

某型大功率特种发动机曲轴齿轮压装工艺研究

黄司马, 程烜梵, 柳江林, 张松涛, 谈 臻

(上海齐耀动力技术有限公司, 上海 201108)

摘 要: 针对大功率特种发动机齿轮与曲轴压装过程中安装精度无法有效控制, 装配效率低等难点, 基于声光技术改进工装, 增设限位报警装置, 实时监测齿轮安装时的轴向位移情况, 从而提高了装配精度与装配效率。

关键词: 特种发动机; 曲轴; 齿轮; 压装; 声光技术

中图分类号: U664. 124 文献标识码: A 文章编号: 1001-4357(2021)04-0040-03

Research on the Press Fitting Technology of Crankshaft Gear of a High Power Special Engine

Huang Sima, Cheng Xuanfan, Liu Jianglin, Zhang Songtao, Tan Zhen

(Shanghai MicroPowers Ltd., Shanghai 201108)

Abstract: In view of the difficulties in press mounting of gear and crankshaft of a high-power special engine, such as installation accuracy and assembly efficiency, based on acousto-optic technology, the assembly tooling was improved by adding limit alarm device to realize real-time monitoring of gear installation axial displacement, and the assembly accuracy and efficiency was enhanced.

Key words: special engine; crankshaft; gear; press mounting; acousto-optic technology

0 引言

大功率特种发动机的齿轮与曲轴采用锥面过盈配合的装配方式, 对装配精度的要求较高且难以控制。齿轮与曲轴的装配精度对整机的振动、噪声及齿轮的啮合状况和承载能力有直接的影响。目前通常采用定位销限位的方式控制装配精度。齿轮与曲轴的结构如图 1 所示。

1 曲轴齿轮压装工艺难点

目前大功率特种发动机齿轮与曲轴的装配通常采用液压法, 通过液压工装安装。在装配过程中, 通过控制撑开齿轮的径向液压力及轴向推力控制齿轮的轴向位移。齿轮压装结束后, 测量齿轮端面到定位销端面的距离 D , 检验齿轮是否安装到位。由于撑开齿轮的径向液压力及轴向推力受零件制造的

尺寸误差、表面粗糙度及安装时零件表面润滑情况影响较大, 所以此种方法的安装精度较差。 D 过小时, 须要对齿轮补充压装, 费时费力; D 过大时, 会造成齿轮端面与定位销过度挤压, 齿轮表面产生塑形变形, 甚至会导致定位销折断, 如图 2 所示。

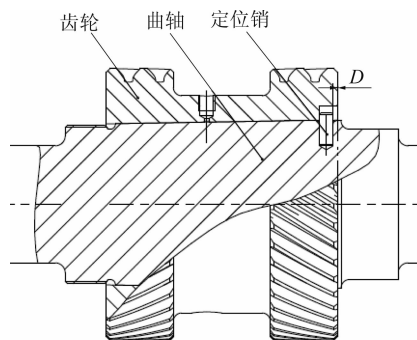


图 1 齿轮与曲轴结构示意图

总之, 现行装配工艺的安装精度无法有效控

制; 同时由于装配精度差, 须反复压装, 导致装配效率低。



图2 齿轮定位面过压

2 曲轴齿轮压装过程分析

造成安装精度无法有效控制, 装配效率低的原因如下。

(1) 齿轮与曲轴除通过锥面过盈配合外, 在轴向无任何限位。装配工装也仅考虑了压装的便利性, 在齿轮装配过程中无任何限位措施, 容易造成过压或压装不到位。

(2) 在安装过程中, 通过分析齿轮的径向液压张力与轴向液压推进力是否达到设定数值来判断曲轴与齿轮是否安装到位。该数值是根据齿轮与曲轴理论过盈量计算得出的, 未考虑零部件制造误差带来的影响, 因此在实际压装过程中齿轮的轴向位移一致性较差, 仅通过监测液压值的方法来判断齿轮压装是否到位并不合理。

(3) 曲轴与齿轮安装是否到位最终评判依据是 D 值, 而 D 值无法在安装过程中实时监测, 属于事后检验手段。在以往生产过程中, 实际压装后的 D 值约为 $2.8 \sim 2.9$ mm, 而设计要求为 2.5 mm, 误差较大。安装过程中无监测反馈, 无法及时调整。

进一步分析图纸: 齿轮的凹槽尺寸为 10.5 mm, 控制较严格, 公差仅为 ± 0.02 mm, 如图3所示; 此外, 与之配合的 8 mm 圆柱销公差也仅为 $0 \sim 0.015$ mm。如果在装配过程中监测尺寸的变化, 则可以有效控制齿轮的过压, 但如果在压装过程中反复停下测量, 会影响整个安装过程的效率。因此, 最好有一个装置可对 D 值进行有效的实时监测。

3 曲轴齿轮压装工艺方案

3.1 声光技术应用

据以上分析, 确定 2.5 mm 为监测尺寸。为实现实时监测, 基于声光技术设计了一款限位装置。该装置原理如图4所示。将报警装置通过磁性连接

固定在齿轮端面, 装置压缩量为 2.5 mm。当齿轮压入, 装置主体与齿轮移动, 装置中用于压紧销的杆件由于弹簧弹力作用反向运动, 限位距离 d 缩小; 当安装到位时, 装置的两个金属件贴合, 即 $d = 0$, 监测电路形成回路, 报警装置工作, 产生声、光报警, 提示工作人员停止泵压。

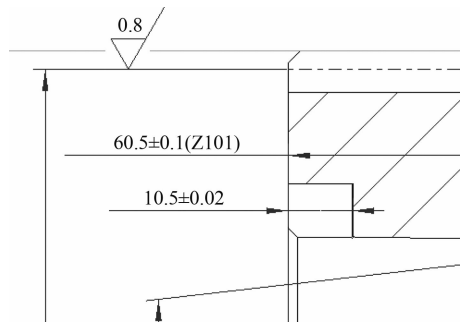


图3 齿轮凹槽尺寸

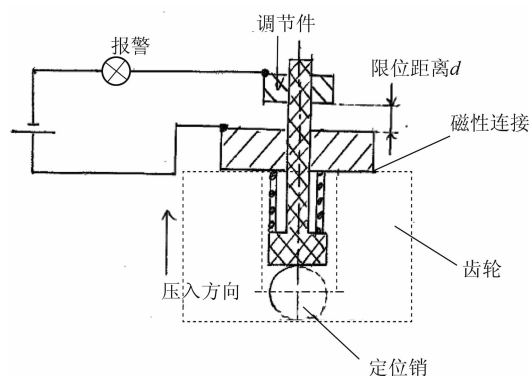


图4 限位检测装置原理图

3.2 压装工装设计

工装的安装如图5所示。安装时, 先将检测装置固定于平面上, 以磁铁的端面为基础, 用塞尺调节 d 值 (实际安装时为 2.4 mm, 留有一定的反应余量); 然后用两个调节螺母锁紧; 将齿轮套入曲轴上至手推不动为止, 连接泵压工装; 将调节好 d 值的装置整体安装到齿轮的端面上, 打开报警用弱电电源; 开始泵压直至报警, 停止泵压。

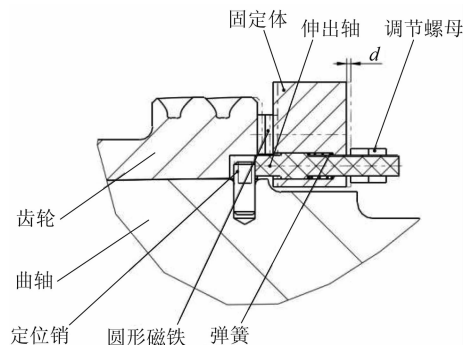


图5 限位装置结构图

4 曲轴齿轮压装工艺验证

改进后的曲轴齿轮装配工装已经应用于生产中,效果较好。齿轮装配过程的连贯性与精确性得到保证,安装精度提高。具体安装数据如表1所示。

表1 安装数据

序号	左、右曲轴	齿轮	D/mm
1	S1805001 (右)	S1801002	2.60
2	S1804001 (左)	S1801001	2.57
3	S1805002 (右)	S1801004	2.53
4	S1806001 (左)	S1801003	2.59
5	S1805004 (右)	S1804002	2.57
6	S1806002 (左)	S1804001	2.50
7	S1805005 (右)	S1804004	2.50
8	S1806003 (左)	S1804003	2.53

由表1可知:改进前安装精度为0~0.35 mm,改进后安装精度为0~0.1 mm。同时,齿轮压装工序工时缩短,从改进前的7~10 min,缩短至3 min,大大提高了装配过程的生产效率。改进后的压装工艺方法简单、有效、实用性强。

5 结论

基于声光技术改进曲轴齿轮装配工装,增设限位报警装置,有效解决了大功率特种发动机曲轴齿轮安装精度无法有效控制,装配效率低等难点。希望通过相关技术的分析和研究,在其它类型装配工作中也能借鉴这一技术,从而不断提高装配质量和生产效率。

(上接第9页)

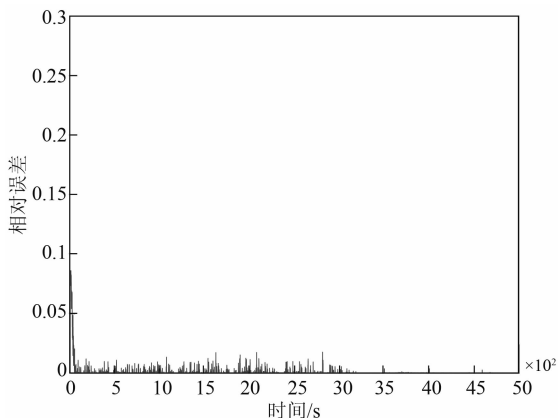


图10 SOC测量值与估算值的相对误差曲线

4 结论

测试结果表明:所设计的BCU能够准确测量电池电压;可通过通信获取BCU信息。BMS程序所采用的扩展卡尔曼滤波算法能够估算出电池组的SOC值,且估算值与实际值误差在允许范围内。综上,所设计的电池管路系统能够满足船用要求。

参考文献

- [1] 肖婷. 车用动力镍氢电池SOC建模与仿真[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2008.

- [2] 季迎旭. 动力电池建模与应用综述[J]. 电源技术, 2016, 40(3): 740-742.
- [3] 刘浩. 基于EKF的电动汽车用锂离子电池SOC估算方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.
- [4] 王林. 电动汽车磷酸铁锂动力电池系统集成及管理系统研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2010.
- [5] 程艳青, 高明煜. 基于卡尔曼滤波的电动汽车剩余电量估计[J]. 杭州电子科技大学学报, 2009, 29(3): 4-7.
- [6] 华山贵, 梁栋, 葛浩. 电动汽车锂离子电池SOC估算策略研究[J]. 电源技术, 2013, 37(10): 1813-1816.
- [7] 赵婷. 动力锂离子电池组SOC在线估算[D]. 北京: 北京交通大学, 2016.
- [8] 邹金校. 纯电动汽车SOC估算方法研究[D]. 西安: 长安大学, 2017.
- [9] 郑涛, 张里, 侯杨成, 等. 基于自适应CKF的老化锂电池SOC估计[J]. 储能科学与技术, 2020, 9(4): 1193-1199.