

# 深基坑桩锚支护结构锚索轴力监测分析

巩玉志<sup>1</sup>, 武换娥<sup>1,2</sup>, 袁志国<sup>1</sup>

(1. 河北建研科技有限公司, 河北 石家庄 050021; 2. 石家庄理工职业学院, 河北 石家庄 050228)

**摘要:** 为了解深基坑桩锚支护结构锚索的工作状态, 对石家庄市鸣鹿大厦深基坑桩锚支护结构中预应力锚索轴力进行了锁定及基坑开挖回填过程中的监测。监测成果的分析表明: 锚索锁定时穿心千斤顶油压表读数与锚索实际轴力存在较大差别, 究其原因是张拉设备与锚具的不匹配; 下道锚索张拉锁定会使上道锚索轴力减小, 但影响不大; 基坑回填后锚索轴力有所下降, 但降幅不大; 实测最大锚索轴力为锚索设计值的 17.9% ~ 50.7%。

**关键词:** 深基坑; 桩锚支护; 锚索; 轴力; 监测

中图分类号: TU473.2 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2012)10-0066-03

**Analysis on Monitoring of Anchor's Axial Force of Piles and Anchor Support System in Deep Foundation Pit/** GONG Yu-zhi<sup>1</sup>, WU Huan-e<sup>1,2</sup>, YUAN Zhi-guo<sup>2</sup> (1. Hebei Building Research Technology Co., Ltd., Shijiazhuang Hebei 050021, China; 2. Shijiazhuang Institute of Technology, Shijiazhuang Hebei 050228, China)

**Abstract:** In order to understand anchor's working state of pile and anchor support system in deep foundation pit, the axial force of pre-stressed anchor cable was monitored in the whole process of deep foundation pit excavating and backfilling in Shijiazhuang City. Some conclusions were got by analyzing monitoring results. It was proved that a big difference exists between oil pressure gauge reading of jack and practical axial force of anchor because of the mismatch of stretching equipment and anchorage. Axial force of former anchor was decreased due to latter anchor tension with little effect and axial force of anchor was decreased slightly when deep foundation pit was backfilled. It was monitored that the measured values had 17.9% to 50.7% of designed values.

**Key words:** deep foundation pit; pile and anchor support; anchor; axial force; monitoring

## 1 工程概况

石家庄市鸣鹿大厦工程位于石家庄市中心地带, 建筑物为地上 26 层, 地下 2 层, 框剪结构, 筏板基础。基坑开挖深度为 11.2 m, 基坑北侧紧邻 2 栋 4 层建筑, 其中靠西侧的建筑基础埋深约 2 m, 靠东侧的建筑基础埋深约 5 m。基坑东侧紧邻马路, 场地狭小, 采用放坡 + 桩锚支护结构进行基坑支护, 基坑平面尺寸为 70 m × 40 m。

⑩卵石, 最大揭露层厚 22.50 m。

45 m 内未见地下水。

基坑影响深度范围内土层的物理力学指标详见表 1。

表 1 土层的物理力学指标

土层编号	土层名称	平均厚度 /m	粘聚力 /kPa	内摩擦角 /( $^{\circ}$ )	重度 /( $\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$ )	土体与锚固体极限摩阻力标准值 $q_{sik}$ /kPa
①	填土	0.5	5*	10*	18.2	18
②	黄土状粉质粘土	1.0	25.4	17.0	18.3	60
③	黄土状粉土	3.3	18.5	20.0	18.7	60
④	黄土状粉土	2.2	20.5	21.0	18.5	55
⑤	中砂	3.7	0	35.0	18.0	80
⑥	粉质粘土	3.4	24.9	16.5	18.8	35
⑦	粉土	1.8	12.9	16.3	19.4	45
⑧	粉质粘土	2.8	23.0	17.7	19.2	40
⑨	中砂	3.7	0*	40*	19.0	110

\*: 计算取值。

## 2 场地工程地质条件

根据勘察报告, 拟建场地地层自上而下分别为:

- ①填土, 层厚 0.60 ~ 2.30 m;
- ②黄土状粉质粘土, 层厚 0.40 ~ 2.20 m;
- ③黄土状粉土, 层厚 2.70 ~ 3.80 m;
- ④黄土状粉土, 层厚 1.00 ~ 2.30 m;
- ⑤中砂, 层厚 0.20 ~ 5.10 m;
- ⑥粉质粘土, 层厚 2.90 ~ 4.30 m;
- ⑦粉土, 层厚 0.40 ~ 1.80 m;
- ⑧粉质粘土, 层厚 1.30 ~ 4.40 m;
- ⑨中砂, 层厚 2.30 ~ 4.10 m;

## 3 基坑支护方案

本基坑采用放坡 + 桩锚支护结构进行支护, 上部 1.7 m 按 0.3 进行放坡开挖, 采用钢板网喷射混凝土护面, 下部采用桩锚支护结构。支护桩直径为

收稿日期: 2012-05-09; 修回日期: 2012-09-24

作者简介: 巩玉志 (1980-), 男 (汉族), 河北临西人, 河北建研科技有限公司, 注册土木工程师 (岩土)、一级建造师, 岩土工程专业, 硕士, 从事岩土工程工作, 河北省石家庄市槐中路 244 号, gongyuzhi2000@126.com。

800 mm,桩长为15.5 m,嵌固深度为6 m,桩间距为1.5 m。锚索采用一桩一锚,锚索设计参数见表2。方案Ⅰ中边载按5 m宽度的局部荷载100 kPa考虑,方案Ⅱ中边载按6 m宽度的局部荷载100 kPa考虑,方案Ⅲ中边载按自然地面均布荷载15 kPa考虑。

表2 锚索设计参数

支护方案	自由段长度/m	锚固段长度/m	内力设计值/kN	设计锁定值/kN	竖向间距/m
方案Ⅰ:北侧靠西(建筑基础埋深约2.0 m)	6.0	10.0	172.3	110.0	1.3
	5.0	11.0	259.8	170.0	2.0
	5.0	12.0	209.5	135.0	3.0
方案Ⅱ:北侧靠东(建筑基础埋深约5.0 m)	6.0	12.0	284.2	185.0	3.3
	5.0	12.0	234.0	160.0	3.0
方案Ⅲ:东侧	6.0	10.0	245.1	160.0	3.3
	5.0	8.0	200.3	130.0	3.0

注:第一道锚索的竖向位置是从冠梁顶算起,其余各道锚索间距是其与上道锚索的距离。

#### 4 锚索轴力监测

为掌握在基坑开挖过程及后续使用中锚索轴力的变化是否在设计的可控范围内,在出现异常情况时能及时反馈给设计人员,同时为今后的桩锚支护设计提供工程数据,根据现场实际施工情况,选取12根锚索进行了轴力监测,包括方案Ⅰ中的第二道和第三道锚索各4根,方案Ⅱ中第一道和第二道各1根,方案Ⅲ中第一道和第二道各1根。锚索轴力监测点平面布置示意图见图1。锚索监测仪器为振弦式锚索测力计及XP02振弦式频率测定仪。

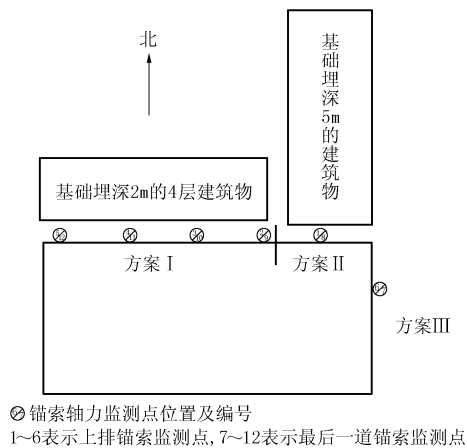


图1 锚索轴力监测点平面布置示意图

#### 4.1 锚索锁定值监测

在进行锚索张拉锁定时发现,油压千斤顶显示压力大于锚索测力计的输出值。取出夹片再次进行张拉时发现油压千斤顶显示压力与锚索测力计的输

出值基本吻合。分析原因,张拉系统中,支架与锚头的尺寸型号不匹配,在张拉过程中夹片阻力很大,导致油压千斤顶显示压力大于锚索测力计的输出值,锚索轴力实测值与设计锁定值之比为16.6%~56.3%。锚索张拉设备及安装见图2,现场情况最终未进行调整,导致锚索实际锁定值较设计锁定值偏小。锚索锁定轴力实测值见表3。

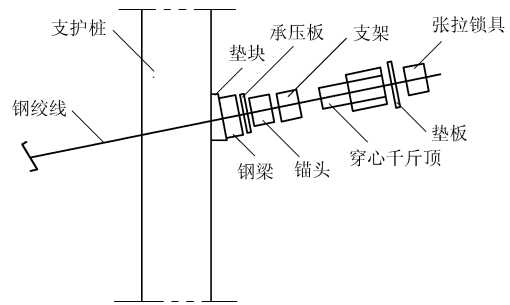


图2 锚索张拉设备及安装示意图

表3 锚索锁定轴力实测值

监测点编号	设计锁定值/kN	油压千斤顶显示轴力/kN	轴力实测值/kN	轴力损失/kN	轴力实测值与设计值之比/%
①	185.0	185.0	86.7	98.3	46.9
②	170.0	170.0	95.7	74.3	56.3
③	170.0	170.0	71.7	98.3	42.2
④	170.0	170.0	86.2	83.8	50.7
⑤	170.0	170.0	85.2	84.8	50.1
⑥	160.0	160.0	72.5	87.5	45.3
⑦	130.0	130.0	66.9	63.1	51.5
⑧	160.0	160.0	61.7	98.3	38.6
⑨	135.0	135.0	62.5	72.5	46.3
⑩	135.0	135.0	27.0	108.0	20.0
⑪	135.0	135.0	22.4	112.6	16.6
⑫	135.0	135.0	34.7	100.3	25.7

#### 4.2 基坑开挖至回填过程中锚索轴力监测

2011年3月12日,基坑开挖到5 m,开始进行锚索张拉与锁定,布设了1~6号锚索轴力监测点。2011年3月17日,基坑开挖到8 m,未进行最后一道锚索张拉锁定前,实测锚索轴力比锁定值提高6.0%~38.4%。2011年3月21日,基坑深度为8 m,开始进行最后一道锚索张拉与锁定时,实测锚索轴力比上一次数据稍有下降(除4号锚索外),下降幅度为0.4%~1.6%。2011年3月28日至7月14日,基坑开挖到底,深度为11.2 m,实测锚索轴力基本处于平稳增大状态,较锚索锁定值提高8.8%~104.4%,平均提高37.5%。2011年7月30日,基坑采用素混凝土回填,回填了5 m,实测锚索轴力比最大数据稍有下降(除5号锚索外),下降幅度为2.9%~4.6%。2011年8月15日,基坑回填至冠梁顶,实测锚索轴力比最大数据稍有下降(除4号

锚索失效,5号锚索外),下降幅度为5.3%~6.5%。实测锚索最大轴力为设计值的17.9%~50.7%,锚索最大轴力实测值见表4。锚索轴力实测值随时间变化情况如图3。

表4 锚索最大轴力实测值

监测点编号	设计值/kN	最大轴力实测值/kN	轴力实测值与设计值之比/%
①	284.2	107.6	37.9
②	259.8	124.3	47.8
③	259.8	113.1	43.5
④	259.8	131.6	50.7
⑤	259.8	109.5	42.1
⑥	245.1	86.3	35.2
⑦	200.3	74.7	37.3
⑧	234.0	70.1	30.0
⑨	209.5	70.6	33.7
⑩	209.5	55.2	26.3
⑪	209.5	37.6	17.9
⑫	209.5	50.2	24.0

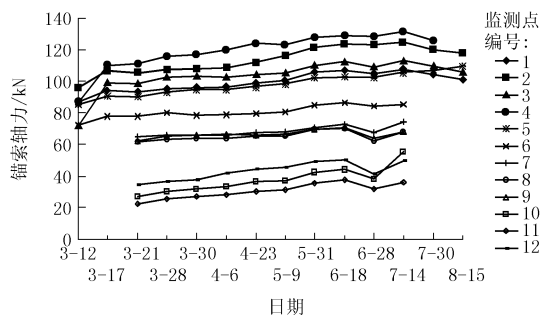


图3 锚索轴力实测值随时间变化曲线

## 5 结论

通过对该基坑工程锚索轴力的监测,从中得到以下结论:

(上接第65页)

在无缝钢管焊接后,在裸露的钢管部分刷上环氧树脂,利用事前预制好的GFRP半合管扣上,上下用钢带紧固后,在外面缠绕经环氧树脂浸渍的玻璃丝布的方法。该方法下套管施工速度快、外观质量好,保温效果满足工程要求。

## 5 结语

中平能化集团某矿大口径保温井项目的顺利完井,其井身质量、固井质量、保温效果等技术指标均满足设计要求,项目顺利通过竣工验收并投入运营,井下高温作业的环境得到明显改善。在安徽淮南矿业集团顾桥矿和潘三矿开展的冷媒输送工程中又获得成功应用,施工的4口保温井顺利通过验收,保温

(1)锚索张拉锁定力能否达到设计的要求,在很大程度上取决于张拉锁定设备的匹配性,仅仅根据穿心千斤顶油压表读数往往达不到理想的效果;

(2)下道锚索张拉锁定时,会使上道锚索的轴力略有减小,本工程在下道锚索张拉锁定时,上道锚索轴力减小0.4%~1.6%;

(3)随着基坑的开挖及开挖完成后未开始回填前,锚索轴力基本处于增长状态,本工程锚索最大轴力较锚索锁定值提高8.8%~104.4%,平均提高37.5%;

(4)随着基坑回填,锚索轴力略有减小,本工程基坑回填至冠梁顶时锚索轴力较锚索最大轴力减小5.3%~6.5%;

(5)整个基坑锚索轴力监测过程中,实测最大锚索轴力为设计值的17.9%~50.7%,远达不到锚索设计值,说明本方案还存在优化的空间。

## 参考文献:

- [1] JGJ 120-99, 建筑基坑支护技术规程[S].
- [2] GB 50497-2009, 建筑基坑工程监测技术规范[S].
- [3] JGJ 94-2008, 建筑桩基技术规范[S].
- [4] 龚晓南. 深基坑工程设计施工手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998.
- [5] 周勇, 朱彦鹏. 框架预应力锚杆柔性支护结构的锚杆预应力损失研究[J]. 工程勘察, 2010, (9): 1-6.
- [6] 张永安, 李峰. 边坡锚索预应力长期监测成果分析[J]. 工程勘察, 2010, (3): 11-14.
- [7] 吴燕开, 郭海轮. 复杂条件下基坑支护结构变形及受力情况分析研究[J]. 岩土工程学报, 2008, 30(S1): 473-478.
- [8] 刘卫铎. 可回收锚索工艺在城市地铁施工中的应用[J]. 铁道工程学报, 2011, (3): 105-109.

效果满足降温工程要求。钢基GFRP双层复合保温套管的研制和成功应用,对全国矿山企业高地温矿井实施井下输冰降温、输送须保温介质等施工领域具有重大的借鉴意义和推广价值。

## 参考文献:

- [1] 缙延民, 耿建国, 等. 煤矿大口径输冰井施工技术研究报告[R]. 河南省煤田地质局四队, 2011.
- [2] 赵金洲, 张桂林. 钻井工程技术手册[M]. 北京: 中国石化出版社, 2011.
- [3] 袁志坚, 白领国. 大口径瓦斯抽放井钻探施工[J]. 西部探矿工程, 2007, 19(10): 80-82.
- [4] 袁志坚, 提吊加浮力塞下管法在大口径瓦斯抽排孔的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(1): 27-29.
- [5] 金涌. 煤矿大口径瓦斯抽排孔施工技术[J]. 中国煤炭地质, 2009, 21(11): 68-69.