

机械工程标准手册

减速器与变速器卷

《机械工程标准手册》编委会 编

TH 65
17



中国标准出版社

机械工程标准手册

减速器与变速器卷

《机械工程标准手册》编委会 编

中国标准出版社

责任编辑 段 方
封面设计 张晓平
版式设计 李 玲
责任校对 马 涛
责任印制 邓成友

图书在版编目 (CIP) 数据

机械工程标准手册. 减速器与变速器卷/《机械工程标准手册》编委会编. —北京: 中国标准出版社, 2002
ISBN 7-5066-2967-4

I. 机… II. 机… III. ① 机械工程-标准-中国-手册
② 减速装置-标准-中国-手册 ③ 变速装置-标准-中国-手册
IV. TH-65

中国版本图书馆CIP数据核字 (2002) 第079799号

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码: 100045
电话: 68523946 68517548
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*
开本 787×1092 1/16 印张 36 彩页 7 字数 1 206 千字
2003年5月第一版 2003年5月第一次印刷

*
印数 1—2 000 定价 88.00元
网址 www.bzcs.com

版权专有 侵权必究
举报电话: (010)68533533
京西工商广临字 200303024 号

《机械工程标准手册》编委会

主任 汪 恺 张健全

副主任 杨晓蔚 黄 雪 刘国普

主 审 余庭和 顾尚劲 刘巽尔 李 洪

编 委 (按姓氏笔画为序)

丁卫平 王东岳 王曼宁 方效良 毛曙光

尹则璞 刘新德 许发樾 孙国光 朴东光

曲言诚 安 珣 杨东拜 张元国 张长伍

张民安 张启明 张明圣 张咸胜 李安民

李邦协 李晓滨 李维荣 李榆生 陈光权

陈明良 陈俊宝 武 榕 林江海 胡觉凡

孟祥宾 明翠新 金世燕 查国兵 赵占京

高天真 郭 汀 段 方 段 炼 秦书安

贾洪艳 梁丰收 郭宝霞 葛晨光 薛恒明

《机械工程标准手册》编辑部

主任 段 炼

副主任 段 方

成 员 (按姓氏笔画为序)

易 彤 郭 丹 胡 鲲 黄 栩

黄 辉 韩基新

《机械工程标准手册 减速器与变速器卷》

编写委员会

主 编 张启明

主 审 李榆生

副主审 胡觉凡

前言

标准化是实现社会化、集约化生产的重要技术基础,是加快技术进步、推进技术创新、加强科学管理、提高产品质量的重要保证,是协调社会经济活动、规范市场秩序、联结国内外市场的重要手段。在企业的经营活动中推行标准化,贯彻实施标准,对提高企业管理水平和产品质量,降低成本,提高效率,增强竞争能力,具有十分重要的意义。

回顾我国机械工业标准化工作的发展历程,成就斐然。特别是在“九五”期间,标准制修订速度不断加快,标准数量不断增加,采标比例不断上升,技术水平不断提高。然而,面对品种繁多、内容浩瀚、新旧版本不一的标准文本,使用者如何快速、准确、系统、全面地了解、掌握和应用,已成为标准贯彻实施工作中亟待解决的难题。鉴于此,我们编委会组织行业技术力量编纂了这套大型丛书《机械工程标准手册》,旨在为繁荣经济、振兴机械工业、提高产品质量服务。

本手册由机械基础、零部件、工艺技术和通用产品四部分构成,每部分由若干卷组成。手册从满足现代设计、生产和使用的实际需要出发,对现行国家标准、行业标准,以及尚未转化的国际标准、国外先进标准的技术内容进行了系统提炼和有机整合,集中

反映了我国机械工业标准化和国际标准化的最新成果。手册以定量介绍为主,注重结论性技术内容的优选和资料的可查性;根据实际工作的需求,对标准应用的难点和要点进行了扼要的表述,强调对实际工作的指导性。手册内容力求“科学、准确、简明、实用”,在深度和广度上充分满足各专业对标准的需求,是广大工程技术人员的必备工具书。

本手册由200多名长期从事机械工业标准化工作的专家、学者编写而成。在实际工作中,他们掌握了本专业标准的第一手资料,具有丰富的专业知识和较高的编写水平,这为保证手册的时效性、实用性、系统性和权威性奠定了重要基础。

在《机械工程标准手册》的策划和编写过程中,得到了许多单位和有关人员的大力支持,在此表示衷心感谢。由于编写水平所限,错误与疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

《机械工程标准手册》编委会

2002年12月

出版说明

《机械工程标准手册》是我社组织编写和出版的大型科技丛书。本书是《机械工程标准手册》丛书零部件部分中的一卷,由减速器、变速器二篇13章组成。全书共涉及国家标准16项,行业标准46项。

本书在编写原则和形式上,主要体现以下几点:

1. **选材范围** 选材取自截至本书出版日期之前发布的现行国家标准、行业标准,尚未转化的最新国际标准和有代表性的国外先进标准,以及标准修改通知单等。

2. **叙述形式** 对所述内容尽量采用图表和公式的形式表示。当书中的章或节涉及某一标准时,则在该章或节的文字叙述中指出相应的标准编号和标准名称。

3. **标准编号** 标准的属性及编号均以国家和行业公布的最新结果为准,如强制性国家标准代号为GB,推荐性国家标准代号为GB/T,标准的年号采用四位数。对于原国家标准调整为行业标准且未出版正式文本的,均采用新的编号。

4. **目录和索引** 目录的编排是根据标准体系和专业特点而设置的,层次分为篇、章、节等。章的编号在书中连续,不受篇的限制。考虑到不同读者的需求,在书后给出了根据本书涉及的所有标准而编排的索引。索引包括标准编号、标准名称和所在章节的编号。如章节号2-3表示在本卷的第2章第3节。

5. **各部分的衔接** 在注重标准体系完整性的同时,本卷尽可能不涉及其他卷的技术内容。为了节省篇幅,避免重复,在篇与篇、章与章之间,采用参见的方式,引导读者参阅其他有关内容。

6. **数据** 所有符号、数据、公式和插图等均来源于标准,忠实于标准,并根据标准内容修改信息给予及时的修改和补充。

7. **术语** 采用国家标准和行业标准中规定的术语,并尽量与全国科学技术名词审定委员会公布的最新结果相一致。

8. **量与单位** 量和单位符合 GB 3100~3102—1993 的规定,使用国家法定计量单位。遇有特殊情况,则以注的形式说明。

《机械工程标准手册》编辑部

2002年12月

目 录

前言

出版说明

概论 1

第一篇 减 速 器

第1章 圆柱齿轮减速器

- 1 圆柱齿轮减速器基本参数 7
 - 1.1 中心距 7
 - 1.2 传动比 8
 - 1.3 齿轮宽度系数 8
 - 1.4 输入、输出轴尺寸 8
- 2 圆柱齿轮减速器通用技术条件 10
 - 2.1 总技术要求 10
 - 2.2 齿轮制造技术要求 11
 - 2.3 齿轮热处理要求 13
 - 2.4 机体、机盖制造技术要求 13
 - 2.5 装配技术要求 13
 - 2.6 减速器齿轮的润滑 14
 - 2.7 减速器齿轮副接触斑点测定 14
- 3 圆柱齿轮减速器加载试验方法 15
 - 3.1 对被试件的要求 15
 - 3.2 对试验装置的要求 15
 - 3.3 负载与转速测试仪器 15
 - 3.4 安装与调试 15
 - 3.5 负载试验的温度、噪声、振动测试仪器的要求 15
 - 3.6 试验项目、步骤与方法 15
 - 3.7 测试数据与数据处理 16
 - 3.8 科研样机的加载试验 17

- 4 Z系列圆柱齿轮减速器 17
 - 4.1 型式与尺寸 17
 - 4.2 型号与标记 22
 - 4.3 承载能力 22
 - 4.4 减速器的选用系数 27
 - 4.5 选用方法及示例 28
- 5 YN系列圆柱齿轮减速器 29
 - 5.1 减速器的分类 29
 - 5.2 标记及示例 30
 - 5.3 型式与尺寸 30
 - 5.4 额定功率和许用热功率 46
 - 5.5 减速器的选用 53
- 6 起重机用圆柱齿轮减速器 55
 - 6.1 型式与尺寸 55
 - 6.2 装配型式 65
 - 6.3 安装型式 65
 - 6.4 型号表示方法与标记示例 66
 - 6.5 减速器的承载能力 66
 - 6.6 减速器的选用方法及举例 74
- 7 同轴式圆柱齿轮减速器 75
 - 7.1 型式与尺寸 75
 - 7.2 标记示例 80
 - 7.3 减速器的实际传动比和承载能力 81
 - 7.4 减速器的选用 95
 - 7.5 减速器的润滑与冷却 97

8 轴装式圆柱齿轮减速器	97	2.4 ZC ₁ 型双级蜗杆及齿轮-蜗杆减 速器	169
8.1 型式与尺寸	97	3 锥面包络圆柱蜗杆减速器	188
8.2 型号与标记	98	3.1 型式与尺寸	188
8.3 使用性能	98	3.2 标记与示例	195
8.4 减速器的选用说明	99	3.3 承载能力	195
8.5 减速器的润滑	100	3.4 减速器的润滑	204
9 少齿数圆柱齿轮减速器	100	3.5 减速器的选用	204
9.1 型式与尺寸	100	4 平面包络环面蜗杆减速器	204
9.2 型号与标记	102	4.1 平面包络环面(含平面二次包络) 蜗杆减速器	204
9.3 减速器的承载能力	102	4.2 平面二次包络环面蜗杆减 速器	216
9.4 减速器的选用	104	5 直廓环面蜗杆减速器	227
9.5 减速器的润滑	106	5.1 型式与尺寸	228
第2章 圆锥-圆柱齿轮减速器		5.2 型号与标记	231
1 运输机械用减速器	107	5.3 承载能力	231
1.1 型式与尺寸	107	5.4 减速器的润滑	243
1.2 承载能力	111	5.5 减速器的选用	244
1.3 减速器的选用	115	第4章 渐开线行星齿轮减速器	
1.4 减速器的润滑	116	1 NGW 行星齿轮减速器	245
2 YK 系列圆锥-圆柱齿轮减速器	117	1.1 减速器的代号与标记方法	245
2.1 减速器分类	117	1.2 型式与尺寸	245
2.2 型式与尺寸	118	1.3 承载能力	264
2.3 承载能力	131	1.4 减速器的润滑	284
2.4 减速器的选用	136	1.5 减速器的选用	284
3 ZSJ 2800 减速器	136	2 ZZ 行星齿轮减速器	286
3.1 型式与尺寸	137	2.1 型号与标记	286
3.2 基本参数	137	2.2 型式与尺寸	286
3.3 减速器的标记	137	2.3 承载能力	292
第3章 蜗杆减速器		2.4 减速器的选用	301
1 蜗杆减速器加载试验方法	138	3 ZK 行星齿轮减速器	303
1.1 对试验件的一般要求	138	3.1 型号与标记	303
1.2 试验台及测试装置	138	3.2 型式与尺寸	303
1.3 试验方法	138	3.3 承载能力	306
1.4 试验数据的采集与处理	139	3.4 减速器的选用	310
1.5 寿命试验或工业应用试验	140	4 PF 行星齿轮减速器	310
2 圆弧圆柱蜗杆减速器	140	4.1 型式与尺寸	310
2.1 单级圆弧圆柱蜗杆减速器	140	4.2 型号与标记	314
2.2 轴装式圆弧圆柱蜗杆减 速器	148		
2.3 立式圆弧圆柱蜗杆减速器	165		

4.3 承载能力	314	1.3 承载能力	455
4.4 减速器的选用	316	1.4 减速器的选用	458
5 ZJ 行星齿轮减速器	319	2 双摆线针轮减速器	458
5.1 型式与尺寸	319	2.1 型号及标记	459
5.2 型号与标记	320	2.2 型式与尺寸	459
5.3 承载能力	320	2.3 承载能力	460
5.4 减速器的选用	320	2.4 减速器的选用	462
第5章 渐开线少齿差行星齿轮减速器		第8章 谐波传动减速器	
1 星轮减速器	321	1 谐波减速器	463
1.1 型号与标记	322	1.1 型号与标记	463
1.2 型式与尺寸	322	1.2 型式与尺寸	463
1.3 承载能力	346	1.3 承载能力	465
1.4 减速器的选用	395	1.4 减速器的使用性能	467
2 垂直出轴少齿差星轮减速器	396		
2.1 型号与标记	397	第二篇 变 速 器	
2.2 型式与尺寸	397	第9章 机械无级变速器型号编制与试验方法	
2.3 承载能力	401	1 机械无级变速器的分类及型号编制方法	471
2.4 减速器的选用	404	1.1 无级变速器的类别、名称与代号	471
3 三环减速器	404	1.2 变速器代号表示方法	478
3.1 减速器的分类	404	2 机械无级变速器试验方法	478
3.2 型式与尺寸	407	2.1 对试验件的要求	478
3.3 装配型式与轴端型式	428	2.2 对试验台及其测试装置的要求	478
3.4 标记方法与示例	431	2.3 噪声的测试	478
3.5 承载能力	431	2.4 试验项目、方法及步骤	479
3.6 减速器的选用	441	2.5 试验数据的采集与处理	480
第6章 活齿传动减速器		第10章 固定轴无级变速器	
1 滚柱活齿减速器	443	1 多盘式无级变速器	481
1.1 型式与尺寸	443	1.1 型号与标记	481
1.2 标记方法与示例	444	1.2 型式与尺寸	481
1.3 承载能力	444	1.3 变速器的性能要求	485
1.4 减速器的选用	445	1.4 变速范围与承载能力	485
2 推杆减速器	445	2 锥盘环盘式无级变速器	486
2.1 产品分类及型号表示	445	2.1 型号与标记	486
2.2 型式与尺寸	446	2.2 型式与尺寸	487
2.3 承载能力	447		
第7章 摆线针轮减速器			
1 Z 型摆线针轮减速器	449		
1.1 产品型号及表示方法	449		
1.2 型式与尺寸	449		

2.3	变速器的额定输出性能	495	1	齿链式无级变速器	547
2.4	变速器的选用	516	1.1	型式代号与标记	547
第11章 行星无级变速器			1.2	型式与尺寸	548
1	混合少齿差星轮变速器	518	1.3	承载能力	551
1.1	产品型号与标记	518	第13章 脉动无级变速器		
1.2	型式、尺寸及基本参数	518	1	三相并列连杆脉动无级变速器	556
1.3	变速器的承载能力	526	1.1	型号与标记	556
1.4	变速器的选用	529	1.2	型式与尺寸	556
2	行星锥盘无级变速器	531	1.3	主要性能参数	558
2.1	型号与标记	532	2	四相并列连杆脉动无级变速器	558
2.2	型式与尺寸	532	2.1	型号及标记	558
2.3	主要性能参数	538	2.2	型式与尺寸	558
3	环锥行星无级变速器	539	2.3	主要性能参数	559
3.1	型号与标记	539	标准索引		560
3.2	型式与尺寸	539	主要参考文献		562
3.3	基本参数与承载能力	545			
第12章 链式无级变速器					

概 论

现代机器中,尽管结构和用途不同,均还是由原动机、传动系统和工作机组成。减速器和变速器是传动系统的重要装置,通过减速器和变速器将原动机的运动和动力传递并分配给工作机,使工作机获得人们所需要的运动速度和生产能力。

一、减速器的特点及应用

减速器是一种由封闭在刚性壳体内的齿轮传动、蜗杆传动或其他传动型式所组成的独立装置,以保证输入、输出轴有较精确的相对位置,良好的润滑条件,较高的传动精度和可靠的工作性能。

减速器的种类很多,不同的类型有其各自的特点和应用场合。

渐开线圆柱齿轮减速器传递功率和传递速度范围大、效率高、噪声小,装配维修方便,可进行变位、修形和进行精密加工,容易得到高的传动质量。这种减速器可在大多数机器中使用。例如冶金、矿山、起重运输、工程机械等。

蜗杆减速器包括普通蜗杆、圆弧圆柱蜗杆和环面蜗杆减速器,传动比大,运动平稳,噪声小,结构紧凑,可实现自锁。其中圆弧和环面蜗杆减速器的承载能力比普通蜗杆高1~2倍。多用于轧制设备的压下装置、转炉倾动装置和慢速提升机等。

行星齿轮减速器体积小、重量轻、承载能力大、效率高、工作平稳、可靠,但结构比较复杂,制造成本较高。主要用于低速重载机械设备,例如冶金、矿山、起重运输机械等。

少齿差行星齿轮减速器包括渐开线齿、圆弧齿、摆线齿和活齿等齿形,它结构简单,齿轮加工方便,承受过载冲击的能力强,寿命长。主要用于冶金、石油、化工、轻工和起重运输等机械。

谐波传动减速器传动比大、元件少、体积小、重量轻,同时啮合的齿数多、承载能力大、传动精度高、运动平稳。主要应用于机床、航空、航天和精密机械的传动。

减速器的设计与制造技术随着我国机械制造工业的发展也有了很大的提高,具体表现在以下几个方面:

a. 通用圆柱齿轮减速器由软齿面向硬齿面发展,结构紧凑,重量轻,大大提高了承载能力和使用寿命。除了一般展开式圆柱齿轮减速器外,还发展了同轴式圆柱齿轮

减速器,结构紧凑,布置方便。有的减速器还可以将法兰式电机直接装在减速器箱体上,省去了联轴器等中间元件,使用更为方便。

b. 增加了圆锥-圆柱齿轮减速器、三环减速器、星轮减速器和推杆减速器等品种,可以适用各种行业的需要。

c. 蜗轮蜗杆减速器逐步淘汰了阿基米德蜗杆减速器,增加了直廓环面、圆弧圆柱、平面二次包络、锥面包络蜗杆减速器等新品种。这些新型蜗轮蜗杆减速器的特点是承载能力大,传动效率高,重量和体积也相应的减小。

d. 行星齿轮减速器改进了均载机构,提高了制造工艺和承载能力,增加了星轮等新型行星减速器品种,扩大了不同的使用要求。

e. 齿轮减速与电动机合为一体的结构,具有结构紧凑、使用方便的优点,同时也逐步向硬齿面发展。结构上也改为同轴式,由二级传动改为三级传动,扩大了传动比和输出轴转速的范围。同时机械无级变速器与减速器的组合型式也在发展,以满足各方面的功能要求。

f. 减速器的安装型式,由单一的卧式底座安装,向多工位的方向发展。即减速器不仅做成底座安装式,而且可以做成吊装底座式、侧装底座式等。输出轴可以在水平位置,也可以在垂直位置,甚至倾斜位置。法兰连接型式可以将减速器直接固定在工作机械上。悬挂式减速器可将减速器的输出轴(空心轴)直接安装在工作机械的输入轴上。这样就使减速器的安装多工位化,适用于各种不同的场合。

二、无级变速器的特点及应用

当用原动机进行调速不经济或者不可能时采用变速器来满足工作机经常变速的要求。变速器分为有级变速和无级变速两大类,无级变速器又可分为机械无级变速、流体无级变速和电气无级变速。由于后两种变速应用较少,也无相应的标准系列,故本卷中只对机械无级变速器作简单的介绍。

在一些机器中,例如纺织、食品、造纸和机床等,为了适应工艺参数多变或速变的连续变化,一般都采用机械无级变速器来进行速度调节,这是比较经济可行的一种选择。机械无级变速器一般都采用不同形式的摩擦传动来实现变速,不能传递大功率。但由于它结构简单,恒功率特性好,速比变化大(可达 $10\sim 40$),所以在影响速度要求不太高的中、小功率的传动机械中应用的较为普遍。

从机械无级变速器的结构型式分为定轴式、行星式和脉动式,各有不同特点和应用范围:

a. 定轴式机械无级变速器,多借摩擦力传动改变构件的长度或工作轮直径比例

进行变速,结构简单,适应性强,滑差率小于 $3\% \sim 5\%$,除少数需要停机变速外,均可在运动中进行变速,一般适用于中、小功率的机械传动。

b. 行星式机械无级变速器,基本与定轴式相同,只是采用行星传动原理,它可扩大传递功率和变速范围,但在零转速附近机械特性差,滑差率大(约 $7\% \sim 10\%$)。

c. 脉动式机械无级变速器,用棘轮或单向超越离合器将调幅的中间摆动件变为单向的脉动输出,传动力受到超越离合器的限制。它的特点是输出为不等速的旋转运动,变速比较平稳,主要用于中、低速小功率的机械传动。

三、减速器和变速器的标准化

减速器和变速器是机械传动中通用性较强的独立装置,它的系列化与标准化水平,直接影响成套(线)设备、单机设备的配套水平与使用效果。1958年我国制订了第一批重型机械专业标准《圆柱齿轮减速器》,经过40多年的发展,减速器和变速器已基本形成以机械工业行业标准为主体,包括通用基础、产品、制造技术条件、试验方法、型号编制方法等各具特色的标准体系,现行国家标准和行业标准近100多项,总体水平基本达到20世纪90年代初的国际先进水平。

改革开放以来,在标准化方面,国家推行积极采用国际标准和国外先进标准的技术经济政策,减速器和变速器标准化工作取得了新的飞跃,标准的数量和技术水平得到了迅速的发展。由于我们引进了一大批先进加工装备,通过技术引进,消化吸收国外先进技术和科研攻关,掌握了各种高速和低速重载齿轮的设计制造技术,材料和热处理质量及齿轮的加工精度等都有了较大的提高。采用硬齿面以后,减速器的体积明显减小了。承载能力、使用寿命、传动效率有了大幅度的提高,对节能和提高主机整体水平起到了明显的作用。

减速器和变速器标准化的迅速发展,为推动专业化生产,满足主机更新换代,加速技术引进国产化进程起到了积极的作用。目前,我国专业生产减速器和变速器的厂家近1000多家,80%为标准系列产品,这对提高我国产品在国际市场上的竞争力创造了条件。

四、本卷的主要特点和技术结构

本卷的主要特点是以现行有效的国家标准和行业标准为依据,所有技术内容来源于现行标准,数据可靠,从科学性、实用性和方便性出发,进行归纳和优选,并以基本参数、型式与尺寸和选用方法为重点,同时考虑到共性的试验方法、制造技术条件等作为补充,力争齐全、配套,使用方便。

本卷分为减速器和变速器两篇。各篇在技术结构、表述方法上尽量一致,保持全卷技术内容的协调性和一致性。

减速器篇以通用减速器为主要内容,从基本参数、制造技术条件、试验方法等共性技术内容开始,再按减速器分类,依次叙述各类减速器的特点、型式与尺寸、承载能力、标记方法、选用方法等,使读者全面了解和正确选用所需要的减速器。

变速器篇以机械无级变速器为主,并选择了个别有级变速器,例如:混合少齿差星轮变速器,以满足不同场合的使用要求。技术内容包括:机械无级变速器的分类及型号编制方法、试验方法、型式与尺寸、技术性能等,表述方法同减速器篇。

五、减速器和变速器的发展前景

随着世界机械传动技术的不断改进与提高,减速与变速装置也向着小型化、高速、高效、小振动、低噪声、高承载能力发展。

a. 硬齿面技术的发展与完善,如大型磨齿技术、渗碳淬火工艺、齿轮强度计算方法、优化设计方法等先进技术的进一步应用;

b. 材料技术的发展,推动采用优质材料和先进的热处理方法,提高承载能力,减小体积和重量;

c. 采用模块化优化设计,使结构更加合理,可以实现以基本单元为基础,组合出适用于不同要求的装配型式,简化生产,降低生产成本;

d. 使用自动化程度高的加工装备和新的工艺方法,提高构件的加工精度,将促进满足减速器和变速器高速、高效、低噪声的发展要求;

e. 轴承质量和寿命的提高,采用高质量的润滑条件,将是提高减速器、变速器寿命的重要因素之一。

在世界进入信息时代的今天,机械传动领域新技术的发展,新材料、新装备、新的工艺方法的应用,必将为我国传动装置性能的提高,提供广阔的发展前景。