

MDT 2051A OTP 单片机

1. 概述

这款内含 OTPROM 的 8 位微控制器采用全静态 CMOS 设计技术, 具有高速度, 低功耗, 尺寸小, 高防噪的特点。

片内存储器为: 1.0K ROM, 68 字节的静态 RAM。

2. 特性

以下是有关软件和硬件的特性:

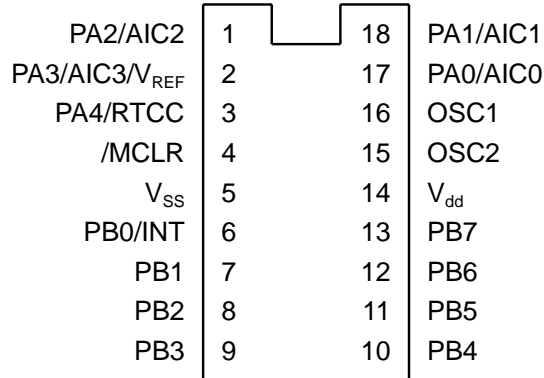
- 全静态 COMS 设计
- 8 位数据总线
- 片内 ROM: 1024*14 位
- 内部 RAM: 84 字节 (68 个通用寄存器, 16 个特殊功能寄存器)
- 37 个单字指令
- 指令长 14 位
- 8 级堆栈
- 工作电压: 2.3V-6.3V
- 工作频率: 0-20MH
- 最快执行时间: 200ns (在 20MH 下, 除含有分支的指令以外的所有单循环指令)
- 寻址方式有直接寻址, 间接寻址, 相关寻址等
- 上电复位
- 边沿触发式复位
- 电压范围检测复位
- 节能的睡眠模式
- 4 个中断源: - 外部 INT 引脚
 - TMR0 定时器
 - A/D 转换比较器
 - 端口 B (7: 4) 转换中断
- A/D 转换模式: - 4 个模拟量混合输入到一个 A/D 转换器上
 - 8 位精度
- 可通过程序设置初始值的 8 位实时时钟/计数器
- 4 种振荡模式可供编程选择:
 - RC—低频 RC 振荡
 - LFXT—低频晶振
 - XTAL—标准晶振
 - HFXT—高频晶振
- 片内 RC 振荡基于看门狗定时器 (WDT) 操作便利
- 以下引脚有上拉电阻:
 - PA0-PA3, PB0-PB7, /MCLR, RTCC
- 以下引脚有下拉电阻:
 - PA0-PA3, PB0-PB7, RTCC
- 13 个可单独控制方向的 I/O 口

3. 应用

MDT2051A 可广泛应用于发动机控制、高速自控目标、低压远程发送/接收、导

向设备、通信进程，例如：遥控器、微型设备、充电器、玩具、汽车和 PC 外设等。

4. 引脚图



5. 引脚功能

引脚	I/O	功 能
PA0-PA3	I/O	端口A, TTL电平
PB0-PB7	I/O	端口B, TTL电平
RTCC/PA4	I/O	实时时钟/计数器, 施密特触发器输入电平 开漏输入/输出引脚
/MCLR	I	复位, 施密特触发器输入电平
OSC1	I	振荡输入
OSC2	O	振荡输出
V _{dd}		电源
V _{ss}		接地

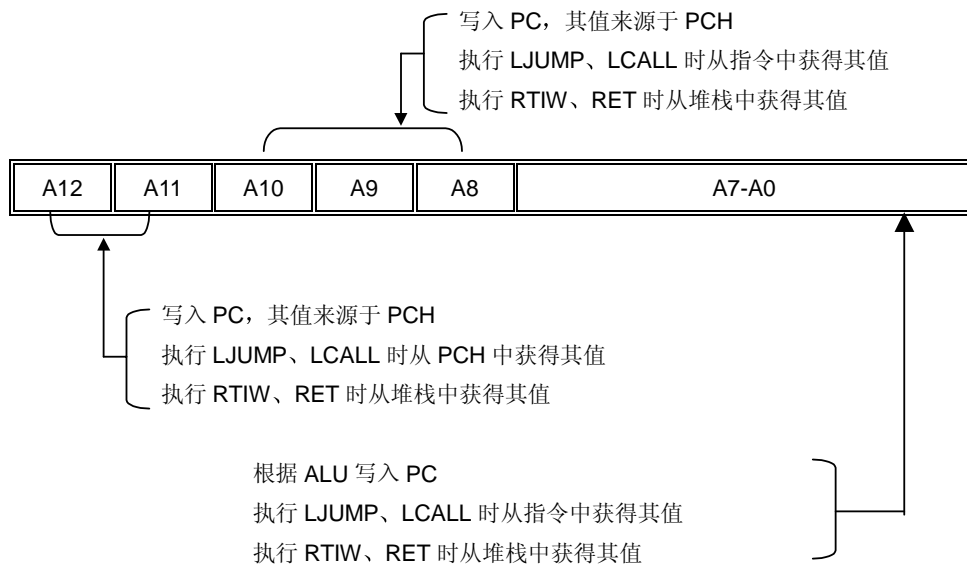
6. 存储器

(A) 寄存器

地址	功能
0页	
00	间接寻址寄存器
01	RTCC
02	PC
03	STATUS
04	MSR
05	Port A
06	Port B
08	ADS0
09	ADRES
0A	PCH
0B	INTS
0C-4F	内部RAM, 通用寄存器

1页	
0 1	TMR
0 5	CPIO A
0 6	CPIO B
0 7	PSTA
0 8	ADS1

- (1) IAR(间接寻址寄存器):R0
- (2) RTCC(实时时钟/计数器寄存器):R1
- (3) PC(程序计数器):R2



- (4) STATUS(状态寄存器):R3

位	符号	功能
0	C	进位标志
1	HC	半进位标志
2	Z	0标志
3	PF	掉电标志位
4	TF	时间溢出标志
5	PB0	BANK选择位 0 : 00H-7FH 1 : 80H-FFH
6-7	--	通用位

- (5) MSR(内存选择寄存器):R4
- (6) PORT A:R5
PA4-PA0,I/O 寄存器
- (7) PORT B:R6
PB7-PB0,I/O 寄存器
- (8) TMR(时间模式寄存器): R81

位	符号	功能		
		设定值	RTCC频率	WDT频率
2-0	PS2-0	0 0 0	1 : 2	1 : 1
		0 0 1	1 : 4	1 : 2
		0 1 0	1 : 8	1 : 4
		0 1 1	1 : 16	1 : 8
		1 0 0	1 : 32	1 : 16
		1 0 1	1 : 64	1 : 32
		1 1 0	1 : 128	1 : 64
		1 1 1	1 : 256	1 : 128
3	PSC	预置指定位: 0 - RTCC 1 - 看门狗定时器		
4	TCE	RTCC信号边沿: 0 - 上升沿触发 1 - 下降沿触发		
5	TCS	RTCC信号设置: 0 - 内部指令循环 1 - 外部传至RTCC引脚		
6	IES	中断边沿选择: 0 - PB0上的下降沿中断 1 - PB0上的上升沿中断		
7	PBPH	拉高端口B使能: 0 - 拉高 1 - 禁能		

(9) CPIO A,CPIO B(I/O 端口控制寄存器)

CPIO 寄存器只能“写”，=0,I/O 为输出模式，=1,I/O 为输入模式

(10) 程序控制的 EPROM 选相

振荡类型	启动时间
RC 振荡	0ms
LFXT振荡	75ms
XTAL振荡	
HFXT振荡	

看门狗定时器控制
禁能
使能

边沿检测
禁能
使能

电压范围控制
禁能
使能

加密位
弱加密
不加密
加密

(11) ADS0 (A/D 状态寄存器): R8

位	符号	功能
0	ADRUN	0: A/D转换器关闭, 不消耗任何电流 1: A/D转换器工作
1	ADIF	A/D转换完毕中断标志位 转换完毕后被置位, 软件复位
2	GO/DONE B	一定要在转换开始时置位GO/DONEB。转换完毕自动复位
4, 3	CHS1-0	00: AIC0 01: AIC1 10: AIC2 11: AIC3
5	保留	可做通用读/写位使用
7, 6	ASCS1-0	00: $f_{osc}/2$ 01: $f_{osc}/8$ 10: $f_{osc}/32$ 11: f_{RC}

(12) ADRES(A/D 转换结果寄存器): R9

(13) INTS (中断状态寄存器): RB

位	符号	功能
0	RBIF	端口B变化中断标志, B口〈7: 4〉输入变化时置位
1	INTF	INT中断发生时置位。INT中断标志
2	TIF	TMR溢出时置位
3	RBIE	0: 禁能B口变化中断 1: 使能B口变化中断
4	INTS	0: 禁能INT中断 1: 使能INT中断
5	TIS	0: 禁能TMR中断 1: 使能TMR中断
6	ADIS	0: 禁能A/D中断 1: 使能A/D中断
7	GIS	0: 禁能所有中断 1: 使能所有中断

(14) ADS1 (A/D 状态寄存器): R88

位	符号	功能
1, 0	PAVM1-0	00: PA0-3=模拟输入, $V_{REF}=V_{DD}$ 01: PA0-2=模拟输入, PA3=差模输入, $V_{REF}=V_{DD}$ 10: PA0-1=模拟输入, PA2-3=数字I/O, $V_{REF}=V_{DD}$ 11: PA0-3=数字I/O, $V_{REF}=V_{DD}$

(15) PSTA: R87

位	符号	功能
0	PRDB	0: 电压范围检测器复位 1: 无电压范围检测器复位发生
1	PORB	0: 上电复位 1: 无上电复位发生

(B) 程序存储器

地址	功能描述
000-3FF	程序存储器
000	上电、外部重启或WDT溢出后的起始地址
004	中断矢量

7. 各寄存器的初始化值

寄存器	地址	上电复位或电压检测复位	/MCLR或WDT复位	从睡眠模式中唤醒
IAR	00H	-	-	-
RTCC	01H	XXXX XXXX	UUUU UUUU	UUUU UUUU
PC	0AH,02H	0 0000 0000 0000	0 0000 0000 0000	0 0000 0000 0010
STATUS	03H	0001 1XXX	000# #UUU	000# #UUU
MSR	04H	XXXX XXXX	UUUU UUUU	UUUU UUUU
PORT A	05H	---X 0000	---U UUUU	---U UUUU
PORT B	06H	XXXX XXXX	UUUU UUUU	UUUU UUUU
ADSO	08H	00-0 0000	00-0 0000	UU-U UUUU
ADRES	09H	XXXX XXXX	UUUU UUUU	UUUU UUUU
INTS	0BH	0000 000X	0000 000U	UUUU UUUU
TMR	81H	1111 1111	1111 1111	UUUU UUUU
CPIOA	85H	---1 1111	---1 1111	---U UUUU
PCIOB	86H	1111 1111	1111 1111	UUUU UUUU
PSTA	87H	---- --0U	---- --UU	---- --UU
ADS1	88H	---- --00	---- --00	---- --UU

注:U=不变,X=随机,- =无效,视做"0",#=其值由下表决定.

条件	状态: BIT 4	状态: BIT 3
/MCLR启动(非睡眠模式)	U	U
/MCLR启动(睡眠模式)	1	0
WDT启动(非睡眠模式)	0	1
WDT启动(睡眠模式)	0	0

8. 指令集

指令代码	操作符	功能	操作	状态
010000 00000000	NOP	空操作	NONE	
010000 00000001	CLRWT	看门狗定时器清零	0-->WT	TF,PF
010000 00000010	SLEEP	睡眠模式	0--WT ; stop OSC	TF,PF
010000 00000011	TMODE	将W写入TMODE寄存器	W-->TMODE	NONE
010000 00000rrr	CPIO R	控制I/O端口	W-->CPIO R ;	NONE
010001 1rrrrrrr	STWR R	载入W 到寄存器 R	W-->R	NONE
011000 trrrrrrr	LDR R, t	载入寄存器R到t	R-->t	Z
111010 iiiiirrr	LDWI i	载入立即数到W	i-->W	NONE
010111 trrrrrrr	SWAPR R, t	R半字节交换存储到t	[R(0-3)<-> R(4-7)]-->t	NONE
011001 trrrrrrr	INCR R, t	寄存器R加1	R+1-->t	Z

011010 trrrrrrr	INCRSZ R, t	非0时寄存器R加1	R+1-->t	NONE
011011 trrrrrrr	ADDWR R,t	W 和寄存器R相加	W+R-->t	C,HC,Z
011100 trrrrrrr	SUBWR R,t	寄存器R中减W	R-W-->T; (R+/W+1-->T)	C,HC,Z
011101 trrrrrrr	DECR R,t	寄存器R减1	R-1-->t	Z
011110 trrrrrrr	DECRSZ R, t	非0时寄存器R减1	R-1-->t	NONE
010010 trrrrrrr	ADNDWR R, t	W 和寄存器R相与	R∩W→t	Z
110100 iiiiii	ANDWI I	W和立即数相与	i∩W→W	Z
010011 trrrrrrr	IORWR R,t	W 和寄存器R相或	R∪W→t	Z
110101 iiiiii	IORWI I	W和 立即数相或	i∪W→W	Z
010100 trrrrrrr	XORWR R, t	W和寄存器R异或	R⊕W→t	Z
110110 iiiiii	XORWI I	W和立即数异或	i⊕W→W	Z
011111 trrrrrrr	COMR R, t	寄存器求补	/R-->t	Z
010110 trrrrrrr	RRR R,t	寄存器R右循环	R(n)-->R(n-1); C-->R(7); R(0)-->C	C
010101 trrrrrrr	RLR R, t	寄存器R左循环	R(n)-->R(n+1); C-->R(0); R(7)-->C	C
010000 1xxxxxxx	CLRW	清空工作寄存器W	0-->W	Z
010001 0rrrrrrr	CLRR R	清空寄存器R	0-->R	Z
0000bb brrrrrrr	BCR R, b	位清零	0-->R(b)	NONE
0010bb brrrrrrr	BSR R, b	位置位	1-->R(b)	NONE
0001bb brrrrrrr	BTSC R,b	b为零时位检测	Skip if R(b)=0	NONE
0011bb brrrrrrr	BTSS R, b	b非零时位检测	Skip if R(b)=0	NONE
1000nn nnnnnnnn	LCALL n	长调用	n-->PC; PC+1-->Stack	NONE
1010nn nnnnnnnn	LJUMP n	长跳转	n-->PC	NONE
110001 iiiiii	RTIW i	返回,置立即数到W	Stack-->PC; i-->W	NONE
110111 iiiiii	ADDWI	W加立即数	Stack-->PC, W+i→W	C,HC,Z
111000 iiiiii	SUBWI	立即数减W	i-W→W	C,HC,Z
01 0000 0000 1001	RTF1	中断返回	Stack→PC 1→GIS	NONE
01 0000 0000 0100	RET	子程序返回	Stack→PC	NONE

注:

W	: 工作寄存器	b	: 位
WT	: 看门狗定时器	t	: 目标地址或寄存器
TMODE	: TMODE 模式寄存器	O	: 工作寄存器
CPIO	: /O 端口控制寄存器	1	: 通用寄存器
TF	: 定时器溢出标志	R	: 通用寄存器地址
PF	: 掉电标志	C	: 进位标志
PC	: 程序计数器	HC	: 半进位标志
OSC	: 振荡器	Z	: 0 标志
Inclu.	: 并'∪'	/	: 求补
Exclu.	: 异或'⊕'	x	: 任意值
AND	: 逻辑与'∩'	i	: 立即数
n	: 立即地址		

9. 电气性能

(A) 工作电压和频率

Vdd:2.3V-6.3V

频率:0Hz – 20 MH

(B) 输入电压

@Vdd=5.0V,温度=25℃

	引脚	Min	Max
Vil	PA,PB	Vss	1.0V
	RTCC,/MCLR	Vss	1.0V
Vih	PA,PB	2.0V	Vdd
	RTCC,/MCLR	3.5V	Vdd

注：电压阈值：

Port A,Port B Vth=1.5v

RTCC,/MCLR Vil=1.8V,Vih=3.4V (施密特触发器)

(C)输出电压：

@Vdd=5.0V,温度=25°C,典型值如下：

PA, PB PORT	
Ioh=-20.0mA	Voh=4.0V
Iol=20.0mA	Vol=0.5V
Ioh=-5.0mA	Voh=4.5V
Iol=5.0mA	Vol=0.2V

(D) 漏电流

@Vdd=5.0V,温度=25°C,典型值如下：

Iil	-1.0uA(Max.)
Iih	+1.0uA(Max.)

(E) 睡眠状态电流

@PRD 禁能

@WDT 开启, 温度=25°C,典型值如下：

Vdd=2.3V	Idd<1.0uA
Vdd=3.0V	Idd=2.0uA
Vdd=4.0V	Idd=8.0uA
Vdd=5.0V	Idd=16.0uA
Vdd=6.4V	Idd=32.0uA

@ PRD 禁能

@WDT 关闭, 温度=25°C,典型值如下：

Vdd=2.3V-6.4V,Idd<1.0 μ A

(F) 工作电流/电压

温度=25°C,典型值如下:

(i) 振荡类型=RC; WDT 开启;PRD 禁能; @Vdd=5.0V

电容值 (F)	阻值 (Ohm)	频率 (HZ)	电流 (A)
3P	4.7K	13.5M	2.5m
	10.0K	6.9M	1.4m
	47.0K	1.7M	530u
	100.0K	796K	400u
	300.0K	269K	300u
	470.0K	173K	280u
20P	4.7K	6.5M	1.3m
	10.0K	3.3M	800u
	47.0K	772K	400u
	100.0K	364K	300u
	300.0K	122K	280u
	470.0K	78K	250u
100P	4.7K	1.9M	570u
	10.0K	957K	420u
	47.0K	216K	310u
	100.0K	103K	290u
	300.0K	35K	260u
	470.0K	22K	250u
300P	4.7K	732K	400u
	10.0K	369K	330u
	47.0K	82K	290u
	100.0K	39K	280u
	300.0K	13K	270u
	470.0K	8.3K	260u

(ii) 振荡类型=LF(C=20P); WDT 关闭; PRD 禁能

电压/频率	32K	455K	1M	Sleep
2.3V	36uA	X	X	<1uA
3.0V	80uA	120uA	173uA	<1uA
4.0V	140uA	200uA	257uA	2uA
5.0V	204uA	287uA	362uA	6uA
6.4V	342uA	433uA	542uA	10uA

(iii) 振荡类型=XT(C=10P); WDT 开启;PRD 禁能

电压/频率	1M	4M	10M	Sleep
2.1V	36uA	320uA	674uA	<1.0uA
3.0V	224uA	507uA	1.0mA	2uA
4.0V	360uA	763uA	1.5mA	8uA
5.0V	540uA	1.1mA	2.1mA	16uA
6.4V	890uA	1.6mA	2.9mA	32uA

(iv) 振荡类型=HF(C=10P); WDT 开启;PRD 禁能

电压/频率	4M	10M	20M	Sleep
2.1V	345uA	700uA	@2.4V 1.5mA	<1.0uA
3.0V	545uA	1.1mA	@3.5V 2.3mA	2uA
4.0V	848uA	1.7mA	2.7mA	8uA
5.0V	1.2mA	2.3mA	3.6mA	16uA
6.4V	1.8mA	3.3mA	5.0mA	32uA

(G) 边沿触发启动电压(非睡眠模式),@Vdd=5.0V

$$V_{pr} \leq 1.3V \quad V_{pr}: V_{dd}(\text{电源})$$

(H) WDT 溢出循环时间

温度=25°C,典型值如下:

电压 (V)	WDT 溢出循环时间 (ms)
2.3	26.2
3.0	23.6
4.0	20.8
5.0	19.1
6.3	17.6

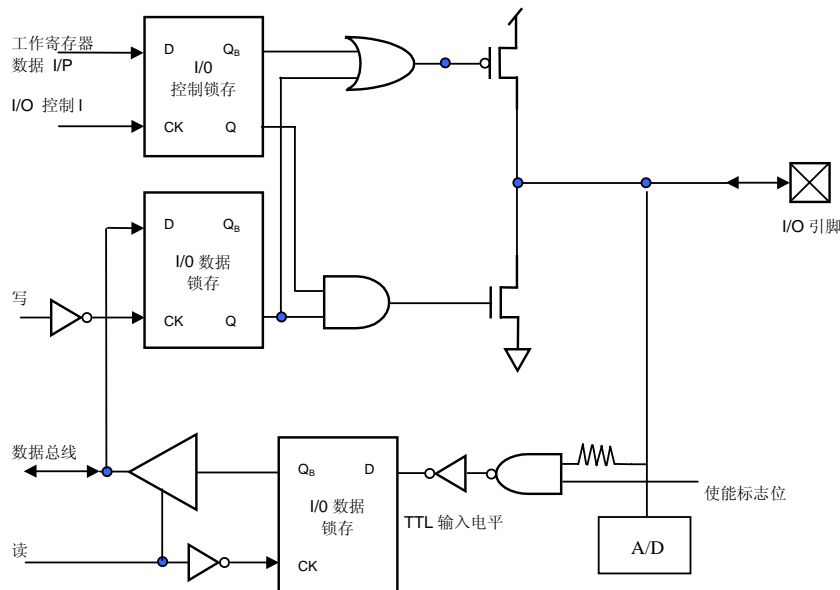
(I) PRD 使能:

PRD 复位电压: 3.8V-4.2V

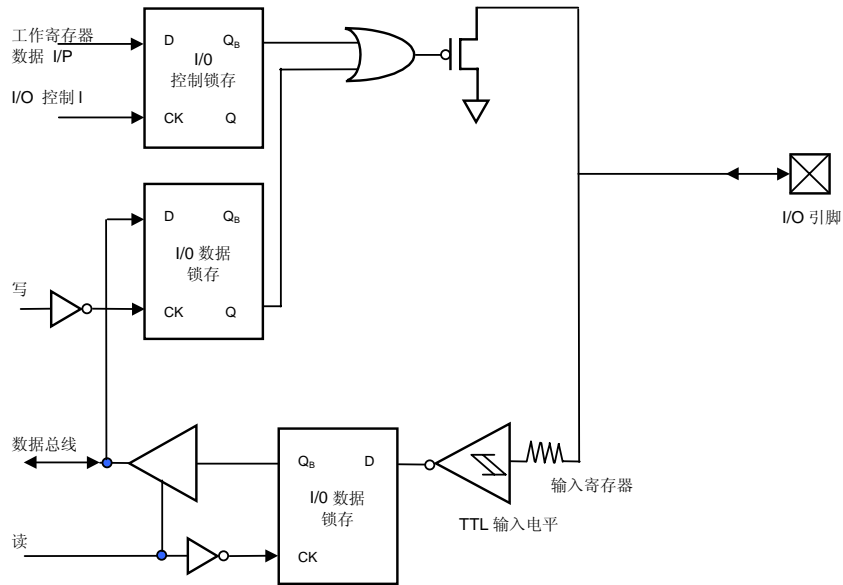
PRD 复位电流: 400uA-600uA

10. 端口 A 和端口 B 的等效电路图

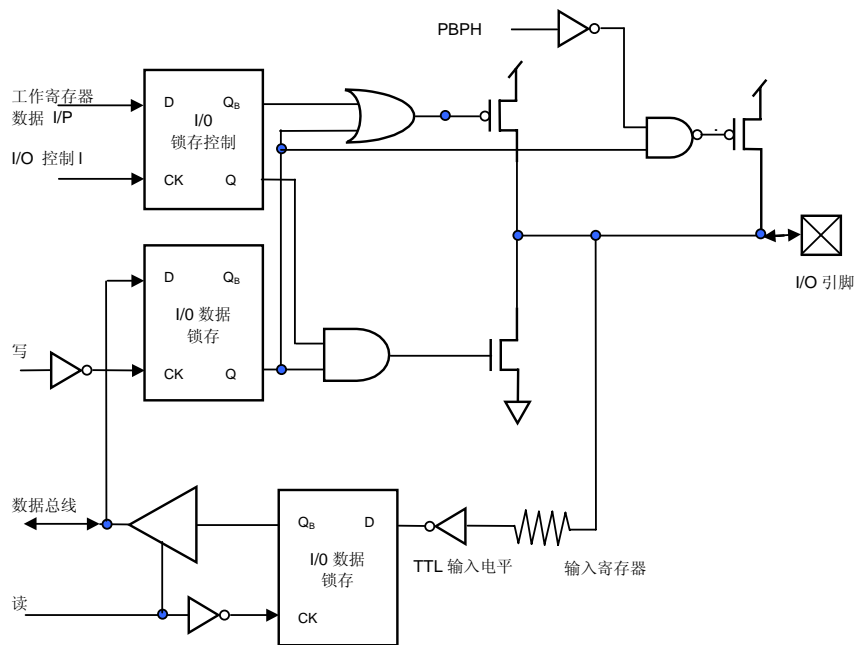
PA0~PA3



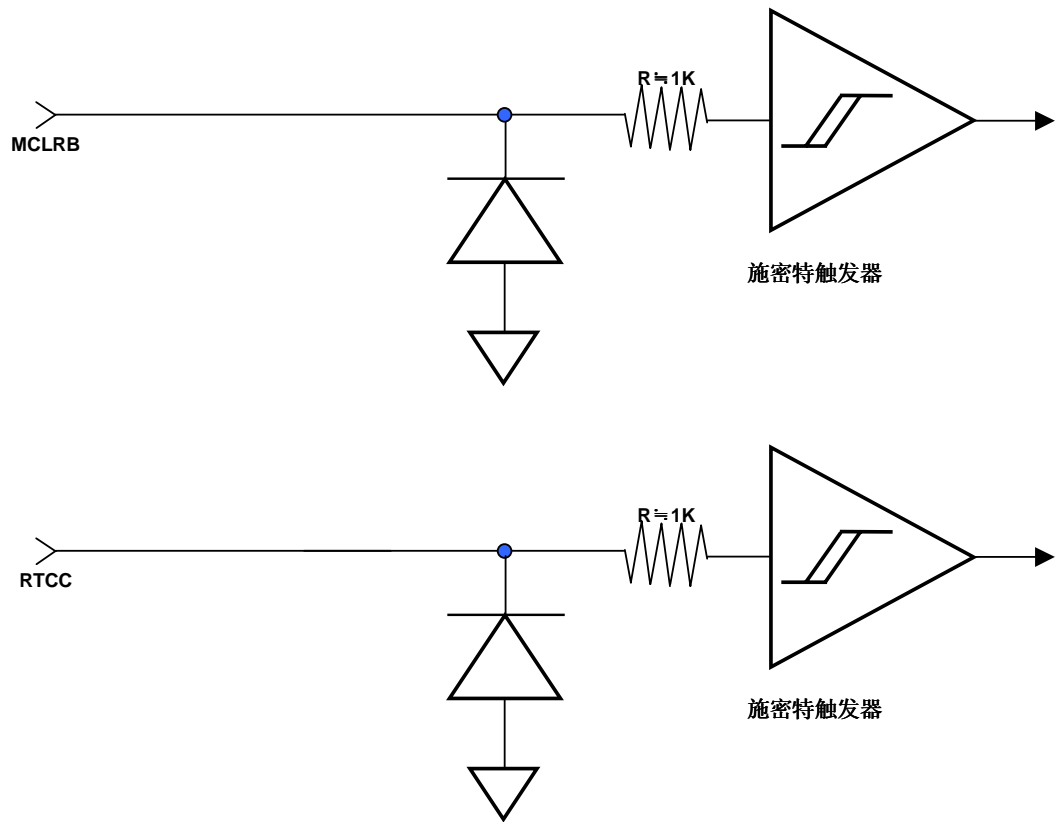
PA4



PB0~PB7



11. MCLR_B 和 RTCC 的输入等效电路图



12. 方块图

