

南亚科学之光

——介绍印度三位现代物理学先驱

王大明

(中国科学技术大学研究生院,北京 100039)

印度作为中国的西南邻国,自古以来就与中国有着经济和文化上的往来,中国人对印度的情况也多有所了解。但进入近现代以来,由于多种原因,历史上绵延不断的交往逐渐趋于沉寂,甚至中断。这种情况在中国实行改革开放政策以后开始有了转机,特别是两国领导人互访之后,双方关系进一步正常化,从而为两国在经济和科学文化方面的交流与合作打开了大门。为了推动和发展中国与印度之间在科学上的交流,首先必须加强相互间的了解,本文向读者介绍印度现代物理学界的三位先驱人物,就是基于这一考虑。

印度在古代曾创造过灿烂的科学技术文明,例如今天世界通用的十进位数字表达法,就是由印度人首创,后经过中世纪阿拉伯世界传到欧洲(大概因此而被称为阿拉伯数的)。最后传遍了全世界。中世纪之后,印度的科学衰退了。与此同时,欧洲由于文艺复兴运动的蓬勃兴起,促进并带动了现代科学的诞生和迅猛发展。印度(还有中国、阿拉伯世界等)错过了这次发展良机。其原因是复杂的,既有其政治经济文化等内在的因素,也有地理环境、交流方式和手段等外在的因素。印度在现代科学上的一片空白状态,只到19世纪中叶之后才有所改观。先是在数学和化学领域里出现了现代意义上的科学家,然后在物理学上涌现出具有国际水平的学者,本文所要介绍的三位人物,就是他们的杰出代表。

这三位印度现代物理学家是:加迪什·钱德拉·玻色(Jagdish Chandra Bose 1858—

1937)、钱德拉塞卡·文卡塔·拉曼(Chandrasekhar Venkata Raman 1888—1970)和米格纳德·萨哈(Meghnad Saha 1893—1956)。其中J.C.玻色可以说是印度科学史上第一位现代意义上的物理学家,而拉曼和萨哈比他要晚,应属印度现代物理学的第二代人。通过他们开拓性的工作及所作出的卓越贡献,使现代物理学在印度这块古老的土地上生根开花,为国家在独立后实现现代化、发展科学、教育和国防等事业奠定了坚实的基础;另一方面也令西方社会对印度和印度人有了新的认识和估价,从而增强了印度全民族的自信心。

因篇幅所限,以下只能逐一简要地介绍这三位杰出的印度先驱现代物理学家。

—

J.C.玻色于1858年11月30日出生在英属印度东孟加拉迈门辛地区,他的父亲是当地的文职小官吏。他在家乡接受了初等教育后,于1871年进入英国殖民政府所在地加尔各答一所教会中学。中学时代,玻色兴趣广泛,酷爱读书。他曾读过孟加拉文本的《罗摩衍那》(Ramayana)和《摩河婆罗多》(Mahabharata)这两部印度古典史诗,故事中的英雄及所表现出来的英雄主义给玻色幼小的心灵留下了难以忘怀的印象。另外,玻色还是体育上的活跃分子,他既参加体操训练,又是一名优秀的小拳击手。他的业余爱好还包括搜集和收藏各种昆虫标本,甚至喂养可怕的毒蛇。他把自己的大部

分零花钱都用在购买小动物上面，业余时间便去照料它们。玻色的童年和少年时代，可以说过得相当充实和愉快。尽管他的爱好是多方面的，但他在主要学业上也是十分优异的。受中学时代一位物理教师的影响，玻色尤其喜欢自己动手做各种物理实验，这导致了1877年当他升入加尔各答的大学时，几乎毫不犹豫地就选择了物理学作为自己终身的专业。他在那里学习了四年，毕业后又赴英国进一步深造。

在英国期间，他先在伦敦大学学习物理和化学，获得了科学学士学位，尔后又通过了剑桥大学的自然科学荣誉学位考试，于1885年学成归国。由于玻色在学业上的优异表现，回国后立刻被加尔各答首府学院聘为物理学教授，时年27岁。当时这种职务一般都被宗主国英国人所占据，经过在英国镀过金的印度人虽然偶尔也能问津，但薪水却比同职位的英国人低得多，这实际是对印度人的一种强烈歧视，也使年轻有为的玻色深感耻辱，他下定决心要用科学研究上的成绩来洗刷这种耻辱。他在自己后来40余年的奋斗中，实现了早年的这个誓言。

玻色的研究领域主要包括电磁波实验研究、动物和植物的生物物理研究等，特别是在后一领域中，他在生命体与非生命体之间建立起了联系，这个贡献最终使他闻名于科学界。

麦克斯韦曾预言了电磁波的存在，这个预言于1880年由德国人赫兹的著名实验所证实，赫兹的装置所产生的电磁波为波长5m左右的短波，后来马可尼和洛奇等人的实验装置也能发出同样波长的电磁波。玻色采用自己设计的设备，发射出远比上述波长更短的电磁波，波长仅 $5\mu\text{m}$ 左右。因此，可以说他既极大地改进了赫兹的实验装置，也在某种意义上是独立地发现了光与电磁波的同—性。此外，玻色还独立于马可尼和洛奇等人，在实验中揭示出无线电通信的可能性。他在1895年当众表演过自己的实验：用安装在演讲厅的电波发射机，使距此23m之外的另一间屋子里的接收机响起铃声，或扣响信号枪；他很快又把上述距离增加到1.6km。当玻色到英国的利物浦表演这个实验

时，引起开耳芬勋爵的极大兴趣，他甚至专门跑到玻色夫人的房间，向她祝贺她丈夫的杰出工作。接着玻色又应邀在皇家研究院作了系列学术报告。这些成功使印度的殖民当局认识到了玻色的才干，很快提供给他一笔奖金，以便他在英国继续进行有关学术活动。玻色的上述工作，实际比马可尼的同样工作为早，但玻色却没有申请任何形式的专利，以致英国权威杂志《电气工程师》撰文惊叹：“全世界都可能用它达到赚钱的目的”。后来有几位朋友为玻色在英国和美国申请过专利，却被玻色本人放弃了。在结束此次英国之行时，剑桥大学授予玻色博士学位，以示对他研究工作的承认和赞赏。

在进行电磁波的实验研究中，玻色常常注意到电波接收机的某种特殊行为：若此类装置被持续不断地使用之后，它们就会给出一种类似“疲乏”（fatigue）了的信号，但若经过短暂的“休息”后，又能恢复其原来的灵敏度。玻色把这个观察与自己对生物学的兴趣结合起来，从而进入生命体和非生命体对各种外界刺激反应问题的研究中去。在20世纪的头几年中，他一直潜心研究刺激与反应的关系，写下大量研究论文。他发现仪器的疲乏曲线与动物极其相似；并且，不管是植物还是动物，在各种不同外来刺激（如机械刺激、热刺激、电击或化学刺激等）之下，都会产生同样的电波反应。他发明了一种“渐强并合表”（crescograph），用此办法，可以把那些难以被人察觉的植物生长过程放大数百万倍，从而能被较为精确地记录下来。他设计了多种仪器，如“共振记录仪”是用来记录刺激引起的脉冲在生物体内的迁移速率；“振荡记录仪”是用以跟踪电报接收机或植物的脉动频率；他精巧设计的“死亡记录仪”是用来证实植物临死之前的痛苦挣扎。他的这一系列工作获得国际科学界的高度重视和赞扬，英国皇家学会于1920年接纳玻色为正式会员。

玻色在大学里从事研究、教学30余载，于1917年以荣誉教授的头衔从加尔各答首府学院退休。退休之后，他并没有退出自己一生的追求，出于对科学事业的钟爱，他将平生的积蓄

捐献出来，再加上从社会上募集到的一部分款项，建立了一个以他的名字命名的研究所——玻色研究所。他创办研究所的宗旨不是为个人树碑立传，而是为科学建起一个殿堂，所以玻色给这个研究所起了一个孟加拉文名字：BASU VIJNAN MANDIR，意思为科学圣殿。玻色还给研究所订立了一项基本原则：必须对全世界所有国家的科学家都开放。他认为科学本身就意味着开放，而且这也是印度几千年文明的最宝贵传统。

1937年11月24日，差6天到他79岁生日时，玻色因心脏病而溘然去世。

二

被誉为印度民族英雄的 C. V. 拉曼，于1888年11月7日出生在印度南部泰米尔纳德邦高韦里河流域的坦乔尔地区。这里是泰米尔文化和古印度梵文化的交汇地，当地人民能歌善舞，有一种特殊的文化气氛。拉曼的家族属于印度教婆罗门家族。祖父曾是当地一位著名的泰米尔学者。他的父亲则是现代西方教育制度在印度最早的皈依者，后来成了一名中学的数学和物理学教师。他的母亲是一个梵文世家的才女。从父亲那里，拉曼继承了对科学的兴趣和对音乐及乐器的爱好；而母亲则给了他古典文化的教养。拉曼小时候是个神童，四岁开始读书识字，12岁就通过了严格考试进入印度南部的最高学府马德拉斯首府学院，成为少年大学生。1904年，16岁的拉曼以名列前茅的成绩获得学士学位，同时还获得学校颁发的一枚金质物理学奖章，这是他一生不计其数的章奖中的第一枚。拉曼接着在马德拉斯大学攻读硕士学位。当时在印度高校里执教的都是一些来自欧洲的三四流、甚至是水平更低的教师。在这里学习的最大好处，据他本人回忆，是“享受到几乎难以置信的极大的学术自由，有个细节可以证明这一点：在我读硕士的第二年，我记得全年只上过一次课”。因此，在读书期间，他培养出惊人的自学能力。1906年，他完全靠自

物理

己的独立钻研，在英国权威科学刊物《哲学杂志》上发表了平生第一篇论文：“来自矩形孔径的不对称衍射带”，这是一项很有独创性的研究。当时学校里没有订阅这种杂志，拉曼是在别的地方发现有这么一本杂志，并自己投稿的。论文发表后，学校的那些教授们才知道了此事，这也是马德拉斯首府学院有史以来第一次在权威刊物上发表论文。以此为起点，拉曼开始了在科学园地里绵延半个多世纪的辛勤耕耘。

拉曼在加尔各答大学获得硕士学位后，因健康方面的原因，未能走一般印度知识分子的必由之路：去英伦镀金，而是投考了唯一不要求国外学历的政府财政部，当上了一名会计助理，从此过了整整10年的专业公务员、业余科学家的生涯。拉曼一生的一个重要转折发生在1917年：他在这一年受聘担任了加尔各答大学的物理学教授，终于成为职业科学家。这一转折生动地说明了拉曼对科学事业的热爱，因为从世俗的眼光看，这个抉择是令人很难理解的：他在财政部供职多年，凭自己的才干，已经担任了十分重要的职务，只要继续干下去，飞黄腾达已指日可待；但他放弃了仕途，毅然选择了报酬只及原来薪金二分之一的科学职业，没有一种超常的精神追求和境界，是绝对办不到的。

拉曼在科学上的研究兴趣和建树是多方面的，涉及到声学 and 光学领域中的广泛课题，如：乐器的发声机理，海水的颜色，鲜花的光谱，各种宝石的光学性质等。他的最重要贡献是发现了所谓“拉曼效应”，这项工作可追溯到他在1919年前后开始的对可见光散射问题的研究。从那时之后的几年当中，拉曼依据自己独特的实验设置和理论思路，提出了一种可以解释海水颜色等现象的分子散射理论。重大突破发生在1921年，当他与助手用太阳光进行若干液体的散射实验时，发现了一种奇特现象：散射光中含有一种与入射光波长相比有微弱变化的射线。一开始，他们将此现象归结为液体中杂质所引起的某种“荧光”效应，但在进一步的研究中，拉曼使用了多种精心提纯的液体样品，结果证明，它不是由杂质引起的，而是一种新的辐

射。在其后的几年中，拉曼与助手不断地改进实验装置，并致力于理论上的阐释，终于使这个新发现为国际科学界所公认，此发现因此被命名为“拉曼效应”。由于这项重大贡献，拉曼于1930年荣获诺贝尔物理学奖，成为第一个获此殊荣的亚洲人。

拉曼效应的重要意义在于它是光的量子性的又一确凿的证据，对量子物理学的发展产生了巨大的影响，并且拉曼光谱学在今天已发展成为一个极有实用价值和前途的广阔领域，特别是在激光技术问世之后，更变成各种材料分析的权威技术。据统计，在1977—1982年的五年中，《化学文摘》上所收录的标题中有“拉曼”一词的论文，多达10,384篇，拉曼效应的重要性由此可见一斑。

作为土生土长的印度科学家，拉曼素来不甚看重世俗虚名，但他的杰出贡献却令世人瞩目，于是各种荣誉接踵而来：1921年加尔各答大学授予他博士学位，1924年被英国皇家学会推举为会员，1929年又受封为爵士；获得诺贝尔奖之后，源源不断的荣誉和头衔更是多得不可胜数。拉曼没有停留在以往的成就上固步自封，他一如既往，孜孜不倦地进行科学研究，开辟新的领域。1926年，他亲手创办了《印度物理学杂志》，并长期担任该杂志的主编；他也参与发起和建立印度的最高科学咨询机构“印度科学会议”的活动。1933年，他离开加尔各答，来到南部城市班加罗尔，就任新成立的印度科学研究所所长职务，在这里，他又创办了南部的科学联合机构——印度科学院，这是全印度国家科学院的前身之一。1943年，拉曼经过多年的筹备，终于建立了一所以他的名字命名的科学研究机构——拉曼研究所。这个研究所至今仍是印度最重要的科学研究机构之一。此外，拉曼还时时关心着印度的国家独立运动，他与甘地、尼赫鲁等独立运动领导人保持着密切的联系，从科学和文化角度为民族解放贡献力量。1947年，印度独立后，他第一个被任命为国家教授。

拉曼一生从事科学研究和教学，成果丰硕、

著作甚多，桃李满天下。尤其可贵的是，他到晚年仍坚持研究工作不辍，甚至直到他去世的前一个月，他还在拉曼研究所的报告厅为公众作题为《听觉理论》的演讲。1970年11月21日，这位当代印度的一代科学宗师与世长辞，时年82岁。

三

M. 萨哈 1893年10月6日出生在英属印度孟加拉省达卡近郊的一座村庄里，父亲是个小商贩，母亲是家庭妇女，日子过得不富裕，再加上全家有八个孩子，就免不了时时与贫穷为伴了。所以，萨哈从小就不得不一边帮家里干活，一边读书。他在小学毕业时成绩最优。萨哈在家中排行第二，大哥因家贫困没有上中学，早早就帮父母挑起了生活的重担，他看弟弟这么喜欢读书，悟性又很高，所以不想让二弟也走自己的老路，于是想方设法用弟弟优异的成绩去游说学校和一些有钱的亲戚，最终赢得了别人的帮助才使萨哈念完了中学。为此，萨哈终生对大哥充满感激之情。后来当他稍有一点经济基础时，就学着大哥的榜样，毅然担负起供养好几个弟弟妹妹上学的责任。中学毕业后，萨哈又靠奖学金完成了大学学业。

1911年，萨哈从达卡学院转学到加尔各答首府学院。萨哈从学生时代起，就经常参加反抗英国殖民统治的斗争，曾因此被学校开除过。但他对这种斗争慢慢地形成了一套自己独特的看法。他认为：自由或独立，归根结底仍就由经济能否独立来决定，而科学乃是发展经济的最有力杠杆，所以努力从事科学研究，才是自己对自由运动的最有力的介入。另外，家庭穷困也无形中阻止了萨哈对政治活动的更深涉足。

萨哈从大学获得硕士学位后，正赶上加尔各答大学的一次改革运动：大学副总监、印度的一位数学家穆克伊爵士制订了一项计划，旨在把过去仅仅作为一个管理机构的加尔各答大学改变为一所集教学和研究为一身的真正意义上的大学。这个计划的实行需要一批有真才实

学的教师，萨哈因学业优异而被新成立的该大学理学院聘为助教。这个时候，正值全球性的物理学革命蓬勃展开之时，许多概念处于急聚的变化之中，而加尔各答大学的英国老教授们在所制订的教学大纲中，仍无视这些变化，这又给对新事物十分敏感的萨哈提供了崭露头角的良机。他从德文文献中很快就熟悉了量子辐射理论和狭义相对论等新知识，一方面开展研究工作，一方面将这些新东西介绍给印度科学界，这些努力使他成为大学年轻教师中的佼佼者。

萨哈是从电磁学领域开始其独立研究活动的，他的第一篇学术论文发表于1917年的英国《哲学杂志》上，题为《论麦克斯韦应力》。论文对彭加勒所给予电磁应力的解释提出不同看法，并从狭义相对论的观点出发，给出了自己的解释。他的研究起点是比较高的，从1917到1919短短的三年中，萨哈在《哲学杂志》、《物理学评论》等国际权威杂志上发表了近10篇论文，内容涉及到热力学、电磁学、狭义相对论、量子辐射理论和天体物理学等领域。他平生最重要的贡献——提出热电离理论，也是在这时期开始酝酿的。一开始就锋芒毕露、身手不凡，使印度科学界对萨哈刮目相看，加尔各答大学也因此授予他博士学位，并提供资助，让他得以踏上欧洲游学之途，进行了为期两年的研究和进修活动。萨哈先到英国皇家理工学院，师从当时天体物理学权威之一的F. 富勒教授，从事天体物理学和光谱学的理论和实验研究。在英国期间，他曾去剑桥作短暂访问，见到了久已仰慕的J.J. 汤姆孙。萨哈一边修改过去几篇论文的草稿，一边竭力从实验上为自己的热电离理论寻找证据。他在富勒的实验室呆了半年左右，又转到了德国W.H. 能斯脱的实验室继续工作。他在德国的最大收获，就是参加每周定期在柏林大学物理研究所举行的讨论会。萨哈在这里见到了许多物理大师，如普朗克、爱因斯坦、冯·劳厄等，与他们同堂讨论，使他受益匪浅。在欧洲的这些研究和进修活动，扩大了萨哈的眼界，同时也使他基本完成了为自己的热电离理论寻找证据的研究。这个理论于1920年间

世，其中最重要的一个公式后来被称为“萨哈公式”，至今仍是天体物理学的一个基本公式。

1921年底，萨哈回到加尔各答大学，被聘任为凯拉物理学教授，他在就任此职一年后转到新建的阿拉阿巴德大学，成为该大学唯一的物理学教授。他在此培养了大批物理学和大气物理学人才。

萨哈对印度传统文化有很深的感情，他在德国学习时，曾有幸见到了去德国访问的印度诗人泰戈尔，并与之结为忘年之交。他对甘地所领导的不合作运动以及其他自由运动始终怀有敬意，并给予了許多力所能及的帮助。萨哈为使科学精神与印度的传统文化相融合，曾创办了一份刊物：《科学与文化》，并亲自撰写了几十篇文章提倡科学精神，抨击狭隘的民族主义。另外，他还积极地参与了印度科学体制化的活动。1935年，在他的提议下，以印度已有的几个（包括拉曼等所领导的）“科学院”（academy）为基础，成立了全印度性质的“印度科学研究院”，因为在法语中，科学院乃研究院（L'Institute）的分支机构，此即今天的印度科学院的前身，萨哈开始时任副院长，1937—1939年任第二任院长。

在印度独立的前后，萨哈被一个新兴的领域——核物理学所吸引。他意识到这是一个对国家的经济和安全都有重大意义的领域，于是又致力建立印度自己独立的核科学研究基地，于1944创办了加尔各答大学核物理研究所，并自己担任所长职务。1949年担任印度原子能委员会的委员。他亲自参与一线的研究工作，曾进行过用威尔逊云室测量中微子寿命、寻找不稳定核的 β 放射能量释放表达式等方面的研究，取得了良好的结果。

萨哈是一个极有社会责任感的科学家，他从事科学研究的目的是，除了对科学本身的兴趣之外，一个基本的动机，就是希望能借此推动社会经济发展。他曾这样说过：“如果我们想成功地与困扰着我国90%人民的贫穷做斗争，建立富裕和进步生活的基础，我们就必须最大限度地利用自然界给予我们的知识。”由于萨哈

在科学上的创建、他的思想以及他在印度社会活动中所发挥的作用,使他赢得了国内人民和国际科学界的普遍尊敬。英国著名科学史家李约瑟曾评价说:“作为印度最杰出的科学家,萨哈教授的智慧之光远远超出自然科学本身,他毅然承担起科学家的社会责任,就像今天印度民族在国际上所起的作用一样,他在印度社会中发挥了卓越的作用。”

1956年2月,萨哈到新德里与政府有关部门商讨发展印度自己的核科学的一些计划,不料积劳成疾,几天之后,萨哈不幸去世,年仅63

岁。

- [1] C. C. Gillispie ed., *Dictionary of Scientific Biography*, Scribner's Sons, (1975).
- [2] N.K.Jain, *Science and Scientists in India*, Indian Book Gallery, Delhi, (1982).
- [3] C. N. R. Rao ed., *Science in India*, INSA., New Delhi, (1985).
- [4] G. Venkataraman, *Journey into Light, Life and Science of C. V. Raman*, Indian Academy of Sciences and National Science Academy, (1986).
- [5] 刘威,印度科学,正中书局,(1947).
- [6] 王大明,自然辩证法通讯, No. 2(1992), 68.

1994年第9期《物理》内容预告

知识和进展

中国海洋声学研究进展(张仁和);
尘埃等离子体物理(李芳);
非线性导波光学与波导全光开关器件(李淳飞);
光纤陀螺仪及有关器件的研究(周世勤);
机械合金化合金相形成机制的研究现状(刘方新等);
 α 粒子背散射的新发展——从低能到高能(汤家镛);
元胞自动机和复杂性研究(赵松年);
硅分子束外延的最新进展——第五届国际硅分子束外延会议介绍(王迅).

物理学和经济建设

植物超弱发光及其在农业上的应用(习岗);
合金镀层的性能和应用(阎洪).

实验技术

“魔镜”方法与晶体缺陷检测(邓江东);
一种新型的软X射线二极管(王红斌等).

物理学史和物理学家

长度收缩假说究竟是谁首先提出和发展的(阎康年);
阳射线研究简史(肖明).

欢迎订阅《物理》

《物理》是中国物理学会主办的物理学方面的综合性学术期刊。其宗旨是深入浅出地介绍现代物理学及其交叉学科、前沿领域的新知识、新进展和新动态,介绍有应用开发前景的物理学研究最新成果和物理学方面的高新技术,介绍物理学史、物理学家和国内外学术会议动态等。读者对象包括物理学及其交叉学科的科研和教学人员,高新技术应用开发人员,科研管理人员以及物理专业的大学生和研究生等。

《物理》荣获1992年中国科学院优秀期刊奖。它在按引文数列出的100名中文核心期刊中名列第18位,这在物理类和通报类期刊中皆名列第二。又据1991年

3月6日中国新闻出版报头版头条报道,全国有15个自然科学期刊受到世界六大检索系统中的四个以上所检索,《物理》是其中之一。

《物理》为月刊,全年订价36元,科学出版社出版,国内外公开发行。国内邮发代号为2-805,国外邮发代号为M51。欢迎各科研单位、学校、省市物理学会和高新技术领域的广大科技工作者及时到当地邮局订阅。

逾期漏订的读者或对某期内容预告感兴趣的读者,可及早与本编辑部联系预订。地址:北京603信箱《物理》编辑部,邮政编码:100080,电话:2553154。