

浅谈静力触探在水利勘测工程中的应用

Discussion on the Application of Static Penetration Testing in Water Conservancy Survey Engineering

东炎斌 朱颖

Yanbin Dong Ying Zhu

江苏省工程勘测研究院有限责任公司 中国·江苏扬州 225007

Jiangsu Engineering Survey and Research Institute Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225007, China

摘要: 静力触探技术从其他国家引进中国以后,到如今已经有100多年的历史。目前通过中国科研人员的不断创新改进更新,静力触探技术已经发生了很大的变化,无论在实验数据上和实际工作中都积累了许多丰富的经验,而且在静力触探机械上也得到了很大的改进,无论从静力触探由电测传感器测定探头的贯入阻力,到由计算机实现实验数据的自动采集并自动绘制成静力触探曲线等都发生了根本变化。静力触探技术在中国的基础建设、国计民生和水利工程建设中都发挥了重要作用。论文从静力触探的结构和原理等几方面入手,介绍静力触探技术在中国水利勘测中的作用。

Abstract: Static touch exploration technology has been introduced into China other countries, with a history of more than 100 years. At present, through the continuous innovation of researchers to improve update, dynamic touch technology has undergone great changes, no matter in the experimental data and the actual work have accumulated many rich experience, and on the dynamic touch machinery also got great improvement, no matter from the electric sensor probe penetration resistance, to the computer experiment data acquisition and automatically drawn into the dynamic touch curve and other fundamental changes have taken place. Static touch exploration technology has played an important role in China's infrastructure construction, national economy and people's livelihood and water conservancy project construction. The paper starts with the structure and principle of static cone penetration testing, and introduces the role of static cone penetration testing technology in China's water conservancy survey.

关键词: 静力触探; 工程应用; 作用

Keywords: static touch exploration; engineering application; effect

DOI: 10.12346/edwch.v1i4.8802

1 引言

随着社会的不断进步,人民的生活水平发生了较大的变化,水利是中国的民生工程,关系着人民的生活和生产秩序,在国民经济的基础和发展上起到了重要作用。长期以来,水利工程在防洪、排涝、防灾等方面对国民经济的发展作出了重大的贡献,同时在工业生产、农业灌溉、生态环境等生产经营管理中发挥了巨大的作用。随着中国科技的飞速发展,有些水利工程建设随着时代的进步,发生了根本性的改变。我们必须分析和研究解决水利工程中出现的新情况、新问题,促进水利工程顺利健康地发展。水利工程建设在加强江河、湖泊治理中,提高防洪质量;在农田水利基本建设,发

展灌溉事业;在解决中国缺水问题上,进行南水北调、淮河入海水道等建设。由于地理位置十分突出,地理环境比较复杂,为了确保整个水利工程的顺利开展,必须进行准确、科学、细致的地质勘测工作,地质勘测工作是确保水利工程建设的基础,静力触探技术是勘测工作十分重要的技术方法。地质勘测工作为规划、设计、管理、质量、安全上的顺利进行,提供了准确的资料和数据。

2 水利勘测

水利勘测是水利工程建设中的基础工作,是整个工程建设中的前期工作,是为工程建设的设计、规划提供准确数据,

【作者简介】东炎斌(1990-),男,中国江苏徐州人,本科,工程师,从事水利水电工程勘察设计工作。

为水利建设提供前期保障,为施工中保质保量和安全顺利进行提供有力支持,为工程前期优化经济成本提供科学依据。水利勘测是为了做好工程范围内的河流、湖泊、堤(坝)和水利建筑工程区域内与之相关的条件、环境和自然规律,性质和发生的关系及相联系的自然现象,找出合乎各项水利建设与自然环境有可能所带来的影响和有可能出现的各种问题。水利勘测工作要根据工程的地质条件和工程的预计成本等各方面来决定。

水利勘测工作包含的内容有工程地质测量、工程地质勘探(含工程地理勘探)、工程地质试验和工程地质监测等。在勘测的仪器、机械选用上,要根据工程的现场环境,施工区域的复杂程度,勘测任务要求来选择合适的仪器、机械进行。水利勘测工作中必须坚持按照勘测规范要求,坚持由面到点,点面结合,由表层到地下,由宏观到微观,由定性到定量的原则,必须遵循先测绘后勘探,再试验的工作步骤开展^[1]。

随着中国科技水平的飞速发展,测绘仪器也发生了根本性的变化。由过去的经纬仪、测距仪来放样定位,到现在发展为全站仪、GPS和无人机等。测绘工作中根据施工范围内环境复杂情况的不同,选用不同的仪器。GPS是利用全球卫星定位,不需要点和点之间通视,使用起来方便、速度快,但是遇到大树底下或高楼旁边信号差等情况时,就需要使用全站仪了。它需要进行两点通视,架好全站仪以后才能工作,它的工作范围小,需要来回搬。根据工程大小不同,比例尺要求不同,采用无人机航拍技术,进行影像航拍,再根据图像制图,根据图像进行优化设计、规划,布置水工建筑物,进行断面测量、点位放样,对影响工程区域内的实物,进行实地调查、统计和估算,如对施工范围内的房屋、自来水、电线、涵洞、树木等进行统一测算,分析评价可能对工程地质及对设计建筑的影响,并为勘探、试验、监测等工作提供技术支持。

地质勘探要根据工程区域内的条件、环境和建筑物设计要求合理选用各种机械。地质勘探包括物理勘探、钻机钻孔勘探、坑探工程勘探、试验和静力触探等。

工程物理勘探在勘探当中简称物探,它是利用专门仪器进行勘探测量岩层、土质的密实度、导电性、强度、磁性、放射性等物理性质的差别,通过仪器测试判断岩层、土层下面有没有断裂层、溶洞、建筑物等其他物体。一般情况是怀疑和查找确定施工区地下管道、电缆等位置、查找堤(坝)下面有没有洞窟等情况。

钻探和坑探是直接利用勘探机械钻孔或用矿山掘进法进行开挖,通过钻进取出岩石或土样进行试验,查明和摸清规划建筑物底下的岩层和土层变化情况,了解岩层或土层的完整性和破坏情况,为建筑物查明荷载的持力层,摸清地下水并观测其动态情况,查明土层情况,为堤(坝)设计提供剖面数据。

静力触探是用静力触探仪器将探头装在钻杆上面,使用

均匀的力将钻杆和探头压入要勘探的土层。通过勘探仪器测出土的贯入阻力,由于土的层次变化不同,它们的物理力学特性也不同,我们可以测出各层土的物理力学特性(如土的变形模量,土的容许承载力等)。仪器所测出的贯入阻力数据和载荷试验,加上土工试验,在土层上的指标进行对比分析,找出适合一定区域、一定土性的经验公式,可以得出静力触探的计算方法,得出土的天然地基承载力。

中国地层错综复杂,有软有硬,所以仪器的探头阻力也不一样,探头通过传感器将探头所受阻力大小经过电信号传递到仪器中记录下来,把记录下来的贯入阻力和地质特性之间的关系进行统计比较,可以分辨出土质层次、剖面,提出浅基承载力,能够提供桩端持力层与估算桩承载力等从而达到工程勘探的目的。

由于中国地域辽阔,有的是在山区、丘陵,地理环境错综复杂,在水利工程项目建设过程中,难免会遇到意想不到的难题,甚至会影响到工程的质量、安全和进度,所以一定要重视地质勘测工作。有时在复杂的条件和环境影响下,现场条件极为复杂,使得勘测准确性并不是很高,这是因为地质勘探主要是通过钻探钻孔取样做试验来完成的,如果钻探场地差,大型钻机到不了现场,或土层的变化较为复杂,地下含水量丰富,这些问题都会增加勘探难度。在这种情况下,静力触探就可以解决勘探中遇到的难题。静力触探可以填补大型钻机到不了孔位的空白。手摇式静力触探,整机部件重量轻,体积小,搬运方便,安装简单,操作场地小等特点,适合大型钻机无法到达孔位的环境下使用。静力触探应用于粘性土、砂土、粉土、膨胀土和带有少量碎石的50m以内的各种土层。静力触探和大型钻探机械比较,具有速度快、成本低、精确度高、节省人力等特点。如在江苏走马塘工程建设中,由于河道两边土层变化特别复杂,按照勘探规范布孔,根本无法判断土层变化趋势,这种情况下必须多布孔,有时沿河道0.5m一个孔,查找土层变化。这时如果使用大型钻探机械打孔,不仅速度慢,成本高,费时费力,所以这种情况下通常采用静力触探方法。如有些建筑物、桥梁等,土层变化少,基本上没有什么变化,在各项试验数据都达到了设计要求,为了节省成本,提高速度,减少部分大钻孔,改用静力触探代替,检验土层有无变化就可以了,这样既节省了成本又可以提高工作效率。

静力触探按操作方法可分为手动式,机械式和液压式。手动式静力触探比较简单,重量轻,操作方便,适合大型钻机和大型静探到不了的场地使用,但手动静力触探都是人工操作,工作起来速度慢,经济效率低,并且遇到难打的土层,很难达到设计要求。所以中国勘探工作在条件允许的情况下都采用机械式静力触探或液压式静力触探^[2]。

3 静力触探的结构与使用方法

静力触探装置由地锚、机架、钻杆、主机、加力杆、取

锚器、探头、电缆线、钻机和液压装置。

安装静力触探装置前,要先依据勘探任务书要求,选择钻孔位置,孔位布好后,沿孔位两端用铁锹挖两个V型坑,坑深20~30cm,两个地锚间距离为0.8m,V型坑挖好后,将地锚放入V型槽内,用加力杆或下锚器,套在地锚两端,由人站在加力杆或下锚器两端,两人或多人以推磨式地把地锚旋转缓慢拧入土中,然后将地铲平,铺上两块木垫板(可根据土层选用大地锚或小地锚)。

主机安装在两根锚杆中间,必须水平安放,用土填实,不能摇动,把地锚夹套入地锚杆中间,放在底横钢槽梁上。

钻杆穿线,把钻杆一正一反排列,电缆线逐一穿过,一头连接探头(用防水胶带将电缆线和探头接头包装紧密),水不应渗入电缆线中(如果探头漏水,可能会损坏探头),将另一头连接到测力仪上^[3]。

将探头连接到可以穿过上孔和下孔的钻杆上,把钻杆一根接着一根地连接起来(接头处拧紧),并将导向套安装在主机下方的孔中,夹住探杆使其不能左右摇动。

将衬垫插入钻杆的接头,按压地面时将山形板放在衬垫的上部,使主机手柄摇动,将主链两侧的延长销压在山形板上,将钻杆均匀地压入土中。

起拔时,把山形板放在衬垫下面,主机手柄反摇,把探杆匀速提上来。

4 静力触探的技术要求

在加工静力触探探头的时候,尺寸和加工精确度很重要,精确度的好坏直接影响到它的准确度,使用统一的探头尺寸是为了使静力触探试验资料可以相互借鉴和利用,加工时尺寸必须符合国家标准要求。

我们要使探头的线性误差小于国家规定的范围,也就是假设探头一定时,载荷和输出的电压为线性关系,如果发生偏离就是线性误差,线性误差如果超出标准误差范围,就会严重影响仪器测试结果的准确度,我们可以把线性误差用点线法来确定。设定满载时的输出电压值用 V_m 表示,测量得到的最大线性误差用 ΔV 表示。我们所用的探头测定的线性误差应小于 $\pm 1\%$,也就是说 $V/V_m < \pm 1\%$,否则的话就为不合格探头。

4.1 探头的标定、探头归零和重复性误差

我们在使用前必须进行探头归零和对重复性进行标定,必须使它的误差在规定的标准范围内。否则会影响测试结果的准确度。它的误差大小主要取决于我们使用探头的空心柱材料材质,应变片及贴片的好坏等有关,一般情况它的线性误差 $\leq 1\%$ 。

4.2 探头的绝缘度

探头的绝缘度指静探探头的应变片电阻丝绝缘程度和探头外接电源线与金属片之间连接的绝缘电阻,一般情况新的

探头绝缘电阻都大于 $500M\Omega$,随着探头使用频繁,磨损会让绝缘电阻也随之衰减,但最低不能低于 $100M\Omega$,绝缘电阻过小将使测试结果不准确,严重时会造成电桥不平衡,致使仪器不能正常工作。

4.3 探头的密封度

探头的密封好坏,直接影响探头的使用寿命,特别是双桥探头,在静力触探试验过程中,有时地下水水头压力过大,如果探头密封不好,地下水就会进入探头内部,导致探头传感器受潮,特别是应变片被水长时间浸泡,就会使探头传感器生锈,导致应变片与空心柱之间开始脱胶,最后使传感器不能正常使用,导致探头报废。

5 静力触探的注意事项

现场机械安装前,要详细做好场地的调查工作,摸清作业范围内有无地下电缆、管线、人防工程、房屋基础、古墓、地下杂物等,然后确定它们的具体位置,安装时让开障碍物。

静力触探试验前,要使场地平整水平,安装时要用水平仪把底座保持在一条水平线上,这样打孔不容易倾斜。在打孔过程中,不能用力过猛,要保持一定压力,匀速钻孔。

在测试实验过程中,操作人员要注意机械的工作情况,注意微机的显示情况和贯入系统情况,发现机械,贯入系统或测试数据有异常现象时,要及时停止测试实验,检查和排除故障,故障解决后才可以继续开展工作。

在测试实验结束后,要做好核对孔位深度和实验深度的情况,并做好记录工作。

测试实验结束后,在进行数据分析统计前,发现静力触探数据有异常数据时,必须删除掉,确保测试数据的准确性。

6 结语

静力触探技术在水利工程勘测工作中得到了广泛的应用。它拥有适用范围广、测试数据准确、测试速度快捷、操作方便、成本低等优点,深受广大同行的喜爱。随着中国科技水平的飞速发展,赋予我们向着静力触探技术的新功能、新要求去探索。静力触探技术有广阔的发展前景,在中国不同地区和行业,应加强合作,积累针对本地区和行业的经验来制定实用勘探方法和标准,促进中国静力触探技术快速健康地发展,为中华民族的伟大复兴贡献出我们的聪明才智。

参考文献

- [1] 吴道祥,单灿灿,钟轩明,等.静力触探的发展及其在岩土工程中的应用[J].合肥工业大学报,2008(2):211-215.
- [2] 马铁虎,张永央.静力触探在长距离输水线路勘察中的应用[J].河南科技,2020(11):3.
- [3] 王锺琦.静力触探技术的实质及其应用现状与前景[J].工程勘察,2008(10):1-3.