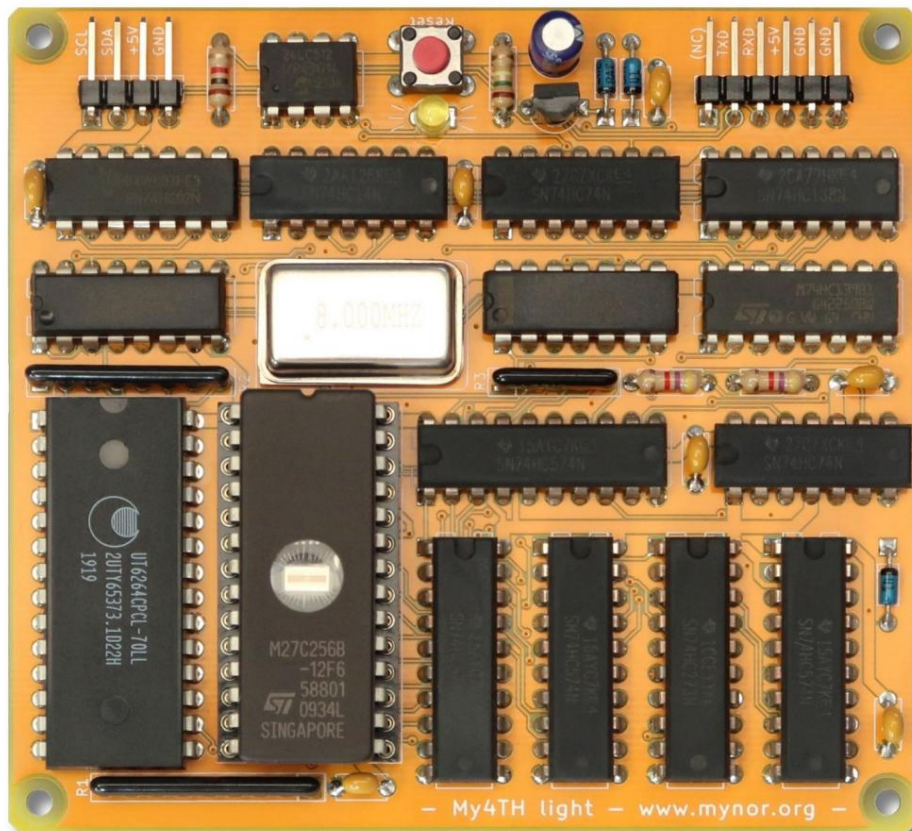


My4TH light 与 My4TH XS 一起,是 My4TH 计算机板的简化版本。我专门开发了 My4TH 来运行 FORTH,这是一种古老但非常高效的小型计算机系统编程语言。My4TH light 演示了构建一个可运行的 FORTH 计算机系统所需的逻辑芯片数量。“CPU”完全由分立逻辑芯片组成,为了简化无 ALU 设计,单个 NOR 门执行所有计算。

本文档将帮助您组装自己的 My4TH 灯板。请访问 [www.mynor.org](http://www.mynor.org) 获取更多文档。

My4TH 灯规格:

8 位计算机系统,采用 Von-Neumann 架构,8 MHz 系统时钟 1 位 NOR 门逻辑单元(无“ALU”),每秒 5200 次 8 位加法 @ 8 MHz 32 KB EPROM,64 kB EEPROM 和 8 KB SRAM Bit-banging 串行端口(4800 波特)和快速 I2C (8 MHz 系统时钟时高达 83 kHz) 8 MHz 系统时钟时功耗仅为 0.3 W 支持 FORTH 2012 标准。实现第四核心字、核心扩展字、双数字集、块字集、浮点字和许多其他字。



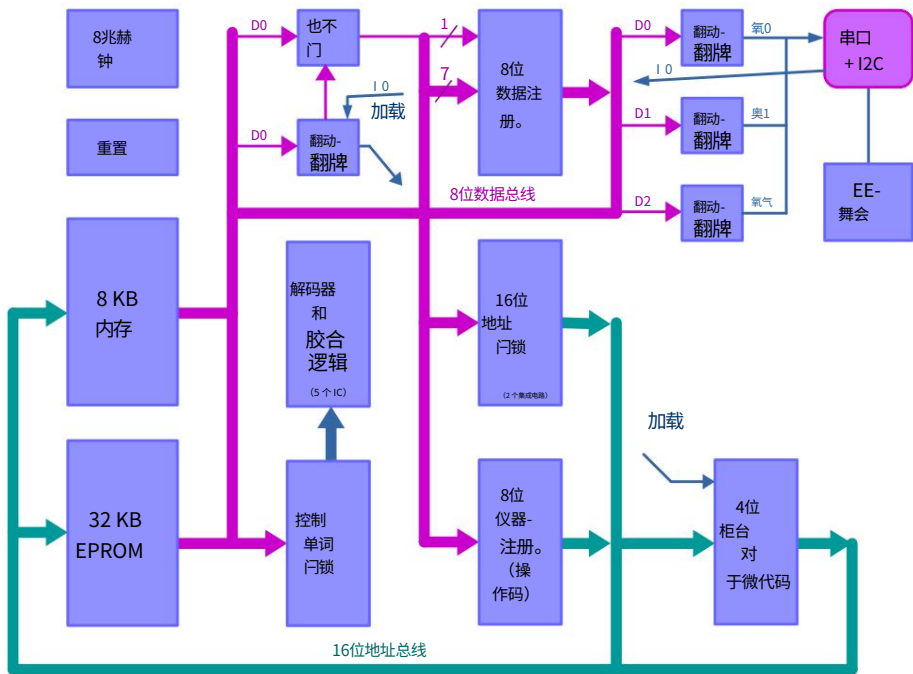
My4TH light, My4TH 的轻量级版本!



本作品根据 Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 国际许可证获得许可: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

# 系统总览

下面您可以看到 My4TH light 的框图。最重要的芯片是两个存储器,一个 32 KB EPROM 和 8 KB RAM。 EPROM 包含控制数据流的微代码通过系统,以及 FORTH 解释器代码。 RAM包含CPU寄存器、堆栈内存,以及 FORTH 应用程序代码和数据。如您所见,没有 CPU,也没有 ALU。计算机是由最简单的逻辑芯片构成的 系统中最复杂的芯片是EEPROM,它用作用户编写的 FORTH 代码的非易失性存储器。所有计算都需要两个操作数,例如加法、减法、AND、OR 和 XOR,都使用单个 NOR 来执行门,而其他简单操作,例如旋转和反转字节,则使用查找来执行桌子。 My4TH light 只有一个数字输入引脚,由 UART 和 I2C总线共享。一个简单的机制可防止数据从串行终端发送到I2C时损坏当I2C事务正在进行时, My4TH 计算机:UART RXD 线在 UART TXD 线设置为低电平。因此,当I2C处于活动状态时,会通过 TXD 发送一系列长低脉冲,但这些脉冲被接收器丢弃,因为它们被归类为非法数据或所谓的中断信号。



以下逻辑芯片用于构建 My4TH light:

芯片	描述	My4TH light 中的功能
74HC02四路 2 输入或非门		用于计算的或非门、胶合逻辑
74HC08四路 2 输入与门		胶合逻辑
具有施密特触发器输入的74HC14六反相器 时钟缓冲器、复位发生器		胶合逻辑
74HC74双 D 型触发器,带置位/复位功能		数据总线、TXD/SCL/SDA 信号上的 D0 锁存器
74HC138 3至8线解码器/解复用器		数据目标解码器
74HC139双路 2 至 4 线解码器/解复用器 数据源解码器		
74HC161同步4位二进制计数器		具有并行设置输入的微指令计数器
74HC273带复位的八路D型触发器		74HC138/139输入的控制信号缓冲器
74HC574八路D型触发器		各种数据寄存器

## 所需组件

以下是所有必需组件的概述：

您还可以为所有 IC 使用插座。这是可选的,但它可以大大简化故障排除：

完整的物料清单列于下页的表格中。请注意,该表还包含 EPROM 27C256。当您无法自行“烧录”或“编程”时,请联系我,我可以帮助你。

## 物料清单

参考	数量	图片	价值	贸泽部件号 <a href="http://www.mouser.com">www.mouser.com</a>	赖歇尔特部件号 <a href="http://www.reichelt.de">www.reichelt.de</a>
C1 C2 C4 C5 C6 C7 C8	7		100 纳法 (X7R/5毫米)	SR215C104K	X7R-5 100N
C3	1		10μF	ECE-A1HKA100	和 10U 50
D1 D2 D3	3		电池组41	BAT41-TAP	—41
D4	1		LED,3 毫米 151031Y	S06000	EVL 204-10UYD
J1	1		6 针接头, 直角	莫仕 22-28-8060	SL 1X40W 2,54
J2	1		4 针接头, 直角	莫仕 22-28-8040	SL 1X40W 2,54
Q1	1		BS170	BS170D27Z	BS 170
R1	1		8x 10k,9 针 4609X-1	101-103LF	威尔 9-8 10K
R2	1		4x 330,8 针 4608X-1	102-331LF	威尔 8-4 330
R3	1		4x 330,5 针 4605X-1	101-331LF	威尔 5-4 330
R4	1		15万	CFR-25JR-52150K	1/4W 150K
R5	1		1k	CFR-25JR-52-1K	1/4W 1.0K
R6	1		4k7	CFR-25JR-52-4K7	1/4W 4,7K
开关1	1		SW_推	TL1105AF160Q	品鉴师3301
U1	1		27C256 EPROM 32KB (55 - 100 纳秒)	AT27C256R-70PU (OTP 舞会)	27C256-100 (EPROM)
U2	1		6264 静态随机存储器8KB (55 - 70 纳秒)	AS6C6264-55PCN	6264-70
U3 U4 U6 U7 4			74HC574	SN74HC574N	74HC 574
U5	1		74HC273	SN74HC273N	74HC 273

U8	1		74HC161	SN74HC161N	74HC 161
U9	1		74HC138	SN74HC138N	74HC 138
U10	1		74HC139	SN74HC139N	(74HC 139, 不再可用)
11岁以下,15岁以下	2		74HC74	SN74HC74N	74HC 74
U12	1		74HC14	SN74HC14N	74HC 14
U13	1		74HC08 (见正文)	SN74HC08N	74HC 08
U14	1		74HC02	SN74HC02N	74HC 02
U16	1		24LC512 24LC1026 (见正文)	24LC512-I/P 24LC1026-I/P	24LC512-I/P
X1	1		8兆赫	MXO45-3C-8M0000 OSZI 8,000000	
插座	1		直插28 用于EPROM	110-47-628-41-001000 GS 28P	
PCB原卡1张			使用提供的 gerber 文件 (在 zip 文件中)并在 jlcpcb.com 订购 PCB		

您可以在 [mouser.com](http://mouser.com), [digikey.com](http://digikey.com), [reichelt.de](http://reichelt.de) 和许多其他网站购买组件。  
关于PCB原卡,我在中国的JLCPCB获得了非常好的经验。请注意,  
最小订购量为 5 块板,价格为 2.00 美元加运费。那真的很便宜!

## 关于某些组件的注释

### EPROM

使用 BOM 中列出的组件,您应该能够以 8 MHz 运行 My4TH light,不会出现任何问题。如果您无法获得访问时间为 100 ns 或更快的 EPROM 或 OTP PROM,则可以通过稍微移动系统中的时序来解决此问题。例如,如果您使用访问时间为 120ns 的 EPROM,这也可能有效,但往往会导致不稳定。尝试用 74AC08 替换 74HC08 (U13)。如果这没有帮助,您还可以尝试将 74HC161 (U8) 替换为 74AC 对应产品。我发现地址线对触摸很敏感。尽量不要触摸 SRAM 左侧的引脚。触摸地址引脚会给信号增加少量电容,从而使信号时序向错误方向偏移。

### EEPROM

该板可配备用于 Forth 块存储的 EEPROM。这类似于将数据存储在硬盘上的扇区中。该 EEPROM 是可选的,但我建议至少使用一个小型 24LC512 EEPROM。只要安装了以下类型的 EEPROM,My4TH light 就会自动检测可用的 EEPROM 存储器:24LC512、24AA512、24LC1026 或 24AA1026。

您可以通过将更多 EEPROM 连接到外部 I2C 总线 J2 来添加更多内存。确保每个 EEPROM 都有唯一的设备地址。这可能很困难,因为 24xx1026 EEPROM 占用两个地址(从总线一侧看,它们在一个封装中包含两个 24LC512 芯片)。

最大存储器配置为 8x 24LC512 (8 位 I2C 地址 0xA0、0xA2、0xA4、0xA6、0xA8、0xAA、0xAC 和 0xAE),产生 512 KB 的非易失性块。

## 电路板组装

下图展示了各个部分的位置。从焊接低元件开始,按以下顺序:接头 J1 和 J2、IC 插座、不带插座和电阻的 IC。之后,继续连接电阻网络 R1 - R3、电容器、晶体管和 LED。最后安装开关和时钟振荡器。

## 第一次测试

### 1. 检查您的工作在首次给

My4TH 灯板通电之前,请检查板上的所有组件,以确保它们正确且方向正确。检查 EPROM 是否正确插入插座,并且没有引脚弯曲而错过相关插座。

还要检查焊点是否有缺失连接或短路。

### 2. 电源My4TH 灯可

通过接头 J1 或 J2 的 +5V/GND - 引脚供电。我建议使用“真正的”5V 电源（电源适配器）。测试表明,廉价的智能手机 USB 充电器经常无法正常工作。它们是用来给电池充电的,而不是直接为设备供电。我还测试了 USB 移动电源。有些移动电源可以工作,有些则不能。你必须自己找出答案。J1 的引脚排列与常见 FTDI USB 转 UART 桥 PCB 分线板的引脚排列相匹配,因此也可以通过 USB 端口为 My4TH 灯板供电。

### 3. 接通电源立即打

开电源。观察 LED。如果一切正确,LED 现在应该会闪烁一点,然后亮起。如果按下重置按钮,它会再次闪烁,然后保持亮起状态。

如果 LED 不闪烁,请检查所有组件和焊接。尝试以较低的频率运行电路板,例如使用 4 MHz 振荡器（串行波特率将降至 2400 波特）。如果计算机现在可以工作,则某些已安装组件存在严重的计时问题。请先检查 SRAM 和 EPROM。为了弥补 EPROM 速度慢的问题,请尝试将 U8 和 U13 替换为相应的 74AC 版本。

### 4. RS232 端子My4TH 灯提

供 TTL 电平的串行接口,即 0 至 +5V。因此,无法将 My4TH light 直接连接到 PC 的 RS232 端口。相反,您需要某种电平转换器,例如老式的 MAX232。或者,在现代,您可以使用 USB 转串行转换器芯片,例如 FTDI FT232RL,它已经支持正确的电压电平。幸运的是,USB 转串口转换器分线板随处可见,例如“FTDI Basic Breakout 5V”板和克隆板。我从亚马逊购买了一块克隆板,如下图所示。引脚排列与 J1 的引脚匹配,因此 My4TH 灯板也可以从此板供电。在您的 PC 上,将终端程序设置为 4800 波特、8 位、1 个停止位且无握手,您应该能够与 My4TH 灯板进行通信。

图片显示了一块可配置为 3.3V 或 5V 操作的板。  
跳线必须设置到 5V 位置。

## FORTH 程序示例

你好世界：

```
: 你好。“你好世界！”；  
你好
```

循环中的你好世界：

```
:你好 10 0 做 cr。“你好世界！”环形；  
你好
```

打印平方数：

```
: 方格 182 1 我重复 * 方格。环形；
```

帕斯卡三角形：

```
: PascTriangle cr dup 0 ?do 1 over 1- i - 2* 空格 i 1+ 0  
?do dup 4 .rji - * i 1+ / 循环 cr drop 循环 drop；  
13 Pasc三角形
```

99瓶啤酒：

```
:无名重复。。“瓶子”；  
:无名。。“1瓶”；  
:无名。。“不再有瓶子了”；  
创建瓶子：.bottles dup ， ， ，  
2 分钟细胞瓶子 + @execute；  
: .啤酒.瓶子. “啤酒”；  
: .wall .beer。 在墙上 ；  
: .take。“拿下一份,传给大家”；  
: .verse .wall cr .beer cr 1- .take cr .wall cr；  
: 诗句 开始 cr .verse ?dup 0= 直到；  
99节
```

## 第四快速入门：

如果您还不熟悉 FORTH,我强烈建议您阅读“开始 FORTH”：  
<https://www.forth.com/starting-forth/>

My4TH light 有一个内置文本编辑器,可以编辑 FORTH 屏幕。例如,输入

5 编辑

编辑屏幕编号 5。要加载、编译和执行屏幕,请输入

5负载

## 进一步阅读

My4TH 的 FORTH 语言参考：[My4TH-light\\_Forth\\_Glossary.pdf](#)

如何与 PC 交换数据：[My4TH\\_Data\\_Exchange.pdf](#)