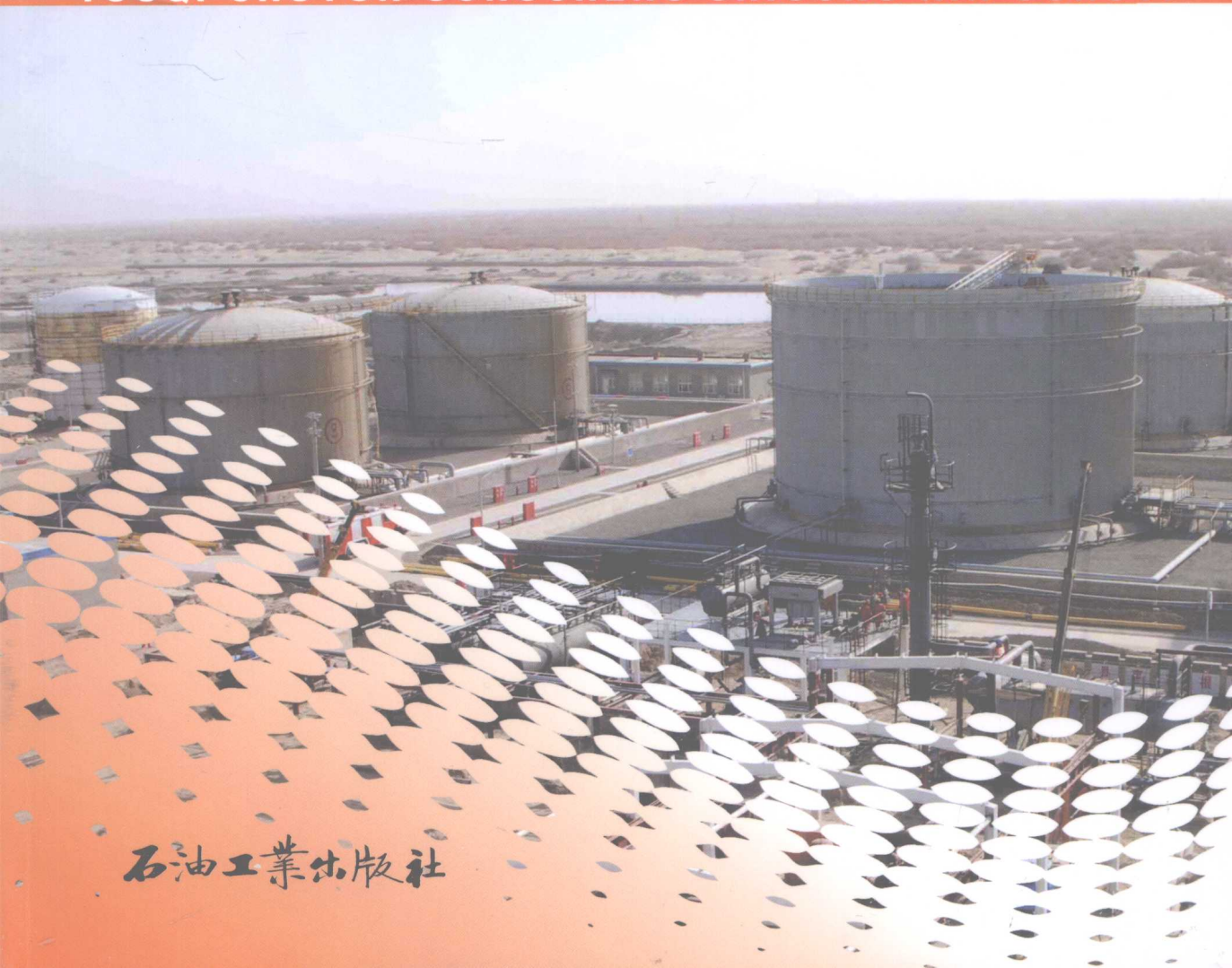


● 刘大恕 主编

油气储运工程施工 新工艺

YOUQI CHUYUN GONGCHENG SHIGONG XIN GONGYI



石油工业出版社

油气储运工程施工新工艺

刘大恕 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统总结了近年来在油气储运工程建设施工领域应用的部分新技术和新工艺,涉及输油输气管道工程建设,大型储罐、球罐、压力容器制造,天然气处理装置,以及配套的电气自动化等多个施工领域,并通过工程实例,对这些新技术和新工艺进行了全面系统的论述和介绍。

本书可作为从事油气田地面工程建设,输油输气管道工程建设,油气储存、处理装置工程建设等施工领域工程技术人员的参考书,亦可供监理单位、建设单位、质量监督单位工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

油气储运工程施工新工艺/刘大恕主编.

—北京:石油工业出版社,2009.02

ISBN 978-7-5021-7017-2

I. 油…

II. 刘…

III. 石油与天然气储运-工程施工

IV. TE8

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第023113号

油气储运工程施工新工艺

刘大恕主编

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: www.petropub.com.cn

发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

排 版:北京时代澄宇科技有限公司

印 刷:中国石油报社印刷厂

2009年2月第1版 2009年2月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:10.5

字数:187千字 印数:1—800册

定价:38.00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

《油气储运工程施工新工艺》

编 委 会

主 编：刘大恕

副主编：王建国 陈彦平 郭 强 程家富

潘晓燕 王凤山

编 委：（排名无先后）

王建国 陈彦平 程家富 陈四庚 史先柯

魏献玲 潘晓燕 王凤山 于庆源 周秋萍

穆延滨 倪良玉 熊 伟

前 言

进入 21 世纪以来,中国迎来了油气储运工程建设的新高潮。国家大力实施能源安全战略,大规模开发国内外的油气田,而油气储运工程建设是油气田开发的重要组成部分,其施工质量直接关系到油气田的顺利开发和产品的外输安全。当前的油气储运工程中,山区、沙漠、水网、沟壑等地质复杂地区的施工任务逐年增加,对施工技术提出了新的要求。在这种条件下,我们加大了对施工工艺技术的研究力度,各种新材料、新工艺、新技术不断得到应用,其施工工艺更是日新月异,油气储运工程建设迎来了历史性的发展机遇。

油气储运工程涉及的范围比较广,包括普通的油田、气田到特殊油气藏的地面工艺和设备以及输油输气管道、油气储存及处理的工艺和设备等,涉及的新技术更是不计其数,总体来说是將油气田地面建设方面向撬装化、自动化、节能减排、环境友好的方向发展。输油输气管道建设正向着高压力、长距离、大口径、高防腐、低磨阻、网络化方向发展。油气储存装置向着高压力、大容量、高防腐、高强度、自动化方向发展。

本书总结了自 2000 年以来,在油气储运工程建设施工领域应用的部分新技术和新工艺,涉及输油输气管道工程建设,大型储罐、球罐、压力容器制造,天然气处理装置,以及配套的电气自动化等多个施工领域,并通过工程实例,对这些新技术和新工艺进行了全面系统地论述和介绍。本书可作为从事油气田地面工程建设,输油输气管道工程建设,油气储存、处理装置工程建设等施工领域工程技术人员的参与书,亦可供监理单位、建设单位、质量监督单位工程技术人员参考使用。

本书编写过程中,中原石油勘探局工程建设总公司、石油工业出版社给予了大力的支持,我们在此向上述单位致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有错误和不当之处,敬请各界读者批评指正。

编 者

2009 年 2 月于河南

目 录

长输管道篇

山区长输管道施工	(3)
水网管道施工	(12)
管道河流施工	(21)
大口径长输管道施工技术	(25)
复杂地质结构下超长距离定向钻穿越	(28)
气吹敷设管道光缆施工	(37)
长输管道测径、干燥施工工艺	(41)
山区长输管道清管、试压技术	(46)
长输管道阴极保护施工	(60)
埋地管道音频检测	(64)

焊 接 篇

管道药芯焊丝半自动焊接	(75)
管道全位置自动焊接	(80)
湿 H ₂ S 介质厚板压力容器的焊接	(84)

储 罐 篇

大型储罐对接结构罐底半自动焊施工技术	(93)
大型储罐对接底板自动焊接	(98)
倒装储罐埋弧自动横焊施工	(107)
大型球罐无立柱外组装新工艺	(115)

处理装置篇

计算机系统浪涌保护	(119)
大型整体筏板式基础一次浇筑	(123)
换热器检修	(131)
大型火炬分段吊装施工	(135)
炼化装置管道工厂预制化技术	(143)

其 他

市政天然气聚乙烯 (PE) 管道施工	(153)
窄小细长空间的管接头研磨	(158)
参考文献	(162)

长输管道篇

山区长输管道施工

在众多能源建设项目中，长输管道项目占有很重要的位置，如举世瞩目的西气东输管道工程，还有国家重点工程西南成品油管道工程等。管道跨越的区域越广，管道沿线地形也越复杂，施工难度也越大。在各种地形的管道施工中，山区管道施工对队伍的组织、技术水平的要求最为严格，因而对于施工单位都是一项高难度的课题。下面就以西南成品油管道工程顶岩——甲召寨段线路工程为例，对山区长输管道施工工艺进行介绍。

1 工程概况

西南成品油管道工程顶岩——甲召寨段线路工程，地处贵州省黔南布依族苗族自治州，是整个西南成品油管道工程中地形最复杂、施工难度最大的标段。

2 施工工艺

2.1 工艺流程

施工工艺流程如图 1 所示。

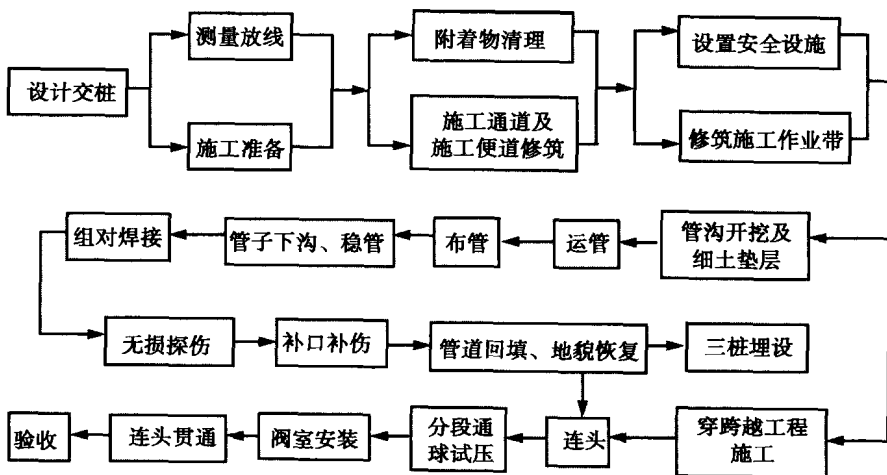


图 1 工艺流程图

2.2 人工运管、布管

由于山区施工作业带起伏大，道路崎岖，很多地段施工设备、车辆无法进入，因此只能采取人工进行布管。

2.2.1 抬管队人员配备

由于山区多以陡坡与平缓地段交错，运布管距离较远，运布管上下坡段正常数量人员完成较困难，需若干人加以配合（做如清障、拉绳上拽、途中休息垫土袋子保护防腐层等工作），对于 $\phi 457\text{mm} \times 7.9\text{m}$ 钢管，一个抬管队一般可按 18 ~ 20 人考虑。

2.2.2 抬管方法

为克服因每个抬管工的身高不同和地形起伏造成个人受力不平衡的问题，可以采取如下措施：增加平衡用的主杠、次主杠，同时主杠、抬杠及次主杠三者之间的连接采用绳套软连接，解决地势不平带来的不平衡；通过调整每组绳套长度进行调整高度，解决抬工身高不同带来的问题，以达到均衡受力的目的。

冷弯管的人工抬管难度最大，主要原因是冷弯管具有一定的弯度且长度与直管一样，在起伏地段弯管容易拖地而损伤防腐层，并且抬工无法用力，同时也容易造成防腐层的磨损。需要采取如下措施：

（1）挖槽：在行进路线中的起伏地带挖一沟槽。

（2）在弯管弧度最大部位，用胶皮或草袋包裹，以保护防腐层。

2.2.3 钢管下沟

当管道布管到作业带后，进行下沟作业，采取措施如下：

（1）下管过程中应尽量使管子平稳落入管沟，避免一头先落入管沟使钢管管头变形，椭圆度增大。

（2）从作业带将防腐钢管布到管沟内，土方段可采用在管沟上放 2 ~ 3 根 $\phi 150\text{mm}$ 圆木，用人工将管子滑到管沟内。石方段为保护防腐层应将事先在放管处管沟底部及侧面放装土的编制袋（或放置废旧轮胎）。

（3）布管后钢管之间应相互错开管口，间距应控制在 100 ~ 200mm，不能过大。

2.3 管道组装

山区段管道施工多采用沟下焊作业方式施工、非跳跃性连续作业方案。

2.3.1 管道组装过程中应注意的问题

（1）沟下焊组装过程中，应在管道下方加马凳，两侧加横撑，尽量保证管子的稳定性，防止管道左右晃动，避免出现管道焊接缺陷。

（2）在施工下料过程中应提前考虑将直管与弯头、弯管的螺旋缝错开。

(3) 山区管道纵向转角相对比较多,当需安装纵向弯头时,先预制纵向弯头与一直管的焊口,并对所需加管段进行下料,下料的长度应考虑到管段两端母材与组对段螺旋缝(直缝)错开长度。具体如图2所示。

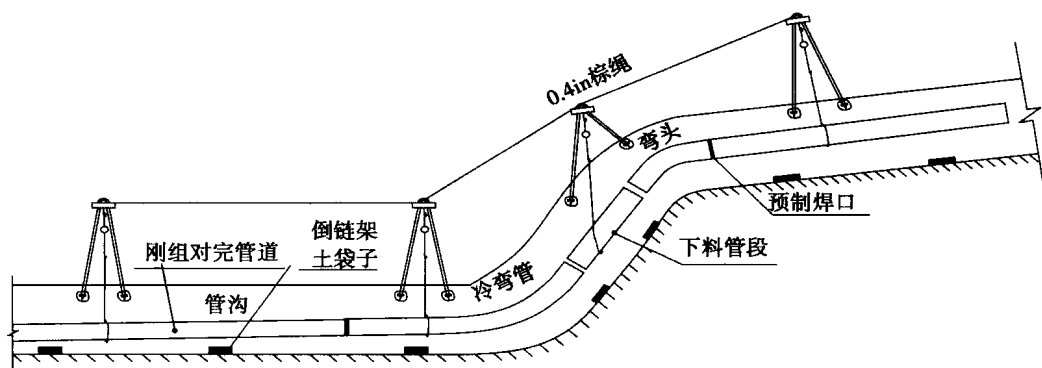


图2 纵向弯头加短接调整焊缝位置示意图

(4) 采用外对口器组对时,根焊必须焊完 50% 以上才能撤出外对口器,且每段长度应近似相等,分布均匀。

(5) 在土方地段,管道组焊、探伤及补口补伤施工完毕后,进行防腐层电火花检漏,再用倒链将沟底的土袋抽走后把管道放到沟底。在石方地段,在保证管道埋深的前提下可将最底层的土袋不撤掉,作为细土垫层的一部分留在沟底。

(6) 在山区组装管道时,必须进行管沟回填,严格进行钢管清管和管口封堵。

2.3.2 管道组装的施工组织

(1) 一个作业机组应配备 8~10 套以上倒链和倒链架。探伤及补口速度应跟上机组组焊速度,以保证后端组对的倒链能及时撤除,用到施工机组前端。若倒链架周转不开,可用垫土墩的方法撤除施工现场,待无损探伤、补口补伤完毕后再用倒链架将管道抬起抽出袋子,电火花检漏完毕后再将管道放到管沟底部。

(2) 当天组焊的焊口应立即进行焊缝的外观检查,并申请无损探伤,合格后立即进行补口补伤。探伤与组焊作业的距离可控制在 50~60m 之间。

2.4 轻轨运管法

主要用于坡度较陡的地段 ($45^{\circ} \sim 60^{\circ}$)

2.4.1 设备及材料的选择

卷扬机选择 3t 以上电动卷扬机,钢丝绳取安全系数 $K=5.5$,选 $6 \times 37-15-170$ 钢丝绳,转向滑轮选用 5t 转向 1-1 滑轮,卷扬机地锚选用 5t,轨道选

用 I8 轨道，轨道枕木选择 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 130\text{cm}$ ，安放间距在 0.8m 。

2.4.2 轻轨及小车安装

(1) 轨道小车制作示意图如图 3 所示。

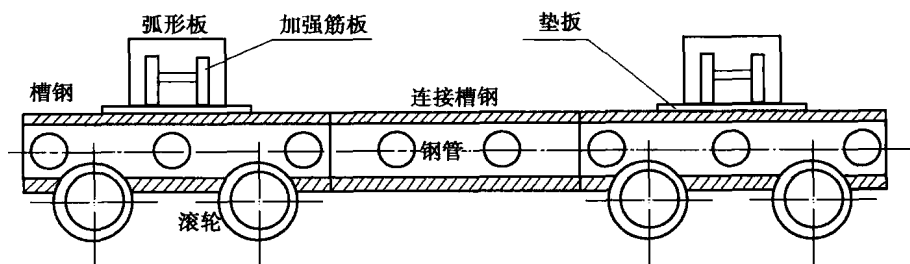


图 3 轻轨运管轨道小车制作示意图

(2) 管沟的检验和整修。

铺设轨道的管沟除符合设计和规范要求外，还应把大于 10° 纵向转角尖角向下的管沟用土袋子填平，在管道安装时把土袋子清除，符合管道埋深需要。水平转角大于 15° 的管段轨道小车装载的管道无法转弯，应重新设置一段轻轨和卷扬机。

(3) 轨道安装。

在轨道安装前应对轻轨进行校正，轻轨用道钉钉牢在枕木上，轨道间用轨道夹板和双头螺栓固定。为防止轨道小车在坡顶或坡角脱落，应在坡顶及坡角轨道上设限位挡板。

(4) 地锚埋设。

在陡坡顶部设置转角地锚，可采用混凝土地锚，转角地锚应设置在管沟中心，保证钢丝绳在两排轨道中心移动，牵引小车在轨道上移动。卷扬机地锚设置时应偏离管沟，在陡坡底部管沟边或其他空旷位置。地锚采用埋地形式，地锚的尺寸按 $1500\text{mm} \times 1500\text{mm} \times 1500\text{mm}$ 设置，采用素混凝土结构。

(5) 卷扬机及钢丝绳安装。

将钢丝绳卷到卷扬机上后，转向滑轮和转向地锚用绳卡连接牢固，钢丝绳穿过滑轮后和轨道小车相连接，卷扬机和地锚用绳卡连接牢固。

(6) 轨道小车安装。

把轨道小车放置在轻轨上后，为保证轨道小车在行走过程中不出现脱轨的现象，四个滚轴在小车底座轴套里应上下左右留一定的空间，满足在轻轨道不直的情况下滚轴可以左右移动，以增强滚轴的导向性。

2.4.3 轨道布管的实施

(1) 钢管的装载及固定。

管道装载地点应选择坡底地势较为平坦，利于吊装的地方。装车后立即用索具和 1t 倒链把钢管固定在轨道小车上。

(2) 轨道小车装载钢管行走。

卷扬机启动后，密切监控轨道小车运行情况。卷扬机操作人员和巡查人员及时联络运行情况，一旦发生小车脱轨或其他问题，及时刹车。小车运行到位后，采用倒链将管道卸下，拉走小车，进行稳管。

(3) 轨道拆除。

陡坡每根钢管布管到位后，在管道起吊、轨道小车拉走后，及时拆除部分轻轨装置，包括轨道、道钉、道夹板、枕木等。布管一根拆除一截轻轨道装置，直到全部布管完毕。

2.5 小炮车运布管

适用于坡度小于 45° 的地段。

2.5.1 设备及材料的选择

布管的方向由坡顶往沟底方向进行。对于无起伏的陡坡应可采用两个炮车进行布管，对于坡度有一定起伏的陡坡地段，采用一个炮车。卷扬机选择 3t 电动卷扬机，使用 12kW 汽油发电机提供电源。钢丝绳可选 $6 \times 37-15-170$ 钢丝绳，转向滑轮选用 5t 滑轮。

2.5.2 布管的实施

(1) 将人力炮车塞到管道下部后，固定牢固，如图 4 所示。把卷扬机上钢丝绳从滑轮中绕过，再把钢丝绳从钢管内部穿过，把挂钩挂到钢管上。

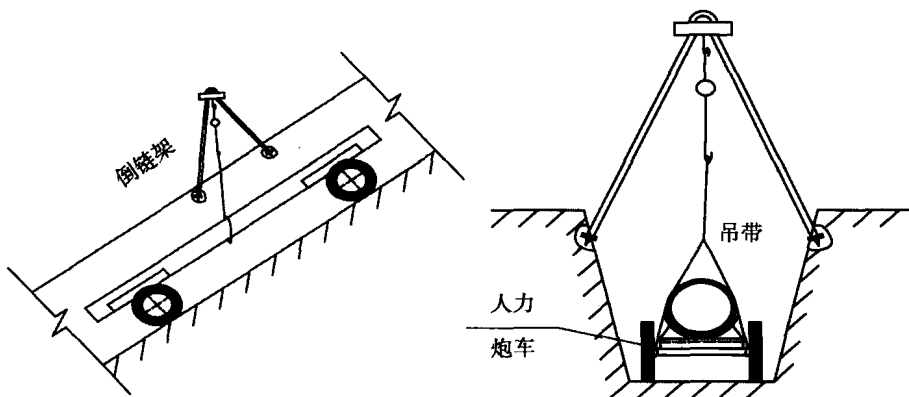


图 4 炮车上钢管固定示意图

(2) 卷扬机启动后，密切监控运管炮车运行情况。一旦发生爆胎或其他问题，应及时刹车。当工作准备到位并检查确认无误后，有关人员撤离管沟，启动卷扬机将运管小炮车从坡底往坡顶牵引。

(3) 牵引过程中应平缓匀速的往坡顶运输，直到运输到位后，将卷扬机刹车以停止运行。当钢管布到位后应立即采取稳管措施，确保在管沟内不会下滑，再进行下根钢管的牵引。

2.6 河流穿越施工

2.6.1 小型河流穿越

山区管道施工，所穿越施工的河流多为山涧小型河流，河流受季节性影响大，其河流的主要特点是常年流水，雨季施工时因雨水汇集使河流流速相对较快，并且河流多在深山之间。

(1) 河流的导流。

可采用用木板搭建一渡水槽上铺防水彩条布的方法进行导流。在管道施工完毕，渡水槽拆除后材料可重复利用。

(2) 穿越管段的安装。

结合山区小型河流穿越河道窄的特点，采用在河道底部加冷弯管的施工方法，在穿越段需采用三个冷弯管，详见图 5 所示。

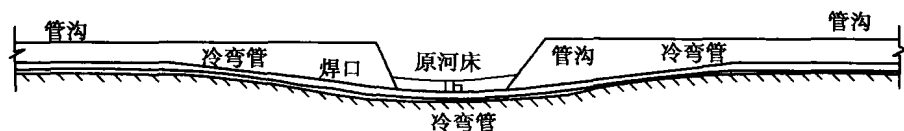


图 5 河流穿越管段安装示意图

2.6.2 大中型河流穿越施工

在山区管道施工大型河流相对较少，多采用大型吊装设备施工，设备进入施工现场可从修筑施工便道或作业带进入，采用同平原、丘陵地段河流一样的穿越施工方法，如开挖导流明渠施工方法、架设大口径导流管的施工方法。由于山区管道施工周期长，因此应尽量将穿越河流安排到非雨季施工，优先安排，以减少施工难度。

2.7 公路、高速公路、铁路穿越

等级公路、高速公路、铁路按设计一般均采用带套管穿越施工，目前设计主要采用大口径水泥套管。

2.7.1 施工前准备

(1) 套管穿越施工单位施工完毕后应向管道安装单位提供详细的穿越资料，对穿越套管轴线、标高、水泥套管承插口安装质量等进行复合，确保符合设计要求。

(2) 穿越前进行现场复核，确认是否可采用预制一次到位后穿越主管的措

施；或需单根预制，边顶进边施工的方式；或确定带坡度无法用吊车直接穿越主管。

2.7.2 主管穿越施工

(1) 对于主管的施工应尽量采用预制方式，组装应在穿越一侧进行，主管道应大于套管长度 4m 以上，且应是整根管。

(2) 主管焊口按要求进行 100% UT + 100% RT，穿进套管前进行探伤、补口、试压。主管预制完毕在加绝缘支架、穿越前，应对管道防腐进行电火花绝缘检测。

(3) 带有一定坡度的公路，无法直接采用吊车往套管内递送主管，施工前应在顶出端安装导向滑轮进行吊装导向，如图 6 所示。

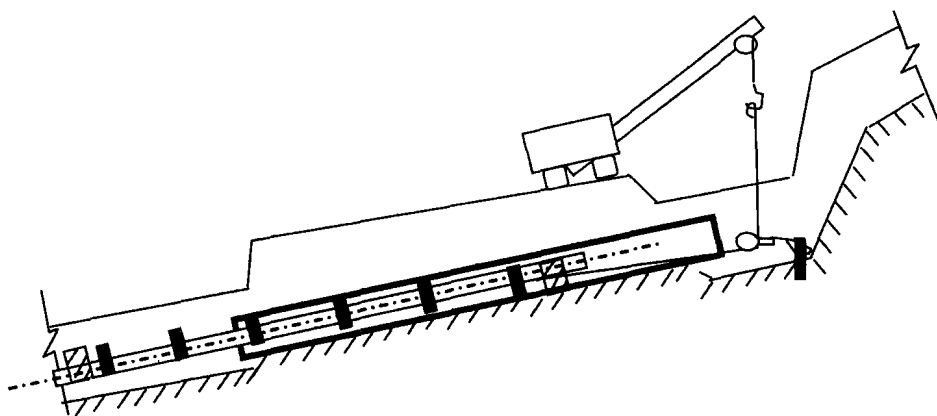


图 6 带坡度的公路穿越示意图

(4) 当吊车无法进入的穿越地段则可采用倒链配合人工进行主管穿越。

(5) 对于无法提供穿越主管用操作坑道的公路采用边预制边穿越的施工方式，即组焊一根管，探伤及补口补伤完毕后，再往套管内穿越一根，到位后立即组焊下一根管，再次重复如上工序，直至所有主管预制穿越完为止。

2.8 HSE 管理措施

2.8.1 环境管理

山区管道施工应采取少破坏、快恢复的原则。在施工过程中，作业带应尽量窄，以满足施工作业为准，并且做好防护措施，对管沟进行加固，管道施工完毕后立即回填，陡坡地段及早做好水工保护措施，确保工程的顺利完成，减小对环境的破坏。

2.8.2 车辆及设备安全

(1) 在山区道路行驶中，行车速度不易过快，尤其是拉运弯管的高架车辆，必须谨慎驾驶，急弯处减慢速度，防止车辆倾覆。

(2) 其次,暴雨天气及暴雨过后不易驾车行驶,以防止塌方落石伤人。各种施工机具设备下雨前应尽量放置到高处,避免暴雨形成洪水,设备被淹,设备受到损失。

(3) 运输施工便道应经常进行维护,检查道路状况,防止道路滚石、塌方造成事故。

2.8.3 施工中安全管理

(1) 管道在陡坡地段施工中,应安排专人监控周围施工环境的安全,观看高空是否有不稳物体滑落伤人,每天作业前应提前进行检查并对可能滑落山体进行排险。

(2) 在公路穿越施工中,由于一侧多为陡坡,另一侧为山崖,施工时必须注意防止管道不稳定造成管道及各种机具滑落造成伤亡事故。

(3) 管道施工中,四腿倒链架应设置稳定,陡坡地段应用绳索将脚手架栓到牢固的山体处以防止倒链架倾覆。

2.9 质量管理措施

山区管道除一般长输管道工程容易出现的问题外,在以下几个方面尤其需要提起重视,包括:焊接质量、防腐层损伤、管道悬空等。

2.9.1 焊接质量的控制

由于山区管道多采取沟下焊接作业,焊接作业空间狭小,焊工操作困难,同时焊接过程中容易出现因管道晃动而产生的裂纹缺陷。可采用倒链将管道吊起一定高度,来解决施焊空间小的问题,在打倒链架时,应将倒链架尽量打在管沟上口或在沟壁上,以便于管道在沟下组装时能将管子吊起足够的高度,便于焊工沟下焊接。在沟壁上可采取掏孔的方法使倒链架稳定,在陡坡地段同时应尽量利用周围稳固的磐石、大树,用棕绳将倒链架拽住防止倒链架向下倒塌,以加强倒链架的稳定性。

2.9.2 防腐层损伤

每段管道在沟下组装后,经常由于长度过短不能立即进行回填,容易受到大暴雨影响而造成防腐层损伤,尤其在石方段,塌方碎石对管道防腐层损伤极大,为解决此问题,每段管道施工完毕应立即用装土的袋子将管道回填 300mm 高以保护防腐层,同时施工组织应连续进行,尽量不留断点,以保证光缆敷设长度的要求,并尽快进行光缆敷设施工,从而完成管沟回填施工。

对于山区陡坡石方地段的管道施工,管道施工完毕后应立即进行水工保护的施工,避免暴雨过后塌方将管道及防腐层损伤,从而造成不必要的返工作业。

2.9.3 管道悬空

由于山区地势起伏较大，纵向的弯头多，容易造成下沟后管道悬空，为解决这一问题，要对管工加强技术培训，制定安装施工程序，对应加短管或割除短节的位置，准确下料，杜绝因偷工省时而造成的悬空现象。对弯头、弯管角度的测量，应在管沟开挖成型并工序交接后再进行测量，而不仅仅按图纸上报，使所用管件符合管沟地形，确保安装质量。

3 结语

在山区地段进行长输管道施工时，必须结合地形地势采取合理的措施以完成管道的各项安装作业，同时保证施工质量，为管道介质的安全平稳输送提供保障。

(编写人：许再胜 宗明伟 王艳阳)