

基于 Revit 二次开发实现三维钢筋算量

于鑫 蒋绮琛 李鑫 陈滨津 姚守伊 韩玉辉 张润东

(中国建筑第八工程局有限公司,上海 200122)

【摘要】算量是BIM技术的重要应用价值之一。由于钢筋工程本身构造复杂多变,涉及到的图集、规范内容多,钢筋的种类和参数也多,再加上Revit软件自身图形显示受限,导致BIM钢筋算量一直得不到发展和解决。为此,本文基于Revit的二次开发,突破技术瓶颈,实现三维钢筋算量,为钢筋用料统计提供科学、准确的数据支撑,深度挖掘了BIM在钢筋工程中的应用价值。

【关键词】BIM技术;Revit二次开发;三维钢筋算量

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

1 引言

钢筋工程是土建工程中的重要组成部分,钢筋工程造价是土建工程成本的主要来源之一,钢筋成本控制具有重要意义。

目前,国内钢筋算量主要方式分为手工算量、广联达、鲁班等软件钢筋算量。传统的手工算量是根据CAD图纸人工读取配筋信息,应用Excel软件进行钢筋算量,需要耗费大量的人力和时间,而且对算量人员掌握钢筋图集、规范程度要求高,且手工计算过程中产生大量的数据非常容易出错。广联达、鲁班等软件算量可以提取CAD的图层,读取配筋信息,算量效率比手工算量得到很大的提高,但是这种方式需要建立广联达或者鲁班算量模型,而且对于复杂的异形构件,由于图形引擎的限制,无法建立精确的三维模型,只能用常规的几何体近似代替算量,导致算量结果不够精确。

基于BIM的二次开发为我们带来了新的解决办法。Revit以其强大的设计、数据交互、信息管理、协同工作等功能成为国内市场上使用最多、普及最广的BIM软件。Revit提供了API,通过调用,开发者可以根据需要对Revit的功能用途进行扩展。因此,基于Revit的二次开发,成为满足国内

BIM应用的最好选择之一。国内的设计院的设计成果是以CAD图纸交付的,常规的人工翻模工作效率低下,尤其是由于钢筋工程节点复杂、涉及规范多,市场上几乎没有基于Revit的钢筋三维精确翻模的软件产品,再加上Revit软件自身图形显示受限,目前BIM在钢筋工程中的应用往往只做一些主要复杂节点钢筋三维展示,不做全项目钢筋建模,这直接导致了BIM技术在钢筋工程应用无法进一步开展,发挥不出BIM在钢筋工程中的应用价值。在这样的情况下,可以研发基于Revit的三维钢筋算量软件,在已有Revit模型的基础上,不需要重复建立算量模型,直接可以将配筋信息读取并写入对应的构件中,做到“一模多用”,既提高了算量效率,又可以解决复杂异形结构的钢筋建模,从而保证算量结果更加准确,更接近现场钢筋实际用量^[1-3]。

本文在基于Revit二次开发解决方案的基础上,主要介绍基于CAD图纸快速识别、读取配筋信息并写入Revit构件中,并阐述技术路线和研发过程。

2 构件配筋信息自动读取与写入

2.1 结构配筋信息源需求分析

《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规

【项目基金】国家重点研发计划项目“绿色施工与智慧建造关键技术”(项目编号:2016YFC0702100)

【作者简介】于鑫(1990-),男,工程师,主要研究方向:BIM技术应用、三维激光扫描技术在建筑工程中的应用。

则和构造详图》系列图纸(11G101 或 16G101)中梁、板、柱、墙和基础构件配筋信息分为集中标注、原位标注、构件配筋明细表。集中标注为构件的通用信息,原位标注为构件的局部信息。例如图 1 所示为结构施工图中框架梁的集中标注和原位标注^[4]。

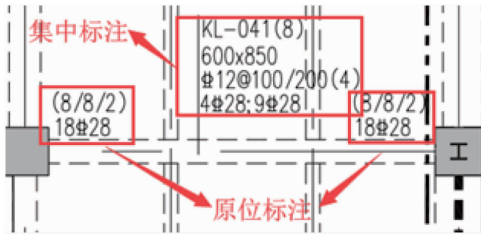


图 1 结构梁的平法标注

构件的配筋信息表是按照构件的编号名称对配筋情况做出具体说明。例如图 2 所示为结构施工图中为梁配筋明细表。

梁编号	梁项标注	梁截面	梁顶纵筋	梁底纵筋	箍筋
L1	同所在区域截面标注	200X400	2#14	3#16	#8@200(2)
L2	同所在区域截面标注	200X400	2#16	3#16	#8@200(2)
L3	同所在区域截面标注	200X400	3#16	2#16	#8@200(2)

图 2 梁配筋明细表

此外,结构施工图中钢筋的配筋信息情况还包括图纸说明中的配筋说明和配筋详图。因此,钢筋的集中标注、原位标注和配筋明细表是读取结构配筋的主要信息源。

2.2 自动读取钢筋的集中标注和原位标注

基于 Revit 的 BIM 钢筋算量软件根据 CAD 结构配筋图中配筋相关信息位于不同的图层来自动读取配筋信息,主要包括构件平面投影轮廓线、集中标注线和原位标注线。通过将 CAD 结构配筋平面图链接到 BIM 模型中,以 BIM 模型平面图为基准,通过对应构件的轮廓线将 BIM 模型与 CAD 图纸在结构平面中对齐。选取构件轮廓图层和标注图层,分析和整理读取的配筋信息,确保信息读取准确有效。最后将配筋信息写入构件的 Revit 属性参数中。其技术路线如图 3 所示^[5]。

在此,以梁构件为例阐述自动读取钢筋的集中标注和原位标注过程。首先打开 BIM 模型,将 CAD 图纸链接到 Revit 中,将 CAD 与 BIM 模型对齐,保证两者平面位置关系一致。读取 CAD 构件边线图层、标注和引线图层,确定楼层平面,如图 4 所示。读取结构梁配筋结果如图 5 所示,包括梁的类型名、族类型名、箍筋、肢数、上部通长筋、下部通长筋、构

造或抗扭钢筋、支座负筋,并将配筋信息写入结构梁构件的属性中。

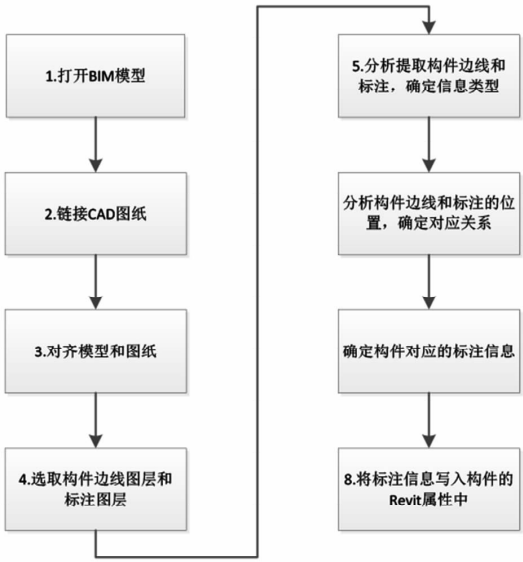


图 3 钢筋集中标注、原位标准信息读取技术路线

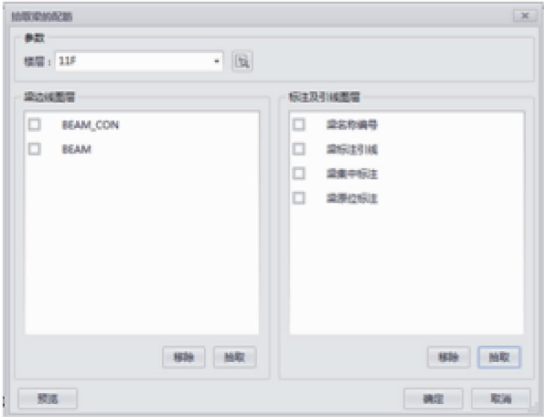


图 4 读取设置面板

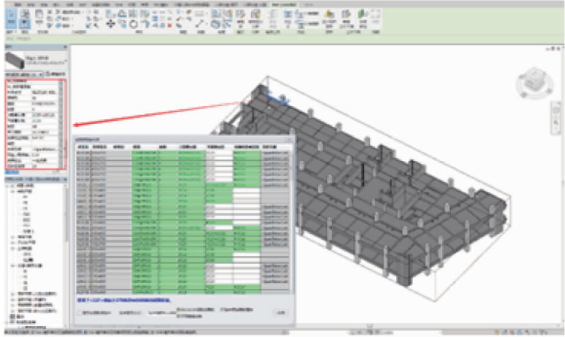


图 5 结构梁配筋读取结果

其中,支座负筋由于梁有多跨,涵盖了左侧支座负筋、右侧支座负筋、箍筋等情况,数据比较复杂,因此采用复合数据形式来记录配筋信息,如图 6 所示。



图 6 支座负筋配筋信息记录图

2.3 自动读取配筋明细表

基于 Revit 的 BIM 钢筋算量软件通过读取钢筋明细表中表格线、表格文字内容,将 CAD 中构件编号名称与 BIM 模型中构件族类型名称一一对应关联匹配,将对应的配筋信息写入构件的 Revit 属性参数中。其技术路线如图 7 所示。

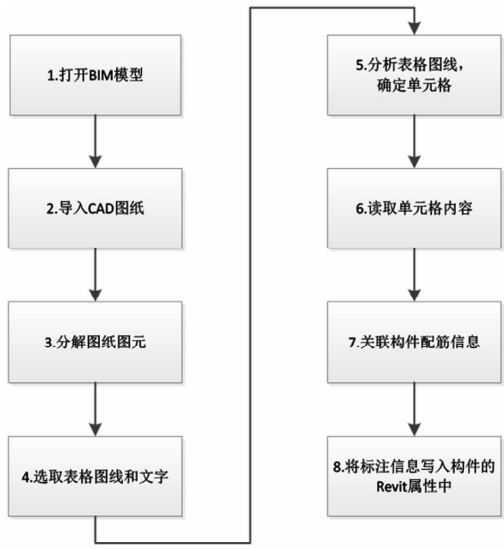


图 7 钢筋明细表信息提取技术路线

首先,在 Revit 模型中链接 CAD 图纸钢筋明细表,明确需要配筋的构件楼层,可以同时选中多个楼层。然后将钢筋明细表图元分解成表格的横线、纵线和文字,作为读取数据源。读取表格横纵线和文字信息,得到表格中行列准确的位置信息、编号名称、具体配筋信息。在此,以某项目地下一层剪力墙上洞口连梁明细表为例,如图 8 所示。

地下一层剪力墙上洞口连梁明细表									
墙梁编号	墙梁类型	梁截面 b×h	上部纵筋 AgL	下部纵筋 AgL	钢筋 AgLG	附加腰筋	对角斜筋	跨度	梁顶相对楼层结构标高差
LL1	2类连梁	400×600	4,22	4,22	10@100(4)			1800	
LL2	2类连梁	300×600	3,20	3,20	10@100(2)	4,12		1500	
LL3	2类连梁	400×600	4,20	4,20	10@100(4)			2200	
LL4	2类连梁	300×600	3,20	3,20	10@100(2)			2150	
LL5	2类连梁	300×600	3,22	3,22	10@100(2)			1700	

图 8 剪力墙上洞口连梁明细表

读取钢筋明细表后,Revit 模型中的连梁构件与

之对应,配筋信息传递到 Revit 构件属性中,具体如图 9 所示,读取了梁的编号、类型、上部纵筋、下部纵筋、箍筋、腰筋信息。



图 9 连梁配筋明细表读取结果

3 快速创建三维钢筋与钢筋校核

现阶段,所有 BIM 软件基本都无法将整个工程的钢筋创建出来指导施工和工程量计算。主要原因是我国结构施工图基本都是参与平面表示方法,钢筋的节点类型多、样式复杂,现有软件只能逐根创建钢筋,效率低。

为此,在开发本系统时,将《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(包含 11G101 和 16G101 两部)平法图集内置到系统中。本系统共计包含 259 种钢筋节点类型和 634 种具体节点工程做法。系统根据构件类型、所处位置和相交构件连接方式等因素自动判断各构件节点类型和钢筋节点样式所对应的平法图集构造做法,包含了钢筋弯钩类型和长度、锚固长度、搭接长度等信息设置,如图 10 所示。每个节点类型均可根据项目实际情况选择默认的图集构造做法^[6-8]。



图 10 钢筋节点做法设置

在 Revit 模型中选择该构件,创建三维钢筋,弹出“创建三维钢筋”设置窗口,如图 11 所示。在“创建三维钢筋”设置窗口中可以对想要创建的钢筋种类进行勾选,软件默认为全部创建。点击确定后,软件将对构件创建三维钢筋,效果如图 12 所示^[9]。



图 11 创建三维钢筋设置面板

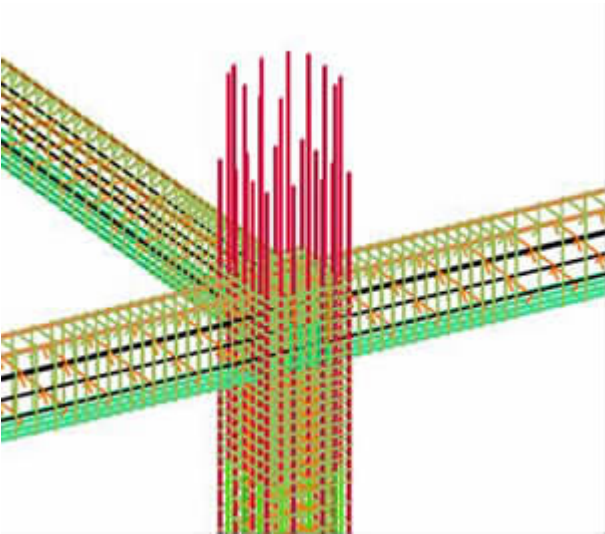


图 12 三维钢筋显示图

由于 Revit 软件自身图形显示受限,项目文件无法全部创建三维钢筋,因此我们一般只对特殊构件和钢筋节点创建三维钢筋,但是配筋信息可以全部写入模型中,为实现钢筋算量提供数据基础。创建三维钢筋可以形象地显示构件内部的钢筋构造,便于直观地核查构件的配筋信息和节点构造形式。

4 快速钢筋算量及生成报表

快速钢筋算量对整个模型所有构件关联的配筋信息根据钢筋类型、钢筋等级、直径来进行长度、重量计算。计算汇总根据楼层、算量类型、钢筋级别、钢筋直径对计算结果进行汇总。点击计算汇总后弹出计算汇总页面,如图 13 所示^[10-11]。

本系统支持快速过滤和高级过滤两种方式对汇总结果进行筛选查看,可以选择任意类型构件、任意楼

层、任意钢筋级别、任意钢筋直径,如图 14 所示。以某项目 1F 的柱为例,汇总结果筛选如图 15 所示^[12]。

楼层	截面类型	钢筋级别	钢筋直径(mm)	长度(m)	重量(kg)
1F	矩形柱	A	20	495	1.223
1F	矩形柱	A	10	137	0.085
1F	矩形柱	A	20	92	0.227
1F	截面	A	10	11	0.007
1F	截面	A	20	14	0.034
1F	剪力墙	A	6	334	0.074
1F	剪力墙	A	14	3036	3.673
1F	剪力墙截面	A	8	7195	2.806
1F	剪力墙截面	A	12	8793	4.191
1F	剪力墙截面	A	10	1287	0.794
1F	剪力墙	A	18	1031	2.962
1F	剪力墙	A	20	329	0.814
2F	矩形柱	A	20	6635	4.094
2F	矩形柱	A	20	3517	8.686
2F	矩形柱	A	10	1923	1.187
2F	矩形柱	A	18	1613	3.225
2F	矩形柱	A	20	461	1.138
2F	矩形柱	A	10	137	0.085
2F	矩形柱	A	20	92	0.227

图 13 计算汇总面板

楼层	截面类型	钢筋级别	钢筋直径(mm)	长度(m)	重量(kg)
1F	矩形柱	A	20	3395	2.095
1F	矩形柱	A	20	1217	0.006
1F	矩形柱	A	10	1368	0.079
1F	矩形柱	A	18	1734	3.467
1F	矩形柱	A	20	495	1.223
1F	矩形柱	A	10	92	0.047
1F	矩形柱	A	20	31	0.076
1F	矩形柱	A	10	11	0.006
1F	矩形柱	A	20	8	0.02
1F	矩形柱	A	8	7623	3.011
1F	矩形柱	A	12	7013	4.527
1F	矩形柱	A	12	3758	3.337
1F	矩形柱	A	10	1804	1.113
1F	矩形柱	A	18	1430	8.461
1F	矩形柱	A	20	1278	3.137
1F	矩形柱	A	10	8736	2.305
1F	矩形柱	A	12	1262	3.118
1F	矩形柱	A	10	740	0.457
1F	矩形柱	A	18	1239	2.479
1F	矩形柱	A	20	391	0.665
1F	矩形柱	A	12	2458	2.183

图 14 快速过滤选择

楼层	截面类型	钢筋级别	钢筋直径(mm)	长度(m)	重量(kg)
1F	矩形柱	A	10	2050	1.271
1F	矩形柱	A	18	1733	3.465
1F	矩形柱	A	20	495	1.223

图 15 快速过滤结果

计算完成后,生成工程上常用的钢筋报表,报表支持导出、打印等常用功能。在“钢筋算量”菜单中选择“报表”。报表形式多样,我们可以根据自己需要来选择查看,可以按楼层、构件大类、算量类型、钢筋类型、钢筋直径等进行汇总查看,如图 16 所示,可以快速获得自己重点关注的的数据。

楼层	截面类型	钢筋级别	钢筋直径(mm)	长度(m)	重量(kg)
1F	矩形柱	A	20	2050	1.271
1F	矩形柱	A	18	1733	3.465
1F	矩形柱	A	20	495	1.223

图 16 报表面板

4 工程实践

本文以中兴通讯智能制造基地项目为钢筋算量样例进行工程实践,以广联达算量为行业的金标准,用 BIM 算量系统结果与广联达算量结果进行对比分析。这里选取二层结构轴线 1-10 交 A-E 范围的梁柱钢筋量为例进行介绍,广联达钢筋量为 90.568t,八局算量系统钢筋量为 91.076t,相差率为 0.56%。选取二层框架梁 KLx-1 钢筋算量对比分析,整体误差为 0.3%,如图 17 所示。通过分别对框架梁 KLx-1 上部通长筋、下部纵筋、支座负筋、箍筋、抗扭钢筋进行钢筋算量分析,发现误差在于箍筋弯钩长度,广联达钢筋为 11.9d,八局算量系统为 12.89d。箍筋为 HRB400,根据规范要求弯钩计算长度应为 12.89d,因此,这里八局计算结果更准确。选取二层框架柱 KZ-1 进行钢筋算量对比,总体误差为 0.99%,如图 18 所示。通过分别对框架柱 KZ-1 纵筋、箍筋进行钢筋算量对比分析,发现误差在于箍筋工程量,由于本项目采用机械连接,不需考虑纵筋搭接区箍筋加密,因此这里八局算量系统有待优化。

图 17 二层框架梁 KLx-1 钢筋算量对比

图 18 二层框架柱 KZ-1 钢筋算量对比

5 结论

综上所述,本系统基于 Revit 的二次开发,实

现三维钢筋快速算量,拓展了 BIM 在钢筋工程中的应用,为钢筋深化与优化、钢筋下料、钢筋算量与成本控制等提供了数据基础,极大地挖掘了 BIM 在钢筋工程中的应用价值。一方面,在 BIM 钢筋算量方面取得了突破和进步,另一方面本系统也存在一定的局限性和提升的空间。由于钢筋节点复杂多变,我们目前积累的节点还需要不断丰富,以便提高工作效率。虽然系统允许用户自定义图形样式,增加了钢筋建模的开放性和灵活性,然而导致一些构件无法准确分析出其几何数据。此外,本系统的计算内核也是依托于 Revit 平台,其处理图形的数据比较慢,也不允许使用多线程,导致本系统在计算速度上等待时间稍长。

参考文献

- [1] AUTODESK ASIA PTE LTD, AUTODESK REVIT 二次开发教程[M]. 上海: 同济大学出版社, 2015-1-28.
- [2] 王坤. 钢筋平法标注方法[J]. 科技传播, 2012, 9(上): 78-79.
- [3] 史松峰, 顾闻, 朱春叶, 等. 基于 BIM 的变电站清单与工程量自动生成的研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(2): 56-59.
- [4] 王建宇, 王昕妍. 二次开发实现从 AUTOCAD 到 REVIT 快速翻模技术研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(3): 111-115.
- [5] 徐迪. 基于 Revit 的建筑工程辅助建模系统开发[J]. 土木建筑工程信息技术, 2012, 4(3): 71-77.
- [6] 徐思奇, 赵杰. 广联达钢筋算量软件应用体会与技巧浅析[J]. 科学技术创新, 2013(34): 203-203.
- [7] 罗远峰, 焦柯. 基于 Revit 的装配式建筑构件参数化钢筋建模方法研究与应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2017, 9(4): 41-45.
- [8] 刘睿, 许燕. BIM 在工程造价中的应用文献综述[J]. 项目管理技术, 2014, 12(7): 34-37.
- [9] 赵占军. BIM 技术在施工阶段的成本控制管理[J]. 建筑技术, 2016, 47(06): 567-570.
- [10] 王国强, 王建平, 孙鹏璐. 承包商施工阶段 BIM 成本控制研究[J]. 建筑经济, 2016, 37(4): 46-49.
- [11] 闫文凯, 刘济瑛, 张弋丹. 基于 BIM 技术的工程成本控制方式应用研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2016, 8(1): 1-6.
- [12] 裴艳, 王君峰. 基于 BIM 技术的精细化算量实现方法研究[J]. 工程经济, 2016(4): 39-44.

Realization of 3D Reinforcement Quantitative Statistics through Secondary Development on Revit

Yu Xin, Jiang Qichen, Li Xin, Chen Binjin,
Yao Shouyan, Han Yuhui, Zhang Rundong

(*China Construction Eighth Engineering Division Corp., Ltd., Shanghai 200122, China*)

Abstract: Quantitative statistics is one of the most valuable application of BIM technology of great significance. Considering that the reinforcement engineering itself is incomplex and changeable structure, involving many relative atlases and codes, as well as all different kinds and parameters, the Revit software is functional limited in the graphical display of reinforcement engineering, leading to the lack of development and solution of BIM reinforcement calculation. In response to the above problems, based on the secondary development on Revit, this paper realizes 3D reinforcement quantitative statistics to provide scientific and accurate data support for the statistics of reinforcement materials, which has broken through the technical bottleneck, and deeply excavated the application value of BIM in reinforcement engineering.

Key Words: BIM Technology; Secondary Development on Revit; 3D Reinforcement Quantitative Statistics