

四封四堵不停输工艺在13号线次高压燃气管线改迁工程中的实践

宋明磊

深圳市燃气工程监理有限公司 广东深圳 518049

【摘要】带压封堵工艺是一种燃气管线常见的管道维修、抢险、改迁方法，其实用价值在于可以在不停止流体输送的情况下对管道进行维修或更换。这种方法的优点在于可以节省时间和成本，同时也可以确保流体输送的连续性和稳定性。根据其应用场景不同，其传统封堵形式有两种：单侧封堵（单点封堵）、双封双堵。单侧封堵属于低压封堵，适用场站内改造，主要包括：加装阀门和仪表、抢险、更换管道，详细工艺标准可以参照《钢制管道封堵技术规程 第2部分SY/T 6150.2-2011》；《钢制管道封堵技术规程 第1部分 SY/T 6150.2-2011》所介绍的双封双堵应用于三十米内的中短距离燃气管线抢维修或改建等工程。上述两种方法不能解决长距离不停输带压改迁工程需要，于是便出现了一种新的带压封堵形式：四封四堵。深圳市城市轨道交通13号线二期（北延）工程同观路站次高压燃气管线改迁工程采用四封四堵不停输封堵（主动密封）工艺进行迁改，巧妙地将原有的管线做旁通管线，进行封堵四处，解决了长距离的管线改迁难题。

【关键词】燃气管线；不停输；封堵工艺；带压；旁通；四封四堵；主动密封

引言：

随着城市的发展，在役高压、次高压燃气管线与城市新规划的配套市政设施产生冲突，尤其是新建城市轨道交通、城市快速干道、铁路建设等占压问题越来越多。而城市高（次）压燃气管线是城市等能源生命线，不仅关系到千家万户的生活用气，更关系到分秒必争的工商企业的生产安全，若采取停输接驳带来的损失巨大。因城市高（次）压燃气管线关系到国计民生，为保证供气连续与安全，采用四封四堵不停输带压封堵工艺是比较实用和新型的施工方法之一。工程实践证明：该项工艺具有施工成本低、周期短以及效益好等特点。本文就四封四堵不停输带压封堵工艺在深圳市城市轨道交通13号线二期（北延）工程同观路站次高压燃气管线改迁工程中的实际应用进行介绍，以供类似工程项目进行参考。

1 工程概述

深圳市城市轨道交通13号线二期（北延）工程同观路站建设施工需要将818m在役次高压燃气管线迁出施工影响区，新建952m次高压燃气管线。该管线是供应光明片区、南山西丽片区的主管线，直接影响到广大居民、工商用户及科研机

构的生产生活，因此采用不停输进行带压接驳，可以将影响范围降到最低。

2 不停输接驳方案选择

本次高压燃气管道改迁工程首先排除适用于低压的单侧封堵工艺。因两个接驳点相距近1km，且光桥路、观光路是光明新区的主干道，不具备封路或占道施工，规范推荐的短距离双封双堵工艺实施条件不足。

经过反复讨论研究，最终决定采用较为新颖的四封四堵不停输带压封堵工艺进行接驳施工。其工艺示意图如图1所示。（见图1）

四封四堵不停输带压封堵工艺关键技术要点是采用新型机械转向主动封堵技术采用传统液压封堵动力实现堵头下放提取，承压密封部件采用油缸活塞压缩结构，通过液控阀组实现对油缸动作的精准控制，采用位移传感器对密封部件压缩量进行精确计量。从传统被动塞入密封原理转变为依靠动力主动密封原理，其结构确保介质助推越压越紧，实现安全可靠零泄漏封堵。

其整体工艺流程如下：现场踏勘→封堵试验→管道防腐层剥离→检查椭圆度及壁厚→组对三通、短节→焊接三



图1 主动密封不停输封堵工艺示意图

通、短节→焊道检测→安装阀门→组装开孔机→开孔→取铁屑→旁通线架设→管道封堵→封堵段氮气置换→机械断开→新、旧管线连头→无损检测→废弃管线放空、氮气置换封存→新管线注气、平衡、导通→解除封堵→安装塞柄，加盖盲板→管件、管线防腐。

3 工程施工前具备的前提条件

(1) 新管线铺设、打压、通球、扫线、资料交接、验收完毕，具备新旧管线连接条件；(2) 施工道路满足工程车辆进出要求；(3) 地方工作协调到位；施工区域内道路已封闭，具备施工条件；(4) 施工区域内地下设施（光缆、管线等等），已落实该设施具体位置、埋深及相关要求等，具备施工条件；(5) 建设单位动火作业票签署完毕；天气状况良好，不影响焊接施工；(6) 施工设备、安全设施全部准备完毕。

4 关键机械设备选用

燃气管道不停输带压成败的核心是开孔、封堵设备的选用。通常开工封堵系统是由主机和辅机两种系列组成，其中主机系统是由开孔机、封堵器、液压站和下堵塞器四种不同作用、不同型号和规格的设备互相对应配套组成。辅机系统是由连箱系列（旁通开孔连箱、封堵开孔连箱、封堵连箱、下堵连箱）、开孔刀（旁通开孔刀、封堵开孔刀）、夹板阀系列、封堵筒系列与相对应的管径组成，它是根据不同的作业方式和作业管径而匹配不同的主辅机。

本项目经过技术经济分析后决定主系统采用美国TDW公司的2台TDW1200全液压开孔机+2台T101手摇式开孔机+4台TDW1200液压站（2用2备）+2套D508开孔结合器+4套D508夹板阀+2套D325夹板阀+4套D508封堵器的组合系统。辅助系统平衡球阀、封堵结合器、主动封堵头、液压扳手根据实际情况配备。

5 施工总平面布置

本工程分为两个作业区域的土方施工，每处土方施工包括植被移植、交通疏散、场地围挡、路障安装、场地平整、作业坑开挖、作业坑降水、混凝土砂浆护壁支护、作业坑回填等工作。

施工道路应满足50吨吊车及30吨以上货车通过，路面宽度为6米，路面平整、坚实，足以承受上述要求的车辆重量，不得发生塌陷。

作业坑内应设有降水坑，周围采取混凝土护壁支护等防塌方措施。作业坑底应平整，地面坚实，如有必要搭建脚手架。在条件允许的条件下，优先选用机械开挖的方法，挖掘作业应防止损伤管线。

6 最高可施焊压力计算

根据标准SY/T 6150-2017进行运行管道最高施焊压力计算

运行管道允许最高施焊的压力：

$$P = \frac{2\sigma_s(t-c)}{D} F$$

式中：

p ——管道允许带压施焊的压力，单位为兆帕（MPa）

σ_s ——管材的最小屈服极限，单位为兆帕（MPa）

t ——焊接处管道实际壁厚，单位为毫米（mm）

c ——因焊接引起的壁厚修正量参见表1，单位为毫米（mm）

D ——管道外径，单位为毫米（mm）

F ——安全系数参见表2，单位为毫米（mm）

表1 推荐修正量

焊条直径mm	<2.0	2.5	3.2	4.0
C	1.4	1.6	2.0	2.8

表2 推荐安全系数

t	$t \geq 12.7$	$8.7 \leq t < 12.7$	$6.4 \leq t < 8.7$	$t < 6.4$
F	0.72	0.68	0.55	0.4

运行管道允许最高施焊压力P的计算：

σ_s	t	D	F	c	P
360MPa	9.5 mm	508mm	0.68	2.0mm	7.23 MPa

结论：此处按照管线设计壁厚计算得 $P=7.23\text{MPa}$ ，理论计算值施工期间无需降压运行。现场需根据剥除防腐后测量的实际最小壁厚在进行实际计算，然后确定在线焊接作业期间管线是否需要降压。施工期间气体流速不应大于 10m/s 。

7 管线开孔

当现场三通安装焊接、阀门安装及试压、开孔机组装调试完毕、整体严密性试验合格，开孔条件已经满足后，经建设单位现场代表确认工作许可方可进行开工作业。

连接开孔机液压管，确认各连接部位无松动；开启开孔机开孔通过标尺杆记录开孔尺寸。

开孔时，当开孔机切削到预定尺寸后，停机，然后以手动操作开孔机使开孔刀前进 $5-10\text{mm}$ ，确认孔完全被开透，方可上提刀具。

开孔作业时管内介质压力、流速应保持稳定。如果运行方需对管线运行参数进行变动必须提前通知施工方项目经理，双方协商决定。

开孔到最终完成尺寸时进行校核。

开孔完成后将刀退出，关闭夹板阀，关闭开孔控制阀，关闭液压站，通过泄压阀排出开孔机腔体内的残余压力。

8 旁通管线安装与导通

依据输气量要求，本项目初步选用 $\phi 325$ 的旁通线作为临时输送管线，作业点旁通无需开旁通孔，直接与两侧封堵结合器连接，旁通管线两端安装截断阀、需采取支撑加固措施。上、下游旁通线无损检测、试压合格后，采用氮气置换旁通管内的空气，并使用可燃气体测爆仪测量排气口处气体，当含氧量小于 2% 时为合格后，平衡旁通管线压力，导通旁通管线。

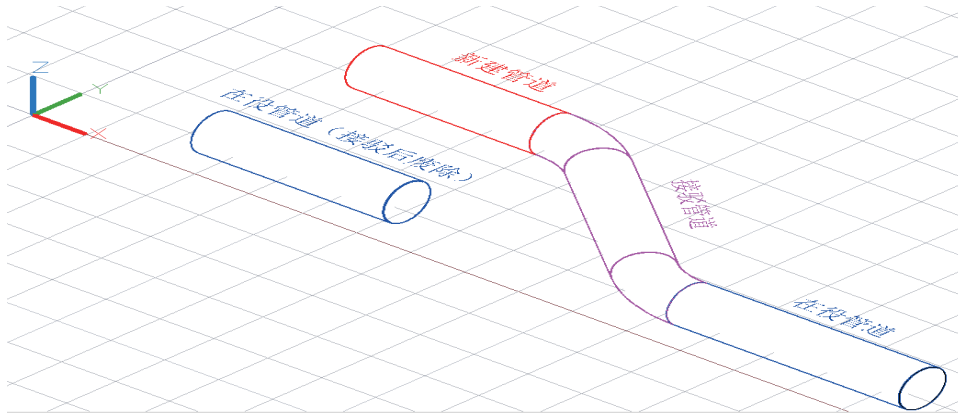


图2 设计终点位置配管图

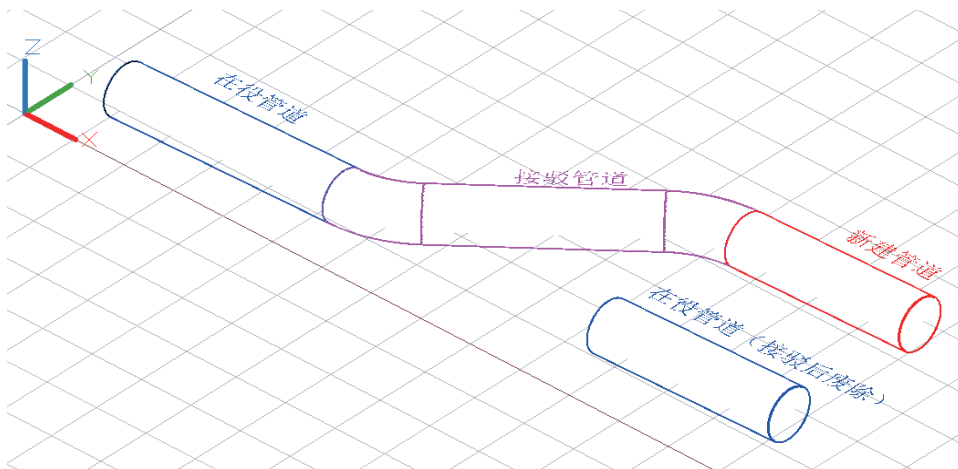


图3 设计起点位置配管图

9 管线封堵与断管

安装封堵器至夹板阀, 封堵设备吊装到夹板阀上之前, 确认封堵头的封堵方向为被封堵管段方向。进行下封堵操作, 下封堵过程中密切监听管线内是否有异常响动; 并密切监视液压站压力表, 如压力瞬间增大并持续, 则立即停止操作并查看原因。下封堵时应先下下游封堵, 后下上游封堵。封堵到位后, 验证封堵尺寸是否正确。通过平衡孔卸压至 0.5MPa 后, 封堵效果符合要求后即可进行断管作业。

10 新旧管线连头

新建管线及接驳点各道焊口, 严格按照焊接工艺规程要求进行焊接。其一般工序为准备工作→对口组装→焊接→焊后保温→焊接检验→焊缝返修→焊接检验(射线和相控阵双百检测)→24小时复检。

因两个连头点新旧管道标高、方位存在差异, 实施前要准确测量并设计配管图、定制管道弯头, 避免因误差太大导致碰口失败而造成经济损失及工期延误。这一步非常关键, 具体情况如图2、图3所示。

11 结论

四封四堵不停输带压封堵工艺在深圳市城市轨道交通13号线二期(北延)工程同观路站次高压燃气管线改迁工程的实际应用收到了良好的效果。其主要优缺点如下:

1) 解决了长距离不停输带压封堵的技术难题, 是一种

高效、安全、可靠的管道维抢修方法;

2) 社会效益良好、缩短了工程工期, 因其场地要求小, 避免了长期封闭交通等扰民事项, 将原本各项前置手续办理需要数月的工期压缩在半个月内完成, 保证管道燃气输送的连续性和稳定性。

3) 缺点是对人员和设备的专业性要求太高, 需严格遵守安全规定和操作规程, 方能保证人员和设备的安全。

总之, 四封四堵不停输带压封堵工艺对城市高(次)压燃气管线改迁及抢维修提供了一种新的安全可靠解决方案, 可供工程实际应用。

参考文献:

- [1] 《钢制管道封堵技术规程 第1部分 塞式、筒式封堵 SY/T 6150.2-2011》.
- [2] 《钢制管道封堵技术规程 第2部分 挡板-囊式封堵 SY/T 6150.2-2011》.
- [3] 李长缨. 城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程实施指南.
- [4] 孙海峰. 燃气管道不停输带压开孔封堵技术.
- [5] 崔强. 天然气管道不停输带压封堵工艺技术研究.
- [6] 深圳市城市轨道交通13号线二期(北延)工程同观路站次高压燃气管线改迁工程施工图.