



21世纪全国高职高专机电类规划教材

机械基础实验、 实训指导书

JIXIE JICHU SHIYAN SHIXUN ZHIDAOSHU

钟丽萍 主 编
王 玉 胡福志 副主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电类规划教材

机械基础实验、实训指导书

钟丽萍 主编

王玉 胡福志 副主编

王嘉良 张杰 参编

许文华 主审

江苏工业学院图书馆
藏书章



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书对《机械工程材料》、《工程力学》、《机械设计基础》等几门课程的实践教学内容进行了整合。主要分成两部分,第1~6章介绍机械基础课程设计的方法、步骤以及设计的注意事项。包括机械基础课程设计总论,机械传动装置总体设计,传动装置零、部件设计,通用减速器结构,装配图和零件工作图设计,设计计算说明书的编写等内容。第7章介绍了机械基础常用的实验,基本涵盖了机械基础各实践教学环节。

本书可作为高等职业教育和高等工程专科学校机械类及近机类学生学习《机械基础》课程的辅助教材,也可作为成人高校的教学参考书,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础实验、实训指导书/钟丽萍主编. —北京:北京大学出版社, 2006.12
(21世纪全国高职高专机电类规划教材)
ISBN 7-301-11322-6

I. 机… II. 钟… III. 机械学—高等学校:技术学校—教学参考资料 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 142560 号

书 名: 机械基础实验、实训指导书

著作责任者: 钟丽萍 主编

责任编辑: 温丹丹

标准书号: ISBN 7-301-11322-6/TH·0065

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印 刷 者: 河北涞县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×980 毫米 16 开本 8.5 印张 183 千字

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 15.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书是钟丽萍主编，北京大学出版社出版的《机械基础》配套教材，是根据教育部高职高专教育基础课程教学的基本要求，围绕培养应用型人才为目标的精品课程编写的。

本书的主要内容有：机械基础课程设计总论、传动装置总体设计、传动装置零部件的设计、减速器结构、机械传动装置总体设计、说明书的编写和实验。

本书在编写过程中，注重了机械行业高职学生应掌握的机械基础课程设计和实验的基本知识，强化了工程应用，具有较强的实践指导和能力培养的可操作性。

本书可作为高等职业院校机械类专业和近机械类专业教材或教学参考书，也可供工程技术人员使用。

参加本书编写的有：沈阳职业技术学院钟丽萍（第1~4章），沈阳职业技术学院王嘉良（第5章），河北机电职业技术学院王玉（第6章、附表），沈阳职业技术学院张杰（7.1~7.4），黑龙江农业经济职业学院胡福志（7.5~7.7、实验报告）。全书由钟丽萍任主编，王玉、胡福志任副主编，由沈阳职业技术学院许文华主审。

由于编者水平有限，书中不妥之处恳请读者批评指正。

编 者
2006年6月

目 录

第1章 总论	1
1.1 机械基础课程设计的目的、内容和任务	1
1.1.1 课程设计的目的	1
1.1.2 课程设计的内容	1
1.1.3 课程设计的任务	1
1.2 课程设计的步骤	2
1.3 课程设计中应注意的几个问题	2
1.4 课程设计任务书	3
第2章 机械传动装置总体设计	7
2.1 分析传动装置的组成、确定传动方案	7
2.2 电动机的选择	9
2.2.1 电动机类型的选择	9
2.2.2 电动机功率的确定	10
2.2.3 电动机转速的确定	11
2.3 传动装置总传动比的计算和分配	12
2.4 传动装置的运动参数和动力参数的计算	14
第3章 传动装置零、部件的设计	18
3.1 联轴器	18
3.1.1 常用联轴器的特点及适用范围	18
3.1.2 联轴器的轴孔和键槽形式	19
3.1.3 联轴器的设计	21
3.1.4 常用联轴器标准	22
3.2 带传动	27
3.2.1 带传动的失效形式和设计准则	27
3.2.2 单根V带的基本额定功率	27
3.2.3 V带型号的确定	31
3.2.4 带传动主要参数确定	33
3.3 圆柱齿轮传动	36
3.3.1 开式齿轮传动的设计	36

3.3.2	闭式齿轮传动的设计	36
3.4	轴和轴系	37
3.4.1	轴	37
3.4.2	滚动轴承的组合设计	44
3.4.3	轴承端盖与轴承套杯	45
第4章	减速器结构	49
4.1	减速器的类型、特点和应用	49
4.2	通用减速器结构	51
4.3	减速器箱体结构	52
4.3.1	箱体结构	52
4.3.2	设计减速器箱体应注意的问题	54
4.3.3	箱体结构尺寸	57
4.4	减速器附属零件设计	58
4.4.1	窥视孔和窥视孔盖	58
4.4.2	通气器	58
4.4.3	油标	59
4.4.4	油塞	60
4.4.5	吊环螺钉、吊耳和吊钩	61
4.4.6	定位销、启盖螺钉	62
4.5	减速器的润滑和密封	62
4.5.1	齿轮的润滑	62
4.5.2	滚动轴承的润滑	63
4.5.3	减速器的密封	64
第5章	减速器装配图和零件工作图设计	67
5.1	装配图设计	67
5.1.1	概述	67
5.1.2	图纸幅面及规格	68
5.1.3	装配草图的设计与绘制	68
5.1.4	完成减速器装配图	72
5.2	零件工作图设计	76
第6章	编制设计计算说明书和准备答辩	81
6.1	计算说明书的要求	81
6.2	设计说明书的内容	81
6.3	准备答辩	83
6.3.1	答辩前的准备	83

6.3.2 答辩参考题目	83
第7章 实验	86
7.1 低碳钢、铸铁的拉伸与压缩实验	86
7.1.1 万能材料试验机简介	86
7.1.2 实验目的	87
7.1.3 实验设备与试样	87
7.1.4 实验原理与步骤	88
7.2 低碳钢、铸铁扭转力学性能实验	90
7.2.1 扭转试验设备简介	90
7.2.2 实验目的	92
7.2.3 实验设备与试样	92
7.2.4 实验原理与步骤	92
7.3 电测法测定直梁的弯曲正应力	94
7.3.1 实验目的	94
7.3.2 实验设备与试样	94
7.3.3 实验原理	94
7.3.4 实验步骤	95
7.3.5 实验要求	95
7.4 渐开线齿廓的范成实验	96
7.4.1 实验目的	96
7.4.2 实验原理	97
7.4.3 实验内容与要求	98
7.4.4 实验设备与工具	98
7.4.5 实验步骤	98
7.5 渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定	99
7.5.1 实验目的	99
7.5.2 实验原理	99
7.5.3 实验设备与工具	100
7.5.4 实验步骤	100
7.5.5 注意事项	101
7.6 减速器装拆及结构分析实验	101
7.6.1 实验目的	101
7.6.2 实验设备与工具	102
7.6.3 实验步骤	102
7.7 轴系零部件的拆装	103

7.7.1 实验目的.....	103
7.7.2 实验设备与工具.....	104
7.7.3 实验准备.....	104
7.7.4 实验步骤.....	106
实验报告一 低碳钢、铸铁的拉伸与压缩.....	107
实验报告二 圆轴扭转.....	109
实验报告三 电测法测量直梁的弯曲正应力.....	111
实验报告四 渐开线齿廓的展成.....	113
实验报告五 渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定.....	115
实验报告六 圆柱齿轮减速器的结构分析和拆装.....	117
实验报告七 轴系零部件的拆装.....	119
附录.....	121
参考文献.....	126

第1章 总 论

1.1 机械基础课程设计的目的、内容和任务

1.1.1 课程设计的目的

机械基础课程设计是本课程的一个十分重要的实践教学环节,是对本课程所学理论知识的一次较为全面的应用和训练,其目的如下。

(1) 培养学生综合运用本课程及其他先修课程所学的理论知识去分析和解决工程实际问题的能力,并进一步巩固、深化、扩展本课程所学的理论知识。

(2) 通过对通用零件、机械传动装置和简单机械的设计,使学生初步了解机械设计的一般方法,为专业课程学习、毕业设计、综合能力训练考核及工程实际奠定基础。

(3) 使学生在计算、绘图、阅读标准、规范、手册、使用经验数据等方面得到全面的训练,以便树立正确的设计思想。

1.1.2 课程设计的内容

机械基础课程设计一般选择本课程所学过的通用零件所组成的简单传动装置或简单机械作为设计题目。目前多采用以齿轮减速器为主体的机械传动装置,这是因为齿轮减速器是生产中具有典型性、代表性的通用部件,它一般包括齿轮(或蜗杆、蜗轮)、轴、轴承、键、螺栓、箱体等零件,概括了本课程的主要内容。因此,选择齿轮减速器作为设计题目,能使學生得到较全面的基本训练。

1.1.3 课程设计的任务

课程设计工作量一般为:

- (1) 0号或1号减速器装配图1张;
- (2) 零件工作图2~3张。
- (3) 设计说明书1份。

1.2 课程设计的步骤

课程设计有如下几步。

(1) 设计准备 认真阅读设计说明书, 分析设计题目, 明确设计内容和要求; 通过阅读有关资料及减速器的拆装实验、参观实物模型等, 了解设计对象; 复习课程有关内容, 以熟悉有关零件的设计方法和步骤; 准备好设计资料、设计工具, 拟定设计计划。

(2) 传动装置总体设计 确定传动装置的方案; 选择电动机; 计算传动装置的总传动比并分配各级传动比; 计算各轴的转速、功率和转矩。

(3) 装配图设计 计算和选择传动件的参数; 绘制装配草图; 设计轴并计算轴毂联接强度; 选择轴承并进行支承结构的设计; 进行箱体结构及其附件的设计; 完成装配图的其他要求。

(4) 零件工作图的设计与绘制。

(5) 整理和编写设计计算说明书。

(6) 设计总结和答辩。

1.3 课程设计中应注意的几个问题

课程设计中应注意以下几个问题。

(1) 要注意保存设计资料和计算数据, 保持记录的完整性。

(2) 注意标准与规范的使用。是否选用标准和规范是评价设计质量的指标之一。设计中正确运用标准, 有利于零件的互换性和加工工艺性, 从而收到良好的经济效益, 同时也可减轻设计工作量, 节省设计时间。对于非标准数据, 也应圆整成标准数列或优先数列。

(3) 认真设计草图是提高设计质量的关键。任何传动装置的设计均不是一步到位的, 都要从草图设计开始。一般草图要按正式图的比例画, 画草图时应注意各零件间的相互位置, 有些结构可按简化画法画出。

(4) 设计过程中应注意及时检查和修正。设计过程是边绘图、边计算、边修改的过程, 应经常进行检查, 发现错误应及时进行修改, 以免造成大的返工。

(5) 处理好参考已有资料与创新的关系。任何设计都不可能是设计者凭空想象而不依靠任何资料所实现的。设计是一项从实际出发、复杂细致的工作, 设计质量是由长期经验积累逐渐提高的, 所以熟悉和利用已有资料, 不但可减少重复工作, 加快设计进度, 而且也是继承和发展这些成果, 提高设计质量的重要保证。另一方面, 任何新的设计任务, 都是根据特定的设计要求和具体工作条件提出来的。因此善于使用前人积累下来的各种资料, 具体问题具体分析, 创造性地进行设计工作是机械设计的本质特点。设计必须全部独创的看法是不现实的。同样忽视设计者的创新, 就会陷于盲目抄袭已有资料, 使设计出来的机

器不能满足新的具体工作要求,设计者的设计技能得不到培养和提高。所以参考已有资料和创新两者不可偏废,要很好地结合起来,这样才能不断提高设计质量。

1.4 课程设计任务书

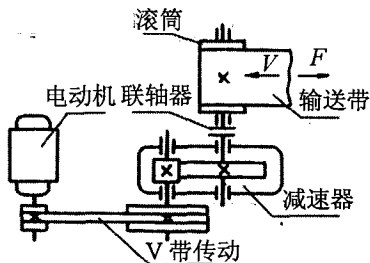
机械零件课程设计任务书应明确提出设计题目、工作条件、原始数据、运动简图和设计中应完成的工作量等。下面列出一些简单机械传动装置中减速器的设计任务书,可供参考。

机械基础课程设计任务书 (1)

姓名 _____ 专业 _____ 班级 _____ 学号 _____

设计题目: 带式输送机传动装置中的一级圆柱齿轮减速器

运动简图:



工作条件: 输送机连续工作, 单向运转, 载荷变化不大, 使用期限 10 年, 两班制工作, 输送带速度允许误差为 $\pm 5\%$ 。

原始数据:

已知条件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带拉力 F (N)	3 000	2 900	2 600	2 500	2 200
输送带速度 v (m/s)	1.5	1.4	1.6	1.5	1.6
滚筒直径 D (mm)	400	400	450	450	450

设计工作量:

1. 减速器装配图 1 张 (0 号或 1 号图纸);
2. 轴和齿轮零件图各 1 张;
3. 设计说明书 1 份。

指导教师 _____

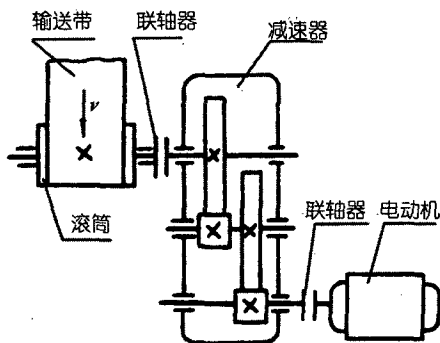
开始日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

完成日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

机械基础课程设计任务书 (2)

姓名 _____ 专业 _____ 班级 _____ 学号 _____

设计题目: 带式输送机传动装置中的二级圆柱齿轮减速器
运动简图:



工作条件: 单向运转, 有轻微振动, 满载, 单班制工作, 使用期限 5 年, 输送带速度允许误差为 $\pm 5\%$ 。

原始数据:

已知条件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带拉力 F (N)	1 600	1 800	2 200	2 400	2 600
输送带速度 v (m/s)	400	350	300	300	300
滚筒直径 D (mm)	1.0	1.1	0.9	1.2	1.0

设计工作量:

1. 减速器装配图 1 张 (0 号或 1 号图纸);
2. 轴和齿轮零件图各 1 张;
3. 设计说明书 1 份。

指导教师 _____

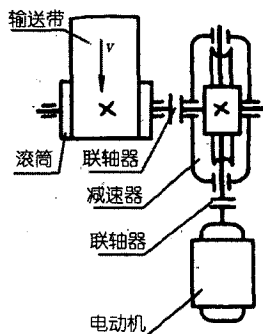
开始日期 年 月 日

完成日期 年 月 日

机械基础课程设计任务书 (3)

姓名_____专业_____班级_____学号_____

设计题目: 带式输送机传动装置中的一级蜗杆减速器
运动简图:



工作条件: 输送机连续工作, 单向运转, 载荷平稳, 空载启动, 输送带速度允许误差为 $\pm 5\%$ 。减速器小批量生产, 使用期限为10年, 三班制工作。

原始数据:

已知条件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带拉力 F (N)	2 000	2 200	2 500	3 000	3 200
输送带速度 v (m/s)	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
滚筒直径 D (mm)	350	320	300	275	260

设计工作量:

1. 减速器装配图1张(0号或1号图纸);
2. 轴和齿轮零件图各1张;
3. 设计说明书1份。

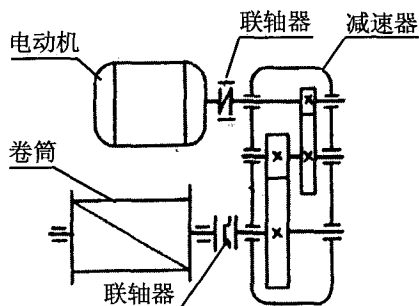
指导教师_____

开始日期 年 月 日 完成日期 年 月 日

机械基础课程设计任务书 (4)

姓名_____ 专业_____ 班级_____ 学号_____

设计题目: 卷扬机传动装置中的二级圆柱齿轮减速器
运动简图:



工作条件: 单向运转, 轻微振动, 连续工作, 两班制, 使用期限 5 年, 卷筒转速允许误差为 $\pm 5\%$ 。

原始数据:

已知条件	题 号				
	1	2	3	4	5
卷筒圆周力 F (N)	3 000	3 400	4 000	4 200	4 200
卷筒转速 n (r/min)	60	60	40	40	36
卷筒直径 D (mm)	350	300	400	380	420

设计工作量:

1. 减速器装配图 1 张 (0 号或 1 号图纸);
2. 轴和齿轮零件图各 1 张;
3. 设计说明书 1 份。

指导教师_____

开始日期 年 月 日 完成日期 年 月 日

第2章 机械传动装置总体设计

传动装置总体设计的目的是确定传动方案、选择电动机型号、合理分配传动比及计算传动装置的运动和动力参数，为计算各级传动零件准备条件。

2.1 分析传动装置的组成、确定传动方案

如图 2-1 所示为电动绞车的传动示意图，它主要由原动机（电动机）1、传动装置（减速器）4 和工作机卷筒 6 三部分构成，各部分通过联轴器 2、5 联接起来。为实现工作机预定的性能要求，可以有不同的传动方案。合理的传动方案除应满足工作机的性能要求和适应工作条件外，还应工作可靠，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修方便等。但要同时满足这些要求是困难的，设计时应优先保证重点要求。

现对图 2-2 所示的带式输送机的四种传动方案作简要的分析比较。

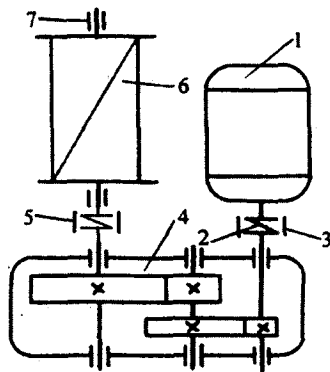


图 2-1 电动绞车简图

1. 电动机 2、5. 联轴器 3. 制动器 4. 减速器 6. 卷筒 7. 轴承

方案一 图 2-2a 所示第一级为带传动，第二级为一级圆柱齿轮减速器，这种传动方案通常得到广泛的应用。带传动能缓冲、吸振，过载时有安全保护作用。但结构上宽度和长度尺寸都较大，且带传动不适用大功率的机械传动和恶劣的工作环境。

方案二 图 2-2b 所示为电动机直接接在圆柱齿轮减速器上, 此减速器宽度尺寸较大, 但由于圆柱齿轮易于制造、传动准确, 因而应用较广。

方案三 图 2-2c 所示为电动机直接接在蜗杆减速器上, 它结构最紧凑, 但在长期连续运转条件下, 由于蜗杆传动的效率低, 使得系统功率损失大且成本较高。

方案四 图 2-2d 所示为电动机直接接在圆锥—圆柱齿轮减速器上, 它的宽度尺寸比方案二小, 但圆锥齿轮的加工比圆柱齿轮困难。

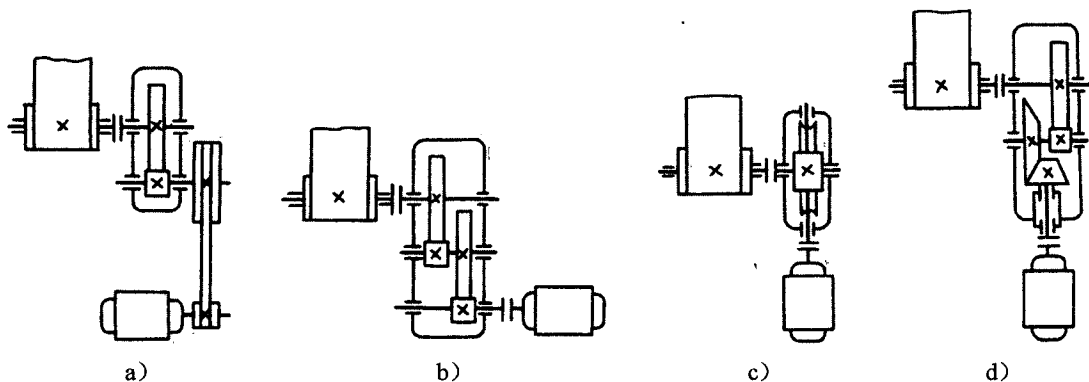


图 2-2 带式输送机传动方案比较

以上四种传动方案各有所长, 设计时应根据不同的工作要求和特点, 选取合理的传动方案。

在传动系统中, 若有几种传动形式组成多级传动, 应注意到各种传动形式的特点及其在布局上的要求, 须考虑以下几点。

(1) 带传动工作平稳, 能缓冲、吸振, 因而在实际生产中被广泛应用。但带传动承载能力低, 传递相同转矩时结构尺寸较其他传动形式大, 应放在传动的高速级, 此时转速较高, 在传递相同功率时的转矩较小, 因而可使带传动获得较为紧凑的结构尺寸。

(2) 链传动由于运转不均匀, 且有冲击、振动, 宜布置在传动系统的低速级。

(3) 斜齿圆柱齿轮传动的平稳性较直齿圆柱齿轮好, 宜布置在传动系统的高速级。

(4) 圆锥齿轮特别是大的圆锥齿轮加工起来困难, 应尽可能布置在传动的高速级, 以减小圆锥齿轮的结构尺寸。圆锥齿轮转速过高时, 其精度也需相应提高, 此时还要考虑制造成本问题。

(5) 蜗杆传动一般用在传动比大而传递功率不大的情况下, 其承载能力较齿轮传动低, 宜布置在传动系统的高速级, 以获得较小的结构尺寸。同时由于较高的齿面滑动速度, 易于形成油膜, 有利于提高承载能力及传动效率。

(6) 开式齿轮传动的工作条件较差, 润滑条件不好, 磨损严重, 应布置在低速级。

(7) 为简化传动系统,一般总是将改变运动形式的机构(如连杆机构、凸轮机构)放在传动系统的末端。

本书已在课程设计任务书中给定了传动方案,学生可进行分析、比较,并理解方案的合理性,也可提出改进意见,征得指导教师的同意,可以重新拟定更合理的方案。

2.2 电动机的选择

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,工程上大多采用三相交流电动机。交流电动机又分为异步电动机和同步电动机,异步电动机又分为鼠笼型和绕线转子两种,其中以普通鼠笼型异步电动机应用最广。目前,工程上应用最广泛的是 Y 系列三相异步电动机,它结构简单、工作可靠、启动性能好、价格低、维护方便,适用于不易燃、不易爆、无腐蚀性气体和无特殊要求的机械上,如金属切削机床、风机、输送机、搅拌机、农业机械和食品机械等。

Y 系列电动机的结构及技术数据可查阅有关产品目录或手册。该系列部分电动机的有关参数见表 2-1。

表 2-1 Y 系列三相异步电动机技术数据(部分)

电动机 型号	额定 功率 (kW)	满载 转速 (r/min)	电动机 型号	额定 功率 (kW)	满载 转速 (r/min)	电动机 型号	额定 功率 (kW)	满载 转速 (r/min)	电动机 型号	额定 功率 (kW)	满载 转速 (r/min)
同步转速 (3 000r/min)			同步转速 (1 500r/min)			同步转速 (1 000r/min)			同步转速 (750r/min)		
Y90S-2	1.5	2 840	Y90S-4	1.1	1 400	Y100L-6	1.5	940	Y160M1-8	4	720
Y90L-2	2.2		Y90L-4	1.5		Y112M-6	2.2		Y160M2-8	5.5	
Y100L-2	3	2 880	Y100L1-4	2.2	1 420	Y132S-6	3	960	Y160L-8	7.5	730
Y112M-2	4	2 890	Y100L2-4	3		Y132M1-6	4		Y180L-8	11	
Y132S1-2	5.5	2 900	Y112M-4	4	1 440	Y132M2-6	5.5	970	Y200L-8	15	740
Y132S2-2	7.5		Y132S-4	5.5		Y160M-6	7.5		Y225S-8	18.5	
Y160M1-2	11	2 930	Y132M-4	7.5	1 460	Y160L-6	11		Y225M-8	22	
Y160M2-2	15		Y160M-4	11		Y180L-6	15		Y250M-8	30	
Y160L-2	18.5	2 940	Y160L-4	15	1 470	Y200L1-6	18.5	980	Y280S-8	37	
Y180M-2	22		Y180M-4	18.5		Y200L2-6	22		Y280M-8	45	
Y200L1-2	30	2 950	Y180L-4	22	30	Y225M-6	30	980	Y315S-8	55	
Y200L2-2	37		Y200L-4	30		Y250M-6	37		Y315M1-8	75	

注:电动机型号的意义,以 Y132S1-2 为例:“Y”为系列代号;“132”表示机座中心高(mm);“S”为机座长度代号(S—短机座,M—中机座,L—长机座);“1”为铁心长度代号;“2”为极数。