



高等职业教育
机电类课程规划教材

机械设计基础

GAODENG ZHIYE JIAOYU
JIDIANLEI KECHENG GUIHUA JIAOCAI

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主编 王少岩 史蒙 罗玉福

大连理工大学出版社

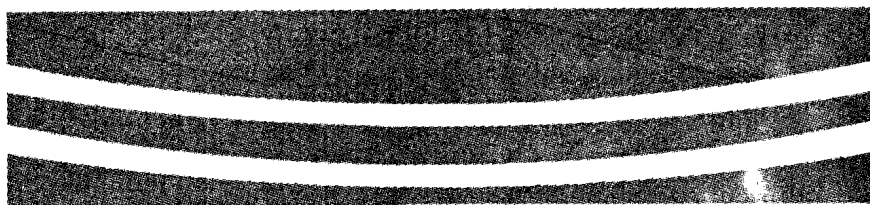


高等职业教育机电类课程规划教材

机械设计基础

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主 编 王少岩 史 蒙 罗玉福 副主编 郭 玲 刘铁柱 于 强



JIXIE SHEJI JICHU

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

© 大连理工大学出版社 2004

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础 / 王少岩, 史蒙, 罗玉福主编. —大连: 大连理工大学出版社,
2004.8

高等职业教育机电类课程规划教材

ISBN 7-5611-1840-6

I. 机… II. ①王… ②史… ③罗… III. 机械设计—高等学校: 技术学校—教材
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 082982 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市凌水河 邮政编码: 116024

电话: 0411-84708842 传真: 0411-84701466 邮购: 0411-84707961

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm × 260mm 印张: 16 字数: 333 千字

印数: 1 - 6 000

2004 年 8 月第 1 版

2004 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑: 赵晓艳

责任校对: 李 沐

封面设计: 波 朗

定 价: 23.00 元

总 序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,迫人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高等职业教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走理论型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,高等职业教育从专科层次起步,进而高职本科教育、高职硕士教育、高职博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高职教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)理论型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高等职业教育教材编审委员会就是全国 100 余所高职院校和出版单位组成的旨在以推动高职教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职教材的特色建设为己任,始终会从高职教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的组织形式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职教学成果,探索高职教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高等职业教育教材编审委员会在推进高职教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高等职业教育教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

前 言

《机械设计基础》是新世纪高等职业教育教材编委会组编的机电类课程规划教材之一,本教材与《机械设计实训指导书》是配套教材。

本教材根据教育部制定的《高职教育机械设计基础课程教学基本要求》和《新世纪高等职业教育教材编审委员会的章程》要求,组织具有从事多年教学和生产实践工作经验的一线教师,结合当前高职办学实际编写而成,本教材可供机械专业和近机械专业使用。

本教材在编写的过程中突出以下特点:

1. 结构清晰。本教材每章都编写了本章知识导读,旨在让读者在学习本章知识之前明确学习目的,把握知识点,做到有的放矢。

2. 知识体系完整。本教材注重相关教学内容的整合,简明、实用、新颖。挠性件传动部分,将挠性件传动中的链传动归纳成一节的内容,把最基本的知识编入教材;联接部分,将联接有关知识内容归类,把键、销联接归类为轴毂联接,把轴联接器归类为轴间联接,把弹簧归类为弹性联接,为教师的教和学生的学提供了完整的知识体系。

3. 语言叙述简明扼要。本教材在内容的处理上摒弃了一些公式的理论推导,直接阐述公式的物理意义和几何意义,直接切入主题,降低了学生的学习难度,突出了职业教育特点。

4. 实用性突出。本教材机械零件部分的有关章节,突出了技术的实用性,对典型传动,重要零件都增加了维护、维修和保养的有关知识。

本教材共 13 章,分别为概论、平面机构的运动简图及自由度、平面连杆机构、凸轮机构、其他常用机构、挠性件传动、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、联接、轴、轴承、计算机辅助机械设计。

本教材由辽宁机电职业技术学院王少岩、辽宁工程技术大学职业技术学院史蒙、大连水产学院职业技术学院罗



新世纪

6 / 机械设计基础 □

玉福任主编,辽宁石油化工大学职业技术学院郭玲、黑龙江工商职业技术学院刘铁柱、辽宁机电职业技术学院于强任副主编。具体编写分工如下:王少岩编写第1、2、10、11章;史蒙编写第7、8章;罗玉福编写第9、12章;郭玲编写第3、4、5章;刘铁柱、于强共同编写第6章;于强编写第13章。本教材由王少岩组稿,王少岩、罗玉福共同定稿。大连理工大学孟淑华教授、辽宁石油化工大学职业技术学院鲁昌国老师审阅了全书,并提出了一些宝贵的意见和建议。

尽管我们在《机械设计基础》教材建设的特色突破方面做出了许多的努力,但是教材中难免存在错误和不足,恳请使用本教材的教学单位和读者给予关注,并多提一些宝贵的意见和建议,以便下次修订时改进。

所有意见、建议请寄往:gzjckfb@163.com

联系电话:0411-84707604 13352244668

编 者

2004年8月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 本课程的研究对象、主要内容及任务	1
1.2 机械零件的常用材料与结构工艺性	3
1.3 机械零件设计的基本准则及设计步骤	8
1.4 当前机械设计的动态	10
第 2 章 平面机构的运动简图及自由度	12
2.1 机构的组成	12
2.2 平面机构的运动简图	14
2.3 平面机构的自由度	16
复习题	20
第 3 章 平面连杆机构	22
3.1 平面连杆机构的基本形式及其演化	22
3.2 平面四杆机构存在曲柄的条件及基本特性	29
3.3 平面四杆机构的运动设计	33
复习题	36
第 4 章 凸轮机构	38
4.1 凸轮机构的类型及应用	38
4.2 凸轮机构的从动件常用运动规律	40
4.3 盘形凸轮的设计方法	45
4.4 凸轮机构设计中应注意的几个问题	49
4.5 凸轮机构的常用材料和结构	51
复习题	53
第 5 章 其他常用机构	55
5.1 螺旋机构	55
5.2 棘轮机构	58
5.3 槽轮机构	60
5.4 不完全齿轮机构和凸轮式间歇机构简介	61
复习题	62
第 6 章 挠性件传动	63
6.1 带传动的类型特点及应用	63
6.2 带传动的受力分析和应力分析	64
6.3 带传动的弹性滑动和传动比	66

8 / 机械设计基础 □

6.4 V带与V带轮	67
6.5 V带传动的失效形式及设计计算	70
6.6 带传动的张紧、安装与维护	76
6.7 链传动简介	78
复习题	82
第7章 齿轮传动	84
7.1 齿轮传动的类型、特点及应用	84
7.2 渐开线的形成和基本性质	85
7.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的参数及几何尺寸	88
7.4 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	92
7.5 渐开线齿廓的切削原理与根切现象	98
7.6 变位齿轮传动简介	100
7.7 齿轮的失效形式与设计准则	103
7.8 齿轮传动的精度等级简介及齿轮常用材料	105
7.9 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的设计计算	109
7.10 渐开线斜齿圆柱齿轮传动	115
7.11 直齿圆锥齿轮传动	123
7.12 齿轮的结构	127
7.13 齿轮传动的润滑与维护	129
复习题	130
第8章 蜗杆传动	133
8.1 蜗杆传动的类型、特点、参数和尺寸	133
8.2 蜗杆传动的失效形式设计准则和常用材料	137
8.3 蜗杆传动受力分析及强度计算	138
8.4 蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算	140
8.5 蜗杆和蜗轮的结构	143
8.6 蜗杆传动的安装与维护	146
复习题	146
第9章 轮系	148
9.1 轮系及其分类	148
9.2 定轴轮系传动比的计算	150
9.3 行星轮系传动比的计算	152
9.4 组合轮系传动比的计算	155
9.5 轮系的应用	157
复习题	160
第10章 联接	163
10.1 螺纹联接	163

10.2 轴毂联接	174
10.3 轴间联接	179
10.4 弹性联接	185
10.5 其他常用联接	188
复习题	190
第 11 章 轴	193
11.1 概 述	193
11.2 轴的材料	195
11.3 轴的结构设计	195
11.4 轴的工作能力计算	197
11.5 轴的使用与维护	201
复习题	202
第 12 章 轴 承	203
12.1 滑动轴承概述	203
12.2 滚动轴承的结构、类型和代号	210
12.3 滚动轴承类型的选择	216
12.4 滚动轴承的工作能力计算	217
12.5 滚动轴承的组合设计	226
复习题	233
第 13 章 计算机辅助机械设计	234
13.1 CAD 简介	234
13.2 机械设计资料的程序处理	235
13.3 典型机械零件的程序设计	240
参考文献	243

第 1 章

概 论

本章知识导读

1. 主要内容

本课程的研究对象、主要内容、主要任务以及机械零件设计中所必备的基础知识,如零件的常用材料及选择、结构工艺性、零件的设计准则及其一般步骤。

2. 重点、难点提示

深刻认识本课程在实际生产中的地位,掌握正确的学习方法。

机械设计基础是一门重要的技术基础课,是研究机械类产品的设计,开发,改造,以满足经济发展和社会需求的基础知识课程。机械设计工作涉及工程技术的各个领域。一台新的设备在设计阶段,不但要根据设计要求确定先进、合理的结构和工作原理,进行运动、动力、强度、刚度分析,完成图样设计,而且要研究在制造,销售,使用以及售后服务等方面的问题。设计人员除必须具有机械设计及与机械设计相关的深厚的基础知识和专业知识外,还要有饱满的创造热情。

1.1 本课程的研究对象、主要内容及任务

1.1.1 本课程的研究对象

人们在日常生活和生产过程中,广泛使用着各种各样的机器,以便减轻体力劳动和提高工作效率。现代化大规模的机器生产,是生产快速发展的重要标志。在社会各行业中广泛地使用高效能的机器设备,对提高劳动生产率和产品质量,节省能源和材料,促进国民经济的快速发展,起到了决定性的作用。

机器的种类繁多,它们的构造、用途和性能也各不相同,本课程作为一门技术基础课,主要研究的对象是机械。机械是机器和机构的统称。我们日常生活和生产实践中所见到的机械产品,如自行车、汽车、各种机床等,都是机器或机构的组合体。

从研究机器工作原理、分析运动特点和设计机器的角度看,机器可视为若干机构的组合体。

如图 1-1 所示的单缸内燃机,它由机架(气缸体)1、曲柄 2、连杆 3、活塞 4、进气阀 5、排

2 / 机械设计基础 □

气阀 6、推杆 7、凸轮 8 和齿轮 9、10 组成。当燃气推动活塞 4 作往复移动时,通过连杆 3 使曲柄 2 作连续转动,从而将燃气燃烧的热能转换为曲柄转动的机械能。齿轮、凸轮和推杆的作用是按一定的运动规律按时开闭阀门以吸入燃气和排出废气。这种内燃机可视为下列三种机构的组合:①曲柄滑块机构,由活塞 4、连杆 3、曲柄 2 和机架 1 构成,作用是将活塞的往复移动转换为曲柄的连续转动;②齿轮机构,由齿轮 9、10 和机架 1 构成,作用是改变转速的大小和转动的方向;③凸轮机构,由凸轮 8、推杆 7 和机架 1 构成,作用是将凸轮的连续转动转变为推杆的往复移动。

由上述的机器工作原理及组成机构分析可知,机器的主要特征是:

- (1)它们都是人为实体构件的组合;
- (2)各个运动实体构件之间具有确定的相对运动;
- (3)能够实现能量的转换,代替或减轻人类完成有用的机械功。

机构是由构件组成的,所谓构件,是指机构的基本运动单元。它可以是单一的零件,也可以是几个零件联接而成的运动单元。而零件是组成机器的最小制造单元。

如图 1-2 所示的齿轮机构,其运动特点是把高速转动变为低速转动或者相反。如图 1-3 所示的凸轮机构,是利用凸轮的轮廓曲线使从动件作周期性的有规律的移动或摆动。如图 1-4 所示的连杆机构,能实现转动、摆动、移动等运动形式的相互转换。

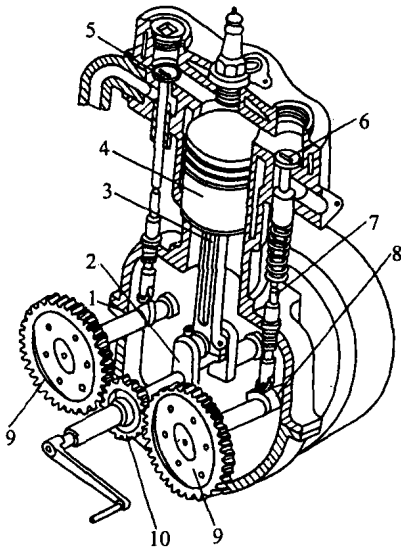


图 1-1 单缸内燃机

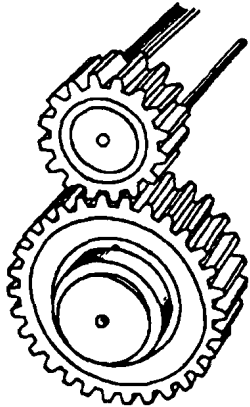


图 1-2 齿轮机构

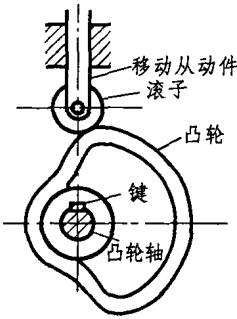


图 1-3 凸轮机构

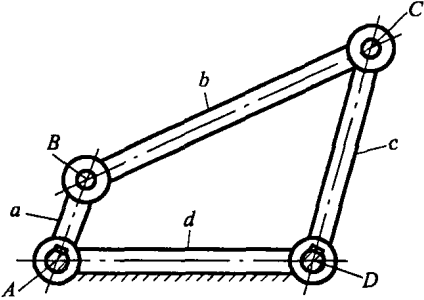


图 1-4 连杆机构

由以上实例分析可以看出,机器是由各种机构组成的,可以完成能量的转换或做有用功;而机构则仅仅是起着运动的传递和运动形式的转换作用。机构的主要特征是:

- (1)它们都是人为实体(构件)的组合;
- (2)各个运动实体之间具有确定的相对运动。

从结构和运动的观点来看,机器和机构二者之间没有区别,因此习惯上用机械一词作

为它们的总称。本课程研究的对象是机械中常用机构和通用零件。

1.1.2 本课程研究的主要内容

本课程作为机械设计的基础,是一门综合性较强的课程,主要介绍机械中常用机构的工作原理、运动特性,通用机械零件的设计和计算方法以及有关标准和规范。

本课程研究的内容大体可分为以下几部分:

- (1)机构的运动简图和自由度计算;
- (2)平面连杆机构、凸轮机构的组成原理、运动分析及轮廓设计;
- (3)各种联接零件(如螺纹联接,键销联接等)的设计计算方法和标准选择;
- (4)各种传动零件(如带传动、齿轮传动等)的设计计算和参数选择;
- (5)轴系零件(如轴、轴承等)的设计计算及参数类型选择。

1.1.3 本课程的主要任务

- (1)培养学生运用基础理论解决简单机构和零件的设计问题,掌握通用机械零件的工作原理、特点、选用及计算方法,初步具有分析失效原因和提高改进措施的能力。
- (2)培养学生树立正确的设计思想,具有设计简单机械传动部件和简单机械的能力。
- (3)学会运用手册、标准、规范等设计资料。

本课程的性质与过去所学的基础课程不同,思路上有其明显特点,学生往往不能很快适应而影响学习效果。因此在学习中学生要尽快掌握本课程特点和分析解决问题的方法,为今后的学习和工作打下基础。

1.2 机械零件的常用材料与结构工艺性

1.2.1 机械零件常用材料

机械零件常用材料有碳素结构钢、合金钢、铸铁、有色金属、非金属材料及各种复合材料。其中,碳素结构钢和铸铁应用最广。

常用材料的分类和应用举例见表 1-1。

表 1-1 机械零件常用材料的分类和应用举例

材料分类			应用举例或说明
钢	碳素钢	低碳钢(含碳量 $\leq 0.25\%$)	铆钉、螺钉、连杆、渗碳零件等
		中碳钢(含碳量 $> 0.25\% \sim 0.60\%$)	齿轮、轴、蜗杆、丝杆、联接件等
		高碳钢(含碳量 $\geq 0.60\%$)	弹簧、工具、模具等
	合金钢	低合金钢(合金元素含量 $\leq 5\%$)	较重要的钢结构和构件、渗碳零件、压力容器等
		中合金钢(合金元素含量 $> 5\% \sim 10\%$)	飞机构件、热锻锻模具、冲头等
		高合金钢(合金元素含量 $\geq 10\%$)	航空工业蜂窝结构、液体火箭壳体、核动力装置、弹簧等

(续表)

材料分类			应用举例或说明
铸铁	灰铸铁 (HT)	低牌号(HT100、HT150)	对力学性能无一定要求的零件,如盖、底座、手轮、机床床身等
		高牌号(HT200 ~ HT400)	承受中等静载的零件,如机身、底座、泵壳、齿轮、联轴器、飞轮、带轮等
	可锻铸铁 (KT)	铁素体型	承受低、中、高动载荷和静载荷的零件,如差速器壳、犁刀、扳手、支座、弯头等
		珠光体型	要求强度和耐磨性较高的零件,如曲轴、凸轮轴、齿轮、活塞环、轴套、犁刀等
	球墨铸铁 (QT)	铁素体型 珠光体型	与可锻铸铁基本相同
铜合金	铸造铜合金	铸造黄铜	用于轴瓦、衬套阀体、船舶零件、耐腐蚀零件、管接头等
		铸造青铜	用于轴瓦、蜗轮、丝杠螺母、叶轮、管配件等
轴承合金 (巴氏合金)	锡基轴承合金		用于轴承衬,其摩擦因数低、减摩性、抗烧蚀性、磨合性、耐蚀性、韧度、导热性均良好
	铅基轴承合金		强度、韧度和耐蚀性稍差,但价格较低
塑料	热塑性塑料(如聚乙烯、有机玻璃、尼龙等) 热固性塑料(如酚醛塑料、氨基塑料等)		用于一般结构零件,减摩、耐磨零件,传动件、耐腐蚀件、绝缘件、密封件、透明件等
橡胶	通用橡胶 特种橡胶		用于密封件、减振、防振件,传动带、运输带和软管、绝缘材料、轮胎、胶辊、化工衬里等

1.2.2 材料的选择原则

合理选择材料是机械设计中的重要环节。选择材料首先必须保证零件在使用过程中具有良好的工作能力,然后还要考虑其加工工艺性和经济性。

1. 满足使用性能要求

材料的使用性能指零件在工作条件下,材料应具有的力学性能、物理性能以及化学性能。对机械零件而言,最重要的是力学性能。

零件的使用条件包括三方面:受力状况(如载荷类型、大小、形式及特点等)、环境状况(如温度特性、环境介质等)、特殊要求(如导电性、导热性、热膨胀等)。

(1)零件的受力状况。当零件(如螺栓、销等)受拉伸或剪切这类分布均匀的静载荷时,应选用组织均匀的材料,按塑性和强度性能选材。载荷较大时,可选屈服点 σ_s 或强度极限 σ_b 较高的材料。

当零件(如轴类零件等)受有弯曲、扭转这类分布不均匀的静载荷时,按综合力学性能选材,应保证最大应力部位有足够的强度。常选用易通过热处理等方法提高强度及表面硬度的材料(如调质钢等)。

当零件(如齿轮等)受有较大接触应力时,可选用易进行表面强化的材料(如渗碳钢、渗氮钢等)。

当零件受变应力时,应选用抗疲劳强度较高的材料,常用能通过热处理等手段提高疲劳强度的材料。

对刚度要求较高的零件,宜选用弹性模量大的材料,同时还应考虑结构、形状、尺寸对刚度的影响。

(2)零件的环境状况及特殊要求。根据零件的工作环境及特殊要求不同,除对材料的力学性能提出要求外,还应对材料的物理性能及化学性能提出要求。如当零件在滑动摩擦条件下工作时,应选用耐磨性、减磨性好的材料,故滑动轴承常选用轴承合金、锡青铜等材料。

在高温下工作的零件,常选用耐热性能好的材料,如内燃机排气阀门可选用耐热钢,气缸盖则选用导热性好、比热容大的铸造铝合金。

在腐蚀介质中工作的零件,应选用耐腐蚀性好的材料。

2. 有良好的加工工艺性

零件毛坯的加工方法有许多,主要有热加工和切削加工两大类。不同材料的加工工艺性不同。

(1)热加工工艺性。热加工工艺性能主要指铸造性能、锻造性能、焊接性能和热处理性能。表 1-2 为常用金属热加工工艺性能比较。

表 1-2 常用金属热加工工艺性能比较

热加工工艺性能	常用金属材料热加工性能比较	备注
铸造性能	可铸性较好的金属铸造性能排序:铸造铝合金、铜合金、铸铁、铸钢	铸铁中,灰铸铁铸造性能最好
锻造性能	碳素结构钢中锻造性能排序:低碳钢、中碳钢、高碳钢 合金钢:低合金钢锻造性能近于中碳钢;高碳合金钢较差	含碳量及含合金元素越高的材料,其锻造性能相对越差
焊接性能	低碳钢和含碳量低于 0.18% 的合金钢有较好的焊接性能;含碳量大于 0.45% 的碳钢和含碳量大于 0.35% 的合金钢焊接性能较差;铜合金和铝合金的焊接性能较差,灰铸铁焊接性能更差	含碳量及含合金元素越高的材料,焊接性能越差
热处理性能	金属材料中,钢的热处理性能较好,合金钢的热处理性能比碳素结构钢好;铝合金的热处理要求严格;铜合金只有很少几种可通过热处理方法强化	选材时要综合考虑淬硬性、淬透性、变形开裂倾向性、回火脆性等性能要求

(2)切削加工性能。金属的切削加工性能一般用刀具耐用度为 60min 时的切削速度 v_{60} 来表示, v_{60} 越高,则金属的切削性能越好。金属切削加工性能分为 8 个级别,1 级容易加工,8 级难加工。各种金属材料的切削加工性可查阅有关手册。

3. 选择材料要综合考虑经济性要求

(1)材料价格。材料价格在产品总成本中占较大比重,一般占产品价格的 30% ~ 70%。

(2)提高材料的利用率。采用精铸、模锻等毛坯加工方法,可以减少切削加工对材料的浪费。

(3)零件的加工和维修费等要尽量低。

(4)采用组合结构。如蜗轮齿圈可采用减磨性好的铸造锡青铜,而其他部分采用廉价的材料。

(5)材料的合理代用。对生产批量大的零件,要考虑我国资源状况,材料来源要丰富,尽量避免采用稀缺的材料。如碳钢可用热处理方法强化,代替合金钢而降低成本。

1.2.3 机械零件的结构工艺性

机械零件的结构工艺性是指在零件设计时要从选材、毛坯制造、机械加工、装配以及保养维修等各环节考虑的工艺问题。

1. 铸造零件的结构工艺性

(1)为了防止浇铸不足,对于不同铸造方法铸件壁厚有一允许的最小值;

(2)零件箱壁交叉部分要有过渡圆角,以避免尖角处产生裂纹,如图1-5(a)所示,但是圆角不可太大,以免交点处尺寸太大,金属积聚产生缩孔或缩松,如图1-5(b)所示。建议 $D \approx 1.3d$,如图1-5(c)所示。

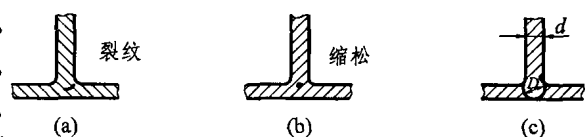


图 1-5 铸件过渡圆角大小应适当

(3)铸件应有明显的分型面(图1-6)。

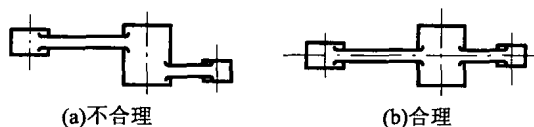


图 1-6 铸件应有明显的分型面

(4)铸件应有必要的斜度以便于取出模型。

(5)为避免采用活块,可将凸台加长,如图1-7(b)所示引至分型面

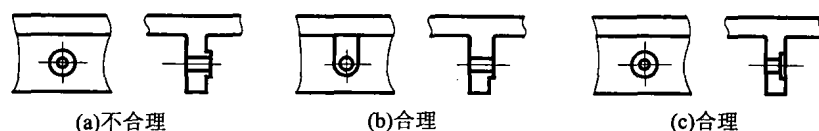


图 1-7 避免采用活块

(6)铸铁抗拉强度差而抗压强度高,在设计零件形状时应尽可能把拉应力(或弯曲应力)化作压应力(图1-8)。

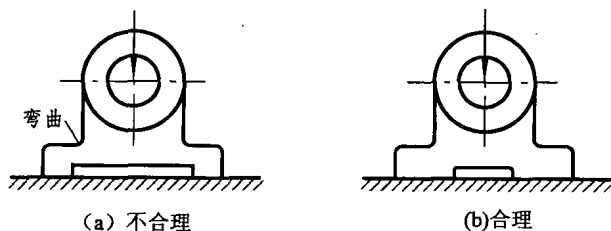


图 1-8 避免铸铁受拉力

2. 热处理零件的结构工艺性

为避免热处理零件产生裂纹或变形,在设计零件时,应注意:

(1) 避免锐边尖角,应将它倒钝或改成圆角,圆角半径要大些。

(2) 零件形状要求简单、对称。

(3) 轴类零件的长度与直径之比不可太大。

(4) 提高零件的结构刚性,必要时增加加强肋。

(5) 形状复杂或者不同部位有不同性能要求时,可用组合结构(如机床铸铁床身上镶装钢导轨)。

3. 切削加工零件的结构工艺性

(1) 加工表面的几何形状应尽量简单,尽可能布局在同一平面上或同一轴线上,尽可能统一尺寸,以便于加工。如图 1-9 所示减速箱体轴承座端面应取在同一平面上,三个轴承端盖槽的尺寸 b_1 、 b_2 应力求一致。

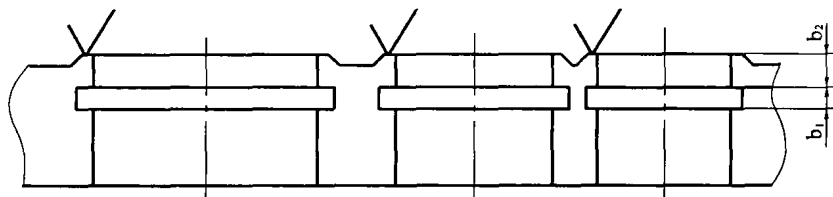


图 1-9 减速箱侧面加工

(2) 有相互位置精度要求的各表面最好能在一次安装中加工。如图 1-10 所示的零件须从两端加工,改进后可在一端一次加工,这样能减少工件的安装次数提高加工效率,同时也提高位置精度。

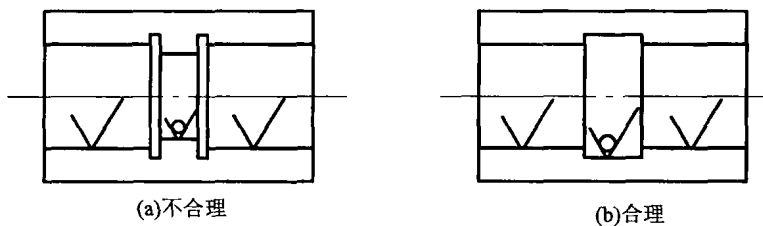


图 1-10 两孔在一次安装中加工

(3) 加工时应能准确定位、可靠夹紧、并便于加工、易于测量。

(4) 应尽量减少加工面的数目,如图 1-11 所示起重螺旋的螺母与机座在直径 D 及 D_1 处同时配合是不合理的,这样加工和装配都困难,只要在直径 D 处配合即可, D_1 处应有一定间隙。

(5) 形状应便于刀具进刀、退刀,如螺纹应该有退刀槽。

(6) 被加工表面形状应有助于提高刀具的刚性和延长刀具寿命。如图 1-12 所示用麻花钻钻孔时,应避免在斜面上钻孔。