



工程测量技术专业及专业群教材

测量仪器 检校与维修

CELIANG YIQI JIANJIAO YU WEIXIU

主 编 柏雯娟 林元茂

副主编 赵仕宝 吴大江 刁 宇



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

测量仪器检校与维修

主 编 柏雯娟 林元茂
副主编 赵仕宝 吴大江 刁 宇



重庆大学出版社

内 容 提 要

本书系统地阐述了光学水准仪,光学经纬仪,电子水准仪,全站仪,陀螺经纬仪,测距仪,GPS接收机的原理、使用方法及仪器的检测与维修。同时还介绍了测量仪器的主要故障分析及减弱措施。书中紧密结合目前测绘行业的新仪器、新技术,具有较强的实用性。书末附有课间实训指南,供师生参考。

本书适用于高等职业技术学院测量相关专业的学生作为测量仪器检修教材使用,也可作为测量技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

测量仪器检校与维修/柏雯娟,林元茂主编.—重庆:重庆大学出版社,2016.8

工程测量技术专业及专业群教材

ISBN 978-7-5689-0001-0

I. ①测… II. ①柏…②林… III. ①测量仪器—校验—职业教育—教材②测量仪器—维修—职业教育—教材 IV. ①TH761

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 185107 号

测量仪器检校与维修

主 编 柏雯娟 林元茂

副主编 赵仕宝 吴大江 刁 宇

策划编辑:周 立

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:周 立

责任校对:关德强 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆鹏程印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:19 字数:474 千

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5689-0001-0 定价:39.50 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

近年来,测量仪器在各大行业领域(如铁路、公路、水利、电力、城市规划建设、土地管理、采矿、石油等)里的应用越来越广泛,发挥着重要的作用。科技的迅猛发展也带动着测量仪器的发展,测量仪器作为获取地理信息的主要工具,为保证其测绘成果的质量,正确检校仪器,保证测量仪器的精密程度,延长仪器的使用寿命,便成为测量工作者及测量仪器检修人员十分重视的话题。“工欲善其事,必先利其器”,一个具备较高素质的测量工作者,应对其使用的测量仪器有较全面的了解和掌握。

本书系统地阐述了光学水准仪,光学经纬仪,电子水准仪,陀螺经纬仪,测距仪,全站仪, GPS 接收机的原理、使用方法及仪器的检测与维修。编写目的在于使读者能充分发挥仪器的效能,取得高质量的测量成果。

本书由重庆工程职业技术学院柏雯娟、重庆工程职业技术学院林元茂担任主编;重庆工程职业技术学院赵仕宝、重庆工程职业技术学院吴大江、重庆机械电子高级技工学校刁宇担任副主编。本书具体编写分工如下:绪论、第1章、第2章、第9章、附录1、附录2由柏雯娟编写;第4章、第5章、第10章由林元茂编写;第3章、第6章、第7章由赵仕宝编写;第11章、附录3由吴大江编写;第8章、第12章由刁宇编写。全书由柏雯娟负责统稿,并统一修改定稿。

本书编写过程中参阅了大量的文献资料,引用了同类书刊中的部分内容,同时得到了相关仪器厂商的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平及经验有限,书中存在错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2016年5月

目 录

第 1 篇 测量仪器检测与维修基本知识

绪 论	2
0.1 常用测量仪器的分类及系列标准	2
0.2 测量仪器发展	6
本章小结	7
第 1 章 测量仪器维修的基本知识	8
1.1 测量仪器的日常保管与维护	8
1.2 测量仪器配件和工具的维护	10
1.3 测量仪器的防霉、防雾、防锈	12
1.4 测量仪器维修的注意事项和常用器材	15
本章小结	19

第 2 篇 测量仪器四大组成部分

第 2 章 望远镜	21
2.1 人眼的特性	21
2.2 望远镜的成像原理	23
2.3 望远镜的结构	24
2.4 望远镜的主要光学性能	28
本章小结	35
第 3 章 水准器及自动安平补偿器	36
3.1 水准器	36
3.2 自动安平补偿器	39
3.3 经纬仪竖直度盘指标自动归零补偿器	49
本章小结	51
第 4 章 测量仪器的光学部件和机械部件	52
4.1 测量仪器的光学部件	52
4.2 测量仪器的机械部件	62
4.3 测量仪器的稳定性	79
本章小结	79
第 5 章 读数设备	80
5.1 概 述	80

5.2 放大镜和显微镜	81
5.3 带尺显微镜和单平板玻璃光学测微器	85
5.4 度盘对径分划符合读数的原理及测微装置	88
本章小结	99

第3篇 光学测量仪器

第6章 光学水准仪的检修	101
6.1 DS ₃ 水准仪的构造	101
6.2 DS ₃ 水准仪的拆卸	102
6.3 水准仪的检验与校正	107
6.4 水准仪常见故障的处理方法	112
本章小结	116
第7章 光学经纬仪的检修	117
7.1 光学经纬仪的构造	117
7.2 DJ ₆ 型光学经纬仪的拆卸	121
7.3 光学经纬仪的检校	123
7.4 光学经纬仪常见故障的排除	127
7.5 DJ ₆ 型经纬仪光路的调整	132
本章小结	135

第4篇 电子测量仪器

第8章 电子水准仪	137
8.1 概 述	137
8.2 电子水准仪的测量原理及特点	141
8.3 电子水准仪的测量误差来源	144
8.4 南方 DL-300 系列电子水准仪的检定	145
本章小结	150
第9章 测距仪	152
9.1 电磁波测距的基本原理	152
9.2 光电测距仪的光学系统	157
9.3 测距仪的检测	165
本章小结	173
第10章 陀螺经纬仪	174
10.1 陀螺经纬仪的工作原理	174
10.2 JT15 陀螺经纬仪的检修及校正	178
本章小结	181
第11章 全站仪	182
11.1 概 述	182
11.2 全站仪的发展现状及前景	184

11.3	全站仪的测量原理	186
11.4	全站仪的使用	202
11.5	全站仪的检定	213
11.6	部分常用全站仪的电子校正方法	222
11.7	全站仪常见故障分析	229
	本章小结	232
第 12 章	GPS 接收机	233
12.1	概 述	233
12.2	GPS 接收机	235
12.3	实时动态相对定位 (RTK) 的原理与维护	238
12.4	GPS 接收机的检验	240
	本章小结	245

第 5 篇 附 录

附 录		247
附录 1	课间实训指南	247
附录 2	几何光学知识	250
附录 3	全站仪的使用及全站仪的技术参数	260
参考文献		296

第 **1** 篇

测量仪器检测与维修基本知识

绪 论

测量学跟其他学科一样,是在人类生产活动过程中产生和发展起来的,它是一门古老的学科。测量学是研究地球的形状和大小,确定地面(包括空中、地下和海底)点位的科学。它是研究对地球整体及其表面和外层空间中的各种自然和人造物体上与地理空间分布有关的信息进行采集处理、管理、更新和利用的科学和技术。测量学按照研究内容和测量手段的不同,又分为许多分支。如大地测量学、工程测量学、地形测量学、制图学、摄影测量学、海洋测量学等,但是无论哪种类型的测量工作,都离不开测量仪器。

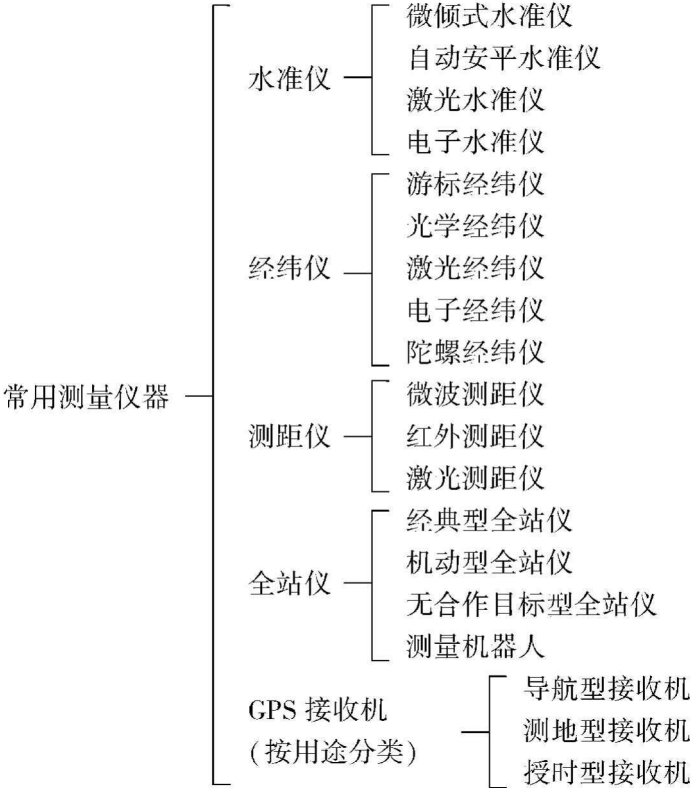
0.1 常用测量仪器的分类及系列标准

测量仪器属精密光电仪器的一个重要分支,其发展早、应用广泛。目前测量仪器已广泛应用于工业、农业、水利、电力、道路、桥梁、地籍、国防等部门的工程建设之中。测量仪器是为测绘工作提供各种定向、测距、测角、测高、测图以及摄影测量等方面的仪器。

0.1.1 常用测量仪器及其分类

以下测量仪器根据使用上对精度要求的不同,可大致分为以下 4 类:

- ①高精度仪器:用于国家一、二等控制测量和特别精密的工程测量的仪器。
- ②中等精度仪器:用于国家三、四等控制测量及精密工程测量的仪器。
- ③一般精度仪器:用于外等测量、测图及一般工程测量的仪器。
- ④低精度仪器:主要用于野外堪踏、概略测量及精度要求不高的工程测量的仪器。



0.1.2 测量仪器的系列标准

系列标准是对产品和工程建设的质量、规格及其检验方法等所作出的技术规定,其作用在于进一步保证产品质量,便利生产、使用和维护,提高通用化水平;其任务是限定采用合理的主要参数和先进的统一结构,以恰当的、最少的品种最大限度地满足国民经济发展的需要,有计划、有步骤地发展我国的仪器制造事业。

我国从 20 世纪 60 年代初就开展了测量仪器的标准化、系列化工作,制定了一系列测量仪器的系列标准。

在我国测量仪器系列化方案中规定:大地测量仪器的总代号为“D”,经纬仪的代号为“J”,水准仪的代号为“S”,平板仪的代号为“P”,连起来为“DJ”“DS”及“DP”。每一类仪器又按精度划分若干个等级。例如,经纬仪的精度指标规定为仪器在野外条件下的“一测回方向中误差”为 6″则用 DJ₆ 表示,简称 J₆ 级经纬仪。

除此之外,还有一些派生型号的变型仪器,如矿山经纬仪的代号为 DJK、自动安平水准仪的代号为 DSZ 等。

我国现行的经纬仪、水准仪、光电测距仪及全站仪系列标准见表 0.1 至表 0.4。

表 0.1 光学经纬仪系列的等级及基本参数

参数名称		单 位	等 级				
			DJ ₀₇	DJ ₁	DJ ₂	DJ ₆	DJ ₃₀
一测回水平方向 标准偏差	室外	(")	0.7	1.0	2.0	6.0	30.0
	室内		0.6	0.8	1.6	4.0	20.0
望远镜	放大率		30 ^x 、45 ^x 、55 ^x	24 ^x 、30 ^x 、45 ^x	28 ^x	25 ^x	18 ^x
	物镜有效 孔径	mm	65	60	40	35	25
	最短视距	m	3.5	3.0	2.0	2.0	1.0
水准泡角值	照准部	(")/2 mm	4	6	20	30	60
	竖直度盘 指标		10	10	20	30	—
	圆形	(')/2 mm	8	8	8	8	8
竖直度盘指标 自动归零补偿器	补偿范围	(')	—	—	±2	±2	—
水平读数 最小格值		(")	0.2	0.2	1	60	120
仪器净重		kg	17	13	6	5	3
主要用途			国家一等 三角测量	国家二等 三角测量 和精密工 程测量	国家三四 等三角测 量和工程 测量	地形测图 的控制测 量和一般 工程测量	一般工 程测量 和矿山 测量

表 0.2 水准仪系列标准及基本参数

参数名称		单 位	高精密	精 密	普 通
望远镜	放大率	倍	38~42	32~38	20~32
	物镜有效孔径	mm	45~55	40~45	30~40
	最短视距不大于	m	2.0		
水准泡角值	符合式管状	(")/2 mm	10		20
	直交型管状	(')/2 mm	2		—
	圆形		4	8	

续表

参数名称		单 位	高精密	精 密	普 通
自动安平 补偿性能	补偿范围	(')	±8		
	安平时间	s	2		
测微器	测微范围	mm	10、5		—
	分格值		0.1、0.05		
主要用途			国家一等水准 测量及地震水 准测量	国家二等水准 测量及其他精 密水准测量	国家三四等水 准测量及一般 工程水准测量

表 0.3 光电测距仪基本参数

参数名称	仪器等级			
	I	II	III	IV
分辨率/mm	0.1	0.5	1.0	1.0
测程	最短测程及最长测程满足标称值			
相位均匀性误差/mm	$\leq 1/2a$			
幅相误差/mm	$\leq 1/2a$			
鉴别力(率)/mm	$\leq 1/4a$			
周期误差振幅 A(相位式)	$\leq 3/5a$			
常温下频率偏移/Hz	$\leq 1/2b$			
开机频率稳定性(10^{-6})	$\leq 1/2b$			
频率随环境温度变化/Hz	$\leq 2/3b$			
距离测量的重复性标准差/mm	$\leq 1/2a$			
测距标准差/mm	m'_d			
加常数检验标准差/mm	$\leq 1/2a$			
乘常数检验标准差/(mm·km ⁻¹)	$\leq 1/2b$			
工作温度范围/℃	-20~+50			
存储温度范围/℃	-30~+65			
振动	振动后工作正常			
温度改正	温度预置至 0.1℃			
大气改正	气压预置至 1 hPa			
单次测量时间/s	≤ 3			

注:a 为标称标准差固定部分,单位为毫米(mm);b 为标称标准差比例系数,单位为毫米每千米(mm/km)。

表 0.4 全站仪基本参数

参数要求	仪器等级及限差			
	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
角度测量标准偏差 m_{β} 范围/(")	$m_{\beta} \leq 1.0$	$1.0 < m_{\beta} \leq 2.0$	$2.0 < m_{\beta} \leq 6.0$	$6.0 < m_{\beta} \leq 10.0$
一测回水平方向标准偏差/(")	0.7	1.6	3.6	7.0
一测回竖直角标准偏差/(")	1.0	2.0	5.0	10.0
一测回水平方向二倍 照准差变化/(")	5	8	10	16
竖直度盘指标差/(")	10	16	20	30
竖直度盘指标差变化/(")	5	8	15	30
横轴相对于竖轴的 垂直误差/(")	10	15	20	30
照准误差/(")	5	8	10	16
倾斜补偿器纵向和横向 零位误差/(")	10	20	30	30
倾斜补偿器竖直方向 补偿误差/(")	3	6	12	20
视轴在水平方向的变化/(")	5	8	10	15
照准部每旋转一周， 基座方位移动/(")	0.3	1	2	3
测距标准偏差 m_d /mm	$\pm(1+1 \times 10^{-6} D)$	$\pm(3+2 \times 10^{-6} D)$	$\pm(5+5 \times 10^{-6} D)$	
工作温度/℃	-20~+50			

0.2 测量仪器发展

测量仪器是随着生产实践的发展而不断发展起来的,早在公元前 3 世纪,我国就已用指南仪器——司南来确定方向。

公元 400 年,我国又发明了“记里鼓车”,用以测量距离。

1276 年,元朝郭守敬就创制多种天文仪器,测定天体的高度和方位。15 世纪,由于航海和地理开发的需要,研究地球形状的科学得到发展;同时,军事和经济建设的需要,使得测图技术有了提高,因而对测量仪器提出了更高的要求。

1608 年,荷兰人汉斯发明了望远镜。1667 年,法国首先在全圆分度器上安装了望远镜进

行测角。1783年,英国制成了度盘直径为90 cm,重91 kg的经纬仪。

17世纪后期,丹麦天文学家奥拉夫·鲁默尔将测微器和显微镜用于读取度盘读数,大大提高了读数精度。

1858年,意大利工程师波尔勒发明了内对光望远镜,但未推广应用。1892年,减反射涂层的发明,使内对光望远镜的制造逐步得到发展。

1920年,威特等人制成光学经纬仪,定名TH1型成为世界上第一架光学经纬仪。1923年,生产出T2经纬仪,为了提高符合精度,度盘采用双线刻画。水准仪上应用棱镜符合水准器,使其构造起到很大变化。1956年,阿斯卡尼亚厂第一次将水准仪的自动安平原理应用于经纬仪的竖盘读数上。至此,确定了现代光学测量仪器的基本结构。

在我国,半封建半殖民地的旧中国时期,光学仪器制造业极端落后,测量仪器依赖进口。新中国成立后,在中国共产党的领导下,建立了各种类型的光学仪器厂。如上海光学仪器厂、南京水工仪器厂、北京光学仪器厂。到了1966年,由原国家测绘总局及其他有关单位组织了一次测量仪器生产会战,在江苏省筹建了一批生产光学仪器的厂家,如苏州第一光学仪器厂、无锡测量仪器厂、徐州光学仪器厂、靖江测量仪器厂等。我国现已独立设计、制造出了许多测量仪器,有些产品已有出口。

20世纪的重大发明之一就是激光。激光的出现对光学技术发展的影响极其深远。激光测距是激光应用最早且最成熟的一个方面。1960年,贝尔实验室发明了世界上第一台红宝石激光器。1962年,砷化镓半导体激光器又研制成功。在此之后,各类激光测距仪和红外光电测距仪发展极快。据不完全统计,各种型号的测距仪、电子速测仪已有100多种。测距精度极高已达0.1 mm量级。由于激光测量仪器的相继出现,引起了测量领域中许多重大变革,因而深受广大测量人员的欢迎。

20世纪后期,随着计算机技术、空间技术和现代通信技术日新月异的迅猛发展和各种学科的深层次的交叉融合,测绘学也在适应新形势的需要而发生着深刻地变化。这对测绘仪器的发展提出了更高和更迫切的要求。测绘仪器随之朝着数字化、小型化的方向发展。

近年来,我国测量仪器的研制与应用,也取得了显著成绩。各种类型的经纬仪、水准仪、测距仪、全站仪、GPS接收机,已大批量生产。南方测绘、中海达、科力达等公司也跻身国际先进行列。今后的测量仪器将进一步吸取其他学科取得的新成果,向多功能方向发展;仪器设计和制造将趋于小巧,精密式样更加新颖。我国建设发展离不开测绘工作,因此测量仪器应迅速发展,赶上世界先进水平,这是时代赋予我们的伟大使命。

本章小结

本章主要介绍常用测量仪器水准仪、经纬仪、测距仪、全站仪的分类及系列标准,简单介绍了测量仪器的发展。

第 1 章

测量仪器维修的基本知识

随着科学技术的不断发展和计算机的广泛应用,现代测绘技术水平也得到了迅速的提高,测量仪器也有了质的飞跃。由过去的光学仪器,逐渐地过渡到半站仪,接着又推出了全站仪,以致到现在发展的 GPS 和测量机器人等先进仪器设备。测量仪器不断地创新,测量野外作业的劳动强度也逐渐地减轻,工作效率也就不断地得到了提高。因此,作为一名测量工作者,首先就应掌握好测量仪器设备的特点、使用方法以及相应的保管与维护知识,使其永远保持着最佳的性能状态。那么,本章就主要介绍测量仪器的日常保管与维护工作。

1.1 测量仪器的日常保管与维护

现代测量仪器的发展越来越快,品种也越来越多,更新速度也是日新月异。但是任何一种仪器的日常保管与维护工作都是必须保证的。由于一些外部环境的影响,增加了维修率,所以维持测量仪器的准确性,并使其能够处在良好的工作状态就显得尤为重要。下面通过几个方面介绍测量仪器的日常保管工作的要点。

1.1.1 测量仪器的日常保管

1) 仪器保管室的要求

仪器保管室应干燥、通风,室温最好保持在 $10\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度在 40%左右。房间内不得存放带酸性或碱性物品。

2) 仪器箱的防潮措施

①仪器使用完毕,应拭去表面灰尘或水珠,放在通风处吹干后再放入仪器箱中。

②仪器箱内应保持干燥,要防潮防水,并及时更换干燥剂。因为湿度为 70%时,将会使仪器生霉、生雾、生锈。

3) 仪器的日常管理工作

①所管理的仪器应进行登记、造册,并根据各种仪器的型号规格进行编号。

②制定管理办法,明确仪器使用的注意事项、使用要求、仪器损坏赔偿办法等具体要求和措施。

③在仪器的借领过程中,以每台仪器为单位对仪器编号进行登记,并要求借出者进行签名、登记,落实每台仪器的使用人,从而避免仪器发生损坏后,无法追究责任人的情况。

④在仪器归还过程中,要注意对仪器的各个要件进行检查,特别是对仪器易损坏的部件,如制动螺旋、脚螺旋以及仪器脚架等。对于发生损坏的仪器,应登记备注,由损坏人签名确认后,根据损坏情况,按照管理办法进行处理。

⑤仪器长期不用时,应以一个月左右定期取出,通风防霉或通电驱潮,以保持仪器良好的工作状态。

⑥仪器应放在仪器柜上,放置要规范,不得倒置。

1.1.2 测量仪器的日常维护

测量仪器的日常维修工作,主要是对各类仪器由于在使用过程中方法不正确以及搬运途中仪器的震动等原因造成的仪器精度降低、各部件螺丝松动等情况进行维护和校正。因此,在问题出现之前,应做好测量仪器的日常维护工作。

1) 测量仪器使用前后的维护保养

①使用前应检查仪器箱是否关闭和锁紧、仪器箱背带及提手是否牢固。

②开箱后提取仪器前,应先将仪器箱放置水平,再取出,同时要看准仪器在箱内放置的方式和位置;仪器使用完毕,按原来的状态放入仪器箱内,装箱时各部位要放置妥帖,合上箱盖时应无障碍。

③装卸仪器时,必须握住仪器的支架或提手;将仪器从仪器箱取出或装入仪器箱时,一手握住支架或提手,一手握住基座,轻拿轻放。不可握住显示屏幕的下部,也不可拿仪器的镜筒,否则会影响内部固定部件,从而降低仪器的精度。

④光学元件应保持清洁,如沾染灰沙必须用毛刷或柔软的擦镜纸擦掉。禁止用手指抚摸仪器的任何光学元件表面。清洁仪器透镜表面时,应先用干净的毛刷扫去灰尘,再用干净的无线棉布蘸酒精由透镜中心向外一圈圈地轻轻擦拭。除去仪器箱上的灰尘时切不可使用任何稀释剂或汽油,而应用干净的布块蘸中性洗涤剂擦洗。

⑤在潮湿环境中工作,作业结束,要用软布擦干仪器表面的水分及灰尘后再装箱。回到仪器室后,应立即开箱取出仪器放于干燥处,彻底晾干后再装入箱内。

⑥冬天室内、室外温差较大时,仪器搬出室外或搬入室内,应间隔一段时间后才能开箱。

2) 测量仪器在测站上的维护保养

①先将三脚架安稳,固紧有关螺旋。仪器安置中,必须拧紧中心连接螺旋,防止摔坏仪器。

②在太阳光照射下观测仪器,应给仪器打遮阳伞或使用太阳滤光镜,以免影响观测精度。

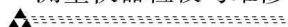
③观察人员不得离开仪器(保持1 m左右距离)。在杂乱环境下测量,仪器要有专人守护。

④转动仪器或望远镜时,应先检查制动螺旋是否打开,切忌硬扳硬转。

⑤仪器任何部分发生故障,不应勉强继续使用或任意拆卸仪器,应由检修人员来处理,否则会加剧仪器的损坏程度。

⑥注意轻拿轻放、不挤不压,无论晴雨,均要事先做好防晒、防雨、防震等措施。

⑦中途休息或观测时,仪器箱要放在安全地点,不能踩踏或当凳子坐。



3) 测量仪器搬站时注意事项

①搬站之前,应检查仪器与脚架的连接是否牢固,以防摔落。

②当测站之间距离较近,搬站时应将仪器略加制动,望远镜放直,仪器连同三脚架抱于胸前竖拿,切忌斜扛于肩上。

③当测站之间距离较远,搬站时应将仪器卸下,装箱带走。行走前要检查仪器箱是否锁好,安全带是否系好。

4) 测量仪器运输中的注意事项

①首先把仪器装在仪器箱内,再把仪器箱装在专供运输用的木箱内,并在空隙处填以泡沫、海绵、刨花或其他防震物品。

②装箱时应检查仪器各部件位置是否正确,否则会引起箱盖盖不上,切忌用力压紧箱盖。装好后将木箱或塑料箱盖子盖好,需要时应用绳子捆扎结实。

③无专供运输的木箱或塑料箱的仪器不应托运,应由测量人员亲自携带。在整个运输过程中,要做到人不离开仪器。如乘车,应将仪器放在松软物品上面,并用手扶着,在颠簸厉害的道路上行驶时,应将仪器抱于怀里。

1.2 测量仪器配件和工具的维护

1.2.1 三脚架的维护

任何测量仪器的使用,都离不开三脚架。水准仪、经纬仪、全站仪等测量仪器设备,都有与之对应的三脚架。三脚架的稳定性,也决定了测量成果的精确度。人们往往只关注仪器的保养而忽视对三脚架的维护。

水准仪脚架,由于现在水准仪较轻,因此脚架多采用木质小三脚架。但使用时间过长后经常出现脚架伸缩固定螺丝滑丝的情况,而厂家生产的脚架固定螺丝都没有单独配件,因此,对脚架的维修比较困难。经纬仪、全站仪脚架较大较重,在脚架伸缩固定螺旋方面,使用情况要比水准仪的脚架稳定很多,一般不会出现滑丝的情况,但由于长时间的搬动,脚架其他部件的螺丝容易松动。所以在日常使用中,针对仪器的三脚架应做到以下几点:

①需要定时对三脚架进行检查,防止螺丝松动脱落。

②在架设或搬运中,应轻拿轻放,不可横放坐于架腿上,以免变形或断裂。

③做好三脚架的防锈工作,潮湿天气使用后,应通风擦干,并及时清理三脚架脚尖上的泥土或灰尘。

④正确架设三脚架,不可乱拧固定螺旋或不要将螺丝旋得太紧。

1.2.2 电池的维护

测量电子仪器的电池是其最重要的部件之一,现在电子仪器所配备的电池一般为 Ni-MH (镍氢电池) 和 Ni-Cd (镍镉电池),电池的好坏、电量的多少决定了外业时间的长短。只有在日常工作中,注意电池的充放电,才能延长仪器的使用寿命,使其功效发挥到最大。因此,电池的日常工作应注意以下几点: