

PCA9685

16 通道、12 位 Fm+I²C 总线 LED 控制

DS01010101 V0.00 Date: 2009/11/12

产品简介手册

类别	内容
关键词	PCA9685, I ² C 总线, 16 位 LED 控制器
摘要	PCA9685 是一款 I ² C 总线接口的 16 位 LED 控制器, 该控制器特别为红/绿/蓝/琥珀 (RGBA) 色的混合应用进行了优化

修订历史

版本	日期	原因
V0.00	2009/11/12	创建文档

销售与服务网络（一）

广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4
邮编：510630
电话：(020)38730916 38730917 38730972 38730976 38730977
传真：(020)38730925
网址：www.zlgmcu.com



广州专卖店

地址：广州市天河区新赛格电子城 203-204 室
电话：(020)87578634 87569917
传真：(020)87578842

南京周立功

地址：南京市珠江路 280 号珠江大厦 2006 室
电话：(025)83613221 83613271 83603500
传真：(025)83613271

北京周立功

地址：北京市海淀区知春路 113 号银网中心 A 座
1207-1208 室（中发电子市场斜对面）
电话：(010)62536178 62536179 82628073
传真：(010)82614433

重庆周立功

地址：重庆市石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦
（赛格电子市场）1611 室
电话：(023)68796438 68796439
传真：(023)68796439

杭州周立功

地址：杭州市天目山路 217 号江南电子大厦 502 室
电话：(0571) 28139611 28139612 28139613
28139615 28139616 28139618
传真：(0571) 28139621

成都周立功

地址：成都市一环路南二段 1 号数码同人港 401 室（磨
子桥立交西北角）
电话：(028)85439836 85437446
传真：(028)85437896

深圳周立功

地址：深圳市深南中路 2070 号电子科技大厦 C 座 4
楼 D 室
电话：(0755)83781788（5 线）
传真：(0755)83793285

武汉周立功

地址：武汉市洪山区广埠屯珞瑜路 158 号 12128 室（华
中电脑数码市场）
电话：(027)87168497 87168297 87168397
传真：(027)87163755

上海周立功

地址：上海市北京东路 668 号科技京城东座 7E 室
电话：(021)53083452 53083453 53083496
传真：(021)53083491

西安办事处

地址：西安市长安北路 54 号太平洋大厦 1201 室
电话：(029)87881296 83063000 87881295
传真：(029)87880865

销售与服务网络（二）

广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区 3 栋 2 楼

邮编：510660

传真：(020)38601859

网址：www.embedtools.com （嵌入式系统事业部）

www.embedcontrol.com （工控网络事业部）

www.ecardsys.com （楼宇自动化事业部）



技术支持：

CAN-bus:

电话：(020)22644381 22644382 22644253

邮箱：can.support@embedcontrol.com

MiniARM:

电话：(020)28872684 28267813

邮箱：miniarm.support@embedtools.com

无线通讯:

电话：(020) 22644386

邮箱：wireless@embedcontrol.com

编程器:

电话：(020)22644371

邮箱：programmer@embedtools.com

ARM 嵌入式系统:

电话：(020)28872347 28872377 22644383 22644384

邮箱：arm.support@zlgmcu.com

销售:

电话：(020)22644249 22644399 22644372 22644261 28872524

28872342 28872349 28872569 28872573 38601786

维修:

电话：(020)22644245

iCAN 及数据采集:

电话：(020)28872344 22644373

邮箱：ican@embedcontrol.com

以太网:

电话：(020)22644380 22644385

邮箱：ethernet.support@embedcontrol.com

串行通讯:

电话：(020)28267800 22644385

邮箱：serial@embedcontrol.com

分析仪器:

电话：(020)22644375 28872624 28872345

邮箱：tools@embedtools.com

楼宇自动化:

电话：(020)22644376 22644389 28267806

邮箱：mjs.support@ecardsys.com

mifare.support@zlgmcu.com

目 录

1. 功能概述.....	1
2. 功能特点.....	2
3. 应用领域.....	3
4. 定制信息.....	3
5. 结构框图.....	3
6. 引脚信息.....	3
6.1 引脚分布.....	4
6.2 引脚描述.....	4
7. 典型应用.....	5

1. 功能概述

PCA9685 是一款 I²C 总线接口的 16 位 LED 控制器，该控制器特别为红/绿/蓝/琥珀 (RGBA) 色的混合应用进行了优化。每个 LED 输出都有自己 12 位分辨率 (4096 级) 固定频率的独立 PWM 控制器。该 PWM 控制器运行在 40Hz 到 1000Hz 范围的频率下，占空比在 0% 到 100% 范围内可调，用于设置 LED 到一个确定的亮度值。所有输出都设置为相同的 PWM 频率。

每个 LED 的输出状态可以为关、开 (没有 PWM 控制)，或者由其独立 PWM 控制器的值来确定。LED 输出驱动可以编程为在 5V 电压下具有 25mA 电流吸收能力 (灌电流) 的开漏模式或者在 5V 电压下可吸收 25mA 灌电流及提供 10mA 拉电流的推挽模式。PCA9685 的工作电压范围为 2.3V 到 5.5V，其输出可承受 5.5V 电压。LED 可以直接连接到 LED 输出管脚 (高达 25mA, 5.5V)，对于大电流或者高电压的 LED 可以由 PCA9685 加上外部的驱动器以及少量分立元件来驱动。

PCA9685 是最新的快速模式 Plus (Fm+) 系列中的一员。Fm+ 器件可以提供更高的频率 (高达 1MHz) 和更频繁 (densely populated) 的总线操作 (高达 4000pF)。

虽然 PCA9635 和 PCA9685 很多类似的功能，但 PCA9685 有一些独特的功能，使之更适用于如 LCD 背光和流光溢彩 (Ambilight) 的应用领域：

- PCA9685 允许 LED 交错的输出打开和关闭时间以减少浪涌电流。打开和关闭时间延迟的是独立可编程 16 个通道。此功能不可用在 PCA9635；
- PCA9685 具有 4096 级 (12 位 PWM) 独立 LED 亮度控制器。该 PCA9635 只有 256 级 (8 位 PWM)；
- 如果使用了多个 PCA9635，那么系统中的多个 LED 控制器之间的 PWM 脉冲宽度可能会有所不同。PCA9685 有一个可编程的预分频器可以调整多个器件的 PWM 脉冲宽度；
- PCA9685 有一个外部时钟输入引脚，可接受用户提供的时钟 (最大 50MHz)，以代替 25MHz 的内部振荡器。此功能允许多个器件之间进行同步。PCA9635 没有外部时钟输入功能；
- 与 PCA9635 一样，PCA9685 也内置了一个用于 PWM 控制的振荡器。然而，与 PCA9635 典型的 97.6KHz 的 PWM 控制频率相比，PCA9685 只能实现 40Hz 到 1000Hz 的调节范围。PCA9685 允许与外部电源控制器并行使用。所有位都设置在相同的频率；
- PCA9685 上电复位 (POR) 后 LED_n 默认输出状态为低电平，而 PCA9635 是高电平。

低有效的输出使能输入引脚允许对 LED 输出进行异步控制，并且可用于将所有输出管脚设置为某个特定的 I²C 总线可编程逻辑状态。该管脚还可用于外部 PWM 输出，这在需要由软件控制多个器件一起模糊 (dim) 或者闪烁时非常有用。

软件可编程 LED 组和三个子呼叫 (Sub Call) I²C 总线地址允许所有或者特定组的 PCA9685 响应同一个 I²C 总线地址，例如，允许所有红色 LED 同时亮或者灭或者实现跑马灯效果，从而减少 I²C 总线命令。6 个硬件地址管脚允许在同一个 I²C 总线上连接多达 62 个 PCA9685 器件。

软件复位 (SWRST) 呼叫 (Call) 允许主机通过 I2C 总线复位 PCA9685，该复位与上电复位 (POR) 一样，将寄存器初始化为默认状态并且将输出设置为低。这为将器件的寄存

器重新配置为相同的状态提供了一个简单快速的方式。

2. 功能特点

PCA9685 具有如下特性：

- 16 个 LED 驱动器，每个输出可编程为：
 - ◆ 关；
 - ◆ 开；
 - ◆ 可编程 LED 亮度；
 - ◆ 可编程组模糊（dim）/闪烁与独立 LED 亮度混合。
- 1MHz 快速模式 Plus 兼容在 SDA 上拥有 30mA 高驱动能力的 I²C 总线接口以驱动高容性总线；
- 每个 LED 输出都能实现从完全关闭（默认）到最大亮度之间的 4096 级（12 位）线性可编程亮度；
- 可软件编程为开漏 LED 输出选择（默认为推挽）的 16 个推挽输出（在 5V 下可吸收 25mA 灌电流及提供 10mA 拉电流），没有输入功能；
- 输出状态可编程为在应答或停止命令时改变，以实现同时更新所有输出或者逐字节（byte-by-byte）更新输出（默认为“停止命令更改”）；
- 低有效的输出使能输入引脚，当该管脚为高时 LED 输出可编程为 0、1 或者高阻态（上电默认为高阻态）；
- 6 个硬件地址引脚使得同一 I²C 总线上可以连接 62 个 PCA9685 器件；
- LED 输出频率（所有 LED）通常为 40Hz 到 1000Hz（当振荡器为 25MHz 时，预分频寄存器默认值为 1EH 将产生 200Hz 的刷新频率）；
- 4 个软件可编程 I²C 总线地址（一个 LED 组呼叫（Call）地址和三个 LED 子呼叫（Call）地址）使得设备组可以以任意组合在同一时刻被寻址（例如，某个寄存器用于“所有呼叫（All Call）”那么 I²C 总线上所有 PCA9634 器件都可以在同一时刻被寻址，而第二个寄存器用于三个不同的地址，那么在一个设备组中总线上 1/3 的设备可以在同一时刻被寻址），可软件使能和禁能 I²C 总线地址；
- 软件复位特性（SWRST Call）使得器件可以通过 I²C 总线复位；
- 25MHz 内部晶振，无需外部器件；
- 最大允许 50MHz 的外部输入时钟；
- 内部上电复位；
- 在 SDA/SCL 输入端具有噪声滤波器；
- 输出脚具有边沿产生率控制；
- 上电时没有毛刺（glitch）输出；
- 支持热接入；
- 低待机电流；
- 工作电压范围：2.3V 到 5.5V；
- 可承受 5.5V 输入；
- 可工作在零下 40 摄氏度到 85 摄氏度的环境中；
- ESD 保护超过 2000V HBM/JESD22-A114，200V MM/JESD22-A115 和 1000V CDM/JESD22-C101；
- JEDEC 标准 JESD78 超出 100mA 时进入锁定测试；
- 封装：TSSOP28 和 HVQFN28。

3. 应用领域

- RGB 或 RGBA LED 驱动；
- LED 状态信息；
- LED 显示；
- LCD 背光；
- 手机或手持设备的键盘背光。

4. 定制信息

表 3.1 定制信息

产品型号	封装		
	名称	描述	版本
PCA9685PW	TSSOP28	薄的紧缩小外形塑料封装；28 引脚；芯片宽 4.4mm	SOT361-1
PCA9685PW/Q900 ^[1]	TSSOP28	薄的紧缩小外形塑料封装；28 引脚；芯片宽 4.4mm	SOT361-1
PCA9685BS	HVQFN28	热增强型甚薄四方扁平塑料封装；无引脚；28 端点； 6×6×0.85 mm 尺寸大小	SOT788-1

[1] PCA9685PW/Q900 遵循 AEC-Q100 标准

5. 结构框图

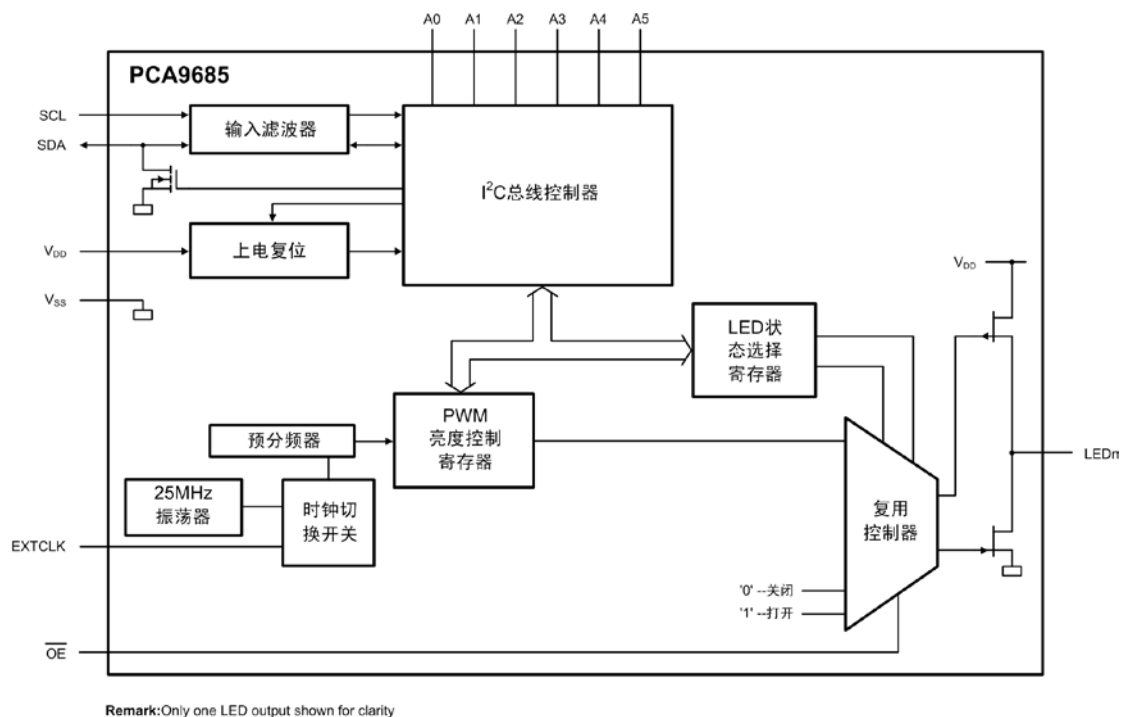


图 4.1 PCA9685 结构框图

6. 引脚信息

6.1 引脚分布

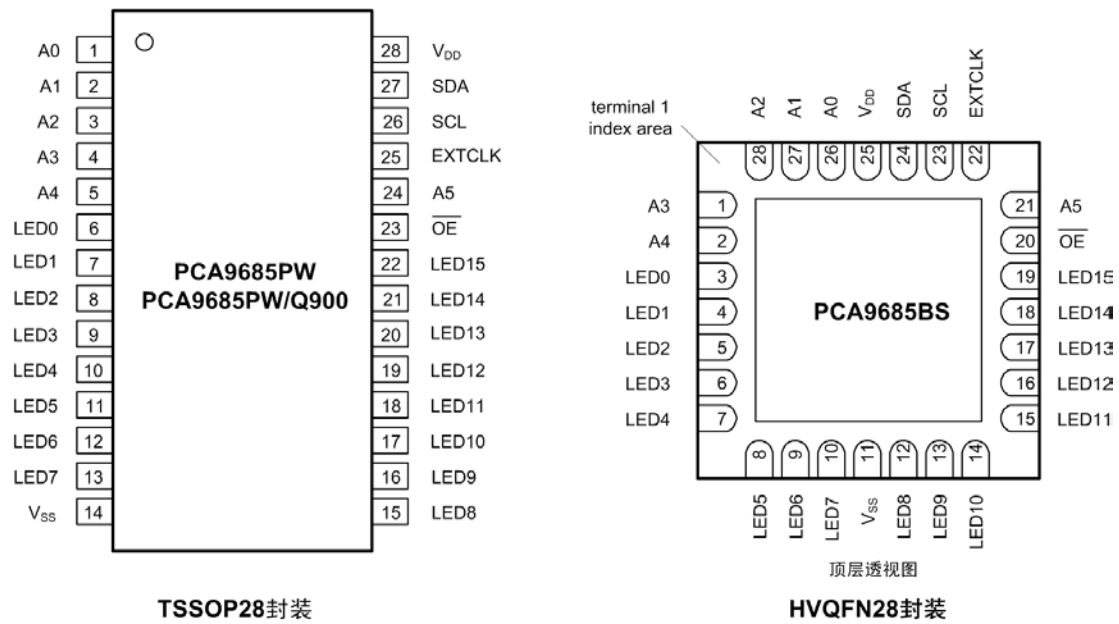


图 5.1 PCA9685 引脚分布图

6.2 引脚描述

表 5.1 引脚描述

引脚名称	引脚编号		引脚描述
	TSSOP28	HVQFN28	
A0	1	26	地址输入 0
A1	2	27	地址输入 1
A2	3	28	地址输入 2
A3	4	1	地址输入 3
A5	5	2	地址输入 4
LED0	6	3	LED 输出驱动 0
LED1	7	4	LED 输出驱动 1
LED2	8	5	LED 输出驱动 2
LED3	9	6	LED 输出驱动 3
LED4	10	7	LED 输出驱动 4
LED5	11	8	LED 输出驱动 5
LED6	12	9	LED 输出驱动 6
LED7	13	10	LED 输出驱动 7
V _{SS}	14	11	电源地
LED8	15	12	LED 输出驱动 8
LED9	16	13	LED 输出驱动 9
LED10	17	14	LED 输出驱动 10
LED11	18	15	LED 输出驱动 11
LED12	19	16	LED 输出驱动 12
LED13	20	17	LED 输出驱动 13

续上表

LED14	21	18	LED 输出驱动 14
LED15	22	19	LED 输出驱动 15
$\overline{\text{OE}}$	23	20	低电平输出使能
A5	24	21	地址输入 5
EXTCLK	25	22	外部时钟输入 ^[1]
SCL	26	23	串行时钟线
SDA	27	24	串行数据线
V _{DD}	28	25	电源电压

[1] 该引脚没有使用时必须接地

7. 典型应用

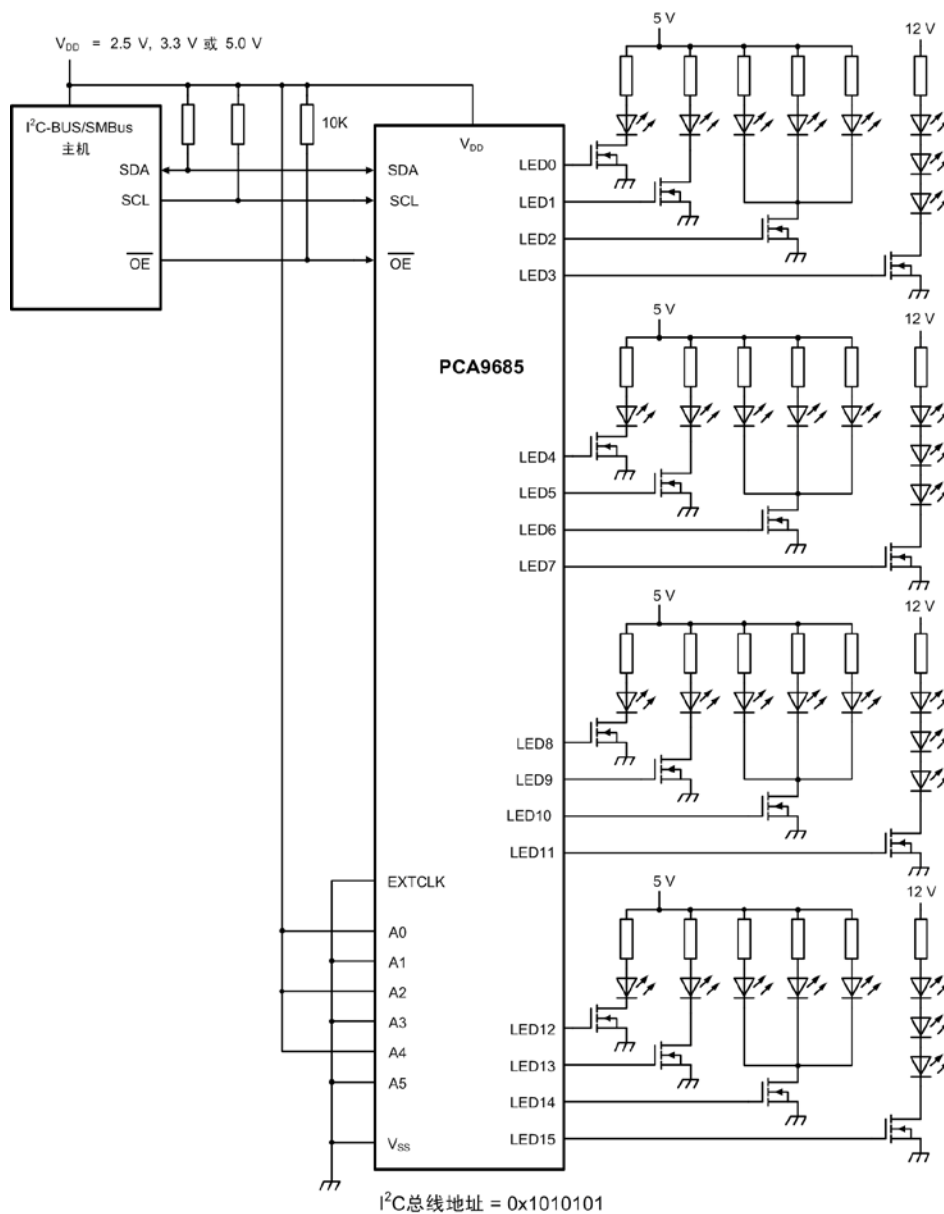


图 6.1 PCA9685 典型电路连接示意图