

高层建筑深基坑设计和支护存在的问题研究

付正飞

武汉市勘察设计有限公司

摘要: 确保高层建筑基础质量安全, 理应做好深基坑设计工作, 在正式施工前, 对周边环境进行全面勘察, 根据勘察结果设计施工方案, 合理开挖深基坑, 加强基坑支护力度, 做好支护桩施工作业。不可忽视的是, 在当代高层建筑深基坑施工设计与支护工作中尚且存在一些问题, 如勘察不到位, 深基坑施工不合理, 支护力度不足等, 本文将简述这些问题, 并综合探讨解决对策。

关键词: 高层建筑; 深基坑; 施工设计; 支护

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.13.090

在高层建筑深基坑施工中, 应设计科学的施工方案, 按照标准工作流程, 做好深基坑开挖工作, 加强桩基础支护力度, 正确运用深层搅拌桩支护施工技术、连续墙支护技术和灌注桩排桩支护施工技术确保支护安全。

一、高层建筑深基坑设计和支护存在的问题

当前, 在高层建筑深基坑设计和支护施工作业中, 普遍存在三种问题: 第一, 前期勘察工作不到位。在开挖高层建筑深基坑之前, 必然要做好环境勘察工作, 根据勘察结构设计施工方案。然而, 在部分建筑深基坑施工中, 因为前期勘察工作不到位, 所以导致设计方案缺乏合理性, 对施工质量造成了负面影响。第二, 深基坑施工不合理。部分施工技术人员采用的施工方法不符合标准规范, 开挖顺序不正确, 尺寸存在严重偏差, 这必然会影响施工质量。第三, 深基坑支护力度不足。在部分深基坑支护施工中, 未能有效做好桩基支护施工作业, 支护力度不足。

二、解决对策

(一) 做好前期勘察工作, 设计合理的施工方案

在开挖高层建筑深基坑之前, 必须做好工程地质勘察工作, 对施工区域的地质结构、水文地质条件予以全面了解, 查明可能存在负面地质作用以及可能引发灾害的因素, 制定合理的应对措施和深基坑开挖施工方案与支护施工方案。一般来讲, 工程地质勘察的目的在于查明和准确评估高层建筑施工场地的岩土技术条件以及它们与本次项目工程施工之间的相互作用关系, 内容包括建筑工程地质测绘与调查、地质勘探和取样、室内试验和原位测试、检验与监测、分析与评价、编写勘察报告等工作。从建筑工程地质勘察任务来看, 大概内容如下:

1、调查场地的地形地貌特征、地貌成因类型以及地貌单元的划分。

2、对于岩土要查明岩土地层条件、性质、类型、时代、厚度、结构关系。

3、全面勘察地质构造, 准确判断岩层褶曲类型, 裂隙性质、数量、破碎程度、断距、断层所处位置、填充胶结状况。

4、在水文条件勘察工作中, 必须查明洪水能够淹没的范围、地下河流水位、地下水类型、补给来源、水位变化、埋藏深度和排洪条件。

5、严格检查天然地基的力学指标, 分析地基土组合成分。

6、根据高层建筑施工场地工程地质条件和本次工程项目目标, 全面评估岩土工程, 设计合理的工程整治方案与施工方案, 着重优化施工技术措施, 整理好相关资料, 做好各种图件编制工作^[1]。

目前, 在施工区域地质勘察工作中, 普遍会使用工程物探技术。从基本定义来说, 工程物探技术是指在自然物理场与人工物理场内, 运用相关仪器设备开展勘察的技术。在当代岩层工程建设中, 要充分运用工程物探技术勘察岩层和地质信息, 了解地质空间特征, 准确判断土地性质, 计算相关参数, 为建筑工程的顺利开展提供相关参考数据, 并解决建筑工程施工建设中的各种问题。当前常用的工程物探技术有三种: 电法勘探技术、高精度磁法和浅层地震法。其中, 电法勘探技术是运用电磁学性质来实施探测, 该技术方法可细分为三种: 第一, 高密度电法; 第二, 瞬变电磁法; 第三, 可控源音频大地电磁法。工作人员会根据实际情况和需求, 选择最适宜的方法。地壳中的物质成分各具差异, 因而, 电磁学的性质也会产生差异。运用电法勘探技术能够精确勘测地壳结构和各部分的电磁学性质, 从而分析磁场分布的规律, 了解所处区域的地壳磁场特性, 全面掌握地质结构的特征。高精度磁法是根据不同物质成分的磁性不同这一特征开展地质勘探工作, 在具体勘探过程中, 工作人员会运用专业设备仪器来分析磁场的结构特征, 以此掌握所处区域的地质结构, 分析影响磁场的各项因素。勘察结果表明, 在地下结构内部, 磁性特征更加明显。工作人员在开展地下勘测工作时, 通常会选用高精度磁法, 这样可以获取更高精度, 确保勘测结果的准确性。在当代岩土工程勘察工作中, 高精度磁法普遍应用于地下勘探、地面勘探和海洋勘探工作, 同时, 紧密结合工程特征, 借助专业技术设备, 充分确保勘探结果的精准性。和前两种方法相比, 浅层地震法在地面勘探工作中更常用, 在具体操作过程中, 对现场条件的应用比较高, 因而, 在地面勘探中, 要创造良好的条件, 确保

浅层地震法能正常使用，这样才能获取更高的勘测精度，确保勘测结果的准确性。在浅层地震法应用中，地震反射波法能获得高分辨率，准确获取地层分布信息。在工程物探技术应用中，必须做好界面划分工作，这样方能便于了解地质构造特征，准确定位不良地质界面。简而言之，在高层建筑工程施工建设中，为了全面了解所处区域的地质构造，确保深基坑开挖以及支护施工质量，工作人员会先设置一个浅孔，然后，在这个孔内填注少量的炸药，以此为震源，用浅层地震法来勘测地质结构，全面勘测地质结构特征，根据勘测结构，设计科学合理的施工方案。

在高层建筑深基坑以及支护施工建设中，运用工程物探技术能够全面了解地下形态，准确判断地质结构，勘探地下物体埋深，收集地下界面形态信息，通过获取空间信息来了解地下物体形态。目前，运用高精度磁法全面勘察施工区域地质结构，能够通过不同性质的电磁波来分析地质结构的差异性。如果在勘测工作中，发现某一岩土层的电磁波同相轴出现了间断现象，就说明该区域存在大量的碎石，同时，碎石会对其下部土层产生一定的挤压作用，下层土的分布会出现不均匀问题，这样电磁波就会出现差异性。在开展施工区域地质勘察工作时，运用工程物探技术可以全面勘测工程区域，工作人员能够运用工程物探技术获取准确、详细的地质资料，为建筑工程施工建设与规划设计工作提供精确的参考数据，确保高层建筑工程建设的顺利开展。

（二）处理好软土地基问题，合理开挖深基坑

完成深基坑开挖施工方案设计工作后，就要按照方案要求，做好深基坑开挖施工作业。在施工期间，难免会遇到软土地基，其结构松软，承载能力弱，如果不加以处理，必然会影响公路安全。软土地基的组合成分包括软土、杂填土、充填土和各种高压缩性土层。其中，软土属于黏性土沉积物，是第四纪后期所形成的三角洲相、海相、河相与湖相等淤积物。软土的地质成因非常复杂，在这些不同成因所形成的地层中，与地面相近的部分主要是由黏质土和淤泥组成，这些软土在缓慢的流水和静水环境中不断沉积，受生物化学作用的影响，形成松软的结构。软土的性质体现在以下六个方面：

1、软土的含水量明显高于普通土，其孔隙比也更大。试验研究表明，软土的天然含水量通常大于或者等于液限，其天然孔隙比高于1。如果在沿海区域，由淤泥形成的软土含水量更高，其比例通常在35%到50%之间，淤泥自身的含水量达到了56%到100%。其次，软土的含水量会随着液限的增加而递增，两者呈正比关系。也正因为软土的含水量更高，孔隙比大于普通土，所以会引起地基出现更大的变形，而软土地基的强度很低，饱和度高于95%，如果在高层建筑工程施工中不加以处理，必然会导致严重的沉降问题，无法确保建筑安全，因此，必须挖除软土，采取科学的加固处理措施。

2、软土具有高压缩性。和普通土相比，软土有更高的压缩性。压缩系数被写作 a_{1-2} ，据研究，软土的压缩系数通常大于 0.5MPa^{-1} ，如果是沿海地区的软土地基，其压缩系数高达 1.5MPa^{-1} 。

3、软土的天然抗剪强度远低于普通土。和正常地基相比，软土地基的渗透系数非常低，天然强度也更低，承载能力无法满足高层建筑基础施工安全要求。

4、渗透系数小。在软土区域，大面积的土层是由薄层理所构造而成，垂直向渗透系数远低于水平向系数，试验研究结果表明软土的渗透系数在 1×10^{-8} 到 $1\times 10^{-6}\text{cm/s}$ ，因为软土层渗透作用弱，而土层通常很厚，所以会出现沉降问题，受荷载的影响，土层固结迟缓，如果在高层建筑工程基础施工中不加以处理，必然会导致建筑沉降，安全质量受到影响。

5、软土存在显著的触变性，因为软土层属于絮凝结构，强度小，所以存在触变性。

6、软土流变性明显。软土层组合非常松散，一旦受到外界力度的影响，土层结构必然发生流变。

在软土地基中，充填土是常见的组合材质，这种土是水力充填泥沙后所形成的一种填土，在江河附近区域颇为常见，这些区域会出现大面积的充填土层，泥沙来源不同，颗粒粗细各异，给高层建筑深基坑开挖与支护施工造成的影响不容小觑。因为充填土的土粒分布并不均匀，处于江河附近，所以含水量很大，其内部水分不易排出，因此长期处于饱和状态，非常软弱。

杂填土的物质成分包括工业废料、建筑垃圾与生活垃圾，其中，工业废料主要有炉渣和矿渣；建筑垃圾是由瓦砾、碎砖和黏土混合而成，有机物所占比例较低；生活垃圾成分复杂，含有大量的有机物。这样的杂填土组合不均匀，压实密度不足，很容易出现湿陷问题，遇到水后会被潜蚀。

对于软土地基，在高层建筑施工过程中，需要采取科学的人工加固措施，做好深基础施工处理作业（大于5米则为深基础）。地基基础设计的影响因素如下：

- 1、地基基础设计等级。
- 2、高层建筑基础施工所用的材料和基础结构形式。
- 3、基础埋置深度。
- 4、地基土自身的承载能力。
- 5、地基基础结构、形状、布局和相邻基础以及地基和地下构筑物、地下管道的关系。
- 6、地基上部结构类型、使用要求、高层建筑对地基承载力的需求及其对不均匀沉降的敏感度。
- 7、施工技术方法、施工设备和施工期限。

在深基坑和软土地基设计工作中，应确保高层建筑地基计算能够达到承载力的计算要求，做好地基变形设计作业，避免高层建筑后期出现偏心荷载问题。

在高层建筑深基坑开挖施工过程中，施工技术人员

应准确把握三项要点:

第一,做好测量放线工作,对深基坑切线分层开挖流程予以规范,拟定好修坡操作方案,实施土层预留模式,谨遵安全施工标准要求对高层建筑坑底的宽度和标高进行精确检测。第二,在台阶开挖过程中,施工技术人员应按照规范要求,开展分层台阶式放坡开挖作业,促进人工开挖方式与修坡模式的有效衔接,科学控制基坑的开挖深度。与此同时,应重视基坑开挖工作对周边环境以及建筑物的影响,根据周边建筑分布情况,对深基坑开挖坡度以及周边建筑和深基坑的距离进行合理界定,通过全面检测来查看坑底是否存在严重的裂缝和暗沟。一般来讲,初步完成高层建筑深基坑开挖工作之后,应尽量缩短深基坑的暴露时间,避免坑底被扰动和破坏。第三,施工技术人员应全面做好土方开挖施工作业。在该项施工环节,施工技术人员要充分发挥盆式开挖技术的作用,将第一层土方开挖的深度控制到1.45米,然后设置支撑体系,等到该支撑体系的混凝土强度达到80%以上,才能开展第二层结构的土方开挖作业。在第三层结构的土方开挖施工中,依然使用盆式开挖技术,将开挖深度控制为5.8米,开挖步骤分两步^[2]。

(三) 加强支护力度,做好桩基支护施工作业

在高层建筑深基坑支护施工中,加强支护力度,确保基坑施工安全,首先要发挥三项基本技术的作用:第一,发挥深层搅拌桩支护施工技术的作用。该技术在软土区域的施工效果较为显著,在支护过程中,施工技术人员会先做好搅拌桩桩位的设置工作,谨遵标准要求,为所指定的桩位配置功能良好的搅拌桩机,科学实施中和调平。紧接着,施工技术人员会借助经纬仪(或者吊线锤)开展双向控制工作,这样能够确保导向架处于标准的垂直度,与此同时,施工技术人员会将垂直度控制在1.0%的桩长以内。然后,施工技术人员会开展浆液拌置工作,按照标准流程完成搅拌下沉与提升喷胶搅拌处理作业,确保粉土、淤泥质土等土质能达到标准要求,构建完善的支护体系,为深基坑施工的安全开展提供有力的保障。

第二,连续墙支护技术。在该技术应用中,因为连续墙所处环境均在地下,所以又名“地下连续墙”,在深基坑支护设置中,施工技术人员会借助槽机械沿着桩基所开挖的周边轴线完成相关作业。与此同时,施工技术人员会在泥浆护壁下开挖一条狭长的深槽,进一步加固桩基围护结构,确保钻机能够准确就位。接着,按照标准要求完成钻孔灌注桩施工作业,准确实施相关校验。另外,要做好护筒埋置工作,将埋入深度控制在一米以上,接着,用黏土实施回填作业,并进行夯实加固,以免有地表水渗入。

第三,灌注桩排桩支护施工技术。这种支护技术可以分为两种方式,一种是疏排方式,另一种是密排方

式,在这两种方式应用中,均要发挥高压注浆法的作用,以此加强桩基支护力度,确保深基坑支护的稳定性。

需要注意的是,在高层建筑深基坑施工中,必须做好桩基础施工作业。按照承台位置来区分,桩基础大概分为高桩承台基础和低桩承台基础(简称高桩承台和低桩承台)。通常,低桩承台的承台底面位于地面以下,高桩承台的承台底面在地面以上,其结构特点是基桩部分的桩身会被沉入土中,有部分桩身会露出地面,属于桩的自由长度。因为高承台的承台位置比较高,通常被设置在施工水位以上,所以能够避免和减少墩台下作业,施工操作更为简洁,施工成本比较低。然而,必须注意的是,高桩承台的基础刚度比较小,受到水平力的作用后,因为承台及基桩露出地面的一段自由长度周围没有土来共同承受水平外力,桩身内力和位移都将大于在同样水平外力作用下的低桩承台,在稳定性方面,低桩承台也比高桩承台良好。因此,在支护桩设置工作中,应根据实际情况来进行选择。在设计深基坑支护桩基础的过程中,应注重满足六项基本要点:第一,确保与上层结构的安全、可靠连接,在上部结构传来的荷载作用下,其容许承载力和沉降能满足设计要求。第二,桩基设计兼顾成桩过程及桩基使用过程中各种因素的变化以及可能会产生的结果。第三,赋予桩基一定的安全储备。第四,在确保质量的前提下尽量节约成本。第五,给予施工控制标准与监测手段。高层建筑深基坑桩基设计应最大限度发挥桩、土、上部结构的作用,加强支护力度。第六,在桩基承载能力计算工作中,应发挥作用效应的基本组合与地震效益组合作用,确保荷载设计值符合安全标准要求^[3]。

三、结语

综上所述,在开挖高层建筑深基坑之前,首先要做好工程地质勘察工作,对施工区域的地质结构、水文地质条件予以全面了解,查明可能存在负面地质作用以及可能引发灾害的因素,制定合理的应对措施和深基坑开挖施工方案与支护施工方案。其次,要处理好软土地基问题,科学开挖深基坑,对深基坑切线分层开挖流程予以规范,拟定好修坡操作方案,做好台阶与土方开挖工作。在支护施工中,应发挥深层搅拌桩支护施工技术、连续墙支护技术和灌注桩排桩支护施工技术的作用,充分加强支护力度。

参考文献

- [1] 闫守建. 高层建筑基坑支护施工措施浅析[J]. 建材发展导向, 2019, (02): 15-18.
- [2] 胡靖. 浅析高层建筑深基坑支护施工技术措施[J]. 建筑工程技术与设计, 2019 (11): 5-13.
- [3] 李继业, 李树枫. 深基坑支护存在的问题与研究方向[J]. 建筑技术开发, 2018 (07): 25-33.