

基岩标的施工技术探讨与实践

严一华, 汪拾金

(浙江省岩土基础公司, 浙江 宁波 315040)

摘要:基岩标是指在覆盖有松散地层的区域内为更准确测定地面沉降量,穿过覆盖层埋设在稳定基岩上的标杆直通地面,经过保护处理作为相对稳定的基岩水准点。具有标孔要求高、基岩面判层准确、标杆安装要求高等特点。通过浙江省宁波市 2 座基岩标施工的实践,探讨了确保基岩标质量的关键技术和控制措施,对实际施工有一定的参考作用。

关键词:基岩标;标孔;标杆;地面沉降监测

中图分类号:P634;P642.26 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)03-0055-04

Discussion of Construction Technique of Bedrock Bench Mark and the Practice/YAN Yi-hua, WANG Shi-jin (Zhejiang Geotechnical Foundation Co., Ningbo Zhejiang 315040, China)

Abstract: Bedrock bench mark is a buried pole across the loose overburden layer to the stable bedrock for the accurate monitoring of land subsidence, which is with the characteristics of high requirement on mark hole and mark pole construction and accurate bedrock surface deciding. Based on the practice of 2 bedrock bench mark construction in Ningbo, discussion was made on the key technologies and control measures to ensure the quality of bedrock bench mark.

Key words: bedrock bench mark; mark hole; mark pole; land subsidence monitoring

1 项目的基本情况

为进一步完善宁波市地面沉降监测系统,我单位参与了宁波市规划局的 2010 年“鄞州区三等水准加密及中心城区 80 km² 沉降监控课题研究项目中基岩标及其配套设施建设”项目施工。该项目拟分别在鄞州区的高教园区和望春工业园区实施基岩标及其配套设施建设,2 座基岩标孔深 150 m 左右,以进入新鲜基岩为标准,保护管要求埋入新鲜基岩内 2 m,标杆埋入新鲜基岩内不小于 5 m 为终孔标准,根据实际孔深确定保护管和标杆长度;基岩标保护设施 2 座。

2 基岩标的技术要求

2.1 孔身技术要求

- (1) 孔径:基岩以上部分孔径 ≤ 300 mm,基岩段孔径 ≤ 220 mm;
- (2) 孔斜:每 100 m 顶角 $\geq 0.5^\circ$,终孔累计顶角 $\geq 1.0^\circ$;
- (3) 孔深:每 100 m 及终孔校正孔深误差 ≥ 1 m;
- (4) 全孔连续取心,以准确判断孔身结构;
- (5) 地层划分和岩面位置判定要准确,以便确定保护管下入位置及埋标深度;

- (6) 保护管要下到位,固井措施要合理;
- (7) 埋标深度要准确无误,保证标杆与基岩固为一体。

2.2 标体技术要求

标体结构包括:保护装置——保护管;引测装置——标杆;导正装置——扶正器;标底装置和地面装置 5 大主要结构(参见图 1)。

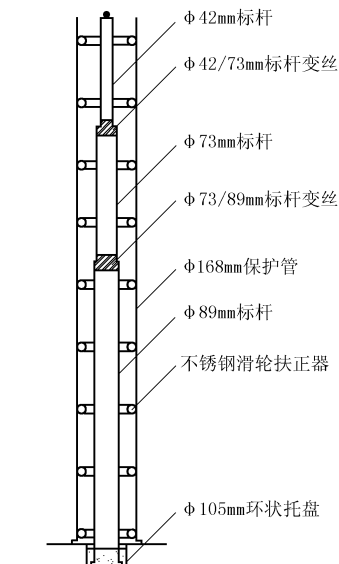


图 1 标杆结构示意图

收稿日期:2011-12-23

作者简介:严一华(1975-),女(汉族),浙江丽水人,浙江省岩土基础公司工程师,水文地质工程地质专业,从事水文地质、水井地热井施工技术与管理,浙江省宁波市宁穿路 448 弄 16 号,nbwwqq@126.com。

(1)保护管:选用 $\text{Ø}168\text{ mm} \times 6.5\text{ mm}$ DZ40地质专业无缝钢管。

(2)标杆:标杆采用三级宝塔结构,标杆材质选用DZ40地质专用无缝钢管。规格分别为 $\text{Ø}89$ 、73和42 mm,每级的长度按九五分割(九五分割是指根据标杆总长度均按 $5/9$ 来确定宝塔结构的下一部分,如90 m的标杆,50 m为宝塔结构最下面一级长度,第二级再按余下部分的 $5/9$ 确定,即为22.2 m,余下部分为第三级长度)。

(3)扶正器:选用不锈钢滚轮式扶正器,间距9 m。

(4)标底:直径为105 mm、厚20 mm的钢质环状托盘。

(5)地面装置:结合GPS观测墩建设要求制作,一座1.8 m(基础60),一座3 m。

(6)标杆的安装及埋设要求:保护管要求埋入新鲜基岩内2 m,标杆埋入新鲜基岩内不小于5 m,标杆与保护管不得连成一体。

3 项目的重点和难点分析

根据设计要求,我们认真分析了该项目的情况,认为该项目的重点和难点有以下几个方面。

3.1 钻孔垂直度的控制

钻孔的垂直度是设计要求的硬性指标,必须满足要求,否则项目的下一步将无法实施。其同时也高于常规的钻孔垂直度 $1/100$ 的要求。为保证钻孔垂直度的要求,必须从人员、设备、操作、监控等各方面严格控制。

3.2 基岩面的准确判断

基岩面判断如果失误,将失去基岩标的意义,意味着项目的失败。所以高度重视这一环节,对项目成功起着关键的作用。为确保基岩面的判断不出现失误,要综合考虑区域地质情况、钻进过程的情况、岩样的风化及渐变情况、岩性同区域性的岩性符合情况,以确保基岩面的准确判断。

3.3 标杆的安装

标杆安装要求包括材质要求、垂直度要求、安装深度要求、稳固性要求、扶正要求等。标杆的安装是基岩标最终质量控制的关键性指标之一,必须采取有效措施保证安装到位。

3.4 标杆的防护

标杆的防护措施是确保标杆在使用过程中不受外界影响,保证精度的重要方面,防护措施必须从长远出发,慎重考虑,谨慎防护。

3.5 标体的稳定性确定

从技术角度对标体的稳定性进行分析。

4 采取的技术措施

4.1 钻孔垂直度的控制

为了确保钻孔的垂直度,防止钻孔弯曲,我们考虑到施工的各个环节,做到思想上重视,理论上可靠,实践上可行,具体采取了以下措施实行预防。

4.1.1 正确选用钻机、钻具、钻头

(1)根据现有的条件和工地的实际情况进行综合考虑。区域地质资料显示上部第四系地层主要为淤泥质粘土和粉质粘土,下部基岩以晶玻屑凝灰岩为主。根据以往施工经验,我们认为采用SPJ-300型钻机能满足施工要求。第四系地层采用的是梳齿三翼硬质合金钻头,钻头的翼角为 150° ;底部用一根 $\text{Ø}108\text{ mm}$ 的钻铤来增加底部压力;基岩钻进采用牙轮钻头钻进基岩2 m后再用金刚石钻头钻进3 m。第四系孔段采用正循环自然造浆成孔。

(2)对所有的钻具进行认真的检查,确保钻具圆而直,同时进行试连接,检查连接后的同心度。

(3)粗径钻具的长度在设备适用许可条件下尽可能长,保证其长度和刚度,可以使偏倒角变小。

(4)检查钻机转盘大小补芯的磨损情况、机上钻杆磨损情况。尽可能选用新的补芯和机上钻杆,减少其间隙带来的不良影响。

4.1.2 确保设备安装质量

(1)设备安装前,地基要平整、坚实,基台木要水平、稳固。并确保钻进过程中不得有沉降或其他变形出现。

(2)钻机钻塔要对正,天车、游动滑车和转盘中心三点一线,转盘中心同钻孔中心对中,钻进过程中经常检查钻机的水平情况,转盘的水平和主动钻杆的垂直度,一旦发现偏差,立即纠正。

4.1.3 采用合理的钻进工艺

分析现场的地质条件,该钻孔上部为第四系地层,采用梳齿三翼硬质合金钻头,减压钻进,确保钻具钻进过程中处于垂直状态比较有利;根据地方经验采用自造浆泥浆护壁能满足要求。设备的使用严格遵守相应的操作规程。开孔时要求方向垂直,开孔粗径钻具要直,低压、慢速开孔,孔口管固定牢固,防止孔口掉落岩块或其他异物而导致卡钻。

牙轮钻头钻进基岩时,采用的是加压钻进,泥浆密度为 1.22 g/cm^3 左右。终孔后采用气举反循环工艺进行清孔。

4.1.4 加强过程监控

标孔成孔过程中,采用钻孔孔斜测量仪(见图2)进行实时监控。每10 m进行一次钻孔弯曲度测量,出现异常进行重复测量数据的比对分析,并提高测量频率,终孔时按要求进行孔深校正。



图2 KXP-1S型数字测斜仪

4.2 基岩面的准确判断

为保证基岩面判断准确,主要采取了以下几个技术措施:

- (1) 查阅区域地质资料,确定大致基岩面深度;
- (2) 碰到岩石面后,定时捞取岩样并按时间先后顺序保留,采取岩心对比分析,是否符合岩石的风化规律,即全风化—强风化—中风化—微风化的顺序;
- (3) 根据采取的岩心与区域的岩性资料进行对比,看是否相符;
- (4) 岩石的硬度是否满足标杆的安装要求。

根据上述要求综合确定是否继续钻进,若其中任何一项指标不符合要求,就要继续钻进,直至能准确判断为止。

4.3 标杆的安装

(1) 标杆:根据实际终孔孔深确定标杆长度,标杆为三级宝塔形,上部为 $\varnothing 42$ mm、中部为 $\varnothing 73$ mm、下部为 $\varnothing 89$ mm,每级长度按实际孔深九五分割进行配置,采用管箍连接,并采用专用提引器吊装。

(2) 扶正器:导正装置为特制的滚轮卡环式扶正器(规格与相应的标杆尺寸配套,见图3),扶正器包括2个紧密配合的圆环,其中内圆环与引测标杆固定连接,外圆环的外侧设置3个滚轮,滚轮为不锈钢制作,滚轮通过轴与外圆环外侧上的支架连接,扶正器按间隔9 m设置,用自攻螺丝或卡簧固定在标

杆外侧,以利于标杆居中,并保持垂直、水平方向均能活动。



图3 滚轮卡环式扶正器

(3) 标底装置:标底装置为一个 $\varnothing 105$ mm、厚20 mm 钢质环状托盘,置于孔底基岩面上,其与 $\varnothing 89$ mm 标杆底部焊接连接。

(4) 标杆埋设到位后,采用注浆的方式将标杆与基岩固为一体,注浆高度按孔底以上2.5 m确定(以避免标杆与保护管连成一体),注浆浆液为水泥浆,水灰比为0.5,水泥浆选用42.5普通硅酸盐水泥配置。将相应的水泥和水倒入搅浆筒,搅拌均匀,在筒内垂直插入一根细杆,在杆上将水泥浆面高度作好标记(记为A),在A点下按搅浆筒尺寸算出理论用浆量的位置(记为B),水泥浆面从A点降至B点时,即关闭出浆管阀门,停止从筒内汲浆;再往注浆管内压入 0.01 m^3 的清水便可拔出注浆管,并将所有注浆设备用水清洗干净。

4.4 标体的保护

保护管管径、长度等在现场会同业主、监理共同量测,合格后下入标孔。本次保护装置选用 $\varnothing 168$ mm \times 6.5 mm DZ40地质专用无缝钢管,埋入基岩内2 m。

保护管安装采用丝扣连接方式,连接处用密封胶缠绕,保护管底部与基岩接触部位采用环状刀口,并做好居中导向,保证保护管顺利安装到位;同时,将注浆管捆绑在保护管外侧,随同保护管同步下到孔底,注浆管采用PE管。保护管的固定采用水灰比为0.55的水泥浆回填灌浆,水泥浆选用42.5普通硅酸盐水泥配置。保护管与孔壁间填入小颗粒碎石瓜子片,将按计量拌制的水泥浆用注浆泵注入保护管与孔壁环状间隙内,通过埋至孔底的注浆管使浆液逐渐上升,直至水泥浆液冒出地面后终止注

浆。

为保护标杆不锈蚀,依照合同要求,标孔上部2~3 m高度(保护管与标杆间以及标杆内部)灌注重柴油,以隔离清水。灌油前,先用钢尺量测水位高度,满足要求后注入相应体积的重柴油。灌油过程由业主监督,监理旁站。回灌2.5 m重柴油的理论数量(体积):

(1)保护管与标杆($\varnothing 42.4$ mm)之间为 0.0436 m^3 ,即: $V_1 = (0.1552\pi/4 - 0.04242\pi/4) \times 2.5 = 0.0436 \text{ m}^3$;

(2)标杆($\varnothing 42.4$ mm)内为 0.0016 m^3 ,即: $V_2 = (0.02882\pi/4) \times 2.5 = 0.0016 \text{ m}^3$ 。

本次实际灌油50 L。

按业主要求,露出地面部分保护管采用 $\varnothing 159 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ 不锈钢管,其下部焊接变径接头与 $\varnothing 168 \text{ mm}$ 地质管连接;L形副标头固定在保护管上口外壁,采用不锈钢制成,规格为 $\varnothing 12 \text{ mm}$,顶部为半球弧形;管口采用丝扣连接的保护盖,材质为不锈钢,表面刻有项目名称、点名、点号及建设单位等信息。为防止人为破坏标体设施,保护盖侧边采用非标螺丝拧紧固定于保护管管口凹槽上,管盖必须采用专用工具方可打开,同时配置测量标杆与保护管连接的专用底座。

4.5 标体的稳定性确定

(1)点位附近不存在影响标体稳定性的断裂构造,在地质构造上具有稳定性。

(2)点位附近地震活动具有震级小、强度弱、频率低的特点,属于地壳稳定区域,地震活动对标体的稳定性影响甚微。

(3)标体施工严格按照相关规范及标准进行作业,最终保护管进入基岩2 m,标杆进入基岩内5 m,符合设计要求,标体稳定性有保证。

(4)施工工艺科学,标体外有 $\varnothing 168 \text{ mm}$ 的保护管,保护管采用水泥浆固井,标杆坐落在强度高、不会变形的岩石上,岩石发生变形的可能性甚微。

(5)保护管、标杆通过固井水泥环将其重力加在地层上,因而加大了与地层的接触面积,垂直作用在地层上的荷载较小。区域资料表明,该岩石(中等风化砂岩)的单向抗压强度在80~100 MPa,在地下埋藏的状态下岩石呈向上压缩状态,其抗压强度会大为提高,所以地层可以承载管子重力的压载。

(6)标体自上而下采用逐级增大的三级宝塔形结构,该结构能降低管柱的中心、缩短其半波长的特性、减少其自身的绕曲度,提高其自稳性能;引测标

杆通过与其连接的扶正器与保护管内壁呈滑动连接,可以确保引测标杆在保护管内保持垂直,增加了标杆的稳定性。

(7)保护管与标杆的钢材选用上海宝钢生产的DZ40地质专用无缝管,使材料自身的变形达到最小,钢管采用丝扣连接,材料自身的稳定性良好。

5 项目的实施效果

5.1 孔径

覆盖层0~83.75 m,孔径为300 mm;基岩段83.75~85.77 m,孔径为220 mm;基岩段85.77~88.75 m,孔径为130 mm。以上孔径满足合同及技术要求,并通过了业主和监理的确认。

5.2 孔斜

施工过程中实地对钻孔进行了12次钻孔斜度测量(见表1),终孔斜度为 0.2° ,全孔未出现超差孔段(最大孔斜为 0.2°),满足合同及技术要求。

表1 钻孔弯曲度测量成果

测量序号	测量日期	深度值/m	弯曲度测量值(顶角)/ $(^\circ)$	备注
1	2010-11-18	6.16	0.1	钻孔内
2	2010-11-19	14.22	0.1	钻孔内
3	2010-11-20	22.10	0.2	钻孔内
4	2010-11-21	27.30	0.1	钻孔内
5	2010-11-22	36.15	0.1	钻孔内
6	2010-11-23	45.0	0	钻孔内
7	2010-11-24	54.23	0.1	钻孔内
8	2010-11-25	64.14	0.1	钻孔内
9	2010-11-26	73.51	0.2	钻孔内
10	2010-11-27	75.51	0.2	钻孔内
11	2010-11-28	78.51	0.2	钻孔内
12	2010-11-29	78.51	0.2	保护管内

注:测量仪器为KXP-1S型数字测斜仪;钻孔深度为78.51 m。

5.3 孔深

钻进过程中详细记录下钻杆尺寸,仔细计算孔深数据,保证了下管的长度与实际相符。孔深要求满足合同和技术要求,并通过了业主和监理的确认。

5.4 固井

使用的水泥符合要求,水灰比合理,灌注的水泥浆量精确无误。灌注后凝固时间充足,保证了固井的质量。

5.5 保护管及标杆

材质、尺寸、壁厚符合设计要求,长度与实际孔深相符并经业主及监理现场验收;标杆按九五分割原理进行配置,扶正器间距为9 m;保护管及标杆内灌注2.5 m的重柴油作为防锈措施;露出地面部分

(下转第64页)

工程的组合,是一项复杂而带风险的综合性地下工程。挖土是个卸载过程,是对地层的破坏和扰动,破坏了土体结构的原平衡状态,引起了土体内应力场的变化,它的后果是使基坑内的土体向开挖方向滑动,产生了坑底土体的回弹和围护挡土结构的内移。因此,挖土和支撑是决定基坑工程施工成败的关键所在,是深基坑工程施工风险的主要阶段。

(2)根据基坑的设计方案,本基坑的基底土主要由含水量高、强度低、弹性模量小、压缩性高的②、④层软弱粘性土组成,基坑开挖后土体回弹量相对较大,因土体卸荷会造成坑底土的回弹。除适当加快基础结构施工时间,施加坑底土上部荷载外,考虑对坑底进行了加固处理,以增加坑底一定深度范围内的土体的抗剪强度。在宁波地质条件下,深基坑工程采用高压旋喷桩、三轴搅拌桩与双轴搅拌桩加固可以有效保证基坑的施工安全,控制基坑的变形,值得借鉴和推广。

(3)由于车库基坑南北两侧土体不均,存在南北土压力不平衡的问题,在基坑开挖时应密切注意。基坑挖土做到分层均匀开挖,不能一挖到底,防止土体侧向位移造成工程桩倾斜偏位甚至断裂。在基坑开挖过程中,必须注意基坑周围的堆土高度和加强现场观测工作,以防止因基坑开挖、堆土和降水等,而造成支护结构失稳和对邻近建(构)筑产生破坏,做到信息化施工。做好基坑的监测工作,分析实测数据,及时调整开挖及支护参数,优化施工组织设计,以信息反馈指导施工实践。这种动态的施工方

(上接第58页)

保护管、保护盖及标头均采用不锈钢材质,保证了本标点满足长期使用的要求。

5.6 地面保护设施

按要求砌筑砖结构梯形体井台,基础低于原地面0.25 m,井台外贴大理石饰面,顶部为活动式。

6 结语

宁波市鄞州区2个基岩标的施工,均达到了预期的目标。但用转盘式钻井设备,施工过程中主动钻杆晃动比较厉害,对垂直度控制有一定的影响,因此在设备选型方面还可以做一些改进如选油压立轴钻机可能会更理想,这将在以后的类似项目施工中作为专题进行研究和探讨;在基岩面的准确判断方

法是超深基坑工程快速安全施工的基础和保证。

(4)本工程基坑的支护结构水平位移的变化具有明显的时空效应,由于本基坑在开挖前制定了详细的施工方案,基坑开挖中采用分层、分段、限时完成每小段的开挖和支撑工作,且每小段开挖及支撑的工作在规定的时间内完成,故本基坑的变形控制较好。

(5)本车站基坑长条形有明显的空间效应,由监测数据分析得知,在长边中部水平位移最大,靠近端头井附近由于端头井处纵向地下连续墙的约束作用墙体水平位移逐渐减小。本基坑地下墙与围护桩间、地下墙北侧、端头井均进行了加固,使得端头井处桩、墙和土体的变形较小,较好地控制了基坑的变形。

参考文献:

- [1] 史佩栋,等.深基础工程特殊技术问题[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [2] 刘国彬,王卫东,等.基坑工程手册(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [3] 徐杨青.深基坑工程设计的优化原理与途径[J].岩石力学与工程学报,2001,20(2).
- [4] 林鸣,徐伟.深基坑工程信息化施工技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [5] 张思峰,周建,等.深基坑施工的现场监测及时空效应分析[J].建筑结构,2007,37(6).
- [6] 史佩栋,孙钧,刘建航,等.城市地铁建设与环境岩土工程——地下工程高级技术论坛论文集[Z].浙江杭州:浙江省建筑业协会地下工程分会,2002.

面,应引起高度重视。这次施工中在采取了2 m的完整岩心后发现又出现了第四系地层,后经诸多专家现场确定为孤石,这也是类似项目施工中值得作为专题进行研究和探讨的问题。

参考文献:

- [1] 江天寿,周铁芳,刘励慎,等.受控定向钻探技术[M].北京:地质出版社,1994.
- [2] C. C. 苏拉克申.定向钻进[M].汤凤林,杨凯华,译.湖北武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [3] 吴光琳.定向钻进工艺原理[M].四川成都:成都科技大学出版社,1991.
- [4] 李世忠.钻进工艺学(钻进方法及钻探质量)(上册)[M].北京:地质出版社,1992.
- [5] 刘广志.岩芯钻探事故预防与处理[M].北京:地质出版社,1982.