第 15 卷第 4 期
2016 年 12 月
南通航运职业技术学院学报
JOURNAL OF NANTONG VOCATIONAL & TECHNICAL SHIPPING COLLEGE
Vol.15 No.4
Dec.2016
doi: 10.3969/j.issn.1671—9891.2016.04.010

中高速柴油机燃油喷嘴非冷却式设计的应用分析

刘富国
（上海长航船员劳务合作公司，上海 201900）

摘 要：文章从喷嘴受热机理、结构形式、材料匹配等方面对燃油喷嘴非冷却式设计与冷却式设计进行了对比，并分析了非冷却喷油嘴在某型 MAN B&W 柴油机上的应用，具有一定的参考价值。

关键词：喷油嘴针阀偶件；材料；非冷却式
中图分类号：U664.121.2 文献标识码：A 文章编号：1671-9891(2016)04-0037-02

0 引言

柴油机作为热效率最高的动力机械，目前是最主要的船舶主动力，在未来很长一段时间内也将继续保持交通运输领域主要动力的地位。但柴油机的发展受到了不断强化的燃油经济性和有害排放限值法规的挑战。柴油机的燃油喷射及雾化混合对于燃烧乃至柴油机的性能具有决定性的影响，可以降低了积炭产生的可能。因此，对柴油机喷油嘴结构的优化一直为国内外学者所重视。为满足国际海事组织（IMO）规定的船舶柴油机尾气排放标准，提高中高速柴油机喷油器针阀偶件的寿命，现在越来越多的中高速柴油机燃油喷嘴（如瓦锡兰 R20 和 R22/26、曼恩 16/24 和 27/38、洋马 N18AL 和 EY18AL 柴油机、大发 DK-20E 等柴油机），均省去了燃油喷油器冷却系统，采用非冷却型设计，已然成为一种技术潮流。本文将对比分析船舶柴油机燃油喷嘴的非冷却型设计与冷却型设计，并分析采用非冷却型设计的优势。

1 船舶柴油机燃油喷嘴两种型式的结构对比

随着目前柴油机单缸功率的提高，柴油机燃烧室零部件所承受的机械负荷和热负荷已越来越高。为了保证柴油机正常工作，各零部件需具有足够强度，同时对各零部件工作时能够承受的最高温度也有限制。一般而言，在喷油器孔与气阀座孔之间的鼻梁区工作温度最高，因而保持燃油喷嘴足够的冷却似乎是维持喷嘴性能的必然选择。但实际上，越来越多的中高速柴油机燃油喷嘴却采用了非冷却型的设计，究其原因是非冷却型设计一方面简化了结构，另一方面可降低冷却油消耗，并改善废气排放质量。

燃油喷嘴的冷却型针阀偶件以及非冷却式针阀偶件的结构图分别如图 1 和图 2 所示。冷却型针阀偶件为焊接式工艺，结构较为复杂；而非冷却式针阀偶件是整体式工艺，结构较为简单。从图中可以看出，焊接式冷却型针阀偶件截面尺寸比整体式非冷却型针阀偶件的截面尺寸小，所以非冷却针阀偶件能增加断面面积，相应增加了整体强度。

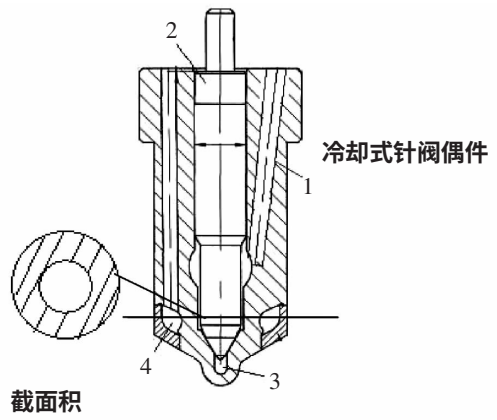
2 船舶柴油机冷却型喷嘴燃油喷嘴的优缺点分析

冷却型喷嘴的主要优点为：由于喷嘴带有冷却通道 4，工作时冷却液经通道 4 可以对喷嘴受热部位（尤其是喷孔 3 附近）进行冷却，材料触火面温度降低，同时由于材料触火面表面温度低，对材料本身的耐热要求就相应较低。

冷却型喷嘴的主要缺点为：第一，为降低燃油成本，目前船用柴油机普遍使用高黏度燃料油（重油）。但在使用时必须对重油进行加热，使其达到喷油器雾化的合适黏度，以保持柴油机良好的燃烧工况。从图 1 中

收稿日期：2016-06-25
作者简介：刘富国（1974—），男，安徽芜湖人，上海长航船员劳务技术合作公司甲类轮机长。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



1.油道；2.针阀；3.喷孔；4.冷却通道

图 1 焊接式冷却型

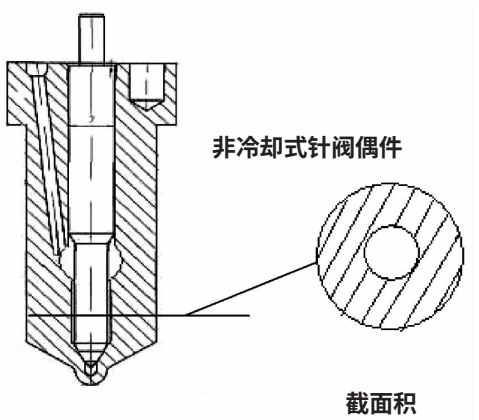


图 2 整体式非冷却型

看出，当喷油终了时，留在喷孔 3 附近的残油有可能留到下一次喷油阶段。由于喷孔附近低温冷却液（一般温度在 60–80℃）的冷却作用，在下次喷油时，喷嘴周围残油因温度突然降低，黏度升高，产生积碳现象，影响喷油器雾化性能，同时柴油机燃烧产物排放也达不到排放标准。第二，冷却通道一旦脏堵，船员不能自行清洁处理。第三，在喷嘴的密封底座处容易产生腐蚀形成凹坑，造成冷却液的泄漏现象。为解决上述问题，已有越来越多的国外中高速柴油机厂商取消冷却式燃油喷嘴，转而采用非冷却式燃油喷嘴。另一方面，随着材料科学的发展，非冷却式燃油喷嘴需要采用的耐高温耐腐蚀针阀偶件价格也较为适中。

3 非冷却喷油嘴在 MAN B&W 柴油机上的应用

笔者曾经研究了 MAN B&W T23 LH 和 L23/30H 柴油机，该机缸头和油头的本身结构上虽留有油头冷却通道，但实际上柴油机外接冷却管路并没有配备冷却装置。根据实际管理经验，该机型柴油机应用船用非冷却喷油嘴偶件，并需要对燃油喷嘴进行材料优化。

第一，虽然 MAN 原厂及国外相关燃油系统配套厂一直生产并销售冷却式针阀偶件，并使用在该型柴油机中，但在陆用柴油机没有燃油冷却系统的情况下，仍然使用冷却式的针阀偶件是不科学的。

第二，考虑到该机陆用机型本来就可以使用无喷嘴冷却的功能，只要针阀偶件选择热硬性更好的材料就能应对。因为采用非冷却式的喷嘴，工作环境明显较冷却型喷嘴恶劣，仅依靠油头本身的设计、与缸头接触产生的热传导是无法解决问题的，为提高非冷却型喷嘴的工作可靠性，必须选择更高的耐热耐高温材料来制造喷嘴。

第三，根据查阅 WARTSILA、SULZER 以及 MAN B&W 公司的相关技术资料及图纸，选择使用耐高温耐腐蚀性能更好的 W18Cr4V（或 S652）材料来生产非冷却式针阀偶件。W18Cr4V 为高碳高合金钢，淬硬后有高抗回火功能。在 600℃工况下，材料硬度保持不变。工件有良好的耐磨性，高温使用中能保持尺寸稳定性，保证了偶件的活动性与喷雾密封性，延长了喷油嘴偶件的使用寿命。原焊接式的冷却式针阀偶件，其材料为 18CrNi8。两者比较，W18Cr4V 材料零件为整体淬火，18CrNi8 为优质合金钢表面渗碳淬火。在高温的工作环境下，由 W18Cr4V 制造的针阀偶件，其针阀偶件的机械强度、抗疲劳强度、抗冲击脆性等，都有明显的提高。

第四，非冷却式针阀偶件原型设计比较适合使用轻质燃油，而当前多数船用柴油机使用的是重质燃料油。重质燃料油必须保持较高的油温方能使用，对材料的热硬性要求较高，而 W18Cr4V 材料的耐热耐高温的性能也正好解决了这一问题。

4 结束语

在 MAN T23LH 和 L23/30H 柴油机的实际使用过程中，原冷却型喷嘴的使用寿命一般明显低于1 500 小时，大部分喷嘴的使用寿命甚至低于 800 小时，喷嘴的保养周期明显低于说明书要求。此外，由于油头喷嘴频繁损耗，导致柴油机其他相关部件损耗率也相应上升。而在该型柴油机上采用非冷却喷嘴针阀偶件后，喷嘴使用寿命明显改善，普遍达到 2 500 小时以上。因而，非冷却喷嘴针阀偶件在该型柴油机上的应用节省了营运成本，为该型柴油机的性能完善与优化提供新的思路。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net