

夏晖：在储能材料领域深耕10余载，探秘低成本、高性能、低污染电池技术

我做科研一般是以应用为导向，有了好的科研成果，我就会积极地推动其向应用转化，以实际应用的产品为最终的研究目标。

文/本刊记者 何中花



夏 晖

夏晖，南京理工大学材料科学与工程学院教授、博士生导师。

牛顿曾说：“我不知道世上的人对我怎样评价。我却这样认为：我好像是在海上玩耍，时而发现一颗光滑的石子儿，时而发现一个美丽的贝壳而为之高兴的孩子。尽管如此，那真理的海洋还是神秘地展现在我们面前。”科学研究需要饱含热爱、专注和激情，南京理工大学材料科学与工程学院教授夏晖身上，就折射出了这一科学精神和态度。从1997年至今，从北京到新加坡再到南京，夏晖一直专注于能源储存材料与器件方面的研究，致力于开发低成本、高性能、低污染的新型储能电池技术。

“面对资源枯竭，环境恶化所造成的能源危机，人类已经意识到它的严重性，许多国家开始从节约能源，保护环境入手试图解决能源危机，但却无法改变现有化石及矿物能源资源的储量有限性以及使用后对环境的污染这两个不争的事实，只能在一定程度上缓解危机。解决能源危机问题的根本途径是要寻找新型能源，而能源材料与器件研究则是一个大的突破口。”夏晖如是说。

兴趣与机会同等重要

2000年和2003年，夏晖分别获得了北京科技大学无机非金属材料专业的本科和硕士学位；2007年获得新加坡国立大学微系统用先进材料专业博士学位，随后夏晖留校在机械工程系从事博士后研究直至2011年。

“我在北京科技大学完成了本科阶段的学习，之后保送本校硕士研究生，师从李福桀教授，从事电化学氧

传感器研究。北科大几年的学习，让我在金属氧化物材料和电化研究方面打下了扎实的理论基础。硕士研究生毕业后，我前往新加坡国立大学/新加坡-麻省理工联合研究生院就读博士。由于属于联合培养形式，因此我有很多机会可以接触到世界顶级科学家，听他们讲课，接受他们的指导，这培养出了我更强大的科研兴趣。博士后期间，我作为主力，参与了多项与锂离子电池和超级电容器相关的科研项目。我在做项目的过程中，独立科研、指导学生的能力得到了很大程度上的提升。”

北京科技大学和新加坡国立大学，这两所高校在夏晖的求学生涯中均扮演着不可或缺的角色，对夏晖以后的科研和工作产生着深远影响。

攻读博士期间，夏晖师从新加坡国立大学机械工程系吕力教授。据了解，吕力教授在压电和铁电材料、能源材料等领域成果卓著。夏晖表示，吕力教授是一位很负责任的导师，会给学生的研究创造良好的实验条件，积极与不同课题组合作，利用组外的实验设备条件帮助学生完善实验效果，并积极鼓励学生参与各类奖项申报。

“在吕老师课题组读博期间，在他的支持下，我成功申请到了新加坡国立大学的研究生校长奖学金和中国国家优秀自费留学生奖学金。我很庆幸遇到了吕老师，我很感激他。”

有观点认为读博压力很大，也有调查显示39%以上的博士研究生有抑郁或者焦虑症状，是正常人群的6倍以上。作为“过来人”，夏晖对此深有同感。他认为博士的压力主要来自于科研工作进展不顺利和毕业论文发表高要求，博士们对自己能否顺利按期毕业、拿到博士学位证没有足够的信心，极易产生严重的心理压力。

“就我自己的经验而言，我认为读博首先要合理安排好学习计划，研究应由浅至深，及时进行总结，并且要尽可能早地发表自己的第一篇论文，这样就会大大增加自己科研工作的信心，减小压力。其次，科研工作不是简单的闭门造车，不能钻牛角尖，遇到问题和困难应及时与导师和同学沟通。再次，要多看文献，从前辈的工作和成果中获取知识和灵感，从而使自身的研究受到启发。”

虽然在北京和新加坡读书、学习、做研究，但2011年，完成博士后研究工作的夏晖选择回到自己的家乡——南京，加盟南京理工大学从事教学与科研工作。

“本身我的家在南京，所以南京的高校是我工作的首选。另外，南京理工大学隶属工信部（原国防科工委）

“

当下，我会继续聚焦关于能源存储材料与器件方面的研究。未来，从大规模储能的需求考虑，我将会开拓镁离子电池以及铝离子电池方面的研究，利用地球上资源多、成本低的材料来研发高性能储能电池，为中国的能源储存行业尽一份绵薄之力。

”

七所高校之一，是理工类高校，比较重视应用型的研究，更适合我所做的科研工作。在我应聘南京理工大学的时候，南理工还没有专门从事锂离子电池研究的课题组，这对我本人来说也是一个很好的发展机会。”夏晖坦言。

大规模储能应用需求，决定储能材料高性能标准

新能源存储材料及器件，包括二次锂离子电池和超级电容器是夏晖一直以来的研究方向。储能材料作为高效储能装置的关键，是大力发展清洁能源不可或缺的一环。夏晖认为，经过多年的发展，我国在二次电池以及储能材料方面的研究已经取得了显著进展，在某些电池体系、关键材料方面的研究也已超越了欧美和日韩，比如现在发展迅猛的车用动力电池。

“为了进一步提升锂离子电池的能量密度，富锂锰基的正极材料以及硅碳负极材料是目前研究的热点和难点，我国需要在这两个材料体系的研究上取得突破。”相对于锂离子电池，目前超级电容器的市场较小，材料成本过高成为超级电容器应用的主要瓶颈，而目前商业化超级电容器所用的活性炭电极材料，主要依赖国外进口，因此高品质活性炭材料的国产化，也是我国目前在储能材料研究方面亟待解决的核心问题。

超级电容器(Supercapacitor)，又名电化学电容器(Electrochemical capacitor)，是一种主要依靠双电层和氧化还原赝电容、电荷储存的新型储能装置。作为一种新型绿色的储能器件，超级电容器兼有电池的高比能量和传统物理电容器高比功率的优点，填补了上述两种传统储能器件的空白。自本世纪初美国Maxwell、日本NEC

及松下公司陆续推出成熟的市场产品后，超级电容器已成功应用于混合动力汽车、风力发电、太阳能发电、军工、智能电网及工业UPS等领域，并在工业控制、电力、交通运输、智能仪表、消费类电子产品、国防、通信等众多领域有着巨大的应用价值和市场潜力。

目前，锂离子电池应用越来越贴近百姓生活，离子电池作为高效储能器件已经在便携式电子市场得到广泛应用，并向电动汽车、智能电网和可再生能源大规模储能等应用领域扩展。夏晖表示，随着锂离子电池应用范围日益扩大，锂的需求量大大增加，然而地球上锂的资源有限，且分布不均，造成其价格日益增长，难以长期满足大规模储能的需求。

从大规模储能的应用需求来看，理想的二次电池除具有优良的电化学性能外，还必须兼具资源丰富、价格低廉等社会经济效益指标。因此，开发原材料来源广泛、低成本、高性能的新型电池技术迫在眉睫。

“金属钠与锂属于元素周期表同一主族，具有相似的物理化学性质，且钠离子电池与锂离子电池的工作原理基本相同，都是通过碱金属离子在电极材料之间的嵌入脱出，来实现化学能与电能的相互转化。与锂相比，钠资源在地壳中分布广泛、丰度高（比锂元素储量高3个数量级），因此钠离子电池作为低成本、大规模储能应用具有很大优势和可观前景。

说到离子电池，就不得不提及新能源汽车。近年来，新能源汽车起火事件频繁进入大众视野，行业由“里程焦虑”转入“安全焦虑”。新能源车的安全隐患主要是采用液体电解液的锂离子电池造成的，由于其电解液的溶剂是可燃的，在电池受到破坏发生短路时可能会造成电池燃烧爆炸，从而引发安全事故。

夏晖表示，通过保护电路的设计、电解液的改性以及隔膜改性，可以提高电池的安全性。另外，目前备受研究的全固态锂离子电池（通过固态电解质取代液态电解液），也是一项可以有效提高电池安全性的新型电池技术。

有人说新能源车大势已成，燃油车已成历史。关于新能源车的发展前景，夏晖直言：“新能源汽车是必然的发展趋势，但目前技术还没有完全成熟，价格相比燃油车并没有优势，要在短时间内取代燃油车的可能性不大。随着新能源汽车技术的进一步发展，动力电池能量密度的进一步提升，以及价格的不断降低，新能源汽车的市场必然将发展得越来越大。”

经验谈：做科研要以应用为导向

在南京理工大学工作8余年，夏晖不仅是一名科研工作者，也是一名教书育人的青年教师。对于高校教师来说，评职称是对其一段时期工作成绩的检验与评价，更是一场“荣誉之战”。助教、讲师、副教授、教授……“青椒”评职称如同翻山，且一山更比一山高，以至于评职称难成了不少高校“青椒”的心中之痛。对此，夏晖亦深有感触。

“我认为高校评职称的机制总体来说是比较公平的，但学校在资源配置上会有所倾斜，在大课题组的青年教师机会较多、发展相对较快，而单打独斗的年轻教师在发展过程中会遇到更多的困难和挫折。高校应该为年轻教师的发展提供更好的科研条件，比如基本的实验室用房、足够的研究生名额以及满意的薪资等。把这些基本问题都解决了，科研人员自然就可以专注于科研，而不用为其他琐事而分心。”

到目前为止，夏晖已在多本国际SCI收录期刊上发表论文140余篇，文章被引用7000余次。很早就有专家提出“科学研究不能以论文为导向”的观点，对于这一观点夏晖也十分认同，他并不只是为了发论文而发论文，而是想着将科学理论和实际应用更好地结合，让人们在日常生活中享受到因科学进步带来的便利。

“我做科研一般是以应用为导向，有了好的科研成果，我就会积极地推动其向应用转化，以实际应用的产品为最终的研究目标。”夏晖在全固态薄膜锂电池上有着10多年的研究经验，并在2016年成立了天津瑞晟晖能科技有限公司，结合自己的专业知识，专门研发固态薄膜电池，针对微电子及可穿戴电子器件开发高性能的薄膜电池产品。

除了发表论文数量可观，夏晖也曾主持过国家自然科学基金、江苏省自然科学基金等重大科研项目。夏晖表示，一个科研项目从立项到结项要想做好各个阶段的工作，需在立项时对项目有详细的计划和安排，执行过程中严格按照计划执行，并分阶段进行总结，并且及时进行计划调整 and 解决出现的问题。

因为热爱，所以专注和饱含激情。在夏晖身上就有这种力量。“当下，我会继续聚焦关于能源存储材料与器件方面的研究。未来，从大规模储能的需求考虑，我将会开拓镁离子电池以及铝离子电池方面的研究，利用地球上资源多、成本低的材料来研发高性能储能电池，为中国的能源储存行业尽一份绵薄之力。”