

全国测绘地理信息职业教育教学指导委员会
“十二五”工学结合规划教材

工程变形监测技术

Engineering Deformation Monitoring Technology

牛志宏 主编



测绘出版社

全国测绘地理信息职业教育教学指导委员会
“十二五”工学结合规划教材

工程变形监测技术

Engineering Deformation Monitoring Technology

牛志宏 主编

测绘出版社

© 牛志宏 2013

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书是全国测绘地理信息职业教育教学指导委员会“十二五”工学结合规划教材,采用“项目导向”的形式进行编写,体现“教学与生产相结合、理论与实践相结合”的职业教育理念,培养学生的职业能力。全书共有六个项目,主要内容包括工程变形监测基本知识、水利工程变形监测、工程建筑物变形监测、道路工程变形监测、基坑工程变形监测、隧道工程变形监测。

本书主要供工程测量技术、工程测量与监理、水利水电建筑工程、建筑工程技术、道路与桥梁工程等专业使用,也可供从事测绘工程、土木建筑工程及道路桥梁工程专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程变形监测技术/牛志宏主编. —北京:测绘出版社, 2013. 3

全国测绘地理信息职业教育教学指导委员会“十二五”工学结合规划教材

ISBN 978-7-5030-2755-0

I. ①工… II. ①牛… III. ①建筑工程—变形观测—
高等职业教育—教材 IV. ①TU196

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 038907 号

责任编辑	赵福生	执行编辑	巩岩	封面设计	李伟	责任校对	董玉珍
出版发行	测绘出版社			电 话	010—83060872(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号				010—68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010—68531160(编辑部)		
电子信箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	三河市世纪兴源印刷有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	184mm×260mm						
印 张	10.5			字 数	257 千字		
版 次	2013 年 3 月第 1 版			印 次	2013 年 3 月第 1 次印刷		
印 数	0001—3000			定 价	24.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-2755-0/P·633

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

全国测绘地理信息职业教育教学指导委员会 “十二五”工学结合规划教材

编委会名单

主任委员：

李赤一 国家测绘地理信息局

副主任委员：

赵文亮 昆明冶金高等专科学校

吴秦杰 测绘出版社

委员：(按姓氏笔画排序)

丁莉东 江苏省南京工程高等职业学校

牛志宏 长江工程职业技术学院

纪勇 黄河水利职业技术学院

李国建 测绘出版社

李聚方 黄河水利职业技术学院

张东明 昆明冶金高等专科学校

陈传胜 江西应用职业技术学院

周建郑 黄河水利职业技术学院

聂俊兵 石家庄职业技术学院

彭志良 江西应用职业技术学院

前 言

为了更好地配合高等职业教育测绘类专业的教学改革,开展工学结合教学资源开发,为高职高专测绘地理信息类专业高端技能型人才培养提供优质教材支持,提高测绘地理信息类专业人才培养质量,全国测绘地理信息职业教育教学指导委员会组织编写了“十二五”工学结合规划教材,本书是其中之一。

本书按照高职教育教学的要求由企业专家及一线技术人员联合编写,内容全面、技术实用,符合高等职业教育教学改革的方向。在内容组织上,本书坚持以学生为本,突出了“教学与生产相结合、理论与实践相结合”的职业教育理念,注重培养学生的职业能力。全书在介绍了工程变形监测技术基本知识的基础上,采用“项目导向”形式详细介绍了水利工程变形监测、工程建筑物变形监测、道路工程变形监测、基坑工程变形监测、隧道工程变形监测等应用较多的工程变形监测技术。本书简明实用,充分体现了工程变形监测技术课程学习的职业性和实践性。

本书由长江工程职业技术学院牛志宏担任主编,厦门市佳图测绘有限公司高级工程师廖宝勇博士担任副主编,共分六个项目,分别由以下人员完成:项目一由长江工程职业技术学院陈志兰编写,项目二由厦门市佳图测绘有限公司廖宝勇编写,项目三由甘肃林业职业技术学院李旭光编写,项目四由辽宁省交通高等专科学校高小六编写,项目五由湖北国土资源职业学院张玉堂编写,项目六由长江工程职业技术学院牛志宏编写。全书由牛志宏统稿。

本教材在编写过程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感谢。

由于编者的水平、经验及时间有限,书中定有欠妥,敬请专家和广大读者批评指正。有何建议和意见烦请随时与我们联系,E-mail:n-zh@163.com,我们将及时给予回复,并将意见反馈在再版教材中。

2013年2月

目 录

项目一 工程变形监测技术基本知识	1
任务 1-1 工程变形监测方案设计	1
任务 1-2 高程控制网的建立	8
任务 1-3 沉降监测	11
任务 1-4 平面控制网的建立	17
任务 1-5 水平位移监测	19
任务 1-6 倾斜监测	22
任务 1-7 建筑物的裂缝和挠度监测	24
任务 1-8 变形监测资料的整编与分析	26
任务 1-9 变形监测新技术的应用	29
项目小结	31
思考与练习题	31
项目二 水利工程变形监测	32
任务 2-1 水利工程变形监测基本知识	32
任务 2-2 水利工程安全监测设计	33
任务 2-3 水利工程变形监测网布设	36
任务 2-4 水利工程变形监测的实施	40
任务 2-5 水利工程变形监测的资料整理	48
任务 2-6 清江隔河岩重力拱坝安全监测	55
项目小结	58
思考与练习题	58
项目三 工程建筑物变形监测	59
任务 3-1 工程建筑物变形监测的基本知识	59
任务 3-2 建筑物的沉降观测	62
任务 3-3 建筑物的倾斜观测	67
任务 3-4 建筑物的水平位移观测	70
任务 3-5 建筑物的裂缝观测	71
任务 3-6 建筑物变形监测资料整理	71
任务 3-7 建筑物沉降观测实例	73
项目小结	75
思考与练习题	76

项目四 道路工程变形监测	77
任务 4-1 公路工程变形监测	77
任务 4-2 边坡工程变形测量	85
任务 4-3 桥梁工程变形测量	91
任务 4-4 高速铁路工程变形测量	97
任务 4-5 道路工程变形测量实例	99
项目小结	103
思考与练习题	103
项目五 基坑工程变形监测	104
任务 5-1 基坑工程变形监测的方案设计	104
任务 5-2 基坑工程变形监测的实施	113
任务 5-3 基坑工程变形监测的资料整理	117
任务 5-4 某轨道交通深基坑变形监测实例	119
项目小结	136
思考与练习题	136
项目六 隧道工程变形监测	137
任务 6-1 隧道工程变形测量基本知识	137
任务 6-2 地铁盾构隧道工程变形监测	138
任务 6-3 新奥法隧道工程变形监测	146
任务 6-4 某地铁盾构隧道工程变形监测案例	155
项目小结	161
思考与练习题	161
参考文献	162

项目一 工程变形监测技术基本知识

[单元概述]

本项目首先介绍了工程变形监测方案设计中的几个主要内容,包括工程变形监测的主要内容、工程变形监测的精度和周期、工程变形监测的常用仪器及工程变形监测方案的编制,接着从工程测量技术专业的角度详细介绍了工程变形监测中的位移监测技术和方法,包括沉降监测、水平位移监测、倾斜监测、裂缝监测和挠度监测,并介绍了变形监测资料的整编与分析,最后介绍了工程变形监测新技术的应用。

[学习目标]

在本项目的学习过程中,主要完成的学习目标包括:①了解工程变形监测方案设计的基本知识;②了解工程变形监测的主要任务和内容;③了解工程变形监测常用的监测技术、方法和常用仪器;④培养工程建设项目安全施工、安全运营的基本意识;⑤掌握工程变形监测技术中位移监测的基本方法。

任务 1-1 工程变形监测方案设计

一、工程变形监测的内容

变形监测就是利用专用的仪器和方法对变形体的变形现象进行持续观测、对变形体变形形态进行分析和对变形体变形的发展态势进行预测等工作。变形监测的任务是确定在各种荷载和外力作用下,变形体的形状、大小及位置变化的空间状态和时间特征。在工程测量中,最具代表性的变形体有大坝、桥梁、高层建筑物、边坡、隧道和地铁等。变形监测的内容,应根据变形体的性质和地基情况决定。对于不同类型的变形体,其监测的内容和方法有一定的差异,但总的来说可以分为现场巡视、环境量监测、位移监测、渗流监测、应力应变监测、周边监测等几个方面。

(一)现场巡视

现场巡视检查是变形监测中的一项重要内容,它包括巡视检查和现场检测两项工作,分别采用简单量具或临时安装的仪器设备,在建筑物及其周围定期或不定期进行检查,检查结果可以定性描述,也可以定量描述。巡视检查不仅是工程运营期的必要工作,而且在施工期也要十分重视。因此,在设计变形监测系统时,应根据工程的具体情况和特点制定巡视检查的内容和要求,巡视人员应严格按照预先制定的巡视检查程序进行检查工作。

巡视检查的次数应根据工程等级、施工进度、荷载情况等决定。在施工期,一般每周两次,正常运营期可逐步减少次数,但每月不宜少于一次。在工程进度加快或荷载变化很大的情况下,应加强巡视检查。另外,在遇到暴雨、大风、地震、洪水等特殊情况下,应及时进行巡视检查。巡视检查的内容可根据具体情况确定。

巡视检查主要依靠目视、耳听、手摸、鼻嗅等直观方法,也可辅以锤、钎、量具、放大镜、望远镜、照相机、摄像机等器具进行。如有必要,可采用坑(槽)探挖、钻孔取样、注(抽)水试验、水

下检查、超声波探测及锈蚀检测等特殊方法进行检查。

现场巡视检查应按规定做好记录和整理,并与以往检查结果进行对比,分析有无异常迹象。如果发现疑问或异常现象,应立即对该项目进行复查,确认后应立即编写专门的检查报告,及时上报。

(二) 位移监测

位移监测主要包括沉降监测、水平位移监测、挠度监测、裂缝监测等。对于不同类型的工程,各类监测项目的方法和要求有一定的差异。为使测量结果有相同的参考系,在进行位移测量时,应设立统一的监测基准点。

沉降监测一般采用几何水准测量的方法进行,在精度要求不太高或者观测条件较差时,也可采用三角高程测量的方法。对于监测点高差不大的情况,可采用液体静力水准测量和压力传感器方法进行测量。沉降监测除了可以测量建筑物基础的整体沉降情况外,还可以测量基础的局部相对沉降量、基础倾斜、转动等。

水平位移监测通常采用大地测量(包括交会测量、三角网测量和导线测量)、基准线测量(包括视准线测量、引张线测量、激光准直测量、垂线测量)及其他一些专门的测量方法。其中,大地测量是传统的测量方法,而基准线测量是目前普遍使用的主要方法,对于某些专门测量方法(如裂缝计、多点位移计等)也是进行特定项目监测的十分有效的手段。

(三) 环境量监测

环境量监测一般包括气温、气压、降水量、风力、风向等。对于水工建筑物,还应监测库水位、库水温度、冰压力、坝前淤积和下游冲刷等;对于桥梁工程,还应监测河水流速、河水流向、河水泥沙含量、河水温度、桥址区河床变化等。总之,对于不同的工程,除了一般性的环境量监测外,还要进行一些针对性的监测工作。

环境量监测的一般项目通常采用自动气象站来实现,即在监测对象附近设立专门的气象观测站,用以监测气温、气压、降雨量等。

对于特定类型建筑物的特定监测项目,应采用特定的监测方法和要求。

(四) 渗流监测

渗流监测主要包括地下水位监测、渗透压力监测、渗流量监测等。对于水工建筑物,还包括扬压力监测、水质监测等。地下水位监测通常采用水位观测井或水位观测孔进行,即在需要观测的位置打井或埋设专门的水位监测管,测量井口或孔口到水面的距离,然后换算成水面的高程,通过水面高程的变化分析地下水位的变化情况。

渗透压力监测一般采用专门的渗压计进行,渗压计和测读仪表的量程应根据工程的实际情况选定。

渗流量监测可采用人工量杯观测和量水堰观测等方法进行。量水堰通常采用三角堰和矩形堰两种形式,三角堰一般适用于流量较小的情况,矩形堰一般适用于流量较大的情况。

(五) 应力应变监测

应力应变监测的主要项目包括混凝土应力应变监测、锚杆(锚索)应力监测、钢筋应力监测、钢板应力监测、温度监测等。

为使应力应变监测成果不受环境变化的影响,在测量应力应变时,应同时测量监测点的温度。应力应变的监测应与变形监测、渗流监测等项目结合布置,以便对监测资料进行相互验证和综合分析。

应力应变监测一般采用专门的应力计和应变计进行。选用的仪器设备和电缆的性能和质量应满足监测项目的需要,要特别注意仪器的可靠性和耐用性。

(六) 周边监测

周边监测主要指对工程周边地区可能发生的会对工程运营产生不良影响的因素进行的监测,主要包括滑坡监测、高边坡监测、渗流监测等。

二、变形监测的精度和周期

(一) 监测精度的确定

变形监测应能确切反映建筑物的变形程度或变形趋势,并将此作为确定作业方法和检验质量的基本要求。建筑物变形的允许值直接影响观测精度的确定,同时也涉及观测方法和仪器设备的选择。因此,确定合理的建筑物变形允许值是很重要的。1981年,FIG第16届会议认为:为达到实用的目的,观测的中误差应不超过允许变形值的 $1/10\sim 1/20$,或 $1\sim 2\text{ mm}$;为达到科研的目的,观测的中误差应不超过允许变形值的 $1/20\sim 1/100$,或 0.02 mm 。不同类型的工程建筑物,变形观测的精度要求差别较大。对于同类工程建筑物,根据其结构、形状不同,要求的精度也有差异。即使同一建筑物,不同部位的精度要求也不同。

(二) 观测周期的确定

变形体的变形是一个渐变过程,是时间的函数;而且变形速度不均匀,但变形观测次数是有限的。因此,合理地选择连续观测周期,对于正确分析变形结果是很重要的。观测周期的选择,应根据观测的目的、要求及建筑物的具体情况确定,在满足必要精度的前提下,尽量做到高效、省时、省力。

观测周期的长短应以能系统地反映所测变形体的变化过程而又不遗漏其变化时刻为原则,应根据单位时间内变形量大小及外界影响程度来确定。另外,沉降观测周期的长短直接涉及经济效益。为了使付出的劳动代价在满足精度需要的前提下尽量减少,合理确定沉降观测周期是关键。

变形监测的周期频率取决于变形的大小、速度及观测的目的。变形频率的确定应能反映出变形体的变形规律,并可随单位时间内变形量的大小而定。变形量较大时应增大监测频率,变形量减小或建筑物趋于稳定时,则可减小监测频率。

(三) 监测精度及监测周期的合理确定

监测精度、监测周期和位移速度之间存在一定的相互制约关系:①当位移速度一定时,监测周期越短对监测精度的要求越高;②当监测周期一定时,位移速度越快对监测精度的要求越低;③当位移速度很小时,要求有很高的监测精度和较长的监测周期;④随着位移速度的增大,可以相应地缩短监测周期和降低监测精度。

另外,在确定变形体监测精度和监测周期时,还要充分考虑对监测精度的需要与现实可能性、位移量的大小、变形发展趋势、季节变化和建筑物变形的特点等因素。从变形体变形过程来看,这一过程可能是持续性的,也可能是间歇性的,一般可将其变形过程分为缓慢变形、变形发展、变形加剧和急剧变形四个阶段。

(1)在缓慢变形和变形发展阶段,由于位移速度小,需要有很高的监测精度和较长的监测周期。因此,在此阶段应根据所用的监测仪器和方法,首先分析确定(必要时可通过专门试验确定)在技术经济许可的条件下实际所能达到的最高监测精度,并按此最高精度进行监测;然后,根据所确定的最高监测精度和位移速度来确定监测周期。

(2)在变形加剧和急剧变形阶段,由于位移速度大,此时监测工作的关键问题是怎样根据

位移量的大小、变形发展趋势和季节变化等因素适时地确定最恰当的监测周期。因此,在此阶段监测精度和监测周期先后顺序的确定应与第一种情况相反,即先根据有关影响因素确定监测周期,再根据所确定的监测周期和位移速度确定相应的监测精度。观测频率的确定,随载荷的变化及变形速率的不同而异。例如,高层建筑在施工过程中的变形观测,通常楼层加高1~2层即应观测一次;大坝的变形观测,则随着水位的高低来确定观测周期;对于已经建成的建筑物,在建成初期,因为变形值大,观测的频率宜高,如果变形逐步趋于稳定,则周期逐渐加长,直至完全稳定后,即可停止观测;对于濒临破坏的建筑物,或者是即将产生滑坡、崩塌的地面,其变形速率会逐渐加快,观测周期也要相应地逐渐缩短。观测的精度和频率是相关的,只有在一个月内的变形值远大于观测误差时,所得结果才是可靠的。

三、变形监测仪器简介

在工程变形监测中,除使用精密水准仪、精密光学经纬仪、高精度全站仪、GPS接收机等基本的常规测量仪器之外,还有静力水准仪、倾斜仪、激光垂准仪及监测专用传感器等。

(一)精密水准仪

由于变形监测的精度要求高,故用于变形监测的精密水准仪的型号一般为DS05、DS1。精密水准仪的类型很多,均是通过建立水平视线以测定地面两点间高差的仪器,主要部件有望远镜、管水准器(或补偿器)、垂直轴、基座、脚螺旋。按结构分为微倾水准仪(图1-1)、自动安平水准仪、激光水准仪和数字水准仪(又称电子水准仪)。

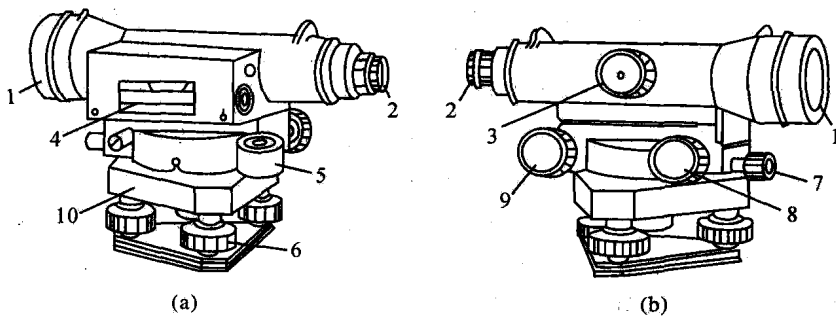


图 1-1 微倾水准仪

注:1-物镜;2-目镜;3-调焦螺旋;4-管水准器;5-圆水准器;6-脚螺旋;7-制动螺旋;8-微动螺旋;9-微倾螺旋;10-基座

(二)精密经纬仪

经纬仪是测量水平角和竖直角度的仪器,由望远镜水平度盘、望远镜垂直度盘和基座等部件组成。按读数分为游标经纬仪、光学经纬仪(图1-2)和电子(自动显示)经纬仪。当经纬仪上附有专用配件时,可组成激光经纬仪、坡面经纬仪等。此外,还有专用的陀螺经纬仪、矿山经纬仪、摄影经纬仪。

(三)全站仪

全站仪即全站型电子速测仪(electronic total station),是一种集光、机、电于一体的高新技术测量仪器,是集水平角、垂直角、距离(斜距、平距)、高差测量功能于一体的测绘仪器系统(图1-3)。因其一次安置仪器就可完成该测站上全部测量工作,所以称为全站仪,广泛用于地上大型建筑和地下隧道施工等精密工程测量或变形监测领域。全站仪由电源部分、测角系统、

测距系统、数据处理部分、通信接口、显示屏、键盘等组成。工作特点有：①能同时测角、测距，并自动记录测量数据；②设有各种野外应用程序，能在测量现场得到归算结果；③能实现数据流。

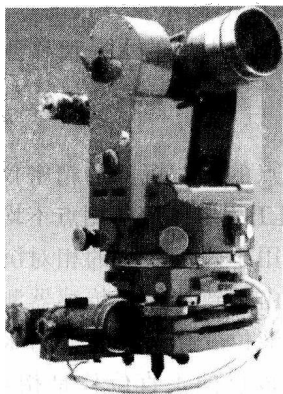


图 1-2 光学经纬仪

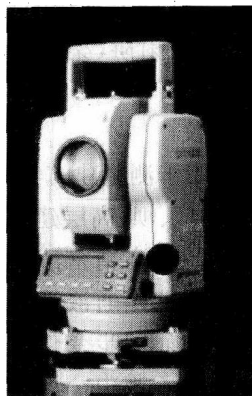


图 1-3 全站仪

(四) GPS 接收机

GPS 接收机是用来接收、记录和处理 GPS 卫星信号的专用设备。GPS 接收机类型较多，根据接收信号的频率，可分为单频接收机和双频接收机；根据用途，可分为导航型、测量型、授时型。GPS 接收机(图 1-4)主要由 GPS 接收机天线单元、GPS 接收机主机单元和电源三部分组成。天线单元的主要功能是将 GPS 卫星信号非常微弱的电磁波转化为电流，并对这种信号电流进行放大和变频处理。接收机单元的主要功能是对经过放大和变频处理的信号电流进行跟踪、处理和测量。

(五) 倾斜仪

倾斜仪适用于混凝土大坝、面板坝、土石坝等水工建筑物倾斜变化量的长期测量，同样适用于工民用建筑、道路、桥梁、隧道、路基、土建基坑等的倾斜测量，并可方便实现倾斜测量的自动化。倾斜仪为全不锈钢结构，坚固耐用，附有调节螺旋和固定支架，方便安装。倾斜仪具有智能识别功能。图 1-5 为 MI601 型便携式倾斜仪，是专门用于岩土地基位移测量的仪器，适用于各种岩土地基横向位移的测量，如水利库坝、堤防、岩土边坡、城市建设地基基坑开挖、打桩、铁路和公路交通边坡、煤田、矿井、电力建设，以及各种地下结构物内部铅垂方向的水平位移测量。



图 1-4 天宝 GPS 接收机

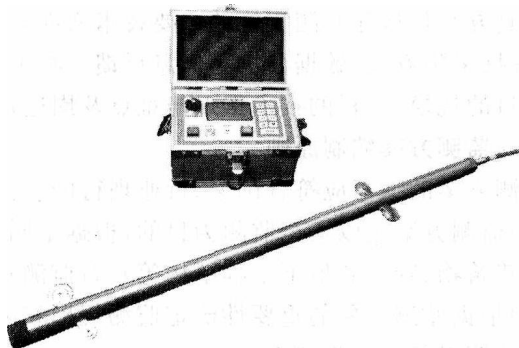


图 1-5 便携式倾斜仪

(六) 激光水准仪

激光水准仪(图 1-6)是以重力线为基准,给出铅垂直线的光学仪器,可用来测量相对铅垂线的微小水平偏差、进行铅垂线的点位传递、物体垂直轮廓的测量及方位的垂直传递。它主要用于高层建筑施工、发射阱(架)、大型柱形机械设备的安装,大坝的水平位移测量,工程监理和变形观测等。

(七) 静力水准仪

静力水准仪是用于测量建筑物基础和建筑物各个测点的相对沉降的精密仪器,主要用于大型建筑物,如水电站厂、坝、高层建筑物、核电站、水利枢纽工程岩体等各测点不均匀沉降的测量。

静力水准仪是一种高精度液位测量系统,该系统适用于测量多点的相对沉降。在使用中,多个静力水准仪的容器用通液管连接,每个容器的液位由磁致伸缩式传感器测出,传感器的浮子位置随液位的变化而同步变化,由此可测出各测点的液位变化量。在静力水准仪中,各测点的垂直位移均是相对于其中一点(又叫基准点)的变化,该点的垂直位移是相对恒定或者是可用其他方式准确确定的,以便能精确计算出静力水准仪中各测点的沉降变化量。静力水准仪有多种类型,包括振弦式、电阻式、液位式等。图 1-7 所示是液位式静力水准仪。

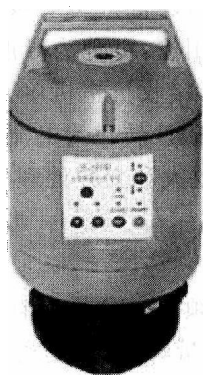


图 1-6 JC100 全自动安平激光水准仪

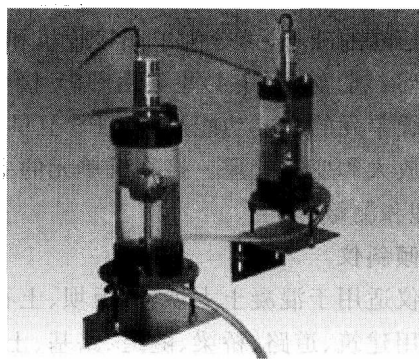


图 1-7 液位式静力水准仪

四、监测方案的编制

监测方案是指导监测实施的主要技术文件,主要包括监测目的、监测项目、监测仪器及其安装、数据采集方法、数据分析和信息反馈。在工程施工前,应组织专业技术人员在认真研究工程项目的规模、工程的技术重点与难点及周边环境条件的基础上进行编制。

(一) 监测方案编制原则

监测方案的编写应符合国家、行业现行的有关规范、规定。监测方案应遵循的原则如下:

(1) 监测方案应以安全监测为目的,根据不同的工程项目和不同的施工方法确定监测对象(基坑、建筑物、管线和地下工程结构等),对监测对象安全稳定的主要指标进行方案设计。

(2) 根据监测对象的重要性确定监测规模和内容,监测项目和测点的布置应能够比较全面地反映监测对象的工作状态。

(3) 应尽量采用先进的监测技术,如自动化技术、遥测技术,积极选用效率高、可靠性强的

先进仪器和设备,以确保监测效率与精度。

(4)为确保提供可靠、连续的监测资料,各监测项目应能相互校验。

(5)方案在满足监测性能和精度要求的前提下,力求减少监测仪器的数量和电缆长度,降低监测频率,以降低监测费用。

(6)方案中临时监测项目和永久监测项目应对应衔接。

(7)在满足工程安全的前提下,确定仪器的布设位置和测量时间,尽量减少与工程施工的交叉影响。

(8)根据设计要求及周边环境条件,确定各监测项目的控制基准。

(9)按照国家现行的有关规定、规范编制监测方案。

(二)监测项目的确定

监测项目的选择应考虑的因素如下:

(1)工程地质条件与水文地质条件。

(2)工程规模与施工技术难点,包括结构形式设计、施工方法和埋深等。

(3)工程的周边环境条件,主要是所处位置及周围建(构)筑物的结构形式、形状尺寸及与地下工程之间的关系。

(三)编制监测方案的基础资料

基础资料是进行施工条件分析、编制监测方案的主要依据。为了选择最优的技术方案、采用科学的监测方法,必须对基础资料进行详细的综合分析和处理。在编制监测方案前,应熟悉的基础资料主要包括以下内容:

(1)设计图。

(2)地质勘察报告。

(3)地表建筑物平面图。

(4)管线平面图。

(5)保护对象的建筑结构图。

(6)地下主体结构图。

(7)围护结构和主体结构的施工方案。

(8)最新监测仪器信息。

(9)类型相似或相近工程的经验资料。

(10)国家现行的有关规定、规范和合同协议等。

(四)监测方案的编制

监测方案编制步骤如下:

(1)收集编制监测方案所需的基础资料。

(2)现场踏勘,了解周围环境。

(3)编制监测方案初稿。

(4)会同有关部门确定各类监测项目的控制基准值。

(5)完善监测方案。

(6)监测方案报批。

(五)监测方案的主要内容

监测方案是指导监测工作的主要技术文件,主要内容如下:

- (1)工程概况。
- (2)监测目的与意义。
- (3)监测项目和测点的数量。
- (4)测点布置平面图。
- (5)测点布置剖面图。
- (6)各监测项目的监测周期和频率。
- (7)监测仪器设备及选型。
- (8)监测人员的配置。
- (9)监测项目控制基准。
- (10)监测资料的整理与分析。
- (11)监测报告送达的对象和时限。
- (12)监测注意事项。

任务 1-2 高程控制网的建立

一、高程控制网布设的基本要求

(1)对于变形体较少的测区,宜将控制点连同观测点布设成单一层次控制网,即只布成一级网。对于变形体建筑物较多且分散的大测区,宜按两级布网方式布设控制网,即由基准点和工作点组成的第一级控制网,和由变形观测点与所联测的工作基地组成的扩展网。

(2)控制网应布设成结点水准网、闭合环或附合水准路线,扩展网应布设成闭合环或附合水准路线。

(3)每个监测区的水准基准点不应少于三个,对于小测区,当确认各水准基准点稳定可靠时可少于三个,但连同工作点不得少于三个。在工程变形区内,点位与邻近建筑物的距离应大于工程基础最大宽度的 2 倍。

(4)工作点与联测点布设的位置应视布网需要确定,作为工作点的水准点与邻近建筑物距离不得小于建筑物基础深度的 1.5~2.0 倍。工作点与联测点也可以在稳定的永久性建筑物墙体或基础上布设。

(5)各类水准点应避开交通干道、地下管线、仓库、河岸、水源地、滑坡地带、机器震动区,以及能使标石、标志易腐蚀和破坏的地点。

二、水准基准点的埋设

水准基准点是沉降观测的基准,因此水准基准点的布设应满足以下要求:

(1)要有足够的稳定性。水准基准点必须布设在沉降影响范围以外,冰冻地区水准基准点应埋设在冰冻线以下 0.5 m。

(2)要具备检核条件。为了保证水准基准点高程的正确性,水准基准点最少应布设三个,以便相互检核。

(3)要满足一定的观测精度。水准基准点和观测点之间的距离应适中,相距太远会影响观测精度,一般应在 100 m 范围内。

水准基准点的标志构造要根据埋设地区的地质条件、气候情况及工程的重要程度进行设计。根据需要可使用下列几种标志：

(1)地面岩石标：用于地面土层覆盖很浅的地方。如有可能可直接埋设在露头的岩石上(图 1-8)。

(2)下水井式混凝土标：用于土层较厚的地区。为了防止雨水灌进水准基准点井里，井台必须高出地面 0.2 m(图 1-9)。

(3)深埋钢管标：这类标用于覆盖层很厚的平坦地区。采用钻孔穿过土层和风化岩层达到基岩内部，埋设钢管标志(图 1-10)。

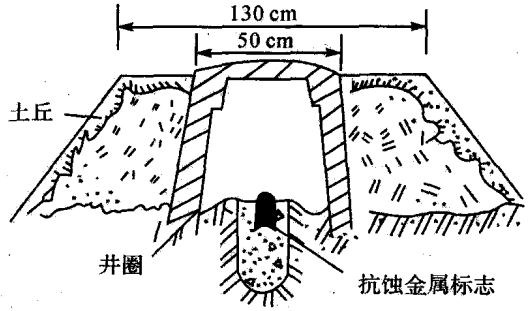


图 1-8 地面岩石标

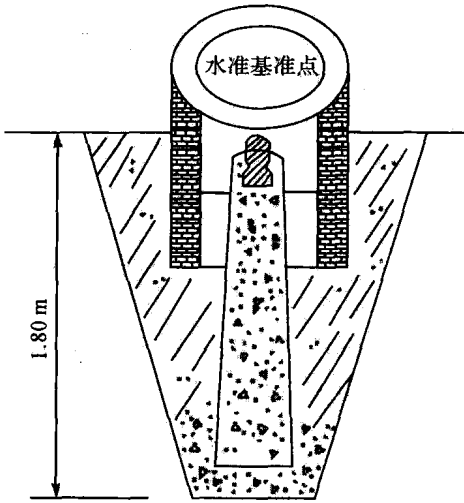


图 1-9 下水井式混凝土标

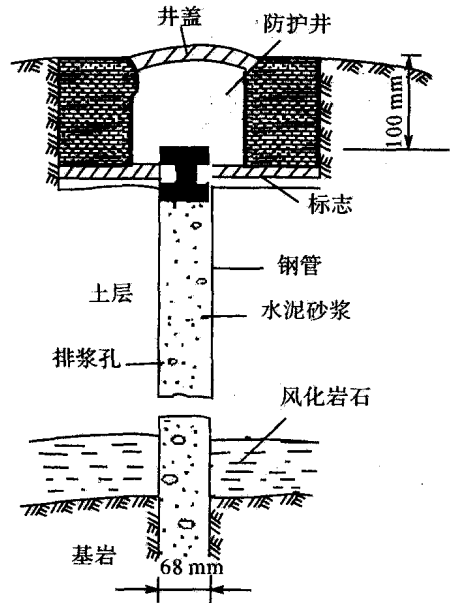


图 1-10 深埋钢管标

三、监测点的埋设

沉降观测点的标志可根据不同的建筑结构类型和建筑材料，采用墙(柱)标志、基础标志和隐蔽性标志等形式。各类标志的立尺部位应加工成半球形或有明显的凸出点，并涂上防腐剂。

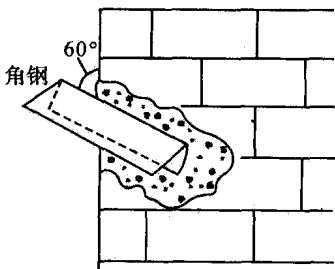


图 1-11 角钢观测

(1)角钢或圆钢头观测点标志与埋设。将 30 mm×30 mm×5 mm 的角钢锯成长为 160~180 mm 的节，在离地面 300~500 mm 的墙上凿一孔，孔深 120~140 mm，将角钢嵌入孔内，并使角钢与墙面成 60°角，角钢露出墙面约 40 mm，角顶向上，角顶如有毛刺应先凿光，埋设在墙上，用水泥砂浆灌实并与墙面抹平

(图 1-11)。为了美观也可把观测点做成图 1-12 所示的圆钢头观测点。

(2) 钢筋观测点标志与埋设。将直径为 18~22 mm 的钢筋锯成长为 230~250 mm 的节(图 1-12), 将每节钢筋弯成 U 形, 一端顶部加工成半球状, 在离地面 300~500 mm 的墙上凿孔, 孔深 120~140 mm, 将钢筋水平嵌入墙孔内, 半球端垂直向外, 钢筋露出墙面约 40 mm, 用水泥砂浆灌实并与墙面抹平。

(3) 隐蔽点标志与埋设。如图 1-13 所示, 用直径为 20~30 mm、长约 300 mm 的圆钢, 一端加工成球状, 另一端套丝。只用一节圆钢(或钢管)加工成套管, 套管内壁加工丝扣, 与观测点标志的螺丝相配合。在距地面 300~500 mm 的墙上凿孔, 将套管嵌入, 套管与墙面齐平, 用水泥砂浆灌实并与墙面抹平。使用时, 将观测点标志旋入, 不用时卸下保存。

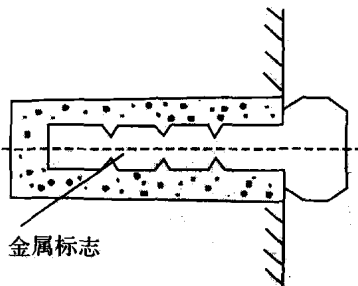


图 1-12 圆钢头观测点

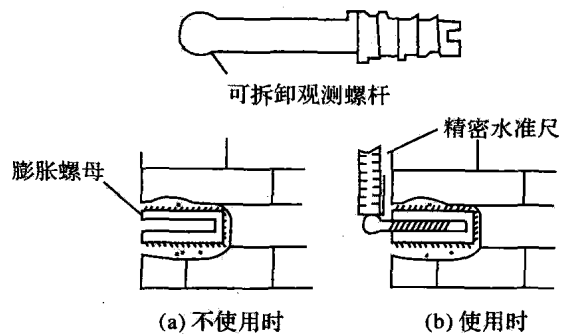


图 1-13 隐蔽观测点

(4) 地坪观测点标志与埋设。如图 1-14 所示, 将直径为 14~20 mm 的螺纹钢锯成长约 60 mm 的节, 顶端加工成半球状, 埋入地坪, 用水泥砂浆灌实抹平。

(5) 钢柱观测点标志与埋设。将 30 mm×30 mm×5 mm 的角钢锯成长约 60 mm 的节, 将其一端割成 60°角(图 1-15), 将角钢焊在钢柱上, 焊接位置距地面 300~500 mm。

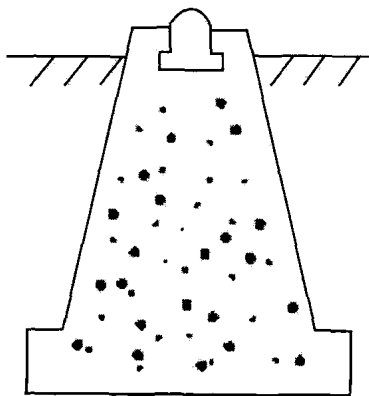


图 1-14 地坪观测点

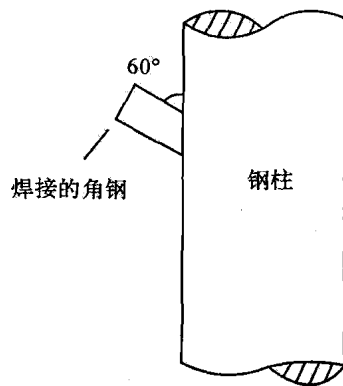


图 1-15 钢柱观测点

建筑物沉降观测点标志的埋设位置应避开雨水管、窗台线、暖气管线和暖气片、电器开关等有碍设标与观测的障碍物, 并根据立尺需要, 离开墙(柱)面和地面一定距离。所有观测点均应统一编号, 并记在各建筑物的平面图上。