

20# 钢管的应用探讨

李永红* 中国石化集团兰州设计院 兰州 730060

摘要 以 20# 钢为例,通过对不同标准的对应、比较和分析,阐述正确选择材料的重要性。

关键词 无缝钢管 标准 选择

1 概述

石油化工装置中管道的投资占整个装置投资的相当部分。如何正确选择管道材料,无论从装置操作的安全性,还是在节约装置一次性投资方面都起到非常关键的作用。多年来,20# 钢以其优良的性能和适宜的价格广泛应用于石油化工及其它行业中。在我国由于同一钢种存在几个不同的标准,给设计选用带来一定的困难,同样是 20# 钢,在价格上和使用效果上存在较大的差别。本文以 20# 钢为例,通过对不同标准的对照和比较,阐述正确选择材料的重要性。

2 标准的现状

由于历史原因以及不同行业对钢管质量的要求存在差别,相同材料存在几个要求不同的标准。以 20# 钢为例,有 GB/T8163-1999《流体输送用无缝钢管》、GB6479-2000《高压化肥设备用无缝钢管》、GB9948-88《石油裂化用无缝钢管》和 GB3087-1999《低中压锅炉用无缝钢管》等国家标准。

GB3087 标准非等效采用 ISO9329-1:1989《压力用无缝钢管交货技术条件-第 1 部分:规定室温的非合金钢管》。该标准的外径和壁厚允许偏差严于 ISO9329-1,其他指标与该标准相当。

GB6479 标准非等效采用 ISO9329-2:1997《压力容器用无缝钢管—交货技术条件—第 2 部分:规定高温性能的碳素钢和合金钢》。该标准

的钢管尺寸允许偏差、弯曲度、压扁变形系数等指标严于 ISO9329-2,力学性能指标与该标准相当。

GB/T8163 标准非等效采用 ISO559:1991《清水污水用管》。该标准的尺寸允许偏差严于 ISO559,其他指标与该标准相当。

以上几个标准中均列有 20# 钢管,这反映了 20# 钢管在国内钢铁行业的丰富经验以及各行各业对它的认知程度和使用经验。

但是,也正是因为同一钢号存在多个不同的标准,使得工程设计人员在选择 20# 钢管应采用何标准存在一定的误区,导致不能正确选用标准。

3 不同标准的比较

为了清楚地说明 20# 钢管在不同标准中的差别,将不同标准列于表内。表 1 为标准对比表,表 2 为钢管的力学性能对比表,表 3 为钢管的液压试验对比表。

4 标准之间的主要差别

4.1 壁厚的允许偏差

壁厚的允许偏差有差异,经比较不同标准的要求严格程度为 GB6479 > GB9948 > GB3087 > GB/T8163,在计算和确定钢管壁厚时要引起注意。

4.2 S 和 P 含量

在钢中的 S 和 P 含量上,GB6479 要求较严格,它规定 P 和 S 的含量要 $\leq 0.03\%$ 。

* 李永红:高级工程师,1982年毕业于哈尔滨工业大学,长期从事石油化工管道材料选择和管道柔性分析工作。联系电话:(0931) 7557201-3106。

表 1 标准对比表

项目	GB6479	GB/T8163	GB9948	GB3087	备注
适用范围	高压化肥设备和管道用优质碳素钢、低合金钢和合金钢无缝钢管	适用于输送流体用的一般无缝钢管	适用于石油精炼厂的炉管、热交换器管和管道用无缝钢管	适用于低压和中压锅炉及机车锅炉用无缝钢管	适用范围不同
尺寸范围	$D_0=14\sim 426$ $\delta\leq 45$	$D_0=6\sim 630$ $\delta=0.25\sim 65$	$D_0=10\sim 273$ $\delta=1\sim 20$	$D_0=6\sim 630$ $\delta=0.25\sim 65$	GB/T8163 和 GB3087 相同, 其他不同。
尺寸外形 壁厚 的允许偏差	热轧 ≤ 20	+15% -12.5%	$\pm 12.5\%$	+15% -12.5%	要求严格程度为 GB6479>GB9948> GB3087>GB/T8163
	热轧 >20	+12.5% -10%	$\pm 10\%$	$\pm 12.5\%$	
	冷拔 ≤ 3	+12.5% -10%	+12.5% -10%	+15% -10%	
	冷拔 >3	$\pm 10\%$	+12.5% -10%	+12.5% -10%	
定尺和倍尺长度允许偏差	+20mm	+15mm	+20mm	+20mm	GB/T8163 的要求高, 其他标准相同
弯曲度	$\delta\leq 15$ 1.5 $15<\delta\leq 30$ 2.0 $\delta>30$ 3.0	$\delta\leq 15$ 1.5 $\delta>15$ 2.0	$\delta\leq 15$ 1.5 $\delta>15$ 2.0	$\delta\leq 15$ 1.5 $\delta>15$ 2.0	GB6479 要求较严格
化学成分	P 和 S 的含量 $\leq 0.03\%$; 可生产低温用 20# 钢	P 和 S 的含量 $\leq 0.035\%$	P 和 S 的含量 $\leq 0.035\%$	P 和 S 的含量 $\leq 0.035\%$	GB6479 要求较严格
交货状态	正火	热轧或热处理状态	热轧管终轧, 冷拔管正火	热轧或热处理状态, 热轧状态交货的管道终轧温度 $\geq Ar_3$	要求严格程度为 GB6479 > GB9948 > GB3087 > GB/T8163
力学性能	见表 2	见表 2	见表 2	见表 2	
液压试验	见表 3	见表 3	见表 3	见表 3	
扩口试验	由供需双方协商确定	由供需双方协商确定	壁厚 ≤ 8 , 且外径 ≤ 159 时须做	由供需双方协商确定	仅 GB9948 有要求
弯曲试验		由供需双方协商确定		外径 ≤ 22 时应做	仅 GB3087 有要求
低倍检验	适用于钢管直接轧制的钢管	无此项检验	无此项检验	适用于连铸坯或钢管直接制造的钢管	适用于用钢管直接轧制的钢管
非金属夹杂物检验	适用于用钢管直接轧制的钢管	无此项检验	无此项检验	无此项检验	适用于用 GB6479 中的用钢管直接轧制的钢管
表面质量	在管道内外表面上, 直道允许的直道有规定	GB/T8163 无此项规定	在管道内外表面上, 直道允许的直道有规定, 较 GB6479 略严格	同 GB6479	要求严格程度为 GB9948 > GB6479 = GB3087 > GB/T8163
无损检验	钢管逐根进行超声波探伤检验	无此项规定	钢管逐根进行超声波探伤检验	供需双方协商确定	要求严格程度为 GB6479 = GB9948 > GB3087 > GB/T8163

表 2 钢管的力学性能对比表

牌号	标准号	抗拉强度	屈服点	断后伸长率	冲击功	备注
20	GB6479	410~550	245	24	39	当 $D\geq 57$, $\delta\geq 14$ 时, 做标准试样 U 型缺口冲击试验
	GB9948	同上	同上	21	39	$D\geq 57$, $\delta\geq 14$ 时应做纵向冲击试验
	GB/T8163	同上	同上	20	无要求	无特殊要求
	GB3087	同上	< 15 245 ≥ 15 225	20	无要求	高温屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 有规定

注: 对于 GB6479 标准, 制造厂还应提供钢管的夏比 (V 型缺口) 冲击试验结果。冲击结果的评定按 GB/T17505。

表 3 钢管的液压试验对比表

牌号	标准号	试验压力 计算公式	最大试验压力 (MPa)	稳压时间 (s)	允许应力	代替液压试验的方法
	GB6479	相同	20	10	屈服点的 80%	可用涡流或漏磁探伤代替液压试验
	GB9948	相同	—	10	屈服点的 80%	可用涡流或超声波检验代替液压试验
20	GB/T8163	相同	19	5	屈服点的 60%	可用超声波、涡流或漏磁探伤代替液压试验
	GB3087	相同	10	5	屈服点的 60%	可用涡流探伤代替液压试验, 采用 GB/T5777 中 C8 的规定。经供需双方协商, 也可用超声波或漏磁探伤代替液压试验。

4.3 交货的热处理状态

各标准对钢管交货的热处理要求不同, GB6479 要求正火状态交货, 其他标准的要求基本相同。

4.4 内表面质量

在内表面质量方面, 各标准的要求严格程度为 GB9948 > GB6479 = GB3087 > GB/T8163。

4.5 无损检验

在无损检验方面, 各标准的要求严格程度为 GB6479 = GB9948 > GB3087 > GB/T8163。

4.6 力学性能

在钢管的力学性能方面, GB6479 标准中对断后伸长率的要求较其他标准均更加严格。对于 $D \geq 57$, $\delta \geq 14$ 时, 该标准与 GB9948 一样要求做标准试样 U 型缺口冲击试验。但是, 对于 GB6479 标准, 制造厂还应提供钢管的夏比 (V 型缺口) 冲击试验结果。

GB3087 标准提出了钢管在高温下的屈服强度最小值要求。这一点, 其他标准均未提出。

4.7 液压试验

钢管的液压试验是检验钢管承压能力和严密性的一个非常重要的指标。在最大试验压力和稳压时间方面, GB6479 较其他标准更加严格。虽然各标准液压试验压力计算公式相同, 但是壁厚大于 15mm 时, 按照 GB3087 标准, 其屈服点为 225MPa, 比其他标准低。即 GB3087 标准比其他标准的试验压力低。

在代替压力试验的方法方面, GB3087 标准规定供需双方协商确定, GB/T8163 标准甚至规定可以用超声波探伤代替液压试验。因此在这方面 GB/T8163 标准的要求最低。

5 使用特点

5.1 GB6479

GB6479 标准不仅要求钢管要进行液压强度试验, 还要求钢管逐根进行超声波探伤检验。钢管的交货热处理状态为正火, 它可提高钢材的机械性能, 细化晶粒, 改善组织; S 和 P 含量上要求更加严格, 而 S 和 P 在钢材中均为有害元素, S 会使钢材产生高温脆性, P 会使钢材产生低温脆性。制造厂还应提供钢管的夏比 (V 型缺口) 冲击试验结果。由于有这些特殊要求, 制造成本会增加, 但它适用于输送要求较高的介质。

5.2 GB9948

GB9948 标准不仅要求钢管要进行液压强度试验, 还要求钢管逐根进行超声波探伤检验。而且还要求做标准试样 U 型缺口冲击试验。

5.3 GB3087

GB3087 对钢管在高温下的屈服强度最小值有具体规定, 从而保证了钢材在高温下各项指标的稳定性。它适合在温度较高的工况下使用。

5.4 GB/T8163

GB/T8163 标准是要求最低的钢管, 由于在技术要求和工艺性能上没有特殊的要求, 它仅适用于要求不高、危害性不大的一般流体输送用钢管, 不宜用来输送有毒、可燃和温度较高的介质。

6 结语

(1) 20# 钢以其优良的性能和适宜的价格广泛应用于石油化工及其它行业中。同样是 20# 钢, 由于设计采用的标准不同, 将导致价格和使用效果上存在较大的差别。

(2) 在采购阶段或现场施工过程中, 建设单位常常向设计单位提出材料代用问题。除了管道

(下转第 35 页)

4 应用

扬子石化公司炼油厂循环冷却水系统的循环冷却水量约 5500m³/h, 补充水量约 150m³/h。《工业循环冷却水处理设计规范》GB50050-95 第 3.1.9 条规定:“敞开式系统循环冷却水的设计浓缩倍数不宜小于 3.0。”炼油厂循环冷却水系统即为敞开式, 而循环冷却水浓缩倍数实际仅为 1.2~1.5。原系统循环冷却水处理投加的缓蚀阻垢剂分别为液体阻垢剂和固体缓蚀剂; 投加方法为原始的定时定量人工倾倒式。这种投加方法劳动强度大, 且人为因素的影响较大, 虽然基本上能够控制循环冷却水中药剂的含量, 但当循环冷却水系统的运行状况波动时, 经常出现加药滞后的情况, 使循环冷却水中药剂的含量或者过量, 或者不足, 既影响循环冷却水处理效果, 也造成药剂浪费。

采用“流量比例式投加法”的 SY-1 型自动控制加药装置自从 1997 年初投入使用后, 扬子石化公司炼油厂循环冷却水处理投加阻垢剂、缓蚀剂的方法由原始的定时定量人工倾倒式到自动控制加药, 发生了根本性的变化, 见表 1。

由表 1 可见, 采用“流量比例式投加法”的 SY-1 型自动控制加药装置的加药量在使用过程中随着补充水量的变化而呈现同步变化的态势。

在控制循环冷却水中药剂含量方面, 使用初期循环冷却水中有机磷含量 4.5~5.5mg/L, 后来调整为 3.0~4.0mg/L, 从效果来分析是理想的。在控制加药量方面, 1997 年 1~2 月的加药量偏大, 后经查明是由于工艺装置换热器泄漏而造成循环冷却水中氧化性杀菌剂的投加量过大, 使循环冷却水中有机磷降解, 只有增加补充水量且同步增加加药量, 才能够使循环冷却水中有机磷的含量在正常范围之内, 经过修改药剂配方和工艺装置的补救后, 加药量很快回落至正常范围。经过 6 个月运行和各类相关工艺参数表明, 只要循环冷却水系统在运行过程中不遇到工艺装置换热器泄漏或者外界因素干扰, 那么采用“流量比例式投加法”的 SY-1 型自动控制加药装置在药剂配方和药剂浓度设计合理的条件下, 一定能够保证循环冷却水处理的效果。

5 结语

采用“流量比例式投加法”的 SY-1 型自动控制加药装置实行无人化操作, 管理方便, 具有自动化程度高、运行安全可靠、控制准确的优点, 而且节省人力、物力(节省大约 30% 的加药量)。该自动控制加药装置自从 1997 年初在扬子石化公司炼油厂循环冷却水处理中投入使用至今, 效果良好, 达到了生产要求。

(收稿日期 2002-11-26)

(上接第 25 页)

规格不同而要求代用外, 当采用按其他标准生产的钢管来代替时, 设计人员应注意设计条件和标准的差别以便正确地签单确认。

(3) 在同等规格的前提下, 按 GB6479 和 GB9948 标准生产的 20# 钢管可代替按 GB3087 和 GB/T8163 标准生产的 20# 钢管。

(4) 由于按 GB6479 和 GB9948 生产的 20# 钢管具有优良的韧性, 因此, 用于不低于 -20℃ 的低温下的钢管, 建议采用按 GB6479 和 GB9948 标准生产的 20# 钢管。

(5) 按 GB/T8163 标准生产的 20# 钢管仅用于一般流体。由于 GB3087 标准较 GB/T8163

标准在壁厚允许偏差、弯曲试验、低倍检验和表面质量方面的要求要高一些, 另外 GB3087 标准还规定了高温强度要求, 因此在最大试验压力不大于 10MPa 的条件下, 按 GB3087 标准生产的 20# 钢管可替代按 GB/T8163 标准生产的 20# 钢管。当钢管的壁厚 ≥ 15mm 时, 替代时要注意计算钢管的壁厚。

参 考 文 献

- 1 GB3087-1999 低中压锅炉用无缝钢管
- 2 GB6479-2000 高压化肥设备用无缝钢管
- 3 GB/T8163-1999 输送流体用无缝钢管
- 4 GB9948-88 石油裂化用无缝钢管

(收稿日期 2002-09-09)



专供锅炉、石化行业用
无缝钢管|合金钢管|不锈钢管

天津国威钢铁贸易有限公司

周良 经理

<http://www.boilertube.cn>

手机: 13102008542

电话: 022-26926620

邮箱: 372663033@qq.com

地址: 天津市东丽区无瑕街招商大厦A区2280-190