

# 他们要拿诺贝尔奖吗？ 世界第一款运用石墨烯材料的 Zavfino Silver Dart 纯银电源线

文/赖英智

连续几期介绍了加拿大 Zavfino 1877phono 的产品，实在是有感于这家公司活力满满，创意十足。Zavfino 1877phono 曾为许多知名品牌的发烧线材 OEM /ODM，拥有非常丰富的经验。十年前创办人 William Tremblett 和一家音响制造领域的公司短暂合作后，目前与该公司断绝了所有关系，Zavfino 黑胶唱盘和唱臂是和该公司拆伙后才开始的，他回到他在加拿大的出生地，独资创立了 Zavfino 1877phono。William 强调，只有 Zavfino 产品才是他亲自设计、主导的，其他打着他的旗号进行宣传的产品都是过去式。Zavfino 在加拿大建立了强大的经销商网络，多伦多的 Hi-Fi 展一定可以看到他们的身影，去年 Zavfino 被一家在厦门的瑞典公司看上，决定把 Zavfino 产品引进到中国，在中国市场缺席十年之后，Zavfino 1877phono 将带来更多的惊喜。



石墨烯材料并非黑色那层物质，而是导体外面银白色蜂巢状的薄膜

我在春节前就拿到这条 Zavfino 电源线，却一直不敢贸然下笔，因为它号称运用了当今最前沿的科技材料“石墨烯” (Graphene)，我得先把它搞清楚才行。

2004 年，英国曼彻斯特大学物理学家安德烈·盖姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫，用微机械剥离法成功从石墨中分离出石墨烯，证实这种只有一个原子厚度的化合物的确存在，两人共同获得 2010 年诺贝尔物理学奖。石墨烯是人类已知最薄的材料、最轻的材料 (1 平方米只有 0.77 毫克)，最强的材料 (强度是钢的 100-300 倍，抗拉强度高达 150000000 psi)，也是室温下最好的导电与导热材料 (研究得知电子在其中之流动性超过  $15000\text{cm}^2\text{v}^{-1}\text{s}^{-1}$ )。石墨烯几乎是完全透明的，只吸收 2.3% 的光，由于它非常致密，即使是最小的氦气体分子也无法穿透。种种特性让石墨烯被称为“黑金”，是新材料之王，科学家甚至预言石墨烯将彻底改变 21 世纪，极有可能掀起一场席卷全球的颠覆性新技术新产业革命。

石墨烯目前最有潜力的应用是成为硅的替代品，制造超微型晶体管以生产超级计算机，估计计算机的运行速度将会快数百倍。瞄准石墨烯未来在智慧手机散热膜、锂电池、半导体等应用的庞大商机，三星、乐金、鸿海、Google、IBM、华为等国际科技大厂，早都砸下重金投入石墨烯技术研发。石墨烯材料的独特性，也让美国、中国、南韩、日本、马来西亚及欧盟纷纷挹注庞大资金展开相关研究与技术布局，中国更在 2015 年底将石墨烯纳入《新材料产业十三五发展规划》中。尽管有那么多科技大厂、甚至各国政府倾力发展之下，全球多达数千项的石墨烯专利，却不见石墨烯材料大量商用化，正是因为价格过于昂贵。

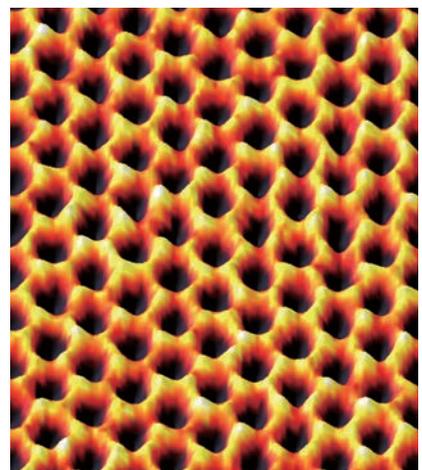
2、3 年前，单层石墨烯 1 克就要价 250 美元，要拿样品给终端应用的系统厂商测试，都是一件很困难的事情。在著名厂家 AMI 的努力下，今年石墨烯应该可以达到每公斤低于 200 美元的目标。因为石墨烯是粉末，很细、很轻，密度非常低，甚至可以飘起来，必须把石墨烯制作成片

状、卷曲或其他形状，工业产品才能使用，这是目前遇到的大难题。但石墨烯诸多特性却给未来不同领域的应用留下更多想象空间。例如石墨烯是导电最好的材料，抽成丝在外面包一层 PVC，就变成最好的电缆线，重量不到传统铜线的 1/10，又轻又坚韧不会断，导电性比银还好，想想会不会有一天真的出现石墨烯导体的音响发烧线？

Zavfino 把他们的技术称为 ZGRAPH-LDP™，这是一种加入石墨烯改质的聚合物，由 Zavfino 及美国石墨烯聚合物领域的领导厂共同研发，历经两年的研发后，首度用于该公司的 SilverDart 纯银电源线上。William 表示，他们正在研发进一步把 ZGRAPH-LDP™ 材料用在喇叭线及唱臂在线。从结构图来看，Zavfino 先在纯银导体的外围包覆一层铜网屏蔽，外面再加上一层石墨烯。设计者 William Tremblett 解释，使用 ZGRAPH-LDP™ 将带来以下的效果：

①导电的石墨层包覆在已有的铜屏蔽层上，得到非常优异的 EMI 保护效果。因为导电性的介质，围绕着金属屏蔽层可防止凸波，使得接地与传输都更理想。

②石墨烯具有优异的静电消除功能 (ESD)，可使电源线的功能一致，不受静电影响。



扫描电镜下的石墨烯，显示出其碳原子组成的六边形结构

③高散热特性使电线的电气性能提高 30%，确保这条电源线性能十年不会改变。

④百分之百抗腐蚀层可防止氧化现象影响屏蔽层及导体。有效的密封性，确保电线功能长期稳定。

但为什么 ZGRAPh-LDP™ 石墨烯会优于传统的屏蔽？William 说因为石墨烯可建立一个非常有效的封闭电磁场，根据电磁理论，在一个封闭的电磁场内的信号源，将无法干扰此电磁场外部的任何信号，同样的电磁场外部的任何信号源，也无法干扰此电磁场内部的信号。因为电磁场会将通过的电磁波能量拦下，转换为感应电流经接地线而处理掉。传统的编织屏蔽或金属带屏蔽无法建立一个完全封闭的电磁场，因编织交叉的铜线束间有孔洞，而金属带的重迭处有空隙，低频噪音会溜过这些隙缝，甚至转变传送方向形式而钻入内部，而高频干扰则会通过任何直径大于噪音半波长的孔洞。ZGRAPh-LDP™ 解决了这个困扰，他们将含石墨烯的聚合物直接挤压在屏蔽上，完全包覆屏蔽层，没有任何空隙、孔洞，经由石墨烯的奈米结构成为一个接近完全封闭的电磁场，可以将任何干扰从传输路径上清除。

此外 ZGRAPh-LDP™ 还有一个额外的优点就是非常低的传导电阻。当一个强大的干扰，感应到一条屏蔽型电源在线，好的屏蔽可减少噪音的影响却无法完全消除此噪音，同样的

无法完全屏蔽电容耦合的噪音。当传统的屏蔽层遭遇强大干扰源时，会拦下能量转成感应电流，再经由地线接地处理，若无法由接地消除，此感应电流将产生瞬间电磁场成为干扰噪音。把 ZGRAPh-LDP™ 包覆在金属屏蔽层上，石墨烯的电子快速流动性减少了二次干扰的可能性，感应电流之停留大幅减少，干扰效应也会大幅降低。

另一个石墨烯屏蔽的好处是它的非对称性结构使涡电流的方向不断变化而部分相互抵消，最终流过石墨烯的电流远小于传统金属屏蔽上流过的感应电流，故也消除了大部分的噪音。ZGRAPh-LDP™ 石墨烯同时具有吸收电磁波并转化为热能的功能，此功能吸收的能量并不会转为感应电流，使总感应电流变小，当然噪音的程度也相对减小。这对大电流的电线而言，是一个原有屏蔽之外的额外保护。

除了石墨烯的屏蔽材料，Zavfino 纯银电源线还有很多创新性的制作工艺，首先是深冷处理。Zavfino 认为把整条成品线放进去深冷处理是不正确的，不论 PVC、PE、特富龙或硅胶都会改变其原有特性，所以他们只对裸导体进行处理，并且按导体不同选择 -186℃ 到 -196℃ 的不同温度，并非越冷越好。金属材料在超低温状态下组织体积收缩，会析出大量超威细碳化物，这些超威细结晶体会使材料的强度提高，原子结合更紧密，增加耐磨性与刚性，也增加导热性和磁



性。

导体在深冷处理之前，还有一道独家专利的 Ultra-Sonic-7™ 处理工序。第一个步骤是把导体放进陶瓷模具中进行超声波清洗，能有效乳化和移除所有污垢、化学物质、溶剂和洗涤剂，让导体百分百纯净。第二步骤在拉丝的过程中，会加上一个稳定的高电压，模拟音乐讯号通过，所以任何一条全新的 Zavfino 线材，接在音响系统上都不需要再长时间的煲线过程。

最后的绝招在绞线。当电流通过导体时会产生磁场，这是基本电学，只要把线材采 45 度对称绞绕就可以完全抵消磁场的影响。理论很简单，但是在实际的应用上却非常困难。因为线材本身有绝缘层，绝缘层的厚度会让线材非常不容易绞绕，绞绕的过程当中如果用力挤压线材又会让导体与绝缘体之间产生气泡，导致阻抗与容抗的变化。通常制线工厂为了提高效率，以高速方式进行导体的编织绞绕，不会顾虑很多细节，而 Zavfino 认为慢工出细活才是硬道理，所以在他们最便宜的产品上也能达到 600 捻/米的精度，早就超过行业标准。为了 Zavfino 旗舰纯银电源线，他们特别找来一部西门子专用有五十年历史的老机器进行改造，以非常慢的速度对 OCC 单晶银导体进行绞绕，最终得到 16000 捻/米的惊人密度，这是前所未有的。

所有这些结构与工艺加在一起，让 Zavfino 石墨烯纯银电源线变得又粗又硬，厂方不得不另外开发大型的插头才能把线装进去，我觉得这是唯一的缺点了，一些轻量级的器材恐怕较难使用这条线。而令人欣喜的是以物美价廉著称的加拿大 Zavfino，旗舰电源线价钱依然亲民。大部分 Zavfino 线材都采用 OCC 单晶铜导体，SilverDart 电源线进一步采用单晶银材料，似乎有向荷兰银彩 Siltech 叫板的意味。从性价比来说，Zavfino 绝对完胜，银彩双皇冠 Ruby Double Crown 要价一万美元一条，而 Zavfino 只需它的零头就能买到，声音差距却十分有限。从声音上来说各擅风情，我把 SilverDart 电源线在家里的主系统中，虽然插拔时费了番力气，但一切都值得！

我归纳出 Zavfino SilverDart 电源线的几个特色：

●非常好的透明度，可与音乐之间直接面对而毫无遮拦。

●非常好的自然度。中高频在保持超高密度的情况下做到了丝滑细腻，如同婴儿的肌肤一样细腻水润；大编制交响乐轻松在庞大的舞台中自由挥洒。

●非常好的音乐性。所有唱片似乎都被挖掘出新的生命，SilverDart 电源线接入系统后，播放出的每一首歌曲都可以触动内心最深处。

●非常好的控制力。中高频结实不飘，低频饱满却凝聚深刻，高超的极低频分析力完全呈现出录音中前所未闻的细节，爆棚音乐也不会有收不住的情况，全频段干净利落。

●非常好的流畅度。不会头重脚轻三频失衡，音乐没有断层，以连续不断的能量塑造出真实的形体感。

●非常好的细腻度。欧洲音响的优雅细致风情，可以透过这条线获得，空气的流动感，弦乐的曼妙都令人击节称赞。

●非常好的密度。当乐器与人声的密度增加，真实感会随之提升，鲜活自然的表情到处存在。

●非常好的宁静度。音场背景清澈无比，泛音余韵的消失过程完全可闻，感觉眼镜似乎都被清洗过了，可以看到更多舞台上的演出细节。

●很好的开扬感。声场没有任何压缩感，如同明亮灯光把舞台上的每个角落都照耀得清晰开阔。

●非常好的瞬态。速度快而不躁，敏捷而不单薄，当乐器以毫无拖沓的鲜活模样呈现，弱音时的细致雀跃会让身体的每个细胞都兴奋起来，音乐听起来自然飘逸绝无压力。

是的，在我的系统中 Zavfino SilverDart 电源线几乎没有什么可闻的问题，在我心目中，这条线以合宜价格能达到如此成就，设计者足以拿到诺贝尔奖！

