

明挖顺筑（挖孔桩+钢横撑支护）地铁车站 监测成果分析

张亚军¹ 张项铎²

(1 中铁隧道集团二处有限公司 河北三河 101600 2 中铁隧道勘测设计院有限公司 洛阳 471009)

摘要:某地铁车站采用明挖顺筑法施工,钢管横撑支护。按设计、施工的要求,对该站进行了地表沉降、桩体水平位移、支撑轴力和坑底隆起等项监测。本文通过对各项监测成果的分析、预测和反馈,为信息化设计与施工提供了可靠的依据。

关键词:地铁车站 挖孔桩 钢横撑支护 监测成果 分析

某地铁车站位于繁华的中山五路地段,是某地铁路网规划中的1、2号线的立交换乘站,车站全长450.9m,结构最大宽度33.8m,结构地板最大深度22m。站区范围覆土自上而下依次为杂填土、冲积层、残积层,总厚9~16m,下伏粉砂岩。根据场地条件及工程施工难度,车站总共采用了四种不同的施工方法,其中D区全长120.75m,基底深16m。采用明挖顺筑法施工,挖孔桩配合两道 $\phi 600$ 钢管横撑作围护结构。通过研究公园前站D区的监测成果,可以预测并更好地分析该站各工况下变形及受力情况。

1 地表沉降

1.1 基坑纵向地表下沉监测成果分析

表1为D区长边(基坑北侧)地表测点在各主要施工工序中的沉降量统计。各测点由ZD4至ZD11逐渐靠近端头,其中ZD7点附近为直角双排桩。

表1 各工序基坑周围地表沉降值统计(mm)

工序 测点	架第一道 支撑 (0~9m)	架第二道 支撑 (9~16m)	砼浇筑 底板	砼浇筑 中板	砼浇筑 顶板	总沉 降值
ZD4	-9.6	-17.9	-23.5	-24.1	-24.3	-24.3
ZD5	-9.9	-14.0	-17.9	-18.1	-18.1	-18.1
ZD7	-10.8	-13.5	-15.2	-15.4	-18.5	-13.4
ZD8	-16.1	-16.7	-18.6	-18.9	-18.5	-19.3
ZD9	-4.5	-11.2	-18.4	-18.5	-16.0	-16.0
ZD10	-5.2	-11.6	-13.1	-14.7	-21.8	-21.8
ZD11	-5.7	-6.3	-8.3	-9.4	-12.2	-12.2

由上表可知,桩撑围护结构地表沉降的特征为:沉降值显示中间大,两头小;成直角双排桩的地表沉降远小于桩体呈直线排列区。这是由于成直角排列的桩体之间互相支撑,桩的稳定程度远大于成直线排列的单根桩体。

从监测数值来看,挖深9m(架设第一道钢支撑前)时,地表下沉量最大,占到总沉降的50%左右,其次是挖深9~16m(架设第二道钢支撑前),此期间占总下沉量的23%左右,而主体结构回筑期间地表的下沉量较小,只占总沉降量的24%左右,后期沉降最小,只占总沉降量的3%左右。这一特征说明桩撑支护基坑施工的关键是在开挖过程中。

1.2 基坑横向地表下沉监测成果分析

横断面测点各主要施工工序沉降值统计列于表2。测点由ZD1至ZD5逐渐远离基坑,最远点ZD5距基坑27m。

基坑横断面最终沉降槽曲线如图1。

表2 基坑横断面测点地表沉降值统计(mm)

工序 测点	架第一道 支撑 (0~9m)	架第二道 支撑 (9~16m)	砼浇筑 底板	砼浇筑 中板	砼浇筑 顶板	总沉 降值
ZD1	-9.9	-14.0	-17.9	-18.1	-18.1	-18.1
ZD2	-8.6	-13.8	-22.3	-23.7	-24.7	-24.3
ZD3	-4.2	-9.2	-10.4	-11.4	-11.1	-11.2
ZD4	-1.9	-3.3	-5.4	-5.8	-5.7	-5.7
ZD5	-0.9	-1.8	-1.6	-1.8	-1.8	-1.8

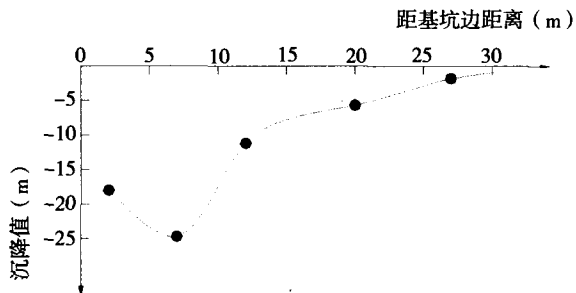


图1 主断面最终沉降槽曲线

由表2可以看出，明挖钢支撑顺筑基坑最大沉降出现在距基坑壁7m左右的测点，而至测点ZD5（距基坑壁27m），地表基本上就不受基坑开挖的影响。从沉降槽曲线也可看出，在距基坑一倍挖深距离的地表沉降不大于10mm，这一点很重要，说明在此以外的地下管线在整个施工过程中都是安全的。

2 桩体水平位移

施工过程中,各施工工序所测桩体水平位移示于图2。

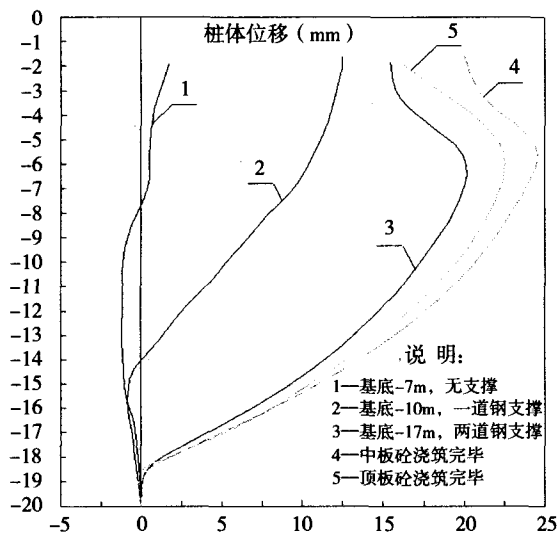


图2 桩体水平位移

从位移曲线可以看出，当基坑开挖深约7m，且无支护时，桩体水平位移很小，仅为2.42mm，最大水平位移位于桩顶。当基坑开挖深约9m后，才在地下3m处架设第一道支撑，监测表明，在此期间内，桩体开挖段平均向基坑方向位移了近10mm，位移速率较小；当基坑开挖至底

（17m），架设了第二道横撑，在架设第一道横撑与第二道横撑期间，除第一道支撑点处桩体由于受约束而变形较小外，桩顶水平位移又增长10mm。由于中断无支撑约束，形成桩体中部受力变形向基坑内鼓起成突状。架设了第二道横撑并封底后，桩体变形就非常小了，仅有2~3mm。基坑封顶浇筑后，整个桩体又向基坑反方向回缩2~3mm。

从以上分析可知，在桩撑支护明挖顺筑基坑时，及早架设钢横撑是限制地表沉降和水平位移的有力手段。桩体最大水平位移出现在地面以下1/2H深度。

3 支撑轴力

钢支撑轴力计安装在钢支撑非加力处，上下排各一个，从监测情况可以看出：

第一排支撑锁定力是179.7kN，在其后30天里轴力增加至256.8kN，增量为77.1kN，其后在第二排支撑架设后轴力稍有下降，降幅为26.3kN，以后就稳定在50.8kN这一水平上。对照施工工况可知，在轴力增大阶段正是桩体产生较大水平位移阶段，第二排支撑架设后，受力形态发生改变，桩体水平位移增速减慢，第一排支撑的轴力也相应减小，但总增量仍保持在50kN的基础上。

第二排支撑锁定力是278.3kN，由于其架设是在基坑开挖到底后才施行的，故不能完全反映轴力变化的全过程。从监测成果来看，轴力变化也是经历了先增高后降低的变化过程，轴力呈递增趋势的时间约30天，增量最大为87.7kN，随后逐渐回到初始锁定力状态。参照施工情况，轴力降低直至稳定这段期间，正是主体结构中板已施作完毕，起了一定的减跨作用。

4 坑底隆起

某站基坑大部分坑底为基岩，围护桩入岩深度在3~8m左右，被动压力区抗力大，可以平衡主动压力，坑底隆起被抑制。从桩体水平位移也可看出，在坑底以下桩体水平位移都很小，表明桩

体外侧土体基本没有向基坑内侧移动,因而坑底不会发生较大的坑底隆起现象。

5 结语

(1) 地铁监测成果的分析是监控量测工作的最后环节,它对于正确掌握基坑开挖中的地表下沉、结构变形、支护的受力的大小和规律至关重要。通过对各项监测成果的分析,可以更好地完善设计,指导施工和确保工程安全。

(2) 在桩撑支护明挖顺筑基坑时,为了限制地表沉降和水平位移,应及早架设钢横撑。桩体最大水平位移出现在地面以下1/2H深度。

(3) 从监测成果看,支撑轴力变化过程是先增高后降低,呈递增趋势的时间约30天,增

量最大为87.7kN,随后逐渐回复初始锁定状态。而轴力降至稳定期间,正是主体结构中已完工,起了一定减跨作用。

(4) 公园前站基坑底部为基岩,围护桩入岩深3~8m,被动压力区抗力大,足以平衡主动压力,坑底不会产生较大的隆起。

参考文献

- [1] 秦长利,郭建国.《“复一八”线工程施工监控量测》.中国铁道出版社.1999
- [2] 许燕峰,苏钧.《浅埋暗挖法隧道施工引起地面沉降的原因规律及控制措施》.世界隧道.1998.2

(上接第10页)

(3) 通过以上数据比较还表明:当实测伸长值小于分段计算的理论伸长值且其差值在6%的范围内时,其与不分段计算的理论伸长值的差值就有可能超过6%(此情况在实际施工中较为常见);当实测伸长值大于不分段计算的理论伸长值时,其与分段计算的理论伸长值的差值也有可能超过6%。下面通过该桥在预制空心板时一些有代表性的实测数据进行比较,具体情况见表3。

表3

梁号	钢束编号	理论伸长值 (mm)		实测伸长值 (mm)	规范比较	
		分段	不分段		分段	不分段
1-5	N1	124.36	127.30	117	5.9%	8.1%
1-11	N1	124.36	127.30	119	4.3%	6.5%
2-6	N1	124.36	127.30	120	3.5%	5.7%
2-10	N1	124.36	127.30	118	5.1%	7.3%
3-3	N1	124.36	127.30	118	5.1%	7.3%
3-9	N1	124.36	127.30	120	3.5%	5.7%

注:以上理论伸长值的计算和实测伸长值的检验均计入了千斤顶和工具锚内的钢绞线长度(即施加预应力的钢绞线工作长度)。

5 结语

预应力技术在桥梁施工中相当重要,而在实际施工过程中,经常发现有些施工技术人员为省事,在计算呈曲线分布的预应力筋的理论伸长值时只是按预应力的直线长度进行计算,这样就比较容易造成预应力筋的理论伸长值与实测伸长值超过规范要求的情况;因此,当在施加预应力的施工过程中,出现预应力筋的理论伸长值和实测伸长值超过规范要求时,要分析预应力筋理论伸长值的计算方法。分段计算曲线预应力筋的理论伸长值只是其中一个比较重要的原因,另外还与张拉器具、千斤顶的校验以及钢绞线的质量等其它因素有关,应逐项进行分析找出真正的原因,才能确保预应力的施工质量。

参考文献

- [1] GB/T5224-1995,预应力混凝土用钢绞线[S].
- [2] JTJ41-2000,公路桥梁施工技术规范[S].