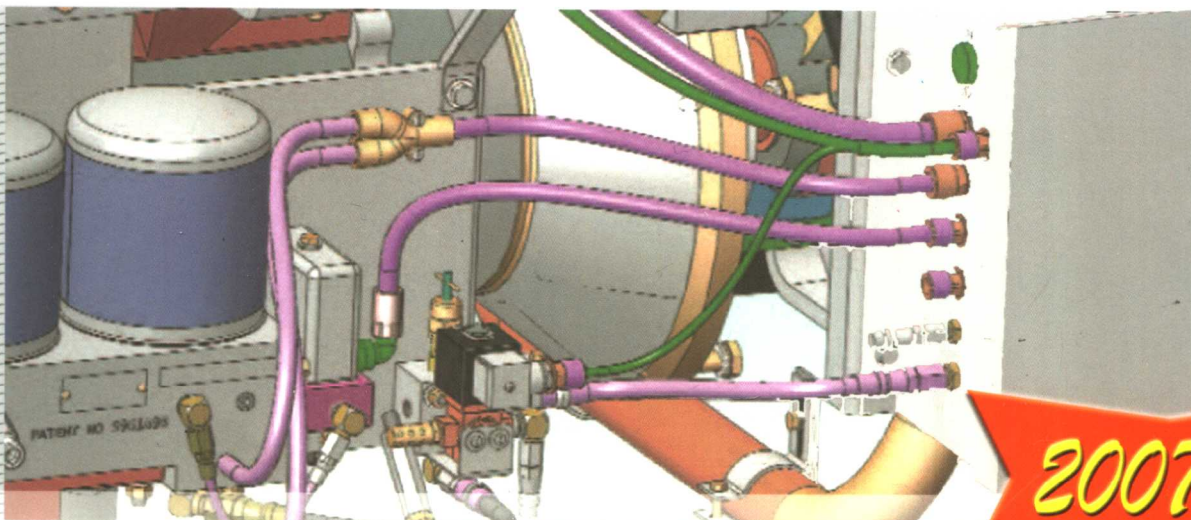




SolidWorks® 公司原版系列培训教程
CSWP 全球专业认证考试培训教程



2007 版

TRAINING

SolidWorks® 高级教程： 管道与布线

(美) SolidWorks®公司 著

叶修梓 陈超祥 主编

杭州新迪数字工程系统有限公司 编译

配有教案、实例、练习

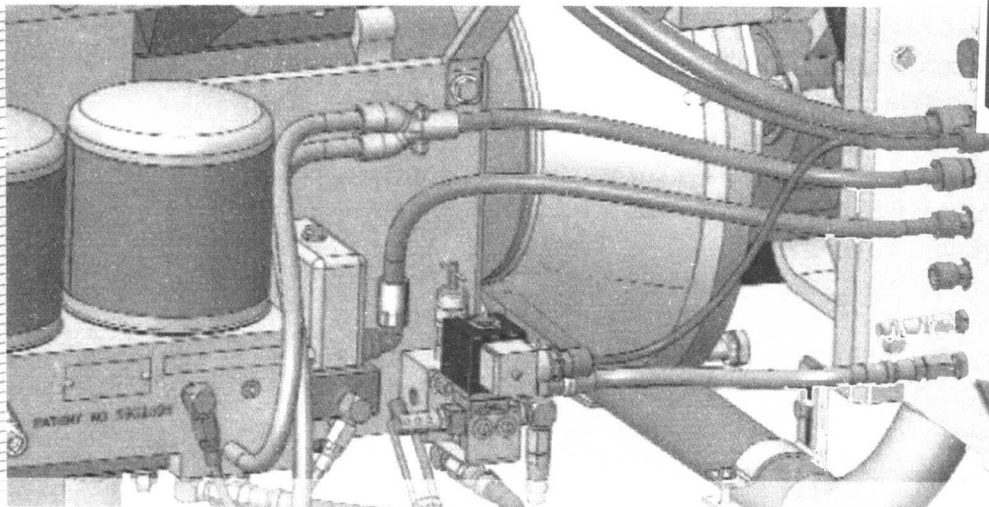
 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





SolidWorks® 公司原版系列培训教程
CSWP 全球专业认证考试培训教程

TP391.72/427D
:8
2008



2007 版

SolidWorks® 高级教程： 管道与布线

(美) SolidWorks®公司 著
叶修梓 陈超祥 主编
杭州新迪数字工程系统有限公司 编译
彭维 陈博 审校

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

《SolidWorks®高级教程:管道与布线》(2007版)是根据 SolidWorks 公司发布的《SolidWorks 2007 Training Manuals:SolidWorks Routing》编译而成的,着重介绍了使用 Routing 软件进行电力线路、管筒、管道的步路设计。本书还详细介绍了管路设计库的使用及线路、管路装配体的工程图展开。

本套教程在保留了原版教程精华和风格的基础上,按照中国读者的阅读习惯进行编译,配套教学资料齐全,适于企业工程设计人员和大专院校、职业院校相关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

SolidWorks®高级教程:管道与布线/(美)SolidWorks®
公司著;杭州新迪数字工程系统有限公司编译. —北京:
机械工业出版社, 2008. 2
(SolidWorks®公司原版系列培训教程)
CSWP 全球专业认证考试培训教程
ISBN 978-7-111-23020-5

I. S… II. ①S…②杭… III. ①计算机辅助设计—应用
软件, SolidWorks—技术培训—教材②电力系统—系统设计—
计算机辅助设计—应用软件, SolidWorks—技术培训—教材
IV. TP391.72 TM7-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 190541 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐 彤 责任编辑:郎 峰

责任校对:姜 婷 责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

210mm×285mm·11.25 印张·327 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-23020-5

ISBN 978-7-89482-503-2(光盘)

定价:36.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379083

封面无防伪标均为盗版

序

尊敬的大中国区 SolidWorks 用户：



► SolidWorks 公司首席执行官
John McEleney 先生

SolidWorks 公司很高兴为您提供这套最新的 SolidWorks 公司中文原版系列培训教程。我们对中国市场有着长期的承诺，自从 1996 年以来，我们就一直保持与北美地区同步发布 SolidWorks 3D 设计软件的每一个中文版本。

我们感觉到 SolidWorks 公司与大中国区用户之间有着一种特殊的关系，因此也有着一份特殊的责任。这种关系是基于我们共同的价值观——创造性、创新性、卓越的技术，以及世界级的竞争能力。这些价值观一部分是由公司的共同创始人之一李向荣 (Tommy Li) 所建立的。李向荣是一位华裔工程师，他在定义并实施我们公司的关键性突破技术以及在指导我们的组织开发方面起到了很大的作用。

作为一个软件公司，SolidWorks 致力于带给用户世界一流水平的 3D CAD 工具 (包括设计、分析、产品数据管理)，以帮助设计师和工程师开发出更好的产品。我们很荣幸地看到中国用户的数量在不断增长，大量杰出的工程师每天使用我们的软件来开发高质量、有竞争力的产品。

目前，中国正在经历一个迅猛发展的时期，从制造服务型经济转向创新驱动型经济。为了继续取得成功，中国需要最佳的软件工具。

SolidWorks 2007 是我们最新版本的软件，它在产品设计过程自动化及改进产品质量方面又提高了一步，该版本提供了许多新的功能和更多提高生产效率的工具，可帮助机械设计师和工程师开发出更好的产品。

现在，我们提供了这套中文原版培训教程，体现出我们对中国用户长期持续的承诺。这些教程可以有效地帮助您把 SolidWorks 2007 软件在驱动设计创新和工程技术应用方面的强大威力全部释放出来。

我们为 SolidWorks 能够帮助提升中国的产品设计和开发水平而感到自豪。现在您拥有了最好的软件工具以及配套教程，我们期待看到您用这些工具开发出创新的产品。

此致

敬礼！

John McEleney

SolidWorks 公司首席执行官

2006 年 8 月 24 日

前 言

SolidWorks 公司是一家专业从事三维机械设计、工程分析、产品数据管理软件研发和销售的国际性公司。SolidWorks 软件以其优异的性能、易用性和创新性，极大地提高了机械设计工程师的设计效率和质量，目前已成为主流 3D CAD 软件市场的标准，在全球拥有超过 50 万的用户。SolidWorks 公司的宗旨是：*To help customers design better products and be more successful*——让您的设计更精彩。

“SolidWorks® 公司原版系列培训教程”是根据 SolidWorks 公司最新发布的 SolidWorks 2007 软件和 COSMOS 2007 软件的配套英文版培训教程编译而成，也是 CSWP 全球专业认证考试培训教程。本套教程是 SolidWorks 公司唯一正式授权在中国大陆出版的原版培训教程，也是迄今为止出版的最为完整的 SolidWorks 系列培训教程，共计 11 种，其中“COSMOS 系列”、“产品数据管理”、“管道与布线”、“高级曲面”都是第一次奉献给中国读者。

本套教程详细介绍了 SolidWorks 2007 软件和 COSMOS 2007 软件的功能，以及使用该软件进行三维产品设计、工程分析的方法、思路、技巧和步骤。值得一提的是，SolidWorks 2007 不仅在功能上进行了 200 多项改进，更加突出的是它在技术上的巨大进步与创新。推出的智能特征技术 SWIFT，可以更好地满足工程师的设计需求，带给新老用户更大的实惠！

智能特征技术 SWIFT 是 SolidWorks 2007 最重要的新增功能，目前包含了 FeatureXpert (特征专家)、MateXpert (配合专家)、SketchXpert (草图专家) 和 DimXpert (尺寸专家) 四个专家级智能系统。这些新功能和新技术，都将在本套教程中得以详细阐述。

《SolidWorks® 高级教程：管道与布线》(2007 版) 是根据 SolidWorks 公司发布的《SolidWorks 2007 Training Manuals; SolidWorks Routing》编译而成的，着重介绍了使用 Routing 软件进行电力线路、管筒、管道的步



叶修梓 博士



公司首席科学家
中国研发中心负责人



陈超祥 先生



公司大中国地区技术总监

路设计。本书还详细介绍了管路设计库的使用及线路、管路装配体的工程图展开。

本套教程在保留了原版教程精华和风格的基础上，按照中国读者的阅读习惯进行编译，使其直观、通俗，让初学者易上手，让高手的设计效率和质量更上一层楼！

本套教程由 SolidWorks 公司首席科学家叶修梓先生和大中国地区技术总监陈超祥先生担任主编，由杭州新迪数字工程系统有限公司常务副总经理彭维和陈博负责审校。

承担编译、校对和录入工作的是杭州新迪数字工程系统有限公司的技术人员，他们是王经纬、高崇辉、罗爱斌、周瑜、刘红政、姚倩等。杭州新迪数字工程系统有限公司是 SolidWorks 公司的密切合作伙伴，拥有一支完整的软件研发队伍和技术支持队伍，长期承担着 SolidWorks 核心软件研发、客户技术支持、培训教程编译等方面的工作。在此，对参与本书编译工作人员的辛勤工作表示诚挚的感谢。

由于时间仓促，书中难免存在着疏漏和不足，恳请读者和专家批评指正。

本书编译者的联系方式是：yexz@sindyware.com，pengw@sindyware.com。

叶修梓 陈超祥

2007 年 10 月

本书使用说明

关于本书

SolidWorks 2007 中提供了丰富的用于管路系统的工具，本教程将尽可能详细地介绍 SolidWorks 装配体环境下的命令和选项。但本教程不可能覆盖 SolidWorks 软件的每一个细节和各个方面，所以将重点向读者讲解成功创建装配体所必需的基本技术、工具和概念。本书作为帮助系统的一个有益的补充，不可能完全替代软件自带的在线帮助系统。在读者对 SolidWorks 软件的基本使用技能有了较好的基础之后，就能够参考在线帮助系统获得其他不常用命令的信息，进而提高应用水平。本教程的目的是为了让读者学会使用 SolidWorks 软件创建电力、导管、管筒和管道线路系统的功能。

前提条件

读者在学习本书前，应该具备如下经验：

- 机械设计经验。
- 使用 Windows 操作系统的经验。
- SolidWorks 建模、高级装配体的使用经验。
- SolidWorks 配置、设计库的使用经验。

本书编写原则

本书是基于过程或任务的方法而设计的培训教程，并不是专注于介绍单项特征和软件功能。本书强调的是，完成一项特定任务所应遵循的过程和步骤。通过对每一个应用实例的学习来演示这些过程和步骤，读者将学会为了完成一项特定的设计任务应采取的方法，以及所需要的命令、选项和菜单。

本书使用方法

本书的目的是希望读者在有 SolidWorks 使用经验的教师指导下，在培训课中进行学习。希望通过教师现场演示本书所提供的实例，学生跟着练习，通过这种交互式的学习方法，使读者掌握软件的功能。

读者可以使用练习题来应用和练习书中讲解或教师演示的内容。本书设计的练习题代表了典型的设计和建模情况，读者完全能够在课堂上完成。应该注意到，学生的学习速度是不同的，因此，书中所列出的练习题比一般读者能在课堂上完成的要多，这确保了学习最快的读者也有练习可做。

关于“知识卡片”

除了每章的研究实例和练习外，本书还提供读者参考的“知识卡片”。这些知识卡片提供软件使用工具的简单介绍和操作方法，可供读者随时查阅。

关于尺寸的一点说明

本教程所提供练习题的工程图及尺寸并没有刻意按照某种特定制图标准，书中有些尺寸的格式和标注方法可能不符合工业标准的要求。这是因为，这些练习题只是用来鼓励读者在建模时应用书中和培训课程中学到的知识，熟练运用并加深建模技术。

关于配套光盘

本书的配套光盘中收录了课程中所需要的各种文件，包括：电子教案、课堂实例和练习题。

配套光盘的“SolidWorks Course Guide”文件夹中是本书配套的电子教案，供教师在课堂上讲课时使用，电子教案是 PowerPoint 文件，打开这个文件需要在您的计算机上已经安装好 Microsoft Office 2003 软件。




配套光盘的“SolidWorks Training Files”文件夹中是本书用到的零件、装配体、工程图等相关文件。这些文件按照章节进行编排。每章的文件放在相应章节的子文件夹下，例如，第 6 章的文件位于光盘的“SolidWorks Training Files\Lesson06”文件夹中。

每章中的“Case Study”子文件夹包含了教师在课堂演示的实例。“Exercises”子文件夹包含了做练习题所需要的参考文件。

读者也可以从 SolidWorks 官方网站下载本教程的整套练习文件，网址是 www.solidworks.com，进入后单击 Services，然后再单击 Training and Certification，这时你将会看到一个专门用于下载练习文件的链接，这些练习文件都是有标记并且可以自解压的文件包。

本书的格式约定

本书使用以下的格式约定：

约 定	含 义
【插入】/【凸台】	表示 SolidWorks 软件命令和选项。例如，【插入】/【凸台】表示从下拉菜单【插入】中选择【凸台】命令
 提示	要点提示
 技巧	软件使用技巧
 注意	软件使用时应注意的问题
操作步骤 步骤 1 步骤 2 步骤 3	表示课程中实例设计过程的各个步骤

关于色彩的问题

SolidWorks 2007 原版英文教程是采用彩色印刷的，而我们出版的中文教程则采用黑白印刷，所以本书对原版英文教程中出现的颜色信息作了一定的调整，尽可能地方便读者理解书中的内容。

Windows® XP

本书所用的屏幕图片是 SolidWorks 2007 运行在 Windows® XP 时制作的。如果读者在不同版本的 Windows 中运行，菜单和窗口的外观可能有所不同，但这些不同并不影响软件的使用。

目 录

序

前言

本书使用说明

第 1 章 概述 1

1.1 SolidWorks Routing 1

1.2 Routing 1

1.3 安装 Routing 软件 1

1.3.1 Routing 插件 1

1.3.2 Routing 练习文件 2

1.3.3 Routing 选项设置 2

1.3.4 系统选项设置 4

1.4 线路的类型 4

1.5 Routing 中的文件命名 4

1.6 路线 5

1.6.1 外部零部件 5

1.6.2 线路零部件 5

1.6.3 FeatureManager 列表 5

1.6.4 个别零部件举例 6

第 2 章 标准电缆 9

2.1 使用标准电缆 9

2.1.1 标准电缆的 Excel 文件 10

2.1.2 Excel 文件结构 10

2.1.3 编辑现有线路 13

2.1.4 电力特性 14

2.1.5 修复线路 14

2.1.6 修改标准电缆 15

2.1.7 创建标准电缆 16

2.1.8 旋转线路零部件 16

2.1.9 利用三重轴变形线路 17

2.2 缆束板 18

2.2.1 穿线概要 18

2.2.2 穿线报告 18

练习 2-1 使用标准电缆 19

练习 2-2 创建标准电缆 21

第 3 章 Routing 零部件 23

3.1 Routing 库零件介绍 23

3.2 Routing 零部件向导 23

3.2.1 创建一个末端接头 24

3.2.2 连接点 26

3.2.3 创建一个线夹 28

3.2.4 线路点 28

3.2.5 线夹轴和旋转轴 30

3.3 通过拖放接头自动步路 31

3.4 线路属性 31

3.5 自动步路 32

3.6 线路穿过现有的线夹 35

练习 创建线路零部件 37

第 4 章 线路和线夹 39

4.1 编辑线路和线夹 39

4.2 开始步路和添加到线路 40

4.3 使用线夹 44

4.3.1 旋转线夹 44

4.3.2 步路通过线夹 44

4.3.3 从线夹脱钩 44

4.3.4 虚拟线夹 46

练习 编辑电力线路 48

第 5 章 步路引导线 50

5.1 概述 50

5.2 电力库	50	7.2 管筒的线路选项	87
5.2.1 电缆库	50	7.3 线路属性	88
5.2.2 零部件库	50	7.4 3D 草图线路	90
5.2.3 ‘从-到’ 清单	50	7.4.1 删除线路	90
5.3 输入数据	51	7.4.2 管筒线夹	91
5.4 创建零部件库	51	7.5 正交的自动步路	94
5.5 输入电缆/电线库	53	7.6 输出管道/管筒数据	95
5.6 ‘从-到’ 清单	54	7.7 编辑线路	96
5.6.1 电力数据	54	7.7.1 添加配件	97
5.6.2 使用‘从-到’清单向导	54	7.7.2 约束草图到接头	98
5.7 使用步路引导线	57	7.7.3 更改线路直径	98
5.7.1 引导线操作	58	练习 使用管筒自动步路	99
5.7.2 重新步路样条曲线	60		
5.7.3 编辑‘从-到’清单	60	第8章 管道线路	102
5.8 缆束平整和详图	61	8.1 设置管道选项	102
5.8.1 分割线段	62	8.2 绘制线路草图	102
5.8.2 设计规则检查	63	8.2.1 3D 草图	102
5.8.3 零件表	64	8.2.2 在行程中生成线路	103
5.9 电路摘要和缆束与材料明细表	65	8.2.3 覆盖层	105
练习 创建库和‘从-到’清单	66	8.3 成角度的3D 草图线路	106
第6章 电力导管	69	8.4 编辑管道线路	110
6.1 概述	69	8.4.1 添加配件	111
6.1.1 现有几何体	69	8.4.2 使用装配体配件	113
6.1.2 刚性管	70	8.5 移除管道/管筒	114
6.1.3 软管	70	8.5.1 生成自定义管道/管筒配置	115
6.1.4 电力线路	70	8.5.2 管道连接	116
6.2 刚性管	71	8.6 法兰到法兰连接	117
6.2.1 电力导管线路属性	73	练习 8-1 创建多条管道线路	119
6.2.2 3D 草图	73	练习 8-2 创建法兰到法兰连接	122
6.2.3 拖放零部件	74	练习 8-3 使用 SolidWorks 内容	124
6.2.4 电力导管 BOM	75	练习 8-4 在框架上步路	126
6.3 导管中的电力数据	76	第9章 线路库零件	129
6.3.1 编辑库	77	9.1 概述	129
6.3.2 定义电缆	78	9.2 库	129
6.4 电力 BOM	80	9.3 SolidWorks 内容	134
6.5 电力软管	80	9.4 创建线路库零件	135
练习 创建电缆导管	82	9.5 软管型材或硬管零件	136
第7章 管筒线路	87	9.6 弯头	139
7.1 概述	87	9.7 管路功能点	141

9.8 连接件	143	10.5 编辑选项	152
9.9 连接件装配体	145	10.5.1 编辑装配体	152
第 10 章 章节回顾	148	10.5.2 编辑零件	152
10.1 配置回顾	148	10.5.3 编辑子装配体	152
10.2 关于文件参考	149	10.5.4 编辑线路	153
10.2.1 查找参考文件	149	10.5.5 装配体特征	153
10.2.2 打包	149	10.6 回顾设计库任务栏	153
10.2.3 文件管理	149	10.6.1 设计库任务栏使用要领	154
10.2.4 PDMWorks®	150	10.6.2 设计库的目录结构	154
10.2.5 配制在库中的应用	150	10.7 3D 草图回顾	155
10.3 设计表	150	10.7.1 坐标系	155
10.4 回顾自顶向下设计	151	10.7.2 直交的 3D 草图	156
10.4.1 零件与装配体	151	10.7.3 在指定平面上绘制草图	158
10.4.2 编辑零件	151	10.7.4 在草图中创建基准面	160
		10.7.5 样条曲线	161

第 1 章 概 述



学习目标

- ◎ 了解 Routing 的基本知识
- ◎ 了解不同类型的线路
- ◎ 了解不同类型的管道零部件及其功能

1.1 SolidWorks Routing

《SolidWorks®高级教程:管道与布线》(2007 版)要求用户掌握 SolidWorks 软件操作的基本知识,包括自顶向下的装配体建模,常规零件设计,使用配置和设计表,创建工程图等。本教程假定用户已达到上述所需求的 SolidWorks 软件的技术水平,如果用户是初学者,建议参考《SolidWorks®基础教程:零件与装配体》(2007 版)和《SolidWorks®基础教程:工程图》(2007 版)。

1.2 Routing

Routing 是指在装配体中创建电力(电线和电缆)、电力导管、管筒和管道线路作为实体零部件。本教程要求用户熟练掌握以下内容:

- 1) 配置。
- 2) 自顶向下的设计。
- 3) 设计库。
- 4) 3D 草图。

如果读者对其中的任何内容不熟悉,请参考本教程第 10 章“章节回顾”中的相关章节。

1.3 安装 Routing 软件

Routing 是 SolidWorks Office 组件的一个插件,安装后才能运行和使用。首先, Routing 必须加载到激活的软件和菜单中。其次, Routing 的设置必须指向正确的库和选项。

1.3.1 Routing 插件

Routing 包含在 SolidWorks Office Premium 软件包中,必须通过下拉菜单【工具】/【插件】激活。勾选 SolidWorks Routing 的【活动插件】和【启动】选项,然后再单击【确定】,才能使用 Routing。

操作步骤

步骤 1 激活插件

从下拉菜单中选择【工具】/【插件】,确保选择了 SolidWorks Routing 的【活动插件】和【启动】选项,单击【确定】,如图 1-1 所示。

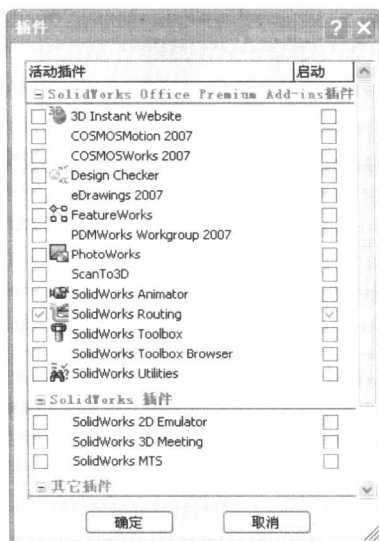


图 1-1 插件设置

1.3.2 Routing 练习文件

Routing 需要通过特殊的文件(SolidWorks 文件和文本文件)才能进行正确的操作。“Routing Training Files”中包括章节文件夹和一个名为“training design library”的附加文件夹。附加的文件夹包含“标准”零部件,用户可以在电力、导管、管筒和管道应用的实例和练习中使用。这些文件的存放位置是至关重要的。

步骤2 保存练习文件

将文件夹“Routing Training Files”保存在“C:\SolidWorks 2007 Training Files”中。



提示 如果文件夹“Routing Training Files”位于其他路径中,本教程要求改变文件的位置。

1.3.3 Routing 选项设置

Routing 依赖于那些包含标准电力、导管、管筒和管道零部件的文件夹来步路。通过【搜索路径】可以查找到这些文件。其他的选项可以选择性地设置步路时的状态,包括自动生成草图圆角、最小折弯半径检查等设置。

【Routing 选项设置】可以用来设置下拉菜单【工具】/【选项】/【系统选项】/【步路】中的相应选项。当选择某一选项时,【Routing 选项设置】提供该选项的相应说明。

知识卡片

Routing 选项设置

- 从下拉菜单中选择【Routing】/【步路工具】/【Routing 选项设置】,使用 Routing 选项设置向导设置选项。
- 从下拉菜单中选择【工具】/【选项】/【系统选项】/【步路】,直接设置选项。

步骤3 新建装配体

以 mm 为单位,新建一个装配体。

步骤4 打开对话框

从下拉菜单中选择【Routing】/【步路工具】/【Routing 选项设置】，使用 Routing 选项设置向导。单击【下一步】，可以切换到步路列表的下一项，如图 1-2 所示。

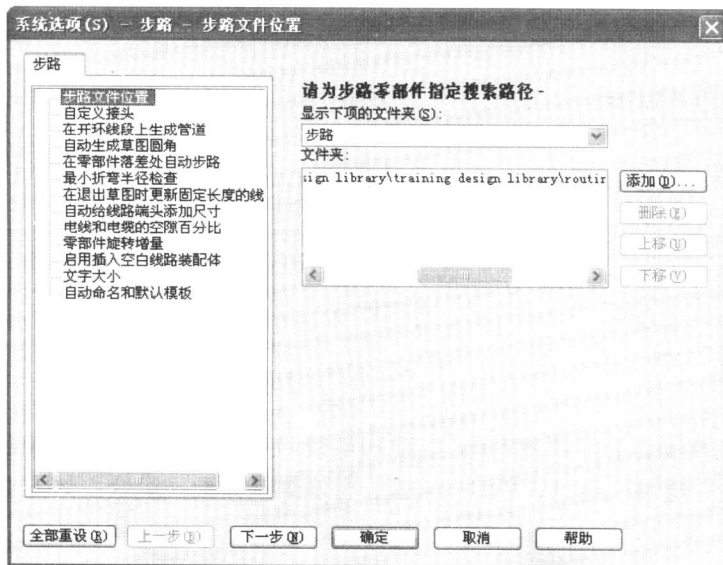


图 1-2 Routing 选项设置

步骤5 设置选项

【步路】和【电力】选项的设置见表 1-1。

表 1-1 步路和电力的选项设置

选 项	设 置
步路文件路径: C:\SolidWorks 2007 Training Files \ SolidWorks Routing \ training design library \ routing	参见下面提示
电力文件路径: C:\SolidWorks 2007 training files \SolidWorks Routing \training design library \routing \elec-trical	参见下面提示
自定义接头	<input checked="" type="checkbox"/>
在开环线段上生成管道	<input checked="" type="checkbox"/>
自动生成草图圆角	<input checked="" type="checkbox"/>
在法兰落差处自动步路	<input checked="" type="checkbox"/>
在线夹落差处自动步路	<input checked="" type="checkbox"/>
为电缆激活最小折弯半径检查	<input checked="" type="checkbox"/>
为电线激活最小折弯半径检查	<input checked="" type="checkbox"/>
在退出草图时更新固定长度的线路段	<input checked="" type="checkbox"/>
自动给线路端头添加尺寸	<input type="checkbox"/>
电线和电缆的空隙百分比	0
零部件旋转增量(°)	15
启用插入空白线路装配体	<input type="checkbox"/>
文字大小	1
为线路零件使用自动命名	<input type="checkbox"/>
始终为线路使用默认文档模板: <SolidWorks> \ data \ templates \ routeAssembly. asmdot	<input checked="" type="checkbox"/>



表 1-1 中的路径是练习文件的默认位置。如果用户将练习文件安装在不同位置，就需要改变路径。

1.3.4 系统选项设置

设置关联中编辑的装配体外观系统选项，见表 1-2。

表 1-2 装配体外观系统的选项设置

选 项	设 置
颜色 当在装配体中编辑零件时使用指定的颜色	<input checked="" type="checkbox"/>
显示/选择 关联中编辑的装配体透明度	不透明装配体
装配体 隐藏所有基准面、基准轴、曲线、注解等	<input type="checkbox"/>

1.4 线路的类型

SolidWorks Routing 使读者能够创建电力(电缆和电线)、电力导管、管筒和管型道线路。线路有多种类型，例如：接线盒、电缆、铜钎、PVC、软管、管道焊接和配件组合，如图 1-3 所示。

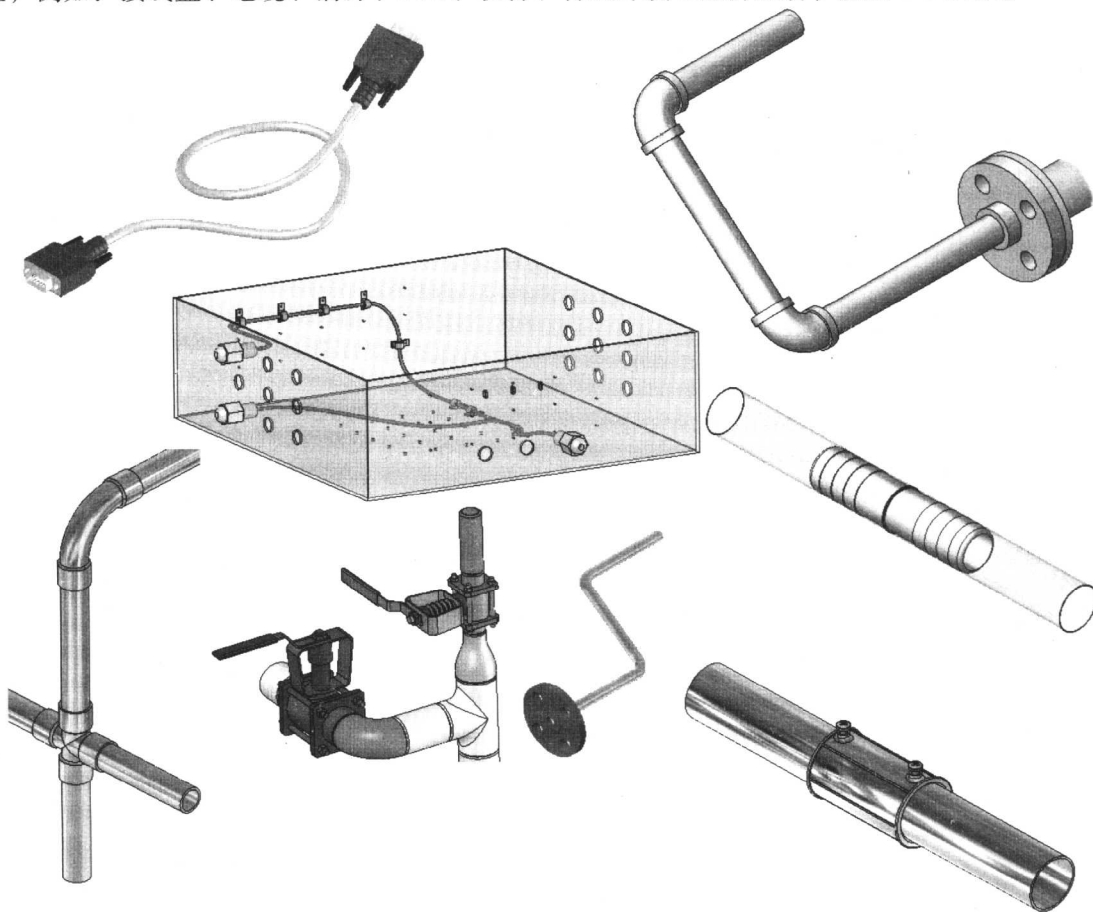


图 1-3 线路类型

1.5 Routing 中的文件命名

Routing 零部件默认的命名规则与 PDMWorks®及其他 PDM 系统的命名规则一致。通常，用户可根

据自己的习惯或者企业标准来命名文件。

线路子装配体的默认格式：RouteAssy#- <装配体名称>. sldasm。

线路子装配体中的电缆、管筒、管道零部件的默认格式：Cable(Tube/Pipe)-RouteAssy#- <装配体名称>. sldprt(配置)。

1.6 路线

路线是 Routing 子装配体的一部件，包括一幅3D草图。如图1-4所示，该草图表示电缆/缆束路线从起始连接点到终止连接点线路的中心线。线路属性包括电缆的名义直径和规格，管筒和管道的规格和默认弯管。

1.6.1 外部零部件

路线是用来连接外部零部件(例如:电力零部件,线夹,汽缸或总管)的子装配体，如图1-5所示。子装配体零部件使线路零部件从外部零部件及其他线路中分离出来。



图 1-4 路线

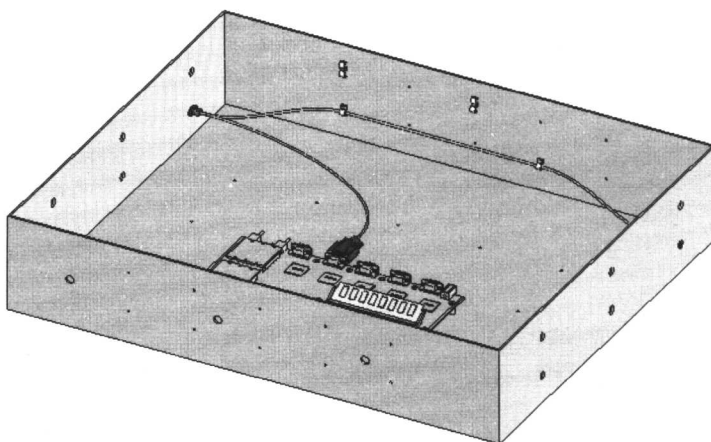


图 1-5 外部零部件

1.6.2 线路零部件

Routing 子装配体中使用线路属性和草图几何体表示路线的路径，如图1-6所示。

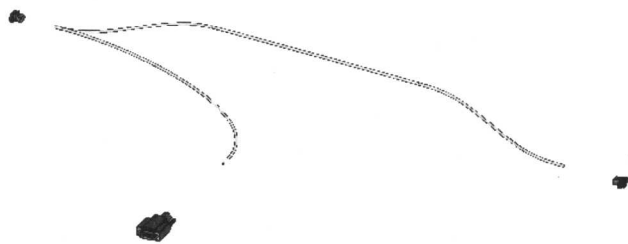


图 1-6 线路零部件

柔性管(软管)和电缆通常使用样条曲线作为路线的路径，这不同于直接连接零部件。

1.6.3 FeatureManager 列表

Routing 子装配体的 FeatureManager 列出了路线中使用的电线和零部件。本例中使用的零部件类型：电力零部件和电线，标记图如图1-7所示。