

缠绕/振动成型玻璃钢夹砂顶管

工艺介绍和产品应用

一、目的和意义

随着我国城市化进程的高速发展，非开挖技术已经成为城市建设与发展的重要课题。

目前我国传统的顶管施工管材采用的是钢筋混凝土顶管，混凝土顶管抗压性能比较高，但是具有抗腐蚀性差的缺点，在有腐蚀性土壤、输送腐蚀性污水的顶管项目中该缺点尤为突出，内部涂抹防腐材料也无法完全满足管材抗腐蚀性的要求，而具小口径管道防腐措施复杂、费用昂贵。在此情况下，急需研制一种新型的顶管材料既满足优良抗压性能，又满足耐腐蚀要求从而逐步取代钢筋混凝土顶管。

玻璃纤维增强塑料顶管（以下简称玻璃钢顶管）做为一种新型管材已经经过了十几年的发展历程，尤其是近两年来，随着相关国家标准的发布实施，玻璃钢顶管以其独特的优势迅速得到了市场的认可，取得了广泛的应用。

目前玻璃钢顶管生产工艺主要有定长缠绕、连续缠绕及离心浇铸三种成型工艺。我公司在玻璃钢顶管研制领域起步较早，亦是工程应用较早及国家标准参编单位之一。

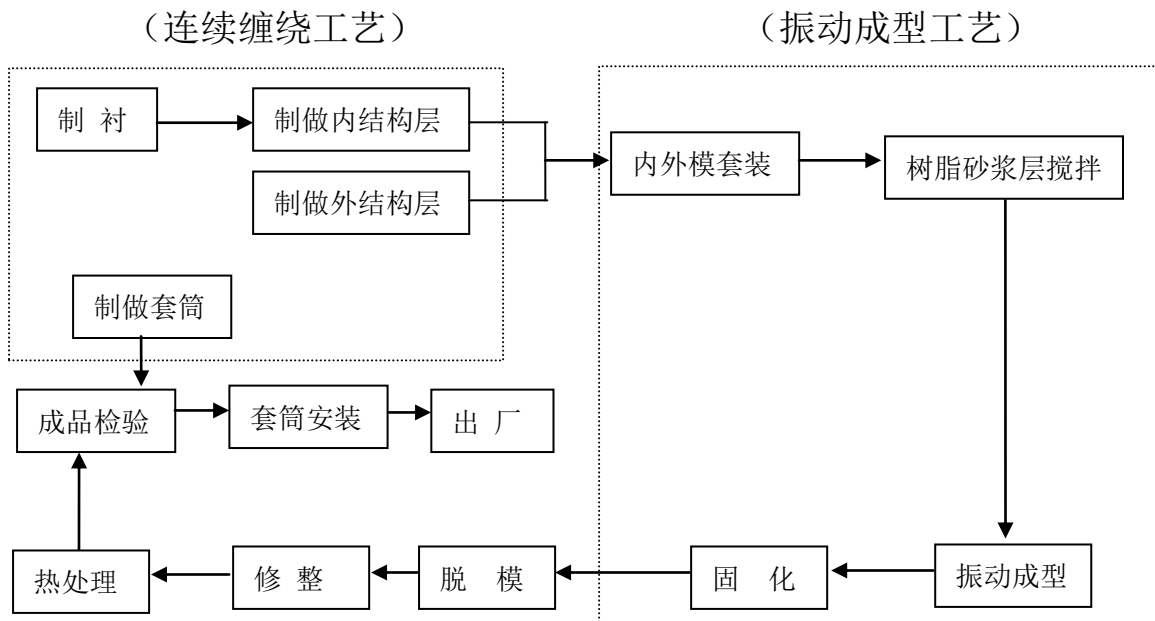
历年来，我公司投入市场的玻璃钢管道主要为定长缠绕工艺为主。同时在此基础上，我公司自行研制成功了缠绕/振动成型玻璃钢夹砂顶管（以下简称缠绕/振动成型顶管）。

缠绕/振动成型顶管的研制受到树脂混凝土管及连续缠绕生产工

艺两项技术的启发，树脂混凝土管在国外已有近六十年的发展历史。其主要工艺特点是树脂砂浆层振动成型，分为有钢筋增强及无钢筋增强两类形式。2002年，我公司承接了台湾苗栗污水工程，共计约4Km树脂混凝土管。受销售到台湾顶管的自测数据启发，我们开始研制能够具有耀华特色的玻璃纤维增强塑料顶管，2008年，上海耀华玻璃钢公司从意大利VEM公司引进了成套的连续缠绕生产设备。正是基于连续缠绕及振动成型两项关键工艺技术的成功结合运用，我公司生产的缠绕/振动成型顶管在推向市场后迅速得到了客户的认可，同时各项性能指标已经完全能够符合GB/T21492-2008之要求。取得了良好的经济效益及社会效益。

二、工艺简述

1、工艺流程



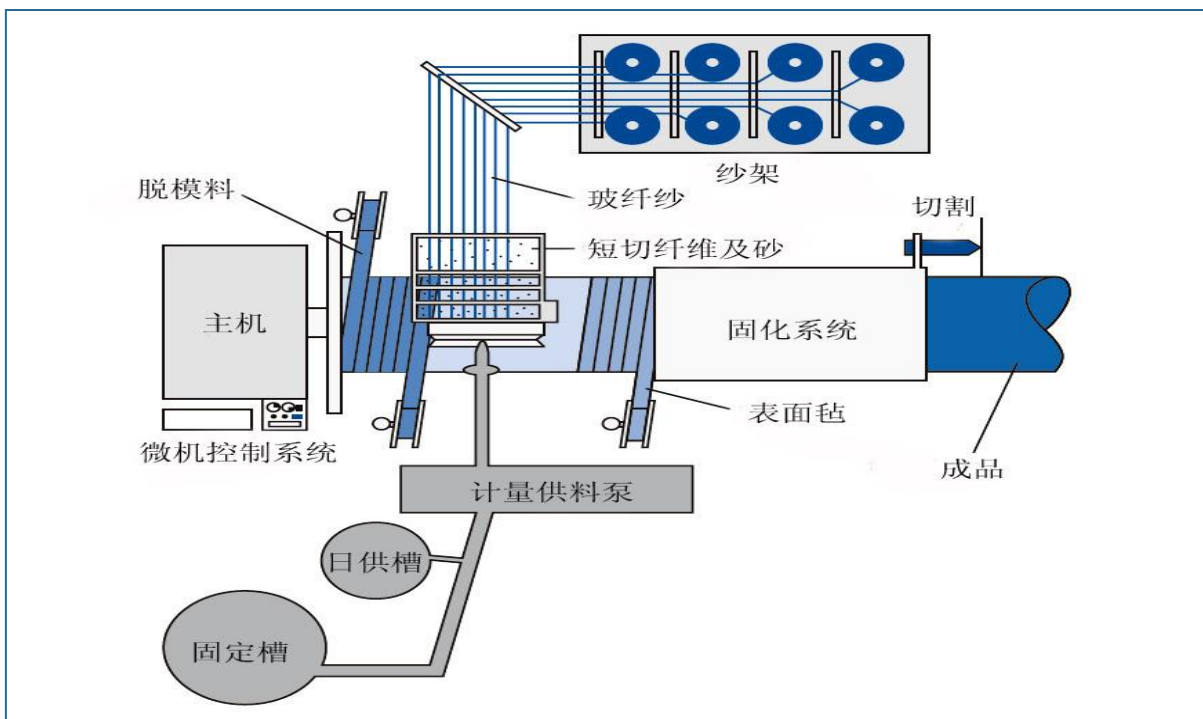
缠绕/振动成型玻璃钢夹砂顶管是以无碱玻璃纤维及其制品作为增强材料，以热固性树脂为基体材料，包含石英砂等颗粒材料夹芯层，

按一定工艺方法制成的用于地下顶进法施工的管道。

2、该生产工艺特点

2.1 内衬层与结构层按连续缠绕工艺制作

内衬层和结构层分开制造，可以直观内衬及外结构层缺陷，连续



缠绕工艺流程如下：

扁钢带感应加热与多点温度控制的实现、玻璃纤维表面毡与树脂的良好浸透使得内衬层具备高度防腐与抗渗漏。

内衬层

充分固化的内衬由环向缠绕纱及无序的短切玻璃纤维增强；

内外增强层

表面连续的、致密的环向无捻粗纱及良好浸润的短切纤维承担横向载荷作用下的弯曲应力，提升弯曲极限拉应变和压应变，增加管道

柔性；

同时可根据需要增加一定的轴向增强布进一步提高管道的轴向强度。

需要重点指出的是通过连续缠绕工艺生产的内外增强层彻底克服了定长缠绕工艺生产模具锥度影响、生产效率低、脱模不便等制约因素。在编程控制器（PLC）和微机（PC）的控制下，原材料可实现精确定量投入，缠绕速度均衡稳定，使管道的内外增强层厚度均匀一致、得到有效控制，辅之以在线检测不间断反馈跟踪，力学性能的稳定得到可靠的保证。

生产过程中随意在线取样测试，是过程监控有力的手段之一，彻底摒弃了传统生产工艺的差异性及滞后性。

2.2 树脂砂浆层（夹砂层）通过预混振动成型

较之于传统的夹砂工艺，振动成型工艺的特点是：

- a、粒料级配各趋合理。
- b、夹砂层更为致密。
- c、操作简便高效，一次成型。
- d、夹砂层与内外增强层结合更为紧密。
- e、夹砂层树脂含量可大幅度降低。
- f、模具无锥度，壁厚均匀一致。

2.3 后固化工艺

抗压强度具有时效性，试样的抗压强度随放置时间增加而增大，经过短期加热后处理试样的抗压强度可提升至 90-100MPa。

2.4 抗压强度高

传统的定长缠绕工艺生产玻璃钢顶管在设计时考虑到顶力的要求，一般需要两端设计成纯玻璃钢结构。这是由于传统的夹砂方法夹砂层不致密，抗压强度较低（一般在 65-75MPa）之间，这就需要在需要开槽的两端设计成纯玻璃钢形式来增强它的有效截面承压性能。这种工艺方法如果做得不好极易引起纯玻璃钢与管身结合部出现问题，同时两端纯玻璃钢由于很厚也易引起分层等质量缺陷。两端纯玻璃钢结构也是玻璃钢管道成本居高不下的原因之一。

采用振动成型缠绕/振动成型顶管为均质材料，管身抗压强度一般在 90MPa 以上，在设计时可以较为从容地放宽壁厚，从而增加顶管的安全系数。

2.4 可设计性强

缠绕/振动成型顶管的可设计性主要体现在如下几点：

可以通过选用不同的基体材料，以满足不同的输送介质要求。

可以通过调整管道的厚度满足不同顶力要求。

可以通过内外结构层铺层方案的调整，满足管道挠曲水平的要求。

可以通过改变短切纤维量及轴向增加布的层数来调整管道的强度分配，从而得到不同的轴向、环向性能分配的管道，以满足管道在不同的使用条件下使用要求和在不同土壤条件的强度要求。

3、接口形式

接口可根据不同要求采用玻璃钢、钢制或不锈钢套筒。

同时可设计成 T 型接口或 F 型接口形式。

橡胶止水圈一般采用体积膨胀率大于 100%的遇水膨胀橡胶。有内水压要求的橡胶止水圈还可根据不同要求采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶或天然橡胶。

4、产品规格

直径：DN500-3000

长度：2-3m

刚度等级：SN15000~SN200000

压力等级：0.1~1.0 MPa

附：工程实例

序号	工程名称	管径	数量(m)
1	台湾苗栗污水工程	DN300-DN1200	4000
2	台湾南岗工业区污水进流抽水工程	DN500-DN600	8917
3	金山亭枫水质净化厂	DN800-DN1000	2000
4	江西老鹤塘污水工程	DN800-DN1000	1500
5	桐乡凤栖工程	DN800	900
6	台州滨海工业区块启动区工程	DN600-DN1000	3000
7	罗北路 C02 标道路新建工程	DN1200	750
8	北翟高架路道路改建II标段道路工程	DN1300-DN1500	1320
9	西干线支线 1.4 标	DN800	225
10	嘉兴市秀洲区镇级污水管网工程	DN800-DN1000	1850
11	北翟高架路道路改建I标段道路工程	DN2600	113
12	上海市博园区规划路工程	DN1500	211
13	上海凌桥双江路工程	DN600	750
14	上海朱家角污水厂工程	DN600	1500

序号	工程名称	管径	数量(m)
15	上海苏州河三期污水治理 4.1 标	DN1500	300
16	嘉兴市新城镇区污水管网工程	DN800	176
17	浙江永嘉堆污主管外移工程	DN900	170
18	江苏南通牡丹江路污水管道工程	DN1000	280
19	江苏吴江松陵大道工程	DN1000-DN1200	2060
20	江苏学院路道路工程	DN800-DN1000	1700
21	阜阳江南区块污水纳管工程	DN1800	1700
22	青草沙水源地建设工程	DN2000	116