



机械加工经验丛书

机械零件质量检测 经验实例

主 编 胡国强
副主编 蔡晓双 焦关明 顾颂虞

➤ 经验的总结



➤ 提高工作效率

➤ 降低劳动强度



国防工业出版社
National Defense Industry Press

机械加工经验丛书

内容简介

机械零件质量检测 经验实例

主编 胡国强
副主编 蔡晓双 焦关明 顾颂虞

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书内容是从国内外有关机械工程杂志及作者经历的诸多应用实例中遴选出来的,包括外圆、内孔、半圆、缺圆、弧面、曲面、球面的检测;长度尺寸、相关尺寸的检测;锥度、角度、沉槽、键槽的检测;形位公差、齿轮、螺纹的检测以及表面粗糙度的检测等实例。本书适用于众多中、小型企业的检测人员、专用工装设计人员和工艺人员阅读,也可用作职业技术学院机械专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械零件质量检测经验实例/胡国强主编. —北京:国防工业出版社, 2010. 9

(机械加工经验丛书)

ISBN 978-7-118-06924-2

I. ①机… II. ①胡… III. ①机械元件—质量检验
IV. ①TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 151084 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 880×1230 1/32 印张 13 $\frac{1}{2}$ 字数 378 千字

2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

在机械零件的加工、装配和成品试验中,现场技术测量和最终检测始终贯穿在各类零部件及整机的全过程。除金属材料、热加工外,零件的机械加工精度和表面质量也直接影响到产品的性能和使用寿命。在当前生产国际化、全球经济一体化的发展期,更要求不同国家、地区所生产的各类产品,必须具备高品质的可靠性、统一国际标准的互换性。因此,测量技术和手段,便是对各种产品,从毛坯直至整机产生过程的界定者,更是对这些产品品质优劣的终极的审定者。

《机械零件质量的检测经验实例》一书,是编者从 20 世纪 80 年代以来,从我国的有关机械工程杂志:《机械工人》(冷加工)、《机械工艺师》、《新技术新工艺》、《机床》、《工具技术》、《机械设计》;国外有关机械工程期刊:《美国机械师》(美刊)、《机器制造师》(原苏刊)、《工具与生产》(美刊)、《齿轮技术》(美刊)、《英国产品设计》(英刊)、《机床与工具》(日刊)及其经历的诸多应用实例中遴选出 290 多例。本书的内容由外圆、内孔、半圆、圆缺、弧面、曲面、球面等的检测;长度尺寸、相关尺寸的检测、锥度、角度、沉槽、键槽等的检测;形位公差、齿轮、螺纹等的检测以及量具的正确使用、检定、改装、自制和维修等组成。所精选的实例,由于采用并改进了常规量具或自制专用量具等措施,比常规的检测提高了检测精度和工作效率、减轻了检测的劳动强度、改善了检测的工作条件、降低了检测的成本。对某些零件,量具触头难以进入的被测部位,则采用在常规量具上附加辅具等方法进行间接测量;而对于常规量具或一般量仪无法检测的空间相交尺寸或空间理论尺寸则采用平板、块规、量棒或与其相适应的测量仪等组合的装置进行测量再换算等方法获得所需的尺寸精度,还有的检测实例从工厂计量室使用昂贵的专用量仪检测简化替代的检测装置实施现场检测。这

些检测实例充分体现了工厂工装设计人员、检测人员和能工巧匠们的智慧,集思广益,群策群力,在检测工作中采用了妙招、高招和绝招,使疑难的检测问题迎刃而解。本书个中实例,有些虽其简单,但很实用,行之有效的现场经验,符合我国倡导的自力更生、勤俭建国、多快好省的实际国情。

当今,测量技术与手段进入了数显化、智能化和自动化,虽已今非昔比,但面对某些特定的环境、特殊的零部件和难测的部位以及资金短缺的中小型企业,这些宝贵的检测实例就显得特别有实用价值,就可从中得到启迪、有所借鉴和应用,从而举一反三,弥补其诸多的不足与空缺,这就是我们要编写此书的初衷和目的。本书可供我国众多的中小型企业的检测人员、专用工装设计人员和工艺人员阅读,也用作当前职业技术学院机械专业的教学参考书。

本书由苏州金切技能大师胡国强工程师任主编,苏州职业技术学院蔡晓双教授和原《机械工艺师》杂志社焦关明高工任副主编以及胡国强金切技能大师工作室的顾星、陆永明、黄立平、王友南、李国荣、高建刚、李立新、冯高明、梅龙喜、陈毓敏、王晓锋、刘红星、支双林等研修生,承担了部分组稿、编写、绘图等工作。但由于时间仓促、编者水平有限,不足之处仍在所难免,恳请读者和同行们提出宝贵意见和建议,在此一并表示衷心的感谢!

胡国强

2010.4

目 录

一、圆形、半圆、缺圆、弧面、球面、曲面的检测	1
1. 用 V 形槽测工件直径	1
2. 扩大公法线千分尺的测量功能	2
3. 薄壁工件的简易测量	2
4. 上置式磁栅大直径测量装置	4
5. 简易大型测量工具三则	6
6. 无形圆直径的测量	8
7. 得心应手测薄盘外径	10
8. 可调式套类精度检测仪	11
9. 巧用游标卡尺提高车削精度	12
10. 重型机床箱体大孔的测量	13
11. 现场使用的大孔径检测装置	16
12. 大孔径测量方法	18
13. 用桥板测量大孔直径	21
14. 气缸体主轴孔专用量具	23
15. 大内径小止口尺寸的测量	24
16. 浅直口测具	24
17. 测量短止口直径的量具	25
18. 倒台阶内孔的检测	26
19. 突起部分孔的测量	27
20. 测凸台内孔专用量具	29
21. 高耐磨内孔塞规	30
22. 环规专用检测配件	31
23. 微调孔规	33

24. 镗杆不抽出测量孔径	34
25. 简易速查孔尺寸的量具	36
26. 特殊用途的内径量规	36
27. 特殊零件内径检具	38
28. 内腔尺寸的测量计算	38
29. 小孔径快速测量器	39
30. 半圆孔直径的测量	40
31. 发电机支架半圆孔圆度检具	42
32. 巧测零件半圆孔直径的偏差	43
33. 测量圆缺直径	46
34. 双圆柱测圆缺半径	46
35. 深度千分尺测圆台半径	48
36. 大直径圆弧样板精测法	48
37. 气阀锻模检测样板	52
38. 圆弧面的测量	53
39. 坐标法测量圆弧半径	54
40. 巧用 R 镜头测圆弧半径	56
41. 任意外圆弧半径的测量	58
42. 圆弧半径刻线检验规	58
43. 孔内圆弧槽中心直径的测量	63
44. 深圆弧 R 尺寸检具	64
45. 制作检验双排链轮 R 角量规	66
46. 巧制球面检具	69
47. 凹球面直径及其偏差测量检具	69
48. 球面半径的万能测量	72
49. 球台形工件曲率半径的测量	74
50. 用数控机床测绘各种复杂曲线	76
51. 镗孔用椭圆形塞规	78
二、相关尺寸、距离、深度、厚度的检测	79
1. 简易大尺寸坐标测量系统	79

2. 检测大尺寸样板的简便方法·····	83
3. 小工作面尺寸样板简易测量·····	85
4. 相关尺寸的测量·····	87
5. 磨床轴向尺寸测量装置·····	89
6. 内外台阶间轴向尺寸的测量·····	90
7. 曲轴两轴距的检测工具·····	91
8. 圆柱端面与小角度交点尺寸的测量·····	92
9. 法兰盘上交点尺寸的测量·····	93
10. 空间相交尺寸的测量·····	96
11. 空间理论尺寸的检测·····	98
12. 两孔正交的测量·····	101
13. 改变尺寸链简化测量·····	103
14. 巧用磁铁测距·····	104
15. 测量拨叉两孔中心距的工具·····	104
16. 中心距检测仪·····	107
17. 比较法测异向孔中心距·····	108
18. 两轴线相垂直的孔距测量法·····	110
19. 孔距检测仪·····	112
20. 孔距测量夹头·····	114
21. 凸轮轴轴承套距离检具·····	114
22. 圆弧中心至端面距离的测量·····	115
23. 特殊形式的台阶规·····	117
24. 量块的多项应用·····	118
25. 支重轮轴定位沟槽长度检具·····	121
26. 巧测偏心轴·····	122
27. 巧测孔中心高·····	123
28. 简易测球面至弧面高度法·····	124
29. 电机端盖深度巧测量·····	125
30. 孔深度测量仪·····	126
31. 专用深度测量仪·····	127
32. 孔深简易检具·····	128

33. 深度量规	128
34. 简易测孔深规	130
35. 斜孔深度测量工具	130
36. 中心孔深度测量法	131
37. 小孔深度的测量	132
38. 巧测深孔内台阶尺寸公差	134
39. 凸台深度组合检具	135
40. 单脚深度千分尺	135
41. 简易盲孔测量工具	136
42. 测深孔壁厚卡尺	136
43. 巧制测壁厚卡尺	137
三、锥度、角度、键槽、沉槽的检测	137
1. 利用千分表调整精加工圆锥体	137
2. 外圆锥测量新法	139
3. 外圆锥面测量检具	140
4. 锥孔大端直径的测量	142
5. 锥孔大径的测量方法	143
6. 锥度量规和百分表组合测圆锥直径	145
7. 锥度测量装置	146
8. 正弦规测锥度的块规高度计算	148
9. 测量内外小锥角高招	150
10. 测圆锥小端直径的检具	151
11. 内锥简易测量法	152
12. 用千分尺测孔锥度及圆弧半径	153
13. 正多边形量具	154
14. 扩大正弦尺的使用	155
15. 正弦尺测锥角	156
16. 锥角的测量	159
17. 圆锥顶角量具	159
18. 百分表测锥孔深度	161

19. 锥孔内高测量仪	162
20. 55°自动调节角规	163
21. 磁力角度校正尺	164
22. 万能游标量角器在车床拖板上的应用	165
23. 巧用正弦尺测制件角度	167
24. 钻头角度测量卡板	168
25. 巧用 45°角尺	169
26. 斜孔测量	170
27. 非同一工作面上角度的测量	171
28. 在立式测长仪上测量 V 形角度	173
29. V 形槽角度的测量	175
30. 双球法测量 V 形槽角度	176
31. V 形槽简易测量工具	177
32. 楔条塞规	178
33. 棱角尺寸的测量	178
34. 测倒角游标尺	179
35. 键槽对称度测量仪	180
36. 新型键槽对称度检具	182
37. 轴键槽测量新法	183
38. 轴键槽检测和计算	184
39. 水准反转式轴键槽检查仪	186
40. 圆锥和圆柱轴键槽测量卡尺	189
41. 键槽宽度和对称度检具	192
42. 键槽对称度的简易测量	193
43. 键槽对销孔夹角检具	194
44. 环形槽测量仪	196
45. 测孔环槽工具	197
46. 树形叶根轮槽的测量	198
47. 测量特殊皮带轮专用卡尺	199
48. 测内孔沉槽卡钳	201
49. 带千分表卡规测外圆槽底直径	201

50. 自制测密封圈槽专用游标卡尺	202
51. 巧检矩形密封圈内径	203
52. 矩形密封圈内径检具	204
53. 巧测小深孔油槽	206
54. 孔内深槽加工及测量	207
55. 巧测内孔槽宽	208
56. 孔内环槽宽度检具	210
57. 间接法测量孔内槽宽	212
58. 环形槽深度测量	214
59. 卡尺巧测圆弧槽距	216
60. 可调缝槽量规	216
61. 巧测波纹管外壳截面参数	217
62. 内外滚道测量工具	219
63. 游标卡尺测内孔滚道法	219
64. 微型轴承内径测钩	220
65. 简易滚珠碗弧形槽底径量具	221
66. 大尺寸多功能电子数字显示尺测孔径	222

四、形位公差检测 224

1. 巧测多孔同轴度误差	224
2. 测多孔同轴度	225
3. 随动轮体同轴度检具	227
4. 同轴度的简易测量装置	229
5. 轴承挡同轴度误差检测	231
6. 内孔同轴度及跳动测量法	233
7. 测量杆直线度和同轴度的判别	234
8. 制动钳缸体垂直度测量	235
9. 简易滑套式垂直度测量仪	236
10. 连杆结合面与螺孔垂直度误差测量	237
11. 垂直度误差的高精度测量	238
12. 带表可读垂直度测量器	239

13. V形槽垂直度的圆棒测量法	240
14. 可胀塑料定心检具	242
15. 自动定位量块架	245
16. 测量鼓形零件中心线	245
17. 简测轴对中	246
18. 大型发电机转子内孔母线直线度的测量	247
19. 水平仪测直线度误差分析	248
20. 用三爪夹头巧测曲轴分度和直线度	251
21. 角度偏差检具	252
22. 对花键分度误差的理解	253
23. V形槽对底面倾斜度检测	255
24. 用几何法计算坐标的公差	258
25. 曲轴综合位置误差的检验方法	259
26. 成组位置度检具	265
27. 位置误差中的反基准测量	266
28. 针阀体中孔座面形位误差的测量	267
29. 可调燕尾导轨测量架	269
30. 燕尾导轨平行度检具	271
31. 一平一V导轨的测量	272
32. 自准直仪的补点衔接测量法	273
33. 球头轴检具	275
34. 平板速检法	276
35. 检测平板支承点的合理确定	278
36. 监视读数测量法	280
37. 光电定心测头	282
38. 筒形圆截面上点定位测量仪	284
39. 箱孔端面跳动测量仪	286
40. 盘类零件圆跳动量的测量	287
41. 斜面对内孔圆跳动的测量	289
42. 小台阶端面跳动的测量	290
43. 径向跳动检具	291

44. 简易轴承径向游隙测量仪	292
45. 怎样避免圆度测量误差	293
46. 圆度测量的简易定位	295
47. 简易精测内孔椭圆度	295

五、螺纹和齿轮的检测 296

1. 内螺纹测量仪	296
2. 内螺纹止通百分卡尺	298
3. 巧测内螺纹	299
4. 用三针快速测螺纹中径	300
5. 单针法测量梯形和锯齿形螺纹	300
6. 内圆锥管螺纹和内大升角锥螺纹测量	301
7. 外螺纹测量新方法	303
8. 圆锥管螺纹丝锥中径的简易测量	304
9. 布锥管螺纹中径的简易测量	307
10. 加工锥螺纹的中径测量与计算	309
11. 螺纹中径测量的简易方法	310
12. 锥螺纹校对塞规基面中径的精密测量	311
13. 普通螺纹环规中径的简便测量方法	316
14. 游标卡尺改内螺纹中径量具	317
15. 巧测内螺纹螺距	319
16. 巧测螺距	319
17. 巧测螺纹牙底圆弧半径	319
18. 改制带表卡规测量转向螺纹	320
19. 内道组合量规	322
20. 不完全螺纹加工中的测量	324
21. 巧测螺纹跳动	325
22. 比较法测量三刃丝锥	326
23. 斜齿轮螺旋角简易测量	327
24. 斜齿轮螺旋角的测绘	329
25. 测量小斜齿轮螺旋角的简便方法	331

26. 质数齿轮周节累积误差测量	333
27. 螺旋锥齿轮齿圈圆跳动检测仪	336
28. 丝杠的简易测量	337
29. 三种齿厚检验方法	338
30. 弧齿厚测量及滚棒选择	342
31. 测量内花键齿厚方法	344
32. 蜗杆齿高的测量	345
33. 齿轮倒角检测卡板	346
34. 简便测齿轮模数法	347
35. 齿轮轴检具在双面啮合仪上的应用	348
36. 自动测量齿轮接触斑点激光扫描法	350

六、检具的正确使用检定改进和维修 352

1. 气动量仪的正确使用及维护保养	352
2. 游标卡尺测小孔误差大	358
3. 三用卡尺为什么不能测小孔	358
4. 在干涉显微镜上测量几何尺寸	359
5. 游标高度尺的正确使用	360
6. 光电内监测器	361
7. 三点连环测量直线度	363
8. 解决平直仪不成像的方法	364
9. 内径量表测量误差分析	365
10. 水平仪误差的消除	366
11. 用光滑极限量规巧排气阻	368
12. 圆柱角尺测卡尺垂直度	368
13. 螺纹千分尺校对杆精确尺寸的检定	369
14. 检定千分尺测力的简便方法	371
15. 直角尺的维修检定	373
16. 万能测长仪主轴转动精度检具	374
17. 仪器顶尖综合精度检具	375
18. 快速百分表检具	376

19. 调节内径千分表零位辅具.....	377
20. 滑尺间隙的简单调整.....	377
21. 界限量规的改进.....	378
22. 塞规的改进.....	378
23. 片形塞规的改进设计.....	379
24. 内径弹簧卡钳的改进.....	380
25. 立式光学计工作台改制.....	381
26. 废千分尺改制调百分表工具.....	381
27. 废千分尺改制简易小型测力计.....	382
28. 游标量具刻线模糊变清的方法.....	383
29. 卡尺防锈小窍门.....	383
30. 卡规微量超差复活诀窍.....	384
31. 超差量具的再利用.....	384
32. 大型高度游标卡尺的修理.....	385
33. 齿厚卡尺的修理.....	388
34. 内径百分表示值精度修复.....	389
35. 精密量具球测头的维修.....	390
36. 修复磨损环规法.....	391
37. 刃口形游标卡尺外爪研磨.....	391
38. 自制高精度水平测量仪.....	392
39. 自制测量壁厚及型腔的卡钳.....	393
40. 多台阶光面塞规.....	394
41. 多用光滑极限量规.....	395
42. 车床活动百分表架.....	396
43. 磁座夹尺器.....	396
44. 磁力表座的扩展.....	397
七、零件表面质量的检测.....	398
1. 自制表面粗糙度比较样块.....	398
2. 电容法测量表面粗糙度.....	398
3. 表面粗糙度问答.....	400
4. 表面缺陷及其评定.....	404

一、圆形、半圆、缺圆、弧面、球面、曲面的检测

1. 用V形槽测工件直径

测量轴类零件的直径一般是用游标卡尺或千分尺,但对于生产批量大,测量频繁的工件,使用上欠方便。为此,可设计一套如图1所示的V形直径测量器,测量时只要将工件往V形槽内一放,便能直接从表上读出数值,其值与标准读数值之差即为工件尺寸偏差。而表上的标准读数值可用标准心轴校正。实践证明,使用方便,测量准确迅速。

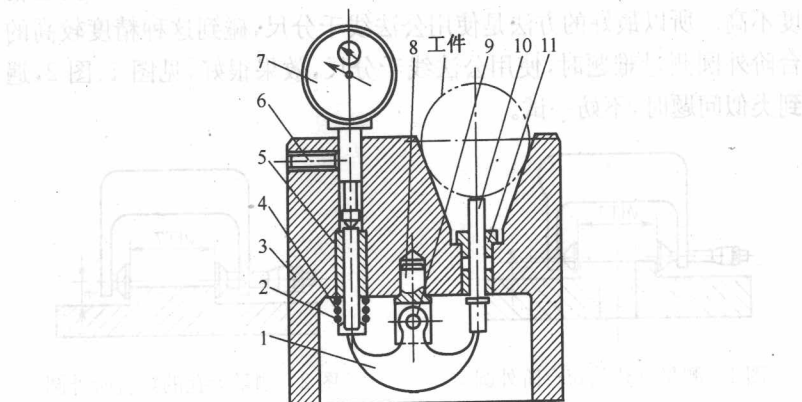


图1 V形直径测量器

- 1—杠杆;2—滑柱;3—基座;4—弹簧;5—导套;6—螺钉;
7—百分表;8—铰座;9—铰销;10—滑柱;11—导套。

设计计算如图2所示,要使表上的读数值直接反映工件直径上的误差,必须满足下列条件:

$$\frac{BC}{AB} = \frac{1}{3}$$

因为 $BD = BC$

$$AB = BD + AD$$

$$AB = 3BC$$

所以 $BD + AD = 3BD$

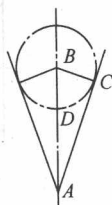


图2 设计计算图

$$AD=2BD$$

从上式可知 AD 长度的变化和工件直径的变化是同向等量的。
此外, V 形直径测量器还可用于测量工件的径向跳动。

2. 扩大公法线千分尺的测量功能

公法线千分尺一般只用于测量齿轮公法线长度, 现在将公法线千分尺用于测量短台阶外圆, 增加了它的测量功能。当短台阶外圆公差等级在 IT7 以上, 就不能使用外径千分尺了, 因外径千分尺的微分筒要碰到端面上, 测出的数据也就不正确。如果使用游标卡尺, 测量精度不高。所以最好的方法是使用公法线千分尺, 碰到这种精度较高的台阶外圆测量难题时, 使用公法线千分尺, 效果很好, 见图 1、图 2, 遇到类似问题时, 不妨一试。

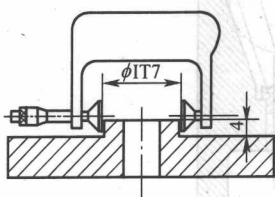


图 1 测量有孔的短台阶外圆

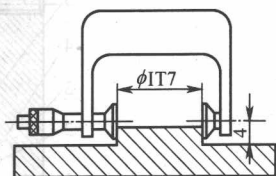


图 2 测量无孔的短台阶外圆

3. 薄壁工件的简易测量

如图 1 所示工件, 材料为黄铜, 壁厚为 $0.04 \pm 0.003\text{mm}$ 。由于壁

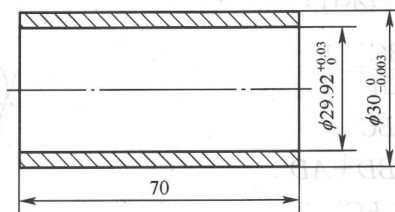


图 1 工件