AT310A/B

——外置开关管高效LED驱动芯片

文档编号：AT310DS001V1.1

发布日期：2008-8-28

二〇〇八年八月

本文档是 AT310 LED 驱动芯片的使用说明书，内容包括 AT310 工作原理以及参考电路设计等。阅读对象为电路设计工程师和为电路设计驱动程序的软件开发工程师。

本文档会不断加入新内容，并改正其中可能的错误。欢迎到我公司 www.anlogtek.com.cn 网站上，查询或下载文档和芯片的最新资料。

如对我公司的服务有任何想法，或有合作意向，请与我们联络。我们的地址是：

武汉市东湖开发区关山一路特一号光谷软件园 A9 栋四楼

邮政编码：430073

电话：027-87778006

传真：027-87778006

手机：13316977986（深圳）13307119036（武汉）

QQ：　1395058239

电子邮件：sales@analogtek.com.cn

本文档的版权归我公司所有，我公司保留与本文档相关的所有权利。

—武汉芯景科技有限公司

目　录

1. 概述.....5
2. 芯片特点.....5
3. 电气特性.....1
4. 引脚定义.....2
5. 功能框图.....2
6. 典型应用电路.....3
7. 工作原理.....3
8. 应用信息.....4
   8.1 功率开关管的选择.....4
   8.2 肖特基二极管的选择.....4
   8.3 功率电感的选择.....4
   8.4 输入、输出滤波电容的选择.....5
   8.5 峰值电流 IPK 的确定.....5
   8.6 输出功率 Pout 的估算.....6
   8.7 关断控制.....7
9. 典型特性曲线.....7
10. 参考设计.....8
   10.1 AT310 LCD 背光驱动应用.....8
   10.2 AT310 最大亮度解决方案.....9
   10.3 AT310 最大电池寿命解决方案.....9
   10.4 AT310 太阳能 LED 驱动应用.....10
   10.5 AT310 驱动串联 8 颗 LED 解决方案.....11
   10.6 AT310 大功率 LED 手电筒应用.....12
   10.7 两节 CR123 电池的大功率 LED 驱动应用.....13
11 封装.....14

1. 概述

AT310 是一颗高效率、低启动电压的 PFM 工作模式 LED 驱动芯片，配合相应的功率开关管（低饱和作为 LCD 背光的单个或多个 LED 的驱动器，其工作输入电压范围在 0.8V 至 8V 之间。

AT310 具有待机（关闭）控制端，在待机状态下，待机电流低于 5uA。本芯片与外接开关三极管构成的驱动电路可以产生持续的功率输出，并能在一个很大的工作电压范围内驱动单个或多个 LED。驱动电路在满负载的情况下启动，并且在输入电压降至 0.8V 时仍能正常工作。电路的配置可以根据电池寿命及二极管发光亮度进行调整。

2. 芯片特点

最大效率 94%；

最小工作输入电压 0.8V；

最大工作输入电压 A 版 8V、B 版 18V；

待机电流低于 5uA；

可预制输出电流；

可以驱动串联或并联 LED；

低饱和导通电压开关三极管。

3. 电气特性

测试条件: VCC=1.5V, TAMB=25 C

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
η	效率				94	%
V_{CC}	推荐电压范围		0.8		8/A版 18/B版	V
$V_{CC(min)}$	最小启动电压	I_{DRIVE}=−600μA, V_{DRIVE}=0.7V I_{DRIVE}=−600μA, V_{DRIVE}=0.7V, TAMB=−10°C(3)		0.7 0.9	0.92	V
I_Q	静态电流(3)	V_{EN} = V_{CC} (enabled) V_{EN} = 0V (standby)		0.2 5	 10	mA μA
I_{VDRIVE}	基极驱动电流	V_{DRIVE} = 0.7V, V_{ISENSE}=0V	5	10	15	mA
I_{CC}	输入工作电流	V_{DRIVE} = 0.7V, V_{ISENSE} =0V	2		4	mA
$V_{VDRIVE(high)}$	驱动电压高电平	V_{ISENSE} = 0V, I_{VDRIVE} =−0.5mA	VCC−0.3		VCC	V
$V_{VDRIVE(low)}$	驱动电压低电平	V_{ISENSE} = 50mV, I_{VDRIVE} = 5mA	0		0.2	V
$V_{STDN(high)}$	使能电压高电平		0.7			V
$V_{STDN(low)}$	使能电压低电平				0.15	V
I_{STDN}	使能输入电流		−1		1	μA
V_{ISENSE} (threshold)	输出电流反馈电压		14	19	24	mV
$T_{CVISENSE}$	I_{SENSE} 反馈电压温度系数			0.4		%/°C
I_{ISENSE}	I_{SENSE} 输入电流	I_{SENSE} input current	0	−30	−65	μA
T_{DRV}	放电脉冲时间		1.2	1.7	3.2	μs

(1) Application dependent, see reference designs

(2) These parameters guaranteed by Design and characteristics

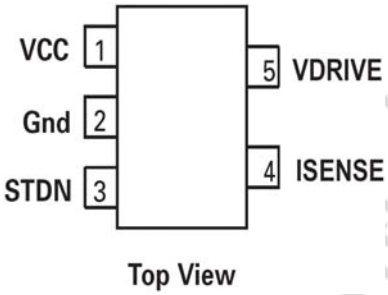
(3) Total supply current =IQ + IVDRIVE, see typical characteristics

(4) Operating frequency is application circuit dependent. See applications section.

AnalogTek Confidential

武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

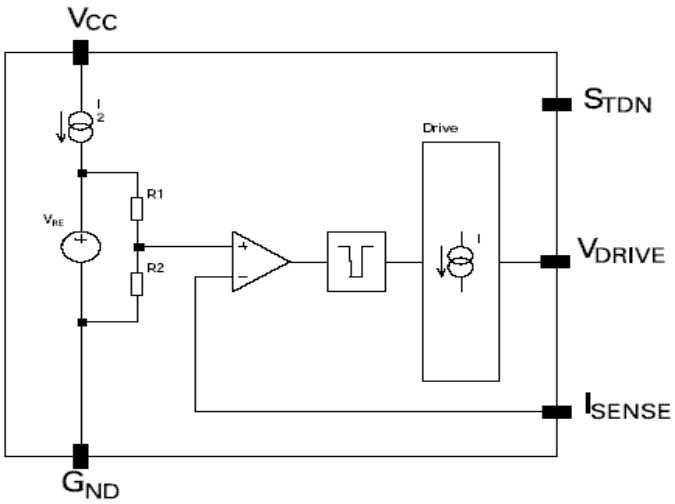
4. 引脚定义



Top View

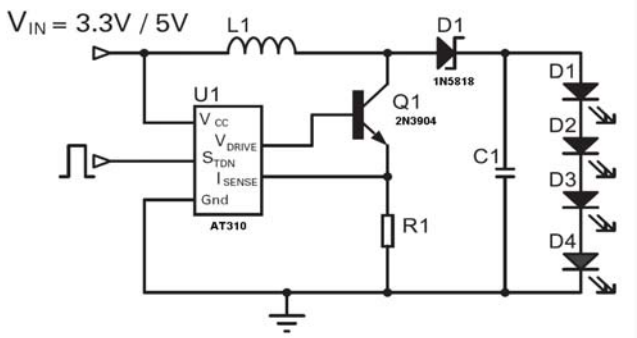
引脚号	引脚名	描　　述
1	VCC	电源电压，通常是单节 Alkaline，NiMH 或 NiCd 电池
2	Gnd	接地
3	STDN	芯片待机控制端
4	ISENSE	电感电流感应输入端，所接内部比较器阈值电压为 19mV，并与外部感应电阻相连
5	VDRIVE	输出驱动电压，与外接三极管基极相连

5. 功能框图



武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼　　电话：027-87778006 传真:027-87778006

6. 典型应用电路



7. 工作原理

AT310 是一个脉频调制（PFM）的 DC-DC 转换器芯片，与外接高性能晶体管配合构成驱动 LED 的高效升压电路。芯片内部由参考电压源、比较器、可再触发单稳态触发器及动态驱动输出电路组成。其中带温度补偿的内部参考电压源经过分压器为比较器提供 19mV 的基准参考电压。动态驱动输出电路能够在 Drive 管脚输出高、低电平变换的瞬间，加入一个瞬变的灌电流或下拉电流以改善驱动电平的前后沿，可确保外部开关晶体管或 MOSFET 能够快速的开通或关断。

电路在初始状态时，由于功率电感电流为零，R1 上的电流取样电压也为零，比较器输出高电平使得单稳态触发器处于强制复位状态，Vdrive 管脚输出高电平，功率开关管导通；此时流过开关管、功率电感、电流取样电阻 R1 的电流呈指数上升。当 ISENSE 处的电压超过阈值电压 19mV 时，芯片内部的比较器将使外部开关三极管关断，该阈值电压由内部基准电路和分压电路产生。此时外部开关管关断，电源与功率电感串联，通过肖特基二极管向负载（LED）释放能量，电流流过负载并指数下降。

ISENSE 处的电压由一个与开关三极管射极相连的电阻产生。在比较器使外部开关三极管关断后触发的单稳态，使得关断时间维持 1.7uS（典型值），从而确保电感在下一个阶段开始前有充足的时间放电。

开关三极管的驱动电压为脉冲信号，高电平时三极管导通，直到 ISENSE 处的电压超过阈

武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

值电压。脉冲信号高电平的宽度，以及三极管的开关频率，是由预设的峰值电流和升压程度决定的。

开关三极管的驱动电流是固定的，三极管的开关速度非常快（关断延时的典型值为30nS），从而尽可能的提高效率。

8. 应用信息

8.1 功率开关管的选择

功率开关管是影响本电路工作效率的主要因素，原则上 NPN 型晶体管和 N 沟道 MOSFET 都可以使用。由于 AT310 的驱动能力有限，为保证开关管充分导通，选用晶体管时除要求低饱和压降 Vce(sat)外，放大倍数(β)也最好再 200 以上。可推荐的型号有 2SD1628、FMM617 等。

MOSFET 由于导通电阻低、驱动功率小的特点，近年来成为开关器件的首选。此处在选择时应该注意选 Vgs 阈值电压低于 4.5V 且 Ciss 小于 500pF 的型号。可推荐的如 AT3414、AO3414、Si2306 等。

8.2 肖特基二极管的选择

作为高频整流，肖特基二极管具有正向压降低、反向恢复快的特点。选择时应该注意其耐压和最大工作电流应该是输出电压和电流的两倍。常用的型号有 1N5817、SS14、1N5819、SS24 等。

8.3 功率电感的选择

功率电感的选择是在效率优先的情况下，兼顾体积与成本。一般来说，较大量值的功率电感可以获得较低的输出纹波电流，同时也有利于提高电路的转换效率。但是大的电感值往往也会导致功率电感本身体积的增大和线绕内阻（ESR）的增加。功率电感上的等效串联电阻（ESR）不可忽视，它是影响转换效率的主要因素。其次是要注意功率电感的工作电流，为防止饱和，要求其工作电流应该大于输出电流的两倍以上。

作为输出高压小电流的背光应用，电感值可在 47~100uH 之间选择。而作为低压大电流的手电筒类，推荐电感值选择在 10~22uH 之间。具体应用参数可参考下面的典型电路。

AnalogTek Confidential

武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

8.4 输入、输出滤波电容的选择

为保证电路稳定地工作和降低 EMC，输入、输出滤波电容不可少，而且推荐使用低 ESR 小体积的陶瓷贴片电容。一般输出电容是并联在 LED 两端的，**如果出于最大化电池寿命的考虑，可以不用输出电容**，此时 LED 工作于脉冲电流下。但是如果要求亮度的最大化，则应该使用输出电容。应用于小电流情况下时，2.2uF 即可。如果是大电流输出，则最好在 10uF 以上。大多数情况下，10uF 的输入滤波电容已可以满足要求。但是当输出电流在数百毫安以及更大时，上百 uF 的输入滤波电容是必要的。

一般情况下，输入电容是不需要的，如果为减小 EMC，小的陶瓷电容可以加在输入端，典型值为 470nF 到 1uF。

8.5 峰值电流 IPK 的确定

峰值电流作为设计参数是由应用电路来确定的（见理解）。

通常在较差输入电压、晶体管增益及极端的工作温度条件下，I_{PK} 选取应确保开关晶体管 Q1 在最大输出功率时处于完全饱和。

当 I_{PK} 确定后，R_{SENSE} 可由式 $R_{SENSE} = \frac{V_{ISENSE}}{I_{PK}}$ 得出。

武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真：027-87778006

Input Voltage (V)	LED current (mA)	No. of LED's	R_{SENSE} (mΩ)	Inductor (μH)	Efficiency (%)
3.3V	10	3	510	68	80
3.3V	10	4	330	68	81
3.3V	10	6	150	68	79
3.3V	20	3	220	68	84
3.3V	20	4	150	68	93
3.3V	20	6	77	68	79
3.3V	30	3	170	68	84
3.3V	30	4	100	68	84
3.3V	30	6	47	68	77
5V	10	3	750	68	83
5V	10	4	510	68	84
5V	10	6	330	68	79
5V	20	3	440	68	85
5V	20	4	250	68	85
5V	20	6	150	68	82
5V	30	3	330	68	86
5V	30	4	170	68	85
5V	30	6	100	68	83

8.6 输出功率 Pout 的估算

由确定的电感和峰值电流，输出功率由式 $P_{OUT}=(V_{OUT}-V_{IN})\times I_{AV}\times\frac{T_{OFF}}{T_{ON}+T_{OFF}}$ 得出。

注意：V_{OUT} = 输出电压 + 肖特基二极管压降

$T_{OFF}\approx 1.7uS$（芯片中已设定）

$$T_{ON}=\frac{T_{OFF}(V_{OUT}-V_{IN})}{V_{IN}}$$

电感平均电流 $I_{AV}=\frac{I_{PK}+I_{MIN}}{2}$

其中 $I_{MIN}=I_{PK}-\frac{(V_{OUT}-V_{IN})\times T_{OFF}}{L}$

工作频率由式 $F=\frac{1}{T_{ON}+T_{OFF}}$ 得出。

由 Datasheet 中 F=200KHz，得 T_{ON}=3.3uS。

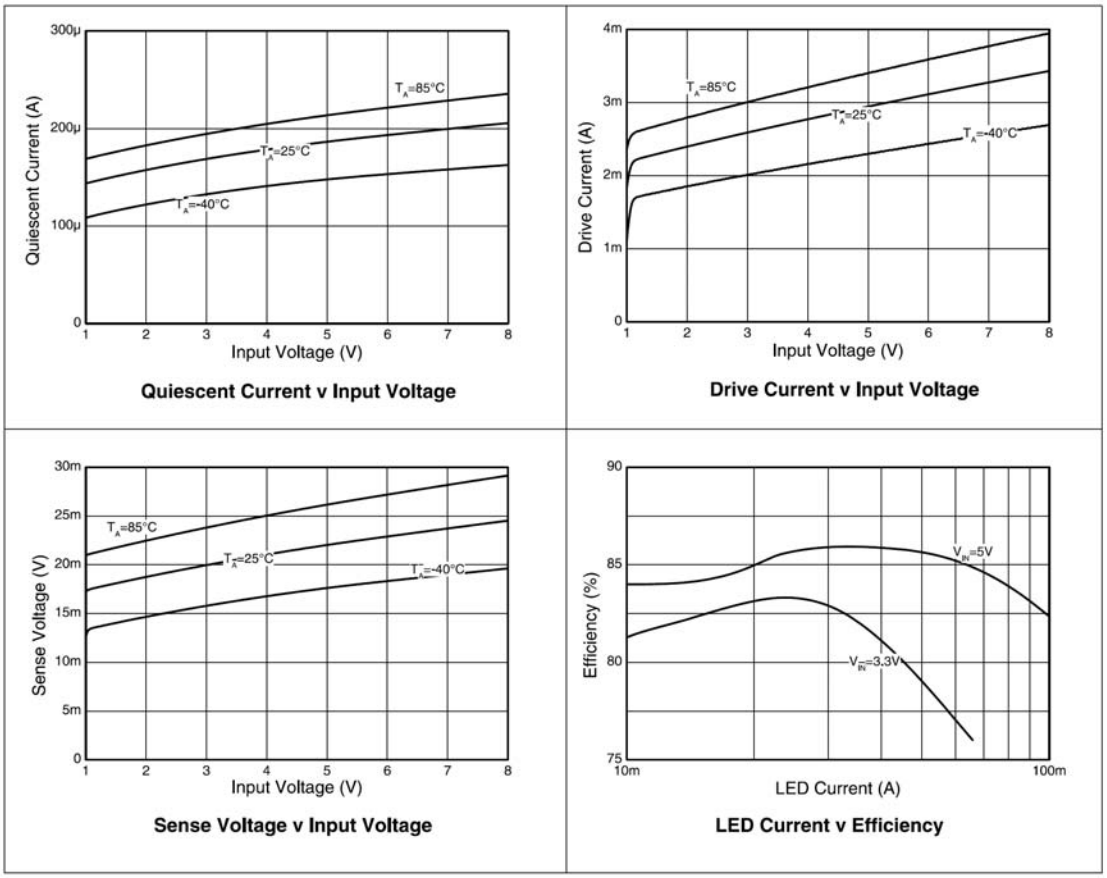
武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

8.7 关断控制

AT310 芯片提供了一种待机模式，在这种模式下，待机电流低于 5uA。当 STDN 引脚的电压高于 0.7V，芯片处于正常工作状态。当 STDN 引脚的电压低于 0.1V，芯片则被禁止工作，进入待机模式。如果 STDN 引脚处于开路状态，芯片仍可正常工作。

应该注意的是，由于升压电路特定的拓扑结构，存在直通现象。即当 AT310 不工作时，仍可能（取决于输入输出电压差）会有电源电流通过功率电感→肖特基二极管→LED 构成回路，导致 LED 不熄灭。

9. 典型特性曲线



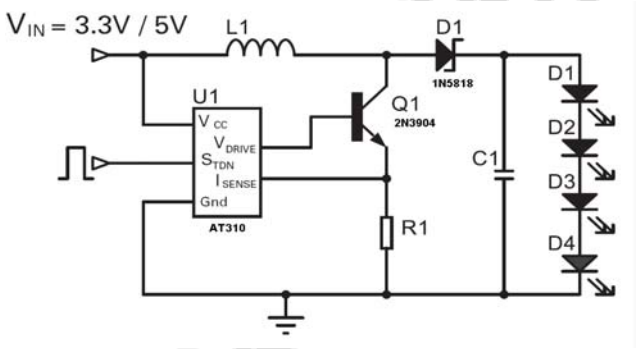
3

武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

10. 参考设计

10.1 AT310 LCD 背光驱动应用

主要针对数码产品如数码相机、MP3、MP4等LCD背光驱动应用。典型输入电压为2.5~5V。可驱动3~8颗小功率LED，输入电压4V时，输出电流约20mA。驱动LED的数目主要受开关管Q1的耐压限制。输出电流的大小可根据不同的LED数目及输入电压，调整Rsense来获得。Stdn端提供了使能控制的功能，拉低它进入待机状态，此时耗电约5uA。如果不用使能功能，可将Stdn端短接到Vcc端。



器件清单

Ref	Value	Part Number	Manufacture	Comments
U1	N/A	AT310	AnalogTek	Single cell converter, SOT23-5
Q1	NPN,Vceo=40V	ZXTN2504DFH	Zetex	Low VCE(sat) NPN, SOT23
D1	1A	ZHCS1000	zetex	1A Schottky diode, SOT23
C1	2.2μF	Generic	Various	0805 Size
R1(6)	150mΩ	Generic	Various	1206 Size
R1(7)	250mΩ	Generic	Various	1206 Size
L1(8)	2.2μH			Surface mount inductor

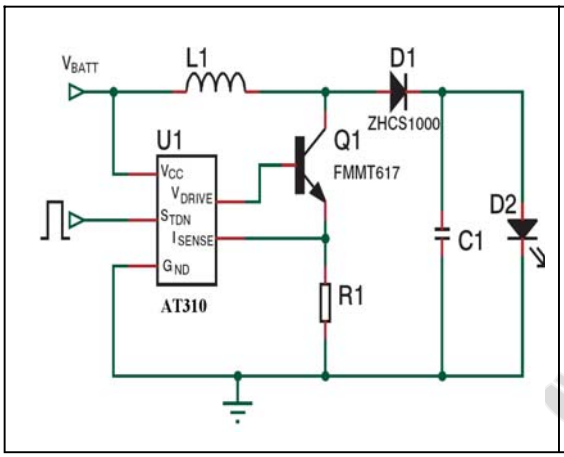
(6) Used for 3.3V input, I_{LED} set to 20mA ±10%.

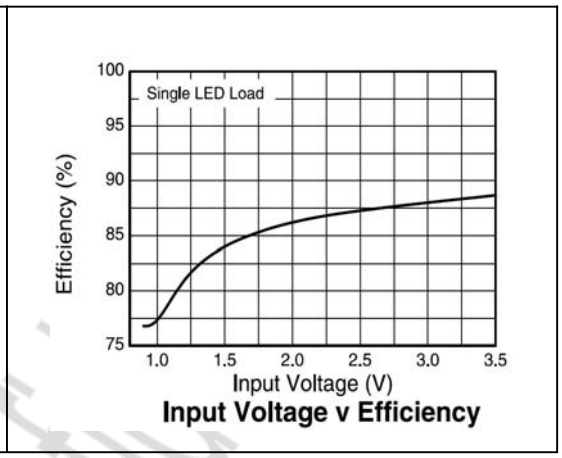
(7) Used for 5V input, I_{LED} to 20mA ±10%.

(8) See Application section.

武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真：027-87778006

10.2 AT310 最大亮度解决方案



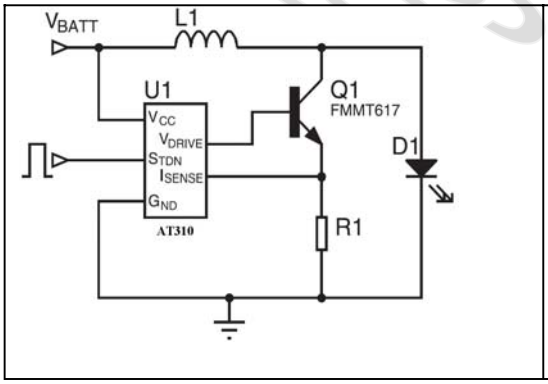


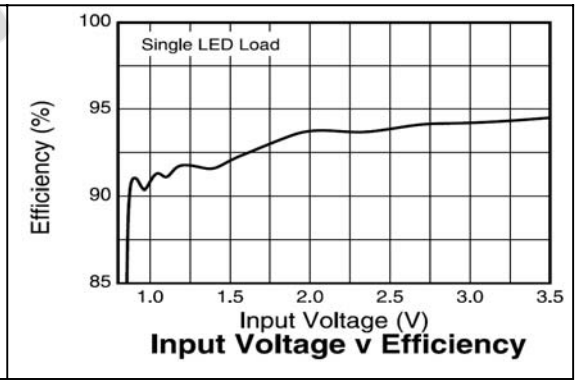
器件清单

Ref	Value	Part Number	Manufacture	Comments
U1	N/A	AT310	AnalogTek	Single cell converter, SOT23-5
Q1	N/A	FMMT617	Zetex Plc	Low VCE(sat) NPN, SOT23
D1	1A	ZHCS1000	Zetex Plc	1A Shottky diode, SOT23
R1	100m Ω	Generic	Various	0805 Size
C1	2.2μF	Generic	Various	Low ESR ceramic capacitor
L1	100μH(8)			Surface mount inductor

(8) See Application section.

10.3 AT310 最大电池寿命解决方案





为保证最优的效率，从而让电池使用更长的时间，LED导通电流是脉冲式的。整流二极管及输出电容都不需要。

器件清单

Ref	Value	Part Number	Manufacture	Comments
U1	N/A	AT310	AnalogTek	Single cell converter, SOT23-5

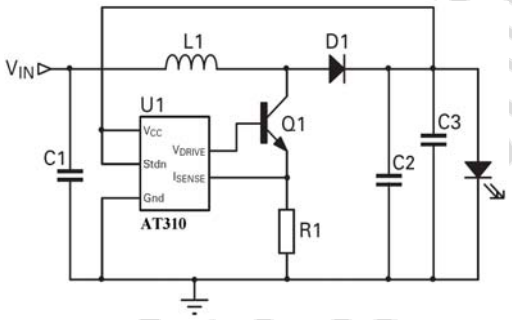
武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

Q1	N/A	FMMT617	Zetex Plc	Low VCE(sat) NPN, SOT23
R1	330m Ω	Generic	Various	0805 Size
L1	100 μ H[8]			Surface mount inductor

(8) See Application section.

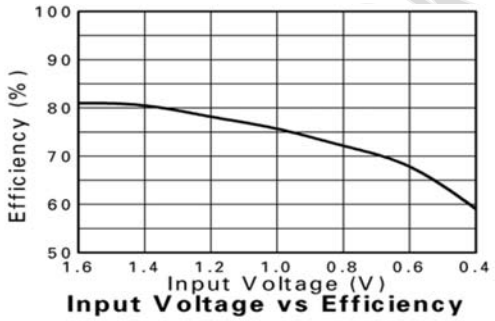
10.4 AT310 太阳能 LED 驱动应用

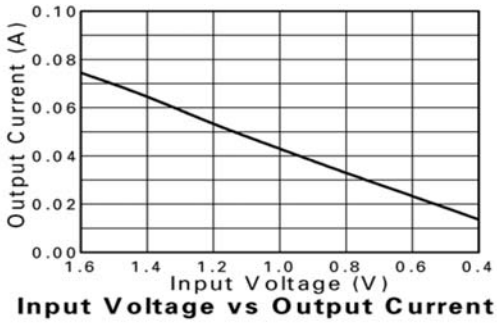
如下电路输入电压0.4~1.6V，最大输出电流43mA（输入电压1V时）

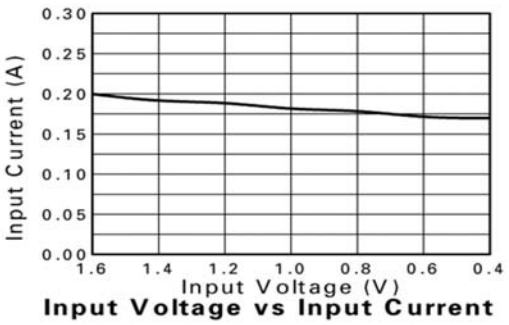


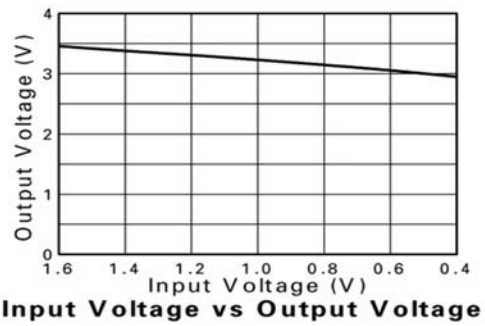
典型特性曲线

(For typical application circuit where T_{amb} = 25°C unless otherwise stated)









Materials list

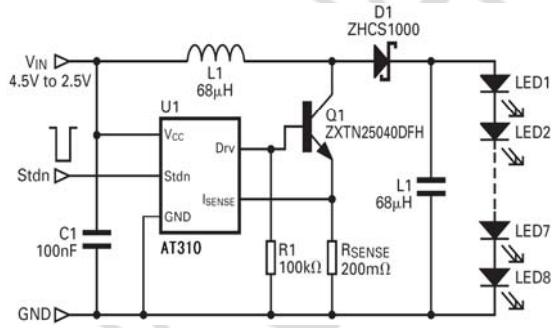
Ref	Value	Part Number	Manufacture	Comments
U1	N/A	AT310	AnalogTek	Single cell converter, SOT23-5
Q1	N/A	FMMT617	Zetex Plc	Low VCE(sat) NPN, SOT23
D1	1A	ZHCS1000	Zetex Plc	1A Shottky diode, SOT23

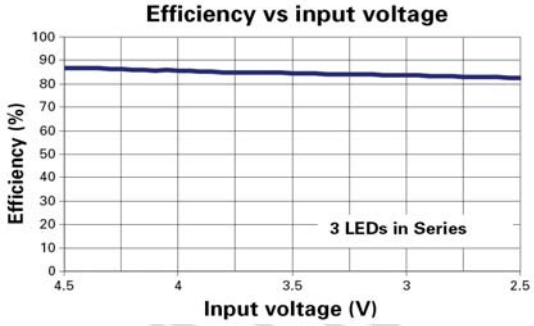
武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

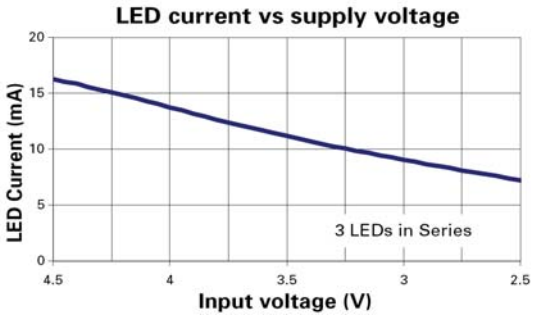
L1	37μH			
R1	100mΩ	Generic	Various	0805 Size
C1	1μF	Generic	Various	
C2	22μF	Generic	Various	
C3	10μF	Generic	Various	

10.5 AT310 驱动串联 8 颗 LED 解决方案

电路输入电压范围 4.5V to 2.5V (单节锂离子电池的电压范围4.3V~2.6V)，输入电压4V时，LED典型电流20mA。LED串联的数量由Q1晶体管的击穿电压决定。LED的电流由Rsense决定。







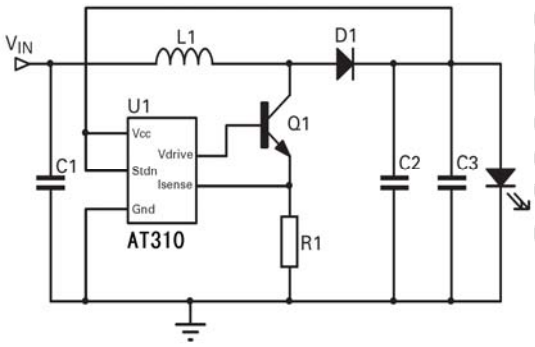
器件清单

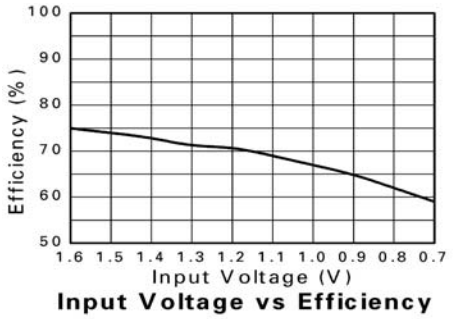
Ref	Value	Part Number	Manufacture	Comments
U1	N/A	AT310	AnalogTek	Single cell converter, SOT23-5
Q1	NPN, VCEO = 40V	ZXTN25040DFH	Zetex Plc	
D1	1A	ZHCS1000	Zetex Plc	low forward voltage VF
L1	68μH	DO1608P-683	Coilcraft	
R_{SENSE}	200mΩ	Generic	Various	0805 Size
R1	100KΩ	Generic	Various	
C1	100nF, 6.3V, X7R	Generic	Various	
C2	2.2μF, 35V	Generic	Various	
LED1-8	White LED	NSPMW500BS	Nichia	

武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

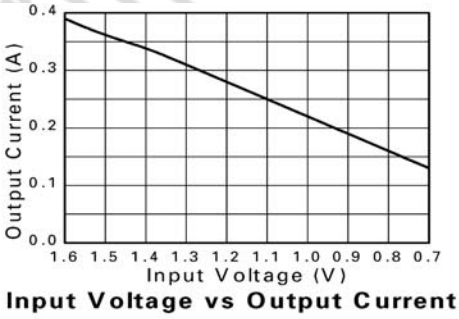
10.6 AT310 大功率 LED 手电筒应用

输入电压范围 0.7V to 1.6V，1.4V输入电压时，最大输出电流335mA。

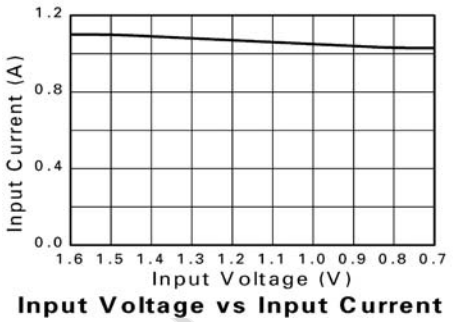




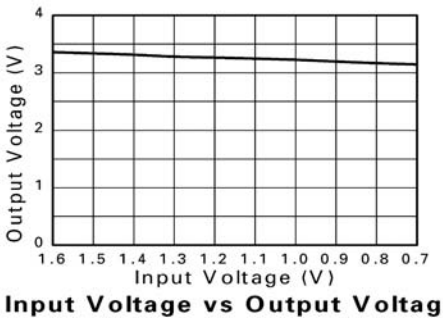
Input Voltage vs Efficiency



Input Voltage vs Output Current



Input Voltage vs Input Current



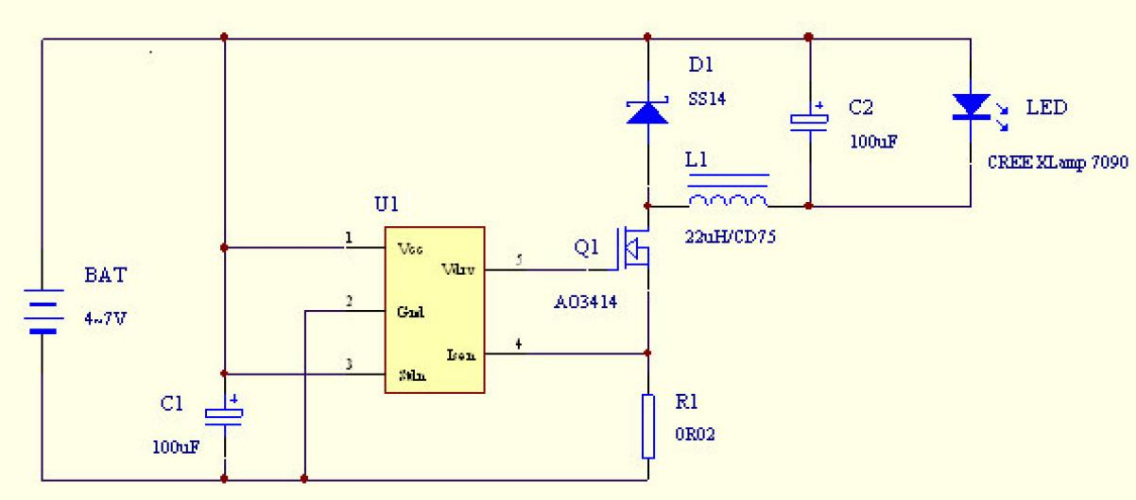
Input Voltage vs Output Voltage

器件清单

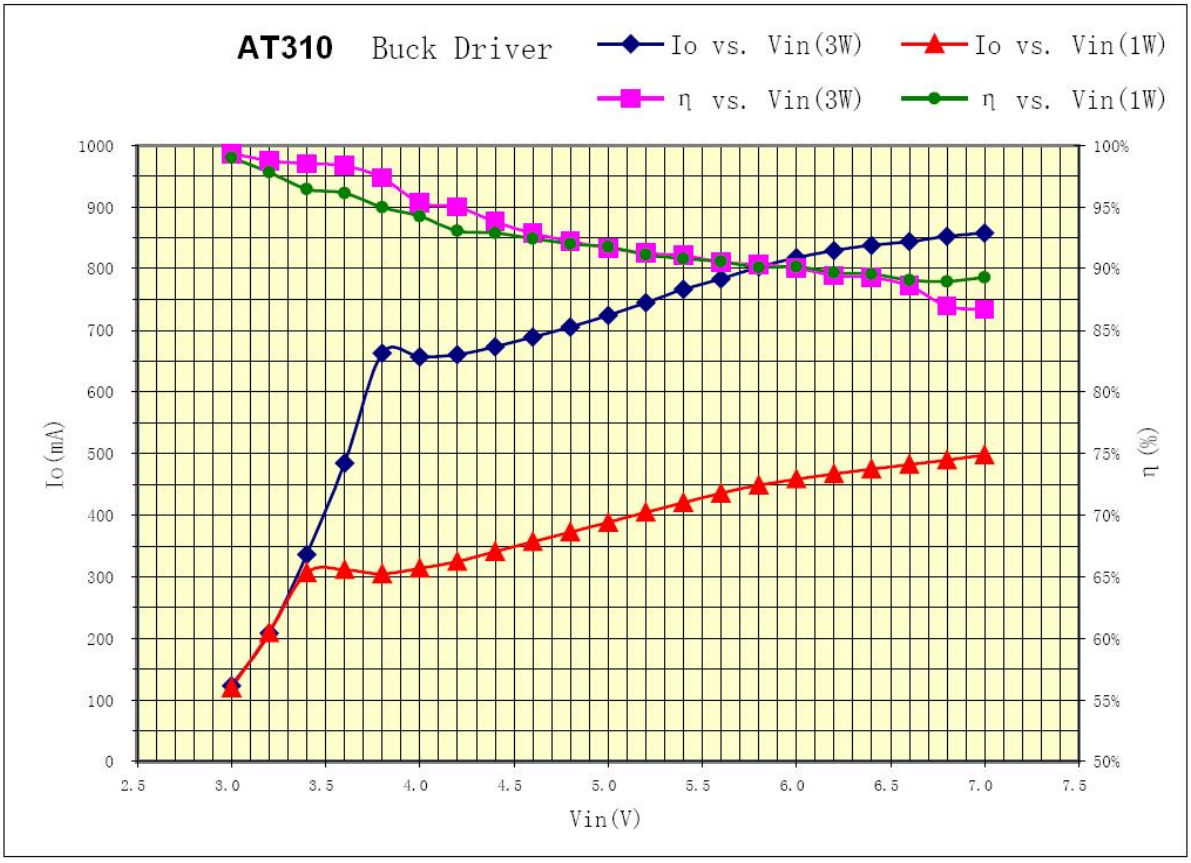
Ref	Value	Part Number	Manufacture	Comments
U1	N/A	AT310	AnalogTek	Single cell converter, SOT23-5
Q1	N/A	FMMT617	Zetex Plc	Low VCE(sat) NPN, SOT23
D1	2A	ZHCS2000	Zetex Plc	2A Shottky diode, SOT23
L1	7.5μH	DO3316P-153x2	Coilcraft	I_{SAT} = 3A
R1	19.5mΩ	Generic	Various	0805 Size
C1	1μF	Generic	Various	
C2	220μF	Generic	Various	
C3	100μF	Generic	Various	

武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

10.7 两节 CR123 电池的大功率 LED 驱动应用



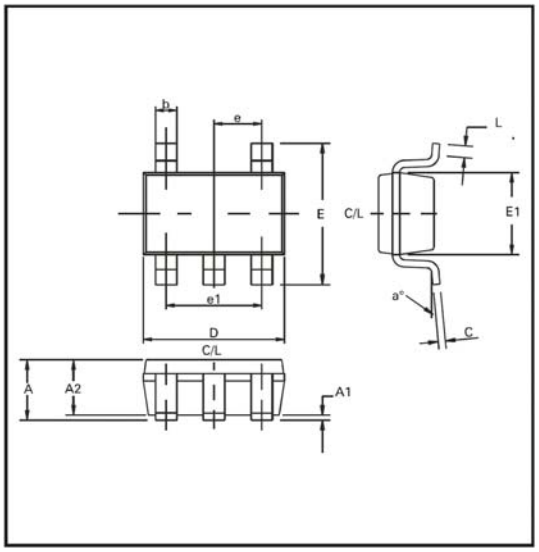
此电路中 R1 的阻值推荐：OR04（1W LED）；OR02（3W LED），实际测试特性如下：



武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006

11 封装

SOT23-5 PACKAGE OUTLINE



SOT23-5 PACKAGE DIMENSIONS

DIM	Millimeters		Inches	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.90	1.45	0.035	0.057
A1	0.00	0.15	0.00	0.006
A2	0.90	1.3	0.035	0.051
b	0.35	0.50	0.014	0.020
C	0.09	0.20	0.0035	0.008
D	2.80	3.00	0.110	0.118
E	2.60	3.00	0.102	0.118
E1	1.50	1.75	0.059	0.069
e	0.95 REF		0.037 REF	
e1	1.90 REF		0.075 REF	
L	0.10	0.60	0.004	0.024
a°	0	10	0	10

感谢您关注和使用我们的产品，欢迎提出宝贵意见和建议。所有芯片的最新资料请到 http:// www.analogtek.com.cn 免费下载。

芯景科技有限公司

二〇〇八年八月

（全文完）

武汉东湖开发区关山一路1号光谷软件园A9栋4楼 电话：027-87778006 传真:027-87778006