

往事回首

——人工微结构和介观物理国家重点实验室初期的回忆

甘子钊^{*}

(北京大学物理学院 人工微结构和介观物理国家重点实验室 北京 100871)

2013-06-04收到

† email: zizhaogan@pku.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20130905

1985年底或1986年初,北京大学丁石孙校长找我说:现在国家要建设一批国家重点实验室,推动基础科学和前沿科学的研究。南京大学、复旦大学、山东大学等都开始了凝聚态物理方面的重点实验室建设,学校也认为要在原来物理系的固体物理所的基础上争取建设一个国家重点实验室。丁校长对我说,他和物理系赵凯华主任,张为合书记商量,要你和戴远东(当时是主管系里科研工作的副系主任)等负责筹办这件事;他说,周光召先生(当时任中国科学院数学学部主任,以前也是北京大学物理系的教师,后来调到第二机械工业部帮助工作,上世纪70年代末才从北京大学调出)有个建议,为了加强中国科学院和大学的合作,这个实验室可以由北京大学、清华大学和中国科学院物理研究所(以下简称物理所)三家共建,北京大学是牵头单位;他还说,周光召先生现在也是清华大学理学院的兼任院长。丁校长说,学校是同意周光召的意见的。不久,物理所就派赵忠贤研究员,清华大学派熊家炯教授来具体联系这项工作。我和他们商量多次,还开过几次系内外的座谈会,并起草给教育部和国家计委科技司的报告。我记得当时物理所希望在这个实验室中发展的是低维的光电能源器件,清华大学希望发展材料设计和半导体量子阱器件,北京大学希望发展半导体电子器件、光电器件和激光器件、扫描隧道探针、超导隧道结等等。总的说来,三家都觉得为了国家的长远发展,应该开展以大规模集成电路、量子阱、超晶格等为标志的当代新的材料技术中的物理问题的研究,以及由新的微细加工技术的发展所带来的一系列微小空间时间尺度上的物理问题的研究,这些问题带有一定意义的共性,对发展

凝聚态物理和新技术是很有意义的。所以,从研究对象来说,想用“人工微结构”的词,这可以和南京大学已经用的“固体微结构”区分。表示我们关心的是大规模集成电路、半导体激光器这类按设计做成的有特殊功能的微结构。从学科上说,按照当时国际上刚刚兴起的一个提法,觉得把这类问题用介观物理这个词来概括显得比较新颖。我们就此问题还访问了黄昆、谢希德、彭桓武、柯俊、洪朝生、冯端等老一辈学者,还请教过杨振宁、李政道等国外著名学者,都得到大体上同意但着重点有所不同的回答。

就在我们三家密锣紧鼓的商谈筹建实验室时,铜氧化物超导材料的热浪出来了,先是赵忠贤等物理所的同事,接着我们和清华大学的同事都卷进去了,实验室的事就只好先放下来了。这个情况也得到当时国家计委科技司和国家教委科技司有关领导的理解和支持。这样一直到1989年,筹建实验室的事才又抓紧启动进行。这时国家计委和国家教委的领导说,总结这几年国家重点实验室运作的经验,高等学校的国家重点实验



图1 北京大学物理学院南门

室规模不宜太大，而且与学校的教学工作，和院系的领导也不可能分得太清。几家合办，多头领导不好办事；你们原来设计的三家合办的方案要改。物理所已经定了要办超导国家重点实验室，规模较大；清华也有其他的考虑；原来筹办的这个实验室就由北大一家办了。希望你们三家前段相互亲密合作的精神在今后工作中继续发扬。当时国家计委规定的重点实验室建设费总共是500万元。基建等经费由学校出。于是我们又开始了反反复复写报告，提计划，提订货单，跑审批等等文字工作和事务性工作，除了戴远东和我外，许多系里的同事也卷进来帮忙。二十多年过去了，回想起来倍感亲切。有些事情现在说说也是很有意思的。

大致在1990年初，钱学森先生给我一张手写的字条，说看到北京大学物理系重点实验室的计划，觉得学科方向选择得很好，“介观”这个词也很切题。不过最近美国开始流行一个nano-的词，他和钱令希先生(当时是大连工学院的老院长)商量，认为这是很重要的技术发展方向，拟定名为“纳米”(10⁻⁹m)技术。钱先生说，我觉得你们实验室选择的学科方向正是纳米技术的物理基础，能否就改称纳米物理？这样会不会对发展目标和意义更鲜明些。钱先生对我们实验室的关心令我非常感动。但是我们觉得叫做“纳米”，就把尺度具体化了，还不如“介观”的词语在学科意义上合适。我给钱先生回了一封信，说明了这个意思。两天后，钱先生让秘书给我回了个电话，说他同意我信上的意见，叫“介观”在物理

学科上更合适，鼓励我们努力搞好。后来“纳米”这个名词大为流行，各级领导格外重视，我每想起当年钱先生的意见，真是为当时没有接受深为遗憾，可以说我都后悔得“肠子都发青了”！

老一辈科学家对这个实验室的关怀是非常令人感动的。记得1990年前后，谢希德先生专门找我去谈北京大学这个实验室和她建立的复旦大学表面物理实验室，以及黄昆先生建立的半导体超晶格实验室的异同，各自的研究着重点在哪？该怎样密切合作？一个晚上聊了四个多小时，非常亲切具体。彭桓武先生也叫我和戴远东去他家谈，着重讲量子输运，超导和激光的联系，反复教导我们要抓不同领域的共同物理基础，抓里面的物理！杨振宁先生也叫我去谈电磁矢量势的物理意义，说AB(Aharonov-Bohm)效应，说“all depend on phase”，说量子力学基础的实验研究近年的进展和意义。我记得回来后，把杨先生的话转达给赵凯华老师，赵激动地连声说：“这才是真的基础研究！这就是基础！”今天回想起这些前辈对我们实验室的教导和期望，对比这些年我们办的事，真是感到惭愧万分！

500万元人民币今天说起来很不显眼了，当年可是了不得的一笔钱！要买什么设备？大家反反复复地争议、协商、查资料、询价。例如，当时求得的一个共识是要进口一台能制备半导体量子阱的装置。可是要进口一台分子束外延(MBE)设备能拿得出的钱不够，想都不敢想！要进口一台金属有机气相沉积(MOCVD)设备钱也远远不够，只能买国产的；买哪家研制的？按怎样的方



图2 北大物理六宗师(左起：饶毓泰、叶企孙、周培源、吴大猷、王竹溪、黄昆)

案订?系里有关的老师,系外的许多同行,特别是一批系友,都十分积极出主意;最后才确定了购买中国科学院长春物理研究所研制的MOCVD。虞丽生老师和几位在长春的系友为办这件事花了大力气,虞老师还从吉林大学“挖来了”参加过研制这台设备的张国义!进一台超短脉冲激光器,抓超短时间尺度的物理,也是大家求得的一个共识。可手上就这么一点钱,原来我们这方面又没有基础,几位系友,包括在美国的几位都为这件事下了功夫。总之是忙忙碌碌,最后才妥当了,提的单子比500万超了几十万,国家计委科技司管这件事的任玲和马德秀同志也认可了。我们刚刚松了口气,忽然又发现由于戴远东和我具体工作上的疏忽,原来在订仪器上埋伏着一个近百万元的缺口。急得我大骂戴远东,张为合作为系党委书记来劝架说现在骂谁都没用,只能你去求计委再加钱。张对我说:“你再去装可怜,作检讨,最好能哭一鼻子”!真感谢任玲和马德秀两位同志,我才检讨了几句,虽然还没哭出来,她们就说:“搞理论的物理学家不会算账,也算个办事规律吧!这个忙我们帮了,给补上吧!”。事后别的单位有人讽刺我,说老甘会走后门骗钱!就是说这个事。

六百多万元就这样花出去了,接下来就是基建配套,安装设备,开始工作。那时从教育部能拿到的重点实验室运行费一年是20万元。部里科技司照顾有几次给到30万。学校当时是没钱给科

研的。所有实验室开支都要靠多方申请来的课题费。加上那时教职工的工资低,为了年底给大家发1千至2千元(个别能到3千元)补助,也必须从科研课题费中抽钱。总之年初忙着申请课题,年底忙着计算工作量发津贴。戴远东、冯庆荣、周赫田和张树霖(早期)等陪着我忙乎,还不断受到埋怨,够难为他们的。说实在话,当时申请什么课题能得到较多经费是我们首先的考虑,课题的科学内容是第二位的。

由于当时超导是专项,经费相对比较有保证,实验室想主动开辟点研究就只好从超导拿钱。在杨振宁先生的提议下,我们对量子力学基础的实验研究还是很想开展点研究。先从超导拿了10万元,请曾谨言老师出面组织了个量子力学教学研究的会,讲了讲EPR争论,贝尔不等式,量子纠缠态,等等。当时也确实想做些基于非线性光学的量子力学基础的实验研究,用后来流行的话来说,就是开始做点量子信息的研究。我和几位同事也看了不少文献,设计过几个方案;可是要做总得筹备近百万元以上的设备费,再有几位下决心干的人;可是筹备钱一下子到不了手,在系里也没有找到特别积极响应的人,所以举行了一些报告会就趋于“平淡”了。 C_{60} 分子被发现,由于它的掺杂固体有超导性,从超导拿钱支持开展这项研究很合理;我们和化学系合作开展 C_{60} 分子的研究,这项工作搞起来了。随后我们又和化学系一起推动碳纳米管的研究,都还算及时,也出了些成果。像龚旗煌老师做 C_{60} 溶液的非线性光学常数的研究,所得到的数据还是国际上第一批数据;化学系顾镇南老师做的一些结构学的研究;也是早期确实起了作用的,但后来由于经费和人力的原因,这些方向都没能很好地开展下去。

MOCVD设备引进了,可具体做什么?原来想搞点低维电子气的研究。可是经过具体探讨,国产设备做不出具有足够高迁移率的样品,这种设想很难实现。这时刘弘度老师来找我谈日本人最近在GaN方面的进展,说日本人解决了p型问题,出来的蓝光很亮,可实现固态全色显示等等。我开头不以为然。因为我从国外文献上得到



图3 MOCVD系统

Cryostats for Low Temperature Physics



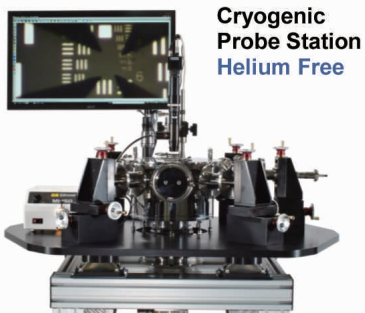
ARS Manufactured
Closed Cycle
3 K — 800 K



Top Loading
Fast Sample
Change



Micro Raman
Ultra Low Vibration
3 - 5 nm



Cryogenic
Probe Station
Helium Free

Advanced Research Systems

Tel: +1 610 967 2120
Fax: +1 610 967 2395
www.arscryo.com ars@arscryo.com

的印象是蓝光显示要靠II-VI族化合物；从刘拿来给我的文章上看，日本人做的样品晶体质量又很不好，不像能成为好的发光二极管(LED)材料。但是刘弘度是“好为人师”的人，他一次、两次、三次地找我谈！还把有关文献复印好送来，一再嘱咐：“你要好好看”！在他的催促下，我才用心看了他拿来的文献，觉得还真是像有发展机会。我找戴远东商量，他考虑得比我干脆，他说：反正做GaAs系列的样品，我们的设备水平在国内都排不上位置，做II-VI族又要花钱改设备，倒不如听刘弘度的，试一下做III族氮化物，最后失败了就你和我检讨罢了，用不着像你那样瞻前顾后的！我又和具体负责这台设备的张国义谈。他更是十分干脆，立即表态拥护做氮化物的新方向！他说他早就有这个想法了。在他们的支持促进下，就这样开始了对GaN基的宽禁带半导体研究。我记得直到1996年这个方向才开始拿到国家项目的正式经费支持。

总之在上世纪90年代这10年中，我们还总是希望依靠国家重点实验室的支持，能推动一些新的研究方向，包括一些新的实验技术。当时对杨威生老师的扫描隧道探针技术，龚旗煌老师的飞秒激光技术，刘弘度老师的光纤器件技术等都是我们尽可能支持的，但也做得不够。在一些属于交叉学科范围的，如支持欧阳颀老师回国开展生物物理研究，算是成功的一个例子。可是支持一位从法国回来的人搞电场影响极性分子液体相变的研究就是一个失败的例子，最后“颗粒无收”，无法向领导交代，只好由我写“失职”检讨！感谢在那段时间，国家计委科技司，教育部科技司和学校有关部门的领导同志，对我和戴远东等多次做出的决策失误和行政失误，都很宽容，还想法帮我们过关。

日子像长流水般地渡过，“逝者如斯夫，不舍昼夜”！重点实验室经过验收，批准正式开放到今天都二十年了！我和几位在建设初期经办这件事的同事，也先后离开系里和实验室的实际工作多年了。我在这帮人中算还留着较多联系的一个，但实际上这十多年也没有起什么作用了。近些年来，随着国家综合实力的上升，国家对科研事业投入的增强，以及年轻一代优秀学者的迅速成长；今天的介观物理实验室面貌，真可谓是“繁花似锦”，和当年不可同日而言了。回顾早期我们工作上种种失误和无奈，我们除了感到遗憾和抱歉之外，也为国家兴旺和实验室事业的发展高兴。清朝乾隆年代的一个元宵节，一位我忘了他的名字的诗人写道：“千家笑语夜迟迟，忧患潜从物外知；俏立市桥人不识，一星如月看多时。”我这篇回忆也就算做站在桥头，“一星如月看多时”吧！