

# 氧化锌节能技术的自主创新与可持续发展

——访浙江大学教授叶志镇

□王景

《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出,到2010年,实现国内生产总值能耗比2005年降低20%左右的约束性目标。2010年作为“十一五规划”的最后一年,也作为各省份接受国家“大考”的关键一年,为了全力推进节能降耗指标如期完成,一些省份对工业企业采取限电、停产等措施,更有个别地区限制居民生活用电……

节能减排是重大国策,深入人心,也是热门话题。而为了达到减排指标进行盲目行政干预的后果,则是严重影响了企业的生产经营和居民的正常生活。事实上,要实现节能减排,只依靠行政强制措施是远远不够的,而必须从源头上推动新材料、新技术、新装备的研发与应用,找到节能减排新出路。

在“十二五”开局之年,两会召开之际,走访浙江大学,人们非常关心具有我国自主知识产权的氧化锌材料及节能应用研究新进展。

叶志镇教授及团队始终围绕“一个中心、两个基本点”开展工作,中心工作是氧化锌材料研究;两个基本点是p型掺杂与LED应用,及透明导电膜的节能应用。叶志镇长期立足于自主创新与可持续发展的科研宗旨,一以贯之的工作目标是发展节能新材料技术。当谈到节能技术时,他反复强调了自主创新与可持续性的重要性。

扬长避短 求创新另辟蹊径

说到节能新材料,就不能不提半导体发光二极管(LED)。LED是一种能够将电能转化为可见光的半导体,具有耗电量低、寿命长、高亮度等众多优点,并被广泛应用于显示屏、汽车灯、电子产品等众多行业领域。经过多年发展,LED已经逐渐形成产业化规模,并成为重要的节能应用。

目前广泛应用的蓝光LED,其芯片材料是氮化镓,但氮化镓LED发光层中的衬层是铜铟镓,其中铜是一种极其稀缺的金属,地球表面存量很少,没有单独的矿藏,是附在别的金属矿中,探明储量约为13万吨,年采集量很有限。而目前广泛使用的氮化镓蓝光LED,氧化铟锡(ITO)透明导电膜和铜铟镓LED都需要大量的铜。美国、英国等有



叶志镇

材料物理化学专家,浙江省特级专家。从事氧化锌薄膜制备、物性调控与光电应用研究25年,在我国率先开展氧化锌p型掺杂研究,发明了可工业化制备技术并做出原创性工作,为自主发展我国LED产业奠定基础。

获国家自然科学基金二等奖1项,浙江省科技奖一等奖2项,省部级科技二等奖2项;发明专利49项,实施12项;著作两部。发表主要论文292篇,SCI收录252篇。2010年担任浙江省政府“十二五”战略性新兴产业材料专家组组长,起草《浙江省新材料产业发展规划》。选为浙江省“LED技术和半导体照明”重点创新团队负责人,参与制定《国家半导体照明杭州基地发展规划》。

相关部门预测,10年内,金属铜将使用殆尽。资源短缺制约了LED半导体照明技术,可持续发展受到了严重挑战。因此急需发展一种自主创新的新型LED发光材料与技术。

很快,氧化锌进入了国际科技界和企业界的视线,而叶志镇对其情有独钟。

氧化锌室温下可发紫光,在紫光LED及半导体白光照明等领域将有巨大的应用前景;它已有大直径单晶材料,同质衬底外延有利高质量单晶薄膜生长,这对高品质LED器件制备至关重要;制备能耗低,节能生产意义很大;而且无毒性,生物兼容,对环境无污染。且从资源角度来看,氧化锌物丰价廉,环境友好,是一种可持续发展的新型光电子工业材料。锌的地表丰度达万分之一,年产1200万吨,价格1公斤只有几元钱。氧化锌存在诸多优势,研究它在节能技术领域的应用具有十分重要的意义。氧化锌是一种多功能材料,不仅在LED方面有潜在应用,而且在太阳能电池透明电极等节能技术领域发挥着重要作用;研发氧化锌纳米材料,将推动纳米材料科学与应用研究的不断发展。氧化锌将逐渐渗透到许多新兴领域,在发展节能减排、低碳经济方面有着良好的应用前景。

叶志镇及团队在上世纪80年代就

积极开展氧化锌及节能应用研究,与国际同步,并拥有核心技术方面的自主知识产权。

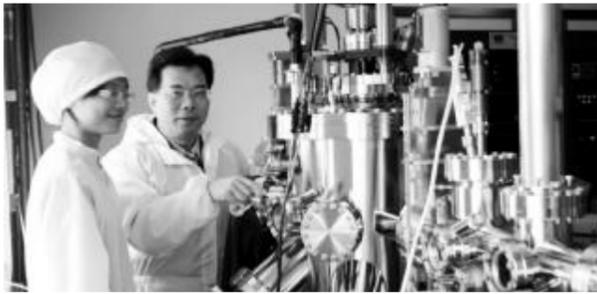
氧化锌p型掺杂 为自主创新奠基

氧化锌因在节能环保和绿色能源领域潜在应用价值巨大而备受国际科技界、企业界关注,开展氧化锌节能技术应用研究具有重要战略意义。

氧化锌光电应用的瓶颈是实现p型掺杂,但机理极为复杂,一直是国际研究的难点与热点。叶志镇科研团队通过长期研究发现,氧化锌中掺入氮替代

氧,或掺入锂、钠替代锌,均可产生空穴,实现p型掺杂。2002年,叶志镇等发表中国首篇氧化锌p型掺杂论文,开创了该领域的研究,并在该领域做出重要创新工作。他们发明了一系列氮掺杂技术,制备了p型氧化锌和LED发光原型器件,实现室温电致发光,向世人展示了氧化锌LED工业化可能性。在国际上产生了重要影响,2007年获国家自然科学基金二等奖。

为了获得性能更好的p型氧化锌,研制实用氧化锌LED,他们继续探索,首创了钠掺杂法,经研究发现钠掺杂技术优于氮掺杂。他们用钠掺杂法制备了



叶志镇指导学生

p型氧化锌,获得更高空穴浓度,制备的LED原型器件室温电致发紫光,发光强度更好,时间更长,工作也得到国际同行认可,这为研发实用氧化锌LED奠定基础。关于氧化锌p型掺杂与LED器件,他们拥有发明专利36项,为自主发展给予支撑。在国际氧化锌舞台上,我国关于p型掺杂的基础研究工作被公认为具有原创性。叶志镇团队的工作居国际前沿,对当前国际氧化锌研究具有很大推进作用。

最近氧化锌研究又取得新进展:他们正致力于氧化锌LED工业化探索,合作研发金属钠有机源2英寸单晶氧化锌和MOCVD工艺,在LED工业化关键技术方面已取得较大进展,我国自主发展氧化锌LED产业又前进了一大步。

蓝光宏图 从科研到产业化

氧化锌是很神奇的材料,它掺入银,或掺入铝和铟,变成对可见光透明的像玻璃,而导电性能像金属的材料,在太阳能电池透明电极、触摸屏显示器等能源与信息技术领域具有广泛应用前景。这项高端技术一直被发达国家所垄断,目前部分市场上使用的这类产品是氧化铟锡,它面临的同样是金属铟资源短缺的严重问题,可持续发展受到挑战。

1988年,叶志镇研发出氧化锌掺铟透明导电膜,因成果具有创新性而获得浙江省科技进步奖。因金属铟稀缺昂贵,他又研发掺铝、掺镓技术。

目前,叶志镇已着手实施将氧化锌研究向产业化推进,向着氧化锌“蓝光宏图”迈进。利用发明的核心专利,叶志

镇课题组与知名企业进行合作。他把氧化锌透明导电膜应用于国内LED芯片龙头企业杭州士兰明芯公司LED产品上,功能同样是透明电极,因为挡光面积减少,LED发光从110流明/瓦增加到120流明/瓦,出光率增加9%,效果良好,意义很大。

叶志镇发明的氧化锌透明导电膜,同时也是一家晶硅太阳能电池公司的产品上应用探索。为了减少表面反射,提高电池效率,一般在表面镀上一层氮化硅减反射膜;为了把光生电子及时导出,电池表面镀上叉指式银电极,银电极把部分太阳光挡住了,挡住面积占总面积的5%。把氧化锌透明导电膜作为太阳能电池的透明电极,它既替代了氮化硅减反射膜,又替代了银电极,不仅减少了工序,节省了大量的贵金属,而且提高了太阳能电池效率,降低了电池成本。

目前叶志镇又研发单层和多层掺铟氧化锌透明导电膜室温沉积在聚合物衬底上的先进技术,这对未来有机发光二极管(OLED)具有重要的应用前景。

在产、学、研一体化的模式下,他们将从氧化锌LED开发过程中做到知识创新、技术创新和产品创新相结合,形成较完整的自主知识产权价值链,最终以实现科技成果产业化为目标,造福社会。叶志镇的氧化锌研究成果对当前我国节能技术的进步作出了积极贡献。

叶志镇说:“氧化锌节能应用,只是国家节能减排大方向中的一个微小方面,我还必须时刻关注国家节能减排的重大战略,为国家节能技术发展多作我们的贡献。”



2009年师生合影

## 轻型飞机 重磅人生

——记北京谷叶轻型飞机公司董事长杨春林教授



杨春林董事长

□陈婷婷

1903年,美国的莱特兄弟制造出了第一架依靠自身动力进行载人飞行的飞机“飞行者1号”,并且获得试飞成功。

1909年,中国最早的飞机设计师和飞行员冯如,驾驶自己设计制造的飞机,在美国奥克兰市附近的派得蒙特山丘上试飞,首次飞行取得成功。

2007年,经过十多年的筹备工作,北京谷叶轻型飞机科技有限公司成立,GY系列轻型飞机横空出世,中国航空史又开始了新的征程。

近年来,由于科技的飞速发展和生产力的不断进步,除商业航空之外的通用航空事业,正逐步显示出其巨大的市场潜力。10年前,目光独具的杨春林教授,一眼就看准了这一广阔的市场,为此他付出了自己全部的热情,在小巧玲珑的谷叶轻型飞机上展现了自己的磅礴人生!

逆境,是他最好的训练场

如果用一词来总结杨春林的经历,那么“多舛”再合适不过了。

“我的家乡在美丽富饶的浙江宁波港腹地台州市,由于是一个资本家地主的家庭,所以出身不好。”在那个特殊的年代,这样的出身带给他的阻力可想而知。

1951年,杨春林考入了华北大学工学院(北京理工大学前身),本以为从此可以一帆风顺,不料,中间却因病休学两年,1958年毕业时,家庭成分不好再次变成了一只拦路虎,死死地挡住了他进入国防部第五研究院研制导弹的大门,无奈之下,他只好留校当了一名大学老师。

是金子总会发光,在磨难不断的岁月中,杨春林始终坚持信念,用时间证明着自身的价值。1960年,参与导弹研制的同学在工作中遇到困难,历经一年多也未能解决,这时有人提议可否请杨春林来帮忙,他知道后,没有犹豫就答应了。在暑假的四十多天里,他争分夺秒,数天的艰辛付出,经过一次次的对比试验,杨春林终于将问题圆满解决。

主管五院的张爱萍将军知道故障排除的缘由后,当即叫出有关部门的领导不贯彻“不能成分论,重在表现”的政策,随后不久,杨春林被调到国防部第五研究院工作。而他的人生,才真正开始续写华丽的篇章。

从小经历过太多坎坷的杨春林,更懂得珍惜的意义,他踏实苦干,远离尘嚣的纷扰,一心钻研在科研的神秘世界中,不为私利,宁静致远,岁月的流失,历史的变迁,沉淀出一个科研工作者的最本真的人生价值。

在五院工作的时间里,杨春林始终如一地坚守在自己的岗位上,他出色的工作能力和表现赢得了众多领导和同事的认可。1976年,杨春林又从五院一分院调到五分院(中国空间技术研究院)从事卫星研制的管理工作。三年后担任质量管理处副处长,参与第二次卫星发射工作。

在发射前的最后一次总检测中,卫星仪器设备约1/3的讯号突然消失,领导下令次日返回总装车间全面拆检。这颗卫星的所有仪器设备都是杨春林亲自参与反复检测的,凭着多年的科研经验,他认为故障不可能出在仪器本身,很可能在外接线路路上。

凭着对工作的认真,和对国家空间技术未来发展的负责,当晚,他独自查看所有外接线路,在一个实验室门口果然发现有一根电线被门框反复挤压,上面有明显的压痕。他当即叫上技术人员剥开这段电线,发现里面的铜线已经断了。

院长听取汇报后立即让大家返回试验场全面检测,结果一切正常。第二天张爱萍得知情况后问院长:“他是主管质量的副处长,前天党委扩大会议为什么没让他参加?”院长说:“他不是党员。”张爱萍责备说:“对工作如此负责的干部为什么不能入党?”于是,1980年初,杨春林入了党,这也是他人生中一个难忘的转折点。

杨春林后来由副处长升为处长、副所长、所长。1989年,杨春林被调到北京军区负责组建应用技术研究所,并担任所长。1994年,他应南京航空航天大学飞机系老师的邀请,负责组建了属于国人的民营企业——北京谷叶轻型飞机开发研究中心及其下属的研究所及试制厂,从此开始了他的追梦之旅。

GY系列,是他最大的欣慰

杨春林还记得,在2006年颁布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)》重点领域“交通运输业”中,将“低空多用途航空飞行器”列为优先主题。在之后颁布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》中,“高技术产业工程重大专项”把通用航空飞机与干线、支线飞机并列列入“民用飞机”项目中。同时,为了加快发展,增强自主创新能力,国防科工委还制定了《关于非国有制经济参与国防科技工业建设的指导意见》,鼓励非国有制企业参与军民两用高科技开发及其产业化,包括民用飞机等高科技产业的发展。

2007年,由杨春林出任董事长的北京谷叶轻型飞机公司成立了。该公司集研发、设计、制造和应用服务于一体,坚持自主创新,依托南京航空航天大学研制小型飞机的重点实验室和技术优势,在南京组建了北京谷叶南京轻型飞机研究所。领导骨干由长期从事航空航天技术工作的专家、航空科研教育专家、飞机设计和制造工艺专家、飞行培训专家等组成,拥有由数十名博士、硕士和高级工程师组成的研发队伍。依托中国第一个航空工业基地、有70年飞机制造历史的南昌飞机制造厂,在南京组建了北京谷叶南昌轻型飞机试制厂,为多种型号轻型飞机的试制和产业化发展创造了孵化条件。

雄厚的科研实力加上杨春林亲自主持,北京谷叶以国内外市场为导向,采纳国内外各方面用户的建议,严格按照美国FAR-23部、欧洲JAR-23部及中国的CCAR-23部技术标准设计研制GY系列轻型飞机。

GY系列机型本身技术先进,设计新颖,安全可靠,具有先进的气动外形布局,阻力较小,升力较大,外形美观大方,光滑

流线,以高强度轻质的全复合材料夹层结构和先进的成型工艺制作机身和机翼,全封闭式座舱,有良好的视野,选用国际上先进的发动机及操作系统,发动机大修期为600小时,使用寿命长达2000小时,可快速拆卸和组装,运输和储备都很方便,驾驶操作简单,维护十分方便,机身机翼材料不老化,使用寿命数十年,对机场条件要求低,可在平坦的草地或硬泥土地上起降,起飞着陆的滑跑距离短,遇空中停车仍可平稳滑翔安全着陆。在紧急情况下,还可使用机翼求生伞,保证飞机和驾驶员同时安全着陆,具有优良的技术可靠性和高度安全性,属于先进的世界第四代轻型飞机。

绿色环保成为时代潮流,GY系列飞机机体及零部件在生产过程中采用铆接、焊接和环氧树脂胶接,在高温下固化,无“三废”排放,对环境无公害影响。开车时发动机的噪声近似汽车、摩托车,不会对周围环境影响造成有害噪声污染,符合生态环保。

GY系列轻型飞机,从默默无闻到享誉海外,其中凝结了杨春林的多少心血与汗水没人能说得清楚,但是当GY系列轻型飞机成为轻型飞机市场的宠儿时,杨春林感到了莫大的欣慰。

市场,是他永不止步的力量

目前,国内成都、沈阳、西安、石家庄等地也有关于小型飞机投入或将投入

生产的报道,竞争态势正在逐渐形成。与同类产品相比,GY系列具有自身的独特性。一是它的机身机翼采用高强度复合材料制作,比同类金属机体的重量要轻得多,而且维护费用低,其部件以螺栓连接,在20分钟内可完成组装或拆卸,起飞后可以装卸装入专门配置的拖车车厢内运走,不必停放在机场,可以节省大量的保管费用,客户不仅买得起,而且用得起来;二是价格低,售价在140万元左右,与一辆高档汽车的价格相当,还可改装成水上飞机,满足日益增长的多方面需求。四是服务配套。北京谷叶还将开发航空俱乐部和航空飞行驾照培训,以及飞机的维护检修、驾照年检等全方位服务项目。

据杨春林介绍:“当世界许多国家和地区知道GY系列轻型飞机后,纷纷来函咨询,了解GY型轻型飞机的有关资料,对购买该类飞机抱有浓厚兴趣和愿望,如加拿大CTR公司、英国适航当局及泰勒公司、巴西、芬兰、德国、新加坡等。他们更希望我们能尽快研制出GY-3A、GY-4A、GY-5A等系列产品。日本阿尔法航空公司已明确表示,要求作为我公司在国外的第一家代理商。”

据了解,GY谷叶轻型飞机不仅在国际市场上十分走俏,在国内市场也是如此。目前,国内许多部门和单位要求购买GY-3A型飞机,甚至还有众多的民营

企业和私人用户。

“当订单与合作的讯息如雪片般飞来,我怎能停下脚步呢?”

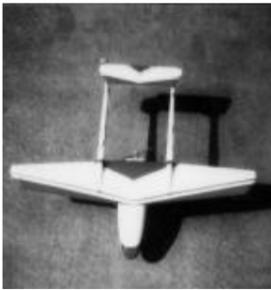
是呀,当阳光透过云层,从空中照射下来,还有什么能掩盖它绚烂的光芒呢?当有一天,杨春林的GY型飞机掠过我们的头顶,人们会以崇敬的目光,因为那上面擎着的,是杨春林沉甸甸的磅礴人生!



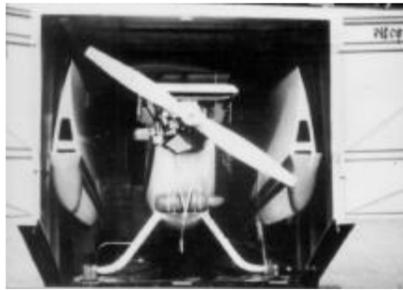
杨春林与外国专家在柯达公司门前



献身国防科技事业勋章



GY-4型飞机



飞机拆装运输放在专用拖车里