

# 7L 16/24 柴油机曲轴制造工艺研究与优化

宋国强<sup>1</sup>, 卫佩勇<sup>2</sup>, 王耀华<sup>1</sup>, 谈金根<sup>1</sup>, 徐 敏<sup>1</sup>

(1. 上海新中动力机厂, 上海 200072; 2. 七一一研究所, 上海 201108)

**摘 要:** 通过分析 B&W MAN7L 16/24 曲轴制造工艺技术开发过程中的工艺难点, 着重阐述了该曲轴加工过程中可能产生的问题, 并针对这些问题制定了合理的工艺流程及优化措施, 确保了该曲轴研制成功。小批量生产实践证明, 用优化工艺方法加工该曲轴, 可大大提高加工效率。

**关键词:** 曲轴, 工艺优化, 加工效率

**中图分类号:** TK423.4<sup>+</sup>3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2013)01-0044-02

## Manufacturing Technology Research and Optimization of 7L 16/24 Diesel Crankshaft

Song Guoqiang<sup>1</sup>, Wei Peiyong<sup>2</sup>, Wang Yaohua<sup>1</sup>, Tan Jingen<sup>1</sup>, Xu Min<sup>1</sup>

(1. Shanghai Xinzhong Power Machine Plant, Shanghai 200072;  
2. Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

**Abstract:** By analyzing the difficult points in the manufacturing technology development of B&W MAN 7L 16/24 crankshaft, the problems which may occur during the crankshaft machining process is expounded in detail. Moreover, reasonable technological process and optimization measures were developed with regard to these problems, which ensures the successful development and manufacturing of the crankshaft. Small batch production verifies that this technology could largely improve the machining efficiency of the crankshaft.

**Keywords:** crankshaft; technology optimization; machining efficiency

## 0 引 言

7L 16/24 柴油机系从德国 B&W MAN 公司引进的技术专利, 具有技术先进, 结构紧凑、油耗和排放低、可靠性高等优点, 广泛用于船用发电领域, 市场前景广阔。曲轴作为柴油机中关键部件, 具有加工精度要求高、加工难度大和制造周期长等特点。本文根据工厂现有设备条件和生产条件, 自主开发设计了该曲轴的加工工艺及夹具, 解决了七等分曲轴在加工中的变形问题。证明用普通设备加工曲轴连杆轴径的工艺方法通过优化可提高加工效率; 同时也为小批量制造该曲轴系列产品国产化、整机降本增效打下基础。

## 1 结构特点

7L 16/24 曲轴材料为 42GrMo4v 合金钢, 其毛坯采用全纤维挤压模锻成型, 经调质处理后抗拉强度 980 ~ 1 120 (N·mm<sup>-2</sup>), 零件总长 2 385 mm, 主轴径 Φ160 mm, 连杆轴径 Φ130 mm, 中心距 120 mm, 重叠度 25 mm, 长径比  $L/D \approx 14:1$ , 曲拐为 7 等分, 各曲拐之间夹角为  $51^{\circ}42' \pm 10''$ , 角度误差小, 加工时回转离心力大, 不易平衡。主轴径、连杆轴径处均采用内切圆弧结构, 具有轴细长, 钢性差, 精度要求高的特点。与其前期 5 L、6L 16/24 曲轴加工难度相比, 加工难度大、加工周期长, 对工艺制造能力是一挑战。L 16/24 柴油机系列曲轴

收稿日期: 2012-09-21

作者简介: 宋国强(1955-), 男, 工程师, 主要研究方向为柴油机制造技术。

特征描述见表 1；7L 16/24 曲轴示意图见图 1。

表 1 L 16/24 柴油机系列曲轴特征描述

曲轴类型	主轴径/mm	连杆轴径/mm	曲柄半径 R/mm	总长/mm
5L	160	130	120	1 835
6L	160	130	120	2 110
7L	160	130	120	2 385
8L	160	130	120	2 660
9L	160	130	120	2 935

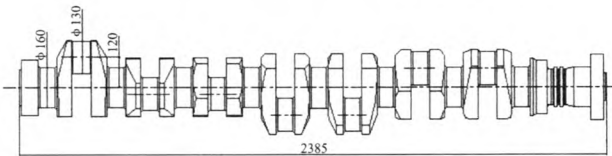


图 1 7L 16/24 曲轴示意图

2 加工难点

7L 16/24 曲轴结构采用内凹圆弧角，可起曲轴主轴径、连杆轴径受压缩减载作用，使最大弯曲应力下降。加工中运动状态与使用状态差别不大，不会影响强度。但该曲轴长度较长，刚性变差，在加工过程中易变形，从而使加工难度大大增加。曲轴为七等分，曲拐为七个方向，其各曲拐之间夹角公差要求高，曲拐比 5 L 多两只，总长增长 550 mm；曲拐加工分 7 次，加工难度比 6 L、8 L 成双曲拐大。通过对该曲轴加工过程的工艺分析，归纳出主要加工难点如下：

(1) 曲轴材料为合金钢，调质处理后抗拉强度和硬度较高，切削性能差，切削冷却效果差，热量散发慢，容易热变形，给主轴径、连杆轴径及内 R 圆弧车削带来难度。连杆轴径具有偏心距，旋转时，曲臂开档上止点缩，下止点扒，离心力较大，加上刀具切削力作用，容易弯曲变形。因曲轴细长，体积重，刚性差，主轴径加工中容易弯曲变形和振痕，加工难度高。

(2) 曲轴为 7 等分，各曲拐之间夹角的角度误差小，加工时回转离心力大，不易平衡，容易产生中心距偏离，使角度产生误差，进而产生振痕。

3 普通解决方案

主轴径、连杆轴径及内 R 圆弧车削加工是 7L 16/24 曲轴加工关键工序之一，其加工工艺直接影响磨削加工质量和产品质量。为解决加工中的难点，通常采用如下措施：

(1) 在普通车床加工 7 拐以上曲轴连杆轴径

时，除自由端、联轴端用偏心工具固定外，在中间装上专用偏心圈中心架工装，防止离心力造成曲轴中心距偏移；同时在刀具切削时，可增加其刚性，减少弯曲变形和振痕。

(2) 在车削加工中采用粗、细工序分开，粗、精车主轴径时，将主轴径光圆，再粗、半精车内切圆角，然后半精车主轴径，保证内切圆角与主轴径同轴度。为了保证连杆轴径及内切圆角同轴度和中心距，防止加工时回转离心力变大，产生曲臂开档上止点缩，下止点扒的现象，采用专用夹板工装将连杆轴径相邻曲臂开档夹紧，减小车削连杆轴径时曲轴的回转离心力，增加其刚性，从而确保角度加工精度。

4 工艺优化措施

在 C61250 普通车床加工连杆轴径时，装偏心圈中心架比较费时，如车削 7 拐连杆轴径装上偏心圈中心架要移位 7 次，装夹校调，从而使加工准备时间较长。用普通车床车削 7 档连杆轴径时间为 28 h；而安装、校调偏心圈时间就高达 14 h；再则，如偏心圈安装、校调不准，车削后将产生微量扭曲变形，会造成各曲拐之间角度偏差。为了确保产品质量的同时提高生产效率，通过对车削工艺的分析研究，采取如下措施来实现工艺优化：

(1) 加大自由端、联轴端偏心工装的刚性，连杆轴径相邻曲臂开档径向用夹板夹紧，提高曲轴回转加工时的刚性，减少离心力和弯曲变形。

(2) 降低回转转速，使其达 20 (r·min<sup>-1</sup>)，内圆弧为 4 (r·min<sup>-1</sup>)，开档平面余量分 3~4 次切削，减少切削力。

(3) 车削时测量上止点和下止点数值变化，掌握离心力变化，控制中心距尺寸公差。

尽管取消了偏心圈中心架，但通过工艺优化和试制，其中心距达到 120±0.05 mm；连杆轴径、内 R 圆弧表面无振痕，同轴度符合图纸要求，主要技术参数均符合产品图纸要求。

5 结论

7L 16/24 曲轴试制成功，不仅大大提高了加工效率，同时也为该曲轴的批量生产奠定基础，为企业创造了较大的经济效益。

参考文献

[1] 徐俊,卫佩勇.5L 16/24 柴油机曲轴国产化制造工艺开发与研究[J].柴油机,2009,31(6).