

# Discussion on the Construction Technology of Automatic Welding Steep Slope in Long Oil Transmission Pipeline Mountainous Area

Zhenqian Hao Zhangyong Zhao Qi Hao Chong Du

Sinopec China Crude Oil Construction Engineering Co., Ltd., Puyang, Henan, 457001, China

## Abstract

Guangxi LNG supporting pipeline Guilin branch project (three), the main workload has 55.44km long pipeline, pipe diameter DN800, welding technology is the automatic welding combination, including 8km mountain construction, there are three climbing angle are more than 30°, vertical elevation difference about 100m, belongs to the special construction of mountain steep slope. The construction processes such as trench excavation, pipe distribution, welding and anti-collapse shed erection of steep slope construction are relatively difficult, with high safety risks, and the construction of steep slope is also restricted by rainy weather and other factors.

## Keywords

long oil transmission gas pipeline; steep slope construction; automatic welding

# 长输油气管道山区自动焊陡坡施工技术探讨

郝振乾 赵章勇 郝琦 杜冲

中石化中原油建工程有限公司, 中国·河南 濮阳 457001

## 摘 要

广西LNG配套外输管道桂林支线工程(三标段)项目, 主要工作量有55.44km长的管线, 管径DN800, 焊接工艺为组合自动焊, 其中标段内有8km的山地施工, 其中有三处爬坡角度均大于30°, 垂直高差100m左右, 属于山地陡坡的特殊施工。陡坡施工中管沟开挖、运布管、焊接、防塌棚的架设等施工工序难度较大, 安全风险高, 陡坡施工也受到阴雨天气等因素的制约。

## 关键词

长输油气管道; 陡坡施工; 自动焊

## 1 引言

随着中国经济的飞速发展, 洁净能源需求日益增长, 后续应运而生的国家管网公司成立了, 长输管道建设又步入了一个高峰期, 天然气管道建设更是一个建设期的腾飞。在中国南方管道施工路由经过的地方, 存在许多地势复杂地段, 如有水田、丘陵、山地、河流、险滩、林地等。当然, 山区陡坡段管道施工困难较多, 需采取特殊的施工措施, 方可保证管道建设更加安全高效的保证陡坡施工。

## 2 关键工序

### 2.1 陡坡施工作业流程

施工技术交底→交接桩→测量放线→征作业带→修施

工便道→管沟开挖→运布管→管口组对焊接→检测→补口补伤→细土回填→硅管敷设→小回填→铺警示带→大回填→水土保持→地貌恢复。

### 2.2 作业带要求

施工机组根据测量出的管道中线, 用红色的尼龙绳分别拉出管道中心线和作业带征地线(南方植被茂盛, 阴雨天气较多, 用石灰撒出边界线无法保证经济实用)。因是陡坡作业, 会在山体降坡、管沟开挖、修临时“Z”形便道, 故会产生大量土方, 一般作业带会比正常平坡处的施工作业带宽的较多, 其控制范围如下三角函数公式计算:

$\tan A$  (正切) =  $a$  (对边) /  $b$  (临边)

注:  $A=15^\circ$ ,  $a=6m$  (管子长度 12m/2 算)。

操作平台和“Z”字路转弯半径各按 6m 算, 管子中心线另一侧为 6m, 经过计算一般作业带理论宽度为 40m。

### 2.3 修施工便道

我们只讨论纵坡管道安装施工工艺, 横坡施工相对简

【作者简介】郝振乾(1972-), 男, 中国河南濮阳人, 首席技师, 从事油田地面建设、长输管道安装、炼油化工装置安装、油气管线安装工培训等研究。

单一点,挖高填低,修出施工作业带即可。纵坡作业带清理时,利用履带挖掘机械,根据规划好的便道走向,平整后压实,形成车辆、设备通行的施工便道,便道宽度一般为4.5m,转弯半径不小于6m,操作平台6m来控制。

对于坡度小于 $20^{\circ}$ 的纵向山坡直接采用挖掘机进行平整修筑,必要的时候进行降坡处理。

对于坡度大于 $20^{\circ}$ 的纵向山坡无法形成连续作业带时,采用挖掘机通过修筑“Z”字形路来降低坡度进行修筑,外高内低,以保护设备安全。同时,根据组对位置标出挖掘机组对作业平台,设置在距离组对管口一半管长位置,平台尺寸应以至少满足设备安全作业要求,如图1所示。

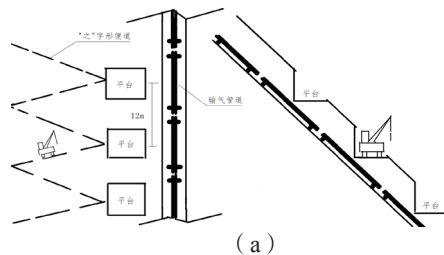


图1 “Z”字路修筑示意图

## 2.4 管沟开挖

山区段的农田形成极为不易,为保证后续施工,管沟开挖前应人工将表层耕植土袋装,并堆砌在设备不行走的一侧,主要有以下两种情况<sup>[1]</sup>。

### 2.4.1 坡度小于 $20^{\circ}$

与等高线交叉地段的管沟开挖该地段履带设备可以保证正常行走,管沟开挖可以正常施工,管沟内所挖出的土石方铺设在作业带内,以保证履带设备的正常行走。

### 2.4.2 坡度大于 $20^{\circ}$

与等高线交叉地段的管沟开挖,该地段在没有安全保障的条件下施工设备已经不能正常行走,因此管沟开挖应分段修筑平台后,顺其坡度自上而下分段开挖,分段长度宜控制在10m左右,挖机一般顺着管沟中线,分层开挖、倒退着挖出管沟。

## 2.5 运布管

考虑到山区施工地形起伏较大且较为频繁以及设备自身的安全性能,由于履带挖掘机具有较好的自救能力和爬坡

能力,因此山区段管材倒运一般选择使用履带挖掘机(注:前期已把管子由炮车运输到山脚下临时堆管点)。

坡度大于 $10^{\circ}$ 且小于 $20^{\circ}$ 时,履带挖掘机仍可正常行驶,因此该地段管材倒运的主要设备为履带挖掘机<sup>[2]</sup>。

对于坡度为 $20^{\circ}$ 以上且较长地段的陡坡段,可采用借助修筑“Z”字形便道布管方案,依靠履带挖掘机完成管沟内布管,每根成品管在管沟内搁置前必须在管沟内设置软质管墩,以防止防腐层的损坏,每根钢管底部设置管墩不少于2个(如图2所示)。

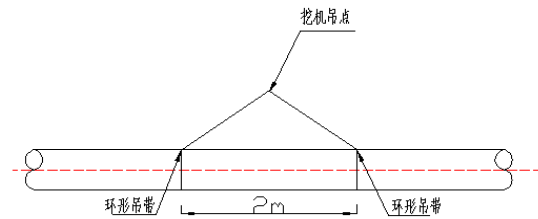


图2 管材倒运起吊点示意图

## 2.6 管道组对焊接

陡坡管道焊接宜采用沟下组对焊接,对口时宜采用外对口器,利用履带挖掘机倒运管材,布置沟底,由上往下逐根连接到地面或是由下往上焊接至山顶两种方法。

管道焊接采用组合自动焊焊接施工方式:钨极氩弧焊根焊、热焊+单焊炬外焊机热填充、盖面,按照1+2配置模式,即“1个钨极氩弧焊工作站+2个单焊炬外焊机工作站”。这样的小机组配置,利于山地陡坡施工,避免了设备来回倒运,把自动焊焊接小车、根焊设备配置在一个防塌棚(工作站)内,焊接完一道口,再进行下一道口的组对焊接工作。

沟下焊接安全防护方面采取防护网与防塌棚(工作站)相结合方式施工,即沟下施工人员在防塌棚内操作,沟边采用防护网护坡,防止碎石或是土块滑落等安全隐患,防护网主要采用尼龙防护网,规格为线径3mm,网格 $\leq 5\text{cm}$ ,宽度5m,管道焊接前在管沟两侧铺装防护网,防护网可根据现场实际情况进行铺设,铺设过程中注意对防护网的保护,并且固定牢固,对于破损而影响防护功能的防护网,立即进行更换。

纵坡地段管道焊接,严格按照焊接工艺规程的规定进行管道组对、焊接以及焊接检验。管道组对完成后,测量人员根据数字化测量要求对管道进行数据采集。

局部坡度较陡、设备爬行或作业困难的地段,设备在作业带内沿“Z”字路行走,在每根钢管距离上用挖掘机修筑作业平台,将吊装设备和焊机停放在平台内,然后自下而上(或是由上而下)的将钢管一直铺设至坡顶(地面)。当机械设备停止在山坡或有角度的斜坡时,为保证施工安全,防止设备发生侧滑或溜车,在设备停稳时,将采取以三角木掩靠机械设备履带的方法,避免事故的发生。其中,纵坡管道焊接设备布置如图3所示。

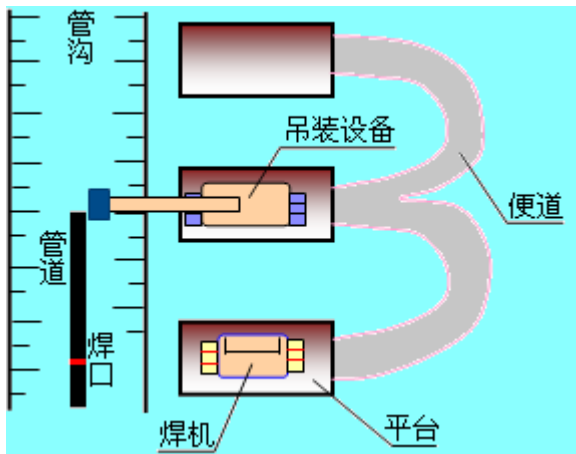


图3 纵坡管道焊接设备布置

施工过程中,安排专人负责安全巡视,防止松动的土石方滑落伤人,保证施工安全。

### 2.7 管沟回填

回填前,再次用电火花检漏仪检查管道防腐层,确认无损伤和露点,焊口数据采集完成,填报回填申请,经业主现场代表、第三方监理验收合格后,检查阴极保护测试线是否焊好并引出,并测量阴极引线的坐标,做好标记,待管沟回填后安装测试桩,清除管沟内积水、石块和其他杂物后即可回填。

石方段管沟需先做 300mm 细土垫层,细土的最大粒径不得超过 20mm。对水土易流失的陡坡、陡坎地段,可采取编织袋装土包裹在管道周围,其厚度不得小于 300mm。细土回填同时应立即通知光缆敷设施工机组进行硅管敷设及

安装,硅芯管敷设位于输气管线介质流向顺气流方向的右侧;硅芯管管底与输气管道管顶标高一致,距离输气管道侧壁 $\geq 0.3\text{m}$ ,硅管敷设要求平整顺直,不得有折弯,更不得有石块或是其他硬物压迫硅管,隐蔽工作完成后,敷设警示带标识,进行管沟大回填。

管沟回填土高出地面 300mm,用来弥补土层的沉降。覆土要与管沟中心线一致,其宽度为管沟上开口宽度,并做成梯形。山区地貌恢复与水工保护、水土保持措施同步进行,在坡度大于  $20^\circ$  的斜坡,管沟应按照施工图纸的要求设置截水墙进行防护,防止雨天冲刷,导致水土流失。回填完成后,将扫线开挖分离的耕作土均匀覆盖在施工扰动的地表,恢复耕种能力<sup>[3]</sup>。

### 3 结语

以上是对陡坡施工时的几个主要工序的探讨和总结。管道陡坡施工同时也受天气影响,要避开阴雨天气,因为履带设备在山地施工时,履带与地面的抓握力很小,容易打滑或是侧翻,造成安全隐患,故此山地陡坡施工一般要了解近半个月的天气情况,做到未雨绸缪,做到连续施工,一次性顺利翻越过陡坡负责地段。

### 参考文献

- [1] 徐小兵.油气长输管道施工技术手册[M].北京:石油工业出版社,2011.
- [2] GB 50369—2014 油气长输管道工程施工及验收规范[S].
- [3] 屈建军.某项目高边坡和深基坑支护的技术控制[J].山西建筑,2018(18):62-63.