锥螺纹式薄壁不锈钢管技术特性介绍

程锡龄　程金煦

(广州市自来水公司,广州　510100)

摘要　锥螺纹式薄壁不锈钢管采用"啮入螺纹"的专利技术,提高了薄壁不锈钢管的可靠性。从材料利用率、接口性能等多个方面分析介绍了锥螺纹式薄壁不锈钢管技术的特性。

关键词　锥螺纹式　薄壁不锈钢管　啮入螺纹　管端结构厚度　轴力放大效应　连接性能

管道系统工作时会受到输送介质的压力、水锤的冲击力、工作温差的拉伸力及使用环境等组合因素的影响,管道系统如某一部分存在薄弱环节就直接降低管道的安全可靠性。管道系统会因某一薄弱环节出现泄漏而瘫痪。管道的修复不但花费时间和金钱,而且给生活、生产和社会造成很大的损失和影响。因此,真正发挥管道的高效性能应消除管道系统的薄弱环节,使直管、管件和连接接口都达到同等的强度和使用寿命,避免管道系统的材料或使用效能的浪费。因此,充分利用不锈钢强度高、延展、韧性和耐腐蚀性好等特性,对管型构造、连接方式不断创新,克服薄壁管刚性低、连接接口强度差等问题,是发展薄壁不锈钢管的需要。

1　提高薄壁不锈钢管道安全可靠性的关键

1.1　提高连接接口的抗拉拔强度

管道是线性的连接,所以工作温差产生的线性变形是管道安全必须考虑的重要因素。由于不锈钢的线胀系数是碳钢的 1.5 倍,所以工作温差产生的轴向拉伸力更应重点考虑。根据设计规范考虑管道 ±25 ℃的工作温差,计算不锈钢管道承受的拉伸力是《不锈钢卡压式管件》(GB/T 19228.1—2003)第 75 条规定"管件的最小抗拉阻力"标准的 1.97～2.81 倍(见表 1)。表 1 中,卡压式管件抗拉阻力根据《不锈钢卡压式管件》(GB/T 19228.1—2003)规定管件的最小拉伸阻力;工作温差拉伸力计算见式(1)。

$$F = \pm \alpha E_g \Delta t A \qquad (1)$$

式中 α——不锈钢线胀系数,取 1.73×10^{-5} mm/(mm·℃);

E_g——材料弹性模量,取 2.06×10^5 N/mm^2;

Δt——工作温差,取 25 ℃;

A——钢管壁厚横截面积,按卡压式管 I系列钢管计算,mm^2。

由于我国大部分地区的年温差均大于 25 ℃,管道连接接口的抗拉拔强度小于工作温差产生的拉伸力,就存在接口被拉脱漏水的危险。如暂时未出现漏水,其接口也会因为钢管热胀冷缩的长期窜动而松动,成为日后漏水的隐患。因此提高管道连接接口的许用抗拉强度既可减少管道设置温度补偿器的费用,更可有效提高管道的安全可靠性。

表 1　I系列不锈钢卡压式管件抗拉拔力对比

DN/mm	钢管壁厚横截面积/mm^2	卡压式管件抗拉阻力/kN	±25 ℃工作温差产生拉伸力/kN
15	53.4	1.8	5.06
20	78.4	3.2	7.43
25	101	4.16	9.57
32	157	5.93	14.9
40	191	7.5	18.1
50	247	8.57	23.4
65	466	22.34	44.2
80	546	26.2	51.7
100	666	31.95	63.1

1.2　提高验收水压标准

过去使用的螺杆式阀门已逐步被旋启式的阀门取代,由于旋启式阀门只需旋转 90°就可完成闭合,所以对管道产生的瞬间水锤冲击压力很大。对 DN20 管进行试验,当管道流速为 2.6 m/s 时,快速关闭球阀,水压由 0.2 MPa 立刻上升到 1.9 MPa。虽然管材和管件出厂的水压检验标准一般都高于 2 MPa,但管道现场安装连接会受到施工人员素质、施工环境、条件等因素的影响,所以检验现场安装管道

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

连接后的质量尤为重要。目前,低压管道仍按 ≥0.9 MPa 的检验标准,其安全系数明显偏低。

2 圆锥管螺纹接口(锥螺纹式)薄壁不锈钢管技术

锥螺纹式薄壁不锈钢管是采用具有我国自主知识产权的"啮入螺纹"的专利技术,令薄壁管的两端分别具有可直接旋合接驳的内、外圆锥管螺纹接口的新型薄壁不锈钢管。它与传统螺纹接口管相比,不但解决了无效壁厚浪费严重的问题,而且还避免了螺纹接口的应力集中和温差轴力放大效应的现象。它与传统薄壁不锈钢管相比,不但解决了管端刚度低,影响安装质量的问题,而且还解决了连接接口强度低,降低管道安全可靠性的问题。

2.1 实现螺纹接口管百分之百的材料利用率

螺纹接口连接已有上百年的使用历史,由于它具有安装简捷、连接牢固可靠等优点而广泛应用至今。但传统的螺纹接口管由于是采用切削(绞牙)的方法成型螺纹,钢管的壁厚需增加切削螺纹沟槽高度的余量,所以管材的利用率低于 50 %。例如:3/4 in (1 in = 25.4 mm)镀锌钢管外径是 26.75 mm,螺纹沟槽底径是 24.12 mm,当管子壁厚为 2.2 mm 时,螺纹沟槽底的壁厚就只有[24.12 - (26.75 - 2 × 2.2)]/2 = 0.89(mm)。这个螺纹槽底的壁厚就是钢管的有效壁厚,所以钢管的有效壁厚利用率只有 0.89/2.2 ×100 % = 40 %。

锥螺纹式薄壁不锈钢管采用啮入成型螺纹的方法,令薄壁管的内壁受到套在管内孔的轧轮螺纹啮入产生径向胀大的塑性变形,管外壁受到设在管外圆的轧轮螺纹啮入产生径向缩小的塑性变形,同时由于螺纹的成型过程可通过管的轴向补偿令螺纹槽底的壁厚不会被拉薄,所以钢管壁厚不需增加成型螺纹的加工余量,令钢管的材料利用率达到 100 %。

2.2 解决传统螺纹接口管的工作温差轴力放大效应的破坏问题

传统螺纹接口管采用切削(绞牙)成型螺纹的方法,会令螺纹沟槽底壁厚减薄,所以不但会形成应力的集中,造成材料的疲劳破坏的隐患,而且还会在工作温差环境下产生轴力放大效应,令螺纹接口会被拉松、出现渗漏的可能。例如:3/4 in 镀锌钢管,计算其钢管壁厚的横截面积为(26.75 - 2.2)π ×2.2 = 169.7(mm^2),管螺纹沟槽底壁厚的横截面积为(24.12 - 0.89)π ×0.89 = 64.95(mm^2)。当管道工作温差为 35 ℃时,管材产生的温差应力计算见式(2)。

$$\delta = \pm \alpha E_g \Delta t = 1.2 \times 10^{-5} \times 2.06 \times 10^5 \times 35 = \pm 86.5 (\mathrm{MPa}) \quad (2)$$

式中 δ——温差应力,MPa;

α——碳钢线胀系数,取 1.2×10^{-5} mm/(mm · ℃);

Δt——工作温差,℃。

管道在这温差应力作用下产生的轴向拉伸力达到 169.7 ×86.5 = 14.7(kN)。这时如管道没有设置轴向伸缩的温差补偿装置,钢管螺纹接口的螺纹沟槽底管壁承受的应力达到 14.7/64.95 = 226(MPa),大于钢管材料的屈服极限,令螺纹接口的螺纹沟槽被拉伸变形,造成螺纹接口返松渗漏。埋墙体对管道的握固力较大,制约管道通过轴向位移消除温差应力,是螺纹接口管埋墙安装时容易出现返松渗漏的原因。

锥螺纹式薄壁不锈钢管,由于采用啮入成型螺纹的方法令螺纹槽底与钢管的壁厚厚薄均匀,所以避免了传统螺纹接口管存在螺纹接口易疲劳断裂和在工作温差下会产生轴力放大效应的现象。

2.3 提高管型的刚度

不锈钢由于具有强度高(是碳钢的 1.5 倍以上),韧性好,以及耐腐蚀性强等优点,所以按荷载计算,不锈钢管的壁厚可以比碳钢管减薄 85 %以上。但是由于管壁太薄会造成管端的刚度差、易变形、直接影响安装和使用的质量,所以接口的刚性是薄壁不锈钢管质量的关键指标。

锥螺纹式薄壁不锈钢管由于管端啮入螺纹后,令管端的结构厚度比钢管管体增加了一个螺纹的高度,从而使管端的刚度提高 50 %以上,所以锥螺纹式薄壁不锈钢管有足够的管型刚度保证接口的连接质量。

2.4 提高连接接口的性能

2.4.1 耐压强度性能

根据《流体输送用不锈钢焊接钢管》(GB/T 12771—2000),钢管液压试验压力 P 计算见式(3)。

$$P = 2rS/D \quad (3)$$

式中 r——应力,取不锈钢屈服点 220 MPa 的 50 %,即 110 MPa;

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

S ——钢管的公称壁厚,mm;

D ——钢管的外径,mm。

由式(3)计算的试验压力见表2,稳压3 min,锥螺纹式薄壁不锈钢管及管件的螺纹连接接口不会出现渗漏。

表2 耐压试验压力计算结果

公称直径/mm	外径/mm	壁厚/mm	试验压力/MPa
15	16	0.6	8.25
20	20	0.6	6.60
25	25	0.8	7.04
32	32	1.0	6.88
40	40	1.0	5.50
50	48	1.0	4.58
65	63	1.2	4.19
80	76	1.4	4.05
100	102	1.5	3.24
125	133	2.0	3.31
150	159	2.2	3.04

2.4.2 抗拉拔强度性能

锥螺纹式薄壁不锈钢管的螺纹连接接口在充入0.9 MPa气压的情况下,钢管许用拉伸强度计算见式(4)。

$$T = D\pi S R \tag{4}$$

式中 D ——钢管外径,mm;

S ——钢管公称壁厚,mm;

R ——不锈钢管屈服点220 MPa的80%,即176 MPa。

式(4)计算的抗拉拔力见表3,对不锈钢管进行拉拔(拉拔速度为2 mm/min),钢管和管件的螺纹接口不会出现渗漏和脱落现象。

表3 抗拉拔力计算结果

公称直径/mm	外径/mm	壁厚/mm	拉伸力/kN
15	16	0.6	5.3
20	20	0.6	6.6
25	25	0.8	11
32	32	1.0	18
40	40	1.0	22
50	48	1.0	27
65	63	1.2	42
80	76	1.4	59
100	102	1.5	85
125	133	2.0	147
150	159	2.2	193

2.4.3 交变弯曲性能

根据《不锈钢卡压式管件》(GB/T 19228.1—2003)6.3.3条规定,管件需进行"交变弯曲"试验,并在7.8条规定"交变弯曲"试验按DVGW W534:1995规程中第15章要求进行。由于管道产生的水锤冲击压力会达到2 MPa,所以制订管道的连接接口在承受≥2 MPa的水压来进行"交变弯曲"试验。

将管件两端分别与长度1 m的管道连接,将管两端固定并注入一定的水压(见表4),以交变弯曲频率24 Hz,弯曲幅度±10 mm,对试件螺纹连接接口反复弯曲,重复10万次(每333次停顿2 min)钢管和管件的螺纹连接接口不会出现渗漏现象。

表4 交变弯曲试验压力

公称直径/mm	15	20	25	32	40	50
试验压力/MPa	4.5	4.2	4.0	3.7	3.2	2.8
公称直径/mm	65	80	100	125	150	
试验压力/MPa	2.4	2.4	2.0	2.0	2.0	

2.4.4 其他连接性能

锥螺纹式薄壁不锈钢管除上述性能优异外,气密、负压、抗振动、压力波动和温差变化等性能检验标准也均高于《不锈钢卡压式管件》(GB/T 19228.1—2003)。同时经中国有色金属工业华南产品质量监督检验中心检测,证明啮入成型螺纹的方法不会对被加工的不锈钢管造成应力腐蚀的现象。该管道还经过国家公安部四川消防研究所测检,证明具有耐火焰燃烧(500 ℃、15 min)不泄漏(水压2 MPa)的耐高温工作性能,被该研究所收编为消防使用管道。

锥螺纹式薄壁不锈钢管的连接采用麻丝、聚四氟乙烯生料带或厌氧密封胶等辅助材料,缠绕或涂在外螺纹接口后,再直接旋入内螺纹接口即可完成密封连接。由于聚四氟乙烯生料带和厌氧密封胶都可承受≥150 ℃高温的工况(如现在小口径蒸汽管道一般都是螺纹接口连接的,即用以上的辅助连接材料),所以输送100 ℃以下介质是安全的。

3 结语

本技术已使用三年多,至今未发生任何质量问题。在各地均建有示范工程,如:河北省石家庄恒兴大厦、湖南省株洲市广信地产住宅楼、四川省政府童子街二十九号工程、湖北省襄樊大学图书馆、中山市自来水公司龙母庙改造工程、广东省惠州市文清苑

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

应用检查卡尺提高大口径球墨铸铁管安装质量

江丽文　黄续群

(柳州威立雅水务有限公司,柳州　565006)

摘要　结合柳州市东环加压站一期输配水管网工程球墨铸铁管安装的实践,介绍一种利用检查卡尺检查插口尺寸,控制大口径球墨铸铁管接口质量的方法。实践证明,该方法能有效提高大口径球墨铸铁管安装质量。

关键词　大口径球墨铸铁管　接口　安装质量　接口尺寸检查卡尺

近年来球墨铸铁管被广泛应用于市政给水工程。2003年开工的柳州市东环加压站一期输配水管网工程(以下简称"东环工程")全部使用*DN* 800～1 400的大口径T型橡胶圈球墨铸铁管。本文通过在东环工程试制检查卡尺控制接口尺寸的实践,简要介绍一种控制大口径球墨铸铁管安装质量的方法。

众所周知,球墨铸铁管具有抗压好,耐腐蚀,有一定延展性,安装便捷等优点;但是,大口径球墨铸铁管的试压问题却长期困扰施工人员。根据柳州市自来水管道设备安装工程公司1999～2002年间的统计数据,*DN* 100～400球墨铸铁管的一次试压成功率为92.6%,*DN* 500～800球墨铸铁管的一次试压成功率为79.5%,*DN* 800以上球墨铸铁管的一次试压成功率仅为47.8%。统计数据表明球墨铸铁管口径越大,一次试压成功率越低。

按质量控制理论,影响球墨铸铁管试压成功的因素主要有以下五个方面:人员、机械、管径、方法、环境。对比分析大口径球墨铸铁管与小口径球墨铸铁管在试压时的质量影响因素,发现在人员、机械、方法、环境等四个方面大致相同,唯一的差别就是管径。管径越大,球墨铸铁管就越容易发生变形,球墨铸铁管的椭圆度也就越大,进而造成管道接口的严密程度下降,导致接口在试压时出现渗漏水问题,试压不合格。

进一步分析接口的构成情况,每一个接口都包含承口与插口两部分。对于承口部分,因为其厚度较大而且结构形式为不易变形的构造,所以只要出厂检验合格,承口部分一般不会因为运输和储存而变形;而对于插口部分,因为其厚度较小,而且形状为普通的圆形,即使出厂检验合格,也会有小部分管

小区、东莞市自来水公司厚街管网改造工程、深圳市泉胜通大厦、广州市陶瓷大厦、广州市海景皇冠假日酒店等。以上工程均一次验收合格,使用至今未出现任何漏水事故。

锥螺纹式薄壁不锈钢管是我国自主知识产权的专利产品,不但突破了传统螺纹接口管以牺牲钢管材料消耗换取连接可靠的管型结构弊端,而且还解决了传统薄壁不锈钢管以降低管道可靠性换取节约管材的应用技术瓶颈,具有耗材少、连接强度高和使用寿命长的优点,因此是高效性能管道的理想管型。

国家建设部科技发展促进中心于2007年4月20日通过对本产品的技术评估,确认本产品"具有管端刚性好、接口承压能力高、抗拉拔力强、使用管件少等优点,具有接头连接可靠、节材、性价比好的优点,技术达到国内领先水平,具有良好的社会效益及经济效益,具有较大推广应用价值"。

我们相信在管道设计、安装、使用工作者的共同努力下,我国应用薄壁不锈钢管的技术水平将得到更大的提高。

¤ 通讯处:510240 广州市江南西路紫竹街5号润汇大厦东座13A03

E-mail:chengym@gzhawk.cn

收稿日期:2007-10-15

修回日期:2007-11-19

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net