

文章编号: 1005—0523(2002)04—0048—04

土钉墙与锚定板挡土墙工作原理及施工分析比较

叶向阳

(中国铁路通信信号上海工程公司, 上海 200436)

摘要:土钉墙与锚定板挡土墙均有其各自的工作原理及特性, 虽然在其形式上有其相似性, 却有着各自不同的施工方法和应用场合. 经过对其工作原理、施工工艺、应用条件的对比分析, 有助于在工程应用中作出合适的选择.

关 键 词:土钉墙; 锚定板挡土墙; 工作原理; 特性; 施工工艺; 异同; 应用场合; 经济型挡墙

中图分类号: TU476⁺.9

文献标识码: A

0 引 言

近年来, 土钉墙(包括复合式土钉墙)在工程项目(特别是基坑围护)中有较多的应用. 它有着施工简便、工期短、经济可靠、应用广泛等特点, 成为建设方的首选. 而较早应用于铁路、公路、桥梁工程的锚定板挡土墙, 虽未大量应用于城建工程项目, 但其施工方便、造价低, 对各类地基的适应性较强等特点, 在特殊的地势场合成为合适的选择.

上述两种形式挡墙虽然在其形式上有一定的相似性, 但通过对其工作原理及施工工艺作对比分析, 有助于建设方针对不同的情况作出适当的选型, 便于施工实施, 降低工程费用.

1 原理的比较分析

土钉墙是由被加固土、放置于原位土体中的长金属杆件(土钉)及附着于坡面的混凝土面板组成, 形成一个类似重力式的挡土墙(见图 1), 以此来抵抗墙后传来的土压力和其它附加荷载, 从而保持土体的稳定.

土钉墙具有以下特性:

- 1) 一定长度与分布密度设置钢筋(钢管)组成

的骨架与土体共同工作, 形成了强度较高的类似重力式复合土挡墙, 以抵挡土体侧压力, 提高了边坡整体稳定和承受坡顶荷载能力. 其最大水平位移与开挖高度之比一般不大于 3%, 对相邻建筑物影响小. 同时骨架有约束土体变形的作用, 土钉对复合体起分担作用, 增强了土体破坏延性. 属主动制约支挡体系.

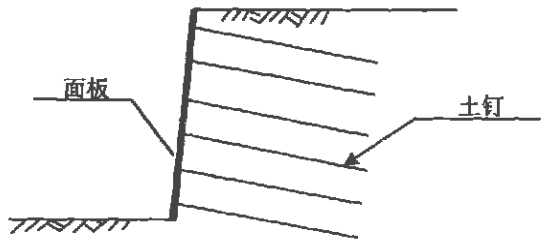


图 1 土钉墙示意图

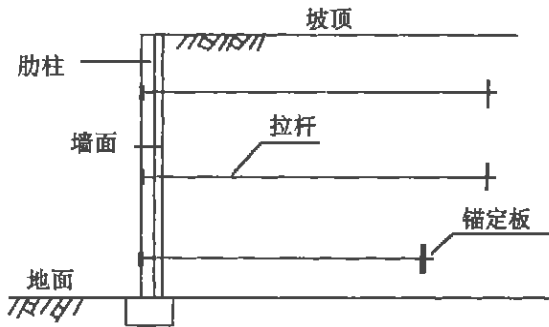


图 2 锚定板挡土墙示意图

收稿日期: 2002—05—16

作者简介: 叶向阳(1965—), 男, 浙江杭州人, 工程师.

2) 土拱作用·受土钉的约束,邻近土钉的土体变形小,离土钉较远的土体变形大,土钉与土钉间形成了土拱作用,保持钉间土的稳定·

通常施工时往往对土钉钢管进行注浆,通过开在钢管壁上的小孔,将水泥浆压入钉间土中,使土体得到加固·增强了整体性·

锚定板挡土墙的墙面一般由肋柱和挡土板拼装而成,肋柱通过拉杆(拉筋)与埋置于夯实的土层中的锚定板连接(见图2),当土体发生变形时对墙面施加侧向压力,通过紧压在土层面的挡土板传递至肋柱,并对连接在肋柱上的拉杆产生拉拔力,而锚定板则借助其前方土体的抗力来平衡拉杆的拉力·使土体保持稳定·

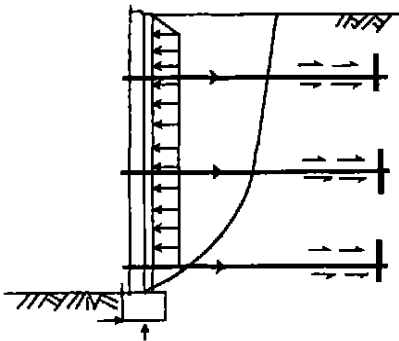


图3 锚定板挡土墙受力图

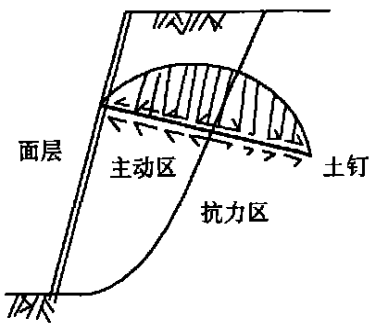


图4 土钉受力图

其特性为:

1) 整体上也是一种复合结构·它不仅承受填土压力,还承受活载引起的侧压力·

2) 与重力式结构相比,其侧向荷载由锚定板抗拔力平衡·

在护坡工程中,土钉与锚定板从表面上看有类似之处,误将土钉当作锚定板拉杆,认为只是尺寸上有区别而已·实际上这两种支护方式存在本质上的差别·

锚定板挡土结构是通过土体发生变形后,对拉杆产生拉拔力,与土体对锚定板的抗力传递至拉杆

产生抗拉拔力,两者相平衡而达到稳定状态(见图3)·仅在锚定段传递荷载;而土钉是在土体发生变形后,使其被动承受拉力而工作且受力沿着其长度是不均匀的(见图4),其荷载传递沿着整个土钉进行·因此两者的受力状态不一样·而其它差异之处详见表1所列·

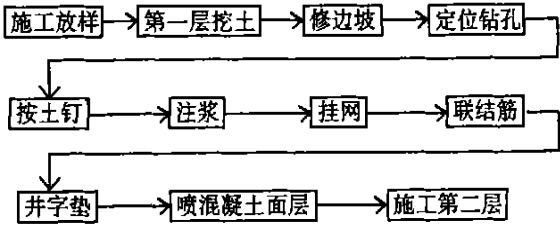
表1 土钉墙与锚定板挡土墙差异对比表

对比项目	土钉墙	锚定板挡土墙
土钉或拉杆的分布	密集	数目有限
土钉或拉杆的设置	小倾角($0^{\circ}\sim10^{\circ}$)设置	一般水平设置
土钉或拉杆的长度	3—10 m	15—45 m
土钉或拉杆的受力	100 kN 以下	400 kN 以上
面板的受力	非主要受力结构	承受很大的压力
施工顺序	从上而下开挖置入	从下而上铺设及填土
土体	原状土	回填土
变形	上部变形最大	下部变形最大

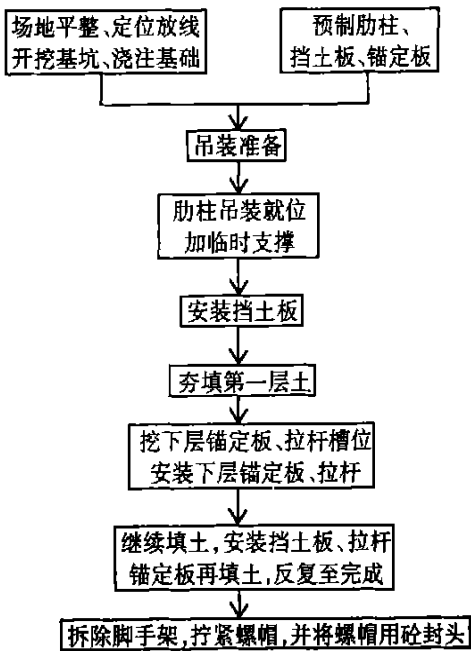
2 施工工艺的比较分析

2.1 施工工艺流程的比较分析

土钉墙施工工艺流程(基坑):



锚定板挡土墙施工工艺流程:



2.2 施工技术要点的比较分析

井点抽水:先在基坑周边布置一圈井点,并设水位观测孔,当水位降至开挖深度以下时才开始挖土。

挖土:通常要求分层、分段进行开挖,分层深度一般为 $1\sim 1.5\text{ m}$,分段长度一般不宜大于 15 m 。土方开挖的进度应根据土钉墙的施工进度而确定,要求边开挖边做土钉,最大程度的减少原状土作业面的暴露时间。

成孔前应按照设计定位,成孔时注意对土体的保护,并注意水土流失情况,孔斜的误差应小于 1° 。

土钉应居中安装,插入土钉时应与注浆管同时插入。

钢筋网片应牢固焊接在土钉上,不使其在喷射过程中发生振动。喷射砼一般用干法,并掺入早强剂调整砼层的初凝时间。当喷射层小于 100 mm 时,可一次完成喷射。否则宜分层进行。

锚定板挡土墙的施工则是自下而上进行的。为保证在填土过程中,肋柱不会因填土推力的影响而产生位移,还必须按规定的程序进行墙背填土,使锚定板在施工过程中就能发挥其抗拔力,来平衡填土对墙背的水平推力。填土时由肋柱底部向上,以 $1:1$ 的坡度填夯,其顺序如下(见图 5):

2.3 施工的注意事项比较分析

土钉墙施工方案须在作详细的地质勘测后制定。在开挖时,须进行实时多点土体位移、沉降监察及多点井点降水的监控。在观测孔中水位降低至开挖总深度时,应将井点降水暂停一段时间,待水位升高高于开挖总深度后,再恢复降水。以防水位降低过深引起周围地表沉降。一旦发现土体有位移、沉降,须及时发出警报,立即停止开挖与控制抽水,并采取相应技术措施,做保护性支护,阻止土体的继续位移及沉降。施工中,须将开挖的土体及时做完土钉,以避免不必要的土体位移与滑动。对于难于成孔的砂层和软土地层,开发了一种打入注浆式土钉,将 $\Phi 48\sim 60\text{ mm}$ 的钢管利用专用的设备直接打入土中,在钢管上按一定的规律(一般间距为 600 mm)布置直径为 5 mm 的钻孔,并焊接小角钢倒刺,予以保护,在将带有倒刺的钢管打入土中后,高压注浆,高压浆液通过钢管上钻的小孔渗入管体外土体中,从而形成土钉。这种土钉的特点是施工速度快,适用范围广,尤其是对于粉细砂层、松散回填土,软弱土层等难以成孔的土层,更显示出其优越性。而在本人主管的通号大楼项目地下室基坑围护

工程中正是采用了这样的土钉与施工方式,取得较为明显效果。

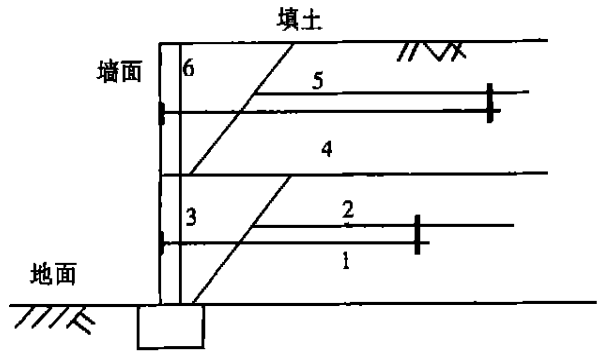


图 5 锚定板挡土墙夯填施工顺序

对于锚定板挡土墙的施工,由于有其永久性的特点,须注意钢筋拉杆的焊接质量和防腐防锈处理。拉杆焊接时应采用对头接触焊的方法,在现场焊接的钢拉杆和螺丝端杆,必须保证焊接强度不低于母材的强度。选用螺丝端杆的钢筋时,其直径应比拉杆直径增加两级的螺纹高度。而在拉杆防腐处理上,通过大量的调查,采用沥青浸制麻布包裹处理过的钢拉杆,经过 $60\sim 70$ 年的实践考验,大多数没有明显的锈蚀。为保证防锈层的质量,须将钢筋上的铁锈或杂物以及油污等完全清除干净,涂刷防锈漆两道,用沥青浸制麻布或玻璃纤维布(三油二布)紧密包缠。

同时也须特别做好回填土按顺序的分层夯实工作,用机械碾压时,每层厚以 0.3 m 为宜。回填土的土质保持最佳含水率及最佳密实度,最好采用砂类土(粉砂、粘砂除外)、砾石类土、碎石类土。不能采用膨胀土、盐渍土及块石类土,严禁采用有腐蚀作用的酸性土和有机质土,以防止填土对拉杆钢筋的电化学腐蚀作用,在寒冷及严寒地区,墙背应填非冻胀土,其厚度按该地区冻结深度考虑。锚定板所能提供的抗拔力大小,锚定板结构的整体稳定性,由于土体下沉使钢拉杆产生次应力等因素,都直接与锚定板结构填土性质及其夯实质量有密切关系,所以确保填土质量是其结构成败的重要关节之一。在分层夯实时,加强对土的密实度与含水量的测定与控制,使之接近最佳值。保证良好的土质特性。锚定板周围采用人工夯填方法,加强夯填质量,确保锚定板抗拔力的发挥。

为防止肋柱向外倾斜,在吊装过程中,严禁肋柱前倾,一般多做成肋柱向填土侧仰斜,其仰斜角度为 $1:0.05$ 。

在施工中须进行位移监测,一般进行肋柱位移

及填土沉降监测,肋柱位移监测包括肋柱下沉量和肋柱侧向位移监测。

3 应用条件的比较分析

土钉墙用于高层建筑、地下结构等深基坑开挖、土坡开挖的支护;路堑路堤的土坡挡墙、桥台挡墙等挡土结构;边坡加固等;现有挡土墙结构和各类支护的修理、改建与抢险加固等工程。因土钉的制造和成孔不需太复杂的技术和大型的机械设施、施工方法灵活,对环境干扰小,特别适合于在人口密集的城市生活住宅区施工。适用土质为有一定胶结能力和密实程度的砂土、粉土和砾石土、素填土、坚硬或硬塑的粘性土以及风化岩层等。而采取了某些附加技术措施后的复合式土钉墙,则可适用于砂性土、粘土、粘性土、淤泥及淤泥质土。

土钉支护也有其局限性:

1) 需提供设置土钉的较大的地下空间;当基坑附近有地下管线或建筑物基础时,则在施工时有相互干扰的可能。

2) 不适宜在松散砂土地层中应用,同时须配合其它的土体加固支护方法,才能在软土的深基坑中应用。

3) 土钉支护若作为永久性结构,需专门考虑防锈蚀等耐久性问题。

锚定板挡土墙按其使用情况可分为路肩墙、货

场墙、码头墙和坡脚墙。普遍应用于立交桥台、边坡支挡、路堤挡墙、坡脚挡墙等多种工程中。

工程投资作为一种支护形式,土钉墙在基坑支护运用中,在同等条件下,相对于其它形式的支护,因其低成本及使用一般性机械,能节省大量的投资费用(较常规方法可节约 20~35%)。又因其施工期短,相对的又能提高投资效益;而锚定板挡土墙也有其低成本的优点(与重力式支挡比一般可节省 20~30%)。

4 结论

在了解了上述两种挡墙各自的特性与差异后,针对不同性质工程的地质条件、场地条件及施工顺序,土钉墙较适合作为开挖工程的支护,即在原状土中建立挡土结构;而锚定板挡土墙则更适合於新设边坡的支挡,即在新填土的边坡或直墙中建立挡土结构。而两者均为经济型的支护与挡墙类型。

参考文献:

- [1]余志成,施文华.深基坑支护设计与施工[M].北京:中国建筑工业出版社,1996.
- [2]秦四清,王建党.土钉支护机理与优化设计[M].北京:地质出版社,1997.
- [3]陈肇元,崔京浩.土钉支护在基坑工程中的应用[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.

Analysis of the Principles & Constructions of Soil Nailed Wall and Form Anchor Breast Wall

YE Xiang-yang

(China National Railway Signal & Comm. Shanghai Engineering Company, Shanghai 200436, China)

Abstract: Soil nailed wall and form anchor breast wall have their respective principles and characteristics, although similar inform, they have different methods of construction and different application situation. Analyses of all about them would help us to make a suitable choice.

Keywords: soil nailed wall; form anchor breast wall; principles; characteristic; methods of construction; difference and similarity; application situation; economical breast wall