

## 玻璃钢船艇建造工艺浅议

### Brief introduction to FRP boat fabrication techniques

姚树镇

FRP boat development has nearly 60 years of history. Its forming techniques also have made a big progress. This paper author systematically introduces the major popular forming techniques and comments their merits and shortcomings.

玻璃钢发展至今已近60年。我国从试制成功第一艘玻璃钢艇起，到现在也已40年，虽然发展历史并不长，但发展速度比较快。特别是从80年代改革开放以来，生产厂家大大增多，通过合资及外出考察，生产工艺技术也有了很大提高。玻璃钢这一新的结构材料已受到造船及其他行业的广泛重视。目前，国内大多数省和4个直辖市都有玻璃钢船艇生产厂。据不完全统计，不包括港、澳、台在内，约有180余家，并有一些设计、科研部门从事玻璃钢船艇的设计以及船用材料、设备等的研究。产品质量也不断提高，一些厂家的产品还远销国外。



天津吉尔曼船舶有限公司的员工正在铺设玻璃纤维毡

玻璃钢成型工艺几十年来也有很大发展，由较早应用的手糊、模压成型，发展到缠绕、喷射、注射及拉挤等多种方法，机械化成型的比例在不断上升，减轻了作业时的劳动强度。

玻璃钢船艇与其他玻璃钢制品相比，具有体积大、结构复杂、技术含量高、附加值高等特点，属劳动密集型产品。玻璃钢船艇的成型工艺也有其一定的特色，即由于造型及结构强度的需要，需采用多次成型法，而不能一次完成，再加上造型复杂，有些成型方法如缠绕、拉挤等不适用于玻璃钢船艇。

玻璃钢船艇的主要成型工艺有以下几种。

1. 手糊法 也叫积层或层敷、铺糊法。为玻璃钢生产作业中最早的成型方法，也是玻璃钢船艇生产中至今仍应用得最多的工艺方法。具体做法是先在已采取脱模措施（上脱模剂或擦脱模腊）的模具上喷涂胶衣树脂，待胶凝到一定程度后，再调配树脂（通常为不饱和聚酯树脂，调配即是在树脂中加入引发剂和促进剂，使树脂在一定时间内能凝结成固体），在胶衣层上涂刷一层后，铺上一层事先按模具尺寸裁剪好的增强材料（玻璃纤维布或毡），用刷帚、刮板或辊轴等工具使增强材料浸透树脂，排除气泡，并使树脂均匀分布，含量适当，一层完毕后再进行下一层，如此反复进行，直到完成规定厚度（层数）为止。待树脂固化到较充分的程度后脱模，经修整加工后即产品。

手糊成型简单易行，是最有灵活性、最经济的生产手段。只要有了模具，操作人员具备一定的技术素质，就可生产出造型各异的产品来。它的不足是劳动强度大、生产条件差、生产效率较低、影响质量的因素多，操作人员必须具有一定的技术素质的熟练程度才能胜任。

2. 模压法 为机械加工方法。将专用于模压成型的模塑料（浸渍了树脂的玻璃纤维，有片状的SMC及团状的BMC两种）按需用量称量后填进钢模中，合模，通过加温加压，在数分钟内即可固化，脱模修整后即成品。模压法的优点是生产效率高，制品质量稳定。不足之处是必须制备耐压耐温的金属对模、费用高，并要配备适用的压机，一次投资大，且由于受压机台面尺寸的限制，只适于生产较小的产品，如帆板、小型游艇之类，无法生产大尺度的船。

3. 喷射法 使用双口喷枪，一口喷树脂，树脂在喷口内由两个管路汇合，一个管路的树脂含有引发剂，另一个管路的树脂含促进剂，在喷口内混合后喷出；另一枪口是将玻璃纤维纱通过喷口后的切割器切成定长的短纤维，然后借助压缩空气喷出。两口呈一定角度，使喷出的树脂与短纤维在模具面上会合而成型，替代了手工积层操作。此法是借助机械进行的手工作业，作业质量仍由操作者手工控制，减轻了劳动强度。用此法形成的玻璃钢层相当于使用玻璃纤维短切毡浸渍成型，树脂含量高，致密性好，但强度相对较低，只适用于强度要求不高的产品。在船艇生产中只能取代玻璃纤维毡层，不能取代玻璃布层，否则应予加厚，才能达到布、毡结合的设计强度。喷射作业时有树脂雾状逸散，应

做好现场劳动防护工作。



33米FRP渔船的甲板采取了喷射成型工艺

4. 注射法 模具也需对模，且要耐压并具有良好的密闭性。成型时先在下模上按制品设计厚度（层数）铺设裁剪好的玻璃纤维布和毡，将上模合上并加密封紧固，从设置的注射口通过压力注入调配好的树脂，浸透增强材料并排出模具中的空气，经自然固化或加热固化过程后，脱模，即成为制品。此法省去了人工浸渍增强材料的工序，提高了效率，质量有保证。在此基础上又派生出真空辅助成型法。即在对模合上、紧固密封后，先将模腔内空气抽去，成为真空，然后打开模上的树脂输送阀门，树脂即被自行吸入，充满模腔，浸透增强材料。

注射法国外应用较多，国内在汽车配套件等产品上也已有运用，但制品尺度不大。在技术上由于要求对模密闭性好，有一定难度，且要求模具有较高的刚度。目前国内尚未在船艇生产上应用。其优点同模压法，但成本相对较低。

5. 浸渍法 通过浸渍机将玻璃纤维增强材料浸渍树脂，再做铺贴作业的成型方法。具体过程为，先将玻璃布或毡等增强材料通过传动装置进入树脂槽内浸透树脂，再经辊子等装置使含胶量达到预定的要求数值，然后根据船艇产品各部位尺寸大小的需要截取，衬贴于模具上，再通过辊压刮平工序，使衬贴紧密、无气泡。由于省却了人工浸渍程序，减轻了劳动强度，提高了工作效率，质量有保证。如再辅以辊压机等设备，则可实现机械化作业，取代手糊操作。国外大尺度玻璃钢船推广此法。

如何选择以上几种工艺方法，应根据产品大小、复杂程度、批量多少、成本高低以及企业资金情况来定。

现在有些人认为手糊法太原始，是落后的作业方法，应该淘汰。但笔者认为，手糊成型法有其优越的一面，即简单易行，可现场作业，特别适合大型、复杂的制品。有些机械成型不易做到的，用手糊法可以做到。因此，手糊成型不会被淘汰，而只会逐步改进。到目前为止，玻璃钢生产十分发达的欧洲，手糊成型在整个玻璃钢工业的成型工艺中占22%，居第二位；日本的手糊成型也占18%，居第三位。

我国在玻璃钢造船方面，基本采用手糊成型工艺，只有少数单位有喷射设备。为确保产品质量，逐步接进国际水平，玻璃钢造船行业必须重视手糊工艺、加强工艺管理、提高操作人员的技术素质。认真扭转轻视手糊工艺的倾向，只有重视了，质量才会有保证。同时，结合船艇生产的特点和玻璃钢船向大尺度发展的趋势，从发展角度考虑，应该研究并重视机械浸渍法工艺，使船艇生产由手糊逐步向机械成型工艺过渡。

[返回主页](#)

© 版权所有：北京国际船艇杂志社

电话：8610 62180737 传真：62182171 E-mail: [gjct@public.bta.net.cn](mailto:gjct@public.bta.net.cn)

制作：中国船舶工业综合技术经济研究院信息中心

技术支持： [webmaster@shipchina.com](mailto:webmaster@shipchina.com)