

汽车尾气催化剂的电子探针测试

前言：汽车尾气中所含的一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、碳氢化合物(HC)、氮氧化合物(Nox)和颗粒物等，都对环境污染和人类健康造成很大的威胁。除了通过改进汽车内燃机结构和燃料状况来实现机内净化外，通常采取的措施是在排放物进入大气之前进行机外净化。机外净化的研究主要集中在催化净化上，而催化剂又是净化效果的关键。

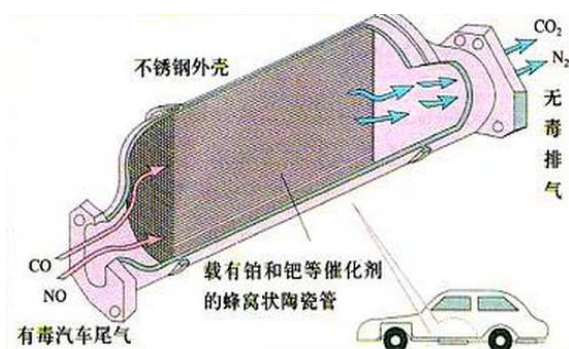
随着尾气排放标准的日渐提高，催化剂也经历了从单一氧化型到现在广泛使用的“三效”催化剂的研究开发过程。

对于三效催化剂，其结构、各层元素分布情况直接关系到最终产品的催化效能，无论是在研究开发阶段、成品的常规检验和质量控制还是残次品的失效分析，电子探针凭借其在微区分析的强大能力，都能够发挥重要的作用。

关键词：汽车尾气 催化剂 电子探针

1. 催化剂的结构

汽车尾气催化剂净化的目的主要是将有害的CO和HC氧化成CO₂和H₂O，将NO_x还原成N₂。因此催化剂需具备氧化与还原两种能力才能够净化这三种气体，即现在广泛使用的三效催化剂。目前



最常用的是蜂窝型催化器，载体是陶瓷蜂窝体（也有使用金属载体的），其外附载有高比表面积的氧化铝涂层，其上再浸附催化活性成分，以及在各层中添加稳定助剂。

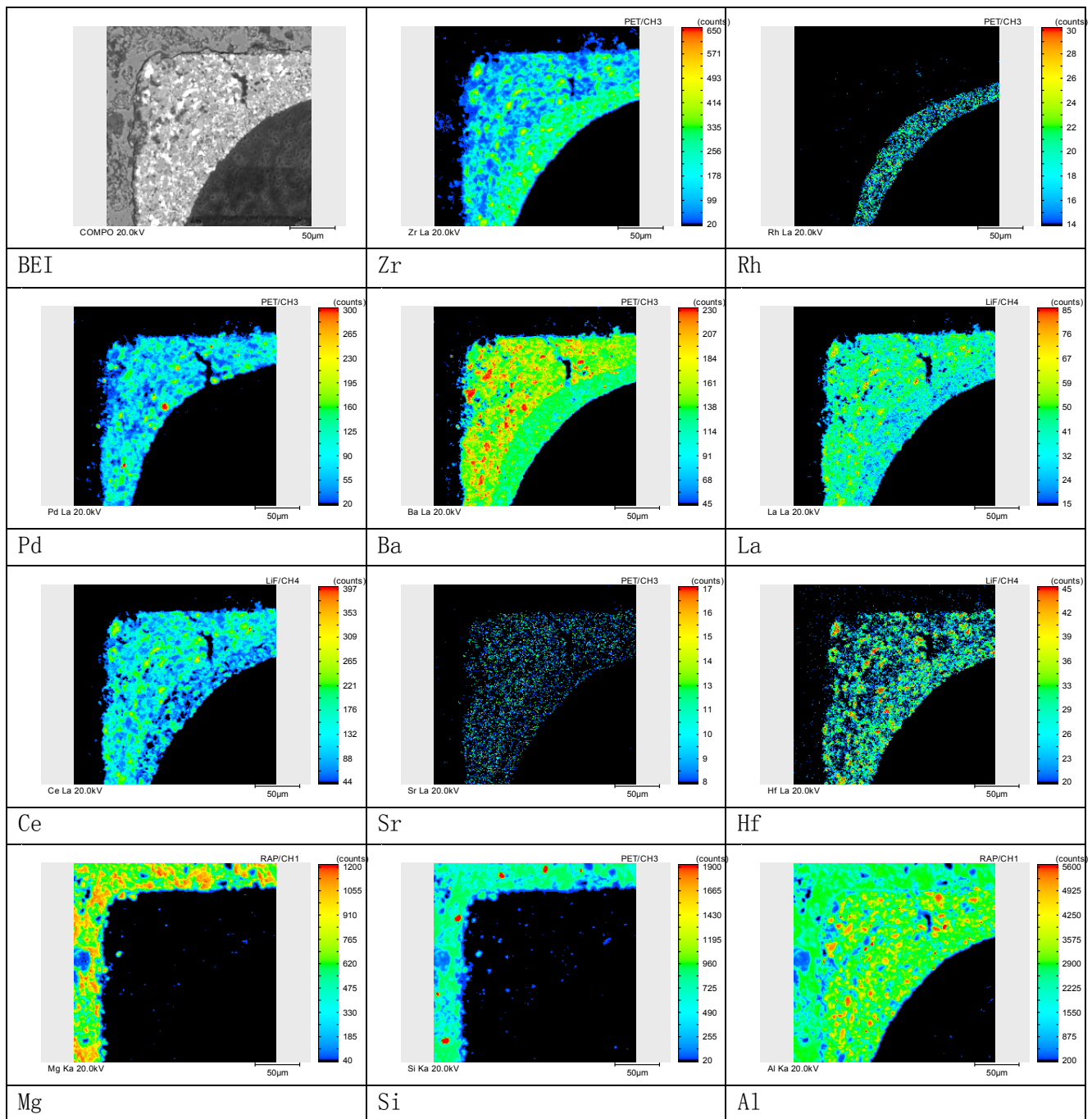
这些结构成分的作用并不是孤立的，而是一个相互影响协同作用的关系。控制好各种组分的含量及分布，在降低成本的情况下，最有效的发挥催化剂的净化能力，是为各科研单位和生产企业的共同课题。

2. 电子探针在汽车催化剂测试中的使用

微区分析仪器中，电子探针凭借较高的能量分辨率和较低含量的检出限，使其在汽车尾气催化剂的科研、失效解析及常规检测中能够发挥重要的效用。

使用岛津 EPMA-1720 电子探针对某企业生产的汽车尾气催化剂中所含有的元素（首先使用定性分析确认）进行面扫描分析，以解析各元素在催化剂的各结构层中的分布情况，结果如下图：





从测试结果可以看出：此汽车尾气催化剂为 Rh/Pd 贵金属催化剂，使用较为廉价的 Pd 代替 Pt，并保持低含量的 Rh。由于 Rh 和 Pd 在高温下会生成合金，会降低催化剂活性，所以采用双层涂层结构：外层含 Rh、廉价金属热稳定剂、CeO₂ 储氧剂和对气体吸附性较高的 ZrO₂；内层贵金属成分为 Pd、热稳定助剂以及增强储氧能力的 La₂O₃-CeO₂；蜂窝型堇青石陶瓷为载体，Al₂O₃ 为涂层以提供大的比表面积供贵金属及有效活性催化成分附着和提供化学反应场所，添加 Zr、Ba、La、Sr 等以提高颗粒分散性及作为有效活性成分和涂层 Al₂O₃ 的热稳定助剂。

从测试出的两层结构分布可以看出，此尾气净化为先还原后氧化型催化原理，即当汽车尾气流经蜂窝型平行小通道时，首先在催化剂外层表面吸附并扩散，参与 Rh 催化的化学反应，主要是 No_x 的还原反应，气体中的 HC 和 CO 向内层进一步扩散，在内层 Pd 作用下发生氧化反应，反应产物再由内层到外层脱附排出。



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C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

3. 小结

随着汽车工业的快速发展和更严厉的排放标准出台，汽车尾气净化催化剂的发展前景十分广阔。如何在控制成本的条件下，更合理的调整催化剂活性的结构，添加可替代的廉价金属，开发出更高效净化能力的产品，是目前研究的热点。

岛津电子探针具有较高的分辨率和灵敏度，在汽车尾气催化剂科研和生产领域可助君一臂之力。



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