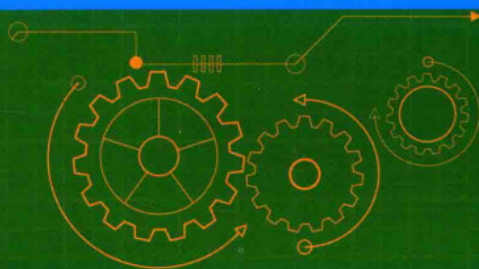


机械设计基础 课程设计

主 编 © 崔金磊 刘晓玲



以单级圆柱齿轮减速器设计为例

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

策划编辑：田 忠
责任编辑：李志敏
封面设计：OOICA 原创任玮

机械设计基础课程设计

以单级圆柱齿轮减速器设计为例

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

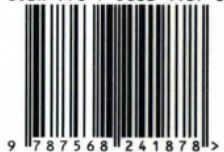
通信地址：北京市海淀区中关村南大街5号

邮政编码：100081

电 话：(010) 68948351 82562903

网 址：www.bitpress.com.cn

ISBN 978-7-5682-4187-8



9 787568 241878 >

定价：36.00元

2017

机械设计基础课程设计

主 编 崔金磊 刘晓玲

副主编 杨 勇 魏云玲



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是为高等工科院校各专业“机械设计基础课程设计”编写的一本简明教材。本书以单级圆柱齿轮减速器的设计为主要内容,详细阐述了减速器的设计思路和设计步骤。

本书贯彻执行最新的国家标准和设计规范,给出了典型的参考图例,并选择了设计中常用标准和规范作为附录内容,以便于学生使用。考虑专业特点和学时安排,本书力求精炼实用,注重能力培养。

本书可供高等院校近机类和非机类各专业进行“机械设计基础课程设计”时使用,也可供其他各类学校相关专业学生使用或参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/崔金磊,刘晓玲主编. —北京:北京理工大学出版社,2017.7
ISBN 978-7-5682-4187-8

I. ①机… II. ①崔… ②刘… III. ①机械设计—课程设计—高等学校—教材
IV. ①TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 143231 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京富达印务有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 7

字 数 / 175 千字

版 次 / 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

定 价 / 36.00 元

责任编辑 / 李志敏

文案编辑 / 赵 轩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 施胜娟

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

本书是根据教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会制定的“机械设计基础课程教学基本要求”，结合青岛理工大学承接的“山东省名校建设工程专业建设与教学改革子项目”，为近机类、非机类专业编写的一本指导机械设计基础课程设计的教材。

本书根据近机类的专业特点及学时安排，以单级圆柱齿轮减速器的设计为主要内容，按设计步骤编排了10个章节。编者在编写本书的过程中尽量减少与“机械设计基础”教材的内容重复，重在阐述结构设计的关键问题和步骤，配有大量插图。本书注重反映机械产品的多样性、机械学科的新发展和新要求，如书中介绍减速器类型、零部件不同结构及各种形式的标准附件。

本书采用机械专业最新的国家标准，选择了一些常用的国家标准和规范作为附录，也给出了典型的工程图例，以便于学生及指导教师参考使用。本书内容精炼简洁、注重新颖性和实用性，注重对学生结构设计能力的培养，符合应用基础型人才培养特色名校建设工程的要求。

本书由青岛理工大学崔金磊、刘晓玲担任主编，杨勇、魏云玲担任副主编。在图表的绘制中还得到了一些同学的帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2017年3月



第 1 章 课程设计概述	1
1.1 课程设计的目的	1
1.2 课程设计的内容	1
1.3 课程设计的任务和步骤	2
1.4 课程设计中应注意的问题	3
第 2 章 传动装置的总体设计	5
2.1 传动方案的分析和拟定	5
2.2 电动机的选择	7
2.3 传动比的计算及分配	9
2.4 计算传动装置的运动和动力参数	13
第 3 章 单级圆柱齿轮减速器的结构	16
3.1 箱体的结构	17
3.2 减速器的主要附件	19
第 4 章 传动零件的设计	23
4.1 减速器外部传动零件的设计	23
4.2 减速器内部传动零件的设计	24
第 5 章 装配图设计第一阶段	27
5.1 绘制装配图前的准备工作	27
5.2 第一阶段的设计内容	28
5.3 有关零部件结构和尺寸的确定	28
5.4 轴、轴承及键连接的校核计算	36

第 6 章 装配图设计第二阶段	38
6.1 轴系部件的设计	38
6.2 减速器箱体的结构设计	42
6.3 减速器附件的设计及选择	48
6.4 检查修改装配草图	53
第 7 章 完成减速器装配工作图	55
7.1 绘制装配工作图的要点	55
7.2 标注尺寸	56
7.3 编写零件序号	57
7.4 编写标题栏和明细表	57
7.5 编制减速器技术特性表	58
7.6 编写技术要求	58
第 8 章 零件工作图的设计	60
8.1 零件工作图的设计要点	60
8.2 轴类零件工作图	61
8.3 齿轮类零件工作图	63
第 9 章 编写设计计算说明书和准备答辩	65
9.1 设计计算说明书的编写内容	65
9.2 说明书的编写要求及格式	66
9.3 准备答辩	67
第 10 章 课程设计参考图例	68
10.1 单级圆柱齿轮减速器装配工作图示例	68
10.2 轴的零件工作图示例	74
10.3 齿轮的零件工作图示例	75
附录	76
附录 A 机械制图	76
附录 B 常用连接标准件	78
附录 C 电动机	86
附录 D 联轴器	87
附录 E 滚动轴承	94
参考文献	106

课程设计概述

1.1 课程设计的目的

机械设计基础课程设计是机械设计基础课程课堂学习之后的一个重要内容，也是培养学生设计能力的一个重要实践环节。其目的如下：

(1) 使学生综合运用所学机械设计基础课程及相关先修课程的知识，进行一次较为全面的机械设计基本技能的训练，使所学知识得到进一步巩固、深化和拓展。

(2) 使学生掌握机械设计的一般方法和步骤，培养和锻炼学生独立进行机械设计的能力，并为后续专业课程设计及毕业设计打下良好基础。

(3) 使学生具有运用标准、手册、图册等设计资料的能力，培养学生分析和解决机械工程实际问题的能力。

(4) 使学生树立正确的设计思想，处理好借鉴和创新、设计与选用、设计计算与结构设计等的关系。

1.2 课程设计的内容

由于机械设计基础课程设计一般集中在两周进行，既要全面锻炼学生的设计能力，又要控制工作量和设计难度，因此通常选择一般用途的机械传动装置作为设计内容。

传动装置是一般机械不可缺少的组成部分，其设计内容既包括课程中学过的主要零件，又涉及机械设计中经常遇到的一般问题，因此能达到进行课程设计的目的。

图 1-1 为以齿轮减速器为主的三种传动方案。

当选择一般用途的机械传动装置作为设计内容时，具体设计环节包括传动装置的总体设计、传动零件的设计、减速器装配草图的设计、装配工作图和零件工作图的绘制、设计计算说明书的编写及答辩等。

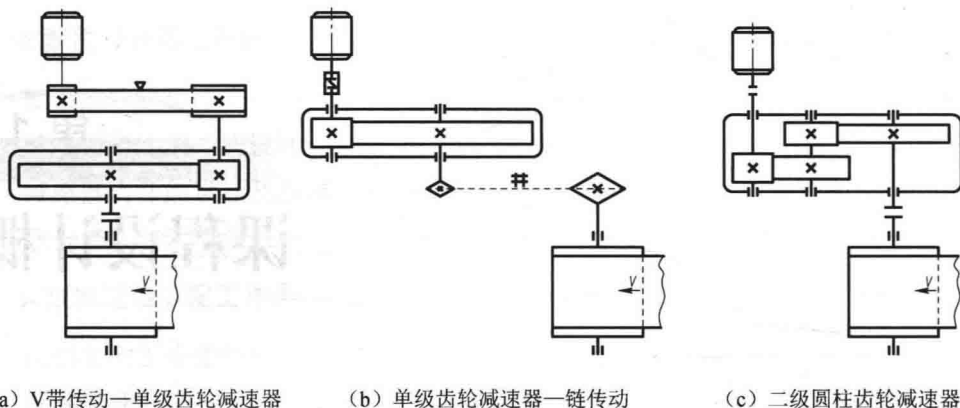


图 1-1 以齿轮减速器为主的三种传动方案

1.3 课程设计的任务和步骤

单级齿轮减速器课程设计要求在规定的时间内（一般为两周）完成以下任务：

- (1) 绘制减速器装配图一张（A0 或 A1 图纸）。
- (2) 绘制零件工作图 1~2 张。
- (3) 编写设计计算说明书一份。
- (4) 答辩。

课程设计的具体步骤如下：

- (1) 设计准备，包括熟悉设计任务书，明确设计内容和要求；通过拆装减速器实物或模型、阅读有关资料等了解减速器的结构组成；准备好设计需要的图书、资料和用具等。
- (2) 传动装置的总体设计，包括确定传动装置的传动方案；计算电动机的功率、转速，选择电动机的型号；计算传动装置的运动和动力参数（确定总传动比，分配各级传动比，计算各轴的转速、功率和转矩等）。
- (3) 传动零件的设计，包括减速器以外的传动零件设计（如带传动、链传动等），减速器内部的传动零件设计（如齿轮传动等）。
- (4) 装配图的设计，包括确定减速器的结构方案和相应尺寸；选择联轴器，选择轴承或设计轴承组合的结构；确定轴上力的作用点及轴承支点距离；校核轴及轮毂连接的强度；校核轴承寿命；进行箱体和附件的结构设计。
- (5) 绘制减速器装配图，包括三视图、必要的标注、零件编号及明细表和标题栏、技术特性及技术要求等。
- (6) 绘制主要零件工作图（由指导教师指定）。
- (7) 整理设计计算说明书。
- (8) 总结设计的收获和经验教训，准备答辩。

为确保设计进度，下面将各阶段所占时间列出供参考（见表 1-1）。指导教师可根据学生

是否按时完成各阶段的设计任务来考察其设计能力，并作为评定成绩的依据之一。

表 1-1 单级圆柱齿轮减速器课程设计时间安排表

设计内容	总体设计及 传动零件设计	装配草图 设计	装配图及 零件图设计	整理说明书	答辩
时间/天	2	2	4	1	1

1.4 课程设计中应注意的问题

课程设计这一实践环节与机械设计的一般过程相似，即从方案设计开始，进行必要的设计计算、结构设计及标准件的选型、验算，最终以图纸表达设计结果、以设计说明书表达设计依据。

若要使设计出来的产品在生产实际中好用、耐用，则设计过程中需要综合考虑强度、刚度、结构、工艺、装配、润滑、密封、维护检修等一系列问题，所以影响设计的因素很多。设计工作是一项严谨的工作，一点也不能马虎，要通过课程设计培养学生认真、细致、严谨的作风。

在课程设计中应注意以下事项：

1) 独立思考、认真设计

课程设计是在教师指导下由学生独立完成的设计训练。在进行课程设计时，教师应倡导学生独立思考、深入钻研，不怕烦琐、认真设计。

装配草图是保证设计质量的关键，因此在草图上应着重注意各零件之间的相对位置关系、零件的定位及装拆等。

2) 随时记录和整理数据、及时检查和修正问题

课程设计开始时就应准备好一本草稿本，把设计过程中考虑的问题、查阅的数据、进行的设计计算等进行及时的记录和整理。这本草稿本既可以供编写设计说明书时使用，也便于随时检查和修改。

与理论学习的要点有所不同，设计决不仅仅是单纯的理论计算，而往往是一个边画图、边计算、边修改的过程。计算和绘图互为依据，交替进行。过度依赖理论计算而不敢修正结构尺寸、不敢画图的做法是不正确的。在设计每个阶段都要及时进行自查或互查，有问题及时修正，以免造成大的差错或返工。

3) 正确处理借鉴与创新的关系，贯彻标准化

设计工作是极为烦琐细致的工作，人们在长期的生产实践中积累了许多可供参考或借鉴的宝贵经验和资料，学习和利用这些经验和资料，可以加快设计的进程、避免重复工作。这些经验和资料是提高设计质量的保证，也是创新的基础。

设计是继承与创新结合的过程，任何一个设计任务的解决方案都不是唯一的。因此设计过程中提倡学生从实际出发，主动地、创造性地进行设计，反对不求甚解或照抄照搬。

在设计中要贯彻标准化、系列化和通用化。设计中采用的滚动轴承、皮带、链条、联轴

器、紧固件和密封件等尽量采用标准件,从而保证互换性和经济性。对于国家标准或行业标准,一般都要严格遵守。当遇到国家标准或行业标准与设计要求有矛盾时,也可以突破标准,自行设计。

4) 正确处理设计计算和结构设计间的关系,统筹兼顾

在机械设计中由理论计算式得到的一些参数值通常只是确定零件尺寸的基本参考依据,这些数据有时要圆整(如中心距 a)或标准化(如齿轮模数 m),有时要综合考虑系统的结构设计(如各零件间的配合、合理的位置关系等)才能确定出合理的结果。具体有以下几种不同的情况:

(1) 由几何关系导出的公式是严格的等式关系。若改变其中某一参数,则其他参数必须相应改变。例如,斜齿轮传动的中心距 $a=m(z_1+z_2)/(2\cos\beta)$,如欲将 a 圆整,则必须相应地改动螺旋角 β (或调整 m 、 z),以保证其恒等式关系。

(2) 由强度、耐磨性等条件导出的公式是不等式关系。其常常是机械零件必须满足的最小尺寸,但通常不是最终采用的结构尺寸。例如,由强度条件算得轴的某段直径不小于 28mm,但考虑与之相配零件(如滚动轴承、联轴器、齿轮等)的规格、装拆或加工制造等要求,最终采用的尺寸可能为 40mm,这也是合理的。

(3) 由实践经验总结出来的经验公式,常用于确定那些外形复杂,强度分析较复杂时的尺寸。例如,箱体的结构尺寸、大齿轮、大带轮轮辐部分的尺寸等。这些尺寸关系都是近似的,一般应圆整取用。

另外,还有一些尺寸可由设计者自行根据需要而定,如定位轴套、挡油盘等零件强度往往不是主要问题,又无经验公式可循,故可根据加工、使用等条件,参照类似结构用类比的方法来确定。

以上所讲的是设计中的几个主要注意事项,在整个设计过程中还有许多具体的注意问题,将在相应章节进行说明。

传动装置的总体设计

传动装置的总体设计包括传动方案的拟定、电动机的选型、分配各级传动比及计算传动装置的运动和动力参数,为后续设计计算各级传动零件做准备。

2.1 传动方案的分析和拟定

2.1.1 传动装置的组成方案

机器一般都由原动机、传动装置和工作机三部分组成。其中传动装置通常包括机械传动(齿轮传动、带传动、链传动等)和支承(轴、轴承、箱体等)两部分。传动装置的设计对整台机器的性能、尺寸、质量和成本等都有很大影响,因此传动方案的拟定是整台机器设计中最关键的环节。

合理的传动方案应能满足工作机的使用要求,具有结构简单、效率高、成本低廉、维护方便等特点。当然采用不同的传动机构、不同的布局和组合,可得到不同的传动方案。课程设计中,学生应根据各种传动的特点统筹兼顾,拟定出最优传动方案,做总体布置,并绘制出传动方案示意图。

选择传动机构类型的基本原则如下:

(1) 传递大功率时,应充分考虑提高传动装置的效率,以减少能耗、降低运行费用,如选用齿轮传动等效率高的机构。传动小功率时,在满足要求的条件下,可选用结构简单、制造方便的传动形式,以降低制造费用。

(2) 传动比要求严格、尺寸要求紧凑的场合,可选用齿轮传动或蜗杆传动。其中蜗杆传动效率低,适用于中小功率、间歇运转的场合。

(3) 载荷变化及可能过载的场合,应考虑缓冲吸振及过载保护问题,可选用带传动、弹性联轴器或其他过载保护装置。

(4) 在多粉尘、易燃易爆或其他环境恶劣的场合,不宜采用带传动或其他摩擦型传动,宜选用链传动、闭式齿轮传动或蜗杆传动。

当采用多级传动时,要合理布置传动顺序,扬长避短,力求经济合理。以下几条原则可供设计时参考:

(1) 摩擦型带传动(平带、普通V带及窄V带等)宜布置在高速级,这样有利于发挥其

传动平稳，缓冲吸振，过载保护、降低噪声等优势。

(2) 链传动是链轮和链条间的啮合传动，工作可靠，能适应恶劣的工作条件。由于其存在运动不均匀性，冲击振动大，因此宜布置在低速级。

(3) 斜齿圆柱齿轮的传动平稳性比直齿轮更好，承载能力也更高。二者同时采用时，斜齿轮宜布置在高速级。

(4) 圆锥齿轮可实现相交轴（轴交角一般为 90° ）之间运动的传递。由于圆锥齿轮尺寸过大时加工有困难，因此宜布置在高速级，并限制其传动比。

(5) 蜗杆传动平稳，传动比大。当蜗杆传动和齿轮传动同时应用时，蜗杆传动一般布置在高速级，以利于工作齿面间形成流体动压润滑油膜，提高传动效率，延长使用寿命。

常用机械传动及支承等的效率和传动比概略值如表 2-1 所示。

表 2-1 常用机械传动及支承等的效率和传动比概略值

类型	传动类别	效率	单级传动比	
			一般范围	最大值
带传动	普通 V 带传动	0.90~0.95	2~4	7
滚子链传动	开式	0.90~0.93	2~4	8
	闭式	0.95~0.98		
圆柱齿轮传动	7 级精度（油润滑）	0.98	3~5	10
	8 级精度（油润滑）	0.97		
	9 级精度（油润滑）	0.96		
	开式传动（脂润滑）	0.94~0.96	4~6	15
圆锥齿轮传动	7 级精度（油润滑）	0.97	2~3	6
	8 级精度（油润滑）	0.94~0.97		
	开式传动（脂润滑）	0.92~0.95		
蜗杆传动	自锁	0.40~0.45	开式 15~60 闭式 10~40	开式 100 闭式 80
	单头	0.70~0.75		
	双头	0.75~0.82		
	三头和四头	0.82~0.92		
滚动轴承（一对）	球轴承	0.99	—	—
	滚子轴承	0.98		
滑动轴承（一对）	润滑良好	0.97~0.99	—	—
	润滑不良	0.94~0.97		
联轴器	凸缘联轴器	0.98	—	—
	金属滑块联轴器	0.95~0.98		
	齿式联轴器	0.99		
	弹性联轴器	0.99		
运输滚筒	—	0.96	—	—

有些专业因受学时限制，传动方案可在设计任务书中直接给出。此时，为加强学生对传动方案的理解和把握，应要求学生给定方案进行分析，论述此方案的合理性；也可鼓励学生提出改进意见，另行拟定更合理的方案。

例如，图 1-1（a）中带式输送机传动方案为 V 带传动—单级圆柱齿轮减速器，而图 1-1（b）中带式输送机的传动方案为单级圆柱齿轮减速器—链传动。

2.1.2 确定齿轮减速器的形式

减速器是原动机和工作机之间独立的闭式传动装置,用以降低转速和增大转矩,以满足各种工作机械的需要。减速器的种类很多,按其传动类型的不同可分为齿轮减速器、蜗杆减速器和行星减速器。为便于生产和选用,常用减速器已标准化,由专门工厂成批生产。标准减速器的有关技术资料,可查阅机械设计手册、减速器手册等。若标准减速器不能达到相关设计要求,也可根据具体情况向厂家订制或自行设计制造非标准减速器。在生产实际中,标准减速器不能完全满足机器各种各样的功能要求,常常还要自行设计非标准减速器。

齿轮减速器传动效率及可靠性高,工作寿命长,维护简便,因而应用很广。齿轮减速器按其减速齿轮的级数可分为单级、两级、三级和更多级,按其轴在空间的布置又可分为立式和卧式。

图 2-1 为单级圆柱齿轮减速器的形式,传动比一般小于 5,可采用直齿、斜齿或人字齿齿轮。工艺简单,精度易于保证,一般工厂均能制造。轴线可做水平布置或铅垂布置(立式)。

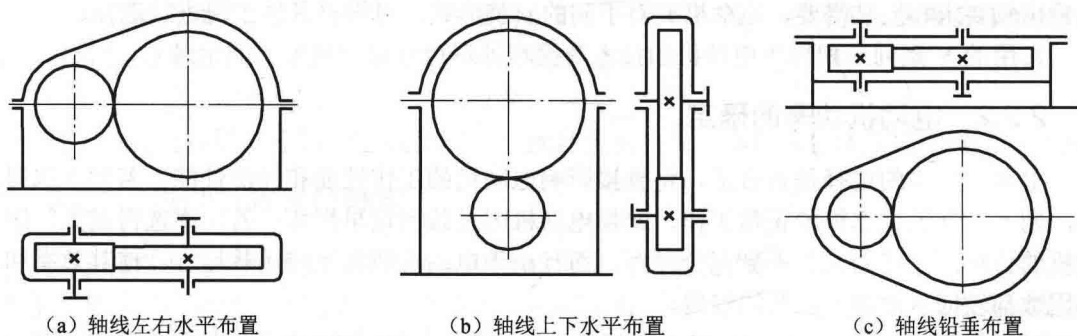


图 2-1 单级圆柱减速器的形式

在使用上没有特殊要求时,轴线尽量采用图 2-1 (a) 所示的水平布置(卧式)。此时,减速器箱体常采用沿齿轮轴线水平剖分的结构,有利于加工和装配。

本书后续章节关于减速器的详细设计内容也是以图 2-1 (a) 所示的简图结构为例进行介绍的,但大部分方法和内容对其他形式仍具有借鉴意义。

2.2 电动机的选择

电动机已经标准化、系列化。在设计中应根据工作机的特性和工作环境、工作载荷的大小和性质等,选择电动机的类型、功率和转速,并在产品目录中查出电动机的型号和尺寸。

2.2.1 电动机类型的选择

电动机有交流电动机和直流电动机之分。由于直流电动机需要直流电源,结构较复杂,价格较高,维护也不够方便,因此无特殊要求时不宜采用。一般生产单位都采用三相交流电源,故采用交流电动机可直接连接到三相交流电路中,使用方便。

交流电动机分为异步电动机和同步电动机两类。工业上应用最为广泛的是三相交流异步电动机，其具有结构简单，使用和维护方便的特点。常用的三相交流异步电动机类型有如下几种：

1) Y 系列三相交流异步电动机

Y 系列三相交流异步电动机是一般用途的全封闭自扇冷式笼型三相异步电动机，是按照国际电工委员会（IEC）标准设计的，具有效率高、性能好、噪声低、振动小和国际互换性的特点，适用于无易燃易爆或腐蚀性气体的一般场所和无特殊要求的长期连续工作的机械，如风机、泵、运输机械、金属切削机床等。

2) YZ 系列和 YZR 系列冶金及起重用三相交流异步电动机

YZ 系列和 YZR 系列冶金及起重用三相交流异步电动机分别是笼型电动机和绕线转子电动机，是用于驱动起重、提升设备的专用系列产品。它们具有较小的转动惯量和较大的过载能力，特别适用于频繁启动和制动、正反转，以及有显著振动和冲击的设备。

根据不同的防护要求，电动机的结构有防滴式、封闭自扇冷式和防爆式等，为适应不同的输出轴要求和安装需要，电动机又有不同的安装形式，可根据具体工况进行选择。

常用的 Y 系列三相异步电动机的技术数据和外形尺寸可参见本书的附录 C。

2.2.2 电动机功率的确定

电动机功率的选择是否合适，将直接影响电动机的工作性能和经济性能。若功率选得过小，则不能保证工作机的正常工作，或使电动机因过载而过早损坏；若功率选得过大，则电动机的价格高，能力又得不到充分发挥，而且由于电动机经常不能满载运行，使其效率和功率因数都较低从而造成能源的浪费。

对于载荷比较稳定、长期运转的机械（如运输机），通常按照电动机的额定功率选择，而不必校核电动机的发热和起动转矩，选择电动机功率时应保证：

$$P_0 \geq P_r \quad (2-1)$$

式中， P_0 ——电动机额定功率，kW；

P_r ——工作机所需的电动机功率，kW。

工作机所需的电动机功率按式（2-2）计算：

$$P_r = \frac{P_w}{\eta} \quad (2-2)$$

式中， P_w ——工作机所需的有效功率，由工作机的工艺阻力及运行参数确定，kW；

η ——从电动机到工作机的总传动效率。

工作机所需的有效功率 P_w 可由机器工作阻力（或阻力矩）和运动参数（线速度或转速）计算求得，即

$$P_w = \frac{Fv}{1000} \quad (2-3a)$$

$$P_w = \frac{T\omega}{1000} \quad (2-3b)$$

$$P_w = \frac{T n_w}{9550} \quad (2-3c)$$

式中, F ——工作机的工作阻力, N;

v ——工作机的线速度, m/s;

T ——工作机的阻力矩, N·m;

ω ——工作机的角速度, rad/s;

n_w ——工作机的转速, r/min。

传动装置的总传动效率 η 由传动装置的组成决定。对于多级串联的传动装置, 其传动总效率为

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_w \quad (2-4)$$

式中, $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \cdots, \eta_w$ ——传动装置中各运动副和传动副(如带传动、轴承、齿轮、联轴器及运输滚筒等)的效率, 其数值可在表 2-1 中选取。

计算总效率时, 应注意以下几点:

(1) 机械传动效率的概略值为一范围时, 若情况不明一般取中间值。如果工作条件差, 加工精度低, 维护不良, 则应取低值, 反之取高值。

(2) 轴承的效率值均指一对轴承的效率。

(3) 动力每经过一个运动副或传动副, 就会发生一次功率损耗, 计算效率时不要遗漏。

2.2.3 电动机转速的确定

除了选择电动机的类型和功率外, 还要确定适当的电动机转速, 才能最终确定电动机的型号。因为同一类型、相同额定功率的电动机可能有几种不同的同步转速。同步转速是由电流频率与电动机定子绕组的极对数决定的磁场转速, 是电动机空载时才可能达到的转速。

三相异步电动机的同步转速一般有 3 000r/min (2 极)、1 500r/min (4 极)、1 000r/min (6 极) 及 750r/min (8 极) 四种。通常, 电动机同步转速越高, 磁极对数越少, 其外廓尺寸越小, 质量越小, 价格越低。但是电动机转速过高势必使总传动比加大, 致使传动装置结构复杂, 外廓尺寸加大, 制造成本提高。当选用较低速的电动机时, 有与之相反的结果。因此, 确定电动机转速时, 要对电动机和传动装置进行综合分析来选择最佳方案。

本课程设计中, 一般建议取同步转速为 1 000r/min 或 1 500r/min 的电动机。如无特殊需要, 一般不选用同步转速为 3 000r/min 和 750r/min 的电动机。

由选定的电动机类型、结构形式、所需功率和同步转速, 可查产品样本或电机手册(也可参考附录 C 中的表格)确定电动机的型号。

2.3 传动比的计算及分配

2.3.1 总传动比的计算

根据电动机的满载转速 n_m 和工作机的转速 n_w , 可算得传动装置应有的总传动比为

$$i = n_m / n_w \quad (2-5)$$

传动装置总传动比 i 是各级传动比 $i_1, i_2, \dots, i_w$ 的连乘积, 即

$$i = i_1 i_2 \cdots i_w \quad (2-6)$$

当设计多级传动的传动装置时, 如何将总传动比 i 合理地分配给各级传动, 即各级传动比如何取值, 是一个重要的问题。

2.3.2 各级传动比的合理分配

各级传动比的分配是否合理将直接影响传动装置的外形尺寸、质量、成本、使用及维护等。分配传动比的一般原则为:

(1) 各级传动比均应在荐用值的范围内, 以符合各种传动形式的特点, 使结构紧凑、工艺合理。各种传动比的荐用值可参考表 2-1。

(2) 传动装置中各级传动间应尺寸协调、结构匀称, 避免互相干涉、碰撞。

由普通 V 带和单级圆柱齿轮减速器组成的双级传动中, 一般应使 $i_{\text{带}} < i_{\text{齿}}$, 这样既可以更好地发挥齿轮传动的优势, 也可以使传动装置的结构更为紧凑。结构尺寸不协调及干涉现象如图 2-2 所示。

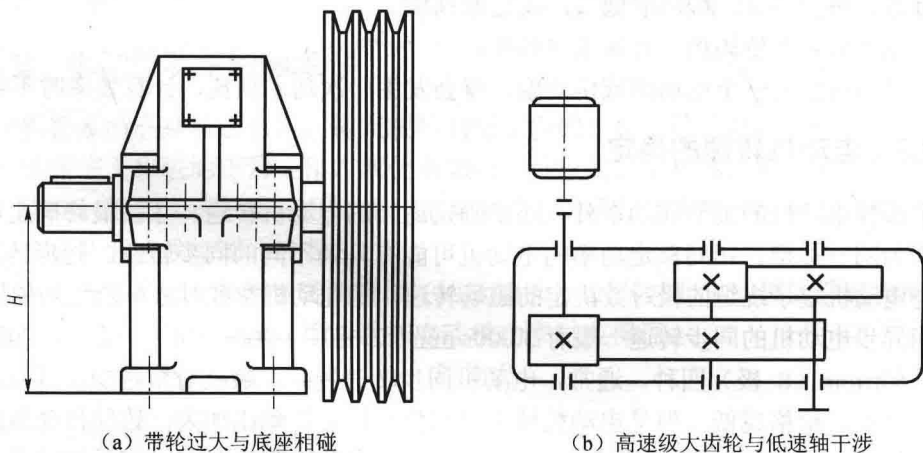


图 2-2 结构尺寸不协调及干涉现象

若带传动的传动比分配过大, 大带轮的外缘半径大于减速器的中心高 H 时, 如图 2-2 (a) 所示会造成尺寸不协调或安装不便, 此时要解决大带轮与底座相碰的问题, 如将地基挖坑或将电动机单独垫高。同样, 在由单级齿轮减速器和滚子链传动组成的胶带运输机传动装置中, 若链传动的传动比分配过大, 也会使链轮的齿顶圆直径远大于运输机传动滚筒的直径 D , 造成尺寸不协调或安装困难, 参考图 1-1 (b)。

如图 2-2 (b) 所示, 在多级圆柱齿轮减速器中, 由于高速级传动比选得过大, 导致高速级大齿轮的齿顶圆与低速轴相干涉。

应该说明, 分配的传动比只是初步选定的数值, 实际传动比是由传动零件的参数和尺寸 (如带轮基准直径、链轮数、齿轮齿数等) 确定之后才能准确计算的。因此工作机的实际转速要在传动件设计计算完成后进行校验, 若不满足要求应重新调整传动件参数, 甚至重新分配传动比。通常, 除特殊规定外, 一般允许转速或传动比的误差为 $\pm (3\% \sim 5\%)$ 。