

复杂地质条件下建筑工程施工技术挑战与解决方案

冯晓武

无棣县建设监理有限责任公司 山东 滨州 251900

摘要: 在城市建设蓬勃发展的当下, 建筑工程数量持续增长, 施工场地也逐渐向复杂地质区域延伸。本文聚焦复杂地质条件下建筑工程施工技术, 先阐述复杂地质条件的类型及特点, 分析其面临的诸多挑战, 如软土地基的承载力、沉降与稳定性问题, 岩溶地区的溶洞探测、基础处理及防水排水难题, 山区的地形地貌、边坡稳定与岩石开挖困难等。进而针对这些挑战提出相应解决方案, 涵盖基础工程、边坡支护及地下工程施工等方面, 为复杂地质条件下建筑工程施工提供技术参考。

关键词: 复杂地质条件下; 建筑工程; 施工技术挑战; 解决方案

引言: 随着城市化进程加速, 建筑工程逐渐向地质条件复杂区域拓展。复杂地质条件给建筑工程施工带来诸多挑战, 不同地质类型特点各异, 其引发的施工难题若处理不当, 将严重影响工程质量、进度与安全。因此, 深入研究复杂地质条件下建筑工程施工技术挑战并探寻有效解决方案至关重要, 不仅能保障工程顺利推进, 还能提升建筑结构稳定性与耐久性, 具有重要的现实意义。

1 复杂地质条件的类型及特点

1.1 软土地基

软土地基主要由淤泥、淤泥质土、泥炭等组成, 具有高含水量、大孔隙比、低强度和高压缩性的显著特征。一般来说, 软土的含水量常常超过其液限的2-3倍, 孔隙比可达1.5甚至更高。如此特性导致其地基承载力极低, 通常每平方米只能承受几十千帕的压力, 难以承受大型建筑上部结构的重量。在上海某高层建筑建设过程中, 由于选址处于软土地基区域, 施工时虽进行了一定的地基处理, 但在后续使用中, 仍然出现了不均匀沉降, 导致建筑墙体出现多处裂缝, 严重影响了建筑的安全性和使用功能。

1.2 岩溶地区

岩溶地区是由于长期的岩溶作用, 形成了独特的地下溶洞、溶蚀裂隙等复杂的地质构造。溶洞的大小差异巨大, 小的可能仅有几厘米, 大的则可达数十米甚至上百米; 形状更是千奇百怪, 有圆形、椭圆形、不规则多边形等。而且溶洞的分布毫无规律, 这给工程勘察带来了极大的困难, 常规的勘察手段很难全面准确地探测到所有溶洞。例如在西南某城市的地铁建设中, 施工过程中突然遭遇一处未被探测到的大型溶洞, 导致部分隧道坍塌, 不仅延误了工期, 还造成了巨大的经济损失。

1.3 山区

山区地形地貌复杂, 地势起伏剧烈, 高差可达数百米甚至上千米, 山峰高耸, 山谷幽深, 沟谷纵横交错。这使得施工场地难以平整, 大型施工设备难以运输和展开作业。材料运输也面临诸多困难, 往往需要开辟专门的运输通道, 增加了施工成本。山区边坡受地形陡峭、岩土性质差异大、降水集中等因素影响, 稳定性较差。在暴雨季节, 边坡土体饱和, 抗剪强度降低, 极易发生滑坡、崩塌等地质灾害。在基础开挖和隧道施工时, 由于山区岩石种类繁多, 从硬度较低的页岩到硬度极高的花岗岩都有分布, 岩石完整性也参差不齐, 这对施工设备和技术提出了很高的要求^[1]。

2 复杂地质条件下建筑工程施工技术挑战

2.1 软土地基施工挑战

2.1.1 地基承载力不足

软土地基由高含水量的黏土、淤泥等组成, 其颗粒间胶结力微弱, 孔隙比大, 导致土体结构松散。在建筑荷载施加后, 软土无法有效传递和分散应力, 地基土易发生剪切破坏。随着时间推移, 承载能力还会持续下降, 难以满足建筑长期稳定的需求。特别是对于大型建筑, 如高层建筑、桥梁基础等, 地基承载力不足问题更为突出, 可能引发基础沉降过大甚至建筑整体失稳。

2.1.2 沉降控制困难

软土具有高压缩性, 在承受上部结构荷载时, 会产生较大的压缩变形。由于软土在水平和垂直方向上性质存在差异, 使得建筑物各部位沉降不均匀。这种不均匀沉降会在建筑结构内部产生附加应力, 致使墙体开裂、楼板变形、门窗无法正常开启关闭等。而且软土的次固结现象明显, 即使在荷载稳定后, 沉降仍会持续发生, 难以准确预估最终沉降量, 给沉降控制增加了极大难度。

2.1.3 施工过程中的稳定性问题

施工过程中,如土方开挖、打桩等作业会对软土地基产生扰动。开挖会改变土体原有的应力状态,导致土体侧向变形,降低边坡稳定性,容易引发坍塌事故。打桩时产生的振动和挤土效应,会使软土结构重塑,强度降低,增加周边土体的孔隙水压力,进一步削弱地基稳定性。此外,施工过程中临时堆载也可能超过软土地基的承载能力,造成局部失稳,影响施工安全与进度。

2.2 岩溶地区施工挑战

2.2.1 溶洞探测难度大

岩溶地区地下溶洞分布呈现无规律的状态,大小不一,形态复杂多样,有的溶洞深埋地下,有的则相互交错连通。目前常用的地质探测技术,如地质雷达,其探测信号在复杂的岩溶地质环境中容易受到干扰,导致信号失真,难以准确识别溶洞的位置和规模。钻探虽然能直接获取地质信息,但受钻孔间距限制,容易遗漏小型或处于钻孔间隙的溶洞。

2.2.2 基础处理复杂

岩溶地区的溶洞使得地基的完整性被破坏,基础设计和施工面临极大挑战。由于溶洞的规模、形状、顶板厚度以及与周边岩体的关系各不相同,难以制定统一的基础处理方案。当溶洞顶板较薄时,难以承受上部结构传来的荷载,容易发生坍塌;若溶洞规模较大,如何有效跨越或填充成为难题。而且,在基础施工过程中,对溶洞的处理可能会引发周边岩体的应力变化,导致新的不稳定因素产生,进一步增加了基础处理的复杂性和不确定性。

2.2.3 防水排水问题突出

岩溶地区地下暗河、溶蚀管道纵横交错,形成了复杂的地下水系。在施工过程中,很难准确掌握地下水的流向、水量和水位变化规律。一旦防水措施不到位,地下水会迅速涌入施工现场,淹没基坑,影响施工进度和工程质量。同时,由于岩溶地区岩石的透水性强,普通的防水方法难以有效阻止地下水的渗透。

2.3 山区施工挑战

2.3.1 地形地貌复杂

山区地势起伏剧烈,山峰高耸,山谷幽深,沟壑纵横,地势落差极大。这导致施工场地难以平整,大型施工设备难以运输和就位,增加了施工的前期准备难度。道路、桥梁等基础设施建设需要克服复杂的地形障碍,选线 and 设计变得极为困难,不仅增加了建设成本,还延长了施工周期。而且,山区地形复杂,使得施工区域的水电供应、通信网络搭建难度增大,难以满足施工过程中

中的能源和信息需求,严重影响施工效率和进度。

2.3.2 边坡稳定性问题

山区地质构造复杂,风化作用强烈,边坡岩体破碎,节理裂隙发育,稳定性较差。在降雨、地震等自然因素作用下,边坡土体容易饱和,抗剪强度降低,引发滑坡、崩塌等地质灾害。同时,工程建设中的开挖、填方等活动,会破坏边坡原有的应力平衡,进一步加剧边坡失稳的风险。一旦边坡失稳,不仅会对施工人员和设备安全造成严重威胁,还可能导致已建工程损坏,需要耗费大量人力、物力和时间进行修复,延误施工工期。

2.3.3 岩石开挖困难

山区岩石种类繁多,硬度和强度差异较大,部分岩石硬度极高,抗压强度大,如花岗岩、石英岩等。传统的爆破开挖方法,受到周边环境安全的严格限制,难以大规模实施。而且爆破震动容易对周边岩体造成扰动,引发次生灾害。机械开挖则面临设备磨损严重、能耗巨大、效率低下等问题,尤其是对于一些硬度高、韧性大的岩石,施工难度更大。此外,山区施工场地狭窄,岩石开挖后的弃渣处理也成为一大难题,增加了施工成本和环境压力^[2]。

3 复杂地质条件下建筑工程施工技术解决方案

3.1 基础工程施工解决方案

3.1.1 软土地基处理

软土地基处理可采用多种方法协同作业。排水固结法中,以真空预压为例,先在软土地基表面铺设砂垫层,再将密封膜覆盖其上,通过抽真空使膜下形成负压,加速软土中水分排出,如某沿海城市的大型工业园区建设,利用该法有效缩短了软土地基的固结时间,提升了地基强度。换填法适用于浅层软土,挖除软土后换填砂石、灰土等材料,分层夯实,像一些小型建筑工程,通过换填法快速处理软土地基,成本较低且效果好。深层搅拌桩法利用固化剂与软土搅拌混合,形成复合地基,如在某高速公路软基路段,搅拌桩与桩间土共同承载,有效控制了道路沉降。

3.1.2 岩溶地基处理

针对岩溶地基,当溶洞较小时,可采用灌浆法。先通过钻孔确定溶洞位置,然后将水泥浆、化学浆液等注入溶洞。在注浆过程中,要严格控制注浆压力和注浆量,防止浆液流失和地面隆起。该方法能有效填充溶洞,增强地基强度。对于较大溶洞,梁板跨越法较为适用。根据溶洞大小和荷载情况设计钢筋混凝土梁或板,将其架设在溶洞两侧稳定岩体上,把上部荷载传递到稳定区域。施工时需精确计算梁板的尺寸、配筋和跨度,

确保结构安全可靠。对于溶洞群,可采用连梁加固法,在溶洞间设置钢筋混凝土连梁,增强地基整体性,使其共同承担上部荷载,保障建筑稳定。

3.1.3 湿陷性黄土地基处理

湿陷性黄土地基处理可采用强夯法。选用合适重量的夯锤,一般根据地基处理深度和黄土性质确定,从一定高度自由落下,对地基土进行强力夯实。夯击点布置要均匀,夯击次数和遍数需通过现场试夯确定。经过强夯处理,土体孔隙压缩,湿陷性消除,地基承载力显著提高,适用于处理大面积湿陷性黄土地基。灰土挤密桩法也是常用手段,先在地基中钻孔,然后将灰土按一定比例拌合后填入孔内并分层夯实。桩体与桩间土形成复合地基,有效降低地基湿陷性,提高地基承载能力,常用于处理中小型建筑的湿陷性黄土地基。

3.2 边坡支护施工解决方案

3.2.1 滑坡地段边坡支护

在滑坡地段,首先要进行详细的地质勘察,明确滑动面位置、滑坡体规模和岩土特性。抗滑桩施工时,依据勘察结果确定桩位和桩径。采用机械成孔,成孔过程中严格控制垂直度,防止偏差过大影响抗滑效果。钢筋笼下放要确保居中,混凝土浇筑需连续、密实,保证桩身强度。卸载反压施工时,上部开挖要分层分段进行,每段开挖深度不宜过大,避免对滑坡体造成过大扰动。反压回填材料优先选用透水性好、强度高的砂石料,回填时分层夯实,每层厚度控制在合理范围内。排水系统施工中,截水沟应设置在滑坡体周边一定距离处,沟底和沟壁做好防渗处理;排水孔按梅花形布置,孔内放置滤水管,确保排水通畅。

3.2.2 高陡边坡支护

高陡边坡施工前,先对坡面进行修整,清除松动岩土。锚杆锚索施工时,钻孔角度和深度要严格按照设计要求执行,保证锚固段进入稳定岩体。锚杆锚索安装后,及时进行张拉锁定,张拉力需达到设计值。框架梁施工,先在坡面上测量放线,确定梁的位置。模板安装要牢固,防止浇筑混凝土时变形。钢筋绑扎要保证间距和数量符合设计。混凝土浇筑采用分层振捣,确保梁体密实。防护网铺设时,主动防护网要紧贴坡面,网片之间连接牢固;被动防护网的支撑结构要稳定,能承受岩土体冲击。施工过程中,定期对边坡进行监测,根据监测数据及时调整施工方案。

3.3 地下工程施工解决方案

3.3.1 复杂地质构造处理

面对复杂地质构造,施工前需运用多种勘探手段,如地质雷达、地震波反射法等,详细掌握断层、褶皱、破碎带等构造分布及特性。在穿越断层时,采用超前支护技术,如管棚法,沿隧道开挖轮廓线外以一定角度打入钢管,形成棚架式支护结构,防止断层破碎岩体坍塌。对于褶皱区域,根据岩层倾向和倾角合理调整施工方法,若岩层倾向洞内,加强拱顶支护,采用加强型衬砌结构,增加钢筋用量和混凝土厚度,确保结构安全。在破碎带施工,可利用注浆加固技术,将水泥浆或化学浆液注入破碎岩体,填充裂隙,提高岩体整体性和强度。

3.3.2 地下水处理

地下工程施工中,地下水处理至关重要。首先要准确查明地下水的类型、水位、水量及补给来源。对于涌水量较小的情况,可采用超前小导管注浆止水,在掌子面周边钻孔,插入小导管并注入水泥-水玻璃双液浆,形成止水帷幕。若涌水量较大,可设置降水井,通过抽水降低地下水位,使施工区域处于疏干状态。在隧道施工中,还可采用泄水洞排水,在主洞一侧或下方设置平行的泄水洞,将地下水引入泄水洞排出。对于有承压水的地层,施工前进行水压测试,采用高压旋喷桩等方式进行封底止水,防止承压水冲破基底^[3]。

结束语

复杂地质条件下的建筑工程施工技术挑战,是对工程建设者智慧与实力的深度考验。从软土地基的沉降难题,到岩溶地区的溶洞隐患,每一项挑战都关系着工程的质量与安全。本文通过对这些挑战的剖析,提出了诸如地基加固、超前地质勘探等针对性解决方案。在未来,建筑行业需持续创新,借助先进技术与材料,不断优化施工工艺,提升应对复杂地质的能力,为城市建设筑牢根基,确保每一项建筑工程都能在复杂地质条件下稳固矗立,造福社会。

参考文献

- [1]李建平.复杂地质条件下深基坑工程施工技术研究[J].砖瓦,2024,(09):146-149.
- [2]张成伟.复杂地质环境下建筑工程深基坑支护施工技术研究[J].工程机械与维修,2024,(06):83-85.
- [3]李毅文.复杂施工条件下建筑基础工程施工技术探讨[J].四川水泥,2023,(12):177.