

# 常用量具的 使用与保养 270 问

第 2 版

梁国明 张保勤 编著



国防工业出版社  
National Defense Industry Press

# 常用量具的使用与保养 270 问

(第 2 版)

梁国明 张保勤 编著

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书以问答的形式,介绍了计量器具的选择、生产中常用的量块、角度量块、线纹量具、简易量具、游标卡尺、千分尺、指示表、平面角测量器具、形位误差测量器具、表面质量测量器具以及量规和样板等 11 类 116 种量具的结构、技术参数、使用和保养方法,同时还介绍了量值传递和计量器具管理。

本书可供制造业企业中的生产工人和质量检验人员使用,也可作为大中专院校机械类专业师生的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

常用量具的使用与保养 270 问 / 梁国明, 张保勤编著.  
2 版. —北京: 国防工业出版社, 2007. 1  
ISBN 7-118-03242-5

I. 常... II. ①梁... ②张... III. ①计量器具-使用-问答 ②计量器具-保养-问答 IV. TH710.7-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 052064 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 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 25 字数 578 千字

2007 年 1 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 48.00 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

## 第 2 版前言

本书第 1 版于 2004 年 1 月出版发行后,深受读者欢迎。为了满足读者的需求,国防工业出版社决定再版,在再版之前,我们对原书进行了详细审查,结果发现书中的一些标准已过时,这是一;第二,原来应收入的有关内容未收入;第三,近来又出现了一些新的量具,应向读者介绍这些量具。根据这些情况,我们决定对原书进行修订:更换过时的标准,补充一些新的内容而成为第 2 版。

第 2 版与第 1 版相比,不仅内容更加丰富了,而且所用标准均为现行有效标准,使本书的内容与时俱进。

本书介绍的各种量具均是成熟的产品,技术参数稳定。它们新旧标准之间的主要差别是量具的一些名词术语的差异和一些参数的调整以及其他方面的补充,这些不影响量具的性能和使用及保养。所以,读者尽可大胆而放心地使用书中介绍的各种量具及其技术参数。

本书除了内容全面外,另一个最大特点是叙述非常细致,对书中所介绍的量具没有操作经验的同志,只要按书中所述方法操作即可,操作几次就能熟练地使用量具。

本书介绍了 11 类 116 种量具的使用和保养方法,是目前我们看到的我国有关量具方面内容最全面的一本书,基本包含了制造业生产现场常规检验所需的量具,不仅对生产工人、质量检验人员十分有用,而且对计量检定人员也十分有用。

这次我们进行了详细修订,但一定还有疏漏和不足,敬请批评指正。

编者

2006 年 8 月

# 第1版前言

计量是生产中的“眼睛”，量具是计量的“眼睛”，每个使用量具的人，均应像爱护自己的眼睛一样爱护量具。但是，仅仅爱护它是不够的，重要的是，要会根据所要测量的对象正确选择量具；选取量具后要了解它的结构原理及各项技术要求，看它能否满足你的需要；会正确检查量具的外观质量和它的技术状态，看它能否使用；会正确操作使用量具，去完成测量任务；会正确维护保养量具，延长它的使用寿命。会正确选择量具、了解量具的结构原理及技术要求、正确检查量具的外观质量和技术状态、正确使用操作量具进行测量以及正确保养量具，是每个工人必备的基本功，也是衡量一个工人技术水平高低的标准之一。

选择量具是共性问题，所以本书先介绍计量器具的选择，然后对制造业生产中常用的百余种量具的结构原理、技术要求、检查外观质量方法、使用方法和使用中注意事项以及保养量具的方法，以问答的形式一一进行详细介绍。对于初次使用量具的人来说，读了本书后，能很快熟悉量具、掌握量具的使用操作技术；对于已具使用量具经验的人来说，读了本书后，能使使用量具的技术水平提高到更高的层次。

本书中的许多数据来自于现行的量具国家标准或计量检定规程（技术规范），这些数据是检定量具的依据，量具检定人员不仅要熟知量具检定系统，而且要掌握这些数据。

长期以来，在生产中，有关量具的名词术语混乱，有时同一个名词有几种释义，不利于交流。为了改变这种混乱状态，国家发布了 GB/T 17163—1997《几何量测量器具术语基本术语》和 GB/T 17164—1997《几何量测量器具 产品术语》标准。本书中的名词术语均采用这两项标准规定的名词术语。

一些小型企业在计量器具管理方面存在诸多问题，主要是不会按国家有关计量器具的管理要求对计量器具进行管理，结果导致保障不了国家计量单位制的统一和量值的准确可靠。为此，本书最后简要介绍计量器具管理，以供参考。

参加本书编写工作的还有梁静、李湘宏、梁平、赵佟同志。由于水平有限，书中难免有不足，欢迎批评指正。

编者

2003年7月

# 目 录

## 一、计量器具的选择

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. 正确选择计量器具有何重要意义? ... (1)          | 6. 如何选择计量器具及如何评估验收质量? ..... (8)         |
| 2. 如何判定选择的计量器具符合科学和合理的原则? ..... (2) | 7. 在检验中为什么不对测量误差和测量不确定度进行分析? ..... (12) |
| 3. 选择计量器具的原则是什么? ..... (2)          | 8. 在使用计量器具中常见的名词术语有哪些? ..... (16)       |
| 4. 如何确定验收极限? ..... (7)              |   |
| 5. 根据什么选择验收极限? ..... (7)            |   |

## 二、量块和角度块

- |                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 9. 什么叫做量块? ..... (19)          | 16. 量块有何用途? ..... (25)      |
| 10. 按材质划分量块有几种? ..... (19)     | 17. 如何使用量块? ..... (26)      |
| 11. 量块的新旧标准名称有何不同? ... (19)    | 18. 使用量块中应注意什么? ..... (30)  |
| 12. 量块长度如何定义? ..... (19)       | 19. 如何拼凑和研合量块? ..... (30)   |
| 13. 量块有哪些误差要求? ..... (19)      | 20. 如何保养量块? ..... (31)      |
| 14. 量块的级和等是根据什么划分的? ..... (21) | 21. 我国生产哪些圆形量块? ..... (32)  |
| 15. 量块的量值是怎样进行传递的? ..... (24)  | 22. 如何使用圆形量块? ..... (34)    |
|                                | 23. 什么叫做角度量块? ..... (34)    |
|                                | 24. 如何使用和保养角度量块? ..... (38) |

## 三、线纹量具

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 25. 线纹计量器具有哪些,它们怎样进行量值传递? ..... (40) | 29. 如何使用和保养钢卷尺? ..... (45)           |
| 26. 钢直尺有哪几种,如何使用钢直尺? ..... (41)      | 30. 钢围尺和 $\pi$ 尺与钢卷尺有何不同? ..... (46) |
| 27. 钢卷尺有哪几种? ..... (44)              | 31. 如何使用钢围尺和 $\pi$ 尺? ..... (48)     |
| 28. 标准钢卷尺与普通钢卷尺的用途有何不同? ..... (45)   | 32. 什么叫做柔性周径尺? ..... (48)            |
|                                      | 33. 木直尺和折尺与钢直尺有何不同? ..... (50)       |

## 四、简易量具

34. 塞尺是什么样的量具? ..... (51)    37. 什么叫做带表卡规? ..... (56)  
35. 如何使用和保养塞尺? ..... (53)    38. 如何使用带表卡规? ..... (57)  
36. 卡钳及如何使用和保养卡钳? ... (54)

## 五、游标卡尺

39. 什么样的卡尺称为 I 型卡尺? ... (58)    53. 电子数显式卡尺与普通卡尺相比  
40. 怎样读游标卡尺? ..... (59)            有何优点? ..... (77)  
41. 如何使用 I 型卡尺? ..... (62)    54. 如何保养电子数显式卡尺? ..... (77)  
42. 如何保养卡尺? ..... (67)    55. 公英制卡尺的游标怎样对应? ... (78)  
43. II 型卡尺与 I 型卡尺有何  
    异同? ..... (68)    56. 什么叫做特种卡尺? ..... (78)  
44. 使用 II 型卡尺应注意什么? ..... (69)    57. 高度游标卡尺有几种? ..... (79)  
45. III 型卡尺与 II 型卡尺有何  
    不同? ..... (70)    58. 高度游标卡尺有何用途? ..... (81)  
46. 如何使用 III 型卡尺? ..... (70)    59. 如何保养高度游标卡尺? ..... (83)  
47. 如何保养大型卡尺? ..... (71)    60. 深度游标卡尺与普通卡尺有何  
    不同? ..... (83)  
48. 什么叫做带表卡尺? ..... (72)    61. 如何使用深度游标卡尺? ..... (84)  
49. 如何使用带表卡尺? ..... (73)    62. 齿厚游标卡尺的结构有何特点? ... (85)  
50. 如何保养带表卡尺? ..... (74)    63. 如何使用齿厚游标卡尺? ..... (87)  
51. 什么叫做电子数显式卡尺? ..... (74)    64. 光学测齿卡尺与齿厚游标卡尺  
    有何异同? ..... (90)  
52. 如何使用电子数显式卡尺? ..... (76)    65. 如何使用光学测齿卡尺? ..... (90)

## 六、千分尺

66. 什么叫做螺旋副原理? ..... (91)    75. 什么叫做微米千分尺? ..... (105)  
67. 测微头有哪几种型式? ..... (92)    76. 杠杆千分尺与千分尺有何  
    异同? ..... (106)  
68. 如何读机械式微分头的数值? ... (93)    77. 如何使用杠杆千分尺? ..... (107)  
69. 什么叫做外径千分尺? ..... (95)    78. 带表千分尺与杠杆千分尺有何  
    异同? ..... (108)  
70. 如何使用千分尺? ..... (97)    79. 什么叫做带计数器千分尺? ... (109)  
71. 使用千分尺中应注意哪些  
    问题? ..... (99)    80. 什么叫做电子数显外径  
    千分尺? ..... (109)  
72. 如何保养千分尺? ..... (100)    81. 尖头千分尺与千分尺有何  
    不同? ..... (110)  
73. 什么样的千分尺叫做大千  
    分尺? ..... (103)  
74. 什么叫做小测头千分尺? ..... (104)

82. 什么叫做板厚千分尺? ..... (111)
83. 什么叫做壁厚千分尺? ..... (112)
84. 什么叫做奇数沟千分尺? ..... (113)
85. 如何检查奇数沟千分尺的最大允许误差? ..... (115)
86. 如何使用奇数沟千分尺? ..... (115)
87. 什么叫做深度千分尺? ..... (117)
88. 如何使用深度千分尺? ..... (117)
89. 什么叫做内径千分尺? ..... (118)
90. 如何使用内径千分尺? ..... (120)
91. 如何保养内径千分尺? ..... (125)
92. 什么叫做单杆式内径千分尺? ..... (125)
93. 什么叫做内测千分尺? ..... (126)
94. 如何使用内测千分尺? ..... (127)
95. 什么叫做三爪内径千分尺? ... (128)
96. 如何使用三爪内径千分尺? ... (131)
97. 杠杆卡规与杠杆千分尺有何异同? ..... (132)
98. 如何使用杠杆卡规? ..... (133)
99. 什么叫做带表卡规? ..... (134)
100. 如何使用带表卡规? ..... (134)
101. 什么叫做螺纹千分尺? ..... (135)
102. 如何使用螺纹千分尺? ..... (137)
103. 什么叫做公法线千分尺? ..... (138)
104. 如何使用公法线千分尺? ..... (138)

## 七、指示表

105. 什么叫做指示表? ..... (143)
106. 什么叫做百分表? ..... (145)
107. 大量程百分表和百分表的技术要求是否相同? ..... (147)
108. 什么叫做电子数显指示表? ... (148)
109. 数显指示表有何特点? ..... (149)
110. 如何使用百分表? ..... (149)
111. 如何读百分表的数值? ..... (154)
112. 引起百分表测量误差的原因是什么? ..... (155)
113. 如何维护和保养百分表? ..... (156)
114. 什么叫做千分表? ..... (156)
115. 如何使用和维护保养千分表? ..... (158)
116. 什么叫做内径百分表? ..... (158)
117. 如何使用内径百分表? ..... (160)
118. 测量中内径百分表可能产生哪些误差? ..... (161)
119. 什么叫做涨簧式内径百分表和钢球式内径百分表? ..... (162)
120. 如何使用涨簧式和钢球式内径百分表? ..... (164)
121. 什么叫做杠杆百分表? ..... (165)
122. 如何使用杠杆表? ..... (168)
123. 使用杠杆表应注意什么? ..... (169)
124. 什么叫做深度百分表? ..... (171)
125. 如何使用深度百分表? ..... (171)
126. 什么叫做测厚规? ..... (172)
127. 什么叫做杠杆齿轮比较仪? ... (174)
128. 如何使用杠杆齿轮比较仪? ... (176)
129. 什么叫做扭簧比较仪? ..... (176)
130. 什么叫做小扭簧比较仪? ..... (178)
131. 如何使用扭簧比较仪? ..... (179)
132. 什么叫做光学扭簧测微计? ... (179)
133. 如何使用光学扭簧测微计? ... (180)
134. 什么叫做电感测微仪? ..... (180)
135. 电感测微仪有哪些用途? ..... (182)
136. 如何使用电感测微仪? ..... (183)
137. 如何保养电感测微仪? ..... (184)
138. 什么叫做数显式电感测微仪? ..... (184)
139. 什么叫做峰值电感测微仪? ... (185)
140. 什么叫做电子柱电感测微仪? ..... (187)
141. 什么叫做浮标式气动量仪? ... (188)
142. 气动量仪有何优缺点? ..... (190)



143. 如何使用气动量仪? ..... (192)      146. 什么叫做气电测微仪? ..... (199)
144. 什么叫做薄膜式气动量仪? ... (198)      147. 什么叫做电子柱气电测
145. 如何保养气动量仪? ..... (199)              微仪? ..... (199)

## 八、平面角测量器具

148. 平面角计量器具有哪些? ..... (201)      169. 什么叫做多刃刀具角度规? ... (226)
149. 什么叫做平面角? ..... (201)      170. 多刃刀具角度规有何用途? ... (227)
150. 什么叫做直角尺? ..... (201)      171. 什么叫做组合式角度规? ..... (227)
151. 直角尺有几种? ..... (201)      172. 如何应用组合式角度规? ..... (228)
152. 什么叫做圆柱直角尺? ..... (207)      173. 什么叫做正弦规? ..... (228)
153. 如何使用圆柱直角尺? ..... (207)      174. 正弦规有哪些用途? ..... (230)
154. 什么叫做刀口形直角尺? ..... (209)      175. 如何保养正弦规? ..... (234)
155. 如何使用刀口形直角尺? ..... (209)      176. 什么叫做光学倾斜仪? ..... (235)
156. 什么叫做刀口矩形直角尺? ... (209)      177. 如何使用光学倾斜仪? ..... (236)
157. 什么叫做矩形直角尺? ..... (209)      178. 如何保养光学倾斜仪? ..... (237)
158. 什么叫做三角形直角尺? ..... (212)      179. 什么叫做水平仪? ..... (237)
159. 三角形直角尺有何用途? ..... (212)      180. 什么叫做条式水平仪? ..... (237)
160. 什么叫做宽座直角尺? ..... (213)      181. 什么叫做框式水平仪? ..... (238)
161. 什么叫做刻度直角钢尺? ..... (213)      182. 如何使用水平仪? ..... (241)
162. 如何使用直角尺? ..... (214)      183. 水平仪的测量误差如何
163. 如何保养直角尺? ..... (220)              计算? ..... (251)
164. 什么叫做万能角度尺? ..... (220)      184. 如何维护保养水平仪? ..... (251)
165. 什么叫做游标式万能角  
度尺? ..... (220)      185. 什么叫做水平尺? ..... (251)
166. 如何使用游标式万能角  
度尺? ..... (222)      186. 什么叫做合像水平仪? ..... (253)
167. 什么叫做带表万能角度尺? ... (225)      187. 什么叫做电子水平仪? ..... (255)
168. 如何保养万能角度尺? ..... (226)      188. 如何使用电子水平仪? ..... (257)
189. 什么叫做平直度测量仪? ..... (261)
190. 如何使用平直度测量仪? ..... (264)

## 九、形位误差测量器具

191. 什么叫做平晶? ..... (266)      198. 如何使用长平晶? ..... (278)
192. 什么叫做单面平晶? ..... (266)      199. 什么叫做光学样板? ..... (279)
193. 如何使用平面平晶? ..... (270)      200. 如何使用光学样板? ..... (280)
194. 如何保养平面平晶? ..... (275)      201. 什么叫做刀口形直尺? ..... (284)
195. 什么叫做双面平晶? ..... (275)      202. 如何使用刀口形直尺? ..... (285)
196. 平行平晶有何用途? ..... (276)      203. 怎样保养刀口形直尺? ..... (288)
197. 什么叫做长平晶? ..... (278)      204. 什么叫做平尺? ..... (289)

205. 什么叫做铸铁平尺? ..... (289)      212. 如何使用平板? ..... (297)
206. 如何使用铸铁平尺? ..... (291)      213. 如何保养铸铁平板? ..... (299)
207. 如何保养铸铁平尺? ..... (294)      214. 什么叫做岩石平板? ..... (300)
208. 什么叫做钢平尺和岩石平尺? ... (294)      215. 什么叫做方箱? ..... (300)
209. 什么叫做研磨面平尺? ..... (295)      216. 如何使用方箱? ..... (301)
210. 什么叫做平板? ..... (296)      217. 什么叫做V形架? ..... (301)
211. 什么叫做铸铁平板? ..... (296)      218. 如何使用V形架? ..... (304)

## 十、表面质量测量器具

219. 什么叫做表面粗糙度比较  
样块? ..... (305)
220. 使用表面粗糙度比较样块  
检验有何优缺点? ..... (305)
221. 铸造样块分几类? ..... (306)
222. 机加工样块分几类? ..... (307)
223. 电火花加工样块的特点是  
什么? ..... (308)
224. 抛光加工样块的  $R_a$  值有  
几个? ..... (308)
225. 抛丸喷砂加工样块有几类? ... (308)
226. 如何使用样块? ..... (308)

## 十一、量规和样板

227. 什么叫做光滑极限量规? ..... (312)
228. 如何使用光滑极限量规? ..... (315)
229. 如何修复光滑极限量规? ..... (320)
230. 什么叫做电子塞规? ..... (320)
231. 什么叫做位置量规? ..... (324)
232. 如何使用位置量规? ..... (325)
233. 什么叫做圆锥? ..... (326)
234. 什么叫做圆锥量规? ..... (326)
235. 莫氏与公制圆锥量规有何  
异同? ..... (333)
236. 如何使用莫氏与公制圆锥  
量规? ..... (339)
237. 如何保养圆锥量规? ..... (342)
238. 1/4 圆锥量规的用途是什么? ... (342)
239. 7/24 工具圆锥量规的用途  
是什么? ..... (342)
240. 7/24 工具圆锥量规有几种? ... (343)
241. 如何使用7/24 工具圆锥量规? ... (346)
242. 钻夹圆锥量规的用途是什么? ... (346)
243. 如何使用钻夹圆锥量规? ..... (349)
244. 花键量规有几种? ..... (349)
245. 什么叫做矩形花键量规? ..... (349)
246. 如何使用矩形花键量规? ..... (355)
247. 什么叫做普通螺纹量规? ..... (356)
248. 如何使用普通螺纹量规? ..... (359)
249. 什么叫做米制锥螺纹量规? ... (362)
250. 如何使用米制锥螺纹量规? ... (364)
251. 什么叫做非螺纹密封的管  
螺纹量规? ..... (365)
252. 如何使用非螺纹密封的管  
螺纹量规? ..... (366)
253. 什么叫做特种螺纹量规? ..... (368)
254. 什么叫做梯形螺纹量规? ..... (369)
255. 梯形螺纹量规有哪些技术  
要求? ..... (370)
256. 如何使用梯形螺纹量规? ..... (371)
257. 什么叫做半径样板? ..... (372)
258. 如何使用半径样板? ..... (373)
259. 什么叫做比较轮廓样板? ..... (374)
260. 如何使用比较轮廓样板? ..... (375)

261. 什么叫做样件? .....	(376)	264. 如何使用螺纹样板? .....	(378)
262. 如何保管样件? .....	(376)	265. 什么叫做量针? .....	(379)
263. 什么叫做螺纹样板? .....	(376)	266. 如何使用量针? .....	(381)

## 十二、量值传递和计量器具管理

267. 为什么要进行量值传递? .....	(385)	269. 如何管理计量标准器具? .....	(387)
268. 企业如何搞好量值传递? .....	(386)	270. 如何管理工作计量器具? .....	(388)
参考文献 .....			(390)

## 一、计量器具的选择

### 1. 正确选择计量器具有何重要意义?

答:计量器具是指能以直接或间接测出被测对象量值的装置、仪器仪表、量具和用于统一量值的标准物质,包括计量基准器具、计量标准器具、工作计量器具。本书只讨论工作计量器具,简称计量器具。计量器具种类繁多,测量同一个工件的同一部位的要素,例如测量长度尺寸,可以使用不同种类的计量器具。因此,就产生这样的问题,即使用哪种计量器具测量最科学、合理?为了做到科学、合理地使用计量器具,必须正确选择计量器具。

会正确选择计量器具,是每个机械工程技术人员,特别是机械设计人员和工艺人员必须掌握的技术。因为设计一个机械零件时,为了保证零件的使用功能,在确定其形状后,还必须提出相应的技术条件和各种功能参数;为了能加工制造出该零件和保证其质量,在绘制图样时,必须考虑到生产中如何加工它和如何测量它的各种参数值。不考虑这些,就无法测量它,绘出的图样等于“纸上谈兵”,更无法生产它。

对工艺人员来说,在拿到零件图样,投入生产之前,要仔细研究图样,领会设计意图和零件的用途后,根据图样绘出的零件形状、标注的技术要求和各种参数,编制加工工艺。编制加工工艺时,为了能经济地加工出该零件和保证其质量,需要安排工艺路线,选择加工设备和测量各参数用的计量器具,并将它们写入工艺文件中,然后把工艺文件随图样一起交给生产部门组织生产。当然,根据图样管理办法,绘出图样和编出工艺文件后,要按程序送给有关领导和部门审核、会签后方有效。

对加工工人和质量检验人员来说,要严格按照产品图样、技术要求和工艺文件中规定的加工方法进行加工,用工艺文件中规定的计量器具进行正确测量,不得脱离工艺要求进行加工和选择计量器具。因为工艺文件中规定的计量器具,是工艺人员根据计量器具的选择原则选定的,使用这样的计量器具测量符合科学和合理的原则。

对于一些特别简单和质量要求不很高的机械零件,可以不编制加工工艺。这时,加工工人可以自选工艺方法和加工设备进行加工,质量检验人员可以自选计量器具进行检验。但是,所选计量器具必须符合科学和合理的原则。

对专职质量检验人员来说,有责任检查工艺文件中规定的计量器具是否符合科学和合理的原则,有权监督、检查加工工人使用的计量器具是否符合工艺文件中的规定,而且有责任指导加工工人正确使用计量器具。因此,专职质量检验人员必须十分熟悉各有关计量器具的结构、性能、功能及参数,必须掌握计量器具的选择技术,必须正确而熟练地使用计量器具。对技师和比较高级的加工工人来说,更应该掌握计量器具的选择技术。

综上所述,正确选择计量器具,具有重要的意义。

## 2. 如何判定选择的计量器具符合科学和合理的原则?

答:判定选择的计量器具是否科学和合理原则的方法,一是所选择的计量器具要满足被测件的精度要求,保证产品质量;二是保证测量的经济性。测量的经济性是从计量器具的成本、耐用性、使用的方便性、对使用人员技术水平的要求以及修理和检定的复杂程度等进行综合考虑。

选择计量器具时,要同时兼顾科学原则和合理原则,不能只强调某一方面。

如果选择的计量器具不符合科学和合理原则,则造成两种结果。一是所用的计量器具功能不足,造成保证不了测量精度要求,保证不了产品质量,例如,用分度值为 $0.02\text{mm}$ 、 $0\text{mm} \sim 300\text{mm}$ 游标卡尺测量 $\phi 23_{-0.014}^0\text{mm}$ 轴的直径,这是不科学的。因为这种卡尺的示值误差为 $\pm 0.04\text{mm}$ ,用它测量 $\phi 23_{-0.014}^0\text{mm}$ 轴得不出正确的结果。二是所用的计量器具功能过剩,造成不经济,这是不合理的。例如,用分度值为 $0.001\text{mm}$ 、 $0\text{mm} \sim 25\text{mm}$ 的杠杆卡规,测量 $\phi 23.5\text{mm}$ 轴的直径。 $23.5\text{mm}$ 是未注公差尺寸,查GB/T 1804—2000《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》可知,中等m精度的 $23.5\text{mm}$ 的极限偏差是 $\pm 0.2\text{mm}$ 。而分度值为 $0.001\text{mm}$ 、 $0\text{mm} \sim 25\text{mm}$ 的杠杆卡规的示值误差为 $\pm 1\mu\text{m}$ ,用它去测量 $\phi 23.5\text{mm}$ 尺寸是“大材小用”,造成浪费。

## 3. 选择计量器具的原则是什么?

答:选择计量器具时,要考虑以下几种情况。

(1) 对绝对测量来说,要求计量器具的测量范围要大于被测量的量的大小,但不要相差太大。因为用测量范围大的计量器具测量小型工件,不仅不经济,而且测量精度还难以保证。

(2) 对比较测量来说,计量器具的示值范围一定要大于被测件的参数公差。例如,被测件的尺寸公差为 $\pm 0.05\text{mm}$ ,就不能用示值范围为 $\pm 0.05\text{mm}$ 的测微计去测量。

(3) 在测量形状误差(例如圆跳动等)时,计量器具的测量头要做往复运动,因此要考虑回程误差的影响。当工件的精度要求高时,应当选择灵敏度高、回程误差小的计量器具。

(4) 对于薄型、软质、易变形的工件,应该选用测量力小的计量器具。

(5) 对于粗糙的表面,不得用精密的计量器具去测量。被测表面的表面粗糙度值要小于或等于计量器具测量面的表面粗糙度值。

(6) 单件或小批量生产应选用通用(万能)计量器具,大批量生产应选用专用计量器具。

选择计量器具的依据是被测对象的公差值大小。

在制造业的生产现场中,一般只检测线性尺寸公差。线性尺寸公差仅控制要素局部尺寸的变动量,不控制要素本身的形状误差。目前,多数计量器具通常只测量尺寸,不测量工件上可能存在的形状误差。因此,工件的完善检测还应测量形状误差,把形状误差的测量结果与尺寸的测量结果综合起来,以检查工件表面各部位是否超出最大实体边界。而在生产现场中,只要加工工艺安排正确合理,在受控状态下,工件的形状误差是靠加工过程的精度来控制的,工件质量合格与否,是只按一次测量结果来判断的,对于计量

器具的内在误差和由于测量条件等外部因素而产生的测量总误差均不进行修正。考虑到这些因素,GB/T 3177—1997《光滑工件尺寸的检验》标准规定了验收极限和计量器具的选择原则。

验收极限是从规定的最大实体极限尺寸(MML)和最小实体极限尺寸(LML)分别向工件公差带内移动一个安全裕度  $A$  来确定。验收极限的配置如图 1 所示。

安全裕度  $A$  的数值由工件公差  $T$  确定。

与被检验工件的公差  $T$ 、安全裕度  $A$  相对应的计量器具的测量不确定度允许值  $u_1$  见表 1。

以上规定适用于用普通计量器具,如游标卡尺、千分尺和分度值不大于 0.0005mm (放大倍数不大于 2000) 的比较仪等,按验收极限检验 GB/T 1800.3—1998《极限与配合 基础 第 3 部分:标准公差和基本偏差数值表》所规定的 IT6 ~ IT18、基本尺寸至 500mm 的光滑工件尺寸。

所用验收方法应只接收位于规定的尺寸极限之内的工件,即只接收验收极限内的工件。

当然,如果生产中,人、机、料、法、环控制得很好,而且使用更精确的计量器具测量时,经生产方和订货方双方协商,可以采用不同于上述规定的验收极限。

表 1 中给出了工件公差、安全裕度和计量器具不确定度允许值三者之间的关系,选择计量器具时,应使所选用的计量器具的测量不确定度实际值  $u$  小于表 1 中规定的允许值  $u_1$ ,即  $u < u_1$ 。这就是计量器具的选择原则。

从表 1 中看到,对于 IT6 ~ IT11 的  $u_1$  分为 I、II、III 挡,对于 IT12 ~ IT18 的  $u_1$  分为 I、II 挡。I、II、III 挡的  $u_1$  分别为工件公差  $T$  的 1/10、1/6、1/4。在使用中,应优先选用 I 挡:  $u_1$ 。当  $u_1$  满足不了要求时,再选  $u_{II}$  或  $u_{III}$ 。

计量器具的测量不确定度,表示计量器具本身误差、检定标准器误差等影响测量结果分散程度的一个误差限。由于不确定度是无法修正的误差部分,它是反映计量器具示值不能肯定的误差范围的一种评定。

目前,在一些计量器具的国家标准和计量器具的检定规程(计量技术规范)中,未给出计量器具的测量不确定度  $u$  的数值,只给出示值误差。为了贯彻 GB 3177—82《光滑工件尺寸的检验》,原机械工业部颁布了行业标准 JB/Z 181—82《光滑工件的检验指南》,给出了千分尺、游标卡尺、指示表和比较仪等生产中最常用的这些计量器具的测量不确定度的实际值  $u$  的数值,见表 2 ~ 表 4。后来,GB 3177—82 标准修订为 GB/T 3177—1997。修订前后的两个标准的内容,只是个别术语的定义有所变化,其他基本内容未变,JB/Z 181—82 标准虽然作废了,但它提出的表 2 ~ 表 4 中的数值仍可使用,作为选择计量器具的依据。

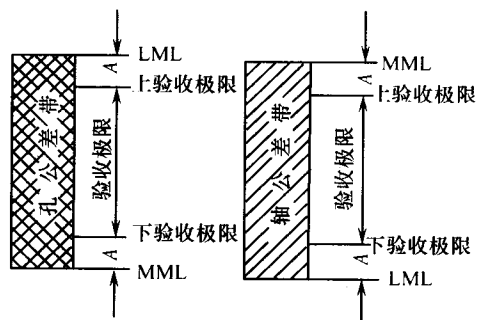


图 1 验收极限配置图

表1 安全裕度A与计量器具的测量不确定度允许值 $u_1$ (GB/T 3177—1997)

公差等级		6			7			8			9			10			11														
		基本尺寸/mm	T/ μm	$u_1/μm$			T/ μm	A/ μm	$u_1/μm$			T/ μm	A/ μm	$u_1/μm$			T/ μm	A/ μm	$u_1/μm$												
				I	II	III			I	II	III			I	II	III			I	II	III										
—	3	6	0.6	0.54	0.9	1.4	10	1.0	0.9	1.5	2.3	14	1.4	1.3	2.1	3.2	25	2.5	2.3	3.8	5.6	40	4.0	3.6	6.0	9.0	60	6.0	5.4	9.0	11
3	6	8	0.8	0.72	1.2	1.8	12	1.2	1.1	1.8	2.7	18	1.8	1.6	2.7	4.1	30	3.0	2.7	4.5	6.8	48	4.8	4.3	7.2	11	75	7.5	6.8	11	17
6	10	9	0.9	0.81	1.4	2.0	15	1.5	1.4	2.3	3.4	22	2.2	2.0	3.3	5.0	36	3.6	3.3	5.4	8.1	58	5.8	5.2	8.7	13	90	9.0	8.1	14	20
10	18	11	1.1	1.0	1.7	2.5	18	1.8	1.7	2.7	4.1	27	2.7	2.4	4.1	6.1	43	4.3	3.9	6.5	9.7	70	7.0	6.3	11	16	110	11	10	17	25
18	30	13	1.3	1.2	2.0	2.9	21	2.1	1.9	3.2	4.7	33	3.3	3.0	5.0	7.4	52	5.2	4.7	7.8	12	84	8.4	7.6	13	19	130	13	12	20	29
30	50	16	1.6	1.4	2.4	3.6	25	2.5	2.3	3.8	5.6	39	3.9	3.5	5.9	8.8	62	6.2	5.6	9.3	14	100	10	9.0	15	23	160	16	14	24	36
50	80	19	1.9	1.7	2.9	4.3	30	3.0	2.7	4.5	6.8	46	4.6	4.1	6.9	10	74	7.4	6.7	11	17	120	12	11	18	27	190	19	17	29	43
80	120	22	2.2	2.0	3.3	5.0	35	3.5	3.2	5.3	7.9	54	5.4	4.9	8.1	12	87	8.7	7.8	13	20	140	14	13	21	32	220	22	20	33	50
120	180	25	2.5	2.3	3.8	5.6	40	4.0	3.6	6.0	9.0	63	6.3	5.7	9.5	14	100	10	9.0	15	23	160	16	15	24	36	250	25	23	38	56
180	250	29	2.9	2.6	4.4	6.5	46	4.6	4.1	6.9	10	72	7.2	6.5	11	16	115	12	10	17	26	185	18	17	28	42	290	29	26	44	65
250	315	32	3.2	2.9	4.8	7.2	52	5.2	4.7	7.8	12	81	8.1	7.3	12	18	130	13	12	19	29	210	21	19	32	47	320	32	29	48	72
315	400	36	3.6	3.2	5.4	8.1	57	5.7	5.1	8.4	13	89	8.9	8.0	13	20	140	14	13	21	32	230	23	21	35	52	360	36	32	54	81
400	500	40	4.0	3.6	6.0	9.0	63	6.3	5.7	9.5	14	97	9.7	8.7	15	22	155	16	14	23	35	250	25	23	38	56	400	40	36	60	90

(续)

公差等级		12			13			14			15			16			17			18					
基本尺寸/mm	大于	T / $\mu\text{m}$	$u_1/\mu\text{m}$		T / $\mu\text{m}$	A / $\mu\text{m}$	$u_1/\mu\text{m}$		T / $\mu\text{m}$	A / $\mu\text{m}$	$u_1/\mu\text{m}$		T / $\mu\text{m}$	A / $\mu\text{m}$	$u_1/\mu\text{m}$		T / $\mu\text{m}$	A / $\mu\text{m}$	$u_1/\mu\text{m}$		T / $\mu\text{m}$	A / $\mu\text{m}$			
			I	II			I	II			I	II			I	II			I	II			I	II	I
—	3	100	9.0	15	140	14	13	21	250	25	23	38	400	40	36	60	600	60	54	90	150	1400	140	135	210
3	6	120	11	18	180	18	16	27	300	30	27	45	480	48	43	75	1200	75	68	110	1800	180	160	270	
6	10	150	14	23	220	22	20	33	360	36	32	54	580	58	52	90	1500	90	81	140	2200	220	200	330	
10	18	180	16	27	270	27	24	41	430	43	39	65	700	70	63	110	1800	110	100	170	2700	270	240	400	
18	30	210	19	32	330	33	30	50	520	52	47	78	840	84	76	130	2100	130	120	200	3300	330	300	490	
30	50	250	23	38	390	39	35	59	620	62	56	93	1000	100	90	150	2500	150	140	240	3900	390	350	580	
50	80	300	27	45	460	46	41	69	740	74	67	110	1200	120	110	180	3000	180	170	290	4600	460	410	690	
80	120	350	32	53	540	54	49	81	870	87	78	130	1400	140	130	2200	3500	220	200	330	5400	540	480	810	
120	180	400	36	60	630	63	57	95	1000	100	90	150	1600	160	150	2400	4000	250	230	380	6300	630	570	940	
180	250	460	41	69	720	72	65	110	1150	115	100	170	1850	180	170	2800	4600	290	260	440	7200	720	650	1080	
250	315	520	47	78	810	81	73	120	1300	130	120	190	2100	210	190	3200	5200	320	290	480	8100	810	730	1210	
315	400	570	51	86	890	89	80	130	1400	140	130	210	2300	230	210	3500	5700	360	320	540	8900	890	800	1330	
400	500	630	63	95	970	97	87	150	1500	150	140	230	2500	250	230	3800	6300	400	360	600	9700	970	870	1450	



表2 千分尺和游标卡尺的测量不确定度实际值  $u$

尺寸范围 /mm	计 量 器 具 类 型			
	分度值为0.01的 外径千分尺/mm	分度值为0.01的 内径千分尺/mm	分度值为0.02的 游标卡尺/mm	分度值为0.05的 游标卡尺/mm
0 ~ 50	0.004	0.008	0.020	0.050
50 ~ 100	0.005			
100 ~ 150	0.006			
150 ~ 200	0.007	0.013		
200 ~ 250	0.008			
250 ~ 300	0.009			
300 ~ 350	0.010	0.020	0.100	
350 ~ 400	0.011			
400 ~ 450	0.012			
450 ~ 500	0.013	0.025		
500 ~ 600	0.030	0.030		
600 ~ 700				
700 ~ 800				
800 ~ 900				
900 ~ 1000				0.150

注：当采用比较测量时，千分尺的不确定度可小于本表规定的数值

表3 指示表的测量不确定度实际值  $u$

尺寸范围 /mm	分度值为0.001的 千分表(0级在全程范 围内,1级在0.2mm 内);分度值为0.002 的千分表(在1转范围 内)/mm	分度值为0.001, 0.002,0.005的千分 表(1级在全程范围 内);分度值为0.01 的百分表(0级在任 意1mm内)/mm	分度值为0.01的 百分表(0级在全程 范围内,1级在任意 1mm内)/mm	分度值为0.01的 百分表(1级在全程 范围内)/mm
25 25 ~ 40 40 ~ 65 65 ~ 90 90 ~ 115	0.005	0.010	0.018	0.030
115 ~ 165 165 ~ 215 215 ~ 265 265 ~ 315	0.006			

注：测量时，使用的标准器由4块1级(或4等)量块组成