

新世纪普通高等教育机械类课程规划教材

(第二版)

机械设计课程设计

JIXIE SHEJI KECHENG SHEJI

主 编 刘 莹

主 审 黄 平



大连理工大学出版社



新世纪普通高等教育机械类课程规划教材

新世纪

(第二版)

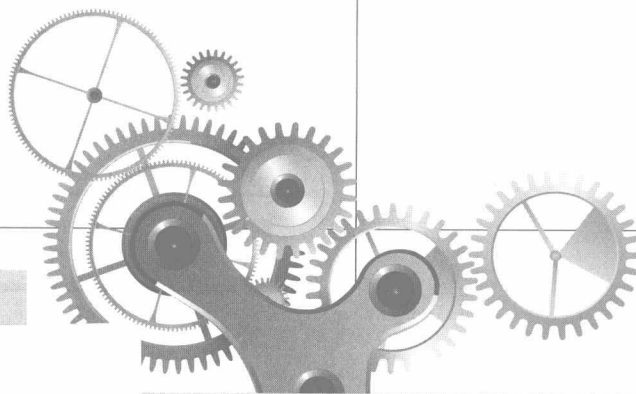
机械设计课程设计

JIXIE SHEJI KECHENG SHEJI

主 编 刘 莹

副主编 钟 敏

主 审 黄 平



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计 / 刘莹主编. — 2版. — 大连 :
大连理工大学出版社, 2016.7(2016.12重印)
新世纪普通高等教育机械类课程规划教材
ISBN 978-7-5685-0245-0

I. ①机… II. ①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(2015)第 316779 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:<http://www.dutp.cn>

大连金华光彩色印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:17.25 字数:397千字

印数:2001~6000

2008年9月第1版

2016年7月第2版

2016年12月第2次印刷

责任编辑:王晓历

责任校对:李建博

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5685-0245-0

定 价:37.80元

前 言

《机械设计课程设计》(第二版)是新世纪普通高等教育教材编审委员会组编的机械类课程规划教材之一。

机械设计是高等学校理工科专业的重要基础课程,机械设计课程设计是系统而全面地培养学生工程设计能力和实践能力的综合实践教学环节。本教材按照教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会颁发的机械设计和机械设计基础课程“教学基本要求”,根据教育部有关“质量工程”的文件精神,结合了编者多年教学研究成果和教学实践经验,以培养学生的设计能力、工程实践能力、创新意识为目标,配合机械设计和机械设计基础等课程的课程设计而编写。本教材不仅适用于机械设计、机械设计基础和精密机械设计基础等课程的课程设计,还可作为课程作业、毕业设计和创新设计的参考。

本教材共分4篇:第1篇为课程设计指导,详细介绍了机械传动系统总体设计,以齿轮减速器为例,着重介绍了机械传动装置的设计过程、方法和步骤,还重点介绍了锥齿轮减速器、蜗杆减速器的设计特点,可作为机械传动装置或各类减速器设计的参考;第2篇为参考图例,给出了有关机械零件的结构及尺寸、各类减速器装配图的参考图例,以及结构设计中的常见错误并进行了正误对照分析与说明,有利于提高结构设计质量;第3篇为常用标准与规范,汇集了设计中常用的数据、标准和规范,全部采用了现行国家标准和规范;第4篇为机械传动设计实例及课程设计选题,介绍了几种现代机械传动典型设计案例,拓宽了机械设计教材的内容范围和应用,并给出了十余种减速器设计选题及其原始数据,种类齐全、数据合理。

本教材是一本系统和完整的机械设计指导书和参考书,力求简明扼要,精选内容。再版教材在原版教材基础上修改了大量的图例并根据现行标准进行标注,删除了个别与教材重复的设计案例,对全书所有的标准和规范进行了梳理和更新,比如原版中Y系列封闭式三相异步电动机技术数据的标准(JB/T 9616-1999)在2010年已作废,现行



2 / 机械设计课程设计 □

标准为 Y2 系列三相异步电动机技术条件(JB/T 8680—2008),并进行了适当编辑,便于读者使用。

本教材由南昌大学刘莹任主编并负责统稿,南昌大学钟敏任副主编,南昌大学李小兵,南昌大学科学技术学院冯永平、周林玉,新余学院朱双霞、王发辉参与了编写。华南理工大学、国家级教学名师黄平教授认真地审阅了全书,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此深表感谢。南昌大学机电工程学院研究生殷艳飞、罗院明、杨威、张伟中、罗美红、韩委委、刘静娟、康光林和胡静茹做了大量的文献检索、文字录入和校对工作,在此一并表示感谢!

在编写过程中,尽管我们在教材特色建设、标准更新等方面做了许多努力,但囿于时间,书中仍可能存在疏漏之处,恳请各用书单位和读者在使用本教材的过程中给予关注,并将意见及时反馈给我们,以便日臻完善。

编者

2016年7月

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84708462 84708445



第 1 篇 课程设计指导

第 1 章 绪 论	3
1.1 课程设计的目的	3
1.2 课程设计的内容	3
1.3 课程设计的步骤	3
1.4 课程设计中的注意事项	4
第 2 章 传动系统总体设计	5
2.1 确定传动机构及传动方案	5
2.2 选择电动机	9
2.3 分配传动比.....	11
2.4 计算运动和动力参数.....	13
2.5 设计实例.....	14
第 3 章 传动零件设计计算	18
3.1 减速器外部传动零件设计.....	18
3.2 减速器内部传动零件设计.....	19
3.3 联轴器的选择.....	21
第 4 章 减速器的结构与润滑	22
4.1 减速器的结构.....	22
4.2 减速器的润滑.....	26
第 5 章 装配图设计	28
5.1 装配草图设计.....	29
5.2 轴系结构详细设计.....	37
5.3 箱体设计.....	46
5.4 附件选择和附属结构设计.....	49
5.5 完成装配图.....	52
第 6 章 零件图设计	55
6.1 轴类零件图设计.....	55
6.2 齿轮类零件图设计.....	57
6.3 箱体类零件图设计.....	59
第 7 章 编写设计说明书	61
7.1 设计说明书的内容和要求.....	61
7.2 设计说明书的格式.....	62

第 2 篇 参考图例

第 8 章 零件结构图	65
8.1 传动零件的结构及尺寸	65
8.2 减速器附件和附属结构及尺寸	71
第 9 章 减速器装配图	80
9.1 单级减速器装配图	80
9.2 两级减速器装配图	92
第 10 章 零件图	100
10.1 轴零件图	100
10.2 齿轮零件图	102
10.3 蜗杆和蜗轮零件图	106
10.4 减速器箱盖和箱座零件图	109
第 11 章 常见结构设计错误分析	111
11.1 轴系零部件结构分析	111
11.2 圆锥齿轮轴系结构分析	113
11.3 蜗杆轴系结构分析	115
11.4 箱体结构分析	117
11.5 附件和附属结构分析	120
11.6 装配图结构综合分析	122

第 3 篇 常用标准与规范

第 12 章 一般标准与铸造件规范	127
12.1 一般标准	127
12.2 铸造件规范	132
第 13 章 常用材料	134
13.1 金属材料	134
13.2 其他材料	141
第 14 章 螺纹、键和销连接件	142
14.1 螺 纹	142
14.2 螺纹连接件	147
14.3 键与销	159
第 15 章 滚动轴承	164
15.1 常用滚动轴承	164
15.2 滚动轴承的配合	174

第 16 章 润滑与密封	176
16.1 润滑剂	176
16.2 润滑装置	178
16.3 密封	179
第 17 章 联轴器	184
17.1 联轴器的轴孔和键槽	184
17.2 常用联轴器	185
第 18 章 极限与配合、几何公差和表面粗糙度	192
18.1 极限与配合	192
18.2 几何公差	207
18.3 表面粗糙度	211
第 19 章 齿轮和蜗杆传动公差	214
19.1 渐开线圆柱齿轮精度	214
19.2 锥齿轮精度	224
19.3 圆柱蜗杆和蜗轮精度	229
第 20 章 电动机	235
20.1 三相异步电动机	235
20.2 电动机的安装和外形尺寸	237

第 4 篇 机械传动设计实例及课程设计选题

第 21 章 机械传动设计实例	241
21.1 圆弧齿轮传动设计	241
21.2 圆弧蜗杆传动设计	248
21.3 同步带传动设计	253
第 22 章 机械设计课程设计选题	259
22.1 单级减速器设计	259
22.2 两级减速器设计	263
参考文献	268

第 1 篇 课程设计指导

第 1 章

绪 论

1.1 课程设计的目的

机械设计课程设计是高等工科院校机械类、近机类专业学生独立完成的一次较为全面的机械设计综合训练,是机械设计和机械设计基础课程重要的综合实践教学环节。

机械设计课程设计的目的:

1. 综合运用机械设计或机械设计基础、机械原理、机械制图、机械制造基础、工程力学、高等数学、互换性与技术测量等课程的有关知识,分析和解决机械设计问题,进一步巩固、加深和拓宽所学的基础知识。

2. 通过机械设计实践,逐步树立正确的设计思想,增强创新意识,熟悉掌握机械设计的一般过程,培养分析和解决工程实际问题的能力。

3. 通过设计计算、绘图以及运用技术标准、规范、设计手册等有关设计资料,进行全面的机械设计基本技能的训练。

4. 通过撰写设计说明书和总结、答辩,提高总结、写作和表达能力。

1.2 课程设计的内容

机械设计课程设计的选题以通用机械传动系统设计为主题,如带式运输机的减速器传动系统。

课程设计的内容主要包括:

1. 传动系统的总体设计。

2. 传动零件、轴、轴承、键连接、联轴器、润滑与密封、附件等的设计或验算。

3. 传动装置装配图设计和部分零件图设计。

4. 编写设计说明书。

课程设计中要求完成以下工作:

1. 装配图 1 张(A0 或 A1 图纸)。

2. 零件图 2~3 张(如传动零件、轴或箱体的零件图)。

3. 设计说明书 1 份(5000~8000 字,若机械设计基础课程设计完成单级减速器设计,字数可要求少一些。)

1.3 课程设计的步骤

课程设计各阶段的任务和进度安排见表 1-1。

表 1-1 课程设计各阶段的任务和进度安排

序号	设计阶段	设计任务	占总时间的比例/%
1	设计准备	布置设计任务 减速器拆装实验 阅读设计任务书,明确设计任务 阅读课程设计指导书,了解工作内容,构思工作计划 准备设计资料及画图工具	6.7
2	传动装置总体设计	拟订传动方案(如传动系统运动简图) 选择电动机 总传动比的计算及各级分配 各轴的运动和动力参数计算	6.7
3	传动零件设计	各级传动零件的设计	6.7
4	装配图草图设计	绘制减速器装配图草图 轴系部件的结构设计 轴、轴承、键连接的校核 箱体结构设计	33.3
5	装配图绘制	完成装配图	13.3
6	零件图设计	绘制指定零件图(如齿轮、轴和箱体的零件图)	6.7
7	编写设计说明书	整理和编写设计说明书	13.3
8	设计总结及答辩	总结课程设计,进行答辩	13.3

1.4 课程设计中的注意事项

1. 明确设计任务,端正学习态度

机械设计课程设计是学生独立完成的一次较为全面的机械设计综合训练,教师仅起到指导和启发的作用。学生要明确设计任务,制订工作计划,掌握设计进度,认真进行设计。提倡独立思考,每个阶段完成后要认真检查,发现错误要及时地认真修改,做到精益求精。

2. 理论计算和工程实际相结合

机械零部件的结构尺寸设计不是完全由理论计算确定的,还要结合工程实际,考虑结构工艺性、经济性以及标准化、系列化等要求。在设计的过程中,各个阶段是相互联系的,随着设计的进展,后阶段设计要对前阶段设计中的不合理结构、尺寸进行必要的修改。所以,设计时边计算、边画图、边修改,设计、计算、画图交替进行,才能使设计的结构合理、质量更高。

3. 参考借鉴与改进创新相结合

善于利用长期以来积累的宝贵设计经验和资料,避免不必要的重复劳动,减少设计的不合理之处,加快设计进程,提高设计质量。但是,切不可盲目照搬、照抄,应结合工程实际,在参考借鉴的基础上改进创新。

4. 贯彻相关标准与规范

标准化和规范化是机械设计应遵守的准则之一,可以保证零件的互换性、降低成本、缩短设计周期,同时标准化、规范化和通用化也是评价设计质量的一项指标。在课程设计中应熟悉和正确采用有关技术标准与规范,尽量采用标准件和标准尺寸。

第 2 章

传动系统总体设计

传动系统总体设计的内容包括确定传动机构及传动方案、选择电动机、计算总传动比及合理分配各级传动比、计算传动系统的运动和动力参数。

2.1 确定传动机构及传动方案

设计任务:拟订传动系统的总体布置方案,绘制传动系统的运动简图。如果设计任务书中已给定传动方案,则要求对给定的传动方案进行分析论证,阐述该方案的特点、合理性,或提出改进意见。

1. 选择传动机构类型

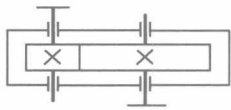
常用的传动机构有带传动、链传动、圆柱齿轮传动、锥齿轮传动、蜗杆传动等类型,常用传动机构的单级传动比见表 2-1。

表 2-1 常用传动机构的单级传动比

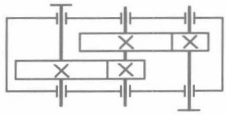
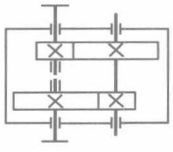
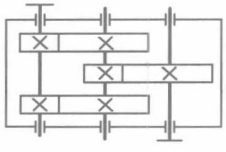
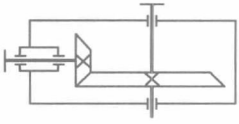
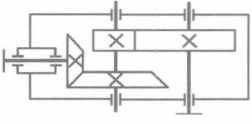
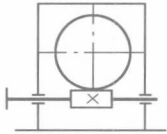
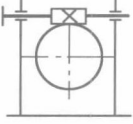
类型	平带传动	V 带传动	链传动	圆柱齿轮传动	锥齿轮传动	蜗杆传动
推荐值	2~4	2~4	2~5	3~6	2~3	10~40
最大值	5	7	7	10	6	80

减速器一般采用单级、两级传动,常用减速器的类型、简图、特点及应用见表 2-2,以供拟订传动方案时参考。

表 2-2 常用减速器的类型、简图、特点及应用

类型	简图	特点及应用
单级圆柱齿轮		传动比 ≤ 10 直齿轮适用于较低速场合,常用传动比 ≤ 4 斜齿轮适用于较高速场合,常用传动比 ≤ 6 人字齿轮适用于载荷较重的传动

续表

类型	简图	特点及应用
两级圆柱齿轮	展开式 	<p>传动比为 8~60</p> <p>一般采用斜齿轮,低速级可采用直齿轮</p> <p>总传动比较大,结构简单,应用较广</p> <p>齿轮与轴承非对称布置,存在载荷不均匀的现象,要求轴有较大的刚度</p>
	同轴式 	<p>传动比为 8~60</p> <p>减速器横向尺寸较小,两齿轮浸油深度可大致相同</p> <p>结构较复杂,轴向尺寸大,中间轴较长,刚度差,中间轴承润滑较困难</p>
	分流式 	<p>传动比为 8~60</p> <p>高速级常采用斜齿轮,低速级用直齿或人字齿轮</p> <p>齿轮相对于轴承为对称布置,载荷分布均匀</p> <p>减速器结构较复杂,常用于大功率、变载荷场合</p>
单级锥齿轮		<p>直齿传动比≤ 6</p> <p>常用传动比不宜太大,以减小大齿轮的尺寸,便于加工</p>
锥-圆柱齿轮		<p>传动比为 8~40</p> <p>锥齿轮应置于高速级,以免锥齿轮尺寸较大,造成加工困难</p>
蜗杆蜗轮	蜗杆下置 	<p>传动比为 10~80</p> <p>传动比较大,结构紧凑,但传动效率低</p> <p>润滑、冷却条件较好,适用于圆周速度小于 4~5 m/s 场合</p>
	蜗杆上置 	<p>传动比为 10~80</p> <p>装拆方便,蜗杆圆周速度可大于 4~5 m/s,但蜗杆轴承润滑不够方便,需要采取特殊的结构措施</p>

选择传动机构类型时应综合考虑各有关要求和工作条件,例如工作机的功能、对尺寸和重量的限制、环境条件、制造能力、工作寿命与经济性等。

选择传动机构类型的一般考虑:

(1) 功率条件

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,如齿轮传动;而对于小功率传动,在满足功能条件下,宜选用结构简单、价格便宜、标准化程度高的传动机构,以降低初始费用(制造费用)。

(2) 载荷条件

载荷变化较大或可能发生超载时,要考虑缓冲吸振及过载保护,应选用具有缓冲、吸振能力的传动机构,如选用带传动、弹性联轴器或其他过载保护装置。

(3) 传动比要求

对于传动比要求严格、尺寸要求紧凑的场合,可选用齿轮传动或蜗杆传动。但应注意,蜗杆传动效率低,常用于中小功率、间歇工作的场合。

(4) 环境条件

在多粉尘、潮湿、易燃、易爆等场合,宜选用链传动、闭式齿轮传动或蜗杆传动,而不采用带传动或摩擦传动。

2. 合理布置传动机构

各类传动机构的布置顺序对传动系统和整个机器的平稳性能、传动效率和结构尺寸等有着直接的影响,因此,应根据各类传动机构的特点进行合理布置。

传动机构顺序布置的一般原则:

(1) 带传动的承载能力较小,传动平稳,缓冲、吸振能力较强,宜布置在高速级,有利于使整个传动系统结构紧凑、匀称。

(2) 链传动运转不平稳,为减小冲击和振动,一般应布置在低速级。

(3) 闭式齿轮传动和蜗杆传动宜布置在高速级,以减小闭式传动的外廓尺寸、降低成本。

(4) 开式齿轮传动的制造精度较低、工作环境差、润滑条件不好,因而磨损严重,寿命较短,为减少磨损,应布置在低速级。

(5) 当同时采用直齿轮传动与斜齿轮传动时,应将传动较平稳、动载荷较小的斜齿轮传动布置在高速级。

(6) 当同时采用齿轮传动与蜗杆传动时,宜将蜗杆传动布置在高速级,使啮合面有较高的相对滑动速度,易于形成润滑油膜,提高传动效率和减轻蜗轮轮齿的磨损。

(7) 锥齿轮尺寸过大时加工困难,宜布置在高速级,并对其传动比加以限制,有利于减小大锥齿轮的尺寸。

3. 确定传动方案

机器通常具有原动机、传动系统和工作机等三部分。传动系统位于原动机和工作机之间,用来传递运动和动力,并可用于改变转速和转矩的大小或改变运动形式,以适应工作机的功能要求。传动系统的设计对整台机器的性能、尺寸、重量和成本都有很大影响,因此应当合理地拟订传动方案。

传动系统的传动方案一般用运动简图表示,它直观地反映原动机、传动系统和工作机三者之间的运动和动力的传递关系。拟订传动方案就是根据工作机的功能要求和工作条件,选择合适的传动机构类型,确定各类传动机构的布置顺序以及各组成部分的连接方式,画出传动系统的运动简图。

满足同一种工作机功能要求的传动方案往往有多种,可以由不同的传动机构类型以不同的组合形式和布置顺序构成。合理的传动方案,首先应满足工作机的功能要求,保证工作可靠,并且结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、传动效率高和使用维护方便。一种传动方案要同时满足上述要求往往比较困难,因此,在拟订传动方案和对多种传动方案进行比较时,应根据机器的具体情况综合考虑,选择能满足主要要求的、较合理的传动方案。

图 2-1 所示为带式运输机的四种减速传动方案。

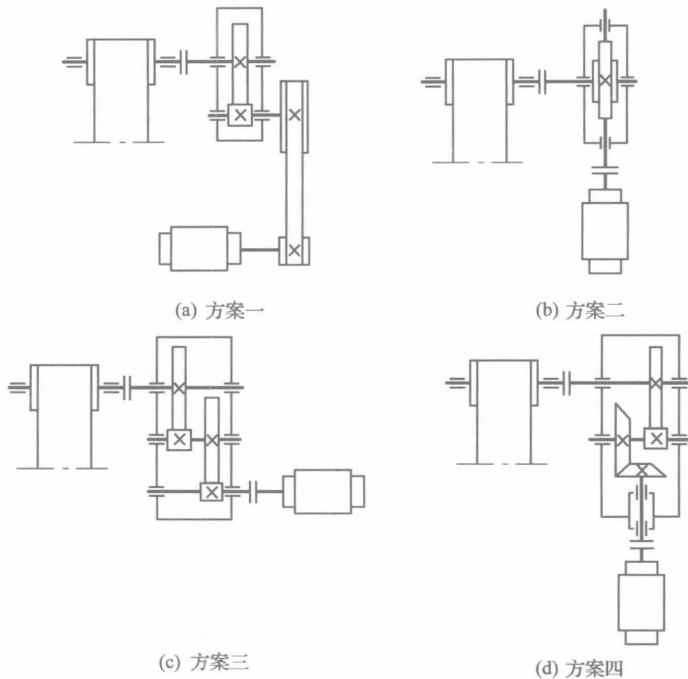


图 2-1 带式运输机的四种减速传动方案

方案一采用 V 带传动与单级圆柱齿轮减速器组合,既可满足传动比要求,同时由于带传动具有良好的缓冲、吸振性能,所以又可适应大启动转矩工况要求,结构简单,成本低廉,使用维护方便。其缺点是传动尺寸较大,带使用寿命较短,而且不宜在恶劣环境中工作。

方案二为单级蜗杆传动减速器,结构紧凑,环境适应性好,但传动效率低,不适于长期连续工作,且制造成本较高。

方案三为两级(亦称双级或二级)圆柱齿轮传动减速器,工作可靠、传动效率高、维护方便、环境适应性好、使用寿命长,但宽度较大,要求启动转矩时,启动冲击大。

方案四为锥圆柱齿轮减速器(亦称锥-圆柱齿轮减速器),具有方案三的优点,且尺寸较小,但锥齿轮制造成本较高。

以上四种传动方案都可满足带式输送机的功能要求,但它们的结构特点和经济成本则各不相同,见表 2-3。一般应由设计者根据具体工作条件,选定较好的方案。

表 2-3 四种传动方案比较

项目	方案一	方案二	方案三	方案四
结构尺寸	大	小	较大	较小
传动效率	较高	低	高	高
工作寿命	短	中等	长	长
成本	低	高	中等	高
连续工作性能	较好	间歇	好	好
环境适应性	差	较好	较好	较好

例如,在矿井巷道中连续工作时,因巷道狭小,环境恶劣,故采用方案四较好。但对方案三,如能将电动机布置在减速器另一侧,其宽度尺寸得以缩小,则该方案不失为一种较合理的传动方案。若该设备是在一般环境中连续工作,对结构尺寸也无特别要求,则方案一、三均为可选方案。

如果课程设计任务书中已给定了传动方案,则要求对给定的传动方案进行分析,论证该方案的特点和合理性,或提出改进意见,也可以另行拟订方案。

2.2 选择电动机

设计任务:确定电动机的类型、型号、功率、转速。

电动机是系列化产品。选择时,要根据工作载荷的大小及性质、转速高低、启动特性、过载情况、工作环境、安装和经济性等要求,从系列化产品中选择电动机的型号,包括选择类型、结构形式、容量(功率)和转速。

1. 选择电动机的类型和结构形式

一般选用三相交流异步电动机。最常用的是 Y(笼型)系列三相异步交流电动机。它具有效率高、工作可靠、结构简单、维护方便、价格低的特点,适用于不易燃、不易爆、无腐蚀性气体和无特殊要求的场合。此外,由于其具有较好的启动性能,也适用于某些启动转矩要求较高的机械。而对于需要经常启动、制动和反转的机械,要求电动机有较小的转动惯量和较强的过载能力,应选用起重及冶金用的 YZ(笼型)系列或 YZR(绕线型)系列异步电动机。

常用的封闭式 Y 系列电动机的技术数据、外形和安装尺寸见表 20-1 和表 20-2。

2. 确定电动机功率

电动机的功率选择是否合适,对电动机的正常工作和经济性都有影响。选择电动机的功率就是要确定电动机的额定功率。功率过大或过小都不能使电动机发挥其正常的效能。确定电动机功率时要考虑电动机的发热、过载能力和启动能力等因素,但一般情况下主要由运行发热条件而定,而电动机发热与其工作情况有关。

对于载荷不变或变化不大,且在常温下长期连续运转的电动机,所需电动机的功率 P_d 如不超过其额定功率 P_{ed} ,工作时就不会过热,可不进行发热计算。这类电动机功率按下述步骤确定: