

公示材料

一、基本信息			
项目名称	中文	同位素组成及摩尔质量测量关键计量技术研究	
	英文	Research on key metrological techniques for isotopic composition and molar mass measurement	
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 type="checkbox"/> 是否同意调级
主要完成人		王军、任同祥、宋盼淑、逯海、王松、高钰涯、周原晶	
主要完成单位		中国计量科学研究院	
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：国家科技支撑计划项目“高准确度化学计量溯源技术研究（2013BAK10B00）”之课题“同位素高准确度测量溯源技术研究”（2013BAK10B04）			
成果的主要项目起止时间		起始： 2013-1	完成：2017-3
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	G-2021-018	成果登记时间	2021 年 1 月 19 日

二、奖项简介

基于同位素组成精准测量的研究手段在国际单位重新定义、摩尔质量测量、大众健康、深空深海探测等基础与前沿研究领域发挥着不可替代的作用。近年来硅球法复现阿伏伽德罗常数、多种新型同位素技术开发、发现元素原子量不再是恒定常数等重要研究对同位素计量提出了新需求，然而复杂多变量相关效应、超极端同位素丰度、严重基体效应，以及可靠的计量标准严重缺失等因素导致实现高精度测量面临难题和挑战。本项目围绕新需求中亟待解决的重要科学与技术问题，以硅、钼、铅等代表性元素为对象开展系统性基础研究和攻关，在同位素精准测量机制、校正理论和关键技术方面取得重要突破，形成了一系列计量技术水平领先、国际认可的创新成果。主要技术创新包括以下三个方面：

1) 针对高精度同位素质谱测量中的复杂多变量校正难题，首次揭示了单位质量偏倚校正因子变化新规律，发现国际沿用的校正理论及方法适用局限，建立基于同位素全校正策略的测量新方法；首次提出全蒸发模式采集测量中离子损失、电离效率和离子传输效率多元相关变量数理模型和量化修正方法；显著提高了测量结果准确度，钼同位素组成被 IUPAC 评为国际“最佳测量”。

2) 针对国际单位摩尔重新定义中超浓缩硅-28 摩尔质量测量方法单一，且同位素丰度极端、基体效应严重导致各国测量结果尚存较大差异的难题，首次提出并建立高分辨电感耦合等离子体质谱测量新方法，实现了干扰离子的完全分离，超浓缩硅摩尔质量的测量不确定度达 1.7×10^{-9} ；首创直接测量浓缩硅固体样品的二次离子质谱测量方法，佐证溶液样品分析结果；通过国际比对实现不同方法相互验证，满足了阿伏伽德罗常数复现对超浓缩硅摩尔质量测量的高精度要求。

3) 面向铅元素同位素组成及摩尔质量的样品“个体化”定值的新计量需求，建立高盐、青铜复杂基体中痕量铅同位素组成及摩尔质量的准确测量技术，铅摩尔质量的不确定度降低 3 个数量级，满足了成分量分析通过精准摩尔质量溯源至 SI 单位的要求；针对化学成分量计量基准严重缺失，首次制定《基于同位素稀释质谱法的元素含量》检定系统表，提出了化学成分量计量基准建立的新模式。

项目集成多项自主创新技术，形成了同位素和摩尔质量高精度测量系统，在多项国际比对中取得国际等效，新增国际互认校准与测量能力(CMC) 24 项，目前同位素 CMC 位列世界第一；研制新一代硅、钼、铜同位素及稀释剂国家一级标准物质 7 种(6 种填补国际空白)；制定国家标准 2 项、计量检定系统表 1 项，为复杂基体痕量元素测量提供了具有最高计量特性的全链条测量溯源系统；发表 SCI/EI 论文 13 篇(一区/二区 8 篇，1 篇获分析化学溯源性国际合作组织最佳论文奖)，授权发明专利 1 项。项目成果已在地球科学、海洋科学、营养健康、核工业等领域广泛应用，为解决相关测量溯源和科学问题提供了先进的计量科技支撑，在国际计量前沿与基础研究中做出了中国计量的重要贡献，引领了同位素组成及摩尔质量高精度测量技术发展，有力推进了我国化学计量溯源体系的建设发展，产生了显著社会效益和重要影响力。