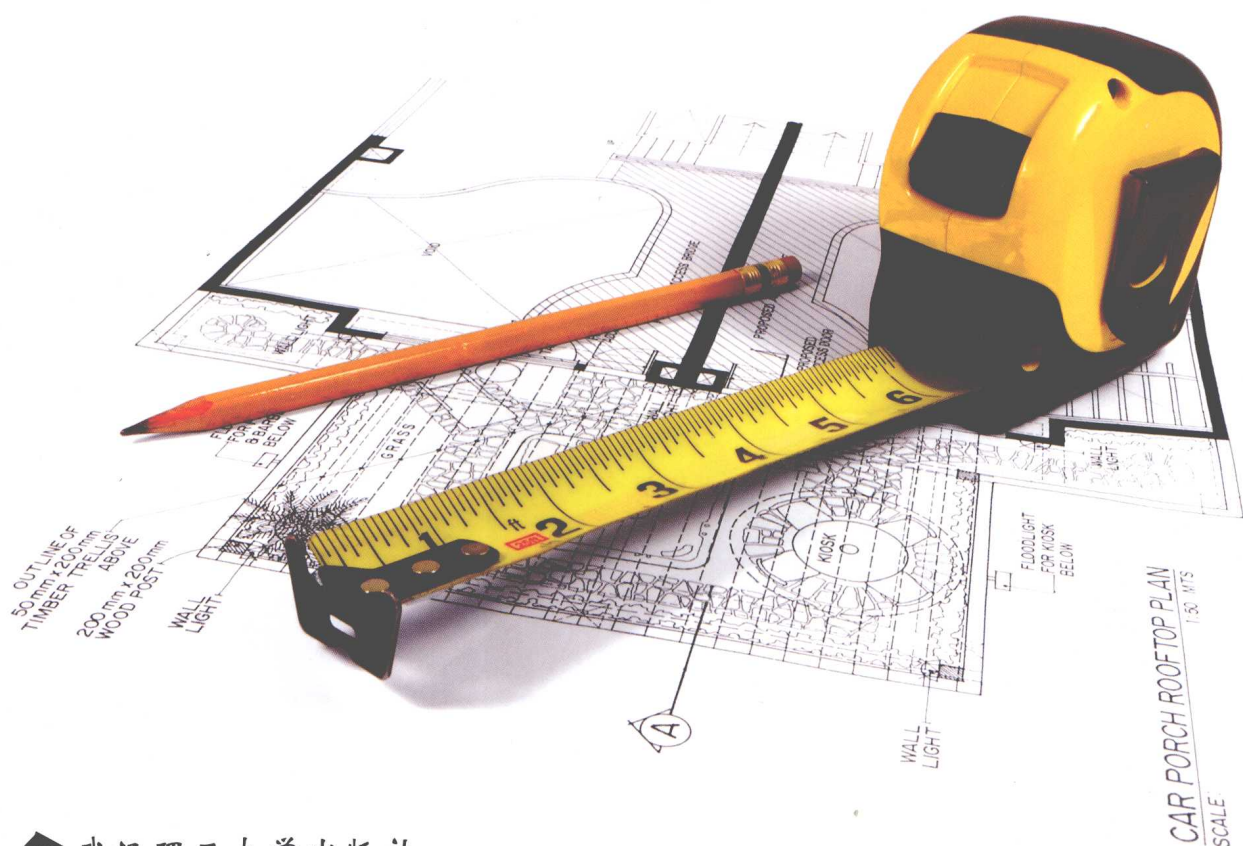


高等职业技术教育土建类专业系列教材

工程测量实训指导

GONG CHENG CE LIANG SHI XUN ZHI DAO

主编 孙 恒 张保成



高等职业技术教育土建类专业系列教材

工程测量实训指导

主 编 孙 恒 张保成

武汉理工大学出版社

内 容 提 要

本书是针对土建类专业必修的“工程测量”课程而开发的实训指导,全书共分八个学习情境(水准测量、角度测量、全站仪测量、GPS测量、地形测量、建筑施工测量、管线测量、路线测量),每个学习情境下有若干个实训任务模块,可供相关专业在课间实习及集中教学实习时选用。为方便学生自主操作仪器,特在附录中列出目前各院校常用的几种型号全站仪和GPS的简要操作说明。

图书在版编目(CIP)数据

工程测量实训指导/孙恒,张保成主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2010.8
ISBN 978-7-5629-3302-1

I. ①工… II. ①孙… ②张… III. ①工程测量-高等学校:技术学校-教学参考资料
IV. ①TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 168843 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮编 430070)

<http://www.techbook.com.cn> 理工图书网

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:荆州市鸿盛印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:12.25

字 数:310 千字

版 次:2010 年 8 月第 1 版

印 次:2010 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1—3000 册

定 价:20.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:(027)87394412 87383695 87384729

版权所有,盗版必究。

序

由内蒙古自治区高职土建类专业建设指导委员会组织编写的特色系列教材出版发行了。这是全区高职教育教学改革、专业与教材建设的一件大事,对进一步推进高职教育教学改革、强化内涵、打造品牌、提高质量,办人民满意的高职教育意义积极而深远。

近十年来,特别是进入“十一五”时期以来,自治区高等职业教育蓬勃发展,其中土建类专业引人注目,其院校分布广,在校生人数多,市场需求持续旺盛,在各专业中一路走红。按照教育部文件要求,从自治区建设专业发展的实际出发,全区各院校的土建类专业,积极开展专业整合、课程开发和教材编写等工作,取得了阶段性成果。但总体上看,能反映高职教育规律、工学结合人才培养模式改革要求、区域特色鲜明的教材相对缺乏,教材建设的任务十分紧迫而繁重。2009年,自治区高职教育研究会成立了土建类专业建设指导委员会,由国家高职示范院校内蒙古建筑职业技术学院担任主任委员单位,全区20余所院校的相关土建类专业带头人组成。土建类专业建设指导委员会成立后,围绕土建类专业教育标准、专业人才培养方案、课程教学改革等开展了一系列专业建设的专题研究活动,院校间进行了合作与交流,同时在专业师资队伍建设、实习实训基地建设和教材建设中,充分体现了校企合作、工学结合的先进理念及“以工作过程为导向”的课程开发思路,“双证融合,教学做合一”的教学新模式等。

专业特色教材是高职教育教学成果的集中体现,教材编写是教学改革的重点、难点和切入点。特色优秀教材已成为先进高职理念和教育教学模式的载体,是师生双主体互动的平台,是实现培养动手能力强、高技能人才目标的基本抓手。由自治区高职土建类专业指导委员会组织编写的系列教材,是一个时期以来优秀教改成果的结晶,是各高职院校通力合作打造精品的成功范例,具有鲜明的应用性、系统性、先进性和创新性,相信此系列教材在应用中会不断充实完善,为推动自治区乃至土建类专业建设发挥积极作用做出应有贡献!

内蒙古自治区高职土建类专业建设指导委员会

2010年8月

高等职业技术教育土建类专业系列教材

编审委员会名单

主任委员:郝 俊

副主任委员:张澍东 魏国卿 赵建军 翟慧泉 赵 琳

委 员:索少宁 张茂林 彭 芳 杨广林 孙 恒

俞金贵 张保成 王玉晨 张 珍 张晓梅

前 言

本书是针对土建类专业必修的“工程测量”课程而开发的实训指导。全书按照“实训教材与理论教学相配合、与工程施工过程实际操作技能要求相符合”的原则编写,共划分为 8 个学习情境,每个学习情境下有若干个实训任务模块,可供相关专业在课间实训和集中性综合实训时选用。为满足实训学生对有关测量仪器说明书的需求,附录中列出目前常用的系列全站仪和 GPS 接收机的简要说明。

本书的编写风格有别于传统的实训指导书,在内容上,注重对学生自主完成实训任务过程中可能出现的问题加以指导;在格式上,采用分页编排及横线分隔形式,每个实训任务模块由任务首页、教学说明页、任务实施页和自主学习页 4 部分组成。本实训指导最显著的特点是引导学生自主学习和培养学生自行完成任务的能力。

本书学习情境 1、2 和附录 F 由内蒙古大学交通学院孙恒编写;学习情境 3 和附录 A、B、C、D 由内蒙古大学交通学院张大伟编写;学习情境 4 和附录 E 由内蒙古大学交通学院张保成编写;学习情境 5 由呼和浩特职业学院赵建军编写;学习情境 6 由内蒙古建筑职业技术学院关毅编写;学习情境 7 由内蒙古建筑职业技术学院弓永利编写;学习情境 8 由呼和浩特职业学院高占云编写;全书由内蒙古大学交通学院孙恒、张保成统稿并主编。

由于编者水平有限,实训过程中出现的问题又千差万别,书中提出的指导方法和观点难免出现疏漏与错误,请广大读者批评与指正。

编 者

2010 年 6 月

目 录

学习情境 1 水准测量	(1)
实训任务 1.1 水准仪的技术操作	(2)
实训任务 1.2 按普通水准测量方法测定地面点高程	(10)
学习情境 2 角度测量	(16)
实训任务 2.1 经纬仪的技术操作	(18)
实训任务 2.2 测量水平角	(24)
实训任务 2.3 测量竖直角	(32)
学习情境 3 全站仪测量	(39)
实训任务 3.1 全站仪测角与测距	(40)
实训任务 3.2 全站仪三角高程测量	(46)
实训任务 3.3 全站仪坐标测量与放样	(51)
学习情境 4 GPS 测量技术	(58)
实训任务 4.1 GPS 接收机认识及 GPS-RTK 测量方法	(60)
学习情境 5 地形图测绘	(65)
实训任务 5.1 地形控制测量	(66)
实训任务 5.2 经纬仪测绘法测绘地形图	(70)
学习情境 6 建筑施工测量	(75)
实训任务 6.1 建筑方格网的测设	(76)
实训任务 6.2 测设水平面	(81)
实训任务 6.3 高程引测	(85)
学习情境 7 管道工程测量	(89)
实训任务 7.1 管道中线测量	(90)
实训任务 7.2 管道带状地形图的测绘	(95)
实训任务 7.3 管道纵断面测量	(100)
实训任务 7.4 管道横断面测量	(105)
实训任务 7.5 管道施工控制桩和附属构筑物控制桩的测设	(110)
实训任务 7.6 已知坡度线的测设	(114)

学习情境 8 路线测量	(118)
实训任务 8.1 路线平面控制测量	(119)
实训任务 8.2 路线高程控制测量	(123)
实训任务 8.3 基于全站仪的路线中线测量	(127)
实训任务 8.4 基于经纬仪和钢尺的路线中线测量	(132)
附录 A 拓普康 GTS-300 系列全站仪简要说明	(136)
附录 B 尼康 DTM-500 系列全站仪简要说明	(142)
附录 C 宾得 R-300 系列全站仪简要说明	(150)
附录 D 南方 NTS-600 系列全站仪简要说明	(154)
附录 E GPS 接收机使用说明	(159)
附录 F 综合实训组织实施案例	(172)
参考文献	(185)

学习情境 1 水准测量

水准测量描述

水准测量是目前高程测量的主要方法之一,它的核心内容是用水准仪测量地面点之间的高差,通过测出已知高程点与未知点之间的高差,然后由已知点高程推算未知点的高程。

在土木工程勘测设计、施工、运营养护的各个阶段,有相当数量的地面点需要测定其高程。例如,修建一栋大楼,首先就是在原本不平坦的自然地面上按设计高程面修筑基础,基础施工过程中,通常用水准测量的方法测定基础范围内许多关键性点位的高程,以此作为施工的依据;还有出行时通过的公路,在路面施工时,一般也是用水准测量的方法控制中线上许多点位的高程而形成符合设计坡度的路面。总之,用水准测量方法测定地面点高程是工程建设中最基本的工作之一。

虽然水准测量的应用非常广泛,但本学习阶段只是要求初学者掌握水准测量的一般方法。具体的学习内容为:

(1) 阅读学习资源中有关水准仪构造的内容,在实训中对照水准仪实物熟悉其各部件的功能及工作原理。

(2) 结合水准测量原理和水准仪的构造,充分理解水准仪的技术操作步骤,并完成水准仪的实际操作训练。

(3) 在实训场地选择一种合适的水准路线形式,按普通水准测量方法测量指定地面点高程,并完成高差闭合差的计算和调整。

水准测量成果在同一测区通常只能采用同一高程系统,也就是测区内水准路线起算的几个已知水准点应是同一高程系统内的已知高程值。高程系统有国家统一高程系统和假定高程系统,水准测量时应尽可能纳入国家统一高程系统。我国在 1959 年首次建立了全国统一的高程系统“1956 年黄海高程系”,从 1987 年开始启用新的“1985 年国家高程基准”。

水准测量的实训任务

1.1 水准仪的技术操作;

1.2 按普通水准测量方法测量地面点高程。

实训任务 1.1 水准仪的技术操作

内容介绍:

首先要熟悉水准仪各部件的功能,然后重点练习水准仪的技术操作步骤。考虑到微倾式水准仪的技术操作已包含有自动安平水准仪的技术操作,且生产单位仍有部分微倾式水准仪还在使用,故第一次实训仍以微倾式水准仪作为实训仪器。

实训条件:

以小组为单位领取 S₃ 型微倾式水准仪 1 台、水准尺 1 把。

实训程序:

(1) 准备:在仪器操作大厅现场播放水准仪的构造和技术操作课件,或由指导教师结合实物现场讲解水准仪的构造及各部件使用功能;由指导老师示范讲解水准仪的技术操作步骤。

(2) 实施:学生分组认识水准仪的构造及熟悉水准仪各部件的使用功能,练习水准仪的技术操作步骤。

(3) 检查:操作过程中个人填写对应的“核对用清单”,或小组同学之间互相检查;课后完成自测题。

(4) 评价:操作结束前,各指导教师分别抽查一个小组进行现场评价,并与学生互动提问。

实训目标:

能够比较规范地完成水准仪的技术操作步骤(对初次操作仪器的学生而言,最重要的是操作的规范性,而操作的熟练性需要在以后的实践中不断提高)。

1.1.1 教学说明页

水准仪的基本构造

(1) 认识水准仪的基本构造和各部件功能是操作水准仪的基础,同时也是正常维护和保养水准仪所不可缺少的知识。虽然不同时期、不同厂家生产的水准仪在构造上有一定的差异,但它们的基本部件和功能却是相同的。

(2) 测量仪器一般都装有望远镜,望远镜的主要技术指标有放大率、视角和分辨率。望远镜的调焦方式目前基本都采用内调焦方式,它是在望远镜镜筒内设置凹透镜,通过转动调焦螺旋带动凹透镜前后滑动,使包括凹透镜在内的组合物镜的焦距发生变化,从而达到调焦的目的。

(3) 测量用望远镜的一个显著特点是在目镜前方的镜筒内装配有十字丝分划板,十字丝分划板是镶嵌在金属圆环内并刻有几条十字线的薄玻璃片。观测目标前通常应根据自身的视力状态用目镜对光螺旋调节十字丝至清晰。

(4) 水准仪的等级一般按其精度指标划分。我国水准仪等级是按仪器所能达到的每 km 往返测高差中数的中误差这一精度指标划分,具体标准如表 1.1 所示。

表 1.1

水准仪系列型号	S_{05}	S_1	S_3	S_{10}
每 km 往返测高差中数偶然中误差	$\leq 0.5 \text{ mm}$	$\leq 1 \text{ mm}$	$\leq 3 \text{ mm}$	$\leq 10 \text{ mm}$

表 1.1 中 S_{05} 、 S_1 型水准仪属精密水准仪, S_3 、 S_{10} 型水准仪可称之为普通水准仪。精密水准仪主要用于高精度水准测量,在工程建设中应用较少;工程建设部门普遍使用 S_3 型水准仪。

水准仪的技术操作

(1) 架设仪器可以不列为技术操作步骤,但对初学者来说也是一个不可忽视的步骤。

(2) 教材中粗平操作示意图仅作为入门练习,在练习过程中要总结气泡移动规律,寻找一种适合自身习惯的更为有效的操作方法。

(3) 在习惯用左手大拇指判断圆水准气泡移动方向的同时,同样要习惯用右手食指判断气泡的移动方向,因为多数人的右手比左手使用频率更高。

(4) 初学者往往会闭着一只眼睛进行瞄准和读数,睁开双眼反而觉得不如闭着一只眼睛看得清晰,这种错觉初学时必须纠正。

(5) 用目镜对光螺旋调节十字丝时,目镜最终的旋转方向应该是由负曲光度向正曲光度(目镜套筒上带有“+、-”标记)旋转。

(6) 消除视差是提高读数精度的关键,在反复交替调节目镜对光螺旋和调焦螺旋消除视差的过程中,应控制眼睛本身不作调焦。要做到这一点,必须在观测过程中睁开双眼使面部肌肉始终处于松弛状态。

(7) 在检查有无视差存在时,眼睛上下移动的幅度不宜太大,头部不能有明显晃动,否则

会因观察物象不清晰而引起错觉。

(8) 在仔细消除视差的基础上,读数时要重视估读毫米数这一环节,因为读数的准确性往往取决于估读毫米数的准确性。

(9) 望远镜有正像望远镜和倒像望远镜两种,目前生产的水准仪多数为正像望远镜。无论何种望远镜,在水准尺上的读数方向总是由小到大。

(10) 操作结束后,松开仪器制动螺旋,将仪器按正确的安放位置装箱(从箱中取出仪器前,要注意观察仪器的正确安放位置)。

1.1.2 任务实施页——水准仪的技术操作

认识仪器：在图 1.1 中引出的标线上标出各部件名称

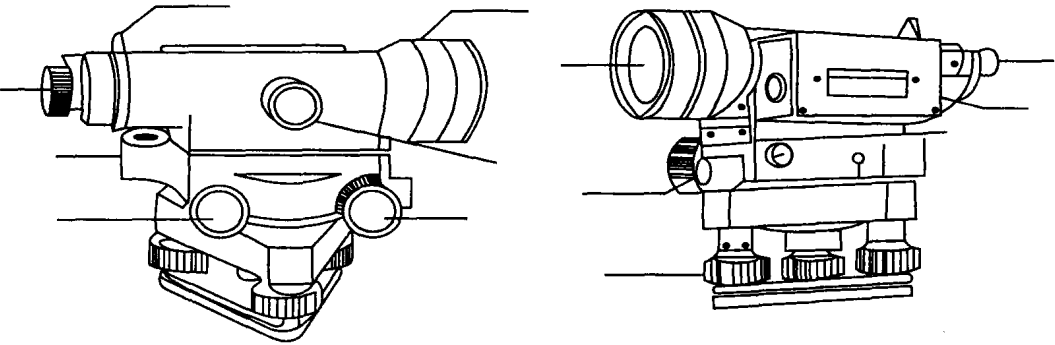


图 1.1 DS₃ 型微倾式水准仪

观察思考：

- (1) 转动调焦螺旋为什么可以改变望远镜的焦距？
- (2) 目镜对光螺旋的功能是什么？
- (3) 为什么仪器制动后微动螺旋才能起作用？
- (4) 转动微倾螺旋为什么可以使符合气泡影像上下错动？
- (5) 望远镜中设置十字丝有何作用？

架 设 仪 器

步骤描述：

打开三脚架，用中心连接螺旋将水准仪装于三脚架上；调节三脚架的一条腿使架头大致水平。

训练指导：

按上述步骤架设好仪器，然后借助下列核对用清单检查架设质量。如某项内容有疑问时，请重新给予调整，直到所有项目都得到肯定的评价。

核对用清单

- 1. 中心连接螺旋旋入基座顺利吗？
- 2. 你觉得脚架蝶形螺旋的松紧度适宜吗？
- 3. 脚架的安置高度合适吗？
- 4. 脚架的张开角度适当吗？
- 5. 架头是否大致水平？

	是	否
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

粗平:旋转脚螺旋使圆水准气泡居中

步骤描述:

粗平操作不必强调统一固定的步骤,而应根据气泡的具体位置灵活决定脚螺旋的转动方向和转动速度。教材中粗平示意图将气泡移动分解为两步,便于初学者掌握,但并不意味着熟练后也停留在这种操作状态。

训练指导:

开始操作时先旋转一个脚螺旋,仔细观察在一个脚螺旋作用下的气泡运动轨迹,熟悉气泡移动方向与手指运动方向之间的关系。稍微熟练时,请按下列两种方式反复练习,总结规律,寻找一种适合于自身特点的有效的操作方法:

(1) 只旋转两个脚螺旋

大家知道,以相同速度同向旋转两个脚螺旋与旋转第三个脚螺旋的效果是一样的。先练习交替旋转两个脚螺旋使气泡居中,直到不加思索能够正确旋转两个脚螺旋为止;再练习同时旋转两个脚螺旋使气泡居中。

(2) 旋转两个脚螺旋并辅助性地旋转第三个脚螺旋

虽然旋转两个脚螺旋可以使气泡居中,但不能拘泥于只是旋转两个脚螺旋,在旋转两个脚螺旋的过程中,用其他手指辅助性地旋转第三个脚螺旋可能更有效。这时,脚螺旋各自的转动方向和转动速度视气泡的具体位置而定,操作熟练后自然可以达到随心所欲的状态。

核对用清单

	是	否
1. 操作结束前,你是否能够不加思索地选择脚螺旋正确的转动方向?	1.	
2. 你是否已选择了一种自认为有效的操作方法?	2.	

瞄准:望远镜十字丝瞄准水准尺

步骤描述:

(1) 左手手指轻抓望远镜后端,右手手指轻抓制动螺旋,转动望远镜用粗瞄器寻找水准尺并制动仪器。

(2) 转动调焦螺旋使水准尺影像清晰,转动微动螺旋使十字丝竖丝对准水准尺中间稍偏一点的位置。

(3) 交替调节目镜对光螺旋和调焦螺旋以消除视差,观测过程中应睁开双眼并使面部肌肉保持松弛状态。

训练指导:

(1) 睁开双眼观测可以减小视差影响,保持轻松的观测状态,有利于提高读数精度。日常生活中大家已习惯于双眼视线相交凝视物体,现在改变为单眼观察物体要有一个适应过程。开始观察时可用手挡住一只眼睛,在观察过程中慢慢撤去手掌,反复练习几次就不需要手掌帮忙了。

(2) 有无视差现象因人而异,观测者应根据自身的视力状况和当时的眼睛松弛状态去交

替调节目镜对光螺旋和调焦螺旋,仔细观察视差现象。在观察过程中,要认真体会眼睛松弛状态与视差大小的关系。

核对用清单

	是	否
1. 你能够睁开双眼看清十字丝和目标影像吗?	1.	
2. 你是运用粗瞄装置寻找水准尺吗?	2.	
3. 你能有效地消除视差现象对读数的影响吗?	3.	

精平:转动微倾螺旋使水准管气泡影像符合

步骤描述:

根据符合水准器观察镜内的影像位置判断微倾螺旋的转动方向,然后转动微倾螺旋使气泡影像左右圆弧线对齐。

训练指导:

转动微倾螺旋使气泡影像的左右圆弧全部消失,观察此时的气泡影像有何特征;根据观察到的现象判断微倾螺旋正确的旋转方向;体会气泡影像符合时气泡移动惯性的影响。

核对用清单

	是	否
1. 你是否已总结出符合气泡影像运动方向与微倾螺旋转动方向的相关规律?	1.	
2. 你不需要从左侧直接观察水准管气泡位置来决定微倾螺旋的转动方向。	2.	

读数:读出十字丝横丝在水准尺上所截取的高度

步骤描述:

仪器精平后即可读数。先确定出毫米数,然后将米、分米、厘米和毫米以 4 位数形式一次报出。如读数 1.300 m 应报出 1300,读数 0.050 m 应报出 0050。

训练指导:

- (1) 在水准尺前直接观察其分划特征,如观察水准尺上 5 cm 和 10 cm 处的特殊标志,10 cm 处的数字注记。
- (2) 在水准尺上标出几个位置练习读数,如在水准尺上标出读数 1028、0098 等的位置。
- (3) 思考四位读数在尺上如何确定:

① 前两位读数(米和分米)在尺上是如何确定的?

② 读数的第三位(厘米)在尺上是如何确定的?

③ 读数的最后一位(毫米)在尺上是如何确定的?

(4) 在望远镜视场内练习读数。

核对用清单

1. 你已找到了水准尺上 5 cm 和 10 cm 的标志吗?
2. 你能说出米和分米数在尺上是如何确定的吗?
3. 你能说出厘米数在尺上是如何确定的吗?
4. 你能说出毫米数在尺上是如何确定的吗?
5. 操作结束前,你已能正确读数吗?

	是	否
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

1.1.3 自主学习页

完成下列判断题和选择题。你不能只满足于做出这些题的正确答案,更重要的是要在学习资源中找出判断和选择的依据。

判 断 题

1. 圆水准器轴是一条铅垂线。 ()
2. 水准管轴是一条水平直线。 ()
3. 水准器的分划值愈小,其灵敏度愈高。 ()
4. 圆水准气泡居中时,圆水准器轴处于铅垂位置。 ()
5. 转动目镜对光螺旋可以改变目镜与十字丝分划板之间的距离,从而达到调节十字丝清晰的目的。 ()
6. 转动调焦螺旋可以改变调焦凹透镜与物镜之间的距离,从而达到调节水准尺成像位置的目的。 ()
7. 视准轴是物镜光心与目镜光心的连线。 ()
8. 水准管气泡影像符合时,水准管轴处于水平位置。 ()

选 择 题

1. 用目镜对光螺旋调节十字丝时,目镜最后的旋转方向应该是()。
A. 由正曲光度向负曲光度 B. 由负曲光度向正曲光度 C. 反复来回旋转
2. 在精平操作时,左手应()。
A. 旋转微倾螺旋 B. 抓住望远镜 C. 搭在脚架上 D. 自然下垂
3. 在粗平操作时,用两手分别转动两个脚螺旋的转动方向应该是()。
A. 同向旋转 B. 相向旋转 C. 视气泡具体位置而定