

基于桩-土相互作用的岩土工程 勘察和支护设计研究

● 胡文文 耿欣宇 李博杨



[摘要] 现阶段,在岩土工程勘察活动中,对深基坑支护技术进行科学高效应用是必不可少的。在深基坑支护技术领域,工程单位须对其中的边缘加固技术、内部支撑技术以及排水措施进行科学合理设置,对其中的关键技术指标进行严格把控。为此,各单位须完善前期的勘察准备,并且编制出相应的勘察纲要,在勘察作业中做到灵活动态控制,从而获取更加具备代表性、针对性的数据信息。

[关键词] 岩土工程勘察;深基坑;支护技术

通过岩土工程勘察获得地层物理力学性质,判断基坑开挖存在的风险以及可选用的支护方式。金雪莲等人对带撑式基坑开挖进行有限元模拟,得出墙体入土高度、基坑平面尺寸效应、支撑位置、支护结构的墙体刚度、支承刚度等,是影响深基坑变形的主要因素。马海龙分析了被动区土体基坑支护合理加固深度为基坑开挖深度的 0.55 倍,合理加固宽度为开挖深度的 0.36 倍。于至海等人研究了软土深基坑中对开挖段进行超前加固,认为裙边加固的合理宽度可取基坑开挖深度的 0.5 倍,满堂加固的合理加固深度可取基坑开挖深度的 0.3 倍。由于基坑工程涉及的学科知识较多,具有很强的综合性。目前,广泛采用的基坑支护结构形式主要分为桩墙式和板墙式,结合工程综合地质条件和周边环境,对基坑支护进行设计选型和分析,才能最大限度地达到支护效果。

岩土工程施工中勘察技术的具体应用

(一)浅层地震反射波技术的应用

人工激发地震波,依托对地震波在待勘察介质中的实际传播情况的分析,确定岩土工程测区范围内浅层地质结构的实际情况。通过在岩土工程施工中引入浅层地震反射波技术,能够获取到施工范围内断层的位置及几何形态、断层带的宽度、断层活动等信息,为地震发生可能性的判断提供参考依据。理论上,只要存在波速界面,即可使用浅层地震反射波技术。而从实际操作的角度来看,为确保获得的反射波良好,需要保证速度界面的反射系数适中。通常来说,如果速度界面的反射系数维持在低于 1%~2% 的条件

下,那么检测到反射波的难度就保持在偏高水平。如果速度界面的反射系数维持在高于 10%~15% 的条件下,那么则会对地震波的上、下传播产生阻碍,并生成多次反射,最终形成地震记录和剖面假象。对于浅层地震反射波技术而言,其实际能够达到的探测深度与观测系统参数、震源能量大小之间有着较为紧密的联系。一般而言,在震源能量偏大时,实际可以得到的探测深度也就越高。如果投放小型可控震源车,则能够获取到几百米甚至是上千米的探测深度;如果投放锤击震源,则能够获取百十米的探测深度。所以,要切实参考现场情况以及实际探测需求确定震源类型。另外,在选择震源期间,还要确定频率特性、识别地震信号等潜在的影响因素。通过在岩土工程施工勘察中使用浅层地震反射波技术,能够获取到更为理想的勘察精度,且实际勘察操作相对简单,能够在要求时间范围内完成精准勘察。

(二)高密度电阻率技术的应用

结合对地下介质导电性之间所存在差异的利用,以及施加在外部电场的作用下地中稳定传导电流的分布规律,对地下具有不同电阻率的地质体的赋存情况进行推断,从而实现对于岩土工程的勘察。对于高密度电阻率技术而言,其在实际使用期间能够对几十到几百根电极落实一次性的沿线布设,利用探测深度和探测目标体的尺度,完成对电极距离的设定。依照前期设定的方式,采集装置可以自动完成对测量信号的采集。由于拥有大量数据,所以可以更好地实现反演处理,保证最终获取到的浅层探测结果更具有精准性,并支持小目标浅层探测任务的展开。在实际应用高密度电

阻率技术展开岩土工程施工勘察期间,需要提取几十乃至几百根电极,在预先选定的测线、测点上落实同时布设。投放多芯电缆,以此促使布设的电极能够与特定的电极转换装置相连接。根据主机指令,电极转换装置能够在更短的时间内实现多种电极装置和电极距的电阻率法测量。结合数据处理、成图与解释,能够获取布置电极处剖面 and 深度范围内的物理特性信息,以此实现岩土工程勘察。

(三)大地电场延性探测技术的应用

在岩土工程施工中,大地电场延性探测技术是一种有效的勘察技术。其作业原理是以施工区太阳风构成的电磁波为激发场源,通过固定探测仪以点频方式检测并记录反射电磁波。通常情况下,在应用大地电场延性探测技术实施岩土工程勘察期间,普遍还会对相应区域内的岩层具体情况、特性进行分析,以此形成综合性更强的岩土工程勘察结果。在此过程中,要及时落实对原始数据的导入,对相关数据进行预览后实施排序处理;在计算机系统内导入相关数据信息,以此完成对数据的统一分析处理。依托这样的操作,可以在相对较短的事件内完成 CTY 曲线的自动生成与输出。针对一些未达到标准要求的曲线,可以重新导入处理,直至最终形成曲线图,为后续综合分析工作的展开提供更多技术指标与数据支持。另外,出于对保护、提升岩土工程勘察结果质量的考量,还应当尽可能在实际的勘察期间引入新型设备仪器,为勘察工作人员开展独立性测量工作提供支持。在安装好设备后,可以实现对一定范围内地层情况的勘察,提升测量精度,降低测量误差出现的概率。

(四)探地雷达技术的应用

在发射天线的支持下,面向地下进行高频电磁波的发射,并利用接收天线对返回地面的电磁波实施接收处理。当电磁波在地下介质中传播时,只要遇到存在电性差异的分界面,就会产生反射。结合接收到的电磁波信号进行处理,可以获得基于地下土层的数字图像,为地下介质的形态、结构、空间位置、埋藏深度等内容的确定提供有力支持。探地雷达技术及其检测装备,辅以 GPS,可对岩土工程的各土层厚度以及隐性病害进行快速无损检测。此时并不会对岩土工程施工现场的土层表面造成任何破坏,配合探地雷达专业数据处理软件,无需取出芯样,不破坏土层,就能清晰显示雷达剖面,界面分层明显,厚度检测精确度高。一般情况下,在现场采集到的地质雷达信号普遍包含着很多干扰,很难在其中直接识别出有用的信号。基于这样的情况,要落实信号处理,消除干扰,促使有用的信号更加突出。对于处理后的地质雷达数据而言,其主要实现对地下介质电性分布的反映。如果想要获取地质体分布的相关信息,就要结合分析探地雷达数据、钻探数据、地质数据以及其他相关资料,以此构建起地质—地球物理模型,实现对地

下地质模式的获取,并在此基础上进一步分析出地质异常体的位置、大小、规模。

(五)多瞬态面波技术的应用

多瞬态面波技术的工作原理,是利用面波在不同介质中的传播特性来获取地下地质信息。它通过在地面上激发产生面波,并接收和分析其传播过程中的变化。实际勘察前,要完成对传感器的安装,确保能够在后续的操作中及时获取到面波传播相关信号与数据,实现对面波垂直分布情况的提取与记录。在岩土工程施工范围内,受到介质不同的影响,实际产生的面波传播速度也有一定的差异。结合对频散曲线变化规律的应用,在完成数据信息综合分析的条件下,能够实现对岩土工程施工范围内岩土性质情况、地质结构情况的获取,实现勘察,也为后续岩土工程施工的更好展开提供支持。

Q 岩土工程勘察中深基坑支护技术的应用

(一)边缘加固

在当前岩土工程中做好相应的深基坑勘察作业,并且对深基坑支护技术进行科学合理应用是必不可少的。在前期勘察过程中,勘察人员须对深基坑边缘的挤压作用进行深入、高效评估,采取更加科学合理的边缘加固措施。根据其周边的地质环境状况,比如,评估其土质松散程度,结合建筑物的整体高度,对钢筋以及支护桩等主体构件进行科学合理设置布局;同时,适当填充相应的混凝土物料,增强深基坑边缘的综合承载强度。在该过程中,工程师以及技术人员须对支护构造的成本进行严格管控,对边缘加固措施的成本进行灵活、动态控制。考虑多方因素,建立起完善的造价评估分析模型,完善前期的技术论证,对边缘加固措施进行优化改善。在进行深基坑边缘加固前,工程单位需要对地质条件进行详细勘察,包括土壤类型、地下水位、地质构造等;之后根据勘察结果,选择合适的加固方法,如土钉墙、深搅拌桩、地下连续墙等,根据加固方法设计详细的加固方案,包括加固深度、加固材料、施工顺序等。例如,土钉的长度通常在 2~6m 之间,直径在 20~40mm 之间,土钉的间距通常在 1~2m 之间,土钉墙的厚度通常在 0.3~0.6m 之间;深搅拌桩的直径通常在 0.6~1.2m 之间,深度通常在 15~30m 之间,桩间距通常在 2~3m 之间;地下连续墙的厚度通常在 0.6~1.2m 之间,深度通常在 20~50m 之间;加固深度通常根据基坑的深度和地质条件确定,一般来说,加固深度应该比基坑的深度大 1~2m。之后技术人员须按照设计方案进行施工,施工过程中要严格监控基坑边缘的稳定性,如有必要,要及时调整加固方案,并且在加固完成后,须对基坑边缘进行检查,确认加固效果,如有问题,要及时进行修复。在基坑开挖过程中,施工方需要定期对

基坑边缘进行维护,防止因为雨水、地震等原因导致的基坑边坡稳定性下降。

(二)内部支撑

导致深基坑可靠性降低的因素较多,工程人员首先需要对外界环境条件进行细致、深入的管控,对自然特征进行高效分析。之后则需要对建筑本身所带来的压力和影响进行高效管控,从而增强深基坑的综合抗压能力。比如,工程人员可在深基坑内部搭建相应的支撑结构,明确其中的主要应力范围和大小,因为大部分建筑物设置有剪力墙结构。因此,在对深基坑内部支撑结构进行设计、规划的过程中,工程师也需要对剪力墙的应力指标进行严格计算分析。考虑剪力墙的应力给周边地质以及深基坑作用力方向所带来的影响,保证内部支撑结构与边缘结构之间实现有效关联,构建起工字关系,实现内部应力抵消,从而使建筑整体结构的性能得到有效提升。在支撑设计环节,设计师需要根据地质条件和基坑深度,设计合适的支撑方案,其中通常包括支撑类型(如H型钢、钢管、钢筋混凝土等)、支撑布置(如单层支撑、多层支撑等)和支撑参数(如支撑间距、支撑截面等)。例如,常见的H型钢规格有200mm×200mm、250mm×250mm、300mm×300mm等,壁厚通常在6~14mm之间;而常见的钢管直径有219mm、273mm、325mm等,壁厚通常在6~14mm之间;在钢筋混凝土结构中,其有效支撑截面有300mm×300mm、400mm×400mm、500mm×500mm等规格;支撑间距通常在2~3m之间,具体需要根据地质条件和基坑深度确定。在支撑施工期间,技术人员须按照设计方案,在施工过程中要严格监控基坑的稳定性,如有必要,须及时调整支撑方案。在完成支撑作业之后,监理单位须对支撑进行检查,确认支撑的质量和稳定性,如有问题,要及时进行修复。而在对支撑结构进行维护管理期间,尤其在基坑开挖过程中,施工方须定期对支撑进行维护,防止因为雨水、地震等原因导致支撑的稳定性下降。

(三)排水措施

在岩土工程勘察中,对深基坑排水措施的选用,不仅需要实现对地表水的高效处理,还需要对地下水发挥引流引导的作用。因此,在对深基坑排水措施进行优化设置的过程中,工程师以及技术人员须利用相应的旋喷桩对外部水源进

行疏导、引流;之后再通过相应的高压旋喷预应力锚索,对地下水源实施科学有效导流。而在对相关旋喷桩密度进行设置规划的过程中,工程师须参照相关区域的降水量大小来完成桩身的搭建。另外,在对相关高压旋喷预应力锚索长度进行设计规划期间,工程师也需要根据周边地下水源的距离作为参照依据,须将其控制在5m左右较为适宜;而当水源距离增加1m,锚索的长度则应当同等增加2m,从而才能够保证水源得到高效管控。

Q 结束语

总体来说,在岩土工程勘察环节,对深基坑支护技术进行实践应用须考虑诸多指标。工程人员需要从安全角度对整个结构的稳定性、可靠性进行管控,通过边缘加固、内部支撑以及排水紧固等相关措施,提升相关结构的承载性能。在此之前,相关单位也需要完成前期的勘探准备,做到科学合理布局,编制出更加完善的勘察纲要,对细节部位进行优化,从而能够在后续进行综合设计、施工管理的过程中有效控制各项作业指标。

参考文献

- [1]谢丁.岩土工程勘察中深基坑支护技术的关键点分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(28):118-120.
- [2]张炳翔.岩土工程深基坑支护与勘察技术分析[J].西部资源,2023(03):37-38,48.
- [3]方建陈.岩土工程勘察中深基坑支护问题分析[J].智能城市,2018,4(04):48-49.
- [4]施春辉.浅谈岩土工程中深基坑支护的技术措施[J].世界有色金属,2021(03):221-222.
- [5]王永红.岩土工程勘察中深基坑支护技术的关键点分析[J].中国金属通报,2021(09):219-220.

作者简介:

胡文文(1991—),男,汉族,陕西延安人,本科,工程师,信电综合勘察设计研究院有限公司,研究方向:勘察和支护设计。

耿欣宇(1992—),男,回族,陕西西安人,本科,助理工程师,信电综合勘察设计研究院有限公司,研究方向:勘察和支护设计

李博扬(1995—),男,汉族,陕西西安人,本科,助理工程师,信电综合勘察设计研究院有限公司,研究方向:岩土工程勘察。