|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| www.EDA365.com | 版本 | 01更改（V1.0） |
| 文档编号 | C-IPD\_C3401 |
| 仅供内部使用 | 共 24 页 |

02更改（EN-C200单板硬件调试和单元测试方案）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 拟制 | 03修改（ 屈一鸣 ） | 日期 | 04修改（2021/11/30） |
| 审核 |  | 日期 |  |
| 批准 |  | 日期 |  |

版权所有 侵权必究

修订记录

| *05编写*（ | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| 日期 | 修订版本 | 描述 | 作者 |
| 2021-11-30 | 1.0 | 初稿完成 | 屈一鸣 |
| 2021-12-01 | 1.1 | 1. 初始版本应为 V1.0 <1> 01更改（如：V1.2） 2. 描述内容过于简练： <1> 05编写：修改记录需修改 3. 分析文档调测内容，合理选择 <1> 12判断（Y） <2> 16判断（Y） <3> 17判断（Y） 4. 波形图分析有误 <1> 47数据（过冲： 15.68%） <2> 51数据（过冲： 4.02%） <3> 52数据（电压有效值为： 2.40 V） <4> 65数据（幅度： 700.92 mV） <5> 69数据（tSD： 1700.0 ns） <6> 70数据（tHD： 1600.0 ns） | 屈一鸣 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| ）# | | | |

目 录

[1 系统概述 4](#_Toc17178)

[1.1 单板基本信息 4](#_Toc2788)

[1.2 单板调测范围 6](#_Toc12075)

[2 单板调测计划 6](#_Toc1044)

[3 单板调测准备工作 7](#_Toc25098)

[4 单板调测用例 8](#_Toc3142)

[4.1 调测用例编号规则 8](#_Toc29353)

[4.2 功能调测用例 8](#_Toc15339)

[4.2.1 调测说明 8](#_Toc10197)

[4.2.2 电源模块（PWR） 9](#_Toc5686)

[4.2.3 MCU最小系统（MCU） 11](#_Toc22824)

[4.2.4 NB-IoT模块（NB） 11](#_Toc14530)

[4.2.5 OLED显示模块（OLED） 12](#_Toc26770)

[4.2.6 用户按键模块（KEY） 13](#_Toc21885)

[4.2.7 LED模块（LED） 14](#_Toc8473)

[4.2.8 USB接口模块（USB） 14](#_Toc12507)

[4.2.9 扩展接口模块（EIF） 15](#_Toc27848)

[4.3 信号质量测试用例 17](#_Toc28308)

[4.3.1 测试说明 17](#_Toc8932)

[4.3.2 电源测试 19](#_Toc2439)

[4.3.3 逻辑信号测试 19](#_Toc30934)

[4.3.4 时钟信号测试 20](#_Toc30578)

[4.4 时序测试用例 21](#_Toc13173)

[4.4.1 测试说明 21](#_Toc16282)

[4.4.2 OLED模块接口时序测试 22](#_Toc25490)

[4.4.3 光传感器接口板时序测试 22](#_Toc17314)

[4.5 其他测试 23](#_Toc4087)

[5 单板调测总结 23](#_Toc13340)

[5.1 问题列表 23](#_Toc49)

[5.2 调测问题跟踪闭环 23](#_Toc13976)

[6 评审报告 23](#_Toc14047)

[7 附录 23](#_Toc12609)

# 系统概述

## 单板基本信息

EN-C200一款基于NB-IoT协议的物联网开发套件。本次调测主要的对象单板名称：EN-C200\_RA2；版本为：RA2。

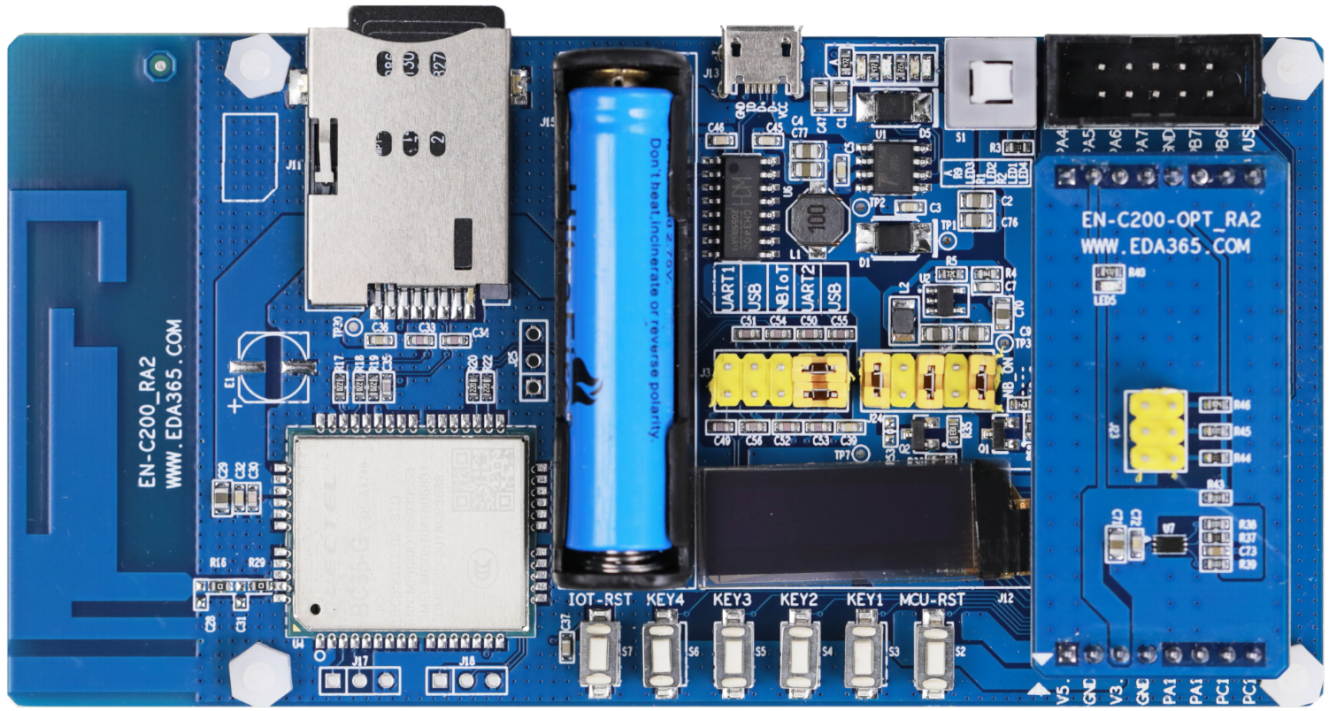


图1 EN-C200单板示意图

EN-C200单板主要实现数据采集、数据处理、数据上传至物联网平台，以及响应平台下发的指令，完成对物联网模拟场景的控制。单板由电源模块、MCU最小系统、NB-IoT模块、OLED模块、KEYS模块、USB模块、LED模块、扩展模块等组成。



图2 EN-C200单板原理框图

* 电源模块（PWR）

EN-C200单板的电源电路分为两个主要的部分：锂电池充放电电源管理部分、电源稳压部分。

* MCU最小系统（MCU）

该系统的最小系统由电源、单片机、晶振、复位电路、程序烧录和调试接口组成。

* NB-IoT 模块（NB）

NB-IoT 模块采用 BC53-G 模块，外围电路分为三个部分，模组的供电电路、接口电路、SIM卡电路。

* OLED 显示模块（OLED）

OLED 液晶显示模块用来向用户显示系统状态、参数或者要输入系统的功能。为了展示良好的视觉效果，模块使用 SSD1306G 驱动的 OLED 显示屏，分辨率为 128\*32，显示两行16字节内容。

* 用户按键模块（KEY）

按键作为人机交互的接口，为系统输入特定命令。由于按键数量不多， EN-C200 采用独立按键的方式接入系统，系统响应较快， 同时可用中断实现， 用户通过自己编写按键功能实现对项目工程的控制。

* LED 模块（LED）

为了方便项目开发调试， EN-C200 需接出来一个 LED 灯， 供用户自己设置状态使用。

* USB 接口模块（USB）

USB转UART电路是用于 MCU 和 PC 通信的场景中。 PC 机上的通信接口使用 USB 接口， 相应的电平逻辑需要遵照 USB 电平规则，而 MCU 的串行通信接口是串口，相应电平需要遵循 TTL 原则。

* 扩展接口模块（EIF）

扩展接口是 EN-C200 为了适应广大开发者扩展需求而预留的接口，这些接口可以连接EN-C200 的扩展板，也可以单独使用 MCU 对应引脚的功能，实现接入自己的传感器。或后续为开发者提供扩展模块，应用于学习和产品开发。

## 单板调测范围

本次调测主要针对单板的五个功能模块部分做对应的功能调测、信号质量测试和时序测试，具体对应的测试项如下表。

1. EN-C200单板硬件调测裁剪表

【练习说明】分析本文后续单板调测用例，从下表中判断其测试项，若测试，则选择“Y”，否则选“N”：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **特性** | **电源模块** | **NB-IoT模块** | **MCU模块** | **OLED显示模块** | **扣板接口模块** |
| 功能  调测 | 06判断（Y） | 07判断（Y） | 08判断（Y） | 09判断（Y） | 10判断（Y） |
| 信号质  量测试 | 11判断（Y） | 12判断（N） | 13判断（Y） | 14判断（Y） | 15判断（Y） |
| 时序  测试 | 16判断（N） | 17判断（N） | 18判断（Y） | 19判断（Y） | 20判断（Y） |

# 单板调测计划

【练习说明】根据单板测试的实际情况，修改下述信息：

本次 EN-C200 单板调测安排简要描述如下：

调测时间： 21修改（ 2021-03-05 ~ 2021-03-07 ）

调测人员： 22修改（ TE ）

调测地点： 23修改（ 电巢高速互连&射频微波实验室 ）

调测数量： 24修改（ 针对以上调测范围完成1套单板的所有调测任务 ）

# 单板调测准备工作

本次EN-C200单板调测任务需要提前准备好以下设计资料：

1. 设计资料清单

【练习说明】 检查“巢粉引擎”的实战项目流程中是否需输出下表中的文件，计划输出选 Y，否则选 N：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **设计资料名称** | **说明** | **输出** |
| 原理图文件 | EN-C200单板的原理图文件（PDF格式） | 25判断（ Y ） |
| PCB图文件 | EN-C200单板的PCB图文件（PDF格式或源文件） | 26判断（ Y ） |
| BOM清单 | EN-C200单板的BOM清单文件（Excel格式） | 27判断（ Y ） |
| 调试软件目标文件 | EN-C200单板的调测软件目标文件（HEX格式） | 28判断（ Y ） |
| 调试软件说明文件 | EN-C200单板的调测软件说明文件（Word或PDF格式） | 29判断（ Y ） |

相关产品或单板需求清单如下：

1. 相关产品、单板需求

【练习说明】根据测试需求，选择合适的单板。在下表的选用栏中，应选用项选 Y，否则选 N：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **产品（单板）名称** | **版本** | **测试单板数量** | **备注** | **选用** |
| EN-C200 | RA1 | 5 | NB-IoT主板 | 30判断（ Y ） |
| EN-C200-OPT | RA1 | 1 | 智能路灯模拟扣板,可选 | 31判断（ Y ） |
| EN-C200-HT | RA1 | 1 | 智慧棚栽模拟扣板，可选 | 32判断（ Y ） |

单板调测所需仪器清单如下：

1. EN-C200单板硬件调测所需工具清单

【练习说明】根据测试需求，选择合适的测试设备。在下表的选用栏中，应选用项选Y，否则选N：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **工具名称** | **品牌** | **型号** | **备注** | **选用** |
| 示波器 | ATTEN | ADS1062C | 50MHz带宽 | 33判断（ Y ） |
| 稳压电源 | REK | PS-303D | 0~30V、0~3A | 34判断（ Y ） |
| 万用表 | FLUKE | 17B |  | 35判断（ Y ） |

单板调测所需软件清单如下：

1. EN-C200单板硬件调测所需软件清单

【练习说明】根据测试需求，选择合适的测试软件。在下表的选用栏中，应选用项选Y，否则选N：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **软件名称** | **版本** | **备注** | **选用** |
| Keil uVision5 | Vision5 | 用于软件代码调试 | 36判断（ Y ） |
| STM32 ST-LINK Utility | V4.2.0.0 | 用于目标文件下载 | 37判断（ Y ） |
|  |  |  |  |

本次单板调测还需要准备电烙铁、焊锡及若干线缆。

# 单板调测用例

## 调测用例编号规则

本文档所列调测用例编号格式为：AAA-UT-CCC-NNN

其中： AAA为项目名称

UT代表单板调试

CCC为模块名称

NNN为调测用例号码

备注：如同一个调测用例存在多种条件测试情况，可以在NNN后增加“-xx”序号区分。

## 功能调测用例

### 调测说明

在调测用例表格的结果判断一栏中，注明OK、POK、NG、NT，其中：

OK：测试结果全部正确

POK：测试结果大部分正确

NG：测试结果不通过

NT：由于各种原因本次无法测试

在实测结果记录中，对测试通过的功能，只要求简单描述测试结果；测试不通过的功能，要求提供详细的测试波形记录、结果描述等信息。

为保证功能调测的全面性和条理性，做到功能调测规划清晰且不遗漏，我们可以按照单板功能模块的划分来组织编写调测用例。

### 电源模块（PWR）

#### 单板上下电调测用例

【练习说明】根据调测用例编号规则，在下表中填写正确的“调测用例编号”：

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号： 38填写（ EN-C200-UT-PWR-001 ） | |
| 调测项目：电源模块 | |
| 调测子项目：单板上下电 | |
| 调式条件：  使用电池给单板供电。 | |
| 调试过程：  【练习说明】以下调试过程步骤混乱，分析以下调试步骤，并调整顺序。  39排序是（ A、C、B ）  A、单板外观检查OK，使用电池给单板上电，并开机，观察有无异常 (声音，发光，气味等)；  B、重复步骤1。  C、按下按键关机，观察板子有无异常； | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  1、单板外观检查OK，使用电池给单板上电，并开机，观察无异常；  2、按下按键关机，观察板子无异常； | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

#### 充电指示调测用例

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号：EN-C200-UT-PWR-002 | |
| 调测项目：电源模块 | |
| 调测子项目：充电指示 | |
| 调式条件：   1. 使用7号可充电电池； 2. Micro USB 线缆。 | |
| 调试过程：  【练习说明】以下调试过程步骤混乱，分析以下调试步骤，并调整顺序。  40排序是（ B、C、A、D ）  A、充电过程中， 充电指示灯亮；  B、安装电池，选用7号可充电电池，测量电压为3.7V；  C、单板通过 Micro USB 信号线充电；  D、充电充满后，即充电电压达到4.2V后，充电指示灯灭； | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  1、接入Micro USB 线，红灯亮，正常；  2、充电完成，红灯灭，绿灯亮，正常。 | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

### MCU最小系统（MCU）

#### 固件加载调测用例

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号：EN-C200-UT-MCU-001 | |
| 调测项目：MCU最小系统 | |
| 调测子项目：固件加载 | |
| 调式条件：   1. 电脑1台，并安装有下载工具； 2. 备有单板运行调试的固件； 3. Micro USB线缆一根 | |
| 调试过程：  【练习说明】以下调试过程步骤混乱，分析以下调试步骤，并调整顺序。  41排序是（ B、A、C ）  A、单板固件加载接口通过线缆和电脑连接；  B、准备好需要加载的固件，放在电脑指定目录下；  C、单板上电，并打开下载工具，选择准备好的固件，进行加载。 | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  固件加载正常，程序运行正常。 | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

### NB-IoT模块（NB）

#### SIM在位检测调测用例

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号：EN-C200-UT-NB-001 | |
| 调测项目：NB-IoT模块 | |
| 调测子项目：SIM卡在位检测 | |
| 调式条件：  1、SIM卡一张；  2、电脑1台，并装有QCOM串口调试工具；  3、Micro USB线一根； | |
| 调试过程：  【练习说明】以下调试过程步骤混乱，分析以下调试步骤，并调整顺序。  42排序是（ B、C、A ）  A、电脑打开QCOM串口调试工具，通过命令 (AT+CFUN?) 看SIM卡是否在位。  B、把准备好的SIM卡插入卡槽中，串口选择跳线连接USB和NBIoT；  C、上电，开机，使用Micro USB线连接电脑和EN-C200单板； | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  QCOM串口调试工具成功连接电脑和EN-C200单板，QCOM下发AT+CFUN?命令后返回结果1，说明SIM卡在位。 | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

### OLED显示模块（OLED）

#### OLED显示调测用例

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号：EN-C200-UT-OLED-001 | |
| 调测项目：OLED显示模块 | |
| 调测子项目：OLED显示 | |
| 调式条件：   1. 通过电脑，使用Micro USB线供电和下载； 2. 备有单板OLED显示的固件； | |
| 调试过程：  1、单板正常上电并开机，观察OLED显示屏幕是否正常。 | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  单板正常上电并开机，OLED显示屏幕信息正确。 | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

### 用户按键模块（KEY）

#### 按键功能调测用例

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号：EN-C200-UT-KEY-001 | |
| 调测项目：用户按键模块 | |
| 调测子项目：按键功能 | |
| 调式条件：  1、通过电脑，使用Micro USB线供电和下载；  2、备有单板按键响应的固件； | |
| 调试过程：  1、单板正常上电并开机，手动检查各个按键功能是否正常。 | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  功能按键按下，显示屏信息会变化；复位按键按下系统会复位。 | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

### LED模块（LED）

#### 指示灯状态调测用例

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号：EN-C200-UT-LED-001 | |
| 调测项目：LED模块 | |
| 调测子项目：指示灯状态 | |
| 调式条件：  1、通过电脑，使用Micro USB线供电和下载；  2、备有单板LED响应的固件； | |
| 调试过程：  1、单板正常上电，并开机，观察各个指示灯状态是否正常。 | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  EN-C200单板正常上电，并开机，电源指示等各个指示灯状态正常。 | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

### USB接口模块（USB）

#### 串口信息打印调测用例

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号：EN-C200-UT-USB-001 | |
| 调测项目：USB接口模块 | |
| 调测子项目：串口信息打印 | |
| 调式条件：  1、通过电脑，使用Micro USB线供电和下载；  2、备有单板调试接口响应的固件； | |
| 调试过程：  【练习说明】以下调试过程步骤混乱，分析以下调试步骤，并调整顺序。  43排序是（ A、C、B ）  A、下载串口打印固件到单板；  B、单板正常上电，并开机，观察串口调试工具是否由打印信息。  C、Micro-USB线连接单板与电脑，打开QCOM串口调试工具； | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  EN-C200单板正常上电，并开机，串口有信息打印输出，状态正常。 | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

### 扩展接口模块（EIF）

#### 光传感器调测用例

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号：EN-C200-UT-EIF-001 | |
| 调测项目：扩展接口模块 | |
| 调测子项目：光传感器 | |
| 调式条件：  1、通过电脑，使用Micro USB线供电和下载；  2、备有单板扩展接口响应的固件； | |
| 调试过程：  【练习说明】以下调试过程步骤混乱，分析以下调试步骤，并调整顺序。  44排序是（ B、A、C ）  A、光传感器测试固件加载到单板；  B、把光亮度传感器模块接入单板对应位置；  C、单板正常开机，用灯光照射光线传感器和移开灯光，观察OLED显示和接口板上LED灯的状态。 | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  对应不同的光照射情况，OLED显示的光照LUX数会变化，光照越强，LUX值越大，同时光照弱到一定程度，接口板上的LED灯会点亮。 | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

#### 温湿度传感器调测用例

|  |  |
| --- | --- |
| 调测用例编号：EN-C200-UT-EIF-002 | |
| 调测项目：扩展接口模块 | |
| 调测子项目：温湿度传感器 | |
| 调式条件：  1、通过电脑，使用Micro USB线供电和下载；  2、备有单板扩展接口响应的固件； | |
| 调试过程：  【练习说明】以下调试过程步骤混乱，分析以下调试步骤，并调整顺序。  45排序是（ B、C、A ）  A、单板正常上电并开机，对温湿度传感器吹气，从OLED屏上观察被温度和湿度的读数变化。  B、把温湿度传感器模块接入单板对应位置；  C、下载温湿度传感器测试固件到单板； | |
| 检查点、应达到的要求、指标和预期结果：  对应吹气前后，OLED显示的温度和湿度数据会变化，吹气后的湿度值会更大。 | |
| 相关调试用例、其它说明和注意事项： | |
| 调试人员：TE | 时间： |
| 实测结果： | |
| 差异说明： | |
| 调试测试是否通过： | |

## 信号质量测试用例

### 测试说明

信号质量测试要保证全面性，即单板上的每个信号都要保证测试到，为了保证测试不遗漏，可以先将单板按照功能模块划分，并列举出每个功能模块中的器件，每个器件涉及到的信号再按照实现的功能分类，要列出每类信号的的判断标准，随后给出测试记录的表格。

对于不同的模块，包含或涉及到不同类型的信号，芯片对不同信号的质量要求是不一样的，例如对电源的质量要求是幅度、上电时间、上电顺序、纹波等；对时钟信号的质量要求是边沿单调性、上升时间、下降时间、占空比、上冲、下冲、回冲、时钟频率、抖动等；对控制信号的质量要求则是电平幅度、有效宽度、上冲、下冲、回冲等；对业务信号的质量要求则是电平幅度、上冲、下冲、回冲、眼图等。

信号质量的测试点要选在信号的终端。

以下的测试结果记录中，对测试通过的信号，只要求提供其列表；测试不通过的信号，要求提供测试波形记录、测试结果分析等。

以下提供的表格为通用的信号质量规范要求和一些通用的电平信号的标准，可作为信号质量判断的标准，同时需要参考器件手册；以下给出的标准与芯片要求不符的，以芯片要求为准，并要求在芯片的信号实测记录前，列出其特殊要求。

1. 信号标准特性表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **信号类型** | **VCC** | **VOH** | **VIH** | **VT** | **VIL** | **VOL** |
| TTL、ABT | 5 | 2.4 | 2 | 1.5 | 0.8 | 0.4 |
| LVTTL、LVT、LVC、ALVC、LV | 3.3 | 2.4 | 2 | 1.5 | 0.8 | 0.4 |
| CMOS | 5 | 4.44 | 3.5 | 2.5 | 1.5 | 0.5 |
| PECL | 5 | 4.19 | 3.87 | 3.7 | 3.52 | 3.05 |
| LVPECL | 3.3 | 2.42 | 2.06 | 2 | 1.94 | 1.58 |
| GTL | —— | 1.2 | 0.86 | 0.8 | 0.75 | 0.4 |
| GTL+ | —— | 1.5 | 1.05 | 1 | 0.95 | 0.4 |
| ETL | 5 | 2.4 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 0.4 |
| BTL（低电平为1V） | —— | 2.1 | 1.62 | 1.55 | 1.47 | 1.1 |

1. 通用信号规范表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **信号类型** | **正向过冲** | **负向过冲** | **正向回冲** | **负向回冲** | **正向毛刺** | **负向毛刺** | **边沿特性①** | **实测VIH要求** | **实测VIL要求** |
| **PECL** | <0.2V | <0.2V | >3.87V | <3.52V | <3.52V | >3.87V | 须单调 | >3.87 | <3.52 |
| **TTL** | <1V | <1V | >2.4V | <0.8V | <0.8V | >2.4V | 须单调 | >3V | <0.6V |
| **TTL(3V)** | <0.6V | <0.6V | >2.4V | <0.8V | <0.8V | >2.4V | 须单调 | >2.8V | <0.6V |
| **CMOS** | <1V | <1V | >3.5V | <1.5V | <1.5V | >3.5V | 须单调 | >3.5V | <1.0V |
| **GTL+** | <0.4V | <0.4V | >1.2V | <0.3V | <0.3V | >1.2V | 须单调 | >1.4V | <0.4V |
| **GTL** | <0.3V | <0.3V | >0.95V | <0.25V | <0.25V | >0.95V | 须单调 | >1.15V | <0.3V |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. *边沿特性：对通用信号中的控制信号一般要求边沿必须单调；对数据、地址等信号可结合时序的测试结果来作相应的要求*
2. 通用时钟信号规范表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **信号类型** | **占空比** | **上升**  **单调性** | **上升时间** | **下降**  **单调性** | **下降时间** | **抖动特性** |
| **PECL** | 40%-60% | 必须单调 |  | 必须单调 |  | 待定。  建议：对于存在指标规定的信号，应满足指标；无指标规定或无法明确界定的情况下，应满足可靠性要求。 |
| **TTL** | 40%-60% | 必须单调 |  | 必须单调 |  |
| **TTL(3V)** | 40%-60% | 必须单调 |  | 必须单调 |  |
| **CMOS** | 40%-60% | 必须单调 |  | 必须单调 |  |
| **GTL+** | 40%-60% | 必须单调 |  | 必须单调 |  |
|  |  |  |  |  |  |

\*：时钟信号必须同时满足信号标准特性和通用时钟信号规范。

### 电源测试

#### 电源测试表

1. EN-C200单板电源测试表

【练习说明】根据测试的实际情况，分析波形，修改实测数据：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **电源网络** | **有效值** | **电压范围** | **纹波** | **噪声** | **上电过冲** | **上升时间** | **下电下冲** | **下降时间** |
| +5.0**要求** | 5V | ±5% | ±5% | ±5% | ±5% | / | ±5% | / |
| +5.0**实测** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| +3.3**要求** | 3.3V | ±5% | ±5% | ±5% | ±5% |  | ±5% |  |
| +3.3**实测** |  |  |  |  |  |  |  |  |

备注：电源各项指标要求需参考各个在板芯片电源输入规格要求等

#### 上下电顺序测试

此项测试不涉及，因EN-C200单板仅有5V和3.3V两种电源，且没有上下电顺序要求。

#### 测试波形及分析

【练习说明】分析所给波形图，在说明栏填写正确的数据（电压、电流、时间单位精确到 **0.01**，百分数精确到 **0.1%**）：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **电源** | **波形图** | **说明** |
| 3.3V电源（TP7）启动电压波形 | 3v3r | 46数据（浪涌峰值： 3.93 V） |
| 47数据（过冲： 22.2%） |
| 48数据（电压有效值为 3.40 V） |
| 49数据（上升时间： 130.04 us） |
| 3.3V电源（TP7）关断电压波形 | 3v3f | 50数据（浪涌峰值： 3.47 V） |
| 51数据（过冲： 5.7%） |
| 52数据（电压有效值为： 3.33 V） |
| 53数据（下降时间： 182.49ms） |
| V3.3\_ripple | 3v3ripple | 54数据（电压纹波峰峰值：60.00 mV） |
| V3.3\_ ripple +noise | 3v3n0ise | 55数据（电压纹波噪声峰峰值： 105.00 mV） |
|  |  |  |
|  |  |  |

### 逻辑信号测试

#### MCU最小系统模块

1. MCU最小系统模块逻辑信号测试表

【练习说明】分析待测信号的信号类型，同时结合“信号标准特性表”选择正确的“信号类型”：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **待测信号名** | **信号类型** | **测试点** | **结果判断** | **备注** | **结论** |
| SWITCH\_V3.3 | *56填写*（ LVT ） | U3-34 | 上电后为低电平 | V3.3网络开关 |  |
| NRST | *57填写*（ LVT ） | TP42 | S2按下后为低电平 | MCU复位 |  |
|  |  |  |  |  |  |

#### NB-IoT模块

1. NB-IoT模块逻辑信号测试表

【练习说明】分析待测信号的信号类型，同时结合“信号标准特性表”选择正确的“信号类型”：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **待测信号名** | **信号类型** | **测试点** | **结果判断** | **备注** | **结论** |
| N316944 | *58填写*（ LVT ） | TP25 | S7按下后为低电平 | NB-IoT模块复位 |  |
|  |  |  |  |  |  |

### 时钟信号测试

1. EN-C200单板时钟信号测试表

【练习说明】根据硬件设计方案和原理图，填写正确的参数（精确到 0.001）：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **待测信号名** | **所属模块** | **测试点** | **频率** | **实测值** | **备注** | **结论** |
| OSC\_OUT | MCU模块 | U3-4 | *59*数据（ 8.000 MHz） |  | MCU主时钟 |  |
| OSC32\_OUT | MCU模块 | U3-6 | *60*数据（ 32.768 KHz） |  | RTC时钟 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

测试时钟波形图如下所示：

1. 测试波形及分析

【练习说明】分析所给波形图，在说明栏填写正确的数据（精确到 0.01）：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **待测信号名** | **波形图** | **说明** |
| OSC32\_OUT |  | EN-C200单板32.768KHz时钟测试波形图： |
| 61数据（幅度： 76.43 mV） |
| 62数据（频率： 32.76 KHz） |
| 63数据（周期： 30.53 us） |
| 64数据（峰峰值： 77.20 mV） |
| OSC\_OUT |  | EN-C200单板8MHz时钟测试波形图： |
| 65数据（幅度： 700.92 mV） |
| 66数据（频率： 8.00 MHz） |
| 67数据（周期： 125.00 ns） |
| *68*数据（峰峰值： 708.00 mV） |

## 时序测试用例

### 测试说明

时序测试包括了CPU的读写时序、存储器的操作时序、业务处理器件的数据输入输出时序等。具体应按单板实际设计进行划分。

在时序测试之前要列出涉及到时序要求的器件,如U3，U4……；然后可按照器件分别来记录时序测试结果，在记录每个器件的测试结果之前，与信号质量测试类似，也要先列出器件对时序的要求。

### OLED模块接口时序测试

MCU最小系统和OLED显示模块之间是通过I2C接口通讯，对于OLED显示模块，I2C接口的数据SDA信号相对时钟SCL信号有时序要求。示波器探头测试点需要选取在OLED模块的PIN脚位置。

1. 表11 OLED 模块接口时序测试表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数 | 标识符 | 最小值要求(ns) | 最大值要求(ns) | 实测值(ns) | 结论 |
| 数据（OLED\_SDA）的建立时间 | tSD | 100 | / |  |  |
| 数据（OLED\_SDA）的保持时间 | tHD | 300 | / |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

测试波形图如下所示：

1. 测试波形及分析

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 待测信号名 | 波形图 | 说明 |
| OLED\_SDA及  OLED\_SCL |  | tSD：xx ns |
| tHD：xx ns |

### 光传感器接口板时序测试

MCU最小系统和光传感器接口板之间是通过I2C接口通讯，对于光传感器接口板，I2C接口的数据SDA信号相对时钟SCL信号有时序要求。示波器探头测试点需要选取在光传感器芯片BH1750FVI 芯片的PIN脚位置。

1. 光传感器接口板时序测试表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数 | 标识符 | 最小值要求(ns) | 最大值要求(ns) | 实测值(ns) | 结论 |
| 数据（I2C\_SDA\_PC10）的建立时间 | tSD | 100 | / |  |  |
| 数据（I2C\_SDA\_PC10）的保持时间 | tHD | 0 | 900 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

测试波形图如下所示：

1. 测试波形及分析

【练习说明】分析所给波形图，在说明栏填写正确的数据（精确到 0.1）：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 待测信号名 | 波形图 | 说明 |
| I2C\_SDA\_PC10及  I2C\_SCL\_PC11 | i2csetup  i2chold  i2c_opt_scl | 69数据（tSD： 1.7 ns） |
| 70数据（tHD： 1.6 ns） |

## 其他测试

无。

# 单板调测总结

## 问题列表

1. 问题记录表格

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **信号名** | **测试点** | **问题描述** | **原因分析** | **改进措施** | **是否填写了缺陷跟踪电子流** |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |

## 调测问题跟踪闭环

1. 单板调测问题清单

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **所属模块** | **问题描述** | **问题等级** | **解决措施** | **责任人** | **计划解决时间** | **备注** |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |

# 评审报告

*<PL应及时组织对单板硬件调试与单元测试测试方案的评审，并将评审报告记录在这里。>*

# 附录

无。