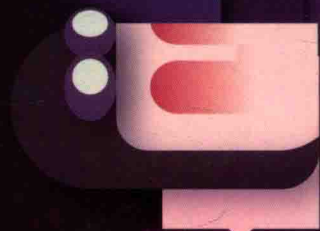




中国电子学会创客教育专家委员会
中国创客教育联盟

联合
推荐



创客智能电子制作

21个超级DIY项目

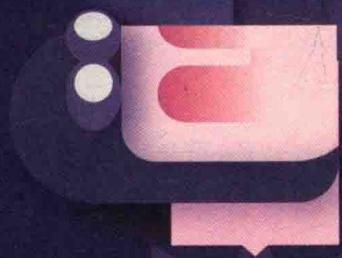
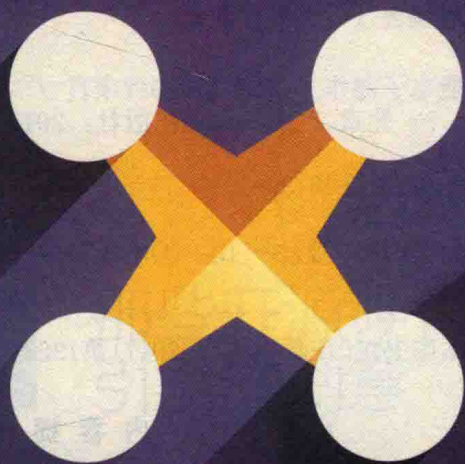
——《无线电》编辑部 编



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



创客智能电子制作

21个超级DIY项目

——《无线电》编辑部 编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

创客智能电子制作：21个超级DIY项目 / 《无线电》编辑部编. — 北京：人民邮电出版社，2017.7
(i创客)
ISBN 978-7-115-46139-1

I. ①创… II. ①无… III. ①电子器件—制作 IV.
①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第132240号

内 容 提 要

“i 创客”谐音为“爱创客”，也可以解读为“我是创客”。创客的奇思妙想和丰富成果，充分展示了大众创业、万众创新的活力。这种活力和创造，将会成为中国经济未来增长的不熄引擎。本系列图书将为读者介绍创意作品、弘扬创客文化，帮助读者把心中的各种创意转变为现实。

本书汇集了多位创客在开源智能电子制作项目上的成果，从硬件到软件，内容丰富。书中不仅包括充满奇趣的创意小制作，如用胶卷相机改装的数码相机、电视游戏机、梦幻光立方、3D旋转显示装置、盗梦陀螺、体感遥控直升飞机等；也包含有一定实用性和技术含量的智能硬件和设备，如核辐射探测仪、蓝牙手表、激光投影键盘、微型激光雕刻机、并联臂3D打印机、微型四轴飞行器、平板电脑、可编程图形计算器、空气质量在线检测系统等。本书中创意制作的操作步骤清晰、图片简明、可操作性强，内容不仅适合创客空间作为举办工作坊活动的参考，也适合爱好者个人参照DIY。

-
- ◆ 编 《无线电》编辑部
责任编辑 周 明
责任印制 周昇亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京缤索印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本：690×970 1/16
印张：14 2017年7月第1版
字数：305千字 2017年7月北京第1次印刷
-

定价：65.00元

读者服务热线：(010)81055339 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京东工商广登字 20170147号

序言

那些开源硬件引发的创意

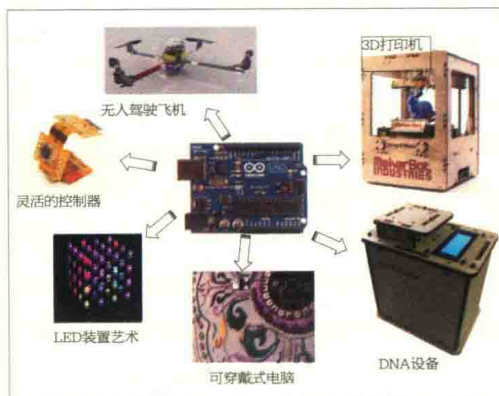
◇潘昊

我自己从 2008 年接触开源硬件并创办工作室，如今，越来越多的人希望了解开源硬件，我非常荣幸能和大家一起讨论开源硬件和创客文化，今天跟大家分享 3 个方面的内容。

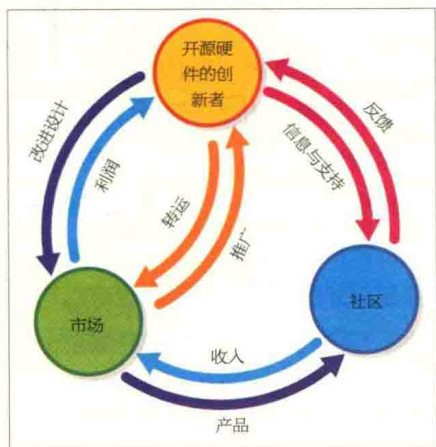
- 如何借助开源硬件高效地实现想法
- 如何借助社区的力量让原型迅速成熟
- 如何从小批量试产开始产品化，并开拓市场

首先介绍一下我的工作室——深圳矽递科技有限公司（Seed Studio），它是开

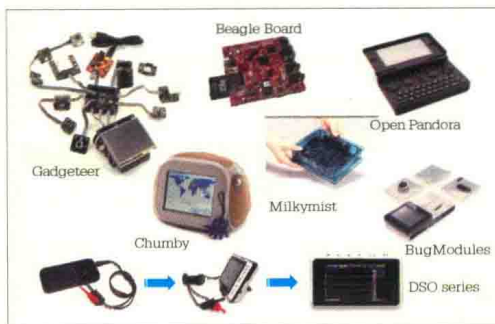
源硬件业内著名的促进者，提供快速开发工具和服务，帮助小型创新者将想法产品化。



■ 基于 Arduino 的一些周边产品



■ 帮助小型创新者将想法产品化的过程



■ 其他的一些开源硬件



■ 制作数据记录器所需模块



■ Upverter——开源硬件交流平台

我接触过一些开源硬件，首先就是 Arduino，它不是最早的开源硬件产品，却是现在最流行的。围绕着它，产生了很多的创新，比如 3D 打印机、DNA 设备、LED 功能装置等。

除了 Arduino，一些更多、更高级的产品也不断诞生，比如微软的 Gadgeteer，它是利用模块化的方式来实现创新。BeagleBoard 是 TI 的一款产品，存在有一段时间了，源代码等设置可以很方便地帮助大家实现创新。Open Pandora 是一款性能不亚于 PSP 的，但是全开源的设备。Milkmist 是一款用来做视频效果的 VJ 装备。

Bug Modules 是一款在艺术领域或者军工领域应用得比较多的嵌入式设备。Chumby 是一款桌面形的显示设备，它能够连接到互联网，可以很方便地做一个整合的、方便的、小型的桌面设备，包括我们工作室推出的一个小的示波器系列，在开源的支持下也在不断演变。

有了一个创意，如何用开源的方式去实现呢？首先我们可以拿到相应的模块，就好像乐高的积木一样，搭建成一个可以用的原型，例如，做一个数据记录器，上边有控制器、RTC、电池、无线传输、存储卡等。

因为采用的模块都是开源硬件，可以很方便地将原理图进行摘录、合成，进行必要的增删调整。然后在这个已经证明可行的原理图上重新布板、打样，再进行验证，这样我们就有了一个新的开源硬件。根据开源版权的要求，我们需要将基于开源设计的原理图和源代码公布出去。

有了第一步，我们如何让原型在社区的帮助下迅速成熟呢？首先我们需要把它放到一个方便交流的地方，如 Upverter、Github 或者 Thingiverse 之类的地方。当我们把源代码发布之后，我们就可以和用户一起来开发，和用户一起去组装样品、验证功能，并且接受用户提出的一系列意见，用户的意见完全出于自身兴趣，不涉及费用问题。

开发到一定程度之后，我们就可以利用诸如 Kickstarter 这样的平台来募集资金。Kickstarter 网站致力于支持和激励创新性、创造性、创意性的活动。通过网络平台面对



- 在 Kickstarter 上募集资金

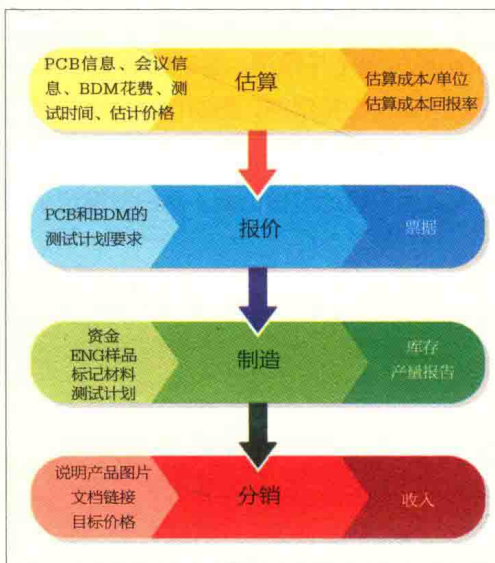


- 参与竞赛是进行推广的好方法



- 支持者为 Bus Pirate 设计的外壳

公众集资，让有创造力的人获得他们所需要的资金，以使他们的梦想有可能实现。发布者在募集资金的过程中可以了解产品的市场接受情况和需求量，还可以根据自己的想法来设计一定的标准，例如，300 美元可以得到一个量产原型，500 美元得到定制版本之类。当开始生产之后，我们起初可以少量进行，例如，第一次只生产 100 个左右的试产



- 生产流程

产品。

我们需要让它继续成熟并产品化。当需要进一步产品化之后，就需要更严肃地对待这个产品，包括拥有完整的信息、PCB 资料等。通过一个严谨的流程，做一下预算。也许这是一个很小的产品，但是放到全球化的市场上，就会有许多的需求者。到此程度，你就可以获得一些回报了。

关于推广，其实在开源硬件里，可能并不适合做一些大的广告投放。因为社区非常活跃，因此可以通过参与一些竞赛等方式进行推广。例如，某项竞赛将 Toy Hacking 的套件发布出去之后，得到了 20 多件回复，其中较为有意思的是一件类似皮克斯的跳跃台灯。总结起来，社区里群体的想象力会大大超过工具制造者的预期。目前有越来越多的人将自己的套件或者制作过程发布上去，期待中国也有越来越多的人参与。

当产品发布上去之后，可能会有越来越多的人接受并购买，这时发布者就需要很积极地去支持用户，同时你往往也会得到用户的支持。例如，有人将某个电路板发布上去之后积极地整理论坛，用户发现这个电

路板没有外壳，于是很多人自发地为这个产品设计了外壳。希望有更多的人能加入创客阵营，利用开源硬件制作出更多有创意的项目。

CONTENTS

目录

- 01 从胶卷到数码, LOMO 相机华丽变身** 1
 - 1.1 从思考里得出灵感 1
 - 1.2 改装过程 2
 - 1.3 参与和分享才是最重要的 3
- 02 70 后的电视游戏机制作分享**... 5
 - 2.1 准备工作 5
 - 2.2 弹道的计算 6
 - 2.3 游戏画面的绘制 7
 - 2.4 游戏逻辑 8
 - 2.5 游戏的文字和声效 8
 - 2.6 硬件电路 9
 - 2.7 改进 9
- 03 洞洞板上的 $4 \times 4 \times 4$ 梦幻光立方** 12
 - 3.1 制作步骤 13
 - 3.2 程序设计思路 16
- 04 3D 旋转显示装置** 20
 - 4.1 显示原理 20
 - 4.2 装置组成 21
 - 4.3 硬件制作 21
 - 4.3.1 电源供给和接收板 21
 - 4.3.2 显示板 23
 - 4.3.3 控制板 24
 - 4.3.4 电机 25
 - 4.3.5 底座盒 26
 - 4.4 程序部分 26
 - 4.5 安装调试 26
 - 4.6 需要改进的地方 27
 - 4.7 后记 27
- 05 核辐射探测仪 DIY** 28
 - 5.1 放射现象及其探测技术 28
 - 5.2 盖革计数器 29
 - 5.2.1 掀起“盖革计数管”的盖头来 29
 - 5.2.2 听, 那是来自核辐射的声音 30
 - 5.2.3 剂量换算“没那么简单” 31
 - 5.3 基于 Arduino 的电路及程序设计 33
 - 5.3.1 电力, 你要 hold 住 33
 - 5.3.2 整形, 脉冲可以更美的 34

5.3.3	Arduino 闪亮登场.....	34	8.1.5	硬件连接.....	59
5.3.4	Arduino 扩展板的制作.....	35	8.2	软件设计.....	61
5.3.5	程序, 可以很简单.....	36	8.2.1	Arduino 程序.....	61
5.3.6	Arduino 的供电.....	36	8.2.2	手机 APP.....	61
5.4	外壳设计与总装.....	37	8.3	项目总结.....	62
5.4.1	面板设计及开孔.....	37	09	自制低成本激光 3D 扫描测距仪.....	63
5.4.2	面板元器件的安装.....	38	9.1	激光扫描仪 / 雷达简介.....	63
5.4.3	主控板和电池盒的固定.....	38	9.1.1	市场现状.....	63
5.4.4	盖革管探头及固定.....	39	9.1.2	低成本的方案.....	64
5.4.5	总装.....	39	9.2	原理和算法.....	65
5.5	见证奇迹的时刻.....	40	9.2.1	使用单点激光进行三角测距.....	65
5.6	关于辐射剂量.....	40	9.2.2	决定单点激光测距性能的因素.....	66
5.7	写在最后.....	41	9.2.3	2D 激光雷达的原理和性能制约因素.....	67
06	磁悬浮“盗梦陀螺”.....	42	9.2.4	3D 激光扫描的原理.....	67
07	让静态军用车辆模型动起来...47		9.2.5	激光光点像素坐标确定和求解.....	69
7.1	悬挂系统的改造.....	47	9.2.6	摄像头校正.....	71
7.2	履带动力系统的改造.....	49	9.2.7	校正和求解三角测距所用参数.....	71
7.3	炮塔系统的改造.....	50	9.3	设备设计.....	71
7.4	灯光系统的制作.....	53	9.3.1	核心元件原型.....	71
7.5	控制系统的制作.....	54	9.3.2	安装考虑.....	73
7.6	固定系统的制作.....	55	9.4	机械和结构部分.....	73
7.7	涂装.....	55	9.4.1	对摄像头的改装.....	73
7.8	后记.....	55	9.4.2	制作激光器、摄像头的固定平台.....	74
08	模仿然后超越, 做自己的蓝牙手表!.....	57	9.4.3	底座和舵机安装.....	74
8.1	硬件设计.....	57	9.4.4	电子系统的制作.....	75
8.1.1	平台的选择.....	57	9.4.5	米字 LED 数码管的驱动.....	75
8.1.2	屏幕的选择.....	58	9.4.6	扩充 RP USB Connector.....	76
8.1.3	蓝牙模块.....	58			
8.1.4	中文字库芯片.....	59			

9.4.7 制作角度手工控制面板.....	77	10.3.3 电子系统的制作.....	92
9.4.8 总装.....	77	10.3.4 总体安装.....	92
9.5 固件以及 PC 通信.....	77	10.4 视觉算法的设计和程序的编写..	94
9.5.1 固件实现的功能.....	77	10.4.1 前期视觉处理.....	94
9.5.2 HID-USB 设备的模拟及与 PC 通信.....	77	10.4.2 兴趣点提取.....	95
9.5.3 舵机驱动逻辑.....	78	10.4.3 手指坐标计算和校正.....	95
9.5.4 数码管驱动逻辑.....	78	10.4.4 按键映射和校正.....	96
9.6 图像处理和渲染.....	79	10.4.5 键盘事件模拟注入.....	97
9.6.1 图像处理.....	79	10.4.6 检测手指对桌面的压力与多点 触摸板应用.....	98
9.6.2 渲染点云.....	79	10.4.7 程序总体界面和完成图.....	99
9.7 校正.....	79	10.5 讨论和下一步工作.....	99
9.7.1 摄像头校正.....	80	10.5.1 成本分析.....	99
9.7.2 测距参数校正.....	80	10.5.2 性能评价.....	100
9.8 结果和讨论.....	81	10.5.3 下一步工作.....	100
9.9 下一步工作.....	83		
9.9.1 进行多视角扫描,并合成为 一个全局点云.....	83	11 谁都可以做微型激光 雕刻机..... 102	
9.9.2 提高扫描精度和速度.....	83	11.1 电机驱动电路的制作.....	102
9.9.3 基于 3D 点云进行物体识别.....	83	11.2 电机驱动电路的测试.....	103
10 低成本激光投影虚拟键盘自制 攻略..... 84		11.3 木质机身的设计与制作.....	104
10.1 简介.....	84	11.4 设计思路.....	106
10.2 原理分析.....	84	11.5 整机测试.....	107
10.2.1 产生键盘画面.....	85	11.6 未来的改进.....	109
10.2.2 识别键盘输入事件.....	86	12 1000 元自制并联臂 3D 打印机..... 110	
10.2.3 判断并产生对应的按键 事件.....	89	12.1 结构篇.....	111
10.2.4 系统框图.....	90	12.2 控制篇.....	114
10.3 激光投影键盘的制作过程.....	90	12.2.1 系统工作流程.....	114
10.3.1 元器件选择.....	90	12.2.2 底层电路的设计.....	115
10.3.2 摄像头改装.....	91	12.2.3 程序设计.....	117
		12.3 总结.....	118

13 用蜡质耗材进行 3D 打印.....119

- 13.1 蜡质打印耗材的制作 119
- 13.2 打印蜡模并失蜡铸造金属
物品.....121
- 13.3 用蜡质耗材制作 PCB.....123

14 Kinect 人机交互入门 125

- 14.1 我将带领大家做什么125
- 14.2 Kinect 的硬件构成及原理126
- 14.3 需要的基本器材及准备127
- 14.4 开发平台搭建128
 - 14.4.1 SimpleOpenNI 0.27 版本
Processing 平台搭建..... 128
 - 14.4.2 SimpleOpenNI1.96 版本
Processing 平台搭建..... 129
- 14.5 实例测试130
- 14.6 基础教程130
 - 14.6.1 用 Kinect 绘制深度图..... 130
 - 14.6.2 绘制人体躯干.....131
 - 14.6.3 3D 空间中两点距离的
计算与应用 132

15 体感遥控直升飞机的制作 ... 135

- 15.1 通信.....135
- 15.2 间接控制遥控器136
- 15.3 数字电位器的使用方法.....136
- 15.4 搭建测试平台138
- 15.5 上位机程序及 Kinect 算法
设计140

16 自制微型四轴飞行器 143

- 16.1 元器件准备143

- 16.1.1 控制芯片——
STM32F103C8T6 143
- 16.1.2 六轴陀螺仪加速度计——
MPU6050 144
- 16.1.3 无线模块——微型 NRF24L01
模块..... 145
- 16.1.4 电机驱动模块——
AP2306AGN 145
- 16.1.5 电机和螺旋桨..... 145
- 16.1.6 电池 146
- 16.1.7 PCB 设计 146
- 16.1.8 电机保护底座..... 147
- 16.2 完成效果147
- 16.3 知识储备148
- 16.4 控制原理148
- 16.5 自制遥控器.....148
 - 16.5.1 元器件准备 148
 - 16.5.2 改造方法..... 149
- 16.6 软件编程思路 150
- 16.7 调试及试飞..... 150
 - 16.7.1 调试 150
 - 16.7.2 试飞..... 150

17 用树莓派 DIY 平板电脑.....151

- 17.1 准备..... 151
 - 17.1.1 树莓派主板..... 152
 - 17.1.2 触摸液晶屏..... 152
 - 17.1.3 USB 无线网卡 152
 - 17.1.4 纯铜散热片 153
 - 17.1.5 TF/SD 卡..... 153
 - 17.1.6 HDMI 超软排线 153
 - 17.1.7 充电宝..... 153
 - 17.1.8 RJ45 延长线..... 153
 - 17.1.9 USB 集线器..... 153

- 17.1.10 GPIO 扩展延长线..... 153
 - 17.1.11 开关..... 154
 - 17.1.12 ABS 板..... 154
 - 17.1.13 铜柱、螺丝、螺母..... 154
 - 17.1.14 双面胶、胶布、胶水..... 154
 - 17.2 设计..... 154
 - 17.3 制作外壳..... 154
 - 17.3.1 切割垫板..... 155
 - 17.3.2 钢尺..... 155
 - 17.3.3 雕刻刀、工具刀..... 155
 - 17.3.4 手钻..... 155
 - 17.4 安装..... 156
 - 17.5 液晶显示屏部分的安装..... 156
 - 17.5.1 树莓派主板部分的安装..... 157
 - 17.5.2 供电部分的焊接..... 158
 - 17.6 感受..... 159
- 18 设计一个基于 STM32 的可编程图形计算器..... 160**
- 18.1 硬件选型 & 外壳设计..... 162
 - 18.2 电路设计..... 163
 - 18.3 焊接 PCB..... 167
 - 18.4 驱动编写..... 167
 - 18.5 软件移植..... 169
 - 18.6 成果..... 170
- 19 高空漫步计划——给地球拍张大头照..... 171**
- 19.1 项目的缘起..... 171
 - 19.2 方案的设计与器材的选择..... 171
 - 19.2.1 气球的填充气体的选择..... 171
 - 19.2.2 回收方式的选择..... 171
 - 19.2.3 搭载系统的设计..... 172
 - 19.2.4 图像传输模块的选择..... 172
 - 19.2.5 回收设备（GPS 追踪器）的选择..... 173
 - 19.2.6 气球的选择..... 173
 - 19.2.7 地面接收设备的选择..... 173
 - 19.2.8 机载电池的选择..... 173
 - 19.3 探测器的制作及调试..... 173
 - 19.3.1 机载模块的组装与电路连接..... 173
 - 19.3.2 地面接收系统的组装..... 174
 - 19.3.3 远距离图像传输实验..... 174
 - 19.3.4 测试降落伞..... 174
 - 19.3.5 探测器的最终组装与系统验收..... 175
 - 19.4 气球的放飞..... 176
 - 19.5 设备的回收与分析..... 176
 - 19.6 项目总结..... 178
 - 19.6.1 成功经验..... 178
 - 19.6.2 不足之处..... 179
 - 19.6.3 未来设想..... 179
- 20 空气质量在线检测系统..... 180**
- 20.1 项目简介..... 180
 - 20.2 空气质量检测节点——Smart AirBox..... 180
 - 20.3 设计过程..... 181
 - 20.3.1 设计思路..... 181
 - 20.3.2 硬件架构..... 181
 - 20.3.3 PCB 设计..... 182
 - 20.4 焊接过程..... 184
 - 20.5 BLE 以太网网关..... 186
 - 20.5.1 设计思路..... 187
 - 20.5.2 硬件设计..... 187

20.5.3 焊接过程.....	191	21.3 设计过程	200
20.5.4 测试过程	191	21.3.1 设计思路.....	200
20.6 程序设计	192	21.3.2 硬件架构.....	200
20.6.1 Smart AirBox 部分	192	21.3.3 PCB 设计.....	201
20.6.2 BLE Gateway 部分	194	21.4 焊接组装步骤	204
20.7 思路扩展	198	21.5 程序下载与测试.....	205
21 智能股票盒子		21.6 BLE 智能网关	205
Smart StockBox	199	21.7 处理智能网关的嵌入式网页...206	
21.1 项目简介	199	21.8 处理智能网关的服务器通信...208	
21.2 Smart StockBox	199	21.9 处理股票盒子的显示	211



从胶卷到数码，LOMO 相机华丽变身

◇糖果猫猫



机缘巧合，4年前，我开始接触新媒体（New Media Art），因为我所接触的新朋友都是“玩”多媒体艺术的。当时我对新媒体并没有很清晰的概念，只是觉得很好玩，如果适当地运用和结合，可以把平面的东西变得更丰富，成为可以拉近彼此距离、可以接触的东西。于是我便开始尝试把新媒体融入到自己的艺术作品里。

单听起来，很多人可能觉得很难入门和接触，但其实只要稍微懂得基本的概念并有清晰的思路，知道自己想要做些什么，再加上一小份必要的工具，每个人都可以从零开始学习，动手做起来。我也是慢慢从好奇到认识，慢慢喜欢技术宅，渐渐参与了很多

workshop，到后来有机会认识更多的爱好者（极客），才发现单有创意是不够的，还需要动手做。这次刚好有一个LOMO罐头相机（全新 La Sardina DIY）的改造计划，并被邀请参与“Lomography DIY 相机艺术设计展”，我便选择“宅”在新车间三天，与朋友一起“玩”改造。除了改造外观外，我们还拆了废置的手机，把原本使用胶卷的LOMO相机改装成可以触屏使用的LOMO数码相机。

新车间其实是一个非营利的开放性workshop，大家都形容那里是一个没组织、有纪律的自发性团体空间，以会员制度欢迎各位随时入会、随时离开。除了共享的位置外，里面有各种机器可以免费使用，无论你要制造的是木制品还是电子类作品，当你在制作过程中遇到任何困难时，都可以问你身边的其他会员。相信我，答案永不落空。高手就在民间。

1.1 从思考里得出灵感

其实一开始设计 La Sardina DIY 时，我的想法并没有那么复杂。但想起过去每次都是考虑把画结合在不同材质上，这次可不可以更好玩些呢？例如可不可以从本质上开始改变呢？La Sardina DIY 是一款纯白色的罐头相机（见图 1.1），我很早之前就在

香港的 LOG-ON 百货见过，当时觉得很有趣，想要属于自己的颜色的（哈，因为我不喜欢纯白的）。在设计之前，就已经可以想象到，如果上面有我的画以及按古怪的念头去改造，会是什么样的效果。



■ 图 1.1 改装前的 La Sardina DIY 相机

现在胶卷渐渐退出市场，但 LOMO 相机还是坚持着使用胶卷捕捉“不完美”的生活片断，那么未来呢？假如胶卷真的在市场上消失，LOMO 会在变成数码相机的同时，依然保留着它的玩味和可改造性吗？其实现在大家也渐渐远离了数码相机，更多使用每日带在身边的手机，所以我们选择利用废弃的手机进行改造，让 La Sardina DIY 成为一台数码相机。正因为胶卷“不完美”，所以我们多了很多想象空间，我希望我们所 DIY 出来的 LOMO 相机给别人的感觉也是这样的。赋予它新的生命，这就是我们从思考里得出灵感的过程。

1.2 改装过程

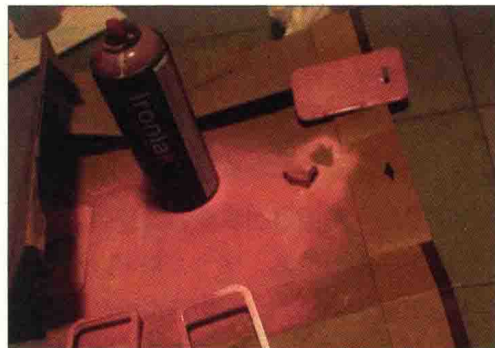
于是我把改装的想法告诉了我的技术宅朋友们。其实除了我之外，还有另外一个提供改造技术及意见的人——LIO。他是一个很有趣、想法很多的荷兰人，常蜗居在新车间研究各种科技，此次帮我解决了很多技术难题。我们商量后，决定结合

新媒体的做法来改装。我们实在太喜欢拆东西和改造了，而 La Sardina DIY 正好符合我们的“胃口”，于是我们把它先“分尸”了（见图 1.2）再改造，哈。

在整个过程中，我负责想法、绘画及改变颜色（见图 1.3 和图 1.4），这一切都是在改装前需要准备的；而 LIO 则负责核心技术（见图 1.5）。我们大概分别拆了 4 台旧手机，有索尼的，也有诺基亚的。相信我，假如你肯动手拆一次，你就会明白手机的内部结构其实很简单、制作成本也很低，你会对你当时所付出的价格感到失望（哭）。



■ 图 1.2 将 La Sardina DIY 相机拆散



■ 图 1.3 用喷罐给相机外壳上色



■ 图 1.4 在外壳上绘制个性化图案



■ 图 1.5 LIO 在进行电路制作

因为手机摄像头必须安置在中间的位置，用于连接原来的 LOMO 镜头，才可以真正地捕捉影像，所以必须把原来的 La Sardina DIY 相机的内部切割一部分，才可以安放手机电路板。还要把手机摄像头从手机电路板上拆卸下来，再重新焊接手机扁平电缆。因此，看似简单的改造过程里，总是一波三折，而其中，焊接成了最大的难题。因为手机扁平电缆的连接位置实在太细小，我们必须用放大镜去焊接。在反复实验后，终于在第三次试验后才焊接成功，这真让我们兴奋了好一阵子。

1.3 参与和分享才是最重要的

由于我们最终使用的屏幕是 Nokia 的

触控屏，用手指触碰就可以直接进行操作，解决了按钮问题（见图 1.6 ~ 图 1.9）。后来才发现如果把手机的摄像头拆下来再重新连接，经常会产生与电路板接触不良的问题，也容易短路。即使我们已经努力尝试焊接了 3 次，也无法完全确保在展览的过程里能正常使用。但想想，其实最重要的还是我们把创意实践了的这个过程，在此过程中所体验到的以及能分享给大家的乐趣大于其他所有。希望下次有机会，能和大家分享更多。



■ 图 1.6 电路试验成功，摄像头拍摄到的画面能显示在 Nokia 触控屏上



■ 图 1.7 拿起焊接好的模块模拟拍摄动作，感觉很像使用数码相机了



■ 图 1.8 把拍摄模块装入 LOMO 相机外壳内



■ 图 1.9 大功告成! 原来使用胶卷拍照的 La Sardina DIY 成功变身为数码相机