指南编号/Guideline No.M-11(202607)

M-11

船用柴油机喷油器

生效日期/Issued date:2026 年 07 月 01 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

中国船级社（以下简称“本社”）产品检验指南规定了拟申请本社认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求，但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由本社编写和更新，通过网址 http://www.ccs.org.cn 发布，使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 service@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间：M11(201510)　　2015 年 10 月 20 日

M11(201909)　　2019 年 09 月 24 日

本版本主要修改内容：

删除了 5.4.2 无损探伤的要求。

目 录

1 适用范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

4 图纸资料 4

5 技术要求 5

6 原材料及零部件 7

7 型式试验 7

8 单件/单批检验 12

船用柴油机喷油器

1　适用范围

本指南适用于用柴油机燃油高压喷油器总成的型式认可和产品检验。

2　规范性引用文件

2.1　中国船级社《钢质海船入级规范》

2.2　中国船级社《材料与焊接规范》

2.3　CCS 批准的低速柴油机专利厂技术规范

3　术语和定义

关于产品检验、设计认可、型式认可、原型试验、样品、单件/单批检验、最终检验等术语的定义，参见《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章 3.1.2 条；

4　图纸资料

船用燃油高压喷油器总成申请认可或检验时，下列图纸和技术资料应提交 CCS 批准或备查。

4.1　下列图纸资料应提交批准:

4.1.1　总图(纵、横剖面图)；

4.1.2　主要零部件图（喷油器体、针阀偶件等，可根据具体情况适当增减）；

4.1.3　主要性能规格表；

4.1.4　主要零部件理化性能一览表；

4.1.5　交货验收技术条件、出厂试验大纲、型式试验大纲。

4.2　下列图纸资料应提交备查：

4.2.1　产品说明书及铭牌、出厂合格证/质保书（样本）等（中英对照）；

4.2.2　无损检测标准（包括超声波检测、磁粉检测及着色检查）。

4.2.3　压力试验标准

5　技术要求

5.1　材料要求

5.1.1　喷油器体应采用锻件或铸件制成。其锻件应符合 CCS《材料与焊接规范》第 1 篇第 5 章的规定，其铸件应符合 CCS《材料与焊接规范》第 1 篇第 7 章的规定。

5.1.2　针阀偶件应采用性能满足相关标准技术要求的钢材制造。

5.1.3　当喷油器采用柴油机专利厂技术规范进行生产时，其主要零部件材料化学成分及热处理后机械性能要求应符合柴油机专利厂技术规范的规定。

5.1.4　原材料及铸锻件毛坯一般应在经 CCS 认可的生产厂进行采购。

5.2　结构要求

5.2.1　对于定型生产的喷油器总成及其主要零部件均应具有互换性。

5.2.2　喷油器与柴油机高压油管总成和喷油泵总成的接口尺寸按订购方与承制方的协议规定。

5.3　加工精度要求

5.3.1　针阀偶件的主要尺寸公差及形位公差应满足相关技术标准要求。

5.3.2　针阀偶件的主要表面粗糙度应满足相应规范要求。

5.3.3　当承制方与设计单位在采用表面粗糙度系列不一致时，承制方应采用不低于产品图样规定的设计要求。

5.4　无损检测

5.4.1　针阀与针阀体应进行磁粉检测

5.5　热处理

删除[zengke2023]: 5.4.2　喷油器调压弹簧应进行无损检测。

5.5.1　喷油器体热处理要求应满足 CCS《材料与焊接规范》第 1 篇第 5 章、第 7 章要求。

5.5.2　针阀偶件的热处理后的机械性能及表面硬度应满足相应规范要求。

5.5.3　针阀偶件热处理后的内部金相组织及硬化层深度应满足相关技术标准要求。

5.6　压力及密性试验

5.6.1　针阀偶件的径部及密封锥面应进行密封性试验。

5.6.2　喷油器高压密封部位应进行密封性试验。

5.6.3　冷却式喷油器冷却通道应进行密封性试验。

5.6.4　喷油器体的高压受压面应进行压力试验，试验压力为 1.5P 或 P+30MPa 取其较小者（P 是指被试验部件的最大工作压力）。当喷油器采用柴油机专利厂技术规范进行生产时，其高压油泵体的受压面压力试验要求应符合柴油机专利厂技术规范的规定。

5.7　性能要求

5.7.1　使用轻柴油及运动粘度为 380 $mm^2/s/50℃$以下的重油时，喷油器应能正常工作。使用重油时，其进口温度应为 130℃～150 ℃。

(1)　启阀压力按订购方和承制方的协议规定，对于高、中速船用柴油机，同一台柴油机的启阀压力偏差应不大于±0.5 MPa。

(2)　喷油嘴偶件的流量偏差应不大于±7.5%。

(3)　喷油器允许按流量分组，但每组的流量偏差应不大于±3%。有流量分组时，承制方对同一台柴油机应提供同一流量组别的喷油器。

流量偏差率 δ 按公式(1)计算:

$$\delta = \frac{Q_{max}(或Q_{min}) - Q_b}{Q_b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

式中:

δ—流量偏差的百分数(%);

Q_{max}—样本中(或同组中)的最大流量，单位为毫升(ml);

Q_{min}—样本中(或同组中)的最小流量，单位为毫升(ml);

Q_b —样本中(或同组中)的平均流量，单位为毫升(ml).

5.8 可靠性

喷油器可靠性要求按订购方和承制方的协议规定。

6 原材料及零部件

6.1 产品原材料及零部件应按照我社现行规范相关要求进行控制。

6.2 喷油器总成的主要零部件指喷油器体、针阀偶件等零部件。

7 型式试验

7.1 典型样品的选取

初次认可时，一般每一系列喷油器应选一台样机进行型式试验。所选样机在技术参数上应能覆盖其所在系列；结构、制造工艺上具有代表性，体现工厂的加工能力和制造水平。

7.2 试验项目

喷油器的型式试验一般应包括针阀偶件型式试验、喷油器总成型式试验。

7.2.1 针阀偶件型式试验项目

(1) 滑动性试验

(2) 径部密封性试验

(3) 锥面密封性试验

(4) 喷雾试验

(5) 流量试验

(6) 清洁度检验

(7) 可靠性试验

7.2.2 喷油器总成型式试验项目

(1) 启阀压力试验

(2) 滑动性试验

(3) 液压试验及密封性试验

(4) 喷雾试验

(5) 流量试验

(6) 清洁度检验

(7) 可靠性试验

7.2.3 采用专利厂技术规范进行生产的低速柴油机喷油器型式试验项目

低速柴油机喷油器总成可只根据批准的专利厂图纸及技术规范进行液压试验。

7.3 型式试验项目的减免

7.3.1 初次认可

初次认可时，一般应进行上述所适用的全部试验项目。如满足以下条件，制造厂可以向 CCS 书面申请减免部分试验项目，验船师应根据工厂的生产情况、产品的生产历史及使用记录等给予考虑，并将意见及制造厂书面申请一起传真至总部建造入级处，在获得总部建造入级处同意批复后方能对该试验项目进行减免：

(1) 申请认可的制造厂能够提供近期内由权威检测机构（如国家质量技术监督局，或国防科技试验室等）出具的相应试验项目的试验报告；

(2) 认可申请方能够提供近期由 IACS 成员签署的相应试验项目的试验报告。

7.4 型式试验的方法和要求

7.4.1 针阀偶件型式试验方法

(1) 滑动性试验

用滤净的轻柴油清洗和润滑零件。置喷油嘴偶件与水平面成 45°位置，将针阀从针阀体内抽出其导向面长度的三分之一，并围绕针阀轴线转到任一位置松手，针阀应能借其本身重量自由滑动、平稳落座，无任何阻滞现象。

(2) 径部(针阀与针阀体相配合的圆柱工作表面)密封性试验

径部密封性试验采用降压法。试验用油 20℃时的运动粘度为 10.2 mm2/s～10.7mm2/s，试验油液自喷油嘴偶件的针阀尾部中孔泵入，针阀体密封端面与夹具间应无渗漏，当油压从比规定的启阀压力低 2 MPa 时开始，至压力下降 5 MPa 时结束，其密封性渗油时间，应不低于标准样件。

可采用从喷油器进油孔的进油方式来检验喷油嘴偶件径部密封性能，但应满足下列要求：

① 按产品图样规定的扭矩拧紧喷油嘴固紧螺母;

② 每次试验前，应进行数次喷油;

③ 将喷油器启阀压力调整到比规定值高 2MPa-3MPa 进行试验。

用喷油嘴偶件密封性标准件作比较试验时，试验用油的粘度和环境温度不作规定，但环境温度变化超过 4℃时，应复校样件。

允许采用等其他方法（例如，偶件间隙测量）来评定针阀偶件的径部密封性能，但测量方法应满足相应技术标准要求

(3) 锥面密封性试验

在比规定的启阀压力低 2MPa 的油压下，10 s 内用肉眼观察针阀体头部或端面，高压密封部位及密封锥面应无渗漏，但允许喷孔周围有微量湿润现象。

(4) 喷雾试验

将启阀压力调整到规定值，以 1s 内喷射 1-2 次的泵油，喷雾质量应符合下列要求：

① 经喷孔喷出的燃油应呈雾状、伴随发出清脆的喷油声，不应有明显的肉眼可见的飞溅油粒、连续油柱和极易辩别的局部浓稀不均匀现象;

② 喷射开始前和终了后应无渗漏，但允许喷油孔周围有湿润现象。当针阀直径大于 10 mm 时，允许在喷油孔周围有油液集聚现象，但应不滴漏;

③ 可采用承制方与订购方商定的喷油嘴偶件样件对喷雾质量进行评定。

(5) 流量试验

喷油嘴偶件的流量试验应在上述试验合格后进行。试验方法按产品技术文件的规定。也可按订购方和承制方商定的其它方法进行喷油嘴偶件的流量试验。

(6) 清洁度检验

应用注射器对针阀偶件用汽油进行冲洗，将清洗后的汽油用洗净器皿盛放，然后用 5 μ m 滤网将该汽油过滤、烘干并称重，其杂质重量即为该针阀偶件的清洁度。具体限值，按订购方和承制方的协议规定。

(7) 可靠性试验

喷油嘴偶件可靠性的考核和评定方法按订购方和承制方的协议规定。

7.4.2 喷油器总成型式试验方法

(1) 试验设备和试验用油

试验用油应采用轻柴油。

喷油器试验台应满足下列要求：

① 压力表量程应为 0MPa～60MPa,精度等级应不低于 1.5 级;

② 环境温度应为 20±2℃，如果在其他温度条件下进行试验时，试验结果应与标准样件进行比较;

③ 试验台上的泵、表、油管接头、开关、阀等高压通道的所有连接处均应保持密封。当试验台油路系统放气后，以无孔工艺垫块检验试验台时，应在 40MPa 油压下，保持 3min，压力降应不超过 1MPa。

(2) 启阀压力试验

缓慢地泵油，使压力表指针逐步地上升，当喷油器开始喷油的瞬时，指针突然下降前所示的压力值，即为喷油器的启阀压力。

(3) 滑动性试验

将喷油器启阀压力调整到规定值，以 3s 内喷射不超过 2 次的速度缓慢而平稳地泵油，观察针阀起落和渗漏。

(4) 液压试验及密封性试验

喷油器体的高压受压面应进行压力试验，试验压力为 1.5P 或 P+30MPa 取其较小者（P 是指被试验部件的最大工作压力）。

冷却式喷油器冷却通道的密封性试验，采用压力为 1 MPa 的轻柴油进行试验，3 min 内观察泄漏情况。

高压密封部位的密封性试验，可与喷油嘴偶件密封锥面的密封性试验时同时进行，试验方法与 7.4.1(3)相同。

(5) 喷雾试验

试验方法与 7.4.1(4)相同。

(6) 流量试验

喷油器流量试验应在上述试验合格后进行。

喷油器的流量试验采用与标准喷油器相比较的方法进行，但在每次测量的延续时间内，应保证在规定转速时的喷油量不少于 50ml。

允许按订购方和承制方共同商定的其它方法进行喷油器流量试验。

(7) 清洁度检验

喷油器解体后，用注射器对各零件内腔用 120＃汽油进行冲洗，将清洗后的汽油用洁净器皿盛放，然后用 5μm 滤网将该汽油过滤、烘干并称重，其杂质重量即为该喷油器的清洁度。

(8) 可靠性试验

喷油器可靠性试验的考核或评估方法，按订购方和承制方的协议规定。

8 单件/单批检验

型式认可后产品检验的具体检验方式按 CCS 在颁发型式认可证书时以检验计划规定进行。

8.1 对获得 CCS 型式认可 B 的制造厂的产品单件/单批检验

8.1.1 检验项目

(1) 喷油器总成检验项目按照认可时批准的出厂试验大纲进行，至少包括以下试验：

① 启阀压力试验

② 液压试验及密封性试验

③ 喷雾试验

试验方法同 7.4.2。

(2) 对采用专利厂技术规范进行生产的低速柴油机喷油器，若仅对喷油器体进行检验发证时，只进行喷油器体液压试验。

8.1.2 上述试验可以由制造厂独立完成并出具完整的试验报告提交验船师审核；

8.1.3 验船师的抽检数量视工厂报检数量而定。原则上，对于批量生产的产品可按同一系列 2%的比例抽取，但不得少于 2 台。对于单件小批量生产的，可视具体情况而定，但一般每一型号至少应抽 1 台。抽检产品应按上述试验项目进行复验或在制造厂试验时现场见证。

8.1.4 制造厂每次申请单件/单批检验时同时应提交下列文件供验船师审核：

(1) 喷油器总成检验：

按 8.1.1 条进行检验或试验的报告。

(2) 低速柴油机喷油器体检验：

液压试验报告。