

# 基于新型材料的触屏手机改良方案

## 摘要

针对目前广泛使用的触屏手机存在的耗电量高、屏幕易划伤等问题，利用前沿新材料，提出以下改良方案，以实现触屏手机待机时间大大提高（可能实现免外充电）、避免指尖划伤擦坏等，大大改进触屏手机的使用性能。一方面，利用新型吸收太阳能透明薄膜制成手机屏幕，再配以压电式纳米发电机，利用太阳能和手指触碰、声波等的机械能实现随时随地为手机充电。同时利用 SLIPS 自动清洁材料制成手机屏幕保护膜，实现触屏手机屏幕的自我修复，有效防止刮擦受损。

**关键词：**触屏手机、压电效应、太阳能、自修复

## Abstract

High power consumption for the current widespread use of touch-screen phone, the screen is easy to scratch and other issues, the use of cutting-edge new materials, asked the following improvement programs in order to achieve the touch screen mobile phone standby time greatly improve the charge of (possible free outside) to avoid fingertip scratches scratched, and greatly improve the performance of touch screen mobile phone use. On one hand, the new absorption of solar energy transparent film made of the phone screen, which together with the piezoelectric nano-generators, the use of solar and finger touch, sound waves and other mechanical energy charge for mobile phones anytime, anywhere. While taking advantage of the phone screen protective film made of the SLIPS automatic cleaning materials, self-healing touch screen mobile phone screen, effectively prevent scratch damage.

**Keywords:** Touch-screen phone, the piezoelectric effect, solar energy, self-healing

## 目录

1. 引言.....	1
2. 改良方案.....	1
2.1 利用压电式纳米发电机随时为手机充电 .....	1
2.1.1 基本原理 .....	1
2.1.2 创新点 .....	2
2.1.3 可行性分析 .....	3
2.2 利用新型可吸收太阳能薄膜材料制成触屏手机屏幕 .....	4
2.2.1 基本原理 .....	4
2.2.2 创新点 .....	5
2.2.3 可行性分析 .....	5
2.3 利用 SLIPS 可自我修复材料制成触屏保护膜.....	6
2.3.1 基本原理 .....	6
2.3.2 创新点 .....	6
2.3.3 可行性分析 .....	7
3. 工艺设计.....	7
3.1 压电式纳米发电机 .....	7
3.2 可吸收太阳能透明薄膜 .....	7
3.3 注液光滑多孔表面（SLIPS） .....	8
4. 应用前景.....	8
参考文献.....	9

## 1. 引言

如今，触摸技术开始在手机市场大行其道，较为完备的触摸屏技术为广大手机用户带来了便利，拥有一款精致实用的触屏手机成为时尚的象征。然而，触屏手机时尚的外观、便利的操作之下，依然存在很多缺点，如屏幕易划伤、耗电量大、待机时间短等。于是，人们迫切需要触屏手机的改良产品。笔者尝试利用科技前沿的纳米压电材料、吸收太阳能透明薄膜材料、新型自我修复材料等新材料，充分改进这些不足，实现对触屏手机的改良，让触屏手机更完美，让生活更优质。

## 2. 改良方案

改良主要体现在以下三个方面：

### 2.1 利用压电式纳米发电机随时为手机充电

#### 2.1.1 基本原理

##### 1) 压电效应

压电晶体中，正负离子排列的不对称和晶胞正负电荷重心的不重合形成电偶极矩，这些电偶极矩在某些区域内方向一致成为电畴结构，如图 1 所示。

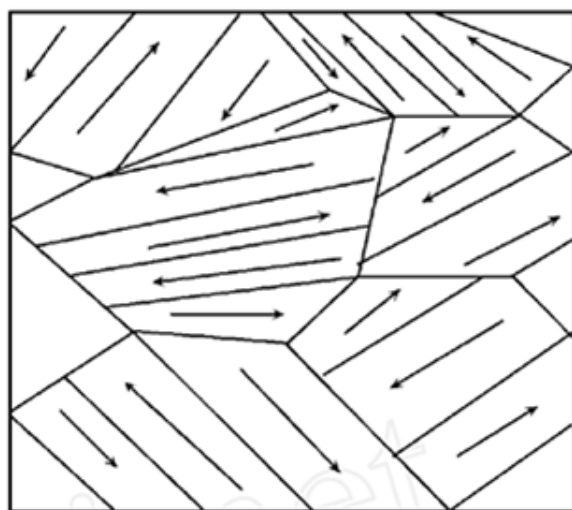


图 1 电畴结构

电畴在晶体上杂乱分布，其极化效应相互抵消，材料内极化强度为零，被直流电场极化后的电畴极化方向趋于同一方向，如图 2 (a) 所示，当外力作用到压电材料上引起变形，材料内部正负束缚电荷的间距变小，极化强度也变小，原来吸附在电极上的自由电荷有部分被释放，出现放电现象，称为正压电效应；如图 2 (b)

所示，在压电材料两极加一定强度电场，片内的正负电荷间距变大，极化强度也变大，电极上又吸附部分自由电荷而出现充电现象，电荷在电路中移动可对外输出机械能，称为逆压电效应<sup>[1]</sup>。

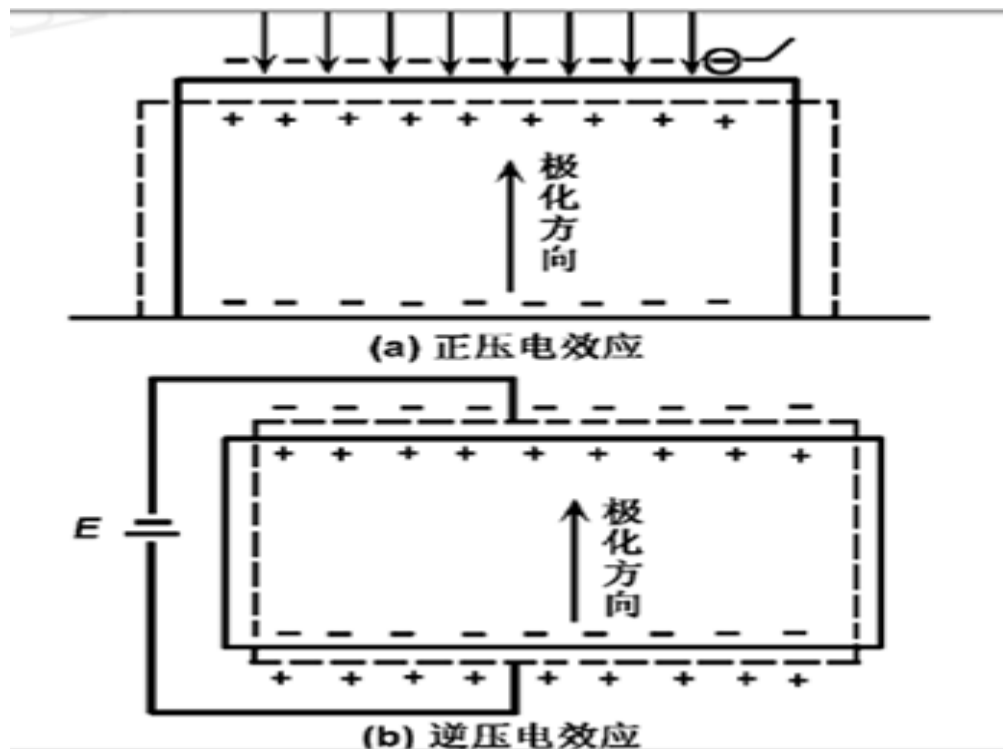


图 2 压电效应原理图

## 2) 压电式纳米发电机

压电式纳米发电机是在具有竖直结构的氧化锌纳米线的基础上研制而成的。我们通过用导电的原子力显微镜探针将竖直的氧化锌纳米线弯曲，输入机械能。同时，氧化锌纳米线的压电效应使电荷产生极化，将机械能转化为电能。由于氧化锌的半导体特性，用半导体和金属的肖特基势垒将电能暂时储存在纳米线内，然后用导电的原子力显微镜探针接通这一电源，并向外界输电，从而完美地实现了纳米尺度的发电功能。更重要的是这一纳米发电机能达到 17% -30% 的发电效率，为自发电的纳米器件奠定了原理和理论基础<sup>[2]</sup>。

### 2.1.2 创新点

将压电式纳米发电机置于手机外壳上，使用手机时，轻微的手指触碰即可为发电提供能量，纳米发电机将机械能转变为电能，通过内部连接的电路实现对手机的充电。不仅如此，它还能实现将声波、超声波等相对微弱的振动能量转变为电能，这也就是说，手机用户一边打电话则一边在为手机充电提供能量。能量在消耗的同时得到了及时的补充，这项创意充分利用了身边的能量，符合节能环保的大主题。

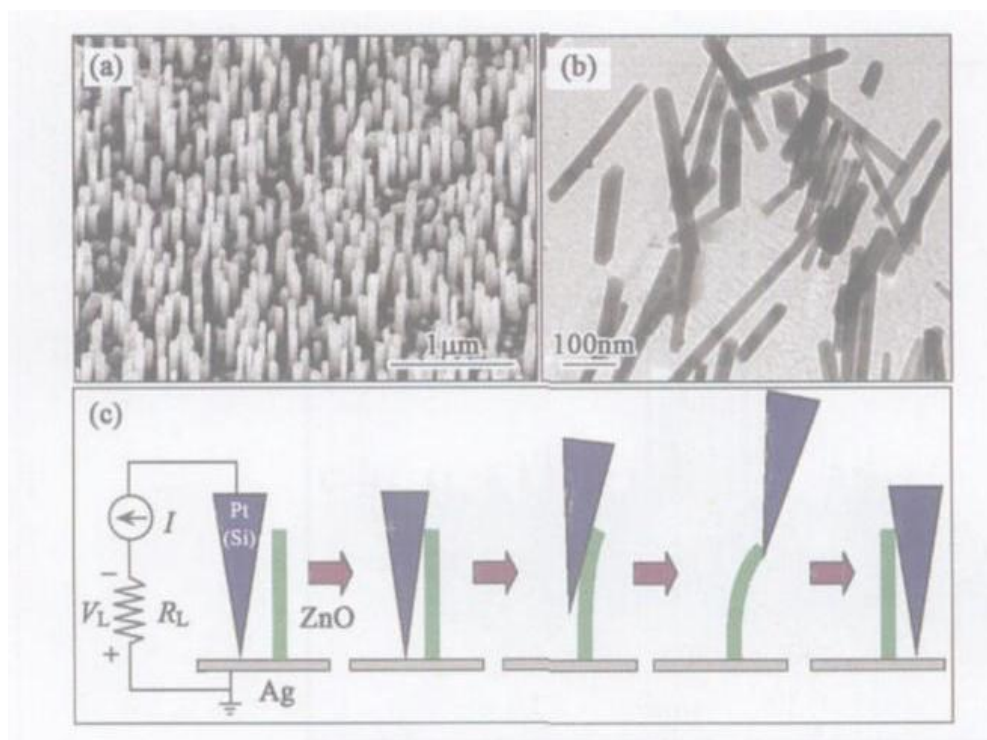


图 3 纳米尺度内用垂直的 ZnO 纳米线将机械能转化为电能的实验设计图

纳米尺度内用垂直的 ZnO 纳米线将机械能转化为电能的实验设计图<sup>[3]</sup>。(a) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 上的 ZnO 纳米线阵列的 SEM 图像。(b) ZnO 纳米线的 TEM 图像，表示没有金颗粒存在的纳米线和顶端有一个很小的金颗粒存在纳米线的典型结构。每一根纳米线都是一个单晶，且形状均一。中间的插入部分：从一根纳米线中得到的电子衍射图样，大部分纳米线的顶端没有金粒子。右边的插入部分：有一个金颗粒的纳米线的图像。(c) 通过一个导电 AFM 针尖使一根压电纳米线弯曲产生电流的实验装置以及实验过程。纳米线的底部接地，外加一个负载  $R_L$ ， $R_L$  的电阻值比纳米线的电阻  $R_I$  大得多。AFM 以接触模式沿纳米线阵列扫描。

### 2.1.3 可行性分析

压电式纳米发电机兼具了纳米材料和压电材料的优点，能有效地收集生物体内甚至自然界中一直被忽略的微量运动机械能来满足纳米器件正常运转所需的能量。具有尺寸微小(纳米量级)、功耗小、灵敏度高优良性能。

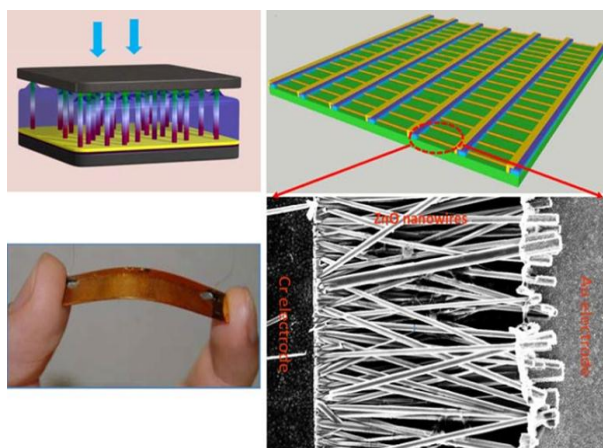


图 4 压电式纳米发电机

下面，我们来估算一下压电式纳米发电机的发电功率。

一次放电过程中，一根纳米线的压电能量输出约为 0.05 fJ，在电阻上的输出电压约为 8mV。由于纳

米线的典型共振频率约为 10MHz，所以单根纳米线的输出功率约为 0.5pW。如果在基底每单位面积上纳米线的密度为  $20/\mu\text{m}^2$ ，那输出功率的密度就约为  $10\text{ pW}/\mu\text{m}^2$ 。通过选择一个  $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$  大小的纳米线阵列，所产生的功率足可以驱动基于单根纳米线/纳米带/纳米管的装置<sup>[4-6]</sup>。如果我们能够找到一种诱导纳米线阵列共振并输出每个振动周期内产生的压电转化得到功率的方法，就可能产生一个具有深远意义的强大的动力源，用于自组装纳米器件。而且，如果能够通过声波、超声波或水压能来获得能量，通过在固体基底甚至可变的高聚物薄膜上生长 ZnO 纳米线阵列的方法就可以产生电能。

由此看来，这项创意是可行的。将压电式纳米发电机运用在触屏手机上，配合以合成好的电路芯片，与手机电池相连接，则可实现即时充电，延长待机时间，大大改良了触屏手机的性能。不过，短期内这种新材料的制作工艺复杂，成本较高，要将它进行广泛引用还有待进一步的改进研究。

## 2.2 利用新型可吸收太阳能薄膜材料制成触屏手机屏幕

### 2.2.1 基本原理

美国能源部布鲁克海文国家实验室和洛斯阿拉莫斯国家实验室的科学家们研发出了一种可吸收光线并将其大面积转化成为电能的新型透明薄膜。这种薄膜以半导体和富勒烯为原料，具有微蜂窝结构。这种材料由掺杂碳富勒烯的半导体聚合物组成。在严格控制的条件下，该材料可通过自组装方式

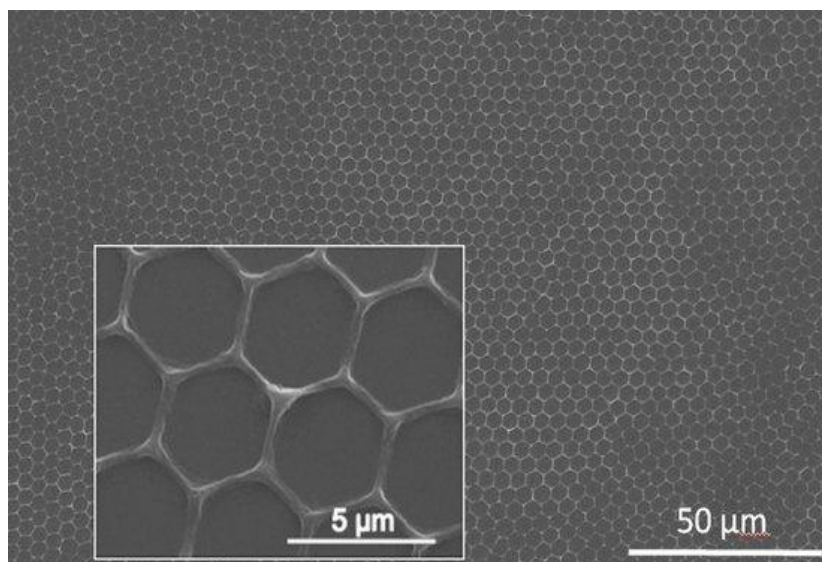


图 5 光学显微镜下能吸收太阳能的透明薄膜材料

由一个微米尺度的六边形结构展开为一个数毫米大小布满微蜂窝结构的平面。这种蜂窝状薄膜的编织方式很独特：首先在包含聚合物以及富勒烯在内的溶液中加入一层极薄的微米尺度的小水滴。这些水滴在接触到聚

合物溶液后就会自组装成大型阵列，而当溶剂完全蒸发后，就会形成一块大面积的六边形蜂窝状平面。该材料之所以还能在外观上保持透明是因为聚合物链只与六边形的边缘紧密相连，而其余部分的结构则较为简单，以连接点为中心向外越来越薄。这种结构具有连接作用，同时具有较强的吸收光线的能力，也有利于传导电流，而其他部分相对较薄也更为透明，主要起透光的



作用<sup>[7]</sup>。

### 2.2.2 创新点

科学家们设想的是将此材料利用在房屋建筑过程中，制成窗户，则有望实现满足整间屋子的用电需求。我们将这种性能优越的太阳能吸收材料不仅仅停留在房屋窗户的应用上，利用其“透明性”，将其作为触屏手机屏幕的基本材料之一制成手机屏幕，再与内部电路相连，从而实现利用太阳能随时给手机充电，延长触屏手机待机时间，很好地解决了传统触屏手机因耗电量大而常遭遇没电困扰的问题。

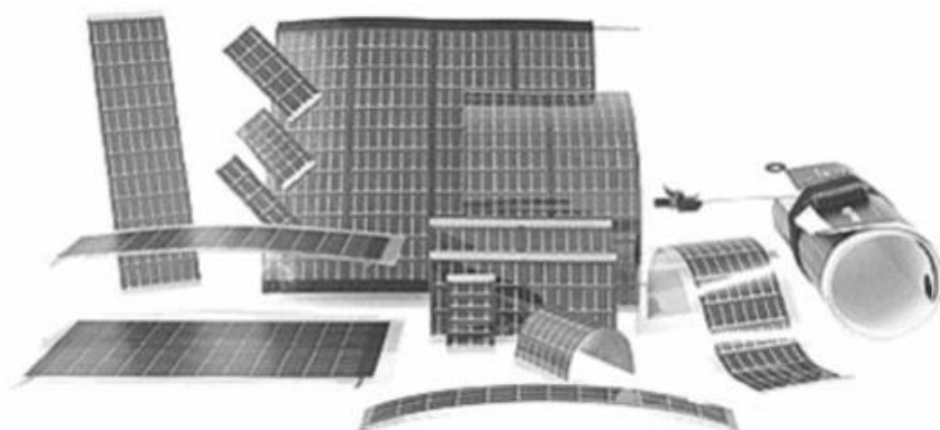


图 6 新型透明太阳能电池薄膜<sup>[8]</sup>

### 2.2.3 可行性分析

透明是这种新型材料最大的特点，也是最重要的一点，因为这样可以使柔和的光线的显现出来，不但可以吸收太阳能，还可以让光线穿透过来，这就为作为手机屏幕材料之一提供了必要的条件。其聚合物链只与六边形的边缘紧密相连，而其余部分的结构则较为简单，以连接点为中心向外越来越薄，这种结构有利于传导电流，不对触屏手机的触屏性能产生任何阻碍作用。

可通过一种十分独特的方式来编织这种蜂窝状薄膜：首先在包含聚合物以及富勒烯在内的溶液中加入一层极薄的微米尺度的小水滴。这些水滴在接触到聚合物溶液后就会自组装成大型阵列，而当溶剂完全蒸发后，就会形成一块大面积的六边形蜂窝状平面。此外，研究人员发现聚合物的形成与溶剂的蒸发速度紧密相关，这相应地又会决定最终材料的电荷传输速度。溶剂蒸发得越慢，聚合物的结构就越紧凑，电荷传输速度也就越快。负责该研究的美国布鲁克海文国家实验室多功能纳米材料中心的物理化学家米尔恰·卡特莱特表示：这是一种成本低廉而效益显著的制备方法，很有潜力从实验室应用到大规模商业化生产之中。

至于其对于太阳能的吸收发电功率，由于目前处于研究阶段，尚无清晰的数据给出具体说明，但由于其接受太阳能的面积大，可利用范围广，可以预见，其发电效率绝不会低于传统的太阳能电池。即使由于手机通常揣在口袋里，很少直接接收太阳能，但这项创意作为对压电式纳米发电机的补充，



实现了多方能量的充分利用，符合节能环保的大主题，依然具有它的价值。  
由此看来，这项创意是可行的，具有广泛的市场运用前景和可能性。

## 2.3 利用 SLIPS 可自我修复材料制成触屏保护膜

### 2.3.1 基本原理

美国哈佛大学的研究者从一种肉食植物身上获取灵感，研发出一种新型超光滑材料。在这种材料上面，无论是水、油、血液还是昆虫都会快速滑落。这种新材料被命名为“注液光滑多孔表面”(SLIPS, slip 在英文中意为滑落)，科学家称：“我们将其称之为‘SLIPS’，是因为任何东西在它上面都会滑落。”

研究过程中，科学家将目光聚焦植物世界的一个成员——肉食植物猪笼草。这种植物以昆虫为食，叶子呈管状，上面布满微小的突起，将一层薄薄的水固定在适当位置。昆虫足部多油，水对油产生排斥，让倒霉的昆虫直接滑进猪笼草的“嘴”里，沦为盘中餐，哪怕站在边缘，它们也会立即滑进猪笼草的消化液<sup>[9]</sup>。

借助合适的润滑液体，猪笼草的策略可用于排斥几乎任何物质。研究人  
员从一  
这个基  
任何表  
想的选  
维性材  
在添加  
3M 公司  
后，特氟  
这种液  
个毛  
有几  
图 7 美科学家从肉食植物猪笼草获得灵感  
个有纹理的基层开始，  
层可以是纳米尺度下面粗糙的材料。一种理  
择就是特氟纶，这种纤  
料具有极高的光滑性。  
一层全氟化液体——  
生产的氟化液 FC-70 之  
纶便拥有超级光滑性。  
体渗入特氟纶的每一  
孔，在顶部形成一层只  
纳米厚的液体<sup>[9]</sup>。有趣  
的是，这种材料仍触感干燥，其他液体会在其表面打滑，就像汽车在潮湿的  
路面打滑一样。



图 7 美科学家从肉食植物猪笼草获得灵感

SLIPS 非常光滑，倾斜角度只需达到 2 度，水、油和血液等液体便会从其表面滑落，相比之下，其他表面做到这一点的最小倾斜角度在 5 到 30 度之间。另外，由于润滑液自然渗入任何毛孔，这种材料能够在受损后自我修复、自我愈合。

### 2.3.2 创新点

将 SLIPS 材料用于制成手机屏幕保护膜，直接装配在手机屏幕表面。利用它的自我清洁功能，永久保持手机屏幕的干净，同时利用它的可自我修复（自愈合）功能，可有效防止手机屏幕的刮擦受损。直接装配在手机屏幕上，永久有效，省去另外再贴手机膜的不便。

### 2.3.3 可行性分析

这是一种新型仿生材料。与传统的荷叶相比，SLIPS 显然更胜一筹。它们更加光滑，倾斜角度只需达到 2 度，水、油和血液等液体便会从其表面滑落，相比之下，其他表面做到这一点的最小倾斜角度在 5 到 30 度之间。由于润滑液自然渗入任何毛孔，这种材料能够在受损后自我修复。凭借液体的抗压性，这种材料可承受相当于水下 7000 米的压力。威斯康辛大学密尔沃基分校的迈克尔·诺索诺维斯基说：“这是一种非常有趣的材料，集自润滑、自愈合和自洁净功能于一身，每个过程都不同，是一种全新的智能材料。”其优异的自愈合、自洁净功能，非常适用于做手机屏幕保护膜。

此外，科学家已考虑将此材料用于制造光学透镜，由此可见，其透光性能还是很有保障的，适用于制成手机保护膜。但需要指出的是，其制作成本现在还很高，科学家也只是制得了一小块，要实现广泛利用还有很长一段路要走。

## 3. 工艺设计

### 3.1 压电式纳米发电机

将压电式纳米发电机置于手机外壳上，配以适当的电路芯片与特制的手机电池连接。使用手机时，轻微的手指触碰即可为发电提供能量，纳米发电机将机械能转变为电能，通过内部连接的电路实现对手机的即时充电。不仅如此，它还能实现将声波、超声波等相对微弱的振动能转变为电能，这也就是说，手机用户一边打电话则一边在为手机充电提供能量。能量在消耗的同时得到了及时的补充，这项创意充分利用了身边的能量，符合节能环保的大主题。

### 3.2 可吸收太阳能透明薄膜

科学家们以往设想的都是将此材料利用在房屋建筑过程中，制成窗户，则有望实现满足整间屋子的用电需求。我们将这种性能优越的太阳能吸收材料不仅仅停留在房屋窗户的应用上，利用其“透明性”，将其作为触屏手机屏幕的基本材料之一制成手机屏幕，再与内部电路相连，从而实现利用太阳能随时给手机充电，延长触屏手机待机时间，很好地解决了传统触屏手机因耗电量大而常遭遇没电困扰的问题。

值得强调的是，这种材料的制备工艺简单：首先在包含聚合物以及富勒烯在内的溶液中加入一层极薄的微米尺度的小水滴，这些水滴在接触到聚合物溶液后就会自组装成大型阵列，而当溶剂完全蒸发后，就会形成一块大面积的六边形蜂窝状平面。运用这项特殊的简单工艺则可实现此材料的制备。

3.3 注液光滑多孔表面（SLIPS）

将 SLIPS 材料用于制成手机屏幕保护膜，直接装配在手机屏幕表面。利用它的自我清洁功能，永久保持手机屏幕的干净，同时利用它的可自我修复（自愈合）功能，可有效防止手机屏幕的刮擦受损。直接装配在手机屏幕上，替代传统保护性的一次性手机屏幕保护膜，实现永久有效，省去另外再贴手机膜的不便。

4. 应用前景



图 8 触屏手机缺点网友投票

触屏手机现在是消费者的宠儿，但却存在很多美中不足之处。如上图所示，广大网友的投票反映了一些集中的问题。针对其中耗电量高（待机时间短）、屏幕易划伤等问题，我们运用新材料给出了相应的改良方案。利用压电式纳米发电机，声波、轻微振动即可实现对手机的充电；利用新型透明可吸收太阳能薄膜材料制成屏幕，随时随地对手机进行充电，有效延长待机时间，尤其适用于长途外出、野外出行，解决了手机没电的尴尬与不便。利用“slips”新型可自动清洁材料制成屏幕表面涂膜，进行自我修复，有效防止刮擦，替代屏保保护手机屏幕，永久有效。

至于成本方面，如今压电式纳米发电机的研究正如火如荼，不久将有望实现大规模市场运用。新型可吸收太阳能薄膜的制备工艺成本低廉，效益显著，适合于大规模批量生产。SLIPS 虽然尚处于进一步推广研究阶段，目前成本较高，但前景开阔，依赖于各方的研究进展，一旦实现大规模生产，则成本可以实现显著降低，有一定的市场价值。

改良后的触屏手机解决了待机时间不长、屏幕易刮擦受损的不足，性能得到大大改善，满足了消费者的需求，让通讯更顺畅，让生活更高效，具有广阔的市场应用前景。

## 参考文献

- [1] 何 超, 陈文革. 压电材料的制备应用及其研究现状. 功能材料, 2010, (S1)
- [2] 王中林. 压电式纳米发电机的原理和潜在应用. 物理, 2006, (11)
- [3] Wang Z L, Song JH. *Science*, 2006, 312: 242
- [4] Huang Y, Duan XF, Cui Y et al. *Science*, 2001, 294: 1313
- [5] Bachtold A, Hadley P, Nakanishi T. *Science*, 2001, 294: 1317
- [6] Chen J, Perebeinos V, Freitag M et al. *Science*, 2005, 310: 1171
- [7] 美国科学家发明透明薄膜材料来吸收太阳能. 电子产品可靠性与环境试验, 2011, (3)
- [8] 李峰. 新型透明太阳能电池薄膜. 功能材料信息, 2010, (7)
- [9] 常丽君. 能自动清洁的新型材料. 乡村科技, 2011, (11)