

趣味电路贴纸手册



LED, 开关 以及 传感器

著：齐洁
和你：

Circuit Sticker Sketchbook Copyright © Jie Qi 2014,
Some Rights Reserved.

First Chinese Edition. 第一国语版。

这种文学作品是根据授权“CC 姓名标示 -
相同方式分享4.0国际”：

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-ShareAlike 4.0 International License:
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

出版者：Sutajio Ko-Usagi PTE LTD, 在新加坡。
Publisher: Sutajio Ko-Usagi PTE LTD
dba Studio Kosagi, in Singapore.
info@chibitronics.com

Editor: Andrew “bunnie” Huang 黄“小兔子”欣國
Design and Layout: Jie Qi 齐洁
译：廖丽婷

First Printing. 第一次印刷。
Printed in the People's Republic of China.
印在中华人民共和国。

ISBN 978-981-07-9368-5

目录

如何使用这个手册?	5
认识元件及材料	7
1. 第一个电路	15
2. 并联更多LED	29
3. 制作开关	43
4. 闪烁的星星	57
5. 自制压力开关	71
遇到问题的时候	85
更多有趣的材料	90

如何使用这个手册？

很高兴遇到你！

和我一起制作纸面的趣味电路吧！跟着手册里的指引和模板做就很好玩！材料都放哪里呢？手册的背面有贴心的收纳袋供小朋友收纳哦，找到了吗？

首先，大家一起来熟悉一下材料吧。在认识元件与材料这部分里，有套件内元件的详细介绍，动手之前，请仔细阅读。后面的部分包含一个个小型趣味项目。每个项目都包含有一个创作纸面电路的新玩法。当你使用模板完成电路后，请一定要用项目后的自由创作区域创作一幅自己的杰作！灯光加上画笔，没有更合适讲故事的组合了！

如果在创作过程中遇到问题，不用着急。遇到问题的时候这个部分里我整理有常见问题的原因解释，还是没有帮到你吗？那就到我们的论坛上寻找小伙伴的支持吧：

chibitronic.com/discuss

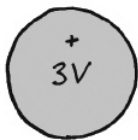
一定要玩得开心哦！

认识元件与材料



元件与材料都有哪些呢？

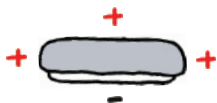
纽扣电池



从上面看 +



从底下看 -



从旁边看

电池是为电路供电的元件。它的正面标有“+”号，表示这边是电池的正极。相对应地，电池的反面是它的负极。只要能够导电的材料与电池的正负极相连接，就可以把电池里面的电引出来供电路所用。

小心！ 电池需要单独保存，以免里面的电在你不知道的情况下偷偷跑掉。

长尾夹



长尾夹能帮忙将电池固定好在我们的纸面电路上，其他的夹子也是可以的。磁铁也可以哦，因为它能隔着纸靠吸力将电池固定好。

LED贴纸



LED是发光二极管 (light emitting diodes) 的缩写。有电流通过时，它会发出光线。套件内的LED贴纸是箭头型的，它宽的那边是正极，标有“+”号；而尖的那边是负极，标有“-”号。

将LED贴纸连接到电路当中需要导电材料，例如导电胶带，导电墨水或者导电线。当然啦，你也可以用传统的焊枪来把它接入电路，只要焊接到贴纸两端的金属区域就好了。如果你想用导电线来连接，贴纸的两端开有供针线通过的小孔，是不是很贴心呢？



LED贴纸是每六个一组的。它背后标有其颜色的信息，W代表白色，R代表红色，Y代表黄色，B代表蓝色。

铜箔胶带

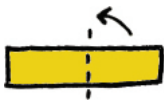


铜箔胶带是用金属铜做的胶带哦。铜是一种非常优良的导电材料，能够帮助我们进行纸面电路连接（以及作画）。铜箔胶带的背面是可黏贴的，方便我们把它固定到纸面上。

铜箔胶带很软，可以很容易地裁开或者用手撕开。窄一点的胶带画画的时候更好操作一些，你可以把胶带像下面那样裁成两半。



连续的胶带连接效果最好，需要拐弯的时候，不要剪断它，那能怎么办呢？下面是一个小技巧。



回折胶带，露出有黏性的那边。



以想要的角度摊开胶带，以形成一个折角。



将折角平整好。

黑色导电胶带



这种黑色塑料也能导电哦，但是导电性能略差于金属材料。不过它有一个很棒的特性，那就是它的导电性会随着受到的压力或者拉力而改变。这点正好可以用来制作压力开关。

额外的双面胶带



如果在回收贴纸的时候，贴纸背面的导电胶带掉了，不要急！你可以用套件里额外的双面胶带来修复它！

回收贴纸的时候，先小心地清理掉贴纸背面的旧胶带。不要折贴纸，可能会破坏其内部的电路哦。

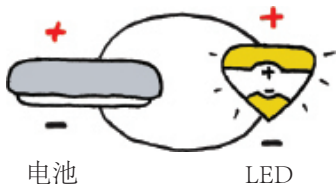
将双面胶其中一边的纸撕开，黏贴到背面已清理好的贴纸上，最后剪掉多余的双面胶就可以了。

1. 第一个电路



1. 第一个电路

我们从点亮一盏灯开始吧。接下来我们会用铜片把LED和电池连成一个回路。LED的“+”极需要连接到电池的正极，而“-”极也要相应地连接起来。完成之后，你的电路是不是像下面那样是一个完整的没有缺口的回路呢？是的话，恭喜你完成第一个电路了！



只有在完整的回路当中，电子才会流动。电子的路程是这样的，它从电池的正极出发，流到LED，然后再流回电池。正是因为有电子这样的流动，LED才会发光发亮。

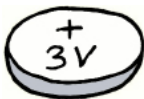
不说不知道，电子有一点很有趣的特性，它们很懒！只挑电阻最小的路径来走。所以，如果铜箔在经过LED之外直接接触到了，电子就会走这条捷径回到电池，而不愿意经过LED。这种情况称之为短路，会导致电池瞬间耗尽，而LED也不会亮起，所以要避免这样的情况哦。

动手前需要准备的东西：



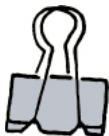
x 1

LED电路贴纸



x 1

3V纽扣电池



x 1

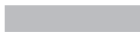
长尾夹



导电铜箔胶带

跟我一起来：

1. 沿着灰色的区域铺好导电铜箔。



注意：要保持铜箔带连续哦，就算在拐弯的时候。如果断开再用双面胶连接的话，连接的部分会很脆弱。

3. 沿着虚线对折模板，将电池“+”朝上地放置在圆形区域内。



4. 将模板的角落折起来，并用长尾夹将电池固定在角落里。

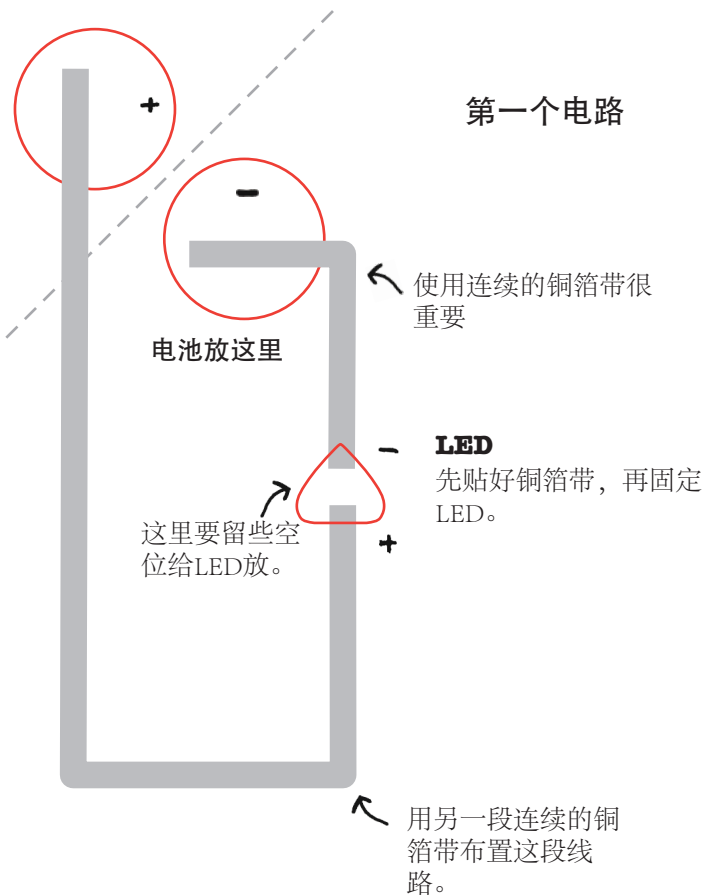


5. 将LED贴纸贴到铜箔带上，你看见LED亮起了吗？



点亮LED之后，我们翻过一页，你会发现LED把灯泡点亮了！这个灯泡照亮什么了？用你的画笔来和我们分享这个灯泡下的故事吧！

第一个电路

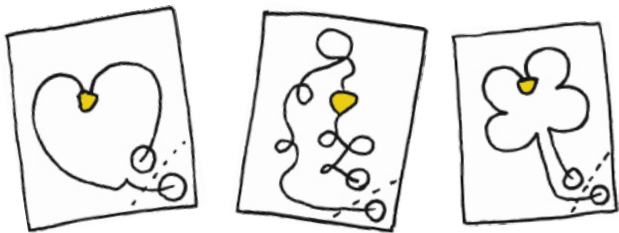




灯泡下发生了什么故事啊？
用你的画笔告诉吧！

到你了!

现在，在右边的空白模板上，用你的线条画出一盏灯的故事吧。



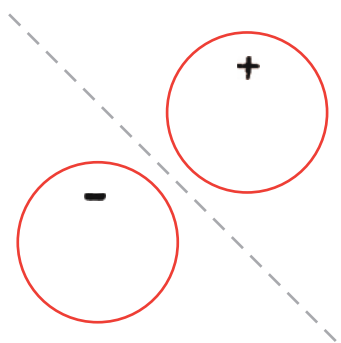
注意铜箔胶带万万不可以重叠！不然就会导致电路短路哦！



如果你想做出交叉的效果，只要在它们交叉的地方加上一小片纸就好了。



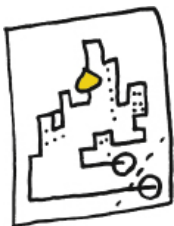
如果需要的是支路的话，你只要将一段铜箔胶带粘到另一段上就好了。牢牢地把它按下去，以确保粘稳了。想要更牢固的吗？也可以用焊枪把它们焊在一起哦。



这样更好玩!

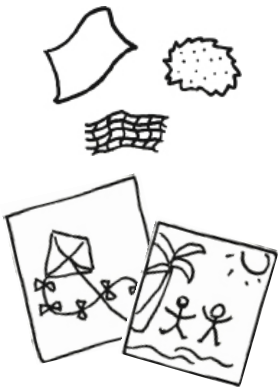
既然你已经学会点亮一盏灯了，那准备好学习一些小窍门吧!

制作一幅电路画



用铜箔胶带来创作你的大作，其他材料也可以用到画面当中来丰富画面的故事感哦。

试试光渲染的效果



如果在LED灯上方覆盖一片纸巾或者布料，效果会怎么样呢？

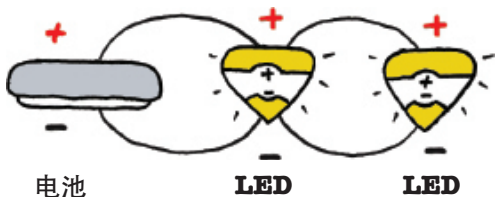
试试在你的灯泡上覆盖不同的材料吧，会有相当漂亮的效果哦。

2. 并联电路



2. 并联电路

现在我们学习如何在电路中加入更多LED灯。要想用一个开关控制更多的LED灯，我们得先知道并联电路是什么。并联电路的原理如下图所示，就是把电池和所有灯的正极连在一起，而它们的负极也连在一起。



用这样的连接方式，可以令电子同时通过多个回路，用一个电池同时控制它们的开启和关闭。

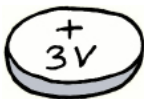
这种电路连接方式叫并联。用这个方法，你可以加任意数量的LED灯。不过，灯多了，每盏灯会相应地暗一点。

动手前需要准备的东西：



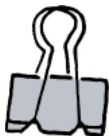
x 3

LED电路贴纸



x 1

3V纽扣电池



x 1

长尾夹



导电铜箔胶带

跟我一起来：

1. 沿着灰色区域铺好铜箔胶带，它们是LED的轨道，轨道之间的任意位置都可以加入LED。



2. 沿着页角的虚线对折模板，将电池“-”朝下，“+”朝上放好在标示的区域。



3. 将页角折起来，用长尾夹固定好电池。

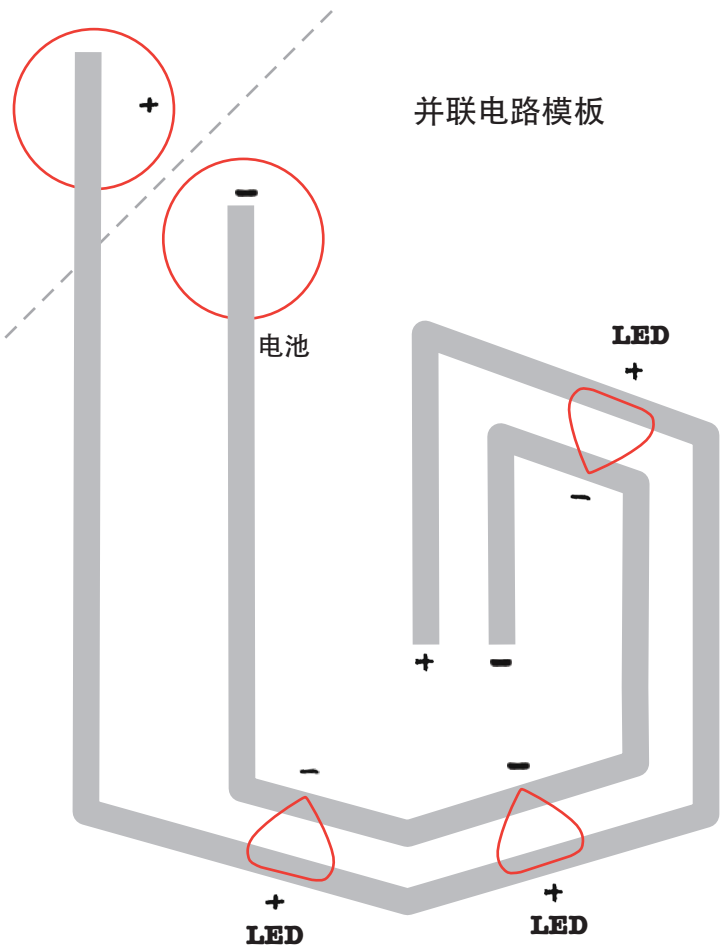


4. 下面就是将LED贴到轨道的时候了！你可以选择任何你喜欢的颜色！让它们在轨道上闪闪发亮！



5. 现在让我们翻过这一页，看到一闪一闪的小星星了吗？你会创造怎样的星座啊？试着用更多的LED画出繁星点点的夜空吧！

并联电路模板

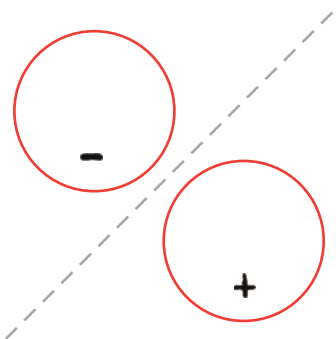




用LED来创造繁星点点的夜空吧!

轮到你了!

用右边的空白模板完成一幅星光闪耀的杰作!

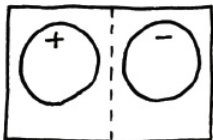


这样更好玩!

你知道怎么可以让电路跳出纸面，令生活中的其他物品也闪闪发亮吗？我们一起来学习这个小窍门！

自己制作电池座

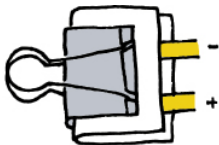
1. 将一小张纸张对折，并在纸的两边描出纽扣电池的样子。一边标上正极的符号“+”，一边标上负极的符号“-”。



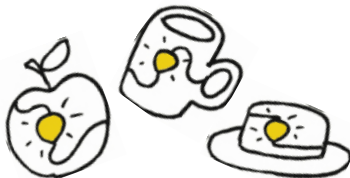
2. 将铜箔胶带的一端贴到你画的电池区域上，另一段引出到纸外，像右边图示的那样。



3. 将电池夹好之后，你的电池座就制作完毕了。



用电路来装饰



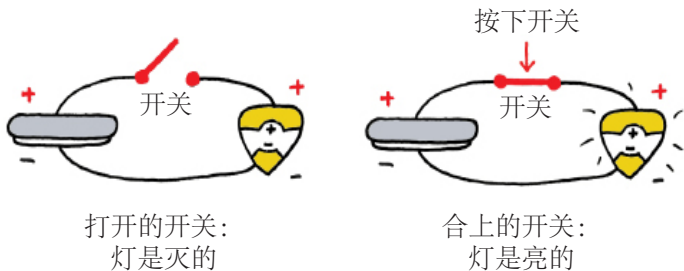
现在，你可以把学到的电路知识用到装饰你最喜欢的物品上了，例如杯子，帽子，甚至是苹果。但是记得不能用在金属表面的东西上，因为这样会导致短路哦。

3. 制作开关



制作开关

下面我们来做个看与人有互动的项目好了。怎么做呢？嗯，从做个开关开始怎么样？开关是电路中断开的一个缺口，你可以通过另一段铜箔胶带令电路接通或者继续保持断开的状态。



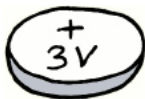
当开关合上的时候，灯会亮起，因为这个时候电路是完整的回路，电子能够沿着电路流回到起点。而当开关开着的时候，电子找不到一条完整的通路，所以灯也就灭了。

说了这么多，我们马上做个纸开关来控制LED灯吧。

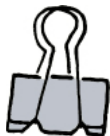
动手前需要准备的东西：



x 1 LED电路贴纸



x 1 3V纽扣电池



x 1 长尾夹



导电铜箔胶带

跟我一起来：

1. 沿着灰色区域铺好导电铜箔胶带。



2. 单独那块黑色补丁也得用铜箔胶带铺上，它是开关的触控点。



3. 沿角落上的虚线对折模板，这样，补丁就能落到电路的缺口上了。
你真棒！刚刚你完成了一个开关罗！



4. 上方的页角是用来放电池的，还记得怎么做吗？具体的做法可以参见前面的项目。

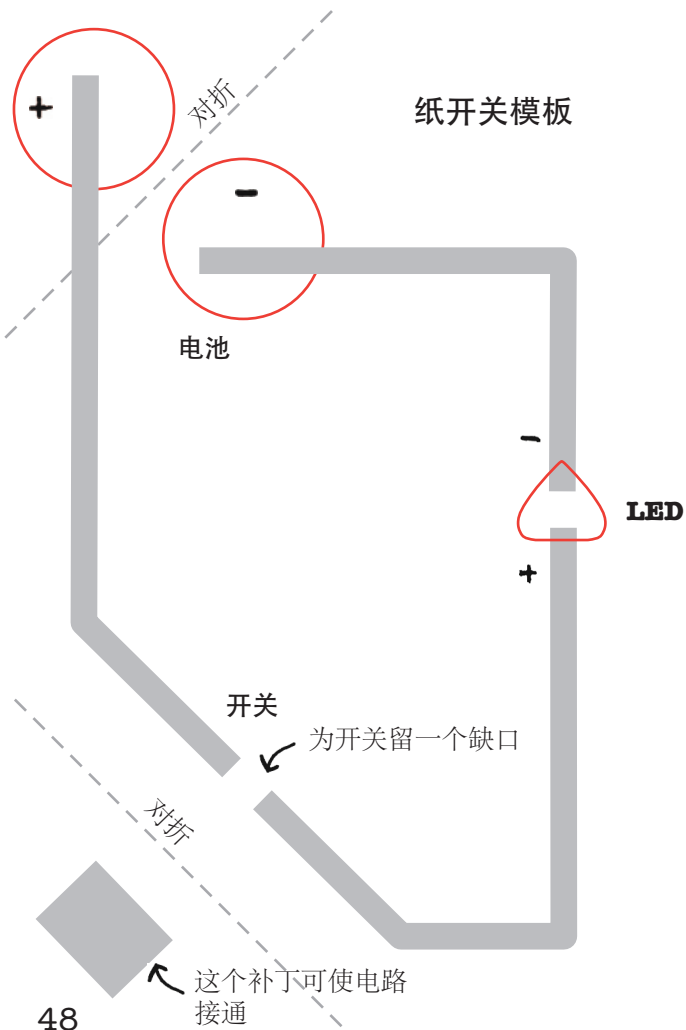


5. 将一个LED电路贴纸贴到用线条描出来的区域上。当你按下补丁开关的时候，LED就会亮起来。



6. 现在翻过一页，当你按下补丁开关时，灯光照亮了什么呢？把它画在你的模板上吧！

纸开关模板

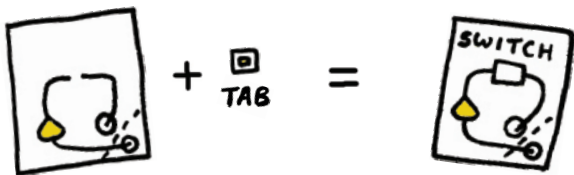


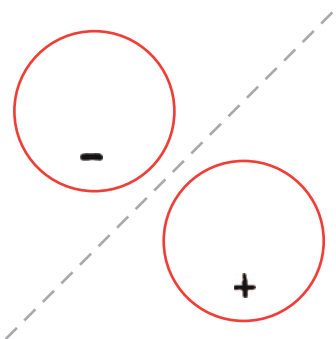


按下按键时发生什么事了？在这里画下来吧！

轮到你了!

开关不一定在角落上。在一小片纸的一面覆上导电铜箔，它就变身一个可移动的纸开关，你可以把这个开关安置到任意地方。试试在画面的中央运用这样的一个开关吧!

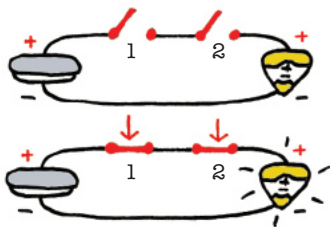




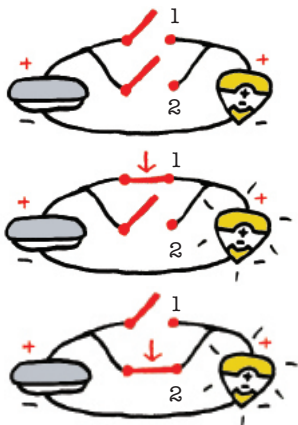
这样更好玩!

在电路里设置多个开关可以令电路变得更好玩。下面的电路会在怎样的情况下用到呢?

AND和OR的逻辑



如果你在一个回路里加入多个开关（也称串联），那么为了将灯点亮，你需要把所有的开关都按下，这称为AND（与）逻辑，因为你需要按下开关一“与”开关二才能令灯发光。



另一种多个开关的接法是用不同的分支来连接电路（也称并联），这样你只要按下其中一个开关都可以令灯发光，这称为OR（或）逻辑，因为只要按下开关一“或”开关二就可以了。

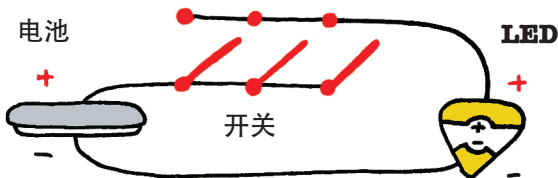
4. 闪烁的星星



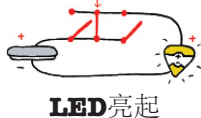
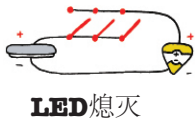
4. 闪烁的星星

你可以在电路当中加入各种各样的开关或者它们的组合来实现不同的控制效果。

在闪烁的星星这个项目中，我们会做一段平行的轨道，用于放置多个开关，以制作闪烁的灯光效果。



如上图所示的，当你的手指从对轨的一边划到另一边时，轨道两边处于接通和开断的交替状态当中。于是乎，灯光就开始闪烁了。

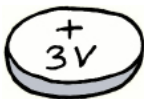


动手前需要准备的东西：



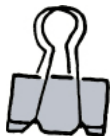
x 1

LED电路贴纸



x 1

3V纽扣电池



x 1

长尾夹



导电铜箔胶带



剪刀

跟我一起来：

1. 沿着灰色区域覆盖铜箔胶带。



2. 将LED电路贴纸贴到木板上指定的位置。



3. 做一个电池座，并且夹好电池。



4. 沿红线剪开。

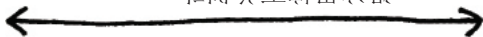


5. 沿虚线对折模板，当手指在这个条形开关上来回划动的时候，灯就会一闪一闪。

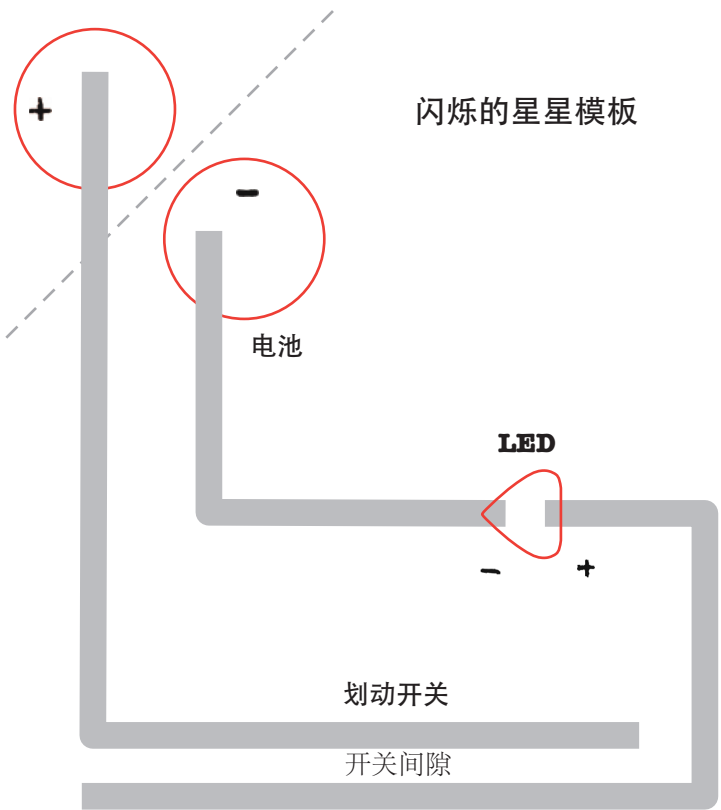


6. 移动导电条的位置可以改变闪烁的方式和频率哦！

← 沿这里按下并划动 →



闪烁的星星模板



沿这里对折

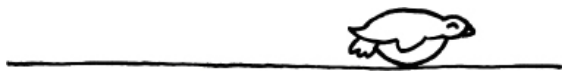


开关触点



从这里剪开

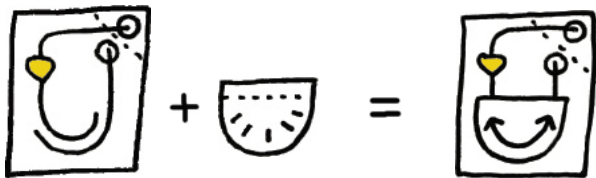


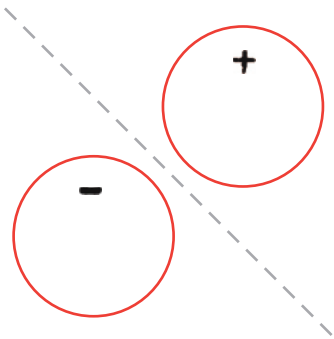


企鹅滑过冰面时发生什么了？把它画在画面里吧！

轮到你了!

你可以做任意形状的划动开关，不一定是直的。试试看做弯曲的划动开关吧！只要制造一个配套形状的导通条就好了哦。弯的，甚至是圆形的划动开关，可以令画面更具趣味。





这样更好玩!

不同的灯光布置和开关安排可以制造各种各样不同的灯光效果。

做动画看看



试着在一个划动开关上连接多个LED灯。

当你的手指沿着划动开关划动时，LED会随着你手指的位置分别亮起。



5. 自制压力开关



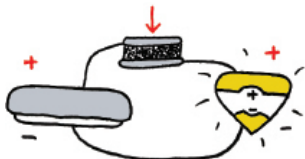
5. 自制压力开关

除了完全点亮或者关掉LED灯，你还可以通过压力传感器控制它的亮度。套件里的黑色导电塑胶电阻值会随压力而变化。换句话说，随着压力大小的不同，它的阻值也会相应变化。根据这个特点，我们可以用它来做压控开关。

你按下的力气越大，LED灯越亮。



没按下：
LED处于熄灭状态



按下：
LED亮起

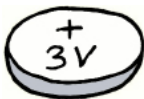
没按下的时候，导电塑胶中可导电的材料彼此之间隔得很远，电子没办法流过。所以灯是灭的。当被按下时，这些导电的分子被挤到一起了，电子找到路流过去，于是灯就开始发光了。

动手前你需要准备的东西：



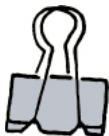
x 1

LED电路贴纸



x 1

3V 纽扣电池



x 1

长尾夹



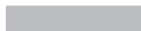
导电铜箔胶带



黑色导电塑胶

跟我一起来：

1. 沿着灰色区域



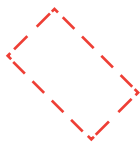
2. 将页角的部分折起，并用长尾夹固定好电池的位置。



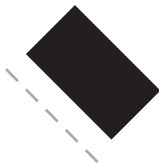
3. 将LED电路贴纸贴到模板的指定位置，沿虚线对折模板，你的LED会亮起，因为这就是一个开关了。



4. 重新沿虚线打开，在红色虚线区域覆上导电塑胶。

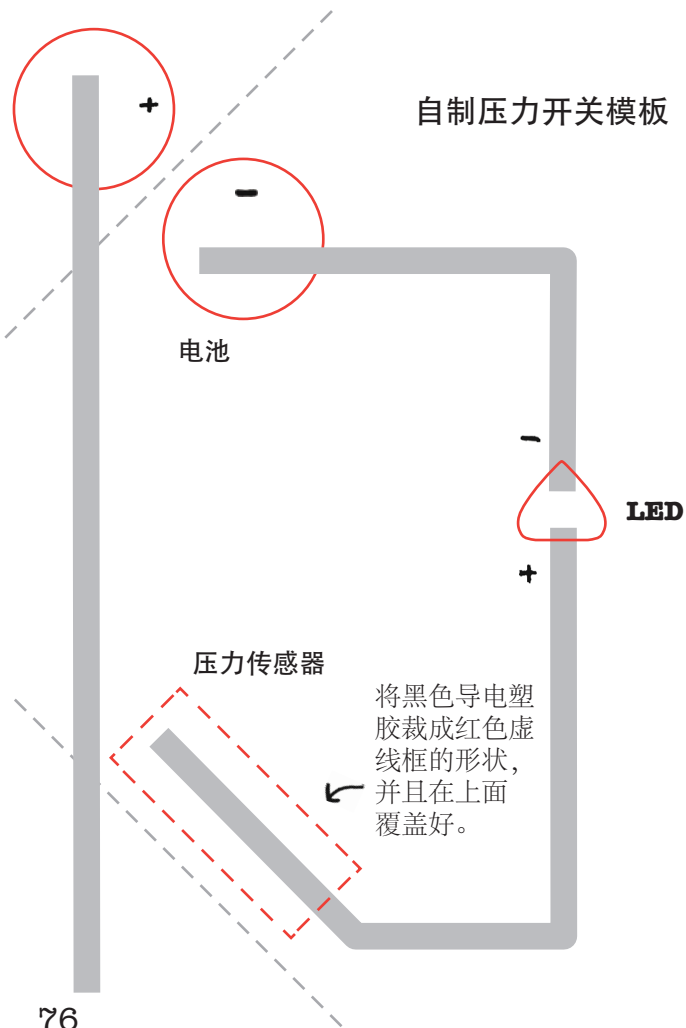


5. 有了导电塑胶之后，重新对折回去，当你按下导电胶布时，灯就会随着你按的力度改变亮度。



6. 翻过下一页，当你按在心形上时，有些东西活过来了！是什么呢？

自制压力开关模板

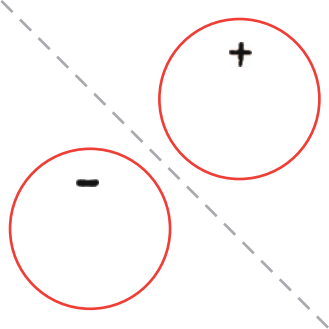




按下心形时，什么活过来了？
把你的想法画下来吧。

轮到你了!

我们之前做的任何开关都能被改为压力开关。只要在导电铜箔之间加入导电塑胶就可以了。试着在这页制造一个用一小片独立压力开关来控制的小灯吧。



这样更好玩!

渐变可以产生很多有趣的灯光效果，比闪烁更有意思哦！试试看！

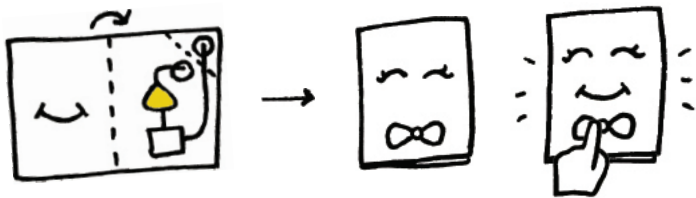
制作一个弯曲传感器



导电塑胶也可以制作弯曲传感器，只要把它做成长型的，并在其中铺好导电塑胶就好了。你将它弯曲时，灯的亮度会改变哦。

秘密信息

在纸的反面画上图案，再把卡片折起来，那就可以制作出只在灯亮起时才出现的图案哦。灯越亮，图案越清晰，是不是？



遇到问题的时候



遇到问题的时候

你的LED灯没有亮起？

别担心，电路没有像预期那样工作可能是一些常见而且简单的原因导致的，例如下面罗列的几个。检查看看你的电路是不是出了下面这些问题？

LED装反了？

装反的LED是不会亮的哦。一个快速检查的方法是，将电池反过来。如果把电池反过来之后，LED亮了，那说明LED的方向接反了。

LED连接正常吗？

有时候贴纸的连接不太稳定。用力按下贴纸与导电铜箔胶带的连接处，看是否因此而导致的电路失灵。如果是的话，按下时LED会亮。平整的铜箔胶带有利于贴纸贴附，如果在胶带折叠的位置上放置LED的话，可以先用橡皮在折叠处来回擦，把折痕压平。

电池连接正常吗？

用力地按按电池，或者重新夹夹看电池，看是不是电池松动导致的问题。

出现短路了吗？

如果电池的正负极用一段金属直接连接上了，你会很快令电池衰竭的。重新检查你的电路，看是不是这个问题？

电池没电了吗？

有时灯没亮只是因为电池没电了。试着换一个新电池看看。

铜箔胶带的接触都是良好的吗？

如果你有把两段铜箔胶带叠到一起来搭电路，试着用力按看是不是接触不良导致的连接问题。如果是，再拿一大段铜箔胶带，把接触点好好地包起来，以增加连接的强度。

铜箔胶带上有没有断裂的地方？

如果你折铜箔胶带的次数太多了，铜箔上就有可能出现断裂的地方。试试用另一小段铜箔胶带来贴到折叠处，检查是不是这个问题。是的话，可以用上面的方法解决。如果你会用电烙铁的话，也可以用焊的方法来解决哦！

还是不行？

更多的使用小技巧和好玩有趣的模板，可以到我们的网站上浏览：

chibitronics.com

提问呢？到我们的社区论坛上留言吧！

chibitronics.com/community

更多有趣的材料

觉得电路贴纸好玩吗？我们还有更厉害的贴纸哦！

特效贴纸，控制器贴纸，传感器贴纸！



关于如何使用特效贴纸，传感器贴纸和可编程的控制器贴纸，可浏览我们的网站：

CircuitStickers.com/templates

与小伙伴分享你的项目！

做了个很厉害的项目吗？和全世界的小伙伴分享吧。将你的项目上传到下面的网站就可以罗。

circuitstickers.tumblr.com

作者生平

齐洁(Jie Qi)是麻省理工学院(MIT)媒体实验室的博士生。在那里，她有机会接触到各种各样新颖的材料和技术，例如为艺术和手工服务的可弯曲电路。第一眼见到这种电路时，她便爱上了这种材料。她希望可以与其他人分享用这种材料制作有爱而且有故事的手工作品，于是有了我们的电路贴纸。

声明

首先，感谢参与我们早期调研和使用的的所有朋友，你们的意见对我们极为重要。同时，非常感谢帮助我们传播甚至制作了更多教育内容的NEXMAP，CV2，National Writing Project，以及Exploratorium Tinkering Studio。还要感谢的是，一路帮助我从概念设计走到生产以及分销的bunnie以及AQS。离开你们的帮助，电路贴纸现在还可能在实验室当中。最后，需要特别感谢的是Leah Buechley以及High-Low Tech Group。因为有你们一路陪伴的引导，电路贴纸的想法才得以实现。

这个项目是由National Science Foundation，MIT以及MIT多媒体实验室所资助。