

稀土之恋

——记我国稀土学家苏锵院士

本刊记者 刘家贻



专家简介：

苏锵，1931年7月生于广州，1952年毕业于北京大学化工系（1948—1952年间，就读于中山大学、北京大学、清华大学化工系）。1952—1999年在中国科学院长春应用化学研究所从事稀土工作，曾任研究员，博士生导师，稀土研究室主任，研究所学术委员会主任。1995年当选为中国科学院院士。1999年转中山大学化学与化工学院继续从事稀土工作，任教授。在稀土领域工作至今已有62年。

在国内外发表学术论文450余篇。授权发明专利20余项，曾任1989年在长春召开的第2届国际稀土光谱讨论会的主席，获2005年国家科学技术进步奖二等奖（集体奖）。“稀土离子光谱性质的研究”获2001年中国科学院自然科学二等奖。“新型稀土杂化及纳米复合光电功能材料的基础研究及应用探索”获2010年国家自然科学二等奖。

他是我国稀土材料与化学科学的奠基人与开拓者，他为国家培养了一大批中国稀土科学研究的中坚力量。他被学生称作“亲密战友”，他是同行心目中真正的大家。在学术界中认为，他与稀土是一体的，他总是与稀土纠缠在一起。

苏锵，这位有意无意总是想把自己隐藏在普通人当中，一生追求科学真理，以为国奉献为真正乐趣，默默无闻、淡泊名利的科学家，他的品德风范山高水长，令人景仰。

近代屈辱激起兴国的人生追求

苏锵院士的科研人生，颇像一部气势恢宏又韵味深广的交响乐。他经历的风雨岁月和苦乐年华，体验的时代变迁和国运转换，宛如其中的一个个乐章，均给人以回味和启迪。尤其令人印象深刻的是，这部人生交响乐的主旋律非常明晰昂扬，其冠名可概括为四个字，即爱国奉献。这是苏锵院士最基本的人生哲学，特别是在人生道路的关键抉择之时和身处逆境厄运之际，这种精神在苏锵院士的身上表现的尤为突出。

苏锵少年时期饱受战乱之苦，他对那段艰苦的生活至今记忆犹新。7岁那年，正值日寇疯狂轰炸广州，为躲避战乱，一家人从广州逃到澳门，“在澳门我们都无依无靠，更不可能找到工作，一家人根本就没饭吃，一路颠沛流离，最后辗转到广州湾（今湛江市）。”后来，广州湾也被日本人侵略，苏锵家人已无处可去，不得不提心吊胆地躲避日寇飞机的

轰炸，苏锵告诉记者，那时敌机时常突袭，有一次，有颗炸弹就落到离他和同学几米远的地方，幸好没爆炸才躲过一劫。经历战火岁月的苏锵从小深深体会到弱国被欺凌的痛楚。

1948年，苏锵以优异的成绩同时被中山大学和广东省立文理学院（今华南师范大学前身）录取，权衡之下，他选择了报考中大的化学化工系，“当时广州物价飞涨，为了将来能找份养家糊口的工作，我最后还是决定选择应用广泛的化工领域。”

新中国成立后，1950年北京大学化工系在广州招考转学生，优秀的苏锵又考入北京大学；1952年院系调整，转入清华大学化工系。1952年于北京大学化工系毕业。“认识到毕业后不只是为了个人的养家糊口，而是要为人民服务，所以提出了要服从国家分配，到祖国最艰苦的地方去。我被分配到东北，随大批的大学毕业生浩浩荡荡乘火车奔赴东北，参加经济建设。9月，我被分配到当时在长春的东北综合研究所（即目前中国科学院长春应用化学研究所的前身）”苏院士对记者说。

苏锵最初的志愿并不是研究稀土。虽然从清华大学毕业后，他响应国家号召，来到长春以振兴东北工业，但是，他想利用自己的专业知识去玉门搞石油开发。当时，能源非常紧缺，尤其是在美国禁运的时期。苏锵与稀土只不过是一场偶遇。

但他后来发现，长春应用化学所很好。因为那是日本留下来的研究所，实验条件和技术水平也相对较好。当然，更让苏锵安心的是，去到那边也是搞石油开发。因为自己经历过战争，真切地体会过国弱被欺凌的痛楚；他希望能够为国家的强大振兴出一点力。

结合当时国家急需石油，在锦州石油六厂的从煤炼油的生产中，急需钴钨



微下降炉前合影

催化剂中的钨，需要冲破当年国外对钨的封锁禁运，独立自主地从国内矿产资源中提取钨。钨是与稀土伴生的一种名为独居石的矿物中，需要从中把钨与稀土分离。

经过产研结合，1954年建成了从独居石分离钨的中间厂，在锦州石油六厂投产，解决了当时用煤炼油催化剂的急需，同时，也解决了当时在国内照明用的气灯纱罩所需的钨，它是由浸有硝酸钨和硝酸铈的纱织成的，在酒精气体燃烧加热下发光，亮度要比白炽灯高，用于没有电源的地方。我们在分离得到钨的同时，还得到了大量混合稀土富集物。

独居石中，钨的含量只占百份之几，大量的稀土，它的含量约占60%，如何提取、分离和利用这些大量的稀土，成了他们接下来急需解决的任务。50年代，又承担了科学院下达的包头白云鄂博矿的稀土利用的任务，它是世界上最大的稀土-铁矿。

从此，他就爱上了稀土，开始了自己的研究生涯。转眼至今，苏锵院士从

事稀土的工作已有62年了。

筚路蓝缕的奠基之路

由于稀土的化学性质很类似，很难彼此分离，很难得到纯的单一稀土，即使到了20世纪初，稀土在元素周期表中的位置还不像现在清楚。

直至40年代中，受到美国曼哈顿的原子能计划的促进，当时为了分离铀系放射性元素，使用了离子交换法。由于离子交换法是一个可以进行连续分离的技术，用于稀土的分离也获得了成功。连同氧化、还原变价方法的发展，以及稀土分析仪器和分析方法的发展。

在上世纪40年代以后，才实现了可以生产全部纯稀土元素，从而有条件开展稀土材料的合成，性质与应用的研究，距离现在也不过半个多世纪，由此可见，稀土发展的历史不长，在这之前，主要使用混合稀土。

在上世纪的50年代至70年代，苏院士根据国家的需要，从事自稀土矿中提取，分离和提纯稀土的研究，建立中间工厂。并结合实际应用，开展配位化

学，萃取化学，溶液化学与变价化学等基础研究。

从锦州石油六厂建成从独居石分离钍和获得混合稀土富集物后，1958年首先在国内长春应用化学所，建成了从独居石和包头矿的混合稀土中分离稀土的中间工厂，获得了除钍和钷以外的15个纯稀土的中间工厂。1970年在江西南昌，参加了从钨细泥中用萃取法分离稀土的工作，获得了纯钷。至此，苏院士课题组在国内实现了分离获得全部纯稀土。

稀土中的钷不属于镧系元素，由于它的离子半径类似于镧系而混入镧系的行列，一般是位于重镧系部分。但由于它的离子半径是取决于化学键的共价性的变化，因此按钷的化学性质排序，它在镧系中的位置也是可变的。

在上世纪50-60年代，苏院士根据大量镧系与钷在不同化合物中的化学性质变化顺序，提出了钷与镧系彼此之间的位置变化的规律。共价性大时，它的性质类似于重镧系而位于重镧系部分；但当离子性大时，则位于轻镧系部分。

根据这一变化规律，50年代末，苏院士就在应化所开展了使用溶剂萃取法分离稀土的研究，用添加氨水的水杨酸，马尿酸和环烷酸等有机羧酸的溶剂萃取法分离钷，当使用环烷酸萃取时，可以把钷的位置调到轻稀土的镧的前面，它的萃取性质不同于重稀土，从而实现了目前在工业上已广泛使用的环烷酸萃取分离钷的方法。

此外，他还曾研究了变价稀土的制备和变化规律，提出了钷的湿法空气氧化法，避免了粉尘，改善了环境，已在工业生产中应用。

在国外，在上世纪40年代中，由于采用离子交换法解决了较大量生产各个单一纯稀土以后，开始了大量研究不同稀土的性质，特别是稀土的激光

性能和发光性能，在60初就发现钷，钷的激光，以及以后一系列的稀土红外激光，除了大量使用钷激光器用于测距，军用寻的，医疗等外，稀土钷的光纤放大器已经成为目前跨洋远距离激光通讯不可缺少的材料和设备，现在，稀土激光晶体和光纤已成为固体红外激光器的主流。在70年代，又发明了使用钷，铈，铽的三基色节能荧光灯，目前已广泛应用。60-70年代，在稀土磁性材料方面，发明了钷钴永磁材料，它的最大磁能积远高于过去使用的铁氧体和铝镍钴，崭露了稀土卓越的磁学性能。

在50-60年代，我国稀土的应用主要是混合稀土，包括打火石，硅铁稀土合金，球墨铸铁和稀土抛光粉等。在方毅同志定期在包头主持的4.15会议上，根据当时我国已经可以生产每个纯稀土的情况，苏院士提出了应重视和开展单一纯稀土应用的建议，从应用混合稀土进入应用各个稀土的时期。

50年代末，他们将中间工厂得到的纯氧化钷立刻交给位于应用化学所对面的中科院长春光学精密机械研究所，研



苏铈在磁天平

制钷玻璃激光器，钷玻璃激光器在国外是60年代初发现的。长春光机所利用苏院士所提供的氧化钷，很快也于60年代初在我国制得第一个钷玻璃激光器，缩短了与国外的差距。

从此，在我国开辟了继纯铈以后，应用其他纯稀土的先河。随后，我国很快也生产出使用重稀土钷，铈，铽的三基色节能荧光灯。利用我国具有丰富重稀土的优势，目前，我国已成为生产与出口稀土三基色节能荧光灯的大国。

62年心血终化蝶 稀土为国增“光彩”

70年代以后，在国外大量开展了纯稀土的光、磁、电等物理性质和催化等化学性质的研究，发现稀土具有很优良的性能。特别是在光学性能方面，观察到不同的稀土具有不同的光谱和光学特性，研制出发射不同波长的稀土发光材料和激光材料，用于照明，显示，通讯，医疗，激光武器，激光核聚变等工业与国防等各个领域。90年代末，发明了使用稀土荧光粉的白光发光二极管LED，比稀土三基色荧光灯更节能，使用寿命更长，稀土给人类带来了光明。

随着彩电的出现与发展，稀土发光材料又先后大量应用于阴极射线彩电，PDP彩电和液晶彩电和手机的背光源上，产生各种鲜艳的彩色，稀土又为世界增添了光彩。在化学性质方面，发现有些稀土具有储氢的性能，利用镧-镍金属间化合物制成储氢电池；有些稀土又具有储氧的性能，利用铈催化剂用于处理汽车尾气。

在磁性材料方面，80年代，研制出性能最优良的钷铁硼永磁材料，磁能积最高；加入稀土铈以后，大大提高了矫顽力，成为“永磁王”，目前，它已在风力发电机，电动机，耳机，手机等能源、汽车、军用和民用领域获得广泛使

