

• 测量仪器检修小丛书 •

测量仪器检修基础知识

(增订本)

赵如磋、赵茂哲合编



测绘出版社

测量仪器检修小丛书

测量仪器检修基础知识

(增订本)

赵如磋 赵茂哲合编

测绘出版社

本书初版于1962年发行，系作者根据实际工作经验，简明地论述了测量仪器检修的基础知识。现经作者赵如磋同志进行了修改和补充。其内容包括：仪器检修室的设备与布置；检修用的主要工具与材料；仪器故障产生原因的检查与判断；检修的基本方法与注意事项；光学零件的清洗、胶合、镀银和上色以及检修工作必要的仪器几何光学常识等。

本书可供开展测量仪器修理业务的单位和初学仪器检修者、测绘人员、仪器保管人员及有关专业人员工作中参考。

测量仪器检修小丛书

测量仪器检修基础知识（增订本）

赵如磋 赵茂哲合编

*

测绘出版社出版（北京西郊百万庄）

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本850×1168毫米1/32·印张2¹¹/₁₆·字数60,400

1977年2月新一版·1977年2月第一次印刷

印数 1—50,000册·定价 0.30 元

统一书号：15039·新38

序

为了使测量工作的主要工具—测绘仪器能够及时的得到保养和修理，帮助打算开展仪器修理业务的单位和初学修理的人员对检修仪器的基础知识做到了解，是为编写本书的主要目的。

一些测量工作单位和初学修理人员，由于缺乏检修的基本知识、基本的工作方法以及仪器的结构资料，往往在仪器发生故障时，无法就地动手修理，必须送往远离测区（或单位）的大城市中修理部门或仪器工厂去修理，这样在时间上和充分发挥仪器的作用上都存在着很大的浪费，为此，本书对测量仪器检修工作场所的安排、必要的检修工具、辅助材料、检修的基本方法、注意事项、故障的讨论与检修和必要的仪器几何光学常识等作了简要的介绍和叙述，给初学测量仪器检修的人员作必要的参考。

由于编者水平所限，书中错误和缺点一定存在，望读者多给予批评和指正。

编 者

目 录

序

第一章 检修工作室的要求、常用的工具与材料和

主要的检校设备 1

第一节 检修工作室的安排与要求 1

1—1—1 检修工作室的安排和简易工作室的建立 1

1—1—2 检修工作室的要求 4

第二节 检修用的常用主要工具与材料 5

1—2—1 检修用的常用主要工具 5

1—2—2 检修用的常用主要材料 14

第三节 检修用的主要检校设备 20

1—3—1 平行光管和室内检校设备 20

1—3—2 水准器检验仪 23

1—3—3 倍率计 24

1—3—4 视度管 26

1—3—5 度盘偏心校正设备 27

第二章 检修仪器的基础知识 30

第四节 仪器检修前的准备工作和修前检查 30

2—4—1 检修前的准备工作 30

2—4—2 仪器的修前检查 30

第五节 检修的基础知识 32

2—5—1 仪器检修过程注意要点 32

2—5—2 仪器拆卸过程注意要点 33

2—5—3 仪器各转动轴故障的讨论 35

2—5—4 仪器各转动螺旋故障的原因 36

2—5—5 润滑油脂概述和仪器上油 36

第六节 光学零件的清洗、胶合、镀银与上色 38

2—6—1 光学零件的清洗工艺 38

2—6—2	光学零件的脱胶原因与胶合工艺	42
2—6—3	光学零件的镀银	46
2—6—4	光学零件分划线条的上色	48
2—6—5	蛛丝十字丝的修配	49
第七节 仪器主要金属零部件的修理		51
2—7—1	各种紧固螺钉损坏的修理	51
2—7—2	金属度盘的清洁	52
2—7—3	轴系的修理	53
第八节 仪器的安装与校正项目		58
2—8—1	仪器安装的注意要点	58
2—8—2	仪器校正的注意事项	60
2—8—3	普通经纬仪、水准仪、平板仪的校正项目	61
第三章 几何光学的一般知识		63
第九节 光的基本知识		63
3—9—1	引言	63
3—9—2	光的直线传播定律	63
3—9—3	光束各部分独立定律	63
3—9—4	光的反射定律	64
3—9—5	光的折射定律	64
第十节 全反射、棱镜与平行平面玻璃		65
3—10—1	光的全反射	65
3—10—2	全反射棱镜	66
3—10—3	光楔	69
3—10—4	平行平面玻璃	70
第十一节 透 镜		71
3—11—1	透镜成象的作图	72
3—11—2	透镜公式与薄透镜的成象	73
3—11—3	厚透镜	75
3—11—4	复合光学系统	77

第一章 检修工作室的要求、常用的工具与材料和主要的检校设备

第一节 检修工作室的安排与要求

1—1—1 检修工作室的安排和简易工作室的建立

检修工作室的安排要根据检修仪器数量的多少、仪器精度的高低和客观条件而定，一般的最少不少于两间工作室，条件允许及检修仪器较多时，最好是三间工作室，就是检修工作量较少时也最好能设置两间工作室，但占用面积上可以稍小一些。

三个检修工作室可作如下的安排：

第一工作室为修配仪器的机械零件而设立的，它可设置大、中型的钳工工作台，台上安装大型及中型的台钳或中小型的台钻（或另安置台钻床台），小型精密台车床，手摇或电动砂轮机及金工工具橱柜等，以便根据仪器检修工作中的需要修配仪器上的机械零件。

第二工作室为拆卸需要大修理的仪器和仪器在检修前为了清除仪器表面灰尘及用汽油清洗比较脏的机械零件（如脚螺旋、基座、固定螺旋及微动螺旋等）而设立的，它设有数个带有边缘的工作台及为了上述工作所需用的清洗工具与材料，如各种不同质地和不同大小的毛刷、各种尺寸规格大小的搪瓷盆盘及盛放汽油的器皿（必须有盖）等，以及放置这些用具的简单机架。这间工作室的面积不一定需要很大，视工作需要而定。

第三工作室是为了对测量仪器的精细检修而设立的，它用来进行对大修理仪器的检修、安装与调整，中小修理的拆卸检修、光学零件的清洁擦拭、精密检修及对光学系统的调整等，此工作

室中设置有检修用的工作台与必要的检校仪器（如检验望远镜光学系统的平行光管、仪器检校用的工作台）等。

如按工作需要的情況设置两间工作室时，则可以将第一第二两工作室合并，使用面积可以较检修工作室略大一些。

下面介绍两间工作室的简易安排，供参考。

在第一工作室中安置有钳工工作台一个，台上安装大型和中型台钳各一个和小型台钻一台，两张清洗仪器零件用的工作台，台上放置清洗用的带盖器皿和盛放仪器零件部件的零件盒，此外尚设置有橱柜和柜架三件及小型砂轮机一台（手摇或电动）。在钳工台、清洗工作台和砂轮机处都应安装照明日光灯或其它照明光源。这间工作室的用途主要是用来修配仪器机械零件和清洗仪器零部件而设立的。

在第二工作室中安置有检修工作台二至四个，系仪器检修人员的主要工作台，台上可放置检修工具、润滑油脂和擦拭光学零件的工具辅料等。为检验仪器望远镜光学系统而设置长焦距平行光管（焦距在 550 毫米以上），平行光管物镜前设置可升降的仪器台，以便适应于不同高度的仪器检查用。为校正仪器而设置的一套校正设备，它包括设置有俯角、仰角、水平前后视位置的平行光管各一具和可升降的仪器台等。以及为胶合光学系统透镜与棱镜的工作台一张，台上应安置防风装置，以保证胶合零件时的安全。此外还可安置放工具与材料或安放未检修完的仪器用的橱柜一至二件。工作室内的几张工作台上都应装有照明用日光灯，窗内应装有黑色布窗帘。这间工作室的用途主要是用来进行仪器的精细检修和检验校正而设立的。

这样一套的简易工作室适用于中小数量的修理工作，其中设置的内容应视具体条件而定，不能强求，例如为校正仪器用的平行光管在无法购置时，可采用远距离室外目标进行校正，又如无法制造可升降的仪器台时，亦可用仪器脚架代替等等。

第一工作室

第二工作室

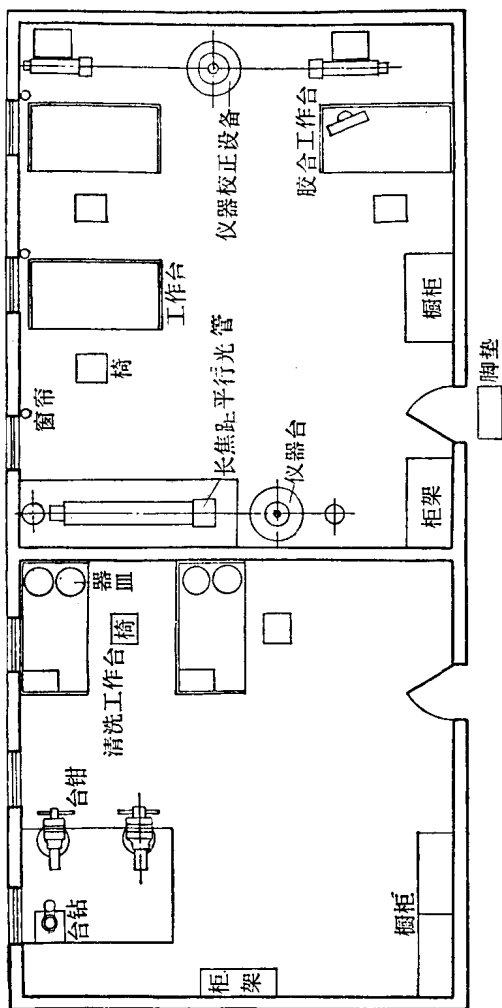


图 1 简易工作室的安排

1—1—2 检修工作室的要求

对于三间工作室中的第一、第二工作室要求室内明亮、干燥、清洁、地面平整和通风良好，在条件允许的情况下，可在窗户上装置纱窗或其它防尘设备。由于第二工作室中要使用汽油清洗零件，因此必须在该室中设置防火器材（如灭火器等），并禁止吸烟。对于两间工作室中的第一工作室的要求应与此相同。

第三工作室为仪器检修工作室，可视具体条件在设置时达到下列要求：

一、工作室必须宽敞、明亮、清洁及地面平整。

二、工作室必须干燥，室顶须有天花板，四壁及天花板均要刷以浅色油漆，地面最好是地板，地板必须整齐无较明显的隙孔，如地面为混凝土或其它地面，则应在检修工作台下面铺设木板或硬橡皮板，以防止零件在失落地面时损坏。

三、室内温度应平稳，不得有急剧的变化，夏季室内温度最好不高于 35°C ，冬季室内温度最好不低于 15°C ，采用火炉取暖时应注意安全和保持室内清洁，或将炉子置于屋外。

四、工作室除天然照明及固定的灯光照明外，应装置可移动的灯光照明设备，如白炽灯泡台灯或小型萤光台灯等。工作室的窗户上应装有活动的黑色窗帘，以便在不需要天然照明时遮光用。

五、检修工作台的三边缘应有2厘米高的边缘，台面上必须铺有硬橡皮板或浅色塑料薄膜布。

六、工作室除注意清洁外，工作台上的防尘措施可采用在台上加一防尘罩，它既经济，防尘效果也很好。在条件较好或检修仪器数量较多的单位可购置“净化工作台”一至二台，作擦拭光学零件专用。

第二节 检修用的常用主要工具与材料

1—2—1 检修用的常用主要工具

检修工作中需要使用大量的检修工具,由于检修仪器的品种较多,且各种型号仪器的结构都不尽相同,需要的拆卸工具也比较繁杂,不可能在短时间内充分完备起来,这只能随着检修仪器的日益增多而增加和完善。在检修用的工具中,有一些是属于通用性的工具,它对每台仪器的检修都很重要和适用(如木柄起子、钟表起子、镊子、广口瓶、培养皿、各种木夹和两脚扳手等)。另有一些专用工具,它只适用于某一型号的某一零部件的拆卸,它是根据仪器结构部件的拆卸需要而配制的(如威特T₁经纬仪竖直度盘座的拆卸专用工具及蔡司030型经纬仪横轴拆卸的专用工具等)。

本节主要介绍前一种通用性的主要工具,这些工具的使用效果主要取决于使用工具的检修工作者,取决于工作者正确使用这些工具,反之,有了良好的工具,如果思想上的重视不够或使用不当,不但达不到使用的效果,甚至有可能损伤仪器。

一、起子(亦称螺丝刀)为检修的主要工具之一,使用机会最多,它的种类及规格也比较多,其中稍大者均称为起子,小号的称之为表起子,视所需安装或拆卸之螺钉大小而使用。

图2之(a)为木柄或工程塑料柄起子,大号及中号均系此种型式,规格视起子头之长短而定,以1 $\frac{1}{2}$ 吋、2吋及2 $\frac{1}{2}$ 吋使用较多。工程塑料柄起子的起子柄较木柄起子的起子柄稍短。图2之(b)为表起子的型式,以号数为规格的大小,最大从0号、

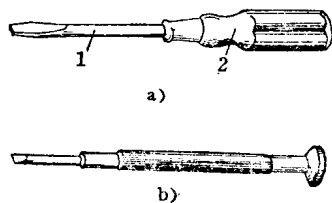


图2 起子的型式

(a) 木柄或塑料柄起子 (b) 表起子
1—起子头; 2—起子柄

1 号起，小的到 9 号、10 号，其中又以 0 号至 6 号使用较多，其头端直径参考数据见表 1。

表起子头端号数直径参考表 (0~5 号) 表 1
单位: 毫米

号 数	0	1	2	3	4	5
直 径	3	2.7	2	1.8	1.6	1.5

表起子除固定头的表起子以外，检修单位有自行配制的可更换起子头的表起子，如威特经纬仪所附的附件中带不同直径起子头的表起子，如图 3 所示。

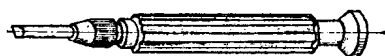


图 3 可更换起子头的表起子

对于起子的要求主要是起子头与起子柄的结合牢固和起子头端的硬度适中，前者要求二件结合严密牢固，不松动、无裂口或断纹，以免在使用过程中折断或松动，对于后者要求其硬度适中，不致在使用时头端卷口（硬度不够）或崩碎（硬度过大）。

外购的木柄起子或塑料柄起子，为了适应拆卸仪器中某些安装在深孔中的螺钉（如经纬仪水平度盘外护壳安装到仪器照准部上的螺钉），需要将起子头部扁端外棱部在砂轮上磨去，以便起子头部能伸到深孔中去拆卸螺钉。

二、锤子（亦称榔头）是我们所熟悉的金工工具，它的主要规格是以重量为标准的，有的以磅、有的以公斤为单位，检修工作中常用的为中号或小号的，其型式见图 4 之（a）。

在检修工作中使用机会最多、用途最广的是最小型的榔头（即表榔头），其型式见图 4 之（c），榔头的长度约为 60 毫米，头

端工作表面直径约为10毫米，手柄的长度约为250毫米左右。

此外，在检修工作中尚需用一种木制榔头，其型式见图4之（b），用途也很多，规格也是有中、小、大号之分。

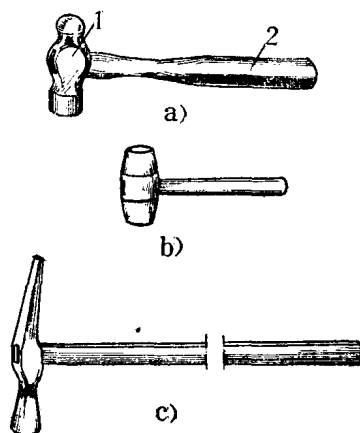


图 4

（a）一般金工用榔头；（b）木榔头；（c）表榔头

1—榔头；2—手柄

对于榔头的要求：

1. 要求榔头金属体本身两端有一定的硬度，但不得过硬或有裂纹疵病现象，以防止在使用过程中崩碎或裂纹部分受冲击运动而飞出打伤工作者，打坏工件、零件及仪器。

2. 要求榔头与手柄的结合牢固可靠，不致在使用过程中由于结合不牢而使榔头从手柄中脱落飞出，击坏仪器或击伤工作者。

3. 对手柄要求材料坚硬，无裂纹、蛀洞等疵病。

4. 对木榔头本身的材料要求较高，一般采用杂木或核桃木均可。

三、镊子 常用的镊子有三种，主要是从制作的材料上和使用的零件的安全起见来分的，一种为不锈钢制的金属镊子〔见图5之（a）〕，一种为竹制镊子，用以夹持镜片、棱镜等光学零

作用〔见图 5 之 (b)〕, 一种为夹持钢珠用的专用金属镊子〔见图 5 之 (c)〕。

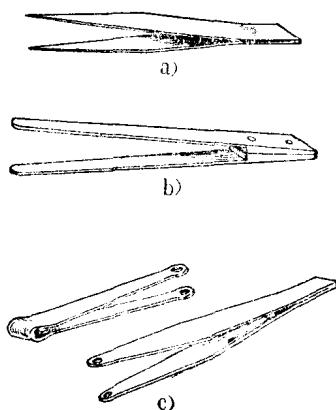


图 5

(a) 为不锈钢镊子; (b) 为竹制镊子; (c) 为夹持钢珠用镊子

对于镊子的要求, 主要是要求它具有良好的弹性, 在使用放松时能恢复原有的形状, 不致成为永久变形, 对两镊片要求不要过厚, 对于不锈钢镊子的厚度最好在 0.7 毫米左右, 同时对两镊片要求其硬度适中, 使用时不需较大的力量。不锈钢镊子和竹制镊子都可以购置的。

夹持钢珠用的专用金属镊子, 虽然在检修过程中使用不很普遍, 但是在检修工作中是一项应具备的工具, 特别是检修半运动式竖轴系时夹持钢珠时尤为需要, 因为竖轴中每套钢珠的尺寸一致性和几何形状的精度要求较高, 用普通镊子夹持容易滑落丢失损坏, 但又无法配制, 这样会影响仪器的精度, 为保证拆卸零件的安全, 配制钢珠镊子是必要的。

钢珠镊子可以自制, 也可以用外购镊子改制, 只要将原来镊子的尖端改成小圆头, 并在圆头的中心位置各钻一小孔即可, 这样在夹持钢珠时, 钢珠就不会丢失损坏。

四、吹风球（医用洗耳球） 用以在检修工作中吹拂光学零件表面上的灰尘和短碎棉絮之用，其型式见图 6 之（a）与（b）。

（a）型系大号吹风球，（b）型系小号吹风球。（b）型常用于检修工作中，其规格以球内容量（毫升或两）为标准，比较适合用的规格为120毫升或90毫升的。

良好的吹风球应该是吹风道孔畅通，无堵塞现象（购置时应着重检查这一要求），同时应该是橡皮质地柔软，使用时，不需很大的指力就可以进行工作。

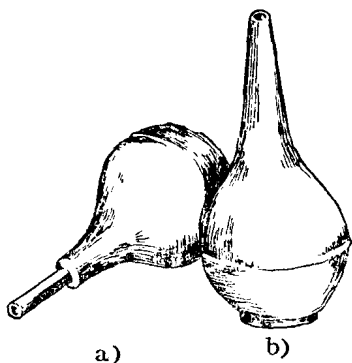


图 6 吹风球

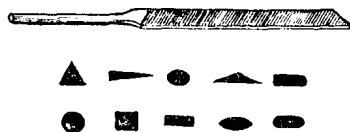


图 7 什锦锉

五、锉刀及什锦锉 锉刀为对损伤零件修整或修复的工具。

锉刀在修理工作的整修零件中用途很广，锉刀是以它的断面形状和其表面的粗细来分类的，从形状分有扁锉、圆锉、半圆锉、方锉、刀口锉和三角锉等，从粗细分有粗锉、中粗、细锉和油光锉等，从尺寸上分有4"、6"、8"、10"和12"等，在检修工作中以采用4"或6"为佳。

什锦锉是一套断面为不同形状的小锉刀，形状较多，见图 7 所示，用以对损伤零件的修复或修整，用途颇多。

对锉刀或什锦锉要求齿纹比较细密，齿形正确、锋利，表面平整无变形现象。

六、玻璃罩 玻璃罩又名钟罩（见图8），系玻璃质，用以保护仪器零件或整架仪器，使外界器具不致撞击到仪器和防止空气中灰尘落于仪器零件表面上，特别是待装入仪器内部的光学零件。大号玻璃罩主要是罩护仪器的大部件或已拆卸开的上下两半部分，小型的检修钟表用的玻璃罩则用以罩护在检修过程中已清洁或安装完毕的较小部件及零件之用。

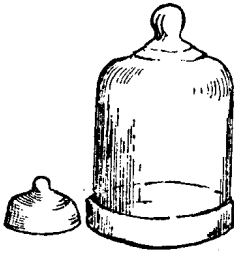


图 8 玻璃罩



图 9 广口瓶

七、广口瓶 是用来盛装检修工作所用的辅助材料，如酒精（无水乙醇）、汽油、乙醚、长絮高级脱脂棉花及研磨剂（如金刚砂、红粉、氧化铈）等，为保持这些辅助材料的清洁及防止一些易挥发之辅助材料的继续挥发，因此必须使用带有磨砂口瓶盖的广口瓶（见图9）。

广口瓶的规格是以瓶内容积为准的，一般常用的为100毫升、150毫升和200毫升的，需用盛量稍大时可采用300毫升的广口瓶，检修工作要求备置前三种规格各二只已足够应用。

对广口瓶的要求，主要是无破裂现象，瓶口与瓶盖配合合适、严密，放置平台上无摇幌不定现象，即可使用。

八、培养皿 在检修工作中主要用来盛置仪器之小型零件，如螺钉、销钉、压圈、垫圈、垫片、弹簧及棱镜座等，以免在检

修工作中疏忽丢失，造成需要重新添配或无法修复，它的规格是以口径大小为标准的，从5厘米开始，到20厘米都有，常用的为8厘米、10厘米、12厘米和15厘米四种，需要情况视检修工作范围的大小和检修仪器的数量多少而定。

培养皿每套为二只，一大一小，大的为盖，小的为皿，由于有盖，故亦可作为保护零件的安全和清洁零件之用。

对培养皿的要求同广口瓶。

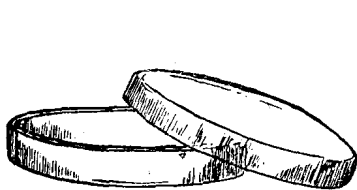


图 10 培养皿

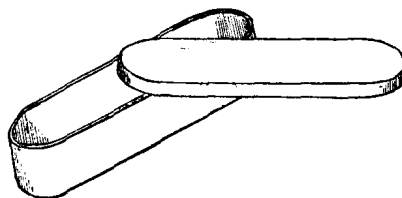


图 11 腰盒

九、腰盒 即医用的注射器盒，铝皮制品（见图11），大小规格多种，在检修工作中用途亦较广，主要为盛装小型工具、小型零件、润滑脂及其它辅料用，由于此盒有盖，所以盛装清洁程度要求较高的辅料比较合适。

十、木夹扳手 在检修工作中是用以拆卸一些安装比较紧涩的零件用，它的主要型式有两种〔见图12之(a)、(b)、(c)〕，此类工具均无处购买，检修者按工作及零件之需要情况可在检修工作中陆续配制。

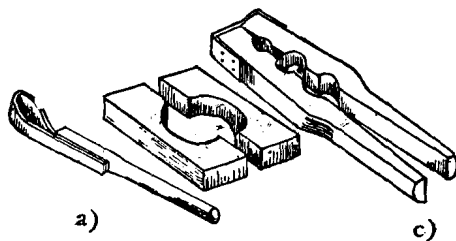


图 12 各种型式的木夹扳手

(a) 为皮扳手，(b) 为木夹子，(c) 为木夹扳手