

综述与机型

DN8340ZC 型柴油机设计开发

刘开敏, 吴 杰, 徐玉国, 沈建华, 刘清明, 严宏伟

(宁波中策动力机电集团有限公司, 浙江 宁波 315032)

摘 要: 介绍了自行研发的 DN8340ZC 型柴油机的主要结构特点和技术参数; 重点阐述了主要零部件的设计要素。柴油机台架试验表明: DN8340ZC 型柴油机其动力性、经济性、排放及可靠性等指标均满足设计要求。

关键词: 柴油机; 设计; 结构; 试验

中图分类号: TK423 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2015)01-0001-04

The Design and Development of DN8340ZC Diesel Engine

Liu Kaimin, Wu Jie, Xu Yuguo, Shen Jianhua, Liu Qingming, Yan Hongwei

(Ningbo C. S. I. Power & Machinery Group Co., Ltd., Zhejiang Ningbo 315032)

Abstract: The main structure specification, technical data of self-developed DN8340ZC diesel engine are introduced. The design key points of main parts are expounded. Bench test shows that the power output, fuel consumption, exhaustion and reliability have reached the requirements of design.

Keywords: diesel engine; design; structure; test

0 引 言

DN8340ZC 型柴油机是宁波中策动力机电集团有限公司继 DN8330 型柴油机开发成功之后, 又一自主研发的大缸径、高功率船用中速柴油机, 主要满足国内船机市场对 4 000 kW 档功率柴油机的需求。

DN8340 型柴油机的设计贯彻结构简化、维护容易、性能可靠、低油耗及低排放的指导原则, 主要立足于船用机市场。其结构可靠, 性能良好, 可燃轻柴油、重柴油、重油, 具有较好的经济性和市场前景。

1 主要技术指标

DN8340ZC 型柴油机主要技术规格和性能参数见表 1。

表 1 DN8340ZC 型柴油机的主要技术规格及性能参数

型 式	直列、四冲程、水冷、直喷、 增压中冷、不可逆转
气缸数	8
气缸直径/mm	340
活塞行程/mm	450
持续功率/kW	4 500
持续功率转速/($r \cdot \min^{-1}$)	650
活塞平均速度/($m \cdot s^{-1}$)	9.75
平均有效压力/MPa	2.54
最大燃烧压力/MPa	≤ 19.0
燃油消耗率/($g \cdot (kW \cdot h)^{-1}$)	195+5%
机油消耗率/($g \cdot (kW \cdot h)^{-1}$)	1.0
最低稳定转速/($r \cdot \min^{-1}$)	260
各缸排温/ $^{\circ}C$	450
涡轮前排温/ $^{\circ}C$	550
旋转方向	飞轮端视: 顺时针
起动方式	压缩空气起动
压缩比	~ 13.5
增压压力(绝对)/MPa	0.42

收稿日期: 2014-11-11

作者简介: 刘开敏(1975-), 男, 工程师, 主要研究方向为船用柴油机设计, E-mail: liukaimin@ningdong.com。

(续表)

发火顺序	1-4-7-6-8-5-2-3
总排量/L	326.85
NO _x 排放	低于 Tier II 排放限值
可用燃油等级	380cSt/50 ℃, HFO
外形尺寸/mm×mm×mm	6 800×1 830×3 880
整机质量/kg	~45 000

2 整体布置

DN8340ZC 型柴油机为直列四冲程、强制水冷却、直接喷射式、废气涡轮增压、中间空气冷却、不可逆转的中速船用柴油机,其纵、横剖面图见图 1、2。

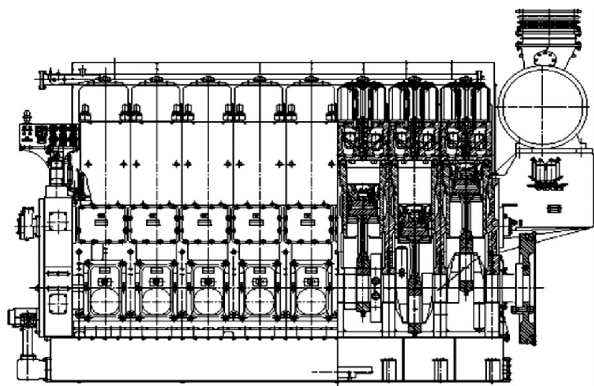


图 1 DN8340ZC 型柴油机纵剖面图

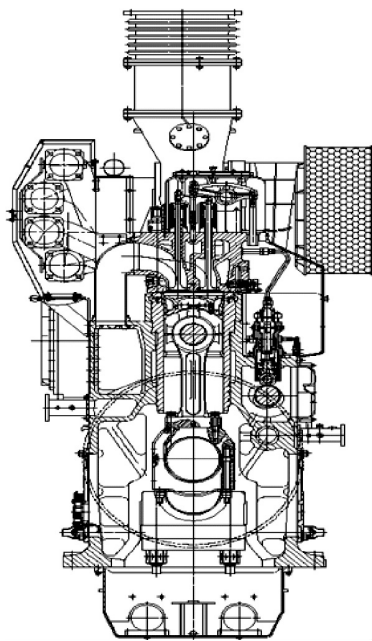


图 2 DN8340ZC 柴油机横剖面图

沿用当今大功率柴油机成熟的设计模式, DN8340ZC 型柴油机曲轴、主轴承采用悬挂式结构,同时考虑船舶主机的使用习惯,增压器和中冷器布置在飞轮端;传动齿轮箱布置在自由端,用来

带动凸轮轴、机油泵、淡水泵等;曲轴自由端装有硅油减振器。

考虑船用主机在动态工况下工作,为保证柴油机在低负荷和变工况下的性能,本机采用脉冲增压系统,选用 MAN 公司的高效增压器,使柴油机在每个工况运行时,增压器均运行在高效区内。

为简化结构,减少外围管路设施,该柴油机进、排气管同侧布置;在机体内,置有进气道、冷却水道和滑油管道,主要滑油管路由机体内部深钻孔而成。为保证尽量长的活塞行程,同时使机体单体不过于庞大,机体上平面与气缸盖间置有冷却体,气缸套上部采用厚壁钻孔方式冷却活塞顶部。

该柴油机监控系统按无人机舱等级配置了各运行监测参数的传感器和接口,设置了对各道主轴承温度、各缸排气温度、油水温度和压力、曲轴箱油雾浓度等重要参数的监测和越限报警、停车功能。

3 主要零部件结构设计

气缸盖部件由本体、进排气阀、阀座、摇臂及阀顶架等零件组成。气缸盖本体采用高强度的蠕墨铸铁制造,为减少流动损失、提高充气效率和降低气缸盖与气阀组的热负荷,气缸盖采用四气门结构,同时为使气阀与阀座磨损均匀,阀杆上部装有转阀器。

气缸盖本体设计成双层底结构,在保证足够强度前提下,火力面底部尽量设计成碟形,即中间较薄,圆周较厚的倒锥式,同时对排气阀座采取单独进水切向冷却,中间喷油器护套采用钻孔强制冷却,内部水腔合理布置水流的冷却方式,有效地降低了底板与阀座周围的热负荷,见图 3。

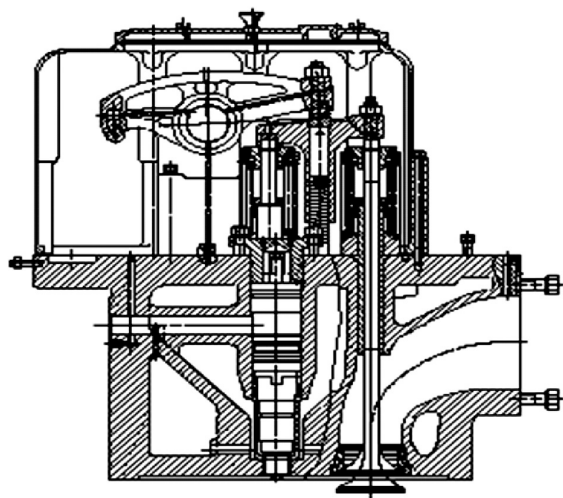


图 3 DN8340ZC 柴油机气缸盖

机体采用高强度铸铁整体铸造。为减少整机尺

寸和重量, 机体按大功率柴油机的典型结构——龙门式结构设计。曲轴、主轴承采用悬挂式结构; 为增加机体刚性, 机体两侧设有轴承盖横向螺栓; 机体内部铸有进气道、冷却水道和滑油管道, 主要滑油管路由深孔钻加工而成, 大量减少了外围管路; 合理布置加强筋, 加强筋形状设计成圆柱筋, 可克服机体局部区域的应力集中现象; 为适应使用劣质燃油, 气缸套上设有抗磨环, 以减少积炭, 减轻缸套与活塞的磨损, 降低燃油消耗等, 厚壁缸套的设计也为此提供了条件; 为保证活塞行程, 同时使机体不过于庞大, 机体上平面与气缸盖间设有冷却体过渡, 气缸套上部采用厚壁钻孔方式冷却活塞顶部, 见图 4。

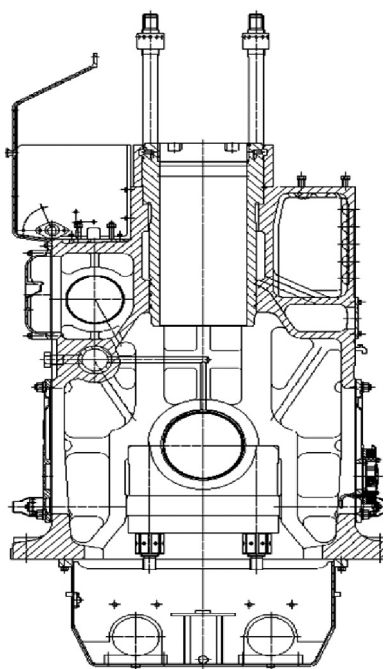


图 4 DN8340ZC 柴油机机体

曲轴材料选用优质合金结构钢, 制造工艺采用全纤维挤压模锻工艺。经计算, 合理地增大了轴颈尺寸。曲轴采用全平衡设计, 在曲臂上均装有平衡块, 且在曲轴自由端装有硅油扭振减振器, 可大大改善曲轴应力和轴承负荷的分布。硅油扭振减振器和曲轴传动齿轮采用液压方式安装, 曲轴前端可带输出, 见图 5。

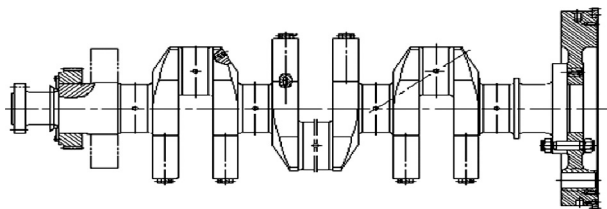


图 5 DN8340ZC 柴油机曲轴

因柴油机活塞单位面积功率较高, 所以采用可承受高燃烧压力的钢顶铁裙组合活塞, 其中: 锻钢顶选用优质合金结构钢材料, 且带有较大的强制振荡冷却油腔; 燃烧室为浅 ω 形, 这有利于减少受热面积, 降低第一环槽温度, 避免应力集中, 同时有利于进入气流的混合; 铸铁活塞裙选用高强度球铁材料, 采用悬挂式阶梯形销座结构, 各加强筋有效地增加了销座的支撑强度, 裙部采用中凸椭圆型线, 使活塞在工作状态下能保持与气缸套的良好接触, 见图 6。

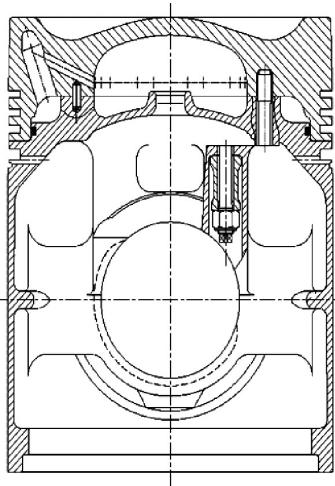


图 6 DN8340ZC 柴油机活塞

为提高曲轴强度, DN8340 型柴油机增大了曲柄销直径, 兼顾降低吊缸高度, 所以连杆设计成船用三段式结构。连杆材料选用优质合金结构钢, 全纤维模锻, 表面喷丸强化处理, 以提高其综合机械性能。为降低比压, 连杆小头制成阶梯形, 见图 7。

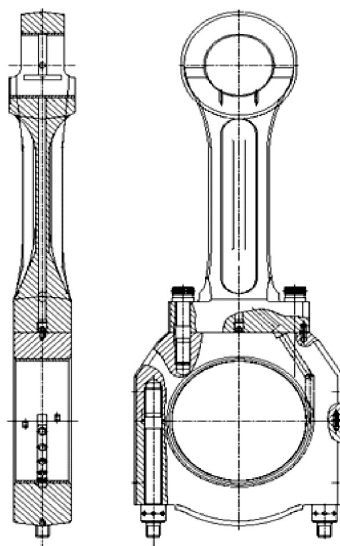


图 7 DN8340ZC 柴油机连杆

凸轮轴采用分段式结构, 八段分轴通过螺栓连

接成整体。每段分轴将凸轮与轴做成一体,其加工、安装、维修较为方便,杆身粗、刚性好。凸轮轴的轴向定位在自由端,飞轮端通过连接块与空气分配器联接,见图 8。

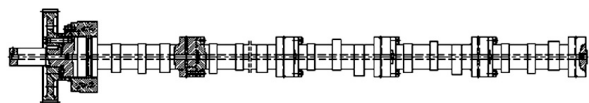


图 8 8DN8340ZC 柴油机凸轮轴

4 台架试验

2014 年初,按照相关国家标准和船舶柴油机 CCS 规范,对 DN8340ZC 型柴油机进行了台架型式试验,其推进特性见图 9。

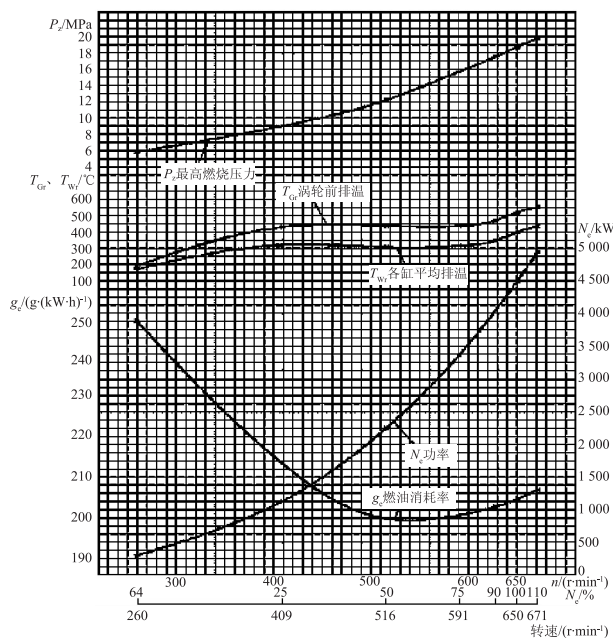


图 9 DN8340ZC 推进特性

从图中可以看出, DN8340ZC 型柴油机各项指标都达到或优于设计指标。轴系扭振测试委托七一一研究所进行,测试结果表明:“正常发火工况下,运行转速范围内,各谐次的振幅幅值均较小,推进轴系各轴段的扭振应力和振动扭矩均未超过船规规定的许用值,满足 CCS 规范的要求;主推进轴系在 $260 \sim 650 \text{ (r} \cdot \text{min}^{-1})$ 转速范围内可实现无转速禁区运行,可长期安全可靠运行”。烟度按照 GB/T5741 规定进行测量,各负荷工况点均低于 $0.7R_B$, 低于国标 GB8840 的规定值($1.5 R_B$)。

在试验过程中, DN8340ZC 型柴油机运转平稳,工作可靠,各项性能指标均达到或优于设计要求和相关标准的规定值。在 CCS 监督下,经上海沪江排放检测公司检测,该机型通过 IMO Tier II 的排放认可。从上台架试验开始,历经性能试验、连续运行试验、型式认可试验, DN8340ZC 型柴油机累计运行 120 h 以上,吊缸拆机发现:主要运动件的运动副几乎没有磨损,证明该机型性能稳定,工作可靠。

5 结 论

DN8340ZC 型柴油机的开发成功,是公司在“十二五”期间,为争取进入国内 3 ~ 5 万吨级船舶市场所迈出的重要一步。相信该产品将迎来广阔的市场前景。

参考文献

- [1] 杜荣铭. 船舶柴油机[M]. 大连:大连海事大学出版社. 1997.
- [2] 杨连生. 内燃机设计[M]. 吉林:吉林工业大学. 1980.
- [3] 吴金源,杨鹏,黄立贤. 中速柴油机气缸套抗磨环设计[J]. 柴油机增刊,2006.

信息动态

MAN 8L21/31 四冲程机通过 DNV GL 船级社认证

MAN Diesel & Turbo 称,该公司的 L21/31 四冲程机,装在丹麦联合汽船有限公司 (DFDS) 一艘滚装船上进行试验后,已经通过了 DNV GL 船级社关于满足 IMO Tier III 排放法规的认证。

该机采用选择性催化还原(SCR)系统。选择性催化还原系统向废气中注入尿素,并以 $300 \sim 400 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度通过催化转换器,随后的化学反应将 NO_x 排放减少 80% 以上。

MAN Diesel & Turbo 称,该公司的四冲程船用发动机是全球第一个满足 IMO Tier III 要求的四冲程船用发动机。该公司提供完全模块化的选择性催化还原成套系统,目前该系统已经上市出售,并将覆盖其公司整个四冲程机组合。

(李积轩 编译)