



四通道 DA 输出 FL9781 子卡用户手册
Four Channel DA Output FL9781 User
Manual

版本	1.0
页数	0/7
密级	机密

四通道 DA 输出 FL9781 子卡用户手册


Four Channel DA Output FL9781 User Manual

	编制 Author	审核 Reviewer	批准 Approver
姓名 Name			
日期 Date			

	四通道 DA 输出 FL9781 子卡用户手册 Four Channel DA Output FL9781 User Manual	版本	1.0
		页数	1/7
		密级	机密

修订履历表 REVISION RECORD						
序号 No	版本 Revision	状态 Status	修订说明 Revision Description	发行日期 Date	编制人 Author	批准人 Approver
1	V1.0		First Release	2023-10-22	LUO	AVIC

注：“状态”是指文档状态，如：“草稿”，“释放”，“基线”。

	四通道 DA 输出 FL9781 子卡用户手册	版本	1.0
	Four Channel DA Output FL9781 User	页数	2/7
	Manual	密级	机密

目录 Table of Contents

1. FMC 四通道高速 DA 模块介绍 Introduction of FMC FL9781 Module	3
1.1 FMC FL9781 模块的参数说明 Parameter Description	4
1.2 FL9781 模块的结构图	5
1.3 FL9781 模块的原理框图	6
1.4 接口描述	6
1.5 FMC 连接器接口定义 Interface Definition	8
2. 支持的开发板 Supported Development boards	10
3. 硬件连接和测试	11

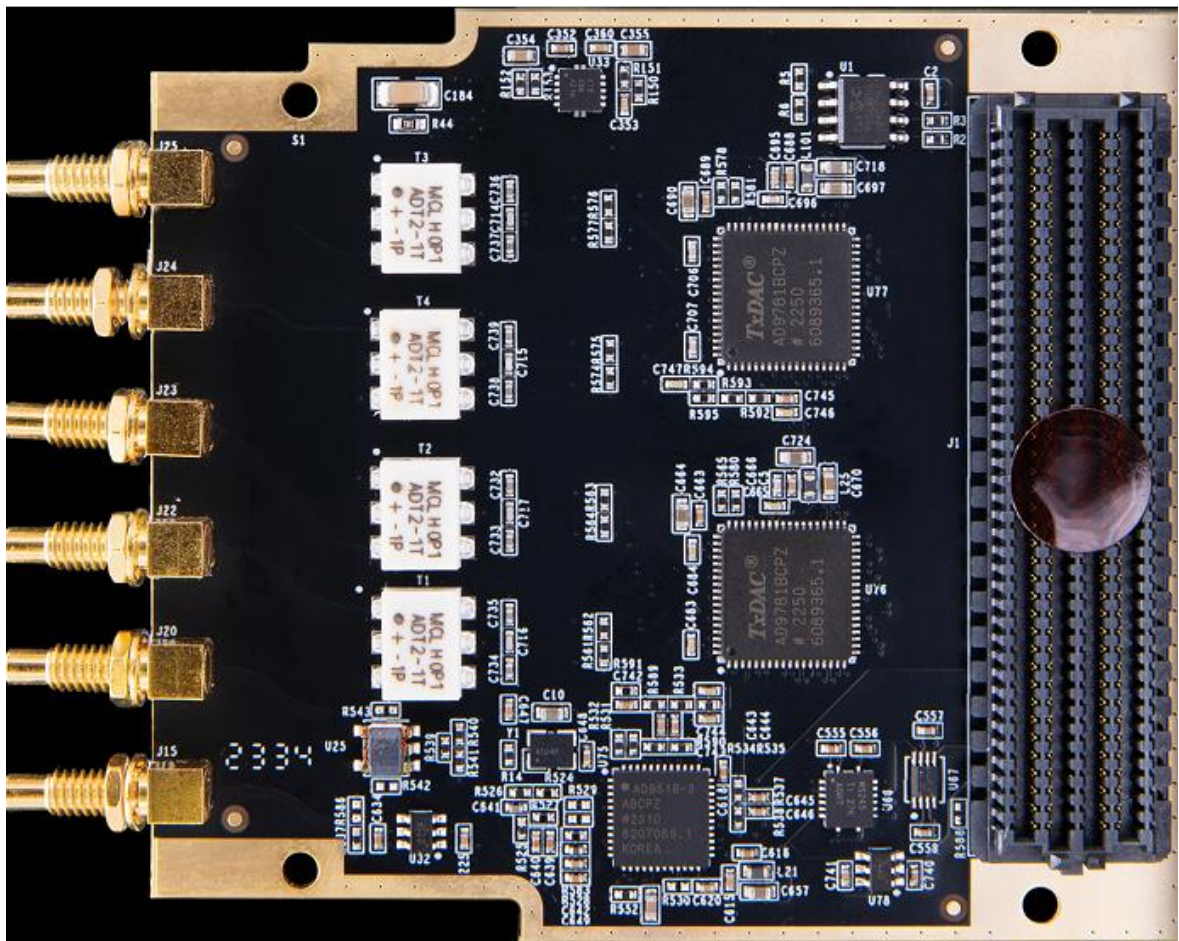
1. FMC 四通道高速 DA 模块介绍 Introduction of FMC FL9781 Module

ALINX FL9781 为 4 通道高速 DA 模块，每路 DA 为 14 位，500MSPS 转换率的数字转模拟信号。FMC 模块的 DA 转换采用了 2 片 ADI 公司的 AD9781 芯片，每个 AD9781 芯片支持 2 路 DA 输出，所以 2 片 AD9781 芯片一共支持 4 路的 DA 输出。模拟信号输出的电压范围为-350mV~+350mV，接口为 SSMC。


FL9781 支持外部触发信号输入，也是 SSMC 接口；时钟模式支持内部参考时钟输入，外部参考时钟输入，时钟选择可通过 SPI 总线配置

FL9781 的电气和机械设计依据 FMC 标准 (ANSI/VITA 57.1), 为标准的 LPC 的 FMC 接口，用于连接 FPGA 开发板，FMC 的连接器型号为：ASP_134604_01

FL9781 模块实物照片如下：



FL9781 模块实物图

	四通道 DA 输出 FL9781 子卡用户手册 Four Channel DA Output FL9781 User Manual	版本	1.0
		页数	4/7
		密级	机密

1.1 FMC FL9781 模块的参数说明 Parameter Description

以下为 FL9781 高速 DA 模块的详细参数:

模拟输出:

- 输出耦合方式: 交流耦合;
- DA 输出路数: 4 路, 14bit, 500MS/s 更新率;
- 输出阻抗: 50 Ohm
- 全量程输出电流: 8.66mA~31.66mA (默认 20mA)
- 输出幅度范围: -350mV~+350mV
- 模拟信号输出接口: SSMC 接口;

时钟/触发

- 外部时钟输入: 1 路;
- 外部触发/同步信号: 1 路输入, 3.3V LVCMOS 或 LVTTTL;

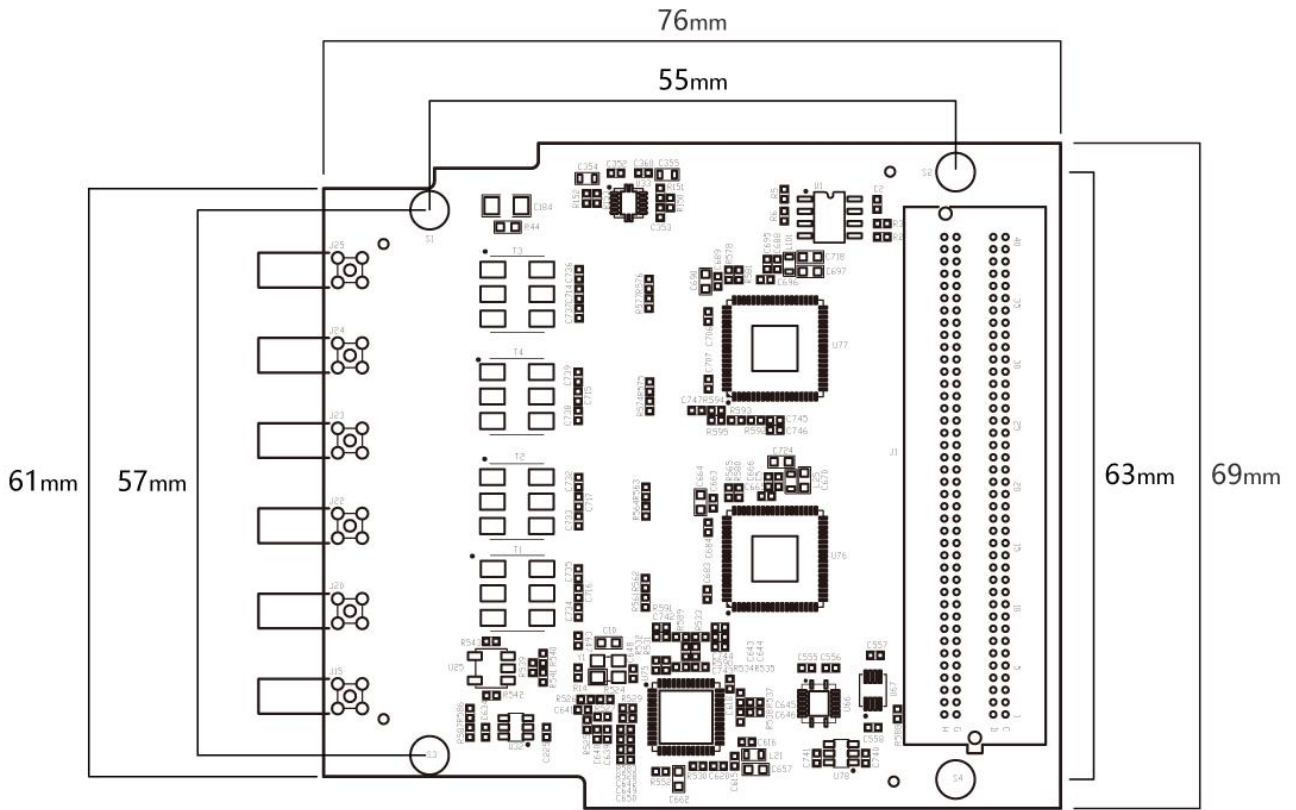
FMC 接口

- 支持 LPC 或 HPC:
- 数字接口电平标准: LVDS 电平 1.8V 或者 2.5V
- 配置接口: SPI 接口;

工作环境

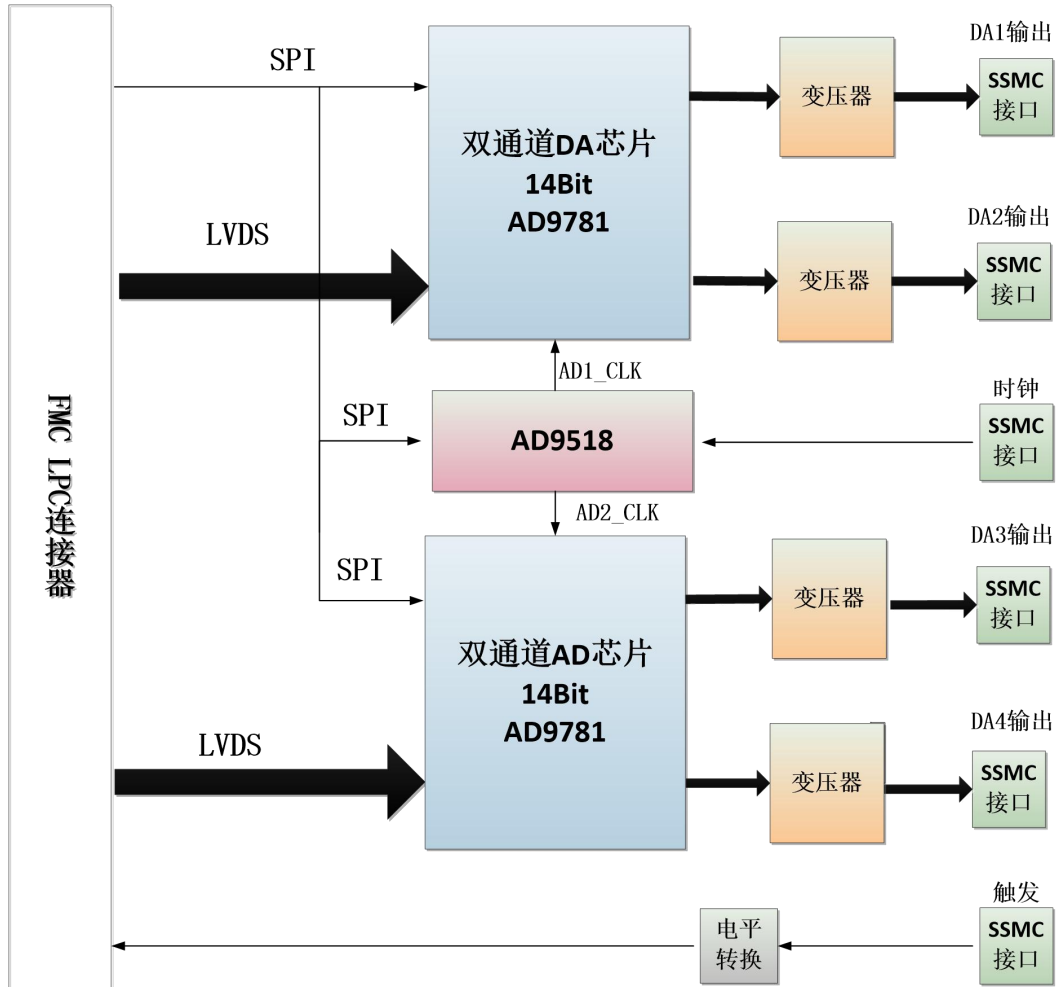
- 工作温度: -40°~85°;
- 功耗小于 6W;

1.2 FL9781 模块的结构图



FL9781 高速 DA 模块尺寸结构图

1.3 FL9781 模块的原理框图

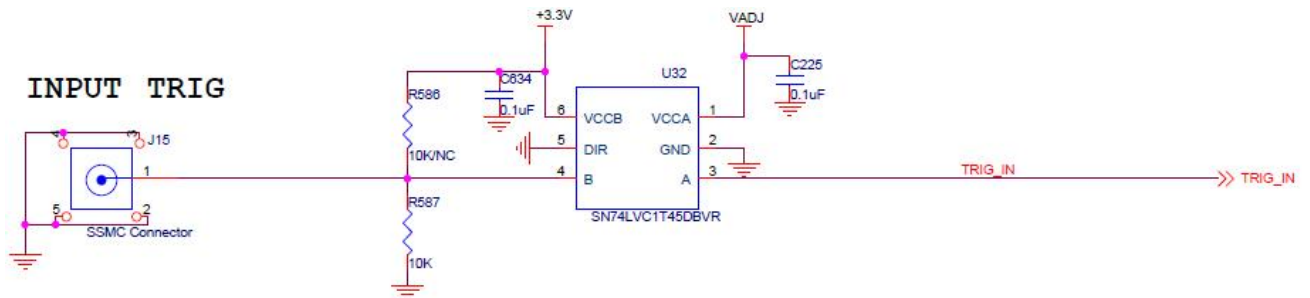


关于 AD9781 的电路具体参考设计请参考 AD9781 的芯片手册。

1.4 接口描述

1) 外部触发输入接口

外部触发输入支持 LVTTTL/LVCMOS 3.3V 电平输入方式，通过板上的电平转换芯片转换成 VADJ 的电平后，连接到 FMC 连接器管脚输入到 FPGA 芯片。



2) AD 输出接口

FL9613 设计输出为交流耦合方式，用中心抽头变压器作为电流输出 DAC 的输出接口，变压器耦合可在 DAC 输出于最终负载间实现直流隔离，有助于抑制 DAC 输出端存在的共模信号。最高输出信号可达 300Mhz, 输出阻抗为 50 欧姆，模拟信号的范围为 0.7Vp-p。

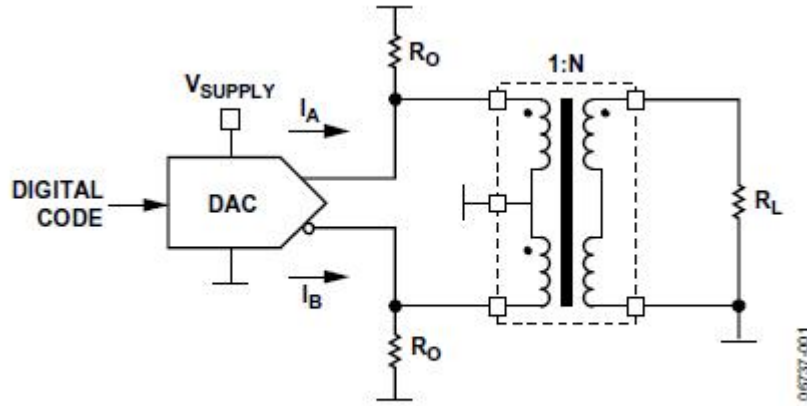
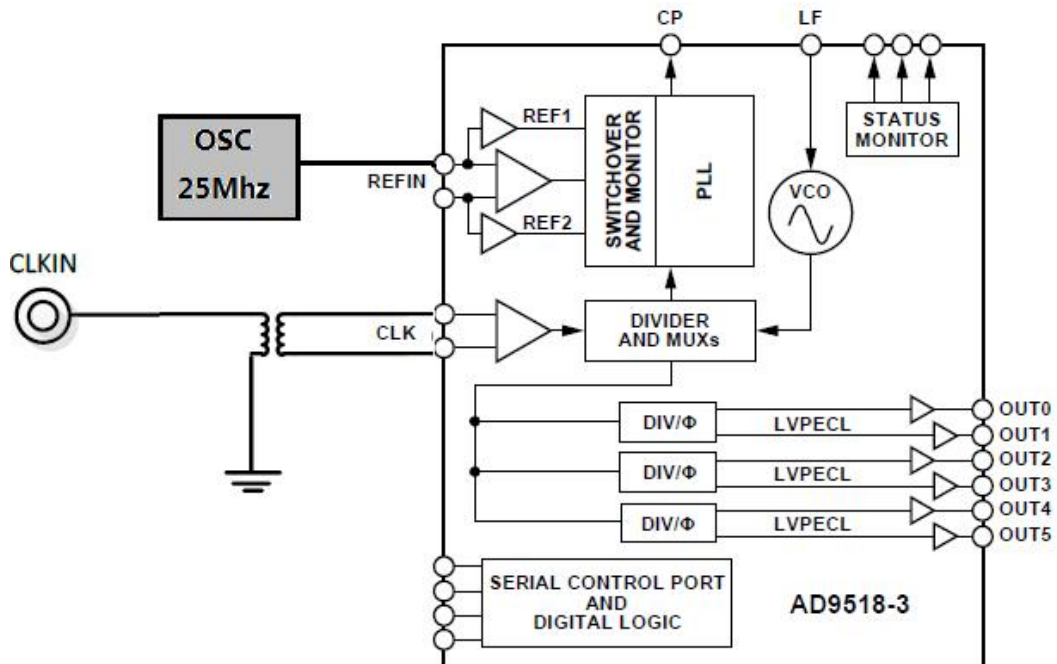


图1 带变压器耦合的平衡电流输出DAC

3) 时钟输入

板上时钟产生模块选用 ADI 公司的 AD9518-3 芯片，设计使用内部 VCO，VCO 的频率范围为 1.75G~2.25G；内部时钟和外部参考时钟通过程序来切换；时钟模块配置通过连接到 FMC 的 SPI 总线实现。

内部参考时钟默认焊接 25M 晶振，连到 AD9518 的 REF1 脚；外参考时钟通过变压器转换成差分连到 CLK+/-脚。



1.5 FMC 连接器接口定义 Interface Definition

FL9781 模块的 FMC 接口为标准的 LPC，下面只列了 FMC 接口上电源和 DA 芯片接口的信号定义，GND 的信号没有列出，具体用户可以参考原理图。接口定义如下：

Pin Number	Signal Name	Description
C35	+12V	12V 电源输入
C37	+12V	12V 电源输入
D32	+3.3V	3.3V 电源输入
D8	P1_DCI_P	DA1 通道 LVDS 的数据时钟输出-P (跟输出数据对齐)
D9	P1_DCI_N	DA1 通道 LVDS 的数据时钟输出-N (跟输出数据对齐)
G6	P1_DCO_P	DA1 通道 LVDS 的转换时钟输入-P
G7	P1_DCO_N	DA1 通道 LVDS 的转换时钟输入-N
G18	P1_D0_P	DA1 通道 LVDS 的数据 0 输出-P
G19	P1_D0_N	DA1 通道 LVDS 的数据 0 输出-N
C18	P1_D1_P	DA1 通道 LVDS 的数据 1 输出-P
C19	P1_D1_N	DA1 通道 LVDS 的数据 1 输出-N
H19	P1_D2_P	DA1 通道 LVDS 的数据 2 输出-P
H20	P1_D2_N	DA1 通道 LVDS 的数据 2 输出-N
D17	P1_D3_P	DA1 通道 LVDS 的数据 3 输出-P
D18	P1_D3_N	DA1 通道 LVDS 的数据 3 输出-N
H16	P1_D4_P	DA1 通道 LVDS 的数据 4 输出-P
H17	P1_D4_N	DA1 通道 LVDS 的数据 4 输出-N
G15	P1_D5_P	DA1 通道 LVDS 的数据 5 输出-P
G16	P1_D5_N	DA1 通道 LVDS 的数据 5 输出-N
C14	P1_D6_P	DA1 通道 LVDS 的数据 6 输出-P
C15	P1_D6_N	DA1 通道 LVDS 的数据 6 输出-N
D14	P1_D7_P	DA1 通道 LVDS 的数据 7 输出-P
D15	P1_D7_N	DA1 通道 LVDS 的数据 7 输出-N
H13	P1_D8_P	DA1 通道 LVDS 的数据 8 输出-P
H14	P1_D8_N	DA1 通道 LVDS 的数据 8 输出-N
G12	P1_D9_P	DA1 通道 LVDS 的数据 9 输出-P
G13	P1_D9_N	DA1 通道 LVDS 的数据 9 输出-N
D11	P1_D10_P	DA1 通道 LVDS 的数据 10 输出-P
D12	P1_D10_N	DA1 通道 LVDS 的数据 10 输出-N
H10	P1_D11_P	DA1 通道 LVDS 的数据 11 输出-P
H11	P1_D11_N	DA1 通道 LVDS 的数据 11 输出-N




四通道 DA 输出 FL9781 子卡用户手册
Four Channel DA Output FL9781 User
Manual

版本 1.0

页数 9/7

密级 机密

G9	P1_D12_P	DA1 通道 LVDS 的数据 12 输出-P
G10	P1_D12_N	DA1 通道 LVDS 的数据 12 输出-N
C10	P1_D13_P	DA1 通道 LVDS 的数据 13 输出-P
C11	P1_D13_N	DA1 通道 LVDS 的数据 13 输出-N
C22	P2_DCI_P	DA2 通道 LVDS 的数据时钟输出-P (跟输出数据对齐)
C23	P2_DCI_N	DA2 通道 LVDS 的数据时钟输出-N (跟输出数据对齐)
D20	P2_DCO_P	DA2 通道 LVDS 的转换时钟输入-P
D21	P2_DCO_N	DA2 通道 LVDS 的转换时钟输入-N
H34	P2_D0_P	DA2 通道 LVDS 的数据 0 输出-P
H35	P2_D0_N	DA2 通道 LVDS 的数据 0 输出-N
H37	P2_D1_P	DA2 通道 LVDS 的数据 1 输出-P
H38	P2_D1_N	DA2 通道 LVDS 的数据 1 输出-N
G36	P2_D2_P	DA2 通道 LVDS 的数据 2 输出-P
G37	P2_D2_N	DA2 通道 LVDS 的数据 2 输出-N
G33	P2_D3_P	DA2 通道 LVDS 的数据 3 输出-P
G34	P2_D3_N	DA2 通道 LVDS 的数据 3 输出-N
H31	P2_D4_P	DA2 通道 LVDS 的数据 4 输出-P
H32	P2_D4_N	DA2 通道 LVDS 的数据 4 输出-N
G30	P2_D5_P	DA2 通道 LVDS 的数据 5 输出-P
G31	P2_D5_N	DA2 通道 LVDS 的数据 5 输出-N
C26	P2_D6_P	DA2 通道 LVDS 的数据 6 输出-P
C27	P2_D6_N	DA2 通道 LVDS 的数据 6 输出-N
H28	P2_D7_P	DA2 通道 LVDS 的数据 7 输出-P
H29	P2_D7_N	DA2 通道 LVDS 的数据 7 输出-N
G27	P2_D8_P	DA2 通道 LVDS 的数据 8 输出-P
G28	P2_D8_N	DA2 通道 LVDS 的数据 8 输出-N
D26	P2_D9_P	DA2 通道 LVDS 的数据 9 输出-P
D27	P2_D9_N	DA2 通道 LVDS 的数据 9 输出-N
H25	P2_D10_P	DA2 通道 LVDS 的数据 10 输出-P
H26	P2_D10_N	DA2 通道 LVDS 的数据 10 输出-N
G24	P2_D11_P	DA2 通道 LVDS 的数据 11 输出-P
G25	P2_D11_N	DA2 通道 LVDS 的数据 11 输出-N
D23	P2_D12_P	DA2 通道 LVDS 的数据 12 输出-P
D24	P2_D12_N	DA2 通道 LVDS 的数据 12 输出-N
H22	P2_D13_P	DA2 通道 LVDS 的数据 13 输出-P
H23	P2_D13_N	DA2 通道 LVDS 的数据 13 输出-N
G21	P1_SPI_CSB	DA1 芯片的 SPI 通信片选信号
G22	P2_SPI_CSB	DA2 芯片的 SPI 通信片选信

	四通道 DA 输出 FL9781 子卡用户手册 Four Channel DA Output FL9781 User Manual	版本	1.0
		页数	10/7
		密级	机密


G2	FMC_CLK_CS	时钟芯片的 SPI 通信片选信
G3	FMC_SPI_CLK	SPI 通信时钟信号
H4	FMC_SPI_SDO	SPI 通信数据信号
H5	FMC_SPI_SDIO	SPI 通信双向数据信号
H7	TRIG_IN	触发输入信号
C34	GA0	EEPROM 地址位 0 位
D35	GA1	EEPROM 地址位 1 位
C30	SCL	EEPROM 的 I2C 时钟
C31	SDA	EEPROM 的 I2C 数据
G39	VADJ	VADJ 电源输入
H40	VADJ	VADJ 电源输入

2. 支持的开发板 Supported Development boards

ALINX 很多开发板都带有 FMC LPC 接口或者 HPC 接口，所有的带 FMC 接口的开发板都支持 FL9781 模块。以下的开发板已经提供了 FL9781 模块的例程

移植程序的开发板有：

编号	开发板型号	FMC 连接器
1	AX7325/AX7325B	J7
2	AX7350	J15
3	AX7450	J7
4	AXKU040	FMC2 (J6)
5	AXKU041	FMC2 (J2)
6	AXKU042	FMC2 (J13)
7	AXU4EV-P	J41
8	AXU5EV-P	J41
9	AXU9EG	J7
10	AXU15EG	J7
11	Z7-P	J13
12	Z19	FMC2 (J33)
13	Z19-P	FMC2 (J19)

	四通道 DA 输出 FL9781 子卡用户手册 Four Channel DA Output FL9781 User Manual	版本	1.0
		页数	11/7
		密级	机密

3. 硬件连接和测试

FL9781 模块和 FPGA 开发板的硬件连接很简单，只要把 FMC 接口跟开发板的 FMC 接口对插就可以，然后用螺丝固定。我们这边使用 SSMC 转 BNC 的线连接到一路 DAC 输出到示波器。以下为黑金 Z19 开发板(FMC2)的和 FL9781 的硬件连接图：



开发板上电，连接 JTAG，Vivado 软件里下载 bit 测试程序。在示波器里就可以看到 DA 输出的正选波波形。

