

### 3 铁电薄膜的制备

铁电薄膜的制备是 MFS 神经元器件的制备工艺过程中最主要也是最关键的工艺。所生长的铁电薄膜的电学性能必须满足一定的要求,其中包括工作电压必须与常规的集成电路兼容,要有良好的铁电性能及介电特性,较小的漏电流及高的击穿电压。此外,要有良好的界面特性,其中包括铁电薄膜与硅的界面以及铁电薄膜与金属的界面。

目前,铁电薄膜的制备技术正在得到飞速发展<sup>[1]</sup>,但仍还存在着许多问题有待进一步的研究,如铁电薄膜的疲劳老化,即随着铁电薄膜中极化方向转换次数的增加,残余极化将越来越小,显示出疲劳特性,目前能达到的最好疲劳特性为  $10^{12}$  次,离实际应用所需的  $10^{15}$  还有一定的距离。此外,铁电薄膜与硅衬底的界面特性对器件性能有很大影响,由于界面之间的材料不匹配而引起的界面应力,以及界面之间的离子及载流子在强电场作用下的互扩散都会对薄膜及器件的特性产生影响。这些都是当前所

需要研究解决的问题。

可以相信,随着这些薄膜材料及制备技术的日益完善,必将为神经元器件的大规模集成创造条件,从而将推动对神经网络及神经网络计算机的研究和发展。

### 参 考 文 献

- [1] 靳蕾等,神经网络与神经计算机,西南交通大学出版社,(1991).
- [2] 徐乘铮、张百灵,信号处理,8(1992),65.
- [3] 李劲、林刚、吴佑寿,通信学报,14(1993),84.
- [4] 田禾、戴汝为,计算机学报,5(1990),397.
- [5] 钟义信、潘新安、杨义先,智能理论与技术——人工智能与神经网络,人民邮电出版社,(1992),7.
- [6] T. Matsumoto, Leon O. Chua and H. Suzuki, *IEEE Transaction on Circuits and Systems*, 37 (1990).
- [7] T. Kitaura, S. Sato, K. Nakajima, et al., 1993 International Conference on Solid State Device and Material, Makuhari, (1993), 449.
- [8] Hiroshi Ishiwara, 1993 International Conference on Solid State Device and Material, Makuhari, (1993), 11.
- [9] J. F. Scott, L. Kammadiner, M. Parris et al., *J. Appl. Phys.*, 64(1988), 787.
- [10] 张自力,计算机学报, No. 1(1991), 77.
- [11] Gene H. Haertling *J. Vac. Sci. Technol. A*, 9 (1991), 414.

## 忆反法西斯战争时期的叶企孙<sup>1)</sup>

虞 昊

(清华大学物理系,北京 100084)

反法西斯战争是 20 世纪的特大事,至今已胜利 50 周年,很值得纪念,让后人牢记并引以为鉴戒。中国人民的牺牲最大,更需从中总结。

各国物理学家对这一正义战争的胜利作出了巨大贡献,许多著名人物倍受赞佩,我国叶企孙就是其中之一。尤其是他曾深入“虎穴”给日本法西斯以直接打击,惜其传奇般事迹鲜为人知,且为此遭到冤案牵累,“文革”中更受严酷迫害含冤去世,但党和人民决不会忘记这位功臣,在纪念反法西斯战争胜利 50 周年之时,在他创建物理系、理学院并两度任校务委员会主任的

所在地——清华大学校园中已竖立起叶企孙铜像。1995 年 4 月 30 日(清华大学校庆),在与铜像揭幕的同时,举行了《一代师表叶企孙》一书的首发式,陈岱孙、赵忠尧、顾毓琇、任之恭、冯德培、钱临照、余瑞璜、王淦昌、施士元、郑一善、郭会邦、王竹溪、沈同、林凤、钱伟长、汪德熙、钱三强、王大珩、杨镇邦、葛庭燧、戴振铎、秦馨菱、胡宁、陈芳允、黄祖洽、周光召、席泽宗……等 50 余位老学者(内有 20 位是中国科

1) 1995 年 1 月 3 日收得。

学院院士)在该书中回忆记述了叶企孙一生的事迹,并有近百幅极珍贵的照片和手迹,如1935年叶企孙起草的向全国通电的手稿,手稿揭露和痛斥了日本战犯土肥原策动殷汝耕等大汉奸搞的“华北五省自治”的罪行,又如1938年叶企孙写的怀念正在抗日并任冀中军区供给部部长的弟子熊大缜的长诗以及陈毅题辞签名的与叶企孙的合影等。

根据该书材料,中央电视台中国电视剧制作中心摄制了电视片描述叶企孙及弟子们的爱国事迹,恢复了当年历史原貌。片结尾处还请健在者与观众见面话往事,如当时的辅仁大学化学教师张珍,曾任晋察冀军区兵器工业部副部长,是当年赴平津招聘知识分子抗日的负责人,熊大缜是他第一位招聘去的;又如当时清华大学化学系第7级学生汪德熙是叶企孙派去和熊大缜共同研制烈性炸药、遥控地雷的,是第一位亲手操纵自制地雷炸掉日寇军用火车,使日寇的种种设防技术失败的人;再如当时的燕京大学物理系研究生李度,是熊大缜死后接替其领导工作,并在保证共产党各根据地的弹药供应方面建立殊勋的大功臣,他的右手在1938年就因研制炸药被炸成残废;还有一位16岁参加李度创办的军工厂作女工的无文化的农村姑娘王之任,如今已是闻名世界的火箭高级专家、长征3号火箭的副总设计师,她当时就是在作女工后为北平去的大学生的爱国精神和科技上的贡献所感染,懂得科学的重要性而矢志不移地献身科学救国事业。

这部电视片和《一代师表叶企孙》一书将以众所鲜知的、传奇似的但又是极为忠实的历史事实告诉我国人民特别是青年人:邓小平南巡讲话强调的“靠科学才有希望”是早已为反法西斯战争取胜的历史所证明的马克思主义真理。

对于中国人来说,反法西斯战争应该从1931年算起,该年日军发动“九·一八”事变,鲸吞了中国东北三省,从此不断残酷杀害中国人民,一步步蚕食中国的华北地区,终于在1937年发动“七·七”事变。叶企孙也就是从1931年起积极筹划着反法西斯侵略的工作。

他由于学识渊博,对中国的历史有较深的研究,20年代又在欧美留学考察,因而感到:在这弱肉强食的世界,中华民族只有靠科学才能立足,仅凭爱国的情感和不怕牺牲的精神是无法免遭科技上占极大优势的帝国主义的欺凌侵略的,义和团那样可歌可泣的反帝斗争的结局就足以发人深省了,为此必须培养中国的科技人才,从而提高整个国家的科技力量。他的这一思想对他的弟子们有很大影响,从而出现一大批在反法西斯战争中作出积极贡献的精英。被外国报刊誉为“中国的奥本哈默”的王淦昌就是其中之一。1926年“三·一八”惨案的当天晚上,当时还是一年级学生的王淦昌到老师叶企孙家诉说了那天遭到军警屠杀的情况,同班同学韦杰三死在枪口下,血溅他一身,请求老师指引自己救国之道,叶企孙听后非常激动,当场流泪,禁不住责问他:“谁叫你们去的!你们可知道自己的使命?”他痛感这些栋梁之材白白死在反动军警的刀枪下无补于救国,爱国行动必须计及实际效果,他对爱国的学生讲中国的历史教训,最后根据他当时的认识总结说:“只有科学才能拯救我们这个民族!”

他总是与爱国青年心连着心,诱导帮助他们成为卓有贡献的英才,这可从钱伟长转系一事看出。钱伟长在中学时期受到家庭特别是叔父——著名史学家钱穆的影响,酷爱文史并打下了非常好的根底,害怕学数学物理。投考清华大学时以文史上惊人的才华而被中文系录取。入学时“九·一八”事变发生了,他感到文史不能救国,只有靠枪炮,所以就申请转物理系,代理系主任吴有训翻阅他的入学成绩,发见他数理化三门入学考试成绩还不到100分(一般学生在200分以上)感到他是文史方面的人才,不宜转物理系,劝他不要转系,不予批准。这时叶企孙已从德国学术休假返校,高班同学殷大钧(地下党干部)很赞赏钱伟长的爱国心,建议他去找叶老师,说:“叶老师最关心爱国青年,他会同情帮助你的。”叶企孙在家中亲切接见钱伟长,与他交谈学史记的方法,说:“学史和学物理的方法有共同之处,你历史学得

好,将来也一定能学好物理。但是你要转系还得作好人的工作,首先得争取你叔父的支持。”于是告诉他如何进行工作,钱伟长照着去办,果然转系成功,并在叶企孙、吴有训、萨本栋、赵忠尧等名师指引下刻苦拼搏,终于成为物理学家和力学家,并在反法西斯战争中作出了大贡献。

叶企孙从德国回来,鉴于兵工弹道学对国防极为重要,极需填补这个空白,于是向当局建议,并推荐刚考入清华大学物理系的葛庭燧去德国攻读这一学门,因为这个学生是山东人,身体条件好,思想进步,但是当局却怕这位学生的激进思想而未予批准。于是叶企孙在1933年主持清华大学公费留学生招考工作时特设兵工弹道学这个名额,物理系第5级学生熊鸾翥考取了这个名额去德国深造。1936年国民党政府筹设兵工署弹道研究所,清华大学物理系立即推荐8级杨镇邦、陈亚伦去该所。因时间紧迫,他们两人连毕业考试都未完成,就赶去报到,所内没有专家,只请到一位瑞典人来指导。1937年春,在南京建成该所时熊鸾翥从德国赶回来领导这个国防要害部门,所内技术人员中,清华大学物理系竟占60%。抗战爆发后,清华大学物理系又派8级王大珩、9级方俊奎、10级沈洪涛先后到该所工作,对我国的抗战作出重要贡献,成为这一领域的奠基者。1940年,杨镇邦因一个膛内弹道问题的分析遇到困难,叶企孙曾去函指点,这封信被杨镇邦珍藏至今。

第一届公费留学生招考时,叶企孙在招考学门中设应用光学门,当时第2级学生龚祖同正跟随赵忠尧作核物理研究,叶企孙很了解各学生的长处和品质,就找龚谈心,告诉他应用光学对国防很重要,各国都在加强研究,唯独我国缺乏,拟派留学生攻读,龚祖同立刻领悟,说:“是空白我就去填补。”他立即放弃核物理准备应试,果然考取并去德国深造,成绩非常突出。当他写完博士论文正准备答辩时,听说抗日战争开始了,他顾不上参加答辩,放弃即可得手的博士头衔,匆忙奔返水深火热的祖国,在昆明创办中国第一个现代光学工厂,生产出国产军用望远镜等军用光学设备。

他在这方面的远见卓识和“未雨绸缪”的工作,在半个多世纪之后才能看出其重要价值,值得当今借鉴。例如他对招考公费留学生工作进行不少改革,其中有一项是要求被录取生先在国内指定的导师指引下修学所考取的专业知识一年而后出国。在第2届的航空学门录取的钱学森,原专业是交通大学的铁道机械工程,被安排在清华大学修学航空一年多。一直担任清华大学研究所委员会主席的叶企孙就在此时聘请世界航空领域的最杰出权威冯·卡门到清华大学讲学一年多。1936年,叶企孙领导创建的清华大学航空研究所在南昌建成号称东亚最大的航空风洞,就曾请冯·卡门视察检查。当时除钱学森听他的讲课日后成为他的弟子外,还有清华大学物理系四年级的钱伟长和二年级的林嘉翘。1943年,在加州理工大学航空系主任冯·卡门的研究所内聚集了四位中国青年科学家:钱学森、钱伟长、林嘉翘和郭永怀,他们都对反法西斯战争的胜利作出重要贡献。

如美国空军在一份绝密报告中承认:“钱学森为战争的胜利做出了巨大贡献。”海军次长丹尼尔·金布尔说:“无论在哪里,他(钱学森)都抵得上5个师!”

再看叶企孙的另两位高足钱伟长和林嘉翘。他俩当时正在从事弹道和飞弹的空气动力学研究和设计工作,英国伦敦遭到德国V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>火箭袭击,邱吉尔紧急向美国求援,这件事交到冯·卡门的研究所,钱伟长、林嘉翘等议论:德国的火箭是从欧洲西海岸向伦敦发射的,多数落到伦敦东区,这证明德国火箭是采用了最大射程在攻击伦敦。根据上述研究的结论,他们提出:只要在伦敦地面造成假象,好像伦敦中心多次被击中,以蒙蔽德国飞弹仍按原射程进行攻击,伦敦市中心就可避免飞弹造成巨大的实质性的破坏。邱吉尔在他的回忆录中不胜感激地称赞:“美国青年真厉害!”中国当今潜艇水下发射导弹的第一功臣总设计师黄纬禄当年正好在伦敦郊区一家工厂实习。1944年6月的一个大雾迷漫的早晨,他因事晚去上班,当他赶到工厂上班时,发现一枚V<sub>1</sub>火箭已使工厂成

为瓦砾堆，5名英国同事葬身其中。后来见到英国人在郊区伪装一个“假伦敦”，使真伦敦得以完整地保存下来，印象极深。半个多世纪后在全世界纪念这一反法西斯战争时，应该披露创造这一奇迹的真正功臣，他们既不是美国青年，也非英国人，而是中华儿女，是叶企孙培养出来的两名中国科学家！

还可举出不少例子。例如一位清华大学物理系9级葛庭燧，他1943年在美国参加曼哈顿原子弹工程和远程雷达两用天线的研究，作出贡献而获美国国防研究委员会颁发的奖状和奖章。

叶企孙本人直接参加反日本法西斯战争的事迹特别令人惊讶和钦佩，是他的科学救国思想的完美表现。他参与的冀中抗日是一个很值得深入研究和总结的问题。

抗日胜利后不久，上海出版了一本非常具体忠实地描述反法西斯战争的巨著《第二次世界大战画史》，几年前再度影印出版，可见其经典价值。书中对仅为国民党东北军的一个团的团长的吕正操作了不少描述，其照片与红军著名将领朱德等并列，而国民党军长以上的几十名将领极少能入此史册。共产党的抗日根据地不下几十个，唯独冀中根据地在此史册上大放异彩。与此有联系的，解放几十多年来描述抗日战争的文艺作品大受群众喜爱的，几乎大多数与冀中抗日有关，如《地雷战》、《地道战》、《敌后武工队》、《铁道游击队》、《小兵张嘎》等。这是为什么？细心的读者不难发现其原因。因为这里开创了一个新局面，他们不再是只靠英勇拼杀、壮烈牺牲去换取胜利，而是运用科技创造的实力打得敌人胆战心惊，大长了中国人的志气，灭了敌人的威风。通常的游击战总是用山川森林作为游击队的屏蔽，进行“捉迷藏”式的战斗。可是冀中根据地却是一望无际的大平原，又是在京汉、津浦、德石三条铁路的包围之中，地处北平、天津之旁，又有敌人的坦克军车驰骋扫荡。吕正操仅小小一团东北军正规部队怎能立足？！但是他站住了，而且最后发展到十万大军，创造了世界战争史上的奇迹！晋察冀

边区聂荣臻司令员的领导和党的组织的协助起了很大作用，这在其他抗日根据地也一样，所唯一不同的是吕正操认识并充分运用科技知识分子在军事科技上的作用。吕正操写的两本详细的回忆录揭示了此中奥秘：“1938年的春夏间，有大批平津保<sup>1)</sup>青年学生和有专长的知识分子来到冀中……在冀中抗战中发挥了重要的作用。……如胡大佛，他曾去法国勤工俭学，是专门学飞机……还有熊大正（即熊大缜）<sup>2)</sup>、李广信（即清华大学地学系7级李琳）<sup>2)</sup>、门本忠（即清华大学物理系仪器保管员阎裕昌）<sup>2)</sup>、汪德熙、张芳（即燕京大学研究生李度）<sup>2)</sup>等都是清华大学的……，他们首先在城市试制出炸药，装入木箱或纸箱里，上面写上“肥皂”运到冀中。……生产了飞雷，像火箭一样……美国的观察组见到以后说，‘你们真有本事呀！和美国的火箭一样啊！’他们在外国报纸上发表文章，说他们的技术中国的晋察冀都有了。晋察冀这样搞，其他兄弟部队打电报要求支援。”

对文中的“他们”吕正操是并不清楚的，今天应该披露了，他们是叶企孙和他所组织起来共同浴血奋战的平津大学师生们。地点就在日寇统治的“心脏”地区——北平和天津城内，真可谓“深入虎穴”，在这里不仅研制成TNT炸药，还制造无线电收发报机。葛庭燧当年在燕京大学物理系当研究生时，就利用这所美国教会学校作掩护，购买雷管、无线电元件供应叶企孙所组织的生产车间和冀中熊大缜的技术研究社，而且还曾在阎裕昌、张瑞清的带引下进入冀中军区会见吕正操、熊大缜等领导人，不过他当时并不知道幕后安排他的活动的指挥者竟是他最敬爱的老师叶企孙。张瑞清原是清华大学理学院实验员，1938年跟随熊大缜抗日，成为叶企孙的秘密交通员，以后一直遵守叶企孙嘱咐他的保守机密的规定，从未向任何人说起叶企孙派他进行的抗日秘密活动，一直到两年前笔者访问他时才透露出来，此时葛庭燧才清楚了。当年的一切抗日活动，叶企孙从未与人说，他对

1) 指当时的北平、天津、保定。

2) 括号内的是本文作者加的注释。

好友陈岱孙说，第一是这种事本是任何一个中国人应该做的，第二是为了保护这些浴血抗日的同志们。1938年期间，叶企孙还受校长梅贻琦之托，负责清华大学在平津的校产，他有一位行政人员汪健君作助手，专门保管校产，并与叶企孙同居天津清华同学会的一个房间约一年时间，竟丝毫未察知叶企孙的秘密抗日活动。只有清华大学化学系研究生林风比较知道得多一点，因为叶企孙派他负责制造 TNT 炸药，常和他商谈抗日工作。当年生产出来的 TNT 做成肥皂状，无线电收发报机等则藏入猪的膀胱内，再浸入粪稀中运往冀中军区交吕正操的部队，保定的日寇封锁线从未查出，北平大学电机系毕业生刘维和李琳等人负责运送。每次运送出去后林风总去向清华大学的地下党干部姚克广（后改名为姚依林）汇报。在《一代师表叶企孙》一书中，林风、汪德熙、葛庭燧、张瑞清等人均写了很详细的回忆，此处不赘述。

最后应介绍一点叶企孙最亲密的助手和高足熊大绩的情况。他与钱伟长、彭桓武同是7级毕业生，毕业论文由叶企孙指导，题目为《赤内光线照相之研究》（赤内的原文为 *infra-red*，今译为红外），1935年他研制出红外底片，并在夜里登上清华大学的最高建筑气象台顶拍得北平西山的红外照相，这是中国第一张红外照片，极为清晰，当时轰动清华大学。1936年的《清华周刊副刊》上特刊文高度评价熊大绩的科学才干和这一科技成果的价值，由于这一领域在国防上的重要性，叶企孙曾与他计划好，送他去德国进一步攻读红外技术，因“七·七”事变，留下来协助叶企孙主管清华大学在北平的师生迁移之事。1938年春节本打算结婚，听到张珍招募科技人员之事，立即推迟婚礼奔赴冀中，不久就因工作突出而升任冀中军区供给部长并创办技术研究社，在叶企孙的指导帮助下和一起工作

的同志们的协助下，为冀中抗日作出了很大贡献。1939年初，聂荣臻约见他时，高度评价他的工作，要求他多从沦陷区招募科技知识分子，竭力广大技术研究社。贺龙的总供给部长陈希之希望派人到他的技术研究社工作，以得到培养，但是4、5月间晋察冀一支除奸部派出的人员突然将他逮捕，在转押途中未经向上级请示就把他弄死，几个月后才公开罪名，被定为国民党特务、汉奸，技术研究社竟被说成是特务机构，是罪证之一。同时被株连入狱审讯的平津去的知识分子有近百人，连20年代入党的领导干部张珍也被关押审讯。1986年，熊大绩得到复审昭雪，恢复名誉，被追认为烈士，名字刻入清华大学的革命烈士纪念碑，他可以说是20世纪的“岳飞”！

1938年间，因梅贻琦校长多次催叶企孙回校主持工作，而抗日活动经费已用尽需另筹，再加上在津的抗日秘密活动已为敌人觉察，故叶企孙于同年10月离津南下，在海轮上不胜思念浴血奋战的同志，特别是熊大绩，就写了一首长诗，迄今无人知晓，近来从遗物中发现，这可说是叶企孙亲笔留下的罕见的记述他与弟子们反法西斯战争史实的证物。现摘抄其中几句作为本文的结尾：“君有壮健躯，尤善足网球。才艺佩多能，演剧与摄影。……西山诸远峰，赤外照无遗。师生千五百，无人不识君。……国土更日蹙，逃责非丈夫，积忿气难抑，……一朝君奋起，从军易水东。壮志规收复，创业万难中。从君有志士，熙维与琳风。吾弱无能为，津沽勉相助。倏忽已半载，成绩渐显露。本应续助君，聊以慰私衷。但念西南业，诸友亦望殷。……此行迥异昔，身行心仍留。舟中虽安适，心乱难言状。时艰戒言语，孤行更寂寥。终日何所思，思在易沧间。”