

干法TOST积垢控制测试法



动力, 与你我同在

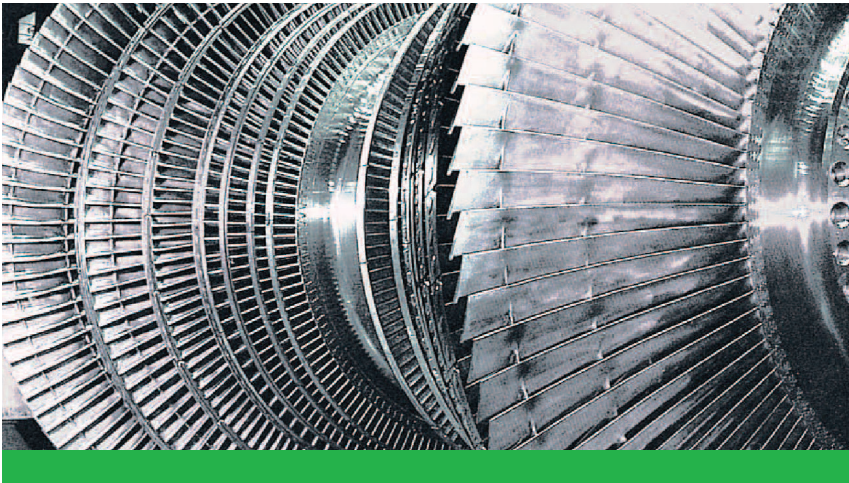
简介

三菱重工 (MHI) 已成为燃气与蒸汽轮机市场中的领导者，在新涡轮机装机容量方面取得显著市场份额。MHI 意识到涡轮机油系统中一直存在漆膜和油泥的形成问题。而且，尚无标准测试法可用于确定新涡轮机油在使用过程中的漆膜和油泥形成倾向。因此，MHI 为其涡轮机制定了新测试方法和规格说明，称为干法TOST。

油品	RBOT 值（分钟）	干法 TOST 测试判定	25% RBOT 时的滤渣重量 （毫克/千克）
A	285	o	30
B	350	o	35
C	350	x	680
D	365	x	800
E	430	x	200
F	595	x	550
G	620	o	30
H	640	x	930
I	660	x	270
J	820	o	41
K	1,300	x	200
L	1,480	x	772
M	1,510	o	52
N	1,520	x	150
O	1,620	x	520
P	1,770	x	1,700
Q	1,780	x	430
R	1,820	o	13
S	2,300	x	1,020
T	2,480	o	60

o: 抗油泥性良好, x: 抗油泥性较差

表 1



为什么使用干法 TOST?

传统上，一些市场营销者和油品公司使用 ASTM D943（针对加抑制剂涡轮机油氧化特性的标准测试法，也称为TOST和ASTM D2272（使用旋转氧弹测定蒸汽涡轮机油氧化稳定性的标准测试法，也称为RPVOT）来对不同产品进行比较。实际上，这两种测试都不能有效预测涡轮机油是否会形成积垢，或者油品可持续使用多久。一项近期研究（《关于涡轮机油氧化过程中的油泥形成的研究》，《摩擦学汇刊》第47期：第111-122页，2004年）强调了这样一个事实，即新油RPVOT值与其减少漆膜和油泥形成的性能之间并无关联。在此研究中，数种具有高新油RPVOT值的油品，实际上比新油RPVOT值明显更低的油品产生更多的残留物。

此研究中的数据（参见表1）表明，需要结合其他测试来了解涡轮机油的油泥和漆膜形成倾向并衡量其氧化稳定性。

什么是干法 TOST?

干法 TOST 测试所用的仪器与传统 ASTM D 943 TOST 测试相同，但两者具有两项重要区别。首先，干法测试不使用水, 其次采用 120°C 温度。而 ASTM D 943 通常以 17% 的水在 95°C 下操作。

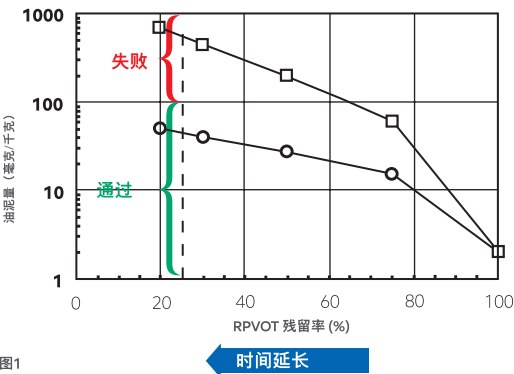


图1

基于这些条件的油品样本定期按 RPVOT 值来测试剩余抗氧化性，并通过一微米滤膜测试来确定油泥累积。该测试的通过条件是在达到 25% 的新油 RPVOT 值时，保持少于 100 毫克/千克的油泥。100 毫克/千克限值由 MHI 基于其涡轮机和液压控制系统的现场经验确定。25% 的新油 RPVOT 值取自 ASTM D4378（针对蒸汽和燃气涡轮机在用油的监测）中的报废限值。如果油泥量在任何未达到 25% RPVOT 值时超过 100 毫克/千克，则结果报告为失败。

下图表示通过/失败标准（图 1）：

MHI 规格	应用	关键测试
1. MS04-MA- CL001	蒸汽涡轮机，低温， 燃气涡轮机，无齿轮	基于 ASTM D2272 的 RPVOT: >220 分钟,基于 ASTM D943 TOST: >2,000 小时, MHI 120°C 干法 TOST
2. MS04-MA- CL002	蒸汽涡轮机，高温， 燃气涡轮机，无齿轮	基于 ASTM D2272 的 RPVOT: >700 分钟,基于 ASTM D943 TOST: >4,000 小时,MHI 120°C 干法 TOST
3. MS04-MA- CL003	蒸汽涡轮机，高温， 燃气涡轮机，带齿轮	基于 ASTM D2272 的 RPVOT: >700 分钟,基于 ASTM D943 TOST: >4,000 小时,MHI 120°C 干法 TOST, FZG FLS 9

表 2

除了干法 TOST 要求外，MHI 还在其涡轮机油规格中添加了一项混合稳定性测试。在该混合稳定性测试中，50% 为新油，50% 为取自先前干法 TOST 测试的旧油。这两种油的混合物适用与标准干法 TOST 测试相同的测试标准。也就是说，此新油和旧油的混合物需在达到 25% RPVOT 值前，保持少于 100 毫克/千克的油泥额定量。MHI 在其涡轮机的三项新油规格中加入了这些新确立的测试法。有关这些规格的说明，请参见表 2。

测试结果与美孚专有台架试验的关联性

美孚专有动态台架试验的重点是评估涡轮机油在模拟实际操作条件的系统中的总体均衡性能。具体来说，此试验中测量的关键标准为 1) RPVOT 保持能力，2) 超离心机评级，3) 过滤器和储液罐清洁度。

RPVOT 保持能力：

根据 ASTM 和许多其他制造商准则，旧油的典型限值是 新油值的 25%。

超离心机评级：

超离心机测试测量油中的氧化副产品和不溶物浓度。测试结果按 1 到 8 评级，其中 1 是最高级，8 是最低级。超离心机评级有效指明了油品形成可导致漆膜和油泥的氧化副产品的倾向。

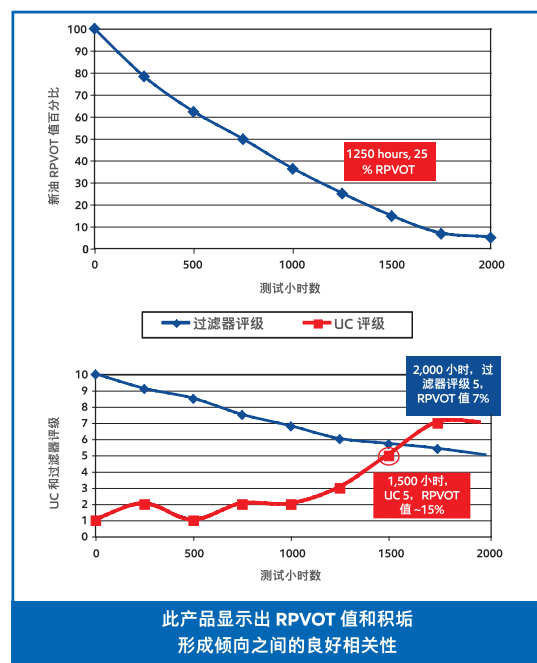
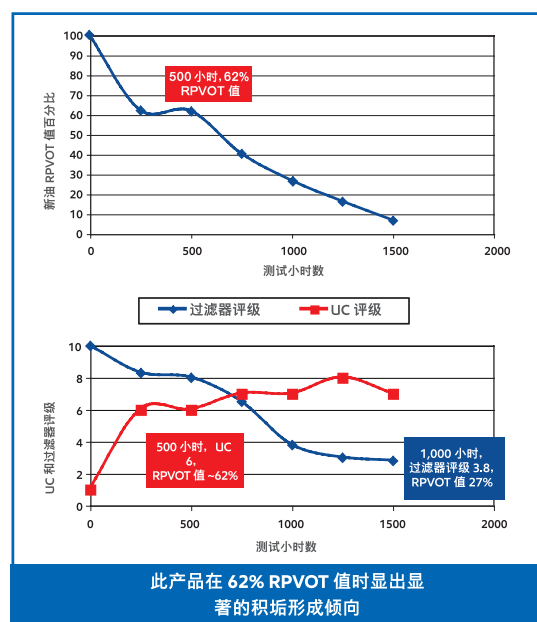
过滤器和储液罐清洁度：

台架试验过程中的过滤器和储液罐清洁度测试衡量了油品在涡轮机润滑和控制系统中的抗积垢沉积倾向能力。

联合应用 MHI 干法 TOST 测试和美孚专有台架试验后，获得了有趣的结果。一些油品配方即使在 RPVOT 值远大于新油的25% 时也会形成积垢。另一些配方则直到达到新油 RPVOT 值的 25% 才形成积垢（图 2）。



图2：下图中取自台架试验的数据展现了这两种不同油品配方的这一关系。



结论

联合应用 MHI 干法 TOST 和美孚专有台架试验，可帮助研发具有持久性能并保持清洁运作的均衡涡轮机油。对于某些油品配方，结合其他旧油分析来使用 RPVOT 值可帮助用户准确预测，从而防止涡轮机润滑系统中形成破坏性积垢。

参考：

- ASTM D943 – 针对加抑制剂涡轮机油氧化特性的标准测试法
- ASTM D2272 – 使用旋转氧弹测定蒸汽涡轮机油氧化稳定性的标准测试法
- ASTM D4378 – 针对蒸汽和燃气涡轮机矿物涡轮机油的在用监控
- 《关于涡轮机油氧化过程中的油泥形成的研究》，《摩擦学汇刊》第 47 期：第 111-122 页，2004 年
- MHI，涡轮机油规格，MS04-MA-CL002

