



普通高等教育机械类国家级特色专业规划教材
国家级精品课程主干教材



机械设计基础课程设计

朱文坚 黄平 主编



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育机械类国家级特色专业规划教材
国家级精品课程主干教材

机械设计基础课程设计

朱文坚 黄平 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是根据“机械设计基础课程教学基本要求”和“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系教学改革计划”有关文件精神,为适应当前教学改革发展趋势而编写的。

全书共两篇 19 章:第 1 篇机械设计基础课程设计指导书(第 1~8 章);第 2 篇机械设计常用标准和规范(第 9~19 章)。主要内容包括机械系统传动方案设计,结构方案设计,减速器装配图和零件图的设计计算,编写设计计算说明书,减速器装配图中常见错误示例分析,设计实例,设计题目,设计资料和参考图例。

本书适于高等学校机类、近机类和非机类专业学生课程设计使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/朱文坚,黄平主编. —北京:科学出版社,2009
(普通高等教育机械类国家级特色专业规划教材·国家级精品课程主干教材)

ISBN 978-7-03-023819-1.

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 208525 号

责任编辑:毛 莹 / 责任校对:张小霞
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京智力达印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 5 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2009 年 5 月第一次印刷 印张:12 3/4

印数:1—3 500 字数:243 000

定价:22.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新伟〉)

前 言

机械设计基础课程是工科机类、近机类和非机类专业的一门主要技术基础课。课程设计是该课程的一个主要教学环节。课程设计的内容一般是设计简单机械或机械传动装置。课程设计主要要求学生掌握方案选择、总体设计、零件的工作能力计算、材料选择、结构设计等设计计算内容。本书的主要特点是:

(1) 启发引导,注意发挥学生的主动性,给学生留出一定的思考空间。

(2) 为方便使用不同版本主教材的学生,凡在主教材中已介绍的内容及公式等,本书均不重复介绍,既利于减轻学生负担又利于培养学生的自学能力和综合设计能力。

(3) 精选内容,以较少的篇幅介绍课程设计需用的标准、数据、资料和参考图例,并注意引入新标准、新资料和新设计题目。

参加本书编写工作的有朱文坚(第 1、2、17 章),黄平(第 3、4 章),林怡青(第 5、6 章),刘小康(第 7、8 章及附录),史天录(第 9、10 章),王海林(第 11、12 章),徐晓(第 13、14 章),梁莉(第 15、16 章),谢宋良(第 18、19 章)。全书由朱文坚和黄平担任主编。欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者

2009 年 2 月

目 录

前言

第 1 篇 机械设计基础课程设计指导书

| | |
|--|----|
| 第 1 章 课程设计概论 | 1 |
| 1.1 机械设计基础课程设计的目的 | 1 |
| 1.2 机械设计基础课程设计的内容 | 1 |
| 1.3 机械设计基础课程设计的步骤 | 2 |
| 1.4 机械设计基础课程设计中应注意的问题 | 2 |
| 第 2 章 机械系统传动装置设计 | 4 |
| 2.1 传动方案的确定 | 4 |
| 2.2 电动机的选择 | 6 |
| 2.3 计算总传动比和分配各级传动比 | 8 |
| 2.4 传动装置的运动和动力参数计算 | 9 |
| 第 3 章 传动零件的设计计算和轴系零件的初步选择 | 11 |
| 3.1 传动零件的设计计算 | 11 |
| 3.2 轴系零件的初步选择 | 12 |
| 第 4 章 结构设计 | 14 |
| 4.1 传动零件的结构设计 | 14 |
| 4.2 减速器的结构设计 | 14 |
| 第 5 章 设计和绘制减速器装配图 | 30 |
| 5.1 概述 | 30 |
| 5.2 装配工作图设计的准备 | 30 |
| 5.3 绘制装配工作图的草图 | 30 |
| 5.4 设计和绘制减速器轴承零部件 | 33 |
| 5.5 设计和绘制减速器箱体及附件的结构 | 34 |
| 5.6 标注主要尺寸与配合 | 38 |
| 5.7 蜗杆减速器装配图设计特点和步骤 | 41 |
| 第 6 章 设计和绘制减速器零件工作图 | 45 |
| 6.1 零件工作图的尺寸及标注 | 45 |
| 6.2 零件工作图的技术要求 | 50 |
| 6.3 传动件的啮合特性表 | 50 |
| 6.4 零件工作图的技术要求及标题栏 | 51 |
| 第 7 章 编写计算说明书和准备答辩 | 52 |
| 7.1 编写设计计算说明书 | 52 |

| | | |
|------------|------------------------------|-----------|
| 7.2 | 机械设计基础课程设计答辩 | 54 |
| 第8章 | 减速器装配图中常见错误示例分析 | 55 |
| 8.1 | 轴系结构设计中的错误示例分析 | 55 |
| 8.2 | 箱体设计中的错误示例分析 | 56 |
| 8.3 | 减速器附件设计中的错误示例分析 | 58 |

第2篇 机械设计常用标准和规范

| | | |
|--------------|----------------------------------|------------|
| 第9章 | 常用设计标准和数据 | 60 |
| 第10章 | 常用材料 | 63 |
| 第11章 | 极限与配合、形状与位置公差和表面粗糙度 | 73 |
| 11.1 | 极限与配合 | 73 |
| 11.2 | 形状与位置公差 | 80 |
| 11.3 | 表面粗糙度 | 83 |
| 第12章 | 螺纹连接和螺纹零件结构 | 88 |
| 12.1 | 螺纹与螺纹连接 | 88 |
| 12.2 | 螺纹连接的标准件 | 90 |
| 12.3 | 螺纹零件的结构要素 | 101 |
| 第13章 | 键和销连接 | 103 |
| 13.1 | 键连接 | 103 |
| 13.2 | 销连接 | 104 |
| 第14章 | 轴系零件的紧固件 | 106 |
| 14.1 | 挡圈 | 106 |
| 14.2 | 圆螺母和圆螺母用止动垫圈 | 109 |
| 第15章 | 齿轮及蜗杆、蜗轮的精度 | 112 |
| 15.1 | 渐开线圆柱齿轮精度 | 112 |
| 15.2 | 圆锥齿轮精度 | 124 |
| 15.3 | 圆柱蜗杆和蜗轮精度 | 130 |
| 第16章 | 滚动轴承 | 138 |
| 第17章 | 润滑与密封 | 153 |
| 17.1 | 润滑剂 | 153 |
| 17.2 | 润滑装置 | 155 |
| 17.3 | 密封件 | 157 |
| 第18章 | 联轴器 | 162 |
| 第19章 | Y系列三相异步电动机 | 173 |
| 附录 I | 参考图例 | 175 |
| 附录 II | 设计题目 | 194 |
| 参考文献 | | 198 |

第 1 篇 机械设计基础课程设计指导书

第 1 章 课程设计概论

1.1 机械设计基础课程设计的目的

课程设计是机械设计基础课程中的一个重要教学环节,也是对学生进行一次较全面的机械设计训练。其目的是:

(1) 通过课程设计,综合运用机械设计基础课程和其他先修课程的理论和实践知识,解决工程实际中的具体设计问题。通过设计实践,掌握机械设计的一般规律,培养分析和解决实际问题的能力。

(2) 通过传动方案的拟订、设计计算、结构设计、查阅有关标准和规范以及编写设计计算说明书等各个环节,使学生掌握一般机械传动装置的设计内容、步骤和方法,并在设计构思和设计技能等方面得到相应的锻炼。

1.2 机械设计基础课程设计的内容

机械设计基础课程设计是学生首次进行的较全面的机械设计训练,其性质、内容和培养学生设计能力的过程与专业课的课程设计应有所不同。机械设计基础课程设计的题目,一般选择内容和分量都比较适当的机械传动装置或简单机械。课程设计应包括以下工作内容:

- (1) 确定机械系统总体传动方案。
- (2) 选择电动机。
- (3) 传动装置运动和动力参数的计算。
- (4) 传动件(如齿轮、带及带轮、链及链轮等)的设计。
- (5) 轴的设计。
- (6) 轴承组合部件设计。
- (7) 键的选择和校核。
- (8) 联轴器的选择。
- (9) 机架或箱体等零件的设计。

- (10) 润滑设计。
 - (11) 装配图与零件图设计与绘制。
- 学生在规定的时间内应完成以下内容：
- (1) 装配工作图 1 张(A0 或 A1 图纸)。
 - (2) 零件工作图 2~3 张。
 - (3) 设计计算说明书 1 份。

1.3 机械设计基础课程设计的步骤

课程设计一般按下面的步骤进行：

(1) 设计准备。阅读设计任务书,明确设计要求和条件;通过观察模型、实物,观看录像,做减速器拆装实验等了解设计对象;查阅相关资料;拟定工作计划等。

(2) 传动装置的总体设计。比较和选择传动装置方案;选定电动机的类型和型号;确定总传动比和各级传动比;计算各轴的转矩和转速。

(3) 传动件的设计计算。设计计算各级传动件的参数和主要尺寸,包括减速器外传动零件(带、链等)和减速器内传动零件(齿轮、蜗杆蜗轮等),以及选择联轴器的类型和型号等。

(4) 设计装配图。绘制装配草图;轴的强度计算和结构设计;轴承的选择和计算;箱体及其附件的设计;绘制装配图(包括标注尺寸、配合、技术要求、零件明细表和标题栏等)。

(5) 设计零件工作图。

(6) 编写设计说明书。

(7) 总结和答辩。

1.4 机械设计基础课程设计中应注意的问题

在机械设计基础课程设计中应注意以下几个问题：

(1) 课程设计应在教师的指导下独立完成,为了培养学生的综合设计能力,提倡刻苦、认真、独立思考、精益求精的学习精神,反对照抄照搬和马虎应付的态度。

(2) 设计过程中,需要综合考虑多种因素,采取各种方案进行分析、比较和选择,从而确定最优方案、尺寸和结构。计算和画图需要交叉进行,边画图、边计算,通过反复修改来完善设计,必须耐心、认真完成设计过程。

(3) 参考和利用已有资料是学习前人经验、提高设计质量的重要保证,但不应

该盲目地抄袭,要按照设计任务和具体条件来进行设计。

(4) 设计过程中应学习正确运用标准和规范,要注意区分哪些尺寸需要圆整为标准数列或优先数列,哪些尺寸不能圆整为整数。

(5) 注意掌握设计进度,认真检查每一阶段的设计结果,保证设计的正常进行。

第 2 章 机械系统传动装置设计

由于原动机的输出转速、转矩、运动形式往往和工作机的要求不同,因此需要在它们之间采用传动系统装置。由于传动装置的选用、布局及其设计质量对整个设备的工作性能、重量和成本等影响很大,因此合理拟定传动方案具有重要的意义。机械系统传动装置设计的内容包括:确定传动方案、选定电动机型号、计算总传动比和合理分配各级传动比、计算传动装置的运动和动力参数。

2.1 传动方案的确定

为了满足同一工作机的性能要求,可采用不同的传动机构、不同的组合和布局,在总传动比保持不变的情况下,还可按不同的方法分配各级传动的传动比,从而得到多种传动方案以供分析、比较。合理的传动方案首先要满足机器的功能要求,如传递功率的大小、转速和运动形式。此外还要适应工作条件(工作环境、场地、工作制度等),满足工作可靠、结构简单、尺寸紧凑、传动效率高、使用维护便利、工艺性好、成本低等要求。要同时满足这些要求是比较困难的,但必须满足最主要和最基本的要求。

图 2-1 是电动绞车的三种传动方案,其中方案(a)采用二级圆柱齿轮减速器,适合于繁重及恶劣条件下长期工作,使用维护方便,但结构尺寸较大;方案(b)采用蜗轮蜗杆减速器,结构紧凑,但传动效率较低,对于长期连续使用时就不经济;方案(c)用一级圆柱齿轮减速器和开式齿轮传动,成本较低,但使用寿命较短。从上述分析可见,虽然这三种方案都能满足电动绞车的功能要求,但结构、性能和经济性都不同,要根据具体工作要求来选择较好的方案。

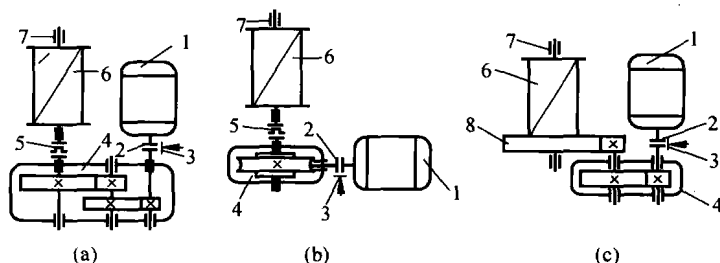


图 2-1 电动绞车传动方案简图

1-电动机;2、5-联轴器;3-制动器;4-减速器;6-卷筒;7-轴承;8-开式齿轮

为了便于设计时选择传动装置,表 2-1 列出了常用减速器的类型及特性。表 2-2 列出了各种机械传动的传动比。

表 2-1 常用减速器的类型及特性

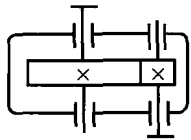
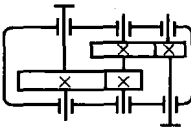
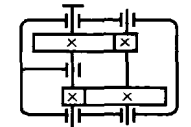
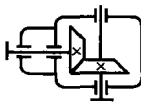
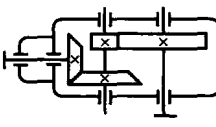
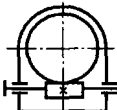
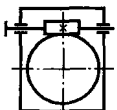
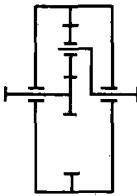
| 名称 | 简图 | 特性 |
|----------------|--|--|
| 一级圆柱齿轮减速器 |  | 轮齿可用直齿、斜齿或人字齿。直齿用于低速($v \leq 8\text{m/s}$)或载荷较轻的传动,斜齿或人字齿用于较高速($v = 25 \sim 50\text{m/s}$)或载荷较重的传动。箱体常用铸铁制造,轴承常用滚动轴承。传动比范围: $i = 3 \sim 6$,直齿 $i \leq 4$,斜齿 $i \leq 6$ |
| 二级展开式圆柱齿轮减速器 |  | 高速级常用斜齿,低速级可用直齿或斜齿。由于相对于轴承不对称,要求轴具有较大的刚度。高速级齿轮在远离转矩输入端,以减少因弯曲变形所引起的载荷沿齿宽分布不均的现象。常用于载荷较平稳的场合,应用广泛。传动比范围: $i = 8 \sim 40$ |
| 二级同轴式圆柱齿轮减速器 |  | 箱体长度较短,轴向尺寸及重量较大,中间轴较长、刚度差及其轴承润滑困难。当两大齿轮浸油深度大致相同时,高速级齿轮的承载能力难以充分利用。仅有一个输入轴和输出轴,传动布置受到限制。传动比范围: $i = 8 \sim 40$ |
| 一级圆锥齿轮减速器 |  | 用于输入轴和输出轴的轴线垂直相交的传动。有卧式和立式两种。轮齿加工较复杂,可用直齿、斜齿或曲齿。传动比范围: $i = 2 \sim 5$,直齿 $i \leq 3$,斜齿 $i \leq 5$ |
| 二级圆锥-圆柱齿轮减速器 |  | 用于输入轴和输出轴的轴线垂直相交且传动比较大的传动。圆锥齿轮布置在高速级,以减少圆锥齿轮的尺寸,便于加工。传动比范围: $i = 8 \sim 25$ |
| 一级蜗杆减速器 |  (a) 蜗杆下置式  (b) 蜗杆上置式 | 传动比大,结构紧凑,但传动效率低,用于中小功率、输入轴和输出轴垂直交错的传动。蜗杆下置式的润滑条件较好,应优先选用。当蜗杆圆周速度 $v > 4 \sim 5\text{m/s}$ 时,应采用上置式,此时蜗杆轴承润滑条件较差。传动比范围: $i = 10 \sim 40$ |
| NGW 型一级行星齿轮减速器 |  | 比普通圆柱齿轮减速器的尺寸小,重量轻,但制造精度要求高,结构复杂。用于要求结构紧凑的动力传动。传动比范围: $i = 3 \sim 12$ |

表 2-2 各种机械传动的传动比

| 传动类型 | | 传动比的推荐值 | 传动比的最大值 |
|--------------|----------|----------------|------------------|
| 一级圆柱 齿轮传动 | 闭式 | $\leq 3\sim 4$ | ≤ 10 |
| | 直齿 斜齿 | $\leq 3\sim 6$ | ≤ 10 |
| 开式 | | $\leq 3\sim 7$ | $\leq 15\sim 20$ |
| 一级圆锥 齿轮传动 | 闭式 | $\leq 2\sim 3$ | ≤ 6 |
| | 直齿 斜齿 | $\leq 3\sim 4$ | ≤ 6 |
| 开式 | | ≤ 5 | ≤ 8 |
| 蜗杆传动 | 闭式 | 7~40 | ≤ 80 |
| | 开式 | 15~60 | ≤ 120 |
| 带传动 | 开口平带 | $\leq 2\sim 4$ | ≤ 6 |
| | V带 | $\leq 2\sim 4$ | ≤ 7 |
| 链传动 | 滚子链 | $\leq 2\sim 5$ | ≤ 8 |

2.2 电动机的选择

电动机的选择应在传动方案确定之后进行,其目的是在合理地选择其类型、功率和转速的基础上,具体确定电动机的型号。

2.2.1 选择电动机类型和结构形式

电动机类型和结构形式要根据电源(交流或直流)、工作条件和载荷特点(性质、大小、起动性能和过载情况)来选择。工业上广泛使用三相异步电动机。对载荷平稳、不调速、长期工作的机器,可采用鼠笼式异步电动机。Y系列电动机为我国推广采用的新设计产品,它具有节能、起动性能好等优点,适用于不含易燃、易爆和腐蚀性气体的场合及无特殊要求的机械中。对于经常起动、制动和反转的场合,可选用转动惯量小、过载能力强的YZ型、YR型和YZR型等系列的三相异步电动机。

电动机的结构有开启式、防护式、封闭式和防爆式等,可根据工作条件选用。同一类型的电动机又具有几种安装形式,应根据具体安装条件确定。

2.2.2 确定电动机的功率

电动机的功率选择是否恰当,对整部机器的正常工作和成本都有影响。所选电动机的额定功率应等于或稍大于工作要求的功率。若功率小于工作要求的功率,则不能保证工作机正常工作,或使电动机长期过载、发热大而过早损坏;但功率过大,则增加成本,并且由于效率和功率因数低而造成浪费。电动机的功率受运行时发热条件限定,由于课程设计中的电动机大多是在常温和载荷不变(或变化不

大)的情况下长期连续运转,因而在选择其功率时,只要使其所需的实际功率(简称电动机所需功率) p_d 不超过额定功率 p_{ed} ,即可避免过热,即使 $p_{ed} \geq p_d$ 。

1. 工作机主轴所需功率

若已知工作机主轴上的传动滚筒、链轮或其他零件上的圆周力(有效拉力) $F(\text{N})$ 和圆周速度(线速度) $v(\text{m/s})$,则在稳定运转时工作机主轴上所需功率 p_w 按下式计算:

$$p_w = \frac{Fv}{1000} \quad (\text{kW}) \quad (2-1)$$

若已知工作机主轴上的传动滚筒、链轮或其他零件的直径 $D(\text{mm})$ 和转速 $n(\text{r/min})$,则圆周速度 v 按下式计算:

$$v = \frac{\pi Dn}{60 \times 1000} \quad (\text{m/s}) \quad (2-2)$$

若已知工作机主轴上的转矩 $T(\text{N} \cdot \text{m})$ 和转速 $n(\text{r/min})$,则工作机主轴所需功率 p_w 按下式计算:

$$p_w = \frac{T \cdot n}{9550} \quad (\text{kW}) \quad (2-3)$$

2. 电动机所需功率

电动机所需功率 p_d 按下式计算:

$$p_d = \frac{p_w}{\eta} \quad (\text{kW}) \quad (2-4)$$

式中, p_w 为工作机主轴所需功率,kW; η 为由电动机至工作机主轴之间的总效率。

总效率 η 按下式计算:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \cdots \cdot \eta_n \cdot \eta_w \quad (2-5)$$

式中, $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4, \cdots, \eta_n$ 分别为传动装置中每一传动副(齿轮、蜗杆、带或链)、每对轴承、每个联轴器的效率,其概略值见表2-3。 η_w 为工作机的效率。

计算总效率时,要注意以下几点:

(1) 选用表2-3数值时,一般取中间值。如工作条件差、润滑不良时,应取低值;反之取高值。

(2) 动力每经过一对运动副或传动副,就有一次功耗,故在计算总效率时,都要计入。

(3) 表2-3中齿轮、蜗杆、带与链的传动效率未计入轴承效率,故轴承效率须另计。表中轴承效率均指一对轴承的效率。

表 2-3 机械传动和摩擦副的效率概略值

| 种 类 | | | | 效率 η | 种 类 | | 效率 η |
|------|----|---------------|---|-----------|--------------|---------|------------|
| 圆柱齿轮 | 闭式 | 精度等级 | 7 | 0.98 | V带传动 | | 0.94~0.96 |
| | | | 8 | 0.97 | 链传动 (滚子链) | 闭式 | 0.96 |
| | | | 9 | 0.96 | | 开式 | 0.92 |
| | 开式 | | | 0.95 | 滚动轴承 | 球轴承 | 0.99(一对) |
| | | | | | | 滚子轴承 | 0.98(一对) |
| 圆锥齿轮 | 闭式 | 精度等级 | 7 | 0.97 | 滑动轴系 | 润滑不良 | 0.94 |
| | | | 8 | 0.96 | | 润滑正常 | 0.97 |
| | | | 9 | 0.95 | | 液体摩擦 | 0.99 |
| | 开式 | | | 0.93 | | | |
| 蜗杆传动 | 闭式 | 蜗杆头数 z_1 | 1 | 0.7~0.75 | 联轴器 | 十字滑块联轴器 | 0.97~0.99 |
| | | | 2 | 0.75~0.82 | | 万向联轴器 | 0.95~0.98 |
| | | | 4 | 0.87~0.92 | | 齿轮联轴器 | 0.99 |
| | | 自锁蜗杆 | | 0.40~0.45 | | 弹性联轴器 | 0.99~0.995 |
| | 开式 | $z_1=1,2$ | | 0.60~0.70 | | 刚性联轴器 | 1 |

2.2.3 确定电动机的转速

同一功率的异步电动机有 3000r/min、1500r/min、1000r/min、750r/min 等几种同步转速。一般来说,电动机的同步转速愈高,磁极对数愈少,外廓尺寸愈小,价格愈低;反之,转速愈低,外廓尺寸愈大,价格愈高。因此,在选择电动机转速时,应综合考虑与传动装置有关的各种因素,通过分析比较,选出合适的转速。一般选用同步转速为 1000r/min 和 1500r/min 的电动机为宜。

根据选定的电动机类型、功率和转速由表 19-1 和表 19-2 查出电动机的具体型号和外形尺寸。后面传动装置的计算和设计就按照已选定的电动机型号的额定功率 p_{ed} 、满载转速 n_m 、电动机的中心高度、外伸轴径和外伸轴长度等条件进行工作。

2.3 计算总传动比和分配各级传动比

根据电动机的满载转速 n_m 和工作机主轴的转速 n_w ,传动装置的总传动比按下式计算:

$$i = n_m / n_w \tag{2-6}$$

总传动比 i 为各级传动比的连乘积,即

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_n$$

总传动比的一般分配原则如下:

(1) 限制性原则。各级传动比应控制在表 2-2 给出的常用范围以内。采用最大值时将使传动机构尺寸过大。

(2) 协调性原则。传动比的分配应使整个传动装置的结构匀称、尺寸比例协调而又不相互干涉。如传动比分配不当,就有可能造成 V 带传动中从动轮的半径大于减速器输入轴的中心高、卷筒轴上开式齿轮传动的中心距小于卷筒的半径等情况。

(3) 优化原则。当要求所设计的减速器的重量最轻或外形尺寸最小时,可以通过调整传动比和其他设计参数(变量),用优化方法求解。上述传动比的分配只是初步的数值,由于在传动零件设计计算中,带轮直径和齿轮齿数的圆整会使各级传动比有所改变,因此,在所有传动零件设计计算完成后,实际总传动比与要求的总传动比有一定的误差,一般相对误差控制在 $\pm(3\sim5)\%$ 的范围内。

2.4 传动装置的运动和动力参数计算

为了给传动件的设计计算提供依据,应计算各传动轴的转速、输入功率和转矩等有关参数。

计算时,可将各轴由高速至低速依次编为 0 轴(电动机轴)、I 轴、II 轴……,并按此顺序进行计算。

2.4.1 计算各轴的转速

传动装置中,各轴转速的计算公式为

$$\left. \begin{aligned} n_0 &= n_m && (\text{r/min}) \\ n_{\text{I}} &= n_0 / i_{01} && (\text{r/min}) \\ n_{\text{II}} &= n_{\text{I}} / i_{12} && (\text{r/min}) \\ n_{\text{III}} &= n_{\text{II}} / i_{23} && (\text{r/min}) \end{aligned} \right\} \quad (2-7)$$

式中, i_{01}, i_{12}, i_{23} …分别为相邻两轴间的传动比; n_m 为电动机的满载转速。

2.4.2 计算各轴的输入功率

电动机的计算功率一般可用电动机所需实际功率 p_d 作为计算依据,则其他各轴输入功率为

$$\left. \begin{aligned} p_{\text{I}} &= p_d \eta_{01} && (\text{kW}) \\ p_{\text{II}} &= p_{\text{I}} \eta_{12} && (\text{kW}) \\ p_{\text{III}} &= p_{\text{II}} \eta_{23} && (\text{kW}) \end{aligned} \right\} \quad (2-8)$$

式中, $\eta_{01}, \eta_{12}, \eta_{23}$ …分别为相邻两轴间的传动效率。

2.4.3 计算各轴输入转矩

电动机输出转矩为

$$T_d = 9550 \frac{P_d}{n_m} \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad (2-9)$$

其他各轴输入转矩为

$$T_I = 9550 \frac{P_I}{n_I} \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

$$T_{II} = 9550 \frac{P_{II}}{n_{II}} \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad (2-10)$$

$$T_{III} = 9550 \frac{P_{III}}{n_{III}} \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

.....

运动和动力参数的计算数值可以整理列表备查。

第3章 传动零件的设计计算和轴系零件的初步选择

设计减速器装配图时,必须先求得各级传动件的尺寸、参数,并确定联轴器的类型和尺寸。当减速器外有传动件时,一般应先进行其设计,以便使减速器设计的原始条件比较准确。例如,先设计带传动,可以得到确定的带传动比(由选定标准带轮直径求得),从而得到较准确的减速器传动比,才能确定各轴转速和转矩。

3.1 传动零件的设计计算

传动装置零部件包括传动零件、支撑零部件和连接零件,其中对传动装置的工作性能、结构布置和尺寸大小起主要决定作用的是传动零件,支撑零部件和连接零部件都要根据传动零件的要求来设计。因此,一般应先设计传动零件,确定其尺寸、参数、材料和结构,为设计装配草图和零件工作图做准备。

传动零件包括V带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆蜗轮传动等,传动零件的设计计算方法已在教材中讲述,这里不再重复。设计时还必须注意传动零件与其他部件的协调问题。

3.1.1 减速器外传动零件设计应注意的问题

(1) 设计带传动时,应注意检查带轮尺寸与传动装置外廓尺寸的相互关系,例如,小带轮外圆半径是否大于电动机中心高,大带轮外圆半径是否过大造成带轮与机器底座相干涉等。还要考虑带轮轴孔尺寸与电动机轴或减速器输入轴尺寸是否相适应。

带轮直径确定后,应验算带传动实际传动比和大带轮转速,并以此修正减速器传动比和输入转矩。

(2) 链轮外廓尺寸及轴孔尺寸应与传动装置中其他部件相适应。当选用单排链使传动尺寸过大时,可改用双排链或多排链。

(3) 开式齿轮传动一般布置在低速级,常选用直齿。由于开式齿轮传动润滑条件较差,磨损较严重,一般只按弯曲强度设计。宜选用耐磨性能较好的材料,并注意大小齿轮材料的配对。

开式齿轮传动支承刚度较小,应取较小的齿宽系数。注意检查大齿轮的尺寸与材料及毛坯制造方法是否相适应。例如,齿轮直径大于500mm时,一般应选用铸铁或铸钢,并采用铸造毛坯。还应检查齿轮尺寸与传动装置总体及工作机是否