

陕柴 - 大发 8DKM - 28 柴油机的研制

阎甲良, 尹 东

(陕西柴油机重工有限公司, 陕西兴平 713105)

摘 要: 介绍了 8DKM28 柴油机的设计目标及主要零件的技术改进, 通过这些改进, 该型柴油机的运转和排放性能得到提高, 燃油消耗率和机油消耗率降低, 彻底解决了原型机(8DLM28 柴油机)NO_x 排放不能达标的问题。

关键词: DKM - 28 柴油机; 研制; NO_x 排放

中图分类号: TK422 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 4357(2010)01 - 0001 - 04

The Development of Shanchai-Daihatsu 8DKM - 28 Diesel Engine

Yan Jialiang, Yin Dong

(Shanxi Diesel Engine Heavy Industry Co., Ltd., ShanxiXingping713105)

Abstract: The design target of 8DKM28 diesel engine and its main components' technical improvements are introduced. Through these improvements, the diesel engine's operation and emissions are optimized, fuel and oil consumption are reduced. Moreover, the bad NO_x emissions of the original type 8DLM28 are solved, as it can not satisfy present emissions regulations anymore.

Keywords: DKM - 28 diesel engine; development; NO_x emissions

1 前 言

8DKM - 28 柴油机是 2002 年按照许可证引进的日本大发公司的新型柴油机, 是日本大发公司 20 世纪 90 年代末期开发的 DK 系列柴油机中非常成功的机型。该机的性能不仅是 21 世纪初期日本的最好水平, 而且是我国目前同类机型的最高水平。因其结构简单紧凑、性能指标和可靠性高且维修费用较低, 很快成为远洋客货轮的主动动力。该型柴油机的引进开发成功, 打破了我国高端性能中速柴油机长期依赖进口的局面, 并且填补了 2 500 kW 功率档次柴油机的空白。目前, 国产 8DKM - 28 在中国市场上已经销售了 200 多台, 其中 150 台为远洋商船主机。

积更小、功率更大、结构更紧凑, 以满足船用柴油机的需要。

(2) 降低燃油、机油消耗率

该机的燃油消耗率较原型机降低 5% 左右, 达到 194 g/kWh(100% 负荷), 机油消耗率降低 30% 左右, 达到 1g/kWh 以下(100% 负荷)。

(3) 减小重量功率比, 使柴油机结构更紧凑。

(4) 燃用低质重油

在不减功率情况下可燃用 1 500 ~ 7 000 秒重油甚至渣油, 运行成本低。

(5) 具有良好的低负荷性能

在 10% ~ 20% 负荷下, 可燃用重油连续稳定运转。

2 8DKM - 28 柴油机的研制目标

(1) 提高平均有效压力

将平均有效压力提高到 2.09 左右, 使该机体

3 设计上的改进措施

(1) DKM28 柴油机缸径比为 1.393(原型机为 1.286), 不仅降低了燃油消耗率, 而且改善了低

收稿日期: 2009 - 07 - 06; 修回日期: 2009 - 10 - 26

作者简介: 阎甲良(1966 -), 男, 高级工程师, 主要研究方向为柴油机设计与开发, E-mail: yencheming@yahoo.com.cn。

负荷性能。

(2) DKM-28 柴油机活塞行程加长到 390 mm, 这一措施不仅可以降低燃油消耗率, 改善着火性能和低负荷性能, 而且可以降低 NO_x 排放, 从而提高了整机性能。

(3) 将压缩比由 12.5 提高到 13.5。使气缸的压缩终点温度和压缩压力提高, 改善了着火环境、起动性能和低负荷时的运转性能。

(4) 提高燃油喷射压力, 将燃油喷射压力由 27 MPa 提高到 34.4 MPa, 使单位时间内的燃油喷射量增大, 喷射时间缩短, 提高燃油雾化质量, 保证了燃烧的高效率, 使燃油消耗率进一步降低。

(5) 为满足燃用高黏度重油的需要, 对燃油系统采用了蒸气伴热、绝热层保温的措施, 防止由于重油黏度过高发生由高压油泵齿条、活塞环卡滞造成的柴油机运转故障。

(6) 提高缸套冷却水温度, 防止由于燃用高黏度重油而引起的低温腐蚀, 改善柴油机起动性能。

(7) 采用高温冷却水冷却喷嘴, 防止低酸腐蚀和针阀偶件咬卡。

(8) 改进滑油管理。将滑油压力提高到 0.5 MPa, 活塞采用喷嘴强制润滑方式, 改善了活塞的润滑、冷却条件, 延长了使用寿命; 取消了独立的摇臂滑油系统, 摇臂、增压器与柴油机采用相同的系统油, 使滑油系统得到简化; 设置离心式旁通滤器, 对滑油进行连续净化。

(9) 增压器的重新选型。DKM28 柴油机原选用三菱重工的 MET30SR 增压器, 在运行过程中, 排温偏高, 不能满足使用要求; 后重新选用高性能增压器 VTR304P-11, 为了验证 VTR304P-11 增压器的可靠性, 在 DKM28 柴油机上进行了配机试验, 其结果完全满足要求。

(10) 对主要零部件做改进。

4 主要零部件的改进

4.1 连杆

将连杆结构由原来的“大端斜切口”结构改进成“大端平切口、三段式”结构(图 1), 材料采用优质碳素结构钢-45, 三段之间采用高强度螺栓连接, 以消除斜切口锯齿面易变形、刚性差的缺点, 进而消除了螺栓受剪切而发生断裂的事故隐患, 使连杆可靠性大为提高、寿命延长。

4.2 机身

将原型机的机身、底座和二为一, 材料采用灰铸铁 HT200 铸造, 强度高而重量轻(仅为原机身和

底座的三分之二); 冷却水总管、滑油总管、进气总管等全部铸入机身内部, 使柴油机结构紧凑、外形美观。

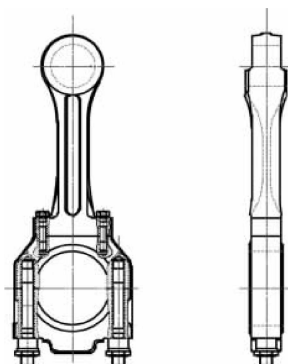


图 1

4.3 气缸盖

气缸盖采用高强度蠕墨铸铁, 并增加缸盖壁和横隔板的厚度以提高其强度; 增加了气缸盖的进排气口的容积, 以满足 DKM28 柴油机功率提高后对进排气量的要求。

4.4 进、排气门

进、排气门材料选用高强度耐热钢, 阀面为司太立合金并喷涂 12C, 以增强其耐热、耐磨性。

4.5 曲轴

曲轴材料选用 45#钢 R-R 锻造, 主轴径增大至 250 mm, 曲柄销轴径增大至 235 mm, 以提高其刚性, 适应最高燃烧压力的提高。

4.6 活塞

活塞由分体式改为球墨铸铁整体铸造, 以提高其强度, 环槽热处理方式由镀铬改为高频淬火后精磨, 以提高环槽的耐磨性; 润滑方式由伸缩管润滑改为喷嘴强制润滑, 降低了活塞的热负荷; 活塞裙部磷化后涂石墨, 改善了初期磨合性能。

4.7 缸套

缸套采用超高磷铸铁离心铸造, 机械强度大, 耐磨性好; 并对其内表面进行软氮化处理, 以提高缸套耐磨性; 珩磨网纹由 30° 改为 60° , 改善了缸套的储油性能, 并在缸套燃烧室部位采用保护环, 提高了缸套的使用寿命。

4.8 燃油喷射系统

燃油喷射系统的高压油管由薄壁长管型改为厚壁、短长度锻钢型; 安装结构由缸盖外部安装改为缸盖内部安装的封闭型结构, 避免了压力波动对喷油定时的影响, 杜绝了传统高压油管的泄漏对柴油机安全性的影响。

由于重油十六烷值低，芳香烃化合物多，着火困难，酸度高，这将加剧进排气阀、活塞等运动部件的急剧磨损。而 DKM - 28 柴油机采用了球墨铸铁活塞、超高磷铸铁气缸套、蠕墨铸铁气缸盖，进气阀面堆焊司太立合金，排气阀面喷涂 12C 等方法，提高了易损件的耐磨性和耐蚀性，延长了零件的使用寿命，提高了整机的可靠性。

经过以上改进，尽管该机燃用高黏度重油，但其寿命不但没有降低，反而较原形机有所提高；NO_x 排放也达到 IMO 的要求，8DKM - 28 柴油机主要零部件的寿命与原形机(8DLM28)的比较见表 1。

表 1 8DKM - 28 柴油机主要零部件的寿命与原形机(8DLM28)的比较 单位：h

名称	8DKM28(重油)	8DLM28(重油)
缸套	16 000 ~ 24 000	16 000 ~ 24 000
活塞	8 000 ~ 12 000	4 000 ~ 7 000
活塞环	8 000 ~ 12 000	4 000 ~ 7 000
活塞销轴承	8 000 ~ 12 000	4 000 ~ 7 000
曲柄销轴承	8 000 ~ 12 000	4 000 ~ 7 000
主轴承	8 000 ~ 12 000	8 000 ~ 12 000
进气门	8 000 ~ 12 000	2 000 ~ 3 600
排气门	8 000 ~ 12 000	2 000 ~ 3 600
排气阀座	16 000 ~ 24 000	16 000 ~ 24 000
起动阀	8 000 ~ 12 000	350 ~ 500
喷嘴	每 1 200 ~ 2 000 h 检查一次，更换周期：16 000 ~ 24 000 h	每 1 000 ~ 1 500 h 检查一次，更换周期：16 000 ~ 24 000 h

5 8DKM - 28 柴油机样机

5.1 样机规格

陕西柴油机重工有限公司首台试制并通过中国船级社、德国劳氏船级社认可的 8DKM - 28 柴油机用于出口德国 600TEU 集装箱船的主动力。其横剖面图见图 2，主要参数如表 2。

5.2 首台 8DKM - 28 柴油机的试验

首台 8DKM - 28 柴油机在日本大发公司、中国船级社天津分社、德国劳氏船级社、陕柴重工、黄海船厂的共同努力下，根据 CCS、LK 认可的试验大纲一次试车成功，完全达到了设计标准。图 3 为该机在 750 r/min、2 500 kW，选用 VTR304 - 11P 增压器时测出的特性曲线。

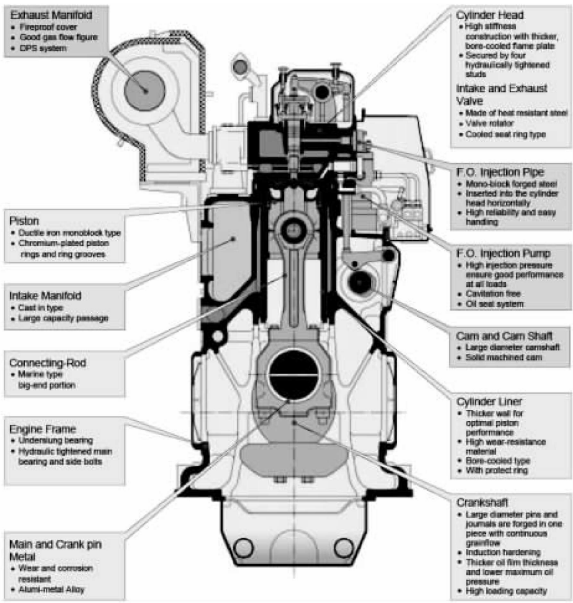


图 2 8DKM - 28 柴油机横剖面图

表 2 8DKM - 28 柴油机主要参数

型式	四冲程、单作用、筒形活塞、直接喷射、废气涡轮增压、中冷不可逆转直列式船用柴油机
气缸数	8
缸径/mm	280
行程/mm	390
转速(r/min)	750
额定功率/kW	2500
活塞平均速度/(m/s)	9.75
平均有效压力/MPa	2.09
最大燃烧压力/MPa	15.7
最低空转转速/(r/min)	400
起动方式	压缩空气 1.5 ~ 3.0 MPa
发火顺序	1 - 3 - 2 - 5 - 8 - 6 - 7 - 4 - 1
冷却方式	缸套、喷嘴、增压器：淡水冷却；滑油冷却器、淡水冷却器、空冷器：海水冷却；活塞：滑油冷却
燃油消耗率/(g/kWh)	194(ISO 标准环境下并且不带水泵)
滑油消耗率/(g/kWh)	<0.8(设计值)
重量/kg	27 000

注：表中燃油消耗率值是在燃油低热值为 4.27 × 10⁴ kJ/kg、符合标准环境条件，并且带一个滑油泵条件下的值。非标准条件下，燃油消耗率按 ISO3046/1 修正。

8DKM - 28 柴油机作为船用主机还作了如下试验：

(1) 调速特性试验

要求：瞬时速调率 ≤ 15%，稳定时间 ≤ 5s，稳定调速率 ≤ 10%。实测：瞬时速调率为 4.533%，< 15%；稳定时间 4.2 ~ 4.4 s，< 5s；稳定调速率 4.27%，< 10%；满足标准要求。

(2) 噪声测定

根据 GB/T11871 - 1989 规定的方法进行测试。在 100% 工况 (2 500 kW, 750 r/min) 下用 ND2 型精密声级计按试验大纲要求, 分别在柴油机前后左右距离柴油机表面 1m 处测量柴油机的噪声。要求 A 声功率小于 127 dB, 实测 A 声功率小于 105 dB, 完全满足标准要求。

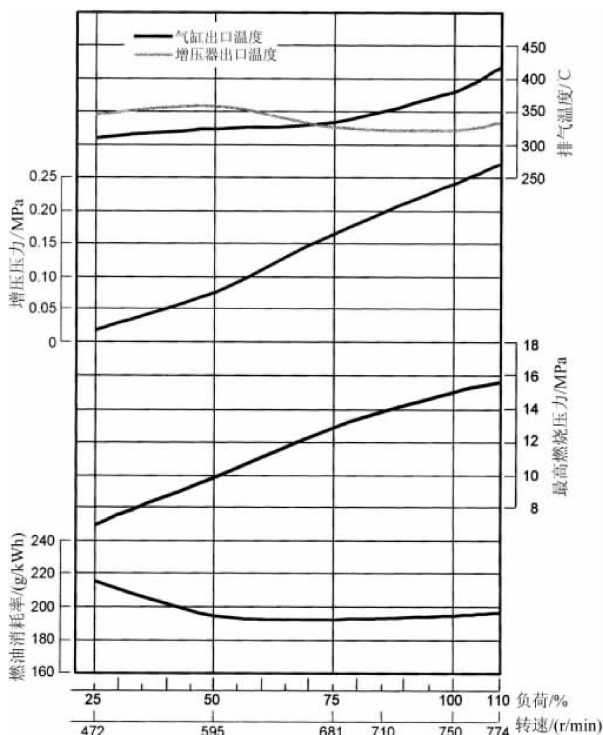


图 3 8DKM-28 柴油机特性曲线 (750 r/min、2 500 kW、VTR304-11P 增压器)

(3) 柴油机机械振动的测定

柴油机按推进特性工况试验时, 在标定工况和 110% 工况下, 用 TV300 测动仪对柴油机进行振动幅度的测量。根据 CB3256-85 船用柴油机机械振动

评级方法的规定, 机械振动可以分为 4 级, A 级: 优; B 级: 良; C 级: 合格; D 级: 不合格。A 级要求: $0.28 \sim 4.5 \text{ mm/s}$, 实测: 100% 工况为: 振动烈度 V_s 为 0.139 508, $< 0.28 \sim 0.45 (\text{mm/s})$; 110% 工况为: 振动烈度 V_s 为 0.215 4, $< 0.28 \sim 0.45 (\text{mm/s})$, 达到 A 级标准。

(4) NO_x 排放试验

8DKM28 柴油机按照 GB/T15097-1994 做了 NO_x 排放试验, 其结果如表 3 所示, 可知 8DKM-28 柴油机 NO_x 排放完全符合 IMO 要求。

另外还做了停增压器试验、保护装置试验、烟度测定、背压试验、停缸试验等, 也都满足大纲要求。

表 3

功率/%	100	75	50	25
功率/kW	2 500	1 875	1 250	625
转速/%	100	91	80	63
转速/(r/min)	750	682.5	600	472.5
测量时间	12:40	13:25	14:00	14:35
NO _x 排放量/(g/kWh)	9.56	10.65	10.736	12.38
IMO NO _x 要求值 $45 \times n^{-0.2}$ /(g/kWh)	11.97	12.21	12.52	13.13
NO _x 加权平均排放量/(g/kWh)	10.31			

6 总 结

8DKM-28 柴油机之所以在激烈的市场竞争中获得用户的认可, 主要是它采用了一系列新材料、新工艺并对原型机作了部分的改进设计, 使该型柴油机的运转和排放性能得到提高, 燃油消耗率和机油消耗率降低, 彻底解决了原型机 NO_x 排放不能达标的问题。因此, 8DKM-28 柴油机是一款具有环保通行证的柴油机。

欢迎订阅 2010 年《柴油机》杂志

欢迎惠登广告