

中国科学技术大学

国家同步辐射实验室 (NSRL)

综述及基本情况

设施概述

国家同步辐射实验室坐落在安徽合肥中国科技大学西校园,是我国批准建设的第一个国家实验室。实验室建有我国第一台以真空紫外和软 X 射线为主的专用同步辐射光源(简称“合肥光源”、“NSRL”)。其主体设备是一台能量为 800MeV、平均流强为 300mA 的电子储存环,一台能量 800MeV 的电子直线加速器作注入器。

国家同步辐射实验室一期工程 1984 年 11 月 20 日破土动工,1989 年建成出光,1991 年 12 月通过国家验收,总投资 8,040 万元人民币。1999 年国家投资 11,800 万元人民币进行国家同步辐射实验室二期工程建设,2004 年 12 月二期工程通过国家验收。在过去 20 多年的开放过程中,合肥光源坚持稳定运行、优质开放的原则,为我国材料科学、凝聚态物理学、化学、能源环境科学等领域研究提供了一个优良的实验平台,取得了一系列研究成果。

2010-2015 年,为了向用户提供更好的实验条件,在中国科学院和中国科学技术大学的共同支持下,合肥光源进行重大维修改造。重大维修改造完成后,储存环束流发散度显著降低,光源稳定性明显改善,接近三代同步辐射光源水平;可用于安装插入元件的直线节数目由 3 个增加到 6 个,根据用户需求增至 5 个插入元件产生高品质同步辐射。目前拥有 10 条光束线及实验站,包括 5 条插入元件线站,分别为燃烧、软 X 射线成像、催化与表面科学、角分辨光电子能谱和原子与分子物理光束线和实验站;以及 5 条弯铁线站,分别为红外谱学和显微成像、质谱、计量、光电子能谱、软 X 射线磁性圆二色光束线和实验站。此外还有 3 个出光口为未来发展预留空间。

作为国家大科学装置和合肥大科学中心的重要组成部分,NSRL 将继续面向国家战略需求和前沿基础科学研究,为国内各领域科学家提供长期、可靠、稳定的技术支撑。

主要研究目标

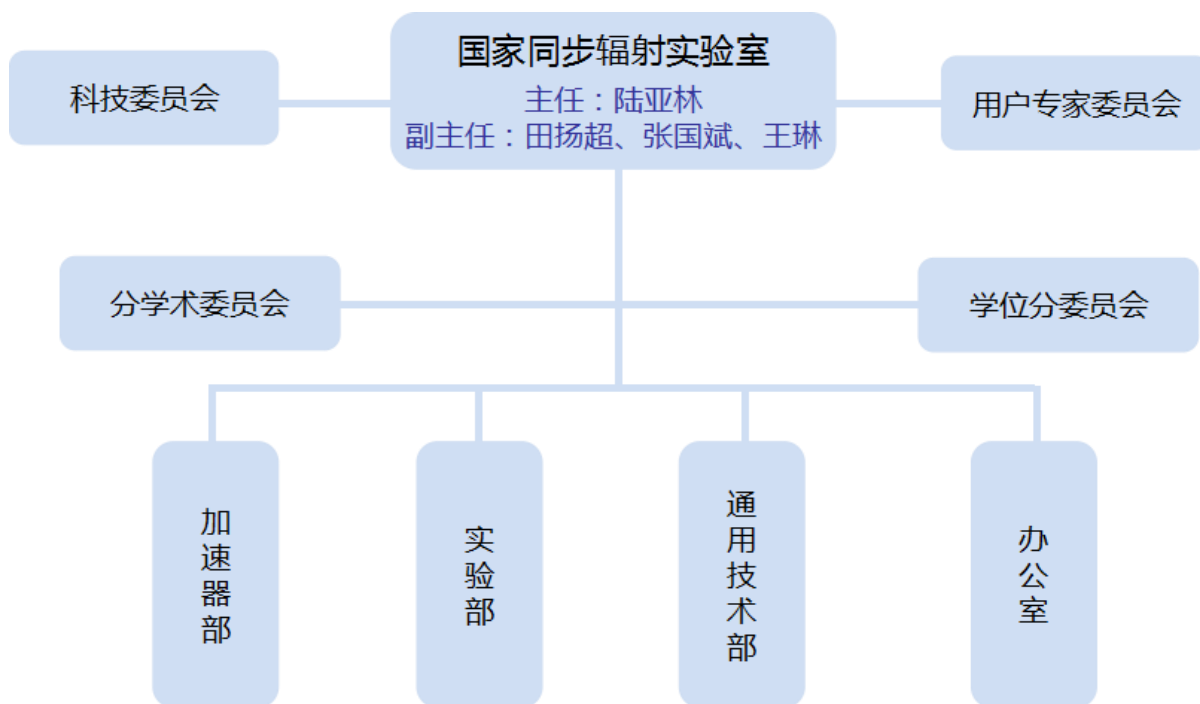
NSRL 致力于提升机器性能,发展新的实验技术和方法,积极引进和培养国内外高水平用户,围绕前沿科学领域和国家重大需求,为国内外众多学科领域提供独特的大型综合交叉研究平台。

在科学实验方面,NSRL 围绕合肥大科学中心的量子功能材料、物质与生命科学交叉等领域科学目标,重点发展能量转换材料、化石燃料的清洁燃烧、大气环境、关联电子材料、多尺度生物成像等前沿学科领域的前沿课题研究。同时,还围绕电子加速器前沿科学和用户需求,开展先进光源物理和关键技术研究。

在保证稳定运行、优质开放的基础上,NSRL 最终目标是建成具有世界一流水平的红外-真空紫外-软 X 射线波段的光源,成为合肥大科学中心的重要组成部分、国家交叉科

学研究中心和人才培养基地，为用户提供世界先进的实验平台，推动我国同步辐射应用研究取得创新成果。

组织结构框图



研究进展与成果

NSRL 瞄准国际前沿和国家需求，凝练科学目标和研究领域，联合高水平用户，在材料、能源、环境等基础研究和应用研究方面取得了一系列重要成果。

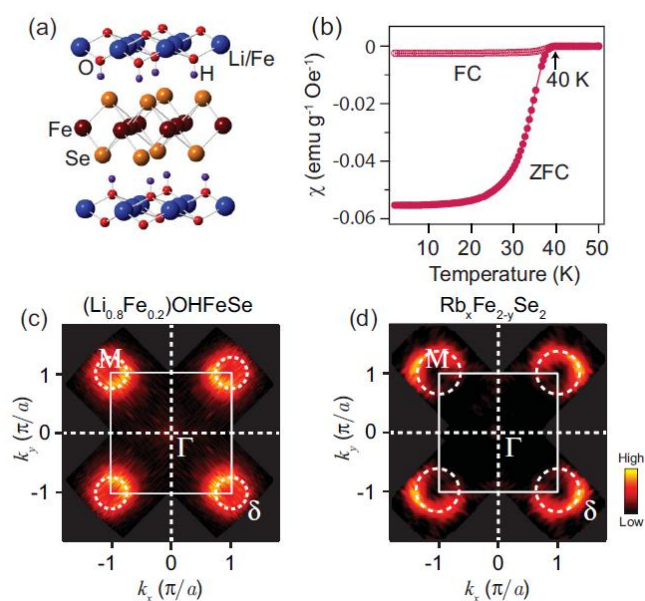
2015 年 NSRL 发表论文 173 篇，其中影响因子大于 3.0 的 94 篇，1 区 50 篇，发表在 Nature, Journal of the American Chemical Society, Nature Communication, Angew. Chem. Int. Ed, Small, Advanced Materials, Nanoscale, Carbon 等国际著名期刊上。

SCI 收录 论文数	论文 引用数	国外发表 论文数	用户相关 论文数	获省部级 以上奖数	发明专利 授权	实用新型 专利授权	软件 著作权
147	-	156	46	-	26	-	-

● $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OHFeSe}$ 中的表面电子结构和各向同性的超导能隙

重电子掺杂 FeSe 基超导体，包括 $\text{A}_x\text{Fe}_{2-y}\text{Se}_2$ ($\text{A} = \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}, \text{Tl/K}$) 和单层 FeSe/SrTiO₃ 薄膜，是当前铁基超导研究的热点之一。这些材料中不存在空穴型费米面，而只存在电子型费米面，并且表现出各向同性的超导能隙。这些特点对当前的铁基超导体配对机理形成一定的挑战。 $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OHFeSe}$ 是由 FeSe 超导材料经过插层后衍生出的新超导材料，具有约 40K 的超导转变温度。这种材料中， $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OH}$ 能够为 FeSe 层提供额外的电子，使得 FeSe 层具有较大的载流子浓度。与 $\text{A}_x\text{Fe}_{2-y}\text{Se}_2$ 等材料相比，这种材料的 FeSe 层既没有反铁磁相也没有 Fe 空位，因而 $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OHFeSe}$ 是一种理想研究平台，可供详细研究重电子掺杂 FeSe 衍生超导体

的电子结构。利用合肥光源角分辨光电子能谱，复旦大学封东来课题组研究了材料的电子结构，发现这个材料的费米面只存在电子型口袋，并且超导能隙表现出各向同性行为。最表面的 FeSe 层中的每个 Fe 原子获得了额外的 0.1 个电子，由此可以推测体内的 FeSe 层每个 Fe 原子获得 0.2 个电子。同时发现 $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OHFeSe}$ 与 $\text{Rb}_{0.76}\text{Fe}_{1.87}\text{Se}_2$ 的电子结构非常接近，但是具有更高的超导转变温度。通过对二者的比较，认为 $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OHFeSe}$ 中更完整一致的晶体结构以及其他的可能存在来自于 $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OH}$ 层的效应促成了更好的超导转变温度。该工作发表在 *Physical Rev B* 2015, 92, 060504, 并被选为 "Editors' Suggestions" 文章。



(a) $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OHFeSe}$ 的晶体结构; (b) $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OHFeSe}$ 磁化率测量, 超导转变温度为 40K; (c) $(\text{Li}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})\text{OHFeSe}$ 的二维费米面结构; (d) $\text{Rb}_{0.76}\text{Fe}_{1.87}\text{Se}_2$ 的二维费米面结构

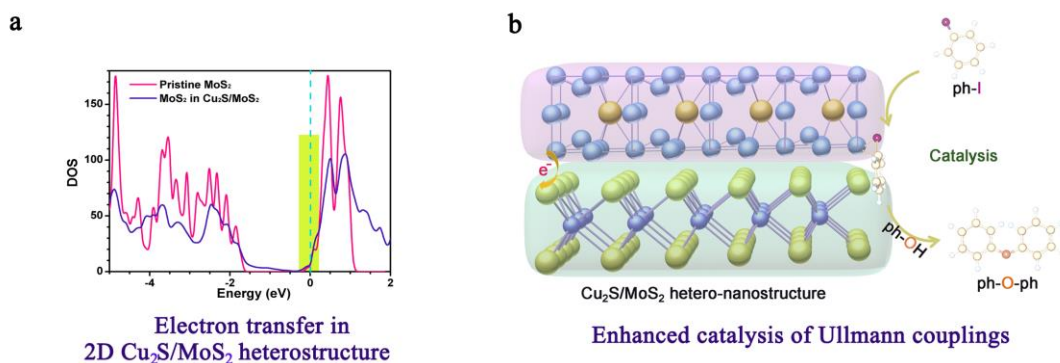
● 异质结界面工程构建新型有机乌尔曼反应催化剂

高效有机催化反应对药物合成、化工等产业有着重大意义，其核心是催化剂的精准设计与实现。在多数有机催化反应中，催化剂的亲电或者亲核表面能够起到活化化学键、促进中间体形成，从而降低反应活化能的作用，从而使得化学反应能够加速进行，但是如何调控催化剂亲电亲核属性长久以来是一个严峻挑战。

针对上述挑战，中国科学技术大学吴长征教授课题组基于纳米尺度过渡金属硫属化合物界面成功实现了对催化剂亲电亲核属性精细调控，获得了高效有机反应催化剂。他们创新性地设计了一种通用的液相生长方式获得一系列通过“畴匹配”模式外延生长的过渡金属硫属化合物和 MoS_2 纳米片构建的新型二维异质结 $\text{M}_x\text{S}/\text{MoS}_2$ (包括 $\text{Cu}_2\text{S}/\text{MoS}_2$, CdS/MoS_2 , 以及 FeS/MoS_2)。研究人员通过 X 射线俄歇电子能谱、拉曼光谱和紫外-可见吸收光谱证实了异质结界面处存在很强的界面效应。为了获取催化剂表面结构的价态和价电子结构信息、证明界面效应的存在，研究人员和国家同步辐射实验室催化和表面科学光束线站合作采用了同步辐射光源对获得的纳米异质结进行了表征，确认了二维纳米异质结由于界面效应而产生的元素价态变化并存在电子转移。理论分析证明，异质结组分的功函差异诱发了界面处发生电子从 Cu_2S 向 MoS_2 的转移，造成 Cu_2S 正电性变强，有效优化了 Cu_2S 亲电属性。 Cu_2S 优化的亲电属性十分有利于催化有机反应中底物的亲

核性进攻，从而高效地促进乌尔曼偶联反应的发生。本工作提出的异质结界面工程来实现对催化剂亲电亲核属性调控这一方法为有机反应催化剂设计提供了新思路。

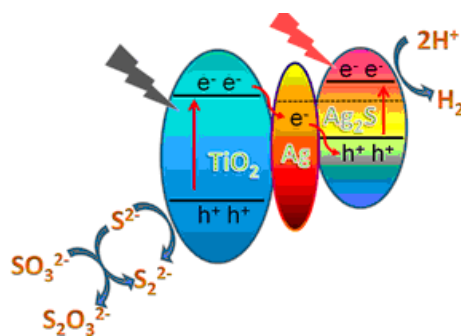
该研究成果以“Interface Engineering in Two-Dimensional Heterostructures: Towards an Advanced Catalyst for Ullmann Couplings”为题，于12月16日在线发表在 *Angew. Chem. Int. Ed.* 2015, 10.1002/anie.201508571 上,并获选 VIP paper。



异质结工程诱导界面电子转移高效催化有机乌尔曼反应。

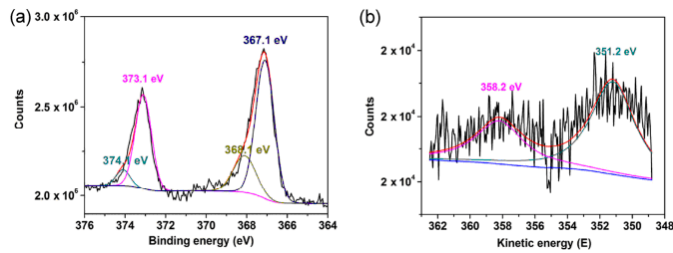
● 基于界面能带结构匹配工程的全谱 Z 型光催化体系构筑

半导体 TiO_2 具有稳定的光催化活性，被广泛应用于光催化中，但是其较宽的能带带隙 (3.2 eV) 限制 TiO_2 只能在紫外区进行光吸收。Z 型结构是实现全谱催化的有效途径，将 TiO_2 与窄带隙半导体 (Ag_2S 1.0 eV) 复合，从而在紫外至近红外区都具有光吸收。然而窄带隙半导体 Ag_2S 和 TiO_2 具有平行的能带结构，阻碍了 Z 型结构体系的形成。中国科学技术大学熊宇杰课题组通过在 Ag_2S 和 TiO_2 的界面上引入痕量金属 Ag，实现了 Ag_2S 能带的抬高，从而形成 $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Ag}-\text{TiO}_2$ Z 型结构。这种 $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Ag}-\text{TiO}_2$ 三元结构在全谱光条件下表现出优异的光催化制备氢气性能。该研究工作提供了一种有效调整半导体能带结构的途径，同时实现了窄带半导体在 Z 型结构中的有效利用。



工作原理

在该工作的光催化剂设计中，原子精度 Ag 层的存在对该结构起着至关重要的作用，而大多数常规测试都无法精准表征界面上痕量 Ag 的存在形式。为此，研究人员与合肥国家同步辐射实验室催化与表面科学光束线站合作，对界面 Ag 的价态进行了高分辨 XPS 表征，如下图所示，精确鉴定出了界面上的单质 Ag，清晰地描述出 $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Ag}-\text{TiO}_2$ 三元结构在全谱光条件下的工作机制。该工作发表在 *Nano Res.* 2015, 8, 3621-3629。



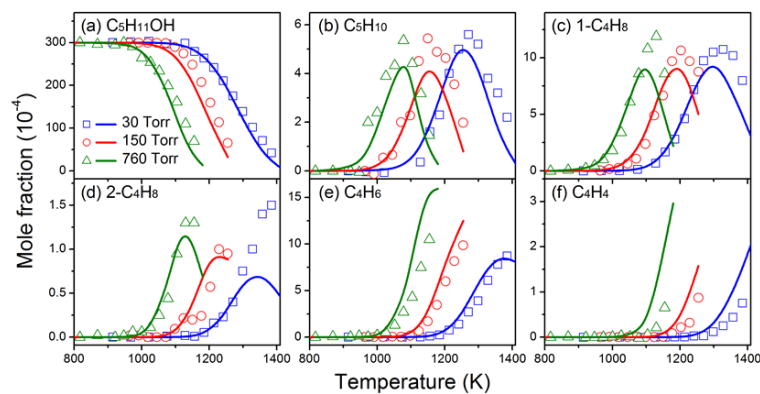
Ag₂S-Ag-TiO₂ 三元结构界面上痕量 Ag 的高分辨 XPS 表征

● 正戊醇热解和火焰的同步辐射光电离质谱及模型研究

正戊醇及其异构体（2-甲基-1-丁醇和 3-甲基-1-丁醇）可以通过多种方法从生物质中有效生产。由于具有更大的分子量和更长的碳链，戊醇比丁醇在理化特性上更加接近于汽油，是更理想的内燃机燃料。

上海交通大学李玉阳利用同步辐射真空紫外光电离质谱技术，研究了正戊醇在流动反应器中的变压力热解以及低压贫燃和富燃层流预混火焰。

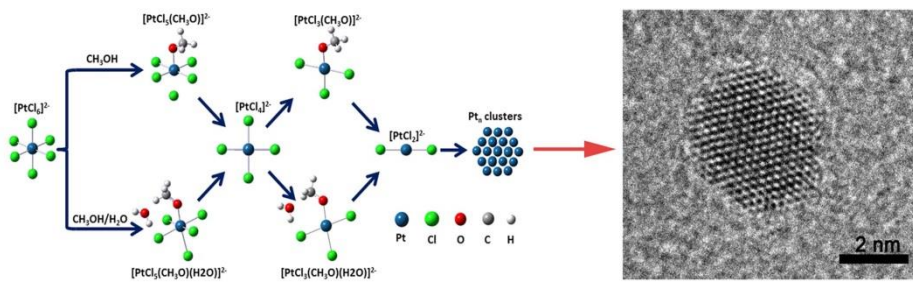
该课题组基于同步辐射实验研究，发展并验证了一个包含 314 个物种和 1602 个反应的正戊醇详细燃烧反应动力学模型。对于正戊醇的初级分解，单分子解离反应和 H 提取反应是两种主要的反应形式。在正戊醇各单分子解离反应中，脱水反应的能垒是最低的。由于 C-C 键解离能较低缘故，在无势垒的正戊醇断键反应中，C-C 断键反应比 C-H、C-O 和 O-H 断键反应要重要得多。自由基进攻引发的 H 提取反应对于正戊醇的消耗也起着重要作用，产物主要为五种 C₅H₁₀OH 自由基，它们的分解路径主要是 β-解离反应，特别是 β-C-C 和 β-C-O 解离反应。火焰中 C₅H₁₀OH 自由基的消耗路径与热解中的主要区别在于它们除了可以通过 β-解离反应外，也可以被氧气直接氧化。对于这五种 C₅H₁₀OH 自由基的主要分解路径，通过同步辐射实验均检测到了其特定的分解产物，为验证正戊醇的 H 提取反应提供了重要的实验数据。该研究工作发表在国际权威燃烧学期刊 *Combustion and Flame* 2015, 162, 3277-3287 上。



正戊醇热解中燃料及重要分解产物的实验（点）与模拟（线）摩尔分数曲线

● 同步辐射技术在研究贵金属纳米颗粒成核初期反应机制方面取得重要进展

近日，中国科学技术大学国家同步辐射实验室宋礼教授课题组在利用同步辐射吸收谱技术研究铂纳米颗粒的液相成核机制中取得重要进展，相关结果发表于国际著名期刊 *Nano Letters* 2015, 15, 5961-5968。

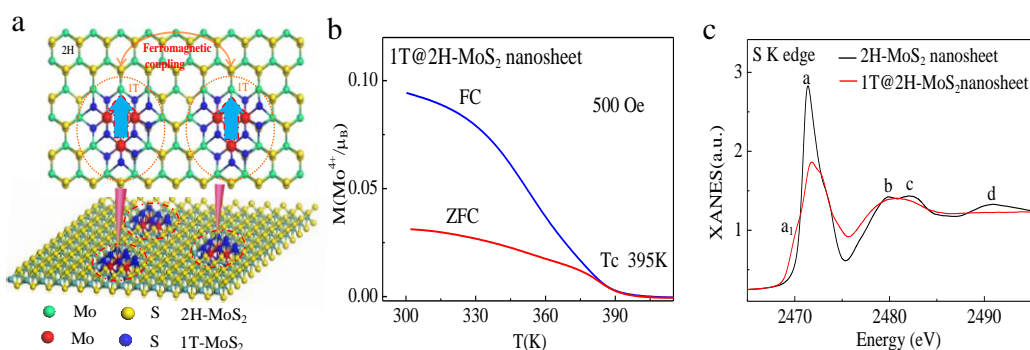


氯铂酸在甲醇和甲醇/水两种反应体系中的反应路径示意图

贵金属纳米材料和纳米结构在溶液中的成核、生长机制的研究一直都是纳米科技重要的研究方向。依托于同步辐射大科学装置，宋礼课题组利用同步辐射 X 射线吸收谱，结合紫外-可见吸收光谱、液相色谱-质谱和第一性原理计算的方法成功地揭示了氯铂酸在甲醇和甲醇/水两种反应体系中的初期反应路径及水在其中起的催化作用。研究表明，氯铂酸在纯的甲醇中反应路径为 $[PtCl_6]^{2-} \rightarrow [PtCl_5(CH_3O)]^{2-} \rightarrow [PtCl_4]^{2-} \rightarrow [PtCl_3(CH_3O)]^{2-} \rightarrow [PtCl_2]^{2-}$ ，最后生长成铂纳米颗粒。当反应体系中加入 10% 体积的水后，产生了新的反应路径 $[PtCl_6]^{2-} \rightarrow [PtCl_5(CH_3O)(H_2O)]^{2-} \rightarrow [PtCl_4]^{2-} \rightarrow [PtCl_3(CH_3O)(H_2O)]^{2-} \rightarrow [PtCl_2]^{2-}$ ，铂纳米颗粒的生长速率被大幅度提高。随后，通过理论模拟和原位质谱技术相结合，进一步阐明了水对铂纳米颗粒初期成核的催化作用。该研究不仅为贵金属纳米材料的快速合成提供了一种简单有效的新方法，同时也为纳米颗粒动态生长过程的原位检测提供了新的表征途径。

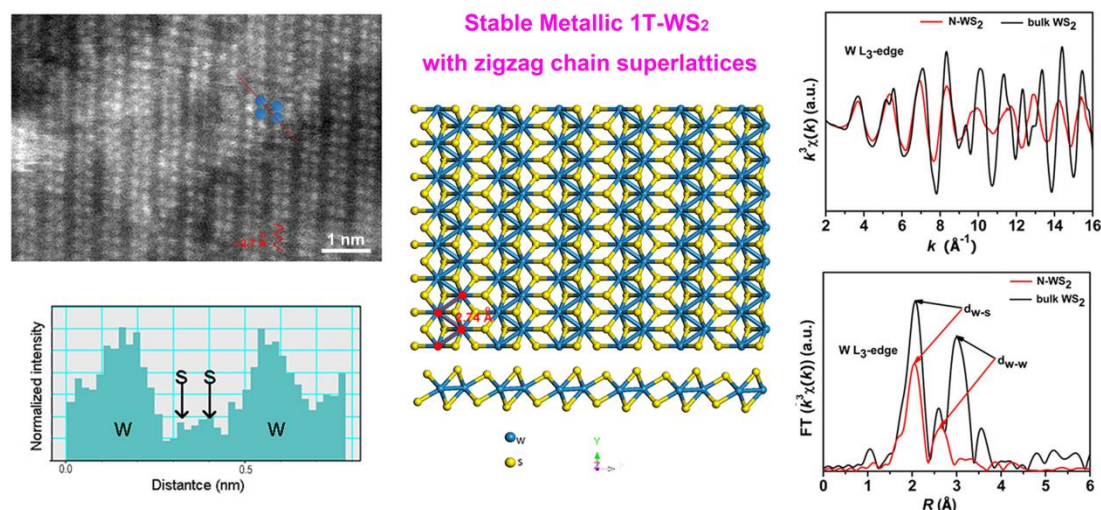
● X 射线吸收谱学在研究二维磁性半导体材料方面取得重要进展

MoS₂ 纳米片具有高载流子迁移率、可调的载流子类型以及高开/关比等优异的电学性质，在纳米自旋电子器件有着广泛应用前。但它们的本征非铁磁性限制了其在自旋电子器件中的实际应用。因此，如何赋予 MoS₂ 二维超薄半导体纳米室温铁磁性成为一个具有挑战性的科学问题。针对这一问题，中国科学技术大学国家同步辐射实验室韦世强教授研究团队的闫文盛研究员和孙治湖副研究员提出通过“相掺杂”实现 2H MoS₂ 具有室温铁磁性的设想(图 a) (*J. Am. Chem. Soc.* 2015, 137, 2622)。实验上，他们通过“两步合成法”，在 2H 相的 MoS₂ 纳米片中通过引入硫空位，导致部分 Mo 原子从八面体配位转变为三角棱柱的配位，实现将 1T 相的 MoS₂ 掺杂到 2H 相的 MoS₂ 纳米片中，得到了居里温度为 395 K 的 MoS₂ 铁磁性纳米片(图 b)。软 X 射线吸收谱学和第一性原理计算(图 c)表明 1T 相中的 Mo 离子在费米面附近引入的间隙态是导致 MoS₂ 半导体纳米薄片具有高居里温度的根本原因。审稿人认为“寻找室温磁性材料一直是一个亟需解决并面临重大挑战的问题。毫无疑问，这个研究在该方向取得了显著进展，获得了非常有趣的研究结果”。



● 具有稳定金属相的二维层状 WS₂ 的设计合成和应用研究取得重要进展

过渡金属氧族化合物 (Transition Metal Oxides and Chalcogenides, TMOCs) 是由过渡金属元素(M)和氧族元素(O, S, Se, Te)结合而形成的化合物, 因其具有良好的光、电、催化等性能, 一直备受人们的关注。近期, 中国科学技术大学国家同步辐射实验室宋礼教授课题组在具有稳定金属相的二维层状 WS₂ 量子功能材料的设计策略、可控合成和基础应用方面取得重要进展。相关成果发表于国际著名期刊 *Advanced Materials* 2015, 27, 4837-4844。



具有稳定金属相二维层状 WS₂ 的精细表征及结构模拟

二硫化钨 (WS₂) 是典型的二维层状 TMOCs, 具有两种截然不同的晶体结构: 金属相 1T 和半导体相 2H。在 1T 构型中, 单分子层内中心金属 W 原子与 6 个硫属原子成八面体配位, 而在 2H 构型中, 金属 W 原子与硫原子形成三棱柱配位结构。值得关注的是, 通过碱金属插层或者电子束照射, 稳定的半导体 2H-WS₂ 可以实现向 1T-WS₂ 的相转变, 从而表现出金属性。但是由于插层碱金属在空气中极其不稳定, 这种 1T-WS₂ 在极短的时间内就会迅速退化成为稳定的 2H 相。因此, 具有稳定金属相的 WS₂ 的制备是 1T-WS₂ 进一步研究和应用的关键所在。近期, 该课题组利用一种原位化学方法, 设计铵根离子 (NH₄⁺) 插层的策略, 成功地实现了一种具有稳定金属相的 1T-WS₂ 纳米带 (N-WS₂)。结合同步辐射吸收谱 (XAFS) 和原子分辨的电镜观测 (STEM) 等多种手段, 他们在 N-WS₂ 材料中发现了新奇的 zigzag 超晶格结构。通过与中国科学技术大学化学与材料学院武晓君教授等课题组合作, 进一步从实验和理论上揭示了这种稳定金属相和超晶格结构来源于插层的 NH₄⁺。研究结果表明, 原位插层的客体 NH₄⁺ 与主体 WS₂ 之间存在电子相互作用, 使得 W-W 键发生了扭曲, S 面发生滑移, 从而形成具有八面体配位的稳定 1T-WS₂。更加有趣的是, 对比半导体 2H-WS₂, N-WS₂ 独特的结构带来了非常新奇的光电行为, 如稳定的金属性和丰富的低波数拉曼散射峰。

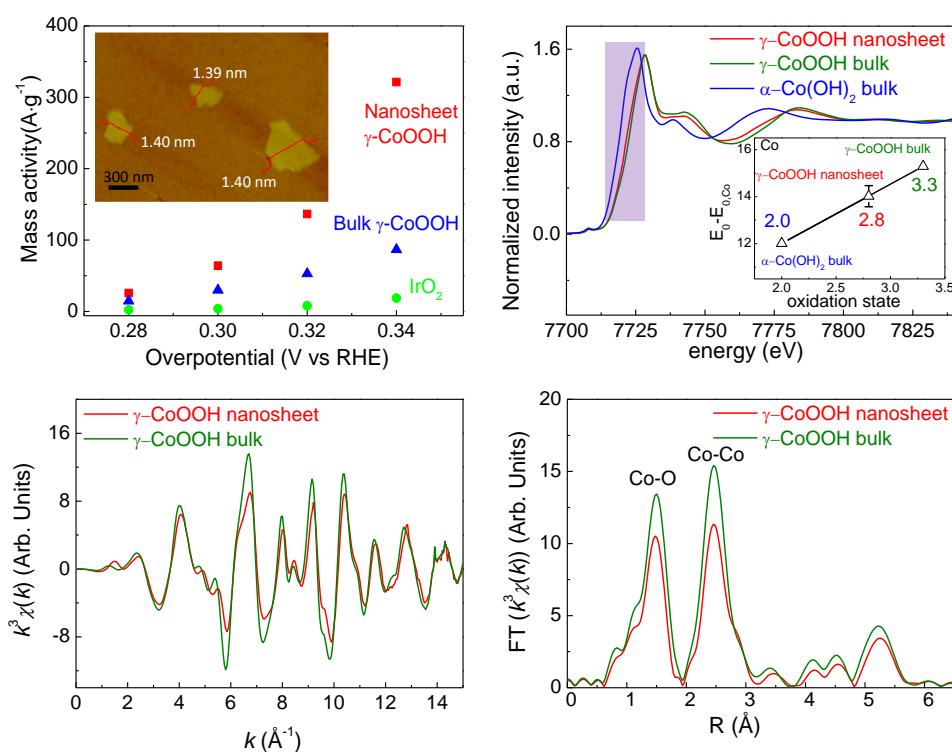
● XAFS 研究二维 CoOOH 超薄纳米片产氧催化剂的结构与性能

随着全球经济和技术的快速发展, 传统的石油和化石能源的过度消耗引起了严重的环境污染和能源短缺等世界性问题, 开发新型能源技术已成为当前人类发展所面临的重要目标。通过光或电催化水分解获得清洁的氢能是解决上述问题的有效途径之一, 这亟

需高效、稳定和廉价的水分解催化剂材料。针对这一科学难题，合肥国家同步辐射实验室刘庆华副研究员和韦世强教授等组成的研究组设计并合成出一类新型的过渡金属羟基氧化物二维超薄纳米片产氧催化剂材料，并利用同步辐射 X 射线吸收谱学 (XAFS) 技术研究了材料的构效关系。

实验上，以过渡金属羟基氧化物 γ -CoOOH 为模型材料，采用“原子尺度相转换”的方法合成出一类二维 γ -CoOOH 超薄半导体纳米片材料，将其电催化水氧化产氧反应的过电势降低到在 10 mA/cm^2 电流密度下的 300 mV 左右，催化产氧单位质量活性高达 66.6 A/g 。利用同步辐射 XAFS 等技术揭示了这一高电催化产氧活性的内在机制，发现纳米片表面存在的 Co-O 悬空键改变了 Co-3d 电子结构和分布，降低了材料的活化能，从而显著提高了纳米片材料的催化水氧化活性。

该成果发表在《*Angew. Chem. Int. Ed.* 2015, 54, 8722》，极大地丰富了人们在二维半导体水氧化催化材料的形貌、结构和性能之间的相互联系的认识，为进一步调控过渡金属氧化物半导体催化剂的电催化水分解性能提供了新思路。

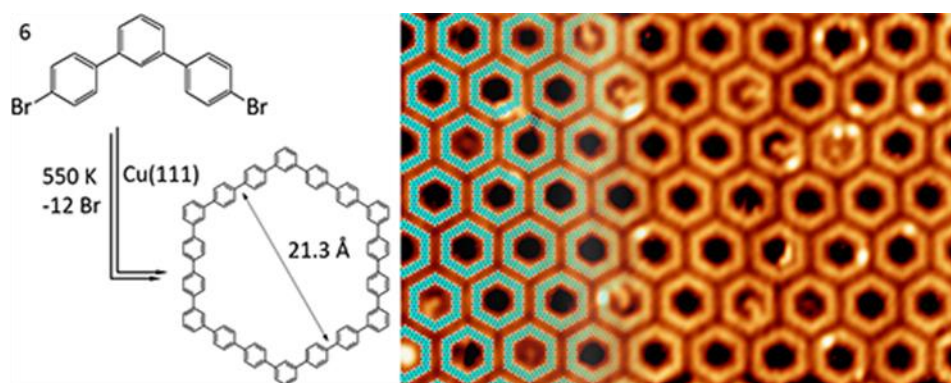


γ -CoOOH 超薄二维纳米片材料的结构与电催化性能

● 表面催化的碳碳共价耦合法合成低维碳纳米结构

“自下而上”纳米技术的一个最终的目标就是实现制备“分子芯片”。这种极小的芯片内部所有的组件都是基于单个或者几个分子。为了让电子更加有效的在分子间迁移，他们之间的连接必须是共价的。有机合成科学中多样的有机反应为分子间的共价连接提供了可能的方法。有机材料通常都是绝缘体，但共轭聚合物链具有半导体特性。电子电路需要二维的电子回路，因此合成二维共轭聚合物对于制备“分子芯片”来说具有重要意义。为实现二维共轭聚合物的制备，朱俊发教授研究组在超高真空中使用了一种基于表

面的聚合反应来合成二维共轭聚合物。到目前为止，他们已经在该领域获得了一系列的研究成果。他们首次在 Cu(111)表面合成了大环“超苯”分子（包含 18 个亚苯基单元）序列。通常来说，要用大分子量有机分子修饰金属单晶表面是非常困难的。因为其所需的蒸发温度可能会导致大分子的裂解。然而，使用这种基于表面的聚合反应可以完美解决这一难题。此外，他们利用其它卤化芳香类前驱体分子（3,5,3',5'-四溴-对-三苯和 1,3,5-三溴苯）成功合成了一维聚合物链以及二维网状类石墨烯聚合物。基于这些研究经验，他们展望了解决产物聚合物质量低这一难题可能的策略，为该领域的进一步发展作出了重要贡献。该成果发表在 *Accounts Chemical Research* 2015, 48(8), 2484-2494.



表面乌尔曼聚合合成超苯分子有序序列

设施建设、运行与改造

2015 年合肥光源运行数据

设施名称	设施运行总机时	调束注入机时	提供束流机时	机器研究机时	用户实验机时	停机检修机时	故障机时	其他
合肥同步辐射装置	7291.02	115.46	4791.46	1911.07	4791.46	361.91	111.12	0

2015 年合肥光源用户开放情况

设施名称	实验束线数	实验站(终端)数	用户单位数	用户计划实验课题数	用户完成实验课题数	用户实验参加人数	用户实验涉及领域及比例	故障机时
合肥同步辐射装置*	10	10	37	149	180	536	物理学 28% 化学 44% 生物 2% 地质 1% 材料科学与工程 17% 化工 1%	

								医学 1%	
								能源 7%	

设施	用户总数	院内	院外		其中					
			国内	国外	大学	研究所	政府机构	企业	军工	其他
合肥同步辐射装置*	536	362	166	8	453	73	0	2	0	0

*2015 年为试运行，10 条光束线站逐步对用户开放

2015 年，合肥光源进入试运行阶段，其主要目标是实现光源及线站稳定运行，完成重大维修改造项目验收。

➤ 光源运行情况、机器研究与性能提升

2015 年光源计划运行时间为 7248 小时，计划供光 4510 小时；实际运行时间为 7291.02 小时，供光时间为 4791.46 小时，均超过了年度计划目标。运行质量逐步提高，光源趋于稳定，故障机时远低于计划故障机时，平均无故障时间和平均故障恢复时间均达到国际同类装置的优秀水平。绝对轨道稳定性（RMS）达到 2 微米，接近三代光源水平。

通过机器研究，改进了黄金轨道的测量方法，测量精度提高到 20 μm ，保证了束流轨道的高重复度；优化了束流轨道反馈控制程序、校正磁铁电源动态、静态特性，束流轨道的稳定度优于 2 μm 。发展了扫描束流轨道的束流清洗方法，促进了光解析，提高清洗效率，束流寿命大幅度改善，300mA 束流微分寿命达到 8 小时左右。

同时，还实现了各个系统的性能提升。包括：（1）研究高次谐波腔的腔压控制模式，发展了基于 EPICS 的数字 PID 反馈控制系统，反馈效果较原有 BINP 模拟腔压控制器有显著提高，有效地控制了谐波腔腔压，消除了腔压变化对束流的影响，在此基础上系统地研究了高次谐波腔对束团拉伸效应的贡献。（2）研究了基波高频系统工作状态与棚屋温度的关系，优化棚屋内冷风流向和高频腔冷却水系统的控制参数，有效地改善了高频腔的温度稳定性，减少了快速温度变化对高频低电平反馈系统的影响，提高了束流运动的稳定性。（3）对储存环主磁铁电源的动态特性进行优化，电源的时间常数由原来的 1s 缩短到 100ms，变化曲线光滑，具备了插入元件快速在线补偿的能力；通过优化反馈控制参数，电源的静态稳定度进一步提升，束流横向工作点稳定度好于万分之五。（4）优化了逐束团反馈系统，提高了束流运动的稳定性。（5）发展和完善了基于同步光成像方法和基于同步光干涉方法的束流发射度测量系统，并升级为基于 EPICS 的在线测量系统，实现了系统的在线标定、参数在线测量以及数据共享等功能。

2015 年，合肥光源获批并启动供电系统改造项目，其主要建设内容包括：改造目前的高压 10kv 单回路进线为 10kv 双回路供电；全面升级更换型号老旧、能耗巨大的变配电设备如变压器、高、低压配电柜等。该项目完成后，将大大提高供电系统的可靠性，为合肥光源的安全可靠运行提供有力保障。

➤ 线站建设与开放

自1月份起，5条从插入元件引出的光束线站开始接待用户，另外5条从弯铁引出的光束线站陆续安装，恢复运行并接待用户。

4月，真空紫外计量线站开放；9月，光电子能谱、真空紫外质谱、软X射线磁性圆二色线站开放；12月，红外线站开放。

截至2015年12月底，10条光束线站按预期计划全部对用户开放运行。全年共提供用户机时25419小时，完成用户课题180个，课题分布在物理、化学、材料科学、能源科学等领域。接待的用户主要来自北京大学、清华大学、南京大学、上海交通大学、复旦大学等20所高校、中科院上海应用物理研究所、中科院大连化学物理研究所等10个科研院所及德国Bielefeld大学、Friedrich Alexander大学等境外高校，共计536人次。

同时，各线站积极发展新的实验方法、提升实验能力。ARPES线站建设了原位MBE系统满足用户需求、优化了实验站真空设计并使真空度提高半个数量级、开展了波荡器光源偏振特性研究；光电子能谱站设计建设了准原位催化反应光电子能谱测试环境并投入开放运行；燃烧实验站研发了催化反应同步辐射光电离质谱测试平台，为催化研究领域提供了新实验方法，获得用户好评。

➤ 重大维修改造项目验收

在2014年底完成合肥光源重大维修改造项目工艺验收的基础上，为了保证各专业组的顺利验收，实验室专门成立了专业验收准备工作组。工作组积极筹备、认真落实，严格按照验收要求完成各项工作。2015年4月10日和7月25日，合肥光源重大维修改造项目顺利通过工艺设备、财务和档案三个专业组验收。

经过一年试运行，合肥光源运行稳定，各项参数均达到预期指标。2016年1月5日，项目圆满通过中科院条财局组织的总体验收，为项目的完成画上圆满的句号。验收专家组一致认为：“改造后，装置的性能及运行的稳定性、可靠性得到了大幅度的提高，达到同类装置的国际先进水平……该项目全面完成任务书批复的建设内容，各项技术指标达到或优于任务书设计指标。验收专家组一致同意通过验收。”

➤ 围绕科学目标，加强高端用户吸引力

2014年12月23日，中国科学院合肥大科学中心成立。作为其重要组成部分，2015年度合肥光源围绕合肥大科学中心的量子功能材料、物质与生命科学交叉等领域科学目标，重点在能量转换材料、化石燃料的清洁燃烧、大气环境、关联电子材料、多尺度生物成像等领域进行了布局，重视吸引高端用户，积极与用户开展合作研究并取得若干重要成果。

实验室实施了特色用户组织计划，主动出击、重点组织，发展新用户，寻找老用户的新合作点，并采取重大产出导向的方式，对重点用户执行政策倾斜，起到了很好的效果。

依托合肥大科学中心，设立了“创新推进计划”。其专项经费使用和科研布局着眼于“三高”——高端用户、高端课题、高水平产出，以重大科研产出为导向，瞄准酝酿重大创新突破的前沿领域，对发表高水平科研成果的科研团队给予支持和奖励。

国家同步辐射实验室与中国科学技术大学科研部共同设立同步辐射**联合**，**基金由**旨

在促进我校科研人员依托合肥同步辐射光源开展综合交叉研究。2015 年度联合基金是在国家同步辐射实验室升级改造后的首次设立，校内反响热烈。

2015 年，实验室积极主动开拓全方位交流渠道，通过合作交流研究、用户年会、用户培训班、专题研讨会等形式，邀请高水平用户积极参与实验室的建设，注重倾听高端用户对线站建设、实验技术发展的建议和需求。多次先后召开了校内同步辐射应用研讨会，同步辐射生命和物质科学交叉领域应用研讨会，硬、软 X 射线吸收谱学及应用研讨会等。

2015 年 8 月，实验室召开了 2015 年度用户会议，邀请了来自国内高等学校和科研院所、台湾地区以及美国、日本共计 44 家单位的 150 余位代表参加了会议。会上，实验室科研人员与国内相关领域专家学者共同交流，充分听取了科学家、用户对线站建设、性能提升以及实验技术发展的建议和需求，及探讨了利用同步辐射开展相关领域研究工作的进展及发展前景。

2015 年，成立了新一届合肥光源用户专家委员会，新一届用户专家委员会由 28 位国内一线科学家组成。2015 年 8 月 12 日，新一届用户专家委员会第一次会议在合肥召开，由主任李亚栋院士主持。与会的专家委员们共同制定了国家同步辐射实验室用户专家委员会章程；专家委员会评审通过了 2015 年用户课题申请；并对合肥光源的未来运行发展提出了中肯的意见和建议。

科技队伍与人才培养

设施人员总数	按岗位分			按职称分			学生			在站博士后	引进人才
	运行维护人员	实验研究人员	其他	高级职称人数	中级职称人数	其他	毕业博士	毕业硕士	在读研究生		
175	122	33	20	72	60	43	31	27	261	18	0

围绕 NSRL 的科研发展布局，实验室积极引进高端人才，着力打造高水平的国际化创新人才队伍，培育若干重点领域创新团队，以应对未来科学发展的重大挑战。充分发挥现有“杰青”、“百人”等高端人才的力量，积极联系和引进优秀人才，凝聚队伍，牵头形成创新团队，带动实验室整体队伍建设水平。建立聘期制科研人员引进和管理制度，成立一支高水平的流动科研人员队伍，成为实验室研究力量的有益补充。

合作与交流

► 技术合作与交流

实验室积极发挥装置和队伍优势，实验室与多家科研院所及公司等建立合作关系，与中国科学院合肥物质科学研究院、中国工程物理研究院、上海光源、高能物理研究所、

近代物理研究所等国内单位开展了一系列合作。

(1) 2015 年度, 实验室与苏州大学重要用户合作建设软 X 射线吸收光束线和实验站, 将为我国纳米科学的结构表征提供先进的支撑平台。

(2) 与中国工程物理研究院达成共建实验室意向, 合作开展下一代先进光源——X 射线自由电子激光研究工作。

➤ 国际合作

实验室与美国、德国、意大利、法国、日本等国的相关高校或研究机构继续保持良好的长期合作关系, 持续提高实验室的国际影响力。

本年度, 实验室获批“引进海外高层次文教专家重点支持计划”1 项、“高端外国专家”项目 1 项、获批并执行“国家外国专家局外国文教专家”项目 2 项, 邀请了来自美国、意大利、德国、法国、日本等多个国家的同步辐射领域专家来我室进行学术交流。

2015 年 8 月, 依托科技部国际合作司中泰政府间科技合作联委会会议合作项目, 泰国同步辐射光源中心一行访问我室, 双方就加速器准直领域进行了深入交流并对中泰两个光源之间的未来合作进行了展望。

2015 年 11 月, 实验室陆亚林主任受邀赴美国劳伦斯伯克利国家实验室交流访问, 与国际著名同步辐射光源 ALS (美国) 在人才培养、学术交流、科研人员互访等方面达成了合作意向; 双方并确定共同在合肥举办 2016 年国际软 X 射线先进光源应用研讨会。

此外, 实验室重要合作者及用户, 法国凯瑟琳娜-科瑟-赫英郝斯院士获得 2015 年“中科院国际科技合作奖”。

➤ 科普活动

5 月 16-23 日, 国家同步辐射实验室举行一年一度的“科技开放周”活动。实验室于 16 至 17 日向社会公众开放, 利用科普图片展板、模型展示、实地参观和趣味知识问答等多种形式, 为公众奉献内容丰富、形式多样的科技大餐, 吸引了各地、各年龄段科技爱好者的参观。

活动期间, 实验室共接待 6000 余人来室参观, 参观人数创下历史新高, 参观者涵盖了各个年龄段, 上至花甲老人, 下至幼稚孩童, 更有一家老小齐上阵。大家纷纷表示通过这次面对面接触高科技的机会, 深深感受到科技发展的魅力。

大事记

1 月, 升级改造后的合肥光源迎来首批用户;

4 月 10 日, 合肥光源重大维修改造项目通过中科院条件与保障局组织的工艺设备和财务专业组验收;

5 月 16 日-23 日, 举办 2015 年科技活动周活动;

5 月 19 日, 中科院王恩哥副院长一行莅临指导;

7 月 25 日, 合肥光源重大维修改造项目通过中科院条件与保障局组织的档案专业组

验收:

7月31日, 中科院詹文龙副院长一行莅临指导;

8月10-15日, 举办“硬、软X射线吸收谱学及应用研讨会暨讲习班”;

8月12-14日, 举办“2015年度用户会议”;

9月11日, 马拉维总统阿瑟·彼得·穆塔里卡一行访问实验室;

9月21日, 安徽省副省长谢广祥调研国家同步辐射实验室;

11月12日, 召开“同步辐射应用研讨会”。

单位通讯录

地址: 合肥市合作化南路42号

邮编: 230029

网址: <http://www.nsrl.ustc.edu.cn>

电话: 0551-63602034, 0551-63602018

联系人: xiayi@ustc.edu.cn

编委及责任编辑

编委: 陆亚林

责任编辑: 夏轶