

[ 技工实用手册丛书 ]

主 编 梁子午

检验工

( 机械工业产品 )

JIANYANGONG

简明实用手册

JIANMING SHIYONG SHOUCHE

凤凰出版传媒集团  
江苏科学技术出版社

技工实用手册丛书

# 检验工简明实用手册

(机械工业产品)

主 编 梁子午

副主编 梁健民

凤凰出版传媒集团  
江苏科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

检验工简明实用手册：机械工业产品/梁子午主编. 南京：江苏科学技术出版社，2009.11

(技工实用手册丛书)

ISBN 978-7-5345-6698-1

I. 检… II. 梁… III. 机械工业-工业产品-检验-技术手册  
IV. TH-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 101537 号

## 检验工简明实用手册

---

主 编 梁子午  
责任编辑 孙广能  
责任校对 郝慧华  
责任监制 曹叶华

---

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路1号A楼,邮编:210009)  
网 址 <http://www.pspress.cn>  
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路1号A楼,邮编:210009)  
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>  
经 销 江苏省新华发行集团有限公司  
照 排 南京展望文化发展有限公司  
印 刷 盐城市印刷总厂有限责任公司

---

|     |                |     |               |
|-----|----------------|-----|---------------|
| 开 本 | 850 mm×1168 mm | 印 张 | 10.125        |
| 插 页 | 4              | 字 数 | 420 000       |
| 版 次 | 2009年11月第1版    | 印 次 | 2009年11月第1次印刷 |

---

标准书号 ISBN 978-7-5345-6698-1  
定 价 26.00 元(精)

---

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

# 前 言

质量检验是产品加工过程和成品性能终极鉴定的重要环节。是以产品图纸、标准、工艺和技术条件为依据,采用检测、试验等手段,对原材料、毛坯件、半成品、外协件和成品进行测试、鉴定和处理。

按照质量管理的要求,配备与产品检验相适应的测试手段、检验方法和检验人员素质,才能确保产品质量的要求。

本书是在总结机械工业产品的检验方法和经验的基础上,编写《检验工简明实用手册》。本书采用新国标和质量管理新概念,内容简明扼要、通俗易懂,是一本具有系统性、实用性特点的工具书。

由于编者水平有限,有不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年10月

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| <b>第一章 检验技术基本理论</b> ..... | 1  |
| <b>第一节 测量概述</b> .....     | 1  |
| 一、测量概念 .....              | 1  |
| 二、测量方法分类 .....            | 2  |
| 三、测量仪器 .....              | 4  |
| 四、常用名词、术语及定义 .....        | 5  |
| <b>第二节 常用数据及公式</b> .....  | 7  |
| 一、米制和英制长度单位的换算 .....      | 7  |
| 二、圆周角度的计算公式 .....         | 10 |
| 三、三角函数公式 .....            | 15 |
| <b>第三节 正确选择测量方法</b> ..... | 16 |
| 一、测量方法的选择 .....           | 16 |
| 二、计量器具的选择 .....           | 17 |
| 三、测量基准面和定位形式的选择 .....     | 23 |
| 四、测量条件的选择 .....           | 27 |
| <b>第二章 常用计量器具</b> .....   | 29 |
| <b>第一节 量块</b> .....       | 29 |
| 一、概述 .....                | 29 |
| 二、技术要求 .....              | 31 |
| 三、量块的使用 .....             | 34 |
| <b>第二节 线纹量具</b> .....     | 36 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 一、钢直尺 .....     | 36 |
| 二、钢卷尺 .....     | 37 |
| 第三节 游标量具 .....  | 39 |
| 一、游标卡尺 .....    | 39 |
| 二、高度游标尺 .....   | 43 |
| 三、深度游标卡尺 .....  | 46 |
| 四、带表卡尺 .....    | 47 |
| 五、数显卡尺 .....    | 49 |
| 六、齿厚卡尺 .....    | 51 |
| 第四节 测微量具 .....  | 53 |
| 一、千分尺 .....     | 53 |
| 二、深度千分尺 .....   | 57 |
| 三、内径千分尺 .....   | 59 |
| 四、杠杆千分尺 .....   | 61 |
| 五、螺纹千分尺 .....   | 63 |
| 第五节 指示式量具 ..... | 66 |
| 一、指示表 .....     | 66 |
| 二、内径表 .....     | 69 |
| 三、杠杆表 .....     | 73 |
| 四、比较仪 .....     | 75 |
| 第六节 角度量具 .....  | 79 |
| 一、正弦规 .....     | 79 |
| 二、90°角尺 .....   | 81 |
| 三、角度规 .....     | 85 |
| 四、角度块 .....     | 85 |

---

|                  |     |
|------------------|-----|
| 五、水平仪 .....      | 89  |
| 六、合像水平仪 .....    | 92  |
| 第七节 平直量具 .....   | 93  |
| 一、平面平晶 .....     | 93  |
| 二、平行平晶 .....     | 95  |
| 三、刀口形直尺 .....    | 98  |
| 四、平尺 .....       | 101 |
| 五、平板 .....       | 103 |
| 第三章 常用计量仪器 ..... | 107 |
| 第一节 光学仪器 .....   | 107 |
| 一、光学计 .....      | 107 |
| 二、测长仪 .....      | 111 |
| 三、工具显微镜 .....    | 115 |
| 四、投影仪 .....      | 123 |
| 五、光学分度头 .....    | 127 |
| 六、测长机 .....      | 129 |
| 第二节 电动量仪 .....   | 131 |
| 一、电动轮廓仪 .....    | 131 |
| 二、圆度仪 .....      | 134 |
| 第三节 气动量仪 .....   | 137 |
| 一、概述 .....       | 137 |
| 二、浮标式气动量仪 .....  | 139 |
| 三、气动量仪调整 .....   | 141 |
| 第四节 齿轮量仪 .....   | 143 |
| 一、周节仪 .....      | 143 |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 二、基节仪 .....                     | 145        |
| 三、齿向仪 .....                     | 145        |
| 四、齿厚仪 .....                     | 147        |
| 五、渐开线齿形仪器 .....                 | 148        |
| 六、齿轮双面啮合综合检查仪 .....             | 151        |
| 七、齿轮单面啮合检查仪 .....               | 152        |
| <b>第四章 光滑圆柱体的测量 .....</b>       | <b>153</b> |
| <b>第一节 公差与配合 .....</b>          | <b>153</b> |
| 一、基本术语与定义 .....                 | 153        |
| 二、公差制度中的基本规定 .....              | 156        |
| <b>第二节 光滑极限量规 .....</b>         | <b>156</b> |
| 一、光滑极限量规的类型和用途 .....            | 156        |
| 二、光滑极限量规的公差带 .....              | 157        |
| 三、使用时的注意事项 .....                | 160        |
| <b>第三节 轴径的测量 .....</b>          | <b>161</b> |
| 一、测量方法的分类 .....                 | 161        |
| 二、常用的测量方法 .....                 | 162        |
| <b>第四节 孔径的测量 .....</b>          | <b>166</b> |
| 一、测量方法的分类 .....                 | 166        |
| 二、车间常用的测量方法 .....               | 167        |
| <b>第五章 角度与锥度的测量 .....</b>       | <b>170</b> |
| <b>第一节 角度术语、公差及角度测量器具 .....</b> | <b>170</b> |
| 一、角度的基本术语 .....                 | 170        |
| 二、角度公差 .....                    | 172        |
| 三、角度测量器具的选择 .....               | 172        |



|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第二节 角度的测量 .....         | 173 |
| 一、90°角测量法 .....         | 173 |
| 二、指示表测量法 .....          | 174 |
| 三、光学仪器测量法 .....         | 174 |
| 四、正弦规测量法 .....          | 175 |
| 五、水平仪测量法 .....          | 176 |
| 六、钢球测量法 .....           | 176 |
| 七、光隙测量法 .....           | 179 |
| 八、角度量具测量法 .....         | 179 |
| 第三节 锥度的测量 .....         | 180 |
| 一、锥度 .....              | 180 |
| 二、锥度的测量 .....           | 182 |
| 第六章 螺纹的测量 .....         | 190 |
| 第一节 螺纹概述 .....          | 190 |
| 一、普通螺纹的几何参数、术语及定义 ..... | 190 |
| 二、螺纹的种类及牙型 .....        | 194 |
| 三、普通螺纹的公差与配合 .....      | 195 |
| 第二节 圆柱螺纹的测量 .....       | 197 |
| 一、圆柱螺纹的综合测量 .....       | 197 |
| 二、圆柱螺纹的单项测量 .....       | 202 |
| 第三节 圆锥螺纹的测量 .....       | 227 |
| 一、圆锥螺纹的综合测量 .....       | 227 |
| 二、圆锥螺纹的单项测量 .....       | 229 |
| 第四节 丝杠的测量 .....         | 234 |
| 一、螺距和螺距累积误差的测量 .....    | 234 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 二、牙型角的测量 .....             | 239        |
| 三、小径的测量 .....              | 240        |
| 四、大径的测量 .....              | 240        |
| 五、中径的测量 .....              | 240        |
| 六、螺旋线误差的测量 .....           | 240        |
| <b>第七章 齿轮的测量 .....</b>     | <b>245</b> |
| <b>第一节 齿轮测量的基本知识 .....</b> | <b>245</b> |
| 一、渐开线圆柱齿轮的基本参数 .....       | 245        |
| 二、渐开线圆柱齿轮的精度规范 .....       | 249        |
| <b>第二节 圆柱齿轮的测量 .....</b>   | <b>264</b> |
| 一、圆柱齿轮的综合测量 .....          | 264        |
| 二、圆柱齿轮的单项测量 .....          | 270        |
| <b>第三节 圆锥齿轮的测量 .....</b>   | <b>334</b> |
| 一、圆锥齿轮的基本参数 .....          | 334        |
| 二、圆锥齿轮的单项测量 .....          | 336        |
| <b>第四节 蜗杆和蜗轮的测量 .....</b>  | <b>349</b> |
| 一、蜗杆蜗轮传动的的基本参数和精度规范 .....  | 349        |
| 二、蜗杆的测量 .....              | 349        |
| 三、蜗轮的测量 .....              | 357        |
| <b>第八章 凸轮的测量 .....</b>     | <b>361</b> |
| <b>第一节 凸轮的主要参数 .....</b>   | <b>361</b> |
| <b>第二节 凸轮的测量 .....</b>     | <b>362</b> |
| 一、圆盘凸轮的测量 .....            | 362        |
| 二、圆盘内凸轮的测量 .....           | 366        |
| 三、圆柱凸轮的测量 .....            | 367        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 四、圆锥凸轮的测量 .....                | 369        |
| 五、平板凸轮的测量 .....                | 370        |
| <b>第九章 键与花键的测量 .....</b>       | <b>371</b> |
| <b>第一节 键与花键的种类、特点及应用 .....</b> | <b>371</b> |
| 一、键 .....                      | 371        |
| 二、花键 .....                     | 371        |
| <b>第二节 键与键槽的检验 .....</b>       | <b>372</b> |
| 一、公差与配合 .....                  | 372        |
| 二、键的检验 .....                   | 373        |
| 三、键槽的检验 .....                  | 373        |
| <b>第三节 矩形花键的测量 .....</b>       | <b>375</b> |
| 一、公差与配合 .....                  | 375        |
| 二、矩形内花键的单项检验 .....             | 375        |
| 三、矩形外花键的单项检验 .....             | 376        |
| 四、矩形花键的综合检验 .....              | 378        |
| <b>第四节 渐开线花键的测量 .....</b>      | <b>378</b> |
| 一、内花键实际弧齿槽宽的测量 .....           | 378        |
| 二、外花键参数的单项测量 .....             | 381        |
| 三、综合检验 .....                   | 384        |
| 四、其他规定 .....                   | 385        |
| <b>第十章 形状和位置误差的测量 .....</b>    | <b>386</b> |
| <b>第一节 形状和位置误差 .....</b>       | <b>386</b> |
| 一、形位误差概念 .....                 | 386        |
| 二、形位误差检测原则 .....               | 386        |
| <b>第二节 形状和位置公差 .....</b>       | <b>388</b> |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 一、形位公差的概念 .....            | 388 |
| 二、形位公差特征项目符号 .....         | 393 |
| 三、形位公差带的定义 .....           | 395 |
| <b>第三节 形状误差测量</b> .....    | 411 |
| 一、直线度误差的测量 .....           | 411 |
| 二、平面度误差的测量 .....           | 414 |
| 三、圆度误差的测量 .....            | 416 |
| 四、圆柱度误差的测量 .....           | 419 |
| 五、线轮廓度误差的测量 .....          | 422 |
| 六、面轮廓度误差的测量 .....          | 423 |
| <b>第四节 位置误差测量</b> .....    | 425 |
| 一、平行度误差的测量 .....           | 425 |
| 二、垂直度误差的测量 .....           | 427 |
| 三、倾斜度误差的测量 .....           | 428 |
| 四、同轴度误差的测量 .....           | 430 |
| 五、对称度误差的测量 .....           | 433 |
| 六、位置度误差的测量 .....           | 434 |
| 七、圆跳动误差的测量 .....           | 436 |
| 八、全跳动误差的测量 .....           | 437 |
| <b>第十一章 表面粗糙度的测量</b> ..... | 440 |
| <b>第一节 基本概念</b> .....      | 440 |
| 一、表面微观几何形状特性 .....         | 440 |
| 二、表面粗糙度的评定基础 .....         | 441 |
| 三、表面粗糙度的有关术语 .....         | 444 |
| 四、表面粗糙度的表征参数 .....         | 447 |

---

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 第二节 表面粗糙度的测量 .....                  | 449 |
| 一、测量方法概述 .....                      | 449 |
| 二、比较法测量表面粗糙度 .....                  | 450 |
| 三、光切法测量表面粗糙度 .....                  | 452 |
| 四、触针法测量表面粗糙度 .....                  | 460 |
| 五、印模法测量表面粗糙度 .....                  | 466 |
| 第十二章 金属材料的检验 .....                  | 468 |
| 第一节 金属材料的检验项目 .....                 | 468 |
| 一、检验程序 .....                        | 468 |
| 二、检验项目 .....                        | 468 |
| 第二节 金属材料鉴别法 .....                   | 468 |
| 一、火花试验 .....                        | 468 |
| 二、看谱分析 .....                        | 481 |
| 第三节 金属材料的力学性能试验 .....               | 483 |
| 一、金属拉伸试验 .....                      | 483 |
| 二、金属冲击试验 .....                      | 484 |
| 三、金属硬度试验 .....                      | 486 |
| 第四节 金属材料的工艺性能试验 .....               | 491 |
| 第五节 金属材料常用化学分析 .....                | 495 |
| 一、电导法测定钢铁中的含碳量 .....                | 495 |
| 二、比色法测定钢铁中的含磷量 .....                | 497 |
| 三、钢铁及合金中含硫量的测定(GB/T232.8—1981)..... | 498 |
| 第六节 金属材料的检验标准 .....                 | 499 |
| 第十三章 铸件的检验 .....                    | 513 |
| 第一节 工序的检验 .....                     | 513 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 一、造型材料的检验 .....        | 513 |
| 二、模型的检验 .....          | 514 |
| 三、造型、造芯的检验 .....       | 515 |
| 四、合箱的检验 .....          | 517 |
| 五、浇注的检验 .....          | 518 |
| 六、清理的检验 .....          | 518 |
| 第二节 铸件成品的检验 .....      | 519 |
| 一、铸件的技术条件 .....        | 519 |
| 二、表面质量的检验 .....        | 525 |
| 三、铸件几何尺寸的检验 .....      | 526 |
| 四、铸件机械性能的检验 .....      | 529 |
| 五、铸件金相及化学成分的检验 .....   | 534 |
| 六、气密性的检验 .....         | 535 |
| 第三节 铸件常见的缺陷 .....      | 536 |
| 第十四章 锻件的检验 .....       | 538 |
| 第一节 锻件材料毛坯和模具的检验 ..... | 538 |
| 一、材料下料及加热的检验 .....     | 538 |
| 二、模具的检验 .....          | 538 |
| 第二节 锻造过程的检验 .....      | 540 |
| 一、锻造时的检验 .....         | 540 |
| 二、切边(冲孔)的检验 .....      | 540 |
| 三、锻件冷却和热处理检验 .....     | 541 |
| 四、锻件清理后的检验 .....       | 542 |
| 第三节 锻件成品的检验 .....      | 542 |
| 第四节 锻件验收的技术条件 .....    | 547 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 一、自由锻件的技术条件和验收规范 .....     | 547 |
| 二、胎模锻件和模锻件的技术条件和验收规范 ..... | 550 |
| 第五节 锻件常见的缺陷 .....          | 551 |
| 一、下料时产生的缺陷 .....           | 551 |
| 二、加热及热处理时产生的缺陷 .....       | 551 |
| 三、锻造时产生的缺陷 .....           | 552 |
| 四、锻件试验、检验项目有关国家标准代号 .....  | 553 |
| 第十五章 热处理件的检验 .....         | 555 |
| 第一节 热处理的基本方法 .....         | 555 |
| 一、钢铁整体热处理常用基本方法 .....      | 555 |
| 二、钢铁表面热处理常用基本方法 .....      | 559 |
| 第二节 硬度的测定 .....            | 560 |
| 一、布氏硬度测定法 .....            | 560 |
| 二、洛氏硬度测定法 .....            | 563 |
| 三、维氏硬度测定法 .....            | 569 |
| 四、显微硬度测定法 .....            | 571 |
| 五、锉刀检验硬度法 .....            | 572 |
| 六、硬度检验应注意的事项 .....         | 573 |
| 第三节 几种热处理零件的检验 .....       | 575 |
| 一、正火、退火件的检验 .....          | 575 |
| 二、淬火、回火件的检验 .....          | 576 |
| 三、渗碳、碳氮共渗件的检验 .....        | 578 |
| 四、渗氮、氮碳共渗件的检验 .....        | 581 |
| 五、感应加热淬火、回火件的检验 .....      | 585 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| <b>第十六章 表面处理件的检验</b> .....        | 588 |
| <b>第一节 表面处理的基本分类</b> .....        | 588 |
| <b>第二节 表面处理前对零件的质量要求及检验</b> ..... | 589 |
| 一、零件基体在表面预处理前应达到的质量要求 .....       | 589 |
| 二、零件表面清洁度的要求 .....                | 589 |
| <b>第三节 表面处理层的外观检验及质量要求</b> .....  | 590 |
| 一、表面处理层外观检验的一般内容 .....            | 590 |
| 二、表面处理层的外观检验质量要求 .....            | 590 |
| 三、有关表面处理层的外观检验标准 .....            | 591 |
| <b>第四节 工件表面处理层性能的检验</b> .....     | 591 |
| 一、表面处理层表面粗糙度的检验 .....             | 592 |
| 二、表面处理层表面光亮度的检验 .....             | 593 |
| 三、油漆涂膜层光泽度的检验 .....               | 593 |
| 四、表面处理层厚度的检验 .....                | 593 |
| 五、表面处理层硬度的检验 .....                | 594 |
| 六、表面处理层结合强度(附着力)的检验 .....         | 595 |
| 七、表面处理层的耐蚀性检验 .....               | 599 |
| 八、表面处理层的耐磨性检验 .....               | 601 |
| 九、表面处理层的孔隙率检验 .....               | 601 |
| <b>第十七章 质量管理</b> .....            | 602 |
| <b>第一节 质量的概述</b> .....            | 602 |
| 一、质量的含义 .....                     | 602 |
| 二、质量特性 .....                      | 602 |
| 三、质量概念的发展 .....                   | 602 |
| <b>第二节 质量管理的基本知识</b> .....        | 603 |



|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 一、质量管理的定义 .....            | 603 |
| 二、相关的质量术语 .....            | 603 |
| 三、质量管理发展阶段 .....           | 603 |
| 第三节 质量管理体系 .....           | 604 |
| 一、质量管理体系的定义 .....          | 604 |
| 二、质量管理体系由来和发展 .....        | 604 |
| 第四节 质量检验 .....             | 605 |
| 第五节 现场质量管理 .....           | 606 |
| 一、概述 .....                 | 606 |
| 二、主要内容 .....               | 607 |
| 三、现场质量管控点建立的原则、方法及步骤 ..... | 608 |
| 四、对现场操作员工和检验员的要求 .....     | 610 |
| 第六节 数理统计方法在质量管理中的应用 .....  | 612 |
| 一、概述 .....                 | 612 |
| 二、产品质量的波动 .....            | 613 |
| 三、质量数据的搜集方法 .....          | 614 |
| 四、质量数据的分类方法 .....          | 615 |
| 五、数据与统计推断的关系 .....         | 616 |
| 六、数据的统计特征值 .....           | 617 |
| 七、排列图 .....                | 618 |
| 八、分层法 .....                | 621 |
| 九、因果图 .....                | 624 |
| 参考文献 .....                 | 627 |