

VM7205 高精度线性充电器控制电路

特点

- 4.2V 单节锂离子或锂聚合物电池充电器的理想控制电路;
- 高于 1% 的电压精度;
- 预充电过程, 用户可改变预充电电流;
- 恒定电流充电, 充电电流可调;
- 恒定电压充电过程;
- 自动再充电过程;
- 充电过程中的温度监控;
- 动态的电池内阻补偿, 可以减少充电时间;
- 双 LED 充电状态指示;
- 电池不正常状态的检测;
- 电源电压低时, 处于低功耗的 Sleep 模式, 电池漏电流极小;
- 极少的外围元器件;
- 小型化的 SOP8 或 MSOP8 封装;

概述

VM7205 是一款专门为高精度的线性锂电池充电器而设计的电路, 非常适合那些低成本、便携式的充电器使用。它集高精度预充电、恒定电流充电、恒定电压充电、电池状态检测、温度监控、充电结

束低泄漏、充电状态指示、电池内阻补偿等性能于一身, 可以广泛地使用于 PDA、移动电话、手持设备等领域。

VM7205 通过检测电池电压来决定其充电状态: 预充电、恒流充电、恒压充电。当电池电压小于阈值电压 V_{MIN} (一般为 3V) 时, 处于预充电状态, 以较小的电流对电池进行充电, 预充电的电流可以通过外部电阻进行调整。预充电使电池电压达到 V_{MIN} 后, 进入恒定电流充电的快速充电状态, 充电电流 I_{REG} 可以通过外围电阻 $R1$ 调整, 恒定电流充电使电池电压上升到恒定电压充电电压 V_{REG} (一般为 4.2V)。然后进入恒定电压充电状态, 充电电压的精度优于 $\pm 1\%$, 在该状态下, 充电电流将逐渐减小, 当充电电流小于阈值 I_{TERM} 充电结束。充电结束后, 将始终对电池电压进行监控, 当电池电压小于阈值 V_{RECHG} (一般为 $V_{REG} - 125mV$) 时, 对电池进行再充电, 进入下一个充电周期。

为了安全起见, 在整个充电过程中, VM7205 利用电池内部的热敏电阻和适当的外围电阻对电池的温度进行监控, 可以使电池的温度控制在用户设置的范围内。当电池温度超过设置的范围 0.5 秒钟以后, 将停止对电池充电; 电池温度回到设置范围以内 0.5 秒钟以后, 充电继续。

VM7205 还可以通过适当的外围电阻对电池的内阻进行动态补偿, 从而有效地缩短充电时间。

功能框图

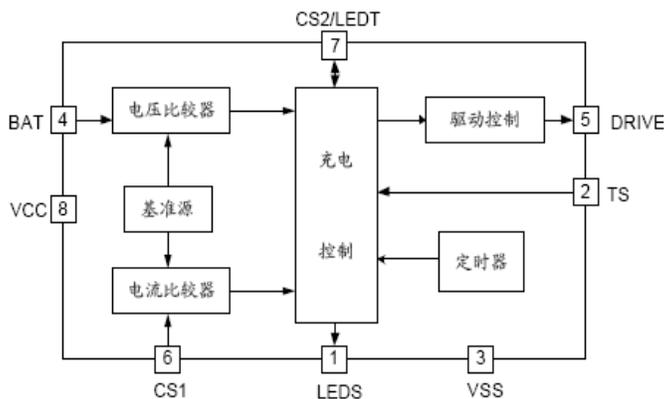


图 1 VM7205 功能框图

VM7205

订购信息

型号	输出电压	再充电电压	封装形式	管脚数
VM7205CF	4.2V	4.075V	SOP	8
VM7205DF	4.2V	4.075V	MSOP	8

管脚排列



图 2 VM7205 引脚排列

引脚描述

引脚名称	引脚序号	I/O	引脚功能
LEDS	1	O	充电状态指示。在充电过程中，该引脚被下拉到 VSS；充电结束后，呈高阻态；电池不正常或温度超过设置的范围时，输出 50% 占空比的 2Hz 脉冲。该引脚可通过 330 欧姆电阻与指示发光二极管连接。
TS	2	I	温度监控输入端。该引脚的输入电压必须在 V_{TS1} 与 V_{TS2} 之间；否则，将视为电池温度超出设置范围。
VSS	3	PWR	接地端。与供电电源和电池的负极相连。
BAT	4	I	电池电压检测输入端。与电池相接时需串接 330~680 欧姆电阻，同时，电池两端需用一个 $10\mu\text{F}$ 的电容去耦。
DRIVE	5	O	调整管驱动端。与外部调整管的基极（PNP 晶体管）或栅极（PMOS 管）相连。
CS1	6	I	充电电流控制端。调整电源正极与调整管发射极（PNP 晶体管）或源极（PMOS 管）之间的电阻，可设置预充电和恒定电流充电的电流。
CS2/LEDT	7	I/O	电池内阻补偿控制/充电结束指示端。充电过程中，调整外接分压电阻，可控制电池内阻补偿的深度；充电结束后，该引脚被下拉到 VSS，可以用来作为充电结束指示。
VCC	8	PWR	电源端。与供电电源的正极连接，该引脚需用一个 $10\mu\text{F}$ 的电容去耦。

VM7205

极限参数

供电电源 VCC.....	- 0.3V ~ + 18V	功耗 P _D (T _A = 25℃)	
CS1、CS2/LED、DRIVE、BAT、		SOIC8.....	TBD
LEDS、TS 端允许输入电压	- 0.3V - VCC + 0.3V	MSOP8.....	TBD
工作温度 T _A	- 40℃ ~ + 85℃	贮存温度.....	- 65℃ ~ 150℃
结温.....	150℃	焊接温度 (锡焊, 10 秒)	300℃

注：超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。以上给出的仅仅是极限范围，在这样的极限条件下工作，器件的技术指标将得不到保证，长期在这种条件下还会影响器件的可靠性。

电气参数

(除非特别说明, VCC = 5V, 标注 “♦” 的工作温度为: -40℃ < T_A < 85℃; 未标注 “♦” 的工作温度为: T_A = 25℃; 典型值的测试温度为: T_A = 25℃)

参数名称	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
供电电源	VCC		♦	4.5		12	V
电源电流	I _{SUPPLY}	VCC = 5V	♦		1	3	mA
		VCC = 12V	♦		2		mA
有效电源电压	V _{UVLO}	VCC 上升	♦	3.8	4.07	4.3	V
Sleep 模式电池漏电流	I _{SLEEP}	VCC 悬空, V _{BAT} = 4.2V	♦		7	20	μA
恒定电压充电							
充电电压	V _{REG}	VCC = V _{CS1} = V _{CS2/LEDT}		4.168	4.200	4.232	V
			♦	4.158	4.200	4.242	V
输入电压调整率		VCC = 5V ~ 12V			0.05		%
进入再充电状态							
BAT 端电压	V _{RECHG}			V _{REG} - 0.175	V _{REG} - 0.125	V _{REG} - 0.075	V
恒定电流充电							
CS1 端电压	V _{CSREG}	相对于 VCC (注1)	♦	135	150	165	mV
预充电电流							
CS1 端电压	V _{CSPRE}	相对于 VCC (注1)		10	18	28	mV
充电结束阈值							
CS1 端电压	V _{CSTERM}	相对于 VCC (注1)		8	15	22	mV
温度监控 (TS 端电压)							
低端电压	V _{TS1}			26	28	30	%VCC
高端电压	V _{TS2}			55	58	61	%VCC
预充电结束阈值							
BAT 端电压	V _{MIN}			2.94	3.00	3.06	V
电池内阻补偿							
补偿系数 (注3)	G _{COMP}			2.5	2.8	3.1	V/V
DRIVE 驱动端							
上拉阻抗		V _{BAT} = 4.5V			5		kΩ
输出高电平		VCC = 12V, V _{BAT} = 4.5V	♦	11.9			V
灌电流		V _{BAT} = 3.6V, V _{DRIVE} = 1V	♦	30			mA

VM7205

电气参数 (续)

(除非特别注明, VCC = 5V, 标注“♦”的工作温度为: $-40^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$; 未标注“♦”的工作温度为: $T_A = 25^{\circ}\text{C}$; 典型值的测试温度为: $T_A = 25^{\circ}\text{C}$)

参数名称	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电池不正常状态判别						
BAT 端电压	V_{BSC}		0.3	0.8	1.2	V
最大预充电时间	t_{FAIL}		10	15	20	min
LEDS 端输出脉冲周期			0.3	0.5	0.75	s
LEDS 端输出脉冲占空比				50		%
LEDS 端, CS2/LEDT 端 灌电流		$V_{LEDS} = V_{CS2/LEDT} = 0.3\text{V}$	10			mA
BAT 端输入电流		$V_{BAT} = 3.6\text{V}$		4.2	10	μA
BAT 端外接电容			4.7		47	μF
TS 端输入电流		$V_{TS} = 2.5\text{V}$		0.01		μA
CS1 端输入电流		$V_{CS1} = 4.95\text{V}, V_{BAT} = 3.6\text{V}$			5	μA
CS2/LEDT 端输入电流		$V_{CS1} = 4.95\text{V}, V_{BAT} = 3.6\text{V}$			5	μA

注: 1 除非特别注明, 表中的电压值均相对于 VSS 而言;

2 参见应用线路图 3 和图 5;

3 补偿系数的定义为: $G_{COMP} = \Delta V_{REG} / (V_{CS2/LEDT} - V_{CS1})$ 。

功能描述

VM7205 是一款专门为高精度线性锂电池充电器而设计的电路, 图 3 是其用 PNP 晶体管作为调整管的应用线路图, 图 4 示出了充电过程中的电

流、电压曲线, 图 5 为用 PMOS 管作为调整管的应用线路图, 图 6 为充电周期的流程图。

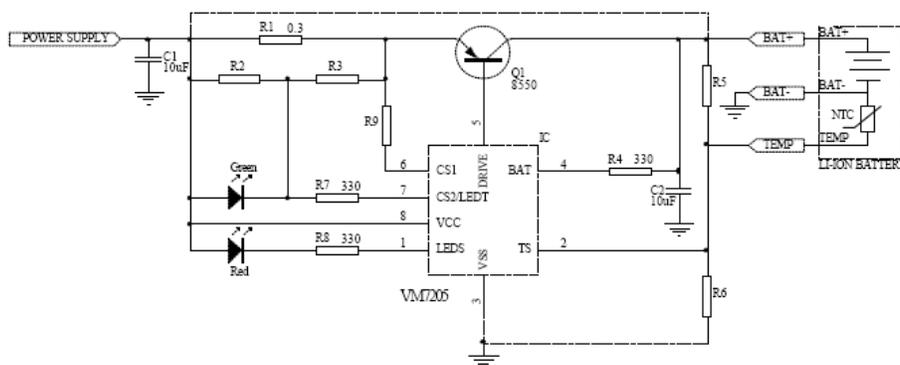


图 3 用 PNP 晶体管作为调整管的应用线路图

VM7205

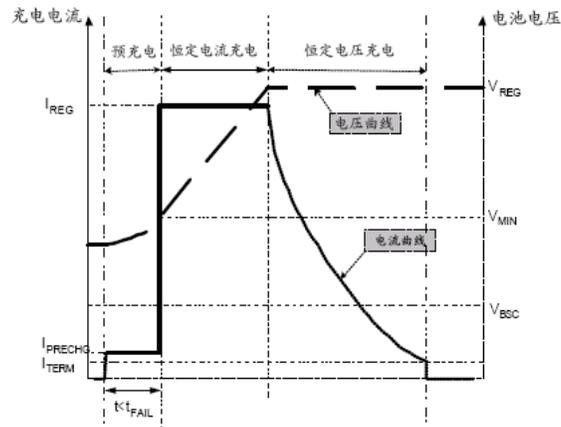


图 4 充电过程中的电流、电压曲线

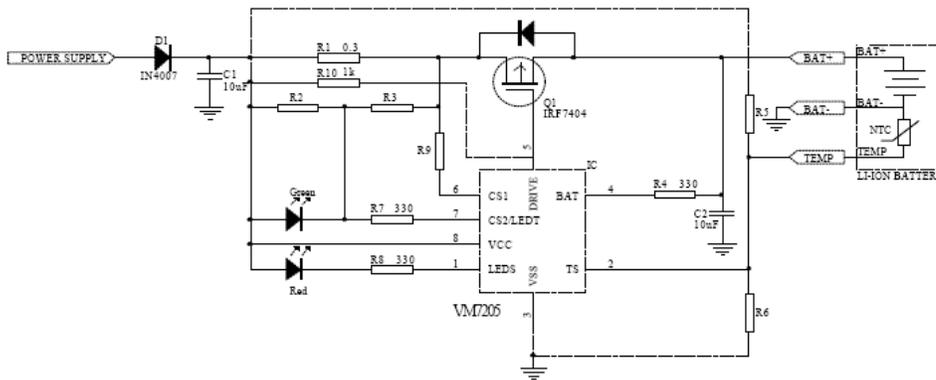


图 5 用 PMOS 管作为调整管的应用线路图

VM7205

1、预充电

VM7205 检测到如下两种情况之一即开始进入充电周期:

a) 加上适当的电源后 ($V_{CC} > 4.2V$), 插上锂电池 ($V_{BAT} < V_{RECHG}$);

b) 已经插上锂电池 ($V_{BAT} < V_{REG}$), 然后加上适当的电源 ($V_{CC} > 4.2V$);

如果锂电池的初始电压低于预充电阈值 V_{MIN} , 则首先进入预充电阶段。预充电电流可以用一个外部电阻 $R9$ 来调整, 如图 3 和图 5 所示, $R9$ 被连接在 $CS1$ 端和 PNP 管的发射极之间, 在 VM7205 内部还有一个 $5.1K\Omega$ 电阻被连接在 V_{CC} 和 $CS1$ 端之间, 这两个电阻形成一个分压网络, 预充电的电流由下式来决定:

$$I_{PRECHG} = \left(1 + \frac{R9}{5.1}\right) \times \frac{V_{CSPRE}}{R1}$$

$R9$ 的单位是 $K\Omega$, 注意 $R9$ 的阻值应小于 $10K\Omega$ 。当充电器不在预充电状态时, 此分压网络被断开, 不起作用。

I_{PRECHG} 相对于恒定电流充电时的电流来说是比较小的, 这是因为当电池电压 V_{BAT} 较小时, 如果用大电流对其进行充电, 会存在安全上的隐患; 同时, 当电池电压 V_{BAT} 低时, 在外部调整管 $Q1$ 上的压降较大, 减小电流对降低 $Q1$ 的功耗也是非常有利的。

注意, 在情况 a) 中, 如果电池电压 V_{BAT} 大于再充电阈值 V_{RECHG} , VM7205 不会立刻进入充电阶段, 它必须等到 $V_{BAT} < V_{RECHG}$ 后, 由于需再充电而进入下一个充电周期; 在情况 b) 中, 只要电池电压 V_{BAT} 小于阈值 V_{REG} , 无论其是否大于 V_{RECHG} , VM7205 都会立刻进入充电阶段, 直至充电结束。

2、恒定电流充电

当电池电压达到 V_{MIN} 时, 电池将进入下一个充电阶段: 恒定电流充电。其充电电流由 $I_{REG} = V_{CSREG}/R1$ 来确定。因此, 通过调整电阻 $R1$ 即可获得希望得到的充电电流。

3、恒定电压充电

随着恒定电流充电的进行, 电池电压上升, 当电池达到一定电压 (V_{REG}) 时, 即进入恒定电压充电阶段。在此阶段, 电池电压不再上升, 被恒定在 V_{REG} , 且充电电流逐渐减小。

4、充电结束

在恒定电压充电阶段, 充电电流逐渐减小, 当电流减小到 $I_{TERM} = V_{CSTERM}/R1$ 时, 电池充电结束,

同时, 充电电流降为零。

5、温度监控

在整个充电过程中, VM7205 将通过电池内部的热敏电阻和 TS 引脚外部的分压网络对电池的温度实行实时监控。避免由于电池温度过高(或过低)而造成对电池的损坏或发生危险。

一般情况下, 当 TS 端电压 V_{TS} 在 V_{TS1} 与 V_{TS2} 之间时, VM7205 正常工作。当 $V_{TS} < V_{TS1}$ 或 $V_{TS} > V_{TS2}$ 且超过 0.5 秒钟, 说明此时电池温度“过高”或“过低”, 则充电过程被暂停; 待 V_{TS} 恢复到 V_{TS1} 与 V_{TS2} 之间, 且超过 0.5 秒钟, 即电池温度恢复到设定范围内, 充电继续进行。

利用温度监控端 TS, 可以实现“充电暂停”功能: 使用切换开关将 V_{TS} 固定在小于 V_{TS1} 或大于 V_{TS2} 的某一恒定电平点(一般为 V_{CC} 或 V_{SS}); 充电需继续时, 将 V_{TS} 恢复到 V_{TS1} 与 V_{TS2} 之间即可。这只需在充电器上增加一个转换开关即可实现。

6、充电指示

VM7205 有两个充电指示端: LEDES 端和 $CS2/LEDT$ 端(与 $CS2$ 复用)。

LEDES 为充电状态指示, 一般通过红色发光管 Red 连接到 V_{CC} , 在预充电、恒定电流充电、恒定电压充电阶段, LEDES 为低电平, Red “亮”; 当电池状态不正常 ($V_{BAT} < V_{BSC}$ 或预充电时间超过 15 分钟或温度监控端电压超出范围 ($V_{TS} < V_{TS1}$ 或 $V_{TS} > V_{TS2}$ 且超过 0.5 秒钟) 时, LEDES 输出 50% 占空比的 2Hz 脉冲, Red “闪烁”; 充电结束后, LEDES 呈高阻态, Red “灭”。

LEDT/ $CS2$ 作为充电结束指示端, 可以通过绿色发光管 Green 连接到 V_{CC} , 该引脚与 $CS2$ 复用, 在充电过程中, 其电压接近于 V_{CC} , Green “灭”; 充电结束后, LEDT 端为低电平, Green “亮”。

7、SLEEP 模式

当电源电压 V_{CC} 低于电池电压时, VM7205 将进入低功耗的 Sleep 模式, 电池有极小的漏电流输出。

当电源电压为零时, VM7205 的 DRIVE 端通过内部电阻连接到 V_{CC} 端, 从而使 PNP 调整管的 c-b 结导通, 电池通过调整管和电源内阻放电; 对于 PMOS 调整管, 由于其内部本身含有保护二极管, 这就使得电池可以通过保护二极管和电源内阻放电。为了抑制这种放电现象, 建议在电路中增加一个防反向放电的阻塞二极管 $D1$ (参见应用图 5)。

8、电池不正常状态的提示

当电池电压 V_{BAT} 低于 V_{BSC} 时, VM7205 认为电池存在“短路”的可能性, 此时, Red “闪烁”

VM7205

用来提醒用户，但充电过程继续进行，如果充到可以使 V_{BAT} 大于 V_{BSC} ，则 Red 停止“闪烁”，变为“亮”，继续充电。

VM7205 内部有一个定时器 Timer，预充电开始的同时，启动 Timer 计时，如果在 15min 内，预充电还没有结束 ($V_{BAT} < V_{MIN}$)，则 VM7205 认为电池存在故障，强迫充电结束，同时，Red “闪烁”，提醒用户处理。此时，用户必须将 VM7205 “断电”，然后重新“上电”，才可以进行下一个充电周期。

9、再充电

充电结束后，电池电压 V_{BAT} 应等于 V_{REG} ，Red “灭”，Green “亮”，表示处于充电结束阶段；但是，如果电池电压 V_{BAT} 下降到再充电阈值 V_{RECHG} 时，VM7205 会自动进入再充电阶段，开始下一个充电周期，同时，指示二极管 Red “亮”，Green

“灭”，表示又重新处于充电阶段。

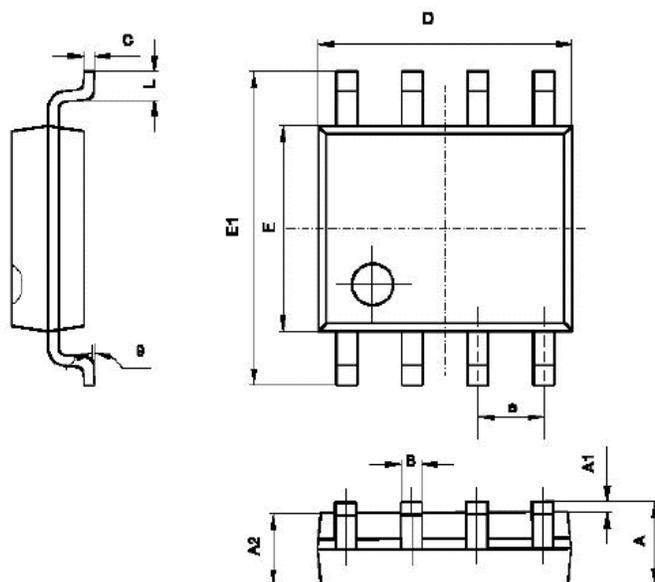
10、电池的内阻补偿

在实际情况中，由于锂电池内部有充电保护电路等外围元件，使得锂电池存在一定的内阻 R_{PACK} ，充电过程中，充电电流将在 R_{PACK} 上产生压降 V_{PACK} ，这就使得在恒定电压充电过程中，锂电池的实际电压小于 V_{REG} 。当然，随着充电电流的减小， V_{PACK} 也将越来越小，所以，最后的电池电压与 V_{REG} 是非常接近的。但是，由于 R_{PACK} 的存在，将使得恒定电压充电的时间变长。

为了有效地抑制 R_{PACK} 的影响，VM7205 提供了一个电池内阻补偿引脚 CS2/LEDT (与 LEDT 复用)。通过调节其外围电阻 R2、R3，控制 CS2 端与 CS1 端的电压差 ($V_{CS2/LEDT} - V_{CS1}$)，使 V_{REG} 产生一个附加电压 ΔV_{REG} ，用它来抵消 R_{PACK} 的影响，从而有效地缩短充电时间。

VM7205

封装尺寸:



Symbol	Dimensions in Millimeters		Dimensions in Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.089
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.650	0.053	0.061
B	0.330	0.510	0.013	0.020
C	0.190	0.250	0.007	0.010
D	4.790	5.000	0.189	0.197
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	6.800	6.300	0.228	0.248
e	1.270(TYP)		0.050(TYP)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
φ	0"	8"	0"	8"

图 7 SOP8 封装外形尺寸图

VM7205

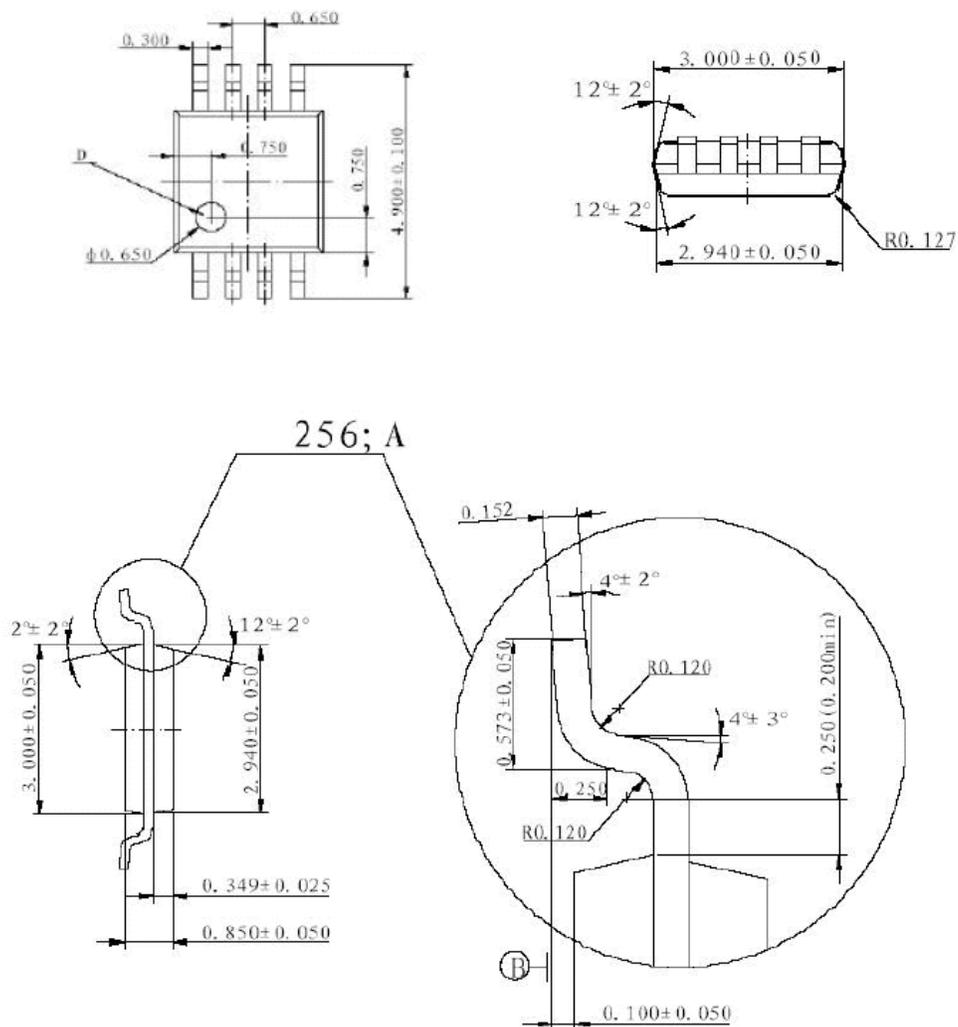


图 8 MSOP8 封装外形尺寸图