

中国科学院大连化学物理研究所

优秀博士后支持计划申请表

申请人: 宋永杨

研究组: 1803 组

学科专业: 分析化学

合作导师: 梁鑫淼

填表日期: 2019 年 5 月 7 日

中国科学院大连化学物理研究所制

姓 名	宋永杨	性 别	男
出生日期	1992.10.28	民 族	汉
学历/学位	研究生/博士	专业技术职务	
毕业院校	中国科学院大学/中国科学院理化技术研究所	专 业	物理化学
(拟) 进站时间	2019.05	进站性质	<input checked="" type="checkbox"/> 统招统分 <input type="checkbox"/> 在职人员
学 习 简 历	起止年月	所在单位/专业	所获学位
	2008.9—2012.6	武汉理工大学/无机非金属材料工程	工学学士
	2012.9—2015.6	武汉理工大学/材料学	工学硕士
	2015.9—至今	中国科学院理化技术研究所/物理化学	理学博士
工 作 经 历	起止年月	所在单位	职务
博 士 学 位 论 文 摘 要	博士论文题目	异质多孔聚合物微球的制备及其生物分子分离应用研究	
	指导教师姓名	王树涛	
	<p>多孔聚合物微球作为常见的生物分子分离材料，在蛋白组学、疾病标志物分子检测、重组蛋白纯化等领域得到了广泛的应用。然而，复杂的生物样品中往往存在着数以万计的生物分子，这些分子的丰度、性质差异较大。受合成方法的限制，传统的分离微球往往具有均质的化学组成，或者表面被修饰单分子层。这些分离微球在复杂生物样品中低丰度分子的分离、具有相近性质的生物分子的分离上仍面临挑战。在论文中，我们从分离微球的化学组成设计出发，提出了异质多孔微球的模型，用乳液界面聚合制备了一系列具有异质结构的多孔聚合物微球，并探究了这些微球在复杂生物样品中低丰度糖肽分子的分离、具有相近尺寸的蛋白分子分离中的应用。主要内容包括以下三个部分：</p> <p>1. 提出了异质多孔微球的模型，利用乳液界面聚合制备了亲水/疏水异质纳米孔聚合物微球，揭示了微球的微观动态形成过程。通过改变乳液界面聚合过程中单体的种类和添加量，得到了一系列具有不同化学组分或不同孔径的亲水/疏水异质纳米孔聚合物微球。异质多孔微球模型能避免传统单分子层表面修饰的缺陷，以及随之而来的背景分子的潜在非特异性吸附，为生物分子的分离提供了新的机遇。</p> <p>2. 研究了生物分子在不同极性的溶剂中于亲水/疏水异质纳米孔聚合物微球上的吸附，实现了溶剂变换调控的生物分子选择性吸附，基于异质多孔微球模型，通过两步分离方案，成功的从复杂生物样品中分离出了低丰度的糖肽。研究表明：疏水生物分子在高极性溶剂中被微球的疏水区选择性吸附；亲水生物分子在低极性溶剂中被微球的亲水区选择性吸附。</p> <p>3. 通过双乳液界面聚合制备了外表面及孔内表面具有几十纳米厚的羧基层的异质多孔聚合物微球，实现了相近尺寸蛋白的高效、快速分离。研究表明：当溶液 pH 值高于蛋白等电点时，蛋白被排斥，当溶液 pH 值低于蛋白等电点时，蛋白被吸附。此外，当微球孔径小于蛋白尺寸时，蛋白仅能被吸附到微球表面，当微球孔径大于蛋白尺寸时，蛋白能被吸附到微球内部。</p>		

1、主持或参与项目情况：

序号	项目名称	项目来源	项目金额	起止年度	角色
1	新型拓扑结构和化学组成可调的 Janus 颗粒表面活性剂的制备及其界面流变性质研究 (21872158)	国家自然科学基金面上项目	65 万	2019-2022	参与
2	特殊浸润性膜材料的构筑及在油水乳液分离中的应用研究 (21504098)	国家自然科学基金青年科学基金项目	24 万	2016-2018	参与
3	应用于循环肿瘤细胞快速筛选的新型仿免疫细胞磁珠技术研究 (Z161100000116037)	北京市科技计划项目	225 万	2016-2018	参与

2、论文发表情况：（已发表或已接收发表）

序号	论文题目	期刊名	影响因子	发表年度/卷期/页码	排序
1	pH-regulated heterostructure porous particles enable similarly sized protein separation	Advanced Materials	21.95	2019/31(16)/1900391.	1
2	Interfacially polymerized particles with heterostructured nanopores for glycopeptide separation	Advanced Materials	21.95	2018/30(39)/1803299.	1
3	Hydrophilic/oleophilic magnetic Janus particles for the rapid and efficient oil-water separation	Advanced Functional Materials	13.325	2018/28(32)/1802493.	1
4	Recent progress in interfacial polymerization	Materials Chemistry Frontiers	/	2017/1(6)/1028-1040.	1
5	A facile in situ fabrication and visible-light-response photocatalytic properties of porous carbon sphere/InOOH nanocomposites	Journal of Nanoparticle Research	2.127	2014/16(3)/2295.	1

6	Janus particles synthesis by emulsion interfacial polymerization: Polystyrene as seed or beyond?	Macromolecules	5.914	2018/51(5)/1591-1597.	1(共同一作)
7	Controllable drug release and effective intracellular accumulation highlighted by anisotropic biodegradable PLGE nanoparticles	Journal of Materials Chemistry B	4.776	2014/2(25)/3911-3914.	1(共同一作)
8	A general strategy to synthesize chemically and topologically anisotropic Janus particles	Science Advances	11.511	2017/3(6)/e1603203.	2
9	Directly coating hydrogel on filter paper for effective oil-water separation in highly acidic, alkaline, and salty environment	Advanced Functional Materials	13.325	2015/25(33)/5368-5375.	2
10	Precise synthesis of polymer particles spanning from anisotropic Janus particles to heterogeneous nanoporous particles	Macromolecules	5.914	2019/ DOI:10.1021/acs.macromol.9b00199	2
11	A synergy effect between the hydrophilic PEG and rapid solvent evaporation induced formation of tunable porous microspheres from a triblock copolymer	RSC Advances	2.936	2014/4(2)/629-633.	2
12	Recent progress of mussel-inspired underwater adhesives	Chinese Journal of Chemistry	2.378	2017/35(6)/811-820.	3
13	Cell adhesive spectra along surface wettability gradient from superhydrophilicity to superhydrophobicity	Science China Chemistry	4.448	2017/60(5)/614-620.	4
14	Engineering subcellular-patterned biointerfaces to regulate the surface wetting of multicellular spheroids	Nano Research	7.994	2018/11(10)/5704-5715.	8

3、专利情况：

序号	专利名称	授权/申请	授权/申请号	起始日期	排序
1	一种两亲性核壳多孔聚合物微球及其制备方法	申请	CN201810173879.8	2018-03-02	2
2	一种基于两亲性多孔核壳微球的糖肽富集方法	申请	CN201810173855.2	2018-03-02	2
3	碳球/羟基氧化铜复合可见光光催化剂及其制备方法	授权	CN201310123678.4	2013-04-10	2
4	一种具有化学和拓扑各向异性的聚合物 Janus 颗粒的合成方法	申请	CN201610323610.4	2016-05-16	3
5	一种基于复合 Janus 微球的油水微乳液分离方法	申请	CN201710027802.5	2017-01-16	3
6	超亲水-超疏水图案化多孔超浸润界面材料的制备方法	申请	CN201710012911.X	2017-01-09	3
7	一类用于强酸、强碱、高盐环境下的油水分离膜的制备方法	授权	CN201410758773.6	2014-12-12	4
8	一种便携可穿戴可血液净化用器件及其制备方法和应用	申请	CN201710283149.9	2017-04-26	4
9	PS 小球和金纳米颗粒的微纳复合系统的有序组装方法	授权	CN201410572818.0	2014-10-23	5

4、获奖情况：

序号	奖励名称	奖励等级	授奖单位	奖励年度	排序
1	博士研究生国家奖学金	国家级	教育部	2018	
2	所长奖学金（二等，2次）	校级	中国科学院理化技术研究所	2018	
3	三好学生	校级	中国科学院大学	2017	
4	研究生学术活动先进个人	校级	武汉理工大学	2014	
5	研究生学术论文收录奖	校级	武汉理工大学	2014	
6	院优秀学生干部	校级	武汉理工大学	2011	
7	社会工作奖	校级	武汉理工大学	2010	
8	校三等奖学金	校级	武汉理工大学	2009	
9	院三好学生	校级	武汉理工大学	2009	

博士后研究题目：应用于高选择性糖蛋白分离的异质多孔微球研究

(简述研究计划的可行性、先进性和创新性，理论和现实意义)

糖蛋白在生命体内具有调控免疫应答和细胞识别的重要功能，其异常表达往往与疾病密切相关，因此对糖蛋白的分离与鉴定有助于其作用机理的研究及新的生物标志物的发现。然而，生物流体中成分极其复杂，并且糖蛋白的丰度极低，使得高选择性的糖蛋白分离仍面临巨大的挑战。多孔微球作为一类常见的分离材料，被广泛用于糖蛋白的分离和纯化。然而，传统的多孔微球大多数具有均质的化学组成，往往需要在其表面修饰特异性分子（如苯硼酸、凝集素等）才能分离出糖蛋白。然而，目前的修饰策略存在修饰密度低、表面存在修饰缺陷的问题，容易引起高丰度背景分子（如非糖蛋白）的吸附，从而导致分离效率的下降。因此，开发具有高选择性的糖蛋白分离微球对于复杂样品中的糖蛋白分离以及下游的医学诊断具有重要的意义。

申请人在前期的工作中，提出了异质多孔微球分离材料的模型，发展了乳液界面聚合的方法，制备了一系列具有亲水/疏水异质结构的多孔聚合物微球，并利用这些微球成功的从复杂生物样品中分离出低丰度的糖肽。

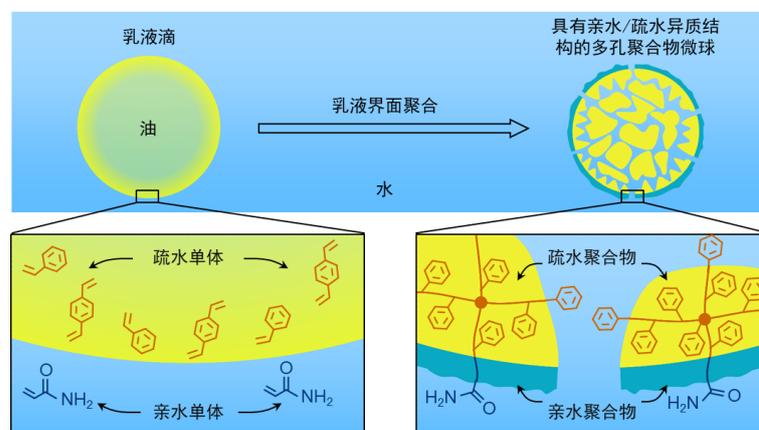


图1 乳液界面聚合制备具有亲水/疏水异质结构的多孔聚合物微球。

申请人在博士期间工作的基础上，博士后阶段将依托梁鑫淼研究员课题组，拟开展应用于糖蛋白高选择性分离的新型异质多孔微球的研究。在异质多孔微球分离材料模型的思路下，利用乳液界面聚合，设计能和糖蛋白特异性识别的功能单体，并调控亲疏水功能单体的比例和其他参数，制备并优化出一系列能选择性分离糖蛋白的异质多孔聚合物微球，并建立相应的糖蛋白富集方法，用于复杂样品中糖蛋白的高选择性分离。

乳液界面聚合是一种普适性的方法，适用于不同类型的（含碳碳双键的）可聚合单体，包括亲水单体和疏水单体。此外，通过调节单体的浓度，能实现微球孔径、表面亲疏水性的可控调节。因此，通过异质多孔微球实现糖蛋白的高选择性分离具有可行性。具有特异选择性基团的异质多孔微球，不同于传统的均质微球，或表面修饰特异性单分子层的微球，能很大程度上避免背景分子的非特异性吸附，从而提高分离效率。

本人承诺：申请表所填内容均真实可靠。对因虚报、伪造等行为引起的后果及法律责任均由本人承担。

本人签字：

2019年 月 日

博士后工作的研究计划

本人承诺