

基于 BIM 技术的管道阀门自动定位

杜前洲

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 武汉 430063)

【摘要】随着 BIM 技术的发展, BIM 技术正不断被应用到实际工程中, 而且越来越多细小但有效的设计理念可以通过 BIM 技术实现。本文从节约资源、降低施工成本角度出发, 提出基于 BIM 技术的管道阀门自动定位方法。借助 Dynamo 的可视化编程功能, 逐步实现 Revit 中单个阀门及多个阀门的自动定位。试验结果表明, 本文所提出的方法具有正确性和可行性, 为 BIM 技术在相关领域中的应用提供参考。

【关键词】 BIM; Dynamo; 可视化编程; 阀门定位

【中图分类号】 TU17 **【文献标识码】** A

【版权声明】文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录, 被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版, 严禁侵权转载。

1 BIM 技术与可视化编程

近年来, BIM (Building Information Model, 建筑信息模型) 技术受到国内外土木建筑行业的广泛关注。BIM 概念起源于上世纪 70 年代^[1], 并于本世纪初在美国开始应用, 近二十年来, BIM 应用项目已扩展到包括欧美、日韩、中国在内的世界范围。据统计, 在欧美国家应用 BIM 的项目数量已超过传统项目^[2]。BIM 技术正以高速发展的态势改变着整个土建行业的面貌。

Dynamo for Revit 是基于 Autodesk 公司建模软件 Revit 开发的可视化编程插件, 适用于工程师们在不用深入学习编程语言的前提下, 进行可视化编程, 从而完成较为复杂的建模任务。文献^[3]借助 Dynamo 对水力机械中复杂的蜗壳和尾水管进行设计, 实现了模型的“一键生成”。文献^[4]基于 Dynamo 软件实现了快速、高效放置钢板桩和结构钻孔桩, 大幅提高设计效率。文献^[5]利用 Dynamo 可视化编程功能完成了复杂的曲面造型, 提高模型的生成和修改速度。

给排水、通风空调等专业的各类水管在施工阶段, 一般以工厂预制的 6m 长原管为原材料, 在现场进行切割和拼接, 以满足现场各种安装长度的

实际需求。从节约资源、降低施工成本角度出发, 优秀的设计可以考虑将阀门等管道附件设置在特定位置, 以最大限度利用既有的 6m 长原管。在信息化发展的大背景下, 有必要开发一种基于 BIM 技术的管道阀门自动定位方法, 既可以满足现场需求, 减少切管, 又不增加工程师的设计压力。本文工作便是在此背景下展开。

2 本文研究目标与技术路线

考虑 6m 长的水管原管, 阀门在管道上的位置可能存在 4 种情形, 如图 1 所示。情形 1 中阀门两端的水管长度之和小于 6m; 情形 2 中阀门两端的水管长度之和等于 6m; 情形 3 中阀门两端的水管长度之和大于 6m, 但每端的长度都小于 6m; 情形 4 中阀门两端的水管长度之和大于 6m, 且存在至少一端的长度大于 6m。各种情形中存在阀门位于管道左侧、中点及右侧的三种情况。为充分利用 6m 长原管, 本文提出的阀门自动定位的方法需实现的目标是: 对于阀门两端长度之和小于或等于 6m 的情形 1、2, 需移动阀门到管道的端头; 对于阀门两端长度之和大于 6m 的情形 3、4, 需移动阀门, 使得阀门两端中长度接近 6m 的一端被调整为 6m。而且在移动时, 需尽量减少阀门偏移的距离, 以保证与原

【作者简介】 杜前洲(1994 -), 男, 工程师, 主要研究方向: 地铁暖通设计与 BIM 应用; 蔡亚桥(1981 -), 男, 高级工程师, 主要研究方向: 地铁暖通设计与 BIM 应用; 刘宇圣(1995 -), 男, 工程师, 主要研究方向: 地铁暖通设计与 BIM 应用。

设计的一致性。

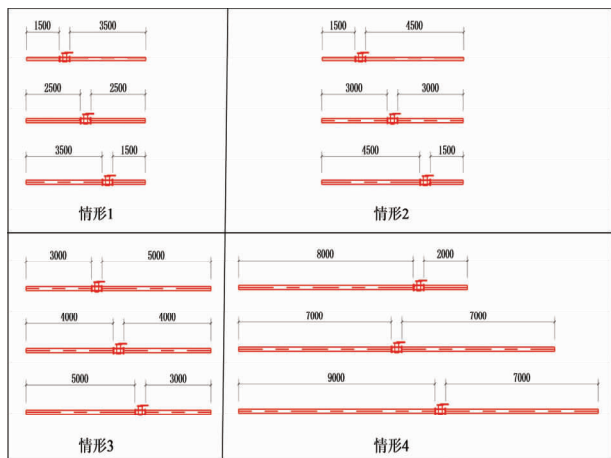


图 1 阀门在水管上的位置示意

基于以上分析,结合 Dynamo 可视化编程方法,本文采取如图 2 所示的技术路线。首先分析阀门在管道上的位置,并明确实现阀门定位的目标。其次借助 Revit + Dynamo 平台,确定阀门移动的方向和距离,实现单个阀门的自动定位。然后在单个阀门自动定位的基础上,自定义 Dynamo 节点,进而实现多个阀门的自动定位。最后对本方法进行试验,验证方法的正确性和准确性。

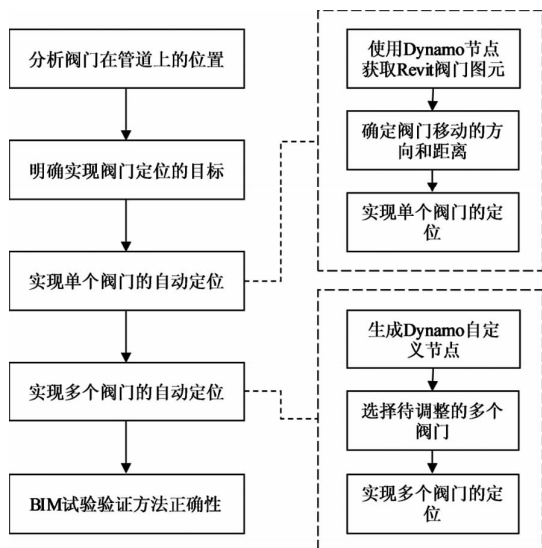


图 2 本文技术路线

3 单个阀门自动定位

3.1 获取阀门两端管线图元

阀门自动定位依据的是阀门两侧连接的管线长度,因此,首先需要通过 Dynamo 获取 Revit 界面中阀门两端的管线图元。通过“Select Model Elements”节点选择待调整的阀门图元,然后利用 Dynamo 机电分析包“MEPover”中的“MEP Fitting connected MEPCurves”节点确定阀门两端的管线图元,并将其转化为便于数据处理的曲线。通过“Element.Location”节点获取曲线的定位、方向、长度等几何参数。此部分 Dynamo 模型如图 3 所示。

3.2 确定阀门移动方向

图 4 展示了确定阀门移动方向的 Dynamo 模型。为简化模型,借助“Python Script”节点判断阀门移动的方向,模型中“Python Script 1”可通过阀门两段管线的长度自动判断阀门移动方向,其判断逻辑如图 5 所示。按图 5 所示的判断逻辑,其结果是当阀门两端管线长度之和小于 6m 时,阀门往短边移动;当阀门两端管线之和大于 6m 时,阀门往管线长度最接近 6m 的一边移动。按此原则,可保证阀门调整的距离最小,不影响整体性设计,同时保证在施工时充分利用 6m 长的原管,减少裁管及浪费。借助“Python Script 1”确定阀门移动方向后,在 Dynamo 模型中利用自带的节点,生成一个单位向量来表示移动的方向,如图 4 所示。

3.3 计算阀门移动距离

接下来通过计算得到满足第 2 节目标的阀门移动距离,其 Dynamo 模型如图 6 所示。计算过程需要用到逻辑判断及数学运算,为简化模型,该部分通过 2 个“Python Script”节点实现。其中,“Python Script 1”的功能已在上一小节阐述,“Python Script 2”的功能则是计算阀门需要移动的距离,其判断逻辑图如图 7 所示。按此原则,可保证当阀门两端的管线长度之和大于 6m 时,移动最小的距离以达到其中一段管线长度为 6m 的目的;当阀门两端的管

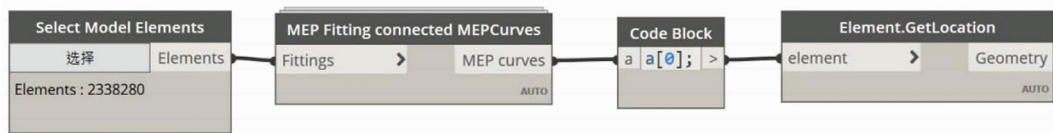


图 3 获取阀门两端管线参数的 Dynamo 模型

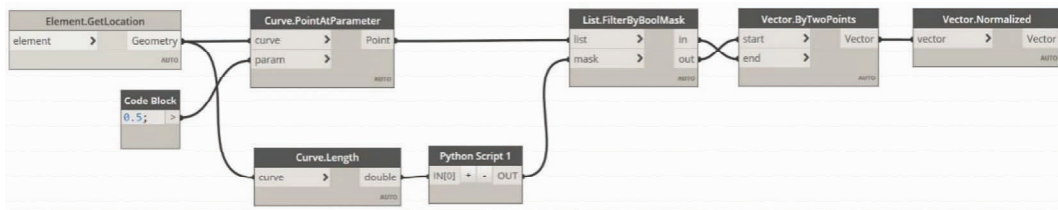


图 4 确定阀门移动方向的 Dynamo 模型

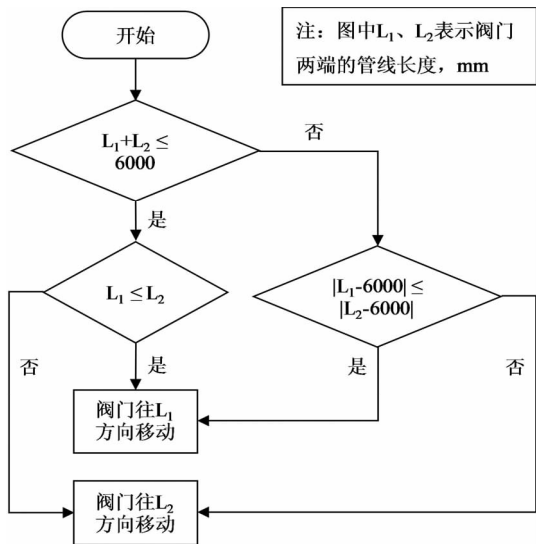


图 5 阀门移动方向的判断逻辑图

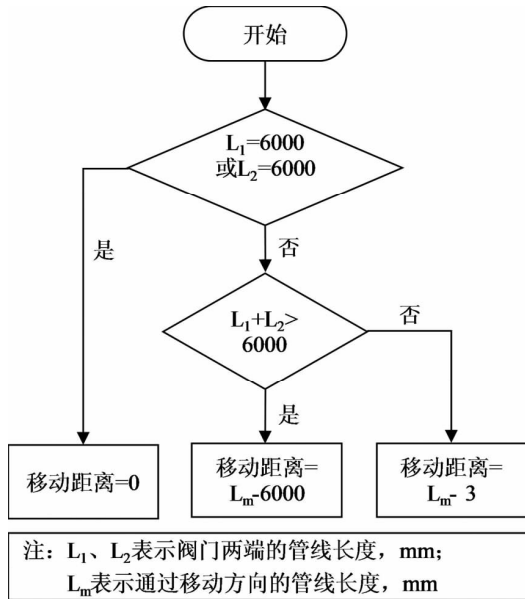


图 7 阀门移动距离的判断逻辑图

线长度之和小于或等于 6m 时, 阀门移到管线的端头(以阀门距端头 3mm 为例); 当阀门两端的其中一段管线长度刚好为 6m 时, 阀门按设计时的位置不做调整。

3.4 通过向量实现阀门移动

确定阀门移动的方向与数量之后, 随即利用 Dynamo 自带节点“Vector.Scale”生成阀门移动的向量, 并通过“Element.MoveByVector”实现阀门按指定方向和距离的移动, 最终实现阀门的自动定位要求。图 8 展示了实现阀门移动的 Dynamo 模型。

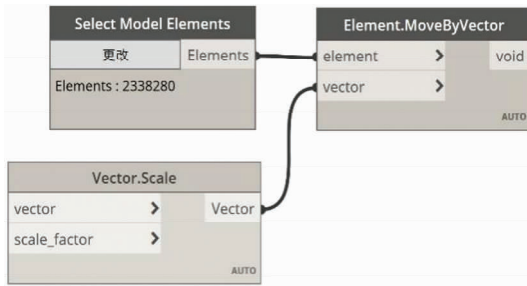


图 8 实现阀门移动的 Dynamo 模型

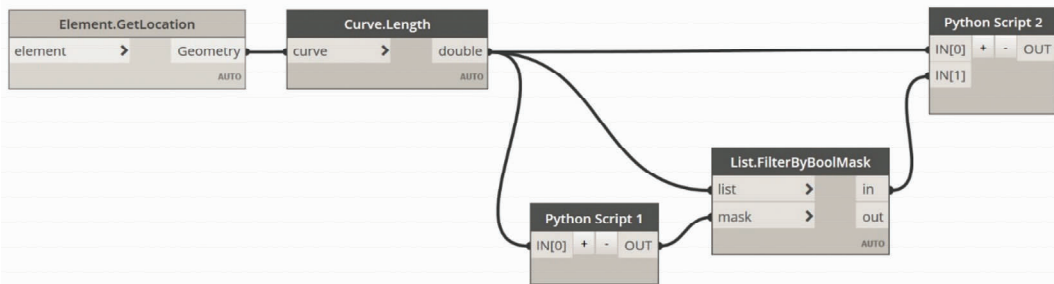


图 6 计算阀门移动距离的 Dynamo 模型

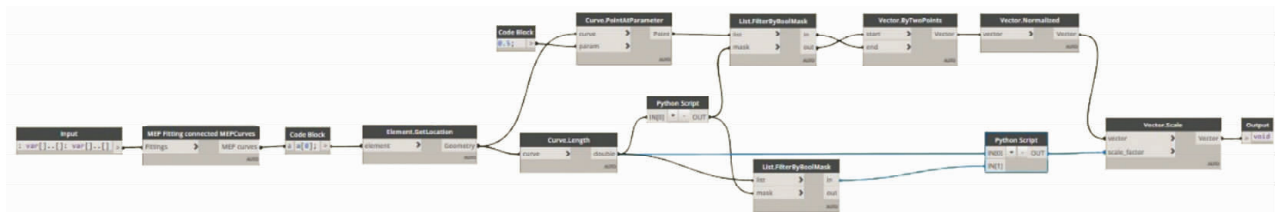


图 9 阀门定位的 Dynamo 自定义节点

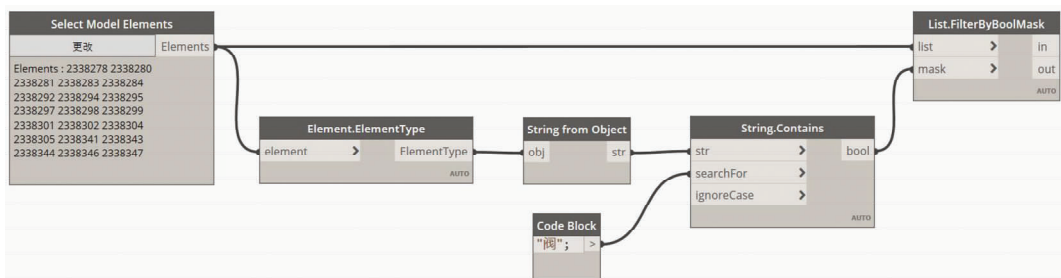


图 10 过滤阀门的 Dynamo 模型

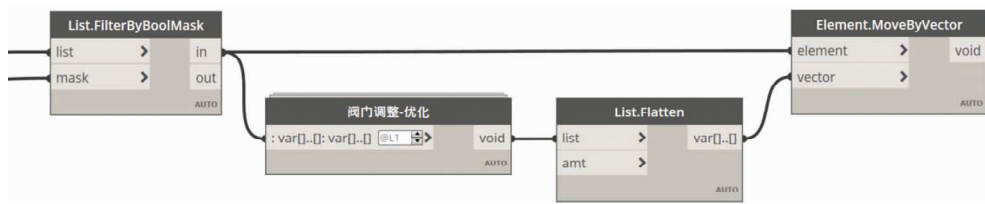


图 11 实现多个阀门定位的 Dynamo 模型

4 多个阀门自动定位

前文论述了单个阀门自动定位的方法和步骤，而在实际工程中，通常不止一个阀门，因此下面阐述多个阀门自动定位的方法。

4.1 Dynamo 自定义节点

Dynamo 提供了自定义节点的功能，自定义节点经打包后形成 .dyf 文件，可重复利用，而且稳定性高，不易被误改。将上述单个阀门自动定位的 Dynamo 模型打包成一个自定义节点“Adjust MEP-Valves”，该节点的 .dyf 文件如图 9 所示。该节点的输入为多个阀门组成编号列表，输出为向量。

4.2 过滤视图中的阀门

为筛选出需要自动定位的阀门，本节通过 Dynamo 自带的节点过滤图元，其 Dynamo 模型如图 10 所示。通过“Select Model Elements”节点自由框选 Revit 界面中目标阀门附近的图元，此过程选择的图元集合需包含所有的目标阀门。然后通过图元的

名称过滤出名称中含有“阀”字的图元，即得到目标阀门的编号列表。

4.3 多个阀门自动定位

选择好待调整的目标阀门后，通过 4.1 节的自定义节点“Adjust MEPValves”即可实现多个阀门的自动定位。这里需要注意的是，为使多个阀门中的每个阀门都一一进行自动定位，需要在“Adjust MEPValves”节点中使用级别，其使用级别为 @L1，如图 11 所示。通过以上方法即可实现多个阀门的自动定位。

5 试验结果及分析

根据本文提供的阀门自动定位方法，借助 Autodesk Revit 2018 及 Dynamo for Revit 2.0.2 平台，对本文图 1 中示意的各种阀门位置及管线长度进行试验，试验结果如图 12 所示。由图 12 可知，对于阀门在水管上的各种位置，本文方法均能实现目标要求。当阀门两端水管长度之和小于或等于 6m 时，阀门被移动到管线的端头位置，如图 12 的情形 1、

情形 2 所示,对比图 1、图 12 可知,此两种情形下,阀门移动的方向是往短边移动。当阀门两端水管长度之和大于 6m 时,通过本文方法,保证阀门一侧的管线长度为 6m,如图 12 的情形 3、情形 4 所示。对比图 1、图 12 可知,此两种情形下,通过阀门移动确保原长度接近 6m 的管道长度为 6m。以上阀门自动定位试验结果即满足了最大限度利用 6m 长原管且尽量减少阀门移动调整量、保持与原设计一致性的目标。

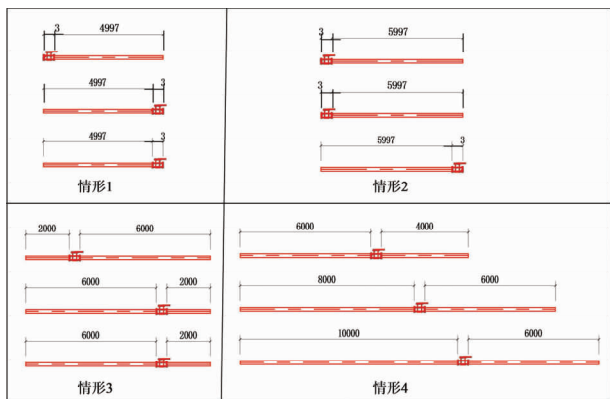


图 12 阀门自动定位试验结果

表 1 展示了阀门调整前后各情形的切管、连管次数对比。由表 1 可知,对于以上情形 1~4,阀门调整后切管次数各减少了 1 次;除情形 3 外,连管次数同样各减少了 1 次。情形 3 例外的原因是其阀门两端的管道长度均小于 6m,本身无多余的连管工程量。除此之外,其他情形均能减少 1 次连管工程量。由以上分析可知,本文提出的管道阀门自动定位方法,能一定程度上减少切管、连管工程量,节约管道连接件,降低施工成本。

表 1 阀门调整前后各情形切管、连管次数对比

| | 切管次数 | | 连管次数 | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| | 阀门调整前 | 阀门调整后 | 阀门调整前 | 阀门调整后 |
| 情形 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 情形 2 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 情形 3 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 情形 4 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| | 2 | 1 | 4 | 3 |
| | 2 | 1 | 4 | 3 |

对于某实际工程(某地铁车站的消防栓系统),对管道上的蝶阀使用本文方法进行自动定位,结果如图 13 所示。在本项目中,共筛选并过滤出 24 个

水平干管上的蝶阀,完成了蝶阀的自动定位。蝶阀调整前后,整个项目的切管与连管次数共减少 41 次。Dynamo 程序运行流畅,未出现任何错误警告。经此实际项目验证可说明,本文提出的基于 BIM 的管道阀门自动定位方法能准确过滤阀门,实现阀门自动定位的功能,对实际项目具备可行性。

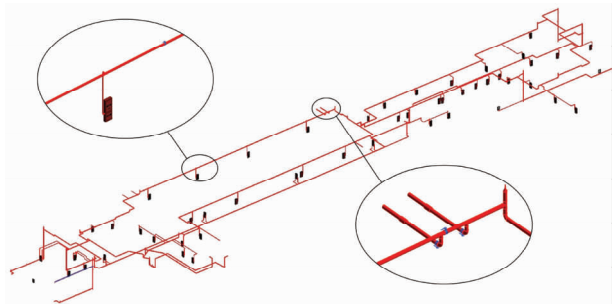


图 13 阀门自动定位在实际工程中的应用

6 结论

本来主要阐述了基于 BIM 技术的管道阀门自动定位的实现方法。首先通过分析阀门在管道上的位置,明确实现阀门定位的目标。然后借助 Dynamo for Revit 的可视化编程功能,逐步实现了 Revit 中单个阀门及多个阀门的自动定位。最后通过各种不同的阀门位置及管线长度对本方法进行试验,验证了方法的正确性。进一步地,通过某地铁车站消防栓系统的实际工程,验证了本文方法的可行性。

本文所提出的基于 BIM 技术的管道阀门自动定位的实现方法,简单高效,可一定程度减少切管、连管工程量,降低施工成本,具有较强的现实意义,同时为 BIM 技术及 Dynamo 可视化编程在阀门定位方面或其他相关领域中的应用提供了一些借鉴。

参考文献

[1] 胡振中,彭阳,田佩龙. 基于 BIM 的运维管理研究与应用综述[J]. 图学学报, 2015,36(5): 802-10.

[2] 何清华,钱丽丽,段运峰, et al. BIM 在国内外应用的现状及障碍研究[J]. 工程管理学报, 2012,26(1): 12-6.

[3] 曹阳. 基于 Dynamo for Revit 的参数化设计在水力机械设计中的运用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018,10(2): 29-34.

[4] 吴樊,闫智,孔祥平. Dynamo for Revit 在基坑围护结构建模中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2020,

12(2): 62-7.

编程建模的 BIM 技术应用与分析[J]. 工业建筑,

[5] 吴生海,刘陕南,刘永晓, et al. 基于 Dynamo 可视化

2018, 48(2):35-8,15.

Automatic Positioning of Pipeline Valves Based on BIM Technology

Du Qianzhou

(*China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063, China*)

Abstract: With the development of BIM Technology, it is constantly applied to practical projects, and more and more small but effective design ideas can be realized through BIM Technology. From the point of view of saving resources and reducing construction costs, this paper puts forward a method of automatic positioning of pipeline valves based on BIM Technology. With the help of Dynamo visual programming, automatic positioning of single valve and multiple valves in Revit is gradually realized. Experimental results show that the method proposed in this paper is correct and feasible, which provides reference for the application of BIM Technology in related fields.

Key Words: BIM; Dynamo; Visual Programming; Valve positioning