

推荐一种新颖管材——内衬不锈钢复合钢管

上海沪标工程建设咨询有限公司 姜文源

摘要 行业标准《内衬不锈钢复合钢管》和协会标准《给水内衬不锈钢复合钢管管道工程技术规程》已先后通过审查。内衬不锈钢复合钢管，其基材为钢管，有较好的强度和刚度；衬材为薄壁不锈钢管，有较好的耐腐蚀性能，两者通过复合工艺复合成一体，可用于流体的输送。在我国，已在建筑给水、工业给水和自动喷水灭火系统中得到应用，文章就其主要方面作扼要的介绍。

关键词 内衬不锈钢复合钢管 复合管 不锈钢管

内衬不锈钢复合钢管是属于复合管系列的管材，其基材为镀锌钢管、焊接钢管或无缝钢管，与水接触的衬材为不锈钢管。与钢塑复合管、铝塑复合管等类复合管不同的是由于它不是金属管与塑料的复合，而是金属管与金属管的复合，因此耐温性能优于金属与塑料的复合管；也由于金属材料的线膨胀系数较接近，因此两种金属材料的结合要比金属与塑料的复合管在技术上更可靠；由于内管为不锈钢管，耐腐蚀性能好，而外管为钢管，则在价格上与铜管和不锈钢管相比有很大优势，而与塑料管相比则在强度、刚度方面有优势。是一种可推荐用于工作压力不大于 2.0MPa 的生活给水、生产给水和消防给水系统的新颖管材，也可用于热水供应系统和蒸汽的输送。在自动喷水灭火系统中采用这种管材，性能优于镀锌钢管，而价格远低于薄壁铜管和薄壁不锈钢管。

1 内衬不锈钢复合钢管的复合工艺

内衬不锈钢复合钢管的复合工艺，目前有四种：

(1) 缩径法。将不锈钢管衬在钢管内侧，其外径略小于钢管内径，用轧辊挤压钢管使之缩小与不锈钢管紧密贴合。

(2) 冷扩法。不锈钢管外径略大于钢管内径，用索引装置将不锈钢管索引至钢管内，受力扩张的钢管和受力缩小的不锈钢管由此而成复合管。

(3) 爆燃法。不锈钢管衬在钢管内，在其内腔引爆，爆燃时产生的巨大压力和温度使不锈钢管向外扩张，使之贴紧在钢管内壁。

(4) 钎焊法。在不锈钢管外壁和钢管的内壁间除以钎料，将不锈钢管衬在钢管内，加热使钎料熔化，熔化后的钎料渗入钢管和不锈钢管的分子结构里，使两者成为一个整体。

2 内衬不锈钢复合钢管规格尺寸

国内已有的内衬不锈钢复合钢管其规格尺寸和允许偏差见表 1。

公称通径大于 500mm，但小于等于 1200mm 的内衬不锈钢复合钢管，当有需要时，可由供需双方协商确定。也可根据用户需要提供加厚的复合钢管。内衬不锈钢的材质有 304、316 和 316L。

国内生产内衬不锈钢复合钢管的主要生产厂有上海辜天实业有限公司、西安向阳航天材料股份有限公司、广东华捷钢管实业有限公司和上海佑利积水管业有限公司等。

内衬不锈钢复合钢管的连接可采用螺丝连接、沟槽连接、法兰连接和焊接连接。工作压力小于等于 1.0MPa 或公称通径小于等于 100mm 时采用螺丝连接，工作压力大于 1.0MPa 或公称直径大于 100mm 时采用沟槽连接、法兰连接或焊接连接。

与管材配套使用的管件有：不锈钢管件、衬不锈钢可锻铸铁管件和衬塑可锻铸铁管件等，可根

据建筑标准、介质性质和温度等因素选用。

表 1 复合钢管的规格尺寸及允许偏差

公称 口径	内衬 不锈钢管	外层钢管		复合钢管壁厚		管道长度	
DN	最小厚度	外径	允许偏差	尺寸	允许偏差	尺寸	允许偏差
6	0.20	10.2	±0.5mm	2.0	±12.5%	600	+20
8	0.20	13.5		2.5			
10	0.20	17.2		2.5			
15	0.25	21.3		2.8			
20	0.25	26.9		2.8			
25	0.25	33.7		3.2			
32	0.30	42.4		3.5			
40	0.35	48.3		3.5			
50	0.35	60.3	±1%	3.8			
65	0.40	76.1		4.0			
80	0.45	88.9		4.0			
100	0.50	114.3		4.0			
125	0.50	139.7		4.0			
150	0.60	168.3		4.5			
200	0.70	219.1	±0.75%	5.0			
250	0.80	273.0		6.0			
300	0.90	323.9		7.0			
350	1.00	377.0	±1%	8.0		400~9000	+10/-0
400	1.20	426.0		8.0			
450	1.20	480.0		8.0			
500	1.20	530.0		8.0			

由于内衬不锈钢复合钢管毕竟是两种不同的管材复合而成，因此也象钢塑复合管一样要进行压扁试验和结合强度试验，试验方法与钢塑复合管相仿。

3 腐蚀问题

作为双金属管，工程技术人员关心的问题是腐蚀问题。双金属腐蚀即电偶腐蚀，又称接触腐蚀或异金属腐蚀。

电偶腐蚀是由于不同的金属或其他电子导体作为电极而形成的。当两种不同的金属或合金接触，在电解质溶液中电位较负的金属腐蚀速度加大，而电位较正的金属得到保护。

发生双金属腐蚀有三个条件：

(1) 电位较正的“贵金属”和电位较负的“贱金属”偶接，“贵金属”为阴极，“贱金属”为阳极，两者的电位差越大则电偶腐蚀倾向越大。

(2) 导线连接或直接连接，连接后形成了电子通道，“贱金属”中的铁失去的电子到达“贵金属”表面被腐蚀剂吸收。

(3) 两种金属的接触区有电解质覆盖、浸没。“贱金属”中的铁失去电子形成离子进入溶液，“贵金属”表面的电子被电解质中的腐蚀剂如空气中的氧拿走。电解质是离子的通道。

只要改变三个条件中的一个，双金属腐蚀即可被拒绝。

电偶腐蚀与双金属接触面积有关，接触面积越大，腐蚀越小。

内衬不锈钢复合钢管是双金属管中的一种，因此问题又回到碳钢——不锈钢的双金属腐蚀上来。

电偶腐蚀的驱动力是电位差。碳钢在海水中的电偶序 $E_H = -0.40\text{V}$ ，304 不锈钢在海水中的电偶序 $E_H = 0.30\text{V}$ ，碳钢与 304 不锈钢偶接，碳钢是阳极，自腐蚀电位 E_{corr} 约为 -0.70V ，304 不锈钢是阴极，自腐蚀电位 E_{corr} 约为 -0.20V ，碳钢首先受到腐蚀。

那么如何防止内衬不锈钢复合钢管的腐蚀倾向呢？

内衬不锈钢复合钢管是一种双金属复合管，中间通过热熔胶粘结。热熔液是一种高分子树脂，具有很可靠的绝缘性能。即镀锌钢管与不锈钢通过热熔胶而绝缘。

薄弱环节在接口部位，螺纹连接或卡箍连接的缝隙容易发生双金属腐蚀。这时，采用橡胶密封圈可有效隔绝双金属接触区的电解质浸入，即隔绝了电解质，去掉了发生双金属腐蚀的条件之一，只要去掉三个条件中的任何一个条件，双金属腐蚀就不会发生。

对于不用热熔胶粘结，而采用过盈配合直接复合的管子，碳钢管和不锈钢管百分之百接触，接触区没有电解质覆盖，没有形成小阳极大阴极，再采用密封结构避免了小阳极大阴极的形成，完全可以防止双金属腐蚀的发生。

结论是：碳钢——不锈钢偶接有发生双金属腐蚀的倾向，内衬不锈钢复合钢管采用了密封结构，隔绝了电解质，因此可以有效防止双金属腐蚀的发生。

4 焊接连接技术

内衬不锈钢复合钢管第二个技术问题是焊接连接技术。在焊接前应先清除毛刺、对齐内壁、沿圆周均有点焊数量作定位焊防止错位，然后再焊接。焊接时先用氩弧焊焊接不锈钢部分，再用普通碳钢焊条焊接碳钢部分。

作为外层的钢管，其外层表面可根据使用要求和环境条件进行处理，常用的有：热镀锌、包覆塑料、涂刷防火涂层或防腐涂层。