

## 面向USB Type-C™ 和Power Delivery的STM32 Nucleo包 (基于Nucleo-F072RB板)

### 前言

USB Type-C™ 和Power Delivery Nucleo pack (P-NUCLEO-USB001) 是一种开发套件，由 NUCLEO-F072RB板、MB1257扩展板和全功能Type-C线缆组成。这些组成部分与经认证的 STM32F0 USB Type-C™ PD中间件堆栈X-CUBE-USB-PD一起，满足了演示USB Type-C™ 和USB Power Delivery技术功能的需要，方便用户开发其解决方案。

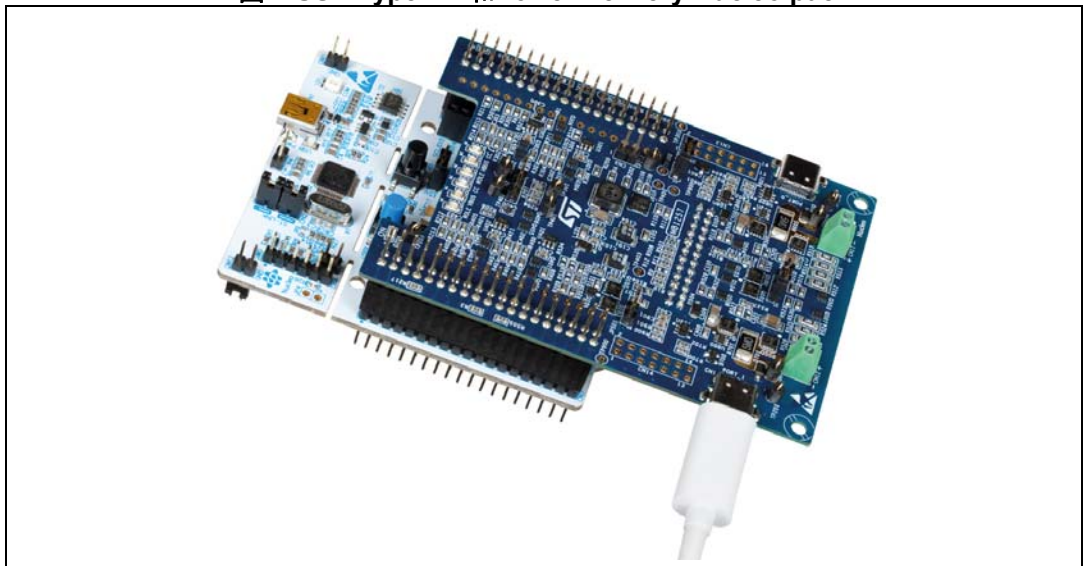
USBPD是一种为拓展USB的功能而设计的全新协议；它通过数据通信线缆进行15W至100W电力传输。支持PD协议的设备能够协商USB电源引脚上的电压和电流，并根据要求定义它们的角色，即供电方或受电方。

在简单介绍USB Power Delivery的主要特性和工作原理后，本文档将描述P-NUCLEO-USB001。

板一经配置，嵌入的演示固件即允许用户查看一些基本信息，例如线缆的插入和拔除、线缆的定向和每个端口的角色。

 1显示了装配的USB Type-C™ 和Power Delivery Nucleo pack。

**图1. USB Type-C™ 和Power Delivery Nucleo pack**



1. 图片不属于合同范围。

# 目录

<b>1</b>	<b>USB Type-C和Power Delivery技术概述</b>	<b>7</b>
1.1	USB Type-C概述	7
1.2	USB Type-C术语	9
1.3	USB Type-C连接器引脚分类	9
1.4	全功能Type-C线缆	11
1.5	V <sub>BUS</sub> 供电选项	11
1.6	CC引脚	12
1.7	插头方向和线缆扭结检测	12
1.8	功率容量检测和使用	13
1.9	USB Power Delivery 2.0	13
1.10	数据包结构	13
1.11	协商供电	15
1.12	复用模式	15
	1.12.1 复用引脚重新分配	16
	1.12.2 Billboard	16
<b>2</b>	<b>系统架构</b>	<b>17</b>
2.1	硬件说明	17
2.2	NUCLEO-F072RB 板	18
2.3	MB1257扩展板	21
2.4	MB1257: USB Type-C插座和电流感应阶段	30
2.5	CC模拟前端和CC管理	32
2.6	MB1257 V <sub>CONN</sub> 开关	34
2.7	MB1257 V <sub>BUS</sub> 管理和放电机制	34
2.8	MB1257 V <sub>BUS</sub> 负载连接器	36
2.9	MB1257扩展连接器	36
2.10	MB1257 USB2.0功能	37
2.11	MB1257低功耗管理阶段	37
2.12	MB1257用户LED	40
2.13	MB1257串行通信连接器	41
2.14	全功能Type-C线缆	41

<b>3</b>	<b>系统设置</b> .....	<b>42</b>
3.1	供电方配置 .....	42
3.2	受电方配置 .....	42
<b>4</b>	<b>订购信息</b> .....	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>电气原理图</b> .....	<b>43</b>
5.1	MB1257B版本B原理图 .....	44
5.2	MB1257C版本C原理图 .....	54
<b>6</b>	<b>缩写和缩略语</b> .....	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>参考</b> .....	<b>64</b>
<b>8</b>	<b>版本历史</b> .....	<b>65</b>

表格索引

表1. USB Type-C引脚排列说明 ..... 10

表2. 供电选项 ..... 11

表3. DFP CC终端（Rp）的要求..... 13

表4. 要修改的焊桥和电阻 ..... 19

表5. LED闪烁的含义..... 40

表6. 缩写和缩略语 ..... 64

表7. 文档版本历史 ..... 65

表8. 中文文档版本历史..... 66



## 图片索引

图1.	USB Type-C™ 和Power Delivery Nucleo pack	1
图2.	USB插头的多种形式	8
图3.	USB Type-C插座引脚排列	10
图4.	USB Type-C插头引脚排列	10
图5.	上拉/下拉CC检测	13
图6.	USB PD数据包格式	14
图7.	SOP*信令	15
图8.	可用于通过全功能线缆重新配置的引脚	16
图9.	可用于直连应用重新配置的引脚	16
图10.	构成P-NUCLEO-USB001套件的两种板	17
图11.	STM32 Nucleo板	18
图12.	STM32 Nucleo板（前视图）	20
图13.	STM32 Nucleo板（底视图）	20
图14.	完整架构的框图	21
图15.	要设置的MB1257B主要连接器和跳线	22
图16.	要设置的MB1257C主要连接器和跳线	23
图17.	MB1257B扩展板（主要功能块的视图）	24
图18.	MB1257B扩展板（顶视图）	25
图19.	MB1257C扩展板（顶视图）	26
图20.	MB1257B和MB1257C扩展板的顶视图	27
图21.	MB1257B扩展板和丝印层布局（顶视图）	28
图22.	MB1257C扩展板和丝印层布局（顶视图）	29
图23.	MB1257B和MB1257C扩展板丝印层布局的底视图	30
图24.	MB1257B（PORT_0）：插座和电压感应阶段原理图	31
图25.	MB1257（PORT_0）：电流感应阶段原理图	31
图26.	MB1257B（PORT_0）：模拟前端原理图	32
图27.	MB1257C（PORT_0）：模拟前端原理图	32
图28.	MB1257（PORT_0）：CC管理原理图	33
图29.	MB1257B（PORT_0）：放电机制阶段原理图	35
图30.	MB1257C（PORT_0）：放电机制阶段原理图	35
图31.	MB1257（PORT_0）：复用模式连接器CN13原理图	37
图32.	MB1257：CN4引脚排列	38
图33.	MB1257：本地电源管理的负载开关原理图	39
图34.	MB1257：本地DC-DC转换器的原理图	40
图35.	MB1257B板：全局框图	44
图36.	MB1257B板：本地电压管理	45
图37.	MB1257B板：主要连接器和操作	46
图38.	MB1257B板：模拟前端1（PORT_0）	47
图39.	MB1257B板：模拟前端2（PORT_1）	48
图40.	MB1257B板：本地电源管理	49
图41.	MB1257B板：Type-C PORT_0和USB 2.0	50
图42.	MB1257B板：Type-C PORT_1	51
图43.	MB1257B板：电流感应PORT_0	52
图44.	MB1257B板：电流感应PORT_1	53
图45.	MB1257C板：全局框图	54
图46.	MB1257C板：本地电压	55
图47.	MB1257C板：Nucleo连接器	56
图48.	MB1257C板：模拟前端1	57

图49.	MB1257C板: 模拟前端2 .....	58
图50.	MB1257C板: 本地电源管理 .....	59
图51.	MB1257C板: Type-C端口0 + USB 2.0 .....	60
图52.	MB1257C板: Type-C端口1 .....	61
图53.	MB1257C板: 电流感应端口0 .....	62
图54.	MB1257C板: 电流感应端口1 .....	63

# 1 USB Type-C和Power Delivery技术概述

USB Type-C和Power Delivery是十分有前景的技术，可简化开发并提升消费者和移动用户的体验。新型可反插USB Type-C连接器使用户能够更方便地插入插头。

这些技术提供了一种可以传输所有必要数据的智能连接器（包括其他视频通信协议），此外，通过使用Power Delivery协议，它们可以协商不超过100 W的电力供应或为连接到该USB端口的设备充电。其最终目标包括更少线缆、更少连接器和通用充电器。

USB Type-C连接器原本支持不超过15 W（5 V @ 3 A）的电力传输，通过可选USB Power Delivery功能，这一值已提高到100 W（最高20 V @ 5 A）。15 W远不能满足市场上现有大量传统USB供电设备中的大多数需求。

第一节将介绍两种新标准：USB Type-C和USB Power Delivery。

## 1.1 USB Type-C概述

USB Implementer Forum（USB-IF）提出了两种互补的规范：

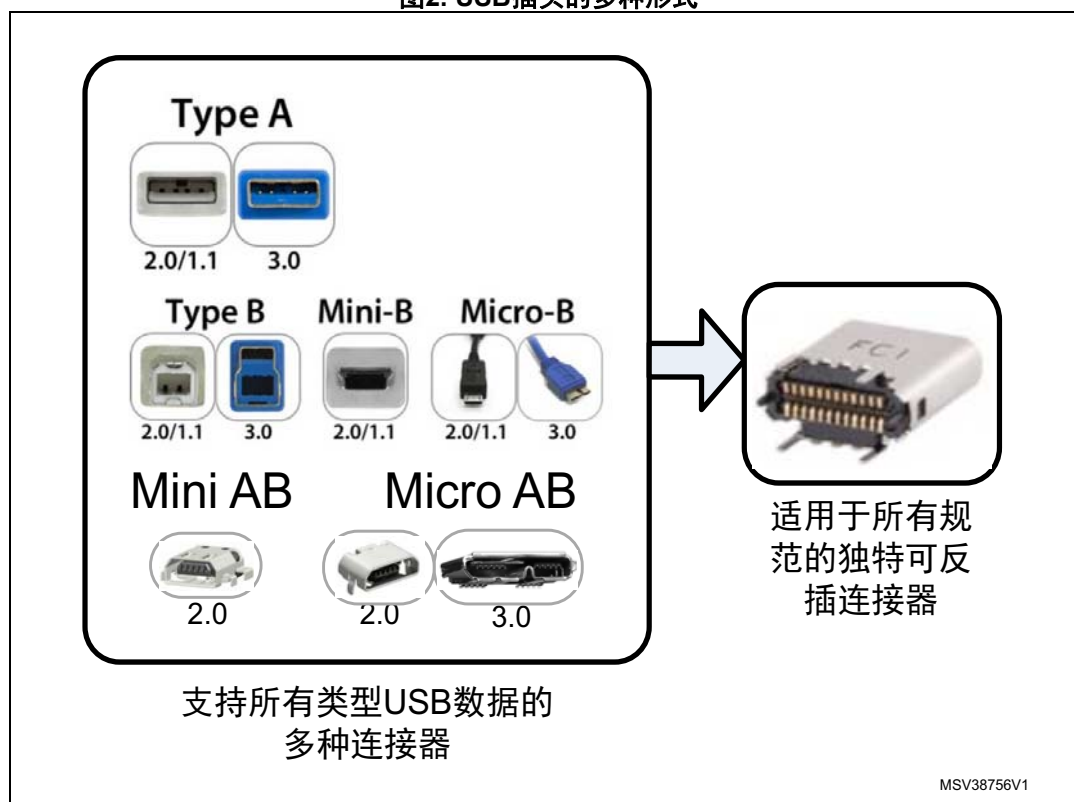
- USB Power Delivery（PD）规范第2.0版（参见[第 7 节：参考](#)）详细介绍了如何能够将链路从4.5 W电源（ $V_{BUS}$ 上的900 mA @ 5 V）转换为100 W电源或consumer source（最高5 A @ 20 V）。
- USB Type-C插座、插头和线缆规范1.2版。

新型连接器在设计上无极性且完全可反插，不受插入方式的影响。

因此，此新型可反插24引脚USB Type-C插头旨在成为具备PD提出的所有先进功能的通用插头：

- 协商电源功能
- 协商供电和耗电水平
- 执行主动线缆识别
- 交换供应商特定消息
- 执行复用模式协商，允许将不同通信协议路由至USB Type-C连接器的可配置引脚。

图2. USB插头的多种形式



USB Type-C线缆的两端使用相同公头的排针连接器。

USB Type-C支持USB2.0至今的所有协议，包括供电功能。

此新型连接器尺寸很小，仅8.4 mm（宽）x 2.6 mm（高）。

按照图2的描述，新型USB Type-C插头在一个连接器中包含了以往各种插头提供的所有功能。由于它在数据传输和供电方面的灵活性，使所有用户能够更轻松地使用USB。

USB Type-C连接允许端口使用仅主机模式、仅设备模式或双角色功能模式。通过使用USB PD协议，可以独立并动态地在数据传输和供电功能之间切换。



## 1.2 USB Type-C术语

USB Type-C体系的常用术语有：

- **下行端口（DFP）**：与USB连接中的数据流有关，通常是与设备相连的主机或集线器上的端口。在初始状态，DFP必须作为 $V_{BUS}$ 、 $V_{CONN}$ 和数据通信的source。仅充电DFP端口只能作为 $V_{BUS}$ 的Source。
- **上行端口（UFP）**：与USB连接中的数据流有关，是连接到主机或集线器DFP的设备或集线器上的端口。在初始状态，UFP必须作为 $V_{BUS}$ 的sink并支持数据通信。
- **双角色功能电源（DRP）**：指可作为source或sink工作的USB端口。端口功能既可以固定为source或sink，也可以在两种端口状态之间交替。当端口最初作为source工作时，也可以充当DFP，当作为sink工作时，同样可以充当UFP。端口功能可以在供电和数据传输之间动态地转换。
- **Source**：通过CC（配置通道）引脚上的 $R_p$ 断言（上拉电阻）的端口，并通过 $V_{BUS}$ 供电（5 V至20 V， $\leq 5$  A）。它通常是DFP主机或集线器。请参见图 5了解 $R_p$ 以及第 1.6节了解CC引脚）。
- **Sink**：端口通过CC引脚上的 $R_d$ 来断言（下拉电阻。请参见图 5），并消耗来自 $V_{BUS}$ 的电力（5 V至20 V， $\leq 5$  A），它通常是设备。利用其CC引脚上的 $R_d$ 来断言并能通过 $V_{BUS}$ 用电的USB Type-C PD称为受电方。

## 1.3 USB Type-C连接器引脚分类

24引脚USB Type-C包括：

- 对称连接：
  - USB2.0差分对（D+/D-）
  - 供电引脚： $V_{BUS}/GND$
- 非对称连接：
  - 两组Tx/Rx信号路径，支持USB 3.1数据速率
  - 处理发现、配置和管理USB Type-C供电功能的配置通道（CC线路）
  - 双边带使用（SBU线路）信号适用于模拟音频模式，可通过复用模式使用

图 3和图 4显示了插座和插头的引脚排列，表 1显示了引脚排列说明。

图3. USB Type-C插座引脚排列

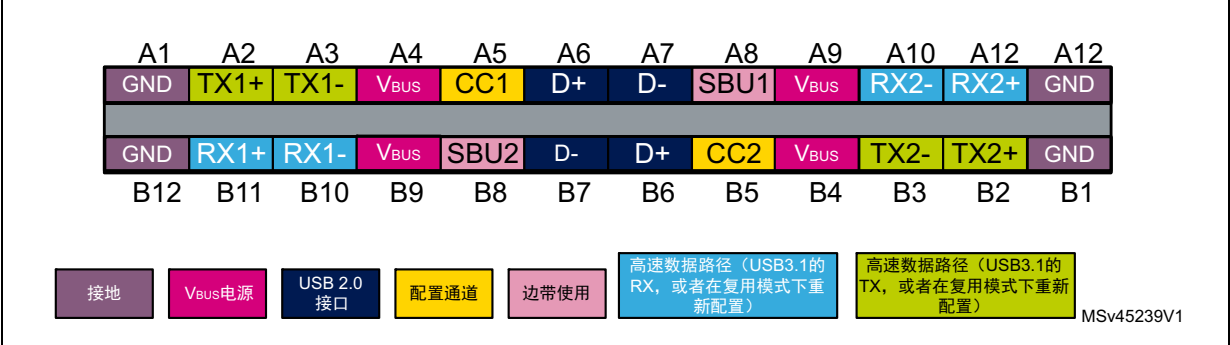


图4. USB Type-C插头引脚排列

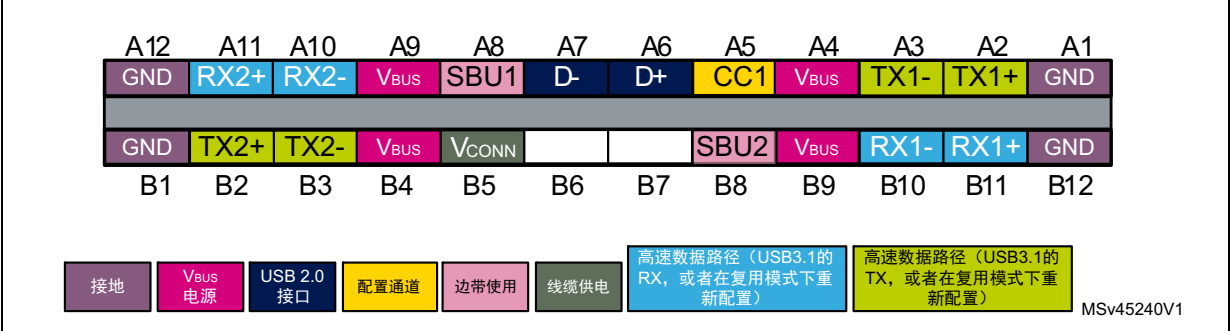


表1. USB Type-C引脚排列说明

引脚	插座信号	插头信号	说明	备注
A1	GND	GND	接地回路	最大可达5 A，分为4个引脚
A2	TX1+	TX1+	USB3.1数据线或复用	USB 3.1中的10-Gb TX差分对
A3	TX1-	TX1-		
A4	V <sub>BUS</sub>	V <sub>BUS</sub>	总线电源	最大功率100W（20V-5A），分为4个引脚
A5	CC1或V <sub>CONN</sub>	CC	配置通道或有源或电力电子标记的电缆	在V <sub>CONN</sub> 配置中，最低功耗为1 W
A6	D+	D+	USB2.0数据线	-
A7	D-	D-		-
A8	SBU1	SBU1	边带使用（SBU）	仅复用模式
A9	V <sub>BUS</sub>	V <sub>BUS</sub>	总线电源	最大功率100 W，分为4个引脚
A10	RX2-	RX2-	USB3.1数据线或复用	USB 3.1中的10-Gb RX差分对
A11	RX2+	RX2+		
A12	GND	GND	接地回路	最大可达5 A，分为4个引脚
B1	GND	GND	接地回路	最大可达5 A，分为4个引脚
B2	TX2+	TX2+	USB3.1数据线或复用	USB 3.1中的10-Gb RX差分对
B3	TX2-	TX2-		

表1. USB Type-C引脚排列说明（续）

引脚	插座信号	插头信号	说明	备注
B4	V <sub>BUS</sub>	V <sub>BUS</sub>	总线电源	最大功率100 W，分为4个引脚
B5	CC2或V <sub>CONN</sub>	V <sub>CONN</sub>	配置通道或有源或电力电子标记的电缆	在V <sub>CONN</sub> 配置中，最低功耗为1 W
B6	D+	-	USB2.0数据线	-
B7	D-	-		-
B8	SBU2	SBU2	边带使用（SBU）	仅复用模式
B9	V <sub>BUS</sub>	V <sub>BUS</sub>	总线电源	最大功率100 W，分为4个引脚
B10	RX1-	RX1-	USB3.1数据线或复用	USB 3.1中的10-Gb RX差分对
B11	RX1+	RX1+		
B12	GND	GND	接地回路	最大可达5 A，分为4个引脚

## 1.4 全功能Type-C线缆

全功能Type-C线缆是Type-C至Type-C线缆，支持USB2.0和USB 3.1数据操作，并包含SBU线。它们是电子标记线缆，使用USBPD提供线缆特性。为了给这些线缆中的电子器件供电，需从V<sub>CONN</sub>消耗最多1 W的电力。

## 1.5 V<sub>BUS</sub>供电选项

V<sub>BUS</sub>在主机和设备之间以及充电器和主机/设备之间提供输电路径。对于具备USB Type-C连接器的设备而言，可用的供电选项如表 2所示。

表2. 供电选项

工作模式	标称电压	最大电流	注释
USB 2.0	5 V	500 mA	基于规范的默认电流
USB 3.1	5 V	900 mA	
USB BC1.2	5 V	最大1.5 A	传统充电方式
USB Type-C电流@1.5 A	5 V	1.5 A	支持高功率设备
USB Type-C电流@3A	5 V	3 A	
USB PD	最大20 V	最大5 A	方向控制和功率水平管理

## 1.6 CC引脚

插座内有两个CC引脚，但只通过线缆连接了一个CC引脚来确立信号方向，另一个CC引脚重复用作 $V_{CONN}$ ，为USB Type-C线缆中的电子器件供电。

在CC1和CC2上，DFP必须具有 $R_p$ 上拉电阻，而UFP必须具有 $R_d$ 下拉电阻。

全功能线缆必须通过 $V_{CONN}$ 引脚为接地提供阻抗 $R_a$ 。

## 1.7 插头方向和线缆扭结检测

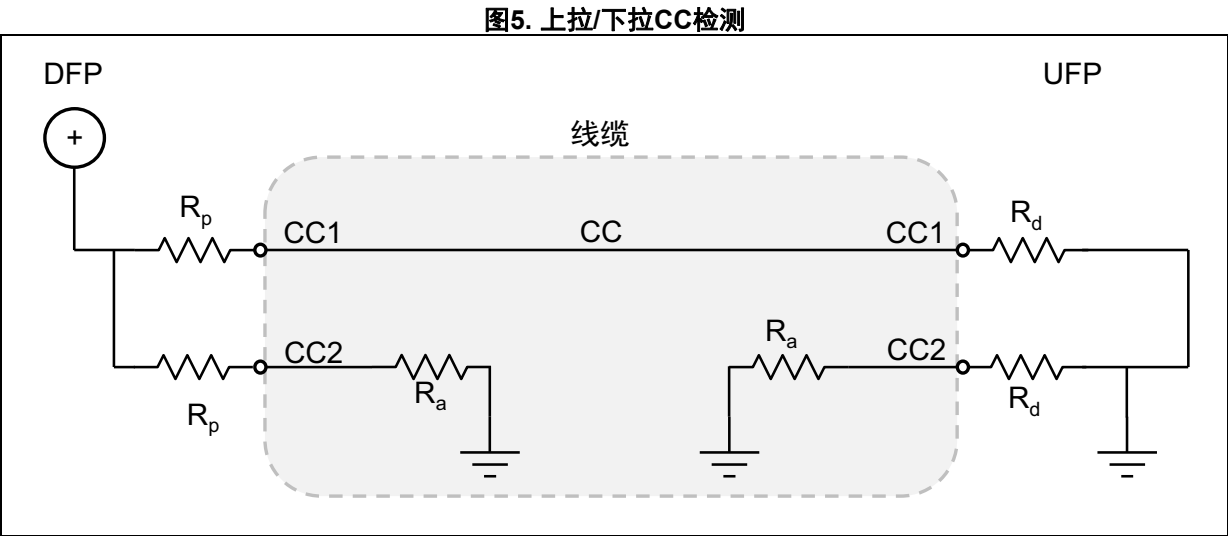
由于USB Type-C插头能以任何方向插入插座，因此必须先检测方向。

使用 $R_p/R_d$ 电阻通过CC线路执行检测。

首先，DFP在其CC引脚上暴露 $R_p$ 终端，而UFP在其CC引脚上暴露 $R_d$ 终端。

为了检测连接，DFP监测两个CC引脚：当插入线缆时，它将DFP的一条CC线路连接到UFP的一条CC线路。

如果使用全功能线缆，将在不直接相连的UFP和DFP CC线路上暴露 $R_a$ 电阻（参见图 5）。



1.8 功率容量检测和使用

端口向设备供应电流的能力取决于DFP上的Rp上拉电阻值。使用USB PD协议可以协商5 A 电流。

下面的表 3显示了可能有的不同值。

表3. DFP CC终端（Rp）的要求

V <sub>BUS</sub> 供电	1.7 V - 5.5 V电流源	Rp上拉至4.75 V - 5.5 V	Rp上拉至3.3 V +/-5%
默认USB供电	80 μA +/- 20%	56 kΩ+/- 20% (1)	36 kΩ+/- 20%
1.5 A @ 5 V	180 μA +/- 8%	22 kΩ+/- 5%	12 kΩ+/- 5%
3.0 A @ 5 V	330 μA +/- 8%	10 kΩ+/- 5%	4.7 kΩ+/- 5%

1.9 USB Power Delivery 2.0

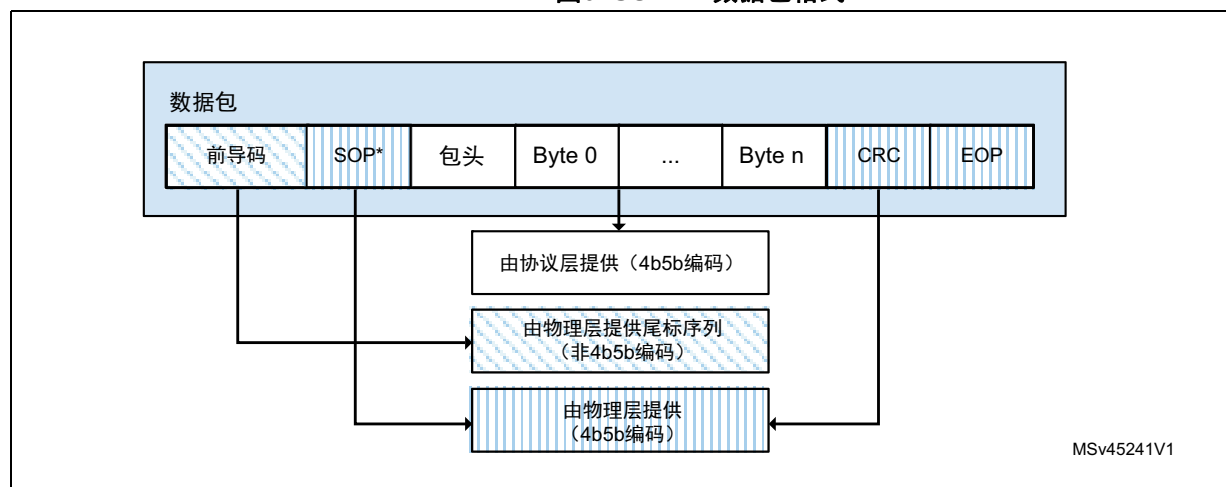
在USB PD 2.0中，直连端口对通过USB Type-C线缆协商电压、电流和/或供电和数据流的方向。直连端口以使用双相标示编码（BMC）的CC线作为通信通道。

此机制的运作独立于其他用于协商供电的USB方法。

1.10 数据包结构

USB PD数据包格式如图 6所示。

图6. USB PD数据包格式



数据包的主要组成部分包括：

- 前导码：0s与1s交替的64位序列，用于与发射器同步。
- SOP\*是数据包的开头。它可以是SOP、SOP'（包开始序列单引号）或SOP''（包开始序列双引号）：
  - SOP数据包将仅限于具有PD功能的DFP和UFP
  - SOP'数据包用于与连接到DFP的线缆插头通信
  - SOP''数据包用于与连接到UFP的线缆插头通信
- 消息数据包含消息头，它标识了数据包类型和数据量
- CRC：错误校验
- EOP（包结束）：唯一标识符

按照图 7 中的报告，具有SOP'或SOP''通信功能的线缆插头应只检测并传输以SOP'或SOP''开头的数据包。

协议使用包开始（SOP）通信，每个均以一组名为K代码的编码符号开头。

SOP通信允许传输控制或数据消息。

控制消息具有固定的大小，用于管理数据流。

数据消息的大小取决于它的内容。它提供与数据对象相关的信息。

图7. SOP\*信号



## 1.11 协商供电

DFP初始被视为总线主设备。

$V_{BUS}$ 上的默认电压始终为5 V，并且可通过USB PD消息传送配置为最高20 V。

默认电流容量首先由Rp值定义，可配置为最高5 A。当电流超过3 A时，需使用电子标记USB PD Type-C线缆。

该协议允许动态修改供电配置。

它还可以执行电源功能交换，以便交换供电角色，从而使DFP接收电力而UFP供应电力。对于Type-C连接器，可以执行数据功能转换以使DFP成为UFP，反之亦然，并执行 $V_{CONN}$ 转换以更改为线缆供应 $V_{CONN}$ 的一方。

## 1.12 复用模式

所有使用USB Type-C插座的主机和设备（充电器除外）应提供USB接口。

如果主机或设备选择性地支持复用模式：

- 为了使能复用模式，主机和设备应使用具有USB PD结构的供应商定义信息（结构化VDM）来发现、配置和进入/退出模式。
- 如果没有实现等效的USB功能，设备应提供暴露USB Billboard设备类的USB接口，以便提供识别设备所需的信息。设备无需为非面对用户的模式（例如诊断模式）提供暴露USB Billboard设备类的USB接口。

由于复用模式不遍历USB集线器拓扑，因此应仅在直连主机和设备之前使用。

1.12.1 复用引脚重新分配

在图 8中，只有突出用黄色显示的引脚是使用全功能线缆时应重新配置的引脚。

图8. 可用于通过全功能线缆重新配置的引脚

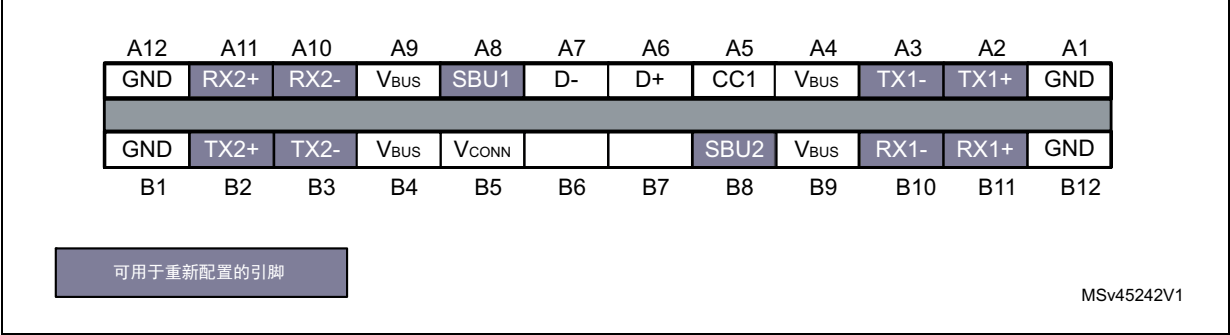
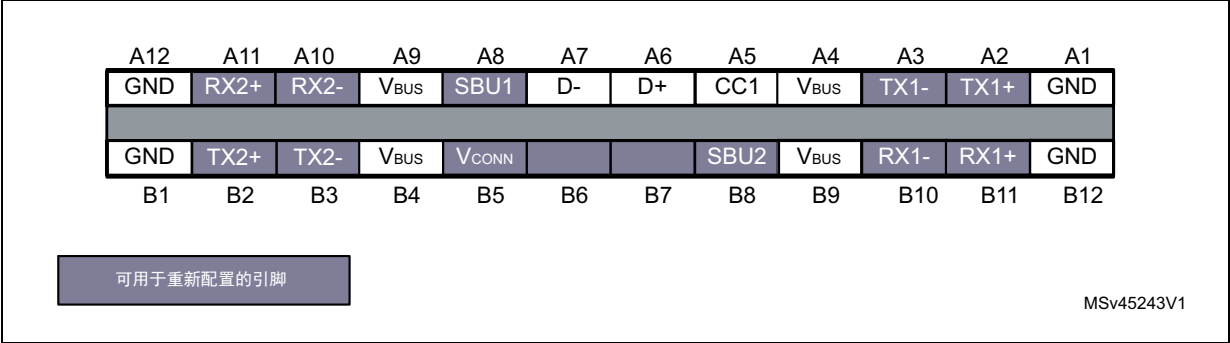


图 9显示了可用于直连应用重新配置的引脚。与上一幅图相比多出3个引脚，这是因为此配置不受线缆接线的限制。

图9. 可用于直连应用重新配置的引脚



1.12.2 Billboard

USB Billboard设备类定义描述了用于将设备容器支持的复用模式传输给主机系统的方法。这包括字符串描述符，可用于以肉眼可读的格式提供辅助性细节信息。

有关详细信息，请参见《Billboard设备的USB设备类定义》1.0a版（2015年4月15日）。



# 2 系统架构

P-NUCLEO-USB001是一种开发包，允许基于USB Type-C和USB PD技术实现解决方案。它可以完全配置用来实现和支持多种配置，例如供电方、受电方或双角色功能电源（DRP）。P-NUCLEO-USB001与USB-IF认证STM32F0USBPD中间件堆栈（X-CUBE-USB-PD）一起时，允许使用一个STM32F0 32位ARM® Cortex®-M0微控制器控制两个USB Type-C端口。使用简单的模拟前端PHY连接STM32F072RBT6 MCU与Type-C™插座的配置通道（CC线路），并允许通过这些使用PD通信协议的线路进行通信。

STM32 USB PD中间件堆栈与USB Type-C 1.2和PD 2.0规范（请参见第 7 节）兼容。

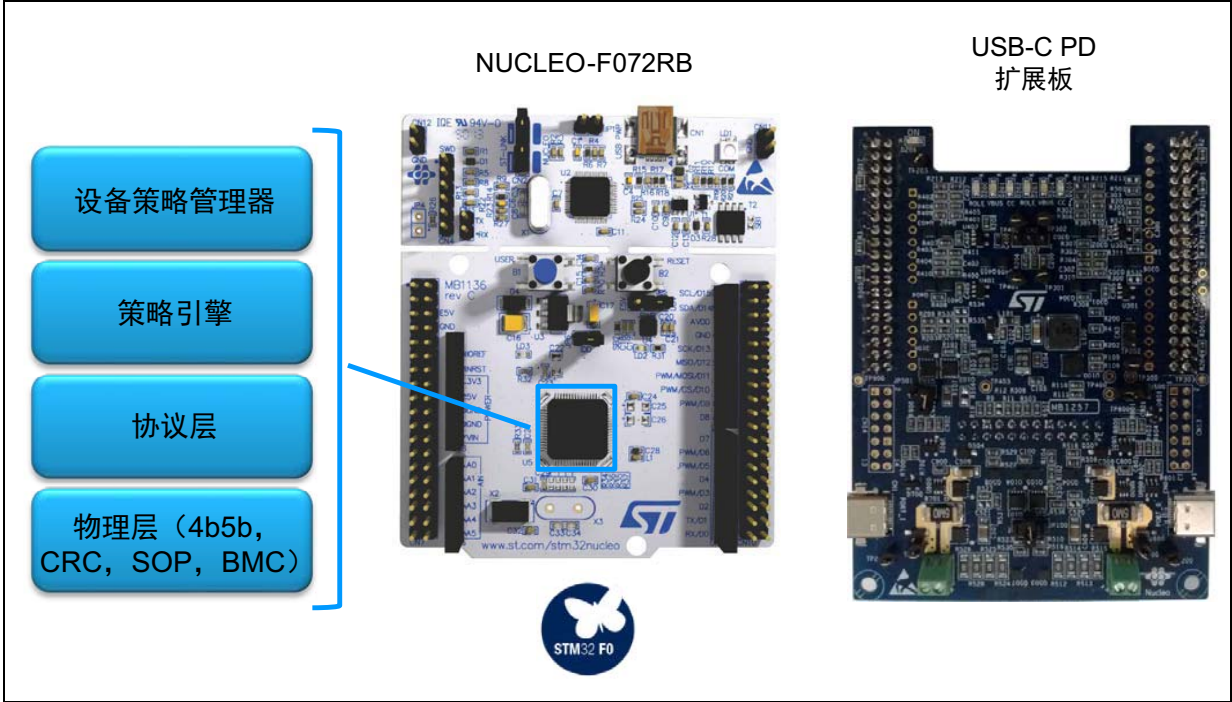
## 2.1 硬件说明

本节描述该开发包的硬件组成部分（参见图 10）：

- NUCLEO-F072RB Nucleo板专门定制用于利用所有需要的外设来服务于PD应用。此板代表运行堆栈的控制块。
- MB1257扩展板实现USB Type-C接口。
- USB Type-C全功能线缆。

下面的小节将描述各个组成部分。

图10. 构成P-NUCLEO-USB001套件的两块板

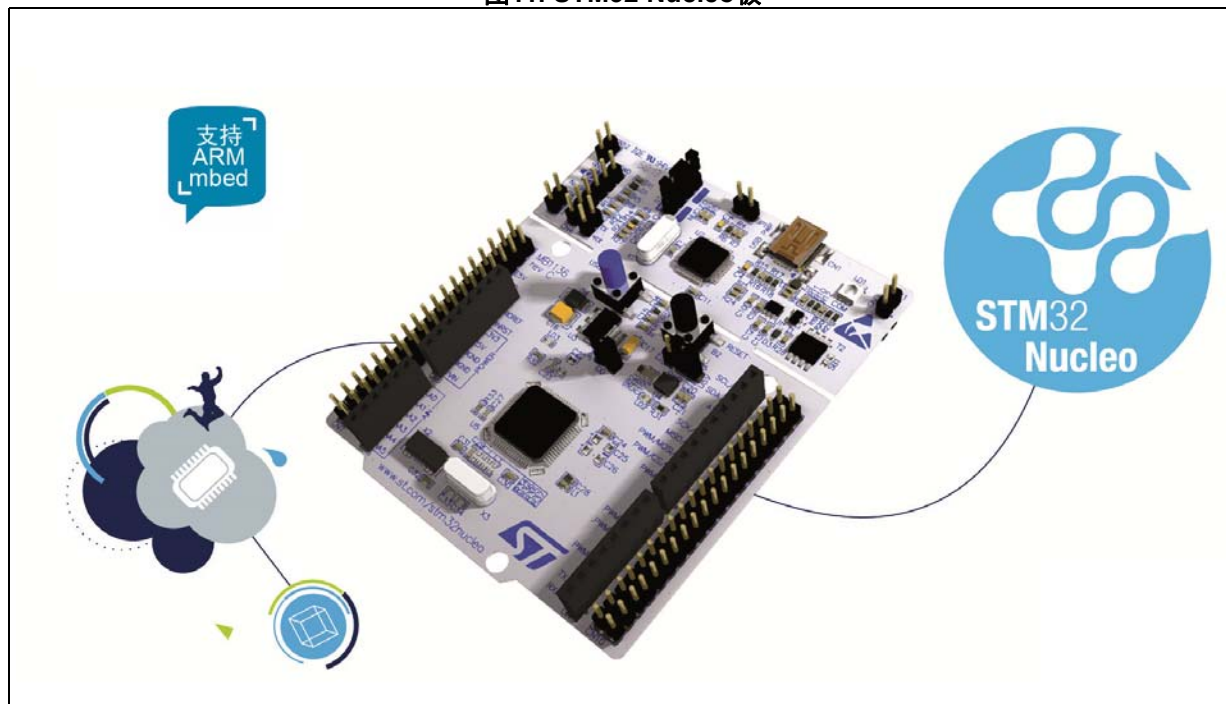


## 2.2 NUCLEO-F072RB 板

STM32 Nucleo板（参见图 11）提供了价格实惠的灵活解决方案，可帮助用户使用任何STM32微控制器实践新理念并构建原型。Arduino™ 连接支持和ST Morpho头使用各种专用扩展板扩展STM32 Nucleo开放式开发平台的功能。由于集成了ST-LINK/V2-1调试/编程器，STM32 Nucleo板无需单独的调试/编程器。STM32 Nucleo板附带STM32综合软件HAL库和各种套装软件示例。

关于STM32 Nucleo板的信息，请参考[www.st.com](http://www.st.com/stm32nucleo)（<http://www.st.com/stm32nucleo>网页）。

图11. STM32 Nucleo板



NUCLEO-F072RB Nucleo板内置STM32F072RBT6 MCU，这是一种基于ARM® Cortex®-M0（具有128KB闪存和16KBSRAM）的32位微控制器。这些特性结合其外设集，使之能够运行采用相反设计的STM32 USB-C PD中间件堆栈（X-CUBE-USB-PD）。

STM32F072RBT6配备USB2.0全速数据接口作为外设。

NUCLEO-F072RB板具有用于完全访问所有STM32 I/O的ST morpho排针，以及具有SWD连接器的板载ST-LINK/V2-1调试器/编程器，能够管理与应用MCU（STM32F072RBT6）的串行通信。

P-NUCLEO-USB001 pack中包含的NUCLEO-F072RB Nucleo板专门针对USB PD应用进行了定制，修改了以STM32 Nucleo板为特色的焊桥配置。因此，当与USB-C PD扩展板MB1257一起使用时，板中内置的STM32F072RBT6微控制器能够运行USB PD中间件堆栈X-CUBE-USB-PD。

下列表 4 报告了NUCLEO-F072RB Nucleo板的前侧和后侧要修改的焊桥和电阻的完整列表（参见图 12和图 13）。

有关详细信息，请参见[www.st.com](http://www.st.com)网站上的STM32 Nucleo-64板用户手册（UM1724）。

表4. 要修改的焊桥和电阻

电桥参考	状态	说明
SB13	断开	STM32F103CBT6（ST-LINK MCU）上的PA2和PA3从STM32F072RBT6 MCU的PA3和PA2上断开。
SB14		
SB15	断开	SWO信号未连接到STM32F072RBT6 MCU上的PB3。
SB21	断开	绿色用户LED LD2未连接到STM32F072RBT6 MCU上的PA5。
R34	断开	LSE未使用：使用PC14和PC15作为GPIO而不是低速时钟。
R36		
SB48	连接	
SB49		
SB62	连接	为了将另一个USART（非默认USART2）连接到ST-LINK MCU，在ST morpho连接器和CN3之间使用飞线连接。SB13和SB14应断开。
SB63		

图12. STM32 Nucleo板（前视图）

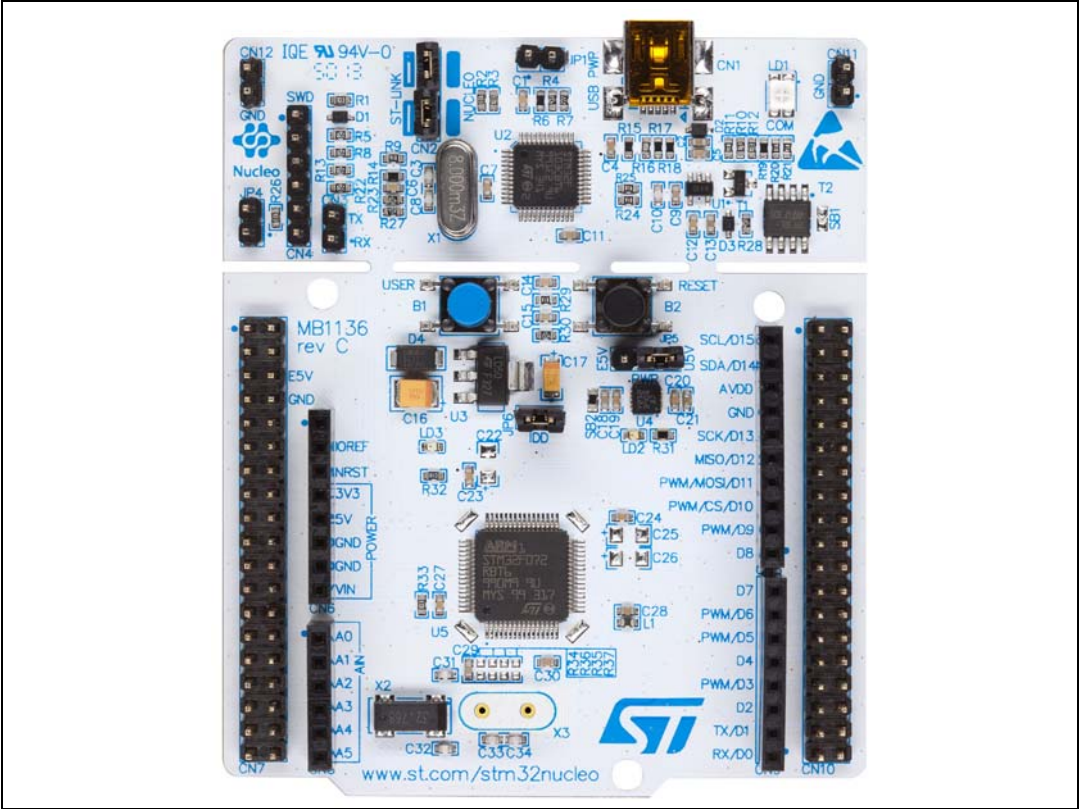
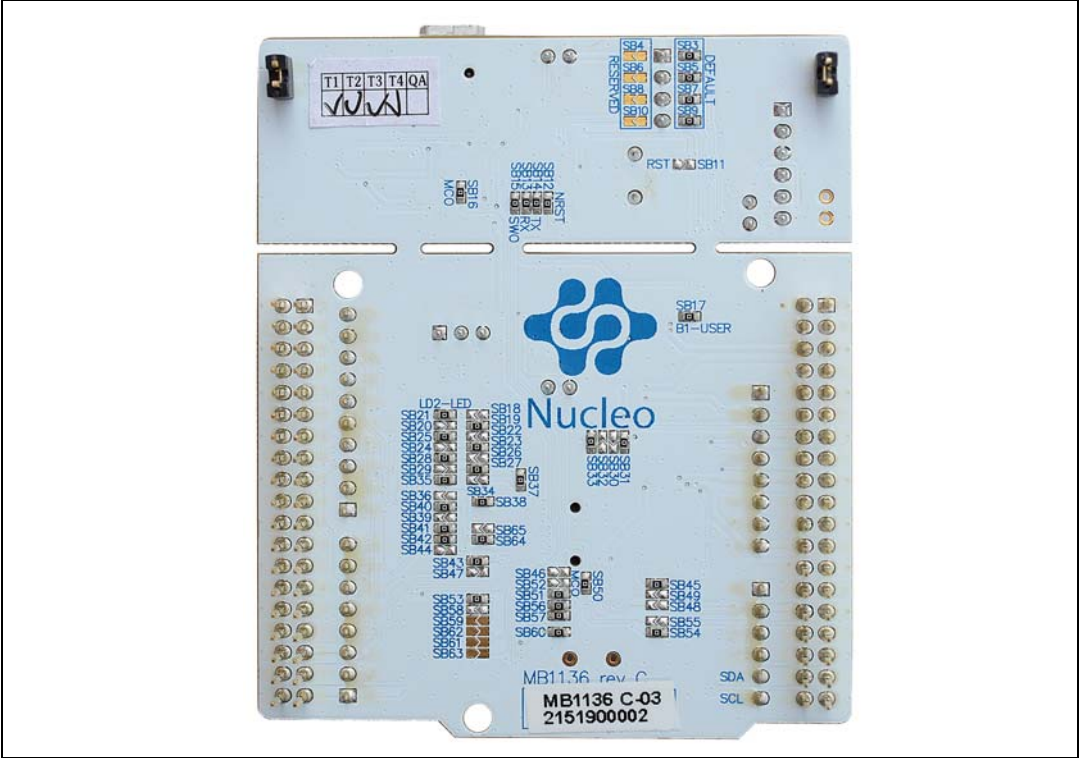


图13. STM32 Nucleo板（底视图）



## 2.3 MB1257扩展板

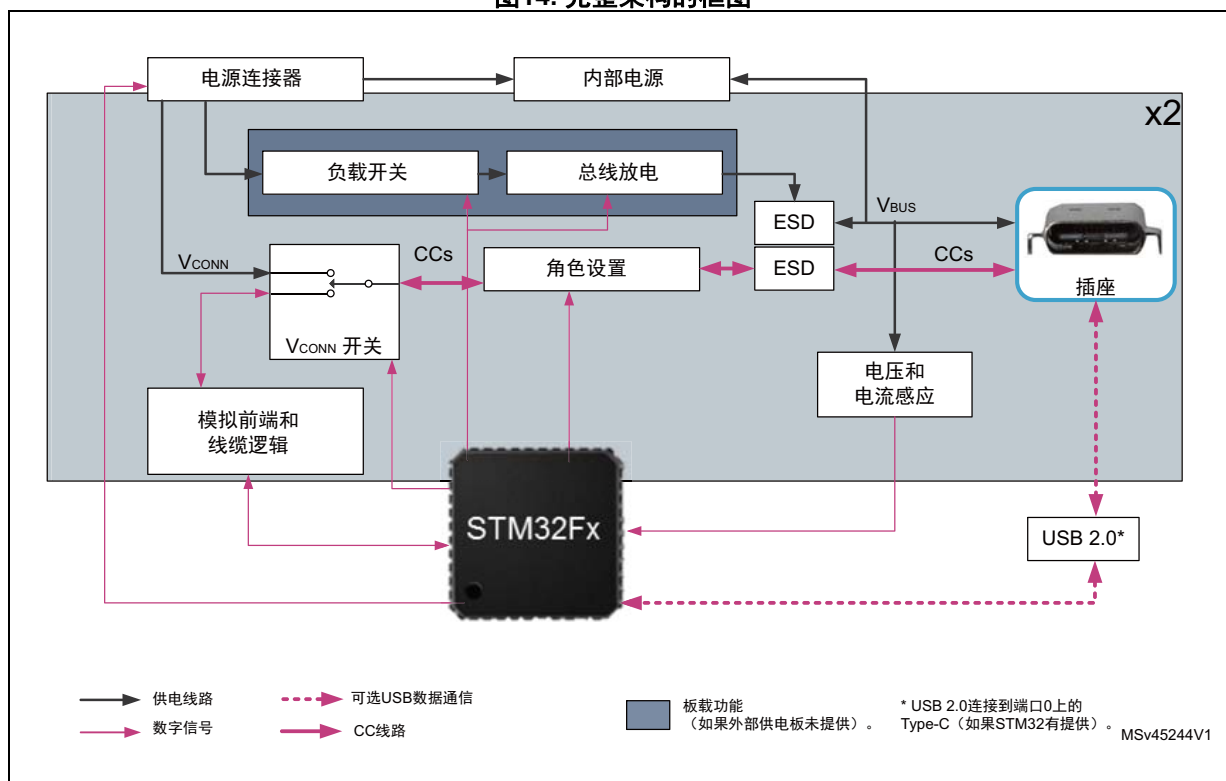
MB1257扩展板内置两个双角色功能电源USB Type-C端口，具有相对离散的模拟前端物理层（PHY）。此板允许利用数字接收器通过离散设计获得的稳定性，同时保证低功耗运算。

为了支持USB PD协议并保留完整性，需要高度灵活地利用MB1257板。因此，在MB1257板中，USB Type -C端口是由不同级构成的子系统，每一级完成PD协议的特定功能。实现端口的最独特模块：

- USB Type-C插座
- $V_{BUS}$ 电流和电压感应阶段
- 模拟前端阶段
- CC信号管理
- $V_{CONN}$ 开关组
- $V_{BUS}$ 端口开关
- $V_{BUS}$ 放电机制

图 14描述了完整架构的框图，包括STM32F072RBT6 MCU和到目前为止介绍的主要功能块之间的主要交互。

图14. 完整架构的框图





MB1257扩展板现有两个版本，名为：

- MB1257版本B或MB1257B（如图 15和图 17所示）
- MB1257版本C或MB1257C（如图 16所示）

第 5 节中讨论了MB1257版本B和MB1257版本C之间的差异，主要涉及对BOM和硬件的细微修改，目的是提高以下构建模块的性能和与最新认证原则的一致性：

- CC模拟前端和CC管理（参见第 2.5 节）
- $V_{CONN}$ 开关（参见第 2.5 节）
- $V_{BUS}$ 管理和放电机制（参见第 2.7 节）

在这些平台上运行X-CUBE-USB-PD中间件堆栈的可用版本之一时，用户可能会遇到一些差异。

下面几小节将简要描述以USBCPC应用为特色的主要功能块，包括其连接器和跳线。功能块的描述以PORT\_0为例，另一个端口的所有假设与之相同。

图15. 要设置的MB1257B主要连接器和跳线

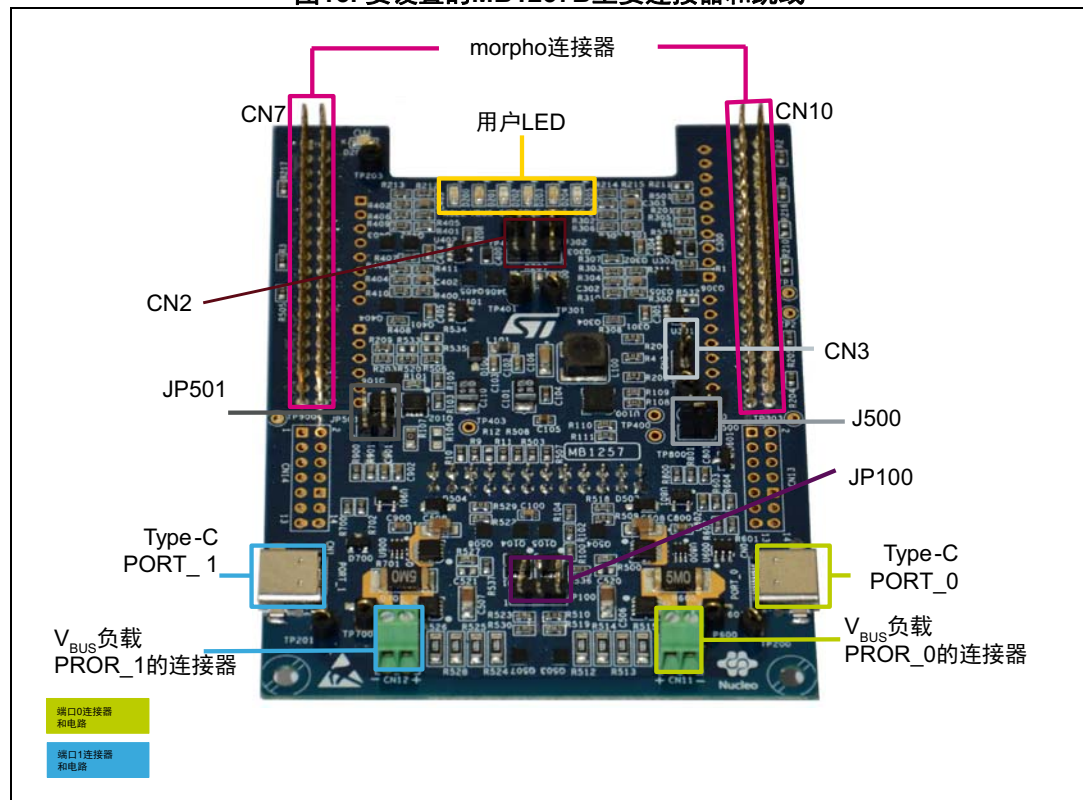


图16. 要设置的MB1257C主要连接器和跳线

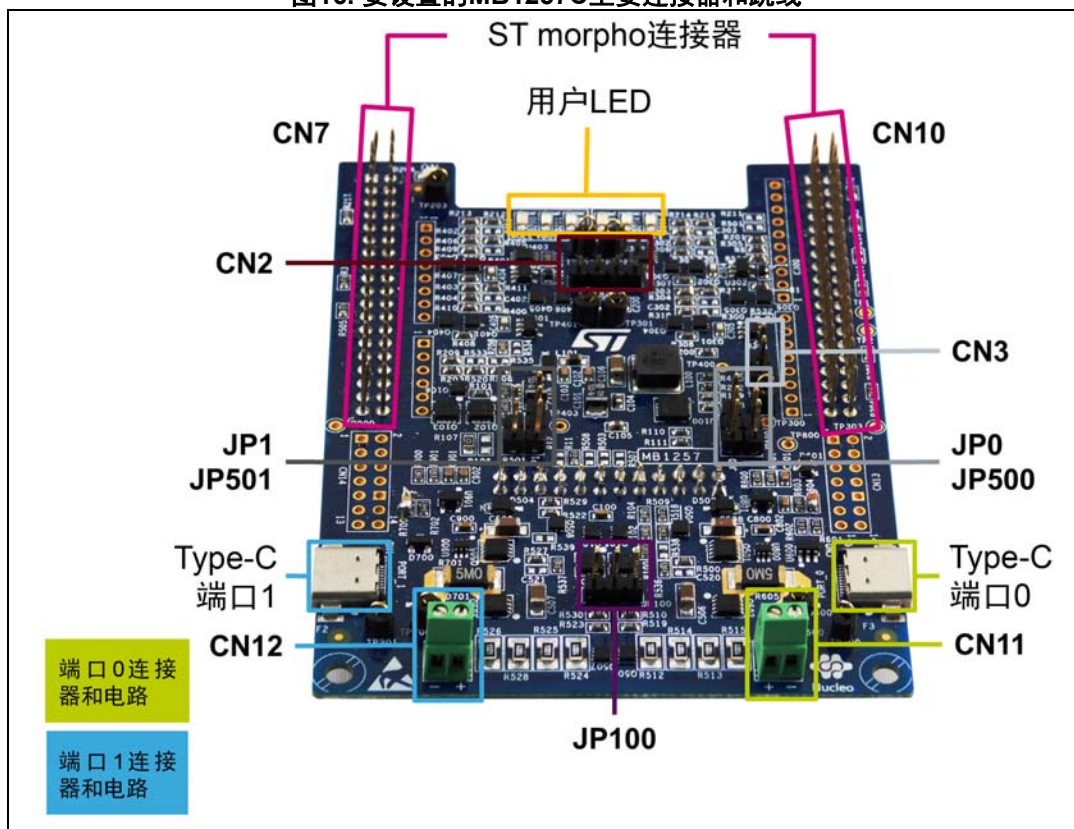


图17. MB1257B扩展板（主要功能块的视图）

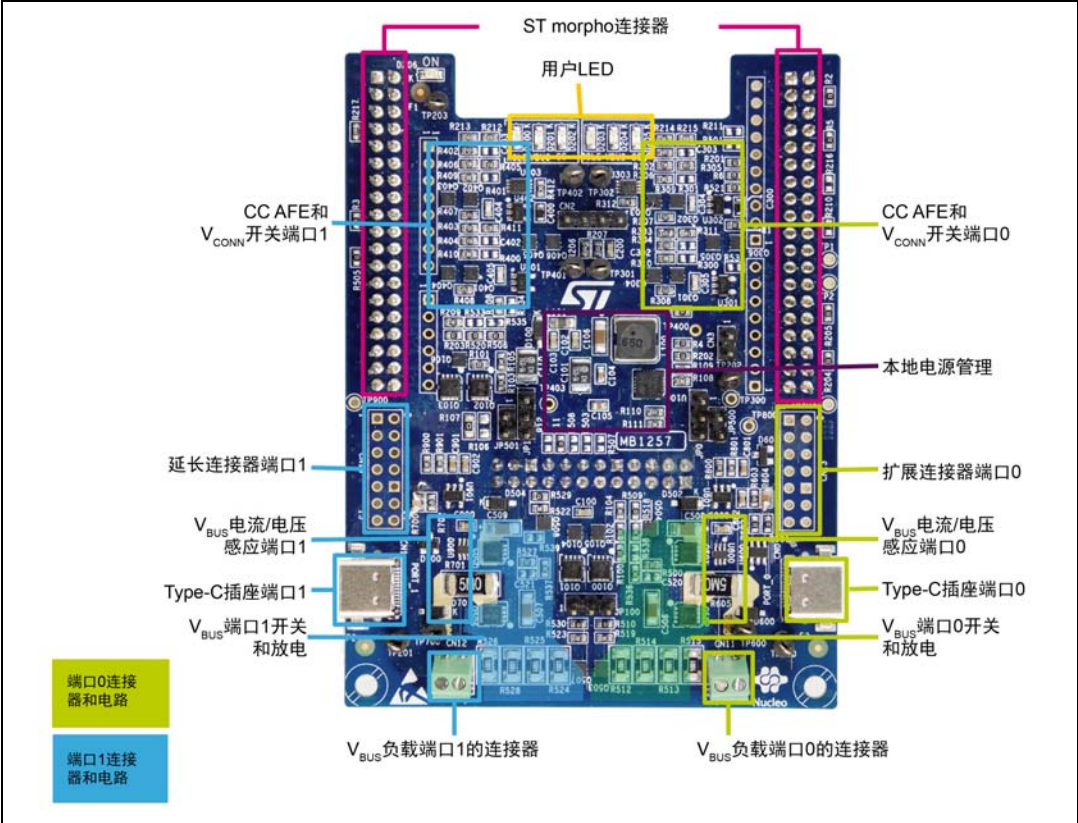


图 18、图 20、图 21、和图 23中显示了MB1257B扩展板及其丝印层布局。关于MB1257C扩展板及其丝印层布局，请参见图 19、图 20、图 22、和图 23。



图18. MB1257B扩展板（顶视图）



图19. MB1257C扩展板（顶视图）

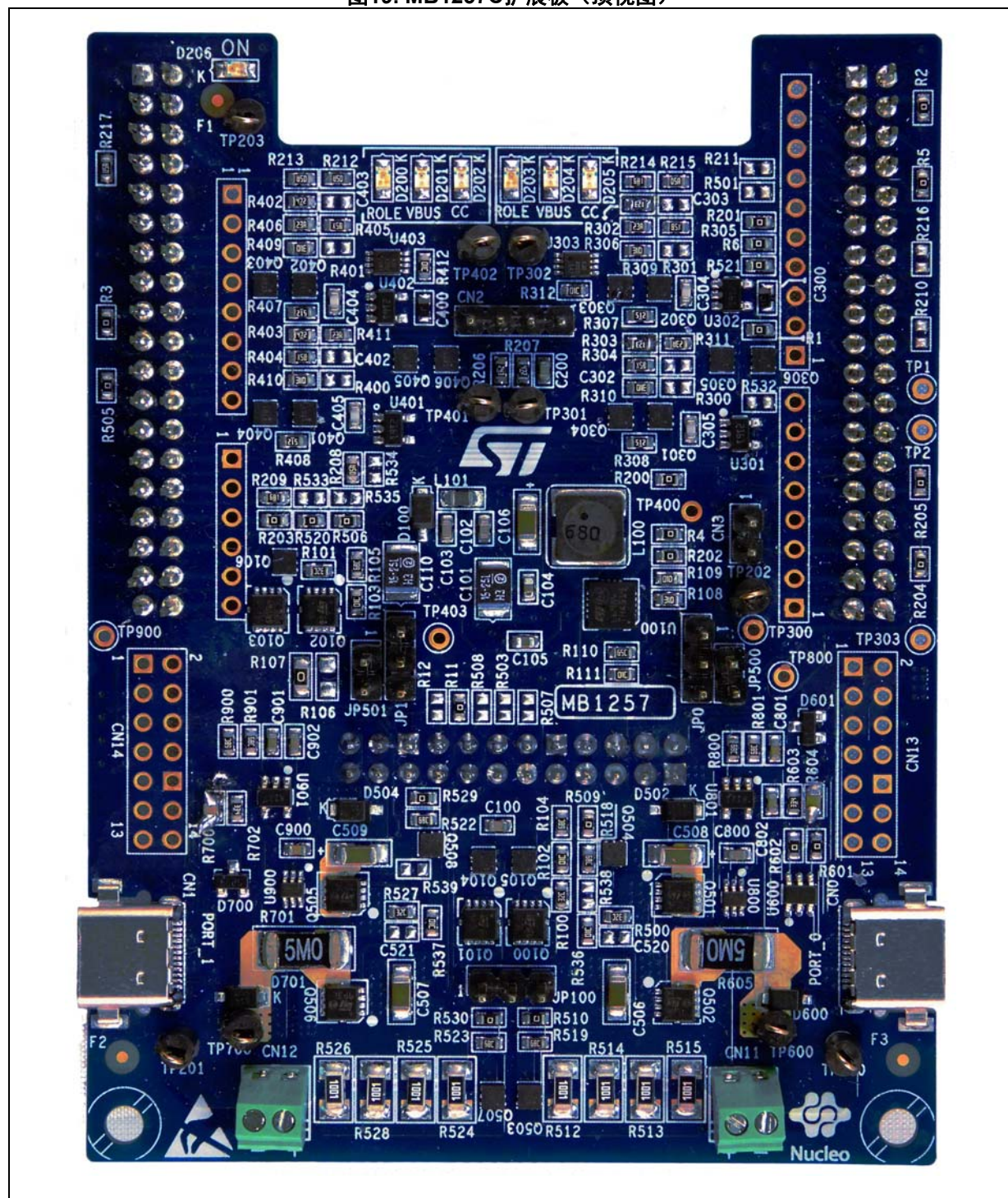




图20. MB1257B和MB1257C扩展板的顶视图

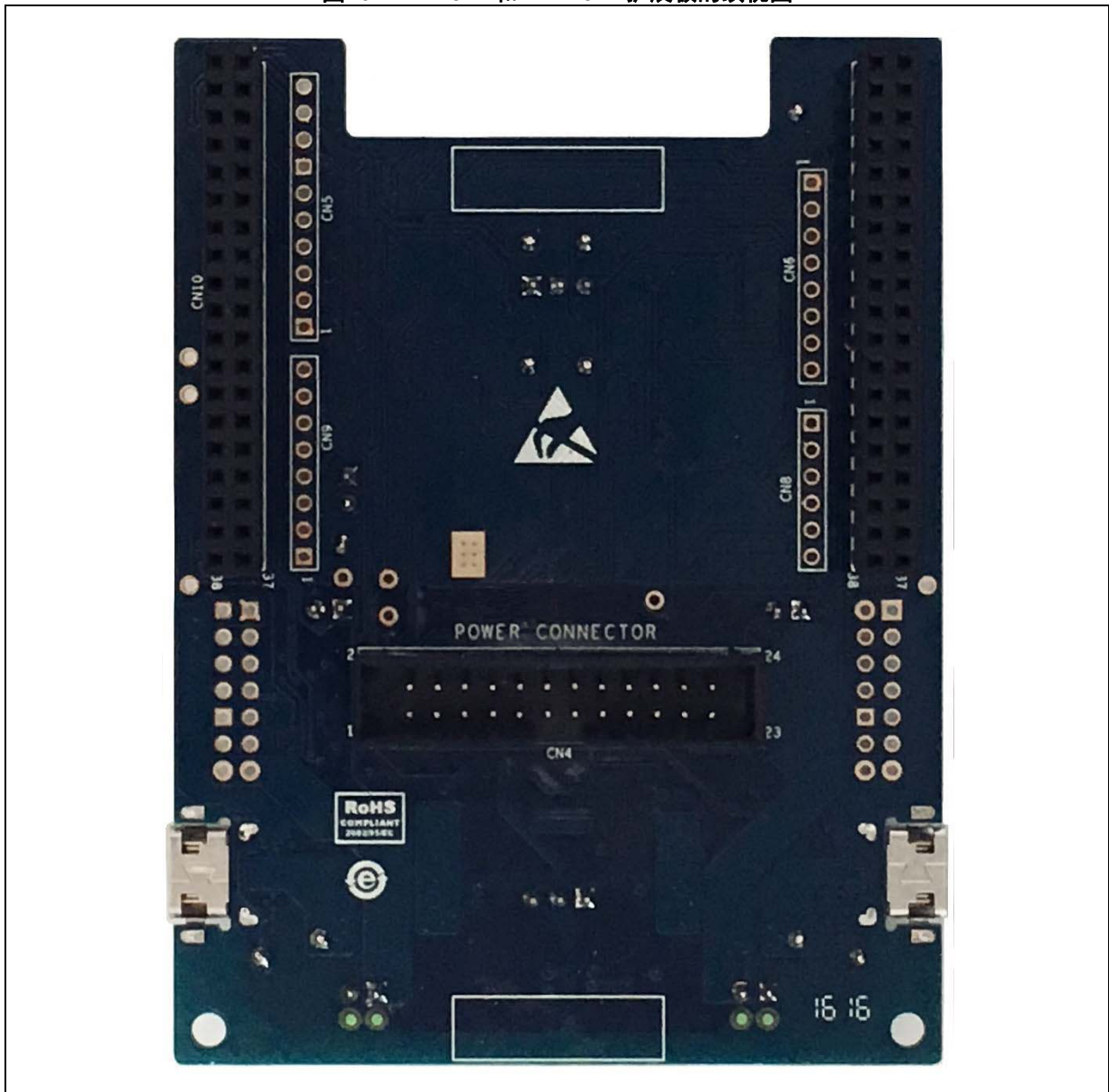
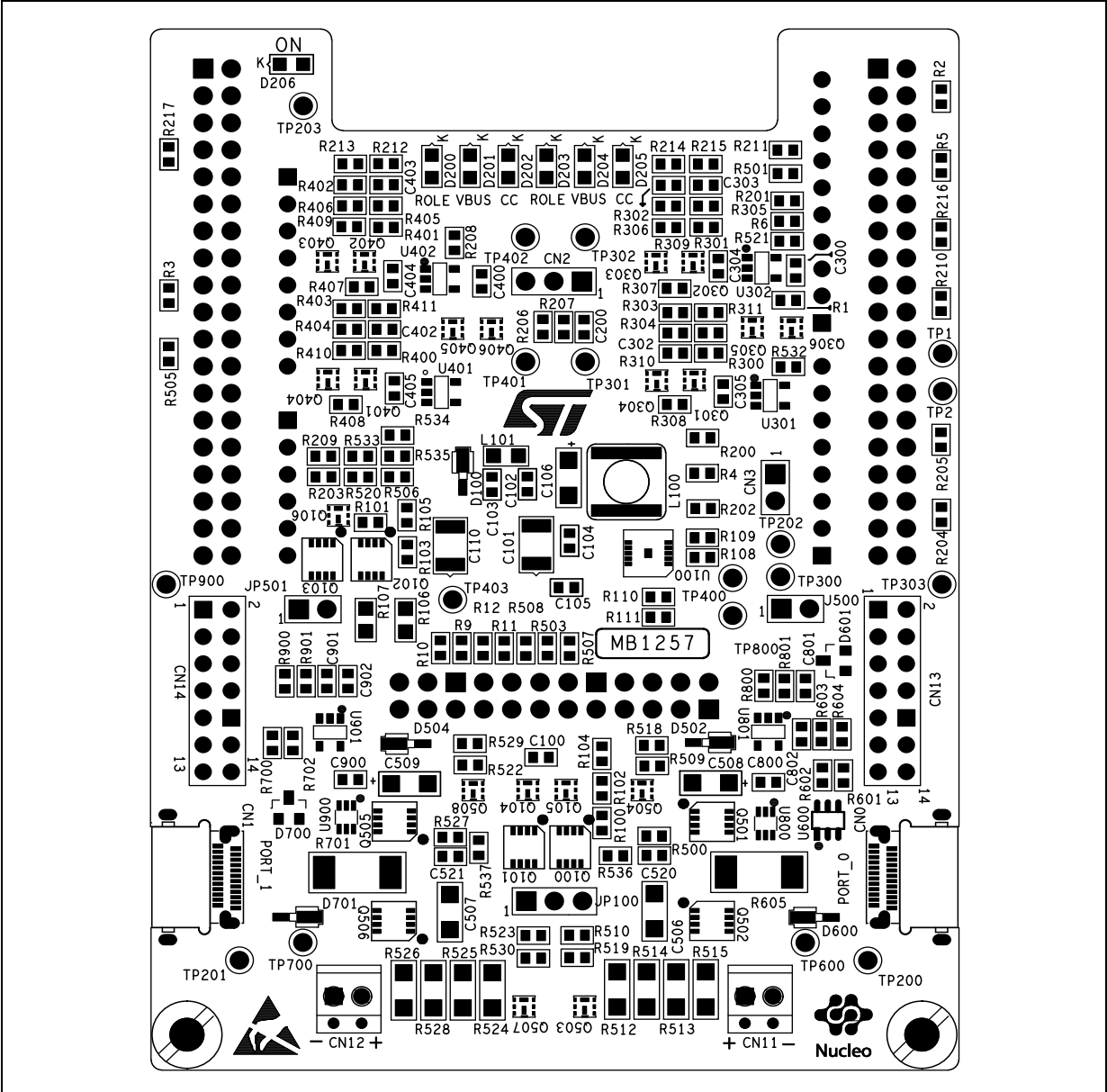


图21. MB1257B扩展板和丝印层布局（顶视图）



**图22. MB1257C扩展板和丝印层布局（顶视图）**

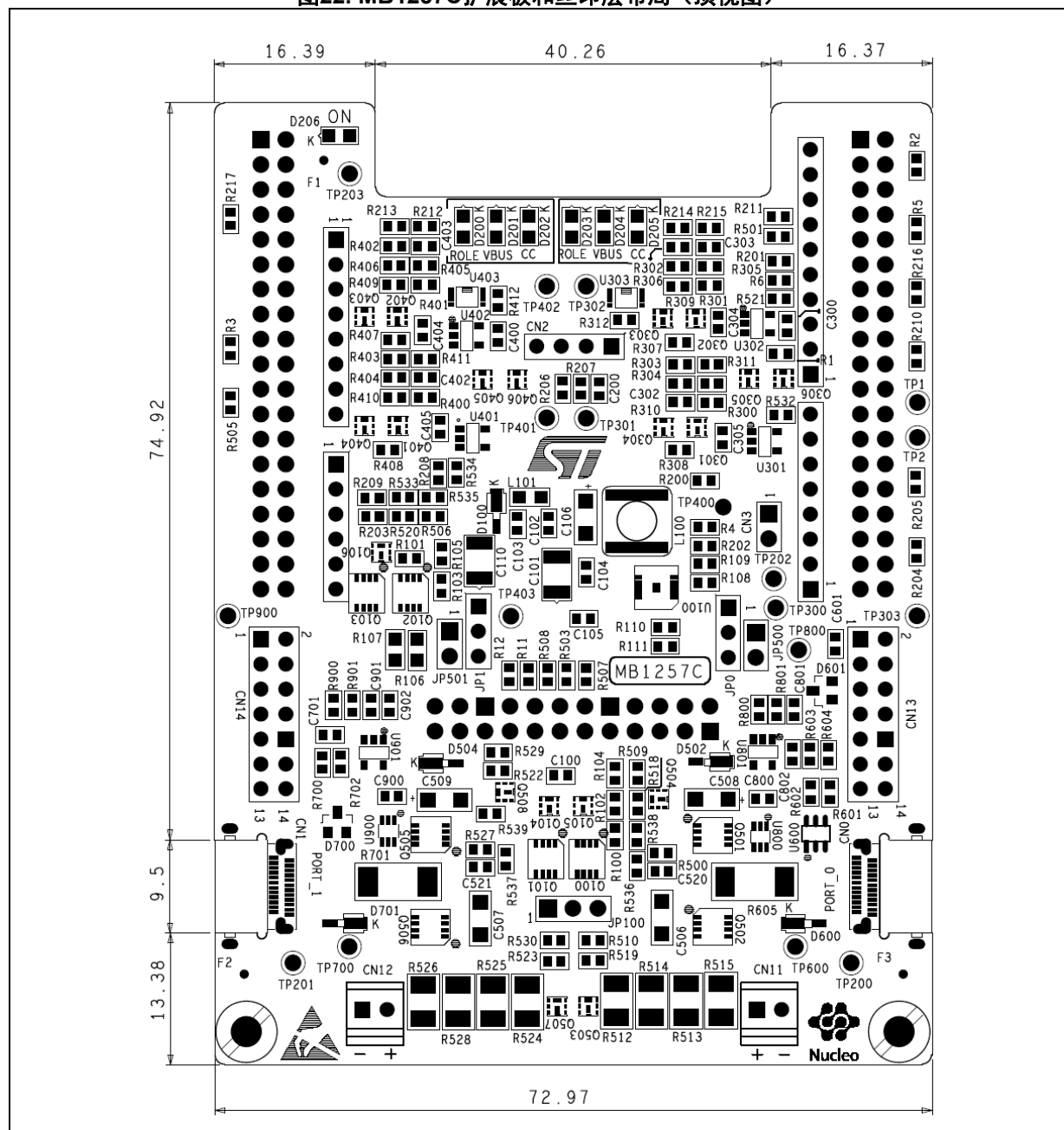
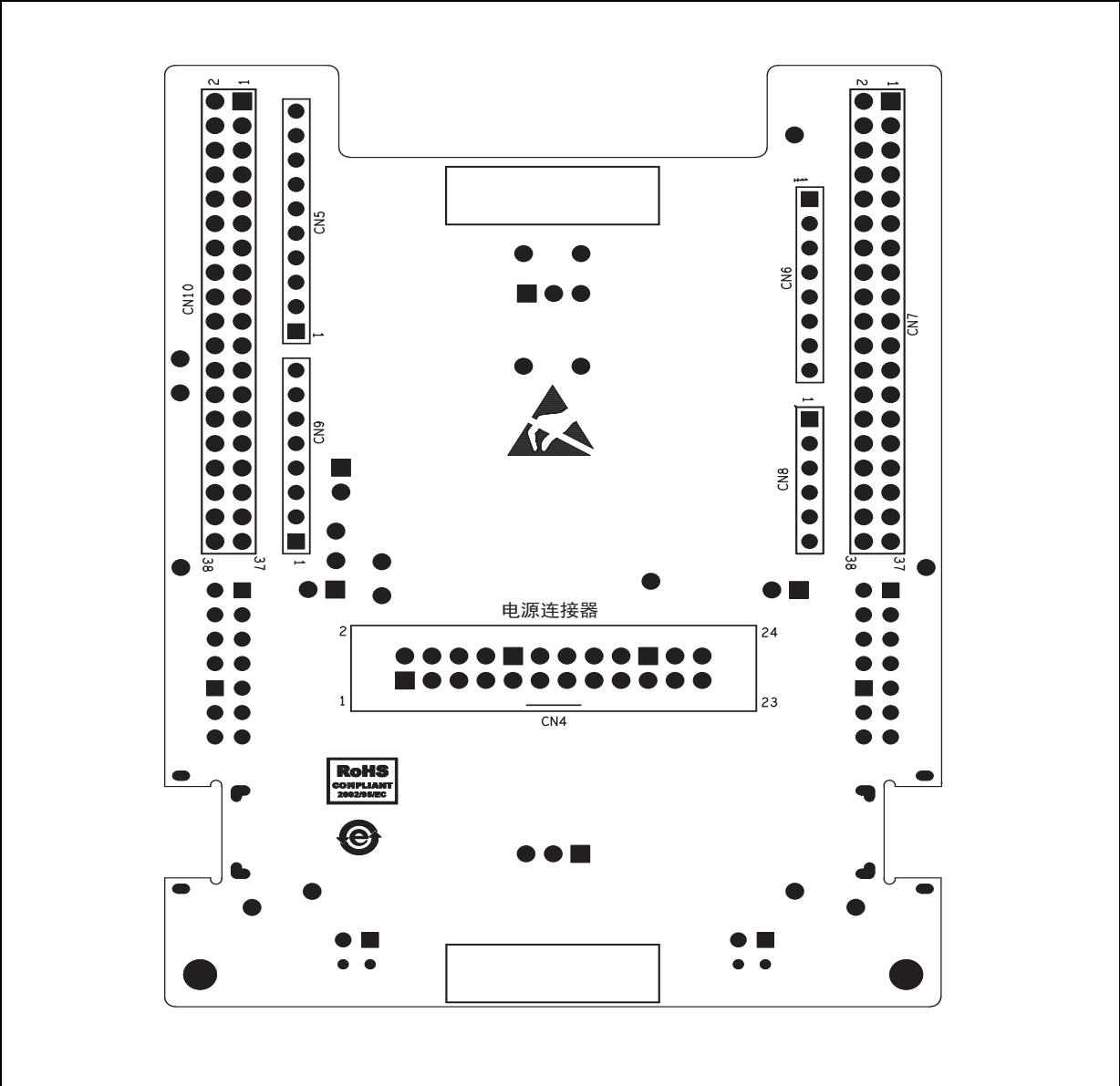


图23. MB1257B和MB1257C扩展板丝印层布局的底视图

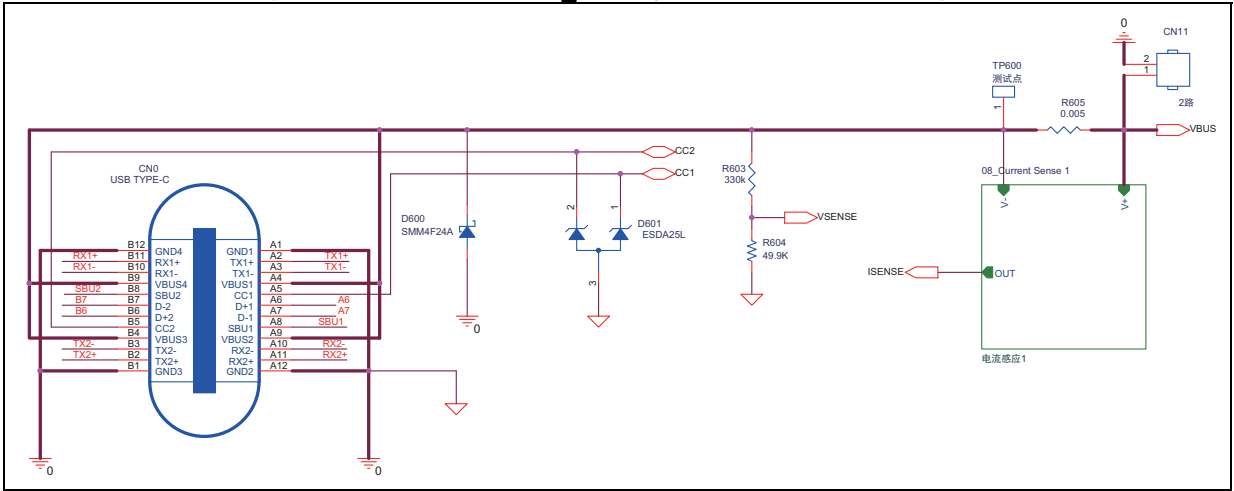


## 2.4 MB1257：USB Type-C插座和电流感应阶段

MB1257板上有两个USB Type-C认证插座，即CN0和CN1，分别代表PORT\_0和PORT\_1。当被配置为供电方时，两个端口都有资格通过USB Type-C线缆为另一平台供电，否则配置为受电方并接受供电。

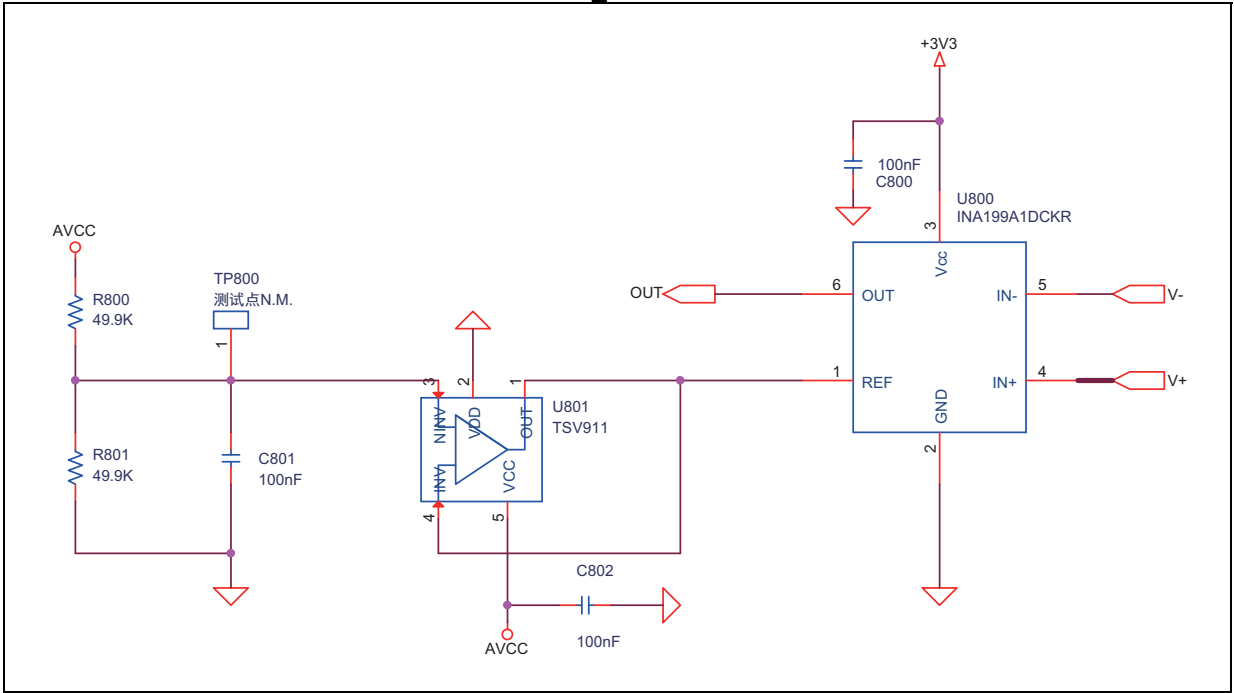
图 24显示了MB1257x原理图上的USB Type-C插座引脚排列（另请参见第 1.3 节）。

图24. MB1257B (PORT\_0)：插座和电压感应阶段原理图



如图 24 和图 25 所示，每个端口均配备通过 ADC 外设管理的电压和电流感应阶段。这样一来，就可以监测每个端口上的功耗水平。

图25. MB1257 (PORT\_0)：电流感应阶段原理图



通过更改构成分压器R603/R604的电阻的值改善了MB1257C  $V_{BUS}$  感应；此外，添加了并联于R604的滤波电容（参见第 5.2 节）。

2.5 CC模拟前端和CC管理

按照USB-C PD规范的描述，在硬件层面，端口的电源角色（供电方或受电方）取决于暴露给通过USB Type-C线缆连接的另一方的电阻值。因此，STM32F072RBT6 MCU有资格管理模拟前端块的配置，以及选择分配的功能（参见图 26、图 27和图 28，其中显示了此功能执行的主要阶段）。

图26. MB1257B (PORT\_0)：模拟前端原理图

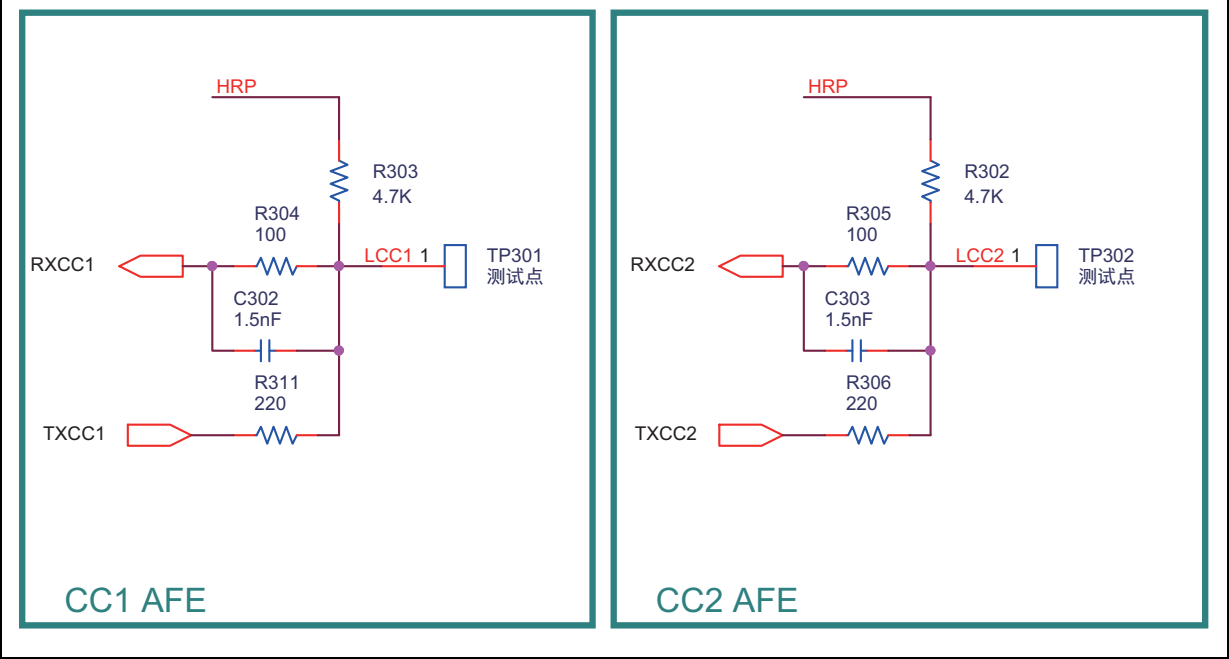


图27. MB1257C (PORT\_0)：模拟前端原理图

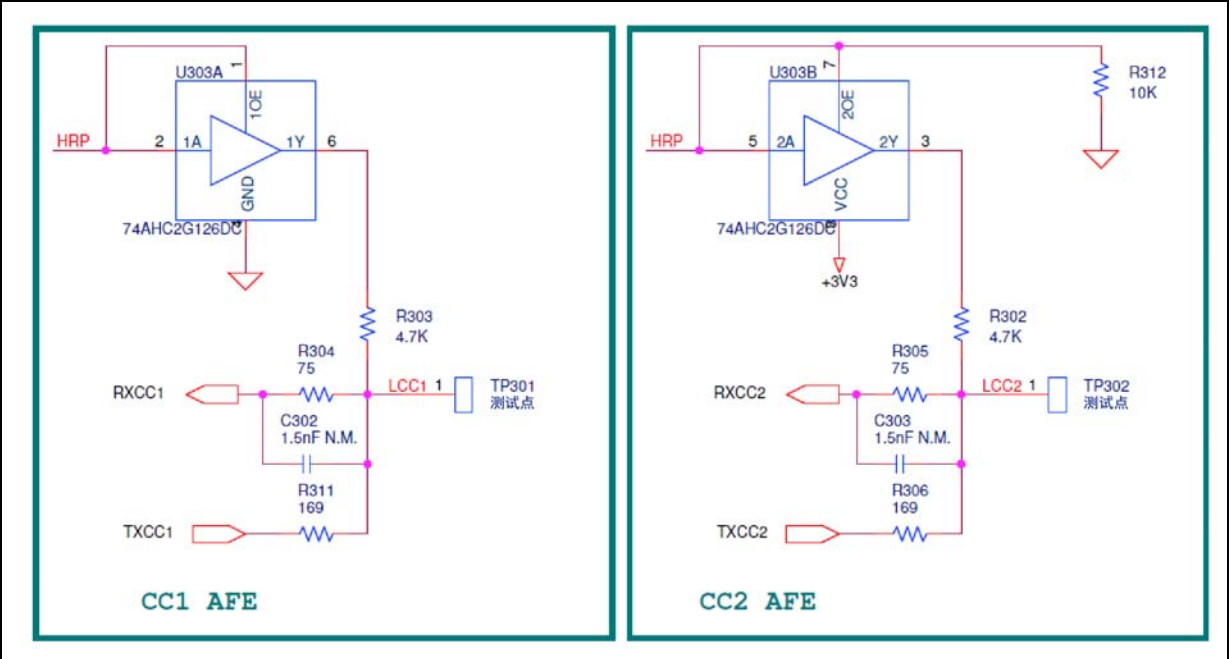
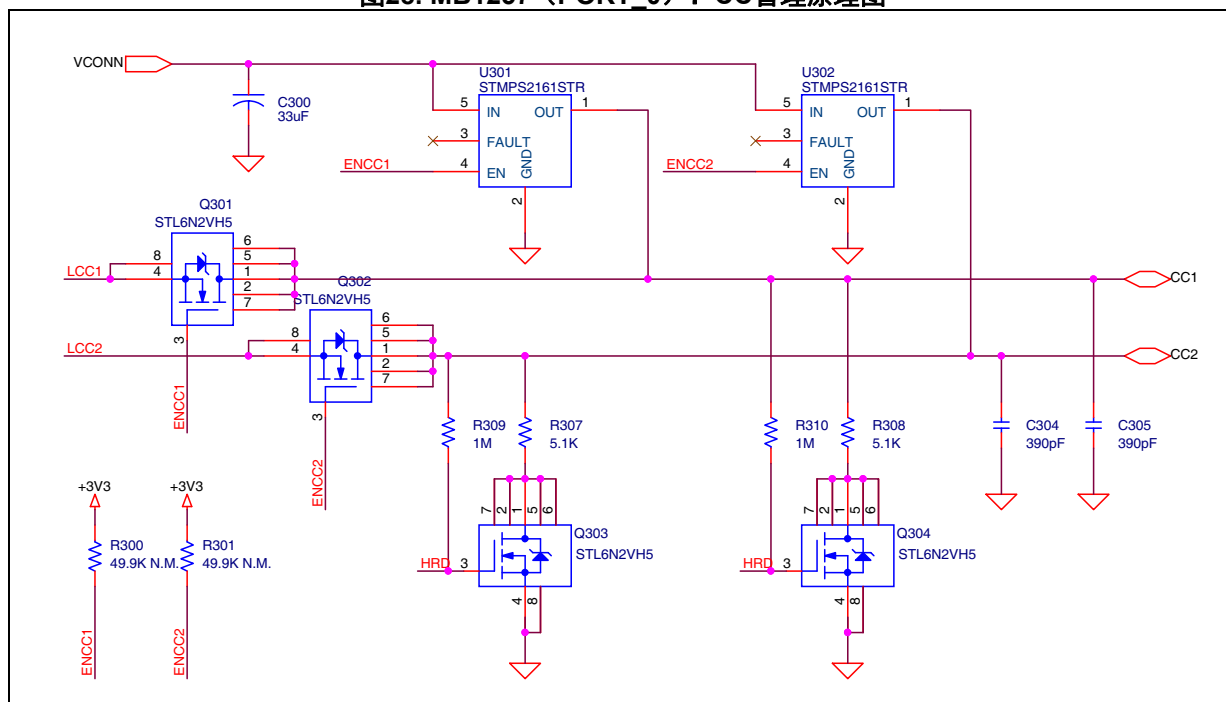




图28. MB1257 (PORT\_0) : CC管理原理图



用于角色分配的HRP和HRD信号：

- 当指定端口必须配置为供电方时，STM32F072RBT6 MCU将HRP置于高位（MB1257B为图 26，MB1257C为图 27），并将HRD置于低位（图 28）。这样一来，将暴露CC线路上的4.7 kΩ上拉Rp电阻（CC1线路为R303，CC2线路为R302）。
- 如果指定端口必须配置为受电方，STM32F072RBT6 MCU将HRP置于低位（MB1257B为图 26，MB1257C为图 27）以便释放CC线路模拟前端级中的Rp电阻，并将HRD引脚置于高位（与图 28中的Q303和Q304 MOSFET有关）。此操作暴露CC线路上的5.1 kΩ Rd电阻（CC1线路为R308，CC2线路为R307）。

两种情况下，CC使能指令（在图 28中标记为ENCC1或ENCC2）均置于高位，以允许CC线路连接到MCU。

使用MB1257C上的缓冲区U303和U403，通过Rp避免CC线路上的交叉通信和偏移。当HRP置于高位（图 27）时，Rp连接到CC线路，而当置于低位时，缓冲区将其输出置于高阻抗，因此在CC线路上不再看到Rp。

CC线路选择首先由插入插座的线缆机械驱动，然后由STM32F072RBT6 MCU通过线缆连接/分离机制进行管理。

事实上，STM32F072RBT6 MCU将Q301和Q302上的ENCC1 e ENCC2引脚置于高位（图 28），然后通过其ADC外设检查LCC1和LCC2（MB1257B为图 26，MB1257C为图 27）上的电压，以此识别为通信选择的CC线路。

在通信方面，STM32F072RBT6 MCU使能CC线路上的传输用于管理R311/R304（CC1）或R306/R305（CC2）上的电阻分压器，以及ENCC1或ENCC2引脚上的传输用于选择CC线路。

为了改善PHY的性能，对MB1257C AFE中无源器件的值进行了调整。

## 2.6 MB1257 V<sub>CONN</sub>开关

当全功能线缆连接到端口之一时，由STM32F072RBT6 MCU通过ENCC1或ENCC2以及负载开关U301和U302直接管理V<sub>CONN</sub>（[图 28](#)）。

ENCC1和ENCC2信号驱动MOSFET Q301和Q302，V<sub>CONN</sub>则切换U301和U302。U301和U302具有低电平有效使能引脚，而Q301和Q302则高电平有效。因此，在选择一个CC线路用于通信后，另一个CC线路可用于提供V<sub>CONN</sub>。

MB1257C允许用户拥有两个V<sub>CONN</sub>源。这可以通过CN4上连接的外部电源来提供（参见[图 27](#)），如果主要用于演示目的，则来自NUCLEO-F072RB板提供的5 V电压。如果通过外部电源提供V<sub>CONN</sub>，则引脚2和3之间的跳线J0和JP1必须闭合，如无外部电源可用，则引脚1和2之间的这些跳线必须闭合（参见[图 40](#)）。如无外部电源，则通过为所有NUCLEO-F072RB板供电的5 V电压为V<sub>CONN</sub>供电。

## 2.7 MB1257 V<sub>BUS</sub>管理和放电机制

[图 29](#)描述了V<sub>BUS</sub>管理和放电机制。

图29. MB1257B (PORT\_0) : 放电机制阶段原理图

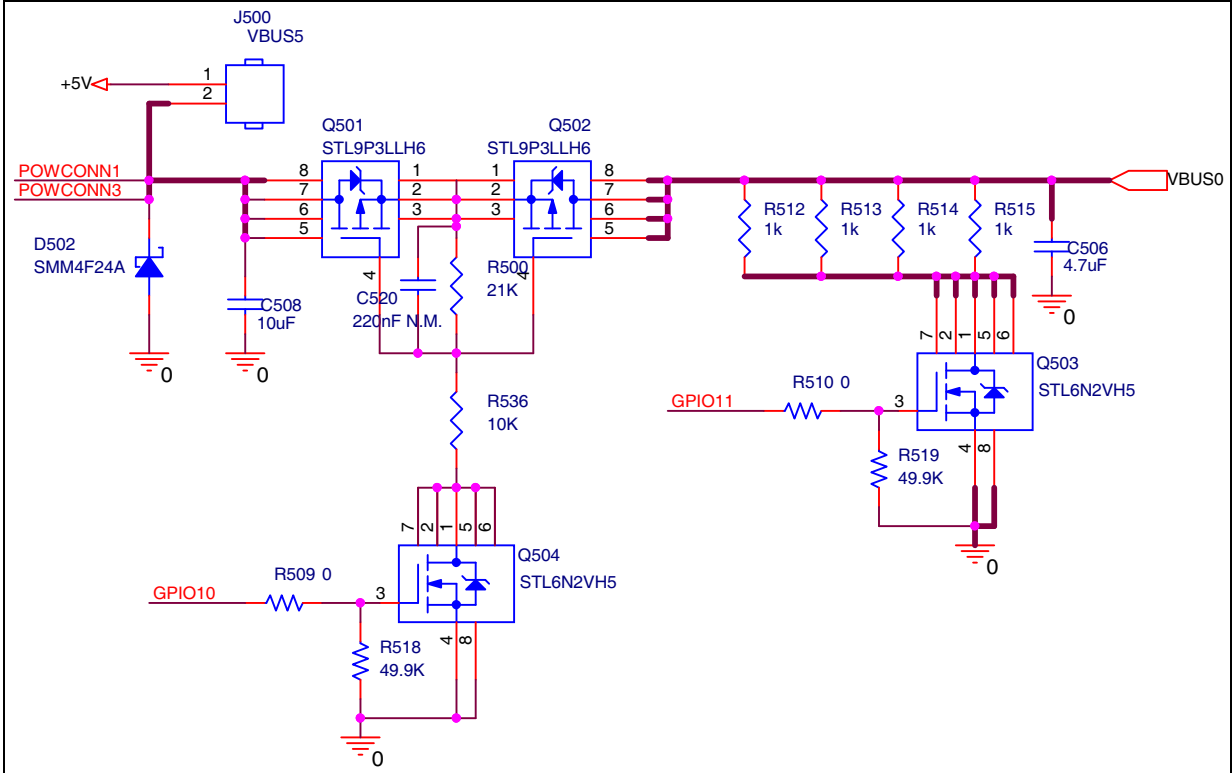
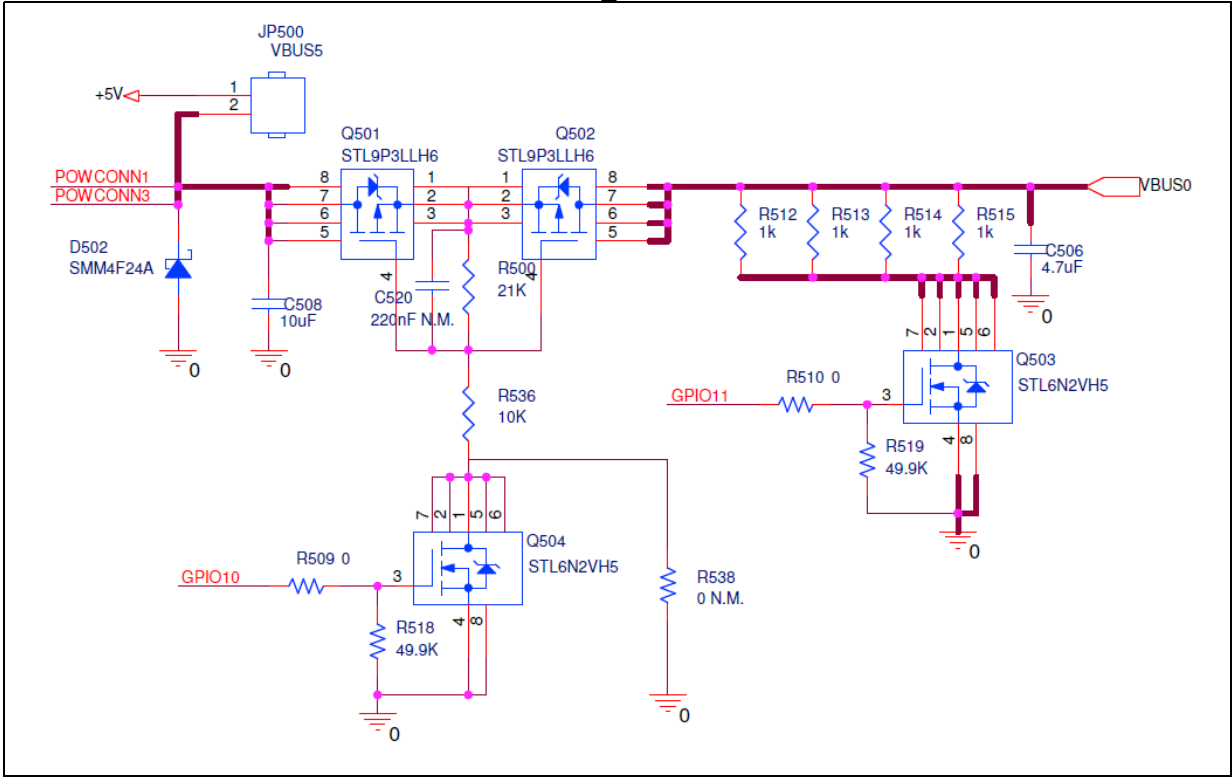


图30. MB1257C (PORT\_0) : 放电机制阶段原理图



$V_{BUS}$ 路径呈现了MOSFET Q503及其漏极连接的电阻实现的放电机制。

如果供电方通过电源连接器CN4（参见图 32）连接到外部电源， $V_{BUS}$ 将通过由MCU（GPIO10）驱动的离散负载开关（Q501-Q502）进入供电路径。

**如果通过CN4连接了外部电源，跳线J500/JP500（此跳线在MB1257B上标记为J500，在MB1257C上标记为JP500）和JP501必须保持断开。**

如无外部电源可用，安装跳线J500/JP500后可以使用来自NUCLEO-F072RB板的5V电压作为 $V_{BUS}$ ，这仅适用于供电方。**这主要用于演示目的。**

**注：** 综合 $R_p$ 值为4.7 k $\Omega$  @ 3.3 V，电流能力为3 A @ 5 V。用户必须根据电源能力修改它。

对于受电方，通过STM32F072RBT6 MCU使能离散负载开关来管理同一 $V_{BUS}$ 路径。

MB1257C允许通过未安装电阻（R538）跳过由MCU驱动的离散负载开关（Q501-Q502），从而实现明确开启（参见图 30）。

## 2.8 MB1257 $V_{BUS}$ 负载连接器

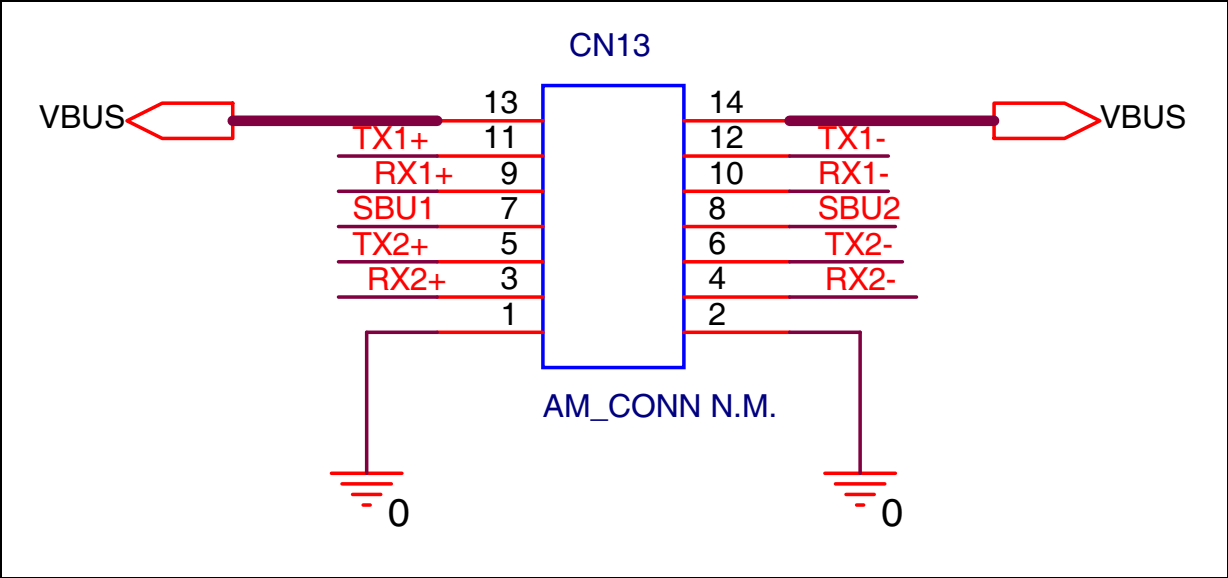
两个连接器CN11和CN12（分别连接到PORT\_0和PORT\_1）能够从外部为连接到它们的任何负载供应 $V_{BUS}$ 。

## 2.9 MB1257扩展连接器

按照预期，两个端口均支持USB PD和USB Type-C规范（参见第 7 节）和复用模式，后者支持连接器中指定引脚的多用途应用。为了暴露所有主要引脚并方便设计使用复用模式的应用，插入了两个专用连接器（CN13和CN14）。

图 31报告了复用模式连接器CN13（连接到PORT\_0）上暴露的引脚。

图31. MB1257 (PORT\_0)：复用模式连接器CN13原理图



## 2.10 MB1257 USB2.0功能

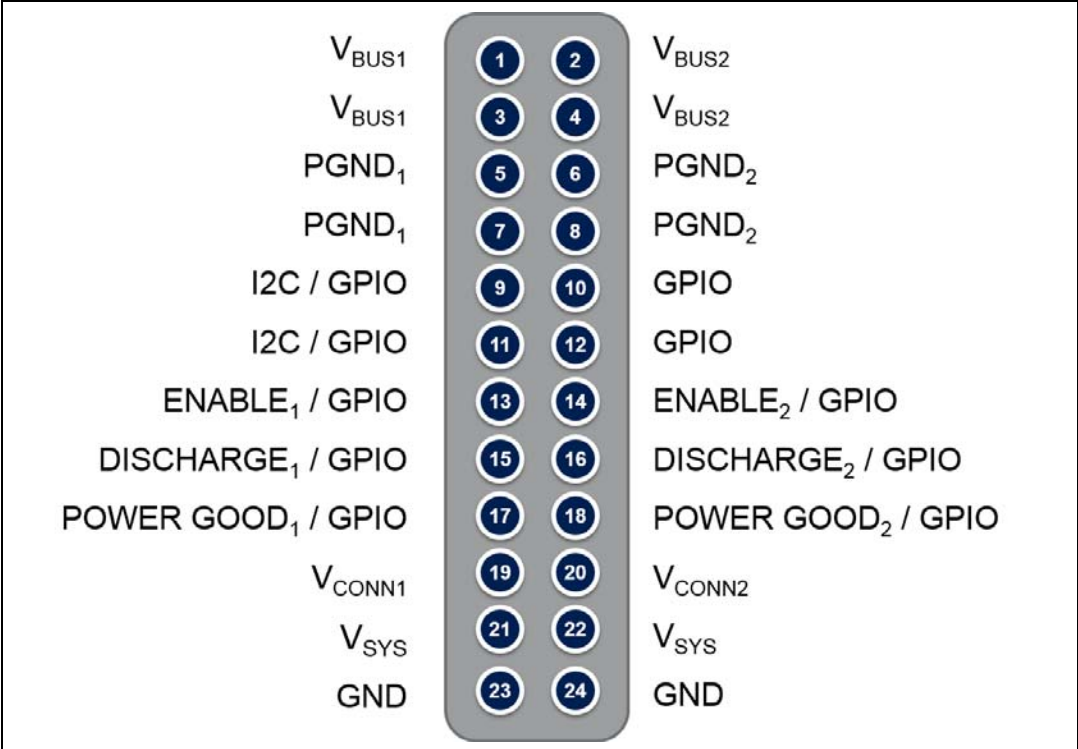
PORT\_0还支持USB 2.0功能，内置USBLC6-2保护（U600），因此能够充当UFP。

## 2.11 MB1257低功耗管理阶段

关于功耗方面，MB1257配备专用电源连接器，标记为CN4，位于板的底侧。CN4连接器允许将板连接到提供了支持USB PD应用的合适供电目标（电压和电流组合）的可选电源。

CN4连接器是具有外部电源的接口，图 32中报告了其引脚排列。

图32. MB1257：CN4引脚排列



通过CN4，MB1257能够将直接来自外部板的 $V_{BUS}$ 提供给它的两个Type-C™插座CN0和CN1。此外，可使用两对CN4引脚作用于电源和选择应用所需的合适电源。CN4引脚9和11连接到STM32F072RBT6 MCU上的两个GPIO引脚，后者也可配置为I2C通道来作用于智能供电。

当有效时，可使用使能和/或放电引脚控制电源的负载开关。电源正常引脚可用于检查电源何时准备好要提供的合适供电范围。最后，还可以通过相关引脚从外部电源接收 $V_{CONN}$ 。

$V_{SYS}$ 是介于5 V和20 V之间的电压，将用作整个系统的供电电压。它可以用作嵌入式DC-DC的电压输入。

在供电功能方面，MB1257板被设计为通过外部电源板或标准USB端口（通过NUCLEO-F072RB板上提供的连接器CN1）为连接的平台供电。当板通过外部电源供电时，可以保证相当大的供电范围；当板通过USB端口供电时，可用的最大电源将限于PC USB电流提供的标准5 V、500 mA。

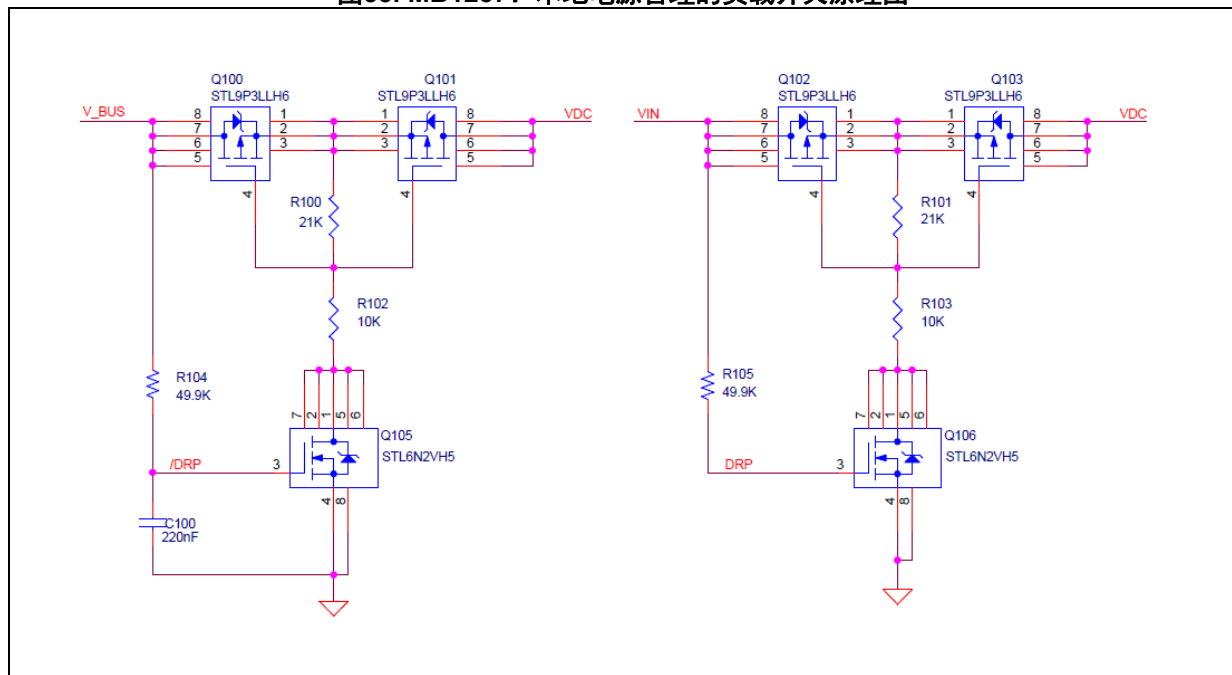
只有在这最后一种情况下，跳线J500/JP500和JP501才可以通过USB Type-C插座CN0和CN1（如果端口被配置为供电方）上的 $V_{BUS}$ 使能标准USB 5 V。有两种选择可供使用：

- 如果将电源连接器CN4插入外部电源，则J500/JP500和JP501必须保持断开： $V_{BUS}$ 将是外部供电板提供的电压水平之一。
- 如果系统通过连接器CN1经标准USB端口供电（电源连接器上无任何其他源），则J500/JP500和JP501必须闭合且 $V_{BUS}$ 只能是5 V（来自NUCLEO-F072RB板的U5V）。

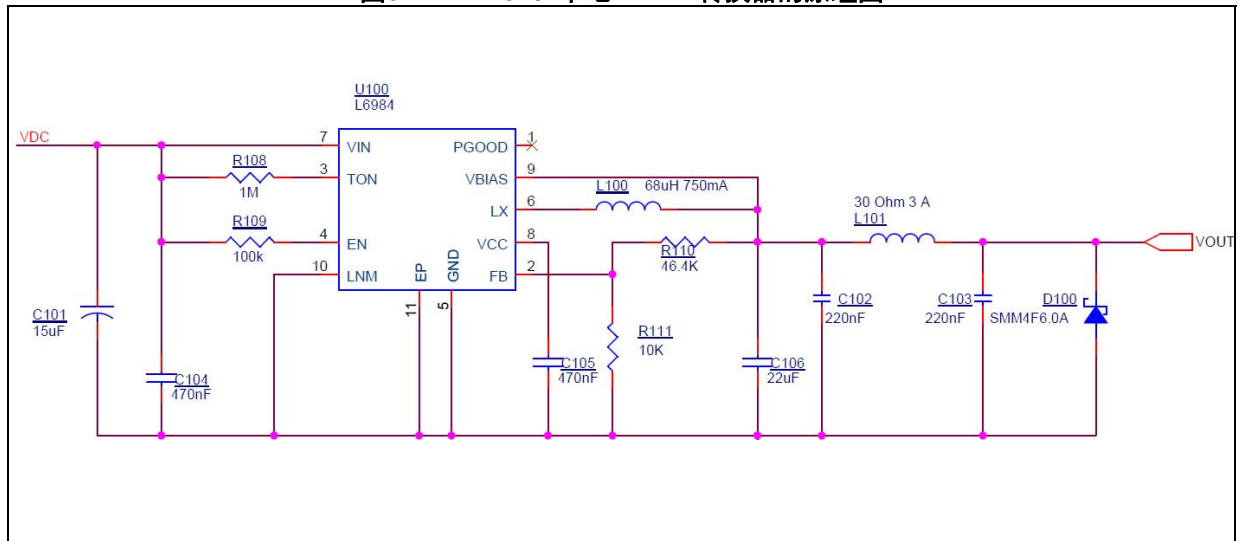
MB1257还内置本地电源管理级，主要由两组负载开关组成，两组开关分别通过由STM32F072RBT6 MCU（通过DRP和/DRP）驱动的门MOSFET STL9P3LLH6（Q100-Q101和Q102-Q103）以及DC-DC转换器L6984（U100）来实现。

图 33和图 34分别显示了这两部分。

图33. MB1257：本地电源管理的负载开关原理图



**图34. MB1257: 本地DC-DC转换器的原理图**



由于受USB PD规范的支持，此级能够以不同的功率范围为系统供电。Q100-Q101和Q102-Q103设置为背靠背配置，允许在两个方向上隔离供电路径。

事实上，可以通过从连接到一个端口的供电方传输的 $V_{BUS}$ 或通过电源连接器（CN4）提供的 $V_{IN}$ 为P-NUCLEO-USB001平台供电：两条供电路径彼此独立、独占并由STM32F072RBT6 MCU通过DRP和/DRP功能直接控制，如图 33所示。

特别是，当平台作为受电方并通过两个端口之一接收 $V_{BUS}$ 时，跳线JP100允许PORT\_0（安装2-3）或PORT\_1（安装1-2）置位，以便向Q100-Q101负载开关传输 $V_{BUS}$ ，然后通过DC-DC转换器为系统供电。

## 2.12 MB1257用户LED

对于每个端口，可通过三个LED识别应用运行时的工作条件：下列 [表 5](#)描述了使用X-CUBE-USB-PD FW 1.2.0时的LED闪烁功能。

### 表5. LED闪烁的含义

LED	端口	功能标签	颜色	备注
D203	0	角色	蓝色	ROLE LED闪烁模式提供关于端口电源功能的信息： – “闪烁一次”表示连接的端口是供电方； – “闪烁两次”表示连接的端口是受电方； – “闪烁三次”表示端口正作为“DRP”工作
D200	1			
D204	0	V <sub>BUS</sub>	绿色	当V <sub>BUS</sub> LED闪烁时，通过端口提供（若为供电方）或使用（若为受电方）V <sub>BUS</sub> 。 当V <sub>BUS</sub> LED点亮时，相连的两个端口已经建立Explicit Contract。
D201	1			
D205	0	CC	橙	CC LED闪烁模式提供关于连接用于通信的CC线路的信息： “闪烁一次”表示1号CC线路已连接 “闪烁两次”表示2号CC线路已连接
D202	1			



## 2.13 MB1257串行通信连接器

MB1257板内置CN3连接器，该连接器允许通过串行通信发送指令或获取应用数据。在将扩展板插到NUCLEO-F072RB板上时，CN3连接器暴露STM32f072RBT6 MCU的USART1外设。连接器CN3在通过ST-LINK实现串行通信时十分有用，可通过其各自的CN3连接器连接应用MCU和STM32F103CBT6（ST-LINK MCU）。

封装包含的两根排母线可用于使能串行通信，连接枚举的两个CN3连接器（CN3\_1-CN\_RX、CN3\_2-CN3\_TX）。

CN2连接器（暴露STM32F072RBT6 I2C外设）改善MB1257板已有的大范围外设集的通信能力。

关于CN2和CN3引脚排列，请参见图 37和图 47（分别适用于MB1257B和MB1257C）。

## 2.14 全功能Type-C线缆

套件随附经认证的USB全功能Type-C™线缆。

## 3 系统设置

本章描述在两种不同配置下如何设置平台。

在每种配置下，都必须通过ST morpho连接器将MB1257板堆叠在NUCLEO-F072RB板之上，注意两块板的安装顺序。此连接只允许使用一个位置，板MB1257的堆叠位置不能覆盖NUCLEO-F072RB板上的两个蓝色和黑色按钮（参见图 12中的蓝色按钮B1和黑色按钮B2）。

### 3.1 供电方配置

可用两种不同供电选项来管理供电方，对应两种配置设置：

- 供电方由板载NUCLEO-F072RB稳压器供电，使用插入CN1连接器然后连接到PC的A转mini-B型USB线缆。此设置类似于《STM32 Nucleo pack入门》用户手册（UM2051）中所示演示使用的设置。对于USB Type-C和PD：
  - 在NUCLEO-F072RB板（参见图 12）上，确定跳线JP1断开，JP5（PWR）闭合于U5V上（安装引脚1-2），并且JP6（IDD）闭合。
  - 在MB1257扩展板（参见图 18、图 19）上，闭合与供电方选择的端口相连的跳线，对于PORT\_0端口为J500/JP500（MB1257B上为J500，MB1257C上为JP500），对于PORT\_1为JP501。
- 此设置允许从NUCLEO-F072RB USB PWR电压（CN1连接器）开始管理所选端口上的 $V_{BUS}$ 。
- 供电方通过电源连接器CN4配备外部板：
  - 在NUCLEO-F072RB板（参见图 12）上，必须保证以下跳线设置：JP1闭合，JP5（PWR）闭合于E5V上（安装引脚2-3），并且JP6（IDD）闭合。
  - 在MB1257扩展板（参见图 18、图 19）上，跳线JP100、J500/JP500（MB1257B上为J500，MB1257C上为JP500）和JP501必须保持断开。
- 此设置配置允许由外部供电板为整个系统供电，以及为端口的 $V_{BUS}$ 提供电压（特别是对于USB PD应用）。

### 3.2 受电方配置

系统可以管理受电方配置的两种供电选项。

第一种配置由NUCLEO-F072RB供电，而第二种配置从应用的角度来看则更有趣，因为它实现了USB PD解决方案的特定功能（例如，当受电方由供电方通过其 $V_{BUS}$ 来供电时）。

每种配置必须有其自己的设置（参见图 12）：

- 如果受电方由NUCLEO-F072RB稳压器供电，则系统设置如下：
  - 在NUCLEO-F072RB板（图 12）上，确定跳线JP1断开，JP5（PWR）闭合于U5V上（安装引脚1-2），并且JP6（IDD）闭合。
  - 在MB1257扩展板（图 18、图 19）上，断开跳线JP100、J500/JP500（MB1257B上为J500，MB1257C上为JP500）和JP501。
- 如果受电方由连接的供电方通过USB Type-C线缆供应 $V_{BUS}$ ，那么系统设置如下：
  - 在NUCLEO-F072RB板（图 12）上，JP1必须是闭合的，JP5（PWR）闭合于E5V上（安装引脚2-3），并且JP6（IDD）闭合。
  - 在MB1257扩展板（图 18、图 19）上，当跳线J500/JP500（MB1257B上为J500，MB1257C上为JP500）和JP501断开时，必须根据为系统供电选择的端口进行跳线JP100的置位（对PORT\_0安装2-3，对PORT\_1安装1-2）。

## 4 订购信息

如需根据NUCLEO-F072RB板、MB1257扩展板和USB全功能Type-C线缆订购USB Type-C™和Power Delivery Nucleo pack，请使用订购代码：P-NUCLEO-USB001。

## 5 电气原理图

MB1257B和MB1257C原理图之间的主要区别：

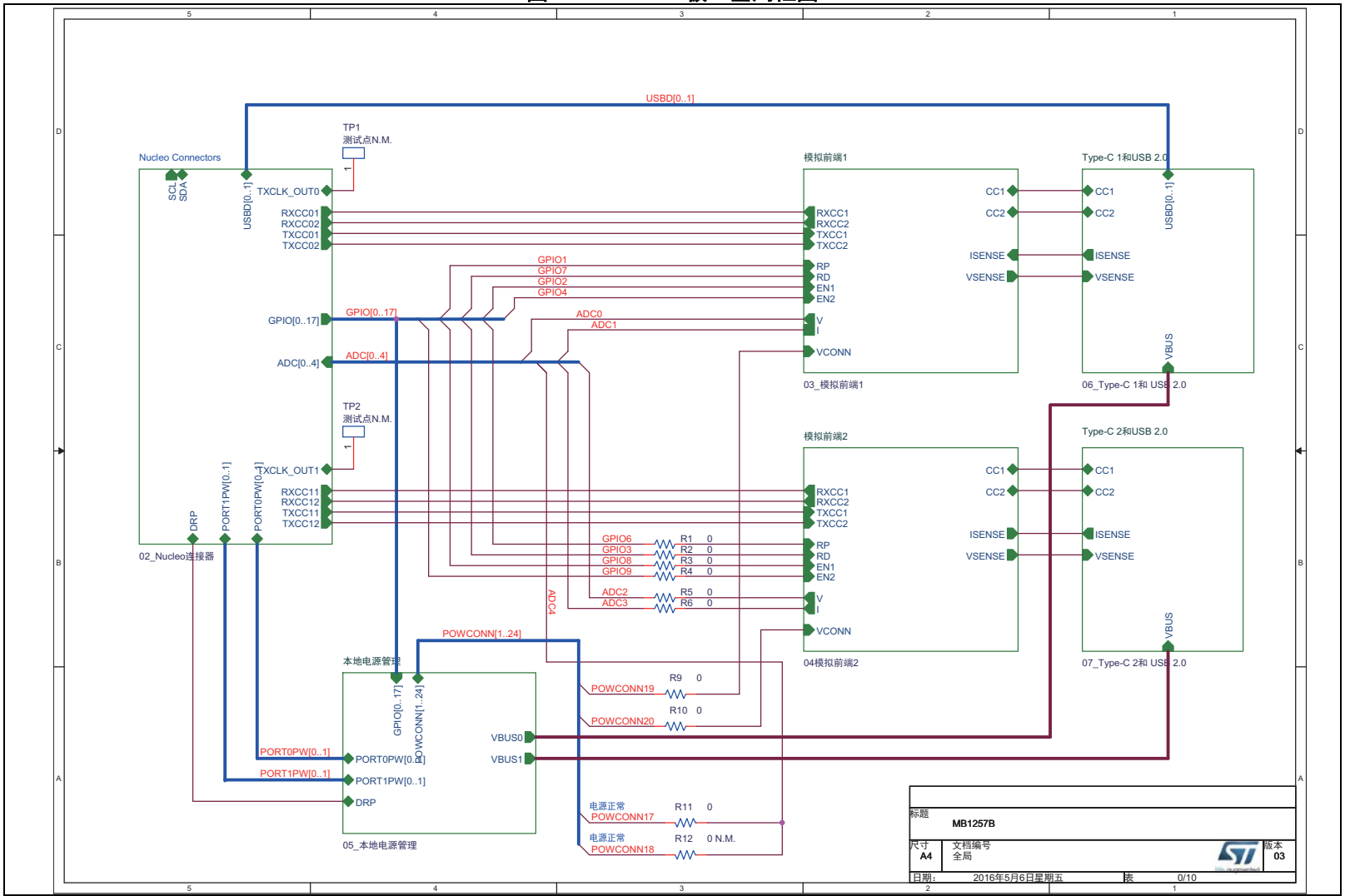
- 可通过为NUCLEO-F072RB板供电的相同5V电压供应 $V_{CONN}$ （参见图 35（MB1257B）或图 45（MB1257C））。
- I2C连接器CN2的引脚排列已更改（参见图 37（MB1257B）或图 47（MB1257C））。
- 使用R206/R207制造的分压器的电阻值已更改（参见图 37（MB1257B）或图 47（MB1257C））。
- 对构建模拟前端的无源器件的值进行了调整，添加了U303和U403，以便改善PHY性能（参见图 38和图 39（MB1257B）或图 48和图 49（MB1257C））。
- 添加了R538/R539尺寸，以便支持默认受电方配置（参见图 50（MB1257C））。
- 添加了C601/C701，以便更好地过滤 $V_{BUS}$ 感应的噪声（参见图 51和图 52（MB1257C））。

请参见第 5.1 节获取MB1257B原理图以及第 5.2 节获取MB1257C原理图。



# 5.1 MB1257B版本B原理图

图35. MB1257B板：全局框图



标题			MB1257B
尺寸	文档编号	全局	版本 03
A4	全局		
日期	2016年5月6日星期五	页	0/10

电气原理图

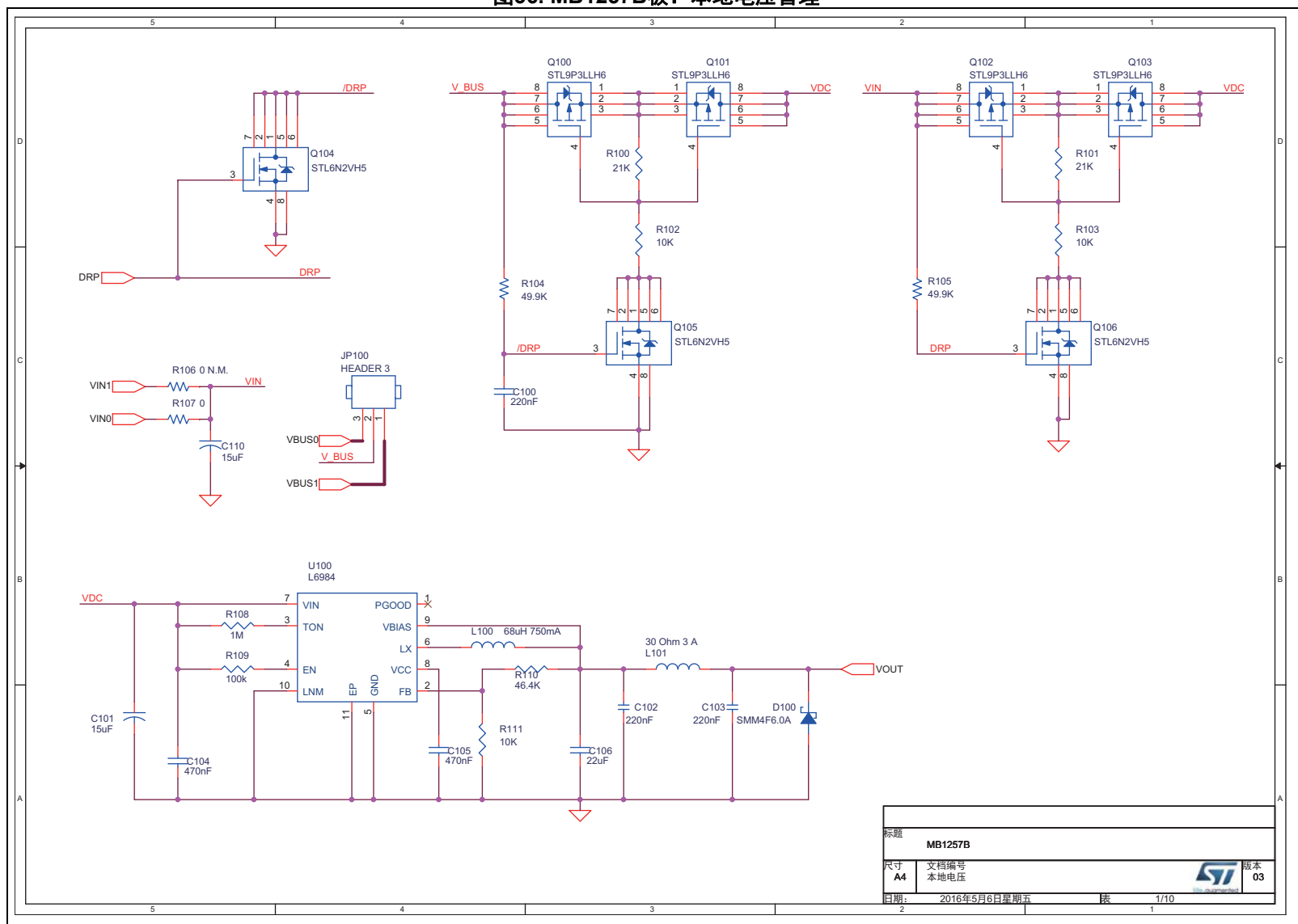


图37. MB1257B板：主要连接器和操作

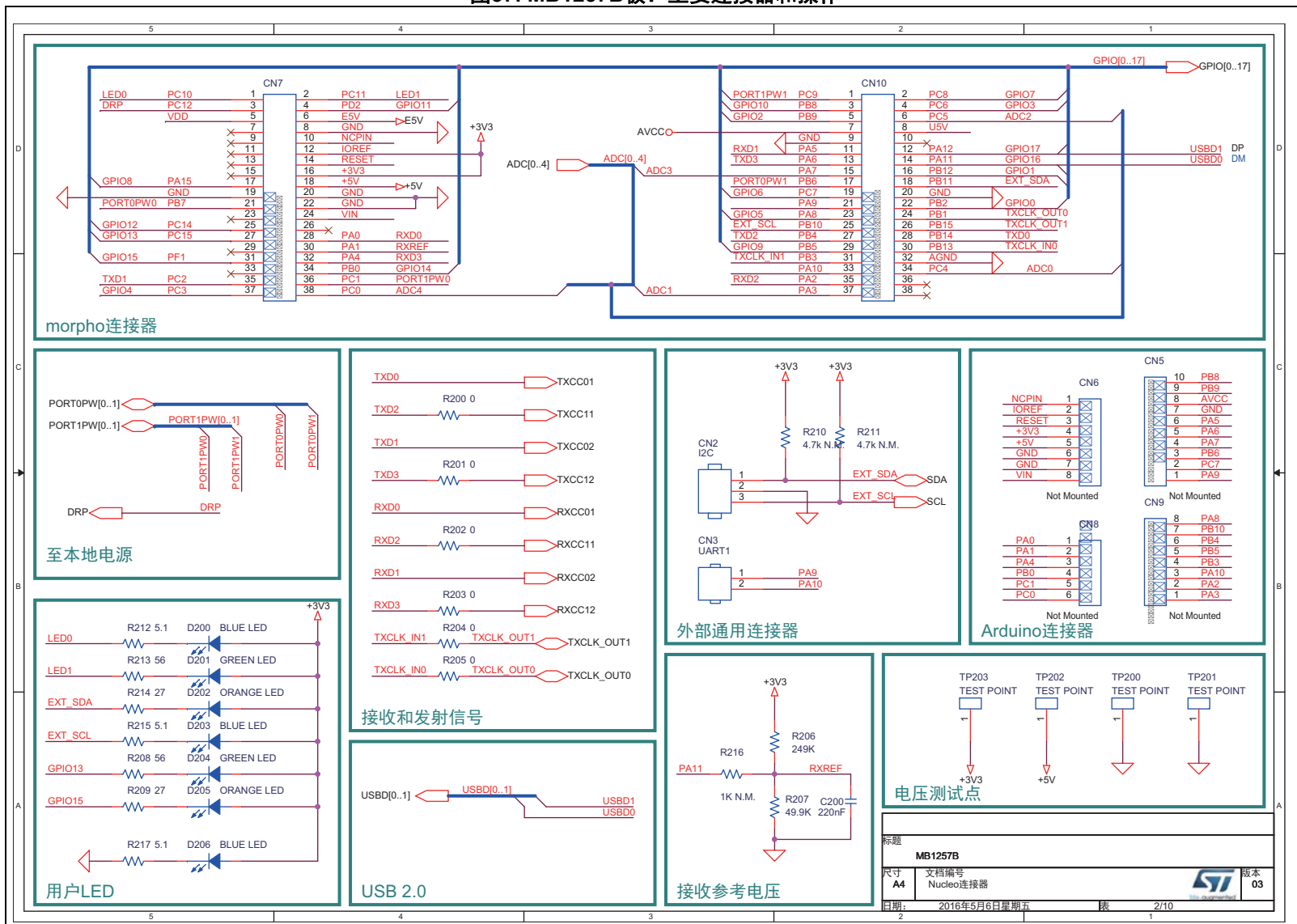




图38. MB1257B板：模拟前端1 (PORT\_0)

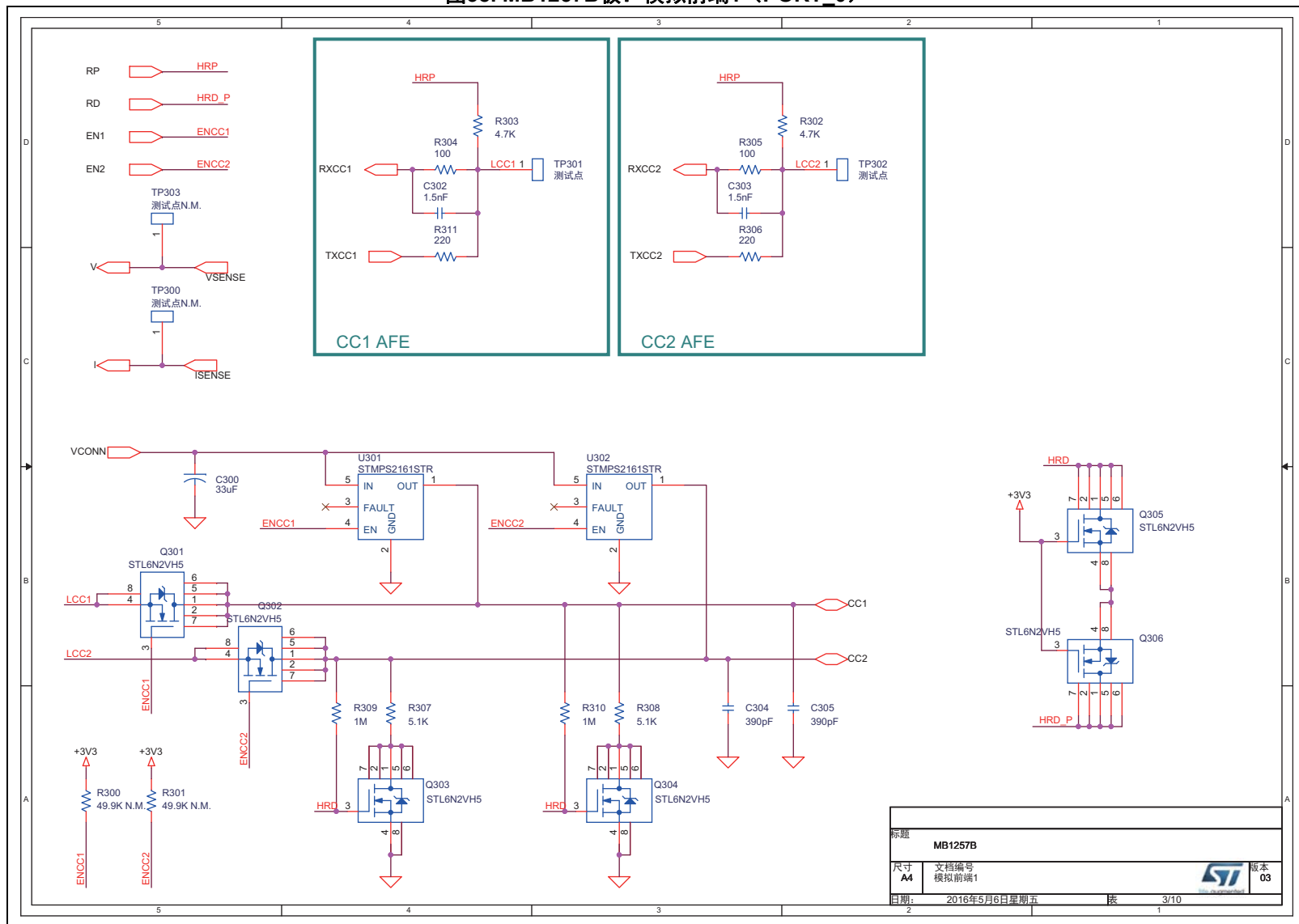




图39. MB1257B板：模拟前端2 (PORT\_1)

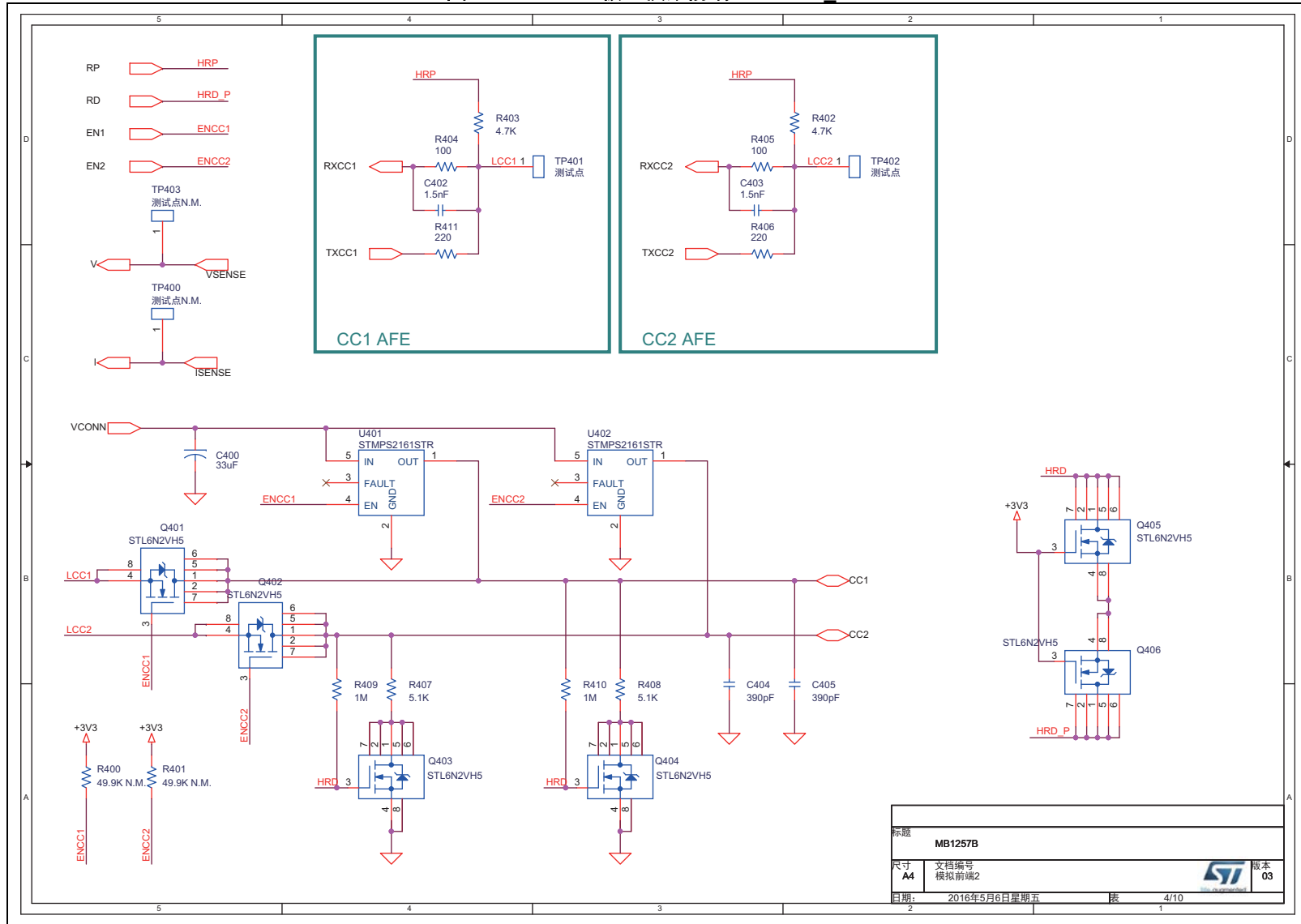


图40. MB1257B板：本地电源管理

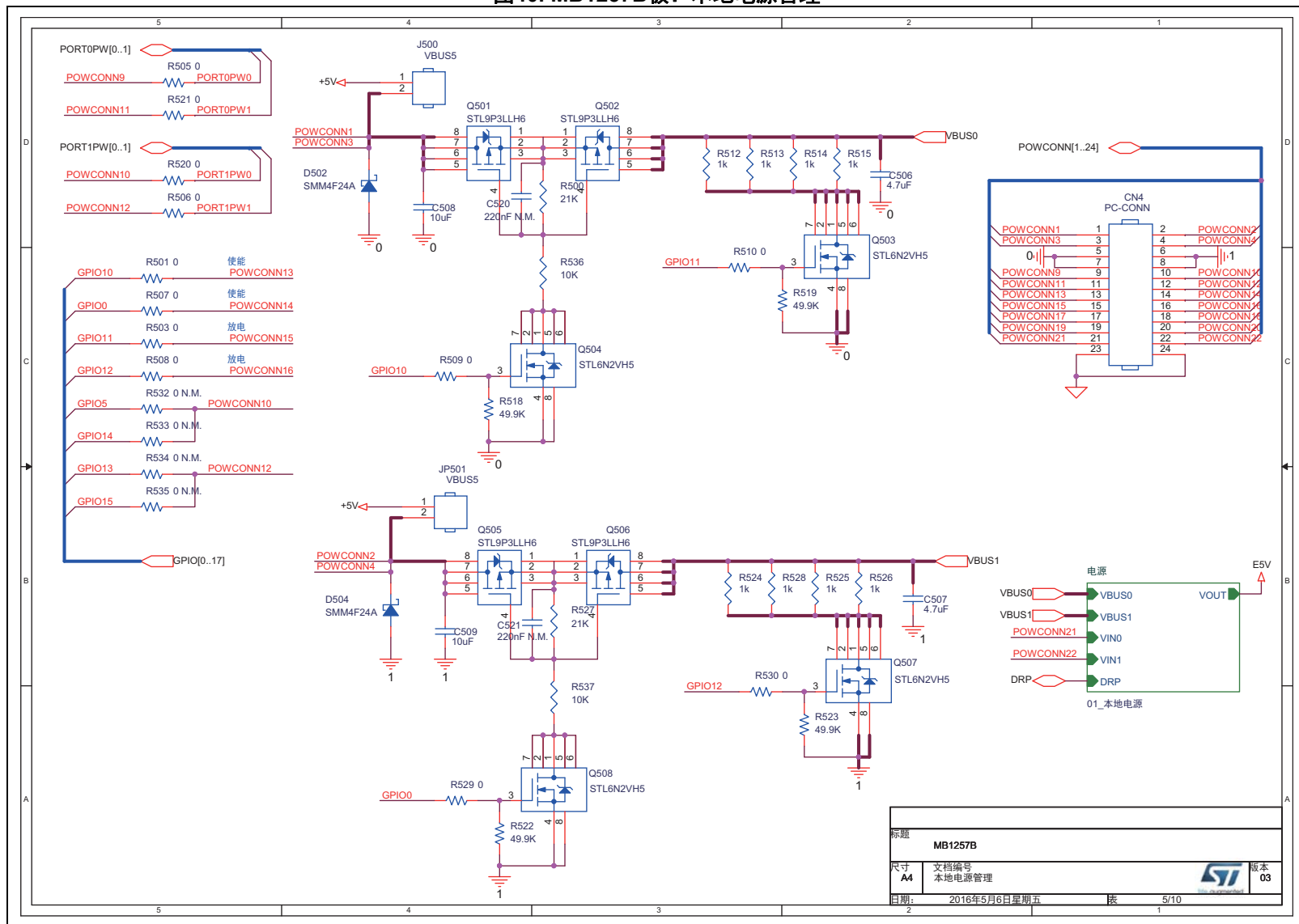


图41. MB1257B板：Type-C PORT\_0和USB 2.0

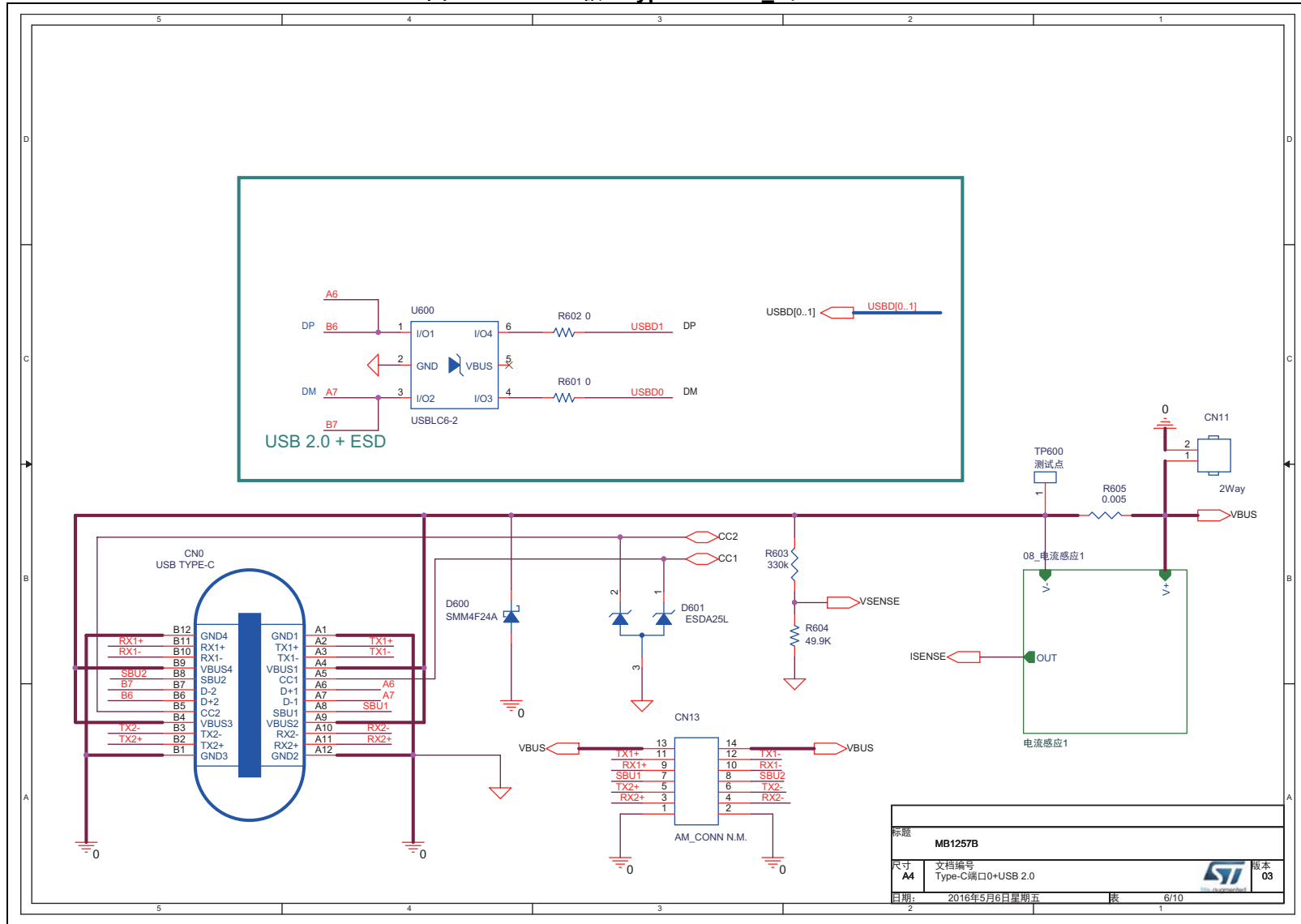


图42. MB1257B板：Type-C PORT\_1

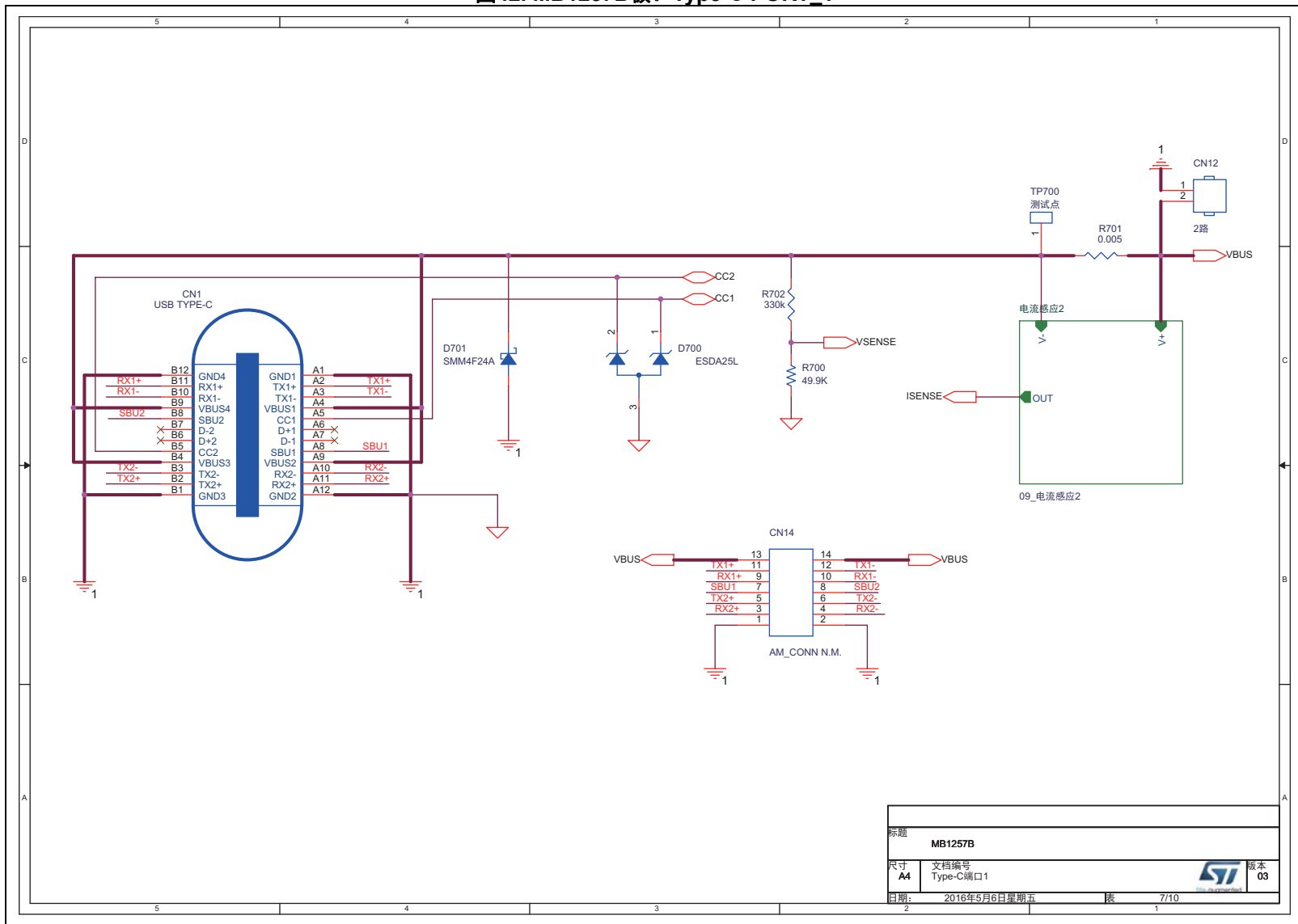


图43. MB1257B板：电流感应PORT\_0

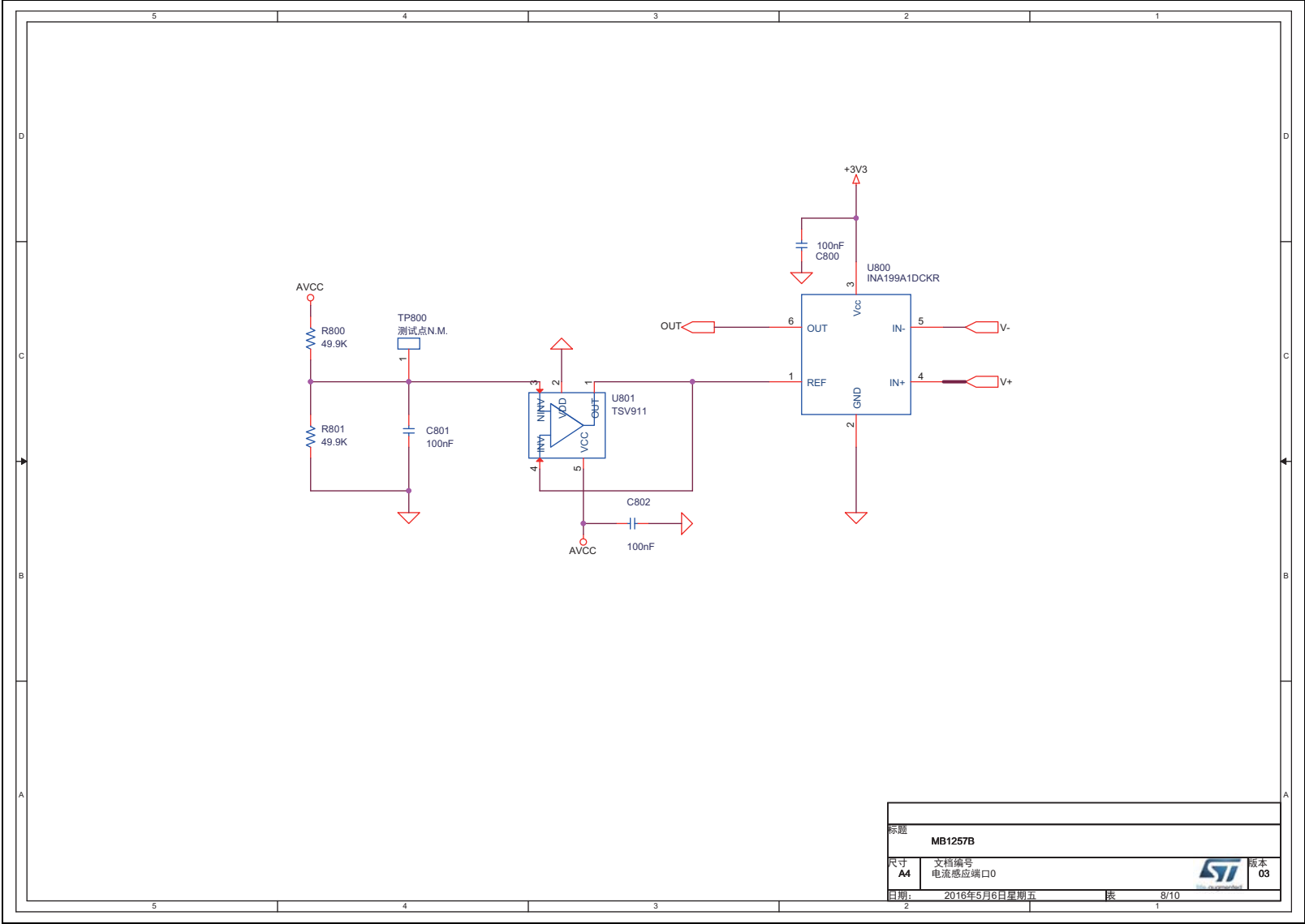
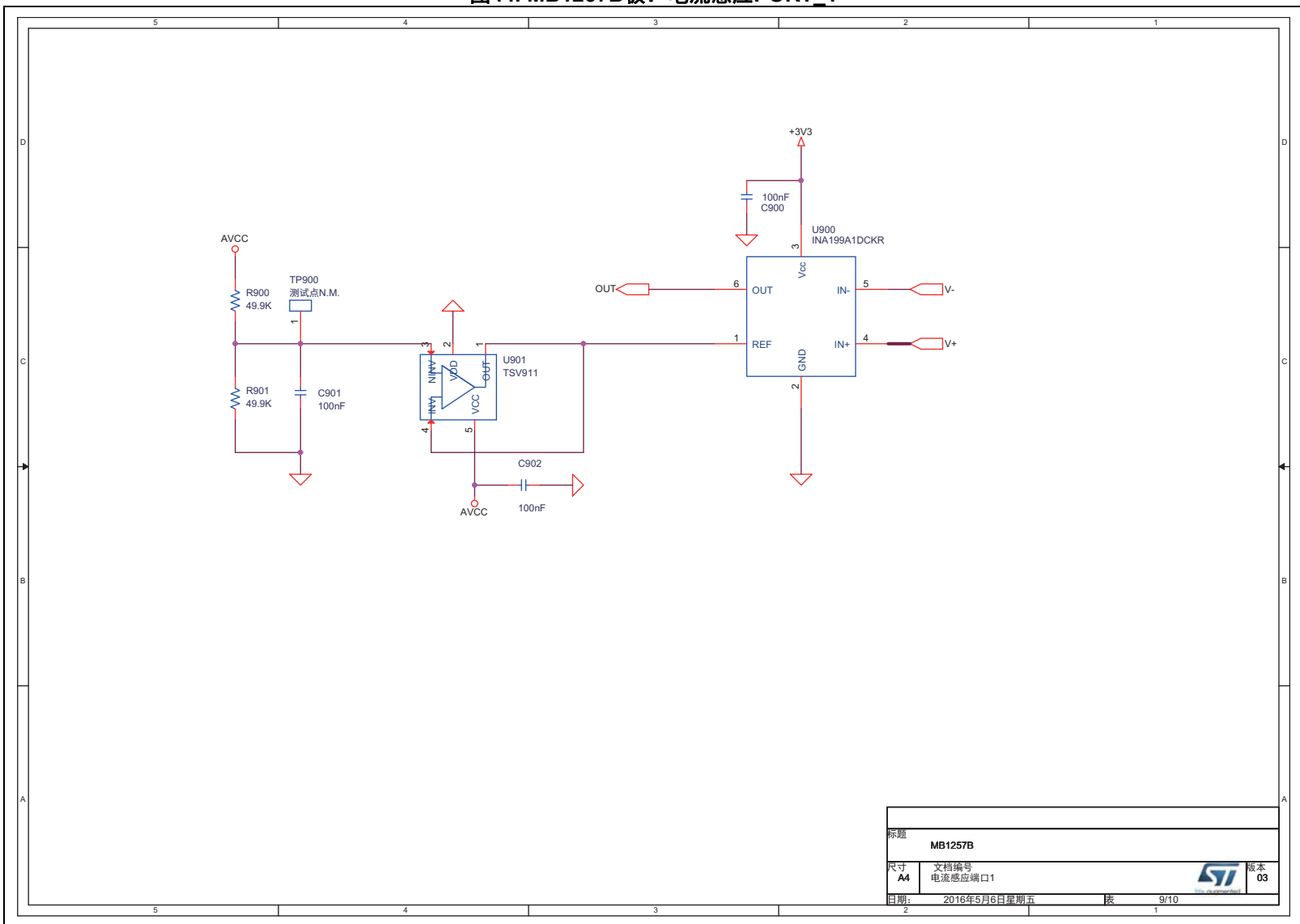


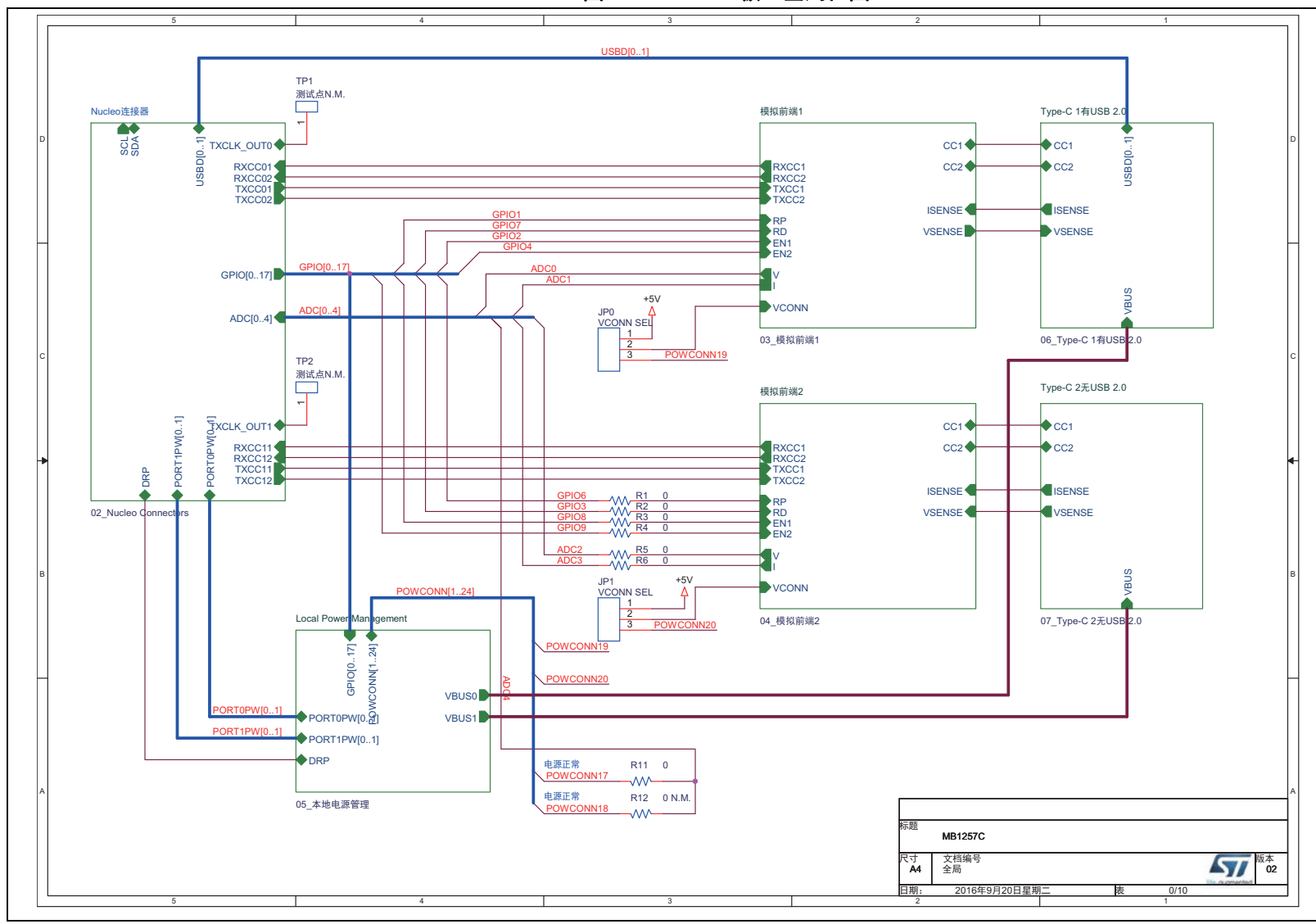
图44. MB1257B板：电流感应PORT\_1





# 5.2 MB1257C版本C原理图

图45. MB1257C板：全局框图



标题		MB1257C	
尺寸	A4	文档编号	全局
日期	2016年9月20日星期二	版本	02
2		1	0/10



图46. MB1257C板：本地电压

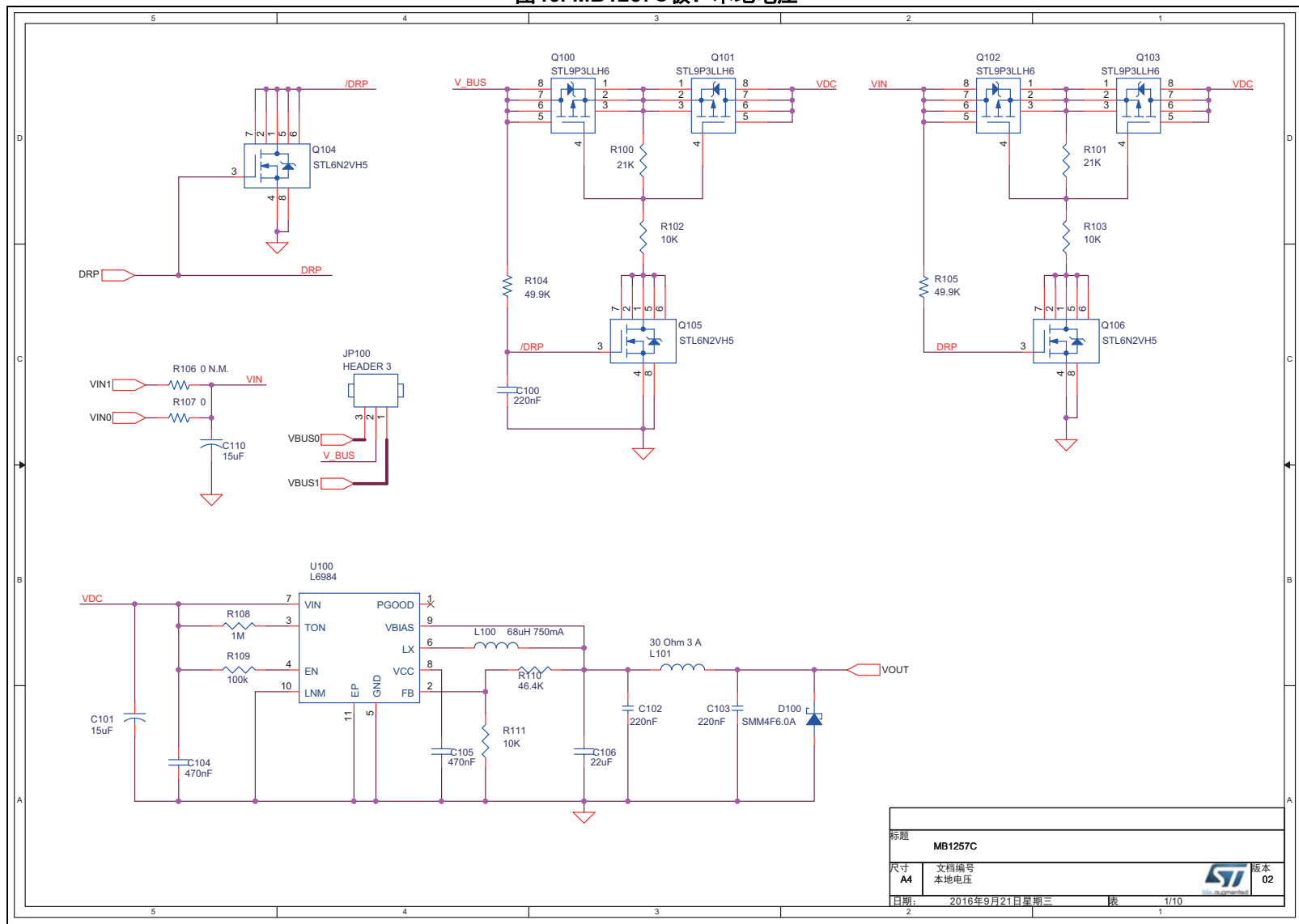


图47. MB1257C板：Nucleo连接器

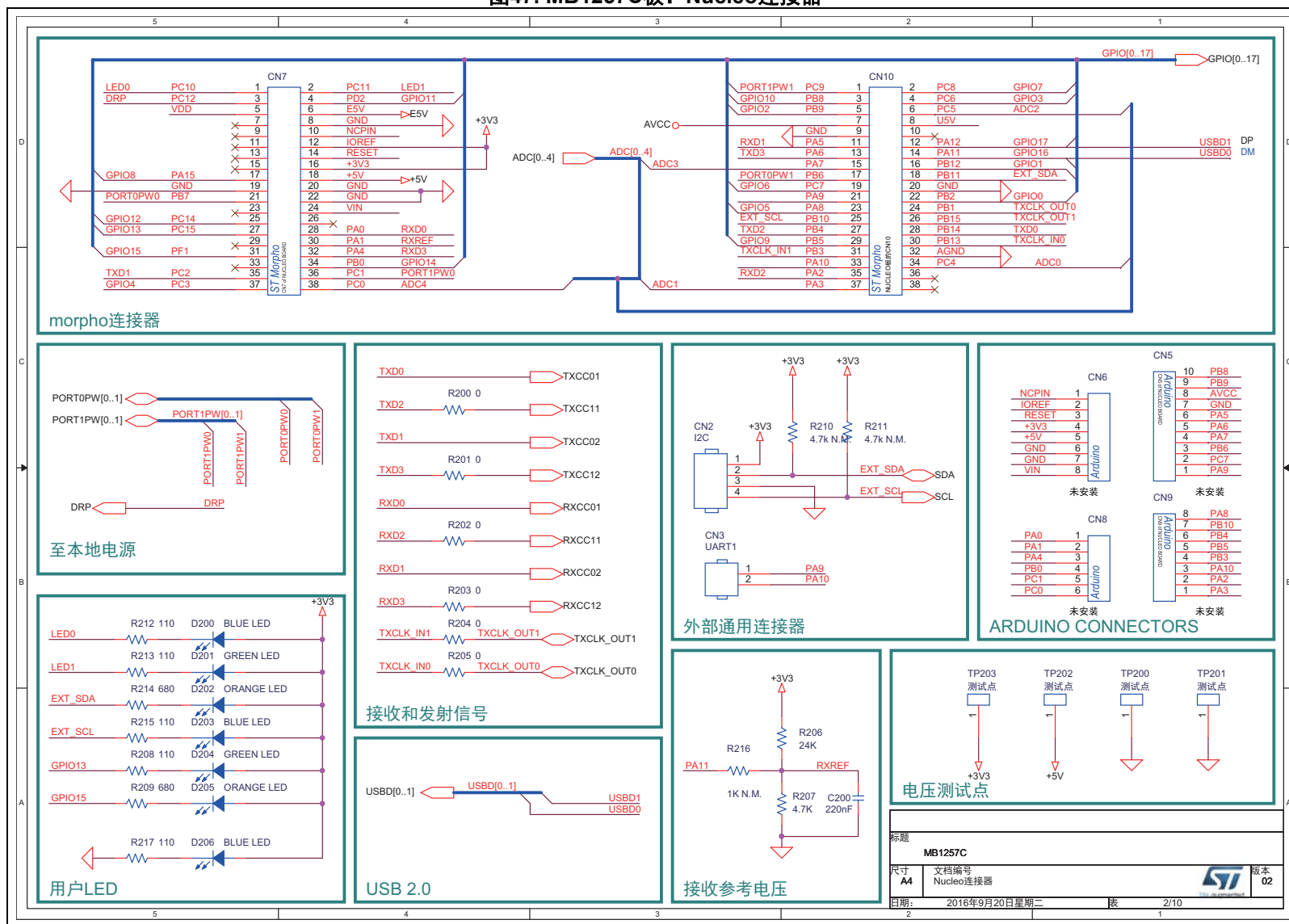


图48. MB1257C板：模拟前端1

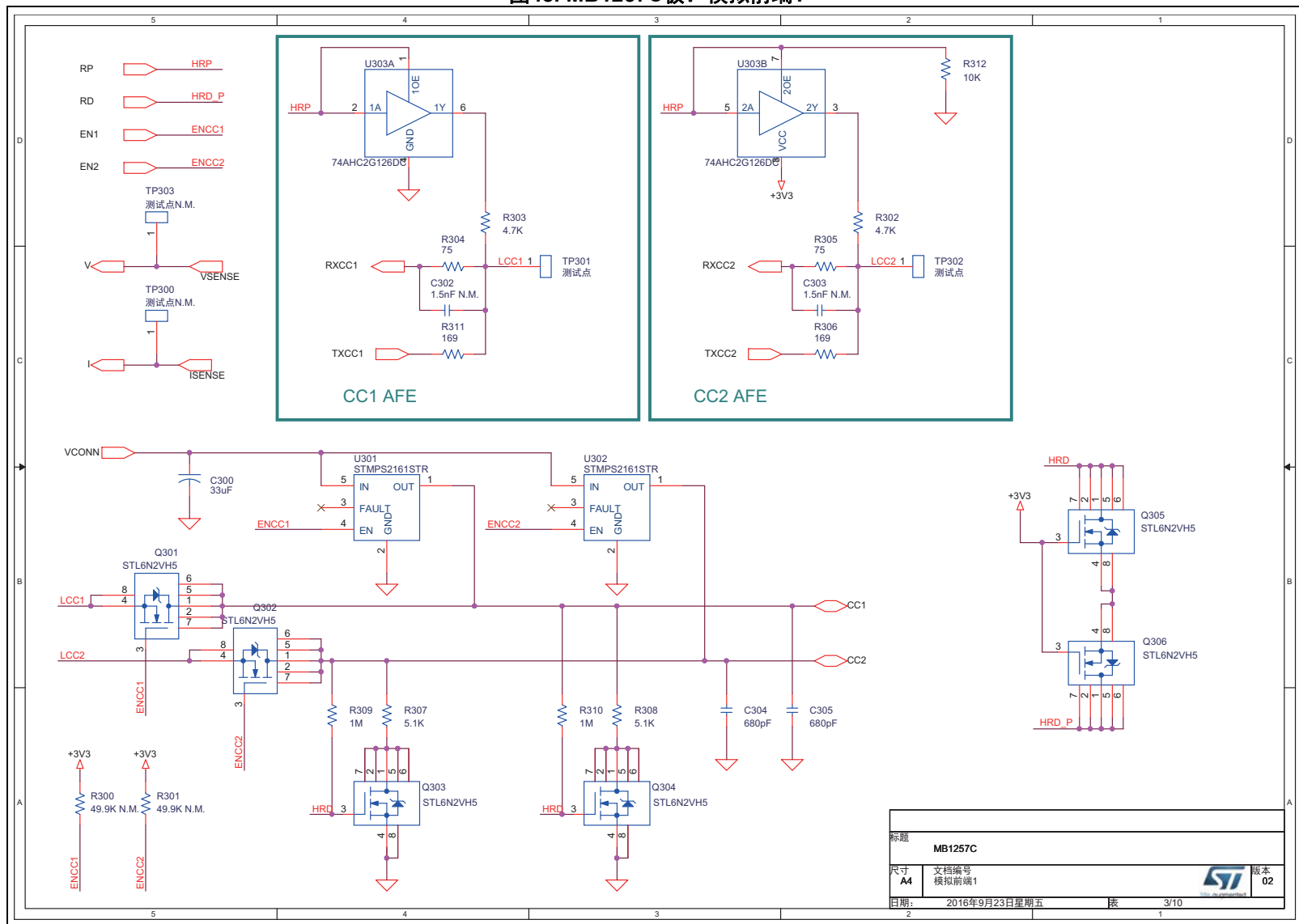


图49. MB1257C板：模拟前端2

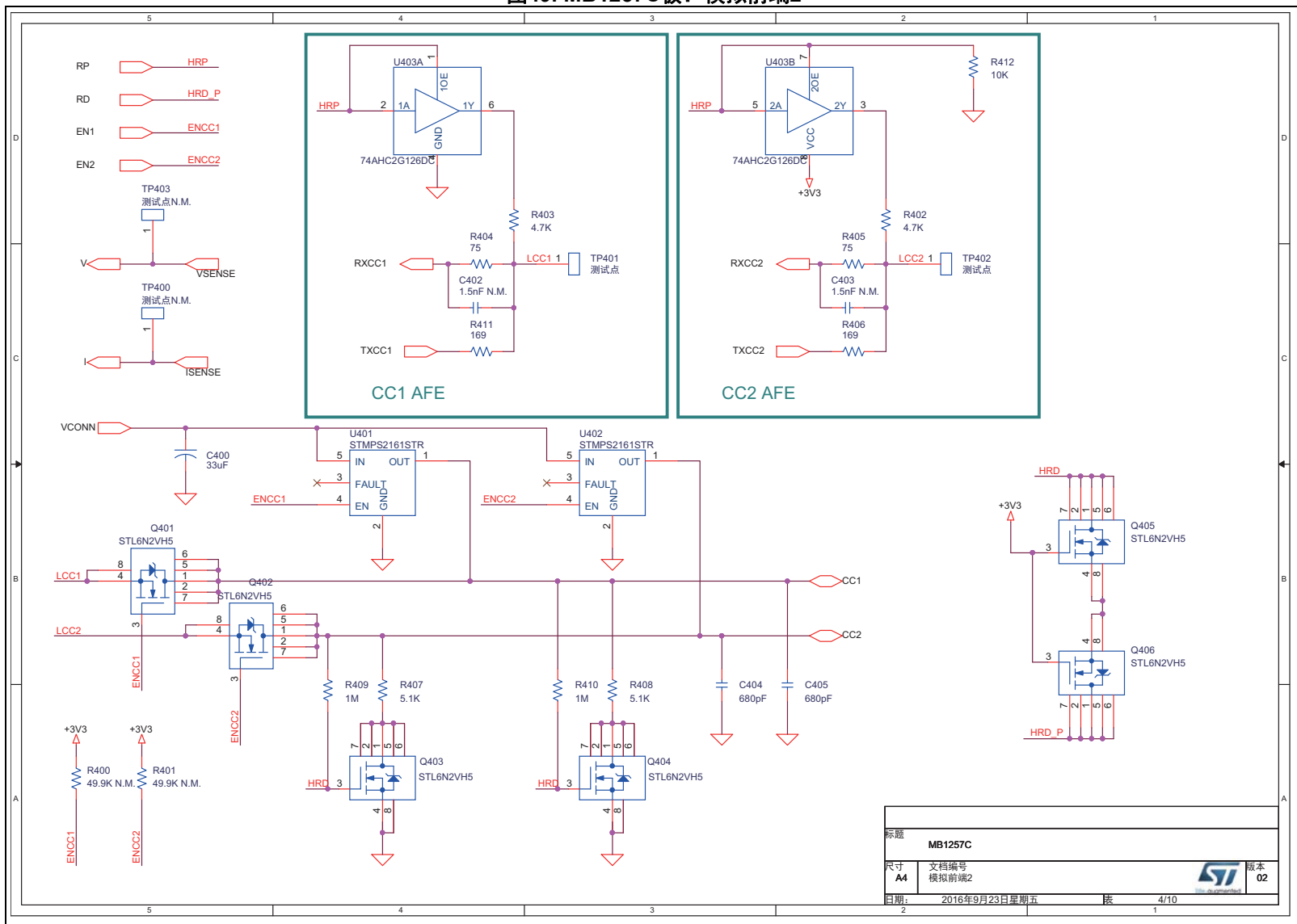


图50. MB1257C板：本地电源管理

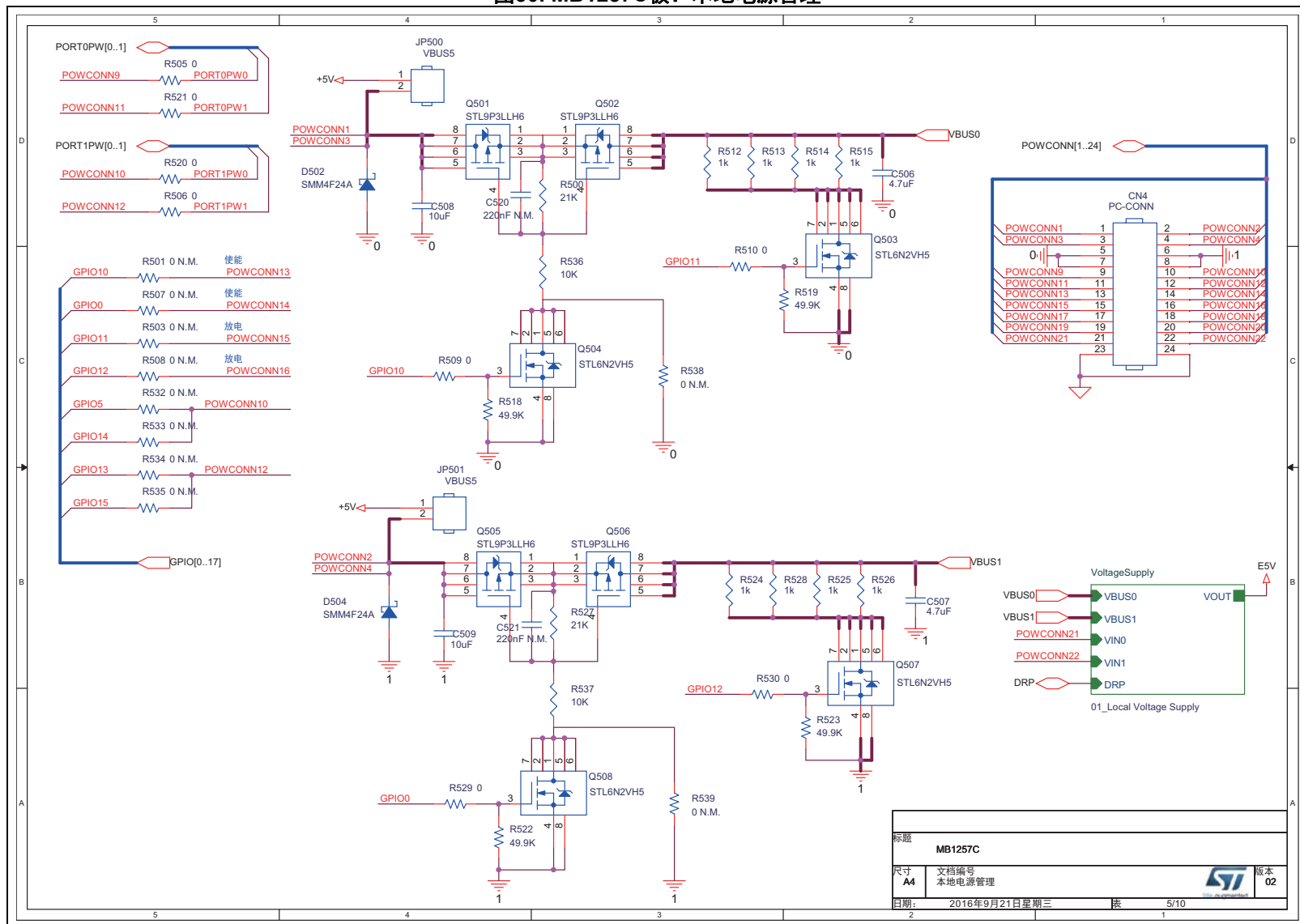


图51. MB1257C板: Type-C端口0 + USB 2.0

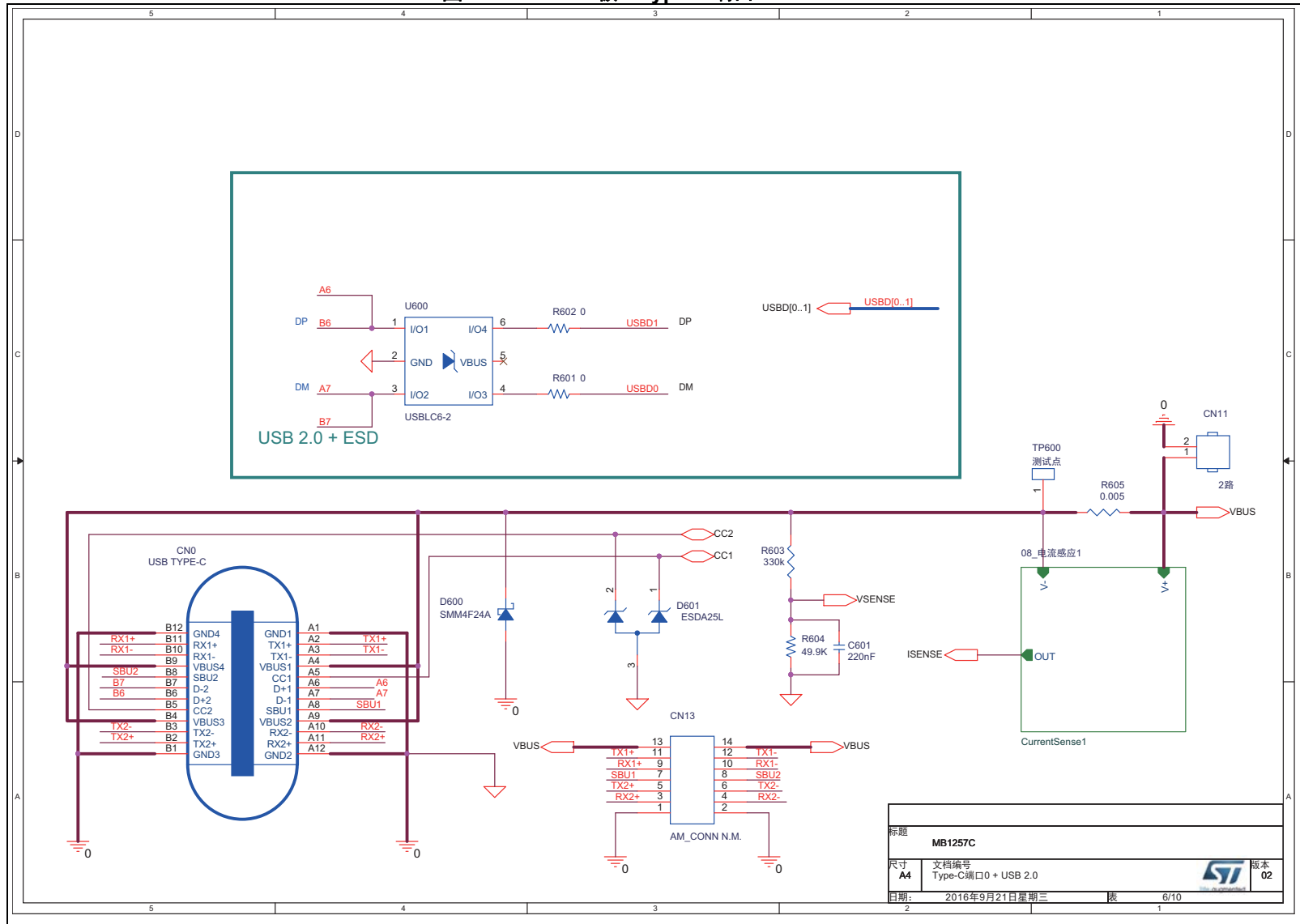




图52. MB1257C板：Type-C端口1

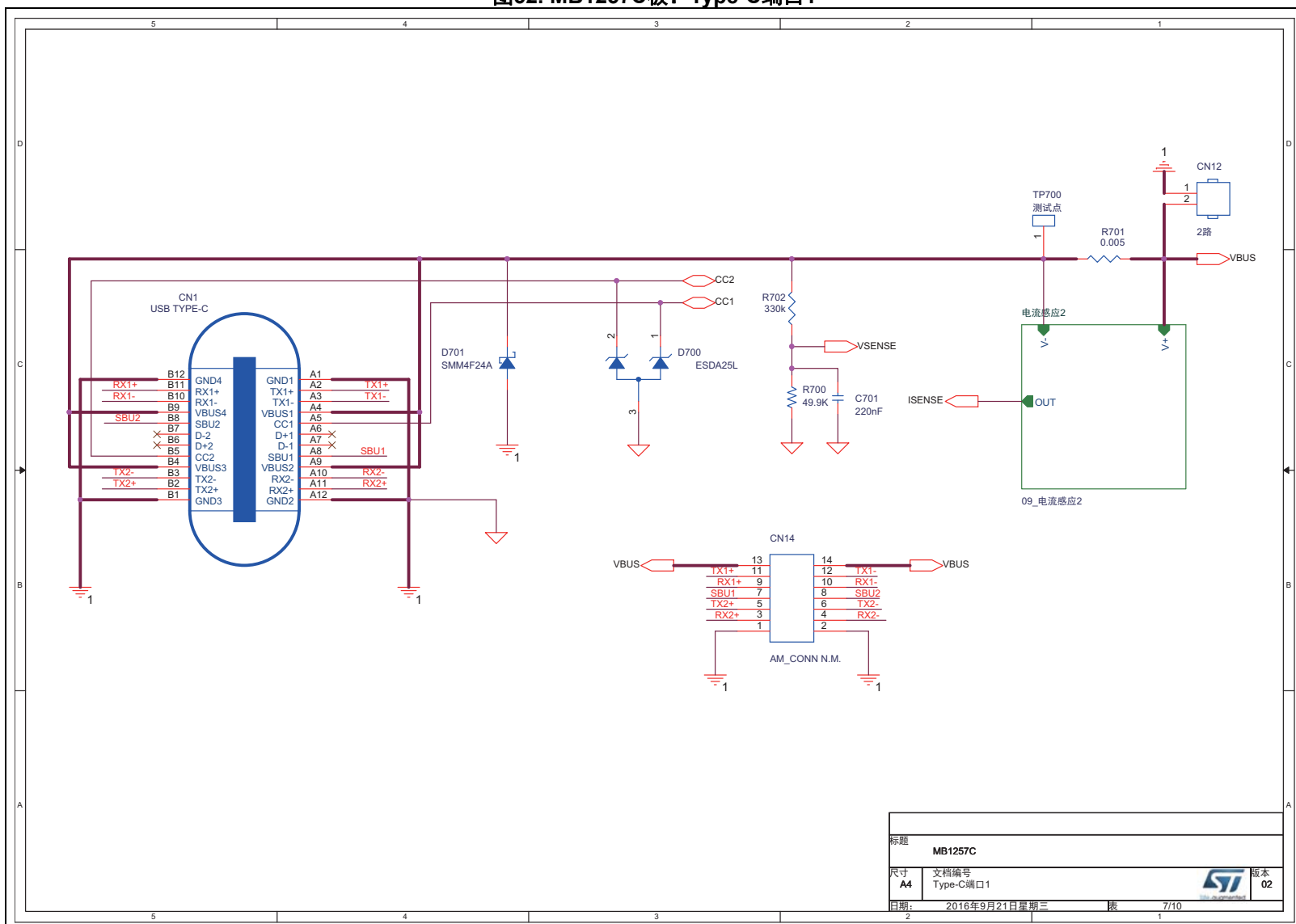
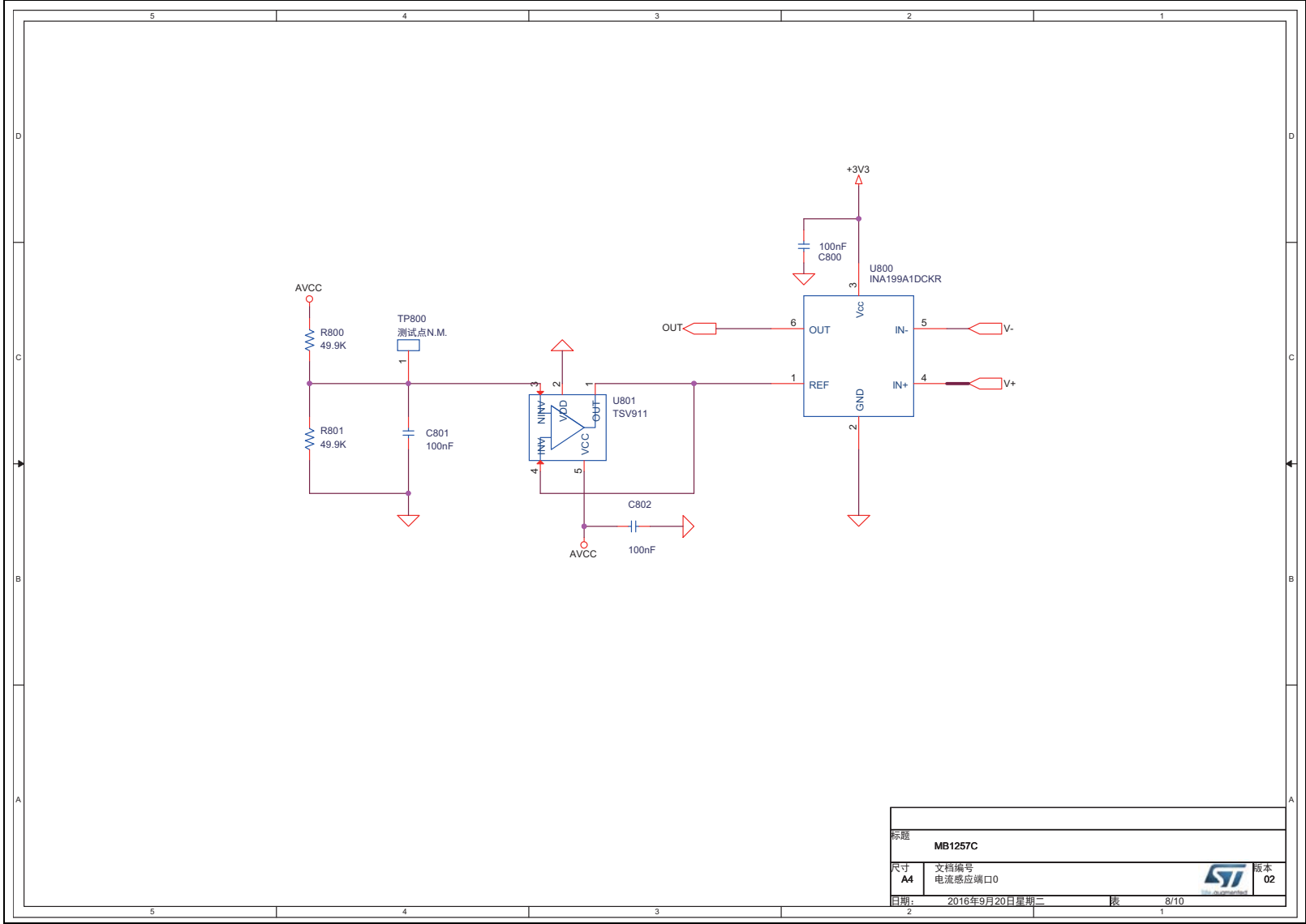
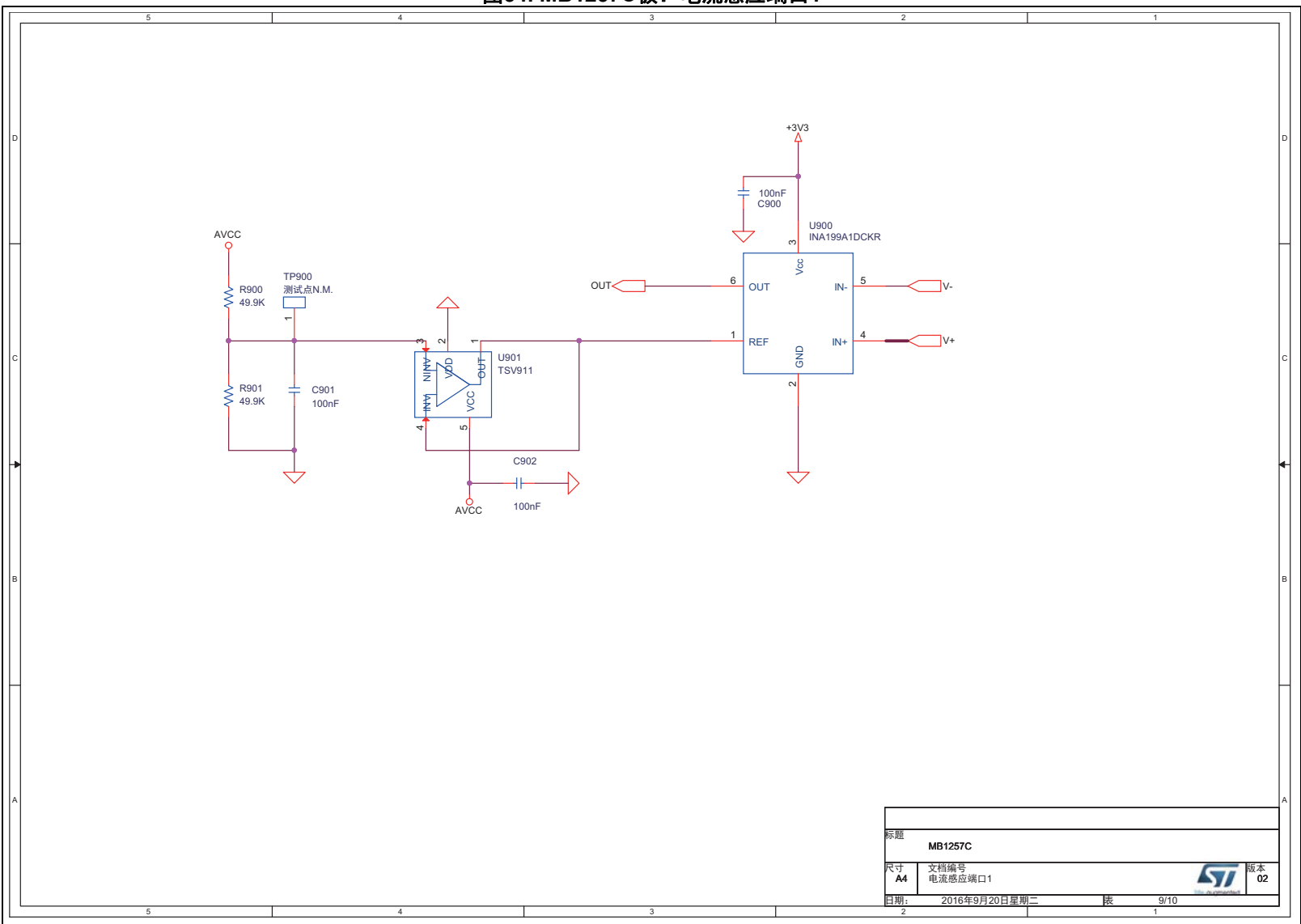


图53. MB1257C板：电流感应端口0



**图54. MB1257C板：电流感应端口1**



## 6 缩写和缩略语

表6. 缩写和缩略语

缩略语	说明
BMC	双相标记编码
DFP	下行端口
EMC	电子标记线缆
MCU	微控制器单元
PD	供电
PHY	物理层
UFP	上行端口
USB	通用串行总线
USB OTG	USB On-The-Go

## 7 参考

- USB2.0通用串行总线规范第2.0版
- USB3.1通用串行总线规范第3.1版
- USB Type-C线缆和连接器规范第1.2版
- USB PD USB电力传输规范第2.0版，2014年8月11日
- USB BC蓄电池充电规范第1.2版（包含2015年3月15日前的勘误和ECN），2012年3月15日
- Billboard设备USB BB USB设备类定义第1.0a版，2015年4月15日
- 《STM32 Nucleo pack入门》用户手册（UM2050）可从[www.st.com](http://www.st.com)网站获取

# 8 版本历史

表7. 文档版本历史

日期	版本	变更
2016年6月7日	1	初始版本
2017年2月23日	2	<p>更新了整个文档，以包括MB1257板版本B和版本C的详细信息，添加了以下内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 第 5.1 节: MB1257B 版本B原理图</li> <li>– 第 5.2 节: MB1257C 版本C原理图</li> <li>– 图 15: 要设置的MB1257B主要连接器和跳线</li> <li>– 图 16: 要设置的MB1257C主要连接器和跳线</li> <li>– 图 17: MB1257B扩展板（主要功能块的视图）</li> <li>– 图 18: MB1257B扩展板（顶视图）</li> <li>– 图 19: MB1257C扩展板（顶视图）</li> <li>– 图 20: MB1257B和MB1257C扩展板的顶视图</li> <li>– 图 21: MB1257B扩展板和丝印层布局（顶视图）</li> <li>– 图 22: MB1257C扩展板和丝印层布局（顶视图）</li> <li>– 图 23: MB1257B和MB1257C扩展板丝印层布局的底视图</li> <li>– 图 24: MB1257B（PORT_0）：插座和电压感应阶段原理图</li> <li>– 图 26: MB1257B（PORT_0）：模拟前端原理图</li> <li>– 图 27: MB1257C（PORT_0）：模拟前端原理图</li> <li>– 图 29: MB1257B（PORT_0）：放电机制阶段原理图</li> <li>– 图 30: MB1257C（PORT_0）：放电机制阶段原理图</li> <li>– 图 35: MB1257B板：全局框图</li> <li>– 图 35: MB1257B板：全局框图</li> <li>– 图 37: MB1257B板：主要连接器和操作</li> <li>– 图 38: MB1257B板：模拟前端1（PORT_0）</li> <li>– 图 39: MB1257B板：模拟前端2（PORT_1）</li> <li>– 图 40: MB1257B板：本地电源管理</li> <li>– 图 41: MB1257B板：Type-C PORT_0和USB 2.0</li> <li>– 图 42: MB1257B板：Type-C PORT_1</li> <li>– 图 43: MB1257B板：电流感应PORT_0</li> <li>– 图 44: MB1257B板：电流感应PORT_1</li> <li>– 图 45: MB1257C板：全局框图</li> <li>– 图 46: MB1257C板：本地电压</li> <li>– 图 47: MB1257C板：Nucleo连接器</li> <li>– 图 48: MB1257C板：模拟前端1</li> <li>– 图 49: MB1257C板：模拟前端2</li> </ul>

表7. 文档版本历史（续）

日期	版本	变更
2017年2月23日	2 (续)	<p>更新了整个文档，以包括MB1257板版本B和版本C的详细信息，添加了以下内容（续）：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– <a href="#">图 50：MB1257C板：本地电源管理</a></li><li>– <a href="#">图 51：MB1257C板：Type-C端口0 + USB 2.0</a></li><li>– <a href="#">图 52：MB1257C板：Type-C端口1</a></li><li>– <a href="#">图 53：MB1257C板：电流感应端口0</a></li><li>– <a href="#">图 54：MB1257C板：电流感应端口1</a></li></ul> <p>更多更新：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– 在 <a href="#">第 1.12节</a>中集成了 <a href="#">第 1.12.1节：复用引脚重新分配</a>和 <a href="#">第 1.12.2节：Billboard</a></li><li>– <a href="#">图 3：USB Type-C插座引脚排列</a></li><li>– <a href="#">图 4：USB Type-C插头引脚排列</a></li><li>– <a href="#">图 6：USB PD数据包格式</a></li><li>– <a href="#">图 8：可用于通过全功能线缆重新配置的引脚</a></li><li>– <a href="#">图 9：可用于直连应用重新配置的引脚</a></li><li>– <a href="#">图 14：完整架构的框图</a></li></ul>

表8. 中文文档版本历史

日期	版本	变更
2017年10月21日	1	中文初始版本



**重要通知 - 请仔细阅读**

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。本文档的中文版本为英文版本的翻译件，仅供参考之用；若中文版本与英文版本有任何冲突或不一致，则以英文版本为准。

© 2017 STMicroelectronics - 保留所有权利