

DIANLI JIANSHE GONGCHENG BIM JIANMO

电力建设工程 BIM建模

刘 睿 胡晓强 马 健 著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANLI JIANSHE GONGCHENG BIM JIANMO

电力建设工程 BIM建模

刘 睿 胡晓强 马 健 著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以 REVIT 软件为平台,介绍电力工程中 BIM 建模技术,并特别强调电力工程建模的特点和流程,同时,以 35kV 变电站项目为例,详细介绍该项目的建筑、结构部分的建模过程和具体操作步骤,并对电力工程所特有的部分电力族库和场地建设做详细讲解。

本书适合电力建设项目业主单位、设计院和施工单位等相关参建各方的技术管理人员阅读,也适合广大的电力工程建设从业者和 BIM 建模技术爱好者学习。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力建设工程 BIM 建模/刘睿,胡晓强,马健著. —北京:中国电力出版社, 2015.5

ISBN 978-7-5123-6717-3

I. ①电… II. ①刘…②胡…③马… III. ①电力工程-建筑设计-计算机辅助设计-应用软件 IV. ①TU271.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 249900 号

中国电力出版社出版、发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:关 童

责任印制:蔺义舟 责任校对:太兴华

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2015 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

787×1092 16 开本·14.25 印张·351 千字

定价:36.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

BIM（建筑信息模型）技术的推广和使用，是建筑领域的一次革命，它将成为项目管理强有力的工具。BIM 适用于项目建设的各阶段，可应用于项目全寿命周期的不同领域，包括设计、施工管理、物业和运营管理等。电力建设行业同样具有建筑业的特征，且因其投资大、技术密集、工程质量要求高，致使每一个电力建设项目都会受到当地政府及相关单位的高度关注，因此推广 BIM 技术，提高电力工程项目管理水平已经迫在眉睫。

BIM 技术在电力建设工程中应用的基础首先是建模。本书尝试以 35kV 变电站项目为例，介绍该项目的建筑部分、结构部分的建模过程和具体操作，本书还重点突出了电力建设工程的特殊性，对电力建设所特有的电力族库和场地建设进行了详细的阐述。

本书是建立在华北电力大学电力工程造价研究所近年来的持续大力研究的基础上完成的。参与本书编辑和校对工作的有沈华麟、许燕、何星雨、时旭、张跃、杜莉杰、储翰、赵春来、德格吉日夫、潘敬宇等人，在此，一并表示感谢。

由于本书作者水平有限，若有疏漏之处，还请读者多多批评指正！如有反馈意见，请联系 liurui@ncepu.edu.cn。

华北电力大学 刘睿

目 录

前言

第 1 章 电力工程 BIM 及 Revit 介绍	1
1.1 BIM 技术简介	1
1.2 BIM 在国内外的应用现状	1
1.3 BIM 在电力建设工程中的应用	3
1.4 本书所采用的软件——Revit	4
1.5 电力建设工程建模流程	5
第 2 章 建筑建模	7
2.1 Revit2014 基础	7
2.2 创建项目	9
2.3 创建标高和轴网	11
2.4 创建墙体	15
2.5 创建建筑柱	44
2.6 创建门窗	47
2.7 创建楼板和屋顶	57
2.8 创建室外地坪、楼梯和洞口	77
2.9 创建室外台阶和建筑构件	87
2.10 创建矩形梁	98
2.11 创建附属建筑物	107
2.12 创建房间和渲染	125
第 3 章 结构建模	150
3.1 创建结构样板	150
3.2 创建基础层	154
3.3 创建框架柱	166
3.4 创建框架梁	180
3.5 构件配筋	186
第 4 章 族与场地	194
4.1 创建门族	194
4.2 创建电气相关族	204
4.3 创建明细表	210
4.4 创建场地	215

第1章

电力工程 BIM 及 Revit 介绍

1.1 BIM 技术简介

BIM (Building Information Modeling) 即译为建筑信息模型, 该理念是由美国的别称“BIM之父”的 Chuck M. Eastman 教授提出的。其在 20 世纪 70 年代所出版的著作和论文中用到了建筑产品模型的概念, 但在当时这个概念实质上更接近于制造业产品数据模型。相比之下, 人们更认同的是 Jerry Laiserin 提出的 BIM 概念, 因为在他的文章中已经赋予 BIM “以数字形式表现建设过程和设施管理, 同时也是以数字形式进行建设过程以及设施管理的信息交流和相互操作”的内涵。随着时代的进步, 人们对于 BIM 的理解也逐渐完善, 目前相对完整的定义是美国国家 BIM 标准: “BIM 是设施物理和功能特性的数字表达; BIM 是一个共享的知识资源, 是一个分享有关这个设施的信息, 为该设施从概念到拆除的全寿命周期中的所有决策提供可靠依据的工程; 在项目的不同阶段, 不同利益相关方通过 BIM 中插入、提取和修改信息, 以支持和反馈各自职责的协同工作”。从定义中可以发现, 模型是 BIM 的结果, 而信息才是 BIM 的核心, 模型是信息的载体。

BIM 技术具有联动参数化设计、信息的整合和传递、信息的分析及利用的显著特点。这将明显改善现有二维图纸专业间协作性差、工程变更更多的现状, 不仅省时省力, 提高效率且节省成本, 带来效益。前期建立的信息模型不但能够应用于设计、施工阶段, 而且对于物业、运营、维护、拆除等阶段同样起到了巨大的帮助作用。可以说, 建筑信息模型适用于项目的全寿命周期。建筑信息模型的建立为所有项目参与方提供了一个信息交流和共享的平台, 这个平台汇集了建设项目所需的全部信息, 各方可以根据自身的需要获取有用的信息。同时, 运用 BIM 技术可以消除各种可能导致工期延误和造价浪费的设计隐患, 可以提高项目全寿命周期精细化管理水平, 进而大幅度提升项目效益。

因此, 国家在“十二五”规划中明确提出了加快推进建筑信息模型 (BIM) 在工程中的应用, 推动信息化标准建设, 高度关注建筑信息化发展。电力建设行业同样具有建筑业的特征, 因其投资大、技术密集、对工程质量要求高, 每一个电力建设项目都会受到当地政府及相关单位的高度关注。推广 BIM 技术, 提高电力工程项目管理水平已迫在眉睫。

1.2 BIM 在国内外的应用现状

1. 国外应用状况

BIM 最早从美国发展起来, 随着全球化的进程, 已经扩展到了欧洲、日本、韩国、新



加坡等国家，目前这些国家的 BIM 发展和应用都达到了一定水平。

美国是最早启动建筑业信息化研究的国家，发展至今，BIM 研究与应用都走在世界前列。目前，美国大多建筑项目已经开始应用 BIM。BIM 的应用点种类繁多，而且存在各种 BIM 协会，同时还出台了各种 BIM 标准。威斯康辛州、德克萨斯州已相继要求对新建大型公共建筑项目和州政府投资项目应用 BIM 技术。美国麦格劳·希尔公司对 BIM 在北美的应用情况展开调查，2009 与 2012 年的数据如图 1.2-1 所示，由图可知 BIM 技术在北美的影响范围正在不断扩大。

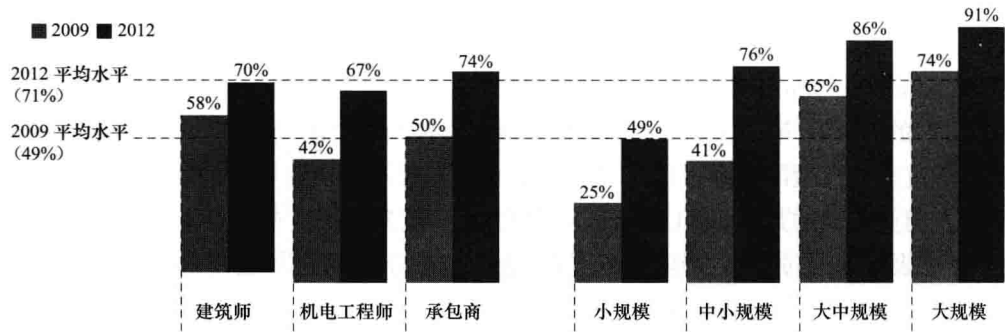


图 1.2-1 北美 BIM 应用情况

为了促使 BIM 在韩国落地，韩国政府正在计划开发 BIM 设计成果检验工具。2014 年韩国将推进“第四个建筑业信息化基本计划”的实施，其中就包括了“积极推进 BIM 标准及设计成果检验工具的开发”，该计划将推动韩国 BIM 行业乃至整个建筑业的发展。

在 2011 年，新加坡建筑管理署发布了新加坡 BIM 发展路线规划，明确提出要推动整个建筑业在 2015 年前广泛使用 BIM 技术。新加坡建筑管理署分析了当前面临的挑战，并制订了相关策略，见表 1.2-1。

表 1.2 - 1		新加坡 BIM 发展策略		
挑战	需求不足	墨守成规	学习效率低	人才匮乏
策略	政府牵头	扫除障碍	开设课程、组织学习	
	树立标杆	设立 BIM 基金项目		

2. 国内应用状况

我国的 BIM 技术应用起步较晚，民用建筑工程从 2003 年起引入 BIM 技术，且多数研究是基于国外 BIM 的研究成果的学习、参考和借鉴。目前，国内 BIM 项目主要以民用建筑、公共建筑为主，比如望京 SOHO、天津永利大厦、杭州国际博览中心、上海轨道交通 12 号线等。

目前国内很多诸如达索 BIM、鲁班、广联达、柏幕进业等 BIM 公司在技术和软件上不断推陈出新，在设计、施工、运行维护、工程造价等管理领域不断创新，开创了一条符合中国国情的 BIM 道路。

除了前期软件厂商的大声呼吁外，政府相关单位、各行业协会、设计单位、施工企业、科研院校等也开始重视并推广 BIM。最早是设计院、施工企业和咨询机构对 BIM 进行一些



尝试，最近几年，业主对 BIM 的认知度也在不断提升。SOHO 房地产已将 BIM 作为 SOHO 未来三大核心竞争力之一；万达、龙湖等大型房地产开发公司都在积极探索应用。BIM 已经是企业参与工程项目的门槛，上海中心和上海迪士尼等大型项目要求在全生命周期中使用 BIM，其他项目中也逐渐将 BIM 写入招标文件，或者将 BIM 作为技术标的亮点。目前，大中型设计企业基本上拥有了专门的 BIM 团队，有一定的 BIM 实施经验；施工企业起步略晚于设计企业，不过不少大型施工企业也开始了对 BIM 的实施与探索，也有一些成功案例；运行维护阶段的 BIM 还处于探索研究阶段。

2012 年 1 月，我国住房和城乡建设部印发了《2012 年工程建设行业标准规范制订修订计划》，意味着中国 BIM 标准制订工作的正式启动。此通知涉及 BIM 模型应用标准、存储标准、交付标准、分类与编码标准等，其中模型应用标准，邀请了业内相关软件厂商、设计、施工等多家单位参与课题研究，称之为“千人千标准”的模式。

1.3 BIM 在电力建设工程中的应用

现代电力系统集成发电、输电、变电、配电的高度自动化大系统，电力建设工程种类多，项目庞大，涉及的专业繁多，参与方多，电力建设工程项目分类如图 1.3-1 所示。

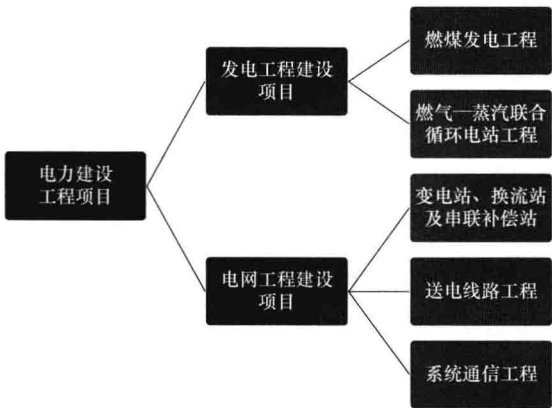


图 1.3-1 电力建设工程项目分类

电力建设工程项目具有建设周期长，投资额巨大，整体性和受环境制约性强，与国民经济发展水平关系密切等特点。在设计到运行过程中任何一个环节出现失误、工程变更等都会对整个项目的进度、质量、成本造成损失，损害项目参与方的利益，影响国民经济发展。在电力行业如何提升工作效率、降低错误率、提高管理质量以及信息共享等问题已迫在眉睫。这就决定了将 BIM 引入到电力工程项目中是电力行业发展的必然趋势。

BIM 体系下的信息是从前期规划开始，一直到建筑的拆除，期间不断被各种角色的使用者使用、修改、丰富和传递，正是因为这些使用者循环不断地对信息的利用，才使得信息的使用效率提高了，同时也增加了信息的价值。电力建设项目中，有业主、投资方、设计方、施工方等多个参与方，每个参与方角色不同，对问题的关注点不同，对信息的需求也不相同。传统模式下，每个参与方之间信息共享率低，参与方在保护了信息优势的同时，也屏蔽了一部分值得借鉴的有效资源；以致形成了信息孤岛，上下游信息不对等。BIM 体系下，信息的共享成为主流思想，大家坐在同一个平台上共享信息，实现对信息的共同开发和利用，在节约资源的同时也促进了信息的高效利用。

根据电力建设过程的进展情况，我国一般将其分为四个阶段：前期规划、设计阶段、施



工阶段、运营维护阶段。不同的项目阶段所需信息不同，在进程中任一阶段对其前一阶段的信息都是利用和丰富的过程。

项目的不同参与方，在项目的不同阶段都需要通过模型来提取所需要的信息，所以一切 BIM 在项目中的应用都要以模型开始。本书将以钨矿 35kV 变电站为例介绍电力建设工程项目的建模。

1.4 本书所采用的软件——Revit

BIM 体系下涉及很多软件，主要有核心建模软件、分析软件、项目管理软件、工程造价软件等，通过这些软件的协同工作和软件之间的信息交互实现工程信息化。其核心建模是整个软件链条的灵魂，核心建模软件的图元表达和信息集成直接决定了后期信息利用的效率。本书中的项目主要采用了 Autodesk 公司的 Revit 系列软件。

Revit 软件平台对于建筑构件的划分与造价软件的不同，Revit 从 2010 版开始，将软件分成了 Revit Architecture、Revit Structure、Revit MEP 三个子软件，分别负责建筑、结构、机电的建模和表现。三个子软件中，需求不同，着重点也不同，软件通过三种不同的样板来体现。例如，在 Revit Architecture 中，表现的对象主要是各种门窗样式、楼梯样式、复杂幕墙的样式，以及不同风格家具和装饰样式等，且其建模选项卡中，是没有梁和承重柱等命令的（图 1.4-1）。



图 1.4-1 建筑模块命令选项卡

同样，在 Revit Structure 中，软件着重强调了结构的建模，如梁、板、柱、墙的建模。混凝土构件选中时会出现添加钢筋的选项卡；钢结构建筑建模时则可以创建桁架、节点螺栓等结构（图 1.4-2）。在 Revit MEP 中，对给水排水、暖通、电气专业建模进行了加强，相关的选项卡也符合各专业的需求，如图 1.4-3 所示。



图 1.4-2 结构模块命令选项卡



图 1.4-3 机电模块命令选项卡

从 2013 版开始，Revit 软件将三个子软件合并到一个软件中，名字直接叫做 Revit，只是软件仍然保留了四个项目样板（增加了构造样板，着重于施工方向）。除此之外，Revit 创新性地将“族（FAMILY）”的概念引入，将每一个族构建成一个小的信息集成，通过族构

件的拼装，实现大项目的信息模型的构建。Revit 软件的绘图建模能力远远优于国内的算量建模软件，其丰富的自定义族为工程信息的表达提供了可能性。

当然，Revit 也有其弊端，它对计算机配置的要求很高，对于复杂的模型至少需要 i7 处理器和 16G 内存才能自如转动模型。

1.5 电力建设工程建模流程

电力工程包括电源、电网、输电、配电工程等，其中，在我国电源以火电项目为主，电网项目中以变电站项目为主。其中，变电站项目的主体结构与民用建筑基本相似，但其开关量、泵房、消防水池和事故油池等又有别于一般的民用建筑。

变电站主体建筑建模分为建筑建模和结构建模。建筑建模包括墙体、构造柱、圈梁、门窗和屋顶等图元；结构部分主要是构件梁板柱的创建及钢筋的配置；其次还有附属建筑物和电气参数化族。变电站具体建模流程如图 1.5 - 1 所示。

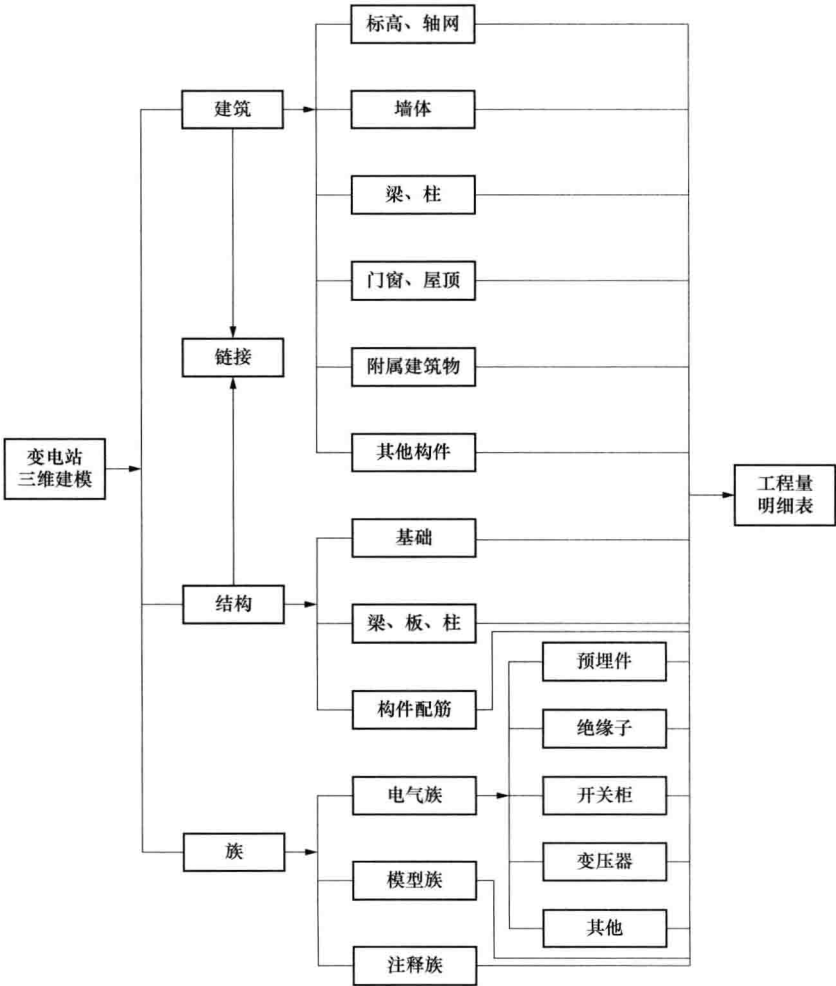


图 1.5 - 1 变电站具体建模流程



本书立足于技术发展的前沿，以 BIM 技术为主题，深入阐述了 BIM 技术在电力建设工程建模中的具体应用。从项目划分到工程量明细表，丰富电力建设族库，以阶段参数的设置解决变电站功能分区问题。

笔者在项目实施过程中不断摸索、不断尝试，发现很多问题，这些问题包括建模及模型表达等方面。由于团队力量有限，未能全部解决，希望其他研究者或实践者能够找出答案。

母线、电缆、连接导线、接地引下线等在 Revit 中的表现形式有待于进一步试探和研究，本书中用自适应族基本可以达到要求，期待更好的表现形式；金具类型较多，形成系列族个数众多；金具需要自动识别导线（类似于阀门识别管道）；Revit 平台的电力工程族构件缺乏，且不同等级不同厂商变压器变化很大，难以参数化建模；变电站楼板相对复杂，火电汽轮机基础、翻车机、烟囱等主体结构极其复杂；Revit 钢筋建模相对薄弱，若想达到建筑结构要求，耗时很多且不能完全达到精度要求，对结构部分建模造成很大的困难，尤其是异形结构钢筋配置更为复杂，为以后的推广造成困难。本文中运用 Revit 插件 Extensions 进行配筋，然后再对个别钢筋在属性面板中修改相应属性，但此方法耗时很多，精度很难达到要求。

第2章

建筑建模

本章从项目创建开始直至视图渲染,详细介绍了变电站建筑建模流程。无论哪个项目,建筑都是其最基础、最重要的部分,建筑样式一旦确定,将会影响结构、水电暖电等后期工程的排列位置,建筑建模是整个项目的起始工作。

2.1 Revit2014 基础

1. Revit2014 的启动

与其他 Windows 安装软件一样,安装好 Revit2014 后,双击桌面快捷图标启动 Revit2014。

打开后,显示“最近使用的文件”界面,如图 2.1-1 所示。

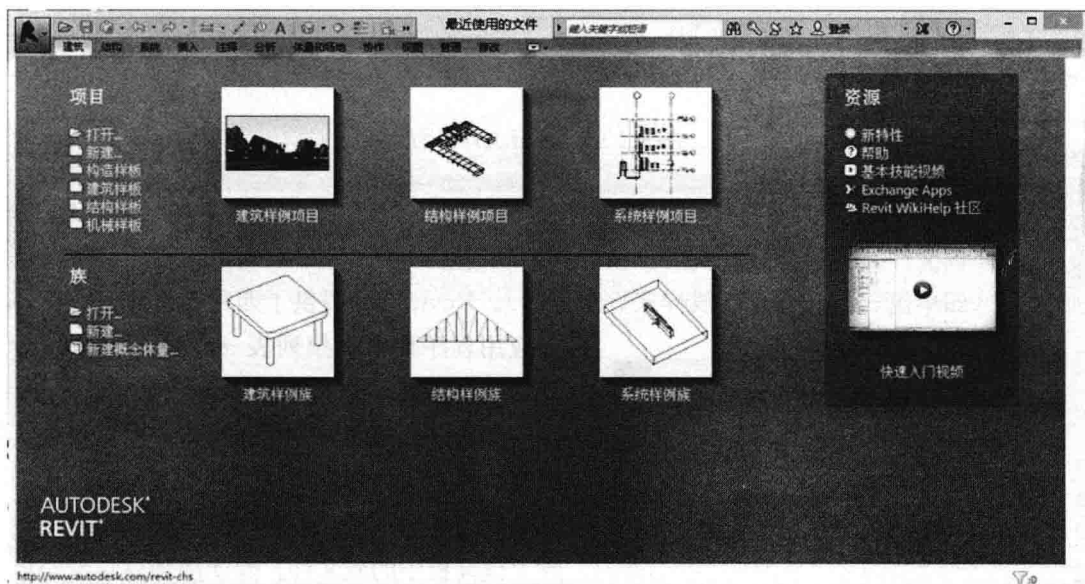


图 2.1-1 “最近使用的文件”界面

该界面包含了建筑、结构、系统等选项卡,按时间顺序排列的项目文件和族文件的缩略图及名称,项目文件和族文件的命令选项、资源栏等工具。点击左上方下拉箭头→“选项”,可以对 Revit 界面进行个性化设置。



2. Revit2014 的界面

启动 Revit2014 后, 单击“最近使用的文件”界面的“建筑样例项目”, 打开项目文件, Revit2014 将进入项目查看与编辑状态, 其界面如图 2.1-2 所示。

如果软件没有自动弹出“属性面板”和“项目浏览器”, 我们可以手动将其打开。单击“选项卡”中的“视图”→“窗口”面板中“用户界面”下拉箭头, 勾选需要的功能即可。

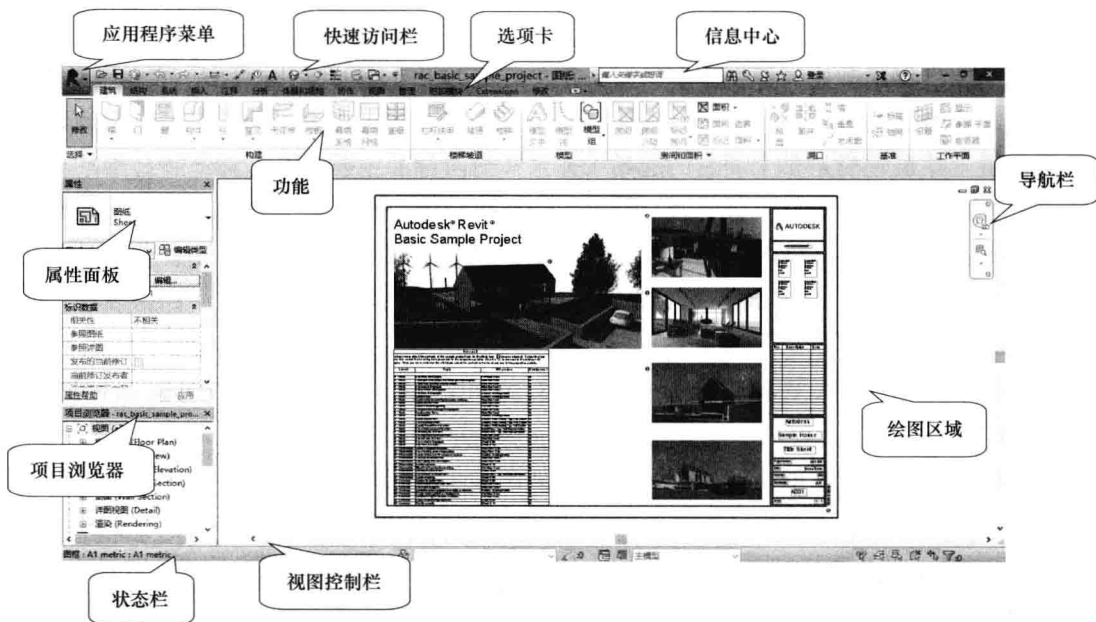


图 2.1-2 项目文件界面

3. 重要概念和基本文件格式

(1) 样板文件。项目样板提供了项目的初始状态, 样板文件中定义了新建项目中默认的初始参数(如单位、填充样式、线样式、线宽等)。Revit2014 提供了四种自带样板文件, 单击应用程序菜单下拉列表→新建→项目, 会出现新建项目对话框, 如图 2.1-3 所示。

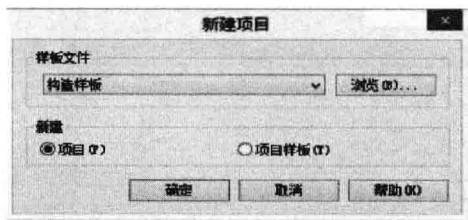


图 2.1-3 新建项目对话框

(2) 族。在 Revit2014 中, 基本的图形单位(如墙、门、窗等)被称为图元, 这些图元都是使用族来创建的。族是一种参数化的组件, 它包括许多可以自由调节的参数, 这些参数控制着图元在项目中的尺寸、材质、位置等信息。族是 Revit Architecture 的设计基础和精髓所在。



(3) 基本文件格式。

1) RTE 格式。Revit 的项目样板文件格式包含项目单位、注释信息、线型、线宽、线样式等内容,用户可自行定义项目样板文件。

2) RVT 格式。Revit 生成的项目文件格式包含项目所有的建筑模型、视图、图纸等内容,可使用 RTE 文件来创建项目文件,编辑完成后保存为 RVT 格式文件。

3) RFT 格式。Revit 中可载入族的样板文件格式,新建族时首先要选择合适的族样板文件。

4) RFA 格式。Revit 中可载入族的文件格式,用户可以根据自己的需要创建不同的族文件,以便在项目中使用。

4. 基本建模流程

在建筑建模时,基本流程是选择项目样板→创建项目→确定标高、轴网→创建墙、门、窗、柱、楼板、屋顶等构件→创建场地、地坪等构件→对视图细节进行调整和美化→添加注释信息→对模型进行渲染,与其他软件进行交互。

2.2 创建项目

► 步骤 01

启动 Revit2014,单击“项目”选项栏中“建筑样板”,使用软件自带样板建立新项目,打开时界面如图 2.2-1 所示。单击应用程序菜单→“另存为”→“项目”,修改文件名为 35kV 变电站建筑模型,文件类型为 .rvt,选择适当的位置单击保存。

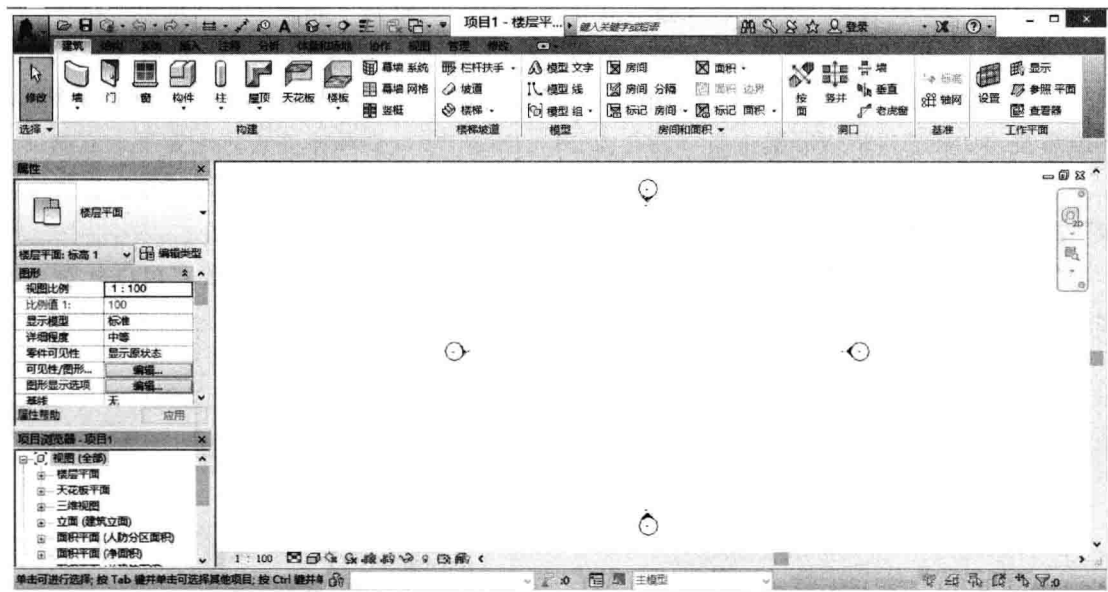


图 2.2-1 新建项目界面



步骤 02

回到 Revit 界面，单击“管理”选项卡，在“设置”面板中单击“项目单位”，打开“项目单位”对话框，如图 2.2-2 所示。

由图 2.2-2 可知，项目长度单位为 mm，面积单位为 m^2 ，体积单位为 m^3 。验证默认单位名称，单击“确定”退出。

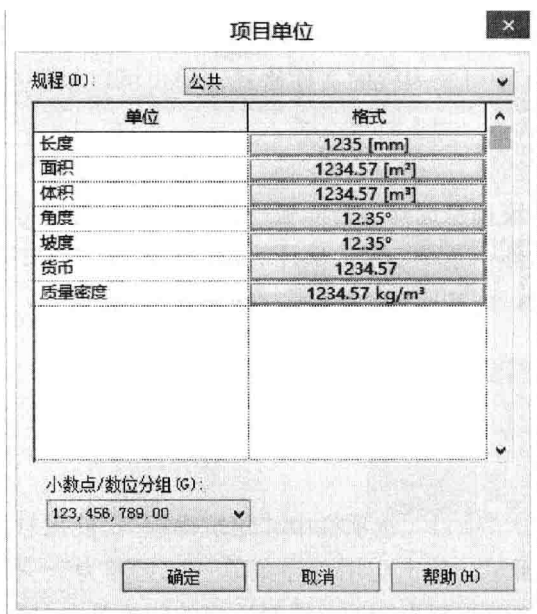


图 2.2-2 项目单位对话框

步骤 03

单击应用程序菜单下拉箭头，单击“选项”，弹出选项对话框，单击“保存提醒间隔”下拉箭头，如图 2.2-3 所示。

用户可以根据自己的需求选择保存提醒间隔时间，这里选择“不提醒”。“与中心文件同步”提醒间隔设置协同一致。

“选项”对话框还包括“用户界面”、“图形”、“文件位置”等选项，读者可以任意单击尝试修改。

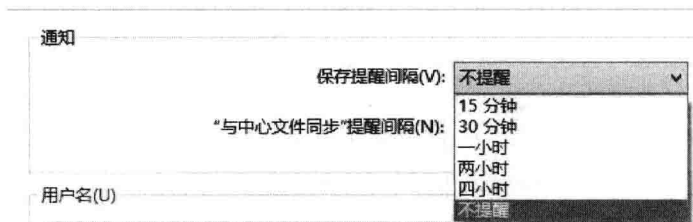


图 2.2-3 设置保存提醒时间



2.3 创建标高和轴网

1. 创建标高

➤ 步骤 01

接 2.2 节内容，单击“项目浏览器”中“立面（建筑立面）”前面的图标，展开立面视图，双击“南”立面视图名称，切换至南立面视图。

➤ 步骤 02

用鼠标左键双击“标高 1”，进入文本编辑状态，输入“F1”。弹出“是否希望重命名相应视图？”对话框，选择“是”，完成编辑。

➤ 步骤 03

按照上面步骤，修改“标高 2”为“F2”。移动鼠标指针至 F2 标高值位置，双击标高值，进入标高值编辑状态，输入“4.450”，按回车键确认。修改完成时，如图 2.3-1 所示 F2 标高将自动调整位于 F1 标高之上 4.45m 处。



图 2.3-1 修改标头及间距

➤ 步骤 04

单击“建筑”→“基准”选项卡“标高”工具，进入“修改 | 放置标高”上下文选项卡，将鼠标指针移至 F2 标高左侧。当出现标志时，垂直向上移动鼠标，输入数字“3950”，按回车键确认输入，如图 2.3-2 所示。水平向右移动鼠标（可以按住 Shift 键，此时只能在水平或垂直方向上画线），当与 F1、F2 对齐时，单击鼠标左键放置 F3 标高，在标头上方会自动显示标高值，按 Esc 键两次退出，如图 2.3-3 所示。

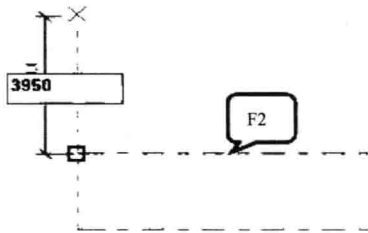


图 2.3-2 设置标高间距

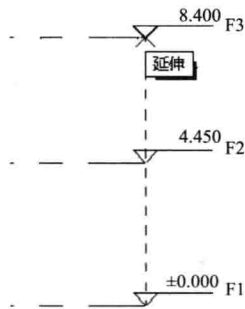


图 2.3-3 放置标高 F3

➤ 步骤 05

按照上述步骤放置标高 F4，其与 F3 标高相差 1200mm。至此完成变电站项目标高设



置,如图 2.3-4 所示。

注:标高值默认单位为 m,其余数字单位为 mm。

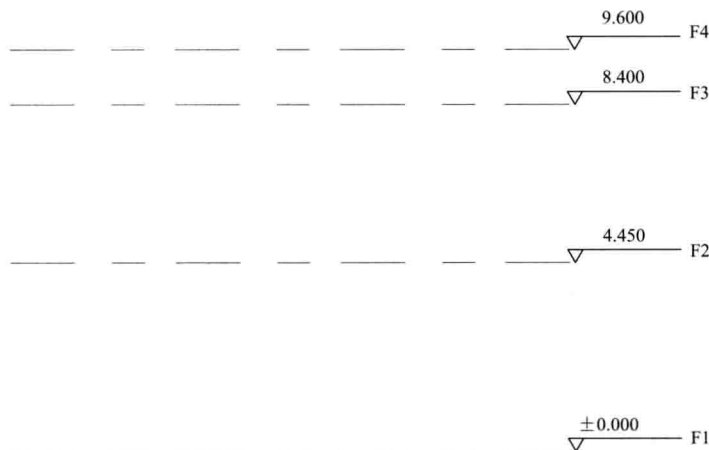


图 2.3-4 项目标高

2. 创建轴网

➤ 步骤 01

接上面练习,单击“项目浏览器”中“楼层平面”前图标,展开楼层平面,双击“F1”,切换至 F1 楼层平面视图。

若“项目浏览器”中没有创建楼层平面视图,可以单击“视图”选项卡→“平面视图”下拉列表→“楼层平面”,弹出“新建楼层平面”对话框,选择需要创建平面视图的标高,单击“确定”即可。

➤ 步骤 02

单击“建筑”选项卡,“基准”面板中“轴网”工具,在视图左上角空白处单击,作为轴线起点,向下移动鼠标指针,在空白位置点击鼠标左键完成该 1 轴线放置。单击“属性”面板中“编辑类型”,打开“类型属性”对话框,该对话框给出了所画轴线的族名称、类型名称、类型参数等信息。单击“轴线中段”下拉箭头,选择“连续”,如图 2.3-5 所示。

参数	值
图形	
符号	符号_单圆轴号:宽度系数 0.65
轴线中段	
轴线末段宽度	连续
轴线末段颜色	无
轴线末段填充图案	自定义
轴线末段长度	25.0
平面视图轴号端点 1 (默认)	☐
平面视图轴号端点 2 (默认)	☒
非平面视图符号(默认)	底

图 2.3-5 修改轴线中段连接方式