



智能材料作为论坛大会主题之一，3个报告不约而同聚焦在了“工程”二字：任晓兵教授的点缺陷工程、祝世宁院士的畴工程概念以及Salje院士的畴界工程实验与模拟，都表现出共同的现代材料研究趋势以及目标，即人为地通过对材料的组织结构进行干预和调控，来提高其性能或使其具备原本不具有的特殊性能，这极大地启发了研究人员对智能材料研究的思考。

学科交叉 融合 启迪 新型智能材料的研发思路



西安交通大学任晓兵教授作了题为“点缺陷工程——智能材料的点金石？”的报告



南京大学祝世宁院士作了题为“用铁电畴调控光子”的报告



剑桥大学Salje教授作了题为“Trajectories towards Domain Boundary Engineering: Experiments and Computer Simulations”的报告

利用不同类型材料的物理平行性解决智能材料中的重大问题 任晓兵教授对众多目前铁性材料领域中难以理解或者解决的难题，提出了独到的解决办法，即利用三类智能材料的物理平行性，把一类铁性材料中的概念或者是理论平移到另一类铁性材料，进而解释后者中存在的科学问题。他这种平行的思路非常新颖、有效，成为了材料研究的一个新方法，也逐渐成为科学研究的一个趋势，即学科交叉融合的趋势，可以预见在众多学科的交叉地带还存在着大量未被发觉的重大成果。他提出的另一个解决方案即点缺陷工程，利用控制点缺

陷的浓度使普通材料转变为拥有极高或者全新性能的新型智能材料。

影响线性光学、非线性光学和量子光学的重要因素——

畴工程在铁电晶体中的应用 祝世宁院士的报告通过铁电畴进行光子调控，为光子器件的设计与制造提出了一个崭新的思路，即通过设计与制造所需的周期性或者准周期性的畴结构实现现有光学器件的功能，甚至在某些参数方面优于现有器件，同时在量子光学领域更具有应用价值，营造出了光子器件集成化的美好前景。这必然对于人们所提出的量子计算，量子计算机等概念的实现会产生巨大帮助。

改善材料的特异性——畴界工程

Salje教授的报告具体研究了在畴界领域可能存在的优异性能。众所周知，畴界附近是能量较高或者原子活跃的区域，故该区域有可能展现出高的性能。他通过一些实验方面的测试以及模拟得到的相应数据对这一观点进行了验证。



智能材料主题由徐惠彬院士(左)和南策文院士(右)主持

热烈讨论

在掺杂情况下短程有序，那么掺杂的点缺陷具体是什么？

任晓兵教授：点缺陷是材料中的空位，它们非常易于活动，我们实验的温度一般在80°C，氧空位已经移动了。

根据PZT的相图，可以从介观尺度解释其高压电效应机理，那么其背后更微观的物理本质是什么？

任晓兵教授：从相图上我们使用热力学理论来解释这些问题，这样就具备了普适性强等优点。



报告主要阐述的点缺陷、面缺陷都是原子、纳米级的尺度，那么我们从宏观上是怎么调控材料的宏观性能的？

Salje教授：By changing temperature and pressure or make chemical composition changes, we could tuning the boundary (wider or slimmer).

任晓兵教授：这些少量的点缺陷和面缺陷相当于给材料添加了一个内电场，如果从宏观的大小来考量，基本相当于几百至几千伏的电场。

有无确定的物理理论来研究宏观特性与微观结构之间的关系？

祝世宁院士：我认为这是一个与研究者课题选择相关的问题。我在选择自己的研究课题时，经常从调控材料性能的参数入手，看是否会出现新的效应，再与自己的研究内容相结合，应该能够找到自己感兴趣的切入点进行研究。



报告提到畴壁只有2 nm，原子级别的，怎么调控？微观可以做到，但如何做到大面积应用呢？



Salje教授：一方面，畴壁从1~30 nm 都有可能，根据材料不同；另一方面，即使一种材料还会有其他情形，比如温度可以不一样。温度不一样的时候，界面、畴壁可以变宽。点缺陷，偶极子，加电场，就会有巨大电流。点缺陷和偶极子算是微观上的，而巨大电流就是宏观上的。

有没有一种确定的方法研究铁电材料微观结构与性能的关系？



祝世宁院士：每人都有特殊背景，这个问题很难讲。但从我自己的光学物理背景来说，我研究非线性光学，结合材料，发现各种参数，再思考每种参数的调控能带来什么效应。建议可以结合自身研究背景考虑。