

工程勘察若干重点技术问题

潘宏毅

湖南省国土空间调查监测所

摘要：本文从湖南省内区域地质特点和工程经验出发，简要地对工程勘察文件所涉及的若干重点专业技术问题进行了经验性的归纳，包括任务来源及准备工作、勘探工作量布置和外业工作要求、工程勘察若干重点技术问题、其他专业技术问题等方面内容的阐述，并指出工程勘察是工程建设的先遣队、侦察兵和参谋，是工程建设项目前期基础性保障，也是工程建设成败之关键。

关键词：工程勘察；经验性；重点；专业技术问题；关键

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.026

一、引言

工程勘察是依据工程设计任务的要求，查明和分析评价建设场地的地质环境和岩土条件，编制勘察文件活动的总称，是工程建设的先遣队、侦察兵和参谋，是工程建设项目前期基础性保障，也是工程建设成败之关键。本文试图从湖南省内区域地质特点和工程经验出发，简要地对工程勘察文件编制所涉及的若干重点专业技术问题，进行经验性的探讨。

二、任务来源及准备工作

国家建筑法规定，必须先勘察、后设计，再行施工，而勘察之前需进行现场踏勘，必须先签订勘察合同或取得中标通知书，目前行政主管部门在检查中还要求填写勘察总费用相当于2002年《工程勘察设计收费标准》（计价格[2002]10号文）的几折，一般技术人员也很难知晓如何进行计算或估算，在湖南地区可依具体地层情况来估算2002年版收费标准的综合单价（建议取380-450元之间较妥）。据传，江苏某市率先出台要求勘察承揽价不得低于某个规定的最低限价的政策，如低于该限价时则视为“低于成本价竞争”。同时，必须取得工程勘察任务书（设计资料），根据工程不同设计阶段（可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察、施工勘察等）的要求来搜集相关地质环境资料，最好还取得设计单位出具的勘察任务书意见确认函，最后才编制勘察纲要，进行勘察工作。对于勘察任务书一定要仔细阅读，查看勘探点布置是否合理或满足规范要求，所有的单位工程是否都有布孔；除一般、通常要求外，弄清楚还要干哪些专门的工作，比如抗震设防类别是否为乙级及以上，是否要做波速测试，是否要做土壤视电阻率（用于判定土对钢结构的腐蚀性），否要做场地土壤氡浓

度测试，室内试验否要做击实试验（CBR试验）、土的室内渗透试验、用于液化判定的粉土黏粒（粒径小于0.005mm的颗粒）含量试验、三轴试验、膨胀试验、岩石抗剪强度试验，是否需要滑带土层的峰值强度和残余强度等。勘察纲要注意不要违反强条，如附近参考地质资料、需解决的主要技术问题、勘探完成后用什么材料和方法回填钻孔、质量安全保证措施和环保措施、拟投入的人员和仪器设备、工期及进度计划、勘探点平面布置图、施工验槽服务、样品存储保护和运输要求等很容易遗漏和疏忽。

此外，还应准备和检查勘察作业人员的上岗证件，检查安全用品和安全防护是否符合要求，现场安全隐患是否消除，班组人员配备是否合理，勘察业务是否超越本单位资质，钻探及试验检测劳务分包是否符合规定，项目负责人是否对现场作业人员进行安全技术交底。

三、勘探工作量布置和外业工作要求

所有的单位工程都应当有布孔，否违反强条，如堤坝工程坝肩部分、重大设备基础应布置勘探点。取土样孔及原位试验孔之总和 \geq 总孔数的1/2；控制孔 \geq 勘探孔总数的1/3。当有场地附近参考资料时应将覆盖层厚度的佐证资料附在报告中备查。勘探工作完成后，用规定材料和方法回填钻孔。施工现场要求对每一个钻孔进行技术交底，告诉机长所有钻探工作要点、施工顺序和质量安全要求。现场标准贯入试验、动力触探试验、水文试验、波速测试、钻探施工以及取样等工作必须要有原始记录，其中钻探施工原始记录必须按回次填写（每个回次不能超过3m），不得追记或漏记。室内土工试验必须有送样或接收单、开土记录、试验过程等原始记录，对于外委还要有外委分包合同等。

对于边坡工程、高层建筑或嵌岩桩，每层岩层的试样不应小于9组，注意不要遗漏强风化基岩；基坑工程勘察深度宜为开挖深度的2~3倍；勘察的平面范围宜超出开挖边界外开挖深度的2~3倍。当素填土厚度大于3.0m时，应取样进行重度和抗剪强度试验。

当碎石土的平均粒径 $>50\text{mm}$ 或最大粒径 $>100\text{mm}$ 时，可将重型圆锥动力触探（ $N_{63.5}$ ）调换成超重型圆锥动力触探（ N_{120} ）进行试验。

四、工程勘察若干重点技术问题

工程勘察报告应包括拟建工程概述、勘察目的和任务要求、依据的规范规程及标准、勘察等级、工作布置和勘察方法、场地位置、地形地貌、区域地质构造、气

象水文、地层岩性、室内岩土试验和原位测试情况及统计、各岩土的物理力学性质指标，水文地质情况、地下水水位及其年变幅、土和水的腐蚀性评价、地震效应、不良地质、特殊性岩土、场地稳定性和适宜性、环境工程评价、基础选型分析及持力层选择、岩土工程分析评价、地基均匀性评价、基础选型分析、成桩可能性分析、地下水对桩基施工（设计）的影响、桩基施工对环境影响的评价、基坑工程、边坡工程、地基处理建议、危大工程风险评述、地质风险提示、基础设计与施工注意事项、建筑变形特征分析、场地溶洞处理、天然建筑材料或料场、结论与建议、相关图表及附件等。具体编制文件时尚须重点注意下列技术问题：

所依据的技术标准必有《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021、《中国地震参数区划图》（GB18306-2015）、《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003-2021、《工程勘察用规范》GB55017-2021等四个强制性规范；完成实物工作量统计表下面的附注尚需说明完成室内试验的单位、现场见证单位、所使用的坐标系和高程基准体系、可追溯测量控制点的情况、计划任务的完成情况、钻孔回填情况、可取原状样的总孔数量等。

地层岩性需描写场地基岩的产状；原位测试和室内试验统计中，如有变异系数大于0.3的则需要剔除异常数据后重新计算和统计，直至该变异系数小于0.3。如推荐人工挖孔桩，则应说明“该桩型已限制使用，建议谨慎采用”。

应查明地下含水层和隔水层的埋藏条件，地下水类型、水位变化幅度，地下水的补给、径流、排泄条件，并应评价地下水对工程的影响。地下水的总矿化度是指地下水所含各种离子、分子和化合物的总量（以每升中所含克数表示），注意水矿化度计算时重碳酸根离子只取其一半计算。

对于水样要及时提取和送样，而待钻孔全部打完后再取水样进行室内试验是欠妥的，因为取水样孔的钻探施工时间与工地钻孔全部打完后取水样的时间往往相间5~15日或更长，而钻探施工中常常需要下套管，隔这么长的时间套管是不容易拨出的，那么待钻孔全部打完后取水样的话则样品的质量难以保证。应提出或评价水和土的腐蚀性、场地水文地质条件复杂程度、地下水位的年变化幅度值、地下水的补给、径流、排泄及动态特征以及水文地质参数。

地震效应评价主要包括场地土类型及场地类别划分、抗震设防烈度、地震液化及抗震地段划分。对于不利地段，应采取有效的消除措施，否则应进行场地避让。当同一建筑物跨越不同场地类别时，应按偏不利情

况设计。当场地土层剪切波速 $\leq 150\text{m/s}$ 的土层厚度 $> 15\text{m}$ 时，即划分为对抗震不利地段。条状突出的山嘴、高耸孤立的山丘是指工程位于土质、岩质且高耸突出（两侧或四围地形很低）的边坡的上缘时（划为对抗震不利地段）。陡坡、陡坎、河岸和边坡的边缘是指工程临近土质边坡（含强风化）的上缘时（划为对抗震不利地段）。当工程位于边坡下缘，边坡在地震作用下如可能产生滑坡、崩塌等地质灾害，则属于危险地段。当工程位于边坡上缘时，当土质边坡（含强风化）高度超过5m、岩质边坡高度超过20m时建议划分场地为对抗震不利地段。场地稳定性、适宜性评价应与场地抗震地段划分相匹配。

岳阳市的湘阴县、汨罗市为7度，0.10g，第二组；岳阳楼区、岳阳县为7度，0.10g，第一组。常德市的武陵区、鼎城区为7度，0.15g，第一组；安乡县、汉寿县、澧县、临澧县、桃源县、津市市为7度，0.10g，第一组。上述地区项目的场地位置应写述到乡镇人民政府或街道办事处所在地。湖南省其他县市区均为6度，0.05g，第一组。饱和的砂土或粉土可以根据其黏粒（粒径小于0.005mm的颗粒）含量判定，即7度地区不小于10%时，可判为不液化土。

抗震设防类别为特殊设防类（甲类）、重点设防类（乙类）的建（构）筑物、10层和高度30m以上的抗震设防类别为丙类的建筑、医院、学校、高层建筑、危险品仓库和加油站等需要做岩土层剪切波速测试。

岩体结构面和边坡的走向、倾角关系可用来判定边坡稳定性。当结构面和边坡的走向一致、倾向相反时为稳定结构。当结构面和边坡的走向、倾向均相同，但结构面倾角 \leq 坡角时为不稳定结构。当结构面和边坡的走向、倾向均相同，且结构面倾角 $>$ 坡角时为基本稳定结构。

基坑工程勘察时，勘探点间距15m~30m，每个侧边的剖面线不宜少于3个点，开挖边界线外1倍~2倍开挖深度范围内布置适量勘探点；勘探点的深度不宜小于基坑开挖深度2倍，要求穿过软弱土层和饱和砂层；重点注意其周侧填土层的分布情况。目前，地下室抗浮设防水位总的来说仅是一个抗浮工程设计的条件因数，是个“预估”的水位，所以各种规范也没有对此进行严格或定量的规定，而实际操作中极易引起误解和争议，甚至形成安全隐患；目前诸多问题尚需研究完善，从解决工程实际问题及工程安全角度出发，建议地下结构的场地抗浮设防水位提高至室外地坪标高处或室外地坪标高以下0.50m较妥。当基坑出现坍塌危险报警后应当立即在基坑底脚进行堆载、反压护壁；在有条件时进行坡顶卸载（主动式）及坑内支撑（被动式）。

不良地质作用和地质灾害主要包括岩溶、土洞、采空区、采空塌陷、岩溶塌陷、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、地面沉降、地裂缝、活动断裂、不稳定斜坡、有害气体等。

特殊性岩土主要包括填土、湿陷性土、软土、混合土、红黏土、多年冻土、盐渍岩土、风化岩、膨胀岩土、残积土、污染土。特殊性岩土的勘察应查明特殊性岩土成因、类型、分布、发育程度及其工程影响，测定岩土的特性指标，提出处理措施建议。红黏土主要特征是上硬下软、表面收缩、裂隙发育、遇水软化、失水收缩强烈，常有地裂现象。红黏土地基压缩层范围内岩土若全部由红黏土组成为均匀地基，如由红黏土和岩石混合组成则为不均匀地基。注意，红黏土的次生矿物是由母岩土经化学风化而来，必有化学成分的变化；而原生矿物必定没有化学成分的改变。

风化岩和残积土应特别注意其层厚变化大、分布不均，可能含有夹层、球状风化体、孤石或溶洞等特点。

注意复核岩土参数是否齐全，如重度 γ 、凝聚力 C 、内摩擦角 ϕ 、地基土水平抗力系数的比例系数 m 值（单位为 MN/m^4 ）、边坡岩体等效内摩擦角 ϕ' 、承载力特征值 f_{ak} 、抗拔系数 λ 、渗透系数 k 、压缩模量 E_s 、挡墙基底与岩土层的摩擦系数 μ 、边坡允许放坡坡率（高宽比）、桩的极限侧阻力标准值 q_{sk} 、桩的极限端阻力标准值 q_{pk} 、负摩阻力系数 ξ_n （如有）、岩土层与锚固体极限黏结强度标准值 f_{rbk} 或 q_{sk} 、加州承载比（CBR值%）、抽水（试验）井影响半径 R 、抗浮设防水位；还有基坑与边坡工程安全等级、路基干湿状态、场地水文地质条件复杂程度、岩层产状和结构面参数、抗剪强度的试验方法、土石工程分级、危大工程风险评述、工程地质风险提示、勘察成果质量评述、建议用现场载荷试验校核持力层强度参数、桩基检测方面的建议、人工挖孔桩桩型已限制使用的提示、补充勘察建议等。

五、其他专业技术问题

当桩周土层产生的沉降超过基桩的沉降时即引起下拉荷载，称之为“负摩阻力”；堆填时间10年以下的填土要考虑其负摩阻力，对于挤土桩，取较大的负摩阻力系数值，对于非挤土桩，取较小值的负摩阻力系数值。当填土底面的坡度大于20%时，应根据场地地基条件评价其稳定性。当中高压缩性地基，当某个持力层底面或相邻基底高程的坡度大于10%时，应判定为不均匀地基。

若采用机械旋挖桩时，如果遇到场地岩石较硬，一般机具旋挖成孔困难，则可采用超大功率削岩机械施工或水磨钻方法。

对比勘察的要点是在原钻探位置进行一定数量的对

比勘察钻探，孔数量可协商确定，一般也不需要取样试验。

土石方勘察的要点是钻探孔按15-20m的方格网布置，钻探深度宜钻至场地整平标高以下1m处（若为填方区则钻到地面以下5m），遇岩石时需要取岩样（取岩样孔数量一般要达到可取岩样孔总数的1/3），土层及地下水可以不取样。

六、结语

勘察是一种探索性很强的工作，具有很强的综合性，涉及的专业知识及标准规范繁多，而且涉及的通用规范的强制性条文也较多，在新的全文强制性规范实施后，大部分旧强条都已废止，但并不等于旧强条本身就作废了，它仍然适用，只是不再是强条了。工程勘察还包含了众多综合性的专业技术、措施，专业技术工作者首先要熟悉和了解强条规定、掌握专业知识和工作方法。在实际当中，许多勘察报告违反、遗漏、疏忽了强条或其他一般性条文，或违背岩土专业基本原理，导致概念错误、现场判断失误，甚至于酿成工程事故或造成经济损失。为此，我们专业技术工作者应当不断扎实学习专业知识、掌握标准规范内容，既遵循岩土专业基本原理和标准规范，又不失推崇理论升华和事业创新，以期打开工作局面、开拓市场。本文对工程勘察类重点勘察专业技术问题进行了一番归纳，纯属个人经验性的总结，只是期望能起到一个抛砖引玉的作用；因个人水平所限，当中不当之处在所难免，还望同行、专家和老师们不吝赐教。

参考文献

- [1] 武威, 李耀刚, 郭明田等. 工程勘察通用规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021: 2-23
- [2] 黄强, 高文生, 张建民等. 建筑与市政地基基础通用规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021: 7-8
- [3] 黄世敏, 罗开海, 王亚勇等. 建筑与市政工程抗震通用规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021: 3-9
- [4] 黄强. 勘察与地基若干重点技术问题[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001: 70-89
- [5] 郭明田等. 岩土工程勘察和地基处理设计文件常见问题解析[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021: 3-91
- [6] 李仲秋, 吴其芳, 聂如松, 梁金国. 2020年湖南注册岩土工程师继续教育培训资料[M]. 长沙: 湖南省勘察设计协会编, 2021: 94-136
- [7] 雷用, 刘兴远等. 建筑边坡工程百问[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014: 142-146
- [8] 郑生庆, 郑颖人, 李耀刚等. 建筑边坡工程技术规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013: 22-23