

机械设计课程设计

主 编 周元康 林昌华 张海兵



A0966741

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书围绕齿轮、蜗轮减速器的设计,介绍了一般传动装置的设计方案的选用、设计方法和设计步骤,汇集了机械设计课程设计指导的主要内容和所需的各种资料及新的有关标准。书末附有课程设计题目、思考题、示例及若干参考图,配合机械设计教材即能完成课程设计任务。

本书内容简明扼要,资料查阅方便,主要供高等工科院校学生进行机械设计课程设计及完成习题作业使用;也可供指导教师、工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/周元康主编. —重庆:重庆大学出版社,2001. 11

机械设计制造及自动化本科系列教材

ISBN 7-5624-2460-8

I. 机... II. 周... III. 机械设计-课程设计-高等学校-教学参考资料
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 064146 号

机械设计课程设计

主 编 周元康 林昌华 张海兵

责任编辑 彭 宁 秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

新 华 书 店 经 销

重庆邮政印务有限公司印刷

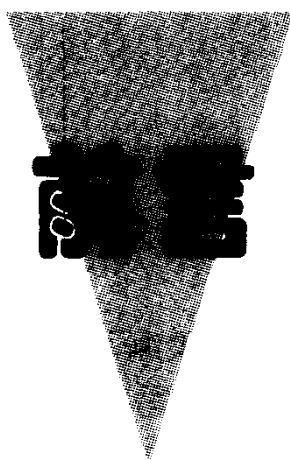
*

开本:787×1092 1/16 印张:15 插页:8 开 8 页 字数:402 千

2001年12月第1版 2001年12月第1次印刷

印数:1—5000

ISBN 7-5624-2460-8/TH·85 定价:24.00 元



本书以机械设计课程设计的过程为主线进行编写,将设计中所需要的资料、图表、文字、标准规范和课程设计指导内容有机地融为一体,规范为一册,内容丰富而简明,是配合教材《机械设计》进行课程设计的主要教学参考书。

本书仍以减速器设计为例,阐述了一般机械传动装置的设计思路、方法和步骤;较系统地汇集了完成课程设计、理论课习题所需的各种资料图表,内容简明扼要并且实用。

本书的第2章介绍了一种对传动方案优化量化选择的基本思想和方法。由于现有资料有限,在优化目标及价值权的确定上可能存在不够准确的问题。这一内容的加入,无非是为了突破传统的经验性的选择,而尝试将优化方法使用于传动方案的选择上,仅供读者参考。

本书第3章编入了传动件设计的计算程序框图,供使用计算机设计计算者编写程序时参考。

编入本书的3个附录,可供设计训练时参考、选用。附录III,设计计算示例中仅列出设计中的关键步骤和难点内容,以帮助初学者顺利完成本设计。在该计算示例中提及的参考资料[2]为各种版本的机械设计教科书;所引用的公式数据,在各教科书中均可查到,因各教科书编写次序不一,而未列出图表号。

为了减少篇幅,机械设计教科书中列出的各种公式、数据、资料本书均未编入。

全书共分10章和3个附录,其中第1,2章和附录由周元康编写;第3章由林昌华编写;第7章由张海兵编写;第4,8章由张景学编写;第5,6章由黄美发编写;第9章由李屹编写;周元康、林昌华、张海兵为主编;全书由周元康负责汇总和整理。

在文本编排和图形处理上,杨宁、余铁浩做了大量的工作,谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者学识水平有限,本书必然会存在不少问题,恳切希望专家和读者批评指正。

编者

2000-10-8



1 总 论	1
1.1 机械设计课程设计的目的	1
1.2 机械设计课程设计的内容	1
1.3 机械设计课程设计的一般步骤	2
2 机械传动装置总体设计	4
2.1 分析、拟定传动方案	4
2.2 电动机的选择	8
2.3 传动装置的总传动比和传动比的分配	14
2.4 传动装置运动、动力参数的计算	17
3 传动零件设计	19
3.1 V带传动设计	19
3.2 滚子链传动设计	22
3.3 齿轮传动设计	26
3.4 蜗杆传动	59

4 轴的结构设计	70
4.1 轴的结构设计应考虑的问题	70
4.2 轴的各段直径和长度的确定	76
4.3 公差配合、形位公差及表面粗糙度	77
5 滚动轴承组合设计	86
5.1 滚动轴承组合设计中应考虑的内容	86
5.2 滚动轴承部件的常见结构示例	93
5.3 常用的滚动轴承	98
6 键和联轴器的选择	111
6.1 键的选择及强度校核	111
6.2 联轴器的选择	116
7 减速器的箱体、润滑、密封及附件	126
7.1 箱体的结构及尺寸	127
7.2 减速器的润滑	137
7.3 减速器的密封	142
7.4 减速器的附件	148
7.5 螺纹、螺纹联接件及紧固件	158
8 减速器装配图设计及设计说明书编写	170
8.1 装配图设计概述	170
8.2 装配图的设计与绘制步骤	173
8.3 编写设计说明书	183
8.4 减速器装配图示例及装配图设计常见错误示例	184
9 零件工作图的设计与绘制	185
9.1 轴工作图的设计与绘制	186
9.2 齿轮工作图的设计与绘制	188
9.3 蜗杆、蜗轮工作图的设计与绘制	190
9.4 箱体工作图的设计与绘制	191

附 录	207
附录 I 课程设计题目	207
附录 II 设计思考题	210
附录 III 设计计算示例	211
 参考文献	 230

1

总 论

1.1 机械设计课程设计的目的

机械设计课程设计是机械设计课程教学中不可少的环节,其目的是:

1. 综合运用课程所学理论和实际知识进行机械设计训练,使所学知识进一步巩固、加深和扩展,为创新设计打下基础;
2. 掌握机械及机械传动装置的一般设计方法、设计步骤,树立正确的设计思想,培养机械设计及解决实际工程问题的能力;
3. 提高学生在方案选择、绘图、计算、运用和熟悉现代设计工具及资料、手册、标准、规范、经验估计等机械设计方面的技能。

1.2 机械设计课程设计的内容

机械设计课程设计包括以下内容:

1. 传动方案的分析与选择;
2. 电动机的选择和运动参数的计算;
3. 传动件设计;
4. 轴的设计;
5. 轴承及其组合部件设计;
6. 键和联轴器的选择及校核;
7. 箱体、润滑及附件设计;
8. 装配图的设计及绘制;

9. 零件图的设计及绘制;

10. 编写设计说明书。

1.3 机械设计课程设计的一般步骤

机械设计课程设计从方案分析和选择开始,方案确定后,进行必要的计算和结构设计,最后以图纸表达设计结果。设计中,有些尺寸不可能完全由计算确定,而采用边绘图、边计算、边修改的方法,通过计算与绘图、计算与结构设计的交替进行来完成。

一般情况下,课程设计可分为以下6个阶段进行。

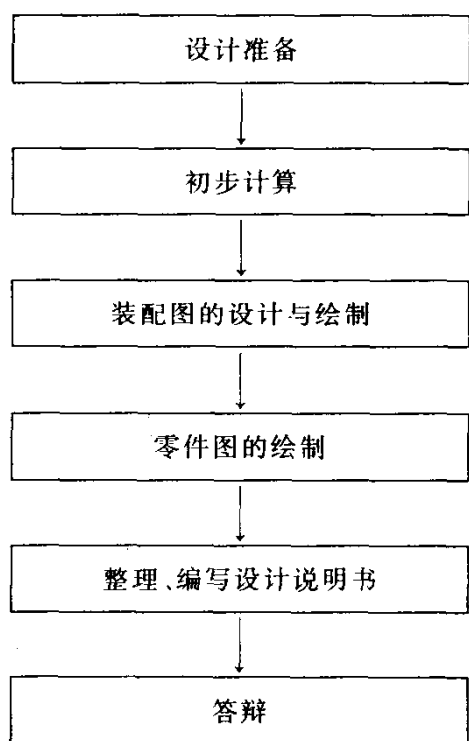


图 1-1 设计过程图

1. 设计准备阶段(占总时数3%)

本阶段应首先对设计任务书进行详细的分析与研究,明确设计要求、条件和内容,阅读有关资料,参观实物、模型进行分析比较;准备好与设计有关的图书、资料以及绘图工具等,并且拟定总设计计划和进度。

2. 初步设计计算阶段(占总时数10%)

本阶段包括以下工作内容:

(1)传动装置的总体设计:拟定传动装置的总体方案,绘传动装置运动简图;正确选择、确定电动机的类型、功率、转速以及计算传动装置的总传动比,并合理分配各级传动比。最后计算出传动装置各轴的转速、功率和转矩,并列表作为以后的计算依据。

(2)传动装置各级传动件的主要参数、尺寸等的计算。

(3)初步估算各轴及其轴段的部分径向尺寸。

(4)初选滚动轴承的类型及型号。

3. 装配图的设计与绘制(占总时数60%)

选择适当的比例尺,根据前面计算好的数据,在图纸上进行各零件的布置及轴的结构设计;从图面上检查各尺寸是否合理、各运动件间是否相碰、干涉或距离过小等等;若无上述问题,再进行轴、轴承、键、联轴器的校核并加深图面线条。用计算机绘图,可边核对边修改确定图面。

4. 零件工作图的绘制(占总时数15%)

严格按照制图标准规范进行绘制,注意各尺寸标注、技术要求的完整表达。

5. 整理、编写设计说明书(占总时数10%)

将设计计算过程进行整理,编写成技术文件,其中包括设计任务书、设计计算说明、数据与结果、参考文献等。

6. 答辩(占总时数2%)

上述设计步骤,在设计中可视具体情况,进行适当调整。

设计是一项复杂、细致的劳动也是一项创造性的劳动。在设计中,一方面要熟悉、利用已有的各种资料,这样既可加快设计进程、拓宽思路,保证和提高设计水平及质量;另一方面要认真考虑特定的设计要求和具体的工作条件,而不盲目地抄袭资料,进行认真、全面地分析,不断进取、不断创新,进行创造性的设计。

机械传动装置总体设计

机械传动装置总体设计的主要任务是分析研究和拟定传动方案、电动机的选择、传动比的分配及计算、传动装置的运动参数及动力参数计算,为后续的传动件设计和装配图绘制提供依据。

2.1 分析、拟定传动方案

机械传动系统及装置是机器的主要组成部分,其主要功用是传递原动机的功率,变换运动的形式以实现工作机预定的要求。传动装置的性能、质量及设计布局的合理与否,直接影响机器的工作性能、重量、成本及运转费用,合理拟定传动方案具有十分重要的意义。传动方案可由运动简图表示,如图 2-1(b)即用简单示意符号表示图 2-1(a)的圆盘给料机的传动链的运动简图。

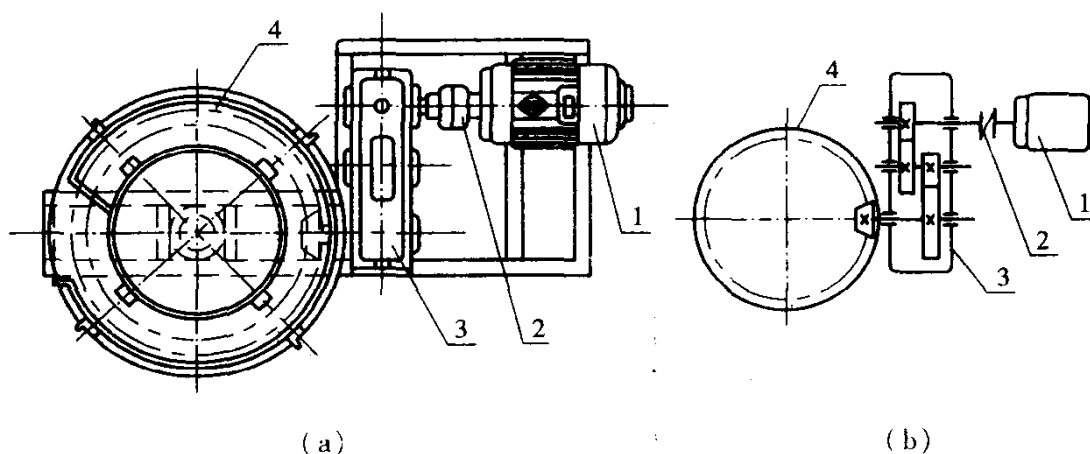


图 2-1 圆盘给料机

1—电动机;2—联轴器;3—传动装置;4—工作机

运动简图不仅准确地表示原动机、传动装置及工作机三者间运动和动力传递的关系,而且可明确显示在传动装置中所要设计的各主要零、部件的种类和数量。

2.1.1 传动系统的组合及布置

在传动系统中,若有几种传动形式组合成多级传动,其传动顺序的安排布置,通常作以下考虑:

(1)带传动具有传动平稳,缓冲、吸振的特性;以较高转速传递同一功率时,转矩较小,获紧凑的结构尺寸,故应布置在传动系统的高速级。

(2)链传动运转不均匀、有冲击,应布置在低速级。

(3)蜗杆传动平稳,其承载能力较齿轮传动低,当与齿轮同时使用时,最好布置在高速级。由此较高的齿面相对滑动速度,易形成液体油膜,有利于提高效率及其寿命。

(4)大模数圆锥齿轮加工比较困难,应尽量放在高速级并限制其传动比,以减小其直径和模数。

(5)斜齿轮传动的平稳性较直齿轮传动好,相对地可用于高速级。开式齿轮传动一般精度较低,工作条件较差,应布置在低速级。

2.1.2 传动方案的优选

实现工作机预定的工作要求,可以有不同的传动方案。好的传动方案除应满足工作机的性能和适应工作条件外,还应尺寸紧凑、成本低廉、传动效率高等。设计时,可根据各方案的特点、性能、使用范围(见表 2-11、表 2-12),优先保证重点要求,进行经验性的估计选择。也可参考以下简要介绍的量化法优选:

1. 传动方案选择过程框图

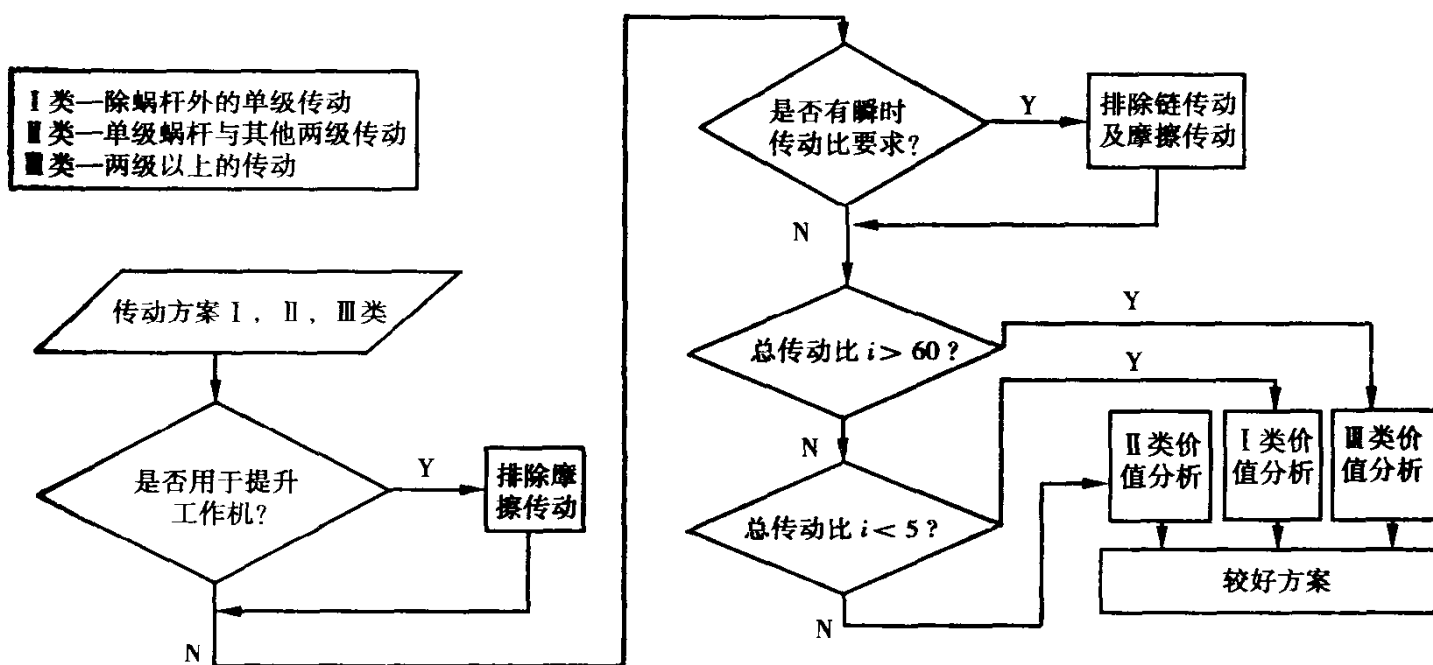


图 2-2 方案选择过程框图

2. II类价值分析及方案优选

(1)评价表,即对不同的设计方案指标定出相应的价值值(从 0 到 1)

表 2-1 定性判定与价值对应

判定	绝对不用	不用	实际不用	差	勉强可用	中等	满意	很好	非常好	理想		
价值 P	0	0.06	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

表 2-2 传动比为设计指标的评价表

传动比 <i>i</i>	方 案 1		方 案 2		方 案 3		方 案 4		方 案 5		方 案 6	
(指标 <i>a</i>)	判 定	价值 <i>P</i>	判 定	价值 <i>P</i>	判 定	价值 <i>P</i>	判 定	价值 <i>P</i>	判 定	价值 <i>P</i>	判 定	价值 <i>P</i>
≥100	绝对不用	0	绝对不用	0	实际不用	0.1	实际不用	0.1	绝对不用	0	绝对不用	0
≥80~100	绝对不用	0	不用	0.06		0.15		0.17	绝对不用	0	不用	0.06
≥60~80	不用	0.06		0.19		0.27		0.34	不用	0.06		0.19
≥40~60		0.23		0.37		0.43		0.56		0.25		0.37
≥30~40		0.4		0.56		0.59	很好	0.8		0.43		0.56
≥25~30		0.52		0.69		0.7		0.71		0.56		0.69
≥20~25		0.66	很好	0.8	很好	0.8		0.66		0.67	很好	0.8
≥15~20	很好	0.8		0.68		0.68		0.55	很好	0.8		0.7
≥10~15		0.68		0.53		0.53		0.43		0.64		0.57
≥5~10		0.5		0.29		0.29		0.25		0.4		0.36
<5	实际不用	0.1	实际不用	0.1	实际不用	0.1	实际不用	0.1	差	0.2	差	0.2

注:1)方案1—V带传动与单级齿轮减速器的组合;方案2—两级齿轮减速器;方案3—单级蜗杆减速器;方案4—单级齿轮减速器与开式圆柱齿轮传动的组合;方案5—单级齿轮减速器与开式锥齿轮传动的组合;方案6—单级齿轮减速器与链传动的组合。

2)表内的价值值由公式 $P_n = P_0 + A \cdot \lg \frac{a_n}{a_0}$ 计算。其中 P_n —任意设计指标下的价值值; P_0 —初始边界设计指标下的价值值; a_n —任意设计指标值; a_0 —初始边界设计指标; A —系数,由最高价值值 P^* 及其设计指标值 a^* 与 P_0 、 a_0 等边界值确定。各边界值根据“常用传动形式的性能和适用范围”(表 2-11)提供的数据确定。

表 2-3 功率为指标的评价表

功率 P	方 案 1		方 案 2		方 案 3		方 案 4		方 案 5		方 案 6	
	判 定	价 值	判 定	价 值	判 定	价 值	判 定	价 值	判 定	价 值	判 定	价 值
$\geq 80 \sim 120$	勉强可用	0.3	很 好	0.8	实际不用	0.1	很 好	0.8	很 好	0.8	中 等	0.4
$\geq 40 \sim 80$	中 等	0.4	很 好	0.8	差	0.2	很 好	0.8	很 好	0.8	好	0.7
$\geq 10 \sim 40$	好	0.7	很 好	0.8	满 意	0.5	很 好	0.8	很 好	0.8	很 好	0.8
< 10	很 好	0.8	很 好	0.8	好	0.7	很 好	0.8	很 好	0.8	很 好	0.8

表 2-4 效率为指标的评价表

效率 η	方 案 1		方 案 2		方 案 3		方 案 4		方 案 5		方 案 6	
≥ 0.95	勉强可用	0.3	很 好	0.8	实际不用	0.1	中 等	0.4	差	0.2	中 等	0.4
$\geq 0.9 \sim 0.95$	满 意	0.5	很 好	0.8	差	0.2	满 意	0.5	中 等	0.4	好	0.7
$\geq 0.8 \sim 0.9$	较 好	0.7	很 好	0.8	满 意	0.5	很 好	0.8	好	0.7	很 好	0.8
< 0.8	很 好	0.8	很 好	0.8	好	0.7	很 好	0.8	很 好	0.8	很 好	0.8

表 2-5 高速级圆周速度为指标的评价表

$v/(m \cdot s^{-1})$	方 案 1		方 案 2		方 案 3		方 案 4		方 案 5		方 案 6	
≥ 35	差	0.2	差	0.2	差	0.2	差	0.2	差	0.2	差	0.2
$\geq 25 \sim 35$		0.41		0.34		0.34		0.27		0.27		0.27
$\geq 20 \sim 25$		0.58		0.46		0.46		0.41		0.41		0.41
$\geq 15 \sim 20$	很 好	0.8		0.6		0.6		0.54		0.54		0.54
$\geq 10 \sim 15$		0.61	很 好	0.8	很 好	0.8	好	0.7	好	0.7	好	0.7
$\geq 5 \sim 10$		0.33	很 好	0.8		0.58	好	0.7	好	0.7	好	0.7
< 5	实际不用	0.1	很 好	0.8	中 等	0.4	好	0.7	好	0.7	好	0.7

注:计算圆周速度 v 时,带轮直径可根据转速与功率从参考文献 1 中查图获得;齿轮直径可由参考文献 1 有关章节提供的估算公式计算。为了简便,也可都使用估算出来的直齿圆柱齿轮圆周速度。齿轮转速可使用普通电机的同步转速,如 3 000r/min、1 500r/min 等。

表 2-6 其他几项主要指标对应的评价

	方 案 1		方 案 2		方 案 3		方 案 4		方 案 5		方 案 6	
尺寸紧凑性	差	0.2	较 好	0.6	很 好	0.8	满 意	0.5	满 意	0.5	勉强可用	0.3
价 格 优 势	好	0.7	勉强可用	0.3	中 等	0.4	满 意	0.5	满 意	0.5	较 好	0.6
寿 命 长	勉强可用	0.3	很 好	0.8	满 意	0.5	满 意	0.5	满 意	0.5	满 意	0.5
平稳噪声小	较 好	0.6	满 意	0.5	好	0.7	中 等	0.4	勉强可用	0.3	差	0.2

注:若对传动方案有特殊要求,如较大中心距、非平行轴传动等,应相应改变其评价价值。

(2) 使用价值表

表 2-7 括号内数值是在传动功率 $P = 4.5\text{kW}$; 传动比 $i = 20.1$; 高速级圆周速度 $v \approx 5\text{m/s}$; 效率 $\eta > 0.9$; 装置体积不宜过大等设计条件下计算得出。方案 2 总使用价值最高,为优选方案。

表 2-7 某传动方案选择的使用价值表

设计指标	加权因子 W_i	方 案 1		方 案 2		方 案 3		方 案 4		方 案 5		方 案 6	
		价值 P_1	$P_1 W_1$	价值 P_2	$P_2 W_1$	价值 P_3	$P_3 W_1$	价值 P_4	$P_4 W_1$	价值 P_5	$P_5 W_1$	价值 P_6	$P_6 W_1$
传动比	$W_1^{(0.2)}$	(0.66)	(0.132)	(0.8)	(0.16)	(0.8)	(0.16)	(0.66)	(0.132)	(0.67)	(0.134)	(0.8)	(0.16)
功 率	$W_2^{(0.1)}$	(0.8)	(0.08)	(0.8)	(0.08)	(0.7)	(0.07)	(0.8)	(0.08)	(0.8)	(0.08)	(0.8)	(0.08)
效 率	$W_3^{(0.1)}$	(0.5)	(0.05)	(0.8)	(0.08)	(0.2)	(0.02)	(0.5)	(0.05)	(0.4)	(0.04)	(0.8)	(0.08)
圆周速度	$W_4^{(0.1)}$	(0.33)	(0.033)	(0.8)	(0.08)	(0.58)	(0.058)	(0.7)	(0.07)	(0.7)	(0.07)	(0.7)	(0.07)
尺寸紧凑性	$W_5^{(0.15)}$	(0.2)	(0.03)	(0.6)	(0.09)	(0.8)	(0.12)	(0.5)	(0.075)	(0.5)	(0.075)	(0.3)	(0.045)
价 格	$W_6^{(0.15)}$	(0.7)	(0.105)	(0.3)	(0.045)	(0.4)	(0.06)	(0.5)	(0.075)	(0.5)	(0.075)	(0.6)	(0.09)
寿 命	$W_7^{(0.1)}$	(0.3)	(0.03)	(0.8)	(0.08)	(0.5)	(0.05)	(0.6)	(0.06)	(0.6)	(0.06)	(0.4)	(0.04)
平稳噪声小	$W_8^{(0.1)}$	(0.6)	(0.06)	(0.5)	(0.05)	(0.7)	(0.07)	(0.4)	(0.04)	(0.3)	(0.03)	(0.2)	(0.02)
总使用价值	$\sum P_i W_i$	(0.52)		(0.665)		(0.608)		(0.582)		(0.564)		(0.585)	

注:加权因子 W_i 根据各设计指标重要程度确定,上角标括号内数值仅供参考。

2.2 电动机的选择

根据工作机的负荷、特性和工作环境,选择电动机的类型、结构形式和转速,计算电动机功率,最后确定其型号。

2.2.1 类型选择

电动机是系列化的标准产品,其中以三相异步电机应用为最广。

Y 系列电动机是一般用途的全封闭自扇冷鼠笼式三相异步电机,适用于不易燃烧、不易爆、无腐蚀和无特殊要求的机械设备上,如金属切削机床、风机、输送机、搅拌机、农业机械、食品机械等。

YZ 型鼠笼式与 YZR 型绕线式三相异步电机,为冶金、起重电机,具有较小的转动惯量和较大的过载能力,用于频繁起动、制动和正反转场合,如起重、提升设备上。其结构有开启式、防护式、封闭式和防爆式。

电动机的结构及技术数据列于表 2-8、表 2-9。

表 2-8 Y 系列三相异步电动机技术数据 (摘自 ZB/TK 22007—1988, JB/T 5274—1991)

电动机型号	额定功率 /kW	额定转速	启动转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	电动机轴伸出端直径 /mm	电动机轴伸出端长度 /mm	电动机中心高度 /mm	电动机外形尺寸 长×宽×高 /mm
同步转速 3 000(r·min ⁻¹)								
Y90S-2	1.5	2 840	2.2		24j6	50	90	310×180×190
Y90L-2	2.5							335×180×190
Y100-2	3	2 880			28j6	60	100	380×205×245
Y112M-2	4	2 890					112	400×245×265
Y132S1-2	5.5	2 900	2.0	2.2	38k6	80	132	475×280×315
Y132S2-2	7.5							515×280×315
Y160M1-2	11	2 930			42k6	110	160	600×330×385
Y160M2-2	15							645×330×385
Y160L-2	18.5							
Y180M-2	22	2 940			48k6		180	670×355×430
Y200L1-2	30	2 950	55m6	200	775×395×475			
Y200L2-2	37							
Y225M-2	45				225	815×435×530		
同步转速 1 500(r·min ⁻¹)								
Y90S-4	1.1	1 400	2.2		24j6	50	90	310×180×190
Y90L-4	1.5							335×180×190
Y100L1-4	2.2	1 420			28j6	60	100	380×205×245
Y100L2-4	3							
Y112M-4	4	1 440					112	400×245×265
Y132S-4	5.5		38k6	80	132	475×280×315		
Y132M-4	7.5					515×280×315		
Y160M-4	11	1 460	42k6	110	160	600×330×385		
Y160L-4	15					645×330×385		
Y180M-4	18.5	1 470	48k6		180	670×355×430		
Y180L-4	22		2.0			710×355×430		
Y200L-4	30	1 470	2.0	2.2	55m6	200	775×395×475	
Y225S-4	37	1 480	1.9		60m6	225	820×430×530	
Y225M-4	45				60m6		845×430×530	

续

电动机型号	额 定 功 率 /kW	满 载 转 速	启动转 矩/额 定转矩	最大转 矩/额 定转矩	电动机轴 伸端直径 /mm	电动机轴 伸出端安 装长度 /mm	电动机中 心高度 /mm	电动机外形尺寸 长×宽×高 /mm
同步转速 1 000(r·min ⁻¹)								
Y100-6	1.5	940	2.0		28j6	60	100	380×205×245
Y112M-6	2.2	940					112	400×245×265
Y132S-6	3	960			38k6	80	132	475×280×315
Y132M1-6	4							515×280×315
Y132M2-6	5.5							
Y160M-6	7.5	970	1.8		42k6	110	160	600×325×335
Y160L-6	11						645×325×385	
Y180L-6	15				48k6		180	710×355×430
Y200L1-6	18.5	55m6			200	775×395×475		
Y200L2-6	22							
Y225M-6	30	980	1.7		60m6	140	250	845×435×530
Y250M-6	37		1.8		65m6			930×490×575
Y280S-6	45				75m6		280	1 000×545×640
同步转速 750(r·min ⁻¹)								
Y132S-8	2.2	710	2.0		38k6	80	132	475×280×315
Y132M-8	3	710						515×280×315
Y160M1-8	4	720			42k6	110	160	600×325×335
Y160M2-8	5.5							
Y160L-8	7.5							645×325×385
Y180L-8	11	730	1.7		48k6	180	710×355×430	
Y200L-8	15		1.8		55m6	200	775×395×475	
Y225S-8	18.5		1.7		60m6	225	820×435×530	
Y225M-8	22	740	1.8		65m6	140	250	845×435×530
Y250M-8	30							930×480×575
Y280S-8	37							75m6
Y280M-8	45						1 050×545×640	

注:满载转速单位(r·min⁻¹)。