

复杂地质条件下土建基础施工技术研究

史红中

2301251985****3518

摘要: 在土建工程建设中, 基础施工质量直接决定整体工程的稳定性与安全性, 而复杂地质条件是影响基础施工的关键因素。本文围绕复杂地质条件下土建基础施工展开研究, 首先明确复杂地质的主要类型及特征, 分析此类地质条件下基础施工面临的难点, 随后深入探讨针对性的关键施工技术, 包括地基处理技术、基础结构施工技术, 同时提出施工质量控制措施, 最后对技术发展趋势进行展望, 旨在为复杂地质条件下土建基础施工提供理论参考与实践指导, 保障工程建设质量。

关键词: 复杂地质; 土建基础; 施工技术; 质量控制

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 08. 054

引言

随着我国城市化进程的加快, 土建工程建设规模不断扩大, 建设区域也从地质条件简单的平原地区逐渐向山地、岩溶、软土等复杂地质区域延伸。土建基础作为工程的承载结构, 其施工质量与地质条件密切相关。复杂地质条件下, 存在地层稳定性差、承载力不足、水文地质复杂等问题, 给基础施工带来诸多挑战, 如基坑坍塌、地基不均匀沉降等安全隐患, 严重影响工程进度与质量。因此, 深入研究复杂地质条件下土建基础施工技术, 解决施工中的难点问题, 对推动土建工程行业高质量发展具有重要意义。

1 复杂地质条件的类型与特征

1.1 软土地质

软土地质主要由淤泥、淤泥质土、泥炭等组成, 具有含水量高、孔隙比大、压缩性高、承载力低的特征。此类地质在受到外力作用时, 易发生较大沉降, 且沉降稳定时间长。在土建基础施工中, 若未对软土地基进行有效处理, 会导致基础不均匀沉降, 引发上部结构开裂、变形等问题。

1.2 岩溶地质

岩溶地质又称喀斯特地质, 是由石灰岩等可溶性岩石在水的溶蚀作用下形成的地质形态, 常见溶洞、溶沟、石芽等现象。该地质条件具有分布不均匀、隐蔽性强的特点。施工过程中, 若遇到未探明的溶洞, 可能导致地基失稳, 甚至引发基坑坍塌事故, 增加施工风险与难度。

1.3 山地地质

山地地质地形起伏大, 地层岩性复杂, 存在陡坡、滑坡、崩塌等不良地质现象。此类地质条件下, 基础施

工场地平整难度大, 且边坡稳定性差, 易受雨水、地震等外界因素影响, 发生滑坡、泥石流等灾害, 对基础施工安全构成严重威胁。

1.4 高水位地质

高水位地质地下水位较高, 部分区域还存在承压水。在基础施工中, 若降水措施不当, 易出现基坑涌水、管涌等问题, 不仅影响施工正常进行, 还可能导致地基土扰动, 降低地基承载力, 影响基础施工质量。

2 复杂地质条件下土建基础施工难点

2.1 地基处理难度大

复杂地质条件下, 地基土的物理力学性质差异较大, 如软土地基承载力低、岩溶地基存在空洞等, 传统的地基处理方法难以满足施工要求。若地基处理不彻底, 会导致基础沉降量过大, 影响工程结构安全, 因此需要根据不同地质特征制定针对性的地基处理方案, 增加了施工难度与成本。

2.2 基坑支护与降水困难

在复杂地质区域进行基坑开挖时, 面临着基坑支护与降水的双重挑战。例如, 软土地基基坑开挖时, 坑壁易坍塌, 需要选择合适的支护结构; 高水位地质则需要高效的降水措施, 若降水不及时或降水深度不足, 会导致基坑内积水, 影响施工进度, 而过度降水又可能引发周边地面沉降, 对周边建筑物造成影响。

2.3 施工安全风险高

复杂地质条件下, 不良地质现象频发, 如岩溶地质的溶洞塌陷、山地地质的滑坡等, 给施工人员与设备安全带来极大风险。同时, 部分复杂地质区域施工环境恶劣, 如山地地形交通不便、高水位地质易发生触电事故

等,进一步增加了施工安全管理的难度。

2.4 施工质量控制难

由于复杂地质条件的不确定性,基础施工过程中易出现各种质量问题,如地基不均匀沉降、基础混凝土裂缝等。且部分质量问题具有隐蔽性,如地基内部的空洞未被发现,在工程投入使用后可能逐渐显现,影响工程使用寿命,给质量控制工作带来极大挑战。

3 复杂地质条件下土建基础关键施工技术

3.1 地基处理技术

3.1.1 换填垫层法

换填垫层法适用于软土地质、湿陷性黄土地质等浅层地基处理。该技术通过将基础底面以下一定深度范围内的不良土层挖除,换填强度高、稳定性好的材料,如砂石、灰土、素土等,并分层夯实,提高地基承载力,减少地基沉降。在施工过程中,需严格控制换填材料的质量、分层厚度及压实度,确保处理效果。例如,在软土地基处理中,采用砂石垫层,其压实度应不小于96%,分层厚度控制在20~30cm,通过夯实设备进行充分压实,可有效改善地基土的力学性能。

3.1.2 注浆加固法

注浆加固法适用于岩溶地质、裂隙发育地质等。该技术利用压力将水泥浆、化学浆液等注入地基土的孔隙或溶洞中,浆液凝固后与地基土形成整体,提高地基的整体性与承载力。在岩溶地质处理中,通过注浆填充溶洞,可避免地基失稳;在裂隙发育的岩石地基中,注浆可封堵裂隙,防止地下水渗透,提高地基稳定性。施工时,需根据地质情况确定注浆压力、注浆量及浆液配比,确保注浆均匀、饱满。

3.1.3 深层搅拌法

深层搅拌法主要用于软土地基处理,通过特制的搅拌机械将水泥、石灰等固化剂与软土在地下深处强制搅拌,使软土与固化剂发生化学反应,形成具有一定强度的水泥土桩体或水泥土复合地基,提高地基承载力。该技术具有施工速度快、对周边环境影响小等优点,适用于处理淤泥、淤泥质土等软土地基。施工过程中,需控制搅拌深度、搅拌速度及固化剂掺量,保证桩体质量均匀。

3.2 基础结构施工技术

3.2.1 桩基础施工技术

桩基础是复杂地质条件下常用的基础形式,具有承载力高、稳定性好的特点,适用于软土地质、岩溶地质、

高水位地质等。根据桩体材料与施工工艺的不同,桩基础可分为预制桩、灌注桩等。在软土地质中,采用预应力管桩,通过静压或锤击的方式将桩体沉入地基,可有效提高基础承载力;在岩溶地质中,采用钻孔灌注桩,施工时需对桩孔内的溶洞进行处理,如填充碎石、注浆等,确保桩体嵌岩深度满足设计要求。施工过程中,需严格控制桩位偏差、桩身垂直度及混凝土浇筑质量,避免出现断桩、缩颈等质量问题。

3.2.2 筏板基础施工技术

筏板基础适用于地基承载力较低、荷载较大的土建工程,如高层建筑、大型厂房等,在软土地质中应用广泛。该基础通过将基础底板做成连续的钢筋混凝土筏板,增大基础与地基的接触面积,分散上部结构荷载,减少地基不均匀沉降。施工时,需先进行地基处理,确保地基承载力满足要求,然后绑扎筏板钢筋,浇筑大体积混凝土。由于筏板混凝土体积大,水化热释放集中,易产生温度裂缝,因此需采取有效的温度控制措施,如分层浇筑、预埋冷却水管、覆盖保温材料等,控制混凝土内外温差在25℃以内,确保筏板基础施工质量。

3.3 基坑支护与降水技术

3.3.1 基坑支护技术

针对不同复杂地质条件,需选择合适的基坑支护结构。在软土地质中,常用的支护结构有钢板桩、SMW工法桩、地下连续墙等。钢板桩支护施工速度快、成本低,但刚度较小,适用于深度较浅的基坑;SMW工法桩由型钢与水泥土搅拌桩组成,具有刚度大、止水效果好的优点,适用于深度较大的软土基坑;地下连续墙支护刚度大、防渗性能好,适用于复杂地质条件下的深基坑,但施工成本较高。在山地地质的陡坡基坑支护中,可采用锚杆喷射混凝土支护,通过锚杆将支护结构与山体岩石连接,提高边坡稳定性。施工时,需对支护结构的强度、刚度及稳定性进行验算,确保支护效果。

3.3.2 基坑降水技术

在高水位地质或地下水位较高的复杂地质条件下,基坑降水是基础施工的关键环节。常用的降水方法有集水明排法、轻型井点降水法、管井井点降水法等。集水明排法适用于地下水位较低、涌水量较小的基坑;轻型井点降水法适用于渗透系数较小的土层,如粉土、粉质黏土等,降水深度一般在6~12m;管井井点降水法适用于渗透系数较大、涌水量大的土层,如砂土、碎石土等,降水深度可达10~20m。在降水施工前,需根据地质勘察资料确定降水方案,计算涌水量,合理布置降水井点,施工过程中需实时监测地下水位及周边地面沉降,避免

过度降水对周边环境造成影响。

4 复杂地质条件下土建基础施工质量控制措施

4.1 加强地质勘察工作

地质勘察是复杂地质条件下基础施工的前提,准确的地质勘察资料可为施工方案制定提供重要依据。在施工前,应选择专业的勘察单位,采用先进的勘察技术,如地质雷达、钻探取样等,全面探明施工区域的地质条件,包括地层岩性、地下水位、溶洞分布等情况,编制详细的地质勘察报告。同时,在施工过程中,若发现实际地质情况与勘察报告不符,应及时组织勘察、设计、施工单位进行现场勘察,调整施工方案,确保施工安全与质量。

4.2 制定科学合理的施工方案

根据地质勘察资料及工程设计要求,制定科学的施工方案是保障基础施工质量的关键。施工方案应明确地基处理方法、基础结构施工工艺、基坑支护与降水措施、施工进度计划及安全质量控制要点等内容。在制定方案时,应充分考虑复杂地质条件的特殊性,进行多方案比选,选择技术可行、经济合理的方案。同时,施工方案需经过专家评审,确保方案的科学性与可行性,施工过程中不得随意变更方案,若确需变更,需履行审批手续。

4.3 强化施工过程管理

施工过程管理是质量控制的核心环节。首先,加强施工人员管理,对施工人员进行岗前培训,使其熟悉施工工艺与质量标准,特种作业人员需持证上岗;其次,加强施工设备管理,定期对施工设备进行维护保养,确保设备正常运行,避免因设备故障影响施工质量;再次,加强施工材料管理,严格检查进场材料的质量,如水泥、钢筋、砂石等,确保材料符合设计要求,严禁使用不合格材料;最后,加强施工工序管理,对每道工序进行质量检验,上道工序合格后方可进行下道工序施工,避免质量问题累积。

4.4 完善质量监测与验收制度

建立完善的质量监测与验收制度,实时掌握施工质量情况。在施工过程中,采用先进的监测技术,如沉降观测、位移监测、应力监测等,对地基沉降、基坑边坡位移、基础结构应力等指标进行实时监测,若发现监测数据异常,及时采取措施进行处理。同时,严格按照国家相关规范与设计要求进行质量验收,包括地基处理验

收、基础结构验收等,验收合格后方可进行后续施工。对验收中发现的质量问题,需制定整改方案,限期整改,确保工程质量符合要求。

5 结论与展望

5.1 结论

复杂地质条件下土建基础施工面临着地地基处理难度大、基坑支护与降水困难、施工安全风险高、质量控制难等问题,直接影响工程建设质量与安全。通过采用换填垫层法、注浆加固法、深层搅拌法等地基处理技术,桩基础、筏板基础等基础结构施工技术,以及针对性的基坑支护与降水技术,可有效解决复杂地质条件下基础施工的难点问题。同时,加强地质勘察、制定科学施工方案、强化施工过程管理、完善质量监测与验收制度等质量控制措施,能够进一步保障基础施工质量,为土建工程的稳定安全提供有力支撑。

5.2 展望

随着科技的不断进步,复杂地质条件下土建基础施工技术将朝着智能化、绿色化方向发展。一方面,智能化技术如 BIM 技术、无人机勘察技术、自动化施工设备等将在基础施工中广泛应用,实现施工过程的可视化、信息化管理,提高施工效率与质量;另一方面,绿色施工技术如环保型固化剂、可再生材料的应用,以及施工废水、废渣的循环利用,将减少施工对环境的影响,符合可持续发展理念。未来,还需进一步加强复杂地质条件下施工技术的研究与创新,不断完善技术体系,为土建工程在复杂地质区域的建设提供更可靠的技术保障。

参考文献

- [1] 杨少华. 复杂水文地质条件下的桥梁水上基础施工技术[J]. 重庆交通大学, 2011. DOI: 10.7666/d.y1902425.
- [2] 叶航. 复杂地质条件下建筑基础施工技术[C]//智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(一). 2025. 025.
- [3] 邵卫民. 建筑工程中复杂地质条件下基础施工技术[J]. 中国地名, 2025(2): 0220-0222.
- [4] 冯彪, 詹浩. 复杂地质条件下基础施工技术[J]. 施工技术, 2013(S1): 4. DOI: CNKI: SUN: SGJS. 0. 2013-S1-033.
- [5] 薄海涛, 周丽红. 复杂地质条件下基础施工技术[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2014, 000(007): 1-7. DOI: 10.3969/j.issn.2095-2104.2014.07.585.