

地质工程技术把关对工程质量的深度影响

陈文波

浙江华东岩土勘察设计研究院有限公司 浙江 杭州 310030

摘要：地质工程技术在工程项目中具有先导性和基础性作用。通过科学勘察、合理设计、严格监督等多维手段，地质工程技术可精准识别与控制潜在地质风险，确保工程质量与安全。然而，当前部分工程在前期调查与后期管理环节上尚存不足，影响工程质量。因此，加强地质工程技术把关，从勘察、设计到监督全链条优化，是预防地质灾害、保障建筑物稳定性的关键。只有全面提升地质工程技术水平，才能有效应对复杂地质条件挑战，确保工程质量可靠。

关键词：地质工程技术；工程质量；深度影响

引言：地质工程技术作为确保工程质量的核心要素，其在工程项目的全过程中扮演着至关重要的角色。从地质勘察到工程设计，再到施工监督，地质工程技术为工程项目的每一个环节提供了科学、准确的地质数据和技术支持。在现代工程建设中，地质条件复杂性日益凸显，地质工程技术的把关能力直接关系到工程的安全性、稳定性和耐久性。因此，深入探讨地质工程技术对工程质量的深度影响，对于保障工程建设质量和提升工程效益具有重要意义。

1 地质工程技术概述

1.1 地质工程技术的定义与范畴

(1) 地质工程技术的概念。地质工程技术是一门融合地质学、工程学及相关技术的交叉学科，它以地质体为研究对象，通过运用地质勘察、分析评估、设计施工等技术手段，解决与地质相关的工程问题，实现对地质资源的合理开发利用和地质环境的有效保护。该技术强调理论与实践结合，旨在为各类工程建设提供科学的地质依据和技术支持。(2) 地质工程技术的主要应用领域。地质工程技术应用广泛，主要涉及矿产资源勘探与开发，助力寻找和开采各类矿产；水利水电工程，为水库、大坝等选址和建设提供地质保障；交通工程，如铁路、公路、隧道的勘察与施工；城市建设中的地基处理、地下空间开发；地质灾害防治，包括滑坡、泥石流等的监测与治理；以及环境地质调查与污染治理等领域。

1.2 地质工程技术在工程项目中的作用

(1) 在勘察、设计、施工和监督等环节的应用。在勘察环节，通过地质测绘、物探、钻探等技术，查明工程区域的地质构造、岩土性质等，为项目决策提供基础数据。设计阶段，依据勘察结果进行地质分析，优化工程设计方案，确保设计的合理性和安全性。施工中，

利用地质监测技术实时掌握地质变化，指导施工工艺调整，保障施工顺利进行。监督环节，借助地质检测技术对工程质量进行评估，确保工程符合地质要求和设计标准。(2) 对预防地质灾害、确保建筑物稳定性的意义。地质工程技术能提前探测潜在的地质灾害隐患，如不稳定边坡、断层等，为制定防治措施提供依据，从而有效预防地质灾害发生，减少人员伤亡和财产损失。同时，通过对地基岩土性质的准确分析和处理，为建筑物提供坚实的地质基础，保障建筑物在建设和使用过程中的稳定性，避免因地质问题导致建筑物开裂、倾斜甚至倒塌^[1]。

2 地质工程技术对工程质量的影响分析

2.1 地质勘察对工程质量的影响

(1) 地质勘察在查明与评价方面的作用。地质勘察是工程建设的基础性工作，通过地质测绘、钻探、物探等手段，能够全面查明工程场区的地层岩性、地质构造、水文地质条件、岩土体物理力学性质等关键信息。在此基础上，对场区可能存在的滑坡、岩溶、软弱夹层等地质问题进行科学评价，明确其对工程建设的影响程度和范围，为后续工程设计和施工提供精准的地质依据，是保障工程质量的前提。(2) 地质勘察不足的工程质量风险。若地质勘察存在不足，如勘察点布设稀疏、数据采集不全面或分析深度不够，可能导致对地质条件的判断失真。例如，未能发现地下暗河或软弱土层，会使工程地基设计缺乏针对性，引发建筑物沉降不均、结构开裂等问题；对水文地质条件勘察不足，可能导致施工中出现突水、管涌等事故，不仅影响施工进度，更会严重威胁工程结构的安全性和耐久性。

2.2 地质设计对工程质量的影响

(1) 地质设计在优化与选方案方面的作用。地质设计以地质勘察成果为基础，结合工程功能需求，在优化

工程布局上发挥关键作用。通过对地质条件的充分利用,可避开不利地质区域,使工程设施布局更贴合自然地质规律。同时,地质设计能为施工方案的选定提供科学指导,如针对不同岩土体性质设计合理的基础形式、支护方案等,确保施工过程的可行性和安全性,从源头为工程质量筑牢防线^[2]。(2)地质设计不合理的负面影响。地质设计不合理会直接影响工程质量。比如,在高边坡工程中,若未根据边坡岩土体稳定性计算结果设计合适的支护结构,可能导致边坡失稳滑坡;地基处理设计方案与实际地质条件不匹配,如对软土地基采用的处理方法不当,会使地基承载力不足,引发建筑物整体沉降超标。此外,设计中地质灾害防范考虑不周,还可能导致工程建成后受地质灾害威胁,降低工程的使用寿命。

2.3 地质监督对工程质量的影响

(1)地质监督的必要性。地质监督是工程质量控制的重要环节,其必要性体现在两方面。一方面,通过对施工过程中地质情况的实时监测和施工工艺的监督,可及时发现与勘察、设计不符的地质问题,督促施工单位按规范施工,确保工程质量符合设计要求;另一方面,地质监督能对施工中可能引发的地质灾害进行预警和防控,如监测基坑开挖时的边坡变形,提前采取加固措施,避免灾害发生。(2)地质监督不到位的工程质量问题。地质监督不到位会导致一系列工程质量问题。施工中若未对岩土体开挖、支护等关键环节进行有效监督,可能使施工质量偏离设计标准,如锚杆锚固力不足、灌浆不饱满等,留下安全隐患;对地质监测数据处理不及时或忽视异常数据,可能错过地质灾害预警时机,引发坍塌、涌水等事故,造成工程结构损坏。此外,监督缺失还可能导致施工单位违规操作,进一步加剧工程质量风险^[3]。

3 地质工程技术对工程质量深度影响的案例分析

3.1 案例选择与背景介绍

选取锦屏二级水电站引水隧洞工程作为典型案例。该工程位于四川省雅砻江流域,是我国西电东送的关键项目之一,共布置4条引水隧洞,单洞长约16.67公里,最大埋深达2525米,为世界深埋特长隧洞群。工程区域地质条件极端复杂,穿越多条区域性大断层,存在高地应力、高压涌水、岩爆等多重地质风险,对工程质量和施工安全构成严峻挑战。

3.2 地质工程技术应用过程与效果分析

3.2.1 地质工程技术的应用过程

(1)在勘察阶段,采用“地面地质调查+钻探+物探+遥感”的综合勘察技术体系:通过无人机遥感识别地表

断层分布,运用地震波反射法探测地下岩体完整性,结合深孔钻探获取高地应力区岩芯样本,建立三维地质模型,精准定位12条主要断层的空间位置及富水性。(2)设计阶段,基于勘察数据创新应用“动态设计”理念:针对高地应力区,采用圆形断面隧洞设计以分散应力;对断层破碎带,设计“管棚超前支护+注浆堵水”复合方案,注浆材料选用超细水泥与水玻璃双液浆,确保堵水率达95%以上。(3)施工过程中,引入实时地质监测技术:在隧洞掌子面布置应力传感器、渗压计和微震监测系统,每2小时采集一次数据,通过AI算法预判岩爆风险;采用地质雷达进行超前预报,每次预报距离达30米,提前发现隐伏裂隙水。

3.2.2 对工程质量的具体影响及效果

通过上述技术应用,工程质量得到显著保障:隧洞成型后的轴线偏差控制在5厘米以内,混凝土衬砌厚度合格率达100%;高压涌水现象被有效控制,最大涌水量从预测的500立方米/小时降至30立方米/小时以下;岩爆发生频次减少70%,未出现因地质问题导致的重大结构破坏。工程投用后,经过5年运行监测,隧洞结构变形量稳定在允许范围内,证明地质工程技术为工程长期质量可靠性提供了核心支撑。

3.3 案例启示与经验教训总结

3.3.1 案例启示

该案例表明,地质工程技术对工程质量的把关作用体现在全生命周期:超前勘察是基础,精准的地质数据能为质量控制提供明确靶点;动态设计是关键,根据地质条件实时调整方案可避免“一刀切”设计带来的质量隐患;实时监测是保障,能及时捕捉地质变化对工程质量的潜在影响。同时,多技术融合应用(如三维建模与AI监测结合)可大幅提升质量控制的精准度。

3.3.2 经验教训总结

从案例中可总结三点经验:一是复杂地质区必须预留充足的勘察周期,锦屏工程前期勘察耗时3年,为后续质量控制奠定了坚实基础;二是需建立“勘察-设计-施工”地质信息共享机制,避免因信息断层导致质量风险;三是对超规范地质条件(如埋深超2000米的隧洞),应提前开展专项技术攻关,不能依赖常规经验。这些经验可为深埋隧道、跨断层工程等类似项目的质量管控提供直接借鉴。

4 提升地质工程技术把关能力的策略

4.1 加强地质勘察工作

(1)提高地质勘察精度和深度的措施。为提升地质勘察精度和深度,需从技术、流程两方面发力。技术

上,推广三维地质建模、无人机遥感、多波速物探等先进技术,结合钻探、原位测试等手段,实现“空-地-深”立体勘察,精准识别地下隐蔽构造、软弱夹层等关键地质体。流程上,严格执行勘察点布设规范,加密复杂地质区勘察密度,确保数据代表性;建立勘察数据三级审核制度,由地质专家对原始数据、分析报告进行双重校验,避免数据失真。此外,针对特殊地质区域(如岩溶、冻土区)开展专项勘察,编制专项勘察细则,细化勘察指标。(2)强调地质勘察在前期工作中的重要地位。地质勘察是工程建设的“先行官”,其成果直接决定项目决策、设计方案的科学性。在前期工作中,需将地质勘察纳入工程可行性研究的核心环节,确保勘察周期不压缩、经费不削减。项目立项阶段应组织地质专家论证勘察范围与技术标准,避免因勘察缺失导致后期工程返工。同时,建立“勘察成果一票否决制”,若勘察数据不全或结论存疑,工程不得进入设计阶段,从制度上保障勘察工作的基础性地位。

4.2 优化地质设计方案

(1)根据地质勘察结果制定合理设计方案的方法。设计阶段需建立“地质条件优先”原则,将勘察报告中的地层参数、水文数据、风险点等作为设计输入的核心依据。例如,针对软土地基,依据勘察得出的压缩模量、承载力特征值,选择堆载预压或CFG桩复合地基方案;对断层破碎带,参考勘察确定的破碎带宽度、岩体完整性系数,设计管棚支护或注浆加固方案。同时,采用BIM技术将地质模型与工程设计模型融合,模拟不同地质条件下的工程受力状态,验证设计方案的适应性^[4]。

(2)优化地质设计的方法和途径。优化地质设计需采用“动态设计+多方案比选”模式。动态设计方面,建立勘察-设计联动机制,施工期间若发现实际地质与勘察不符(如遇未探明溶洞),立即组织地质专家与设计团队现场复核,调整设计参数。多方案比选方面,针对关键地质区段(如深基坑、高边坡),编制至少3套设计方案,从地质适应性、经济性、安全性等维度进行量化评估,选择最优方案。此外,引入地质灾害风险评估工具,将滑坡、涌水等风险纳入设计考量,增强方案的抗风险能力。

4.3 强化地质监督工作

(1)加强地质监督对保障工程质量的意义。地质监督是防范工程质量风险的“最后防线”。通过对施工过程中地质条件变化的实时监控,可及时发现勘察设计与实际的偏差,如地基处理效果未达设计要求、隧道掌子面出现异常渗水等,避免问题累积成重大质量事故。同时,地质监督能倒逼施工单位严格执行地质相关规范,如按设计要求进行锚杆抗拔力测试、地基承载力检测,确保工程质量符合地质安全标准。(2)完善地质监督机制和加强监督力度的建议。完善地质监督机制需从制度与技术两方面入手。制度上,建立“政府监督+第三方地质监理+施工单位自检”三级监督体系,明确第三方地质监理的独立地位,其报告直接提交工程质量监督部门。技术上,推广自动化监测技术,在高风险区域布设传感器,实时采集沉降、位移、孔隙水压力等数据,通过AI算法预警异常变化。加强监督力度方面,对关键工序(如桩基施工、边坡开挖)实施“地质验收签证制”,未经地质监理签字不得进入下道工序;对监督中发现的违规行为,依法从严处罚,形成震慑力。

结束语

综上所述,地质工程技术把关对工程质量的影响深远且至关重要。它不仅确保了工程建设的科学性与合理性,更为工程项目的长期稳定性和安全性奠定了坚实基础。随着科技的不断进步和工程建设的日益复杂化,地质工程技术需不断更新与优化,以适应新的挑战。未来,我们应持续强化地质工程技术在工程项目中的应用,从源头把控质量,为打造优质工程提供坚实保障,共同推动工程建设行业的高质量发展。

参考文献

- [1]任泉.浅论地质工程施工管理[J].城市建设理论研究(电子版),2020,(08):76-77.
- [2]杨祥.加强地质工程技术管理的相关问题分析[J].城市地理,2021,(05):119-120.
- [3]沈在鑫,陈晓勇.论加强地质工程技术管理的相关问题分析[J].基层建设,2020,(19):121-122.
- [4]于程姣.关于我国工程地质勘察工作问题的若干思考[J].知识经济,2021,(03):35-36.