

DIY 版简易零边距扫描仪之玻璃夹子方案

作者: strnghrs

Email: stronghorse_mj@hotmail.com

主页: <http://www.comicer.com/stronghorse/>

=====

更新历史

2015.01.03

增加附录一

2014.12.7

增补“方案组装过程”的注意事项。

增补“操作说明”章节，后续章节号顺延。

在“图像处理”中增补对高斯模糊的说明。

在“相机控制”中增补定时快门线的设置说明。

2014.12.3

对方案进行优化，并介绍更多的细节

增加佳能 G16、三星 Galaxy SII、苹果 iPhone 5S 拍摄的例子照片及其处理参数

重新拍摄佳能 A570 的例子照片并简化了处理参数

改成 PDF 版公开发行

2014.11.11

初次对方案进行简略介绍

提供佳能 A570 拍摄的例子照片及其处理参数

首发于 readfree 论坛

=====

目录

一、整体方案

二、方案效果展示

三、方案部件

四、方案组装过程

五、操作说明

六、相机控制

七、图像处理

附录一、用 CHDK 控制佳能数码相机

=====

一、整体方案

改进后的简易版 DIY 零边距扫描仪整体方案如下：



与上一版相比，做了如下改进：

- 1、调整了灯光照射角度，减轻了照度不均匀现象。在后面我会给出灯光摆放的图示。
- 2、在玻璃板右侧加了一块硬纸板，能遮挡一部分玻璃反光，同样有助于减少照度不均匀现象，同时还能防止 C 形木工夹子的扳手划到玻璃。
- 3、相机比以前凑得更近了。与区区镜头畸变相比，能获得更多的有效像素显然更重要。

当然，原方案中的所有特点仍然保留：

1. 真正的零边距，无论多厚的书籍，都不需要担心中缝出现阴影、变形。
2. 书页位置基本保持不变，因此批量裁边比排版扫描仪容易得多。
3. 劳动强度和平板扫描仪差不多，但速度比平板扫描仪快得多，而且绝大部分时间都花在翻页、定位、压平上，真正的拍摄时间只有相机“咔嚓”一下，1 秒不到。可以说扫描速度完全取决于翻页的速度。
4. 受力比平板扫描仪更合理，尤其是对于小开本书籍：某些书由于装订的原因，书页不平整，会出现横纹，用平板扫描仪的时候，压迫的力量集中在书脊上而不是页面上，所以不能压平这种横纹，扫出来的文字行会出现波纹。本方案手掌压迫的力量直接作用在所拍摄书页的背面，小开本的书一巴掌下去啥纹都平了。而且眼睛能直接看到书籍的拍摄表面，如果发觉有问题可以调整一下，然后安心地等待下一个快门周期的到来。
5. 无论是使用还是收纳，占地面积都很小，没有必要像平板扫描仪一样在桌面上专门腾出一块地方来摆放。
6. 除玻璃外所有部件均可用低廉的价格在淘宝上买到，组装过程只要会拧螺丝即可，拍摄所用的手机、相机也可以用家里淘汰不用的低端产品。

该方案适用人群：

1. 手上有闲置的数码相机（DC）、能拍照的手机。毕竟专门为拍书买个相机有点不值当，但现在随着数码单反的平民化和手机更新换代周期的缩短，很多

家庭以前购置的小 DC 就成了鸡肋，闲置手机也在增多，正好可以废物利用。

2. 有一定的动手能力，至少“武”能拧螺丝，“文”能用 ComicEnhancer Pro（以下简称 CEP）这样简单的软件进行图像处理。
3. 有图书电子化的欲望，并愿意把成果与他人共享。乔布斯曾经有一句名言：“你是想卖一辈子糖水，还是想改变世界？”。其实电子书也一样：你是想当一辈子乞丐，还是想让这个世界更美好？

该方案绝对原创，我在 www.diybookscanner.org 上也没有见过相同的方案。从后面我提供的例子看，拍摄 32 开、大 32 开、16 开的书籍没啥问题，不论是用相机还是手机。

当然，这个“没问题”是建立在后期图像处理基础上的，所以说软件很重要，但掌握软件的使用技术更重要。真正对此有兴趣的应该按照我给出的参数进行实际处理操作，以培养经验值。更多的 CEP 处理教程见这里：

<http://www.comicer.com/stronghorse/water/software/cep/index.htm>

二、方案效果展示

拍摄后的照片及其用 CEP 处理的参数见这里：

<http://pan.baidu.com/s/1gdu02xt>

该共享文件夹内有如下几个文件，可以根据兴趣选择下载：

- Canon A570.rar: 用佳能 A570（700 万像素，2007 年上市）相机拍摄的书籍照片。
- Canon G16.rar: 用佳能 G16（1200 万像素，2013 年上市）相机拍摄的书籍照片。G16 相机由 goldenbook 无私赞助，再次表示感谢！
- Canon G16 + GND.rar: 用佳能 G16 配国产渐变灰（GND）滤镜解决照度不均匀现象的尝试。
- iphone 5S.rar: 用 iPhone 5S（800 万像素，2013 年上市）手机拍摄的书籍照片。
- Samsung Galaxy SII.rar: 用三星 SII（800 万像素，2011 年上市）手机拍摄的书籍照片。
- 处理后的彩色图像.rar: A570、G16、5S、SII 拍摄的 16 开、大 32 开彩色书籍用 CEP 处理后的实际效果。性急的人可以直接看这个，但建议最好还是下载原始书籍照片后自己进行处理，这样才能看到逐步的处理效果，顺便练习一下 CEP 软件的使用技术。
- 处理后的纯黑白图像.zip: A570、G16、5S、SII 拍摄的 16 开、大 32 开、32 开纯文字书籍用 CEP 处理后的实际效果。
- 清晰版 PDG.rar: 上面拍摄的书籍页对应的清晰版 PDG，供有兴趣的人做对比。用 ComicsViewer 可以直接浏览，解压后可以用 SSREADER、UnicornViewer 浏览，也可以用 Pdg2Pic 转成图像文件或 PDF。

因为是例子，所以每本书都只拍了几页，并且在每个文件夹下都放了 CEP 的处理参数说明，有兴趣的可以自己按照说明中的参数对照片进行处理，然后与清晰版

PDG 进行比较。

另外我在用 A570 拍了两本 32 开的书籍做例子后就发现，用拍摄 32 开书做例子完全没有意义，因为实在是太容易了，所以后面的例子就都以大 32 开、16 开为例，不再包含 32 开的例子。

注意所有的纯文字书籍例子均以 600 DPI 为目标，一方面是因为我相信随着存储成本、网络带宽成本的不断下降和屏幕分辨率的不断提高，以清晰版 PDG 为代表的 300 DPI 必将被淘汰，600 DPI 时代终将会来临；另一方面是图像放大后再转成纯黑白，要比不放大直接转纯黑白效果更好。

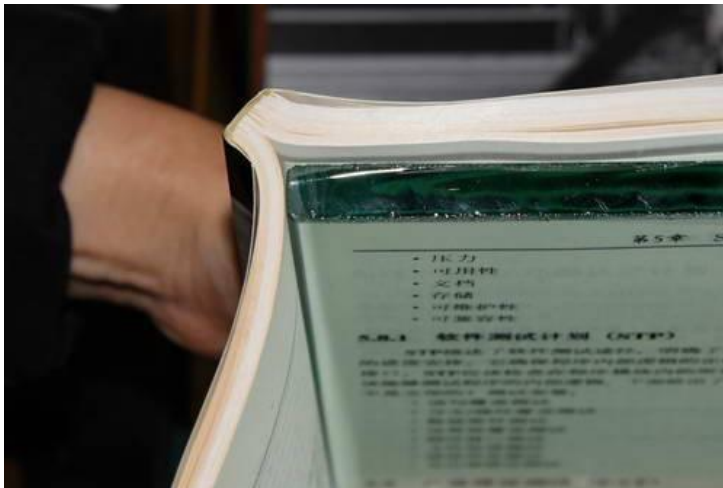
三、方案部件

本方案需要的部件包括玻璃、玻璃固定夹、C 形木工夹、灯光、相机、三脚架等。下面对这些部件进行简要介绍。

1、玻璃

玻璃的作用是压平书籍页面，使拍摄出来的书籍页面在照片中看起来平整、规则。

这里使用的是 10mm 厚的玻璃，可以让书籍的被拍摄面很好地贴合到玻璃上，不会出现平板扫描仪常见的中缝阴影，这是零边距扫描仪最基本的也是最大的特色：



刚开始我是在城里一家挂着“玻璃大全”的招牌、实际营业面积还没有我家阳台大的玻璃店里买的普通平板玻璃， $250 \times 340 \times 10\text{mm}$ 的一片就要我 15 元，老板还 JJYY 好像我占了天大的便宜，最后连倒角都是我自己拿块砂轮手工使劲蹭出来的。拍摄一段时间后我还是决定换成超白玻璃，在淘宝上询的价，到大兴一个小村庄里某工厂取的货， $300 \times 400 \times 10\text{mm}$ 的一片只要我 20 元，还是机器倒角、磨边。

把相同厚度的普通玻璃与超白玻璃并排放在一起，下面垫张白纸，其差距一眼就

能看出来——超白玻璃下面的纸张是完美的白色，普通玻璃则发绿。所以建议能买还是买超白玻璃吧，价格差距也不大。

2、玻璃固定夹

“玻璃固定夹”这个名称是从淘宝上学来的，要买当然是买免打孔的。总之只要以关键词“玻璃夹 孔”在淘宝上搜一下，出来的结果足够让您看到头晕。而我最终选择的是如下图所示的夹子，淘宝价格在 5 元左右，槽宽 10mm，标称能夹持 6~8mm 的玻璃。如果选择槽宽 12mm、标称能夹持 8~10mm 玻璃的夹子，价格会更贵一些，但完全没有必要：10mm 的槽宽其实是 10.2mm，夹持标称 10mm 厚度的玻璃完全没有问题，只不过螺钉露在外面的部分长一点而已。至于购买数量，本方案买两个就足够了。



上图的夹子在组装后，有一面会悬空，如下图所示。这样不仅消耗 C 形木工夹子的开口尺寸，而且时间长了还可能会因为变形而造成不稳。



所以我拿到路边一家装修店里，以一包香烟为代价请店老板用钢锯手工锯掉了悬空的那条边。铝材实在是太好锯了，我到隔壁烟店买烟回来的时间里，两个夹子就都锯好了，前后不超过两分钟。改进后的夹子夹持玻璃的英姿如下图所示，看起来稳当多了。



3、C 形木工夹

C 形木工夹如下图所示。我买的是 2 英寸的，淘宝价 5 元左右。买了 4 个，实际用了 3 个。这个东东就是个铁疙瘩，4 个正好 1 公斤不到一点，再多就要超重、加运费。



木工夹的型号是用英制的开口尺寸（夹持尺寸）表示的，1 英寸=25.4mm。我的桌面厚度 25mm 约 1 英寸，加上玻璃固定夹的原始厚度约 20mm，共约 45mm，比 2 英寸略少一点，所以选择了 2 英寸的夹子，到手后实测开口尺寸约 55mm。

4、灯光

灯本身并不难，有足够的亮度即可。我选的是 18W 节能灯，装在了一个摇摇晃晃的老台灯上。难的是调整灯光位置和照射角度，以尽量减少书籍页面上的照度不均匀现象，即在所拍摄的书籍照片上，靠近灯光的一侧与远离灯光的一侧看起来明暗差距不是太大。

从我的经验看，在垂直方向上，灯光应该与相机镜头一样，位于书籍高度的一半。而在水平方向上，灯光应该斜向照射，如下图所示。

- 手机不如相机：摄影对手机来说毕竟是副业，没法和专门用来拍照的相机比，否则相机市场早就是苹果、三星的天下，没有尼康、佳能、索尼什么事了。具体点说，手机受体积等限制，使用的是定焦广角镜头，而且边缘成像质量、广角畸变控制都不如相机。比如在我前面给出的例子中，16 开纯黑白图像处理完后，虽然文字很清晰，但手机拍摄的页面上端、下端文字行会出现不同方向的弯曲。相机一般都带变焦镜头，把镜头拉长一点后，镜头畸变就不是那么明显了。
- 经济型不如旗舰级：Gx 在佳能 PowerShot 系列中是旗舰产品，其效果比 PowerShot 系列中经济型的 Ax 强很多，所以 G16 拍出来的照片怎么看也比 A570 强。当然也不能忽视二者之间年代、主控芯片、像素、传感器尺寸的差异。

那么是不是说相机越高级越好，甚至用单反更好？我的回答是：不一定。我手上就有尼康今年 9 月刚上市的 D750 全画幅单反，我测试的结果是：单反并不适合拍书，尤其是全画幅单反。理由是：

1. 单反使用的是机械快门，由于磨损等原因存在寿命问题，在卖二手相机的时候，快门次数多的单反也卖不起价来。DC 由于使用电子快门，是用电流的通、断来控制感光时间，不存在任何机械运动，自然也就不存在啥子快门寿命问题。
2. “单反”名字中的“反”字，指的是相机中的反光板，按下快门后听到的“咔嚓”声，其实就是反光板翻转的声音。没有反光板的 DC、微单相机、手机的“咔嚓”声，其实不过是播放了一段单反相机的录音，让用户 happy 一下而已。反光板翻转不但会发声，还会引起相机机体内部震动。在把相机固定到三脚架上以后，因为手按快门引起的震动（手震）基本消除，但相机内部的震动（机震）无法消除。为了避免因为机震而造成照片模糊，快门速度应该尽量避免 $1/30 \sim 1/4$ 秒这个期间。而在灯光条件下，同时在为增加景深而采用小光圈的情况下，快门速度又恰恰容易落到这个期间，解决的办法就是拼高感。D750 这样的新锐拼高感问题还不大（但也不能无限制），D90 这样的老机就力不从心了。
3. 由于种种原因，单反拍书一般用景深较浅的中长焦，而且在相同视角下全画幅的景深比残幅的更浅，想保证景深只有收缩光圈，结果加剧上面说的快门速度和感光度问题。

总之，至少我自己是不会用 D750 去拍书的。不过如果有人手上有微单相机，不妨测试一下，也许效果会比旗舰级的 DC 更好。

至于某些人设想的用网络摄像头拍书，那个真的只能是设想而已，至少目前没有任何可行性。因为网络摄像头是针对网络视频传输的，分辨率如果太高会受到网络带宽等因素的制约，因此通常只有几十万的物理像素，能到一百万物理像素的已经算顶级产品了，广告宣传上所宣称的千万像素全是用软件插值出来的，对拍书没啥意义。

而对比 700 万像素的 A570、800 万像素的手机、1200 万像素的 G16 拍的书籍，可以发现在拍摄大开本书籍的时候，像素真的很重要，后期放大插值算法做得再

好，也不如传感器的物理分辨率更高来的强。

6、三脚架

这个没啥说的，如果没有一个稳定的支撑，拍书那真的是妄想。我自己用的是花两千多元买的碳纤维三脚架，但那是给单反用的，如果是给 DC、手机用，百元左右国产三脚架应该够用了。如果还想要更便宜的，万能的淘宝上也有充分的选择，价格便宜到你笑，但实际效果如何我就知道了，毕竟没用过：



翻拍架：



大力夹：



多功能钳式脚架：



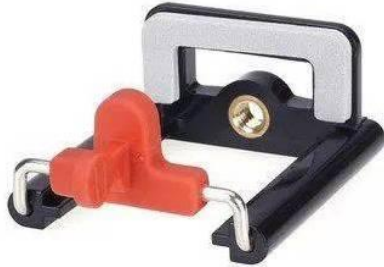
安防小支架：

在国外的 DIY 网站上还提倡自制三脚架。其实就是花点小钱买一个英制 1/4 吊环螺丝、一个平垫圈、一个蝶形螺母，然后你就可以在你能想到的任何板材上打孔，包括可乐瓶盖（然后在可乐瓶里灌水和沙子）、桌面、柜壁、室外天线杆等等，再把螺丝穿过去，用蝶形螺母对顶即可，长出来的螺丝用来拧相机。

扯远了，还是回到三脚架吧，毕竟正经的三脚架才是主流。选购三脚架的时候一般要注意：

- 1、高度。您不会想用三脚架的时候还要弓腰驼背地取景吧？当然如果选购的是简易版的或干脆就是 DIY 的，也可以用纸箱子等堆叠至合适的高度，反正在室内使用，不用担心被风吹倒。
- 2、支持的重量。用单反、大炮的时候这个问题很重要，用 DC、手机的时候可以忽略。
- 3、稳定性。同样对单反很重要，对 DC、手机不重要，只要保证竖拍的时候不会翻倒即可。摄影界传统的增加稳定性的做法是：在三脚架中轴下面吊重物，如吊一个装砂石的袋子。

手机上三脚架还需用专门的手机拍照夹子，我在淘宝上 2 元买的，貌似更便宜的店也有，不过我没仔细找。夹子的广告照片如下所示。注意是广告，实际到手的可能会没那么精致：



比较心烦的一点是：由于手机是定焦广角镜头，拍摄的时候要凑得很近，手机的棱边和上面这个夹子的金属条有时候会在玻璃上反光，使照片上出现亮条。我解决的办法是在我家旁边的杂货铺买了一卷黑色的电工胶带，每次截几厘米贴到手机边上和金属条上。一卷电工胶带 2 元钱，截个上百次应该没有问题。电工胶带也不太粘，完全没有必要考虑残胶问题。但如果是用相机拍摄，只要镜头拉长一点、离得远一点，就不会出现反光的问题。

四、方案组装过程

在准备好部件后，就可以进行组装：

1. 先在桌面上放一本书，厚度比玻璃固定夹的壁厚略厚。将来玻璃、书籍就靠这本书承重。我用的是在商场门口免费发放的宣传册，装帧那叫一个精美、结实、平整。
2. 在书旁边并排放好两个玻璃固定夹。
3. 把玻璃放进玻璃固定夹。由于步骤 1 中放的书比夹子的壁厚略厚，因此玻璃在夹子里其实是悬空的。
4. 拧紧夹子上的螺丝固定玻璃。
5. 用 C 形木工夹子把玻璃固定夹牢固夹持在桌面上，拍摄支架就算完成了，如下图所示：



然后就是摆放灯光、三脚架，开始试拍。建议在真正开始拍一本书前，先多试拍几次。我自己也是差不多拍了一周后才找到感觉的。

注意事项：

1. 玻璃一定要牢牢固定住，因为拍摄时可能需要大力按压。这不是过家家，不要心存侥幸用一些不牢靠的手段代替稳固的夹持，然后四处抱怨说拍出来的页面不平整。
2. 不要试图用书页把照片撑满，要在周围留有一定间隙。因为在照片的边缘部分不仅图像质量会急剧下降，畸变也会更明显。把我提供的例子照片缩到全屏，即可看出有效页面在整张照片中所占据的比例。
3. 如果你觉得你拍出来的照片效果不够好，直接在自己身上找原因可能比在设备身上找原因会更有效率一点。阁下的相机再滥能有 A570 滥？手机再老能有 SII 老？再说照片并不是全部，还有后期的图像处理可以补救，参见我前面提供的例子及处理参数。

我在前面提供的所有例子照片均为原片，找个有良心的 EXIF 查看器（我习惯用 ACDSEE PRO、exiftool）就可以看到所有的拍摄参数，包括拍摄距离等。

五、操作说明

组装好架子，摆放好灯光、三脚架、相机，即可开始拍摄。拍摄步骤大致如下：

1. 调整相机拍摄参数、相机控制参数。这个内容比较多，所以后面专门用一章的篇幅来讲解。
2. 逐页翻书、逐页拍书，拍摄书籍的一半。
3. 把书颠倒过来，逐页拍摄另外一半。
4. 拍摄完的照片导入电脑，把左、右两半书籍放到不同的文件夹下，用 CEP 分别处理，具体参考《ComicEnhancerPro 系列教程》中的教程九、十、十一。在本文后面也会用一章对本文例子中的 CEP 处理参数进行解释。

在拍摄时，需要双手并用保证被拍摄的书页平整地压在玻璃上。以本文开始处整体方案照片中的位置为例：

- 左手先用四指压迫被拍摄书页，拇指压迫书脊，使书的中缝紧贴玻璃边缘，然后左手掌向前滑动，压迫被拍摄书页。
- 对于小开本书籍，左手五指张开，按在书籍背面的中央位置。对于大开本书籍，在书页纸张较薄、较软时，右上角容易耷拉下来，右下角则容易被压垮，因此需要把左手掌向右下移动，保证右下角的平整，同时用左胳膊压迫右上角，保证右上角的平整。
- 右手应以一定的力度往斜前方拽非拍摄面的书页，使被拍摄面的中缝部分紧贴玻璃，避免变形。

从上面的说明看，拍摄的时候玻璃受力不小，所以前面一再强调必须牢固固定玻璃，否则根本撑不住。

六、相机控制

在专门讨论 DIY 扫描仪的网站 www.diybookscanner.org 上对拍摄控制提出了很多方法，仅快门线就有自制红外快门线、手按快门线、脚踩快门线等。各种快门线，包括 iPhone 的快门线在淘宝上都能买到。不过相对于人工控制的快门线，我个人更倾向于用软件自动控制。

刚开始的时候我曾经考虑过用运动检测（motion detection）算法自动控制快门，就是由控制软件通过实时抓取图片，对翻页活动进行检测，发现翻页后自动拍摄。后来试了几次发现实际拍书时经常需要对书页位置进行微调，而运动检测对于微调的阈值不好掌握，所以才坚定不移地采用了最简单同时也是最可靠的定时间隔拍摄，即指定间隔时间，比如说 7 秒，然后相机每 7 秒拍摄一张照片，直到你不想再拍下去。这个间隔时间基本上都花在翻页、定位、压平上，真正的拍摄时间只有相机“咔嚓”一下，1 秒不到。

对于佳能 A570，我在相机里装了一套 CHDK 软件，然后就用 CHDK 自带的间隔拍摄脚本即可。在 PC 上再装一套 CHDK 官方客户端，连相机控制、照片传输功能都有了。另外 A570 本身以“电老虎”著称，CHDK 官方客户端采用轮询方式检测设备也很耗电，所以我又在淘宝上给 A570 买了一个国产的电源适配器，45 元包邮。CHDK 的安装、使用是一个技术活，详见附录一。

佳能 G16 由于采用的是较新的 Digital 6 主控芯片，目前 CHDK 暂未支持，所以我在淘宝上买了一个有间隔拍摄功能的定时快门线，加上一对 7 号充电电池、邮费一共 68 元，淘宝上的广告图片如下图所示。注意这是广告，实际产品没那么精致，但也完全够用了。理论上说只要相机提供快门线接口，就可以用这种定时快门线进行间隔控制，实际上不同品牌、型号的相机可能需要不同的插口，厂家提供多种插口供选择。G16 的电源适配器价格稍贵，国产的 98 元包邮。



液晶屏上方的文字就是该定时快门线的选项：

- **Delay:** 开始拍第一张照片前的等待时间。这段时间就是你按下快门线的启动/停止键后，从相机前走到桌子前，把书准备好开始拍照的时间。我设置 7

秒。

- **Long:** 曝光时间。因为我用的是相机自己的曝光设定，所以设置为 0。
- **Intvl (Interval):** 间隔时间，我设置 7 秒。
- **N:** 拍摄张数。我设置[--]，即不限制拍摄张数，一直拍下去直到我自己过来按下快门线的启动/停止键。
- **声音:** 就是“滴滴”声，关了它。

至于尼康 D750 单反，则是自身就带间隔拍摄功能，不需要借助任何第三方的软件或硬件。据说早期佳能的相机也都带间隔拍摄功能，但不知道为什么后来全取消了，才给了其他厂商机会，而尼康却一直坚持到现在。

相机一般的设置是：

1. 对于变焦镜头，先在墙上贴一张坐标纸，用铅笔标出 A4 纸大小的区域边界及中心位置，然后用不同焦段拍摄，找出变形最小的最短焦距。我测试后为 A570 选择的是 16mm 物理焦距，为 G16 选择的是 85mm 等效焦距。对于装了 CHDK 的 A570，在 CHDK 的菜单里选一下即可在液晶屏上显示当前镜头的物理焦距。对于 G16，在自定义菜单里将前拨轮指定为 ZOOM 功能，然后转动前拨轮改变焦距，在液晶屏上就会显示当前镜头的等效焦距。如果实在不想这么累，也可以简化：用瓶子把一本书顶在玻璃板上，然后拨动相机的变焦杆，先从广角端开始，看液晶屏上书籍四条边的变形情况，通常广角端时四条边弯曲成鼓形，随着镜头拉长，鼓形逐渐不明显。鼓形最不明显的最小焦距就是最佳焦距，因为焦距太长就只能离书较远拍摄，会导致采光不足。注意在测试的时候每次拨动变焦杆都要改变相机位置，使书在液晶屏上占据的面积保持不变，才具有可比性。当然如果是定焦镜头，就不存在选择焦距的问题了，也根本没得选。
如果是认真的人，在拍坐标纸的时候还可以结合光圈变化，看一下在同样镜头焦距下，不同光圈下的边缘成像质量或景深。
2. 手动对焦。每拍一张就自动对一次焦，不仅浪费时间，而且在某些带插图的书上甚至可能因为插图的影响而无法自动对焦，造成照片模糊。带对焦辅助灯的还会损伤寿命、增加耗电。G16 这样的相机其实可以取巧：先用自动对焦功能准确对焦，然后赶快按下手动对焦按钮并选择 OK，即可锁定先前自动对焦的结果。如果相机本身实在没有手动对焦功能，就选择中央对焦，避免实际对焦点落到书外面去。
3. 手动设定曝光相关系数。在 A570、G16 上我都在手动(M)模式下选择 ISO 80、光圈 F7.1（最小光圈 F8 往回收一点），然后半按快门看自动测光结果，再增加或减少快门速度。佳能相机在手动模式下也会报告当前的曝光参数组合是欠曝还是过曝，所以没有摄影知识也可以放心使用手动功能。如果相机本身实在没有手动曝光功能，就选择中央重点评价测光，让测光以所拍摄的书页为准自动测光。
4. 手动选择白平衡，节能灯我选的是“荧光灯 H”。这个不是必须的，佳能的自动白平衡对付这种情况应该没啥问题，我只是想避免极端情况而已。
5. 上了三脚架就用不到影像稳定器或防抖功能了，关闭之。
6. 关闭照片回显功能，节约一点时间。

在三星 Galaxy SII 上我选择的是安卓手机界著名的拍照软件 Camera FV-5，该软件提供间隔拍摄（Interval）功能。注意一定要用付费版，因为按照其官方文档说明，免费版会对照片分辨率进行限制。

在 iPhone 上我用的是免费的 Zitrr Camera。这个也有收费版，不过收费的那些功能据说主要是照片处理，对拍书没有用。

不知道是不是因为没有付费的原因，Zitrr Camera 导出的照片文件名并不按拍摄顺序排列，因此需要用其他软件将文件名更正过来。我自己开发的 UnZitrr 是用照片的 EXIF 中存储的时间作为依据，按照 6 位数字对照片进行重命名。iPhone EXIF 中存储的时间不是年月日或时分秒，而是自从手机开机以来直至拍照时所经过的时间，用 exiftool 可以看到。但是按照 exiftool 源代码中的注释说明，这个时间字段是从 iPhone5 iOS7 开始有，所以我不确定 iPhone5 之前的手机如果也用 Zitrr Camera 拍照，还能不能根据这个时间来重新命名文件。另外手机如果关机再开机，这个时间会重新计数，因此需要重新命名的所有文件必须是一次拍完，中间不能因为关机、开机而中断。可见开始拍照之前先充满电，或插着 USB 电源拍照是多么有必要。有需要的可以到我的网站下载 UnZitrr：

<http://www.comicer.com/stronghorse/software/exe/UnZitrr.zip>

软件使用方法太简单，扫一眼就知道了，没有必要写说明书。

另外 Zitrr Camera 没有自动保持开机功能，因此在拍摄前需要先在系统设置中，把“自动锁定”设置为“永不”，否则拍摄过程中将会因为系统锁定而造成拍摄中断。

无论在安卓上还是在 iOS 上，我选择相机控制软件的基本要求是：

1. 具有间隔（Interval）拍摄功能，没有这个功能的应用根本就没有意义。
2. 具有对焦锁定（AF-L）功能，这个是必须的。每拍一张就自动对一次焦，不仅浪费时间，而且在某些带插图的书上甚至可能因为插图的影响而无法自动对焦，造成照片模糊。一般都是点一下屏幕中央自动对焦，再点一下锁定对焦。
3. 具有曝光锁定（AF-E）功能，理由同上，毕竟照片忽明忽暗的处理起来也不方便。
4. 具有白平衡锁定功能。这个能有当然最好，没有也可以忍，毕竟在后期还可以校正。Zitrr Camera 最吸引我的就是它那准确的自动白平衡和白平衡锁定功能，至于啥“对焦点与测光点可以分离”等噱头，对拍书来说完全用不上，因为拍书的时候肯定是中央测光、中央对焦。

七、图像处理

照片拍出来以后，还要经过后期图像处理才能见人：看过前面我提供的例子照片就知道，18 瓦节能灯与灿烂的阳光完全不能比，因此拍出来的原片一般看起来比较昏暗，但用 CEP 处理后，其效果可以用“光焰四射”来形容，所以说软件很重要。

例子提供的 CEP 处理步骤一般包括：

1. 切边，包括自动纠斜。纯文字书籍还需要指定纸张尺寸，并把分辨率设置为 600 DPI。彩色书籍由于没有白边，图案直接延伸到页边，所以页面大小就指定为内容框大小，图像缩放也以 300 DPI 为准，再大则文件长度膨胀太厉害。由于本方案玻璃位置固定不变，与玻璃边缘接触的书籍中缝位置也就不变，因此与普通平板扫描仪相比，批量裁边是一件很容易的事情。
2. 照度修正。我一直认为，没有照度修正功能的图像编辑器都是针对常规照片的编辑器，只有具备照度修正功能的编辑器才是专门针对扫描电子书的编辑器，所以砸锅卖铁也要在 CEP 中加入这个功能。
3. 自动对比度。通常经过照度修正、自动对比度后，纯文字书籍就差不多干净了。
4. 如果有必要，用对比度、Gamma 校正等调整颜色的浓淡。
5. 对于纯文字书籍，指定色彩为纯黑白，算法选 Otsu 或 Wolf，要实际看效果才能决定。然后再加一点高斯模糊，磨平笔画边缘的“毛刺”。
6. 对于彩色书籍，通常用表面模糊消除网纹、JPG 碎片等缺陷，用 USM 锐化使文字边缘更锐利。
7. 纯文字书籍减色成纯黑白后一律存储为 TIFF，以利用专门针对纯黑白二值图像开发的高效 CCITT G4 无损压缩算法。彩色图像还是存为 JPG 吧，这个比较均衡，JPG 质量系数没有必要超过 70%。

更多的 CEP 处理教程见这里：

<http://www.comicer.com/stronghorse/water/software/cep/index.htm>

附录一、用 CHDK 控制佳能数码相机

CHDK (Canon Hack Development Kit) 是一群技术狂在破解了佳能数码相机 (DC) 的固件后，自行推出的一款机内固件扩展，能实现佳能隐藏的或没有的功能。具体详见其官网介绍：

<http://chdk.wikia.com/wiki/CHDK>

官网首页上列出了 CHDK 支持的具体相机型号及其固件版本，请先核对您的 DC 是否在支持的清单上，如果不在就不必白费力气了。基本上目前支持的是采用佳能 Digital 3、4、5 主控芯片的 DC，对 Digital 6 的支持还在努力中，其他品牌的就别想了。

CHDK 的功能菜单多到令人眼晕，我用到的功能却很简单：

- 镜头焦距显示，即显示当前镜头的实际物理焦距或等效 35mm 焦距。不同焦距的镜头畸变程度也不同，因此在用拍坐标纸的方法找到镜头的最佳焦距后，每次拍书时都要先把镜头拉到最佳焦距再开拍。
- 电池电量。佳能原版固件会用图标显示电池电量，太过粗略，我装了 CHDK 后改为显示电池电压或电量百分比。
- 脚本执行。装了 CHDK 后，可以在相机上直接执行脚本，或从 PC 端推送脚本到相机端执行。脚本语言为 Lua 或 uBASIC，但又有所扩展和裁剪。我用的只是 CHDK 自带的定时拍摄脚本，没有自己写脚本。如果想自己写脚本或对更

多的脚本感兴趣，包括运动检测、包围曝光、焦点堆栈、闪电拍摄等，可以看这里：

<http://chdk.wikia.com/wiki/Scripts>

其中包含对 CHDK 所支持的 Lua 和 uBASIC 语言的说明，及大量的脚本示例。

- 支持 PTP 协议（Picture Transfer Protocol，图片传输协议）。目前佳能 DC 一般都会在产品说明书或产品介绍中声称提供 PTP/MTP 协议支持，但实际上绝大部分佳能 DC，包括我的 A570 在内，都只提供很有限的 PTP 支持，即只能保证在 PC 上浏览、传输、删除照片或视频，别的就别想了。而 CHDK 对佳能原有的 PTP 功能进行了扩展，允许在 PC 端对相机进行完全的远程控制：除基本的照片传输外，还包括改变相机模式、拍摄参数、远程拍摄等。CHDK 对 PTP 的扩展参见这里：

http://chdk.wikia.com/wiki/PTP_Extension

如果用两台相机同时拍摄书籍的两面，可能涉及到用 PTP 同步控制多台相机协同拍摄，参见这里：

http://chdk.wikia.com/wiki/Multiple_Cameras_using_CHDK

我自己没用到这么复杂，就是用 CHDK 的官方客户端 chdkptp 进行了简单控制，使正式开始拍书前的试拍过程更简单、方便而已，详见后面描述。

要使用 CHDK，当然第一步就是要在相机里安装 CHDK。在官网上提供了相关的安装指导，不过步骤太麻烦，我都是用现成的安装软件直接搞定：

1. 下载一套 Simple Tool for Installing CHDK (STICK)，官方主页：

<http://zenoshrdlu.com/stick/stick.html>

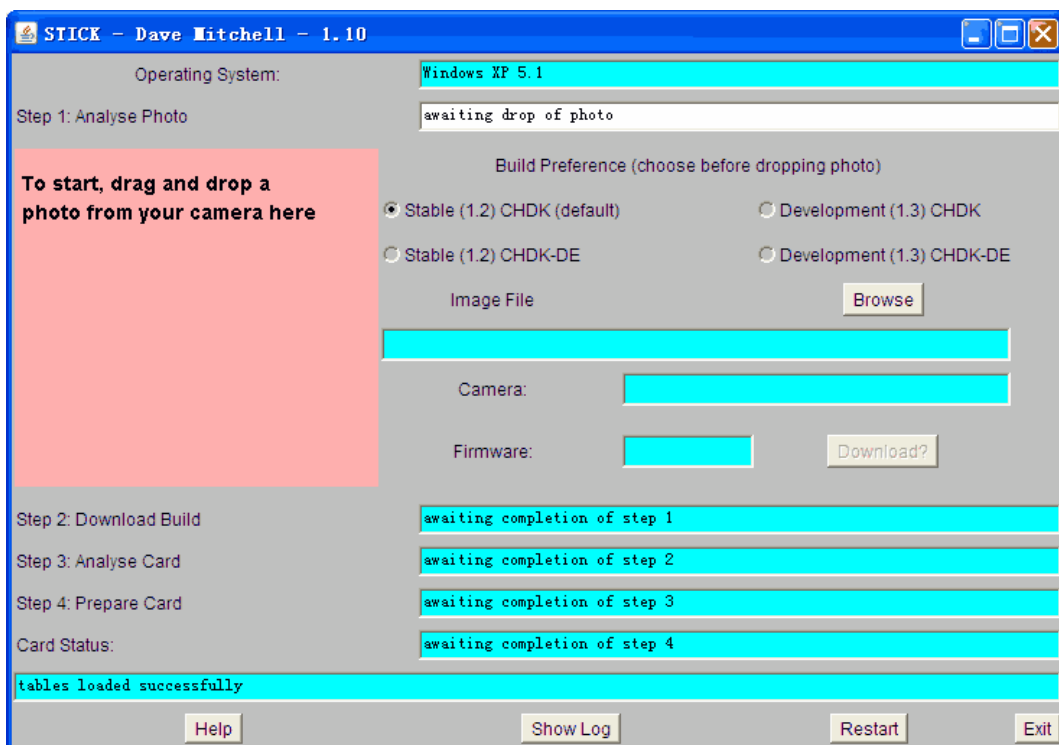
直接下载链接：

<http://zenoshrdlu.com/stick/stick.zip>

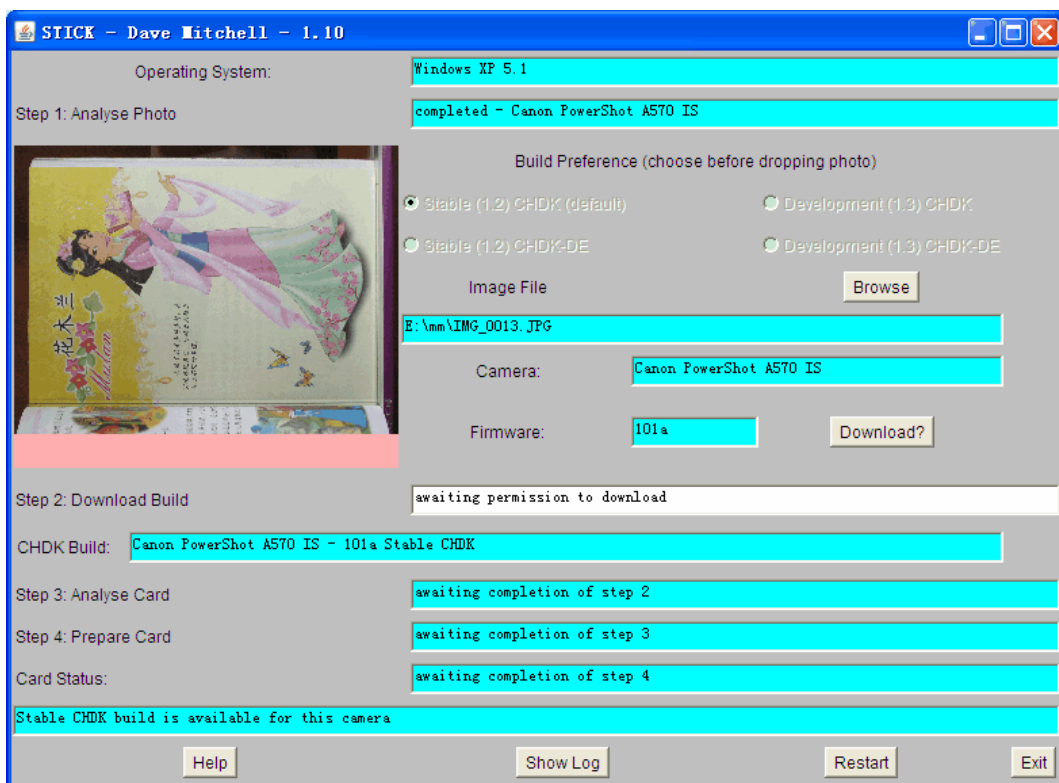
这是一个用 Java 写的软件，所以在开始运行前需先安装 Java 运行环境(JRE)，没有安装的请先到 Java 官网(<http://www.java.com/en/download/manual.jsp>)下载安装，32 位版即可：

<http://javadl.sun.com/webapps/download/AutoDL?BundleId=98426>

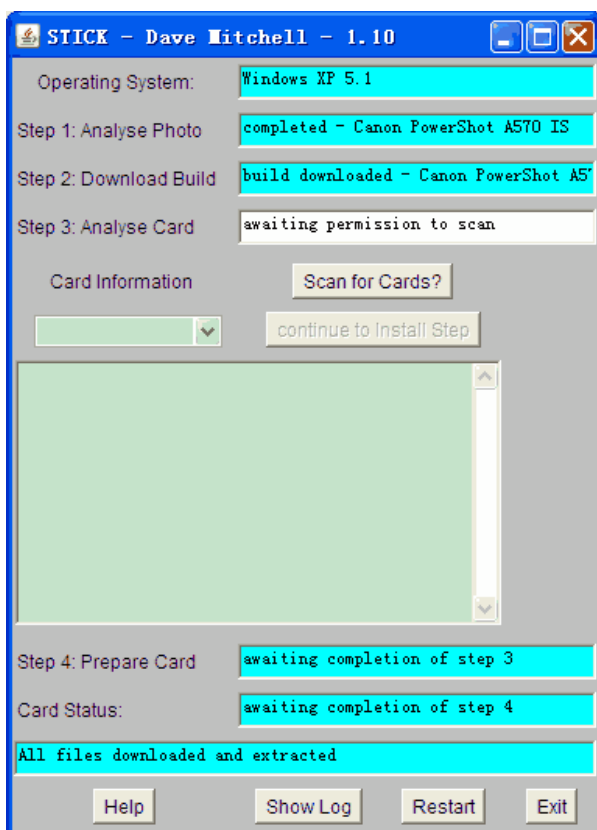
2. 用相机随便拍摄一张照片，存储为 JPG 格式，导入 PC。
3. 把 SD 卡从相机上拔下来，注意卡不能处于写保护状态，插入读卡器，接入 PC 的 USB 口。受佳能 Digital 芯片能力限制，SD 卡存储容量不能超过 4GB，否则就需要创建隐藏分区等，超级麻烦。其实对于平时的拍摄来说，4GB 可以拍摄近千张 JPG 图像，足够使用了。
4. 确保您的 PC 已经正常上网。
5. 安装完 JRE 后，解压下载到的 stick.zip，在 XP、VISTA 下鼠标双击 stick.bat 运行，在 Win7、Win8 下双击 stickx.cmd 运行。运行后先出来一个命令行窗口闪现一下，然后就是 stick 的界面：



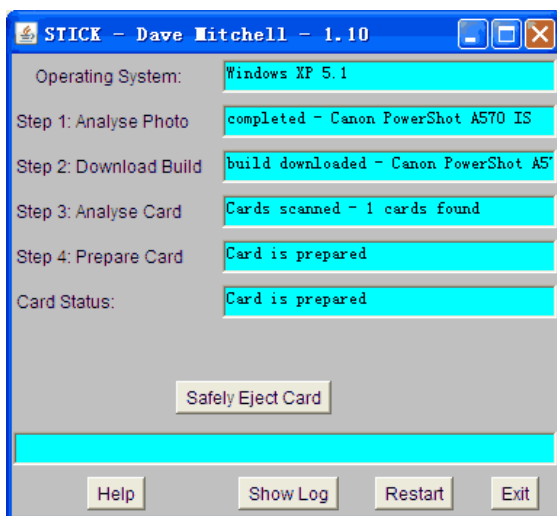
6. 把步骤 2 中导入的照片从资源管理器拖拽到 stick 的主界面上的红框处, stick 自动从照片中读取相机型号、固件信息, 并上网查询与该型号、固件版本对应的 CHDK 软件, 找到后界面变成如下图所示, 找不到则会告诉您找不到, 也就不必白费力气了。



7. 点击中部的“Download?”按钮, 自动弹出下载按钮, 开始下载相机对应的 CHDK 版本。耐心等待下载完成后自动关闭下载窗口, 弹出 SD 卡扫描窗口, 如下图所示:



8. 在 SD 卡已经插入读卡器并接到 PC 的 USB 口情况下，点上面界面中的“Scan for Cards”按钮，开始扫描 SD 卡。扫描到以后会在左侧的下拉框和大编辑框中显示 SD 卡信息，“continue to Install Step”按钮也从灰色变正常。
9. 点击“continue to Install Step”按钮，在弹出来的界面中点击“Install CHDK”按钮，开始安装 CHDK。如果有必要，安装过程中会自动对 SD 卡进行分区、格式化，然后往 SD 卡中写入引导信息，保证相机能用这张卡启动。注意在安装过程中需要耐心等待，不要随意中断 USB 连接或退出软件。
10. 安装完毕后，出现如下界面：



点击“Safely Eject Card”按钮，然后点击“Exit”按钮退出。

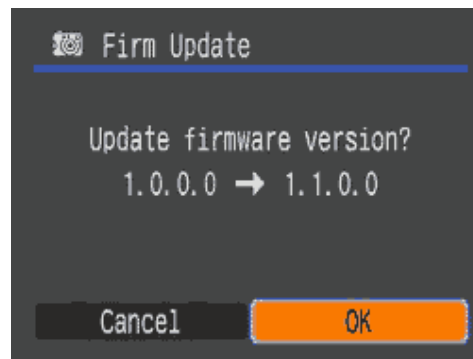
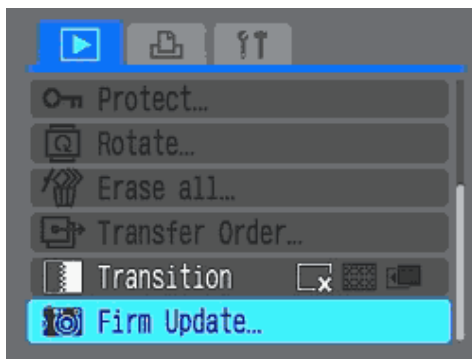
11. 关闭读卡器与 PC 的连接，拔下 SD 卡，安装完毕。

按照上面的步骤在 SD 卡里安装 CHDK 后，插入相机即可使用。在相机里有两种启动 CHDK 的方法：

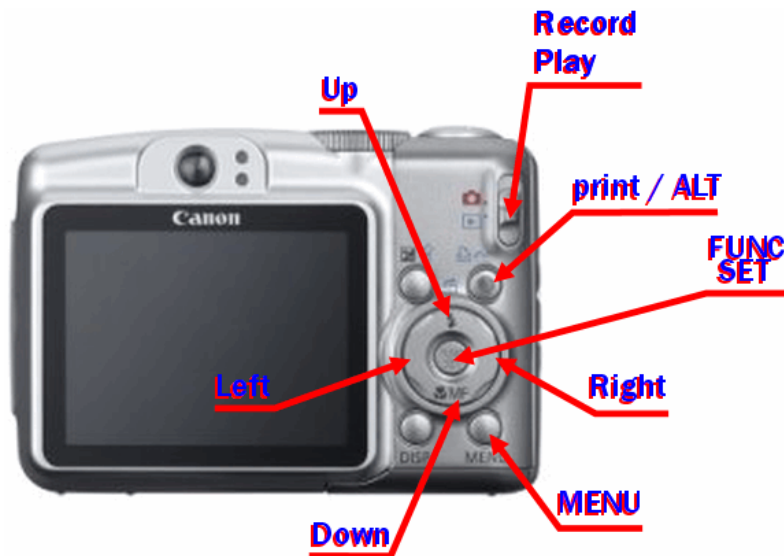
- 如果想每次开机的时候都自动启动 CHDK，则可以把 SD 卡的写保护开关（SD 卡侧边的小滑块，如下图所示）打开，使 SD 卡处于写保护状态，然后再插进相机的卡槽。由于 SD 卡处于写保护状态，因此删除照片的时候，只能用相机自身的删除功能，或者用 PC 端的 CHDK 客户端进行删除。



- 如果不想每次开机都启动 CHDK，则不要动写保护开关，直接把卡插进相机卡槽即可。这样正常开机的时候是看不到 CHDK 的启动画面的，如果想启动 CHDK，则需要把相机的模式开关拨到回放（Play），然后开机。开机后按一下菜单（MENU）键，然后按一下上箭头键或坚持按下箭头键到底部，看到一个“Firm Update...”项，按 FUNC/SET 键选择，出来确认界面后按右箭头键选择“OK”，再按 FUNC/SET 键选择，即可看到 CHDK 的启动画面。



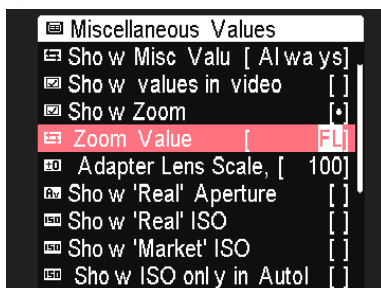
下图是从 CHDK 官网下载的一张佳能 A720 相机的背部视图，标注了其中常用的键所在位置，佳能 DC 的键盘布局基本上大同小异：



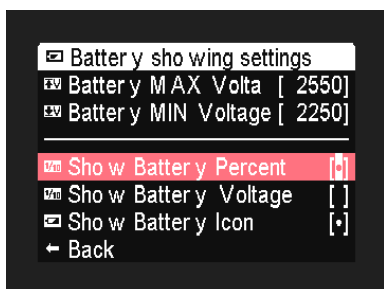
- 右上角那个能拨动的开关就是拍照/回放（Record/Play）模式选择开关，拨到上方是拍照（Record），拨到下方是回放（Play）。手工启动 CHDK 就要拨到下方回放位置后再开机、选择菜单。
- 拍照/回放开关下方印着打印机的那个是打印/换档（Print/Alt）键。在 CHDK 启动后，按这个键可以激活/关闭 CHDK 界面，或结束脚本运行。
- 下面转盘中心的小圆形按钮就是 FUNC/SET 键，在选择菜单时一般是当作 OK 按钮用。
- 转盘 4 个方向就是上、下、左、右四个箭头键。
- 右下角是 MENU 键，直接按下 MENU 键可以激活相机自身的菜单，按一下 Alt 键后再按 MENU 键，则激活 CHDK 自身的菜单。

按照我自己的习惯，第一次启动 CHDK 后，要先按下 Alt 键再按 MENU 键，调出 CHDK 的菜单进行设置：

- 选择大字号的字体。原始 CHDK 的字体字号比较小，在相机屏幕上可能挤成一团，需要选择更大字号的字体才好看。菜单：CHDK Settings->Menu Settings->Language & Fonts->Menu RBF Font，我选的是 Arial20.rbf，具体应该按照液晶屏的实际大小选择，反复试几次就知道了。
- 选择显示镜头物理焦距。菜单：CHDK Settings->OSD Settings->Miscellaneous Values，选择 Show Zoom，然后 Zoom Value 选择 FL（物理焦距）或 EFL（35mm 等效焦距）。



- 选择显示电池电压。菜单：CHDK Settings->OSD Settings->Battery，选择 Show Battery Percent（按百分比显示电池电量）或 Show Battery Voltage（显示电池电压），再选择 Show Battery Icon。

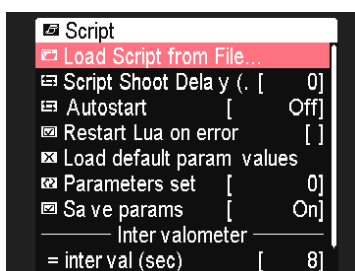


注意选择完成后，按 MENU 关闭菜单，还要再按 Alt 键退出 Alt 状态，否则会自动出现 CHDK 帮助菜单，如下图所示。另外选择完成后，所有选项都存储在 SD 卡里，只要不对卡进行格式化，就一直有效。

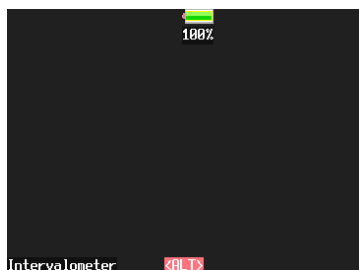


选择 CHDK 的定时脚本进行定时拍摄的步骤如下：

1. 在相机中的 CHDK 已经运行的情况下，拨动相机的 Rec/Play 开关，或在 chdkptp 界面点 Rec 按钮，使相机进入拍照模式。
2. 按下 Alt 键，再按 MENU 键，弹出 CHDK 菜单，选择菜单：Script(program your camera)->Load Script from File...，选择 INTERVAL.LUA，然后在菜单底部会出现该脚本的参数（Intervalometer），下箭头键移动到=interval(sec)，按左、右箭头键可以改变时间间隔，单位为秒。我先选 8 秒，翻页操作熟练了再减小。



脚本选定后，以后就会成为缺省脚本，不再需要选择。因此每次需要开始定时拍摄，就通过拨动相机后部的 Record/Play 开关或点击 chdkptp 的 rec 按钮进入拍摄模式，先按一下 Alt 键，屏幕左下角出现 Intervalometer，中间是红色的 Alt 提示，然后半按一下快门，即可自动开始拍摄。



终止定时拍摄脚本运行的步骤是：

1. 半按快门，这时就会终止拍摄。
2. 按一下 Alt 键，使屏幕底部的红色 Alt 标志消失，表示退出脚本执行。如果不退出脚本执行状态，chdkptp 就不能再从 PC 端执行任何脚本命令，包括列出文件列表。

如果只是想相机里使用 CHDK，按照上面的步骤就可以了，如果想在 PC 端对相机进行远程控制，则还需要在 PC 上安装 CHDK 的开源官方客户端 chdkptp。Chdkptp 的官方网站需要翻墙才能下载，好没意思，所以我传了一份到我的网盘：<http://pan.baidu.com/s/1sjobB45>

下载后在 README.TXT 文件中有该软件的官方网址，包括源代码下载地址，有兴趣又闲得蛋疼的不妨下载来看看。这份源代码是 c 与 Lua 的混合体，最底层的 PTP 通讯用 C，界面和大多数功能则用 Lua。

由于种种原因，chdkptp 的 USB 功能使用了 libusb，因此需先安装 libusb 才能正常运行。Libusb 的官方网址：<http://sourceforge.net/p/libusb-win32/wiki/Home/> 这个软件的下载估计英文不好的人也搞不定，所以我也传了一份到我的网盘：<http://pan.baidu.com/s/1eQxR0GE>

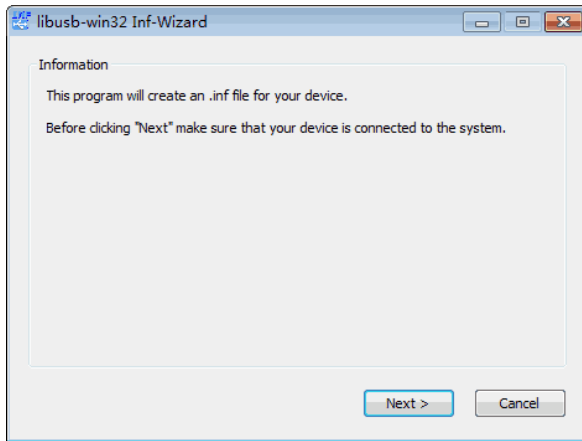
下载、解压 libusb-win32-bin-1.2.6.0.zip，在 bin\libusb-win32-bin-README.txt 里描述了具体的安装步骤：

1. 把 bin\x86 文件夹下的 libusb0_x86.dll 更名为 libusb0.dll，然后
如果是 32 位 Windows，则把它复制到 C:\Windows\system32 文件夹；
如果是 64 位 Windows，则把它复制到 C:\Windows\syswow64 文件夹。
2. 如果是 32 位 Windows，把 bin\x86\libusb0.sys 复制到
C:\Windows\system32\drivers 文件夹即可；
如果是 64 位 Windows，先把 bin\amd64\libusb0.sys 复制到
C:\Windows\system32\drivers 文件夹，再把 bin\amd64\libusb0.dll 复制到
C:\Windows\system32 文件夹。

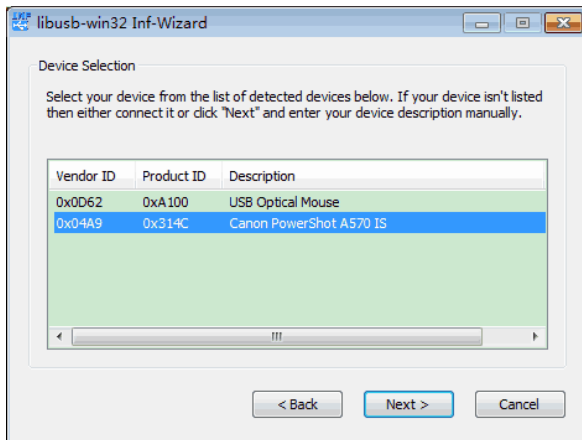
也就是说，32 位 Windows 需要复制 2 个文件，64 位 Windows 需要复制 3 个文件。

Libusb 软件本身按照上面的步骤就算安装完了，但是还需要针对具体的相机，安装该相机型号对应的驱动：

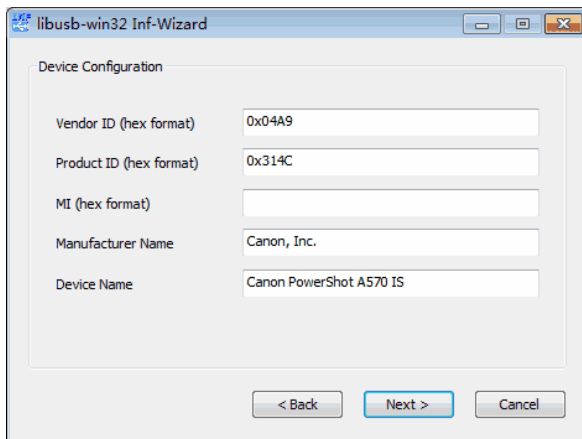
1. 把相机用 USB 数据线接入 PC，如果是第一次，会提示用户安装驱动，完成后在资源管理器中就可以看到相机。
2. 从解压出来的 Libusb 中，双击运行 bin\inf-wizard.exe，出现下图所示界面。点击“Next>”按钮进入下一步。



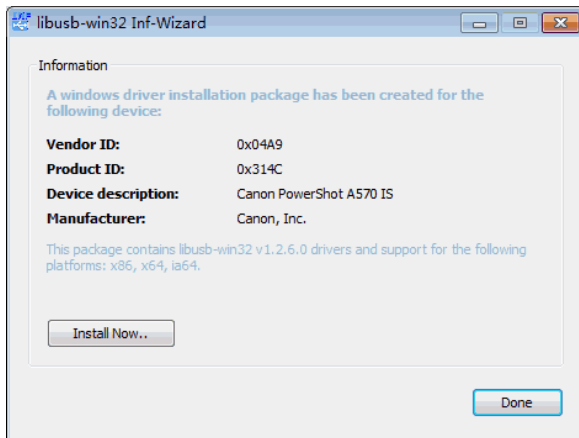
3. 界面中列出相机型号，选择它，然后点“Next>”。



4. 自动列出相机更详细的信息，点“Next>”。



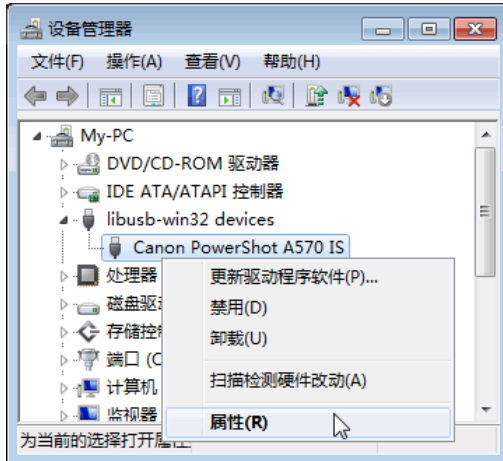
5. 出来文件选择对话框，选择存储相机型号所对应的 inf 文件的文件夹，点“保存”按钮继续。
6. 保存 inf 文件后，出来下面的界面，点击“Install Now...”按钮安装刚刚生成的 inf 文件，安装完成后提示“Installation successful.”，点“确定”按钮，完成并退出。



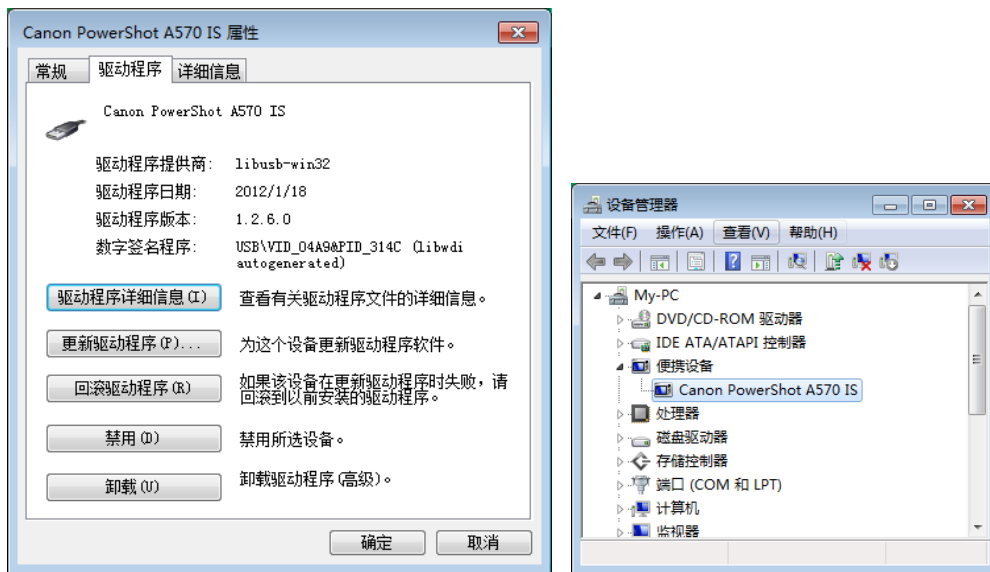
相机的 Libusb 驱动安装完成后，相机如果再用 USB 数据线接入 PC，在资源管理器里就看不到相机了，只能用 chdkptp 看。不过从我的实际经验看，不同的型号有不同的结果：有些型号只有插入到安装驱动时的相同 USB 口，才能用 chdkptp 看，有些型号随便插入哪个 USB 口都可以。

如果想删除该相机的 Libusb 驱动，需按下列步骤操作：

1. 把相机与电脑用 USB 线连接，最好插入与安装驱动时相同的 USB 口。
2. 在桌面上的“计算机”图标上点右键，选“属性”，然后点“设备管理器”。
3. 在设备管理器中，点开 libusb-win32 devices，选择相机型号，然后右键菜单选“属性”。



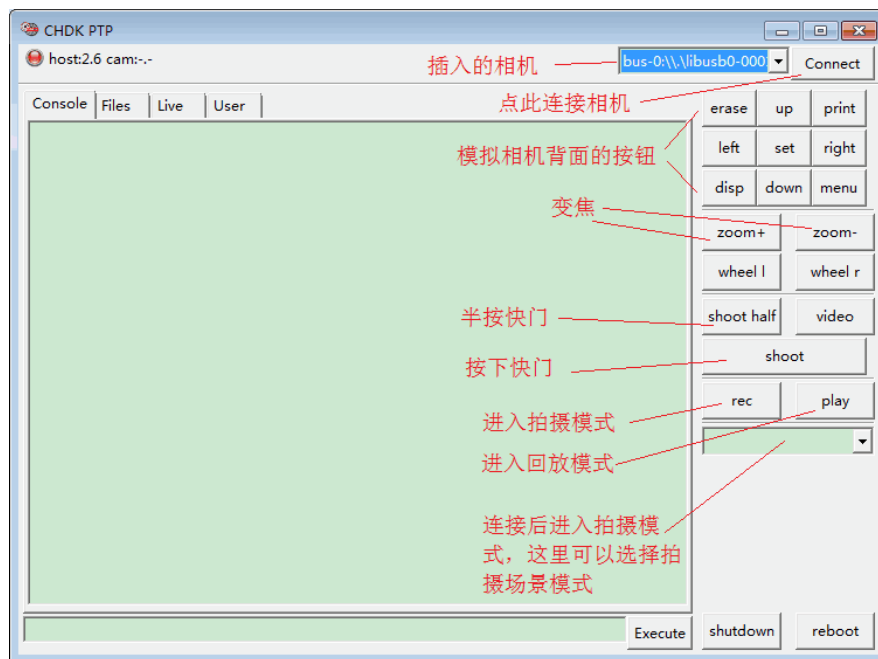
4. 弹出“属性”对话框后，点“驱动程序”页，点“回滚驱动程序”，出来确认对话框后点“是”按钮，即可看到“设备管理器”对话框中相机型号从 libusb-win32 devices 改到了“便携设备”下。



如果回滚不成功，干脆就点“卸载”把整个驱动全删了，然后重新插拔相机的 USB 连接，让电脑重新自动安装相机驱动。

相机的 Libusb 驱动只需安装一次，装完就不用再装。驱动安装完成以后，解压下载到的 chdkptp-r599-win32.zip，鼠标双击 chdkptp.exe 即可运行。

Chdkptp 主界面如下图所示，在右上角的下拉框出现用 USB 数据线接入的相机后，点击 Connect 按钮连接相机。

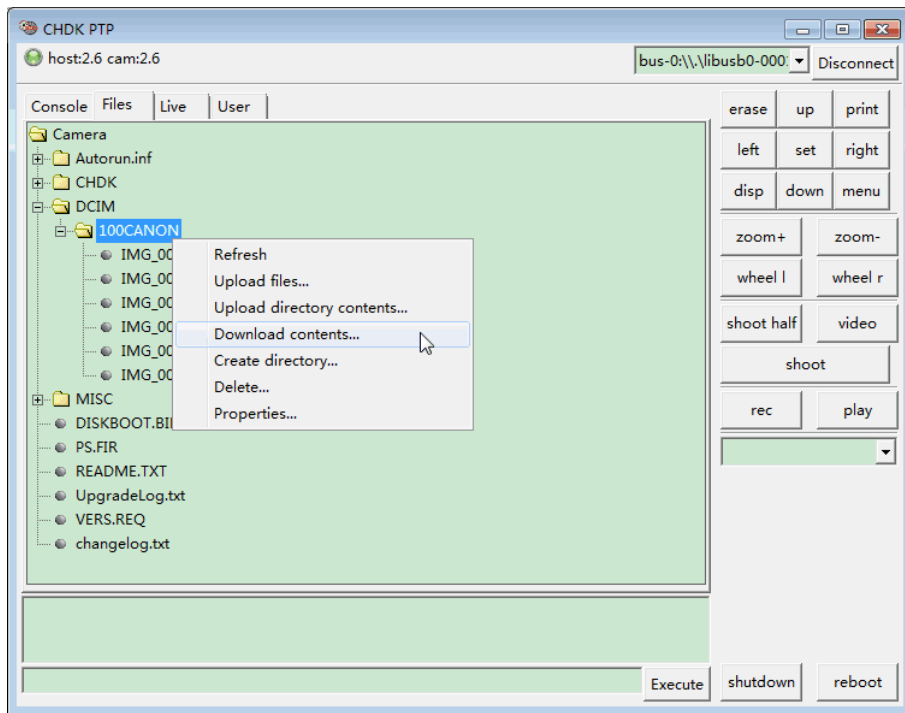


注意相机的 Record/Play 拨动开关拨到 Record（拍摄）位置后，相机会自动关闭 PTP 通讯功能，因此需要与 Chdkptp 连接的相机都是先拨到 Play（回放）位置，然后再插入 USB 口、与 Chdkptp 连接。需要拍照时在 Chdkptp 界面上点 rec 按钮，使相机进入拍摄模式，就可以点变焦、拍摄等按钮进行拍摄，也可以直接用相机自身的按钮或脚本拍摄。

Chdkptp 的第二个页签是“Files”，可以通过右键菜单对相机里的所有文件进行操作。常用的操作包括：

7. Refresh（刷新）：刷新文件列表。
8. Download contents（下载内容）：将选定的文件夹或文件下载到 PC。
9. Delete（删除）：删除选定的文件或文件夹。

Chdkptp 会把 SD 卡中的所有文件和文件夹全部列出来，一般照片存储在 DCIM\100CANON 文件夹下。



一般我用 CHDK 拍摄的步骤是：

1. 启动相机里的 CHDK（我一般是设置为开机自动启动）。
2. 把相机用 USB 数据线连接到 PC。
3. 启动 Chdkptp，与相机建立连接。
4. 点 rec 按钮使相机进入拍摄模式。
5. 变焦到拍摄书籍的最佳焦距，我的 A570 是物理焦距 16mm。
6. 根据书页大小调整拍摄距离，使书页在相机液晶屏上占据合适的比例。
7. 如果有必要，调整拍摄参数，包括 ISO、光圈、快门等。
8. 试拍几张。
9. 点开 Chdkptp 的 Files 页签，右键菜单选 Refresh 刷新，再选中照片文件夹，右键菜单选 Download contents 把试拍的照片下载到 PC，然后右键菜单 Delete 删除此文件夹。
10. 用 CV 查看试拍的照片，如果不满意则回到步骤 6。
11. 试拍满意后，按相机的 Alt 键，再半按快门，启动定时拍摄脚本，开始拍摄。
12. 拍摄完毕，半按相机快门停止拍摄，按一下 Alt 退出脚本执行状态。
13. 按照步骤 9 下载照片，然后删除相机里的照片。

从上面的说明可以看出，用 CHDK 拍摄的步骤要比用定时快门线复杂一些，但也有如下好处：

- 省钱。软件是不要钱的，而定时快门线及其电池是要钱买的。
- 试拍时比较省事。用 CHDK 只要插一次 USB 线，即可用 Chdkptp 反复操作。如果用定时快门线，插着 USB 线就不能进行拍摄，所以试拍时需要来回插拔 USB 数据线，也很烦。

（完）