

为国一生三次转方向

“工作是她最大的乐趣。”李林的女儿邹宗平说，“在工作的地方，和学生在一起，她特别爱笑，因为她觉得谈论自己喜欢研究的东西，特别高兴。”

这种乐趣使得李林无论做什么研究，总能做一行、爱一行、做好一行。因国家需要，李林一生三次转换研究方向。

1951年，李林回到祖国，到中国科学院工学实验室（上海冶金所前身）报到，开启了她的科研生涯。

那是个热火朝天的年代，新中国的建设需要大量钢铁。李林作为我国著名冶金学家周仁先生的助手，开展的研究是球墨铸铁。更重要的是，李林还前瞻性地开始了电子显微镜研究，最早开始利用电子显微镜研究材料结构，这为她后来的工作打下了基础。

原以为在此深耕一生，然而事业却随国家的发展拐了弯。1958年初，国家大力发展核工业，急需一批专业人来到北京，其中就包括做电子显微镜研究的，而李林几乎是中国科学院仅有的做此研究的科研人员。

组织纪律性强的李林坚决服从国家安排。但在那时，她丈夫邹承鲁的科学研究刚刚步入正轨，很难离开上海。她与丈夫商量后，决定离开熟悉的专业，夫妻二人从此开始了长达10余年的分居生活。

离开上海，李林来到了位于北京西郊房山县陀里乡的二机部401所，这是她的“第二个家”。

李林在二机部401所第六研究室工作的13年，正是我国核武器研制的关键时期。她主要从事核材料的研究工作，承担反应堆材料及燃料组件堆内行为研究。但这项工作技术要求很高、工作艰苦，且具有很强的放射性，一般不适合女性参加。

李林却说：“我对这个工作很感兴趣，干得津津有味，而且同志们和我合作得很好，这使我感到生活非常幸福。”



工作中的李林(左)

李林参加了第一个“反应堆”实验、第一颗原子弹引爆材料工作实验、第一艘核潜艇材料实验，为祖国原子能工业的发展作出了重要贡献。

最后一次转向是在1978年，55岁的李林来到了物理所从事基础研究，研发超导材料。国际上高温超导被发现后，她带领研究团队日夜奋战，使我国的高温超导薄膜研制达到了国际水平，为我国超导薄膜制备研究成果实现器件化应用打下了坚实基础。

执着勤奋成制胜“武器”

身在“一门三院士”之家，邹宗平受到的教育是，老老实实做人，勤勤恳恳做事，这也是全家人的风格。在她看来，比起父亲邹承鲁的天资聪颖，母亲的执着勤奋是她有所成就的“武器”。

李林常对学生说：“人只有在科研一线的时候，才能够保持对科学的敏感和热爱，尤其是对科学的敬畏。科学实验来不得半点虚假，必须踏踏实实。”

李林多次讲述自己攻读博士的经历。在英国伯明翰大学完成金属物理硕士学习后，导师对她说：“你现在可以去找个丈夫，结婚生孩子了。”当时李林是全系唯一的女生。

爱笑爱美爱科研

——记中国科学院院士李林

□韩扬眉

在中国科学院物理研究所M楼的院士墙上挂着一张照片，照片里一位满头银丝、戴着金丝边框眼镜的女科学家开怀大笑，让观者如沐春风。

她是中国科学院院士、中国科学院物理研究所（以下简称物理所）研究员李林。很多时候，她为人熟知的身份是地质学家李四光院士的女

儿、生物物理学家邹承鲁院士的夫人。连她自己有时也会嘟囔两句：“怎么也不如我们家那两个男人有名。”

但她用一生的追求证明了自己——是为国三转方向的女科学家，是青年学子尊敬的“慈母”，更是爱美、爱笑的姑娘。

导师的话不无道理，当时英国社会受教育女子的一条普遍出路是——修身养性，成为上流社会的名媛，而非成为科学家。

但李林倔强不甘心，因为成为科学家是她从小梦想。然而，她想继续深造却没有钱、没有地方可去。她通过父亲李四光的介绍，在英国剑桥大学冶金系奥斯汀教授的实验室里找到了一个临时实验员的工作。

当时，李林的工作就是把一个个大衣纽扣大小的金属样品放在砂轮上，用手指按住抛光，然后在显微镜下观察金相。这

些样品大多是从炼钢厂送来的钢铁样品，工作单调枯燥。

一天，李林正在给一个样品抛光，不小心手指一松，样品从旋转的抛光机上“飞走了”。把教授的样品弄丢了，这可怎么办？看到李林着急的样子，同事一边安慰她，一边找来磁铁在地上吸，结果吸出来好几块大小形状相同的样品，已分不清哪块是李林刚刚抛光的。同事七嘴八舌地给她出主意，让她随便选一块，可能教授也分不清哪块样品是新拿来的。李林想了半天，最后选了一块比较干净、看样子像刚刚掉在地上的样品，抛光分析

后作出金相报告。

在交报告和样品时，李林还是把刚刚发生的事情如实告诉了奥斯汀教授，并且说明，“因为这块最干净，所以我相信这块一定就是你的样品”。教授什么都没说，就让李林走了。

几天后，奥斯汀让李林到他的办公室去一趟。李林想，这下坏了，搞不好要丢掉差事。

“你的金相实验做得很好，还想继续学习吗？”奥斯汀说。

“当然想，可是我没有钱。”李林说。很快，奥斯汀便帮助李林申请到了英国金属学会的奖学金，李林成为剑桥大学金属物理系的博士研究生。

执着勤奋体现在李林的每一项工作中。李林三次转换方向，每个研究方向几乎都不同，这对她来说意味着极大的挑战和困难，需要从头学起。但她总会踏实认真地做，始终坚守在科研一线。

爱美爱笑的“慈母”

除了科研成就，多年后同事、学生回忆起李林，总会想起她笑靥如花、慈祥温暖的模样。

香港大学终身教授高炬是李林在物理所团队里的“开门弟子”，他永远记得第一次见导师时的场景。

“当时，李林和其他几位女老



工作中的李林(左)

赤潮是什么？

赤潮是在特定的环境下，海水中某些浮游植物、原生动物或细菌爆发性增殖或高度聚集而引起水体变色的一种有害生态现象。赤潮发生时，海水可能呈现出红色、棕色、绿色等异常颜色。

赤潮的形成并非偶然，而是多种因素共同作用的结果。人类活动带来的大量污染物排放是重要原因之一。农业中的化肥、农药随雨水流入海洋，工业污水未经处理直接排放，生活污水的肆意排放，都为赤潮生物的生长提供了丰富的营养物质，如氮、磷等。海域的水文气象条件也对赤潮的发生产生影响。水温适宜、盐度适中、水流缓慢等条件有利于赤潮生物的聚集和繁殖。另外，全球气候变化也在一定程度上增加了赤潮发生的频率和强度。

什么是海洋“蓝眼泪”？

海洋“蓝眼泪”，其实是由夜光藻或者海萤等海洋浮游生物大量聚集形成的。夜光藻是一种能够发光的单细胞生物，当它们受到海浪拍打、船只扰动或者其他刺激时，细胞内会发生化学反应，从而产生浅蓝色的光芒。而海萤则是小型海洋甲壳类动物，它们体内有一种叫做荧光素酶的物质，与氧气发生反应后会发出蓝色的光。

这种神奇的现象通常在夏季温暖的夜晚出现，而且需要一些特定的条件。较为平静的海面有利于这些浮游生物的聚集，而水质清澈、营养丰富的海域则为它们提供了良好的生存环境。当这些条件同时具备时，“蓝眼泪”就有可能如梦似幻地出现在我们眼前。

从视觉效果上看，海洋“蓝眼泪”无疑是一场极其震撼的表演。它们或如蓝色的丝带漂浮在海面上，或如点点繁星洒满海洋，随着海浪的起伏和风向的变化，不断变换着形状和位置，给人带来无尽的遐想。当人们亲眼目睹这美丽的景象时，往往会陶醉其中，仿佛置身一个充满魔法的世界。

蓝眼泪：赤潮表演的一出致幻剧

那么赤潮与“蓝眼泪”又有什么关系呢？夸张一点说，“蓝眼泪”就是赤潮表演的一出致幻剧。

“蓝眼泪”的本质就是一种赤潮现象。相较于其他赤潮现象，“蓝眼泪”更具有观赏性。不过，美丽的背后，却如同一场致幻的表演，暗藏凶险。

首先，对于海洋生物来说，“蓝眼泪”会导致水中生物死亡。这主要归因于几个关键因素：

赤潮生物会消耗大量的氧气。当它们在短时间内大量繁殖时，水中的溶解氧被迅速消耗，导致海洋环境严重缺氧。鱼类和其他海洋生物因缺氧而无法正常呼吸，最终死亡。

许多赤潮生物会产生毒素。这些毒素通过食物链在海洋生物体内累积和传递。当鱼类吞食了含有毒素的浮游生物或其他受污染的生物后，毒素在其体内积累，影响其生理机能，严重时会导致死亡。

再者，赤潮会改变海洋的生态平衡。正常的海洋食物链和生态系统遭到破坏，影响了鱼类的食物来源和生存环境，使其生长、繁殖受到抑制，抵抗力下降，更容易受到疾病和其他因素的影响。

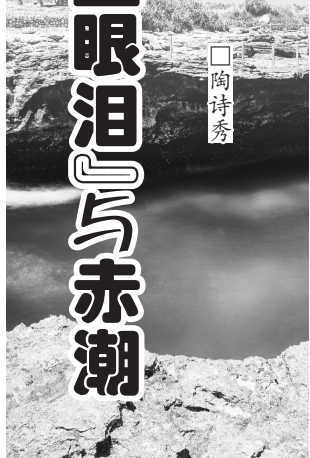
对于人类而言，“蓝眼泪”带来的危害也不容小觑。一方面，赤潮会使海水水质恶化，产生难闻的气味和有害化学物质，影响沿海地区人类的生活环境和旅游产业。另一方面，夜光藻细胞破裂时可能释放出一些神经毒素，这些毒素若通过食物链传递，最终可能会影响到人类的健康。尽管目前尚未有直接证据表明“蓝眼泪”会对人体产生严重的急性毒害作用，但长期接触或摄入含有这些毒素的海产品，可能会引发慢性疾病。

有些人将观赏“蓝眼泪”视为一次浪漫的体验，却不知背后潜藏的危机。这就如同吸毒，最初带来的可能是短暂的愉悦和兴奋，但长久来看，却是对身体和环境的严重损害。我们不能仅仅被其美丽的外表所迷惑，而忽视了它对海洋生态系统和人类自身的潜在威胁。

要解决赤潮和“蓝眼泪”带来的问题，关键在于控制海洋环境污染，减少陆源污染物的排放，合理开发和利用海洋资源，加强对海洋生态系统的监测和保护。只有这样，我们才能避免这出海洋致幻剧的频繁上演，让海洋恢复原本的健康与美丽。

大海的「蓝眼泪」与赤潮

□陶诗秀



生殖干细胞“移花接木” 鱼类育种提速增效

□李禾

我国是水产养殖大国。鱼类养殖在水产养殖中具有重要的地位和作用，2023年我国渔业年鉴统计数据显示，鱼类养殖产量占我国水产养殖总产量的一半以上。

由于很多鱼类雌雄之间都存在个体大小、生长速率等方面的显著差异，且在养殖条件下，这些差异表现得更加明显。因此通过性别控制来培育优势性别的单性群体，成为提升鱼类养殖经济效益的有效途径。中国科协发布的2023年十大产业技术问题，将“如何实现生殖干细胞精准移植技术在养殖鱼类单性种质创制中的广泛应用”列入其中。

实现跨亚物种间的“借腹”生殖

细胞是生物体最基本的结构和功能单位。生殖干细胞是指具有自我更新能力，又能分化成子代细胞的生殖细胞。胚胎期的生殖干细胞叫作“原始生殖细胞”。当生物个体进入青春期，原始生殖细胞既分化成雄性体内的生殖干细胞，即精原干细胞，又可分化成雌性体内的生殖干细胞，即卵原干细胞。随着个体成熟，精、卵原干细胞最终会分别分化为功能性配子，即精子和卵子。精子和卵子结合后又可以形成一个新胚胎。

生殖干细胞移植技术是指将供体的生殖干细胞移植到另一个同种或异种个体（即受体）的体内，供体的生殖干细胞将在受体的性腺中增殖、分化，并最终发育为功能性配子。因此生殖干细胞移植技术也被形象地称为“借腹怀胎”技术。

中国水产科学研究院黄海水产研究所基因组室主任、研究员邵伟说，作为前沿育种技术，生殖干细胞移植技术应用在性成熟时间长、育种周期长的水产养殖生物中，可大幅缩短育种周期、显著提升育种效率，从而提供一种更快速、更有效的育种方法。这项技术还可与基因编辑或表观基因编辑等技术相结合，将经过编辑改造的生殖干细胞移植到生物体内，使其在体内发育成为具有特定遗传特征的个体，从而为优良性状定向改良提供了一种更精准可靠的育种方法，大大加速育种进程。

“有些鱼类的性成熟周期为几年甚至十几年，育种周期很长。因此通过‘借腹’生殖技术将这些鱼类的生殖干细胞移植到繁殖周期短的生物体内，可缩短育种周期，提升育种效率。”中国科学院院士、中国科学院水生生物研究所研究员桂建芳说，生殖干细胞



干细胞通过生殖孔注射移植入受体体内

移植技术提升育种速率，目前甚至已实现跨亚物种间的“借腹”生殖。

新技术将突破移植的难点堵点

经过多年发展，鱼类生殖干细胞移植技术已趋于成熟，但仍存在问题亟待解决。中国水产科学研究院黄海水产研究所王倩博士说，供体生殖干细胞系难于长期培养、受体内源性生殖干细胞不易全部清除、传统移植方式存在非定向性迁移等因素，限制了该技术在养殖鱼类单性种质创制中的广泛应用。因此，需要从生殖干细胞移植三要素，即供体、受体、移植三方面出发，不断对该技术进行难点突破与优化升级。

在生殖干细胞移植的供体方面，由于原始生殖细胞数量比较少，存在时期短，获得数量极为有限，限制了其应用范围。王倩说，通过技术创新有望实现生殖干细胞的体外稳定培养，解决上述问题。目前，研究人员已成功建立了虹鳟、中华乌塘鳢、马口鱼、红鳍东方鲀等鱼类的长期稳定培养的精原干细胞系，为生殖干细胞移植提供稳定的供体材料。

在生殖干细胞移植的受体方面，由于受体自身的配子发生会优于供体来源的配子发生，导致供体生殖干细胞产生的配子远少于受体产生的配子。因此，需要对受体进行不育处理，使其为供体生殖干细胞提供一个可以发育成熟并产生功能性配子的微环境。王倩说，目前制备鱼类不育受体的方法主要有三倍体诱导、杂交、高温一化学药物处理法、生殖细胞发育关键基因编辑等方法，但上述技术和方法均存在不同的问题。因此，研发一种操作简便、适用性强，还能保证内源性生殖干细胞高效清除的高通量受体不育技术，对生殖干细胞移植至关重要。目前，王倩所在的中国水产科学研究院黄海水产研究所已研发了一种不依赖于显微注射技术的基因编辑不育受体制备技术，为提高不育受体制备效率

师蹲在地上拆修真空泵，她个头不算高，穿着白大褂，瘦瘦的很有精神和气质。她很平易近人，没有一点架子。”高炬回忆，他当时怯怯地向李先生是哪位时，李林迅速站起来，笑着招手说“是我”，两只手上还沾着油污。

李林爱笑，也爱美，一直行走在时尚前沿。

年少时，她常常是一头蓬松卷发，穿的是碎花裙、泡泡袖毛衣、英伦风大衣、抹胸短裙，是自信闪亮的少女；天命耳顺之年时，满头银丝的她戴着金丝边框眼镜，裙子依然是必备单品，配以吊坠简单装饰，干净素雅。

于学生而言，李林是他们心中的“慈母”。“说实话，母亲对学生比对我好。”邹宗平说。

李林对学生的影响在于一言一行、言传身教。李林在物理所的同事、南京大学教授闻海虎回忆，李林仙逝前的那年冬天，他们小组想建设一台集磁控溅射和激光镀膜为一体的镀膜机。当时没有财力购买国外成套的先进设备，李林带领厂家设计，最后由沈阳科学仪器厂来建造。为了这台镀膜机，在寒冷的冬季，李林拖着羸弱的身躯，亲临科学仪器厂讨论建造事宜，完善建造方案。

“我不止一次地听她说，‘我们一定要把中国的高温超导薄膜质量提上去。’”闻海虎说。后辈们没有让她失望，中国高温超导薄膜真正达到了国际先进水平。

对待疾病，李林总是笑着回应，采取“鸵鸟政策”。70多岁时，李林在检查身体时发现肺部影像出现了问题，因为原本有基础疾病，进一步治疗会产生极大风险。

“我从父亲身上得到了力量。有时候我是很不舒服的，但是我扛过去。很少有人知道我生病，就是这么回事。”李林希望像父亲一样，工作到生命最后一刻。

2002年，生命即将结束时，李林躺在病床上，仍惦念着她那未完成的事业。

（据《中国科学报》，有删节）

科技大观

奠定技术基础。

在移植方面，王倩介绍，生殖干细胞移植实验通常在鱼类的幼鱼期、成鱼期通过腹腔注射或通过“外科手术”注射到性腺内等方式进行。幼鱼期注射定植率高，但对受体伤害大；而成鱼期注射受体成活率高，但定植率降低。同时提高受体成活率和定植率，成为促进生殖干细胞移植技术完善升级的关键。

借助细胞靶向技术，中国水产科学研究院黄海水产研究所近日开发了海水鱼类中首个特定组织（精巢）靶向性多肽，让生殖干细胞能以“自动识别”方式高效传递到幼鱼精巢内。“将该技术运用到生殖干细胞移植中，有望实现鱼类生殖干细胞快速、高效、精准移植。”王倩说。

可应用于珍稀濒危鱼类保护等多个领域

在过去几十年间，我国利用种间杂交、人工诱导雌核发育、生殖内分泌调控及其与性别特异分子标记结合等技术培育了一批广受市场欢迎的单性鱼类新品种，比如杂交鳢“雄鳢1号”、黄颡鱼“全雄1号”、牙鲆“北鲆1号”、翘嘴鲈“全雌1号”和虹鳟“全雌1号”等。

邵伟说，通过生殖干细胞移植进行性别控制，是未来单性育种的重要发展方向。其中，构建体外生殖干细胞稳定传代体系、进行受体不育系高效制备、开展生殖干细胞靶向性修饰，有助于建立高效精准的育种技术体系，实现单性新种质的精准化、规模化创制，加速育种进程，大幅降低制种风险和成本，并为海水养殖鱼类单性种质规模化创制提供新思路。

中山大学海洋科学学院教授易梅生等在发表的《鱼类干细胞育种技术回顾与展望》一文中指出，生殖干细胞移植在鱼类育种中表现出育种时间短、效率高的显著优势，但该技术操作难度大、技术体系尚未完全成熟，在不同鱼类中应用还存有一些共性问题，因此尚需进一步完善。

除了养殖鱼类单性种质创制外，该技术还可应用在保存鱼类种质资源、维持物种多样性、保护珍稀濒危鱼类等领域。比如中国水产科学研究院长江水产研究所研发了中华鲟生殖细胞移植技术，用于保护国家一级保护动物中华鲟。“生殖干细胞移植技术，不仅是单性种质创制的前沿育种技术，更是水产遗传育种领域未来的攻关重点。”邵伟说。

（据《科技日报》，有删节）