

润滑油中多种微量元素的 X 射线荧光分析

EDXRF Analysis of elements in lube products

前言: 机械部件的一些重要部件需要进行特殊的润滑保护 (机床、汽车车轴、火车车轴、飞机发动机等等) , 需要监控部件磨损状况, 也就是常常提到的润滑油中残损金属元素的分析, 基于金属成分的组成及在油中的积聚速度可以判定机器组件的失效周期和磨损程度, : 零件磨损元素主要有: 铁 (Fe)、铜 (Cu)、铬 (Cr)、铝 (Al)。另外, 润滑油也需要对其外来污染组分进行监控(如, 灰尘和泥土中带入的金属元素), 外来污染元素主要有: 硅 (Si)。润滑油主要添加剂元素有: 磷 (P)、锌 (Zn)。润滑保护中主要测试这七种元素。测定润滑油中磨损金属的含量, 可以准确地了解设备的运行状态和性能, 油中所含金属显示机件磨损和污染程度, 这对设备的保养、工作性能的评价至关重要。本文通过测定润滑油使用前所含元素的变化从一个侧面解析某类润滑油更换的周期和被润滑部件的监控关系。EDX能量色散X射线荧光光谱仪操作简单, 分析快速, 是一种行之有效的快速分析方法。

1. 使用仪器及分析条件

- 1) 使用仪器型号: 岛津 EDX-7000 能量色散荧光光谱仪。
- 2) 定量分析工作条件如下表:

分析元素	Mg,Al,Si,K,Ca,S,Na,P	Ti,V,Cr,Mn,Fe,Ni,Cu,Zn,Mo	Ag,Cd,Sn,Ba,Pb
氛围	氦气	氦气	氦气
电压(kV)	15	50	50
电流(uA)	自动	自动	自动
DT(%)	30	30	30
滤光片	无	4#	1#
测试时间 (s)	100	100	100

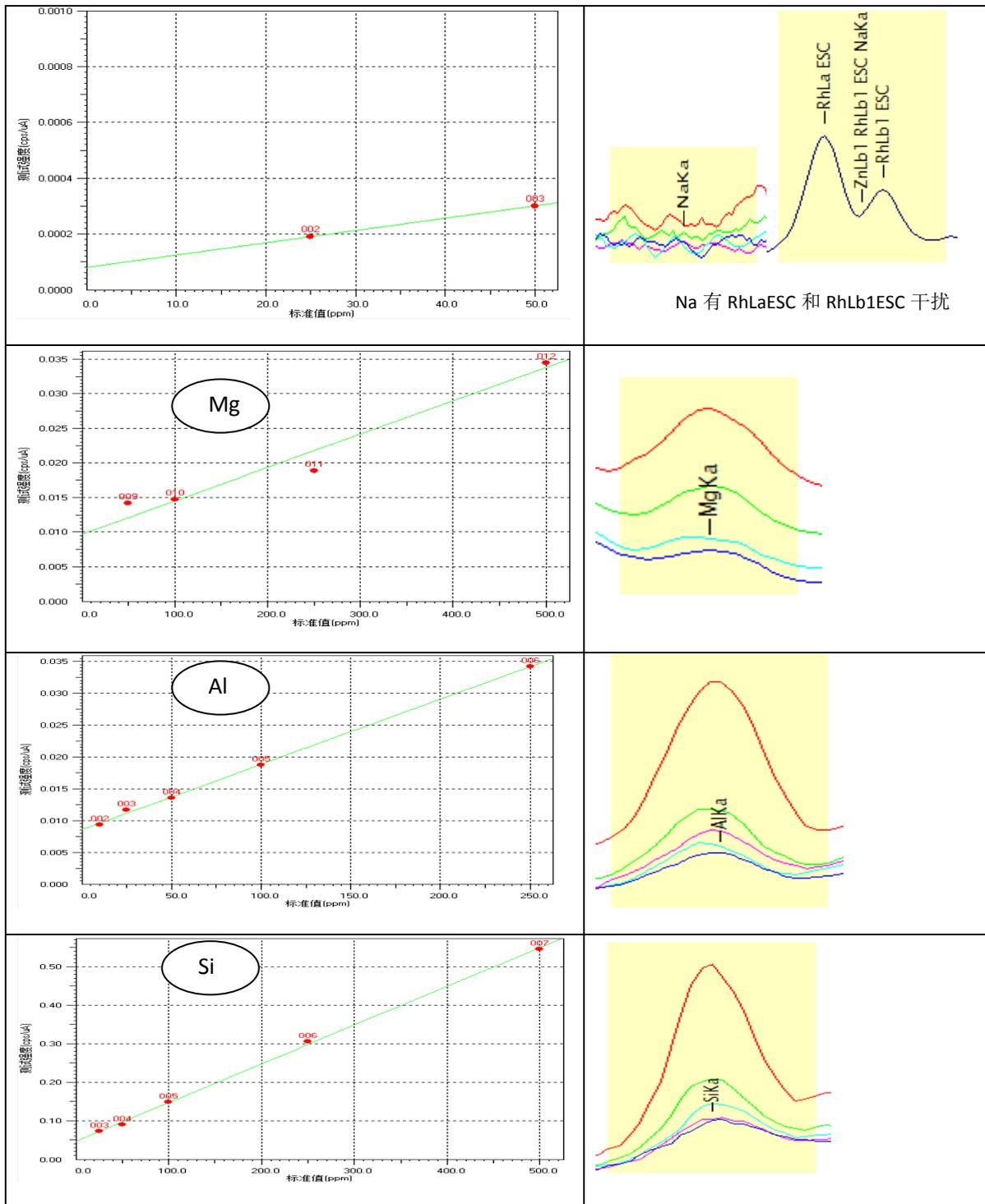


岛津企业管理(中国)有限公司 大型分析仪器部

北京 北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14F 邮政编码 100020 电话 (010)8525-2365 传真 (010)8525-2327
上海 上海市淮海西路570号红坊G栋401-403 邮政编码 200052 电话 (021)2201-3881 传真 (021)2201-3800
广州 广州市流花路109号之9达宝广场703-706室 邮政编码 510010 电话 (020)8710-8619 传真 (020)8710-8698

2. 定量分析

1) 使用国家标准定量分析润滑油产品中金属元素工作曲线如下表：



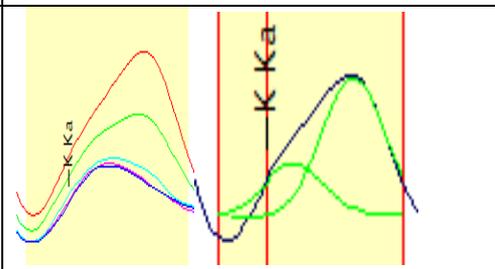
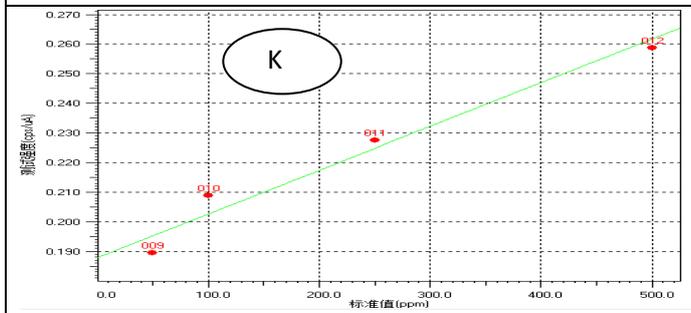
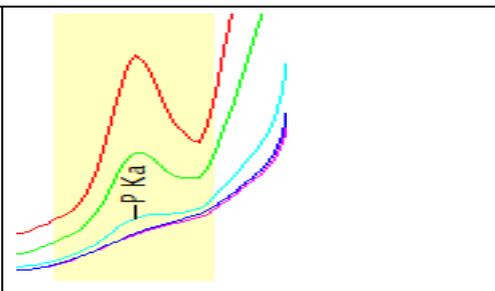
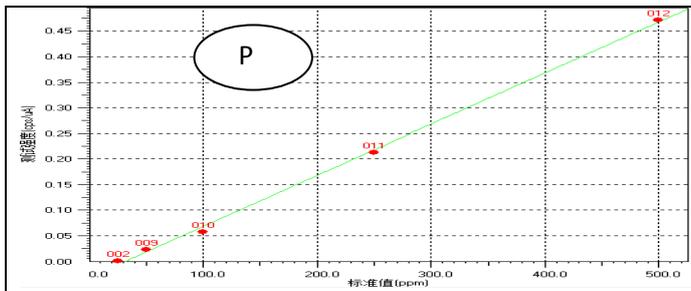
岛津企业管理(中国)有限公司 大型分析仪器部

[键入汉字]北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14F
 上海 上海市淮海西路570号红坊G栋401-403
 广州 广州市流花路109号之9达宝广场703-706室

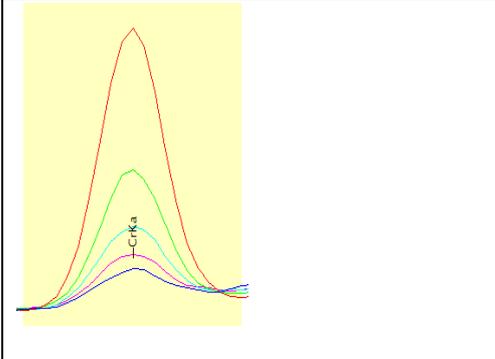
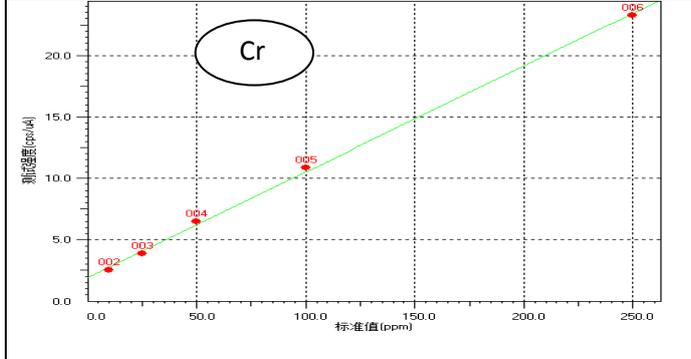
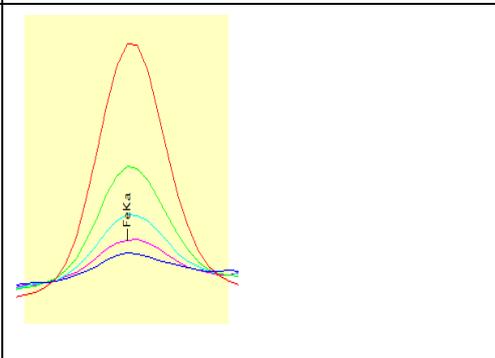
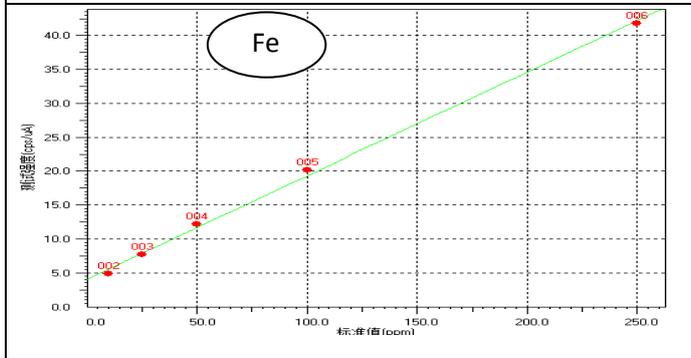
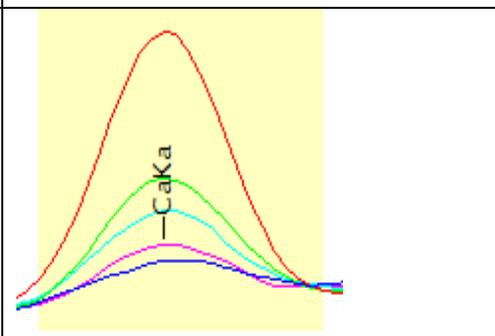
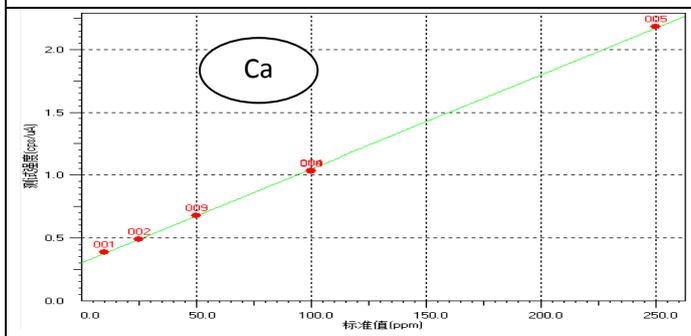
邮政编码 100020
 邮政编码 200052
 邮政编码 510010

电话 (010)8525-2365
 电话 (021)2201-3881
 电话 (020)8710-8619

传真 (010)8525-2327
 传真 (021)2201-3800
 传真 (020)8710-8698



K 进行了邻近峰 (SnLa) 的扣除处理

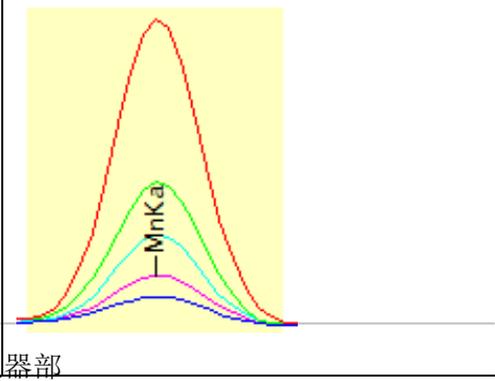
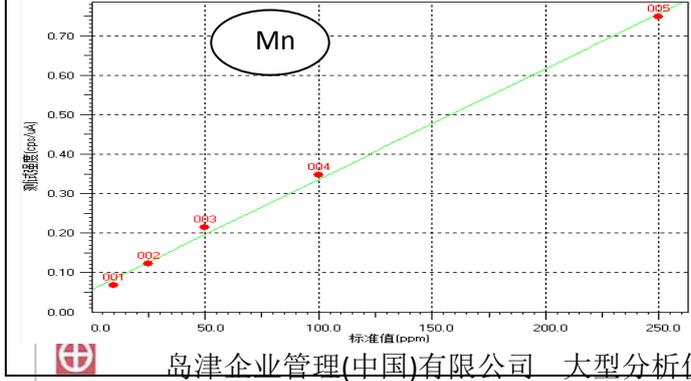
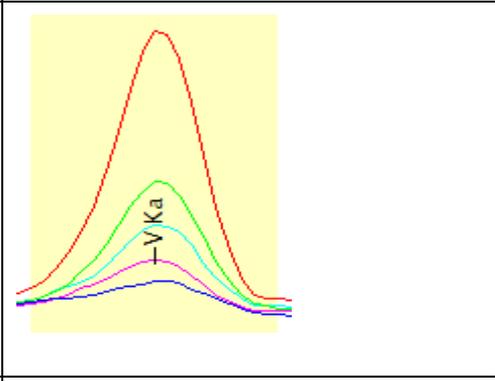
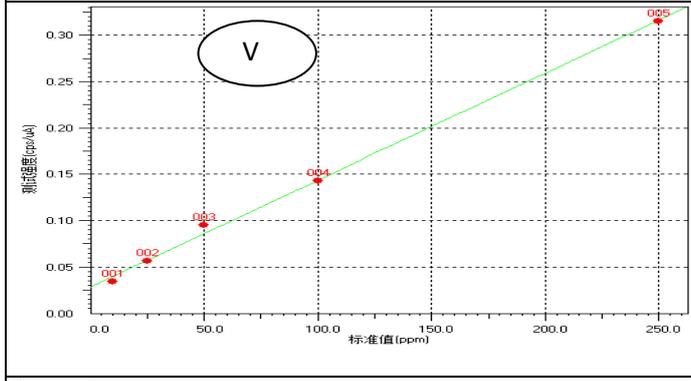
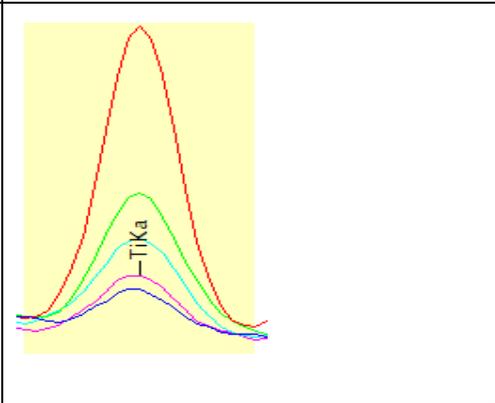
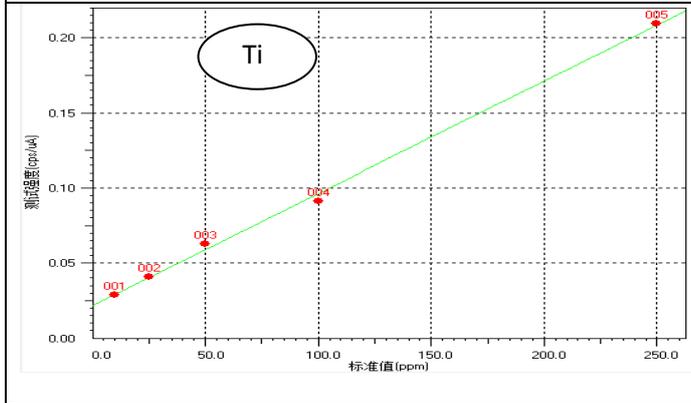
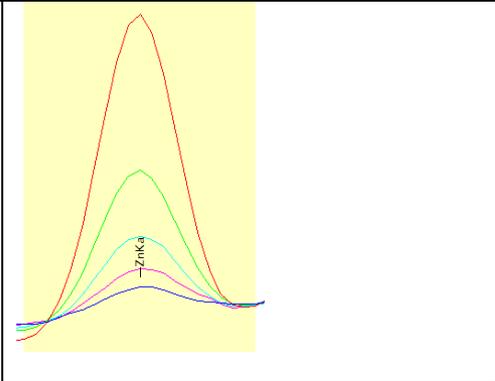
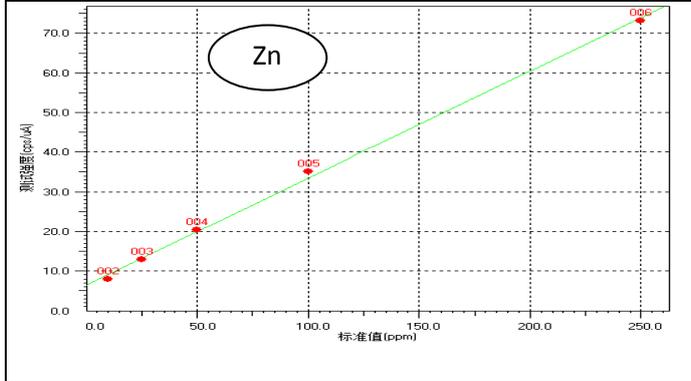
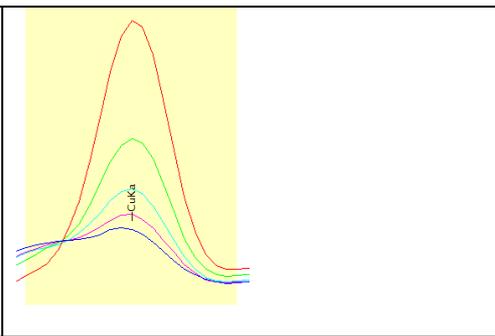
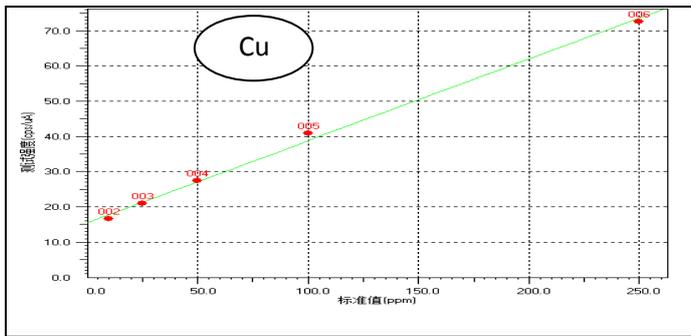


岛津企业管理(中国)有限公司 大型分析仪器部

[键入汉字]北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14F
 上海 上海市淮海西路570号红坊G栋401-403
 广州 广州市流花路109号之9 达宝广场703-706室

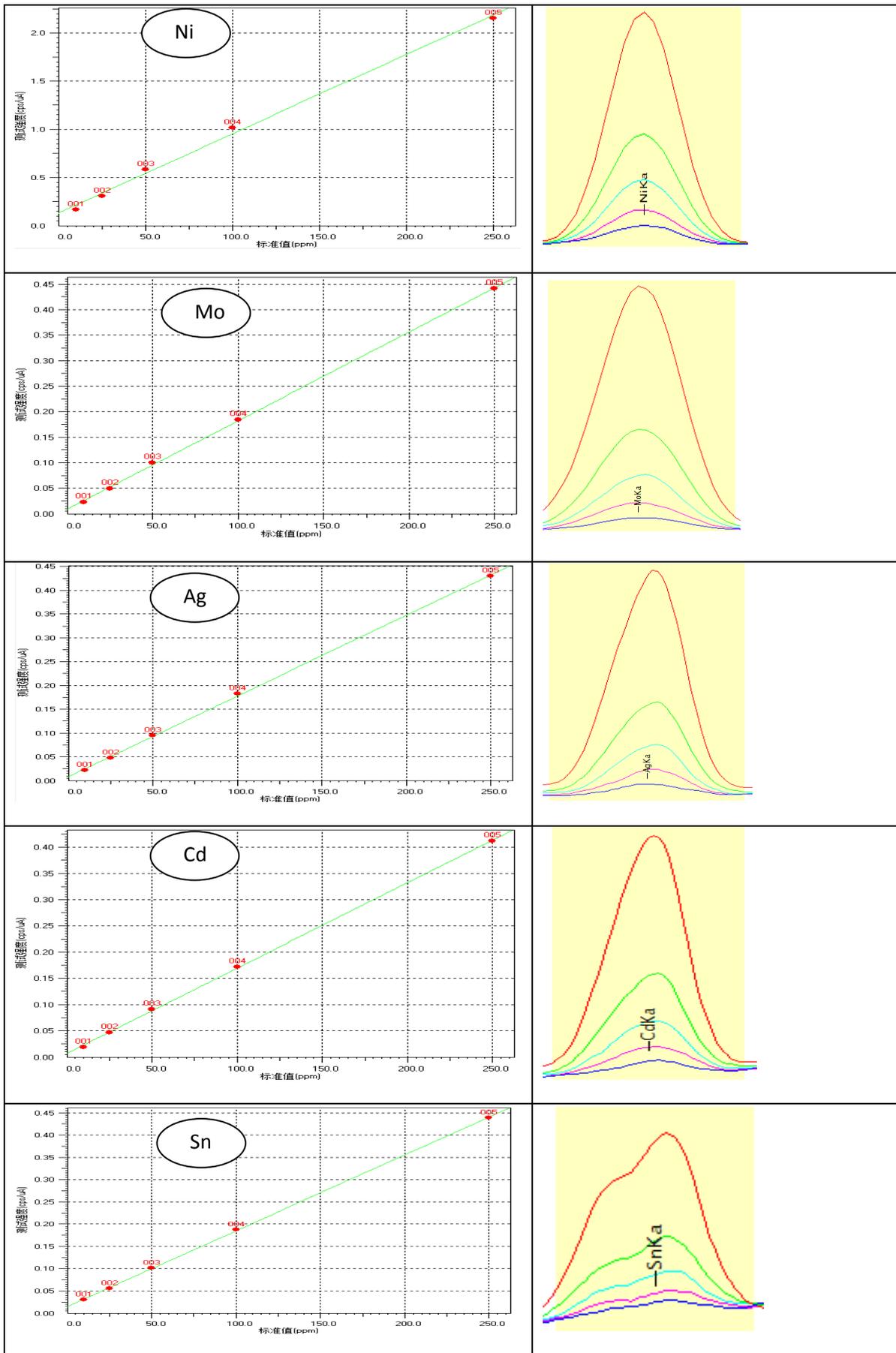
邮政编码 100020
 邮政编码 200052
 邮政编码 510010

电话 (010)8525-2365 传真 (010)8525-2327
 电话 (021)2201-3881 传真 (021)2201-3800
 电话 (020)8710-8619 传真 (020)8710-8698



岛津企业管理(中国)有限公司 大型分析仪器部

[键入汉字]北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14F 邮政编码 100020 电话 (010)8525-2365 传真 (010)8525-2327
 上海 上海市淮海西路570号红坊G栋401-403 邮政编码 200052 电话 (021)2201-3881 传真 (021)2201-3800
 广州 广州市流花路109号之9达宝广场703-706室 邮政编码 510010 电话 (020)8710-8619 传真 (020)8710-8698



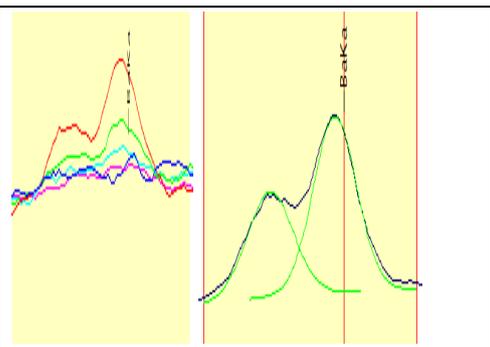
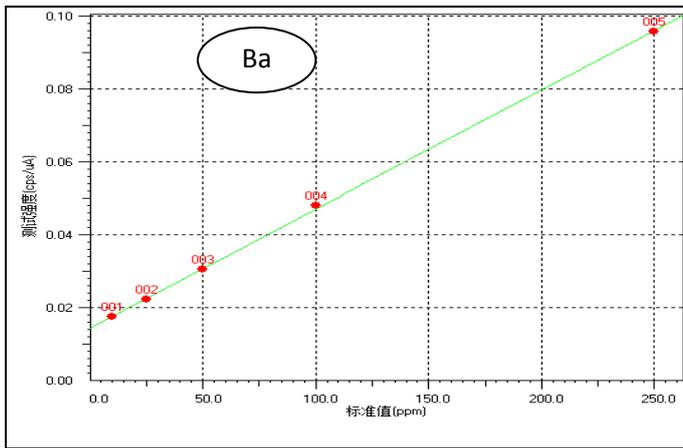
岛津企业管理(中国)有限公司 大型分析仪器部

[键入汉字]北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14F
 上海 上海市淮海西路570号红坊G栋401-403
 广州 广州市流花路109号之9 达宝广场703-706 室

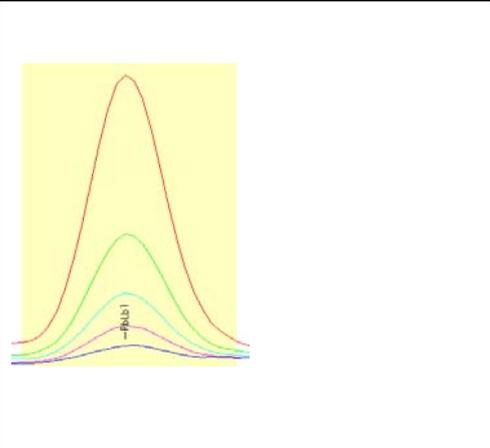
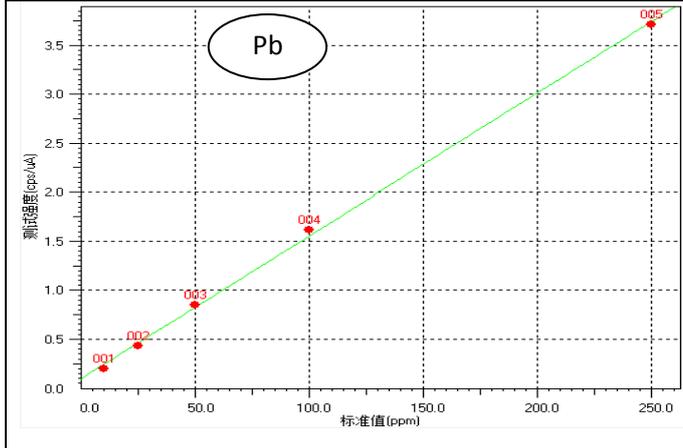
邮政编码 100020
 邮政编码 200052
 邮政编码 510010

电话 (010) 8525-2365
 电话 (021) 2201-3881
 电话 (020) 8710-8619

传真 (010) 8525-2327
 传真 (021) 2201-3800
 传真 (020) 8710-8698



Ba 进行了邻近峰 BaKα2 的扣除处理



2. 检出下限

使用上述工作条件进行连续 10 次分析空白样品，空白样品的 3 倍标准偏差即为检出下限，如下表：

单位：ppm

元素	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn
检出下限	102	89	16.5	9	23.1	15.3	9	9.9	4.2	3	2.4
元素	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo	Ag	Cd	Sn	Ba	Pb	/
检出下限	1.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	2.4	25.2	0.3	/

3. 复重性和精确度分析：

连续10次分析样品的精确度和复重性如下表：

元素	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn
10 次平均值 (ppm)	239.1	228.9	183.8	189.4	228	195.1	201.2	219.3	205.2	212.4	195.1
CV (%)	20.6	12.2	7	5.1	11.7	2.8	1.2	3.8	3.4	1.8	2.8
参考值 (ppm)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
元素	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo	Ag	Cd	Sn	Ba	Pb	S
10 次平均值 (ppm)	209.8	214.3	216.1	216.7	238.9	226.1	226.5	235.7	220.2	221.6	51.4
CV (%)	0.7	0.6	0.7	0.4	3.2	1.5	0.6	1.4	2.7	0.7	0.4
参考值 (ppm)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	50



岛津企业管理(中国)有限公司 大型分析仪器部

[键入汉字]北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14F 邮政编码 100020 电话 (010)8525-2365 传真 (010)8525-2327
 上海 上海市淮海西路570号红坊G栋401-403 邮政编码 200052 电话 (021)2201-3881 传真 (021)2201-3800
 广州 广州市流花路109号之9达宝广场703-706室 邮政编码 510010 电话 (020)8710-8619 传真 (020)8710-8698

小结：

通过上述试验，EDX能量色散X射线荧光光谱仪对润滑油中多种元素的X射线荧光分析，除了Na/Mg两个轻元素不太理想外，其他微量元素分析均还不错，且X射线荧光分析快速，操作简单。

因此EDX-7000是测试润滑油类主要七种元素（包括零件磨损元素：铁-Fe、铜-Cu、铬-Cr、铝-Al；外来污染元素：硅-Si；主要添加剂元素：磷-P、锌-Zn）的一种行之有效的快速分析方法。



岛津企业管理(中国)有限公司 大型分析仪器部

[键入汉字]北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14F 邮政编码 100020 电话 (010)8525-2365 传真 (010)8525-2327
上海 上海市淮海西路570号红坊G栋401-403 邮政编码 200052 电话 (021)2201-3881 传真 (021)2201-3800
广州 广州市流花路109号之9达宝广场703-706室 邮政编码 510010 电话 (020)8710-8619 传真 (020)8710-8698