

水文地质岩土工程勘察设计及施工实践研究

戴剑明

江西省地质局第六地质大队

摘要:为解决岩土工程勘察阶段地下水测量质量较低的问题,提高岩土工程项目质量及效果,本文结合具体案例,开展岩土工程地质结构勘察试验工作,结合地理交通、地质环境等,建立工程勘察评价标准,明确工程勘察设计流程,分析地质结构中地下水实际情况。研究表明,勘察区域内地下水含量较多,地下岩层空隙内含有大量承压水,水量多,设计施工采用旋挖钻孔灌注桩+反循环泥浆施工工艺,可确保岩土工程质量。

关键词:水文地质;岩土工程;勘察设计;钻孔灌注桩

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.24.020

引言

勘察是工程项目建设的核心前提,对后续施工质量及施工难度有直接影响。勘察阶段主要识别对工程项目建设的不利因素,以及潜在安全风险,做好前期勘察、设计。本案例工程项目为公路基础设施建设,属于富水地区,地质结构中水文条件较差,含水量较多。因此,在勘察中,科学设计勘察方案,合理控制勘察布点,以确保工程项目建设质量。

一、工程项目概况

某公路工程长度为18.6km,工程项目招标文件中涉及桥梁数量2座,涵洞数量14道,工程项目建设区域属于地质结构较为复杂区域,对岩土勘察项目要求较高。在外业勘察作业期间,需建立标准的勘察体系,建立综合地质结构模型,以避免公路建设不均匀沉降问题的发生。初步勘察结果表明,工程项目建设区域最大高低差为36.8m,起伏变化较大,地下水埋深在2.4m以内,且水位变化幅度在6m左右,地下岩层内含有大量地下水,且分布在岩层孔隙之内,部分地下水承载一定的压力。地质结构表面位置存在粉砂、细砂、风化岩、黏土,厚度在6m左右。勘察结果表明,该地区属于不良地质,预设使用旋挖钻孔施工工艺,实现加固不良地质的目标^[1]。

二、水文地质岩体工程勘察设计

(一) 技术要求

考虑到工程项目所处区域地下结构较为复杂,土壤的固结程度比较差。在勘察设计方案中明确具体的技术要求,依据《岩土工程勘察标准》相关文件,做好相应的技术控制工作。具体技术要求内容如下:

第一,地质模型构建。水文地质岩土工程勘察设计需要建立准确的地质模型,包括地层分布、构造特征、

岩性、地下水位和地下水流等信息。地质模型应基于大量的现场勘察数据和实验室分析结果,结合地质地貌、地震活动等因素进行综合分析和判断。地质模型的准确性对于工程设计和施工的安全性和可靠性至关重要。

第二,勘察方法选择。在水文地质岩土工程勘察设计中,需要选择合适的勘察方法。常用的勘察方法包括钻探、取样、地震勘探、电法勘探、重力勘探、电磁法勘探等。根据具体的工程需求和地质条件,选择合适的勘察方法进行数据采集和分析。勘察方法的选择应考虑效率、准确性和经济性等因素。

第三,勘察布点。勘察布点是指在勘察区域内选择合适的位置,完成勘察点设置。勘察布点应根据工程的特点和地质条件进行科学规划,以获得代表性的勘察数据。合理的勘察布点可以提高勘察结果的可靠性和适用性,减少不必要的勘察工作和成本^[2]。

第四,结果控制。勘察设计过程中需要对勘察结果进行控制和验证。结果控制包括对勘察数据的质量、准确性和完整性进行评估和验证。通过与地质模型和设计要求的对比,判断勘察结果是否满足工程设计的需求。结果控制的目的是确保勘察数据的可靠性,为后续的工程设计和施工提供准确的基础数据。

第五,质量控制。在水文地质岩土工程勘察设计中,质量控制是保证勘察工作质量的关键环节。质量控制包括对勘察人员的培训和管理,对仪器设备的维护和校准,对数据采集和处理过程的监督和审查等。通过严格质量控制,可以提高勘察工作的准确性和可靠性,保证工程设计和施工的安全性和可行性。

(二) 勘察方案

为确保勘察结果的全面性、准确性,勘察单位派遣专门技术人员于2023年2月开始勘察作业,于2023年7月内完成钻孔共计32个,总进尺量为602.63m。除采用钻孔勘察方法之外,同步应用其他勘察方法,具体勘察方案设计如表1所示。

表1 水文地质岩土工程勘察方案设计表

勘察项目类型	工作量设计
钻探孔	32个
土工采样	46组
岩石试样	5组
水试样	6组
贯入试验	240次
勘察点定位	32孔/次

勘察单位依据表1中的内容设计勘察工作量及工作内容。勘察同时应用钻孔、采样、试验等多种方法。钻

孔坐标由基准点引测,坐标系统为2000坐标系,引入国家于1985年颁布的高程基准文件。试验则在实验室内完成。

(三) 勘察结果

工程项目所处地区的勘察结果包括两条断裂规模较大,且切割深度较大的断裂层,历史资料中曾出现过一次中等强度的地震。含水层的岩性主要为寒武系中统灰岩,厚度在800m左右,区域内含有大量的岩溶裂隙,存在一定量的岩溶水。该地区降水丰富,降水渗透是地下水重要的补给来源,多年平均渗透量为 $1.58\text{m}^3/\text{s}$,地下水天然资料总量在 $12.5\text{m}^3/\text{s}$ 左右,孔隙水为 $2.8\text{m}^3/\text{s}$ 左右。提取地下水中水质,水化学类型主要为 $\text{HCO}_3-\text{Ca}\cdot\text{Mg}$,水质比较差,水中含有一定量的固形物,含量达到 $1425.63\text{mg}/\text{L}$ ^[3]。

地质勘察结果表明,该地区在30m深度内共计包含6个单元土层,冲积层的厚度在135m左右,分布的沉积物包括黏土、粉土、砂土。其中,粉质黏土主要为苏跳读,厚度在0.6m左右,掺杂一定量的砂石。工程地质单元在6m至9m1的范围内,含有大量的黄褐色及黑褐色的粉质黏土,呈现出流塑状,含有大量的地下水。

(四) 工程评价

工程评价主要判断勘察结果对工程项目的影 响,其中包括岩层稳定性评价、地下水性质评价等。场地稳定性评价是对工程所在地的地质和地貌特征进行综合分析和评估,以确定场地的稳定性状况。评价内容包括几个方面:

(1) 地质构造特征:包括断裂、褶皱、岩层倾角等,对场地的稳定性有重要影响。

(2) 地下水位和地下水动态:了解地下水位的高低及其变化情况,以及地下水对场地稳定性的影响。

(3) 土壤和岩石性质:包括颗粒大小、密实度、强度参数等,对场地的承载力和稳定性有重要影响。

(4) 地表形态特征:包括山体坡度、河流沉积物、岸线侵蚀等,对场地的滑坡、崩塌等地质灾害风险有影响。

地下水性质评价是对地下水的水质和水文特征进行评估,以确定地下水对工程的影响和利用潜力。评价内容包括以下几个方面:

(1) 地下水位和水文动态:了解地下水位的高低及其变化情况,以及地下水补给和排泄的水文特征。

(2) 地下水化学成分:包括溶解物质、重金属、有机物等,对地下水的饮用、灌溉等用途有重要影响。

(3) 地下水流动特征:包括渗透性、水流速度、流向等,对地下水补给和污染扩散具有重要意义。

(4) 地下水资源量评估:通过对地下水的开采量、补给量等加以评估,确定地下水资源的可持续利用性^[4]。

评价结果表明,该地区的地质结构具有一定的稳定

性,适宜公路项目建设,且地表形态的风险系数比较低,但工程所属区域属于富水区域,含有大量的地下水,公路工程项目建设可能存在不均匀沉降问题。同时地下水具有一定的腐蚀性,对加固桩基质量要求较高。

三、岩土工程地质勘察设计施工实践

(一) 钻探技术实践应用

钻探目的主要是提取岩层样品,依据勘察设计方案及相关标准要求,结合初步勘察结果,在钻探实践过程中确定设备类型。钻探过程中所使用设备钻杆直径为35,弯曲度为0.05%,贯入试验使用的设备为重量60kg的穿心锤,参数为24cm。控制操作期间的落距为7cm,钻探探头的直径为6.8cm,锤击次数标准为60次,角度为 50° 。钻探过程中,确设备平稳性、水平性,钻头垂直性应得到保障,偏差应控制在1%以内,偏差范围应控制在2cm内。按照设计方案要求,钻孔深度偏差应保持在1.5%以内,且采用随钻随测的方法,判断顶角是否在允许偏差范围之内。钻探期间,应注重使用适当的钻探设备和勘察工具,确保勘探过程的安全和高效。钻探设备的动力和承载能力应得到保证,能够满足不同地质条件下的勘探需求。钻探工具应具备良好的切削和取样性能,以获取准确的地质样品。同时,在钻探过程中,需要记录和检测一些重要的钻探参数,如钻孔直径、进尺深度、钻进速度、钻孔液使用量等。这些参数可以提供有关地质层位、土壤性质和岩石特征的信息,对于后续的地质分析和工程设计具有重要意义^[5]。

(二) 取样技术实践应用

取样过程中视钻进的深度采用不同的取样工艺。依据设计标准及要求,在地层比较低的前提下,技术人员使用锤击法采集勘察样本,在特定深度,使用取样器(如Shelby管)将土样取出。取样器插入土层后,旋转一定次数后,使用提升器将取样器抬出钻孔。在地质结构较深的情况下,采取回转取样方法,在取样器达到地面后,使用工具将取样器打开,取出土样,将土样编号和标识。钻孔样品的采集和保存要符合规范要求,以保证样品的完整性和代表性。岩心样品应按照地层顺序采集和保存,土样应分层采集,并做好标识和封存。采集的样品应妥善保存,并及时送交实验室分析。取样施工实践中,钻具和钻头应保持清洁,以避免污染土样。同时,在每个特定深度,记录相应的锤击数据和取样位置。期间,应保持取样器完好,确保取得的土样具有代表性。取样后的土样应妥善保存,并及时送交实验室进行分析和测试。

(三) 地质勘察结果编录

钻孔过程中应详细记录钻孔参数、地层信息、取样情况等,并编制钻孔记录和报告。钻孔记录和报告应包括详细的钻孔资料、地质描述、岩土层位、取样情况等内容,为后续的地质分析和工程设计提供可靠的依据。勘察结果的记录应符合一定的标准,以确保数据的准确

性和可靠性。期间，使用标准的勘察记录表格来记录勘察数据，包括钻孔编号、钻孔深度、地质描述、岩土层位、取样情况、水位高程、地下水水质等信息。勘察记录表格应包括所有必要的字段，以便清晰、系统地记录勘察结果。勘察完成后，绘制勘察图件，图件内包括钻孔平面图和剖面图。钻孔平面图显示钻孔位置和布设情况，剖面图显示地层分布和岩土层位。图件应按比例绘制，标注坐标、比例尺和重要的地质信息。在记录期间，技术人员应对每个钻孔做地质描述，包括地层名称、颜色、粒度、结构、含水性质等。地质描述应使用统一的术语和符号，以确保描述的准确性和一致性。地下水勘察完成后，记录地下水位观测数据，包括静态水位和动态水位相关数据。对于动态水位，应记录观测日期、时间和水位高程等信息。水位观测数据应准确记录，并与地质描述和钻孔深度相对应。同时，在报告中，记录取样的位置、深度、取样方法和取样器具。对于土样，应记录取样的分层情况和取样编号。对于岩心样品，应记录岩心的长度、完整性和编号等。为确保最终结果的可应用性，技术人员应将实验室分析结果与相应的勘察数据关联起来，进行土壤物理性质、岩石力学性质、水质分析等工作。实验室分析结果应准确记录，并与勘察数据比对和分析。

钻探技术在水文地质岩土工程地质勘察设计施工中起着重要的作用。合理选择钻探方法、科学布设钻孔、使用适当的设备和工具、记录重要参数、采集和保存样品，并编制详细的钻孔记录和报告，可提高勘察数据的准确性和可靠性，为工程设计和施工提供可靠的地质基础。

四、水文地质岩土工程勘察施工实践要点

（一）钻孔深度控制要点

在水文地质岩土工程勘察施工实践中，钻孔深度控制、勘探点间距布设和原位测试质量控制是确保勘察数据准确性和可靠性的关键要点。通过严格控制钻孔深度，合理布设勘探点间距，并开展高质量的原位测试，可以提供可靠的地质信息和工程参数，为工程设计和施工提供可靠的依据。根据工程设计和勘察要求确定钻孔的深度范围。深度范围应根据地质情况和工程需要合理确定。在钻孔过程中，技术人员要严格控制钻孔深度，确保达到设计要求的深度。期间可通过使用测深器等工具，实时监测和记录。本工程项勘察设计中考虑到目标地层可能存在波动变化情况，为确保勘察结果的准确性，适当调整钻孔的深度，并加强钻探过程中的实时动态监测，加强钻孔过程中的控制，以确保在目标地层内获取准确的信息。同时，为确保勘察期间钻孔深度的适宜性，在基层岩体结构较为均匀的情况下，适当减少了钻孔的深度，在地层较深，且素填土埋深较大的情况下，则增加钻孔的深度设计，以确保最终结果的准确性。

（二）勘探点间距布设要点

根据工程设计和勘察要求，合理布设勘探点的间距。间距应根据地质条件、工程特点和勘察目的科学规划。勘探点的间距应足够密集，以保证勘察数据的代表性和可靠性。一般来说，对于较大规模的工程项目，勘探点间距应在几十米到几百米之间。本工程勘察过程中，在布点上考虑到地层的复杂性，结合初探复杂程度分级，确定勘探点的间距。具体地质复杂程度分为三级，处于高复杂程度的地质勘察间距点布设在15m以内，处于中级复杂程度的地质勘察间距点布设在30m以内，处于低级复杂程度的勘察点间距布设在50m左右。在勘察过程中，建立标准的垫层网，采用网格化的测点布设方案，能够确保测量结果的全面性。

（三）原位测试质量控制要点

在原位测试（如标准贯入试验、静力触探试验等）时，要确保测试设备和工具的准确性和可靠性。设备和工具应经过校准和检验，并按照规定的操作程序使用。同时，在原位测试时，技术人员要严格按照测试标准和规程进行操作。确保测试过程中的参数测量和数据记录的准确性和一致性。对于原位测试数据，相关人员进行及时的质量检查 and 数据分析。排除异常数据，并对数据进行合理解释和应用。本工程在原位测试期间，按照设计方案严格控制落锤的重量及距离。

结论

综上所述，水文地质岩土工程勘察同时使用测绘+钻探+取样的施工方案，对地质结构、地下水分布、水文条件、不良地质分布范围有着详细的了解。设计中通过合理布点的方法，确定了具体的钻探范围，随后进行场地的稳定性及适宜性评价，设计具体的施工方案。在具体施工实践中，根据勘察结果，采用旋挖灌注桩加固地基，使得地基质量能够满足要求。

参考文献

- [1] 黄辉雄. 复杂地质条件下岩土工程勘察设计和施工的质量控制因素分析[J]. 西部探矿工程, 2023, 35(10): 1-3.
- [2] 刘俊慧. 预应力锚索锚固力损失机理分析及其在岩土工程中的应用[J]. 科学技术创新, 2023, (22): 158-161.
- [3] 薛荣, 李建丽, 吴昊. 复杂地质条件岩土工程勘察工作及相关技术介绍[J]. 石材, 2023, (10): 100-102.
- [4] 王龙, 万晓锋, 韩鹏. 物探综合方法在岩溶区岩土工程勘察和施工中的应用[J]. 西部探矿工程, 2023, 35(09): 1-4+11.
- [5] 张健. 岩土工程勘察中岩溶水文地质的问题及处理措施分析[J]. 冶金与材料, 2023, 43(07): 166-168.

作者简介：戴剑明（1977-），男，浙江象山人，本科，工程师，从事岩土工程工作。