

目 录

一、工程概况.....	3
二、软土路基施工监测的目的.....	3
三、监测的基本要求.....	3
(一)、监测的内容.....	3
(二)、软基监测观测点布置.....	3
四、监测时间阶段.....	4
(一)、路堤填筑期.....	4
(二)、路面结构施工工期.....	4
五、观测方案.....	4
(一)、观测目的.....	4
(二)、观测方案的编制依据.....	4
(三)、软基监测重点.....	4
1、桩网复合地基处理法.....	4
2、堆载预压法.....	5
(四)、监控项目.....	5
(五)、软基监测断面设计.....	5
(六)、监测频率及监控标准.....	7
1、监测频率.....	7
2、监控标准.....	8
(七)、监测方法及精度要求.....	8
2、观测精度要求.....	8
(八)、主要监测仪器设备.....	9
1、地表水平位移观测.....	9
2、垂直位移(沉降观测).....	9
3、分层沉降.....	9
4、深层水平位移观测.....	9
5、孔隙水压力观测.....	9
(九)、监测点的布置、埋设及监控方法.....	10
1、监测点的布置.....	10
2、基准桩埋设.....	10
3、沉降板埋设.....	11
4、测斜管埋设.....	12
5、孔隙水压力计埋设.....	14
6、测点的保护.....	15
六、观测方法与实施细则.....	16

(一)、 <u>沉降板垂直沉降观测</u>	16
1、 <u>水准仪及水准尺</u>	16
2、 <u>沉降观测的外业</u>	16
3、 <u>沉降观测的成果整理</u>	17
(二)、 <u>边桩水平位移观测</u>	17
(三)、 <u>测斜管观测</u>	17
1、 <u>测斜管的工作原理</u>	17
2、 <u>测斜管测量侧向位移</u>	18
3、 <u>观测的技术要点</u>	18
4、 <u>侧向位移观测资料的整理</u>	19
(四)、 <u>孔隙水压力观测</u>	19
(五)、 <u>观测精度的保证措施</u>	19
*	
<u>七、 监测工期</u>	20
<u>八、 信息反馈、质量体系</u>	20
(一)、 <u>信息反馈体系</u>	20
(二)、 <u>质量保证体系</u>	21
(三)、 <u>监测小组工作内容</u>	21
<u>九、 试验资料整理及监测成果</u>	22
(一)、 <u>资料整理</u>	22
(二)、 <u>预期提交的资料</u>	22
(三)、 <u>监测成果的分析及反馈</u>	23
(四)、 <u>观测图表</u>	23
<u>十、 办公设施</u>	26
<u>十一、 工作程序和工作制度</u>	26
(一)、 <u>监控工作程序</u>	26
(二)、 <u>工作制度</u>	28
(三)、 <u>全面监控观测内容</u> :	28

从莞高速公路惠州段第一合同段

K0+000-K18+105 段软基处理变形监测方案

一、工程概况

从莞高速公路惠州段起点于增城市增江街周山村与增从高速公路顺接，往南经博罗福田镇、石湾镇、园州镇、终于惠州市与东莞市地域分界线与从莞高速公路东莞段起点相接，本项目全长。本合同段为第一合同段，全长约，路线起点桩号为 K0+000，终点桩号为 K18+105。

本项目所处地段的软土主要为第四系沼泽相、海陆交互相淤泥质粉粘土、腐殖质土、丘陵区主要呈点状或带状分布于山间洼地或河流谷地，软土厚度为 -9.7M。软基处理方案主要采用换填法、砂垫层堆载预压、袋装砂井堆载预压、水泥拌合桩复合地基、CFG 桩复合地基、直接堆载预压等方法。

二、软土路基施工监测的目的

软基施工监测是对软基处理及路基路面施工过程进行全过程的动态监测，并将监测结果及时反馈，从而对施工进行调整和指导，确保工程质量达到设计要求，并尽可能节约投资。

监测目的是在保证路堤变形稳定的前提下，提出最佳的填土速率和应采取的相应工程措施，达到加快施工进度目的；根据实测沉降曲线预测地基固结情况，确定预压合理的卸载时间，推定残余沉降；根据推定的残余沉降量确定填方预留沉降量；根据监测报告指导路面基层、面层施工。

三、监测的基本要求

(一)、监测的内容

沉降、位移、测斜、空隙水压力、土压力观测。

(二)、软基监测观测点布置

原则上路基地段每 100—200 米设置 1 个观测断面，桥头路段及过渡段均设

置 1—2 个观测断面，每个构造物路段设置 1 个观测断面。全线共需布置观测断面约（132+26=158）个。具体布置方案及数量按施工图纸确定。

监测断面按施工图中类型（基-I、基-II、基-III、基-IV、特-I、特-II、特-III）要求布设沉降板、位移边桩、测斜管、静土压力盒、分层沉降标、空隙水压力计。

四、监测时间阶段

（一）、路堤填筑期

路堤分期逐段开始填筑起，至堆载预压及卸载完毕。监测起始时间大约为 2010 年 11 月，监测时间约 12 个月。

（二）、路面结构施工工期

指路基处理工作全部结束，并达到设计要求，进行路面底基层、基层及面层施工期。观测时间约 6 个月。

五、观测方案

（一）、观测目的

1、对沿线各个软基监控断面的填土过程进行安全监控，通过观测施工过程中的水平位移，确定加载速率，指导工程施工。

2、根据实际观测结果，分析地基固结状况及工后沉降发展趋势，计算工后沉降，并为卸载施工提供依据；

3、及时分析观测数据，确定等载或超载预压时间，推荐路面施工的合理时间，确保路面施工时不会导致路基失稳；

4、分段反求总沉降系数。

（二）、观测方案的编制依据

《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2002)

《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》(JTJ017-96)

《公路路基施工技术规范》(JTGF10-2006)

《工程测量规范》(GB50026-93)

《公路全球定位系统(GPS)测量规范》(JTJ/T066-98)

《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)

《公路工程地质勘察规范》(JTJ06498)

(三)、软基监测重点

通过对从莞高速公路沿线的工程和地质条件的研究分析,对不同条件路基,不同处理方法在施工不同时段中的监测重点有所不同。

1、桩网复合地基处理法

该方法是一种较为新颖的地基处理方法,主要是采用桩(CFG 桩或粉喷桩)加固桥头地基,技术可行、经济,但是,目前工程界对桩网复合地基的力学机理尚未完全掌握,施工过程中除了要求对有关材料或结构进行质量检测外,还必须对结构在施工过程中的变形和应力、加固效果进行跟踪监测。桩网工法施工的监测重点是桩受力状态及其变形状态,以便更清楚地把握桩的设计参数的合理性,分析桩的受力机理。

2、堆载预压法

堆载预压法是比较常用的地基处理方法,常规的边桩位移、沉降监测是堆载预压工法在工程实施中投资、进度、工期控制的不可缺少的辅助措施。堆载预压法的监测重点是路基稳定和软土的固结情况,以便控制施工填筑进度和推算卸载后的沉降情况,掌握预压加载效果。

1

(四)、监控项目

监控项目分为应力观测和变形(位移)观测。应力观测包括:孔隙水压力观测;变形观测包括:地表沉降观测、边桩水平位移及沉降、地下水平位移(测斜)观测。通过断面监控,达到控制该断面路堤稳定、指导该路段路堤施工的目的。

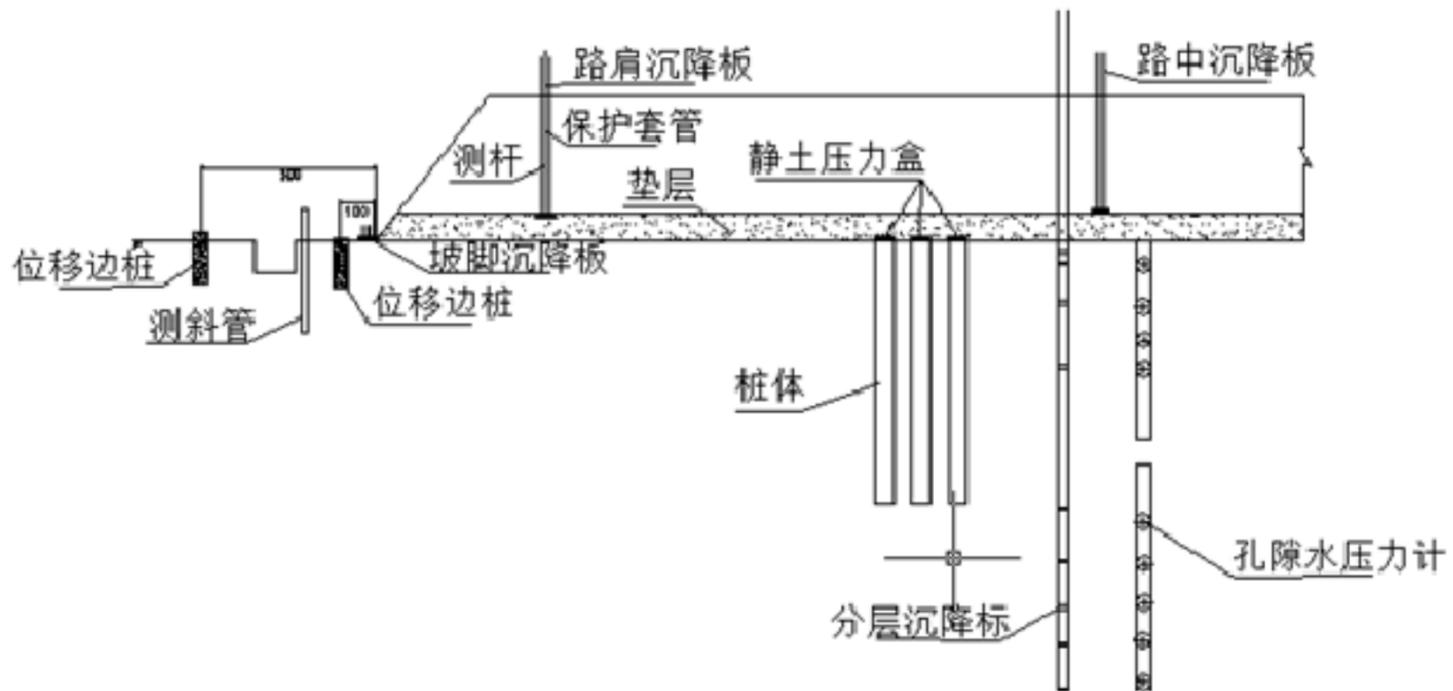
(五)、软基监测断面设计

软弱路基处理的主要技术问题是:道路路基填筑过程的边坡稳定问题、路基处理工程的质量评价问题(包括工后沉降的分析和卸载时间的把握)。为了解决上述问题,工程中必须采用一些必要的监测措施,如:全断面沉降、表层沉降板、边桩位移、测斜、孔隙水压力计以及土压力计等,根据本工程的特点,监测项目主要安排有表层沉降、边桩位移、测斜、孔隙水压力。

由于本工程线路较长,地质情况复杂,且大部分地段均为软基和高填土,为保证全线软土路基安全快速地完成,必须建立软基监控系统。监控断面由监控单位进行观测,并接受建设单位监控领导小组的指导,结合施工、监理单位提供的

监测资料，进行综合分析。

监控断面的设置原则是在各个软土段内选择填土高、软土厚度大、性质差的薄弱位置或其它典型断面作为监控断面，分别埋设沉降板、边桩位移、测斜管和孔隙水压力计。监控断面的设置具体布置依施工图为准。



监测布置说明：

沉降板采用 50cm*50cm*钢板，金属测杆直径为 4cm,套管采用塑料管，直径为 10cm.

分层沉降标采用钻孔埋设，埋设间距为 1 米。

水平位移观测点（地面水平位移和地基土水平位移）

地面水平位移桩埋设在路堤两侧趾部，其中一根位于坡脚处，其余位于边沟外侧。边桩采用 10cm*10cm 砼预制桩，埋深为 1.5m.埋置时采用打入法，桩周围回填密实，桩上部 50CM 用混凝土灌注固定。位移边桩要做好编号。

地基土水平位移采用测斜管观测，测斜管采用塑料管，测斜管埋设于路堤边坡趾部，埋设时应采和钻机导孔，测斜管的底部应穿透软土进入下卧层 100cm.

测斜管内的纵向的十字导管槽应润滑平顺，管端口应密合，测斜管高出地面 50cm,并注意加盖保护。

孔隙水压力观测采用孔隙水压力计观测，压力计采和钻孔法，埋设时，应采用一孔单只压力计埋设方法，并注意封孔，压力力从砂垫层呀碎石底部开始埋设，每隔 2m 埋设一只，同进应做好埋设记录。

待同一观测面的全部孔压计埋设后，所有孔压计的外引电缆应编好测点号码，而后集中穿入硬塑管埋入电缆沟，引出路基外进入观测箱内；实际布置根据断面勘察结果作适当调整，其布置观测仪标的设计工作量见表。

材料名称	规格型号	单位	数量	备注
钢板	50*50* (cm)	块	375	
钢管	Φ4 (cm)	米	2550	
钢管接头	Φ4 (cm)	个	4680	
塑料管	Φ10 (cm)	米	2550	
塑料管接头	Φ10 (cm)	个	4680	
C25 钢筋预制桩	** (m)	个	548	
测斜管		m		
钻孔总长		m		
孔隙水压力计		个	242	
钻孔总长		m		
沉降环		个	172	
静土压力盒		个	38	
断面数			132	

(六)、监测频率及监控标准

1、监测频率

在路堤施工过程中各观测项目的时间和频率均相同。

观测频率一览表

阶 段	

	观测频率
填土期	每日观测 1—2 次
填土间歇期	每日观测 1 次
预压期 第 1 个月	隔日观测 1 次
预压期 第 2 个月---第 3 个月	每周观测 1 次
预压期 第 4 个月至卸载	每半个月观测 1 次
卸载期	每日 1 次
上路面期	每周 1 次
上路面期至竣工验收	每季观测 1 次

注：当路堤填筑连续进行时，每天进行观测；当路堤稳定出现异常情况或者观测数据出现异常时加密观测。

设计观测期为从施工开始时间至竣工验收结束。

2、监控标准

监控标准采用孔压、沉降、侧向位移三项指标综合控制。加载期间的稳定控制标准初步制定如下，待软基监控成果出来后，再根据前期监测结果进行调整、优化。

单级孔压系数小于，综合孔压系数小于；

沉降速率不大于 $10\text{mm} / \text{d}$ ；

侧向位移不大于 $5\text{mm} / \text{d}$ ；

¹ 测斜不大于 $4\text{mm} / \text{d}$ ；

每一级加载完成后继续进行观测，直至达到以下稳定标准后方可进行下一级加载。

(1)单级孔压系数小于；

(2)沉降速率小于 $6\sim 8\text{mm}/\text{d}$ ；

根据上述标准综合判断路基是否处于危险状态，出现异常应立即通知业主采取相应处理措施。

(七)、监测方法及精度要求

1、监测方法

监测项目	监测对象	监测方法、仪器	观测目的
地表沉降	路基表面	沉降板，水准仪	地表以下土体沉降总量

地面水平位移、垂直位移	路堤外侧土体	水平位移边桩，全站仪	测定路堤侧向地面水平位移量兼测地面沉降或隆起，用于稳定检测
地基土体水平位移	地基内部土体	地下水平位移标，测斜仪	观测地基各层位土体侧向位移量，用于稳定检测和了解土体各层侧向变形以及附加应力增加过程中的变形发展情况
地基孔隙水压力	地基内部土体	孔隙水压力计	观测地基孔隙水压力变化，分析地基土固结情况

2、观测精度要求

监测项目	精度要求
地表沉降	±1.0mm
地面水平位移及隆起	±2.5"
地基深层水平位移	±5.0mm
孔隙水压力	kPa(3~5kg/cm ²)

(八)、主要监测仪器设备

1、地表水平位移观测

选用瑞士 Leica TC802 全站仪，该仪器的测角精度± 2"，测距精度± 2mm+2ppm。

2、垂直位移(沉降观测)

表面沉降的观测可根据不同阶段需要，采用索佳 ADL30 精密水准仪、铟钢尺读测，其测量精度可达到二等水准精度，仪器精度为±km。

3、分层沉降

分层沉降的观测采用任丘市新北仪器厂 XBHV-10 沉降仪。

4、深层水平位移观测

测斜仪采用河北省任丘市新北仪器厂 XB338-22 智能数显滑动式测斜仪，测量精度为±4mm/30m（系统总精度）。

5、孔隙水压力观测

选用河北省任丘市新北仪器厂（2700/E，40 通道），量程为 0~35kPa、0~200kPa 等，精度可达到%。

拟投入本监测工程的主要仪器、设备表：

序号	设备名称	测试参数	量程	精度	生产厂家	数量
1	LeicaTC802 全站仪	距离 角度	2.7km	±2mm+2ppm ±2"	Leica	1 台
2	XBHV-10 沉降仪	高程	30	±2mm	“省任丘市新北仪器厂	
3	索佳 ADL30	高程	1~1000m	±0.3mm/km	索佳	1 台
4	测斜仪 XB338-22	位移	±600	±4mm/30m	“省任丘市新北仪器厂	1 套
5	孔隙水压力计 DY511	孔隙水压力	0~35kPa、 0~200kPa 等	%	河北省任丘市新北	1 套
6	铟钢尺	沉降	50m	2mm	索佳	2 个

（九）、监测点的布置、埋设及监控方法

1、监测点的布置

所有的观测仪标均应在地基处理后、路基填筑前埋设完毕；路基填筑必须在所有仪标完成初读数后进行。

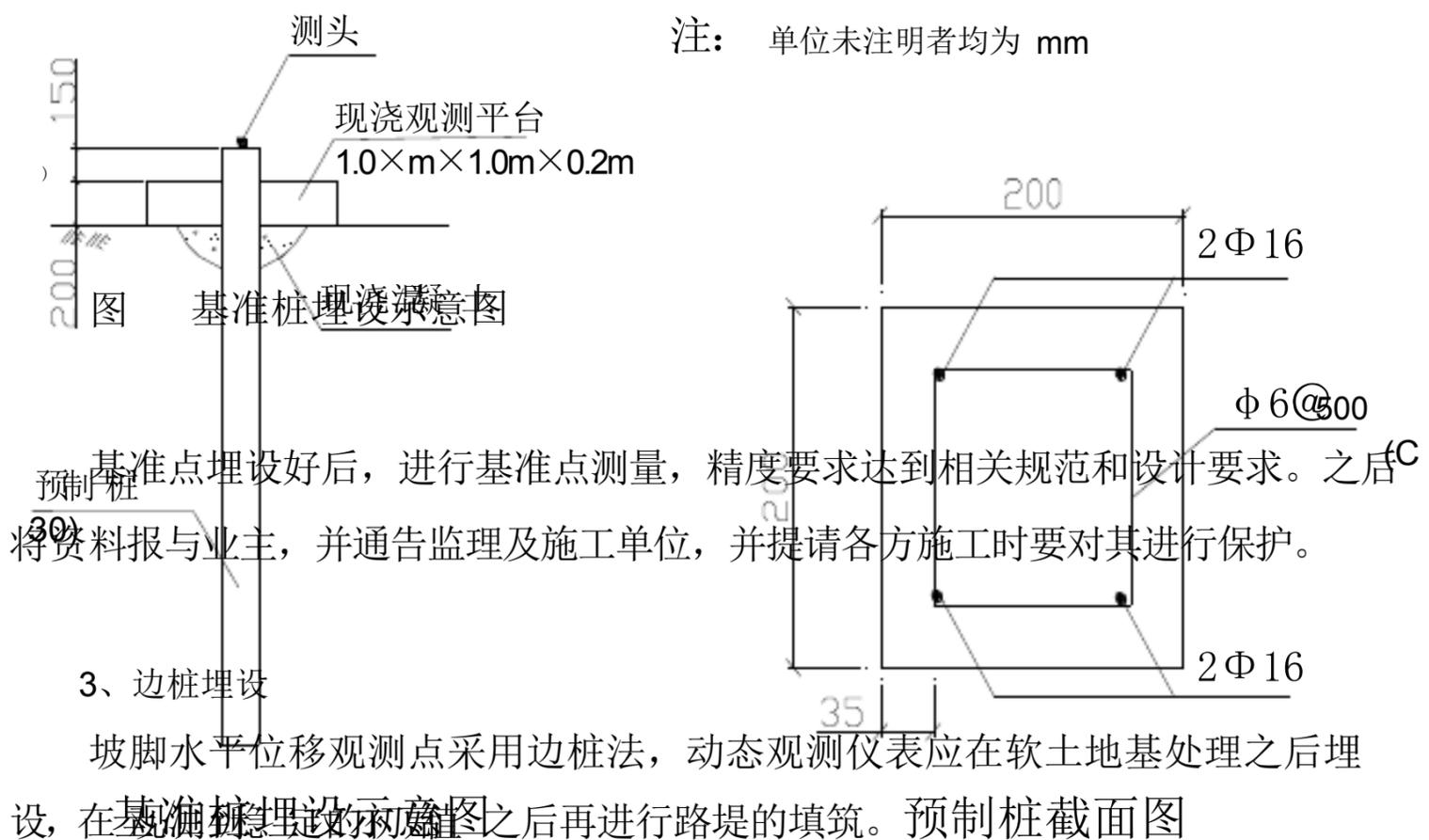
监测点的具体布置按后续将要制定的监控细则进行。

2、基准桩埋设

用于水平位移和沉降观测的基准桩埋设在变形区以外的原状土层上。基准桩距路堤坡趾的距离一般不小于 20m。水准点按二等水准的要求，设置在土质坚硬便于长期保存和使用的地点上，并埋设混凝土标石。布设时间应在开工之后、正式观测前的施工准备阶段。布设时应根据现场情况及观测点布置情况统一布置。

基准桩尽可能利用公路沿线控制桩。

基准桩采用边长为 20cm 的钢筋混凝土预制方桩，埋置时保证。



3、边桩埋设

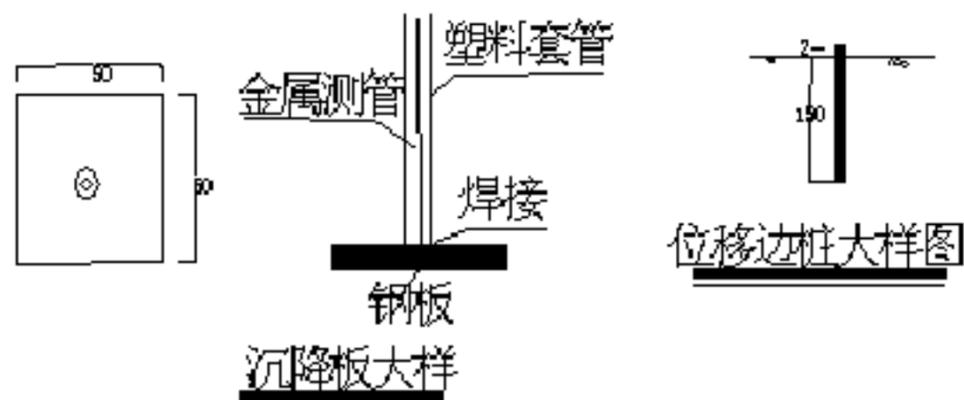
坡脚水平位移观测点采用边桩法，动态观测仪表应在软土地基处理之后埋设，在基础稳定的初期之后再继续进行路堤的填筑。预制桩截面图

边桩埋设在路堤两侧趾部以及边沟外缘以外 10m~40m 范围内，并结合稳定性分析在预测可能的滑移面与地面的切面位置布设，同一观测断面的边桩埋设 在同一横轴线上。

边桩采用 100mm×100mm ×1500mm 的砼桩，采用预制桩，桩顶预埋小段钢筋作为测头。边桩的埋入后露出地面高度小于 10cm。桩周上部 50cm 用混凝土浇筑固定，边桩布置示意如下图

3、沉降板埋设

沉降板由底板、金属测杆和保护套管组成，底部钢管用撑脚三角板焊接在沉降板中心处，节管用管箍连接，节管顶部套管上口用护管帽盖住，封住管口。采用双管式沉降标，预制好 50cm×50cm×10mm 的钢板，在钢板中央再固定钢管，测杆直径为 4cm，外套 PVC 管保护，套管直径为 10cm。埋设于砂垫层下，软基之上。用水平尺校正其水平度，用垂球来控制其铅垂度，埋设稳固，然后做好明显标志。随着填土的增高，测杆和套管亦相应接高，每节长度不宜超过 50cm。接高后的测杆顶面应略高于套管上口，并高出碾压面高度不宜大于 50cm。同时，套管上口加盖封住，避免填料落入管内影响测杆下沉的自由度，沉降板示意如下图。



施工人员.....作时，当第一层土压实后，在压实面上挖土坑(深度为 20~30cm)，铺上 5cm 左右的砂垫层，层面要水平，将沉降板放在砂垫层上，管顶应低于压实面 5~8cm，随即测量管顶至底板的高差，还土夯实至管顶，并测量管顶标高(初读数)，当第二层土施工完毕后，在管顶位置接上第二节钢管。观测时，每节管的顶面有上、下管顶标高，下节管顶面标高用于计算第一次沉降量，上节管顶标高作为下次计算沉降量的数据，循序逐节升高，重复上述工作。埋设时作好施工记录。

4、测斜管埋设

测斜管是一种可精确地测量沿垂直方向土层或围护结构内部水平位移的工程测量仪器，拟采用目前广泛应用的 CXG70 型高精度测斜管（规格 70，外径：Φ70，内径：Φ59，导槽宽：，导槽深：2，管长：2m 或 4m，壁厚偏差：≤14%，导管扭角：≤°/m）。

1、钻孔：钻孔要求:定位准确；倾斜度小于 1 度；钻孔直径与测斜管匹

配(比测斜管略大,一般采用 $\phi 146$)。

①、检查测斜管:下管前必须对测斜管进行检查。对外观质量较差、受力后弯曲变形、老化、受损的不合格管子,予以报废,底部测斜管用闷头封好,以防泥浆进入。

②、下管准备:下管前计算好长度、节数。接头处打好自攻螺丝导孔(导孔直径比螺丝直径略小)。并准备好下管时固定用的麻绳或卡口。

③、下管:用全站仪确定导向槽的方向(与公路横断面平行),逐节连接下管。将测斜管逐节组装并放入钻孔内。测斜管底部装有底盖,可将侧斜管内灌入适量平衡水,扶正管身,铅直缓慢压入钻孔内,当上浮力太大或钻孔缩孔时,应适当施加压力,但不可将测斜管压弯。要求侧斜管底部埋入相对硬层或 30m 以上,下入钻孔内预定深度后,即向测斜管与孔壁之间的间隙由下而上逐段灌浆或用砂填实,固定测斜管。另外,根据现场实际情况,孔位可以进行适当的调控。安装或埋设时,应及时检查测斜管内的一对导槽,其指向是否与欲测量的位移方向一致,并应及时修正。

④、测斜管检查:测斜管固定完毕后,用清水将测斜管内冲洗干净,如果条件允许,可用测头模型放入测斜管内,沿导槽上下滑行一遍,以检查导槽是否畅通无阻,滚轮是否有滑出导槽的现象。如果没有测头模型,可用缓慢速度将测头放入,如遇阻碍,立即拔出测头,对该测管进行必要处理或废弃重新安装,由于测斜仪的测头是贵重的仪器,在未确认测斜管导槽畅通时,应谨慎放入真实的测头。

⑤、孔壁回填:①当测斜孔较浅(一般小于 20m),且埋管与观测时间间隔较长(大于两个月)时,采用细砂回填和自然塌落消除孔壁空隙。细砂回填时用长钢筋捣动,且间隔一定时间加砂,达到真正密实。②当测斜孔较深,或埋管与观测时间间隔较短,此时应采用孔壁注浆的方法。孔壁注浆有管外注浆和管内注浆两种方法。管外注浆是在管壁外下注浆管,然后用水泥浆泵注入水泥浆。管内注浆则是采用特殊的注浆闷头,将其安装在测斜管底部,然后在管中接上注浆管,由下向上注入水泥浆,直至水泥浆溢出地面。

⑥、孔口设置:测量测斜管顶端坐标及高程,安装保护盖,测斜管四周砌设混凝土墩,并做好标志。

^