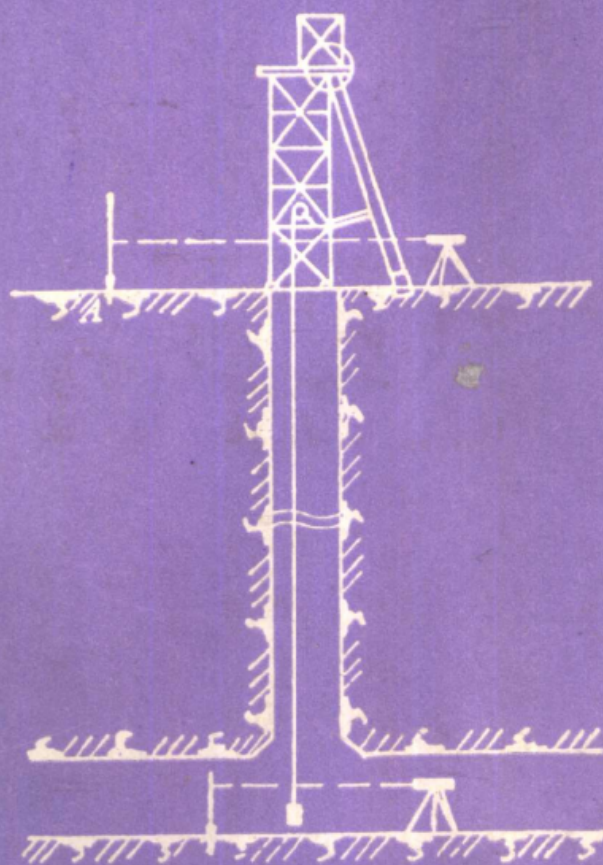




煤矿技工学校通用教材

矿山测量

(修订本)



煤炭工业出版社

封面设计： 刘 晓 松

ISBN 7-5020-1152-8/TD17

书号： 3920 定价： 23.70元

煤矿
技术
工人
教材
通用
教材

矿山
测量

(修订本)

TD17

G-323-1

煤矿技工学校通用教材

矿 山 测 量

(修 订 本)

关 桂 良 编

煤炭工业出版社

(京)新登字 042 号

内 容 提 要

本书共分四部分：第一部分（第1~7章）为生产矿井测量，主要介绍矿井联系测量、井下控制测量、巷道及回采工作面测量、井巷贯通测量等基本理论和方法，以及仪器的构造、使用和检校；第二部分（第8~13章）为建井测量和铁路测量，主要介绍井口及地面建筑标设、立井掘砌及设备安装测量、井筒延深测量及矿区铁路测量的主要方法；第三部分（第14章），阐述了岩层与地表移动的基本知识、地表观测站的设置、观测及成果整理，“三下”采煤观测及留设煤柱的基本方法；第四部分（第15章），介绍了煤矿储量的分类、级别、损失及损失率等基本概念，储量计算及“三量”管理的一般方法。有关光电测距、陀螺定向、激光指向等新技术，分别纳入相应的章节中介绍。为了便于读者学习掌握，除编入了部分实例外，每章末还附有小结及思考、练习题，以供选做。

本书是全国煤矿技工学校统编教材之一。根据技校特点和本课程的任务，内容力求理论联系实际、由浅入深、通俗易懂和多举实例，突出教材的工艺性、技能性和实用性。本书主要供煤矿（含基建）技工学校教学使用，也可作为现场测量工人培训教材或自学参考书。

煤矿技工学校通用教材

矿山测量（修订本）

关桂良 编

责任编辑：牟金锁

*

煤炭工业出版社 出版

（北京安定门外和平里北街21号）

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 21 插页 3

字数 494 千字 印数 1—3, 265

1996年4月第1版 1996年4月第1次印刷

ISBN 7-5020-1152-8/TD17

书号 3920 C0149 定价 23.70 元

前 言

为适应煤矿技工学校教学改革的需要,加速技工人才的培养,促进煤炭工业现代化生产建设的不断发展和技术进步,全国煤矿技工教材编审委员会于1992年召开了第二次全体会议,确定以“七·五”教材建设为基础,按照“补齐、配套、完善、提高”,突出基本理论、基本知识和基本操作技能训练的原则,编制了“八·五”技工教材建设规划。这套教材包括:《机械制图》、《综采工作面采煤机》、《煤矿开采方法》、《选煤厂技术检查》、《矿区地形测量》等共计70余种,将陆续由煤炭工业出版社出版发行。

这套教材主要适用于全国煤矿技工学校教学,也适于具有初中文化水平的工人自学。

《矿山测量》是这套教材中的一种,是根据修订后的“八·五”期间全国煤矿技工学校统一教学计划和大纲编写而成,并由全国煤矿技工学校教材编审委员会组织审定认可,是煤矿技工学校教学必备的统一教材。

该教材由淄博矿务局技工学校关桂良编写,重庆煤矿技工学校王德修任主审,淮南、新密、抚顺等煤矿技工学校的有关教师和工程技术人员参加了审定工作。

由于时间仓促,经验不足,书中难免有不足之处,请读者和用书单位批评指正。

全国煤矿技工教材编审委员会

1995年11月

ABE34/05

目 录

绪论	1
第一章 井下平面控制测量	4
第一节 概述	4
第二节 经纬仪及其检验校正	6
第三节 井下经纬仪导线水平角的观测	9
第四节 井下经纬仪导线边长的丈量	13
第五节 井下经纬仪导线测量外业	17
第六节 井下经纬仪导线测量内业	21
第七节 光电测距及其在井下的应用	27
第八节 井下经纬仪导线测量的误差	33
小结	42
思考、练习题	42
第二章 井下高程测量	44
第一节 概述	44
第二节 井下水准测量	47
第三节 井下三角高程测量	50
第四节 巷道纵断面图的测绘	51
第五节 井下高程测量的误差	54
小结	59
思考、练习题	59
第三章 矿井联系测量	60
第一节 概述	60
第二节 一井定向	62
第三节 两井定向	71
第四节 导入高程测量	76
第五节 矿井几何定向的误差	79
小结	89
思考、练习题	90
第四章 陀螺经纬仪定向测量	94
第一节 概述	94
第二节 陀螺经纬仪的构造	94
第三节 陀螺经纬仪的工作原理	96
第四节 陀螺经纬仪定向测量方法	100
第五节 陀螺经纬仪定向测量实例	106

第六节 陀螺定向的精度及注意事项	110
小结	111
思考、练习题	111
第五章 巷道掘进测量	113
第一节 概述	113
第二节 直线巷道中线的标定	116
第三节 曲线巷道中线的标定	120
第四节 巷道腰线的标定	125
第五节 激光指向仪的安装使用	134
第六节 掘进巷道的验收测量	138
小结	139
思考、练习题	139
第六章 贯通测量	142
第一节 概述	142
第二节 贯通测量工作和标定要素的计算	143
第三节 井巷贯通测量误差预计	151
第四节 贯通测量的施测与检查调整	156
小结	161
思考、练习题	161
第七章 采区测量	164
第一节 采区联系测量	164
第二节 采区次要巷道测量	168
第三节 巷道碎部测量	171
第四节 回采工作面测量	173
小结	174
思考、练习题	174
第八章 井口标定和地面建筑物施工测量	175
第一节 建井测量的任务和内容	175
第二节 标定工作的基本方法	175
第三节 井筒中心及井筒十字中线的标定	179
第四节 平整工业场地时的测量工作	181
第五节 地面建筑物施工测量	182
小结	187
思考、练习题	187
第九章 立井掘进和砌壁施工测量	189
第一节 立井井筒锁口和井盖的标定	189
第二节 井筒掘进时的测量工作	190
第三节 井筒砌壁时的测量工作	192
第四节 立井激光指向	195

第五节 立井特殊法施工测量	197
小结	201
思考、练习题	201
第十章 矿井提升设备安装测量	203
第一节 罐梁和罐道安装测量	203
第二节 井架安装测量	207
第三节 天轮安装测量	213
第四节 提升绞车安装测量	214
小结	218
思考、练习题	218
第十一章 装载硐室和井底车场施工测量	220
第一节 马头门施工测量	220
第二节 装载硐室施工测量	222
第三节 井底车场导线设计	223
第四节 硐岔施工测量	228
小结	232
思考、练习题	232
第十二章 立井延深测量	234
第一节 概述	234
第二节 立井延深中心及十字中线的测算	234
第三节 延深井筒中心及十字中线的标定	238
第四节 旧井中心及十字中线恢复测量实例	240
小结	244
思考、练习题	244
第十三章 矿区铁路测量	245
第一节 概述	245
第二节 直线定线测量	246
第三节 圆曲线的测设	249
第四节 带有缓和曲线的曲线测设	253
第五节 回头曲线和复曲线的测设	258
第六节 线路纵横断面图测绘及土方计算	259
第七节 线路施工测量	265
小结	272
思考、练习题	272
第十四章 地表移动观测和煤柱	274
第一节 地表与岩层移动的基本概念	274
第二节 地表移动观测站的设计与设置	278
第三节 地表移动观测和资料整理	282
第四节 “三下”采煤观测概述	290

第五节 煤柱的留设方法	291
小结	300
思考、练习题	301
第十五章 生产矿井储量管理	303
第一节 储量的分类、级别与变动	303
第二节 储量的损失及损失率	306
第三节 储量计算的基本方法	307
第四节 矿井“三量”计算	310
小结	319
思考、练习题	319
附录	320
一、测量常用字母表	320
二、经纬仪系列型谱表	320
三、水准仪系列型谱表	321
四、测量误差基本公式	322
五、光学经纬仪的读数方法	323

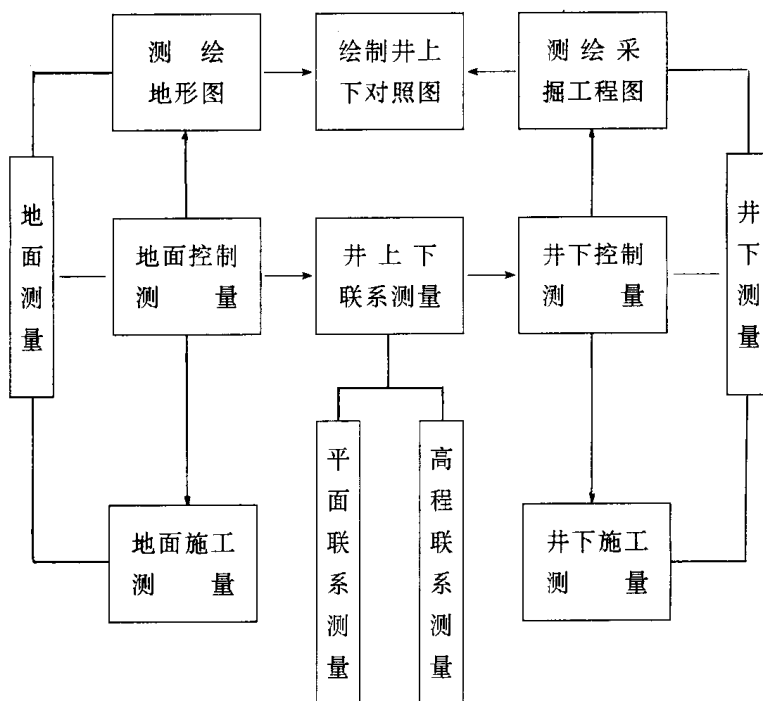
绪 论

一、矿山测量在煤矿开发中的作用

矿山测量学的内容，包括为矿山勘探、基建和生产各阶段及资源的保护与合理开采提供基础性技术资料而进行的一切测量、计算和制图。煤矿测量的基本任务主要有两项：一项是测绘各种矿图，供煤矿生产建设使用，简称测图（或测定）；一项是将图纸上设计好的工程位置标定于实地，作为施工的依据，简称测设（或放线）。

煤矿企业是由工业建（构）筑物、地下井巷和采掘工作面所组成的一个复杂而又紧密联系的有机整体。为了确定和反映井下巷道之间、采区之间、相邻矿井之间，以及井下开采场所与地面建筑物之间的相互位置关系，确保矿井安全合理地生产，从矿区勘探、设计兴建起，直至矿井采终报废止，在整个开发过程中，都必须经常不断地进行测量工作。

根据由整体到局部，高级控制低级的原则，一个矿区或井田范围内的测量工作，主要包括地面测量、井上下联系测量和井下测量。它们的相互联系和工作顺序，可用下表形式表述。



由上表看出，地面测量是基础；联系测量是桥梁；井下测量是反映采掘平衡关系的主要依据，以其测量成果绘制的各种矿图，及时反映着煤矿的生产建设面貌及其位置关系。测量工作在大力开发煤炭资源中与地质工作紧密配合起先导作用；在均衡生产方面起保证作用；在工程质量及合理利用资源方面起监督作用；在安全生产方面起指导作用。可见，测量工作是煤矿开发中不可缺少的一项技术基础工作。

二、煤矿测量工作的主要任务

(1) 建立矿区地面和井下(露天采场)测量控制系统,为煤矿各项测量工作提供起算数据。

(2) 依据设计文件,进行采掘(剥)、土建、管线和机电安装等工程测量工作,并在煤矿基本建设和生产各个阶段,对采掘(剥)工程是否按设计施工进行检查和监督。

(3) 利用测绘资料,解决煤矿生产、建设和改造中提出的各种测绘问题,并为煤矿灾害的预防、救护提供有关的测绘资料。

(4) 测绘各种煤矿测量图,满足煤矿生产、建设和规划各阶段的需要。

(5) 定期进行矿井“三量”(开拓煤量、准备煤量和回采煤量)、露天矿“二量”(开拓煤量、回采煤量)和露天矿采剥量的统计分析;正确反映煤矿采掘(剥)关系现状。按《生产矿井储量管理规定》的要求,对煤矿各级储量动态及损失量进行统计和管理,对煤炭资源的合理开采进行业务监督。

(6) 建立地表、岩层和建(构)筑物变形观测站,开展矿区地表与岩石移动规律、采矿或非采矿沉陷综合治理以及环境保护工作的研究。

(7) 根据矿区地表与岩层移动变形参数,设计和修改各类保护煤柱。参与“三下”(铁路下、水体下、建筑物下)采煤和塌陷区综合治理以及土地征用和村庄搬迁的方案设计和实施。

(8) 进行矿区范围内的地籍测量。

(9) 参与本矿区(矿)月度、季度、年度生产计划和长远发展规划的编制工作。

三、矿山测量的原则和矿井测量工作的特点

矿山测量与地面测量一样,仍然依照高级控制低级、每项测量有检查、测量精度应满足工程要求这三项原则进行。一般来说,地面测量的仪器、方法及基本理论,均能用于矿井测量。但矿井测量也具有它自己的特点。例如:

(1) 工作条件不同。在井下黑暗、潮湿、狭窄、行人和运输车辆较多等困难条件下测量,需要采用适宜的仪器和方法。

(2) 测量对象不同。井下测量的主要对象是各种巷道,因受条件限制,平面控制只能采用导线测量方法。

(3) 考虑精度的出发点不同。地面测图的精度,不同的比例尺要求不同,且整个图纸的精度比较均匀。而井下导线因边短和定向误差等影响,其误差由井田中央向边界迅速增大,图纸各处精度均不一致。故《煤矿测量规程》(以下简称《规程》)根据一般采矿工程对导线最远点的精度要求,来制定井下基本控制导线的施测规格。

(4) 测量程序上有所不同。地形测量是在整体控制的基础上进行的。而井下测量则必须适应采掘工程的特点,一般从高级点起,先设次一级支导线进行控制、给向和测图,再设基本控制导线实行检查,当巷道贯通后逐渐构成闭(附)合导线。这种分段控制、给向和测图的特点,要求测量必须及时、严谨和准确,否则出现差错很难弥补。

四、《矿山测量》的内容及学习方法

《矿山测量》的内容,包括生产矿井测量、建井测量、铁路测量、地表移动观测及建筑物保护、“三量”计算等。凡属《地形测量》、《矿区控制测量》和《矿图绘制》学科的内容,本书基本不再重述。

矿山测量的理论与方法看起来多而复杂，实质上可归结为平面测量和高程测量、坐标的正算与反算等，研究的基本问题仍然是点的空间位置，解决测图与测设两项主要任务。要抓住这个根本，去学习基本理论与方法，在实习与生产中联系实际灵活地运用，培养熟练的操作技能和解决问题的本领。

当前，煤炭工业日新月异，煤矿已逐步实现标准化、现代化，传统的地测方法、程序、要求和标准已经不能与之相适应，因此地测工作必须进一步改革、完善和提高。

第一章 井下平面控制测量

第一节 概 述

在井下测量中，平面控制测量是井下给向和测图的基础。根据高级控制低级的原则，井下测量也必须先建立控制系统。本节主要介绍井下平面控制测量的布设、使用的仪器工具、测量的精度要求等内容。

一、井下平面控制测量的特点

矿区地面平面控制网是在国家一、二等三角网的基础上建立的。其理论和方法在《矿区控制测量》中介绍。在布设地面控制网时，应注意在井口附近至少设立一个控制点，这个点称为近井点。由近井点经过井筒将地面平面坐标系统传到井下去，求得井下起始边的方向及起始点的坐标。这项工作称为联系测量，将在以后介绍。由于井下条件的限制，井下平面控制网，均以导线的形式布设，因而，井下平面控制测量，实际上是经纬仪导线测量。

二、井下经纬仪导线的等级

《规程》规定，井下平面控制分基本控制和采区控制两类。基本控制导线是矿井的首级控制导线，并能满足一般贯通工程的要求。采区控制导线是矿井的次级导线，主要是满足日常生产测量的要求。

基本控制导线应沿斜井或平硐，水平阶段运输巷道，矿井总回风道，暗斜井，集中上、下山，石门等主要巷道敷设。采区控制导线应沿采区上、下山，中间巷道及片盘运输巷道等次要巷道敷设。

两类导线都应敷设成闭（附）合导线或复测支导线。其精度要求见表 1—1。

表 1—1 井下经纬仪导线的主要技术指标

导线类别	适用条件 (km)	测角中误差 (")	一般边长 (m)	导线全长相对闭合差	
				闭（附）合导线	复测支导线
基本控制	井田一翼长度 ≥ 5	± 7	60~200	1/8000	1/6000
	< 5	± 15	40~140	1/6000	1/4000
采区控制	采区一翼长度 ≥ 1	± 15	30~90	1/4000	1/3000
	< 1	± 30	—	1/3000	1/2000

由上表可知，每类导线均有两种规格，可根据矿井采掘工程的实际需要，依矿井和采区范围的大小选定。

当掘进矿井的主要巷道时，如图 1—1 所示，一般是先敷设 30" 级导线作为给向和填图的依据。当巷道掘进 300~500m 后，就应测设基本控制导线。基本控制点，应尽量利用已

有的 30" 级导线点，并使它的起始边和最末边，与 30" 级导线边相重合，借以检查后者的正确性，以保证矿图的必要精度。巷道继续掘进时，应从基本控制导线最末边开始，继续按上述程序进行施测。如果用激光指向仪给向，则每掘进 300~500m，便测设基本控制导线，以检查指向仪所指方向的正确性，并用检查后的指向仪方向指示下一段巷道的掘进方向。

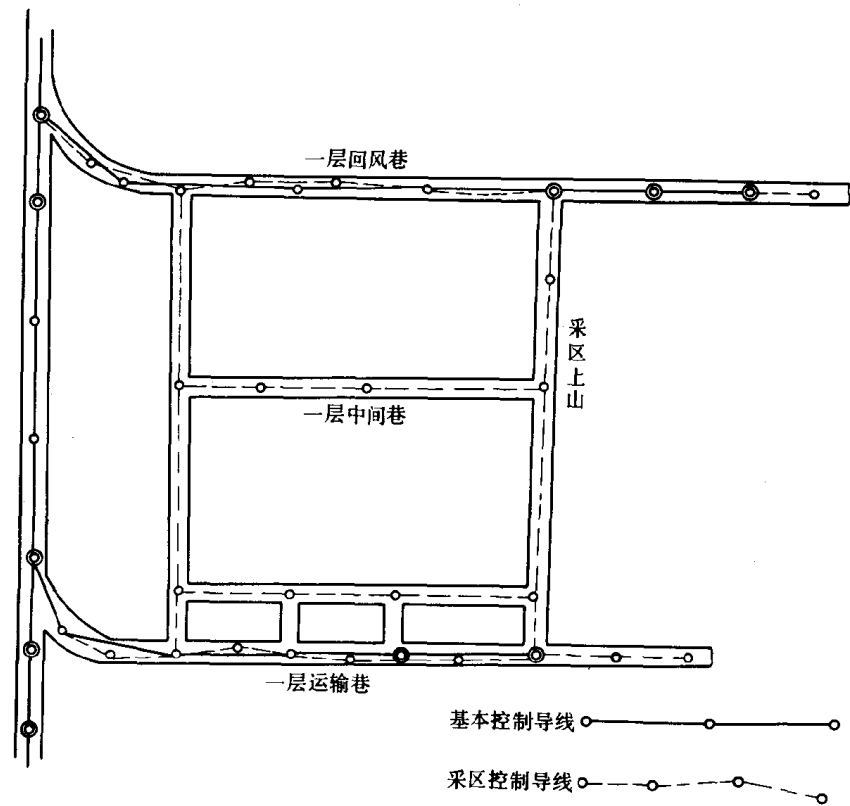


图 1-1

三、井下经纬仪导线的形状

井下经纬仪导线的形状，同地面一样，可以有附合导线、闭合导线、支导线及导线网等。如图 1-1 所示，由于受井下巷道掘进和开拓方式的限制，导线开始多为从已知点起始的支导线形，但当已掘巷道增多时，便逐渐形成闭（附）合导线或导线网（有时形成空间交叉闭合导线）。另外，采区控制导线一般附合在基本控制导线上或自成闭合。若为支导线，则不论基本控制和采区控制，都必须往返测量，以便得到检查。

四、井下经纬仪导线点的设置

井下导线点按其使用时间的长短分为永

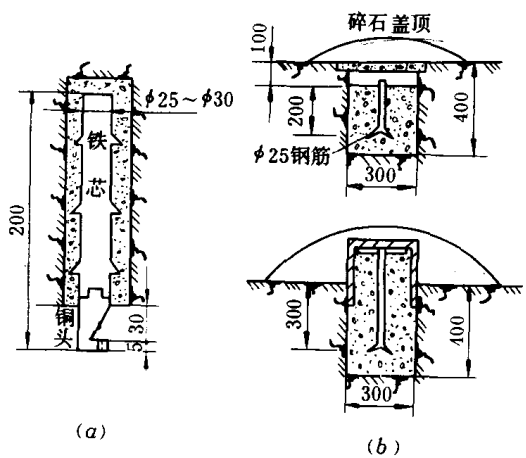


图 1-2

久点和临时点两种。永久点应设置在便于使用和保存的稳定硐顶上或巷道顶、底板岩石内。我国绝大多数矿井都将其设在顶板上,因为点在顶板上使用方便、容易寻找、不易破坏。临时点一般是设在顶板上的。基本控制导线应每隔 300~500m 设立一组永久点,每组永久点不得少于 3 个。

永久点的结构,如图 1-2 所示,图中 a 为顶板点; b 为底板点。顶板点标志的铁芯,最好接上一段铜头。这样既节约又便于使用。用水泥浇灌的永久点,应至少在施测前一昼夜设好,以便凝固。

临时导线点保存的时间较短,一般设在顶板岩石或牢固的棚梁上。可采用图 1-3 所示的形式,图中 a 为设在棚梁上的测点; b 为木楔打入钻孔内,然后打上测钉(打孔时可用手摇钻或凿子等); c 为用水玻璃和水泥将点粘在顶板上。

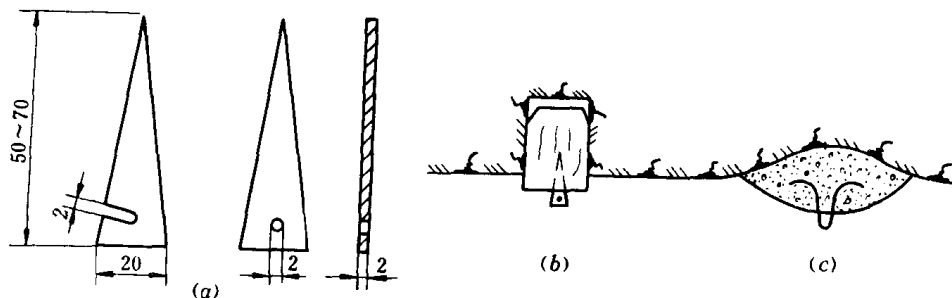


图 1-3

第二节 经纬仪及其检验校正

一、对矿用经纬仪的要求

矿山测量中,主要采用 J2 和 J6 级经纬仪来进行井下测量或标定水平角和倾斜角。为了适应井下的测量条件,在选用各种类型经纬仪时,应力求满足下列要求:

- (1) 仪器结构紧凑,轻便耐用,主要构造部分密封性好,以防止井下滴水、湿气和煤尘的侵入。
- (2) 具有防爆照明设备,便于井下读数及十字丝瞄准目标。
- (3) 具有镜上中心,以便于仪器点下对中,同时由于井下风大,最好将镜上中心做成光学对点器。
- (4) 为了便于在倾斜或急倾斜巷道内观测,仪器应附有偏心望远镜或长管接目棱镜。
- (5) 为了便于观测近目标或测设腰线,仪器最短视距应在 1~2m 左右。
- (6) 为既便于井下安置仪器,又不影响运输,经纬仪应具有可伸缩的三脚架或托盘。
- (7) 为了便于在倾斜巷道标定腰线,可在望远镜上装配腰线望远镜。

一般情况下,地面测量所用的经纬仪,均可用于井下测角。对于 J2 级光学经纬仪,除用于矿区三、四等平面控制测量外,主要用于近井点测量、大型矿井定向和井下 7" 级基本控制导线测量、大型贯通测量及重要工程的精密施工测量。对于 J6 级光学经纬仪,除用于地形测量外,主要用于井下 15" 级基本控制导线和采区控制导线测量,以及普通工程的施

工测量。此外，还有低精度的悬挂式或托盘式矿山经纬仪，适用于采区次要巷道及回采工作面的测量。

近年来，世界各国为使测量工作向自动化程度更高的方向发展，正在综合应用光、机、电原理研制新型的测量仪器，如将经纬仪的度盘改成编码度盘，使测得的方位角值变成电讯号，送入仪器中的电子计算机，与边长同时计算，由仪器直接显示坐标等值。

二、矿用经纬仪的检校

《规程》规定，为了保证测量成果的质量，对所使用的经纬仪，应加强管理，精心使用，定期和在重要测量工作前进行检验和校正。

1. 水准管的检校

目的：使水准管轴垂直于仪器竖轴。

检验：将仪器置于三脚架上大致整平，使水准管平行于一对脚螺旋的方向，调整脚螺旋使气泡居中，转动照准部 180° ，若气泡仍居中，即符合要求，否则须校正。

校正：拨动水准管的校正螺钉，使气泡移回偏移量的一半，再调整脚螺旋使气泡居中。如此反复进行直到符合要求。

可利用上述校正好了的水准管，拨动圆水准器的校正螺钉来校正圆水准器。

2. 十字丝的检校

目的：使十字丝的竖丝垂直于仪器横轴。

检验：安平仪器，将望远镜大致放平，用十字丝竖丝上端对准远处一点，固定照准部。旋转望远镜微动螺旋，同时观察瞄准点，如它始终在竖丝上，则满足要求，否则须校正。另一种检验方法，是距安平的仪器 10m 左右处挂一根垂球线，看竖丝是否与垂球线重合，如不重合则须校正。

校正：放松十字丝两个相邻的校正螺旋，用手将十字丝分划板作微小转动，再徐徐转动望远镜，使所对瞄准点始终在竖丝上，或竖丝与所挂垂球线重合，即可拧好护罩。

3. 视准轴的检校

目的：使视准轴垂直于仪器横轴。

检验：常用方法是整平仪器，瞄准远处约与仪器同高的一点，读取水平度盘读数 α_1 ，再倒镜瞄准该点，取读数 α_2 ，若 $\alpha_1 - \alpha_2 = \pm 180^\circ$ ，则满足要求，否则须校正。

校正：微动照准部，使水平度盘对在两次读数的平均值 $\alpha_0 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 \pm 180^\circ}{2}$ ，固定照准部，先微旋松十字丝上下校正螺钉，然后拨动十字丝左右校正螺钉，使十字丝中心重新对准目标点。这一检校需反复进行，直到满足要求。

4. 横轴的检校

目的：使望远镜横轴垂直于仪器竖轴。

检验：整平仪器，正镜瞄准一仰视倾角大于 30° 的高目标 p ，固定照准部，把望远镜前端向下

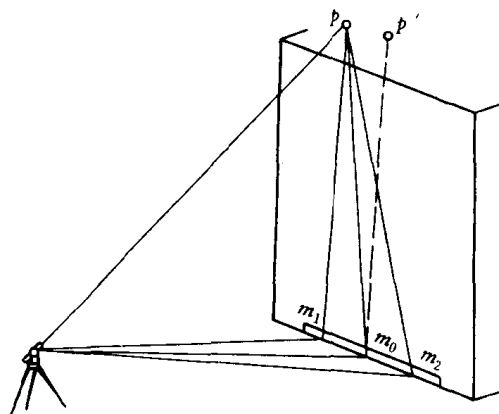


图 1-4

转动瞄准高目标 p 下垂直于视线的水平标尺 (图 1-4), 取读数 m_1 。倒镜同法瞄准高目标 p , 垂下取读数 m_2 。若 $m_1 = m_2$, 则横轴垂直于竖轴, 否则须校正。

校正: 微动照准部, 使望远镜十字丝交点对准平均值 $m_0 = \frac{m_1 + m_2}{2}$, 固定照准部。用望远镜仰视高目标 p , 用横轴的校正螺钉将横轴的一端上升, 使十字丝交点与高目标 p 重合。检校应反复进行, 对 J6 级经纬仪来说, 横轴与竖轴的不垂直度应不大于 $10''$ 。

各类仪器校正横轴的方法不同。如 DJ6-1 型经纬仪是利用转动横轴右端的偏心轴承来进行的。当打开横轴右端支架盖板, 便可看见偏心轴承 2 (图 1-5), 松开固定螺钉 1 (共 3 个), 即可用起子拨动偏心轴承以改变横轴右端的高低。若倒镜读数 m_2 位于正镜读数 m_1 的左边, 便按顺时针方向拨动; 反之则按逆时针方向拨动。

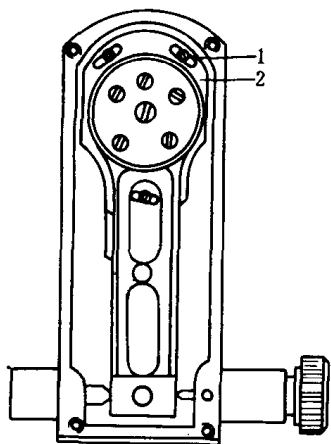


图 1-5

5. 竖盘指标差的检校

目的: 使望远镜视准轴处于水平位置时, 竖盘的指标归于零位。

检验: 安平仪器, 正镜照准远处一高点, 转动竖盘水准器微动螺旋使其气泡居中, 测得该视线的倾角 $\delta_{左}$, 倒镜同法再测得该视线倾角 $\delta_{右}$ 。当 $\delta_{左} = \delta_{右}$, 则无指标差; 否则其指标差 $i = \frac{\delta_{左} - \delta_{右}}{2}$ 。对 J6 级仪器来说, 当 $i > 15''$ 时, 则应校正。

校正: 转动竖盘水准器微动螺旋, 使竖盘指标线在正确倾角的读数上, 此时竖盘水准管气泡必然偏移, 可取下指标水准管护帽, 拨动该水准管的校正螺钉使其气泡居中。此项检校也要反复进行, 直到符合要求。

6. 光学对点器的检校

目的: 使光学对点器视准轴与仪器竖轴重合。

检验:

(1) 安装在 T1、蔡司 010 等仪器照准部上的对点器的检验。安平仪器, 在三脚架下平放一块贴有白纸的测板, 按光学对点器的中心在测板上标出一点, 然后把照准部旋转 180° , 再标出另一点, 若两点不重合。则须校正。

(2) 安装在 T2、T3 等仪器基座上的对点器的检验。将仪器平卧在稳固的桌子边缘, 使照准部固定不动, 基座可以绕轴旋转。在距仪器 $1 \sim 2\text{m}$ 的墙壁上贴一白纸, 按光学对点器中心在纸上标出一点, 然后把基座旋转 180° , 同法标出另一点, 若两点不重合, 则须校正。

校正: 蔡司 010 经纬仪: 如图 1-6 所示, 在对点器目镜管上套有一护盖, 拧下四个固定螺钉, 取下护盖。微松两个固定目镜管的螺钉, 用螺丝刀慢慢撬动目镜管底座, 使光学对点器中心移动到两点连线的中点。

T2、T3 经纬仪: 如图 1-7 所示, 调整校正螺钉 D (松一个、紧一个), 使对点器中心对准两点连线的中点。

7. 镜上中心的检校

目的: 使望远镜水平时, 镜上中心与仪器竖轴重合。

检验: 在避风处挂一垂球, 在其下安平经纬仪, 使望远镜水平。将镜上中心 A (图 1-