

YN21 型柴油机气阀国产化研制与应用

蒋 倩

(南京国际船舶设备配件有限公司,江苏 南京 211121)

摘 要:通过对进口气阀多方位的详细分析,研制出符合进口气阀要求的国产化气阀产品;并将进口气阀与国产气阀同缸装机运行 6 000 h 后进行对比检测。检测结果表明:国产化气阀与进口气阀质量相当,而价格比进口气阀低得多,生产加工更加便捷。

关键词:柴油机;气阀;国产化

中图分类号:TK423.4⁺3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-4357(2016)01-0051-04

The Domestically Manufacturing and Application of YN21 Diesel Engine's Valve

Jiang Qian

(Nanjing International Marine Equipment & Spares Ltd., Jiangsu Nanjing 211121)

Abstract: Based on detailed analyses of imported engine valve from varied aspects, the domestically produced valve was developed, which met with the same requirements as the imported ones. The imported valves and the domestically produced valves were all installed into the same cylinder and operated for 6 000 h before comparative test. The test results show that the quality of domestically produced valves enjoy the same quality as the imported valves, yet boast much lower price and quicker and easier manufacturing.

Key words: diesel engine; valve; domestically

0 引 言

近几年,航运市场持续低迷。某油运公司为了降低船舶配件的采购成本,要求对其公司的主流机型——YN21 型柴油机的气阀进行国产化。通过对进口件的详细分析,研制出了符合进口气阀要求的国产化气阀产品,并将进口气阀与国产气阀同缸装机运行 6 000 h 后进行对比检测。检测结果表明:国产化气阀与进口气阀质量相当,可放心使用。同时,因国产化气阀产品的交货期短,能够保证油运公司修船计划的正常实施,因此对公司的正常营运具有重要意义。

1 进口气阀相关技术信息

(1) 进口进气阀的结构为整体结构;而进口排气阀的结构为由两种材料摩擦焊接而成,焊接部

位距盘端面 210 mm。

(2) 进口气阀的化学成分检测结果如表 1 所示。

(3) 进口气阀的机械性能检测结果如表 2 所示。

(4) 进口气阀密封面化学成分检测结果如表 3 所示。

(5) 进口气阀密封阀面硬度检测结果如表 4 所示。

(6) 进口气阀杆身表面硬度检测结果如表 5 所示。

(7) 进口气阀杆端面硬度和层深检测结果如表 6 所示。

(8) 进口气阀各部位金相检测结果如表 7 所示。

表 1 进口气阀化学成分

产品名称		化学成分/%											
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Al	Ti	Fe
进气阀		0.18	0.91	1.25	0.020	0.008	21.23	11.10	0	0.17	0	0	0
排气阀	盘部	0.07	0.12	0.02	0.008	0.005	18.73	余	0	0	0.38	1.91	0.36
	杆部	0.38	1.91	0.36	0.035	0.012	10.32	0.23	0.71	0	0	0	0

表 2 进口气阀机械性能

产品名称	抗拉强度 σ_b /MPa	延伸率 δ /%	收缩率 Ψ /%	冲击韧性 α_k / ($J \cdot cm^{-2}$)
进气阀	875	34	51	134 ~ 143
排气阀盘部	1 215	27	47	118 ~ 124

表 3 进口气阀密封面化学成分

产品名称	化学成分/%											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Co	W	Al	Ti	Fe
进气阀	0	2.0	0.2	0.005	0.008	30.1	3.87	余	7.0	0	0	4.3
排气阀	0.07	0.12	0.02	0.008	0.005	18.73	余	0	0	0.38	1.91	0.36

表 4 进口气阀密封阀面硬度

产品名称	硬度/HRC
进气阀	46 ~ 48
排气阀	43 ~ 47

表 5 进口气阀杆身表面硬度

产品名称	杆身硬度/HRC	表面硬化硬度/HV
进气阀	24 ~ 25	896 ~ 916 (氮化)
排气阀	27 ~ 28	无表面硬化处理

表 6 进口气阀杆端面硬度和层深

产品名称	硬度/HRC	层深/mm
进气阀	47 ~ 54	2
排气阀	54 ~ 58	2.5

表 7 进口气阀各部位金相检测结果

部位	进口进气阀	进口排气阀
气阀盘部	晶粒度 3 ~ 4 级, 局部存在 2 级	晶粒度 8 ~ 9 级
气阀杆部	晶粒度约为 9 ~ 10 级	晶粒度 4 ~ 6 级
气阀阀面	无异常	密封阀面部位有混晶并有晶粒变形
气阀杆身氮化层深度	0.03 mm (金相法)	无

2 检测结果分析

根据进口气阀的生产厂家的有关资料以及上述各项化学成分和机械性能的检测结果, 对比 GB/T12773-2008《内燃机气阀用钢和合金棒材》, 分析认为:

(1) 进气阀基材为奥氏体 (日本牌号 SUH37), 密封面堆焊钴基合金, 得到耐磨耐腐以及耐高温氧

化的硬质合金层, 同时气阀杆身经表面氮化处理, 提升了表面硬度, 得到良好的耐磨性能。

(2) 排气阀为双金属摩擦焊气阀, 其盘部基材为高温合金 (Nimonic 80), 杆部基材采用马氏体 (日本牌号 SUH3), 杆部杆身与盘部杆身采用摩擦焊对接。由于密封阀面硬度比阀盘其他部位硬度高出许多, 并且阀面部位晶粒已经变形, 可见阀面部位经过特殊的硬化处理, 提高了阀面硬度和耐磨性能。进口气阀的材质分析结果汇总如表 8。

表 8 进口气阀材质

产品名称	基材材质	阀面处理	杆身处理
进气阀	SUH37	堆焊钴基合金	氮化处理
排气阀	盘部	Nimonic 80	特殊硬化处理
	杆部	SUH3	杆部与盘部摩擦焊接, 焊接部位距盘端面 210 mm

3 国产化气阀的材质选择

根据进口气阀的材质检测结果, 对比 GB/T 12773-2008《内燃机气阀用钢和合金棒材》, 确定 YN21 型柴油机国产化气阀的材质如下。

(1) 进气阀材质选用 20Cr21Ni12N, 根据 GB/T 12773-2008, 其对应的日本材料牌号为 SUH37, 它们属同一类别, 均为奥氏体气阀钢。该材料综合性能良好, 满足进气阀处于高温环境下工作性能稳定的要求, 可用于高负荷柴油机的进气阀和中低负荷排气阀。

(2) 排气阀选用 Nimonic 80 (盘部) 和 40Cr10Si2Mo (杆部) 摩擦焊接。根据 GB/T 12773-

2008，Nimonic 80 属高温合金，其在 600 ~ 1200 ℃ 高温下能承受一定应力，并具有抗氧化或抗腐蚀能力，可用于高负荷的排气阀。杆部 40Cr10Si2Mo 材料对应的日本材料牌号为 SUH3，它们属同一类别，均为马氏体气阀钢。该材料导热率大，膨胀系数小，常

被用于低负荷柴油机进气阀。

4 国产化气阀相关性能指标参数

国产化气阀主要性能指标与进口气阀的对比如表 9 所示。

表 9 国产化气阀与进口气阀性能指标的对比

部位	产品名称	进口气阀	国产气阀	对比结果
基材	进气阀	20Cr21Ni12N	20Cr21Ni12N	相同
	排气阀	Nimonic80 + 40Cr10Si2Mo	Nimonic80 + 40Cr10Si2Mo	相同
密封阀面材料	进气阀	钴基合金	钴基合金	相同
	排气阀	Nimonic 80	Nimonic 80	相同
密封阀面硬度	进气阀	46-48 HRC	48-51 HRC	符合
	排气阀	43-47 HRC	43-46 HRC	符合
杆身硬度	进气阀	HV896-916(氮化)	HV766-798(氮化)	符合
	排气阀	无表面硬化处理	HV840-876(镀铬)	优化
杆端面硬度	进气阀	47-54 HRC	58-60 HRC	符合
	排气阀	54-58 HRC	57-59 HRC	符合
结构尺寸	进气阀	实测	实测	参照实物和国标进行圆整
	排气阀	实测	实测	

表 10

部位	产品名称	进口气阀	国产气阀	对比结果
盘底	进气阀	阀盘底光滑，无氧化腐蚀、烧蚀、裂纹等现象	气阀盘底光滑，无氧化腐蚀、烧蚀、裂纹等现象	相当
	排气阀			相当
盘外圆	进气阀	阀盘外圆光滑，无腐蚀、烧蚀、龟裂等现象	气阀盘外圆光滑，无腐蚀、烧蚀、龟裂等现象	相当
	排气阀			相当
密封阀面	进气阀	进气阀阀线清晰、光亮、均匀、连续，有轻微接触斑点，阀面有轻微磨损（≤0.05）。仅一支进口气阀阀面有一处轻微的烧蚀。进气阀阀面硬度及堆焊层组织无明显差异	进气阀阀线清晰、光亮、均匀、连续，有轻微接触斑点，阀面有轻微磨损（≤0.05）。进气阀阀面硬度及堆焊层组织无明显差异	国产件优于进口件
	排气阀	排气阀阀线较宽，较暗，阀面磨损量约 0.1 ~ 0.15（透光法目测判断），阀面腐蚀较严重，阀面无烧蚀、沟槽、裂纹等异常情况	排气阀阀线较宽，较暗，阀面磨损量约 0.1 ~ 0.15（透光法目测判断），阀面腐蚀较严重，阀面无烧蚀、沟槽、裂纹等异常情况。国产排气阀阀面硬度略低于进口排气阀	相当
颈部及伞形面	进气阀	进气阀颈部及伞形面积炭易清洗，清洗后表面呈原始金属色	进气阀颈部及伞形面积炭易清洗，清洗后表面呈原始金属色	相当
	排气阀	排气阀积炭较难清洗，从经清洗的表面来看，表面无点蚀、腐蚀等现象	排气阀积炭较难清洗，从经清洗的表面来看，表面无点蚀、腐蚀等现象	相当
杆身	进气阀	杆身无弯曲，实测尺寸基本在设计公差内，表明进气阀杆身磨损轻微	杆身无弯曲，实测尺寸基本在设计公差内，表明进气阀杆身磨损轻微	相当
	排气阀	排气阀杆身下部磨损 0.07 ~ 0.09mm，杆身有轻微的低温腐蚀	排气阀杆身采用镀铬工艺，磨损轻微	国产件优于进口件
锁夹槽	进气阀	表面形状完好，无明显的接触磨损，无咬合损伤	表面形状完好，无明显的接触磨损，无咬合损伤	相当
	排气阀			相当
杆端	进气阀	杆端摇臂作用点居中，压痕清晰，无异常磨损	杆端摇臂作用点居中，压痕清晰，无异常磨损	相当
	排气阀			相当
探伤	进气阀	所有气阀阀面及阀盘进行着色探伤，未见异常	所有气阀阀面及阀盘进行着色探伤，未见异常	相当
	排气阀			

5 试验情况

国产化气阀和进口气阀同缸装机对比试验, 正常运转 6 000 h 无异常后, 拆卸两只缸头的气阀进行技术检测。共拆卸气阀 8 支, 其中国产化的进、排气阀两对 (4 只), 原厂进口进、排气阀两对 (4 只)。对使用 6 000 h 后的 8 只装机样件的各重要部位进行二次检测, 检测结果对比分析如表 10 所示。

6 结论

经 6 000 h 的同缸装机运行考核表明: 国产化气阀使用情况与进口气阀无明显差异, 产品质量与进口件相当, 可放心使用。

现阶段国产化气阀无论是从原材料还是加工工艺, 均已与进口气阀相当; 同时, 由于国产气阀相比进口气阀, 生产加工更加便捷, 价格也比进口气阀低得多, 因此具有良好的市场竞争力。

(上接第 54 页)

参考文献

- [1] 钱耀南. 船舶柴油机 [M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2007.
- [2] HENEIN N A, BRYZIK W, TAYLOR C, et al. Dynamic parameters for engine diagnostics; effect of sampling [C], SAE Paper 932411.
- [3] 韩运东, 李天伟, 何四华. 船舶柴油机状态监测及故障诊断系统的开发 [J]. 航海技术, 2005(5): 42-44.
- [4] 李晓伟. 船舶柴油机故障诊断方法的研究 [J]. 计算机仿真, 2012, 29(5): 215-218.
- [5] 杨建国, 王晓武. 船舶柴油机监测与故障诊断技术现状及发展趋势 [J]. 中国航海, 1999, 45(2): 41-48.
- [6] Lin Du, Zhu Deheng, Li Fuqi, et al. A distributed on-line monitoring and diagnosis system of power equipment [J]. Proceedings of the 6th International Conference Properties and Applications of Dielectric Materials. 2000 (2): 668-671.
- [7] Jones N B, LI Y H. A review on condition monitoring and fault diagnosis for diesel engines [J]. Proceedings of the fifth international conference on condition monitoring National Defense Industry Press, 1997, Vol. 2: 426-430.
- [8] Sang-Kwon Lee, Kyung-Rae Rho, Hee-Chul Kim. Condition monitoring system for the reciprocating compressor [C]. 2003, The 32nd International congress and Exposition on Noise Control Engineering: 4648-4655.

勘 误

本刊 2015 年第 6 期刊登的论文"某型柴油机喷油器衬套加工工艺研究"的第三作者(薛明)刊发有误, 应为: 薛敏。特此更正, 并向作者和读者致歉。

《柴油机》编辑部