

浅谈工程地质勘察可视化技术在滇中引水等工程中的应用

赵江 曾红亮

四川水职院建设工程设计有限公司

摘要：现阶段，我国地质勘察仍面临着一些技术难题，尤其是地形复杂、地质条件差的地区，而想要进一步促进地质勘察工作效率及质量的提高，重视勘察技术的创新及优化就显得尤为重要。本文主要围绕工程地质勘察可视化关键技术在滇中引水等工程中的应用进行了探讨、分析，以供参考。

关键词：工程地质勘察；可视化关键技术；滇中引水等工程；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.04.049

工程地质勘察，是水利水电工程的重要环节，可为工程规划、设计及施工等提供可靠的参考，发挥着不可替代的作用。但值得注意的是，我国水利水电工程大多集中在西南高山峡谷地区，受地质条件复杂等因素的影响，就存在一些技术难题，影响着工程的安全性。而可视化技术的应用，则能为地质勘察工作的顺利展开奠定了扎实的基础，如航片、无人机等，在一定程度上促进了地质勘察结果准确性的提高，这对于推动滇中引水等水利水电工程的可持续发展起着积极的意义。

一、水利水电工程常用勘察方法

（一）工程地质测绘

在水利水电工程地质勘察中，地质测绘是一项基础工作，一般在勘察初期展开，主要是基于对工程地质理论等的运用，观察、描述地面地质现象，并落实对其性质及规律的分析，从而合理的对地下地质情况作出推断，这对于勘探等工作的展开起着积极的意义。

（二）勘探及取样

基于勘探工作而言，其包含的方法较多，如钻探、取样、物探等，指在对地下地质情况进行分析，常通过原位测试、室内试验等手段，确定岩土参数的目的。在此过程中，需以勘察目的为前提，结合地质特性合理的选择勘探方法。物探是一种间接勘探手段，优点主要体现在于轻便、经济、高效等方面，对于工程地质中难以推断，或是亟须解决的问题此方法尤为适用，往往被应用到了测绘工作中，其在钻探、坑探中也起着先行，或是辅助的作用。坑探则是一种直接勘探手段，能够更加全面地对地下地质情况进行了解、掌握，在水利水电工程勘察中得到了广泛的应用。在实际的应用中，对于钻探方法无法查明的地质问题，可应用坑探方法，而考虑到坑探工程类型较多，就需结合勘察要求合理选择^[1]。

（三）原位测试及室内试验

在水利水电工程中，原位测试及室内试验的落实旨

在为问题的分析评价提供所需技术参数，包含地质物性指标、强度参数、应力等。

（四）现场检验及监测

针对现场检验而言，主要是验证核查先前岩土工程勘察成果，并落实对施工的监理，合理控制施工质量。现场监测的内容主要包含了施工作用及施工对环境的影响等方面内容，旨在避免过度开挖等情况的发生。

二、地质勘察对环境的影响

一方面，对自然环境的影响。针对地质勘察工作而言，往往需要利用到挖掘技术，此过程难免会破坏地表及植被，且若操作不当，还会造成地下水资源的污染，甚至引发水文问题，不利于勘察工作的继续展开。另外，地质勘察收尾工作如若未做好，则会增加自然灾害风险，如山体滑坡等，这与环境问题有着紧密的联系，为避免周围居民生命安全受到威胁就需引起重视，落实针对性的预防。另一方面，对社会环境的影响。在开展地质勘察工作时，往往存在随意排放废水，或是随意丢弃废渣的现象，这不仅会造成土地资源浪费，且也会引发河道堵塞。同时，废水还会直接降低水资源质量，甚至引发地表水污染问题的发生，如若未得到及时的治理，则会造成水土流失。另外，在勘察中，如若相关工作人员未重视对农作物、植被的关注及保护，也会影响自然环境。

三、地质勘察可视化关键技术

我们通常说的可视化技术，简单的说就是将某些技术通过直观的、可视的方式呈现出来，例如图形界面、3D模型、视频等。比较常见的水利水电工程地质勘察可视化技术主要有可视化数据采集、三维地质建模及成果信息管理、视频交互远程专家诊断等。

水利水电工程地质勘察中应用可视化技术，主要是指对地质原始信息数据采集至成果管理，基于所获取地质对象图像，或是视频的前提下，将地质实际情况全面、真实的展示出来，旨在合理、准确评估工程地质条件，有利于及时发现问题并解决。同时，图像及视频的展示，其特点主要体现在于多角度、多尺度及更直观等方面，加之图像及坐标信息的融合，还能进一步促进成果精度及工作效率的提高^[2]；基于无人机、钻孔电视等技术应用的前提下，还可实现近距离观察地质信息采集的目的，包括深沟、陡壁、山顶等人工难以观察到，或是达到的地方。在实际的研发过程中，需充分考虑工程地质、测量及摄影理论的前提下进行，灵活运用各种新兴技术，包括计算机信息处理、无人机、空间测量

等,旨在形成一套系统化的可视化技术应用体系,实现信息化建设及管理,为水利水电工程的顺利、高效展开奠定扎实的基础。

(一) 可视化数据采集

一般而言,水利水电工程可视化技术的应用,其关键任务就是在电脑中直接输入外业采集的相关数据,促使相关人员能够不受时间及空间限制,且更加直观的对地质原始信息进行了解、掌握,从而确保工程地质分析及判断的准确性。基于工程地质测绘的前提下落实,可采用以windows系统便携平板式为基础的测绘方式,将其与开发软件合理运用,可实现地形图、卫片等背景图,或是无人机所拍摄照片的自动加载,之后与GPS实测的融合,可将现场的CAD地质图勾绘出来,地质信息则可直接的记录下来,且CAD平面图也具备较高清晰度,有效攻克了地质测绘GPS定位、卫片等技术难题,促使边坡高陡部位也能准确的展开地质测绘,为大规模的生产实践奠定了扎实的基础^[3]。另外,对于深厚覆盖层可视化探测而言,可采取深厚松散层的可视化探测技术,此技术实现了护壁材料功能的进一步拓展,即钻孔护壁器可避免钻探中塌孔问题的出现,有效解决了深厚松散层钻探难题;基于透明性特点的前提下实现了高清钻孔,促使人员能够在更加直观的状态下对松散层的物质及结构特性进行了解、掌握,充分发挥可视化效能,为深厚松散层钻孔的顺利实施提供了保障^[4]。此外,基于地质编录的前提下来说,通过对洞室仪测成像可视化及windows的平板式施工地质可视化编录方法的应用,可避免现场大面积多张照片和开挖坐标信息无法融合,或是融合难度高等问题的出现,进一步促进了自动化程度的提高,可一次性快速的将CAD地质线划影像图生成出来,促使相关人员能够全面、清晰的观察到洞室,或是高边坡开挖的地质情况,充分发挥地质勘察效能,这也是推动水利水电健康发展的关键^[5]。

(二) 三维地质建模及成果信息管理

在此过程中,可基于GOCAD三维地质建模软件的前提下展开二次开发,以实现数据转换、数据管理等,之后以GOCAD可视化工作系统作为支撑,结合地质信息数据库快速的生成地质剖面图,从而为相关工作的高效、高质量展开奠定基础。

(三) 视频交互远程专家诊断

将可视化技术应用到地质勘察中后,可实现各环节的可视化处理,包括勘察过程、勘察资料等,尤其是原始信息资料实现可视化后,可进一步为远程专家诊断提供便捷,促进其可行性的提高。同时,可视化技术的应用,还能促使地质测绘、勘探等工作的快速、高质量进行,从而进一步对地质细胞特征进行了解、掌握,利用Internet实时传送至后方后,则可展开统计、分析等工作,确保与专家的交互能够实时展开,为远程分析判断

的顺利提供了保障^[6]。

四、工程应用

(一) 滇中引水工程

滇中引水工程是特大型跨流域引(调)水工程,旨在优化水资源配置,攻克滇中区水资源短缺等问题,工程的输水总干渠全长在660km以上,受水区包含了昆明、大理、丽江等,滇中、滇东南盆地山原地区,地势特征主要为西北高、东南低,地形地质条件非常复杂。基于滇中引水工程的前提下来说,其主要由两个工程组成,即石鼓水源工程及输水工程,前者主要是利用提水泵站取金沙江水,受地势的影响,其输水总干渠具备从高到低的特征,全线具备自流输水条件。值得注意的是,石鼓水源区冲江河河床的覆盖层厚度较大,由细砂卵石、漂石堆积而成,结构松散,且成分也较为杂乱,中部夹淤泥,土层较软。在展开地质勘察时,深覆盖层钻孔就存在一定的难度,主要体现于以下方面:钻孔颞部孔壁的稳定性较差,极有可能出现坍塌问题,且进尺速度也较慢,难以成孔;沉淀非常多,且也存在掉块垮孔的问题;岩芯极有可能出现堵塞情况,导致取芯质量难以达到最佳。在此情况下,也就直接制约了钻进效率,影响了取芯质量,而可视化探测技术应用于深厚覆盖层勘察中后,则可实现深孔勘探,不仅可促进工作效率的提高,且在节省成本等方面也起着积极的意义。在地质测绘的过程中,采取windows的便携平板式工程地质测绘方法,可有效规避传统纸质填图方法的不足,不仅可确保成图的精确性,还能促进综合利用效果的提高,可为设计提供更加准确、可靠的地质资料,从根本上促进勘察工作效率的提高^[7]。另外,三维建模的应用,可实现直观状态下将地质体空间分布规律准确的展示出来。值得注意的是,滇中引水工程也存在断裂等问题,这就直接提高了空间形态的构想难度,通过三维地质模型的应用,则可快速、准确的显示出地质模型,包括剖面及平面,与GOACD、CATIA软件的有效结合,还可实现工程全过程地质信息数据的建立。另外,基于勘探钻孔、平洞等地质资料的前提下,可为会石鼓水源区的GOCAD三维地质模型的准确性提供保障,且及时转为CATIA格式,还能实现与其他设计专业的协同工作。

(二) 某水电站

以某水电站为例,位于长江流域,是I等大(I)型工程,主要包含了大坝、泄洪洞、引水发电系统等。坝址以上流域面积及多年发电量分别为40.61万km²、389.1亿kw·h。另外,该水电站坝址区的河床覆盖层厚度在55-65m范围内,物质组成包含了河流冲积形成的砾、砂、卵石、碎块石等,其中碎块石主要是由两岸崩塌入江的坍塌体堆积而成,特点主要体现于成分复杂,这就在一定程度上增加了工程特性的复杂性。在展开地勘钻探的过程中,通过对可视化探测技术的合理应用,

则可获取高清钻孔录像,从而在更加直观的前提下获取河床覆盖层的图像资料,清晰度较高^[8];基于高清图片及现场实际情况的前提下,可通过对土体的模拟,展开力学试验,有效避免了取芯难、取样难等问题,在深基坑、高围堰等施工中发挥着不可或缺的作用。以windows的便携平板为基础展开工程地质测绘,可一次性实现CAD地质平面图的生成,且影响的清晰度也非常高,可于野外地质现场展开所有工作,进一步促进了勘察工作效率及质量的提高^[9]。基于坝址区三维地质建模的前提来说,通过与GOACD、CATIA软件的有效融合,可获取全面、准确的地质信息,且建立数据库,结合平剖面图等地质资料,则能将坝址区GOCAD三维地质模型准确的建立出来,这对于提高设计的可行性及可靠性起着积极的意义。该电站大坝两岸边坡高陡,开挖难度较高,工期较长,基于UAV近距离拍照的前提下,可获取清晰的地质照片,从而为大坝建基面的三维影响模型的建立提供依据;进一步促进了地质外业数据准确性的提高,有效规避了传统方式大坝浇筑后不能深入研究建基面的缺陷。

五、强化工程地质勘察可视化关键技术 在滇中引水等工程中的应用措施

(一) 建立完善的管理制度

在滇中引水等工程地质勘察中,健全的管理制度可为勘察工作的高效展开奠定扎实的基础,且对于促进勘察质量的提升也起着积极的意义。现阶段,我国对工程地质勘察管理质量提出了较高的要求,但管理规范却有待加强,管理力度较为薄弱,主要体现于安全制度不健全、管理机构较为松散等方面。因此,在展开地质勘察工作时,除了要合理应用可视化等新型技术外,还需重视对管理制度的完善,强化对相关人员的培训,基于现有管理条例的前提下,细化管理内容,预测地质勘察各环节中可能会出现的问题,从而展开针对性的控制。

(二) 增强投入力度

将地质勘察可视化关键技术应用到滇中引水等工程中后,为充分发挥该技术效能,还需不断提高人员的重视度,帮助其树立正确的思想意识,明确地质勘察可视化关键技术对滇中引水等工程的影响,通过投入力度的增强,来改善应用现状。值得注意的是,在增强投入力度的过程中,会涉及较为广泛的内容,包括资金投入、人员投入等,其中加大资金投入,能够更好的满足各项工作的资金需求,解决一些限制问题,有利于促进工程地质勘察工作的可持续发展。同时,投入力度的增强,还需重点关注对人才层面的优化,积极引进复合型人才,促使实际工作中人员能够熟练的完成任务,最大化的降低操作失误问题的出现^[3]。

(三) 强化安全管理

一般而言,地质勘察工作的展开其安全风险具备不

可控的特点,故强化安全管理就显得尤为重要。在应用地质勘察可视化关键技术的过程中,需定期展开安全隐患排查工作,一方面要对安全管理机构建设进行检查,评估其健全性,检查人员配备是否符合相关规定等,并检查人员对安全的认识,技术交底等是否严格遵守相关规范要求展开等;另一方面要落实对作业现场的检查,包括安全警示标示是否安装到位、电气设备性能情况等,并严格排查施工区域的外部环境,通过对不确定因素的定期排除,可从根本上杜绝安全漏洞等情况的出现。另外,还需实现滇中引水等工程地质勘察的全过程安全监管,要高效的辨识安全风险,定期总结安全应急机制的不足之处,予以改善健全,为地质勘察可视化关键技术的高效应用提供保障。

六、结语

综上,水利水电地质勘察工作的展开存在一定难度,重视新兴技术的引入及应用就显得尤为重要,不仅可促进勘察工作效率及质量的改善,且也能为勘察成果的准确性提供保障。而基于数据采集、三维地质建模等前提下的可视化工作系统则能有效解决勘察难题,特点主要体现于操作简单、准确性高、实时互动等方面,为勘察成果质量提供了保障,将其应用于滇中引水等水利水电工程中,可推动工程建设的高效展开,应用前景非常广阔。

参考文献

- [1]段建肖,廖立兵,等.水利水电工程地质勘察可视化关键技术研究及其工程应用[J].全国岩土工程bim技术研讨会,2019(3):189.
- [2]谢实宇,谢柳杨.云南滇中引水工程超深水平孔钻探实践与技术探讨[J].中国水利学会,2020(3):482-483.
- [3]李伟,赵俊清,王恒山.环境保护理念下矿山水工环地质工作的方法及技术要求[J].世界有色金属,2020(08):151-152.
- [4]张丽敏,赵会艳,路丽芳,等.滇中引水工程红层软岩工程地质特性及力学性质分析[J].水电能源科学,2020(2):76-77.
- [5]郭冰.地质勘探可视化关键技术研究[J].中国金属通报,2021(2):571-572.
- [6]刘昌,巨广宏,杨伟强.工程地质科技发展与进步[J].西北水电,2020(3):41-42.
- [7]龙文芹.生态环境保护大背景下水工环地质勘察工作要点探究[J].世界有色金属,2019(13):208-209.
- [8]姚坚毅.公路工程地质勘察新技术应用综述[J].智能城市,2020(1):191-192.
- [9]曾艳,杨国平,崔年治,等.基于CIM的工程勘察数字化发布展示平台研究[J].2021(2):293-294.