

海森伯与中国物理学界^{*}

金忠玉 王士平[†]

(首都师范大学物理系 北京 100048)

摘要 著名物理学家海森伯曾于1929年访华,旋即被聘为中央研究院物理所名誉研究员,成为中国近代物理学史上第一个获此荣誉的外籍学者.文章对他来华的具体时间作出推断,述及其与早期中国物理学界某些人士的因缘.

关键词 物理学史,海森伯,中国物理学界

Heisenberg and China's physics community

JIN Zhong-Yu WANG Shi-Ping[†]

(Department of Physics, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract In 1929 the famous physicist Heisenberg visited China, where he was made an Honorary Fellow of the Institute of Physics, Academia Sinica. He was the first foreign scholar to receive this honor in China's modern history of physics. In this article, the specific date that he came to China is deduced, and his relationships with certain members of China's early physics community are reviewed.

Keywords history of physics, Heisenberg, China's physics community

德国物理学家海森伯(Werner Karl Heisenberg, 1901—1976)是20世纪最伟大的物理学家之一.他于20世纪20年代创立量子力学的矩阵形式,提出了测不准原理,创建了关于原子核的中子-质子模型,获得了1932年度的诺贝尔物理学奖,对20世纪物理学产生了广泛而深远的影响(见图1,1934年中国《科学》刊登的“海森伯”肖像).在我国老一辈物理学家模糊的记忆中,他曾访问过中国.然而,他何时来访,中国物理学界如何接待他等诸多情况,迄今未有相关文章予以披露.本文广征文献,向读者作一介绍.不当之处,请读者指正.



图1 1934年中国《科学》刊登“海森伯”肖像^[1]

1 海森伯其人

海森伯1901年12月5日生于德国巴伐利亚州小城维尔茨堡,他的父亲奥古斯特·海森伯在慕尼黑大学担任中古及现代希腊语言学终身教授.1910年海森伯全家迁居巴伐利亚州首府慕尼黑市.1911年

海森伯进入久负盛名的慕尼黑马科斯密连斯中学.

1920年10月海森伯考入慕尼黑大学学习物理,师从索末菲(Arnold Sommerfeld, 1868—1951)教授.

^{*} 北京市教委科研计划基金(批准号:KM200810028005)资助项目
2009-03-18 收到

[†] 通讯联系人. Email: wsp-phy@163.com

索末菲精通原子理论,引导海森伯进入了新兴的量子论领域.1922年6月,索末菲带领他到哥廷根大学聆听物理学大师玻尔(Niels Bohr,1885—1962)关于原子结构的演讲会.年轻的海森伯给玻尔留下了深刻印象,两人的师生友谊也从此开始.1922年10月至1923年5月,索末菲访问美国期间,海森伯在哥廷根跟随玻恩(Max Born,1882—1970)学习.

索末菲为海森伯选定的博士学位研究课题是一个经典难题——湍流,1923年海森伯完成了他的博士学位论文《关于流体流动的稳定性与湍流》,继而获得在哥廷根大学的授课资格,并担任玻恩的助手.1924年6月,他在哥廷根第一次见到了来访的爱因斯坦,两人在校园内散步并讨论了海森伯的最新工作.1925年7月,海森伯发表了《关于运动学和力学关系式的量子理论新解释》的论文,奠定了矩阵力学的基础,此后这方面的工作为他赢得了诸多荣誉.1926年5月,他在哥本哈根大学任理论物理学讲师,与玻尔一起工作.1927年3月,海森伯发表了关于测不准原理的论文.1928年2月,海森伯任莱比锡大学理论物理学教授.1933年12月11日,海森伯因创立量子力学,并导致发现氢的同素异形体而被授予1932年度的诺贝尔物理学奖.

1937年,海森伯同伊丽莎白·舒马赫相识并结婚,这个家庭共孕育了7个孩子.1942年,他任柏林威廉皇帝物理学研究所的所长,1948年,该研究所改名为马克斯·普朗克物理研究所.1951年任德国研究协会主席,1953年任亚历山大·封·洪堡基金会主席.1970年辞去马克斯·普朗克物理研究所的所长职位.1975年辞去亚历山大·封·洪堡基金会的主席职位.1976年2月1日,因患癌症在慕尼黑家中逝世^[2].

二次大战之初,海森伯与纳粹政权保持距离.但在1939年9月世界大战爆发后,海森伯成为纳粹政权下“铀研究计划”的领导成员之一.人们不能不想到,倘若希特勒政权掌握了原子弹,世界将成何景况?而海森伯在战后自辩道:其研究只在于寻找一种新能源,并未着手在原子弹技术方面多做研究^[3].其是非得失,迄今仍是物理学史谜团之一.

2 海森伯访华

在布劳恩(Laurie Brown)和雷肯堡(Helmut Rechenberg)合著的《保罗·狄拉克和沃尔纳·海森伯——一对科学伙伴》一书中介绍了海森伯1929年

出国讲学的过程.1928年2月13日,海森伯致信狄拉克(Paul Dirac,1902—1984):“我很有可能1929年4月到9月期间去芝加哥……或许我们可以经由日本到印度或者中国而后返回欧洲.当然,你肯定会这么做的,这正是你最喜欢的”^[4].1929年春季,海森伯和狄拉克这两个好伙伴进行了各自首次赴美国的旅行.海森伯在芝加哥大学讲授量子力学,狄拉克在麦迪逊的威斯康星大学作了一个学期的访问学者.他们在麦迪逊会面并且一致同意经由太平洋回到欧洲(见图2).海森伯负责订船票,狄拉克则同日本物理学家仁科芳雄(Yoshio Nishina,1890—1951)取得联系,商定好在日本的行程和离开日本后的计划.海森伯和狄拉克按计划从旧金山出发,1929年8月20日到了美国夏威夷州首府檀香山,8月30日到达日本横滨.两人自9月2日至7日在东京作了8次演讲,9月8日到达日光逗留度假,最后又在京都帝国大学作了演讲.离开日本之后,他们分别旅行,海森伯选择了经过中国上海、香港、新加坡和印度的南部路线,而狄拉克坐船至前苏联的符拉迪沃斯托克(海参崴),然后坐火车穿越西伯利亚.

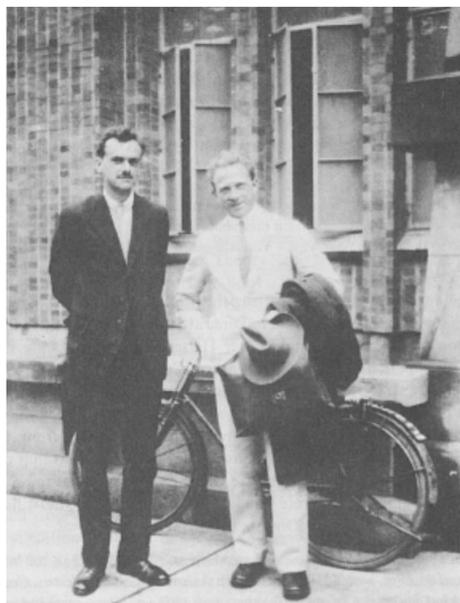


图2 1929年夏海森伯与狄拉克在芝加哥^[5]

选择了南部路线的海森伯在离开日本之后乘船来到了中国上海.有关海森伯的上海之行,《中国科技史料》1982年3期有一文曾述及与本文相关的话题.该文据我国著名学者周培源(1902—1993)生前信件指出:海森伯在上海时,曾给周培源写了信,请周培源的一位表弟转交,周培源回国后才了解此事.

周培源回国到上海后,胡刚復曾告诉他:海森伯来到上海后,曾到中央研究院物理研究所参观.但该文对海森伯中国之行未作具体叙述^[6].笔者查阅了当时的一些报纸,可惜的是鲜见相关报道¹⁾.究其原因,可能有二,一则海森伯当时尚未成名且在上海停留时间短暂;二则当时中央研究院物理所刚成立不久,缺乏与国际学者交往的经验.物理研究所初为中央研究院理化实业研究所之物理组.1928年7月改组为中央研究院物理研究所.1929至1930年该所的主要事项是购买仪器和书刊并完成该所在上海的建设,初期的研究工作定为无线电信研究和重力测验.当时常在所里的是三位专任研究员:丁燮林(物理研究所首任所长)、杨肇熾、胡刚復.他们于20世纪初,分别留学英国和美国,海森伯访华前与他们都未有过任何联系,也不相识.

周培源在其留学期间(1924—1928)曾经受教于海森伯.1929年3月海森伯启程去美国芝加哥大学讲学,行前周培源建议他从美国返回德国途中经过上海时到我国访问.在海森伯诞辰100周年时,周培源曾撰文缅怀海森伯.在这篇题为《沃纳·海森伯身边的愉快记忆》的文章中,周培源提到:“在海森伯到芝加哥义务讲学之后,接到了去日本访问的盛情邀请.而后在他返回德国的路上,还乘船到过上海.我很荣幸,将他的来访先行告知了中国物理学家.继1922年爱因斯坦到上海访问之后,海森伯是第二位在中国登陆的伟大的科学家”^[7].

在《科学》第14卷3期(1929年11月出版)上载有一则社闻“招待德国物理学家海深堡记略”,该文记录了海森伯的上海之行:“德国勒不格大学海深堡博士,年仅二十八岁,系著名物理学家.海氏专攻波动力学及新量子论,曾讲学于美、日、印度²⁾,当其归途,取道我国,已由中央研究院及本社共同招待,现研究院已聘其为名誉物理研究员云”(见图3).

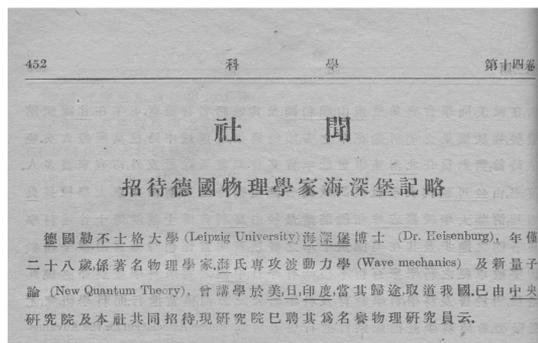


图3 中国《科学》14卷3期有关海森伯来华的报道^[8]

有关这次上海之行,在海森伯1929年9月25日写给其父母的家信中有所描述:“在上海我受到了物理界人士的欢迎,研究院迎接了我.我在这个城市参观并且受到晚宴邀请.那是真正的中国菜,真的很有意思.很特别的是吃中国菜要用筷子代替刀叉,使用起来有点费力.上海这个城市其实不是那么吸引人,这个典型的中国人的社区与我先前所了解到的完全不一样.拥挤的人群,做买卖的,乞丐和祷告的,大家都较混乱.病人和健康人,老人和年轻人,人们相互之间很陌生”.此信中还提及海森伯到香港时曾在德国驻港大使馆逗留^[9].海森伯1929年12月致狄拉克的信中又说:“我从上海到香港的旅行,十分愉快有趣”^[10].

从海森伯写给父母的家信推断,他到上海的行程应该是在1929年9月11日之后,25日之前.海森伯的家信显示他11日还在日本京都^[11],而25日则已经在日本船只北野丸上航行并回忆中国之行了.海森伯在中国上海停留时间估计不会超过3天,也未见有关其在上海或中央研究院物理所作学术报告或演讲等报道.海森伯来华,是其环球旅行之一部分,也可能与周培源的建议有关.

海森伯来华,或许给中国物理学界带来惊喜.中央研究院物理所在海森伯离华后不久,即决定聘请其为名誉研究员.

在《国立中央研究院院务月报》第一卷第三期(1929年)二十八页“本院要闻:职员之进退讯”中记载了物理研究所新聘名誉研究员及特约研究员的情况:“该所(国立中央研究院物理所)于本年9月27日所务会议议决聘请德国莱勃兹大学³⁾理论物理院教授海森伯博士为该所名誉研究员,当征得本人同意,并由院长发送聘书.查海森伯博士青年硕学,世界知名为新波动力学创始人之一,今能与本院物理研究所联络,实堪欣幸”(见图4).

中央研究院物理所1930年2月起正式聘请海森伯为名誉研究员,1929年至1934年该院的文件

1) 笔者所查中文报纸有:上海地区发行的申报、时报、时事新报、新闻报;南京地区发行的中央日报、新民晚报;北京地区发行的世界日报、北平日报、新中华报、华北日报;苏州地区发行的苏州明报、大光明等;所查英文报纸包括:北华捷报(The North China Herald)、字林西报(The North China Daily News)、大陆报(The China Press)、上海晨报(The Shanghai Morning Post).

2) 海森伯的家信显示,他在印度讲学的时间是1929年10月初.

3) 即今译“莱比锡大学”.

3 海森伯的量子力学理论在中国的传播

1925年海森伯提出量子力学的新理论。在海森伯本人来华的前一年,相关学术讯息已见诸中国报端。张崧年于1928年发表《现代物理科学的趋向》,文中提到当时有两种新学说抛弃了玻尔原子唯一的直觉性,其中一种为海森伯(该文译为:海森伯格)所主张的“纯粹的不相续”说。对于旧理论所描述的原子结构,这个理论认为:“这种轨道只于人观察之时,始发生”^[16]。同年,萧桐翻译了玻恩与M. Boll(?)⁵⁾合写的《德国近十余年物理学之进步》一文,其中“能子力学⁶⁾及波动力学”一节写道:“一九二六年时德人海森伯(Heisenberg)发表一论文⁷⁾,此论文篇幅并不多,而其所生之影响则甚大,物理学中久悬为未解之问题,因此而得大放光明,能子力学因此而得迅速发展。该能子力学,将原子与波动两大学说贯通一气清晰正确不减于拉个郎(Lagrange)之普通力学也,近年物理学家应用此种能子力学已得到许多惊人的结果”^[17]。

在海森伯访华后,有关他的物理学成就和荣誉等事一直为中国学者所关注,报刊中屡见相关文字。1930年金詠深翻译了密立根(R. A. Milikan, 1868—1953)的《二十世纪物理学的进步》,该文作者认为海森伯所倡的新力学具有革命性,并且使人们惊奇的发现,对于微观观察,经典力学之根本基础是不牢实的^[18]。同年,刘朝阳写了《波浪力学》一文,文章首先介绍了旧量子力学的困难,对比了海森伯(该文译为:海森勃)的量子力学与德布罗意(L. V. Broglie, 1892—1989)及薛定谔(E. Schrödinger, 1887—1961)的波动力学这两种新理论,而后详细论述了波动力学^[19]。1931年,严济慈与叶蕴理合译了德布罗意的文章《在当代物理学中的确定律与因果律》,该文介绍了当时人们对物理学中自然现象的确定律产生疑问,阐述了海森伯(该文译为:欧生白)的不确定原理,译注中给出了不确定关系式^[20]。1933年,刘朝阳写了《方阵力学》⁸⁾一文,较为系统地介绍

4) 应为 Werner,原文有误。

5) 括号内之问号为本文笔者所加,表示其生卒年不详,以下文中凡有此符号者亦同。

6) 即今称量子力学。

7) 此处所指疑似1925年海森伯所发表的量子理论新解释的论文。

8) 即矩阵力学。

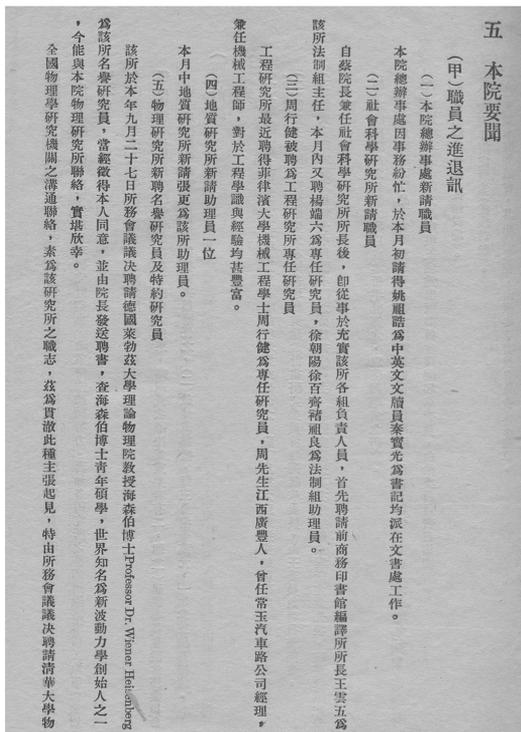


图4 1929年中央研究院《院务月报》1卷3期上载“本院要聞”^[15]

中一直载有相关纪录。《国立中央研究院物理研究所十八年度报告》载有“国立中央研究院本年度人员统计表”,该表显示物理研究所有名誉研究员一人;该年度报告中的“本院十八年度大事志”中记录到:“十九年二月份:十九日,聘海森伯维纳为物理研究所名誉研究员”^[12]。《国立中央研究院物理研究所十九年度报告》记载物理研究所有名誉研究员一人:“名誉研究员一人为德国莱勃兹大学教授海森伯博士(Prof. Dr. Wiener⁴⁾ Heisenberg)”^[13]。直到1934年在该院的《二十三年总报告》中仍然载有“名誉研究员为德国莱勃兹大学理论物理学教授海森伯维纳(Prof. Dr. Wiener Heisenberg)”^[14]。

在中国物理学史上,自西学东渐以来,中国学堂多聘请外国教师以充西学教席,外国人所办的教会学校更是如此。20世纪前30年,多数高等院校也聘有少量外籍西学教师,但他们都是实际在校任教者,或今日所言的在岗教师,而仅授其荣誉或聘其为名誉教授(研究员)者,海森伯当是中国近代物理学史上第一人。

笔者所找到的有关海森伯上海之行的材料仅限于此,无法准确推测出海森伯中国之行的具体时日。笔者曾与德国相关方面联络以求找到更多海森伯的书信,并企图发现其上海之行更具体的线索。遗憾的是,据悉相关材料已于二战期间被毁。

了海森伯所创立的矩阵力学理论的出发点、性质、量子条件、摄动论等内容. 较之当时国内所发表的相关文章而言, 这篇文章对矩阵力学的介绍深刻、严谨, 既有一般引论, 又有数学推导, 其时发表, 极为可贵^[21]. 1934年, 姚国珣翻译了拉登堡(Rudolf Ladenburg, 1882—1952)与维格纳(Eugene Wigner, 1902—1995)所写的《诺贝尔物理学奖金之赠授》, 介绍了海森伯获得诺贝尔物理学奖的情况^[22]. 同年, 成希颢翻译了A. Hass(?)写的《原子世界第十讲》, 这是该系列文章的第10篇, 文章副标题为: 原子的波动力学, 其中有一节题为: “哈才堡的学说”(Heisenberg's Theory), 介绍了海森伯的理论, 并指出量子力学的意义^[23]. 1935年, 华国桢翻译了亨特(Arthur Haut)写的《原子物理学的进展》, 提到海森伯(该文译为: 海森保克)在研究原子构造的问题时抛弃了旧力学所描述的原子中电子的理论位置^[24]. 同年, 筱竹以《三十岁以内的科学家》为题, 介绍海森伯的神童奇迹: “21岁, 在国际间已声名洋溢, 盖于原子构造有特殊贡献也; 24岁, 改进量子力学, 为应用数学以说明电子所以绕原子核转动之第一人; 30岁, 得诺贝尔奖金”^[25]. 同年, 王恒守写了《近二十年来原子物理学之演进》. 该文第二、三节专门讲述量子力学的进展, 作者把当时的量子力学分为四个派别: Schrödinger派(用二次波方程)、Heisenberg派(用矩阵学)、Dirac派(用矩阵代数及相对论)、Weyl派(用群论), 并认为这四派虽然运算程式完全不同, 但彼此相互为用, 各有建树^[26]. 1939年王普写了《再记德国之物理学家》, 记述海森伯的生平贡献^[27]. 1941年蒋允功发表了《量子力学与自然辩证法》^[28]. 1947年戴运轨和刘朝阳发表专文《最近三十年之物理学》^[29]. 同年, 陈岳生写了《原子能发展年表》^[30]. 这些文献都涉及海森伯的学术成就和贡献.

笔者查阅的只是1950年之前的部分科学刊物, 海森伯的学术成就及其学术思想在中国的传播情况, 从中可见一斑.

不仅海森伯的生平、荣誉和学术成就在中国屡见报端, 还有三位中国早期物理学者也曾随海森伯学习, 他们是周培源、王守竞、王福山.

北京大学校长中国科学院院士周培源是和海森伯接触的第一个中国人^[31]. 1928年10月已经获得博士学位的周培源来到莱比锡大学, 向海森伯请教量子力学的相关问题, 并在他指导下工作了五个月. 周培源敬佩这位年轻教授在物理学方面的才华, 海

森伯也非常认可周培源的学识, 两人年龄相仿且同样非常喜欢打乒乓球, 相处十分融洽. 在赴美讲学前的最后一次乒乓球赛联欢茶话会上, 海森伯赞扬了中国文化以及周培源温文尔雅的风度. 1974年夏天, 周培源率领中国科学院代表团访问西德, 与海森伯在慕尼黑相见. 久别重逢的两人谈了彼此都非常感兴趣的学术问题: 流体力学中的湍流理论. 在周培源的记忆中海森伯是令人尊敬的老师和可爱的朋友^[32].

王守竞不仅是中国重型机械事业的开拓者, 而且是中国第一位研究量子力学并卓有成就的学者^[33]. 据周培源说, 1929年海森伯到芝加哥大学作访问教授时, 王守竞在其指导下做过量子电动力学的计算^[34]. 王守竞的物理功底以及他在量子力学方面所做过的工作给海森伯留有深刻印象^[35].

王福山曾先后任同济大学、复旦大学物理系主任, 他也是海森伯培养过的唯一的一位中国博士研究生^[36]. 1933年4月王福山到了莱比锡, 接受海森伯的指导, 进行学术研究. 王福山在莱比锡期间, 见证了海森伯获得诺贝尔奖、娶妻生子等事情. 尽管王福山身患肺病, 其学业进展受到影响, 但海森伯对他还是很照顾的. 1940年王福山的博士论文《关于能量很高的质子和中子的韧致介子辐射》发表在德国著名的《物理杂志》上. 同年王福山回国. 回国后的王福山曾与海森伯多次通信并给海森伯寄过食品, 而海森伯也将其所发表的几篇论文寄给王福山. 在王福山的记忆中, 海森伯讲课思路清楚、容易笔记、印象深刻, 其科学态度十分严谨且非常尊重别人的工作^[35].

参考文献

- [1] 海森堡博士肖像. 科学, 1934, 18(2): 卷首 [The portrait of Dr Heisenberg. The Science Magazine, 1934, 18(2): the first page (in Chinese)]
- [2] 卡西第. 海森伯传. 北京: 商务印书馆, 2002 [Cassidy. The Life and Science of Werner Heisenberg. Beijing: Commercial Press, 2002 (in Chinese)]
- [3] 海森伯著, 左本译, 德国原子能研究. 科学, 1950, 32(8): 250. [Heisenberg wrote, Zuo Ben translated, The atomic energy research of German. The Science Magazine, 1950, 32(8): 250 (in Chinese)]
- [4] Brown L, Rechenberg H. Paul Dirac and Werner Heisenberg——a partnership in science. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1987, 134
- [5] Brown L, Rechenberg H. Paul Dirac and Werner Heisenberg——a partnership in science. Cambridge: Cambridge Univ. Press,

- 1987,133
- [6] 阎康年. 中国科技史料,1982,3:77. [Yan K N. China Historical Materials of Science and Technology, 1982, 3:77 (in Chinese)]
- [7] Zhou(chou). Angenehme erinnerungen an werner Heisenberg. in: Christian Kleint, Helmut Rechenberg, Gerald Wiemers. Werner Heisenberg in Leipzig 1927—1942. Berlin: Akademie Verlag, 1993 ,122 [Zhou Pei-Yuan. Pleasant memories of Werner Heisenberg. in: Christian Kleint, Helmut Rechenberg, Gerald Wiemers. Werner Heisenberg in Leipzig 1927—1942. Berlin: Akademie Verlag, 1993 ,122 (in German)]
- [8] 社闻. 科学,1929,14(3):452 [The news of the magazine. The Science Magazine, 1929,14(3): 452 (in Chinese)]
- [9] Hirsch-Heisenberg A M. Werner Heisenberg Liber Eltern. München: Langen Mueller, 2003 , 164 [Anna Maria Hirsch-Heisenberg. Werner Heisenberg Letter Parents. Munich: Langen Mueller, 2003 ,164 (in German)]
- [10] Brown L, Rechenberg H. Paul Dirac and Werner Heisenberg——a partnership in science. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1987.141
- [11] Hirsch-Heisenberg A M. Werner Heisenberg Liber Eltern. München: Langen Mueller, 2003 , 163 [Anna Maria Hirsch-Heisenberg. Werner Heisenberg Letter Parents. Munich: Langen Mueller, 2003 ,163 (in German)]
- [12] 国立中央研究院文书处. 国立中央研究院十八年度总报告. 南京:国立中央研究院总办事处,1929 . 347 [Instruments Department of National Academia Sinica. Eighteen years degree General Report of National Academia Sinica. Nanjing: Head Office of National Academia Sinica, 1929 . 347 (in Chinese)]
- [13] 国立中央研究院文书处. 国立中央研究院十九年度总报告. 南京:国立中央研究院总办事处,1930 . 62 [Instruments Department of National Academia Sinica. Nineteen years degree General Report of National Academia Sinica. Nanjing: Head Office of National Academia Sinica, 1930 . 62 (in Chinese)]
- [14] 国立中央研究院文书处. 国立中央研究院二十三年度总报告. 南京:国立中央研究院总办事处,1934 . 13 [Instruments Department of National Academia Sinica. Twenty three years degree General Report of National Academia Sinica. Nanjing: Head Office of National Academia Sinica, 1934 . 13 (in Chinese)]
- [15] 国立中央研究院文书处. 国立中央研究院院务月报,1929,1(3):28 [Instruments Department of National Academia Sinica. Faculty Monthly of National Academia Sinica, 1929,1(3): 28 (in Chinese)]
- [16] 张崧年. 东方杂志,1928,25(11):73 [Zhang Song-Nian. The Eastern Miscellany, 1928,25(11):73 (in Chinese)]
- [17] M. Born, M. Boll 著,萧桐译,德国近十余年物理学之进步. 东方杂志,1928,25(22):59 [Born M, Boll M. Xiao Tong translated, The progress of German physics in the past dozen years. The Eastern Miscellany, 1928,25(22):59 (in Chinese)]
- [18] Milikan R A 著,金詠深译. 东方杂志,1930,27(13):56 [Milikan R A wrote, Jin Yong—Shen translated. The Eastern Miscellany, 1930,27(13): 56 (in Chinese)]
- [19] 刘朝阳. 科学,1930,14(12):1880 [Liu C Y. The Science Magazine, 1930,14(12):1880 (in Chinese)]
- [20] de Broglie L 著,严济慈,叶蕴理译. 科学,1931,15(2):177 [de Broglie L. wrote, Yan J C, Ye Y L translated. The Science Magazine, 1931,15(2): 177 (in Chinese)]
- [21] 刘朝阳. 科学,1933,17(10):1566 [Liu C Y. The Science Magazine, 1933,17(10): 1566 (in Chinese)]
- [22] Ladenburg R, Wigner E 著,姚国珣译,科学,1934,18(2):259 [Ladenburg R, Wigner E wrote, Yao G X translated. The Science Magazine, 1934,18(2): 259 (in Chinese)]
- [23] Hass A 著,成希颀译. 科学世界,1934,3(3):271 [Hass A. wrote, Cheng X Y translated. The scientific world, 1934,3(3): 271 (in Chinese)]
- [24] Haut A 著,华国桢译. 科学,1935,19(3):402 [Haut A wrote, Hua G Z translated. The Science Magazine, 1935,19(3): 402 (in Chinese)]
- [25] 筱竹. 科学世界,1935,4(8):276 [Xiao Z. The scientific world, 1935,4(8): 276 (in Chinese)]
- [26] 王恒守. 科学,1935,19(10):1502 [Wang H S. The Science Magazine, 1935,19(10): 1502 (in Chinese)]
- [27] 王普. 科学,1939,23(1):37 [Wang P. The Science Magazine, 1939,23(1): 37 (in Chinese)]
- [28] 蒋允功. 科学世界,1941,10(6):351 [Jiang Y G. The scientific world, 1941,10(6): 351 (in Chinese)]
- [29] 戴运轨,刘朝阳. 科学,1947,29(1):4 [Dai Y G, Liu C Y. The Science Magazine, 1947,29(1): 4 (in Chinese)]
- [30] 陈岳生. 东方杂志,1947,43(15):33 [Chen Y S. The Eastern Miscellany, 1947,43(15): 33 (in Chinese)]
- [31] 阎康年. 中国科技史料,1982,3:78 [Yan K N. China Historical Materials of Science and Technology, 1982, 3:78 (in Chinese)]
- [32] Zhou(chou) . Angenehme erinnerungen an werner Heisenberg. in: Christian Kleint, Helmut Rechenberg, Gerald Wiemers. Werner Heisenberg in Leipzig 1927—1942. Berlin: Akademie Verlag, 1993,122 [Zhou Pei-Yuan. Pleasant memories of Werner Heisenberg. in: Christian Kleint, Helmut Rechenberg, Gerald Wiemers. Werner Heisenberg in Leipzig 1927—1942. Berlin: Akademie Verlag, 1993,122 (in German)]
- [33] 金心,李平,王守竞(S. C. WANG). 见:戴念祖. 20世纪上半叶中国物理学论文集粹. 长沙:湖南教育出版社,1993. 365 [Jin X, Li P, Wang S J (S. C. WANG) . In: Dai N Z. The set of the Chinese physics papers in half of the 20th century. Changsha: Hunan Education Press,1993. 365. (in Chinese)]
- [34] 阎康年. 中国科技史料,1982,3:80 [Yan K N. China Historical Materials of Science and Technology, 1982, 3:80 (in Chinese)]
- [35] 王福山. 近代物理学史研究. 上海:复旦大学出版社,1983. 84—102 [Wang F S. Study of the History of Modern Physics. Shanghai: Fudan University Press, 1983. 84—102 (in Chinese)]
- [36] 阎康年. 中国科技史料,1982,3:79 [Yan K N. China Historical Materials of Science and Technology, 1982, 3:79 (in Chinese)]