



中国船级社

船舶使用低硫馏分油指南 2018

生效日期：2018 年 12 月 1 日

北京

目 录

0 前言	- 1 -
第 1 章 通则	- 5 -
1.1 适用范围	- 5 -
1.2 附加标志	- 5 -
1.3 定义与缩写	- 5 -
1.4 图纸资料.....	- 6 -
1.5 风险分析	- 6 -
1.6 船上试验	- 6 -
第 2 章 燃油系统	- 8 -
2.1 一般要求	- 8 -
2.2 燃油储存	- 8 -
2.3 日用柜和沉淀柜	- 8 -
2.4 燃油驳运与处理管系	- 9 -
2.5 燃油供应管系.....	- 9 -
2.6 控制、报警和显示.....	- 11 -
第 3 章 机器设备	- 12 -
3.1 一般要求	- 12 -
3.2 柴油机.....	- 12 -
3.3 锅炉.....	- 12 -
3.4 燃油泵	- 12 -
第 4 章 操作手册	- 14 -
4.1 一般要求	- 14 -
4.2 燃油转换.....	- 14 -
4.3 应急程序.....	- 14 -
附录 1 风险分析.....	- 15 -
附录 2 船用馏分油要求（摘自 ISO 8217）	-16-
附录 3 船用渣油要求（摘自 ISO 8217）	-18-
附录 4 中国排放控制区相关省/市实施要求汇总（仅供参考）	-20-

0 前言

MARPOL 公约附则 VI、EU 法令及 CARB 法规相继制定或实施了新的 SO_x 排放控制标准，要求船舶在指定区域（如 MARPOL 公约附则 VI 规定的排放控制区、欧盟港口、加利福尼亚沿岸 24 海里海域及港口）使用硫含量不超过 0.10 % m/m 的燃油。此外，香港规例、中国排放控制区实施方案也相继实施了新的 SO_x 排放控制标准，要求船舶在指定区域内航行或停泊时使用的燃油硫含量不超过 0.50 % m/m。公约/法规关于船舶使用燃油硫含量的限值要求见表 0。

注 1：为方便用户参考，表 0 仅列出了 MARPOL 公约附则 VI、欧盟法令（EU low sulphur directive 2005/33/EC）、CARB 法规（California Code of Regulation Titles 13 and 17）、香港规例、中国排放控制区实施方案关于船舶使用燃油硫含量限值、实施日期及实施区域的部分要求，详细要求应以上述公约、法令/法规为准。

注 2：对于国内航行船舶，除上述中国排放控制区实施方案、香港规例规定的 SO_x 排放要求以外，还应满足国内航行船舶适用法规的相关要求。

表 0-燃油硫含量限值要求一览表

公约/法规	燃油硫含量 (%m/m)	实施日期	实施区域
MARPOL 公约附则 VI	3. 50	2012 年 1 月 1 日	SO _x 排放控制区外
	0. 50 ¹	2020 年 1 月 1 日	
	1. 00	2010 年 7 月 1 日	SO _x 排放控制区内 ²
	0. 10	2015 年 1 月 1 日	
EU 法令	0. 10	2010 年 1 月 1 日	欧盟港口 ³
CARB 法规	1. 50 ⁴	2009 年 7 月 1 日	加利福尼亚水域 ⁶
	0. 50 ⁵		
	1. 00 ⁴	2012 年 8 月 1 日	
	0. 50 ⁵		
0. 10 ⁴	2014 年 1 月 1 日		
0. 10 ⁵			
<u>香港规例</u>	<u>0. 50</u>	<u>2015 年 7 月 1 日</u>	<u>香港港口 ⁷</u>
<u>中国排放控制区实 施方案</u>	<u>0. 50⁸</u>	<u>2016 年 1 月 1 日 ⁹</u>	<u>中国排放控制区 ¹⁰</u>

注：

1. IMO MEPC 280 (70) 决议决定：硫含量 0.50% m/m 的燃油标准将于 2020 年 1 月 1 日开始实施。
2. MARPOL 公约附则 VI 第 14 条规定的排放控制区，目前包括：波罗的海海域、北海海域、北美海域、美国加勒比海海域（2014 年 1 月 1 日实施）。
3. 欧盟港口停泊（包括锚泊、系浮筒、码头靠泊）超过 2 小时的船舶不得使用硫含量超过 0.10% m/m 的燃油。

4. Marine gas oil, 对应 ISO 8217 标准规定的 DMA 级馏分油。
5. Marine diesel oil, 对应 ISO 8217 标准规定的 DMB 级馏分油。
6. 加利福尼亚沿岸 24 海里海域及港口。
7. 香港港口停泊期间（停泊期间首小时和最后一个小时除外），船舶不得使用硫含量超过 0.50% 的船用燃油。
8. 2019 年 12 月 31 日前，中国对“中国排放控制区实施方案”规定的排放控制措施实施效果进行评估，确定是否采取以下行动：
 - （1）船舶进入排放控制区使用硫含量 $\leq 0.1\%$ m/m 的燃油；
 - （2）扩大排放控制区地理范围；
 - （3）其他进一步举措。
9. “中国排放控制区实施方案”规定的排放控制措施按如下计划予以实施：

<u>实施日期^①</u>	<u>实施说明</u>
<u>2016. 1. 1</u>	<u>有条件港口停泊期间^②</u>
<u>2017. 1. 1</u>	<u>核心港口停泊期间^②</u>
<u>2018. 1. 1</u>	<u>所有港口停泊期间^②</u>
<u>2019. 1. 1</u>	<u>进入控制区内的船舶</u>

注①：“中国排放控制区实施方案”发布以后，相关省/市相继制定并发布了“工作方案”、“监管措施”、“实施意见”等配套政策/实施细则，为便于用户参考，指南附录 4 汇总了相关省/市的部分实施要求，详细要求应以相关省/市发布的正式文件为准。

注②：靠港后第 1 个小时和离港前最后 1 个小时除外。

10. 系指“中国排放控制区实施方案”规定的珠三角水域、长三角水域和环渤海（京津冀）水域三个船舶排放控制区。有关三个排放控制区的海域边界、内河水域范围及控制区内港口的要求见“中国排放控制区实施方案”。

船舶为满足公约/法规的 SO_x 排放要求，一般有如下方案可供选择：

- （1）燃料前处理方式，采用专门的工艺对燃油进行脱硫处理，船舶直接使用硫含量符合规定的燃油；
- （2）废气后处理方式，通过安装废气处理装置，把废气中的 SO_x 清除，达到与使用低硫燃油等效的减排效果；
- （3）替代燃料，船舶使用天然气等清洁燃料，由于天然气燃料含硫量很低，燃烧后的 SO_x 排放也很低。

目前，燃油市场供应的硫含量符合 0.1% m/m 的燃油主要是低硫馏分油（如 DMA、DMB 等）。2014 年底，为满足硫含量 0.1% m/m 燃油市场需求，有些燃油供应商研制并推出了新的低硫“混和燃油”，通过在低硫馏分油中混合少量的重质燃油，改善了低硫馏分油的粘度、润滑性等特性。这种低硫“混和燃油”的主要优势是：其粘度、润滑性等特性

指标与常规重油相似，船上储存、净化处理、使用时也需要加热，燃油系统、燃油设备等一般无需改造即可使用。然而，由于不同燃油供应商的调制方法不同，所生产出的“混和燃油”特性指标也会存在差异，每种“混合燃油”的储存、船上处理、使用等方面都可能特别的要求，船舶购买时应向燃油供应商咨询船上使用的建议。另外，考虑到这种“混和燃油”的使用经验有限，且现行的 ISO 8217 标准规定的各种船用燃料油规格（DM 和 RM）还很难涵盖该类燃油，船舶购买和使用该类燃油时，还应寻求柴油机、锅炉、分油机等设备制造厂的相关指导和建议。

注：国际内燃机委员会（CIMAC）公布的 position paper “New 0.10% sulphur marine (ECA) fuels”，对这种低硫“混合燃油”的兼容性和稳定性、粘度、密度、点火质量、倾点、催化剂粉末和沉淀物等主要特性进行了描述，并提出了船上储存、处理和使用过程中的技术要点，供船东/船舶管理者参考。

为满足硫含量 0.1% m/m 燃油市场需求，船用燃油供应市场还推出了混合 FAME（生物柴油）的船用馏分油。ISO 8217 标准第 6 次修订版新增加了 DFA、DFZ、DFB 三种馏分油类型，规定混合 FAME 的体积百分比不超过 7%，其他各项指标分别与 DMA、DMZ、DMB 一致，因此，船上使用这种混合了 FAME 的船舶馏分油时，储存、处理、使用等方面的要求与 ISO 8217 标准规定的船用柴油（DMA、DMZ、DMB）基本相同。然而，考虑到生物柴油具有易氧化、生物分解、对燃油舱柜及系统沉积物的清洗等潜在特性，船上使用这种燃油时，仍需额外考虑一些注意事项，比如储存周期、燃油状态监测、含水量和微生物监测、滤器状态监测等。如船舶拟使用这种燃油，建议船东/船舶管理者与柴油机、锅炉等设备厂咨询，确认燃油设备使用这种燃油的兼容性。关于这种燃油的使用，国际内燃机委员会（CIMAC）专门制定了燃油管理指南“Guideline for ship owners and operators on managing distillate fuels up to 7.0% v/v FAME (biodiesel)”，可供船东/船舶管理者参考。

本指南主要考虑了低硫馏分油特性变化对船舶和机器设备的安全可能产生的影响。

炼油厂为了生产这样的低硫馏分油，往往需要采用特殊工艺及程序对燃油进行脱硫处理，导致低硫馏分油的很多特性都发生了显著变化。船舶燃油系统、机器设备一般都是基于重油/船用柴油设计的，低硫馏分油的使用经验不多，当转换使用低硫馏分油时，可能导致燃油系统及设备故障，甚至发生船舶失去动力的危险。

船舶设计或改造过程中，需要综合考虑低硫馏分油各种特性变化，系统地识别船舶使用低硫馏分油后可能存在的风险，并依据风险分析的结果，从设计、布置、监测报警、操作程序等方面考虑采取措施，将风险及其危害控制在可以接受的范围内。

本指南依据低硫馏分油使用影响研究的结果编制，对低硫馏分油使用相关系统和设备的设计、布置、控制监测、操作、试验等予以特别规定，作为规范的补充，旨在为船舶设计/改造、检验、试验等提供指导，其并不能替代任何公约、法规、规范以及其他相关法令的规定和操作要求。

本指南不可能涵盖船舶所有使用低硫馏分油的设备和系统，每一船舶的机械装置应由设备制造厂或制造厂授权的专业人员进行评估，识别不同燃油转换和使用时可能存在的风险，制定合适的设计或改造方案及适用的程序，并提供具体的评估报告。

第 1 章 通则

1.1 适用范围

1.1.1 本指南适用于为满足 MARPOL 公约附则 VI、地区或国家法令/法规^①要求而使用低硫馏分油的船舶。

注 1：本指南中，低硫馏分油系指硫含量不超过 0.10 % m/m 的馏分油，详见 1.3.1 (2) 定义。

注 2：香港规例、中国排放控制区实施方案规定的燃油硫含量限值为 0.50% m/m，如船舶拟使用本指南 1.3.1 (2) 定义的低硫馏分油来满足该 SO_x 排放要求，则本指南也适用于该船舶。

1.1.2 除另有说明外，本指南仅为相关规范的补充，其并不能替代任何公约、法规及其他法令的有关规定。

1.2 附加标志

1.2.1 拟使用低硫馏分油的船舶，如符合本指南要求，经检验合格后可授予 LSDF 附加标志。

1.3 定义与缩写

1.3.1 本指南有关定义如下：

(1) 低硫燃油 (LSFO, Low Sulphur Fuel Oil)：系指船舶在 SO_x 排放控制区内航行时，使用的硫含量不超过 0.10 % m/m 的燃油，如低硫馏分油、硫含量不超过 0.10% m/m 的“混和燃油”等。

(2) 低硫馏分油 (LSDF, Low Sulphur Distillate Fuel)：系指除硫含量不超过 0.10 % m/m 以外，其他各项指标均符合 ISO 8217 标准规定的馏分油 (Distillate Fuels)。

注：为方便用户参考，本指南附录 2 提供了 ISO 8217 标准规定的馏分油要求表，详细要求应以原标准为准。

(3) 常规燃油 (FO, Fuel Oil)：系指除低硫燃油外，船舶在 SO_x 排放控制区域以外航行时供给主辅柴油机和锅炉用的燃油 (如 HFO、MDO)。

(4) 船用柴油 (MDO, Marine Diesel Oil)：系指除低硫馏分油以外，各项指标符合 ISO 8217 标准规定的馏分油 (Distillate Fuels)。

(5) 重油 (HFO, Heavy Fuel Oil)：系指各项指标满足 ISO 8217 标准规定的渣油 (Residual Fuels)。

注：为方便用户参考，本指南附录 3 提供了 ISO 8217 标准规定的渣油要求表，详细要求应以原标准为准。

(6) SO_x 排放控制区 (SECA, SO_x Emission Control Area)：系指按 1.1.1 所述公约、地区或国家法令/法规的规定，船舶使用的燃油硫含量不得超过 0.10% m/m 或 0.50% m/m

^①：指 EU 法令 (EU low sulphur directive 2005/33/EC)、CARB 法规 (California Code of Regulation Titles 13 and 17)、香港规例、中国排放控制区实施方案。

的特定区域^②。

1.2.2 本指南有关缩写如下：

(1) CARB (California Air Resources Board): 加利福尼亚空气资源委员会。

(2) EU (European Union): 欧洲联盟 (简称欧盟)。

1.4 图纸资料

1.4.1 除《钢质海船入级规范》中要求提供的相关图纸资料外，还应提交如下图纸资料批准：

(1) 低硫馏分油粘度/温度控制细节，包括冷却系统、工作原理、控制系统、操作说明等（按 2.5.4 的规定）；

(2) 船上试验程序（按 1.6 的规定）；

(3) 锅炉控制、监测与安全系统（按 3.3 的规定）；

(4) 报警与显示点清单（按 2.6.1 的规定）。

1.4.2 除 1.4.1 规定以外，还应提交如下图纸资料备查：

(1) 低硫馏分油舱柜容量计算书（按 2.2.2 的规定）；

(2) 设备制造厂声明及相关资料（按 3.1 的规定）；

(3) 低硫馏分油粘度/温度变化计算书（按 2.5.3 的规定）；

(4) 操作手册（按第 4 章的规定）；

(5) 风险分析报告（按 1.5 的规定）。

1.5 风险分析

1.5.1 应采用公认的风险分析/评估方法（如 IEC/ISO 31010）对低硫馏分油使用和转换有关的安全问题进行分析 and 评估。

1.5.2 风险分析时，需考虑的因素、报告内容及分析表可参考本指南附录 1。

1.6 船上试验

1.6.1 使用低硫馏分油的船舶应按 CCS《钢质海船入级规范》的有关规定进行船上试验，以确认相关系统和设备可稳定地以低硫馏分油运行，与低硫馏分油使用有关的控制、报警、安全保护等应进行验证。

1.6.2 应进行燃油转换试验，以验证系统可安全可靠地实现 FO-LSDF 之间的转换，相关参数控制在规定范围内，如燃油转换后需更换气缸油运行，则还应进行气缸油的转换试验。

1.6.3 如试验时无法获得 1.1.1 规定的低硫馏分油，可采用船用柴油代替进行试验，试验时应将船用柴油加热，使其粘度接近低硫馏分油的粘度。另外，应在船舶第一次使用低硫馏分油后首次定期检验时，向 CCS 提交低硫馏分油使用有关的报告，报告中应至少

^②：指 MARPOL 公约附则 VI 第 14 条规定的排放控制区、EU 法令规定的港口、CARB 法规规定的水域及港口、香港规例规定的港口、中国排放控制区实施方案规定的水域及港口。

包含如下内容：

- 低硫馏分油参数；
- 低硫馏分油转换时间及船舶位置；
- 使用低硫馏分油的设备及其运行负荷；
- 设备运行时间及关键参数（如燃油温度/粘度）；
- 相关控制、监测与安全保护功能；
- 设备运行状态评估。

第 2 章 燃油系统

2.1 一般要求

2.1.1 低硫馏分油闪点应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇 第 1 章 1.2.9 的规定。

2.1.2 如船上加注两种或多种不同类型的燃油（如常规燃油、低硫馏分油等），则建议考虑采取如下措施以避免或减少燃油使用过程中可能的风险：

（1）使用燃油生产商认可或推荐的设施进行兼容性试验，确保不同燃油之间混合兼容。

（2）尽可能地采取净化、过滤等措施将燃油中的催化剂含量降至最低水平，保证进机燃油中的催化剂粉末含量不超过 10ppm（Al+Si）或满足机械设备的要求，在某些情况下可提高到 15ppm。

注：颗粒大小直接影响离心式分油机分离催化剂粉末的性能，2 微米或更小的颗粒将很难分离。当燃油中存在直径小于等于 2 微米的颗粒物时，可能会导致处理后的燃油很难满足 10ppm 限值要求，需要进一步参考柴油机制造厂提供的专门建议。

（3）对燃油泵和日用柜出口之间的燃油催化剂粉末含量进行连续监测，如催化剂粉末含量未进行连续监测，则建议每周在日用柜出口进行燃油取样，并分析催化剂粉末含量，以确认燃油中的催化剂粉末含量未超过规定限值。

2.1.3 燃油系统中所有与燃油接触的弹性部件（如隔膜）应采用氟橡胶材料或适合所使用燃油的其他材料。

2.1.4 燃油系统如设有取样点，取样点应满足 IMO《燃油硫含量验证用船上取样指南》的要求。

2.2 燃油储存

2.2.1 船上应设有专用的低硫馏分油储存舱柜，其布置不应与加热的舱柜直接相邻，以避免低硫馏分油被加热。

2.2.2 低硫馏分油储存量应能满足船舶在预定排放控制区内航行或停泊时的燃料消耗需要，需综合考虑各种燃料消耗因素计算低硫馏分油的消耗量。

2.3 日用柜和沉淀柜

2.3.1 根据船舶主、辅机和锅炉使用燃油的不同，可选择如下方式设置低硫馏分油日用柜：

（1）在排放控制区外，船上主、辅机和锅炉均使用重油工作，且船舶按 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 4 章第 2 节的要求设置重油和船用柴油日用柜，则低硫馏分油日用柜可设置如下：

① 设 1 个单独的低硫馏分油日用柜，日用柜的容量至少能供船舶营运 8h；或

② 将 1 个船用柴油日用柜（或重油日用柜）作为低硫馏分油日用柜替代使用，替代日用油柜的总容量应至少能供船舶营运 8h，且其系统的布置和设计应使重油和船用柴

油日用柜的加热设施（如有）可以可靠地切断，在船舶进入排放控制区之前有足够的时间对上述替代日用油柜及系统进行全面冲洗，以去除硫含量超过低硫馏分油要求的所有燃油。

（2）在排放控制区外，船上主机和锅炉使用重油工作，辅机使用柴油工作，且船舶按 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 4 章第 2 节的要求设置重油和船用柴油日用柜；则低硫馏分油日用柜可设置如下：

- ① 设 1 个单独的低硫馏分油日用柜, 日用柜的容量至少能供船舶营运 8h；或
- ② 将船用柴油日用柜（或重油日用柜）作为低硫油日用柜替代使用，替代日用油柜的总容量应至少能供船舶营运 8h，且其系统的布置和设计应使重油和柴油日用油柜的加热设施（如有）可以可靠地切断，在船舶进入排放控制区之前有足够的时间对上述替用日用油柜及系统进行全面冲洗，以去除硫含量超过低硫油要求的所有燃油。

（3）在排放控制区外，船上亦将低硫馏分油作为船用柴油使用，则船舶日用油柜的设置应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 4 章第 2 节的要求，但其中的船用柴油日用柜全部以低硫馏分油日用柜替代，且低硫馏分油日用油柜的总容量应至少能供船舶营运 8h。

2.3.2 对于仅停靠欧盟港口，或者在 SO_x 排放控制区航行时间（包括进出转换时间）小于 8h 的船舶，低硫馏分油日用柜的容量可按实际使用需要进行配置。但船舶其他燃油日用油柜的配置应符合钢规第 3 篇第 4 章第 2 节的要求。

2.3.3 对于 1998 年 7 月 1 日前建造的船舶，低硫日用柜的容量可按实际使用需要进行配置。

2.3.4 船上一般应设有专用的低硫馏分油沉淀柜。如低硫馏分油不需沉淀、净化或其它处理即可满足设备制造厂的燃料要求，或者储存柜的低硫馏分油可通过分油机净化处理后直接驳至日用柜，则可不设专用低硫馏分油沉淀柜。

2.3.5 低硫馏分油日用柜和沉淀柜不应与加热的舱柜直接相邻，以避免低硫馏分油被加热。

2.4 燃油驳运与处理管系

2.4.1 燃油泵、净化设备应适合所使用的低硫馏分油。

2.4.2 低硫馏分油的驳运与处理管系应与其他燃油管系分开，否则应有足够的时间对管系进行彻底清洗，以防止燃油污染。

2.5 燃油供应管系

2.5.1 对于在排放控制区以外航行时使用重油或船用柴油，而在排放控制区内使用低硫馏分油的船舶，燃油泵的设置应满足如下要求：

（1）在排放控制区之外：

设有 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 4 章 4.2.2.2、4.2.3.1 规定的 2 台燃油泵；

(2) 在排放控制区之内:

①如(1)规定的2台燃油泵均适合低硫馏分油,且每台泵都能供应船舶正常航行所需要的燃油量,则可不设单独的低硫馏分油泵;

②如(1)规定的2台燃油泵均适合低硫馏分油,但1台泵单独工作无法供应船舶正常航行所需要的燃油量,但2台泵可并联工作提供所需的燃油量。这种情况下,除了设有(1)规定的2台燃油泵之外,还应单独设有1台燃油泵,该泵适合低硫馏分油,且能与任何一台(1)规定的燃油泵并联工作提供船舶正常航行所需的燃油量;

③如(1)规定的2台燃油泵不适合低硫馏分油,则除了设(1)规定的2台一般燃油泵之外,还应单独设2台低硫馏分油泵,且每台泵都能供应船舶正常航行所需的燃油量。

注1:对于授予无人值班机器处所附加标志的船舶,备用泵自动起动及发出报警的要求适用于单独设置的低硫馏分油泵。

注2:如推进设备运行时需要电力,且发电用机械设备的燃油通过共用燃油泵供应,则上述要求也适用于发电用机械设备。

注3:船舶正常航行所需的燃油量系指设备额定负荷运行所需要的燃油量。

2.5.2 在转换低硫馏分油的过程中,为避免燃油温度变化剧烈对机器设备及燃油系统造成热冲击,一般应设有混合油柜/桶,用于不同温度的燃油进行混合。

2.5.3 为确保在各种工况下低硫馏分油粘度满足机械设备的要求,应计算低硫馏分油进设备前的温度/粘度,计算时需考虑船舶燃油设备的工作负荷、燃油转换、工作环境温度及可能存在的热传递和热积聚因素。

2.5.4 如按2.5.3的要求进行计算后,低硫馏分油的粘度不能满足机器设备的要求,应设有专门的燃油冷却系统(如海水冷却或通过制冷系统进行冷却),冷却系统除满足CCS《钢质海船入级规范》第3篇的有关规定外,还应符合如下要求:

(1) 燃油冷却系统的设计应考虑主机、辅机、锅炉等燃油使用设备在各种负荷运行条件下的冷量需要,保证燃油温度及温度变化维持在规定的范围之内。

(2) 燃油冷却系统应能实现温度自动控制,并设有手动操作的设施。

(3) 冷却器的表面温度应保持在燃油倾点以上。

(4) 如燃油压力高于冷却介质压力,则应设有燃油泄漏探测设施。

2.5.5 低硫馏分油应设有独立的管系,但符合如下要求时,也可与其他燃油共用管系:

(1) 所有的加热设施能可靠地进行切断或旁通,并设有加热设施工作状态的指示装置。

(2) 船舶进入控制区之前,应能对系统进行彻底地冲洗以确保设备所使用的燃油硫含量满足相关公约、地区或国家法令/法规的要求。

2.5.6 回油管/再循环管的设计与布置应能防止常规燃油污染低硫馏分油柜。

2.5.7 应采取必要的措施，防止机械设备处于备车状态时低硫馏分油被加热。

2.5.8 应采取必要的措施，防止低硫馏分油被燃油泵循环加压可能造成的燃油泵破坏。

2.6 控制、报警和显示

2.6.1 低硫馏分油系统的控制、报警与显示除满足 CCS《钢质海船入级规范》的有关要求以外，还应考虑如下报警或显示设置：

- 燃油温度高或粘度低报警；
- 燃油温度低报警（如适用）；
- 燃油冷却系统膨胀柜（如设有）水位，当水位低时发出报警；

燃油系统加热/冷却系统工作状态（如燃油系统共用），工作或不工作显示。

申请自动化附加标志的船舶，上述低硫馏分油相关的报警还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 3、4 章的有关要求。

2.6.2 如不同燃油的报警设置存在差异，应采取措施防止燃油转换后发生误报警或触发不当动作。

第 3 章 机器设备

3.1 一般要求

3.1.1 柴油机、锅炉、分油机、燃油泵等设备制造厂应提供低硫馏分油适用性声明，证明其产品可持续使用低硫馏分油。声明中应包含低硫馏分油使用有关的详细资料，如设备工作能力、可能的工作条件和限制、控制与安全系统等。

3.1.2 低硫馏分油使用或转换时的条件和限制不应影响设备的正常运转。

3.2 柴油机

3.2.1 气缸油类型（碱性）及系统布置应适合使用的各种硫含量燃油。

3.2.2 如为适应不同硫含量燃油运行工况，需要使用不同类型的气缸油，则气缸油舱柜和系统的设计、布置等应适合各种气缸油的储存和使用需要。

3.2.3 柴油机以不同硫含量燃油运行时，应按柴油机制造厂的要求进行操作和检查，尤其注意气缸油注油率的调整、气缸油转换等操作。

3.2.4 如为适应低硫馏分油而进行的改造影响柴油机 NO_x 排放，则应按《船用柴油机氮氧化物排放试验及检验指南》的规定重新进行检验发证。

3.3 锅炉

3.3.1 应采取必要的措施，防止锅炉及燃烧器处于备车状态时低硫馏分油被加热。

3.3.2 燃烧器及其喷嘴的设计、布置、安装应适合所使用的各种燃油特性，尤其注意低硫馏分油的热值、粘度、密度等差异。

3.3.3 应采取措施防止低硫馏分油喷射前受到加热而发生气化、结碳、自燃等危险。

3.3.4 锅炉使用低硫馏分油后，应对炉膛进行充分扫气，以尽可能降低发生爆炸的危险。

3.3.5 锅炉的火焰探测装置应适合各种燃油的燃烧特性。

3.3.6 锅炉控制系统的设计应考虑各种燃料的特性差异，以确保锅炉安全可靠地运行。

3.3.7 锅炉控制系统应考虑各种情况下的扫气需要，如锅炉点火前、火焰熄灭或正常停炉后等对炉膛进行充分扫气。

3.4 燃油泵

3.4.1 船上用于驳运、处理、供应 HF0 的燃油泵，如在排放控制区内运行时拟用于低硫馏分油，则应按本节规定确定 HF0 燃油泵对低硫馏分油的适用性。燃油泵包括：

（1）为主重要设备服务的连续运行燃油泵（主泵和备用泵），如分油机供油泵、增压泵、供给泵、燃油阀冷却泵（如使用燃油进行冷却）等；

（2）非持续运行燃油泵，如驳运泵。

3.4.2 船上燃油系统中拟使用的每一类型燃油泵，都应按 CCS 规范要求进行型式试验。某一类型燃油泵所进行的型式试验，可用于专利方和许可证持有者生产的所有同类型燃

油泵。

3.4.3 燃油泵除了按 CCS 规范要求进行型式试验以外，还应通过运转试验验证其低硫馏分油的适应性，试验要求如下：

(1) 采用低硫馏分油（或其他类似产品）作为试验介质。所采用的低硫馏分油粘度应为 ISO 8217 标准规定的粘度下限或者更低，建议燃油泵进口的低硫馏分油粘度值为 2.0 cSt 左右；

(2) 试验用低硫馏分油的润滑性应小于 520 μm ；

注：燃油润滑性按 ISO 12156 -1 标准规定的试验方法确定。

(3) 运转试验应进行至少 250 小时，试验时出口压力不低于泵的额定压力值；

(4) 运转试验期间，应按适用的标准验证燃油泵的主要性能参数；

(5) 运转试验时，应按 CCS 规范要求或国际标准检查和评估燃油泵的运行平稳情况和轴承温度。经 CCS 同意，也可按燃油泵制造厂的内部试验程序进行。

注：国内航行船舶安装的燃油泵，如为满足国内航行船舶法规要求而使用 GB 252 规定的普通柴油，则试验介质应采用 GB 252 规定的普通柴油，且粘度为 GB 252 标准规定的粘度下限。

3.4.4 应提供如下燃油泵的试验与检验证书/报告，并保存在船上：

(1) 运转试验证书/报告，包含如下信息：

① 制造厂信息；

② 试验地点及认证信息；

③ 泵类型和序列号；

④ 试验持续时间；

⑤ 试验介质粘度；

⑥ 上述 3.4.3 规定的性能参数；

⑦ 最低运行温度；

⑧ 运转试验结果。

(2) 液压试验证书/报告。

(3) 材料证书/报告。

3.4.5 船上应备有如下燃油泵相关的图纸资料：

(1) 燃油泵性能规格及安装信息；

(2) 零部件清单，包括与泵可靠运行密切相关的材料特性说明；

(3) 密封装置；

(4) 可靠性和生命周期数据；

(5) 操作手册，包括泵性能和生命周期的说明；

(6) 用于检验的泵试验程序；

(7) 试验证据（包括运转试验和性能试验）。

第 4 章 操作手册

4.1 一般要求

4.1.1 船上应备有操作手册。

4.1.2 操作手册一般应至少包括如下内容：

- (1) 低硫馏分油使用和转换程序（见 4.2）；
- (2) 低硫馏分油使用和转换有关的工作条件和限制条件；
- (3) 操作与检查；
- (4) 维护保养；
- (5) 应急程序（见 4.3）。

4.2 燃油转换

4.2.1 燃油转换有关的操作细节、监测参数、转换时间、转换条件控制（如燃油温度、温度变化梯度、负荷等）、应急措施等，应在转换程序中进行详细说明。

4.2.2 燃油转换时间应根据设备制造厂规定的方法进行计算，并考虑日用柜中的燃油余量、设备负荷、燃油温度差、温度变化梯度等因素。

4.2.3 如柴油机进行燃油转换后，需要更换不同型号的润滑油运行，则还应制定相应的滑油转换程序。

4.2.4 为尽量避免燃油转换时人为失误导致的故障，建议采用自动转换系统进行燃油转换。如采用自动转换系统，应经 CCS 认可，并能根据规定的程序手动完成燃油转换。

4.3 应急程序

4.3.1 应针对低硫馏分油转换、运行时可能发生的故障制定相应的应急程序，如燃油混合时发生不兼容故障、燃油转换不当导致低硫馏分油过度气化、自动燃油转换系统故障、柴油机低硫馏分油起动故障、锅炉低硫馏分油点火或熄火故障等，以尽可能降低低硫馏分油使用故障产生的危害。

该应急程序应完整的包含在 4.1 所述的操作手册中。

附录 1 风险分析

- 1 风险分析时应综合考虑低硫馏分油的各种特性变化引起的危险，尤其是硫含量、热值、粘度、密度、闪点、润滑等特性变化对燃油系统、设备可能造成的影响。
- 2 应尽可能考虑低硫馏分油使用和转换有关的系统和设备。
- 3 风险分析报告一般应包含如下几个方面的内容：
 - (1) 用于风险分析的标准和方法；
 - (2) 分析时所做的各种假定和前提条件；
 - (3) 分析对象，如系统、设备、操作等；
 - (4) 可能存在的风险；
 - (5) 产生风险的原因；
 - (6) 风险可能造成的影响；
 - (7) 防止或减轻风险危害所采取的措施及落实。
- 4 风险分析表可参照表 1 形式。

表 1 风险分析表（举例）

分析项目	危险	原因	潜在影响	安全保护	改进措施

附录 2 船用馏分油要求（摘自 ISO 8217）

项目		单位	极限	类别ISO-F							试验方法
				DMX	DMA	DFA	DMZ	DFZ	DMB	DFB	
运动粘度（40 ℃）		mm ² /s ^a	max.	5.500	6.000		6.000		11.00		ISO 3104
			min.	1.400	2.000		3.000		2.000		
密度（15℃）		kg/m ³	max.	—	890.0		890.0		900.0		见标准6.1，ISO 3675 或 ISO 12185
十六烷指数		—	min.	45	40		40		35		ISO 4264
硫含量 ^b		%（m/m）	max.	1.00	1.00		1.00		1.50		见标准6.3，ISO 8754或ISO 14596、ASTM D4294
闪点		℃	min.	43.0	60.0		60.0		60.0		见标准6.4，ISO 2719
硫化氢		mg/kg	max.	2.00	2.00		2.00		2.00		见标准6.5，IP 570
酸值（以KOH计）		mg /g	max.	0.5	0.5		0.5		0.5		见标准6.6，ASTM D664
总沉淀物（热过滤法）		%（m/m）	max.	—	—		—		0.10 ^c		见标准6.8，ISO 10307-1
氧化稳定性		g/m ³	max.	25	25		25		25 ^d		ISO 12205
脂肪酸甲酯（FAME） ^e		%（V/V）	max.	—	—	7.0	—	7.0	—	7.0	见标准6.10，ASTM D7963或IP579
10%蒸余物残碳		%（m/m）	max.	0.30	0.30		0.30		—		ISO 10370
残碳		%（m/m）	max.	—	—		—		0.30		ISO 10370
浊点 ^f	冬季	℃	max.	-16	报告		报告		—		见标准6.11，ISO 3015
	夏季	℃	max.	-16	—		—		—		
冷滤点 ^f	冬季	℃	max.	—	报告		报告		—		见标准6.11，IP 309或IP 612
	夏季	℃	max.	—	—		—		—		
倾点 ^f	冬季	℃	max.	—	-6		-6		0		见标准6.11，ISO 3016
	夏季	℃	max.	—	0		0		6		
外观		—	—	清晰透明 ^g					°		见标准6.12
水分		%（V/V）	max.	—	—		—		0.30 ^c		ISO 3733
灰分		%（m/m）	max.	0.010	0.010		0.010		0.010		ISO 6245
润滑性，修正磨痕直径(WSD)（60 ℃） ^h		μm	max.	520	520		520		520 ^d		ISO 12156-1

项目	单位	极限	类别ISO-F							试验方法
			DMX	DMA	DFA	DMZ	DFZ	DMB	DFB	
a 1 mm ² /s = 1 cSt。										
b 尽管表中给出了限值，燃油购买者应根据相关法定要求确定最大硫含量，见标准引言。										
c如样本不够清晰透明，则需要进行总沉淀物（热过滤法）和水分测量试验，参见标准6. 8、6. 12的要求。										
d 如样本不清晰透明，无法进行试验，则氧化稳定性限值不适用。										
e 参见标准5. 1和附录 A。										
f 倾点并不能保证所有船在各种气候条件下的可操作性，购买者应确认燃油的冷流动特性适合船舶的设计和预定航次，参见标准6. 11。										
g 如样本着色不透明，则应采用标准6. 12规定的水分限值和试验方法。										
h 本条要求适用于硫含量低于0. 050%（m/m）的燃油。										

附录3 船用渣油要求（摘自 ISO 8217）

项目		单位	极限	类别ISO-F-										试验方法	
				RMA	RMB	RMD	RME	RMG				RMK			
				10. 00	30. 00	80. 00	180. 0	180. 0	380. 0	500. 0	700. 0	380. 0	500. 0		700. 0
运动粘度（50 ℃）		mm²/s ^a	max.	10. 00	30. 00	80. 00	180. 0	180. 0	380. 0	500. 0	700. 0	380. 0	500. 0	700. 0	ISO 3104
密度（15 ℃）		kg/m³	max.	920. 0	960. 0	975. 0	991. 0	991. 0				1010. 0			见标准6. 1, ISO 3675 或 ISO 12185
CCAI		—	max.	850	860	860	860	870				870			见标准6. 2
硫含量 ^b		%（m/m）	max.	法定要求										见标准6. 3, ISO 8754或ISO 14596 或ASTM D4294	
闪点		℃	min.	60. 0	60. 0	60. 0	60. 0	60. 0				60. 0			见标准6. 4, ISO 2719
硫化氢		mg/kg	max.	2. 00	2. 00	2. 00	2. 00	2. 00				2. 00			见标准6. 5, IP 570
酸值（以KOH计） ^c		mg /g	max.	2. 5	2. 5	2. 5	2. 5	2. 5				2. 5			见标准6. 6, ASTM D664
总沉淀物（老化法）		%（m/m）	max.	0. 10	0. 10	0. 10	0. 10	0. 10				0. 10			见标准6. 9, ISO 10307-2
碳残		%（m/m）	max.	2. 50	10. 00	14. 00	15. 00	18. 00				20. 00			ISO 10370
倾点 ^d	冬季	℃	max.	0	0	30	30	30				30			ISO 3016
	夏季	℃	max.	6	6	30	30	30				30			ISO 3016
水分		%（V/V）	max.	0. 30	0. 50	0. 50	0. 50	0. 50				0. 50			ISO 3733
灰分		%（m/m）	max.	0. 040	0. 070	0. 070	0. 070	0. 100				0. 150			ISO 6245
钒		mg/kg	max.	50	150	150	150	350				450			见标准6. 14, IP 501、IP 470 或 ISO 14597
钠		mg/kg	max.	50	100	100	50	100				100			见标准6. 15, IP 501、 IP 470
铝+硅		mg/kg	max.	25	40	40	50	60				60			见标准6. 16, IP 501、 IP 470 或 ISO 10478
用过的润滑油（ULO）：钙和锌或者钙和磷		mg/kg	—	钙> 30 和锌> 15, 或者； 钙> 30 和磷> 15										见标准6. 17, IP 501 或 IP 470 、IP 500	

项目	单位	极限	类别ISO-F-											试验方法
			RMA	RMB	RMD	RME	RMG				RMK			
			10. 00	30. 00	80. 00	180. 0	180. 0	380. 0	500. 0	700. 0	380. 0	500. 0	700. 0	
a 1 mm2/s =1cSt.														
b 燃油购买者应根据相关法定要求确定最大硫含量，参见标准引言。														
c 参见标准附录E。														
d 燃油购买者应确认该倾点适合船舶拟运行的区域。														

附录 4 中国排放控制区相关省/市实施要求汇总（仅供参考）

相关省/市	文件名称	发布机构	燃油硫含量 (%m/m)	实施日期	实施说明
广东省	<u>关于印发广东省珠三角水域船舶排放控制区实施意见的通知</u>	<u>广东省交通运输厅</u>	<u>GB 252 标准规定的普通柴油</u>	<u>2017 年 1 月 1 日</u>	<u>排放控制区内河及江海直达船舶</u>
			<u>0.5</u>	<u>2017 年 1 月 1 日</u>	<u>核心港口停泊期间</u>
				<u>2018 年 1 月 1 日</u>	<u>所有港口停泊期间</u>
				<u>2019 年 1 月 1 日</u>	<u>进入控制区内的船舶</u>
深圳市	<u>关于船舶靠泊深圳港期间使用低硫燃油的通告</u>	<u>深圳市人居环境委员会</u> <u>深圳海事局</u> <u>深圳市交通运输委员会</u>	<u>0.5</u>	<u>2016 年 10 月 1 日</u>	<u>深圳港口停泊期间</u>
上海市	<u>关于上海港实施船舶排放控制区的通告</u>	<u>上海市交通委员会</u> <u>上海海事局</u>	<u>GB 252 标准规定的普通柴油</u>	<u>按 GB 252 标准规定^①</u>	<u>内河船和江海直达船</u>
	<u>关于加强船舶排放控制区监督管理工作的通知</u>		<u>0.5</u>	<u>2016 年 4 月 1 日</u>	<u>上海港停泊期间</u>
浙江省	<u>关于印发浙江省船舶排放控制区实施方案的通知</u>	<u>浙江省人民政府办公厅</u>	<u>0.5</u>	<u>2016 年 4 月 1 日</u>	<u>宁波舟山港北仑、穿山、大榭、镇海、梅山、嵊泗、六横、定海、衢山、金塘港区，船舶靠岸停泊期间</u>
江苏省	<u>关于印发长三角水域江苏省船舶排放控制区实施方案的通知</u>	<u>江苏省人民政府办公厅</u>	<u>0.5</u>	<u>2016 年 4 月 1 日</u>	<u>核心港口停泊期间</u>
				<u>2018 年 1 月 1 日</u>	<u>所有港口停泊期间</u>
				<u>2019 年 1 月 1 日</u>	<u>进入排放控制区内的船舶</u>

天津市	关于在天津港实施船舶排放控制区监管措施的通告	天津海事局	0.5	2017 年 1 月 1 日	天津港靠岸停泊期间
河北省	关于印发河北省船舶排放控制区实施方案的通知	河北省交通厅 河北海事局	0.5	2017 年 1 月 1 日	核心港口停泊期间
				2018 年 1 月 1 日	所有港口停泊期间
				2019 年 1 月 1 日	进入排放控制区内的船舶
辽宁省	关于印发《辽宁省船舶排放控制区实施方案》的通知	辽宁省交通运输厅	0.5	2018 年 1 月 1 日	大连、营口、盘锦、锦州和葫芦岛 5 市各港口靠岸停泊期间
				2019 年 1 月 1 日	进入排放控制区内的船舶

注①：自 2017 年 1 月 1 日起，公务船、黄浦江旅游船、客渡船、港作船、环卫船以及黄浦江核心区段（黄浦江南浦大桥至川杨河口下游 100 米水域）中航行、停泊、作业的船舶，使用的柴油硫含量应不高于国 IV 标准车用柴油（0.005% m/m）。