

中国科学院大连化学物理研究所应聘人员登记表

申报部门	1102	申报岗位	分子光化学研究助理	
姓名	俞盛锐	岗位类别	科技	
婚姻状况	未婚	性别	男	
出生日期	1985-11-13	民族	汉	
政治面貌	中共党员	户口所在地	安徽合肥	
毕业学校及专业	大连化学物理研究所 物理化学	学历/学位	研究生/博士	
工作单位及职务	中国科学技术大学/博士后			
是否有亲属在所内工作 or 学习	无			
联系方式	固话 ：0551-63600712			
	信箱 ：sryu@ustc.edu.cn			

学习及工作经历：

学习经历：

2001.9—2004.6 浙江省余姚中学
 2004.9—2008.7 浙江师范大学 理学学士 物理学专业
 2008.9—2013.9 中科院大连化学物理研究所 理学博士 物理化学专业

工作经历：

2013.11—至今 中国科学技术大学 博士后

主要经验及业绩：

研究经历：

1、高里德堡态氢原子散射动力学研究

长期以来， $H^+ + H_2$ 反应作为离子-分子反应的基准性反应而备受关注，然而离子束源技术的限制使实验研究始终难以突破。以往研究表明，高里德堡态氢原子与一些中性分子之间的散射是满足“Fermi 独立碰撞模型”的，即里德堡态电子始终作为旁观者而不参与整个散射过程。这一现象使人们看到了用高里德堡态氢原子代替氢离子去研究相关离子-分子反应的希望。然而，在态-态散射动力学层次上，“Fermi 独立碰撞模型”是否严格成立仍是一个悬而未决的问题。

我们通过改进实验室自主研发的氢原子里德堡态飞行时间谱仪，成功解决了母体分子束对前向散射产物探测所造成的干扰问题，并利用新装置首次测得 $H^+ + o-D_2$ 反应散射的全量子态分辨的完整的产物

微分散射截面。实验结果所呈现的前后向不对称的产物角分布与相应离子-分子反应 $H^+ + o\text{-D}_2$ 的理论结果明显不符, 进而证实了里德堡态电子与离子实之间的相互作用在里德堡态氢原子反应过程中不能忽略, 即 Fermi 独立碰撞模型在微分截面层次是失效的。这一工作为进一步发展新的离子-分子反应理论提供了新的思路。

同时, 为验证“Fermi 独立碰撞模型”在弹性/非弹性散射过程中是否成立, 我们对 $H^+ + O_2$ 弹性/非弹性散射也展开了深入研究。在后向散射产物中, 首次观测到极高效率的振动激发, 并将之归因于 $O_2(3\Sigma_g^-) + H$ 和 $O_2(2\Pi_g) + H$ 势能面交叉处 (3\AA) 存在着的“电荷转移”效应。这一实验结果表明 Fermi 模型可定性地适用于里德堡弹性/非弹性散射, 同时也为理论上精确研究高里德堡态氢原子与氧分子的散射动力学提供了一套精细的实验数据。

2、真空紫外光解动力学研究

光解反应不仅始终与我们所关心的生命、能源、环境等问题息息相关, 也是进一步研究复杂基元化学反应的基石。鉴于此, 有关光解动力学的研究一直以来受到实验工作者的关注。然而, 由于实验上获取可调谐的真空紫外光源极为不易, 导致真空紫外波段的解离动力学研究仍未取得大的突破。我们借鉴并发展了以 Kr 气为非线性介质的四波混频技术, 并将此技术所产生的可调谐的真空紫外光源与氢原子里德堡态飞行时间谱技术相结合, 成功研制了国内第一台适用于含氢小分子真空紫外光解动力学研究的实验装置。

利用该装置先后对丁二炔 (C_4H_2)、异氰酸 ($HNCO$) 等分子在真空紫外波段的光解动力学展开了系统性研究。实验发现 C_4H_2 分子的 $H + C_4H$ 解离通道存在着两条预解离路径 (一条是通过非绝热解离过程耦合到较低电子激发态或电子基态势能面后解离生成各向同性产物; 另一条是直接由排斥态解离生成各向异性产物); 而 $HNCO$ 分子的解离产物 $H + NCO$ 主要来自三个通道 (其中, $H + NCO(A^2\Sigma^+)$ 产物是 $HNCO^*$ 从一个具有排斥态构型的势能面上快速解离生成的, 而 $H + NCO(X^2\Sigma^+)$ 产物则来自两个不同的预解离过程: 一个是 $HNCO^*$ 无辐射跃迁至基态 S_0 后解离生成近似于玻尔兹曼分布的产物, 另一个是 $HNCO^*$ 跃迁至第一激发态 S_1 后解离生成具有振动态分辨的产物)。这一系列实验结果预示着真空紫外光诱导下的光解过程往往伴随着多通道竞争解离, 为理解相关多原子分子体系的解离机理起到非常重要的指导意义, 也为理论研究多原子分子高电子激发态的解离动力学提供了实验依据。

3、交叉分子束实验装置的研制

(1) 离子速度成像——交叉分子束实验装置

近些年逐步发展起来的时间切片离子速度成像技术可用于探测一些电离截面足够大或是存在长寿命的中间态便于多光子电离的中性分子或自由基产物。此外, 该技术不仅能实现产物的量子态选择探测, 且拥有较高的角分辨率和能量分辨率。因此, 这一技术一经问世便迅速成为了气相分子反应动力学研究的有力工具。本人与合作者共同研制了基于时间切片离子速度成像技术的交叉分子束实验装置。通过引入可拆卸的转动束源和固定束源腔室, 扩大束源交叉角度的调节范围, 配置大口径的离子透镜和高分辨的 MCP 和 CCD 探测设备, 降低碳氢化合物真空本底等, 使其成为国内外独一无二的研究低能化学反应动力学或是捕捉特定量子态产物的角分布变化信息的最佳实验装置。目前, 我们利用四波混频技术与氢原子里德堡态飞行时间谱技术相结合的成功经验, 已将四波混频技术顺利引入该实验装置中, 并对一氧化二氮 (N_2O)、二氧化碳 (CO_2)、羰基硫 (OCS) 分子在真空紫外波段各个产物通道进行了探测, 部分工作已发表在 *J. Phys. Chem. A* 上, 其余相关研究结果目前正在整理并撰写之中。这一系列工作为人们理解这些重要大气分子的形成及演化机制提供了基础的研究依据。

(2) 高能氧束源——交叉分子束实验装置

大气层中的氧气通过吸收紫外线而分解生成的氧原子是腐蚀航天器表面材料的罪魁祸首, 通过探索并理解氧原子与材料之间因高速碰撞而发生的反应的机理可为研制新型耐腐蚀航天材料提供重要的参考信息。本人作为主要负责人与导师一起研制了将高能氧束源与氢原子里德堡态飞行时间谱仪相结合的

交叉分子束实验装置。这是国内第一套用于高能反应动力学研究的交叉分子束实验装置。该装置利用激光爆破法产生的高能氧束源可用于研究其与氢气分子或一些材料的散射过程。对于其中的基元化学反应，可利用高分辨、高灵敏度的氢原子里德堡态飞行时间谱技术获取量子态分辨的产物微分散射截面信息，这为开拓态-态高能反应动力学的研究提供了不可或缺的实验装置。

学术成果：

- 1、Hongzhen Wang#, Shengrui Yu#, Shu Su, Dongxu Dai, Kaijun Yuan, Xueming Yang, Photodissociation Dynamics of Diacetylene Rydberg States, *J. Phys. Chem. A*, 2015, 119(46), 11313-11319. (#表示共同第一作者)
- 2、Shengrui Yu, Daofu Yuan, Wentao Chen, Xueming Yang, Xingan Wang, VUV Photodissociation dynamics of Nitrous oxide: The O(1S_J = 0) and O(3P_J = 2,1,0) product channels, *J. Phys. Chem. A*, 2015, 119(29), 8090-8096.
- 3、Shu Su, Hongzhen Wang, Zhichao Chen, Shengrui Yu, Dongxu Dai, Kaijun Yuan, Xueming Yang, Photodissociation dynamics of HOD via the B(1A₁) electronic state, *J. Chem. Phys.*, 2015, 143(18): 184302.
- 4、Shengrui Yu, Shu Su, Dongxu Dai, Kaijun Yuan and Xueming Yang, State-to-state dynamics of high-n Rydberg H-atom scattering with H₂: inelastic scattering and reactive scattering, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2015, 17(15), 9659-9665.
- 5、Shengrui Yu, Shu Su, Dongxu Dai, Kaijun Yuan and Xueming Yang, State-to-state dynamics of the H*(n) + HD → D*(n') + H₂ reactive scattering, *J. Chem. Phys.*, 2014, 140(3): 034310.
- 6、Shengrui Yu, Shu Su, Yongwei Zhang, Dongxu Dai, Kaijun Yuan and Xueming Yang , Photodissociation dynamics of C₄H₂ at 164.41 nm: Competitive dissociation pathways, *J. Chem. Phys.*, 2013, 139(12): 124307.
- 7、Shengrui Yu#, Shu Su#, Dongxu Dai, Kaijun Yuan, and Xueming Yang, Vacuum ultraviolet photodissociation dynamics of Isocyanic acid: the hydrogen elimination channel, *J. Phys. Chem. A*, 2013, 117(50):13564-13571. (#表示共同第一作者)
- 8、Shengrui Yu, Shu Su, Yvonne Dorenkamp, Alec M. Wodtke, Dongxu Dai, Kaijun Yuan, and Xueming yang, Competition between direct and indirect dissociation pathways in ultraviolet photodissociation of HNCO. *J. Phys. Chem. A*, 2013, 117(46):11673-11678.
- 9、Shengrui Yu, Kaijun Yuan, Hui Song, Xin Xu, Dongxu Dai, Dong H. Zhang and Xueming Yang, State-to-state differential cross-sections for the reactive scattering of H*(n) with o-D₂, *Chemical science*, 2012, 3(9): 2839-2842.
- 10、Shengrui Yu, Shu Su, Kaijun Yuan, Dongxu Dai, Xueming Yang. Observation of extremely high vibrational excitation in O₂ from inelastic scattering of rydberg H atom with O₂, *J. Phys. Chem. Lett.*, 2012, 3(17): 2420-2424.
- 11、Yongwei Zhang, KaiJun Yuan, Shengrui Yu, Xueming Yang, D. H. Parker; Yang, X. M., Photodissociation dynamics of acetylene via the electronic state, *J. Chem. Phys.*, 2010, 133(1): 014307.
- 12、Yongwei Zhang, Kaijun Yuan, Shengrui Yu, Xueming Yang, Highly rotationally excited CH₃ from Methane photodissociation through conical intersection pathway, *J. Phys. Chem. Lett.*, 2010, 1(2): 475-479.

奖励和荣誉：

2008年浙江省普通高等学校优秀毕业生；

2012-2013 学年中国科学院大学三好学生；
2013 年延长石油优秀博士生奖学金三等奖；
2013 年中国科学院大学宝洁优秀研究生奖学金。

主持及参与的研究项目：

- 1、基于时间切片离子成像技术的 $RO(R=CO/N_2)$ 分子真空紫外光解动力学研究，国家自然科学基金项目（青年科学基金项目），2015.01—2017.12，项目负责人。
- 2、 $H+H_2$ 反应体系的几何相位效应研究，中国博士后科学基金（第 8 批特别资助），2015.06，项目负责人。
- 3、 $C_2nH_2(n=1,2)$ 分子的真空紫外光解动力学研究，中国博士后科学基金（第 55 批面上资助），2014.05，项目负责人。
- 4、低碰撞能下化学反应的态态动力学实验研究，国家自然科学基金项目（面上项目），80 万，2015.01—2018.12，主要参与者。
- 5、量子态分辨的里德堡态氢原子与分子的反应实验研究，国家自然科学基金项目（青年科学基金项目）2012.01—2014.12，实验设计与操作部分的主要参与者。
- 6、分子光解过程态-态动力学的理论和实验研究，国家自然科学基金项目（重点项目），2012.01—2016.12，参与实验设计与操作部分。