

加长管在油气长输管道中的应用

郑 康 刘鲁杰 (山东莱克工程设计有限公司, 山东 东营 257000)

摘 要: 本文深入探讨加长管在油气长输管道中的应用。重点关注了它如何有效降低施工成本、提高管道连接可靠性。通过实际案例研究和经济分析, 我们强调了加长管技术的实际优势, 以及它对提高油气管道项目的效益和可持续性的潜在影响。本文提供了关于加长管在未来发展方向和政策建议, 以指导油气长输管道项目的规划和实施。

关键词: 加长管; 长输管道; 施工技术; 环焊缝

长输管道是复杂而庞大的基础设施, 它们负责将油气资源从采矿点输送至精炼厂、化工厂和消费市场。然而, 这些管道面临诸多困难, 包括地理多样性、气候极端、土地所有权问题以及维护和监管方面的挑战。在这一背景下, 技术创新和发展至关重要。

1 油气长输管道概述及面临的挑战

油气长输管道是石油和天然气行业中至关重要的基础设施, 它们承担着将资源从产地输送至市场的关键任务。然而, 长输管道面临着多种挑战, 这些挑战直接影响着管道系统的建设、维护和可持续性。

首先, 长输管道的建设需要巨额资金投入。从油田、气田或其他资源产地到终端市场的管道项目通常需要大规模的资本, 包括土地购买、工程设计、管道材料和施工成本。这种高成本使得长输管道项目在经济上变得复杂, 需要深思熟虑的投资决策。其次, 管道建设和维护过程中需要克服多样化的地理和环境挑战。长输管道通常需要跨越各种地形, 包括山脉、河流、沙漠和海洋。这些复杂的地理条件增加了施工的复杂性和成本, 同时也增加了环境风险和生态问题。此外, 管道系统的可靠性是至关重要的。任何管道泄漏或故障都可能导致严重的安全问题和环境损害。因此, 确保管道连接的可靠性和整体系统的健壮性是一个不可忽视的挑战。

2 加长管技术概述

2.1 加长管的定义

根据 GB/T 9711《石油天然气工业管线输送系统用管》, 关于钢管长度的交货状态包括定尺和非定尺两种。具体要求如下: ①除另有协议外, 非定尺钢管应按照规定长度范围交货; ②按照定尺钢管交货的钢管, 其长度偏差应在 $\pm 500\text{mm}$ (20in) 范围内。

根据油气管道建设的特点, 我国钢管订货以非定尺为主, 其主要组别为 12m。通常我们将超过 12m 组

别的俗称为加长管, 如 15m、18m 组别。

2.2 与常规管长的差异性分析

从管道建设整体实施流程 (见图 1) 可知, 由于单管长度的增加, 会在钢管制造包括原材料、运输、吊装施工、管道焊接及检验工序会存在差异。



图 1 管道实施流程图

其中, 钢管的制造流程主要包括: 炼钢→板材/板卷轧制→钢管成型→钢管焊接→无损检测→水压试验→成品管等工序。在生产制造传统 12m 长钢管的设备中, 原材料板材轧制长度以及钢管成型设备、焊接、检测设备、扩径设备和试压设备等将制约可制造的最大钢管长度, 如果采用加长钢管, 不同制造商的设备将在上述方面存在差异。

常规管道施工流程为: 清点放线→作业带清理→运布管→组对→焊接→检测→防腐补口→下沟→回填等。其中在运布管工序之前的工序不涉及钢管, 在焊接工序后, 后续施工也将不受单根钢管长度的影响, 因此仅在运布管、组对和焊接等工序与钢管长度相关, 不同钢管长度将引起施工差异。

2.3 加长管供管情况

通过调研, 国外主要的钢管制造商的制管设备大部分能达到 18m, 且多为直埋埋弧焊钢管。国外主要制管厂情况统计见表 1。

3 加长管的优势

管道系统的本质安全主要涉及钢管本体和环焊缝。由于长输管道焊接施工现场的环境因素多变 (包括地形条件、气象条件等), 管道环焊缝的焊接存在一定的难度, 减少环焊缝数量能够降低由于环焊缝引起的管道失效概率同时能减少现场施工工作量, 缩短

管道安装周期。以 100km 为例,说明不同长度的单根管长对焊口数量的影响见表 2。由表 2 可见,如果单根管长从 12m 提高到 13.5m,焊口降幅约 11.1%;单根管长从 12m 提高到 15m,焊口降幅约 20%;若从 12m 提高到 18m,焊口降幅达 33.3%。显然,随着单根管长的增加,焊口数量的减少幅度随之增大,现场焊接工作量呈现不同程度的降低。相应的施工工期更短。

3.1 降低施工成本

加长管技术的最显著优势之一是降低施工成本。通过减少焊接连接点的数量,加长管技术降低了施工的复杂性和成本。传统的长输管道需要在管道段之间进行多次焊接,这既增加了人工成本又需要更多的材料。而使用加长管,可以降低焊接的数量,减少人工和材料成本,从而使项目更经济实惠。

3.2 提高管道连接可靠性

减少焊接连接点不仅降低了成本,还提高了管道连接的可靠性。焊接通常是管道系统中的一个薄弱环节,容易受到质量控制问题和环境因素的影响。使用较少的焊接连接点降低了潜在的泄漏和故障风险,从而提高了管道系统的可靠性和稳定性。这对于长期运营的管道系统来说至关重要,因为可靠性问题可能导致生产中断和安全风险。

3.3 适应不同地理条件

加长管技术具有适应多样化地理条件的灵活性。由于长输管道通常需要跨越多样化的地理障碍,如山脉、河流和沙漠,加长管的长度可以根据特定地点的需要进行调整。这种灵活性使得加长管技术适用于不同地理条件,减少了工程复杂性。

3.4 减少维护成本

减少焊接连接点和提高可靠性有助于降低管道系统的维护成本。更少的连接点意味着减少了检查和维修的需求,同时也减少了维护成本。维护成本的降低对于长期运营的管道系统来说是一项重要的经济优势,因为它可以降低管道的总体生命周期成本。

3.5 经济效益

加长管技术提供了显著的经济效益。通过降低施工成本、减少维护成本以及提高管道连接的可靠性,这项技术可以提高管道项目的经济可行性。更少的投资、更低的运营成本和较高的可靠性可以改善投资回报率,同时降低了项目风险。

4 加长管应用案例

鉴于加长管应用的优势,国内外部分项目也采用

了加长管。通过调研,收集到国内外油气管道使用加长管的项目见表 3。从表 3 可知,国外应用加长管时,18m 管长方案较多,且应用国家主要为加拿大。收集到的项目主要应用于油砂输送,应用段落普遍较短,无长距离应用的案例。国内珠海天然气管线项目、国家管网的中俄东线南段、江苏滨海 LNG(安徽天长—合肥段)均已部分段落使用了 18m 管,京石邯项目使用 15m 管。

5 加长管运输能力分析

5.1 铁路运输

采用铁路货运,钢管需吊装进车厢内,考虑到便于中转站卸车,车厢两端必须留有一定空间取出吊钩。60t 货运车厢内长为 12.50m,可装载钢管最大长度为 12.20m,两端各预留 15cm 用于取出吊钩;上层露出车厢的钢管长度可为 12.40m。70t 货运车厢内长为 13.00m,可装载钢管最大长度为 12.50m,两端各预留 25cm 用于取出吊钩;上层露出车厢的钢管长度为 12.80m。因此采用常规箱式车厢进行铁路运输,钢管的极限长度为 12.80m,不能满足 13m 以上的钢管运输要求。13.5m、15m 管长如采用铁路运输需要的车厢为平板型,主要型号: NX17BH(NX70)型;18m 管长需要选用的车型也为平板型,型号为 D22A/B 型(特种车辆),NX17BH 车型车厢长度可达 15.34m,D22A/B 型特种车辆车厢长达 25.93m。

上述两种平板车厢的长度可满足 13.5m、15m 和 18m 加长管的运输需求。使用平板车需考虑如下条件和费用:①装运钢管需特制装具支架,在设计、冲撞试验及方案成功批复后方可使用,时间 6—10 月,前期验证时间周期长;②装具由铁路系统指定的专业单位制作,费用较高,一副装具费用在 5000 元,保证连续批量发运需制作的装具约 120 副(装具回收时间 15 天),小计 600 万元;③装具回收费用高,在起始发运站的加装费、到货站的卸装费、装具吊装短倒临时堆存、人工费以及拉回汽运费,增加费用 400 元/t。

5.2 公路运输

目前 12m 管的运输采用常规厢车或高栏车。两种车装载的钢管最长长度为 12.8m。对于 D1219×18.4mm 规格,12m 钢管可实现 1 车 4 根。15m 和 18m 钢管公路运输,采用 17.5m 平板挂车。该车型厢尺寸为 17.5m×3m,载重 32t,汽车配置专用车架或立柱,在车辆及车架、立柱与钢管接触部位、车厢底部铺垫橡胶皮垫或草支垫,铺垫稳固、捆扎结实,运确保产品

质量，运输安全。对于 D1219×18.4mm 规格钢管，15m 和 18m 钢管一车装载 3 根，底层水平放置 2 根，上面压缝装载 1 根。

6 加长管面临的挑战和前景

6.1 挑战

加长管技术虽然具有显著的优势，但也面临一些挑战，包括：①工程规划和安全问题：实施加长管技术需要精确的工程规划和安全措施，以确保管道系统的稳定性和可靠性；②材料选择和耐腐蚀性：选择适当的材料对加长管技术的成功至关重要，需要考虑管道材质的耐腐蚀性和适应性；③法规合规：遵守相关法规和许可要求对于加长管技术的应用至关重要，违规可能导致严重后果；④环境和社会责任：加长管技术应用需要综合考虑环境和社会问题，包括生态保护和社区关系。

6.2 未来前景

尽管存在挑战，加长管技术在油气长输管道行业中具有广阔的前景：①可持续性：加长管技术有望提高管道系统的可持续性，通过减少资源浪费、减少维护成本和降低环境影响来实现更可持续的资源供应链；②技术改进：随着技术的不断发展，加长管技术

可能会迎来更多的创新和改进，以提高性能和降低成本；③全球应用：这一技术不仅适用于石油和天然气行业，还可以在其他领域如水资源输送、化工品和液体货物运输中找到应用，从而拓展其全球范围的潜力；④经济效益：经济效益将继续是加长管技术的主要驱动力，因为它能够提高资源输送的效率，降低成本，提高项目的经济可行性。

7 结语

加长管技术代表了石油和天然气行业的一项重要创新，它在油气长输管道项目中具有巨大的潜力。通过降低施工成本、提高管道连接可靠性，以及适应多样化的地理条件，这一技术为资源供应链管理带来了显著的优势。然而，技术的应用需要综合考虑环境和社会责任，以确保可持续性。在未来，加长管技术将继续发展，并在全球资源供应链中发挥关键作用，为满足不断增长的资源需求和可持续性要求提供创新的解决方案。

参考文献：

[1] 孟凡英, 崔满文, 窦雨筠. 浅谈风险评价及其在油气管道方面的应用 [J]. 石化技术, 2016(052).

表 1 国外主要制管厂情况

序号	地区	国别	工厂名称	成型工艺	外径范围 (mm)	壁厚范围 (mm)	最大长度范围 (m)	产能 (万 t)
1	亚洲	日本	JFE Steel	UOE/2 条	406-1625	6-50.8	18.3	112
2	亚洲	日本	Nippon Steel	UOE/2 条	457-1524	6-40	18.3	100
3	欧洲	德国 / 法国 / 美国 (BERG)	Europipe	UOE/2 条 3RB/1 条	508-1524	6-40	18.3	220
4	欧洲	意大利	Ilva S.P.A (Riva Group)	UOE/2 条	457-1422	7-40	18.3	120
5	欧洲	俄罗斯	CHELPIPE (CHTPZGroup)	UOE	610-1422	7.1-45	18.3	95
6	欧洲	俄罗斯	Severstal	JCOE	610-1422	6-40	18.3	60
7	美洲	美国	Dura-Bond Pipe	UOE	508-1067	7.14-19.05	18.3	20
8	美洲	美国	EVRAZ Camrose	UOE	508-1526	7.9-25.4	18.3	20

表 2 不同管长下焊口数量变化情况

管长管重	单管长 12 (m)	单管长 13.5 (m)	单管长 15 (m)	单管长 18 (m)
焊口数量	8333	7407	6667	5556
焊口减少率	—	11.1%	20%	33.3%

表 3 采用加长管的工程项目统计

序号	项目名称	钢级	直径 (mm)	壁厚 (mm)	长度 (km)	输送介质	管长 (m)	国家
1	珠海天然气管线项目	X65M	1422	28.6	5.0	天然气	18.3	中国
2	Syncrude 油砂项目	X65M	711.2	19.05	/	油砂	18.3	加拿大
3	京石邯	X80M	1219	18.4	3	天然气	15	中国
4	中俄东线南段	X80M	1219	27.5	12	天然气	18.3	中国
5	江苏滨海 LNG	X70M	914	19.1	11	天然气	18.3	中国
6	加拿大 Northern Courier 管线项目	X70M	1067	25.4	10.7	天然气	18.3	加拿大
7	巴拿马桩管项目	X52M	1067/1219	25/32	5.5	桩管	12/14.5	巴拿马
8	BPOman Khazzan Project	X65MS	914	19.8	61.8	天然气	18.3	Oman
9	油沙管项目	X65M	711	19.05	18.5	油沙管	18.3	加拿大
10	油砂项目	X70M	711/762	19.05	/	油砂	18.3	加拿大