

中国科学院真空物理开放研究实验室

# 科研活动与报告

RESEARCH ACTIVITIES  
AND REPORT

1987.1 ~ 1988.12

BEIJING LABORATORY OF VACUUM  
PHYSICS CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

BEIJING CHINA 中国 北京

中国科学院  
真空物理开放研究实验室

科研活动与报告  
RESEARCH ACTIVITIES  
AND REPORT

1987. 1~1988. 12

BEIJING LABORATORY OF  
VACUUM PHYSICS  
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES  
BEIJING CHINA  
中国北京

宇航出版社

中国科学院  
真空物理开放研究实验室

## 科研活动与报告

(1987.1~1988.12)

编著者:北京2724信箱 真空物理实验室

责任编辑 崔素言

\*

宇航出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
各地新华书店经销  
天津静一胶印厂印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:12.5 字数:352千字

1989年9月第1版第1次印刷 印数:1—1000册

ISBN 7-80034-225-5/O·003

定价:7.50元

## 前 言

### (FOREWORD)

在中国科学院领导和有关部门的关怀与支持下,北京真空物理开放研究实验室已经进行了三年的工作。在这段时间里,我们继续按照“开放、联合、流动”和面向全国的宗旨,为国内外真空科学工作者提供条件,进行基础理论和面向实际的应用基础研究工作,在我国真空物理的发展、学术思想的交流和青年人才的培养方面取得了明显的成果。为了汇报工作、积累资料并考虑到国内外交流的方便,我们撰写了这份报告。

本报告包括了从1987年1月至1988年12月31日的工作,按课题进行摘要总结。其中有些已得到肯定的结果,课题告一段落,但也有一些课题尚处于预研阶段,部分实验设备仍在设计、安装、调试之中;有的科研方向尚不具备稳定的工作条件,即使已经开展的研究工作在某些方面也还不够系统和深入。为此我们希望能得到各方面的批评和指教。

在本实验室开展工作的过程中,学术委员会的各位委员都起了重要的作用。特别是 T. E-Madey 教授、P. Holloway 教授、A. Floström 教授等几位外籍委员和顾问,都不远万里来此讲学和指导工作。1987年诺贝尔物理奖获得者 J. G. Bednorz 博士以及 G. K. Wehner 教授、E. N. Sickafus 博士、John W. Coburn 博士、K. Siegbahn 教授、R. Dobrozemsky 教授、T. Yamashina 教授等多位也先后来此讲学并进行了有益的讨论和座谈。1987年本实验室还接受中国真空学会委托,举办了中美双边真空与表面科学学术讨论会(VASA-1987),取得了良好的效果。很多美国专家莅临指导,使本实验室的工作生色不少。

学术委员会主任 华中一

# 目 录

## (Contents)

### 前言 (Foreword)

- 一、 实验室简介和研究基金申请须知 ..... (1)  
(A brief introduction of the laboratory and information of application for scientific funds)
- 二、 1987~1988 年实验室研究和学术动态 ..... (6)  
(Activities in BLVP during 1987~1988 period)
- 三、 课题介绍 ..... (16)  
(The introduction of each research subject)
- A 真空中粒子与表面的相互作用 ..... (16)  
(Interaction of particles and surfaces in vacuum)
  - 1. 用 STM 研究无序材料的表面有序化 ..... (16)  
(A STM study on the surface crystallization of metallic glasses)
  - 2. 单晶  $\text{Al}_2\text{O}_3$  表面 H 及 OH 结合态研究 ..... (17)  
(Use of RDTDS for study of  $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$  surface)
  - 3. 用 LEED 和 AES 研究  $\text{H}_2\text{O}$ 、CO 气体在铜、银单晶表面上的吸附、共吸附机理 ..... (18)  
(The study of adsorption, co-adsorption mechanisms of  $\text{H}_2\text{O}$ , CO on single-crystal Cu(110), Ni(100) surfaces by means of LEED and AES)
  - 4. 直接确定表面分子的能键结构 ..... (20)  
(Direct determination of molecular bonding at surfaces)
  - 5.  $\text{H}_2$ , CO,  $\text{H}_2 + \text{CO}$  在 Fe 或 FeNi 合金上的吸附与表面反应 ..... (22)  
(Adsorption and reaction of  $\text{H}_2$ , CO on Fe and FeNi alloy surfaces)
  - 6. 分数维与相关吸附理论及其在催化科学中的应用 ..... (23)  
(Study of fractal and related theory and its application in science of catalysis)
  - 7. 非均匀表面单分子层吸附的理论研究 ..... (24)  
(Theoretical study of monolayer adsorption on heterogeneous surfaces)
  - 8. 动态气体脱附 ..... (26)  
(Dynamic gas desorption)
  - 9. 电子诱导脱附 ..... (27)  
(Electron stimulated desorption)
  - 10. 亚阈值光电发射 ..... (28)  
(Photoelectron emission of subthreshold)
  - 11. X 光电子能谱综合分析系统 ..... (29)

(XPS analysis system)

|                                                                                                                       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| B. 真空材料与薄膜的研究 .....                                                                                                   | (34)  |
| (The research of vacuum materials and thin films)                                                                     |       |
| 12. 离子注入多晶 CuInSe <sub>2</sub> 薄膜的研究 .....                                                                            | (34)  |
| (Grain growth of CuInSe <sub>2</sub> polycrystalline thin films by ion implantation)                                  |       |
| 13. 在离子注入条件下对银和合金薄膜的改性研究 .....                                                                                        | (35)  |
| (Improving properties of ion implanting into the silver and alloy thin films)                                         |       |
| 14. 氧原子和氢原子与固体表面的相互作用 .....                                                                                           | (36)  |
| (Interaction of atomic hydrogen and atomic oxygen with solid surface)                                                 |       |
| 15. 可调式对向磁控溅射的研究 .....                                                                                                | (37)  |
| (Study on variable composition opposed targets magnetron sputtering)                                                  |       |
| 16. Cu-Cr, Cu-Ti 薄膜离子束混合的研究 .....                                                                                     | (38)  |
| (The studies of ion beam mixing in Cu-Cr and Cu-Ti thin films)                                                        |       |
| 17. 轴承钢真空摩擦改性研究 .....                                                                                                 | (39)  |
| (The studies of vacuum friction and modification of bearing metal surface)                                            |       |
| C. 有关真空技术的各种新原理和新方法的研究和应用 .....                                                                                       | (40)  |
| (Research and application of new principles and methods of the vacuum technology)                                     |       |
| 18. 拖动状态下稀薄气体分子动力学研究 .....                                                                                            | (40)  |
| (Study of the rarefied gas dynamics of the drag-condition)                                                            |       |
| 19. 涡轮分子泵叶轮抽气性能的研究 .....                                                                                              | (44)  |
| (An exploration of pumping performance of multi-stage blades in turbomolecular pumps)                                 |       |
| 20. 过渡流条件下涡轮分子泵叶片抽气机理的研究 .....                                                                                        | (45)  |
| (Pumping capabilities researching of turbomolecular pump working in the range of near-free molecular flow)            |       |
| 21. 锆铝吸气剂吸氢机理研究 .....                                                                                                 | (46)  |
| (The study of mechanism of hydrogen absorption on Zr/Al getter alloy)                                                 |       |
| 22. 真空管道出口和入口分子束流的研究 .....                                                                                            | (48)  |
| (Investigation on gas flow patterns at the entrance and exit of vacuum channels)                                      |       |
| 23. 旋转密封的稀薄气体动力学研究 .....                                                                                              | (49)  |
| (Investigation on rarefied-gas dynamics of a spiral groove seal)                                                      |       |
| 四、 论文(Papers) .....                                                                                                   | (50)  |
| A new, general adsorption theory at low coverages .....                                                               |       |
| 1. Use of RDTDS for study of H <sub>2</sub> O on Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (001) surface .....                   | (58)  |
| 2. Core-level shifts on the H <sub>2</sub> O and O <sub>2</sub> exposed Ge(100)2×1 surface .....                      | (61)  |
| 3. An electron stimulated desorption study of oxygen on nickel .....                                                  | (71)  |
| 4. Researches on deposition rate of thin film deposited by sputtering .....                                           | (77)  |
| 5. 金属表面真空摩擦改性研究(摘要) .....                                                                                             | (93)  |
| 6. Grain growth of CuInSe <sub>2</sub> polycrystalline thin films by ion implantation .....                           | (94)  |
| 7. 超微粒子-半导体薄膜及其应用 .....                                                                                               | (97)  |
| 8. Multiphot photoelectron emission from ultrafine Ag particles-Cs <sub>2</sub> O semiconductor films(Abstract) ..... | (102) |
| 9. Optical properties of very thin films of metal Ag(Abstract) .....                                                  | (103) |

|    |                                                                                                                                                 |       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 11 | Electric conduction in metallic Ag ultrafine particles-BaO semiconductor thin films(Abstract) .....                                             | (103) |
| 12 | 氧、碳杂质对 B1 结构氮化钒薄膜的 $T_c$ 和电阻率 $\rho(T)$ 的影响 .....                                                                                               | (103) |
| 13 | Growth of Ag ultramicro-particles in Bao semiconductor film(Abstract) .....                                                                     | (108) |
| 14 | Diffusion of nitrogen implanted in Ag .....                                                                                                     | (108) |
| 15 | An experimental analysis of silver thin film implantation with $Xe^+$ (Abstract) .....                                                          | (113) |
| 16 | Formation mechanism of Ag single crystalline thin film by ion<br>implantation(Abstract) .....                                                   | (114) |
| 17 | $Xe^+$ 离子注入银薄膜后的扩散与释放(摘要) .....                                                                                                                 | (115) |
| 18 | A basic model of the dose dependence of resistance in ion-bombarded thin films .....                                                            | (116) |
| 19 | 可调式多种成分对向磁控溅射的研究(摘要) .....                                                                                                                      | (121) |
| 20 | An investigation on the surface hardness and electrical resistance<br>of Cu and Cu-Cr bilayer thin films implanted with $Ar^+$ (Abstract) ..... | (122) |
| 21 | A new theory and experiment study for outgassing of metal .....                                                                                 | (122) |
| 22 | 确定扩散激活能的新方法 .....                                                                                                                               | (130) |
| 23 | 分子流下微观拖动分子动力学研究(摘要) .....                                                                                                                       | (134) |
| 24 | 盘式涡轮分子泵组合理论与设计(摘要) .....                                                                                                                        | (139) |
| 25 | 分子流下的过渡复合理论与实验研究(摘要) .....                                                                                                                      | (139) |
| 26 | 分子流下宏观拖动分子动力学的发展研究(摘要) .....                                                                                                                    | (143) |
| 27 | 过渡流的宏观拖动分子动力学的发展研究(摘要) .....                                                                                                                    | (146) |
| 28 | A further exploration of an important factor affecting the pumping<br>performance of turbomolecular pumps .....                                 | (148) |
| 29 | Analysis and diagnosis of turbomolecular pump vibrations .....                                                                                  | (157) |
| 30 | The optimization design for turbo blades of hybrid type molecular pumps .....                                                                   | (161) |
| 31 | 复合分子泵矩形螺旋通道抽气特性的数学模型(摘要) .....                                                                                                                  | (168) |
| 32 | Correction on calculation of the overall transmission probability<br>of a multi-stage turbomolecular pump(Abstract) .....                       | (171) |
| 33 | 涡轮分子泵过渡流抽气特性研究(摘要) .....                                                                                                                        | (172) |
| 34 | 分子泵的计算机辅助设计(摘要) .....                                                                                                                           | (173) |
| 35 | Thermal desorption of hydrogen for Zr/Al getter alloy .....                                                                                     | (174) |
| 36 | 锆铝吸气剂在低温下的吸气性能(摘要) .....                                                                                                                        | (181) |
| 37 | A further discussion about gas flow patterns at the entrance and exit<br>of vacuum channels .....                                               | (182) |
| 38 | The Monte Carlo simulation of molecular beam distribution at exit<br>of a moving tube(Abstract).....                                            | (189) |
| 39 | 圆管长径比对圆管出口和入口分子束流的影响(摘要) .....                                                                                                                  | (189) |
| 40 | 矩形螺旋槽真空动密封研究(摘要) .....                                                                                                                          | (190) |

## 一、 实验室简介和研究基金申请须知

1. 根据中国科学院的决定,为充分利用中国科学院的科研设施,给全国的优秀科学工作者提供条件进行高水平的研究工作,促进学术思想和人才的广泛交流,以繁荣我国的真空科学技术事业,决定中国科学院北京真空物理实验室从1985年7月开始对全国开放,同时也向国外开放。

2. 中国科学院北京真空物理实验室,主要从事真空学科的基础研究和应用研究的基础性工作。课题经费实行基金制。科学基金主要由中国科学院拨给,也可以从其他方面筹集。

3. 中国科学院北京真空物理实验室,在业务工作上相对独立,自主开展研究和学术活动。

4. 研究方向(基金指南):

(1) 真空中粒子(带电粒子、光子或中性粒子)与表面的相互作用。包括粒子吸附、发射、反射,以及与表面、界面有关的分析方法的研究。

(2) 真空材料和薄膜技术的研究。包括真空性质、改性技术、表面处理技术等。

(3) 与真空物理有关的能量和质量分析的研究。

(4) 有关真空技术的各种新原理和新方法的研究和应用。

5. 宗旨:开放、流动、面向全国、面向世界、面向未来。努力做出高水平的研究成果,积极进行学术思想和人才交流,不断培养并输送一批我国真空物理学科的年轻优秀人材,经过一代人甚至二代人的努力,使中国真空物理在2000年居于世界前列,为繁荣我国真空事业,推动有关国民经济的发展作出贡献。

6. 国内外从事真空学科以及有关的交叉学科的科学工作者可以在开放实验室的基金指南范围内提出课题申请。经同行评议和学术委员会审议,批准资助后可来实验室进行科学研究;也可申请受聘参加合作研究。也欢迎国内外的科研人员自带课题和经费来实验室工作。

本研究实验室是为国内外有关科学工作者提供的研究、学术场所,不是测试中心。

7. 本实验室只设少量的固定研究人员,部分以至争取大部分是流动的客座研究人员。同时设有必要的技术人员,但不为各研究课题配备固定的助手。受聘和课题批准后在实验室进行科学研究的客座人员中,负责人或主要工作人员每年在本实验室工作的时间应不少于六个月。工作期间本实验室给予一定的科研津贴,并为非北京市的客座科研人员提供住宿费用。客座人员的工资仍由原工作单位发给。

8. 由于本实验室主要从事基础研究和应用研究的基础性工作,提倡学术交流,容纳不同学术观点。其研究成果公开。研究成果归实验室、研究者本人所在单位及其他资助单位共享。论文发表时署研究者名,并同时注明实验室及研究者所在单位。凡自带课题和经费在本实验室工作的成果、论文,发表时署研究者本人和所在单位名,并注明在本实验室工作。

9. 本实验室科学基金的评审原则:

(1) 符合本实验室研究方向的基础研究和应用研究的基础性工作。

(2) 贯彻择优支持原则,重点支持有国际水平和国内先进水平的课题。鼓励和推动学科内竞争,鼓励与其他学科的交叉。避免在低水平上重复。

(3) 有明确的应用前景或开拓性。



- (4) 有切实可行的技术路线和研究能力。
- (5) 在符合上述条件下,照顾青年科学工作者的申请。
- (6) 有下列情况之一者不予资助:
  - A. 已列入各单位的研究课题,并取得经费者。
  - B. 申请课题的技术可行性差或工作人员不足者。
- (7) 申请人来本实验室工作应经本单位同意。
10. 对实验室科学基金的申请,应按规定填写“中国科学院北京真空物理开放研究实验室科学基金申请书”(领发)。本实验室的工作年度为当年7月1日至次年7月1日。
11. 本实验室学术委员会和实验室主任名单(见附表)。
12. 本文根据中国科学院有关办好开放实验室的方针,经本实验室学术委员会讨论后制定,修改时相同。
13. 本实验室地址:北京海淀区中关村,中国科学院科学仪器厂院内。通讯地址:北京市2724信箱真空物理实验室。

## 附 表

### 1. 学术委员会

|     | 姓名     | 性别年龄 | 职 称               | 单 位              |
|-----|--------|------|-------------------|------------------|
| 主 任 | 华中一    | 男 57 | 中国真空学会理事长、<br>教 授 | 复旦大学             |
| 副主任 | 李 林    | 女 63 | 学部委员、研究员          | 中科院物理所           |
|     | 吴全德    | 男 63 | 教 授               | 北京大学             |
|     | 庞世瑾    | 男 54 | 研究员               | 中科院真空物理实验室       |
| 委 员 | 何 炜    | 男 55 | 教 授               | 清华大学             |
|     | 杨乃恒    | 男 56 | 教 授               | 东北工学院            |
|     | 袁 磊    | 男 58 | 高级工程师(教授级)        | 机械电子部 1412 所     |
|     | 郭元恒    | 男 63 | 教 授               | 北京大学             |
|     | 高本辉    | 男 52 | 研究员               | 宇航出版社            |
|     | 唐政清    | 男 55 | 副教授               | 南京工学院            |
|     | 董元昌    | 男 58 | 高级工程师(教授级)        | 中国电子基础产品装备公<br>司 |
|     | 潘惠宝    | 男 53 | 教 授               | 上海交通大学           |
|     | A·班宁荷文 | 男    | 教 授               | 西德明斯特大学          |
|     | T·梅台   | 男 49 | 博 士               | 美国国家标准局          |
|     | 辻 泰    | 男 60 | 教 授               | 日本东京大学           |

### 2. 实验室主任:庞世瑾

## **A brief introduction of the laboratory and information of application for scientific funds**

1. According to the decision made by Academia Sinica, Beijing Laboratory of Vacuum Physics has been open to home and abroad since July of 1985. It is very important and necessary to make full use of scientific research facilities set up in Academia Sinica, and to provide good conditions for scientists to be engaged in high-level research work, Promote exchange of academic ideas and personnel as well as prosper our vacuum science and technology.

2. The main research fields of Beijing Laboratory of Vacuum Physics are the researches on basic theory and fundamentals of applied research in vacuum science. The finance for each research subject in the laboratory will be supported by scientific funds which mainly come from Academia Sinica and/or from other resources.

3. Beijing Laboratory of Vacuum Physics relatively keeps independence in business, research works and academic activities.

4. Specific fields of research work (fund guide)

(1) Interaction between particles (charged particle, photon or neutral particle) and surfaces in vacuum, such as adsorption, emission and scattering of particles, and investigation of analytical methods relevant to surface and interface.

(2) Study of vacuum materials and thin film, such as vacuum properties and techniques of modification and surface processing, etc.

(3) Study of energy analysis and mass analysis related to vacuum physics.

(4) Research and application of new principles and methods in respect of vacuum technology.

5. The principle of the laboratory is to be open to the public, promote exchange of academic ideas and personnel, and focus the eyes on the whole country, the whole world and the future. The laboratory is aimed at getting advanced achievement, training and bringing young successor for vacuum science, prospering the vacuum science and national economy, and making our vacuum physics stand in the forefront of the world in 2000 by the efforts of one or two generations.

6. Whithin the range of fund guide, all scientific workers who are engaged in vacuum science as well as relevant overlapping science at home and abroad can submit an application of research subject. As soon as the application is discussed and considered by academic committee of the laboratory and the finance is ratified, the applicant is permitted to do his research work in the laboratory. Applicant can also apply for taking part in cooperated research. It is welcome to come and do research work in the laboratory for scientists who themselves take subject and finance with them. The laboratory is an academic research institute for scientists but not a measuring center.

7. The majority of personnel in the laboratory should be mobile visiting scholar, only a few are permanent. There are a few technicians to meet some necessities, but there are no permanent assistant for each subject. In the period of working year at the laboratory, each scientific researcher will get scientific research subsidy from the laboratory. The laboratory will furnish residence for visiting re-

searcher who does not live in Beijing. The salary of visiting researcher is still paid by the institution which he belongs to.

8. The laboratory encourages academic exchange and accepts different academic opinions. The research achievement will be published and belonged to the laboratory, the institution of visiting scholar as well as other subsidizing departments. The research paper will be signed by researcher himself when it is published, and the name of the laboratory as well as the department which researcher belongs to should be marked on the paper. If researcher himself takes subject and finance with him, he and his department will sign the research paper when it is published, however, he should mark that the research work is finished in Beijing Laboratory of Vacuum Physics.

9. The examining and ratifying principles for applying scientific funds of the laboratory

(1) The subjects are consistent with the research fields of the laboratory, such as the research on basic theory and the fundamentals for applied vacuum science.

(2) The laboratory implements the principle of selecting excellence to support first, put the stress on the subjects which have world level and domestic advanced level, encourages and promotes competition as well as overlap of different subjects. The repeated research work in the low level should be avoided.

(3) The subject belongs to pioneering research and has prospects of application.

(4) The intended project for research and technique details as well as the ability for research are feasible.

(5) Under the requirements mentioned above, the application of young scientific workers will first be considered in order.

(6) Under one of following cases, the application will not be accepted;

A. The subject has been listed into plan of other institution and obtained finance.

B. The feasibility of subject is impossible, or the strength for research work is not strong enough.

(7) Applicant should be allowed to work in the laboratory by the organization which applicant belongs to.

10. Applicant who will apply scientific funds provided by the laboratory should fill out "FUND APPLICATION, BEIJING LABORATORY OF VACUUM PHYSICS ACADEMIA SINICA". The working year of the laboratory is from the 1st of July to the next 1st of July.

11. List of academic committee "members" of the laboratory and director's name of the laboratory are shown on the attached list.

12. According to the guiding principles of Academia Sinica for managing of opening laboratory, this document would be finished by academic committee of the laboratory after discussing.

13. Address of Beijing Laboratory of Vacuum Physics;

Scientific Instrument Factory Academia Sinica

Zhong Guancun, Hai Dian area, Beijing, P. R. China

Mailing address:

Beijing Laboratory of Vacuum Physics, P. O. Box 2724, Beijing, P. R. China

## APPENDIX

### 1. Academic committee

| TITLE         | NAMES *              | OCCUPATION   | DEPARTMENT                                          |
|---------------|----------------------|--------------|-----------------------------------------------------|
| Chairman      | Mr. Hua Zhong-yi     | Professor    | Fudan Univ.                                         |
| Vice Chairman | Ms. Li Lin           | Professor    | Inst. of Physics Academia Sinica                    |
|               | Mr. Wu Quan-de       | Professor    | Beijing Univ.                                       |
|               | Mr. Pang Shi-jin     | Professor    | Beijing Lab. of Vacuum Physics A-<br>cademia Sinica |
| Members       | Mr. A. Benninghoven  | Professor    | Munster Univ. G. F. R                               |
|               | Mr. Dong Yuan-chang  | Professor    | Ministry of Electron Industry                       |
|               | Mr. Gao Ben-hui      | Professor    | Ministry of Astronautic Industry                    |
|               | Mr. Guo Yuan-hen     | Professor    | Beijing Univ.                                       |
|               | Mr. He Wei           | Professor    | Qinghua Univ.                                       |
|               | Mr. T. Madey         | Fellow       | National Bureau of Standards U. S. A                |
|               | Mr. Pan Hui-bao      | Professor    | Shanghai Chiao-tung Univ.                           |
|               | Mr. Tang Zheng-ching | Assoc. Prof. | Nanjing Institute of Technology                     |
|               | Mr. Y. Tsuji         | Professor    | Tokyo Univ. Japan                                   |
|               | Mr. Yang Nai-heng    | Professor    | Northeast Univ. of Technology                       |
|               | Mr. Yuan Lei         | Professor    | Ministry of Electron Industry                       |

2. The director of the laboratory is Prof. Pang Shi-jin.

---

\* The first name is family name for chinese.

## 二、 1987~1988 年实验室研究和学术动态 (Activities in BLVP during 1987~1988 Period)

近 20 年来,真空科学的发展已突破传统真空科学技术的范畴。当前按国际真空科学技术和应用联合会(IUVSTA)的分类,有六个相属学科,即相关的表面科学、薄膜、电子材料及其工艺、传统真空科学及应用、真空冶金及其应用和等离子体科学及技术。由此可见,现代真空科学技术是一门综合而又典型的交叉学科。作为这一学科的基础研究其应用背景是十分强烈的。

中国科学院北京真空物理实验室是中国科学院自 1985 年实行开放实验室制度以来首批对外开放的实验室之一。目前在编固定研究人员和技术人员有 19 人,研究人员绝大多数是流动的客座人员。由于现代真空科学跨学科、多交叉的特点,实验室没有大型商品化设备,实验装置多是根据科研方向、基础研究的特点和课题的需要而自行设计、改造或组装的。

实验室对外开放三年来已有 58 名科研工作者(院内 11 名,院外 47 名)和 31 名研究生来我室开展工作,已安排 41 项课题(室内课题 5 项,院内课题 4 项,院外课题 15 项,国内合作课题 6 项,国外合作课题 7 项),1987 年和 1988 年共有 23 个课题。

实验室目前的研究方向是粒子与表面的作用特别是气固界面相互作用;真空材料和稀薄气体分子动力学。它们主要在材料科学和信息科学中有强烈的应用背景。我们实验室的一贯方针是“门户开放,机会均等”;“学术面前,人人平等”;重视课题水平,鼓励学科交叉;打破门户之见,兼容各种学术观点;吸引优秀科研人才,尤其是中青年科研人才,从而保证研究课题的高水平和交叉学科的生命力。三年来取得了显著的成绩。

稀薄气体分子动力学(Molecular gas dynamics)和粒子与表面相互作用是真空科学前沿,是当前国际上十分活跃的基础领域。我室主要在这二方面开展了一系列研究。首次在分子流和粘滞流状态下,对曳动、涡轮、轴流等多种条件及其组合建立了宏观和微观动力学体系。提出了新的分子动态理论、实验和新结构,取得了 8 项专利,发展了高性能新型分子泵。国际真空学术的权威学者认为这是我们实验室具有特色的工作。科技日报头版头条做了专题报道。我室在这一已处于国际领先的研究领域中,仍保持着前进势头,例如:8 项专利中已应用了 3 项,其余项目的应用将给出更优异的结果。

在气固界面作用方面,提出了微观吸附表面非均匀能量体系的新理论,与实验有良好的一致,前人几十年积累的七种物理和化学吸附的理论都是这一理论的特例,因此有重大的突破。建立了新的出气理论并取得多种材料的新结果。提出了一种研究脱附的新方法 RDTDS,对多种金属材料 and 绝缘材料的 ESD 和 TDS 研究,首次发现异相吸附,并且得到许多有价值的成果,其中有的被国际著名学者称为“发现了一个罕见的奇特行为”。在离子作用方面,发现并系统研究了薄膜金属的单晶化的规律,研究了低能离子高度渗透的机理,这是国际上新兴起的等离子体工程的重要基础课题。

在金属微粒、金属超微粒——半导体薄膜系统这一新兴领域中建立了国际上公认的理论并系统研究了多种组合的亚阈值光电效应,这方面成果也居于世界前列。

到目前为止,许多课题已取得优异成果,稀薄气体动力学、气固界面吸附脱附等一些项目居于国际领先,部分成果达到国际先进水平。至今在国内外发表论文 56 篇,专利 11 项,参加

国内外学术会议的论文有 47 篇。

在这二年内,实验室组织了 2 次全国真空科学学术会议,共约 300 人次参加。其中 1987 年 4 月“中国真空科学发展学术研讨会”,有中国真空学会全体理事参加,已出版专集。1987 年 9 月在北京组织了 VASA-87 国际会议,会议得到国际真空学会的支持和美国真空学会的赞助,并在国外出版了有 448 页的文集 *Vacuum and Surface Analysis (VASA-1987)*。此外,我室还积极配合中国真空学会筹备和组织各种类型的学术会议。

在实验室开课题的科研人员已有 134 人次,参加了 65 个全国和国际性会议,并在 1988 年约有 31 人次参加国际会议和第三届全国真空科学会议。实验室学术委员会成员先后多次应邀出席国际会议,并作讲演。

二年内我室还邀请了来自美国、日本、西德、瑞典、瑞士、法国、匈牙利、奥地利等国的 33 位学者在实验室讲学和进行学术交流。通过多种形式的国内外学术交流活动,使我们的学术思想十分活跃,不仅及时地了解国际上真空科学及相关学科的进展,为进一步选题和加强国际间的合作提供了方便,也促进得到高水平的成果。例如:稀薄气体分子动力学理论和开发,气-固界面吸附理论,多组分可控溅射, RDTDS 等重要成果都是在开课后派生和开拓而得到的。

在 1988 年 1 月 7 日有中国真空学会全体常务理事参加的对实验室科研方向的评议会的结论中指出:“中国科学院北京真空物理开放研究实验室目前已吸引了我国真空科学领域几乎所有的一流专家学者”。当前,实验室是我国唯一的以基础研究和应用研究的基础工作为主的真空科学实验室。

实验室十分重视国内合作研究,认为是发挥各自优势,交叉学科,提高课题整体学术水平的重要措施。也是开放、联合的具体体现。在国内合作研究项目中,实验室固定人员与客座人员合作研究有 6 项,不同单位的客座人员之间合作研究有 1 项。最典型的例子,是实验室固定人员与四川大学化学系的合作课题“分数维理论及在催化中的应用”,是真空物理和催化、计算化学的结合,用真空物理的气固界面吸附的实验手段,研究不同分子在界面的吸附状态,给出表面分数维,并与催化研究结合起来。

在国际合作研究方面也取得了显著的成效。开展国际合作研究是使我们实验室走上国际学术舞台,开展竞争,使研究处于国际前沿水平的重要措施。对一个三年前才出现的实验室,目前已与美国、日本、瑞典、澳大利亚、奥地利、匈牙利等六个国家的九个实验室建立了 12 项合作研究课题,确定了各自分工研究的内容。我方的研究工作得到国外学者的赞扬,例如:我们提出 RDTDS 新方法及其研究结果,实验室的学术顾问、瑞典皇家工学院的 A. Flodström 教授来函指出这是 *very interesting new results* 和 *find a very peculiar behaviour*。在这期间来实验室短期工作学者和博士生 11 人次,我方去对方短期工作 8 人次。1987 年按协议,我室有 1 人以访问学者身份被派到日本超材料研究所从事真空材料的合作研究,为期二年。

回顾真空物理实验室的三年经历,许多工作是在院各级的领导下由主、客座研究人员共同完成的,这充分反映了科学院提出的“开放、联合、流动”和面向全国方针是正确的,这一方针充满了活力。不论从科研体制改革和基础研究的自身特点而言,对我们实验室三年仅是一个序曲,从成果水平和实验室建设等各方面,都有待进一步的提高,需要我们在今后工作中不断探索和努力把工作做得更好一些,希望得到各方面的批评和指教。引入竞争机制,贯彻“开放、联合、流动”和面向全国的方针,对基础研究的促进和发展,将进一步反映出来。

本报告能与读者见面,需要感谢各位作者的配合;其中徐旻生、竺长新同志为组织、审改稿件,作了大量的工作。正是由于大家的共同努力,才使本书得以如期问世。但因时间仓促,错误

之处在所难免,敬请读者批评指正。

附表 1 实验室人员表

附表 2 1987~1988 年来实验室交流、讲学的外籍学者

附表 3 1987 年学术活动一览表

附表 4 1988 年学术活动一览表

实验室主任 庞世瑾

附表 1 实验室人员表

| 人员类别 | 固定研究人员 | 客座研究人员 | 固定技术人员 | 客座技术人员 | 管理人员  |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 高级   | 1      | 23     |        |        |       |
| 中级   | 4      | 17     | 5      | 11     |       |
| 初级   | 3      | 4      | 1      | 3      |       |
| 博士生  |        | 4      |        |        |       |
| 硕士生  | 5      | 16     |        |        |       |
| 合计数  | 13     | 64     | 6      | 14     | 2(兼职) |

固定研究人员

庞世瑾 汪 滨 高 卫 竺长新 徐昱生 陈文华 刘 宁 杨一新 马自力 张 峰  
蒋秀民 李国辉 常志鹏

客座研究人员

华中一 李 林 高本辉 杨乃恒 李梅林 何 炜 袁 磊 郭元恒 刘炳坤 孙树滋  
薛增泉 申功烈 李仲君 张云汉 崔秀华 董引吾 崔元浩 赵柏儒 赵玉英 高 炬  
屠基元 唐希源 任家生 赵 宁 云利生 张以枕 巴德纯 李展平 刘利民 李 楠  
史引焕 施立群 曹建明 贾存利 刘力田 吴全德 张 旭 万体智 谢红兵 余学东  
贾春燕 杨家志 渠洪波 吴晓丹 程光钺 张强基 潘星龙 黄金林 储继国 谢光宇  
单大勇 殷 慧 刘福平 刘连志 钱 进 李 霞 T. Madey C. Larsson E. Harrer T. Johnson  
D. Rudgreud A. Flodström 林主税 辻 泰

固定技术人员

张秀芳 朱 岳 杨 萍 王孝珍 谢子燕 王 静

客座技术人员

姜增奎 金贤德 石自光 徐仲华 魏祚振 杨永康 何育红 刘连杰 鲍如源 秦治国  
杨 凯 于亦濂 朱逸梅 胡复亨

管 理 人 员 (兼职)

庞世瑾 杨 萍(秘书)

固 定 研 究 人 员:

| 姓 名 | 职 称 | 单 位        |
|-----|-----|------------|
| 庞世瑾 | 研究员 | 中科院真空物理实验室 |
| 汪 滨 | 硕 士 | 同上         |
| 高 卫 | 硕 士 | 同上         |
| 陈文华 | 硕 士 | 同上         |
| 徐曼生 | 硕 士 | 同上         |
| 竺长新 | 实 研 | 同上         |
| 杨一新 | 实 研 | 同上         |
| 马自力 | 实 研 | 同上         |
| 刘 宁 | 硕士生 | 同上         |
| 张 峰 | 硕士生 | 同上         |

固 定 技 术 人 员:

| 姓 名 | 职 称 | 单 位        |
|-----|-----|------------|
| 张秀芳 | 工程师 | 中科院真空物理实验室 |
| 朱 岳 | 实验师 | 同上         |
| 杨 萍 | 工程师 | 同上         |
| 王孝珍 | 工程师 | 同上         |
| 谢子燕 | 助 工 | 同上         |
| 王 静 | 实验员 | 同上         |

客 座 研 究 人 员:

| 姓 名 | 职 称 | 单 位          |
|-----|-----|--------------|
| 华中一 | 教 授 | 上海复旦大学       |
| 李 林 | 研究员 | 中科院物理所       |
| 高本辉 | 研究员 | 航天部宇航出版社     |
| 杨乃恒 | 教 授 | 东北工学院        |
| 李梅林 | 教 授 | 东北工学院        |
| 何 炜 | 教 授 | 北京清华大学       |
| 袁 磊 | 教 授 | 北京电子工业部 12 所 |
| 郭元恒 | 教 授 | 北京大学         |
| 刘炳坤 | 副教授 | 南京工学院        |
| 孙树滋 | 副教授 | 东北工学院        |
| 薛增泉 | 副教授 | 北京大学         |
| 申功烈 | 副 研 | 中科院电子所       |



|            |     |               |
|------------|-----|---------------|
| 李仲君        | 高 工 | 太原电子工业部工艺研究所  |
| 张云汉        | 副教授 | 北京联合大学        |
| 崔秀华        | 讲 师 | 南京工学院         |
| 董引吾        | 讲 师 | 北京大学          |
| 崔元浩        | 讲 师 | 北京清华大学        |
| 赵伯儒        | 助 研 | 中科院物理所        |
| 赵玉英        | 助 研 | 中科院物理所        |
| 高 炬        | 助 研 | 中科院物理所        |
| 屠基元        | 讲 师 | 上海复旦大学        |
| 唐希源        | 讲 师 | 北京联合大学        |
| 任家生        | 讲 师 | 南京工学院         |
| 赵 宁        | 讲 师 | 南京工学院         |
| 云利生        | 讲 师 | 东北工学院         |
| 张以忱        | 硕 士 | 东北工学院         |
| 巴德纯        | 硕 士 | 东北工学院         |
| 李展平        | 助 教 | 北京清华大学        |
| 刘利民        | 助 教 | 北京联合大学        |
| 贾春燕        | 助 教 | 北京大学          |
| 李 楠        | 博士生 | 北京大学          |
| 史引焕        | 博士生 | 中科院物理所        |
| 施立群        | 硕士生 | 东北工学院         |
| 曹建明        | 硕士生 | 北京大学          |
| 贾存利        | 硕士生 | 北京大学          |
| 刘力田        | 硕士生 | 东北工学院         |
| 李 霞        | 硕士生 | 北京大学          |
| 张 旭        | 硕士生 | 北京大学          |
| 万本智        | 硕士生 | 四川大学          |
| 谢红兵        | 硕士生 | 东北工学院         |
| 余学东        | 硕士生 | 北京清华大学        |
| 杨家志        | 硕士生 | 北京大学          |
| 渠洪波        | 硕士生 | 东北工学院         |
| 吴晓丹        | 硕士生 | 电子工业部 12 所    |
| C. Larsson | 博士生 | 瑞典皇家理工学院材料科学系 |
| T. Madey   | 研究员 | 美国国家标准局表面科学部  |

客座技术人员:

| 姓 名 | 职 称 | 单 位    |
|-----|-----|--------|
| 姜增奎 | 工程师 | 东北工学院  |
| 金贤德 | 实验师 | 中科院电子所 |
| 石自光 | 实验师 | 北京大学   |
| 徐仲华 | 实验师 | 中科院电子所 |
| 杨永康 | 助 工 | 北京仪器厂  |