

一位物理学家的生活轨迹

——记钱临照教授

· 叶云秀 · 汪克林



编者按：每个人都有自己的生活轨迹。为历史留下印迹的人，他的生命都是无限的。
人们探索一位物理学家的生活轨迹，将更加坚信这一点。

钱临照教授是我国著名物理学家、自然科学史家和教育家。他在物理研究领域，有着广泛的兴趣，在固体物理、应用光学和光谱学等方面和对自然科学史的研究中都作出过重要的贡献；在教育方面，从教30余年，桃李满天下。他又是一位谦虚好学、治学严谨的学者；是一位充满工作热情和爱国精神的长者，是一位平易近人、诲人不倦，受到物理学界敬佩的老前辈。

一、在固体物理学中的贡献

1. 压力对照相乳胶感光的影响

1931年钱老到严济慈教授开创的北平研究院物理研究所工作。首先研究了压力对于照相乳胶的感光影响。广泛研究了在不同压力下、不同光波波长条件下照相乳胶的感光变化，得出了规律。如在同样的条件下，压力增强，感光就减低；如波长加长，压力效应就增强；当波长短到紫外线时，压力效应几乎为零。该课题的研究结果总结成为三篇论文发表在法国科学院院报上。其中1932年与严济慈合作寄到国外发表的第一篇研究论文，引起了有关方面的注意，使得英、德、美等同行到60年代还继续在这一问题上作研究。

钱老认为，压力下乳胶感光减小的机理可能是由于晶体中产生缺陷，也就是晶体内位错增殖起了作用。如果用 γ 射线作实验，在压力下的乳胶感光反而增强。这也许是光波的波长不同能使乳胶中银离子的电子能态起不同程度的变化。

压力对感光影响的研究，50多年前在北平物理所开了个头。钱老希望我国物理学工作者能继续进行下去。

2. 对压电晶体的研究

30年代初，严济慈提出研究在沿光轴做成的水晶实心与空心两种圆柱上施加扭力而产生的起电现象。钱老参加了这一研究。1934年钱老去英国伦敦大学继续研究，并用Voigt的压电理论证明水晶柱扭力起电现象仍可归纳于居里压电范畴之内；而后实测得到水

晶柱上产生的电荷及其分布与理论计算相符。钱老在这项研究中的重要发现是从理论和实验上发现了体电荷的存在，这是前人所未有论及的。60年代他与李四光先生合作，在一块花岗石上施加巨大压力，发现在这块岩石的四周产生电荷，但不知异号电荷到哪里去了。正要继续做下去时，因广东有地震预兆，李四光先生去了南方，这一和压力有关的现象没有深入研究下去。钱老说，可以设想，这一现象的深入研究或许会对地震预测有所帮助。

3. 晶体范性研究

(1) 体心立方晶体的滑移。钱老到英国后短短的几个月除了完成晶体的压电效应研究外，还完成了导师交给他的两个流体力学的课题。30年代初，固体物理力学性质研究步入晶体范性研究阶段。研究单晶体的滑移面和滑移方向是研究范性形变的重要课题。当时对面心立方晶体的滑移行为比较清楚，而对体心立方体的滑移还不明了。钱老选择了还没人做过的钠、钾开始工作。首先将钠、钾用蒸馏法提纯，然后把它做成单晶体。

实验结果表明，钠、钾的滑移方向与前人对 α 铁研究的结果一样，都在原子密集的[111]方向。而它的滑移面却在[123]，这不是原子密集面。那时他考虑金属熔点可能对滑移行为有影响，所以接着又做钼的范性研究（这工作得到周如松的合作）。

结合了前人对钨、 β 黄铜、现在对钠、钾和钼共五种体心立方晶体在不同温度下实测滑移面结果，钱老和他的导师安德莱特在1938年以晶体的工作温度与它的熔点之比总结出—条规律：比值从小到大，滑移面分别为[112]，[110]和[123]。即

金属种类	工作温度/金属熔点	滑移面
W, Mo, Na	0.08/0.24	[112]
β 黄铜, Mo, Na	0.26/0.50	[110]
Na	0.8	[123]

这是当时对体心立方滑移面最完整的规律性认识。同时铅的实验至今在国际上还是公认的经典实验。

(2) 对晶体位错理论的推动。晶体范性形变理论在30年代开始有了正确的发展。1935年泰勒、奥路温、蒲菜伊三人同时发表论文,认为由于晶体中存在一种缺陷位差,导致晶体滑移,并形象地提出晶体中的位错模型。在相当长一段时间内物理学界对此理论有不同意见。直到1956年英国剑桥大学赫许、孟脱用电子显微镜看到了晶体中原子排列的缺陷,才最终确立了晶体位错理论的地位,反对派也就销声匿迹了。

位错理论的研究在中国起步较晚。钱老为位错理论在中国的传播和深入研究作了大量的推动工作,促进了我国固体力学强度的研究。1938年抗战初期,在昆明一次物理学家的集会上,钱老介绍了泰勒的位错理论。这是第一次把位错理论介绍到中国来。1953年,英国晶体物理学家伯尔纳来中国访问,钱老和他讨论了晶体学的发展,并翻译了他所做的位错理论报告。这两次报告对中国物理学界起了一定的启蒙作用。

60年代时机成熟,钱老和一些物理学家提出召开会议,让物理学家学习并讨论位错理论。1960年8月由中国物理学会,中科院吉林分院和吉林大学联合在长春举办固体物理学习班,内容为晶体缺陷与金属强度。1962年在沈阳举办第二次会议。两次会议出了《晶体缺陷和金属强度》上、下册两本文集。在上册中钱老和杨顺华合写了“晶体中位错理论基础”一文,他还和其他三人合写了“晶体中位错的观测”一文。两文共16余万字,占全书的2/3。这两次会议和两册文集对位错理论在中国的传播和研究起了有力的推动作用。

(3) 晶体微形变研究及电子显微镜工作。位错的运动是导致晶体范性形变的主要原因。晶体范性流变是晶体中的位错在作集体运动。晶体中含有的位错的数量,流变中的位错增殖以及位错运动速度对于研究晶体的应力-应变曲线的最初阶段即微范性可能获得有意义的信息。因而在40年代末,钱老设计和制造了一架高灵敏度的微拉伸计,用光学机械探测并放大,可测出 10^{-7} 的应变。他用这架微拉伸计研究了铝、锡等晶体在形变最初阶段的微范性。

电子显微镜在1931年问世,钱老开创了中国的电子显微镜工作。解放初,一个偶然的的机会,钱老在重庆的一个仓库里发现有一架英国制造电子显微镜尚未开箱,就把它运到北京物理所。后来东德蔡司又赠送了一架静电透镜式的电镜,钱老和何寿安就在这两台电镜上开始了中国的第一批电子显微镜工作。他们观察了铝单晶的滑移,并以此论文参加了1956年在东京召开的第一届太平洋地区电子显微镜会议。

(4) 微裂缝。20年代,很多物理学者研究固体的力学强度问题。1921年格列弗斯提出固体表面微裂缝理论,认为裂缝只有原子尺寸大小,不可能用肉眼观

察到。钱老在伦敦大学做钠的范性形变实验时,用玻璃器皿蒸馏,发现玻璃瓶内壁布满许多细小裂缝。他和导师讨论得出结论:蒸发的钠蒸汽分子挤进玻璃瓶上原有的原子尺寸的微裂缝中去,致使微裂缝扩大,最终使肉眼能觉察到。所写论文在1937年英国皇家学会会上发表。21年后,同一学报上有Gordon, Argon和Ernstberger等人四篇文章证明并讨论格列弗斯裂缝之存在。固体的力学性质是个迄今仍在研究的课题。

二、在应用光学和光谱学中的贡献

钱老在应用光学和光谱学研究方面也有过重要贡献。1938年春北平研究院物理所迁到昆明。在所长严济慈先生主持下,不但建造了一些简单的土坯房子,还建立了一个小型光学工场,制造抗战后方急需的教学和医疗用显微镜。在严老领导下,钱老和林友苞等人自己动手,用现有简单设备,应用自准直光管设计做成了精密球径仪,可测到曲率半径一点几毫米,为高倍显微镜的生产提供了测量手段。直到解放后,全国所有光学工厂、研究单位都是用这种设计的球径仪来测量透镜曲率半径的。

钱老在做显微镜时,还亲自下工厂磨玻璃,在这方面,他有深厚的功底。他在英国留学期间,两个暑假都是在英国一家有名的光学工厂里学习磨玻璃渡过的。

抗战期间,钱老还在昆明做了一项有意义的光谱精细结构分析研究。他在格林-德怀曼干涉仪上加一块棱镜可使相邻两根光谱线产生干涉,并算出两谱线波长倒数之差。实验成功地将汞灯和钠灯两种黄色双线分离开来。如果将干涉仪改造,获得一个燧石玻璃大尺寸的棱镜,可将氢原子光谱中H_β谱线分离开来。

三、在研究自然科学史方面的贡献

钱老在幼年时代受历史学家钱穆先生的培养和熏陶,对历史发生兴趣。当他初到昆明时,借住在史学研究所里,在余暇时间有机会翻阅研究所的藏书。偶然间接触到《墨经》,发现《墨经》中有许多涉及自然科学的文字记载。其中一部分涉及光学和力学,因此他写了一篇《释墨经中光学和力学诸条》,发表在当时《纪念北平研究院院长李石曾六十寿辰论文集》上。

英国著名生化学家李约瑟有志研究中国古代科学史。1943年从缅甸来到昆明访问北平研究院,钱老向他介绍了《墨经》。李约瑟对公元前四世纪中国学者对自然科学的认识惊叹不已。并在他以后所著的17册《中国科学技术史》中多次引用钱老所写的关于《墨经》的文章。从此两位老人成了文字之交。

1980年中国科技大学创建了“自然科学史研究室”,钱老任室主任。在他主持下,会同李志超、张秉伦等同志把自然科学史的研究工作搞得有声有色。十年来培养了45位硕士,三位博士。

四、热忱的爱国者

除了在学术上的成就值得我们称道、学习外,钱老



由国际著名物理学家李政道教授出任中心主任的“浙江近代物理中心”成立典礼，已在浙江大学隆重举行。陈云同志亲笔为浙江近代物理中心题名，中国物理学会理事长冯端教授、中科院理论所研究员郭汉英、北京大学教授高崇寿、中科院高能所研究员黄涛等应邀出席。

浙江近代物理中心是李政道先生于1988年专程访问母校浙江大学期间与路甬祥校长共同商定的。汪容教授、李文铸教授和校长助理吴世明教授主持了中心的筹建工作。在浙江省政府的大力支持下，中心大楼于1990年10月落成。这座中心大楼有研究室十间，报告厅和学术讨论室各一间，还有图书资料室一间，为开展学术活动提供了良好的条件。浙江近代物理中

心是一个开放性的研究机构，目前中心已建立了一个博士后流动站，承担了若干项国家自然科学基金项目。许多专家教授热情指出：浙江近代物理中心的创立和李政道教授亲自担任中心的主任，将会对京外地区、特别是长江流域基础理论的研究和高科技的发展起着强有力的推动作用。

李政道先生在浙江近代物理中心成立大会上发表了重要讲话。李先生在讲话中热情地回顾了十九世纪和二十世纪科学上的几个重要发现（法拉第电磁定理和麦克斯韦方程组；迈克尔逊、莫雷实验和爱因斯坦相对论；黑体辐射实验、普朗克公式和量子力学）和这些发现对这两个世纪中的高科技发展及人类物质文明所产生的巨大影响。然后，李先生强调指出：“可以说，没有基础科学的研究就没有高科技的发展，没有高科技的发展，就没有现代的商品、文化和文明。”

（郑国桐）

的爱国热忱也是我们的楷模。

“九·一八”事变前他在沈阳东北大学任教。事变后，东北大学停办，钱老只身进关寻找工作。他托人在上海英租界电话公司谋得一位置，月薪150元，相当高。正准备起程时，严济慈从北平研究院物理所来电话说，他所里有个半薪的位置，月薪40元，问他愿不愿意去。钱老欣然应允。钱老为我们道出当时宁去低薪的北平研究院的原因除了因业务上的追求外，那就是因当时上海电话公司是英殖民主义者办的，中国人在英国人的公司里工作是不用姓名的，他们把中国雇员编上号，称呼时就叫编号。钱老认为这是对中国人的极大侮辱。钱老风趣地对我们说：“是严老用月薪40元把我引上物理研究的道路”。

1934年钱老考取中英庚子赔款的公费留学生进入伦敦大学学习，1937年初导师主动对钱老说可以写博士论文准备答辩了。但钱老回答说“不想答辩”。导师感到十分意外，别的学生请求答辩，他却叫他答辩都不要，不可理解。钱老究竟为什么拒绝英国学位呢？其中有个小故事。那时实验室里同时还有两位来自当时还是英国殖民地的印度留学生，导师平时对他们不甚关心，另眼看待。其中一位工作已完，写完论文请求答辩，却被导师拒绝了。这位印度同学伤心地哭了。钱老非常同情他。作为中国人的钱老想到中国也是半殖民地国家，拿庚子赔款来留学本身就带着被外国人欺侮的烙印，因此不愿要英国学位。结果导师为钱老申请了伦敦大学Carey Foster奖。在这个实验室里研究生得这个奖的一年只有一名。钱老回想当年的情景说：“回国后真想得个中国学位，但30年代我国还没有建立学位制”。钱老深有感慨地和我们说：“岁月蹉跎，而今步入暮年，却忝为人师，当博士生导师了”。

当时留学生的时尚是在英国或美国毕业后还想到

当时科技先进的德国再学习一、二年，钱老也有此打算。时为1937年夏，他已到了柏林。日寇突然在芦沟桥发动了大规模侵华战争。钱老接到北平研究院的电报，要他马上回国，他就毫不犹豫地到马赛搭船东回了。当时北平已经沦陷，北平研究院搬到了昆明，研究所人员大部分已离开了北平。但因走得匆忙，无法将仪器、书籍等运走。钱老受严老、李书华之托，不顾个人安危，匆匆赶到北平，与研究所同事盛耕雨、吕大元一起，把所有仪器、图书、工场设备装了50多个大箱，托东交民巷的外国运输公司运出北平城。钱老也赶到天津港，看到木箱上了轮船，他才回到南方。物理所在昆明八年，这批仪器设备、图书发挥了重要作用。

五、拳拳老师心，切切弟子情

钱老为人谦虚诚恳，他总把自己在物理领域中得到的成就归功于他的老师、导师和科学界的老前辈。他经常告诉我们，当他在大同大学读书时受到胡刚复、严济慈等老师的教诲，在东北大学当助教时得益于阮志阴教授非浅。抗战时期北大物理系主任王守竞教授给了他深刻印象。王守竞是位卓有成就的理论物理学家，但在30年代他就亲自动手磨玻璃。钱老在严老鼓励下也开始学习磨玻璃，学做光学元件。其后他到了英国仍继续对应用光学发生兴趣。在抗战期间从事光学仪器的生产，就是受了当时几位老一辈科学家的感召。

钱老还特别崇敬叶企孙、吴有训等老一辈物理学家，说他们不只关心他们自己的学生，更关心全国的青年学生。我们也可以看出，钱老的为人处事有所师承。他对教学工作认真负责，对青年一代热情帮助。

像钱老这样的老一辈科学工作者的爱国精神，为科学献身、尊师重道、诲人不倦、平易近人，提携后进等优良品质是值得发扬光大和为后人学习的。