



示范院校国家级重点建设专业

■ 建筑工程技术专业课程改革系列教材

——学习领域七

土石方工程施工 与组织

主 编 张小林



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

示范院校国家级重点建设专业

■ 建筑工程技术专业课程改革系列教材

——学习领域七

土石方工程施工与组织

主 编 张小林



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材是示范院校国家级重点建设专业——建筑工程技术专业课程改革系列教材之一。本教材是借鉴德国先进的“基于工作过程教学设计”职业教育理念,对原建筑工程技术专业的学科体系进行较大改革而设置的一个学习领域,是以土方工程的主要施工过程为主线,将原学科体系下的《建筑工程测量》、《地基与基础》、《建筑识图》、《建筑构造》、《建筑施工技术》、《建筑机械》等课程相关知识按照土方工程的施工过程进行重构而成,重点突出土方工程施工中实际问题的探讨,通过大量的现场参观,实训项目的操作,提高学生解决实际问题的能力。

本书可作为高职高专建筑工程、道路与桥梁、水利工程等土木工程类专业的教材,也可作为相关专业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土石方工程施工与组织 / 张小林主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2009

(示范院校国家级重点建设专业、建筑工程技术专业课程改革系列教材·学习领域七)

ISBN 978-7-5084-6783-2

I. 土… II. 张… III. ①土方工程-工程施工-高等学校-教材②石方工程-工程施工-高等学校-教材③土方工程-施工组织-高等学校-教材④石方工程-施工组织-高等学校-教材 IV. TU751

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 148606 号

书 名	示范院校国家级重点建设专业 建筑工程技术专业课程改革系列教材——学习领域七 土石方工程施工与组织
作 者	主编 张小林
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 14 印张 332 千字
版 次	2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—1300 册
定 价	49.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

本教材是借鉴德国先进的“基于工作过程教学设计”职业教育理念，对原建筑工程技术专业的学科体系进行较大改革而设置的一个学习领域，是以土方工程的主要施工过程（识读施工图→图纸交底→施工测量放线→土方开挖及边坡支护→地基处理→土方回填→质量评定等）为主线，将原学科体系下的《建筑工程测量》、《地基与基础》、《建筑识图》、《建筑构造》、《建筑施工技术》、《建筑机械》等课程相关知识按照土方工程的施工过程进行重构而成，重点突出土方工程施工中实际问题的探讨，通过大量的现场参观，实训项目的操作，提高学生解决实际问题的能力。通过本“学习领域”的学习，学生应具备土方工程施工所需的专业知识，具备相应的专业操作技能。

本学习领域基本学时 195 学时，其中：理论 105 学时、校内实训 75 学时、企业实训 15 学时。本书在编写时，取材上力图能反映不同地区、不同种类土方工程施工的先进水平，内容上尽量符合土方工程的实际施工过程，文字上深入浅出，通俗易懂，但由于施工现场经验的限制，书中难免有不少缺点、错误和不足之处，真诚地希望读者提出宝贵意见，给予批评指正。

本学习领域由杨凌职业技术学院张小林任主编，申永康与陕西玉祥房地产开发公司总工程师宋勖任副主编，由黄河职业技术学院王付全主审。杨凌职业技术学院的王稳江（学习情境 1），鲁有柱（学习情境 2、学习情境 3），张小林（学习情境 4），申永康（学习情境 5），陕西方元建设工程有限公司总工程师宋勖（学习情境 6）负责各学习情境的编写任务。

本教材在编写过程中，专业建设团队的领导和学院老师提出了许多宝贵意见，学院及教务处领导也给予了大力支持，同时得到陕西省第六建筑工程公司及陕西恒业建设集团的积极参与和大力帮助，在此一并谨向他们表示衷心的感谢。

本教材在编写中引用了大量的规范、专业文献和资料，恕未在书中一一注明。在此，对有关作者表示诚挚的谢意。

本教材内容体系的设计在国内首次尝试，加上作者水平有限，书中不足之处恳请广大师生和读者提出批评指正，编者不胜感激。

编者

2009 年 4 月

课程描述表

学习领域七：土石方工程施工与组织		第一学年	基本学时：195 学时
其中：理论 105 学时、校内实训 75 学时、企业实训 15 学时			
学习目标			
● 熟练水准仪、经纬仪、全站仪等仪器的操作与使用； ● 运用工程测量的基本原理，进行小区域地形测绘、高程控制测量； ● 运用测量知识进行一般建筑施工测量放线； ● 运用土工实验设备进行土工的工程实验及评价； ● 运用勘测资料和地基的基本知识进行地基处理设计； ● 熟练识读基础和地基工程图； ● 能依据图纸进行土石方工程量计算； ● 运用测量知识进行土石方工程的施工放线； ● 编制土方工程施工实施方案； ● 组织土石方施工、进行质量检测； ● 编制地基处理实施方案			
内容		方法	
◆ 测量仪器设备； ◆ 应力与应变、强度承载力与稳定性； ◆ 塑限与流限、击实曲线与密实度； ◆ 地基的处理方案； ◆ 用方格网计算土石方量的计算； ◆ 基础的放线； ◆ 边坡系数、土坡稳定、边坡支护； ◆ 施工现场的建立、施工准备； ◆ 机械设备、劳动力、材料方案； ◆ 地基施工； ◆ 控制测量； ◆ 地基检测； ◆ 场地平整； ◆ 设施及文物保护； ◆ 施工方案、进度计划； ◆ 材料质量鉴定； ◆ 地基验收及土方回填		◆ 讨论； ◆ 演讲； ◆ 练习； ◆ 小组工作； ◆ 媒体； ◆ 现场教学； ◆ 实验； ◆ 仪器操作演练； ◆ 任务教学； ◆ 模拟工作过程； ◆ 企业实训	
媒体	学生需要的技能	教师需要的技能	
■ 测量练习页； ■ 基础工程图； ■ 材料实物； ■ 工作页； ■ 录像、多媒体； ■ 质检表格页； ■ 土工实验表	■ 基本计算能力； ■ 施工方案编制能力； ■ 使用实验设备能力； ■ 建筑制图与识图能力； ■ 现场组织能力	■ 土方工程现场施工经验； ■ 组织教学能力； ■ 正确使用设备能力； ■ 使用施工规范与操作规程能力； ■ 处理突发问题的能力	

前言

课程描述表

学习情境 1 水准测量	1
学习单元 1.1 水准仪与水准测量的基本知识	1
1.1.1 学习目标	1
1.1.2 学习任务	1
1.1.3 学习内容	1
1.1.4 任务描述	1
1.1.5 任务实施	1
1.1.5.1 高程测量概述	1
1.1.5.2 水准测量的基本概念	2
1.1.5.3 水准尺和水准仪	4
1.1.5.4 水准点和水准路线	12
1.1.6 职业活动训练	14
学习单元 1.2 水准测量的实施与水准仪的检校	14
1.2.1 学习目标	14
1.2.2 学习任务	14
1.2.3 学习内容	14
1.2.4 任务描述	14
1.2.5 任务实施	14
1.2.5.1 水准测量方法	14
1.2.5.2 水准仪的检验和校正	19
1.2.5.3 水准测量的误差分析	22
1.2.6 职业活动训练	23
学习情境 2 角度测量	24
学习单元 2.1 角度测量的基本知识与经纬仪	24
2.1.1 学习目标	24
2.1.2 学习任务	24
2.1.3 学习内容	24
2.1.4 任务描述	24
2.1.5 任务实施	24

2.1.5.1	水平角和竖直角观测原理	24
2.1.5.2	DJ6 级光学经纬仪的结构与度盘读数	25
2.1.5.3	经纬仪的使用	29
2.1.6	职业活动训练	31
学习单元 2.2	角度测量方法和注意事项	31
2.2.1	学习目标	31
2.2.2	学习任务	31
2.2.3	学习内容	31
2.2.4	任务描述	31
2.2.5	任务实施	31
2.2.5.1	水平角测量方法	31
2.2.5.2	竖直角测量方法	35
2.2.5.3	经纬仪的检验与校正	38
2.2.5.4	水平角测量的误差分析	41
2.2.6	职业活动训练	43
学习情境 3	建筑施工测量	44
学习单元 3.1	建筑施工控制测量	44
3.1.1	学习目标	44
3.1.2	学习任务	44
3.1.3	学习内容	44
3.1.4	任务描述	44
3.1.5	任务实施	44
3.1.5.1	建筑施工测量概述	44
3.1.5.2	建筑场地上的施工控制测量	45
3.1.6	职业活动训练	51
学习单元 3.2	一般民用建筑施工测量	51
3.2.1	学习目标	51
3.2.2	学习任务	51
3.2.3	学习内容	51
3.2.4	任务描述	51
3.2.5	任务实施	51
3.2.5.1	民用建筑施工测量概述	51
3.2.5.2	民用建筑的定位	54
3.2.5.3	建筑物细部放线	56
3.2.5.4	建筑物基础工程施工测量	57
3.2.5.5	建筑物墙体施工测量	58
3.2.6	职业活动训练	60

学习单元 3.3 工业厂房施工测量	60
3.3.1 学习目标	60
3.3.2 学习任务	60
3.3.3 学习内容	60
3.3.4 任务描述	60
3.3.5 任务实施	61
3.3.5.1 工业厂房控制网和柱列轴线测设	61
3.3.5.2 厂房基础施工测量	63
3.3.5.3 混凝土柱子基础及柱身、平台施工测量	66
3.3.5.4 厂房预制构件安装测量	67
3.3.5.5 屋架安装测量	70
3.3.6 职业活动训练	70
学习单元 3.4 高层建筑施工测量和变形监测	70
3.4.1 学习目标	70
3.4.2 学习任务	71
3.4.3 学习内容	71
3.4.4 任务描述	71
3.4.5 任务实施	71
3.4.5.1 高层建筑施工测量概述	71
3.4.5.2 高层建筑施工测量的实施步骤	71
3.4.5.3 建筑物变形监测	75
3.4.6 职业活动训练	88
学习情境 4 土方工程施工	89
学习单元 4.1 土方工程量计算	89
4.1.1 学习目标	89
4.1.2 学习任务	89
4.1.3 学习内容	89
4.1.4 任务描述	89
4.1.5 任务实施	89
4.1.5.1 识读建筑基础施工图	89
4.1.5.2 土方开挖的断面形式	91
4.1.5.3 土方量计算的基本方法	91
4.1.5.4 场地平整土方量的计算	93
4.1.5.5 沟槽、基坑等土方量的计算	107
4.1.6 职业活动训练	109
学习单元 4.2 土方开挖及回填	109
4.2.1 学习目标	109
4.2.2 学习任务	110

4.2.3	学习内容	110
4.2.4	任务描述	110
4.2.5	任务实施	110
4.2.5.1	土方施工准备工作	110
4.2.5.2	开挖的一般要求	112
4.2.5.3	浅基坑、槽和管沟开挖	113
4.2.5.4	浅基坑、槽和管沟的支护方法	114
4.2.5.5	土方开挖的质量控制要点	118
4.2.5.6	土方机械化施工	119
4.2.5.7	地基验槽	137
4.2.5.8	土方回填	141
4.2.5.9	土方开挖与回填安全技术措施	149
4.2.6	职业活动训练	150
学习情境 5	基坑工程施工	151
学习单元 5.1	基坑工程施工的认识	151
5.1.1	学习目标	151
5.1.2	学习任务	151
5.1.3	学习内容	151
5.1.4	任务实施	151
5.1.4.1	基坑开挖	151
5.1.4.2	基坑工程的设计与基坑安全等级的分级	152
5.1.5	职业活动训练	153
学习单元 5.2	基坑工程勘察	153
5.2.1	学习目标	153
5.2.2	学习任务	153
5.2.3	任务分析	154
5.2.4	任务实施	154
5.2.4.1	岩土勘察	154
5.2.4.2	周围环境勘察	155
5.2.4.3	工程的地下结构设计资料调查	156
5.2.5	职业活动训练	157
学习单元 5.3	支护结构的施工	157
5.3.1	学习目标	157
5.3.2	学习任务	157
5.3.3	任务分析	157
5.3.4	任务实施	157
5.3.4.1	支护结构的分类和组成	157
5.3.4.2	支护结构的选型	162

5.3.5 职业活动训练	164
学习单元 5.4 地下水控制	165
5.4.1 学习目标	165
5.4.2 学习任务	165
5.4.3 任务分析	165
5.4.4 任务实施	165
5.4.4.1 地下水控制方法选择	165
5.4.4.2 基坑涌水量计算	165
5.4.4.3 集水明排法	169
5.4.4.4 降水	171
5.4.4.5 截水	179
5.4.4.6 降水与排水施工质量检验	179
5.4.5 职业活动训练	179
学习单元 5.5 基坑工程监测	179
5.5.1 学习目标	179
5.5.2 学习任务	180
5.5.3 任务分析	180
5.5.4 任务实施	180
5.5.4.1 支护结构监测	180
5.5.4.2 周围环境监测	184
5.5.4.3 监测方案编制	189
5.5.5 职业活动训练	189
学习情境 6 地基处理及桩基工程施工	190
学习单元 6.1 地基加固处理	190
6.1.1 学习目标	190
6.1.2 学习任务	190
6.1.3 任务分析	190
6.1.4 任务实施	190
6.1.4.1 地基处理方法分类	190
6.1.4.2 换土垫层法施工	191
6.1.4.3 重锤夯实地基施工	194
6.1.4.4 强夯地基施工	195
6.1.4.5 振冲地基施工	197
6.1.4.6 深层搅拌地基施工	199
6.1.5 职业活动训练	201
学习单元 6.2 桩基础施工	201
6.2.1 学习目标	201
6.2.2 学习任务	201

6.2.3 任务分析	201
6.2.4 任务实施	201
6.2.4.1 桩基础的作用与分类	201
6.2.4.2 钢筋混凝土预制桩施工	202
6.2.4.3 混凝土与钢筋混凝土灌注桩施工	207
6.2.5 职业活动训练	213
参考文献	214

学习情境 1 水 准 测 量

学习单元 1.1 水准仪与水准测量的基本知识

1.1.1 学习目标

- (1) 会识别不同类型水准仪及其构造。
- (2) 会操作水准仪测高差、算高程。
- (3) 会按任务选择合适的水准路线。

1.1.2 学习任务

- (1) 能够按水准仪各部件的作用规范操作水准仪。
- (2) 能根据前后视读数正确计算两点间高差和高程。
- (3) 能按任务合理的布设水准路线。
- (4) 能使用自动安平水准仪。

1.1.3 学习内容

- (1) 水准测量的原理。
- (2) 水准仪的构造。
- (3) 水准尺读数和尺垫的使用。
- (4) 高差和高程的计算。
- (5) 水准路线的布设形式。
- (6) 自动安平水准仪。

1.1.4 任务描述

了解水准测量的原理和水准仪的类型，掌握水准仪各部件的名称及作用，掌握水准测量的方法、要领，掌握水准路线的形式、特征和运用特点。

1.1.5 任务实施

1.1.5.1 高程测量概述

为了测绘地形图和建筑工程的设计与施工放样，必须测定一系列地面点的高程。高程测量按使用的仪器和方法分为水准测量、三角高程测量和 GPS 高程测量。本章中，主要将介绍水准测量的原理、仪器和方法。水准测量是用水准仪和水准尺根据水平视线测定点与点之间的高差，推算点的高程，是高程测量中最常用的方法，一般适用于平坦地区。

为了统一全国的高程系统，我国采用黄海平均海平面作为全国高程系统的基准面，即我国采用的大地水准面。在该面上的任一点，其高程为零。为确定这个基准面，在青岛设立验潮站和国家水准原点。根据青岛验潮站从 1952~1979 年的验潮资料，确定黄海平均海水面为高程零点，并据此测定青岛水准原点的高程为 72.2604m，这个高程零点和原点高程称为“1985 国家高程基准”。根据这个基准，测定全国各地的高程，例如，2005 年国家测绘局测定珠穆朗玛峰巅的高程为 8844.43m。



从青岛水准原点出发,用一等、二等水准测量在全国范围内沿一定的水准路线测定一系列“水准点”(Bench mark, 缩写为 BM)的高程,作为全国各地的高程基准。各地方按建设需要在国家一等、二等水准点的基础上,用二等、三等、四等水准测量布设更多的水准点,进行加密。为地形测量而进行的水准测量称为“图根水准测量”,为某项工程建设而进行的水准测量称为“工程水准测量”。

1.1.5.2 水准测量的基本概念

1. 水准测量原理

水准测量的基本原理是:利用水准仪提供一条水平视线,对竖立在两地面点的水准尺上分别进行瞄准和读数,以测定两点间的高差;再根据已知点的高程,推算待定点的高程。如图 1.1.1 所示,设已知 A 点的高程为 H_A ,求 B 点的高程 H_B ;在 A, B 两点之间安置一架水准仪,并在 A, B 点上竖立水准尺(尺的零点在底端);根据水准仪望远镜的水平视线,在 A 尺上读数为 a ,在 B 尺上读数为 b ,则 A 点至 B 点的高程为

$$h_{AB} = a - b \quad (1.1.1)$$

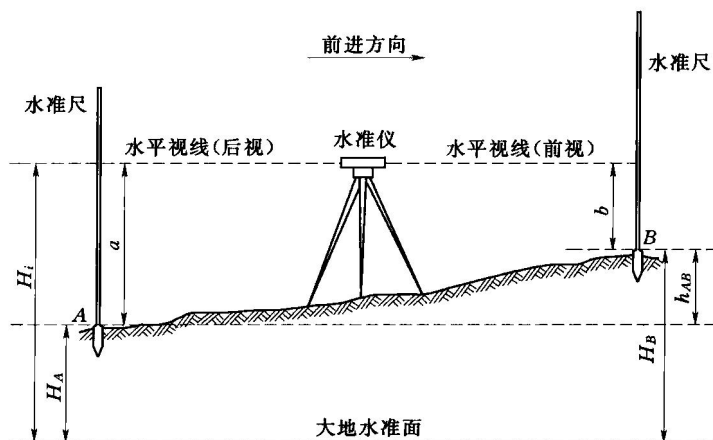


图 1.1.1 水准测量原理

设水准测量是从 A 点向 B 点方向进行的,规定:称 A 点为后视点,其水准尺上读数 a 为“后视读数”;称 B 点为前视点,其水准尺上读数 b 为“前视读数”。由此可见,两点间的高差为“后视读数”减“前视读数”。如果后视读数大于前视读数,则高差为正,表示 B 点比 A 点高;如果后视读数小于前视读数,则高差为负,表示 B 点比 A 点低。为了避免将两点间高差的正负号搞错,规定高差 h 的写法为: h_{AB} 为从 A 点至 B 点的高差, h_{BA} 为从 B 点至 A 点的高差。两者的绝对值相等而符号相反。

如果 A, B 两点的距离不远,而且高差不大(小于一支水准尺的长度),则安置一次水准仪就能测定其高差,如图 1.1.1 所示,设已知 A 点的高程为 H_A ,则 B 点的高程为

$$H_B = H_A + h_{AB} \quad (1.1.2)$$

B 点的高程也可以按水准仪的视线高程 H_i (简称仪器高程)来计算,即

$$H_i = H_A + a \quad (1.1.3)$$

$$H_B = H_i - b \quad (1.1.4)$$



在一般情况下,用式(1.1.1)和式(1.1.2)计算待定点的高程。当安置一次水准仪需要测定若干前视点的高程时,则用式(1.1.3)和式(1.1.4)计算较为方便。

2. 水准面曲率对水准测量的影响

按照定义,两点间的高差是分别通过这两点的水准面之间的铅垂距离。因此,从理论上讲,用水准仪在水准尺上读数也应该是根据通过仪器的水准面,如图 1.1.2 所示,在 A、B 水准尺上的应有读数为 a' 和 b' 。A、B 两点的高差应为

$$h_{AB} = a' - b' = (a - aa') - (b - bb') \quad (1.1.5)$$

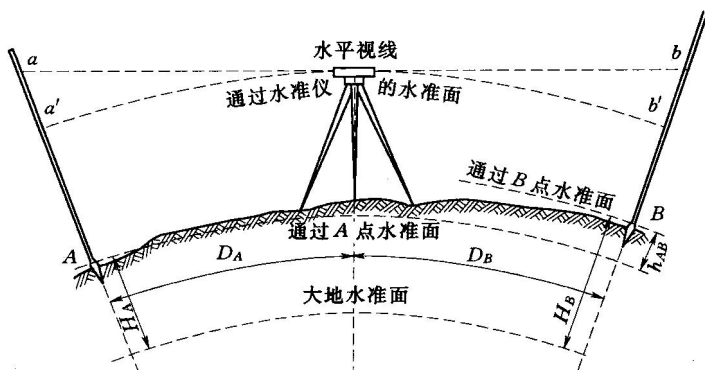


图 1.1.2 水准面曲率对水准测量的影响

aa' 和 bb' 是用仪器的水平视线代替通过仪器的水准面的读数差。设仪器至 A、B 两点的距离分别为 D_A 和 D_B , 则按地球曲率影响的公式计算为

$$aa' = \frac{D_A^2}{2R}; \quad bb' = \frac{D_B^2}{2R}$$

如果水准测量时前视、后视的距离相等(即 $D_A = D_B$), 则 $aa' - bb'$, 则式(1.1.5)成为

$$h_{AB} = a' - b' = a - b \quad (1.1.6)$$

即此时按水平视线或按水准面测定高差已无区别。

虽然,水准面曲率对近距离的水准尺读数影响较小,但水准仪的轴系误差等在前视、后视距离不等时有较大的影响。因此,使前视、后视的距离保持大致相等,是水准测量的基本原则,称为“中间法水准测量”。每一测站容许的前视距、后视距差和各测站的前视距、后视距的积累差,在各种等级的水准测量中都有明确的规定。

3. 连续水准测量

设两点间的距离较远,或高差较大,或不能直接通视,不可能安置一次水准仪即测定其高差。此时,可沿一条路线进行水准测量,中间加设若干个临时立尺点,称为“转点”(Turningpoint, 缩写为 TP),依次安置水准仪,测定相邻点间的高差,最后取各高差的代数和,得到起、终两点间的高差。水准测量所进行的路线称为“水准路线”。

如图 1.1.3 所示,在 A、B 两个水准点之间,由于距离较远或高差太大,在水准路线中间需设置 4 个转点 (TP1~TP4。),在相邻两点间依次测定高差:

$$h_1 = a_1 - b_1, h_2 = a_2 - b_2, \dots, h_5 = a_5 - b_5$$



A, B 两点高差的一般计算公式为

$$h_{AB} = \sum_{i=1}^n h_i = \sum_{i=1}^n (a_i - b_i) \quad (1.1.7)$$

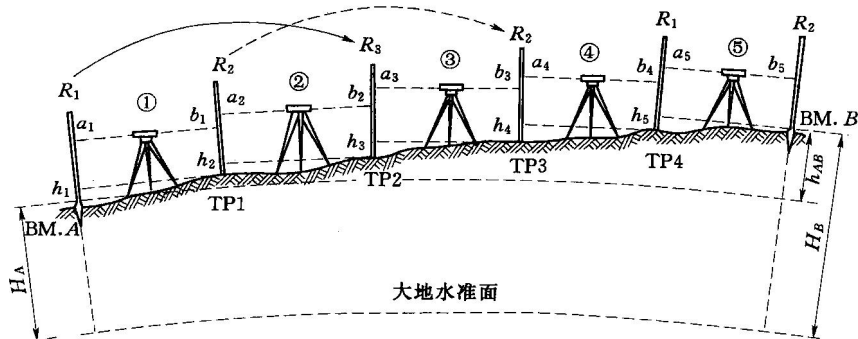


图 1.1.3 连续水准测量

由此可见,在水准路线中,转点是起高程传递的作用,在相邻两测站的观测过程中,必须保持转点的稳定(高程不变)。

1.1.5.3 水准尺和水准仪

1.1.5.3.1 水准尺和尺垫

水准测量所使用的仪器为水准仪,与其配套的工具为水准尺和尺垫。水准尺是用干燥优质的木材、铝合金或玻璃钢等材料制成,长度有 2m、3m、5m 等,根据其构造,分为整尺和套尺(塔尺),如图 1.1.4 所示,其中,图 1.1.4 (a) 所示为整尺,图 1.1.4 (b) 所示为套尺。整尺和套尺中又分为单面分划(单面尺)和双面分划(双面尺)。

水准尺的尺面上每隔 1cm 印刷有黑、白或红、白相间的分划,每分米处注有分米数,其数字有正和倒两种,分别与水准仪的正像望远镜或倒像望远镜相配合。双面水准尺的一面为黑白分划,称为黑色面;另一面为红白分划,称为红色面。双面尺的黑色面分划的零是从尺底开始,红色面的尺底是从某一数值(一般为 4687mm 或 4787mm)开始,称为零点差。水准仪的水平视线在同一根水准尺上的红、黑面读数差应等于双面尺的零点差,可作为水准测量时读数的检核。

套尺一般由三节尺管套接而成,长度可达 5m。不用时,可缩在最下一节的内部,长度不超过 2m,便于携带。但连接处易于产生长度误差,一般用于精度要求不高的水准测量。水准尺上一般装有圆水准器,据此可以使水准尺垂直竖立。

另外还有因瓦(Invar)合金带水准尺和条纹码水准尺,与“精密水准仪”和“电子水准仪”配合使用。

水准路线中需要设置转点之处,为防止观测过程中立尺点的

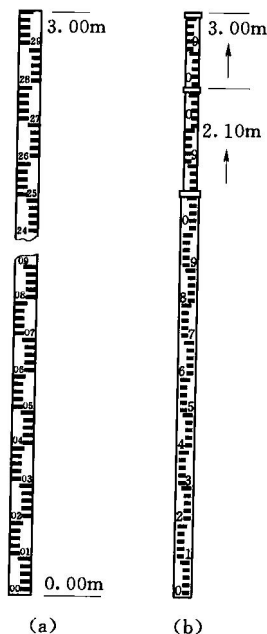


图 1.1.4 水准尺



下沉而影响正确读数，应在转点处放一尺垫，如图 1.1.5 所示。尺垫由平面为三角形的铸铁制成，下面有三个脚尖，可以安置在任何不平的硬性地面上，或把脚尖踩入土中，使其稳定；尺垫上面有一突起的半球，水准尺立于尺垫上时，底面与球顶的最高点接触，当水准尺转动方向时，例如，由后视转为前视，尺底的高程不会改变。

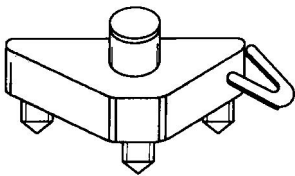


图 1.1.5 尺垫

1.1.5.3.2 水准仪及其构造

1. 水准仪的等级及用途

水准仪分为水准气泡式和自动安平式。前者完全根据水准管气泡安平仪器视线；后者先用水准气泡粗平，然后用水平补偿器自动安平视线。这类仪器均由人工通过望远镜对水准尺上分划进行读数和数据记录。现代的电子水准仪是利用条码水准尺和用仪器的光电扫描进行自动读数的水准仪，其置平方式也属于自动安平式。

水准仪按其高程测量精度分为 DS05、DS1、DS2、DS3、DS10 几种等级。“D”和“S”是“大地”和“水准仪”汉语拼音的第一个字母，后续的数字为每千米水准测量的高差中误差（单位：mm，05 代表 0.5mm，1 代表 1mm，等），DS05 和 DS1 级水准仪属于精密水准仪，DS2、DS3 和 DS10 属于普通水准仪。如果“DS”改为“DSZ”，则表示该仪器为自动安平水准仪。表 1.1.1 列出了各等级水准仪的主要技术参数和用途。本节介绍 DS3 和 DSZ2 级水准仪。

表 1.1.1 水准仪系列技术参数及用途

参数名称	水准仪等级			
	DS05	DS1	DS3	DS10
每千米水准测量高差中误差 (mm)	±0.5	±1	±3	±10
望远镜放大倍率不小于 (倍)	42	38	28	20
水准管分划值 [(″) /2mm]	10	10	20	20
自动安平精度 [(″) /2mm]	±0.1	±0.2	±0.5	±2.0
圆水准器分划值	8	8	8	10
测微器格值 (mm)	0.05	0.05	—	—
主要用途	国家一等水准测量	国家二等水准测量及精密水准测量	国家三等、四等水准测量及工程测量	工程及图根水准测量

2. 水准仪的构造

水准仪主要由测量望远镜、水准管（或补偿器）、支架和基座四个部分组成。图 1.1.6 所示为属于 DS3 级的 S3 型水准仪的外形和外部构件。望远镜和水准管连接在一起，可以通过校正螺丝改变其相对位置；在靠近望远镜物镜一端用一弹簧片与支架相连，转动微倾螺旋，可以通过顶针升降望远镜的目镜一端，使水准管气泡居中，导致望远镜的视线水平；由于用微倾螺旋上、下转动望远镜的角度有限，因此，必须使支架先大致水平；支架的旋转轴即水准仪的纵轴，它插在基座的轴套中，转动基座的三个脚螺旋，使支架上的圆水准器气泡居中，放平支架；这样，微倾螺旋才能在它的调节范围内使水准管气泡居中。

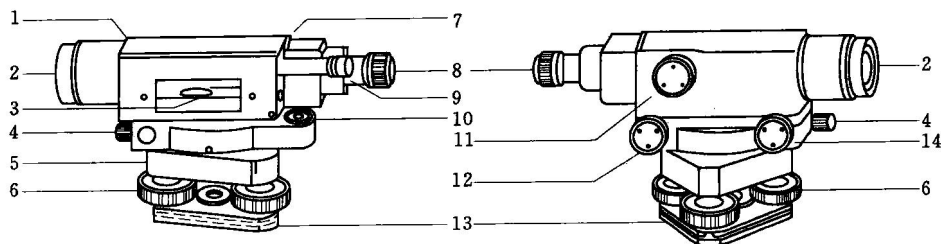


图 1.1.6 DS3 级水准仪

- 1—瞄准用准星；2—望远镜物镜；3—水准管；4—水平制动螺旋；5—基座；6—脚螺旋；
7—瞄准用缺口；8—望远镜目镜；9—水准管气泡观察镜；10—圆水准器；
11—物镜调焦螺旋；12—微倾螺旋；13—基座底板；14—水平微动螺旋

转动望远镜目镜调焦螺旋，可以使望远镜中的十字丝像清晰；转动望远镜物镜调焦螺旋，可以使目标（水准尺）的像清晰；从水准管气泡观察镜中，可以看出水准管气泡是否居中；水平制动螺旋能控制仪器在水平方向的转动，转紧它再旋转水平微动螺旋，可使望远镜在水平方向做微小的转动，便于精确瞄准目标；望远镜上方的缺口和准星，用于在望远镜外寻找目标。

3. 望远镜的构造及其成像和瞄准原理

测量仪器上的望远镜用于瞄准远处目标和读数，如图 1.1.7 所示。它主要由物镜、物

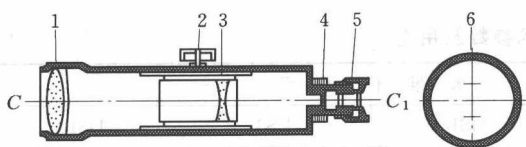


图 1.1.7 测量望远镜的构造

- 1—物镜；2—物镜调焦螺旋；3—物镜调焦透镜；
4—十字丝分划板；5—目镜及目镜调焦螺旋；
6—十字丝放大像

镜调焦螺旋、物镜调焦透镜、十字丝分划板、目镜和目镜调焦螺旋所组成。图 1.1.7 中 6 是从目镜中看到的放大后的十字丝像； CC_1 是物镜光心与十字丝中心交点的连线，称为“视准轴”；转动目镜调焦螺旋，可以按个人的视力使十字丝像最清晰；转动物镜调焦螺旋，可以使目标成像在十字丝平面上，与十字丝一起被目镜放大，并使其

最清晰，这样才能精确地瞄准目标。

望远镜的目标成像原理如图 1.1.8 所示，远处目标 AB 发出的光线经过物镜 1 及物镜调焦透镜 3（两者组成虚拟物镜 2）的折射后，在十字丝平面 4 上成一倒立的实像 ab 。经过目镜 5 的放大，成虚像 $a'b'$ ，十字丝也同时被放大；虚像 $a'b'$ 对观测者眼睛的

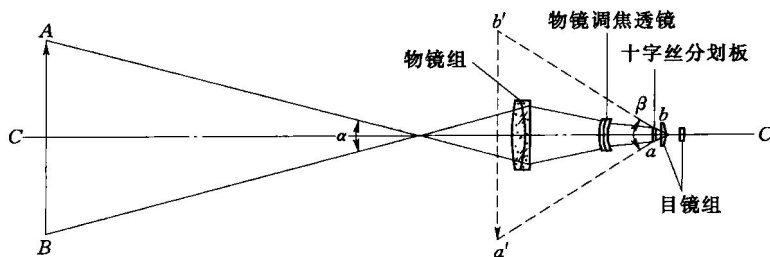


图 1.1.8 测量望远镜的成像和放大原理