

防海水浸蚀超大型玻璃钢管使用性能实验

王虎¹ 李波¹ 张英武² 曾严² 丁智远² 刘吉平^{1*}

(1 北京理工大学 北京 100081 2 冀州市中意复合材料有限公司 053200)

1 一般性能测试

中国建筑材料科学研究院对冀州中意复合材料有限公司与北京理工大学、北京防护材料与技术研究所共同提出并自筹资金研发的超大型夹砂玻璃钢管(Φ3000mm~Φ9000mm)进行了性能测试,测试的内容主要有:拉伸强度;悬臂梁缺口冲击强度;耐磨性;粗糙率;耐水压爆破压力。其测试结果见表 6.1。同时经仿真计算结果和实测结果表明 DN3200mm 耐海水浸蚀夹砂玻璃钢管能抵抗里氏八级地震,经耐磨试验和冲刷试验结果表明, DN3200mm 耐海水浸蚀夹砂玻璃钢管使用寿命为 70 年。

表 1 DN3200mm 夹砂玻璃钢管的性能测试

| 测试内容 | 测试数据 | 检验依据 |
|-------------------------------|--------------------|----------------|
| 拉伸强度 (MPa) | 2.02×10^4 | GB/T1447-2005 |
| 弯曲强度 (MPa) | 350.2 | GB/T1449-2005 |
| 悬臂梁缺口冲击强度(KJ/m ²) | 72.11 | GB/T1451-2005 |
| 耐磨性 | 27.2×10^3 | JC/T906-2002 |
| 粗糙率 | 0.0087 | ASTMC1028:198 |
| 耐水压爆破压力 (MPa) | 23.16 | GB/T1453-2005 |
| 整管轴向拉伸强度 (MPa) | 119.5 | GB/T5349-2005 |
| 环向拉伸强度 (MPa) | 235.7 | BS EN1394-1997 |
| 刚度 (N/m ²) | 10072 | GB/T1452-2005 |

2 输海水试验

纤维缠绕玻璃钢管具有光滑的内表面,用于大口径输水管道的特点是水流摩擦系数小,水力流场特性好,这是其它材料无法比拟的。而且管径越大其优越性

*通讯联系人: Email-liujp@bit.edu.cn

月明显。据美国有关资料报道，1983年美国对使用了20年的纤维缠绕环氧玻璃钢进行了检测，发现其内壁仍然很光滑。因此，国外将纤维缠绕玻璃钢视为“水力光滑管”，并且认为埋入地下的玻璃钢输水管道使用寿命可达50年。

用于输海水领域的玻璃钢管道大多为大、中口径，在我国沿海地区，地下水位偏高，土地湿度大，使用无缝钢管必须防腐及做安装阳纹外向锤炼，且寿命只有30年，而玻璃钢可耐多种化学介质的侵蚀，不需防腐处理。此外，抗海水浸蚀玻璃钢也不会促进藻类、细菌或真菌生长，给排水时压力一般均很低，使用寿命达70年。

为了证明管道是否具有抗海水浸蚀的能力，能否生长海藻及贝类浮游生物，冀州中意复合材料有限公司与北京理工大学、北京防护材料与技术研究所设计了如下几组试验。即普通玻璃钢、抗海水浸蚀玻璃钢及水泥管输海水的比较试验。如图.1和2所示。





图 1 类礁石夹砂玻璃钢管输海水试验



a 生长海藻及贝类浮游生物



b 生长海藻类

图 2 水泥管输海水试验

- ① 控制水流速度为 0.6 米/时；
- ② 控制水流速度为 1.2 米/时；
- ③ 控制水流速度为 1.5 米/时；
- ④ 控制水流速度为 2.0 米/时。

经过各种不同管道在以上四种水流速度下的输海水试验发现，普通玻璃钢管经过 3 个月的输水后开始生长海藻，半年后有少许贝类等生物生长，而抗海水侵蚀玻璃钢管由于底层具有类礁石结构材料（厚度 2~2.5mm），其具有较好的自动催化杀菌作用，不生长海藻及贝类浮游生物。

有文献提出加大流速，海藻及贝类等微生物就会被带走。试验证明这种说法是不可靠的，水的流速加大，是动之不动而不动之动，所以无法带走贝类等浮游

生物，这就是普通玻璃钢管被浮游生物污染的原因。水泥基体也同样生长海藻，但在水泥基体表面增加 2~2.5mm 厚的类礁石结构材料后，不仅能降低管道的粗糙率，增加水的流速，同时能很好地防止海藻和浮游生物的生长。

3 耐海水磨耗试验

玻璃钢夹砂管道具有较好的耐磨性，而且其由于是由非金属材料制成，电极电位高，表面不会发生氧化锈蚀，无需处理，不会污染水质。而钢管、铸铁管在储存、使用过程中，会因化学、电化学的作用产生局部电池反应，表面极易生锈，对输送介质往往会产生污染。因而，常需对其表面进行特殊防锈、除锈处理。这样对工程会造成极大的不便。冀州中意复合材料有限公司与北京理工大学、北京防护材料与技术研究所共同对所制备的夹砂玻璃钢管进行了进行了耐海水磨耗试验，试验证明玻璃钢夹砂管比环氧树脂结构的玻璃钢管、用焦油和瓷油涂层的钢管、经表面硬化处理的钢管等都耐磨。

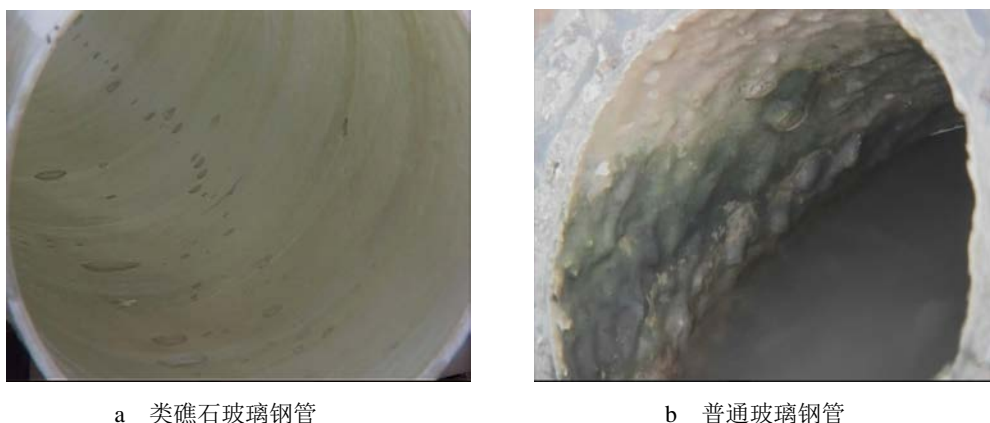


图 3 夹砂玻璃钢管与水泥管耐磨性试验比较

防海水浸蚀超大型玻璃钢管具有良好的耐磨性，把含有大量泥浆、沙石的水，装入管子中进行旋转磨损影响对比试验。经30万次旋转后，检测管内壁的磨损深度如下：

环氧树脂结构的玻璃钢管为0.52mm；

用焦油和瓷油涂层的钢管为0.53mm；

经表面硬化处理的钢管为0.48mm；

类礁石结构材料内衬2.2mm夹砂玻璃钢管为0.21mm；

类礁石结构材料（2.5mm）涂于水泥管为0.20mm。

由此可以证明类礁石结构材料内衬2.2mm夹砂玻璃钢管相当耐磨。

4 试验结果分析

通过中国建筑材料科学研究院对夹砂玻璃钢管各项性能的测试以及冀州中意复合材料有限公司与北京理工大学、北京防护材料与技术研究所共同对所制备的夹砂玻璃钢管进行的试验可以充分的说明：轻质、高强度、高刚度、水力性能优良、耐腐蚀性能好、重量轻、安装方便的加砂玻璃钢管道尤其适用于输海水领域。随着我国经济的发展，市政建设的发展，玻璃钢管道在此领域的应用将会越来越多。下表2是几种不同材质管道的性能比较数据。

表2 几种不同材质管道的性能比较

| 性能 | 管道名称 | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 类礁石夹砂玻璃钢管 | 钢管 | 普通玻璃钢管 | 铸铁管 |
| 比重 (g/cm ²) | 1.8~1.9 | 7.8 | 1.8~1.9 | 7.4 |
| 拉伸强度 (MPa) | 2.02×10^4 | 476.7 | 5.2×10^3 | ≥ 137.2 |
| 弯曲强度 (MPa) | 350.2 | 380 | 300 | 187 |
| 悬臂梁缺口冲击强度 (KJ/m ²) | 72.11 | 58.46 | 48.25 | 37.23 |
| 耐磨性 | 27.2×10^3 | 4.53×10^3 | 3.28×10^3 | 2.56×10^3 |
| 粗糙率 | 0.0087 | 0.012 | 0.009 | 0.013 |
| 耐水压爆破压力 (MPa) | 23.16 | 11.38 | 19.5 | 6.32 |
| 整管轴向拉伸强度 (MPa) | 119.5 | 615.75 | 110 | 385.42 |
| 环向拉伸强度 | 235.7 | | | |
| 刚度 (N/m ²) | 10072 | 3520 | 9500 | 5000 |

分析上表可以表明，夹砂玻璃钢管材质较轻,运输极为方便，与其他管材相比,不需要较大的装卸设备和重型运输工具,且运费较低。其拉伸强度、弯曲强度、整管拉伸强度、刚度较大，耐水压爆破压力大，耐磨性优良，粗糙率较小，夹砂玻璃钢管的实测糙率为0.0077,流量系数可达150,与其他管材相比,具有防腐性能好、内表面不易被腐蚀破坏、不易结垢等特点。管道在运行过程中能长期保持光滑,水头损失较小,从而降低了动力消耗,运行状态既安全又经济。钢管、铸铁管或球墨管作为埋管时,必须进行防腐处理，防腐费用很高,而夹砂玻璃钢管自身具

有防腐蚀的内表层和外防腐层,无需防腐处理,降低了使用成本。与钢管、铁管、水泥管相比,它在防腐方面具有较大的经济效益。而且夹砂玻璃钢管的内衬层是增强了的富树脂层,该层的树脂含量达90%以上,保证了管道的密实性和度。而且夹砂玻璃钢管的内衬层可以根据介质类别选择相应的树脂,以抵抗各类介质的腐蚀,这一特点是钢管、铸铁管、球墨管等不可比拟的。

参考文献:

(略)