

# 玻璃钢夹砂管及工程设计

雷俊侠 高智荣

(中钢集团武汉安全环保研究院 武汉 430081)

**摘要** 玻璃钢夹砂管道具有轻质、高强的性能,耐腐蚀性能较好,水力阻力小,安装方便。埋设深度主要与管材的刚度有关,同时与管道敷设地点的地质条件和设计回填土的密实度有关。

**关键词** 玻璃钢夹砂管 最小覆土厚度 最大埋设深度

## Discussion on Sand-supported RPM Pipe and Its Design in Engineering

LEI Jun-xia GAO Zhi-rong

(Sinosteel Wuhan Safety & Environmental Protection Research Institute Wuhan 430081)

**Abstract** RPM pipe has advantage of light quality, high intensity, well anticorrosion, small head loss and convenient installation. The bury depth is mainly related to the rigidity of the pipe, geological conditions and designed density of backfill soil.

**Keywords** RPM pipe minimum thickness of soil cover maximum depth of bury

传统的排水管主要采用价格低廉的平口钢筋混凝土管,而其他埋地排水管则使用较少。随着对环境保护的重视和国家相关政策的出台,我国其他类型的排水管市场正在迅速成长,玻璃钢夹砂管也逐步被应用于工程实践。尽管对于玻璃钢夹砂管排水管的研究试验和标准及规范制定工作有了进展,但一直没有制定出国家级的设计施工和验收规范。因此,在设计和施工过程中存在诸多问题需要了解和说明。

玻璃钢夹砂管道由于在管壁设计有夹砂层,使它不仅具有轻质、高强的性能,而且具有埋地管所需要的高强度,因此自问世以来便得到人们的普遍欢迎。在输送水方面或其他液体方面的应用越来越多,显示出强大的市场竞争力。

玻璃钢夹砂管与我国巨大的管道市场相比所占份额仍

很低,其原因在于用户对缠绕玻璃钢夹砂管的优良性能缺乏了解,以及国家没有有关的设计施工规范。为此,笔者以在工程设计过程中对玻璃钢夹砂管道的使用情况为例进行分析,对玻璃钢夹砂管在我国的应用现状进行几点总结。

### 1 力学性能

玻璃钢夹砂管(简称RPM管)采用传统的往复式长缠绕工艺,该工艺是以树脂为基本材料,玻璃纤维及其制品为增强材料,以石英砂为填充材料而制成的新型复合材料管材;环向缠绕结合螺旋缠绕,直径可达300~2600mm;采用微机控制缠绕机,缠绕偏移量小于1mm。

玻璃钢夹砂管特点:轻质、高强度。玻璃钢夹砂管管壁由内衬层、内增强层、中芯夹砂层,外增强层和防护层组成。

收尘极、放电极正常的积灰是允许的,它经过振打使灰尘剥离掉,但放电线如果清灰不力,将慢慢被灰包围起来造成针尖肥大,使电荷放电微弱,达不到应有的释放电量,造成除尘效率的急剧下降。收尘极的积灰也不能过厚,否则会产生反电晕。收尘极积灰过厚的原因是电场内结露,振打力不够,或振打系统出现故障,另一个原因是灰尘比电阻过大,超出了电除尘器限制的范围,使附在收尘极上的灰尘振打不下来,而且这种情况下的积灰层很硬,很难清理下来。

### 3 故障排除的措施

(1) 工艺设计要合理,系统风机选型要合适,各部管道风量尽量做到平衡。风机、阀门、烟道要随时巡检。风机轴承的温度急剧上升,风机有剧烈的震动和撞击及剧烈的噪音等故障时要及时排除,阀门限位开关失灵后要及时更换;破陋的管道要及时补救,以免造成风机过载运行。

(2) 振打传动电机、排灰阀电机要定期检查,定期加油,一旦有异常声音马上停机检查,要及时察看振打传动轴和电

机轴的连接处固定件的磨损情况,发现问题要及时更换。

(3) 高压电源的故障检查,要察看电压电流是否符合设计值,电源接地网是否有损伤的地方,每年至少测量1次接地电阻,电阻值不大于 $2\Omega$ 。绝缘件是否嘶嘶响声,电场内部是否有异常劈劈啪啪的放电声,如声音特大,肯定阴阳极之间有异物搭接,造成短路,停机后进入电场清理。

(4) 绝缘件要经常检查、清扫,发现有破损要及时更换,有粘灰、结露要及时清扫,结露的原因是否因电加热器有损坏,损坏的要及时更换,并保持绝缘件的干燥清洁。

(5) 放电线肥大。放电线肥大是影响电除尘器效率的关键部件,故每隔一段时间要定期清灰或加强振打次数。

总之,电除尘器系统及设备出现的故障,是影响电除尘器正常运转及其除尘效率的致命缺陷,故在系统及设备的维护上一定要引起各级管理者的关注,减少故障的发生就减少了成本,提高设备寿命,保证高效运行。

(收稿日期:2005-12-09)

其密度只有 1.6~ 1.8 kg/L,为钢管的 1/5,铸铁管的 1/4,预应力水泥管的 3/4。在砂浆层的两侧有纤维缠绕增强热固性树脂结构层。该层玻璃纤维质量高达 70%,因此具有管线所需要的强度。通过设计选择适当的缠绕角,可以使其具有良

好的轴向/环向强度比,以满足不同的使用要求。这种可设计性,使其在不增加管壁厚度就能达到不同强度的要求,这也是其他管材不可比拟的(见表 1)。

RPM 管轴向拉伸强度可高达 320 MPa,接近于钢管,而

表 1 应力与铺设角( $\alpha$ )

名义直径/mm	压力等级/MPa											
	0.1		0.6		1.0		1.6		2.0		2.5	
	密度/ (kg·L <sup>-1</sup> )	$\alpha$	密度/ (kg·L <sup>-1</sup> )	$\alpha$	密度/ (kg·L <sup>-1</sup> )	$\alpha$	密度/ (kg·L <sup>-1</sup> )	$\alpha$	密度/ (kg·L <sup>-1</sup> )	$\alpha$	密度/ (kg·L <sup>-1</sup> )	$\alpha$
200	0.6	37.76	3.6	62.20	6.0	67.79	9.6	72.11	8.7	71.27	10.9	73.14
400	1.2	47.60	7.1	69.40	9.1	71.65	10.9	73.14	9.9	72.36	12.4	74.14
600	1.6	51.67	7.9	70.41	10.0	72.45	11.7	73.70	10.4	72.77	13.0	74.49
800	1.6	51.67	8.5	71.06	10.5	72.84	12.2	74.02	10.7	73.00	13.3	74.66
1 000	1.8	53.30	8.7	71.27	10.9	73.14	12.4	74.14	10.9	73.14	13.6	74.82
1 200	1.9	54.04	9.2	71.57	11.0	73.22	12.6	74.26	-	-	-	-
1 400	1.9	54.04	9.3	71.81	11.3	73.43	12.7	74.32	-	-	-	-
1 600	2.0	54.73	9.5	72.02	11.4	73.50	12.8	74.38	-	-	-	-
1 800	2.0	54.73	9.6	72.11	11.5	73.57	12.9	74.44	-	-	-	-
2 000	2.0	54.73	9.7	72.19	11.6	73.63	13.0	74.49	-	-	-	-
2 200	2.0	54.73	9.8	72.28	11.7	73.70	13.0	74.49	-	-	-	-
2 400	2.1	55.39	9.9	72.36	11.7	73.70	13.0	74.88	-	-	-	-
2 500	2.1	55.39	9.9	72.36	11.8	73.76	-	-	-	-	-	-

比强度(强度/密度)却远远高于钢管,故 RPM 管可通过选用适当的管壁厚,使强度安全系数大于 8,进一步确保了 RPM 管的使用寿命。(见表 2。)

表 2 玻璃钢夹砂管与钢管强度及比强度

材料	密度	拉伸强度/MPa	比强度/MPa
高级合金钢	8	1 280	160
A3 钢	7.85	400	50
铸铁	7.4	240	32
缠绕玻璃钢	1.6	160~ 320	100~ 200

刚度是反映管道对外界变形的抵抗能力,即管道克服土壤压力地下水压,地面动荷载和管内负压的能力。RPM 管用于供水工程时,其刚度必然要符合某种条件。表 3 为以管道公称直径为基础所定义的最管刚度。

表 3 最低管刚度(挠度为 5%)

公称直径/mm	最低刚度/MPa
25~ 200	0.24
250	0.14
300~ 2 000	0.07

不同直径范围的 RPM 管道在满足刚度条件时  $h/r$  值如表 4 所示。

表 4 最低  $h/r$  值

公称直径/mm	最低( $h/r$ )值
25~ 200	0.026
250	0.021
300~ 2 000	0.017

玻璃钢夹砂管道在生产过程中采用在缠绕层中间的低应力区巧妙地夹进砂浆层,提高管子的刚度。这一特性不仅使管子的成本降低,同时也使它具备了埋管所必须的高刚度性能。在实际生产中,通过对不同管径的 RPM 管进行适当的管壁设计,玻璃钢夹砂管道完全可以达到以上对于刚度的要求的,所以 RPM 管在刚度上可以满足使用要求。

## 2 耐腐蚀性能

纤维缠绕玻璃钢夹砂管结构上分内衬层、结构层及外保护层 3 部分。其中,内衬层树脂质量高,一般在 70% 以上,其内表面富树脂层树脂含量高达 95% 左右。通过对内衬所用树脂的选择,可使玻璃钢夹砂管在输送液体时具有不同的耐腐蚀性能,从而满足不同的工作需要;对外防腐的场合,只需对外保护层树脂进行认真选择,便也可达到不同外防腐的使用目的。因此,玻璃钢管的内衬层可通过树脂的选择达到耐不同介质腐蚀的目的,这种灵活多变的耐腐蚀性能是钢管、铁管、水泥管所不可比拟的。

## 3 水力性能

由于玻璃钢夹砂管管壁内表面非常光滑,与其它材质管道相比,摩阻系数较小(见表 5)。夹砂管防腐性能好,内表面不易被腐蚀破坏,不易结垢,输送介质时不会象钢管那样因为发生腐蚀而使管径缩小,能长期保持较小的摩阻系数,使管道保持光滑。在我国的中原、胜利、大庆以及青海等地质条件较差的地域,使用后也未出现过内壁损坏现象。

表 5 不同管材的水力摩阻系数

管材名称	玻璃钢夹砂管	钢、铸铁管	砼管
水力摩阻系数	0.000 915	0.001 79	0.002 32

## 4 热性能

玻璃钢夹砂管的热性能是导热系数低、热应力小。玻璃钢夹砂管与钢管热性能数据对比见表 6。热应变及热应力之比均为假设玻璃钢夹砂管与钢管管长相同、管道两端介质温差相同情况下所推得的结果。从表 6 数据可以看出,玻璃钢夹砂管的导热系数低,仅为钢管的 0.4%,因而具有较好的保温性能,输送介质时可以降低热能损耗。另外,当玻璃钢夹砂管与钢管两端有相同的热温差时,线胀系数略大于钢管的玻璃钢夹砂管将产生较大的热应变,但由于玻璃钢夹砂管的轴向拉伸模量约 11.2 GPa,钢管的模量为 210 GPa,所

# 首次全面检验对压力容器安全的影响

章惠平 陈翠梅

(中钢集团武汉安全环保研究院 武汉 430081)

**摘要** 根据多年从事压力容器检验工作的经验,用统计数据及3个压力容器的检验实例,说明大型关键压力容器的首次全面检验对压力容器安全及使用寿命具有重要影响。

**关键词** 压力容器 首次全面检验 安全 使用寿命

## The Influence of the First Time Entire Inspection on the Safety of Pressure Vessels

ZHANG Hui - ping CHEN Cui - mei

(Wuhan Safety & Environmental Protection Research Institute Wuhan 430081)

**Abstract** By means of the statistical figures and inspection examples, the influence of the first time entire inspections on the safety and service life of the important pressure vessels is discussed.

**Keywords** pressure vessel first time entire inspections safety service life

大量检验实例证明,在压力容器定期检验中首次全面检验是非常重要的。通过首次全面检验,能够确定容器是否存在设计、制造、安装缺陷,并通过对材料腐蚀性的检测(腐蚀速率、是否存在应力腐蚀及其它严重局部腐蚀)确定材料与介质的相容性。对缺陷进行分析,找出缺陷产生的原因并进行相应处理,消除隐患,使容器安全运行。用户根据检测结果和检验结论,可以及时了解容器的安全状况,预知容器的安全隐患及可能发生的安全问题,及时纠正检验中发现的使用维护问题,更科学地对容器进行管理,从而提高容器的安全性和容器的使用寿命。

### 1 典型首检实例

武汉锅炉压力容器检验站对近百台在用球形容器及其他大型容器进行了首次开罐全面检验,统计结果表明,40%以上的容器因存在较严重的缺陷(以裂纹为主)进行了焊补

或返修处理,其中有一部分存在严重的隐患。

下面通过3个压力容器首检的典型实例,证实首检对压力容器安全及使用寿命的重大影响。

例1.某钢厂1台储氧球罐,材质为15MnVNR,壁厚为36mm,1985年6月投入使用。1988年11月由原制造单位进行了首次在用无损检测,焊缝内外表面无损检测没有发现缺陷,焊缝内部无损检测发现了1处超标缺陷并进行了返修处理。1994年7月,武汉锅炉压力容器检验站对这台球罐进行了全面检验,在内表面焊缝100%磁粉检测中,发现了32处表面裂纹,裂纹累计总长度达7190mm,最长的3处裂纹长度分别为450mm、850mm、1100mm,裂纹深度均超过了3mm,最深为10mm,均须焊补处理。除5处处于赤道带上环缝(CD缝)外,其余27处均处于赤道带下环缝(DE缝)上,裂纹均产生于焊缝下熔合线上。外表面100%磁粉检测中仅

以,温差在玻璃钢夹砂管上产生的热应力仅约为钢管的1/11。也就是说,在实际使用中,钢管需增加膨胀接头以消除管线上的热应力集中,玻璃钢管一般却可以不予考虑。玻璃钢夹砂管的热膨胀系数使得它具有良好的抗热耐寒特性,可在地表、地下、架空、海底、沙漠、冰冻、潮湿等各种恶劣环境中使用。

表6 玻璃钢夹砂管与钢管热性能参数比较对比

性能参数	玻璃钢夹砂管	钢管
导热系数/(W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> )	0.27	62.8
热膨胀系数	1.12×10 <sup>-5</sup>	1.23×10 <sup>-5</sup>
轴向热应变之比	1.67	1
轴向热应力之比	1	11

### 5 结论

由于还没有国家级的设计、施工规范,根据在工程中的应用情况,对玻璃钢夹砂管(排水管)的最大埋设深度总结几点。

由于该管小口径管道的综合造价较国内部分塑料管高,此排水管道在中、大口径排水管道中的应用有一定的前景,因此该管常用于排水干管,埋设于道路下,设计时,最小覆土厚度不低于1.2m。其埋设深度主要与管材的管刚度有关,但由于该管材不同于钢筋砼管,其埋设深度与排水管道敷设地点的地质条件和设计回填土的密实度有关,因此在地质状况一般时,8kN/m<sup>2</sup>管材的最大设计埋深最好不要超过5.0~6.0m,如果埋设深度超过5.0~6.0m,设计应考虑选用管刚度更大的玻璃钢夹砂管(排水管),同时回填土的密实度要求提高。

将玻璃钢夹砂管(排水管)埋设在地质条件较差的路段时,最大设计埋深应根据处理措施的方式确定,一般情况下,设计应不超过4m的覆土厚度。

地质情况良好时,设计的开挖沟槽宽度不宜太宽,坡度可适当变大,在管道两侧的回填土密实度较高时,同等条件下的管道最大埋设深度可适当增加。

(收稿日期:2005-10-30)