



国内外螺旋焊接钢管制管概况

高俊凯*

(中国石油天然气管道局)

高俊凯. 国内外螺旋焊接钢管制管概况. 油气储运, 1994, 13(4): 1~5

摘 要 分析了国内外螺旋焊接钢管的制造情况, 通过对母材的物理、化学性能对比指出, 国外生产的 X65、X70 低合金钢, 在强度、韧性、可焊性等方面, 比国产的 A3、16Mn 钢更适合当今输油管道的制管要求。在钢材冶炼过程中, 加入多种微量元素是提高钢材材质的重要措施, 高强度、低合金钢是解决轧制过程中板卷问题的关键。制管机组成型器的大桥和转盘由固接改为铰接后, 在调整焊缝间隙时, 不再会影响管径的尺寸了。由内成型器替代外成型器, 减少了成型管子的残余应力, 使管子的后变形小, 保证了管子的几何尺寸, 提高了制管质量。在国内, 加强老机组的改造和成型理论的研究是制管行业的迫切任务。

主题词 螺旋焊管 制管 钢材 钢板轧制 强度极限 成型器

油气管道的材质

随着世界石油和天然气工业的发展, 管道输送量越来越大, 在国外原油每条输油管道的管输量就由几百万吨发展到千万吨, 甚至近亿吨, 天然气每条气管道的输量也由百万立方米, 发展到几百亿立方米。输送压力由 3.0~4.0 MPa 发展到 6.0~7.0 MPa。因此, 对管材强度的要求提高了, 同时对管材的物理、化学性能及可焊性等也有了严格要求。

我国制管工业多采用国产的 A3、16Mn 两种钢种, 其屈服极限分别为 235.2 MPa 和 352.8 MPa, 由于管径要求越来越大, 国产钢种已不能适应。国外在 1960 年以前广泛使用 X52、X56 等制管钢材, 60 年代后, 又使用 X60、X65 钢材, 现在开始使用 X70 钢材。

X70 钢具有强度高、可焊性好的优点。

1. 提高钢管材质的方法

在国外, 为了进一步改进钢材性能, 降低碳当量, 在钢中加一些微量元素, 在其冶炼过程中促使相互作用, 以得到理想的优质钢材。各种元素含量和作用见表 1。

表 1 各种微量元素在钢中的含量及作用

微量元素	含量%	作用
铌(Nb)	0.018~0.05	稳定钢中的奥氏体, 确保轧后铁素体晶粒细化, 增加韧性和可焊性
镍(Ni)	0.10~0.15	增加韧性和可焊性、抗腐蚀性
铬(Cr)	0.10~0.29	提高强度, 增加韧性及抗腐蚀性能, 控制铜的析出
钼(Mo)	0.045~0.20	
铜(Cu)	0.11~0.21	增加韧性及好的可焊性
钛(Ti)	0.02	增加钢的强度, 细化钢的晶粒, 提高综合机械性能
钒(V)	0.022~0.065	

* 102849, 河北省廊坊市金光道; 电话: (0316)275492

在钢中添加多种元素,总的目的是使钢材的含碳量控制在0.016%~0.120%之间。目前,X75钢的含碳量为0.016%,X70的含碳量为0.045%。钢中的含锰量一般不超过0.6%,含锰量过高,虽然能提高强度,但塑性会大大降低。加入上述微量元素后,既可克服因含锰量较高而塑性降低,同时又使钢材具有很高的强度和理想的韧性(包括冲击、抗裂、低温脆性、弯曲等都可达到相应的技术要求),在焊接方面,具有良好的可焊性。

2. 国内外管材强度对比

常用的几种管材强度如表2所示。

表2 钢材强度 MPa

强 度	A3	16Mn	X65	X70
抗拉强度	411.6	509.6	550.76	597.8
屈服强度	235.2	352.8	447.86	480.2

从表2得知,我国16Mn钢和美国X65相比,其屈服强度相差27%。16Mn的屈服强度和抗拉强度的比值为70%,X65的屈服强度和抗拉强度的比值为80%。也就是说,钢材在冶炼过程中,由于加入多种微量元素,钢材的均质性、强度、韧性及可焊性等都使其屈服极限接近于抗拉极限。可见我国16Mn与国外X65的优质状况相差30%。

国内长输管道管子的许用强度一般取屈服极限的85%,国外一般为95%。具体许用压力计算如下:

$$P = \frac{20 \delta R}{\gamma \cdot d} \cdot f \cdot t \quad (1)$$

- 式中 P ——许用压力,Pa;
 δ ——管道壁厚,mm;
 R ——管材的屈服极限,Pa;
 γ ——输送介质的相对密度;
 d ——长输管道管径,mm;
 f ——双面焊螺旋管系数;
 t ——许用强度所占屈服极限的比例。

输送介质为水时,对于国内16Mn钢材所

制成的 $\phi 700 \times 8$ 的管子,许用压力为:

$$P = \frac{20 \times 0.008 \times 352.8 \times 85\% \times 70\%}{1 \times 0.7} = 47.98 \text{ MPa}$$

式中 $f=70\%$; $t=85\%$ 。

而X65钢制成同等尺寸的管子,其许用压力为:

$$P = \frac{20 \delta R}{\gamma \cdot d} \cdot f \cdot t = \frac{20 \times 0.008 \times 447.86 \times 95\%}{1 \times 0.7} \times 95\% = 93.36 \text{ MPa}$$

式中 $f=95\%$ $t=95\%$ 。

由此可知,由于材质和设计系数的不同,管子承受的压力相差近一倍。因此,在长输管道中年输量相同情况下,国内和国外使用的管径相差一个等级,见表3。

表3 国内外使用管径对比

年输量 /万 t · a ⁻¹	300	500	1 000~1 200	2 000
国内管径 /mm	325	426	529	720
国外管径 /mm	250	325	426	650

从表中可以看出,国内钢材消耗远远大于国外。

我国钢带(板卷)制造现状

制螺旋管的钢带在我国使用的是A3、16Mn钢。自产的钢带在轧制过程中,因轧辊不能自动调整间隙,钢带产生薄厚不匀现象,厚度相差达0.5~1mm,这样,钢管会产生较大的月牙弯。一般要求每10m长内允许弯度在10mm以内,然而实际上有的已达30mm以上,更有严重者在制管机组作业线上会发生“掉床”现象,即由于缠卷机力量不够,使钢带在轧线上缠成板卷时不能缠紧,而缠成宝塔状的产品且很疏松,重量仅7~8t

(国外可达20~30 t)。板卷轻,会给制管作业增加上板卷次数和对头焊次数。板卷相接时的对头焊为单面焊,需重新补焊。这样,对头焊缝的不合格率增多,影响了制管质量。

解决上述问题,在制管机组作业线前部,增加一条检查整治板卷的作业线,即事先把板卷拆开、校平,然后把不合格的月牙弯用剪板机剪断,再校直焊接。真正解决板卷问题的关键,首先是冶炼出高强度低合金钢;其次是轧制合格的钢带。

螺旋焊管工业的发展状况

1. 国内制管业的状况

我国第一套螺纹焊管机组是1957年以前引进的,最大可制管径 $\phi 720$ 。该设备工艺陈旧,成型器是滑套式成型器,大桥桥身和转盘为一整体,后来在此基础上将滑套式成型器上增加了三个动轮,变成了轮套式成型器。由于内轮设计不当,挤占成型管内的大部分空间,造成在当时管径 $\phi 325$ 以下的螺旋焊缝不能进行内焊,使制管质量一直提不高。

随着管道建设的迅速发展,制管机组也很快增加了7套,但在制造这些机组时,由于经验不足,吸收国外先进技术不够,机组多数不配套,所以制管质量与国外相比,差距很大。

1972年,大连起重机厂首次把滚动成型器应用在制管工业上。后来,为沙市制管厂制造了两套机组,一套基本上是仿西德霍奇曼公司制管厂的生产工艺线。即两个机组对一个精整区,非连续生产;另一套机组采用焊接小车的连续式生产作业。这两套机组的整个生产工艺与国外70年代水平相当,成型器采用滚动可调式,同时可调出5种规格,至此,我国的制管行业才有了可喜的成绩,但与国外相比还有较大的差距。我国的成型后的钢

管尺寸一般不能符合要求,例如,生产 $\phi 1020 \times 16$ 的管子,材质为X60钢,其残余应力最大可达3.1 MPa,使钢管产生后变形,造成管子椭圆度最大达8 mm(一般也有3~4 mm),管径误差3~4 mm,钢管的管口几何尺寸不符合要求,会影响现场施工中管口的焊接质量。产生上述情况主要的原因,是当钢带在三辊弯板机上按钢管的弧度弯曲成弯板而且达到一定屈服极限时,进入成型器,弯曲的钢板不是紧靠外成型器的外辊道(不靠邦),见图1。为了克服这种问题,只要提高弯板机的上辊,使钢带的弯曲弧度比钢管直径的弧度大,弯曲后的钢板就会靠紧后辊,顺利成型。

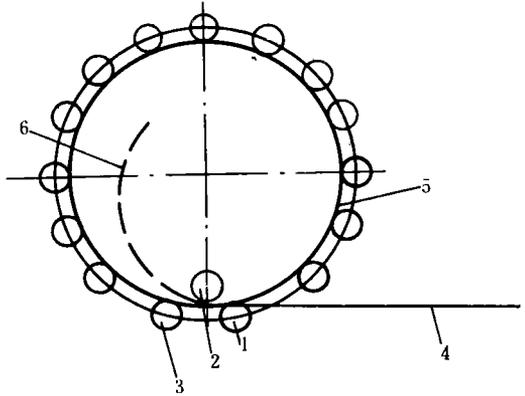


图1 滚动成型器示意图

1、3—弯板机下辊；2—弯板机上辊；4—钢带；
5—成型后的管子；6—钢板不靠邦情况

2. 国外制管行业发展状况

在50年代末期,西德、瑞士等国研制成滚动成型器,代替了老式的滑套成型器,这种革新使管子的几何尺寸趋于精确,同时,也解决了管子内外双面焊的问题,提高了螺旋焊缝质量。60年代,西德、瑞士的制管业又把安装成型器的基座(转盘)和放置成型管子的大桥由固定联接改为铰接,这样调整螺旋焊缝间隙,只摆动大桥即可达到目的,若生产不同管径时,转动转盘,改变成型角,二者之间可分开进行,避免互相干扰。由图2可以说明

大桥和转盘联接方面的固接和铰接方式的优缺点。

成型角与管径和钢带宽度的关系如下：

$$\cos \alpha = B / (\pi D) \quad (2)$$

式中 B ——钢带宽；

D ——钢管管径。

由此可知，当钢带的宽度确定后，生产某种直径的钢管，就可转动转盘，调到所需的成型角即可。由于在生产过程中，钢带前进会产生左右漂移，一般漂移3~5 mm，而焊缝要求 0.5 ± 0.2 mm，当转盘与大桥固接时，只转动转盘，才能改变焊缝，相继成型角也要改变，影响了管径的变化，使管径忽大忽小，最大误差可使同等管径互相套入。改为铰接后，只转动大桥就可改变焊缝间隙，成型角不变，管径也不变，这种调节称为大桥微调。

笔者曾在西德曼内斯曼制管厂参观，看到一种内成型的成型器，见图3。

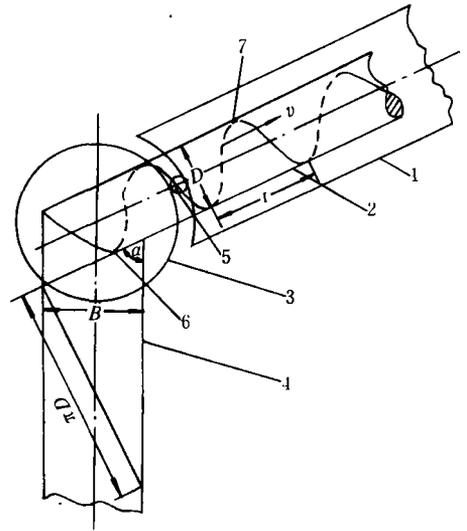


图2 大桥与转盘联接示意图

- 1—大桥；2—成型的管子；3—转盘；4—钢带；
- 5—大桥与转盘的铰接点；6—内焊点；7—外焊点； t —螺距；
- B —钢带宽； α —成型角； D —管径； v —钢管前进速度

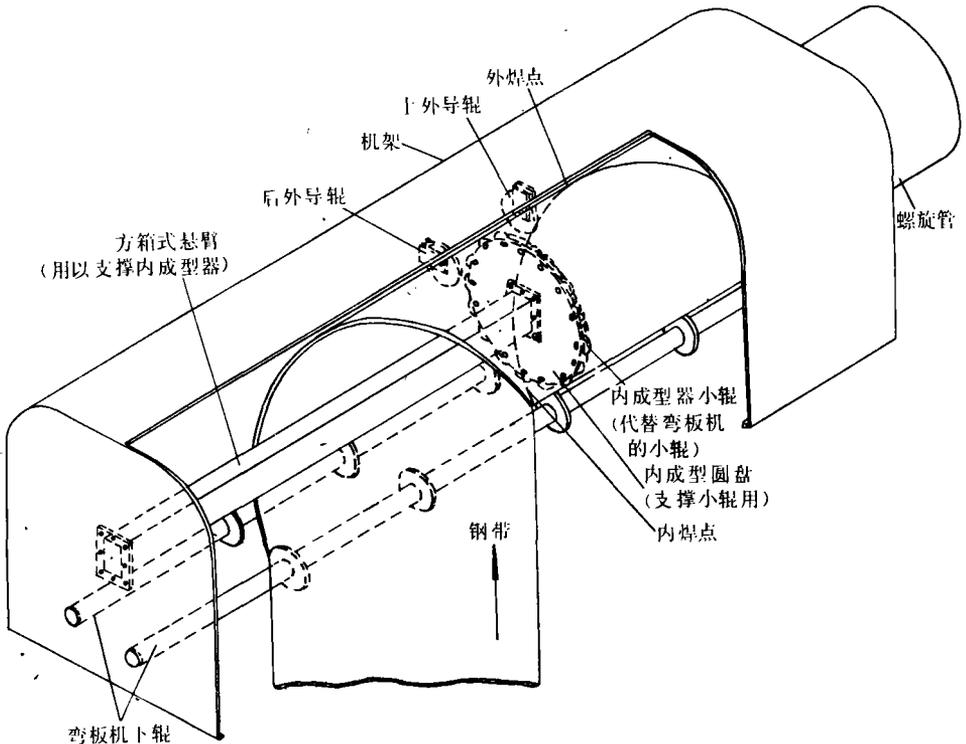


图3 内成型器示意图

这种成型器结构简单,除三个辊外,还有一付方形箱体,箱体上有两面圆盘,该两面盘外周组合含有小型辊道十几个(视管径而言),组成一个理想的管内径圆。当钢管经三辊弯板机弯曲成弧状时,再由内成型器的诸小辊将圆弧钢带胀成螺旋钢管。这种成型器改换规格方便,成型后的管子残余应力小,因而管子的后变形小,几何尺寸准确。管子周长误差控制在千分之一以内,直径误差控制在 1.2 mm 以内。

3. 提高螺旋焊缝质量和质量检测

提高焊缝质量,一方面要加强管理,对焊剂的包装、运输、保管、使用以及焊后焊药回收、筛选、烘干等工序都应该严格要求;另一方面采用高强度焊丝,其含碳量不超过 0.12%。还可以在焊丝中加入多种微量元素,

例如铬、铁、铜、铈、钨等,增强可焊性。在焊丝的表面涂一层铜,不但保证了强度和好的可焊性,而且在储存过程中避免了焊丝的锈蚀,也为提高焊接质量创造了条件。

质量检测方面,在管子试压前,对螺旋焊缝进行 X 光射线检查,也可用超声波检测设备检查。超声波检测设备附有环形的若干探头,既能分别在荧光屏上显示,又可自行记录及喷涂记号。它的优越性是灵敏度高,对微形裂纹辨别效果好,但操作技术难度较大。

加强全面质量管理,严密各工序环节,重视制管工艺研究,是提高我国制管质量的必要措施。

(收稿日期:1994-02-15)

编辑:张彦敏

TLB 型稠油泵的推广应用 获石油天然气总公司科技奖

稠油产量日益提高,合理选用稠油输送泵已成为重要课题。辽河油田设计院在各油区的稠油输送管道设计中,曾先后选用了旋转活塞泵、双螺杆泵及 TLB 型稠油泵等。为了找出适应稠油输送的机泵,对各种油泵进行了一系列筛选试验。通过对各泵的效率、寿命、振动、噪音、泄漏等多项性能指标的测试,并对使用情况、价格、售后服务等作了全面分析评价,结果表明 TLB 型稠油泵的各项指标均明显优于其它泵。因此确认该泵是目前稠油输送中较适用的泵型。1992 年被列为中国石油天然气总公司新技术推广项目。两年来,

辽河油田稠油生产区共推广 171 台,运行情况良好,取得显著经济效益,最近被评为 1993 年中国石油天然气总公司科技进步三等奖。

TLB 型稠油泵属凸轮式容积泵。该泵对粘度适应范围宽(20~100 000 mPa·s),转速低(167 r/min),泵效高(67%~71%),流量范围为 5~250 m³/h,工作压力为 0.6~4.0 MPa,自吸能力强,运转平稳,不仅可输送带微粒杂质的介质(如含砂稠油),也可输送夹带气、带水的油品。

· 行登恺 ·