

# 國立交通大學

電子物理研究所

博士論文

錳與鈷氧化物之軌域極化與電子關聯

Orbital Polarization and Electron Correlation  
of Manganese and Cobalt Oxides

研究生：吳文斌

指導教授：黃迪靖

中華民國九十五年七月

錳與鈷氧化物之軌域極化與電子關聯

Orbital Polarization and Electron Correlation of  
Manganese and Cobalt Oxides

研究生：吳文斌

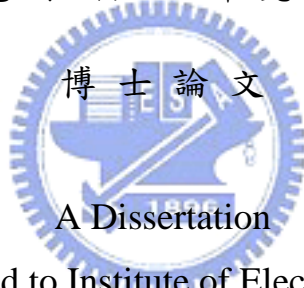
Student：Wen-Bin Wu

指導教授：黃迪靖

Advisor：Di-Jing Huang

國立交通大學

電子物理研究所



Submitted to Institute of Electrophysics

College of Science

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Doctor of Philosophy

in

Electrophysics

June 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十五年七月

# 錳與鈷氧化物之軌域極化與電子關聯

研究生:吳文斌

指導教授:黃迪靖

國立交通大學電子物理研究所

## 摘要

過渡金屬氧化物的物理性質決定於其價電子的電子結構，而電子的基本屬性：電荷、自旋，以及晶體結構，皆與價電子的軌域對稱性緊密相互關聯，它們之間的相互作用與價電子間的強關聯效應產生豐富的物理特性，例如：高溫超導、金屬絕緣相變及龐磁阻效應等。因此，探討價電子軌域對稱性是研究電子強關聯系統的重要途徑之一。本論文係結合電子能譜技術及脈衝式雷射薄膜成長技術，來探討錳氧化物與鈷氧化物的軌域極化與電子關聯。

在錳氧化物方面，我們利用軟 X 光吸收能譜之線二向性實驗方法，來研究  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_{1+x}\text{MnO}_4$  材料的軌域。另一方面，應用脈衝式雷射薄膜磊晶技術成長高品質的  $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$  薄膜樣品，來進行軌域對稱隨應力改變之物理性質研究。在鈷氧化物方面，利用極化相關的軟 X 光吸收能譜實驗方法來探測  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$  材料中  $\text{CoO}_2$  二維三角形晶體層的軌域對稱性及電子強關聯效應。

# Orbital Polarization and Electron Correlation of Manganese and Cobalt Oxides

Student : Wen-Bin Wu

Advisor : Di-Jing Huang

Institute of Electrophysics  
National Chiao Tung University

## ABSTRACT

Transition-metal oxides exhibit a variety of physical properties determined by the electronic structure of valence electrons. The electron attributes: charge, spin, and lattice structure strongly couple with orbital symmetry of the valence electrons. The strong interplay among these attributes gives rise to fascinating phenomena, such as high-temperature superconductivity, metal-insulator transition, and colossal magnetoresistance. The study of orbital symmetry is therefore an important subject in strongly correlated electron systems. In this dissertation, we present soft x-ray spectroscopic measurements and epitaxial growth of manganese and cobalt oxides to investigate their orbital ordering and electron correlations.

For manganese oxides, we used linear dichroism in soft x-ray absorption to unravel the orbital character of the valence electrons of  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_{1+x}\text{MnO}_4$ . To study the strain induced orbital ordering, we employed the pulsed laser deposition technique for the growth of high-quality epitaxial thin films of  $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ . We also used polarization-dependent soft x-ray absorption technique to determine the orbital symmetry of electrons responsible for the low-energy excitations in layered  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$ . In addition, the measurements provide spectral fingerprint of electron correlation of  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$ .

# 致 謝

本論文完成承蒙指導老師黃迪靖教授悉心指導，始能完成，藉此表達衷心的感謝。感謝黃迪靖教授在我五年多來的研究生期間，熱心引領與耐心指導，讓我學習到許多同步輻射能譜學方面的相關知識。對於本論文相關之研究方向、實驗規劃以及論文寫作等方面，黃教授亦投入許多的時間與精力指導我，也讓學生得以順利完成本論文，在此向黃教授致上最高謝意。

在這段研究生歲月裡，特別感謝林宏基博士在軟 X 光吸收實驗、以及徐嘉鴻博士在 X 光繞射實驗方面，無私的傾囊相授。另一方面，亦感謝一起奮鬥的研究伙伴陳駿博士、張春富先生，在實驗上給我莫大的協助。

我要將這博士學位獻給我摯愛的家人，父親、母親、妹妹，謝謝您們在我讀書這段期間給予我最大的支持、鼓勵、包容與關懷，讓我能專心的完成本論文。

最後，再一次感謝身旁所幫助與關懷我的人，謝謝！