

螺纹式RTR管道安装施工

崔晓东, 梁金超, 杨 辉

中国石油管道局工程有限公司, 河北 廊坊
Email: 964776957@qq.com

收稿日期: 2021年7月21日; 录用日期: 2021年9月14日; 发布日期: 2021年9月26日

摘 要

随着国内外油气管道、化工和排水行业的发展, 针对输送介质有着特殊要求的管道, RTR管占有一定的优势。结合沙特北部压气站管道项目, 介绍螺纹式RTR管道安装施工, 使其在管道建设施工中更具可实施性。它本着自身轻质、高强、耐腐蚀和较小口径输送同等流量的流体等性能, 领先于其他管道, 并受到了广泛的应用。

关键词

RTR管道, 螺纹连接, 施工方向

Installation and Construction of Threaded RTR Pipe

Xiaodong Cui, Jinchao Liang, Hui Yang

China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang Hebei
Email: 964776957@qq.com

Received: Jul. 21st, 2021; accepted: Sep. 14th, 2021; published: Sep. 26th, 2021

Abstract

With the development of oil and gas pipeline, chemical industry and drainage industry at home and abroad, RTR pipe has certain advantages for pipelines with special requirements for transmission medium. Combined with the pipeline project of the North Saudi Compressor Station, this paper introduces the installation and construction of the threaded RTR pipeline to make it more feasible in the pipeline construction. It is in line with its own light, high strength, corrosion resistance and smaller diameter to transport the same flow of fluid and other performance, leading other pipelines, and has been widely used.

Keywords

RTR Pipe Thread, Connection, Construction Direction

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

沙特阿拉伯哈拉德地区地处热带沙漠，常年高温少雨，气候干燥，土壤腐蚀性强，该气候及地理环境下对于埋地管道的耐腐蚀性及管道的热胀性要求较高[1]。本工程输送介质为炼化后的废水，含有大量腐蚀性物质，因此其他管道无法满足沙特特有的气候环境，复合钢管耐腐蚀、耐酸碱、耐磨损方面也十分出色，但是造价较高，所以本工程选择了 RTR 管道。

RTR 管道(reinforced thermosetting resin pipe)，中文名字是热固性树脂管道，俗称玻璃钢管道，它是由玻璃纤维和环氧树脂结合而成。RTR 管道是沙特阿拉伯采用美国标准 AWWA C950 和 API 15LR 融合后对玻璃钢管道的统称，对管道的工作压力和温度有相应的规定。沙特独有的气候条件使得 RTR 管道广泛应用，其中包括循环水管路、闭式水管路、油污水管路、消防水管路和生活污水管路等[2]。目前沙特 RTR 管道的连接方式分为两种：承插式和螺纹式。因为施工距离较长，所以本工程采用的连接形式为螺纹式。本文主要介绍 RTR 管道安装的施工流程和螺纹连接的具体施工工艺。

2. 工程概况

沙特阿美公司计划在哈拉德和哈维亚的南部地区安装气体压缩设施，目的是通过将井口背压从 600

PSI 降低到约 300 PSI 来增加产量。作为该计划的一部分,北部压气站管道项目将在位于沙特阿拉伯东部省南部地区的哈拉德和哈维亚天然气工厂之间及周围建造。

北部压气站管道项目线路总长度为 931 公里,其中包括碳钢管道安装 728 公里、非金属管道 203 公里(RTR 管道安装 113.5 公里、RTP 管道安装 89.5 公里),和沿线站场、阀室、井口改造、阴保及其他配套专业施工。

3. RTR 主要技术性能指标

3.1. 管体结构材料

管体分为三层,包括防腐树脂内衬、结构树脂层和外部树脂覆盖层三种复合层压板组成,使用环境的压强以及温度影响着树脂类型的选择,一般采用间苯型不饱和聚酯树脂内衬加间苯型不饱和聚酯树脂结构层、环氧乙烯酯树脂内衬加间苯型不饱和聚酯树脂结构层、环氧乙烯酯树脂内衬加环氧乙烯酯树脂结构层三种树脂搭配形式。

RTR 管道的应用弥补了之前的缺陷,与传统管材相比具有以下特点:1) 密度小,质量轻。RTR 管道重量只有铸铁管的 1/6,水泥混凝土管的 1/10,同时长度比铸铁管长 6 倍;2) 机械强度高,抗压强度接近钢材;3) 抗冲击性能优良,不易受冲击损坏;4) 耐久性及耐化学腐蚀性强,在盐碱地及地质条件差的地下可靠性比传统管道安全,使用寿命大大延长;5) 管材内壁光滑,对流体阻力小,不易附着沉积物;6) 不导电,不传热,保温绝热性好等特点[3]。

3.2. 管道主要参数

管道主要参数明细,见表 1。

Table 1. Main pipeline parameters

表 1. 管道主要参数

Service, Piping Class	Product Size	Design pressure		Offered Total Thickness	Pipe Length	Pipe ID	Pipe OD	Bending Radius	Subtended Angle	Subtended Angle Per Unit Length	Offset Per Pipe Length	Offset Per Unit Length
		T _w	L _{PIPE}	T _R		ID _R	OD _R					
	DN	psi	Barg	mm	mm	mm	mm	m	Degree	Deg/m	mm	mm/m
Condensate Line	6.0	1250	86.2	8.0	10,000	137.8	153.8	91.9	6.2	0.6	540	50
Condensate Line	8.0	1250	86.2	11.1	10,000	199.1	221.3	132.4	4.3	0.4	375	35
Liquid Line	8.0	1250	86.2	12.5	10,000	199.1	224.1	134.1	4.3	0.4	370	35
Condensate Line	10.0	1250	86.2	14.0	10,000	225.0	253.0	151.4	3.8	0.4	330	30
Condensate Line	12.0	1250	86.2	18.2	10,000	300.0	336.4	201.5	3.4	0.3	355	25

3.3. 不同规格管道对应的标准 M 值和机械紧固 A 值见表 2

不同规格管道对应的标准 M 值和机械紧固 A 值,见表 2。

Table 2. M standard value and A value of mechanical fastening for pipes of different specifications

表 2. 不同规格管道对应的标准 M 值和机械紧固 A 值

管道规格	M 标准值	机械紧固 A 值
6"	17.9	2~2.5
8"	18.11	4~4.5
10"	18.01	3.5~4
12"	18.11	2~2.5

4. RTR 管道安装施工流程

RTR 管道安装施工流程如下图 1 所示。

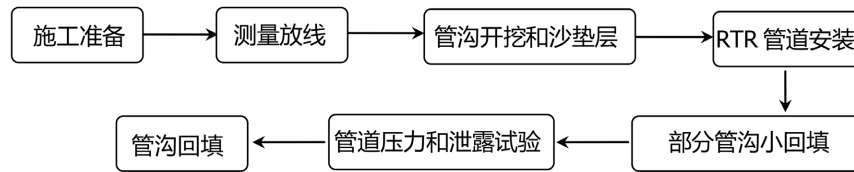


Figure 1. Flow chart of pipeline site installation and construction
图 1. 管道现场安装施工流程图

4.1. 施工准备

- 1) 对现场所有施工人员进行技术交底，掌握螺纹式 RTR 管道安装施工的工艺流程和具体施工方法。
- 2) 对所用工器具进行检查和校验，使其满足验收规范要求。
- 3) 将报验合格的安装材料、措施性材料及消耗性材料准备齐全。

4.2. 测量放样

按照设计图纸对管道实际路由进行测量放线，并做出标记。

4.3. 管沟开挖和沙垫层

- 1) 按照放线的标记，主要使用机械进行开挖，修整及清理部分采用人工，部分光缆和管道穿越采用人工开挖的方法。
- 2) 在验收合格的管沟底部铺设一层 150~200 mm 的细沙，并用水洒湿压实。
- 3) 为确保 RTR 管道施工质量，在沟槽底部、沙垫层及回填沙平整压实后，对其进行质量检查验收，合格后才能进行下一道工序施工。

4.4. RTR 管道安装

- 1) 安装前必须检查所有管道及其附件是否损坏，如发现损坏或与现场不符现象，应及时进行修复和更换。
- 2) RTR 管道与管道、管件的连接应采用螺纹、接头或法兰。
- 3) 每次施工前进行预检验，防止异物进入正在安装的管道内；在施工操作时，不得让废弃物、工器具、附着物或其他材料遗留在管道内。
- 4) 应将螺纹接头的内螺纹一头指向布管方向，安装管段和配件应稳固地安装在管垫层上，安装方向详图见图 2。

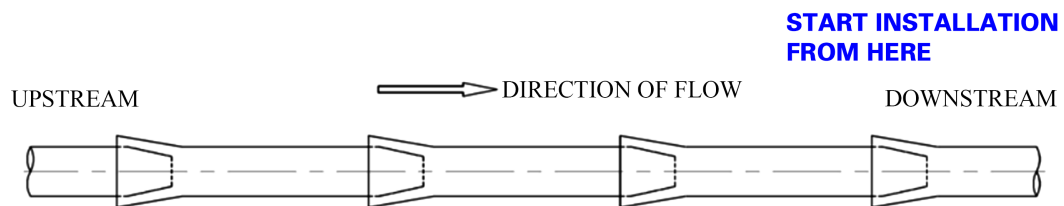


Figure 2. Pipe installation direction
图 2. 管道安装方向

5) 对于管道连头所需的管件, 尺寸不尽相同。为了节省安装时间, 根据现场所需在工厂进行加工, 然后再运至施工现场进行连头安装。

6) 一段管道安装完成后, 应对管道两头进行临时封堵, 以免杂物进入管道内。

4.5. 管道压力和泄露试验

1) 压力试验: 管道、对管连接、预留裸漏对管接头待检查, 满足上述条件得安装管道应承受 4 小时的水压试验, 试验压力为 1562 PSI (以 10"管为例)。按照下表 3 中的步骤, 将压力逐渐升高至试验压力。在每一个步骤中, 都要对整个试验段进行检查, 检查是否有泄露, 如发现有破裂或缺陷的管道、对接接头应当拆除并更换, 并重新进行水压试验直到试验结果符合要求为止。

Table 3. Pipeline test pressure

表 3. 管道试验压力

步骤 STEP	描述 DESCRIPTION	压力 PRESSURE		保持时间 HOLDING TIME	备注 REMARK
		PSI	BAR		
1	起始压力	100	6.9	5 min (最少)	检查管道完整性
2	升压	250	17.3	5 min (最少)	检查管道完整性
3	升压	500	34.5	5 min (最少)	检查管道完整性
4	升压	750	51.8	5 min (最少)	检查管道完整性
5	升压	1000	69	5 min (最少)	检查管道完整性
6	升压	1250	86.3	5 min (最少)	检查管道完整性
7	试验压力	1562	108	4 h	检查管道完整性

2) 泄露试验与水压试验同时进行, 如发生管道泄漏, 应确定缺陷具体位置并进行修补或更换。

4.6. 管沟回填

对于试验合格的管段, 先回填 200~300 mm 的细沙, 然后再用选择土进行回填(沙土区域粒径不得大于 50 mm, 石方区域粒径不得大于 150 mm), 最后再在最上面盖上一层 150 mm 厚的 Marl (泥灰混合)土, 确保管顶最小回填高度不低于 900 mm。

5. 质量控制

5.1. 人员方面

1) RTR 管道的安装必须由经过相关材料和设备使用的培训人员完成。培训内容应包括正确处理材料、设备的使用和熟悉制造商的说明等。

2) 每个合格的安装人员安装的前 5 个连接件应该进行完整的水压试验, 以此来测试安装人员的实际技术水平。如果通过水压试验, 这种接头应该被接受为永久性接头。试验接头应进行至少 1.5 倍管道设计压力的水压试验, 至少 2 小时且不得低于 150 psi。

3) 安装组织单位应保存培训日志, 记录被培训人员的姓名、培训日期、培训内容、授课人员和颁发培训证书或培训证明的产品制造商名称。

4) 安装 RTR 管道系统的培训证书(或培训证明)必须从 RTR 管道制造商手中获得。本证书有效期为一年或项目持续时间, 以最长为准。

5.2. 材料方面

- 1) RTR 管道安装前应对管道和螺纹进行外观检查, 确保无损坏。
- 2) 所涉及连接材料必须有合格的质量证明文件, 并确保符合要求。
- 3) 管道不能与地面直接接触, 应放在枕木(或合适的支撑)上。
- 4) 如果管道储存在货架上, 管道支撑宽度至少为 75 mm, 管道两端 1.5 m 内加横撑, 中心距最大为 3 m。
- 5) RTR 管道粘合剂必须密闭储存, 并且温度不能超过 38℃。

5.3. 安装方面

- 1) 连接 RTR 管道的安装说明应符合制造商的建议或针对特殊作业而开发的特定的连接程序。
- 2) 管子与管件安装前必须清理干净, 不能有水和其他杂质。
- 3) 底漆和粘结材料必须在有效期内使用, 其泄露或包装开启储存的不能使用。
- 4) 连接公称直径为 250 mm 或者更小的管道可以选择在旁边或沟内组装, 但大于 250 mm 的必须在沟内组装。
- 5) 非金属法兰的螺栓紧固加设平垫。
- 6) 法兰额定压力要求和螺栓紧固程序和最大扭矩要求根据 SAES-L-610。
- 7) 垫片材料包括弹性密封圈必须适合相关流体的要求和使用环境要求。

6. 螺纹连接的具体施工工艺和注意事项

6.1. 螺纹连接施工所用的工具/设备

- 1) 螺纹油(TF-15)。
- 2) 100% 聚四氟乙烯胶带: 25 毫米宽, 0.1 毫米厚。
- 3) 最终拧紧用的液压动力钳(带有正确的夹钳、镶件、工作说明、液压动力源、负载指示器)。
- 4) 皮带扳手(1 米长)。
- 5) 链钳。
- 6) 起重设备对直管道。
- 7) 管道吊篮(防止对 RTR 管道造成损伤)。

6.2. 具体施工工艺和注意事项

- 1) 在组装连接时, 内螺纹通常固定到位, 外螺纹旋转至固定端。
- 2) 如果发现螺纹保护装置没有啮合, 要对这些螺纹进行特别彻底的检查, 以确保在使用管道之前没有发生损坏。每次上螺纹时, 小心拆卸螺纹保护装置, 并检查公螺纹和母螺纹的完整性和清洁度。检查管体是否有任何损坏(如断线。丝线应无明显的撕裂、割伤、磨伤、肩部或任何其他缺陷)。如发现损坏, 需对管道进行隔离, 禁止使用。
- 3) 在组装连接之前, 应该用干毛刷对螺纹进行彻底的清理, 以清除掉任何的沙子、灰尘和其他颗粒。清洁后, 用一个正确的环规测量外螺纹, 直至手紧的位置(见图 3)。
- 4) 在手紧的位置, 注意和记录螺纹的数量以及此标记位置到螺纹平口之间的距离, 被称之为“**A**”(如果值 **A** 写在管道上或者由厂家提供, 则可以跳过第 3 点和第 4 点)。
- 5) 在此测量之后, 需要用尺子测量内螺纹到管头的深度值“**M**”, 并注意记录测量结果。



Figure 3. Measuring external thread with ring gauge
图 3. 环规测量外螺纹

6) 将内螺纹深度值“M”与 $M = 18.11 \text{ mm}$ (8"的螺纹标准值)进行比较。详细介绍如下:

① 比如实际测得 M 为 19 mm, $19 - 18.1 = 0.9 \times 0.315$ (常数, 1 mm 内应有的牙数) = 0.28, 表示应该多装 0.28 个牙;

② 比如实际测得 M 为 17 mm, $18.1 - 17 = 1.1 \times 0.315$ (常数, 1 mm 内应有的牙数) = 0.34, 表示应该少装 0.34 个牙;

③ 比如标记的 A 为 3.5 mm, $4.0 - 3.5 = 0.5 \times 0.315 = 0.16$, 表示应该多装 0.16 个牙;

④ 比如标记的 A 为 4.5 mm, $4.5 - 4.0 = 0.5 \times 0.315 = 0.16$, 表示应该少装 0.16 个牙。

带入公式 $FS = HT + PT$, 计算出需要机械安装的螺纹式。

HT 表示人工安装完成后外露螺纹的数量, 比如为 5 个;

PT 表示内外螺纹经过计算所得的需要机械安装的螺纹数;

结合 1 和 3, $PT = 0.28 + 0.16 = 0.44$, 那么机械安装应该为 $FS = HT + PT = 5.44$ 个牙;

结合 1 和 4, $PT = 0.28 - 0.16 = 0.12$, 那么机械安装应该为 $FS = HT + PT = 5.12$ 个牙。

7) 将聚四氟乙烯胶带(俗称生料带)应用到外螺纹上, 它的规格为 $1" \times 0.1 \text{ mm}$ 。按照顺时针的方向从最外侧开始缠绕, 向大的主体末端螺纹消失点移动, 留下两个可见的螺纹, 再返回至开始缠绕的位置(见图 4)。



Figure 4. Handle the thread before installation
图 4. 安装前对外螺纹进行处理

8) 使用足够的 TF-15 螺纹油刷在内外螺纹上，以填充至一半的螺纹根部。顺时针涂抹螺纹油，以确保聚四氟乙烯胶带在组装过程中不会松动。

9) 在开始组装接头时，将管道对准正确的位置，用皮带扳手旋转管道，尽可能的将其旋转入内螺纹中，同时不断的检查是否对中。当不能用皮带扳手继续旋转之后，记录当前位置，并用安装计算中所描述的的进行计算，就可以得出机械安装旋转的次数(见图 5)。



Figure 5. Manual installation pipe
图 5. 手动安装管道

10) 将动力液压钳放到连接管头的加厚区域，并将链钳固定到另外一头的加厚区域。这时动力液压钳颌骨安装模具安全地接合管道，并开始旋转外螺纹一端使其向内旋进(见图 6)。



Figure 6. Hydraulic tong installation pipe
图 6. 液压钳安装管道

11) 一旦组装完成，反转大钳旋转，从管道上松开钳口，打开闸板，从接头上拆卸链条钳，并从管线上移除大钳。

12) 注意，在旋转过程中，由于大钳在管道表面的作用，会在管道外表面出现一些划痕，这很正常。管道两端设计有额外的厚度(“管道加厚”)来处理这种安装技术。这些划痕深度的公差是这样的，即从内

径测量的管道最小总壁厚(TW, 项目具体图纸中规定的)应满足要求。

7. 结束语

螺纹式 RTR 管道安装施工全过程处于安全、稳定、快速、优质的可控状态, 我公司第一次进行 RTR 管道的安装施工, 意义重大。它凭借着自身轻质、高强、耐腐蚀等优质性能, 领先于其它管道, 并受到中东市场和国内炼化企业的广泛应用, 所以 RTR 管道也将会逐渐成为管道市场的主流。因此, RTR 管道安装技术在中东市场基础设施建设中推广应用前景广阔[3]。而这种螺纹连接的方式也将会步入 RTR 管道安装的施工应用当中, 取得更好的应用效果。

参考文献

- [1] 陈涛. 燃气联合循环发电机组 RTR 管道施工工艺研究[J]. 名城绘, 2019(2): 55.
- [2] 刘钦, 徐梦麟, 周刚. RTR 热固树脂管施工技术[C]//广东省土木建筑学会. 广东省第五次土木工程施工技术交流会, 2015: 271-276.
- [3] 王宇波. 沙特沙巴项目 RTR 热塑承压管道安装施工应用[J]. 基层建设, 2018(11).