



普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书

机械设计 大作业指导书

● 哈尔滨工业大学 张 锋 宋宝玉 主 编



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书

机械设计大作业指导书

哈尔滨工业大学 张 锋 宋宝玉 主编
清华大学 吴宗泽 审阅

高等教育出版社

内容提要

机械设计课程是一门设计性的技术基础课,完成大作业是实施创新性教育的主要环节。为了提高教学质量,加强对学生的设计指导,特编写了本指导书。全书共八章,包括概述、螺纹连接设计、螺旋传动设计、传动装置总体设计中的几个问题、V带传动设计、齿轮传动设计、轴系部件设计和综合性设计作业,每章都包括不同的题目,每个题目都包括设计要求、设计参考资料和设计指导等内容。

本书主要供高等工科大学机械类专业学生做机械设计大作业时使用,也可供其他院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计大作业指导书 / 张锋, 宋宝玉主编. —北京: 高等教育出版社, 2009.10

ISBN 978-7-04-027872-9

I. 机… II. ①张… ②宋… III. 机械设计-高等学校-教学参考资料 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 159903 号

策划编辑 宋 晓 责任编辑 贺 玲 封面设计 张申申 责任绘图 宗小梅
版式设计 张 岚 责任校对 胡晓琪 责任印制 尤 静

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市南方印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 4.75
字 数 110 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 10 月第 1 版
印 次 2009 年 10 月第 1 次印刷
定 价 6.50 元

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 27872-00

前 言

机械设计和机械设计基础课程是设计性、实践性很强的一门技术基础课，实践性环节较多，如习题、大作业和课程设计等。习题多为设计计算或理论问题的解答，重在训练学生分析问题、解决问题的能力，进一步深化并巩固理论知识；而机械设计大作业则是既有设计计算，又有结构设计，学生要完成一张装配图（或零件图），撰写一份设计计算说明书，和课程设计有相似之处，都是设计训练，具有综合性，但在工作量、工作难度和涉及的知识面等方面是有很大差异的。一般来说，大作业涉及的知识面较窄，工作量较小，工作难度较低，重在使学生获得初步的综合设计训练。实践证明，布置学生完成大作业是突出讲与练结合、理论与实践相结合的教学理念的重要途径之一，取得了很好的教学效果，巩固并拓展了学生的理论知识，培养了学生的创新意识和机械设计能力，为课程设计的顺利进行奠定了基础。为了规范并推广实施这项教学措施，我们总结了多年的教学实践经验并吸收了兄弟院校的教学实践经验编写了这本辅助教材。

编写本书的指导思想是：

- (1) 题目内容要紧紧密结合机械设计和机械设计基础课程教学，在教师完成相应的教学内容后即可布置学生来完成；
- (2) 题目内容要多样，参考资料要“有用、够用”，设计指导要精细；
- (3) 采用最新的国家标准；
- (4) 精心设计一些思考题，引领学生深入思考，加强理论与实践的结合。

本书由张锋和宋宝玉主编，由清华大学吴宗泽教授审阅。

在本书编写过程中，哈尔滨工业大学陈铁鸣教授、王连明教授、古乐副教授和清华大学吴宗泽教授都提供了很多资料，王连明教授还对本书的编写提出了许多指导性的意见和建议，哈尔滨工业大学机械设计教学组的全体教师为本书提供了很多帮助，在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，难免有疏漏或不当之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2009年8月

目 录

第1章 概述	1	4.4 分配各级传动比	31
1.1 大作业的目的	1	4.5 计算各轴的功率、转速和转矩	32
1.2 大作业的主要内容	1	思考题	32
1.3 对设计图纸及设计计算的要求	1	第5章 V带传动设计	33
1.4 对装配图的几点说明	4	5.1 V带传动的设计题目	33
1.5 对零件图的几点说明	6	5.2 V带传动设计指导	35
第2章 螺纹连接设计	8	5.3 V带设计中的电算指导	36
2.1 螺纹连接的基本类型设计	8	思考题	43
2.2 设计气缸螺栓组连接结构	9	第6章 齿轮传动设计	44
2.3 设计底板螺栓组连接结构	11	6.1 设计题目	44
2.4 设计凸缘联轴器上螺栓组 的连接结构	12	6.2 设计要求及设计指导	44
思考题	13	思考题	48
第3章 螺旋传动设计	14	第7章 轴系部件设计	49
3.1 设计螺旋起重器(千斤顶)	14	7.1 设计题目	49
3.2 设计螺旋压力机	19	7.2 设计要求及设计指导	49
3.3 设计螺旋调直机	23	7.3 设计一级圆柱齿轮减速器 输出轴的轴系部件	55
3.4 设计螺旋起重器(千斤顶)示例	25	7.4 轴系部件设计示例	58
思考题	29	思考题	63
第4章 传动装置总体设计中的几个 问题	30	第8章 综合性设计作业	64
4.1 机械传动的传动比范围、机械 传动和轴承效率的概略值	30	8.1 设计车床传动系统中大带轮轴 的卸荷装置	64
4.2 各类机械传动在多级减速传动中 的安排	30	8.2 设计医疗活动床的结构方案	65
4.3 选择电动机	30	8.3 设计三自由度工作台方案	66
		参考文献	70

第1章

概 述

1.1 大作业的目的

机械设计、机械设计基础是两门设计性的课程。机械设计大作业是这两门课程中理论联系实际、培养同学机械设计能力的一个重要环节。设计作业把设计计算与结构设计密切地结合起来,通过完成设计作业可使同学们掌握单个零件及简单部件的设计方法,并熟悉国家标准、一般规范、设计手册及图册等资料的运用,为课程设计及解决机械设计的实际问题打下一定基础。

1.2 大作业的主要内容

机械设计作业的主要内容有:

- (1) 螺纹连接设计。
- (2) 螺旋传动设计。
- (3) V带传动设计。
- (4) 齿轮传动设计。

(5) 轴系部件设计。包括两种情况:一种是与传动件设计用一个题目延续下来的,从运动学计算开始,到传动零件设计,直到轴系部件设计为止,是一个完整的过程;另一种是一个独立的轴系部件题目,适合于不做传动件设计的学生。

- (6) 综合性设计。

1.3 对设计图纸及设计计算的要求

对设计图纸及设计计算的总的要求是:计算正确,结构合理,图面符合机械制图规范,说明书内容完整,文字简练,书写工整,打印的说明书要杜绝错别字。

1.3.1 设计图纸

(1) 图纸幅面大小、视图比例、图样画法、图线、剖面符号及尺寸标注等均应符合国家机械制图标准(GB/T 4457和GB/T 4458)。

(2) 设计图纸既可用铅笔手工绘制也可用计算机绘图软件绘制。

(3) 视图大小和位置安排要适当，结构设计要合理，图面要整洁。

(4) 视图数目应尽量少，但必须清楚地表达出零件或部件的结构，必要时对较小的结构可以局部放大。

(5) 图中字体应工整，中文字应写成长仿宋体，外文及数字应按制图规范书写。

(6) 标题栏及明细栏的格式应符合 GB/T 10609.1~0.2—1989，也可采用规范、简化的格式，见图 1.1。

10		40		10		20		40		20		
2	六角头螺栓M12×80			4	4.8级	GB/T 5780—2000						7
1	底座			1	HT150							7
序号	名称			数量	材料	标准		备注				10
装配图名称				图号				第 张				7
				比例		数量		共 张				7
												7
设计				机械设计课程设计		(校名班名)						7
审阅												7
成绩												7
日期												7
15		25		50		50						

(a) 装配图标题栏及明细栏格式

		20				30						
零件名称			图号		比例				7			
			材料		数量				7			
设计				机械设计课程设计		(校名班名)				7		
审阅												7
成绩												7
日期												7
15		25		50		50						

(b) 零件图标题栏格式

图 1.1

1.3.2 设计计算说明书

设计计算说明书是设计计算的整理与总结，是图纸设计的理论根据，是审核设计的技术文件之一，因此编写设计计算说明书是设计工作的一个重要组成部分。

(1) 设计计算说明书可以用计算机打印，也可以用钢笔书写（插图要用铅笔画），用 A4 纸

或 16 开纸加上封面装订成册。要求计算正确，论述清楚，内容完整，文字简练，书写工整，无错别字，插图绘制正确。

(2) 设计说明书由封面、任务书、目录、正文和参考文献构成。封面、任务书及计算用纸的格式见图 1.2。

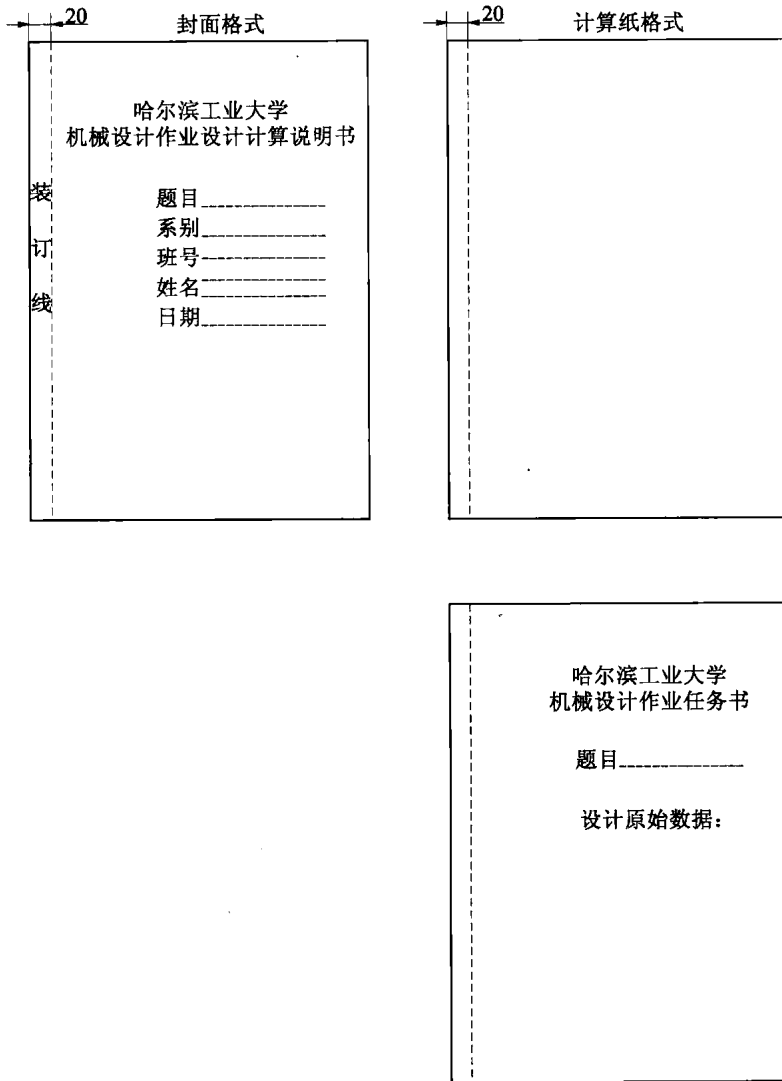


图 1.2

(3) 计算说明书的计算部分应首先列出用符号表达的计算公式，并说明公式中各个符号代表的意义、数值及单位，再代入各符号的数值，最后写出计算结果（不作运算过程）。例如：

$$d_2 \geq 0.8 \sqrt{\frac{F_Q}{\psi[p]}} = 0.8 \sqrt{\frac{40\,000}{2 \times 20}} \text{ mm} = 25.30 \text{ mm}$$

式中： d_2 —— 梯形螺纹的中径，mm；

F_Q —— 起重载荷，N， $F_Q=40\,000$ N；

ψ —— 系数，对于整体式螺母， $\psi=2$ ；

$[p]$ —— 螺旋副的许用压强，MPa，由参考文献[1]表 5.8 查得，钢对青铜、人力驱动，取

$[p]=20\text{ MPa}$ 。

(4) 对所引用的计算公式和数据, 应注明来源——参考文献的编号和页码。

(5) 对某些计算结果做出简单的结论, 例如关于强度计算的结论“在许用范围内”或“满足强度条件”等。

(6) 设计计算说明书中应附有必要的简图, 例如受力分析图、零部件结构简图。

1.3.3 交图及审核

(1) 学生必须按规定日期完成作业, 并交教师审核及签字。作业成绩作为本课程平时考核成绩的一部分。

(2) 作业上如有严重错误时必须重做。例如计算上有错误、结构上有原则性错误而无法修改、绘图上违反制图规范、设计计算说明书书写潦草等。

1.4 对装配图的几点说明

装配图是反映设计人员的设计构思, 表达机器的整体结构、轮廓形状、各零件的结构形状及相互尺寸关系的图纸, 也是绘制零部件工作图和进行机器组装、调试、维护等的技术依据。因此, 一张完整的装配图必须具有以下内容。

1.4.1 装配图视图的绘制

装配图的视图应该符合国家机械制图标准的规定。以两个或三个视图为主, 以必要的剖面或局部视图为辅。要尽量把设计对象的工作原理和主要装配关系集中表达在一个基本视图上。装配图应当能完整、清晰地表示各零件的结构形状和尺寸, 尽量避免采用虚线。必须表达的内部结构和细部结构可以采用局部剖视图, 为了使局部剖视图表达清楚, 必要时可局部移出并放大比例。

1.4.2 装配图的尺寸标注

由于装配图是装配、安装及包装设计对象时所依据的图样, 因此通常在装配图上应标注出以下四类尺寸:

1. 特性尺寸

表明设计对象性能、规格和特征的尺寸。如传动零件的中心距及其偏差等。

2. 配合尺寸

设计对象中主要零件的配合处都应标出基本尺寸、配合性质和公差等级。

3. 安装尺寸

设计对象在安装时, 要与基础、机架或机械设备的某部分相连接, 这就需要在装配图上标注出与这些相关零件有关系的尺寸——安装尺寸。

4. 外形尺寸

外形尺寸是表示设计对象大小的尺寸, 以供考虑所需空间大小及工作范围, 供车间布置及包箱运输时参考。设计对象的总长、总宽和总高等尺寸均属于外形尺寸。

标注尺寸时, 应使尺寸线布置整齐、清晰, 并尽可能集中标注在反映主要结构关系的视图

上。多数尺寸应标注在视图图形的外边。数字要书写工整、清楚。

需要说明的是：在有些大作业题目中，如轴系部件设计，一般是以减速器的局部来表达，只绘制其俯视图，此时标注的尺寸就只有配合尺寸和对轴的受力分析所需的尺寸，而不是标注出全部四类尺寸。

1.4.3 装配图上零件序号、明细栏和标题栏的编写

为了便于了解机器的结构和组成，便于装配机器和做好生产准备工作，必须对装配图上每个不同零件、部件进行编号，同时编写出相应的明细栏和标题栏。

1. 零件序号的编注

零件序号的编注应符合机械制图国家标准的有关规定，避免出现遗漏和重复。编号应按顺序整齐排列。凡是形状、尺寸及材料完全相同的零件可编为一个序号。编号的指引线应用细实线自所指部分的可见轮廓内引出，并在末端画一圆点引到视图的外面。指引线之间不得相交，通过剖面时也不应与剖面线平行。但允许指引线折弯一次。对于装配关系明显的零件组，如螺栓、螺母及垫圈这样的零件组，可共用一条指引线，但应分别予以编号。有些独立的部件，如组合式蜗轮、滚动轴承、通气器和油标等，虽然是由几个零件所组成，也只编一个序号。序号应安排在视图外边，可沿水平方向或垂直方向顺序排列整齐。序号的字体要求书写工整，字高要比尺寸数字高度大 1、2 号（如尺寸数字高 5 mm，则序号数字高应为 7 mm 或 10 mm）。

2. 明细栏的编写

明细栏是装配图上所有零部件的详细目录。明细栏应注明各零部件的序号、名称、数量、材料及标准规格等内容。填写明细栏的过程也是最后确定各零件、部件的材料和选定标准件的过程，应尽量减少材料和标准件的品种和规格。

明细栏应紧接在标题栏之上，应自下而上按序号顺序填写，写明零件名称、材料、主要尺寸及标准代号。材料应标注具体的牌号，齿轮等零件应标注出主要参数，如模数 m 、齿数 z 和螺旋角 β 等，各标准件均需按规定标记书写。

3. 标题栏的编写

标题栏是标明装配图的名称、绘图比例、件数、质量和图号的表格，也是设计者、单位及各责任人签字的地方。

标题栏应布置在图纸的右下角，紧贴图框线。标题栏的格式已由 GB/T 10609.1—1989 作了规定，但尺寸较大，内容较多，所以在作业中推荐采用图 1.1a 中简化的明细栏和标题栏。

1.4.4 装配图上的技术要求

装配图上都要标注一些在视图上无法表达的关于装配、调整、检验、维护等方面的设计要求，以保证机器的各种性能。这些设计要求就是技术要求，通常包括对零件、润滑剂、密封、滚动轴承轴向游隙、传动副的侧隙与接触斑点、试验、包装、运输和外观的要求。但对大作业题目，其技术要求的项目要视情况而定，主要有：

1. 对零件的要求

所有零件在装配前要用煤油或汽油清洗。机体内不许有任何杂物存在。机体内壁应涂上防侵蚀的涂料。

2. 对润滑剂的要求

标明传动件和轴承所用润滑剂的牌号、用量，补充和更换的时间。

3. 对密封的要求

在运转过程中，所有连接面及轴伸密封处都不允许漏油。剖分面允许涂以密封胶或水玻璃，但不允许使用任何垫片。轴伸处密封应涂上润滑脂。对橡胶唇形密封圈应注意按图纸所示方向安装。

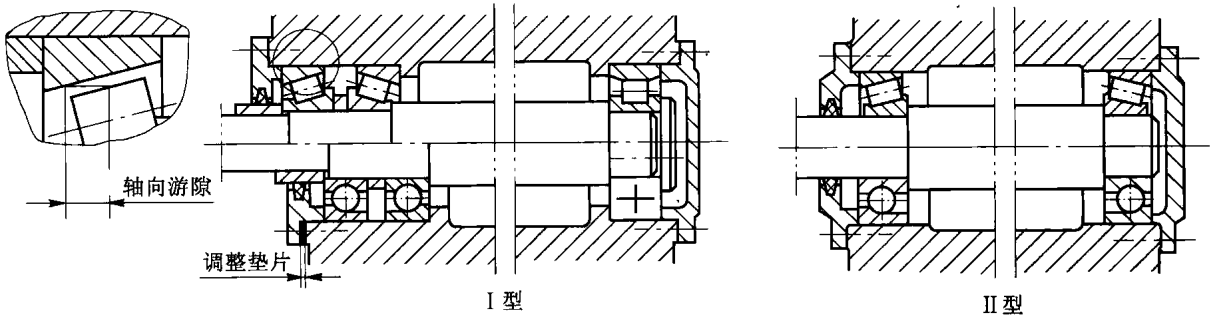
4. 对滚动轴承轴向游隙的要求

当两端固定式的轴承结构中采用不可调间隙的轴承（如深沟球轴承）时，可在端盖与轴承外圈端面间留有适当的轴向间隙 Δ ，一般取 $\Delta=0.25\sim 0.4\text{ mm}$ 。

对间隙可调的轴承，如角接触轴承，应仔细调整其游隙。这种游隙一般都较小，以保证轴承刚性和减少噪声、振动。当运转温升小于 $20\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，游隙 Δ 可以查表 1.1 确定。

表 1.1 角接触轴承的轴向游隙

μm



轴承内径 d/mm		角接触轴承允许轴向游隙范围								圆锥滚子轴承允许轴向游隙范围							
		接触角 $\alpha=15^{\circ}$				$\alpha=25^{\circ}$ 及 40°				II 型轴承允许 间距 (大概值)	接触角 $\alpha=10^{\circ}\sim 18^{\circ}$				$\alpha=27^{\circ}\sim 30^{\circ}$		II 型轴承允许 间距 (大概值)
		I 型		II 型		I 型		I 型			II 型		I 型				
超过	到	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max		
—	30	16	32	24	40	10	20	$8d$	19	37	37	65	—	—	$14d$		
30	50	24	40	32	56	15	30	$7d$	37	65	46	93	19	38	$12d$		
50	80	32	56	40	80	20	40	$6d$	46	93	74	139	29	48	$11d$		
80	120	40	80	48	120	30	50	$5d$	74	139	112	186	38	67	$10d$		
120	180	64	120	80	160	40	70	$4d$	112	186	186	279	48	95	$9d$		
180	260	96	160	120	200	50	100	$(2\sim 3)d$	149	232	232	325	76	143	$6.5d$		

5. 对包装、运输和外观的要求

对外伸轴及其零件需涂油，包装严密，机体表面应涂漆，运输和装卸不可倒置。

1.5 对零件图的几点说明

零件图是零件生产和检验的基本技术文件，因此零件图必须提供零件制造和检验的全部内

容。既要反映设计意图，又要考虑加工的可能性和合理性。

零件图在装配图设计完成之后绘制。零件的基本结构及尺寸应与装配图一致，不应随意更改。若必须更改，则装配图也应作相应的修改。

合理选择和安排视图，视图及剖视的数量应尽量少，但需完整而清楚地表示出零件内部和外部的结构形状和尺寸大小。

标注尺寸要选好基准面，除长度尺寸链要留有封闭环以外，零件的所有尺寸都要标注，并且标注尺寸要便于零件的加工，避免在加工时作任何计算。大部分尺寸应集中标注在最能反映零件特征的视图上。对配合尺寸及要求精确的几何尺寸，应标出尺寸的极限偏差，如配合的轴和孔、机体孔中心距等。

零件的所有表面都应注明表面结构中粗糙度的数值，可将一种采用最多的粗糙度值集中标注在标题栏附近。在不影响正常工作的情况下，尽量取较大的粗糙度数值。

零件图上还应标注必要的几何公差。

零件图上还要提出技术要求，它是不使用图形和符号表示而在制造时又必须保证的要求，如热处理方式及硬度、未标注的倒角及圆角尺寸、未注明的起模斜度等。对传动零件还要列出主要几何参数、精度等级及极限偏差表。

在图纸右下角应画出标题栏，格式如图 1.1b 所示。

第2章

螺纹连接设计

2.1 螺纹连接的基本类型设计

2.1.1 已知条件

1. 螺栓连接

用 M16 六角头螺栓 (GB/T 5782—2000) 连接两块厚度各为 20 mm 的钢板, 两块钢板上钻 $\phi 17$ mm 通孔, 采用弹簧垫圈 (GB/T 93—1987) 防松。

2. 双头螺柱连接

用 M16 双头螺柱 (GB/T 899—1988, $b_m=1.5d$) 连接厚为 30 mm 的钢板和一个很厚的铸铁零件。

3. 螺钉连接

用 M16 六角头螺栓 (GB/T 5782—2000) 连接厚为 20 mm 的铸铁凸缘和另一个很厚的铸铁零件, 在铸铁凸缘上作 $\phi 17$ mm 通孔, 采用弹簧垫圈 (GB/T 93—1987) 防松。

4. 紧定螺钉连接

用 M8 开槽锥端紧定螺钉 (GB/T 71—1985) 将厚为 12 mm 的轮毂固定于 $\phi 50$ mm 的轴上。

2.1.2 设计要求

- (1) 按已知条件给定的标准螺纹连接零件的尺寸绘制。
- (2) 按 1:1 的比例及制图规范在一张图上画出上述各种螺纹连接结构图, 并标出必要的尺寸。

2.1.3 设计指导要点

- (1) 按照标准画出各种连接的具体结构。
- (2) 注意被连接件的材料, 如果是铸铁, 要画出沉头座孔或凸台, 保证被连接件上螺母和螺栓头的支承面平整, 并与螺栓轴线相垂直, 避免螺栓承受偏心载荷, 同时也有利于减少加工面。
- (3) 注意螺钉的旋合长度是有相应的要求的。
- (4) 图 2.1 给出的是参考例图, 与已知条件给出的数据并不相符, 因此要按给定的已知条

件画图。

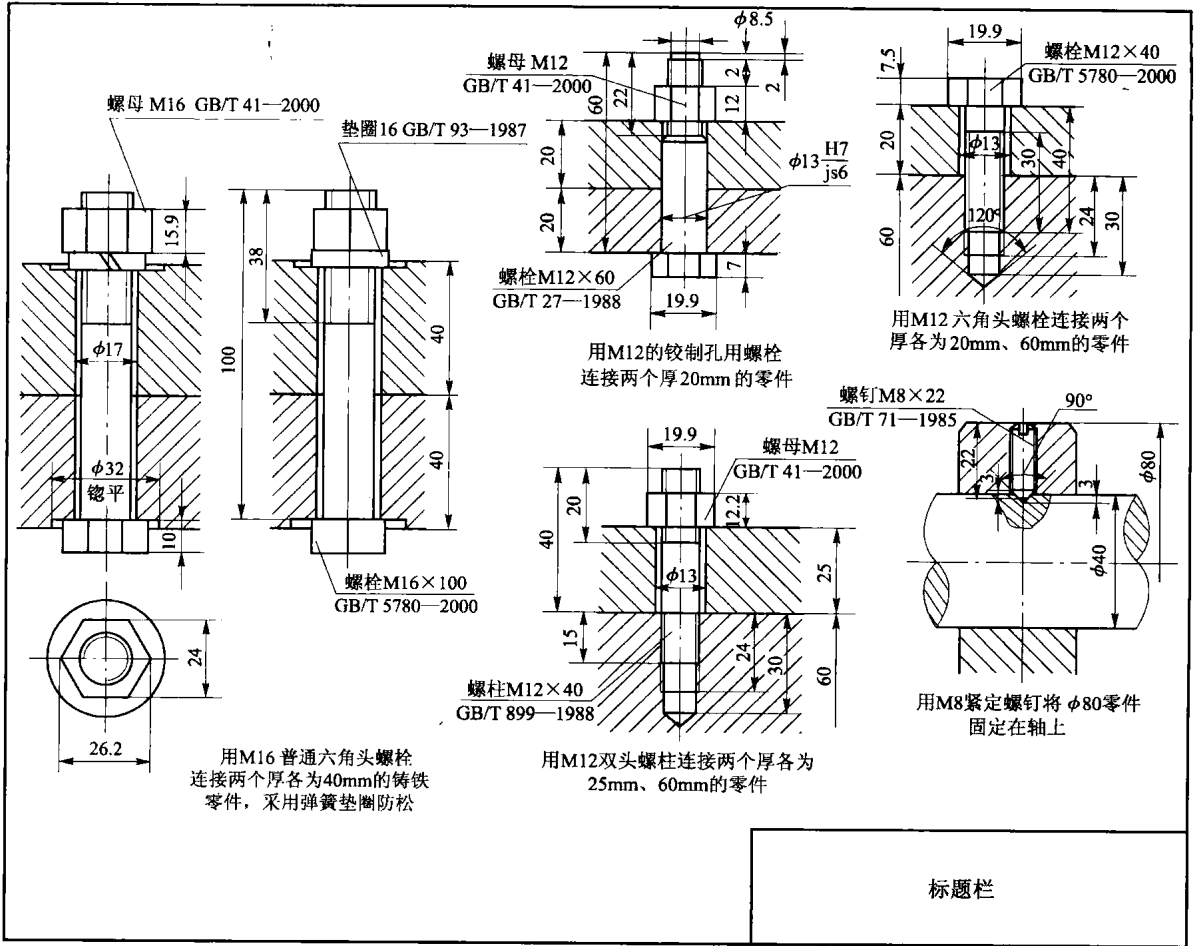


图 2.1

2.1.4 设计参考资料

(1) 部分标准螺纹连接件的主要尺寸参见文献[2]第 11 章或文献[3]第 11 章及其它机械设计手册。

(2) 螺纹连接结构例图(图 2.1)。

2.2 设计气缸螺栓组连接结构

2.2.1 已知条件

气缸和气缸盖的连接结构及主要尺寸如图 2.2 所示。气缸内压力在 0~1 MPa 之间变化, 螺栓间弧线距离不得大于 150 mm。

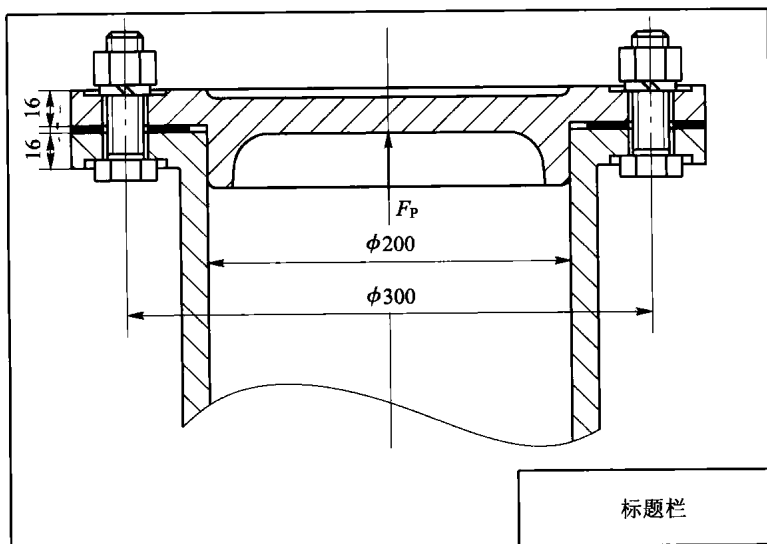


图 2.2

2.2.2 设计要求

- (1) 绘制气缸螺栓组连接结构图一张。
- (2) 撰写设计计算说明书一份，主要是螺栓组连接计算。

2.2.3 设计指导要点

(1) 按照受轴向工作载荷 F 的紧螺栓连接来进行螺栓组连接的受力分析，要先按气密性连接的要求，取剩余预紧力 $F'' = (1.5 \sim 1.8)F$ ，计算螺栓总拉力 $F_0 = F'' + F$ ，然后按静强度确定螺栓的直径，并进行疲劳强度校核计算。

(2) 螺栓的布置要满足相邻螺栓间弧线距离不大于 150 mm 和合理的扳手空间要求。连接螺栓扳手空间 c_1 、 c_2 和沉头座直径值可查文献[2]表 4.2 或文献[3]表 4.2 及其它机械设计手册。

(3) 气缸与气缸盖凸缘上安装螺栓处要加工沉头座孔，以保证螺母和螺栓头的支承面平整，并与螺栓轴线垂直，避免螺栓承受偏心载荷作用。

(4) 气缸与气缸盖的连接常选用强度性能级别较高的螺栓，预紧时预紧力是可控制的。

2.2.4 设计参考资料

(1) 气缸及气缸盖材料为 ZG 230-450。

(2) 气缸壁厚为 10 mm，气缸和气缸盖凸缘厚度为 16 mm。

(3) 密封垫片采用软钢纸板 (QB 365—1963)，此时螺栓的相对刚度 $\frac{C_B}{C_B + C_m} = 0.2 \sim 0.3$ 。

(4) 普通螺纹基本尺寸参见文献[2]表 11.1。

(5) 螺栓的性能等级参见各种机械设计教材或机械设计手册。

(6) 控制预紧力时普通螺栓紧连接的许用应力和安全系数参见各种机械设计教材或机械设

2.3 设计底板螺栓组连接结构

2.3.1 已知条件

有一托架如图 2.3 所示，载荷 F_P 作用在托架宽度方向的对称线上，用四个螺栓将托架连接在一槽钢横梁上。已知 $F_P=20\text{ kN}$ ，几何尺寸如图 2.3 所示，拧紧螺母时控制预紧力。

2.3.2 设计要求

- (1) 绘制底板螺栓组连接结构图一张。
- (2) 撰写设计说明书一份，主要是螺栓组连接计算。

2.3.3 设计指导要点

(1) 先对螺栓组进行受力分析，把受力情况归纳成几种典型的受力情况，对每种受力情况进行分析，找出受力最大的螺栓。

(2) 对单个螺栓进行计算，得出螺栓最小直径 d_1 ，并根据 GB/T 196—2003 选出螺栓的公称直径 (d)。

(3) 按照题目的要求绘制出用螺栓连接槽钢和托架的结构图，螺栓连接部分可进行局部放大。

2.3.4 设计参考资料

(1) 槽钢选热轧普通槽钢 (GB/T 707—1988)， $\sigma_s = 235\text{ MPa}$ ， $\sigma_b = 420\text{ MPa}$ ，本题所选槽钢的尺寸见图 2.4。

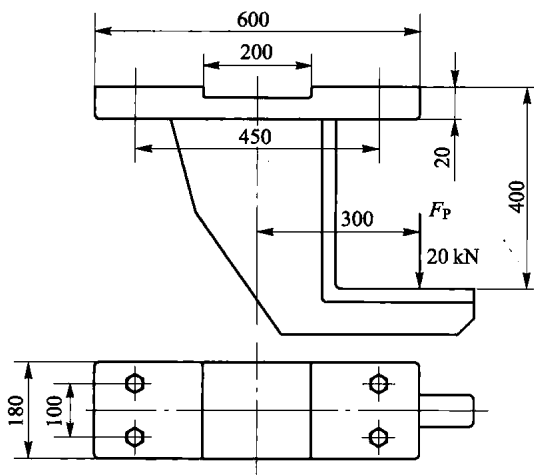


图 2.3

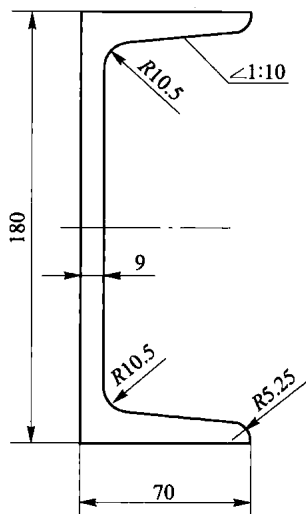


图 2.4

- (2) 托架材料选用铸钢 ZG 270-500, $\sigma_s = 270 \text{ MPa}$, $\sigma_b = 500 \text{ MPa}$, 托架尺寸见图 2.3。
 (3) 装配结构图参考图 2.5。

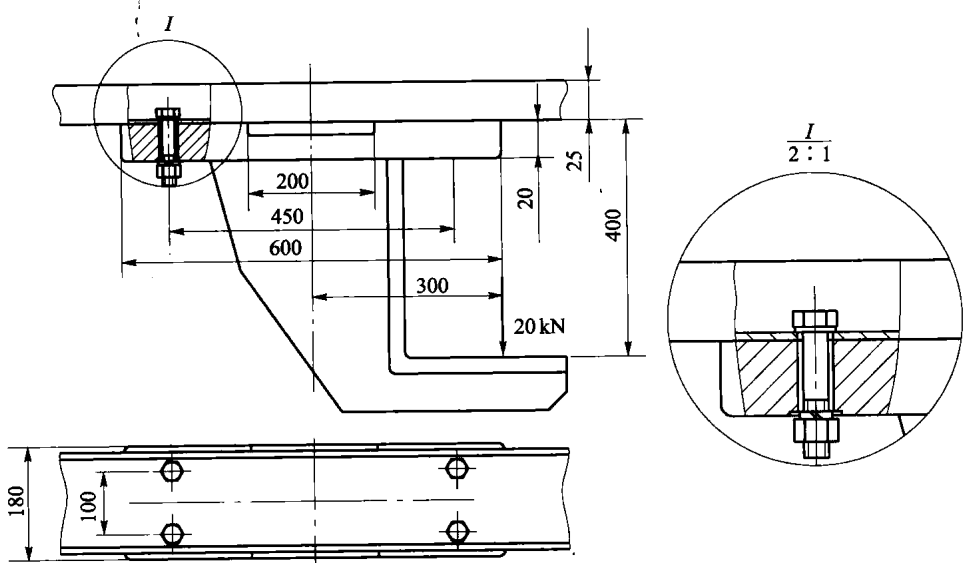


图 2.5

2.4 设计凸缘联轴器上螺栓组的连接结构

2.4.1 已知条件

凸缘联轴器如图 2.6 所示, 分别为普通螺栓和铰制孔螺栓连接, 螺栓数目 $Z=6$, 螺栓性能级别为 8.8, 拧紧螺母时控制预紧力, 两个半联轴器材料为灰铸铁 HT 200, 两个被连接轴的直

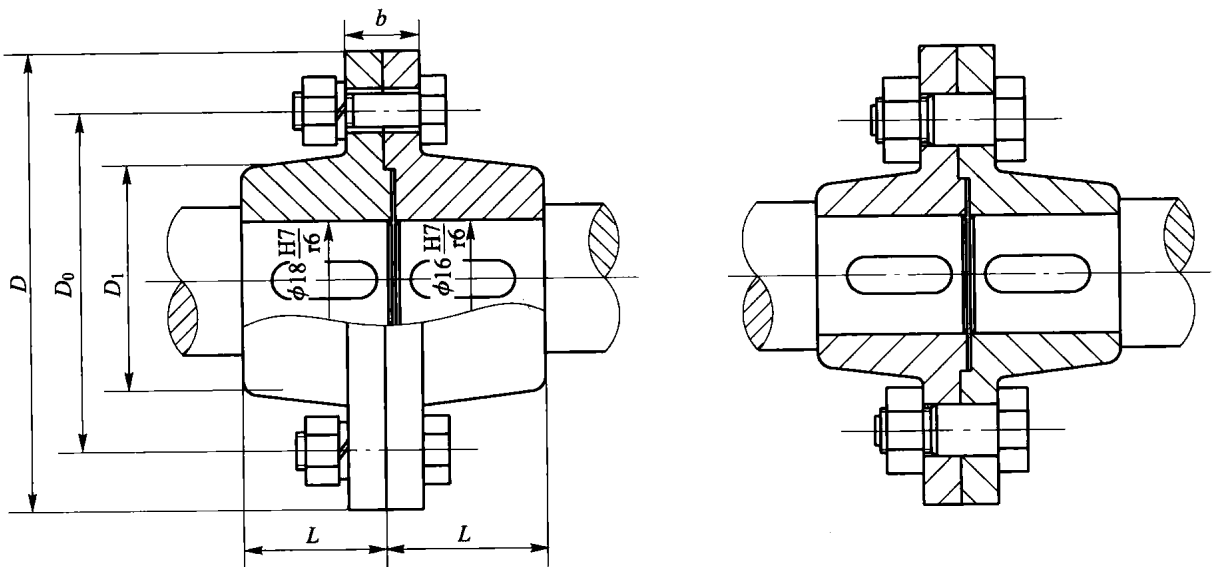


图 2.6