# 智能微型打印机暴力测试方案

1. **测试目的**

本次暴力的测试目的主要是针对所选的不同品牌及型号的打印机硬件性能进行评估，通过模拟极端、苛刻以及日常的测试环境，客观的观察打印机的性能、状态并进行分析，为未来最终确定硬件选型奠定基础。

1. **测试范围**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试种类 | 需要测试的功能 | 预测达到效果 |
| 性能测试 | 打印头温度（长时间（封顶一小时/每次））打印直到打印头返回高温反馈） | 订单字迹清晰，红外温度计数值不超过上限 |
| 无效切纸次数（无效切纸次数/总的测试时间T） | 未出现粘连订单 |
| 滚纸轴（长度/总测试时间） | 出纸速率稳定 |
| 卡纸次数（卡纸次数/小时） | 出纸连续，无卡顿 |
| 最长打印时间（1小时/每次） | 达到测试时间 |
| 漏打次数（漏打次数/每小时） | 订单序号连续，无间隔 |
| 切刀次数（所有测试结束后从EEPROM中读信息） |
| 打印订单的总长度（所有测试结束后从EEPROM中读信息） |
| 各类异常出现的次数（所有测试结束后从EEPROM中读信息） |
| 状态获取的延时（无法测试：由于PCB板的设计特性） |
| 驱动板缓冲区大小的获取（测试能否正常打印5K以上的订单） |

1. **配置要求**
2. 硬件配置清单

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 配置项目 | 配置说明 | 配置数量 |
| 主控板 | STM32F107VCT6 | 2 |
| 驱动板 | 威加80K7 | 4 |
| 打印模块 | 威加M532AP | 4 |
| 电源 | INPUT：100~265VAC  OUTPUT:+24V | 4 |

注：其他硬件待购买够确定

1. 软件配置清单

|  |  |
| --- | --- |
| 配置项目 | 配置说明 |
| 操作系统 | uc/osII |
| 通信方式 | 串口 |
| 订单大小 | 1K左右的文本（包括二维码）+ 700Bytes左右的LOGO |

1. **暴力测试步骤**

暴力测试的总体流程如下图所示。



根据以上流程图指定每个测试流程具体的内容如下：

1. 搭建测试环境

准备多台不同厂家（拟定三个及以上的厂家）的打印机芯；准备一台打印机主控板，不同厂家的打印机芯各自选取一台和主控板进行连接并确保通信正常；准备订单服务器并确保其与主控板正常的通信连接。

1. 设计测试数据
   1. 闲时模拟

服务器每隔15秒生成一个批次，批次包含5份订单，其中1份为超长订单（大小为10K）、一份加急订单（大小为6K）、其他为普通订单（大小为1K）。

* 1. 忙时模拟

服务器每隔15秒生成一份超长订单（10K）， 每隔10秒生成一份加急订单（2K），每隔5秒生成20份订单（1K）。

* 1. 随机订单生成

以市场已有的外卖订单数据为基准，每份订单加入一串随机生成的ASCII串，使得订单大小在区间(0, 10KB)之间。另生成一个随机数N，使得普通批次中的订单数为N，但总大小不大于预设的阈值（初始为7K）。对于大于阈值的订单，将等待阈值达到要求后再发送。每生成一份订单时，服务器给予其唯一编号。

* 1. 数据解析的正确性验证

为测试服务器与主控板之间数据交互的正确性和可靠性，服务器需要生成格式错误的批次报文、订单报文、数据域报文，而主控板需要生成格式错误的批次请求报文、状态反馈报文等。格式错误分为头部和尾部错误。

1. 输入数据测试

将上述步骤设计好的数据输入到已经搭建好的测试环境进行打印，其中以设计的订单数据量为一次打印周期，一个周期打印完成后，继续下一个周期的循环打印，依次类推。

为服务器需开启一个随机定时器（倒计时在1~2 mins），计时结束便生成[30, 60]份订单，随机选取其中一份作为加急订单。加急订单的内容中添加“加急”二字以示区分。

1. 统计测试指标

一个周期的打印完成后，按照测试指标统计该周期的内测试结果，连续记录几个周期，直到测试目的基本达到为止。

1. 归纳测试结果

测试完成后，根据记录的测试指标进行归纳总结，分析测试结果。

1. **模块测试**

### 数据解析模块测试

数据解析模块用于检测在数据接收层中，打印机对从服务器或本地发送过来的订单批次数据进行的有效性检测是否满足预期结果，即能够正常的接收批次或订单，或对错误的数据进行有效反馈并在短期内重新获得该份批次或订单。同时，在有加急订单的时候，其是否能有效快速地填充进加急缓冲区，并在缓冲区异常（满）的情况下进行正确地延时处理。

表格 1 数据解析模块测试表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 批次数量 | 加急批次  数量 | 正确解析  次数 | 批次解析  错误次数 | 重新获取  错误数据  平均时间  (s) | 缓冲区  异常次数 | 缓冲区  异常恢复  平均时间  (s) | 备注 |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |  |

### 打印单元测试方案

**描述**

打印单元的状态分为三种，分别是空闲、忙碌和错误。打印单元空闲时处于打印机状态正常、无订单需要打印的情况，忙碌时处于打印机状态正常、订单正在打印中的情况，而错误时打印机处于异常状态。根据这些状态的转移，设计以下测试方案：

* 打印单元错误恢复测试方案：
  + 场景模拟：弹起打印机头，使打印机处于异常状态。隔2秒后按下机头，之后服务器发送一份无误订单。
  + 预期结果：若错误恢复机制正确工作，主控板将交付订单给该打印机进行打印。
* 打印单元陷入异常测试方案：
  + 场景模拟：打印机正常打印过程中，弹起打印机头。
  + 预期结果：打印机停止打印工作。
* 打印单元忙碌测试方案：
  + 场景模拟：使用两台打印机，在两台打印机错误恢复后，服务器发送4份大小相同、但编号不同的订单。
  + 预期结果：4份订单在两台打印机上呈现轮流打印效果。

**记录**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试方案 | 测试结果 | 结果分析 |
| 打印单元错误恢复测试方案 | 收到的订单正确打印 | 弹起机头时调试输出打印单元陷入错误；在打印机收到一份订单后，服务器收到该订单进入队列的状态反馈。按下机头后，经过数秒（与探测指令的发送间隔相同），调试输出打印单元从错误恢复，此后打印机开始打印并正确完成打印工作。 |
| 打印单元陷入异常测试方案 | 弹起机头后打印机停止打印工作，调试输出打印单元陷入异常 | 健康检测线程定期发送探测指令以获取打印机状态。由于机头被弹起，使得打印机为异常状态，该状态交由打印单元管理线程进行管理。打印单元管理线程将该打印单元置为错误（异常）。 |
| 打印单元忙碌测试方案 | 在打印机1开始打印不久，打印机2开始打印，两者实现了并行打印。两台打印机的完成打印时间之差与开始打印时间之差相同。 | 由于订单数据量不大，主控板到打印机之间的传输时间与打印机的打印时间差别不大，使得打印效果表现为在某订单即将打印完成时另一份订单才开始打印，使得打印流水线的效果不明显。  但是当订单大小很大时，订单传输到打印机的时间远远大于从服务器传送到主控板。这时候，可以看到显著的并行打印效果。 |

记录表 1：打印单元测试方案

### 异常订单测试方案

**描述**

订单的异常分为两种情况：订单数据异常和订单打印异常。对于订单数据异常的处理是丢弃它并向服务器反馈一个订单数据错误的状态；而对于打印异常，该份订单将被标记为“异常需要恢复”，之后交付其他可用的打印单元打印。

根据上述的两种情况，现定两套测试方案：

* 异常数据测试方案：
  + 数据规定：服务器生成10份订单、其中8份订单的数据域格式有错，2份订单数据正确。
  + 预期结果：打印机向服务器正确回馈8份订单数据错误报文，并成功打印2份订单。
* 打印异常测试方案：
  + 场景模拟：服务器发送3份无误有序订单，在订单1打印完成切刀并开始打印订单2后弹起机头、等待2秒后按下机头。
  + 预期结果：订单1正常打印，订单2由于打印机异常将被恢复打印，订单3正常打印。打印输出符合：一份正常打印的订单1、一份错误打印的订单2、一份正常打印的订单2、一份正常打印的订单3。

**记录**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试方案 | 测试结果 | 结果分析 |
| 异常数据测试方案 | 服务器接收到8份订单数据错误反馈，并收到两份订单打印成功 | 订单到达打印机进入打印队列、将被分发时会进行一次数据校验工作，只有数据报文无误的订单才会进行分发。因此，若订单数据报文有误，则会立即丢弃订单并回传错误反馈；若无误，则下发打印单元进行实际打印工作。 |
| 打印异常测试方案 | 共打印出4份订单，三份正确的订单（编号1、2、3），一份错误打印的订单（该错误订单已被特殊标记）。 | 打印完成第一份、开始打印第二份时，由于弹起机头一定时间，使得打印单元监测线程检测到打印机的异常状态，因此将该份订单加入到异常恢复表，并将该打印单元置为不可用。若系统存在待打印订单，则订单分发线程会依次访问异常恢复表和打印队列以获取一份可打印订单，然后下发给可用的打印单元（若无可用打印单元，则线程阻塞）。此后，按下机头，打印单元从错误中恢复，使得系统有可用的打印单元而开始打印。最终使得订单2被重新打印，订单3接着打印。 |

记录表 2：异常订单测试方案

### 订单实际打印效果测试方案

**描述**

由于打印机驱动板存在数据与指令区分错误的潜在原因，所以如果数据安排不妥当则会出现打印内容与理论安排的不一样，实际效果就是乱码：

* 订单实际打印效果测试方案：
  + 数据基本类别：纯文本，纯图片，纯二维码
  + 测试订单的内容排版所有测试种类（按顺序）：
    - 纯图片
    - 纯文本
    - 纯二维码
    - 图片 + 文本
    - 图片 + 二维码
    - 文本 + 二维码
    - 图片 + 文本 + 二维码
  + 测试手段：七种测试种类，每次进行某一种的测试的时候，都会至少持续打印一分钟

**记录**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试方案 | 测试结果 | 结果分析 |
| 纯图片 |  |  |
| 纯图片 |  |  |
| 纯二维码 |  |  |
| 图片 + 文本 |  |  |
| 图片 + 二维码 |  |  |
| 文本 + 二维码 |  |  |
| 图片 + 文本 + 二维码 |  |  |

记录表 3：订单实际打印效果测试记录表格

### 订单队列测试方案

**描述**

订单队列的功能主要是将订单数据从缓冲区中加入到打印队列。根据订单的长度、订单的优先级（是否加急），来进行选择打印队列。若订单数据长度超过指定大小，则代表错误订单，则将其从缓冲区中删除，并且不加入打印队列，直接跳过此份订单。

对于普通订单，直接找到合适节点（若无空闲的合适节点，则会一直等待，直到有新的合适的空闲节点释放），并且加入到打印队列当中。

对于加急订单，判断是否有空闲的合适节点，若有，则直接将数据填入该节点且将该节点加入到打印队列的最后的加急订单后，普通订单前。若无，则进行打印队列顺序修改，加快加急订单进入打印队列。

* 打印队列节点大小测试方案：
  + 服务器在相同的时间内发送相同数目普通订单，发送情况为：
    - 只发送1K订单
    - 只发送2K订单
    - 只发送4K订单
    - 混合大小发送
* 普通订单与加急订单测试方案：
  + 只打印普通订单
  + 只发送加急订单
  + 加急订单与普通混合打印
* 缓冲区满情况测试
  + 缓冲区被普通订单填满时，发送加急订单（1）
  + 缓冲区被加急订单填满，发送加急订单（2）
  + 缓冲区被普通订单和加急订单填满，发送加急订单
    - 相同大小的订单，全为普通订单
      * 大小相同的订单，为普通订单，但不是在普通订单队列头（3）
      * 大小相同的订单，为普通订单，是普通订单的队列头（4）
    - 相同大小的订单，包含有加急订单（5）

**记录**

例1：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 主控板型号：神舟  主控板数目：1  打印单元型号：威佳  打印单元数目：1 | | | | | | | | |
| 评判标准：  成功：  若是正常订单，则订单字迹清晰；订单内容完整，没有乱码；切刀正常，且订单序号连续。  若是订单长度超常订单，则直接忽视该订单，并且能够直接正常打印下一份订单。  失败：非成功的情况。 | | | | | | | | |
| 测试样本号 | 订单大小 | 订单类型 | 订单总数 | 成功数目 | 失败数目 | 成功率 | 结果分析 | 备注 |
| 1 | 1K | 普通订单 | 500 | 499 | 1 | 99.8% |  |  |
| 2 | 1K | 普通订单 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 超长 | 普通订单 |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |

记录表 4：订单类型测试与订单节点大小测试记录表格

例2：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 主控板型号：神舟  主控板数目：1  打印单元型号：威佳  订单大小：随机  打印队列状态：对应上述文档描述的(1) –(5) | | | | | | | | |
| 评判标准：  成功：若只是1个打印单元，则按照样本的打印状态，有不同的测试成功标准。  若是（1）状态，下一份打印的订单就应该是加急订单  若是（2）状态，加急订单加入到打印队列尾部，因为所有都是加急订单，因此同样是最后打印  若是（3）状态，当打印完之前所有的加急订单，就开始打印这一份加急订单。  若是（4）状态，当打印完之前所有的加急订单，就开始打印这一份加急订单。  若是（5）状态，当打印完之前所有的加急订单，就开始打印这一份加急订单。  失败：非成功的情况。 | | | | | | | | |
| 测试样本号 | 打印队列状态 | 打印单元数目 | 测试加急订单总数 | 成功数目 | 失败数目 | 成功率 | 结果分析 | 备注 |
| 1 | (1) | 1 | 100 | 98 | 2% | 98% |  |  |
| 2 | (2) | 1 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | (3) | 1 |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |

记录表 5：缓冲区满情况加入加急订单测试记录表格

### 健康状态测试方案

**描述**

健康状态监测，主要是在打印机非忙时（打印机没有在打印订单情况，包括异常情况和空闲情况），对打印机状态的健康判断。所以要对打印机各种状态都进行测试，保证打印机的健康状态能够被正常检测到。

* 健康测试方案：

使打印机正常打印

* 亚健康测试方案：

降低打印机长期状态阈值，检测各种阈值判断的有效性

* 异常测试方案：
  + 给打印机认为制造异常，看健康状态是否判定为异常
* 热插拔测试方案：
  + 在打印机正在打印时，使打印机离线（将打印机断电，或者拔除串口线）
  + 打印机离线状态，再转为在线状态（将打印机直接接入主控板）。

**记录**

例2：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 主控板型号：神舟  主控板数目：1  打印单元型号：威佳  打印单元数目：1  订单大小：随机 | | | | | | | |
| 评判标准：  成功：  若是测试健康情况，则打印机空闲时刻，服务器能够收到，打印机健康的报文。  若是测试亚健康情况，则打印机空闲时刻，服务器能够收到，打印机亚健康报文。  若是测试异常情况，打印机状态为异常时，服务器能够收到，打印机异常报文。  若是测试热插拔，打印机由正常变离线，服务器收到打印机异常报文，  打印机由离线变正常，服务器能够收到打印机健康报文。  失败：非成功的情况。 | | | | | | | |
| 测试样本号 | 测试类型 | 状态检测次数 | 成功次数 | 失败次数 | 成功率 | 结果分析 | 备注 |
| 1 | 健康 | 100 | 98 | 2 | 98% |  |  |
| 2 | 健康 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 亚健康 |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |

* 记录表 6：缓冲区满情况加入加急订单测试记录表格

1. **小型连续打印测试**

小型连续打印测试用于在暴力测试前验证打印机平台的初步稳定性。

当打印机基本流程能够跑通，且能够准确无误地进行短期作业，才有必要进行下一步的暴力测试，去验证打印机所能承受的压力上限及各项待检测因素是否合格。

1. **暴力测试结果**

暴力测试总体上分为：1、正常时的场景模拟测试，2、异常时的自动恢复测试，3、压力测试。若无特殊说明，以下测试均在2台主控板拖4台打印模块的条件下进行的。

1. 正常时的场景模拟测试
2. 闲时模拟

服务器每隔15秒生成一个批次，批次包含5份订单，其中1份为超长订单（大小为10K）、一份加急订单（大小为6K）、其他为普通订单（大小为1K），总测试时长：半小时，总测试订单数：1200。将测试结果填入下表：

表6.1 空闲测试表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 平均打印速度（份/分钟） | 异常总类、异常次数 | 能否自动修复 | 备注 |
| 打印模块1 |  |  |  |  |
| 打印模块2 |  |  |  |  |
| 打印模块3 |  |  |  |  |
| 打印模块4 |  |  |  |  |

1. 忙时模拟

服务器每隔15秒生成一份超长订单（10K）， 每隔10秒生成一份加急订单（2K），每隔5秒生成20份订单（1K）。总测试时长：半小时，总测试订单数：15000。将测试结果填入下表：

表6.2 忙时测试表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 平均打印速度（份/分钟） | 异常总类、异常次数 | 能否自动修复 | 备注 |
| 打印模块1 |  |  |  |  |
| 打印模块2 |  |  |  |  |
| 打印模块3 |  |  |  |  |
| 打印模块4 |  |  |  |  |

1. 随机订单生成

以市场已有的外卖订单数据为基准，每隔10s生成一批次订单，每份订单加入一串随机生成的ASCII串，使得订单大小在区间(0, 10KB)之间。另生成一个随机数N，使得普通批次中的订单数为N，但总大小不大于预设的阈值（初始为7K）。对于大于阈值的订单，以加急的方式处理。每生成一份订单时，服务器给予其唯一编号。总测试时长：15分钟，总测试订单数：1800。将测试结果填入下表：

表6.3 随机订单测试表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 平均打印速度（份/分钟） | 异常总类、异常次数 | 能否自动修复 | 备注 |
| 打印模块1 |  |  |  |  |
| 打印模块2 |  |  |  |  |
| 打印模块3 |  |  |  |  |
| 打印模块4 |  |  |  |  |

1. 异常时的自动恢复测试
   1. 数据解析的正确性验证,恢复的代价，恢复时间，序号

为测试服务器与主控板之间数据交互的正确性和可靠性，服务器需要生成格式错误的批次报文、订单报文、数据域报文，而主控板需要生成格式错误的批次请求报文、状态反馈报文等。格式错误分为头部和尾部错误。测试订单数据按照随机订单生成，总测试时长：15分钟，总测试订单数：1800，总错误订单数：600。订单错误在测试中平均生成，需要记录各种类错误产生的次数。将测试的结果填入下表。

表6.4 数据解析测试表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 发生次数 | 异常现象 | 发生原因 | 能否自动恢复 | 对策 |
| 异常一 |  |  |  |  |  |
| 异常二 |  |  |  |  |  |
| 异常三 |  |  |  |  |  |
| 异常四 |  |  |  |  |  |

* 1. 打印机模块异常测试

在打印机的工作过程中通过制造特定的打印机硬件异常，来测试打印机硬件异常发生后出现的现象及打印机对异常的自动恢复机制。测试时长和测试订单总数视测试方法而定。将测试结果填入下表

表6.5 打印机模块异常测试表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 测试方法 | 异常现象 | 能否自动恢复 | 对策 |
| 打印头温度异常 |  |  |  |  |
| 无效切纸异常 |  |  |  |  |
| 滚纸轴异常 |  |  |  |  |
| 卡纸异常 |  |  |  |  |
| 缺纸异常 |  |  |  |  |
| 漏打异常 |  |  |  |  |
| 掉电异常 |  |  |  |  |
| 脱机异常 |  |  |  |  |

1. 压力测试。
2. 通信压力测试

为了检测不同通信方式的传输可靠性，设置通信压力测试。服务器每隔15秒生成一份超长订单（10K），每隔10秒生成一份加急订单（2K），每隔5秒生成20份订单（1K）。测试通信方式分为：蓝牙、以太网、wifi、串口。每种通信方式连续测试10分钟，总测试时长为40分钟，总测试订单数：20000，每种通信方式各测试订单数：5000。将测试结果填入下表：

表6.6 通信压力测试表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 异常总类、次数 | 发生原因 | 发生现象 | 能否自动恢复 |
| 蓝牙 |  |  |  |  |
| Wifi |  |  |  |  |
| 以太网 |  |  |  |  |
| 串口 |  |  |  |  |

1. 连续打印压力测

为了检测打印机模块的各项打印性能和寿命，服务器每隔15秒生成一份超长订单（10K）， 每隔10秒生成一份加急订单（2K），每隔5秒生成20份订单（1K）。总测试时长为10小时，总测试订单数：300000。将测试结果填写入下表：

表6.7 连续打印压力测试表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 平均打印速度（份/分钟） | 异常总类、异常次数 | 异常现象 | 工作寿命是否达标 | 备份速度是否足够 |
| 打印模块一 |  |  |  |  |  |
| 打印模块二 |  |  |  |  |  |
| 打印模块三 |  |  |  |  |  |
| 打印模块四 |  |  |  |  |  |

* 1. 任务
     + 在正常情况下能不能跑通
     + 各个模块的分别压力测试，
     + 数据解析模块、缓冲区模块，打印队列模块（加急），打印单元模块，异常恢复模块，打印内容是否正确，健康状态检测模块，热插拔模块，服务器负荷测试，服务器重传测试。（恢复代价）
     + 小型连续打印测试（量化订单数、异常订单数、出错时间等）
     + 大型连续打印测试。