

基于 BIM 的机电设备智能管理系统

(BIM-FIM 2012)

白皮书

BIM-FIM



基于BIM的机电设备智能管理系统
BIM-based Facility Intelligent Management

清华大学土木工程系
中建三局第一建设工程有限责任公司
二〇一二年九月

目 录

1 系统概述	1
2 关键技术	2
3 系统的应用	3
3.1 信息的共享与创建	3
3.2 知识库管理	6
3.3 信息应用	9
3.4 物业应用	11
4 运行环境	15
4.1 系统运行的硬件环境	15
4.2 系统运行的软件环境	15
5 联系信息	15

1 系统概述

随着计算机技术的飞速发展，实现建筑运维期管理的信息化、智能化、可视化已是国内外土木工程信息技术领域的一个研究热点。基于 BIM 技术的机电设备智能管理系统（BIM-based Facility Intelligent Management system, BIM-FIM 2012）综合应用 BIM 技术、计算机辅助工程技术（CAE）、虚拟现实技术、人工智能技术、工程数据库、移动网络技术、物联网技术以及计算机软件集成技术，引入建筑业国际标准 IFC（Industry Foundation Classes），通过建立机电设备信息模型（MEP-BIM），并通过一个面向机电设备的全信息数据库，实现信息的综合管理和应用。

BIM-FIM 2012 系统包含集成交付平台、设备信息管理、维护维修管理、运维知识库以及应急预案管理等主要功能模块，如图 1。

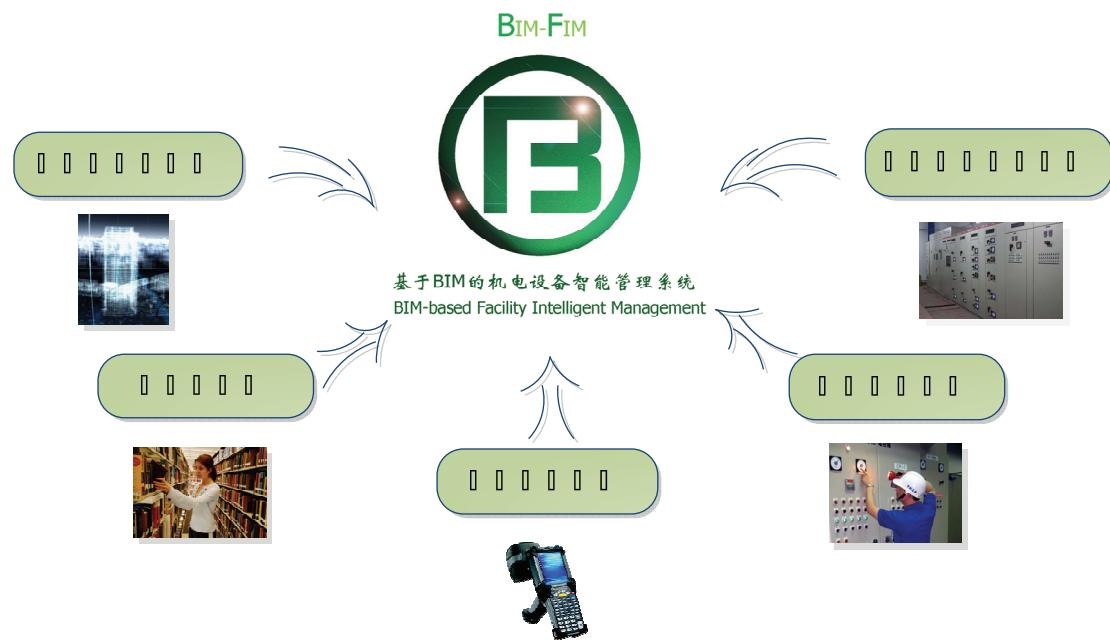


图 1 BIM-FIM 2012 系统

- 1) 将建筑的机电设备三维模型及其相关信息导入 BIM-FIM 2012 系统中，可将信息与系统电子化集成交付给业主方。
- 2) 设备信息管理功能为运维人员查询设备信息，修改设备状态，追溯设备历史等需求，提供了方便快捷的查询、编辑和分析工具，以及列表和图表等综合报表功能。
- 3) 维护维修管理功能为运维人员提供机电设备维护管理平台，以提醒业主何设备应于何时进行何种维护，或何种设备需要更换为何种型号的新设备等，此外还包括维护、维修日志和备忘录等。

4) 运维知识库功能提供了包括操作规程、培训资料和模拟操作等运维知识，运维人员可根据自己的需要，在遇到运维难题时快速查找和学习。

5) 基于物联网的应急预案管理功能为业主方提供设备故障发生后的应急管理平台，省去大量重复的找图纸、对图纸工作，而用二维编码技术以及多维可视化 BIM 平台进行信息动态显示与查询分析。运维人员可以通过此平台，快速扫描和查询设备的详细信息、定位故障设备的上下游构件，指导应急管控。此外，该功能还能为运维人员提供预案分析，如总阀控制后将影响其他那些设备，基于知识库智能提示业主应该辅以何种措施，解决当前问题。

综上所述，应用 BIM-FIM 2012 系统，一方面可以通过导入 IFC 中性文件，实现机电设备安装过程和运维阶段的信息共享，在很大程度上减少了数据的重复录入，提高了数据的利用效率，减少了人为产生的信息歧义和错误，并支持在安装完成后将设备实体和虚拟的 MEP-BIM 一起集成交付业主。另一方面也同时作为机电设备信息化运维管理平台，为运维人员提供高效的运维手段，以保障所有机电设备及其各子系统的安全运行。

2 关键技术

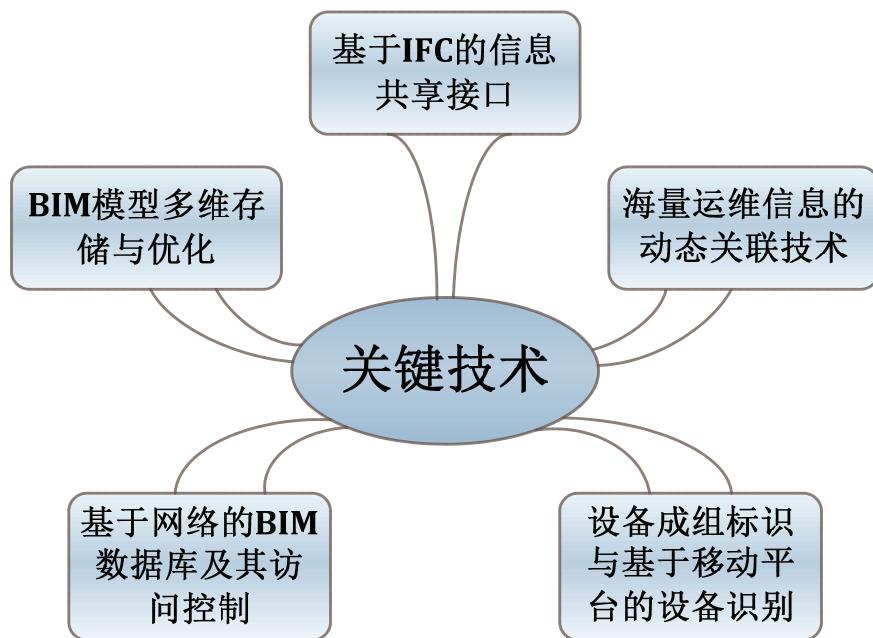


图 2 关键技术

1、基于 IFC 的信息共享接口

通过开发 IFC 接口，将 Revit 中的模型，通过 IFC 文件导入到 BIM-FIM 系统中，并保存模型的所有属性信息。

2、BIM 模型多维存储与优化

BIM 中三维模型数据量极其巨大，通过采用实体扫掠法和边界描述法等多种方法，从多维角度对同一构件进行存储，并在不同需求情况下，动态获取各维度的信息。同时，对 BIM 中的三维构件，采用模型转化机制、位置映射、边界简化等技术和算法，大大优化并降低了 BIM 模型信息的存储量。

3、基于网络的 BIM 数据库及其访问控制

通过搭建完备、高效的信息数据库，实现建筑及机电设备竣工图的 BIM 模型信息存储，并通过并发访问控制机制，确保多用户协同工作的数据安全性。

4、设备成组标识与基于移动平台的设备识别

通过开发二维码接口，将单个设备及区域内设备的关键信息成组，并以二维码标签的方式标识并保存起来。当移动平台设备扫描到该标识时，能提取其信息，并在无线网络环境下，从 BIM 数据库中获取其他相关属性信息。

5、海量运维信息的动态关联技术

面向海量的施工和运维信息，针对机电设备不同的系统划分，研究了其基于构件的信息动态成组技术与动态关联技术，并形成上下游动态模型，实现高效的信息检索、查询、统计、分析与应急预案决策支持。

3 系统的应用

系统的应用主要包括信息的共享与创建、知识库管理、信息的应用、物业的应用等方面。

3.1 信息的共享与创建

1、模型数据接口

通过开发 IFC 模型转换接口和导入接口，导入 Revit 模型中的几何信息及其所有属性信息。导入后的模型及其所有属性统一存储在服务器数据库中，形成永久的建筑电子信息库，对建筑信息进行了全面的备案，同时给物业人员在运营以及维护期间提供支持。所有的建筑信息可以在系统中进行查询、统计等操作，如图 3。

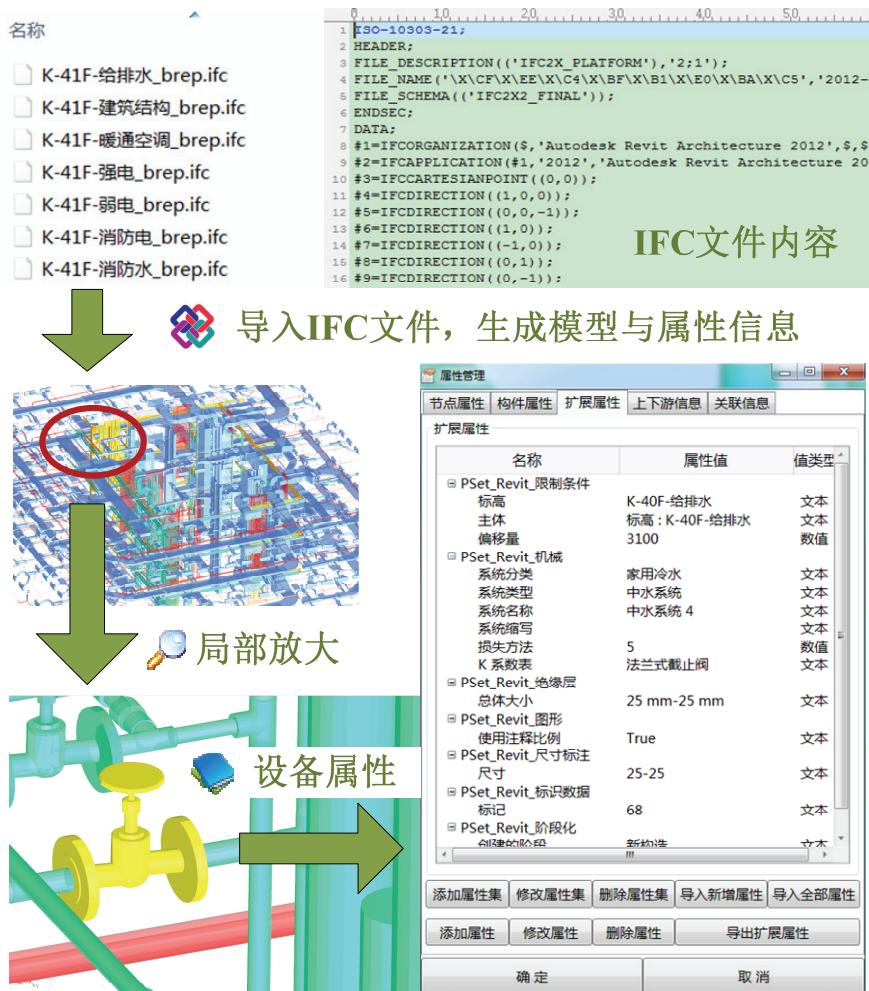


图 3 导入 IFC 生成模型、读取模型中数据

2、属性数据接口

数据录入是一项非常繁琐的工作，为了能够让用户方便、快捷的录入数据，我们的研发人员设计了多种录入数据的方式以满足用户的不同需求。主要是通过 excel 文件进行数据的导入，不同的导入方式 excel 文件的格式不一样，导入后的属性可以在构件的属性管理中进行查看。

导入数据有以下几种方式：

- 初始化常规属性，该功能可以给构件导入相同的属性以及属性值。用户可以按照图 4 的格式制定 excel 表格。从而实现数据的录入。

A	B	C	D	E
规格	指大小、尺寸等等			
		底部高程	数值	3500
		顶部高程	数值	4000
		当量直径	数值	686.7
		损耗系数	数值	0
		水力直径	数值	615.4
		剖面	数值	2
		面积	数值	1.919
		尺寸	数值	800*500
		宽度	数值	800
		高度	数值	500
		长度	数值	738
		总体大小	数值	800*500
		可用大小	数值	800*500

图 4 初始化常规属性的 excel 格式

b. 初始化特定属性，该功能是给单个构建添加固定的属性，用户按照图 5 的格式制定 excel 表格，实现数据的录入。

Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
所属位置			基础数据						安装信息		
区域	楼层	BIM 区域	防护等级	产品标准	安装规范	调试记录	型号	附属设备	安装方式	安装日期	安装人员
办公室顶部	38		IPV4	JG/T301-2011	GB50243-2002	链接	697322	VAV BOX	手动	2012.6.15	李健
办公室顶部	38		IPV4	JG/T301-2011	GB50243-2002	链接	697928	VAV BOX	手动	2012.6.15	李健
办公室顶部	38		IPV4	JG/T301-2011	GB50243-2002	链接	698115	VAV BOX	手动	2012.6.15	李健
办公室顶部	38		IPV4	JG/T301-2011	GB50243-2002	链接	701119	VAV BOX	手动	2012.6.15	李健
办公室顶部	38		IPV4	JG/T301-2011	GB50243-2002	链接	701442	VAV BOX	手动	2012.6.15	李健

图 5 初始化特定属性的 excel 格式

c. 覆盖导入。覆盖导入功能是将之前的节点属性全部删除，只保存此次导入的属性。按照图 6 的格式制定 excel 表格。

A	B	C	D	E	F
节点名称	属性集名称	属性集描述	属性名称	属性类型	属性值
矩形风管:半径弯头/T 形三通:697322	尺寸标注	几何尺寸	尺寸	数值	800*200
			宽度	数值	800
			高度	数值	200
			长度	数值	1697.7
	机械	机械相关数据	系统类型	文本	送风
			系统名称	文本	机械 送风
			底部高程	数值	3250
			顶部高程	数值	3450
			当量直径	数值	413.5
			损耗系数	数值	0
			水力直径	数值	320
			剖面	数值	1
			面积	数值	2.458

图 6 覆盖导入及增量导入的 excel 格式

d. 增量导入。增量导入功能是在之前的属性基础上增加此次导入的属性，导入的 excel 文件格式与覆盖导入的格式相同，如图 6。

3、构件上下游关系

在项目中，成千上万的构件形成了错综复杂的结构关系。为了更好的对构件进行管理，需要建立构件的上下游关系。我们把构件的控制构件叫做它的上游构件，把该构件控制的构件称为它的下游构件。例如：某些风管的上游构件为风机，下游构件为风阀。形成的上下游关系为后面的应急处理等功能使用。通过在图形平台中选择上下游构件建立上下有关系，如图 7 为上下游关系示意图。

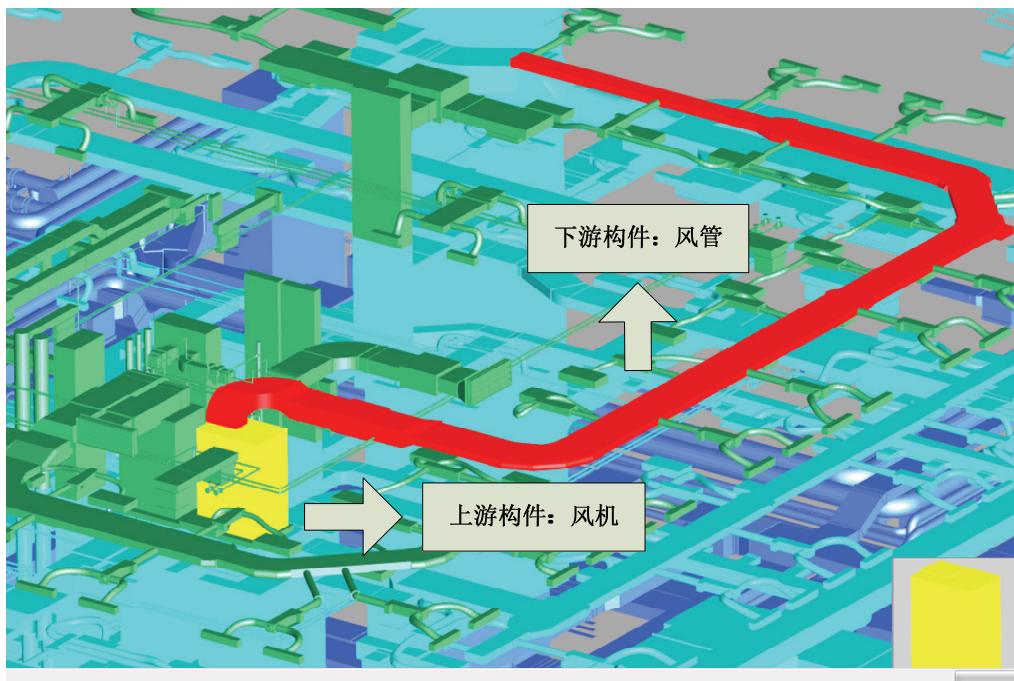


图 7 上下游关系

3.2 知识库管理

1、图纸管理

图纸管理中包含了与项目相关的所有图纸，按照图纸的不同用途以及所属不同的专业进行分类管理，同时实现了图纸与构件的关联，能够快速的找到构建的图纸。同时实现了三维视图与二维平面图的关联。用户通过选择专业以及输入图纸相关的关键字，快速的查找图纸，并且打开图纸，如图 8。

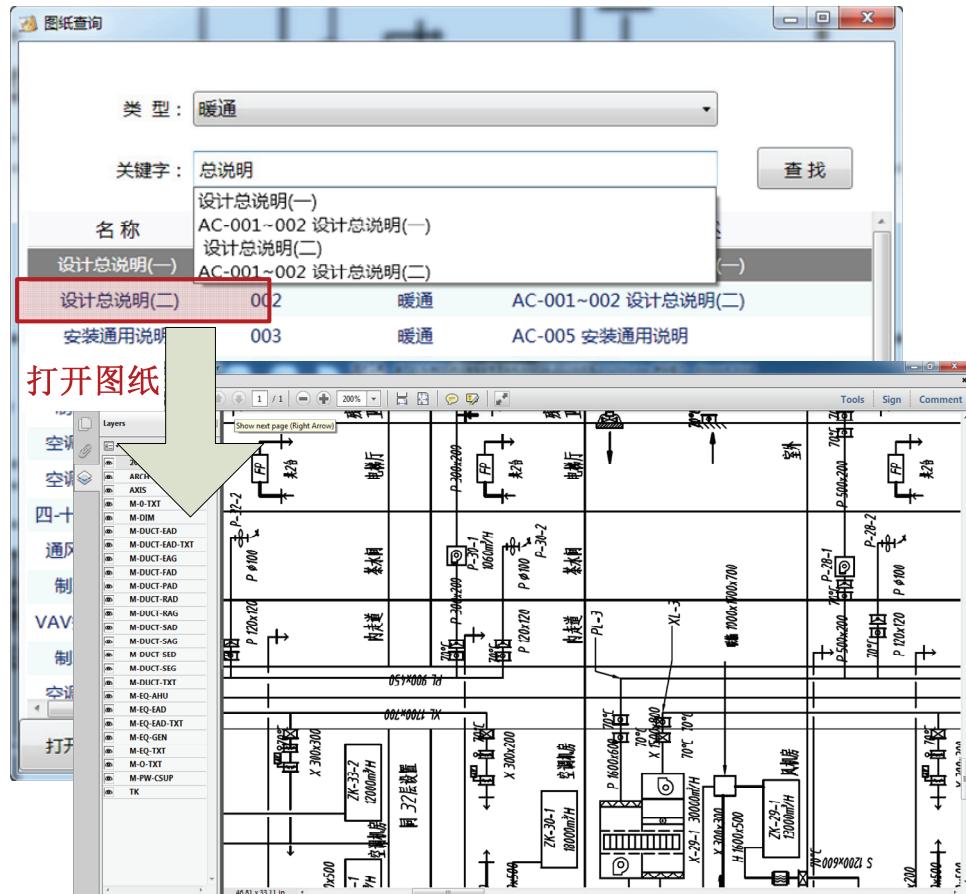


图 8 图纸管理

2、培训资料与操作规程

知识库中储存了设备操作规程、培训资料等等，当工作人员在操作设备遇到的过程中遇到问题时，可以在系统中快速的找到相应的设备操作规程进行学习，以免操作出错导致损失，同时在新人的培训以及员工的专业素质提升方面也提供资源支持，如图 9。

3、模拟操作

模拟操作是通过动画的方式更加形象、生动的去展现设备的操作、安装以及某些系统的工作流程等等。同时在内部员工的沟通上也有很大的帮助。模拟操作设置方式：添加模拟操作的名称，为该模拟操作设置构件模拟顺序，在设置模拟顺序时，用户可以通过设置每一步的颜色以及透明度，让模拟操作更加形象生动，如图 10。

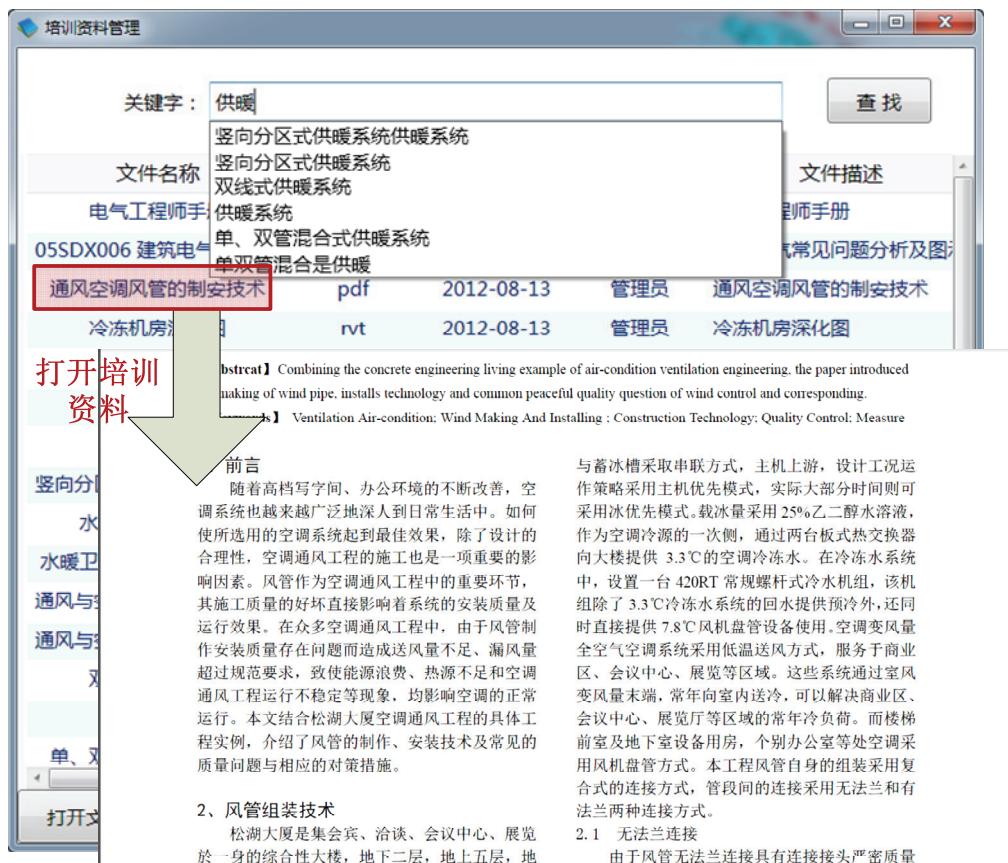


图 9 培训资料管理

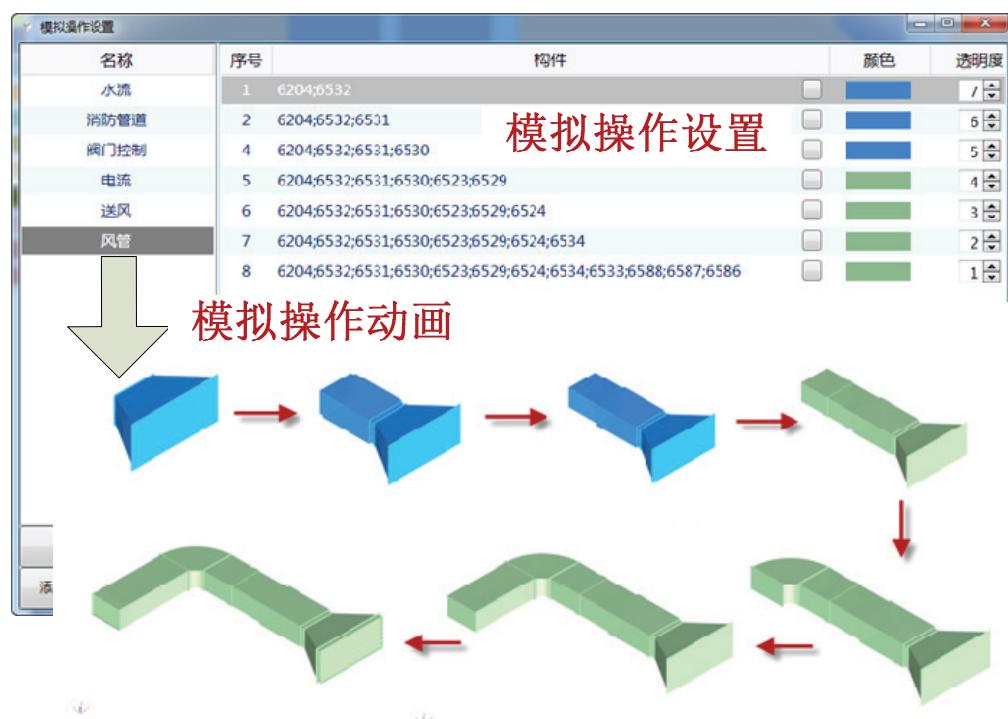


图 10 模拟操作

3.3 信息应用

1、信息检索

信息检索功能让用户快速的找到需要了解当前系统的构建信息、图纸信息、备品信息、附件信息等。从而更加清晰了解项目的规模以及项目当前信息情况，并且导出数据报表，如图 11。

2、关联查询

关联查询是指通过构建信息查找到与构建相关联的信息。例如：图纸、备品、附件等等。通过该功能能够实现快速的实现信息流的循环查询，更加方便用户的使用，如图 12。

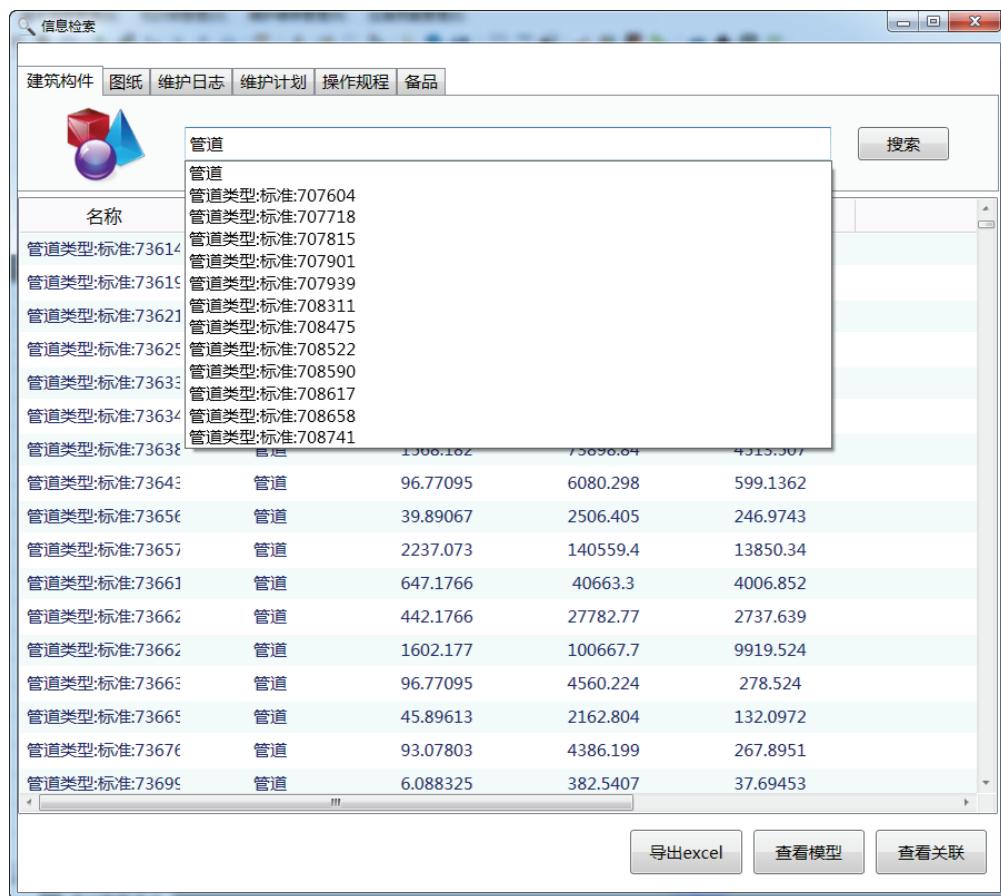


图 11 信息检索



图 12 查看关联信息

3、统计分析

统计功能可以让运维人员快速地了解到各个系统、各个构件当前的运行情况，为项目管理提供数据支持。用户通过选中不同的系统，根据该系统下构件属性值进行统计检索，下图是对暖通系统下具有底部高层属性的构件长度值为-6000—43740 的构件进行统计。用户还可以选择不同的表现形式（直方图、饼图、bar 图、线图、球图），如图 13。



图 13 统计图

3.4 物业应用

1、设备识别

移动设备扫描贴在设备上的二维码，读取二维码中的信息，根据二维码的信息获取远程数据库中的与该设备相关的信息，为施工人员提供支持，如图 14 所示。例如：在维护维修过程中，快速获取设备参数；在装修过程中，给装修工人提供帮助，使装修过程更加的高效，也避免不必要的事故的发生。

2、维护信息

物业人员对项目中需要进行定期维护的构件，在系统中为构件添加相应的维护计划，系统会按照该计划定期的提醒物业人员对构件进行日常的维护工作，如图 15。

- 维护计划，管理人员制定设备的维护计划。
- 维护提醒，根据制定的计划，系统将自动提醒维护人员进行构件维护。
- 维护日志，维护人员进行维护工作后，添加维护日志。

3、维修信息

当住户需要进行维修时，物业管理人员根据报修的项目进行维修。并且查询备品库中该构件的备品数量，提醒采购人员制定采购计划，维修完成后，录入维修日志。并且记录此次使用备品的数量，备品库中对应的备品减少，如图 16 所示。



图 14 设备识别



图 15 维护流程

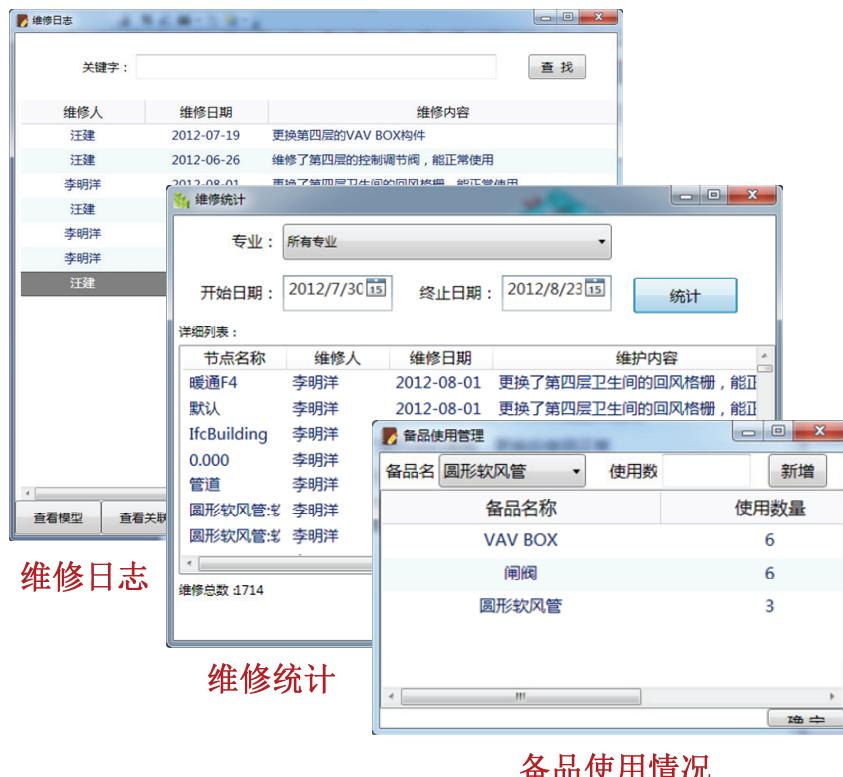


图 16 维修日志

4、应急处理

当出现紧急情况时，物业管理人员携带移动设备进入到现场进行紧急处理，移动设备通过接收 RFID 信号或者是扫描二维码获取出现问题构件信息以及其上下游的信息。快速的找到解决方案，同时也可以将计算机带入现场，通过模型定位，找到构件以及其上下游构件在三维模型中的位置，从而辅助现场操作人员更加方面、准确的处理紧急事件。操作过程包括以下三步，如图 17 所示。

第一步，扫描出现故障的构件。

第二步，移动终端获取该构件信息，或者通过计算机在图形平台定位该构件。

第三步，通过移动设备进行构件图纸定位。

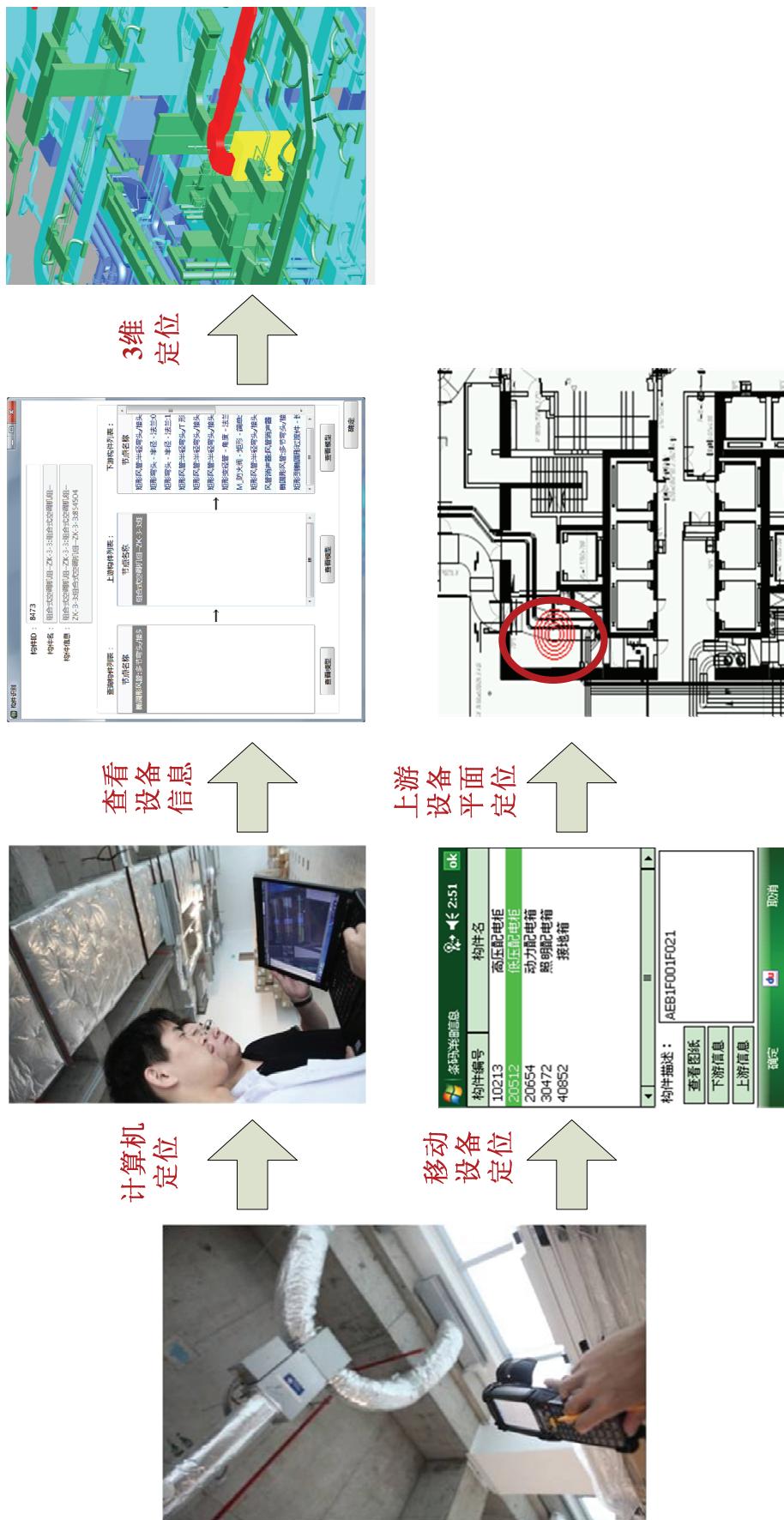


图 17 构件定位

4 运行环境

4.1 系统运行的硬件环境

服务器：1.8G CPU；4G 内存；1T 硬盘。

客户端：2.0G CPU；8G 内存；500 G 硬盘；1G 显卡。

网 络：100M/1000M 局域网。

4.2 系统运行的软件环境

服务器：Windows 2003 Server 或 Windows 2008 Server；Microsoft SQL Server 2005 或 Microsoft SQL Server 2008。

客户端：Windows XP 或 Windows 7，64 位操作系统；.Net framework 3.5 或以上。

移动终端：Windows mobile

5 联系信息

清华大学土木工程系 胡振中 博士/讲师

地址：清华大学土木工程系/清华大学深圳研究生院

邮编：100084 / 518055

电话：010-62782706 / 0755-26036358

Email：huzhenzhong@tsinghua.edu.cn

中建三局第一建设工程有限责任公司 王亮 高级工程师

地址：武汉市东西湖区东吴大道特 1 号

邮编：430040

电话：027-83261611

Email：15927006005@163.com