



水运岩土工程勘察纲要编写要点解析

董教社, 张文卓

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

摘要: 如何编写好有针对性的勘察纲要关系到能否高效、优质地完成勘察工作, 这就要求岩土工程师不但要有扎实的专业知识, 而且要深入了解设计意图, 加强与设计沟通, 把隐含信息挖掘出来, 了解勘察目的; 在充分收集和分析相关资料、进行现场踏勘的基础上, 根据工程基础的性质, 合理布置钻孔, 确定孔性、孔深, 有针对性地安排土工试验项目; 勘察纲要在具体实施过程中应根据现场具体的地质条件变化动态调整, 使其始终起到指导作用。

关键词: 勘察纲要; 钻孔孔性; 土工试验; 动态调整

中图分类号: U 652

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)10-0229-05

Main points on compilation of good geotechnical investigation outline in port and waterway engineering

DONG Jiao-she, ZHANG Wen-zhuo

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

Abstract: In order to implement the geotechnical investigation work efficiently and with high-quality, it is necessary to write a good targeted guideline. The geotechnical engineer should not only have the profound professional knowledge, but also understand the design intent, strengthen the communication with the design, find out implied information in the design, and understand the investigation purposes comprehensively. Based on the analysis of relevant geotechnical data collected nearby and field reconnaissance, borehole position, hole depth should be reasonably arranged according to the characteristics of the engineering foundation, and the items of soil test should also be set targeted for the project. The investigation guideline in specific implementation process will vary according to the geological conditions of the site, thus specific dynamic adjustment shall be carried out accordingly, so that it will always play a guiding role in the investigation.

Key words: investigation outline; drilling hole property; soil test; dynamic adjustment

水运工程勘察项目, 由于其勘察成本高(船费、设备调遣费相对较大), 受自然气候条件影响大, 特别是海上, 所以编写好勘察纲要, 使之能更加科学合理指导勘察工作意义重大。现结合笔者长期从事水运工程勘察的经验和心得, 浅谈编写好勘察纲要的想法和意见, 供同仁参考。

1 深入了解设计意图和工程基础性质

根据勘察阶段, 了解各拟建建(构)筑物的

基础性质, 研究设计提供的基础形式和平面总图(含地形), 把隐含的信息和岩土工程问题解读出来, 对编制有针对性的勘察纲要意义重大。现结合近年来审阅的水运工程勘察项目勘察纲要, 就编写中存在的问题进行解析。

1.1 加强沟通以全面了解设计意图

一般情况下水工设计人员根据建(构)筑物的性质提出勘察技术要求, 或根据工程的需求和有关规范的规定粗略的布置好勘探孔, 但是提出

收稿日期: 2013-08-10

作者简介: 董教社(1969—), 男, 高级工程师, 注册土木(岩土)工程师, 注册监理工程师, 主要从事岩土工程勘察、检测、监测以及监理工作。

的技术要求岩土工程师不一定都能直观、全面地了解，难免会在相互意图的理解上出现偏差，而加强沟通，了解设计意图是解决问题的关键。如张家港港18#泊位集装箱码头工程，设计人员在工程勘察技术要求中只提到码头、引桥采用高桩梁板结构，并布置了勘探孔，除要求提供与水工桩基有关的设计参数外，还提出“提供十字板强度指标，并对岸坡稳定性进行分析”的要求，提供的总平面图（附钻孔）见图1。

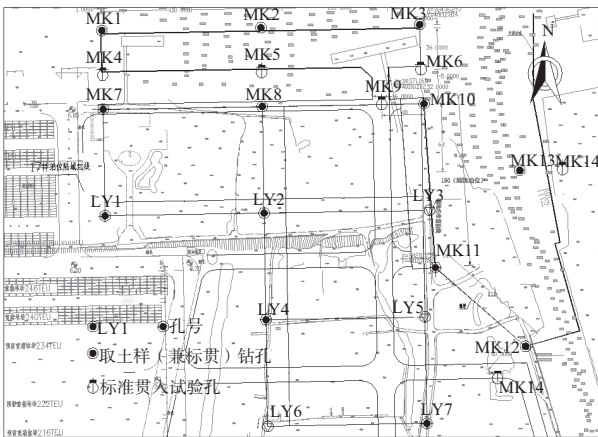


图1 张家港港18#泊位集装箱码头工程总平面

设计对平面方案布置交代相对模糊，对陆域未完全明确具体拟建建（构）筑物，进而纲要中拟定勘察报告第三章节仅为“拟建场区地基土

的分析与评价”，具体目的性和方向性不明确；而仔细分析设计的总平面（附钻孔），不禁会产生以下疑惑：MK7、MK8、MK10~MK14以及LY1~LY7钻孔布置什么目的？岸坡稳定性分析是指什么岸坡？带着这些问题，经过与设计人员进一步沟通，对设计意图有了全新的认识：除码头、引桥等主要水工建（构）筑物外，还有板桩驳岸和陆域堆场，这样也就不难理解上面3个疑惑了，于是对原来含糊不清的勘察方案作了进一步修改，对拟定的第三章节内容作了相应的修改和细化：除进行码头、引桥桩基工程地质条件评价外，增补了对拟建板桩驳岸、堆场以及港池疏浚工程地质条件评价，增加板桩驳岸的稳定性分析，使得勘察纲要内容更加充实和具有针对性。

1.2 挖掘隐含的勘察信息

设计提出的勘察技术要求中往往隐含了一些信息，岩土工程师应该把隐含的信息解译出来，这对高质量地完成勘察工作十分重要。比如张家港港18#泊位集装箱码头工程中板桩驳岸的港池区，地形图上显示的泥面高程仅为-1.5~0.0 m（吴淞高程），显然不能满足船舶全天候停泊的需要，其中就隐含着对拟建港池区疏浚工程地质条件评价的重要信息；莆田光化港区涵江作业区

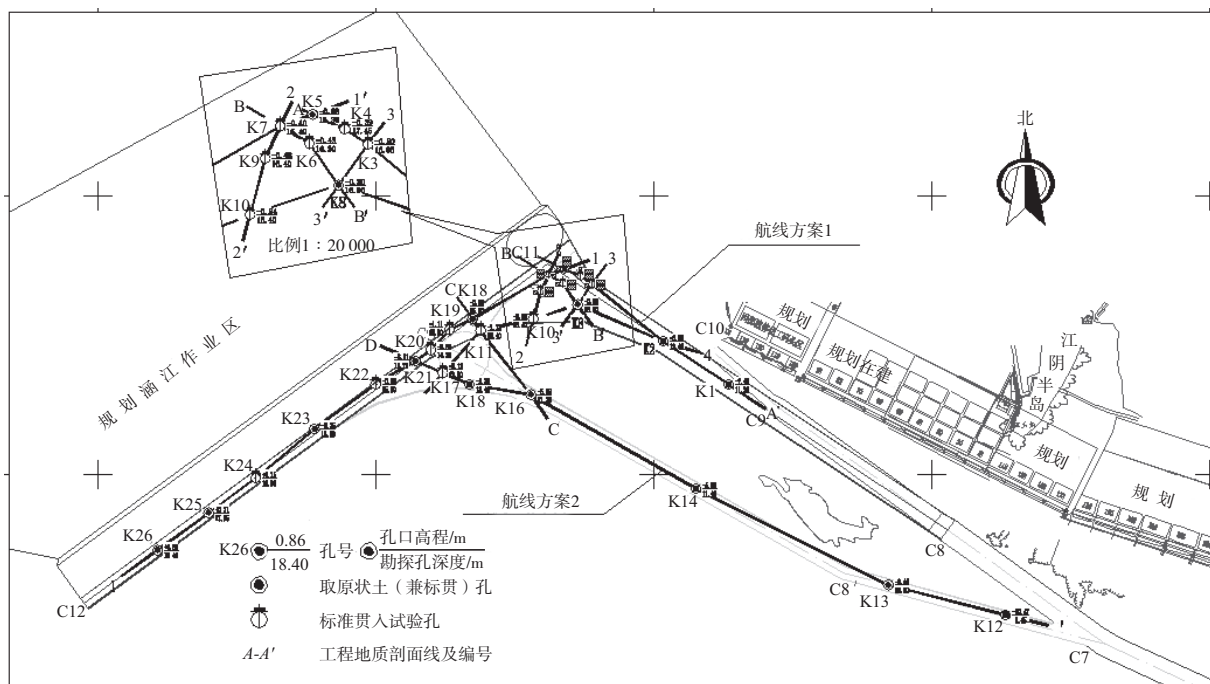


图2 莆田光化港区涵江作业区5万吨级进港航道工程总平面

5万吨级进港航道工程,设计仅提供总平面图(附钻孔,见图2)和土试要求,勘察技术人员往往不再深入思考,编写勘察纲要时,仅是笼统地了解航道浅部岩、土层分布情况,为工程可行性研究提供地质依据,但是从图2中,不难发现进港航道除共同的进港段外,图中标识航线方案1和航线方案2,显然设计的目的是对方案比选:根据2个方案区地基土各自的工程地质性质特点进行分析比较,为工可设计方案比选提供岩土工程方面依据。又如洞头县状元北片避风港改造工程,拟建防波堤,采用桩基础,隐含一个信息是无需考虑岸坡稳定性及其相关问题。

1.3 全面解析勘察目的

根据勘察阶段的不同,有针对性地确定相应的勘察目的。不同勘察阶段分析和评价各有侧重:可行性研究阶段勘察的重心是评价场地的稳定性和建筑的适宜性,考虑的是场区的宏观问题,找出可能存在的重要工程地质问题,分析评价其对场地适宜性和稳定性的影响,注重的是工程地质方面的问题,解决的是可行性问题;而施工图阶段的勘察主要是针对各拟建(构)筑物单体,提供基础设计和地基处理的意见、不良地质现象防治等所需的岩土参数,提出设计、施工中应注意的问题和建议,预测工程使用期可能发生的岩土工程问题,并提出监控和预防的措施,考虑的是各建(构)筑物单体的具体问题。初步设计阶段勘察岩土工程评价介于可行性研究与施工图设计阶段勘察两者之间,主要是分析场区内各个区段的地质特点及稳定性、适宜性评价和有关岩土工程评价。往往部分岩土工程师在编制不同阶段的勘察纲要时,经常使不同勘察阶段的勘察目的没有针对性,编制纲要大同小异,直接影响勘察效果。

2 勘察方案的合理编制

2.1 收集有关地质资料,进行现场踏勘

在每个勘察项目的准备阶段收集已有资料是不可或缺的,通过对收集地质资料的分析、研究,达到明确勘察重点、合理布置勘察任务的目

的;同时现场实地踏勘也是十分必要的,对制定勘察施工方案的可行性有重要的作用,了解场地的工程地质条件与施工条件,据此编制的勘察纲要,对勘察工作才有真正的指导意义。

2.2 合理布置勘探孔

在勘探孔的布置中,岩土工程师应充分理解设计意图,若设计人员已经布置了勘探孔,应从岩土工程勘察角度看是否科学、合理和可行,是否符合现行规范、标准和规程的相关要求,若有疑义,应及时与设计人员沟通,提出修改意见,并得到设计人员的确认;若设计人员未具体布置勘探孔,岩土工程师应根据拟建建(构)筑物的具体基础性质,在满足相关规范的前提下,以经济、合理的原则布置勘探孔。

2.2.1 合理布置勘探孔的位置

在水运工程勘察中,对拟建建(构)筑物的基础形式、结构以及拟建物平面布置的充分了解是合理布置勘探孔的前提,特别应注意码头、引桥区有斜桩方案时,考虑到桩的倾斜一般为 $1:4 \sim 1:5$,宜根据桩可能的入土深度,确定斜桩端的外扩位置,就宜沿码头面总平位置适当外扩布置勘探孔,对基岩及其风化层分布的地区尤为重要;如镇江大港四期工程,桩长一般为45 m左右,根据设计方案,一般每排靠近码头外边沿的第二根桩开始采用斜桩,其顶端距码头边缘为5.0 m左右,桩端在水平方向伸至码头边缘外4 m左右,由于本场地基岩面变化较为复杂,有针对性的沿码头前后沿外扩4 m布置勘探孔就更有针对性,更科学、合理,后来的施工也证明了这一点。另外,如拟建码头为浮码头时,勘探点应该布置在连接浮码头的重力式基础、墩式基础或桩基础处。

2.2.2 合理确定钻孔孔性

根据工程的性质,科学、合理的布置类型不同的钻孔,有利于全面了解拟建场地各地基土的特性;每个水运工程项目应根据各自的具体工程特点、性质来确定。如高桩梁板结构码头和引桥工程,孔性一般为取原状土孔和标准贯入孔,水上静力触探孔实施难度大,成本高,一般不予

布置,但可考虑在后引桥水深相对较浅、水流相对较缓的区域适当布置静力触探孔;围堤以及防波堤(重力式)工程,由于设计需要岸坡稳定性指标,一般除考虑取原状土孔,标准贯入试验孔外,若有软弱黏性土发育时,还应适当布置十字板剪切试验孔(图3),获取较为可靠全面的设计参数。陆域形成区(包括堆场),若成陆之前勘察,且属浅滩地带,除考虑取原状土孔和标准贯入试验孔外,条件具备也可考虑适当布置水上静力触探试验(图4);若成陆之后勘察,且土层条件允许的话,则可考虑取原状土(兼标贯)钻孔和静力触探试验孔对半分配,若土层分布相对稳定,且以松软细粒土为主时,则可考虑静力触探试验孔比例相对提高,但是不能超过总孔数的2/3。码头后方配套设施区(土建单体),则应按国家和行业标准布置取原状土(兼)标贯钻孔和静力触探试验孔为宜,并应根据各地区具体特点,在无剪切波速试验资料的地区,还应根据具体情况布置波速试验孔,以进行场地类别的分析和判断。

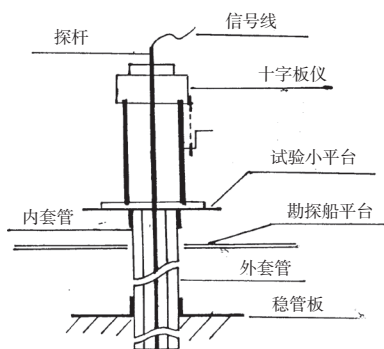


图3 水上十字板试验示意



图4 水上静力触探试验实拍图

总之,在水运工程项目勘探孔的布置中,宜采用多种孔性结合,尤其是应该注意原位测试方法(水上静力触探试验、水上十字板抗剪强度试验^[1])的不断推广和应用,改变过去单一的采用钻孔方法的状态,对提高勘察质量、缩短工期、节省开支成效明显;但由于岩土性质的适应性,测试方法的局限性,原位测试结果的多解性,应与钻探等方法结合。实践证明,采用合理的多种勘察方法相结合是当今勘察工作的方向。就水运工程勘察而言,对水域原位测试方法的创新和推广应用尤为重要。

2.2.3 合理布置场地液化判别钻孔

根据JTS 146—2012《水运工程抗震设计规范》4.2.1条“当抗震设防烈度为7~9度时,应对饱和土进行液化判别和相应的地基处理。”所以水工建筑场地,包括相应的后方陆域场地(同时应满足国家标准相关规定)勘察时应进行场地土液化判别。勘察纲要编制要从控制场地的全局考虑,特别是码头后方的陆域钻孔,根据整个场区平面布置,兼顾到各主要水工建筑物,做合理安排。对陆域区域选择适量取土孔兼顾进行液化判别,一般不宜少于3个钻孔;而水域一般可选部分标准贯入孔来进行液化判别,确保在20 m以浅的饱和砂土和砂质粉土层中测试间距以1.0~1.5 m,每层土的试验点数不应少于6个,需留样进行颗分试验。

2.2.4 合理确定控制性钻孔与一般性钻孔的比例

根据行业标准,控制性勘探点的数量应为勘探点总数的1/6~1/3^[2];对此笔者认为地基土分布较稳定、且土层简单时,比例可取小值,若地基土分布不稳定,且较为复杂,可取大值;另外,控制性勘探点的比例计算时应计入可以利用的前期控制性勘探点。

2.3 合理地确定勘探孔的深度

合理地勘探孔深度是勘察工作成败的关键之一,勘探孔深度确定的依据主要是基础的形式、荷载大小和收集的地质资料。孔深确定分2种情况。

1) 设计直接提出。对这种情况,先不要盲从,对收集的资料加以研判,确定孔深是否合理。在实际工作中,经常会碰到设计提出的孔

深, 不能满足规范要求的情况, 因此岩土工程师有责任、有义务对勘探孔孔深进行深入分析, 以确保其满足规范要求, 防止出现返工现象。这也提醒工程设计人员, 宜给岩土工程师一定的空间和自由度, 以便合理地确定孔深, 同时应加强沟通, 了解彼此的意图。

2) 由岩土工程师自己确定孔深。在充分了解基础形式和荷载大小的基础上, 根据地层情况加以综合分析: 浅基础区钻孔深度应自基础地面算起, 应能控制地基主要受力层^[3], 满足沉降计算的要求; 而桩基区一般性钻孔深不小于桩可能入土的最大深度3.0~5.0 m, 控制性钻孔深度不小于桩最大入土深度+压缩层厚度1.0~2.0 m。如上海宝山国际邮轮码头引桥根部与道路交界处, 设计已按路基考虑, 所以该处钻孔就应按浅基考虑(孔深25.0 mm左右), 而不是按桩基考虑(孔深60~70 m); 柬埔寨sihanoukville2×50 MW火电厂项目工程取排水口设计提出孔深为进入强风化层2.0~3.0 m, 未考虑取排水口基础底高程的要求, 致使部分钻孔孔底深度还未达到基础底面设计位置, 给工程设计和施工带来不必要的麻烦。

2.4 土试项目的合理安排

土工试验是岩土工程勘察中不可或缺的重要环节, 为设计和施工提供的岩土设计参数, 也很大程度上依赖于土工试验。怎样才能根据每个工程的具体特性, 合理确定土工试验项目, 就成了勘察纲要具有针对性的关键环节, 前提就是要深刻理解项目的基础性质, 结合设计提出的要求, 把一些隐含试验项目挖掘出来, 把不合理的试验项目剔除掉, 使试验项目能符合工程的性质、满足设计需求。在工程实践中, 常出现由于设计人员经验不足, 盲目照抄照搬, 提出诸多不必要的土试项目; 另一方面, 由于部分勘察技术人员经验不足或水平有限, 提出一些不必要的试验项目, 使土试项目不够经济合理。根据多年的工程经验, 笔者对水运工程中各拟建建(构)物相应的土试项目进行了简单的归纳:

1) 码头、引桥工程, 一般以常规物理力学性试验为主, 其中, 无侧限抗压强度主要是指对软

弱黏性土层较为发育的区域;

2) 围堤、防波堤工程除常规物理力学性试验外, 考虑到计算固结度和稳定性验算的需要, 一般还应进行标准固结试验(C_v 、 C_h)和三轴试验(C_{uu} 、 Φ_{uu} 、 C_{cu} 、 Φ_{cu}), 主要针对饱和的软弱黏性土, 但是应注意防波堤不一定全是重力式基础; 陆域形成或堆场除常规物理力学性试验项目外, 尚应考虑做固结试验(C_v 、 C_h 、 P_c), 还可视情况适当考虑进行渗透试验(K_v 、 K_h);

3) 后方陆域配套设施, 则应根据配套单体具体的基础形式, 在常规试验的基础上, 有针对性的增加其他特殊项目, 例如后方单体若有基坑工程的, 尚应对基坑影响范围内地基土层进行室内渗透试验(一、二级基坑工程还需进行现场注水或抽水试验), 基坑影响深度范围内有软弱饱和黏性土分布时, 尚宜做三轴剪切试验(或进行十字板剪切试验)。在合理安排土工试验项目的同时也应对完成相应试验项目的取样工艺提出适当的要求, 以确保试验样品质量的可靠性, 如对进行三轴试验的样品就宜提出采用双管单动活门式取芯取土器^[4]或薄壁取土器, 以保证取土质量达到I~II级。

2.5 勘察纲要的动态调整

工程项目勘察是一种探索性很强的工作, 随着勘察工作的开展, 水、陆域岩土工程地质条件的逐步被揭露, 有可能出现与预期地层有出入的情况, 届时应根据已掌握的地质情况, 及时调整勘察纲要, 这是做好勘察工作的重要环节。例如: 在宁波舟山港穿山港区宁波海湾重工迁建项目码头工程中的陆域堆场, 勘察方案布置时从经济、节约的原则, 布置了一定数量静力触探孔, 但是通过现场揭露: 软弱覆盖层薄, 以坡、残积土(混碎石)和基岩风化层为主, 不宜做静力触探试验, 所以及时把静力触探孔调整为标准贯入试验孔。总之, 勘察纲要在具体实施过程中不应一成不变, 应即时进行适当调整, 使之对工程勘察项目始终具有现实指导作用。