

《广研检测》电子报

创刊号

总第一期 2014年5月1日

主办：广州机械科学研究院有限公司设备润滑与检测研究所

协办：中国机械工程学会摩擦学分会工业摩擦学工作委员会

责任编辑：李秋秋

咨询电话：020-32389050；400-616-0808；传真：020-32389648

邮箱：gti@gti-oil.com；网址：www.gti-oil.com；官方微信：gti1959



创刊词

“五一节”是劳动人民的节日，劳动者光荣。今年五一比往年更有意义，因为在五一期间我们编辑完成了《广研检测》电子报第一期。

我们为什么要创办《广研检测》电子报？

首先是资讯传递：我兼任主编的中国摩擦学会会刊《润滑与密封》杂志，由于学术定位，主要刊登我国摩擦学领域的科研成果，同时我们也收到不少企业作者所投的设备润滑和现场管理类文章，多是经验介绍性的，不太适合在学术期刊上登载，但这些经验对于企业设备管理人员来讲，是有很好的借鉴作用，我们一直想搭建个平台给大家传递这些资讯。

其次是经验分享：“广研检测”在社会各界的支持下，以提升我国企业“设备润滑管理和安全可靠性水平”为己任，在长期为企业提供油品检测、故障诊断、润滑管理、集成服务等过程中积累了不少案例，通过该平台与大家分享。

《广研检测》电子报，是面向全国工业企业设备管理人员，希望各位读者从中有所收益，更希望能把你们的经验在此平台上充分展示。

“广研检测”首席专家：



教授

本期导读

机构动态

新巨龙润滑审计项目启动	P1
青岛市产品质量监督检测所代表来访	P1
“精益管理、文化提升”活动启动	P2

检测技术

LNF 自动铁谱测试仪	P2
回转窑开式齿轮失效原因分析	P3
钢厂张力辊齿轮箱失效监测	P5

润滑管理

企业“设备润滑管理及技术现状评价”	P7
企业“设备润滑管理体系的完善与提升”	P8
企业“设备润滑管理及技术专项治理”	P9

润滑点滴

工业齿轮油泡沫形成原因及危害有哪些?	P10
液压油在使用过程中为什么会变黑?	P11

会议通知

2014 第三届中国企业润滑管理高峰论坛	P11
2014 年会议及培训计划	P12

机构动态

新巨龙润滑审计提升项目启动

2014年1月15日，山东新巨龙公司召开“润滑审计项目启动及培训大会”。广研检测与新巨龙公司就润滑管理提升项目细则达成一致，确定了具体的实施目标及推进日程等。贺石中教授为新巨龙公司参会代表进行了润滑管理培训，就近年来各企业常见的润滑管理问题进行剖析，其中新巨龙公司管理层、机电技术员、检维修人员等近300人参加了培训。会后，广研检测润滑专家冯伟博士带队在新巨龙公司进行长期的现场调研和润滑辅导。

新巨龙公司是目前华东地区最大的井下煤矿，生产能力可达1000万吨/年，是山东省标杆性煤矿。本项目的开展，将促进该矿设备润滑管理的全面提升。



青岛市产品质量监督检测所代表来访

2月20-21日，青岛市产品质量监督检测所李环亭所长一行到访“广研检测”。李环亭所长对“广研检测”的智能信息化系统和高效务实的管理模式深表赞赏，期间双方就海洋设备润滑磨损状态监测工作的合作进行了深入的探讨。



“精益管理、文化提升”活动启动

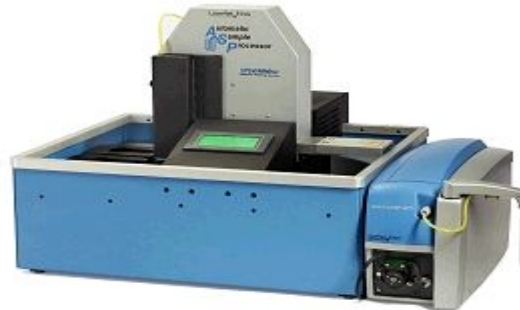
3月4日上午，“广研检测”为了提升自身的管理水平，提高为客户服务的质量，引导员工奋发向上的精神风貌，召开“精益管理、文化提升”活动启动大会，广州机械院常委副院长彭兵教授到会讲话，拉开了“广研检测”加强“精益管理、文化提升”活动的精彩序幕，为进一步提高检测效率和准确率提供了提升途径。



检测技术

LNF 自动磨粒分析仪

LNF 颗粒分析技术（行业也称为自动铁谱仪）是一种集颗粒计数与分析铁谱一体的油液分析技术，通过该技术可以对润滑油中的颗粒进行归类识别，能同时对油液污染度及磨损颗粒进行评价。其采用的设备是 LNF-C 型自动磨损颗粒分析仪（LNF）。



一、检测原理

LNF-C 型自动磨损颗粒分析仪就是采用的 LNF 颗粒分析技术，其原理是当样品中的颗粒流经样品池时，颗粒会阻塞光路，颗粒的轮廓就在数码相机上成像。LNF 根据俘获颗粒的实际图像

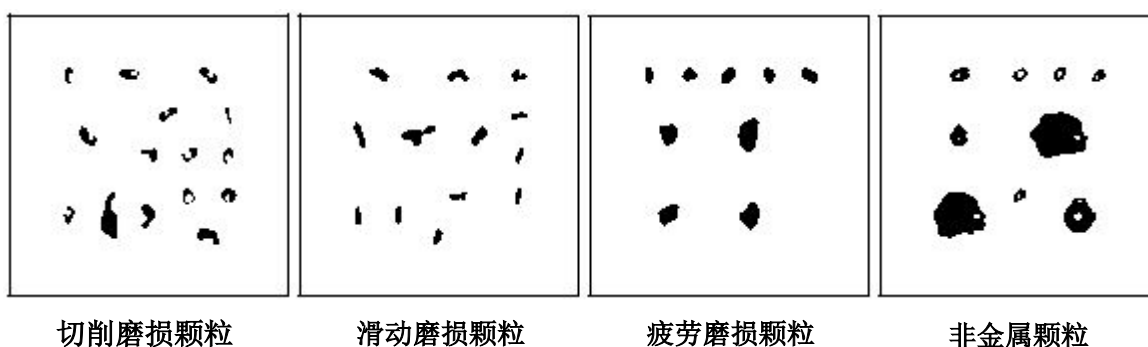
进行计算和计数的。每秒钟采集 30 个图像，图像俘获速度等于 30 赫兹。

二、检测方法

采用的检测方法是 ASTM D 7596《采用直接成像综合试验仪对油类进行自动颗粒计数和粒形分类的标准试验方法》。

三、检测范围及报告

可以各测试类润滑油中(尤其是齿轮油)尺寸 4~100 微米的颗粒,最大可分析浓度为 1,000,000 颗粒/毫升。结果可报告污染度等级、大于 20 微米的各类别(切削磨损、滑动磨损、疲劳磨损及非金属颗粒等)的磨粒数及磨粒像素图(如下图所示)。



回转窑开式齿轮失效原因分析

一、案例背景

某水泥厂一台回转窑于 2013 年 3 月更换了新式开式齿轮润滑油。4 月、5 月现场巡检时发现齿面完好,但从 6 月份开始发现齿轮表面出现疲劳点蚀凹坑(见图 1),并有热胶合现象及塑性变形现象(见图 2)。对此现象,该公司设备管理人员怀疑新近更换的开式齿轮油存在质量问题,特委托“广研检测”对新油、旧油质量进行检测,分析齿轮失效原因。



图 1 故障齿轮齿面点蚀



图 2 故障齿轮齿面塑性变形

二、检测数据分析

“广研检测”对该客户的新油和在用油同时进行测试，测试数据见表 1。

表 1 故障齿轮新油与在用油主要项目检测数据

检测项目	新油	在用油
运动黏度 100℃	460.1	389.3
工作锥入度 25℃	430	439
烧结负荷 P _D	>7846	>7846
Fe	8	45
Al	>1200	805
Mo	208	96
Si	45	22
Mg	224	108
Ca	51	27
Zn	8121	5501
P	1100	490

三、齿轮失效原因分析

对于该齿轮，失效原因可以从油品性能和齿轮失效形式两方面来寻找原因。

1. 油品性能

从表 1 的检测的数据可以看出，新油的各项测试指标都正常，在用的开式齿轮油黏度明显下降，但是其他指标变化不大。由于黏度是齿轮油的一项重要指标，对齿轮油而言，黏度过低会导致油膜强度不够，不能起到应有的抗磨作用，会导致齿轮异常磨损。

2. 齿轮的失效形式

从图 1、图 2 可以看出，该齿轮故障形式有点蚀、塑性变形和胶合。

(1) 点蚀

齿轮传动过程中，两齿面之间在接触处产生循环变化的接触应力，如果这种接触应力超过齿面材料的接触疲劳极限，经过一段时间后，在齿面表层内部就会出现微观的疲劳裂纹，随着这种裂纹的蔓延与扩展，齿面金属表层将产生片状剥落而形成麻坑，即通常所说的点蚀。当润滑油黏度过低时，油品容易渗透到裂纹里去，加速裂纹扩展，导致齿面出现点蚀现象。

(2) 塑性变形

塑性变形是由于重载而使表面应力超过齿轮材料的弹性极限而引起轮齿表面变形。通常在较

软材料中出现这种情况，表面材料可能沿齿端面和齿顶挤压，最后在齿面上形成毛刺。节线起皱突起或齿根凹陷也属于这个范畴。这类破坏现象通常是通常是由强烈振动或冲击载荷引起，但是高黏度润滑剂有缓冲载荷的作用，只不过仅靠改变润滑剂不能解决这类问题。

（3）胶合

胶合是油膜被破坏而引起的金属熔融后产生的损伤。黏度对胶合有较大的影响。如果油品黏度过低，就难以形成足够厚度的油膜，当齿轮在高速、大载荷下运行时，由于油膜厚度不够，两齿面就会直接接触，形成局部高温，接触区出现胶合现象。

3. 失效原因综合分析

综合分析而言，该齿轮失效的主要原因是黏度降低。但是据客户反映，该齿轮箱也是一直采用的这个油品，使用了几年都没出现过故障，而本次更换新油后才短短三个月黏度就显著下降，而对新油的检测表明新油无质量问题。为了进一步查出黏度下降原因，广研检测技术人员又与客户进行了沟通，结果发现两个重要情况：

其一是该水泥厂三月份更换新油的同时也更换了开式齿轮，出现故障的齿轮还处于磨合期；

其二是该回转窑的额定生产量是每日 2500 吨，但是最近几个月每日生产量都达到了 3000 吨，即该齿轮长期在超负荷运行。

由此可见，处于磨合期的齿轮，其剪切力作用较大，又长期在高温高负荷下运行，油品在高剪切力作用下，油品长碳链断裂，导致黏度下降。黏度下降后，在高温高负荷作用下，将使齿轮表面油膜破坏，油膜阻尼减振能力下降，使得齿面表层内部的微观裂纹在外界交变应力的作用下不断蔓延扩展，这就是本次齿轮失效的根本原因。

四、广研建议

当广研检测将分析结论告知客户时，得到了客户的高度认可。针对此问题，广研检测建议客户在更换新的开式齿轮后，要制定磨合方案，在齿轮磨合期间，应该针对性的选择磨合期专用油；此外应当尽量避免齿轮长期超负荷运行，当无可避免时，就必须缩短油品监测周期，密切关注齿轮运行情况。

钢厂张力辊齿轮箱失效监测

一、 案例背景

张力辊俗称 S 辊，在带材的连续生产线上有着广泛的应用，如冷带的酸轧联机、连退、镀锌、重卷、彩涂等机组，其作用是在带材的连续生产线上实现张力的分隔和调节。广州某不锈钢厂自 2010 起在广研检测对其生产车间的多台张力辊齿轮箱开展油液监测，取得了良好的效果。

二、 检测数据分析

2013 年 4 月，广研检测在对其冷轧生产线上的张力辊齿轮箱进行监测时，发现异常齿轮箱润滑磨损状态出现异常，主要检测数据见表 2。

表 2 某钢厂冷轧张力辊油液检测数据

设备编号	3.5#齿轮箱	5.2#齿轮箱
运动黏 40℃, mm ² /s	363.1	216.9
总酸值, mgKOH/g	0.41	0.62
PQ 指数	520	1203
Fe , mg/kg	385	940
Zn , mg/kg	7	2
P , mg/kg	139	132

从表 2 中可以看出, 3.5 张力辊和 5.2 张力辊的磨损金属元素 Fe 含量以及 PQ 指数都非常高, 远高出其报警值, 因此初步判断这两个齿轮箱出现了异常磨损。对两台齿轮箱在用油再进行铁谱分析进行确诊, 发现油中有大量的铁系磨损颗粒, 有明显疲劳擦伤特征, 而且不少颗粒表面有明显润滑不良导致的高温氧化痕迹, 进一步说明这两台齿轮箱发生了严重的磨损。

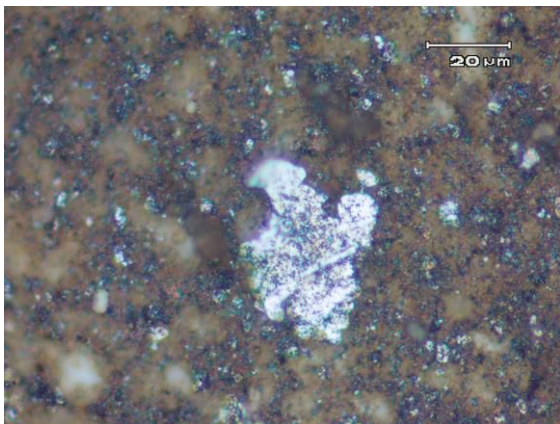


图 1 3.5 张力辊在用油中的磨损颗粒

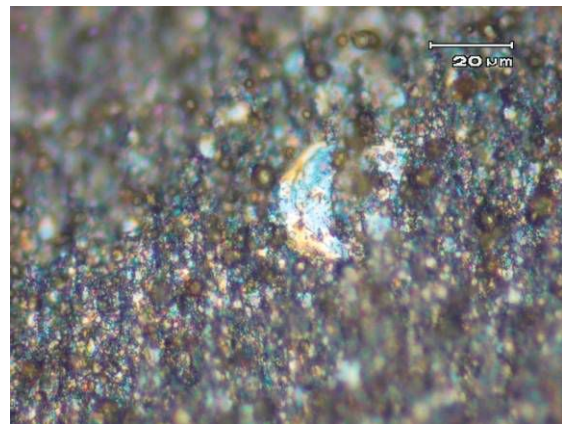


图 2 5.2 张力辊在用油中的磨损颗粒

由于表征异常磨损的三个指标, 即 Fe、PQ 指数以及铁谱磨粒都指向该系统存在严重异常磨损, 因此广研检测技术人员建议客户对这两台齿轮箱进行拆机检查并换油。

三、 客户反馈

该公司在收到报告后, 对此事件非常重视, 立即组织相关人员对 3.5 张力辊和 5.2 张力辊进行拆机检查也进行了拆机检查, 见图 3、4。



图3 3.5 张力辊齿轮箱齿面崩裂痕迹

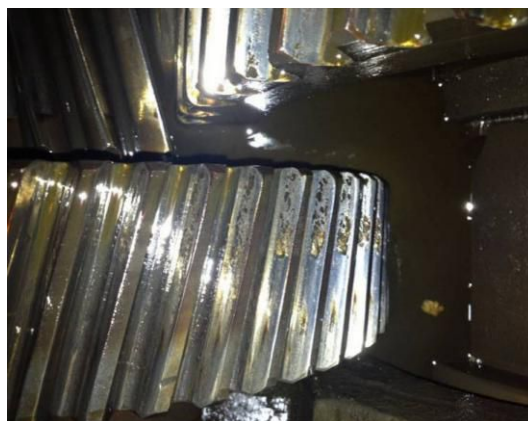


图4 5.2 张力辊齿轮箱齿面疲劳剥落磨损

由现场拆机图片可以看出，3.5 张力辊齿轮齿面出现了崩裂现象，而 5.2 张力辊齿轮齿面多处出现剥落现象。由于发现及时，尚未造成重大经济损失。

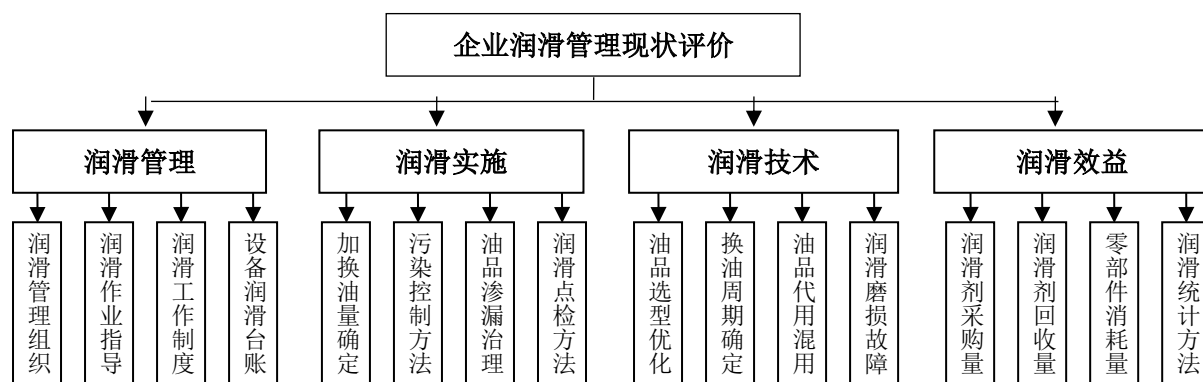
润滑管理

企业“设备润滑管理及技术现状评价”

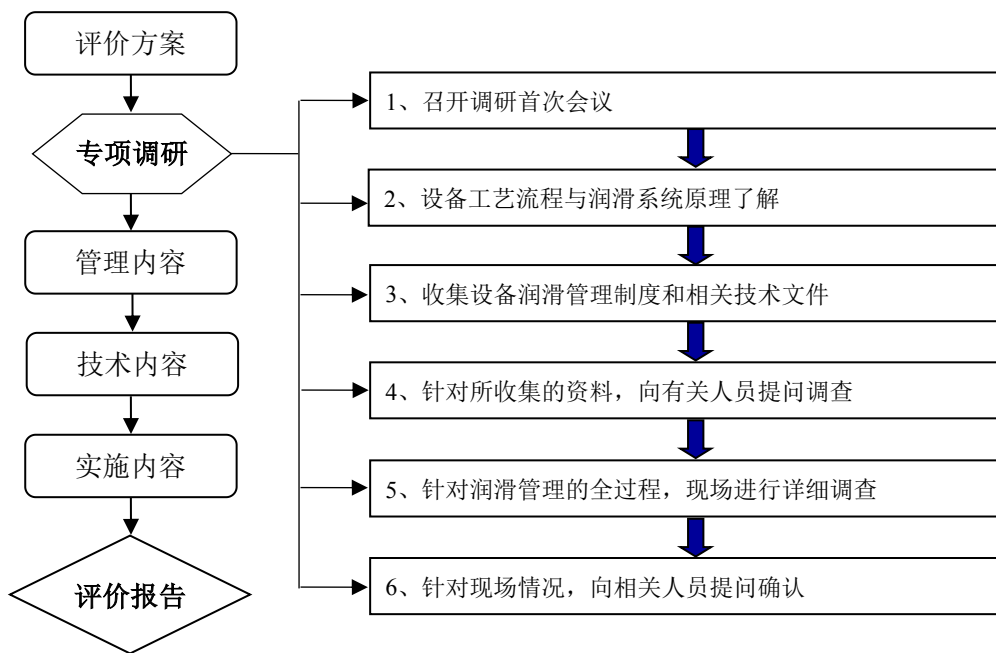
润滑管理专家通过对企业目前的设备润滑管理制度、操作技术规程、现场润滑管理状况、现场润滑磨损故障状况等内容的深入调查，采用国际先进润滑管理标准体系进行评价；同时对企业关键设备的润滑、污染及磨损状况进行取样分析检测和综合评价。

在调查评价的基础上编写出《企业设备润滑管理现状评价报告》，明确指出企业润滑管理、润滑技术、现场润滑状况上存在的问题，结合企业对设备管理的综合要求，提出企业设备润滑管理体系提升的具体措施和方向，为企业管理者提供决策依据。

“企业设备润滑管理状况评价”的实施内容



“企业设备润滑管理状况评价”的实施步骤

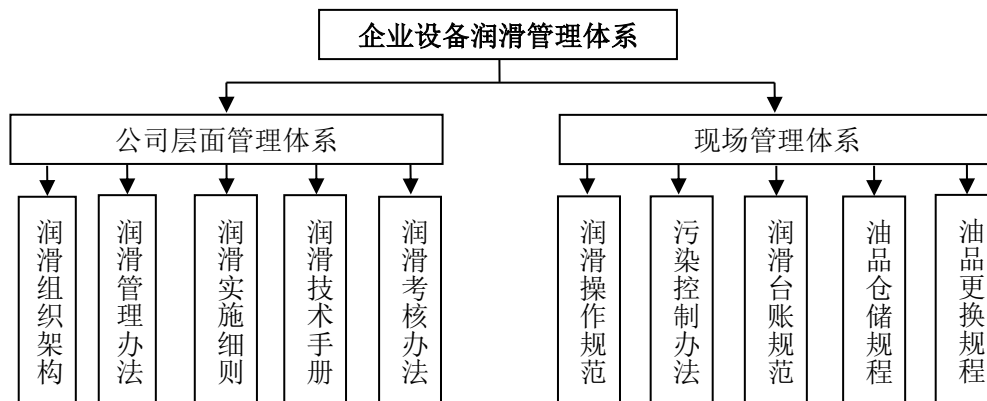


企业“设备润滑管理体系的完善与提升”

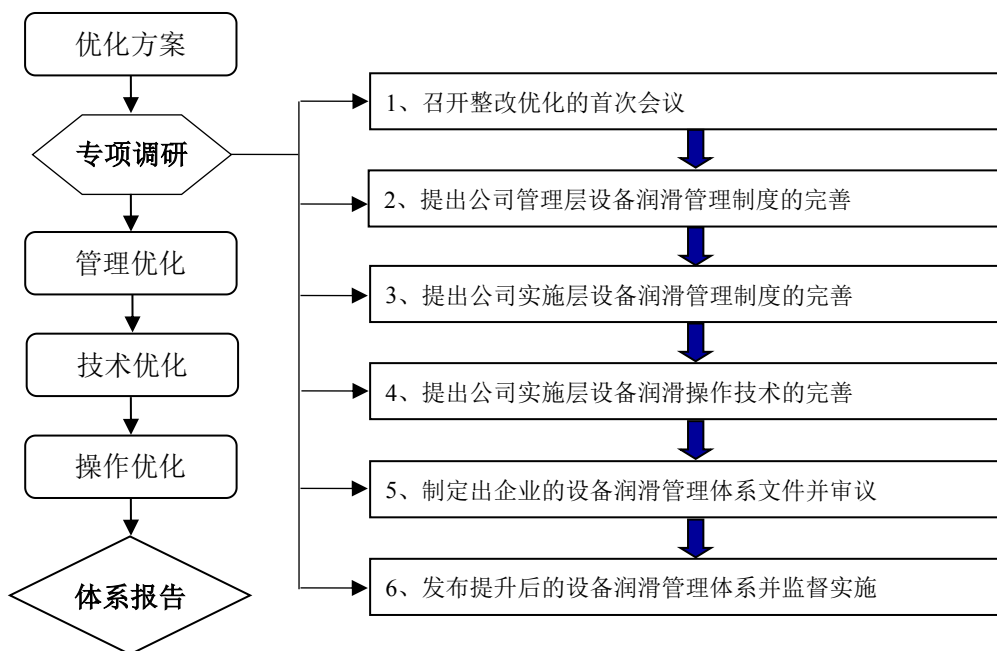
现代企业的设备润滑管理，需要一套完整、科学、实用的润滑管理体系技术文件作支撑，是企业现场设备管理的重要组成部分。

在企业《企业设备润滑管理状况评价》项目完成的基础上，根据企业设备管理提升的需求，优化及建立企业的设备润滑管理体系，编制一整套《企业设备润滑管理体系技术文件》（公司管理层面、作业现场执行层面），实现公司管理层对全公司的设备润滑管理和考核有制度可循、各作业现场对设备润滑管理的开展有具体的技术指导文件可依。

“企业设备润滑管理体系提升”的实施内容



“企业设备润滑管理体系优化”的实施步骤

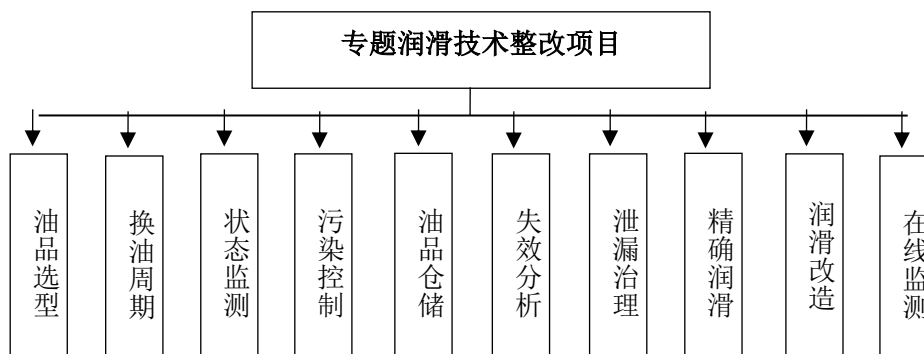


企业“设备润滑管理及技术专项治理”

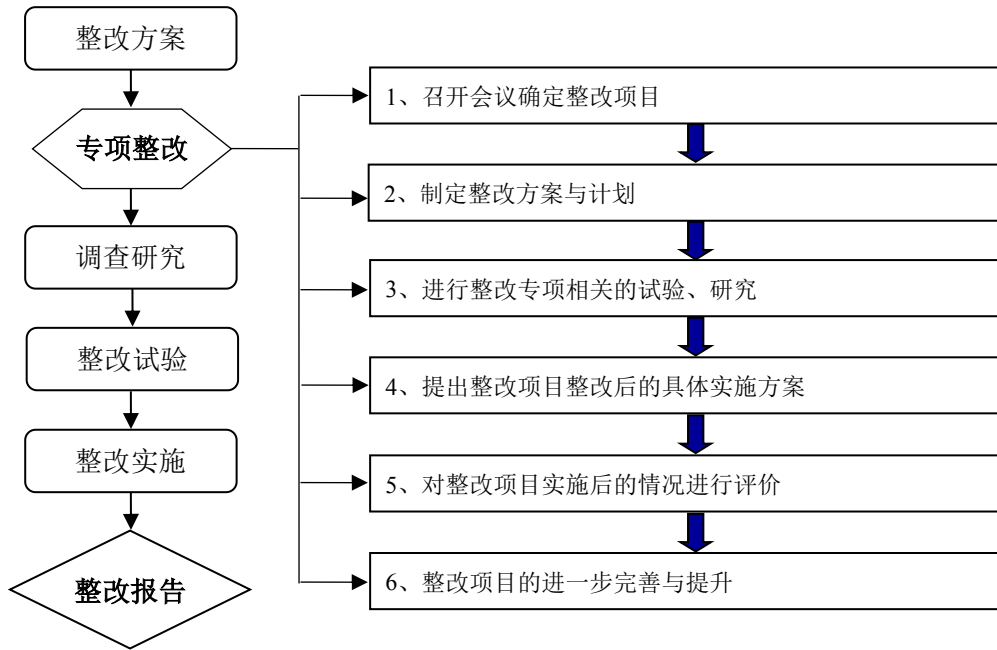
企业“设备润滑管理及技术专项”是指企业在贯彻“先进的润滑管理理念和体系”时所遇到的各种“具体的润滑技术问题”。若这些润滑技术问题不能及时整改解决，企业的设备润滑管理体系难以具体落实，企业的润滑管理水平也无法有效提升。

“企业润滑技术专项整改”是支撑企业润滑管理进步的具体行动，其实质是辅导企业解决设备润滑实施过程中的技术难题。这些专项可以根据缓急程度和重要程度分阶段实施。对于存在问题的润滑专项，有必要根据该专项的技术难度、紧迫程度等进行选择性整改，实现企业现场润滑技术的具体提升和落实。

企业“设备润滑管理及技术专项治理”具体内容



企业“设备润滑管理及技术专项治理”实施步骤



润滑点滴

工业齿轮油泡沫形成原因有哪些？有什么样的危害？

工业齿轮油在使用中易产生泡沫，有时产生泡沫过多，从油箱的人孔冒出向外四溢。

原因一般有以下几点：

(1) 齿轮油中均含有 5-10 $\mu\text{g/g}$ 的抗泡剂，抗泡剂分散不好或存放稳定性差、油箱进水均会造成工业齿轮油泡沫的产生；

(2) 油箱中油量较少，暴露在空气中的部分大，搅拌过程中容易引入空气产生泡沫；

(3) 油品使用时间长，油中的抗泡剂消耗或者被多级过滤材料过滤掉；

(4) 油品受到外界杂质的污染，这些杂质与油品中的添加剂发生复杂的化学反应，导致添加剂消耗。

(5) 润滑管路设计存在问题，如回油管路弯曲多，管路较小或回油管路距离油面高，回油速度快，消泡时间短；

(6) 外界空气进入油站，又不能及时排出，导致油中含有空气，搅动时产生泡沫；



(7) 齿轮油中加入的抗磨剂、极压剂等添加剂，都是极性物质，它们的表面张力比较大，会起到稳定气泡的作用，导致油品难以消泡。

泡沫过多会产生如下危害：

- (1) 加速齿轮油的氧化；
- (2) 造成齿轮润滑不足。

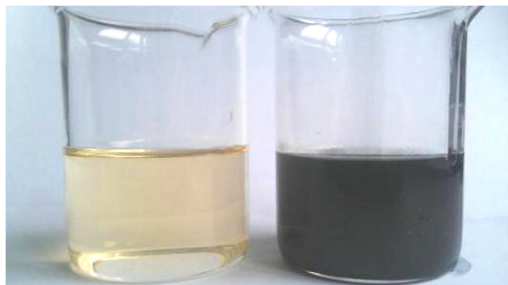
可以采用如下措施进行解决：

- (1) 补加同类型同牌号的齿轮油，适当提高齿轮油箱油位高度、减少空气的进入；
- (2) 加强齿轮油中水和污染杂质清除或更换滤芯，或采用滤油小车对油品进行循环过滤；
- (3) 适量补加与使用油配方相同型号的抗泡剂，提高油品抗泡沫性能。

液压油在使用过程中为什么会变黑？

液压油新油通常为浅黄色透明，经过使用后，会逐渐变成棕色，这是正常的。若液压颜色变黑，这是不正常的变化，其原因主要有以下几点：

- (1) 油品深度氧化，液压油中一般都含有少量抗氧化剂，油中的抗氧剂在高温下分解，生成黑色的油泥，当油泥较多时，就会导致油品颜色加深，严重时会使油品变黑；
- (2) 外界颗粒污染，特别是大量粉尘污染时，会导致油品颜色发灰或者发黑；
- (3) 系统磨粒较多，特别是铁系磨粒较多，也会造成油品颜色变黑。



当液压油颜色变黑时，表明油品已经变质或受到严重污染，或液压系统零部件存在异常磨损，应对油品取样进行检测，评价设备磨损情况，检查油箱加油口的空气过滤装置是否正常，并清洗或更换油路中滤器的滤芯，然后更换新的干净的液压油。

会议通知

2014 第三届中国企业润滑管理高峰论坛

为加快提高企业在设备润滑技术和管理方面的技术创新能力，由中国机械工程学会摩擦学分会工业摩擦学工作委员会、天津市设备管理协会和中国润滑油网共同举办的第三届中国企业润滑管理高峰论坛定于2014年6月19日至20日在天津市召开，6月18日报到。

本届高峰论坛拟邀请院士和行业内著名专家学者以及工业企业设备管理人员、工程技术人员、

润滑油生产商、油品检测仪器生产商、润滑装置生产商等共聚一堂，在设备润滑管理、润滑技术、污染控制技术和摩擦学工业应用等方面进行技术交流。

参会对象

- (1) 从事工业摩擦学应用研究的相关高等院校和科研院所的专家学者；
- (2) 企业设备主管领导，企业设备部、装备部、机动部（处、科、室）领导，企业润滑工程师、设备可靠性工程师、设备完整性工程师，润滑油品、润滑技术装置开发公司的管理、研发和技术人员。

会议主题

- (1) 全新企业润滑管理理念
- (2) 新型企业设备润滑管理评价体系；
- (3) 优秀工业企业设备管理、润滑管理经验分享；
- (4) 设备润滑系统污染控制方法及案例
- (5) 摩擦学（摩擦、磨损、润滑）知识在工业工程中的应用及案例；
- (6) 润滑油、润滑脂的最新发展动态与应用技术
- (7) 工业设备润滑技术（集中润滑、油气润滑等）的最新发展和技术动态。

大会秘书处

联系方式：020-32389760，13560028635（涂小姐）

020-32387916，15989124857（钟先生）

传 真：020-32389648，82387730

电子邮箱：hy@gti-oil.com

网上报名地址：<http://www.gti-oil.com/hybm>

“广研检测”2014年会议及培训计划

NO	月份	课程及会议名称	时间	地点	天数
1	5月	2014全国设备润滑管理与实用技术培训班	14-16日	北京	3
2	6月	第三届中国企业润滑管理高峰论坛	19-21日	天津	2
3	7月	2014全国风电润滑管理与实用技术培训班	16-18日	赤峰	3
4	9月	2014全国设备润滑管理与实用技术培训班 (烟草设备专场)	17-21日	南宁	5
5	10月	2014全国水泥企业润滑管理与实用技术培 训班	23-25日	广州	3
6	11月	2014油液监测技术研讨班	14-15日	广州	2