

齿轮制造工艺手册

滚 插 磨 剃 刨

《齿轮制造工艺手册——滚、插、磨、剃、刨》编委会 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



齿轮制造工艺手册

——滚、插、磨、剃、刨

《齿轮制造工艺手册——滚、插、磨、剃、刨》编委会 编



机械工业出版社

本手册是在总结国产化和国际齿轮制造先进技术水平、推陈出新及吸收各国最先进的工艺技术,以及对引进设备消化吸收的基础上编写的。本书不仅科学性、可靠性、先进性强,而且实用价值很高。

本手册是齿轮工艺水平的综合体现,内容以数据、公式、图表、简要说明和具有实用价值的案例为主要特色。该手册共13章,主要内容包括齿轮工艺常用数据和图表、公式,齿轮常用材料选择和热处理规范,齿轮零件结构要素及几何计算,各种齿轮加工方法与机床调整,齿轮刀具的科学应用,齿轮的检测、量仪及加工误差分析,齿轮加工的辅具、夹具和简单工艺路线等。手册中的表格数据主要来源于生产第一线,标准采用国内外最新现行标准。手册中也采纳了企业工程技术人员和工人的实践经验。

本手册可供工矿企业技术人员、管理干部、齿轮工和大专院校、技工学校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

齿轮制造工艺手册:滚、插、磨、剃、刨/《齿轮制造工艺手册:滚、插、磨、剃、刨》编委会编. —北京:机械工业出版社,2010.2

ISBN 978-7-111-29212-8

I. 齿… II. 齿… III. 齿轮加工—技术手册 IV. TG61—62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第223522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:沈红 责任编辑:沈红 版式设计:霍永明

封面设计:姚毅 责任校对:陈延翔 责任印制:乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·44印张·2插页·1266千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-29212-8

定价:98.00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

社服务中心:(010) 88361066

户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

编 委 会

主 任 任沁新

副主任 韩翠蝉 王长路 瞿 铁 曹新民 殷根章 乔文存

委 员 (以下按姓氏笔画为序)

于文萍 孔 霞 王克民 王克胜 牛艳芳 邓效忠

刘 成 刘汉宗 闫 立 李国锋 陈育胜 张 农

张帮栋 张元国 张连发 张伟宏 郁 洋 武文辉

杨春兵 陶定新 赵永让 姚龙涛 姬朝阳 崔学连

主 编 张帮栋 武文辉

副主编 张 展 瞿 铁 陶定新

主 审 韩翠蝉

编审人员

| 章次 | 编写 | 审校 |
|------|---|---|
| 前言 | 韩翠蝉 (中信重工机械股份有限公司) | 王长路 (郑州机械研究所) 瞿铁 (中信重工机械股份有限公司) |
| 第1章 | 陶定新 (中信重工机械股份有限公司) 郁洋 (武汉锅炉厂) 崔文斌 (中信重工机械股份有限公司) 赵刚 (中信重工机械股份有限公司) | 张元国 (郑州机械研究所) 武文辉 (中信重工机械股份有限公司) 王克胜 (中信重工机械股份有限公司) |
| 第2章 | 于文萍 (中信重工机械股份有限公司) 张伟宏 (利勃海尔机械(徐州)有限公司) | 赵永让 (中信重工机械股份有限公司) 韩翠蝉 |
| 第3章 | 武文辉 马淑萍 (中信重工机械股份有限公司) 乔文存 (中信重工机械股份有限公司) 王学俊 (开滦集团荆各庄矿业公司) | 张元国 (郑州机械研究所) 陶定新 王克胜 |
| 第4章 | 吴志强 (德昌电机(深圳)有限公司) 张帮栋 (中信重工机械股份有限公司) 马钢 (中信重工机械股份有限公司) 黄克亮 (中信重工机械股份有限公司) 李卫军 (中信重工机械股份有限公司) | 李国锋 (中信重工机械股份有限公司) 杨春兵 (中信重工机械股份有限公司) |
| 第5章 | 武文辉 马淑萍 刘成 (中信重工机械股份有限公司) | 亢再章 (中信重工机械股份有限公司) 韩翠蝉 |
| 第6章 | 王斌 (河南科技大学) 杨宏斌 (河南科技大学) 阎建慧 (中信重工机械股份有限公司) | 张帮栋 武文辉 |
| 第7章 | 武文辉 郭建华 (格里森营销公司北京代表处) 李铁峰 (中信重工机械股份有限公司) | 张帮栋 李国锋 刘成 |
| 第8章 | 王斌 王宝 (开滦能源化工范各庄矿业分公司) | 张帮栋 亢再章 |
| 第9章 | 张展 (上海水工机械厂) 魏冰阳 (河南科技大学) | 邓效忠 (河南科技大学) |
| 第10章 | 张展 牛艳芳 (中信重工机械股份有限公司) 杨海新 (开滦集团林西矿业分公司) | 武文辉 瞿铁 |
| 第11章 | 毛艳明 (中信重工机械股份有限公司) 张帮栋 吴志强 | 崔学连 (中信重工机械股份有限公司) 阎建慧 |

| | | | |
|--------|-----|----------------|--------------------|
| | 黄克亮 | | |
| | 李济中 | (中信重工机械股份有限公司) | |
| | 林晓晖 | (中信重工机械股份有限公司) | |
| 第 12 章 | 张 农 | (中信重工机械股份有限公司) | 崔学连 |
| | 陈 彬 | (中信重工机械股份有限公司) | 武文辉 |
| 第 13 章 | 牛艳芳 | | 黄克亮 |
| | 李国峰 | | 郭千世 (中信重工机械股份有限公司) |
| | 胡志祖 | (中信重工机械股份有限公司) | 姬朝阳 (中信重工机械股份有限公司) |
| | 亢志强 | (中信重工机械股份有限公司) | |
| 附 录 | 史华民 | (中信重工机械股份有限公司) | 韩翠蝉 |

前 言

随着世界机械工业的高速发展和科学技术的不断进步,推动着齿轮传动装备朝着高速、重载、大功率、高效率、高精尖方向发展。近几十年来,我国为了提高齿轮制造业水平,不仅大型企业从国外引进先进设备(如高效磨齿机、数控滚齿机、高精度插齿机、大型梳齿机)、先进的检测仪器及新工艺,使高难技术等在齿轮制造业中的应用逐年增多。这就需要解决工矿企业生产现场问题的工程技术人员和广大工人,尽快掌握先进设备的性能和学会应用新技术,新工艺的绝技。

20世纪80年代以来,民营齿轮制造业像雨后春笋般发展壮大,并购置了不少国外的二手设备,但其技术资料不齐全,有的连机床安装、调整说明书都没有。为了使齿轮制造业工程技术人员和大、中、小企业工人尽快适应国内外科学技术发展的需要,引导企业解决实际问题,我们组织编写了《齿轮制造工艺手册——滚、插、磨、剃、刨》一书。

本手册通过广泛调研,在国内外大量技术资料的基础上,消化吸收继承前人的精华,更多地反映近30年来引进的机床、刀具、计量检测仪器等最新内容,如硬齿面高效磨齿技术、齿轮修形技术、数控加工和齿轮制造过程故障处理等最新技术,力争为企业开发新产品和推广应用新工艺奠定基础,为我国经济发展创造社会效益。

本手册共13章。第1章为常用基础知识;第2章为齿轮材料和热处理;第3章为齿轮的几何尺寸计算;第4章为滚齿加工;第5章为插齿加工;第6章为飞刀展成加工蜗轮;第7章为磨齿机精加工齿轮;第8章为内齿轮加工;第9章为锥齿轮加工;第10章为剃齿与珩齿加工;第11章为齿轮刀具的选择;第12章为齿轮的检测与量仪;第13章为齿轮加工的夹具及简易的工艺路线;附录有六部分。

本手册由中信重工机械股份有限公司负责编写。主编之一张帮栋高级工程师,从事专业工作近50年,现场实践经验丰厚,为全国五一劳动奖章获得者,技术革新能手,学科带头人。另外一位主编武文辉高级工程师,任齿轮研究所所长,设计工艺知识渊博。参加编写的上海水工机械厂张展高级工程师不仅编辑了重要章节,还作了大量的组织工作,在此深表谢意。

本手册由于编写时间和水平有限,错误和漏洞难免,望同行多提宝贵意见。另外,本手册在编写过程中相关标准还在不断更新,请读者参考选用。

编 者
2010.1

目 录

前言

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 第1章 常用基础知识 | 1 |
| 1.1 常用资料 | 1 |
| 1.2 极限与配合 | 8 |
| 1.3 几何公差 | 41 |
| 1.4 表面粗糙度参数及其注法 | 75 |
| 1.5 齿轮基础知识 | 90 |
| 第2章 齿轮材料和热处理 | 183 |
| 2.1 常用调质、表面淬火齿轮用钢选择 .. | 183 |
| 2.2 渗氮齿轮用钢 | 183 |
| 2.3 各国常用渗碳、淬火钢种选择及其应 用范围 | 184 |
| 2.4 齿轮的预先热处理工艺 | 186 |
| 2.5 调质齿轮的热处理工艺 | 187 |
| 2.6 齿轮火焰淬火 | 188 |
| 2.7 齿轮感应淬火 | 190 |
| 2.8 常用齿轮钢的气体渗氮工艺 | 191 |
| 第3章 齿轮的几何尺寸计算 | 193 |
| 3.1 渐开线直齿圆柱齿轮几何尺寸计算 .. | 193 |
| 3.2 渐开线斜齿圆柱齿轮几何尺寸计算 .. | 196 |
| 3.3 内齿轮几何尺寸计算 | 198 |
| 3.4 齿条几何尺寸计算公式 | 201 |
| 3.5 变位直齿圆柱齿轮几何尺寸计算 | 201 |
| 3.6 圆弧齿轮几何尺寸计算 | 203 |
| 3.7 直齿锥齿轮几何尺寸计算 | 205 |
| 3.8 蜗轮和蜗杆的几何尺寸计算 | 206 |
| 第4章 滚齿加工 | 209 |
| 4.1 滚齿机规格、型号 | 209 |
| 4.2 滚齿机传动系统 | 227 |
| 4.3 常用滚齿机联接尺寸 | 241 |
| 4.4 滚齿机夹具及齿轮的安装 | 241 |
| 4.5 滚刀的选择及使用 | 245 |
| 4.6 滚刀心轴和滚刀安装的要求 | 253 |
| 4.7 滚齿加工工艺参数的选择 | 257 |
| 4.8 滚齿加工的调整 | 261 |
| 4.9 切齿加工 | 274 |
| 4.10 滚切齿数大于100的质数齿轮 | 298 |
| 4.11 大模数齿轮的滚切 | 309 |
| 4.12 圆弧齿轮的滚切 | 329 |
| 4.13 滚齿加工常见缺陷和解决方法 | 337 |
| 4.14 滚齿工艺守则 | 340 |
| 4.15 展成加工蜗轮 | 342 |
| 第5章 插齿加工 | 354 |
| 5.1 插齿机的规格、型号、基本参数 和工作精度 | 354 |
| 5.2 插齿机的传动系统 | 364 |
| 5.3 常用插齿机连接尺寸 | 368 |
| 5.4 插齿刀的装夹和调整 | 369 |
| 5.5 插齿用夹具和调整 | 370 |
| 5.6 常用插齿机交换齿轮计算 | 375 |
| 5.7 插削余量和插削用量的选择 | 376 |
| 5.8 插削加工中常出现的缺陷和解决 方法 | 382 |
| 第6章 飞刀展成加工蜗轮 | 387 |
| 6.1 切削方法 | 387 |
| 6.2 交换齿轮计算 | 389 |
| 6.3 铣头扳转角度方向和工件旋转 方向的确定 | 391 |
| 6.4 飞刀部分尺寸计算 | 392 |
| 6.5 飞刀加工的缺陷和解决办法 | 396 |
| 第7章 磨齿机精加工齿轮 | 398 |
| 7.1 磨齿机的规格、型号 | 398 |
| 7.2 磨齿机传动系统 | 413 |
| 7.3 磨齿机安装、调试 | 418 |
| 7.4 磨齿切削余量 | 434 |
| 7.5 磨齿精度 | 441 |
| 7.6 磨齿用夹具 | 444 |
| 7.7 磨齿砂轮材料的选择 | 448 |
| 7.8 磨齿缺陷和解决方法 | 457 |
| 第8章 内齿轮加工 | 463 |
| 8.1 切齿机床的选择 | 463 |
| 8.2 切内齿最少齿数 | 468 |
| 8.3 用标准插齿刀插制短齿 | 471 |
| 8.4 插齿时齿轮最小空刀槽 | 473 |

| | | | |
|----------------------------|------------|--------------------------|------------|
| 8.5 刃辅具有关尺寸 | 473 | 12.6 齿圈径向圆跳动测量 | 591 |
| 8.6 内齿轮加工缺陷和解决方法 | 475 | 12.7 齿厚和公法线长度测量 | 593 |
| 第9章 锥齿轮加工 | 478 | 12.8 接触线误差的检验 | 599 |
| 9.1 直(斜)齿锥齿轮刨齿 | 478 | 12.9 齿轮的噪声测量 | 600 |
| 9.2 弧齿锥齿轮的铣削 | 509 | 第13章 齿轮加工的夹具及简易的 | |
| 第10章 剃齿与珩齿加工 | 523 | 工艺路线 | 603 |
| 10.1 剃齿的原理和方法 | 523 | 13.1 机床夹具的组成 | 603 |
| 10.2 剃齿机与工具 | 526 | 13.2 定位原理和定位元件 | 603 |
| 10.3 剃齿工艺守则 | 532 | 13.3 重复定位的处理和应用 | 607 |
| 10.4 剃齿切削用量 | 533 | 13.4 常用夹具装置 | 608 |
| 10.5 剃齿操作调整 | 535 | 13.5 常用夹具 | 613 |
| 10.6 剃齿加工 | 536 | 13.6 齿轮加工余量 | 616 |
| 10.7 剃齿误差分析 | 539 | 13.7 齿轮的简易工艺路线 | 621 |
| 10.8 珩齿加工 | 540 | 13.8 常规加工工艺路线 | 641 |
| 第11章 齿轮刀具的选择 | 548 | 附录 | 664 |
| 11.1 成形齿轮刀具的选择 | 548 | 附录A 字母 | 664 |
| 11.2 展成齿轮刀具的选择 | 551 | 附录B 常用材料线膨胀系数 | 665 |
| 第12章 齿轮的检测与量仪 | 567 | 附录C 法定计量单位换算 | 665 |
| 12.1 齿轮误差检测项目 | 567 | 附录D 常用三角计算 | 671 |
| 12.2 齿形偏差测量 | 568 | 附录E 形位公差带的定义、标注和解释 | 675 |
| 12.3 齿向偏差测量 | 574 | 附录F 部分企业介绍 | 686 |
| 12.4 齿距偏差测量 | 579 | 参考文献 | 694 |
| 12.5 基节偏差测量 | 588 | | |

第1章 常用基础知识

1.1 常用资料

1.1.1 国内部分齿轮标准

GB/T 1356—2001《通用机械和重型机械用圆柱齿轮——标准基本齿条齿廓》

代替 GB 1356—1988《渐开线圆柱齿轮 基本齿廓》

GB/T 1357—2008《通用机械和重型机械用圆柱齿轮 模数》

GB/T 1840—2008《圆弧圆柱齿轮 模数》

GB/T 2362—1990《小模数渐开线圆柱齿轮基本齿廓》

GB/T 2363—1990《小模数渐开线圆柱齿轮精度》

GB/T 2821—2003《齿轮几何要素代号》

GB/T 3374—1992《齿轮基本术语》

GB/T 3480—1997《渐开线圆柱齿轮承载能力计算方法》

GB/T 3481—1997《齿轮轮齿磨损和损伤术语》

GB/T 4459.2—2003《机械制图 齿轮表示法》

GB 5903—1995《工业闭式齿轮轴》

GB/T 6083—2001《齿轮滚刀的基本型式和尺寸》

GB/T 6084—2001《齿轮滚刀通用技术条件》

GB/T 6404.1—2005《齿轮装置的验收规范 第1部分：空气传播噪声的试验规范》

GB/T 6404.2—2005《齿轮装置的验收规范 第2部分：验收试验中齿轮装置机械振动的测定》

GB/T 6443—1986《渐开线圆柱齿轮图样上应注明的尺寸数据》

GB/T 6467—2001《齿轮渐开线样板》

GB/T 6468—2001《齿轮螺旋线样板》

GB/T 6477—2008《金属切削机床 术语》

GB/T 8064—1998《滚齿机 精度检验》

GB/T 8542—1987《透平齿轮传动装置技术条件》

GB/T 9205—2005《镶片齿轮滚刀》

GB/T 10062.1—2003《锥齿轮承载能力计算方法 第1部分：概述和通用影响系数》

GB/T 10062.2—2003《锥齿轮承载能力计算方法 第2部分：齿面接触疲劳（点蚀）强度计算》

GB/T 10063—1988《通用机械渐开线圆柱齿轮承载能力简化计算方法》

GB/T 10085—1988《圆柱蜗杆传动基本参数》

GB/T 10086—1988《圆柱蜗杆、蜗轮术语及代号》

GB/T 10087—1988《圆柱蜗杆基本齿廓》

- GB/T 10088—1988 《圆柱蜗杆模数和直径》
- GB/T 10089—1988 《圆柱蜗杆、蜗轮精度》
- GB/T 10095.1—2008 《圆柱齿轮 精度制 第1部分：轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值》
- GB/T 10095.2—2008 《圆柱齿轮 精度制 第2部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值》
- GB/T 10096—1988 《齿条精度》
- GB/T 10107.1—1988 《摆线针轮行星传动 基本术语》
- GB/T 10107.2—1988 《摆线针轮行星传动 图示方法》
- GB/T 10107.3—1988 《摆线针轮行星传动 几何要素代号》
- GB/T 10224—1988 《小模数锥齿轮基本齿廓》
- GB/T 10225—1988 《小模数锥齿轮精度》
- GB/T 10226—1988 《小模数圆柱蜗杆基本齿廓》
- GB/T 10227—1988 《小模数圆柱蜗杆、蜗轮精度》
- GB/T 11365—1989 《锥齿轮和准双曲面齿轮 精度》
- GB/T 11366—1989 《行星传动基本术语》
- GB/T 11572—1989 《船用齿轮箱台架试验方法》
- GB/T 12368—1990 《锥齿轮模数》
- GB/T 12369—1990 《直齿及斜齿锥齿轮基本齿廓》
- GB/T 12370—1990 《锥齿轮和准双曲面齿轮 术语》
- GB/T 12371—1990 《锥齿轮 图样上应注明的尺寸数据》
- GB/T 12759—1991 《双圆弧圆柱齿轮基本齿廓》
- GB/T 13672—1992 《齿轮胶合承载能力试验方法》
- GB/T 13799—1992 《双圆弧圆柱齿轮承载能力计算方法》
- GB/T 13924—2008 《渐开线圆柱齿轮 检验细则》
- GB/T 14229—1993 《齿轮接触疲劳强度试验方法》
- GB/T 14230—1993 《齿轮弯曲疲劳强度试验方法》
- GB/T 14231—1993 《齿轮装置效率测定方法》
- GB/T 14333—2008 《盘形轴向剃齿刀》
- GB/T 14348—2007 《双圆弧齿轮滚刀》
- GB/T 15752—1995 《圆弧圆柱齿轮基本术语》
- GB/T 15753—1995 《圆弧圆柱齿轮精度》
- GB/T 16444—2008 《平面二次包络环面蜗杆减速器》
- GB/T 16848—1997 《直廓环面蜗杆、蜗轮精度》
- GB/T 17879—1999 《齿轮 磨削后表面回火的浸蚀检验》
- GB/T 19073—2008 《风力发电机组 齿轮箱》
- GB/T 19406—2003 《渐开线直齿和斜齿圆柱齿轮承载能力计算方法 工业齿轮应用》
- GB/Z 6413.1—2003 《圆柱齿轮、锥齿轮和准双曲面齿轮胶合承载能力计算方法 第1部分：闪温法》
- GB/Z 6413.2—2003 《圆柱齿轮、锥齿轮和准双曲面齿轮胶合承载能力计算方法 第2部分：积分温度法》

- GB/Z 18620.1—2008 《圆柱齿轮 检验实施规范 第1部分: 轮齿同侧齿面的检验》
- GB/Z 18620.2—2008 《圆柱齿轮 检验实施规范 第2部分: 径向综合偏差、径向跳动、齿厚和侧隙的检验》
- GB/Z 18620.3—2008 《圆柱齿轮 检验实施规范 第3部分: 齿轮坯、轴中心距和轴线平行度的检验》
- GB/Z 18620.4—2008 《圆柱齿轮 检验实施规范 第4部分: 表面结构和轮齿接触斑点的检验》
- GB/Z 19414—2003 《工业用闭式齿轮传动装置》
- JB/T 929—1967 《单圆弧齿轮滚刀法面齿形》
- JB/T 2494—2006 《小模数齿轮滚刀》
- JB/T 2982—1994 《摆线针轮减速机》
- JB/T 3192.3—2006 《弧齿锥齿轮铣齿机 第3部分: 技术条件》
代替 JB/T 3192—1993 《弧齿锥齿轮铣齿机 技术条件》
- JB/T 3192.1—1999 《弧齿锥齿轮铣齿机 参数》
- JB/T 3192.2—1999 《弧齿锥齿轮铣齿机 精度检验》
- JB/T 3193.3—2006 《插齿机 第3部分: 技术条件》
- JB/T 3227—1999 《高精度齿轮滚刀 通用技术条件》
- JB/T 3887—1999 《渐开线直齿圆柱测量齿轮》
- JB/T 3954—1996 《弧齿锥齿轮磨齿机 技术条件》
- JB/T 3954.1—1999 《弧齿锥齿轮磨齿机 精度检验》
- JB/T 3989.1—1999 《渐开线圆柱齿轮磨齿机参数和系列型谱》
- JB/T 3989.2—2000 《渐开线圆柱齿轮磨齿机 技术条件》
- JB/T 4103—2006 《剃前齿轮滚刀》
代替 JB/T 4103—1994 《剃前齿轮滚刀基本型式和尺寸》
JB/T 4104—1994 《剃前齿轮滚刀技术条件》
- JB/T 4177.1—1999 《直齿锥齿轮刨齿机 参数》
- JB/T 4177.2—1999 《直齿锥齿轮刨齿机 精度检验》
- JB/T 4177—1993 《直齿锥齿轮刨齿机 技术条件》
- JB/T 5076—1991 《齿轮装置 噪声评价》
- JB/T 5077—1991 《通用齿轮装置 型式试验方法》
- JB/T 5078—1991 《高速齿轮材料选择及热处理质量控制的一般规定》
- JB/T 5288.1—1991 《摆线针轮减速机 温升测定方法》
- JB/T 5288.2—1991 《摆线针轮减速机 清洁度测定方法》
- JB/T 5288.3—1991 《摆线针轮减速机 承载能力及传动效率测定方法》
- JB/T 5558—1991 《蜗杆减速器 加载试验方法》
- JB/T 5559—1991 《锥面包络圆柱蜗杆减速器》
- JB/T 5560—1991 《少齿数渐开线圆柱齿轮减速器》
- JB/T 5562—1991 《辊道电机减速器》
- JB/T 5569—1991 《精密滚齿机 精度》
- JB/T 6343.1—2006 《齿条插齿机 第1部分: 精度检验》

- 代替 JB/T 5571—1991 《齿条插齿机 精度》
- JB/T 6343.2—2006 《齿条插齿机 第2部分：技术条件》
- JB/T 6342.1—2006 《数控插齿机 第1部分：精度检验》
- 代替 JB/T 5572—1991 《数控插齿机 精度》
- JB/T 6342.2—2006 《数控插齿机 第2部分：技术条件》
- JB/T 5664—2007 《重载齿轮 失效判据》
- JB/T 6077—1992 《齿轮调质工艺及其质量控制》
- JB/T 6078—1992 《齿轮装置质量检验总则》
- JB/T 6198.1—2007 《摆线齿轮磨齿机 第1部分：型式与参数》
- JB/T 6198.2—2007 《摆线齿轮磨齿机 第2部分：精度检验》
- JB/T 6120—1992 《PF 行星齿轮减速器》
- JB/T 6121—1992 《全封闭甘蔗压榨机减速器》
- JB/T 6124—2004 《立式磨煤机 ZSJ 型减速器》
- JB/T 6135—1992 《混合少齿差星轮变速器》
- JB/T 6141.1—1992 《重载齿轮 渗碳层球化处理后金相检验》
- JB/T 6141.2—1992 《重载齿轮 渗碳质量检验》
- JB/T 6141.3—1992 《重载齿轮 渗碳金相检验》
- JB/T 6141.4—1992 《重载齿轮 渗碳表面碳含量金相判别法》
- JB/T 6344.2—2002 《滚齿机 技术条件》
- JB/T 6344.3—2006 《滚齿机 第3部分：参数》
- JB/T 6347.4—2006 《齿轮倒角机 第4部分：技术条件》
- 代替 JB/T 6347—1992 《齿轮倒角机 技术条件》
- JB/T 6347.1—1999 《齿轮倒角机 参数》
- JB/T 6347.3—1999 《齿轮倒角机 精度检验》
- JB/T 6347.4—2006 《齿轮倒角机 第4部分：技术条件》
- JB/T 6387—1992 《轴装式圆弧圆柱蜗杆减速器》
- JB/T 6395—1992 《大型齿轮、齿圈锻件》
- JB/T 6502—1993 《NGW 行星齿轮减速器》
- JB/T 6597—1993 《小模数齿轮滚齿机 精度（工作精度7级）》
- JB/T 6999—1993 《双排直齿行星减速器》
- JB/T 7000—1993 《同轴式圆柱齿轮减速器》
- JB/T 7007—1993 《ZJY 型轴装式圆柱齿轮减速器》
- JB/T 7008—1993 《ZC1 型双级蜗杆及齿轮——蜗杆减速器》
- JB/T 7253—1994 《摆线针轮减速机 噪声测定方法》
- JB/T 7254—1994 《无级变速摆线针轮减速机》
- JB/T 7337—1994 《轴装式减速器》
- JB/T 7342—1994 《推杆减速器》
- JB/T 7344—1994 《垂直出轴混合少齿差星轮减速器》
- JB/T 7345—1994 《NLQ 型行星齿轮减速器》
- JB/T 7514—1994 《高速渐开线圆柱齿轮箱》

- JB/T 7516—1994 《齿轮气体渗碳热处理工艺及其质量控制》
- JB/T 7654—2006 《整体硬质合金小模数齿轮滚刀》
- JB/T 7681—2006 《ZJ 系列行星齿轮减速器》
- JB/T 7847—1995 《立式锥面包络圆柱蜗杆减速器》
- JB/T 7848—1995 《立式圆弧圆柱蜗杆减速器》
- JB/T 7929—1999 《齿轮传动装置清洁度》
- JB/T 7935—1999 《圆弧圆柱蜗杆减速器》
- JB/T 7936—1999 《直齿环面蜗杆减速器》
- JB/T 7968.1—1999 《磨前齿轮滚刀 第1部分：基本型式和尺寸》
- JB/T 7968.2—1999 《磨前齿轮滚刀 第2部分：技术条件》
- JB/T 7970.1—1999 《盘形齿轮铣刀 第1部分：基本型式和尺寸》
- JB/T 7970.2—1999 《盘形齿轮铣刀 第2部分：技术条件》
- JB/T 8345—1996 《弧齿锥齿轮铣刀 1:24 圆锥孔尺寸及公差》
- JB/T 8358—1996 《精密插齿机 技术条件》
- JB/T 8360.1—2006 《数控滚齿机 第1部分：精度检验》
代替 JB/T 8360.1—1996 《数控滚齿机 精度》
- JB/T 8360.2—1996 《数控滚齿机 技术条件》
- JB/T 8361.1—1996 《高精度蜗轮滚齿机 精度》
- JB/T 8361.2—1996 《高精度蜗轮滚齿机 技术条件》
- JB/T 8362.1—1997 《锥齿轮淬火机 精度检验》
- JB/T 8362—1996 《锥齿轮淬火机 技术条件》
- JB/T 8484—1996 《齿轮倒棱机 精度检验》
- JB/T 8712—1998 《星轮减速器》
- JB/T 8809—1998 《SWL 蜗轮螺杆升降机型式、参数与尺寸》
- JB/T 8830—2001 《高速渐开线圆柱齿轮和类似要求齿轮承载能力计算方法》
- JB/T 8831—2001 《工业闭式齿轮的润滑油选用方法》
- JB/T 8853—2001 《圆柱齿轮减速器》
- JB/T 8905.1—1999 《起重机用三支点减速器》
- JB/T 8905.2—1999 《起重机用底座式减速器》
- JB/T 8905.3—1999 《起重机用立式减速器》
- JB/T 8905.4—1999 《起重机用套装式减速器》
- JB/T 9002—1999 《运输机械用减速器》
- JB/T 9003—2004 《起重机三合一减速器》
- JB/T 9043.1—1999 《ZK 行星齿轮减速器》
- JB/T 9043.2—1999 《ZZ 行星齿轮减速器》
- JB/T 9050.1—1999 《圆柱齿轮减速器 通用技术条件》
- JB/T 9050.2—1999 《圆柱齿轮减速器 接触斑点测定方法》
- JB/T 9050.3—1999 《圆柱齿轮减速器 加载试验方法》
- JB/T 9050.4—2006 《圆柱齿轮减速器 第4部分：基本参数》
- JB/T 9051—1999 《平面包络环面蜗杆减速器》

- JB/T 9168.9—1998 《切削加工通用工艺守则 齿轮加工》
 JB/T 9171—1999 《齿轮火焰及感应淬火工艺及其质量控制》
 JB/T 9172—1999 《齿轮渗氮、氮碳共渗工艺及质量控制》
 JB/T 9173—1999 《齿轮碳氮共渗工艺及质量控制》
 JB/T 9181—1999 《直齿锥齿轮精密热锻件 结构设计规范》
 JB/T 9746.1—1999 《船用齿轮箱 技术条件》
 JB/T 9770—1999 《内燃机油泵齿轮 技术条件》
 JB/T 9827—1999 《拖拉机传动箱 技术条件》
 JB/T 9835.1—1999 《农用齿轮泵 技术条件》
 JB/T 9837—1999 《拖拉机圆柱齿轮承载能力 计算方法》
 JB/T 9933.1—1999 《小模数齿轮滚齿机 参数》
 JB/T 9933.2—1999 《小模数齿轮滚齿机 精度检验》
 JB/T 9933.3—1999 《小模数齿轮滚齿机 技术条件》
 JB/T 9990.1—1999 《直齿锥齿轮精刨刀 基本型式和尺寸》
 JB/T 9990.2—1999 《直齿锥齿轮精刨刀 技术条件》
 JB/T 10019—1999 《齿轮齿距测量仪》
 JB/T 10020—1999 《万能齿轮测量机》
 JB/T 10021—1999 《齿轮螺旋线测量仪》
 JB/T 10022—1999 《便携式齿轮齿距测量仪》
 JB/T 10023—1999 《便携式齿轮基节测量仪》
 JB/T 10025—1999 《齿轮双面啮合综合测量仪》
 JB/T 10029—1999 《齿轮单面啮合整体误差测量仪》
 JB/T 10172—2000 《水泥磨用 D 型减速器》
 JB/T 10231.5—2002 《刀具产品检测方法 第 5 部分：齿轮滚刀》
 JB/T 10243—2001 《KPTH 型减速器》
 JB/T 10244—2001 《JPT 型减速器》
 JB/T 10400.1—2004 《离网型风力发电机组用齿轮箱 第 1 部分：技术条件》
 JB/T 10400.2—2004 《离网型风力发电机组用齿轮箱 第 2 部分：试验方法》

1.1.2 常用材料熔点、热导率及比热容 (表 1-1)

表 1-1 常用材料熔点、热导率及比热容

| 名称 | 熔点 /°C | 热导率 λ /[W/(m·K)] | 比热容 c /[kJ/(kg·K)] | 名称 | 熔点 /°C | 热导率 λ /[W/(m·K)] | 比热容 c /[kJ/(kg·K)] |
|------|-----------|-----------------------------|-------------------------|------|-----------|-----------------------------|-------------------------|
| 灰铸铁 | 1200 | 58 | 0.532 | 铝 | 658 | 204 | 0.879 |
| 碳钢 | 1460 | 47~58 | 0.49 | 锌 | 119 | 110~113 | 0.38 |
| 不锈钢 | 1450 | 14 | 0.51 | 锡 | 232 | 64 | 0.24 |
| 硬质合金 | 2000 | 81 | 0.80 | 铅 | 327.4 | 34.7 | 0.13 |
| 铜 | 1083 | 384 | 0.394 | 镍 | 1452 | 59 | 0.64 |
| 黄铜 | 950 | 104.7 | 0.384 | 聚氯乙烯 | | 0.16 | |
| 青铜 | 910 | 64 | 0.37 | 聚酰胺 | | 0.31 | |

注：表中的热导率和比热容数值指 0~100°C 范围内。

1.1.3 常用材料密度(表 1-2)

表 1-2 常用材料的密度

[单位: g/cm³(t/m³)]

| 材料名称 | 密度 | 材料名称 | 密度 | 材料名称 | 密度 |
|------------|-----------|-----------|------------|---------|-----------|
| 碳钢 | 7.81~7.85 | 铅 | 11.37 | 酚醛层压板 | 1.3~1.45 |
| 铸钢 | 7.8 | 锡 | 7.29 | 尼龙6 | 1.13~1.14 |
| 高速钢(含钨9%) | 8.3 | 金 | 19.32 | 尼龙66 | 1.14~1.15 |
| 高速钢(含钨18%) | 8.7 | 银 | 10.5 | 尼龙1010 | 1.04~1.06 |
| 合金钢 | 7.9 | 汞 | 13.55 | 橡胶夹布传动带 | 0.3~1.2 |
| 镍铬钢 | 7.9 | 镁合金 | 1.74 | 木材 | 0.4~0.75 |
| 灰铸铁 | 7.0 | 硅钢片 | 7.55~7.8 | 石灰石 | 2.4~2.6 |
| 白口铸铁 | 7.55 | 锡击轴承合金 | 7.34~7.75 | 花岗石 | 2.6~3.0 |
| 可锻铸铁 | 7.3 | 铅基轴承合金 | 9.33~10.67 | 砌砖 | 1.9~2.3 |
| 纯铜 | 8.9 | 硬质合金(钨钴) | 14.4~14.9 | 混凝土 | 1.8~2.45 |
| 黄铜 | 8.4~8.85 | 硬质合金(钨钴钛) | 9.5~12.4 | 生石灰 | 1.1 |
| 铸造黄铜 | 8.62 | 胶木板、纤维板 | 1.3~1.4 | 熟石灰、水泥 | 1.2 |
| 锡青铜 | 8.7~8.9 | 纯橡胶 | 0.93 | 粘土耐火砖 | 2.10 |
| 无锡青铜 | 7.5~8.2 | 皮革 | 0.4~1.2 | 硅质耐火砖 | 1.8~1.9 |
| 轧制磷青铜、冷拉青铜 | 8.8 | 聚氯乙烯 | 1.35~1.40 | 镁质耐火砖 | 2.6 |
| 工业用铝、铝镍合金 | 2.7 | 聚苯乙烯 | 0.91 | 镁铬质耐火砖 | 2.8 |
| 可铸铝合金 | 2.7 | 有机玻璃 | 1.18~1.19 | 高铬质耐火砖 | 2.2~2.5 |
| 镍 | 8.9 | 无填料的电木 | 1.2 | 碳化硅 | 3.10 |
| 轧锌 | 7.1 | 赛璐珞 | 1.4 | | |

1.1.4 常用材料弹性模量与泊松比(表 1-3)

表 1-3 常用材料弹性模量与泊松比

| 名称 | 弹性模量 E/GPa | 切变模量 G/GPa | 泊松比 μ | 名称 | 弹性模量 E/GPa | 切变模量 G/GPa | 泊松比 μ |
|--------|---------------|---------------|--------------|--------|---------------|---------------|--------------|
| 灰铸铁 | 118~126 | 44.3 | 0.3 | 轧制锌 | 82 | 31.4 | 0.27 |
| 球墨铸铁 | 173 | | 0.3 | 铅 | 16 | 6.8 | 0.42 |
| 碳钢、镍铬钢 | 206 | 79.4 | 0.3 | 玻璃 | 55 | 1.96 | 0.25 |
| 合金钢 | 206 | 79.4 | 0.3 | 有机玻璃 | 2.35~29.42 | | |
| 铸钢 | 202 | | 0.3 | 橡胶 | 0.0078 | | 0.47 |
| 轧制纯铜 | 108 | 39.2 | 0.31~0.34 | 电木 | 1.96~2.91 | 0.69~2.06 | 0.35~0.38 |
| 冷拔纯铜 | 127 | 48.0 | | 夹布酚醛塑料 | 3.92~8.83 | | |
| 轧制磷锡青铜 | 113 | 41.2 | 0.32~0.35 | 赛璐珞 | 1.71~1.89 | 0.69~0.98 | 0.4 |
| 冷拔黄铜 | 89~97 | 34.3~36.3 | 0.32~0.42 | 尼龙1010 | 0.07 | | |
| 轧制锰青铜 | 108 | 39.2 | 0.35 | 硬聚氯乙烯 | 3.11~3.92 | | 0.34~0.35 |
| 轧制铝 | 68 | 25.3~26.5 | 0.32~0.36 | 聚四氟乙烯 | 1.14~1.42 | | |
| 拔制铝线 | 69 | | | 低压聚乙烯 | 0.54~0.75 | | |
| 铸铝青铜 | 103 | 41.1 | 0.3 | 高压聚乙烯 | 0.147~0.245 | | |
| 铸锡青铜 | 103 | | 0.3 | 混凝土 | 13.73~39.2 | 4.9~15.69 | 0.1~0.18 |
| 硬铝合金 | 70 | 26.5 | 0.3 | | | | |

1.2 极限与配合

1.2.1 极限与配合基础

1. 术语、定义及标法 (GB/T 1800.1—1997、GB/T 1800.2—1998)

术语图解如 GB/T 1800.2—1998 中图 1~4 所示, 术语及定义见表 1-4。

表 1-4 极限与配合术语及定义

| 术语 | 定义 | 术语 | 定义 |
|-----------|--|--------------|---|
| 基本尺寸与零线 | 设计者给定的尺寸称为基本尺寸。确定偏差的一条基准线即零偏差线称零线。通常零线表示基本尺寸 | 最大实体极限 (MML) | 对应于孔或轴最大实体尺寸的那个极限尺寸, 即: 轴的最大极限尺寸; 孔的最小极限尺寸。 最大实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最多时状态下的极限尺寸 |
| 实际尺寸 | 测量所得的尺寸。由于存在测量误差, 所以实际尺寸并非给定尺寸的真值 | | |
| 极限尺寸 | 允许尺寸变化的两个界限值。较大的一个称为最大极限尺寸, 较小的一个称为最小极限尺寸。它以基本尺寸为基数来确定 | | |
| 尺寸偏差 | 某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差, 简称偏差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差 (孔为 ES, 轴为 es); 最小极限尺寸减其基本尺寸所得代数差称为下偏差 (孔为 EI, 轴为 ei)。上、下偏差统称为极限偏差。偏差可以为正、负或零 | 最小实体极限 (LML) | 对应于孔或轴最小实体尺寸的那个极限尺寸, 即: 轴的最小极限尺寸; 孔的最大极限尺寸。 最小实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最少时状态下的极限尺寸 |
| 尺寸公差与标准公差 | 允许尺寸变动的量称为尺寸公差。它等于最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值, 也等于上偏差与下偏差代数差的绝对值, 简称公差 用以确定公差带大小的任一公差称标准公差。标准公差数值是根据不同的尺寸分段和公差等级按规定的标准公式计算后化整而得, 见表 1-5、表 1-6 | 基本偏差 | 用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差, 即基本偏差系列的各上、下偏差中靠近零线的那个偏差称为基本偏差。它基本与公差等级无关, 只表示公差带的位置, 即对一定的基本尺寸当基本偏差的代号确定后, 不论公差等级是多少, 其基本偏差的数值是一样的 国标对孔、轴各规定了 28 种基本偏差, 分别用大写拉丁字母和小写拉丁字母表示, 如图示基本偏差系列, 其中轴从 a 至 h, 基本偏差为上偏差 es, 从 j 至 zc, 基本偏差为下偏差 ei; 其中孔从 A 至 H, 基本偏差为下偏差 EI, 从 J 至 ZC, 基本偏差为上偏差 ES。其中 H 和 h 的基本偏差为零, js 或 JS 为上偏差 (+IT/2) 或下偏差 (-IT/2)。基本偏差数值由标准附录中规定的公式计算而得 轴 (孔) 远离零线另一侧的下偏差 (上偏差) 或上偏差 (下偏差), 根据轴 (孔) 的基本偏差和标准公差按下式计算: 轴: $ei = es - IT$, $es = ei + IT$ 孔: $ES = EI + IT$, $EI = IT - ES$ |
| 公差等级与尺寸精度 | 确定尺寸精确程度的等级称为公差等级。属于同一公差等级的公差, 对所有基本尺寸, 虽数值不同, 但具有同等的精确程度。国标规定了 20 个标准公差等级, 即 IT01、IT0、IT1、IT2...IT18, 等级依次降低, 公差依次增大 零件的尺寸精度就是零件要素的实际尺寸接近理论尺寸的准确程度, 愈准确者精度愈高; 它由公差等级确定, 精度愈高, 公差等级愈小 | | |
| 尺寸公差带 | 限制尺寸变动量的区域。GB/T 1800.2—1998 中图 4 代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域 (孔公差或轴公差), 其大小由标准公差确定, 其位置由基本偏差确定。由标准公差和基本偏差可组成各种公差带。公差带的代号用基本偏差代号与公差等级数字组成, 如 H9、F8、P7 为孔的公差带代号; h7、f8、p6 为轴的公差带代号 | 配合及配合公差 | 基本尺寸相同的, 相互结合的孔和轴公差带之间的关系称配合。配合有基孔制和基轴制, 并分间隙配合, 过渡配合和过盈配合三类。属于哪一类配合取决于孔、轴公差带的相互关系 允许间隙或过盈的变动量称配合公差, 它等于相互配合的孔公差和轴公差之和 |