

地铁站基坑水平位移影响因素实测分析

朱迎宇

(中铁十八局集团第二工程有限公司,河北唐山 063030)

摘要:基坑的稳定性与其水平位移的大小密切相关,施工过程中必须严密监控以便有针对性地采取措施确保基坑的安全。通过对某地铁站基坑的水平位移监控数据的整理,揭示了影响基坑水平位移大小的因素,为类似工程的设计与施工提供了依据。

关键词:地铁站;深基坑;水平位移;影响因素

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2006)12-0026-04

1 工程概况

某地铁站为地下3层车站,自上而下分别为地下交通层、站厅层和站台层。总建筑面积为41598 m²。交通层位于建设路下面,车站斜穿深圳火车站广场,两者成22°的夹角。车站主体共设4个出入口通道与交通层相接。2号风道设在车站北端东侧。

车站主体分为站厅层和站台层,是两岛一侧、三线四跨的双层结构,车站长度353.48 m,高度13.04 m,标准段宽度32.95 m。交通层总长度411.98 m,最宽处达111.20 m,高6.40 m。

整个车站范围的地面标高约为3.31~7.70 m,车站主体顶面标高约0.00~0.50 m,交通层顶面标高6.70~7.00 m。交通层基坑开挖深度约7 m,车站主体基坑开挖深度约20 m。

2 地质环境条件

拟建车站范围内上覆第四系人工堆积层、海相冲积层及第四系残积层,下伏石炭系变质砂岩、千枚岩。本地铁站工程地质条件的显著特点是:地层变化较大,车站北侧基岩埋深较深,且上覆土层含有中粗砂层及砾砂层,砂层最大厚度达9 m;车站中部及南部的岩层埋深浅,强风化层最小埋深仅1 m多,中风化层最小埋深为15.6 m。地下水位埋深1.4~6.2 m,砂层具强透水性,地下水量丰富,中风化岩层的裂隙发育,具有中等透水性;F12断层破碎带横贯车站北侧,断层内岩石破碎,结构松散,易形成地下水的集水带。

各地层的性质见表1。

表1 基坑岩土参数表

岩土层名称	厚度 /m	重度 γ /(kN·m ⁻³)	内摩擦角 φ /(°)	粘聚力 c/kPa
素填土(粉质粘土)	0.0~7.5	19.81	21.7	33.9
素填土(砾砂)	0.0~5.7	19.76	16.9	43
淤泥质粉质粘土	0.0~3.9	17.53	5.9	18.1
粉质粘土	0.0~5.2	19.77	14.4	33
粉土	0.0~5.7	20.42	16.9	20.5
粉砂	0.0~5.7	20.15	14.3	14.1
中砂	0.0~5.5	20.6	21.8	19.6
粗砂	0.0~7.0	20.8	21.8	19.6
砾砂	0.0~5.6	20.7	22.1	20.3
粉质粘土	0.0~9.4	18.01	17.5	26.6
千枚岩(W4)	0.0~16.0	18.61	24.5	39.8
千枚岩(W3)	揭示9.0	19.26	27.6	25
变质砂岩(W3)	揭示25.6	18.96	27.6	25

3 基坑支护方案

经综合考虑施工工期、工程造价、地质和水文条件、施工资源投入以及周边环境等因素,确定采用的支护结构型式为:交通层支护结构分别采用人工挖孔咬合桩+锚杆和土钉墙,车站主体支护结构分别采用人工挖孔咬合桩+锚杆、人工挖孔咬合桩+钢支撑和土钉墙;出入口通道均采用土钉墙;2号风道采用人工挖孔咬合桩+钢支撑。各土钉墙剖面均为C20喷射砼面层,厚度100 mm,Ø25 mm钢筋作土钉。

4 监测方案

根据工程情况,在车站的挖孔桩上共布置了12个测点监测排桩水平位移,实际使用为9个;取2个桩测试桩身的内力,每根桩上在迎土面和开挖面的2根受力主筋上布置12个测点(每2 m一只);取2

收稿日期:2006-10-08

作者简介:朱迎宇(1970-),男(汉族),吉林通化人,中铁十八局集团第二工程有限公司总工程师,探矿工程掘进专业,从事隧道工程施工技术与管理工作,河北省唐山市丰润区,13231521296,Zyy715241@sohu.com。

个断面监测钢支撑的轴力,每根钢管上布置 2~4 个测点;取 3 个断面监测锚杆拉力,在每根锚杆的锚头与支座间安放一个测力计。具体布置见图 1。

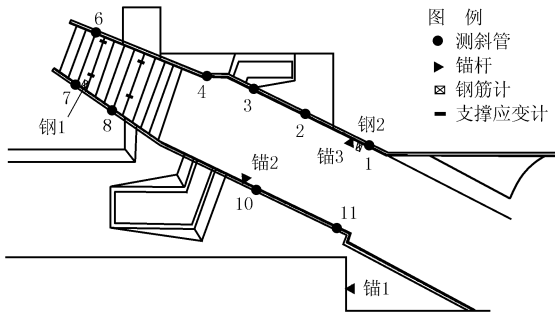


图 1 基坑监测布置简图

5 桩身时间 - 位移曲线及分析

桩身时间 - 位移曲线最直观、准确地反映了桩身时间 - 位移变化情况,可用来推断支护结构的支护效果。通常桩体水平位移曲线从底向上位移渐渐增加。但是针对具体工程,由于围护体系的相互作用和影响以及工程地质条件的复杂性使得桩身位移曲线形状表现出各异性。本文根据实测结果分析排桩支锚支护结构的时间 - 位移曲线的特征(见图 2~7),结果如下。

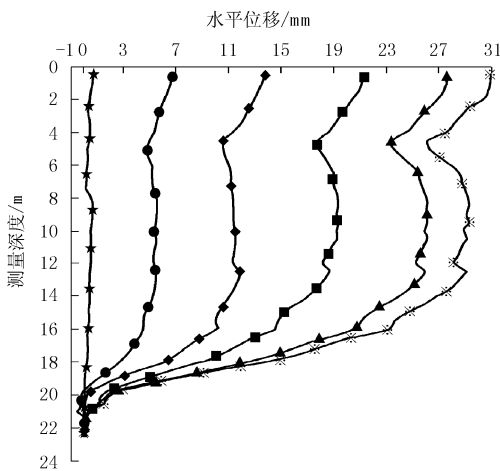


图 2 1 号桩桩身时间 - 位移曲线

注:★—5月1日开挖2 m;●—6月11日开挖6 m,一锚拉后;◆—8月26日开挖10 m,二锚拉后;■—9月20日开挖15 m,四锚拉后;▲—10月17日开挖20 m,底板浇注;※—11月28日底板浇注后
锚索位置:第一排锚索距桩顶4.5 m,第二排锚索距桩顶8.5 m,第三排锚索距桩顶12 m,第四排锚索距桩顶16.5 m

(1)一般桩的时间 - 位移曲线形状都应是近似刀尖状且在近桩顶处都近似垂直,这反映了桩顶圈梁在抑制桩体位移方面作用是明显的。安全状态下桩身水平位移随时间不断增长,但其发展趋势都是

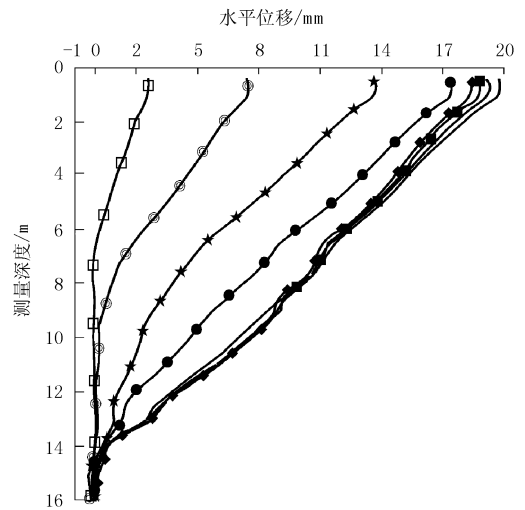


图 3 2 号桩桩身时间 - 位移曲线

注:□—7月27日初始位移;◎—8月29日开挖7 m;★—9月23日开挖9 m;●—9月30日开挖12 m;◆—10月24日开挖12 m到底;■—10月28日开挖到底;▲—11月25日底板浇注;※—11月28日底板浇注
锚索位置:第一排锚索距桩顶3 m,第二排锚索距桩顶7 m

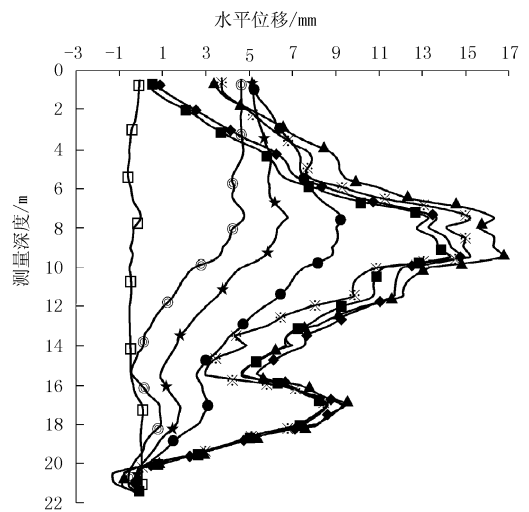


图 4 6 号桩桩身时间 - 位移曲线

注:□—5月7日开挖2 m;◎—5月29日开挖9 m,一撑后;★—5月31日开挖12 m,一撑后;●—6月1日开挖13 m,二撑后;◆—9月19日开挖14 m,底板浇注后;■—10月7日开挖14 m,拆二道支撑;▲—10月17日开挖14 m,拆二道支撑;※—11月18日开挖14 m,顶板浇注
钢支撑位置:第一道钢支撑距桩顶0.5 m,第二道钢支撑距桩顶7 m

平缓稳定的,说明了水平位移是随着开挖深度增加而增长并受其制约。

(2)对排桩 - 支锚结构而言,其桩身挠曲线最大位移点在开挖前期阶段都出现在桩顶,但随着开挖深度的增加和支锚结构的架设,最大位移点有的保留在桩顶(如 1、2 号桩),有的转移到桩腰部位(如 6、8、9 号桩),这与锚撑结构对排桩作用力的大

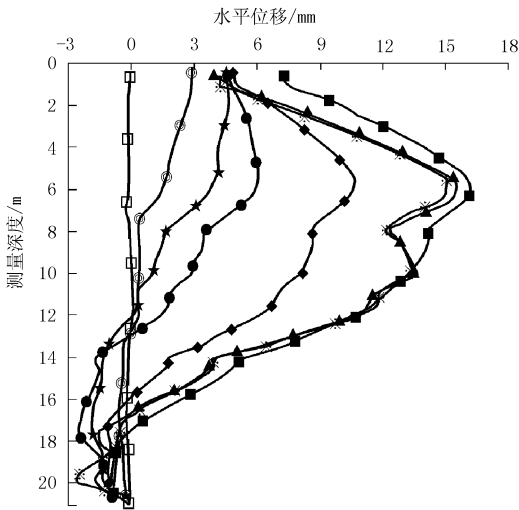


图5 8号桩桩身时间-位移曲线

注:□—5月6日开挖0.5 m;○—6月1日开挖4 m;★—6月28日开挖10 m;●—7月16日开挖12 m;◆—8月2日开挖14 m;■—8月16日开挖14 m;▲—10月17日开挖15 m,开挖到底;※—10月21日开挖15 m,开挖到底
 钢支撑位置:第一道钢支撑距桩顶0.5 m,第二道钢支撑距桩顶7 m

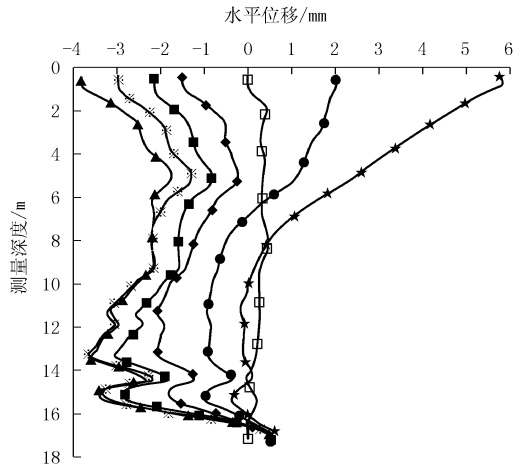


图7 9号桩桩身时间-位移曲线

注:□—2月1日开挖1 m;★—2月4日开挖6 m;●—2月26日第一排锚杆张拉后;◆—3月15日开挖8.3 m,三排锚注浆后;■—3月31日开挖12 m,三锚张拉后、雨后;※—4月4日开挖12 m,三锚张拉后;▲—4月11日开挖12 m,三锚张拉后
 锚杆位置:第一排锚杆距桩顶3 m,第二排锚杆距桩顶6 m,第三排锚杆距桩顶9 m

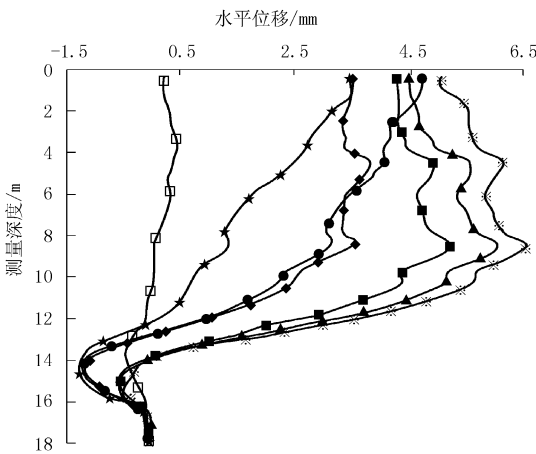


图6 10号桩桩身时间-位移曲线

注:□—2月1日初始位移曲线;★—3月2日开挖6 m,第二排锚杆张拉前;●—3月8日开挖8.3 m,二锚张拉后;◆—3月18日开挖9.8 m;■—3月24日开挖12 m,三锚张拉后;▲—3月29日开挖12 m,三锚张拉后;※—3月31日开挖12 m,三锚张拉后、雨后
 锚杆位置:第一排锚杆距桩顶3 m,第二排锚杆距桩顶6 m,第三排锚杆距桩顶9.5 m

作用的效果与锚固段所在的岩土层工程性质有很大关系。一般偏于硬质的土层和岩层中,其作用效果更好。这也能解释通常为什么第一排锚杆(索)的作用效果不很明显。

(4) 钢支撑对控制桩体位移作用更加突出,并且随着开挖深度的增加,钢支撑引起桩体应力的调整作用十分明显(如6、8号桩)。因此,在进行桩-支撑结构支护设计时,应充分考虑到桩体整体抗弯曲强度。另外,应力的调整可导致位移回弹出现,即局部产生相对负位移。

(5) 在某些特定条件下,桩体时间-位移曲线完全可能出现总体位移由正变为负的情况(如9号桩)。该观测结果体现了基坑变形的空间效应,验证了文献[1]中的时空效应的相关论述。

(6) 通过桩的挠曲线还可发现:桩背土体中被动土压力区不是一开始就出现的,它是随着基坑开挖深度增加而随时间出现和不断发展变化的(6、8、10号桩)。因此,在进行基坑设计时,一开始就假定被动土压力区位置和大小是不恰当的。另外,被动土压力区的出现和大小与岩土层的形状和桩的嵌固深度有关。结合现场实际,笔者认为当使用布鲁姆(Blum)法设计时,用一个集中力代替桩脚出现的被动土压力是有现实依据的;同时认为如果排桩嵌固在弹性模量较小且深度不大的土层中或强风化岩层中时,其桩背被动土压力区一般很小,可忽

小和桩背土体的工程性质有关,也表明随着开挖深度的增加桩背土体应力场及桩身应力是一个不断调整的过程。

(3) 锚杆对控制桩体位移作用是显著的。一般当桩身加预应力锚杆(索)后,其锚杆所在局部一定长度范围内位移增长明显变缓,这在1、10号桩中十分明显。通过结合场地工程地质条件还可发现锚杆

略不计,这在 1 号桩中有体现。但具体的定量评价还有待进一步研究。

(7) 笔者分析多个监测资料还发现:降雨对桩身位移起加剧作用。一般雨后的一两天内桩体水平位移有明显增加,而且这种增加是不会因降雨的停止而回弹。所以在雨期加强监测有助于发现事故隐患,选择在少雨季节进行基坑开挖也有利于减小桩体水平位移。

6 结语

通过对基坑的水平位移进行实测与分析可知:

(1) 深基坑的水平位移不但与地质条件有关,而且与支护方案有关,针对不同的支护方案必须采

取不同的支护措施。

(2) 在观察中发现,基坑的水平位移是一个动态变化的过程,随着时间的增长,位移不断增加,慢慢趋于稳定。

(3) 天气的变化(降雨、气温)对基坑的水平位移也有着比较大的影响。

因此,建议在类似工程的施工过程中,必须加强监测,以保证基坑的安全。

参考文献:

- [1] 龚晓南,高有潮.深基坑工程设计施工手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.
- [2] 刘建航,侯学渊.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.

(上接第 21 页)

除 1 号桩第二层锚杆外,锚杆受力随着向下挖土而逐渐增大,反映出锚杆的作用逐步得以发挥。

6 结语

护坡桩的受力十分复杂,土的性质又随时空而变,因此单纯从理论上寻求精确计算桩、锚受力的方法十分困难,必须借助现场测试数据的积累和分析。本项测试对于进一步了解护坡桩、锚杆的受力特点,

在以后的设计中进一步优化设计有着重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 陆培毅,顾晓鲁,钱征.天津港务局综合业务楼深基坑支护与监测[J].岩土工程学报,1999,21(3):331-334.
- [2] 张钦喜,何建勇.土钉内力计算方法探讨及实例分析[J].北京工业大学学报,2002,28(4):448-451.
- [3] 张明聚,郭忠贤.土钉支护工作性能的现场测试研究[J].岩土工程学报,2001,23(3):319-326.

(上接第 25 页)

好地解决了施工初期遇到的各种难题。

(2) 针对地层结构松散、局部漏浆极其严重的问题,采取对上部漏失层进行全线预灌浓浆的措施,有效解决了先进成槽设备使用效率低的问题,给抓铣完成 25% 面积打好了基础,并有利于冲击造孔。

(3) 通过采取小口径钻孔爆破和定向聚能爆破方法对给成槽造成极大困难的崩块石和崩块石层进行处理,明显加快了小墙与副孔的施工速度。

(4) 对均深达 70.5 m 的防渗墙深槽段,采取切

实加强、重点解决的措施加以解决,保证了施工质量和工期。

(5) 接头管连接法具有一定的先进性,在接头孔形、混凝土性能、混凝土浇筑速度及接头管起拔操作方面的控制程序还应继续完善,以提高接头管下管和拔管成孔效率。

(6) 施工前的勘探工作和施工前期的补勘均是十分重要的工作,对深厚覆盖层尤其如此。地质资料应具有较高的准确性,这是完善施工组织 and 准备措施预案的基础。