

727191

575
3361

机械零件课程设计实例

JIXIE LINGJIAN

KECHENG SHEJI SHILI

梁器璠 编著

75
361

机械零件课程设计实例

梁器璠 编著

广西人民出版社

内 容 提 要

本书以《机械零件》课程设计所需要的资料为内容,通过齿轮、蜗轮减速器的设计示例来说明减速器零件的设计方法和步骤;重点介绍减速器零件各种参数之间的相互关系和选择原则。

本书内容简明扼要,文字通俗易懂,适合工科高等院校、电视大学和中专学校学生进行《机械零件》课程设计使用,也可供指导教师和从事机械设计的技术人员参考。

机械零件课程设计实例

梁器璠 编著

☆

广西人民出版社出版

(南宁市河堤路14号)

广西新华书店发行 广西民族印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 8.5印张 199千字

1982年9月第1版 1983年9月第1次印刷

印数 1—12,100册

书号: 15113·96 定价: 0.83元

前 言

《机械零件》是论述各类通用零件、部件设计原理和计算方法的课程，而“机械零件课程设计”则是学习该课程中的大型作业，它是工科院校教学过程中理论联系实际的重要环节。其目的在于培养学生具有最基本的设计技能，为以后进行设计工作打下基础。为了有效地引导学生正确运用所学的机械设计知识，使学生在整个课程设计过程中能循序渐进地完成设计任务，本书以齿轮减速器和蜗轮减速器的设计为示例，着重讨论减速器零件各种参数之间的相互关系和选择原则，以供学习这一课程时参考。书中谬误之处，恳望读者批评指正。

本书在编写过程中，得到宋秀宁讲师和覃识贤工程师的大力协助，在此深表感谢。

编 者

一九八二年十月

Aug 23/84

目 录

第一章 概述.....	(1)
§ 1—1 机器设计的一般过程.....	(1)
§ 1—2 《机械零件》课程设计的目的和要求.....	(4)
第二章 齿轮减速器的设计.....	(5)
§ 2—1 概述.....	(5)
§ 2—2 选择减速器的传动方案.....	(8)
§ 2—3 各级传动齿轮的设计.....	(11)
第三章 轴的设计.....	(30)
§ 3—1 轴的材料.....	(30)
§ 3—2 轴的设计.....	(32)
§ 3—3 轴的验算.....	(40)
§ 3—4 轴承的验算.....	(47)
§ 3—5 键的选择和强度校核.....	(52)
第四章 减速器的结构设计.....	(56)
§ 4—1 减速器的外形结构.....	(56)
§ 4—2 齿轮减速器箱体的结构.....	(57)
§ 4—3 齿轮的结构.....	(61)
§ 4—4 密封装置.....	(64)
第五章 齿轮减速器设计实例.....	(69)
§ 5—1 传动系统的动力计算.....	(69)
§ 5—2 各级传动齿轮的计算.....	(72)
§ 5—3 轴的设计.....	(89)
§ 5—4 轴的强度计算.....	(91)
§ 5—5 验算轴承寿命.....	(99)
§ 5—6 验算键的强度.....	(105)
第六章 蜗轮减速器设计实例.....	(108)
§ 6—1 传动装置的选择计算.....	(108)
§ 6—2 蜗杆传动设计.....	(113)
§ 6—3 蜗轮蜗杆的结构设计.....	(117)
§ 6—4 蜗轮减速器结构设计.....	(129)
附录: 计量单位换算表	

第一章 概述

§ 1—1 机器设计的一般过程

机器的类型、用途、性能和结构特点虽然是千差万别的，但它们的设计过程却大多遵循着同样的规律。概括来说，机器设计的过程大致如下。

一、提出设计任务

机器设计的任务，是根据生产的实际需要而提出的。通常每项设计任务都要经过周密的调查研究之后才能拟定，并提出设计任务书。设计任务书应该详细而明确规定机器的用途、主要性能参数、工作环境、工作条件、生产批量、承制单位和预计成本等。有时任务书还应规定完成设计的日期、样机试制、规划等内容。

二、机器总体方案的设计

设计人员接到设计任务书之后，应根据任务书的要求作进一步的调查研究，广泛收集有关资料，特别是收集现有的同类机器（或近似的机器）的性能参数、使用情况、优缺点等资料和数据。取得足够的资料和数据之后，才能拟定机器的总体设计方案。

机器设计总体方案对于机器的性能、成本具有很大的影响。完成同一生产任务所使用的机器，可以有多种形式的。例如采煤，可以用风镐开采，也可以用高压水柱冲击煤层开采，还可以用挖煤机开采等。工作原理相同的机器，其具体结构也可以是多种多样的，例如卷扬机，可以采用电动机→联轴器→制动器→减速器→卷筒的方案；也可以采用内燃机→离合器→制动器→联轴器→减速器→卷筒的方案。这两种方案的工作原理基本相同，只因原动机不同而使设计方案及其性能发生很大的差异。电动机可以随时起动和停止，所以不必设离合器；内燃机不便于频繁起动，所以必须设有离合器。电动卷扬机只适用于接近电源的地方。用内燃机作原动机的卷扬机，不需电源，机动性好，特别适宜于野外作业或作业地点经常变动的场所。在同一机器的结构方案中，只要改变其中某一部件的结构，就使整机布局、安装发生变化。例如电动卷扬机中的减速器，既可采用圆柱齿轮减速器，也可采用蜗轮减速器，两者在传动系统中所起的减速作用是完全相同的，但它们对整机的布置和外形尺寸的影响却很大（见图1—1）。采用蜗轮减速器时，电动机的轴线必须与卷筒轴线垂直安装；采用齿轮减速器时，两轴线则应平行安装。

由此可见，完成同一任务的机器，其设计方案可以有多种多样的，设计者可根据具体情况，拟定既经济又可靠，工作效率高的设计方案。

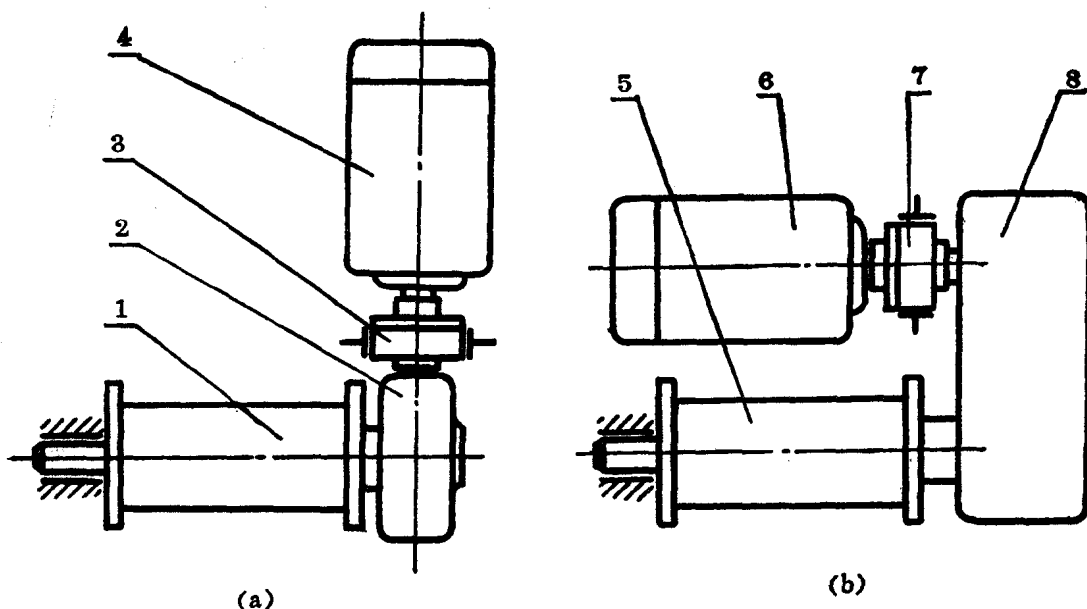


图1-1

1、5.卷筒 2.蜗轮减速器 3、7.联轴器和制动器 4、6.电动机 8.齿轮减速器

三、机器的运动设计

机器的运动设计就是根据任务书的要求，妥善地选择必要的传动机构和变速机构，并把它们合理地组合起来，以便把原动机的旋转运动，转变为工作机的特定的工作运动。其内容包括运动机构的设计、传动比的分配、速度计算等。设计要求达到使工作机既能正确实现规定的动作，又能保证其运动速度符合预定的范围。最后用机械制图规定的符号把设计结果绘制运动简图。

图1—2是桥式大吊车行走机构的三种传动方案运动简图。在运动简图中各部件和各机构应尽量按照其形状、大小和位置画出。但此时未经强度计算，各机构和部件的尺寸尚无法准确确定，并且机器都是空间实体，而传动简图又非投影图，因而它不可能（也没有必要）完全清楚地表达机器的实际形状和大小。所以运动简图还只是一台机器的示意图。

在进行方案设计时，各种可供选择的方案必须用运动简图的形式表达出来，并进行一些必要的计算，才便于比较和选择。但是那些运动简图和计算都是比较粗糙的，只有在总体方案决定之后，才绘制正式的运动简图和进行精确的计算。

四、机器的动力设计

动力设计是在运动设计的基础上，根据运动简图进行机器的功率计算和能量计算。动力设计通常包括以下内容：

1. 根据承受载荷的性质和大小，分别把运动简图中各个部件的输出和输入功率算出，然后确定原动机的功率、转速和型号。

2. 对具有往复运动的机器，承受突加载荷或者载荷经常变化而要求转速稳定的机器，还

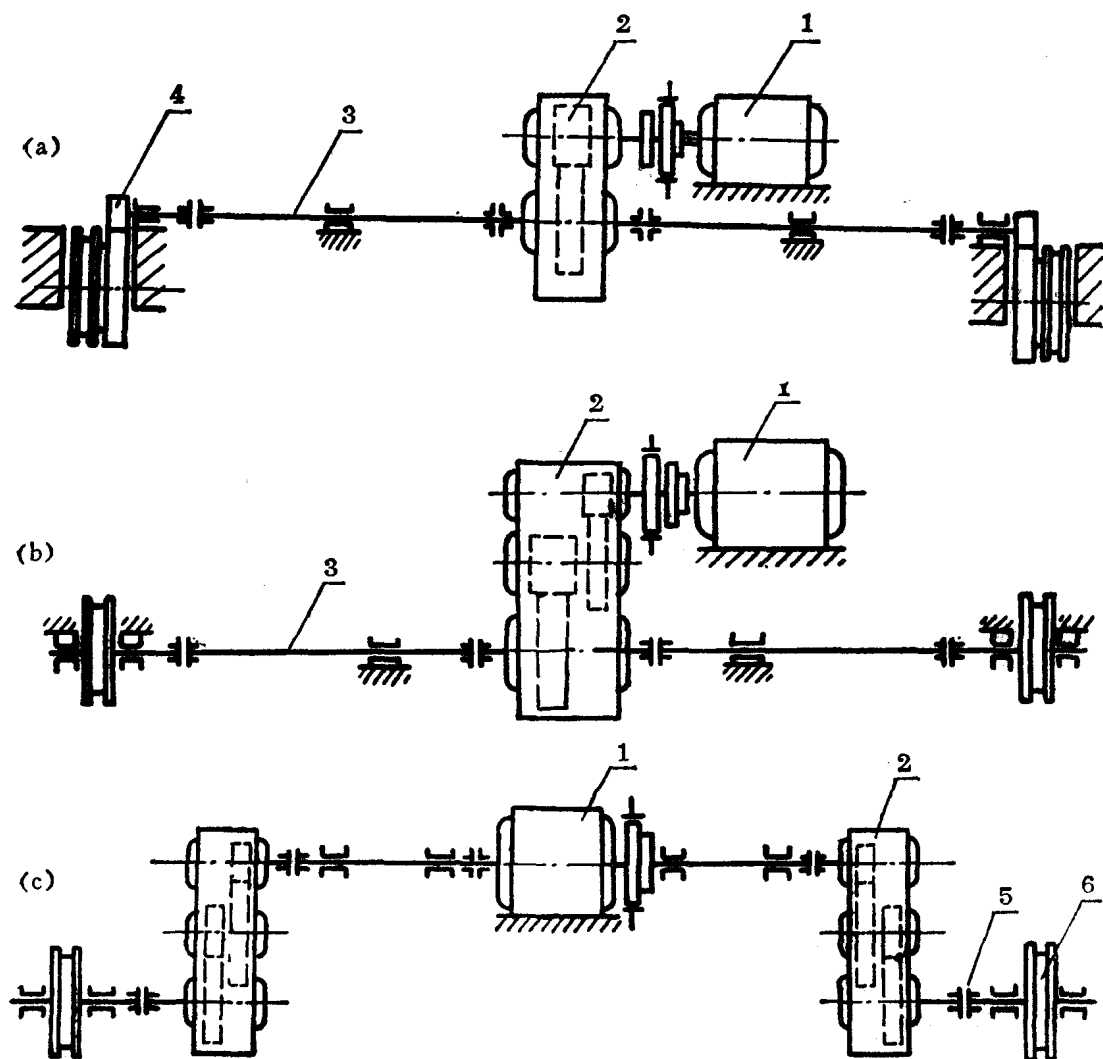


图1-2

1.电动机 2.减速器 3.传动轴 4.轮边减速器 5.联轴器 6.车轮

应根据设计任务书规定的转速允许变动量，计算惯性部件所需的转动惯量和储能量，以保证机器转速稳定或能按要求输出额定功率。

五、零、部件的设计

零、部件的设计是机器设计的最后阶段，也是设计过程中任务最繁重的阶段。其具体任务就是把运动简图中用符号表示的所有零、部件，都逐一绘制成具体的零件工作图、部件装配图和机器的总装配图。为此，设计者必须通过对强度、刚度及其他条件的计算，才能确定各个零、部件所需的尺寸，然后对各零、部件的具体形状逐一进行结构设计。在设计时还必须考虑各零、部件的相对位置和联接方法，以及零件所用的材料、制造工艺、配合关系等一系列问题。在完成上述零、部件的设计之后，设计任务即告初步完成，便可投入试制阶段。试

制出来的样机，要经过试验和实用考验。然后根据试验所得到的资料对原设计方案进行必要的修改，才能正式投入批量生产。

§ 1—2 《机械零件》课程设计的目的和要求

一、课程设计的目的

《机械零件》这门课是专门研究通用零件的设计原理和计算方法的课程，它是工科院校各机械专业必修的基础课。而《机械零件》课程设计就是这一课程的最后大型作业。搞课程设计的目的是培养学生独立思考，综合运用已学过的机械制图、理论力学、材料力学、金属工艺学、金属学及热处理、公差与配合、机械原理和机械零件等课程的理论知识的能力，也是学生学习运用资料和手册，将理论与生产实际联系起来的过程，使学生了解传动装置的一般设计方法和步骤，为以后的设计工作打下基础。

二、课程设计的要求

课程设计是一项比较细致的工作，整个课程设计过程时间较长，需要的知识面广。因此，要求学生做到：

1. 按照指导教师的要求，认真独立思考，按时完成课程设计任务。
2. 全面复习与课程设计有关的功课。
3. 在课程设计过程中，要充分发挥自己的主观能动性和创造性。
4. 按步骤进行设计和计算，不要急于求成。
5. 制图和计算要认真，以免返工。

三、拟定选题

《机械零件》课程设计一般要进行三至四个星期，在这样短的时间里，要使学生对各有关课程进行一次全面的总复习，并初步学会运用这些知识的本领，这是很不容易的事。因此，在进行课程设计之前，教师如何拟定课程设计题目是很重要的。《机械零件》所涉及的内容异常广泛，零件的类型和计算方法也很多，要选择一个把这些内容都包括进去的题目是不难的，但是如何根据学生的实际情况、专业性质、时间长短拟定合适的设计题目，那就不那么轻易了。如果选的题目过大，要学生在3~4周的时间内完成，那是根本不可能的。目前大多数学校是以设计一个比较简单的部件，如齿轮减速器或蜗轮减速器，作为课程设计的题目，这是比较合适的。多年来的教学实践表明，选择这样的题目，不论从设计的工作量来看，或是从学生所学的知识面来看，都是适合的。因此，本书以齿轮减速器和蜗轮减速器为例，叙述设计的方法和步骤，以供参考。

第二章 齿轮减速器的设计

§ 2—1 概述

一、齿轮减速器简介

齿轮减速器是一种封闭在刚性箱体内的传动装置，它由若干个齿轮、轴、轴承等零件组成。它可以用来改变输入轴与输出轴之间的转速和扭矩。因此，在机械传动中应用非常广泛。

图 2—1 (图见第 6 页) 是一个典型的三级圆柱齿轮减速器的总装配图。它主要由箱体、齿轮、轴、轴承和轴承盖等组成。

减速器箱体是安装齿轮、轴、轴承等零件的机座，是减速器的主体。它由箱盖和箱座构成，用一组螺栓连成一体。为了保证齿轮的正确啮合，轴承孔的加工精度应严格要求，箱体应有足够的刚度。因为箱体变形过大，会严重地影响齿轮的正常啮合。为了提高刚度，箱体应有一定的壁厚，装轴承的部位还设置加强筋。箱体通常用灰铸铁铸成。为了提高工艺性，箱体的外形、内腔均力求形状简单。

为了装配和检修方便，多数减速箱采用剖分式结构，沿齿轮轴线设一分界面，把它分为箱盖和箱座。在某些有特殊要求的机器中，也有采用把箱盖与箱座铸成一体的整体式结构。整体式结构的箱体顶部开有窗口，减速箱的内部零件（如齿轮、轴承等）便可从顶部装入。这种结构不但紧凑，而且刚性好，易于加工，装配精度高。

减速器的轴承大多采用滚动轴承。为了便于观察齿轮的啮合情况和向箱体内注入润滑油，常在箱盖上开有观察孔。观察孔用小盖盖住，有些小盖上还设有通气孔。通气孔的作用是使箱体内腔与大气相通，以免箱内气压升高而使油封渗漏润滑油。

减速器的润滑是保证齿轮及轴承正常工作的重要条件。它可以减小齿轮之间、轴承滚动体接触面之间的摩擦及磨损，并可起散热、防锈和减小传动噪音的作用。其润滑方式是将齿轮浸浴在油池中（图 2—2），润滑油被齿轮带到啮合齿面以进行润滑。为了防止搅油时功率损失过大，齿轮浸入油池深度不宜过深。常以浸入 1~2 个齿高为宜，大齿轮顶圆距箱底一般不应小于 30 毫米，以免油池底的油泥或杂物被带到齿轮啮合面，使磨损加剧。

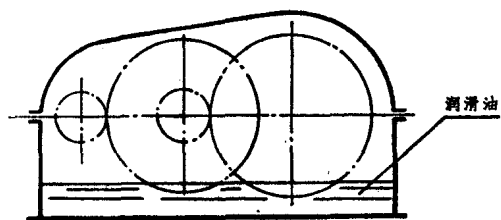


图 2—2

应当指出，只有齿轮圆周速度适中时（ $3 \text{ m/s} \leq V \leq 12 \sim 15 \text{ m/s}$ ），轴承才可依靠

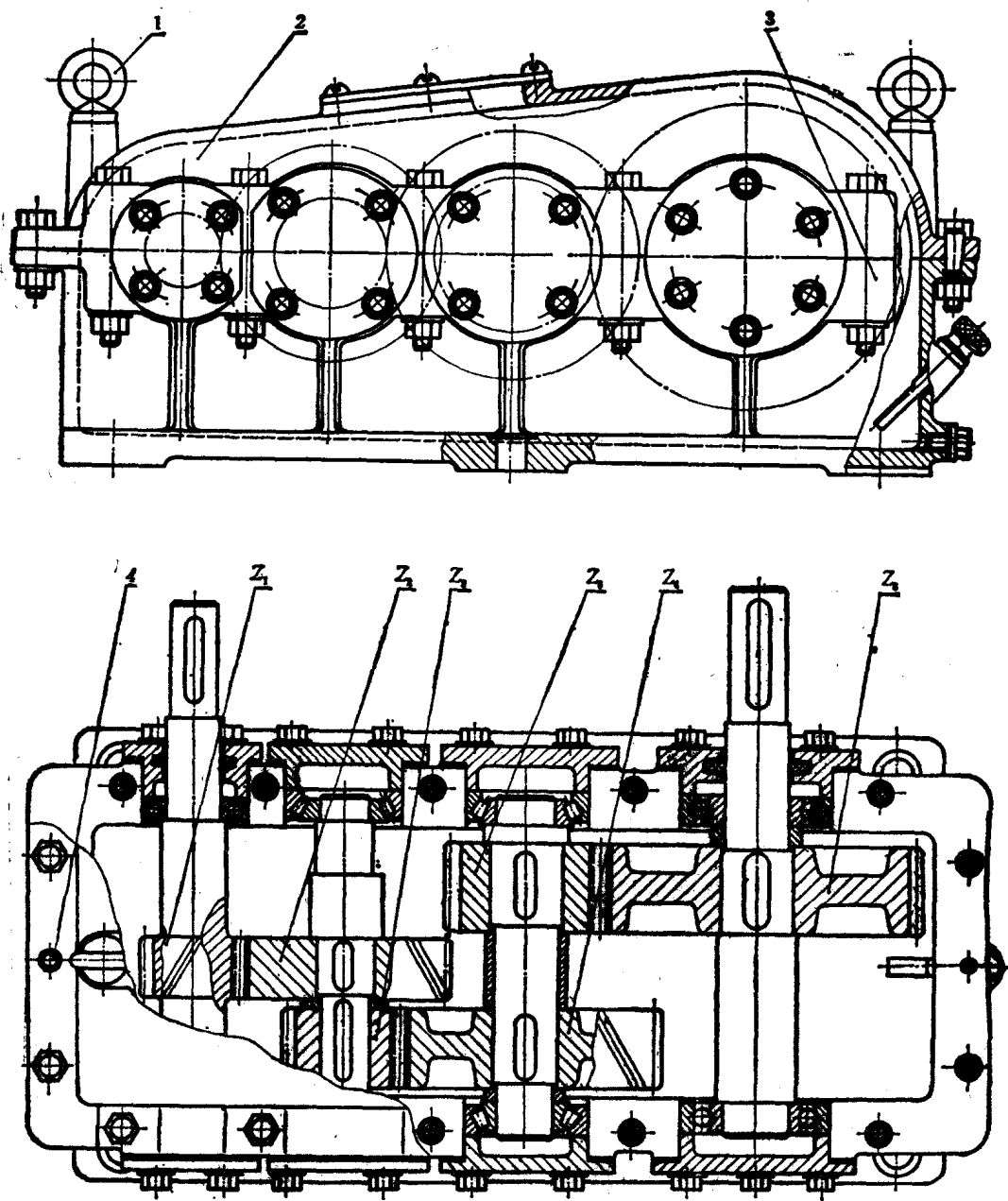


图2-1

1.吊环 2.上盖 3.底座 4.定位销

齿轮甩起的润滑油进行润滑。若齿轮的圆周速度太低($V < 8 \text{ m/s}$)时,齿轮仍可采用浸浴润滑,但轴承必须预先填满润滑脂。因为齿轮圆周速度太低时,润滑油不易被甩入轴承内。齿轮圆周速度过高时($V > 15 \text{ m/s}$),不应采用油池浸浴润滑,而采用油泵压力喷油润滑。

为了检查箱内油面高度是否合适,减速器常设有油尺。为便于更换润滑油和清洗减速器,在油箱底部还应设有放油孔,油孔平时用油塞堵死。

由于圆柱齿轮减速器的应用非常广泛，所以已经标准化，可以直接选用。若标准系列不能满足主机的要求时，亦可自行设计。

二、设计步骤

设计减速器时，首先要对主机的传动系统、减速器在主机中的安装位置、减速器与其他零、部件的联接关系、总传动比、传递功率、原动机的类型、载荷性质、工作制度、生产批量、工作环境等原始资料进行全面分析研究，并熟悉和掌握这些资料，才能顺利地进行减速器的设计。减速器的设计，通常按照以下步骤进行：

1. 熟悉原始资料；
2. 选择减速器的传动方案；
3. 分配传动比；
4. 计算各轴的功率；
5. 设计各级传动齿轮；
6. 初步计算各轴最小直径；
7. 初选各轴轴承型号；
8. 进行各轴的结构设计；
9. 验算各轴危险截面；
10. 计算所选轴承寿命；
11. 进行键的选择和计算；
12. 复核和整理设计计算说明书；
13. 进行结构设计，并绘制总装配图；
14. 绘制各零件工作图；
15. 根据各零件工作图绘制总装图。

绘制总装图是很重要的一个步骤，因为最初绘制总装图时，尚未绘制零件工作图，各零件的结构和尺寸均未完全确定。总装图的绘制过程，实际上是一边进行零件的结构设计，一边绘图。总装图绘完时，零件的结构设计也基本完成。然后再由已经绘好的总装图，逐个地绘制零件工作图。在绘制零件工作图时，对于零件的每一个结构细节、尺寸、公差配合和技术要求等，必将更加仔细地、全面地加以考虑。在这个过程中，可能会发现原来设计的零件有不够合理的地方，这时就要对零件的结构或尺寸进行必要的修改。这样一来，原来的总装配图与最后的零件图便不能完全一致，所以应该根据最后绘好的零件图绘制总装配图。这个过程在机械设计中叫做图纸装配。这样做的好处是：这时所有的零件工作图已经绘完，所有零件的形状和尺寸均已基本确定，在绘总装配图时，就可以严格地按照每个零件的形状和尺寸，逐一画在总装配图上。如果其中某一个零件的某一尺寸不合理时，在总装配图上就会出现尺寸干涉现象。如果零件图上漏注尺寸，这时也能及时发现。因此，这一过程能起到检验各零件尺寸及其装配关系是否正确的作用。

§ 2—2 选择减速器的传动方案

一、减速器传动方案的比较

齿轮减速器根据齿轮形状的不同,可分为圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器和圆锥——圆柱齿轮减速器。根据传动级数的不同,可分为单级、两级和多级减速器。根据传动轴布置形式的不同,可分为展开式、分流式和同轴线式减速器。

图 2—3 是两种输入轴和输出轴布置形式不同的单级圆柱齿轮减速器。其齿轮可以是直齿、斜齿或人字齿。壳体通常都用铸铁制造。轴承多采用滚动轴承,仅在重型减速器中采用滑动轴承。这种减速器最大的优点是结构简单,零件数量少;缺点是传动比较小。当传动比稍大时,减速器的外形尺寸便显得庞大,重量也太重,消耗金属量多。所以一般只适用于传动比小于 8~10 的范围。

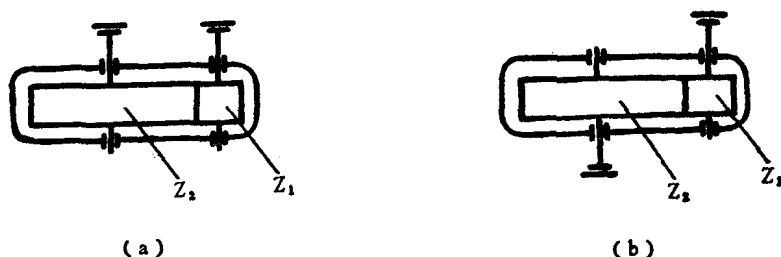


图2—3

图 2—4、图 2—5、图 2—6 都是两级圆柱齿轮减速器,适用于总传动比在 8~60 之间。图 2—4 是两级减速器中最简单的一种,称为展开式传动装置。它的结构简单,零件数量少。但齿轮相对于轴承的布置不对称,齿面载荷分布不均匀,对于齿轮的正确啮合很不利。因此,为了改善载荷的分布,轴应该设计得具有较大的刚度,而且应把高速级齿轮布置在远离扭矩输入端。这种减速器一般只宜用于载荷较平稳的传动中。为了改善传动的平稳性,高速级常做成斜齿圆柱齿轮。

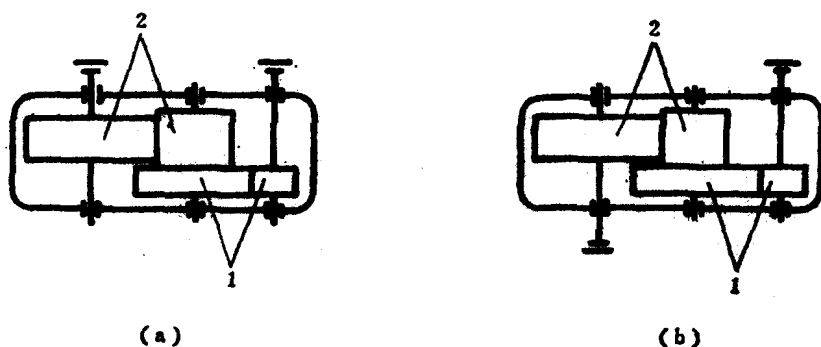


图2—4

1. 高速级齿轮 2. 低速级齿轮

图 2—5 是两种分流式传动方案。在图 2—5 (a) 方案中, 减速器的高速级传动采用斜齿轮传动, 它的斜齿轮有两对, 分布在轴的两端; 低速级采用人字齿轮, 在轴的中间。这样, 低速级齿轮与轴承的相对位置是对称布置的, 这就使齿面的载荷沿齿宽分布均匀, 从而改善了啮合条件。高速级齿轮与轴承的位置虽然是非对称布置的, 但其高速级齿轮有两对, 这不但能使轴向力互相抵消, 而且使它的圆周力、径向力均较小。由于齿轮分布在轴的两端, 而且靠近轴承, 因而轴的弯曲变形一般比较小, 从而使载荷沿齿宽分布不均匀的程度得到改善, 所以这种传动方案比较适宜在变载荷的情况下工作。图 2—5 (b) 与图 2—5 (a) 的区别是把高速级做人字齿轮, 布置在轴的中间。低速级齿轮是斜齿轮, 分布于轴的两端。这种方案显然是不合理的。因为低速级载荷大, 反而作非对称布置, 从而增加中间轴和低速轴的弯曲变形, 加剧齿面载荷分布的不均匀现象。

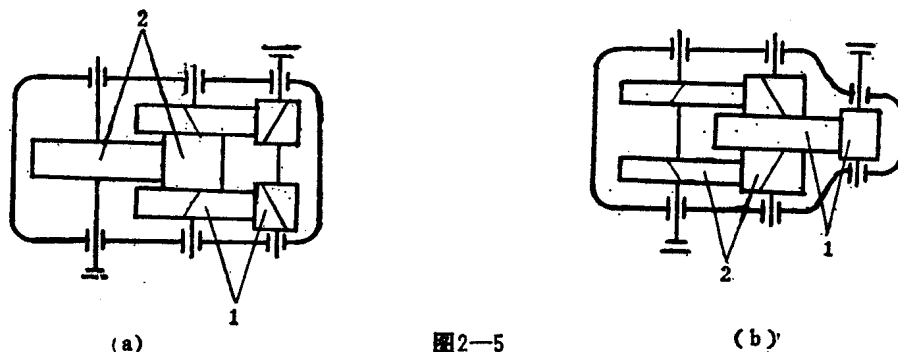


图2—5
1. 高速级齿轮 2. 低速级齿轮

从上述可知, 分流式方案比展开式方案优越, 因它的传动齿轮所受载荷分布比较均匀, 轴承受载荷也均衡, 无轴向力, 轴的受载荷情况亦有所改善。所以它适用于高速、重载、冲击载荷等场合。它的缺点是零件数量较多, 结构稍为复杂些。

图 2—6 是两种同轴线式传动方案。它们的特点是输入轴与输出轴同一轴线, 其横向尺寸较小, 而轴向尺寸较大。这种传动方案的优点是结构紧凑, 外形尺寸比较小; 缺点是结构较复杂, 中间轴较长, 刚性较差, 齿轮与轴承布置不对称, 加剧载荷分布的不均匀性。图 2—6 (a) 与 (b) 在结构上又有较大的区别, 图 (a) 所示的方案中, 高速轴的一端与输出轴的

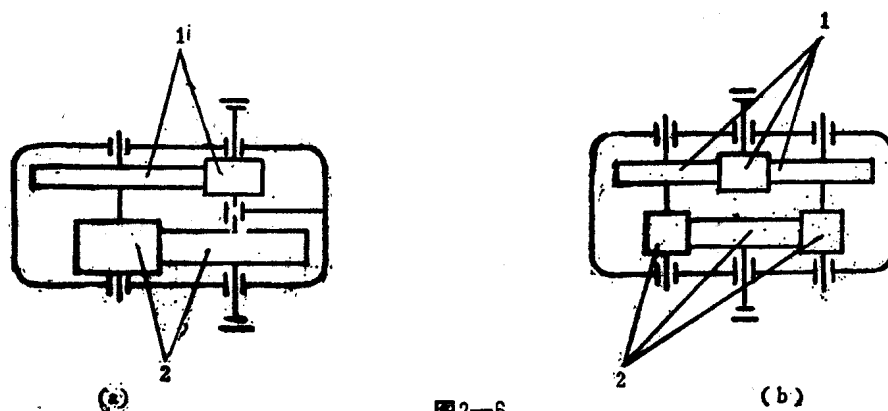


图2—6
1. 高速级齿轮 2. 低速级齿轮

另一端共用一个支承，而图(b)是把中间轴设计成两根，用两对齿轮同时把动力传给输出轴，这样每个齿轮只负担一半的载荷，因而齿轮的尺寸可减小。输入轴和输出轴只受到扭矩的作用，不存在弯矩，没有弯曲变形，其齿轮载荷分布也比较均匀，轴承尺寸可适当减小。因此，这种传动方案无论是径向尺寸或轴向尺寸都比其他方案小，结构紧凑，所以它也是比较理想的传动方案。但它只能用在输入轴和输出轴共线的机器上。

图 2—7、图 2—8、图 2—9、图 2—10都是三级圆柱齿轮减速器，其工作原理与两

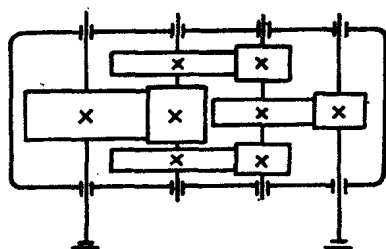


图2—7

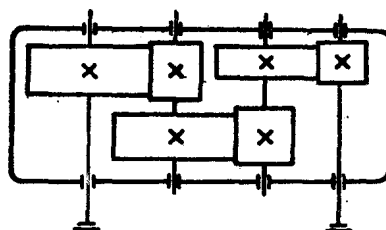


图2—8

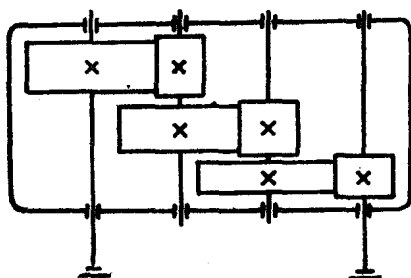


图2—9

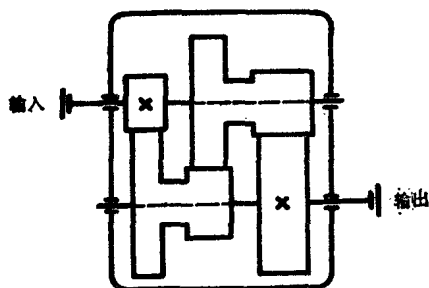


图2—10

级圆柱齿轮减速器相同。三级传动方案比二级传动多了一根轴和一对齿轮，其传动比也提高了（一般在20~100之间）。

图 2—10所示传动方案的特点是：它的两个双联齿轮和轴没有作周向固定，可以自由地在轴上转动（双联齿轮孔内安装有轴承）。它只用两根轴就能实现三级传动，其结构紧凑，横向尺寸较小，在要求结构紧凑的场合常采用这种方案。它的缺点是轴向尺寸较大，结构也比较复杂。有时为了使三对齿轮的中心距相同，还必须采用修正齿轮。

图 2—11是圆锥齿轮减速器。图 2—12和图 2—13是圆锥——圆柱齿轮减速器。它们的特点是输入轴与输出轴垂直布置。由于圆锥齿轮加工比较困难，所以只有在机器的整体布置

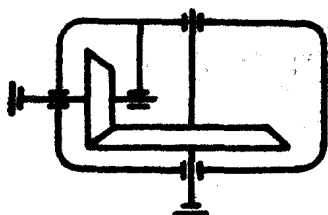


图2—11

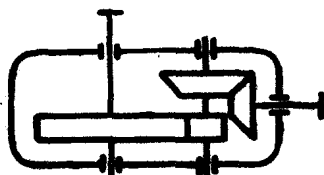


图2—12

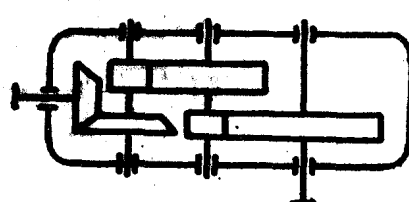


图2—13

中, 有特殊需要时才采用这种传动方案。

二、选择减速器的传动方案

在选择减速器的传动方案时, 要求达到既能满足主机的工作要求, 又要结构紧凑, 重量轻, 工艺性好, 成本低, 装配和检修方便。为了达到这些要求, 设计者首先要熟悉减速器各种传动方案的特点和适用范围, 同时还必须对主机的性能和传动系统的布置方案有全面的了解。这样就可以根据主机的要求, 权衡利弊, 选择理想的传动方案。

在考虑选择减速器的传动方案时, 应以满足主机的要求作为部件设计的首要任务。如果设计的部件满足不了主机的要求, 那么这个设计就失败。如在设计如图 1—1(b) 所示卷扬机的减速器时, 减速器的总传动比为 28, 传动功率为 7.5 kW。按照传动比的要求, 决定采用二级传动减速器是可以的。但是, 假如我们为了获得较小的外形尺寸, 而尽量选用最好的材料来制造齿轮时, 所得到的减速器的结构确是比较紧凑, 外形尺寸小。但由于减速器输入轴与输出轴之间的中心距太小, 电动机和卷筒将发生干涉而不能使用。又如如图 1—1(b) 的卷扬机, 若将原动机改为柴油机, 功率为 60 马力, 传动比为 30, 如在设计时为了尽可能地降低整机的重心, 而选用三级传动减速器是正确的。但由于柴油机只能作顺时针方向旋转 (从前端观察), 动力经过减速器的三级传动之后, 使卷筒的转向变为逆时针方向, 钢丝绳只好由卷筒上方卷入 (见图 2—14), 从而对整个机架造成很大的倾覆力矩。所以这个设计方案是不妥的。

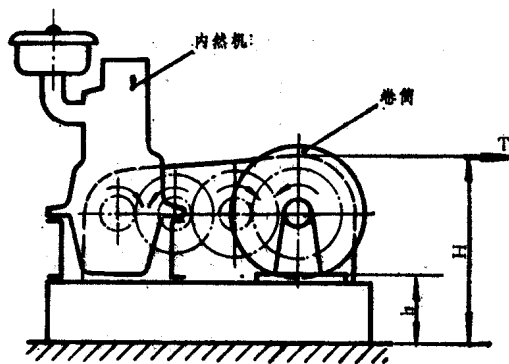


图2—14

§ 2—3 各级传动齿轮的设计

一、分配传动比

在计算齿轮之前, 首先要分配传动比。设计二级或多级减速器时, 合理地分配各级传动比是一个很重要的步骤, 因为它将直接影响到减速器的外形尺寸、形状、润滑条件和各零件的装配关系。

分配传动比一般应遵循以下原则:

1. 尽可能使各级传动的承载能力相等, 即强度一致。因为减速器在运转时, 无论是并联传动或串联传动, 只要其中有承载能力最差的一级失效, 整个减速器就会失去正常的工作能力。因此, 减速器的各级传动的强度相差不能太大, 这一原则称为等强度原则。

2. 各级传动大齿轮浸入油池的深度大致相等。图 2—15(a) 中的高、低速级大齿轮直径接近相等, 它们浸入油池的深度适当, 使所有齿轮都得到良好的润滑。图 2—15(b) 中的高、

低速级大齿轮直径相差太大,若油面太低时,只有低速级大齿轮浸入油内,而高速级齿轮浸不到润滑油,造成润滑不良,若要使高速级大齿轮亦能浸入油内时,就必须提高油面(即增加润滑油)。这样虽然改善了高速级齿轮的润滑条件,但是油面过高不但增加减速器的用油量,而且还增加了低速级大齿轮搅油的功率损失。

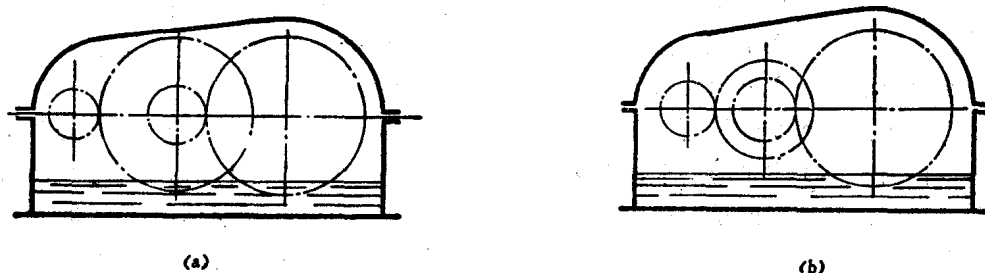


图2-15

3.要使减速器外形尺寸小,重量最轻,符合主机的要求。

仅靠正确分配各级传动比以完全达到上述各项要求,一般是不易办到的。除了正确分配传动比外,还应适当地选择各级齿轮的参数,才能使上述各项要求都得到基本的满足。

传动比的分配可用经验公式分配的方法,用这种方法计算简便,比较实用。只要其他参数选择得当,完全可以满足上述三项要求。这些经验公式如下:

对于展开式或分流式多级圆柱齿轮减速器,通常采取前级传动比等于后一级传动比的1.2~1.5倍。即

$$i_1 = (1.2 \sim 1.5) i_2, i_2 = (1.2 \sim 1.5) i_3$$

若无特殊要求,建议取

$$i_1 = (1.3 \sim 1.4) i_2, i_2 = (1.3 \sim 1.4) i_3$$

对于二级减速器,若总传动比为 i ,则

$$i = i_1 \cdot i_2 = (1.3 \sim 1.4) i_1^2$$

$$\therefore i_2 = \sqrt{\frac{i}{1.3 \sim 1.4}}, i_1 = (1.3 \sim 1.4) i_2$$

对于三级减速器:

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 = (1.3 \sim 1.4)^3 i_1^3$$

$$\therefore i_3 = \frac{1}{1.3 \sim 1.4} \sqrt[3]{i}$$

$$i_2 = (1.3 \sim 1.4) i_3$$

$$i_1 = (1.3 \sim 1.4) i_2$$

对于同轴线式减速器:

$$i_1 = \sqrt[3]{i} - (0.01 \sim 0.05) i$$

$$i_2 = \frac{i}{i_1}$$

式中 i ——减速器总传动比;

i_2 ——第一级齿轮的传动比;