



中国科学院院士汪德昭教授

## 祝贺汪德昭院士 90 华诞<sup>1)</sup>

钱祖文

(中国科学院声学研究所, 北京 100080)

今年 12 月 20 日是汪德昭院士的 90 大寿,《物理》约文庆祝。作为汪先生的一名学生,就我对先生的了解,以及在他的领导和指导下的工作的亲身经历,热忱述怀,谨致祝贺。

汪先生从事科学工作 60 余年,成就卓著,曾多次获国际、国内大奖。早年他就读于北京师范大学物理系,求学期间成绩出众,于毕业前一年被校方遴选为吴有训先生的助教,开始他的科学及育人生涯。当时的中国灾难深重,人民贫困,科技落后的现实激励他立志出国深造,寻求强国富民之良策。1933 年到布鲁塞尔大学学习,一年后即成为举世闻名的科学家朗之万 (Paul Langevin) 教授的研究生。朗之万先生乃当代仅有的几个杰出人物之一,与居里夫妇、爱因斯坦及卢瑟福等齐名。在他的指导下,刻苦钻研,出色地完成了学位论文,于 1940 年获巴黎大学国家博士学位。答辩时,由于杰出新颖的研究成果和雄辩的表达能力而语惊四座,其论文被评为最荣誉级。

1938 年后,他受聘为法国国家科学研究中心 (C. N. R. S.) 任专任研究员及研究指导等职。他的能力和成就受到朗之万的格外赏识。1939 年第二次世界大战开始,朗推荐他到法国国防第四研究组任研究员,后者系国防科研机构,其机密程度自不待言,青年时代的汪德昭先生是该单位在非常时期聘任的唯一外国人。此外,他还先后兼任法国石英公司顾问、法国原子能委员会技术指导及英国同位素发展公司顾问等职。

1956 年,正是解放后的新中国欣欣向荣的

年代,党中央发出向科学进军的号召。为了建设祖国,响应周总理的号召,他回到了阔别多年而又日夜思归的地方。回国后,被聘为中国科学院近代物理研究所(北京)一级研究员、九室主任并兼任中国科学院器材局局长。1957 年被选为中科院学部委员。1958 年经聂总(即聂荣臻)提名参加水声组赴苏联考察,后调中国科学院电子学研究所任副所长兼水声学研究室主任,全面地开创了我国水声研究的篇章。次年便领导和亲自参加了南海水声的中苏联合考察。考察后,苏方毁约,撤退专家并强行带走长达 32 公里的数据记录胶片,不准我方复制,汪先生坚持原则,高度捍卫了国家利益。1964 年,中国科学院声学研究所正式成立,他任所长,领导这支队伍攀登高峰,几十年的呕心沥血,为我国的声学事业的蓬勃发展作出了巨大贡献,成为我国国防水声事业的奠基人。

十年动乱,中国科学院声学所在劫难逃,一支完整的声学队伍被拆得支离破碎,声学工作停滞不前。与此同时,世界各国,特别是几个超级大国在声学尤其是国防声学的飞速发展,严重威胁着我们。拨乱反正之后,他立即向邓小平同志上书,建议恢复中国科学院声学研究所并很快得到批准,科学的东风又吹到了该所。复所后他的第一项措施便是提出了“工作的二十条意见”,其核心是搞好“五定”,发挥中青年的作用,强调科研要为国民经济和国防建设服务。针对我国海区情况,他向上级提出水

1) 1995 年 8 月 3 日收到。

声方面的战略思想：由近及远(先搞近海,后搞远海),由浅入深(先搞浅海,后搞深海),由高到低(先搞高频,后搞低频),有合有分(指水声海上考察),得到批准。他多次亲临一线,例如在1978年,年过70的他,率领科技人员到我国波浪滔天的南海进行深海考察,首次获得深海水声数据,实现了多年前他提出的“由近及远,由浅入深”的战略方针。由于他忘我的努力奋斗,几年后的声学所成绩斐然,获得了国务院的嘉奖令。

汪先生不仅是位卓越的领导和指导者,更是一位杰出的科研战士。他的研究工作例如关于空气中大小离子平衡态方面的系统研究具有代表性。在密立根的“油滴实验”10多年后,空气中带电粒子(离子)运动学和动力学方面的研究成为当时最有兴趣的一个课题,因为它对云的形成、气象以致于农业、电离层性质、日冕现象、太阳外层大气情况以及高温等离子体等方面的行为具有重要意义。20世纪初,朗之万曾发现,大气中除了一般的离子外,还存在着大离子,大小离子之间的相互作用也很复杂,在带电粒子研究刚刚起步的当时,进行大气中大小离子平衡态的研究是一项既新颖又困难的工作,当时世界各地发表有关离子的参数存在极大的差异。朗之万十分重视这项工作,把它交给了汪先生。经过调研分析,汪认为,在自然条件下测量难以奏效,因为无法控制悬浮粒子的大小、数量和电离强度等,加之尚没有一套完整的理论来描述离子的复合过程,因此,需要人为地创造一个可控的实验环境作上述一系列有关参数的测量。如何产生颗粒尺寸均匀的悬浮粒子,经过试验,他巧妙地选用了中国的蚊香,点燃后,用压缩空气将烟送入电离室,再通过低压筒状电容器,将小离子吸收掉,然后再通过一个内筒为正极的大电容器,以吸收大负离子,连接在内筒上的灵敏静电计能测出它们的总电荷。改变内筒上的极性,则能测出正大离子的总电荷,由于每个离子上只能带一个电荷,大离子在全部粒子中的份额便可求出。再用光电池的亮度比较测量数据,可以得到单位体积内大

离子的数目。用上述装置,借助于失重法,可以测得粒径。所谓失重法是认为蚊香燃烧后转化成烟(粒子)、香灰和非烟非灰的其余物质,汪先生用了三种方法证明那部分“其余物质”可以忽略。第一种方法是爱因斯坦-朗之万的布朗运动方程式;第二种方法类似于密立根油滴实验;第三种是斯托克斯粒子沉降法,得到的结果表明失重法是完全可行的。改换蚊香的牌号,则得出不同颗粒大小的实验结果。若在大离子流中加上交变电场,借助于超显微技术,则能测出其迁移率。此外,他与朗之万合作,给出了大离子的合成系数理论,理论与上述实验符合得很好。值得注意的是,汪先生的研究结果恰好是国际上正在争论的两大派(一派数值偏高,另一派数值偏低)实验结果的平均值。利用上述装置,在大小离子平衡状态下,汪先生深入研究了大离子数目的变化与悬浮粒子大小和数目的关系,与小离子浓度的关系,研究了悬浮粒子大小的变化与大离子合成系数的关系以及大离子迁移率的谱。根据这些测量结果,汪先生推出,在一立方厘米的低层大气中,每秒可产生9.82对正负小离子,当时查遍各种物理学手册,未找到依据,不敢贸然发表,后因某项工作,需要查阅居里夫人巨著放射学(Radioactivite),在该书的497页发现一段文字:“在大气中,由于放射性物质以及宇宙线的作用所产生的小离子为8到11对(1/cm<sup>3</sup>·s)”,这与汪先生的推论完全吻合。

此外,汪先生应用他与朗之万一起推导的理论,进一步得到大小离子数目和小离子迁移率的一个新的关系式:

$$\frac{N}{P} \left( \frac{p}{n} \right)^2 = \left( \frac{k_2}{k_1} \right)^2,$$

式中  $P, N, p$  和  $n$  是正负大小离子的数目,  $k_1$  和  $k_2$  为正负小离子的迁移率。这个关系式的正确性被巴黎地球物理研究所 Chambon la-Forêt 观测站6个月的记录数据完全证实。不仅如此,观测站在每24小时进行6次观测,发现早晚数据弱,中午数据强,这也与上述理论完全相符,朗之万对此甚为满意,他本人也矢志不

移地关注这项研究,甚至在盖世太保关押期间也不间断。据其次子A·朗之万所著之《我的父亲朗之万》一书(该书于1971年在巴黎出版,引文见该书174页)中所说:“他在狱中没有书,也没有纸和笔,但仍能工作。他在监狱的走廊或院子里捡到了用过的火柴头,用治胃病的药(碳粒)泡成(墨)水,沾着它艰难地书写在手纸上。……,我确切地知道他算的两个问题:一个是由电容和铁镍线圈组成的振荡器线路的完整计算;另一个是关于汪德昭(E.S.P.C.I实验室的工作人员)气体电离博士论文的补充计算”。汪先生的这些研究成果其部分论文发表在法国科学院报(Comptes Rendus 简称C.R.)上,该报的论文必须由院士推荐,每篇论文不得超过两页纸。1945年,这项研究获法国科学院“虞格”奖,此奖每年只有一名,颁给学术上有突出贡献的学者。1955年4月,在爱尔兰都柏林召开的“国际凝聚核学术会议”上,将上述理论称为朗之万-汪德昭-布理加理论而被普遍接受<sup>[1]</sup>。

1940年,朗之万先生被捕后,巴黎理化学院来了个亲德科学家,汪先生拒绝与此人合作,转到伊莱娜·居里领导的镭学研究所工作。利用该所的大磁石测量了RaD转换电子的绝对强度(与Surugue和钱三强先生合作)、Radioactinium内能谱的绝对强度(与Surugue及Perey合作)以及关于Radioactinium弱能量的 $\gamma$ 线(与Surugue合作)。这些工作需要高灵敏度的静电计,当时用的是Hoffmann型的,它可以测出1000个电子电荷,汪先生是这方面最熟练的专家。他在镭学研究所工作期间,伊莱娜·居里的静电计中的一根 $1\mu\text{m}$ 粗细的白金丝断了,正值第二次世界大战时期,不可能买到这台由德国制造的新设备,而居里正在研究核分裂问题,一天也离不开它,她找了很多人来修理皆不成功,最后求助于汪先生。当时,镭学研究所是国际上专攻原子核分裂和释放能量等方面工作的几个最著名的中心之一,汪先生了解这一情况,为了不让该中心工作停顿,他全力以赴,经过几个星期的努力,最终将它修好了,

伊莱娜十分高兴。为了解决法国科学研究的急需,根据伊莱娜提出的要求,汪先生设计了一种新型的高灵敏度静电计,受到欢迎。

汪先生是人工放射性同位素应用于工业的最早探索者之一,例如他在镭学所工作期间,利用 $\beta$ 射线吸收来测量纸张和塑料薄膜的厚度,其精度达到1%。这种方法的一个优点是被测物不直接与同位素接触,因此,许多造纸及塑料公司甚至英国的钞票印制部门皆采用这种技术来控制其产品。他曾参加过法国南方著名的造纸厂以及英国的一些单位的测量工作,选用的同位素是Tl204(铊204),它适合于厚度为20—100 $\text{mg}/\text{cm}^2$ (最好的厚度为50 $\text{mg}/\text{cm}^2$ )。他在这方面的另一项探索是能否利用此技术来测量照相底片上药膜的厚度。通常想象,由于药膜是感光材料,它吸收一定量的 $\beta$ 粒子之后会感光,故工业制造中,只能根据药液的使用量来估计药膜的厚度。经过仔细推敲,汪先生认为,如果照射时间足够短,致使吸收的 $\beta$ 粒子数量不足以感光,则有可能用此法来测药膜厚度。他选用了市面上的两种胶卷作试验,一种是常用的(灵敏度不太高),另一种是高灵敏度的,用马达带动它们,过卷速度为每分钟4—10m,结果表明,完全可以用 $\beta$ 射线的方法测量前一种底片药膜的厚度而毫无感光现象。

朗之万实验室是近代超声学的发源地。众所周知,朗之万首先利用压电晶体产生高频声振动,超声学开始得以发展。正如英国著名的声学家梅森(W. P. Mason)所说:“这是发明超声学的基石”。汪先生在这个实验室进行不少超声学研究工作,也培养了一批法国年轻的工作者。他很早就关心二硫化碳对超声的吸收有反常现象,各个实验室发表的数据差别也很大,为了精确测量其吸收系数,他采用声栅光衍射的方法,排除几种可能的干扰,测量得到结果是被认为是当时“最可靠的数据之一”,其发表的论文已成为这一领域的经典著作而多次被引用。此外,汪先生在法国国防研究第四组工作期间为法国海军声呐加大功率作出了贡献。

负光致效应曾引起爱因斯坦的关注。1939

年7月10日,爱因斯坦致朗之万的信中提到“有人观察到力作用到粒子上所产生的有趣效应(例如光致效应以及非均匀磁场不可理解的作用力),这些效应至今还不能解释”。当时有人认为,负光致效应是光的辐射压力所产生的,汪对此有不同看法,他想用实验来澄清此问题。在高真空环境中,排除一切可能的干扰(包括电磁干扰),进行了实验,结果表明,负光致效应确实存在,但不是由辐射压力所产生。巴黎大学教授、法国科学院院士、著名的光学专家 J. Cabanne 参观了 this 实验之后说:“这是一个关键性的实验”。

正如上面所说的,1956年12月,汪先生回到了祖国。1958年之后,他主持国防水声工作,带领学生研制预警体系,进行了声呐最佳频率选择、浅海和深海声场、起伏和内波以及简正波过滤等方面的研究,很多方面达到了国际先进水平,完成了多种国防和民用水声的先进设备,为我国海军建设和声呐现代化以及国民经济发展作出了贡献。另一个值得述及的是,他是我国第一位倡导研究白暨豚的科学家。如所周知,白暨豚的视力退化,是靠它发射和接收高频声波(声呐)来代替听觉的,故与声学关系密切,倡导这项研究意义深远。他与其学生合著的《水声学》为我国第一部水声专著,也是当代该领域仅有的几部著作之一,部分内容是中国科学院声学研究所的成果。

由于他在学术上的杰出成就,1980年法国声学学会(前法语区声学家协会)授予他银质奖章,并在巴黎为之举行了隆重的授勋仪式。1986年起,瑞典皇家科学院请他推荐诺贝尔奖候选人。1982年获中国物理学会荣誉证书和奖章,1985年获我院颁发的“从事科学工作五十年”荣誉奖,1988年获国防科工委“献身国防事业”荣誉证书。

汪先生在培养人才方面很有战略眼光。他曾作过权衡,是自己埋头于水声研究从而出论文出成果呢,还是投入主要精力来培养骨干人才?前者只能出“产品”,而后者却能出“生产母机”,他选择了后者作为主要投入。他的想法和

聂总一致,因为张劲夫副院长当时对他说,“聂总让你出国访问,回来建立我国的水声学研究队伍”。因此,他一到声学岗位,便亲自讲课,组织编译国内外有关资料,要求学生们的在自己的本职岗位上系统地学习国内外先进理论和技术,强调理论与实践并重,他说,朗之万有超群的理论,同时又有杰出的实验技术。在指导学生选题方面,他形象地提出“老鹰扑兔”理论,即要像鹰一样,先在高空盘旋,寻找捕猎目标,看准之后,再猛扑过去,万无一失。在他几十年的精心培育下,一支擅长攻尖并站在世界前沿的水声队伍逐渐形成壮大起来,其中有的已是中科院院士、博士生导师、研究员和声学界骨干。大量世界先进水平的成果和论文引起世界科学界的瞩目,第14届国际声学学术会议于1992年能在北京召开也显示了实力。

在他辞去所长职务之后,依然非常关注声学人员的成长和发展。1991年春节,他给工作在第一线学生们的祝词:“标新立异,一丝不苟,奋力拼搏,亲自动手”就充分说明了这一点。

汪先生还是一位杰出的社会活动家。幼年受“五四”运动的熏陶,中学时代受到先烈赵世炎的影响。赴法后尤其受到他的老师、挚友朗之万先生的深刻影响,为他在后来的活动确立了追求进步的思想基础。第二次世界大战期间,他坚定地支持法国人民的反法西斯斗争,在他取得学位之前不久,爱国的朗之万已落入盖世太保手中,当时的气氛恐怖可想而知,就在他的论文答辩会上,汪先生临危不惧,劈头第一句便说:“今天我的老师朗之万教授未能到场,我感到很难过”。不久,傀儡政权接管了朗之万实验室,义愤填膺的他毅然离开,转到伊莱娜·居里的镭学研究所工作以示抗议。1940年12月,朗之万被拘留在巴黎北方的一座小城内,因为他是国际反法西斯联盟主席。亲德的傀儡政府下令免去朗之万先生的一切职务,包括向科学院推荐学术论文的职责。为了反抗,汪先生和钱三强先生藐视这一命令,故意送论文请朗推荐,很快被接受发表了,这等于说,亲德政权的命令对此无效。

在巴黎开展的抗美援朝捐献会上,作为巴黎“中国学生会”会长的他与同事们一起,制作并挂起了第一面五星红旗。会上他发表了热情激昂的讲话,为保卫新中国作了一系列卓有成效的工作。尤其值得提到的是,他受到爱因斯坦、朗之万、约里奥·居里、贝尔纳等人的影响,认为科学家不能关在象牙塔里,应当把自己的工作与社会进步和人类和平联系起来。例如在1947年卫立煌将军到欧美考察时途经巴黎,汪先生夫妇以至亲身份(卫夫人韩权华系汪夫人的亲姨母)接待,利用畅叙亲情的机会,大谈国际上对国民党反动政权必然覆灭的分析,致使卫在离开巴黎前,托汪先生设法与延安取得联系。由于朗之万先生已于前一年去世,汪先生通过其最亲密的一位法国好友,既迂回曲折又机密安全地最终完成了这一非同寻常的“搭桥”任务。1948年1月,卫任“东北剿总司令”,汪先生夫妇假以探亲名义离开法国,径直去了炮火

连天的东北,并在卫的“总司令部”里为东北的解放作出了重要贡献。

1983年,他应密特朗总统的特邀访法,巴黎市政府授予他一枚银质奖章;1991年,他又荣获法国国家级荣誉军团军官级勋章;1989年,被我国侨办及中华全国侨联评为“全国优秀归侨、侨眷知识分子”;历次被选为第1,2,3和4届全国人大代表,第5,6届全国政协常委及第7届全国政协委员等。

70年来,汪先生献身于科学、献身于祖国的战斗历程和卓越的成就,是我国科学界后辈的光辉榜样,特别是他全心全意为人民的胸怀,更值得我们学习和自律。值此90华诞之际,我衷心地祝汪德昭院士健康长寿。

### 参 考 文 献

- [1] Holl and Muhleisen, *Geolissica*, 31(1955), 11.

## 核 磁 共 振 发 现 50 周 年<sup>1)</sup>

李 国 栋

(中国科学院物理研究所,北京 100080)

**摘要** 核磁共振在当前有着广泛和重要的应用。文中简明扼要地介绍了核磁共振发现的历史背景 and 经过,以及相关磁共振的发现,指出了核磁共振的特点、主要进展和多方面的应用,阐述了从核磁共振谱发展到核磁共振成像的重要意义及这种成像的特点;最后对核磁共振的发展作了若干展望。

**关键词** 核磁共振,核磁共振成像,核磁共振应用

### 1 核磁共振的发现

当前核磁共振谱已经成为多种农产品和商品的无损检验有效方法,核磁共振成像也已成为许多医院中检查多种疑难疾病、特别是检查脑部疾病和早期肿瘤的计算机化层析成像(CT)技术中富有特点和成效的诊断技术。这些检验方法和诊断技术的基本原理是核磁共振。1996年是核磁共振发现50周年,作为对这

一重要发现的纪念,我们对核磁共振的发现历史、重要发展、广泛应用和前景展望作一概述。

核磁共振的前提和基础是原子核的磁性,简称核磁性。现代科学的发展已经揭示,任何物质都具有磁性,仅是有的物质磁性强,有的物质磁性弱。原子核的磁性是非常微弱的,它只有原子、分子和宏观物质磁性的千分之一左右或者更低。这是因为原子、分子和宏观物质的

1) 1994年10月31日收到。