

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

计算机应用专业系列教材

微机接口技术

主编 孙琦

中央广播电视大学出版社

计算机应用专业系列教材

微机接口技术

主编 孙 琦

中央广播电视大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

微机接口技术/孙琦主编. —北京:中央广播电视大学出版社, 2001.2

ISBN 7-304-01974-3

I. 微… II. 孙… III. 微型计算机-接口-广播电视教育: 高等教育-教材 IV. TP364.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 04679 号

版权所有, 翻印必究。

计算机应用专业系列教材

微机接口技术

主编 孙 琦

出版·发行/ 中央广播电视大学出版社

经销/ 新华书店北京发行所

印刷/ 四平市鸿发印刷有限公司

开本/ 787×1092 1/16 印张/16.5 字数/379千字

版本/ 2000年12月第1版 2002年9月第4次印刷

印数/ 24601~35600

社址/ 北京市复兴门内大街160号 邮编/100031

电话/ 66419791 68519502

(本书如有缺页或倒装, 本社负责退换)

书号: ISBN 7-304-01974-3/TP·145

定价: 23.00 元

计算机应用专业系列教材

微机接口技术

策 划 钱辉镜

设 计 沈雅芬 徐孝凯 何晓新

顾 问 许卓群 任为民

课程建设指导小组 (按姓氏笔画排序)

陈 明 (石油大学 教授)

郑纪蛟 (浙江大学 教授)

侯炳辉 (清华大学 教授)

高金源 (北京航空航天大学 教授)

前 言

本教材是根据中央广播电视大学高等专科计算机应用专业微机接口技术课程教学大纲（1999年10月审定通过）编写的。

微机接口技术是一门计算机应用专业（控制方向）专业技术必修课程，教材中介绍了微机控制外设的基本概念和一些常用微机接口芯片的使用方法，其内容与工程实际紧密相联系，实用性很强。但本课程内容具有概念前后交叉、综合某些前修课程内容、不易自学及叙述通俗的参考教材少等特点，考虑到这些问题，在编写本教材的过程中力争针对电大学生的特点，做到深入浅出、通俗易懂，内容设置尽量围绕基本内容，且例题均系从实际应用中选出，使学生能通过本课程的学习，掌握基本的微机用于控制的概念与方法。本教材在每章后配有数量较多的习题和自测题，供学生自我检查与巩固所学的内容之用。

为了便于学生学习，根据本课程的多媒体教材一体化设计方案的要求，本教材还配备有录像资料，对教材中的重点及难点内容进行讲解。

本教材第一、五、六、七、八章由孙琦编写，第二、三、四章由吕小星编写。全书由孙琦任主编，并负责全书的统稿。

本教材的编写工作是在北京航空航天大学高金源教授主持下进行的，本教材在编写过程中还有幸得到了北京航空航天大学李行善教授、清华大学杨素行教授、中央电大孙天正教授的审阅，其中李行善教授担任本教材的主审，并与北京航空航天大学徐兴高级工程师一起全面细致地审阅了本教材的最终定稿，他们对教材内容提出了许多宝贵的意见和建议。在此，特对他们表示衷心的感谢。

由于时间仓促及作者水平有限，书中谬误及不当之处在所难免，企盼读者批评指正。

编 者

2000年7月4日

本教材中使用的图符说明



提问 (非习题内容), 以便加深对重点问题的印象



本部分内容有录像讲解



重点、难点



要求学生复习以前内容



本部分内容配有实验



习题、自测题



习题、自测题答案

目 录

第一章 微机接口技术概述

1.1 微机接口及其功能	[1]
1.1.1 微机控制系统实例	[1]
1.1.2 接口的作用	[4]
1.1.3 外设的编址	[9]
1.1.4 8086CPU 的输入输出指令	[14]
1.2 数据的输入输出方式	[16]
1.2.1 程序控制的输入输出方式	[16]
1.2.2 程序中中断的输入输出方式	[20]
1.2.3 直接存储器存取方式	[23]
小结	[24]
习题一	[25]
自测题一	[26]

第二章 总线

2.1 概述	[28]
2.1.1 总线的基本概念	[28]
2.1.2 总线标准	[31]
2.2 ISA 总线	[34]
2.2.1 引脚信号说明	[35]
2.3 PCI 总线	[38]
2.3.1 PCI 总线概述	[38]
2.3.2 PCI 总线信号定义	[39]
2.3.3 PCI 扩展总线的结构	[43]
2.3.4 总线操作	[44]
2.3.5 PCI 总线的配置地址空间	[47]
小结	[49]

习题二	[49]
自测题二	[50]

第三章 中断控制

3.1 微型计算机的中断系统	[51]
3.1.1 中断的概念	[51]
3.1.2 中断源的识别与中断源优先级	[52]
3.1.3 中断向量表	[57]
3.1.4 8086 的中断类型	[60]
3.2 可编程中断控制器 8259A	[65]
3.2.1 8259A 的内部结构及逻辑功能	[65]
3.2.2 8259A 的外部引脚信号	[68]
3.2.3 8259A 的工作方式	[69]
3.2.4 8259A 的编程	[74]
3.3 8259A 在微机系统中的应用	[83]
3.3.1 IBM PC/XT 机的中断控制	[83]
3.3.2 用户中断服务程序	[84]
3.3.3 80X86 系统的中断控制	[87]
小 结	[88]
习题三	[89]
自测题三	[90]

第四章 并行 I/O 接口

4.1 概述	[91]
4.1.1 什么是并行接口	[91]
4.1.2 接口内部寄存器编址方法	[92]
4.1.3 简单的并行输入输出接口	[93]
4.2 常用可编程并行接口芯片 8255A	[96]
4.2.1 8255A 的内部结构	[96]
4.2.2 8255A 芯片引脚说明	[98]
4.2.3 8255A 的控制字	[99]
4.2.4 8255A 的工作方式	[102]
4.3 8255A 应用举例	[112]
4.3.1 8255A 的简单初始化编程	[112]

4.3.2 8255A 在并行打印机接口电路中的应用	[114]
小 结	[120]
习题四	[120]
自测题四	[121]

第五章 定时器/计数器

5.1 概述	[123]
5.2 可编程定时器/计数器 8253	[124]
5.2.1 8253 的内部结构	[125]
5.2.2 8253 的控制字格式	[128]
5.2.3 8253 计数器的计数启动方式和计数结束方式	[130]
5.2.4 8253 的六种工作方式	[130]
5.3 定时器/计数器应用举例	[135]
小 结	[140]
习题五	[141]
自测题五	[142]

第六章 数/模转换及模/数转换

6.1 概述	[143]
6.2 数/模转换原理	[146]
6.2.1 T形电阻网络	[146]
6.2.2 D/A 转换器的主要参数	[150]
6.3 常用数/模转换芯片的使用	[150]
6.3.1 8 位 D/A 转换器 DAC0832	[151]
6.4 模/数转换原理	[158]
6.4.1 常用模/数转换方法	[158]
6.4.2 A/D 转换的主要技术参数	[162]
6.5 常用模/数转换芯片的使用	[162]
6.5.1 8 位模/数转换器 ADC0809	[162]
6.5.2 12 位模/数转换器 AD574	[167]
6.5.3 模拟电压输入通道的组成	[174]
小 结	[176]
习题六	[176]
自测题六	[177]

第七章 人机接口

7.1	概述	[179]
7.2	键盘识别原理	[180]
7.2.1	简单按键的识别	[180]
7.2.2	按键抖动的消除	[181]
7.2.3	键盘阵列	[182]
7.2.4	行扫描法	[182]
7.2.5	反转法	[186]
7.3	LED 显示器	[188]
7.3.1	LED 显示器的结构	[188]
7.3.2	LED 数码管应用举例	[191]
7.4	LCD 显示器	[197]
7.4.1	LCD 的基本结构及工作原理	[198]
7.4.2	LCD 的驱动方式	[198]
	小 结	[206]
	习题七	[206]
	自测题七	[207]

第八章 串行 I/O 接口

8.1	概述	[208]
8.1.1	串行通信的基本概念	[208]
8.1.2	串行通信的三种方式	[209]
8.1.3	串行数据传送方式	[210]
8.1.4	信号的调制与解调	[211]
8.2	RS-232-C 串行通信标准	[211]
8.3	可编程串行异步通信接口 8250	[214]
8.3.1	8250 的引脚信号	[214]
8.3.2	8250 的内部结构	[216]
8.3.3	8250 的内部寄存器	[218]
8.4	8250 应用举例	[224]
8.4.1	8250 的初始化	[224]
8.4.2	PC 机之间的通信	[226]
8.4.3	PC 机与 MCS51 单片机之间的通信	[232]

小 结	[235]
习题八	[236]
自测题八	[236]
习题答案	[238]
自测题答案	[259]
参考文献	[252]

第一章 微机接口技术概述

[内容提要]

本章从一般的角度说明了什么是微机接口、接口的作用、接口信号的分类及接口的编址使用等概念，以及微机通过接口与外设交换数据的方式：程序控制的输入输出方式（无条件输入输出、查询输入输出）、中断输入输出方式和 DMA 输入输出方式。

[学习目标]

熟练掌握：数据输入输出的概念，接口的概念和作用，端口的概念，接口信号的分类（数据、状态、控制），数据通过接口输入输出的方式，接口的编址使用，接口的编址方式，输入输出指令及其时序。

掌握：状态口及控制口的主要信号线。

[教学建议]

本章总学时	录像	实验	自学（练习）
4 学时	100 分钟	0	6 学时

1.1 微机接口及其功能

1.1.1 微机控制系统实例

现在，微型计算机（以下简称微机）已广泛用于国民经济的各个方面，其中一个重要的应用方面是利用微机实现被控对象的自动检测与自动控制。当微机用于自动控制时，微机与各种不同的外部设备（以下简称外设）组成一个系统共同完成检测与控制任务。为了使外部设备的各种不同信号能与微机相互交换，就需要在微机与外部设备之间设计各种不同硬件，这些设计的硬件就称为接口。这里只是非常粗略地指出什么是接口，本章后面的内容将全面

地介绍接口的概念，并且本教材将全面地讲解各种常用接口的特点及使用。

为了说明采用微机进行自动检测和控制及接口的概念，下面将简单介绍两个实例。

1. 机动车前照灯光度微机自动检测系统

图 1-1 是微机用于机动车前照灯光度自动检测系统的功能方块图。按国家标准，机动车前照灯的光度必须要达到一定的亮度，以保证其在夜间行驶的安全性。机动车在测量光度时，前照灯必须距离光度测量仪 3 米。图 1-1 正是按国家标准而设计的一种微机前照灯自动检测系统。在实际应用中，常用光电开关来做定位信号，光电开关是成对使用的器件，一只发红外光，另一只接收光。图 1-1 中的光电开关 1 和光电开关 2 的设置保证机动车前照灯与光度检测仪的距离，当光电开关 1 被挡、光电开关 2 未被挡时，机动车前照灯位置距前照灯检测仪正好为 3 米。当被检测的机动车距前照灯检测仪 3 米时，前照灯检测仪将感受到的机动车前照灯的亮度将其转换为直流电压并将其送入微机，微机将检测结果进行变换处理后送给点阵灯箱显示牌加以显示。

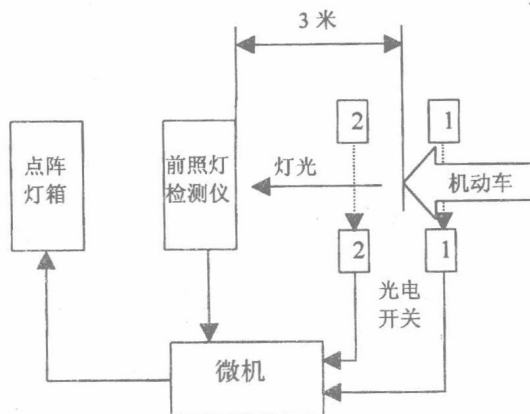


图 1-1 微机前照灯自动检测系统

在该系统中，微机是与其它的设备共同组成了一个系统来完成光度的自动检测。但微机并不能直接与外设进行信号连接。在该系统中，光电开关输出的电压较高，需要将其变成 0~5V 范围的电压才能被微机接收。而前照灯检测仪输出的亮度信号为直流电压模拟量，必须将其转换为数字量才能被微机接收。微机输出的亮度检测结果为数字量，因为要传输较远的距离，故需先将其转换成脉冲序列，才能发给点阵灯箱显示牌。为了完成这些信号形式的转换，就需要在微机与外部设备之间设置一些接口电路。如在前照灯检测仪与微机之间加装模/数转换器进行模拟量到数字量的转换，在微机与点阵灯箱显示牌之间加设并行到串行数据的转换电路等。

2. 工业炉燃烧微机控制系统

图 1-2 为工业炉燃烧微机控制系统的示意图。

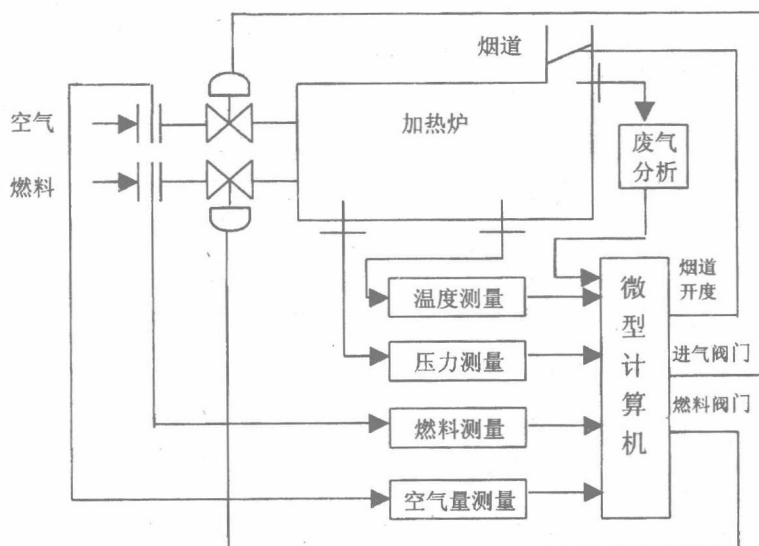


图 1-2 工业炉计算机控制系统

为了使燃烧完全，必须保证燃料与空气的比值适当。如果空气比较少，部分燃料不能完全燃烧，随废气排出，造成浪费。如果空气太多，过剩的空气会带有大量的热量，使被加热工件表面氧化。所以，保持空气和燃料的适当比值不仅能节省能源，而且还能提高产品质量。为此，在工业炉控制系统中通常要测量温度、压力、空气燃料的量，以及排气管道中的氧气含量，将这些数据输入计算机，再按照一定的算法，计算出应有的空气、燃料的量、阀门的开度，以及排气管道出口挡板的开度，以使整个工业炉燃烧状态最好。在工业炉计算机控制系统中是微型计算机与上述外部设备协同工作，完成整个系统的控制任务。通常，温度、压力、燃料量、空气量以及废气分析仪表测量输出值是不同的模拟物理量，不能直接被微机所接收，而微机产生的控制指令为数字量，不能直接用来控制烟道阀门、进气阀门、燃料阀门，所以为了使计算机与外部设备交换信号，必须设计一些对输入输出信号进行相应的转换的接口电路。即在本例中的温度、压力、燃料量、空气量及废气分析仪表的输出端加装模/数及数/模转换器，微机输出的控制各阀门的指令需要锁存和放大等。此外，从图中还可看到，同时输入到计算机的待测信号有多个，而计算机一个时刻只能处理一个外设的信号，所以在各测量仪表与微型计算机间还要加装多路开关，由微型计算机根据程序切换多路开关，控制各被测量信号按一定的顺序先后输入。

在以上两个例子中，读者可能还不十分理解上述各种信号转换电路的实际用途及工作原理，这也正是本教材中后面要重点叙述的内容，这里只要先有一个初步的概念：微机与外设是通过接口电路连接起来的，接口电路的作用是进行信号转换，经过接口对信号的转换后，微机才可与外设连成一个系统工作。

微机在自动控制中的应用非常之广，微机的应用已经渗透到国民经济及人民生活的方

面面，其应用例子不胜枚举。



1.1.2 接口的作用



从前面的两个例子可见，在工业自动控制中，微机与一些外部设备共同组成一个系统工作。微机在与外部设备相连时，在微机与外部设备之间需要设计一个电路对信号进行适当的转换。这个位于微机与外部设备之间的信号转换电路即为接口电路，简称接口。下面将详细分析接口的功能及作用。



通过学习《微型计算机原理》可知，CPU 与存储器之间有三类连线，即地址总线 AB、数据总线 DB 及控制总线 CB。以 8086CPU 工作在最小模式时组成的微机系统为例，其结构图如图 1-3 所示。

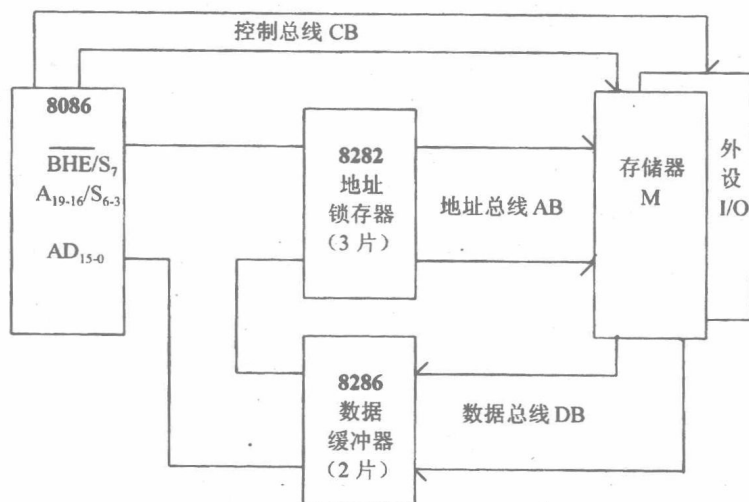


图 1-3 8086 工作在最小模式下系统结构图

CPU 在正常工作时，在这三类总线上传输的信号是在不断变化的。举个例子来说，CPU 执行每条指令（程序）的过程是先通过地址总线 AB 给出存放指令的存储器地址，然后通过控制总线 CB 发读信号 $\overline{RD}$ ，选通内存储器 M 码段（即程序段）的某个单元，将存储在该存储单元中的二进制指令代码沿着数据总线 DB 读到 CPU 中，然后再译码执行（执行的含义或是在 CPU 内部进行计算，或是 CPU 沿着数据总线到存储器中取数据，或是 CPU 将计算好的数据沿着数据总线存放到存储器中）。只要微机通电工作，CPU 就是在连续不断地执行程序，其执行的单条程序即指令总是在不断变化的，因此，CPU 从存储器中取出的指令的代码也是在不断地变化的。由于指令的二进制代码是沿着数据总线被读入到 CPU 中的，故数据总线上传送的内容也就是在不断地变化的。对于以下将要说明的问题，CPU 与存储器交换数据要经过数据总线。数据总线上传送的数据是在不断地变化的这个概念非常重要。

从图 1-3 可见, 微机系统中除了有存储器外, 还包括外设, CPU 也需要到外设中取数据或是向外设输出数据, CPU 与外设间交换数据也要通过数据总线。但一般来说, **外设的数据线不能直接连到数据总线 DB 上**。为了说明其原因, 首先分析图 1-4 所示信号输入通道。该例中 CPU 要检测开关 K 的状态是处于闭合还是开断。

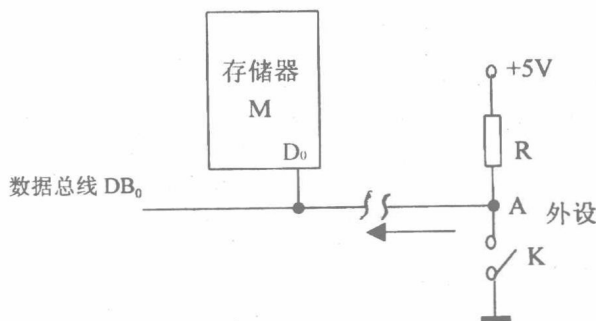


图 1-4 输入外设的数据线不能直接接到数据总线上

图 1-4 中, 开关 K 为一简单的只有一位数据的输入外设, 当开关 K 打开时, A 点为高电平 1; 当开关 K 闭合时, A 点为低电平 0。开关 K 的开或关状态 (1 或 0) 就是输入开关外设产生的数据。

若将 A 点直接接到数据总线的某一根上, 例如接到 DB_0 上, 企图使 CPU 通过 DB_0 来读入开关 K 产生的数据是 0 还是 1, 进而知道开关 K 是打开还是闭合的做法是错误的。因数据总线上传输的数据是在不断变化的, 若开关 K 总是处在闭合状态, 开关电路的 A 点将持续为低电平 0, A 点直接接到 DB_0 将使得 DB_0 持续为低电平 0, 这不仅干扰 DB_0 上可能要传输高电平 1, 还将使得产生高电平 1 与产生低电平 0 的电路直接相接引起电路的损坏。

为解决上述问题, 可在 A 点与数据总线 DB_0 间加一个带低电平选通端的缓冲器, 缓冲器的选通端接一个带 3 个输入端的与门, 其接线如图 1-5 所示。

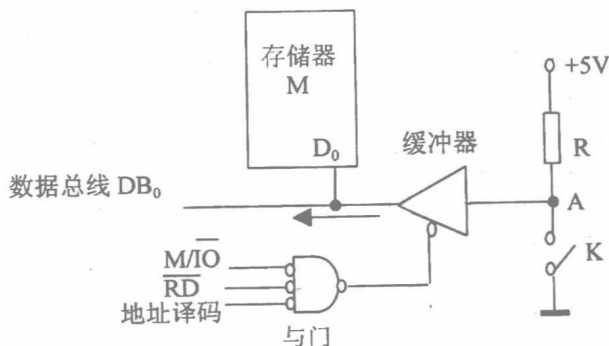


图 1-5 输入外设的数据经缓冲器接至数据总线



通过学习《计算机电路基础一》可知, 只有当与门的 3 个输入端同时为 0 时, 与

门的输出端才为 0；而与门的输出端为 0 时，缓冲器选通，缓冲器输入端的数据才可到达缓冲器的输出端。当与门 3 个输入端中有一个不为 0 时，与门的输出端就为 1，与门输出端为 1，使得缓冲器不被选通，这时缓冲器输入端的数据无法通过缓冲器到达缓冲器的输出端。



通过学习《计算机组成原理及汇编语言》，只有在 CPU 执行从外设输入数据指令（例如，in al, dx）瞬间，CPU 的输出引脚（即与门的输入信号） $M/\overline{IO}$ 、 $\overline{RD}$ 及地址译码信号才同时为 0，才使得与门输出为 0，即使得缓冲器的选通端为 0，这时缓冲器选通，开关 K 的状态才能通过缓冲器到达 DB_0 ，进而被读入 CPU。而在其它情况下（CPU 执行其它指令时）， $M/\overline{IO}$ 、 $\overline{RD}$ 及地址译码信号不同时为 0，与门输出为 1，缓冲器不被选通，因此开关 K 的状态无法通过缓冲器，不会干扰数据总线。



若 CPU 执行向外设输出数据指令时，例如，

out dx, al

时，CPU 的 $M/\overline{IO}$ 、 $\overline{RD}$ 及地址译码信号如何变化？缓冲器是否选通？开关 K 的状态是否能到达 DB_0 ？

进一步分析图 1-6 所示信号的输出通道，图中， DB_0 为数据总线的最低位，若 DB_0 为低电平 0，则可使发光二极管点亮。

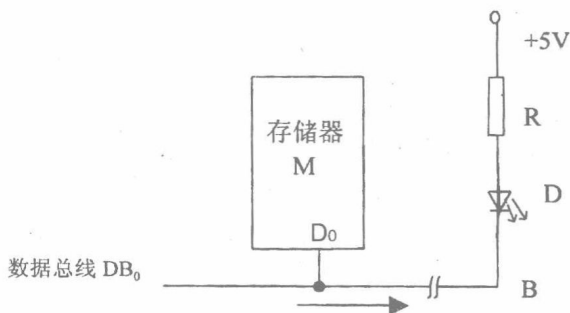


图 1-6 数据总线不能直接接到输出外设的数据线上

图 1-6 中，发光二极管电路为一简单的只有一位数据的输出外设。对发光二极管电路，当 B 点电位为高电平（数据 1）时，发光二极管截止熄灭，当 B 点为低电平（数据 0）时，发光二极管导通发光。通过数据总线 DB_0 输给 B 点的 1 或 0 即为输给发光二极管外设的数据。

若将 B 点直接与 DB_0 相接，企图使 CPU 通过向数据总线的 DB_0 输出数据 0 或 1 来控制发光二极管的熄灭与发光的做法也是错误的。根据前面所述，数据总线上传输的数据是在不断变化的，是不可能只保持为固定的 0 或 1 的。虽然这个时刻希望发光二极管发光，可以通