

# WEBENCH 创新设计大赛

## 项目报告

---

题目：基于 LM2596ADJ 的输出可调开关电源

学校：大连理工大学

平台：LM2596ADJ , WEBENCH

参赛队成员名单：

姓名	学校	学院	学历	邮箱
张博	大连理工大学	电气工程学院	本科 在读	727104628@qq.com

视频观看地址：

[http://v.youku.com/v\\_show/id\\_XNjIzOTg3MjQ0.html?qq-pf-to=pcqq.temporaryc2c](http://v.youku.com/v_show/id_XNjIzOTg3MjQ0.html?qq-pf-to=pcqq.temporaryc2c)

题目：基于 LM2596ADJ 的输出可调开关电源

关键词：LM2596ADJ

## 目录

题 目：基于 LM2596ADJ 的输出可调开关电源 .....	3
摘要（中英文） .....	3
1. 引言 .....	4
2. 系统应用背景 .....	4
3 系统方案 .....	4
4.系统硬件设计 .....	4
5. 测试结果与关键设计分析.....	9

## 题 目：基于 LM2596ADJ 的输出可调开关电源

关键词:LM2596ADJ , WEBENCH.

### 摘要（中英文）

WEBENCH 是美国国家半导体推出的一款功能非常强大的在线设计和仿真工具，可以对电源、LED、放大器、滤波器、音频、接口、无线以及信号路径进行设计与仿真。WEBENCH 设计工具把不同的软件算法与可视接口集结到同一个平台上，帮助设计人员针对电源、照明和传感应用轻松地创建出精简及功能强大的设计。WEBENCH 电源设计软件，来帮助用户完成设计，并可以优化和仿真。应用 WEBENCH 电源设计软件，准确快速的找出所需芯片，本模块选用 LM2596ADJ 芯片，通过改变采样电阻的阻值，实现输出电压可调。可调输出电压范围  $1.2V \sim 37V \pm 4\%$ 。

WEBENCH is National Semiconductor introduced a very powerful online design and simulation tools, you can supply, LED, amplifiers, filters, audio, interface, wireless and signal path design and simulation. WEBENCH design tools of different software algorithms and visualization interfaces to build on the same platform, to help designers for power, lighting, and sensing applications easily create a streamlined and powerful design. WEBENCH power supply design software to help users complete the design, and can be optimized and simulation. Applications WEBENCH power supply design software, quickly and accurately locate the required chip, the chip module selection LM2596ADJ by changing the sampling resistor, the output voltage is adjustable. Adjustable output voltage range  $1.2V \sim 37V \pm 4\%$ .

## 1. 引言

WEBENCH 在设计此电路中起了决定性的作用，可以帮助设计者很方便快捷的找到满足要求的芯片，是一个功能强大的电源设计软件。大大方便了操作者的使用。在 WEBENCH 的帮助下，可以方便快捷找到所需的电源芯片。

## 2. 系统应用背景

TI 的电源芯片种类齐全，按用途有 AC-DC，DC-DC 和 DC-AC，按照拓扑结构常见的有 buck、boost 和 buck-boost 等。从这些海量芯片中选取合适的芯片一个个看数据手册进行筛选是一件效率很低很耗精力的事情。TI 提供了 WEBENCH 电源设计软件，来帮助用户完成设计，并可以优化和仿真。从中选择 LM2596ADJ 芯片，实现输出电压可调，输出电流可以达到 2A。

## 3 系统方案

**LM2596 开关电压**调节器是降压型电源管理单片集成电路，能够输出 3A 的驱动电流，同时具有很好的线性和 负载调节特性。固定输出版本有 3.3V、5V、12V， 可调版本可以输出小于 37V 的各种电压。 该器件内部集成频率补偿和固定频率发生器，开关频率为 150KHz，与低频开关调节器相比较，可以使用更小 规格的滤波元件。由于该器件只需 4 个外接元件，可以使用通用的标准电感，这更优化了 LM2596 的使用，极大地 简化了开关电源电路的设计。 该器件还有其他一些特点：在特定的输入电压和输出负载的条件下，输出电压的误差可以保证在±4%的范围 内，振荡频率误差在±15%的范围内；可以用仅 80 μ A 的待机电流， 实现外部断电；具有自我保护电路（一个两级 降频限流保护和一个在异常情况下断电的过温完全保护电路）

## 4.系统硬件设计

首先，通过输入输出条件粗略的选出所能满足要求的器件，电源选型是根据用户输入的电压和电流参数，从库中搜索中满足条件的芯片。如图 1 所示

**Basic Selection**

DC  AC

Vin Min:  V      Vin Max:  V

Vout 1:  V      Iout 1:  A

Op Ambient Temp:  °C

**Choose Additional Features (Optional)**

Show Alternate Topologies

Show Only Modules

On/Off Pin:  No  Yes  Ignore

Error Flag:  No  Yes  Ignore

Sync Pin:  No  Yes  Ignore

Vout 2:  V      Iout 2:  A

Vout 3:  V      Iout 3:  A

Coupon Code:

**Show Recommended Power Management ICs**

Show All:

**Switching Regulators**

**Linear Regulators**

图 1—输入输出界面

点击“Simple Switcher”进入如图 2 界面。

LM2596-5.0				Second Generation SIMPLE SWITCHER	577	\$3.21	81%	5	150	34.99	8	74	Buck	II	91°C	3.00	\$1.80
LM2596-ADJ				Second Generation SIMPLE SWITCHER	596	\$3.24	81%	8	150	34.99	12	114	Buck	II	91°C	3.00	\$1.80

图 2—选择芯片

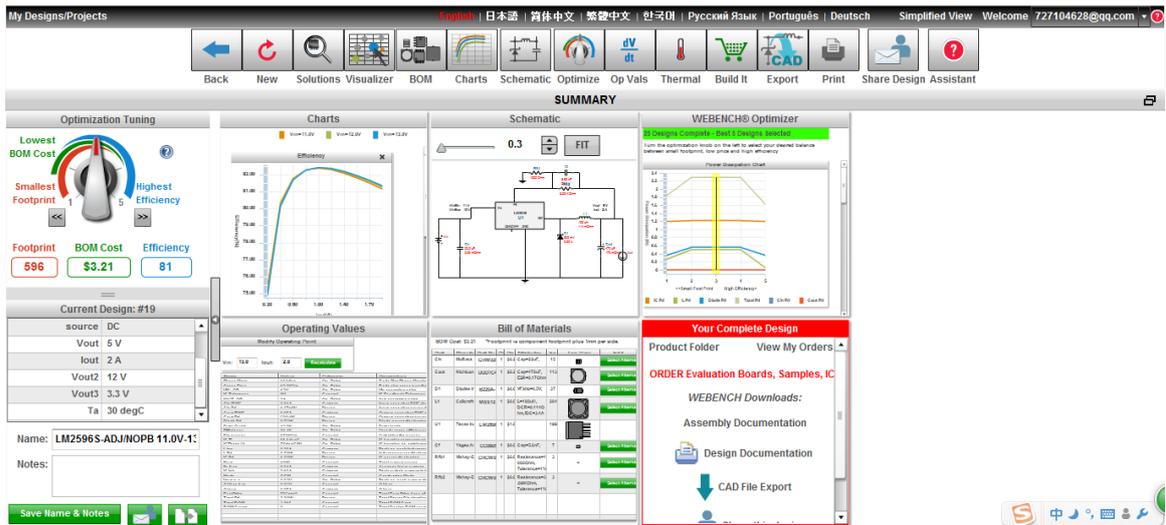


图3—整体界面

通过调节 optimization tuning 来改变整个电源的特性，如图4所示。



图4—optimization tuning

根据 WEBENCH 的原理图和 BOM 清单，然后适当参考 LM2596ADJ 的数据手册选择合适的器件。

Export to:  Excel BOM Cost: \$3.21 \*Footprint is component footprint plus 1mm per side.

Part	Manufacturer	Part Number	Quant	Price	Attributes	Footprint	Top View	Edit
Cin	MuRata	GRM32ER61E226K	1	\$0.28	Cap=22uF, ESR=2mOhm, VDC=25V	15		Select Alternate Part
Cout	Nichicon	UUD1C471MNL1GS	1	\$0.20	Cap=470uF, ESR=0.170hm, VDC=16V	113		Select Alternate Part
D1	Diodes Inc.	B220A-13-F	1	\$0.09	Vfatto=0.5V, Io=2A, VRRM=20V	37		Select Alternate Part
L1	Coilcraft	MSS1210-104KEB	1	\$0.81	L=100uH, DCR=0.114Ohm, IDC=3.4A	204		Select Alternate Part
U1	Texas Instruments	LM2596S-ADJ/NOF	1	\$1.80		199		
Cf	Yageo America	CC0805KRX7R9BB	1	\$0.01	Cap=5.6nF, ESR=0Ohm, VDC=50V	7		Select Alternate Part
Rfb1	Vishay-Dale	CRCW04021K00FK	1	\$0.01	Resistance=1000Ohm, Tolerance=1%, Power=0.063W	3	-	Select Alternate Part
Rfb2	Vishay-Dale	CRCW04023K09FK	1	\$0.01	Resistance=3.09KOhm, Tolerance=1%, Power=0.063W	3	-	Select Alternate Part

图5—元件清单

输入输出电压计算公式与 R2 选择公式，取 R1 为 1K,R2 采用电位器。

$$V_{OUT} = V_{REF} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad R_2 = R_1 \left( \frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

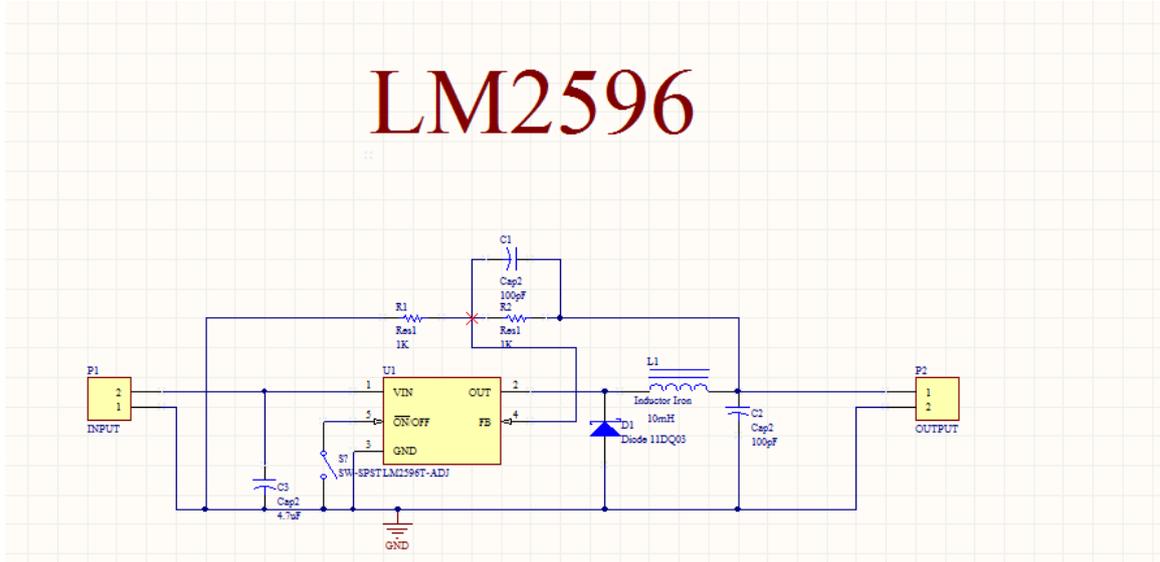


图 6—原理图

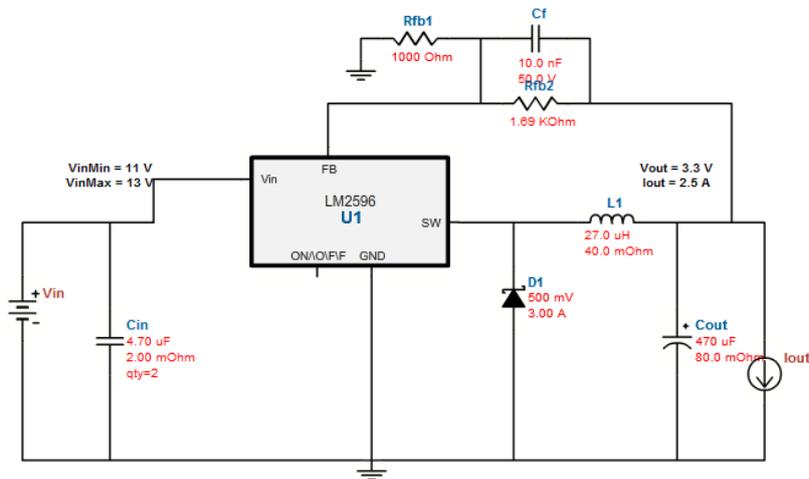


图 7—schematic

其次，可以根据热仿真的结果，可以帮助设计者合理布局，从而画一个散热好的 PCB 图。在开关调节器中，PCB 版面布局图非常重要，开关电流与环线电感密切相关，由这种环线电感所产生的暂态电压往往会引起许多问题。要使这种感应最小、地线形成回路，图中所示的粗线部分在 PCB 板上要印制得宽一点，且要尽可能地短。为了取得最好的效果，外接元器件要尽可能地靠近开关型集成电路，最好用地线屏蔽或单点接地。最好使用磁屏蔽结构的电感器，如果所用电感是磁芯开放式的，那么，对它的位置必须格外小心。如果电感通量和敏感的反馈线交叉，则集成电路的地线及输出端的电容 COUT 的连线可能会引起一些问题。在输出可调的方案中，必须特别注意反馈电阻及其相关导线的位置。

置。在物理上，一方面电阻要靠近 IC，另一方面相关的连线要远离电 感，如果所用电感是磁芯开放式的，那么，这一点就显得更加重要。

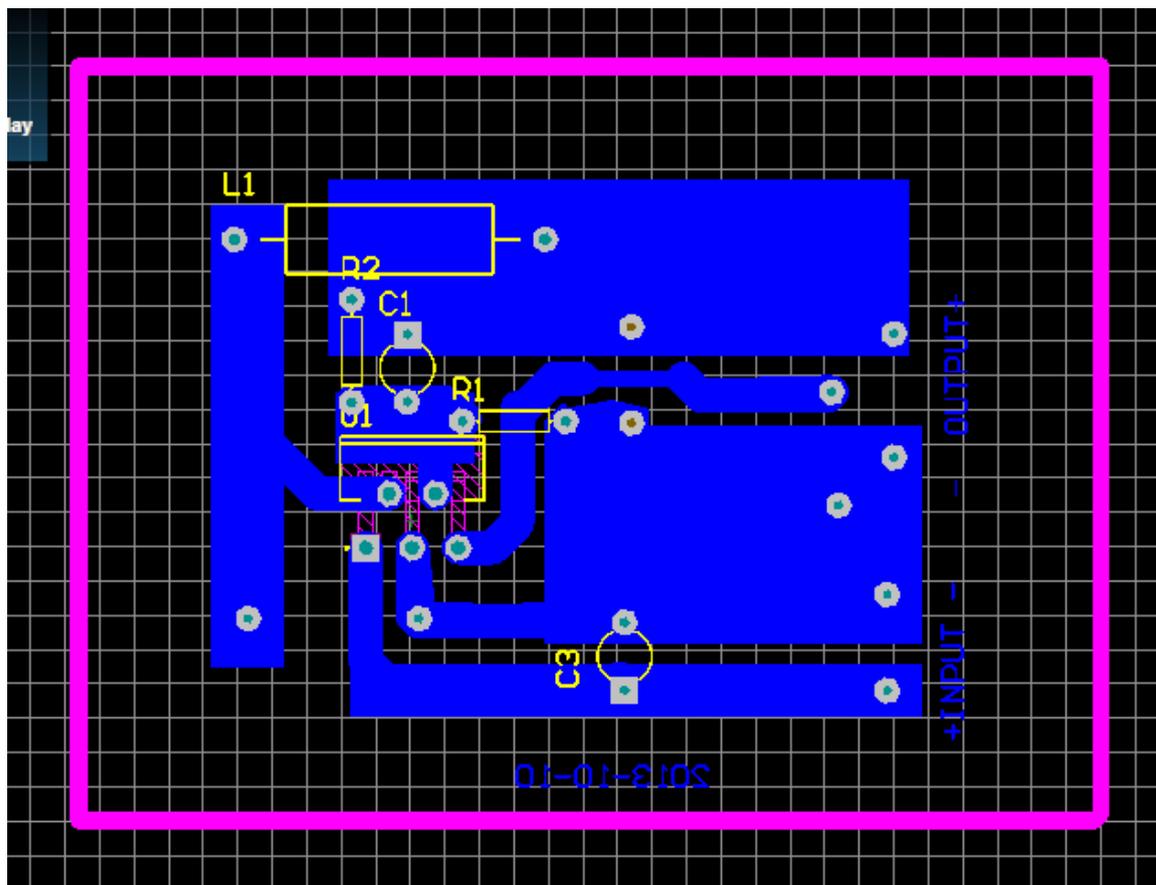


图 8—PCB 图

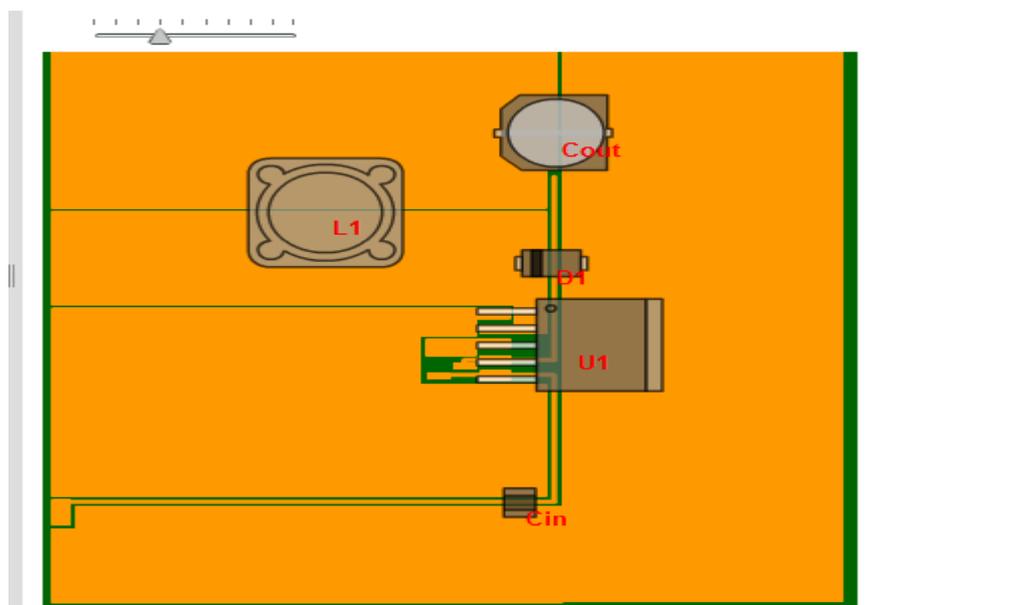


图 9

系统硬件电路简单，主要由 1m2596adj 芯片和晶闸管以及功率电感和输入输出电容，最后还有输出采样电阻组成。应用了简单的开关电源降压 拓扑结构。

在开关导通的时候，电源给功率电感充电，当开关闭合的时候功率电感通过高速二极管和负载形成回路，将电感储能释放掉。

## 5.测试结果与关键设计分析

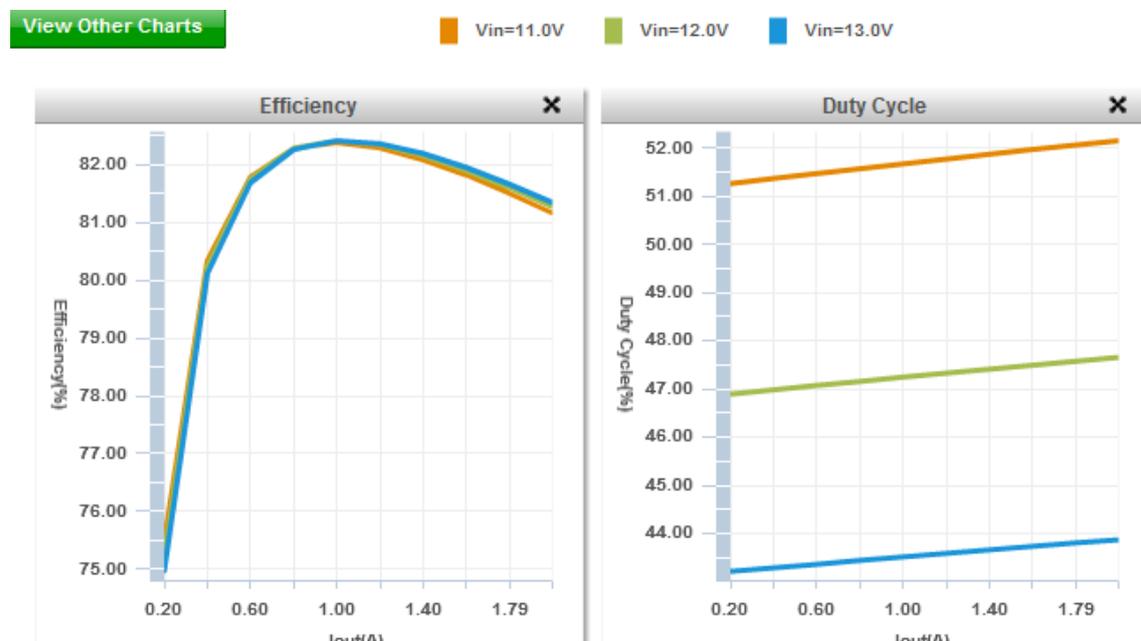


图 10—电源效率



图 11

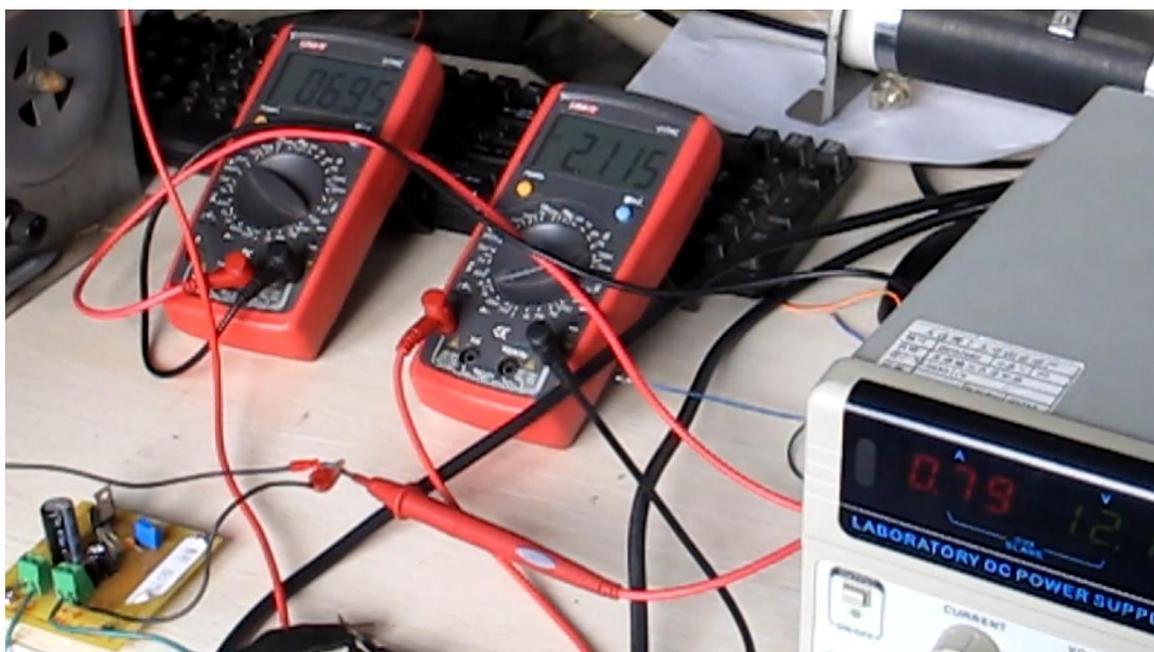


图 12

输入电压	输出电压	负载电流
12V	7.01V	0.729A
12V	6.99V	1.218A
12V	6.95V	2.093A

当输出电压固定时，电流随负载电阻的减小的而增大，当电流增大时，电压会出现小的波动，但总体特性满足要求。WEBENCH 在设计此电路中起了决定性的作用，首先可以帮助设计者很方便快捷的找到满足要求的芯片，其次，可以根据不同的设计要求，通过调节 optimization tuning 来快速满足要求。再者，在测试过程中可以很方便的参考 WEBENCH 里的工作数值，从而快速找出问题，合理调节。