

岩土工程安全监测手册

第三版

下 册

国家电力监管委员会大坝安全监察中心 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

岩土工程安全监测手册

第三版

下 册

国家电力监管委员会大坝安全监察中心 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是由长期从事岩土工程安全监测技术工作多位专家教授共同编写的。本书收集了岩土工程安全监测的最新技术,全面总结了当前岩土工程安全监测的成果和经验,以可靠性理论为基础,以工程实际应用为主线,并以监测工程的形式提出了比较系统的技术原则和方法。同时,还编入了大量可供类比的工程实例。

本书第三版分上、下册共七章。主要内容为:概论、岩土工程安全监测设计、监测仪器选型及使用方法、监测资料的分析方法,并重点介绍了水电大坝、边(滑)坡、交通隧道、尾矿库(坝)、市政工程等安全监测的方法。

本书可供水利水电、交通隧道、市政、矿山等建筑工程领域中从事岩土工程安全监测设计、施工、监测、研究、管理和教学的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程安全监测手册:全2册/国家电力监管委员会大坝安全监察中心主编.--3版.--北京:中国水利水电出版社,2013.10

ISBN 978-7-5170-1327-3

I. ①岩… II. ①国… III. ①岩土工程-安全监察-技术手册 IV. ①TU43-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第249812号

书 名	岩土工程安全监测手册 第三版(下册)
作 者	国家电力监管委员会大坝安全监察中心 主编
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(发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京金奥都科技发展中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 67.25印张(总) 1664千字(总) 18插页(总)
版 次	1999年8月第1版 1999年8月第1次印刷 2013年10月第3版 2013年10月第1次印刷
印 数	0001—3000册
总 定 价	238.00元(上、下册)

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

目 录

第三版	前言
第一版	序
第一版	前言
第二版	前言

上 册

第一章	概论	(1)
第一节	岩土工程安全监测的必要性	(1)
第二节	岩土工程安全监测工作的发展	(2)
第三节	岩土工程安全的条件	(3)
一、	岩土工程安全的自然条件	(3)
二、	岩土工程安全的工程条件	(4)
三、	岩土工程安全的监测条件	(4)
第四节	岩土工程安全监测的设计	(6)
一、	确定工程条件	(7)
二、	确定监测目的	(7)
三、	监测变量选择	(8)
四、	预测运行性状	(10)
五、	仪器选择	(10)
六、	监测系统布置	(11)
七、	监测系统设计	(12)
八、	监测系统自动化设计	(12)
第五节	岩土工程安全监测仪器	(13)
一、	选择仪器的基本原则	(13)
二、	仪器的技术性能和质量标准	(14)
三、	监测仪器的适用范围及使用条件	(14)
第六节	监测工程施工与观测	(19)

一、监测工程的内容	(19)
二、监测工程施工组织设计	(19)
三、观测仪器设备安装埋设	(20)
四、观测方法	(21)
五、观测频率	(22)
第七节 监测工程的质量控制	(22)
一、质量控制的环节	(22)
二、质量控制的保证	(22)
三、质量控制的步骤和方法	(23)
第八节 观测数据处理与分析	(24)
一、数据的处理与分析	(24)
二、岩土工程稳定性的评估	(26)
第二章 岩土工程安全监测设计	(27)
第一节 监测设计的基本原则和标准	(27)
一、设计基本资料的确定	(27)
二、监测工程设计假定	(27)
三、监测目的与监测项目的确定原则	(27)
四、仪器选择与质量标准	(28)
五、监测系统布置原则	(29)
六、监测系统设计要求	(30)
七、编制观测计划的要求	(30)
八、自动化系统的一般设计原则	(31)
九、监测系统更新改造设计原则	(31)
第二节 大坝与坝基安全监测设计	(32)
一、混凝土坝安全监测设计	(32)
二、堆石坝安全监测设计	(57)
三、土坝安全监测设计	(70)
第三节 边坡稳定性安全监测设计	(73)
一、监测设计的原则	(73)
二、监测设计需要的基本资料	(74)
三、监测项目的选定及仪器的选型	(74)
四、监测仪器布置	(78)
五、监测技术要求	(95)
第四节 地下工程安全监测设计	(97)

一、地下工程安全监测设计原则	(97)
二、大型地下洞室安全监测设计	(98)
三、隧道安全监测设计	(111)
四、水工隧洞安全监测设计	(116)
五、城市地铁的监测设计	(121)
第五节 工业与民用建筑安全监测设计	(123)
一、安全监测的设计原则	(124)
二、基坑边坡及对环境的影响的安全监测设计	(125)
三、基础及上部结构的安全监测设计	(128)
第六节 岩土工程安全监测设计的概预算	(138)
一、岩土工程安全监测设计概预算的意义	(138)
二、安全监测工程概预算的内容和方法	(139)
第三章 岩土工程安全监测常用仪器	(141)
第一节 概述	(141)
一、安全监测仪器的发展	(141)
二、安全监测仪器的基本要求	(147)
第二节 常用传感器的类型和工作原理	(148)
一、差动电阻式传感器的基本原理	(148)
二、振弦式传感器的基本原理	(149)
三、电感式传感器的基本原理	(152)
四、电阻应变片式传感器的基本原理	(154)
五、光纤传感器	(156)
六、其他原理的传感器	(159)
第三节 变形观测仪器	(160)
一、仪器的类型及分类	(160)
二、变形监测控制网用仪器	(160)
三、激光测量仪器	(163)
四、CNSS 地表位移监测系统	(168)
五、位移计	(174)
六、收敛计	(188)
七、测缝计	(190)
八、测斜类仪器	(198)
九、沉降仪	(212)
十、静力水准仪	(218)

十一、垂线坐标仪	(221)
十二、引张线仪	(232)
十三、应变计	(236)
第四节 压力测量仪器	(243)
一、仪器类型及分类	(243)
二、混凝土应力计	(243)
三、土压力计	(244)
四、孔隙水压力计	(248)
五、钢筋(应力)计	(258)
六、岩体应力观测仪器	(261)
七、荷载(力)观测仪器	(262)
第五节 水位、渗流量及温度测量仪器	(266)
一、水位观测仪器	(266)
二、渗流量观测仪器	(270)
三、温度测量仪器	(274)
第六节 水力学原型观测仪器	(278)
一、水流流态、水面线、流速和流量观测仪器	(278)
二、动水压力观测仪器	(279)
三、掺气观测仪器	(279)
四、空蚀观测仪器	(280)
五、通气观测仪器	(280)
六、振动观测仪器	(280)
七、雾化观测仪器	(281)
八、消能和冲刷观测仪器	(281)
第七节 岩体地球物理测试仪器	(281)
一、地震反应观测仪器	(281)
二、声波仪	(285)
三、声波换能器	(286)
第八节 测读仪表	(287)
一、差动电阻式传感器测读仪表	(287)
二、振弦式传感器测读仪表	(293)
三、电容式传感器测读仪表	(295)
四、电阻应变片式传感器接收仪表	(296)
五、光电跟踪式传感器的接收仪表	(297)
六、伺服加速度计式传感器的接收仪表	(298)

七、电感式传感器的接收仪表	(298)
八、光纤式传感器的接收仪表	(299)
九、多用途读数记录仪	(300)
第九节 安全监测自动化	(301)
一、自动化的基本要求	(301)
二、自动化系统的性能要求	(302)
三、自动化监测内容	(303)
四、自动化系统结构模式	(303)
五、自动化采集系统的组成	(305)
六、目前常用的数据采集单元(MCU)	(306)
第四章 岩土工程安全监测方法	(317)
第一节 监测工程施工组织设计	(317)
一、施工组织设计的依据和基本资料	(317)
二、施工组织设计内容	(317)
三、施工组织设计步骤	(317)
四、基本资料分析和现场调查	(318)
五、监测工程的施工特点和施工条件	(318)
六、监测工程的施工程序和施工方案	(319)
七、施工组织与作业循环流程	(319)
八、施工进度计划	(319)
九、施工技术规程	(320)
十、施工组织设计的经济条件	(321)
十一、监测工程施工监理要求	(321)
第二节 监测仪器现场检验与率定	(323)
一、监测仪器检验率定的目的	(323)
二、监测仪器现场检验内容	(324)
三、仪器的率定	(324)
四、振弦式仪器率定	(331)
五、锚杆测力计率定	(335)
第三节 常用监测仪器安装埋设技术	(335)
一、监测仪器安装埋设前的准备	(335)
二、仪器安装埋设	(339)
(一)应变计安装埋设	(339)
(二)钢筋计安装埋设	(340)

(三)测缝计安装埋设	(341)
(四)压力计安装埋设	(342)
(五)锚杆测力计安装	(344)
(六)渗压计安装埋设	(344)
(七)多点位移计安装埋设	(346)
(八)测斜管的安装埋设	(349)
(九)测斜仪的使用	(352)
(十)固定式测斜仪、倾角仪的安装	(355)
(十一)倾角计的安装埋设	(357)
(十二)梁式倾斜仪的安装	(358)
(十三)锚索计的安装	(359)
(十四)振弦式反(轴)力计的安装	(360)
(十五)静力水准仪的安装	(360)
(十六)位错计的安装埋设	(361)
(十七)脱空计的埋设	(362)
(十八)温度计的安装埋设	(362)
三、观测电缆走线	(363)
四、仪器安装埋设后的工作	(364)
第四节 常用监测仪器观测方法	(366)
一、观测基准值的确定	(366)
二、观测频率的确定	(367)
三、观测读数方法	(367)
四、观测物理量的计算	(368)
五、观测成果图表的绘制	(371)
六、监测报告	(371)
第五节 大坝及坝基监测方法	(372)
一、混凝土坝及坝基监测方法	(372)
二、土石坝及坝基监测方法	(402)
三、尾矿坝的监测方法	(421)
第六节 边(滑)坡工程监测方法	(442)
一、监测设计	(442)
二、监测仪器的组装率定检验	(443)
三、监测断面和测点定位放样	(443)
四、监测仪器安装埋设的土建施工	(443)
五、监测仪器安装埋设与观测	(444)
六、巡视检查	(456)

七、观测频率	(457)
八、观测资料整理分析	(459)
第七节 地下工程监测方法	(459)
一、监测设计	(459)
二、监测仪器的组装率定检验	(459)
三、监测断面和测点的定位放样	(460)
四、仪器安装埋设的土建工程施工	(460)
五、监测仪器安装埋设与观测	(460)

附录一 常用监测仪器、测点的代号及符号

附录二 国内外部分常用仪器图片

下 册

第五章 隧道及部分建筑工程的安全监测	(481)
第一节 建筑工程安全监测方法	(481)
一、基坑边坡及对环境安全的影响的安全监测方法	(481)
二、基础及上部结构的安全监测方法	(484)
第二节 基坑变形监测	(497)
一、基坑变形监测的基本原则	(497)
二、垂直位移和水平位移测量	(500)
三、围护墙体测斜和锚固测试	(503)
四、孔隙水压力与土压力测试	(506)
五、水位测试	(509)
六、支撑轴力测试	(510)
七、深层土体垂直和水平位移测试	(512)
八、变形监测初步成果及注意事项	(514)
九、基坑监测常用表格	(517)
第三节 城市盾构工程施工监测	(528)
一、盾构法施工的特点	(528)
二、盾构法施工监测目的	(529)
三、盾构法施工监测内容	(529)
四、常规监测项目及方法	(530)
五、盾构隧道管片的安全监测	(538)
第四节 公路岩石隧道监测	(540)

一、概述	(540)
二、监控量测的内容和项目	(541)
三、量测部位和测点的布置	(543)
四、监控量测方法	(546)
五、监控量测的数据分析	(557)
六、信息反馈与预测预报	(559)
第五节 软土地基安全监测	(561)
一、软基公路工程中的安全监测	(561)
二、港口工程中的软基安全监测	(573)
三、其他工程中的软基监测	(580)
第六章 监测资料的整理分析和反馈	(585)
第一节 概述	(585)
一、监测资料整理分析和反馈的目的意义	(585)
二、监测资料整理分析反馈技术的发展	(586)
三、监测资料整理分析反馈基本内容和方法	(587)
四、监测资料整理分析和反馈的原则要求	(588)
第二节 监测资料的搜集和整理	(589)
一、监测资料的搜集和表示	(589)
二、原始观测资料的检验和处理	(591)
三、物理量计算	(593)
四、绘图制表和文字报告	(595)
五、监测数据的处理	(597)
六、初步分析和异常值辨识	(599)
七、监测资料整编	(599)
八、监测资料整理的计算机化	(601)
第三节 监测资料的分析方法	(603)
一、监测资料分析方法概述	(603)
二、监测资料分析的常规方法	(604)
三、数值计算分析方法	(606)
四、数学物理模型法	(613)
第四节 岩土工程安全监测预报的基本方法	(616)
一、概述	(616)
二、工程地质因素的定性分析法	(616)
三、警戒界线法	(620)
四、数学物理模型法	(625)

第五节 岩土工程安全监测反馈的基本方法	(625)
一、安全监测反馈的概念	(625)
二、安全监测反馈的基本内容	(627)
三、安全监测反馈分析的方法和步骤	(628)
四、对安全监测反馈的基本要求	(631)
五、理论验算反馈分析法的工程实例	(632)
第六节 大坝和坝基安全监测资料分析和反馈	(634)
一、概述	(634)
二、监测资料的定性分析	(635)
三、大坝和坝基监测资料分析的数学物理模型法	(638)
四、大坝和坝基的安全评估和预报方法	(646)
五、大坝和坝基的监测资料反馈	(653)
第七节 边坡工程监测资料分析和反馈	(656)
一、监测资料整理的内容	(656)
二、监测成果曲线的解释	(664)
三、监测资料的分析内容	(671)
四、边坡工程的安全预报和反馈	(677)
五、安全预报系统	(681)
第八节 地下工程监测资料整理分析和反馈	(683)
一、监测资料的搜集和整理	(683)
二、测点观测值影响因素定性分析	(686)
三、地下工程监测资料的定量分析方法	(690)
四、地下工程的安全监测预报	(711)
五、地下工程安全监测反馈技术	(724)
第九节 建筑物地基和基坑围护监测资料的分析	(735)
一、监测资料相关因素分析	(735)
二、监测项目和资料整理表示	(736)
三、监测资料分析方法	(743)
四、安全预报问题	(748)
五、监测资料的反馈和信息化施工	(750)
第七章 工程安全监测实例	(751)
第一节 大坝安全监测工程实例	(751)
一、龙羊峡水电站坝基的安全监测	(751)
二、鲁布革电站心墙堆石坝的安全监测	(762)

三、二滩水电站混凝土双曲拱坝的安全监测	(772)
四、天荒坪抽水蓄能电站混凝土面板堆石坝的安全监测	(774)
第二节 边(滑)坡工程的安全监测实例	(778)
一、隔河岩电站引水洞出口及厂房高边坡的安全监测	(778)
二、漫湾水电站左岸边坡安全监测	(783)
三、隔河岩水库库岸茅坪滑坡稳定性(内观)的安全监测	(791)
四、天生桥二级电站厂房高边坡的加固监测	(798)
五、舟曲锁儿头自然滑坡的安全监测	(800)
六、国内外边(滑)坡工程及安全监测统计	(818)
第三节 水电站地下工程安全监测实例	(823)
一、鲁布革水电站地下厂房的安全监测	(823)
二、二滩水电站地下建筑物安全监测	(832)
三、小浪底水电站地下建筑物安全监测设计	(836)
第四节 交通岩石隧道安全监测实例	(847)
一、南岭铁路隧道安全监测	(847)
二、特殊地质结构公路隧道的监控量测(一)	(850)
三、特殊地质结构公路隧道的监控量测(二)	(873)
四、小净距公路隧道的监控量测	(898)
五、隧道远程自动监测	(914)
第五节 城市软土深基坑及盾构隧道安全监测实例	(920)
一、基坑支撑结构体系的监测	(920)
二、上海地铁二号线某车站施工监测	(932)
三、上海地铁徐家汇车站施工安全监测	(939)
四、复杂环境条件下地铁车站的基坑监测	(941)
五、上海某地铁盾构隧道监测	(950)
第六节 软土地基的安全监测实例	(955)
一、洋山深水港地基加固工程施工监测	(955)
二、储罐地基充水预压监测	(963)
三、软基公路监测	(974)
四、某港口工程吹填陆域软基处理监测	(988)
五、长寿路面结构监测	(1001)
参考文献	(1026)

第五章 隧道及部分建筑工程的安全监测

第一节 建筑工程安全监测方法

一、基坑边坡及对环境安全监测方法

本项监测涉及到基坑支护墙体、墙体支撑或锚固体系和周围建筑物的安全,其监测项目归纳起来可分为:周围建筑物和基坑支护墙体的沉降和位移;墙体外土层中不同深度的位移(墙体的倾斜);墙体外土层中的土压力和孔隙水压力;墙体支撑体系的轴力和拉杆、锚固钢筋的应力;基坑底部的地下水位和周围建筑物的裂缝观测等。上述监测项目在监测设计批准后,就需按监测设计拟定仪器设备和材料的购置计划进行准备或购置。许多建筑工程安全监测所使用的仪器是常用的,不论是购置的或已有的均需按下列步骤进行工作。

(一) 监测仪器的组装率定

上述监测项目还可归纳为:使用水准仪和经纬仪监测地表面以上物体的沉降和位移;使用专用仪器监测特定部位的压力、位移和裂缝等。使用水准仪和经纬仪监测是一项专业性工作,如有必要对水准仪和水准尺、经纬仪检验校正可参见《城市测量手册》有关内容。在使用水准仪和经纬仪等进行监测之前要进行检验,在使用过程中还应按照要求定期进行校正。使用的专门仪器有测斜仪、多点位移计、土压力计、渗压计、轴力计、应变计或应变片、水位计和裂缝计等,仪器的组装和率定可参见本书第四章第二节。

(二) 监测断面和测点的定位放样

基坑边坡支护体系通常为四边形或多边形,其角点由于两边相交刚度比较大,位移相对较小,不是控制部位;而边的中部位移和沉降较大,相对比较危险,一般应选择边的中部一处或几处作为监测断面,在该断面上配套设置沉降、位移、土压力、孔隙水压力和土层中不同深度位移的监测,监测断面不宜沿边长均匀分布;如果为了摸清整体受力和变形的关系,也可适当均匀布置;在同一断面上不同深度的仪器布置数量是可以不同的,如土压力计和渗压计,因为水压力变化比较规律,渗压计相对于土压力计可以间隔布置;对于基坑四周的各条边,按其与邻近建筑物的相关程度可采取不同的布置。

基坑墙体的支撑体系,按基坑的大小可有不同的形式,其监测断面的选择宜与前项监测接近,并考虑其受力最大的控制断面。

选择基坑墙体锚固钢筋的监测断面同墙体监测断面的选择,并与之配套。

基坑底部地下水位的监测一般是在基坑开挖到底部后设置,在基础和地下室施工期间对地下水位变化和降水效果进行监测,保证基坑边坡支护的长期稳定性,指导降水点的抽水量大小。考虑基坑大小,抽水点的布置位置宜在基坑的中部和边部,设置2~3个即可。

基坑的开挖必然会对周围建筑物有所影响,监测的任务就是控制其影响在安全允许的范围之内。首先要对相关的周围建筑物在施工前作一次较为全面的沉降、位移和裂缝(如果有的话)监测,并请相关部门对这一初始结果予以确认。一般情况均应在施工过程中对

其发展变化进行监测,以便与初始情况进行对比得出由于基坑开挖对其影响的程度。实施过程中可按其相距远近,已损坏的程度和施工方式(如爆破时)等因素采取不同的观测频率。另外对于已开裂的裂缝发展监测宜采用不易被破坏或者盗走的简易方法监测,采取设置标志直接量测或者摄影量测的方法,因为裂缝长度的变化比裂缝宽度变化敏感,所以宜对两者都予以观测。

基坑边坡支护墙体和周围建筑物墙体等的沉降和位移均宜采用水准仪和经纬仪进行观测,在所设定断面上的测点只需设置监测觇标即可,该觇标因沉降和位移而有所不同。

在基坑边坡中,土压力计测试边坡中的水平压力;由于水压力计的侧压力系数为1,可以测试垂直压力,也可以测试水平压力,该类仪器的定位放样就需考虑其工作的受力方向,在所确定的断面上至少应有2个点,土压力计应该多一些,渗压计可以少一点。

对于边坡外土层中的沉降和位移常采用分层沉降仪和测斜仪测量,按照所设定的断面和标高钻孔埋管。对于边坡墙体的倾斜通常采用倾斜仪测量,在墙体浇注时按照所确定的断面和标高埋设。

支撑和锚固体体系的轴压力计或应变计、应变片,按照所确定断面的杆件部位,将轴压力计焊接在杆件上,或者将应变片贴附于钢筋上,随着施工支撑或锚固体体系予以安装。

所有上述的定位放样,包括设置测量觇标,均需将所监测的项目,使用的传感器(觇标),观测的断面、标高和方位绘制成图,以便照图施工,达到监测设计的要求。

(三) 监测仪器的安装埋设

仪器安装埋设是监测工作中很重要的,又是多工种交叉的环节。首先是埋设所选定的断面和测点、需要掌握现场施工进度情况和施工实施计划安排情况,才能及时予以埋设安装;其次,实施埋设安装需要施工单位的人员配合才能完成。所以在基坑边坡支护施工之前,或者在实施监测的断面和部位施工前一个月,要向工程师和工程业主提交仪器埋设安装报告,报告中需说明将要安装仪器所在的断面、高程和点位,仪器的种类和数量,埋设安装工序内容(如打钻孔或者就位,安装调试,注浆或者回填混凝土,保护和布线等),以及需要施工单位承担或配合的事项等。报告由工程师和业主同意后,召开业主、施工单位和监测单位的协调会议,进一步确认各方在仪器埋设安装前的准备工作和埋设安装时的工作内容。

基坑边坡支护中的仪器埋设安装一般不需要钻孔和注浆,边坡支护工程施工到所需监测的断面和标高后,按照监测仪器的技术要求做好垫层,安装就位,调试读数,保护布线和回填混凝土等。对于某些需要钻孔安装的仪器可参照第四章第七节地下工程中的监测仪器的安装埋设。

(四) 监测方法与技术要求

基坑边坡及对环境影响的安全监测项目有两方面的内容。

(1) 支护墙体和周围建筑物的沉降和水平位移 它通常均由测量仪器来进行,有关的方法和技术要求均可按《城市测量手册》中第十章城市地面沉降与建筑物变形观测的方法和要求,必要时可参阅该书 P1037~1076。其中特别需要注意的是:

1) 对于因支护墙体和周围建筑物的沉降和位移监测而设置的基准点,都要求保持稳定不动,即使不能完全不动,也要选择已经相对稳定的地面上可视物体作基准点。

2) 基坑支护墙体和周围建筑物的观测目的都是为了使变形值不超过某一允许数值而确保安全,其测量精度以观测中的误差应小于允许变形值的1/10~1/20来确定。

3) 基坑支护墙体和周围建筑物的变形主要受施工进度和气候的影响,其观测周期一般可定期(如周、旬)观测,但当气候产生急骤变化时需增加观测。

4) 观测水准的埋设要注意通视和保护。

(2) 观测仪器的数据分析 用专门的仪器来观测,这类观测在仪器安装调试完成后,读取参数换算成该监测项目的物理量,然后进行资料的整理分析。其技术要求为:

1) 首先按监测设计的要求,选定该监测项目的观测断面、标高和方位。

2) 严格按该监测仪器的技术要求进行安装埋设。

3) 在安装就位之前进行预调试,将初选读数选在量程的合适位置上,以便充分发挥仪器效力。在安装后进行再调试再次读数,然后回填混凝土或者注浆。

4) 在仪器回填混凝土或钻孔注浆之后,要求附近在24h之内不得放炮开挖,此间每隔3~5h观测一次,分析测值变化情况,一般取最后一、两次且比较稳定的测值作为该仪器的初始值,并记入档案。

5) 然后进行施工监测,按照定期和出现不良气候条件时进行加密观测。

(五) 监测资料的整理分析

基坑支护墙体和周围建筑物的主要监测项目是为了使变形值不超过某一允许数值而确保其安全,土压力和水压力的观测也是为研究支护墙体受力和位移的关系提供实测数据。资料整理分析的项目和深度需围绕这一监测目的来进行。观测数据从采集到变为成果,一般要经过现场记录,成果计算和成果分析等几个步骤。

1) 现场记录采取表格形式,可根据适用性和通用性统一或自行设计,表上必须有监测项目、仪器种类、监测编号、观测日期(测次)、观测读数和备注栏等,备注栏要与测次对应,可简要注明每次观测的情况。

记录表可采用“一点一页”或“多点一页”的形式,前者适用于测点数量少而布置分散的监测项目,后者适用于测点多而且相对集中的项目,并可在每页底留出一大格绘出监测点的位置示意图。

2) 成果计算也宜采用表格形式,可以单独列表也可与现场记录综合列表,这取决于成果计算的简繁程度。单独列表的项目通常有监测项目、仪器种类、监测编号、观测日期、物理量计算(在该栏头内列出计算表达式,该项也包含有初始值和历时的计算成果)和备注栏等。每次计算的物理量要与前次物理量相比较,若发现有异常情况,下次测试时必须特别复查。

3) 成果分析主要表达所测物理量随时间的变化关系和沿观测断面高度的变化关系,必要时也可表达该物理量与断面的关系,这些关系均以曲线的形式表示。

观测物理量与时间的关系曲线常称某物理量的过程曲线,通常横坐标为时间,纵坐标为某物理量,基本上概括了基坑开挖过程中的所有变化趋势。它可以判别基坑边坡支护墙体和周围建筑物的稳定情况和受影响最大的时间和因素,由此可以作出险情预报或跟踪加密监测的布置。

观测物理量沿断面高度的关系有位移、应变、土压力和水压力与高度(深度)的关系,可以得到沿高度的曲线分布图,该曲线是选择有代表性的(或者是当前的)沿断面高度该物理量的几根变化曲线,没有必要也不可能把每一时刻的沿高度变化的关系都绘出来。该曲线组可以说明施工阶段对边坡墙体和周围建筑物的影响最大的时刻或工序,边坡墙体某高度受力最大和位移危险的位置,由此可以合理的确定支撑体系或锚杆的设置高度,以及确定锚

杆的合理长度等。

观测物理量与断面间的关系可以按物理量与边长的关系表示,也可以用物理量等值线的方式表示,加上前面的二组曲线可以了解由于基坑开挖所产生的变化的全面状态,这些成果对于指导基坑支护体系的设计和施工有重大的意义。

上述成果分析为最后提出结论准备了条件,结论首先说明支护体系的稳定性,如出现险情需改善的部位和方案;如果稳定保证了基础施工的安全,将设计预计和实测结果进行比较,对基坑支护体系的设计作出适当的评价。

二、基础及上部结构的安全监测方法

地基基础安全监测中的地基承载力和变形监测、单桩承载力和变形监测、用小桩试验推求大桩承载力和变形监测,以及桩基动测法监测都是短期试验,可列为单项测试方法介绍。对于建筑物(基础)沉降监测、建筑物水平位移(倾斜)监测、桩基和柱承载力及变形的原位监测等三项是较长期的监测,而且这三项往往组成整体的监测系统,我们首先按此系统来介绍其安全监测方法。

(一) 监测仪器的组装率定

作为基础和上部结构较长期的原位监测项目确定之后,根据监测设计所定的测点数,选择仪器设备的种类和确定配件材料的要求,拟定购置仪器设备和配件材料的计划。

当埋设式应变计和水工比例电桥到货后需进行组装率定,均按第二节监测仪器现场检验与率定的要求进行。

对于建筑物的沉降监测和水平位移监测,需对水准仪、水准尺和经纬仪等主要仪器按规范要求进行检查,并定期进行校验。其检验的过程相当精细,本手册不作详述,水准仪、经纬仪和水准尺的检验校正参见《城市测量手册》有关内容。

(二) 监测断面和测点的定位放样

基础和柱的承载力监测一般均在结构内进行,按照监测设计所确定的断面和测点定位,按照测力方向和仪器的技术要求定向。如工程实例中所确定的测桩和柱内承载力,要将应变计放在桩(柱)中心;测桩身弯曲应力在考虑应变计不受到边界条件影响的条件下,尽可能放在桩内的周边上。

对于建筑物的沉降和水平位移进行监测的测点,基本要设置在可视的地平面上,当还在施工基础时,只在同一平面位置的基础顶面设测点,然后转移至同一平面位置的地平面上。

(三) 监测仪器的安装埋设

当应变计和水工比例电桥到货后进行了组装率定和检验验收,在使用之前还需按前述方式进行率定,然后将仪器编号和使用位置编号予以对应;并对引线电缆进行压水检验;对引线的接线盒进行防水处理。

应变计按监测设计确定的桩(柱)位就位后,将应变计顶面用水平尺校正,然后对其周围用混凝土手工回填密实,并以手工插扞的方式使混凝土密实;清理引线电缆加以包裹,从桩边引出地面,接入水工比例电桥,读取第一次读数。对于桩基来讲在桩身浇注混凝土后,它已经承受了桩身的自重,所以这第一次读数应该是桩基承载力测定的基准值。后面与柱