

长输油气管道施工技术

陈连山 尹辉庆 赵杰 主编



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

长输油气管道施工技术

陈连山 尹辉庆 赵 杰 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书作者依据多年从事长输油气管道建设积累的经验,从施工角度详细介绍了针对石油天然气长输管道工程的各个工序及常用方法,主要包括施工准备、线路交接桩与测量放线、施工进场道路修整、施工作业带清扫(扫线)、防腐管运输与布管、坡口加工(管口清理)、管道组对与焊接、焊缝检查与无损检测、管线防腐补口补伤、管沟开挖(石方地段在布管前进行管沟开挖)、管道下沟与管道回填、管道阴极保护、管道清管和测径及试压、线路附属工程、穿跨越工程、站场工程施工等。

本书可作为参加长输管道工程施工技术人员的培训教材,也可供初、中级技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

长输油气管道施工技术/陈连山,尹辉庆,赵杰主编.
北京:石油工业出版社,2009.9
ISBN 978-7-5021-7282-4

I. 长…

II. 陈…

III. 油气运输-长输管道-管道施工-技术培训-教材

IV. TE973.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 119364 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: <http://www.petropub.com.cn>

发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:保定彩虹印刷有限公司

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:15.5

字数:394 千字

定价:60.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

长输油气管道被称为现代社会的绿色运输方式。我国油气管道业务的快速发展，不但极大地缓解了铁路、公路、海路等其他运输方式的压力，而且，为保护生态环境、实现可持续发展作出了重要积极的贡献。

长输管道工程施工包括线路施工、穿跨越施工和站场施工等，是一项涉及多方面、多专业的系统工程，特别是长输管道线路长，沿线地形地貌、水文气候、地质等多变，管道施工的难度有很大的差异性。如目前我国正在建设的国家“四大油气战略通道”之一的西气东输二线工程，其管线全长达到九千多千米，采用 X80 级管线钢，管径 1219mm，设计最高压力 12MPa。西气东输二线管道与目前国内已建管道相比，具有六大特点：一是设计压力最高；二是输量最大；三是距离最长；四是所使用的钢材等级最高；五是投资最大；六是经过的省、市、自治区最多。管道沿线地质情况复杂多样，经过沙漠、戈壁、盐渍土、黄土冲沟、山区、丘陵、平原、水网等各种地貌。交通运输和施工作业的条件艰苦。全线穿越长江、黄河等大型河流 200 余次，穿越天山、江南丘陵等 70 余座山体隧道。长江、赣江、钱塘江、北江、西江等大型河流穿越及果子沟隧道、梅岭隧道、深度水隧道等设计、施工难度大、风险高。

长输管道工程施工主要工序可分为：施工准备；线路交接桩与测量放线；施工进场道路修整；施工作业带清扫（扫线）；防腐管运输与布管；管口清理与坡口加工；管道组对与焊接；焊缝检查与无损检测；管线防腐补口补伤；管沟开挖（石方地段在布管前进行管沟开挖）；管道下沟与管沟回填；管道阴极保护；管道的清管、测径、试压、干燥；线路附属工程；管道穿跨越工程；站场工程施工；管道连头；地貌恢复以及工程投产移交。

本书主要针对石油天然气长输管道工程各个工序及施工工序常用方法进行介绍，可作为刚参加长输管道工程施工技术人员的培训教材，也适合初、中级技术人员参考。本书的编写得到了中国石油天然气管道局第三工程分公司的大力支持，同时，中国石油天然气管道局第三工程分公司安金平、李扬、李新杰、李长阁、齐晋章、张开学、高豹华、吴志强、徐梅、刘怡辰、李永增、石明俊、白利行等参与了本书的校核与录入，在此致以衷心的感谢。

长输管道工程技术涉及的方面较多，随着西气东输二线工程的建设，很多新工艺、新方法不断使用，鉴于编者水平有限，书中难免有错误和不当之处，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 施工准备	(1)
一、技术准备	(1)
二、人力资源准备	(2)
三、施工机具设备准备	(3)
四、施工物资准备	(3)
五、现场准备	(4)
六、数字化管道	(4)
第二章 线路交接桩与测量放线	(7)
一、线路交接桩	(7)
二、测量放线	(9)
三、测量放线注意事项	(15)
四、数字化管道信息采集要点	(16)
第三章 施工通道与施工作业带	(17)
一、施工通道修筑	(17)
二、施工作业带开拓	(26)
三、扫线注意事项	(30)
第四章 管沟开挖	(32)
一、管沟的形状尺寸	(32)
二、管沟开挖方法	(34)
三、管沟开挖	(34)
四、管沟开挖注意事项	(42)
五、数字化信息采集	(42)
第五章 防腐管运输与布管	(43)
一、防腐管检查验收	(43)
二、防腐管装卸	(43)
三、一般地段运布管要求	(44)
四、水网地段防腐管运布管	(47)
五、山区地段防腐管运布管	(48)
六、注意事项	(51)
第六章 弯管、弯头与现场弯管	(56)
一、管线按弹性弯曲敷设	(56)
二、现场弯管（冷弯）	(57)
三、冷弯管弯制角度计算	(60)

第七章 管口清理与坡口加工	(61)
一、管口清理	(61)
二、坡口加工	(62)
三、注意事项	(65)
第八章 管道组对与焊接	(66)
一、管道组对	(66)
二、管道焊接	(69)
三、西二线常用的几种焊接工艺分析	(74)
四、数字化管道采集	(82)
第九章 焊缝检查与无损探伤	(84)
一、焊缝外观检查	(84)
二、无损检测	(84)
三、SY/T 4109—2005《石油天然气钢质管道无损检测》对长输管道焊缝缺陷 的分级	(87)
第十章 管线防腐补口补伤	(91)
一、管道腐蚀原因和防腐方法	(91)
二、补口	(92)
三、补伤	(95)
四、数字化信息采集	(96)
第十一章 管道下沟与管沟回填	(97)
一、管道下沟	(97)
二、管沟回填	(103)
三、数字化信息采集	(105)
第十二章 管道的清管、测径、试压、干燥	(106)
一、管道清管	(106)
二、管道测径	(108)
三、管段试压	(109)
四、管道干燥	(113)
五、长输管道水压试验计算	(115)
第十三章 线路附属工程	(120)
一、线路阀室	(120)
二、线路阴极保护	(120)
三、三桩埋设与警示牌	(122)
四、线路水工保护	(123)
第十四章 管道穿(跨)越工程	(133)
一、管道穿(跨)越工程分类	(133)
二、管道穿越公(铁)路	(137)
三、管道穿越河流	(145)

四、其他类型的穿越 (154)

第十五章 站场工程施工 (157)

一、土建工程施工 (157)

二、设备安装 (159)

三、工艺管道安装 (166)

四、钢结构工程 (178)

五、阴极保护站施工 (183)

六、防腐保温施工 (188)

七、电气安装工程 (191)

八、仪表安装工程 (207)

九、站场试压、吹扫、干燥 (215)

十、其他工程 (220)

附录：长输管道施工基础知识 (227)

一、钢材的分类 (227)

二、各类钢材理论重量及型钢外表面积的计算方法 (228)

三、各种钢材规格的表示方法 (229)

四、管线钢 (229)

五、长输管道施工常用知识 (230)

六、焊接基本知识 (231)

七、长输油气管道施工设备性能表 (235)

参考文献 (240)

第一章 施工准备

施工准备是长输管道施工企业搞好工程施工的基础和前提条件，做好工程项目施工准备工作是顺利进行施工的基本要求。施工准备工作的详实不仅影响工程的工期，而且会影响到整个工程的质量、安全、经济和社会效益。因此，工程开工前必须做好充分的准备工作。

施工准备包括技术准备、人力资源准备、施工机具设备准备、施工物资准备和现场准备，下面就这几个方面进行简要的介绍。

一、技术准备

技术准备在整个工程项目施工准备中显得尤为重要，任何技术上的差错或失误都会引起安全隐患和质量事故的发生。

1. 熟悉和学习施工图纸、相关技术资料、投标文件、施工规范等，参加设计交底工作

熟悉图纸，要求参加施工的技术、经营管理人员充分了解和掌握施工图纸和技术要求。在熟悉图纸的过程中专业技术人员要对图纸上的特殊点进行统计，同时，组织专业技术人员进行线路踏勘，绘制简易线路图，提出图纸与实际现场不相符的地方或线路优化方案，在设计交底时，由设计单位给予解答确认。

2. 组织编制、报批施工组织设计及人员、设备、材料的报验工作，编制施工方案及质量、健康、安全、环保措施等施工作业指导书

工程技术人员在对图纸、标准以及线路情况熟悉后，即可根据现场实际情况编制施工组织设计并报有关部门（EPC 项目部、监理部和业主项目部）批复，施工组织设计主要包括工程技术方案及质量、健康、安全、环保等措施，同时要编制详实的作业指导书。在施工前还要对进场施工人员的资质、数量、岗位以及设备、材料（管材、焊材、补口材料等）的型号、数量和检验证明材料等向监理单位和 EPC 项目部等报验，并填写单位工程开工报审表等。

3. 编制项目技术交底资料，并组织各专业技术交底

技术交底是在图纸会审和设计交底完成后，由施工单位向施工管理和施工作业人员进行的技术交底，对提高工程质量和效率有很大的促进作用。技术交底应有专人负责记录，汇总后填写技术交底记录，并汇入技术档案存档，技术交底要有交底人、被交底人签字。主要包括以下内容：

（1）施工组织设计和施工技术措施交底：包括施工的工期、质量、成本目标及内容，采用的设备、施工工艺的特点、本工程要求达到的主要经济技术指标以及实现这些指标应采取的技术措施；施工方案顺序、工序衔接及劳动组织；各工序要达到的技术要求等。

（2）施工中的 HSE 交底：包括工程的特点、施工中的 HSE 要求和保证 HSE 目标实现的各项技术措施、具体责任人。

（3）施工质量交底：包括施工中各项质量要求（各个工序的质量要求和质量控制点）及保证质量的各项措施。

（4）新设备、新工艺、新材料、新结构和新技术交底。

(5) 对于外包工程要专门进行技术交底,交底要包括工程的技术要求、安全要求和质量要求。

4. 施工日志

施工日志是重要的施工原始记录,是记载施工全过程的活动,用于编制竣工文件、写施工总结、签证索赔、申报全优工程资料等的重要依据,必须及时准确认真填写。分别由项目技术负责人、施工机组技术负责人、施工班组长等各自按日填写,并根据各自所负责的职责如实记录施工动态。施工日志的主要内容包括:

(1) 设计文件、设计图纸、技术资料及产品技术文件的接收情况,工程主材的试验化验资料。

(2) 工程的开、竣工日期,分部分项工程的起止日期。

(3) 设计疑问、工程现场发现的问题以及设计或业主代表答复结果和答复时间。

(4) 工程关键点特殊技术要求和施工方法。

(5) 质量、安全、机械事故的分析及处理。

(6) 有关领导或部门对工程的意见和建议。

(7) 因气候原因或其他原因而停窝工的记录。

(8) 重要分部分项工程及单位工程检查验收及中间交工情况等。

(9) 施工组织设计或施工技术措施在实施过程中发现的问题及情况汇报。

(10) 施工验收规范、质量标准在执行过程中与设计或实际发生的矛盾等情况。

(11) 主要工程设备、施工主材到货情况及其质量验收情况。

(12) 对于涉及进口设备安装配合施工的,要详细记录施工过程中外方代表提出的要求、措施等。对于外方代表提供的材料要单独记录并签字确认。

二、人力资源准备

人力资源准备主要包括以下几个方面。

1. 建立项目组织机构和各项管理制度

工程项目施工准备阶段首先要建立项目组织结构,明确项目各主要管理人员及管理权限,并组织各专业人员针对本项目编制项目管理制度。

如图 1-1 所示,是一个简单的项目组织机构图,可以很明确地反映出项目整个管理层

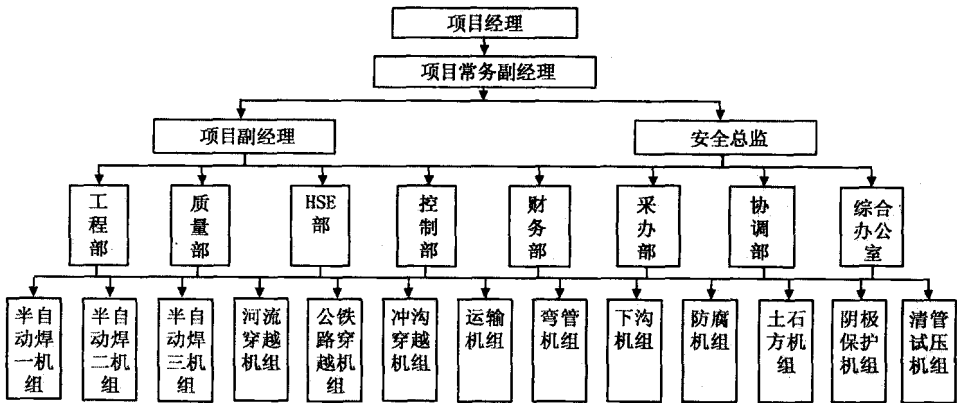


图 1-1 简单的项目组织机构图

和施工层的管理模式，便于项目开展工作。

2. 配置满足工程需要的施工工种和人员

在人力资源配置时，要根据项目不同的特点，有针对性地进行人员配置，在进行施工工种和人员配备时要结合工程施工方案和计划进行。

3. 组织主要工种的人员培训、考试取证

对于长输管道工程项目来说，涉及的工种比较多，特别是电焊工、电工、防腐工、起重工、工程机械操作手等特殊工种都需要持证上岗，所以要有针对性地进行岗前培训和上岗前考试。一般情况下，主要针对电焊工和防腐工（防腐工一般都是在施工现场进行考试）进行岗位考试，其他工种只需要取得相关部门颁发的职业资格证书即可。

焊工考试分的种类很多，长输管道工程常用的有：水平固定位置焊接的 5G 位置、45°固定焊接的 6G 位置以及站场施工的 90°横焊缝。而且，在焊接工艺方法或焊材有如下基本要素变更时，应重新进行考试。

(1) 由一种焊接方法变为另一种焊接方法或与其他焊接方法的组合。如焊接方向由上向焊改为下向焊，或反之。

(2) 填充金属组别从 1 组或 2 组变为 3 组，或从 3 组变为 1 组或 2 组。

(3) 从一种管径分组变为另一种管径分组。

(4) 从一种管壁厚分组变为另一种管壁厚分组。

(5) 焊接位置（水平角度、45°以及 90°）的变更。

(6) 接头设计的变更。

(7) 其他工程业主要求的项目。

4. 编制项目人力资源动态需求计划

在项目组织机构成立后，要组织有关人员根据项目人员配备、工期计划、施工方案、项目征地协调计划等编制项目人力资源动态需求计划。在长输管道施工过程中管材供应和征地协调已经成为制约整个工程施工的主要问题，因此在编制劳动力计划时要全面考虑。

三、施工机具设备准备

施工机具设备准备主要包括三个方面。

1. 施工机具设备配置

项目部要根据项目施工机组配备和承担的任务，配备相应的施工机具。

2. 施工机具设备的检修维护

在施工机具设备配备后，施工机组要组织专人对机具设备进行检修维护工作，确保施工机具设备的完好率。

3. 工程专用施工机具的制作或配备

每个施工项目都有其不同特点，施工机组要根据工程情况制作部分专用施工机具或配备专用设备。如参加西气东输二线工程的机组首先就要根据钢管规格制作专用钢管吊装用横担，对于水田地段施工要根据现场情况考虑长臂单斗等。

四、施工物资准备

施工物资准备主要包括：施工材料（手段用料）、设备和库房的准备；施工项目部还需

要编制项目自购材料计划审批流程、保管、发放办法等；同时，要根据工程所在地的气候、地形等特点落实专用施工机具，如线路经过小型河流沟渠较多，可以考虑准备管排。对于山区段施工要考虑设备的制动性能以及掩木。根据工程是否存在数字化管道要求以及精度准备相应全站仪或者 GPS。

五、现场准备

施工现场准备可以分为施工现场内部和外部准备。

1. 施工现场内部准备

施工现场内部准备就是项目部在开工前建立施工营地；申办当地施工许可证；申办水、电、路、讯使用许可证；与当地政府主管部门签订有关协议合同；施工暂设地，办理征地许可证；场地平面布置及标志、标志牌的制作；现场“四通一平”工作安排；施工营地及施工现场的安全防护措施及环保措施等。

2. 施工现场外部准备

施工现场外部准备主要表现在施工单位本身的施工力量大都有限，或根据投标前的协议约定（如联合体投标）有些专业的施工、设备安装、运输需要与专业化施工单位联合，与其签订分包合同，以保证工程按合同要求和质量要求交竣工。

六、数字化管道

“数字化管道”是指以信息基础设施为基础，以多尺度、多种类的空间基础地理信息为支撑，按照“数字化地球”的构想，充分利用计算机、现代测绘、现代网络、虚拟现实以及数字通讯等数字技术，在管道的整个生命周期内通过对管道设施、沿线环境、地质条件、经济、社会、文化等各方面的信息在三维地理坐标上的有机整合，构筑一个数字化的管道，为管道可研、勘察设计、施工和运营管理提供一个高效率的数据采集与处理工具，一个数字化的管理和决策支持系统。从而提高工程建设的质量和管理水平。

“数字化管道”旨在用层次化、整体性的观点来实施油气管道信息化建设，将油气管道网上信息更好地组织分类，让用户在网上快速发现自己需求的信息，并为管理人员，提供网上信息交流环境，同时也可以让管理人员科学、规范地管理自己的数据，并将这些信息快捷地发布出去。

1. 数字化应用在油气管道的特点

- (1) 方便、快捷和高效地获取、存储、处理和显示各种信息。
- (2) 大容量存储设备对海量数据进行存储管理。
- (3) 高性能计算机对信息进行分析和处理。
- (4) 网络对数据进行传递和共享，最大限度地利用信息资源。

2. 数字化管道的功能

(1) 数字化管道充分采用国家空间数据和基础设施数据，并通过航空摄影测量和卫星遥感影像获得最新的地形、地质、水文、环境的数据。与过去传统数据获取方式相比，内容更丰富、更新速度更快、数据描述更加完整、数据表达也更加直观。遥感技术大大缩短了周期，降低了成本，提高了精度。

(2) GIS 系统提供了地理信息服务 (Geo - Information Service)。集成管线周围一定范围的地理、人口、环境、植被、经济各类资源数据,利用 GIS 的空间分析功能对其进行叠加分析、缓冲区分析、最短路径分析等操作,进行线路总体规划和评估,为决策和管理提供重要的依据。还可以采用 GIS 技术对管道风险进行管理,指导系统编制维修计划,并采取相应的补救措施,当风险指数达到警戒线时,自动启动相应的应急预案,尽可能地降低管道事故发生率。

(3) 数字化管道采用 CAD 技术和网络技术,将管道施工设计图纸、施工数据、人员资料、管理文档等全部实现数字化管理,通过局域网或互联网传送到数据库中,将各个专业、各个单位的不同数据融为一个整体,有效地消除了“信息孤岛”,实现了信息的共享和协同工作。

(4) 采用大型数据库对数据进行存储。空间数据中心可以管理、存储在数字管道建设和运营中获取的所有数据。在管道建设的每个环节,都建立相应的数据库,并使得每个阶段的数据成果和系统相互衔接。

(5) SCADA 系统实现了管道的全自动控制。通过主机和微处理器为基础的远程终端装置 RTU、PCL 或其他输入/输出设备的通信收集数据,实现整个数字管道的监测监控,保证了系统的安全运作和优化控制。

(6) 数字化管道实现了整个管道的虚拟现实表达,使得数字化管道能够在真实、可视的三维环境下展示到用户面前,用户通过交互方式对管道的公用信息进行查询和操作,对管道的三维虚拟漫游犹如在真实的三维世界中,充分体现了数字化管道的空间特征。

3. 数字化管道基本内容

数字化管道建设可以分为三个阶段:勘察设计阶段、工程建设阶段和运营管理阶段。这三个阶段互相衔接、互为数据源。整个数字化管道是围绕空间数据中心(空间数据库)为核心建设起来的。空间数据中心用来管理、存储和共享数字管道建设和运营中获得的所有数据。

(1) 在勘察设计阶段,数字化管道的主要任务是利用卫星遥感与数字摄影测量技术进行选线,获取管线两侧各 200m 范围内的沿线四维数据,并应用 GIS 与 GPS,初步建立起包括管道沿线地形、环境、人口、经济等内容的管道信息管理系统。数字化管道的建设包括:

遥感图像处理系统:该系统能够处理、分析并显示卫星遥感多光谱数据、高光谱数据和雷达数据。通过对卫星遥感数据的解译,获取管线经过区域内可供线路方案比选使用的自然环境、地理、地质等真实资料,在宏观上为管道选线提供科学依据。

数字摄影测量处理系统:数字摄影测量的成果为管道选线工程设计提供了基础资料。与卫星遥感相比,航测数据比例尺大、分辨率高、细部表现明显,在选线中起到了重要作用。

数字化管道可研系统:集成遥感图像解译数据和数字摄影测量的成果数据,以及人口数据、环境数据、经济等地理信息,通过对各种数据的叠加和分析估算项目的经济效益,对线路进行总体规划。

地质测量信息系统:为管线选线提供绘制的管道沿线地质、测量、水文等图纸和属性数据。

管线设计成图系统:选线方案确定后,对管道以及配套设施(如分输站、阀门)等进行施工图纸设计的系统。

通信设计系统:对 SCADA 系统的通信设施铺设进行设计。

(2) 在工程建设阶段，数字化管道可提供多种互联网信息服务，如管道建设者可以通过互联网查看不同比例管道及其沿线周边环境的直观信息，也可查看某一天、某一道工序环节的进度，甚至每道焊口的焊工信息、无损检测影像、焊工档案、焊口的坐标值及埋深等基本信息。

数字化管道建设包括：

GPS 数据采集系统：采集全球定位系统，采集施工过程中的管道大地坐标数据。

测量管理信息系统：对施工过程中测量数据的采集、计算、图形绘制和报表输出。

勘察施工管理系统：对施工过程中的施工数据、永久性数据以及资料的采集、生成、审核、上报与管理。

(3) 在运营管理阶段，数字化管道的建设包括：

生产运营管理系统：进行企业人力资源管理、业务分析，对客户关系、市场营销、生产调度等进行管理。

SCADA 系统：实现对管道运行全自动控制和调度作业。

设备更新维护系统：对故障设置进行记录，并对数据库中数据进行更新。

管道风险管理信息系统：对管道安全进行实时监控、预测和报警，对管道安全风险和腐蚀进行评估。

从上面的说明可以看出，数字化管道建设的内容十分庞大，集成了很多前沿信息技术，存储了海量数据和信息。

第二章 线路交接桩与测量放线

一、线路交接桩

线路交接桩是由 EPC 项目部组织, 业主或监理、设计单位和施工承包商参加, 由设计单位向施工承包商进行现场交接桩工作。接桩人员一般由施工技术人员和施工测量放线人员组成。

1. 线路交接桩准备工作

(1) 熟悉图纸以及相关资料, 制作线路穿越点、难点段、特殊点的统计表, 便于现场记录。

(2) 准备现场接桩用材料, 如木桩、自喷漆、现场标志物等。

(3) 准备线路 GPS 定位仪, 并提前将图纸提供的坐标点数据输入 GPS, 便于现场桩点定位。

2. 交接桩程序

(1) 交接桩主要工作程序为: 交接桩准备→现场交接桩→填写交接桩记录表→护桩→交接桩工作总结、答疑。

(2) 现场交接桩宜按标段从线路起点开始, 逐段交接至终点。交接桩内容应包括: 线路控制桩(转角桩、加密桩)、沿线路设置的临时性和永久性水准点。线路控制桩应与施工图纸对应交接, 两者应准确对应, 控制桩上应注明桩号。

(3) 设计代表在现场向施工承包商交接设计控制(转角)桩时, 应核对桩号、里程、高程、转角角度。交接桩后, 施工单位应采取措施, 保护控制(转角)桩, 对已经丢失的桩应复测补桩。在转角桩容易丢失的地方, 可采用钢钎就地深扎眼, 然后灌生石灰, 同时在中心线两侧边界洒上标记。如图 2-1 所示。

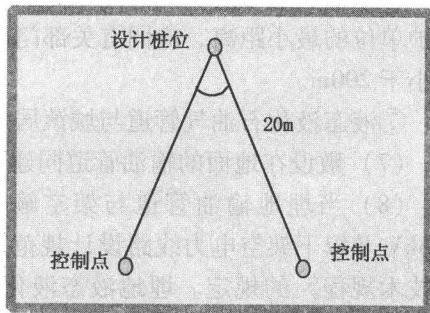


图 2-1 转角桩位示意图

(4) 施工技术人员或测量人员应对线路测定资料、线路平面图和断面图进行详细审核和现场核对, 确保接桩正确无误。

(5) 为了在测量放线时找桩方便, 可用红油漆在固定的参照物涂上市号, 标明桩号, 并用箭头指示方向。

(6) 交接桩过程中应做好线路交接桩记录, 由各方代表签字认可。

3. 线路交接桩的合理化建议

参照 GB 50231—2003《输气管道工程设计规范》和 GB 50253—2003《输油管道工程设计规范》, 在线路交接桩过程中应注意如下几点:

(1) 线路应力求顺直, 缩短长度; 尽量减少线路与天然和人工障碍物的交叉, 并应同

穿跨越大、中型河流位置相一致。

(2) 选线时应避开城镇、规划区、工矿企业及飞机场、铁路车站、海(河)港码头、国家级自然保护区等区域。

(3) 线路必须避开重要的军事设施、易燃易爆仓库、国家重点文物保护单位、城市水源区等区域。

(4) 线路宜避开滑坡、塌方、泥石流等不良工程地质地段。

(5) 对在山区地段敷设的管线,应在山体稳定的地段通过;管道线路位置应尽量走山的顺坡,尽可能少走山的横坡。

(6) 埋地输油管道同地面建(构)筑物最小间距应符合下列规定:

①原油、 C_5 及 C_5 以上成品油管道与城镇居民点或独立的人群密集区的房屋距离不宜小于15m。(埋地输气管道的管道强度设计系数分为两种:大中型穿跨越和站场为0.6;其他地段为0.7。)

②原油、 C_5 及 C_5 以上成品油管道与飞机场、海(河)港码头、大中型水库和水工建(构)筑物、工厂的距离不宜小于20m。

③原油、液化石油气、 C_5 及 C_5 以上成品油管道与高速公路、一级、二级公路平行敷设时,其管道中心距公路用地范围边界不宜小于10m,三级及以下公路不宜小于5m。

④原油、 C_5 及 C_5 以上成品油管道与铁路平行敷设时,管道应敷设在距离铁路用地范围边线3m以外。

⑤液化石油气管道与铁路平行敷设时,管道中心线与国家铁路干线、支线(单线)中心线之间的距离分别不应小于25m和10m。

⑥原油、 C_5 及 C_5 以上成品油管道同军工厂、军事设施、易燃易爆仓库、国家重点文物保护单位的最小距离,应同有关部门协商解决。但液态液化石油气管道与上述设施的距离不得小于200m。

⑦液态液化石油气管道与城镇居民点、公共建筑的距离不应小于75m。

(7) 敷设在地面的输油管道同建(构)筑物的最小距离应按上述规定的距离增加1倍。

(8) 当埋地输油管道与架空输电线路平行敷设时,其距离应符合GB 50061—1997《66kV及以下架空电力线路设计规范》及DL/T 5092—1999《110~500kV架空送电线路设计技术规程》的规定。埋地液态液化石油气管道,其距离不应小于上述标准中的规定外,且不宜小于10m。

(9) 埋地输油管道与埋地通信电缆及其他用途的埋地管道平行敷设的最小距离,应符合SY 0007—1999《钢质管道及储罐腐蚀控制工程设计规范》的规定。

(10) 输气管道通过的地区,应按沿线居民户数和建筑物的密集程度,划分为四个地区等级,并依据地区等级做出相应的管道强度设计系数。地区等级划分应符合下列规定:

①沿管道中心线两侧各200m范围内,任意划分长度为2000m并能包括最大集聚户数的若干地段,按划定地段内的户数划分为四个等级。在农村人口聚集的村庄、大院、住宅楼,应以每一独立户作为一个供人居住的建筑物计算。

一级地区:户数在15户或15户以下的区段(管道强度设计系数为0.72)

二级地区:户数在15户以上、100户以下的区段(管线强度设计系数为0.6)

三级地区:户数在100户或100户以上的区段,包括市郊居住区、商业区、工业区、发展区以及不够四级地区条件的人口稠密区(管线强度设计系数为0.5)

四级地区：指四层及四层以上楼房（不计地下室层数）普遍集中、交通频繁、地下设施多的区段（管线强度设计系数为0.4）

②当划分地区等级边界线时，边界线距最近一幢建筑物外边缘应大于或等于200m。

③在一级、二级地区内的学校、医院以及其他公共场所等人群聚集的地方，应按三级地区选取设计系数。

④当一个地区的发展规划足以改变该地区的现有等级时，应按发展规划划分地区等级。

二、测量放线

测量放线就是采用专用仪器、由测量人员依据线路平面、纵断面图、线路控制桩、水准标桩等来确定线路沿线管道安装的中心线位置，并划出施工作业带界限。管道测量放线要按照一定的操作程序进行，同时，在测量放线前工程技术人员要对作业带宽度、中心线两侧分界做好计算。

1. 测量放线的目的

测量放线是全面了解线路情况的第一项工作，我们不能仅仅是测量放线，合格的技术人员需要通过测量放线达到以下目的：

(1) 核实设计中线成果表是否准确。如果现场桩位和施工图纸不符，造成角度不准确，需要及时提出设计变更或修正的申请。

(2) 了解管道通过位置的地形、地势、地质、地上和地下构筑物、障碍物及交通等情况，为施工提供第一手资料。

(3) 确定是否存在影响正常施工的区域，是否存在线路优化的区域。

(4) 为土地征用及附着物清点提供大量场地。

2. 测量放线的方法

目前通常采用经纬仪、水准仪、全站仪及GPS等进行测量放线，但是在施工中往往会存在一些特殊情况，会给测量工作带来很大麻烦，需要采取相应措施解决问题。主要有以下方法：

(1) 角度推进法：在施工中，经常会遇到不通视的现象，最常用的方法是，采用前面的线位和角度（图2-2中A点）使用仪器确定下一个桩位，砍出一条通道，再确定中心线。该方法适宜于桩间距短的情况或使用高精度的全站仪进行施工，如果桩间距长或仪器精度不够则容易造成较大偏差。图2-2中a是可接受的误差，是在作业带范围之内，可以根据a点和原桩（图2-2中B点）之间的距离计算出对应的中心线位置；而图2-2中b是不可接受的误差，其在作业带范围之外，将会造成额外征地（超占地）等不良因素，不但会增加工程费用并且会引起停窝工。

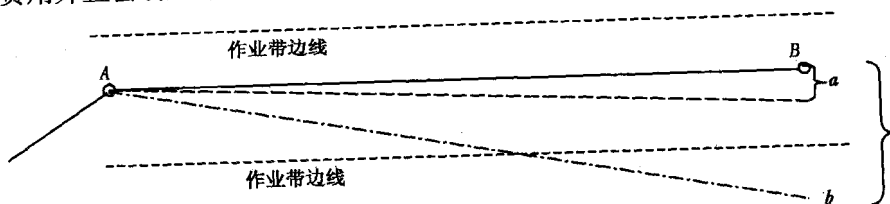


图2-2 角度推进法测量放线示意图

(2) 增高法：在施工中，如果遇到玉米等高杆植物，底部不通视，我们可以采取增高法（增加梯子等物品）进行放线，然后砍出 2~4m 通道，再用仪器确定中心线。

(3) 导镜法：在施工中，如果遇到长条山地林带或者孤山，高处不通视，我们可以采取导镜法（在外侧基本通视地带导镜）进行放线，确定中心线。

图 2-3 中 AB 是原桩位，直面不通视，但是侧面是通视的，我们就要考虑采用导镜法进行中心线确定，C、D 点就是导镜点。该方法应用于树林底部没有乱树丛或 C、D 点标高超过树林。注意，该方法受到一定条件的约束，例如，如果 C、D 点在低点，而树林的低点也是乱树丛，造成侧面不通视，该方法不可用。

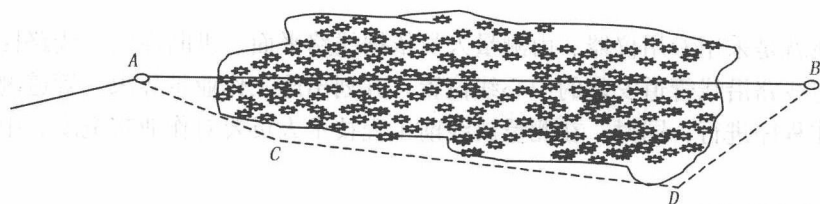


图 2-3 导镜法测量放线示意图

(4) GPS 定位法：对于树林面积较大、侧面也没有导镜场地的情况，可以考虑采用 GPS 定位法确定管道中心线。但是要注意，我们使用的 GPS 误差较大，需要在使用前进行确认。确认方法（如图 2-4 所示）：先在 A、B 两点根据设计坐标确认 GPS 的误差，主要是轴向误差，偏差量是多少、是否向一个方向偏差。如果同向偏差，算出平均值，确定出 C、D、E、F 等点位；如果左右偏差都存在，其偏差值小于征地宽度一半，也可以确定出 C、D、E、F 等点位，砍出通道后再进行修正；如果偏差过大，则需要请设计人员用基站式 GPS 对管线设置加密桩。

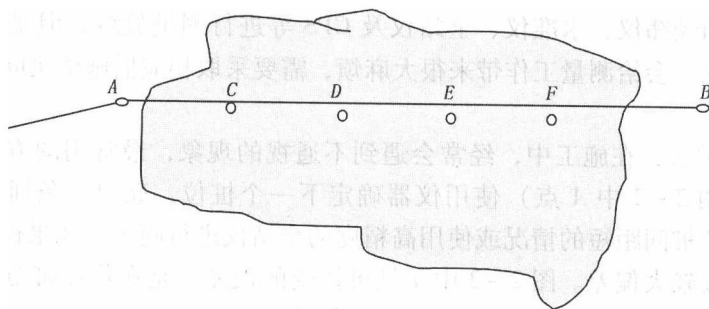


图 2-4 GPS 定位法测量放线示意图

3. 测量放线的要求

(1) 测量放线要根据设计控制（转角）桩或其副桩进行，不得擅自改变线路位置。需要更改线路位置时，必须得到设计代表的书面同意后，方可更改。所以，测量放线时首先要确定放线基准点是否存在变动，然后根据确定的放线基准点进行桩点坐标复核。

(2) 转角桩点复核后，根据转角桩测定管道中心线，并在转角桩之间按照图纸要求设置百米桩、纵向变坡桩、变壁厚桩、变防腐涂层桩、穿越标志桩、曲线加密桩。桩可以采用片状木桩或者竹片桩，用记号笔在桩上注明桩的类别、编号、里程等桩的要素。