

船艇玻璃钢模具制作成型工艺应用的探讨

摘要：介绍了船艇玻璃钢模具的制作工艺过程和具体工艺要求，对玻璃钢船艇的阳模和阴模的制作工艺进行了详细的分析和介绍。

关键词：**玻璃钢，玻璃钢模具，乙烯基树脂**

本文主要介绍玻璃钢船艇模具的制作工艺过程和具体工艺要求，对玻璃钢船艇的阳模和阴模的制作工艺进行了详细的分析和介绍。

1 产品总体工艺方案的设计思想

(1) 根据船艇水上快速运动特性和玻璃钢材料的特性，要保障船艇的各项技术指标，在很大程度上取决于船艇形体的制作质量。为此，对船艇模具制造工艺的设计，则以高起点、高档次、高标准的工艺技术思想为基础，选定采用木质阳模为过渡模，翻制玻璃钢成型（阴模）的制造工艺形式，以确保满足设计图样和技术要求，符合 CB/Z 180-1998 船用玻璃纤维增强塑料制品手糊成型工艺及 CB/Q 016-1998 玻璃钢船用模成型工艺标准，实现船艇形体设计的制作质量要求目标。

(2) 制作木质阳模，其工艺性强，技术含量高，对制作的技术、技能及制作经验具有相应的能力要求。为此，木质阳模的制作质量将由拷贝的玻璃钢成型模作为船艇成型质量的最终考核依据。

2 船艇木质阳模制造工艺

2.1 型线放样

根据船艇型线图型值，按实艇尺寸，以 1:1 比例移植到样台。由于考虑木制阳模模面加工时的强度，在型线放样中，将各站距间增设一道 1/2# 站，以使拼装模条跨距缩小，增强模条受力强度和减小型变量。型线放样完成后，要求检验复检验收定型。

2.2 造模样板制作

(1) 造模样板主体材料采用 P15 ~ 20 的多层优质夹板及松木。

工艺要求：夹板无分层、厚薄均匀。造模样板辅助衬档及面板均采用松木，其含水率 $\gt 18\%$ 。

(2) 制作造模样板应在样台上，以基线和中心线为基础，将横剖面型线的轮廓线分别录制在标注有各自站号的样板上，并进行切割修型精细加工。

工艺要求：各站横剖面样板的加工与横剖面型线的对应误差应 $\gt 0.5\text{mm}$ ，并要求检验复核。

(3) 在样板连接加固中，应按样板对称性要求进行连接加固。

工艺要求：样板拼接加固成型以后，不得产生扭曲松弛变形现象，加固板条端面应距样板轮廓线以下 20 ~ 30mm。

2.3 制模场地的选择

(1) 制模场地应选宽敞、通风、干燥、清洁干净、无尘污染、地面平整的场所。

(2) 制模场所必须具备起吊设备及照明设施。

2.4 造模基础平台制作

(1) 在选定的制模场地上应根据船艇主尺度和施工周转范围量合理的设置平台基础。

(2) 平台基础的设定应与地面贴合紧密牢固、平稳。

工艺要求：平台基础制作的水平度和平直度误差应 $\gt \pm 1\text{mm}$ ，并要求检验复核确认。

(3) 加设天平线，天平线支撑架可利用脚手架和自制铁架（或其他方式）建立。

工艺要求：天平线支架设立应牢固、可靠，天平线可采用 1mm 的钢丝，用重物垂吊拉制而成。

2.5 制定基础中心线及各站线

(1) 利用设置的天平线，在造模基础平台上定出平台中心线。以平台中心线为基础，在中心线两侧可用自制划规制作垂直平行线的方法，制定出各站横向站线，然后用直尺分别定出各站半宽站点并进行校核确认。

(2) 在确定各站线、站点后，必须标定出各站号标记。

工艺要求：所制定的主尺度型线及横向各站线间距平行度与理论站线间平行度相对偏差应 $\gt 1\text{mm}$ 。

2.6 样板的设定

将制作好的造模样板，分别以中心线和各自的站位准确对应设定。样板设立艏部以样线为基础，统一朝向，并利用天平线和线锤，垂直校核逐一调整各站样板。

工艺要求：各站造模样板经校核确定后，可用连接木条加固固定形成立体箱。

2.7 模面拼装

(1) 模面拼装条采用松木条（红松），其含水量 $\gt 18\%$ 。以造模样板外轮廓线为基础，将拼装木条制作后，用泡力水以“U”型三面涂刷封孔处理，泡力水干燥后，按铺设地板的方法逐一按序进行拼装。

工艺要求：对每根拼装板条，经加工后都应用泡力水进行封孔处理。

(2) 在拼制过程中，每拼装一根，应对其拼合面用胶水涂刷粘结，并站板间拼装用 2 ~ 3 个钉子进行中间加固，使板条形成整体效应，增强模面刚度。

工艺要求：在拼制中，如遇拼装板条长度不够或曲面度过大而不能平顺过渡时，可按拼装方法加工完成，但要求拼装接头不能设立在同一断面上，而形成过大的折角点，应该合理地错档拼接，平顺过渡。

2.8 木质模面粗制加工

(1) 模面拼装完成以后，可用电刨或者磨光机对模面阶梯和折角进行机械粗制加工。

工艺要求：在粗制加工中，应以拼装条低折角点为加工基础，平整、平顺模体。

(2) 模面粗制机械加工完成以后，对拼装产生的开缝、缺损及低洼处，经测量后划出加工标记，可用封孔剂和原子灰进行填补修正。

工艺要求：粗制模面加工的平整度、平顺度在 2m 内不得有 5 处偏差大于 1mm 的间隙误差量，并要求有检验科按型线复测验收确认。

(3) 船模检验应符合厂标 BC/Q 016 - 1999 玻璃钢船模成型工艺中的有关标准。船模主尺度：型长允许偏差 $\gt \pm 0.125\%$ ，型宽允许偏差 $\gt \pm 0.25\%$ ，型深允许偏差 $\gt \pm 0.25\%$ 。

工艺要求：对木质模体主尺度进行测量考核，以负公差为控制手段。

(4) 为保障模面的整体性加工效果，在模面粗制机械加工并经型线复测验收确认后，表面糊制 M300 × 2 玻璃毡，糊制可采用平接方法，拼缝错开。固化后应清除糊制面的毛刺及高聚物。

2.9 模面修型制作

对船体初步整体修型主要是平整度、平顺度、曲顺度的修整处理。修理工序如下：

(1) 砂磨表面处理完成后，可用原子灰进行局部缺陷的修补批嵌、砂磨处理，修整可反复进行，直至质量符合要求。

工艺要求：对艇模平直面的砂磨，可采用平直方

木块包裹砂纸或采用专用打磨工具进行打磨，打磨面呈平直状态。对曲面的砂磨，可采用软泡沫包裹砂纸进行打磨，软泡沫轻压易随曲面贴服，打磨面呈曲面状态。最终加工质

量应进行验收确认。

(2) 局部修整完成后，应进行整体饰面修形，以保证形体模面的一致性。整体饰面修形采用易打磨腻子或易打磨树脂材料，修形可反复进行，每次易打磨腻子喷涂成型厚度可控制在 0.65 ~ 0.75mm。

工艺要求：在修形中，每次易打磨腻子或树脂材料喷涂成型固化后，可用 400# → 600# → 800# 水磨砂纸按工序干砂加工，该工序以整体光顺修形为主，最终打磨成型质量，视曲面及平直面基本无明显光顺过渡硬点及局部凹凸点为止（每道砂磨加工质量应验收确认后，再进行下道工序的施工）。

(3) 整体饰面修型完成后，可采用喷涂高光胶衣对磨面再次进行深度精细加工，高光胶衣修形可反复进行，在修形中，每次喷涂成型厚度控制在 0.2 ~ 0.25mm 即可，待修形面定型后，高光胶衣喷涂成型厚度控制在 0.4 ~ 0.5mm。

工艺要求：在修形中，每次高光胶衣喷涂成型固化后，可按 400# → 600# → 800# 水磨砂纸顺序加工，但要求后标号砂纸的痕迹必须覆盖前标号砂纸的痕迹，待修形面定型后，可按 800# → 1000# → 1200# → 1500# 水磨砂纸顺序加工至符合光照无折影，影像不变形状态要求为止。在水磨加工中，应谨慎上水，每隔 30 ~ 60min 应将模具周边及地面积水清除一次。每道砂纸水磨质量应验收确认后，再进行下道工序的施工。

(4) 高光胶衣整体饰面完成后，可采用美国进口研磨 1# 砂纸，3# 研磨膏进行循环研磨、抛光，直至彻底消除水磨砂纸遗留砂痕，呈亚光镜面状态。每循环研磨、抛光一次，应验收确认后，再进行下道工序的施工。

(5) 研磨工序完成后，可用美国进口 8# 蜡对模具表面进行上光处理。

工艺要求：上蜡、抛光 2 次，上蜡、擦蜡 5 次以上。模具表面呈镜面状态，擦蜡完成后，应进行验收确定。

3 船艇玻璃钢阴模制作工艺

3.1 喷涂胶衣

在母模表面处理的基础上，阴模成型施工前，为防止灰尘及其污染，应再次上蜡、擦蜡 3 次以上，确保模具表面光亮呈镜面状态及脱模效果。喷涂乙烯基模具胶衣，模具胶衣采用美国亚什兰 GT7540，固化剂采用美国硕津固化剂 MEKP-9。

工艺要求：胶衣喷涂前，应做好小样实验，掌握胶衣树脂的固化特性，为施工时确定配方作参考，小样实验中包括胶衣无气泡的实验。喷涂时，再按施工当日的气候温度合理的确定配方，胶衣喷涂最好是晴天，喷涂应该均匀。该模具胶衣厚度为 0.8mm，局部最大厚度应不大于 1mm。

3.2 成型

(1) 阴模铺层结构：该阴模壳板厚度为 15mm(包括胶衣厚度)，具体铺层结构及操作顺序为 $\delta 15 = GC + M30 + M300 + M300 + M450 \times 3 + M450 \times 3 + M450 \times 3 + M450 \times 4$ 。

工艺要求：阴模铺层成型应根据操作情况进行，但成型次数应不小于 7 次完成，单层成型固化后，应给予熟化时间为 3 ~ 4h，多层成型固化，熟化时间为 12h 以上，方可进行下道铺层工序的施工。模具翻边阴角周向采用玻璃纤维长丝与树脂的预浸料条进行制作。

(2) 阴模铺层 M30 + M300 + M300 + M450 × 4 的成型，采用法国诺德 680 表层乙烯基树脂，固化剂采用美国硕津乙烯基树脂 MEKP-925H，其余铺层成型可采用采用法国诺德 RM2000 零收缩树脂处理完成。

工艺要求：在滚毡中，搭接缝应滚压至平整，滚压质量以无缝、无高、低感觉为标准，毡的树脂含量应控制在 65% ~ 75%。RM2000 模具树脂应用最主要是控制树脂凝胶时间，配制时树脂凝胶时间控制在 45 ~ 60min 为宜，过快造成工序未完成中途固化，影响产

品质量，收缩率高，过慢易产生流胶。

3.3 模具骨架成型

(1) 材料的选择：模具纵向骨架芯材选用聚氯乙泡沫，横向骨架芯材选用 P15 多层夹板，边口框架选用松木板材，其含水率应 $\leq 18\%$ 。

(2) 骨架制造工艺要求：骨架制作应符合图纸设计尺寸要求，骨架芯材的设置应做到横平竖直、弯曲顺畅。

(3) 纵向骨架辅层、横向骨架辅层、框架辅层均为 $\delta = 4 = R400 \times 6 + M450$ 。

(4) 阴模糊制成型后给模具有一定的固化期。

工艺要求：模具成型后，熟化时间为 15d 以上，以使模具得到充分固化。

(5) 模具表面加工处理：当艇体模具成型完成脱模后，应对模具边扯口进行整形修饰，修整至边口无毛刺、光滑、平整为止。

(6) 模面的处理可视模面精度情况，必要时可用 600# \rightarrow 800# \rightarrow 1000# \rightarrow 1200# \rightarrow 水磨砂纸按序进行加工。

工艺要求：每道砂纸标号应磨至该标号砂纸的磨制痕迹后再进行下道砂纸标号的施工，每道砂纸砂磨完成后，应检验验收确认，直至水磨完成。

(7) 水磨加工完成后可采用进德国曼泽纳抛光蜡

1#抛光膏对模面进行研磨+2#抛光处理。

工艺要求：研磨、抛光均为 2 ~ 3 遍，上光擦蜡 5 次以上，直至横模面呈镜面状态，操作完成后，应报检验收确认。

4 结语

以上模具成型工艺只作为示范，仅供参考。工艺内容中将工艺流程的安排、质量的保证措施以及操作技术要点、工艺要求、质量检验等作出相应的安排。其主要目的是满足和实现产品的设计要求，制定出工艺设计文件，并在建造中认真实施，确保工艺文件的贯彻执行。