

柴油机钟形罩制造工艺研究与开发

卫佩勇

(七一一研究所, 上海 201108)

摘要: 通过分析柴油机钟形罩制造技术开发过程中的工艺难点, 着重阐述了钟形罩制造工艺过程中可能产生的问题, 并针对这些问题开发了合理的工艺流程、设计了相应的工装和刀具, 保证了钟形罩制造过程中的尺寸精度和形位公差要求, 经小批量试生产证明, 采用传统工艺及工装能完成有很高精度要求的钟形罩的制造。

关键词: 柴油机; 钟形罩; 90°伞形; 变量; 制造工艺

中图分类号: TK426 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2010)05-0042-03

Research and Development of the Manufacturing Technology for Diesel Engine's Bell Housing

Wei Peiyong

(Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

Abstract: The difficulties met in the manufacturing of diesel engine's bell housing are analyzed for its technology development. The problems which may occur during the manufacturing is discussed specifically. Rational technological process, as well as applicable fixtures and cutting tools were developed with a view to solving these problems, which guarantee the dimension precision and tolerance requirements. Small-batch trial production verifies that traditional technology and fixtures can satisfy the high-precision requirements for the manufacturing of bell housing.

Keywords: diesel engine; bell housing; 90° umbrella shape; deformation value; manufacturing technology

1 前言

柴油机钟形罩是柴油机与发电机中间联接过渡套, 它的使用性能决定着柴油机与发电机刚性对接状态。由于钟形罩在柴油机工作中要承受很大的冲击扭转力矩和负荷及方向在不断变化的交变弯曲力, 还承受扭转振动。因此, 钟形罩作为柴油机中的关键部件, 其加工精度要求高, 加工过程容易产生较大的变形。本文在现有技术水平、设备条件和生产能力的条件下, 开发设计了柴油机钟形罩的加工工艺以及工装和刀具, 解决了钟形罩在加工过程

中的精度控制和变形问题, 通过试加工和小批量生产证明了采用传统工艺加工钟形罩的可行性。

2 柴油机钟形罩结构特点分析

柴油机钟形罩材料采用 QT600-3 球墨铸铁, 机械性能达到 870 N/mm², 产品厚度 195 mm, 与柴油机机身连接定位止口直径 $\varnothing 950$, 与发电机联接定位止口直径 $\varnothing 705$, 采用四块 90°伞形拼装成一个圆盘结构, 见图 1。与整体结构的柴油机与发电机中间联接过渡套相比, 该钟形罩(四块 90°伞形拼装)具有结构复杂, 拼装后的圆盘加工刚性差、

收稿日期: 2010-05-16

作者简介: 卫佩勇(1955-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为柴油机制造技术, E-mail: weipeiyong1235@126.com

容易变形等特点, 对加工工艺提出了全新的要求。

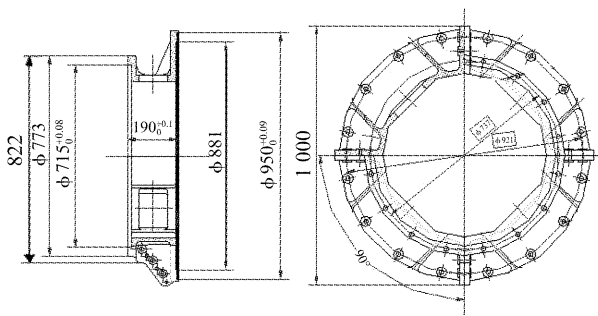


图 1 四块 90°伞形拼装的钟形罩结构图

3 柴油机钟形罩加工工艺难点分析

钟形罩毛坯是采用铁模、电炉熔渣浇铸成型, 调质淬硬及退火处理, 达到机械性能要求。该钟形罩结构与其它类型船用柴油机与发电机中间联接过渡套结构最大差别是采用四块伞形拼成一个整圆。而国内外其它类型船用柴油机与发电机中间联接过渡套结构均采用整体圆筒, 材料采用 16Mn 钢板, 通过焊接成整圆。从两种结构设计方面分析, 采用四块伞形拼成一个整圆, 带来的好处是船上检测、维护时装拆方便, 但加工制造的难度大幅度增加, 表现在以下几个方面:

(1) 由于材料采用高强度的 QT600-3 球墨铸铁, 机械性能达到 870 N/mm^2 , 材料本身已属于可加工性较差的种类; (2) 设计上为保证钟形罩在使用过程中装拆合并不变形, 要求四块伞形拼成整圆时, 每个相贴合的接合面垂直度、平面度、贴合度均达 75% 以上。而单块 90°伞形的壁簿零件, 刚性差, 不易装夹和压紧, 在切削时易产生振动和让刀, 零件表面会产生振痕和加工误差, 使得拼装后整圆的垂直度、平面度、贴合度难以达到设计规定的要求; (3) 拼装后整圆的钟形罩两端分别连接至柴油机与发电机止口, 整圆的尺寸公差和位置公差的精度要求很高。因此, 在四块伞形拼成一个整圆后, 还需要对整圆进行切削加工, 以达到整圆的设计要求。由四块伞形组成的整圆, 存在每一块的加工误差和连接误差, 整圆加工时每一块需要加工的余量是不相同的, 导致在对整圆进行切削加工时, 切削力不均匀, 会产生振痕及变形, 使整圆难以达到设计精度要求。

4 制定合理工艺流程

根据单块和整圆加工容易变形及各块加工余量

不均匀的情况, 制定了粗、精分开的加工工艺方法, 通过增加装夹次数, 不断消除加工中变形量, 消除加工中应力, 达到设计图纸要求。按此思路编制的工艺流程为: 毛坯高温退火 - 划高度平面线 - 粗铣工艺基准 - 划伞形 90°角尺平面线 - 粗铣伞形 90°角尺平面 - 探伤 (超声波) - 回火 - 喷砂 - 半精铣高度平面 - 半精铣、精铣伞形 90°角尺平面及钻、铰定位销孔、攻螺栓孔 - 4 块伞形拼成圆 - 粗车两端平面及定位止口 - 拆开、拼装 - 钻、铰定位锥销孔 - 拆开、修整伞形 90°角尺平面、拼装 - 低温回火 - 喷砂 - 油漆 - 精车两端平面及定位止口 - 钻两端平面上各孔 - 检测 - 拆开、拼装 - 三座标检测 - 油封。

5 钟形罩制造过程中的问题及解决措施

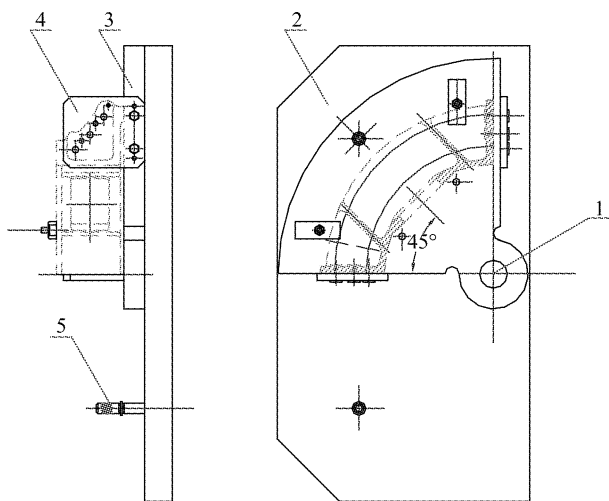
钟形罩为 4 块 90°伞形拼装成圆结构, 每块伞形块在使用过程中需要能互换, 并且装、拆合拼中不变形。对整个加工过程中可能出现的问题及解决措施可归纳如下。

5.1 单块伞形两直角平面及定位锥销孔钻、铰加工

(1) 两直角平面及定位锥销孔钻、铰加工是拼装圆前关键工序之一, 其加工质量直接影响车削两端联接柴油机机身与发电机止口加工质量和产品质量。单块伞形块壁簿, 刚性差, 装夹困难, 难切削, 易产生振痕。切削中容易弹性变形, 而且加工平面要求直角、对称、各壁厚均匀, 给加工伞形两直角平面带来不少难度。

解决措施: 设计制造铣、钻组合工具 (见图 2)。由工具保证单块伞形两直角平面在铣削加工中尺寸、接合面垂直度、平面度符合工艺要求, 使 4 块伞形两直角平面拼成圆后车削加工变形小。粗铣后进行高温回火, 消除粗加工应力, 然后半精铣。因半精铣伞形两直角平面时, 工件固定夹紧力较大, 切削后, 放松并检测, 发现两直角平面微量变形, 主要因素是夹紧力较大产生。在精铣伞形两直角平面时, 采取工件固定夹紧力放松, 减少切削余量, 消除壁簿、刚性差所产生微量变形。由于单块伞形两直角平面在铣削后还需进行钻、攻螺孔及钻、铰定位销孔, 还会造成单块伞形两直角平面微量切削变形, 在半精铣后放 0.2 mm 加工余量, 再钻、攻螺孔及钻、铰定位销孔, 然后再精铣伞形两

直角平面, 消除微量变量, 达到拼成整圆后接合面达到工艺要求。



1—定位转轴 2—定板 3—动板 4—钻模板 5—定位插销

图 2 伞形 90°角尺平面铣、钻工具结构图

(2) 4 块 90°伞形拼装成圆前需要在单块伞形两直角平面上加工定位锥销孔, 其铰削接触面大小及锥孔位置高低将直接影响拼装精度。由于标准 1:5 锥度铰刀与专用 1:5 锥销在制作中不一定相匹配, 再则, 预钻直孔小, 再用锥度铰刀铰削, 使切削余量大, 产生锥销孔让刀现象, 光洁度差, 孔直线性差。当锥销安装后, 造成锥销与锥孔不贴合。使 4 块伞形拼装圆时, 伞形两直角平面贴合度不均匀, 两端面错位, 直接影响车削后, 拆开、拼装位置, 达不到图纸要求。

解决措施: 用图 2 工具先预钻小直孔, 保证伞形两直角平面上锥销孔位置, 用专用 1:5 锥度环规修整 1:5 铰刀锥度, 使 1:5 锥度铰刀与锥销锥度一致。在工艺上采取拼装后进行扩成台阶孔, 以减少锥度铰刀切削余量, 再用专用锥度铰刀, 分粗、精铰削, 控制 1:5 锥度大端直径措施, 经专用量规检测, 保证锥面贴合度。每次拼装后用手工铰削毛刺, 使锥面保持接触面良好, 保证拼装伞形两直角平面贴合度及位置度。为后道车削加工质量打好基础。

5.2 两端连接柴油机与发电机止口车削加工

两端连接柴油机与发电机止口车削加工是加工中另一关键工序, 4 块伞形拼装成圆后其车削加工两端内、外圆止口质量将直接影响联接柴油机机身与发电机装配对中质量。由于每块伞形块需车削的余量不均匀, 壁簿、刚性差、装夹困难, 切削属断续切削, 易产生振痕, 切削变形等, 给 4 块伞形拼装成圆后的车削加工带来不少难度。

解决措施: 在半精车后, 将其解体, 释放半精车后切削应力, 修正伞形两直角平面残余变形量。在保证 4 块伞形两直角平面接合面几何精度、尺寸精度、位置精度前提下, 拼装并确保锥销孔贴合度, 所有螺栓拧紧力矩保持一致, 同时在精车前增加低温回火处理, 消除残余应力。精车时将原车工具辅助校准块改装成悬梁式结构, 减少夹紧接触面, 解决夹紧时钟形罩弹性变形, 并配置平衡重, 以消除工件回转不平衡量。切削两平面时, 多翻几个面, 以消除拼装时平面产生误差, 使工件基准与工具配合良好, 减少夹紧变形量。通过一系列工艺改进措施, 精加工后经临床、平台检测, 以及几次解体后, 重新拼装, 三坐标检测, 其加工尺寸、形位、位置公差均符合产品图要求。

6 伞形两直角平面铣、钻工具结构特点

目前, 普通机械制造厂铣削加工伞形两直角平面及钻、铰孔加工, 一般采用四轴联动数控卧式加工中心, 装夹工具随工作台转 90°, 加工两直角平面及孔, 来保证工件尺寸和位置公差要求。本伞形两直角平面铣、钻工具就是根据此结构原理设计制造, 在普通镗床就可加工、检测、控制伞形两直角平面及孔、螺孔加工尺寸公差、位置公差。不足的是, 需要在切削过程中随时掌握切削中的弹性变形状态, 便于随时修整。

本工具的工作原理是, 采用一块定板, 与机床工作台中心定位, 另一块为动板, 与定板定位, 可 180°角旋转。用定位插销定 90°角位置。铣削伞形两直角平面时, 用对刀块控制伞形两直角平面尺寸公差及位置公差, 钻、铰定位锥销孔及钻、攻螺孔采用可拆钻模板, 铣削伞形两直角平面后装上即可加工各孔, 控制每块伞形两直角平面所有孔尺寸公差及位置公差一致。

7 结 论

伞形两直角平面加工及拼装成整圆的工艺方法经不断改进, 在实施多台套的钟形罩加工中, 经过反复拆开、拼装检测, 其质量稳定, 进入批量生产, 解决了伞形两直角平面和整圆的车削加工变形问题。实践证明, 利用普通机床, 配以合适的工艺和工装也可以进行伞形拼接式钟形罩的加工, 且加工精度和稳定性能满足图纸要求。