本跑不起来。这种材料就叫绝缘体，我们常见的陶瓷、橡胶、玻璃都是绝缘体。

但是有一些特殊的材料，它们的路况很诡异。路上有不少障碍，一般汽车开上去就会被堵死，但要是外部条件发生变化，比如温度升高，汽车就又能在路上开了。这些特殊的材料，就是半导体。利用半导体的特性就可以做出一些有用的电子元件，其中最重要的是二极管和晶体管。

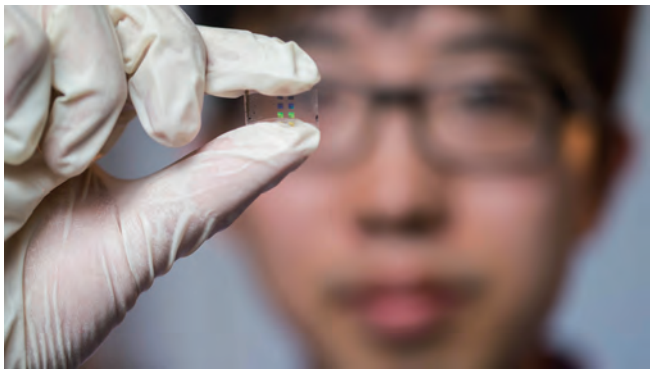
二极管有一个非常特殊的性质，在一个方向上给它加上电压它就会产生电流，而在相反的方向上给它加上电压就不会有电流产生，这就像城市里的单行道，你可以沿一个方向开车，但是沿另一个方向开车就不行了。LED 灯就是用发光二极管做出来的。它的发光效率非常高，很节能，而且使用寿命很长，所以 LED 灯差不多已经成为我们最主要的光源。

还有一种电子元件跟二极管不同，它有三个接口，这种电子元件叫三极管，也叫晶体管。晶体管可以放大电流，同时可以充当开关。这些晶体管集成在一起，就是今天大家熟悉的集成电路，经过 50 多年的发展，与最早的集成电路相比，现在的芯片计算能力已经提升了 2 亿多倍。今天区区一个 iPhone 手机的计算能力，都已经超过了上世纪 60 年代美国人登陆月球所用的全部计算资源。

目前最小的芯片尺寸已经做到了只有十纳米，依照这个速度发展下去，到 2030 年晶体管就会变成只有一个原子那么大，到那个时候，根据不确定原理的话，任何操作都会直接干扰这些晶体管的运行，所以 2030 年以后，或许半导体芯片就会停止发展了。

量子传输也是一种极具前景的应用。1982 年，三位物理学家发现了一个重要的定理，叫做量子不可克隆定理——在量子世界里，没有一个东西可以被完全地复制，换句话说，你没办法拷贝一个电子、一个原子或一个分子那么小的东西。

澳大利亚国立大学非线性物理中心博士生王凯在位于堪培拉的澳大利亚国立大学实验室拿着“量子透镜”样品。



虽然量子不可克隆定理禁止了微观世界中的拷贝，但它却没有禁止微观世界中的传输，也就是说在两个世界中，你还是可以把一个微小的物体的信息全部复制到一堆原材料里，从而制造出一个一模一样的东西，但与经典世界不同的是，原来的物体一定会被破坏掉，最终的效果是一个物体突然从自己原来的位置消失，与此同时，另一个地方会出现一个一模一样的东西。

所以从理论上讲，人们可以制造一套量子传输机，实际上，量子传输已经在真实世界里实现了。1993 年，6 位物理学家想出了一个用量子纠缠来实现量子传输的办法。他们传输的东西非常简单，只有一个光子，而且传输的距离很短，只有一个普通实验室的长度，经过近 20 年的发展，今天人类创造的量子传输最远距离纪录已经达到了 340 公里，相当于从武汉到长沙的距离。当然，我们还不能高兴得太早。目前人类一次能传输的光子数目最多只有 128000 个，别说瞬间传送一个人了，就是传送一个盒子都还做不到！

最后再来说说量子计算。量子计算机的主要元件是一种奇特的开关，它可以同时处于开和关的叠加状态，也就是说它可以同时表示 0 和 1 这两个数字，这样的量子开关被称为量子比特。在传统的计算机当中，一个经典的开关，它能存储的数字只有 0 或 1。量子开关它有 50% 的几率存储 0，还有百分之 50% 的几率存储 1。换言之，一个量子开关，一次就可以表示 0 和 1 这两个数字，如果是两个量子开关，一次就能表示 00、01、10、 11 这 4 个数字，以此类推，随着开关数的增加，经典系统一次表示的数字依然是一个，但量子系统一次表示的数字将会以指数的方式快速增加。这个速度有多快呢？当量子开关数达到 20 的时候，它一次能表示的数字就会超过 100 万，这就是量子计算机的计算能力为什么会如此强大。

2019 年 9 月，谷歌宣布成功利用一台 54 量子比特的量子计算机，实现了传统架构计算机无法完成的任务。在世界最牛的超级计算机需要计算 1 万年的实验中，量子计算机只用了 200 秒。2020 年 12 月 4 日，中国科学技术大学潘建伟团队成功构建了 76 个光子的量子计算原型机，并将其命名为“九章”。“九章”只需200秒就可以求解5000万个样本的高斯玻色取样，比世界上最快的超级计算机快一百万亿倍。

当然，九章目前最大用途还只能是成为实验室工具，取代一部分超算的负担。这就像激光的发明一样，最开始也只是在实验室应用，最终要普及生活应用中，可能还需要 15–20 年的时间。（资料来源：李淼著《给孩子讲的量子力学》、微信公众号：量子派、墨子沙龙）