

技术方法

垂直位移测量在绍兴轻纺城基坑监测中的应用

何国荣, 陈荣

(浙江有色测绘院, 浙江 绍兴 312000)

摘要:为保障基坑开挖的顺利安全进行,需要应用基坑监测技术监控开挖过程。该文应用垂直位移测量监测技术对绍兴轻纺城联合市场基坑工程进行监控,观测沉降值较好地反映了基坑开挖过程中不同施工期、不同位置的沉降变化情况和土层性质及周围环境。各沉降点的沉降值与周围环境变化十分吻合,由于观测数据的及时准确提供,为工程建设施工单位在开挖过程中及时采取相应措施提供了第一手资料,避免了有可能造成的经济损失和社会影响。

关键词:地下基础工程;基坑监测;垂直位移;测量;绍兴

中图分类号:TU753

文献标识码:B

随着城市建设的迅猛发展,各种高层建筑物日益增多,为此而建造的地基荷载补偿性地下基础工程也相应增多。而地铁隧道、人防工程和其他地下构筑物工程的建设发展,相应的基坑开挖也越来越多。特别是在软土地区或城市建筑物密集地区,施工场地邻近的建筑物、道路、纵横交错的地下管线等对沉降和位移都很敏感,都需在人工支护条件下进行基坑开挖。为保障基坑开挖的顺利安全进行,需要应用基坑监测技术监控开挖过程,对在施工过程中出现的不均匀沉降,及时反馈信息,为勘察设计施工部门及时提供第一手资料,避免造成经济损失和社会影响^[1]。基坑监测是一项较复杂的测量技术,结合绍兴轻纺城联合市场基坑工程对基坑监测中的垂直位移测量技术进行阐述,以期对类似地区基坑工程监测起到一定的指导作用。

1 工程实例

1.1 工程概况

轻纺城联合市场升级改造建筑基坑工程,位于绍兴中国轻纺城东侧,建筑设计为地下 2 层,地上 4 层,局部 5 层。基坑开挖施工区域约 250 m×110 m,拟开挖深度为 10.6 m,根据工程地质勘察报告,

该区域在顶板埋深 3 m 左右有厚 3~4 m 的淤泥质粘土层,给基坑开挖带来一定的难度。基坑四周采用钻孔灌注桩围护结构,坑内支撑体系采用二道混凝土支撑。已基本完成基础桩及围护桩施工,准备基坑开挖工作。施工场地地处交通要道,南侧紧临 104 国道和萧甬铁路,车流量大,其道路下地下管线分布密集,其中包括管径较大的市政管线和通讯光缆,对工程施工影响相当敏感,北侧 30 余米为萧曹大运河和历史悠久的古纤道,一旦因基坑开挖引起道路沉降等情况将造成严重后果,基坑监测工作责任重大。

1.2 施测方案

基坑开挖施工的基本特点是先变形,后支撑。根据国家规范、工程基坑围护设计要求,为确保基坑、周边设施的安全及工程施工的顺利进行,制定合理的垂直位移施测方案。并选定合适的技术和精度要求进行施测。

工程基准网监测按二等水准测量的技术要求进行施测,路线闭合差按 $\leq 0.60\sqrt{n}\text{mm}$ (n 为测站数)。沉降位移点观测按三等水准测量的技术要求进行,路线闭合差按 $\leq 1.0\sqrt{n}\text{mm}$ (n 为测站数)计算。

为提高精度可靠性观测路线采用结点网状形。

* 收稿日期:2012-03-13;修订日期:2012-04-20;编辑:孟舞平

作者简介:何国荣(1958—),男,浙江绍兴人,助理工程师,主要从事工程测量研究工作;E-mail:13906405719@126.com。

在基准点与位移观测点之间选择固定的观测路线,并在架设仪器站点与转点处作好标记,保证各次观测均按统一路线进行。观测点垂直位移观测精度根据其位移报警值按表 1 确定^[2]。

表 1 垂直位移观测精度要求(mm)

垂直位移报警值	累计值 S	S < 20	20 ≤ S < 40	40 ≤ S ≤ 60	S > 60
	变化速率 V _s (mm/d)	V _s < 2	2 ≤ V _s < 4	4 ≤ V _s ≤ 6	V _s > 6
观测点测站高差中误差	≤ 0.15	≤ 0.3	≤ 0.5	≤ 1.5	

注:观测点测站高差中误差是指相应精度与视距的几何水准测量单程一测站的高差中误差。

1.3 基准点和位移观测点的埋设

根据基坑的形状、工程地理位置及施工设计情况,在距基坑开挖深度 5 倍距离以外的稳定地方埋设 3 个基准点(BM1~BM3)、22 个周围环境观测点(C1~C22)和 22 个坑内支撑梁观测点(C23~C44)。在基坑设计开挖深度 2 倍范围内的 104 国道和地下管线,及基坑的围护边坡上按相应距离选定一定比例的观测点;在能反映基坑变形特征且便于观测的支撑梁上布设观测点,监测基坑内因土方的开挖造成坑底土体回弹对围护结构的影响情况。基准点在施测前和开挖中周期性地检测,以判断其相对稳定性,对较深的基坑工程定期与远离基坑的高等级水准点进行联测。

1.4 观测情况

垂直位移观测采用经检定的天宝 D1N1 精密数字水准仪配合 3 m 条码钢钎尺采用几何水准的方法进行,数据采用机内软件自动记录。观测周期根据基坑分层开挖的深度、多道支撑的架设情况而确定,正确反映基坑的沉降变形规律。首次观测在开挖前,在基准点和观测点稳定并对基准点进行观测后及时观测。

每次观测依据施测方案随施工进度及时进行。观测频率确定:在第 3 次(含第 3 次)取土前每 2 天进行 1 次沉降观测,在第 4、第 5 次土层开挖及底板基础施工时每天进行 1 次观测。底板浇灌完成后视观测数据按 2~7 天进行 1 次观测,直至上部换撑前结束沉降观测工作。

1.5 垂直位移预警值设置

垂直位移观测控制标准严格按照国家相关规定执行^[3]。基坑施工中各开挖地段划分为若干个等级,设定控制值的 2/3 作为监测预警值。当实测值超过预警值时,应加强监测和基坑围护措施,商讨采

取相应的对策,修改施工方案,预防观测值超过控制值,必要时停止基坑开挖并进行处理。沉降数据进入警告范围时,应减少开挖,加强基坑壁的支护,减轻地表压力,并及时封闭基坑加强监控。

1.6 数据处理和分析

(1)每次观测后及时整理观测资料,计算出观测点的沉降量、沉降差及沉降速率。并根据观测成果绘制时间-深度-沉降量曲线图和沉降等值线图,在检核无误后及时反馈给委托方。在观测周期中如发现观测点有突然变化量异常、不均匀沉降或周边路面有严重裂缝时,应立即通知业主和施工单位,为其采取防患措施提供依据,同时根据情况增加观测次数。并由计算机对数据进行实时分析及阶段回归分析,如出现反常曲线,则表示基坑围护结构呈不稳定状态^[4]。

(2)整个基坑监测共历时 194 d,完成基坑外围位移观测共计 145 次,完成支撑梁位移观测共计 39 次。基坑外围部分观测点的沉降曲线图见图 1。图 1(a)为单次沉降量-时间曲线图,图 1(b)为累积沉降量-时间曲线图。从图 1 上可以看出,基坑开挖期间曾多次发生超过预警值,在完成底板浇灌后,曲线趋于平稳。整个周期沉降变化值幅度相对较大的为南侧 C10, C11, C16 点;单次沉降量较大的为第 4 次时的东侧 C5, C6 点和第 60 次时的南侧 C11, C18 点;分别为 -42.1 mm, -56.9 mm, -51.2 mm, -45.2 mm。累积沉降值较大的为 C5, C11, C16, C18 点;分别为 -333.9 mm, -339.4 mm, -383.4 mm, -316.4 mm。

(3)外围沉降点的观测沉降值较好地反映了基坑开挖过程中不同施工期、不同位置的沉降变化情况和土层性质及周围环境。各沉降点的沉降值与周围环境变化十分吻合,如基坑东、南侧发生了地面沉降开裂等。由于观测数据的及时准确提供,为工程建设施工单位在开挖过程中及时采取相应措施提供了第一手资料。

(4)由于基坑开挖工程的特殊性,一道支撑梁受基坑反弹的影响各点的沉降值情况比较特殊。受基坑四面的挤压,局部支撑梁受应力作用上挠,导致许多观测点单次沉降变正值。沉降值变化随二道支撑以下取土、二道支撑换撑时较大,其他情况下沉降值变化基本平稳,这与基坑外围沉降点的观测情况基本一致。支撑梁沉降观测值的变化情况较好地反映

了支撑梁所受应力变化情况,当支撑梁各点沉降观测值变化较大(或升或降)时正是其受应力较强的时候,支撑梁的局部变形开裂也发生在这个时候。据

支撑梁沉降观测点观测值的变化情况就比较容易判断支撑梁应力变化情况及应力集中位置。

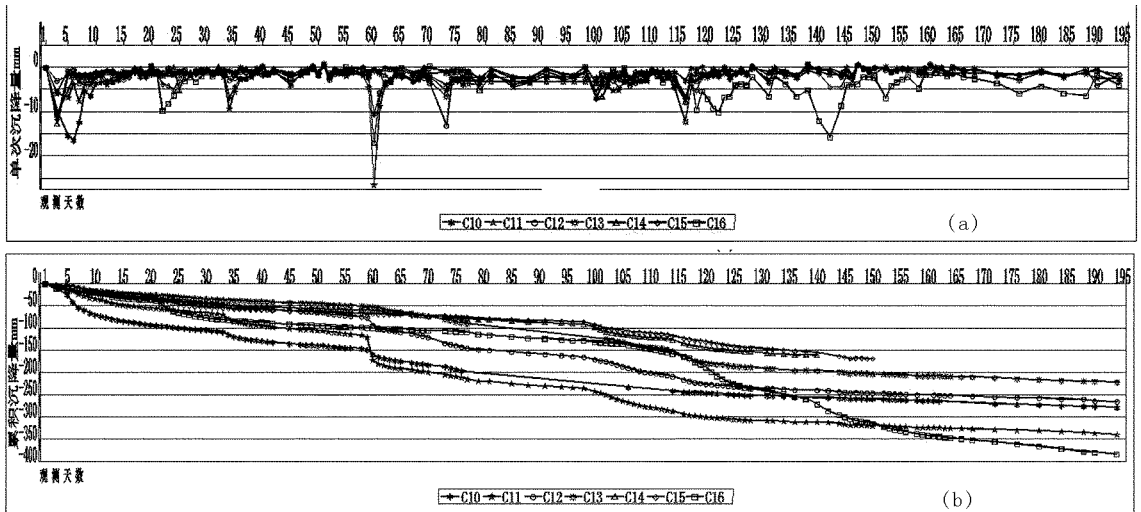


图1 基坑外围南侧C10,C16观测点沉降曲线图

总体上看,基坑开挖过程中上部取土时因开挖处与场地周围高差较小,所产生的土体压力也小,故沉降量较小;下部取土时开挖处与场地周围高差较大,所产生的土体压力增强,故沉降量较大。当地下室板砼浇灌完成后基坑沉降值趋于平稳。分析原因有二:一是该期间无减荷载(无挖土)并有加荷载(灌混凝土),土体应力经过一段时间已基本释放和稳定;二是混凝土的浇灌凝固阻碍了土体的进一步运动。从沉降观测数据分析,联合市场基坑东南部分土体性质较其他位置承载力差、流塑性强,较易产生变形,工程施工开挖过程中的几次抢险多发生在该位置。另外,基坑东、南侧为交通干线,通过车辆较多,动荷载较大,而基坑西为空地、北测河道,相对荷载较有限,这可能也是造成基坑东、南侧沉降量较大的原因之一。

2 几点体会

(1)首次观测的高程值是以后各次观测的基础,其精度要求较高,应在同期连续观测2~3次,比较观测结果,高差不超过正负0.5 mm,取其平均值作为初次观测的高程值。不同周期观测应遵守“四固定”原则,即:观测路线和观测方法固定;观测所用仪器和水准标尺固定;观测人员固定;观测环境和条件基本相同。

(2)在基坑开挖期间观测次数安排不合理,会导

致观测成果不能准确反映沉降曲线的实际变化。一般而言,在基坑分层开挖、换道支撑,支撑拆除,特别是施工中遇到下大中雨时,观测的频率应相应增加,进行1天1次观测,必要时进行1天2~3次观测。当底板浇筑完成后,随着基坑施工的竣工和监测点的位移稳定情况相应减少观测次数。

(3)在沉降观测过程中,当沉降量与时间关系曲线不是单边下行光滑曲线,而是起伏状现象时,就要分析原因,进行修正。如果曲线在某点突然回升,可能是观测点被碰动所致。如果曲线自某次观测起整体逐渐回升,除基坑回弹外,可能是基准点下沉所致,此时可以通过与远离基坑的高等级水准点进行联测,确定基准点的下沉量。

(4)基坑监测工作是一项系统工程,只有将岩土勘察报告、基坑开挖深度、地下水位、基坑回弹量及环境因素与水平位移、垂直位移、测斜等监测成果综合在一起,才能得出较为科学合理的结论。

3 结语

随着城市的不断发展,城市用地日趋紧张,许多建筑物都向空间及地下发展。建筑物层次的不断加高,地下室的规模不断扩大加深,基坑开挖在建筑物施工中日趋广泛应用,随之每年也会发生一定比例的基坑事故,对基坑的变形监测在基坑施工过程中显得尤为重要,它不仅关系到地下构筑物的质

量,更关系到高层建筑物的安全。因此,在基坑施工中必须高度重视基坑的变形监测。随着现代高科技测量技术和高精度测量仪器的发展,基坑的变形监测将越来越智能化和精确化。

- [1] 江霞,杨小军. 基坑位移监测技术[J]. 建筑技术,2004,(5):347-348.
- [2] 郭秋英. 某基坑及相邻建筑物的变形监测及精度分析[J]. 现代测绘,2007,(3):8-10.
- [3] GB 50497—2009,建筑基坑工程监测技术规范[S]. 2009.
- [4] JGJ 8—2007,建筑变形测量规范[S]. 2007.

参考文献:

Application of Vertical Displacement Measurement in Monitoring Foundation Pit in Shaoxing Textile Market

HE Guorong, CHEN Rong

(Zhejiang Colored Surveying and Mapping Institute, Zhejiang Shaoxing 312000, China)

Abstract: In order to guarantee safety digging of foundation pit, monitoring technology should be carried out in this process. In this paper, by using vertical displacement measurement technology, foundation - digging project in Shaoxing textile market has been monitored. Subsidence data have reflected the condition of subsidence, the property of soil and surrounding environment in different construction period and in different places. The subsidence values have confirmed with the changes of surrounding environment very well. Timely and accurate monitoring data have provide first - hand data for reconnaissance, design and construction. It also avoided economic loss and social effects.

Key words: Underground construction; foundation pit monitoring; vertical displacement; measurement; Shaoxing city