

“十三五”国家重点图书出版规划项目

机械设计师手册

下册

吴宗泽 高志◎主编

先进 科学 创新 实用



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械设计师手册

(下册)

第3版

吴宗泽 高志 主编

机械工业出版社

本书包括了机械设计较为常用的资料,适用于解决一般机械设计问题参考。本书主要内容有:机械设计常用材料、机械制图、极限配合、表面粗糙度、连接件设计、传动件设计、轴系零件设计、润滑、密封、起重机零部件、操作件、弹簧、机架、导轨、管路及附件、常用电动机、计算机辅助设计、机械系统方案设计等。在编写过程中,编者努力精选基本、常用的知识和资料,以及常用的机械设计计算方法和数据,收集了现行较新的国家标准和行业标准。编排符合使用者的习惯和学科系统,标题明确,附有必要的例题,便于参考和查阅。

本书可供从事机械设计、制造、使用、维修的工程技术人员,大专院校从事机械设计的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计师手册.下册/吴宗泽,高志主编.—3版.—北京:机械工业出版社,2019.4

ISBN 978-7-111-62170-6

I. ①机… II. ①吴… ②高… III. ①机械设计-技术手册
IV. ①TH122-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第038814号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:曲彩云 徐强 责任编辑:曲彩云 徐强
责任校对:张晓蓉 刘雅娜 郑婕 张征 刘志文
封面设计:马精明 责任印制:张博

北京铭成印刷有限公司印刷

2019年5月第3版第1次印刷

184mm×260mm·103.75印张·3插页·3575千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-62170-6

定价:288.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

《机械设计师手册》自首版面世以来，历经 10 余次印刷，服务了众多行业内的读者，并对行业的发展和技术的进步起到了积极的推动作用。当前随着科学技术的不断发展进步，行业内新技术、新方法、新工艺、新标准不断涌现，而本手册的第 2 版面世发行以来已有 10 年，很多内容需要进行更新修改。所以，在广泛调研企业、科研院所、高校等多方面的使用情况和意见的基础上，决定对本手册进行修订。

新修订的《机械设计师手册（第 3 版）》主要有以下特色：

1) 凸显先进性。本手册修订过程中收入了很多新技术、新方法、新工艺，并对大量标准做了更新。如齿轮的热计算、滚动轴承的选择计算都引入了新国家标准规定的计算方法，螺纹连接引入了德国工程师协会技术准则 VDI 2230《高强度螺栓连接系统计算》。另外，对本手册第 2 版的内容进行了逐章审读，更新了大量的国家标准和行业标准。

2) 坚持科学性。修订后的手册内容更加丰富，体系也更加科学。为便于读者使用，根据实际情况，对一些章节补充了较多的新内容。部分章节内容增加一倍以上。另外，内容增加 50% 以上的有 4 章，增加 20% 以上的有 7 章。为了使本手册的总体篇幅不致大幅增加，同时也考虑到内容的差异化，新修订的手册去掉了液压传动部分（相关内容读者可以参考专门的手册）。

3) 重视创新性。考虑到我国提高了对“节能减排”的要求，新修订的手册增加了一些绿色设计的内容，如材料的回收以及结构设计的方便拆卸等方面内容。另外，机械系统方案设计和计算机辅助机械设计两章，更加注重传统设计与新技术、新方法的融合。

4) 保持实用性。本手册的编排尽量采用图、表等形式来表达产品设计所需要的内容和资料，使其更加简明、便查，并对各种标准采用摘编、数据合并、改排和格式统一等方法进行改编，使其更为规范和便于读者使用。

虽然本手册的编写过程中，各位编写人员都给予了很高的重视，也付出了很多心血，但限于编写难度，难免会有一些不足之处，还请各位读者批评指正。

吴宗泽、高 志

目 录

前言	
第 17 章 减速器	1
17.1 减速器的类型和选择	1
17.2 渐开线圆柱齿轮减速器	8
17.2.1 硬齿面圆柱齿轮减速器	8
17.2.2 轴装式减速器	17
17.2.3 同轴式圆柱齿轮减速器	19
17.3 圆锥圆柱齿轮减速器	43
17.3.1 特点	43
17.3.2 代号和标记	43
17.3.3 装配型式、外形尺寸和承载能力	44
17.4 蜗杆减速器	49
17.4.1 圆弧圆柱蜗杆减速器	49
17.4.2 平面二次包络环面蜗杆减速器	56
17.4.3 直廓环面蜗杆减速器	67
17.4.4 平面包络环面蜗杆减速器	85
17.5 行星齿轮减速器	107
17.5.1 NGW 型行星齿轮减速器	107
17.5.2 谐波传动减速器	117
17.5.3 摆线针轮减速器	122
17.6 机械设备专用减速器	132
17.6.1 运输机械用减速器	132
17.6.2 起重机用三支点 QJ 型减速器	140
17.6.3 起重机底座式减速器	148
17.6.4 起重机用立式减速器	151
17.7 减速器设计资料	156
17.7.1 铸铁箱体的结构和尺寸	156
17.7.2 减速器的常用附件	159
第 18 章 轴	161
18.1 概述	161
18.1.1 轴设计的特点	161
18.1.2 轴的类型、特点和用途	161
18.1.3 轴的材料、毛坯及处理	161
18.2 直轴的结构设计	162
18.2.1 轴上零件的布置方案	162
18.2.2 轴上零件的定位和固定	162
18.3 轴系零件的紧固件	169
18.4 直轴设计计算	181
18.4.1 轴的强度计算	181
18.4.2 轴的刚度计算	187
18.4.3 轴的设计计算举例及设计计算程序	190
18.4.4 轴的临界转速计算	194
18.5 软轴	196
18.5.1 软轴的类型、特点和用途	196
18.5.2 软轴的结构形式和规格	197
18.5.3 软轴接头和软管接头	199
18.5.4 钢丝软轴的选择与使用	199
18.6 曲轴	200
18.6.1 曲轴的结构设计	200
18.6.2 曲轴的强度计算	205
18.6.3 曲轴的计算机辅助设计计算	209
第 19 章 滚动轴承	210
19.1 滚动轴承的类型和代号	210
19.1.1 滚动轴承的类型	210
19.1.2 滚动轴承的代号	212
19.2 滚动轴承的选用	219
19.2.1 常用滚动轴承的特性	219
19.2.2 滚动轴承的类型选择	221
19.2.3 滚动轴承的精度选择	222
19.2.4 滚动轴承的游隙选择	222
19.3 滚动轴承的计算	223
19.3.1 滚动轴承的失效形式	223
19.3.2 滚动轴承的寿命计算	223
19.3.3 滚动轴承的静载荷计算	233
19.3.4 额定热转速	234
19.4 滚动轴承装置的设计	235
19.4.1 轴承的配置与支承结构	235
19.4.2 轴承的轴向固定	237
19.4.3 轴承的配合	239
19.4.4 轴承的预紧	242
19.4.5 轴承的润滑	243
19.4.6 轴承的密封	246
19.4.7 轴承的安装与拆卸	248
19.5 滚动轴承的主要尺寸和性能表	249
19.6 钢球	315
第 20 章 滑动轴承	316
20.1 滑动轴承类型、特性与选用	316

20.1.1 滑动轴承的类型、特性与适用 场合	316	20.9.4 计算框图	426
20.1.2 滑动轴承类型主要选择因素 比较	318	20.9.5 算例	427
20.1.3 各类连续运转滑动轴承承载 能力与转速特性曲线	319	第 21 章 润滑剂与润滑装置	430
20.1.4 各种机器的滑动轴承设计参数	319	21.1 润滑剂	430
20.2 滑动轴承材料	322	21.1.1 液体润滑剂	430
20.2.1 对滑动轴承材料提出的要求	322	21.1.2 润滑脂	446
20.2.2 滑动轴承材料的性能	322	21.1.3 固体润滑剂	451
20.3 混合润滑轴承	329	21.1.4 气体润滑剂	451
20.3.1 径向滑动轴承座	329	21.2 润滑方式	451
20.3.2 金属轴套与轴瓦	332	21.2.1 手工加油(或脂)润滑	451
20.3.3 混合润滑轴承选用与验算	350	21.2.2 滴油润滑	451
20.3.4 润滑方式和润滑剂的选择	351	21.2.3 飞溅润滑	452
20.4 多孔质轴承(含油轴承)	353	21.2.4 油环或油链润滑	452
20.4.1 多孔质轴承材料的性能	353	21.2.5 油绳或油垫润滑	452
20.4.2 轴承形式与尺寸	353	21.2.6 油雾润滑	452
20.4.3 参数选择	353	21.2.7 集中润滑	456
20.4.4 润滑	358	21.2.8 压力循环润滑	456
20.4.5 使用安装	359	21.3 一般润滑件	457
20.4.6 其他多孔质轴承	360	21.3.1 油杯	457
20.5 自润滑轴承	362	21.3.2 油标	460
20.5.1 轴承材料与性能	362	21.3.3 油枪	463
20.5.2 设计参数	366	21.3.4 润滑泵	464
20.5.3 承载能力	368	21.4 集中润滑系统	465
20.6 固体润滑轴承	370	21.4.1 集中润滑系统图形符号	465
20.6.1 覆膜轴承	370	21.4.2 稀油润滑装置	469
20.6.2 烧结轴承	372	21.4.3 润滑油泵及润滑油泵装置	474
20.6.3 浸渍复合轴承	374	21.4.4 冷却器	478
20.6.4 镶嵌轴承	374	21.4.5 电动润滑泵	481
20.7 关节轴承	374	第 22 章 密封	485
20.7.1 关节轴承的类型、结构与代号	374	22.1 概述	485
20.7.2 各类关节轴承的规格	386	22.1.1 密封机理	485
20.7.3 关节轴承的公差配合	403	22.1.2 密封的分类	485
20.7.4 关节轴承额定动、静载荷与寿命 计算	404	22.1.3 密封的选型	485
20.8 水润滑热固性塑料轴承	408	22.2 静密封	486
20.8.1 应用场合	408	22.2.1 垫片密封	487
20.8.2 轴承规格	409	22.2.2 胶密封	516
20.8.3 设计要点	411	22.3 弹塑性体接触动密封	522
20.9 液体动压润滑径向轴承	411	22.3.1 软填料密封	522
20.9.1 几何关系	412	22.3.2 成形填料	530
20.9.2 轴承主要参数选择	412	22.3.3 往复运动用密封圈	567
20.9.3 工作特性参数与许用值	413	22.4 非弹性体接触动密封	579
		22.4.1 硬填料	579
		22.4.2 活塞环	581
		22.5 机械密封	583
		22.5.1 机械密封分类	583

22.5.2 机械密封设计计算	585	24.2.10 不锈钢钢丝绳	945
22.6 流阻型非接触动密封	588	24.2.11 压实股钢丝绳	949
22.6.1 迷宫密封	588	24.2.12 输送带用钢丝绳	952
22.6.2 铁磁流体密封	590	24.2.13 操纵用钢丝绳	955
第23章 联轴器、离合器、制动器	594	24.2.14 平衡用扁钢丝绳	960
23.1 联轴器	594	24.2.15 起重机用钢丝绳检验和报废实用 规范	963
23.1.1 联轴器的分类、性能与选择	594	24.3 绳具	971
23.1.2 刚性联轴器	615	24.3.1 钢丝绳夹	971
23.1.3 无弹性元件挠性联轴器	622	24.3.2 钢丝绳用套环	976
23.1.4 金属弹性元件挠性联轴器	673	24.3.3 钢丝绳用楔形接头	978
23.1.5 非金属弹性元件挠性联轴器	709	24.3.4 钢丝绳用压板	981
23.2 离合器	758	24.4 钢丝绳吊索	981
23.2.1 概述	758	24.4.1 插编索扣	981
23.2.2 离合器选用	762	24.4.2 对钢丝绳吊索的要求及检验和 验收	986
23.2.3 机械离合器	763	24.4.3 钢丝绳铝合金压制接头	996
23.2.4 电磁离合器	768	24.5 滑轮	998
23.2.5 气动离合器	774	24.5.1 滑轮的主要尺寸	998
23.2.6 超越离合器	777	24.5.2 轮毂和轴承尺寸	1000
23.2.7 离心离合器	784	24.5.3 滑轮连接螺栓、内轴套 (T) 隔环和挡盖的尺寸	1006
23.2.8 安全离合器	793	24.5.4 双幅板压制滑轮	1009
23.3 制动器	794	24.6 卷筒	1012
23.3.1 概述	794	24.6.1 起重机卷筒直径和槽形	1012
23.3.2 制动器选用	796	24.6.2 起重机卷筒组装结构示例	1014
23.3.3 块式制动器	799	24.7 起重吊钩	1016
23.3.4 电力液压块式制动器	806	24.7.1 吊钩的力学性能、材料、 起重量和应力	1016
23.3.5 电磁块式制动器	809	24.7.2 直柄单钩毛坯件尺寸及公差	1018
23.3.6 电磁制动器	816	24.7.3 单钩的尺寸	1022
23.3.7 盘式制动器	824	24.7.4 直柄双钩毛坯件	1025
23.3.8 涡流制动器	851	24.7.5 直柄双钩的型式和尺寸	1027
第24章 起重机零部件	855	24.7.6 吊钩横梁毛坯件	1031
24.1 起重机的工作等级和载荷计算	855	24.7.7 起重吊钩横梁	1031
24.1.1 起重机整机的分级	855	24.7.8 起重吊钩螺母	1032
24.1.2 机构的分级	856	24.7.9 起重吊钩螺母防松板	1037
24.1.3 结构件或机械零件的分级	858	24.7.10 起重吊钩闭锁装置	1037
24.1.4 起重机整机和机构分级举例	859	24.7.11 手动起重机设备用吊钩	1040
24.2 钢丝绳	864	24.8 起重机车轮	1045
24.2.1 钢丝绳的选择和计算	864	24.8.1 起重机车轮型式和尺寸	1045
24.2.2 钢丝绳的术语、标记和分类	867	24.8.2 起重机车轮、导轨材料和 热处理	1046
24.2.3 重要用途钢丝绳	870	24.8.3 起重机车轮精度	1046
24.2.4 电梯用钢丝绳	884	24.8.4 轨道强度计算	1046
24.2.5 一般用途钢丝绳	890		
24.2.6 粗直径钢丝绳	917		
24.2.7 航空用钢丝绳	935		
24.2.8 飞机操纵用钢丝绳	939		
24.2.9 密封钢丝绳	941		

24.9 起重机用缓冲器	1048	26.3.5 矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧	1132
24.9.1 起重机用液压缓冲器	1048	26.3.6 多股圆柱螺旋弹簧	1132
24.9.2 起重机用弹簧缓冲器	1049	26.4 平面涡卷弹簧	1139
24.9.3 起重机用橡胶缓冲器	1052	26.4.1 平面涡卷弹簧的类型、结构和 特性	1139
第 25 章 操作件	1054	26.4.2 平面涡卷弹簧的材料和许用 应力	1140
25.1 操作件分类和标记	1054	26.4.3 平面涡卷弹簧的技术要求	1140
25.1.1 操作件分类	1054	26.4.4 平面涡卷弹簧的设计	1141
25.1.2 操作件标记	1055	26.5 碟形弹簧	1145
25.2 手柄	1055	26.5.1 碟形弹簧的类型和结构	1145
25.2.1 曲面手柄	1056	26.5.2 碟形弹簧的尺寸系列	1145
25.2.2 转动小手柄	1057	26.5.3 碟形弹簧的技术要求	1148
25.2.3 转动手柄	1058	26.5.4 碟形弹簧的典型工作图	1149
25.2.4 球头手柄	1061	26.5.5 碟形弹簧的设计计算	1149
25.2.5 曲面转动手柄	1062	第 27 章 机架	1157
25.2.6 单柄对重手柄	1063	27.1 机架设计概述	1157
25.2.7 双柄对重手柄	1064	27.1.1 机架的分类及特点	1157
25.2.8 可折手柄	1065	27.1.2 机架设计准则和一般要求	1157
25.3 手柄球、手柄套	1068	27.1.3 机架设计的方法和步骤	1158
25.3.1 手柄球	1068	27.1.4 机架的常用材料和热处理	1159
25.3.2 手柄套	1068	27.2 机架结构设计	1161
25.3.3 椭圆手柄套	1069	27.2.1 机架的结构参数	1161
25.3.4 长手柄套	1070	27.2.2 铸造机架	1168
25.4 手柄座	1071	27.2.3 焊接机架	1171
25.4.1 锁紧手柄座	1072	27.2.4 非金属机架	1171
25.4.2 定位手柄座	1072	27.2.5 预应力钢丝缠绕机架	1173
25.5 手轮	1073	27.2.6 钢绳(柔性)机架	1173
25.5.1 波纹手轮	1075	27.2.7 机架的连接和固定	1175
25.5.2 圆轮缘手轮	1078	27.3 机架的设计计算	1176
25.5.3 小波纹手轮	1080	27.3.1 机架的强度计算	1176
25.5.4 小手轮	1080	27.3.2 机架的刚度计算	1183
25.5.5 波纹圆轮缘手轮	1081	27.3.3 钢丝缠绕机架的设计计算	1188
25.6 把手	1082	27.3.4 机架的动刚度和热变形的计算	1190
25.6.1 压花把手	1083	27.4 箱体	1193
25.6.2 十字把手	1083	27.4.1 概述	1193
25.6.3 星形把手	1084	27.4.2 箱体结构方案分析	1193
25.6.4 定位把手	1084	27.4.3 箱体的强度计算	1194
25.7 嵌套	1086	27.4.4 齿轮减速器箱座的刚度计算	1197
第 26 章 弹簧	1087	27.4.5 机床主轴箱的刚度计算	1198
26.1 弹簧的分类	1087	27.4.6 箱体截面几何形状及壁厚的 设计	1200
26.2 弹簧材料	1089	第 28 章 导轨	1202
26.3 圆柱螺旋弹簧	1092	28.1 导轨设计概述	1202
26.3.1 圆柱螺旋弹簧尺寸系列	1092	28.1.1 导轨的类型、特点和应用	1202
26.3.2 圆柱螺旋压缩弹簧	1093		
26.3.3 圆柱螺旋拉伸弹簧	1118		
26.3.4 圆柱螺旋扭转弹簧	1130		

28.1.2	导轨的设计要求	1205	29.3.5	不锈钢卡压式管件组件	1352
28.1.3	导轨设计的一般步骤	1205	29.3.6	锻制承插焊和螺纹管件	1364
28.2	滑动导轨	1205	29.4	管法兰	1374
28.2.1	滑动导轨截面形式、特点及应用	1205	29.4.1	管法兰分类	1374
28.2.2	滑动导轨尺寸	1210	29.4.2	管法兰类型及适用范围	1374
28.2.3	滑动导轨间隙调整装置	1212	29.4.3	法兰结构及连接尺寸	1378
28.2.4	滑动导轨的卸荷装置	1213	29.4.4	法兰尺寸公差	1394
28.2.5	镶装式滑动导轨	1217	29.4.5	法兰连接密封面的表面粗糙度	1394
28.2.6	塑料导轨	1218	29.4.6	法兰连接用螺栓	1395
28.2.7	滑动导轨的材料与热处理	1220	29.4.7	钢制管法兰焊接接头形式和坡口尺寸	1395
28.2.8	滑动导轨的压强计算	1222	29.4.8	钢制管法兰用材料	1397
28.2.9	滑动导轨的技术要求	1224	29.4.9	钢制管法兰压力-温度等级	1400
28.3	滚动导轨	1225	29.4.10	钢制管法兰计算质量	1407
28.3.1	滚动导轨的类型、特点和应用	1225	第30章 常用电动机		1414
28.3.2	滚动导轨结构设计	1227	30.1	常用电气简图用图形符号	1414
28.3.3	滚动导轨设计计算	1228	30.1.1	符号要素、限定符号和其他常用符号	1414
28.3.4	直线滚动导轨副	1233	30.1.2	导体和连接件	1417
28.3.5	直线滚动导轨套副	1236	30.1.3	电能的发生与变换装置的简图	1419
28.3.6	滚动花键导轨副	1236	30.1.4	开关控制和保护器件	1422
28.4	液体静压导轨	1236	30.1.5	测量仪表、灯和信号器件	1427
28.4.1	液体静压导轨的原理、类型、特点和应用	1236	30.2	电动机产品型号和代号	1430
28.4.2	静压导轨结构设计	1237	30.2.1	电动机产品型号	1430
28.4.3	静压导轨设计计算	1238	30.2.2	常用电动机产品代号	1432
28.5	导轨的润滑与防护	1239	30.2.3	旋转电动机外壳防护分级 (IP 代码)	1434
28.5.1	导轨的润滑	1239	30.2.4	旋转电动机结构及安装型式 (IM 代号)	1435
28.5.2	导轨的防护装置	1240	30.3	选择电动机的基本原则和方法	1449
28.6	提高导轨性能的措施	1241	30.3.1	选择电动机的基本原则	1449
28.6.1	提高导轨的耐磨性	1241	30.3.2	电动机类型的选择	1449
28.6.2	提高导轨的运动平稳性	1241	30.3.3	电动机额定电压的选择	1449
28.6.3	提高导轨的几何精度	1241	30.3.4	电动机额定转速的选择	1450
第29章 管件及管法兰		1242	30.3.5	电动机容量的选择	1450
29.1	基本资料	1242	30.3.6	电动机的工作制	1452
29.1.1	管路图形画法	1242	30.3.7	节能电动机	1455
29.1.2	管道工程参数的标准化	1248	30.4	常用电动机产品	1456
29.2	铸铁管件	1249	30.4.1	交流电动机	1456
29.2.1	灰口铸铁管件	1249	30.4.2	直流电动机	1546
29.2.2	可锻铸铁管路连接件	1289	30.4.3	防爆电动机	1558
29.2.3	球墨铸件管件	1309	30.4.4	起重及冶金用三相异步电动机	1579
29.3	钢制管件	1333	第31章 机械系统方案设计		1604
29.3.1	钢制对焊无缝管件	1333	31.1	机械设计的一般过程	1604
29.3.2	钢板制对焊管件	1342	31.2	机械设计在产品开发中的作用	1604
29.3.3	锻制螺纹管件	1347			
29.3.4	钢制法兰管件	1349			

31.3 发明问题解决理论	1605	32.4 图形处理与几何造型	1634
31.4 利用互联网,提高机械设计水平	1612	32.4.1 图形变换	1634
第 32 章 计算机辅助机械设计	1615	32.4.2 图形剪裁	1636
32.1 概述	1615	32.4.3 几何造型	1636
32.1.1 基本概念	1615	32.4.4 图形消隐	1637
32.1.2 计算机辅助设计系统的硬件	1615	32.5 机械制图用计算机信息交换制图	
32.1.3 计算机辅助设计系统的软件	1618	规则	1639
32.1.4 基于网络的计算机辅助设计		32.5.1 基本原则	1639
系统的简介	1619	32.5.2 图线	1639
32.2 工程设计数据库	1620	32.5.3 字体	1642
32.2.1 概述	1620	32.5.4 尺寸线的终端形式	1642
32.2.2 数据结构及在 CAD 中的应用	1621	32.5.5 图形符号的表示	1643
32.2.3 数据库及管理系统	1626	32.5.6 图样中各种线型在计算机中的	
32.2.4 数据库系统的设计与使用	1627	分层	1643
32.3 常用计算方法	1628	32.6 CAD/CAM	1643
32.3.1 数表及线图的处理方法	1628	32.6.1 CAPP/CAM 简介	1643
32.3.2 数值分析方法	1630	32.6.2 CAD/CAPP/CAM 的集成	1644
32.3.3 有限差分法简介	1632	参考文献	1646
32.3.4 有限元法简介	1634		

第 17 章 减 速 器

17.1 减速器的类型和选择

减速器是应用于原动机和工作机之间的独立传动装置,主要功能是降低转速,增大转矩,以便带动大转矩的工作机。

减速器类型很多,并且大多数已成为标准化产品。本章主要介绍常用标准减速器的主要参数和选用方法。减速器按结构特点分为四大类,各类减速器的主要形式见表 17-1。常用标准减速器的类型和适用条件见表 17-2。各类减速器承载能力的比较如图 17-1 和图 17-2 所示。

表 17-1 减速器的主要类型及特点

类别	齿 形	级数和 布置形式	传动简图	传 动 比	特点及应用
圆 柱 齿 轮 减 速 器	渐开线齿 廓(有直 齿、斜齿和 人字齿)、 圆弧齿廓 (有斜齿和 人字齿)	单 级	水 平 轴	$i \leq 7.1$; 淬硬齿轮 $i \leq 6.3$ ($i \leq 5.6$ 较好)	效率高,工艺简单,精度容易保证。轴 线可做水平布置、上下布置或铅垂 布置 直齿用于 $v \leq 8\text{m/s}$ 的低速传动或轻载 传动;斜齿可用于高速(v 可达 50m/s) 传 动;人字齿用于大型重载减速器中
			立 轴		
		两 级	展 开 式	$i = 7.1 \sim 50$; 淬硬齿轮 $i = 7.1 \sim 31.5$ ($i = 6.3 \sim 20$ 较好)	齿轮相对于轴承位置不对称,因此当 轴产生弯曲变形时,载荷沿齿宽分布不 均匀,则要求轴有较大刚度 它是二级减速器中结构最简单、应用 最广泛的一种
			分 流 式	$i = 7.1 \sim 50$	高速级为对称布置的左、右旋斜齿轮, 低速级可采用人字齿或直齿。载荷沿齿 宽分布均匀。用于较大功率、变载场合
			同 轴 式	$i = 7.1 \sim 50$; 淬硬齿轮 $i = 7.1 \sim 31.5$	输入轴和输出轴布置在同一轴线上, 长度方向尺寸减小,轴向尺寸加大,中间 轴较长,刚性较差。当传动比分配适当 时,二级大齿轮浸油深度大致相同 轴线可以水平、上下、铅垂布置

(续)

类型	齿形	级数和布置形式	传动简图	传动比	特点及应用	
圆柱齿轮减速器	渐开线齿廓 (有直齿、斜齿和人字齿)、圆弧齿廓 (有斜齿和人字齿)	三级 展开式		调质齿轮 $i = 28 \sim 315$; 淬硬齿轮 $i = 28 \sim 180$ ($i = 22.5 \sim 100$ 较好)	同两级展开式	
		三级 分流式		$i = 28 \sim 315$	同两级分流式	
圆锥、圆锥-圆柱齿轮减速器	直齿斜齿 曲齿	单级		直齿 $i \leq 5$; 曲齿、斜齿 $i \leq 8$; 淬硬齿轮 $i \leq 5$	输入轴与输出轴轴线垂直相交, 制造、安装复杂, 成本高, 仅在设备布置需要时才选用 有水平式和立式	
		两级		直齿 $i = 6.3 \sim 31.5$; 曲齿、斜齿 $i = 8 \sim 40$; 淬硬齿轮 $i = 5 \sim 16$	特点同单级。锥齿轮应放高速级, 否则加工困难。圆柱齿轮可为直齿或斜齿	
		三级		$i = 35.5 \sim 160$; (淬硬齿轮 $i = 18 \sim 100$)	同两级圆锥-圆柱齿轮减速器	
蜗杆、蜗杆-圆柱齿轮减速器	圆柱蜗杆 阿基米德螺旋线蜗杆 (普通圆柱蜗杆)、圆弧齿圆柱蜗杆 (尼曼蜗杆)、锥面包络圆柱蜗杆	单级	蜗杆下置式		$i = 10 \sim 80$	蜗杆布置在蜗轮的下边, 有利于啮合处及蜗杆轴承处的润滑, 但当蜗杆圆周速度较高时, 搅油损失大, 一般用于蜗杆圆周速度 $v < 5\text{m/s}$ 的场合
			蜗杆上置式			蜗杆布置在蜗轮的上边, 装拆方便, 但蜗杆轴承润滑不方便。一般用于蜗杆圆周速度 $v > 5\text{m/s}$ 的场合
	环面蜗杆 直廓环面蜗杆、平面包络环面蜗杆、平面二次包络环面蜗杆	蜗杆侧置式		$i = 5 \sim 100$	蜗杆放在蜗轮侧面, 蜗轮轴是竖直的。对蜗轮输出轴处密封要求高。一般用于水平旋转机构的传动	

(续)

类型	齿 形	级数和 布置形式	传动简图	传 动 比	特点及应用
蜗杆、蜗杆-圆柱齿轮减速器	直廓环面蜗杆、平面包络环面蜗杆、平面二次包络环面蜗杆	两级蜗杆减速器		$i = 43 \sim 3600$	传动比大,结构紧凑,但效率低。为了使高速级和低速级传动浸油深度大致相等,可取 $a_1 \approx \frac{a_2}{2}$ 式中, a_1 为高速级中心距; a_2 为低速级中心距
		蜗杆齿轮减速器		$i = 50 \sim 250$	蜗杆在高速级,传动效率比齿轮在高速级高,但尺寸和自重较大
		齿轮蜗杆减速器		$i = 15 \sim 480$	齿轮在高速级,结构紧凑。为了使高速级和低速级传动浸油深度大致相等,可取 $a_1 \approx \frac{a_2}{2}$ 式中, a_1 为高速级中心距; a_2 为低速级中心距
NGW型行星齿轮减速器	渐开线齿廓,多为直齿,有时用人字齿	单级		$i = 2.8 \sim 12.5$	与普通圆柱齿轮减速器比较,体积和自重可减少 50%左右,效率提高 3%;但结构较复杂,制造精度要求高。广泛用于要求结构紧凑的动力传动中
		两级		$i = 14 \sim 160$	
少齿差减速器	渐开线	单 N 型少齿差		$i = 10 \sim 160$	传动比范围大,结构紧凑,齿形易加工,装拆方便,平均效率 90% 行星轮的中心轴承受径向力较大
		级 三环减速器		$i = 11 \sim 99$	传动比范围大,若组合为二级三环减速器,传动比可达 9801;结构紧凑、体积小、噪声小、过载能力强;承载能力高,输出转矩可达 400kN·m;使用寿命长、零件类型少,造价低;派生系列多,适用性强

(续)

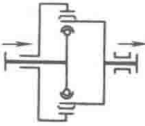
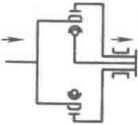
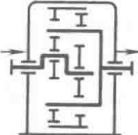
类型	齿形	级数和布置形式	传动简图	传动比	特点及应用
行星齿轮减速器	渐开线	单级 刚轮固定,波发生器主动,柔轮输出		$i = 50 \sim 500$ (含柔轮固定,波发生器主动,刚轮输出)	传动比范围大、零件少;体积小,比一般齿轮减速器体积和自重减少 20% ~ 25%;承载能力大、传动效率高,当 $i = 100$ 时, $\eta = 90\%$, $i = 400$ 时, $\eta = 80\%$;制造工艺复杂
		波发生器固定,柔轮主动,刚轮输出		$i = 1.00 \sim 1.02$	
摆线针轮减速器	短幅外摆线	单级		$i = 11 \sim 87$	传动比大,若两级 $i = 121 \sim 7500$;传动效率高, $\eta = 0.9 \sim 0.94$;传动平稳,噪声低;结构紧凑,体积小,是普通减速器的 50% ~ 80%;过载和耐冲击力强,寿命长;制造工艺复杂,需用专门机床加工

表 17-2 常用标准减速器的类型和适用条件

标准	类型			传动比	功率 ($n_1 = 1500$ r/min) /kW	输入转速 /(r/min)	环境温度 /°C	适用范围	说明	
	名称	分类	型号							
JB/T 8853 —2015	硬齿面 渐开线圆柱齿轮 减速器	单级	H ₁	1.25 ~ 6.3	10 ~ 6666	$v \leq 20\text{m/s}$, 可正、反向 运转	-40 ~ 45	冶金、矿山、 运输、水泥、建 筑、纺织、轻工 等行业	齿面硬度 55~62HRC, 齿轮精度为 6 级,比软齿 面减速器承载能力平均 提高 24 倍以上,价格增 加 3 倍左右	
		两级	H ₂	6.3 ~ 20	13 ~ 4310					
		三级	H ₃	22.4 ~ 100	8 ~ 1865					
JB/T 7000 —2010	同轴式 圆柱齿轮 减速器	二 级	双出 轴型	TZL	4.83 ~ 25.85	1.48 ~ 248.5	$v \leq 20\text{m/s}$, 可正、反向 运转	-40 ~ 40	冶金、矿山、 能源、建材、化 工等行业	直联电动机为 Y 系列 三相异步四级电动机。 减速器适用于外式安 装,允许输出轴向下倾 斜安装,但与水平面夹 角要小于 20°
			直联 电机 型	TZLD	4.83 ~ 12.73	1.1 ~ 90				
		三 级	双出 轴型	TZS	8.8 ~ 206.9	0.2 ~ 163.8				
			直联 电机 型	TZSD	13.65 ~ 205.1	0.55 ~ 90				

(续)

标 准	类 型			传动比	功率 ($n_1 = 1500$ r/min) /kW	输入转速 /(r/min)	环境 温度 /°C	适用范围	说 明
	名称	分类	型号						
JB/T 7337 —2010	轴装式 减速器	两级	ZJ	10~40	额定输出转矩 630~ 6300 N·m	≤ 1500 , 可正、反向 运转	-20~ 40	带式输送机、斗式提升机以及轻化、纺织等行业	减速器直接装在轴上,可省去连接减速器和工作机的联轴器,安装方便
YB/T 050 —1993	圆锥圆柱齿轮减速器	二级	YKL	5~16	4.3~ 1850	$v \leq 20\text{m/s}$	-40~ 45	冶金、矿山等多种行业	一级弧齿锥齿轮与单、两、三级斜齿圆柱齿轮组合而成,锥齿轮放高速级
		三级	YKS	11.2~ 90	2.4~ 1900				
		四级	YKF	90~ 500	1.5~ 1150				
JB/T 7935 —2015	圆弧圆柱蜗杆减速器(尼曼蜗杆)	蜗杆下置	CW IV	5~63	0.91~ 197	≤ 1500 可正、反向 运转	<20	冶金、矿山、运输、水泥、建筑、纺织、轻工等较小型设备上	与阿基米德蜗杆减速器比较,体积小、寿命长、噪声小,传动效率提高4%
蜗杆侧置	CW VII								
蜗杆上置	CW I								
JB/T 7936 —2010	直廓环面蜗杆减速器	蜗杆下置	HWB HWWB	10~ 63	2.6~ 526	≤ 1500 可正、反向 运转	0~ 40	冶金、矿山、运输、水泥、建筑、纺织、轻工等较小型设备上	中心距 $a = 100 \sim 500\text{mm}$ 时,承载能力比阿基米德蜗杆减速器提高3倍以上
蜗杆上置	HWT HWWT								
JB/T 9051— 2010	平面包络环面蜗杆减速器	蜗杆下置	TPU	10~63	2.6~ 582.5	≤ 1500	0~ 45	冶金、矿山、运输、水泥、建筑、纺织、轻工等较小型设备上	中心距 $a = 80 \sim 500\text{mm}$ 时,比阿基米德蜗杆减速器承载能力提高3倍以上,效率达95%
蜗杆侧置	TPS								
蜗杆上置	TPA								
GB/T 16444 —2008	平面二次包络环面蜗杆减速器	蜗杆下置	PWU	10~63	1.49~ 597	≤ 1500	0~ 45	冶金、矿山、运输、水泥、建筑、纺织、轻工等较小型设备上	中心距 $a = 80 \sim 710\text{mm}$ 时,与阿基米德蜗杆减速器相比,承载能力提高3倍以上,效率达95%
蜗杆侧置	PWS								
蜗杆上置	PWO								

(续)

标准	类型			传动比	功率 ($n_1 = 1500$ r/min) /kW	输入转速 /(r/min)	环境 温度 /°C	适用范围	说明	
	名称	分类	型号							
JB/T 6502 —2015	NGW 行星齿轮 减速器	两级 行星	P2D P2F	20~40	45~ 9750	≤ 1500 直齿轮 $v \leq 15\text{m/s}$ 斜齿轮 $v \leq 20\text{m/s}$ 可正、反 向运转	-40~ 45	冶金、矿山、 运输、建材、轻 工、能源、交通 等行业	齿轮毛坯为 17CrNiMo、 20CrMnTi, 齿面经渗碳淬 火、磨齿, 硬度 58~ 62HRC。齿轮精度, 太阳 轮、行星轮为 6 级, 内齿轮 为 7 级。运转平稳、噪声 小, 设计寿命 10 年 在相同条件下, 比普 通圆柱齿轮轻 1/2 以上。 根据连接形式, 分为底 座连接和法兰连接	
		两级行 星和一 级定轴	P2ZD P2ZF	45~ 125	13~ 8400					
		三级 行星	P3D P3F	140~ 280	12.7~ 1680					
		三级行 星和一 级定轴	P3ZD P3ZF	315~ 900	3.8~ 1177					
JB/T 6135 —1992	混合少 齿差行星 变速器	单级 传动	HB	25~ 71	0.46~ 43.44	≤ 1500	-40~ 45	矿山、橡胶、 锅炉、冶金、建 筑、化工、石 油、起重、运 输、纺织、通 用、轻工和食 品等行业	这是在混合少齿差减速 器基础上发展起来的。改 变输入轴或输出轴转向可 得到 i_1 、 i_2 、 $-i_2$ 三种传 动比	
		带转矩 控制器	HBN	125~ 355	0.14~ 140	≤ 1500				
		两台减 速器 串联	HBJ	2240~ 8700	0.55~ 7.5 ($n_1 = 750$)	≤ 750				
GB/T 14118 —1993	谐波传 动减速器	单级	XB	63~320	输出转 矩 2.5~ 6300 N·m	≤ 3000	-40~ 55	航天、航空、 能源、医疗器 械、机器人、原 子能、仪器仪 表、影视照明 等行业		
JB/T 2982 —2016	摆线针 轮减速器	一级	双轴型(卧式)	ZW	6~87	0.1~ 15	≤ 1500	≤ 40	起重运输、 矿山、冶炼、石 油化工、纺织、 印染以及轻工 食品多种行 业中	除卧式外, 还有立式, 将 型号中 W 改为 L
				ZWE	99~ 1505	0.07~ 18.79				
				ZWS						
		一级	直联型(卧式)	ZWD	6~87	0.09~ 15		-40~ 45		
				ZWED	99~ 1225	0.09~ 18.5				
				ZWSD						

注: 各类减速器在起动前环境温度若低于 0°C 时, 润滑油应预热; 高于 45°C (或 40°C) 时, 润滑油应采取冷却措施。

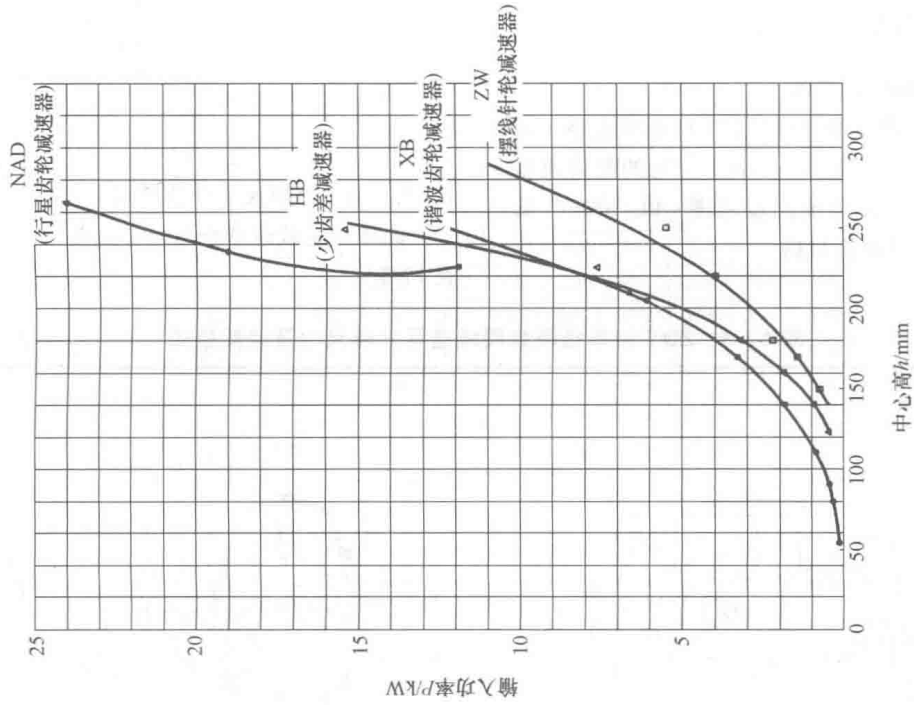


图 17-2 行星齿轮少齿差、谐波、摆线针轮减速器承载能力比较线图

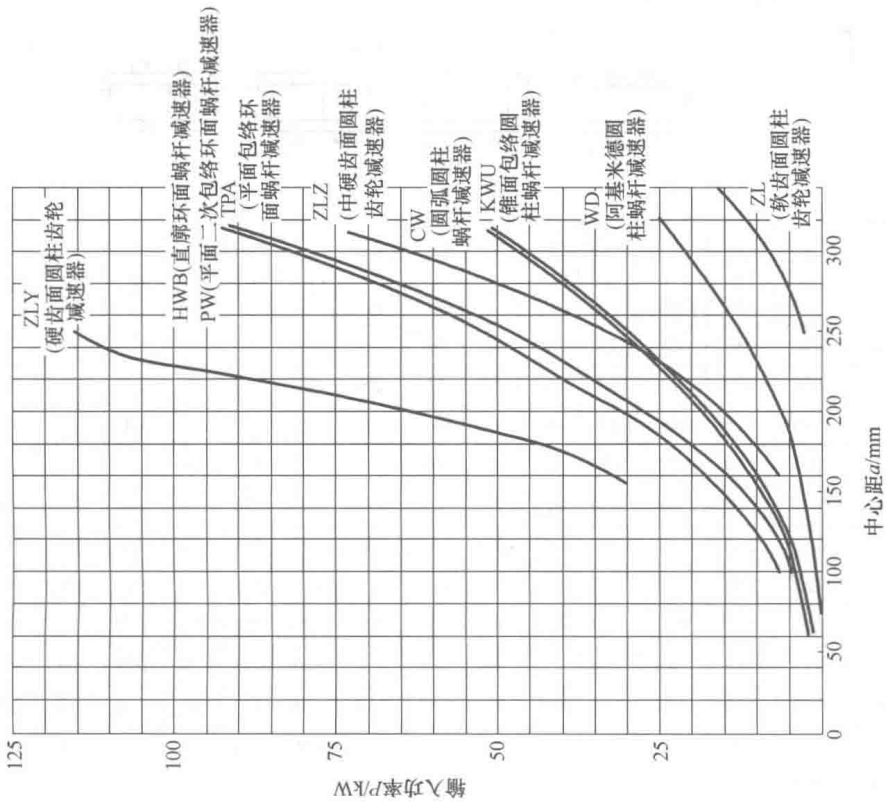


图 17-1 圆柱齿轮减速器、蜗杆减速器承载能力比较线图 ($i = 25, n_1 = 1000 \text{r/min}$)