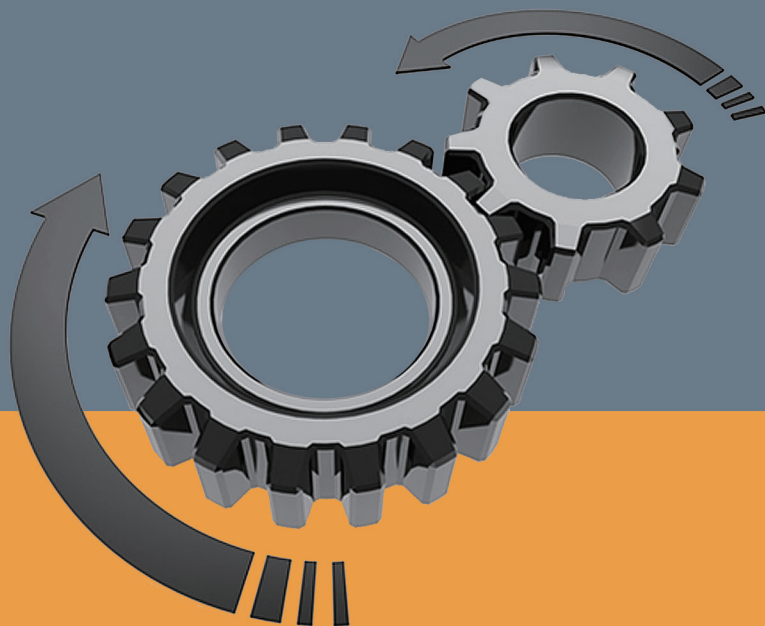





# 机械 润滑故障 与油液分析

刘峰璧 任和 著



华南理工大学出版社  
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



# 机械润滑故障 与油液分析 下

刘峰璧 任和 著



华南理工大学出版社  
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

图书在版编目 ( CIP ) 数据

机械润滑故障与油液分析.下/刘峰壁, 任和著. —广州: 华南理工大学出版社, 2020.5

ISBN 978-7-5623-6278-4

I. ①机… II. ①刘… ②任… III. ①机械设备-润滑管理 ②机械采油  
IV. ① TH 117.2 ② TE355.5

中国版本图书馆CIP数据核字 ( 2020 ) 第039188号

Jixie Runhua Guzhang Yu Youye Fenxi ( Xia )

机械润滑故障与油液分析 ( 下 )

刘峰壁 任和 著

---

出 版 人: 卢家明

出版发行: 华南理工大学出版社

( 广州五山华南理工大学17号楼, 邮编510640 )

http: //www.scutpress.com.cn E-mail: scutc13@scut.edu.cn

营销部电话: 020-87113487 87111048 ( 传真 )

策划编辑: 吴兆强

责任编辑: 吴兆强

责任校对: 梁樱雯

印 刷 者: 虎彩印艺股份有限公司

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 12.25 字数: 269千

版 次: 2020年5月第1版 2020年5月第1次印刷

定 价: 45.00元

---

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

# 前

PREFACE

# 言



在过去几十年里，设备维护和监测技术取得了极大发展。以视情维护和以可靠性为中心的维护日益成为使设备使用效益最大化的得力工具。在解决设备“什么时候维修”和“维修什么”的问题时，设备维护人员越来越多地开始运用状态监测数据辅助决策。

机械磨损和润滑是决定机械设备使用寿命、性能和使用成本的关键。本书围绕机械设备的合理润滑、润滑和磨损状态监测及故障诊断，结合大量实例，阐述了对监测对象的取样原则、取样方法和注意事项；对油样的现代分析方法进行了介绍，包括元素分析、红外分析、颗粒污染分析，可满足某些特殊机器需求、核实监测结果、使分析结果准确性或可重复性更高并可提供新监测参数的其他分析方法；对分析数据的解释、状态指标和报警界线的确定进行了分析；介绍了监测数据库管理系统和故障诊断专家系统的建立，润滑状态监测项目的开展、效益计算，不同类型设备的监测策略以及监测质量的保证。

本书在完成过程中，胡青春、张丽燕、吕梅香、唐韧、甘劲林、韩艳萍和石俊敏等在资料提供和内容取舍上提供了帮助，严文文、潘训彬和钟汉斌等协助进行了文字处理、图形编辑和文献检索等工作，在此表示感谢。

由于本人水平有限，书中疏漏在所难免，敬请读者批评指正。

联系邮箱：[fengbi.liu@163.com](mailto:fengbi.liu@163.com)。

佛山科学技术学院广东省机器油液监测与  
分析工程技术中心配套经费资助

# 目 录

CONTENTS



## 1 取油样 001

<b>1.1 油样质量</b>	/ 002
1.1.1 数据的变化性	/ 002
1.1.2 取样瓶及相关器件	/ 003
1.1.3 取样代表性及其含义	/ 004
1.1.4 分析的代表性——建立试验数据 与设备状态间关系	/ 004
<b>1.2 油样获取</b>	/ 008
1.2.1 从取样阀处取样	/ 009
1.2.2 用真空枪取样	/ 010
1.2.3 用注射器取样	/ 011
1.2.4 记录油样信息	/ 012
<b>1.3 确定合理的取样时间间隔</b>	/ 012
1.3.1 高速设备	/ 014
1.3.2 中速设备	/ 015
1.3.3 低速设备	/ 015
1.3.4 备用设备	/ 016
<b>1.4 其它取样问题</b>	/ 017
1.4.1 取样位置的影响	/ 017
1.4.2 取样程序的影响	/ 018
1.4.3 润滑油维护活动的影响	/ 019
1.4.4 过滤的影响	/ 019
1.4.5 更换零件的影响	/ 020

1.4.6 末端用途的影响	/ 020
1.4.7 负载循环和环境的影响	/ 021
1.4.8 辅助油箱的影响	/ 021
1.4.9 循环油系统的影响	/ 022
1.4.10 油浴润滑系统的影响	/ 023
1.4.11 飞溅润滑系统的影响	/ 023
1.4.12 全损耗润滑的影响	/ 024
1.4.13 润滑脂润滑系统的影响	/ 024



## 2 状态监测试验 025

<b>2.1 状态监测</b>	/ 026
<b>2.2 元素（金属）分析</b>	/ 028
2.2.1 原子发射光谱法（AES）	/ 028
2.2.2 原子吸收光谱法（AAS）	/ 032
2.2.3 X-射线荧光光谱法（XRF）	/ 032
2.2.4 磨粒分析	/ 035
<b>2.3 红外（分子）分析</b>	/ 042
2.3.1 色散红外光谱	/ 043
2.3.2 傅立叶变换红外（FT-IR）光谱法	/ 044
2.3.3 FT-IR分析仪之间的差别	/ 045

2.3.4	IR嵌入式传感器	/ 047
2.3.5	在用油IR分析	/ 047
2.3.6	油液特性的IR预测	/ 054
<b>2.4</b>	<b>颗粒污染分析</b>	/ 055
<b>2.5</b>	<b>其它状态监测试验</b>	/ 058
2.5.1	用卡尔-费希尔滴定法测水污染	/ 058
2.5.2	电位滴定法测抗氧化剂状态	/ 059
2.5.3	气相色谱法	/ 060
2.5.4	用燃油嗅探器测柴油稀释	/ 060
2.5.5	乙二醇污染测量	/ 061
2.5.6	润滑脂稠度变化	/ 061
2.5.7	现场油液分析试验工具包	/ 061



## **3 数据解释 063**

<b>3.1</b>	<b>统计数据分折范例</b>	/ 064
<b>3.2</b>	<b>数据准备</b>	/ 067
<b>3.3</b>	<b>趋势分析</b>	/ 068
3.3.1	传统趋势分析技术	/ 069
3.3.2	自适应趋势分析	/ 070
3.3.3	自适应趋势分析计算公式的选择原则	/ 071
<b>3.4</b>	<b>通用数据表达准则</b>	/ 073
3.4.1	状态(失效)指标的定义	/ 073
3.4.2	状态指标建立	/ 075
3.4.3	改善状态指标的可靠性	/ 081
3.4.4	设备的影响	/ 084
3.4.5	常见元素来源	/ 089

<b>3.5</b>	<b>基于统计分析的报警界线</b>	/ 091
3.5.1	报警界线计算	/ 092
3.5.2	报警界线的可靠性	/ 097
3.5.3	设备的总体状态状况	/ 100



## **4 油液分析自动化 101** **——专家系统**

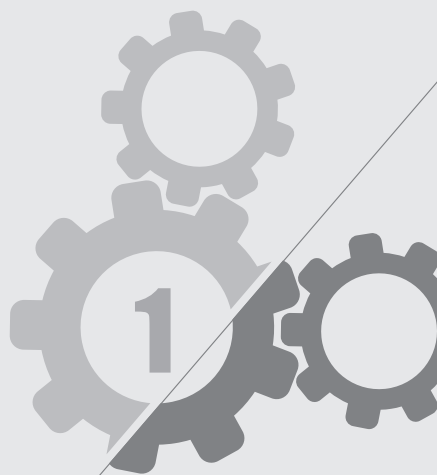
<b>4.1</b>	<b>计算机化维护管理系统(CMMS)</b>	/ 102
4.1.1	系统数据库	/ 103
4.1.2	油液分析应用	/ 104
4.1.3	管理功能	/ 106
4.1.4	计算机平台	/ 106
<b>4.2</b>	<b>专家系统</b>	/ 108
4.2.1	专家语言开发	/ 108
<b>4.3</b>	<b>油液数据评价策略</b>	/ 110
4.3.1	原始数据准备程序	/ 111
4.3.2	数据转换程序	/ 112
4.3.3	状态指标评价	/ 113
4.3.4	诊断评价	/ 117
4.3.5	企业响应评价	/ 118
<b>4.4</b>	<b>油样分析报告</b>	/ 120



## **5 油液分析项目的确立 123**

<b>5.1</b>	<b>油液分析的责任</b>	/ 124
5.1.1	监测方案的授权	/ 124

5.1.2	新油质量控制	/ 125	5.3.5	液压流体动力系统	/ 141
5.1.3	在用油状态监测	/ 126	5.3.6	制造机械	/ 143
5.1.4	设备的磨损和状态监测	/ 126	<b>5.4</b>	<b>测试服务</b>	/ 144
<b>5.2</b>	<b>实际效益估算</b>	/ 127	5.4.1	油样量较少	/ 144
5.2.1	监测项目授权的影响	/ 128	5.4.2	油样量中等	/ 145
5.2.2	设备运行策略的影响	/ 129	5.4.3	油样量较大	/ 145
5.2.3	设备维修策略的影响	/ 130	<b>5.5</b>	<b>质量保证和控制</b>	/ 146
5.2.4	效益估算	/ 133	5.5.1	测量及其不确定性	/ 147
<b>5.3</b>	<b>机器、测试方案和取样时间间隔的选择</b>	/ 135	5.5.2	测量有代表性的油样	/ 148
5.3.1	一些共性问题	/ 136	5.5.3	校准标准	/ 149
5.3.2	柴油/汽油发动机及其附属设备	/ 138	5.5.4	试验数据的质量保证	/ 150
5.3.3	飞机燃气涡轮发动机及其附属设备	/ 139	5.5.5	数据处理及其完整性	/ 151
5.3.4	工业涡轮设备	/ 140	5.5.6	展望	/ 151
			<b>附录</b>		<b>/ 153</b>
			<b>参考文献</b>		<b>/ 185</b>



# 取油样

油液试验方法有很多,从不同技术角度来看,大多数方法都有其合理性。但是,如果没有合适的油样,再高级的油液分析技术也没有用处。对于所监测的机器对象,必须用合适的程序对油液进行取样。并且,使用在线传感器或瓶式取样时,都必须在机器上最有效的部位探测或取样。

影响油样可靠性的主要因素是油样的代表性(反映机器的状态)和取样的一致性(每个油样在相同位置和机器运行工况下取得)。安装位置合理时,在线传感器的油样一致性良好,可以避免与瓶式取样有关的很多问题。但在实际中,并非对所有机器安装在线传感器都是合理的,在针对具体对象时两种技术均应考虑。

## 1.1 油样质量

任何油液分析项目遇到的最基本问题是油样质量。尽管分析得不够好,或数据不够完整也会影响监测结果的可靠性,但不合理取样常会产生对状态监测和故障诊断毫无意义的假数据。

### 1.1.1 数据的变化性

若分析人员对状态数据的变化原因有清楚了解,就能够设法控制这些原因。对设备系统进行智能控制时,不但能使状态数据摆脱具体机器类型和维护行动的影响,而且可用统计过程控制方法对其进行系统评价。机器正常运行时,每个油样的测量结果都会呈现出一种清晰的动态平衡态,任何对该平衡态的偏离都可用标准程序分析。使油样数据发生变化的主要因素如下:

- (1) 取样程序(取样、标签等不合理);
- (2) 取样位置(指机器部位);
- (3) 不合理、不连贯和无反馈的维修活动(零件的更换或修理、补充过滤、油液添加或更换等);
- (4) 运行事件(错用、负载循环变化、超载、温度变化等);
- (5) 样品测试(试验程序、仪器校准、试验标准等);
- (6) 数据录入;
- (7) 相矛盾的失效模式。

毋庸置疑,以上因素都受设备人员控制。只要稍微多用心一些,就可以发现问题所在,使以后的状态测量行为更加稳定,以便设备维护人员专心观察与油液有关的失效模式,或者对机器的运行作充分了解,以分析和解释与设备和油液状态有关的监测参数变化。

一旦知道某个维修或运行因素与某状态测量项之间的关系,设备人员就可以改进有关策略,以减少其干扰,或者通过建立适当的数据解释规则消除这些干扰的影响。



例如：可以通过增加补油次数（同时减少每次补油量，一般使每次补油量少于总油量的10%）并在补油或换油之前取样，减少补油或换油对测量的影响（图1.1）。

又例如：通过记录使用情况和适当选择趋势计算公式，减少设备的间歇性使用对测量数据的影响。这个简单措施可以编入油液分析系统软件中。

为了得到可靠的油液监测结果，分析人员必须知道数据变化的原因，设备维修者也必须采用满足设备监测要求的维修策略。一旦如此进行，设备监测的历史数据就能为日常监测数据的解释和长期可靠分析所用。然而，这一切都源于合理的油液取样程序。

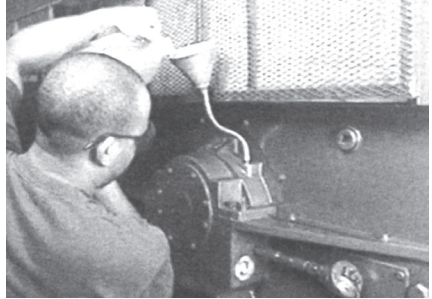


图1.1 补油

机器的类型和运行环境对取样程序有很大影响。对清洁度要求很高的设备取样时，要防止带入污染物（无论是向机器还是向取样瓶）。使用在线传感器可避免意外污染。

### 1.1.2 取样瓶及相关器件

取样瓶对油液监测结果影响很大，特别是油液清洁度。实践中，应只使用本身清洁性符合要求的取样瓶。从清洁度很高的机器如液压系统取样时，取样瓶必须非常洁净。ISO 3722标准中对判定取样瓶洁净性的方法有严格规定。注意：所有新取样瓶必须加盖，并保存在洁净环境中。将瓶盖或开盖的取样瓶暴露于空气中将使其清洁性受到损害。

对会与塑料发生作用的润滑油或液压油取样时，一定要用玻璃瓶，否则，油样会受到附加污染。有些塑料瓶因为允许空气中水蒸气穿过瓶壁，会使油样中水分增加。当设备容许的油液含水量很低时，就必须使用玻璃取样瓶。另外，取样程序必须保证取样时不带入水分。

取样器具包括取样和将油样邮寄到实验室所需的所有器具，其标准化包括正确的取样瓶（材料、大小及清洁性）（图1.2）、标签和防滴漏邮寄容器。可以向有关实验室咨询具体机器类型所需的取样瓶的信息。如果为使取样总成本降低而采用不同类型的取样瓶，就要保证每种机器的取样瓶都是正确的。



图1.2 取样瓶

### 1.1.3 取样代表性及其含义

油液取样过程的主要目的是获得有代表性的油样，其中的污染物和磨损金属能准确反映机器和机器在用油液的状态，即油样特性。理论上，有代表性的油样表示取样瓶中油样的颗粒浓度、粒度分布以及化学成分与机器油箱中的润滑油相关。但实际情况可能不是这样，因为有很多因素会导致无法取得有良好代表性的油样。

例如：一个38 L油箱使用名义过滤精度为30  $\mu\text{m}$ 的过滤系统过滤。工作过程中，过滤器不断俘获失效轴承产生的磨粒。失效轴承产生大量小磨粒、中等粒度磨粒和少量大磨粒。流经过滤器的润滑油为每分钟约10 L，一些中等粒度的磨粒和大部分大磨粒被过滤器滤去，或沉淀于油箱底部。取样时，悬浮在油箱润滑油中的磨粒量为：

小磨粒（ $<15 \mu\text{m}$ ）：100 000颗；

中磨粒（ $15 \sim 100 \mu\text{m}$ ）：1000颗；

大磨粒（ $>100 \mu\text{m}$ ）：10颗。

实际上，磨粒在油箱中是按大小分层的，但此处为了说明油样代表性问题，假设磨粒在油箱中均匀分布。在该油箱中取90 mL油样，如果该油样是有代表性的，那么油样中的各种大小磨粒的量应该和所取油样的量是成比例的。对所取油样的分析结果表明：

（1）油样中小于15  $\mu\text{m}$ 的磨粒为237颗。说明所取油样对于该粒度段的磨粒大体上具有代表性。

（2）油样中15 ~ 100  $\mu\text{m}$ 的磨粒为1颗。说明所取油样对于该粒度段的磨粒基本上没有代表性。理论上，该油样中至少含2颗15 ~ 100  $\mu\text{m}$ 的磨粒。

（3）油样中没有发现大于100  $\mu\text{m}$ 的磨粒。说明过滤器的过滤精度为30  $\mu\text{m}$ ，大于该尺寸的磨粒能进入油箱的可能性极小。

所以，我们可以认为，在压力过滤系统中，粒度小于过滤器孔眼尺寸，且易于悬浮在油中的颗粒能相对均匀地分布于油中，即从系统所取油样对这部分磨粒具有代表性。我们也同样可以认为，油样中的磨粒比过滤器孔眼尺寸大，因为沉降和过滤，油样对这部分磨粒没有代表性。

在无压力（如油浴）或无过滤器的润滑系统中，由于沉淀、分层、取样量少和实际用于分析的油样量更少等，油样的颗粒代表性变差。既然认为油样的代表性对于高质量油液分析很重要，那么首先就得弄清油样代表性的含义。从油样中提取的数据必须代表油和机器的状态。换句话说，油样试验结果必须能说明和追踪与油液有关的失效模式。

### 1.1.4 分析的代表性——建立试验数据与设备状态间关系

添加剂、氧化物和流体污染物一般都是油溶性的，而且基本上在润滑系统里是均匀分布的，过滤系统也不易滤去这些材料。因此，获得有代表性的试验结果一般



不是问题；但是，如果污染物是非油溶的、颗粒物和磨损金属，情况就不同了。前面提到，油样中小于约 $15\ \mu\text{m}$ 的颗粒浓度一般能代表油箱里的颗粒浓度，但当粒径大于 $15\ \mu\text{m}$ 时，粒径愈大代表性愈差，而且油箱油液中的颗粒物浓度也不代表失效零件产生的磨粒量。这会使监测结果错误吗？如果失效零件仅产生大磨粒，是会的；如果失效零件持续产生的磨粒粒径分布在某个范围，则不会的。虽然这两点并不被所有人认可，但试验数据有助于对它们的理解。

图1.3用于表示周期性取样时零件从正常到灾难性失效过程中磨粒粒径的演化情况。该图说明，在失效后期，大磨粒浓度增加很快，而且逐渐成为主要成分。从图中还可以看到，从失效开始，就有大磨粒出现并不断增加，而 $1\sim 3\ \mu\text{m}$ 磨粒的增加很少，尽管趋势上和大磨粒的增加是一致的。

比较图1.3的取样试验结果和图1.4所示的在线、全流量传感器收集的实时数据，图1.4给出的数据是从失效开始（第一颗剥落磨粒出现）到轴承失效，传感器对磨粒的连续计数结果。这里展现的另一个重要的现象是，金属磨粒的产生并不是连续均匀的，而是会断续突然增加。

图1.5说明，从失效开始到轴承最终失效，各种粒度磨粒的出现速度基本呈线性。所用传感器的检测限值是将粒径的检测限制在大于 $100\ \mu\text{m}$ 。图中的数据说明，如果能获得代表性油样，并且有相应的测量手段，任何一个粒径段的磨粒都能用于确定滚动轴承的磨损损坏速度。

图1.6为对多个轴承（ $50\sim 560\ \text{mm}$ ）实验获得的磨粒粒径分布。从图中可看出，各轴承的磨粒粒径分布基本相同，同时，在比较小的磨粒段，分布曲线接近直线。对超过100个不同大小和结构的轴承进行试验，结果证实了这一现象。

图1.3~图1.6中的数据说明：

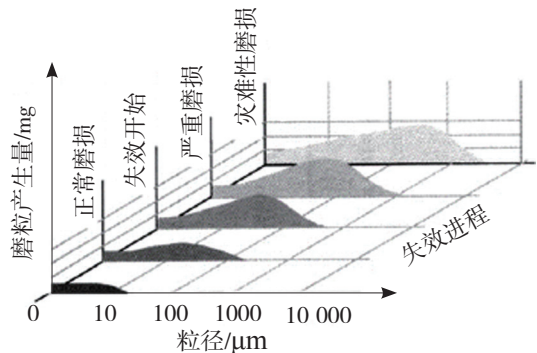


图1.3 零件失效期间磨粒粒度分布的变化

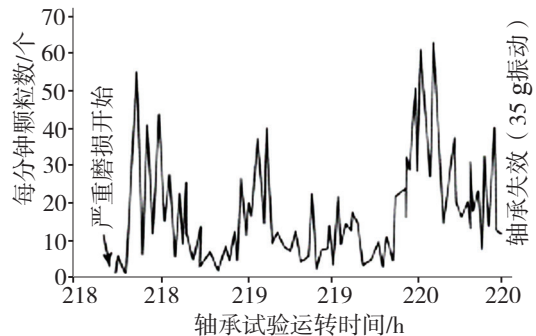


图1.4 轴承失效期间磨粒数的变化

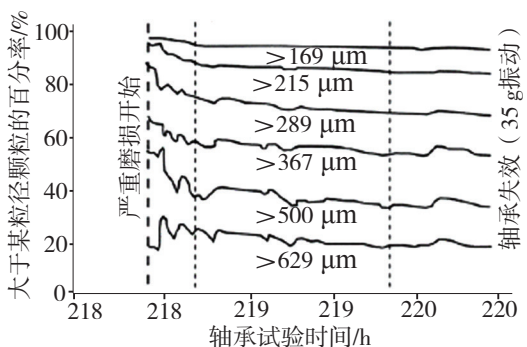


图1.5 轴承失效期间不同粒径磨粒的数量变化

(1) 轴承失效过程中会不断产生各种大小不同的磨粒。

(2) 磨粒的产生是“事件驱动”的，产生的速度不与时间成正比。

(3) 磨粒的大小和数量之间有一定的关系。

(4) 在小粒度段，磨粒的大小和数量间关系更接近于直线。

以上几点之间不矛盾。

图1.7~图1.8为在轴承失效试验中获得的磨粒累计数量和累计质量与试验时间之间的关系。在第一个剥落磨粒出现(开始失效)之前,磨粒数量一直为零。为了确认磨粒数量与磨粒质量之间的关系,试验者首先使磨粒通过一系列网孔尺寸渐增的筛网验证传感器的数据;再对每个筛网的过滤物进行人工计数、称重,并与传感器的相应检测结果对比,以确认传感器测量的准确性。图1.7表明磨粒累计个数在试验结束之前不断上升,从而提供了一个可重复的轴承失效过程测量结果。

图1.8为计算出的同一轴承累计质量损失变化。轴承的质量损失在轴承失效前也是一直上升的。因此,累计质量损失也是一种可重复的轴承状态标示。此外,用图1.7和图1.8很容易确定两种方法的报警界线。然而,累计计数和累计质量都不能说明失效前轴承的状态,会导致损失,但也可以采取措施避免。

如果仅用磨粒分析确定各种轴承状态,就可能产生损失。因为这样会使引发轴承失效的润滑油问题在轴承失效之前在无人知晓的情况下发生,并发展到无法挽回的地步。该轴承因此会失效,并产生相应的维修费用。此外,轴承失效常常会导致其它次生损坏,在机器恢复工作之前还必须修复次生损坏。

如果能对关键润滑油问题进行监测,就可避免上述损失。提前发现润滑油问题,并在轴承失效开始前予以解决,轴承就不会损坏,只产生与润滑剂维护有关的

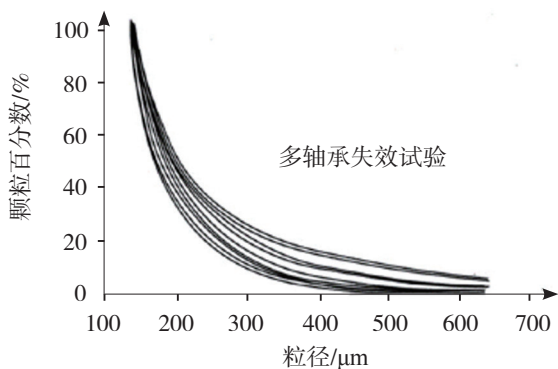


图1.6 轴承失效期间磨粒数量与粒径之间关系

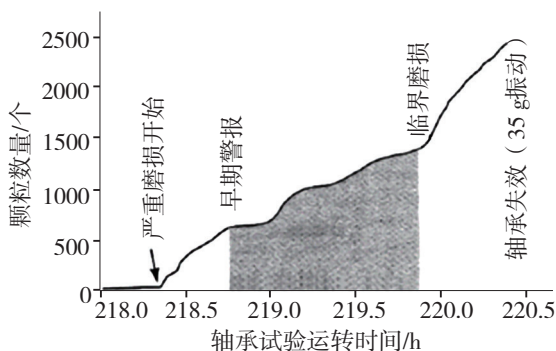


图1.7 轴承失效期间磨粒累计数量随时间的变化

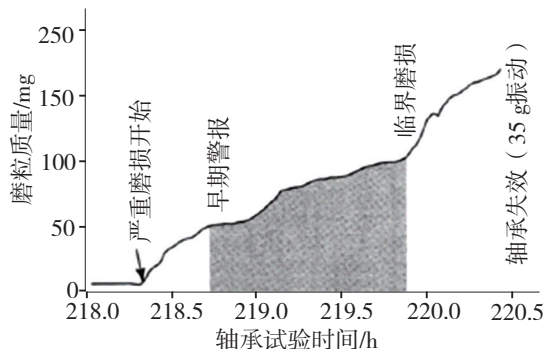


图1.8 轴承失效期间磨粒累计质量随时间的变化



成本费用。维护润滑剂要比修理机器本身更可取，它能使初期润滑油问题引起的损坏程度达到最小。

下面的问题是磨损分析中常用的仪器能否提供可靠的试验结果，因而获得有代表性的油液分析。大多数情况下，答案是肯定的。

油液分析应注意下面几点：

(1) 图1.5所示数据表明，任何粒度的磨粒都可用作状态监测。同样，如图1.7所示，金属磨粒总量也可作为状态指标使用。

(2) 图1.6中的数据表明，颗粒粒径愈小，总量愈大，测量的线性度愈好。这些数据，加上小磨粒一般在油润滑系统中分布比较均匀且悬浮时间较长的事实，说明小粒度磨粒更适用于磨损金属分析。

(3) 可以认为，与失效有关的磨损，除了会导致零件剧烈损坏的磨损外，还会持续产生较小的磨粒。经验表明，失效开始时通常都有大量正常磨损磨粒 ( $<15\ \mu\text{m}$ ) 伴随大磨粒 ( $>15\ \mu\text{m}$ ) 产生。

(4) 所谓润滑油中的小磨粒主要是由大磨粒被机械零件碾碎而产生的（假设没有得到现场数据或实验数据证实）。

在此再次重申，油液分析的主要目的是尽早发现会引发零件失效的问题，以防止零件“开始失效”。有关数据包括可溶性和不可溶污染物及其化学构成。为了保证获得可靠的试验数据，应注意以下几点：

(1) 油液各化学构成成分通常在油中都是可溶的，因此所采油样可完全反映油箱中润滑油这方面的情况。可溶性污染物亦如此。所以，当取样程序和取样位置不变时，油样对油液的代表性也应该是前后一致的。

(2) 油样中的不溶性污染物，例如磨损金属和尘土，会受颗粒计数和尺寸分布的影响。过滤会去除大部分较大的颗粒。另外，在油箱中流速比较小的地方，固体颗粒也会因为沉降而出现分层。因而，取样位置会显著影响油样的颗粒浓度和粒度分布，进而影响到测量数据。

(3) 大型扁平的油箱中，例如大型内燃机（图1.9）中使用的油箱，润滑油流经各种零件后，将经过油箱的内表面回落到油箱中。这些机器一般在油箱的一端有吸油泵，油箱里的油也朝着那个方向流动。在该油泵出口和主过滤器之间取样可保证所采油样对落入油箱的污染物亦具代表性。

(4) 实际上，油箱里总是有一些原先残留的可溶（降解产物）和不可溶污染物（悬浮颗粒）。它们会影响测量结果，所以必须在估计报警线时将其考虑在内。但是，所监测机器如

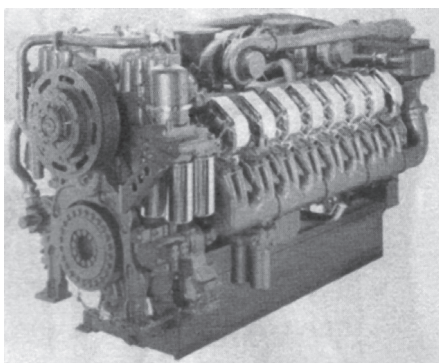


图1.9 对大型发动机不应在油箱中取样

果耗油量很大，这些残留的污染物就会被新油大量稀释。但不管怎样，如果取样方法始终如一，残余污染物的出现也不会明显消减油液分析的总效果。

从上面的讨论中可以得出结论，即可溶性污染物和小颗粒的不溶性污染物（尘埃和金属）在油液中比较均匀，容易获得一致性好的油样。因此，对于离线（取样）分析，可用原子发射光谱法（AES）进行可溶和不可溶物的元素分析，傅立叶变换红外光谱法（FT-IR）可进行可溶性成分的分析，颗粒计数器对颗粒的量及粒径分布作分析。对于关键机械系统，可以用相应的在线传感器获得实时数据，从而最早得到故障可能出现的标示。

## 1.2 油样获取

影响油样质量的主要过程性因素包括取样程序和在被测机器上的取样位置。为了得到一致性好的油样，应注意以下一般性原则：

（1）应在设备运转和正常工作温度下取样。如果这样做不实际，就应在设备刚停机、油液冷却和大颗粒沉降之前取样。

（2）油样应总是从润滑系统或油箱中同一处、产生磨损的所有零部件下游取得。

（3）从专门的取样阀取样更好。如图1.10所示，某些公司的设备上有专门的取样阀，以方便取样过程和保证油样高质量。这些阀通常安装在主过滤器外壳上进油口一端的歧管处。

（4）如果从取样阀处取样，应做好清洁，并对出油管冲洗足够时间，以保证只有从油箱来的新鲜油液进入取样瓶。注意，根据取样阀位置的不同，它可能带有一段长度不一的油样管，如图1.11所示。取油样之前，先放出足够的油量，保证采到的不是取样阀所带这段油样管中的“老油”，而是在系统中流动的新鲜油液。

（5）如果用真空取样枪取样，就应把取样管截得和油标一样长或足够长，以到达油箱之中点。应保证每次对同一台机器取样时，取样管都插到同样深度，并保证管子不下沉到油槽或油箱的底部，或零件的侧部或底部。

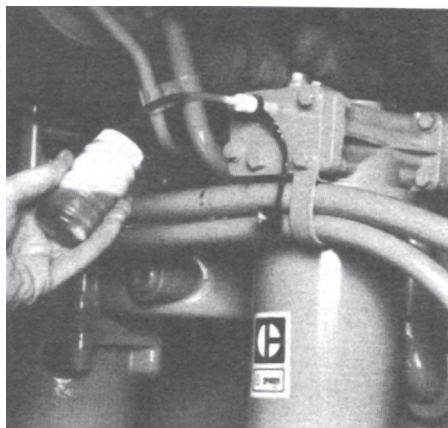


图1.10 从发动机过滤器入口取样阀处取样

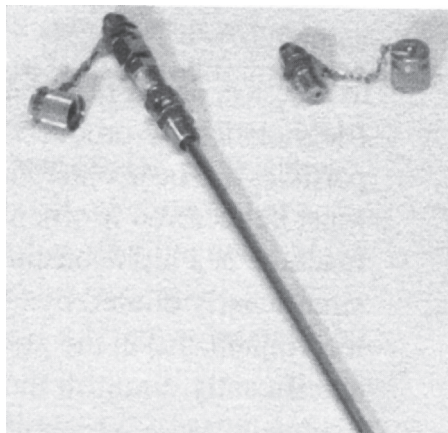


图 1.11 取样阀处的油样管



(6) 如果是从设备放油塞处取油样，则应先排掉足够量的油，以保证底部沉积的旧碎屑、油泥和水先被排掉（图1.12）。从设备的排油塞处取样是所有方法中最不具有代表性的，也是最不理想的。只有在没有其它方法时才这样做。

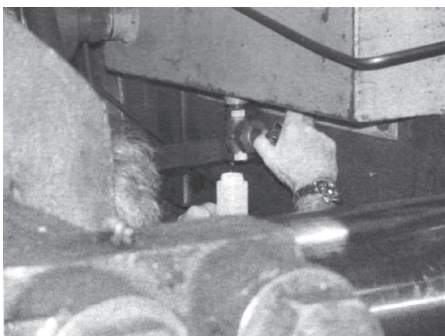


图1.12 从设备放油塞处取样

(7) 最后，应使换油、补油计划与取样计划相协调。如果在换油时取样，记住应在换油前取，以获得最新的状态数据：在换油后1~2个运转小时后再取一次样，为下次例行取样提供趋势点。如果换油周期太短而不能作1次以上的例行取样，则第二次取样就特别重要。

机器的类型和运行环境对取样程序影响很大。对于需要超净条件的设备，要注意防止取样过程中发生灰尘污染。

### 1.2.1 从取样阀处取样

不论何处，若有可能，为取得有代表性的油样，应给机器安装取样阀。有一种取样阀是探头式的，空心取样器插入时会打开。以下为从探头阀处抽取油样的步骤：

(1) 保证在设备运行及工作温度下取样。如果有必要，取样前先使机器运行20~30 min。

(2) 用有吸纳能力的布或织物擦净阀的周围。

(3) 将防尘盖从阀上取下（图1.13）。

(4) 将一小段取样管装入探头，并将其装在取样阀上。吸出约100 mL油至废油容器（图1.14），以清洁阀并排走困在通往阀处的一段管子中的油液。若此段油管较长，计算这段管中的容积，以保证排走足够量的油液。

(5) 若用标准取样瓶，将探头插入取样阀中并抽取足量的油使其达到瓶上3/4体积标记处（图1.15）。注意，每次取样都用新取样管。

(6) 当使用的取样瓶自带取样探头时，将该探头插入取样阀中，抽取足量油液使其达

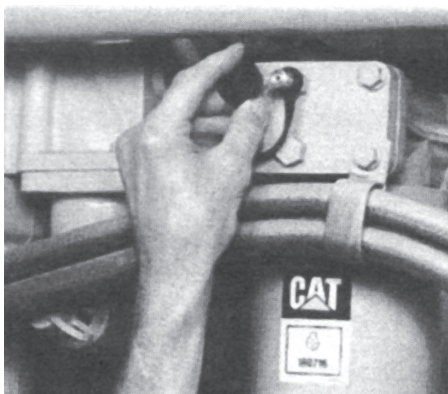


图1.13 清洁并取下防尘盖

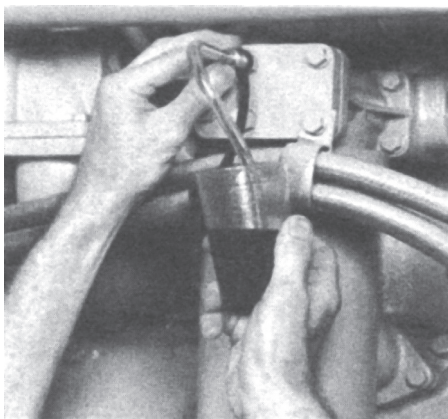


图1.14 放出一部分油液至废液杯