

高等学校教材

# 机械 设计

# 作业集 2

第三版

西北工业大学机械原理及机械零件教研室 编

李育锡 主编



高等教育出版社



高等学校教材

---

# 机械设计作业集

第三版

西北工业大学机械原理及机械零件教研室 编

李育锡 主编

高等教育出版社



图书在版编目(CIP)数据

机械设计作业集:(1)、(2)/李育锡主编.西北工业大学  
机械原理及机械零件教研室编.—3版.—北京:高等教育  
出版社,2007.4

ISBN 978-7-04-020626-5

I.机… II.①李…②西… III.机械设计-高等  
学校-习题 IV.TH12-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第021614号

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landrao.com">http://www.landrao.com</a>
印 刷	北京机工印刷厂		<a href="http://www.landrao.com.cn">http://www.landrao.com.cn</a>
		畅想教育	<a href="http://www.widedu.com">http://www.widedu.com</a>
开 本	787×1092 1/16	版 次	1996年3月第1版
印 张	6.25		2007年4月第3版
字 数	140 000	印 次	2007年4月第1次印刷
		定 价	9.70元

---

ISBN 978-7-04-020626-5



9 787040 206265 >

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20626-00

# 目 录

第二章 机械设计总论 .....	2	第十二章 滑动轴承 .....	22
分析与思考题 .....	2	一、选择与填空题 .....	22
第四章 摩擦、磨损及润滑概述 .....	2	二、分析与思考题 .....	22
分析与思考题 .....	2	三、设计计算题 .....	24
第六章 键、花键、无键连接和销连接 .....	4	第十四章 联轴器和离合器 .....	26
一、选择与填空题 .....	4	一、选择与填空题 .....	26
二、分析与思考题 .....	4	二、分析与思考题 .....	26
三、设计计算题 .....	4	三、设计计算题 .....	28
四、结构设计与分析题 .....	6	第十六章 弹簧 .....	28
第八章 带传动 .....	8	一、选择与填空题 .....	28
一、选择与填空题 .....	8	二、分析与思考题 .....	28
二、分析与思考题 .....	10	三、设计计算题 .....	30
三、设计计算题 .....	12	第十八章 减速器和变速器 .....	30
四、结构设计与分析题 .....	12	分析与思考题 .....	30
第十章 齿轮传动 .....	14	机械设计自测试题 I .....	34
一、选择与填空题 .....	14	机械设计自测试题 II .....	40
二、分析与思考题 .....	16	参考文献 .....	46
三、设计计算题 .....	20		
四、结构设计与分析题 .....	20		

## 第三版前言

本作业集是高等教育出版社出版,西北工业大学机械原理及机械零件教研室编著,濮良贵、纪名刚主编《机械设计》(第八版,以下简称主教材)的配套教材,是在《机械设计作业集》(第二版,高等教育出版社,2001)的基础上修订而成的。本作业集的编写目的是为了引导学生看书学习,方便学生做作业,利于教师批改,并使作业规范化。

本作业集的主要特点是:

1. 分装成(1)、(2)两册交替使用,(1)册中编入第一、三、五……章的作业,(2)册中编入第二、四、六……章的作业,学生直接将作业做在作业集上,不必另备作业本。

2. 题目类型多,有选择、填空、分析、思考、计算和结构设计题等,作业分量适当,通过作业环节使学生全面掌握所学内容。

3. 为了加强学生设计能力的培养,除各章的结构设计与分析题外,还编入了三个单元的设计作业题,并编写了相应的设计指导。

4. 编入两套机械设计自测试题,供学生学完本课程后进行自我检测,以便明确自己对所学内容的掌握程度,并由此概括了解本课程的考试方法。

5. 由于本作业集的选材符合“机械设计课程教学基本要求”,因而亦可供使用其他同类教材的学生及广大自学者使用或参考。

主教材中编有少量习题,选择其中一部分习题编入本作业集,以方便学生在作业集内完成。

这次修订,根据主教材的内容,对作业集里的部分习题和部分参数的符号作了修改,使之与主教材内容一致。对两套机械设计自测试题的内容作了较多的修改。参加本作业集修订工作的有李育锡、李建华、吴立言、袁茹,由李育锡担任主编。由于编者水平所限,误漏之处在所难免,敬请广大使用者批评指正。

编者

2006年8月

## 第二章 机械设计总论

### 分析与思考题

- 2-1 一台完整的机器通常由哪些基本部分组成? 各部分的作用是什么?
- 2-2 设计机器时应满足哪些基本要求? 设计机械零件时应满足哪些基本要求?
- 2-3 机械零件主要有哪些失效形式? 常用的计算准则主要有哪些?
- 2-4 什么是零件的强度要求? 强度条件是如何表示的? 如何提高零件的强度?
- 2-5 什么是零件的刚度要求? 刚度条件是如何表示的? 提高零件刚度的措施有哪些?
- 2-6 零件在什么情况下会发生共振? 如何改变零件的固有频率?
- 2-7 什么是可靠性设计? 它与常规设计有何不同? 零件可靠度的定义是什么?
- 2-8 机械零件设计中选择材料的原则是什么?
- 2-9 指出下列材料的种类, 并说明代号中符号及数字的含义: HT150, ZG230-450, 65Mn, 45, Q235, 40Cr, 20CrMnTi, ZCuSn10Pb5。
- 2-10 机械的现代设计方法与传统设计方法有哪些主要区别?

## 第四章 摩擦、磨损及润滑概述

### 分析与思考题

- 4-1 按照摩擦面间的润滑状态不同, 滑动摩擦可分为哪几种?
- 4-2 膜厚比的物理意义是什么? 边界摩擦、混合摩擦和液体摩擦所对应的膜厚比范围各是多少?
- 4-3 在工程中, 常用金属材料副的摩擦系数是如何得来的?
- 4-4 什么是边界膜? 边界膜的形成机理是什么? 如何提高边界膜的强度?
- 4-5 零件的磨损过程大致可分为哪几个阶段? 每个阶段的特征是什么?
- 4-6 根据磨损机理的不同, 磨损通常分为哪几种类型? 它们各有什么主要特点?
- 4-7 润滑油的粘度是如何定义的? 什么是润滑油的粘性定律? 什么样的液体称为牛顿液体?
- 4-8 粘度的表示方法通常有哪几种? 各种粘度的单位和换算关系是什么?
- 4-9 润滑油的主要性能指标有哪些? 润滑脂的主要性能指标有哪些?
- 4-10 在润滑油和润滑脂中加入添加剂的作用是什么?
- 4-11 流体动力润滑和流体静力润滑的油膜形成原理有何不同? 流体静力润滑的主要优点是什么?
- 4-12 流体动力润滑和弹性流体动力润滑两者间有何本质区别? 所研究的对象有何不同?





## 第六章 键、花键、无键连接和销连接

### 一、选择与填空题

6-1 设计键连接时,键的截面尺寸通常根据\_\_\_\_\_按标准选择。

(1) 所传递转矩的大小 (2) 所传递功率的大小 (3) 轮毂的长度 (4) 轴的直径

6-2 普通平键连接的主要失效形式是\_\_\_\_\_,导向平键连接的主要失效形式是\_\_\_\_\_。

6-3 与平键连接相比,楔键连接的主要缺点是\_\_\_\_\_。

(1) 键的斜面加工困难 (2) 键安装时易损坏 (3) 键楔紧后在轮毂中产生初应力  
(4) 轴和轴上零件对中性差

6-4 矩形花键连接采用\_\_\_\_\_定心;渐开线花键连接采用\_\_\_\_\_定心。

6-5 型面曲线为摆线或等距曲线的型面连接与平键连接相比较,\_\_\_\_\_不是型面连接的优点。

(1) 对中性好 (2) 轮毂孔的应力集中小 (3) 装拆方便 (4) 切削加工方便

### 二、分析与思考题

6-6 薄型平键连接与普通平键连接相比,在使用场合、结构尺寸和承载能力上有何区别?

6-7 半圆键连接与普通平键连接相比,有什么优缺点?它适用于什么场合?

6-8 试述键在轴上位置布置的原因:采用两个平键(双键连接)时,通常在轴的圆周上相隔 $180^\circ$ 位置布置;采用两个楔键时,常相隔 $90^\circ \sim 120^\circ$ ;而采用两个半圆键时,则布置在轴的同一母线上。

6-9 与平键、楔键、半圆键相配的轴和轮毂上的键槽是如何加工的?

6-10 在材料和载荷性质相同的情况下,动连接的许用压力比静连接的许用挤压应力小,试说明其原因。

6-11 花键连接的主要失效形式是什么?如何进行强度计算?

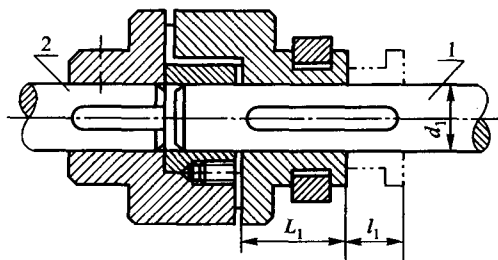
6-12 在胀紧连接中,胀套串联使用时引入额定载荷系数 $m$ 是为了考虑什么因素的影响?

6-13 销有哪几种类型?各用于何种场合?销连接有哪些失效形式?

6-14 一般连接用销、定位用销及安全保护用销在设计计算上有何不同?

### 三、设计计算题

6-15 图示牙嵌离合器的左右两半分别用键与轴1、2相连接,在空载下,通过操纵可使右半离合器沿导向平键在轴1上作轴向移动。该轴传递的转矩 $T=1200\text{ N}\cdot\text{m}$ ,轴径 $d_1=80\text{ mm}$ ,右半离合器的轮毂长度 $L_1=130\text{ mm}$ ,行程 $l_1=60\text{ mm}$ ,工作中有轻微冲击,离合器及轴的材料均为钢材。试选择右半



题6-15图





离合器的导向平键尺寸,并校核其连接强度。

解: 1. 选择导向平键

选 A 型导向平键,查手册得平键的截面尺寸  $b = 22 \text{ mm}$ ,  $h = 14 \text{ mm}$ ,取键长  $L = 180 \text{ mm} < L_1 + l_1$ 。

2. 强度校核

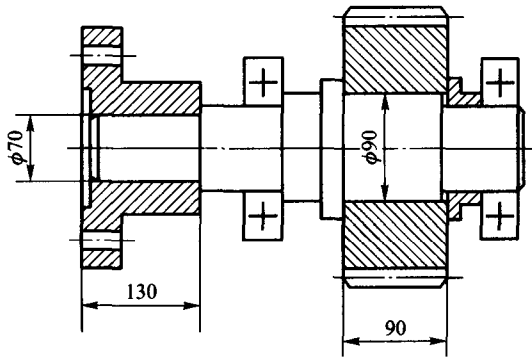
材料均为钢,工作时有轻微冲击,查主教材表 6-2,取  $[\sigma_p] = 110 \text{ MPa}$ 。 $k = 0.5h = 0.5 \times 14 \text{ mm} = 7 \text{ mm}$ ,  $l = L - b = (180 - 22) \text{ mm} = 158 \text{ mm}$ 。

$$\sigma_p = \frac{2000T}{kld} = \frac{2000 \times 1200}{7 \times 158 \times 80} \text{ MPa} = 27.1 \text{ MPa} < [\sigma_p]$$

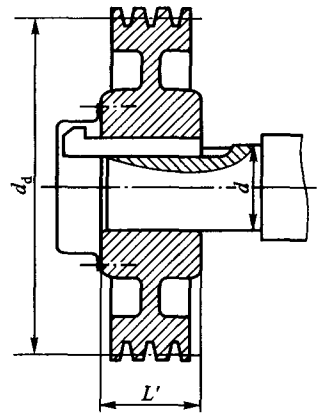
故此键连接能满足强度要求。

注:解中有两处错误,请指出错处并说明错误原因。

6-16 图示减速器的低速轴与凸缘联轴器及圆柱齿轮之间分别采用键连接。已知轴传递的转矩  $T = 1000 \text{ N} \cdot \text{m}$ ,齿轮的材料为锻钢,凸缘联轴器材料为 HT200,工作时有轻微冲击,连接处轴及轮毂尺寸如图所示。试选择键的类型和尺寸,并校核连接的强度。



题 6-16 图



题 6-17 图

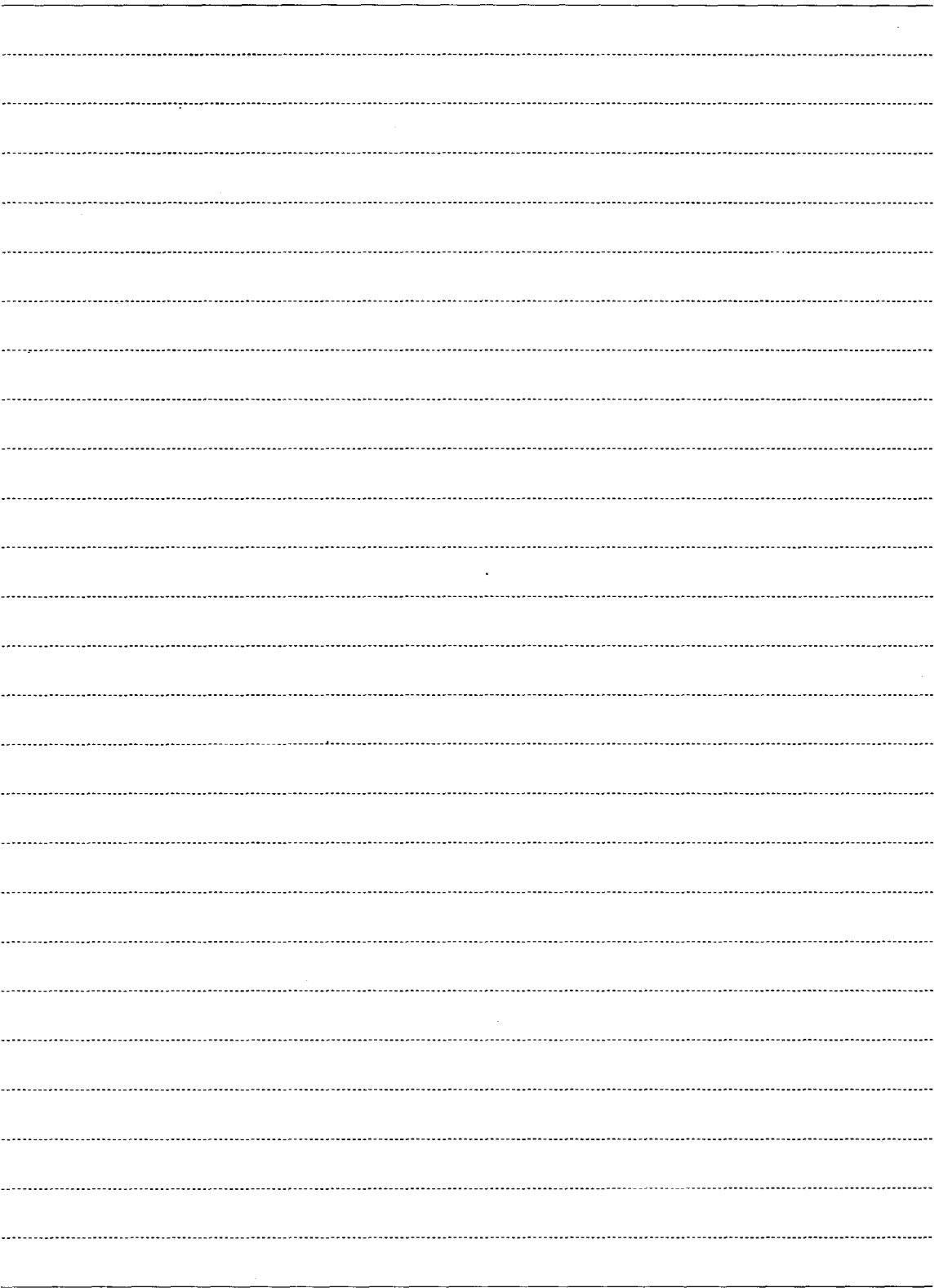
6-17 图示的灰铸铁 V 带轮,安装在直径  $d = 45 \text{ mm}$  的轴端,带轮基准直径  $d_d = 250 \text{ mm}$ ,工作时的有效拉力  $F_e = 1500 \text{ N}$ ,有轻微振动,轮毂宽度  $L' = 65 \text{ mm}$ 。设采用钩头楔键连接,试选择该楔键的尺寸,并校核连接的强度。

6-18 轴与轮毂分别采用 B 型普通平键连接和中系列矩形花键连接。已知轴的直径(花键的大径)  $d = 102 \text{ mm}$ ,轮毂宽度  $L = 150 \text{ mm}$ ,轴和轮毂的材料均为碳钢,取许用挤压应力  $[\sigma_p] = 100 \text{ MPa}$ ,试计算两种连接各允许传递的转矩。

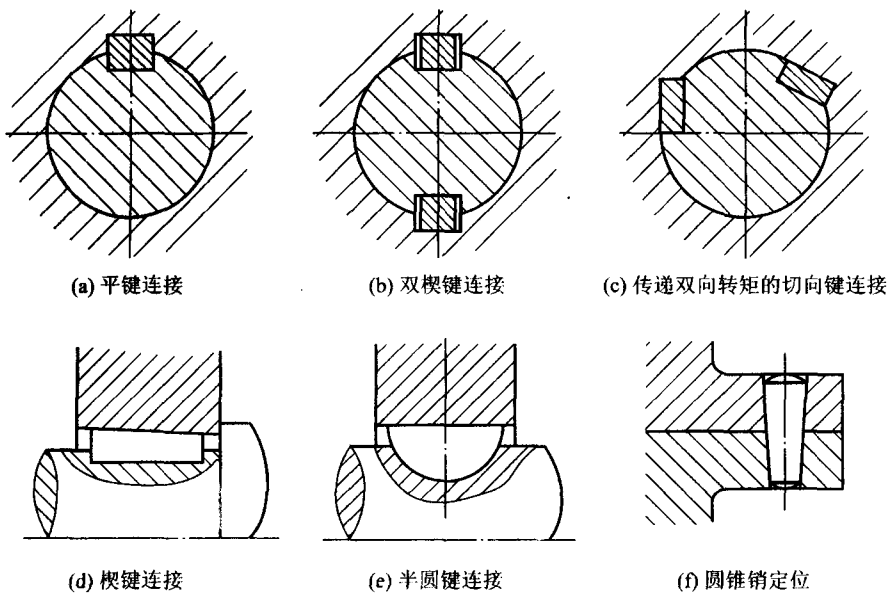
6-19 轴与轮毂采用两个 Z2 型胀套串联连接,轴的直径  $d = 100 \text{ mm}$ ,轴和轮毂的材料均为碳钢。该轴毂连接同时承受轴向力  $F_a = 100 \text{ kN}$ ,转矩  $T = 12 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,载荷平稳。试验算此连接是否可靠。

#### 四、结构设计与分析题

6-20 试指出下列图中的错误结构,并画出正确的结构图。

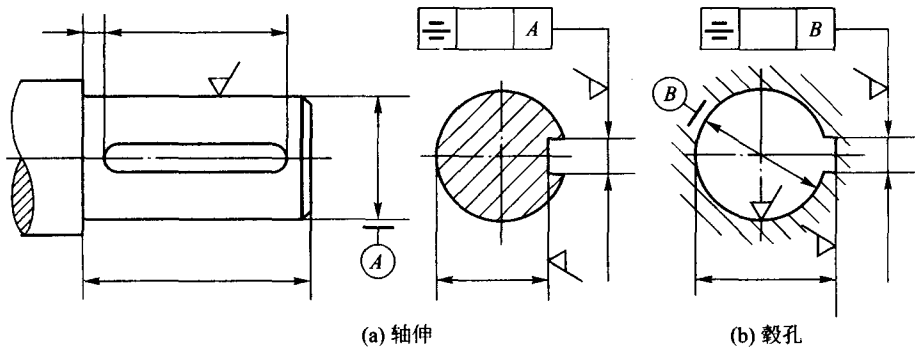






题 6-20 图

6-21 已知图示的轴伸长度为 72 mm, 直径  $d = 40$  mm, 配合公差为 H7/k6, 采用 A 型普通平键连接。试确定图中各结构尺寸、尺寸公差、表面粗糙度和形位公差(一般键连接)。



题 6-21 图

## 第八章 带 传 动

### 一、选择与填空题

8-1 带传动正常工作时, 紧边拉力  $F_1$  和松边拉力  $F_2$  满足关系\_\_\_\_\_。

Blank lined paper with a solid top line, a solid bottom line, and multiple dashed lines in between.

- (1)  $F_1 = F_2$       (2)  $F_1 - F_2 = F_e$       (3)  $F_1/F_2 = e^{f\alpha}$       (4)  $F_1 + F_2 = F_0$

8-2 V带传动的中心距与小带轮的直径一定时,若增大传动比,则带在小带轮上的包角将\_\_\_\_\_,带在大带轮上的弯曲应力将\_\_\_\_\_。

- (1) 增大      (2) 不变      (3) 减小

8-3 V带传动在工作过程中,带内应力有\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_,最大应力  $\sigma_{max} =$  \_\_\_\_\_,发生在\_\_\_\_\_处。

8-4 带传动中,主动轮圆周速度  $v_1$ ,从动轮圆周速度  $v_2$ ,带速  $v$ ,它们之间存在的关系是\_\_\_\_\_。

- (1)  $v_1 = v_2 = v$       (2)  $v_1 > v > v_2$       (3)  $v_1 < v < v_2$       (4)  $v > v_1 > v_2$

8-5 在平带或V带传动中,影响临界有效拉力  $F_{ec}$  的因素是\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

## 二、分析与思考题

8-6 摩擦型带传动常用的类型有哪几种?各应用在什么场合?

8-7 在单根普通V带的基本额定功率表中,单根带的额定功率  $P_0$  值随小带轮转速增大而有何变化特点?试说明其原因。

8-8 同步带传动的工作原理是什么?它有何独特的优点?

8-9 V带轮的基准直径以及V带的基准长度是如何定义的?

8-10 某带传动由变速电动机驱动,大带轮的输出转速的变化范围为 500 ~ 1 000 r/min。若大带轮上的负载为恒功率负载,应该按哪一种转速设计带传动?若大带轮上的负载为恒转矩负载,应该按哪一种转速设计带传动?为什么?

8-11 V带传动的传动比不等于1时要引入额定功率的增量  $\Delta P_0$ ,传动比  $i > 1$  为什么会使带传递的功率有所增加?

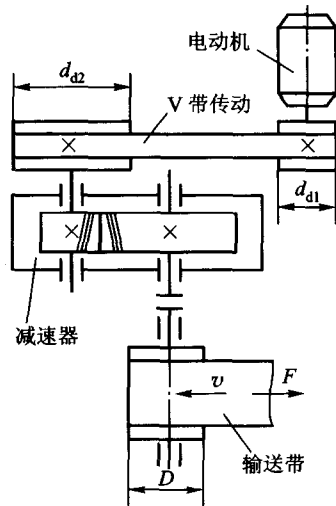
8-12 带与带轮间的摩擦系数对带传动有什么影响?为了增加传动能力,将带轮工作面加工得粗糙些以增大摩擦系数,这样做是否合理?为什么?

8-13 带传动中的弹性滑动是如何发生的?打滑又是如何发生的?两者有何区别?对带传动各产生什么影响?打滑首先发生在哪个带轮上?为什么?

8-14 在设计带传动时,为什么要限制小带轮最小基准直径和带的最小、最大速度?

8-15 试分析带传动中心距  $a$ 、初拉力  $F_0$  及带的根数  $z$  的大小对带传动的工作能力的影响。

8-16 一带式输送机装置如图所示。已知小带轮基准直径  $d_{d1} = 140$  mm,大带轮基准直径  $d_{d2} = 400$  mm,鼓轮直径  $D = 250$  mm,为了提高生产率,拟在运输机载荷不变(即拉力  $F$  不变)的条件下,将输送带的速度  $v$  提高,设电动机的功率和减速器的强度足够,且更换大小带轮后引起中心距的变化对传递功率的影响可忽略不计,为了实现这一增速要求,试分析采用下列哪种方案更为合理,为什么?



题 8-16 图



Blank lined paper with a solid top line, a solid bottom line, and multiple dashed midlines for writing.

- (1) 将大带轮基准直径  $d_{d2}$  减小到 280 mm;
- (2) 将小带轮基准直径  $d_{d1}$  增大到 200 mm;
- (3) 将鼓轮直径  $D$  增大到 350 mm。

8-17 在有多根 V 带传动中,当一根带疲劳断裂时,应如何更换?为什么?

8-18 为何 V 带传动的中心距一般设计成可调节的?在什么情况下需采用张紧轮?张紧轮布置在什么位置较为合理?

8-19 一般带轮采用什么材料?带轮的结构形式有哪些?根据什么来选定带轮的结构形式?

### 三、设计计算题

8-20 已知一普通 V 带传动,主动轮转速  $n_1 = 1460$  r/min,两带轮基准直径  $d_{d1} = 140$  mm,  $d_{d2} = 400$  mm,中心距  $a = 815$  mm,采用四根 A 型普通 V 带,一天运转 8 h,工作载荷变动较大,试求带传动所允许传递的功率。

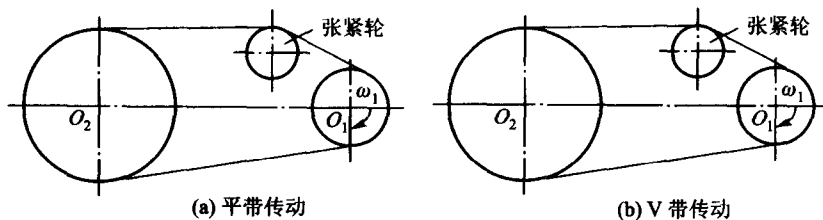
8-21 某车床电动机和主轴箱之间为普通 V 带传动,电动机转速  $n_1 = 1440$  r/min,主轴箱负载为 3.6 kW,带轮基准直径  $d_{d1} = 90$  mm,  $d_{d2} = 250$  mm,传动中心距  $a$  约为 530 mm,初拉力按规定条件确定,每天工作 16 h,试确定该传动所需普通 V 带的型号与根数。

8-22 一普通 V 带传动传递的功率  $P = 7.5$  kW,带速  $v = 10$  m/s,测得紧边拉力是松边拉力的两倍,即  $F_1 = 2F_2$ ,试求紧边拉力  $F_1$ 、有效拉力  $F_e$  和初拉力  $F_0$ 。

8-23 现设计一带式输送机的传动部分,该传动部分由普通 V 带传动和齿轮传动组成。齿轮传动采用标准齿轮减速器。原动机为电动机,额定功率  $P = 11$  kW,转速  $n_1 = 1460$  r/min,减速器输入轴转速为 400 r/min,允许传动比误差为  $\pm 5\%$ ,该输送机每天工作 16 h,试设计此普通 V 带传动,并选定带轮结构形式与材料。

### 四、结构设计与分析题

8-24 图中所示为带传动的张紧方案,试指出其不合理之处,并改正。



题 8-24 图

8-25 图中所示为 B 型普通 V 带的轮槽结构,试填写有关结构尺寸、尺寸公差及表面粗糙度值。

