

## 探索《铁磁研究》的门径

戴礼智

(冶金工业部钢铁研究总院)

三十年代,我国和西方在物理学科上已经有一些交流。1931年春夏之间,法国物理学家朗之万(P. Langevin)到北京作过学术报告。我那时还是一个学生,以偶然的机会有幸去听了他的报告。因为中国还没有物理学会一类的组织,他建议中国成立自己的学会。因此在学会成立时推选他为名誉会员。

1932年冬季,我开始在母校南京中大物理系任电磁学助教。电磁学实验室是在一栋不大的但也还整洁的科学馆二楼的尽头。学校位置在鸡鸣寺附近北极阁下。倪尚达老师任电磁学课,他在美国哈佛大学研究过无线电学。据说他因考取中国南洋兄弟烟草公司奖学金而出去学习的,南洋兄弟烟草公司因经营盈利而设立奖学金。在科学馆屋顶架有天线,最高四楼有一小间无线电实验室。

电磁学课程采用的教材为英国斯特林(Sterling)所著《电磁学》,书中有两章是论述铁的磁化和磁性。实验室有检流计、K型电位差计、电表、电阻箱等,多从美国购入。倪老师常到实验室为同学们预备实验课。馆后有一小金工场,工作起来也很方便。在实验课的准备工作中,我们也作过简单的磁导计。找来两根铁棒,绕上线圈外加两块铁轭。除实验外我还担任出题,我经常从英国 Jeans 的《电磁学》书中找习题。第二年,我为工学院电工系同学加开了电学测试课,同学们也在我们这里作几个实验。

除学校有一扩建后的大图书馆外,物理系也有一大间约四、五十平方米的图书阅览室,现在看来,这点设备很重要,里面有几架国外出版的原版期刊和书籍。因为教师和同学人数总数也只五十多人(一年级新生在外),不需要专职

管理人员,自由取书,填卡片借书。这使我们朝夕可以得到新的知识。逐渐地我接触到英国出版的物理学会期刊(proceedings of physical society),并无意地读到燕京大学署名班威廉(William Bond)和同学们发表在该杂志上有关“铁磁性”实验论文。

在这开始工作的期间,第一个暑假我独自去上海,经人介绍曾去上海电表厂参观。他们给我看了正在组装的直流电表车间,并告我所用磁铁系从德国 Buchler 厂购进。我曾向熟识的人询问英国物理学刊物上有时提到的 mu-metal 是什么材料,难于得到回答。一种怅惘的心情有时向我袭来。

在闲暇的日子,我给班威廉教授写去一英文信,请问“铁磁研究”的涵义。他热情地回了一封用英文打字而十分整洁的长信。我了解他是英国利物浦大学(liverpool)物理系毕业并进行过研究后来中国任教的(日本占据北京后,他去延安工作)。

在实验室里,倪老师有时也把电表打开检查,又曾买来家用电度表给同学们了解里面的结构。有时他说,如能把表中的磁体做出就好了。可惜我的冶金学知识不足,或者说完全没有。我的大哥是学冶金的,我有时也看看他有的专业书,但知道的究竟太少了。

那时我国还没有专门的物理学杂志,只有一种名为《科学》的期刊。生物学系助教提出,要创办一种刊物。他们说《科学》是老一辈科学工作者(如竺可桢、李四光、秉志等)创办的,年青一代也要办一个科学期刊,胜过他们。于是在南京有了《科学世界》,这期刊大致继续到1946年。这些年青教师当时是二十多岁,他们也要我写稿,我只能从国外的期刊上吸取一点资料。倪

老师有时也到外面作学术报告，有时也带着无线电仪器去表演。出去时多邀无线电学助教王佐清老师同去。一次，他和我说，“人家请我去讲，我把你写的文章内容讲了”。可见他还留心我写的。现在回想，中国那时如有无线电制造工业，请他兼一名技术顾问，定能发挥他于教学外的专长，因为他也是懂经济管理学的讲求实际的人才。由于旧中国工业不振，没有施展他的才干。后来，据我所知，跟他的无线电学助教和我所熟识的一位电工系较年长的助教均被广播电台吸收去了。倪老师和我常说，中国有知识的人就是不太爱动手。我们一块工作得很愉快。有时他不在，我有了疑难地方就找年长的王佐清老师。

1934年夏，我考取留英公费后，考虑我人地生疏，如到那里去找谁呢。我给班先生写了第二次信，请他给我介绍一个老师。这次他从山东泰山给我回信，说没有带打字机，因此信是用手写的，并说他在泰山度暑假。附了一封给我介绍伦敦大学贝茨(L. F. Bates)教授的信。倪老师给我一张他的名片，他说他的一位老同学新从美国研究磁学回国，要我到上海去见他。因此我到上海后即去找到以前“中央研究院物理研究所”，会见了施汝为同志。这里补充一句，我青年时代不大爱说话，只是听听人家的谈话，因此这次我们谈得很少。下面我要叙述两件事，一是在这时期我了解的国际上铁磁研究概况(当然极不完整)，二是固体研究发展较核物理为慢的一点情况。

施汝为老师是在美国耶鲁大学(Yale University)跟随麦金(McKeehan)教授研究铁磁性。他和倪老师都是南京高等师范毕业(也许晚一年而是东南大学时期毕业)，毕业后在清华大学工作。麦金教授 McKeehan 当时的实验室称为 Sloane Physics Laboratory，他们制备铁磁单晶。按照麦金发表的文章中的叙述，那是又费事又没有商业价值的研究。从单晶我们能了解其磁晶各向异性。他的文章中说，他的学生中一位(指施)在他们的实验室里研究了铁-钴合金单晶磁性。麦金教授在他的文章中(1934年)感慨地

说，“铁磁研究由于不太远的过去受了未相适应的冶金学的阻碍”。至于我国，由于钢铁工业和金属工业的不振，更少有人注重铁磁研究了。我们知道，如麦金教授和以后的毕特(Bitter)教授所指出，铁磁研究是介于冶金学和物理学的一门新兴的分支学科，是由许多学科汇集而成。

在美国匹兹堡(Pittsburgh)有一家名叫韦斯汀好斯(Westinghouse)的大电器厂，生产电机。中国最早在上海办的南洋公学(即上海交通大学前身)每年有毕业生去实习。那时南洋大学设三科：即电机工程学、机械工程学和铁道管理。那时还附设中学。学电机的回来，由于国内没有自制的硅钢片等材料也无法制造电机。他们有了一点专门知识，最好也只能经销一些韦斯汀好斯的马达和发电机或者开一个小厂。在二十年代，也许更早些，韦斯汀好斯就有研究实验室，进行现在我们所说的开发事业。举一个具体的例，如斯朋勒(Spooner)的著作《磁性材料的检验与磁性能》一书对早期的磁性材料的性能和测试进行了详细研究讨论。他就是韦斯汀好斯公司的一位研究工程师。斯坦默兹(Steinmetz)是另一位研究工程师，在他设计电器电机时独创了一些经验公式。最为人所知的就是磁滞损失与磁感的关系。美国另一家大的公司(通用电器公司)争着聘请他。

考入上海南洋大学的青年不能说不是优秀的。他们从美国学习回来要自制电器、电机，感到一筹莫展。我刚进中学不久，我大哥的一个年轻友人几次在假期里从上海回到湘潭，他是南洋大学学习电机工程的，为人精明能干，年青有为。二十世纪上半世纪据说已进入电的时代，可是距长沙四十五公里的街市还没有电灯设施。我们夜晚自修是在煤油灯下。这位大学生从上海回来，我去见他，他给我看计算尺并向我说明怎样使用。他毕业后去韦斯汀好斯电机厂实习。他回到上海之后独自经理推销外商产品，个人的生活逐渐富裕起来，成为买办资产阶级的一员。照现在的说法是，洋商赚了大头，他赚了小头。但是他也并不是不考虑挣外国人的钱。他一个不太富裕的学生不知怎样能去美国，坐

海船要二、三十日,在船上时他说他教美国人玩“麻将”牌,教时收费,外国人也乐意要他教授。

我到英国没有几天,就去伦敦的中国协会,在休息室里第一次遇见了钱临照先生,他在国内已有多年的研究工作经验。他操着江浙一带的口音首先问我是否刚从国内来。我就和他谈及,我带有介绍函想找附近学院(Universty College)的贝茨。他说,他就在这个学院,系里还有一位来了已经好几年比较熟悉的中国同学江仁寿,他可以转请江去问问是否同意。很快通知我说,要我明天早上去同贝茨见面。

早起收拾之后,我即到大学的大厅里等待。寂静的厅中沿着墙壁矗立着几座大的雕像。有意要显示大学的庄严和古老。我瞥了塑像下边的人名,我似乎只知道约翰·穆勒,因为幼时我大哥给我们讲过严复译的《群己权界论》,那是穆勒的著作。稍停,贝茨博士(因他当时不是教授,均称他博士)从一扇窄的旁门走了出来,瘦瘦的身材,上唇中部蓄有一点髭须。稍微寒暄几句,我把班先生的信交给他。他看后,递给我一张入学登记表。我们始终是站着说话。大厅里也无桌椅。填写表格时也是就窗台上写好。从此我就在物理系进行磁学研究。

没有几天,他说星期六回布里斯托(Bristol)去,顺便带我们两三个学生去参观 Bristol 大学(他父母均在 Bristol)。刚从车站出来,就看到一位瘦小身材的人骑着自行车来接我们。他介绍这人是瑟克斯密士(Sucksmith),他后来也是英国有名的磁学家。

现在我要转而论述到我们的东邻日本在二次大战前的铁磁研究概貌。到英不久,我注意到贝茨老师有时凝心静气地在阅读英文《物质的磁性》一书,此书是日本人本多写的。在南京中大物理系教授相对论课程的戴运轨老师,是留学日本的。这时我从英国向他询问有关本多的研究,原想他不会知道得很多,因为他似乎不会注意牵涉到应用科学的范围。但出乎意料之外,他给我写来一封长信,信中谈到,约在1916年,日本仙台东北帝国大学用了相当于我们当时的二万银元,成立了“钢铁及其他金属研究

所”。本多光太朗(K. Honda)本人原是该校物理学讲师。四十岁以后去德国,在德国金相学家汤芒(G. Tammann)那里进行了十几年的研究工作。他把周期表中的六十多种元素一一提纯并测试其磁性。他的两篇巨著发表在德国物理学志,每篇一百多页。后来他又到英、法学习访问。回国后创建了这个研究所,先后制出了钴磁钢、钴铬磁钢,为后来日本磁性材料的发展打下良好基础。本多也曾对钢中马氏体相变提出过理论,不过他的理论后来证明不正确。

日本对金属磁性的研究进行得很早,有人说其发展基础是起于英国攸英(Ewing)。攸英曾为日本东京帝大延聘,任教四载,培养了不少专门人才。攸英进行铁磁研究工作在上世纪末,我国中学的物理教科书也常提到。“磁滞”(hysteresis)这一名词即由他提出。他写的《铁的磁感》一书,出版于1900年(庚子)。

在三十年代之前,各国的名物理学者正集中精力进行原子核内部结构的探索。显著的是英国剑桥大学教授卢瑟福(Rutherford)。美国则不遗余力地进行高能加速器的建造、原子核的轰击以及放射性的蜕变研究。中国的物理学者的注意力主要也集中在对原子核结构和放射性等问题进行研究。这时在剑桥也有中国同学参加卢瑟福领导的研究工作。1934年真是不平凡的一年。原来卡比察(Kapitza)在二十年代即在卢瑟福的实验室工作,表现富有实验才能,著名的是他建立了大的脉冲磁场。剑桥大学专为他建立了Mond实验室。这时他回苏联,苏联政府在他要重返剑桥时将他留下,说苏联需要他工作。卢瑟福几经交涉无效。苏联替他在莫斯科附近建立了物理问题研究所。据说卢瑟福慷慨地把卡比察所用的设备赠给了他。

在当时研究实验室已成了各国十分重视而认为是不可缺少的机制。我以前探究欧美各国实验室的起源,首先是私人设小规模实验室,然后是大学着重在理工各系建立的实验室。显著的例子就是麦克斯韦(J. C Maxwell)剑桥大学的实验室。大的企业逐步建立起一些实验研究场所。最后国家设立实验室。二十多年前英

物理学者贝尔纳(Bernal)所著《社会与科学》一书中认为各国的实验室最好的为美国的贝尔实验室和荷兰的菲利普斯实验室。贝尔电话系统分管管理、制造和研究三类业务。研究不仅限于电话,从材料到器件,从冶炼到加工,从化学到物理学、数学、结晶学、半导体器件,门类十分丰富。六十年代初自己设计和发射卫星。荷兰菲利普斯(Philips)也是有名的电器生产厂,实验室规模较小于贝尔实验室。

我们很快察觉,当我进了这个学院之后,他们虽然也从事教学,教授们把科研工作是在很重要的地位。起初我被指定在一大间实验室,那里已经有三、四个研究学生在工作。物理系的教授 Andrade,早年曾随卢瑟福研究 $\alpha$ 射线,当时五十多岁,曾写过《原子的结构》一本厚书。我们在南京中大四年级时用此书作课本。这时我了解到,他的研究学生在这大间实验室里各据一张白木桌子,主要从事物质的粘滞性(viscosity)研究。在这实验室附近有大学同学进行实验的地方,有一个专门负责大学同学实验的人,这是一栋平房,占地不少,另外搭有一部分楼房。同学们作实验与国内不同,只要有时间可以在几天之内把十几个安排好的实验做完。在国内则是按每周一定的时间让同学们进来。给人的印象是他们教师和研究生都在想办法做点什么新的实验。教授的上课时间也比国内少了。每日上午 Andrade 必到每个研究生那里询问情况。临离开前也和蔼地向我说两句话,稍微问问。在白木桌旁有水,有直流和交流的电源。

从这间较大的可容五、六人作实验的房间经过一排玻璃窗的通道,就是贝茨作实验的小间,再过去是另一大间主要也是教授的研究生进行单晶拉伸等研究的实验室。安德烈在这大间实验室有他的办公室。贝茨由英国皇家学会资助,与机械工程系一位年青教师合作,学校的金工场自制了一具中等强的磁场电磁铁。他转动这具磁体给我说,设计时磁极有直孔贯穿,可以重复 Zeeman 效应实验。他将他过去用的一具大磁体给我作实验,很快地我把它安顿好了。

首先他要我去阅读两篇文章(一篇德文的和一篇法文)。英国学生以法语为第一外语,因此一般都会法语。贝茨会说法语。他把锰和铬用化学方法提纯,然后要在实验中测试其是如何与铁磁性联系。他也经常请教化学系的教授。我在实验中有疑问,他经常很高兴地把其他系的教师找来和我讲解。

每逢星期六下午,伦敦的物理学会举行经常性的报告会。伦敦大学有好些学院都有物理系。这时在学术上有一件不平常的辩论,有时辩论得很激烈。1934年泰勒(G. I. Taylor)提出金属中原子排列的不完整的概念,有时因缺少一个原子而形成位错(dislocation)。安德烈(Andrade)则只主张金属中原子面形成滑移带,反对有位错之说。在安德烈的实验室里研究各种金属的单晶体,如钠(Na)、汞(Hg)和钼(Mo)单晶,因应变而形成了滑移带。用显微镜可观察清晰的滑移线条。我有暇也去欣赏过。可是,当时还没有电子显微镜,泰勒的位错理论因此是在艰难中成长起来。钱临照同志有次和我谈,教授写了一篇文章,你也去要一篇抽印本。我因此也得到题为《金属的强度》的文章,印的精美的小册子。安德烈早期研究金属蠕变,亦著声望。有人指出,由泰勒的研究一例看出固体物理的发展较原子核物理困难,时间上为迟缓。

我们在国内学习电磁学时,十分敬仰法拉第(Faraday)对科学实验的孜孜不倦精神,同时也对麦克斯韦(Maxwell)在法拉第实验基础上创建的电磁波理论感到兴趣。在伦敦闹市中有条匹卡第列大街(Piccadilly)。当年法拉第就在这街上的皇家协会里进行实验。在华灯初上,这里的演讲大厅中有学术报告。我去过几次。在这里你可以遇到物理学书籍中提到的人物。一次是研究 X 射线晶体衍射的布拉格(Bragg)作有关合金中原子排列的报告。我匆忙地向楼上走去,那里的楼梯很宽,我见到汤姆孙(J.J. Thomson)慢慢地上楼。等我坐下不久,举目则有正对着讲台微笑的布拉格父亲。有一次在下午卢瑟福作报告。他报告完了,人将散尽,我还走到  
(下转封三)

表面形状为椭球面的带电导体,

$$\sigma:\sigma_a:\sigma_b:\sigma_c = K^{\frac{1}{4}}:K_a^{\frac{1}{4}}:K_b^{\frac{1}{4}}:K_c^{\frac{1}{4}}.$$

比较 (2.4), (2.5), (1.5), (1.6), (2.6), (2.7), (1.8), (1.9) 式可得, 对于表面为双叶双曲面中的一叶和旋转椭圆抛物面的带电导体, 都有

$$\sigma:\sigma_0 = K^{\frac{1}{4}}:K_0^{\frac{1}{4}}. \quad (2.8)$$

就是说, 不论表面为以上三种表面的那一种, 孤立导体带电时表面电荷密度都和表面的高斯曲率的四分之一成正比。

笔者以为, 表面形状各异的导体表面上电荷分布规律竟是如此一致, 这应当不是偶然的, 应该可以设想它有某种普遍性的意义。

### 参 考 文 献

- [1] 梅向明、黄敬之, 微分几何, 人民教育出版社, (1981), 133.
- [2] W. R. Smyle, Static and Dynamic Electricity, 戴世强译, 静电学和电动力学, 科学出版社, (1981), 172~176.
- [3] 曹国良, 物理, 11(1982), 59~62.
- [4] L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Electrodynamics of Continuous Media, Pergamon Press, (1960), 240.

## 拉丝成品模用生长型多晶金刚石

人造多晶金刚石是研制大颗粒人造金刚石的一种重要途径, 它制作方便, 易于直接成型。目前在高温高压下有两种研制方法: 一是由石墨合成金刚石, 再由金刚石微粉烧结成多晶金刚石, 即烧结型多晶金刚石(也称烧结型聚晶); 另一就是由石墨直接一次生长成多晶金刚石, 即生长型多晶金刚石(也称生长型聚晶)。

人造多晶金刚石已在机械、地质、冶金、石油工业中广泛应用。近几年在电线、电缆行业中, 也开始以人造金刚石拉丝模代替天然金刚石拉丝模和硬质合金模。天然金刚石模价格贵, 资源少, 硬质合金模耐磨性差, 使用寿命短。所以, 人造多晶金刚石拉丝模有着广阔的应用前途。生长型多晶金刚石由于它特有的显微组织, 适于制作对光洁度要求高的拉丝成品模。

中国科学院物理研究所自七十年代以来, 开展了超高压、高温下生长多晶金刚石的研究。自1977年以来, 我们在对生长多晶金刚石的显微组织、触媒扩散、

温度场和压力场对多晶生长的影响等进行应用研究的基础上, 于1980年底研制成功片状扩散法生长多晶金刚石。从1981年开始, 先后在上海拉丝模厂、上海中国电工厂、四川西南电工厂、天津金刚石工具厂、天津漆包线厂, 用生长型多晶金刚石作模芯, 制成拉丝成品模, 并进行漆包圆铜线拉丝试验。1984年9月在北京对“拉丝成品模用生长型多晶金刚石”进行了技术鉴定。

鉴定认为: 中国科学院物理研究所用片状扩散法研制的生长型多晶金刚石, 应用于成品模, 填补了国内空白。这种生长型多晶金刚石具有结构致密、晶粒细小、交错生长等特点, 是用作拉丝成品模的好材料, 是多晶金刚石的一个新品种。用以制作成品模, 可控制直径0.7毫米以下的漆包圆铜线, 其质量达到国际电工会议 IEC 技术标准。拉丝模使用寿命相当或超过天然金刚石拉丝模。

(陈良辰 程月英)

(上接第571页)

讲台旁看他一阵。我们有机会见到一些名科学家。

英国的学制, 每学年划分为三个学期。在我们所去的学院 (University College) 医科和建筑学科为五个学年毕业, 其他系均为三年毕业。每学年终了, 一门课程不及格时可以在第二学年开始时重考。两门课程不及格则留级。第三学年末全部课程须进行考试。除在校学生之外,

伦敦大学有校外生制度, 即注册为校外生 (external) 可不上课, 经过若干次考试后亦可毕业。研究生分硕士和博士生, 亦可不作学位注册。

九一八之后, 东北被日军占领, 形势日益危急。我们所在的学院物理系, 没有日本学生。到了年底, 我接到施汝为先生从上海的信, 附来两张申请加入中国物理学会的卡片, 要我填写, 介绍入会的除施老外, 还有赵忠尧先生。