X X, WANG L, et al. BIM-based design method for prefabricated pipeline components[J]. Journal of Tsinghua University: Science and Technology, 2015, 55(12): 1269-1275 (in Chinese).
- [9] DENG M, GAN V J L, TAN Y, et al. Automatic generation of fabrication drawings for façade mullions and transoms through BIM models[J]. Advanced Engineering Informatics, 2019, 42: 100964.
- [10] 杨海涛, 李冰. 桥梁构件 BIM 正向出图技术的研究与应用[J]. 中国市政工程, 2021(5): 65-69, 118.
YANG H T, LI B. Research & application of BIM forward drawing technology of bridge components[J]. China Municipal Engineering, 2021(5): 65-69, 118 (in Chinese).
- [11] 杜林宝, 黄学良, 王彦伟, 等. 工业建筑预埋件三维快速装配设计方法[J]. 图学学报, 2012, 33(3): 90-96.
DU L B, HUANG X L, WANG Y W, et al. A 3D rapid assembly design method for embedded part of industrial building[J]. Journal of Graphics, 2012, 33(3): 90-96 (in Chinese).
- [12] 张远艳, 赵心莹, 陈欢. BIM 模式下二维图纸输出研究[J]. 吉林建筑大学学报, 2021, 38(1): 74-78, 88.
ZHANG Y Y, ZHAO X Y, CHEN H. Research on outputting 2D blueprint under BIM model[J]. Journal of Jilin Jianzhu University, 2021, 38(1): 74-78, 88 (in Chinese).
- [13] 李桐. Revit MEP 管道自动标注及优化布置算法的研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2016.
LI T. Revit MEP pipeline automatic labeling and research of algorithm of optimal placement[D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2016 (in Chinese).
- [14] 王亮. CAD 建筑制图标准与应用分析[J]. 中国标准化, 2016(15): 37, 39.
WANG L. CAD architectural drawing standards and application analysis[J]. China Standardization, 2016(15): 37, 39 (in Chinese).