

【STM32】GPIO工作原理（八种工作方式超详细分析，附电路图）

原创

Yngz_Miao

2018-04-10 10:20:05

85722

★ 收藏

338

版权

分类专栏：《嵌入式》STM32开发笔记

STM32F1xx官方资料：

《STM32中文参考手册V10》-第8章通用和复用功能IO(GPIO和AFIO)

芯片数据手册 (datasheet)

STM32的GPIO介绍

STM32引脚说明

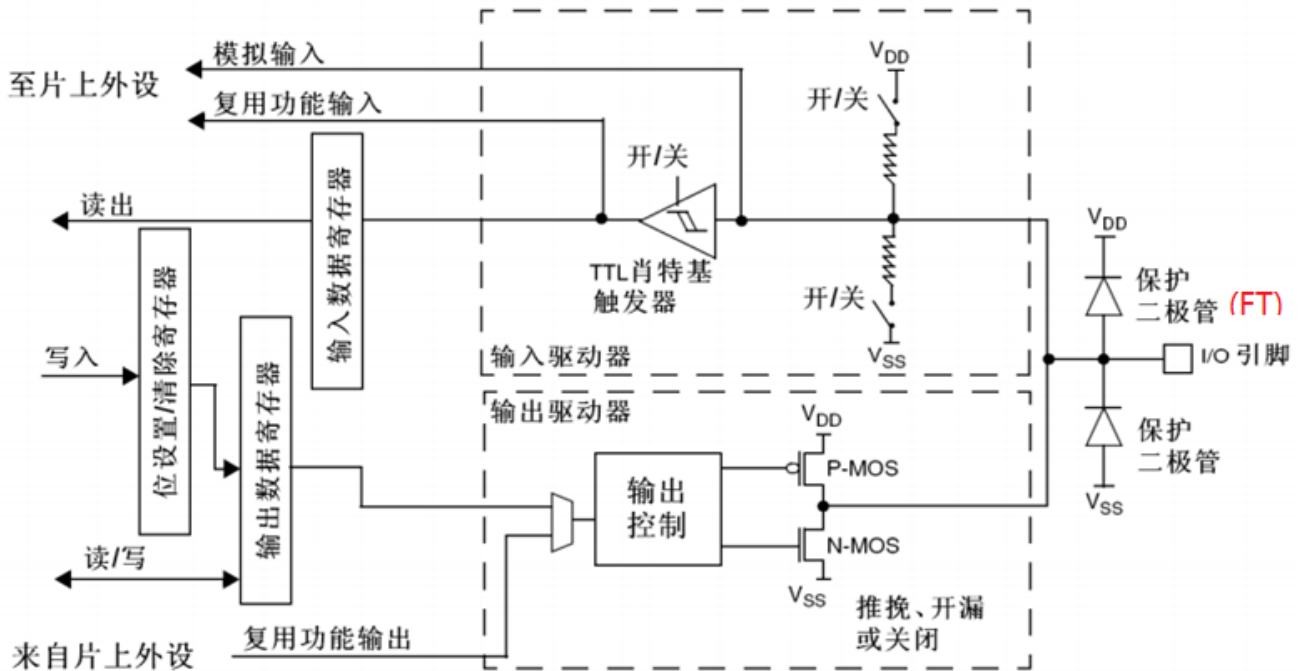
GPIO是通用输入/输出端口的简称，是STM32可控制的引脚。GPIO的引脚与外部硬件设备连接，可实现与外部通讯、控制外部硬件或者采集外部硬件数据的功能。

STM32F103ZET6芯片为**144脚芯片**，包括**7个通用目的的输入/输出口（GPIO）组**，分别为**GPIOA、GPIOB、GPIOC、GPIOD、GPIOE、GPIOF、GPIOG**，同时每组GPIO口组有**16个GPIO口**。通常简略称为**PAx、PBx、PCx、PDx、PEx、PFx、PGx**，其中x为0-15。

STM32的大部分引脚除了当GPIO使用之外，还可以复用位外设功能引脚（比如串口），这部分在【STM32】STM32端口复用和重映射（AFIO辅助功能时钟）中有详细的介绍。

GPIO基本结构

每个GPIO内部都有这样的一个电路结构，这个结构在本文下面会具体介绍。



这边的电路图稍微提一下：

- **保护二极管：**IO引脚上下两边两个二极管用于防止引脚外部过高、过低的电压输入。当引脚电压高于VDD时，上方的二极管导通；当引脚电压低于VSS时，下方的二极管导通，防止不正常电压引入芯片导致芯片烧毁。但是尽管如此，还是不能直接外接大功率器件，须加大功率及隔离电路驱动，防止烧坏芯片或者外接器件无法正常工作。
- **P-MOS管和N-MOS管：**由P-MOS管和N-MOS管组成的单元电路使得GPIO具有“推挽输出”和“开漏输出”的模式。这里的电路会在下面很详细地分析到。
- **TTL肖特基触发器：**信号经过触发器后，模拟信号转化为0和1的数字信号。但是，当GPIO引脚作为ADC采集电压的输入通道时，用其“模拟输入”功能，此时信号不再经过触发器进行TTL电平转换。ADC外设要采集到的原始的模拟信号。

这里需要注意的是，在查看《STM32中文参考手册V10》中的GPIO的表格时，会看到有“FT”一列，这代表着这个GPIO口时兼容3.3V和5V的；如果没有标注“FT”，就代表着不兼容5V。

STM32的GPIO工作方式

GPIO支持4种输入模式（浮空输入、上拉输入、下拉输入、模拟输入）和4种输出模式（开漏输出、开漏复用输出、推挽输出、推挽复用输出）。同时，GPIO还支持三种最大翻转速度（2MHz、10MHz、50MHz）。

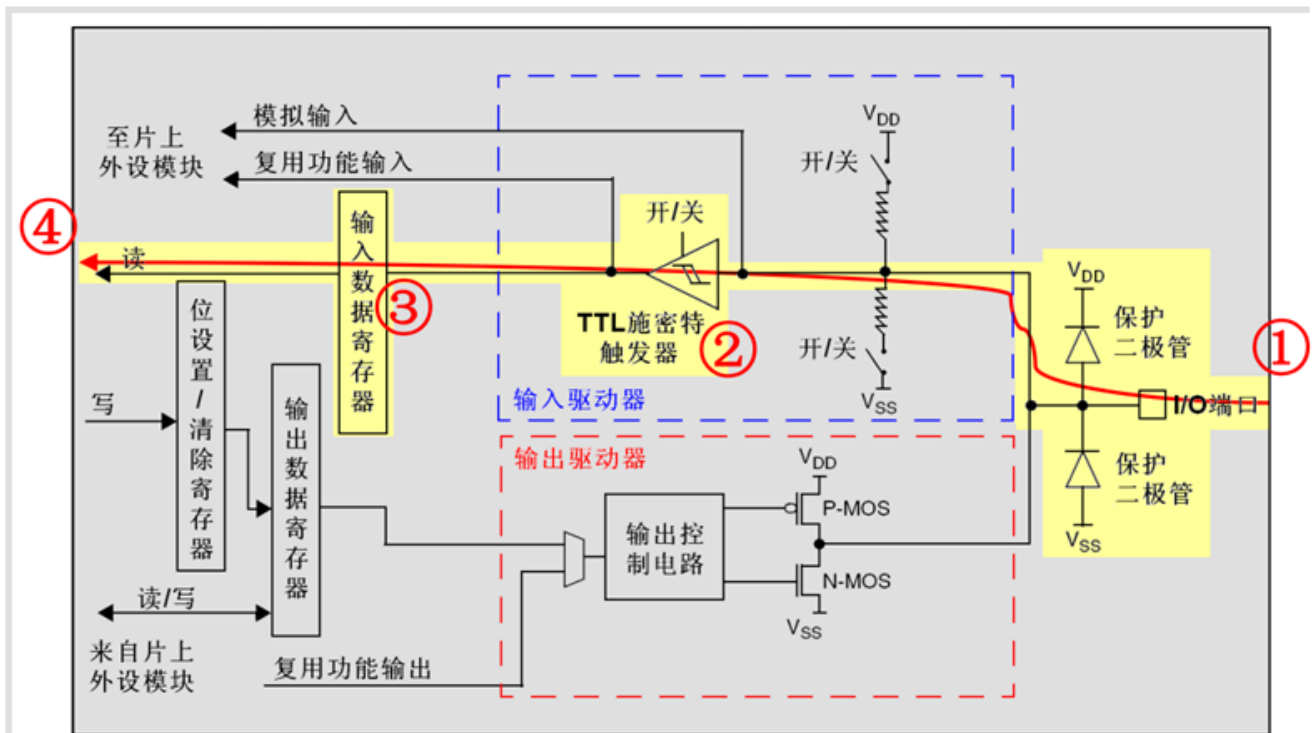
每个I/O口可以自由编程，但I/O口寄存器必须按32位字被访问。

1. GPIO_Mode_AIN 模拟输入
2. GPIO_Mode_IN_FLOATING 浮空输入

3. GPIO_Mode_IPD 下拉输入
4. GPIO_Mode_IPU 上拉输入
5. GPIO_Mode_Out_OD 开漏输出
6. GPIO_Mode_Out_PP 推挽输出
7. GPIO_Mode_AF_OD 复用开漏输出
8. GPIO_Mode_AF_PP 复用推挽输出

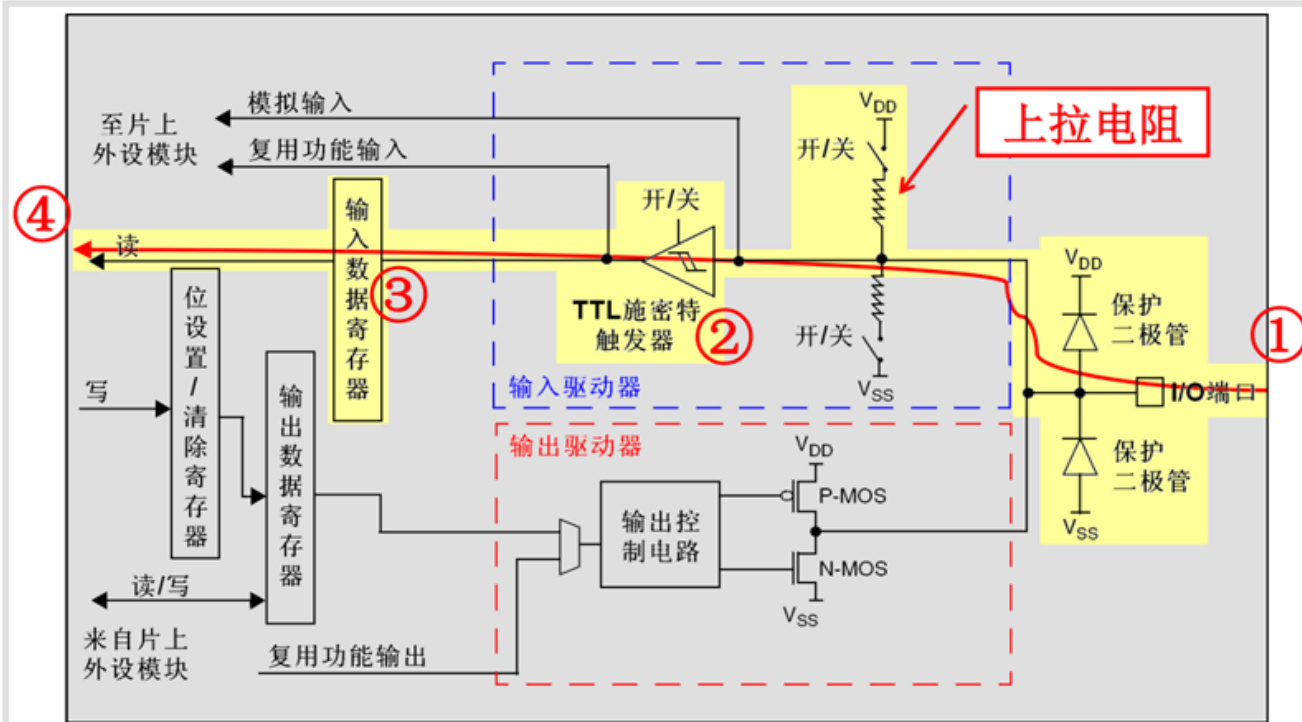
下面将具体介绍GPIO的这八种工作方式：

浮空输入模式



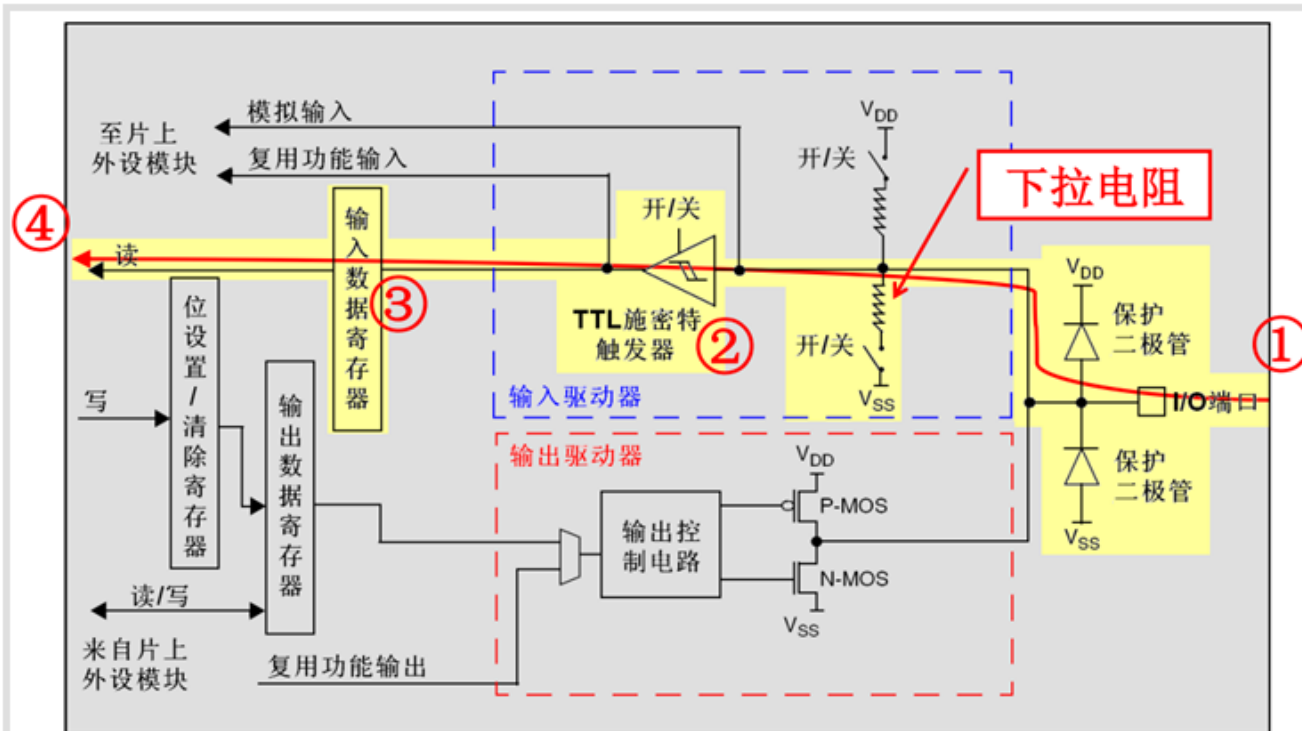
浮空输入模式下，I/O端口的电平信号直接进入输入数据寄存器。也就是说，I/O的电平状态是不确定的，完全由外部输入决定；如果在该引脚悬空（在无信号输入）的情况下，读取该端口的电平是不确定的。

上拉输入模式



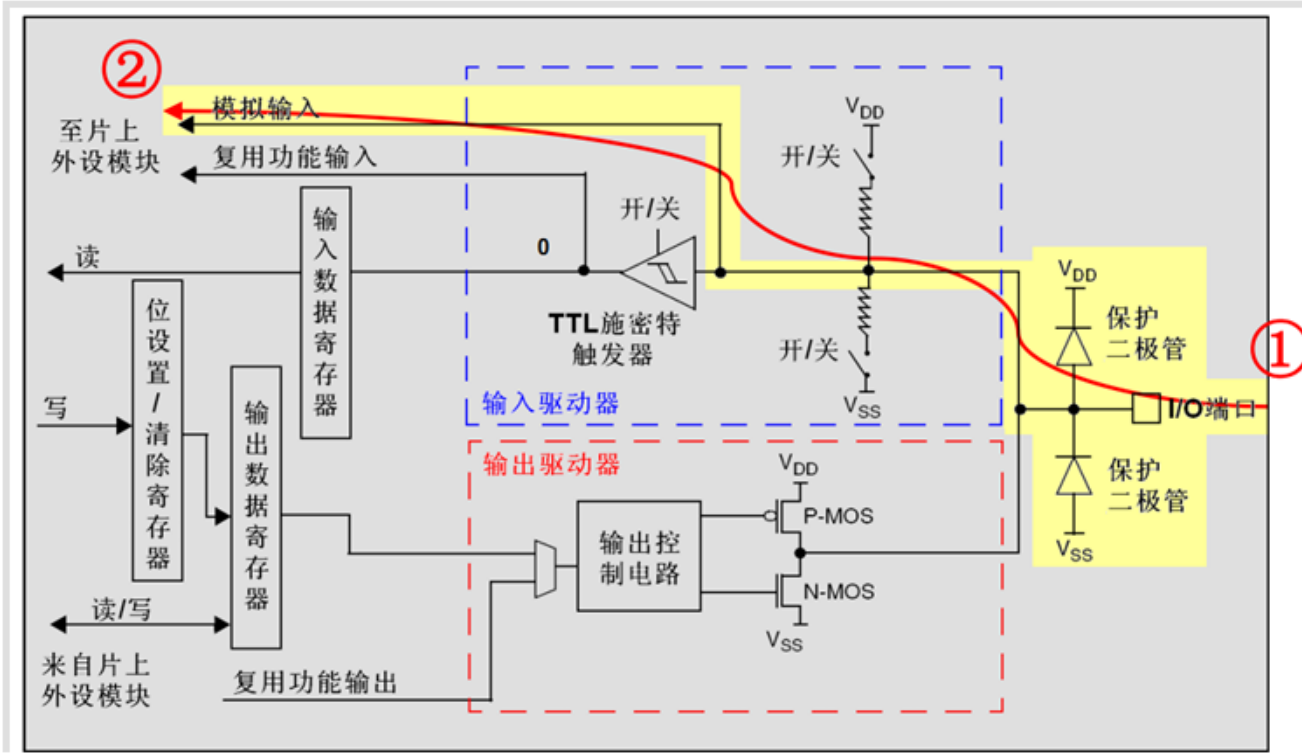
上拉输入模式下，I/O端口的电平信号直接进入输入数据寄存器。但是在I/O端口悬空（在无信号输入）的情况下，输入端的电平可以保持在高电平；并且在I/O端口输入为低电平的时候，输入端的电平也还是低电平。

下拉输入模式



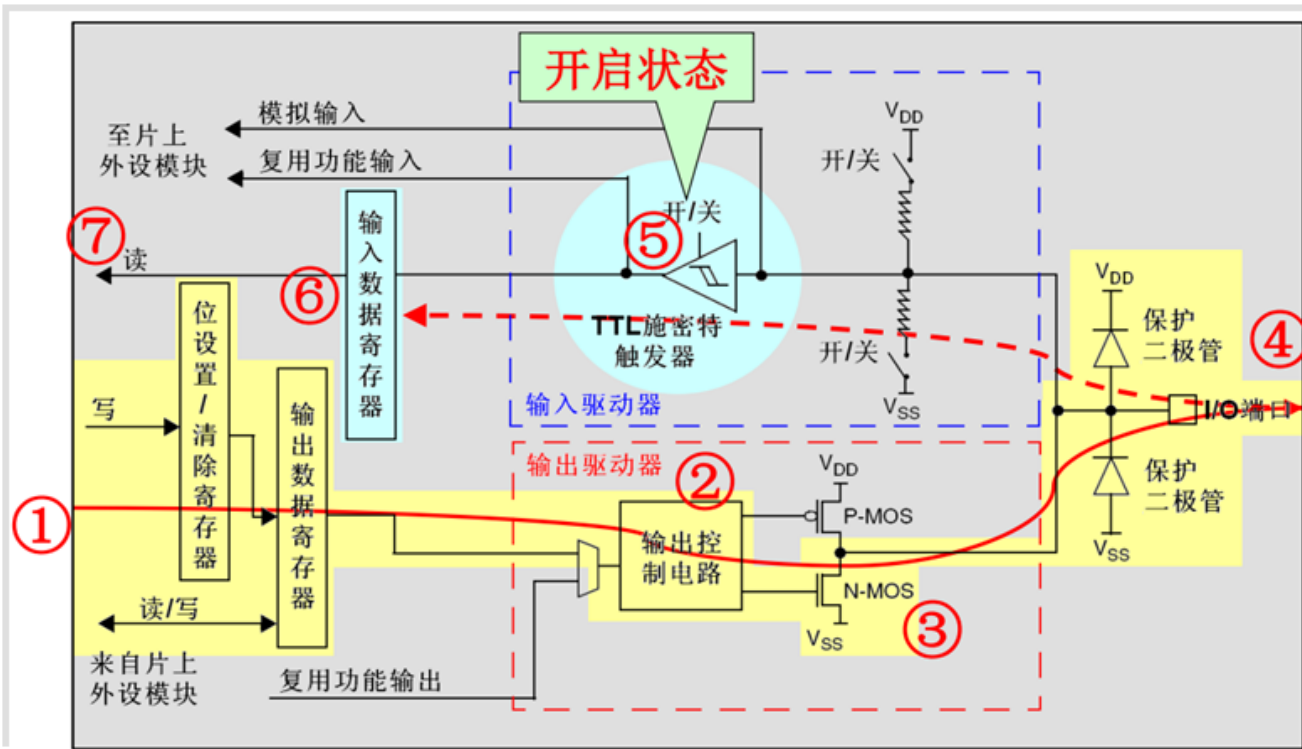
下拉输入模式下，I/O端口的电平信号直接进入输入数据寄存器。但是在I/O端口悬空（在无信号输入）的情况下，输入端的电平可以保持在低电平；并且在I/O端口输入为高电平的时候，输入端的电平也还是高电平。

模拟输入模式



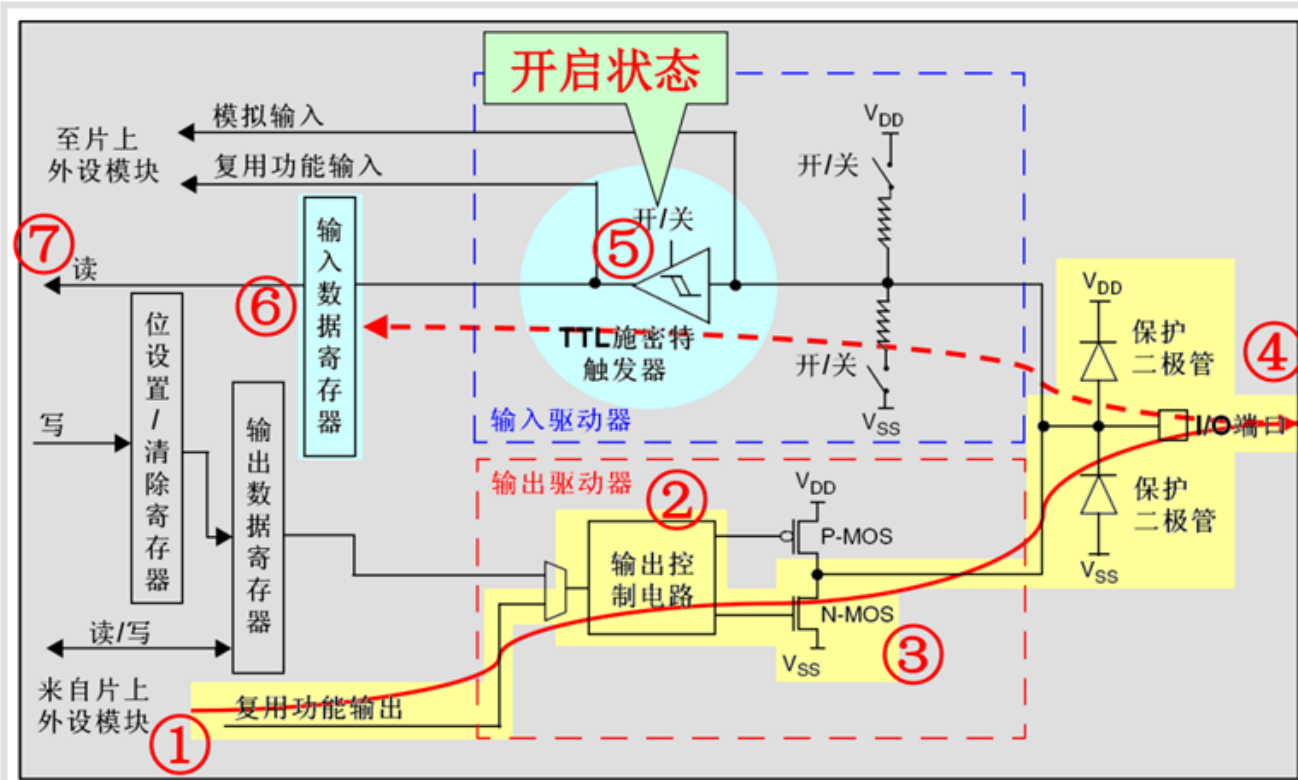
模拟输入模式下，I/O端口的模拟信号（电压信号，而非电平信号）直接模拟输入到片上外设模块，比如ADC模块等等。

开漏输出模式



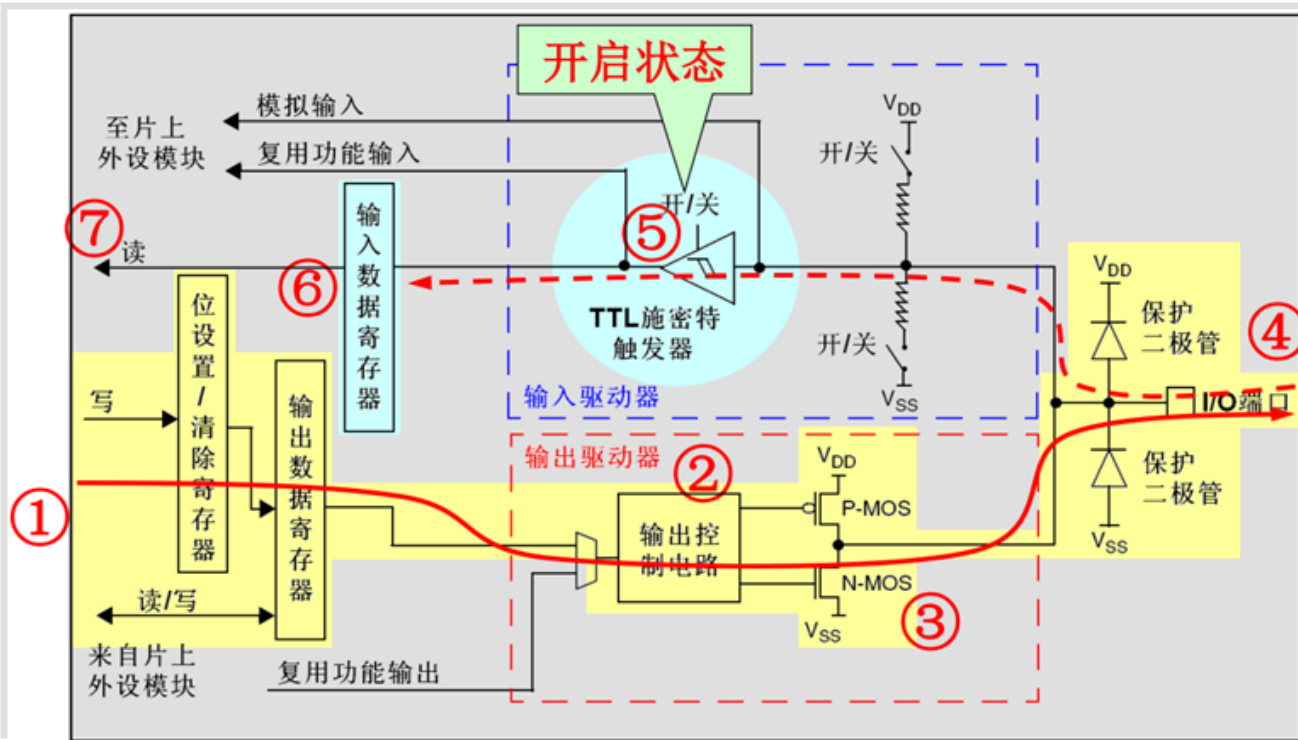
开漏输出模式下，通过设置位设置/清除寄存器或者输出数据寄存器的值，途经N-MOS管，最终输出到I/O端口。这里要注意N-MOS管，当设置输出的值为高电平的时候，N-MOS管处于关闭状态，此时I/O端口的电平就不会由输出的高低电平决定，而是由I/O端口外部的上拉或者下拉决定；当设置输出的值为低电平的时候，N-MOS管处于开启状态，此时I/O端口的电平就是低电平。同时，I/O端口的电平也可以通过输入电路进行读取；注意，I/O端口的电平不一定是输出的电平。

开漏复用输出模式



开漏复用输出模式，与开漏输出模式很是类似。只是输出的高低电平的来源，不是让CPU直接写输出数据寄存器，取而代之利用片上外设模块的复用功能输出决定的。

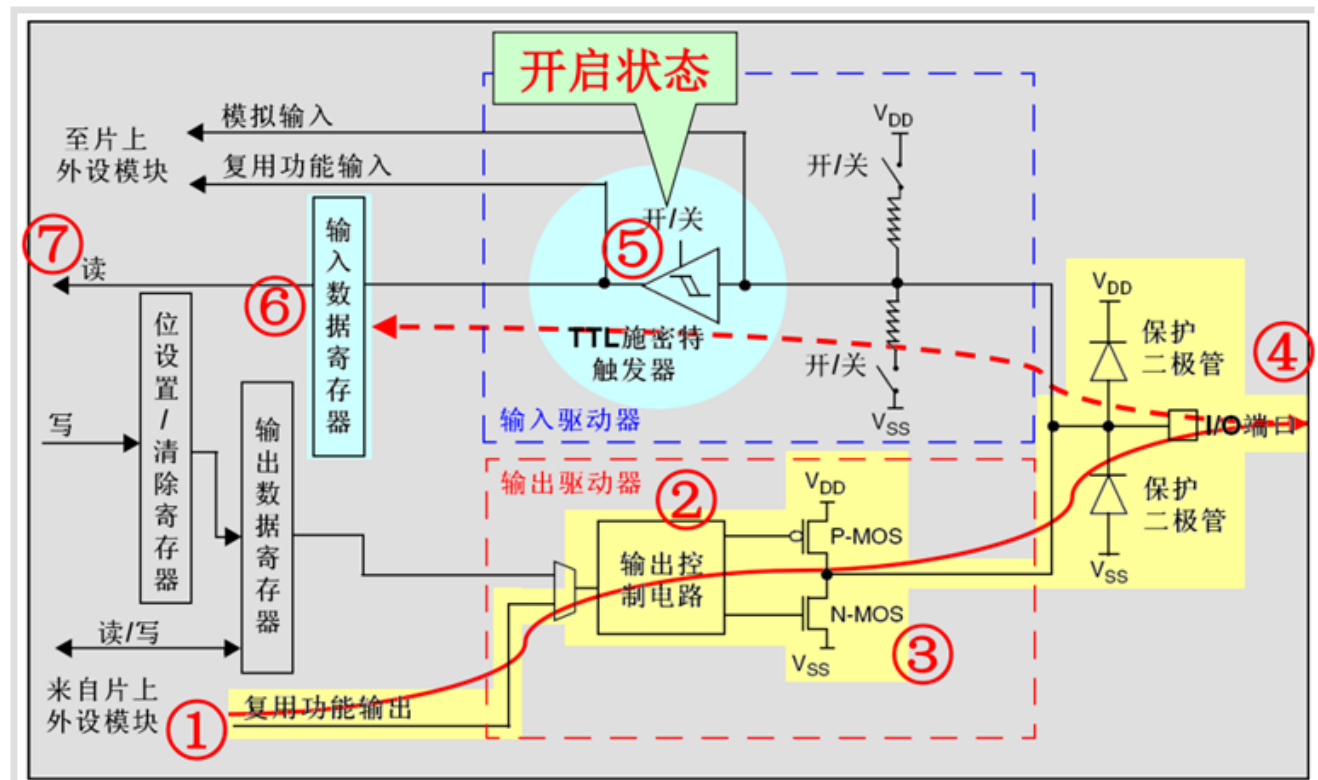
推挽输出模式



推挽输出模式下，通过设置位设置/清除寄存器或者输出数据寄存器的值，途经P-MOS管和N-MOS管，最终输出到I/O端口。这里要注意P-MOS管和N-MOS管，当设置输出的值为高电平的时候，P-MOS管处于开启状态，N-MOS管处于关闭状态，此时I/O端口的电平就由P-MOS管决定：高电平；当设置输出的值为低电平的时候，P-MOS管处于关闭状

态，N-MOS管处于开启状态，此时I/O端口的电平就由N-MOS管决定：低电平。同时，I/O端口的电平也可以通过输入电路进行读取；注意，此时I/O端口的电平一定是输出的电平。

推挽复用输出模式



推挽复用输出模式，与推挽输出模式很是类似。只是输出的高低电平的来源，不是让CPU直接写输出数据寄存器，取而代之利用片上外设模块的复用功能输出决定的。

总结与分析

1、什么是推挽结构和推挽电路？

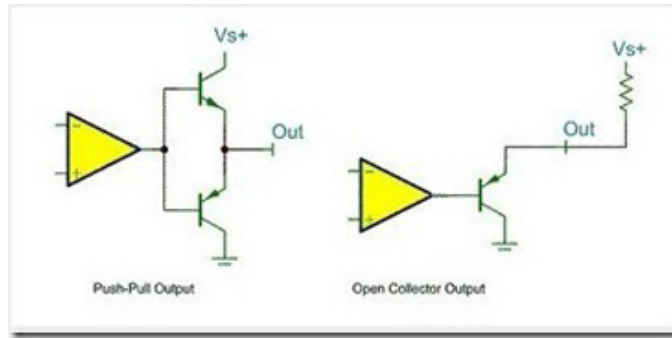
推挽结构一般是指两个参数相同的三极管或MOS管分别受两互补信号的控制，总是在一个三极管或MOS管导通的时候另一个截止。高低电平由输出电平决定。

推挽电路是两个参数相同的三极管或MOSFET，以推挽方式存在于电路中，各负责正负半周的波形放大任务。电路工作时，两只对称的功率开关管每次只有一个导通，所以导通损耗小、效率高。输出既可以向负载灌电流，也可以从负载抽取电流。推挽式输出级既提高电路的负载能力，又提高开关速度。

2、开漏输出和推挽输出的区别？

- 开漏输出：只可以输出强低电平，高电平得靠外部电阻拉高。输出端相当于三极管的集电极。适合于做电流型的驱动，其吸收电流的能力相对强(一般20ma以内)；
- 推挽输出:可以输出强高、低电平，连接数字器件。

关于推挽输出和开漏输出，最后用一幅最简单的图形来概括：



该图中左边的便是推挽输出模式，其中比较器输出高电平时下面的PNP三极管截止，而上面NPN三极管导通，输出电平 V_{S+} ；当比较器输出低电平时则恰恰相反，PNP三极管导通，输出和地相连，为低电平。右边的则可以理解为开漏输出形式，需要接上拉。

3、在STM32中选用怎样选择I/O模式？

- 浮空输入_IN_FLOATING ——浮空输入，可以做KEY识别，RX1
- 带上拉输入_IPU——IO内部上拉电阻输入
- 带下拉输入_IPD—— IO内部下拉电阻输入
- 模拟输入_AIN ——应用ADC模拟输入，或者低功耗下省电
- 开漏输出_OUT_OD ——IO输出0接GND，IO输出1，悬空，需要外接上拉电阻，才能实现输出高电平。当输出为1时，IO口的状态由上拉电阻拉高电平，但由于是开漏输出模式，这样IO口也就可以由外部电路改变为低电平或不变。可以读IO输入电平变化，实现C51的IO双向功能
- 推挽输出_OUT_PP ——IO输出0-接GND，IO输出1 -接VCC，读输入值是未知的
- 复用功能的推挽输出_AF_PP ——片内外设功能（I2C的SCL、SDA）
- 复用功能的开漏输出_AF_OD——片内外设功能（TX1、MOSI、MISO.SCK.SS）



C · C++ · Java · Python · JS · C# · PHP

微信号：Yngz_Miao

邮箱：yngzMiao@163.com

博客：blog.csdn.net/qq_38410730

https://blog.csdn.net/qq_38410730

 点赞⁹¹

 评论²⁴

 分享

 收藏³³⁸

 手机看

 打赏



关注