

中等专业学校教学参考书

机械设计基础课程设计

铁道部戚墅堰铁路技术学校编



中等专业学校教学参考书

机械设计基础课程设计

铁道部戚墅堰铁路技术学校编

本书是中等专业学校的教学参考用书。中专学生在学过《机械设计基础》课程之后,以本教材为指南进行课程设计。书中对单级圆柱齿轮减速器的设计方法、设计步骤和设计过程中的各个环节作了系统而详尽的叙述。本书还包括《机械零件手册》和《机械零件图册》的有关内容,基本可满足《机械设计基础》课程和课程设计的需要。

本书供中等专业学校的教师和学生使用,也可供高等工业专科学校和业余院校学生在进行课程设计时作参考。

中等专业学校教学参考书

机械设计基础课程设计

铁道部戚墅堰铁路技术学校编

常州市戚墅堰印刷厂印装

1981年5月第一版 1981年5月第一次印刷

1982年7月第二版 1982年7月第二次印刷

印数10,000—20,000册

(内部发行)

编 者 的 话

本书是根据有关部颁《机械设计基础》教学大纲中关于课程设计的要求，在本校组织课程设计的基础上编写的。

《机械设计基础》的课程设计在教学过程中是一个重要环节，它能系统地巩固和加深本课程和其他有关课程的基本知识，培养学生树立正确的设计思想，逐步提高机械设计的能力。近年来，由于教材变动较大，因此本书中除了课程设计的概论，还编入了课程设计所需要的基本理论内容，从设计原则、设计方法和设计内容等几方面作了详细的叙述。另一方面，随着我国机械工业向现代化的发展，《机械零件手册》内的国家(部颁)技术标准规范变动较大，为了及时反映国家这些技术政策，本书还编入了大量按新标准修订过的表格，在编写中力求简明扼要、准确易查和资料的完整性，力求使本书基本上能满足完成课程设计的需要。

为了使学生在开始进入机械设计的“独立训练”时就树立正确的设计思想，本书对机械设计原则和现代化设计方法作了一些介绍。这部分作为教学参考内容，根据各校具体情况决定以何种方式在何阶段布置给学生阅读。

为配合课程设计，学生在着手设计之前，应组织参观减速器的生产过程。条件允许时，让学生自己装配一下，这样对设计更有利，学生的收获可以更大些。

本书分为课程设计的概论，课程设计的典型课题(圆柱齿轮减速器)和附录。为了提高学生分析和解决问题的能力，在内容上加强了对结构设计的分析和比较，编入了轴的工艺结构分析、零件结构的正误对照图，设计参考图例等内容。同时在附录中还编入了齿轮减速器主要传动零件计算实例，供课程设计时参考。关于齿轮强度计算，由于目前我国尚无统一的设计方法，对ISO标准因有各行标准，也是难易悬殊，所以暂时仍采用传统的计算方法。

本书的单级圆柱齿轮减速器设计课题，曾先后在上海等地专业生产厂进行了产品调查，比较紧密地联系了生产实际，该减速器有齿轮、轴、键、滚动轴承、螺纹联接等通用零件，基本上反映了本课程的教学内容，也比较符合目前学生实际水平。考虑到教学的实际情况，本书暂未编入单级圆锥齿轮减速器和单级蜗杆减速器的内容。

参加本书编写的有蒋荣兴、徐丹林、冯庆华、沈德兴、徐耀南、费荣兴等同志。

本书经上海机器制造学校马永林同志、上海石油机械研究所徐树庄同志和戚墅堰铁路技术学校蒋荣兴、徐丹林、陶锦田同志审阅和定稿。

由于我们能力有限，时间仓促。恳切希望兄弟院校、广大读者对本书存在的缺点和错误提出批评指正。

编 者

一九八一年五月

再 版 序 言

本书自去年出版至今，曾收到不少兄弟院校及广大读者的来信，对本书提出了许多宝贵意见，并纷纷要求继续征订，这无疑是对我们的莫大支持和关心，在此谨表深切的谢意。

为满足兄弟学校及广大读者的要求，我们对原版本进行了必要的修改、增删并决定再版重印。

在再版中，除对第一版中的一些错误及不合理的内容作了更正外，并根据课程设计中的实际需要，又增添了部份内容，例油窗规格尺寸、应力单位对照、公差配合新旧国标对照等，使本书更加完善，从而基本上满足了课程设计的需要。

关于齿轮强度计算一节，部份读者提出了应向 ISO 标准靠拢的建议，但考虑到国内目前尚无统一的设计方法，各种教材也未臻统一，且 ISO 标准本身亦因有各行标准，并难易悬殊，为此在修订中仍采用原稿的计算法及图表算法，未作改动，各校在教学中可根据所用教材，视具体情况另作规定。

由于新国标 GB1800~1804—79《公差配合》及 GB1182~1184《形状和位置公差》两项基础标准的颁布实施，导致了齿轮、滚动轴承等一系列公差标准的更新，目前国家已经陆续颁发了部份标准(或草案)，而各种标准的新老交替过渡，给设计工作带来了不少困难，为使教材能保持相对的稳定性，故对本书涉及到的圆柱齿轮、滚动轴承等公差标准，仍按原稿，但各校在设计中，应让学生注意并尽量应用新标准。

参加本书修订、审定工作的有：蒋荣兴、冯庆华、沈德兴、徐耀南等同志。

由于时间仓促，水平有限，错误不当之处在所难免，恳切希望得到批评指正。

编 者

一九八二年七月

目 录

第一章 课程设计概论

§ 1 目的和意义	1
§ 2 设计原则和方法	1
§ 3 选题与设计内容	3

第二章 方案设计与基本计算

§ 1 传动装置的布置	8
§ 2 传动比的分配	9
§ 3 传动系统的基本计算	10
§ 4 电动机的选择	11

第三章 减速器概述

§ 1 减速器的分类及应用	13
§ 2 减速器的标准化	15
§ 3 减速器的结构分析	15

第四章 减速器的齿轮设计

§ 1 圆柱齿轮的设计方法与几何尺寸计算	17
§ 2 圆柱齿轮传动的强度计算	20
§ 3 圆柱齿轮制造精度和公差	24
§ 4 常用材料与热处理	30
§ 5 结构设计	31

第五章 轴的设计

§ 1 概述	35
§ 2 材料与热处理	35
§ 3 结构设计	36
§ 4 强度计算	41

第六章 滚动轴承的设计

§ 1 概述	43
§ 2 滚动轴承的选择	43
§ 3 滚动轴承的强度计算	48
§ 4 滚动轴承的组合设计	50

第七章 箱体设计

§ 1 概述	57
--------	----

§ 2 结构分析与设计	58
§ 3 辅助零件	62

第八章 润滑与密封

§ 1 减速器的润滑	69
§ 2 减速器的密封	71
§ 3 散热与冷却	73

附 录 一

§ 1 零件的合理结构设计(正误对照图)	74
§ 2 减速器设计图例	83
§ 3 减速器主要零件的结构设计与强度计算示例	87

附 录 二

§ 1 材料	97
灰铸铁 (GB976—67)	97
球墨铸铁 (GB1348—78)	97
甲类普通碳素钢 (GB700—65)	98
优质碳素结构钢 (GB699—65)	99
合金结构钢 (YB6—71)	101
铸造青铜 (GB1176—74)	103
铸造轴承合金 (GB1174—74)	104
热轧圆钢 (GB702—72)	104
轧制薄钢板 (GB708—65)	104
热轧厚钢板 (GB709—65)	104
§ 2 一般标准	105
标准直径和标准长度 (JB176—60, JB177—60)	105
标准锥度 (GB157—59)	106
轴肩尺寸	106
中心孔 (GB145—59, Q/ZB133—73)	107
倒角、倒圆半径及其配合尺寸 (JB5—59)	108
扳手空间尺寸 (Q/ZB148—73)	109
§ 3 螺纹及螺纹联结	110
普通螺纹牙形尺寸 (GB192—63)	110
普通螺纹基本尺寸 (GB193—63)	110
六角头螺栓 (GB 5—76)	111
小六角头铰制孔用螺栓 (GB21—66)	112

地脚螺栓孔和凸缘 (Q/ZB144—73)	113
圆柱头内六角螺钉 (GB70—76)	113
紧定螺钉类 (GB71—75—76)	114
吊环螺钉 (GB825—76)	115
螺母类 (GB39—54—76)	116
垫圈类 (GB 95、96、97、848—76)	118
弹簧垫圈类 (GB93—76)	119
§ 4 键及销联结	120
圆头普通平键 (A型) 的型式尺寸 (GB1096—79)	120
平键尺寸及公差 (GB1096~1097—79)	121
圆柱圆锥销类 (GB117—76、119—76)	122
§ 5 轴系零件的紧固件	123
轴端挡圈类 (GB891—892—66)	123
孔用弹性挡圈 (GB893—76)	124
轴用弹性挡圈 (GB894—76)	125
圆螺母 (GB812—76)	126
§ 6 常用的滚动轴承	127
单列向心球轴承 (GB276—64)	127
单列向心短圆柱滚子轴承 (GB283—64)	129
单列向心推力球轴承 (GB292—64)	131
单向、双向推力球轴承 (GB301—04, GB302—64)	133
单列圆锥滚子轴承 (GB297—64)	135
§ 7 轴承的密封	137
毡封油圈及槽 (ZB68—62)	137
J、U 型无骨架橡胶油封 (HG 4—338—66, HG 4—339—66)	137
J、U 型无骨架橡胶油封槽的尺寸	138
间隙密封槽 (Q/ZB136—73)	138
§ 8 联轴器	139

刚性凸缘联轴器 (Q/ZB121—73)	139
弹性圈柱销联轴器 (JB108—60)	140
§ 9 电动机	141
J2、JO2系列小型三相异步电动机	141
J2、JO2型外形及安装尺寸	142
JO3 系列小型鼠笼型电动机	142
JO3 型外形及安装尺寸	143
JDO3 系列三相变极式多速异步电动机	144

附 录 三

公差与配合 (GB1800~1804—79、
GB1182~1183—80、GB1958—80)

§ 1 光滑圆柱体结合的公差与配合标准	146
标准公差数值	147
轴的基本偏差数值	148
孔的基本偏差数值	150
公差等级与使用情况的对应关系	152
公差等级与加工方法的对应关系	153
公差等级的选择	153
新旧国标公差等级对照表	155
新旧国标基孔制、基轴制配合对照表	156
轴的基本偏差的选用	157
优先配合、常用配合的特征及选用	158
未注公差尺寸的极限偏差	161
§ 2 形状和位置公差	162
直线度、平面度未注公差值	165
同轴度、对称度未注公差值	165
形状公差与表面光洁度之间的对应关系	166
直线度、平面度	166
圆度、圆柱度	167
平行度、垂直度、倾斜度	167
同轴度、对称度、圆跳动和全跳动	168

第一章 课程设计概论

§1 目的和意义

机械设计基础课程设计，是入学后的第一次教学设计，也是中等专业学校学生在理论和实践结合上的一次独立训练。因此，在整个教学过程中是重要环节并占有重要的地位。

课程设计的目的

1.培养学生具有初步的机械设计能力，树立正确的设计思想，掌握机械设计的基本方法和步骤。

2.复习和巩固机械制图、理论力学、材料力学、金属工艺学、公差与配合、机械设计基础等课程的有关理论知识、使这些知识在实际设计工作中得到应用和深化。

3.培养学生查阅技术手册，图册和国家规定的各种有关技术标准及规范的能力。

4.为进行专业课程设计和毕业设计奠定基础。

在课程设计中应当强调的是“独立训练”。要充分发挥学生的独立思考能力，主观能动地进行独立设计，大胆灵活地处理设计中所发生的问题，在课程设计中应当尽量按国家技术标准规范进行设计。因为，国家技术标准和规范是长期以来生产实践的概括总结，是为产品设计、制造、使用而制定的。它标志着一个国家工业发展的水平，对于制造、使用与维修都具有十分重要的经济意义，应该执行这一项重要的技术政策。

同时应当指出；不能简单地照搬和照抄资料。

§2 设计原则和方法

任何机器的设计，都应当在正确的设计思想下进行。教学设计是在传统设计方法的基础上进行的，它虽然与生产设计有不同点，然而从第一次独立的课程设计开始就应当培养学生树立正确的设计思想，逐步要求学生认识到机械设计是一门科学的现代化学科，不断总结前人的设计经验，提高设计水平，取得切实效果，更好地为实现四个现代化而努力。

为此对机械设计的基本原则和先进方法作一些简介。

一、设计的可行性、可靠性、经济性与先进性

设计的可行性是指对设计方案、施工制造、经济效果、使用要求等要建立在“因地制宜”切实可行的基础之上。为此，在设计前应拟订出可行性方案，而在可行性方案中，对各种方案中的各项指标进行反复比较、分析、然后再来确定设计方案。应该强调，只有经得起可行性方案论证的设计才是真正的设计。

什么是可靠性？我们进行的是机械设计，所谓可靠性是指机械可靠性，它是评价一个机械系统或零部件在运转的过程中是否具有设计规定和工艺使用要求的功能及寿命的一种质量指标。可靠性可以用可靠度作为单位量度。可靠度的定义为：“机器(或零部件)在规定的工

作条件下以及预定的使用寿命时间内保持规定的功能的概率”。也可以说可靠度是对一种设计所给定的强度和耐久性等置信度。不同的工作条件或零件在机器中的作用不同，可靠度可以各异。

近代机械设计领域，由于现代化科学技术和生产的发展，使得各种机器和设备系统日益复杂，同时因为计算机、系统分析等很多新方法和评价术的应用，（如最优化、可靠性、模拟和价值分析）这样，正引起机械设计思想、原则和方法的不断变化、而且已取得很大的成功。这不能不引起我们的注意，并应逐步掌握。

经济性是指完成一种机械设计、制造、销售的实用价值。为了提高产品的这种实用价值，其途径是多种多样的，就其基本原则有五种：

- 1.产品功能提高，成本不变，则产品实用价值提高；
- 2.同样功能条件下，成本下降，则实用价值提高；
- 3.产品功能提高，而成本又下降，则实用价值提高；
- 4.产品功能有很大提高，而成本相应增加的比例不大，则实用价值提高；
- 5.产品功能有所降低，但成本大幅度下降，则实用价值提高。

经济性能最终综合反映产品的效果，要不断地树立起经济效果为设计最终目的的观点，并学习其分析方法（如价值分析方法）和提出提高经济效益的措施。

先进性是要求设计人员采用新的设计原理和新结构；合理采用新材料；（新的金属材料、新化工材料、新工程塑料等）要求尽可能采用铸造、锻压、热处理、焊接、金属切削、刀具、测试和计量等方面的新工艺成就。在选用中还必须注意先进的设计、结构、材料、工艺、包装、运输等方面的成熟可靠程度，一定要切实可行。在先进性中还要求对产品全面性能加以考核，设计的产品标准化程度要高，整机系统性能要好。这样，才能设计出符合市场适销有竞争能力的最好产品。

二、可靠性设计与优化设计

机械设计的可靠性可以从传统的设计试验论证方法和新的设计方法来认识。

传统的设计试验论证方法也就是在前一阶段已经学习过的理论力学，材料力学、金属工艺学、机械设计基础等课程基础上，对设计的产品零部件和整机进行试验论证。如通过对材料的化学分析，金相分析、机械强度试验、刚性试验、耐久疲劳循环试验、工艺性试验、超负荷试验等来认识机械设计的可靠性。这一点是使开始独立设计者建立起可靠设计的初步概念。

进一步的可靠性设计概念，是建立在数理统计即概率统计基础上的一种设计方法。在机械方面研究最早的是滚动轴承的设计，并以此创立了滚动轴承的动负荷容量的理论，现在已为世界上大多数国家作为滚动轴承寿命计算的基本方法。

这一方法是首先从大量的试验表明，滚动轴承的疲劳寿命是相当离散的，一批结构尺寸，材料、热处理、加工方法完全相同的轴承，可以有不同的寿命；最低寿命和最高寿命可以相差几十倍。为什么？这主要是由于轴承本身有关因素（如结构尺寸、材料、制造）和轴承使用的有关因素（如负荷、润滑、运转状态条件等）的影响，而这些因素也都带有很大的离散性。所以其寿命计算必须采用数理统计的方法，计算在一定使用概率下的寿命，目前手册所提供的额定寿命就是指可靠度等于90%的条件下的寿命，即L₁₀；而中值寿命是指可靠度等于50%条件下的寿命，写为L₅₀。中值寿命与额定寿命之间有一个数理统计的比例关系。这

样,建立了这一套轴承寿命计算理论,给轴承设计计算方法带来了科学性与系统性。

近年来,齿轮可靠性设计方法也有了较大进展。特别是在直升飞机等传动装置要求较高的齿轮设计课题上,提出了可靠度等于90%的齿轮寿命计算公式(齿轮的动载荷容量是指齿轮副中当齿轮回转数在 10^6 转/分时,可靠度等于90%时的一切载荷),并与直齿轮的实验数据进行了比较,结果比较满意。最近外贸工作中美国、丹麦厂商也已提到齿轮减速器中齿轮寿命指标达到20~25年的问题,这就要求用可靠性设计观点进行设计计算、试验分析。

因此,可预见可靠性设计将在更多机械设计中得到使用。

优化设计是七十年代迅速发展起来的现代化机械设计方法。优化设计是保证达到所设计机械的可靠性。目前优化设计方法已使用各种工程问题,如系统设计、总体设计、工艺设备设计、结构设计、零部件设计等在利用近代最新成就的数学、物理学与力学以及各专业技术理论和工艺实践的技术知识并籍以电子计算机的辅助设计,取得最佳方案,从而使所设计的课题项目达到最佳的效率、最轻的重量、最高的性能参数、最少的投资,达到最优的技术经济指标。国内外已对定轴齿轮减速器的可靠性设计与优化设计进行了研究,且已取得一定的效果。

可靠性设计与优化设计比传统设计方法复杂,需要使用数学、物理、专业技术较深的理论知识和实践知识,但为了使得产品设计更符合客观实际,达到最好的经济效益,还是应该深入研究,在不断编制出各种标准计算程序以后其计算工作量将大为减少,同时随着试验测试手段的发展也为可靠性设计与优化设计提供更多可靠的数据,得出更接近于实际的结论。

我们所进行的课程设计是一次教学设计,首先要求我们达到教学设计的目的要求。与此同时,在探讨机械设计的基本原则和先进的设计方法方面提出了以上的简介,作为教学参考,使学生在第一次独立设计开始时了解设计工作中的先进设计原则和方法,在今后长期的设计工作中不断学习、不断实践、不断提高。

§ 3 选题与设计内容

一、选题原则

课程设计的选题应当与生产实际有紧密的联系,应在生产实际中具有代表性和典型性;要能充分反映本课程的基本内容并且其份量又要适当。只要能满足以上原则的机械部件都可以作为课程设计的题目。

中等专业学校机械类专业一般选择单级齿轮减速器或蜗杆减速器作为课程设计的题目,而单级齿轮减速器选用得更多一些。这是因为齿轮减速器广泛用于机械制造、纺织、轻工机械、冶金、矿山机械、航空、船舶、农业、林业机械,是生产中具有典型性、代表性的通用部件。齿轮减速器具有齿轮、轴、滚动轴承、键、螺纹联接等通用零件和箱体等专用件,充分反映了机械设计基础课程的教学内容,使学生受到本课程范围内比较全面的基本训练。其份量根据布置的要求不同,能在30~60学时内完成。

二、课程设计的规定内容与参考内容

(一)规定内容

1.减速器主要零件的设计计算说明书:

减速器主要零件的设计计算说明书必须用报告纸,按照一定的格式用墨水缮写清楚,编成目录装订成册。

2. 减速器的总装配图:

总装配图一般用三个视图表示,也可以用两个视图表示,用零号(841×1189mm)或壹号(594*×841mm)图纸绘制。应当注意尺寸标注的正确性和完备性,对技术特性数据和技术要求的填写参考本书设计图例,选择重要的项目列出。

3. 零件工作图:

零件工作图反映了每个零件的全部结构尺寸(如长度、圆角半径、倒角尺寸等)及加工要求(如尺寸公差、表面光洁度等),在课程设计中主要是锻炼同学的设计能力及掌握零件工作图的内容、要求和绘制方法,由于学时有限,一般只设计绘制1~2个零件工作图。每个零件绘一张图纸,可根据需要采用2号(420×594mm);3号(297×420mm)图纸。

主动轴和主动齿轮零件图;

从动轴与从动齿轮零件图;

减速器箱盖零件图;

减速器底座零件图。

(二) 参考内容

视具体情况进行设计小结。

视具体情况进行全面的设计答辩或抽查答辩。设计答辩应当在分析检查了全部同学的设计计算说明书和设计图纸后进行,将主要问题列成3~5个基本问题为一组的答辩卡片,由有关的教师与指导教师组成答辩小组对学生组织答辩。

三、设计的基本程序与典型规格

(一) 基本程序

衡量一次课程设计的成败优劣,应当根据其整个过程来确定。能否使预期的要求实现,学生的努力和教师的正确指导有很大关系。

课程设计属于一次教学设计,它与生产设计有所不同。设计基本程序如下。

1. 课程设计的准备阶段

①思想动员,明确本课程设计的目的、意义及要求。

②参观减速器生产过程。装拆减速器,熟悉其结构。了解各构件的功用;零件的拆装顺序,从而总结零件结构的设计方法。了解哪些零件属于标准件,哪些零件属于非标准件。组织设计小组对照不同类型减速器或结构挂图分析其优缺点,讨论传动方案,讨论和制定设计工作计划。

③复习有关教学内容,准备好计算器、绘图仪器、图板、报告纸、图纸与绘图铅笔等。

2. 课程设计的计算和草图阶段

①设计项目和工作方法

拟定运动简图、选择电动机、分配传动比、减速器各轴运动学计算和动力学计算,主要传动零件计算,初选轴承型号,装配草图的绘制等。要求边计算、边画草图、边修改,其正确性和图面整洁都很重要。但首先是正确性,不要怕返工。规定每天工作进度,学生必须在规定的教室内进行设计,教师可根据具体情况作要领性的提示,启发学生思考的积极性,建立良好的工作气氛和教室秩序。

②计算和草图阶段的参考程序:

序号	项 目	内 容 提 要
1	确定传动零件尺寸	根据传动零件的强度计算公式与几何尺寸计算公式决定。
2	布置图面	选择视图, 估算其外廓尺寸, 选取比例尺, 将传动零件的中心线恰当地布置在图面上, 并画出图纸边框、标题栏、留出填写技术要求的位置。
3	绘出箱体内壁厚度	按第七章箱体的设计计算绘出箱体内壁线。确定其壁厚。
4	轴的结构设计	估算轴的直径, 按最小直径初选联轴器、按结构和安装要求在图纸上作轴的结构设计, 初选轴承型号。
5	轴承结构设计	按初选的轴承, 进行轴承的组合设计、同时确定箱体有关部分及轴的全部结构尺寸。
6	轴的强、刚度核算	按第三强度理论校核轴的强度(蜗杆轴还应校核刚度)。
7	校核轴承等零件	按课程讲述方法校核轴承、键、联轴器等。
8	设计传动零件	根据所定轴的尺寸、初步作传动零件的结构设计。
9	箱体的设计	根据第七章箱体的设计与计算作箱体及其附件的设计, 分组讨论设计的草图, 指出正误, 进行必要的修改。
10	审核装配草图	再经设计小组讨论检查, 作必要修改, 交指导教师审核。

3. 课程设计的绘图阶段

在反复检查和修改结构草图后, 根据指导教师具体布置给每个学生的绘图任务和具体的绘图要求, 进行装配图的绘制。

装配图的绘制可分为细线底稿和按规定图线标准加深两个程序, 一切图上的错误和缺点必须在细线底稿中更正和修改, 否则将直接影响图面质量。建议同学在加深前按以下次序检查细线底稿:

- ①检查主、俯、左视图的投影关系。
- ②轴承是否转得动; 轴向固定的方式是否正确; 轴的轴向位置调整考虑了没有。
- ③板手空间考虑了没有。
- ④检查全部螺纹联接的画法。
- ⑤检查视孔板位置是否恰当。环首螺钉画了没有。
- ⑥轴承盖旁螺栓能否装得进去; 弹簧垫圈的位置与开口方向是否画对。
- ⑦是否考虑了加工面上的凸台和鱼眼坑。
- ⑧检查剖面线的密度与方向。
- ⑨油塞的位置能否保证把脏油流净。
- ⑩是否考虑了内外密封。
- ⑪规定剖开的附件和螺钉是否剖开了。
- ⑫轴、螺栓、螺钉、滚动体的中心线是否有遗漏。
- ⑬规定的尺寸是否有漏注的, (装配尺寸、特征尺寸、安装尺寸和总体尺寸)。

零件工作图的绘制可根据加深后的装配图进行, 在绘制前应认真阅读典型零件工作图(参看附录一)。在绘制时还应注意以下问题:

- ①标注尺寸时应考虑零件的加工与测量, 注意不要把尺寸注成封闭链的形式。
- ②选择零件的尺寸公差、形位公差和表面光洁度时应考虑零件制造和加工方法与经济

性。

③圆柱齿轮公差，平键公差与轴上的结构要素均应根据技术标准规范一一注明。

4. 课程设计的小结和答辩阶段。

①整理编写设计计算说明书(封面统一发给)。

②设计小结，可由指导教师布置讨论提纲，学生在设计小组内进行讨论。

③设计计算说明书、装配图和零件图分别由指导教师审查同意后呈交。

④全面答辩或抽查答辩。

时 间 进 程 参 考 表

序号	项 目	时间(天)	序号	项 目	时间(天)
1	课程设计的准备阶段	1.5	3	课程设计的绘图阶段	5.5
2	课程设计的计算和草图阶段	3	4	课程设计的小结和答辩阶段	2

(二)典型规格

1. 设计计算说明书的内容

①目录(标题及页次)；

②设计任务书(格式见第七页)；

③方案的拟定和运动简图；

④选择电动机，运动学与动力学计算；

⑤齿轮传动的计算；

⑥轴的计算；

⑦轴承的选择与校核；

⑧键、联轴器等零件的选择与校核；

⑨减速器的润滑和密封；

⑩减速器箱体设计与附件设计；

⑪设计小结(主要说明课程设计的体会并对设计优缺点进行分析)；

⑫参考资料(著者、书名、出版社以及出版年月)。

2. 设计计算说明书参考规格

(设计内容) ←25mm→	(计 算 及 说 明)	(结 果) ←25mm→
(1) 选取材料并确定许用应力	根据《设计》*表(4—18)选取45# 钢，小齿轮进行调质处理，硬度为HB240，而大齿轮进行正火处理，硬度为HB200 根据《设计》表(4—5)确定许用接触应力 [σ _{jc}] _小 =2.5HB=2.5×240=600MPa [σ _{jc}] _大 =2.5HB=2.5×200=500MPa 由《设计》表(4—6)齿轮有顺、逆转动[即对称循环]时的许用弯曲应力[σ _σ] _{—I} 为：	[σ _{jc}] _小 =600MPa [σ _{jc}] _大 =500MPa

[*]《设计》是指《机械设计基础课程设计》铁道部戚墅堰铁路技术学校编

机械设计基础课程设计任务书

班级_____姓名_____学号_____

设计课题：单级圆柱直齿轮减速器

(用于自动送料运输机的传动装置。二班制工作，有轻度振动)。

原始数据：

已 知 条 件	题 号			
	1	2	3	4
减速器输出转速 (r·p·m)	75	100	125	150
减速器输出功率 (KW)	3	3.3	3.5	4
使用期限 h	18000	18000	21600	21600

- 设计内容：**
- 1.设计计算说明书
 - 2.总装配图
 - 3.主动轴和主动齿轮的工作图

开始日期：

完成日期：

机械设计基础课程设计任务书

班级_____姓名_____学号_____

设计课题：单级圆柱斜齿轮减速器

(用于十吨轻级起重机提升机构)

原始数据：提升最大载荷 $P_{\max} = 10$ (吨)

重载速度 $V_0 = 2.69$ (m/min)

空载速度 $V = 8.07$ (m/min)

卷筒直径 $D = \varnothing 505$ (mm)

双级圆柱齿轮减速器传动比 $i = 40.17$

单级圆柱齿轮减速器传动比 $i = 3.95$

- 设计内容：**
- 1.设计计算说明书
 - 2.总装配图
 - *3.主动轴和主动齿轮的工作图
 - *4.从动轴的工作图
 - *5.从动齿轮的工作图
 - *6.箱体的工作图
 - *7.箱座的工作图

(*3、*4、*5、*6、*7由指导教师布置其中一~二项)

开始日期：

完成日期：

第二章 方案设计与基本计算

§ 1 传动装置的布置

一台机器包括原动机、工作机构、传动装置三部分。原动机一般选用标准产品，工作机构属于专业设计范围的工作，本课程设计的方案设计主要解决传动方案设计的问题。

传动方案的设计，通常是指传动装置的选择及其布置，这是彼此联系的两方面，传动装置的选择主要以各种传动装置特点的综合分析为依据；传动装置的布置则要视具体情况设计。

传动装置的布置

机器运动和动力传递的过程为：原动机→传动装置→工作机构。通常，在设计中都将传动装置设计为一体，以简化结构降低成本。但是，当原设计的传动比不符合实际要求；购买的标准减速器的传动比不能满足实际要求；特别在改装设计中，原有传动装置的传动比不符合要求，等等。在这些情况下，就需要增加一台减速器，使其总传动比满足所需的实际要求。此时，整个传动装置将由几台减速器组成，这样就遇到传动机构的布置问题。传动机构的布置，是指所选择的减速器在整个传动装置中的位置。

布置传动机构，首先应考虑满足结构要求，然后再考虑结构紧凑，成本低，外形美观等等。

例如，上海某起重机厂生产的十吨轻级起重机，其提升机构传动装置采用传动比 $i = 40.17$ 的双级齿轮减速器，经用户使用后反映提升速度太快，转矩过小，需要改进设计。因而决定在原传动装置中增加一级 $i = 3.95$ 的降速传动，以满足用户要求。

图2—1表示10吨起重机提升机构的三种设计方案。

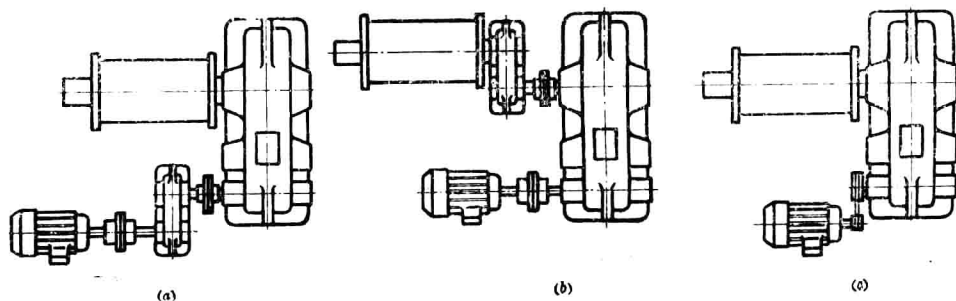


图 2—1

图2—1 (a) 的传动方案是电动机 (1500/500 转/分)→单级齿轮减速器→两级齿轮减速器→卷筒。

图2—1 (b) 的传动方案是电动机→双级齿轮减速器→单级齿轮减速器→卷筒。

图2—1 (c) 的传动方案是电动机→皮带传动→两级齿轮减速器→卷筒。

一般称接近电动机的那一级传动为**高速级**，靠近工作机构的那一级传动为**低速级**。在保证总传动比不变的要求下这三种方案都是可行的。但分析三种方案的特点后，我们就会发现方案 a 比较合理，理由如下：

(1) 原设计中电动机重载转速为500转/分，转速不高，高速级采用闭式齿轮传动，冲击和噪声的问题不突出。

(2) 方案 c 结构不紧凑，起重机的空间位置较小，采用带传动不适合。

(3) 全部采用齿轮传动寿命长，工作安全可靠，维护保养费低。

(4) 胶带传动有弹性打滑现象，不适于作传递大功率的传动装置。

(5) 三角胶带传动的轴为悬臂梁的形式。不但胶带对轴的压力比较大，而且轴的弯曲应力也比较大。

(6) 方案 b 把单级齿轮减速器放在双级齿轮减速器后面，因为扭矩与转速成反比，就使得单级齿轮减速器结构较庞大，且在实际结构位置中给安装带来很大的困难。

(7) 方案 a 虽然双级齿轮减速器速度降低，扭矩增大，但经过校核，其强刚度仍能满足要求，所以根据以上分析，决定采用方案 a。

衡量传动系统的设计方案是否合理的基本要求是使用方便，结构紧凑、效率高、成本低、外形美观。在这些基本要求中，究竟哪一方面是主要的？这要求根据实际情况分析。因此，在方案设计中，我们要多调查研究，反复分析，才能使设计方案合理。

§ 2 传动比的分配

设计机器时，合理地分配传动装置的传动比是很重要的，如分配不适当，将影响到机器的外廓尺寸和重量以及润滑等。下面介绍一些减速器传动比分配的基本原则。

(1) 在拟定传动方案后，可按各种传动比的限制范围进行分配，在自行设计减速器时，单级圆柱齿轮减速器传动比 $1 < i \leq 10$ ，双级 $i = 8 \sim 60$ ， $i > 60$ 时应采用三级以上减速器。

(2) 各级减速齿轮的传动比分配应按“前小后大”的原则，即前面高速级传动比取得小些，后面低速级传动比取得大些。使高速级转速高，扭矩小，从而减小零部件的结构尺寸。

齿轮减速器传动比的分配

表 2—1

公称传动比	名义传动比分配		各级传动比乘积 ($i_1 i_2$)	公称传动比	名义传动比分配		各级传动比乘积 ($i_1 i_2$)
	高速级 i_1	低速级 i_2			高速级 i_1	低速级 i_2	
8	2	4	8.0	18	4	4.5	18.0
9	2.24	4	8.96	20	4.5	4.5	20.25
10	2.5	4	10.0	22.4	4.5	5	22.5
11.2	2.8	4	11.2	25	5	5	25
12.5	3.15	4	12.6	28	5.6	5	28.0
14	3.15	4.5	14.17	31.5	6.3	5	31.5
16	3.55	4.5	15.97				

注：该表是在齿面硬度 $HT \leq 350$ ，齿宽系数相同和低速级大齿轮的应力循环次数不小于 10^7 时，齿面接触强度大致相等的条件下确定的。实际传动比与公称传动比的偏差不大于 $\pm 4\%$

(3) 各级减速齿轮传动比可考虑按等强度的条件来进行分配。因为各级传动齿轮的大小不同, 转速不同, 它们的疲劳寿命也不相同, 因此, 在设计减速器时, 应使各级传动的齿轮具有大致相同的寿命。按 JB 715—65 规定。见表 (2—1)。

(4) 各级传动齿轮的大齿轮浸入油中的深度要大致相等。如两卧式圆柱齿轮减速器, 对于展开式和分流式减速器, 因 $A_2 > A_1$, 故必须 $i_1 > i_2$, 通常取 $i_1 = (1.2 \sim 1.3) i_2$ 。对于同轴线式减速器因为 $A_1 = A_2$, 故应使 $i_1 \approx i_2$, 或利用下列经验公式计算:

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

(5) 传动比确定还应考虑使齿轮磨损均匀。为此, 当载荷恒定不变时, 建议取 $i = 1, 2, 3, 4, \dots$ 。对于周期性的交变载荷, 常用 $i = \frac{31}{25}, \frac{27}{17}, \frac{59}{19}, \dots$ 等不可约分的传动比, 避免磨损总是集中在几个齿上, 斜齿轮齿数的选择与螺旋角有关, 设计时参考本书有关章节及教课书。

§ 3 传动系统的基本计算

一、传动比

1. 传动比与转速

$$i_{1.2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{或} \quad n_2 = \frac{n_1}{i_{1.2}}$$

n_1 ——主动轮转速 ($r \cdot p \cdot m$); n_2 ——从动轮转速 ($r \cdot p \cdot m$)

2. 总传动比

$$i_{\text{总}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots \cdot i_n$$

$i_{\text{总}}$ ——总传动比; $i_1, i_2, \dots, i_n$ 各级传动比

3. 传动系统各轴的转速

$$n_n = \frac{n_o}{i_n}$$

n_n —— n 轴转速 ($r \cdot p \cdot m$); n_o ——电动机转速 ($r \cdot p \cdot m$);

i_n ——电动机至 n 轴传动比

二、效率与功率

1. 效率与功率

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} \quad \text{或} \quad N_2 = \eta N_1$$

η ——效率; N_1 ——输入功率 (Kw);

N_2 ——输出功率 (Kw)

2. 总效率

$$\eta_{\text{总}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_n$$

$\eta_{\text{总}}$ ——总效率; $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ ——各级传动机构的效率, 机械传动装置中只要有相对运动就有摩擦, 就有功率损失, 效率就要降低一次, 常见传动型式的效率平均值见表 2—2。