

轴线上能反映回弹特征的位置,轴线上距离基坑边缘外的 2 倍坑深处也应设置回弹变形观测点;

2 钻孔深度应钻至基底面下 200mm~500mm,钻孔应垂直,并应进行孔壁保护处理;

3 埋设的观测标志应埋入基底面下 100mm~200mm,钻孔底部应回填白灰或其他颜色材料 2m~3m;

4 基坑回弹变形观测精度等级宜采用三等变形监测精度;

5 回弹变形观测点的高程宜采用水准测量方法,并应在基坑开挖前、开挖后及浇灌基础前各测定 1 次。对传递高程的辅助设备,应进行温度、尺长和拉力等项修正。

10.5.5 重要的高层建筑或大型工业建(构)筑物,应根据工程需要或设计要求,进行地基土的分层垂直位移观测,并应符合下列规定:

1 地基土分层垂直位移观测点位应靠近建(构)筑物的地基中心布设;

2 观测标志埋设的深度,最浅层应埋设在基础底面下 500mm,最深层应超过理论压缩层厚度;

3 观测标志应由内管和保护管组成,内管顶部应设置半球状的立尺标志;

4 地基土的分层垂直位移观测宜采用三等精度,并应在基础浇灌前开始;观测的周期宜符合本标准第 10.5.8 条第 3 款的规定。

10.5.6 地下水位监测应符合下列规定:

1 监测孔(井)的布设应兼顾施工区至河流(湖、海)的距离、施工区地下水位、周边水域水位等因素;

2 监测孔(井)的建立可采用钻孔加井管进行,也可直接利用区域内的水井;

3 水力量测宜与沉降观测同步,但不得少于沉降观测的次数。

10.5.7 工业与民用建(构)筑物的水平位移测量应符合下列规定:

1 水平位移观测点应布设在建(构)筑物的下列部位:

- 1) 建筑物的四周墙角和柱基上以及建筑沉降缝的顶部和底部;
- 2) 当有建筑裂缝时,还应布设在裂缝的两边;
- 3) 大型构筑物的顶部、中部和下部。

2 观测标志宜采用反射棱镜、反射片、照准觇牌或变径垂直照准杆;

3 水平位移观测周期应根据工程需要和场地的工程地质条件确定。

10.5.8 工业与民用建(构)筑物的沉降观测应符合下列规定:

1 沉降观测点应布设在建(构)筑物的下列部位:

- 1) 建(构)筑物的四周墙角及沿外墙每 10m~15m 处或每隔 2 根~3 根柱基上;
- 2) 沉降缝、伸缩缝、新旧建(构)筑物或高低建(构)筑物接壤处的两侧;
- 3) 人工地基和天然地基接壤处、建(构)筑物不同结构分界处的两侧;
- 4) 烟囱、水塔和大型储藏罐等高耸构筑物基础轴线的对称部位,且每一构筑物不得少于 4 个点;
- 5) 基础底板的四角和中部;
- 6) 建(构)筑物出现裂缝时,布设在裂缝两侧。

2 沉降观测标志的埋设高度宜高出室内地坪 0.2m~0.5m。对于建筑立面后期有贴面装饰的建(构)筑物,宜预埋螺栓式活动标志。

3 高层建筑施工期间的沉降观测周期,应每增加 1 层~2 层观测 1 次;封顶后,应每 3 个月观测 1 次,应观测 1 年。若最后 2 个观测周期的平均沉降速率小于 0.02mm/日,可认为整体趋于稳

定,若各沉降观测点的沉降速率均小于 0.02mm/日 ,可终止观测;不满足时,应继续按3个月间隔进行观测,应在最后两期建筑物稳定指标符合规定停止观测。

4 工业厂房或多层民用建筑的沉降观测总次数不应少于5次,竣工后的观测周期,可根据建(构)筑物的稳定情况确定。

10.5.9 建(构)筑物的主体倾斜观测应符合下列规定:

1 整体倾斜观测点宜布设在建(构)筑物竖轴线或其平行线的顶部和底部,分层倾斜观测点宜分层布设高低点;

2 倾斜观测标志可采用固定标志、反射片或建(构)筑物的特征点;

3 倾斜观测精度宜采用三等水平位移的观测精度;

4 观测方法可采用经纬仪投点法、前方交会法、正垂线法、激光准直法、差异沉降法、倾斜仪测记法等。

10.5.10 当建(构)筑物出现裂缝且裂缝不断发展时,应进行建筑裂缝观测。裂缝观测应满足本标准第10.4.14条的要求。

10.5.11 当对建(构)筑物进行日照变形观测时,应符合下列规定:

1 变形观测点宜设置在监测体受热面不同的高度处;

2 日照变形的观测时间宜选在夏季的高温天进行;普通观测项目,可在白天时间段观测,应从日出前开始定时观测,至日落后停止;

3 在每次观测的同时,应测出监测体向阳面与背阳面的温度,并应测定即时的风速、风向和日照强度;

4 观测方法应根据日照变形的特点、精度要求、变形速率以及建(构)筑物的安全性等指标确定,可采用交会法、极坐标法、激光准直法、正倒垂线法等。

10.6 水工建筑物变形监测

10.6.1 水工建筑物及附属设施的变形监测项目和内容应根据水

工建筑物结构及布局、基坑深度、水库库容、地质地貌、开挖断面和施工方法等因素确定。监测内容应在满足工程需要和设计要求的基礎上按表 10.6.1 选择。

表 10.6.1 水工建筑物及附属设施的变形监测项目和内容

阶段	项 目		主要监测内容
施工期	高边坡开挖稳定性监测		水平位移、垂直位移、挠度、倾斜、裂缝
	堆石体监测		水平位移、垂直位移
	结构物监测		水平位移、垂直位移、挠度、倾斜、接缝、裂缝
	临时围堰监测		水平位移、垂直位移、挠度
	建筑物基础沉降观测		垂直位移
	近坝区滑坡监测		水平位移、垂直位移、深层位移
	库周跨断裂(断层)监测		水平位移、垂直位移、裂缝
运行期	坝体	混凝土坝	水平位移、垂直位移、挠度、倾斜、坝体表面接缝、裂缝、应力、应变等
		土石坝	水平位移、垂直位移、挠度、倾斜、裂缝等
		灰坝、尾矿坝	水平位移、垂直位移
		堤坝	水平位移、垂直位移
	涵闸、船闸		水平位移、垂直位移、挠度、裂缝、张合变形等
	库首区、库区	滑坡体	水平位移、垂直位移、深层位移、裂缝
		地质软弱层	
		跨断裂(断层)	
		高边坡	

10.6.2 施工期变形监测的精度要求不应超过表 10.6.2 的规定。

表 10.6.2 施工期变形监测的精度要求 (mm)

项 目 名 称	位移量中误差		备 注
	平面	高程	
高边坡开挖 稳定性监测	3	3	岩石边坡
	5	5	岩土混合或土质边坡
堆石体监测	5	5	
结构物监测	根据设计要求确定		
临时围堰监测	5	10	—
建筑物基础沉降观测	—	3	—
裂缝观测	1	—	混凝土构筑物、大型金属构件
	3	—	其他结构
近坝区滑坡监测	3	3	岩体滑坡体
	5~6	5	岩土混合或土质滑坡体

注:1 临时围堰位移量中误差指相对于围堰轴线,裂缝观测指相对于观测线,其他项目指相对于工作基点而言;

2 垂直位移观测应采用水准测量;不具备观测条件时,也可采用电磁波测距三角高程测量。

10.6.3 水坝变形监测的精度要求应符合下列规定:

1 混凝土水坝变形监测的精度要求应符合表 10.6.3 的规定。

表 10.6.3 混凝土水坝变形监测的精度要求

项 目			测量中误差
水平位移 (mm)	坝体	重力坝、支墩坝	1.0
		拱坝	径向 2.0
			切向 1.0
	坝基	重力坝、支墩坝	0.3

续表 10.6.3

项 目				测量中误差
水平位移 (mm)	坝基	拱坝	径向	1.0
			切向	0.5
垂直位移(mm)				1.0
挠度(mm)				0.3
倾斜(″)	坝体		5.0	
	坝基		1.0	
坝体表面接缝、裂缝(mm)				0.2

2 中小型混凝土水坝的水平位移监测精度不宜超过表 10.6.3 中测量中误差的 2 倍,土石坝的水平位移监测精度不宜超过表 10.6.3 中测量中误差的 4 倍。

3 中小型水坝的垂直位移监测精度,小型混凝土水坝不应超过 2mm,中型土石坝不应超过 3mm,小型土石坝不应超过 5mm。

10.6.4 水坝坝体变形观测点的布设应符合下列规定:

1 坝体的变形观测点宜沿坝轴线的平行线布设;点位宜设置在坝顶和其他能反映坝体变形特征的部位;在关键断面、重要断面及一般断面上,应按断面走向相应布点;

2 混凝土坝每个坝段应至少设立 1 个变形观测点;土石坝变形观测点,可均匀布设,点位间距不应超过 50m;

3 有廊道的混凝土坝可将变形观测点布设在基础廊道和中间廊道内;

4 水平位移与垂直位移变形观测点可共用同一桩位。

10.6.5 水坝的变形监测周期应符合下列规定:

1 坝体施工过程中,应每半个月或每个月观测 1 次;

2 坝体竣工初期,应每个月观测 1 次;相对稳定后,宜每 3 个

月观测 1 次；

3 土坝宜在每年汛前、汛后各观测 1 次；

4 当出现下列情况之一时，应加密观测或持续观察。

- 1) 水库首次蓄水或蓄水排空；
- 2) 水库达到最高水位或警戒水位；
- 3) 水库水位发生骤变；
- 4) 位移量显著增大；
- 5) 对大坝变形影响大的高低温气象天气；
- 6) 库区发生地震。

10.6.6 灰坝、尾矿坝的变形监测，水平位移监测中误差宜为 4mm，垂直位移监测中误差宜为 6mm。

10.6.7 堤坝工程在施工期和运行期的变形监测内容、精度和观测周期，应根据堤防工程的级别、堤形、设计要求和水文、气象、地形、地质等条件综合确定。

10.6.8 大型涵闸除进行位移监测外，还应进行闸门、闸墙的张合变形监测。监测中误差不应超过 1.0mm。大型涵闸的变形观测点，应在闸墙两边和靠近闸门位置布设。

10.6.9 库首区、库区地质缺陷、跨断裂及地震灾害监测，应符合下列规定：

1 库首区、库区地质缺陷监测的对象应包括滑坡体、地质软弱层、施工形成的高边坡等；监测项目、点位布设和观测周期，应符合本标准第 10.9 节的有关规定；

2 跨断裂及地震灾害监测应结合地震台网的分布及区域地质资料进行，并应符合下列规定：

- 1) 监测点位应布设在地质断裂带的两侧，点位间距根据需要确定，工程需要时，还应进行平洞监测；
- 2) 变形监测宜采用三角形网、卫星定位网、水准测量、精密测(量)距、裂缝观测等方法，监测点的点位和高程中误差不应超过 1.0mm；

- 3) 监测周期应按不同监测区域的重要性和危害程度确定;对于重要的、变形速率大的监测体,宜每周观测 1 次。

10.7 地下工程变形监测

10.7.1 地下工程变形监测项目和内容应根据埋深、地质条件、地面环境、开挖断面和施工方法等因素综合确定。监测内容应根据工程需要和设计要求按表 10.7.1 选择。应力监测和地下水位监测选项应满足工程监控和变形分析的需要。

表 10.7.1 地下工程变形监测项目和内容

阶段	项 目		主要监测内容	
地下工程 施工阶段	地下建(构) 筑物基坑	支护结构	位移监测	支护结构的水平侧向位移、垂直位移
				立柱的水平位移、垂直位移
		支护结构	挠度监测	桩墙挠曲
			应力监测	桩墙侧向水土压力和桩墙内力、支护结构界面上侧向压力、水平支撑轴力、地基反力、地层压力、静水压力及浮力
	地基		位移监测	基坑回弹、分层地基土沉降
			地下水	基坑内外地下水位

续表 10.7.1

阶段	项 目		主要监测内容	
地下工程施工阶段	地下建(构)筑物	结构、基础	位移监测	主要柱基、墩台的垂直位移、水平位移、倾斜
				连续墙水平侧向位移、垂直位移、倾斜
				建筑裂缝
				底板的垂直位移
			挠度监测	桩墙(墙体)挠曲、梁体挠度
			应力监测	侧向地层抗力及地基反力、地层压力、静水压力及浮力
	地下隧道	隧道结构	位移监测	隧道拱顶下沉、隧道底面回弹、衬砌结构收敛变形
				衬砌结构裂缝
				围岩内部位移
			挠度监测	侧墙挠曲
			地下水	地下水位
	受影响的地上建(构)筑物、地表沉降、地下管线	地表面、地面上建(构)筑物、地下管线	位移监测	围岩压力及支护间应力、锚杆内力和抗拔力、钢筋格栅拱架内力及外力、衬砌内应力及表面应力
				地表沉降
				建(构)筑物水平位移、垂直位移、倾斜
				建(构)筑物裂缝
				地下管线的水平位移、垂直位移
地下工程运营阶段	地下建(构)筑物	结构、基础	位移监测	土体水平位移
				地下水
				地下水位
				主要柱基、墩台的垂直位移、水平位移、倾斜
				连续墙水平侧向位移、垂直位移、倾斜
	地下隧道	结构、基础	位移监测	建筑裂缝
				底板的垂直位移
				连续墙挠曲、梁体挠度
				地下水
				地下水位
			挠度监测	衬砌结构变形
				衬砌结构裂缝
				拱顶下沉
				底板垂直位移
			挠度监测	侧墙挠曲

10.7.2 地下工程变形监测的精度应根据工程需要和设计要求确定,并应符合下列规定:

1 重要地下建(构)筑物的结构变形和地基基础变形宜采用二等精度,一般的结构变形和基础变形可采用三等精度;

2 重要的隧道结构、基础变形可采用三等精度,一般的结构、基础变形可采用四等精度;

3 受影响的地面建(构)筑物的变形监测精度应符合本标准表 10.1.3 的规定,地表沉陷和地下管线变形的监测精度不宜低于三等。

10.7.3 地下工程变形监测的周期应符合下列规定:

1 地下建(构)筑物的变形监测周期应根据埋深、岩土工程条件、建筑结构特点和施工进度确定。

2 隧道变形监测周期应根据隧道的施工方法、支护衬砌工艺、横断面的大小以及隧道的岩土工程条件等因素综合确定。当采用新奥法施工时,新设立的拱顶下沉变形观测点的初始观测值应在隧道下次掘进爆破前获取。新奥法施工拱顶下沉变形的监测周期,应符合表 10.7.3-1 的规定。当采用盾构法施工时,对不良地质构造、断层和衬砌结构裂缝的隧道断面的变形监测周期,在变形初期宜每天观测 1 次,变形相对稳定后可延长,稳定后可终止观测。

表 10.7.3-1 新奥法施工拱顶下沉变形监测的周期

阶段(d)	0~15	16~30	31~90	>90
观测周期	1次/d~2次/d	1次/2d	1次/周~2次/周	1次/月~3次/月

3 对于基坑周围建(构)筑物的变形监测,应在基坑开始开挖或降水前进行初始观测,回填完成后可终止观测。周围建(构)筑物的变形监测宜与基坑变形监测同步。

4 对于受隧道施工影响的地面建(构)筑物、地表、地下管线等的变形监测,应在开挖面距前方监测体的距离等于隧道埋深和隧道高度之和时进行初始观测。观测初期,宜每天观测 1 次~2 次,相对稳定后

可延长监测周期,恢复稳定后可终止观测。当采用新奥法施工时,地面建(构)筑物、地表沉陷的观测周期应符合表 10.7.3-2 的规定。

表 10.7.3-2 新奥法施工地面建(构)筑物、地表沉陷的观测周期

监测体或监测断面距开挖工作面的前、后距离	$L < 2B$	$2B \leq L < 5B$	$L \geq 5B$
观测周期	1 次/d~2 次/d	1 次/2d	1 次/周

注:1 L 为监测体或监测断面距开挖工作面的前、后距离(m); B 为开挖面宽度(m);

2 新奥法施工时,当地面建(构)筑物、地表沉陷观测 3 个月后,可根据变形情况将观测周期调整为每月观测 1 次,恢复稳定后可终止观测。

5 地下工程施工期间,当监测体的变形速率明显增大时,应增加观测次数至每周多次或每日多次;当变形量达到预警值或有事故征兆时,应持续观测。

6 地下工程在运营初期,第一年宜每季度观测 1 次,第二年宜每半年观测 1 次,以后宜每年观测 1 次,但在变形速率增大时,应增加观测次数。

10.7.4 地下工程基坑变形监测的主要技术要求应符合本标准第 10.5.3 条第 1 款~第 4 款的规定;应力监测的计量仪表应满足测试要求的精度;基坑回弹、分层地基土和地下水位的监测应符合本标准第 10.5.4 条~第 10.5.6 条的规定。

10.7.5 地下建(构)筑物的变形监测应符合下列规定:

1 水平位移观测的基准点宜布设在地下建(构)筑物的出入口附近或地下工程的隧道内的稳定位置;工作基点应设置在底板上,并不应少于 3 个点;变形观测点应布设在变形敏感的柱基、墩台和梁体上;水平位移观测可采用交会法、视准线法、极坐标法、自由设站法、激光准直法、三维激光扫描法等,也可采用全站仪自动跟踪测量法;

2 垂直位移观测的基准点应选在地下建(构)筑物的出入口附近不受沉降影响的区域,也可将基准点选在地下工程的隧道横

通道内,可设立深层钢管标,基准点个数不应少于3个点;变形观测点应布设在主要的柱基、墩台、地下连续墙墙体、地下建筑底板上;垂直位移观测宜采用水准测量方法或静力水准测量方法,精度满足要求时,也可采用电磁波测距三角高程测量法或三维激光扫描法。

10.7.6 隧道的变形监测应符合下列规定:

1 隧道的变形监测应对临近开挖面的隧道断面、不良地质构造、断层和衬砌结构裂缝较多的隧道断面的变形进行监测;

2 隧道内的基准点应埋设在变形区外相对稳定的地方或隧道横通道内;可设立深层钢管标,位移监测基准点个数不宜少于3个点;

3 变形观测点应按断面布设;当采用新奥法施工时,断面间距宜为10m~50m,点位应布设在隧道的顶部、底部和两腰,项目需要时可加密布设,新增设的监测断面宜靠近开挖面;当采用盾构法施工时,监测断面应选择并布设在不良地质构造、断层和衬砌结构裂缝的部位;

4 隧道拱顶下沉和底面回弹宜采用收敛计法、断面测量法和水准测量方法;三等及以下精度要求的,也可采用全站仪自动跟踪测量法;

5 衬砌结构收敛变形宜采用收敛计进行监测,也可采用极坐标法测量、全站仪自由设站法、三维激光扫描等方法;

6 可在地表布设沉降监测横断面,埋设土体分层沉降计、沉降磁环、测斜管等。

10.7.7 地下建筑物的建筑裂缝观测应按本标准第10.4.14条的要求执行。

10.7.8 地下建(构)筑物、地下隧道在施工和运营初期,还应对受影响的地面建(构)筑物、地表、地下管线等进行同步变形测量,并应符合下列规定:

1 地面建(构)筑物的垂直位移变形观测点应布设在建筑物

的柱基上,水平位移变形观测点宜布设在建筑物外墙的顶端和下部等变形敏感的部位。点位间距宜为 15m~20m;

2 地表沉陷变形观测点应布设在地下工程的变形影响区内;新奥法隧道施工时,地表沉陷变形观测点应沿隧道地面中线呈横断面布设,断面间距宜为 10m~50m,两侧的布点范围宜为隧道深度的 2 倍,每个横断面不少于 5 个变形观测点;

3 变形区内的燃气、上水、下水和热力等地下管线的变形观测点,宜设立在管顶或检修井的管道上;变形观测点可采用抱箍式和套筒式标志;当不能在管线上直接设点时,可在管线周围土体中埋设位移传感器间接监测管线的变形;

4 变形观测宜采用水准测量方法、极坐标法、交会法等。

10.7.9 地下工程变形监测的各种应力应变传感器应布设在不良地质作用、断层、衬砌结构裂缝和其他变形敏感的部位,应同时兼顾水平位移和垂直位移变形观测点的布设;应力、应变监测的主要技术要求应符合本标准第 10.4.18 的规定。

10.7.10 地下工程运营期间,变形监测的内容可减少,监测周期也可延长,但应满足运营安全监控的需要。运营期间变形监测的主要技术要求与施工期间相同。专项工程需要时,宜将监测方法升级为自动化监测系统。

10.8 桥梁变形监测

10.8.1 桥梁变形监测的内容应根据桥梁结构类型按表 10.8.1 选择。

表 10.8.1 桥梁变形监测的内容

类型	施工期主要监测内容	运营期主要监测内容
梁式桥	桥墩垂直位移 梁体水平位移、徐变(垂直位移)、 挠度(垂直位移)	桥墩垂直位移 桥面水平位移、挠度(垂直位移)

续表 10.8.1

类型	施工期主要监测内容	运营期主要监测内容
拱桥	桥墩垂直位移 装配式拱圈水平、垂直位移	桥墩垂直位移 桥面水平位移、垂直位移
悬索桥 斜拉桥	索塔倾斜、索塔摆动(塔顶水平位移)、 塔基垂直位移 桥面线形(水平位移、垂直位移)、 挠度(垂直位移) 锚碇水平位移、垂直位移	索塔倾斜、索塔摆动(塔顶水平位移)、 塔基垂直位移 桥面线形(水平位移、垂直位移)、 挠度(垂直位移)
桥梁两岸 边坡	桥梁两岸边坡水平位移、垂直位移	桥梁两岸边坡水平位移、垂直位移

10.8.2 桥梁变形监测的精度应根据桥梁的类型、结构、用途等因素综合确定,特大型桥梁的监测精度不宜低于二等,大型桥梁不宜低于三等,中小型桥梁可采用四等。

10.8.3 变形监测可采用卫星定位测量、极坐标法、精密测距、导线测量、前方交会法、正垂线法、电垂直梁法、激光准直法、水准测量等。

10.8.4 大型桥梁的变形监测,必要时应同步观测梁体和桥墩的温度、水位和流速、风力和风向。

10.8.5 桥梁变形观测点的布设应符合下列规定:

1 桥墩的垂直位移变形观测点应沿桥墩的纵、横轴线布设在外边缘,也可布设在墩面上;每个桥墩的变形观测点数,根据桥墩大小应布设 1 个~4 个点;

2 梁体的徐变、挠度观测点应在支点、跨中梁体截面布点;每个梁体截面的观测点数,根据截面大小应布设 2 个~5 个点;悬臂法浇筑或安装梁体的桥面线形观测点,应布设在每段梁体的前端截面,每个梁体截面观测点数,根据截面大小应布设 2 个~5 个点;支架法浇筑或安装梁体的桥面线形观测点,应在桥墩和梁体的

1/4、1/2、3/4 处截面布点；每个梁体截面的观测点数，根据截面大小应布设 2 个～5 个点。

3 索塔垂直位移变形观测点宜布设在索塔底部的四角；索塔倾斜、摆动变形观测点宜在索塔的顶部、中部和下部并沿索塔横向轴线对称布设；

4 斜拉桥、悬索桥桥面线形、挠度观测点应在桥墩(索塔)和拉索锚固点梁体截面布点，每个梁体截面的观测点数，根据截面大小应布设 2 个～5 个点；

5 桥梁两岸边坡变形观测点宜成排布设在边坡的顶部、中部和下部，点位间距宜为 10m～20m。

10.8.6 桥梁施工期的变形监测周期应根据桥梁的类型、施工工序、设计要求等因素确定。

10.8.7 桥梁运营期的变形监测，每年应观测 1 次，也可在每年的夏季和冬季各观测 1 次。当洪水、地震、强台风等自然灾害发生时，或遇船只碰撞等特殊情况时，应加密观测或持续观测。

10.9 滑坡监测

10.9.1 滑坡监测的内容应根据滑坡危害程度或防治工程等级按表 10.9.1 选择。工程需要时，还应监测区域的降雨量和进行人工巡视。

表 10.9.1 滑坡监测内容(mm)

类型	阶段	主要监测内容
滑坡	前期	地表裂缝
	整治期	地表的水平位移和垂直位移、深部钻孔测斜、土体或岩体应力、水位
	整治后	地表的水平位移和垂直位移、深部钻孔测斜、地表倾斜、地表裂缝、土体或岩体应力、水位

10.9.2 滑坡监测的精度要求应符合表 10.9.2 的规定。

表 10.9.2 滑坡监测的精度要求(mm)

类 型	水平位移监测的点位 中误差	垂直位移监测的高程 中误差	地表裂缝的观测中 误差
岩质滑坡	±5	±5	±0.5
土质滑坡	±10	±10	±3.0

注:水平位移和垂直位移的监测中误差是相对于基准点或工作基点。

10.9.3 滑坡水平位移观测可采用交会法、极坐标法、卫星定位测量和多摄站摄影测量方法;深层位移观测可采用深部钻孔测斜方法。垂直位移观测可采用水准测量和电磁波测距三角高程测量方法。地表裂缝观测可采用精密测(量)距方法。

10.9.4 滑坡监测变形观测点位的布置应符合下列规定:

1 对已明确主滑方向和滑动范围的滑坡,监测网可布设成十字形和方格形,纵向应沿主滑方向,横向应垂直于主滑方向;对主滑方向和滑动范围不明确的滑坡,监测网宜布设成放射形;

2 点位应选在地质、地貌的特征点上;

3 单个滑坡体的变形观测点不宜少于 3 个点;

4 地表变形观测点宜采用有强制对中装置的墩标,难以设置墩标地段可设立固定照准标志。

10.9.5 滑坡监测周期,宜每月观测 1 次,并可根据旱、雨季或滑移速度的变化进行调整。邻近江河的滑坡体,还应监测水位变化。水位监测次数不应少于变形观测的次数。

10.9.6 滑坡整治后的监测期限,宜在单元滑坡内所有监测点 3 年内变化不显著并预计若干年内周边环境无重大变化时,可延长监测周期或结束阶段性监测。

10.9.7 工程边坡和高边坡监测的点位布置,可根据边坡的高度,按上中下成排布点。监测方法、监测精度和监测周期宜与滑坡监测的要求一致。

10.10 核电厂变形监测

10.10.1 核电厂变形监测项目应包括厂区内核岛、常规岛等重要建(构)筑物、水工建筑物、边坡等的变形监测。

10.10.2 核电厂变形监测基准网宜由次级网的基准点和工作基点构成,并应符合下列规定:

1 基准点数量不应少于 3 个,点位应选在主厂区周边、变形影响区域之外、稳固的位置;

2 工作基点数量宜为 6 个~8 个,宜选在核岛和常规岛等主厂房周围,且使用便利的位置;

3 基准点和工作基点的布设应整体设计,并应进行一次布网。

10.10.3 核电厂项目变形监测点应埋设在监测体上且最能反映变形特征的部位。

10.10.4 核电厂项目变形监测,应根据适用对象选择相应的精度等级,核岛、常规岛等主体建筑物变形监测应按本标准第 10.1 节中二等变形监测要求施测,附属设施、边坡、水库坝体、码头、环廊基础等的变形监测可按本标准第 10.1 节中三等变形监测要求施测。

10.10.5 核岛、常规岛等重要建(构)筑物应有独立的变形测量监测系统,同时应满足工程设计对变形监测的要求;在工程建设中,对各项监测设施应随施工的进度预先埋设。

10.10.6 核电厂项目水平位移监测可采用测角前方交会法、边角交会法、极坐标法、小角法、经纬仪投点法、视准线法、正垂线或倒垂线法。

10.10.7 核电厂项目核岛、常规岛等建筑物的垂直位移监测宜采用精密水准测量方法,在无通视条件或无法立尺观测的地方,可采用静力水准法监测。单体构件可采用测微水准仪或机械倾斜仪、电子倾斜仪等进行测量。

10.10.8 核岛、常规岛等建(构)筑物的沉降观测点应按照设计图埋设,在下列位置处宜设置观测点:

1 建筑物四角或沿着外墙每 10m~15m 处或每隔 2 根~3 根柱子柱基上;

2 裂缝、沉降缝或伸缩缝的两侧;

3 人工地基和天然地基的接壤处,可埋设在建筑物不同结构的分界处;

4 烟囱、水塔或大型储藏罐等高耸构筑物的基础轴线的对称部位,每个构筑物不得少于 4 个点。

10.10.9 核岛、常规岛等建筑物在施工期间的沉降观测周期应按施工进度和荷载变化情况确定,施工期间,宜每 3 个月观测 1 次,施工过程中若遇暂停工,停工后及重新开工前,应各观测 1 次,停工期间的监测宜根据项目需要进行。运营期间,第 1 年应观测 1 次,之后宜每 3 年观测 1 次。

10.10.10 核电厂水坝变形监测的点位布设、精度和监测周期应符合本标准第 10.6.3 条~第 10.6.5 条的有关规定。

10.10.11 核电厂边坡和高边坡监测的点位布设可根据边坡的高度,按上、中、下成排布点,应同时进行水平位移和垂直位移监测。监测周期宜为每月观测 1 次,并可根据旱、雨季和位移速率的变化进行调整。

10.11 数据处理与变形分析

10.11.1 对变形监测的各项原始记录应进行整理、检查。

10.11.2 监测基准网的数据处理应符合下列规定:

1 观测数据的改正计算、检核计算和数据处理方法,应按本标准第 3 章、第 4 章的有关规定执行;

2 规模较大的网,还应对观测值、坐标和高程值、位移量进行精度评定;

3 应利用稳定的基准点作为起算点;监测基准网平差的起算