

# 季铵盐类离子液体在金属萃取分离中的研究进展

曹飞<sup>1,2,3,4</sup>, 王威<sup>2,3,4</sup>, 魏德洲<sup>1</sup>

- 1. 东北大学 资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳 110819;
- 2. 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 河南 郑州 450006;
- 3. 自然资源部多金属矿综合利用评价重点实验室, 河南 郑州 450006;
- 4. 河南省黄金资源综合利用重点实验室, 河南 郑州 450006

中图分类号: TF804.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2020)05-0090-06  
DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2020.05.011

**摘要** 离子液体在金属萃取分离方面的应用是目前研究的热点之一。与传统萃取剂相比,离子液体有许多优异的性能,如不易燃、低挥发性、蒸气压低和水溶性低等。季铵盐类离子液体还具有合成简单、成本低和毒性低等优点,是离子液体萃取分离金属离子的重要类型。概述了季铵盐类离子液体的种类,详细阐述了其在萃取分离稀土元素、放射性元素、分散元素、重金属和过渡金属等的研究进展,并对未来研究方向进行了展望。

**关键词** 离子液体;季铵盐;萃取剂;稀土;重金属;过渡金属

离子液体是指一类完全由阴离子和阳离子组成的,在室温或近似室温下呈液体状态的有机盐类<sup>[1,2]</sup>。与常规有机物相比,离子液体具有许多优异的性能,如不易燃、低挥发性、蒸气压低和水溶性低等,尤其是具有可设计性——可根据目标任务进行阴离子和阳离子的组合或设计,从而引起了广大科研工作者的关注。目前离子液体在分析化学、有机合成、催化反应和萃取分离等领域中的应用已开展了广泛的研究,并展现了良好的应用前景。目前常用的离子液体萃取剂主要有咪唑类、吡啶类、季铵盐类和季膦盐类等<sup>[3]</sup>。其中,以甲基三辛基氯化铵([A336][Cl], Aliquat 336)为代表的季铵盐类离子液体因良好的萃取和分选性能、较高的饱和容量和易循环利用等优点,受到科研工作者的青睐。本文主要综述了国内外关于季铵盐类离子液体对稀土元素、放射性元素、分散元素、重金属和过渡金属等的萃取分离研究进展,并进行了展望。

## 1 季铵盐类离子液体的种类

离子液体按功能化区分,可分为非功能化离子液体和功能化离子液体(又称功能性离子液体和双功能离子液体)<sup>[4]</sup>。非功能化离子液体是指含有单一功能

基团的离子液体,如[A336][Cl]和[A336][NO<sub>3</sub>];功

表1 常见的离子液体中的阴阳离子基团

Table 1 Common cations and anions of ionic liquids

离子基团	中(英)文名称	结构式
[A336] <sup>+</sup>	甲基三辛基铵 <sup>[5]</sup> Tricaprylmethylammonium	
[N6,6,6,14] <sup>+</sup>	十四烷基三己基铵 <sup>[6]</sup> Trihexyl (tetradecyl) ammonium	
[N4,4,4,1] <sup>+</sup>	甲基三丁基铵 <sup>[6]</sup> Tributyl (methyl) ammonium	
[P507] <sup>-</sup>	2-乙基己基膦酸单酯 2-乙基己基酯 <sup>[7]</sup> 2-ethylhexyl phosphoric acid mono (2-ethylhexyl) ester	

收稿日期: 2020-07-10

基金项目: 国家自然科学基金(51504225); 中国地质调查项目(DD20190625)

作者简介: 曹飞(1982-), 男, 在读博士研究生, 主要从事金属萃取分离方面的研究。E-mail: caofeide@126.com。

通信作者: 王威, 男, 博士, 副研究员, 主要从事金属萃取分离方面的研究。E-mail: wangwei4034@163.com。