

新一代中速柴油机机体加工工艺研究

顾镇亚, 冯忠民

(七一一研究所, 上海 201108)

摘要: 所研究的新一代中速柴油机机体内设计了滑油和冷却水通道, 导致加工难度大幅度增加。阐述了利用组合刀具、高转速合金铣刀、抛物线深孔钻等刀具以及先进加工工艺, 满足了机体的加工要求, 提高了加工效率, 避免了加工应力对机体关键部位加工质量的影响。在检测手段上, 采用高精度测量工具和光学测量工具取代三坐标测量, 完成对机体关键尺寸、关键部位的检测。

关键词: 柴油机机体; 加工工艺; 刀具; 检测

中图分类号: TK426 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2010)04-0044-03

Research on the Cylinder Block Machining Technology of a New Medium-speed Diesel Engine

Gu Zhenya, Feng Zhongming

(Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

Abstract: The lube oil and cooling water channel were designed for a new developed medium-speed diesel engine, which resulted in big difficulty in machining. Combined cutting tool, high-speed alloy milling cutter and parabola depth drill were applied as well as some advanced machining technology, which can satisfy the machining requirements of cylinder block and enhance efficiency, and avoid bad influence of machining stress on the key parts of cylinder block. High-precision measuring tool and optical instruments were employed instead of 3D measuring to accomplish the measuring of key dimensions and points of cylinder block.

Keywords: diesel cylinder block; machining technology; cutting tool; measuring

1 概述

提高生产效率和优化加工工艺是当前制造技术研究的发展方向。为满足新一代柴油机机体的高效加工, 深层次的掌握柴油机核心部件的生产技术, 本文利用数控加工设备的优势, 优化组合各种功能的加工设备, 对加工工艺流程和具体加工方法进行研究和探索, 形成了较为合理和先进的加工工艺, 并经过实际试用, 达到了缩短加工周期, 提高设备利用率的目标。目前该研究成果已在柴油机机体批量生产中得到了应用, 产生了可观的经济效益。

2 工艺方法

(1) 最新一代中速柴油机机体为箱体类薄壁零件, 因此工艺设计的出发点是, 尽量减少加工应力引起的机体变形。在工艺编排中, 主要采取细分各个加工阶段, 将粗精加工分两次装夹, 待粗加工完成后, 松开工装压板, 释放加工中的应力并散热, 然后重新轻压后进行半精加工、精加工, 这样避免了粗加工产生的内应力和切削热等对加工精度的影响。

(2) 气缸孔为轴向不同孔径组合, 是柴油机的关键部位, 需装气缸套和活塞运动, 必须控制各孔的同轴度和与曲轴孔的垂直度。在工艺上采用以

精镗后的曲轴轴承中心线为基准, 保证设计基准加工基准重合。设计的装有微调镗头的高精度组合镗刀, 并利用数控系统的主轴准停功能。由于组合镗刀镗杆长度已经尽可能的缩短, 精镗各档阶梯孔时, 既最大限度的提高了切削刚性, 又确保孔加工后的同轴度。见图 1。

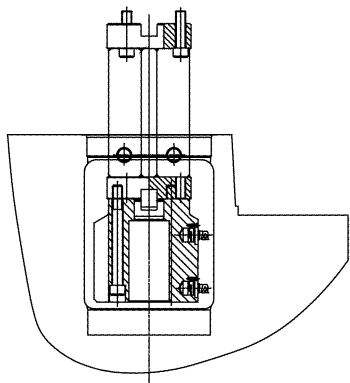


图 1

(3) 提高缸套支承面平面度、支承面与曲轴孔中心的垂直度, 并确保该支承面与曲轴孔中心距离, 是机体加工中的又一项关键工序。传统方法是采用刮削加工, 刀刃承受力很大, 导致刀杆弯曲变形, 加工部位易出现盆形, 而且加工中刀体还会产生颤动, 很难保证平面度和尺寸精度。因此, 精刮后常常需要用人工补充研磨, 费时费力。作者提出的采用合金铣刀圆弧顺时针高速插补铣削, 可以使切削合力与刀具轨迹方向一致, 消除了传统方法的不足, 铣削后达到相当好的平面度、垂直度和粗糙度, 同时也更好地满足了缸套支承面与曲轴孔中心的尺寸精度。

(4) 曲轴孔是若干个沿线同规格孔, 是柴油机心脏部位, 也是受力最大部位, 因此, 也是机体精度要求很高的关键部位。一要保证曲轴轴承中心与气缸孔中心重合, 二要保证曲轴孔同轴度及与机体底平面的平行度。根据数控机床镗曲轴轴承孔是跳跃式加工的特点, 为防止碰撞, 镗孔前先插铣轴承开档, 并同时粗镗曲轴轴承孔。安装轴承盖后, 再精镗曲轴轴承孔。其中关键点是, 安装轴承盖前轴承中心机体至底平面必须留精刮余量, 因为安装轴承盖的贯穿螺栓和拉伸螺钉的紧固力相当大, 能使机体底平面产生变形。

(5) 该机体喷油凸轮轴承孔和进、排气凸轮轴承孔不在同一直线上。进、排气凸轮轴承孔径中心高于机体窗口位置。要保证精镗后凸轮轴与气缸孔、曲轴孔、齿轮轴孔的距离尺寸精度满足装配要求。因此在工艺设计上, 第一步: 必须用贯穿螺

栓, 按设计规定步骤和扭矩要求将曲轴轴承盖安装到位, 使机体加工状态与装配一致。第二步: 根据机体凸轮轴孔处的轴承宽度和窗口位置和内腔结构形状, 设计喷油凸轮轴孔和进、排气凸轮轴孔通用的附件结构外形。由于镗喷油凸轮轴承孔和进、排气凸轮轴孔采用同一附件, 可以保证机床设置后参数自动修正的一致性。精镗凸轮轴孔用曲轴孔为定位基准, 循序镗凸轮轴孔、齿轮轴孔, 确保镗孔后达到产品图纸间距要求。

(6) 贯穿机体顶平面、曲轴孔哈夫面的曲轴轴承盖安装孔和穿过喷油、进、排气凸轮轴承孔及与镶钢管的主油道贯穿滑油道孔, 为长径比超过 1:25 的细长孔, 要保证进出口误差小于 0.2 mm, 且滑油孔与滑油孔之间要保证 90% 接穿量, 要加工贯穿孔和不同材料的又不在同一中心的主油管孔难度非常大。因此, 工艺设计上采用中心钻和标准钻作定位加工, 然后采用抛物线深孔钻完成深孔的加工, 该钻头的特点是钻孔时出屑流畅, 阻力小, 侧面刃口的抛物线修光刃对孔的内侧有压光作用, 能满足对深孔的加工要求。加工后对机体深孔进出口进行了测量, 完全达到图纸要求, 其加工质量明显优于其他深孔钻。

3 机体关键部位检测手段

对于检验手段, 尤其对于关键的大型零件, 一种想法是认为: 有机床精度保证就可以了。但笔者认为影响零件加工精度, 有机床本身精度原因, 也有刀具精度及是否合理使用的原因。如果在同一台机床上加工和测量, 测量数据缺乏真实性; 同时在机床上测量要占用较多加工时间, 而且机体有相当部位又无法测量。如果批量生产中没有加工过程质量控制, 就有可能导致大量不合格品产生。另一种想法是: 避免检验工具设计麻烦, 进行三坐标测量。笔者认为: 企业必须有大型三坐标测量设备, 但对没有大型三坐标测量设备必须通过外协作测量的企业, 会导致生产成本的提高。为降低成本, 同时确保机体加工过程中进行质量控制, 有必要对检测工具设计进行仔细研究。检测工具虽然也增加了成本, 但分摊到机体批量生产中单个机体, 费用是非常小的。

3.1 气缸孔 $\Phi 197H7$ 对 $\Phi 200H7$ 孔同轴度测量和缸套支承面 $\Phi 214 + 0.5$ 双跳动测量工具

结构设计和测量方法是: 由于考虑该工具各部位不同测量位置能做相对独立的转动, 必须设计成稳定、轻便和可调整结构, 所以, 组合零件数量较

多、结构复杂。放在被测机体的气缸支承面上是工具支撑环部件,用调节螺钉调节叉型校正块与气缸支承面平行,确定测量基准,将百分表分别安装在测量气缸支承面的工具支架上和测量气缸同轴度的工具中心轴上,中心轴上两百分表对应部位分别是两档气缸孔,转动叉型校正块和中心轴,两百分表读数的差值即为机体气缸孔同轴度和气缸支承面双跳动量。见图 2。

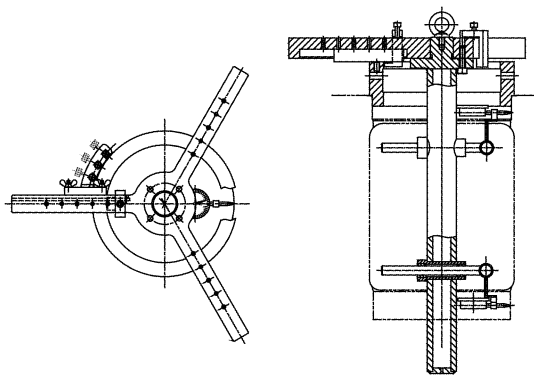


图 2

3.2 气缸孔支撑面对曲轴孔中心距离和垂直度测量工具

结构设计和测量方法是:该工具定位要稳定、准确。设计成上下台阶定位的空心钢管焊接而成,中心测量转动轴能垂直于定位外圆灵活转动。由测量工具的定位外圆伸入气缸孔 $\Phi 197H7$ 、 $\Phi 200H7$ 孔径定位,气缸支承面作轴向定位,在曲轴轴承孔内装测量芯轴,测量工具转动轴上装上百分表接杆,并安装百分表,回转工具中心转动轴,直接读出读数,即为气缸支撑面对曲轴孔中心线的垂直度和距离。见图 3。

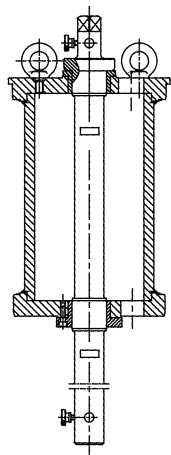


图 3

3.3 曲轴轴承孔的同轴度测量工具

结构设计和测量方法是:该工具设计第一套结构是:采用传统的方法,用钢管焊接精磨而成表面

硬度很高的测量芯轴。用该芯轴的前提是:先测量孔的尺寸,在保证孔径质量条件下,用测量芯轴是否能通过,来测量曲轴孔的同轴度。当测量芯轴出现通不过情况时,为测量出偏移实际数据,必须用第二套结构:设计曲轴孔光学桥式测量靶,由支架两端基准圆柱体分跨放在相邻曲轴孔上,由光学测量仪器放大聚焦进行测量,就能直接测量出偏差数据。见图 4。

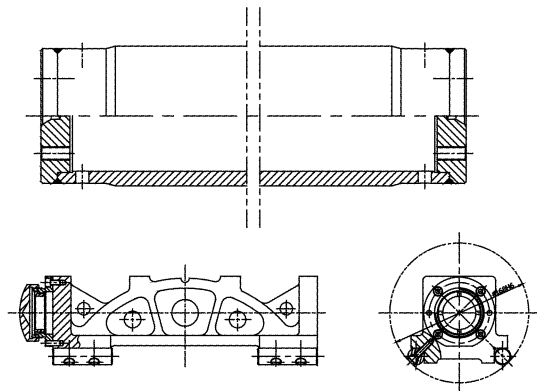


图 4

3.4 喷油凸轮轴孔和进排气凸轮轴孔测量芯轴测量工具

结构设计和测量方法是:该工具的测量芯轴的设计思路与曲轴孔测量工具比较类似。不同的是:由于机体的凸轮轴承孔内部结构非常紧凑,空间非常窄小,窗口尺寸也没有可能放入桥式测量靶,所以,设计成单个测量靶。其测量的效果同曲轴孔的测量。见图 5。

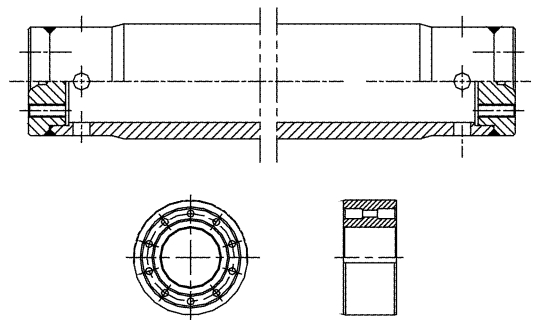


图 5

4 结束语

本文提出的工艺解决方案已在产品生产中得到了实际应用,机体加工部位的尺寸精度和位置精度全部达到图纸规定的要求,加工的连续性和效率有较大幅度的提升,满足了批量生产要求。检验方法和制作的检验工具也已用于机体加工过程和最终检验,效果很好。