

SIMPLE SWITCHER[®]易电源的学习与应用

(汽车电子电源)

本文利用易电源的教学书册和自己的一些使用经验，描述了用易电源设计一个简单实例的步骤，并在设计过程中简单的介绍了易电源的部分功能。

1. 设计背景:

1.1 什么是易电源

德州仪器的“SIMPLE SWITCHER”电源模块系列，中文名为“易电源”。SIMPLE SWITCHER 现在是一个庞大的家族，由几个系列的产品组成，从第一代到第五代，以及之后 LMZ 系列电源模块等许多的产品。而“易电源”这个名字，也是近年在中国越来越受到欢迎后起的崭新的名字。

事实上，从 1989 年第一代 LM257X 到第三代 LM267X 三个系列在中国市场声名显赫，几乎是从诞生就进入到了中国，至今已经有 20 多年的历史，到今天依然有许多的客户在使用。后续推出的第四、第五代产品，以及 SIMPLE SWITCHER 电源模块 LMZ 系列，与之前产品相比发生了巨大的变化。这种变化来自于外界产品形态的变化，无论是工业、医疗还是通信和消费电子，产品的小型化和低功耗要求日益强烈，“易电源”家族的新成员在产品性能和尺寸上面都有很大提升，伴随着特殊的封装和强劲性能优势，SIMPLE SWITCHER “易电源”产品系列成为德州仪器的明星产品，每年有超过 25000 个客户订购这个产品。

补偿电路、仿电流模式、可调的软启动和开关同步、低电磁干扰、集成电感 MOS 管……似乎从 SIMPLE SWITCHER 中我们找到了一个形容——“万千宠爱在一身”。这个“易电源”功能上可以说达到了一个极致。

这个“二十年磨一剑”的产品确实值得称赞。我们应该学会利用“工具的智慧”学会用器件解决问题。在“Time to market”要求日趋白热的情况下，电源管理部分已经成为需要大量经验的专家集中解决的难点，在整体设计中占有重要的作用，而与之相悖的是，有经验的模拟工程师越来越少。用器件解决问题，这是工程师实际工作中提出的要求；将电源系统器件化，这是市场对 SIMPLE SWITCHER 提出的要求。

1.2 易电源的发展

a.第一代产品为市场提供了一种非常简单易用的开关电源解决方案，在当时的条件下开关电源并不普及，而且不容易设计。

b.第二代产品旨在通过提高开关频率（从 52 kHz 升至 150 kHz）来改进组件尺寸（电感器线圈和输出电容器），并增添诸如软起动等更多的功能。

c.第三代产品专注于进一步提升开关频率（至 260 kHz），并把转换效率提高至 90%，而负载电流则达到了 5 A，旨在满足诸如 DSP、FPGA 等数字电子电路不断增长的功率需求。

d.第四代产品着重于面向工业应用的高电压输入(75Vmax) 支持，其开关频率飚升至 1 MHz 且输出准确度有所提高，与此同时，还在 Webench 设计工具中引入了“拨号”选择功能，可提供一种非常易用的在线仿真平台。

e.第五代产品着眼于实现更加“易用”的设计以及诸如“高精度使能”（其在多电源轨的应用中非常有用）和“可调电流限值”等新特性。

1.3 易电源的优势

TI SIMPLE SWITCHER 易电源系列电源模块有助于用最少的外部元件设计和优化可靠的电源。

使用 SIMPLE SWITCHER 产品系列轻松进行设计，该产品系列具有需要最少外部元件的 DC/DC 电源转换器，具有完整的支持工具，如 WEBENCH 设计器。

1.4 我和易电源

本人在本科阶段曾经相当长一段时间内有接触到电源的设计，深知一个好的电源对于一个系统的重要性。由于相隔年数已远，后来又转业到别的行业，渐渐的就对电源设计开始陌生起来。当然，对于现在应用非常广泛的 SIMPLE SWITCHER 更是显得有些陌生。一个特殊的原因，导致现在又想回到电子设计行业来，因此邂逅上了 TI 公司的 SIMPLE SWITCHER。看了很对工程师对 SIMPLE SWITCHER 的评价，无一不是好评连连，这更使得我对这款看似简单的软件产生了兴趣。其实，一直想写一些文档来记录自己对这个软件的学习过程和一些使用经验，正好赶在了这次 SIMPLE SWITCHER 的周年活动。一开始我还在纠结于选一个什么实例来完成我这次的文档，对于我这个已经脱离电源设计

一段时间的人来说，选择起来相当困难。于是选择一个简单点的吧，汽车电源转换为 3.3V 节能芯片电压。

2. SIMPLE SWITCHER 的设计实例

打开 SIMPLE SWITCHER 的设计界面非常简单，需要设置的参数也不多：输入电压的浮动范围、输出电压、输出电流和工作温度。



设置完这几个参数后单击绿色的“Show Recommended ...”按钮后就能得到 SIMPLE SWITCHER 为你提供的设计方案了。当然，SIMPLE SWITCHER 罗列的方案有很多，而且有两推荐的方案。



两个推荐方案下面是所有符合输入参数条件的其他方案（也包括了推荐方案）。列表中提供了方案的一系列参数：芯片方案、效率、封装面积、工作频率、

器件清单价格、器件数、最大输出电流、设计依据、芯片价格。

Switcher Solutions: (58 found) [Show All Columns](#)

Part	Creates	FEEDBACK Tools	Efficiency (%)	Footprint (mm ²)	Frequency (kHz)	BOM Cost (\$)	BOM Count	Iout Max (A)	Design Considerations	IC Cost
LM2676-3.3	开始设计		84%	520	260	\$2.54	7	3.00	Third Generation SIMPLE SWITCHER	\$1.80
LM2670-3.3	开始设计		84%	520	260	\$2.59	7	3.00	Third Generation SIMPLE SWITCHER with Ext Sync	\$1.83
LM25576	开始设计		85%	411	573	\$2.73	16	3.00	Fast Transient Response	\$2.40
LM22680-ABJ	开始设计		81%	265	573	\$2.29	14	2.00	Low Part Count	\$1.70
LM3151-3.3	开始设计		92%	416	253	\$3.12	10	12.00	SIMPLE SWITCHER(r) Controller	\$1.86
LM2678-3.3	开始设计		85%	520	260	\$2.94	7	5.00	Third Generation SIMPLE SWITCHER	\$2.20
LM22676-ABJ	开始设计		82%	262	300	\$2.99	12	3.00	Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count	\$2.07
LM2677-3.3	开始设计		83%	520	260	\$2.99	7	5.00	Third Generation SIMPLE SWITCHER with Ext Sync	\$2.23
LM2673-3.3	开始设计		84%	533	260	\$2.61	9	3.00	Third Generation SIMPLE SWITCHER with Adj Current Limit	\$1.85
LM22680-Q1-ABJ	开始设计		81%	265	573	\$2.29	14	2.00	Low Part Count	NA
LM22673-ABJ	开始设计		82%	369	300	\$2.66	13	3.00	Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count	\$2.13
LM22670-ABJ	开始设计		82%	369	373	\$2.65	13	3.00	Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count	\$2.13

对于不同的设计，我们关心的参数可能有很大区别，如果选择列表左上角的“Show All Columns”我们将得到更多的参数。

On/Off	Err Pin	S Start	Ext Sync	Adj Ipk	Adj Freq	Syn c Switching	Cnt rll r	Vin Min (V)	Vin Max (V)	Vout Min (V)	Vout Max (V)	Min Freq	Max Freq
Y	N	N	N	N	N	N	N	8	40	3.3	3.3	260	260
Y	N	N	Y	N	N	N	N	8	40	3.3	3.3	260	260
Y	N	Y	Y	N	Y	N	N	6	42	1.225	42	50	1000
Y	N	Y	Y	N	Y	N	N	4.5	42	1.285	37	200	1000
Y	N	Y	N	Y	N	Y	Y	6	42	3.3	3.3	250	250
Y	N	N	N	N	N	N	N	8	40	3.3	3.3	260	260
Y	N	N	Y	N	N	N	N	4.5	42	1.285	5	500	500
Y	N	N	Y	N	N	N	N	8	40	3.3	3.3	260	260

其他的参数都很好理解，也非常常见，但是有一列参数值得我们注意，那就是设计依据。

Design Considerations
Third Generation SIMPLE SWITCHER with Ext Sync
Third Generation SIMPLE SWITCHER with Adj Current Limit
SIMPLE SWITCHER(r) Controller
High Efficiency Sleep Mode
Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count
Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count
Fast Transient Response
Third Generation SIMPLE SWITCHER with Adj Current Limit
Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count
High Efficiency
Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count
Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count
Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count
Adjustable for Vout less than 5V, Low Part Count
High Efficiency Sleep Mode
Fast Transient Response
3A SIMPLE SWITCHER Power Module

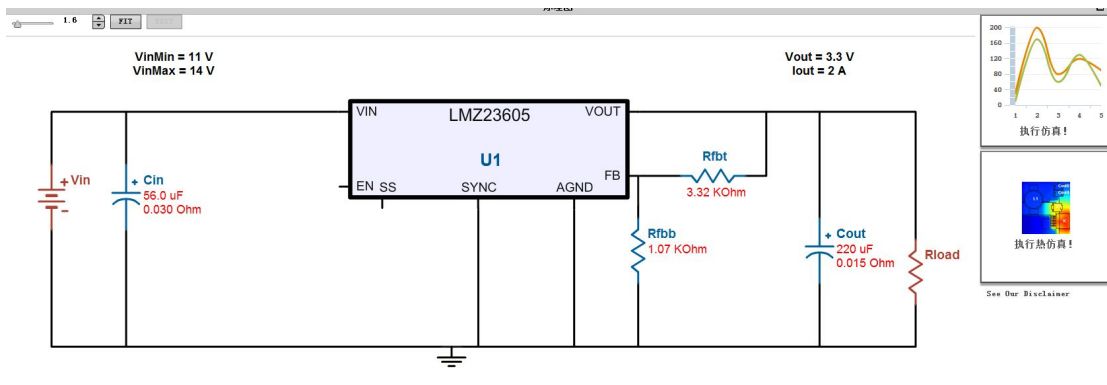
设计依据在一个电路的设计中占有很大地位，不同的设计目标我们会得到不同的电路图，虽然最后的输入参数和输出参数是一样的。

SIMPLE SWITCHER 提供的设计依据有以下几种：“易电源”模块、输出电压可调节、快速瞬态响应、高效率、“易电源”控制器、第三代“易电源”等等，而且有的带有附加功能，比如睡眠模式、外部同步端口等等。

在罗列出来的参数中，有些参数是可以排序的，现在我们把元器件数按低到高排序：

Part	BOM Count	Design Considerations	Efficiency (%)
LMZ23605	5	36V, 5A SIMPLE SWITCHER Power Module	85%
LMZ22003	5	20V, 3A SIMPLE SWITCHER Power Module	85%
LMZ22005	5	20V, 5A SIMPLE SWITCHER Power Module	85%
LMZ23603	5	36V, 3A SIMPLE SWITCHER Power Module	85%
LM2670-3.3	7	Third Generation SIMPLE SWITCHER with Ext Sync	84%
LMZ23610	7	36V, 10A SIMPLE SWITCHER Power Module	85%
LM2678-3.3	7	Third Generation SIMPLE SWITCHER	85%
LM2676-3.3	7	Third Generation SIMPLE SWITCHER	84%
LM2677-3.3	7	Third Generation SIMPLE SWITCHER with Ext Sync	85%
LMZ22008	7	20V, 8A SIMPLE SWITCHER Power Module	89%
LMZ22010	7	20V, 10A SIMPLE SWITCHER Power Module	89%
LMZ23608	7	36V, 8A SIMPLE SWITCHER Power Module	85%
LMZ12008	7	20V, 8A SIMPLE SWITCHER Power Module	89%
LMZ13608	7	36V, 8A SIMPLE SWITCHER Power Module	85%
LMZ12010	7	20V, 10A SIMPLE SWITCHER Power Module	89%
LMZ13610	7	10A SIMPLE SWITCHER Power Module	85%
LM2676-ADJ	9	Third Generation SIMPLE SWITCHER	84%

可见，“易电源”模块所需的器件数最少，这也证明了“易电源”模块的高集成度和易用性。可以打开一个易电源的设计电路查看一下，电路十分简洁。

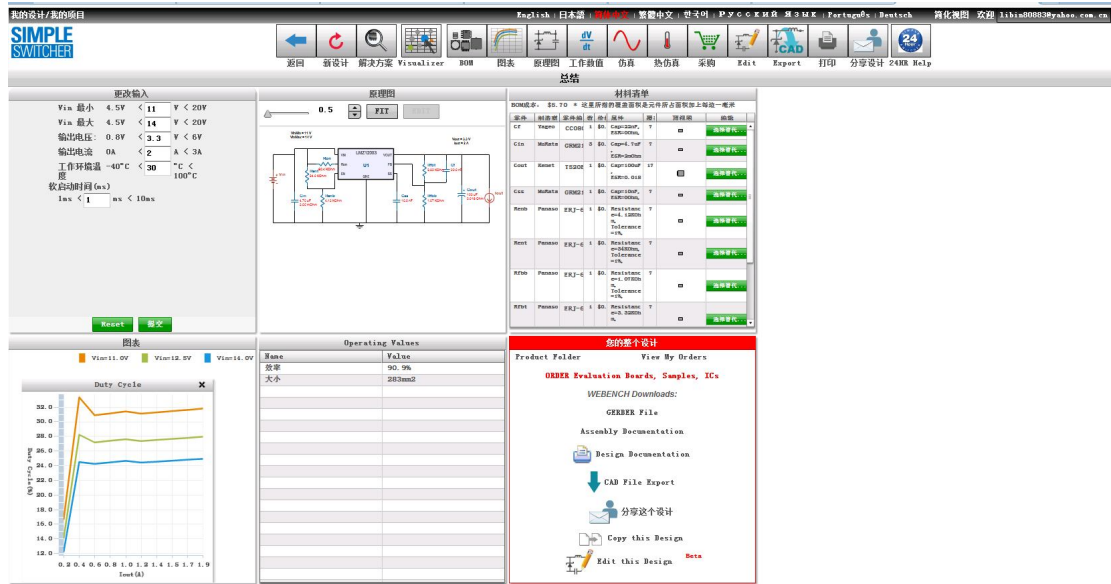


其他的不多做介绍，根据列表中的几个参数就能大概选出最适合自己的设计了。比如电路空间很小，就可以选那些需要器件少的电路，相对应的电路面积就

小了，而且效率也不低可靠性高，但是可能相对价格就要高出一些。

下面我们打开两个推荐的设计，接着完成我们的电路选择。

打开推荐的易电源模块：

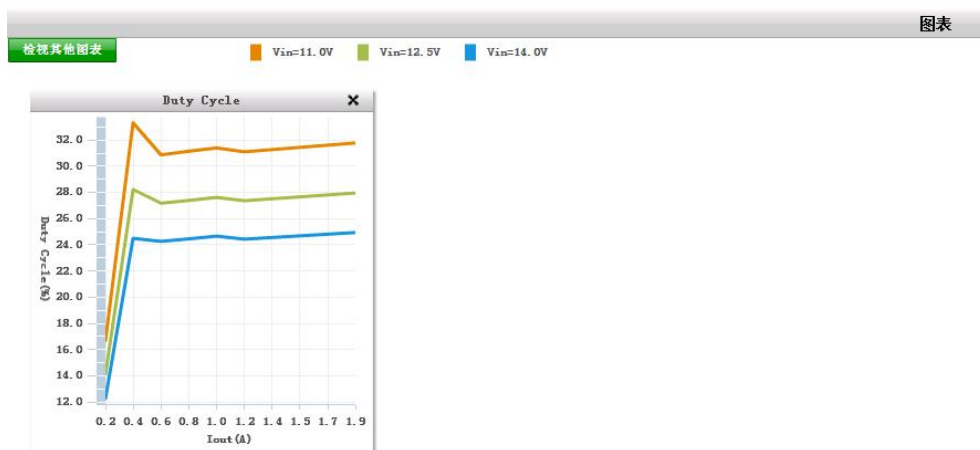


界面依然不是很复杂。



左上角是“更改输入”框，这时我们还可以调节电路的输入输出参数和工作温度，只要输入的参数在这个电路限制的范围即可。

左下角是一些图标，可以单击进去查看：



单击左上角的“检视其他图表”还可以查看更多的曲线：

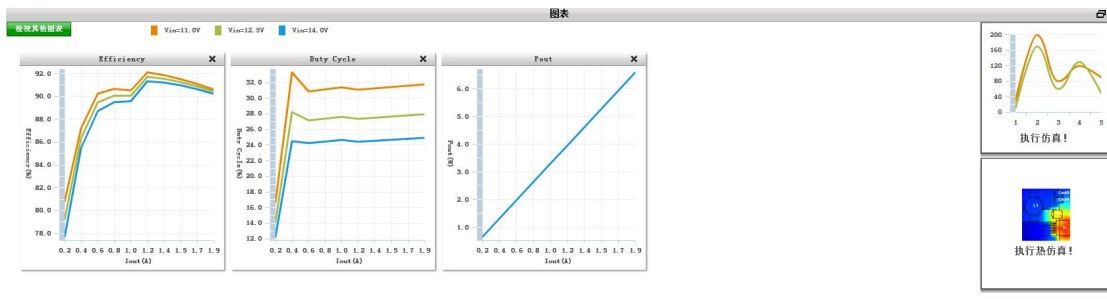


我们可以添加感兴趣的参数进去，然后查看电路的相关。这里我们添加工作效率和输出功率进去，然后点储存。



从工作效率图可以看出电路在输出 1.2A 到 2A 之间的效率都比较平稳，低于 1.2A 效率降低明显，因此这个电路应该尽量让它工作在 1.2A 到 2A 之间的输出电流。如果实际中电路的工作范围不在这个范围内，应该尽量避免选择这个电路。

可以看到，在这个界面的最右边还有仿真入口：



我们先选择“执行仿真”。

118 | Sim Types | 仿真清单 | Summary

步骤 1 选择仿真类型 Steady State

步骤 2 开始新的仿真 Steady State

1 FIT Show/Hide EDIT

Design Version : Show Latest Design Version Current design version

Active eSim | Past Simulations

开始新的仿真

Probe List: Steady State

ICin ICout IIC IIn IInductor IOut VIn VOut ILoad

按照提示，步骤 1：选择仿真类型，这里列出了 4 种仿真类型。如果不了解它们，可以单击“Summary”：

118 | Sim Types | 仿真清单 | Summary

Design : 118 LMZ12003 选择仿真类型

Steady State

Start New eSim

Past Simulation Quantity : 0

simId	开始时间	状态

Input Transient

Start New eSim

Past Simulation Quantity : 0

simId	开始时间	状态

Load Transient

Start New eSim

Past Simulation Quantity : 0

simId	开始时间	状态

Startup

Start New eSim

Past Simulation Quantity : 0

simId	开始时间	状态

根据图中的输入输出状态就一目了然了！这里先对稳定状态仿真，单击步骤 2 中的“开始新的仿真”（绿色的地方）：

仿真开始后提示稳态仿真需要 20 秒到 1 分钟，所有种类的仿真最多 5 分钟。（本人没有遇到 5 分钟以上的！）

Design Version : [Show Latest Design Version](#) Current design version

执行仿真 Steady State ...
稳态仿真需时20秒到1分钟，视乎器件而定。
所有仿真需时少于5分钟。

Active eSim Past Simulations

Simulating now: Steady State

eSim Report

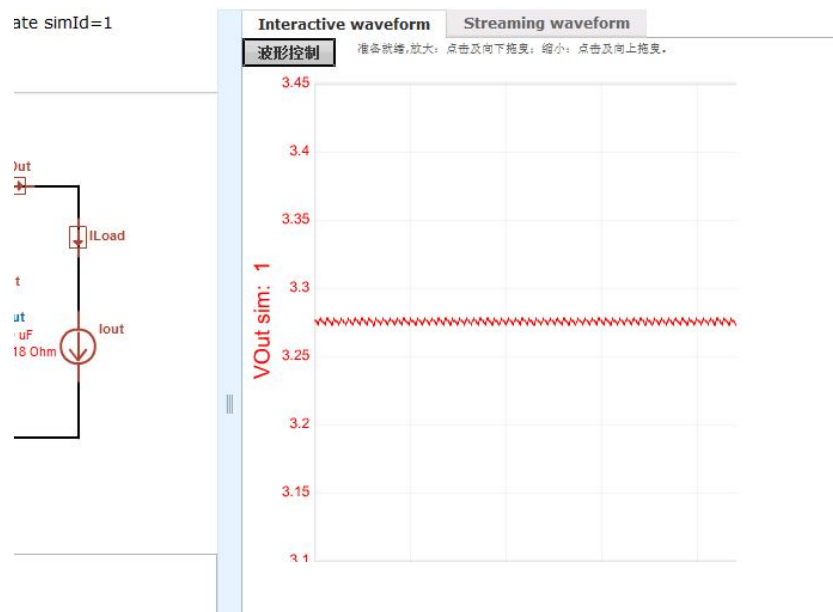
ICin ICout IIC IIn Inductor IOut VIn VOut

Iload

提示仿真成功：

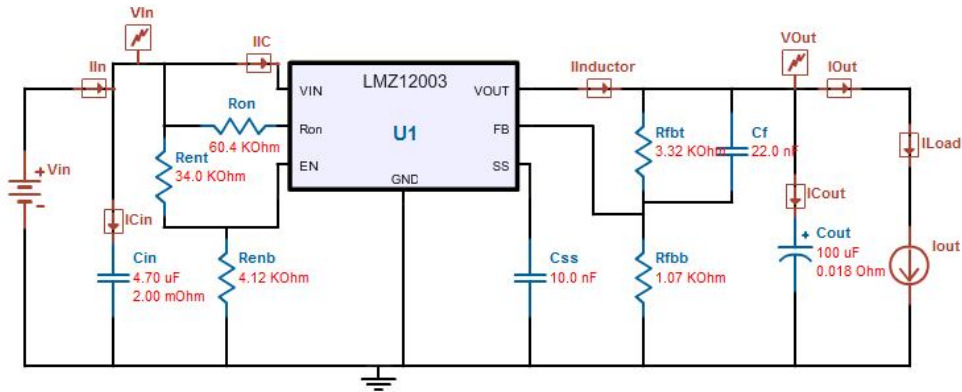


用时 1 分 25 秒，单击“OK”。现在就可以看到仿真输出的电源波形了。



波形显示输出电压略低于 3.3V。我们还可以查看其它参数的波形，能查看的参数都在左边有列出：

1



Design Version : Past simulation simId=1

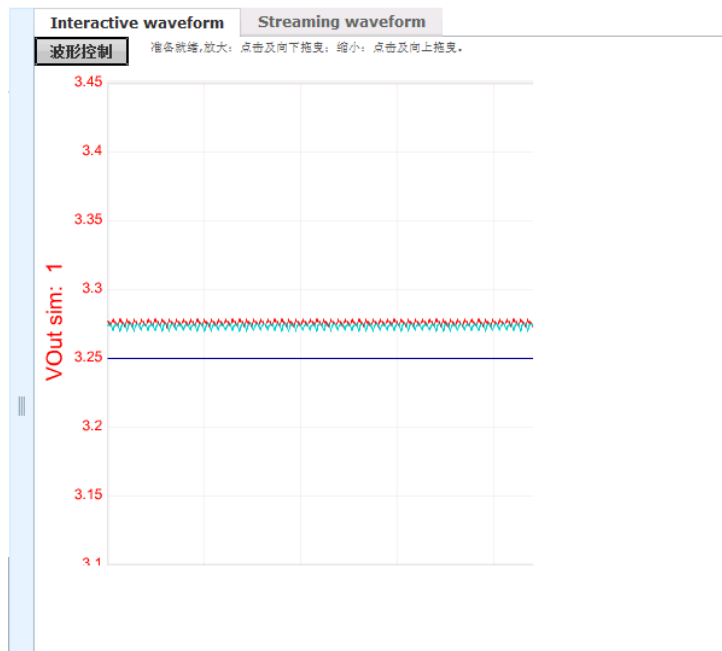
Active eSim **Past Simulations**

开始新的仿真

simId= 1 Steady State 状态 = 成功

信息

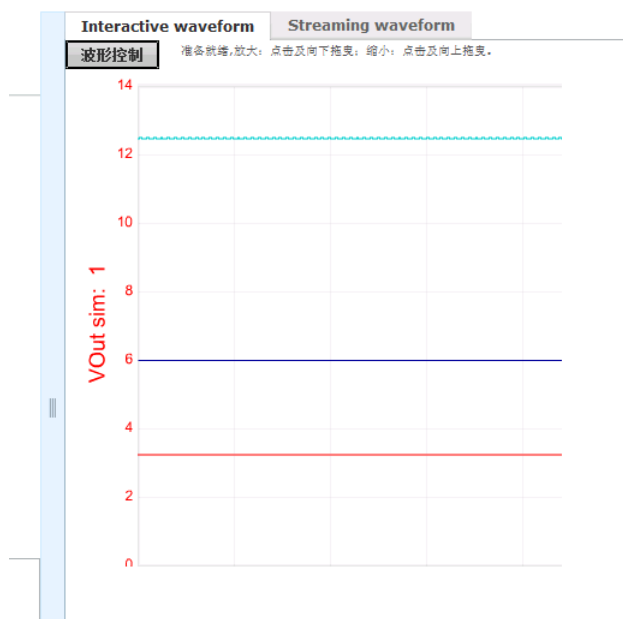
同时这些参数的测量点也在电路中有标出，我们把 VIN 和 IOut 添加进去。



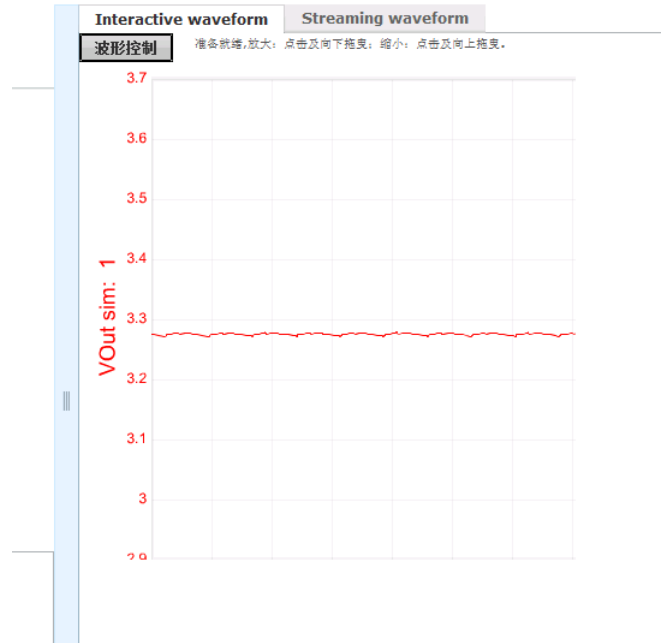
这时候显示的值有点不正常，可以点击波形控制，弹出如下窗口：



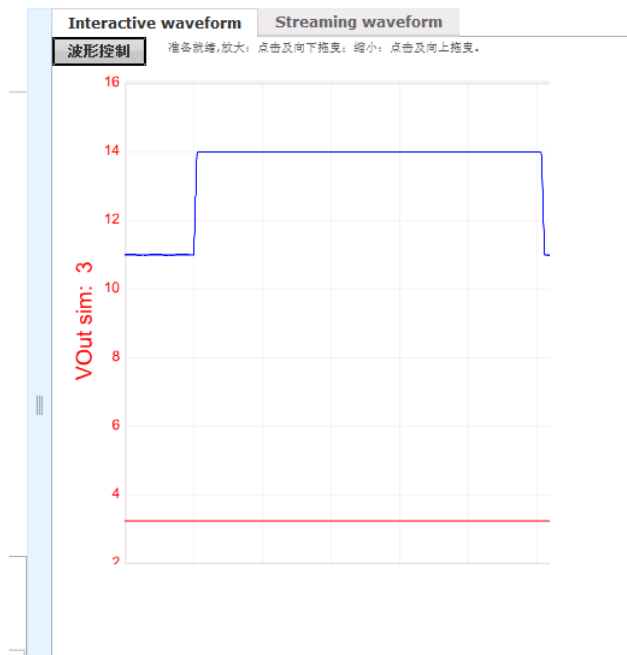
窗口的最左边列出了波形的一些数值，很直观的反应了电路的输出结果，选择不同的参数可以显示相应的数值。我们先点击“群组电压”。可以看到电压数值显示正常了：



点击曲线附近让后向后拖，可以放大波形图，以便查看波形。



阶跃响应仿真和稳态的操作一样的：



其他的不再介绍，方法和上面一样。仿真完了以后可以查看仿真清单。


118 | Sim Types | 仿真清单 | Summary | Creating esim report PDF for simId = 3 | 电气仿真 |

All Past Simulations for your WEBENCH design

simId	仿真类型	开始时间	状态	Action
3	Input Transient	2014-06-10 06:41	成功	View Report
2	Steady State	2014-06-10 06:39	成功	View Report
1	Steady State	2014-06-10 06:14	成功	View Report

单击“Report”可以查看仿真报告：

Action	
View	Report
View	Report
View	Report

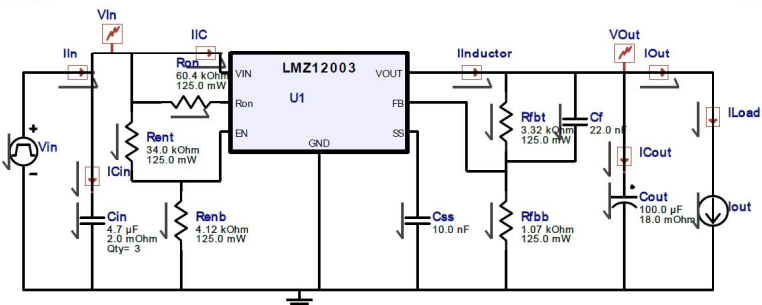


WEBENCH® Electrical Simulation Report

VinMax = 14.0V


VinMin = 11.0V
VinMax = 14.0V
Vout = 3.3V
Iout = 2.0A

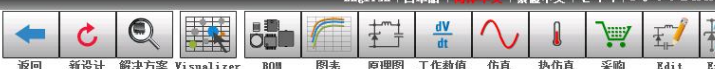
Device = LMZ12001TZ-ADJ/NOPB
Topology = Buck
Created = 6/10/14 5:49:49 AM
User ID = 1582313
Design Id = 118
eSim Id = 3
Simulation Type = Input Transient



返回设计方案界面:

我的设计/我的项目
English | 日本語 | 简体中文 | 繁體中文 | 한국어 | Русский





更改输入

Vin 最小 4.5V < 11 V < 20V

Vin 最大 4.5V < 14 V < 20V

输出电压: 0.8V < 3.3 V < 6V

输出电流 0A < 2 A < 3A

工作环境温度 -40°C < 30 °C < 100°C

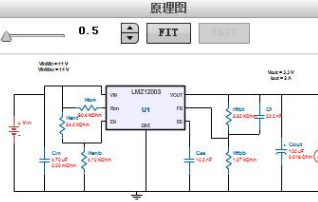
软启动时间 (ms)

1ms < 1 ms < 10ms

[Reset](#) [提交](#)

原理图

0.5x FIT



[点击查看原理图](#)

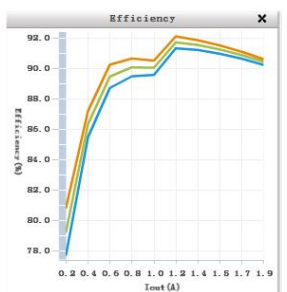
材料清单

BOM成本: \$5.70 * 这里所有的覆叠面积是元件所占面积加上每边一毫米

零件	制造商	零件号	数量	规格	库	预览	删除
Cf	Yapo	CC08K1	1	\$0. Cap=22pF, ESR=000n	7		编辑零件...
Cin	MuRata	GRM21	0	\$0. Cap=4.7uF	7		编辑零件...
Cout	Xemet	TS20E	1	\$0. Cap=100uF, ESR=0.018	17		编辑零件...
Cos	MuRata	GRM21	1	\$0. Cap=10nF, ESR=000n	7		编辑零件...
Rant	Panoso	ERJ-6	1	\$0. Resistor=4.12kOhm, Tolerance=1%	7		编辑零件...
Rsnb	Panoso	ERJ-6	1	\$0. Resistor=4.12kOhm, Tolerance=1%	7		编辑零件...
Rfbt	Panoso	ERJ-6	1	\$0. Resistor=3.32kOhm, Tolerance=1%	7		编辑零件...
Rfbb	Panoso	ERJ-6	1	\$0. Resistor=1.07kOhm, Tolerance=1%	7		编辑零件...
Rfbt	Panoso	ERJ-6	1	\$0. Resistor=3.32kOhm, Tolerance=1%	7		编辑零件...

图表

Vin=11.0V Vin=12.5V Vin=14.0V



Operating Values

Name	Value
效率	90.5%
尺寸	263mm2

您的整个设计

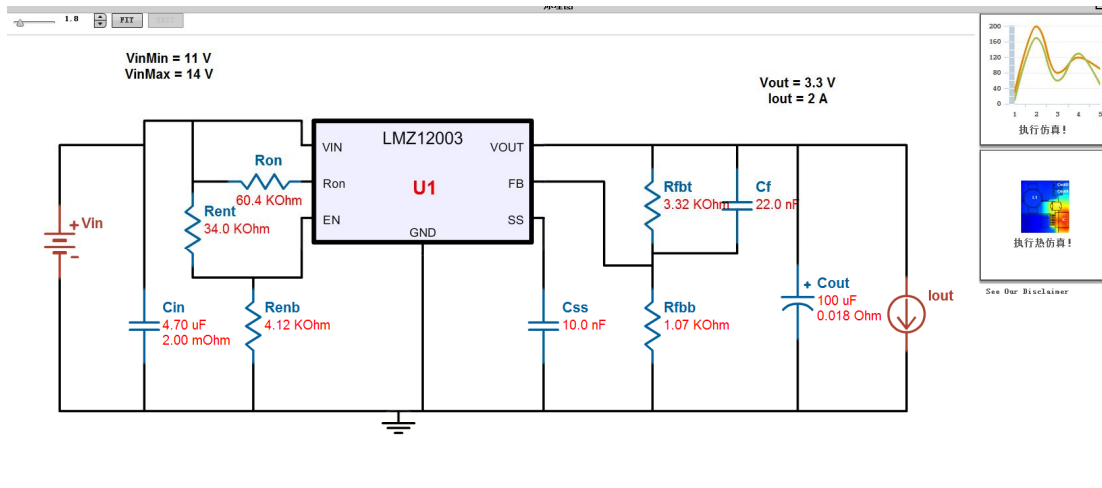
Product Folder [View My Orders](#)

ORDER Evaluation Boards, Samples, ICs

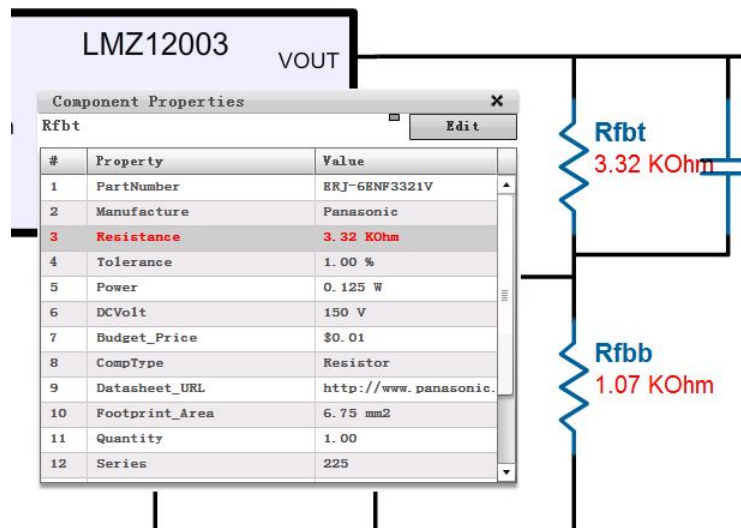
WEBENCH Downloads:

- GERBER File
- Assembly Documentation
- Design Documentation
- CAD File Export
- 分享这个设计
- Copy this Design
- Edit this Design Beta

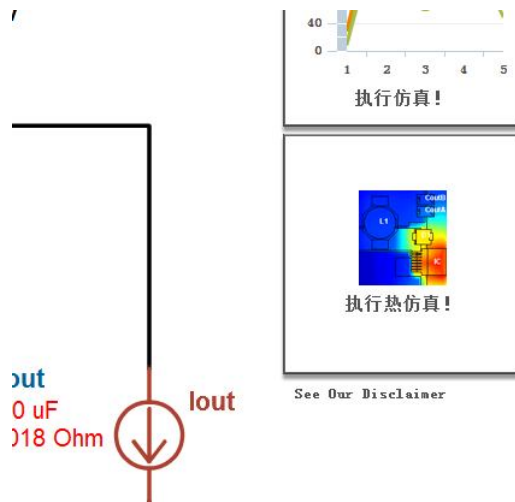
单击中间上面的图可以查看电路图。



单击电路中的元器件可以查看器件的详细参数。



下面可以查看一下 SIMPLE SWITCHER 的热仿真,热仿真是对电路的 PCB 板进行温度测试。



最左边还可以调节下仿真参数：

这里直接点仿真：



提示需要等待 2 到 5 分钟，点击“OK”。

过一会后：

ID	Name	Status	Submitted Date	Run Date	Comments	Open
1	Simulation for Design 118	Completed	Jun 10, 2014 06:59 AM	Jun 10, 2014 06:59 AM		检视
2	Simulation for Design 118	Completed	Jun 10, 2014 07:06 AM	Jun 10, 2014 07:06 AM		检视

单击“检视”得到仿真结果：

所有WebTHERM™仿真
现行仿真

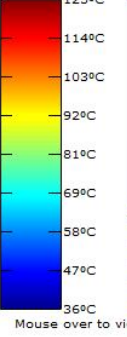
Create a New Simulation

储存热能图像

Zoom Out Zoom In

显示热能图像

显示外型



Mouse over to vi

温度计比例

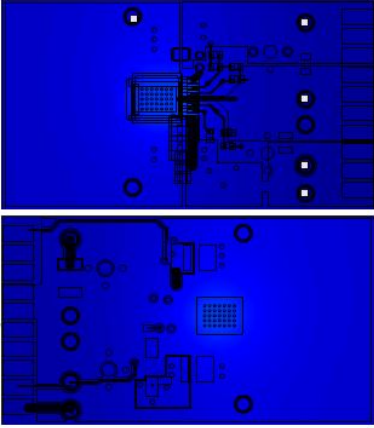
最低色棒温度: 36

最高色棒温度: 125

更改 重设

工作温度

夹层	最高	功率耗散	制造商	零件编号
PCB - Top	52°C			
IC - Die	52°C		Texas Instrument	LMZ12001TZ-ADJ/N
Cout	46°C	1.13e-3 W	Kemet	T520B107M006ATEC
Cin	48°C	4.99e-4 W		
PCB - Bott	52°C			



我们还可以寻找替换元件：

材料清单							
BOM成本: \$5.70 * 这里所指的覆盖面积是元件所占面积加上每边一毫米							
零件	制造商	零件编号	数量	价格	属性	层数	选项
Cf	Yageo	CC08	1	\$0.1	Cap=22nF ESR=00hm	7	选择替代
Cin	MuRata	GRM2	3	\$0.1	Cap=4.7uF ESR=2mOh	7	选择替代
Cout	Kemet	T520	1	\$0.1	Cap=100uF ESR=0.01	17	选择替代
Csx	MuRata	GRM2	1	\$0.1	Cap=10nF ESR=00hm	7	选择替代
Resb	Panasc	ERJ-e	1	\$0.1	Resistan ce=4.12K Ohm, Toleranc e=1%	7	选择替代
Resc	Panasc	ERJ-e	1	\$0.1	Resistan ce=34KOh m, Toleranc e=1%	7	选择替代
Resd	Panasc	ERJ-e	1	\$0.1	Resistan ce=1.07K Ohm, Toleranc e=1%	7	选择替代

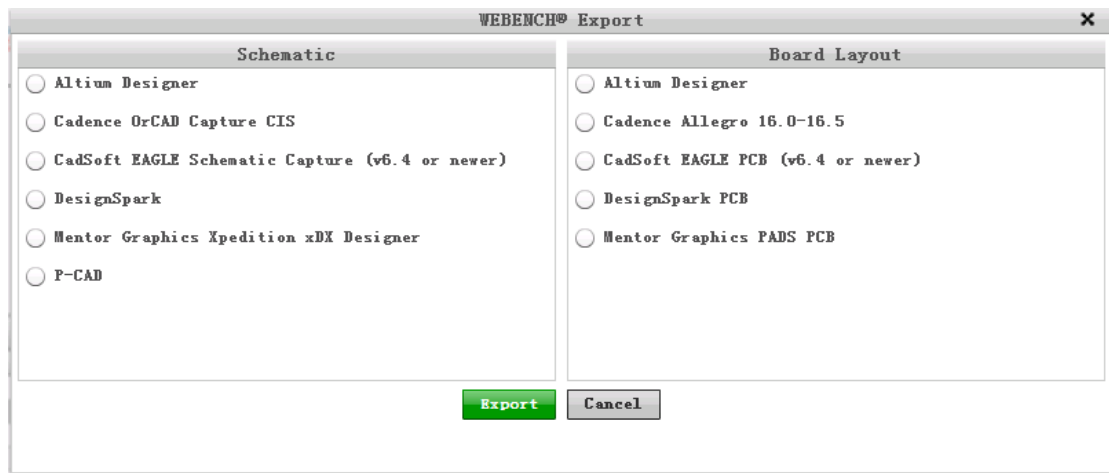
点击进去后可以看到，除了电源芯片其他的器件都可以进行替换：

零件	制造商	零件编号	数量	价格	属性	覆盖面积	新视图	编辑
Cf	Yazoo America	CC0805KX7R39B223	1	\$0.01	Cap:22nF, ESR:00m, VDC=50V	7	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>
Cin	MuRata	GRM2188G1E475M12L	3	\$0.06	Cap:4.7uF, ESR=2mOhm, VDC=25V	7	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>
Cout	Kemet	TS208107R006AT018	1	\$0.56	Cap:100uF, ESR=0.0180m, VDC=6.3V	17	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>
Css	MuRata	GRM216R71R103KA01B	1	\$0.01	Cap:100pF, ESR=00m, VDC=50V	7	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>
Ramb	Panasonic	ERJ-6EF4121V	1	\$0.01	Resistance=1.120Ohm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>
Raent	Panasonic	ERJ-6EF3402V	1	\$0.01	Resistance=340Ohm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>
Rfbb	Panasonic	ERJ-6EF1101V	1	\$0.01	Resistance=1.070Ohm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>
Rfbt	Panasonic	ERJ-6EF3321V	1	\$0.01	Resistance=3.320Ohm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>
Ron	Panasonic	ERJ-6EF6042V	1	\$0.01	Resistance=60.40Ohm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>
U1	Texas Instruments	LMZ12001TZ-ARJ/RFB	1	\$4.89		199	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="选择代替零件"/>

这个功能很适合手头元器件缺少的设计人员。当然，换过器件后还需要再重新仿真。点击“选择代替零件”后会列出可以替换原来的器件的新器件。在左边还有对比图，可以看到当前器件用绿色的点标出，选中新的器件后回用红色标出。同时还在坐标图的上面可以设置对比的参数，这个功能十分实用。



最后，我们还可以得到方案的设计报告，CAD 文件，同时还可以分享自己的设计，最近还添加了编辑功能。编辑功能还在测试阶段，本人也还没涉及，待以后来体验。需要指明的是 CAD 文件可以选择的种类很多，可以满足绝大多数人的使用。



下面我们再看第二个方案：

推荐零件

Regulator

LM3150

Open Design

Design Note	SIMPLE SWIT...
Topology	Buck
Max Current	15.00
Pk Efficiency	95%
Max Freq	1000
IC Cost	\$1.86

可以看到这个方案的界面和前面有所不同。

The screenshot shows the WEBENCH software interface with multiple panels:

- Optimization Panel (优化调校):** Features a gauge for balancing BOM cost, area, and efficiency. Current values: Area 354, BOM Cost \$3.18, Efficiency 94.
- Graphs (图表):** An Efficiency vs. Load Regulation graph showing performance across different input voltages.
- Schematic (原理图):** A detailed circuit diagram of the buck converter.
- Material List (材料清单):** A table listing components like capacitors and inductors with their values and costs.
- Design Summary (您的整个设计):** A sidebar with options to download files, export CAD, and share the design.

由于这个方案的外围器件较多，还可以对设计方案进行微调。

This close-up shows the optimization gauge and design parameters:

- Optimization Gauge (优化调校):** A circular gauge with three indicators: BOM Cost (最低), Area (最小面积), and Efficiency (最高效率). The needle is positioned towards the efficiency side.
- Design Parameters (进阶选项):**
 - Soft start time (软启动时间): 1ms
 - Frequency (频率): 457.5 kHz
 - Current design (现行设计): #120
 - IC: LM3150
 - VinMin: 11 V
 - VinMax: 14 V
 - source: DC
 - Vout: 3.3 V
 - Iout: 2 A
 - ta: 30 degC

通过调节上面的“优化调校”可以调节电路的覆盖面积、成本和效率。

点击工作数值后可以看到电路的更多参数：

修改工作点			
输...	14.0	输...	2.0
<input type="button" value="重新计算"/>			
名称	注释	类别	说明
Vin_OP	14V	操作点	Vin操作点
IC Tolerance	0.01V	通用	IC Feedback Tolerance
Iin Avg	0.50A	电流	平均输入电流
IOUT_OP	2A	操作点	Iout 操作点
Pout	6.6W	通用	总输出功率
效率	93.6%	操作点	静态效率
频率	5300Hz	通用	开关频率
占空比	24.5%	操作点	占空比
Vout p-p	0.01V	操作点	峰到峰输出电压
Cin IRMS	0.86A	电流	输入电容均方根纹波电流
Cout IRMS	0.20A	电流	输出电容均方根纹波电流
I_Tpp	0.71A	电流	峰到峰电感纹波电流
SW Ipk	2.36A	电流	峰电流
I_lim	3.45A	电流	电流限制值
Cin Pd	1.48mW	电源	输入电容功率损耗
Cout Pd	772uW	电源	输出电容功率损耗
L Pd	0.16W	电源	电感器功率损耗
IC Pd	0.12W	电源	电芯功率损耗
M1 PdSw	0.03W	电源	M1 MOSFET 开关损耗
M1 PdCond	0.01W	电源	M1 MOSFET 传导损耗
M1 Pd	0.05W	电源	M1 MOSFET 总功率损耗
M2 PdSw	0.06W	电源	M2 MOSFET 开关损耗
M2 PdCond	0.04W	电源	M2 MOSFET 传导损耗
M2 Pd	0.10W	电源	M2 MOSFET 总功率损耗
IC TJ	38.0degC	操作点	电芯结温
M1 TJ	32.8degC	操作点	M1 MOSFET 结温
M2 TJ	35.8degC	操作点	M2 MOSFET 结温
模式	CCM	通用	传导模式
大小	354mm3	通用	BOM组件的总所占面积
总 BOM	3.18\$	通用	Total BOM Cost
整体 Pd	0.45W	电源	总功率损耗
BOM 数量	15	通用	Total Design BOM count

其他的和第一个方案大同小异，不在赘述。

3. 总结

虽然接触 SIMPLE SWITCHER 的时间不长，但是不难看出，SIMPLE SWITCHER 是一款十分有用的辅助软件。简单易用，提高了开发人员的设计速度，提供的解决方案充足有效。特别是在对体积控制方面功能很强。但是我们也应该看到这款软件的一些不足之处。首先，SIMPLE SWITCHER 的电路仿真并不是十分好用，真正用过其他好的仿真软件的人都能感觉到。再一个，能够提供的芯片还是十分有限，很多人对陌生的芯片的接受程度都不高。

从这么多年的发展来看，我们能看到 SIMPLE SWITCHER 开发人员的努力，SIMPLE SWITCHER 也向着更适合用户的方向发展，SIMPLE SWITCHER 也越来越被大家接受。SIMPLE SWITCHER 的前景很好，以前很好，以后也会很好。在这里祝愿 SIMPLE SWITCHER 能够给广大设计者带来更多的惊喜！

libin80883@yahoo.com.cn

于 2014 年 06 月 10 日晚