

热敏打印机两日通

辛 慧

前段时间在 DFRobot 社区看到有很多老师在玩热敏打印机，比如配合树莓派做成宝丽来相机等，心里痒痒就立马入手了，一番学习之后，发现了很多有趣的知识，在这里和大家分享。

日常生活中，热敏打印机主要作为银行取号机和超市收银机和大家见面，近年来，出现了“喵喵机”、“咕咕机”等“错题打印机”，受限于热敏打印机的色彩和打印效果，它们现在主推错题打印功能。好，说了一堆，我们一起来探索热敏打印机吧：本文大致分为 3 部分，热敏打印纸的介绍、热敏打印机的使用以及分享自己做的一个小项目。

本文软硬件介绍

硬件环境：

- Lattepanda Delta 432 开发板 | 手头正好有，作为演示
- 热敏打印机（型号：GY-ETH402）

软件环境：

- Pop!_OS 20.04（基于 Ubuntu）/ Windows 10
- Python3 + python-escpos library

1、热敏纸原理与双酚 A 安全问题

在介绍如何使用热敏打印机之前，我先讲讲它的打印原理，以及使用热敏纸相关的安全问题，这部分内容放在最前面写，就是为了让大家了解双酚 A，进而更科学、更安全地使用热敏打印机。

1.1 热敏纸原理

我第一次认识热敏打印机是通过科室里的标签打印机，拆开很好奇，怎么没有常见的墨盒和硒鼓，后来了解到热敏打印纸 (thermal paper) 这种东西，大家感兴趣的可以查看 B 站视频『悄悄入侵的双酚 A，塑料中的隐形杀手』，第 2'30" 有介绍，简而言之其显影原理就是通过加热后热敏纸发生化学反应。热敏纸一般有 4 层涂层：

- 隐色染料 —— 一般无色，pH 下降时显色
- 显色剂 —— 有机酸，用于改变 pH，多使用双酚 A (Bisphenol A, BPA)

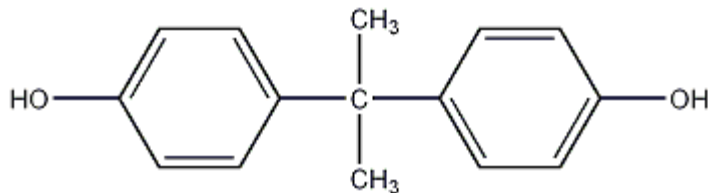


- 敏化剂 —— 见下
- 稳定剂 —— 与敏化剂一同用来优化热敏纸显示效果

其中 双酚 A 因为安全问题逐渐引起人们的注意。

1.2 双酚 A 的安全问题：应用广泛的内分泌干扰素

双酚 A 的结构式：



双酚 A 在塑料制造业中应用广泛，成为人们经常能接触到的物质。

同时也是收银小票的成分之一，双酚 A 属低毒性化学物，但主要问题在于它属于 内分泌干扰素 (Endocrine disruptor 或称 endocrine disrupting chemical, 简称 EDC) 的一种，从而带来一系列问题，比如可以造成性早熟、具有一定的胚胎毒性和致畸性、

还可能会损害男性功能。当然凡事讲究适量适度，同样对于各种化学物质，抛开剂量谈毒性就没有意义。欧洲食品安全局 (EFSA) 曾经有数据显示，当成年人或婴儿接触到塑料中允许含量水平以下的双酚 A 后，可以将其迅速转换并从体内排出，不会危害健康。

但是我个人还是建议在使用过程中的要注意，尽量减少摄入 BPA。



1.3 双酚 A 代用品：真的安全吗？

既然 BPA 有上述安全问题，那么有没有替代品呢？市面上大多数热敏打印机都使用普通含双酚 A 的热敏纸，后来随着人们对双酚 A 安全问题的关注，例如喵喵机、咕咕机等热敏便携学生错题打印机逐渐开始使用不含双酚 A 的热敏纸。TESTV 还做过两期《值不值得买》节目，对喵喵机的评价挺好。



图 1 喵喵机和咕咕机。便携错题打印机，外观好看，使用方便。

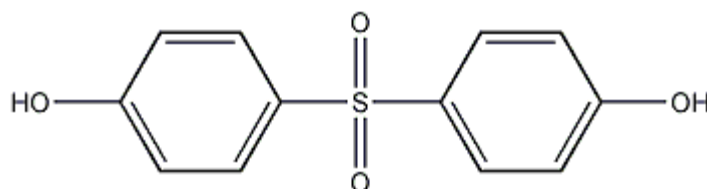
目前，不含双酚 A (BPA-Free) 的热敏纸价格大概是普通热敏纸的 8 倍，不过为了安全与健康，咬咬牙也要买，然而购买之前，还有一个问题，其标称不含双酚 A，那么使用的是什代用品？我联系了一家京东客服，得知其热敏纸采用的是如下专利制作的。

专利名称：一种不含有双酚a的热敏纸的制作方法

技术领域：

本发明涉及一种热敏纸张的生产工艺，尤其涉及一种不含双酚A的热敏纸张。

下载专利文档后，可知他们采用的 BPA 代用品为 4,4'-二羟基二苯砜 [Bis(4-hydroxyphenyl) sulfone]，也就是双酚 S (BPS)，具体资料可以查看物竞数据库的介绍页面。其化学结构式如下：



可见 BPS 结构与 BPA 类似，拥有相同的基团，进一步以 thermal paper BPA Alternative 为关键词进行搜索，筛选后建议阅读以下三篇文章：

- **Bisphenol A Alternatives in Thermal Paper** - US EPA 美国国家环境保护局发布，推荐阅读

- Case study: Is bisphenol S safer than bisphenol A in thermal papers?
- The Surprising Benefits & Pitfalls of BPA-Free Thermal Paper Rolls

1.4 常见 BPA 代用品

根据美国国家环境保护局发布的文件，我们对比了 BPA、BPS、UU 的安全性 (p64)：

4.7 Hazard Summary Table

Table 4-4: Screening Level Hazard Summary

This table only contains information regarding the inherent hazards of the chemicals evaluated. Evaluation of risk considers both the hazard and exposure. The caveats listed in the legend and footnote sections must be taken into account when interpreting the hazard information in the table below.








VL = Very Low hazard L = Low hazard M = Moderate hazard H = High hazard VH = Very High hazard — Endpoints in colored text (VL, L, M, H, and VH) were assigned based on empirical data. Endpoints in black italics (<i>VL, L, M, H, and VH</i>) were assigned using values from estimation software and professional judgment.																	
† Based on analogy to experimental data for a structurally similar compound.																	
Structure	Chemical (for TSCA inventory name and relevant trade names see the individual profiles in Section 4.8)	CASRN	Human Health Effects											Aquatic Toxicity		Environmental Fate	
			Acute Toxicity	Carcinogenicity	Genotoxicity	Reproductive	Developmental	Neurological	Repeated Dose	Skin Sensitization	Respiratory Sensitization	Eye Irritation	Dermal Irritation	Acute	Chronic	Persistence	Bioaccumulation
Bisphenol A and Phenolic Alternatives																	
	Bisphenol A 2,2-bis(p-hydroxyphenyl)propane	80-05-7	L	M	L	M	H	M	M	M		M	M	H	H	VL	L
	Bisphenol F Bis(4-hydroxyphenyl)methane	620-92-8	L	M	L	M [§]	H [†]	M	H	L		VH	M [§]	M	H	L	L
	Bisphenol C 2,2'-Bis(4-hydroxy-3-methylphenyl)propane	79-97-0	L [§]	M	M	M [§]	H [†]	M	M [§]	M [§]		H [†]	M [§]	H	H	M	M
	MBHA Methyl bis(4-hydroxyphenyl)acetate	5129-00-0	L [§]	M	L [§]	M [§]	H [†]	M	M [§]	L		M [§]	M [§]	H	H	M	L
Hydroxyphenyl Sulfone Alternatives																	
	Bisphenol S 4-Hydroxyphenyl sulfone	80-09-1	L	M	M	M	M	M	H	L		L	L	M	M	M	L
	2,4-BPS 2,4'-Bis(hydroxyphenyl)sulfone	5397-34-2	L [§]	M	M	M [§]	M [§]	M	H [†]	L [§]		L [§]	L [§]	M	H	M	L
Oligomeric and Polymeric Alternatives																	
	UU Urea Urethane Compound	321860-75-7	L	M	L	L	L	L	L	L		L	L	L	L [°]	VH	L

图 2：部分 BPA 代用品摘录。具体的请查看原文件，其中 VL - L - M - H - VH 分别代表风险（由低到高排序）。

我们可以看到：

- ✧ 大部分有机酸结构类似，都含有类似的基团
- ✧ BPS 同样属于内分泌干扰素
- ✧ 使用尿素聚合物（Urea Urethane Compound）安全性较高，此外还有采用维生素 C (Vitamin C，抗坏血酸) 制作的热敏纸，据说安全性更高
- ✧ § 标记的为缺少确切数据，仅是推断，而当你打开原文时，会发现其实大部分代用品都缺乏确切研究来证实其安全性

此外，从物竞数据库可以看到：

- ✧ BPA 安全标识：S36/S37 S36/S37/S39 S45 S46，危险标识：R37 R41 R43 R62，危险品标志：有害
- ✧ BPS 的安全标识：S26，危险标识：R36，危险品标志：刺激

所以 BPS 还是要比 BPA 相对安全一些。

1.5 小结：安全使用热敏打印纸

- BPA 在生活中会广泛接触到
- BPA 属于低毒性物质，但是微量接触对健康危害不大
- 所谓的不含双酚 A 『BPA Free』，意义可能不是那么大，而且多数 BPA 代用品安全性未经有效验证
- 目前使用最多的 BPA 代用品是 BPS，仍有内分泌干扰作用
- 孕妇、儿童尽量不要接触热敏纸
- 使用过程中要注意防护和洗手
- 不购买回收编码为 3、6、7 的塑料制品
- 塑料制品不要放入洗碗机或者微波炉中

2、 热敏打印机介绍与安装测试

2.1 热敏打印机基本信息

常见的通用热敏打印机有两种规格，以使用的纸卷宽度区分，即 58mm/80mm 两种，通过 ESC/POS 指令集控制打印。



图 3 热敏打印机外观。

本文采用的热敏打印机购自 DFRobot 商城，由深圳歌翼科技出品，产品基本信息如下：

- 采用 TTL 和 USB 通讯接口，（仅支持 RS232 接口的型号可以自主升级固件）
- 工作电压 5~9v ，电压越高，打印速度越快

- 实际支持中文字库 GB18030，虽然歌翼官网页面介绍是 GB2312
- 使用 58 * 30 (纸宽 * 纸卷直径) 热敏打印纸
- 采用 ESC/POS 兼容指令集进行打印
- 分辨率 203DPI，8 px/mm 每行最多打印 384px，即纸张虽然是 58mm，但是可打印纸宽为 48mm。
- 使用 TTL 通讯时，如果每次打印数据量大于 1K，在连接 RX/TX 基础上，需要再连接流控 DTR

产品页面提供了 Windows 下的打印机驱动，可以直接显示为打印机使用；Linux 下则可以使用 CUPS 配合 ZJ-58 打印机驱动，使用驱动打印的方式比较方便，但是实测过程中，打印效果并不是最好的。

2.2 打印机安装与配置

使用前请阅读官方的使用手册，以能正确打印出测试页面为好。

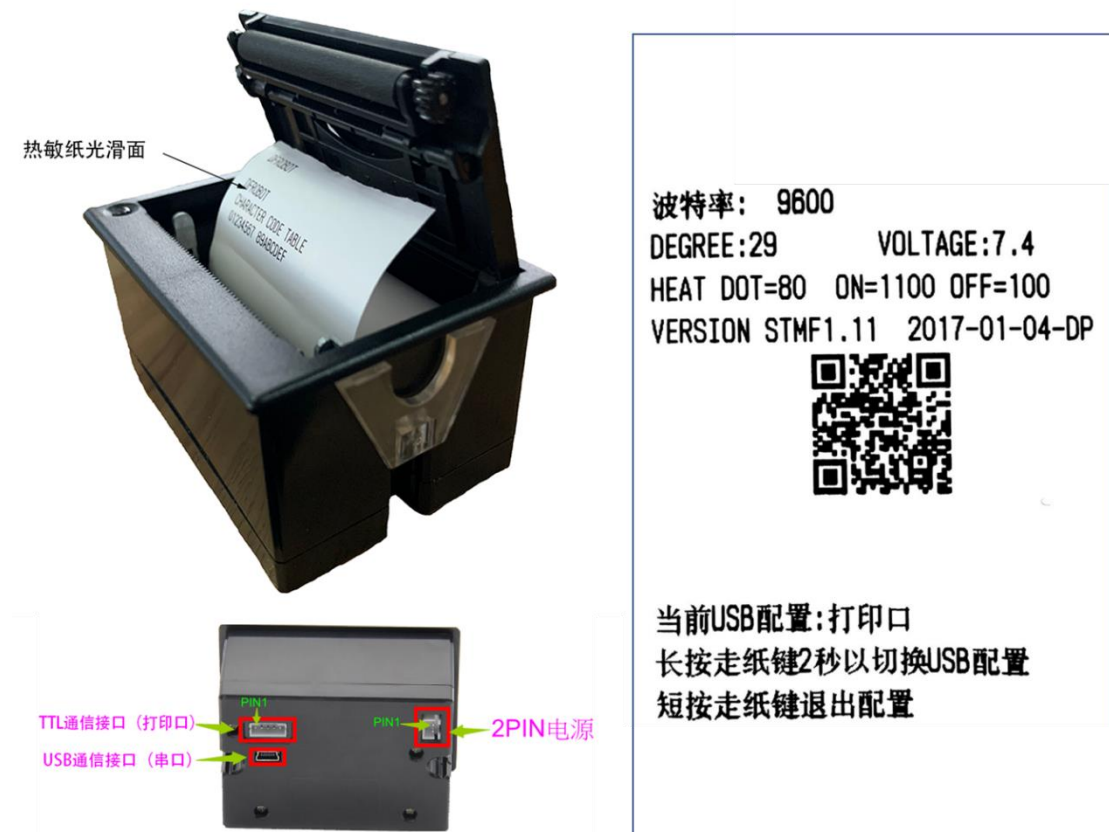


图 4 装纸方式、接口与打印测试页。安装纸卷时注意不要装反了，两个透明夹片可以用来将打印机嵌入固定在台面上。

通电前按住顶端走纸键两秒，通电后放开，可以显示当前 USB 配置（默认为打印口模式），根据字样提示按住走纸键 2 秒，可以切换为串口模式。至此，我们发现该热敏打印机共有：TTL 和 USB 两种通讯接口连接方式；串口和打印口两种配置模式。说明书的表述其实有迷惑性，原文是“当前 USB 配置”，我以为这个设置和 TTL 通讯接口 无关，改动的都是 USB 接口的模式，两种接口（物理连接方式）与两种模式（USB 配置模式）绑定且互斥，而实际上是 2x2 四种可能，不绑定不互斥。但是有些组合可能能用，不过会有问题，后面介绍。我们这里以 USB 接口连接为例，分别通过走纸键设置为“串口”和“打印口”，在 Linux 下使用“lsusb”命令查看，结果如下：

接口	模式	设备号	名称	串口号
物理USB接口	串口	Bus 001 Device 007: ID 067b:2303	Prolific Technology, Inc. PL2303 Serial Port	ttyUSB0
	打印口	Bus 001 Device 005: ID 0fe6:811e	ICS Advent Parallel Adapter	无

在打印口模式下，虽然可以打印，但是会出现乱码和打印图片时最大打印高度为 255 像素的问题。

2.3 打印方法 1：使用打印机驱动打印

此种模式下，该设备被系统识别为通用打印机，可以直接在 Office、PhotoShop 等应用软件中选择该设备进行打印。

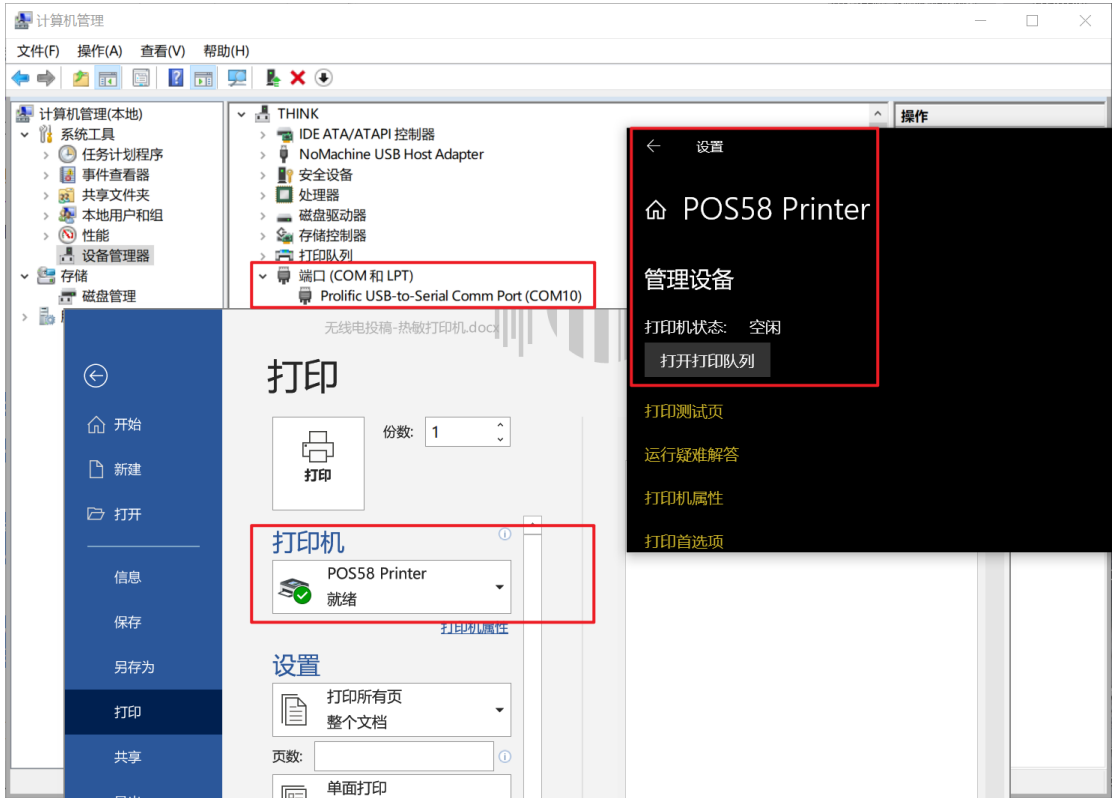


图 5 热敏打印机在 Windows 下直接显示为可用打印机。

按住走纸键上电，确定 USB 处于串口模式：

- Windows 设备管理器的端口一栏会显示 Prolific USB-to-Serial Comm Port，没有识别该设备的话自行安装驱动。
- Linux 下使用 lsusb 命令可以看到名为 Bus 001 Device 007: ID 067b:2303 Prolific Technology, Inc. PL2303 Serial Port 的设备，对应的串口号为 ttyUSB0。

安装 Windows 驱动

Windows 下安装之前下载的压缩包中的 POS58Setup.exe，此时即可以在打印机一栏看到名为 POS58 Printer 的打印机，当然你也可以对该打印机重命名。

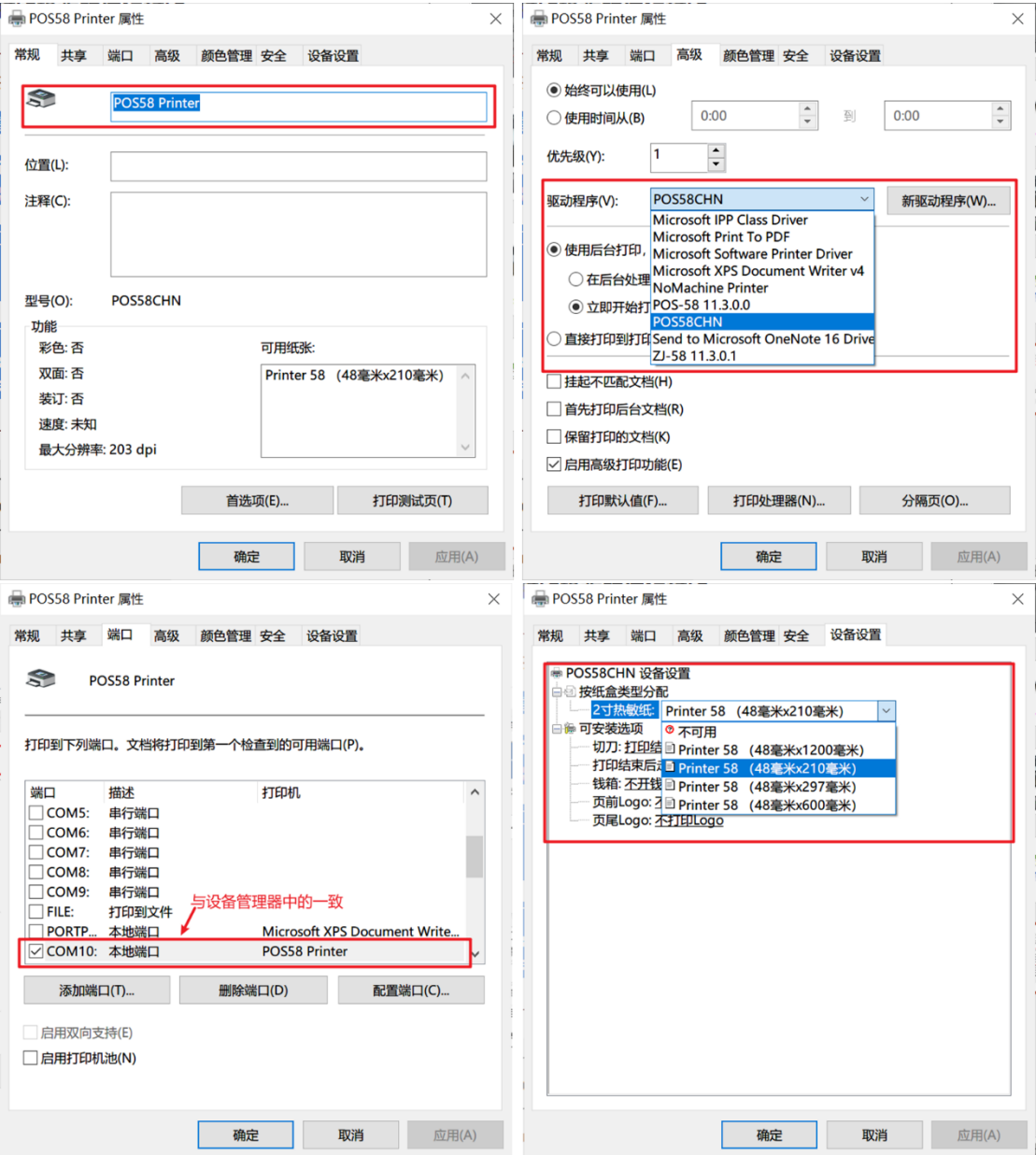


图 6 打印机设置。在打印机管理界面中“常规”标签可以设置打印机名称，“设备设置”标签可以设置热敏纸大小，高级中可以设置驱动程序。注意在端口页面中选择和设备管理器中的串口号一致。

Office 打印设置

我这里以 Office365 为例，安装之后可以在“布局”标签中选择预置纸张大小-4.8*21cm，



由于 58mm 热敏纸可打印区域为 48mm，所以设置页边距为 0 即可。

图 7 Office 设置及打印效果。

Linux 下作为打印机使用

Linux 下可以参考 Adafruit 的教程《Networked Thermal Printer using Raspberry Pi and CUPS》，使用 cups 配合 ZJ-58 驱动文件来进行打印，不再赘述。

2.4 打印方法 2：使用 ESC/POS 控制指令打印

ESC/P 打印机指令集介绍

Epson Standard Code for Printers, 简称 ESC/P, 是爱普生开发的一套打印机控制指令，主要用于针式、喷墨打印机和热敏收银打印机。时至今日，仍然被诸多打印机厂商所广泛支持。ESC/P 有很多子集，例如 ESC/P-R 主要用于爱普生喷墨打印机，ESC/POS 主要用于控制收银机。

使用 ESC/POS 指令集，可以通过串口通信，直接向热敏打印机发送指令，不需要系统运行完整的操作系统，对主机的硬件性能要求小，只需要如 Arduino 之类的单片机就可以，所以市面上采用这种方式的比较多。相对于上文的驱动模式，缺了些方便，那么打印效果如何呢，我们也一并来看。这里我在 LattePanda 上使用 python-escpos 库来简化操作，免于记各种复杂的 ESC/POS 指令，在获得灵活性的同时，也降低了使用门槛。

安装使用 python-escpos

这里以 Ubuntu Linux 为例，在 Windows 下也是差不多的。

```

1. # 安装 Python3 和 pip
2. sudo apt install python3 python3-pip
3. # 安装 python-escpos 库（使用第三方镜像加速下载）
4. python3 -m pip install python-escpos -i http://mirrors.cloud.tencent.com/pypi/simple --
   trusted-host mirrors.cloud.tencent.com

```

如果安装成功没有报错的话，下一步我们介绍如何初始化设备并打印“hello world!”。好在官方有非常详尽的文档可供参考，注意该库不同版本间部分函数可能不通用。该库文档地址如下：

<https://python-escpos.readthedocs.io/en/latest/user/usage.html>

官方介绍了多种模式来初始化热敏打印机，从而可以进行控制发送命令，包括：USB、Serial、Network、File、Dummy 等。我们这里选择 USB 模式，通过 `lsusb` 命令获得该打印机的 ID 067b:2303，我们需要获取一下参数，方法如下：

```

1. sjqlwy@LattePanda:~$ lsusb -vvv -d 067b:2303 | grep iInterface
2.     iInterface          0
3. sjqlwy@LattePanda:~$ lsusb -vvv -d 067b:2303 | grep bEndpointAddress
4.     bEndpointAddress    0x81  EP 1 IN
5.     bEndpointAddress    0x02  EP 2 OUT
6.     bEndpointAddress    0x82  EP 2 IN

```

其中 `bEndpointAddress` 选择前两个 `IN` 和 `OUT`。

```

1. sudo python3
2. from escpos.printer import Usb
3. p = Usb(0x067b, 0x2303, 0, 0x82, 0x02)
4.
5. p.text("Hello World\n")
6. p.text("你好，世界\n")
7. # gb18030 支持繁體字
8. p.codepage = 'gb2312'
9. p.text("你好，世界美麗新世界\n")

```

测试过程中出现第一个问题，打印中文会出现乱码，设置 `codepage` 可以解决。具体按下不表。

```

1. # 打印条形码
2. p.barcode('1324354657687', 'EAN13', 64, 2, ", ")
3. # 打印 QR 二维码
4. content = "https://www.cnblogs.com/sjqlwy"

```

5. `p.qr(content, size=13)`
6. `# 打印图片，注意需要预处理好，最大 384*384，否则会出现乱码。`
7. `p.image("32.png")`

至此，我们就基本掌握了这个库的使用方法，下面可以大显身手了，此外，我总结了一些使用中遇到的问题：

- 当打印机 USB 接口模式设置为打印口时，上述方式同样可以得到相关参数并进行初始化，但是打印过程中会有问题。所以建议 USB 接口固定以串口模式使用。
- 同上，使用打印口模式，可能打印的图像只有 255 像素高。
- 代码注意中英文标点
- 打印的图片需要预处理好，太大会打印乱码，此时拔掉打印机电源来省纸
- 请购买品质良好的打印纸，我这个就不行
- 如果出现有时候正常打印图片，有时候又是乱码，请设置 `image()` 的 `printing implementations` 参数，我这里使用的 `impl='bitImageColumn'` 正常，具体移步 <https://python-escpos.readthedocs.io/en/latest/user/methods.html> 获取更多帮助。
- `font A` 和 `font B` 主要是不同大小的英文字母，中文没有 `font A/B` 的区分

如何打印效果最好？

打印文字的时候，驱动/指令集方式打印出来的效果区别不大，但是打印图片的时候区别很明显。于是我们测试一下多种打印图片的方式，对比何种方式效果更好一些。

- ✧ 使用 Office365 打印，RGB 颜色模式，页边距 0000，纸张大小 4.8 * 21cm
- ✧ 使用 Photoshop CC 打印，RGB 颜色模式，203 DPI，画布大小 4.8 * 4.8 cm
- ✧ 使用 Photoshop CC 打印，灰度模式，203 DPI，画布大小 4.8 * 4.8 cm
- ✧ 使用 Python ESC/POS 库打印，RGB 颜色模式，会调用 PIL 库进行处理



图 8 不同打印方式的打印效果对比。

小结：

效果细节对比的主观感受：PythonEscpos > PS_WB > Office365 > PS_RGB。使用 ESC/POS 指令打印图片还原度最高，其余使用驱动打印出来的颗粒感很重，其中 PhotoShop 等图片编辑查看软件打印出来的保留细节比较多，转换成灰度模式后打印效果会提升。综上，使用驱动直接打印主要是方便，但是打印效果稍逊。

Tips:

是否支持繁体字打印

该热敏打印机产品介绍页面提到打印机支持 gb2312 而没说支持 gb18030 字体编码集，测试方法是打印一个在 gb18030 但不在 gb2312 字符编码集中的字符。这里找到一个宝藏网站：千千秀字，可以查到国标一二级字库，在汉字字符集编码查询中找到一个生僻字确认一下。输入选择汉字，我们输入“美麗”，然后可以看到后者在 GB18030，但不在 GB2312 编码集里。

建立配置文件

我们上面使用打印机要进行初始化，查看文档可知，还有一种直接加载配置文件的方法，这里有一个开放的数据库，记录了多个不同型号的热敏打印机所支持的特性。有两个问题，一是如何得知我们的打印机支持哪些功能特性，二是如何建立配置文件。

ESC/P 指令集进阶知识

- What is ESC/POS, and how do I use it?
- <https://en.wikipedia.org/wiki/ESC/P>

如何查找帮助（推荐）

由于 `python-escpos` 库更新频繁，很多方法、参数可能会有变动。当你遇到各种 `no method` 报错时，可以参考以下方法获取最新的用法。

```
1. sudo -E python3
2. from escpos.printer import Usb
3. p = Usb(0x067b, 0x2303, 0, 0x81, 0x02)
4. # 查看对象包含的方法
5. >>> print(dir(p))
6. ['__abstractmethods__', '__class__', '__del__', '__delattr__', '__dict__', '__dir__', '__doc__', '__eq__', '__format__', '__ge__', '__getattr__', '__gt__', '__hash__', '__init__', '__init_subclass__', '__le__', '__lt__', '__module__', '__ne__', '__new__', '__reduce__', '__reduce_ex__', '__repr__', '__setattr__', '__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__', '__weakref__', '_abc_impl', '_image_send_graphics_data', '_int_low_high', '_raw', '_send_2d_code_data', 'barcode', 'block_text', 'cashdraw', 'charcode', 'close', 'codepage', 'columns', 'control', 'cut', 'device', 'hw', 'idProduct', 'idVendor', 'image', 'in_ep', 'line_spacing', 'open', 'out_ep', 'panel_buttons', 'qr', 'set', 'text', 'timeout']
7. # 查看方法的可用参数，不同打印机可能不一样，使用方法参考官方文档，但是以下面显示的为准
8. >>> print(help(p.set))
```

小结

- 使用 `python-escpos` 库控制热敏打印机，灵活性更优，打印效果更好
- 建议使用 USB 接口绑定 串口 模式，避免出现各种问题
- 虽然可以使用自动缩放，但是提前设计好打印内容最终结果更美观
- 打印图像时好时乱码请选择合适的 `impl` 参数
- 官方文档是宝库，但是也是有错误，出现问题请参考帮助文档

3、项目：摆地摊排队取号器

介绍完热敏打印机的基本使用之后，这里我分享一个小项目，缘由是今年年中国家推广地摊经济，和老婆去逛夜市的时候，走到一家卖烤冷面的小摊点，他家有一台取号机，就是使用热敏打印机定制打印内容，取号机有两个按钮，其中一个按一下会自动打印号码。分析了一下原理，回去准备自己也做一个摆摊用。先设计一下号票：

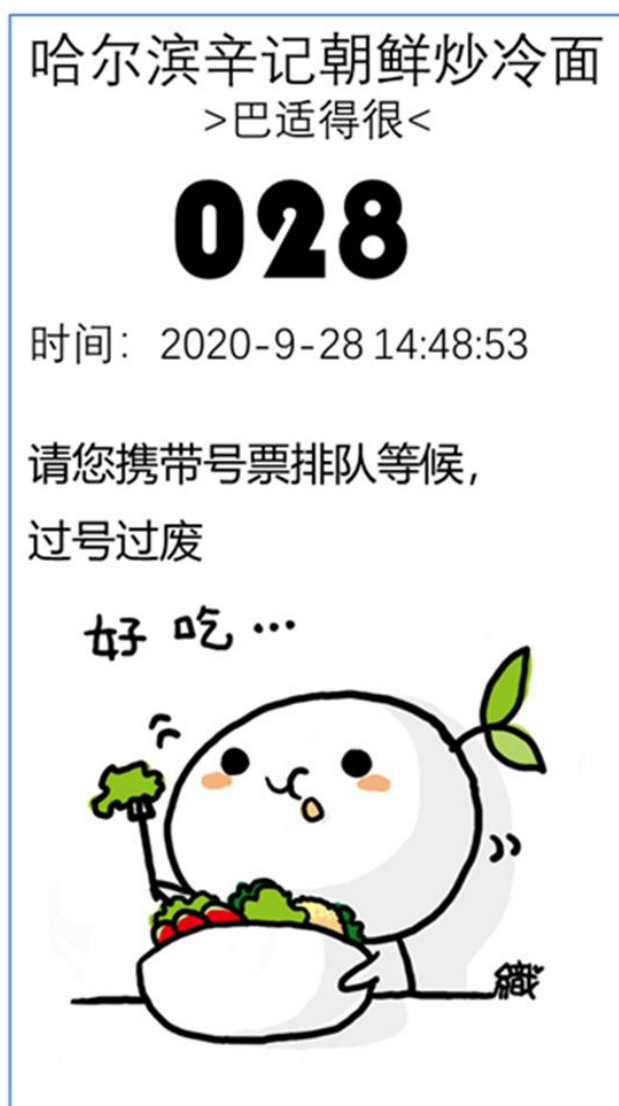


图 9 号票设计图和打印效果。

Plan A

文字用 `text()` 打印, 图像用 `image()` 打印。需要设置文本格式时 (大小、粗细等), 使用 `set()` 函数。

问题:

- ◆ 该打印机有闪存芯片用于存储默认打印参数, 比如居中、字号、加粗、下划线等
- ◆ 每次修改完参数后, 需要延迟数秒来生效
- ◆ 频繁修改打印参数可能会烧坏闪存芯片

综上, 导致此方案会使一张小票需要很长时间才能打印出来, 而且还有烧坏闪存芯片的风险

Plan B

将小票内容生成后，转换为图像格式，使用 `image()` 打印，比如借助 PIL 库，这个方案大家可以自行尝试

Plan C

固定不变的部分用图像显示，可变部分用文字，比如这张小票，编号和时间是可变部分，其他都可以使用图像，大大减少闪存读写。代码如下：

```
1. from pyfirmata import Arduino, util
2. from datetime import datetime
3. from escpos.printer import Usb
4. import time
5. # from tinydb import TinyDB, Query
6.
7. # db = TinyDB("/home/xin/Projects/Lshop/db.json")
8. # parcel = Query()
9.
10. p = Usb(0x067b, 0x2303, 0, 0x81, 0x02)
11. p.codepage = 'gb18030'
12. board = Arduino("/dev/ttyACM0")
13.
14. n = 0
15. def Label(n):
16.     p.image('/home/xin/Pictures/label-head.png', impl='bitImageColumn')
17.     time.sleep(1)
18.     p.set(align='center', font='b', text_type='B', width=4, height=4)
19.     p.text(str(n) + '\n')
20.     p.text("\n")
21.     time.sleep(5) # Sleep to prevent printer buffer overflow
22.     p.set(width=1, height=1)
23.     p.text('时间: ' + datetime.now().strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S') + '\n')
24.     p.image('/home/xin/Pictures/label-bottom.png', impl='bitImageColumn')
25.     # content = "https://www.cnblogs.com/sjqlwy"
26.     # p.qr(content, size=13)
27.     p.cut()
28.
29. while True:
30.     reading = board.digital[2].read()
31.     if reading == 1:
32.         n = n + 1
33.         Label(n)
```


最终，我们实现按一下按钮，就会自动打印号票的功能，后续可以使用数据库保存每天的编号记录，继而添加统计分析功能。除此之外，也可以绘制曲线，打印表格，实现更多创意。以上就是这段时间学习的内容，有些细节没有详述，欢迎大家与我交流。