

现代轮机工程系列讲座(十五)

# 船用润滑油的研制生产过程

魏海军, 孙培廷

【中图分类号】U664

【文献标识码】A

【文章编号】1006-7728(2004)05-0053-02

成品的船用润滑油由各种不同粘度的基础油调到符合产品规格的粘度, 然后加入各种添加剂进行调和, 使能符合各种船用润滑油的理化指标及性能要求, 这一过程称为调和。

世界上知名润滑油公司的每一种润滑油都是经过多年研究的结果, 对研究最重要的是知识与经验。最后决定向市场销售一种润滑油只是一系列耗时巨大的程序中的最后一个步骤。船用柴油机与其他领域不同, 其中很重要的一点就是对设定的目标没有一个大家都认同和接受的标准, 以及如何达到这一目标所要采用的现成方法。因此, 目标的确立、安全余量的设定及当出现相互矛盾时如何达到必要的折衷都仅仅取决于每个工程师所做出的决定。这些决定是以每个工程师对现有润滑油所取得的结果, 可能出现的新问题的重要性, 为满足船舶新要求以及预测柴油机发展所要求的改进措施的技术方面的知识为基础的。而所用设备、实验室试验方法、柴油机台架试验方法则取决于每一个研究中心的知识和经验。每个研究中心都采用自己的工艺技术和试验方法, 并不断改进、发展, 引进新工艺、新试验和新的研究技术。

一般, 船用润滑油的研制开发包括以下步骤:

(1) 定期上船做技术检查, 收集磨损数据, 检查分析零部件的清洁程度, 获取燃油质量、运转状况、遇到的问题等方面的资料。

(2) 对船上数据和结果做统计分析, 以便正确地了解和评价目前的状况。

(3) 对使用中润滑油的定期化验数据和结果进行统计研究。

(4) 访问柴油机制造商的技术部门, 以便研究和分析现在的柴油机技术状况和决定未来的影响因素。

(5) 访问船舶所有人, 了解他们的要求。

(6) 清楚认识未来船用润滑油性能的目标。

(7) 为了改善已知现象和研究新现象进行必要的基础研究。

(8) 对新配方做实验室研究。

(9) 在试验装置上进行柴油机台架试验。

(10) 进行实船试验以获取正式认可。

(11) 向外销售该润滑油。

润滑油的研究需要投入大量的时间和设备, 因此是非常昂贵的, 决不能在错误的课题上搞研究。所以在以上所述的每一个发展阶段必须利用必要的途径以获得尽可能多的可靠资料。在此对每一个进程都要做出评审和复查, 并展示创造

的证明材料, 这是创新所必需的。

## 1 从船上、制造厂和船舶所有人方面搜集数据

在搜集和整理数据资料时, 不能遗漏任何东西。应制订检查表并不断地加以改进和更新。担心资料超出课题之外或害怕了解未来的资料都是不可取的。如果需要答案, 首先问题必须准确。由于船舶工程是全球性的, 所以必须在全球范围收集资料。必须鼓励资料收集人员并向资料提供者说明这项工作的重要性。决不能忽略发表在专业杂志和国际会议上关于过去研究的调查的所有资料。当所有资料收集完毕后, 必须集中处理并按其重要性进行排序。由于日益增加的资料需要处理, 资料的交换和处理系统必须不断改进。

## 2 确定目标

所有资料收集齐备后, 工程师就能推断出未来润滑油新的影响因素以取代旧的影响因素, 然后将其转化为性能术语, 以规范的形式传递给研究中心, 使研究中心在其工作中加以考虑。确定目标意味着对未来润滑油的性能水平做出规定, 同时对一些重要的性能按其重要性进行排序并规定在必须时的折衷办法。在发展新润滑油时引进和系统应用“安全裕量”的概念是一个重要的创新, 这对防止分析错误是必不可少的。这意味着必须牢记于心的, 当一个问题出现时, 至少可以有两种解释和两种解决办法。

## 3 试验室试验

对任何项目, 模拟试验和性能试验都是一个基本的步骤而且是第一个步骤。为了研究润滑油的各种性能, 润滑油工程师必须要设计出试验方法。在这一阶段将研究基础油和各种添加剂的作用。正如众所周知的, 没有任何一种添加剂能够满足所有要求的性能。

因此必须将各种添加剂按不同的比例加入润滑油中, 每一种添加剂的选择都有其特别的原因。试验室试验的目的是对各种候选润滑油做实质性挑选。实验数量很多, 试验形成变化也很广, 重点对润滑油各种性能做研究, 开始时仅是对每个性能单独进行研究, 然后逐步研究其综合性能。

某一种添加剂对性能的影响取决于其外界条件尤其是其他添加剂的并存。它们能够互相强化, 使各种添加剂结合在一起时的综合性能要比每一种添加剂单独存在时的要好, 这就是协同作用。但它们也能相互抵消, 有时使各种添加剂在一起时的综合性能要比单一一种添加剂单独时更差, 这称为对抗作用。

例如, 在金属表面清洁剂和抗磨损剂之间, 抗磨损剂与防锈剂之间就有相互抵消作用。同样的在疏散剂与清洁剂之间也有相互抵消作用, 很多其他的例子同样容易找到。润滑

[收稿日期] 2004-08-27

[作者简介] 魏海军(1971-), 男, 浙江上虞人, 副教授, 从事现代轮机工程的教学与研究。

油工程师对所有这些相互反映很熟悉。为了更好地了解添加剂之间的相互作用,而且更重要的是为了能够定量分析。

每一族添加剂都包含有很多物质,以此可以设计很多种配方,为了找出其中最好的一个,应用方法是必不可少的。例如埃尔夫专门开发了并得到一些大学支持的数学模型为此提供了需要方法。该模型使得可以在有限数量的试验中获得确定度很高的有用资料,它对未来润滑油应具有的安全裕量也能更好地进行鉴别。

事实上对每一种性质,都以两个补加标志即“静态”或“动态”来定义安全裕量。

静态安全裕量:对每一个性能参数规定一个最低值。举例来说,假定润滑油的某一个性能参数数值在0至100之间,工程师确定它能令人满意的工作最小值为60。如果A润滑油能达到75,则A润滑油的安全裕量为15;如另一种B润滑油能达到80,则其安全裕量为20。润滑油性能参数数值和安全裕量与所选添加剂的相对浓度有关。由于根本不可能令所有的性能安全裕量都处于最大,润滑油迟早得确定一个最佳的折衷方案。事实上柴油机运转参数(如燃油质量、燃油处理程序、柴油机负荷等)在长期内或多或少总会有变化,润滑油中各种添加剂的浓度比与新油相比也可能有变化,那时会出现怎样的情况呢?这就是引入动态安全裕量的原因。

动态安全裕量:能令每个性质稳定的容量,对每一个性质画出一张三轴的性能与各种添加剂浓度比的关系图,从而可以看到对应于一定的浓度比,某一特定性值的性能参数值会相应变化。如果没有按计划进行的实验和数学模型的资料,制作这些图表将需要数以千计的试验。利用这些图表可以查到真实的性能参数值因而能够确定真正的安全裕量。为了在润滑油的整个使用期限内确保其性能稳定,必须利用这些图表以帮助选择各种添加剂的浓度数值。

#### 4 柴油机台架试验

成功地通过所有试验室的各种润滑油必须在台架上进行一定量的柴油机试验。这些试验室对试验室研究过的所有性质结合在一起做综合实验。初看起来这种试验在哪里都可以做,对于通常用来发展汽车柴油机润滑油的小缸径柴油机确实如此,但对于船用润滑油而言,则只有很少几个柴油机试验台架能够在尺寸、速度、功率比等方面模拟船用柴油机的实际使用状态。

这些试验的目的是:(1)在试验室试验与实船试验之间架起桥梁;(2)证实试验显示的趋向和实船使用效果;(3)对润滑油的各种性质进行基础研究;(4)能够演示未来的影响因素包括将来环境法规所导致的影响因素。

通过实船试验对有关性能证实以后,这些柴油机台架试验所获得的数据资料仍要保存以不断改善试验室试验,从而能够继续发展未来的润滑油,这些未来的润滑油又反过来可以再次在这些柴油机台架上进行试验。必须强调本文的主要内容是润滑油调配,而进行台架试验的柴油机仅仅是展示润滑油性能的工具。按此排列逻辑顺序,各个研究阶段持之以

恒并不断改进,在最后的实船试验阶段将得出最终判定。

另一个需要解决的问题是为柴油机选择一个在尽可能最短的时间令人满意的鉴别润滑油性能的合适程序。如每年设定的试验时间为5000h,可以进行相当数量的实验项目。为了能够显现配方相似的润滑油之间的明显分别,必须使试验条件比实船使用的条件更为恶劣,这是因为如果柴油机运转状况好的话,在如此短的时间内是无法分辨得到这些差别的。将使用条件恶劣化从而使几千小时的实际时间压缩至500等量小时的过程必须做得逼真如实,既要使现象加速,又不改变其基本方法,改变的仅仅是现象发生的速率。在这种方法下可以容易鉴别以下参数:

(1) 试验期间的平均功率;(2) 连续负荷或负荷的快速变化;(3) 柴油机冷却介质的温度;(4) 润滑油温度;(5) 过量空气,因是单缸机,增压器是电动鼓风机,柴油机进气压力可调至任何值,所以过量空气系数容易调节;(6) 活塞环间隙,窜气增加同时润滑油的污染也增加;(7) 润滑油量:在实验台架柴油机可以在最小润滑油量下安全运行;(8) 润滑油的污染,润滑油会被水、燃油、不容物等污染;(9) 润滑油补充时间间隔,如果不是通过加注新鲜机油保持一定油位来保证润滑油的性能,那么润滑油会更快变质,当然有时甚至不加新油也是可以的;(10) 润滑油的净化,如果不做离心分离,润滑油的污染速度会加快。

对这些参数做些合理的调整并加大负面效果,就可以使柴油机工作条件更恶劣并因此能真实模拟几千小时的工作状况。在每次试验前柴油机都要翻修。要装上新活塞环、缸套表面粗糙度要修复至原先状态,还要测量大量数据。做完试验以后主要是通过细致检查柴油机及其各种部件来评价润滑油。

#### 5 实船试验

台架试验以后接着进行真实的临船试验,以最终判定新润滑油的可行性。所有其他试验包括试验室试验和柴油机台架试验都仅仅是研究手段和数学模型,只有实船试验才能真正判断研究者的选择是否正确。

实船试验需要有一个委托人,该委托人要预备在一艘船上使用新润滑油并定期取样化验以检测各种性能指标情况,对柴油机各个部件也要定期检查。对中速柴油机,在使用4000h至6000h后要做初始检查。对低速柴油机检查时间可以更早一些。通常是船舶所有人技术代表和制造厂代表都在现场的情况下进行这些检查。

要在实船使用18个月至2年时间后,柴油机制造厂才会最后同意使用该润滑油。根据各制造厂政策的不同,认可性是多少也有一些不同。

我们已经知道,润滑油是一种经千思万虑设计出来的产品,其潜在的安全裕量要确保即使在最恶劣条件下它也能完成其使命。

此外,如果要求润滑油在数以万计的使用小时内发挥作用,船上润滑油的测试地点安排及净化处理质量是极其重要的。