

聚丙烯 / 玻纤缠绕复合管的制备与应用

黎定标

(南昌大学, 南昌 330029)

摘要 以聚丙烯管为内衬, 表面经处理后, 缠绕浸胶玻纤, 形成独特的聚丙烯 / 玻纤缠绕复合管。该复合管材的轴向拉伸强度、轴向压缩强度和界面剪切强度分别大于 130 MPa、150 MPa 及 8 MPa。实际使用表明, 该复合管具有良好的耐化学药品性、耐热性, 力学强度高, 密度小, 而且施工简便, 使用寿命长, 可代替不锈钢等金属管。

关键词 聚丙烯 玻纤缠绕复合管 工艺 应用

为解决各类介质对输送管道的腐蚀, 国内外学者在输送管的材质方面做了许多工作。笔者采用综合性能优良的聚丙烯 (PP) 管和管件为内衬, 将表面作特殊处理后缠绕玻纤, 使之牢固地结合成整体, 形成独特的 PP / 玻纤缠绕复合管。该复合管既保持了 PP 质轻、耐蚀、耐热、无毒、无污染的良好特性, 又发挥了玻璃钢强度高的优点, 大大提高了 PP 管的耐热、耐压等级, 且导热系数小, 管线不必保温, 是一种既经济、结构又合理的耐压、耐热、耐腐蚀的管道材料。

1 PP / 玻纤缠绕复合管的制备

1.1 原材料选择

(1) 对 PP 内衬管的质量要求

对 PP / 玻纤缠绕复合管来说, PP 管本身质量是关键的因素。实践证明, 不同厂家生产的 PP 管质量有显著差别, 如 PP 管不仅在椭圆度、弯曲度、管壁厚度方面存在较大的偏差, 而且即使是同一规格同一类型的管, 承压能力也不相同。为此, 根据文献 [1], 选用 PP 管应严格掌握标准, 一般要求 PP 管外观光滑, 无凹凸、碎裂、伤痕; 承口处不得有缩孔、毛边; 无气泡、冷料斑和脱皮; 管的椭圆度不大于管直径的 1 / 100; 管的单位长度弯曲度不大于管长的 1 / 100; 管壁厚度要均匀; PP 管配方中应含有抗氧化剂、偶联剂等组分。

(2) PP 管的增强材料

玻纤缠绕压力管的强度和刚度主要取决于玻纤的强度和模量, 所以缠绕用玻纤应具有高强度和高模量^[2]; 应易被胶粘剂浸润; 具有良好的缠绕工艺性 (如缠绕时不起毛、不断头); 同一束纤维中各股之间的松紧程度应均匀, 并具有良好的贮存稳定性。经反复试验, 笔者选用中碱玻纤无捻粗纱, 其特点是强度、模量高, 强度保留率达 95% ~ 100%, 对胶粘剂的浸润性能好, 且成本低, 是较理想的增强材料。

(3) 胶粘剂的配制

胶粘剂是玻纤增强层的重要组成部分, 通过它的作用使中碱玻纤无捻粗纱形成一体, 均匀承受外力的作用。根据湿法缠绕成型的特点, 笔者曾进行了大量的配方试验, 筛选出 SW 胶粘剂, 其特点是粘接力强, 收缩性小, 工艺性能好, 常温固化时不产生挥发物, 制品致密无气孔。

1.2 表面处理

(1) 增加表面粗糙度

机械结合理论认为, 粗糙的表面一般都有较好的粘合效果, 如在 PP 管外加增强层时, 要对 PP 管表面进行喷砂拉毛处理, 以不见 PP 管成型光滑表面为度。

表 1 为表面处理对 PP 粘接强度的影响。由表 1 可知, 经喷砂打磨后的表面粘接强度有较大的提高。

表 1 表面处理对 PP 粘接强度的影响

处理方法	粘接强度 / MPa
未处理	0.4
喷砂打磨处理	1.6

(2) 提高表面活性

PP 是一种非极性材料, 与玻纤很难粘接, 所以必须对欲粘 PP 表面进行活化处理, 使其表面材料发生极性化等化学变化, 或使结晶部分非结晶化, 从而易于粘接。如可采用气体火焰氧化处理、电晕放电处理、放射线氧化处理, 以及铬酸 - 硫酸处理等, 但是上述方法存在不易控制、费用高、污染严重等缺陷^[3]。笔者研制的 SH 表面处理剂是一种新的活化 PP 表面的处理剂。

表 2 是 PP 表面经活化处理后的粘接强度。由表 2 可以看出, 用 SH 处理剂的处理方法是目前最

简便、快速、易控制、效果好、无毒、无污染、价廉的处理方法。

表 2 PP 表面经活化处理后的粘接粘度

处理方法	处理条件			粘接强度 /MPa
	温度 /℃	时间 /s	处理方式	
气体火焰氧化处理	高温	20 ~30	氧化焰与 PP 表面接触	5 ~7
铬酸 - 硫酸处理	70	900 ~1 800	浸泡	8.3 ~8.8
SH 处理剂处理	常温	30 ~40	涂刷	8.1 ~8.3

1.3 缠绕成型

将处理好的 PP 内衬管, 穿上芯棒, 装在缠绕机上, 在旋转过程中, 均匀地将 SW 胶粘剂涂敷在 PP 管表面上, 用量为 200 g/m², 不得漏涂, 接着将浸有 SW 胶粘剂的玻纤无捻粗纱进行缠绕。

玻纤增强层在缠绕过程中, 要施加一定的张力, 因为张力决定着玻纤与玻纤之间的压力和粘接力, 它的大小直接影响层间的粘接, 初张力按玻纤强度的 10% 选取, 但不宜过大, 否则会造成断纱, 并引起含胶量偏低。随着厚度的增大, 由内向外每 2 ~3 层递减一次张力, 递减幅度控制在 15 ~20 N, 尽量使内外各层玻纤在缠绕完毕后所受的实际张力相同, 以期在复合管承载时内外层玻纤能同时受载^[4]。

1.4 固化后处理

缠绕后的复合管应继续旋转初固化, 以免淌胶, 待不沾手后, 将复合管从支架上取下, 直立放置继续后固化 1 周以上, 固化温度为室温。固化后应进行表面处理, 去毛刺、气泡, 对缺陷部位进行修整。质检合格后, 即可进行工程安装。

1.5 产品性能

经测试, 按上述方法制备的 50 mm 复合管, 密度为 1.18 ~1.27 g/cm³, PP 与玻璃钢界面剪切强度大于 8 MPa, 轴向拉伸强度大于 130 MPa, 轴向压缩强度大于 150 MPa。

2 PP/玻纤缠绕复合管的优缺点

PP/玻纤缠绕复合管由于采用优良的表面处理剂和粘接剂, 使两种不同性能的材料紧密地结合在一起, 通过合理的设计, 充分发挥了两者的优异特性, 成为一种新型复合管。实际使用证明, PP/玻纤缠绕复合管具有耐压高(比 PP 管高几倍甚至几十倍), 耐化学腐蚀, 对无机化合物中的各种酸、碱、盐溶液(强氧化性除外)几乎都稳定, 耐热性高(比 PP 高 30℃), 可在 100 ~130℃下长期使用, 强度高, 相对密度小, 施工简便。与其它防腐蚀管材相比, 具有使用寿命长、对输送的产品质量无影响等优点, 而且

制造方便, 价格便宜, 可代替不锈钢管等金属管广泛应用于石油、化工、轻工、冶金、医药、食品等行业, 具有普遍的适用性, 推广应用可取得明显的经济和社会效益。

作为新型结构材料, 因强度设计理论尚不完备, 工程上一般采用以弹性理论为基础的金属设备强度计算方法进行等代计算, 存在不合理因素, 有待于今后积累数据和有关方面的理论总结, 使该材料的推广应用趋向更为合理、科学。

除此以外, PP/玻纤缠绕复合管的线胀系数大(为碳钢的近 20 倍)、刚性差, 因此, 管道的支承与补偿结构很重要。对于小直径管道, 最好采用连续的托架支承, 并在适当位置用“ ”形或“IT”形膨胀节。对大直径管道, 支点间距也要短些, 宜采用单向或双向带密封环的套轴式补偿装置。只有正确设计, 精心施工, 慎重使用, 才能避免管道发生意外的损坏。

3 应用

经多家单位使用, 在输送腐蚀性液体介质的工作环境中, PP/玻纤缠绕复合管可使用 3 a 以上, 而钢管的使用寿命只有 1 a, 甚至更短。表 3 为 PP/玻纤缠绕复合管的应用情况。

表 3 PP/玻纤缠绕复合管的应用情况

使用单位	使用部位	工作条件	使用情况对比
江西盐矿、新干盐矿	加料管	介质: 盐饱和液, 含 NaCl 305 g/L、Na ₂ SO ₄ 55 g/L、Cl ⁻ 174 ~184 g/L; 温度: 95 ~105℃; 压力: 0.4 ~0.5 MPa	碳钢管寿命只有 2 ~3 个月; PP/玻纤缠绕复合管使用了 5 a
南昌农药厂、九江化工厂	盐水总管	介质: NaCl 饱和液; 温度: 85 ~90℃; 压力: 0.2 MPa; 溶液 pH 值: 9 ~10	碳钢管只能用 1 a 左右, 且经常漏电; PP/玻纤缠绕复合管使用了 4 a, 而且不漏电
九江化纤厂	回收管	介质: 含游离硫酸的 Na ₂ SO ₄ 溶液; 温度: 100 ~110℃; 压力: 0.4 MPa	钢管, 只能用 1 a 左右; PP/玻纤缠绕复合管使用了 3 a 多
都昌造纸厂	输液管	介质: 碱性漂液; 温度: 室温; 压力: 0.2 MPa	10 [#] 无缝钢管只能用 0.6 ~1 a; PP/玻纤缠绕复合管使用了近 5 a

4 结语

PP/玻纤缠绕复合管由于采用优良的表面处理剂和界面粘接剂, 使性能不同的 PP 和玻纤紧密地结合在一起, 并通过合理设计, 充分发挥了两者的优异特性, 成为一种新型的结构材料, 可代替不锈钢管等金属管广泛用于石油、化工、轻工、冶金、医药、食品等行业, 具有普遍的适用性, 为我国推行全面腐蚀

控制提供了新的方法和手段。但因设计理论尚不完备,存在不合理因素,有待今后积累数据和有关方面的理论总结,使该管材的设计、推广、应用更为合理。

参考文献

1 兰化公司化工机械研究所. 聚丙烯塑料管道. 化工机械, 1977

(1):38

2 肖翠蓉,唐羽章. 复合材料工艺学. 长沙:国防科技大学出版社, 1991.

3 陈正钧,杜玲仪. 耐蚀非金属材料及应用. 北京:化学工业出版社, 1985.

4 黎定标. 耐蚀抗渗玻璃钢管的研制. 化工新型材料, 1994(2):31

PREPARATION AND APPLICATION OF PP/GF WINDING COMPOSITE PIPES

Li Dingbiao

(Nanchang University, Nanchang 330029, China)

ABSTRACT The unique PP/GF winding composite pipe was formed with PP tube as the underlayer, winding with GF on the pretreated surface. The axial tensile strength, the axial compression strength and the interfacial shear strength of this composite pipe are greater than 130 MPa, 150 MPa and 8 MPa respectively. The practical use shows that this composite pipe has good chemical resistance and heat resistance, high mechanical strength and low density, is easy to use, has a long service life and can takes the place of the stainless steel or other metal pipes.

KEYWORDS polypropylene, glass fiber winding composite pipe, technology, application

新型造粒机组通过中国石化技术鉴定

大连冰山橡塑股份有限公司研制的 SJSH-92 ×32 SJLF-92 双螺杆塑料混炼挤出造粒机组近日在兰州通过了中国石油化工集团组织的技术鉴定会。该机组的研制成功提高了国内万吨级挤压造粒机组的生产水平。

该机组为 1 万 t/a 合成树脂混炼挤出造粒机组,是国家“八五”大型乙烯工程国产化攻关项目,是合成树脂生产的关键设备。

该机组在结构上有所创新,机头流道采用衣架式流道,出流均匀;采用 PLC 触摸屏控制方式,控制简捷、可靠;主要技术参数达到了国外同等规模产品的先进水平,与进口同类机组相比,可节约投资约 3/4。可用于预塑混合,加无机填料对塑料进行改性,塑料和橡胶共混,聚合物工业中浓缩、排气、挤压干燥,排出单体溶剂等工序和废料处理等。(中化)

新型塑料地砖在徐州问世

由徐州工业职业技术学院研制成功的一种彩色抗静电阻燃塑胶地砖,日前通过江苏省科技所组织的科技成果鉴定。据介绍,该产品的技术指标符合国家标准,具有优良的抗静电性和阻燃性,生产工艺成熟可靠,生产设备、检测手段齐全,该产品的问世填补了国内地面铺设材料领域的空白。

(中化)

可生物降解聚氨酯复合塑料问世

上海复旦大学环境科技公司最近成功地开发出一种可生物降解的聚氨酯复合塑料。该塑料采用稻草、木屑等植物纤维为添加剂,经液化后与异氰酸酯反应制得。其制品不但具有普通聚氨酯塑料的各种特性,而且其废弃物经一定周期后易被微生物完全分解,也可通过化学处理降解成单体,再用于聚氨酯合成,实现资源再循环。该塑料主要用于包装、日用品等领域的泡沫塑料制品加工,目前已开始批量生产。

(苏讯)

PVC-C 双壁波纹管研制成功

轻工业塑料加工应用研究所双壁波纹管技术研究中心与昆山鹰仕塑胶有限公司联合开发成功 PVC-C(氯化聚氯乙烯)双壁波纹管及其生产技术。

目前,该产品及其生产技术居国内领先水平。该管材的耐热性能优良,其维卡软化温度达 93℃ 以上,比普通硬聚氯乙烯双壁波纹管的维卡软化温度高十几度,达到了强电力电缆护套管的使用要求,使双壁波纹管又多了一个应用领域,具有良好的市场前景。

(尚文)

全国最大的 PVC 生产基地将诞生

全国最大的聚氯乙烯(PVC)生产基地正在天津市塘沽、汉沽加紧建设。据了解,到“十五”末,渤海化工集团公司 PVC 年产量将达到 100 万~130 万 t,不仅带动该集团公司氯碱企业产品结构的调整与升级,同时可加快天津市化学建材的发展,也使天津市成为国内重要的化工基地。

渤海化工集团公司是全国特大型化工企业,2001 年 PVC 产量达到 46.6 万 t,占国内总产量的 15%。

围绕百万吨级 PVC 基地建设,渤海化工集团积极开展技术创新,把增加 PVC 新品种和采用新技术改造现有生产工艺作为技术创新的重点。大沽化工有限公司研究开发了 PVC 聚合过程优化控制技术,成功地对大化、天化 PVC 聚合釜进行了改造,使 PVC 单釜产量提高近 1 倍;自主开发的 PVC 型材专用高抗冲高流动树脂,以及与天津大学合作开发的纳米抗菌 PVC 树脂已通过中试鉴定,目前正在进行工业性试验。

(津文)

兖州矿业大口径塑料管材项目投产

兖州矿业集团新上马“大口径塑料管材”项目现已投产。该项目主要引进德国独家技术和设备,可生产直径 0.4~4 m 的缠绕式大口径塑料管材,成为山东省第一家、全国第三家大口径塑料管材生产厂家。

(中化)