

# 公示材料

一、基本信息			
项目名称	中文	在线过程质谱仪及关键技术研究	
	英文	Research on Key Technologies and Instruments of On-Line Mass Spectrometer	
成果申报等级		<input checked="" type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖	<input checked="" type="checkbox"/> 是否同意调级
主要完成人		黄泽建、龚晓云、蔡红华、江游、刘梅英、谢洁、翟睿、王涵文、徐波、熊行创	
主要完成单位		中国计量科学研究院、中国航天员科研训练中心、常州磐诺仪器有限公司	
推荐单位(盖章)		中国计量科学研究院	
奖项的主要项目来源		<input checked="" type="checkbox"/> 国家级 <input type="checkbox"/> 省部级 <input type="checkbox"/> 其他	
具体计划、基金的名称和编号：国家科技支撑计划“若干产品质量性能试验仪器设备研发”课题，编号：2009BAK58B03			
成果的主要项目起止时间		起始： 2010-3	完成：2013-5
组织验收/鉴定单位		国家质量监督检验检疫总局	
成果登记号	G2020-075	成果登记时间	2020 年 9 月 7 日

## 二、奖项简介

在线过程质谱检测技术作为一种用来监测产品在生产过程中所产生的化学成分（通常为气体）及其变化规律的通用技术，在化工生产、生物工程，以及过程反应科学等研究中具有广泛应用，并在生产过程监控、流程及工艺优化与改进，以及质量控制等方面发挥着越来越重要的作用。由于该技术能应用于国防、航天、军事等特殊领域，我国相关产品长期受西方国家“卡脖子”控制。又因其极高的技术门槛，也使得我国在该技术领域的研究力量非常薄弱。

为打破技术垄断，解决现有在线过程质谱在灵敏度、检测速度、寿命、稳定性、可靠性等方面存在的技术难题，项目组围绕在线过程质谱研发的关键技术、核心关键部件及整机系统集成等方面开展了深入研究，形成如下技术创新：

（1）针对质谱小型化后系统灵敏度下降的技术难题，提出具有磁场约束电子路径、离子双聚焦及封闭电离室结构特点的交叉束电子电离源设计方案，研制出全功能一体化小型高灵敏电子电离源，采用直流场和射频场融合技术提升了离子传输效率，实现 150ppb 的检测灵敏度，超过同类型进口质谱 1ppm 的检测极限。

（2）针对常规过程质谱扫描速度低而难以监测气体快速变化过程的问题，提出采用高增益复合跨导线性放大结合 16 位高速 AD 采集技术，实现了 10,000amu/s 的质谱扫描速度，相对进口设备提高 50 倍，为实现热解等快速反应过程气体特性的精准分析，为反应动力学研究提供了可无失真检测的在线分析技术手段。

（3）针对过程质谱因直接进样而难以准确定性定量的技术难题，发展了低电子能量 EI 源技术，并解决了因电离能降低而导致灵敏度下降的技术难题，为复杂气体样品直接定性定量分析提供了有力的技术手段。

（4）针对航天应用要求质谱精密部件设计具有小型化、耐高强度震动冲击和长寿命等特殊的技术特点，提出了离子源和质量分析器的分体式安装结构、基于高分子聚合物材料的两端挤压式四极杆分析器保护系统、双灯丝和双倍增器备份，以及基于电子反弹原理的小电流、高灵敏电子电离源技术等，设计出兼具小型化、低功耗、高可靠和长寿命特征的质谱核心系统，完全满足我国载人空间站微量有害气体在线检测的需求。

主要成果包括授权专利 12 项，获得软件著作权 4 项，发表 SCI/EI 论文 11 篇，研制出 16 种关键部件和 6 种类型整机。

项目成果在石油及煤化工、核科学、半导体、环境、食品、深海探测等领域已开展广泛应用。通过技术开发、成果转化，以及产品销售等途径，项目成果近 3 年累计获直接经济收入 5394.92 万元。项目成果服务国家重大工程项目，技术应用于空间站质谱模块研制，并已经在空间站“天和”核心舱和“问天”试验舱上使用，完成了舱内气体质谱检测分析。这些领域的应用，彻底打破了国外技术垄断，解决了“卡脖子”技术难题，取得了显著的社会效益。项目成果推动了我国在线过程检测领域的科技进步，促进了在线过程质谱技术的发展。