

陕京输气管道弯管与管件设计概况

四川石油管理局勘察设计研究院 张有渝 叶卫江

陕京输气管道是我国 90 年代建设的第一条长距离大口径的现代化天然气输送管道,干线公称直径 DN650,外径 660.4 mm,选用美国石油学会标准 API 5L(管线钢管)的 X60 级直缝管,干线全长 853.3 km,在干线上选用了大量的弯管,其曲率半径为 5D;全线设有靖边首站、北京衙门口末站、北京琉璃河分输站、永清分输站以及中间清管站,在各个站上采用了大量的三通、弯头等管件。

干线上的弯管和站场上的管件,其设计、制造水平和质量要求直接关系到管线施工中的组对和焊接质量,而且更重要的是影响到陕京管线的安全性、可靠性和先进性,因此受到设计和建设单位的高度重视。

干 线 弯 管

陕京管线建设要求干线弯管在施工现场不切割、不打磨、不校圆,不允许采取其它措施与直管强力组对焊接,而是要做到弯管在施工现场“对号入座”组对焊接。

由于我国对管径 DN650-X60 级直缝管,在大型弯管机上采用中频电感应加热工艺弯制曲率半径为 5D 的大型弯管尚属首次,因此在成批制造弯管之前,进行了大量的试制和分析研究工作。在试制弯管的力学性能和尺寸极限偏差基本达到国外先进水平 and 取得了可靠的弯制工艺参数后,对照国内外弯管标准,立足于高起点、达到国际先进水平的要求,在 1995 年专门制订了《陕京输气管道工程线路部分弯管技术条件》(以下简称弯管技术条件),制造厂按此技术条件不断总结改进制造工艺,为陕京管线生产出达到国际先进水平的大型弯管。

国内外适用于石油天然气管道工程的弯管制造、检验、包装、运输或可供参考的标准有:GB12459—90《钢制对焊无缝管件》;SY5257—91《钢制弯管》;DL/T515—93《电站弯管》;MSS SP75—1993《优质碳钢对焊管件规范》;ASME/ANSI B16.9—1986《工厂制造的锻钢对焊管件》。

而在目前国际上弯管制造工艺条件下,代表了国际先进技术水平的标准则是 MSS SP75 和 ASME/ANSI B166.9,但其又不能完全适用于陕京管线的弯管制造。《弯管技术条件》正是对照这两项国际先进标准,结合国内制造实际情况,在弯管尺寸极限偏差和力学性能两个方面规定了达到国际先进水平的指标。表 1、表 2 分别列出了《弯管技术条件》与 MSS SP75—1993 对照的参数值。

从表 1、表 2 可以看出,《弯管技术条件》无论在极限尺寸偏差或力学性能上,其指标都与 MSS SP75—1993 相当,甚至有的项目指标高于 MSS SP75—1993,如公称壁厚。

弯管批量制造的成品也是达到了《弯管技术条件》的规

表 1 《弯管技术条件》与 MSS SP75—1993 的
弯管尺寸极限偏差 mm

项 目		《弯管技术条件》	MSS SP75—1993
圆度	弯曲部分 (任意截面)	+ 6.3 - 4.8 即 1.68%	2.5%
		调整后+ 9 - 7 即 2.42%	
	端 部	+ 1.6 - 0.5 即 0.32%	1%
		调整后+ 3.8 - 2.8 即 1%	
端部外径周长		+ 5 - 1.6	
端部内径			±2.2
弯曲角度(α)		±0.4°	
公称壁厚(最小壁厚)		不小于公称壁厚的 91%	公称壁厚- 0.25
曲率半径 (中心至端部尺寸 A)		±6	±9.6
		调整后±7.7	
焊端坡口	角度	30°	30°
	钝边	1.6±0.8	1.5±1

注: 括号内为 MSS SP75—1993 的项目名称。

表 2 《弯管技术条件》与 MSS SP75—1993
的弯管力学性能

项 目	《弯管技术条件》	MSS SP75—1993
屈服强度(MPa)	≥415	≥413
抗拉强度(MPa)	≥515	≥517
屈强比	≤0.88	
延伸率(%) (50 mm 试样)	按 API—5L	≥20
夏比冲击功(J) (10×10×55×2V)	最小 ≥38, 平均 ≥50	

定值,在极限尺寸偏差上,如最小壁厚要求值为 91%,实际达到 93%;弯曲半径偏差要求值为 ±7.7 mm,实际达到 - 5.5 ~ 7.0 mm,圆度要求值小于或等于 2.4%,实际达到 1.5% ~ 2.0%;弯管的屈服强度实际最低值达到 418 MPa,抗拉强度实际最低值达到 522 MPa,而拉伸率达到 26%, - 30℃时冲击功最低值为 47 J;因此可以认为陕京管道工程的干线弯管,不但在弯管执行的标准《弯管技术条件》达到国际先进水平,而且制造的弯管成品,无论在极限尺寸偏差或是力学性能上也达到了国际先进水平。

云安 11 井石炭系深井试油

四川石油管理局川南矿区 杨 健

云安 11 井位于四川气田云安厂构造冯家湾潜高西高点, 为了解该区的含油气水情况, 求取产能及压力资料, 为以后的天然气勘探提供依据, 于 1995 年 5 月开钻, 钻至井深 5 307 m 完钻, 井内下入 $\varnothing 178\text{ mm}$ 套管, 深度 3 608.43 ~ 5 246 m; 试油层位为石炭系, 地层压力 61.97 MPa, 温度 114℃。预定试油措施为: 对石炭系中测, 若获纯气则回接 $\varnothing 178\text{ mm}$ 至井口后下入 $\varnothing 127\text{ mm}$ 衬管; 若气、水同出, 回接套管后下入 $\varnothing 127\text{ mm}$ 的套管射孔; 是否酸化视替喷测试的气产量而定。试油测得产量 $18.1 \times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$, 回接套管后, 清水替喷测试产量约 $10.7 \times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$; 经试井并探边测试, 确定石炭系不产地层水, 下入衬管, 再下光油管, 清水替喷后进行浓度为 18% 的胶束酸 40 m^3 空井解堵酸化, 获产量 $38.6 \times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$, 顺利完成试油工作。

试油施工中采用的工艺技术

因深井试油工艺比常规井试油复杂得多, 因而在云安 11 井套管程序已定的条件下, 着重考虑使用了以下的试油技术。

(1) 试油管串的抗腐蚀技术。深井压力高, 腐蚀性气体

的分压也高, 腐蚀速率快, 邻近几口井的同层位均含 H_2S , 因此选用 NTSS 级特殊抗硫油管; 另用光油管完井, 设计从清蜡和套管闸门泵入缓蚀剂 CT2—4, 以期在油管内外壁和套管内壁形成碱性保护膜。

(2) 试油管串的气密封技术。该井预定方案中起下钻作业少, 选用了常规 API 圆螺纹油管, 采取涂抹丝扣油和缠四氟乙烯带的方法来增加油管的密封性能。

(3) 试油管串的强度校核。该井的试油管串较长, 不仅要承受很大的静载荷, 在井的不同状态下, 还要承受更大的交变动载荷, 为满足试油的需要, 选择了 $\varnothing 88.9\text{ mm} + \varnothing 73\text{ mm}$ 的复合管串, 且不使用自行加工的变扣接头, 整个管串安全系数达到了 2.0 以上。

(4) 探边测试技术。该井是否含水对后续施工步骤有较大影响, 因而在第一次替喷测试后采用了探边测试技术: 下入存储式电子压力计收集井下压力、温度等资料, 经用解释软件解释后得知, 在井筒周围约 170 m 范围内未含地层水。

(5) 放喷测试技术。该井试油涉及下尾管工作, 因而设计应满足替喷、回收泥浆、放喷、(气液) 测试、压井和不关井换孔板等要求。流程如图 1 所示。

站 场 管 件

在站场上采用的弯头规格有 DN650、500、400, 材质分别为 X60、X52、B 级; 弯头曲率半径均为 1.5 DN; 三通规格有等径三通 DN650×650×650, 异径三通的规格是 DN650×650×500, 最小规格是 DN500×500×200, 采用的材质有 X60、X52 和 20 号钢。无论等径和异径三通, 又分为带档条和不带档条的两种类型, 另外还有少量异径管接头。

为了保证站场管件的安全性和技术上的先进性, 四川石油管理局勘察设计院编制了《对焊管件采购招标文件》(技术部分), 对管件材料的化学成分、力学性能、制造工艺、热处理、检验及标化及包装运输公司作了详尽规定, 例如: 材料 X60 在 -30℃ 时的冲击功平均值大于或等于 50 J, 单个值大于或等于 38 J; 屈服强度大于或等于 415 MPa, 抗拉强度大于或等于 515 MPa。

弯头制造采用中频电感应加热工艺, 三通制造采用热压拔制成形, 成品弯头三通只允许有一条纵缝, 弯头纵缝应分布在弯头内弧距水平轴 45°~50° 的中性层区域, 三通纵缝应位于其底部。

管件尺寸极限偏差应符合 MSS SP75—1993 的规定。

站场管件由意大利 Tecnoforge 公司制造, 产品满足了

《对焊管件采购招标文件》(技术部分) 的要求, 其中 DN500 弯头采用无缝钢管, 而 DN650 弯头采用钢板模压。

在三通、弯头成形过程中, 会发生壁厚减薄的情况, 因此选用原材料的厚度比管件成品要稍厚一些; 三通由于拔制支管的需要, 其主管带有一定的锥度, 因此主管在三通成形后不是等径的。

建 议

(1) 弯管(弯头) 制造应执行国际先进技术标准。我国正处于油气集输和长输管道大规模建设时期, 要使油气输送管道达到国际先进水平, 必须做到线路工程中的弯管(弯头) 对号入座, 不允许切割、校圆, 不允许与直管强力组对焊接; 陕京管线的设计施工表明, 在我国是能够做到这一点的, 除了在管理上应严格要求, 还要从技术上给予保证, 对弯管和与之相组对焊接的直管制造都应执行国际上先进的标准;

(2) 亟待制定具有国际先进水平的我国弯管、管线钢管标准。我国长输管道设计、施工已积累了相当丰富的经验, 但是弯管和管线钢管的设计、制造尚缺乏与国际先进水平相当的技术标准, 陕京管线所制订的《弯管技术条件》和《对焊管件采购招标文件》(技术部分) 也仅适用陕京管道工程, 为了促进我国长输管道工程向国际先进水平靠拢, 有必要及时制订达到国际先进水平的我国的弯管和管线钢管标准。

(编辑 王瑞兰)