



改进施工工艺 提高管道施工技术水平

白 克 仁

(四川油气田建设工程公司)

四川天然气储量丰富,七五期间,天然气产量将大幅度增长,旧的输气管网已不能适应,我们面临着一个艰巨的地面产能建设及管道施工任务,预计从1985~1987年,实物工程量将相当过去十年的总和,如何高水平地完成管道施工任务,是一个值得研究的课题。根据四川二十多年的管道施工经验,高水平管道施工应符合如下要求:工期短,各项工程统筹规划,按计划同步建成;质量好,向API标准靠拢;成本低,经济效益好;有一套科学的施工管理办法及先进的施工技术措施;资料齐全,符合国家全优工程验收标准;各项可比性技术经济指标在国内处领先地位。下面就如何提高管道施工技术水平谈几点看法。

四川天然气管道施工技术特点

四川管道施工有四个特点:

1. 弯头多、焊缝多、安装工作量大、难度大。

四川盆地地形起伏,山丘、水田、沟坎互相连接替换,相对高差有的达几十米或几百米。埋设在地下的天然气管道随地形起伏,据统计,每公里管线最少也要起伏50次左右,因而每公里管线有50处弯头,最少有150~180道焊缝,同平原管道相比,每公里要多焊60~80道焊缝。弯多、焊缝多,大大增加了安装工作量及安装难度。

2. 机械化施工难度大。

四川山丘、水田多,敷设管线要逢山过山,逢水过水,一公里管道有时要穿过好几处水田、山丘。大部分国产的管道施工机械,不能满足既能爬山又能过水田,体轻、马力大、比压小的要求,就连日本的吊管机、美国的四弧焊机,也很难用上。

3. 施工期短。

为了不误大春稻子的栽种及收割,四川每年最多只有六个月的管道施工期,管沟最早在九月上旬开挖,管沟及沟边施工道路形成后才能开始布管、焊接,三月底前焊接结束,留少量时间给管沟回填土。因此安装工时利用率最多只能达到48%。

4. 阴雨天多,湿度大,对施工质量不利。

四川的天然气管道大部分是高中压地下埋设管道,对管道焊接、防腐层有严格要求,而管道施工季节正好在阴雨天,对施工十分不利。

如何提高管道施工技术水平

根据以上特点及过去管道施工的经验教训,宜分两步进行。第一步,根据现行管道施工工艺,以管道预制化为基础,改进预制场及现场管道安装施工工艺,提高机械化施工水平,实现部分工序机械化;第二步,引进一定规模的全套管道施工机械,甩掉管道预制施工工艺,接近目前国外大流水安装作业,实现比较全面的管道机械化施工。

一、实现部分工序的机械化施工

1. 管道设计定线时要考虑机械化施工

设计定线时,一定要考虑容许管道施工机械能沿管道旁边通过的施工道路问题。大口径管子重量大。运输困难,管沟土石方工程量大,施工困难,因此进行机械化施工的必要性更大,根据管道施工机械的爬坡能力,在大口径管道平面定线时,除个别小坎外,管道所经地形的纵向、横向坡度,一般要求不超过16度,个别非经过不可的大坡度地段,施工中采取其他措施解决。为兼顾安全和施工方便,管道既不傍公路,又不远离公路,管道同公路平行距离取150~300米为宜。从施工角度来看,旱地施工优点多,水田施工难度大,在管道同等长度的情况下,以选择较多的旱地走向为宜。

2. 改进管道预制工艺,提高预制场的机械化施工水平

目前使用的管道预制工艺是六十年代建成的,其工艺过程是:索道及单轨吊搬运、手工氧乙炔切割及电弧焊接、机械除锈、沥青涂层防腐、编号拉运出厂。这种预制工艺的优点是:设备简单,预制化程度高,就整个管道施工来说,防腐层预制化程度达90%,焊接达30%,下料达100%,大大减轻了沟边的防腐、焊接、下料工作量;管道预制有较好的施工条件,施工质量有一定保证;拿出施工测量成果之后,即可一边挖沟,一边预制,两者同步进行,争取了施工工期。它有五点不足:装备落后,大部分工序是手工操作,耗工多,效率低;防腐工艺单一,不论大小管线全部采用沥青外壁防腐,定点预制,较远气田运距远、运费高,有的已超过概算运费的七倍;高温操作,施工条件差;小口径管道预制手续繁琐。

改进管道预制工艺应采取下列措施:

(1) 增加管道预制专用设备 配备抓管机、龙门吊车、电动平板车、自动及半自动气体保护焊、自动埋弧焊、中频或高频弯管机、除锈底漆机、缠绕机、挤塑机、周向X光机等国家标准设备,并在此基础上解决校圆、对口、切割等工艺装备的配套,为工艺改革打下基础。

(2) 改进弯头成型工艺 一般每公里管道需要90度弯头10个,在管道预制下料中每个预制弯头还要切割成5~6个不同度数的弯头焊到直管上。直径大于273毫米的弯头是用两片扇形钢板在一定的胎模上压成焊拢,这种工艺有三个缺点:钢板利用率低,边角剩余量达53%;焊接工作量大,变形大,不易校圆,不易保证对口质量;造价高,这是一个急需改进的工艺。根据当前管道预制化“对号入座”的安装工艺,在几种弯头成型工艺中,比较理想的是中频或高频弯管工艺,这种工艺的优点是弯头质量好,背面不减薄,椭圆度很小,弯头半径可根据需要有一定的调整范围,减少了焊接工作量,提高了机械化施工程度,有一定的经济效益。对于159毫米以下的小口径管,可采取冷弯工艺。在中频弯管工艺及小管冷弯工艺未解决前,273~426毫米的管道弯头应采取无缝钢管模压(加心棒)成型的过渡办法;500~700毫米的管道弯头可采取先用卷板机将钢板卷成筒体,自动埋弧焊接,然后再采用模压(加心棒)成型。

(3) 搞好切割及焊接 过去管道预制中的管道坡口加工焊接,基本上是采用氧乙炔切割及手工焊接,坡口表面粗糙,切割之后还需砂轮打磨,因此耗工多,进度慢,没有充分发挥工厂预制化的作用。预制厂是固定的作业场所,切割、焊接完全有条件实现机械化,譬如,将手动齿轮传动装置同切割器联为一体,固定在管子上,转动切割器

就可切出一定精度的符合焊接要求的坡口,或者利用磁性轮切割器、动力切削头、大头车床等简单切削设备,都可完成管口的端面加工。管口的焊接也完全有条件推行内对口器对口、手工电弧焊打底、自动焊填充盖面的焊接工艺及X射线检查,也可推行自动、半自动气体保护焊打底、自动埋弧焊填充及盖面,这些工艺都是成熟的,焊接工效提高5~7倍,同时焊缝质量也大为提高。

(4) 改善防腐层预制 四川地下管道全部采用沥青涂料防腐,这种涂料的优点是材料来源容易,成本较低,使用寿命达20年左右;其缺点是吸水性大(达12.6%),绝缘性能下降速度快,抗细菌能力差,热状态施工烟气污染环境,操作条件差。为了提高防腐层质量,延长管道使用寿命,应积极推行高分子新材料、新工艺。根据需要,除现有的沥青防腐层作业线之外,应增加三条新型防腐层作业线,即小口径管道黄夹克(包按聚胺脂)涂层作业线、大口径管道聚乙烯粘胶带涂层作业线、卤水管道内防腐层作业线,对远离预制场的大口径管道,为了减少预制管道运费,还应搞一套活动的预制作业线。在涂层更新换代的过程中,仍应花少量投资改进沥青施工条件,譬如可将敞口的单独釜加热方式,改为密闭的远红外线加热或者过热蒸汽加热;其次应订购软化点、针入度、延伸率三项指标均符合要求的专用沥青,以免去繁琐的调配工序。

3. 搞好施工测量

施工测量是管道施工的重要工序,根据四川地形特点,管道施工测量只考虑管道埋深的要求是不够的,必需注意以下三个问题:

(1) 调整好弯头数量同土方数量的关系 在地下管道的安装中,弯头越少越好,如果盲目不加比较,把管道测成为完全随地形起伏而起伏,虽然埋深合格,土方量

减少,却大大增加弯头制造费用及管道焊接费用。无论从经济上看或从技术上看,多加弯头是弊多利少,特别是在土方地带,适当增加管沟土方数量,减少弯头数量,经济上是合算的。

(2) 弯头之间的距离问题 在施工测量时,弯头的位置是根据地形起伏而定,但弯头之间的位置是可适当移动的。弯头之间的距离应以单根管子的长度为模数(螺旋缝管单根长度为9~11米,无缝管为6~8米),否则要增加许多不必要的切割及焊接工作量。

(3) 弯头度数的系列化问题 四川管道弯头度数的规格很多,几乎每种度数的弯头都有,测量中可以将其合并,譬如,可以通过调整埋深和弯头之间的距离,使弯头度数系列化,每2度或3度一个等级,这样就可以简化弯头下料工作,提高工作效率。当然,以上要求势必增加施工测量人员的工作量,但有利于后面的工序,提高总的经济效益。

4. 改进现场管道安装施工工艺,提高现场管道机械化施工水平

四川管道施工机械化难度较大,但把现有少量的管道施工机械适当集中在某一工程队,把耗用人工较多,劳动强度大的工序先搞小规模의 机械化施工是有条件的。

(1) 管沟开挖机械化施工 四川水田多,又不连片,适合于水田施工的机械设备尚未得到解决,加之四川农业人口多,人工挖沟的劳动力容易解决,因此管沟土石方工程一直由人工开挖,并放松了管沟土石方机械化施工的研究。从今后形势来看,管道施工任务不会减少,一个管道专业安装单位,只考虑管道安装机械化,不考虑管沟开挖机械化是很难保证完成任务的。因为随着农村经济的发展,挖沟费用逐年提高,目前同1979年相比,挖沟费用已提高10%;而且组

织农民挖沟,施工进度不容易安排,占用较多的施工期,管道安装之后又往往不能及时组织农民回填,使管子长时间(甚至几个月)暴露在外,影响防腐层质量。目前国家已陆续生产少量适用于水田的挖沟机械,机械化挖沟应提到日程上来了。当前,应处理好三个结合:人工挖沟同机械挖沟结合;挖沟同修路结合;小比压机械同大比压机械结合。先用人工或小比压的挖沟机械开挖水田或软土地段,把这些地段的沟挖成之后,同时要修好沟旁临时道路。临时道路要多下些本钱,使较大比压的机械也能通过,这样水田、山丘就可以连成一线。过去由于对沟旁临时性道路的重要性认识不足,因此路的宽度、坡度、密实度等不符合要求,这也是造成有些机械不能发挥作用的原因之一。对石方地段管沟可采取携带式内燃式凿岩机钻孔(国家已有定型产品,每分钟钻进速度0.2米),钻孔后用延时雷管定向爆破,再用挖掘机清沟。

(2)管道安装机械化施工 目前四川管道安装工艺包括布管、吊管、弯管、管口修理、对口、焊接、探伤、防腐补口、试压等工序,各工序大部是手工操作,其基本情况及改进设想如下:

布管:目前,中小口径管是靠人工抬管;大口径管采用拖拉机布管,陡坡地段机械无法通过时,亦采取人工布管。人工布管工效低,配合不及时,在注意认真修好沟旁临时性施工道路的基础上,使用一定数量的拖拉机布管是完全办得到的。

吊管:长期以来,大小管子吊装、对口均采用钢管四脚架倒练,这种工具不要求很好的施工道路,悬岩陡壁也可以将管安装起来,但拆、装、搬运太频繁,劳动强度大,工效低。在没有解决合适的吊管机之前,可在修好临时施工道路的基础上,把这种工具安装在东方红75型、54型拖拉机底盘一侧

(两个脚安装在底盘一侧,两个脚支在管沟另一边),搞成一个简易吊管机,可以减轻工人劳动强度,提高工效。

焊接:在管道安装中,焊接是一道重要工序。管线既是一条输送带,又是一个储气库,有一处焊缝破裂,将全线停输,全线放空,并牵涉到整个管网,影响一大片用户。一条输压60公斤力/厘米²、管径12英寸、30公里长的管线,焊缝破裂一次要放空天然气17万米³,少输气45万米³,损失金额7万元左右。所以管道施工中,工程质量的重点应放在防腐层及焊缝上。如何提高焊接质量,加快焊接速度,重点要抓好以下几项工作:

①认真贯彻执行国家锅炉压力容器监察规程中所规定的焊接要求、焊工考试规则、焊工操作规程。由于四川湿度大,又处在野外施工条件下,焊条一定要认真按规定进行烘干、保温,每天领用的焊条最好当天用完,新材料、新焊材一定要先作出焊接工艺评定,然后进行焊工考试,焊工施焊时一定要根据工艺评定数据进行。

②实行专业化协作焊接。目前,不管大小管径,基本上是每个焊工包焊一道焊缝,质量优劣责任明确,未进行专业化分工。大型管道水平固定口焊接,基本上属板状焊接,分仰焊、立焊、平焊三个焊接位置,要求焊工具有全能操作技术水平,增加了焊接的难度。在焊接大型管道时,应采取专业化协作焊接,六个人组成一个小集体焊一道焊口,根部打底焊三个位置三人焊接,填充及盖面也分三个位置三人焊接。

③改变焊接工艺,将传统的向上焊改为向下焊。向下焊焊道薄、不易形成气孔,焊缝成型美观,不易发生咬边、焊瘤及凹坑,返修率低。此外向下焊所用焊条药皮钛铁含量高达20%,又加入了20%的铁粉,因此焊接效率由92%提高到124%,焊接速度可提

高35~46%，节约焊条15.16%。在改变焊接工艺的同时，还要狠抓气体保护打底，用气体保护焊打底或者纤维焊条打底，消除焊缝根部缺陷，提高焊接质量，降低焊缝返修率。

④改进焊接电源结构，尽快推行内燃式焊机。

⑤加强焊缝无损检验，重点以发展射线检查为主。

⑥加强焊工培训，对向下焊、气体保护焊一工多艺的焊工给予适当奖励。

对口：现场管道安装对口工作量很大，对口条件很不好。尤其目前四川管道在沟下对口组装焊接，不论管子大小都采用外对口卡具，这种卡具重量轻，用正反扣的拉丝可调管口间隙，但不能将管子胀圆，卡具的整体刚度不够，在管口椭圆度较大的情况下，用压板加顶丝调节错口量，效果不显著。大口径管对口应积极推行内对口器，或采用国外刚度较大的外对口器，以提高对口质量及速度。

防腐层补口：过去施工的管道全部采用沥青补口，操作条件很差，全部操作在沟下进行，管道仰脸部位容易漏补，也不易检查。1979~1980年，我们在五条管线（共123公里，15185道焊缝）上推广环氧煤沥青管道补口，受到普遍欢迎，虽也出现一些不足之处，如电绝缘性能不稳定，成本相当沥青，但不足之处是可以克服的。在未能推行粘胶带补口前，采用环氧煤沥青补口比较现实，对提高管道安装速度有一定意义。

5. 完善管道穿跨越施工工艺

四川气田建设中，穿跨越施工历史较久，现已基本掌握了一套比较成熟的施工技术，近几年来完成的长江黄碛穿越、赤水河穿越、习水河穿越、涪江跨越等工程，施工质量良好，基本达到设计要求。

在整个穿越施工中，历来认为最困难的

是水下管沟开挖技术，六十年代是采取在河床上高挖低砌搞水下造沟，管条过江后用石笼稳管。这种穿越法对于大口径管道来说，是在水下筑成一条小堤坝，管道受到很大的水冲击力，不是一种理想的办法。自1979年以来，我们掌握了两手管沟开挖技术，用以替代过去的水下筑沟稳管办法。一手技术用于对付各种岩石河床，采用机械钻孔、延时雷管定向爆破、气举清沟，或者采用裸露爆破、水平拉铲清沟；第二手技术用于对付砂卵石、粘土、砂、淤泥等河床，采用压力水冲击气举清沟、漏底船输送，每小时可挖土10米³，该法设备简单，沟的宽度、中心线、沟底标高均可达到要求，不怕管沟回淤，小河大河都能适应。为了适应新的穿越工程的需要，把穿越施工技术水平再提高一步，尚需增添水下电视、测深仪等设备，使穿越施工更加科学。

二、实现比较全面的管道机械化施工

四川地面建设已拥有一定数量的施工机械，但主要管道施工机械为数不多，同时也不配套。由于地形复杂，对施工机械性能要求特殊，这少数管道施工机械也没有很好发挥作用，真正要在四川实现管道机械化施工，唯一的办法只有引进全套管道施工机械，装备机械化管道工程队，才能甩掉目前“对号入座”的施工工艺。据估计，装备一个300人的机械化施工队伍，全部设备不超过60台件，投资600~700万美元，装备率每人2万美元，全部工序均可实现机械化施工，施工进度720管道每天1公里，在保留大春收割的前提下，每年也可安装200公里管道，完成工作量640万元，人年直接劳动生产率可达21万元。

为什么引进全套管道施工机械之后能创

天然气采输管路的气动安全系统与控制设备

余汉成

王庆柱

(四川石油管理局勘察规划设计院)

随着我国天然气工业的不断发展,对天然气采输系统必须增添相应的安全保护措施。在天然气集输过程中,管线较长、设备较多,由于异常情况的出现,容易造成事故。为了及时处理异常情况,防止事故的发生和扩大,必需安装自动安全控制系统。由于紧急情况的发生常常是无法预料的,因此要求设置的安全控制设备应具备结构简单、动作灵活、工作可靠及自动化程度高等特点。据国外资料介绍,自动安全控制系统有各种型式:电动、液动、气动、气-液联动、电-气联动等。根据我国天然气采输的具体情况,决定研制以气动控制为主、亦可接受电磁讯号控制的安全控制系统。

气动安全切断与切换系统

(一) 气动安全切断系统

由图1知,在正常工作条件下,气源经减压阀减压恒定以后,通过三通阀和快速排气阀进入气开型的气控平板阀气缸,使阀门处于开启状态。同时,借助于三通阀内的节流孔进入信号气通道(图中虚线),将控制气送到高低压力感测器的低压部分,整个系统处于密闭状态。储气罐、过滤器可根据气源情况决定采用与否。

当高低压力感测器感测到压力异常时,即开启放气活门,产生放气脉冲,使三通阀切换阀位状态,关闭气源。同时,通过快速

造那么高的劳动生产率,其原因是:

1. 工作效率高。全面机械化施工战线短、工序衔接紧凑,不需要进行弯头预制、防腐涂层及下料等预制工作,线路中心线确定之后,前面推路,后面运管,跟着就是挖沟、组装焊接,每天工地不到2公里长,指挥集中。通常是第一天挖沟,第二天就焊接下沟,两者距离不超过1.4公里。

2. 工艺先进。管道安装机械化施工,机械化操作代替了人工劳动,工艺先进,效率提高。如采用吊管机,管子可以在沟边组装焊接,从而方便焊接、对口、补口工作,采用大型弯管机,每公里管道可减少70~90个焊口。

3. 施工质量好。管道焊接是自动、半自动气体保护焊打底,焊缝检查采用自行式 γ 射线定位360度透照,可几乎完全消灭焊接中的隐患。防腐层是当天施工,第二天下沟回填,故不易损坏。

4. 经济效益显著。由于机械化程度高,机械台班费用也相应增加,计划每公里管线施工使用60台机械,平均每台台班费150元,则需台班费9000元。目前 $\varnothing 720$ 管道施工,只是抬管费及管沟土石方费用,每公里达27190元,可见人工施工所需费用大于机械台班费。如果再加安装人工费,更能说明机械化施工经济效益显著。

(本文收到日期 1985年1月26日)

充氮式平衡气举凡尔的 调试和调试系统的简化

唐 谟 明

从美国CAMCO公司引进的凡尔试验器是一个比较复杂的调试系统,为了便于现场使用,对调试方法和试验系统作了若干简化,现场使用证明,经简化的调试系统可以满足测试要求。

《天然气工业》 第5卷 第2期 1985

Adjustment of Nitrogen-Filled Type Counterbalance Gas-Lift Valve and Simplification of Adjusting System

Tang Moming

The valve tester introduced from CAMCO company in U.S.A. is a more complex adjusting system. For using at field conveniently, some simplifications of the adjusting method and test system have been done. The use at field has proved that the adjusting system simplified can satisfy the demands of the test.

NGI Vol 5 No.2 1985

改进施工工艺 提高管道施工技术水平

白 克 仁

本文分析了四川天然气管道施工的技术特点,详述了提高管道施工技术水平的若干措施,提出了首先实现部分工序机械化,然后进一步实现较全面的机械化施工的具体途径。

《天然气工业》 第5卷 第2期 1985

Raising the Technological Level of Pipeline Construction by Improving Construction Technology

Bai Keren

The technological characters of Sichuan natural gas pipeline construction is analyzed in this article, some measures of raising the technological level of pipeline construction is described in detail also. It is presented that the mechanization of some process in pipeline construction must be realized first, then the overall mechanization.

NGI Vol 5 No.2 1985

天然气采输管路 的气动安全系统与控制设备

余汉成 王庆柱

为提高天然气采输的管理水平,防止事故发生,确保正常生产,应设置安全系统。本文介绍了气动安全切断与切换系统的组成;各控制设备的结构;以及系统在现场的试验情况。

《天然气工业》 第5卷 第2期 1985

Pneumatic Safety System and Control Equipment of Natural Gas Producing-Transporting pipeline

Yu Hancheng, Wang Qingzhu

For raising the level of management of natural gas production and transportation, preventing the accident and ensuring normal production, it is necessary to set up the safety system. This article presents the composition of pneumatic safety cut-off and transfer system, the construction of each control equipment as well as the testing situation of these system at field.

NGI Vol 5 No.2 1985

甲基二乙醇胺水溶液压力下 选择性脱除硫化氢

陈 赓 良

本文介绍了目前甲基二乙醇胺法在天然气脱硫中的应用情况;讨论了该方法的工艺流程、设备设计、操作条件和探索动向;同时指出,由于该方法在节能上的优势,在近期内必将有较大的发展。

《天然气工业》 第5卷 第2期 1985
MDEA Process for Selective Removing of H_2S at Pressure

Cheng Gengliang

This paper states the application situation of methyl diethanolamine (MDEA) process in gas desulfuration recently and discusses the technological process, the design of equipment, the operation conditions and the research trends. It is pointed out that as this process is superior in saving energy, it must be considerably developed in the years ahead.

NGI Vol 5 No.2 1985