

机器制造业中的 尺寸测量技术

Г. А. 罗德金 著

机械工业出版社

机 器 制 造 业 中 的 尺 寸 测 量 技 术

Г. А. 罗 德 金 著

宁 玉 成 译



机 械 工 业 出 版 社

1 9 6 0

內 容 簡 介

本书叙述了机器制造业中的尺寸测量方法和生产中所用主要测量器具的檢驗方法。书内闡述了近代测量工具与仪器的結構原理、精度标准、測量范围及其他技术規格和度量規格，闡明了各种机械、光学、气压、电磁等测量器具及成批及大量生产中自动檢驗工件的装置。

本书适用于工厂及檢定部門測量室以及主管監督部門的工程技術人員。

苏联 Г. А. Рудыкин 著 ‘Техника измерения размеров в машиностроении’ (Машгиз 1953 年第二版, 1958 年第三版)

*

*

*

NO. 2938

1960 年 4 月第一版 1960 年 4 月第一版第一次印刷

850×1168 $1/32$ 字數383 千字 印張13 $15/16$ 0,001— 5,150 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业許可証出字第 008 号 定价(11-8) 2.70 元

序

本书（俄文原书第三版）根据苏联 1954 年所批准的培训标准规格、量具和测量仪器委员会检定机关工作人员（国家检定员和技术员）的教学计划和大纲编写而成。

本书在每次付印时都作了增补和修订。再版时曾修改和补充了刻线量具系统一节；其次对万能量具与仪器一章作了大量的增补，其中已补充上了苏联仪表工业制成的杠杆式、杠杆齿轮式新式量具；最后，根本重写了表面光洁度的检验方法一节。

第三版时，除增改了再版的个别章节以外，又添进了在机器制造业中保持量具统一的技术组织基础、平面度和直线度的测量、正确几何形状和表面位置之偏差的测量数章，此外大大地补充了齿轮的测量一章，其中添进了伞齿轮和涡轮的测量方法。

目 次

序	3
第一章 保持量具統一的技术組織基础	7
1. 概述	7
2. 国家度量衡部門	7
3. 量具和測量仪器的主管部門的監督	8
第二章 測量方法	20
第三章 測量誤差	25
第四章 长度量具	43
1. 刻線量具系統	43
2. 长度平行平面端面量具 (块規)	52
3. 块規的檢定方法	63
4. 接触檢定法	63
5. 干涉測量法原理	70
6. 技术干涉法	74
7. 相对 (比較) 干涉法	79
8. 絕對干涉法	84
9. 全苏度量衡科学研究所設計的万能干涉仪	87
第五章 通用量具和仪器	90
1. 通用量具	90
游标量具 (90) —— 千分量具 (97)	
2. 杠杆机械式測量工具与仪器	115
米尼表 (115) —— 钟表式指示仪 (120) —— 杠杆齿輪式指示仪 (128)	
—— 杠杆齿輪头 (131) —— 測量內徑用的杠杆式仪表 (137)	
第六章 光学測量仪器和光学机械式測量仪器	146
1. 光学仪	146
2. 超級光学仪	153
3. 測量机	156
4. 全苏度量衡科学研究所設計的測量范围至12米的測量机	165

5. 工具显微镜	168
6. 万能测量显微镜	180
7. 测量内径用的装置	188
8. 双影目镜头	190
9. 投影仪	196
10. 立式和卧式测长仪	204
第七章 螺紋的測量	208
1. 概述	208
2. 中徑的測量方法	209
三綫法在連接螺紋（公制及英制）上的应用（210）——三綫法在梯形螺紋及止推螺紋上的应用（216）——双綫法（224）——鋼綫的檢查方法（226）——螺紋中徑用軸向截面法的測量（在万能显微镜上）（227）——測量刀的檢查方法（234）——钟表螺紋中徑的檢驗方法（237）	
3. 螺距和螺紋齿型角的測量方法	241
4. 螺紋外徑和內徑的測量	246
5. 絲錐的測量	246
第八章 角度的測量、測量角度用的工具和檢驗儀器	250
1. 概述	250
2. 角度块規	250
3. 角度块規的檢驗方法	253
角度块規的測角檢驗法（253）——角度块規的直綫檢驗法（256）	
4. 量角規	267
5. 角尺的檢驗方法	269
6. 檢驗工具錐体用的量規的檢驗方法	274
7. 水平仪及其檢驗方法	281
8. 光学分度头	288
第九章 平面度和直綫度的測量	291
第十章 正确几何形状和表面位置偏差的測量	303
第十一章 表面光洁度	317
1. 基本概念及名詞定义	317
2. 表面光洁度的檢驗方法	319
3. 接触作用的儀器	321
阿芒式表面光度測量仪（323）——列文H3IT-5型表面光洁度測量仪（327）	

ИЗП-17 和 ИЗП-21 型表面光洁度测量仪 (330) —— 基謝列夫 KB-4 和 KB-7 型表面光洁度测量計 (335) —— 恰芒 П4-2 型表面光洁度測量計 (336) —— Калибр-ВЭИ 型表面光洁度測量計 (337) —— 气压仪 (337)

4. 非接触作用仪器 341
 干涉显微镜 (341) —— 林尼克双管显微镜 (347) —— 比較測量用显微鏡 (350) —— 反射測微法 (352)

第十二章 齒輪和螺旋傳動裝置的測量 362

圓柱齒輪 362

1. 檢驗圓柱齒輪傳動裝置用的器具和方法 366
2. 基节和周节 (端面齿距) 的檢驗 372
3. 漸开綫齿型的檢驗 375
4. 原始外廓位置的檢驗 378
5. 齿厚的檢驗 381
6. 公法綫长度的檢驗 384
7. 齿圈偏摆的檢驗 388
8. 齒輪的綜合檢驗 389
9. 齿向的檢驗 391
10. 測量傘齒輪用的器具和方法 392
11. 蝸輪傳動裝置的測量 396

第十三章 特种測量器具 401

1. 机械式仪器 401
2. 气压測量仪 406
3. 特种光学仪器 414
4. 电气仪器 417
 电容式測量仪器 (418) —— 电感式測量仪器 (419) —— 光电仪 (421)
 —— 电接触測量仪器 (421)
5. 量厚仪 434
 磁力量厚仪 (434) —— 放射性同位素測厚仪 (438) —— 超声測厚仪 (442)

附录 1 443

附录 2 444

第一章 保持量具統一的技术組織基础

1 概述

机器制造业中所用测量器具的适宜状态、准确性与統一（即無論何时何地进行测量，尺寸都能实际一致）以及其正确应用，只是在对量具实行严格监督的条件下才能得到保証。

对测量器具的准确性及正确应用实行技术精湛的、全面照顾的监督，是在技术上和組織上順利保持国内量具統一的基本前提。

只要实现一套既在科学上又在实践中經過驗證的技术和組織措施，保持量具的統一、准确和正确应用是完全可能的。

在苏联是由如下两个方面来实现量具的統一的：

- 1) 国家度量衡部門（苏联部长會議标准規格、量具和测量仪器委员会有关部門）；
- 2) 主管部門的监督机构。

2 国家度量衡部門

苏联国家度量衡部門为苏联部长會議标准規格量具和测量仪器委员会的科学研究和檢定机关。

为使苏联国民經济各个部門中保証量具和测量仪器的統一、准确和得以正确应用，国家度量衡机关的檢定机构以如下的方式执行着国家对量具和测量仪器的实际监督：

1. 对基准（原始）量具和测量仪器执行国家檢定；
2. 对工业中所出产的量具和测量仪器实行国家檢定；
3. 对应用过程中的量具和测量仪器实行国家檢定；
4. 稽查量具和测量仪器的技术状况和正确应用，以及监督主管监督部門所开展的工作。

由国家度量衡檢定机关来檢定用来檢驗工作量具和儀器的基準(原始)量具是实行国家監督的最重要方式。

国家对这样的量具至少两年檢定一次。

对于出产的量具和測量儀器实行国家檢定是实现国家監督的另一方式。

对使用过程中的量具和測量儀器由国家进行檢定,在国家監督部門的活动中,占居着很大的比重。

根据現行条例,所有企业、机关和組織,凡其主管監督机构尚未在国家度量衡檢定机构登記者,其所应用的量具和測量儀器务須上报进行国家檢定。附录1所示为測量直綫和角度用的量具和測量儀器的一覽表和国家进行强制檢定的周期。

由国家度量衡机关的檢定机构所进行的稽查工作可以保证企业正确利用量具和測量儀器。

3 量具和測量儀器的主管部門的監督

国家度量衡部門所采取的措施不能充分可靠地保证量具和測量儀器的統一、准确和在企业中的正确应用。这是因为測量器具按本身的结构和測量精度來說极其不同,而且它們又是在各种生产条件下应用的。譬如由于生产特点(产品的精度等級和測量器具的負荷等)而造成的量具使用条件有很大的不同时,在各个不同企业中就不能对同样的測量器具規定出同样的檢定周期。

因此为了保证量具和測量儀器的准确性和得以正确应用,不但要求从国家監督机构一方,而且应从使用该种測量器具的企业一方实行系統和技术精湛的監督。

在企业中由專門的机构(測量室和檢驗站)对測量器具的适宜状况及其正确应用实行实际的監督并对它們进行及时的檢驗,这种机构称之为主管部門監督量具和測量儀器的机构。它們在保持国内量具統一上具有极重要作用。

国家度量衡部門为保证量具和測量儀器的准确和得以正确应用曾

拟定了一系列标准文件，其中阐述了对测量器具的监督方法、量具和测量仪器的使用条件以及测量单位由基准（原始）量具和仪器起至工件止的依次传递方法。

在企业中主管部門监督活动的組織形式取决于企业所拥有测量器具的数量、使用条件即其負荷量、企业所制工件的精度等級、干部的培訓、工作間是否滿足檢定测量器具的条件等。

根据如上条件的不同，对于测量器具的現况、正确应用和及时檢定，由下面各个机构实行监督：

1. 监督测量器具状况的企业負責人；
2. 专业化的檢驗站（КППИ）；
3. 专业化的測量室（直綫-角度測量室）；
4. 部及部屬机构的基准測量室；
5. 根据合同实行监督的专业化組織。

对于企业中直綫和角度测量器具实行主管部門监督的全盘工作通常委托技术檢驗科科长負責总的領導。

对企业測量业务現况負責的人由工程技術人員中委派，他們完成如下的职能：

1. 統計企业現有的測量器具；
2. 监督量具的正确应用；按章强行取締未曾进行檢定的、不准确的或在准确度上值得怀疑的測量器具；
3. 监督測量器具及时送往修理、校准或檢定；
4. 对及时呈报測量器具交国家檢定实行监督并驗收檢定以后的測量器具；
5. 监督部基准測量室或（根据合同）其他主管部門专业化組織对測量器具所完成的监督工作是否及时和质量良好；
6. 保持国家度量衡机关与对于檢定仪器和測量方法实行监督的机构的联系。

在拥有大量不同測量器具的机器制造和金屬加工企业中都設有測量室和檢驗站。

根据测量器具的多寡在生产車間（工具收发庫下）中、在工具車間中、在中心工具庫下設有檢驗站。檢驗站直接隶属測量室或技术檢驗科领导。

为了保证监督机构的正常工作，这种机构中应该配备相应的設備和技术文件（檢定系統图、檢定儀器的說明书、規格件等），拥有很多熟練的干部，所占居的房間应能满足进行檢定工作的条件。測量室和檢驗站应居于大建筑物第一层樓的房間中，以免由于机床工作、通道运输等所引起的干扰。

这种房間应该避开化学实验室、电解車間、磨床和其他会引起測量器具銹蝕和产生尘埃的工段。房間应该明亮干燥。測量室房間中的相对湿度不应超过60%。因为温度规范会对測量結果产生极大的影响，因此，在測量室和檢驗站中应保持标准温度（20℃），其容許偏差见表1（OCT 85000-39）。

表 1

块 規		尺寸間隔, 毫米			
所用等別	所用級別	18以內	18~50	50~120	120~500
		容許与标准值的温度偏差(±℃)			
3	0級	6	4	2	1
4	1級	8	5	3	2
5	2級	8	6	4	3
6	3級	8	8	6	5

根据表1与表2、附录2和OCT 85000-39檢定測量仪器、量具、量規和工件时，表1所列与标准温度的偏差仍适用。

为了消除暖气装置对測量結果的影响，測量室和檢驗站所用的測量儀器的配置应距暖气装置一定距离。同时为了避免振动，精密測量仪器应装置在地基或沉重的基座上。

· 測量室和檢驗站設備的配備視企業工作量和工作性質而定。

對於多半平均按二級精度工作的機器製造企業來說，測量室和檢驗站設備的典型目錄列於附錄 2。

附錄 2 所列測量器具應在各種不同情況下根據各地生產條件（生產規模和性質、測量範圍、精度等級和工件的配合等級等）而加以修正。

根據 OCT 85000-39 規定，在每一企業中應編制出所謂檢定系統圖的文件，以規定出企業中所擁有的主要量具和儀器，以及定期檢定這些測量器具的方法。

在檢定系統圖中應包括有企業為保證工件尺寸正確性所必需的一切測量器具（其中特別是檢驗直線、角度、螺紋、齒輪、平面度等用的）。

檢定系統圖中應包括如下內容：

1. 企業原始（基準）量具和儀器；
2. 依次傳遞企業基準量具儀器測量單位值於工件上的方法；
3. 檢定企業基準量具和儀器的國家度量衡機構的機關名稱；
4. 測量器具的用途（依照附錄 1、附錄 2，表 1、表 2 和 OCT 85000-39）；
5. 測量器具的分布（測量室、檢驗站等）；
6. 傳遞測量單位值（由規定測量器具至以下級別）的方法和儀器；
7. 測量器具的精度規格和測量極限；
8. 檢定的週期；
9. 檢定的地方；
10. 基準（原始）量具和儀器的單獨號碼。

檢定系統圖的格式 OCT 中並未規定，可以採取任何的形式（圖表、一套表格、規格、明細表等），只要哪樣明確就行。

檢定系統圖的擬定按如下程序進行：

1. 編制工廠所用主要精度等級、配合等級和測量範圍的明細表

或表册；

2. 編制企业現有測量器具（块規、仪器和測量工具）的表单，并註明其精度規格和技术規格（級別、等別、測量极限等）；

3. 确定出測量器具的充足量，对于不足的測量器具必須特別考虑到以便利用这些資料拟定推行檢定系統图的措施；

4. 根据企业所用精度等級、配合等級，以及現有的和不足的測量器具确定出基准块規組和測量仪器的等別；

5. 根据上述材料按OCT 85000-39、附录 1 及附录 2 (OCT 85000-39)編制出檢定系統图。

在确定基准块規組的等別时以下列規則为准：

1. 基准块規組通常应比企业用来檢驗精度級最高的量規、量具和仪器的他种块規和仪器高一等；

2. 当企业中拥有少数精度极高的仪器，如烏維爾斯基接触式干涉仪、超級光学仪等，而这种仪器在檢定时要求比工厂所規定的精度等为高的块規时，則可在国家委员会机构或取其同意在基准測量室中进行檢定；

3. 当基准块規組的負荷过大时可征得国家委员会机构的同意而拥有两套基准块規，且将其檢定日期錯开。

为能順利实现檢定系統图，在其編制的同时应編出推行檢定系統图的措施大綱。

在这些措施中一般应規定出这些內容：

1. 添置不足的和修理現有的測量器具；

2. 提高測量器具檢定員和使用測量器具的工作人員的技能；

3. 为測量室和檢驗站准备下能够保証檢定工作正常进行的房間；

4. 掌握新的为企业所必須的測量方法和檢定方法；

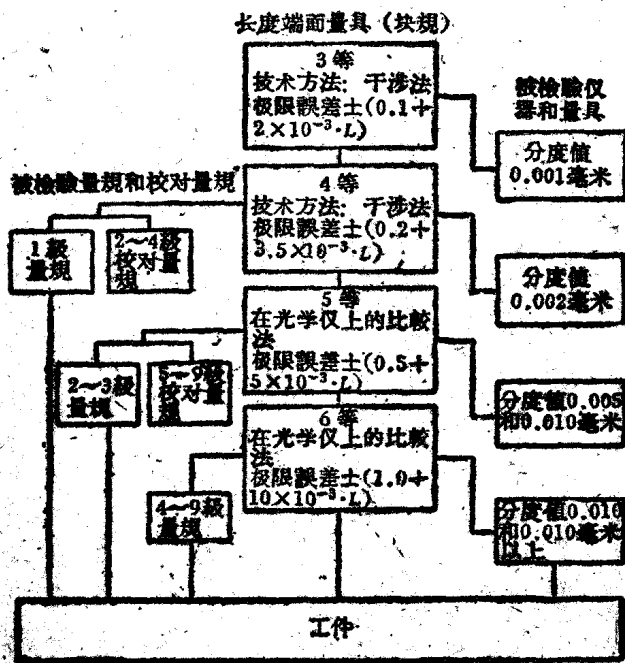
5. 拟定定期檢定生产車間所用測量器具的图表和强制取締不可靠和未經檢定之測量器具的使用制度。

上面已經讲过，檢定系統图的格式并未加以規定，因此可以取为各种式样的，只要簡單明确、和能正确傳遞測量单位值就行。

實踐證明下面几种檢定系統图能够滿足如下的条件:

1. 根据每种測量范围以挂图形式(并在其內注明檢定方法、日期和溫度规范)繪制出傳遞測量单位值的原理图;
2. 根据每种測量范围和补充原理图之不足,詳細填写一套表格或明細表,且在其內指明測量器具在原理图各环节上的用途、檢定条件、檢定期限等。

图1所示为根据OCT 85000-39所定在直綫測量方面的檢定原理图,表2和表3所示为选用块規檢定測量器具的說明。



注:在極限誤差公式中代入L的单位为毫米时,所得結果为微米。

图 1

編制企业的实际檢定图时,表2和表3的内容应该具体表明企业所拥有的仪器的准确名称(表2和表3的第3栏)、量規和校对量規的名义尺寸(表3的第4栏)、等級和配合(表3的第5、6、7栏)、根据仪器和量具負荷大小不同而定的檢定周期等(表2的第4、5、6栏)。

表 2

所用块規		待檢定測量儀器和工具	儀器檢定期間, 月		
等 別	級 別		測量室	檢驗站	生產車間
			在下列期間(月)內至少檢 定一次		
1	2	3	4	5	6
2		超級光學儀 (超級光學比較儀)	12	—	—
3	0-й	立式和臥式光學儀 (光學比較儀)	6	6	—
		測量機	6	6	—
		分度值為0.001毫米的米尼表	3	2	1
		万能顯微鏡	12	—	—
		立式測長儀	6	—	—
		臥式測長儀	6	—	—
4	1-й	分度值為0.002毫米的米尼表	3	2	1
		杠杆式千分尺	3	2	1
		杠杆式卡規	3	2	1
5	2-й	分度值為0.005毫米的米尼表	3	2	1
		分度值為0.010毫米的米尼表	3	2	1
		小型工具顯微鏡	6	4	2
		大型工具顯微鏡	6	4	2
4	1-й	千分尺	3	2	1
		內徑指示儀	3	2	1
5	1-й	內徑指示儀	3	2	1
	3-й	深度指示儀	3	2	1
6	3-й	讀數為0.02和0.05毫米的游標卡尺	3	2	1
6	3-й	讀數為0.02和0.05毫米的游標深度尺	3	2	1
—	4-й	讀數為0.1毫米的游標量具	3	2	1
3	0-й	測量螺紋中徑的鋼纜	3	2	1
4	1-й	块規的附件	6	3	2
6	3-й	塞尺	6	3	2
		利用千分尺檢定的钟表式指示儀	6	3	2

注: 生產車間所用測量器具除定期進行檢定以外, 每次由工作地送還以後還要進行檢定。

圖 2 所示為螺紋的檢定原理圖, 表 4 所列为檢定原理圖的說明。

編制企業的实际檢定圖時, 表 4 所列數據應該具体表明測量器具

鐵皮紅船

测量器具			名义尺寸 毫米	被檢定对象		校 对 量 规
所用块规		工作 量 规		对 于 孔	对 于 轴	
参 照	級 別					
1	2	3	4	5	6	7
4	1-й	0.0003	500以內	对于所有1級精度的孔	对于所有1級精度的轴	B-Γp-Πp-Πл-Γ-Т-Н Π-С-Д-Х-Л-Ш-Γ- -Т _{2a} Н _{2a} -Π _{2a} -С _{2a} -В _{2a} -В ₃ С ₃ -Πp ₁₃ -Πp ₂₃ -Πp ₃₇ - -Т _{2a} Х ₃ -Ш ₃ -В _{3a} -С _{3a} -Л ₄ Ш ₄ -В ₄ -С ₄ -Х ₄ В ₅ -С ₅ -Х ₅ -В ₇ В ₈ -В ₉
5	2-й	0.0003 0.0005	50以內 50以上到500	А-Γp-Πp-Πл-Γ Т-Н-Π-С-Д-Х-Л-Ш-Γ-Т _{2a} Γ _{2a} -Н _{2a} -Π _{2a} -С _{2a} В _{2a} Ш-В ₃ -С ₃ -Πp ₁₃ Πp ₂₃ -Πp ₃₇ -Πp ₄ Х ₃ -Ш ₃ -В _{3a} -С _{3a}		
5	2-й	0.0005 0.001 0.002 0.003 0.005	18以內 18以上到120 120以上到500 30以內 30以上到180 180以上到500	Л-Ш-А _{2a} -Γ _{2a} Т _{2a} -Н _{2a} -Π _{2a} С _{2a} -А ₃ -С ₃ Х ₃ -Ш ₃ -А _{3a} -С _{3a}		
5	2-й	0.002 0.003 0.005	6以內 6以上到80 80以上到250 250以上到500	А ₄ -С ₄ -Х ₅ -Л ₄ Ш ₄ -А ₅ -С ₅ -Х ₅ -А ₇ А ₈ -А ₉		
6	3-й	0.007 0.003 0.005 0.003 0.007 0.010	50以內 50以上到120 120以上到360 360以上到500			

表 4

待測量要素	測 量 器 具	測量極限, 毫米	量 規 種 類
1	2	3	4
中徑	1. 帶測量腳的万能顯微鏡 2. 臥式光學儀或測量機 a) 4等塊規零級精度的量綫 6) 5等塊規和1級精度的量綫 3. 立式光學儀 4等塊規, 0級精度的量綫 5等塊規, 1級精度的量綫 4. 分度值為0.001毫米的米尼表 4等塊規, 0級精度的量綫 5等塊規, 1級精度的量綫 5. 分度值為0.002毫米的米尼表 5等塊規, 1級精度的量綫	1~100 1~100和100以上 1~50 1~50 1~50	工作 and 校對 校對 工作 校對 工作 校對 工作 工作
螺距	1. 帶量腳的万能顯微鏡 2. 不帶量腳的万能顯微鏡 3. 大型工具顯微鏡 (按5等塊規進行測量) 4. 小型工具顯微鏡 (按5等塊規進行測量)	1~200 1~200 1~150 (當直徑不大于85毫米時) 1~75 (當直徑不大于50毫米時)	工作 and 校對 同上 同上
齒型半角	1. 万能顯微鏡 a) 帶量腳的 6) 不帶量腳的 2. 大型工具顯微鏡 3. 小型工具顯微鏡	1~200 (當螺距不大于0.5毫米時) 1~200 (所有螺距) 1~150 1~50	校對 and 工作 同上 同上 同上
齒型形成綫的直綫度	1. 万能顯微鏡 a) 帶量腳的 6) 不帶量腳的 2. 大型工具顯微鏡 3. 小型工具顯微鏡	1~200 (當螺距大于0.5毫米時) 1~200 (對所有螺距) 1~150 1~50	校對 and 工作 同上 同上 同上