

量 具 修 理

李 德 濤 編 著

辽宁人民出版社

1963年·沈阳

前 言

机械零件的质量是依靠量具的质量和准确度来决定的，为了保证机械产品的优质高产，量具修理工作是必不可少的。量具修理在我国还是一门年轻的技术，是随着计量检定工作的发展而建立起来的。为了满足开展这一工作的需要，几年来收集了我国量具修理技术中的成就，并参考有关资料编成了这一以实际操作方法为主的参考资料。通过它，希望能将这些量具修理方面的经验得到充分的采用与推广，以便提高量具修理工人的技术水平，从而提高机械产品质量，促进生产的发展。

在编写过程中，从事量具修理工作多年的张忠富和朱鸿奎二位老师傅提供了许多宝贵经验，丰富了本书的内容；在出版方面，得到辽宁省计量标准学会、辽宁省机械工程学会的支持与帮助，在此谨致衷心的感谢。

编著者水平有限，且由于条件限制，收集到的经验不多，本书内容还不够充实，可能还有错误和缺点，敬希读者给予指正。

李 德 濤

1961年9月于沈阳

目 录

前 言

第一章 概論	1
一、量具修理的重要性	1
二、量具不合格的原因及修理要点	2
三、量具修理工应知、应会一些什么	4
第二章 技术測量	5
一、測量方法	5
二、測量工具与測量方法的基本度量指标	6
三、測量誤差	7
四、光波干涉量法	10
五、光学測量仪器	13
第三章 銼削	20
一、銼刀的构造与分类	20
二、銼刀的选择与操銼法	22
三、銼刀的正确使用与保养	24
第四章 研磨	26
一、基本原理	26
二、工件材料的研磨性	27
三、研磨用工具	28
四、研磨剂	29
五、研磨方法	34

第五章 錫焊	35
一、錫焊用的工具	35
二、焊錫与焊剂	36
三、錫焊方法	38
第六章 量具修理用的基本設備与配件	40
一、基本設備与工具	40
二、配件	47
第七章 量块修理	49
一、概述	49
二、修理量块的場所	53
三、修理量块用的平板	54
四、修理量块用的夹具	60
五、量块修理方法	61
六、研磨量块的注意事項	66
七、用鍍鉻方法修复量块中心长度	68
八、用热处理方法修复量块中心长度	74
第八章 平晶修理	76
一、概述	76
二、两种簡易抛光机	78
三、下平晶的修理方法	79
四、上平晶的修理方法	86
五、平行平晶的修理方法	89
第九章 游标量具修理	92
一、游标讀数原理	93
二、游标量具分类	95
三、游标卡尺修理	100
1. 修理順序的合理排列	
2. 外觀修整	
3. 修理主尺	
4. 活动部分相互作用的修理	

5. 修理游框、游标尺与主尺之間の間隙	
6. 修理量爪測量面的平面性和平行性	
7. 保証測量面修磨余量的方法	
8. 死游标改活游标的方法	
9. 調整示值对 0 位, 修理示值	
10. 修复內量爪	
11. 修理測深尺	
12. 量爪折断或損坏严重时的修理方法	
四、游标深度尺修理	122
五、游标高度尺修理	124
六、游标測齿卡尺修理	127
第十章 測微量具修理	132
一、概述	132
二、測微量具分类	133
三、外徑千分尺修理	145
1. 修理順序的合理排列	
2. 外觀修整	
3. 各部分相互作用的修理	
4. 修調測力	
5. 微分絲杆的光杆与相配合的孔配合間隙修理	
6. 測量面的平面性和平行性修理	
7. 对 0 位的調整	
8. 修复示值	
9. 修校对棒	
10. 焊硬質合金測量面	
四、測深千分尺修理	176
五、帶表千分尺修理	177
六、杠杆千分尺調整与修理	179
第十一章 指示表的調整与修理	187
一、概述	187
二、傳动原理与构造	187
三、鐘表齿輪式百分表調整与修理	200
1. 修理順序的合理排列与修理前注意事項	
2. 外觀修理与百分表的拆卸步驟	
3. 各部件相互作用的修理	
4. 測力的修复	

5. 示值稳定性的修理	
6. 示值误差的修理	
四、杠杆百分表调整与修理	214
五、内径百分表调整与修理	216
1. 外观修理	
2. 各部分相互作用的修理	
3. 测力修复	
4. 测量头的移动范围修理	
5. 定中心架的支承面位置的正确性	
6. 示值误差的修理	
六、千分表示值误差的调整	223
第十二章 测角量具的修理	224
一、测角量具的构造	224
二、角度量块修理	228
三、游标角度尺修理	233
四、直角尺修理	235
五、正弦尺修理	236
第十三章 样板直尺修理	238
一、样板直尺的种类与技术要求	238
二、样板直尺修理	239

第一章 概 論

一 量具修理的重要性

量具的質量和准确度是决定机器制造业的产品和零件質量的因素之一，任何精密的零件都要經過量具測量，才能作出合格与否的决定。如果所使用的量具不正确，測量的結果必然要发生錯誤，造成不良的后果，最突出的是：

(1) 把合格的产品当成了廢品，或把廢品当成了合格品；

(2) 在装配过程中不得不再修修刮刮，因而影响装配工作的順利进行；

(3) 装配出来的机器性能不良，質量不合要求；

(4) 厂內以及工厂之間所生产的零、部件不能互换；

(5) 甚至打乱了生产节奏，影响生产任务的完成。

为了有效地克服这些不良后果的产生，必須开展計量工作，开展量具修理工作，以保証尺寸量值的統一。

在总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗光輝照耀下，計量工作在为党的中心工作服务、为生产服务的正确方針指导下，从組織上和技术力量方面都正在壮大与发展，这对保証全国計量单位量值的統一，保証产品質量和零件的互换性，以及提高劳动生产率方面起着越来越显著的作用。与开展計量工作密不可分的量具修理工作也随着开展起来，并有力地保証了量具交

还檢定和周期檢定的順利开展。事实上，也只有把量具修理工作搞好，才能真正有效地开展計量工作，这是量具修理重要性的第一方面。

第二，在机器制造业中使用着数以百万計的万能量具，这些量具如有十分之一由于不合格而报廢，就会給国家带来重大的經濟損失。何况，我国量具是供不应求的，即使供求相应的話，这样做法也是不允許的，这就必須要开展量具修理工作，把报廢的量具加以修复，重新返回生产中使用。

第三，量具修理工作不仅仅是恢复量具原有的精度，而且应通过量具修理工的技巧，以及創造各种先进的修理方法，保証最大限度地延长量具的使用寿命，以滿足生产需要和符合經濟核算的要求，故此項工作正在受到工厂和有关方面的重視。

二 量具不合格的原因及修理要点

1. 量具不合格的原因

量具不合格的原因一般是由于使用过程中的磨損及不正确的使用和保养不善所造成。量具的磨損，除了由于使用者不細心外，一般磨損均屬于正常情况，应定期修复。由于不正确的使用和保养不善而发生的严重锈蝕、損坏、丢失零件、弯曲变形等都是完全可以避免的，对于这点，量具修理人員必須与檢定員密切配合，共同注意帮助和督促使用和保管单位，以求加以改进。此外，也有个别的量具是因为設計制造不良而造成的，譬如有的卡尺上的固紧螺絲，因螺孔扣数少，常易使螺絲丢失。

2. 量具修理的要点

一) 安排合理的修理程序。随着量具的类型与构造不同，修理方法也不相同。对于同一类型构造的量具，尽管修理方法不尽相同，但它們的修理程序往往有共同之处，故合理安排修

理程序对提高修理质量和效率有很大关系。如百分表示值误差必须在修好示值稳定性后再行调整，卡尺必须先修好主尺基面才能修测量面，平行平晶必须在修好平行性的基础上修理平面性等，否则会造成返工，降低修理效率。因此，确定量具修理程序时，应尽量使已修好的部分，为以后修理的部分创造必要而有利的条件，同时还必须考虑使以后修理的部分，尽可能不影响到以前已修好部分的质量。此外，更应注意为以后继续不断修理这一量具保留与创造条件，以便能最大限度地延长量具的使用寿命。更应注意的是，切不可只顾这次修理合格，而增加再次修理的困难。

二) 不要轻易拆卸和更换零件。量具修理时，要尽量不轻易拆卸，不轻易更换零件。尤其是在修理技术水平不够高、修理工艺不够先进的条件下，最好多采用调整的办法来解决，做到能够调整合格的，不要修理；能够修理合格的，不要配换新的零件。当然具体执行时也要灵活掌握。这也是采用和改进量具修理方法应当考虑的出发点之一。

三) 要不断改进与创造新的修理方法。为了保证与不断提高量具修理的质量与效率，需要结合实践，切实钻研技术，并且在此基础上，改进现有的修理方法，创造更多的新的修理方法。改进的途径有：

① 保持和增加量具的修理余量。

② 研究量具磨损的规律和产生误差的原因，找出对症下药的方法。

③ 改进现有的修理工具与修理方法，使之更加完善。

④ 创造新的修理工具与机械，提高量具修理工具化、机械化的程度。

量具修理虽是手工操作性很强的工作，但在某些项目上，采用先进的修理工具和机器，不仅是可能的，也是十分必要

的。例如：1960年以来，在开展技术革新和技术革命过程中，已取得了不少效果，創造了不少量具修理用的工具和机器，如平板研磨机已显示了突出的效果，有效地消除了量具修理工作中一项笨重的体力劳动。

四) 提高量具修复的質量。具体应表现在：①恢复量具原有精度；②最大限度地延长量具使用周期；③延长量具的使用寿命。

三 量具修理工应知、应会一些什么

量具修理是一門正在发展的技术，是一門大有前途的工作，也是一門精密的技术工作，要求量具修理工必須有一定的技术水平，要求量具修理工要特別注意积累經驗与掌握手工技巧。为了确保量具的修理質量，对于量具修理工的要求是：

1. 要会掌握鉗工的各种基本操作，如敲平，銼，刮，鉗孔，鉸孔，錾，凿，研磨与拋光，錫焊，划綫，矯正工具等；
2. 应熟悉量具的构造原理，用途，精度要求及使用方法；
3. 应会正确地选择修理用的工具与用品，譬如：量具，夹具，研具，研磨材料及潤滑油等；
4. 应会使用各种常用的量具和光学机械仪器；
5. 应知道被修理量具的檢定規程，并能正确地进行檢定。

此外，由于量具修理是一项精密而細致的工作，因此，要求量具修理人員还必須具备耐心細致的工作作风，有高度的責任感。对可以修理合格的量具，絕不可一时粗心大意修成廢品或损伤其寿命，特別要注意保持工作地的整洁，節約材料，爱护工具等。

第二章 技术测量

一 测量方法

任何一种测量都是把被测量的尺寸与另一作为基准单位的尺寸进行量值上的比较。

测量方法有四种分类,即: 1) 直接的和间接的; 2) 绝对的和相对的; 3) 综合的和个别的; 4) 接触的与不接触的。简要分述如下:

1. 直接的和间接的测量方法 在直接测量时,未知数值是从量具上的读数直接求出。例如,用千分尺测量零件的外径等。在间接测量时,是测量与未知数值有一定函数关系的其他数值,再根据测量结果算出所求的未知数。例如,用三针测量螺纹的中径,测量时只能读出测量值,再通过公式计算才能知道螺纹的实际中径尺寸。

2. 绝对的和相对的测量方法 用绝对测量法时,全部被测量尺寸都可在量具或仪器的刻度上读出,换句话说,量具上刻度的测量范围必须超过被测量的尺寸。例如,用游标卡尺或千分尺等测量工件的长度。相对测量又称比较测量法,用这种方法,就是把被测量的零件与标准量具(量块)进行比较,因而测量结果就成为对标准量具尺寸的正或负的偏差,例如,用测微计和量块检定千分尺的校对棒。

绝对法比较简单,但与相对法相比,其测量误差往往较

大。

3. 綜合的和个別的測量方法 綜合測量法就是把被量件的真實外形与极限外形相比較。从互換性的观点出发，綜合法是最可靠的，因为工件一切組成部分的偏差，都受总公差的限制，例如，用各种极限量規来檢驗制件。个别測量法就是分別地檢驗每一因素。这种量法不能直接肯定被測量件是否在极限范围以內，例如，分別檢驗螺紋的中徑、螺距和螺形角之后，必須綜合这些因素的度量結果，才能确定螺紋的作用中徑是否在規定的范围內。

綜合測量法多用于檢驗制件，而个别測量法則用来檢驗工具和查明制件因个别尺寸不正确而報廢的原因。

4. 接触的和接触的測量方法 按照量具的度量表面和被測量制件的表面接触与否，又可分为接触量法与不接触量法。大多数測量均屬於接触量法，例如，用百分表、卡尺測量工件等，而不接触量法所用的仪器有投影仪、气压式量仪等。

二 測量工具与測量方法的 基本度量指标

1. 分度值——刻度尺上每格表示的測量数值，如千分尺的分度值为0.01毫米。

2. 刻度間隔——指二相邻刻綫的中心距离，如游标卡尺主尺的刻度間隔为1毫米。

3. 分度的准确度——指量具的分度在制造时达到的准确度。刻綫的最恰当寬度应等于分度距离的0.1倍，至于刻綫的最适当长度，应大致等于分度距离的两倍。

4. 仪器刻度的測量范围及仪器全部的測量范围——例如，0—25毫米千分尺，它的測量范围是0—25毫米。又如立式

光学計的刻度測量範圍是 ± 0.1 毫米，儀器全部測量範圍是180毫米。

5. **灵敏性**——被測量尺寸的最小变化，促使測量儀器或量具讀数发生最小改变的性能，称为灵敏性。一般应注意，不能使用灵敏性低的儀器和量具来測量精密零件尺寸、几何形状偏差和不平行性等。

6. **指示誤差**——指儀器讀数和被測量尺寸实际数值間之差。

7. **允許誤差**——指量具本身按标准規定允許的最大极限誤差值。例如，修理过的0—5毫米百分表头，在整个測量範圍內，允許誤差为25微米(μ)。

8. **示值变化(不稳定性)**——在外界条件不变的情况下，对于一个尺寸用重复試驗方法所得測量結果的最大差别。例如，修理过的百分表头示值变化不得超过5微米。

9. **測力**——指在測量过程中，量具測量面与被測量工件表面相接触的壓力。

10. **傳动比**——被測量尺寸的变化值和量具的指針直綫的或角度的位移之比。

三 測量誤差

測量結果与零件真正尺寸之間的差数，就叫做測量誤差。

測量誤差可分为系統誤差、偶然誤差和疏失誤差三种。系統誤差通常是可以从測量結果中消除掉，例如，用已磨損的量块为基准来檢定光面量規时，所产生的誤差，应用修正量經過計算就可把它从測量結果中消除掉。

偶然誤差就是会改变同一尺寸多次測量結果的算术平均数的誤差。发生这种誤差的原因是：測量儀器有限的灵敏度；測

量情况不可避免的变化（溫度、照明度和震动等）；安装或测量时不可避免的不准确度（偏斜度、不平行度）和测量人員目测刻度时，对刻度尺寸的不同估計。

疏失誤差就是显著地改变测量結果的讀数。发生这种誤差的原因是：偶然的推动，看錯了讀数，或組合量块时，拿錯了量块。

测量誤差的大小，是根据許多原因而决定的，主要的有：

1. 所使用量具的誤差（包括量具允許的誤差和使用中因磨損而增加的誤差）。

2. 测量时的溫度因低于或高于标准测量溫度（20°C）而引起的誤差。任何金屬都有热脹冷縮的物理性能，鋼的綫膨脹系数 $\alpha = 11.5 \times 10^{-6}$ ，試驗証明，用手握80毫米的卡規，經過15分鐘，它的尺寸就能改变3—4微米。因此，在实际工作中，为了减少因溫度变化而产生的誤差，普遍采用下列各种办法：在量具手握处加装絕热装置，如在刀刃直尺上加裝絕热夹板；测量时，尽量使被测量的工件与所在工作地和所用的量具溫度一致；对量块等高精度的量具檢定，尽可能在20°C恒溫中进行。

3. 由于被测量表面的加工質量和有毛刺等缺陷所引起的誤差。

4. 由于量具测量压力所引起的誤差。

5. 由于量具使用方法不够正确、保养不好或量具测量面不清洁等所造成的誤差。

一般常用的仪器与量具测量方法的极限誤差見表1。

表1 測量方法的極限誤差

儀器和量具的名稱	所用的量塊		尺寸分段(毫米)			
	等	級	1—10	50—80	360—500	
	別	別	極限誤差(微米)			
在測量外尺寸時的立式光學比較儀， 臥式光學比較儀	3	0	0.35	0.6	1.8	
	4	1	0.4	0.8	3.0	
	5	2	0.7	1.3	4.5	
在測量內尺寸時的臥式光學比較儀	3	0	—	1.1	—	
	4	1	—	1.3	—	
	5	2	—	1.8	—	
分度值為0.001毫米的測微計	3	0	0.5	0.8	1.8	
	4	1	0.6	1.0	3.0	
	5	2	0.7	1.4	4.5	
	6	3	1.0	2.0	8.0	
分度值為0.002毫米的測微計	4	1	1.0	1.4	3.5	
	5	2	1.2	1.8	5	
	6	3	1.4	2.5	8	
分度值為0.005毫米的測微計	5	2	2.0	2.5	5	
	6	3	2.2	3.0	8.5	
	6	3	10	10	13	
分度值為0.01毫米的百分表 0級精度 (指針在一轉範圍內工作時)	6	3	10	10	13	
	1級精度	6	3	15	15	16
	2級精度	6	3	20	20	22
內徑百分表(在指針一轉範圍內時)	6	3	16	17	20	
杠杆千分尺			3	—	—	
0級千分尺		絕	4.5	6	15	
1級千分尺		對	7.0	9	25	
2級千分尺		測	1.2	14	35	
內徑千分尺	1級精度	量	—	18	35	
	2級精度	法	—	20	45	

(續表)

儀器和量具的名稱	所用的量塊		尺寸分段(毫米)		
	等 別	級 別	1—10	50—80	360—500
			極限誤差(微米)		
游標讀數為0.02毫米的游標卡尺： 在測量外尺寸時	絕	對	40	45	70
在測量內尺寸時			—	60	90
游標讀數為0.05毫米的游標卡尺： 在測量外尺寸時	測	量	80	90	101
在測量內尺寸時			—	130	150
游標讀數為0.1毫米的游標卡尺： 在測量外尺寸時			法	150	160
在測量內尺寸時		—	230	300	

四 光波干涉量法

在量具修理上，常用光學玻璃制的平晶來測量經過研磨的高精度平面的平面性，如測微計工作台、量塊工作面等。平晶也用以測量平面平行性，如千分尺、杠桿千分尺、杠桿卡規測量面的平行性的檢定。平晶也用於最精密的尺寸檢定，如4等量塊的中心長度，這種應用平晶的測量方法稱光波干涉量法。

光波干涉量法是以光波波長來決定尺寸大小的，一般常用的自然光（又稱白光）的波長約為0.6微米。測量時，一條干涉帶相當於波長的 $1/2$ ，即0.3微米，用單色光時則根據所採用的光源來決定波長的大小。

測量平面性 用光波干涉法測量平面性，就是將平晶工作面與被測量平面間造成薄的空氣楔（圖1）。開始前最好用干

淨布把平晶工作面和被測量平面仔細地擦淨，那麼，由於光波干涉的結果，如用單色光源，則在空氣楔的空間就呈現明暗相間的干涉條紋（稱干涉帶）；如用白光，則可觀察出紅紅綠綠有顏色的干涉條紋，在相鄰兩暗帶條之間的距離中，空氣楔增加的高度，等於光波波長的一半。

干涉帶如果是直的（圖 2），則顯示被測量面是平的。干涉帶如果是彎曲的（圖 3）或呈圓圈形（圖 4），則表示平面不平。要想知道哪里是凸的或是凹的，只要看到干涉帶的凸度是向接觸點的，則表示平面是凹（圖 3 甲），反之，則表示平

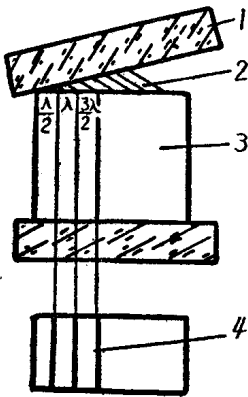


圖 1

- 1. 平晶； 2. 空氣楔；
- 3. 工件； 4. 干涉帶。

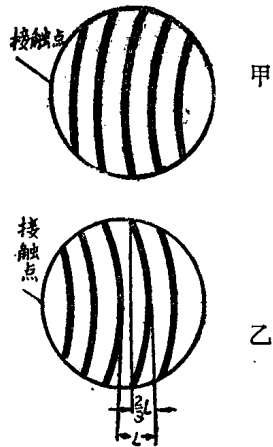


圖 3

- 甲——在凹平面上的干涉帶；
- 乙——在凸平面上的干涉帶。

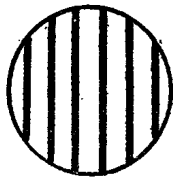


圖 2 在理想平面上的干涉帶



圖 4