

高性能 UP/GF 复合材料井盖的开发与应用

宫 平 王慧军 李 华 金子明 曲志敏 钟蔚华

(中国兵器工业集团第五三研究所, 济南 250031)

摘要 采用玻璃纤维(GF)和不饱和聚酯树脂(UP)为原料, 研制了高性能复合材料井盖。介绍了该复合材料井盖的材料性能、结构设计及生产工艺。通过与铸铁、水泥、再生橡胶等不同材质井盖的性能对比, 表明复合材料井盖具有承载能力高、抗震性能好、尺寸稳定、耐腐蚀、耐老化、使用寿命长、性价比高等诸多优点, 并且生产工艺简单, 可完全替代铸铁井盖, 具有较高的推广应用价值。

关键词 玻璃纤维 不饱和聚酯树脂 复合材料 井盖

随着现代科技和社会经济的迅猛发展, 城市建设逐步加快, 城市规模在不断扩大, 各种道路设施逐渐进入规范化、标准化管理, 许多管线、网线逐步进入地下管网, 因而井盖在城市规划和道路建设中的市场需求量增大。由于井盖是通往地下设施出入口顶部的封闭物, 凡是安装自来水、电信、电力、燃气、热力等公用设施的地方都需要安装井盖。井盖所用材料以前大都为钢筋混凝土, 但由于钢筋混凝土具有脆性大、易老化、易断裂等缺陷而被铸铁、球墨铸铁等材质所取代。目前铸铁井盖的使用量达 90% 以上。但铸铁井盖因具有回收价值而经常被盗, 由此造成井口“咬人”、“咬车”事件不断发生, 不仅给城市建设带来经济压力, 而且给人们的出行带来一定威胁, 并且也严重影响了城市形象。为了解决井盖被盗问题, 目前主要采取两种方法: 一是在铸铁井盖上安装防盗装置, 但采用此办法既增加了成本, 又不能从根本上解决问题, 且给使用带来诸多不便; 另一种有效的途径是采用不能回收利用(无利用价值)的复合材料制作井盖, 可以从根本上解决井盖被盗问题^[1]。

中国兵器工业集团第五三研究所凭借其雄厚的树脂基复合材料技术, 根据井盖的使用要求, 研制出了新型高性能玻璃纤维增强不饱和聚酯树脂(UP/GF)复合材料井盖。目前生产的此种复合材料井盖已在济南市得到应用, 效果显著。

1 实验部分

1.1 原材料

UP: 自制;

GF: 织物或短切纤维, 常州宏发土工布复合材料工程有限公司;

促进剂: 环烷酸钴, 淄博市淄川鲁峰精细化工

引发剂: 过氧化甲乙酮, 天津 AKZO 公司; 沙子等: 市售。

1.2 仪器设备

高压水切割机: DWJ-B-4 型, 南京大地水刀有限公司;

拉伸试验机: Instron 或 WE-10B 型, 美国 MTS 公司;

弯曲试验机: Sintech 2/DL 型, 美国 MTS 公司; 氧指数测试仪: 英国 FTT 公司。

1.3 试样及井盖制备与性能测试

(1) 试样

复合材料试样制备工艺如图 1 所示。按比例在 UP 中加入促进剂、引发剂配制树脂胶液, 将 GF 织物裁切成一定尺寸进行铺层、浸胶、压制成型。应注意控制好促进剂与引发剂的使用比例, 以确保其在适用期之后固化。

将压制的板材经机加工制成标准试样。

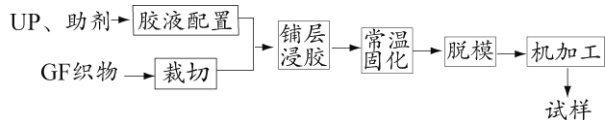


图1 复合材料试样制备工艺流程

UP/GF 复合材料试样的拉伸性能、弯曲性能及阻燃性能分别按照 GB/T 1447-1982、GB/T 1449-1983 和 GB/T 2406-1993 测试。

(2) 井盖^[2-3]

通过大量的试验, 设计了一套较为成熟、完整的 UP/GF 复合材料井盖成型工艺, 其工艺流程见图 2。复合材料井盖制作采用两步法, 首先制备表面层, 然后进行增强层制作。表面层与增强层固化时间的确定是此工艺成功与否的关键, 应合理调配促进剂与

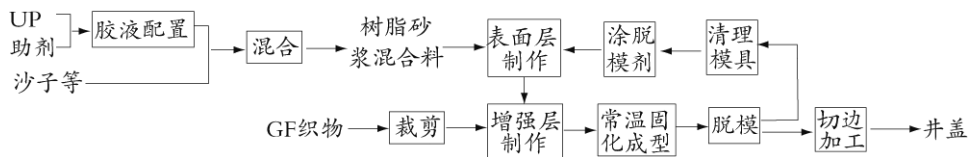
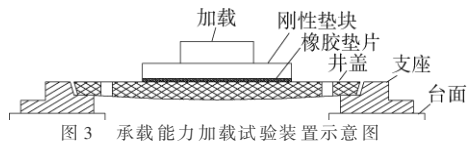


图2 复合材料井盖制备工艺流程

引发剂的比例。

井盖加工完毕后需首先对其承载能力进行检测^[4]。承载能力试验应按成套产品进行。承载能力加载试验装置如图3所示。按照 CJ/T 211-2005《聚合物基复合材料检查井盖》对 UP/GF 复合材料井盖进行测试。



2 结果与讨论

2.1 井盖用复合材料性能

材料的选择是 UP/GF 复合材料井盖研制的关键。所用材料应具有较低的价格,较高的强度,较好的耐候性、抗疲劳性及耐腐蚀性。笔者在军用抗弹复合材料研究的基础上,优选出适于井盖用的 UP/GF 复合材料体系,该材料的性能见表1。用该复合材料制成的部件已在某水陆两栖装甲车上应用8年多,至今完好无损,用来制备井盖应该不成问题。并且该材料体系具有较高的工艺适用性,可适于手糊、模压、传递模塑成型(RTM)等多种成型工艺。

表1 井盖用 UP/GF 复合材料性能

项 目	数 据
弯曲强度 /MPa	780.0
弯曲弹性模量 /GPa	34.0
拉伸强度 /MPa	640.0
拉伸弹性模量 /GPa	29.0
氧指数 /%	34.0
试验载荷 /kN	270.0
破坏载荷 /kN	>390.0

由于 UP/GF 复合材料井盖采用两步法制备表面层和增强层,因而在配制树脂胶液时应注意控制促进剂与引发剂的匹配,若表面层较增强层固化过快或过慢,均会影响产品质量,造成产品分层。所以应根据实际情况合理地调配表面层与增强层的适用期。同时还应注意脱模时间的控制。若脱模时间过早,易破坏产品内部结构;而脱模时间过晚,则会造成生产效率低下。

2.2 井盖结构设计

随着时代的发展,对井盖的要求越来越高,不仅

要求所用材料具有较好的性能,而且对井盖外观的美观性及其环境适应性等的要求也愈来愈高。所以人们在关注井盖质量的同时,越来越重视其美观性,希望井盖能与使用环境融为一体,具有一定的艺术效果。结合此需求,设计出具有一定艺术图案和多种色彩的 UP/GF 复合材料井盖。根据 CJ/T 211-2005 标准对井盖“应有凸起的防滑花纹,凸起高度应不小于3mm”的要求;加之熔料中 GF 织物无法完全充满型腔(花纹面),易造成井盖表面局部富树脂现象。因此在设计 UP/GF 复合材料井盖时采用了双层复合结构:上层为表面层,采用砂浆混合物(或树脂/短切 GF 混合物),其主要作用是传递应力和载荷,增强井盖的耐磨性,美化环境,并具有防滑功能;下层为增强层,采用 UP/GF 织物复合材料,是井盖的主体承力结构层,起承载作用。井盖结构如图4所示。

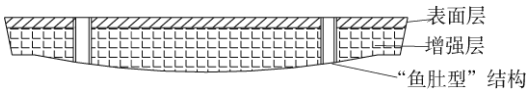


图4 复合材料井盖结构

为了进一步提高 UP/GF 复合材料井盖的整体刚性及尺寸稳定性,减少因复合材料制品固化收缩产生的变形翘曲,井盖的底部采用“鱼肚型”结构设计(见图4)。从受力结构分析,此结构经济合理,在节省原材料及简化模具的同时,可以大幅度提高复合材料井盖的承载能力^[1]。

鉴于目前铸铁井盖的使用量巨大(90%以上),考虑到所研制的复合材料井盖与铸铁井盖的互换性,所设计的新型复合材料井盖的厚度与铸铁井盖相同。对于铸铁井盖丢失(或破损)严重的井口,可直接采用该复合材料井盖替换,无需重新安装支座,最大限度地提高了现有材料利用率,减少施工量,由此可大大节省材料和人工费用。复合材料井盖实物照片见图5。

2.3 井盖的综合性能

置于不同环境下的井盖既要承受各种车辆的碾压,经受各种恶劣的气候,又应具有破损安全性、抗震性、耐磨性、耐老化性等性能。表2列出复合材料井盖与市场上销售的铸铁、水泥、木制、再生橡胶等

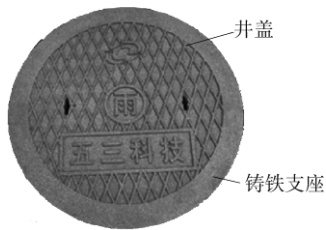


图 5 复合材料井盖实物照片

井盖的性能比较。

表 2 几种井盖的性能对比

项目	复合材料 井盖	铸铁 井盖	水泥 井盖	木制 井盖	再生橡胶 井盖	硅塑 井盖
质量 / kg · 套 ⁻¹	55	100	140	60	150	90
抗震性	好	好	差(易从 边缘开始 破坏)	好	好	一般
开启难易	易开启	易开启	笨重,一 人无法 开启	易开启	笨重,一 人无法 开启	易开启
车辆通过时 的平稳性	无声响	有撞击音	一般	无声响	无声响	一般
耐磨性	优	优	一般	优	优	一般
表面图案 可设计性	强	弱	弱	一般	强	强
加工性能	容易	容易	不容易	容易	容易	容易
尺寸 稳定性	好	不好	不好	好	好	好
承载能力	高	高	一般	低	低	一般
安装性能	好	好	好	好	不好	不好
耐腐蚀性	好	易生锈	一般	不好	不好	不好
耐老化性	好	好	一般	不好	不好	好
破损 安全性	好	不好	一般	不好	不好	一般
使用寿 命/a	10 ~12	5 ~7	1 ~3	1 ~2	5 ~7	
成本/元	310	320	130	180	210	360
防盗性能	好	差	有内置加 强筋,易 被盗	一般	好	好

由表 2 可知,所研制的 UP/GF 复合材料井盖的优点为:①无任何回收利用价值,可从根本上防止被

盗现象的发生;②承载能力高,抗震性能好、噪音低;③产品表面图案与颜色可设计性强,色彩丰富、艺术装饰效果好,可按需要分类着色,并根据需求对外形图案进行设计,将艺术融于产品中;④开启方便,使用寿命长,具有较高的性价比;⑤安全性能高,即使超载承压达到一定限度也不会发生瞬间断裂,造成人身伤害。

2.4 应用情况

自研制开发以来,这种新型 UP/GF 复合材料井盖已先后在济南市高新技术开发区及历下区的解放路等多个路段投放使用,应用效果明显,颇受用户欢迎。

3 结论

(1)选用的材料体系性能优异,具有较高的工艺适用性,可适于手糊、模压、RTM 等多种成型工艺。

(2)UP/GF 复合材料井盖结构设计合理,厚度与铸铁井盖相同,使用时两者具有互换性,能大大节省因更换复合材料井盖而带来的材料和人工费用。

(3)UP/GF 复合材料井盖优异的综合性能,较高的性价比,使其具有较高的开发应用价值。

(4)UP/GF 复合材料井盖表面图案与颜色可设计性强,可将艺术融于产品之中,具有较强的环境适用性。

参考文献

[1] 尹昌平,刘钧,曾竟成,等.复合材料井盖的现状与发展趋势[J].玻璃钢/复合材料,2004(4):43-45.
[2] 黄家康,岳红军,董永祺.复合材料成型技术[M].北京:化学工业出版社,2002:36-47.
[3] 佚名.CJ/T 211-2005 聚合物基复合材料检查井盖[S].北京:[出版社不详],2005.
[4] 罗恒,罗诚,黄健,等.玻璃钢井盖的研制[J].贵州科学,2000,18(4):306-310.

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF HIGH-PERFORMANCE
UP/GF COMPOSITE WELL-COVER

Gong Ping, Wang Huijun, Li Hua, Jin Ziming, Qu Zhimin, Zhong Weihua
(CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

ABSTRACT The high-performance composite well-cover is prepared by using glass-fiber reinforced unsaturated polyester resin (UP/GF). The material performance, sturcture design and production mode of the composite well-cover are introduced. The test of comparing between this composite well-cover with other well-covers showes that the composite well-cover has excellent performances, such as high carrying capacity, good antivibratility, stable dimension, corrosion resistance, ageing resistance, long service life and high ratio of performance to price, its producing process is simple, and it can replace castiron well-cover. The well-cover has excellent extending and application values.

KEYWORDS glass-fiber, unsaturated polyester resin, composite, well-cover