

# 毕生为科学 所愿为发光

## ——我的科研感悟\*

徐叙珩<sup>†</sup>

(北京交通大学理学院 北京 100044)

2021-04-25 收到

† email: xrxu@bjtu.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20210507

从1951年参加工作以来,我一直在发光领域“摸爬滚打”,至今已有60多年的时间。这些年同大家一起取得了一些成就,在工作中感悟颇深,现将这些感悟总结下来,希望能带给发光领域前沿工作的人们一些启迪,更希望新一辈杰出人才可以在新时代的大好科研环境下创造我国发光领域的新辉煌。

本文是把我个人的思想和工作按“顶天立地”的方式,从目的、内容、重点、创新、前景、计划等方面边分析边整理。就“顶天”工作来说,于国家角度而言,我曾多次主持召开了国际国内发光学术会议,多次参加国际交流与合作,培养了大批在显示发光领域的中坚力量及行业翘楚。对于学校层面而言,创建了北京交通大学光电子技术研究所,3年时间建成了“信息存储、显示与材料实验室”,2005年

又成立“发光与光信息技术”教育部重点实验室,指导课题组学生发表大量优秀的学术论文。感悟中的“立地”部分有些来自和徐征等团队老师的讨论,因此这里用“我们的感悟”更为确切。一是因为我虽有“老骥伏枥”之心,却已无“事必躬亲”之力。现在课题组的工作主要是在我偶尔“敲敲边鼓”的情况下,由课题组其他老师以及青年力量密切配合下完成的。二是要时刻强调团队合作的重要性,后续的工作我只起到了引领方向的作用,其深入的工作主要依靠如陈一询、戴仁崧、徐征、赵谏玲等年轻同事完成,也依靠如申猛燕、雷刚、陈立春、王文静、邓振波、许秀来、曲崇、陈毅翔、张成文、朱友勤、黄迪、赵蛟等研究生的配合。

回顾60多年的科研工作,主要的贡献或者工作的价值主要有以下几点:

第一项工作,证明了苏英双、单分子发光之争不是机理不同,而是同一机理中不同初始条件引起的反向趋近极端现象,是同样性质的物理量有不同数值的结果。

第二项工作,赋予了电子以激发

发光的能力,成为激发源。

第三项工作,在无机电致发光中,用分层优化的实验证明了第二项工作对热电子激发发光的方法是正确的,同时以实验证明了30年前法国人发现的场致发光的激发是碰撞激发。

第四、五项工作都是评估陷阱深度,躲避发光的参与,用了两种方法以单纯半导体电子过程解决问题。先用排错求真法(try and error),再用各种陷阱深度作图找出符合定性计算结果的数值,后用单纯半导体电子过程直接计算法得到相同结果。而用传统方法假定加热发光是单分子或双分子来得到的陷阱深度与此相比,相差可达50%。再次说明发光实质是半导体电子过程的综合,其现象才是发光。

第六项工作,计算了电子能量进一步提高的前景,提出了分层优化的结构。用此方法研究有机发光发现了固态阴极射线发光。

第七项工作是发光寿命。采取变频激发的方法,利用已在激发态的中心不能再激发的限制,测量一个脉冲与前一个脉冲引起的激发态末尾衔接的频率,可用渐进逼近法逐渐减小上述脉冲与前一个激发态脉冲的叠加部分,以及外延得到与它相应的时间即发光寿命。据此提出了测量发光寿命的下折点理论及较为合适和贴切实际的实验方法,



中国发光学的主要开创者和奠基人徐叙珩先生(1922.4.23 — )

\* 在庆祝徐叙珩院士百岁华诞之际,北京交通大学冀国蕊根据先生短信及口述,将其科研感悟整理成文并予以发表,以启迪和激励新一代科研工作者。

完全符合科学理念。

接下来我就结合自己的科研经历和社会经验，谈谈在科研工作中的一些感悟。

### 感悟一：做科研的要点

第一要点是概念准确、清楚、严守。

第二要点是紧紧抓住核心问题，凡是涉及中心的问题都是核心。我们只作了动力学，像中心结构等也是核心。

第三，先做领域创新的工作，进行新开发。希望大家多做核心中的领域创新，然后再向外围开拓，但仍须对核心有影响。再离核心远一点的工作可能对核心已无影响，就要审视情况，避免“隔靴搔痒”的无功工作以及垃圾工作。

### 感悟二：尊重科学、尊重科学家，自信但不盲从

在科学研究的漫漫长路上，最重要的是树立正确的人生观、世界观、道德观、科学观，以及积累丰富的社会经验和科研阅历。各种观念的融合支配着一个人的行为，要使行为得当，做到与时俱进，就要不断端正各种观念。要尊重科学、尊重科学家，做到学术民主而非一意孤行，要定位准确而非妄加标

签，要做到概念清楚而不任意曲解，要自信不要盲从、正确处理藐视与重视等等。

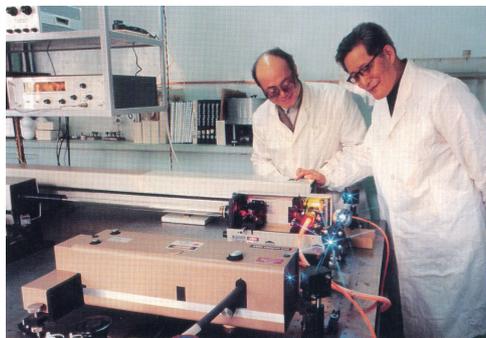
自信源于两点：(1)熟悉行情，确认创新；(2)工作到位，彻底透明。概念真实、关系明白、结论确切、量体裁衣，就必然自信。所以自信是建立在科学基础上的客观评价，是一步一个脚印，脚踏实地走出来的。自信的人做出来的工作以及发表的文章都处处彰显着自身的气势。所说文章要有气势的含意不是盛气凌人，而是显示你的处境是居高望远，视场是四面八方，观察透彻，分析入微，结果确切，就能令人信服。

刚开始做发光工作时，我知道我的任务是要填补国家在发光领域的空白。当时在研究文献时发现苏英一直在用发光现象争论发光本质问题，随后在我的工作中，以复合截面表示离化中心性质，以俘获截面表示陷阱性质，以光和表示复合或俘获次数。用这种形式的半导体电子过程及准平衡理论推出了发光时电子密度的变化规律，实验数据符合理论模型，说明发光的实质不是发光，而是半导体电子过程。英国诺贝尔奖得主莫特在专著中说导电电子不可区分，实验已证实电子行为符合发光的理论模型，为了验证它的能量是否受到限制，遂以光学电子做了实验，结果也符合理论模型，而复合截面与俘获截面之比从100降至10。后又采用了荷兰人的新材料结合苏联人的准平衡理论，前者可有截然分开的加热发光峰，后者提供了以能带理论为基础的半导体电子过程描绘光致发光的理论模型，实验与其吻

合。而后我们又试验热电子能否通过碰撞产生激发，我们用一组线性光强提供初电子同时加一电场，通过实验发现了电子碰撞引起的倍增及激发或离化效应。研究产生的非线性效应，证实了电子倍增及碰撞激发或离化效应，明确了30年前发现的场致发光的碰撞激发机理。它的另一方向是从加热发光峰估算俘获电子的陷阱深度，先用排错求真法(try and error)，再用各种陷阱深度作图找出符合定性计算结果的数值，后用单纯半导体电子过程直接计算法都得到相同结果。进一步说明发光实质是半导体电子过程的综合。这些工作也得到了各国科学界的支持，其中苏联专家在其专著中用8页篇幅介绍了我们的第一个工作，在我回国时又赠送了一整套仪器，包括标准灯、亮度计、投影仪、照像机、切片机等。“文革”过后，我提出了分层优化方案，提高了电子能量的同时又解决了器件发光性能的难题，最后得到的有益结果包括超越低压亮度饱和区，使所有电子都可激发发光，增加了得到蓝光的可能性，开创了能谷间跃迁的新领域，得到夹有平台的单调能量上升。

### 感悟三：积极推动学科发展，走向国际舞台

1984年为摘除听神经瘤，我做了开颅手术，术后不出100天就赴美参加国际发光会，意欲争取1987年国际发光会可以来到中国召开。因往年这种会议从未由第三世界国家承担，委员会对中国并不信任，因此年会到中国举办的建议很难通过。这时会议主席严懋勋做了大量说服委员们的工作，最后建议通过。他也是国际发光领域第二位大



1983年2月，徐叙瑢先生在长春物理所能谱实实验室同戴仁崧研究员检查PS激光系统

力支持中国发光走向世界的科学家。会后国外专家认为我们的会议组织及应变能力都很强，特别是癌血清的特征光谱预警的提出，在会上被评为“有机发光文章之首”，在国际上得到诸多好评。

1994年的国际发光会议是在东京大学盐谷繁雄大力推荐和协助下完成的，该会议把我国的场致发光工作推进了先进行列。2005年又再次建议我们召开国际发光会议，这是我国发光研究在不断进步的重要表现。另一方面，发光学会的队伍也在日益壮大，在发光领域的院士人数已增进到十多人，相信以后会有更多的杰出人才后来居上，为我国发光学的振兴大放异彩。

跨越27年，我们的发光学研究队伍才真正赢得了国际同行的信任与赞赏，这段时间里我们经历了中国发光领域的四关。第一关是1978年在巴黎举办的国际发光学大会，会议由居里教授主持，他邀请中国参加。我国外交部规定凡是会议上有“中华民国”字样出现，我们概不与会。在告诉他这个规定后，他就宣布凡是有此字样的人一概不准参会并且文章一概拒收，从此我们进入国际发光学会议。第二关是前文提到的关于争取1987年年会在中国举办一事，加强了同行的交流并把信息传播到国外。在分析学术纠纷时曾收到一封荷兰著名发光材料专家布拉斯的感谢信，因为其发表了说明铈敏化铽的设计中出现的相反现象的原因，即铈及铽的衰减系数相差千倍、敏化先后有很大差别。这也扩大了我们的视野。第三关即分层优化方法，它展现出以下特点：(1)超出了低压亮度饱和区；(2)所有电子具有激发发光的能量；(3)有可能实现高能谷之间的跃迁。

前两条可以提高发光强度，后面一条可以提供新的发光光谱。由于结构创新，计算了激发加强后发光增强的路线，发现这是一条夹有平台的单调上升曲线。此时我们做了几种有机及它与无机复合的实验，在喹啉铝上观察到带间复合发光。用分层优化发现了碰撞激发和复合发光的共生，研究有机发光时发现了固态阴极射线发光。第四关是世界发光组织委员会邀请我们主持2005年国际发光系列会，侧面说明我国的发光学达到了较高平台。科学不断前进，我们应继续努力，把有限的知识充分发挥出来，并吸收新鲜事物，力争与时俱进。

另一方面，我们也在不断学习领悟国外的先进科研成果并与自己的工作相融合，国家派出许多能人志士出国进修，一步一步将我们的工作推向世界前列。“文革”后，我怀着“临渊羡鱼，不如退而结网”的目的，赴欧美英日访问，对于发光领域出色的专家及实验室的情况都有了较深的理解和认识。随即回国选定了课题，更新了设备，组织43人加入此项工作当中。当时“863”计划启动，所在单位申请到的课题较多，更进一步加强了我们的各方力量。

#### 感悟四：善于总结、大胆创新，在创新过程中要紧盯国际上的最新进展

工作中既要善于总结经验，又要有敏锐的视觉，善于采纳新鲜思想和技术，发现改进研究工作的机遇，大胆开创崭新领域。比较有说服力的一个实例就是，在分层优化工作的同时我们发现了几个或大或



1987年，徐叙珩先生在北京国际发光学术会议招待会上致欢迎词

小的可实现突破的线索，发现喹啉铝的带间发光，说明有机材料也可有半导体发光现象。

在科研工作中要时时关注国际上的最新进展，选择在某一方面符合需要的就加以利用。一开始就截然分开发光实质及其表现是两种不同的概念，不能混淆。应该说明的是，实质和表现一般不能互通是由于衰减期间的发光对于激发态有交叉弛豫、再吸收、能量传递等反作用，但它们只影响衰减时间，不影响参与发光的电子数量，故仍可以用光和代表发光的电子数。

#### 感悟五：严防“崇洋媚外”的阴影

相信“三人行必有我师”，相信洋人有所长，但是不能因此而抹杀了我们自己的劳动、创造和优势，认为洋人一切都强。如果抱着这样的思想来工作的话，我们就只能任其摆布，科学研究也永远落后于人。西方人靠“国外穷人”为他们干杂活的现象在科学界很是常见，切记要在思想上认识到问题的本质，不要“自投罗网”。当前科学技术还是无硝烟的战斗，要在战术中尽早夺取制高点，就要做到分秒必争。科研不是消遣更不是游戏，而

是征服世界的组成部分，更是理想的实现。

### 感悟六：注重学术讨论与知识共享，加强团队建设

1958年，我到苏联访问半导体研究所，时任所长约飞院士突出地介绍了他们“讨论班”的成就，当时“讨论班”已经培养出12名院士及通讯院士。“讨论班”这种形式对于许多学术机构来说是形成浓厚学术氛围的重要载体，在这样的环境中可以较早发现问题所在，激发出更多的创新灵感，交流丰富的专业技巧和方法，思路也可以大为开阔。通过这种形式的学术讨论与知识共享就必然会使得整个团队硕果累累，人才辈出，积累雄厚，见解深刻。

提倡团队精神，可以使得发展更加快速，团队精神是近代科学研究中的客观需要。科研中涉及的问题、理论、技术、人才常会涉及不同的学科，因此没有一个健全的团队就无法顺利进行科研工作。我们在单一学科发展中也有类似需要，只是范围较小，因此团队精神在单一学科中的成效也就更为显著，在保护知识产权的前提条件下集体努力就可以更加顺利地开展工作，它的基础必须有知识共享的实现。



徐叙瑢先生百岁华诞活动中，众弟子认养“发光树”，并合影留念

### 感悟七：避免重犯前人的错误

错误发生的原因首先是概念不清楚，界线不鲜明；其次是分析不细致，轻易放过已到手的线索，而忽视了差之毫厘，有时会谬以千里；第三是创新意识不强，“不求有功、但求无过”的心理作祟，惰性太大不敢轻易尝试，这就在科技战斗中自动解除了武装。我们研究了9对科学纠纷，多是忽视了双方所处的时间、地点和条件不同，违背了一切依时间、地点、条件为依据的逻辑、公理、定理。例如线性和非线性的区别，发光和辐射的不同等等。有机发光的类型是跨世纪的议题，一派说是半导体型，另一派则说是分子型，我们的固态阴极射线发光给出了令双方都满意的答案。这些事例都值得警惕，最重要的还是要分清楚实质和现象是不同概念。当前国际上还很不平静，科研仍是无硝烟的暗中斗争，贵在用兵神速，又要小心这些陷阱。

从这些事例我们也可以得到如下启发：(1)实质和现象是不能任意互通的概念，对于它们的研究要分别进行；(2)概念要清楚，边界要明确，不能混淆；(3)关注点要足够宽广，特别注重量变到质变的可能；

(4)分析事务要客观，要相信科学，相信科学家；(5)时刻牢记研究的竞争性，争夺制高点及分秒时间。

### 感悟八：人才培养

大学比专业研究所有较大的人才优势。但它要求有一定条件，就是博士生要担负重任和研究人員

在一起开动脑筋，充分发挥创新积极性。大学和研究生教育差别很大，内容及方法都各有不同。大学旨在传授屡试不爽的知识及经验，而研究生多是因为科研院所的需求而进一步开展各项工作，他们的学习内容主要是不完整的领域中“岛屿式”分离的知识，要依靠自学的方式将它们尽量有机地连接在一起，并学会如何探索未知谋求发展，更多认识世界及改造世界。研究生特别是博士生应该是“国家探队”的预备战士，应该同新参加工作的人一样并肩战斗。而在工作中都应养成的习惯是：提出办法后最好对结果做出预估。例如光伏的起电时间测量中就有三个情况可以作比较，早期的光伏加外场的测量，有无负载时的测量，这些都有哪些异同，这个预估是基本工作方法问题，值得与实验对照进而得出结论。

作为研究生，眼界还应更宽，主要是学会处理新问题的态度及方法，留心欲速不达。问题要一个一个按计划解决，千万不要“胡子眉毛一把抓”。对一个问题要解决透彻，不留尾巴，要对新鲜事物敏感，随时修改计划，紧紧结合实际，对于新现象，要找出它的来历及原因，才能使人充分了解该现象及其实质。

研究生还要坚持唯物辩证法，它有“放之四海皆准”的优势。此外也从已知错误中吸取教训，如“关公战秦琼”之类的谬误。有如此眼界，再积累实践经验，学习新知识，就一定能做出很好的成绩。

### 感悟九：科学研究无国界，但科学成就有国界

在研究发光这条道路上，有3件事情一直让我记忆犹新。其一是以色列专家卡尔曼将他卖给台湾的

绝缘介质技术方案改用成我们的加速介质技术方案，从侧面对我们的工作给予肯定；其二是关于提议1994年在中国召开国际场致发光学术讨论会一事，由于当时的经济条件以及发光界的青黄不接，使得我们无力承担这样一场大会，这时东京大学盐谷繁雄教授表示他可以协助解决邀请报告人的资助问题，因此我们才能有机会承办1994年年会；其三是美国华裔博士罗某准备自创光阵公司，他和另外一位电子学工程师一直对我们的工作赞许有加，他们建议共同申请一项专利，

由他们出资而我们作为发明人，我一直未同意此事，因为这项工作完全是我们在中国完成的，而我一直强调“科学研究无国界，但科学成就有国界”，故此作罢。

以上的感悟来自于我这几十年的教育以及工作经历的总结，希望对科研领域工作的新一辈人有所帮助。我们这代人是伴随着枪炮声、饥饿贫穷等不安定因素成长起来的。记忆里的童年是在军阀混战的混乱环境下度过的；随后日寇入侵东北，14年“抗战”的国破家亡仍历历在目；随后又是国民党发动

的内战时期，“外忧方平，内扰又起”；之后则是10年“文革”的光阴虚度，因此我们这代人是在种种不安定因素下浑浑噩噩地度过了许多年。随着国家日益兴旺富强，如今的科研条件可以说有着翻天覆地的改变，对于所有的科研人员来说，这是具有里程碑意义的时代，这个时代提供了许多创新发展的良机，在这样的大好条件下创造新辉煌更是你们光荣、神圣而又不可推脱的责任。希望大家淡泊名利，热爱集体，奋起直追，赶超先进，一心报国，再创辉煌。

### 悟理小言

## 卡皮察的几则故事

管惟炎先生于1950年代留学苏联，他曾经讲述过几则关于卡皮察(Peter L. Kapitza, 1894—1984)在苏联科学院物理问题研究所的故事。

其一、卡皮察实验室特点之一：学生收得很少。因为卡皮察认为如果收了太多学生，自己就做不了事，更做不了实验。事实上，不仅卡皮察如此，几十年之后，在地球另一端的美国大学校园，我的博士论文指导教授Nick Giordano即使在后来担任系主任和院长任内，也都持续自己做实验。

其二、卡皮察很讨厌学生作假。管先生说曾经有位学生拿数据给卡皮察看，却只拿出其中一部分，但经卡皮察仔细审查原始数据后，发现有一部分数据没有拿出来，因此卡皮察就把那位学生开除了。卡皮察一直戒慎恐惧，深怕发表不完整、甚至



卡皮察(右一)与助手正在进行一项超流氦实验

经过美化的实验数据，将会贻误他人，又会毁掉自己和物理问题研究所的声誉。

其三、物理问题研究所有个规定，下午5点以后不准留在实验室做实验。因为卡皮察认为做了一天的实验之后，必须暂停下来思考数据的意义，以及如何改善测量方式及手段，以便第二天能够把实验做得更完美。物理问题研究所的这项规定，应是源自英国剑桥大学卢瑟福实验室的传统，因为从1921至1934年的约14年间，卡皮察长年在卢瑟福实验室工作，两人关系密切，亦师亦友(几近情同父子)。卢瑟福谆谆教诲年轻学子，晚上是用来阅读、思考及写作的，因此实验室必须5点锁门，不许逗留，另有一说是，6点(后来改为7点)锁门。我读博士期间，指导教授都在下午4时3刻左右停掉实验，收拾背包，离开实验室前往停车场。在停车场前有棵绿树，他斜倚树干等着太太(学校的职员)下班前来会合，一起开车回家，是一幅和煦的画面。

其四、卡皮察告诉学生，做实验物理工作的人，有一半以上的精力都是挣扎于假象之间，因此不可看(测)到一个东西，就认为是重大的新发现。卡皮察严格强调和要求，实验一定要仔细反复验证之后，才可以发表。

本文取材于李雅明《管惟炎口述历史回忆录》，及笔者与管先生的交流。

(台湾交通大学 林志忠 供稿)