

# 材料领域的“洗牌者”

本报记者 温宝臣

## 热点追踪

英国曼彻斯特大学的研究人员安德烈·盖姆和柯斯提亚·诺沃谢夫最早发现,当石墨层薄到只有一个碳原子厚度时,其韧度和电特性都很突出。这一发现在科学界引起不小的轰动,不仅因为它打破了二维晶体无法真实存在的理论预言,更重要的是,石墨烯众多特性可能会改变我们的生活。安德烈·盖姆和柯斯提亚·诺沃谢夫也因为他们在石墨烯领域的突出贡献获得诺贝尔奖。

右图 中科院重庆研究院宣布,已在铜箔衬底上生长出15英寸的均匀单层石墨烯,并将其完整转移到柔性PET衬底上和其他基底表面,并且通过进一步应用。(资料图片)



## “土办法”制出新材料

科学家近日公开了一份赋予用户“超强视觉”的隐形眼镜制造计划,来自美国密歇根大学的研究团队说,这种隐形眼镜内嵌入石墨烯,感光功能极佳,能够侦测到可见光与不可见光,如红外线一般,具有夜视功能。这一消息使石墨烯再次罩上神奇光环。

第一片单层的石墨烯的诞生并无多少“技术含量”。安德烈·盖姆用透明胶带在石墨上粘一下,这样就会有石墨层被粘在胶带上。然后把胶带对折后,粘一下再拉开,这样,胶带两端都有石墨层,石墨层又变薄了。如此反复,胶带上的石墨层薄到只有一个碳原子的厚度时,石墨层也就变成了石墨烯。

科学家们在定义石墨烯的时候显得有些为难。中科院半导体研究所研究员谭平恒告诉记者,盖姆教授在2007年发表的石墨烯论文综述中,对到底具有多少层碳原子的二维晶体结构才能称为石墨烯进行了明确的界定:“单层、双层、多层(3层至10层)材料由于仍然保持二维晶体特性,可称为石墨烯。”

中国石墨烯产业技术创新战略联盟2013年就石墨烯材料的定义给出标准,认为石墨烯是该标准定义的单层石墨烯、双层石墨烯和少层石墨烯(3层至10层)的统称。谭平恒认为,如何鉴别广义石墨烯层数是目前石墨烯研究和产业化发展亟需解决的问题。

尽管“名”还不正,但各国已表现出足够热情。2013年1月,欧盟将石墨烯列为“未来新兴技术旗舰项目”之一,计划10年内提供10亿欧元资助;英国在2012年底宣布将追加投资2150万英镑资助石墨烯商业化进程,并建立一个国家级研究机构;美国、韩国、日本则分别在石墨烯制造芯片和晶体管领域、柔性触摸屏和柔性有机电致发光器件领域、透明导电膜和散热膜领域走在世界前列。

据不完全统计,当前世界上做石墨烯规模制备的公司有50多家,其中我国就有十几家,不少研究成果已居世界前沿。



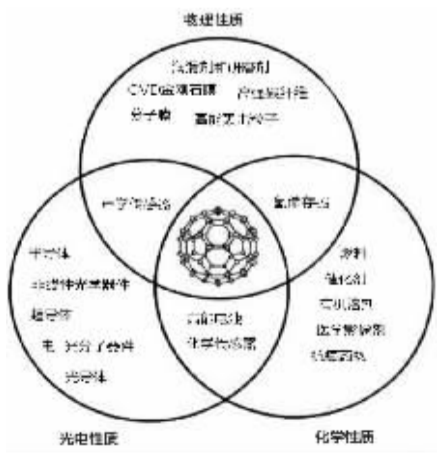
凭借其特殊的物理结构和特质,石墨烯可以在多个领域带来颠覆性的变革。

如果将其成功用于超级电容器或锂离子电池的电极材料,套用当下比较流行的话,“妈妈再也不用担心我的电池了”。据中国科学院山西煤炭化学研究所陈成猛博士介绍,储能材料有两个关键指标,一是导电性,石墨烯是目前世界上电阻率最小的材料,电子在石墨烯二维平面上自由迁移,就好比汽车开上高速公路一般畅通无阻;二是比表面积,这直接影响储能材料的比容量,也就是电池的续航里程。所有组成石墨烯的碳原子都在表面,对于储能都是有效的,一点都不浪费。“只用5分钟手机就可以完成充电,而且可以用3天甚至更长。”陈成猛介绍说,这一应用可能会为电动车动力电池开启新的窗口,在节能环保

有着碳族众多优良基因的石墨烯,走向市场还要假以时日。陈成猛告诉记者,目前绝大多数石墨烯厂家还处于从实验室到中试,或中试向产业化的过渡阶段。

“事实上,石墨烯产业发展中,面临的核心问题是,下游应用没有打开,石墨烯无法产品化,生产工艺也就无法定型和固化。”陈成猛说。当前石墨烯“有价无市”,价格过高。根据不同的品味,石墨烯价格在每克1000元到8000元价格不等,高昂的价格抑制了市场需求,现有需求仅限于研究机构、科研院所。

而制备技术不成熟也阻碍了石墨烯的大规模应用。陈成猛介绍,制备石墨烯目前比较成熟的方式有物理法和化学法,其中物理法的典型代表是



## 挑战各种“不可能”

方面有望突破。

手机、电脑等电子产品用久了会发热,这是因为持续的工作产生的热量无法通过散热片及时与外界交换。随着高功率电子产品的更新换代,对散热的要求越来越高,而这恰恰是石墨烯的机会。

据陈成猛提供的资料,室温下石墨烯的理论导热系数高达5300瓦/米·开尔文,美国在实验室已测到单片石墨烯热导率超过4000瓦/米·开尔文,这超越了碳纳米管、金刚石和高定向石墨,并远远高于导热性能最好的金属铜达一个数量级。“但这些性能都是基于一个非常微观的纳米尺度,看不见、摸不着,真正应用于实际就比较困难。”陈成猛说,依据石墨烯高导热的性能,他们研究所已成功将石墨烯和碳纤维复合成新的薄膜,导热率能超过1100瓦/米·开尔文。

## 碳族新秀太“贵族”

用胶带粘贴的方式从石墨晶体上获得,这种方法能拿到结构非常完美的石墨烯晶体,比较适用于开发电子器件或物理研究,但无法量产。

量产主要依赖化学法,一种被学界称为“自下而上”法,也就是从小分子或碳原子通过化学气相沉积、外延生长或有机合成等途径组装成石墨烯片。这种方法规模相对容易做大一些,所获石墨烯的晶体结构相对完整,更适合去做触摸屏或太阳能电池的透明导电薄膜。另一种方式就是“自上而下”法,有时也叫化学剥离法,就是把三维的石墨晶体层层拆解开来,剥成单层或少数几层的石墨烯产品。

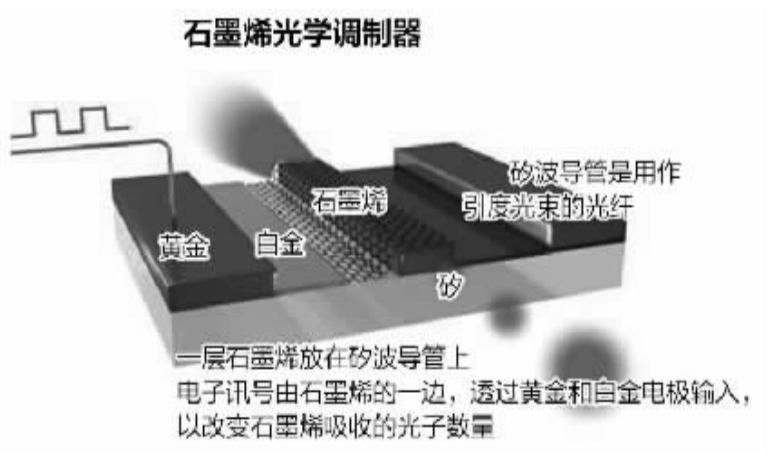
“各厂家的工艺路线和所用插层剂是有差别的。有的用盐插层然后液

氧化石墨烯算是石墨烯的“近亲”,利用它制成的薄膜具有多种优异性能。2012年,中国科技大学工程科学学院近代力学系吴恒安教授与安德烈·盖姆教授课题组合,利用氧化石墨烯制作出一种新型透气透水薄膜材料。他们做了一项有趣的实验,用这种薄膜封好一瓶伏特加酒,结果随着水分蒸发,酒的味道越来越浓。吴恒安说:“水与石墨烯表面特殊的相互作用,加速了水分子通过纳米宽道的速度”。

2014年,这个合作研究组进一步制作出具有超强离子筛选功能的氧化石墨烯薄膜。据吴恒安介绍,水环境中的氧化石墨烯薄膜在水的作用下,可以阻止水中半径大于0.45纳米的离子或分子通过。这些发现在海水淡化与净化、传感技术以及能源转换等领域具有广阔的应用前景。

相剥离,这种方法制备的石墨烯含氧量低,导电性能好,但剥离程度相对较低一点,比表面积不太大,更适于做导电剂;有的先氧化插层然后剥离,这种方法剥离程度高,比表面积大,但做出的石墨烯缺陷比较多,含氧量高,表面活性性强,更适合去做催化、储能等应用。”陈成猛说。面向石墨烯材料的先进工艺开发、装备制造和过程控制仍然是个大课题。

从目前的技术发展来看,最有可能实现工业化使用石墨烯的下游行业是复合材料领域和显示技术领域。将石墨烯添加到塑料、橡胶、涂料等基体中,“调”出来的产品在性能上会更强。而对于气相沉积法制成的石墨烯,陈成猛认为其应用领域主要集中在触摸屏和太阳能电池等领域。



# 警惕未出产品就出泡沫

温宝臣

一个产业健康发展的路径应该是全产业链的健全过程,即从上游研发生产到下游市场需求的贯通,其中需求更能主导产业的走势。从这一角度观察,目前国内的石墨烯行业可能已经存在泡沫。

石墨烯的确有着广阔的发展空间,其优良的性能为企业描绘的市场需求是巨大的,有的研究者甚至将它称为高新基础产业发展的基石。从科学预测的角度,它已经成为不可忽视的领域。

然而,即使经历了不短的研发周期,石墨烯的产学研链条仍是不完整

的,其大部分研究成果还是处在实验室阶段,实际应用能力还是一种潜在状态。更让生产制造商头疼的是,制取石墨烯成本非常高,超出市场接受能力,所以石墨烯产业化道路不如想象中简单。石墨烯从“襁褓”到“做嫁妆”尚需时日。

而据万德数据信息显示,目前国内并没有上市公司主营业务生产石墨烯,也只有烯碳新材将石墨烯纳入经营范围。可以明确的是几家生产碳纤维产品的上市公司正在进行石墨烯产品的研制,而游

资炒作的只不过是与石墨烯关联的碳素纤维产品。

因此,目前石墨烯的市场表现显然是“虚火太旺”,并不具备实业基础,游资趁“火”打劫,之后受伤的是被忽悠的中小投资者。同时,部分企业“放卫星”,搞当代科技领域的“大跃进”,并不能真实反映石墨烯领域的发展状况。这样的热情给市场造成了虚假繁荣的表象,与前几年的被“炒熟的纳米”如出一辙。

一个被过度炒作、制造“繁荣”的

产业,注定会出现问题。我们有许多这方面的例子,从过去的纳米到光伏甚至包括眼下的3D打印技术。“繁荣”过后,就是行业技术大面积的“饥饿”,而在一些重点行业和关键领域失去话语权,十分被动。同时,任何一个新兴产业一哄而上都会留下后患,石墨烯同样如此。

我国石墨烯研究基本上与世界同步,这是非常有利的条件,因此在技术研发、对接市场需求等方面,更应该稳扎稳打,步步为营,警惕过分炒作。

## “草根经济”

# 才是消费主力

赶集网CEO 杨浩涌

在互联网领域,招聘更像一个传统行业。目前,大部分的招聘网站的年均增速仅在15%到20%之间,与互联网其他行业相比增速很低。今年,赶集网招聘板块的收入大概在7亿多元,与去年的2亿多元相比翻了十倍,远高于行业平均增速。我们会体会到两个显著变化:来自二三线、三四线城市的流量占到了80%多;来自移动互联网的流量占到了总流量的50%以上。专注用户体验、紧抓移动互联网机遇,让我们的商业模式不断创新。作为一个平台型的互联网企业,我们已经进入了一个发力期。

数据显示,赶集网一天最多收到17万份简历,以独立访客的IP计算、每月的活跃用户有2亿人。假如把所有岗位比作金字塔,上端的是白领职位,那么下面是庞大的基层岗位需求。去年,北上广这些大城市的流量就只占到了我们全部流量的15%左右。二三线城市、三四线城市的消费力近些年迅猛上涨,“屌丝经济”开始逆袭。决不能忽视中国好几亿的、月收入几千元人群的消费力,或许单人贡献额度并不高,但这一规模庞大的群体创造了旺盛的购买力,从这个意义来说,“屌丝经济”其实也是种“长尾经济”。研究他们的需求和习惯,提供完全不同的用户体验,消费者就会“用脚投票”作出选择。

举个例子,你想通过网络找份工作,需要先注册,进入首页看到大量白领岗位的广告,翻了好几页才能看到基层岗位,找到职位后你看不到企业的联系方式,必须投递简历。但目前赶集网的做法是,把服务员、保安、前台、行政助理等非常基础的大众招聘放在首页,直接点进去看到公司电话就可以拨打,不需要投递简历就能直接和老板沟通。中小企业一开始在赶集网上发布招聘信息完全免费。在免费基础上,供需双方信息形成了一个庞大的平台。到最后,你下载一份简历我收4元钱,平均15份简历有5个面试,5个面试有一个入职,和线下需要花费500元至1000元招一个人相比,我们的成本极小。

今年2月14日起,赶集网举办了为期15天的招聘节活动,日均求职者从去年的300万增加到800万,每天在赶集招聘专区找工作的人数就超过230万人,5天就超过了1000万人,相当于350场3万人规模的大型线下招聘会。这也意味着,网络招聘有望成为中基层人才求职的第一通道。如果你不着急招人就免费发帖,着急就以4元一份的价格看简历,100元就可以把信息“置顶”一个礼拜。我们不间断信息、提供一个免费平台、超低成本帮用户招人,是对现有垂直网站动辄几千元套餐的颠覆。虽然也有针对大企业2000元的套餐,但是中小企业和个人的需求完全通过自助操作就能完成。

同时,我们在移动互联网上做了很多创新。移动互联网不仅给赶集网所处的分类信息领域带来巨大影响,而且为传统产业和互联网产业都提供了一个全新的战场,它不是替代,而是一个全新时代的到来。目前,我们有超过50%的流量来自移动互联网,预测明年这一比例将超过70%。

越来越多的用户通过手机上网是互联网发展的潮流。然而,很多垂直型网站的移动流量占比仅20%,面临巨大的发展压力。因为垂直网站专注于细分领域,不管是找房子、找工作还是找二手车,他们遇到的问题是一样的:用户使用频次低。我买完房子下次再有需要可能就在五年十年后,所以客户在手机上使用并下载这个客户端的意愿偏低。

这时候,平台型网站的后发优势就开始显现。我们为什么叫做平台型公司?因为我们是一个把用户和大量中小商家结合到一起的平台。从搬家服务、保洁服务、家教私人教练、到修马桶的个人,大量的生活小商家都在这个平台上。生活服务非常零散,需要大量运营和线下进行整合,所以我们有几亿的市场投入和全国好几万人的线下队伍。

在跟踪用户行为的时候,我们发现用户真的像我们广告词中所说,看完工作看房子,看完房子找服务,再去交友。作为一个生活服务的入口,我们考虑到用户整个生活的轨迹,并且在移动互联网非常明显地感受到了用户的这种轨迹。手机客户端每天几十万的下载量,是我们在移动互联网上优势的体现。

其实,平台型公司有一个很长的酝酿期,早期挣不到钱。2004年,我从硅谷回国创业,当时美国已经有了信息分类网站Craigslist。国内的分类信息还发布在报纸上、贴在电线杆上或者楼道里。几乎同一时期,大家都准了这个机会,几千家网站开始做分类广告。垂直网站往往只做一个品类,房子、车、招聘,把商家聚集起来,打大量的广告,把用户收集到平台上,然后开始找商家收费。平台型公司则对商家和用户都免费,积累起大量的用户和商户才会发力。从2005年到2009年,分类信息平台网站在外界没有什么声音,因为都在一点点积累,没有极大用户量,商业模式就无从谈起。

现在,我们花了近十年时间建立起的大平台已经到了发力期。我们做了很多创新,提供私人定制服务,之

前在PC很难实现,但在移动上我们可以随时找到这个用户做定点推送。可以说,移动互联网给了我们一个很大的机遇。

(本报记者 陈莹莹整理)

