

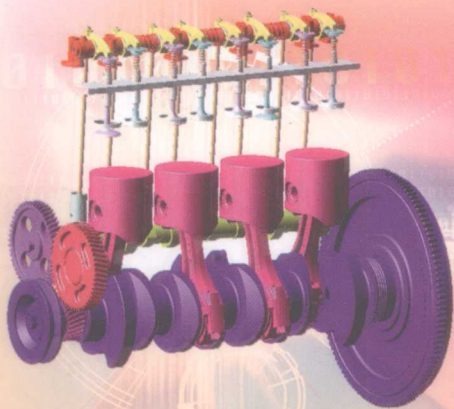
CATIA 数字化产品设计与开发丛书

CATIA V5R17

高级设计实例教程

江苏大学数字化制造技术研究所

王 霄 刘会霞 等编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

赠CD-ROM



光盘内容为书中的实例文件

内容简介

CATIA 数字化产品设计与开发丛书

CATIA V5R17 高级设计实例教程

江苏大学数字化制造技术研究所

王 霄 刘会霞 等编著

北 京

冶金工业出版社

2009

内 容 简 介

本书以 CATIA V5R17 为操作平台,选取了典型的机械产品四缸发动机内的典型零件进行建模讲解。这些典型零件包含了连杆、活塞、曲轴、凸轮轴等复杂实体零件、壳体零件和钣金件,用到了各种建模方法、多种曲线(列表曲线、渐开线、阿基米德螺旋线)的绘制及高级建模技巧。本书还通过几组典型的组件介绍了 CATIA 组件的运动分析和有限元分析,以帮助读者全面提升应用能力。随书附赠的光盘,内含本书的实例文件。

本书实例来源于实际生产,具有典型性、复杂性和代表性,讲解思路清晰,图文并茂。每个实例之后都有针对该实例的技巧与提高,使读者能够更清楚地把握 CATIA 的思想,举一反三。本书几乎涵盖了 CATIA 的所有常用功能,学习本书可以提高读者对实际工作的信心。

本书适合于 CATIA 用户迅速掌握和全面提高使用技能,使对 CATIA 的应用更贴近实际生产。本书可以成为利用 CATIA V5R17 从事产品开发者不可多得的帮手。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA V5R17 高级设计实例教程 / 王霄等编著. —北京:
冶金工业出版社, 2009.8

(CATIA 数字化产品设计与开发丛书)

ISBN 978-7-5024-4966-7

I. C… II. 王… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用
软件, CATIA V5R17—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 108734 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010) 64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 王 楠 章秀珍 美术编辑 李 新 版式设计 张 青 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4966-7

北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2009 年 8 月第 1 版, 2009 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 15.25 印张; 368 千字; 234 页; 1-2500 册

35.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010) 65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

CATIA V5 是法国达索系统公司 (Dassault Systems) 基于 Windows 平台开发的新一代高端 CAD/CAM/CAE 软件系统, 在世界 CAD/CAM/CAE 领域中处于领导地位。CATIA 被广泛用于航天航空、汽车制造、造船、机械制造、电子、家电、通信等行业, 其用户包括波音、克莱斯勒、宝马、奔驰、本田、丰田等著名企业。

本书以 CATIA V5R17 为操作平台, 选取了典型的机械产品四缸发动机内的典型零件进行建模讲解。这些典型零件包含了连杆、活塞、曲轴、凸轮轴等复杂实体零件、壳体零件和钣金件, 用到了各种建模方法、多种曲线 (列表曲线、渐开线、阿基米德螺旋线) 的绘制及高级建模技巧。书中各零件模型均来源于实际产品, 而非纸上谈兵, 这是其他 CATIA 书籍中所没有的, 读者从中可以体会 CATIA 在实际工作中复杂产品是如何建模的。本书还通过几组典型的组件介绍了 CATIA 中组件的运动分析和有限元分析, 以帮助读者全面提升应用能力。本书几乎涵盖了 CATIA 的所有常用功能, 学习本书可以提高读者对实际工作的信心。

第 1~5 章, 分别结合一个典型零件的特点、各部分的功用、图解零件的建模思路, 使读者从整体上把握零件的建模过程; 在此基础上介绍零件的详细建模步骤, 图文结合, 清晰易懂。每一章的最后都有针对零件的一些建模技巧和其他的一些建模方法。

第 6、7 章, 以连杆、摇臂轴两个典型组件的装配为例, 介绍了各种装配约束的应用及组件爆炸图、剖视图的创建; 特别介绍了 CATIA 挠性装配的应用, 这在装配弹簧类、各种密封圈零件时是非常有用的。

第 8 章, 以曲轴连杆活塞、齿轮系两个典型机构为例, 介绍了各种运动连接的设置, 进行运动过程的仿真与分析。

第 9 章, 以连杆和活塞的有限元分析为例, 介绍了有限元分析中材料的定义,

约束条件及受力条件的添加,分析了连杆、活塞在实际工作中的各部分的应力及变形情况。

随书附赠的光盘,内含本书的实例文件。

本书实例来源于实际生产,具有典型性、复杂性和代表性,讲解思路清晰,图文并茂。

本书由江苏大学王霄、刘会霞、黄建军、王鹤军编著,其中,第1、3、6、7章由王霄、黄建军编写,第2、4章由刘会霞、黄建军编写,第5章由黄建军编写,第8、9章由王鹤军编写,全书由王霄、刘会霞负责组织与统稿。本书虽经反复校对,但时间仓促,以及水平有限,疏漏之处,诚望广大读者和同仁指正。

编 者

2009年4月

目 录

绪言	1
1 四缸发动机连杆的创建	7
1.1 连杆的特点分析	7
1.2 连杆的建模思路	7
1.3 连杆体的建模步骤	8
1.3.1 创建连杆杆体 1/2 杆身	8
1.3.2 创建连杆体大小头	10
1.3.3 创建连杆体两侧凸台	12
1.3.4 创建连杆体拔模特征	13
1.3.5 创建连杆体凹槽	16
1.3.6 连杆体各边倒圆角	20
1.3.7 镜像生成完整连杆体特征	21
1.3.8 创建两侧凸台螺纹孔	21
1.3.9 创建连杆体小头凸台及孔	24
1.3.10 创建连杆大头内侧凹槽	26
1.4 技巧与提高	27
2 四缸发动机活塞的创建	29
2.1 活塞的特点分析	29
2.2 活塞的建模思路	29
2.3 活塞的建模步骤	31
2.3.1 创建活塞四分之一轮廓	31
2.3.2 创建活塞销孔	32
2.3.3 创建凸台	35
2.3.4 创建倒圆角及固定孔	39
2.3.5 镜像形成整个活塞	43
2.3.6 创建顶部凹槽	43
2.3.7 创建顶部中心凹槽	45

2.3.8 创建头部气环槽和油环槽	49
2.3.9 创建油孔	51
2.3.10 创建各处倒圆角	55
2.4 技巧与提高	56
3 四缸发动机曲轴的创建	57
3.1 曲轴的特点分析	57
3.2 曲轴的建模思路	57
3.3 曲轴的建模步骤	59
3.3.1 创建第 I 平衡块	59
3.3.2 创建第 II 平衡块	61
3.3.3 创建第 III 平衡块	63
3.3.4 创建第 IV 平衡块	65
3.3.5 细化曲轴曲拐特征	68
3.3.6 曲轴曲拐部分的镜像	73
3.3.7 创建曲轴前端特征	74
3.3.8 创建曲轴后端特征	78
3.3.9 创建倒圆角	82
3.3.10 细化曲轴两端特征	84
3.4 技巧与提高	88
4 四缸发动机凸轮轴的创建	89
4.1 凸轮轴的特点分析	89
4.2 凸轮轴的建模思路	89
4.3 凸轮轴的建模步骤	91
4.3.1 创建第一组进气和排气凸轮	91
4.3.2 创建第二组进气和排气凸轮	95
4.3.3 创建第三组进气和排气凸轮	98
4.3.4 创建第四组进气和排气凸轮	99
4.3.5 绘制齿轮渐开线	101
4.3.6 创建齿轮	106
4.3.7 创建中心轴	110
4.3.8 创建键槽	113
4.3.9 创建偏心轮	117
4.3.10 创建最后的倒角和倒圆角特征	118
4.4 技巧与提高	119
5 四缸发动机摇臂的创建	120
5.1 摇臂的特点分析	120

5.2 摇臂的建模思路	120
5.3 摇臂的建模步骤	121
5.3.1 创建摇臂主体的一半特征	121
5.3.2 镜像完成摇臂的主体特征	132
5.3.3 细化摇臂主体特征	132
5.4 技巧与提高	138
6 连杆组件的装配	139
6.1 连杆组件装配的分析与思路	139
6.2 连杆组件装配步骤	140
6.2.1 放置连杆	140
6.2.2 向组件中添加连杆衬套	141
6.2.3 放置轴瓦	143
6.2.4 向组件中添加另一块连杆轴瓦	144
6.2.5 向组件中添加连杆盖	147
6.2.6 向组件中添加连杆螺栓	149
6.3 分析与提高	151
7 摇臂轴组件的装配	152
7.1 摇臂轴组件装配的分析与思路	152
7.2 装配摇臂座组件	153
7.2.1 装配摇臂	153
7.2.2 装配摇臂座组件	156
7.3 装配弹簧组件	159
7.4 摇臂轴组件的装配	161
7.4.1 装配前摇臂座及其他零件模型	161
7.4.2 装配摇臂座组件模型	165
7.4.3 装配弹簧组件模型	168
7.4.4 装配后摇臂座及其他零件模型	170
7.5 技巧与提高	175
8 CATIA 运动分析	176
8.1 曲轴连杆运动分析	176
8.1.1 定义曲轴、连杆、活塞及活塞销的运动连接	176
8.1.2 创建简易缸套机座	186
8.1.3 设置曲轴与机座、活塞与活塞缸套之间的运动连接	192
8.1.4 模拟仿真	194
8.1.5 运动分析	195
8.2 齿轮系的运动分析	201

8.2.1 设置齿轮系的连接	202
8.2.2 设置齿轮副间的连接	207
8.2.3 模拟仿真	208
8.2.4 运动分析	209
9 CATIA 有限元分析	215
9.1 四缸发动机连杆的结构分析	215
9.1.1 设置连杆体的材料	216
9.1.2 连杆体网格的划分	217
9.1.3 检查模型	219
9.1.4 添加连接和设置边界条件	220
9.1.5 指定载荷条件	221
9.1.6 设置算例属性	222
9.1.7 计算模型	223
9.1.8 生成应力图及动态演示	223
9.1.9 生成报告	225
9.2 四缸发动机活塞的结构分析	225
9.2.1 设置活塞的材料	226
9.2.2 活塞网格的划分	228
9.2.3 检查模型	228
9.2.4 设置约束条件	229
9.2.5 指定载荷条件	229
9.2.6 设置算例属性	230
9.2.7 计算模型	230
9.2.8 生成应力图、位移图及动态演示	231
9.2.9 生成报告	232
参考文献	234

绪 言

发动机是把某种形式的能量转化为机械能的机器。现代汽车所使用的发动机多为往复活塞式内燃机。它将燃料在发动机气缸内部燃烧，把产生的热能转变成机械能。

一、发动机主要分类

发动机分类方法很多，按不同的分类方法可以把发动机分成不同的类型。

1. 按着火方式分类

发动机根据所使用燃料的不同，着火方式也不相同，具体可分为点燃式发动机和压燃式发动机。

2. 按使用燃料分类

发动机按照所使用燃料的不同可分为汽油机、柴油机、煤气机、气体燃料发动机、多种燃料发动机等。

3. 按冷却方式分类

发动机按照冷却方式主要可分为水冷发动机、风冷发动机。水冷发动机利用在气缸体和气缸盖冷却水套中进行循环的冷却液作为冷却介质进行冷却；风冷发动机利用流动于气缸体和气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却。水冷发动机冷却均匀、工作可靠、冷却效果好，被广泛应用。

4. 按进气状态分类

发动机按照进气状态可以分为增压式发动机和非增压式发动机。汽油机常采用非增压式，柴油机常采用增压式。

5. 按照燃料供给方式分类

发动机按燃料供给方式可分为化油器式发动机、汽油喷射式发动机、直接喷射式柴油机等。

6. 按照冲程分类

发动机按照完成一个工作循环所需的行程数，可分为四冲程发动机和二冲程发动机。

7. 按照气缸数及布置分类

发动机按照气缸数及布置的不同可分为单缸发动机、多缸发动机、直列式发动机、对

置式发动机、V 形式发动机、斜置式发动机、卧式发动机、星形发动机等。

二、基本构造

柴油发动机的总体构造如图 0-1 所示。按照发动机各部分功能的不同可将发动机分为多个机构和系统。

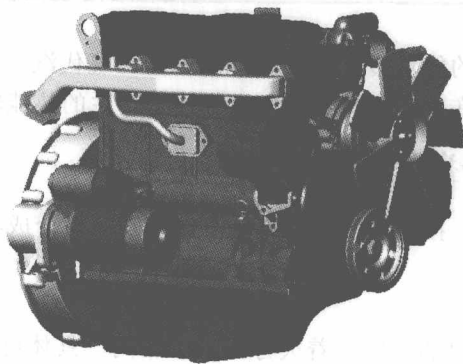


图 0-1 四缸发动机总体构造

1. 机体组

机体组包括气缸体、曲轴箱、气缸盖、油底壳等零件，如图 0-2 所示。

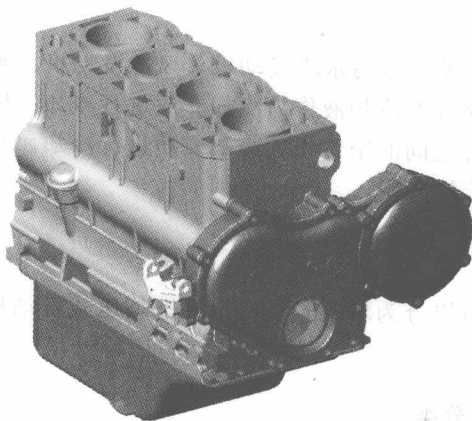


图 0-2 发动机机体组

机体是发动机的骨架，是发动机各机构和各系统的安装基础。其内外安装着发动机的所有主要零件和附件，承受各种载荷。因此机体必须有足够的强度和刚度。

2. 活塞连杆组

活塞连杆组包括活塞、活塞环、活塞销、连杆、连杆轴瓦等零件，如图 0-3 所示。

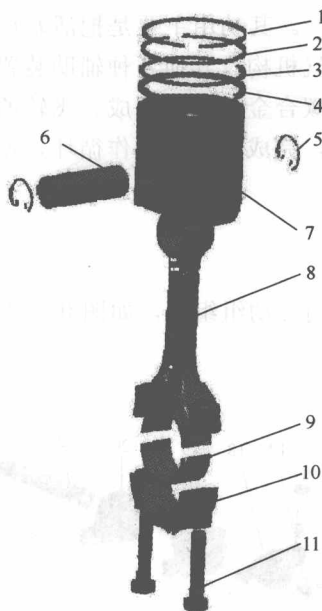


图 0-3 活塞连杆组

1~3—气环；4—油环；5—活塞销挡圈；6—活塞销；7—活塞；8—连杆；

9—连杆轴瓦；10—连杆盖；11—连杆螺栓

活塞的功用是与气缸盖、气缸壁等共同组成燃烧室承受气体压力，并将此压力通过活塞销传给连杆，推动曲轴旋转。活塞的材料主要是铝合金。活塞的头部装有活塞环，活塞环是具有弹性的开口环，按照其功用，可分为气环和油环两类。连杆的作用是连接活塞与曲轴，并把活塞承受的气体压力传给曲轴，使活塞的往复运动变成曲轴的旋转运动。连杆一般由中碳钢或合金钢锻造，然后经过加工和热处理而成。连杆由连杆体、连杆盖两部分通过连杆螺栓连接组成。为了减少摩擦阻力和曲轴连杆轴径的磨损，连杆大头孔内装有连杆轴瓦。轴瓦由上下两片组成。

3. 曲轴飞轮组

曲轴飞轮组主要由曲轴、飞轮、扭转减振器、皮带轮等组成，如图 0-4 所示。

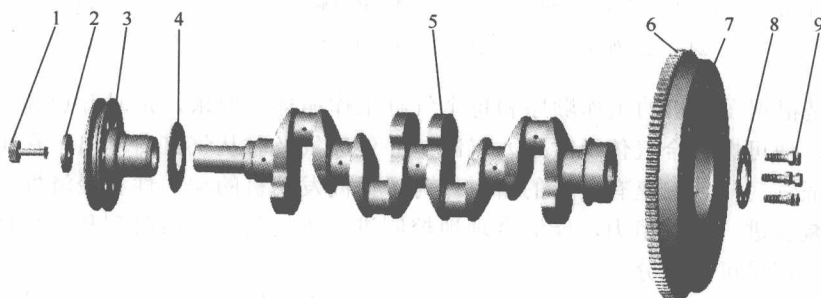


图 0-4 发动机曲轴飞轮组

1—曲轴皮带轮螺栓；2—压板；3—曲轴皮带轮；4—甩油盘；5—曲轴；

6—飞轮齿圈；7—飞轮；8—飞轮螺栓垫板；9—飞轮螺栓

曲轴是发动机重要的机件之一。其功用主要是把活塞连杆组传来的气体压力转变为扭矩对外输出，并驱动发动机的配气机构及其他各种辅助装置，如发电机、风扇、水泵、喷油泵等。曲轴一般由中碳钢或中碳合金钢模锻而成。飞轮的主要作用是存储做功行程的能量，用于在其他行程中克服阻力，完成发动机工作循环，使曲轴尽可能匀速旋转，并提高发动机克服短时超负荷的能力。

4. 配气机构

配气机构一般由气门组和气门传动组组成，如图 0-5 所示。

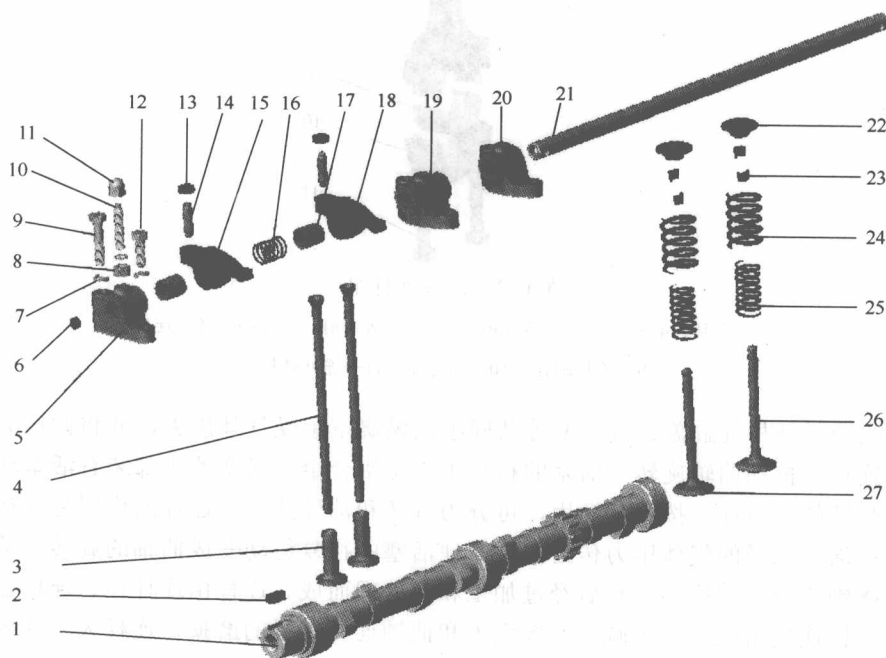


图 0-5 发动机配气机构

- 1—凸轮轴；2—平键；3—挺柱；4—推杆；5—前摇臂座；6—堵头；7—垫圈；8,11—螺母；9,12—螺栓；10—螺钉；
13—气门间隙锁紧螺母；14—气门间隙锁紧螺钉；15—排气门摇臂；16—摇臂轴弹簧；17—气门摇臂衬套；
18—进气门摇臂；19—中间摇臂座；20—后摇臂座；21—摇臂轴；22—气门弹簧上座；23—气门锁夹；
24—气门外弹簧；25—气门内弹簧；26—排气门；27—进气门

其功用是根据发动机的工作顺序和每个气缸工作循环的要求，定时开启和关闭气缸的进、排气门，使可燃混合气体及时进入气缸，并使废气及时从气缸内排出。在压缩、做功行程中，保证气门与气门座有良好的密封。为了提高发动机的动力性和经济性，要求配气机构有利于减少进、排气阻力，能够合理地控制进、排气门的开启时刻和开启持续时间，使进气和排气都尽可能充分。

按气门的布置形式，气门机构可分为顶置气门式和侧置气门式；根据凸轮轴的位置可分为下置式、中置式和上置式；按各气缸气门数目可分为二气门式和多气门式；按曲轴和凸轮轴的传动方式可分为齿轮传动式、链条传动式和齿形皮带传动式。

5. 供给系统

柴油机供给系统由燃油供给系统、进气系统、排气系统等组成。进、排系统如图 0-6 所示。

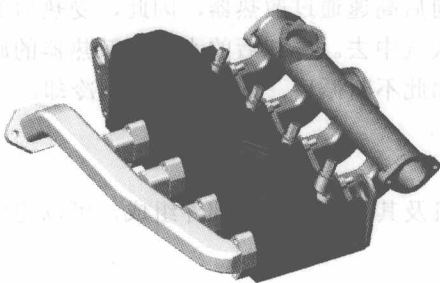


图 0-6 发动机进、排气系统

燃油供给系统由柴油箱、输油泵、低压油管、滤清器、喷油泵、喷油器、调速器、限压阀、高压油管及回油管等组成。进、排气系统包括空气滤清器、进气管、排气管及排气消声器，有的还装有增压器。柴油机工作时输油泵将柴油从油箱吸出，经油水分离器、燃油滤清器滤清后，经过油管送入喷油泵。喷油泵将柴油增压，并通过高压油管，将高压柴油定时定量地喷入气缸内。从柴油箱到喷油泵入口的这段油路成为低压油路；从喷油泵到喷油器这段油路称为高压油路。输油泵供给的多余燃油及喷油器工作间隙泄漏的极少数燃油经回油管返回滤清器或燃油箱，这段油路称为回油路。

6. 润滑系统

润滑系统通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器及限压阀和旁通阀等组成。

润滑系统的功用是向做相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油，以减小摩擦阻力，减轻机体的磨损，并对零件表面进行清洗和冷却。

7. 冷却系统

水冷发动机的冷却系统通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱和散热器等组成，水泵风扇如图 0-7 所示。

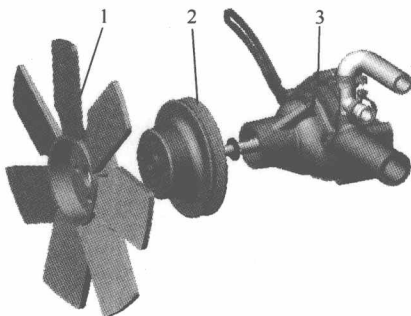


图 0-7 发动机水泵风扇

1—风扇；2—水泵皮带轮；3—水泵

冷却系统的功用是保证发动机在最适宜的温度下工作。水泵将冷却水加压后通过气缸体进水孔,经分水管进入缸体和缸盖水套内。分水管沿纵向开有出水孔,用以保证各缸冷却强度均匀一致。冷却水在吸收了机体的热量后经气缸盖出水孔流回散热器。由于有风扇的强力抽吸,空气流由前向后高速通过散热器,因此,受热后的冷却水在流过散热的过程中,热量不断地散发到大气中去。冷却后的水流到散热器的底部,又被水泵抽出,再次压送到发动机的水套中。如此不断循环,使发动机得到冷却。

8. 启动系统

启动系统主要由启动机及其附属装置等部件组成,可以完成发动机启动过程。启动电机如图 0-8 所示。



图 0-8 启动电机

要使发动机由静止状态过渡到工作状态,必须先用外力转动发动机的曲轴,使活塞做往复运动,同时使气缸内的可燃混合气体燃烧做功,推动活塞向下运动使曲轴旋转,发动机才能自行运转,工作循环才能自动进行。

1 四缸发动机连杆的创建

1.1 连杆的特点分析

连杆由连杆体和连杆盖两部分组成。工作时，用螺栓和螺母将连杆体、连杆盖和曲轴装配在一起，用活塞销将连杆小头和活塞装配在一起。连杆的主要作用是将活塞的往复直线运动转化为曲轴的旋转运动。

(1) 连杆有两个互相垂直的对称面，一个对称面平行于连杆的圆环形端面，也就是锻造连杆毛坯的模具分型面；另一个对称面则通过两端圆孔的轴线。

(2) 连杆毛坯通过锻造成型，因此，连杆体和连杆盖都具有模锻斜度，包括连杆体上的槽和凸台。

(3) 连杆毛坯成型以后，加工表面主要集中在两端面和孔，其他表面大多属于非加工表面。

(4) 连杆体和连杆盖属于配做的成对零件，需要同步加工，在装配和工作时没有互换性。

连杆模型如图 1-1 所示，它由连杆体和连杆盖两部分组成。

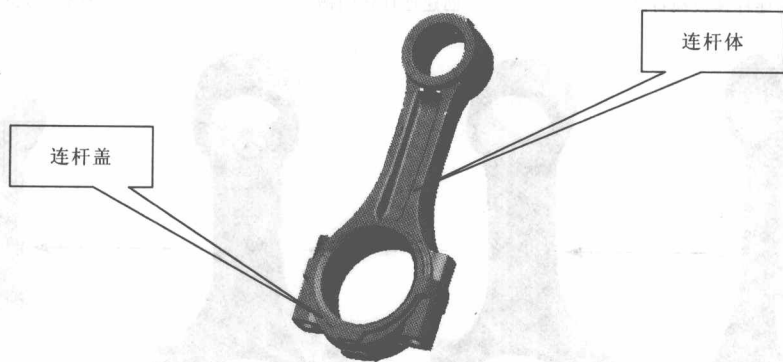


图 1-1 连杆模型

1.2 连杆的建模思路

连杆由连杆体和连杆盖组成，所以，可以对连杆体和连杆盖分别建模，完成后进行装配。连杆具有两个互相垂直的对称面，建模过程中可以利用两个对称平面，对局部特征进行镜像和复制操作，从而快速完成特征创建。

本章内容主要是就连杆体的建模思路进行介绍，连杆盖的建模思路读者可以自行分析。连杆体的主要建模思路如图 1-2 所示。

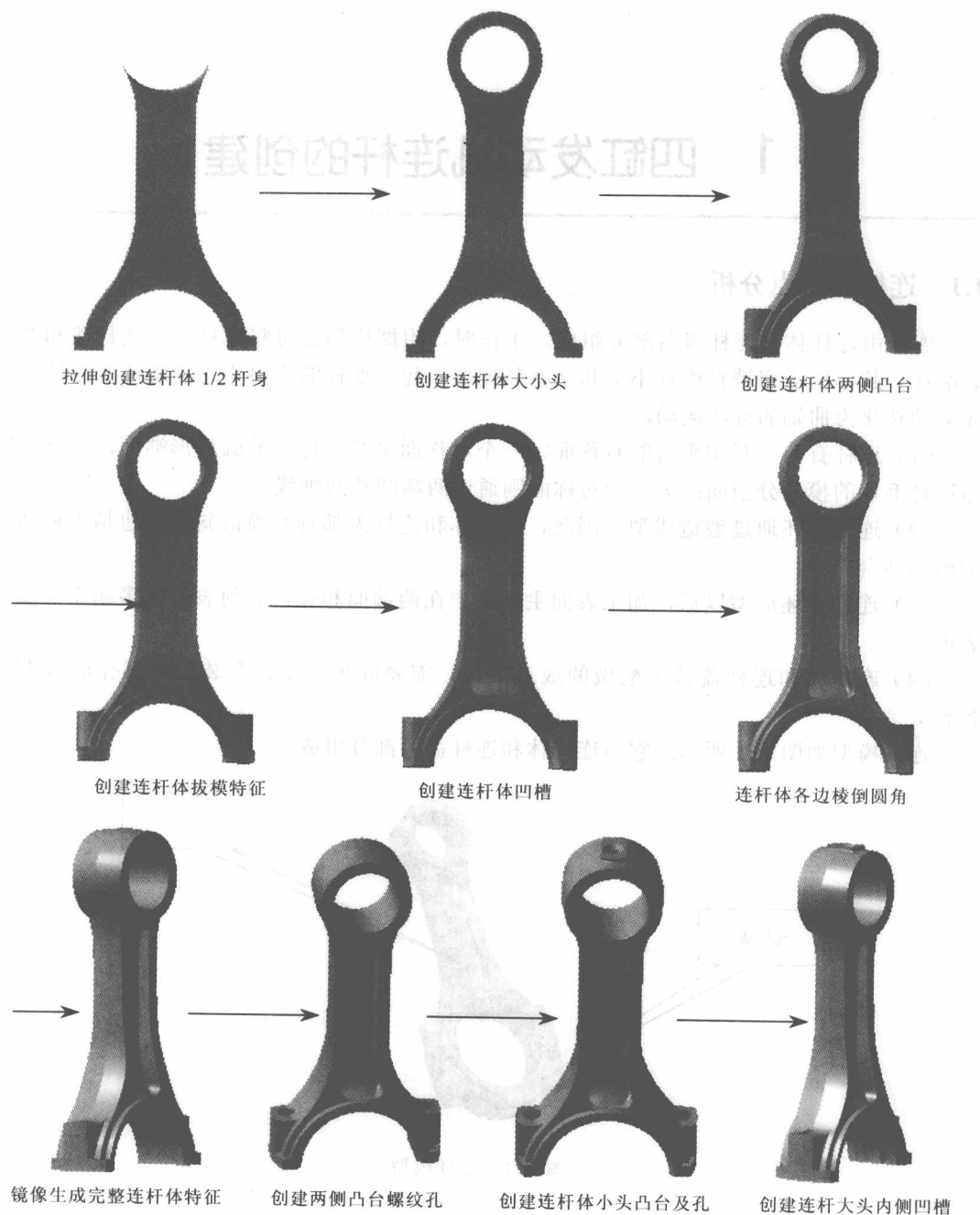


图 1-2 连杆体的主要建模思路

1.3 连杆体的建模步骤

1.3.1 创建连杆杆体 1/2 杆身

(1) 在桌面双击  图标, 进入 CATIA 软件。选择“开始”→“机械设计”→“零部件