



水运工程设计信息模型 细度合规性检查技术应用

李银发, 王刚

(中交第二航务工程勘测设计院有限公司, 湖北 武汉 430060)

摘要: 针对水运工程设计信息模型应用存在信息细度人工检查工作量大、效率低、容易出错等问题, 依据《水运工程信息模型应用统一标准》及《水运工程设计信息模型应用标准》, 研究模型信息细度自动化检查技术, 采用 Revit API、Civil 3D API 技术, 开发模型信息细度合规性检查软件, 并在实际工程中进行应用。结果表明, 该技术和软件能准确、快速完成水运工程设计信息模型信息细度的合规性检查, 有效解决上述问题, 可推广应用至其他水运工程项目。

关键词: 水运工程; 信息模型; 信息细度; 合规性检查; Revit; Civil 3D

中图分类号: U 652.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)08-0157-06

Compliance checking technology application for information detail of building information modeling of port and waterway engineering design

LI Yin-fa, WANG Gang

(CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd., Wuhan 430060, China)

Abstract: Aiming at the problems of a heavy workload, low efficiency, and error-prone in the manual checking of information detail in the application of building information modeling of port and waterway engineering design, we study the automatic model information detail technology based on *Unified Standard for Application of Building Information Modeling in Port and Waterway Engineering* and *Standard for Application of Building Information Modeling in Port and Waterway Engineering Design*, develop the software of model information detail compliance checking by using Revit API and Civil 3D API, and apply it to the actual project. The results show that the technology and software can accurately and quickly achieve the compliance checking of information detail of building information modeling in design, effectively solve the above problems, and can be applied to other port and waterway engineering projects.

Keywords: port and waterway engineering; building information modeling; information detail; compliance checking; Revit; Civil 3D

目前, 由交通运输部组织编写的《水运工程信息模型应用统一标准》^[1] (简称《统一标准》) 和《水运工程设计信息模型应用标准》^[2] (简称《设计标准》) 已相继发布和实施, 为 BIM (build information modeling, 建筑信息模型) 技术推广提供了技术支撑和依据, 规范 BIM 在水运工程设计阶段的应用行为, 有效促进 BIM 技术在水运工程中的进

一步应用和不断发展。《设计标准》按照领域和专业对模型信息细度进行详细规定, 细度指标种类多、数量大。在模型应用过程中, 信息细度易遗漏、出错, 人工检查工作量大、效率低, 需要研发一种基于标准的自动化合规性检查技术及软件, 解决以上问题。

模型的合规性检查是保障模型准确性和有效

性的必要措施，目前尚未发现水运工程信息模型合规性检查相关的研究成果，已有的研究成果主要集中在建筑行业，如 Pauwels 等^[3]探索如何建立支持建筑性能检查的语义规则检查环境；Choi 等^[4]针对高层和复杂建筑开发出相应的规范检查方法；孙澄宇等^[5]研究在设计过程中，基于 Revit 平台 BIM 模型的建筑专业自动规范检查方法；周涵^[6]在研究建筑规范知识、BIM 模型数据和规范规则的描述方法的基础上，结合语义网技术与 IFC 框架描述建筑规范和模型数据，并阐述支持 BIM 模型合规性检查的语义方法体系。

本文结合《统一标准》及《设计标准》对设计阶段水运工程信息模型信息细度的规定，在研究模型信息细度自动化合规性检查技术的基础上，采用二次开发技术开发模型细度合规性检查软件，并在工程中进行实际应用。

1 信息细度合规性检查技术

1.1 模型信息细度

《统一标准》规定水运工程信息模型的深度等级由模型粒度和信息细度决定，在设计阶段分为 L100、L200、L300 共 3 个级别，分别对应可行性研究模型、初步设计模型及施工图设计模型。其中，模型信息细度是指模型对象信息的准确和详细程度。《设计标准》则进一步规定水运工程 4 大领域、不同设计阶段、各专业的模型信息细度。设计阶段模型信息细度表一共为 24 张独立的表格，每个表格包含大量的模型信息指标，且部分表格间存在交叉引用的关系。信息细度的规定为后期模型的高效应用奠定了基础，但由于其种类多、数量大，给检查工作带来不小的挑战。

1.2 技术路线

模型信息细度合规性检查按照执行流程分为规范指标提取、模型信息获取、执行检查以及检查结果处理 4 个步骤，见图 1。

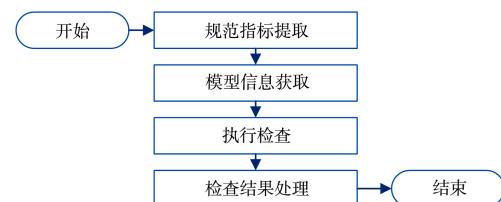


图 1 检查技术路线

各步骤的主要内容为：1) 规范指标提取。从标准规范中提取模型信息细度指标，并按照一定的模式存储于数据库，为后续检查提供判断依据。2) 模型信息获取。基于 Autodesk 软件平台，研究模型信息获取的方法，确定信息存储的方式。3) 执行检查。根据获取得到的模型信息、信息指标库进行一一对比，得到每个模型对象的检查结果。4) 检查结果处理。制定检查结果的数据存储方式、结果的展示方法、与模型的交互方式、结果报告的发布形式、内容等。

1.3 关键技术

1.3.1 模型信息提取技术

1) 模型对象识别。在模型信息提取之前，需要对各个模型对象进行识别，确认该模型对象对应的专业对象。现有的 BIM 模型由不同的设计者创建，遵循的规则不同导致模型的命名不一致，且不同软件平台对同一模型对象的名称也不一致，给模型对象的识别带来很大的困难。

本文采用以模型编码为基础的识别技术，需要模型创建者按照标准要求对模型对象进行编码，且编码中专业编码、构件与设备或元素码不能有误，基于已有的模型对象编码，通过解析得到对象的专业名称，进而识别对象，其识别步骤如图 2 所示。



图 2 模型对象识别步骤

以 Revit 平台模型对象为例，图 3 的模型对象在软件中为常规模型对象，在编码前不知道其对应的专业对象，在按照《统一标准》和《设计标准》的要求编码后可识别为横梁。

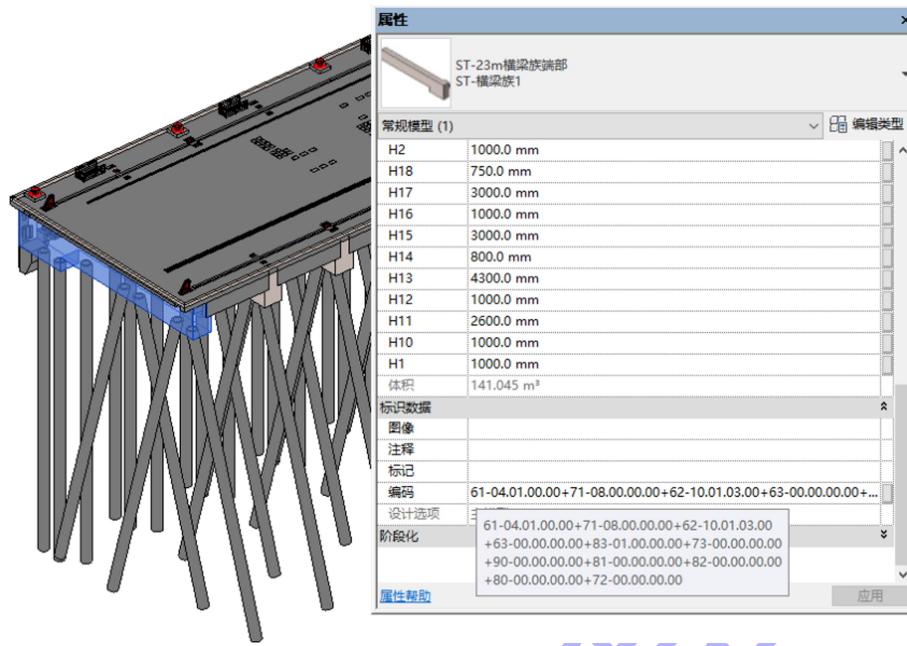


图3 模型对象识别界面

2) 模型信息获取。在模型对象识别后,需要提取模型对象的属性信息,包括几何及非几何信息。水运工程的BIM模型一般由多种软件创建完成,常见的有Civil 3D的总图、航道专业模型,Revit的水工结构、水暖电等专业模型,这些模型采用软件特有的文件格式。因此需要针对不同的软件平台研究相应的信息获取技术,以Revit、Civil 3D平台为例,其信息获取如下:①Revit平台信息获取。一个Revit模型对象的完整信息主要包括类型属性及实例属性,可以采用二次开发技术获取。②Civil 3D平台信息获取。一个Civil 3D模型对象的信息包括对象系统属性、特性集属性及扩展字典属性,可通过二次开发技术分别获取,以获取完整的模型对象信息。

1.3.2 合规性判断

《设计标准》规定构件与设备级模型对象在不同设计阶段应该包含的细度指标,但对细度指标的内容并无具体规定。本文将合规性判断规则定义为模型对象的细度指标是否存在、值是否为空,当一个模型对象所有的细度指标满足细度字段存在且值不为空的要求时即判定该构件合规。根据判断规则可能产生的结果分为2种情况:1)编码

不正确。编码不正确代表该对象未编码或者编码值不对,不能识别出对应的专业对象。2)细度不正确。模型对象信息中不存在对应的细度指标或者相应的细度指标值为空或者对应的编码信息不符合《设计标准》的应用要求。

1.3.3 检查结果处理技术

1) 检查结果展示统计。将检查结果以列表形式进行展示,并标明每个模型对象的检查结果状态,同时,统计出检查文件中正确、错误的对象数量,并予以明示。

2) 模型对象的详细信息。在检查总表对应的模型对象中,可以直接查询到每个对象检查结果的详细情况,各个指标一一列出,便于用户核对。

3) 模型对象的定位查找。为了直观地查看模型对象的检查情况,将检查结果与模型对象直接关联,可直接定位查找模型对象,尤其是错误的对象,便于设计人员修改完善。

4) 检查报告生成。将检查结果按照一定的格式直接生成检查报告,便于交付与归档。报告可包括报告封面、文档检查的基础信息、文档检查的总体情况、文档检查的详细情况。

2 软件开发

基于上述模型检查技术，本文选取 Autodesk 公司旗下常用的 Civil 3D 与 Revit 软件进行二次开发，采用 .Net 技术、Civil 3D API^[7]、Revit API^[8]、数据库存储技术，开发适用于 Civil 3D、Revit 模型的信息细度检查软件。

2.1 界面设计

根据合规性检查功能需求和用户日常使用习惯，软件界面设计包括检查设定、结果显示、报告处理 3 个界面设计。其中检查设定为初始界面，用户在此界面设定需要检查的模型文档、模型的行业领域、设定检查的细度级别等；结果显示界面则是对检查结果的展示，包括总体情况及单个构件的详细情况，以辅助用户进行下一步的工作；报告处理界面是检查结果报告的生成与读取，方便结果的传递与归档。

为方便用户使用、减少使用成本，Civil 3D 与 Revit 平台上开发的软件采用相同的界面设计，界面布局清晰明确，符合用户操作习惯，主要功能按钮及功能提示都清晰明确，检查结果以打分制展现，以颜色表示成果合规性程度，在界面上更多小细节体现界面设计人性化。基于 Revit 平台的检查软件界面如图 4 所示。



a) 检查设定界面

序号	结果	单元ID	构件标识	编码信息	错误信息
4	错误	839465	常规模型-平台PHC桩 (无钢丝头) : φ1000PHC桩	钻孔灌注桩	△细度不正确
5	错误	983906	常规模型-平台靠船构件-单侧牛腿: 靠船构件 (右侧有牛腿)	路步	△细度不正确
6	错误	383722	常规模型-系船柱基础族: 系船柱基础	照明配电箱	△细度不正确
7	错误	1314856	管道:管道类型: 默认	管道	△细度不正确
8	错误	961694	机械设备-车挡, 跌落机-车挡, 跌落机	车挡	△细度不正确
9	错误	471203	常规模型-350系船柱: 350T系船柱		□编码不正确
10	错误	986536	常规模型-350系船柱: 350T系船柱		□编码不正确
11	错误	986576	常规模型-350系船柱: 350T系船柱		□编码不正确

构件细度信息

高度	1200 mm	构件信息
细部尺寸	20 mm	
埋件尺寸	<错误信息> 不存在	
编码	编码正确 -> 61-04-01.00.00+71-08.00.00.00+62-10.10.05.00+63-00.00.00.00+83-01.00.00 +73-00.00.00+90-00.00.00.00+81-00.00.00.00+82-00.00.00.00+80-00.00.00 +72-00.00.00	

b) 结果显示界面

c) 报告处理界面

图 4 软件界面

2.2 功能模块

2.2.1 检查基础设定

支持对当前模型文档(全部或部分模型)或磁盘上存储的单个模型文档进行检查；支持港口工程、航道工程、通航建筑物、修造船水工工程 4 大领域下的可行性研究、初步设计、施工图设计 3 个设计阶段的模型信息细度检查；检查时，可设置不对无编码的辅助模型对象进行检查，避免其对检查结果产生干扰。在 Revit 平台上时，支持对链接的 RVT 文件进行检查。这些设置在图 4a) 的检查设定界面中，依据需要勾选对应的选项。

2.2.2 信息细度检查

此功能模块是软件核心,所有检查设定完毕后,此模块将获取到的模型对象信息与数据库中存储的规范信息指标进行一一比对,按照本文定义的合规性判断规则,得到每个模型对象的检查结果。

2.2.3 结果显示与统计

将检查结果按正确、错误项进行统计显示,同时为更直观地评估检查结果,给出以正确项所占百分比的形象分数,并根据分数值改变检查背景色及结果状态信息。检查结果按模型文档名称进行归类,以表格的形式展示模型文档的总体检查情况及单个构件的详细检查情况,如图4b)所示。

2.2.4 模型定位查找

模型文档的检查结果可以定位到模型中,支持单个、多个连续或不连续、全部正确或错误结果直接定位到模型视图,方便设计人员查找修改。右击构件结果行即可定位。

2.2.5 报告输出与读取

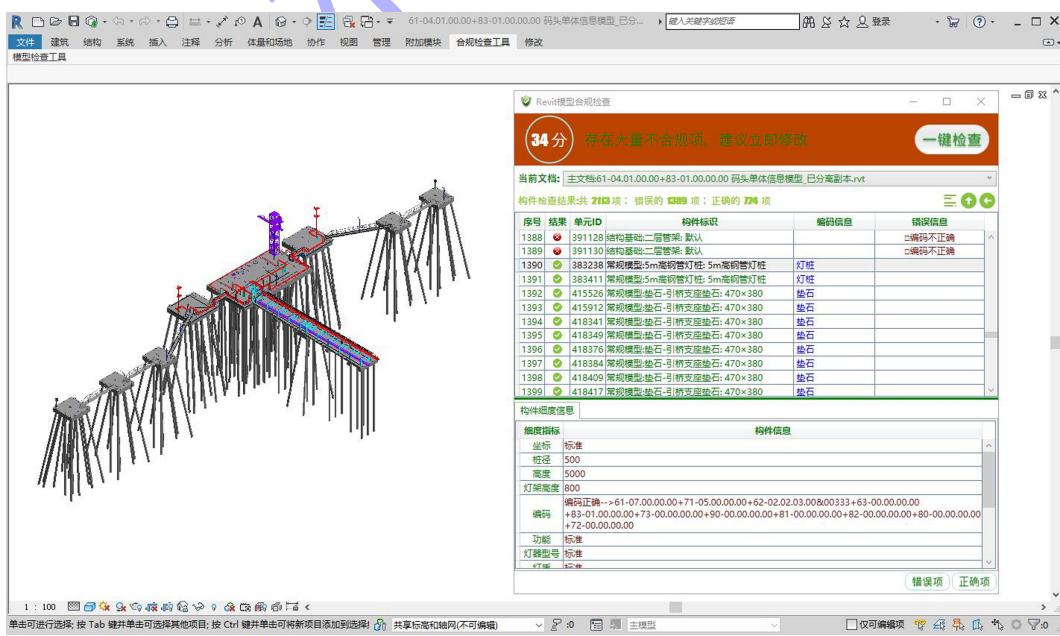
支持将检查结果按照一定的格式直接生成.docx或.doc报告文档,同时支持将检查报告读入界面,如图4c)所示。读入的结果保持了与模

型构件的关联,通过读入的结果可以直接定位到模型对象。

3 工程应用

东营港某液体散货泊位工程建设2个10万吨级液体散货泊位,码头岸线长度636 m,设计年吞吐量为980万t,设计年通过能力1 030万t。在施工图设计阶段,设计内容包括总平面布置、装卸工艺、水工建筑物、港池疏浚、地基处理、堆场道路、生产与辅助建筑物、导助航、供电照明、控制、信息与通信、给排水、消防、通风除尘、动力等。

按照《统一标准》和《设计标准》要求进行施工图设计,在模型进行编码后,各专业设计人员根据模型创建的平台,使用本文开发的检查软件进行应用,并根据检查结果对模型进行修改完善,直至满足标准要求。检查的模型内容主要包括水域场地、码头、护岸、陆域场地、道路堆场、变电所、综合用房、管廊等单体模型,各单体模型下涵各个专业的构件与设备模型。其中,码头单体模型、护岸单体模型中间过程的检查结果界面如图5所示。



a) 码头单体模型

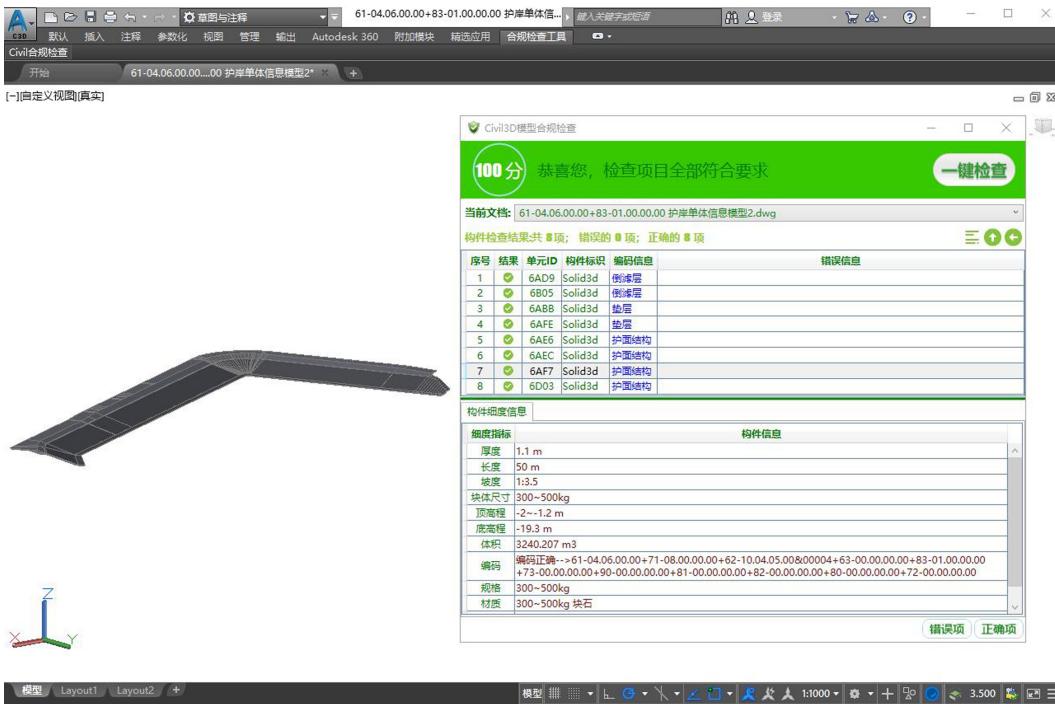


图 5 中间过程的检查结果界面

从应用的结果可以看出,当模型按照标准要求进行编码后,本文开发的检查软件可以自动、准确地识别出模型对象,并对其属性信息与标准要求进行合规性判断,同时给出明确的结果信息,快速定位到对应的模型对象,方便使用人员对模型进行修改完善。

在本检查软件开发之前,人工检查需要逐个打开构件查看属性,并与标准进行比对,检查一个构件就需要耗费数分钟的时间,而采用本文开发的软件检查东营港口码头单体模型构件 2 113 项,耗时 31.219 s,且不会出现错漏,效率大幅提高。此外,还可以快速生成报告文档,生成报告 104 页,耗时 7.1 s,性能完全满足需求。

通过该技术的应用,极大提高了项目模型的检查效率,减少模型校审工作量,确保模型质量符合标准要求。

4 结语

1) 通过研究模型识别、信息提取、信息比对、合规性评估,形成一套针对信息细度检查的整体技术路线和方法。经过实践,该路线可行,方法

可靠,可对模型的信息细度合规性进行评估,促进信息模型标准化。

2) 开发的模型信息细度检查软件满足水运工程信息模型细度合规性检查需求,功能完善,效率较高,可准确、快速完成模型检查,减少人工操作,提高工作效率。

3) 研发的模型信息细度自动化检查技术和核查软件经实际工程应用检验效果良好,可推广应用至其他水运工程项目。

参考文献:

- [1] 中交第二航务工程勘察设计院有限公司.水运工程信息模型应用统一标准: JTS/T 198-1—2019[S].北京:人民交通出版社股份有限公司, 2019.
- [2] 中交第二航务工程勘察设计院有限公司.水运工程设计信息模型应用标准: JTS/T 198-2—2019[S].北京:人民交通出版社股份有限公司, 2019.
- [3] PAUWELS P, DEURSEN D V, VERSTRAETEN R, et al. A semantic rule checking environment for building performance checking[J]. Automation in construction, 2010, 20(5): 506-518.