

文章编号: 1673-9469(2018)02-0016-04

doi:10.3969/j.issn.1673-9469.2018.02.004

基于 IFC 标准的幕墙工程数据转换方法研究

汪东进, 邓雪原

(上海交通大学土木工程系, 上海 200240)

摘要: 由于幕墙设计模型与加工模型数据格式的不统一, 从设计阶段到生产阶段的幕墙 BIM 实施过程存在突出问题, 数据在传递过程中需要进行重复建模和二次加工。针对幕墙常用构件, 通过对 IFC 标准和 STEP 标准的对比研究, 建立了两者的部分非几何信息的映射关系, 分析两种标准在几何表达方面的异同, 提出了幕墙构件几何信息从 IFC 格式到 STEP 格式的转换算法, 并采用 C++ 语言实现了该算法。通过实际的幕墙构件案例验证了算法的正确性与可行性。

关键词: IFC 标准; STEP 标准; 映射; 数据转换; 幕墙工程

中图分类号: TU17

文献标志码: A

Research on IFC-based data exchange method for facade engineering

WANG Dongjin, DENG Xueyuan

(Department of Civil Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: Owing to inconformity of documents format of design model and construction model, there is a prominent question in the BIM implementation process of facade engineering from the design stage to the construction stage. The data needs to be re-processed and secondary processing during its transformation. To solve this problem, based on the comparative study of IFC standard and STEP standard, this paper establishes the partial mapping relation between them for the common types of curtain wall components, analyzes the similarities and differences in geometric expression, proposes the transformation algorithm of the geometric information of the curtain wall components from IFC format to STEP format, and implements the algorithm by using C++ language. Finally, the correctness and feasibility of the algorithm are verified by the actual case of the curtain wall components.

Key words: IFC standard; STEP standard; mapping; data exchange; facade engineering.

随着建筑幕墙工程规模的不断扩大及复杂度的增加, 传统幕墙实施手段已经无法满足工程师们的需求。BIM(Building Information Modeling, 建筑信息模型)技术自诞生以来, 逐渐改善了这一情况, 现已广泛应用于幕墙工程中的各个阶段。根据 BIM 理念, 信息模型应该贯穿建筑整个生命周期。设计阶段所建模型, 很多情况下并不能直接提供生产厂家所需信息用于加工, 而是需要人工重复建模来提取或转化相关信息, 造成了人力成本和软件成本的

增加^[1]。因此, 如何将幕墙工程设计的 3D 模型数据直接传递给数控机床, 用于幕墙构件加工, 确保信息准确高效的传递给幕墙构件生产方, 成为了幕墙产业亟待解决的问题^[2-5]。尽管国内外有很多基于 IFC 标准的数据转换研究成果, 但是针对 IFC 与 STEP 数据转换的研究未见公开发表。本文通过对两种标准的研究, 希望能够提出确实可行的算法, 实现幕墙工程数据从 IFC 格式向 STEP 模式的转换。

收稿日期: 2018-01-02

基金项目: 十三五国家重点研发计划项目(2016YFC0702000, 2016YFC0702001)

作者简介: 汪东进(1985-), 男, 江苏连云港人, 硕士, 从事基于 IFC 标准的幕墙工程数据转换方面的研究。

1 基于 IFC 标准的幕墙构件数据转换方法

STEP 标准是描述整个产品生命周期内产品信息的标准, 广泛运用于机械制造领域。IFC 标准是一种开放的数据标准, 旨在处理建筑行业各种 BIM 软件之间的数据互操作性问题^[6], 主要运用于建筑工程领域。IFC 标准建立在产品模型数据交换标准 STEP 的 EXPRESS 数据定义语言上, 它继承了 STEP 标准的优点, 并结合了土木工程行业自身的特点。

1.1 非几何信息的转换

IFC 标准源于 STEP 标准, 因此从语言表达方式上看, 两者有共通之处。针对幕墙常用构件的一些常见非几何信息, 如通用基本信息、坐标信息、颜色信息等的表达, 两者都有对应关系, 表 1 列举了部分映射关系。

从表 1 中可以看出, 对于幕墙构件常见非几何信息的表达两种标准较为相似, 但对于几何信息的表达, 因为应用领域的不同, 模型需要包含的信息也不同, 造成了两者几何表达方式的较大差异, 下文将进行详细介绍。

1.2 几何信息的转换

数控加工所需的模型信息, 最重要的是构件的几何外形。三维实体模型的表示基本上分为三种: 扫描表示法、构造实体几何法 (CSG) 和边界表示法 (BREP)。

从 ARCHICAD、REVIT 等主流 BIM 软件导出的 IFC 文件来看, 三维实体模型的表达方式多种多样。

对于规则形状实体模型, 有通过拉伸或旋转形成的实体, 其主要的 IFC Entity 为 IfcSweptSolid; 对于不规则形状实体模型, 其主要的 IFC Entity 为边界描述实体 IfcFacetedBrep 等; 另外还有通过布尔运算生成的几何构造实体 IfcCSG、沿基准线放样生成的放样实体 IfcAdvancedSweptSolid 等多种实体表示方法。而在 STEP 中, 因可以在信息中增加构件的其他加工信息 (如表面粗糙度、精度和工艺要求等), CATIA、PROE 等 CAX 系统中的三维实体模型的构建都是以边界表示法为基础。

1.2.1 IFC 几何信息

针对规则形状构件, 以幕墙中常用的构件角钢为例, IFC 对于几何部分的描述主要是通过 IFC 实体 IfcExtrudedSolid 来描述, 此实体在 IFC 中定义了 SweptArea(扫略截面)、Position(方位)、ExtrudedDirection(拉伸方向)和 Depth(深度)四个属性。其中属性 Depth 定义了角钢的拉伸长度。而属性 SweptArea 又指向 IfcLShapeProfileDef, 此实体定义了: Depth、Width、Thickness、FilletRadius 和 EdgetRadius 等属性, 共同组成了角钢的拉伸截面。

针对非规则形状构件, IFC 主要是用 IFC 实体 IfcFacedBrep(小面片)来描述, 此实体是定义边界表达模型的一种简单形式, 所有的面都是平面且所有的边都是直线。

1.2.2 STEP 几何信息

STEP 标准中的拓扑信息的描述是基于边界表示的实体模型拓扑元素, 包括了: Vertex(顶点)、Edge(边)、Path(路径)、Loop(环)、Face(面、)和 Shell(壳)等。以长方体构件为例, 长方体实体模型由一个封闭壳 (Closed_shell) 构成, 一个封闭壳由六

表 1 幕墙构件在 IFC 与 STEP 之间的部分映射关系

Tab.1 Partial mapping relation between IFC and STEP for curtain wall components

类别	IFC Entity	STEP Entity
通用基本数据	IfcPerson	Person
	IfcApplication	Application
	IfcOrganization	Organization
坐标信息	IfcAxis2Placement3D	Axis2Placement3D
	IfcCartesianPoint	CartesianPoint
	IfcDirection	Direction
颜色信息	IfcStyledItem	Styled_item
	IfcSurfaceStyle	Surface_style_usage
	IfcColourRgb	Colour_rgb

个高级面(Advanced_face)构成,一个高级面由四个面的外边界(Face_outer_bound)和一个平面(Plane)构成,面的外边界由边环(Edge_loop)构成,边环由有向边(Oriented_edge)构成,有向边由边曲线(Edge_curve)构成,边曲线由顶点(Vertex_point)和直线(Line)构成。

由此可见,STEP标准中的BREP表达法与IFC标准中对于规则形状构件和非规则形状构件的表达都有较大差异。

1.2.3 几何信息的提取和转换

结合以上部分对两种数据标准的介绍与分析,可以得出幕墙构件几何信息从IFC向STEP转换的流程如图1所示。其中的IFC实体信息提取模块,分为不同种类。针对幕墙工程中常见的几种构件,例如角钢,可提取出边长、边厚、弯角半径等参数;对于槽钢,可提取翼缘宽度、厚度和腹板高度、厚度等参数;对于工字型截面构件,可提取翼缘厚度、腹板厚度、截面高度和宽度等参数;对于非规则形状构件,可提取其各个面的顶点信息等参数。

2 案例验证

为验证提出的数据转换方法的可行性,本文利用设计工作中比较常用的BIM通用建模软件REVIT

进行实体建模并导出其IFC文件,然后按照本研究提出的算法对其进行转换生成对应的STEP文件,最后将转换完成的STEP文件导入幕墙常用重复建模软件CATIA进行验证。如图2所示,幕墙工程中常见的构件有:角钢、槽钢和铝合金型材。因此,对于实体验证模型的选取,本文采用了以上三种具有代表性的构件分别进行验证。

图3(左)为在REVIT中创建的不等边角钢、槽钢和铝合金型材,导出对应的IFC文件,根据图1所示流程,提取相应参数,然后调用本研究提出算法中的STEP文件构建模块,生成该构件的STEP文件,图3(右)为生成的STEP文件导入CATIA的模型显示。

表2中详细列出了不等边角钢和槽钢在格式转换前后的几何尺寸对比。

从以上数据可以看出,几种构件转换前后的几何尺寸完全相同,由此验证了此转换方法的正确性和可行性。

3 结论

1)针对幕墙构件常用类型所需的常见非几何信息如坐标、颜色等,研究并建立了IFC标准与STEP标准之间的部分映射关系。

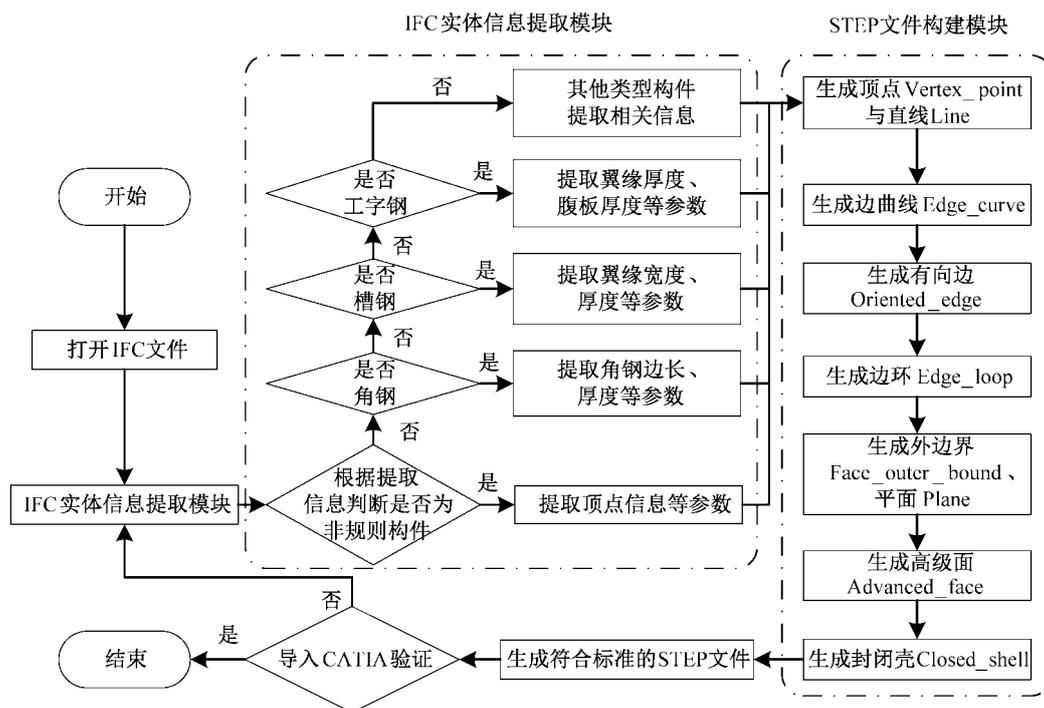


图1 幕墙构件几何信息从IFC向STEP转换流程图

Fig.1 Transformation of geometry information of Curtain wall component from IFC to STEP

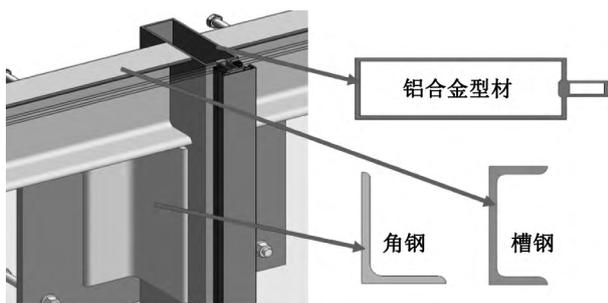


图 2 幕墙常见构件类型示意图
Fig.2 Common components of curtain wall

表 2 幕墙构件格式转换前后的几何尺寸对比
Tab.2 Comparison of geometric dimensions before and after conversion

构件	参数	IFC 中参数值 /mm	STEP 中参数值 /mm
不等边角钢	长边宽	120	120
	短边宽	80	80
	边厚度	9.5	9.5
	圆弧半径	9.5	9.5
	角钢长度	400	400
	高度	140	140
槽钢	腿宽	60	60
	腿厚	9.5	9.5
	腰厚	8	8
	内圆弧半径	9.5	9.5
	槽钢长度	400	400

2) 因两种标准应用领域的差异，它们在表达构件几何方面的侧重有所不同，本文针对幕墙常用构件研究了如何将 IFC 标准中的规则形状与非规则形状构件的几何信息提取并转化为 STEP 格式，使其符合 STEP 标准的 BREP 表示法。

参考文献：

[1] 何关培 .BIM 总论 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2011，56-57.
[2] 邓雪原，张之勇，刘西拉 . 基于 IFC 标准的建筑结构模型的自动生成 [J]. 土木工程学报，2007，40(2):

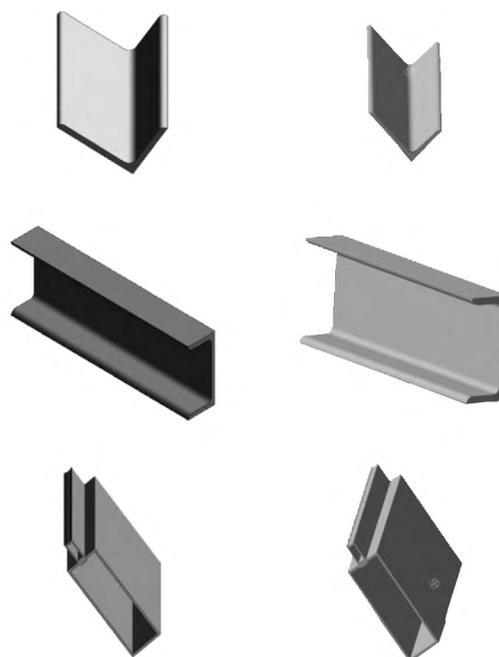


图 3 幕墙构件转换前后在 REVIT 和 CATIA 中的显示
Fig.3 Components of curtain wall shown in REVIT and CATIA before and after conversion

6-12.
[3]WU B, ZHANG S. Integration of GIS and Bim for Indoor Geovisual Analytics[J]. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2016, XLI-B2: 455-458.
[4]LIPMAN R R. Details of the mapping between the CIS/2 and IFC product data models for structural steel[J]. Electronic Journal of Information Technology in Construction, 2009.
[5]AFSARI K, EASTMAN C M, CASTRO-LACOUTURE D. JavaScript Object Notation (JSON) data serialization for IFC schema in web-based BIM data exchange[J]. Automation in Construction, 2017, 77: 24-51.
[6]LAAKSO M, KIVINIEMI A O. The IFC standard: A review of history, development, and standardization, information technology[J]. ITcon, 2012, 17(9): 134-161.

(责任编辑 王利君)