

大型河流定向钻进穿越工程的岩土工程勘察探讨

郭凤菊

(深圳市勘察研究院有限公司,广东深圳 518026)

摘要:以“世界第一穿”——珠海—中山天然气管道二期工程的磨刀门水道穿越岩土工程勘察为例,论述了定向钻进穿越大型河流的岩土工程勘察的主要工作内容和方法,分析评价了磨刀门水道穿越工程设计及施工过程中存在的诸如场地土层松软及交互层多变等岩土工程问题及相应的对策,同时也指明了岩土工程勘察在长输管道设计及施工中的重要性。

关键词:大型河流;定向钻进;穿越工程;岩土工程勘察

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2008)09-0056-03

Discussion on Rock and Soil Exploration for Crossing Large River with Directional Drilling/GUO Feng-ju (Shenzhen Investigation & Research Institute Co. Ltd, Shenzhen Guangdong 518026, China)

Abstract: With the case of 'The First Crossing' of Phase II Project in Zhuhai - Zhongshan gas transportation pipeline, the paper expounds the main working contents and methods of soil and rock exploration for crossing large river with directional drilling, analyzes the project design, problems in rock and soil engineering and the countermeasure.

Key words: large river; directional drilling; crossing project; rock and soil exploration

0 引言

我国的长输管道工程勘察是自 20 世纪 50 年代开始,随着管道建设的兴起而逐渐发展起来的。相对于建筑、水电、铁路等工程勘察有其特殊性,必须严格按照石油天然气行业标准,其工作方法有别于常规的工民建等行业勘察方法。

输气管道勘察有其特殊性:首先,管道工程输送距离较远,穿越的地貌、地质单元较多,地层变化大,遇到的不良地质作用多;第二,虽然管道要求的承载能力不高,但对地层的变化及均匀性有较高的要求;第三,管道材料多为金属管,水土对管道的腐蚀性要作正确评价;第四,对管道穿越工程,选择合适的穿越点(出、入土口)、合适的穿越层位尤为重要,以及穿越方式及施工方案、工程造价和管道安全等大问题。

河流穿越岩土工程勘察是长输管道工程设计和穿越施工的基础,详细准确的工程地质条件、水文地质条件和场地综合评价对穿越成功与否有制约作用,是管道穿越设计和施工组织设计的重要依据之一。这就要求岩土工程勘察人员将河流的工程地质条件和水文地质条件调查清楚,对存在的岩土工程问题进行准确的分析评价,在此基础上提出科学的设计、施工方案,这样才能保证穿越河流工程设计、

施工方案的经济合理性以及工作的成功进行。

1 工程概况

磨刀门水道穿越是珠海—中山天然气管道二期工程的关键项目,也是决定珠海—中山天然气管道工程项目的控制性难点工程。穿越总长度 2743 m,属于大型河流穿越,该穿越处河道水面宽度约 2300 m,穿越实际长度 2630 m,管径 660 mm,设计压力 9.2 MPa。是当今世界上最长的水平定向钻进穿越工程。

由于勘察单位提供了较为详尽的勘察报告,设计方案和施工组织得当,磨刀门水道穿越采用定向钻进对穿技术,整个穿越工程为期 49 天,比计划工期提前 46 天完工。

这是当今世界水平定向钻进穿越长度最长的工程,穿越最大深度为 47 m,穿越主要地层为淤泥质粉质粘土和淤泥。

2 岩土勘察工作的主要方法

2.1 工作任务和目的

珠海磨刀门水道穿越拟采用定向钻进方式穿越,2004 年曾进行勘察,当时勘探深度仅 25~30 m,虽然场地内未发现可液化土层,也不存在滑坡、塌

收稿日期:2008-03-23

作者简介:郭凤菊(1971-),女(汉族),山东人,深圳市勘察研究院有限公司工程师,岩土工程专业,硕士,从事岩土工程技术工作,广东省深圳市福田区福中路 15 号,guofengju@hotmail.com。

陷、采空等不良地质现象,但场地内土层分布变化较大,有厚度较大且性质极差的淤泥,含水量大,呈流塑状态,具高压缩性、高触变性,易产生触动流变或震陷,对工程建设极为不利,不好选择合适的穿越层位,从而决定再次进行详细勘察。要求将钻孔深度加深到 45 m,以确定合适的穿越层位。

本次详细勘察主要针对管道穿越定向钻进施工和设计而进行的,其工作目的和任务,须满足管道穿越定向钻进施工图设计阶段的技术要求,主要内容有:

(1) 查明场地地层的分布规律及其物理力学性质,特别是松散地层的颗粒组成及其工程地质特性,为施工图设计提供准确的岩土技术参数;

(2) 查明穿越河流的形态和工程水文情况;

(3) 分析和评价河床及岸坡的稳定性及岩土工程治理措施;

(4) 查明对设计和施工有影响的不良地质现象,如河床变迁及冲刷深度、崩塌、流砂、地震效应等。

2.2 工作步骤和方法

(1) 岩土工程勘察工作开始前,通过实时差分 GPS 测量、水下测深仪和全站仪数字成图技术等测绘出河道水下地形、出土点和入土点的地形情况,以及水道穿越纵断面图。本次磨刀门水道穿越的测绘工作完成等高距 1 m、比例尺 1: 1000 的水域带状地形图,条带宽度以线路两侧各 100 m 为限,条带长度包括河流两侧的管道出入点范围;穿越纵断面图横向比例尺 1: 1000,纵向比例尺 1: 200。

(2) 充分收集区域地质、第四系地质资料和水文地质等资料,研究分析穿越河段区域地质概貌;对穿越河段进行地质调查和工程地质测绘,工程地质测绘所用地形图的比例尺与测量完成的地形图或带状地形图的比例尺一致,地质界线的测绘精度,在图上的误差 ≥ 3 mm。在基本查明第四系冲洪积层分布的前提下,根据管道设计及施工进行有目的的岩土工程勘察工作。

(3) 勘察工作主要采用常规的钻探方法,以查明地层性质和分布规律,大量的钻探工作都布置在管道的主穿越断面两侧各 15 m 的勘探线上,以能控制和查明河床、漫滩、岸坡等地貌单元的地质构成和沉积规律为原则。两条勘探线上的勘探点交错布置,勘探点投影到中线上的间距为 30 ~ 100 m,一般控制在 50 m。本次勘察钻孔共布置 54 个,钻孔深度 40 ~ 45 m。钻探采用 300 t 钻探船,由于场地位

于西江出海口,受潮汐影响,河水流速较大,船的吨位越大越稳。

(4) 取样和进行原位测试的勘探点为总数量的 1/2 ~ 2/3,竖向间距 2 m,每岩土层试样 6 个以上。室内土工试验项目细粒土主要为天然密度、重度、天然含水量及液限、塑限及少量的压缩、剪切试验;粗粒土为颗粒分析、相对密实度和自然休止角。

(5) 工程物探如地质雷达、面波仪、高密度电法勘探等,可以帮助查明穿越地段地下有无异常埋藏物如管线、电缆、混凝土构筑物等,也可在地质条件复杂、地层岩性变化较大、层面起伏明显的穿越断面处,利用连续探测的特点,提供地层连续变化的地层界面,详细查明地层变化特征。

2.3 场地工程地质条件及评价

2.3.1 场地岩土层

磨刀门水道勘察探明的主要岩土层(由上而下)及地层的岩土工程分级如表 1 所示。

表 1 地基地层及其岩土工程分级表

地层编号	岩土名称	状态	层顶标高/m	级别
①	填土	松散		I
②	淤泥质粉质粘土	软塑	-7.80 ~ -1.30	I
③ ₁	淤泥	流塑	-27.10 ~ -0.24	I
③ ₂	淤泥质粉质粘土	软塑	-43.80 ~ -21.02	I
④ ₁	粉质粘土	软塑 ~ 可塑	-49.45 ~ -22.15	I
④ ₂	粗砂	松散 ~ 中密	-51.75 ~ -25.60	II
④ ₃	粉质粘土	可塑	-43.70 ~ -32.50	II
⑤	砂质粘性土	硬塑	-43.00 ~ -23.24	II
⑥ ₁	全风化花岗岩	坚硬	-54.55 ~ -27.50	III
⑥ ₂	强风化花岗岩	坚硬	-58.95 ~ -25.14	V
⑥ ₃	中 ~ 微风化花岗岩	坚硬	-60.45 ~ -24.60	VIII

2.3.2 河床的稳定性

穿越地点在河流磨刀门水道属西江径流的主要出海口,河面比较宽阔,水流平缓。河流以淤积为主。20 世纪 90 年代后,受人类挖砂的影响,河床呈逐年下切加深的趋势。现河床标高在 -8.30 ~ -0.50 m,管道埋深设计在 -25.00 m 以深,河床的冲淤变化对本工程没有影响。

2.3.3 岸坡的稳定性

河流两岸岸坡平缓,土层虽有变化,但其性质差异不大,软土底界平缓,不存在水底软土滑移的危险性。左岸联围堤 2001 年建成,右岸联围堤 2003 年建成,围堤均达 50 年一遇的防洪潮标准。同时两岸围堤在 2007 年下半年进行加固,堤防拟达 100 年一遇的防洪潮标准。岸坡稳定性好。

2.3.4 场地与地基的地震效应

场地处于地震烈度 7 度区,20 m 深度范围内没

可液化土层,但软土较厚,属软弱场地土,场地类别为Ⅲ类。场地没有不良地质作用。场地软土在 7 度地震作用下,易产生塑性流动或震陷,属不对抗震不利地段。

2.3.5 水的腐蚀性

本工程取地下水 1 组,地表水 2 组进行水质分析,按分析结果判定:地表水对混凝土无腐蚀性,对混凝土中的钢筋具有中等腐蚀性,对钢结构具弱腐蚀性;地下水对混凝土无腐蚀性,对混凝土中的钢筋具有中等腐蚀性,对钢结构具中等腐蚀性。

2.4 有关穿越层位的选择

工程地质条件对穿越工程设计及施工方案制定具有决定性的作用,定向钻进在不同的地层条件下难易程度具有明显的差异,定向钻进穿越主要适用于第四系松散堆积物,第四系堆积物的颗粒组成及大小对穿越的影响极为明显(见表 2)。

表 2 第四系堆积物颗粒组成及大小对穿越的影响

土壤类型	砾石含量/%	适用性
粘性土,软塑~硬塑		好~优
含砾砂层	0~30	好~优
砾质砂层	30~50	可以接受
砂质砾石层	50~85	不可靠
砾石层	85~100	不可接受

因此,根据本场地地层地质松软、地质交互层多变及其岩土工程性质,场地内淤泥层底部及其下伏地层均可作为管道穿越层位。结合拟建工程的特

点,确保管道施工质量,考虑到工程建设对河道管理、水利工程安全、水环境的影响等因素,建议选择③₂层淤泥质粉质粘土(局部为粉质粘土)作为管道定向钻进穿越层,层位标高在-28~-30 m 之间。但 ZK38~ZK50 号孔段在-28~-30 m 范围内揭露有砂层,进行施工组织设计时,应加强钻孔护壁或避开该地层。

3 结语

长输管道工程勘察在对穿越方式做分析评价,推荐最佳穿越方式的同时,岩土工程报告尽可能的根据地层工程特性分析和建议评价出穿越的合理层位,对保证管线顺利穿越起决定性作用。

相对于建筑、水电、铁路等工程勘察,河流穿越的勘察工作除了采用常规的钻探方法外,有必要利用地球物理技术进行连续探测,有助于进行风险评价。至于采用何种物探方法,须根据场地具体条件而定。

参考文献:

- [1] SY/T 0053-2004,油气田及管道岩土工程勘察规范[S].
- [2] GB 50021-20001,岩土工程勘察规范[S].
- [3] GB 50423-2007,油气输送管道穿越工程设计规范[S].
- [4] Marc M. Gelinias, David C. Mathy. Designing and Interpreting Geotechnical Investigations for Horizontal Directional Drilling[J]. ASCE, 2004, (8).



中国桩机钻机网和多家媒体均建立了信息共享合作关系,涵盖国内最完整的设备制造商,各基础工程施工单位信息资料数据库体系,收录行业发展情况,政策,服务和行业动态信息等。

- 隧道掘进机械
- 石油钻井机械
- 桩工机械
- 非开挖设备
- 工程及钻凿机械
- 地质勘探机械

<http://www.zjzjcn.com>

地址:北京朝阳区南磨房路37号华腾北塘商务大厦2308室

电话:010-51908782/3

传真:010-51908780

E-mail: alanzjzjcn@163.com; nvday@163.com

加入中国桩机钻机网

多一条交易渠道,多一份收获!