

## 深切缅怀谢家麟先生

叶铭汉<sup>†</sup>

(中国科学院高能物理研究所 北京 100049)



谢家麟院士

中国科学院院士、国际著名加速器物理学家、2011年度国家最高科学技术奖获得者，中国科学院高能物理研究所研究员、原副所长谢家麟先生因病于2016年2月20日逝世，享年96岁。

少年时期的谢家麟除了间或在家馆中随老师读些四书之类的古书以外，他没有按部就班地读过小学，直接进入了中学，高中在北平汇文中学完成学业。汇文中学是一所教会学校，物理课实验设备齐全，这在当时国内中学是十分罕见的。物理老师张佩瑚用英文讲课，条理分明，深入浅出，谢家麟深受吸引。他除了受到物理课程的吸引外，主要爱好是在无线电上。和当时普通的无线电业余爱好者一样，他从最简单的矿石机做起，发展到使用真空管，收听的波段也由中波而短波。谢家麟青年时代的这些业余爱好培养了他的动手能力，有助于他以后成长为一位精通理论，又有精湛的实验动手能力的大家。同时，他对诗词也有浓厚的兴趣，在此期间背诵了不少名篇佳作。

1938年谢家麟进入燕京大学物理系。1941年12月8日，日本偷袭珍珠港而爆发了“太平洋战争”的第二天早晨，日本军队就开进燕大，把学生驱逐出校园，要他们到伪北京大学报到就学。当时，他离毕业只差半年，不愿入敌伪学校，遂独自离家，辗转数月穿过日军封锁线，在1942年夏到达大后方成都。当时武汉大学已从武汉迁到了四川乐山。谢家麟救国心切，遂转学武汉大学航空系。但他只读了半年，便感到所学课程不能满足他的“航空救国”愿望。加之燕京大学已在成都复校，谢家麟便赴成都复学。在北平同班的女同学范绪箴也赶到了成都复学。1943年毕业后，他和范绪箴一起到资源委员会桂林中央无线电器材总厂工作。1944年夏，两人结为伉俪，从此相濡以沫，在70多年的人生风浪中相伴前行。

“抗战”胜利后，1946年初谢家麟到天津中央无线电器材厂工作。当时，教育部举办了一项留学考试，凡通过考试的人均可以官价外汇赴美留学。当时官价外汇十分便宜，约为市场上美汇

## 1 家世和成长

谢家麟1920年8月8日生于黑龙江省哈尔滨市，1943年毕业于燕京大学物理系，1951年在美国斯坦福大学获博士学位，学成归国途中受阻，被迫返回美国。1955年，他冲破重重阻力回到祖国，先后在中国科学院原子能研究所和高能物理研究所工作，曾担任高能物理研究所副所长、“八七工程”加速器总设计师、北京正负电子对撞机总设计师和工程经理、粒子加速器学会理事长、高能物理学会副理事长。1980年当选为中国科学院学部委员(院士)。

谢家麟祖籍河北省武清县。父亲谢绍贤(后改名谢良佐)毕业于天津北洋政法学校法律系。曾与李大钊同学，两人情谊深厚，曾诗词唱和。谢绍贤毕业后移居哈尔滨，成为当地知名律师。1931年日本侵占东北后，即迁居北平。

2016-03-09收到

† email: yemh@ihep.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20160405

的1/20。谢家麟通过了考试，并联系了加州理工学院，得到了入学许可。1947年7月，他进入加州理工学院。1948年夏，谢家麟获得硕士学位。加州理工学院的航空、物理、化学、生物等系都是世界闻名，但微波物理及其技术却不及斯坦福大学物理系。谢家麟的个人兴趣和几年来在工厂工作的实践，都倾向于更接近实际应用的微波物理与技术，因此他转学斯坦福大学，攻读博士学位。

1951年谢家麟获得博士学位，他决定立即回国，不料途中受阻，被迫留在美国，在美国俄勒冈大学教书。1952年夏，他应邀到斯坦福大学微波与高能物理实验室工作。半年后，芝加哥麦卡瑞斯医学中心提出要求，请斯坦福大学微波实验室帮助他们研制一台能产生45 MeV左右的高能电子束用来治疗肿瘤的加速器。

此时斯坦福大学微波实验室正在十分紧张地进行1 GeV电子直线加速器的建造，负责研制加速器主要系统的几位人员不能离开，谢家麟正好由俄勒冈大学过来，因此，实验室领导希望他能负责此项工作。征求意见时，他认为，加速器技术可以向斯坦福大学微波实验室正在建造的加速器学习，加速器的一些主要部件也可以由他们代为制造，没有问题。谢家麟觉得这是独当一面、锻炼自己的绝好机会，毫不迟疑地同意了。

## 2 世界第一台医用高能电子直线加速器

谢家麟到达芝加哥了解具体情况后，才开始体会到这项任务包括多种类型的科技工作，凭那里的条件和自己的知识及经验都将是极大的挑战。面对现实，他只好勉为其难，边干边学，全力以赴。

谢家麟重任在肩，但苦于单枪匹马，于是登报招聘了一名助手。这位助手当过美军雷达兵，但没有接触过有关加速器的业务。加速器的主要部件，如速调管、加速管等可以由斯坦福大学制造，但是还有许许多多的部件，都有各自的技术要求，需要实验室和工厂的密切配合。他终于找到一家名为海仑科迪斯(Helen Curtis)的化妆品工

厂，它的机修车间有1位机械工程师、4名技工，可以承担加工任务，但他们却从未参与过加速器和真空方面的工作。

这个仅有谢家麟一名研究人员的小组，就这样开始着手研制一台高能电子医用电子直线加速器。虽然谢家麟有斯坦福大学微波实验室作为后盾，我们今天还是无法想象依靠如此微薄的人力物力能够在两年内完成这样一项加速器工程。

当时的谢家麟要面对好几个有待解决的重大问题：首先要把斯坦福提供的速调管由部件装成总体，稳定地产生额定的功率；还要自制斯坦福未能提供的或市场上买不到的部件，组装成加速器整体并调整出束，达到设计能量。第二，需自行采取措施把由加速器引出的电子束的尺寸由几个毫米均匀地扩展到约20 cm，以满足对肿瘤照射的需要，而且照射区域内电子束强度需均匀一致地分布。第三，产生的束流要能左右旋转，从不同方向进入人体。第四，辐照的剂量问题，要掌握不同能量下辐照的剂量和辐射在人体内的分布。第五，要对辐照区的快、慢中子通量进行绝对值测定，以保证病人的安全。第六，要把加速器的稳定可靠程度由实验室的要求提高到医用的水平。以上这些问题涉及多种科技领域，有的需要特殊的技术，有的是无例可循的科研课题，需要自辟蹊径，研究解决。



20世纪50年代，谢家麟在45 MeV医用直线加速器控制台上工作

第一个问题，可以依靠斯坦福的经验来解决。第二、三个问题是束流输运问题，需要自己解决。第四、五个问题有关物理与医学交叉，对于谢家麟完全是一个新的挑战。他必须自己设计实验才能解决，而且必须完善解决，才敢于把高能电子束射入人体内部。

在整个研制工作中，谢家麟从头到尾亲自解决电子直线加速器研制和应用的全部过程中出现的问题，克服了种种技术困难，经过两年的努力，研制成功这台45 MeV电子直线加速器。这是当时世界上能量最高的医用直线电子加速器，在他回国前已成功为患者进行辐照，在国际上首开用高能电子束治癌的先河。这在当年的美国引起轰动，芝加哥报纸上作了大篇幅的报道。该加速器应用于治疗患者，运转了约30年，直到20世纪80年代才退役。

谢家麟在这项极具挑战性的研究工作中积累了实际的经验，很多问题原来并不熟悉，也让他建立了不懂可以学懂的自信，并懂得了培养年轻人要委以重任“压担子”的道理。这为他回到国内，能在一穷二白的困难条件下，自力更生建成一台可向高能发展的电子直线加速器，提供了必要的信心和经验。谢家麟的这一段经历，是一位青年科技人员自强不息的成长过程，也是青年人学习的极好榜样。



1979年10月3日，《旧金山日报》报道了谢家麟在美国介绍中国建造高能加速器规划的情况

### 3 中国第一台可向高能发展的加速器

回国之初，谢家麟因为在美国熟悉电子直线加速器的业务，希望开展电子直线加速器的有关工作，把自己的所学贡献给祖国。但做什么样的电子直线加速器呢？当时有两种选择：一是做一台使用磁控管的低能加速器，这是比较简单易行的。但是这种加速器无法向高能发展。另一种选择是建造一台可向高能发展的电子直线加速器，这样可以为我国今后发展高能物理实验研究奠定基础。但建造它除了要研制加速管外，还要自行研制世界上功率最大的速调管和调制器，这两个系统的技术难度不亚于加速器本身。加速器所用的大功率速调管在国防等方面也有重要的应用。除此之外，几十兆电子伏能量的脉冲电子束打靶后，可产生短脉冲的 $\gamma$ 射线和中子，在国防方面有很大用途。上述二种选择不但在能量上有很大的差别，而最为主要的是它们的性能是大不相同的。至于研制中的种种困难，谢家麟认为，他有在美国主持建造当时世界上能量最高的医用加速器的全面经验，困难是可以克服的，因而选择了后一条十分艰难的技术路线。

当时我国正处于建国初期，百废待兴，科技水平远远落后于当时的先进国家，并且在国际关系上处于孤立状态，西方对中国实行禁运，这些都加大了工作需求和现实状况之间的差距。尽管现实条件十分困难，但大家的共识是“要吃馒头，从种小麦开始”。

谢家麟采取了一系列措施来保证完成加速器的研制。

培训工作人员：那时分配来的大学毕业生陆续增加到40人左右，完全缺少加速器的知识和经验，谢家麟安排他们分别补课，如“核物理”、“电子学”、“微波技术”、“微波电子学”、“电子直线加速器理论”等。此外，派出青年工作人员到国内外有关单位学习基础知识。

建立必要的实验室和精密金工车间：首先建立了微波实验室，自行研制了多种微波元器件。为了制造厚壁波导，自制电铸槽和用电铸方法来

制造波导。同时建立了调制器实验室，在其中制造了火花球高压触发器、脉冲变压器磁心绕制机等。建立了加速管装配车间等精密金工车间。

经过8年奋战，终于在1964年成功建成中国第一台30 MeV可向更高能量发展的电子直线加速器。它是在不具备充分物质条件下自力更生的典型产物。建成之后，马上投入国防急需，用电子束流打靶产生的高强度脉冲幅射，模拟核爆炸来标定仪器，为“两弹”研制作出了重要贡献；在基础研究上，通过该加速器的研制，发展了大功率速调管、加速管和微波管等一系列先进技术，推动了中国加速器事业的发展，同时在加速器领域培养了一大批有实际经验的人才，为20年后北京正负电子对撞机的建造奠定了人才和技术基础。

## 4 北京正负电子对撞机

中国高能物理实验基地的建立和发展历经了几代人几十年的奋斗。从赵忠尧先生开始，经过王淦昌、钱三强、张文裕、朱洪元、谢家麟先生等先辈的努力，1977年我国决定建造一台质子同步加速器，能量为50 GeV，代号“八七工程”，谢家麟任加速器总设计师。

1980年，国家经济调整，“八七工程”下马，但高能不断线，可利用“八七工程”预制经费尚未动用的9000万元来进行较小的高能建设。如何调整？是改走电子的道路，还是继续走质子的道路？1981年3月，在美国FNAL举行了一次非正式的通报中国高能调整方案的讨论会，谢家麟、朱洪元和我参加了会议。斯坦福直线加速器中心所长潘诺夫斯基提出了建造2.2 GeV正负电子对撞机的建议，经过讨论，大多数与会者同意此建议，认为它有明确的物理目标，造价也适合中国的预算。我们都十分赞成这个方案。

回国后，谢家麟多次组织国内外科学家展开调研和论证，反复对比权衡两种路线的优缺点，最终确定了正负电子对撞机的方案。在这一关键性的选择中，他以深入而细致、实事求是的分析，说服了持不同意见的同志，全所取得了共



北京正负电子对撞机奠基典礼上，谢家麟、叶铭汉与美国能源部法勒合影(1984年)

识，最终确定了2.2 GeV正负电子对撞机“一机两用”的方案，既能为高能物理研究提供实验装置，也能为同步辐射应用提供研究平台。

正负电子对撞机技术难度很大，许多技术在国内都是空白，当时我国加速器的水平落后国际水平约三十年，要在短短几年内建成一台国际水平的高能加速器，才有一定的竞争力和重要的科学意义。当时国内外有不少好心人为我们担忧。有人打了个比喻，说我们好比站在铁路月台上，要想跳上一辆疾驰而来的特别快车。如果跳上去了就飞驰向前，如果没有抓住，便摔下来粉身碎骨。

谢家麟担任对撞机总设计师(后任工程经理)，对工程设计精心做出了正确的决策。他提出了6条设计指导思想：1. 以保证高亮度为首要考虑；2. 采用经过考验的先进技术；3. 设计中强调简单、可靠；4. 采用能达到性能指标的最经济的技术路线；5. 设计中保留以后改进的余地；6. 设计中保留一机多用的可能。他对决定对撞机性能的一些物理参数进行了仔细研究，在设计上采取措施以保证高亮度的实现，以及高能物理和同步辐射的“一机两用”。谢家麟调整了各大系统在总经费预算中的合理份额。他提出采用关键路径方法(CPM)来指导总体工程进展，紧紧抓住工程建设的关键环节，保证了正负电子对撞机的顺利建造。他带领工程团队精心设计、组织、研制、安装及调试，高质量地完成了对撞机的建设任务。北京正负电子对撞机最终按照设计要求，



北京正负电子对撞机建设期间，谢家麟与李政道、周光召、叶铭汉讨论问题



谢家麟在北京自由电子激光装置前

不超预算，如期完成，成为中国大科学工程的典范。

谢家麟不但在科学技术方面作出了卓越贡献，在管理上也有着突出的贡献。除了采用关键路径方法(CPM)来指导总体工程进展外，在1981年时，经费限额9000万元，谢家麟作了实事求是的预估，认为用9000万元可以建成对撞机以及实验用的谱仪。1988年建成后，实际支出是：直线加速器2650万元，储存环及输远线3010万元，谱仪及其电子学部件2940万元，合计8680万元。可见他的估价十分准确。当然，9000万元的预算是在“初步工作，逐步完善”的基础上提出的。后来领导把经费限额放宽，我们放弃了根据经费来分期扩充的想法，取而代之的是一步到位，这样才把同步辐射的建造提前实施，此外，还建成了配套的实验分析数据所需的计算机中心。同时，进

口了一些必需的先进设备，建成了有关加速器技术发展的具有国际水平的实验室。

1988年10月，北京正负电子对撞机成功实现对撞，这是我国在高科技领域的一项重大突破性成就。仅用了4年时间、2.4亿人民币，创造了国际同类工程中建设速度快、投资少、质量好、水平高的奇迹。这台对撞机的性能优异，其亮度是美国SPEAR的4倍，为中国高能物理实验创造了优越条件，从而在此对撞机上获得了多项高能物理的重要成果，在国际权威的粒子数据表上，到2012年为止，就有400多项数据是由北京谱仪合作组在北京正负电子对撞机上测定得出的。从此，中国在高能物理领域占据了一席之地，与其他国家享有平等的合作关系。另外，对撞机实现了“一机两用”，在进行高能物理实验的同时产生同步辐射，开展多学科研究，促进了我国科学技术的发展。该项科研工程获得中国科学院科技进步奖特等奖，国家科技进步奖特等奖，谢家麟由于出色的领导和开创性的工作，在获奖人员中排名第一。

从这项任务的完成过程来看，1980年的调整、收缩，中央决定“八七工程”下马，对我国高能事业来说，真是“塞翁失马，焉知非福”。假如沿着原来的“大高能”走下去，物理研究上步人后尘，难出成果，摊子又铺得过大，经费势难维持，结果显然是不上不下，造成极大浪费，后果不堪设想。谢家麟在高能加速器选择的关键时刻，带领大家走上了正确的道路。他的贡献是极其重大的。

## 5 自由电子激光装置

美国斯坦福大学梅迪教授(J. Madey)在1976年使用电子直线加速器产生的高能电子束通过扭摆磁体，建成了自由电子激光放大器和振荡器，开创了一个非常重要的研究方向。世界上科技先进国家纷纷加大投入跟进研究。

为了跟踪世界战略性高科技发展，不断拓展新领域。1986年谢家麟在北京正负电子对撞机即

将建成时，主动辞去工程经理的职务，让年轻同志担当重任。也就在这一年，他领衔向国家提出建议，开展北京自由电子激光装置的研制。这是又一项技术上极其困难、挑战性极大的任务。

谢家麟选用经过考验的先进技术，制定了热阴极微波电子枪注入器、波荡器和光学谐振腔等核心设备的技术方案。利用他在1964年建成的那台电子直线加速器，进行改进，提出采用“前馈控制”，提高直线加速器的束流稳定性。他带领团队成功研制出多项先进设备，突破性地解决了关键技术问题。

谢家麟于1993年领导建成北京自由电子激光装置，这是亚洲第一台产生激光并实现饱和振荡的装置，多项技术指标达到国际先进水平，使中国成为继美国及西欧之后实现红外自由电子激光饱和振荡的国家，为我国自由电子激光的发展奠定了基础。

## 6 新型电子直线加速器

2000年，谢家麟突破加速器设计原理，提出速调管同时作为微波源和电子源的紧凑型电子直线加速器的创新构想，将电子直线加速器几十年沿用的三大系统，电子源、微波源和加速管精简为两大系统，简化了加速器结构，大大降低了制造成本。经过4年努力，研制成功世界上第一台紧凑型新型电子直线加速器的样机，验证了设计理论的可行性，并申请了国家专利。

## 7 深切缅怀

谢家麟是中国有重要影响的高能加速器发展战略家。他十分重视和关注我国加速器发展战略，多次就中长期发展规划提出重要建议和指导意见，对促进我国加速器领域的发展发挥了重大作用。他发表数十篇科研论文并出版数部专著，其中《速调管群聚理论》已成为我国加速器方面的经典著作。他兼任清华大学等多所大学、研究所的兼职教授、研究员，培养了一大批加速器技术专业人才。



2016年1月4日，“科学家小行星命名仪式”在钓鱼台国宾馆举行

谢家麟是中国粒子加速器事业的主要开拓者和奠基人之一，为我国高能粒子加速器从无到有并跻身世界前沿起到了至关重要的作用，对我国高能物理实验基地的建造作出了卓越贡献。他带领团队研制成功中国第一台大科学装置——北京正负电子对撞机，亚洲第一台自由电子激光装置，中国第一台高能电子直线加速器，世界第一台以高能电子治疗深度肿瘤的加速器和世界第一台紧凑型新型加速器样机。这些辉煌的成就，使谢家麟荣获了国家最高科学技术奖、国家科技进步特等奖、国家科技进步二等奖、全国科学大会奖、中国物理学会胡刚复物理奖、何梁何利科技进步奖等十余项奖励。为纪念他在粒子加速器科学技术上的卓越贡献，国际天文联合会将一颗国际编号为32928号的小行星正式命名为“谢家麟星”；亚洲未来加速器委员会决定将其颁发的国际粒子加速终身成就奖命名为“谢家麟奖”；中国科学院高能物理研究所把设立的一项青年创新基金命名为“谢家麟基金”。

谢家麟爱国敬业，求实创新，学风严谨，淡泊名利，潜心粒子加速器研究。他长期活跃在加速器科学技术研究的前沿，为中国高能物理和粒子加速器事业的持续发展作出了重大贡献，是科技工作者的楷模。“谢家麟星”在苍穹闪耀，激励我们继续为建设创新型国家和科技强国而努力奋斗。

我们深切缅怀谢家麟先生，他永远活在我们心中！