
物理所等高压制备出发光磁性半导体

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11656.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

磁性半导体具有特殊的磁电和磁光性质，是先进多功能自旋电子器件的重要候选材料。然而，大多数磁性半导体，如磁性离子掺杂的稀磁半导体以及EuO、CdCr₂S₄等非掺杂的本征铁磁半导体，均具有低于室温的磁有序温度，这限制了这类材料的潜在应用。因而，如何制备出具有室温以上磁有序温度且磁、光、电等功能属性耦合在一起的磁性半导体材料是具有挑战性的研究方向。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心磁学国家重点实验室M08组研究员龙有文团队在高压制备的简立方钙钛矿SrCr_{0.5}Fe_{0.5}O_{2.875} (SCFO) 中，发现临界温度达600 K的磁有序相变，该体系具有约2.3 eV的直接半导体带隙，并展示出磁场可调的绿色发光效应。

SrCrO₃与SrFeO₃

是两个已知的反铁磁金属材料，均具有简立方钙钛矿结构，理论计算表明，在布里渊区的一些高对称点形成空穴型的导电费米袋能带结构，而费米面附近主要由氧的2p轨道占据。因此，在这些体系中引入氧空位，有望调控载流子浓度及能带结构，从而实现金属到半导体/绝缘体的转变。

利用高压高温

实验条件，研究人员制备出

等摩尔Cr/Fe固溶比例的氧空位材料SrCr_{0.5}Fe_{0.5}O_{2.875}

。结构分析表明，该材料结晶为简单立方钙钛矿（空间群：Pm-3m），Cr与Fe在B位完全无序分布，由于氧空位的引入，相比SrCrO₃和SrFeO₃

，其晶格

常数略有增大。基

于同步辐射X射线吸收谱，Fe的化合

价态被确定为单一的Fe³⁺态，Cr具有平均的Cr^{4.5+}

态，该混合价态由3：1的Cr⁴⁺与Cr⁶⁺

组成。虽然等化学剂量比的母体相SrCrO₃和SrFeO₃均具有较低的磁有序温度（< 140

K），但是氧缺位的SCFO在600 K的临界温度展示出铁磁类似的相变；进一步磁滞回线展现了几乎不随温度变化的矫顽力场（约0.2

T）。因高场

下未饱和的磁化强度及较小

的剩余磁化，材料的磁相变被确定为由Fe³⁺-O-Fe³⁺

超交换作用导致的反铁磁有序，其弱铁磁性源

自Fe³⁺自旋的倾斜及可能的Fe³⁺-O-Cr⁴⁺铁磁超交换作用。SCFO的电阻-

温度关系遵循三维Mott变程跳跃模型，且紫外-可见光区域的反射谱在545.5 nm附近出现尖锐的吸

收峰，吸收系数与能量的关系符合Tauc和Davis-Mott模型的直接跃迁关系，并拟合得到直接带隙约为2.3 eV。研究表明，SCFO具有直接带隙半导体特征，且能隙在可见光范围，预示存在可能的发光效应。研究人员利用蓝光作为激发光源，发现SCFO在较大波长范围内的绿色发光现象；根据光谱特征，推断其发光效应主要来自d-p成键态与反键态的带间跃迁。由此可见，3d过渡金属离子参与磁有序，且具有光致发光效应。因而，通过外加磁场，可在一定程度上实现材料发光强度的调控。相比目前广泛研究的非磁性有机-无机杂化卤素钙钛矿发光材料，高压制备的SCFO具有环境稳定性（如耐潮、耐酸、耐碱、耐高温等）和远高于室温的磁有序，其高温弱铁磁性与发光效应的耦合有望开拓室温磁性发光材料的研究新方向。

相关研究成果以High-temperature ferromagnetic semiconductor with a field-tunable green fluorescent effect为题，发表在NPG Asia Materials上，被选为“Featured Article”。研究工作的合作者包括南京理工大学教授李志，中科院强磁场实验室研究员盛志高，物理所研究员禹日成、邱祥冈、孟庆波等。研究工作得到科技部、国家自然科学基金委、中科院等项目的支持。

[论文连接](#)

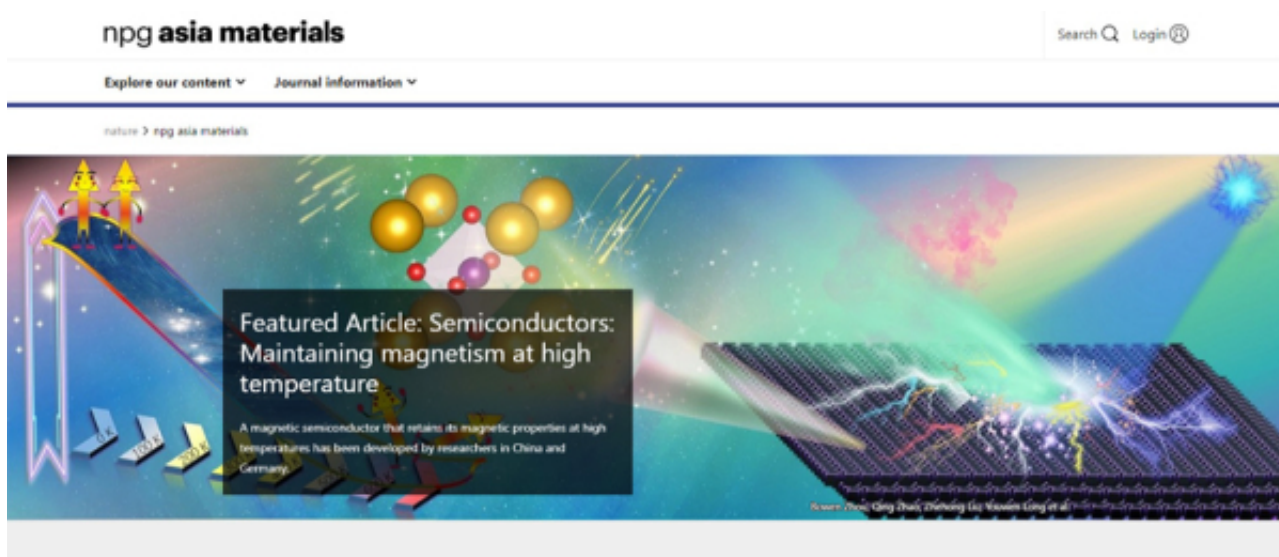


图1.本工作被NPG Asia Materials选为Featured Article进行重点推荐

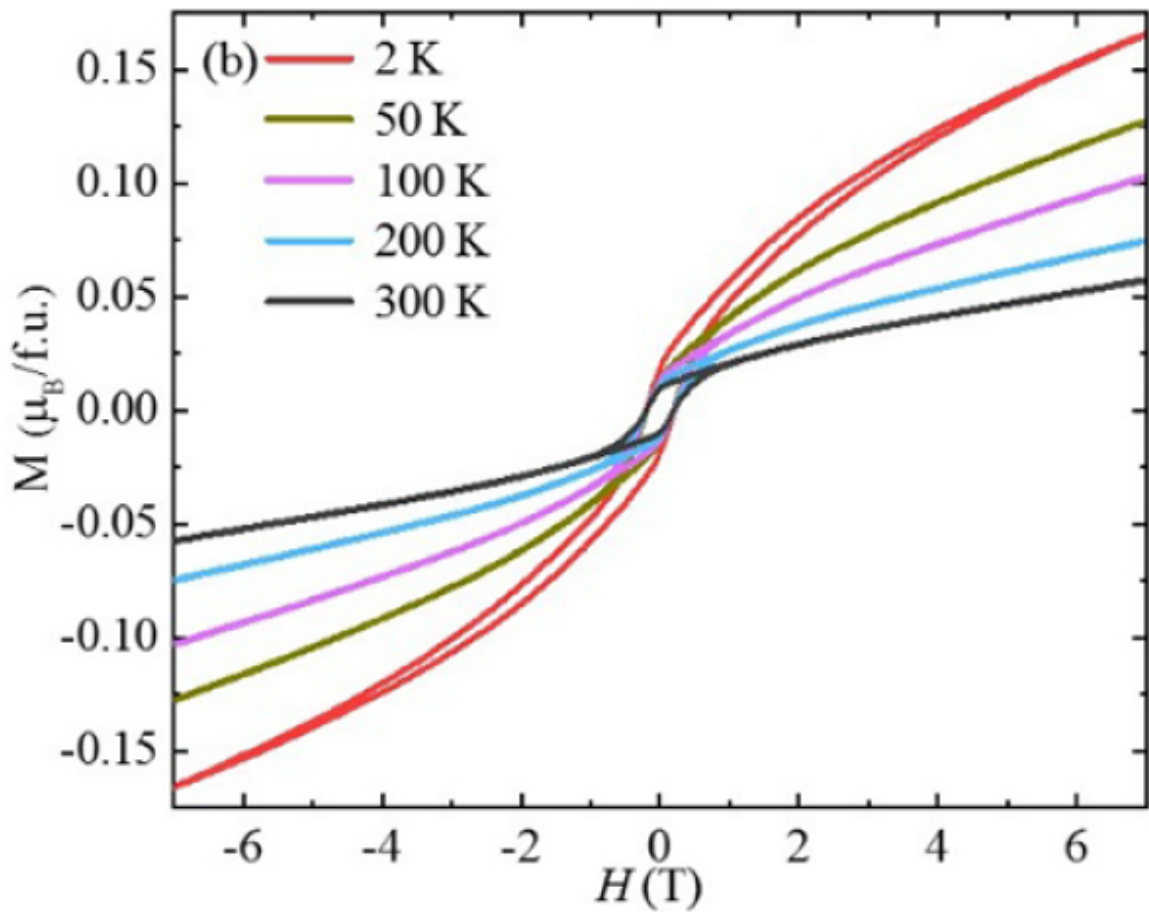
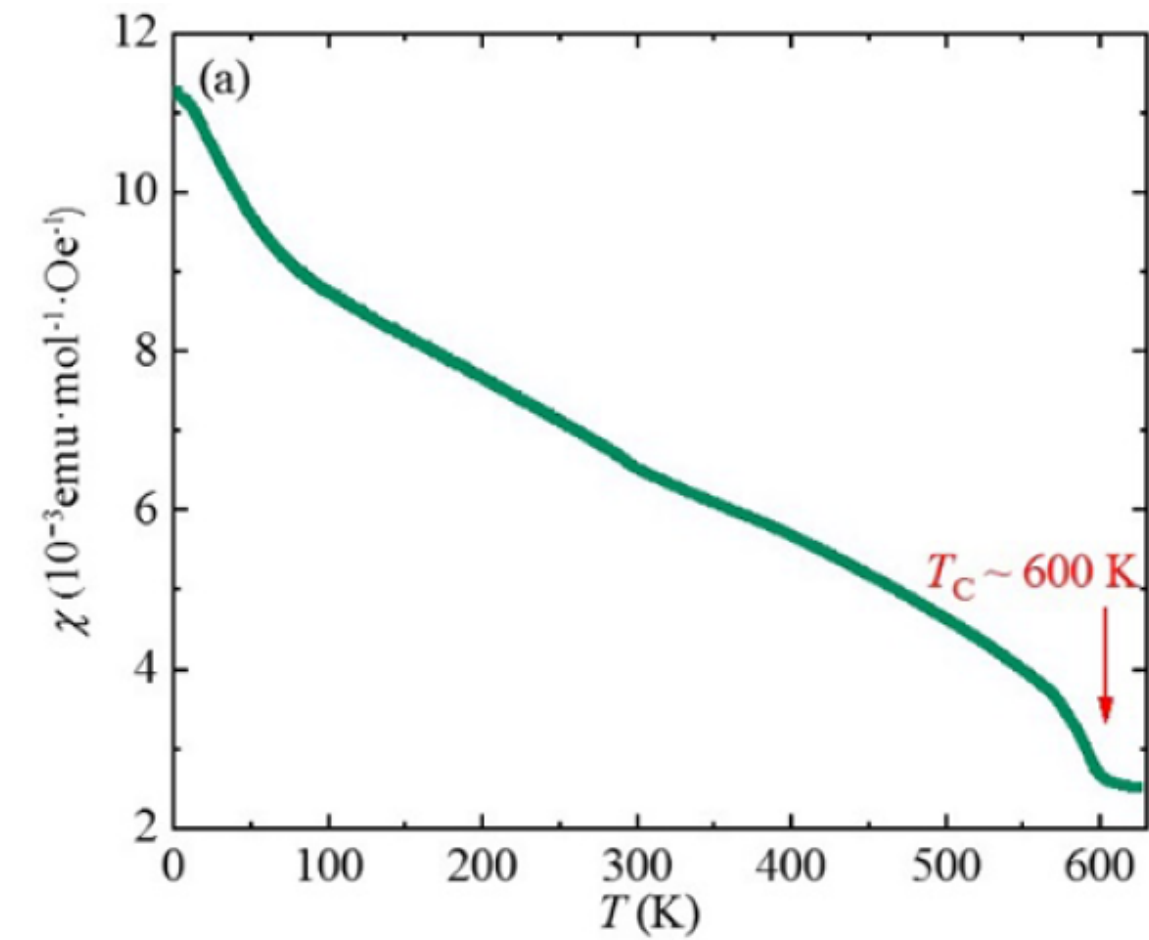


图2.SCFO的磁性测试结果，展示了高达600 K的弱铁磁有序

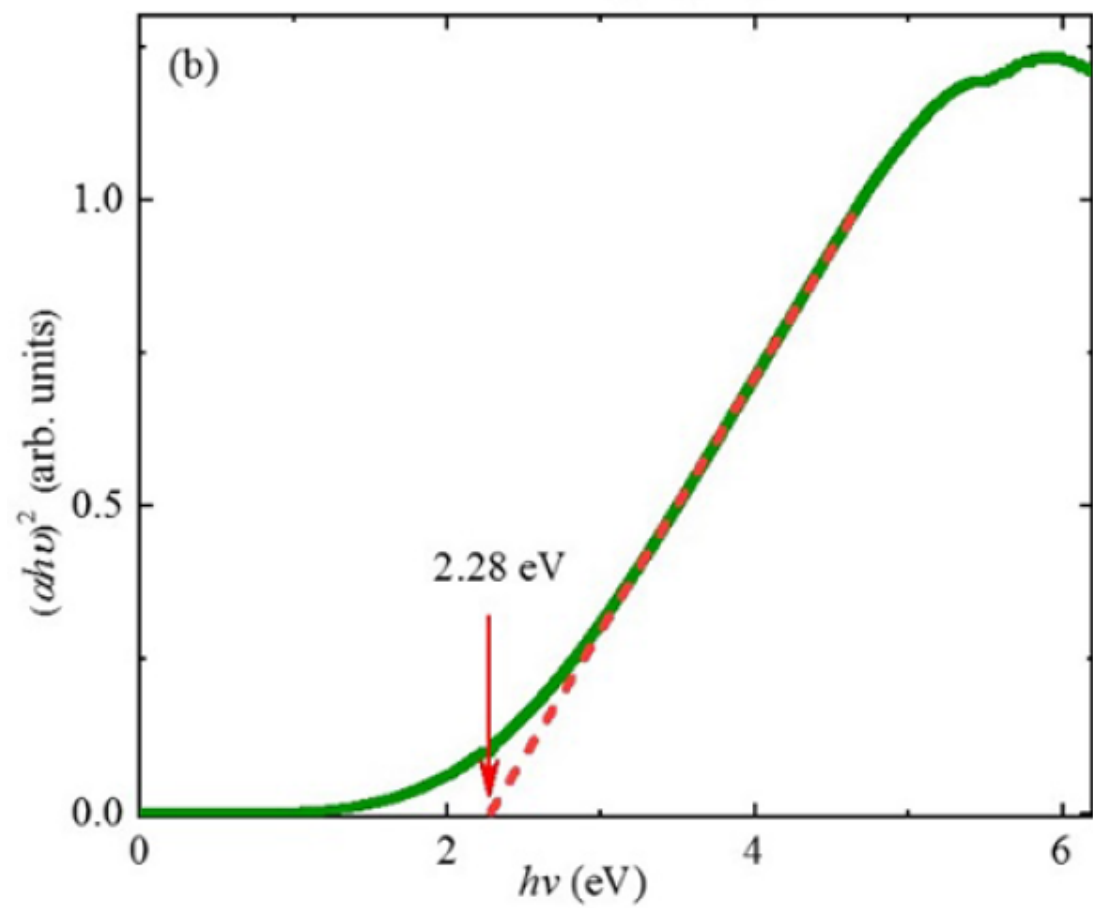
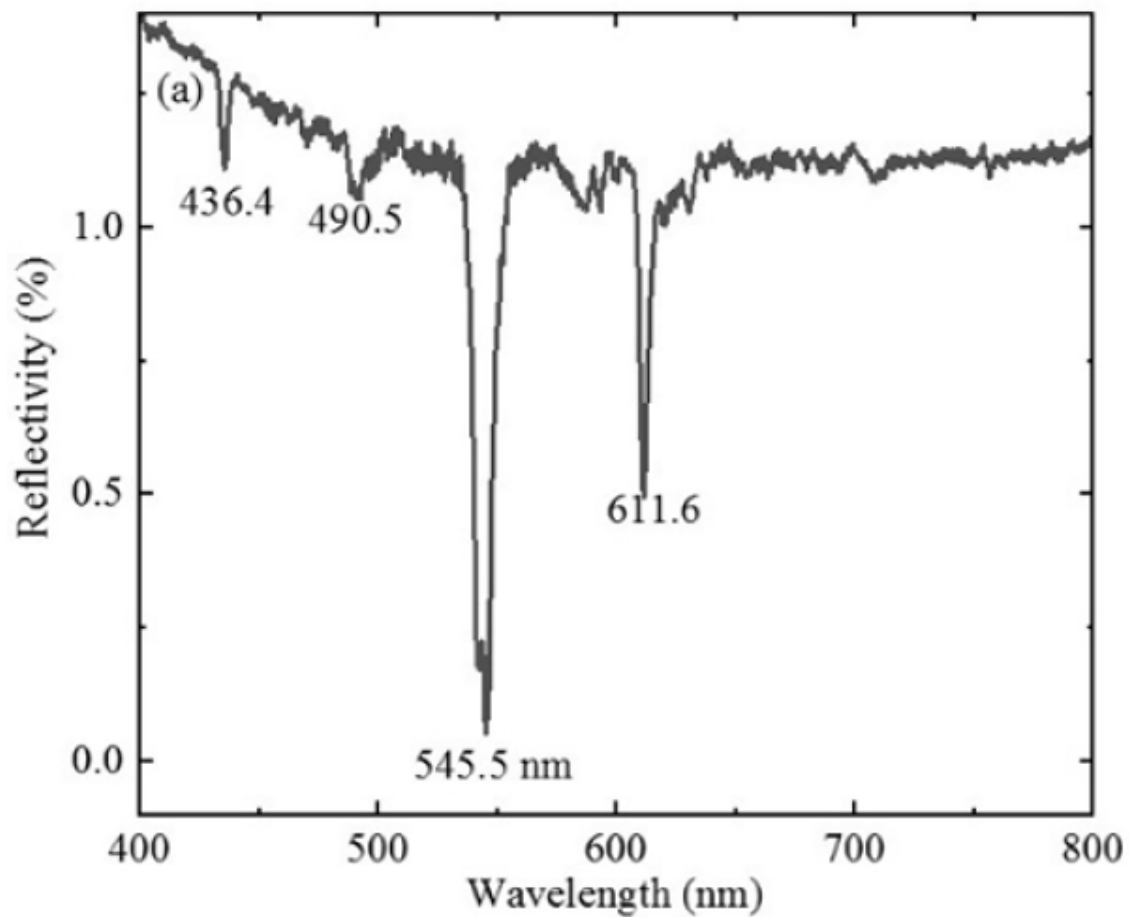


图3.SCFO的光学性质，展示了直接带隙半导体特征，带隙约为2.3 eV

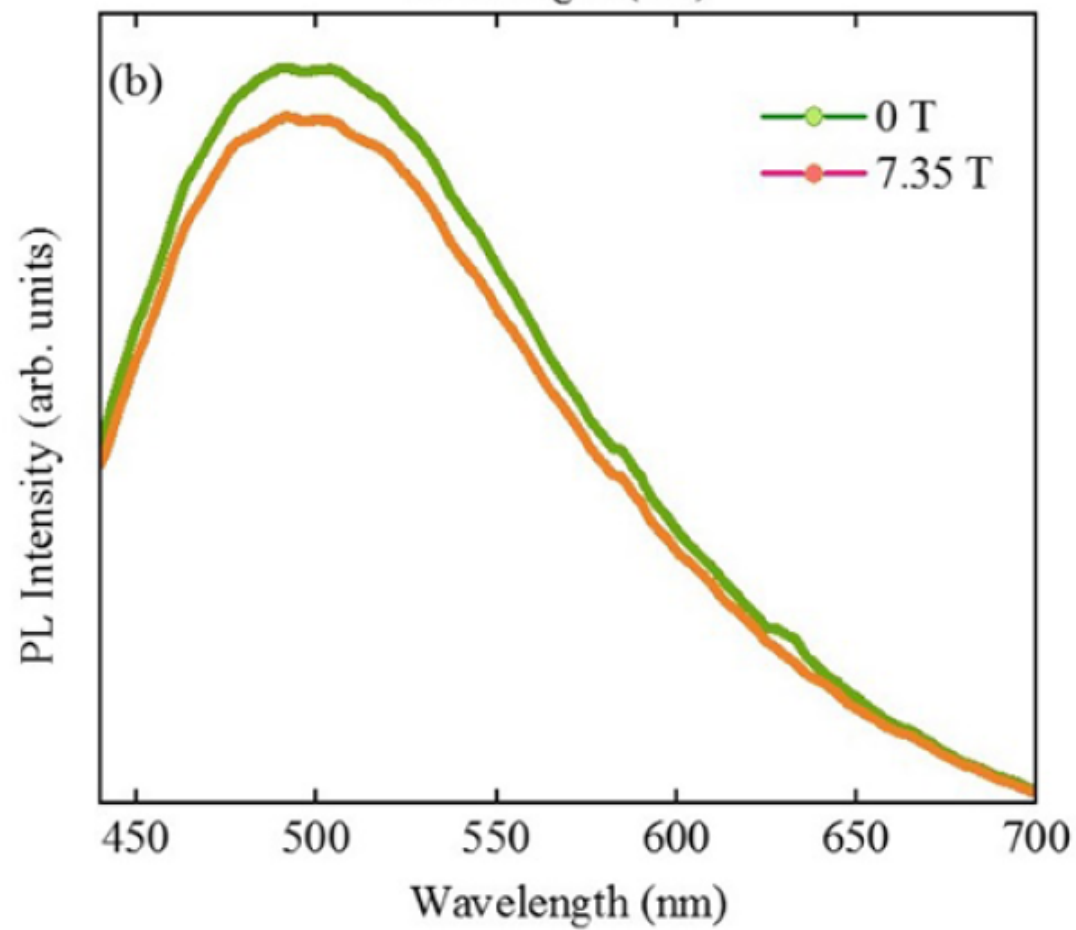
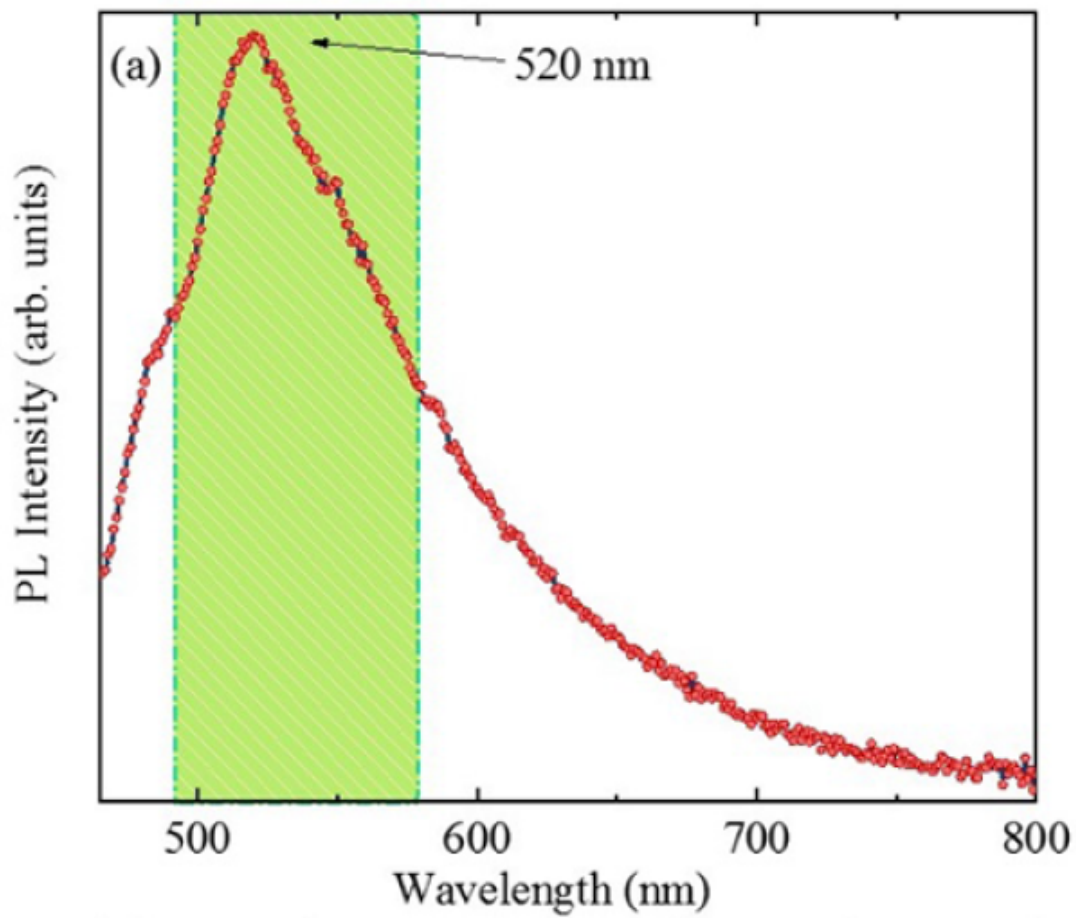


图4.SCFO较大波长范围内的光致发光效应及磁场对发光强度的调控

研究团队单位：物理研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发