

压力容器用20钢钢管的选用指南

曹伟东

(中昊晨光化工研究院有限公司机械分厂, 四川 自贡 643201)

[摘要] 对压力容器用20钢钢管材料标准的技术指标进行了分析, 找出符合TSG R0004-2009及GB150.2-2011规定的20钢钢管标准, 再进行了选用的经济性分析, 确定了20钢钢管的选用指南。

[关键词] 20钢钢管; 技术分析; 经济分析; 选用指南

GB150-2011《压力容器》允许设计选用GB/T8163-2008《输送流体用无缝钢管》、GB 9948-2013《石油裂化用无缝钢管》、GB 6479-2013《高压化肥设备用无缝钢管》中的20钢钢管, 故需对以上三个材料标准中的20钢钢管的选用进行分析, 在符合国家安全规范及技术标准的前提下, 尽量提高设计的经济合理性, 降低设备制造成本。

1 选用的技术分析

1.1 安全技术规范对20钢号钢管化学成分、冲击功的技术要求

2010年12月1日施行的TSG R0004-2009《固定式压力容器安全技术监察规程》(第2版)是金属制压力容器材料、设计、制造、检验与验收必须遵循的安全技术规范。该规范第2.3.2条及2.4.1条对压力容器用钢材提出了最基本的技术要求。

1.1.1 第2.3.2条规定: 压力容器专用钢中的碳素钢和低合金钢钢材(钢板、钢管和钢锻件), 其磷、硫含量应当符合以下要求: (1)碳素钢和低合金钢钢材基本要求, $P \leq 0.030\%$ 、 $S \leq 0.020\%$ 。

1.1.2 第2.4.1条规定: 直径和厚度可以制备宽度为5 mm小尺寸冲击试样的钢管, 按设计要求的冲击试验温度下的V型缺口试样冲击功(KV_2)指标应当符合表2-1的规定(3个标准试样冲击功平均值 $KV_2 \geq 20J$)。

1.2 压力容器制造技术标准对20钢号钢管化学成分、冲击功的技术要求

2012年3月1日实施的GB150-2011《压力容器》是金属制压力容器材料、设计、制造、检验与验收的一个基础标准, 在第2部分“材料”中第5.1.3、5.1.4、5.1.5条中分别对GB/T8163、GB

9948、GB 6479中20钢的使用作出了相应的技术规定。

1.2.1 GB150.2-2011第5.1.3条, GB/T8163中20钢钢管的使用规定如下:

- (a)不得用于换热管;
- (b)设计压力不大于4.0 MPa;
- (c)20钢钢管的使用温度下限相应为0℃;
- (d)钢管壁厚不大于10 mm;

(e)不得用于毒性程度为极度或高度危害的介质。

1.2.2 GB150.2-2011第5.1.4条, GB 9948中20钢钢管的使用规定如下:

(a)换热管应选用冷拔或冷轧钢管, 钢管的尺寸精度应选用高级精度;

(b)外径不小于70 mm且壁厚不小于6.5 mm的20钢钢管, 应进行0℃的冲击试验, 3个纵向标准试样的冲击功平均值就不小于31J。1个试样的最低值以及小尺寸试样的冲击功按3.8.2的规定。20钢钢管的使用温度下限为0℃。

注: GB150.2-2011第3.8.2条内容: 夏比V型缺口冲击试样的取样部位和试样方向应符合相应钢材标准的规定。冲击试验每组取3个标准试样, 允许1个试样的冲击功数值低于表1的规定值, 但不得低于表1规定值的70%。当钢材尺寸无法制备标准试样时, 则应依次制备宽度为7.5mm或5mm的小尺寸冲击试样, 其冲击功指标分别为标准试样冲击功指标的75%或50%。

作者简介: 曹伟东(1980—), 男, 四川仁寿人, 本科, 工程师, 中昊晨光化工研究院有限公司机械分厂技质科科长, 从事压力容器制造技术质量管理、质量检验工作。

1.2.3 GB150.2-2011第5.1.5条, GB 6479中20钢管的使用规定如下:

(a)钢中含硫量应不大于0.020%;

(b)换热管应选用冷拔或冷轧钢管, 钢管的尺寸精度应选用高级精度;

(c)外径不小于70 mm且壁厚不小于6.5 mm的20钢管, 应进行0℃的冲击试验, 3个纵向标准试样的冲击功平均值就不小于31J。1个试样的最低值以及小尺寸试样的冲击功按3.8.2的规定。20钢管的使用温度下限为0℃。

1.3 各材料标准的化学成分、力学性能对比

1.3.1 化学成分对比分析

从表1可以看出: 各材料标准中20钢管化学成分的主要元素(如C、Si、Mn)含量规定均一样。钢中残余元素(如Ni、Cr、Cu、Mo、V)含量GB 9948-2013与GB 6479-2013规定均一样, 但GB/T8163-2008与前述两个标准有细微差别, 化学成分最主要的区别在于P、S含量上。

按GB/T8163-2008制造的20钢管, 其P、S含量不符合TSG R0004-2009第2.3.2条的要求。

按GB 9948-2013、GB 6479-2013制造的20钢管, 其P、S含量完全符合TSG R0004-2009第2.3.2条及GB150.2-2011第5.1.5条的技术要求。

表1 20钢管各材料标准化学成分对比

| 20钢管材料标准 | 化学成分(质量分数)/% | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|-----------|-----------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | C | Si | Mn | Cr | Mo | Ni | Cu | V | P | S |
| | | | | 不大于 | | | | | | |
| GB/T8163-2008 | 0.17~0.23 | 0.17~0.37 | 0.35~0.65 | 0.25 | — | 0.30 | 0.25 | — | 0.035 | 0.035 |
| GB9948-2013 | | | | | 0.15 | 0.25 | 0.20 | 0.08 | 0.025 | 0.015 |
| GB6479-2013 | | | | | 0.15 | 0.25 | 0.20 | 0.08 | 0.025 | 0.015 |

1.3.2 力学性能对比分析

从表2可以看出: 各材料标准中20钢管拉伸性能规定值基本一致, 主要区别在于冲击试验。

按GB/T8163-2008制造的20钢管, 不进行冲击试验检查, 仅当需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明冲击试验的相关要求才进行夏比V型缺口冲击试验。

按GB 9948-2013制造的20钢管, 仅对外径不小于76 mm且壁厚不小于14 mm的钢管规定了室温冲击试验, 其他规格的钢管做冲击试验需经供需双方协商并在合同中约定。

按GB 6479-2013制造的20钢管, 对D≥76 mm且S≥6.5 mm的钢管规定了0℃冲击试验。

显然, 按GB 6479-2013制造的20钢管, 其力学性能的要求比其它两个标准的要求更高。

表2 20钢管各材料标准力学性能对比

| 20钢管材料标准 | 力学性能 | | | | | | | | |
|---------------|---------|---------|--------|-----|-----|----|--------|-----|----|
| | Rm/MPa | ReL/MPa | | | A/% | | KV2/J | | |
| | | S≤16 | >16~30 | >30 | 纵向 | 横向 | 试验温度/℃ | 纵向 | 横向 |
| | | 不小于 | | | 20 | | | 不小于 | |
| GB/T8163-2008 | 410~530 | 245 | 235 | 225 | 20 | | — | — | — |
| GB9948-2013 | 410~550 | 245 | | | 24 | 22 | 室温 | 40 | 27 |
| GB6479-2013 | 410~550 | 245 | >16~40 | >40 | 24 | 22 | 0℃ | 40 | 27 |
| | | | 235 | 225 | | | | | |

1.4 技术分析结论

1.4.1 按GB/T8163-2008制造的20钢管化学成分P、S含量不符合TSG R0004-2009第2.3.2条的规定, 虽然GB150.2-2011第5.1.3条提出了相应的使用规定, 如果设计选用了该标准的20钢管, 制造厂也必须要采购或选用钢管质证书中

P≤0.030%、S≤0.020%的钢管(或质证书中P、S含量达到了该要求再进一步复验P、S含量确定是否达到该要求), 以进一步规避风险, 故不建议选用该标准的20钢管。

1.4.2 按GB 9948-2013制造的20钢管化学成分完全符合TSG R0004-2009及GB150.2-2011的规定,

但 $D \geq 70$ mm且 $S \geq 6.5$ mm的钢管应做 0°C 冲击试验复验,按GB150.2-2011第5.1.4条复验合格后方可使用。

1.4.3 按GB 6479-2013制造的20钢钢管化学成分、力学性能指标完全符合TSG R0004-2009及GB150.2-2011的规定,不需复验可直接使用,故压力容器设计制造时应优先选用。

2 选用的经济合理性分析

2.1 采购价格差异

目前市场上20钢钢管按GB 6479-2013制造的比按GB 9948-2013制造的价格约高1000元/吨左右。

2.2 复验费用

若选用的 $D \geq 70$ mm且 $S \geq 6.5$ mm的20钢钢管是按GB 9948-2013制造的,则需进行 0°C 冲击试验复验。按GB 9948-2013标准的要求,每批在两根钢管上各取一组3个冲击试样,故需复验6个冲击试样。当制造厂无理化试验能力时,市场上 0°C 冲击试验一般按200元/件收取试验费用,另外还要收取制样费、管理费各10%,故每件冲击试验的费用为240元。因此每批(同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度(炉次))GB9948-2013标准20钢钢管的冲击复验费用为 $240 \times 6 = 1440$ 元,还存在送样及取报告发生的差旅费,因此比直接采购GB 6479-2013标准20钢钢管还高540元/吨以上。

2.3 冲击试验复验的风险问题

若选用GB 9948-2013标准20钢钢管,当对 0°C 冲击试验有要求时,必须在采购技术文件中提出相应的附加技术要求以规避钢管复验不合格

的风格。钢管厂一般按钢管标准生产,除非采购量很大时会在出厂时按附加的技术要求检验。采购量小时,只能采取入厂复验的形式来满足技术要求。若复验不合格,采购合同即使约定为供应商的风险同样会增加采购成本。若风险未转移,复验不合格就不能用于压力容器上,就将增加库存,提高了该钢管的使用成本,而且还可能延长设备制造周期,不能满足设备交货期的要求,可能造成合同违约,客户索赔。若直接选用GB 6479-2013标准20钢钢管,根本无需进行 0°C 冲击功复验,风险直接转移到钢管制造厂家。

3 结论及选用指南

当对 0°C 冲击试验无要求时,选用GB 9948-2013标准的20钢钢管最具经济性。

当对 0°C 冲击试验有要求时,选用GB 6479-2013标准的20钢钢管最具经济性。

当压力容器所用规格为 $D \geq 70$ mm且 $S \geq 6.5$ mm时,应选用按GB 6479-2013制造的20钢钢管。其余规格应选用按GB 9948-2013制造的20钢钢管。

◆参考文献

- [1] TSG R0004-2009, 固定式压力容器安全技术监察规程(第2版)[S].
- [2] GB150-2011, 压力容器[S].
- [3] GB 6479-2013, 高压化肥设备用无缝钢管[S].
- [4] GB 9948-2013, 石油裂化用无缝钢管[S].
- [5] GB/T8163-2008, 输送流体用无缝钢管[S].

收稿日期: 2015-10-08; 修回日期: 2015-10-26

《石

因业务发展需要,
新地址: 北京市西
编辑部电话: 010
请各位读者、作者



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

迁址通知

起迁至新址办公。

0120

0163.com

关注和支!

编辑部)