

对某钢厂建设中边坡支护问题的研究

宗士昌

(首钢地质勘查院北京爱地地质勘察基础工程公司,北京 100144)

摘要:利用修整斜坡场地的边坡支护的实践经验,研究了扶壁式+预应力锚杆挡墙、板式锚杆挡墙、格构式锚杆挡墙和岩石锚喷支护方式在边坡支护中的应用,可为以后类似工程的设计与施工提供参考依据。

关键词:山坡修整;深厚填土;边坡支护;锚杆挡墙;锚喷支护

中图分类号:P642.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2014)08-0076-05

Study on Slope Support in a Steel Plant Construction/ZONG Shi-chang (Shougang Geological Exploration Engineering Company, Beijing Aidi Geological Survey and Foundation Engineering Company, Beijing 100144, China)

Abstract: By the experience of slope support for hillside site leveling, the study is made on the applications of counterfort + prestressed anchor retaining wall, slab anchor retaining wall, lattice frame anchor retaining wall and bolt-shotcrete support in slope support, which can be provided as reference for the design and construction of similar projects.

Key words: hillside site leveling; deep earth fill; slope support; anchor retaining wall; bolt-shotcrete support

0 前言

随着中国经济的发展,国家严格控制耕地面积,工业用地审批紧张,企业为了寻求发展,将工业厂房开始选择建在地价较低非耕地的山坡区域,即将斜坡修整成为若干连续台阶地,或者将坡地填为一个平台,然后在各台阶地上建造建筑物,从而缓解了工业用地紧张的现状,这样就面临着场地整平带来的高边坡稳定性问题。为此,本文通过某钢厂的建设中的边坡治理,对场地稳定性以及边坡支护进行了研究。

1 工程概况

承德新新钒钛股份有限公司2号、3号烧结机边坡治理工程位于承钢受卸料场南侧,西南营村南山上,地势起伏不平,地面标高变化在396.0~477.0 m之间,高差81.0 m,属于低山地貌。场地内发育有深沟。场地整平后形成439、424、422、410 m四个平台。见图1和图2。

本工程边坡治理挖填方厚度大,最大挖方高度17 m,最大填方高度26.4 m,边坡上下主要为工业厂房或道路,边坡治理坡度为70°~80°。本工程为永久性边坡治理工程,施工环境、土质条件复杂,

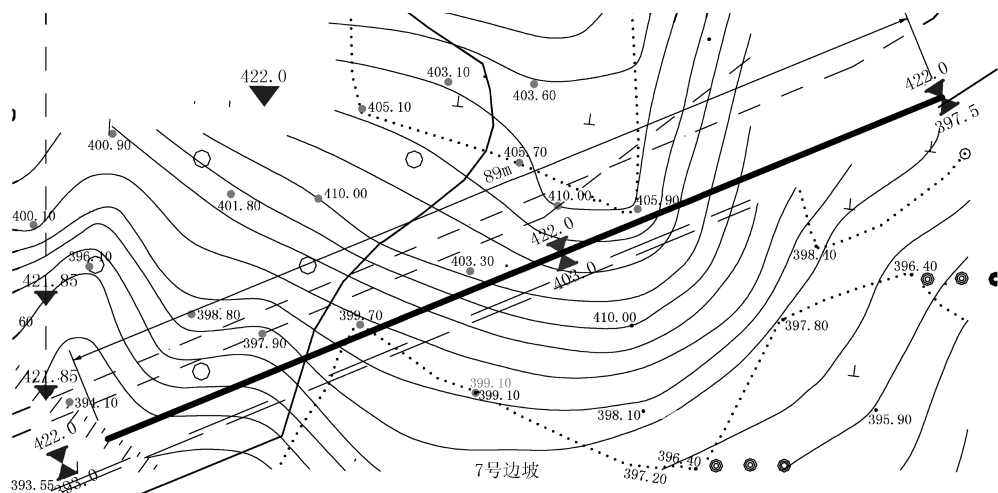


图1 7号边坡地形图

收稿日期:2014-03-13

作者简介:宗士昌(1981-),男(汉族),山东章丘人,首钢地质勘查院北京爱地地质勘察基础工程公司注册岩土工程师、工程师,岩土工程专业,从事岩土工程勘察设计施工工作,北京市石景山区晋元庄路23号,54547043@qq.com。

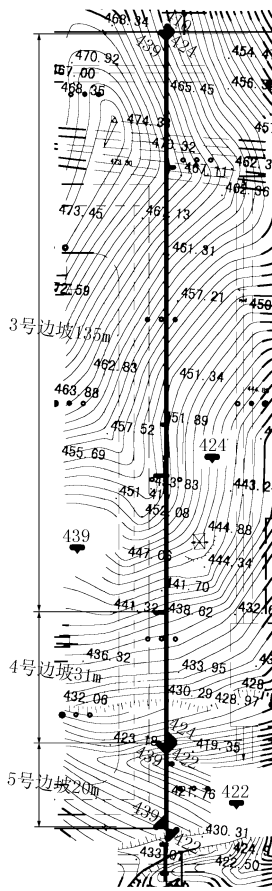


图2 3、4、5号边坡地形图

工程重要性等级高,为一级边坡。本边坡治理工程的规模大、施工难度大。

本工程的边坡支护结构运用了扶壁式+预应力锚杆挡墙、板式锚杆挡墙、格构式锚杆挡墙和岩石锚喷支护4种方式,边坡高度15~26.4 m。预应力锚杆采用了分散压力型预应力锚杆和锚墩式锚杆。

2 工程地质条件

2.1 地层岩性

场地地层从上至下依次为:杂填土(Q^m)和植物层(Q^{pl}),第四系冲、洪积(Q^{al+pl})的中砂层,第四系残、坡积(Q^{el+dl})粉质粘土层及震旦系(Art)角闪斜长片麻岩层。无地下水。其各层地基土的岩性特征由上至下分述如下。

①回填土,主要由附近岩石破碎回填分层碾压形成,杂色,稍密~中密,干,碎石占70%以上,其余为土,碎石成分主要由混合片麻岩、混合花岗岩及石英岩等组成,碎石粒径20~60 mm为主,最大直径可达300 mm以上块石;

②中砂,黄褐色,长石~石英质,圆形,混粘性土及碎石,稍湿,稍密,层厚2.90 m,分布不均匀;

③粉质粘土,黄褐色,含植物根及混岩石碎屑和少量碎石,坚硬~硬塑,层厚0.50~11.40 m,分布不均匀;

④强风化角闪斜长片麻岩,黄褐~灰褐~浅肉红色,主要矿物成分为角闪石、长石、钾长石,粗粒结构,片麻状构造,岩心呈碎石状及砂状,钻进较易,层厚0.80~20.00 m;

⑤中风化角闪斜长片麻岩,灰绿~浅肉红色,主要矿物成分为角闪石、长石、钾长石,粗粒结构,片麻状构造,岩心呈短柱状及长柱状,RQD为40%~50%,裂隙较发育,钻进较难,层厚1.40~24.00 m,该岩石饱和单轴抗压强度区间值为5.5~47.1 MPa,平均值为17.7 MPa,属较软岩;

⑥微风化角闪斜长片麻岩,灰绿~浅肉红色,主要矿物成分为角闪石、长石、钾长石,粗粒结构,片麻状构造,岩心呈短柱状及长柱状,RQD为60%~70%,裂隙发育,钻进较难,该层未钻穿,揭露最大厚度为51.40 m,该岩石饱和单轴抗压强度区间值为10.2~72.7 MPa,平均值为25.2 MPa,属较软岩,岩体较破碎,岩体基本质量等级为IV类。

岩石产状:走向N55E,倾向NW,倾角55°~70°,往南倾角变小。

2.2 场地类别

拟建场地所在区域的抗震设防烈度为6度,设计地震分组为第二组,设计基本地震加速度值为0.05g。拟建场地建筑场地类别为I~III类,为可进行建设的一般场地。

场地卓越周期,东西向0.19~0.23 s,平均值为0.21 s,南北向0.20~0.22 s,平均值为0.21 s,垂直向0.21~0.22 s,平均值为0.21 s。

3 边坡治理方案

3.1 边坡治理原则

边坡治理的原则是“技术先进、经济合理、安全可靠”,从而确保治理后的边坡稳定、边坡周围建筑物、道路及地下设施安全。边坡治理设计与施工,尚应综合考虑工程地质与水文地质条件、边坡高度、坡角、周边环境、周边荷载等因素,因地制宜、合理设计、精心施工、严格监测。

3.2 抗剪强度c、φ值及岩体类型确定

根据勘察报告,结合本地区同类岩体的试验成果,进行了综合对比研究,提出了场地岩体结构类型为散体-碎裂状结构;提出了岩石及岩体物理力学指标,特别是岩体抗剪强度指标。

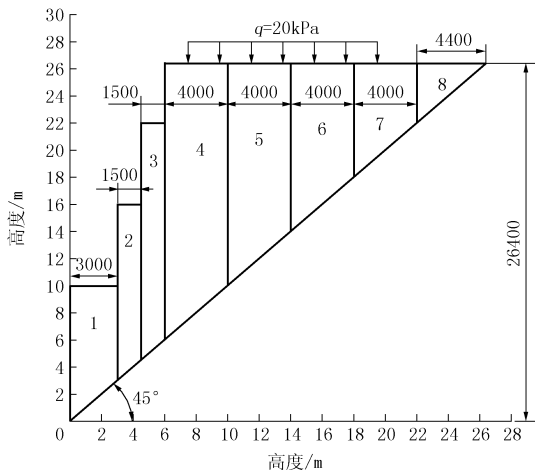
- (1) 地面超载按 $q = 20 \text{ kPa}$ 考虑;
- (2) 边坡安全等级按一级;
- (3) 岩土体设计参数见表 1。

表 1 岩土层性质

岩土名称	c/kPa	$\varphi/(\text{°})$	$\gamma/(\text{kN}\cdot\text{m}^{-3})$	$Q_{\text{sik}}/\text{kPa}$
分层碾压填土	0	28	20	50
中砂	0	35	20	100
粉质粘土	20	25	20	60
强风化基岩	20	30	24	150
中风化基岩	30	35	26	300

3.3 计算模型建立

由于拟建场地存在基岩边坡、填土边坡、基岩与填土联合边坡,而基岩边坡主要位于强风化片麻岩中,少数位于中等风化片麻岩中,填土边坡主要为粗颗粒填土,因此场地主要存在圆弧形滑动、单平面滑动可能性。根据坡向、坡高、坡角、组成边坡岩土体,分 8 个剖面分别建立了计算模型,见图 3。

图 3 26.4 m 填土边坡计算模型(破裂面角度 45°)

3.4 治理边坡计算

根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021 - 2001)及《建筑地基基础设计规范》(GB 50007 - 2002)、《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330 - 2002)推荐的方法,考虑当地地震烈度、雨水及不同滑面的抗剪强度,取 1.30 以上的安全系数,计算了不同剖面的滑坡推力。针对本工程在巨厚回填土中设置拉力杆件,设计人员编写的抗倾覆、抗滑移计算软件进行了详细计算,用理正通用软件进行了校核计算,较好的满足了工程需要。这里不再详述。

3.5 支护结构设计

3.5.1 3号边坡采用锚喷支护或锚杆挡墙方式

3号边坡坡顶标高 439 m,坡底标高 422 ~ 424 m,坡高 15 ~ 17 m。岩石挖方边坡段,采用系统锚杆

+ 预应力锚杆 + 坡面挂网喷射砼进行边坡治理,坡角 70° (1: 0.36 放坡)。当边坡岩石较好,采用独立锚座,当边坡岩石较破碎,则采用横向格构连梁。见图 4。

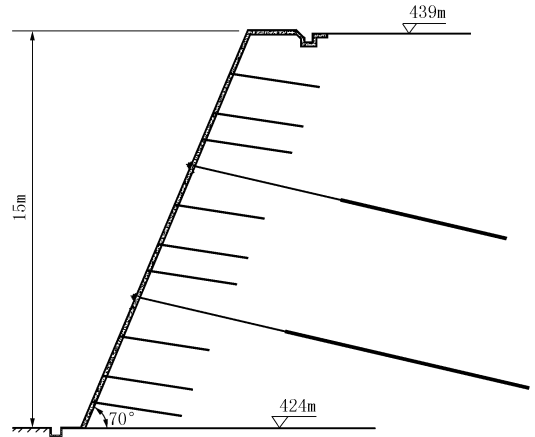


图 4 3号边坡锚喷支护结构

对于部分为挖方边坡、部分为填方边坡段,坡角 70° (1: 0.36),挖方边坡下连续墙采用竖直岩石锚杆锁角;而对于填方边坡下,为了保证墙体基础稳定,变形均匀,在墙体下设置一排人工挖孔桩,桩端落在可靠的持力层上,既满足了墙体承载力要求,又满足了抗滑移、抗隆起等要求,起到了事半功倍的效果。为了控制填方边坡的变形和稳定,在分层碾压的回填土中,通过人工挖孔桩工艺,设置锚墩式预应力锚杆,充分发挥了被动土体压力大的特点,取得了良好的效果。见图 5。

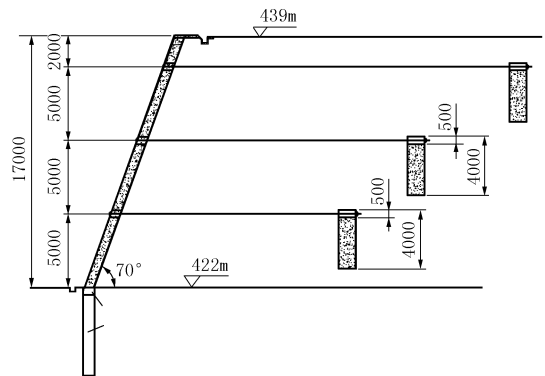


图 5 3号边坡锚杆挡墙结构

3.5.2 7号边坡采用扶壁式结合板式锚杆挡墙

边坡坡顶标高 422 m,坡底标高 395.6 ~ 404.0 m,坡高 18.0 ~ 26.4 m,为填方边坡。护坡自上而下分 4 段,上部 3 段采用钢筋砼连续墙 + 锚墩型预应力锚杆 + 锚定板式非预应力锚杆护坡。第四段采用扶壁式挡土墙 + 锚墩型预应力锚杆 + 锚定板式非预应力锚杆护坡。在标高 405.6 m 处留 3 m 宽的平

台,在标高411.6、417.6 m处留1.5 m宽的平台,分段坡角90°,综合坡角78°(1: 0.22)。见图6。

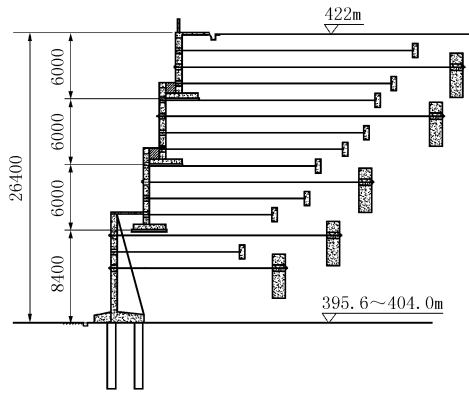


图6 7号边坡扶壁式结合板式锚杆挡墙结构

扶壁式挡土墙墙厚600 mm,扶壁厚度400 mm,间距4 m,强度C25,钢筋保护层厚度35 mm;连续墙每隔20 m设变形缝,缝宽30 mm,从墙顶到底底贯通设置,施工时缝内夹3 cm的苯板,施工完后抽出苯板,缝内填塞沥青麻丝。挡土墙基础采用双排人工挖孔桩,桩端进入中等风化基岩不小于2.0 m;桩身及护壁砼强度为C25,挖孔桩主筋与挡土墙基础主筋焊接牢固。

在回填土中设置锚定板式非预应力锚杆,锚杆呈矩形状布置,横间距1.5 m,纵间距1.5 m,铺设1-C32HRB400级热轧螺纹钢筋,两端分别同面墙和锚定板连接,各加一块100 mm×100 mm×20 mm钢垫板,外锚头螺母锁定。锚定板尺寸1.2 m×1.0 m×0.4 m,内配2层 $\text{Ø}16@200\text{ mm}\times200\text{ mm}$ 钢筋网,强度C25。锚杆杆体施工采用在振碾后的填土表层上开挖120 mm×120 mm的方形沟槽,先铺设一层C20砼,然后放入加工好的杆体,上部再包一层C20砼,用砼振动板振密实。钢筋下入前刷防锈漆。锚定板埋入后,周围浇注砼固定。

为了改善预应力锚杆的受力结构,全部采用低松弛型无粘结钢绞线,内锚头采用挤压锚,各承载板间距2000 mm以上。锚杆每2 m设一对中支架,常压灌注普通硅酸盐纯水泥浆,掺入UES型膨胀剂和泵送剂,水灰比0.40~0.45,强度30 MPa,初凝后补浆1~2次,注浆管留孔内不拔出,作注浆补浆用,锁定力为设计值的80%。锚杆锁在独立锚座或连梁上,锚杆外加200 mm×200 mm×20 mm的钢垫板。

回填土边坡设置锚墩型预应力锚杆,锚墩采用人工挖孔桩,桩内径800 mm,外径1000~1200 mm,长4~5 m,桩顶(间)设连梁,尺寸0.8 m×0.8 m×0.5 m,锚墩及桩顶连梁强度C25。回填土方至锚杆

标高后,下入低松弛型无粘结钢绞线,强度1860 MPa,外套PVC管保护,管内注满水泥浆,锚杆一端锁在连梁上,另一端锁在锚墩帽梁上(采用挤压锚),外加一块200 mm×200(300) mm×20 mm钢垫板。第一次锁定力为设计值的30%,待填至设计标高后,锁定力为设计值的80%。

3.5.3 回填土

回填土方前将表层植物层清除干净。回填土采用整平时开挖山体原土和破碎基岩,并剔除大岩块,保证岩块粒径 $>300\text{ mm}$ 。采取分层填筑、分层压实的方法施工,分层厚度500 mm,采用200 kN以上振动碾振碾6~8遍。

3.5.4 边坡排水问题

(1)挡土墙上设排水孔,水平、垂直间距4.0 m,梅花形布置,孔径100 mm,上倾角 $2^\circ\sim5^\circ$,长4 m,插入塑料花管外包透水土工布,塑料管直达墙外。最下一排排水孔应高于地面 $<200\text{ mm}$ 。

(2)在边坡顶做截水沟,坡底在离坡底线 $\geq 0.5\text{ m}$ 处做排水沟,底部净宽500 mm,净深300 mm,水泥砂浆衬砌,厚80~100 mm。

(3)挡墙内1.5 m范围内回填要求采用透水性较好的土质,如碎石,以利排水;在坡顶面1.0 m以下做300 mm厚的2:8灰土防渗层,防止地表雨水的下渗。另外在坡顶、坡底要求建立完善的排水沟系统,确保雨水顺利排出,坡体内不存水。

(4)防渗砼板:在每个台阶处和坡顶1000 mm宽范围内做防渗砼板厚150 mm,强度C20。内加 $\text{Ø}6.5@200\text{ mm}\times200\text{ mm}$ 钢筋网片。

4 治理效果说明

对3、4、5号边坡布设了5个水平变形监测点,3年时间进行了48次水平位移观测,观测点水平位移量最大值18 mm,最小值9 mm,平均值13.6 mm,边坡水平变形稳定。

对7号边坡布设了5个水平变形观测点,3年时间进行了48次水平位移观测,观测点水平位移量最大值73 mm,最小值4 mm,平均值41.8 mm,边坡水平变形量最大值达到了2.7‰(h为坡高)。

对7号边坡布设了5个垂直变形观测点,3年时间进行了33次观测,观测点沉降量最大值202.58 mm,最小值25.54 mm,平均值83.06 mm,东南沟挡墙沉降变形量最大值达到了7.6‰。

本次变形观测:中部挡墙变形量很小,边坡变形稳定。东南沟挡墙水平及垂直变形量均较大,主要

是该段边坡回填土厚度大,18~26.4 m,挡墙垂直、基础分层设置在回填土上,由于回填土的压缩变形量较大,在一段时间内,挡墙水平及垂直变形量较快增加是必然趋势,经过3年的观测,后期边坡变形量较小,说明该边坡已趋于稳定。

5 结论

(1)对于挖方边坡,采用系统锚杆+预应力锚杆+坡面挂网喷射砼进行边坡治理,为了改善预应力锚杆的受力结构,采用压力分散型预应力锚杆,低松弛型无粘结钢绞线,内锚头采用挤压锚,当边坡岩石较好,采用独立锚座,当边坡岩石较破碎,则采用钢筋砼连梁。确保了边坡稳定。

(2)对于填方边坡,采用锚定板式非预应力锚杆护坡,锚杆充分利用被动土压力大的特点,提高了锚固力,减少了锚杆设计工作量30%~50%,降低了成本,起到了事半功倍的效果。

(3)挡土墙基础采用人工挖孔桩作为嵌固段,保

证了挡墙地基承载力及抗滑移、抗隆起稳定,同时与加大挡土墙基础埋深比较,节约了大量钢筋砼,降低了工程造价。

(4)运用扶壁式挡土墙+锚墩式预应力锚杆的复合支挡结构,既弥补了扶壁式挡墙边坡支护高度的局限性,又有效降低了锚杆挡墙的造价。

综上所述,对边坡支护方式的综合应用研究,可对今后类似工程的设计施工提供参考。

参考文献:

- [1] GB 50330-2002,建筑边坡工程技术规范[S].
- [2] 常士骝,张苏民,等.工程地质手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [3] 朱进康.人工填土边坡稳定性分析与加固设计[J].福建建筑,2005,95(5,6):266-267.
- [4] 张跃亭,胡青峰,雷斌.打入式锚管在高填方边坡中的应用研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(10):60-63.
- [5] 段敏.一个全填土边坡塌滑的计算分析和工程处理[J].广西质量监督导报,2008,(8):121-122.

(上接第75页)

4.2 拖拉管施工的不足

(1)拖拉施工结束,铺设管与回扩孔之间的空隙处理,不能象开槽埋管的施工方法回填密实,孔内泥浆固结后,河床可能出现微量下沉。

(2)由于非开挖法施工铺设的管道轴线近似倒虹曲线,管道内淤积污物清洗不便。

(3)钢管施工柔性差,回拖拉力大。

5 结语

非开挖拖拉管施工技术在南水北调工程中穿越河流在本地区应用是首次,管线材质全钢管,回拖难度大。现场通过合理安排,科学施工,顺利完成管道铺设。经对导向孔钻进、回扩、回拉量测、水密性等指标控制检验,效果良好,管道顺利地横穿河流,保

证了地面河流汛期排洪、航运,达到了预期的建设目标。

参考文献:

- [1] 济宁市截污导流工程初步设计报告[R].山东济南:山东省水利勘测设计院,2008.
- [2] 济宁市截污导流工程可行性研究报告[R].山东济南:山东省水利勘测设计院,2008.
- [3] 济宁市截污导流工程地质灾害危险性评估报告[R].山东济南:山东省地矿工程勘察院,2008.
- [4] 济宁市截污导流工程地质勘察报告[R].山东济南:山东省水利勘测设计院,2008.
- [5] GB 50286-98,堤坊工程设计规范[S].
- [6] 杨军.谈非开挖定向钻进技术拖拉管施工[M].北京:今日科院,2009.
- [7] 李招群.非开挖水平定向钻进技术在管道铺设中的应用[J].福建建筑,2011,(3):118-120.
- [8] GB 50286-98,给水排水管道工程施工及验收规范[S].

我国首次完成超深水海域钻探取样

《中国矿业报》消息(2014-08-21) 由中国地质调查局北京探矿工程研究所研制的TK系列取样器具日前在南海北部陆坡1720 m超深水海域圆满完成了钻探取样工作,这是我国首次在超深水海域钻探取样,成为我国超深水取样调查第一钻。

此次钻探取样任务由海洋石油708勘察船钻井队承担,探矿工程研究所提供现场技术支持,所采用的钻井及取样设

备均为我国自主研制。本次超深水钻探取样的成功标志着我国已具备海洋超深水钻探取样作业能力,使我国跻身国际上少数几个可进行深海资源勘探开发的国家之列。

本次作业为我国海洋地质调查及资源勘探开发提供了第一手实物资料,为今后探索更深海域积累了宝贵经验。同时,通过实战构建了一支具备超深水作业能力、基础扎实的人才队伍,成为我国“蓝色国土”资源开发的坚实后盾。