

深基坑支护的信息化施工

律文田

(广州市市政工程维修处, 广东广州 510420)

【摘要】 论述了信息化施工技术; 在施工过程, 将监测数据结合基坑工程的实际情况进行综合分析, 利用监测数据进行反馈设计和分析, 对后续施工具有实践与理论意义。介绍了某深基坑工程的施工监测, 说明了信息化施工的重要性。通过对信息化施工过程中数据的分析、信息归纳和实践经验的总结, 对以后类似工程的施工具有一定的参考价值。

【关键词】 基坑工程; 施工监测; 信息化施工

【中图分类号】 TU 942

Informational Construction of Deep Foundation Pit Supporting

Lv Wentian

(Department of Municipal Engineering Maintenance of Guangzhou, Guangzhou Guangdong 510100 China)

【Abstract】 This paper demonstrates informational construction technology. During the process of constructing, the combination of data and the circumstances of the excavation engineering is synthetically analyzed, experimental data are made used of to produce feedback design and analysis, and these are of practical and theoretical significance in the following work. The monitor during the working process of some deep excavation construction is introduced, and the importance of information construction is indicated. According to analysis on the data, information conclusion, and experience summary during information construction, there is a reference to similar projects.

【Key Words】 excavation engineering; construction monitoring; informational construction

0 引言

基坑工程是一个古老而又具有时代特点的岩土工程课题。特别是到了上世纪 90 年代, 随着城市现代化进程的加快, 越来越多的高层建筑拔地而起。基坑开挖深度越来越大, 由过去的几米发展到现在的 20 多米, 基坑开挖规模的不断扩大和开挖围护深度的不断增加, 使得复杂的周围环境对围护结构的工作状态和位移提出越来越高的要求^[1-3]。信息化施工技术作为一种现代化施工管理方法, 它主要是指在施工过程中布置监控测试系统, 从现场的基坑开挖和支护过程中获得基坑稳定性和支护设施的工作状态信息, 同时兼顾经验信息, 综合分析研究不同测点的监测数据, 重视地质资料、土性变化、支护和加固设施和基坑开挖方面的信息; 了解其态势的变化。对监测信息分析研究, 较好地预测支护系统的变化趋势; 当出现险情时, 可以及时做出预警, 并采取相应的措施, 保证施工的正常进行; 当安全储备过大时, 可及时修改设计, 调整围护结构, 进行各种方案的优化^[2, 4]。信息化施工的流程见图 1。

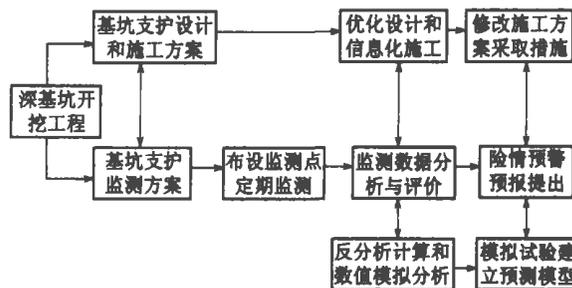


图 1 信息化施工流程图

1 工程实例

1.1 工程概况

深圳地铁罗湖站安全线深基坑工程, 场址位于深圳火车站候车大厅和罗湖口岸高架桥之间, 西边紧邻广(广州)九(九龙)铁路 1 号线, 距离铁路轨道最短处不足 10 m, 南距我国最大的口岸罗湖口岸联检楼不到 30 m, 东侧为罗湖商业城前的马路, 场地狭长, 基坑开挖深度 20.94 m。

场地原始地貌为海湾堆积地貌, 后经城市建设和人工活动形成现状。目前场地较平整, 地表覆盖

人工杂填土。根据地质资料,场地上部为回填土层,下部为第四系海湾堆积层,从地表往下主要地层有:①松散杂填土层,厚1~2.5 m;②淤泥质土层,厚0.5~2 m;③粉砂层,稍密,厚0~2.5 m;④中粗砂层,中密,厚2~6 m;⑤强、中风化砂岩。场地地下水水位较高,地下水位在地表以下2~3 m,上部属孔隙潜水,下部为构造裂隙水,水量丰富,地下水受大气降水及地表水补给,大气降水对地下水位影响明显。根据本工程的特点,采用如下基坑支护方案:

采用3排 $\phi 550@450$ 水泥浆搅拌桩作为止水帷幕;基坑围护结构采用 $\phi 1200@1500$ 的人工挖孔桩;在开挖深度范围内设置3道钢支撑,支撑采用外径600 mm、壁厚16 mm的钢管。

1.2 支护结构监测

地铁罗湖站是深圳地铁一号线起止站,地处罗湖口岸和火车站广场地区下部,来往行人众多,社会地位非常重要。另外,安全线基坑与同时建设的火车站皮带廊建筑基坑部分交叉重叠,相互的依赖性大。因此,在施工期间必须按国家和部门有关规范和试验标准,对深基坑围护结构、周边重要建筑物和周围环境进行严密的监控量测,为施工提供及时、可靠的信息,用以评定基坑开挖和降水施工对围护结构本身和周围环境的影响,并对可能发生的危及施工及环境安全的隐患或事故作出预报,让有关各方面做出反应(调整设计和采取应急措施等),避免事故的发生,以确保围护工程万无一失。

监测内容主要有支护桩顶冠梁变形、钢支撑轴力变化、支护桩内力、水位和周围构筑物的变形等。本文主要从支护结构变形和钢支撑轴力变化两个方面进行分析。测点平面布置见图2。在工程监测中,每一测试项目都应根据设计要求和有关规范与实际情况,事先确定相应的警戒值,以判断位移或受力状况是否会超出允许的范围,判断施工和周围建筑物是否安全,是否需要调整施工步序或优化原设计。因此,测试项目的警戒值的确定至关重要。一般情况下,警戒值应有两部分控制:总允许变化量和单位时间内的允许变化量(允许变化速率)^[5-6]。

观测频率必须遵循安全合理的原则。一方面,观测结果要全面反映基坑及支护结构及周围建筑物的稳定安全;另一方面又不可能无限度地设置监测仪器和增大观测频率,造成不必要的浪费。

1) 观测时限:从基坑开挖之日起,到基坑开挖完毕且变形稳定之日止,若连续三次观测值无大的

变化,符合规范结束观测标准时,即可结束观测。

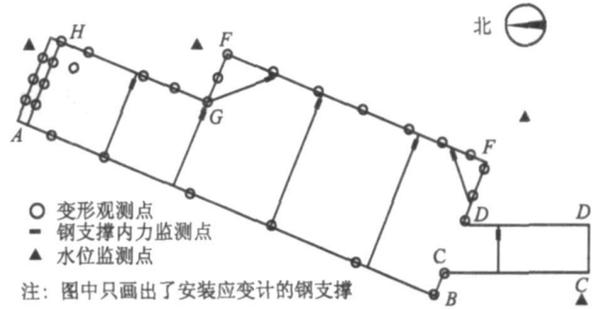


图2 监测点平面布置图

2) 观测频率:监测项目的检测频率配合施工进度确定,在开挖卸载急剧阶段,应每天监测2次,其余情况2~3天测1次。当检测结果超过警戒值时,应加密监测频率,当有危险事故征兆时,须连续监测并及时通知有关单位。

1.3 监测结果分析

1) 钢支撑轴力控制

本工程钢支撑预加轴力500 kN,当钢支撑受力以后,引起了贴在支撑上面的表面应变计频率的变化,用振弦式检测仪可以测出频率的大小。取4个应变计测出频率的算术平均值,然后将其代入式(1),求出轴力的大小。钢支撑采用直径600 mm、壁厚16 mm、弹性模量 $E=2.1 \times 10^5$ kN/m²,测出4个应变值,分别是 $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4$;所以

$$\epsilon = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 + \epsilon_4}{4}$$

$$F = A \times \sigma = \frac{1}{4} \times \pi \times (D^2 - d^2) \times E \times \epsilon = 6.16 \epsilon, \text{ kN} \quad (1)$$

式中: F 为钢支撑轴力,kN; A 为钢支撑的受力面积,m²; D, d 为钢支撑的外径和内径,m; ϵ 为应变。

地铁基坑风道口处钢支撑轴力的变化见图3。

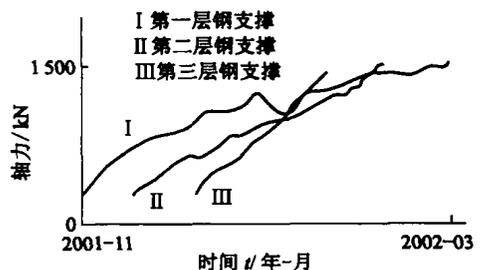


图3 钢支撑轴力变化曲线

监测结果表明,随着开挖深度的增加,支撑轴力均有所上升,这主要是坑内土体挖除后,支护桩体向

坑内移动,引起侧压力的增加,但轴力的变化都没超过报警值。在施加第一道钢支撑后,随着土方的开挖,该支撑的轴力不断增加,在第二道钢支撑施工完后,随着土方的开挖,第一道钢支撑的轴力增加的幅度减小,而第二道钢支撑的轴力增加的幅度却很大;同样在施工完第三道钢支撑的时候,第一、第二道钢支撑的轴力增长速度缓慢,有的甚至略有减少,而第三道钢支撑轴力增长速度却很大。根据监测结果分析,相应工况对应的钢支撑轴力影响最大,在底板浇筑完时钢支撑轴力有所减少,说明底板对支护桩体变形有一定的约束作用。当钢支撑拆除时,还未拆除钢支撑轴力有所增加,所以在拆除时要选择适当的拆除方案,保证基坑的安全,并加强钢支撑轴力的监测。

2) 变形控制

基坑变形主要包括桩坡顶的水平位移和沉降,同时还有周围建(构)筑物的变形。根据监测数据,绘出了基坑东边(EF段和GH段)的位移和沉降随时间的变化图(见图4)。

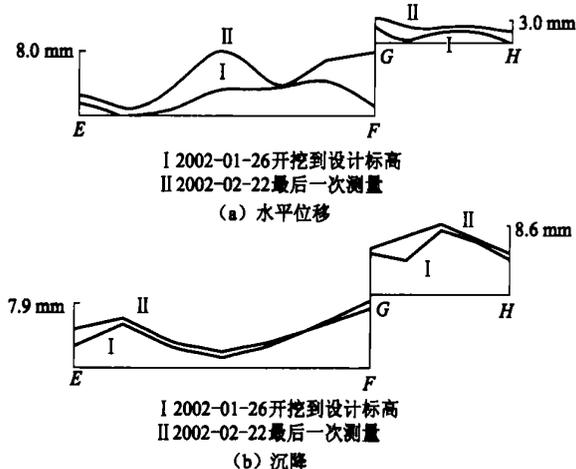


图4 水平位移和沉降汇总图

通过6个多月的监测,基坑变形主要有以下几个特点:

①总体看来,基坑东侧和西侧的水平位移比南侧和北侧的大,这说明基坑的边长对水平位移有一定的影响。

②随着基坑的开挖,基坑的变形明显增大。位移平均速率最大值为0.23 cm/d,到2月底(开挖到设计标高),基坑最大位移为8.0 mm;基坑沉降速率最大值是0.45 cm/d。变形均小于设计警戒值。在监测过程中发现基坑南端西侧即紧邻铁路的基坑边2001年12月6日到12月9日4天水平位移变化较大,其中12月6日的水平位移增量有6 mm,12月7日的水平位移增量有6.5 mm,12月8日和12月9日两天水平

位移增量13 mm。至2001年12月9日止最大累积水平位移有27.5 mm,尽管最大累积水平位移没有超过警戒值,但近4天位移变化率平均达到了6 mm/d,超出了正常变化的范围。分析原因可能是:a. 从已开挖的土质情况来看,基坑周围铁路一侧南端上面是人工填土,之下至坑底主要是淤泥质土,土质最差;b. 地下水位下降使有效应力增加;c. 安全线南端西侧支撑施工前开挖深度过大,加上东侧生活污水水管损坏,使水流入此处,使土压力增加导致支护桩向坑内水平位移过大。处理措施:a. 此处立即支撑;b. 加大位移监测频率;c. 加强施工管理,同时采取严格分段开挖、加紧进行支撑施工。

2 结论

1) 监测系统所得到的成果客观地反映了基坑开挖过程中支护体系的变形和内力变化规律。变形和内力值都在容许范围之内,保证了设计变形控制和施工安全。施工期间,提交了监测结果和数据的规律性分析,并对下一阶段施工安全作了预测及评估,为施工单位采取措施提供了依据。信息化施工在深基坑的施工中,保证了工程的施工安全,同时也为验证设计、提高设计水平和发展支护体系理论研究提供了依据。

2) 信息化施工作为一种现代化的施工管理方法,是对常规施工方法的完善和发展。目前国内的大多数基坑在施工过程中都进行了监测,但还有一些还不善于利用监测数据进行信息化施工,况且能够真正有效利用监测数据指导施工的经验还不够成熟。从信息化施工要求来看,应该建立能及时反馈、迅速决策的计算机辅助系统,这样可以加快信息传递,而且可以利用计算机进行数据处理,得出各种测试曲线和图表,以便随时分析和及时掌握深基坑支护结构的状态。

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 胡春林, 杨会军, 刘行架. 建筑基坑工程信息综合分析研究[J]. 岩土力学, 2001, 22(3): 76-79.
- [3] 高大钊. 岩土工程的回顾与前瞻[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [4] 张建龙, 徐桂萍, 刘树亚, 等. 某工程土钉墙支护结构信息化施工[J]. 施工技术, 2001, 30(1): 30-31.
- [5] 夏才初, 李永盛. 地下工程测试理论与监测技术[M]. 上海: 同济大学出版社, 1999.
- [6] 高大钊. 地基基础测试新技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.