

深圳市龙岗中心城水厂 高位水池边坡加固方案

胡正东

(深圳市市政工程总公司, 深圳 518034)

【摘要】 采用预应力锚索结合钢筋混凝土框架结构对高边坡进行综合治理,它不仅以防止坡体的深层滑动,且完全可消除坡面的局部浅层坍塌。

【关键词】 边坡加固 预应力锚索 钢筋混凝土框架

【Abstract】 That high slope is comprehensively treated by the frame of prestressed anchor stay and reinforced concrete can stop not only deep slide, but also partial surface collapse.

【Key words】 slope stabilization prestressed anchor stay reinforced concrete frame

0 前言

龙岗中心城水厂高位水池位于龙岗中心城10号路西侧山丘之上,该山丘现已经过人工机械削切推填整平,地面平坦,水池场地的标高在85.0m左右。场地的北西侧为约35m高的现开挖边坡,目前该边坡尚未开挖到底,有部分坚土和大量浮土需清除运走,由于场地内及周边山体地层泥质粉砂岩均属于软质膨胀性岩土,且岩土中裂隙发育,因此,潜在着不稳定的因素,在雨季雨水的浸泡作用下,将有可能产生滑移。据了解,该边坡原按1:1坡度进行过削坡,但由于削坡坡面过陡和没有采取采取坡面保护措施,导致在边坡的西南段产生过小滑坡体,总滑移量达千余方。鉴于以上情况,在进行高位水池的施工之前,必须对边坡的稳定性进行验算分析并综合考虑治理方案,使水池的基坑开挖和山坡坡体加固结合起来,以达到安全、经济、美观、合理的目的。

1 边坡地质条件

据深圳市勘察测绘院提供的勘察报告,(龙岗GD54、GD55)边坡地貌单元属剥蚀残

丘,所见地层为:

(1)第四系残积层(Q^{d1+e1}),粉质粘土,局部含较多的中风化粉砂岩块,土质干燥、坚硬,分布在边坡的顶部,层厚1.00~5.00m不等。

(2)侏罗系地层

①全风化泥质粉砂岩,岩质松软,呈硬塑状态,裂隙极发育,遇水易软化,局部为黑色炭质泥岩。

②强风化泥质粉砂岩,裂隙极发育,岩石呈坚硬的土状或块状,局部含中风化岩风化球体,大部分布于边坡的北东部。

③中风化泥质粉砂岩,裂隙很发育,岩石破碎,分布于边部中部。

根据勘察报告,该场地及其周边山体地层泥质粉砂岩均属软质膨胀岩土,岩土中裂隙发育,部分裂面光滑、延伸性好。膨胀力在5~10kPa之间,自由膨胀率为40%~60%,属于微膨胀性土。

勘察期间,坡面干燥,但在边坡之下部和西南部的全风化泥质粉砂岩地段,岩质仍相当潮湿,未发现露点。

表1为勘察单位根据有关规定建议采用的设计指标。

表1 建议采用的设计指标

地层名称 (成因代号)	承载力标准值 f_k kPa	压缩模量 E_s MPa	变形模量 E_0 MPa	内摩擦角 φ (°)	凝聚力 c kPa
粉质粘土 (Q ^{e1})	160	6.0	10.0	17	41
炭质粉质粘土 (Q ^{e1})	140	5.0	8.5	16	39
全风化泥质 粉砂岩 (J)	180	6.3	12.1	19	45

2 病害产生原因和边坡稳定性分析

2.1 病害原因

通过对边坡的地层观察,开挖面目前未发现规模较大的断裂,但边坡西南段产生了坍塌,其主要原因在于开挖后的卸荷反应,边坡坡度过大和顺坡裂隙发育,加之边坡没有及时进行处理,在长时间的松弛和雨水作用下,导致了该滑坡体的产生。目前,正在削坡的山体也存在着同样的问题,若不及时处理,只要在雨水浸泡作用下,就有可能在新的地方产生塌滑,危及到水池的近期施工及远期运行安全。

2.2 稳定性分析

根据提供的削坡断面(I—I,坡度1:1.35;II—II,坡度1:1.20)并结合勘察报告中所提供的岩土物理力学指标资料,我们用Fenlenuis边坡稳定分析方法对边坡的安全系数进行了电算。电算结果表明,当水厂高位水池基坑开挖至底后(81.40m高程),边坡的最危险圆弧(见图1所示),边坡的安全系数在1.193~1.244之间。本边坡岩土裂隙发育,岩石破碎,坡体内存在着顺坡或微斜切、斜切边坡的张扭性裂隙,而且遇水极易软化。实地考察发现即使是岩性较坚硬的中、北东部中风化岩石坡体,也常常夹有软弱的全风化或炭质泥岩,一经雨水浸蚀,常易形成一条条蚀沟,坡面暴露时间过长后,若不进行加固处理,进一步的应力松弛将进一步加剧坡

面的裂隙发育及变形,而且大量雨水下渗,必然降低土体力学参数,诱发尚未建立新的稳定力学平衡状态的开挖边坡的局部乃至大面积的坍塌滑动。对于这样一个存在着多个不利因素而且要经受长期时间考验的永久性边坡来说,按目前的开挖边坡坡度,安全系数是偏小的(根据岩土工程勘察规范,永久性边坡的抗滑稳定安全系数应在1.3~1.5以上),安全贮量欠小,如不及早对其进行加固治理,极易发生的表面浅层滑塌及事实上潜在的深层滑动将是水厂高位水池的施工及日后正常使用的一个潜在威胁。

3 加固方案

常用的边坡加固型式有喷锚支护、抗滑桩、预应力锚索钢筋砼框架等及其混合支护型式,一般而言单独采用抗滑桩要么会因为形式单一、数量太少(常布置于坡脚)而效果不好,要么因数量多而不经济,故工程界常是将抗滑桩与其它加固型式混合使用;喷锚支护型式由于要全范围加固而往往造价较高且视觉差;预应力锚索钢筋砼框架不仅可以防止坡体的深层滑动,而且完全可以消除坡面的局部浅层滑塌,加之梁格内植被后还可以防止岩土流失并达到美化环境的目的。基于此,我们采用了如下的加固方案:

(1)钢筋混凝土框架预应力锚索护坡工程:要求在场地坡脚以上的第一级坡面上,布置4排4 ϕ 15.24mm预应力锚索,锁定于钢筋混凝土框架(横梁间距4m,竖肋间距4m)的节点上,并且在坡脚排水沟内侧修筑一道1:2水泥砂浆浆砌片石脚墙,墙顶与框架第一道横梁底齐平,基础埋深于排水沟沟底流水线以下0.7m。框架格内铺草皮(见图1)。计算表明,加锚索后坡体的深层抗滑安全系数得到了很大提高(见表2)。

(2)钢筋砼框架短锚杆护坡工程:要求在场地坡脚以上的第二级边坡面上布置4排2 ϕ 28L10m的短锚杆于框架节点处,锚杆头部弯曲后锚于钢筋砼框架内。坡侧砌平台侧

沟,框架格内铺草皮。

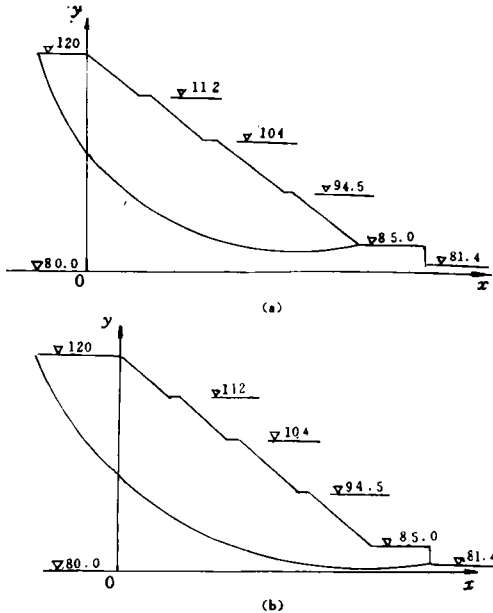


图1 边坡滑弧断面图

a) I-I断面 b) I-I断面

表2 坡体加锚索后抗滑安全系数值表

项 目	I-I		I-I	
	加锚前	加锚后	加锚前	加锚后
最危险滑弧圆心座标 $x, y/m$	41.25 56.25	30.51 25	46.25 68.75	28.75 50
最危险滑弧半径 $x, y/m$	52.849	41.88	68.75	39.083
滑动力矩 $M_s/(kN \cdot m)$		4864.369		4343.083
岩土体抗滑力矩 $M_r/(kN \cdot m)$		6756.481		5642.608
锚索抗滑力矩 $M_r/(kN \cdot m)$		158.177		157.608
安全系数 K_s	1.244	1.421	1.193	1.367

(3)方格骨架护坡工程:在钢筋混凝土框架坡面以上部位全部采用方格骨架内铺草皮进行护坡,骨架为1:2水泥砂浆砌筑片石(或块石),分格尺寸3.5m×3.5m,各级坡面间留一2m宽平台,平台以浆砌片石(或块石)铺设,并在平台坡脚作侧沟。

(4)排水系统:排水是边坡治理工程中不可缺少的一部分,直接影响到治理工程的成败。具体考虑如下:

①在坡顶外5m处筑天沟一道,以截排地表水;

②在各级平台内侧坡脚筑侧沟一道;

③在建筑场地坡脚处筑排水沟一道;

④在整个坡面上从上至下筑吊沟三条,将天沟、侧沟、排水经吊沟引至坡脚排水沟然后排走,吊沟沟底呈台阶状,同时每个吊沟坡脚及途经平台处设消能池,消能池用浆砌片石砌筑。

加固方案中考虑到岩土的微膨胀性,要求施工过程中采取“护坡保湿”方法以消除土体胀缩变形的的外来因素,使土体水分即使在旱季期也不致大量蒸发,从而使坡体的稳定得到了保证。另外,设计中适当加大了框架砼梁的配筋,以提高其抵抗膨胀力的能力,并在框架空格内种植草皮。

4 结论

该加固方案于1996年12月实施,工程历时40余天,边坡加固后无论安全性还是外观效果,均令有关建设单位十分满意,结合该方案的设计与实施,可以总结出如下的要点。

(1)必须有效地保证预应力锚索的设计抗拔力,在施工过程中要控制好注浆压力与注浆量两个要素,并于工后作好张拉检测。

(2)排水措施是整个边坡治理工作中的一个重点,种植草皮对防止边坡的岩土流失是较有效的手段。

(3)必须对边坡作好观测工作,以预防边坡的失稳及采取及时的防护措施。

参 考 文 献

- 1 林宗元. 岩土工程治理手册. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1994
- 2 地基处理手册编委. 地基处理手册. 北京:中国建筑工业出版社,1988
- 3 赵志缙. 高层建筑基础工程施工. 北京:中国建筑工业出版社,1994

收稿日期:1997-06-20