

# Inventor

## 机械设计解析与实战



专业篇

陈伯雄

编著

# Inventor

JIXIE SHEJI  
JIEXI YU SHIZHAN



附光盘



化学工业出版社

# Inventor 机械设计解析与实战 (专业篇)

陈伯雄 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以 Inventor 机械设计的专业设计支持机制为解说和讨论的内容。

本书系统介绍了 Inventor 机械设计的重要基本概念；在设计中实现“设计构思表达”和“设计数据关联”的技巧与方法；设计加速器、结构件生成器等专业设计支持模块的详细解读和使用；运动仿真、有限元分析等分析模块的详细解读和使用；Inventor Studio 的静态渲染和动画制作；关于用户定制和辅助工具的介绍，关于资源中心的定制；关于 Inventor2013 版本开始的、全新的“材料-颜色”体系和使用等。

本书适合具备机械设计专业知识的机械设计工程师使用，也可供大专院校相关专业师生学习参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

Inventor 机械设计解析与实战 (专业篇) /陈伯雄编

著. —北京: 化学工业出版社, 2013.4

ISBN 978-7-122-16657-9

I. ①I… II. ①陈… III. ①机械设计—计算机辅助  
设计—应用软件 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 044602 号

---

责任编辑: 张艳

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 陈静

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 26.75 字数 680 千字 2013 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 56.00 元 (配光盘)

版权所有 违者必究

# 自序

文/陈伯雄

## 笔者与本书

陈伯雄，男，64岁，长春人。

1965年参加工作（考入沈阳军区陆军学校）。

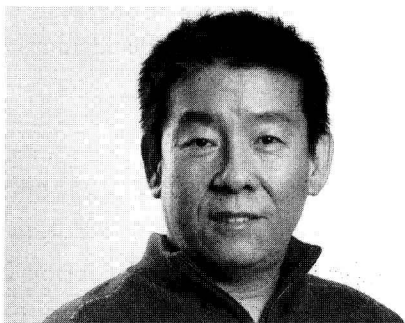
从1969年开始，在一汽集团设备修造厂当学徒做铣工，由于对手艺有兴趣，先后又学了车、磨、钳、电气焊等技术，读业余大学机械专业，做机械设计工程师，在工厂干了11年（包括搞设计），因此关于机械设计与制造颇有些实践功底。后来在一汽的中专和职工大学又做了将近二十年的机械专业教师和CAD软件培训教师，给学生讲课，给工程师讲课，因此具有较好的理论功底。

从1982年起，从“苹果”机开始学习计算机使用，一开始就进入了关于机械设计数据求解的程序编写中。体会是，计算机是干会的，不是学会的。喜欢第一人称视角的射击游戏，也很上瘾。

1985年开始接触AutoCAD，并开始机械设计专业应用开发和程序设计，后随着Autodesk的发展，先后接触MDT和Inventor。并接触和了解了许多相关的软件，在CAD技术方法上有些特殊的见解和方法。

## 笔者与 Autodesk 的渊源

自1994年起，笔者陆续编写并已出版的图书：《活学活用AutoCAD R12——技巧与范例》、《AutoCAD R14 中文版高级应用教程》、《Visual LISP for AutoCAD2000——从学会



用自己的技术，为别人解决问题，是最痛快的时候。为别人解决问题，是提升自己、丰富自己最为有效的手段。想为中国人CAD应用水平的提高做几件实事，这就是笔者的理想。



到用好》、《AutoCAD 应用答疑解惑 (用户定制与开发)》、《Visual LISP 程序设计——技巧与范例》《Inventor 机械设计应用技术》《AutoCAD2002 高级应用技术》《Inventor R6 机械设计应用——技巧与范例》、《Inventor R6 VB (A) 程序设计——技巧与范例》、《InventorR8 应用教程——机械设计实战》、《Inventor R11 培训教程》、《Inventor2008 机械设计实战》。

曾经主讲的视频讲座:《Inventor R11》直到《Inventor 2011 新功能解读》……

曾经担任的、与 CAD 软件应用有关的角色: 一汽 Autodesk 集团培训中心主任、Autodesk 中国地区 ATC 管理中心技术总监、大恒 CAD 事业部首席技术顾问、Autodesk 中国专家顾问、汉略 (上海) 信息技术公司产品设计部总监、欧特克中国研究院 ACRD (Autodesk China Research and Development) 技术交流部主管。

笔者已于 2011 年 5 月真正退休, 不再做社会上的工作。

联系方式: [cbx-shanghai@163.com](mailto:cbx-shanghai@163.com)

## 笔者经历上的特点

因为笔者具有不多见的技术背景和工作经历:

机械设计与制造专业的基础, 熟悉制造与设计的过程; 曾经是程序设计“票友”级别的爱好者, 对 CAD 软件的理解和使用会有特殊的感受。

后来直接在软件公司工作 (包括欧特克中国研究院) 了较长的时间, 并做到较高的位置。而且直接介入过 Inventor 的研发过程, 经常直接与 Inventor 的研发团队交流讨论。

这就使得笔者的观点和表述方式相当地与众不同。

## 本书所依托的软件

考虑到新颖与可靠两方面的因素, 本书选择 Inventor2012 Professional+SP2 为基础软件的版本。但是会在每个相关章节的后部, 为读者介绍最新的 Inventor2013+SP1.1 的改变和新加的内容。

如果没有附带这部分, 是因为笔者认为变化不大, 不必介绍。

本书中将以大量的机械设计专业知识为基础展开讨论, 这样, 目前尚不熟悉机械设计基础知识的读者, 可能会有些看不懂的感觉。因为篇幅所限, 本书也不可能重复这些知识的介绍和细节, 所以本书适合的读者群, 应当是在职机械设计工程师。

## 本书内容上的特点

考虑到篇幅和读者的需求, 本书分为两册: 《Inventor 机械设计解析与实战 (基础篇)》 (简称为《基础篇》) 和 《Inventor 机械设计解析与实战 (专业篇)》 (简称为《专业篇》)。前者以 Inventor 的基础功能为主, 而后者以 Inventor 专业设计支持功能为主。

《专业篇》内容的特色是:

- (1) 基于 Inventor 软件, 对于一般机械设计相关支持功能的解读和展开;
- (2) 会有些不太复杂的机械设计实例的分析和软件使用过程讨论, 重点在“怎么用”;
- (3) 所有的例子都会在附加光盘中存储。

读者会在本书中发现许多利用 Inventor 完成设计构思表达、设计数据关联、设计决策支持的实例, 会表现出 Inventor 优异的能力, 这是许多资料中并未涉及的内容。

因为是《专业篇》, 对于《基础篇》中已经展开过的一些 Inventor 基础机制(例如: 多实体、钣金、装配约束、工程图等)的讨论, 就不再重复了。

另外, 《专业篇》中, 笔者没有加入管路设计模块的解说。

这是基于两个原因。

笔者不熟悉管路设计专业知识, 所以没有自认为合适的解决方案引入本书。再加上目前新的 AutoCAD Plant3D+AutoCAD P&ID, 已经相当完美地支持工厂设计规模下的管路设计, 至少已经解决了 Inventor 管路模块长期不能创建 ISO 管线图的缺憾。

所以笔者觉得应当不必再去研究 Inventor 管路设计机制的深层内容了, 一般的使用在官方教程和 Inventor 自带的帮助文件的引导下, 是没有问题的。

## 关于“造型派”和“设计派”

这是笔者早在 2000 年出版的《AutoCAD 高级应用技术》一书中提出的观点, 原文如下:

在所有 CAD 软件的专业应用上, 一直存在两种相当不同的技术风格。

“造型派”认为: 只要看起来像, 创建的方法是否合理, 设计数据怎样构建都无所谓。例如: 造型派们甚至可以使用 CorelDraw 生成二维机械工程图, 用 3DSMax 生成三维机械模型, 并认为这没什么不对劲的地方。也不认为基于装配的参数关联设计有多大的意思。

“设计派”则认为: 看起来像是必然, 因为我的模型正确。但是, 整个的模型必须有充分必要的设计数据表达, 并且是可以提取和关联的。因此设计派认为用 CorelDraw 生成工程图是无法理解的荒唐做法, 而许多“电子图版”类的软件也不能满足设计辅助的需要。

虽然这个说法是基于 AutoCAD 软件应用的, 但是这属于“设计”的内在规律。所以在此后笔者的资料中, 尤其是进入了三维 CAD 软件应用的领域, 这个观点愈加清晰和具体。笔者想强调, 这不是对使用者水平的褒贬, 而是表述在应用中的两个阶段。造型派是必然阶段, 每个人都会经历; 而设计派是自由阶段, 这是真实设计中应有的状态。

笔者想借此提醒各位, 要尽快经过造型派阶段, 主动要求自己向设计派努力。就像我们小学写作文, 一开始总是按范文的模仿, 这个是必经的阶段; 但



是我们要追求创作的结果。而本书会使您快速经过造型派的学习阶段,早日进入设计派的工作状态。

我的好友余卓华(网名:水中水)有一段精彩的表述,我想引用做为结论:

我是“造型派”我自豪:音乐是我的娱乐节目之一,我拿起乐器爱怎么吹就怎么吹,反正只吹给我自己及那些要奉承我的人听,不必理会乐理、节拍、音调。但我知道,我这样永远也不可能和别人合奏,越这样,越积累强化坏习惯,离音乐大师的殿堂就越远。

我是“设计派”我自豪:机械设计是我的工作之一,我系统地吸收机械设计相关的规则,在实践中总结规则,哪怕有时候刻板、枯燥。但我知道,我这样能做出很多合格的设计,越这样,越能积累良好的习惯,离机械设计师的殿堂就越近。

## 关于对 Inventor 的评价

这是本书的特色。

对 Inventor 的优点,笔者的描述会比 Inventor 自述的还要清晰和明确,甚至 Inventor 自己也没说出来的自身的优点,笔者也说了许多。

对 Inventor 的缺点,笔者的说法可能是目前同类资料中内容最多,分析最透彻的一个。

这是因为笔者是在许多年的时间里,从 Inventor R1 一直“使用”到 Inventor 2013。

CAD 软件是我们的助手,作为 CAD 系统的主帅,对自己手下的了解和理解,是做好指挥员必需的前提,在这一点上,本书将有明确的作用,帮助读者透彻了解自己的手下。任何产品都是有缺陷的,有将近三百年历史的机械设计是如此,只有七十年历史的软件研发就更不可能例外。

用其所长、避其所短才是明智的指挥原则。

软件与用户对同一个设计需求在处理规则上的差异,才是我们使用软件最主要的障碍。所以我常说“不要跟软件叫板,它说不行,应当掉头就走另谋它途”,这才是用软件完成我们的日常设计所必要的心态。同样,我们需要知道这些差异,并在差异比较明显的功能使用上,注意正确评价 Inventor 做出的结果。

而问题在于,我们可能一直不知道有这种差异存在,一直一厢情愿地以为不会有差异,即便是在有了一些 Inventor 使用经验,并在阅读本书《专业篇》的读者群中。

例如很基础的“倒角(Chamfer)”,若在斜面切割圆柱得出的斜端面棱边上完成,其结果在 Inventor2013 之前,都是错的。您知道这件事么?

与我们熟悉的机械设计与制造一样,解决现有设计中的缺陷,实在不是一件容易的事情。所以软件的改进可能会需要我们等待很长的时间。例如前述很基础的“倒角(Chamfer)”,Inventor 的规则的错误,我们等待了 12 年,在

Inventor2013 中对倒角的几何构成算法做了修整，才是基本正确的了。可是，这个好消息却不是 Inventor 告诉我们的，要我们自己去寻找、体验和总结。

根据上述这些估计，对软件这个助手的“确切的了解和评价”，是必须完成的，且需要我们自己主动努力才能实现的。所以，那些想从软件中寻找设计理念，甚至想在使用软件的过程中学习机械设计，显然只是一个愿望而已。

## 关于本书中的推荐方法

对于本书中所有的软件应用方法，都是笔者经过反复实验验证后的结果（这也是本书的特色之一），可以肯定地说“是可用的”，但是不敢说是“最优秀的”。这就是说，本书中提供的方法肯定能解决应用问题，可以为读者的设计应用给出具体的建议。

虽然这是以 Inventor 为基础展开的，但是对于在三维 CAD 软件中实现机械设计的过程，本书具有普遍的指导意义。因为笔者的这些方法，是从机械设计本身的规则出发，来讨论软件可能的实现手段。

甚至个别网友曾说，是借助笔者以前出版的 Inventor 参考书，来学习 SolidWorks 软件的设计使用的。虽然软件并不相同，但是“思路和方法”有大量的共同之处，毕竟笔者所写的内容，是从“设计使用”出发，并非仅对软件作解释。



# 目 录

第 1 章 绪论 .....	1	2.2.5 自定义参数在装配环境中的使用 .....	29
1.1 本书特点 .....	1	2.2.6 衍生的使用 .....	31
1.2 关于“潜规则” .....	2	2.2.7 多实体的使用 .....	32
1.3 Inventor 的用途 .....	3	2.2.8 总结 .....	32
1.3.1 设计构思表达 .....	3	2.3 装配关系创建分析 .....	32
1.3.2 设计数据关联 .....	4	2.3.1 直接的装配条件 .....	32
1.3.3 设计决策支持 .....	5	2.3.2 间接的装配条件 .....	33
1.3.4 更高层次的设计支持展望 .....	5	2.3.3 源于传统设计、高于传统设计 .....	33
1.4 Inventor 的专业设计支持概貌 .....	6	2.4 设计实例详解 .....	34
1.4.1 专业设计模块 .....	6	2.4.1 平动机构的设计过程 .....	34
1.4.2 本地的 Help 和浏览器 .....	6	2.4.2 简单零件的关联设计 .....	37
1.4.3 Wiki-Help .....	9	2.4.3 异形零件的关联设计 .....	39
1.4.4 工程师手册 .....	9	2.4.4 零件加工夹具设计 .....	42
1.4.5 设计项目管理 .....	10	2.4.5 夹层板设计实例分析 .....	49
1.4.6 关于补丁 .....	10	2.4.6 弹簧相关 .....	50
1.5 Inventor 专业设计用的环境 .....	10	2.4.7 花键关联设计实例分析 .....	52
1.5.1 关于操作系统 .....	10	2.4.8 简单机构综合设计 .....	53
1.5.2 关于显示系统 .....	10	2.4.9 接触集合的应用 .....	54
1.5.3 关于内存和 CPU .....	11	2.4.10 尺寸链计算求解 .....	56
1.5.4 其他需求 .....	12	2.4.11 利用公差求解定位误差实例 .....	59
1.5.5 关于 Inventor 的启动速度 .....	12	2.4.12 趣味实例 .....	60
1.5.6 合适的 Inventor 使用者 .....	12	2.4.13 关于自由状态与装配状态不同的 零件 .....	61
1.5.7 关于 Inventor 中专业数据的规则 .....	13	第 3 章 设计加速器 .....	62
1.6 Inventor 专业设计机制有些问题的原因 .....	14	3.1 功能设计和设计加速器 .....	62
1.7 Inventor 的版本历史 .....	16	3.2 紧固-螺栓连接 .....	63
第 2 章 关联设计技巧 .....	17	3.2.1 安装规则设置 .....	63
2.1 对 CAD 软件中进行装配的解读 .....	17	3.2.2 结构类型设置 .....	65
2.1.1 进行装配的原因 .....	17	3.2.3 添加连接结构成员 .....	65
2.1.2 必须从三维设计开始的原因 .....	17	3.2.4 结构模式的存储和使用 .....	65
2.1.3 Inventor 的基于装配关联设计 能力现状 .....	18	3.2.5 设计参数计算求解 .....	66
2.2 关联设计的可能模式 .....	18	3.2.6 计算—其他参数 .....	71
2.2.1 用装配约束和自适应建立设计关联 .....	18	3.2.7 螺纹连接结构的结果处理 .....	71
2.2.2 用关联投影建立设计关联 .....	21	3.2.8 一些需要了解的规则 .....	72
2.2.3 用 Excel 设计数据表建立设计关联 .....	23	3.3 销连接组件设计 .....	74
2.2.4 用零件携带设计参数实施设计关联 .....	25	3.3.1 带孔销 .....	74

3.3.2 安全销.....	75	3.12.1 V带传动.....	106
3.3.3 十字头销.....	76	3.12.2 同步带传动.....	111
3.3.4 连接销.....	77	3.12.3 链传动.....	112
3.3.5 径向销.....	77	3.13 O形密封圈.....	114
3.3.6 小结.....	77	3.14 弹簧设计.....	114
3.4 轴生成器.....	77	3.14.1 压缩弹簧生成器.....	114
3.4.1 建立轴的模型.....	78	3.14.2 拉伸弹簧生成器与扭簧生成器.....	116
3.4.2 计算与图形.....	79	3.14.3 圆柱弹簧生成器小结.....	116
3.4.3 应用提示.....	79	3.14.4 碟形弹簧.....	117
3.5 滚动、滑动轴承设计.....	79	3.14.5 弹簧设计机制小结.....	117
3.5.1 滚动轴承校验计算.....	79	3.15 计算器.....	118
3.5.2 插入滚动轴承.....	81	3.16 CAD软件在设计数据处理上的 三个台阶的讨论.....	119
3.5.3 滑动轴承计算器.....	81	3.16.1 参数驱动.....	119
3.6 圆柱齿轮传动设计.....	82	3.16.2 关系牵动.....	119
3.6.1 设计选项卡概览.....	83	3.16.3 知识管理.....	120
3.6.2 计算选项卡概览.....	83	3.17 评论和展望.....	120
3.6.3 双联齿轮建模实例.....	84	<b>第4章 结构件生成器.....</b>	<b>122</b>
3.6.4 设计实例.....	86	4.1 体验结构件生成器.....	122
3.6.5 精确的齿形.....	89	4.1.1 结构件生成器环境.....	122
3.6.6 精确齿形的导出.....	90	4.1.2 结构件生成器设计体验.....	122
3.6.7 齿轮工程图问题.....	91	4.2 结构件相关规则.....	125
3.6.8 设计结果报告问题.....	91	4.2.1 骨架的类型.....	125
3.7 圆锥齿轮传动设计.....	92	4.2.2 结构件浏览器.....	125
3.8 蜗杆传动设计.....	92	4.2.3 结构件成员的右键菜单.....	126
3.8.1 设计计算.....	93	4.2.4 末端处理方式的关联菜单.....	127
3.8.2 奇怪的错误与解决的方法.....	93	4.3 结构件操作机制.....	128
3.8.3 设计数据的漏洞.....	94	4.3.1 插入结构件.....	128
3.9 键连接.....	94	4.3.2 更改结构件.....	134
3.9.1 键栏目.....	96	4.4 端部处理方式.....	135
3.9.2 轴槽栏目.....	96	4.4.1 斜接.....	135
3.9.3 轮毂槽栏目.....	97	4.4.2 修剪到结构件.....	137
3.9.4 要生成的对象.....	97	4.4.3 修剪-延伸到面.....	138
3.9.5 校验计算.....	97	4.4.4 为结构件成员开槽.....	139
3.9.6 需注意的事项.....	98	4.4.5 延长-缩短结构件成员.....	140
3.10 花键连接.....	99	4.5 其他.....	141
3.11 凸轮机构设计.....	100	4.6 金属结构的工程图.....	144
3.11.1 盘形凸轮生成器.....	101	4.7 实例和解决方案分析.....	144
3.11.2 移动凸轮生成器.....	105	4.7.1 基础概念模型.....	145
3.11.3 圆柱凸轮生成器.....	105	4.7.2 添加结构件.....	145
3.11.4 凸轮生成器小结.....	106	4.7.3 整理BOM-构件名.....	146
3.12 带、链传动设计.....	106		



4.7.4 整理 BOM-构件代号 .....	146	5.2.3 等效应力 .....	174
4.7.5 整理 BOM-构件存盘文件名 .....	146	5.2.4 变形 .....	174
4.7.6 整理 BOM-长度 .....	146	5.2.5 安全系数 .....	174
4.7.7 明细栏-标准 .....	148	5.2.6 模态分析 .....	174
4.7.8 明细栏-名称 .....	148	5.3 体验应力分析 .....	174
4.7.9 明细栏-数量 .....	149	5.3.1 零件工况条件整理 .....	174
4.7.10 小结 .....	149	5.3.2 启用分析功能 .....	175
4.8 发布自定义型材 .....	149	5.3.3 材料确认或设置 .....	175
4.9 骨架草图与结构件结果 .....	150	5.3.4 添加固定约束 .....	176
4.9.1 封闭草图的表现 .....	150	5.3.5 添加外力 .....	176
4.9.2 三维直线+圆弧草图的表现 .....	151	5.3.6 投入分析 .....	177
4.9.3 根据弯曲结构件的修剪 .....	151	5.3.7 结果评估 .....	177
4.10 初步的结论 .....	152	5.3.8 模型形状设计修改-加强 .....	177
4.11 结构件分析 .....	153	5.3.9 形状完善-减重 .....	178
4.11.1 基本概念 .....	154	5.3.10 点评 .....	179
4.11.2 创建分析 .....	154	5.4 外力工况加载 .....	179
4.11.3 结构的简化 .....	155	5.4.1 关于“力” .....	179
4.11.4 添加约束 .....	157	5.4.2 关于“压力” .....	180
4.11.5 添加载荷 .....	158	5.4.3 关于“轴承载荷” .....	181
4.11.6 处理连接关系 .....	160	5.4.4 关于“力矩” .....	182
4.11.7 应力应变分析 .....	162	5.4.5 关于“重力” .....	183
4.11.8 模态分析 .....	163	5.4.6 关于“远处受力” .....	183
4.12 结构件的后续设计处理问题 .....	164	5.4.7 关于“体载荷” .....	184
4.12.1 结构件的装配镜像 .....	164	5.5 约束工况加载 .....	185
4.12.2 结构件阵列 .....	165	5.5.1 关于“固定约束” .....	185
4.12.3 结构件的装配轻量化 .....	165	5.5.2 关于“孔销连接” .....	186
4.12.4 对称的结构件 .....	166	5.5.3 关于“无摩擦约束” .....	186
4.12.5 结构件子装配做修剪依据的问题 .....	167	5.5.4 约束的反力 .....	187
4.12.6 型材插入的参数控制 .....	168	5.6 接触条件设置 .....	187
4.12.7 型材自身的 $f_x$ 参数控制 .....	168	5.6.1 “自动”接触 .....	187
4.12.8 结构件表面积的计算 .....	169	5.6.2 “手动”接触 .....	188
4.12.9 如何选用钢管 .....	169	5.7 应力分析的方案设置 .....	189
4.12.10 小结 .....	169	5.7.1 静态分析 .....	189
4.13 Inventor 2013 的结构件表现 .....	170	5.7.2 模态分析 .....	190
4.13.1 基于弯曲型材的端部处理 .....	170	5.7.3 接触 .....	190
4.13.2 新的装配镜像的表现 .....	171	5.7.4 模型状态选项卡 .....	190
<b>第 5 章 有限元分析功能应用 .....</b>	<b>172</b>	5.8 分析前的准备 .....	190
5.1 基本情况 .....	172	5.8.1 查看网格 .....	190
5.2 有限元分析的基本知识 .....	172	5.8.2 网格设置 .....	190
5.2.1 网格划分 .....	173	5.8.3 本地网格控制 .....	192
5.2.2 应力分析的后处理 .....	173	5.8.4 收敛设置 .....	192

5.9 启动应力分析计算.....	193	6.2.6 更多选项.....	209
5.9.1 结果表达-动画.....	194	6.3 基本运动约束.....	210
5.9.2 结果表达-检查.....	194	6.3.1 铰链(旋转)运动.....	211
5.9.3 结果表达-收敛.....	194	6.3.2 平移.....	211
5.10 结果的显示表达控制.....	195	6.3.3 柱面运动.....	212
5.10.1 相同比例.....	195	6.3.4 球面运动.....	212
5.10.2 颜色栏.....	195	6.3.5 平面运动.....	213
5.10.3 显示检查标签.....	196	6.3.6 球面圆槽运动.....	213
5.10.4 显示最大值/显示最小值.....	196	6.3.7 线-面运动.....	213
5.10.5 着色方式.....	196	6.3.8 点-面运动.....	214
5.10.6 变形比例.....	196	6.3.9 空间自由运动.....	214
5.10.7 关于“模态分析”的结果评估 问题.....	197	6.3.10 焊接约束.....	214
5.11 结果报告.....	198	6.3.11 基本运动约束小结.....	214
5.11.1 常规选项卡.....	198	6.4 机构运动约束.....	215
5.11.2 特性选项卡.....	199	6.4.1 传动: 齿轮齿条运动.....	215
5.11.3 分析选项卡.....	199	6.4.2 传动: 外齿轮运动.....	215
5.11.4 格式选项卡.....	199	6.4.3 传动: 内齿轮运动.....	216
5.12 关于“驱动尺寸”的分析模式.....	199	6.4.4 传动: 凸轮-滚子运动.....	216
5.12.1 设置分析要求.....	199	6.4.5 带传动.....	217
5.12.2 取出参数.....	199	6.4.6 传动: 圆锥体平面外连接.....	217
5.12.3 设置可变参数的范围和分析次数.....	200	6.4.7 传动: 锥齿轮外啮合运动.....	217
5.12.4 设置结果查看内容.....	200	6.4.8 传动: 锥齿轮内啮合.....	218
5.12.5 点评.....	201	6.4.9 螺旋运动.....	218
5.13 多时间点分析.....	201	6.4.10 蜗轮副运动.....	218
5.14 分析机制小结.....	203	6.4.11 传动运动小结.....	219
5.14.1 对设计的了解和抽象.....	203	6.5 滑动运动约束.....	219
5.14.2 分析功能现有规则和潜规则.....	203	6.5.1 滑动: 平面圆柱运动.....	220
5.14.3 应当怎么做.....	203	6.5.2 滑动: 圆柱-圆柱外滚动.....	220
5.15 Inventor2013 的进展.....	204	6.5.3 滑动: 圆柱-圆柱内滚动.....	220
5.15.1 钣金件的处理.....	205	6.5.4 滑动: 凸轮滚子运动.....	221
5.15.2 一般结构的处理.....	205	6.5.5 滑动: 圆槽滚子运动.....	221
5.15.3 小结.....	206	6.6 其他.....	221
<b>第 6 章 运动仿真.....</b>	<b>207</b>	6.6.1 弹簧、阻尼和千斤顶.....	221
6.1 基本情况.....	207	6.6.2 接触集合.....	222
6.2 基础参数设置.....	207	6.7 转换 Inventor 的装配约束.....	223
6.2.1 自动将约束转换为标准连接.....	208	6.8 约束的驱动和设置.....	224
6.2.2 当机构被过约束时发出警告.....	209	6.8.1 机构原动力问题.....	224
6.2.3 所有零部件使用同一颜色.....	209	6.8.2 运动约束的驱动设置.....	224
6.2.4 初始位置偏移.....	209	6.8.3 自由度选项卡-编辑约束条件.....	225
6.2.5 将 FEA 导出.....	209	6.8.4 自由度选项卡-驱动.....	226
		6.8.5 原动力驱动机构.....	227



6.8.6 原动力驱动小结 .....	227	7.7.2 渲染图像-输出 .....	253
6.9 外部载荷 .....	227	7.7.3 渲染图像-样式 .....	253
6.9.1 定义重力 .....	227	7.8 静态渲染环境设置 .....	253
6.9.2 添加载荷 .....	228	7.9 动画 .....	254
6.9.3 添加扭矩 .....	229	7.9.1 动画时间轴工具 .....	254
6.10 结果表达 .....	229	7.9.2 约束动画 .....	255
6.10.1 输出图示器 .....	229	7.9.3 渲染动画 .....	256
6.10.2 跟踪(添加轨迹) .....	230	7.9.4 零部件动画 .....	257
6.10.3 未知力 .....	230	7.9.5 淡显动画制作 .....	258
6.10.4 动态运动 .....	231	7.9.6 参数动画制作 .....	259
6.10.5 $f_x$ 表数据 .....	231	7.9.7 位置表达动画制作 .....	261
6.10.6 将结果过程做成动画 .....	231	7.9.8 照相机动画制作 .....	261
6.11 综合实例 .....	232	7.10 Inventor 2013 的 IS 变化 .....	262
6.11.1 实例 1——概念草图仿真 .....	232	7.11 评论 .....	263
6.11.2 实例 2——实际机构仿真 .....	232	<b>第 8 章 用户定制和工具 .....</b>	<b>265</b>
6.11.3 实例 3——设计决策支持 .....	235	8.1 应用程序选项 .....	265
6.11.4 实例 4——逆向设计支持 .....	236	8.2 文件选项卡 .....	266
6.12 小结 .....	239	8.2.1 撤销 .....	266
<b>第 7 章 Inventor Studio .....</b>	<b>240</b>	8.2.2 工程图选项卡 .....	267
7.1 基本情况 .....	240	8.2.3 草图选项卡 .....	269
7.1.1 启用渲染 .....	240	8.2.4 部件选项卡 .....	269
7.1.2 体验渲染过程 .....	241	8.3 自定义菜单和工具面板 .....	271
7.2 表面样式 .....	242	8.3.1 工具面板内容设置 .....	271
7.2.1 与 Inventor 的关系 .....	243	8.3.2 界面的组成设置 .....	271
7.2.2 给模型添加材质 .....	243	8.3.3 自定义工具面板内容 .....	272
7.2.3 材质继承 .....	245	8.3.4 功能区外观 .....	272
7.3 光源样式 .....	246	8.3.5 快捷键 .....	273
7.3.1 光源-常规 .....	247	8.3.6 标记菜单 .....	273
7.3.2 光源-照明 .....	247	8.4 附加模块管理器 .....	275
7.3.3 光源-阴影 .....	247	8.5 显示参数设置相关 .....	276
7.3.4 光源-点光源 .....	248	8.5.1 三维显示支持模式 .....	276
7.3.5 光源-平行光 .....	248	8.5.2 透视投影的规则 .....	276
7.3.6 光源-聚光灯 .....	248	8.5.3 字符显示错误 .....	277
7.3.7 怎样设置光源 .....	249	8.5.4 图形窗口底色设置 .....	277
7.4 局部光源 .....	249	8.5.5 鼠标和缩放操作 .....	278
7.5 场景样式 .....	249	8.5.6 显示模式 .....	278
7.6 照相机 .....	250	8.6 设计助理 .....	280
7.6.1 缩放 .....	251	8.6.1 设计结果打包 .....	281
7.6.2 景深 .....	251	8.6.2 清除文件 .....	285
7.7 静态渲染 .....	252	8.6.3 管理文件之间的链接 .....	285
7.7.1 渲染图像-常规 .....	252	8.6.4 文件引用搜索 .....	287

8.6.5 在设计助理中预览文件 .....	288	8.15.3 点评 .....	318
8.6.6 复制设计特性 .....	288	8.16 Inventor 运行的隐藏细节 .....	319
8.6.7 管理设计特性 .....	289	<b>第 9 章 在 Inventor 中做设计的思考 .....</b>	<b>320</b>
8.6.8 项目 .....	289	9.1 工程需求与 Inventor 表达的关系 .....	320
8.7 Inventor 的附加工具 .....	289	9.1.1 整理设计条件 .....	321
8.7.1 附加模块管理器 .....	290	9.1.2 将工程条件进行分解 .....	321
8.7.2 样式管理向导 .....	290	9.1.3 评论 .....	321
8.7.3 任务调度器 .....	292	9.2 确定正确的模型结构和建造次序 .....	322
8.7.4 供应商资源中心 .....	293	9.2.1 关于能否单独创建零件的讨论 .....	322
8.7.5 工程图资源转换向导 .....	293	9.2.2 怎样确定模型的第一个特征 .....	323
8.7.6 项目编辑器 .....	295	9.3 建模是否成功的标准 .....	325
8.7.7 样式库管理器 .....	296	9.4 分析零件制造特点, 确定正确的特征 使用 .....	326
8.8 许可证转移 .....	296	9.4.1 轴类零件用拉伸特征 .....	326
8.9 Inventor View .....	297	9.4.2 齿纹槽用特征阵列特征 .....	327
8.10 Autodesk Multi-Sheet Plot .....	298	9.4.3 模型特征与加工工序 .....	328
8.10.1 绘图机设置 .....	298	9.4.4 模型特征与功能区分 .....	328
8.10.2 绘图输出的图纸参数设置 .....	298	9.5 关于草图约束技术 .....	329
8.10.3 笔者的建议 .....	300	9.6 全切削加工的零件建模分析-1 .....	330
8.10.4 要输出的工程图选定 .....	300	9.6.1 创建右面视图结构的草图 .....	331
8.10.5 实施绘图输出 .....	302	9.6.2 创建左面视图的特征 .....	331
8.11 工程图样式参数设置 .....	302	9.6.3 创建齿部特征 .....	332
8.11.1 基本规则 .....	302	9.6.4 创建其他修饰性特征 .....	332
8.11.2 样式处理要点 .....	302	9.7 全切削加工的零件建模分析-2 .....	332
8.11.3 文字字体设置的问题 .....	303	9.7.1 背景条件 .....	332
8.11.4 标注结果的文字修饰 .....	305	9.7.2 创建轴 .....	333
8.11.5 工程图图线等设置问题 .....	306	9.7.3 创建螺纹 .....	334
8.11.6 尺寸公差表达方式设置 .....	306	9.7.4 创建键槽 .....	334
8.11.7 尺寸标注要素设置 .....	307	9.7.5 创建花键齿沟 .....	334
8.11.8 关于角度尺寸文字设置 .....	307	9.8 铸、锻件毛坯的零件建模分析-1 .....	336
8.11.9 关于孔数量标注的设置 .....	308	9.8.1 毛坯造型 .....	337
8.11.10 关于剖切线设置 .....	309	9.8.2 铣切加工面造型 .....	339
8.11.11 明细栏框格大小设置 .....	310	9.8.3 钻镗孔造型 .....	340
8.12 线型的自定义与使用 .....	311	9.8.4 螺孔造型 .....	340
8.12.1 AutoCAD 的线型定义格式 .....	311	9.9 铸、锻件毛坯的零件建模分析-2 .....	341
8.12.2 AutoCAD 线型的引用 .....	312	9.9.1 设计背景 .....	341
8.12.3 线型比例控制 .....	313	9.9.2 创建毛坯零件的基础 .....	341
8.13 关于物理特性的特殊处理 .....	315	9.9.3 填充加工部位 .....	342
8.14 合理部署资源中心 .....	316	9.9.4 添加浇口和冒口 .....	342
8.15 注册表与剖切面的贴图 .....	317	9.9.5 创建芯子和型 .....	342
8.15.1 启用注册表编辑器, 找到相关项 ...	317	9.9.6 创建铸型的相关零件 .....	343
8.15.2 创建新的字符串值 .....	318		



9.9.7 小结 .....	343	10.3.4 剪切 .....	374
9.10 铸、锻件毛坯的零件建模分析-3 .....	343	10.3.5 自发光 .....	374
9.10.1 设计背景 .....	343	10.3.6 凸凹贴图 .....	374
9.10.2 设计新零件的基础 .....	344	10.3.7 染色 .....	375
9.11 关于装配约束的深入讨论 .....	344	10.4 外观 .....	375
9.11.1 孔与轴的装配 .....	344	10.5 清除 .....	376
9.11.2 螺钉的装配和插入约束 .....	345	10.6 调整 .....	377
9.11.3 装配约束与自由度限制 .....	345	10.7 新的设置机制小结 .....	378
9.11.4 确切理解 Inventor 的装配约束 .....	345	10.8 实用技术 .....	378
9.11.5 利用公差解决尺寸链求解的 可能 .....	348	10.8.1 基本概念 .....	378
9.11.6 夹具定位误差分析 .....	351	10.8.2 Autodesk 材质库与 Inventor 材质库的关系 .....	378
9.12 关于与曲面相切的工作面 .....	352	10.8.3 从 Autodesk 材质库复制内容到 Inventor 材质库 .....	379
9.12.1 与圆锥面相切 .....	352	10.8.4 从材质库复制到文档材料 .....	380
9.12.2 与类似球面相切 .....	353	10.8.5 文档材料的作用 .....	380
9.12.3 与样条轮廓的回转面相切 .....	353	10.8.6 材料的“收藏夹” .....	381
9.12.4 与圆环表面相切 .....	354	10.8.7 使用方法 .....	381
9.13 几个看似简单却很麻烦的实例 .....	354	10.9 自定义材料 .....	381
9.13.1 管子接头 .....	354	10.9.1 自定义“类别” .....	381
9.13.2 圆柱螺旋 .....	355	10.9.2 向自定义类别添加材料 .....	382
9.13.3 放样结果的圆角处理 .....	357	10.9.3 自定义材料 .....	383
9.13.4 关于三维样条线 .....	358	10.10 老版本材料和颜色的继承 .....	383
9.14 在 Inventor 中做设计的总结 .....	361	10.10.1 老模型材料的继承 .....	384
9.14.1 几何规则与机械设计规则 .....	361	10.10.2 模型材料的整理 .....	384
9.14.2 数据断裂问题 .....	362	10.10.3 老材料库的继承 .....	385
9.14.3 前瞻 .....	363	10.11 颜色选择 .....	386
<b>第 10 章 Inventor 2013 的材质与颜色</b> .....	<b>365</b>	10.11.1 按材料和清除替代 .....	387
10.1 概论 .....	365	10.11.2 列表内容的规则 .....	387
10.2 材料 .....	369	10.11.3 颜色的定制 .....	388
10.2.1 给模型添加材料 .....	369	10.11.4 其他界面中的颜色选择 .....	389
10.2.2 材料数据-物理 .....	370	10.12 颜色传递的表现 .....	390
10.2.3 基本热量 .....	370	10.12.1 零件级别的透明色 .....	391
10.2.4 机械 .....	371	10.12.2 特征及其多实体的颜色关系 .....	391
10.2.5 各向异性材料在有限元分析中的 表现 .....	371	10.12.3 颜色传递的规则 .....	391
10.2.6 强度 .....	371	10.12.4 颜色传递规则设置 .....	391
10.2.7 关于热处理开关作用的点评 .....	372	10.13 在项目中的设置 .....	391
10.3 材料数据-外观 .....	372	10.14 材料的自带参数问题 .....	392
10.3.1 常规 .....	372	10.15 新的材料-外观体系的使用帮助 .....	392
10.3.2 反射率 .....	373	10.16 怎样实现透明表面 .....	393
10.3.3 透明度 .....	373	10.17 小结 .....	395

<b>第 11 章 库</b> .....	397	11.6 沿用自己的库 .....	404
11.1 CAD 软件和库.....	397	11.7 修改 Inventor 的库 .....	405
11.2 Inventor 的库 .....	397	11.8 其他的入库内容 .....	406
11.3 建立自己的库 .....	398	11.8.1 发布机制与附加模块的加载的 关系.....	407
11.3.1 建立自己的可读写库 .....	398	11.8.2 关于结构形状的发布 .....	407
11.3.2 建立并测试好要发布的原型零件 ...	399	11.9 小结.....	407
11.3.3 发布入库.....	399	<b>后记</b> .....	408
11.3.4 在装配中引用 .....	401	<b>参考文献</b> .....	410
11.4 加入“拖放交互操作”特性 .....	402		
11.5 添加自己的类 .....	403		



# 第 1 章 绪 论

这里首先讨论一些“虚”的东西，是一些关于 CAD 软件使用者与设计者和设计过程的关系的讨论，其中的观念将贯穿本书的全部内容，这可能是这本书的最明显的与众不同之处。千万不要小看这些观念，这决定了您使用 CAD 软件进行设计的效果。

## 1.1 本书特点

因为笔者具有双重的技术背景：本身是机械设计与制造专业，熟悉制造与设计的过程，曾经是程序设计“票友”级别的爱好者，对 CAD 软件的理解和使用会有特殊的感觉。同时，又直接在软件公司工作过；又因为在 ACRD（欧特克中国研究院）工作时，曾直接参与 Inventor 的研发，直接与 Inventor 的研发团队交流讨论。这就使得笔者的观点和表述方式相当地与与众不同。

本书以 Inventor 2012 Professional+SP2 为基础进行展开，但是，会在每个相关章节的后部，为各位介绍最新的 Inventor 2013 的改变和新加的内容。

本书中将以大量的机械设计专业知识为基础展开讨论，这样，目前尚不熟悉机械设计基础知识的读者，可能会有看不懂的感觉。因为篇幅所限，也不可能重复介绍这些知识的细节，所以本书适宜的读者群，应当是在职机械设计工程师。

本书名为《Inventor 机械设计解析与实战（专业篇）》，有几个因素请读者注意：

- (1) 基于 Inventor，进行一般机械设计相关支持功能的解读和展开；
- (2) 因为是“专业篇”，将不再涉及基础功能的解说，而以专业设计支持机制为主；
- (3) 其中会有些比较复杂的机械设计实例的分析和过程讨论；
- (4) 所有的例子都会在附加光盘中提供给读者；
- (5) 基本上在 Inventor 专业版的范围内讨论；
- (6) 笔者编写这本书的时候，以读者是在职机械设计工程师，并有足够的设计经验为前提。

读者会在本书中发现许多利用 Inventor 完成设计构思表达、设计数据关联、设计决策支持的实例，会表现出 Inventor 优异的能力，这些经验是许多资料（包括 Autodesk 的官方资料）没有涉及的内容。读者同样会在本书中发现许多对 Inventor 潜规则的分析，对 Inventor 缺陷的分析等，这些是笔者所见过的所有资料中都并未涉及的内容。

**注意：**

- ◆ 本书将不讨论“管路设计”和“布线设计”内容，因为笔者对相关专业不熟悉。