

《项目方案及建议书》

火电行业设备油液检测



目录

1. 关于美国斯派超科技公司 (SPECTRO SCIENTIFIC)	4
2. 关于火电厂设备的油液监测技术的内容及意义.....	5
2.1 油液监测技术概述.....	5
2.2 火力发电厂设备油液监测技术现状.....	6
2.3 电厂主要用油类型及特点.....	7
3. 设备油液监测的内容及意义	13
3.1 日常润滑磨损状态监测.....	13
3.2 新润滑油的入库管理及其换油管理.....	13
3.3 润滑油的选型评价.....	14
4. 电厂润滑油检测案例及测试报告	15
4.1 汽轮机油检测案例.....	15
4.2 齿轮箱案例.....	15
4.3 齿轮箱检测报告.....	18
5. 油液检测实验室建设方案	20
5.1 方案设计的基本原则.....	20
5.2 实验室方案.....	20
5.3 监测频率.....	23
5.4 润滑油检测和更换标准.....	24
6. 上述各分析仪器功能简介	29
6.1 Q100 油料光谱分析仪.....	29
6.2 LNF-Q230 多功能磨粒分析仪.....	30
6.3 Q1000 型直读红外光谱分析仪.....	31
6.4 Q3050 便携式粘度计.....	32
7. 油液实验室建设其他注意事项.....	33
7.1 油品取样.....	33
7.2 油液监测中心的场地.....	34
7.3 人员配置及要求.....	34
7.4 受控设备信息及油样信息.....	34

7.5 油样检测及诊断.....	34
8. 结语和展望.....	35

SPECTROSCIENTIF

1. 关于美国斯派超科技公司（SPECTRO SCIENTIFIC）

美国斯派超科技公司（SPECTRO SCIENTIFIC），ISO9001:2008 质量管理体系认证企业，创建于上个世纪 80 年代初，总部位于美国马萨诸塞州波士顿市。三十多年来，斯派超科技公司一直致力于油液监测设备及技术的研制与开发工作。斯派超科技公司是全球最大的油液检测设备生产商，客户涉及：军事、石化、矿山、船舶、电力以及商业实验室等诸多领域，提供基于 SpectroTrack 实验室信息管理系统（LIMS）的油液监测实验室全套解决方案，该油液监测全套解决方案包括：金属磨粒光谱分析、润滑状态衰变及污染度分析、磨粒形貌分析等检测内容。

斯派超科技公司是全球在用油液监测技术的领导者和推动者，参与制定了多项油液检测标准。同时，其创新的产品及检测技术也为用户带来了巨大的经济效益和社会效益，推动了整个行业的良性发展。于此同时，斯派超科技公司的多款产品及检测技术都是与美国军方联合开发，代表了油液监测行业中的技术前沿。

斯派超科技公司的仪器产品和检测技术具有针对性强、稳定性好、可靠性高、检测成本低、操作简便等特点，可实现对大型用油设备进行有效监控以及对其潜在风险进行预警。

基于斯派超科技公司提供的油液检测产品及技术，可以实现：

- 优化设备维护保养周期，避免设备重大事故产生，提高设备可靠性
- 避免不必要的维护保养开支
- 避免设备非正常报废
- 减少换油费用

斯派超科技公司的销售网络覆盖全球 180 多个国家。

2. 关于火电厂设备的油液监测技术的内容及意义

2.1 油液监测技术概述

设备状态监测（也称预知性维护）是现代设备管理体系中最重要的组成部分，通过监测设备的各种关键状态参数，判定并优化设备的维护、维修周期，有效提高设备的可靠性，降低设备的维护、维修费用。关键用油设备的状态监测一般通过油液监测实现，通过监测工业油液的各种特征参数（如：污染度、理化成分及粘度等），分析判断设备的磨损状态、油液的污染状态及其润滑状态，判定设备的运行状态和潜在风险。因此，通过油液监测技术可以提高设备的可利用率及生产效率、降低维护成本和总拥有成本、减少故障停机次数、优化设备运行性能及提高安全系数。

统计表明，全球每年需要花费数十亿美元用以更换因润滑失效（油液老化、污染、油液混/误用）导致的磨损失效零部件。为了有效降低这一损失，国内外各种军事及工业客户都已经建立了完备的润滑管理体系。作为润滑管理体系的基础及技术支撑，油液监测技术可以保证设备时刻处于良好的润滑状态，避免因润滑失效导致的设备磨损，有效提高设备的无故障运行时间及其延长设备的运行寿命。于此同时，通过监测溶解或悬浮于油液中的、由设备磨损或腐蚀产生的磨粒的成分、数量及其浓度，可以准确判定设备的磨损位置、磨损状态和磨损原因。因此，油液监测技术可以对设备的重大故障进行早期预警，通过对监测数据的实时分析及其趋势分析，提早发现设备的潜在故障隐患，优化设备维护保养计划，降低设备重大故障的发生几率。

粘度的变化或者油液老化会导致润滑状态（性能）的衰变；各种固体颗粒、渗漏或混油污染是油液中污染物的主要来源；磨粒的成分、浓度及其形貌特征可以准确表征设备的磨损状态、磨损趋势及磨损原因。因此，润滑状态、污染物及其磨粒并称为“油液监测铁三角”，是油液监测内容的集中体现。



2.2 火力发电厂设备油液监测技术现状

电厂资金投入量大,设备的精密程度高,运行的安全与经济直接关系到国计民生,在实际的运行过程中,机组设备一旦发生故障常常会造成十分巨大的经济损失。对于这样一个特殊行业,设备安全运行与维护是至关重要的,基于以上原因,通过对设备使用油液的检测从而实现设备状态监测,对设备润滑状态实现科学的管理,对于提早发现设备隐患,降低设备运营的风险和成本是十分必要的。发达国家的电厂油液监测分析已是设备预知维修的核心内容之一,并已取得显著经济效益。

我国电厂在状态监测与故障诊断技术上的研究取得了一定进展,但在整体来说,在技术和理论上仍不成熟。电厂设备油液监测面临的主要问题:

1) 润滑油浪费严重

由于缺乏科学的检测手段和统一的润滑管理体系,为了避免设备故障,使用人员经常在未知润滑油是否可以继续使用的环境下进行换油操作,造成了大量的仍可继续使用的润滑油脂的浪费。或由于检测手段和必要检测仪器的缺乏,不敢使用国产润滑油脂,而一味依赖于“高品质”的进口润滑油脂,增大了不必要的运营成本。

2) 无法实现预防性维护,意外故障导致维修成本高昂

即使未到规定的换油周期,很多设备由于过热、油液污染等等原因已经出现了润滑失效甚至异常磨损,此时如果能及时发现,只需较低的成本和人员投入就能解决问题,然而这些问题如果不能被及时发现,任其发展恶化,最后往往将导致设备出现严重的故障停机,不仅增加了维修的成本而且扰乱正常的生产计划安排,影响了企业的生产效益。

3) 检测手段简单,不能进行溯源分析

分析手段较为落后,不能对油品老化、污染进行溯源分析,也不能对磨粒的成分、浓度、形态、来源进行精确分析分类,致很多设备早期的非正常磨损不能及时发现,无法实现主动预防和预防性维护。

4) 假油无法进行甄别,加错油的情况时有发生

由于电厂现在进油渠道复杂,同一牌号的汽轮机油常来自不同的油厂,常出现不同油种类、油牌号混用的事故。

2.3 电厂主要用油类型及特点

在众多火电设备润滑油中，汽轮机油、齿轮油，和抗燃油，是电力设备系统工作中的重要润滑介质，主要起润滑、冷却、控制和密封的作用，建议作为检测重点进行监控。

2.3.1 汽轮发电机

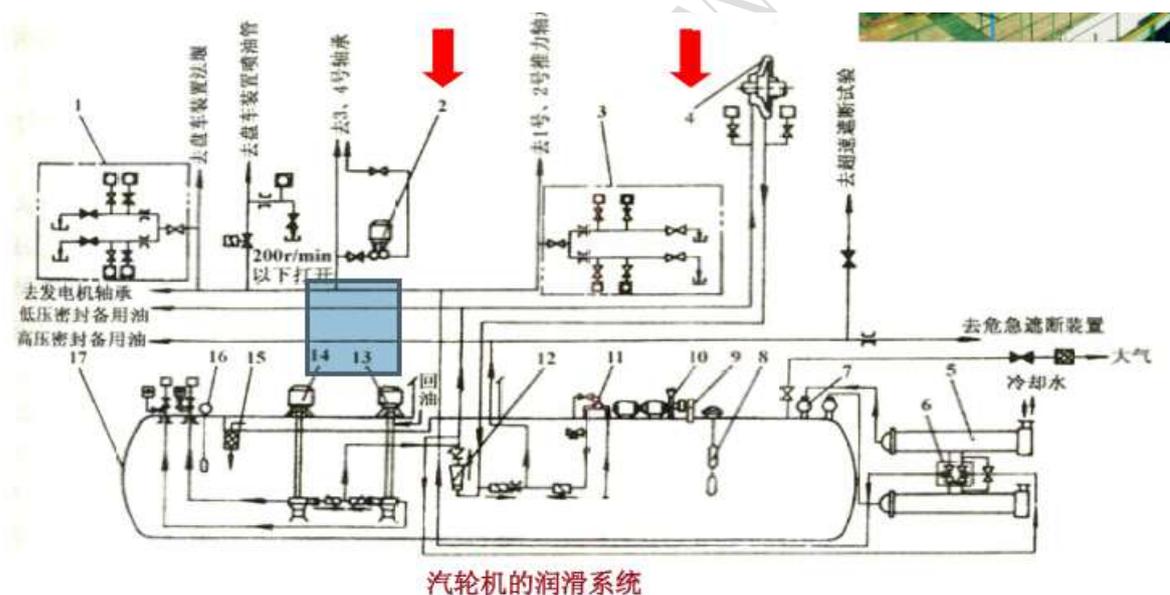
汽轮发电机将高温高压蒸汽的热和动力所携带的能量转换成机械旋转运动，汽轮机油占发电厂整体润滑油用量的 70%左右。

涡轮机油主要润滑部位

主轴承、推力轴承、盘车装置、顶轴装置、联轴器、保安部套、发电机密封装置

汽轮机油的主要功能包括

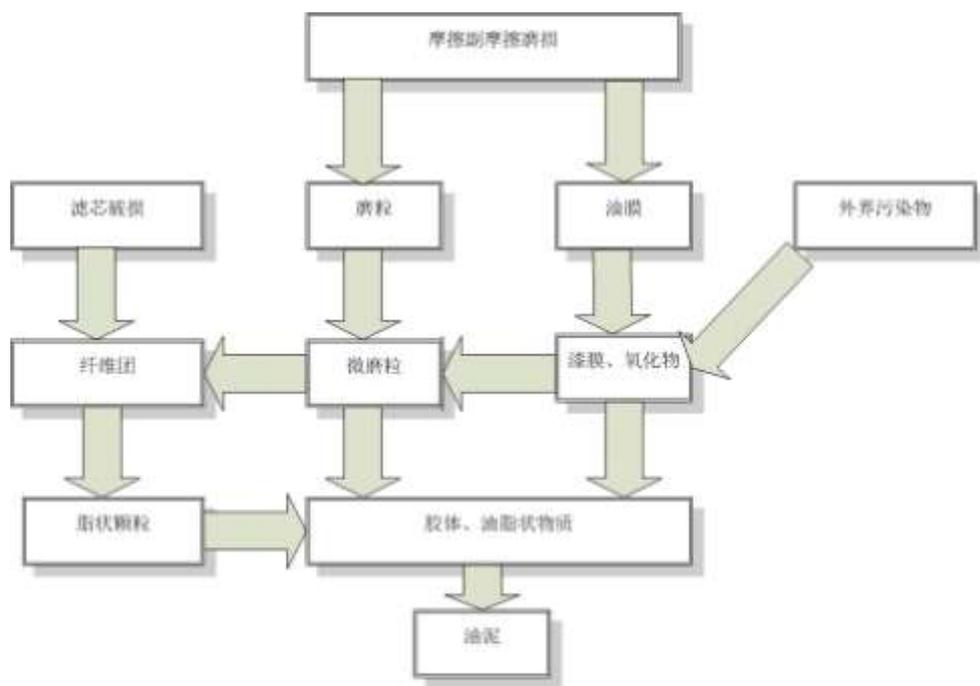
对汽轮机主要部件进行润滑和移除热量（推力轴承和轴颈轴承，增压齿轮箱，主油泵等），在启动时作为静压传动液（顶轴油系统），为控制系统提供液压回路等。



1、3-交流电泵辅助油泵和直流事故油泵自启动装置；2-顶轴油泵；4-主油泵；5-冷油器；6-三通阀；7-窥视口；8-高低油位报警开关；9-除油雾装置；10-排油烟机；11-密封油备用泵；12-注油器；13-交流电动辅助油泵；14-直流事故油泵；15-回油滤网；16-油位计；17-油箱

失效形势及原因

由于长期在高温蒸汽或燃气的环境下使用，运行中的汽轮机油会发生失效，主要原因有老化、污染及磨损等(详见下图)，因此必须维持合适的粘度、良好的氧化性、高清洁度、良好的分水性能，



汽轮机润滑事故及处理

➤ 油泥

原因：①由于油的氧化变质；
②水分、杂质混合促进变质。

症状：①油箱壁或底部黑色油泥；
②管阀滤器阻滞

处理：①换油；
②由邮箱测流净化器除去



➤ 油压控制阀粘结

原因：①涂料等杂质；
②锈蚀；
③油泥粘附（油变质）
④防锈剂等添加剂不当

症状：液压系统工作不灵活

处理：①换油
②过滤



➤ 乳化

原因：①蒸汽漏入；

②油冷去器破损而水漏入；

③系统内空气凝结水；

④油变质成物，某些添加剂、杂质促进

症状：①系统锈蚀；

②油变质快；

③阻碍润滑油及油压

处理：①滤油取水；

②换油

2.3.2 齿轮油：

火力发电厂存在大量的转动设备的齿轮传动装置，必须在良好的润滑条件下才能正常工作。

火力发电厂齿轮油的主要使用设备包括

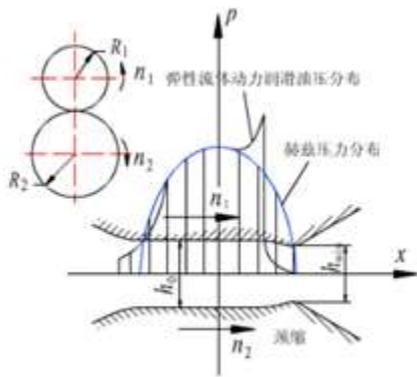
磨煤机、给煤机、皮带输送机、翻车机、斗轮堆取料机等

齿轮油的主要用途

它除具有齿间润滑作用之外，还可以提高设备机械效率，减少齿间振动、降低噪音、散失摩擦热量及防止金属表面腐蚀和生锈。。

齿轮箱磨损机理

齿轮箱的润滑机理根据齿面形成油膜分成两种情况，一种是流体润滑和弹性流体润滑，另外一种边界润滑。

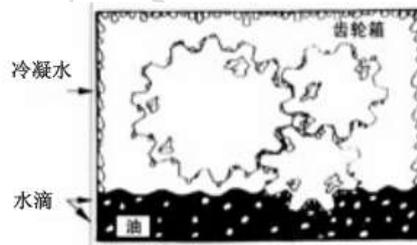


63%的工业齿轮箱的失效跟不良润滑或者润滑失效有关，其中：

1. 齿轮箱进水 6%
2. 用油不当 23%
3. 润滑维修不当 7%
4. 润滑有关的轴承失效 13%
5. 齿轮过度磨损 51%

齿轮油润滑失效原因及处理

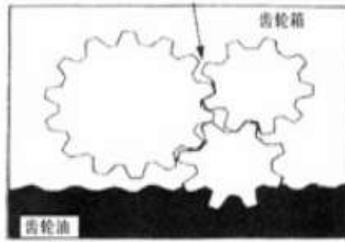
➤ 水污染



产生原因：（1）齿轮箱停机后冷凝水进入齿轮箱，温差变化促进呼吸作用；（2）通过齿轮箱呼吸口进入；（3）润滑油中含有水分；（4）密封泄露进入水分。

处理：①除水；②换油

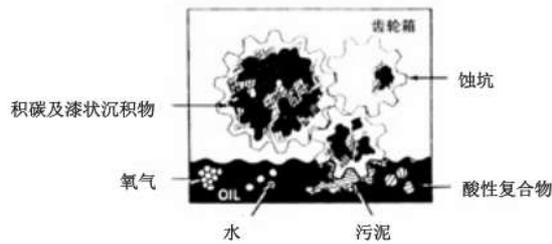
➤ 齿轮箱干启动、干磨



- 产生原因：**
- (1) 润滑油流进储油槽，齿轮表面干燥无油或油不够；
 - (2) 设备启动时，当油溅在齿轮表面之前齿轮处于无油润滑状态。

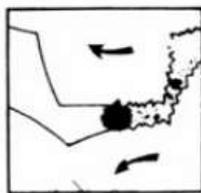
处理：补油

➤ 氧化



- 产生原因：**
- (1) 没有定期更换润滑油；
 - (2) 加油时没有检查齿轮箱情况及油的状况；
 - (3) 选择的油品中不含有抗氧化剂。

处理：换油



固体颗粒对齿牙造成研磨腐蚀损伤



润滑油被挤出造成齿牙双面磨损双面磨损



- 产生原因：**
- (1) 外部的磨屑或其它污染粒子进入齿轮箱；
 - (2) 齿轮箱内部的杂质、金属屑等。

➤ 机械磨损

处理：对齿轮油的铁磁颗粒进行跟踪检测，并对磨粒的形貌进行分析鉴别，从而

确定失效原因。

2.3.3 抗燃油

抗燃油由磷酸酯组成，物理性稳定，发电厂电液控制系统所用抗燃油是一种抗燃的纯磷酸酯液体，抗燃油在火力发电厂中主要应用于大型汽轮机的调节系统及保安系统。

抗燃油失效形式及原因：

- ① **固体污染：**由于抗燃油密度大，因而有可能使管道中的污染物悬浮在液面而在系统中循环，造成某些部件堵塞与磨损。
- ② **水污染：**如果系统进水，水会浮在液面上，使其排除较为困难，系统产生锈蚀。而且水分会导致磷酸酯抗燃油的水解劣化、酸值升高、影响油的润滑特性。
- ③ **老化：**抗燃油长期处于高温下运行，容易引起氧化，酸值升高。高酸值的抗燃油易与管壁中的金属发生反应，生成金属皂基，堵塞过滤器。且高酸值导致油液老化快，产生大量的油泥。

因此建议把酸值监控作为抗燃油的监控重点进行检测，并辅以污染度和粘度的检测效果更佳。

3. 设备油液监测的内容及意义

3.1 日常润滑磨损状态监测

通过对火电厂设备在用润滑油脂主要理化指标的定期跟踪监测，及时发现设备用油的劣化程度及污染原因，评价设备的润滑状态，指导企业采用合理的润滑方式和换油周期。各种设备用油的理化检测项目有数十项，但从长期跟踪监测的经济性考虑，要选择最合理的检测项目，达到最大的检测目的，既能实现设备的润滑与磨损状态监测，又能为企业节省检测费用。

油液类型	检测项目
涡轮机油	运动粘度 水含量 总酸值（TAN） 氧化值 光谱元素分析 污染度分析 铁谱磨损分析（元素分析出现异常时使用） 铁磁性颗粒分析
齿轮油	40℃运动粘度 水含量（微水） 总酸值（TAN）及/或氧化度 光谱元素分析 污染度分析（可选） 铁谱磨损分析（元素分析出现异常时使用）
抗燃油	40℃运动粘度 水含量 总酸值（TAN）及/或氧化度 污染度分析 光谱元素分析 铁谱磨损分析（元素分析出现异常时使用）

3.2 新润滑油的入库管理及其换油管理

针对火电厂的设备润滑管理而言，受控设备众多，且供货商来自多家整机厂，每

家整机厂所使用或者推荐使用的润滑油有所不同，如果错将不同品牌的润滑油加注到同一设备，往往会造成严重后果；市场上充斥了各种各样的假冒伪劣产品，如果没有严格的质量管控和入库管理；很有可能采购到假冒伪劣油品，一旦此类油品加注到设备中，必将对设备造成严重损坏；油品在运输、储藏过程中，如果油桶密封不好（特别是未用完的油桶），会被空气中的水分及其粉尘污染，被污染的润滑油加注到风电设备中同样会对其产生巨大危害；同时，有效控制油液中的水分及其固体污染物（监控其污染程度，超标时采用离线过滤系统过滤）可有效降低其对设备造成的腐蚀、磨损等伤害，并有效提高润滑油的使用寿命，有此同时，通过监控油液的粘度、氧化度或总酸值（TAN），判定合理的换油周期。

因此，新润滑油入库及其换油管理主要包含四部分内容：

监测内容	检测项目
确保不错加油或者加错油	粘度及红外光谱
确保购买的润滑油不是假冒伪劣产品	红外光谱分析最为直接有效
确保新油位在运输、储藏过程中被污染及变质	水分 污染度 总酸值或者氧化度
过滤的时间及换油周期	过滤标准判定：水分、污染度 换油标准判定：粘度、氧化度及/或总酸值

3.3 润滑油的选型评价

在火电厂设备的全面润滑管理体系中，润滑油的选型占有重要的地位。原来设备选择什么油品，往往是润滑油供应商与设备制造厂家的推荐，由于制造厂商对于润滑知识不一定有专业的认识，其所推荐的油品未必就是最合适的，甚至是错误的。正确的做法是根据设备结构（是否含有对某些添加剂敏感的金属如铜）、运转速度、负荷、温度等综合考虑选取合适的油品。许多企业的润滑油品牌的选择较多，造成了难于管理与浪费的现象。经对各种润滑油的检测与比较，结合现场实际工作情况，某些企业在润滑油的选择方面已经形成了一整套严格而又合理的制度，确保了新进润滑油的质量。

新油的评判标准与在用油的评判标准有很大差别，典型评判标准包括：主要进行如抗老化特性（氧化、铜片腐蚀、旋转氧弹），极压抗磨性能（四球机），润滑油理化性能（粘度、闪点、泡沫性、水分），抗污染（清洁分散性、抗乳化特性）等。因为一般只有在更换所用润滑油的型号或者供货商时使用，才需要对新油进行评判，所以一般业主不需购置该类设备，如有需要建议寻求有资质的第三方检

测机构出具评估报告。

4. 电厂润滑油检测案例及测试报告

4.1 汽轮机油检测案例



分析结果

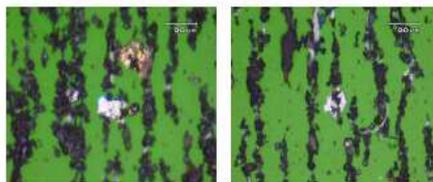
(1) **污染度异常** 在2006年12月1日的检测分析中, LOP-PT-1901A蒸汽透平驱动泵轴承润滑油品的理化分析结果正常, 但是**污染度严重偏高**。

测试项目	测试结果	试验方法
运动黏度 (40℃), mm ² /s	43.21	ASTM D445-2001
运动黏度 (100℃), mm ² /s	6.65	ASTM D445-2001
黏度指数	106	ASTM D2270-1993
总酸值, mgKOH/g	0.08	ASTM D664-2001
水分, % (v/v)	0.03	ASTM D95-1999
污染度: NAS等级	> 16	NAS 1638
ISO 等级	> 24/21	ISO 4406

(2) **磨损元素浓度异常** 光谱元素 Fe, Cu, Sn 含量很高。

元素	测定值	元素	测定值	元素	测定值
Fe	112.6	Al	0.5	V	0.4
Cu	45.3	Mg	0.1	B	0.3
Pb	1.6	Ni	3.7	Ba	0.1
Cr	1.4	Na	0.4	Ca	0.3
Sn	347.6	Mn	1.1	Zn	1.9
Si	1.6	Ag	0.3	P	7.5
Mo	0.5				

(3) **磨损颗粒异常** 铁谱分析发现油中有大量的钢、轴承合金异常磨损金属颗粒, 及较多铁的黑色氧化物颗粒。



4.2 齿轮箱案例

案例背景

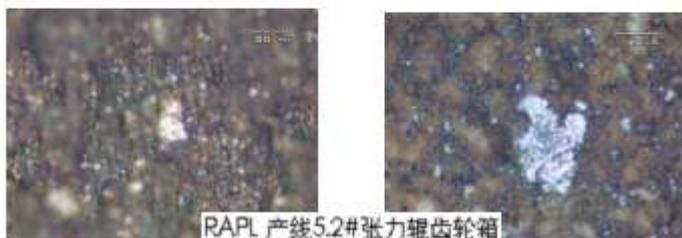
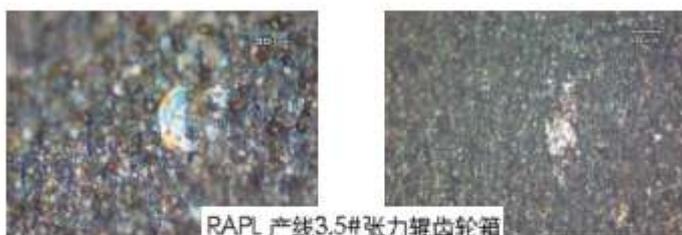
某不锈钢冷轧厂例行送检 10 油样中, 发现其中多个齿轮箱油样污染严重, 其中两台齿轮箱中的磨粒含量严重超标。

检测数据如下表

理化检测结果

设备编号	1#轧机	2#轧机	2.1# 齿轮箱	2.2# 齿轮箱	2.3# 齿轮箱	2.4# 齿轮箱	3.2# 齿轮箱	3.5# 齿轮箱	3.6# 齿轮箱	5.2# 齿轮箱
取样时间	2013-4-1	2013-4-1	2013-4-1	2013-4-1	2013-4-1	2013-4-1	2013-4-1	2013-4-1	2013-4-1	2013-4-1
油品结论	注意	注意	注意	正常	注意	注意	注意	警告	注意	警告
运动黏度 40℃	221.2	222.3	439.6	260.2	285.7	327.8	289.9	363.1	286.8	216.9
总酸值	0.47	0.48	0.23	0.44	0.22	0.14	0.18	0.41	0.22	0.62
水分	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
NAS等级	13	13	14	9	15	13	16	>16	15	>16
5 μm-15 μm	1463750	1493425	3109850	76075	3378675	1119150	3754725		4300600	
15 μm-25 μm	8275	9950	60325	4225	785025	62325	1712100		343825	
25 μm-50 μm	775	1025	4350	825	68300	9550	106075		24725	
50 μm-100 μm	100	150	225	50	1525	225	1075		650	
>100 μm	0	0	0	0	0	0	0		0	
ISO等级	21/14	21/14	22/17	17/13	23/20	21/17	23/21	>24/21	23/19	>24/21
>4 μm	1909800	1931738	3660625	103750	4523675	1500250	5802575		5090175	
>5 μm	1472900	1504550	3174750	81175	4233525	1191250	5573975		4669800	
>15 μm	9150	11125	64900	5100	854850	72100	1819250		369200	
>25 μm	875	1175	4575	875	69825	9775	107150		25375	
>50 μm	100	150	225	50	1525	225	1075		650	

磨粒形貌分析



润滑油中有大量的磨损颗粒和粉尘污染

结论和建议

结论和建议



润滑油状态: 该油污染度等级严重偏高, 油中有少量油泥颗粒污染, 影响润滑效果, 污染元素Si含量偏高, 通常来源于空气中的粉尘污染;

磨损状态: 油中有较多铜质异常磨损颗粒, 磨损金属元素Fe含量严重偏高, Cr含量偏高, PO指数严重偏高, 表明该系统磨损较大, 可能存在异常磨损;

建议措施: 引起重视! 该油不建议继续使用, 应清洗系统, 更换新油, 并注意检查系统运行情况。

样品信息		本次数据	上次数据	历史数据	参考值
样品编号		562013040714	QH2011110547	--	矿用工业闭式齿轮油
油品牌号		齿轮油	齿轮油	--	其它
采样日期		2013-4-1	2011-11-11	--	--
设备运行时间		--	--	--	--
油品使用时间		--	--	--	--
理化指标					
运动粘度 40℃	mm ² /s	216.9	384.0	--	--
总酸值	mgKOH/g	0.62	0.35	--	--
水分	%(v/v)	<0.03	0.03	--	<0.10
NAS等级		--	15	--	<16
DO等级		>24/21	23/20	--	<24/21
PO指数		1003	--	--	<100

对报告结论为警告的齿轮箱开箱检查



1.1#张力辊齿轮箱-齿面无磨损



3.1#张力辊齿轮箱-齿面磨损-未送样



3.5#张力辊齿轮箱
输出轴大齿轮崩齿, 已打磨



5.2#张力辊齿轮箱
• 多个齿轮多处出现剥落

4.3 齿轮箱检测报告

检测报告



Karlshofweg 26 • D-50828 Essen (NRW)
Tel. +49 (0)201 8047-0 • info@oelcheck.de

设备名称: **工业机械**

品牌: **1100766**

检测地点: **1100766**

ID: #2

OELCHECK GmbH, Postfach 1118, 50828 Essen (NRW)

报告日期: **2024.08.04**

设备制造商/设备名称: **V30**

型号/序列号: **230**

生产日期: **01.01.2019**

检测日期: **08.04.2024**

检测地点: **Wingy FEAG 4032**

检测设备: **Wingy Manager 2HC 2MP 520**

检测人员: **ST1**

检测结果: **合格**

所有检测项目均在合格范围内，未发现异常。请按照保养手册进行定期维护。下次检测：下次检测：请见下次检测报告。

Next-Step: **Wingy Manager**



正确

检测项目	单位	1700766	1700766	1700766	1700766	检测结果
油品名称		15W-40	15W-40	15W-40	15W-40	符合规格
油品品牌		壳牌	壳牌	壳牌	壳牌	符合规格
油品颜色		黄色	黄色	黄色	黄色	符合规格
油品气味		正常	正常	正常	正常	符合规格
油品粘度		符合	符合	符合	符合	符合规格
油品含水量	%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	符合规格
油品酸值	mg/kg	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	符合规格
油品总灰分	%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	符合规格
油品总硫	%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	符合规格
油品总磷	%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	符合规格
油品总铜	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总铁	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总镍	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钼	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总铝	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总硅	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钠	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钾	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钙	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总镁	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总锌	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总锰	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总硼	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钨	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钼	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总铜	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总铁	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总镍	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钼	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总铝	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总硅	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钠	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钾	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钙	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总镁	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总锌	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总锰	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总硼	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格
油品总钨	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	符合规格

油品照片: 

检测结果: 

油品品牌: **壳牌**

油品规格: **15W-40**

油品颜色: **黄色**

油品气味: **正常**

油品粘度: **符合**

油品含水量: **< 0.1%**

油品酸值: **< 0.1 mg/kg**

油品总灰分: **< 0.1%**

油品总硫: **< 0.1%**

油品总磷: **< 0.1%**

油品总铜: **< 10 ppm**

油品总铁: **< 10 ppm**

油品总镍: **< 10 ppm**

油品总钼: **< 10 ppm**

油品总铝: **< 10 ppm**

油品总硅: **< 10 ppm**

油品总钠: **< 10 ppm**

油品总钾: **< 10 ppm**

油品总钙: **< 10 ppm**

油品总镁: **< 10 ppm**

油品总锌: **< 10 ppm**

油品总锰: **< 10 ppm**

油品总硼: **< 10 ppm**

油品总钨: **< 10 ppm**



5. 油液检测实验室建设方案

5.1 方案设计的基本原则

1) 检测速度快，检测结果的实效性

油液检测和设备状态监测的特点是从要求是从取样到最终的检测报告及诊断意见送达给一线设备维护人员的时间不宜超过 2 周，超出这个时间越久，最终结果的参考价值就越小，因此考虑到用户大量的受控设备，建议在油样送往中心实验室前，先考虑用现场分析设备进行检测。

2) 结果准确性

作为指导和检测设备可靠性的重要评价依据，精准的检测结果和重复性是必须的，因此选择可靠的、在油液检测领域口碑好的检测设备。

3) 检测全面性

润滑油分析是一个综合的系统工程，润滑状态、污染物及其磨粒——“油液监测铁三角”，是油液监测内容的集中体现，在此方案中都有体现。

4) 特异性

结合火电厂设备的特点，因此把汽轮机油、齿轮油、阻燃油作为监控的重点进行考虑。

5.2 实验室方案

基于对上书润滑油使用状况及其测试需求的分析，结合火电厂设备润滑管理的自身特点，我们推荐以下两种方案：

方案一： 现场实验室方案（三）（到货含税人民币价 xxx¥）

这个方案针对的是润滑油老化、污染问题，可以检测润滑油的关键理化参数如粘度、总酸值、氧化值，也可以得到水、外来固体颗粒和磨粒等污染信息，并通过磨粒分类及铁磁性颗粒等磨损检测检测加强报警权重。

监测润滑油范围： 涡轮机油、齿轮箱油、阻燃油、液压油等各种类型润滑油。

主要设备及检测指标：

- i. FluidScanQ1000 便携式油液状态分析仪
- ii. Q3050 便携式粘度计
- iii. Q230 多功能磨粒分析仪

仪器	检测指标	润滑油		
		油品衰 变	污 染	磨 损
Q1000 型直读红外光谱分 析仪	水分(所有润滑油)		√	
	总酸值	√		
	氧化度	√		
	抗磨添加剂损耗（针对部分油 液）	√		
Q3050便携式粘度计	40 摄氏度下运动粘度	√		
Q230 多功能磨粒分析仪	大尺寸磨粒失效分析			√
	颗粒计数		√	
	污染指数	√		
	铁磁性颗粒			√
	游离水	√		

方案二：中型实验室及现场方案（到货人民币报价 XXX¥）

这个方案涵盖油液监测的核心：**老化、污染和磨损**，即可通过粘度、总酸值和氧化值的变化监测油液老化情况；通过各种固体颗粒、水分或混油污染检测油液中污染情况；磨粒的成分、浓度及其形貌特征表征设备的磨损状态、磨损趋势及磨损原因。

监测润滑油范围：**涡轮机油、齿轮箱油、阻燃油、液压油**等各种类型润滑油。

- i. FluidScanQ1000 便携式油液状态分析仪
- ii. Q3050 便携式粘度计
- iii. Q230 多功能磨粒分析仪
- iv. Q100型油料光谱仪

仪器	检测指标	润滑油		
		油品衰 变	污 染	磨 损
Q1000 型直读红外光谱分 析仪	水分(所有润滑油)		√	
	总酸值	√		
	氧化度	√		
	抗磨添加剂损耗（针对部分油 液）	√		
Q3050便携式粘度计	40 摄氏度下运动粘度（所有油 液）	√		
Q230 多功能磨粒分析仪	大尺寸磨粒失效分析			√
	颗粒计数		√	
	污染指数		√	
	铁磁性颗粒			√
	游离水	√		
Q100 油料光谱分析仪	元素分析（<5um 的颗粒）	√	√	√

5.3 监测频率

蒸汽机（矿物油）监测方案（ASTM D4378-2003）

项目	方案 1: 新油		方案 2: 在用油	
样品来源	(A) 桶或槽车; (B) 油罐	新机组投运 12 个月内监测周期	循环 24 小时后采样	正常运行期间监测周期
运动粘度 (40°C)	符合 GB/T 3141 标准	1-3 个月	符合 GB/T 3141 标准	3-6 个月
酸值 (mgKOH/g)	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	每月	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	1-3 个月
外观	透明无沉淀	每天	透明无沉淀	每天
水分	无游离水	每月	无游离水	1-3 个月
颜色	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	每周	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	每周
污染度	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	1-3 个月	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	1-3 个月

燃汽机（矿物油）监测方案（ASTM D4378-2003）

项目	方案 3: 新油		方案 4: 在用油	
样品来源	(A) 桶或槽车; (B) 油罐	新机组投运 6 个月内监测周期	循环 24 小时后采样	正常运行期间监测周期
运动粘度 (40°C)	符合 GB/T 3141 标准	500 小时	符合 GB/T 3141 标准	500 小时
酸值 (mgKOH/g)	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	500 小时	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	500-1000 小时
外观	透明无沉淀	100 小时	透明无沉淀	100 小时
水分	无游离水	500 小时	无游离水	500 小时
颜色	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	200 小时	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	200 小时
污染度	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	500 小时	符合 OEM 标准, 或电厂认可标准	1000 小时

5.4 润滑油检测和更换标准

设备中使用的润滑油应定期检测

油液监测是对设备的润滑故障采取早期预防和对已发生的润滑故障采取科学的处置对策，分析润滑故障的表现形式和原因、对润滑故障进行监测和诊断。及时换油且应推行定期查，按状态维修或换油的办法，与维修体制一样，变定时为按状态(按质)换油，加强定期的检查和测试是十分必要的。

油品检测指标的相关说明

① 理化指标检测

关键参数包括粘度、水分、酸值、抗乳化、腐蚀、抗氧化稳定性等等，与标准对比即可。

[粘度]：粘度增加可能是基于油品的氧化，不溶物含量增高，高粘度油品或水分的渗入。粘度降低可能是基于低粘度油品，水，冷剂或燃料的渗入；或是油品内高分子聚合物受剪切力而产生变化。

[不溶物]：戊烷不溶物显示油品里固体物质的总含量，包含有机物和无机物。甲苯能溶解大部分的有机物质，故此甲苯不溶物只包含污垢沙粒，磨损金属微粒及未燃烧碳屑。戊烷与甲苯不溶物的差额代表胶质及氧化物的含量。通常戊烷不溶物超越某一限额时才量度甲苯不溶物。

[颜色]：在极短时期内油品颜色变深显示油品被污染或开始被氧化。

[水分]：油品中有水显示系统穿漏或空气中的水分凝结。水分会引起腐蚀和氧化，亦会使油品乳化。故此应以离心法，隔滤法或真空处理清除。

[总酸值(TAN)]：油品的总酸值是量度因氧化而产生酸性物质的指标。

[总碱值(TBN)]：总碱值增高，可能是被另一种含碱量高的油品污染所造成。总碱值降低，可能是因为高碱度添加剂的损耗，用于中和酸性的燃烧及氧化产物，或被渗入的水分冲走。金属元素分析用于验明污染情况，证实添加剂的含量及显示机件的磨损状

② 磨粒检测

磨粒监测的现实意义在于监测设备的磨损程度与趋势以及避免由于磨粒存在导致的磨损加速。磨粒的监测主要通过原子发射光谱仪及磨粒分析仪实现。原子发射光谱仪用来监测5um以下的小颗粒，磨粒分析仪用来检测5um以上的大颗粒。

油品中含有多多种金属元素，有的来自油品添加剂(各种有机盐)，有的来自设备摩擦副，还有的来自水和空气中的尘埃。通过原子发射光谱仪测定这些元素，用 ppm 表示：

Fe: 来自于钢铁类摩擦副，如缸套，齿轮等，为磨损类金属元素，若其含量迅速增加，表示可能出现异常磨损，尤其是腐蚀磨损。

Cu: 来自于含铜类摩擦副，如青铜轴承、铜止推环等。

Pb: 来自于含铅类摩擦副，如铅锡合金轴承等。

Cr: 来自于镀铬摩擦副，如活塞环。

Sn: 来自于含锡类摩擦副，如铅锡合金轴承等。

Si: 来自于空气中的尘埃和油中的消泡剂。

Mo: 来自于油品中的含钼添加剂，如 MoS₂。

Al: 来自于铝合金摩擦副，如铝活塞。

Ni: 来自于含镍钢摩擦副，如主轴、齿轮等。

Na: 来自于油品添加剂中的钠盐，或冷却水中处理剂。

Ag: 来自于含银摩擦副，如银合金轴承等。

V: 来自于重油(催化剂残留物)。

B: 来自于冷却水处理剂。

Ba: 来自于油品添加剂。

Mg: 来自于油品添加剂。

Ca: 来自于油品添加剂。

Zn: 来自于油品添加剂。

P: 来自于油品添加剂。

魔粒分析仪用来对大颗粒进行分类及计数，测定污染度等级及识别失效形式。

③油液监测及更换的标准

合理的换油周期必须首先以保证对机械设备提供良好的润滑为前提。由于机械设备的设计、结构、工况及润滑方式的不同，润滑油在使用中的变化也有差异，统一规定换油周期是不切合实际和不科学的。一般说，换油期必须视具体的机械设备在长期运行中积累和总结的实际情况，制定必须换油的特定极限值，凡超过此极限值，就应该换油。

在具体的操作实践中，请综合参考被监测设备提供商技术指导书中推荐的换油标准、润滑油公司提供的换油标准以及国内外相关标准。

④案例：汽轮机油机械杂质指标的确定

➤ **经验值的确定：**从使用汽轮机油的透平机类设备资料中，可归纳出转速<8000r/min 的设备，对机械杂质的换油要求一般 $\leq 0.2\%$ ，而国家石油化工有限公司标准中给定的其它牌号润滑油，机械杂质的换油要求 $< 0.05\% \sim 0.3\%$ 。根据换油指标的确定原则，所用汽轮机油的换油指标定为 $\leq 0.2\%$ ，将这一指标用于实际设备润滑管理中，同时跟踪检测机械杂质的实际情况，用于修订和确定最终适用的机械杂质换油指标。

➤ 运行中对换油指标的修订

在润滑状况良好时，对 3 台膨胀机和 2 台空气透平压缩机油质进行了两年的跟踪定期检测。对因润滑油机械杂质引起的轴瓦温度升高、烧融以及轴瓦损伤（瓦面磨痕严重）的油质情况进行化验记录。

设备	第一年度				第二年度			
	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
1 号膨胀机	0.0557	0.0713	0.0862	0.0697	0.0759	0.0857	0.0769	0.1260
2 号膨胀机	0.0624	0.1020	0.1320	0.0913	0.0709	0.0748	0.0815	0.0932
3 号膨胀机	0.0779	0.0761	0.0832	0.0981	0.1165	0.1914	0.0664	0.0798
1 号压缩机	0.0532	0.0678	0.0801	0.1226	0.1862	0.0812	0.0641	0.0726
2 号压缩机	0.0652	0.0732	0.0954	0.1164	0.0966	0.1267	0.2177	0.0831

注：数据为润滑不良造成设备工况异常时鉴定的机械杂质数值。

从上表可以看出机械杂质值 $< 0.13\%$ 时，润滑不良造成设备异常情况的出现率显著减少，但是却**仍然存在**。为了确保润滑良好，最大限度地减少由于机械杂质造成润滑不良而导致设备异常的可能性，综合各因素，最终确定油品机械杂质项目换油指标为 $\leq 0.1\%$ 。

➤ 验换油指标的验证

经过一年实际验证，上述设备再无润滑不良及由其造成工况异常现象的出现。
可以确定，转速>8000r/min的透平类设备所用汽轮机油机械杂质的换油指标定为≤0.1%是可行和适用的。将此项指标确定为厂内所有透平风机、透平膨胀机所用汽轮机油的机械杂质换油指标，给油质监测和实际用油后的油质变化提供了管理依据。

在用齿轮箱油监测标准：

监测项目	报警值	应对措施
运 动 粘 度 (40℃)	最大±10%	确定原因，如粘度低测闪点。换油。
酸值	增加 0.5mgKOH/g	查找原因。增大取样频次。如果仍然不满意，考虑换油或咨询油品供应商
水分	大于 1%(质量分数)	查找原因，进行必要的维护。如果仍然不满意，考虑换油或咨询油品供应商
污染度等级	参考ISO4406的评价标准	离心或过滤油，或考虑换油
磨粒分析	出现大于 20 微米的颗粒	调查颗粒的来源，进行必要的维修
氧化	新油的±25%	考虑换油

汽轮机的换油标准

项目	换油指标
运动粘度 (40℃)	±20%
酸值增加值 (mgKOH/g)	0.2, 未加防锈剂; 0.3, 加防锈剂;
外观	透明无沉淀
水分	大于 0.1%
颜色	浑浊
污染度	NAS 8 级

抗燃油换油标准

项目	换油指标
运动粘度 (40℃)	中压油 28.8-35.2; 高压油 37.9-43.3
酸值增加值 (mgKOH/g)	0.2, 高压油; 0.25, 中压油;
外观	透明无沉淀
水分	大于 0.1%
颜色	桔红
污染度	SAE 749D, 高压油小于等于 2; 中压油小于等于 5

SPECTROSCIENTIF

6. 上述各分析仪器功能简介

6.1 Q100 油料光谱分析仪

Spectro Q100 油料光谱分析仪的外观如图 1 所示。



图 1 Q100 油料光谱分析仪

Spectroil Q100是我们新近和完全固态的光谱仪，专用于油液的检测分析。它用时间验证和可靠的转盘电极（RDE）技术，对溶解或悬浮于油液的产物中的细小颗粒元素作定性定量分析。Spectroil Q100基于Spectroil M系列分析仪应用多年相同的技术和设计理念，所有斯派超科技油料分析仪都受惠于此项先进技术，不仅提供了创新的功能，而且使用简便且坚固耐用，这使得他们在需要快速分析润滑油中磨损金属、污染物和添加剂的世界各地大多数商业油料分析实验室中成为标准工具仪器。

Spectroil Q100满足转盘电极原子发射光谱法对在用润滑油或液压油中磨损颗粒和污染物进行测定的ASTM D6595的标准的规定。

- i. 典型应用案例：符合并遵循 ASTM D6595 标准（在用油液的元素光谱分析标准）
- ii. 30 秒钟完成油液元素光谱分析，标准配置下直接测定 24 种元素的成分及其浓度
- iii. 无需惰性工作气体和有机溶剂
- iv. 光学系统恒温控制： $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- v. 无需专用接地设置
- vi. 操作简单，结果为 PPM 浓度值

产品	用户	应用	供货时间
Q100	中节能张北风电设备检测中心	风电齿轮箱油液监测	2013
Q100	大唐赤峰新能源	风电齿轮箱油液监测	2013
Q100	中广核风电	齿轮箱油监测	2013
Q100	德优检测（专门服务 Vestas 风机及 Gamesa）	第三方检测机构	2012

6.2 LNF-Q230 多功能磨粒分析仪

Q230 多功能磨粒分析仪的外观如图 2 所示。



图2 Q230多功能磨粒分析仪

LaserNet Fines直接磨粒识别（Direct Particle Recognition）技术采用高分辨率CCD图像采集光学系统，内置图像智能模式识别软件，可自动将润滑油中的磨粒进行分类。与传统的光阻法不同，Q230不仅可以检测到磨粒大小，还能探测出磨粒形貌，从而确定磨粒的机械磨损类型；同时还能测量铁磁性颗粒的浓度以及个数，更直观的判断磨损的严重程度。通过Q230可以精确测量磨粒最大等效直径、油液中微水含量和积炭水平等信息，同时识别水滴和气泡并将其从磨粒总数中扣除，一次性完成设备诊断，判断是否需要对其进行维护，提高设备性能。

- i. 符合并遵循 ASTM D7596 标准
- ii. 基于 LaserNet Fines(LNF)自动成像及磨粒识别技术，自动完成磨粒分类
- iii. 测试速度快、操作简便、测试费用低，无需校准
- iv. 内置 ISO 4406、NAS1638、SAE4059、NAVIR、GOSTHAL、ASTM D6786 等污染度评价标准，直接测定油液的污染度等级
- v. 自动检测铁磁性物质的总数（PPM）以及铁磁性颗粒的个数（>25um）
- vi. 支持用户自定义污染度评价标准

- vii. 同时完成对油液污染度计算、磨粒分类、粘度、游离水、烟炱的测定
- viii. 内置设备资产管理及磨粒趋势分析功能
- ix. 光源强度自动调节（AGC）机制，可直接测定高烟炱（2%）的发动机油
- x. 无需稀释，直接测定高污染度（5,000,000 颗粒/毫升）油样

典型应用案例（注：Q200为LNF-C升级版）

产品	用户	应用	供货时间
Q200	广州机械科学研究院	第三方检测	2012
Q200	清华大学摩擦学重点实验室	科研、教育	2013
LNF-C	龙源风电	风电齿轮箱油污染及磨损监测	2009
Q200	沈阳奥吉娜	风电齿轮箱油污染及磨损监测	2012
Q200	重庆青山齿轮箱厂	齿轮箱油液监测	2010
LNF-C	德优检测（专门服务 Vestas 风机及 Gamesa）	第三方检测机构	2009
LNF-C	舟山质检	船用油检测	2009

6.3 Q1000 型直读红外光谱分析仪

Q1000 型直读红外光谱分析仪如图 3 所示：



图 3Q1000 型直读红外光谱分析仪

用于对油液的衰变程度和污染状况进行定性和定量分析。Fluidscan®-Q1000 型便携式油液状态分析仪，基于直读红外光谱(DIR)专利技术，用来直接定量分析润滑油液的各中关键状态指标，直接测定合成油或矿物质油的老化程度以及污染程度。直接定量检测结果包括：总酸值TAN、总碱值TBN、氧化度、硝化度、硫化度、添加剂损耗、混油污染、微水、残炭、乙二醇（冷却液污染）、油液匹配

度以及生物柴油中的脂肪酸甲酯。该仪器符合ASTM D7889 标准。

- i. 定量检测总酸值 TAN、总碱值 TBN、氧化度、硝化度、硫化度、添加剂损耗、混油污染、微水、残炭、乙二醇（冷却液污染）、油液匹配度以及生物柴油中的脂肪酸甲酯(FAME)等。
- ii. 手持式便携设计，内置锂电池供电
- iii. 采用专用翻转式样品池，样品池无需溶剂清洁
- iv. 所需油样量极少：60 μ l
- v. 可设定特征参数的报警限，直观显示油液的老化或污染程度
- vi. 中英文操作界面

典型应用案例：

用户	应用	供货时间
北京石科院 1 室	原油及重油分析	2013
长庆油田	石油勘探车队现场油液监测	2013
亚太森博（ABB）	纸浆厂关键用油设备监测	2013
江苏油田	油田设备现场监测	2012
合肥学院	教学科研	2012
北海舰队	海军舰艇现场油液监测	2012
北京化工大学	教学科研	2012
北京石科院 7 室	润滑油老化性能验证	2010

6.4 Q3050 便携式粘度计

Q3050便携式粘度计如图4所示



图 4 Q3050 便携式粘度计

Q3050采用专利设计的开合式载样池（Split-Cell），使用户可以在现场准确分析油液的运动粘度，整个过程无需溶剂，废弃物少，更加环保。通过监测油液粘度这一关键物理特性，可避免设备不定期停机。使用SpectroVisc Q3000，用户可轻易检测到由于油液老化、外界污染或混油污染所引起的粘度变化。用户可以定义被测油液的粘度系数，根据测得的40° C下的运动粘度自动计算油液在100° C下的运动粘度。同时，Q3050支持多点校正功能，用户可根据其检测需求，对特定的粘度范围进行校正，有效提高了仪器的检测精度。

- i. 随时随地使用，精度堪比实验室分析仪器。
- ii. 无需溶剂=成本更低+废弃物更少。
- iii. 独特设计=准确度更高。
- iv. 开合式载样池（Split-Cell）技术=适用性更强。
- v. 少量油样=浪费更少。
- vi. 直观用户界面=失误更少+分析更快。
- vii. 操作简单=无需培训。
- viii. 小巧轻便+电池供电=携带方便。

典型应用案例：

用户	应用	供货时间
亚太森博（ABB）	关键设备用油检测	2013
华能新能源（通辽）	风电齿轮油检测	2013
上海海事大学	船用润滑油检测	2014

7. 油液实验室建设其他注意事项

7.1 油品取样

取样的核心问题是保证样品的代表性，即样品瓶中油品的组成与设备中润滑油整体的组成一致。

- 1) 位置：确定取样位置的基本原则是：在回油管取样、在过滤器前取样、在油池的中部取样。各具体设备的取样位置需要依据设备润滑系统的结构来单独确定。
- 2) 取样时机：在设备正常运行时取样，或设备停机后30分钟内取样。
- 3) 取样方法：优先采用探针阀的方式取样，可以使用手动抽气泵抽取样品，尽量不采用从油箱放油口取样的方法。对于不同的取样点，最佳

的取样方法可能不同。

- 4) 工具和消耗品：根据选择的取样方法，使用专门的工具和消耗品，并保证其清洁性。

7.2 油液监测中心的场地

油液监测中心所需的功能区域包括：仪器和检测区域、来样存放区、检后样品存放区、消耗品（检测消耗品、取样工具、样品瓶等）存放区、办公区。仪器和检测区域的使用面积不低于10平方米，有空调设施、220V电力供应，可以没有单独的上下水；检后样品储存区域最好有单独的排风设施。

7.3 人员配置及要求

检测人岗位：理工科大专以上学历，基本的英语阅读能力。

取样岗位：熟悉被监测的设备。

诊断岗位：理工科本科以上学历，良好的英语阅读和翻译能力，熟悉被监测的设备，机械相关专业背景、有设备维修经验更好。该岗位对油液监控中心的运营最为重要，要有丰富的相关经验。要根据监测结果判定设备磨损情况及相应措施。

报告编制岗位：熟练使用Office软件。

一名员工可以兼多个岗位，例如：在仪器自动运行期间检测人员可以分析检测数据、编写中文评论或编制中文报告。

7.4 受控设备信息及油样信息

为了更好的、准确的跟踪每一台设备的用油及磨损状况，需要搜集和记录设备润滑系统的相关信息、油品使用信息和油样信息，并将这些信息在每次测试时录入到测试设备或LIMS软件中，设备或软件能自动将测试结果按设备标识及测量时间分类，从而监控油品老化及设备磨损趋势。

7.5 油样检测及诊断

应保证数据的可靠性，为此需要从检测人员、检测设备、检测样品制备、检测方法、检测环境等方面着手进行规范操作。

目前在全球范围内，润滑、磨损状态的诊断都还是以诊断工程师的经验为主，部分计算机专家系统可以提供辅助诊断。该方案中已经包含了强有力的工具，协助工程师完成诊断任务，也可以参考车辆供货商技术指导书中相关内容，或者联系其技术人员。因此，油液及设备磨损（或故障）情况诊断对人员的技术及行业背景要求非常高。仪器本身只是提供监测数据，保证监测数据的可靠性与一致性。

设备的使用者需要有丰富的经验，根据监测数据，完成诊断工作。

关于每项测试结果是否超标，请参考车辆供货方的技术指导书，或者CB、ASTM、ISO，GB等相关标准。

附件1是目前油液检测内容、检测手段及相关标准的综述，供贵公司实际应用中参考。

8. 结语和展望

油液监测技术能早期发现设备部件磨损和油品的异常征兆，为设备的预测维修、主动维修和润滑优化提供有效的技术支持，是最常用的设备状态监测技术之一。

油液监测中心的成功关键因素包括：

- 将自身定位为“设备医院”，而不只是实验室
- 与设备维修、使用部门的协作
- 油样的代表性
- 设备新油和油样信息的完整性和准确性
- 与外部专业机构的协作

处理好这些关键因素，油液监测中心必将对火电厂设备的运行可靠性提升和维护费用控制做出重大贡献。