



**中国科学院大学**

University of Chinese Academy of Sciences

## 博士学位论文评阅书

论文题目 提高离子迁移谱性能的离子操控技术研究

作者姓名 陈红

学位类别 理学博士

学科（专业） 分析化学

研究所（院系） 大连化学物理研究所

中国科学院大学制

## 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	9
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	13
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	36
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	9
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	14
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	9
总体评价			总分	90

注: “分数”栏每项均按百分制整数评分, 各项满分均为 100 分。评分分为四档: 大于等于 90 分为优秀; 大于等于 75 分小于 89 分为良好; 大于等于 60 分小于 74 分为一般; 小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目： 提高离子迁移谱性能的离子操控技术研究

作者姓名： 陈红

迁移时间离子迁移谱(IMS)是应用最广泛的 IMS 技术，离子门注入的离子团厚度及离子密度影响迁移时间 IMS 的性能。该论文对离子操控技术进行研究以提高 IMS 的性能，选题具有很好的现实意义和潜在的应用价值。取得的结果如下：

1、针对迁移率歧视造成的分辨能力差的问题，发展了离子高效注入技术。将 IMS 的分辨能力提高到 100 以上，使得迁移率差异  $0.04 \text{ cm}^2 \text{ v}^{-1} \text{ s}^{-1}$  的水合质子峰和丙酮单体峰完全分离；

2、基于上述的高分辨 TPG-IMS，发展了离子时空压缩技术进一步提高 IMS 的分辨能力和灵敏度。分辨能力和信号强度的乘积(定义为 gating performance)由 22 提高到 42，综合性能提高将近一倍。

3、发展了双场时空压缩技术提高微型 IMS 的识别准确性和灵敏度。连续两级压缩后，实现混合毒品中 ng 量级芬太尼的准确识别和灵敏检测。

4、发展了静电场离子富集阱技术提高 IMS 的灵敏度，使离子门前的离子密度提高了 180%，从而将 DMMP 的检出限由 425 pptv 降低到 200 pptv。

论文文献综述观点明确，数据可信。研究结果有创新，显示作者具有较强的独立科研能力，达到博士学位论文的要求，同意组织答辩。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	9
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	14
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	38
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	9
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	13
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	9
总体评价			总分	92

注：“分数”栏每项均按百分制整数评分，各项满分均为 100 分。评分分为四档：大于等于 90 分为优秀；大于等于 75 分小于 89 分为良好；大于等于 60 分小于 74 分为一般；小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目：提高离子迁移谱检测离子操控技术研究

作者姓名：陈红

离子迁移谱（IMS）是痕量炸药、违禁毒品、生化战剂现场筛查中广泛使用的一种质谱分析技术。该论文针对迁移时间 IMS，发展了几种离子操控技术，来提高 IMS 的性能。

针对 IMS 分辨能力差的问题，发展了离子高效注入技术，通过提高 Tyndall-Powell 型离子门（TPG）开门时其双平行栅网间的电势差，有效地消除了不同离子透过 TPG 的时间差，实现不同离子的均一高效注入。使得 IMS 的分辨能力提高到 100 以上；进而发展离子时空压缩技术，进一步提高 IMS 的分辨能力和灵敏度，实验中利用时空压缩效应使 TPG-IMS 的分辨能力和信号强度的乘积由 22 提高到 42，综合性能提高将近一倍；针对微型 IMS 在毒品筛查中存在分辨能力差及灵敏度不足的问题，发展了双场时空压缩技术，来提高微型 IMS 的识别准确性和灵敏度；在电场中离子运动时空模型的指导下，发展了静电场离子富集阱技术，来提高 IMS 的灵敏度。

该论文逻辑严密、表述清楚，格式符合规范，选题有重要的理论意义和实际应用价值，实验结果和数据论证充分，有创新性。建议参加论文答辩！

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	10
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	15
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	36 总分 96
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	10
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	15
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	10
总体评价			总分	96

注: “分数”栏每项均按百分制整数评分, 各项满分均为 100 分。评分分为四档: 大于等于 90 分为优秀; 大于等于 75 分小于 89 分为良好; 大于等于 60 分小于 74 分为一般; 小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目：提高离子迁移谱性能的离子操控技术研究

作者姓名：陈红

离子迁移谱在痕微量物质分析领域具有广泛的应用前景，现对离子操控技术的理论和技术研究，具有重要的理论意义和实践意义。

论文分别发展了离子高数注入技术、时变压缩技术、双场时变压缩技术和静电场离子富集阱技术，将IMS分辨率能力、TPC-IMS信号强度乘积、综合性能、离子初始离子密度和检测限等方面得到大幅度提高和改变。论文还将基于有毒物质的分析中，研究成果具有创新性。

论文综述观点明确，数据翔实，撰写规范，逻辑性强。表明作者具有扎实的基礎理論知識和獨立從事科學研究工作能力，达到博士学位论文要求。

文中个别笔误；p61页阵痛应为镇痛。p68页最下段“类似”似应改为“离子数较大（ $>298$ ）”。查考对比点在综述中作以归纳为好。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩

## 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	9
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	13
3	创新成果	论文成果创新性,对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	38
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度,专门知识的系统性、深入性	10%	8
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	14
6	论文写作	论文结构、撰写规范性;文字表达准确、清晰和流畅性;引文严谨、规范性	10%	8
总体评价			总分	90

注:“分数”栏每项均按百分制整数评分,各项满分均为100分。评分分为四档:大于等于90分为优秀;大于等于75分小于89分为良好;大于等于60分小于74分为一般;小于60分为差。



对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目： 提高离子迁移谱性能的离子操控技术研究

作者姓名： 陈红

离子迁移谱是危险品、毒品、生化战剂等快速筛查的核心技术，但是目前阶段，其较低的分辨率和检测灵敏度成为其进一步应用的瓶颈问题。论文围绕离子迁移谱分辨率问题，采用简化核心电极结构模型，通过离子运动轨迹模拟技术优化电极结构和相应工作参数，提出和改进了高效离子注入和时空压缩技术，并根据优化结果，调整离子迁移谱的相应电极结构和参数，不仅提高了离子注入效率，减小了不同离子的迁移率歧视；双电场压缩技术和静电场离子富集技术，大幅度提高了检测灵敏度，实现了 ng 级芬太尼的识别检测和丙酮二聚体的有效分离和检测。

论文选题准确，目标明确，研究内容丰富，具有较强的系统性，论文取得了丰硕成果，研究结果对理解和进一步提高离子迁移谱性能具有重要意义。

评阅人认为该论文已达到博士学位论文要求，可以参加论文答辩。

在离子迁移谱中离子是运行在近气压环境下，在离子轨迹模拟过程中，是否可以考虑加入流动场分布、载气类型及离子碰撞等因素？

是否同意组织学位论文答辩  
(请在相应栏内划“√”)

☒同意答辩

☐修改后答辩

☐不同意答辩

# 学术道德评价

(一票否决)

评价要素	评价意见 (请在相应栏内划“√”)
是否存在剽窃他人成果、伪造数据、由他人代写等严重作假行为	<input type="checkbox"/> 是 (具体说明存在的问题)
	<input checked="" type="checkbox"/> 否

## 评阅意见

评 价 要 素			权重	具体得分 (百分制)
1	论文选题	选题的理论意义、实用价值	10%	90
2	文献综述	反映该学科及相关领域的前人成果和前沿动态	15%	100
3	创新成果	论文成果创新性, 对学科发展、技术进步、经济建设、国家安全等方面产生的影响和贡献	40%	95
4	基础理论和专门知识	基础理论的宽厚度、坚实度, 专门知识的系统性、深入性	10%	90
5	科研能力	论文体现科研潜质与独立科研能力	15%	100
6	论文写作	论文结构、撰写规范性; 文字表达准确、清晰和流畅性; 引文严谨、规范性	10%	90
总体评价			总分	95

注: “分数”栏每项均按百分制整数评分, 各项满分均为 100 分。评分分为四档: 大于等于 90 分为优秀; 大于等于 75 分小于 89 分为良好; 大于等于 60 分小于 74 分为一般; 小于 60 分为差。

对学位论文的学术评语：（请对论文的学术水平、创新性做出简要评述，包括选题意义，文献资料的掌握，论文创新之处，写作规范和逻辑性等。还须明确指出论文中存在的问题和不足之处。可另附页）

论文题目： 提高离子迁移谱性能的离子操控技术研究

作者姓名： 陈红

该论文以提高离子迁移谱性能为研究重点，发展了离子高效注入技术、离子阱离子存储技术、双场离子阱存储技术、以及静电场离子富集阱技术，取得了一系列有创新性的研究成果。

论文选题重要，工作量大，思路合理，写作规范，表述清晰，是一篇优秀的博士论文。

是否同意组织学位论文答辩

（请在相应栏内划“√”）

☒ 同意答辩

☐ 修改后答辩

☐ 不同意答辩