

F-1 防 锈 油

史仁基 编

國防工業出版社

内 容 简 介

本小册子介绍一种新研制成的F-1防锈油的配方、配制工艺、防锈原理、使用情况等。这种防锈油呈液体状态，防锈性能较好，使用方便，适用于仪器仪表装配车间的临时防锈，也适用于半成品油封配套仓库的防锈封存及机加工中的工量具的防锈。

本小册子可供从事仪器仪表零部件加工、装配的工人及油封工作人员参阅。

F-1 防 锈 油

史仁基 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₃₂ 印张³/₄ 14千字

1978年8月第一版 1978年8月第一次印刷 印数：00,001—20,000册

统一书号：15034·1705 定价：0.06元

前 言

以英明领袖华主席为首的党中央一举粉碎了王、张、江、姚“四人帮”反党集团，保证了我国的无产阶级革命事业继续沿着毛主席的无产阶级革命路线胜利前进。全国人民在华主席、党中央的领导下，意气风发，斗志昂扬，贯彻执行华主席提出的“抓纲治国”的战略决策，深入揭批“四人帮”的滔天罪行。开展了工业学大庆，农业学大寨的群众运动，社会主义革命和社会主义建设呈现一派欣欣向荣的景象。在这一派大好形势的鼓舞下，现将我们几年来搞的一个防锈油总结出来，供兄弟单位或同行们参考。当然，这并不是一个十分完善的防锈油，它还有许多需要改进和提高的地方。我们把它总结出来的目的，主要是想起抛砖引玉的作用，以期引起同志们的探讨，以便更好地吸取和学习兄弟单位和同行们的宝贵意见和经验，借以提高我们的业务水平，从而把金属防锈工作做好。

目 录

一、研制F-1 防锈油的出发点.....	1
二、F-1 防锈油的配方.....	4
三、F-1 防锈油的配制工艺.....	4
四、F-1 防锈油配方的确定.....	5
五、F-1 防锈油的防锈原理.....	10
六、F-1 防锈油的试验结果.....	12
七、关于试验方法的简述.....	13
八、F-1 防锈油的使用情况.....	16
九、小结.....	19

一、研制F-1防锈油的出发点

对于金属材料或制成品，如果不采取防锈措施，那末它就会在很短的时间内遭到腐蚀和破坏。金属材料被腐蚀，造成的损失是很大的。它会使生产周期延长，装配精度下降，产品质量低劣，甚至不能使用。因此，对金属材料和制成品必须采取防锈措施，以制止腐蚀现象的发生。这项工作对于所有机械制造业来说都是十分重要的。

目前，我国对金属采取防锈的措施有许多种。例如：

利用气相缓蚀剂挥发出来的气体，作用在金属表面来保护金属，使之不生锈。

利用热熔型或溶剂型可剥性塑料将金属零件包封起来，使之与外界空气和介质隔绝，以保护金属零件。

也可以采用铝-塑复合膜组成的封套，将产品封存起来，达到防锈、防老化等目的。

但是，目前较多的还是采用油封防锈的方法。即采用防锈油脂涂覆在金属表面，借以达到阶段性的保护金属，使它免遭大气和水分以及各种无机盐的腐蚀。

目前，我国用于金属防锈用的防锈油脂大部分是固体状的或半固体状的厚油脂，最简单的是牛油、凡士林等，再好一点的就是FZ-4、FZ-8防锈脂。当然，也有一些半流体状的薄油脂，如FY-5防锈油、201防锈油、501防锈油等。但是它们总的特点都是比较粘稠的。

从防锈的角度来说，这类防锈油脂固然有它一定的优越

性：它可以保证对金属有较长的防锈期，而且对所油封的金属有一定的机械保护作用，还可以缓冲外界力对金属的损伤。

但是，这种油脂的一个很大的缺点是：使用不够方便，启封比较困难，尤其在冬天环境温度较低时，使用防锈脂必须将其加温到 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，使油脂变软或者成流体状时，方可将其涂刷或浸涂到金属表面。在启封清洗时，要用很多汽油清洗好几遍，有的甚至要在油浴中加温溶化后才能洗干净，这对于大型设备的启封清洗特别困难。而且这种厚油脂往往会影响精密偶件的配合精度（由于油脂洗不干净而堵在滑动面的缝隙里），对于安全操作和工作场地的整洁都是不利的。

另一方面，使用上述油脂的金属必须清洗干净，不能沾有手汗或任何腐蚀介质，否则金属还是会生锈的，因为这类油脂对汗液和水珠没有中和置换能力。

另一部分是完全水液状的由极性缓蚀剂和渗透性强的有机溶剂组成的置换性防锈油。这种油的特点是对金属表面少量的汗液或水珠有置换能力，即可以把少量的汗、水从金属表面置换到外面来，从而避免了汗、水对金属的腐蚀。这种置换性防锈油大都采用煤油作稀释剂，而且煤油占量比较大，所以这类油作为工序间防锈油较好。但由于它容易挥发，油层很薄，所以防锈期较短。

介于这两部分之间的是粘稠的半流体状的防锈油，如 FY-5 防锈油。这种防锈油在一般工厂的半成品防锈方面用得较多。它的防锈性能很好，很受工厂工人同志的欢迎。

根据上述各种防锈油的特点，我们对本厂的防锈工作要求作了具体分析，认为我厂的大部分零件尺寸比较小，精度

要求高，形状比较复杂，对金属的防锈要求很高，不能有丝毫锈蚀。另外本厂所处的地区环境湿度较大，但库房条件较好，零部件防锈期不超过一年，这是一个特点。

另一方面，产品在装配过程中由于环境潮湿和沾有手汗而很容易引起生锈，需要在装配过程中用一种很稀的油来作临时性的防锈，便于随时装配。

在精密加工时，要用很多的刀具、量具、夹具，这些工具由于经常用手接触很容易生锈，这也需要一种液体的、具有一定中和置换能力的防锈油。

在量具和许多精密偶件的防锈封存上也需要一种液体状的有一定润滑性能的防锈油。

根据这些特点和要求，考虑到 FY-5 防锈油在半成品防锈方面固然好，但不太适应中间仓库零件经常进出的特点，所以我们决定搞一个通用的，能满足我厂上述特点的防锈油。

这样的防锈油必定是一个液体状的，有一定的中和置换能力的，防锈性能较好的防锈油。这无疑是一项困难的工作。由于液体防锈油在金属表面形成的油膜较薄，所以抵抗外界介质腐蚀的能力也差些。

研制防锈油的任务明确后，在本厂各级领导的关怀和支持下，我们经过数十次的试配和试验，又经过一段时间的生产试用考察，我们终于配成了目前我们认为尚能满足本厂要求的防锈油。我们给它取名为“F-1 防锈油”。“F”是“防”字的汉语拼音第一个字母。“1”表示是第一次尝试的意思。

二、F-1防锈油的配方

F-1 防锈油的配方如下表所述:

名 称	规 格	重量百分比	备 注
10 [#] 机械油	工 业	82.4%	
石油磺酸钡	M = 700~1000	8%	杭州炼油厂产
石油磺酸钠	工 业	1%	
N-油酰肌氨酸十八胺	CP	1%	上海闸北油脂厂
二壬基萘磺酸钡	(1215)	5%	玉门炼油厂产
邻苯二甲酸二丁酯	CP	2%	
2, 6二叔丁基对甲酚	CP	0.5%	
苯骈三氮唑	CP	0.15%	北京试剂厂产

三、F-1防锈油的配制工艺

(一) 称取定量的石油磺酸钡、石油磺酸钠、N-油酰肌氨酸十八胺于少量的 10[#]机械油中, 一起加热搅拌, 温度控制在 120°C 以下。

(二) 待上述混合物溶解后, 加入苯骈三氮唑和邻苯二甲酸二丁酯一起搅拌、溶解, 温度控制在 100~110°C 之间。

(三) 待溶解完后, 加入二壬基萘磺酸钡搅拌、溶解, 温度同上。

(四) 边搅拌边加入余量的 10[#]机械油, 经充分搅匀后, 将温度升到 100°C, 以排除机油中可能有的水分。

(五) 待油液冷却到 85°C 以下时, 加入 2, 6 二叔丁基对甲酚, 搅拌均匀。温度不能太高, 以免抗氧剂失效。

这样, F-1 防锈油就配成功了。

四、F-1 防锈油配方的确定

设计一个新的防锈油必须通盘考虑到该防锈油的使用场合，工艺要求，性能指标等等。在明确了任务的基础上，再来确定这个防锈油该由哪些东西组成。在 F-1 防锈油中，我们确定了该油有基础油，防锈添加剂，抗氧化稳定剂，助溶剂和均匀扩散剂等几个部分组成。下面我们分述为什么要有这几个部分以及本配方中所用材料的出发点。

(一) 基础油

任何一个防锈油都是由基础油和各种添加剂组成的。因为单纯的防锈剂无法起到防锈的作用，它必须溶解在基础油中组成均匀的油膜才能吸附在金属表面，起到防锈的效能，所以说基础油是组成防锈油的不可缺少的基本物质。在厚的防蚀脂中，基础油的量比较少或者以半固体状的烃类物来稠化缓蚀剂而成为防蚀脂。在液体防锈油中，基础油占的量比较大，它要溶解各种添加剂组成防锈油。

基础油的作用是明显的。当防锈油涂覆到金属表面后，在缓蚀剂离子吸附较少的地方，基础油会进行补充吸附（这是不太牢固的物理吸附），并深入到单向排列的极性分子中去。两者结合起来，共同堵塞孔隙，使吸附膜更加完整，也使没有离解的吸附不牢的那部分缓蚀剂分子，不易从金属表面流失脱落。

而且，当缓蚀剂溶解到基础油中去后，借助于分子的扩散而使缓蚀剂以胶束状态分散在油中并伸展开来，所以，基础油是重要的。

在确定配方的时候，一般选择粘度较小的油作基础油比

较合适。这是因为小粘度的油能很迅速的、全面的渗到缓蚀剂极性分子中去，形成密实的油膜和增水层。另外，油的粘度越小，其油膜恢复速率越大。用它所配的防锈油能迅速地弥补损伤所破坏的油膜。从基础油的要求来说，选用小粘度的油作基础油为好。

考虑到本配方将是一个液体防锈油，所以不能采用高分子量的烃类物而应尽量采用低分子量的矿物油或合成油较为合适。可以作为基础油的油很多，但是选用哪一种油较好呢？我们试验了 10[#] 机油，20[#] 机油，8[#] 仪表油，10[#] 变压器油，22[#] 透平油，发现石油磺酸钡，N-油酰肌氨酸十八胺等在矿物油中的溶解度较好，而在合成油中则差些，所以我们选用矿物油。再据尽量选用小粘度基础油的原则，我们选用了 10[#] 机械油作为 F-1 防锈油的基础油。试验结果发现 10[#] 机械油对缓蚀剂的溶解性能以及所形成的油膜的均匀性等都比较理想，而且价格便宜，货源丰富。

（二）防锈剂

作为一个防锈油，同普通矿物油或合成油的根本区别，在于防锈油中有防锈添加剂，因而它具有一定的防锈性能。而普通矿物油或合成油就没有防锈性能。虽然它们不会腐蚀金属，其天然油膜也能部分的阻缓外界介质的侵袭，但油膜对金属的吸附力和抵抗外界介质的能力则远远不如防锈油。

目前使用的防锈剂（也称缓蚀剂）有很多种。有石油磺酸盐类的，也有羧酸及其皂类，各种环烷烃的金属皂类等等。但是在使用时，往往是几种缓蚀剂复合使用，所以严格区分类别意义不大。我们只有掌握各种缓蚀剂的性能、以及缓蚀剂选用的原则才能设计出较好的配方。

我们知道，对一个防锈缓蚀剂来说，若其分子量越大，极性越强，那么该缓蚀剂的防锈效果也越佳。这是因为极性缓蚀剂配制成的防锈油涂覆到金属表面后，在空气中痕迹量水的存在下，极性分子能部分的离解成离子状态，它可以在金属表面形成有化学键吸附的、牢固的化学吸附层。

同样，缓蚀剂分子量较大的，缓蚀剂烃基较大的，其防锈性也较好。因为当分子排列紧密程度相同时，单位体积里面分子大的比分子小的空隙小。而且高分子化合物的分子中的碳氢链之间的范德华尔引力也较大，所以该类物质的分子吸附能力也大，其缓蚀效果就较好。

根据这些原则，我们选用了人所共知的、目前各种防锈油中基本上都添加的石油磺酸钡作为主要防锈添加剂。但又考虑到石油磺酸钡的用量超过 10% 以上时，会使油明显的被稠化，不能保证 F-1 防锈油的液体性，所以我们只用了 8% 的石油磺酸钡，另外再加 5% 的二壬基萘磺酸钡来辅助它的防锈效能。

石油磺酸钡和二壬基萘磺酸钡都具有良好的耐盐水性能及一定的汗液中和置换性能。在潮湿环境中对金属的防锈性能较好，尤其对黑色金属的防锈效果更是显著。这些特点，对于 F-1 防锈油来说是必要的。因为根据所定使用场合，F-1 防锈油将会遇到手汗、水珠、潮湿环境等。添加了磺酸钡后组成的防锈油基本上能够胜任工作了。

磺酸钡的总量偏大了些。但石油磺酸钡在油中的溶解度还是比较好的，二壬基萘磺酸钡的油溶性特别好，所以不会影响油的物理化学性能。

考虑到 F-1 防锈油是一个液体防锈油，它在金属表面形

成的油膜很薄，所以必须强化它的防锈性能，才能保证液体防锈油具有同中等粘度防锈油相当的防锈能力。我们在配方中又添加了N-油酰肌氨酸十八胺这种极性很强的、分子量较大的缓蚀剂，同石油磺酸钡组成复合防锈剂。

N-油酰肌氨酸十八胺是极性很强的、对金属吸附能力很大的、碱性缓蚀剂。它有很好的潮湿箱防锈性能，而且还有良好的抗盐水浸蚀性，对酸和对手汗有一定的中和置换能力。在油中添加1%就有明显的防锈效果。通过实验室的试验，发现在F-1防锈油中添加了上述防锈剂后，它的防锈效能基本上已达到市售的中粘度防锈油。

上述磺酸钡和N-油酰肌氨酸十八胺对黑色金属有明显的防锈效果，可是对有色金属的温湿静态腐蚀试验结果不理想，特别是对青铜的重叠性试验不合格。因为铜及其合金在空气中很容易生成一层氧化铜的天然膜，它有一定的保护作用，但在温湿和重叠的条件下，这层膜没有生成或者来不及生成即被潮湿环境腐蚀生锈，生成碱式碳酸铜。

为了改善和防止铜及其合金生锈或变色的现象，必须要添加防止变色剂，即缓蚀剂。目前最有效的防铜变色剂就是苯骞三氮唑。添加0.1%就有明显的效果。它在油中的溶解度很小，但可用等量的石油磺酸钠来助溶。

F-1防锈油中添加了苯骞三氮唑后，就能适应各种有色金属的防锈，从而使F-1油适用范围大大扩大了。

（三）助溶剂

鉴于N-油酰肌氨酸十八胺和苯骞三氮唑在油中的溶解度较小，所以必须添加助溶剂。当然助溶剂的品种很多，如正丁醇、磷酸三丁酯、邻苯二甲酸二丁酯、石油磺酸钠等。在

这种助溶剂中，我们认为石油磺酸钠比较理想。它不但能助溶，而且本身又是一个亲油又亲水的物质。它有相当强的抗盐水浸渍能力，不仅对黑色金属防锈有效，而且对有色金属也没有影响。它还能部分地乳化凝结在金属表面的水珠。当然，石油磺酸钠的量不能太多，只要加1%就有助溶效果。当加石油磺酸钠太多时，可能会由于大量乳化水分而引起缓蚀剂离子的水解，从而破坏整个防锈油的效能。

(四) 分散剂

本配方中各种添加剂都是能很好地溶解在10#机械油中的。为了促进各组元之间进一步相辅相成，组成一个柔滑的均匀油液，我们添加了邻苯二甲酸二丁酯作为均匀分散剂。

邻苯二甲酸二丁酯在塑料工业中大多作为增塑剂而添加，它可以使硬塑料变为软塑料。它是一个粘稠的油状物，均匀光滑，加入油中能起到很好的分散作用。我们曾用1%的邻苯二甲酸二丁酯加入到溶有石油磺酸钡的机油中，发现油液明显地粘稠柔滑了。所以在本配方中添加它。

(五) 抗氧化稳定剂

F-1防锈油是一种液体防锈油，它又是由各种添加剂混合组成的，必须特别注意防止油被空气和介质氧化变质。还必须考虑油使用时间长后，在各种介质的影响下，可能会发生添加剂的变化。所以，必须添加抗氧化稳定剂。尤其是对F-1防锈油这样的液体状防锈油，它的油膜很薄，极易被空气和介质氧化。这也是液体防锈油的关键问题。任何防锈油，尽管它的防锈效能再好，但是极易被氧化变质，那末它还是没有实用意义的。

可以作为抗氧化剂的胺类很多，我们选用了油溶性极好

的、抗氧化效果又是比较好的 2, 6 二叔丁基对甲酚。通过试验可以证实 2, 6 二叔丁基对甲酚的抗氧化效果明显。

由上述各种添加剂和基础油组成了完整的 F-1 防锈油配方。那末在理论上这个防锈油是如何起到防锈作用的呢？下面我们来叙述这个问题。

五、F-1 防锈油的防锈原理

在了解 F-1 防锈油的防锈原理之前，我们必须先讲一下防锈缓蚀剂在金属表面的几种吸附方式，也就是缓蚀剂怎样起到防锈作用的。

目前，关于缓蚀剂在金属表面起防锈作用的形式有许多不同的看法。

有的认为缓蚀剂在金属表面形成一层水不溶或难溶性的保护膜，从而阻止了金属的离子化过程，又减缓了腐蚀介质渗到金属表面的可能性。

但多数人认为缓蚀剂溶解在油中后，其极性分子牢固地吸附在金属表面，从而形成一层密实的防护栅栏（而不是形成“保护膜”），既能抵抗外界腐蚀介质的侵袭，又减缓了金属本身离子化的趋势。

关于前一种看法，我们认为在普通缓蚀剂组成的防锈油中，缓蚀剂分子与金属界面之间不可能起反应而产生新的化合相的，除非是新型的强氧化性缓蚀剂。油和金属界面之间大量的只能是分子间的库伦力引起的物理吸附，同时有部分极性缓蚀剂在痕迹量水的作用下离解成离子状态，因而在金属表面形成部分化学键的吸附，即化学吸附。

化学吸附力要比物理吸附力强得多，因为它是离子键的

引力而不是分子间的库伦力。

在分析了缓蚀剂在金属表面的作用方式以后，我们就可以看出F-1 防锈油中缓蚀剂是如何起到防锈作用的。

当F-1 防锈油涂覆到金属表面时，溶解在油中的石油磺酸钡和N-油酰肌氨酸十八胺的极性分子首先是依靠极性分子与金属之间的库伦力（也叫取向力）而定向地排列在金属表面，其极性端指向金属，非极性端（烃基部分）向外形成增水层，抵制外界介质和水的侵袭，但此种吸附还不是牢固的。与此同时，在空气中的痕迹量水的作用下，石油磺酸钡和N-油酰肌氨酸十八胺的极性分子部分地离解成离子状态，所以发生了缓蚀剂的离子吸附在金属表面的现象，这就是化学吸附。这种吸附比较牢固，且形成密实的栅栏，抵制外界腐蚀介质的侵袭。

由此可以看出，F-1 防锈油虽然是液体的，在金属表面形成的油膜很薄，但是它的吸附却是较牢固的，从而保证了一定的防锈能力。

同时由于石油磺酸钡和N-油酰肌氨酸十八胺能很好地溶解在基础油中，并以胶束状态分散在油中，这两种缓蚀剂能够将外界可能渗到油膜中的水分溶剂化，并且将其封闭在自己的胶束以内，从而降低了 10^4 机油的透水率，弥补了整个防锈油粘度小，油膜薄，容易渗水的缺陷。

再者，由于石油磺酸钡和N-油酰肌氨酸十八胺都是碱性缓蚀剂，所以溶解在油中组成油膜后，还能部分地中和外界酸性腐蚀介质的影响，从而更提高了F-1 防锈油的性能。

另外要说明的是，经试验结果证明：石油磺酸钠虽然能乳化掉一部分水，这对于保护金属有好处。但是它的用量是

有限的，因此不会影响到本防锈油的性质，不会引起缓蚀剂水解，也不会影响部分缓蚀剂分子在痕迹量水的作用下的离解。

至于苯骈三氮唑，它是一个微酸性的有色金属防腐、防变色剂。它的微酸性可能对钢的防锈不利，但是它的用量极小，而且在石油磺酸钠助溶时它已经与之发生了反应，所以在碱性的缓蚀剂对钢防护的情况下，它的影响是微乎其微的。但它对铜及其有色金属的防腐、防变色却是很好的。

当 F-1 防锈油涂覆到有色金属表面时，苯骈三氮唑能与铜及其它有色金属起“络合反应”而产生新的络合物，这层络合物能起到有色金属的防护层和防变色的作用。

由此可以看出，F-1 防锈油对各种金属的防锈缓蚀作用是很明显的，也是可靠的。那末它的实际情况到底如何呢？让我们用试验来回答这个问题。

六、F-1防锈油的试验结果

在 F-1 防锈油配方确定过程中，对使用哪一种材料以及用量多少才能使效果比较明显，我们曾做了大量的试验工作，关于这方面的具体情况，这里不多讲了。在防锈油配方确定出来以后，我们对此防锈油进行实验室试验，主要是考察该油的防锈性能，同时也对它的部分物理性能进行了考察。现把试验结果整理如下表。

试验项目	试验方法	试验结果	备 注
外 观	目 测	橘红色油液	室 温
运动粘度50℃	GB265-64	26厘沱	由恩氏粘度换算而来
闭口闪点 ℃	GB261-64	190	
水溶性酸碱	GB259-64	无	
水 分	GB260-64	无	
机械杂质	GB511-65	0.03%	
沉淀物及磨削物	FS201-65	有少量沉淀物, 无磨削物	
胶质93℃	FS207-65	无胶质粘稠物	
高温高湿试验	FS303-65	168小时, 无锈如原	10°钢、62黄铜、Д16硬铝镀锌钝化层
重叠性试验	FS319-65	168小时, 无锈如原	钢×钢、钢×铜
汗液置换性	FS317-65	无锈	人工汗液(自配)
水膜置换性	FS313-65	无锈	自来水
汗液防止性	FS322-65	无锈	人工汗液(自配)
汗液洗静性	FS316-65	无锈	人工汗液(自配)
5%NaCl水溶液浸	FS307-65	无锈	360小时
0.11%赤血盐水浸	仿日	无锈	室温15天
酸中和试验	FS308-65	合格	
腐蚀试验	SYB2620-59	无锈, 不变色	钢、黄铜、硬铝
贮藏安定性	FS323-65	各项目无明显变化	化工组内

注: F-1防锈油研制时间比较早, 所以试验基本上都是按照一机部材料保护研究所和广州热带机床研究所等单位联合起草的“防锈用材料的技术条件及其试验方法”进行的。

七、关于试验方法的简述

“FS”试验方法是目前防锈油脂性能试验的最通用的方法。在工厂或研究单位几乎都按此法来检验油脂的防锈性能。

为了使读者对F-1防锈油的防锈效能有一个较明确的印象, 我们选取几个试验方法介绍如下: