

岩土工程勘察质量控制与评价模型应用研究

王 剑*

(中冀建勘集团有限公司,河北石家庄 050000)

摘 要:岩土工程勘察项目同其它工程项目一样,都将工程质量控制和质量评价作为重点内容来对待。随着各类大型工程的陆续开工,对岩土工程勘察质量的要求也越来越高。在运用事前、事中以及事后控制原理对岩土工程勘察质量影响因素进行分析的基础上,借助层次分析法确定各个影响因素的重要程度,为项目管理者对重点影响因素采取行之有效的措施提供了参考依据,促进勘察工作顺利完成。

关键词:岩土工程;勘察方法;质量控制;评价

中图分类号:P64 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2024)07-0016-04

岩土工程勘察分为三个阶段,即勘察的可研阶段、初步勘察阶段以及详勘阶段。岩土工程勘察项目工作既具有全面性特点又具有阶段性特点,不同阶段的勘察工作彼此之间并非独立而是前后连续的,通过对岩土勘察工作特性进行梳理后,将勘察项目结构分解为四级,第一级是岩土工程勘察项目,这一级主要明确项目类别,继而明确后续工作的种类,属于对勘察工作的定性。第二级是勘察内业和勘察外业^[1]。这一级主要是将野外作业和室内土工试验以及资料整理等工作区分开来。第三级是勘察工作,即上文提到的勘察三个阶段。第四级是勘察工作内容细分。这一级主要是根据需要将工作具体分为施测勘察点位、勘探、物探以及室内土工试验等。以上每一级都对岩土工程勘察质量具有影响,有的因素影响大,有的因素影响小,如何准确找出对勘察质量影响大的因素并采取行之有效的措施进行处理是岩土工程勘察质量控制的关键,接下来本文将对此进行分析研究。

1 岩土工程勘察质量控制

1.1 事前质量控制

岩土工程勘察事前质量控制阶段首先要通过技术质量部门论证并确定勘察技术方案,并对关键工作进行测试和试验,保证勘察工作的顺利开展。勘察作业正式开始前,要对勘察场地所在区域的气候环境进行深入了解,由于勘察过程中可能遇到各类环境问题,且此类环境问题无法避免,这就要求勘察施工前要根据

历史环境数据制定合理的工作进度计划安排,确保勘察工作在规定的期限内完成。此外,勘察施工前要做好机械设备进场道路的简单规划,保证勘察作业高效完成。

1.2 事中质量控制

岩土工程勘察事中质量控制的主要对象是人、机械和材料。其中人的因素控制主要是对现场作业人员进行安全技术交底,强化质量意识,监督检查现场施工人员的执行情况。对现场勘察用到的材料做好保管和检测,避免施工材料因保管不善出现受潮、受冻影响质量的情形出现。做好勘察土样的保管工作,保护勘察成果,如果勘察土样较多,现场不具备大规模土样保存环境,应将勘察土样当天随采集随送往实验室进行检测。对勘察现场使用的测量仪器、勘察取孔设备等要定期进行维修保养,按照规定时间做好仪器检测工作。此外,勘察施工过程中要根据周围环境的动态变化及时调整勘察技术方案和勘察工序,确保现场勘察工作受环境因素带来的不利影响降到最低。

1.3 事后质量控制

岩土工程勘察事后质量控制主要是对勘察结果进行准确客观的评价,在不同勘察项目的不断总结中提升勘察质量。事后质量控制阶段对勘察施工中表现优秀的员工要给予奖励,对优秀的材料供应商要及时纳入企业合作目录,对于自有设备要及时做好入库管理,对租赁的设备要及时解除租赁协议。勘察技术方案实

* 收稿日期:2023-02-27 修回日期:2023-02-27

作者简介:王剑(1997-),男(汉族),河北邢台人,助理工程师,现从事岩土工程勘察、设计与施工、地质灾害勘查设计与施工等相关工作。

施工过程中所遇到的问题和解决问题的措施要分类做好记录并归档,供后续同类型勘察项目借鉴使用。

2 层次分析法在岩土工程勘察质量评价中的应用

2.1 建立层次分析的结构模型

将决策的目标、准则以及对象按照彼此之间的关系划分成高、中、低三个层次,并绘出它们的层次结构图。其中决策目的是最高层、决策的具体方案是最底层、决策的准则因素为中间层。相邻的二个层级,目标层为高层级,因素层为低层级。综合施工质量主要影响因素和岩土工程勘察项目质量控制要点,将岩土工程勘察项目质量控制的关键影响因素分为4个维度,分别是项目团队因素、勘察设备及材料因素、勘察方法因素以及勘察环境因素。其中项目团队又设置了项目技术团队、项目施工团队、项目后勤保障以及领导作用4个详细指标;勘察设备及材料又设置了材料选择及采购、设备选型、设备操作以及设备维护4个详细指标;勘察方法又设置了野外勘察、室内试验以及管理策略3个详细指标;环境因素又设置了地质环境、气象环境以及作业区外部环境3个详细指标。

2.2 构造判断矩阵

层次分析法中如果采用定性的方法确定各因素间的比重,其结果是无法说明任何问题的。所以相关学者提出了一致性矩阵法。所谓一致性矩阵法是将所有元素进行两两比较来替代所有元素一起比较,采用统一的相对尺度来减少不同性质因素间的比较困难,继而提高比较的准确性。也就是对准则下的各个方案两两进行比较,其等级的评定按照方案的重要性程度来划分, a_{ij} 为要素*i*与要素*j*重要性比较结果,层次分析法的9个重要性等级及其赋值见表1。判断矩阵A具有如下关系:

$$A=(a_{ij})_{n \times n}; a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

表1 层次分析法等级划分及量化值作用

a_{ij}	赋值
<i>i</i> 和 <i>j</i> 相比如同等重要	1
<i>i</i> 和 <i>j</i> 相比稍微重要	3
<i>i</i> 和 <i>j</i> 相比较强重要	5
<i>i</i> 和 <i>j</i> 相比强烈重要	7
<i>i</i> 和 <i>j</i> 相比极端重要	9
<i>i</i> 和 <i>j</i> 相邻的中间值	2,4,6,8

2.3 层次单排序及其一致性检验

一致性指标用CI表示,CI数值越小,说明一致性越

高,反之亦然。一致性指标计算公式:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

式中: λ_{\max} ——判断矩阵最大特征值。

为衡量CI的大小,引入随机一致性指标RI:

$$RI = \frac{CI_1 + CI_2 + \dots + CI_n}{n}$$

由于随机因素的影响可以造成一致性的偏离,所以在确定判断矩阵是否具有理想的一致性时,要对CI和RI的数值进行比较,继而得出检验系数CR,公式如下:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

通常情况下,CR数值小于0.1,说明判断矩阵的一致性检验合格,反之亦然。层次分析法的权重(W)计算方式常用的有几何平均法、算术平均法、特征向量法和最小二乘法四种计算方法,本文采取算术平均法,也称为求和法,来计算各因素权重。其计算公式如下:

$$W = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}$$

判断矩阵的列数计算过程如下:将矩阵中的元素按照列来进行归一化计算,将归一化的矩阵各列数值相加;将相加后的向量除以*n*就可以得到相应的权重数值。在计算准则层因素权重基础上,再计算出单一准则层因素所包括的指标层因素的单层权重数值,将二者相乘即可得到该指标层的综合权重数值^[2]。

2.4 案例项目简介

某城市轻轨项目路线设计总长度为30.15km,区间内设有11座站台,相邻两座站台之间的最大距离为6.8km,相邻两座站台之间的最小距离为1.8km。11座站台有6座入地,5座高架,设计最高时速为120km/h,线路内设置一座综合指挥中心和—个车辆基地。

依据该轻轨项目的具体要求以及参考《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GA50307-2012)相关规范,决定采取多种勘察手段相结合的方式来完成此次勘察任务。勘察内容包括探井、物探、钻探以及原位测试等多种手段,对轻轨沿线的部分水样进行室内水质检验,对轻轨沿线重点区域土样和岩样全部做室内土工试验,获取准确数据。勘察沿线大部分区域埋设有地下管线,为了防止勘察机械对地下管线造成损害,勘察孔开孔采用人工开工,人工开挖到原状土层后再由机械进行钻孔取样工作。

2.5 工作结构分解情况

首先将勘察工作分解为内业工作和外业工作,外业工作主要是野外勘探,勘探机械钻孔取土样、人工挖探井以及现场施测点位等工作,外业工作相对辛苦,且需要较强的专业技能,应挑选能吃苦且具有丰富现场施工经验的员工去完成。内业工作主要是搜集资料、数据分析以及土工试验等,挑选责任心强的员工去完成。依据工作顺序的先后将勘察分为初步勘察和详细勘察两个阶段,勘察中使用了探井技术、钻探技术、物探技术以及原位测试技术等,其中物探技术包括电阻率测试、可视钻孔以及地温测试等;原位测试主要包括标准贯入试验、波速测试以及重型动力触探($N_{63.5}$)等多种方法。

2.6 三阶段质量控制原理的实际应用

2.6.1 事前控制

该轻轨工程勘察任务繁重,沿线有很多地下管线,事前质量需要控制的内容较多。首先在项目经理的主导下组建技术团队,团队应包括管理人员、测绘人员、工程地质人员、水文地质人员以及土工试验人员,保证技术团队人员组成的合理性,为勘察方案的设计和勘察方案的执行打下坚实基础。对即将入场的施工工人提供安全三级教育,培训内容签字归档。

根据勘察方案,勘察现场需要布置开孔直径130mm、终孔直径92mm的钻孔79个,需要使用型号为XY-150和XY-100工程钻机。由于轻轨各个站台间距离较远,勘察点位距离也较远,加上建设单位对工期要求严格,考虑所有站点勘察点位同时施工,这时候单位自有的工程钻机数量不足,综合分析后决定租赁5台XY-150型钻机和3台XY-100型工程钻机。对勘察作业需要用到的DDC-9电子自动补偿仪、LVDWZ-30智能型土壤温度测试仪、智能型钻孔电视成像仪以及土工试验用到水质分析仪、三联固结仪等仪器精度进行校验,权威检测机构出具校验合格证明后方可使用。

2.6.2 事中控制

事中控制阶段对人的管理主要是定期检查勘察现场施工的规范性,对不规范性操作给予及时正确的指导。对机械的管理主要集中在设备维修保养方面,保障设备的正常运行。落实设备责任人制度,固定设备出了问题直接找责任人落实,有效地降低了机械设备的非正常运行和小型设备丢失问题。对材料的管理主要是集中封孔砂浆强度检测,满足要求后方可使用。岩芯土样摆放要按照由浅层至深层、先上后下、从左到

右的标准。岩芯分别装箱存放,现场取的水样和土样按照要求送到指定实验室检验。

2.6.3 事后控制

事后控制阶段主要是对施工现场未使用的材料进行清退或者保存入库,留作他用。单位自有设备维修保养后转入下一个勘察项目或者拉回基地,租赁设备及时归还并结清租赁尾款。对勘察施工过程中产生的所有记录、实物照片、试样移交清册等记录文件进行归档并保存。对现场施工所遇到的问题及处理措施进行总结归档。

2.7 层次分析法在岩土工程勘察质量控制中的实际应用

邀请10名岩土勘察界的资深专家对准则层4个因素进行分析打分,继而形成准则层4个因素重要度判断矩阵,详见表2。

表2 准则层4个因素重要度判断矩阵

准则层	项目团队	勘察方法	勘察环境	勘察设备及材料
项目团队	1	2	4	2
勘察方法	1/2	1	2	1
勘察环境	1/4	1/2	1	1/2
勘察设备及材料	1/2	1	2	1

构建矩阵如下:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 2 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1 \\ 1/4 & 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

将准则层构建的矩阵按照2.3节所述计算方法进行计算,计算出准则层中项目团队的权重为0.45;勘察方法的权重为0.22;勘察环境的权重为0.11;勘察设备及材料的权重为0.22。并求得CR值为0.0028<0.1;一致性检验结果合格。10位资深行业专家再对14个指标层元素进行相互比对打分,然后形成数字判断矩阵。指标层计算方式和步骤与准则层相同,最终计算出岩土工程勘察质量影响因素综合权重数值,详见表3。

从表3中可以看出,岩土工程勘察质量的4个影响因素中,项目团队的比重为0.45,在所有因素中占据主导地位。在项目团队指标层中项目技术团队和项目施工团队的综合权重均为0.153,继而确定了项目团队在建设过程中要给予技术团队和施工团队足够的重视。

勘察方法的所有指标层中野外勘察的单层权重为0.51,所以在勘察施工方法研究中,勘察技术团队要格

表3 指标层14个因素综合权重汇总表

准则层	权重	指标层	单层权重	综合权重
项目团队	0.45	项目技术团队	0.34	0.153
		项目施工团队	0.34	0.153
		项目后勤保障	0.14	0.063
勘察方法	0.22	领导作用	0.18	0.081
		野外勘察	0.51	0.1122
		室内试验	0.26	0.0572
		管理策略	0.23	0.0506
勘察设备及材料	0.22	材料选择及采购	0.16	0.0352
		设备选型	0.36	0.0792
		设备操作	0.36	0.0792
		设备维护	0.12	0.0264
环境因素	0.11	地质环境	0.41	0.0451
		气象环境	0.41	0.0451
		作业区外部环境	0.18	0.0198

外注意野外勘察方法,岩土工程勘察中的野外现场勘察是勘察施工中的重要环节,是进行各项土工试验的基础,室内试验要获取准确的勘察数据,野外勘察环节就要获取符合试验要求的岩芯岩样、土样以及水样,业务勘察的有序进行保证了勘察施工整体平稳运行。

勘察设备及材料的指标层中设备选型和设备操作的综合比重均为0.0792,远大于材料选择及采购的综合比重,这主要是因为岩土工程勘察过程中所涉及到的材料较少,这也是岩土工程勘察施工区别于其它施工的地方。换言之,岩土工程勘察在确定勘察方法后

的主要工作是进行勘察设备的选择,只有适合勘察方法的勘察设备才能保证勘察工艺的顺利进行,才能保证勘察进度按照计划实现。

环境因素指标中地质环境和气象环境的单层指标均为0.41,可见气象环境因素对勘察质量的影响也比较大,毕竟勘察野外作业大多数都是露天作业,季节性天气或者间歇性降水都会对勘察施工造成一定影响。勘察阶段要对勘察区域地质环境进行详细分析,排除不良地质构造、不良水文环境以及不良地貌对勘察质量的影响,还要时刻关注天气环境变化,对雨水天气要采取防护措施,将不良天气对勘察质量带来的影响降到最低。

3 结语

岩土工程勘察质量的影响因素众多,通过层次分析法可以较好地捋顺各类影响因素的重要程度,便于岩土工程勘察项目管理者分清主次,对重要影响因素给予足够关注,采取行之有效的应对方案,保证岩土工程勘察项目各个阶段平稳运行,同时也保证岩土工程各个阶段的施工均处于有效的监督管理中,最终保证勘察质量。

参考文献:

- [1] 马承武.岩土工程勘察的质量控制因素探析[J].全面腐蚀控制,2022,36(7):62-63.
- [2] 何辉祥,蔡长发.岩土工程勘察质量的提高管控方法探讨[J].四川地质学报,2021,41(4):682-687.
- [3] 江思义,刘昶,邹仁辉,石覃剑,李海良,白世贤.基于GIS的贺州市平桂区地质灾害气象预警研究[J].资源信息与工程,2022,37(5):79-82.
- [4] 杨智琴.山西省地质灾害气象预警模型探讨[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):117-121.
- [5] 郭富赞,宋晓玲,谢煜,孟兴民.甘肃地质灾害气象预警技术方法探讨[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):127-133.
- [6] 魏平新,李秀娟.广东省突发性地质灾害气象预警实践[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):138-144.
- [7] 周扬.略阳县地质灾害气象预报预警[D].长安大学,2013.
- [6] 丁伟翠,杨强,王爱军,高幼龙,杨秀元,李强.陇东黄土区地质灾害气象预警方法与应用——以泾川县为例[J].地球信息科学学报,2011,13(6):811-818.
- [7] 周玉才,雷万荣,余广文,唐春梅,程志华.江西省地质灾害—气象预警预报系统研究[J].中国地质灾害与防治学报,2008(2):67-70,75.
- [8] 鲜鹏辉.临潼区地质灾害气象预警研究[D].西安科技大学,2006.
- [9] 徐玉琳,孙国曦,陆美兰,理继红.江苏省突发性地质灾害气象预警研究[J].中国地质灾害与防治学报,2006(1):46-50.
- [10] 江思义,李春玲,李海良,梁耀成.基于GIS的广西北流市地质灾害易发性分区评价[J].矿产勘查,2020,11(6):1314-1320.
- [11] 吴秋菊,黄雪绒姿,李荣辉,何令祖,刘伟.北流市典型小流域山洪地质灾害成因分析[J].决策探索(中),2019(11):21-24.

(上接第15页)

警预报,对北流市地质灾害防治具有实际意义。