

CAD/CAM 高手



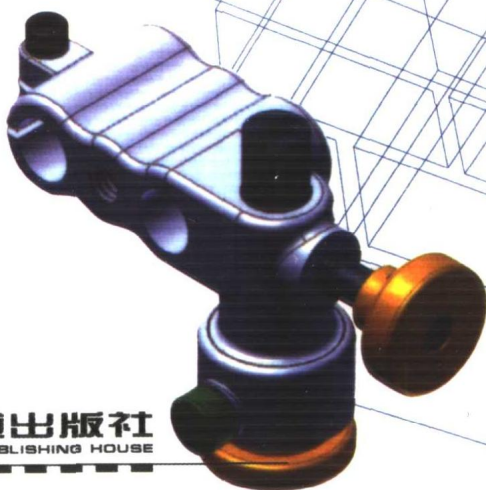
适用于R4~R5



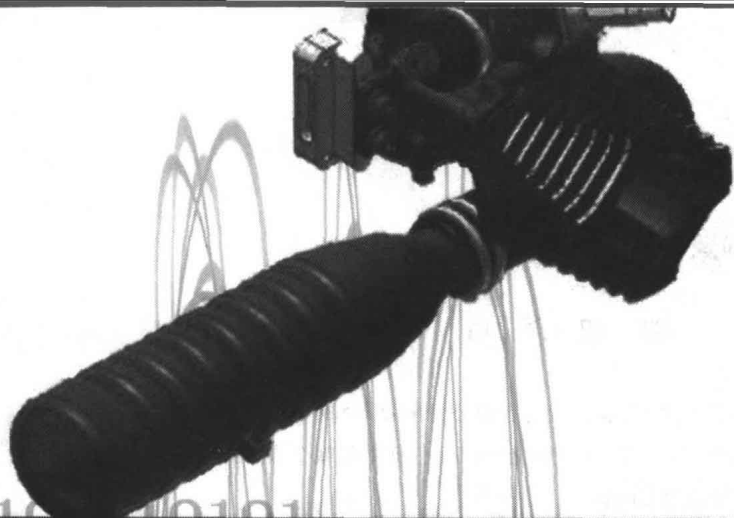
廖廷睿 编著

Inventor

使用指南



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



Inventor

使用指南

廖廷睿 编著

中国铁道出版社

2003·北京

05
10
02

~30

(京) 新登字 063 号

北京市版权局著作合同登记号: 01-2002-6476 号

版 权 声 明

本书中文繁体字版由台湾知城数码科技股份有限公司出版。本文中文简体字版经台湾知城数码科技股份有限公司授权由中国铁道出版社出版。任何单位或个人未经出版者书面允许不得以任何手段复制或抄袭本书内容。

图书在版编目 (CIP) 数据

Inventor 使用指南/廖廷睿编著. —北京: 中国铁道出版社, 2002. 12

(CAD/CAM 高手系列)

ISBN 7-113-04922-2

I 1… II. 廖… III. 机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, Inventor IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 107362 号

书 名: Inventor 使用指南

作 者: 廖廷睿

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 严晓舟 郭毅鹏

责任编辑: 苏 茜 彭立辉

封面设计: 孙天昭

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

开 本: 787×1092 1/18 印张: 19 字数: 378 千

版 本: 2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000 册

书 号: ISBN 7-113-04922-2/TP·848

定 价: 32.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

出版说明

CAD (Computer Aid Design) 原意是计算机辅助设计, 但长久以来大家却一直存在计算机绘图便是“CAD”的概念, 所以一直将 CAD 软件当作是一种绘图工具, 相对来说, 用户的价值也只是绘图软件的操作员而非设计工程师!

笔者在多年的工作经验中使用过的 CAD 软件不下数十种, 而其中 Inventor 是最符合设计功能及开发的辅助工具。通过 Inventor 全新的设计观念, 能让用户摆脱传统计算机绘图的束缚, 展翅翱翔于设计理念的实现。

在 Inventor 友好的操作界面导引下, 即使没有任何 CAD 软件操作经验, 也可以顺利进入状态, 对于具备 CAD 基础的用户则更能体会到 Inventor 所给予的创造力。所以本书的目的在于介绍 Inventor 各项命令功能及应用范例, 以使读者能在最短的时间内享受到 Inventor 所带来的设计乐趣和便利。另外, 本书还配有教学光盘, 建议读者用 Windows Media Player 打开其中的文件。

本书由台湾知城数位科技股份有限公司提供版权, 经中国铁道出版社计算机图书中心审选, 由刘竹青、魏冬、王冰、王小凤、陈南、刘宾、齐峰、陆南、陈淑贤、陈小娟和廖康良等完成了本书的整稿与编排工作。

中国铁道出版社

2002 年 12 月

目 录

第 0 章 简介.....	1
0-1 Inventor 的介绍.....	2
全新的设计观念.....	2
以产品的需求功能作为设计的方向.....	2
由装配件的限制关系来发展零件.....	3
以 2D 草图即可作机构的动态仿真分析.....	3
自适应的设计观念.....	4
友好的操作界面.....	5
中文化的操作环境.....	5
图形化的对话框.....	6
浏览器式的控制界面.....	6
个性化的设计帮助系统.....	7
完全的解决方案.....	7
自由度的限制.....	8
直观式的约束条件.....	8
草图或零件都可做自适应的装配.....	9
子装配件的自适应设计.....	9
阵列零件及子装配件.....	9
智能型的装配.....	10
iParts.....	10
干涉分析.....	11
机构的动态仿真分析.....	11
表达视图功能.....	12
What You See. What You Get!.....	12
彩色输出.....	13
笔记本.....	13
与 AutoCAD 相互支持.....	14



Inventor 使用指南

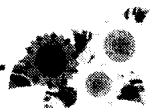
Inventor

0-2	试用光盘的安装	15
0-3	Inventor 概论	18
	默认值	19
	English	20
	Metric	20
	项目	21
	草图	22
	零件	22
	装配	24
	工程图	24
	表达视图	25
	关联性	25
	钣金	26
	辅助说明	26
	学习如何使用 Autodesk Inventor	27
	学习如何快速建立模型	27
第 1 章	草图	29
1-1	绘图	30
	绘图的设置	30
	绘图文件的设置	30
	颜色	31
	常用的屏幕缩放功能	32
1-2	绘图的命令	35
	标定孔的中心	41
1-3	草图的约束条件	45
	默认的约束条件	45
	约束条件的种类	46
	约束条件的显示	50
	约束条件的添加	51
	约束条件的删除	51
	约束条件的隐藏	52
1-4	草图的标注	52
	标注的种类	53
	参数式的标注	56
	范例练习	57

第2章 零件	63
2-1 特征的建立	64
拉伸	64
旋转	67
扫掠	68
螺旋扫掠	69
放样	70
2-2 特征的编辑	71
打孔	71
螺纹	72
抽壳	73
圆角	74
倒角	75
拔模斜度	76
分割	77
镜像	78
矩形阵列	79
环形阵列	80
特征的创建顺序	80
2-3 特征的高级应用	81
三维路径的扫掠	81
加强筋	83
曲面的运用	86
2-4 物理性质	88
材质的指定	89
颜色及灯光的自定义	90
零件的物理性质	91
范例练习	93
第3章 装配	123
3-1 自由度及约束条件	124
自由度	124
3-2 装配的延伸应用	133
阵列零件	133
阵列零件的自适应	135



i Mate	137
i Mate 的设定	137
i Mate 的使用	140
零件的更换	142
装配的切割	143
装配的合并	145
3-3 自适应	147
草图的自适应	147
零件的自适应	152
3-4 干涉分析	157
干涉分析的检查	157
动态仿真	161
冲突检测	162
录制动画	163
范例练习	164
第 4 章 表达视图	173
4-1 分解图的设置	174
表达视图文件的建立	174
调整零部件位置	175
4-2 顺序的调整	177
顺序的编辑	177
4-3 摄影机的运用	180
摄影机的运用	180
4-4 动画的录制	183
范例练习	186
第 5 章 工程图	193
5-1 工程图的产生	194
由零件、装配及表达视图文件创建视图	194
创建三视图及等角图	196
创建剖视图	199
创建局部视图	200
5-2 零件球及材料表的创建	201
创建零件球	201
创建明细表	203



编辑明细表	203
输出明细表	204
5-3 工程图的着色	205
工程图的着色	205
5-4 标注及注释的添加	209
取得模型标注	209
5-5 图框及样版的设置	212
图框的自定义	212
5-6 出图的设置	217
打印机的设置	217
一个工程图文件包含数个视图	219
范例练习	221
第 6 章 钣金	231
6-1 钣金的创建	232
钣金样式的设置	232
钣金的创建	233
6-2 钣金的编辑	238
6-3 钣金的高级应用	242
6-4 钣金的出图	249
钣金的出图	249
范例练习	251
第 7 章 设计数据管理	259
7-1 项目的管理	260
库搜索路径	261
图库搜索路径	265
7-2 数据的动态连接	268
在装配文件中修改零件	269
在工程图文件中修改零件	270
7-3 设计结果的管理	271
设计文件的打包	272
7-4 与 AutoCAD 相互支持	273
7-5 记事本	280
笔记的创建	280
7-6 What You See! What You Get!	284



Inventor 使用指南

屏幕内容的实时打印	284
范例练习	286

CHAPTER 0

简介



- Inventor 的介绍
- Inventor 概论
- 试用光盘的安装

0-1 Inventor 的介绍

CAD 原本的意思是计算机辅助设计，但是综观这十几年来市场上 CAD 软件的应用，大部分还是仅停留在绘图的应用上！也由于辅助设计的工具不足，开发成本过高，而降低了自行开发的意愿。

日前在市场上所使用的 3D 设计软件，大致的设计流程都是先以绘制好的轮廓草图加上特征属性而形成 3D 实体，再将这些 3D 零件装配成一个组件再进行干涉分析过程中发生干涉的现象，此时，必须再回到草图模式，重新绘制草图、再装配、再分析。而这时可能又会发现零件 A 经过修正后已无干涉现象，但这一修改却又造成零件 B 与零件 C 的不协调，结果只好再去调整零件 B 及零件 C……经常需要如此地反复这些修改过程，一直到零件间不再重叠或碰撞在一起才能告一段落。

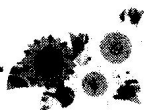
事实上这种由下至上的设计流程不是惟一或不能改变的，Autodesk 鉴于市场并无一套专门为机械设计使用的设计软件，故在多年前开始进行了 Inventor 计划。这套软件主要是针对目前市场 3D 设计软件所欠缺的功能及对设计流程的改善而研发出来，目的就在于使 3D 设计软件真正成为业界在设计生产上的辅助工具，真正地解决所有设计生产可能伴随的问题。接下来我们将大致地介绍 Inventor 这套软件的所有特色及功能，以及在实际设计生产流程中的应用。

全新的设计观念

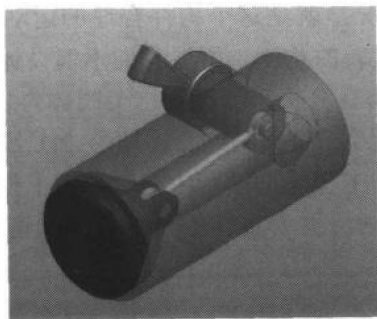
Inventor 所强调的设计观念是先符合产品的功能需求，满足了设计需求以后，再从装配件间的关联特性，进行各相关零件的发展。这种由上而下的设计流程与现实生活中的设计观念较符合，就像我们想设计一台削铅笔机，它的先天约束条件就是一端可以将铅笔插入，一端可以用手摇连杆。再加上我们希望摇 20~30 下便可将一支全新的铅笔削到可以用，而下方盛笔屑的容器可以装 1000 次所削下来的屑，一样产品应该是根据这些需求功能，进而设计出与之符合的零件，并不是先生产出零件，再去满足整体的功能需求。而 Inventor 最大的特性就在它是以先满足功能的需求，再进行零件的设计，并且在零件设计时，这些零件已被限制了一些客观的约束条件，所以所生产出来的零件不会违背我们的设计要求。

以产品的需求功能作为设计的方向

假设我们将进行一组活塞的设计，而把手已有现成的零件可用，同样，活塞也是规格品，只是使用的场合不同，有不同的材质及部分尺寸不一样。现在这个阀体的尺寸也因使用场合的限制，已有固定的尺寸，当我们将把手、活塞及阀体装配起来时，

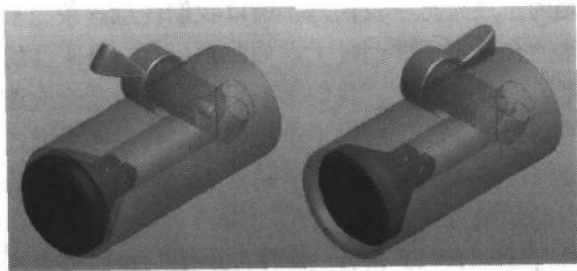


便会发觉尚需一支连杆，才能构成这个装配件。而这支连杆的设计，并不能由我们来凭空想象，它已经有了些客观的约束条件，它必须同时连接把手及活塞，它的厚度也必须在活塞孔的连接间隙内，运用 Inventor 开发零件过程中，我们只要了解及判断这些需求即可。



由装配件的限制关系来发展零件

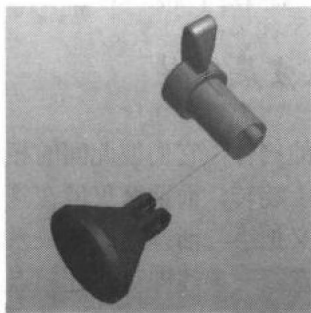
只要定义好这些的阀体内的构件，它们彼此间的相对关系即可，例如：对于把手我们必须定义它只能贴在阀体上旋转，而活塞仅能在阀体的轴心网上运动，并且不能与阀体产生干涉，最后我们定义把手与活塞之间的关系，接下来我们便可以进行关键零件——连杆的设计。只要任意画一条线即可，连起点及终点的位置都不需在意，因为这支连杆是连接把手及活塞，所以我们只需对这条虚拟的连杆，限制它起点在把手凸杆的中心，另一端点在活塞连接孔的中心，如此这条线便会自动去接合上述两点，这样把手、活塞及连杆三者间的约束条件便完全地被建立了！仿真把手可绕 360° 旋转，便可看到活塞随着前后运动。



以 2D 草图即可作机构的动态仿真分析

但是以上活动状态合理吗？所以必须进行机构的动态仿真分析，来证明或限制这些构件在合理的状态下运动。这也是 Inventor 的特色之一，它不必等 3D 的

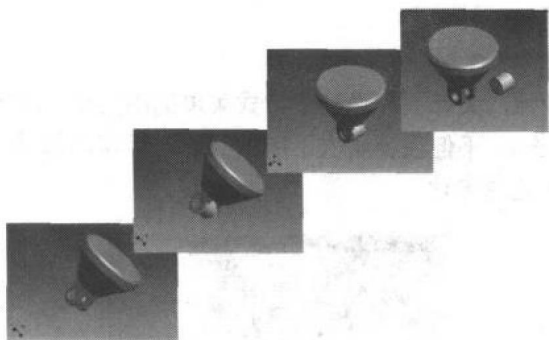
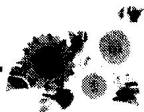
零件形成便可进行复杂的机构仿真分析，在这个实例中，由于活塞的锥度及阀体的内部的角度已是事实，所以活塞的运动范围与把手的旋转角度，应该有一定的合理范围。我们无须去打开活塞或阀体的图纸，去了解它们的锥角，然后再去计算，Inventor 可以自动帮我们去计算活塞在行进的过程中，在何种情况下会与阀体发生干涉而避开这些干涉的状况，就是这个构件合理的运动范围，而这个范围也会由 Inventor 自动换算成把手旋转的角度，所以我们不但设计出连杆的所需长度，并且借着 Inventor 机构的动态仿真分析，换算出这个阀体内各个零件合理的运动范围，而这其中的关键只是“一条线”，一条代表连杆的 2D 线段，从这个过程中便可了解，通过 Inventor 的辅助，工程师可以专注在设计的工作上，绘图及分析的工作由 Inventor 来分担，所以 Inventor 是套真正的计算机辅助设计软件，而不是另一套 3D 绘图软件。



自适应的设计观念

Inventor 将这些全新且合乎实际设计流程的观念，称之为“自适应”，如同上述的例子，连杆的目的是为了连接把手及活塞，所以我们任意画条线来代表连杆，然后把它的位置限制在活塞的孔及把手的凸杆上。如此以后，一旦阀体的长度改变或活塞的型式改变；或者是把手的尺寸改变，我们都不用重新再绘制一次连杆，因为连杆自适应地伴随这些客观的条件而改变，所以不论我们将来套用何种型式的把手、活塞或阀体，这些构件依旧会被那条代表连杆的线段联系着，而合理的运动范围及把手可以操作的角度，一样会自动地换算出来。

然而 Inventor 的自适应不止于此而已。在同例中，我们尚需要一个插销来使活塞与连杆接合，但是对应不同等级的活塞，难道我们就要设计不同尺寸的插销吗？当然我们也可以将活塞的孔及插销定义为自适应，如此一来，每次在接合时，插销都会自动地配合活塞的尺寸，自动调整大小，也就是说通过自适应，可以减少琐碎的小事，工程师只要设置好这些关系，便可依各种使用需求调整活塞的型式或尺寸。



友好的操作界面

AutoCAD 之所以有这么大的市场占有率，其中一个重要因素，就是友好的操作界面，在 Windows 尚未风行前，R10 版的 AutoCAD 就有下拉式菜单，及图形式的对话框，同时 AutoCAD 也是最早中文化的绘图软件。

同样也是 AutoCAD 同公司的产品，Inventor 不但继承了这些优良的传统，并且提供了两项目前 3D 设计软件都具备的界面：命令区及浏览式控制框。命令区的使用可以减化以往多层次下拉功能表的使用，不需再记忆哪个命令在哪一层里；浏览式控制框可记录命令的操作过程，以便更新及修改。所以综合 Inventor 的操作界面，大概可从以下的四个方向来讨论：

中文化的操作环境

目前较流行的 3D 设计软件，大都以英文版来发行，中文化的模块及界面仍需另外购买，而且最大的问题是加上中文操作界面以后，这些软件的效率会较差，也比较不稳定，而 Autodesk 公司对产品的中文化也有数十年的历史，所有在亚洲发行的软件，也都会历经长久的市场测验，所以中文化后的表现及稳定度是无须置疑的！

而以笔者在培训界及学校的经验，学任何 CAD 软件的学生，不管是来自就业市场或是在校的学生，无论他们的英文程度如何，他们的目的是学会软件的操作，而不是来学英文，所以中文化的操作界面对于用户的学习速度有着很重要的影响。

Autodesk 公司这十多年的汉化经验，并非仅是将英文翻译成中文而已，其中的专有名词，及常用的专业用语，都是合乎教育部的标准及业界的多年使用习惯，所以用户所接触的是正统且专业机械中文用语，绝对不会看不懂或反被误导。

图形化的对话框

一般中文化的软件，大都只能做到下拉式菜单的中文化，或者是第一层主要对话框的中文化，而 Inventor 不但在各层次下所见到的对话框都是中文化窗口，并且所有的对话框都尽量地图形化。

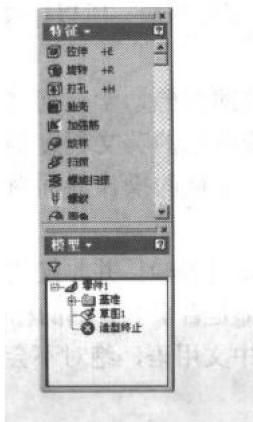


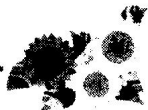
例如以往大家在操作数组特征时，永远会有人搞不清何为“行”；何为“列”，哪个方向该输入正值，哪个方向该输入负值，像这类问题在 Inventor 的对话框中，是以图形来表示行与列的关系，同时会以箭头来表示数组的方向，而且在作图窗口内也会有预览的结果，以使用户做必要的判断。

有这些浅显易懂的图形化操作窗口，用户即使对于不熟或未用过的命令，也可以尝试配合对话框的提示，自行去体会该命令的特性，这也是 Inventor 所强调的易学易用及一日便可学会的特性。

浏览器式的控制界面

Inventor 的文件格式有零件、装配、表达视图、钣金及工程图。这些文件格式的功能及目的都有其特色，可是您会发觉执行的命令虽然不同，但操作的环境及界面是完全一致的。这也是 Inventor 的一项特色，只要您熟悉其中一种格式的操作方式，自然对其他的部分也会轻车熟路。



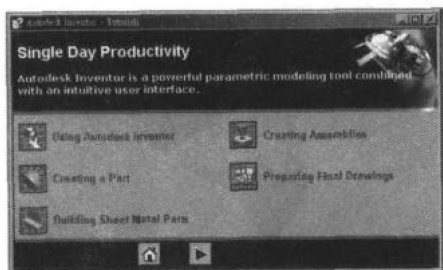


最重要的一致性操作界面，就是浏览器化的命令控制窗口。这个窗口会记录您从头到尾的命令操作过程，这样的目的不只是让别人清楚地了解这个零件是如何产生的，同时一些设计变更的工作也可以在此完成，例如我们可调换特征的产生顺序，而产生不同的设计结果以免重新绘制，可直接在这些步骤上按右键，去修改它的内容或属性，迅速地对零件做适度修改。

个性化的设计帮助系统

Inventor 所强调的易学易用，并非是可操作的命令太少或太简单，除了有中文化的操作环境及图形化的交谈对话框外，Inventor 还有一套可以实时随用户的操作动作，而适时“现身”地设计帮助系统。

在 Inventor 的操作过程中，如果您对某一程序不太熟悉或不确定接下来该如何是好？您将会看到一个画面，告诉您目前可能遇到何种状况，在此时有哪些命令可以用，或这些命令接下来可采取的步骤有哪些；他还可以让您看一些相关命令的操作示范：或者建议您到辅助说明的地方，参考一些教学动画再回来。



完全的解决方案

任何一项产品从无到有的完成，必定是汇集了所有的心力而达成，笔者在十多年来使用 CAD/CAM 软件的经验中，觉得不会有万能的 CAD 软件可以满足各行各业的需求，市场上所通行的软件都各有自己的特色，有的擅长在设计上；有的擅长于分析；有的专门用于 CAM 的生产制造，但是对于机械工业而言，笔者倒认为 Inventor 是套近似完美的解决工具。

从一开始的项目管理，工作分配及设计资源的分享，都可通过 Inventor 项目的功能，在内部局域网或 Internet 上加以发挥，甚至通过 NetMeeting 开网上设计会议。而在生产的设计上 Inventor 有多种便利功能，如：草图的尺寸自动标注、图形化的特征属性对话框以及将 AutoCAD 的图文件导入当草图等。在进一步的辅助设计上，更可借着 Inventor 的装配，以 2D 草图做机构的动态仿真分析。在制造辅助上，Inventor 工