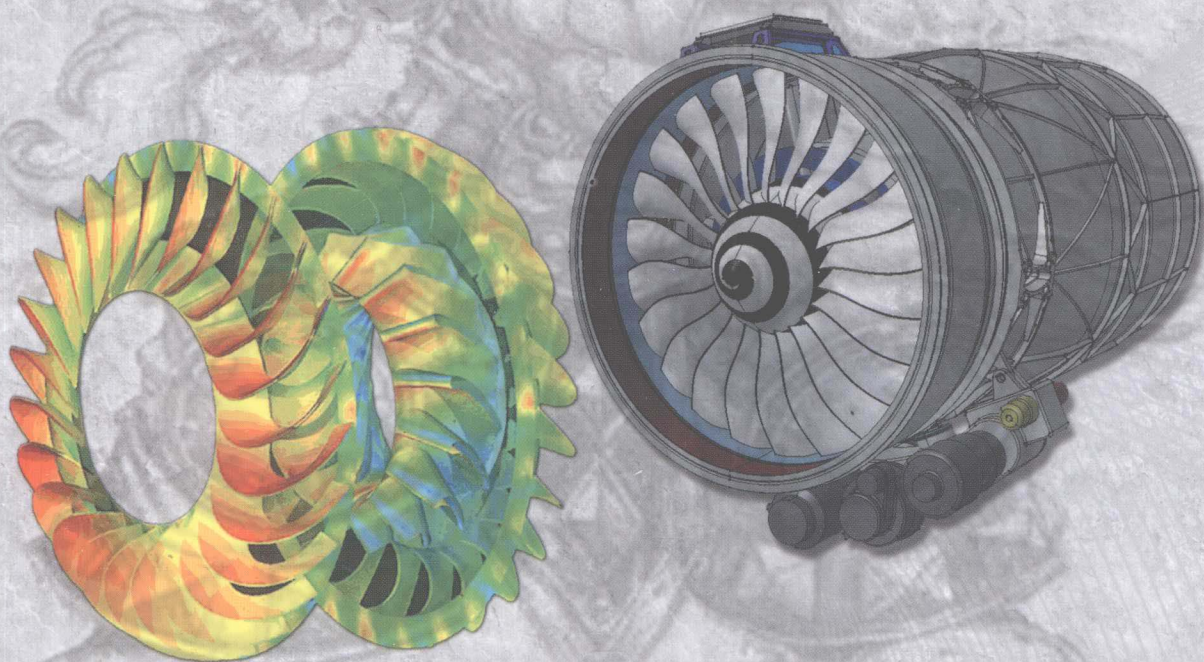




从CAD到CAE设计方法 ——基于Pro/ENGINEER

韦煜 编著



DVD-ROM INCLUDED
案例源文件
案例视频



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



3D动力学院
<http://www.3ddi.cn>

<http://www.3ddl.cn>

从 CAD 到 CAE 设计方法

——基于 Pro/ENGINEER

韦煜 编著

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书是作者结合十余年机械设计工作经验编写而成,注重实际工作需要,选择了作为机械工程师从设计机器到绘制出符合标准图纸所需的内容。全书共7章,覆盖了从机器造型设计到简单的运动和结构分析,以及绘制出符合中国国标的工程图的一系列内容。第1章的内容是自顶向下设计,使用了Pro/ENGINEER的标准模块进行实体和曲面建模。第2章的内容是注塑模具设计,使用了Pro/ENGINEER的模具模块。第3章的内容是电气柜设计,使用了Pro/ENGINEER钣金和三维布线模块。第4章内容是机构运动分析,使用了Pro/ENGINEER的机构运动分析模块。第5章内容是有限元分析,使用了Pro/ENGINEER的有限元分析模块。第6章内容是焊缝的画法和标准件库的使用,使用了Pro/ENGINEER的焊接模块和零件族技术。第7章内容是绘制符合中国国标的工程图,介绍了使用定制模板绘制零件图和装配图的方法。

本书适用于已学习过零件建模和会用已有零件组成装配体的Pro/ENGINEER用户,也可作为机械制造类本、专科学生的“计算机辅助设计”课程教材。

图书在版编目(CIP)数据

从CAD到CAE设计方法:基于Pro/ENGINEER / 韦煜编著. --
北京:北京航空航天大学出版社,2011.4

ISBN 978-7-5124-0251-5

I. ①从… II. ①韦… III. ①机械设计:计算机辅助
设计 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第211580号

版权所有,侵权必究。

从CAD到CAE设计方法 ——基于Pro/ENGINEER

韦煜 编著

责任编辑:赵京胡敏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京市媛明印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:22.25 字数:570千字

2011年4月第1版 2011年4月第1次印刷 印数:4000册

ISBN 978-7-5124-0251-5 定价:45.00元(含1张DVD光盘)

前 言

工欲善其事,必先利其器。现在一个机械设计工程师必须要会用一种或几种好的设计软件,才能比较快地设计出机器。一个经验丰富的工程师不光要会建模、出图纸,还要能对设计的机构进行运动和受力分析,这样才能保证设计的机器性能良好。Pro/ENGINEER 是当前应用很广泛的机械设计软件,建模和分析功能都很强大。笔者就结合多年来的工作经验介绍它在一些典型产品设计中的应用,以帮助新的使用者了解学习方向,迅速掌握这些产品设计的基本技能。

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司的产品。PTC 公司的全称是 Parametric Technology Corporation,即参数技术公司。从公司名字就知道它的特点是参数化设计,参数化设计是相对自由建模而言的,其含义是:全尺寸约束、尺寸驱动形状和大小、全数据相关。

了解 Pro/ENGINEER 的特点有助于提高它的使用效率。Pro/ENGINEER 采用了统一数据库进行模型数据管理,对某一对象所做的任何修改都能使调用该对象的所有设计即时、自动地更新。

由于参数化技术要求全约束,所以必须要有完整的形状尺寸和完全确定的零件装配位置,否则就会出现报错。

究其原因是因为 Pro/ENGINEER 中的每个方程式都必须是显示函数,即所用的变量都必须在前面的方程式中已经定义并赋值过,其几何方程的求解只能是顺序求解。明白这点对理解父子关系,避免循环参照很有益。

Pro/ENGINEER 有很多模块,每个模块实现一部分设计功能,本书仅介绍一些常用的模块。比如建立模型用标准模块和自由曲面模块,三维布线用 cabling 模块,做模具用制造模块,做运动学和动力学分析用机构模块,做静力学分析用 mechanics 模块。本书的模型都是在 Pro/ENGINEER 野火版 4.0 的操作环境下设计的。

本书适用于已学习过零件建模和会用已有零件组成装配体的 Pro/ENGINEER 用户。本书对软件模块功能并没有进行面面俱到的讲解,所用模型相对于实际产品也有所简化,重点是想通过一些实例帮助新手使用者迅速掌握设计方法。要进行这些类型产品设计的用户还需对软件相关功能进行更深入的学习才能更好地完成工作。

本书得以完成,首先要感谢曾在工作和学习中给过我指导的朋友,然后还要感谢出版社给我的指导和帮助。对于书中存在的不足之处,恳请广大读者批评指正。

作者

2011 年 3 月

目 录

第 1 章 自顶向下设计	1
1.1 排烟管道的设计	1
1.1.1 创建新装配文件	2
1.1.2 创建骨架线	3
1.1.3 创建水平管道	9
1.1.4 创建法兰	12
1.1.5 装配相贴法兰	13
1.1.6 装配弯头另一端的法兰	14
1.1.7 装配弯头另一端的相贴法兰	16
1.1.8 创建弯头零件	16
1.1.9 创建出口端管道	21
1.1.10 创建斜管道	23
1.1.11 裁减 chukouduan 多余部分	29
1.1.12 创建骨架线尺寸参数	32
1.2 直板手机的造型设计	34
1.2.1 创建主控件	34
1.2.2 拆分主控件	57
第 2 章 注塑模具设计	63
2.1 加载参照模型	63
2.1.1 新建模具文件	63
2.1.2 定位参照零件	64
2.2 分析模型	70
2.2.1 模型拔模检测	70
2.2.2 用塑料顾问(Plastic Advisor)检测流动性	72
2.3 设置模型收缩率	83
2.4 创建模具工件	84
2.5 创建分型面	86
2.5.1 创建侧面影像曲线	87
2.5.2 创建裙状曲面	88
2.6 创建滑块体积块	91
2.7 分割模具体积块	95
2.7.1 用分型面分割模具体积块	95
2.7.2 从 tumo 体积块中分割出滑块体积块	97

2.8	抽取模具元件	100
2.9	设计浇注系统	101
2.10	填充模具型腔	105
2.11	模拟模具开模过程	106
2.12	多型腔模具的画法	108
2.12.1	创建模具文件	109
2.12.2	定位参照零件	109
2.12.3	创建工作件	111
2.12.4	创建分型面	113
2.12.5	设计浇注系统	114
2.12.6	设计水线系统	120
2.12.7	分割模具体积块	125
2.12.8	抽取模具元件	126
2.12.9	填充模具型腔	126
2.12.10	模拟模具开模过程	127
第3章	电气柜设计	130
3.1	电路板的布局	130
3.1.1	创建新装配文件	130
3.1.2	装配主电路板	132
3.1.3	装配 CPU 板	132
3.1.4	装配电源板	133
3.2	创建机箱钣金件	134
3.2.1	设置显示属性	134
3.2.2	创建机箱底板	135
3.2.3	装配机箱盖板	150
3.3	三维布线	151
3.3.1	创建 OT 端子	152
3.3.2	装配接插件	156
3.3.3	设置连接器	157
3.3.4	布线流程简介	161
3.3.5	单芯线缆的布线	162
3.3.6	多芯线缆的布线	171
3.3.7	扁平线缆的布线	182
3.3.8	用线扣绑扎风扇电源线	184
3.4	创建钉板图	188
3.4.1	加载“缆显示”工具按钮	188
3.4.2	创建单芯线缆钉板图	189
3.4.3	创建多芯线缆钉板图	203
3.4.4	创建扁平线缆钉板图	213

第4章 机构运动分析	226
4.1 运动件装配	226
4.1.1 创建新装配文件	227
4.1.2 装配不动件	228
4.1.3 装配运动件	228
4.2 特殊运动副设置	234
4.2.1 设置齿轮传动副	234
4.2.2 设置凸轮传动副	243
4.2.3 设置伺服电动机	247
4.3 运动学模拟	248
4.3.1 定义运动分析	248
4.3.2 运行位置分析	249
4.3.3 运行运动学分析	249
4.3.4 制作机构运行动画	253
4.4 动力学分析	254
4.4.1 设置运动件质量	254
4.4.2 设置弹簧	256
4.4.3 设置摩擦力	257
4.4.4 设置阻尼器	258
4.4.5 设置执行电动机	259
4.4.6 运行动力学分析	259
第5章 有限元分析	261
5.1 框架的静态分析	261
5.1.1 问题的提出和简化	261
5.1.2 在标准模块里单位制的转换	263
5.1.3 在Pro/Mechanica模块里的单位转换	264
5.1.4 横梁模型有限元分析的前处理工作	265
5.1.5 横梁模型静态分析的求解工作	267
5.1.6 横梁模型静态分析结果显示	273
5.2 横梁的模态分析	275
5.2.1 更改横梁模型受力状态定义	275
5.2.2 横梁模型模态分析定义	278
5.2.3 运行横梁模型模态分析	281
5.2.4 运行横梁模型模态分析结果显示	282
第6章 焊缝的画法和标准件库的使用	287
6.1 焊缝的画法	287
6.1.1 添加角焊缝	287
6.1.2 坡口的画法	291

6.1.3	坡口焊缝的画法	293
6.2	使用标准件库	295
6.2.1	装配平垫圈	296
6.2.2	装配弹簧垫圈	297
6.2.3	装配 M5X16 内六角螺钉	298
6.2.4	将螺钉、平垫圈和弹簧垫圈装在其他孔位	299
第 7 章	符合国标的工程图画法	302
7.1	零件图的画法	302
7.1.1	选择符合国标的零件图幅创建工程图文件	302
7.1.2	修改图框明细栏	305
7.1.3	创建零件投影视图	306
7.1.4	标注零件尺寸	311
7.1.5	标注零件形位公差	319
7.2	装配图的画法	325
7.2.1	选择符合国标的装配图图幅创建工程图文件	325
7.2.2	生成部件投影视图	327
7.2.3	标注装配体尺寸	331
7.2.4	标注 BOM 球标	335
7.2.5	如何处理参照零件	341
第 8 章	有限元分析	344
8.1	有限元分析概述	344
8.1.1	有限元分析的发展	344
8.1.2	有限元分析的基本概念	344
8.1.3	有限元分析的基本步骤	344
8.1.4	有限元分析的基本术语	344
8.1.5	有限元分析的基本方程	344
8.1.6	有限元分析的基本假设	344
8.2	有限元分析的应用	344
8.2.1	有限元分析在结构分析中的应用	344
8.2.2	有限元分析在流体分析中的应用	344
8.2.3	有限元分析在电磁分析中的应用	344
8.2.4	有限元分析在热分析中的应用	344
第 9 章	有限元分析的结果后处理	344
9.1	有限元分析的结果后处理概述	344
9.1.1	有限元分析的结果后处理的基本概念	344
9.1.2	有限元分析的结果后处理的基本步骤	344
9.1.3	有限元分析的结果后处理的基本术语	344
9.1.4	有限元分析的结果后处理的基本方程	344
9.1.5	有限元分析的结果后处理的基本假设	344
9.2	有限元分析的结果后处理的应用	344
9.2.1	有限元分析的结果后处理在结构分析中的应用	344
9.2.2	有限元分析的结果后处理在流体分析中的应用	344
9.2.3	有限元分析的结果后处理在电磁分析中的应用	344
9.2.4	有限元分析的结果后处理在热分析中的应用	344

第 1 章 自顶向下设计

对于已设计成型的机器建模,可以采用先建立零件模型,再把零件模型装配成装配模型的方法。但设计一款新机器要遵循从整体到局部的设计思路,使用自顶向下的设计方法,在组件模型中创建新零件,这样才能保证零部件间的装配关系正确。

自顶向下设计有三种方法:建立 2D 布局文件、建立骨架线文件进行 3D 布局以及先建立整体外形,再拆分零件。

第一种方法只适合于平面布局,操作也不简单,应用很少,故本书不做介绍。

第二种方法比较通用,平面和立体结构设计都能解决。本章以一个排烟管道的设计为例说明如何用骨架线进行参数化设计。

第三种方法适用于一些对整体外观要求比较高的产品,比如手机、MP4 播放器、家用路由器等消费类电子产品的结构设计。一般先用曲面造型的方法创建出整体外形,再分割出各个零部件。本章以一款直板手机的设计为例加以说明。

为了设计方便,本书绘制零件、装配体和工程图时都使用了符合国家标准的模板,模板中包含草绘、质量属性、参数、文字、各种标注、明细表等设置。学习前请先配置设计环境,否则将得不到所需结果。配置方法:将本书附赠光盘中的 ptc 文件夹拷贝到 D 盘根目录下,再将 ptc\config\configs 目录下的 config. sup 文件拷贝到 Pro/ENGINEER 安装目录下的 text 文件夹中。

1.1 排烟管道的设计

在工程项目中常用到一些管道,Pro/ENGINEER 软件中有管道模块,但对于形状复杂的管道还是需要在通用的装配模块中进行设计。对于新设计的机械结构,需要先建立一个由点、线、面构成的三维布局,即骨架线模型,再以骨架线模型为参照建立新零部件。当需要改变某个结构尺寸时,只需改动骨架线,其他零部件和工程图都会随之自动更改,这使结构更改很方便。Pro/ENGINEER 有专门的装配和零件骨架线模型文件类型。在工程图的 BOM 表中可以把骨架线文件去除掉,不会影响装配关系和整机质量统计。

本章以一个排烟管道为例来说明如何使用骨架线进行设计布局,管道轮廓如图 1-1 所示。

此管道在多个工程中的结构类似,只有几个尺寸不同,比如排烟管出口到第一排烟坑之间的尺寸 2700 和 900。下面我们来看应如何建模,才能使管道根据使用要求简单改动相应尺寸就自动生成新管道。

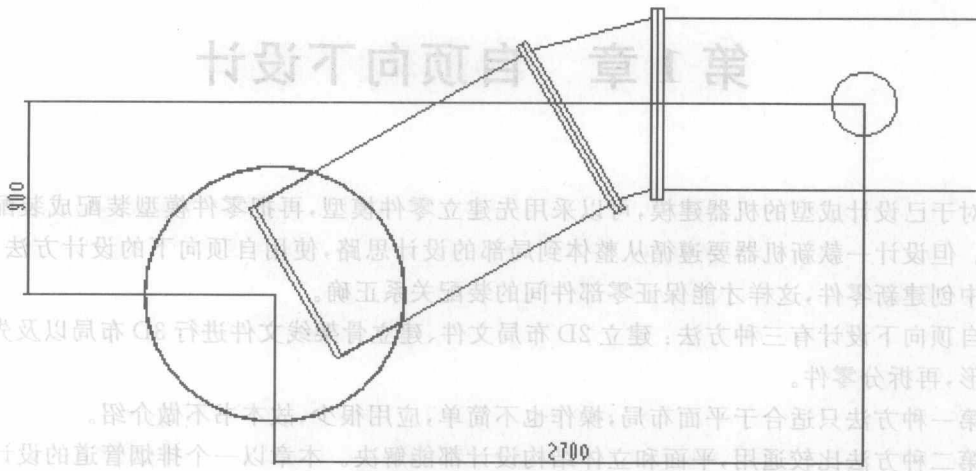


图 1-1 排烟管道

1.1.1 创建新装配文件

单击工具栏上的“新建”工具按钮 , 弹出“新建”对话框, 在左边“类型”选项区域选择“组件”选项, 右边“子类型”选项区域选择“设计”选项, 取消“使用缺省模板”复选项, 如图 1-2 所示。

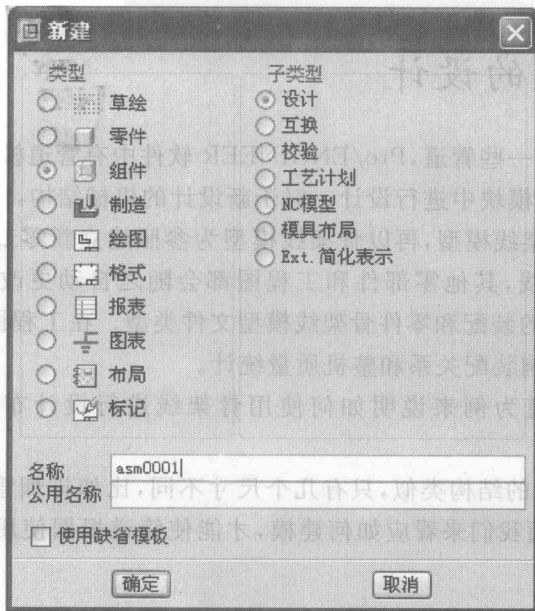


图 1-2 创建组件

单击“确定”按钮后系统弹出“新文件选项”对话框,在对话框里选择组件模板“mmkgs_asm_design”,如图 1-3 所示。

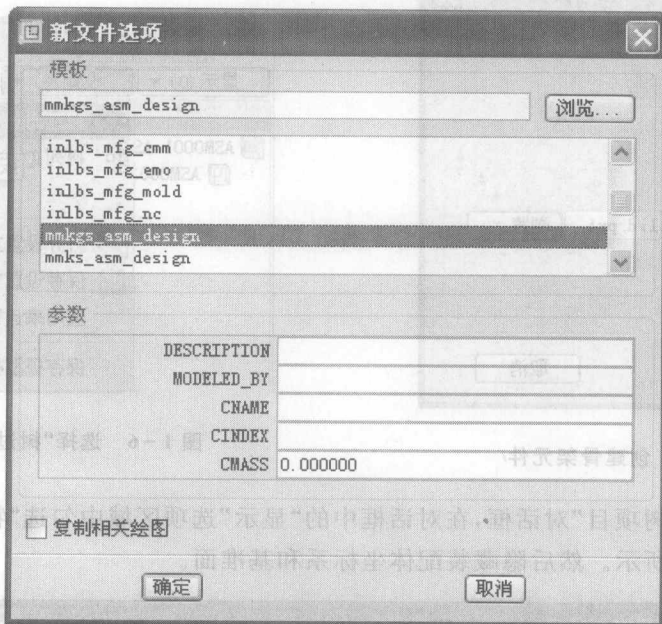


图 1-3 选择组件模板

单击“确定”按钮后即生成新装配体。

1.1.2 创建骨架线

1. 创建骨架线文件

单击工具栏中的“创建”工具按钮,系统弹出“元件创建”对话框,在“类型”选项区域中选择“骨架模型”选项,“子类型”选项区域选择“标准”选项,输入一个骨架文件名称,如图 1-4 所示。

注意:本章中的零件都是通过组件模式下创建元件的方法生成的。一个装配中只能生成一个骨架线文件,而且骨架线文件始终位于模型树的最上方。

单击“确定”按钮后系统弹出“创建选项”对话框,在对话框中选择零件模板“mmkgs_part_solid”,如图 1-5 所示。

再单击“确定”按钮即生成骨架线零件。

2. 设置显示属性

单击模型树上方的“设置”按钮,从下拉菜单中选

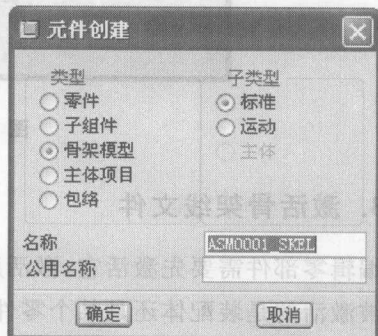


图 1-4 创建骨架元件

择“树过滤器”选项,如图 1-6 所示。



图 1-5 创建骨架元件

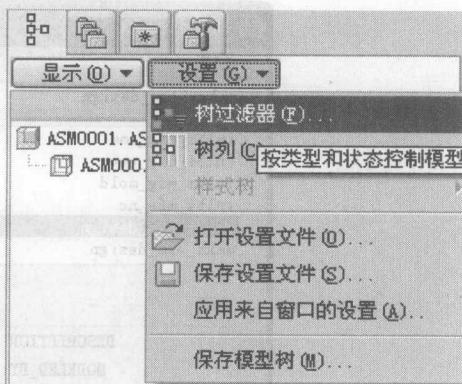


图 1-6 选择“树过滤器”选项

系统弹出“模型树项目”对话框,在对话框中的“显示”选项区域中勾选“特征”选项,单击“确定”按钮,如图 1-7 所示。然后隐藏装配体坐标系和基准面。

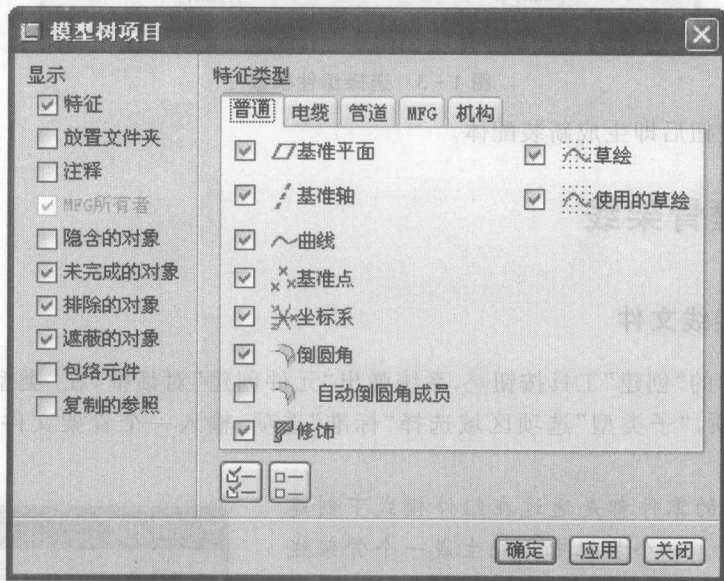


图 1-7 “模型树项目”对话框

3. 激活骨架线文件

编辑零部件需要先激活它,激活后的操作都是对被激活的零部件进行的,以后要经常注意此刻被激活的是装配体还是某个零件。在装配文件中的模型树上右击骨架线文件名称选项,从弹出的快捷菜单中选择“激活”选项,即已激活骨架线文件。被激活的文件图标右下角会出现一个绿色的星形符号,如图 1-8 所示。

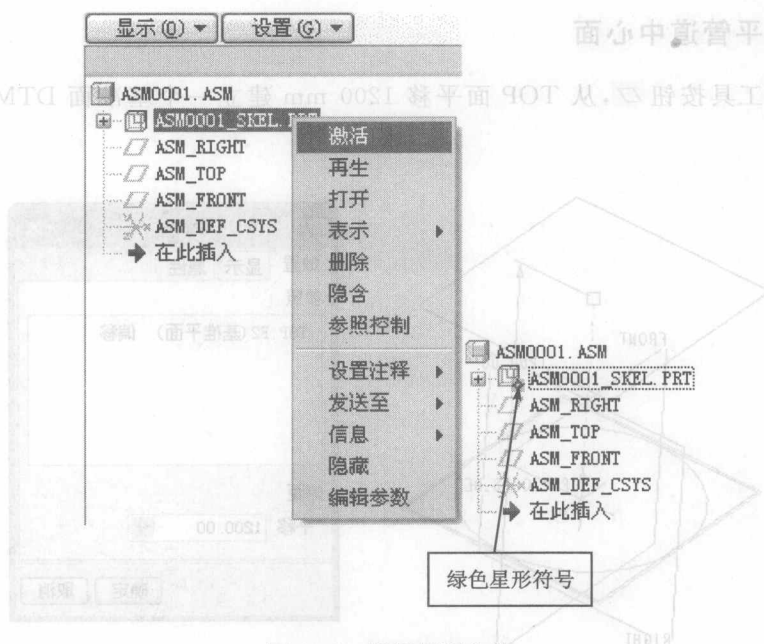


图 1-8 激活骨架文件

4. 绘制管道的出口

单击工具栏中的“草绘”工具按钮, 选择 TOP 面为草绘平面, 绘制一个直径为 1200 mm 的圆, 如图 1-9 所示。

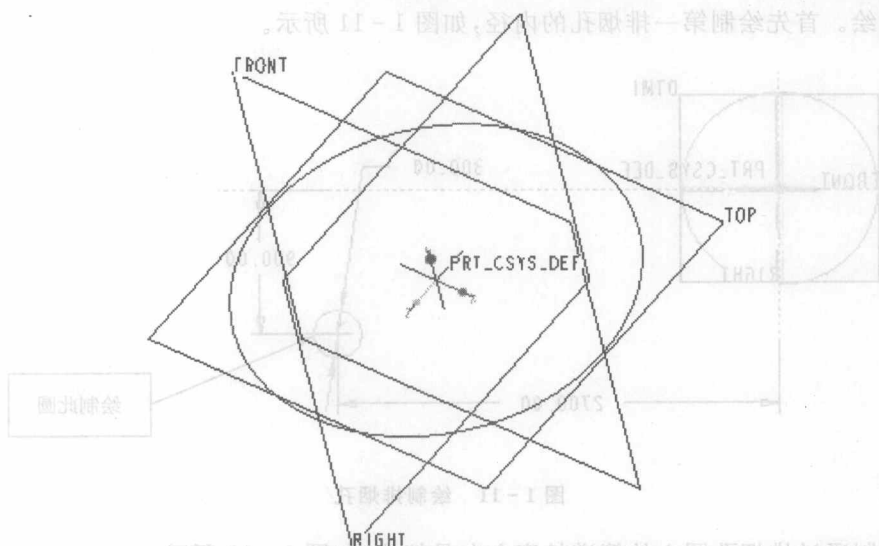


图 1-9 绘制圆

5. 创建水平管道中心面

单击“平面”工具按钮 , 从 TOP 面平移 1200 mm 建立一个基准面 DTM1, 如图 1-10 所示。

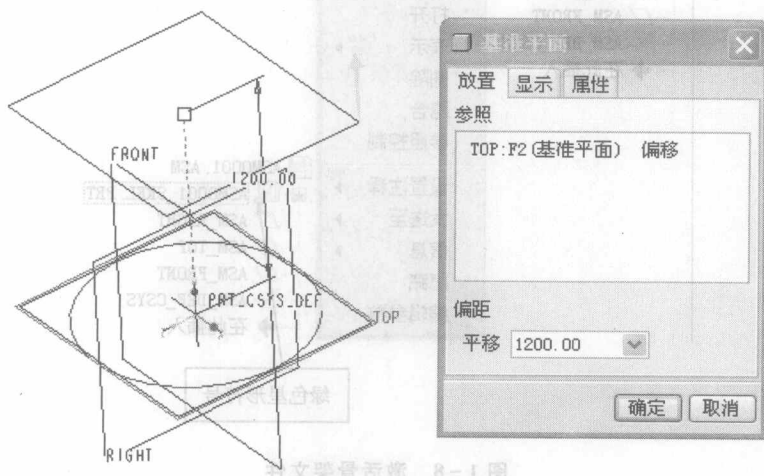


图 1-10 创建基准面

6. 绘制水平管道骨架线

单击工具栏中的“草绘”工具按钮 , 选择新建的 DTM1 面为草绘平面, Right 面为右参照平面进行草绘。首先绘制第一排烟孔的内径, 如图 1-11 所示。

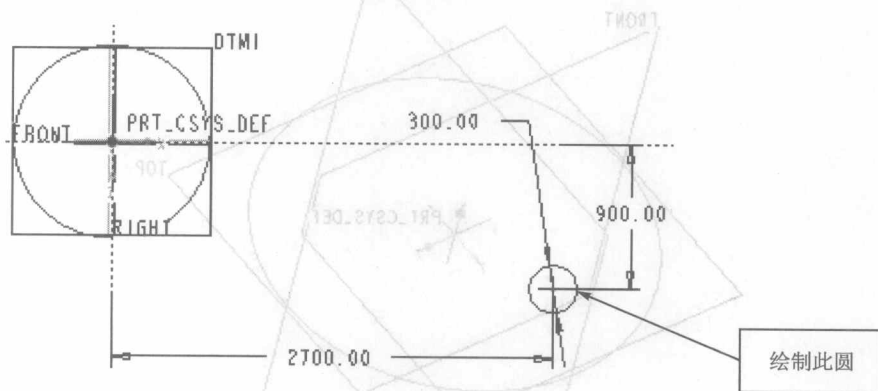


图 1-11 绘制排烟孔

然后绘制通过排烟孔圆心的管道长度方向骨架线, 如图 1-12 所示。

最后绘制管道骨架线左端的连接弯头骨架线, 然后退出草绘, 如图 1-13 所示。

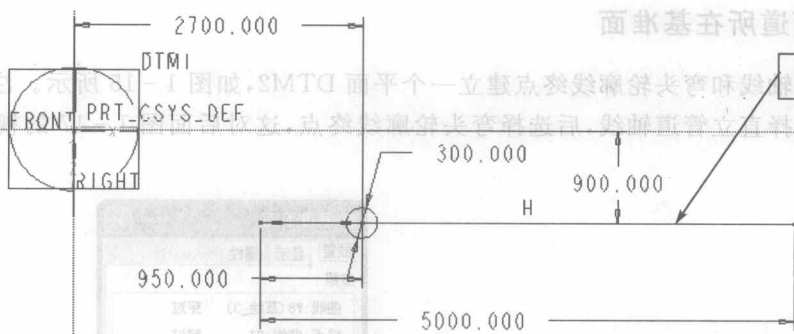


图 1-12 绘制长度方向骨架线

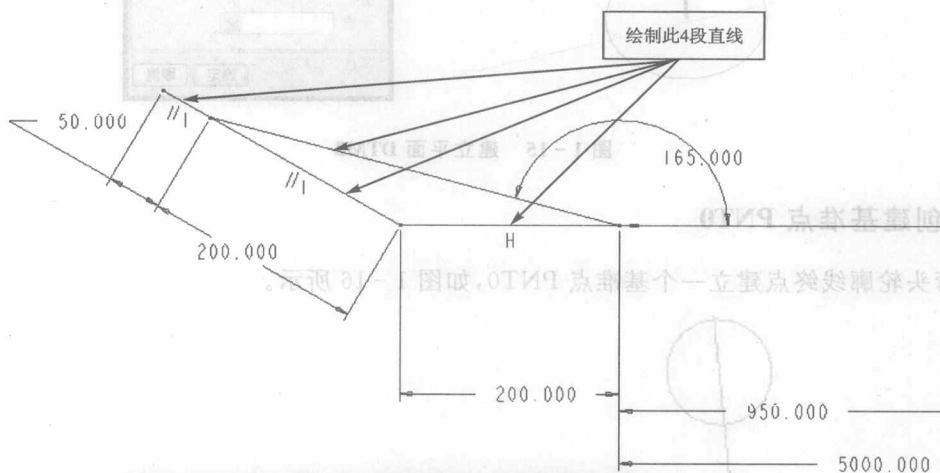


图 1-13 绘制连接弯头骨架

7. 绘制直立管道骨架线

单击工具栏中的“草绘”工具按钮, 在 Front 面上以直径 1200 的圆圆心为起点绘制直立管道的轴线, 如图 1-14 所示。

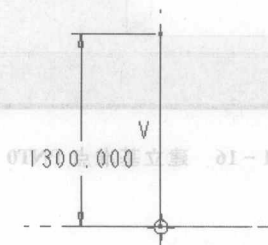


图 1-14 绘制直立管道轴线

8. 建立斜管道所在基准面

通过直立管道轴线和弯头轮廓线终点建立一个平面 DTM2,如图 1-15 所示。注意:建立此基准平面时先选择直立管道轴线,后选择弯头轮廓线终点,这对后面图 1-17 的视图方向有影响。

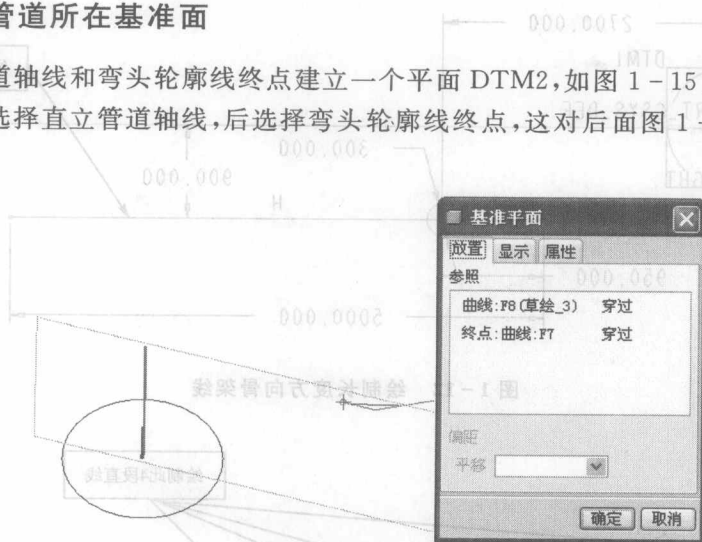


图 1-15 建立平面 DTM2

9. 创建基准点 PNT0

在弯头轮廓线终点建立一个基准点 PNT0,如图 1-16 所示。

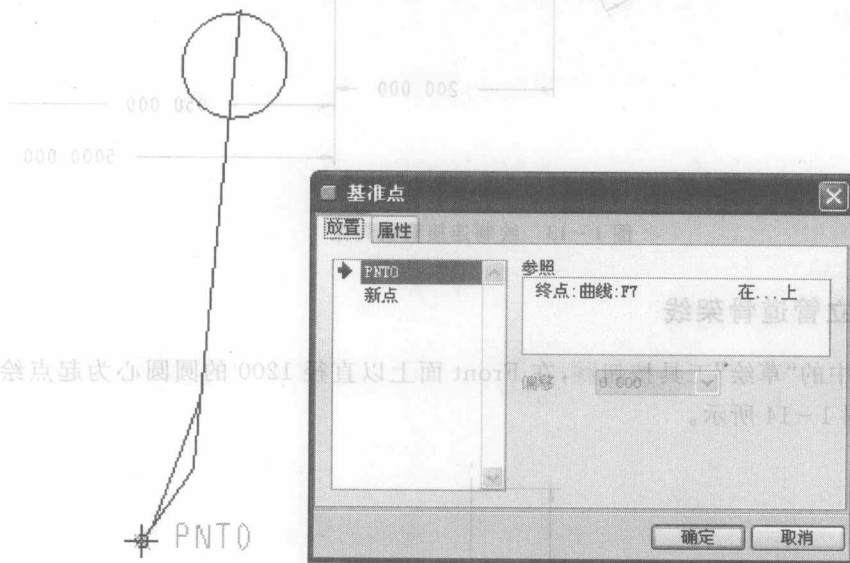


图 1-16 建立基准点 PNT0

10. 绘制斜管道骨架线

单击工具栏中的“草绘”工具按钮,以 DTM2 为草绘平面, TOP 面为顶参照面绘制斜管道骨架线,注意使直线一端与 PNT0 重合,如图 1-17 所示。

至此骨架线就完成了,可以以它为参照建立其他零件。

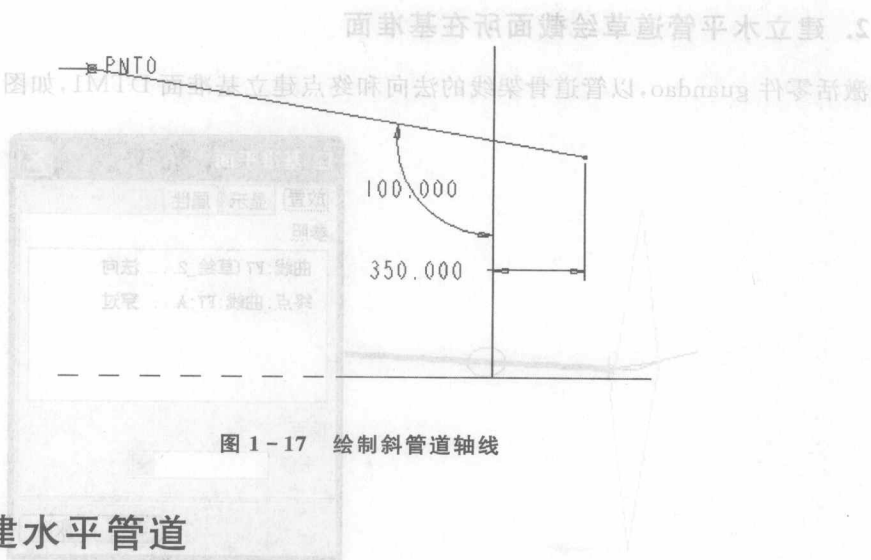


图 1-17 绘制斜管道轴线

1.1.3 创建水平管道

1. 创建零件文件

激活装配体文件 ASM0001,单击右侧工具栏中的“创建”工具按钮,系统弹出“元件创建”对话框,在“类型”选项区域中选择“零件”选项,输入零件名称“guandao”,如图 1-18 所示。

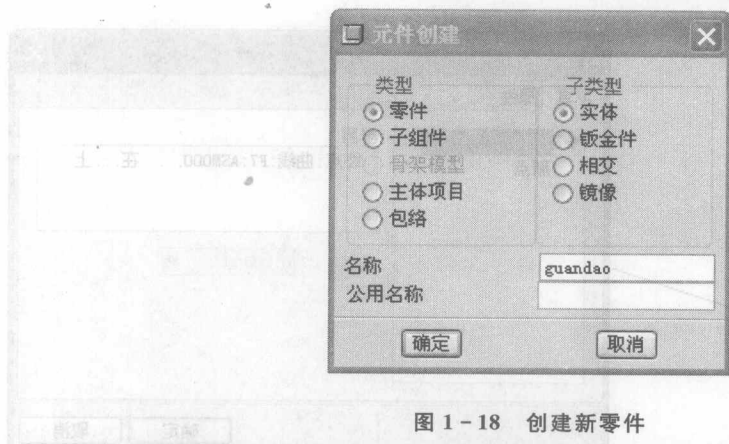


图 1-18 创建新零件

单击“确定”按钮,系统弹出“创建选项”对话框,选择零件模板“mmkgs_part_solid”,单击“确定”按钮,在“放置零件”对话框里选择按“缺省”方式放置零件,如图 1-19 所示。单击“确定”按钮生成管道零件。

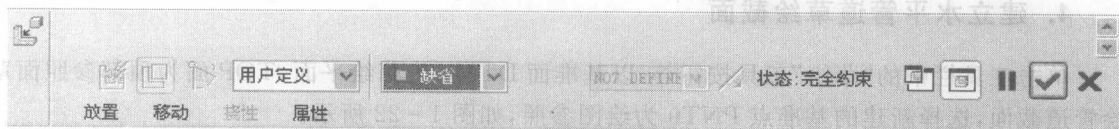


图 1-19 放置新零件