

浅谈沙漠地带燃气管道施工技术要点

王宗尧¹ 于永凯² 孙立君³

1中为建筑工程有限公司, 河北保定 071000

2河北建研建筑设计有限公司, 河北石家庄 050021

3河北建设集团安装工程有限公司, 河北保定 071000

[摘要] 沙漠地带最大特点是砂多, 气候干燥, 昼夜温差大, 风多且伴有沙尘。因此, 在沙漠地带燃气管道的施工在运管、布管、焊管、管沟开挖等工作的系数大大增加, 而且沙尘也给施工机械设备的正常运行及管道的焊接质量造成了很大影响。

[关键词] 燃气管道; 沙漠; 技术要点

引言

随着西气东输工程产业链的不断延伸, 燃气需求量的不断增加, 沙漠地带燃气管道的施工成为了施工过程中的重点和难点, 而施工技术方法的选择直接影响工程项目的工期、质量和经济效益。

巴州阿洪口首站至博斯腾湖工业园输气管道工程, 管线长约 42km, 线路从阿洪首站出发, 沿博斯腾湖西侧湿地南侧戈壁向西北方向敷设, 至博斯腾乡扬水站处为扬水站加气站预留, 然后向东南方向沿戈壁滩敷设, 经过博斯腾乡后至博斯腾工业园。全线设置三个截断阀室和两个分输阀室, 管道设计压力为 10.0MPa, 管道材质为 L360M, 在沙漠地段使用管道规格为 $\phi 219 \times 7.1\text{mm}$ 高频直缝电阻焊钢管 (HFW), 其他地段使用管道规格为 $\phi 219 \times 8.0\text{mm}$ 高频直缝电阻焊钢管。

1 做好燃气管道施工前的前期准备工作

1.1 工程施工前, 应进行现场勘察, 了解施工现场的自然环境及人文环境, 对沙漠地带燃气管道的施工中的重点难点做好分析, 制定有针对性、切实可行的技术方案。

1.2 做好施工图纸会审工作, 充分了解设计意图, 结合现场勘察结果, 对图纸中存在的问题及时与建设单位、监理单位、设计单位等进行沟通, 提前对图纸中可能存在的问题进行解决, 确保技术方案的顺利实施。

1.3 施工操作人员应具备相关专业基础知识, 在工程施工前应对施工操作人员进行岗前培训, 并做好技术交底工作, 使每位施工操作人员对工程施工技术方法都有相应了解。

1.4 特种作业人员应持证上岗, 上岗前应进行岗前考试, 考试合格后方可上岗进行施工作业。

1.5 根据沙漠地带的施工特点, 施工机械应该选用马力较大的机械, 其他相关机械应根据施工的具体要求配备合理。

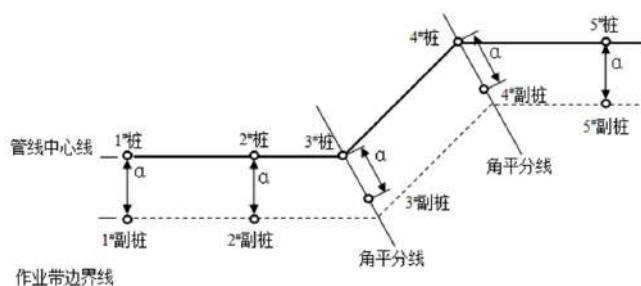
1.6 材料进场使用前, 应对材料做好鉴定验收工作, 确保材料满足工程质量要求。

2 燃气管道施工过程中技术要点

2.1 线路桩交接及测量放线

现场交桩时, 接收设计单位设置的线路控制桩 (包括转角、加密桩) 和沿线路设立的临时性、永久性水准基桩及与水准基桩相联系的固定水准基桩。

测量放线施工时, 由于沙漠地带容易迷失方向, 在定桩时要加补桩, 转角桩上要标出明显的转角方向并插上红旗示意。移桩宜采用与管道轴线等距平行移动的方法, 移桩至堆土一侧的施工作业带内, 转角桩应按转角的角平分线方向移动, 平移后形成原桩的副桩, 副桩移至堆土一侧边界线, 对于移桩困难地段, 可采用增加引导桩、参照物标记等方法来确定原位置。沙漠地带管线的测量定位后, 首先采用推土机对沿线进行扫线, 清除沿线较高的沙丘地。



施工移动桩方法图 (注 a 为平移时的等距离)

重点、难点：

- (1) 交接桩人员必须熟悉线路走向和所经过的地形地貌。
- (2) 线路控制桩、沿线设置的临时性和永久性水准点要做出明显标记。沙漠地带设置的桩要高一些，防止风沙将其掩埋。
- (3) 对线路上的所有水准点和控制桩进行保护并在明显位置设参照物。
- (4) 测量放线由参加接桩的测量工程师负责，测量仪器经法定计量部门校验合格并在有效期内使用。
- (5) 对局部线路走向有争议地段（如出现新建房屋、高压线杆或大量墓葬等），及时向监理、设计、建设等单位反映，并提出合理的线路调整建议。如确认需修改线路应由设计单位重新定测线路，出具设计变更通知单和变更图，并重新办理交接桩手续。
- (6) 灰线布放采用三点一线的方法用耐磨绳拉线后放出，采用加长杆作为标志放管道中心线时要注意架空电线，防止触电。
- (7) 沙漠地段管线的测量定位后，首先采用推土机对沿线进行扫线，清除沿线较高的沙丘地。

2.2 施工作业带

沙漠地带地表较松散，直接采用履带推土机将作业带范围内的沟、沙丘、陡坡等处予以平整，使施工机械、设备得以通过。当管线局部地段通过移动沙丘时，应将移动沙丘推缓或推平，作业带的宽度据地表状况确定。

作业带清理见下图：



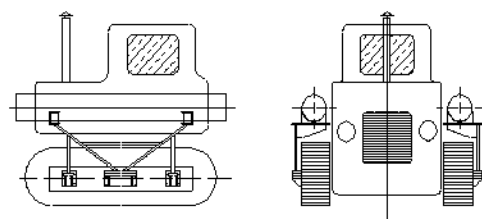
重点、难点：

- (1) 施工作业带宽度必须符合规定要求的宽度，严禁随意超过作业带边线。在施工作业需要更大宽度的时候，在任何清整作业前应由建设单位提前获得批准。
- (2) 作业带宽度内的地面障碍物必须清理干净，并按照建设单位及相关政府部门批准的方式方法移走和处理由于清理和平整作业而产生的剩余材料。
- (3) 作业带内无法清除的地下障碍物必须作出明显标志。
- (4) 作业带通过水渠时要增加过水涵管，使水顺利通过；通过行洪沟渠时要采取过水措施，以保证施工作业下正常进行。
- (5) 清理作业带时要注意保护标志桩和控制桩，对损坏及丢失的要进行补桩。
- (6) 横坡修筑作业带要确保施工期间设备运行的安全，尽量在斜坡上挖土修筑，砌筑的挡土墙要牢固，确保不产生滑坡。
- (7) 横坡施工结束后地貌恢复是重点控制工序，可采取分两步走的方式，对于坡度小比较好恢复的横坡，边回填边夯实，达到原貌。对于坡度比较大的横坡，争取与地方协调，做出适当赔偿后保留挡土墙及作业带，作为今后管道检修的便道。

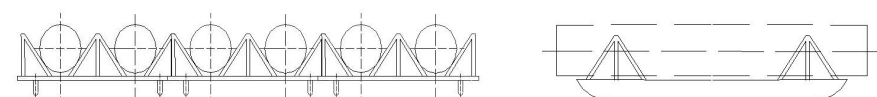
2.3 运管、布管

在沙漠地带，管材的运输比较困难，由于沙漠的抗剪强度极小，采用常规的运输方式很难满足施工要求，应采用宽履带推土机牵引自制爬犁进行运管，采用吊管机进行卸管。

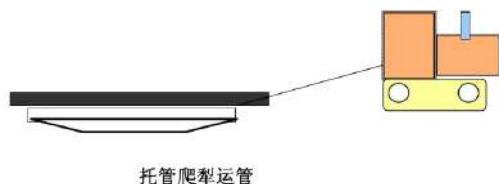
履带车示意图如下：



自制爬犁示意图如下：



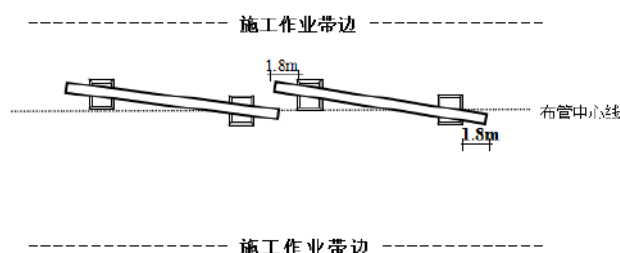
爬犁应做成封闭型——底及四个侧面均用钢板封焊、形成“船”式。



重点、难点：

- (1) 特殊地段运管，根据地形、地质条件编制运管方案，报建设单位（或监理）批准后实施，保证施工顺利进行。
- (2) 运输车辆拉运管材时，必须采用软质材料的绳索捆扎，不得损伤防腐层，严禁使用钢丝绳直接捆扎防腐管。
- (3) 钢管吊装必须采用专用吊具，尾钩宽度不小于 60mm，尾钩与管口接触面的曲率应与管子相同。
- (4) 管材堆放时按要求修筑临时管墩，管墩要采用细土或沙土装袋后码放整齐，卸管及布管时注意对防腐管的保护。

管墩布置示意图如下：



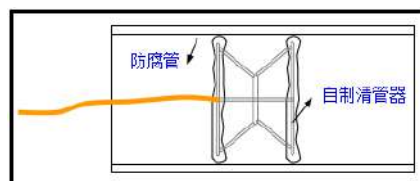
- (1) 布管时，管道边缘与管沟边缘应保持一定的安全距离，详见下表：

土壤类别	干燥硬石土	潮湿软土
全距离 (m)	≥1.5	≥1.7

2.4 管道焊接

长输燃气管道施工中，焊接是一项重要环节，本工程主要采用两种焊接工艺：（手工）纤维素下向焊和氩电联焊，具体焊接方法施工时需编制专门的焊接工艺规程及焊接作业指导书，为了保证焊接质量，施焊前按所拟定的焊接工艺，对参加施焊人员的技能进行鉴定，并报建设单位批准。

管道组对施焊前用自制的内清管器将管道内部清理干净。清管器的做法：用 $\delta=6\text{mm}$ $D=100\text{mm}$ 两片钢板中间夹 $\delta=10\text{mm}$ $D=$ 管内径的橡胶板，一式两片用钢筋连成筒装。操作：用 $\Phi 6$ 钢筋连接在管内拖拉。



清管器示意图

(2) 焊口正式焊接的起焊点，必须先在两定位焊点之间，严禁在定位焊处起焊，焊接时应确保起弧与收弧处的质量，收弧应将弧坑填满，多层焊的层间接头应相互错开。每条焊缝均应一次连续焊完。如因故被迫中断，应采取后热、保温的措施。再焊时必须对以前的焊道进行检查，确认无缺陷后方可继续施焊。

(3) 管线组焊时，由于沙漠风沙的影响，在刮风天气必需在防风棚内进行作业，同时沙漠地带温差较大，早晚时，容易产生水气，所以早晚施工时，应特别注意管口的干燥问题，不符合规范要求的，要重新加热。

(4) 管道施焊采用沟上焊接作业，根焊采用纤维素 E6010 $\Phi 3.2$ 焊条，填充、盖面采用纤维素 E7010 $\Phi 4.0$ 焊条。管道的焊接严格按焊接工艺规程所确定的工艺参数执行。管道焊接组对前必须用清管器清管，清除管内存沙，每天施工结束时，做好管端封堵。焊接作业工序要紧密衔接，尽量缩短施工时间，防止流动沙回淤。

2.5 阴极保护重点、难点

(1) 阴极保护测试桩施工前按设计图纸的要求制作阴极保护测试桩，并检查外观尺寸及内部结构，接线牢固；各种不同类型的测试桩的接线方式各不相同，则应按图纸要求准确安装不同地段测试桩的类型；沿线的电位与电流测试桩兼做里程桩用，安装时用全站仪测量距离，桩间距离误差不超过规范要求；测试桩的测试导线与管道连接，采用铝热焊接法；测试桩体埋入地下部分回填时分层夯实，防止土方塌陷，桩体倾斜。

(2) 镁阳极表面为铸造表面，其表面清洁、平滑、无明显铸造缺陷，检查质量保证书的镁阳极化学成分，符合设计规定。购置已包装好的阳极时，检查阳极是否位于填包料的中间，填包料密实。如提供的带有防水的外包装，在使用时将外包装去掉。

(3) 对于现场填包好的阳极，使用前对阳极表面进行处理，清除表面的氧化膜及油污，使其呈现金属光泽。

阳极填包料的成分符合下表要求配方，并混合均匀，填料厚度应大于 50mm。

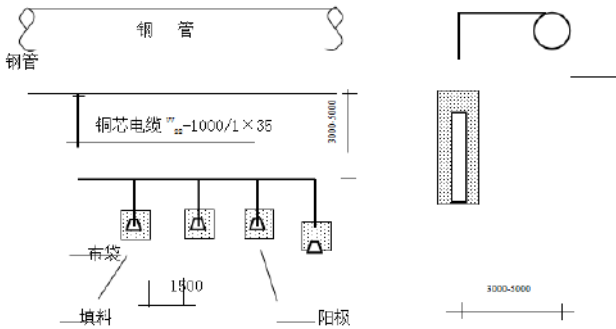
用料 填量	百分比 (%)	重量 (kg)
石膏粉	25%	12.5
工业硫酸	25%	12.5
膨润土	25%	25

(4) 导线和阳极钢芯可采用铜焊或锡焊连接，搭接焊缝长度不小于 50mm。电缆和阳极钢芯焊接后，采取必要的保护措施，以防连接处损坏。焊完导线的阳极在搬运过程中不得牵扯导线。

(5) 导线的护套完整无损，对于任何裂纹都必须修复。导线敷设符合要求。

(6) 导线和钢芯的焊接处及非工作的阳极端面采用环氧树脂或相当的材料进行防腐绝缘。

牺牲阳极电缆和管道的连接采用铝热焊，一般焊接点位于管道上半部。焊接处采用聚乙烯补伤片防腐绝缘，不得有钢芯外露。安装见下图：



h 阳极垂直埋设，埋设深度为阳极顶端距地表 1.6m。

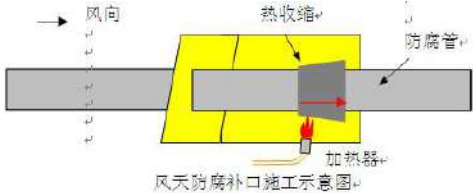
(7) 在采用牺牲阳极的管道测试桩处，应接上和管材相同的辅助片，供作自然电位参数测试用。

(8) 牺牲阳极投产测试，在阳极埋入地下，填包料浇水 10 天后进行，在 30 天后重复测试一次。

(9) 保护电位以两桩间的管道位置处的电位为准。当无法测量时，可以断开桩处的阳极，测其管道的开路电位为参考。

2.6 管道补口、补伤

管道焊接严格按照焊接工艺规程施焊，确保焊接合格率。管道焊接完毕所有环向焊缝均应进行 100%X 射线检查。检测合格并经监理认可后，进行防腐补口作业。本项目利用热收缩套将裸露的管口与管子防腐层紧密地结合起来，使管道防腐层成为统一的整体。风天防腐补口示意图如下：



重点、难点：

(1) 防腐补口补伤材料出厂合格证书、质量保证书和商检合格证书齐全。

(2) 管线组装焊接完毕，进行防腐补口时，防腐补口在风力较强的天气，应在上风口设置挡风棚或在防风棚中施工，以防止风将细沙带入套内，降低补口套的粘结强度，应从上风方至下风向的方向从一头烤补到另一侧，如此能有效防止防腐补口套内出现气泡，影响补口质量。

(3) 管道防腐补口施工时管口两侧防腐涂层 200mm 范围内的油污、泥土及其它污物清理干净，管口除锈等级达到规范中规定的级别。

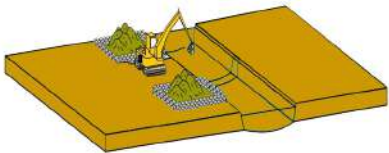
(4) 管口预热温度必须符合规定要求或生产厂家的说明书，预热均匀。

(5) 补口外观逐个目测检查，表面平整，无烧焦碳化现象，无鼓泡、气孔、皱折，接缝处粘胶均匀填满并溢出。

(6) 环向搭边宽度和轴向搭边宽度必须符合规定要求和设计要求。

2.7 管沟开挖

根据沙丘地经压实或挤压后，抗压强度较大，但抗剪强度为零、凝聚力极差等特点，工程中采用了长臂挖掘机加大管沟宽度的方法，并将挖出的土使用沙袋进行维护，维护方法见下列示意图。



管沟开挖示意图

重点、难点:

(1) 管沟开挖前应进行移桩, 转角桩按转角的角平分线移动, 其余轴线桩应平移至堆土或组焊一侧距施工作业带边界线 200mm 处; 对于移桩困难地段, 可采用增加引导桩、参照物标记等方法确定原位置。

(2) 管沟开挖与管道组对、焊接、下沟、回填紧密结合, 开挖一段, 完成一段, 每段长度不超过 1.5km, 每段回填后及时进行水工保护施工。

(3) 穿越地下设施时, 设施两侧 3m 范围内, 应采用人工开挖, 与其穿越间距应符合设计要求。对于重要设施, 开挖前应征得其管理单位同意, 并应在其监督下开挖。

2.8 清管、试压与干燥

在进行分段试压前必须采用清管器进行分段清管, 清管次数不少于 3 次, 以开口端不再排除杂物为合格。

管道进行试压前, 应在试压管段首、末两端安装压力表和温度计, 其安装位置必须在无阳光直接照射之处, 压力表精度不低于 0.5 级, 温度计分度值不大于 10℃。

重点、难点:

(1) 采用清管器清管时, 清管器运行速度宜控制在 4 ~ 5km/h 为宜, 工作压力宜为 0.05 MPa ~ 0.2MPa, 如遇阻可提高其工作压力, 但最大压力不得超过管道设计压力。

(2) 线路清管合格后, 要用带有铝质测径板的清管器进行管道的变形测径, 测径板的直径大于等于该管段内径的 90% 并小于该段热煨弯头内径的 95%。测径板的尺寸应经监理的认可, 测径板应安装在刚性清管器上以保证在整个运行期间测径板始终处于管道的中心线上。

(3) 测径板通过管道后, 无变形、褶皱为合格, 如果测径板显示有破损, 施工管道方应找出原因并进行必要的修补。

(4) 在进行分段试压前必须采用清管器进行分段清管测径。分段清管应确保将管道内的污物清除干净。

(5) 强度试验: 一般线路段的管段不应小于设计压力的 1.5 倍 (15.0MPa),

穿越段的管段不应小于设计压力的 1.5 倍 (15.0MPa); 先升至 30% 强度试验压力, 稳压 15min, 再升至 60% 强度试验压力, 稳压 15min。稳压期间对管道进行检查, 无异常现象, 继续升压至强度试验压力, 稳压不小于 4h, 以无破裂、无泄漏为合格标准。

(6) 严密性试验压力为管道的设计压力 (10.0MPa), 在强度试验 (15.0MPa) 完成后将管道内降至设计压力 (10.0MPa), 稳压时间不小于 24h, 压降不大于 0.1MPa 为合格。

(7) 当因温度变化或其它因素影响试压的准确性时, 应延长稳压时间。在环境温度低于 5℃ 时, 水压试验应采取防冻措施, 试压完成后应立即对被试管段进行排水清管, 并将试压设备及阀门内的水排尽。试压合格后, 用压缩空气推动清管器进行排水吹扫。

2.9 管线下沟

管沟开挖合格后, 合理配备挖掘机将已焊接防腐完成的管道平稳的放入管沟中。

重点、难点:

(1) 下沟前, 由安全员对管沟进行安全检查, 清除沟中的塌方及杂物, 确认沟内无清沟作业人员、设备及机具, 管道内侧无人站立, 无施工物品、用具存放; 使用电火花检漏仪按设计要求的检漏电压检查防腐层, 重点检查管线底部和管子与支墩接触部位的防腐层, 如有破损或针孔及时修补。

(2) 管道下沟由专人统一指挥作业, 在人员集中的通行路口设置醒目标志, 并安排专人巡防。

(3) 使用能够满足施工要求的吊管机配以专用吊具下沟。起吊点距管道环焊缝距离不小于 2m, 起吊高度以 1m 为宜、最大起吊点间距不应超过 26m。吊管机不少于 4 台, 同时起吊并将管道向管沟内移动, 前两台将管道移至管沟中心上方并缓慢下放, 第一台吊管机将管道放入管沟内并后移至最后位置。如此重复直至完成所需下沟管段。

(4) 下沟后对由现场监理人员对下沟的质量进行检查和复测, 包括对管顶标高、曲线的始点、中点和终点标高进行测量。管道标高应符合设计要求。按业主或监理规定填写测量成果表、管道工程隐蔽检查记录。确认合格后在下沟记录上签字, 再进行管沟回填。

3 结束语

燃气管道工程施工控制要点涉及广泛, 在沙漠地带施工要努力克服各种因素对施工质量的影响, 本工程项目在施工过程中采取了以上施工方法, 确保了工期的顺利进行, 并保证了工程质量, 同时也为今后在沙漠地带进行燃气管道施工积攒了宝贵的施工经验。

[参考文献]

- [1] 《输气管道工程设计规范》GB50251-2015
- [2] 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448-2008
- [3] 《油气长输管道工程施工及验收规范》-GB 50369-2014
- [4] 《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T0452-2012
- [5] 《石油天然气建设工程施工质量验收规范 站内工艺管道工程》SY 4203-2007
- [6] 《压力管道规范 - 工业管道》GB/T 20801-2006
- [7] 《工业金属管道工程施工规范》GB 50235-2010
- [8] 《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184-2011

作者简介:

1 王宗尧, 身份证号: 1301321987****0077

2 于永凯, 身份证号: 1304311987****1713

3 孙立君, 身份证号: 2307031987****1013