



面向21世纪机电及电气类专业高职高专规划教材
国家级精品课程



机械设计基础课程 设计指导书

■ 宋敏 编



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

面向 **21** 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材
国家级精品课程

机械设计基础 课程设计指导书

宋 敏 编

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书是高职高专院校机械设计基础课程设计的指导书。全书以单级圆柱齿轮减速器作为设计对象,详细叙述了减速器的结构、设计方法和步骤,并介绍了设计资料、标准与规范。书中通过举例、图示、文字说明等,形象地引导学生完成各阶段的设计内容。书中还提供了“设计题目”和完成设计必不可少的通用标准资料。

本书可作为高职高专院校机械类专业机械设计基础课程设计的教材,也可作为高职高专近机械类专业或非机械类专业的课程设计参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计指导书 / 宋敏编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2006.1

(面向 21 世纪机电及电气类专业高职高专规划教材)

ISBN 7-5606-1618-6

I. 机… II. 宋… III. 机械设计—高等学校:技术学校—教学参考资料 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 145400 号

策 划 毛红兵

责任编辑 王 瑛 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 5

字 数 110 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 6.00 元

ISBN 7-5606-1618-6/TH·0052

XDUP 1910001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

面向 21 世纪

机电及电气类专业高职高专规划教材

编审专家委员会名单

主任：李迈强

副主任：唐建生 李贵山

机电组

组长：唐建生（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

王春林	王周让	王明哲	田 坤	宋文学
陈淑惠	张 勤	李 伟	吴振亭	李 鲤
徐创文	殷 铖	傅维亚	巍公际	

电气组

组长：李贵山（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

马应魁	卢庆林	冉 文	申凤琴	全卫强
张同怀	李益民	肖 珑	杨柳春	汪宏武
柯志敏	赵虎利	戚新波	韩全立	解建军

项目策划：马乐惠

策 划：马武装 毛红兵 马晓娟

电子教案：马武装

前 言

“机械设计基础课程设计”不仅是机械设计基础课程的一个重要教学内容，而且也是整个教学过程中理论联系实际不可缺少的教学环节。它的目的是使学生运用所学的有关机械设计的理论和技能，以及各有关先修课程的知识进行一次较为全面而综合的设计练习。

为了使学生在课程设计中能够循序渐进地完成设计任务，从中学到与设计题目有关的较全面的设计知识，并通过设计实践进一步掌握所学的理论及技能，增强对设计的认识，给以后的设计工作打下牢固的基础，我们现以课程设计常采用的减速器设计为题编写了这本课程设计指导书。本书对课程设计从准备工作到编制计算说明书的全过程逐一作了具体、详尽的阐述，并按各设计阶段的要求作了明确的安排，同时附有必要的技术资料。

课程设计指导书为教学用书，供学生自学，故在内容上以满足教学要求为主。本书以适合高职高专学生特点而编写，力求做到设计步骤详细，对复杂的结构配以立体图，帮助学生顺利地完课程设计。有关减速器的设计说明及技术资料，也仅以满足作课程设计的基本需要为限。为此，在进行课程设计时，除了必须学习指导书外，还应同时复习有关课程的内容，查阅设计手册，参考有关图册或图纸。

由于编者水平有限，错漏之处在所难免，敬请广大师生批评指正。

编 者

2005年11月

目 录

第 1 章 机械设计基础课程设计的目的、任务和方法	1
1.1 课程设计的目的和要求.....	1
1.1.1 课程设计的目的.....	1
1.1.2 课程设计要求.....	1
1.2 课程设计的任务和内容.....	2
1.2.1 课程设计的任务.....	2
1.2.2 课程设计的内容.....	3
1.3 课程设计的方法和步骤.....	3
第 2 章 减速器的结构与设计	5
2.1 减速器的结构.....	5
2.2 减速器的箱体结构及设计.....	7
2.2.1 减速器的箱体结构概述.....	7
2.2.2 箱体结构的设计要点.....	7
2.2.3 箱体结构尺寸的确定.....	11
2.3 减速器轴及轴上零件的结构设计.....	13
2.3.1 轴的结构设计.....	13
2.3.2 齿轮的结构设计.....	15
2.3.3 支承部件的结构.....	16
2.4 减速器附件的结构设计.....	17
2.4.1 观察孔及盖板.....	17
2.4.2 透气塞.....	18
2.4.3 油标.....	19
2.4.4 起盖螺钉.....	19
2.4.5 定位销.....	19
2.4.6 放油螺塞.....	20
2.4.7 吊环螺钉、吊耳和吊钩.....	20
2.5 减速器的润滑与密封.....	22
2.5.1 齿轮的润滑.....	22
2.5.2 滚动轴承的润滑.....	23
2.5.3 减速器的密封.....	23
2.5.4 润滑剂的选择.....	25

第 3 章 减速器的设计计算	27
3.1 减速器的设计计算概述.....	27
3.2 设计计算举例.....	27
第 4 章 减速器装配草图的绘制	36
4.1 装配草图绘制的基本任务.....	36
4.2 绘制装配草图前应具备的数据.....	36
4.3 装配草图绘制的要求.....	38
4.4 装配草图绘制的步骤.....	38
第 5 章 减速器装配工作图的绘制	45
5.1 装配工作图的内容.....	45
5.2 装配工作图绘制的要求.....	48
5.3 减速器主要零件的配合.....	49
第 6 章 减速器零件工作图的绘制	52
6.1 零件图绘制的内容及要求.....	52
6.2 减速器的主要零件工作图.....	53
6.2.1 轴类零件图.....	53
6.2.2 齿轮类零件图.....	55
第 7 章 课程设计计算说明书的编写	59
7.1 设计计算说明书的内容.....	59
7.2 设计计算说明书的要求.....	59
附录 A 机械设计基础课程设计题目	62
附录 B 滚动轴承	63
附录 C 联轴器	69
参考文献	72

第 1 章 机械设计基础课程设计的 目的、任务和方法

1.1 课程设计的目的和要求

1.1.1 课程设计的目的

机械设计基础课程教学中安排有机械零件课程设计,它是机械设计基础课程的最后一个重要教学环节,也是对学生进行的一次较全面的设计能力训练,其基本目的如下:

(1) 综合运用机械设计基础及其它有关先修课程(如机械制图、测量与公差配合、金属材料与热处理、工程力学等)的理论和生产实践知识进行机械设计训练,使理论和实践结合起来,进一步巩固、加深和拓展所学的知识。

(2) 学习和掌握机械设计的一般步骤与方法,培养设计能力和解决实际问题的能力。

(3) 进行基本技能的训练,对计算、制图、设计资料(如手册、图册、技术标准、规范等)的运用以及经验估算等机械设计方面的基本技能进行综合训练,以提高学生的技能水平。

1.1.2 课程设计的要求

机械设计基础课程设计的的要求如下:

(1) 具有正确的工作态度。机械设计基础课程设计是学生第一次较全面的设计训练,它对学生今后的专业设计和从事技术工作都具有极其重要的意义,因此,要求学生必须积极认真、刻苦钻研、一丝不苟地进行设计,才能在设计思想、设计方法和技能诸方面得到锻炼与提高。

(2) 培养独立的工作能力。机械设计基础课程设计是在教师指导下由学生主动完成的。学生在设计中遇到问题,应随时复习有关教材、设计指导书,参阅设计资料,主动地去思考、分析,从而获得解决问题的方法,不要依赖性地、简单地向教师索取答案。这样,才能提高独立工作的能力。

(3) 树立严谨的工作作风。设计方案的确立、设计数据的处理应有依据,计算数据要准确,制图应正确且符合国家标准。反对盲目地、机械地抄袭资料和敷衍、草率的设计作风。

(4) 培养按计划工作的习惯。设计过程中,学生应遵守纪律,在规定的教室或设计教室里按预定计划保质保量地完成设计任务。

1.2 课程设计的任务和内容

1.2.1 课程设计的任务

课程设计的对象主要为单级直齿或斜齿圆柱齿轮减速器，如图 1-1 所示。部分学生也可以设计单级直齿圆锥齿轮减速器或蜗杆减速器。

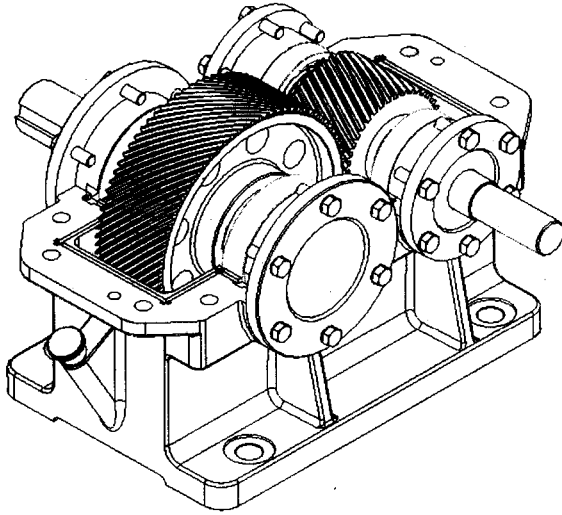


图 1-1

根据教学要求，课程设计的任务如下：

- (1) 减速器装配图 1 张(1 号图纸，两个视图)，见图 5-6。
- (2) 主要零件工作图 1~2 张(3 号图纸，从动轴、齿轮)，见图 6-3 和图 6-4。
- (3) 设计计算说明书 1 份(16 开纸，20~30 页)，如图 1-2 所示。

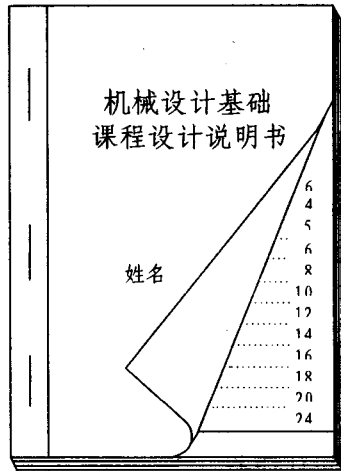


图 1-2

1.2.2 课程设计的内容

机械设计基础课程设计的内容主要包括计算部分、绘图部分和设计计算说明书的编写。

计算部分包括:

- (1) 传动零件(齿轮)的设计计算;
- (2) 轴的初步估算和结构设计及轴的危险截面的强度校核(只进行一根轴);
- (3) 轴承的选择与校核(只校核一根轴上的轴承);
- (4) 键的选择与校核(只校核一根轴上的键);
- (5) 联轴器的选择与校核。

绘图部分包括:

- (1) 减速器装配草图设计;
- (2) 减速器装配图设计;
- (3) 主要零件工作图设计。

1.3 课程设计的方法和步骤

机械设计基础课程设计作为“机械设计基础”课程的一个重要环节,各学校在教学计划中安排有设计专用周(一般为1~2周)。为了增加同学们对减速器的感性认识,设计前可组织同学们观看减速器录像片和进行减速器的装拆实验(或示范),以及阅读减速器的有关资料、设计指导书等,使同学们在设计前具有充分的准备,避免设计时行动迟缓或走弯路。为了确保学生设计不发生大返工的现象,对传动件的计算、草图绘制等主要阶段应由指导教师审查后,才可继续进行。

机械设计基础课程设计全部完成后,需经教师审阅并进行答辩或验收。课程设计的业绩则根据图纸、说明书、设计过程中和答辩(验收)时所反映出的设计质量和能力综合评定。

当设计专用周时间较短时,为了使学生有足够的分析、构思、绘图设计时间,可将部分活动(如设计计算内容、观看录像、减速器的装拆等)安排在设计专用周之前完成。

机械设计基础课程设计大体可按下列几个阶段进行,见表1-1。

表 1-1 课程设计阶段、内容、时间分配表

阶 段	主 要 内 容	时 间 (两周)	提 示
1. 准备阶段	(1) 阅读、研究任务书;明确设计内容和要求。 (2) 观看减速器录像和进行减速器的装拆实验。 (3) 阅读教材和课程设计指导书。 (4) 准备好绘图工具、资料和手册等	两天	—
2. 传动件(齿轮)的设计计算,轴的初步设计计算,轴承型号的初选	(1) 设计计算齿轮传动。 (2) 初步设计计算各轴的轴端直径。 (3) 初步选择滚动轴承的型号	一天半	详见教科书

续表

阶 段	主 要 内 容	时 间 (两周)	提 示
3. 减速器装配草图的设计和绘制	(1) 分析并选定减速器的结构方案。 (2) 设计计算箱体结构的主要尺寸。 (3) 设计和绘制装配草图(包括设计轴、轴上零件和轴承部件的结构尺寸, 校核轴的强度, 计算滚动轴承的寿命, 选择与校核键和联轴器)	三天至四天	详见本书及教科书
4. 减速器装配图的设计和绘制	(1) 绘制装配图。 (2) 标注尺寸及配合。 (3) 编写减速器的特性数据表、技术要求、标题栏和明细表等	两天	详见本书及制图标准
5. 零件工作图的设计和绘制	(1) 绘制轴工作图。 (2) 绘制齿轮工作图	一天至一天半	详见本书及制图标准
6. 编写设计计算说明书	整理和编写设计计算说明书	一天半	详见本书
7. 答辩或验收	由指导教师酌情个别进行	可在设计专用周后进行	—

第2章 减速器的结构与设计

减速器是一种由封闭在刚性壳体内的齿轮传动、蜗杆传动、齿轮-蜗杆传动所组成的独立部件，常用作原动机与工作机之间的减速传动装置。

减速器有齿轮减速器、蜗杆减速器及行星减速器等各种类型。齿轮减速器又分为圆柱齿轮减速器和圆锥齿轮减速器。从减速级数区分，减速器还分为单级传动与多级传动。

一般高职高专类学校机械设计基础课程设计常以单级圆柱齿轮减速器作为主要对象，因此，本章主要介绍这类减速器的结构和设计。

2.1 减速器的结构

单级圆柱齿轮减速器按其轴线在空间相对位置的不同可分为卧式减速器(见图 2-1(a))和立式减速器(见图 2-1(b))。一般使用较多的是卧式减速器，故主要介绍卧式减速器。

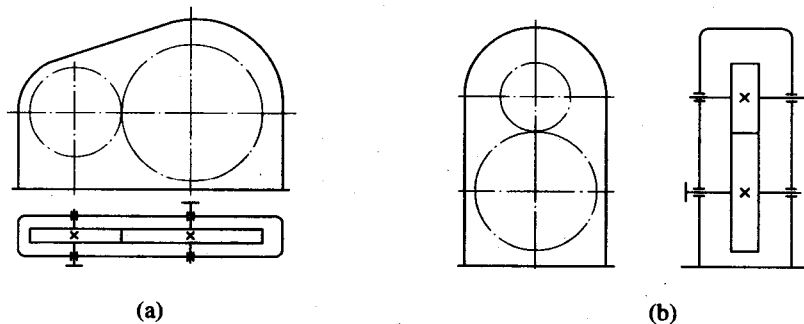


图 2-1

图 2-2 所示为单级圆柱齿轮减速器的结构图。

减速器一般由箱体、齿轮、轴、轴承和附件组成。箱体由箱盖与箱座组成。箱体是安置齿轮、轴及轴承等零件的机座，并存放润滑油。箱体常采用剖分式结构(剖分面通过轴的中心线)，这样，轴及轴上的零件可预先在箱体外组装好再装入箱体，拆卸方便。箱盖与箱座通过一组螺栓联接，并通过两个定位销钉确定其相对位置。为保证座孔与轴承的配合要求，剖分面之间不允许放置垫片，但可以涂上一层密封胶，以防箱体内的润滑油渗出。为了拆卸时易于将箱盖与箱座分开，可在箱盖的凸缘的两端各设置一个起盖螺钉，拧入起盖螺钉，可顺利地顶開箱盖。箱体内可存放润滑油，用来润滑齿轮，如同时润滑滚动轴承，在箱座的接合面上应开出油沟，利用齿轮飞溅起来的油顺着箱盖的侧壁流入油沟，再由油沟通过轴承盖的缺口流入轴承(见图 2-3)。减速器箱体上的轴承座孔与轴承盖用来支承和固定轴承，从而固定轴及轴上零件相对箱体的轴向位置。轴承盖与箱体孔的端面间垫有调整

垫片，以调整轴承的游动间隙，保证轴承正常工作。为防止润滑油渗出，在轴的外伸端的轴承盖的孔壁中装有密封圈。

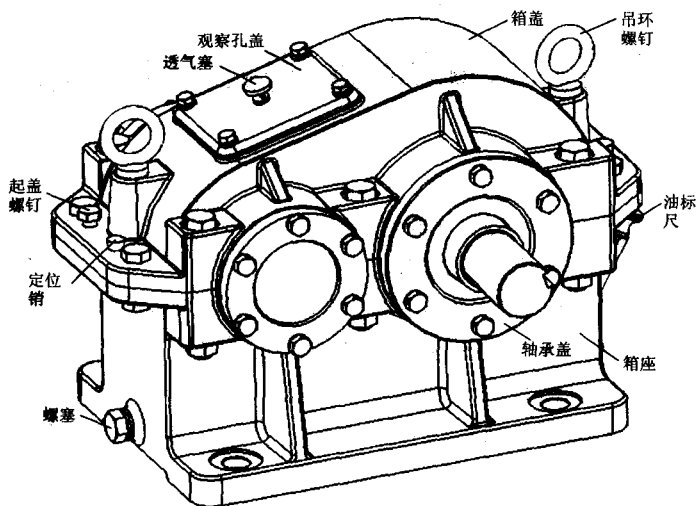


图 2-2

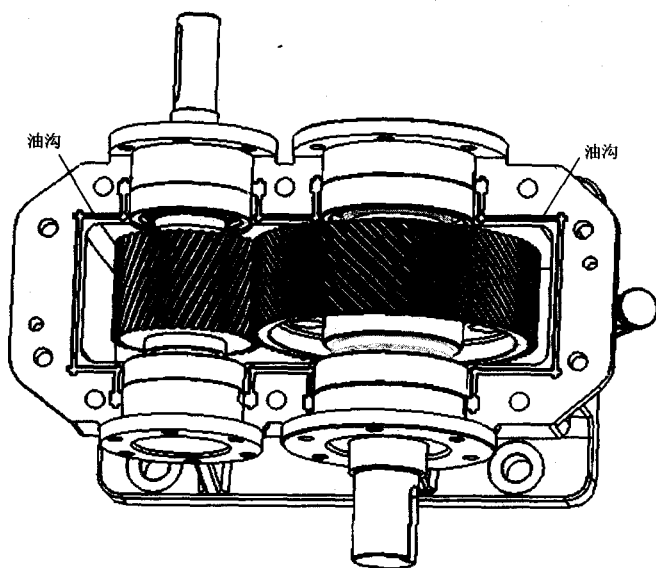


图 2-3

减速器箱体上根据不同的需要装置各种不同用途的附件。为了观察箱体内部的齿轮啮合情况和注入润滑油，在箱盖顶部设有观察孔，平时用盖板封住。在观察孔盖板上常常安装透气塞(也可直接装在箱盖上)，其作用是沟通减速器内外的气流，及时将箱体内因温度升高受热膨胀的气体排出，以防止高压气体破坏各接合面的密封，造成漏油。为了排除污油和清洗减速器的内腔，在减速器箱座底部装置上放有螺塞。箱体内部的润滑油面的高度是通过安装在箱座壁上的油标尺来观测的。为了吊起箱盖，一般装有一到两个吊环螺钉。不应

用吊环螺钉吊运整台减速器，以免损坏箱盖与箱座之间的联接精度。吊运整台减速器可在箱座两侧设置吊钩。

减速器的箱体是采用地脚螺栓固定在机架或地基上的。

2.2 减速器的箱体结构及设计

2.2.1 减速器的箱体结构概述

图 2-4 所示为单级圆柱齿轮卧式减速器的典型箱体结构。

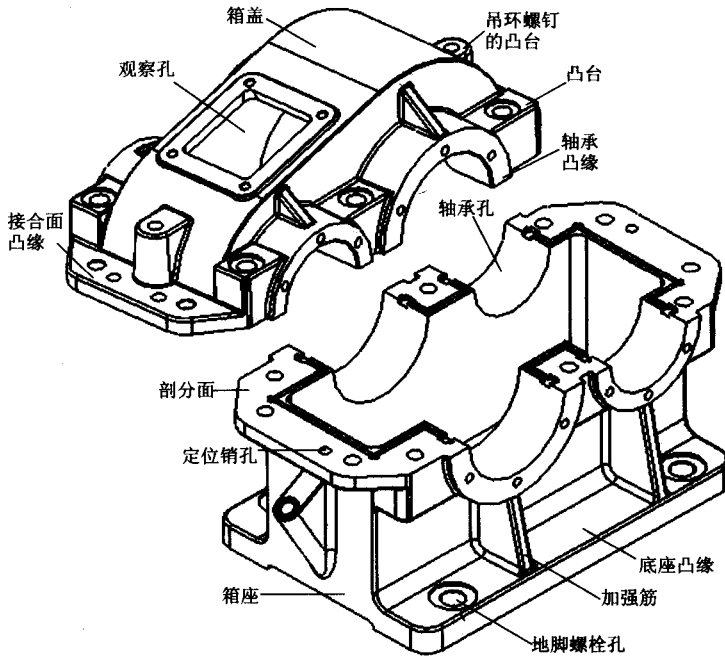


图 2-4

单级圆柱齿轮减速器的箱体广泛采用剖分式结构。卧式减速器一般只有一个剖分面，即沿轴线平面剖开，分为箱盖和箱座两部分。

箱体一般用灰铸铁制造。

2.2.2 箱体结构的设计要点

减速器的箱体是支持和固定轴及轴上零件并保证传动精度的重要零件，其重量一般约占减速器总重量的 40%~50%，因此，箱体结构对减速器的性能、制造工艺、材料消耗、重量和成本等影响很大，设计时务必综合考虑，认真对待。

减速器箱体的设计要点如下：

(1) 箱体应具有足够的刚度。

① 轴承座上下设置加强筋(见图 2-4)。

② 轴承座旁设计凸台结构(见图 2-4 和图 2-5)。凸台的设置可使轴承座旁的联接螺栓靠近座孔, 以提高联接的刚性。

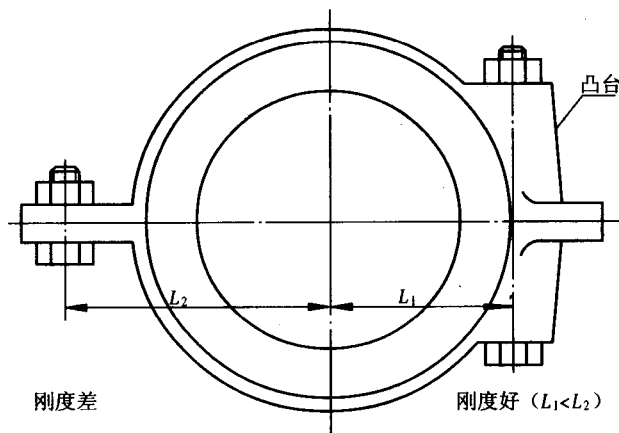


图 2-5

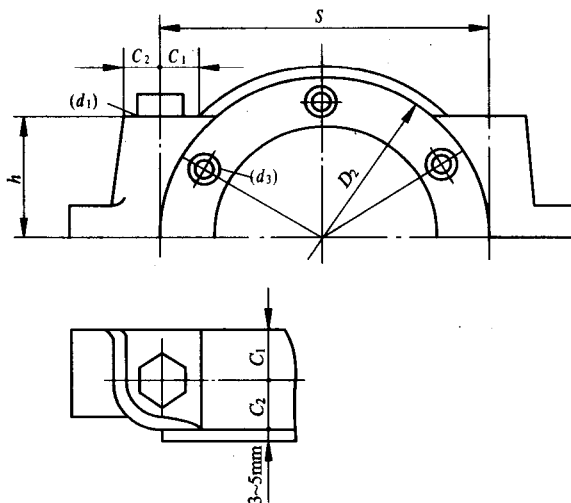


图 2-6

设计凸台结构要注意下列几个问题:

- 轴承座旁两凸台螺栓距离 S 应尽可能靠近, 如图 2-6 所示。对于无油沟箱体(轴承采用脂润滑), 取 $S < D_2$, 应注意凸台联接螺栓(d_1)与轴承盖联接螺钉(d_3)不要互相干涉; 对于有油沟箱体(轴承采用油润滑), 取 $S \approx D_2$, 应注意凸台螺栓孔(d_1)不要与油沟相通, 以免漏油。 D_2 为轴承座凸缘的外径。
- 凸台高度 h 的确定应以保证足够的螺母扳手空间为准则。扳手空间根据螺栓直径的大小由尺寸 C_1 和 C_2 确定(见表 2-3)。
- 凸台沿轴向的宽度同样取决于不同螺栓直径所确定的 $C_1 + C_2$ 之值, 以保证足够的扳手空间; 但还应小于轴承座凸缘宽度 3~5 mm, 以便于凸缘端面的加工。

③ 箱座的内壁应设计在底部凸缘之内, 如图 2-7(a)所示。

④ 地脚螺栓孔应开在箱座底部凸缘与地基接触的部位，不能悬空，如图 2-7(b)所示。

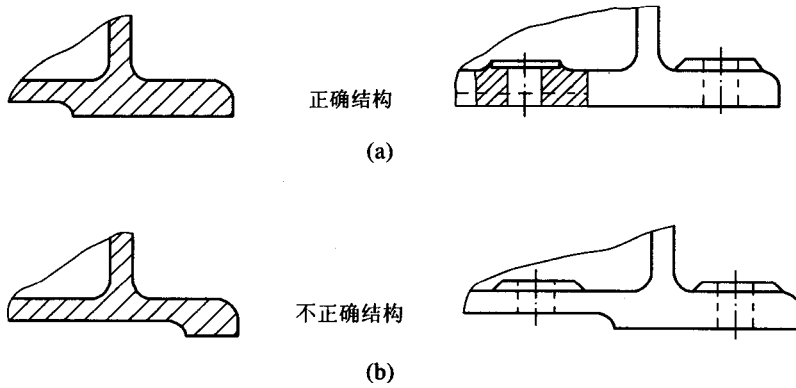


图 2-7

⑤ 箱座是受力的重要零件，应保证足够的箱座壁厚，且箱座凸缘厚度可稍大于箱盖凸缘厚度。

(2) 确保箱体接合面的密封、定位和内部传动零件的润滑。

为保证箱体轴承座孔的加工和装配的准确性，在接合面的凸缘上必须设置两个定位用的圆锥销。定位销 $d=(0.7\sim 0.8)d_2$ (d_2 为凸缘联接螺栓直径)，两锥销距离应远一些，一般宜放在对角位置。对于结构对称的箱体，定位销不宜对称布置，以免箱盖盖错方向。

为保证箱盖、箱座的接合面之间的密封性，接合面凸缘联接螺栓的间距不宜过大，一般不大于 $150\sim 180\text{ mm}$ ，并尽量对称布置。

如果滚动轴承靠齿轮飞溅的润滑油润滑时，则箱座凸缘上应开设集油沟。集油沟要保证润滑油流入轴承座孔内，再经过轴承内外圈间的空隙流回箱座内部，而不应有漏油现象发生，如图 2-8 所示，此时，轴承盖的结构如图 2-9 所示。

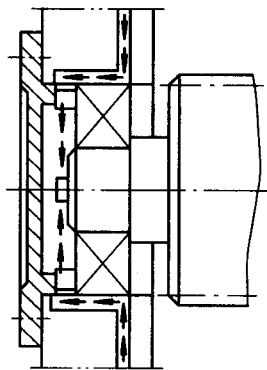


图 2-8

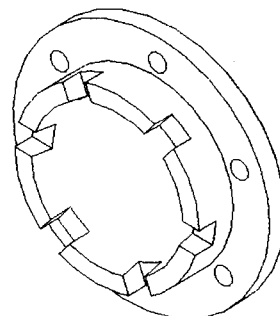
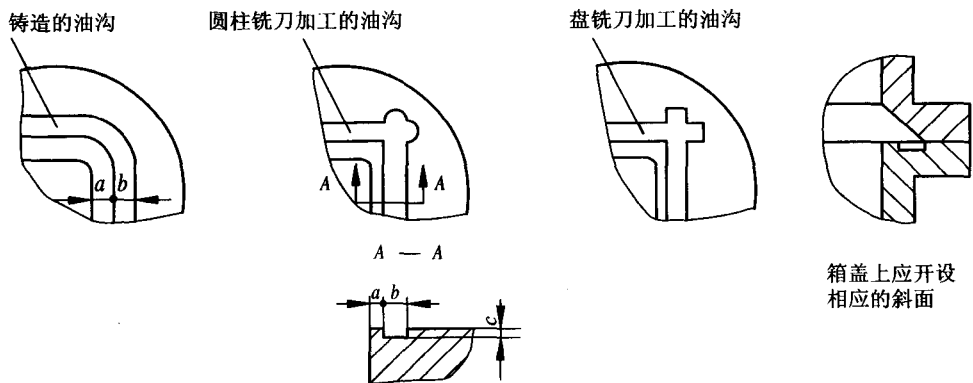


图 2-9

油沟的制造方法和尺寸见图 2-10。



$a=3\sim 5\text{ mm}$ (机加工); $a=5\sim 8\text{ mm}$ (铸造); $b=6\sim 10\text{ mm}$; $c=3\sim 5\text{ mm}$

图 2-10

(3) 箱体结构应具有良好的工艺性。

① 铸造工艺性的要求: 箱壁不宜太薄, 壁厚 $\delta_{\min} \geq 8\text{ mm}$, 以免浇铸时铁水流动困难, 出现充不满型腔的现象。

壁厚应均匀和防止金属积聚, 避免产生如图 2-11 所示的缩孔、裂纹等缺陷。

当箱壁的厚度变化较大时, 应采用平缓过渡的结构, 如表 2-1 所示。

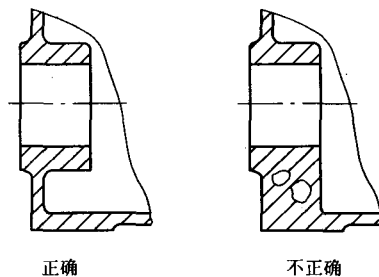


图 2-11

表 2-1 铸件过渡斜度(Q/ZB155—73)

壁厚 h/mm	x/mm	y/mm	R_0/mm
10~15	3	15	5
>15~20	4	20	5
>20~25	5	25	5

当 $h < 2\delta$ 时, 无需过渡

避免出现狭缝结构(见图 2-12(b)), 因为这种结构的砂型易碎裂, 正确的做法应连成整体, 如图 2-12(a)所示。

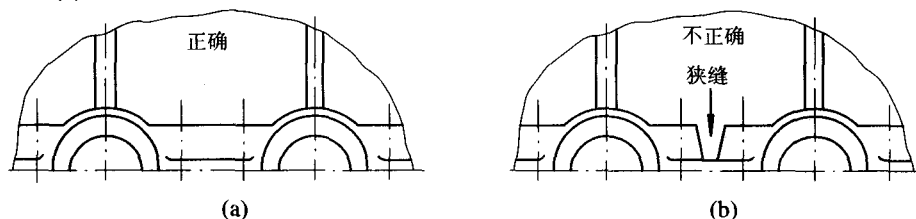


图 2-12

箱壁沿拔模方向应有 1:10~1:20 的拔模斜度。

② 机械加工工艺性的要求: 轴承座孔应为通孔, 最好两端孔径一样, 以利于加工。两