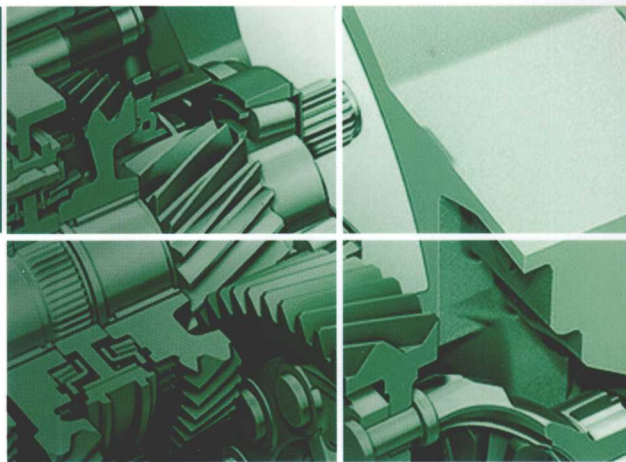


普通高等教育“十二五”规划教材



SolidWorks 2012

机械设计实例精解

—— 减速器设计

段志坚 李改灵 主编

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS



光盘

013024666

TH122
1182

普通高等教育“十二五”规划教材

SolidWorks 2012 机械 设计实例精解 ——减速器设计

主 编 段志坚 李改灵
副主编 谢庆华 刘治宏 孙爱丽 王 敏
参 编 徐来春 冯仁余 石红霞 刘 宁
张丽杰 柴树峰 等
主 审 贾巨民



机械工业出版社



北航

C1632441

TH122
1182

P

013054889

本书综合了机械设计与 SolidWorks 2012 软件的相关知识,是一本兼顾理论与实践、直接服务于机械设计的 SolidWorks 2012 软件使用教材。本书是作者结合多年机械设计教学经验与 SolidWorks 软件的实际应用体会,从使用者的角度出发,通过融经验、技巧于一体的典型实例讲解,使读者能够通过对本书的学习,对机械设计知识和 SolidWorks 2012 软件都有一个全新的掌握。

全书采用“图解”的写作风格,强调基础知识和实例相结合,突出设计理念和设计思路,使读者能够轻松地掌握使用 SolidWorks 2012 软件的基本功和实践应用方法。在内容结构上,本书从基础入手,以减速器的设计为例,由浅入深、循序渐进地讲解了从基础零件到复杂装配、生成工程图的整个流程。本书对机械各类零件的建模与工程图制作过程作了详细介绍,读者可以按照书中的步骤一步步实际操作,边学边用,从而掌握 SolidWorks 软件的建模技巧和利用 SolidWorks 进行工程设计的基本流程。

本书内容严谨,讲解透彻,实例紧密联系机械工程实践,具有较强的专业性和实用性。本书特别适合作为高等院校相关专业师生计算机辅助设计和机械设计教材,也可以作为机械工程技术人员和 SolidWorks 技术人员的参考书以及 SolidWorks 培训班配套教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

SolidWorks 2012 机械设计实例精解. 减速器设计/段志坚, 李改灵主编. —北京: 机械工业出版社, 2013. 3
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-40856-7

I. ①S… II. ①段…②李… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材②减速装置—机械设计—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 020020 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: 余 焯 责任编辑: 余 焯 李 超 任正一
版式设计: 霍永明 责任校对: 刘志文 常天培
封面设计: 张 静 责任印制: 张 楠
高教社 (天津) 印务有限公司印刷

2013 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
184mm × 260mm · 22.75 印张 · 565 千字
标准书号: ISBN 978-7-111-40856-7
ISBN 978-7-89433-750-4 (光盘)
定价: 45.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面防伪标均为盗版

前 言

亲爱的读者，非常感谢您捧起了这本书，此时您或许会充满疑虑与困惑：这是本怎样的书？从这本书中能学到什么？它有什么特色呢？要不要选用它做学习的助手呢？我们能真切地感受到您的那份疑惑，也深深懂得您对我们的期待。那么，请您静下心来，随我们一起来阅读此书，希望我们能够给您想要的。关于此书，我们想说以下几点：

1. 机械设计与 SolidWorks 的关系

机械设计的本质就是借助我们的智慧设计和制造出更多实用、新颖的产品。大到航母、飞机，小到一个螺钉、垫片，都离不开机械设计。软件的兴起改变了设计模式，SolidWorks 软件以其优异的设计性能、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，大大缩短了新产品的开发周期，降低了设计难度和成本，增强了设计师的创新能力，使得过去只有行业高手才能胜任的工作变得一般技术人员也容易掌握。

本书的目的在于让读者了解机械设计基础知识的同时，借助 SolidWorks 软件这一机械设计自动化软件来创建零件和装配体的参数化模型，建立相应的工程图，完成机械设计典型零部件——减速器的设计。

2. 本书内容结构

本书结合编者多年机械设计教学经验与 SolidWorks 软件的实际应用体会，从使用者的角度出发，通过融经验技巧于一体的典型实例讲解，系统介绍了机械各类零件分析→建模→装配→工程图制作的全过程。

本书分为四个部分：

- 基础知识，包括第 1、2 章，简要讲述了齿轮减速器总体结构及工作原理，介绍了 SolidWorks 2012 的基础知识。
- 各类零件的设计与建模，包括第 3~6 章，详细介绍了减速器中各类典型零件、标准件的建模过程。在此过程中遵循先分析后建模、先命令后实例的原则，对相关知识点讲解深入、透彻，使读者掌握 SolidWorks 2012 的建模技巧。
- 减速器装配设计，即第 8 章，介绍了 SolidWorks 2012 中的装配体操作相关基础知识、常用的装配方法和技巧。
- SolidWorks 2012 工程图模块，即第 9 章，介绍了利用 SolidWorks 2012 软件创建各种类型的零件工程图、装配体工程图、SolidWorks 2012 工程图与 Auto CAD 文件交换等。

本书内容全面，全书采用“图解”的写作风格，强调基础知识和实例相结合，突出设计理念和设计思路，使读者能够轻松地掌握 SolidWorks 2012 的基本功和实践应用方法。

3. 本书的特色

现在市场上有各种各样的 SolidWorks 培训书籍，为什么要选择我们的呢？我们的特

色在哪里呢？通过比较总结，本书具有以下几个特色：

- 每一章开始的知识导学部分，有助于读者从整体上了解各章将要介绍的内容及其讲解思路，便于读者掌握所介绍的内容和有选择地进行阅读。

- 知识点全面且新颖。本书囊括了 SolidWorks 2012 的各种建模命令，对常见模型采用各种不同的方法建模。例如本书中加入了“Toolbox”法生成齿轮、曲面生成渐开线法和插值法生成渐开线来生成齿轮、工程图标准化问题等。这些都经过精心整理与总结，是其他书中所不常见的。

- 突出“建模思想”，强调“设计意图”。同样一个零件的建模，可以采用不同的设计意图来实现。一个好的设计意图能够使建模过程准确、快速，且模型便于修改。本书中针对每一类零件的结构特点进行分析，选择最佳设计意图来创建模型，使读者在学习过程中形成良好的建模思想。

- 机械设计与 SolidWorks 2012 软件的有机结合。在机械设计过程中，越来越多的人选择 SolidWorks 2012 软件完成产品的设计。但是在实际的过程中经常是设计和建模相离，在建模的过程中不考虑零件的尺寸与结构，盲目地完成设计。本书中加入了部分机械设计内容，使读者能够对建模的各种零件的基础知识的理解有所加深，对零件建模过程中用到的尺寸、标准有据可查，使读者能够真正实现“一册在手、建模无忧”。

- 系统、全面地介绍了 SolidWorks 2012 软件的工程图内容。本书紧密结合大量范例对 SolidWorks 2012 工程图设计进行讲解和说明，分门别类地介绍了机械各类零件工程图的创建，并对 SolidWorks 2012 工程图的标准问题、与 AutoCAD 文件交换等问题作了详细而准确的描述。

- 科学选择实例。所选用的实例既具有代表性、功能性，又能够恰到好处地说明所学知识，起到互为补充、功能性和实用性相结合的作用。

- 更加注重实用。全书以实用为出发点，充分考虑机械设计人员在从事实际工作时可能遇到的困难，在关键点上进行点拨，力争达到最大限度缩短产品设计周期的目的。

- 经典的教学案例。本书的建模案例经过编者精挑细选，经典、实用、新颖，全部来自一线工程实践，具有典型性和实用性，使读者倍感亲切，易于触类旁通、举一反三。

本书在内容上不求面面俱到，而是更注重实际需要。书中的全部命令和操作步骤均结合实例介绍，并且每一个实例都是从最基本的操作开始讲解，使读者可以轻松地掌握操作方法。即使是从未接触过 SolidWorks 的新手，只要认真学完本书中所有的实例，就完全可以在最短的时间内成为一名合格的 SolidWorks 用户；对于中级用户，学习本书能进一步提高利用 SolidWorks 进行机械设计的能力和操作技巧。

4. 关于编者

本书的编者都是从事教学研究的一线人员，具有丰富的教学实践经验与教材编写经验。多年的教学工作使我们能够准确地把握学生的心理需求，了解学生在学习过程中常见错误，对于指导学生工程设计实践有独到的见解。在本书中，处处凝结着我们的经验与体会，贯彻着我们的教学理念，希望本书能够为广大读者的学习提供一个捷径。

- 本书的编写过程中，始终坚持由浅入深、循序渐进的原则，以便读者把学习命令

融汇到具体的设计中去，更有效地激发读者的学习兴趣，提高学习效果和读者运用 SolidWorks 2012 进行工程设计的技能。

本书由段志坚、李改灵主编，谢庆华、刘治宏、王敏、孙爱丽副主编，贾巨民主审。

参加本书编写工作的有：军事交通学院贾巨民、段志坚、李改灵、王敏、孙爱丽、徐来春、冯仁余、石红霞、刘宁、张丽杰、柴树峰、吕新远、房京、王臻、黄秋爽、崔鲲、汤振寰、代连弟，解放军理工大学谢庆华，武汉军械士官学校刘治宏，第二炮兵工程大学士官职业教育技术学院林乐旗，空军工程大学理学院赵敏荣，空军勤务学院张勇明，公安海警学院卫静。

由于编者水平及经验有限，疏漏之处望各位读者不吝赐教，编者在此深表感谢。

编 者

目 录

前言

第 1 章 减速器工作原理与结构简介 1

- 1.1 齿轮减速器的总体结构 1
- 1.2 齿轮减速器的工作原理 3
- 1.3 齿轮减速器箱体 4
- 1.4 齿轮减速器附件 5
- 1.5 机械设计与 SolidWorks 软件 6
 - 1.5.1 SolidWorks 在机械设计中的作用 6
 - 1.5.2 SolidWorks 实体造型的优越性 6
 - 1.5.3 SolidWorks 的设计流程 7
 - 1.5.4 SolidWorks 的建模流程 7
- 1.6 减速器装配体造型与部分零部件图例 7

第 2 章 SolidWorks 基础知识介绍 12

- 2.1 二维草图的绘制 12
 - 2.1.1 创建草图平面 13
 - 2.1.2 基本图形绘制 14
 - 2.1.3 SolidWorks 草图的绘制要点 25
- 2.2 三维建模基础 25
 - 2.2.1 基本的三维模型 25
 - 2.2.2 复杂的三维模型 26
 - 2.2.3 “特征”与三维建模 27
- 2.3 实体建模的一般过程 28
 - 2.3.1 新建一个零件的三维模型 29
 - 2.3.2 创建一个拉伸特征为零件的基础特征 29
 - 2.3.3 添加其他拉伸特征 34
 - 2.3.4 保存文件 38
 - 2.3.5 SolidWorks 建模技巧 39
- 2.4 SolidWorks 的模型显示与控制 39
 - 2.4.1 模型的几种显示方式 39
 - 2.4.2 视图的平移、旋转、滚转与缩放 41
 - 2.4.3 模型的视图定向 42
- 2.5 SolidWorks 设计树 44
 - 2.5.1 设计树概述 44
 - 2.5.2 设计树界面简介 44
 - 2.5.3 设计树的作用与一般规则 45

2.6 特征的编辑与编辑定义 46

- 2.6.1 编辑特征尺寸 46
- 2.6.2 查看特征父子关系 48
- 2.6.3 删除特征 48
- 2.6.4 特征的编辑定义 49
- 2.7 拓展实训 50
 - 2.7.1 绘制草图 50
 - 2.7.2 创建实体模型 51

第 3 章 盘盖类零件的设计 53

- 3.1 盘盖类零件分析 53
 - 3.1.1 盘盖类零件的结构特点 53
 - 3.1.2 盘盖类零件设计的注意事项 54
 - 3.1.3 盘盖类零件的建模分析 55
- 3.2 盘盖类零件常用特征 56
 - 3.2.1 拉伸凸台特征 56
 - 3.2.2 拉伸切除特征 58
 - 3.2.3 创建基准轴 59
 - 3.2.4 倒角特征 63
- 3.3 盘盖类零件设计范例 63
 - 3.3.1 低速轴上的大闷盖 63
 - 3.3.2 低速轴上的大透盖 67
- 3.4 拓展实训 70
 - 3.4.1 按照已知尺寸创建三维立体模型（一） 70
 - 3.4.2 按照已知尺寸创建三维立体模型（二） 71

第 4 章 轴类零件的设计 72

- 4.1 轴类零件分析 72
 - 4.1.1 轴类零件的结构特点 72
 - 4.1.2 轴类零件设计的注意事项 73
 - 4.1.3 轴类零件的建模分析 74
- 4.2 轴类零件常用特征 75
 - 4.2.1 旋转凸台特征 75
 - 4.2.2 创建基准面 77
 - 4.2.3 圆角特征 81
 - 4.2.4 螺旋曲线 82
- 4.3 轴类零件设计范例 84

4.3.1 低速轴的设计	84	7.2.1 库特征的生成	222
4.3.2 高速轴的设计	91	7.2.2 向零件中添加库特征	224
4.4 拓展实训	103	7.3 标准件的设计	225
4.4.1 按照已知尺寸创建三维立体 模型(一)	103	7.3.1 平键的设计	225
4.4.2 按照已知尺寸创建三维立体 模型(二)	104	7.3.2 销的设计	230
第5章 齿轮零件的设计	106	7.3.3 轴承的设计	234
5.1 齿轮零件分析	106	7.3.4 六角头螺栓的设计	240
5.1.1 齿轮零件的结构特点	106	7.3.5 螺母设计	246
5.1.2 齿轮零件设计的注意事项	109	7.3.6 垫圈设计	250
5.1.3 齿轮零件的建模分析	109	7.3.7 油封毡圈的设计	252
5.2 齿轮零件常用特征	112	7.4 拓展实训	255
5.2.1 扫描特征	112	7.4.1 使用配置尺寸/特征	255
5.2.2 放样特征	118	7.4.2 配置零件	256
5.2.3 阵列特征	135	第8章 减速器的装配	257
5.2.4 镜向特征	145	8.1 零部件装配的基础知识	257
5.3 齿轮零件设计范例	148	8.1.1 装配体装配环境	257
5.3.1 直齿圆柱齿轮的设计	148	8.1.2 装配体的设计方法	260
5.3.2 斜齿圆柱齿轮的设计	161	8.1.3 装配体工具栏	260
5.4 拓展实训	163	8.2 常用装配约束类型	265
5.4.1 扇叶建模	163	8.2.1 标准配合	266
5.4.2 手轮建模	164	8.2.2 高级配合	268
5.4.3 网筛建模	164	8.2.3 机械配合	269
5.4.4 骰子建模	164	8.3 减速器装配体的基本装配流程	269
第6章 箱体类零件的设计	165	8.3.1 组件的装配	270
6.1 箱体类零件分析	165	8.3.2 低速轴组件	271
6.1.1 箱体类零件的结构特点	165	8.3.3 高速轴组件	281
6.1.2 箱体类零件设计的注意事项	166	8.3.4 减速器的总体装配	282
6.1.3 箱体类零件的建模分析	167	8.4 减速器爆炸视图	294
6.2 箱体类零件常用特征	168	8.5 减速器的设计修改	297
6.2.1 抽壳特征	168	8.5.1 干涉检查	297
6.2.2 筋特征	169	8.5.2 设计修改	300
6.3 箱体类零件设计范例	173	8.5.3 物理模拟	305
6.3.1 减速器上箱盖设计	173	8.6 拓展实训	308
6.3.2 减速器下箱体设计	200	8.6.1 轴承座装配模型	308
6.4 拓展实训	220	8.6.2 电风扇装配模型	308
6.4.1 按照已知尺寸创建压缩盘模型	220	8.6.3 轴承装配模型	309
6.4.2 按照已知尺寸创建箱体模型	221	第9章 工程图	310
第7章 标准件的设计	222	9.1 自定义工程图模板	310
7.1 概述	222	9.1.1 编辑图纸格式	311
7.2 库特征	222	9.1.2 工具图选项设置	312
		9.1.3 保存图纸格式	314
		9.2 工程图视图	314
		9.2.1 工程图环境的模型树和主要	

工具栏	314	9.6.2 轴套类零件工程图的创建	332
9.2.2 创建工程图视图	315	9.7 箱体类零件工程图的创建	336
9.2.3 视图的显示	317	9.7.1 图例分析	337
9.3 创建高级视图	317	9.7.2 箱体类零件工程图的创建	337
9.3.1 辅助视图	317	9.8 工程图的标准化问题	340
9.3.2 剪裁视图	318	9.8.1 螺纹联接件的表达	341
9.3.3 剖面视图	319	9.8.2 齿轮的表达	341
9.3.4 半剖视图	320	9.8.3 轴承的表达	344
9.3.5 旋转剖视图	320	9.9 减速器装配体工程图	345
9.3.6 局部视图	321	9.9.1 创建工程图	346
9.3.7 断开的剖视图	322	9.9.2 插入材料明细表	349
9.3.8 断裂视图	323	9.9.3 标注零件序号	350
9.4 工程图的标注	323	9.10 SolidWorks 的工程图输出	351
9.4.1 尺寸标注	323	9.10.1 SolidWorks 的工程图输出为 dwg 格式	351
9.4.2 插入注解	326	9.10.2 图层的兼容性问题	352
9.4.3 编辑尺寸	326	9.10.3 转换注意事项	353
9.5 盘盖类零件工程图的创建	327	9.11 拓展实训	354
9.5.1 图例分析	328	9.11.1 创建模型并生成工程图(一)	354
9.5.2 盘盖类零件工程图的创建	328	9.11.2 创建模型并生成工程图(二)	354
9.6 轴套类零件工程图的创建	331	参考文献	356
9.6.1 图例分析	331		

第 1 章 减速器工作原理与结构简介

知识导学

SolidWorks 作为重要的实体建模软件，已广泛地应用到机械设计中。而齿轮减速器作为原动机和工作机之间的一种机械传动装置，其设计过程包括了机械设计中几乎所有的基础知识。本书以一级齿轮减速器为例，应用 SolidWorks 2012 进行零件建模与装配；为了便于后续内容的学习和进行 SolidWorks 2012 实体造型，本章从介绍齿轮减速器总体结构及工作原理出发，对减速器箱体及其附件的结构进行简要介绍，并简明阐述了 SolidWorks 与机械设计的关系。本章内容旨在指导读者了解齿轮减速器的整体结构及组成，了解 SolidWorks 实体造型的设计流程和建模流程。

本章主要内容包括：减速器的总体结构、减速器的工作原理、减速器箱体及附件、SolidWorks 在机械设计中的作用、SolidWorks 实体造型的优越性、SolidWorks 的设计流程、SolidWorks 的建模流程、减速器装配体造型与部分零部件作品欣赏。

- 重点：减速器的总体结构、减速器的工作原理、减速器箱体及附件的结构简介、SolidWorks 的设计流程与 SolidWorks 的建模流程。

- 难点：减速器箱体及附件的结构。

齿轮减速器是连接原动机和工作机的中间机械传动装置，其功用是降低转速、增大转矩，以满足工作机的转速和转矩要求。

为了用 SolidWorks 2012 顺利完成齿轮减速器的设计，有必要先对设计对象本身的机械结构和原理有所了解。本章的三维实体插图均用 SolidWorks 2012 制作。我们相信，通过这样一个具体机械的设计，读者不但能充分掌握 SolidWorks 2012 软件的造型技巧（零件设计与装配设计），同时也能提高机械设计能力。

1.1 齿轮减速器的总体结构

图 1-1-1 所示为齿轮减速器的总体结构外观图，图 1-1-2a、b、c 所示分别为齿轮减速器的三个主要部件：高速轴（输入轴）、低速轴（输出轴）和箱体（箱盖、箱座）的外观图。

图 1-1-3 所示为齿轮减速器的零件分解图，如图所示，齿轮减速器主要由箱体（包括箱盖和箱座）及其附件和轴系零件、部件（包括轴、轴承、轴承盖以及齿轮等传动零件）等组成，从中我们可以了解齿轮减速器的内部结构和各零部件的名称。

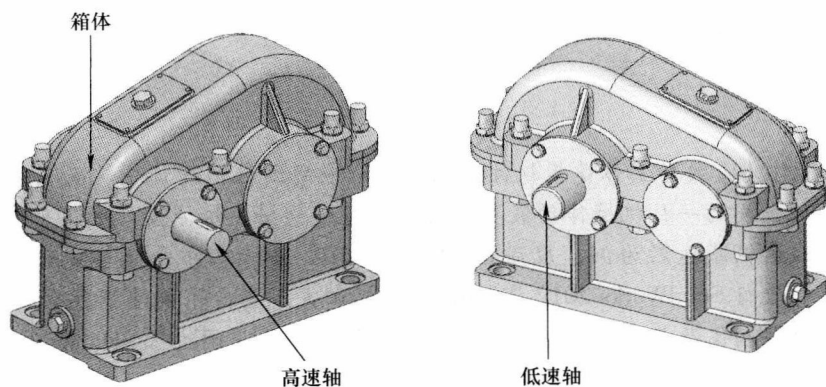


图 1-1-1 齿轮减速器的总体结构外观图

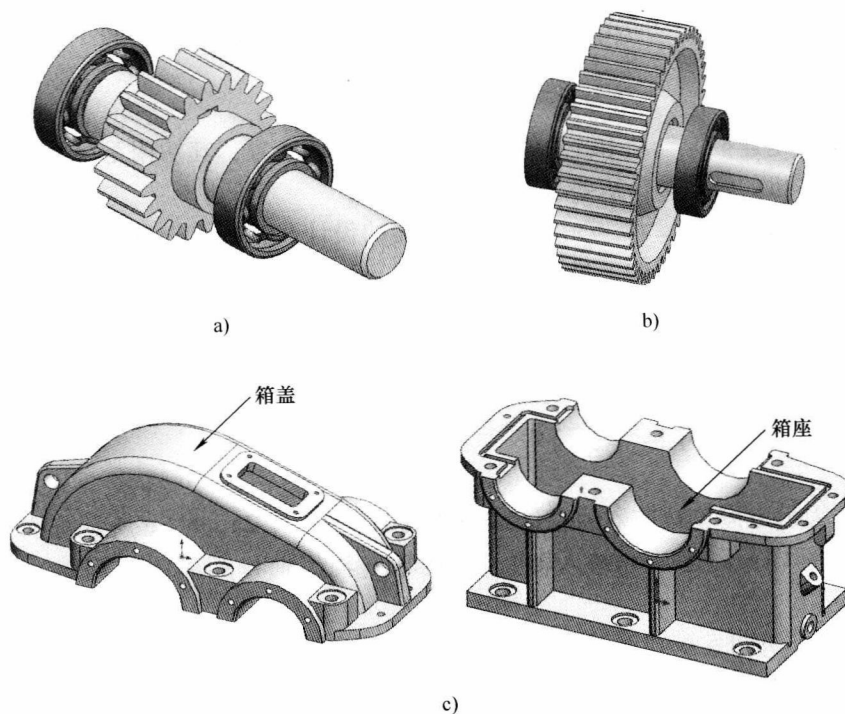


图 1-1-2 齿轮减速器主要部件外观图

a) 高速轴 b) 低速轴 c) 箱体

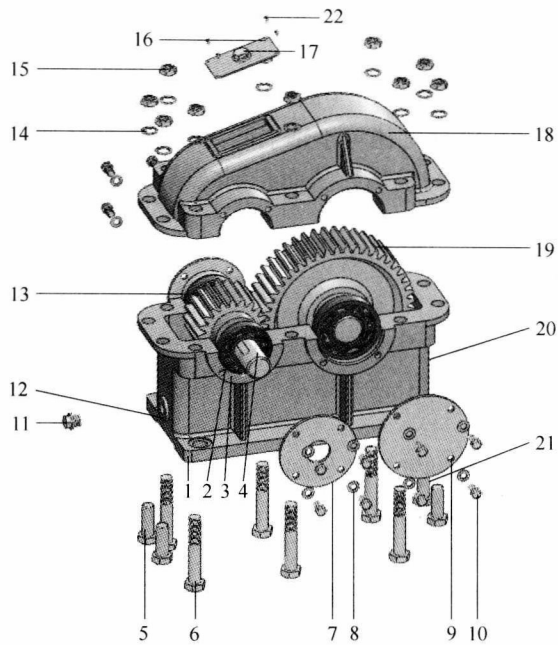


图 1-1-3 齿轮减速器零件分解图

- 1—箱座 2—轴承 3—毡圈 4—键 5—定位销 6、10—螺栓 7、9—轴承盖
 8—调整垫片 11—螺塞 12—封油圈 13—齿轮轴 14—弹簧垫圈 15—螺母 16—检查孔盖
 17—通气器 18—箱盖 19—大齿轮 20—油标尺 21—起盖螺钉 22—螺钉

1.2 齿轮减速器的工作原理

齿轮减速器的工作原理就是当电动机的输入转速从主动轴 I 输入后，带动小齿轮 1 转动，小齿轮 1 通过与大齿轮 2 外啮合，带动大齿轮 2 转动，大齿轮带动从动轴 II 转动，最后将运动由从动轴 II 输出，如图 1-2-1 所示。由于大齿轮 2 的齿数多于小齿轮 1，根据齿轮传动比的计算公式有

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

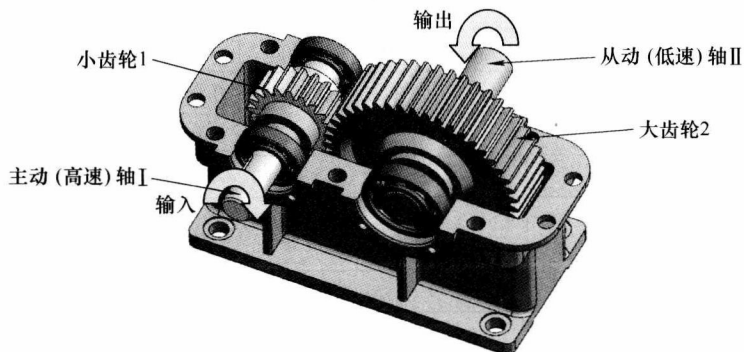


图 1-2-1 齿轮减速器传动原理

式中 i ——齿轮传动比；

Z_1 、 Z_2 ——小齿轮齿数和大齿轮齿数；

n_1 、 n_2 ——主动（高速）轴转速和从动（低速）轴转速。

上式说明主动轴与从动轴转速之比等于轴上两齿轮齿数的反比，故大齿轮的转速比小齿轮慢，再由大齿轮的轴（输出轴）输出，从而起到减速的作用。

1.3 齿轮减速器箱体

为了便于进行 SolidWorks 2012 实体造型，在了解减速器整体结构的同时，有必要了解各主要组成零件的结构和功能，其中轴系零部件的结构已在课程中介绍，本节重点介绍减速器的箱体及其附件的结构。

箱体是减速器非常重要的基础零件，如图 1-1-1 所示。其主要功用是：① 安装减速器的轴系零部件及其附件等；② 盛放润滑油，以油浴方式润滑齿轮等传动件和滚动轴承（滚动轴承采用油润滑时）；③ 对箱内零件进行密封。

如图 1-1-3 所示，为了装配和检修方便，多数减速器箱体采用剖分式结构，剖分面为通过齿轮轴线的水平面，把箱体分成箱座 1 和箱盖 18 两部分，两端分别用两个定位销 5 进行定位，并用一组螺栓 6 将两者紧密地联接在一起，组成箱体。

在批量生产时，箱体一般采用铸铁（HT200 或 HT250）铸造而成；对于受冲击载荷的重型减速器则常采用铸钢箱体；单件生产的减速器则采用钢板焊接而成的箱体。

对箱体的具体要求主要有以下几个方面：一是箱体要有足够的刚度，二是箱体要有良好的工艺性，三是箱体应有足够的容积，四是箱体应有可靠的密封。

由于减速器箱体的形状十分复杂，因此其各部分的结构尺寸很难通过强度、刚度等计算得到，一般均根据结构设计的要求，采用经验公式或类比的方法获得，具体可见表 1-3-1。

表 1-3-1 一级圆柱齿轮减速器铸铁箱体的主要结构尺寸（单位：mm）

名称	符号	尺寸关系						
中心距	a	由传动件设计确定						
箱座（体）壁厚	δ	$0.025a + \delta \geq 8$						
箱盖壁厚	δ_1	$0.85\delta_1 \geq 8$						
箱座、箱盖、箱座底凸缘厚度	b, b_1, b_2	$b = 1.5\delta, b_1 = 1.5\delta_1, b_2 = 2.5\delta$						
地脚螺栓直径及数目	d_f, n	a	≤ 100	~ 200	> 200	$n = \frac{\text{底座凸缘周长}}{(200 \sim 300)} \geq 4$		
		d_f	12	$0.04a + 8$	$0.047a + 8$			
轴承旁联接螺栓直径	d_1	$0.75d_f$						
箱盖、箱座联接螺栓直径	d_2	$(0.5 \sim 0.6) d_f$ ；螺栓的间距：150~200						
轴承盖螺钉直径	d_3	轴承座孔（外圈）直径 D			45 ~ 65	70 ~ 100	110 ~ 140	150 ~ 230
		d_3			8	10	12	16
		螺钉数目			4	4	6	6
检查孔盖螺钉直径	d_4	单级减速器： $d_4 = 6$ ；双级减速器： $d_4 = 8$						

(续)

名称	符号	尺寸关系										
		螺栓直径	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M30
d_f 、 d_1 、 d_2 至箱外壁距离 d_f 、 d_2 至凸缘边距离	c_1	c_{1min}	14	16	18	20	22	24	26	30	24	40
	c_2	c_{2min}	12	14	16	18	20	22	24	26	28	35
	D_0	D_0	20	24	28	32	34	38	42	44	50	62
	R_0	R_{0max}	5			8			10			
	r	r_{max}	3			5			8			
	轴承座外径	D_2	$D + (5 \sim 5.5) d_3$, D ——轴承外圈内径									
轴承旁联接螺栓距离	s	以 Md_1 螺栓和 Md_3 螺钉互不干涉为准尽量靠近, 一般取 $s \approx D_2$										
轴承旁凸台半径	R_1	c_2										
轴承旁凸台高度	h	根据低速轴轴承座外径 D_2 和 Md_1 扳手空间 c_1 的要求由结构确定										
箱外壁至轴承座端面距离	L_1	$c_1 + c_2 + (5 \sim 8)$										
箱盖、箱座肋厚	m_1 、 m	$m_1 > 0.85\delta_1$, $m > 0.85\delta$										
大齿轮齿顶圆(蜗轮外圆)与箱内壁间距离	Δ_1	$\geq 1.2\delta$										

注: 1. 对于圆柱齿轮传动, a 为低速级中心距; 对于锥齿轮传动, a 为大小齿轮平均分度圆半径之和; 对于圆锥-圆柱齿轮传动, a 为圆柱齿轮传动的中心距。

2. Δ 与减速器的级数有关, 对于单级减速器, $\Delta = 1\text{mm}$; 对于两级减速器, $\Delta = 3\text{mm}$ 。

3. 表中所列 D_2 的尺寸关系适用螺钉联接式轴承盖; 对嵌入式轴承盖, $D_2 = 1.25D + 10\text{mm}$ 。

1.4 齿轮减速器附件

齿轮减速器除了箱体和轴系零部件外, 还需要一系列的附件, 分别用来注油、排油、观察油位、通气以及箱体的定位、起盖和吊运等, 如图 1-1-3 所示。下面简要介绍这些附件。

(1) 检查孔盖 减速器的箱盖上方均有检查孔, 用来观察和检查齿轮的啮合情况以及由此孔向箱体内注入清洁的润滑油, 供齿轮油浴润滑用。平时, 检查孔上端面处应有垫片和检查孔盖 16, 并拧紧螺钉 22 来固定, 以防止漏油。

(2) 螺塞 在箱体侧面, 油池的最低位置处均设计有放油螺孔, 平时用螺塞 11 堵住。换油时打开螺塞, 排出污油; 然后拧上螺塞, 即可从检查孔注入清洁油液。

(3) 油标尺 为了使箱体内经常保持适当的油量, 需要在箱体上安装油标尺 20, 用来观察油位。

(4) 通气器 减速器工作时, 为了使箱内受热膨胀的空气能自由地排出, 以免箱内压力升高而导致润滑油从密封处向外渗漏, 需要在箱盖顶部或检查孔盖上安装通气器 17。

(5) 定位销 在箱体(轴承座孔)的加工、减速器的装配和检修时, 为了使减速器的箱盖与箱座始终保持一定的正确位置, 即正确定位, 需要在箱盖与箱座连接凸缘上配做定位销孔, 并装上两个定位销 5。

(6) 起盖螺钉 对于中、大型减速器 ($a > 100\text{mm}$), 通常在箱盖的凸缘上安装有 1~2 只起盖螺钉 21。当需要拆卸减速器时, 可先拆下箱盖与箱座的联接螺栓以及轴承盖螺钉, 然后拧动起盖螺钉, 即可将箱盖顶起, 使之与箱座分离, 以便吊运。

(7) 起吊装置 当减速器的质量超过 25kg 时, 应在箱盖上安装吊环螺钉或铸出吊耳,

以便起吊箱盖；在箱座上铸出吊钩，以起吊箱座或整台减速器。

(8) 轴承盖 轴承盖 7、9 的作用是固定轴承并承受轴向载荷、密封轴承、调整轴系位置和轴承游隙等。其结构有凸缘式和嵌入式两种，如图 1-4-1、图 1-4-2 所示。

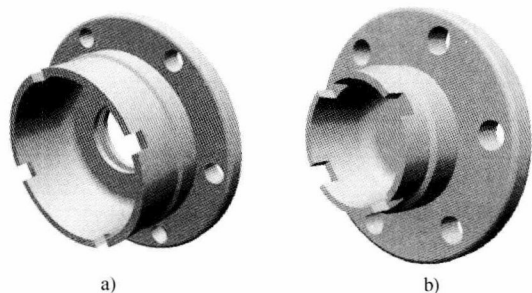


图 1-4-1 凸缘式轴承盖
a) 透盖 b) 闷盖

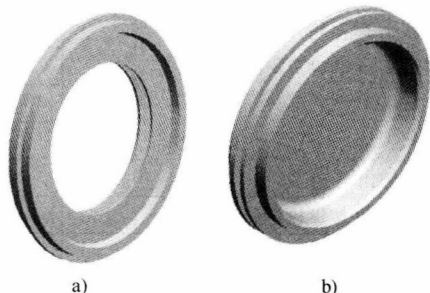


图 1-4-2 嵌入式轴承盖
a) 透盖 b) 闷盖

1.5 机械设计与 SolidWorks 软件

1.5.1 SolidWorks 在机械设计中的作用

机械设计通常需要进行如下四个阶段的操作。

第一阶段：计划阶段，明确机器要具有的功能。

第二阶段：方案设计阶段，明确机器的某项功能通过何种方案实现并确定工作原理。

第三阶段：技术设计阶段，具体的零件设计、三维建模、图样绘制等。

第四阶段：技术文件编制，包括使用手册等文件。

其中用到机械设计软件的主要是技术设计阶段，而其他阶段更多的是需要扎实的理论知识、工作经验等。所以说，要从事机械设计工作，只懂得一两个软件是不够的，还需要掌握非常广泛的专业知识。

当然，机械设计软件还是必须学习的，软件是一个工具，它就像是一辆汽车，使用它可以跑得更快，令机械设计工作效率倍增。而且使用机械设计软件，还可以对方案进行精确的仿真分析，以充分评估设计的可行性，避免错误，减少损失。

1.5.2 SolidWorks 实体造型的优越性

SolidWorks 实体造型的本质就是在计算机中用一些基本元素来构造机械零件的完整几何模型。传统的工程设计方法是设计人员在图样上利用几个不同的投影图来表示一个三维产品的设计模型，图样上还有许多人为的规定、标准、符号和文字描述。对于一个较为复杂的部件，要用若干张图样来描述。对于过于复杂的零件，设计人员有时只能采用代用毛坯，边加工设计边修改，经过长时间的艰苦工作后才能给出产品的最终设计图样。所以，传统的设计方法严重影响着产品的设计制造周期和产品质量。

利用 SolidWorks 实体造型进行产品设计时，设计人员可以在计算机上直接进行三维设

计, 在屏幕上能够见到产品的真实三维模型。产品零件的形状和结构越复杂, 更改越频繁, 采用三维实体软件进行设计的优越性越突出。

当在计算机中建立零件模型后, 工程师就可以在计算机上很方便地进行后续环节的设计工作, 如零部件的模拟装配、总体布置、干涉检查等。所以, 它为在计算机集成制造和并行工程思想指导下实现整个生产环节采用统一的产品信息模型奠定了基础。

1.5.3 SolidWorks 的设计流程

在 SolidWorks 系统中, 零件、装配体和工程图都属于对象, 它采用了自顶向下的设计方法创建对象, 如图 1-5-1 所示。

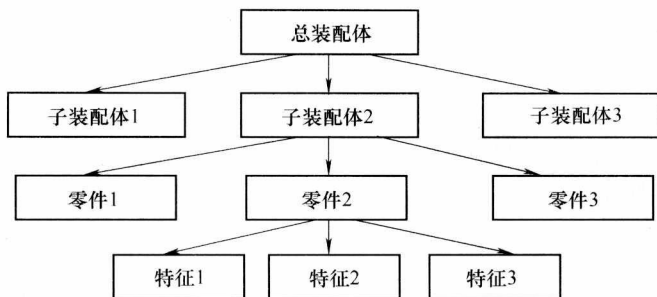


图 1-5-1 自顶向下的设计方法

1.5.4 SolidWorks 的建模流程

模型的建立过程是设计过程的反向实现, 通常可通过如下流程来建立模型:

- 1) 创建草图。创建模型的草绘图形, 此草绘图形可以是模型的一个截面或轨迹等。
- 2) 创建特征。添加拉伸、旋转、扫描等特征, 利用创建的草绘图形创建实体。
- 3) 装配部件。如果模型为装配体, 那么还需要将各个零部件按某种规则进行装配, 以检验零部件间装配是否合理。
- 4) 绘制工程图。二维工程图有利于工作人员按图样要求加工零件, 依照三维实体绘制出二维的工程图是 SolidWorks 的强项, 并且比直接绘制二维图形要迅速。

1.6 减速器装配体造型与部分零部件图例 (图 1-6-1 ~ 图 1-6-34)

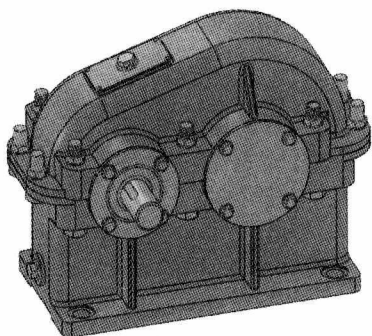


图 1-6-1 单级圆柱齿轮减速器

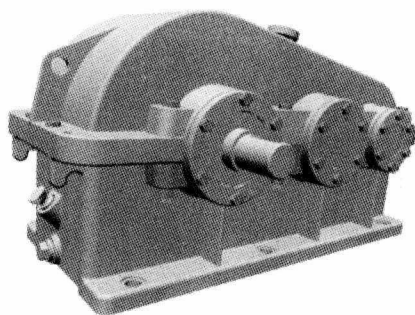


图 1-6-2 二级圆柱齿轮减速器

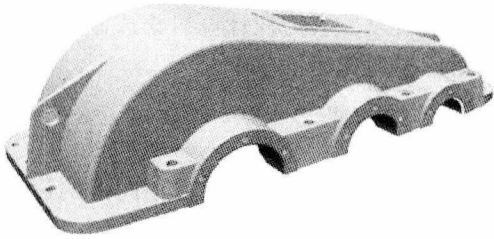


图 1-6-3 二级圆柱齿轮减速器箱盖

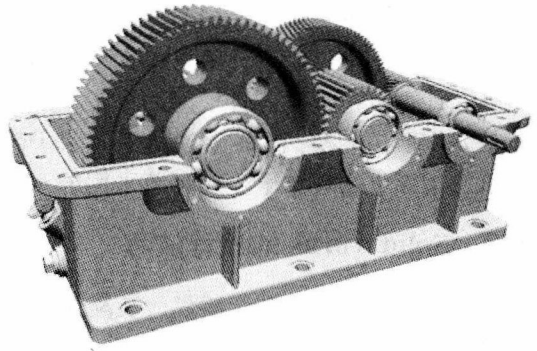


图 1-6-4 二级圆柱齿轮减速器齿轮及底座

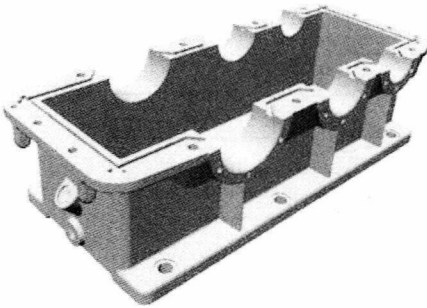


图 1-6-5 二级圆柱齿轮减速器箱体

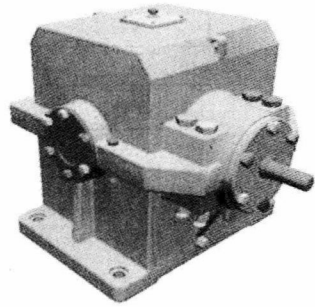


图 1-6-6 蜗杆齿轮减速器外观图

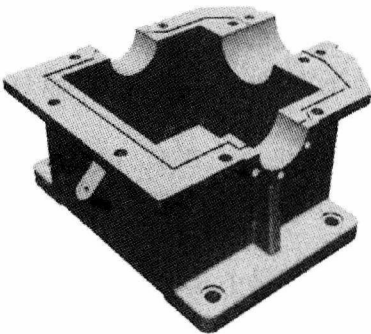


图 1-6-7 蜗杆减速器箱体

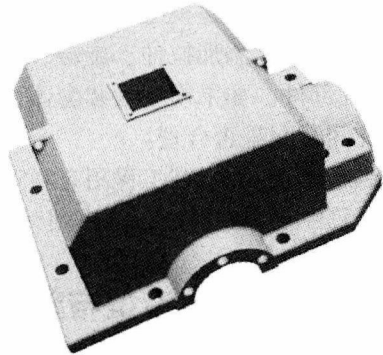


图 1-6-8 蜗杆齿轮减速器箱盖



图 1-6-9 一级减速器箱盖

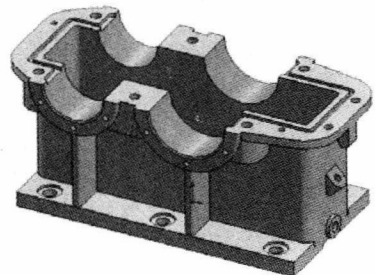


图 1-6-10 一级减速器箱体