

有中国电信 IC 电话卡 , 随时都可以在我国许多城市大街小巷的 IC 卡电话亭打电话 , 用手机更能到处“漫游”。人人手持的第二代身份证 , 其中记录了个人资料 , 可随时检查、核对。这些标志着社会信息化、给人们带来实惠的成果 , 主要依靠的是 IC 芯片技术。而国内最早的 IC 卡 (“中华第一卡”) 是在李志坚教授领导和参加下、由清华大学微电子所研究出来的。此次我们慕名采访了这位在微电子学领域驰骋近 50 年、获奖甚丰的在京浙籍院士李志坚。

当我们到达李志坚院士办公室的时候 , 他比约定时间早到了半小时。也许正是这“总是提前一点”的习惯 , 使他在半导体、微电子的研究事业中总能走在前面。现在 82 岁高龄的他依然还要走在前面 , 已从微电子进入到了纳电子研究 , 并对量子信息处理的实现开始感兴趣。

潜心留学“保密专业”

李志坚 1928 年出生于浙江宁波的柴桥镇。 1951 年 7 月 , 师从何增禄、王淦昌、程开甲等教授的李志坚 , 从浙江大学物理系毕业后被分配到上海同济大学工作。当时新中国刚刚成立不久 , 百废待兴。李志坚以祖国的需要为需要 , 在工作取向上三次服从组织分配 , 最终于 1953 年被委派去苏联列宁格勒大学物理系攻读副博士学位。

当时 , 中国还没有半导体专业 , 在苏联也还是“保密专业”。出发前 , 苏联已经同意李志坚学习半导体 , 但是到了苏联却又被告知要改学金属物理。李志坚一听就急了 , 半导体是当时的前沿科技 , 中国还未起步 , 学习半导体对中国科技发展意义重大。李志坚坚决拒绝了苏联方面让他换专业的提议 , 通过努力 , 苏联才勉强同意了他去学跟半导体相关的“固体电子学”。幸运的是 , 他师从于在国家光学研究所从事武器应用半导体探测器研究的苏联科学院院士 A · 列别捷夫。李志坚“曲线报国”如愿以偿。

在苏联的 4 年多时间里 , 李志坚凭

着满腔爱国热忱和勤勉不辍的精神 , 取得了优良的成绩。只在出国前几个月突击俄语、更没有专业背景的他 , 硬是把老师交待一年半期限看完的一批书在半年内“啃”了下来 , 并通过了专业考试 , 提前进入研究课题。苏联培养研究生特别重视独立工作能力 , 因为虽有导师引导 , 有关课题研究却没有其他人做过 , 研究工作实际是从一个空题目开始的 , 一切实验条件都要自己创造。他建立了真空度高达 10^{-10} 托的全玻璃真空系统 , 改的小电流测试设备测量的数量级也达到了国际先进水准。在此基础上实验 , 他提出了半导体多晶膜电导和光电导的晶粒间电子势垒模型 , 并在世界上第一次明确地得到实验证明 , 通过论文答辩。 1958 年初他获得了列大物理、数学副博士学位 , 同期

光荣加入中国共产党。

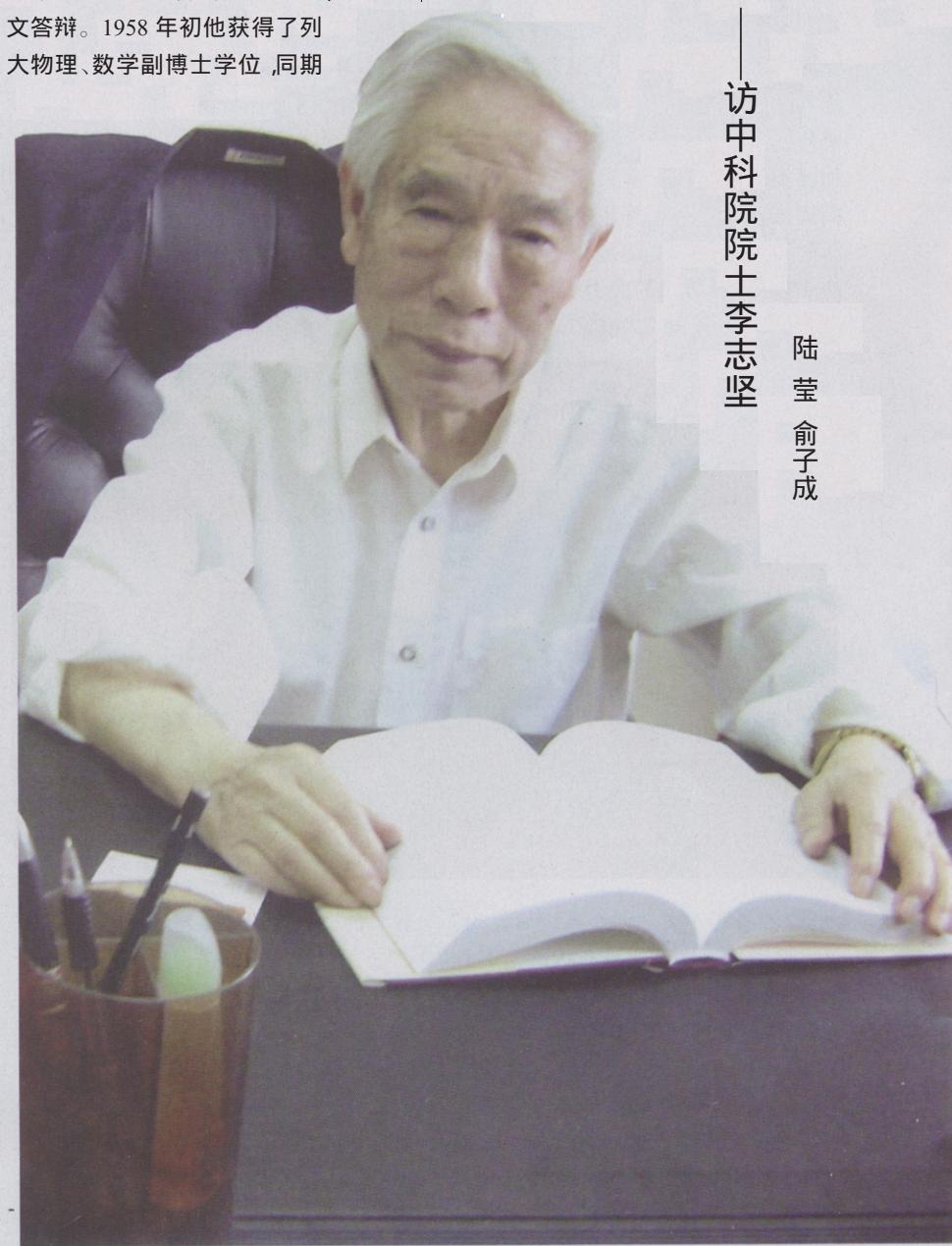
报国发展半导体和微电子事业

李志坚从苏联留学归国后回到清

“十”
— 心 报 国

访中科院院士李志坚

陆莹 倪子成



华大学。清华大学至今流传着一段佳话：李志坚回国后本想回母校浙江大学，可回国时清华大学无线电系的党总支书李传信已提前去接站了，他认为这是教育部的分配。直到后来去教育部报到，才被告知有清华大学、浙江大学和西安交通大学可供选择，可此时“米已成饭”、“盛情难却”，他只好留在清华任教，并创建了清华大学半导体专业。而且一留就是一辈子。

当时半导体原材料有锗和硅两种，其中锗的材料和器件已产业化，锗技术日臻成熟，而硅技术尚处于初始阶段。李志坚他们认真分析研究锗和硅的优劣，瞄准世界前沿水平，决心以硅材料和硅器件作为科研的主攻方向，想借此尽快缩短与世界先进水平的差距，带动半导体专业的建设。当时国内没有高纯度的硅，又因为发达国家对中国实行“绝对封锁”政策而无法进口，开展工作困难重重。不过，这难不倒李志坚和他领导的一群思想解放、热情高涨的年轻人，开始全身心地投入到半导体专业创建工作：白手起家，临时腾出两间学生宿舍作实验室，“土法上马”，因陋就简自制关键设备。实验虽多次失败，甚至发生化学反应爆炸，但李志坚毫不气馁，和大家及时分析原因，不断调整工艺设备，经过几个月的日夜奋战，终于在1958年的国庆节前研制出纯度达9个9以上的半导体多晶硅，还使多晶硅实现小批量生产。很快硅技术成了半导体（微电子）技术的主流。

一个又一个难关攻克了。1961年，他们自行设计和制造的单晶炉在国内较早地生产出了单晶硅，接着首次研制成硅合金晶体管，1964年研制

成功硅平面高反型晶体管，并开始准备集成电路的研制。这些成果填补了多项国内空白，为1990年后进一步开展硅集成电路的研究打下了坚实的基础。

1980年，清华大学微电子所建立，李志坚先后任副所长、所长，领衔完成多项国家级、省部级项目。上世纪80年代先后研制出1K、4K、16K位SRAM，8位、16位微处理器和2K EEPROM、通讯专用集成电路等大规模集成和超大规模集成电路芯片。1990年在自力更生建成1μm CMOS VLSI工艺线的基础上研制成功了1兆位汉字库只读存储器，首次使我国微电子芯片集成度突破百万元件大关，进入ULSI规模时代。

几十年来，李志坚始终站在科学的最前沿，出色的科技成果和学术贡献为他带来了巨大的荣誉和诸多的奖项。他十多次获国家和部级奖，其中MOS器件物理方面获2次部委科技进步二等奖，VLSI集成技术及电路方面获部委科技进步一等奖4次和国家科技进步二等奖2次，国家发明二等奖1次。1979年，他被评为全国劳动模范、国家级突出贡献专家。1997年荣获陈嘉庚信息科学奖。2000年又获何梁何利科学和技术进步奖。他和学生的许多研究成果还为国际同行所称道，取得了一批国际专利。

“那都是过去的了，而且是大家努力的结果。”李志坚始终保持着谦虚低调的态度，“目前在高技术领域我们的国际地位依然较低，就是在国内同行中微电子所都已不再占优了。放眼未来，微电子在一二十年内还会是主要的，但纳电子将会越来越重要。之所以要建微纳电子学系，就是要站到世界前列去，因为这是国家给我们的任务。”“放远眼界，量子信息处理究竟何时实现？未来20年后信息技术很可能发生一次新的革命，是否准备好了？学生可有准备？”如今已是耄耋之年的李志坚仍在思考着未来信息科学技术发展和学生的培养。

成为德学双馨的良师益友

李志坚在潜心科研的同时，一直在

呕心沥血地教书育人，为祖国和世界培养了一大批微电子科技人才。从建立专业起，他曾长期为本科生主讲半导体物理的专业基础课，为研究生开设“微电子进展和前沿”讲座，指导、培养了一批又一批的硕士生、博士生。现在，他的许多学生已成为科技界的骨干人物，为中国乃至世界发展半导体和微电子产业和科技进步发挥才智。有两位学生已当选为中国科学院院士。

李志坚坚持言传身教，在学生中树立了学术与道德双馨的崇高形象。他说，清华的学生都是全国各地的尖子生，都非常聪明，教得不好是老师的失职，对学生对国家都是很大损失。教育教育不只是教具体一件事怎么做，更重要的是基础内容、正确的思维方法、坚韧不拔的毅力，做人做事的原则，启发学生去思考，去总结。而老师把学生当成朋友，也应该去理解去学习年轻人的新思想新观念，开拓思路，做到教学相长。

李志坚希望年轻人能够树立远大的理想，静下心来扎实实地学习，用实际行动去实现自己的理想，不要急功近利。对于如何实现理想，他指出：一要对从事的事业有兴趣，二要有决心和毅力。他说自己就是从年轻时对物理很有兴趣并且内心潜藏着想做出一番事业的决心，因此当被分配到东北农学院的时候，他就向一位物理系的老教授请教怎么把喜欢的物理应用于看起来不搭边的农业，还思索着用X光“辐照”来提高作物产量。“对于不懂的东西，不弄懂它就放过去了，一辈子可能都不会懂。如果迎刃而解，弄懂了，一辈子都懂了。做学问就要有一种坚韧不拔的精神，不能避重就轻。”李志坚一直记得程开甲老师的这番话，也认为做学问一定要沉得住气，耐得住寂寞，耐得住清贫。提起自己的某个学生，没有坚持到出科技成果的那一天，为追求高收入，匆匆投身到一家外企，老院士唏嘘不已。

在这位一生严谨的老科学家看来，如果没有一个科学的体制和机制，科学发展观将很难落到实处，而成为一句空话。“落实科学发展观是非常有必要的，且任重道远。”