

Setting Standards In Innovation

E520.01/02/03

12/8 通道低边驱动芯片 带堵转检测

ELMOS步进电机驱动芯片应用领域



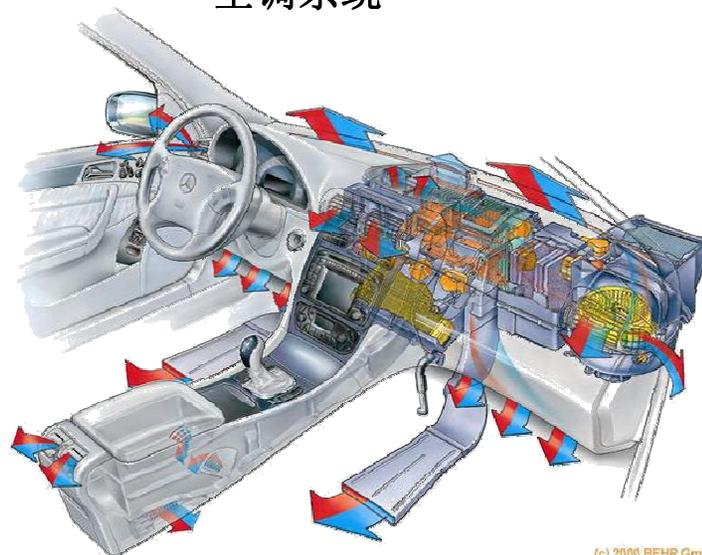
LIN总线接口的
风门执行器

大灯调节



单极性步进电
机风门执行器

空调系统



(c) 2008 BEHR GmbH

控制:

- 全步
- 微步
- 无传感器堵转检测
- 过零点检测, 自动调速功能
- LIN自动寻址

驱动:

- 单极性步进电机
- 双极性步进电机

已经售出**1.25**亿片步进电机驱动芯片

ELMOS步进电机驱动芯片一览



型号	功能	工作电压	输出电流	接口	封装	注释	应用
E520.01	12通道低边驱动 带堵转检测功能	5.5V-25V	350mA	SPI (3.3/5V)	QFN32L5	全步, 半步, Wave Drive 200Hz PWM LED驱动模式 25kHz PWM继电器驱动模式 25kHz 线性PWM驱动	空调风门控制 BCM, LED
E520.02	12通道低边驱动	5.5V-25V	350mA	SPI (3.3/5V)	QFN32L5	200Hz PWM LED驱动模式 25kHz PWM继电器驱动模式 25kHz 线性PWM驱动	空调风门控制 BCM, LED
E520.03	8通道低边驱动 带堵转检测功能	5.5V-25V	350mA	SPI (3.3/5V)	SOIC20 QFN20L5	全步, 半步, Wave Drive 200Hz PWM LED驱动模式 25kHz PWM继电器驱动模式 25kHz 线性PWM驱动	空调风门控制 BCM, LED
E523.30	大功率步进电机驱动带堵转检测(800mA) 带LIN, MCU	5.5V to 30V	2*800mA	LIN	QFN32L6	驱动1个双极性步进电机或1个到3个直流电机 堵转检测内置MCU 3个霍尔传感器或电位计GPIO输入	空调风门 Grill-Shutter AFS
E910.01	8通道低边驱动	5.5V to 25.5V	350mA	SPI (5V)	SOIC20 QFN20L5	短路保护 过温保护 可驱动感性负载	空调风门控制 BCM

E520.01 12路低边驱动

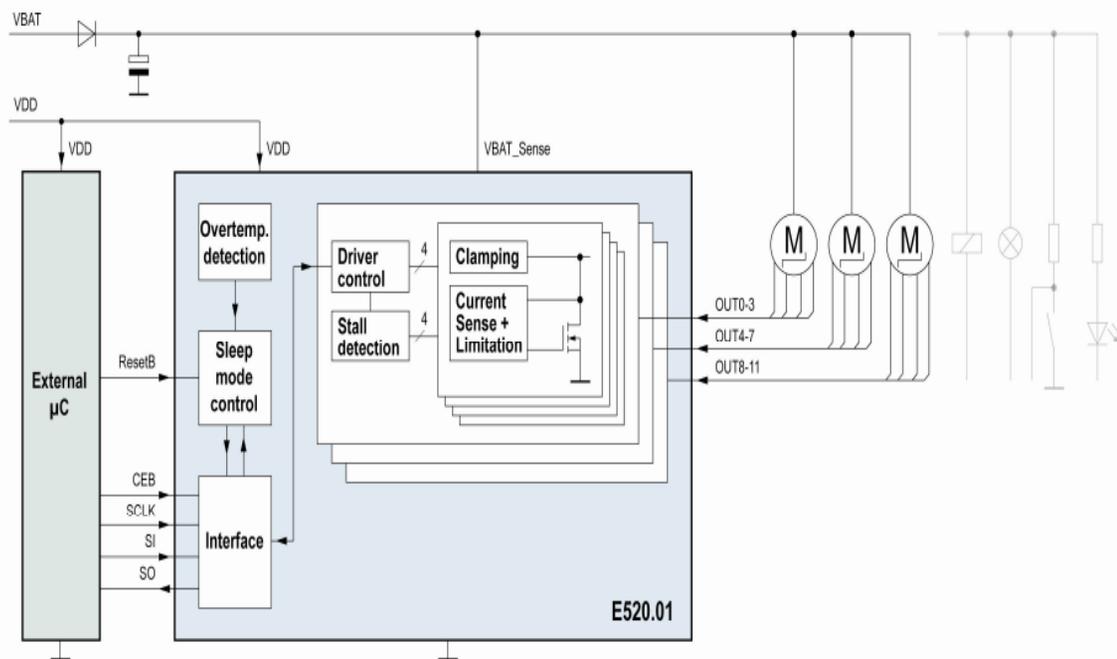


特点

- (R_{ON} typ. 1.20 Ω / $I_{MAX} = 350mA$)
- 输出可并联驱动更大负载
- 数字电压范围3V~5.5V
- 待机电流小 <1 μA
- SPI接口与MCU通讯
- 开路,过温检测

- 短路检测和限制
- 驱动感性负载可输出箝位
- -40° C to +150° C 节温
- 3路200Hz PWM输出通道可以驱动LED
- 3路25KHz线性或PWM驱动继电器

=> 快来申请样片!!!



E520.01 12路低边驱动 堵转检测的优势

- 自动关断电机
- 噪音更小
- 堵转时,机械负载小
- 机械部件压力小
 - 执行部件可以更小
 - 减少故障率
- 可靠的硬件解决方案
- 在不同的条件下都做过评估

电池电压: 6V ... 19V

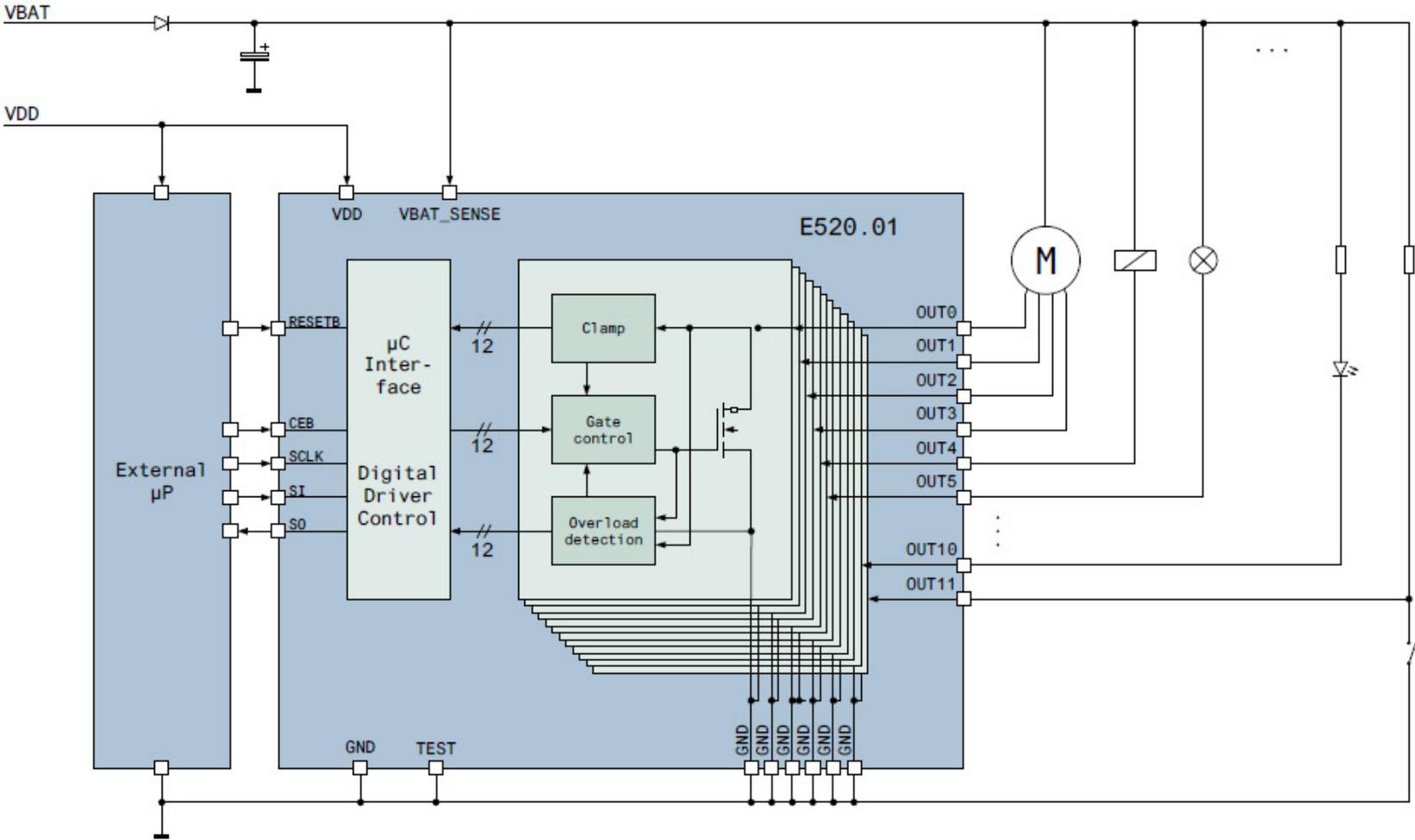
波形: 全步, 半步, 微步

频率: 167Hz, 182Hz, 200Hz, 222Hz, 250Hz

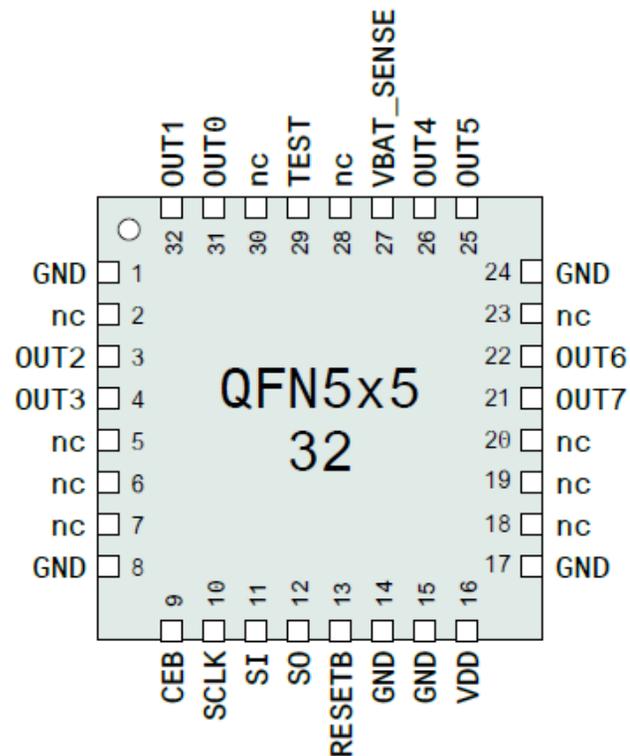
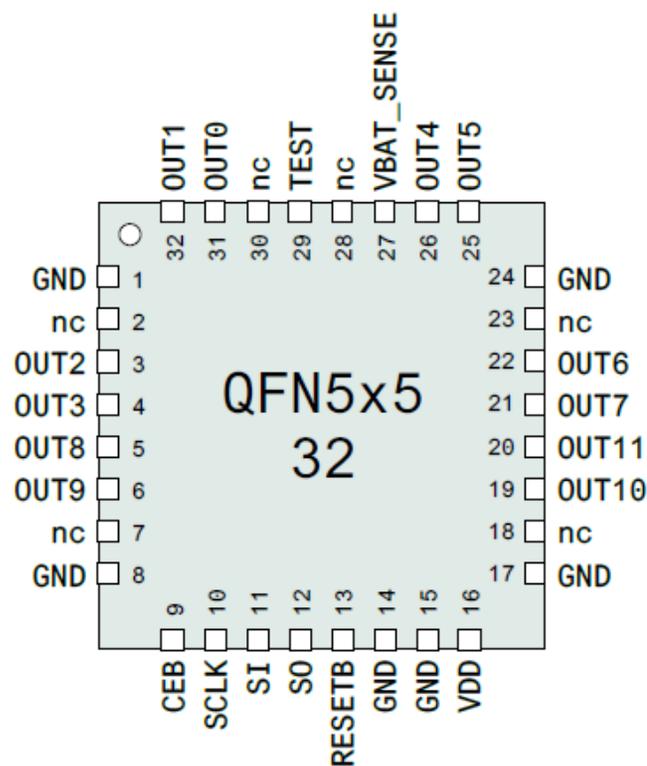
功能概述

- 可选: 步进电机“堵转检测”，堵转时可自动关断或通过SPI输出状态位
- 彩色LED调光模式: 3* 245Hz PWMs 对数占空比从0.1%开始
- 线性PMW模式: 3* 25kHz
- 继电器PWM控制模式
 - 占空比根据蓄电池电压自动调整确保继电器有效电压为9-11伏。
 - 占空比可达100%
- 开关监测，带控制灯，只需一根线
- 直流电机PWM控制
- 所有输出通道带短路和过温保护，并可通过SPI读取状态位

典型应用



封装及兼容性



管脚兼容

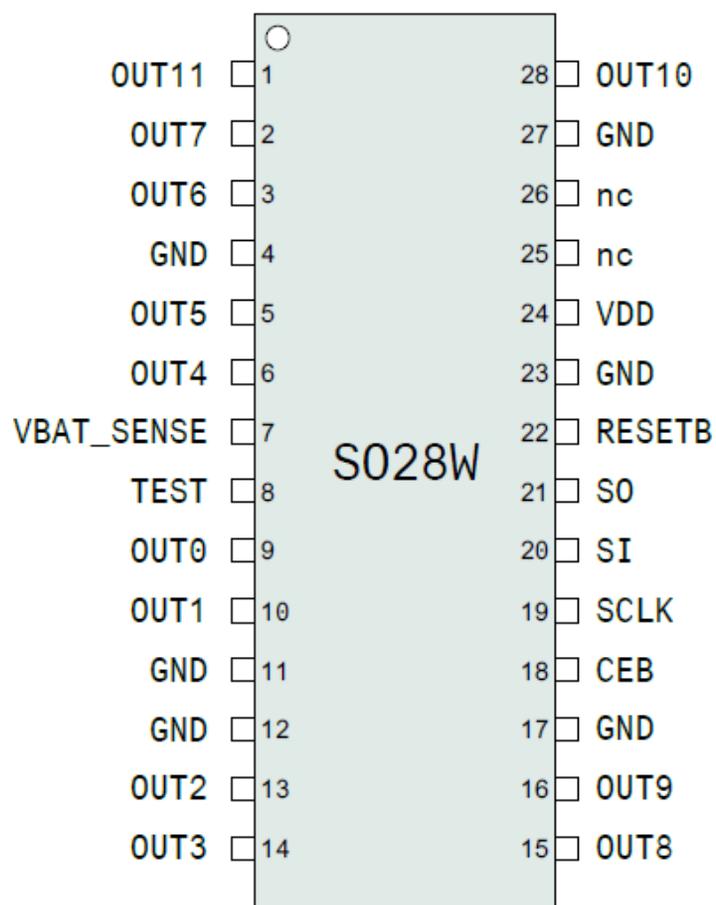
E520.01

E520.02

E520.03

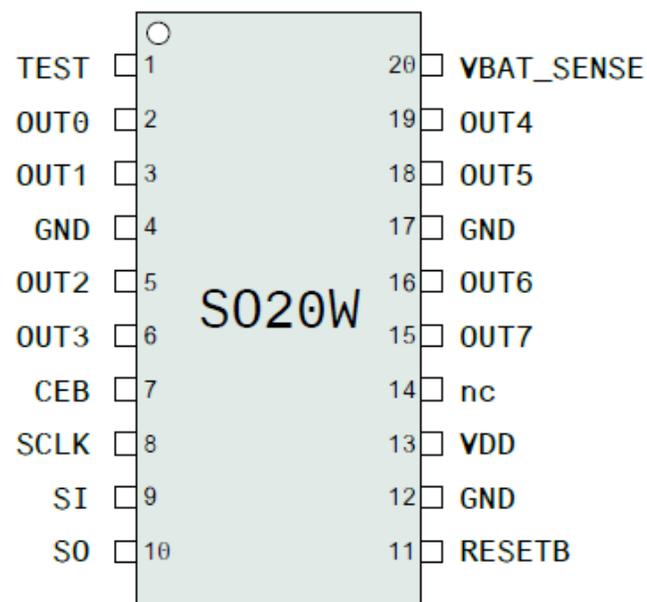


封装及兼容性



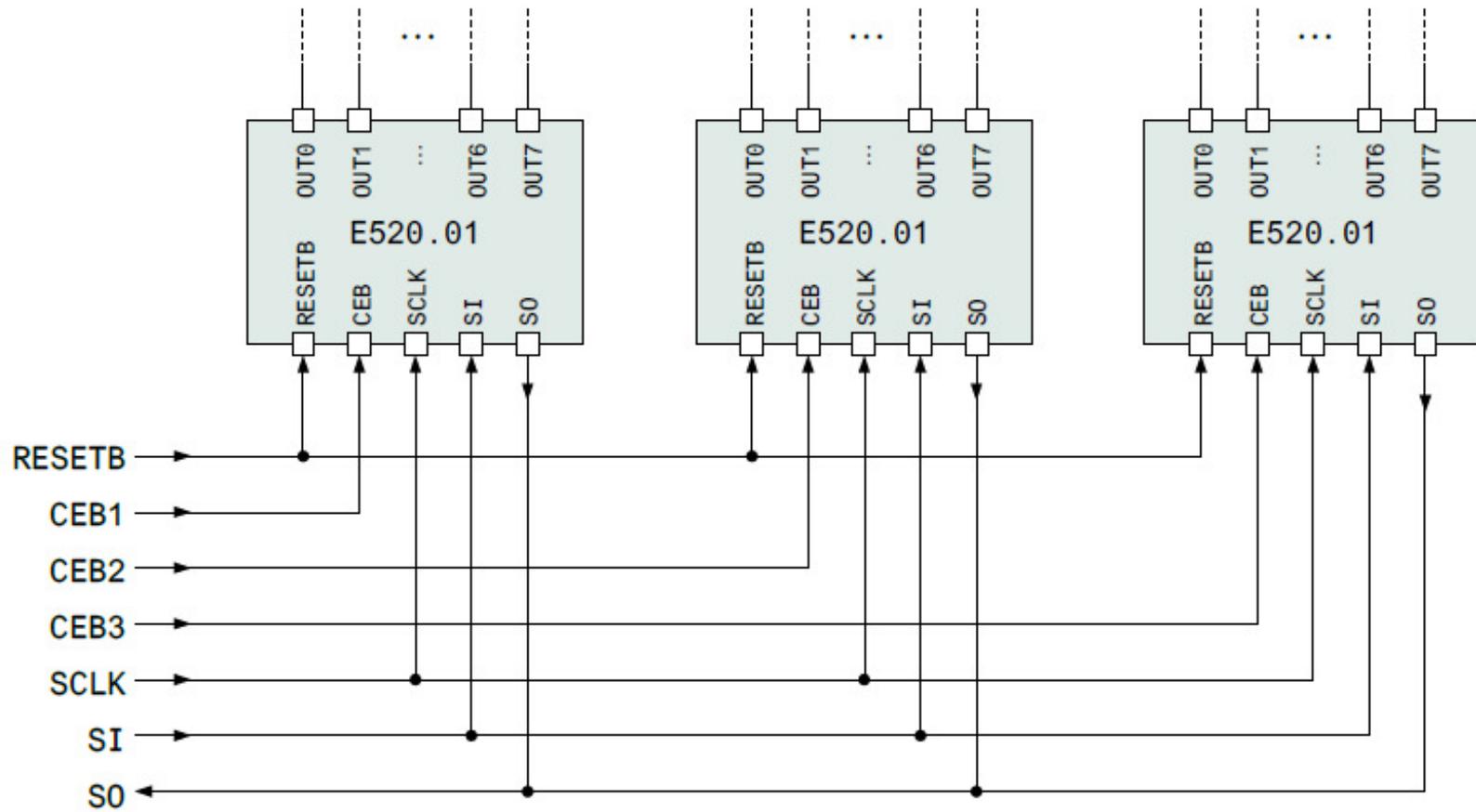
E520.01

E520.02



E520.03

SPI 并联接法可驱动更多电机



SPI寄存器描述



模式	R/W	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
低边驱动控制	W	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	OUT11	OUT10	OUT9	OUT8	OUT7	OUT6	OUT5	OUT4	OUT3	OUT2	OUT1	OUT0
	R	SUP	OVT	ATT	OC	STAT11	STAT10	STAT9	STAT8	STAT7	STAT6	STAT5	STAT4	STAT3	STAT2	STAT1	STAT0
	POR	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b											
输出状态	W	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b	res.											
	R	SUP	OVT	ATT	OC	STAT11	STAT10	STAT9	STAT8	STAT7	STAT6	STAT5	STAT4	STAT3	STAT2	STAT1	STAT0
	POR	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b											
过流状态	W	0 _b	0 _b	1 _b	0 _b	res.											
	R	SUP	OVT	ATT	OC	OCE11	OCE10	OCE9	OCE8	OCE7	OCE6	OCE5	OCE4	OCE3	OCE2	OCE1	OCE0
	POR	0 _b															
PWM使能	W	0 _b	0 _b	1 _b	1 _b	PWE11	PWE10	PWE9	PWE8	PWE7	PWE6	PWE5	PWE4	PWE3	PWE2	PWE1	PWE0
	R	SUP	OVT	ATT	OC	PWE11	PWE10	PWE9	PWE8	PWE7	PWE6	PWE5	PWE4	PWE3	PWE2	PWE1	PWE0
	POR	0 _b															
继电器保持	W	0 _b	1 _b	0 _b	0 _b	RHE11	RHE10	RHE9	RHE8	RHE7	RHE6	RHE5	RHE4	RHE3	RHE2	RHE1	RHE0
	R	SUP	OVT	ATT	OC	RHE11	RHE10	RHE9	RHE8	RHE7	RHE6	RHE5	RHE4	RHE3	RHE2	RHE1	RHE0
	POR	0 _b															
下拉使能	W	0 _b	1 _b	0 _b	1 _b	PDE11	PDE10	PDE9	PDE8	PDE7	PDE6	PDE5	PDE4	PDE3	PDE2	PDE1	PDE0
	R	SUP	OVT	ATT	OC	PDE11	PDE10	PDE9	PDE8	PDE7	PDE6	PDE5	PDE4	PDE3	PDE2	PDE1	PDE0
	POR	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b											
配置和PWM占空比	W	0 _b	1 _b	1 _b	0 _b	SDS2	SDS1	SDS0	CLMP1	CLMP0	OCC	LOG	PWA4	PWA3	PWA2	PWA1	PWA0
	R	SUP	OVT	ATT	OC	SDS2	SDS1	SDS0	CLMP1	CLMP0	OCC	LOG	PWA4	PWA3	PWA2	PWA1	PWA0
	POR	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b	0 _b	0 _b	1 _b	1 _b	0 _b						
PWM占空比	W	0 _b	1 _b	1 _b	1 _b	res.	PWC4	PWC3	PWC2	PWC1	PWC0	res.	PWB4	PWB3	PWB2	PWB1	PWB0
	R	SUP	OVT	ATT	OC	res.	PWC4	PWC3	PWC2	PWC1	PWC0	res.	PWB4	PWB3	PWB2	PWB1	PWB0
	POR	0 _b															
堵转检测状态和配置	W	1 _b	0 _b	0 _b	0 _b	STOP2	res.	res.	res.	STOP1	res.	res.	res.	STOP0	res.	res.	res.
	R	SUP	OVT	ATT	OC	STOP2	FSW2	STE2	STW2	STOP1	FSW1	STE1	STW1	STOP0	FSW0	STE0	STW0
	POR	0 _b	1 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b	0 _b	0 _b				

寄存器地址和标志位



模式	R/W	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
低边驱动控制	写	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b
	读	SUP	OVT	ATT	OC
	上电	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b
输出状态	写	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b
	读	SUP	OVT	ATT	OC
	上电	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b
...	写	0 _b	1 _b	1 _b	0 _b
	读	SUP	OVT	ATT	OC
	上电	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b
...	写	0 _b	1 _b	1 _b	1 _b
	读	SUP	OVT	ATT	OC
	上电	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b
堵转检测和配置	写	1 _b	0 _b	0 _b	0 _b
	读	SUP	OVT	ATT	OC
	上电	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b

每次SPI通讯返回的每一帧的头四位包括4个状态标志位：

■**SUP**：电压过低标志位。

如果在VBAT_SENSE 输入引脚上检测到电压过低，该标志位置位。该标志位在SPI每一帧j结束后会自动清零。

■**OVT**：过温标志位。

如果芯片温度过高，该标志位置位，而且所有的输出被关断。

■**ATT**：堵转标志位。

该标志位由堵转检测逻辑电路置位，表示有电机发生堵转。该标志位在访问堵转状态寄存器（地址：1000b）后自动清零。

■**OC**：过流标志位。

该标志位由短路保护逻辑电路置位，表示在过流状态寄存器（地址：0010_b）中至少有一个过流状态标志位置位。该标志位在访问过流状态寄存器（地址：0010_b）后并且没有过流时自动清零。

寄存器控制和标志位 (低边驱动控制, 输出状态)



模式	R/W	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0	Dx
低边驱动控制	W	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	OUT _x
	R	SUP	OVT	ATT	OC	STAT _x
	POR	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b
输出状态	W	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b	res.
	R	SUP	OVT	ATT	OC	STAT _x
	POR	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b

OUT_x – 输出通道控制位 ($x=11...0$ – 输出通道序号)

- 0_b 使能低边驱动开关
- 1_b 禁止低边驱动开关

STAT_x – 输出通道状态位 ($x=11...0$ – 输出通道序号)

- 0_b 输出状态为低
- 1_b 输出状态为高

上电复位后, 所有输出通道状态位为1_b

寄存器控制和标志位 (PWM模式选择)



模式	R/W	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0	Dx
PWM使能	W	0 _b	0 _b	1 _b	1 _b	PWEx
	R	SUP	OVT	ATT	OC	PWEx
	POR	0 _b				
继电器保持	W	0 _b	1 _b	0 _b	0 _b	RHEx
	R	SUP	OVT	ATT	OC	RHEx
	POR	0 _b				

RHEx – 继电器保持模式使能位 ($x=11...0$ – 输出通道序号) PWM频率固定为**25kHz**, 占空比会随 $V_{BATsense}$ 电压的变化而变化

- 0_b 禁止自适应PWM模式, 输出状态完全取决于OUTx
- 1_b 使能自适应PWM输出模式, 如果OUTx = 0_b.

PWEx – 固定PWM模式使能位 ($x=11...0$ – 输出通道序号)

- 0_b 禁止固定PWM模式, 输出状态完全取决于OUTx
- 1_b 使能固定PWM模式, 如果OUTx = 0_b

寄存器控制和标志位 (过流状态标志位, 下拉电流源使能)



模式	R/W	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0	Dx
过流状态	W	0 _b	0 _b	1 _b	0 _b	Res.
	R	SUP	OVT	ATT	OC	OCEx
	POR	0 _b				
下拉使能	W	0 _b	1 _b	0 _b	1 _b	PDEx
	R	SUP	OVT	ATT	OC	PDEx
	POR	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b

OCEx – 过流状态标志位 (x=11...0 – 输出通道序号)

- 0_b 该通道没有发生过流
- 1_b 该通道发生过流

PDEx – 下拉电流源使能位 (x=11...0 – 输出通道序号)

- 0_b 下拉电流关断
- 1_b 下拉电流打开

寄存器控制和标志位 (配置和PWM占空比控制)



模式	R/W	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0	D11	D10-9	D8-7	D6	D5	D4-0
配置和 PWM 占空比	W	0 _b	1 _b	1 _b	0 _b	SDS2	SDS1-0	CLMP1-0	OCC	LOG	PWA4-0
	R	SUP	OVT	ATT	OC	SDS2	SDS1-0	CLMP1-0	OCC	LOG	PWA4-0
	POR	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b	0 _b	1 _b	0 _b	0 _b	0 _b

CLMP[1:0] – 输出钳位

- 00_b 45V绝对钳位
- 01_b V_{BATsense} 相对钳位
- 10_b 45V绝对钳位
- 11_b 步进电机钳位模式

CLMP[1:0]	PDEx	钳位电压
X0 _b	X _b	典型值为45V
01 _b	X _b	典型值为45V或V _{BATsense} (取最小值)
11 _b	0 _b	典型值为45V或V _{BATsense} (取最小值)
11 _b	1 _b	步进电机钳位模式

OCC – 过流关断时间配置

- 0_b 过流关断时间为37ms (典型值)
- 1_b 过流关断时间为2ms (典型值)

LOG – 选择PWM特性

- 0_b 线性PWM模式
- 1_b 对数PWM模式用于LED控制

PWMA[4:0] – 固定PWM模式PWM发生器: PWMA的占空比

- PWMA[4:0] PWMA通道输出的占空比
- 计数器可以配置成线性或对数模式
- 输出通道和PWM发生器的关系是由硬件决定的, 而且不能改变

寄存器控制和标志位 (PWM占空比控制)



模式	R/W	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0	D11	D10-6	D5	D4-0
PWM 占空比	W	0 _b	1 _b	1 _b	1 _b	res.	PWC4-0	res.	PWB4-0
	R	SUP	OVT	ATT	OC	res.	PWC4-0	res.	PWB4-0
	POR	0 _b							

PWMB/C[4:0] – 固定PWM模式PWM发生器: PWMB/C的占空比

- PWMB/C[4:0] PWMA通道输出的占空比
- 计数器可以配置成线性或对数模式
- 输出通道和PWM发生器的关系是由硬件决定的, 而且不能改变

寄存器控制和标志位 (堵转检测状态和配置)



模式	R/W	ADR 3	ADR 2	ADR 1	ADR 0
堵转检测状态和配置	W	1 _b	0 _b	0 _b	0 _b
	R	SUP	OVT	ATT	OC
	POR	0 _b	0 _b	0 _b	0 _b

D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
STOP2	res.	res.	res.	STOP1	res.	res.	res.	STOP0	res.	res.	res.
STOP2	FSW2	STE2	STW2	STOP1	FSW1	STE1	STW1	STOP0	FSW0	STE0	STW0
0 _b	1 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b	0 _b	0 _b	0 _b	1 _b	0 _b	0 _b

STOPz – 堵转处理控制位 (z=2...0 代表3个步进电机的序号)

- 0_b 对电机不进行干预
- 1_b 如果STEz标志位为1即肯定发生堵转时，相对应的电机停止工作

FSWz – 步进电机频率监测警告位 (z=2...0 代表3个步进电机的序号)

- 0_b 表示步进电机频率在正常范围内 (正常范围为每秒为100-400步, 波动小于3%)
- 1_b 表示步进电机频率不在正常范围内

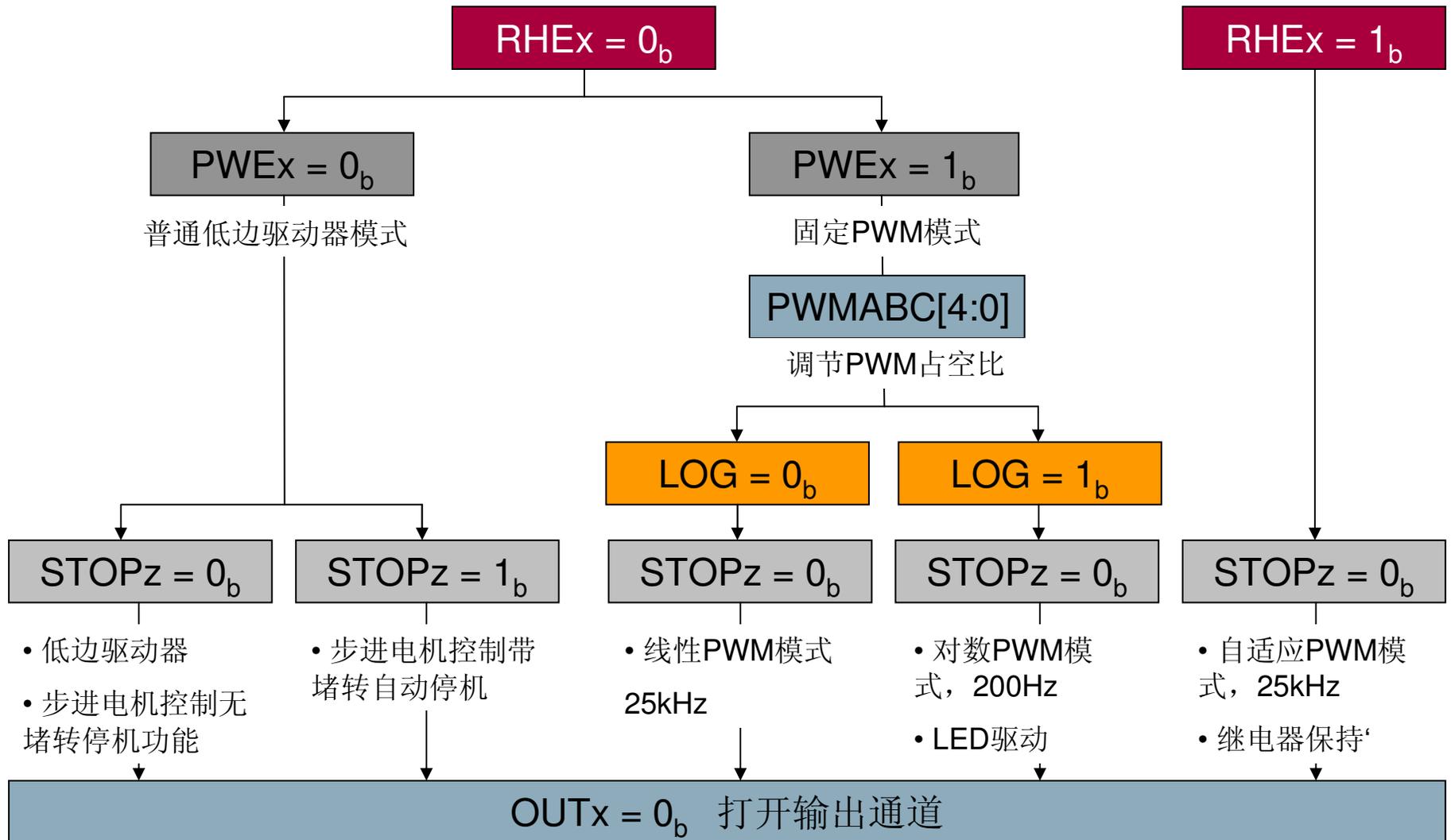
STEz – 步进电机频率位 (z=2...0 代表3个步进电机的序号)

- 0_b 表示步进电机没有堵转
- 1_b 表示步进电机肯定发生堵转

STWz – 步进电机堵转警告位 (z=2...0 代表3个步进电机的序号)

- 0_b 表示步进电机没有堵转
- 1_b 表示步进电机可能发生堵转

工作模式一览



输出控制真值表



OUTx	PWEx	RHEx	LOG	OVT	LSONx	说明
1 _b	X	X	X	X	0 _b	输出关断
X	X	X	X	1 _b	0 _b	过温关断
0 _b	0 _b	X	X	0 _b	1 _b	输出打开
0 _b	1 _b	0 _b	0 _b	0 _b	PWMA/B/C(线性)	输出为线性模式的PWM
0 _b	1 _b	0 _b	1 _b	0 _b	PWMA/B/C(对数)	输出为对数模式的PWM
0 _b	X	1 _b	X	0 _b	PWM自适应	输出为占空比自动调整的PWM

工作模式 – 普通低边驱动模式



在普通低边模式下，需要对下列寄存器进行操作：

- **RHE_x=0_b**（地址：**0100_b**）防止该输出通道进入自适应PWM输出模式
- **PWE_x=0_b**（地址：**0011_b**）防止该输出通道进入自适应PWM输出模式
- **STOP_z=0_b**（地址：**1000_b**）禁止堵转自动停机功能
- **OUT_x=0_b / 1_b**（地址：**0000_b**）打开或关断该输出通道

x: 11-0 输出通道序号

z: 2-0 步进电机序号

工作模式 – 步进电机堵转检测模式

在步进电机堵转模式，需要对下列寄存器进行操作：

- $PDE_x=1_b$ (地址: 0101_b)使能下拉电流源
- $OCC=1_b$ (地址: 0110_b)设置过流关断时间为 2ms (典型值)
- $CLMP[1:0]=11_b$ (地址: 0110_b) 步进电机钳位模式
- $SDS[2:0]=100_b$ (地址: 0110_b) 设置检测值为默认值
- $STOP_z=1_b$ (地址: 1000_b) 使能堵转自动停机功能

x: 11-0 输出通道序号

z: 2-0 步进电机序号

只有E520.01和E520.03有堵转检测功能

工作模式 - 步进电机堵转检测模式

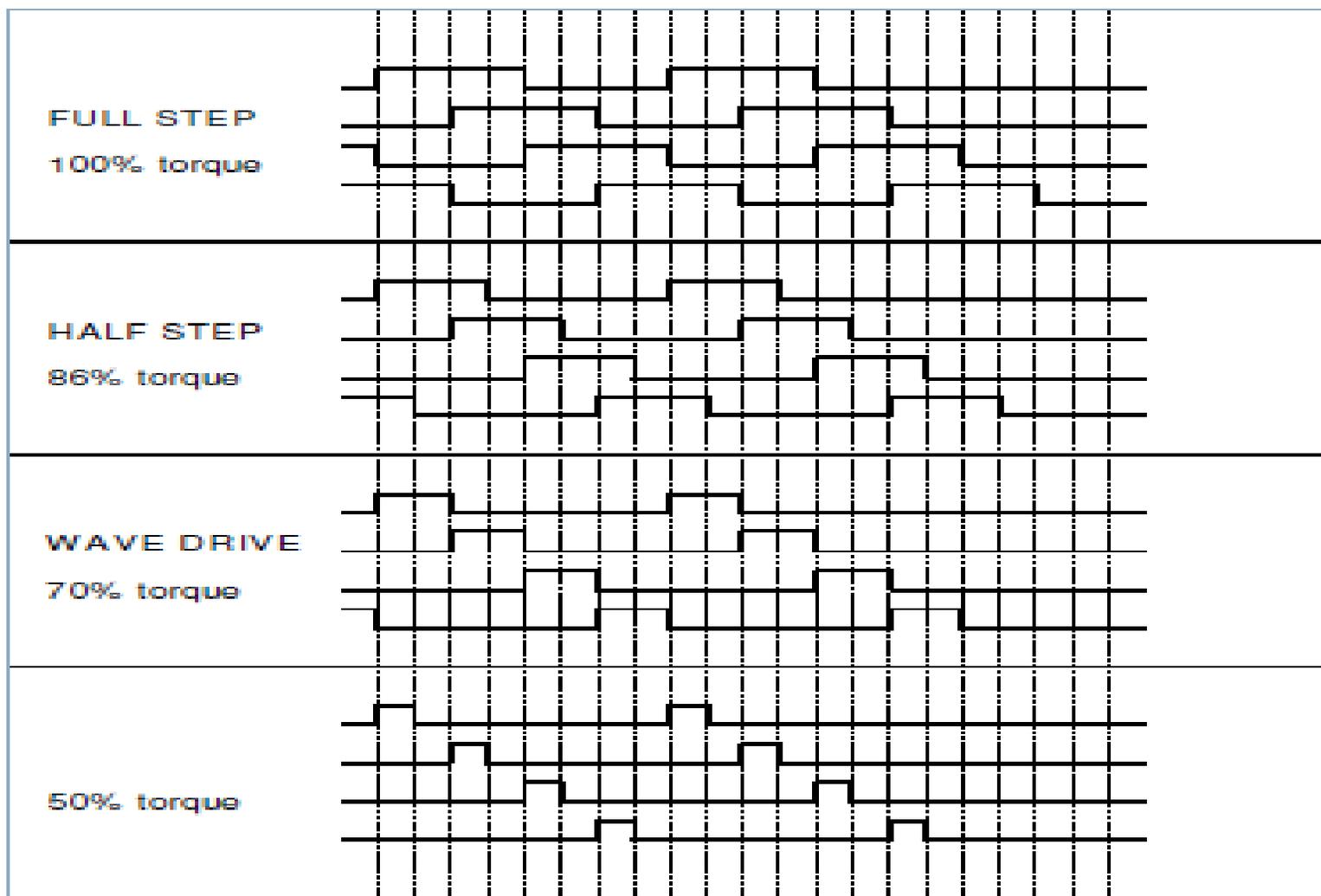
步进电机连接方式



电机引脚	电机1	电机2	电机3
线圈A, 引脚1	OUT0	OUT4	OUT8
线圈A, 引脚2	OUT1	OUT5	OUT9
线圈B, 引脚1	OUT2	OUT6	OUT10
线圈B, 引脚2	OUT3	OUT7	OUT11

工作模式 - 步进电机堵转检测模式

步进电机驱动方式



工作模式 – 步进电机堵转检测模式 步进电机频率监测

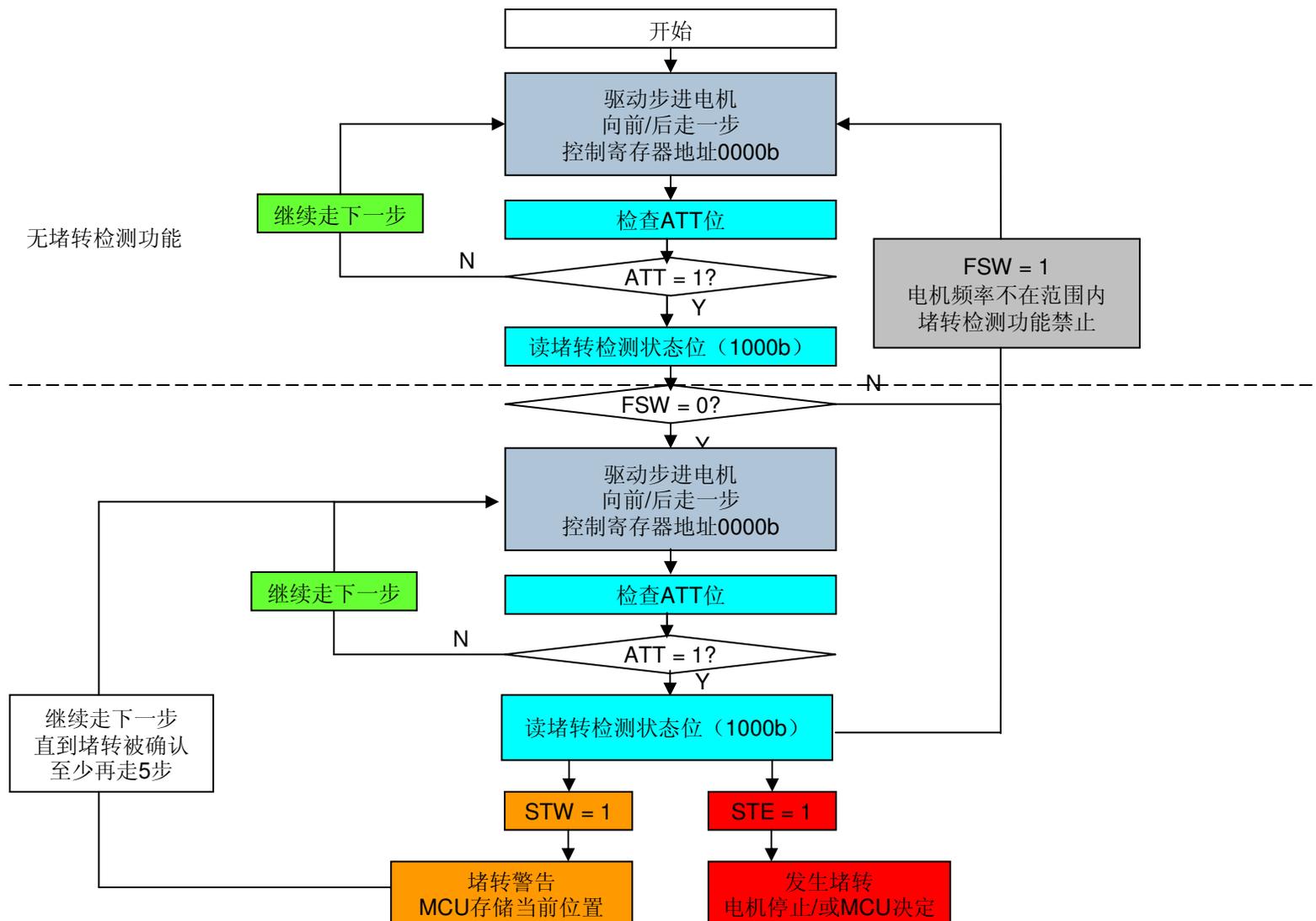
- 为了检测堵转，步进电机的频率必须恒定。
- **E520.01**包含频率监测功能。它可以让外部控制器及时找到一个合适的点来使能堵转测。
- 当步进电机的频率稳定以后(波动小于3%，频率在每秒100步到400步时)，**FSWx**标志位被清零，堵转检测使能。
- 如果检测到连续32步，其频率波动都很小，**FSWx**标志位将被清零。
- 如果步进电机频率波动太大，**FSWx**标志位将被置位。

工作模式 – 步进电机堵转检测模式

堵转检测

- 堵转检测电路对每个电机会产生两个状态标志位：
 - 第一个标志位是堵转警告位**STWx**-表示可能会发生堵转。如果堵转警告位**STWx**为1b时，建议MCU将当前电机位置保存下来，以便后面使用。
 - 第二个标志位是堵转错误标志位**STEx**，表示当前确实发生堵转。如果**STEx**为1b时，上次保存的位置可以被当作是实际的步进电机的位置。这个过程可以使堵转导致失步产生的影响最小。
- 堵转警告位**STWx** 和堵转错误位**STEx**其中任何一个置位，都会导致**ATT f**标志位置位（三者关系为：**STWx OR STEx = ATT**）
- **ATT**标志位不会自动清零，每次当外部MCU读取堵转状态时，该位清零。
- 如果堵转发生，并且**STEx**置位时，堵转处理措施由堵转停止控制位**STOPx** 决定：
 - 如果**STOPx** 为 0b，堵转发生以后，芯片不做任何处理。这时需要外部的MCU来决定如何处理步进电机
 - 如果堵转不再发生，相应的标志位**STWx**和**STEx**会自动清零
 - 如果**STOPx** 为 1b，堵转发生以后，芯片会关断相对应的输出通道
- 为使芯片从堵转状态恢复，外部MCU必须中断当前的步进电机驱动或改变步进电机驱动频率，这样**FSWx** 置位。当**FSWx** 为1时，堵转检测功能被禁止，通道输出又可以被重新控制。
- 每个电机有一个单独的**STOPx**，这样步进电机驱动模式和普通低边驱动模式就可以混合使用。如果不是用来驱动步进电机的话，需要把相应的**STOPx** 位设为0，以避免堵转检测逻辑电路影响该通道的控制。

工作模式 - 步进电机堵转检测模式 软件流程图



工作模式-固定PWM模式



- 每个通道可以被独立配置为固定PWM模式
- 该模式3个内置PWM源的频率相同，但占空比可以独立调节
- 对于固定PWM模式，我们推荐作如下配置：
 - **PWEx=1b**（在寄存器地址 0011b）将该通道设置为固定**PWM**模式
 - **LOG=0b 或 1b**（在寄存器地址 0110b）选择线性或对数**PWM**模式

工作模式-固定PWM模式

PWM产生源分配

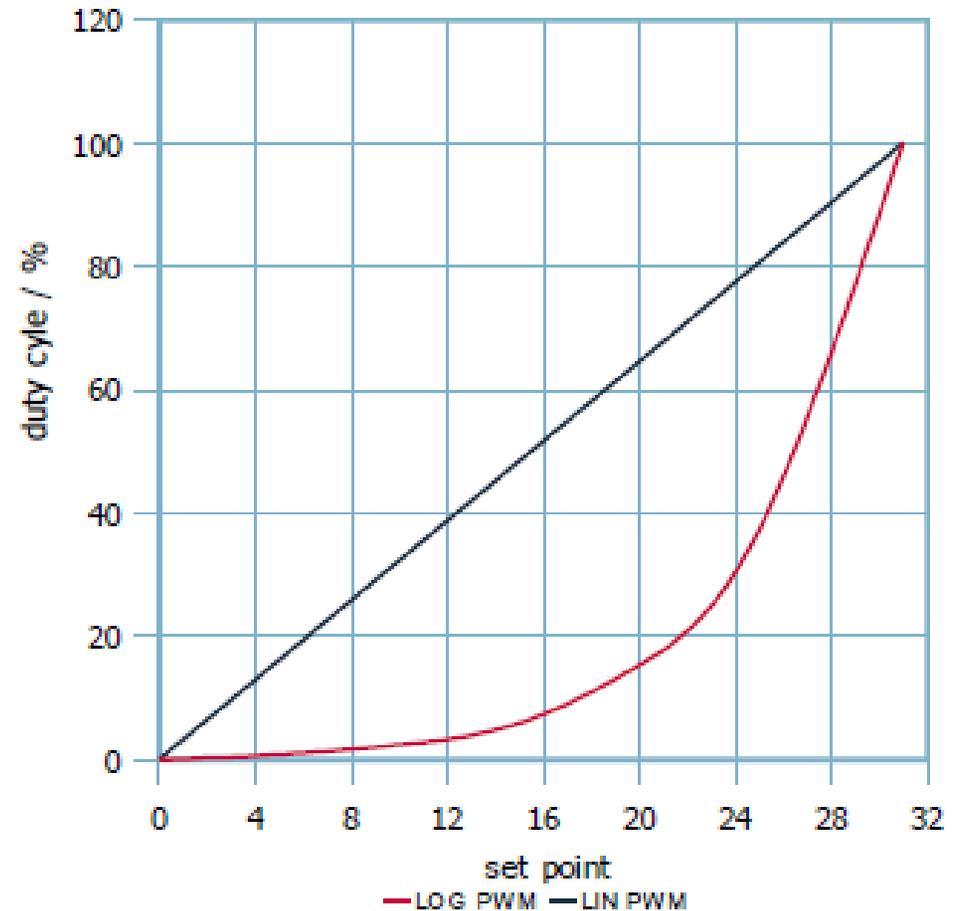


- 每个通道只能被PWMA,PWMB,PWMC中的一个产生源控制
- PWM产生源对应的通道是由硬件决定的，如下图
- 每行代表三个相邻的通道，其占空比可以不同，这三个通道组合使用可以用来驱动3色的LED
- 每列表示这四个通道共享一个PWM源，他们的占空比和频率相同

PWM产生源	PWMA	PWMB	PWMC
通道号	0	1	2
	3	4	5
	6	7	8
	9	10	11

工作模式-固定PWM模式 PWM频率，占空比

- **LOG=0b** 选择线性PWM模式，频率为25kHz，占空比为线性调节
- **LOG=1b**选择线性PWM模式，频率为245Hz，占空比为对数调节
- 当PWMx[4:0]=00000b 时对应的占空比3%，x=A,B,或C
- 当PWMx[4:0]=11111b时对应的占空比100%，x=A,B,或C



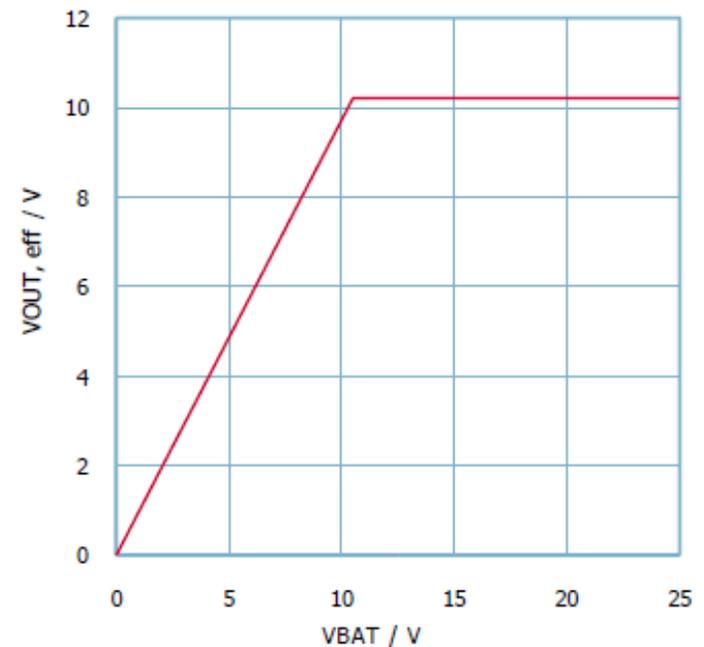
工作模式-自适应PWM模式（驱动继电器）



- 自适应PWM模式在蓄电池电压升高时，自动降低负载的电压来降低功耗。蓄电池电压连接到 VBAT_SENSE 引脚。
- 芯片检测蓄电池电压并自动调整PWM占空比，使负载的有效电压维持在10V。
- 该模式下，所有通道的PWM占空比都相同，频率都为25kHz
- 该模式下，推荐配置如下：
 - RHE_x=1b（在寄存器地址0100b），将该通道设置为自适应PWM模式
 - CLMP[1:0]=00b，使用固定钳位模式
 - OUT_x=0b 或 1b（在寄存器地址0000b）打开或关闭该通道

注意：如果 RHE_x = 1, PWEx, PWM_{Ay}, PWM_{By}, PWM_{Cy} 和LOG位对该通道将没有影响。

- 同一个芯片的某几个通道可以配置自适应PWM模式，而另外几个通道配置为固定PWM模式



工作模式-自适应PWM模式（驱动继电器）



- 驱动继电器, 需要经历两个阶段:
 - Pull-in（导通） 驱动器需要维持一定高的导通电流，因为此时需要100%的驱动能力。(为防止此时进入PWM模式，需要确保**RHEx = 0b** 和**PWEx = 0b**)
 - 经过一段导通时间后，驱动器可以进入到Hold（维持）状态，此时可以使用自适应PWM模式（**RHEx = 1b**）来降低功耗
- 导通和维持阶段的切换需要外部MCU来控制

OUTx	RHEx	工作模式
1	X	永久关断
0	0	永久打开（导通状态）
0	1	自适应PWM模式(维持状态)

保护功能



- 过温保护
- 短路保护
- 开路检测
- 输出钳位

过温保护



- 如果芯片温度超过 $T_{TH,OFF}(160^{\circ} C)$, 所有通道会被马上关断。
- 当芯片温度降低到 $T_{TH,ON}(150^{\circ} C)$, 关断之前的驱动器状态会自动恢复, 不需要新的SPI指令。
- 如果在过温保护状态下, 一个新的驱动指令发送过来, 在温度降低到 $T_{TH,ON}(150^{\circ} C)$, 驱动器会马上按照新指令输出。

短路保护

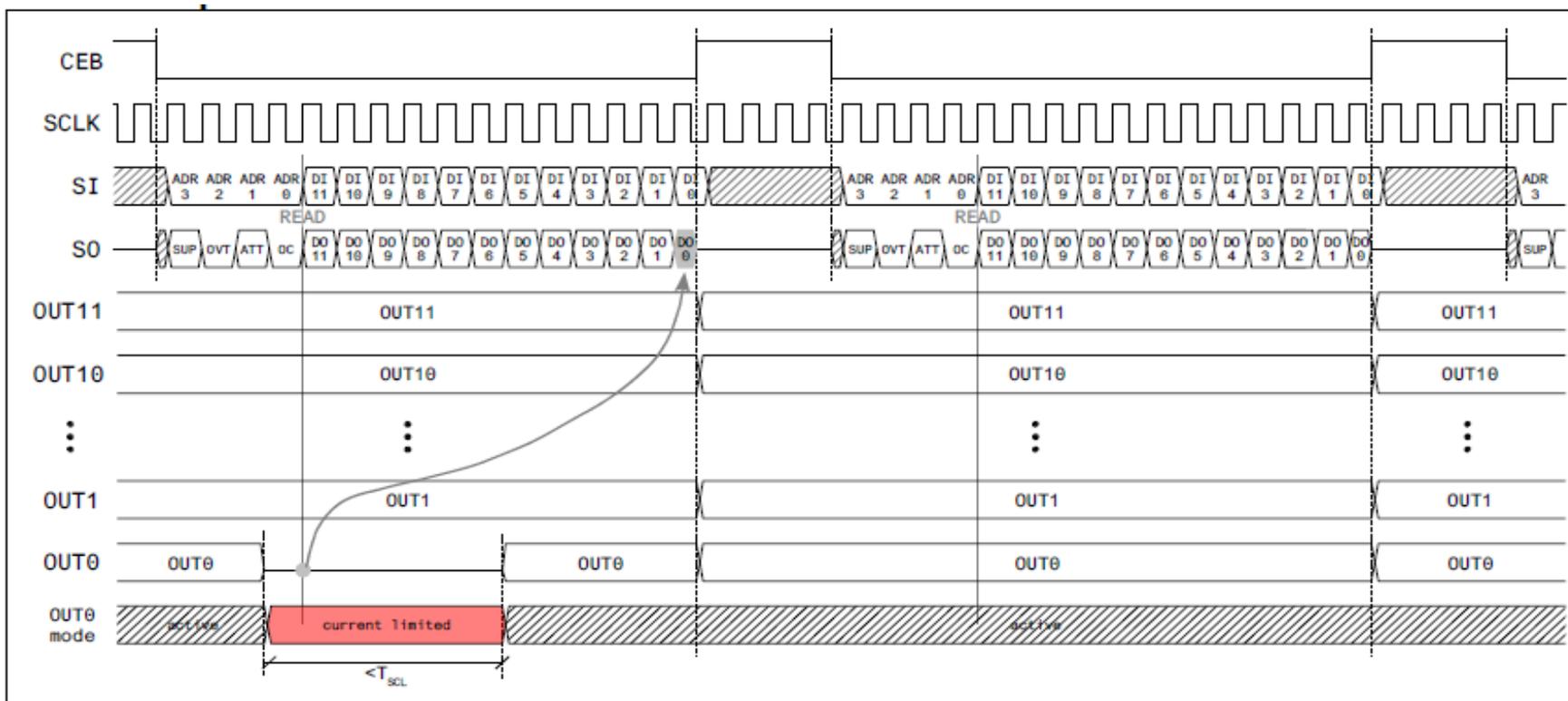


- 当输出电流超过 I_{SCL} (350mA) 时, 一个内部定时器启动, 芯片开始对过流通道进行限流 (此时该通道相当于恒流源)。这个功能对驱动灯泡等负载非常合适。因为灯泡启动电流会很大, 但时间很短。通过限流, 负载可以被安全打开。
- 如果芯片在限流时间超过 T_{SCL} 时, 该通道输出被禁止, 相应的输出寄存器被复位清零。
- 在禁止该输出通道后, 过流标志位会被自动清零, 此时可以该通道可以继续工作, 如果短路情况仍然存在, 那么该通道会继续进入到短路保护状态。
- 每个通道的过流标志位 OCE_x 可以通过读取寄存器0010b获得。
- T_{SCL} 时间由**OCC** 位来选择, 该控制位在寄存器0110b中:
 - **OCC = 0b** 对应的过流最大时间37ms (典型值)
 - **OCC = 1b**对应的过流最大时间2ms (典型值)
- 当对某个通道打开时($OUT_x = 0$), 而通过SPI读回来的状态却为1, 这表明短路已经发生了。
- 如果在PWM模式下, 占空比很小时短路保护不会被触发。因为这种状态下芯片的功耗和发热也比较小。

短路保护 瞬间短路/过流



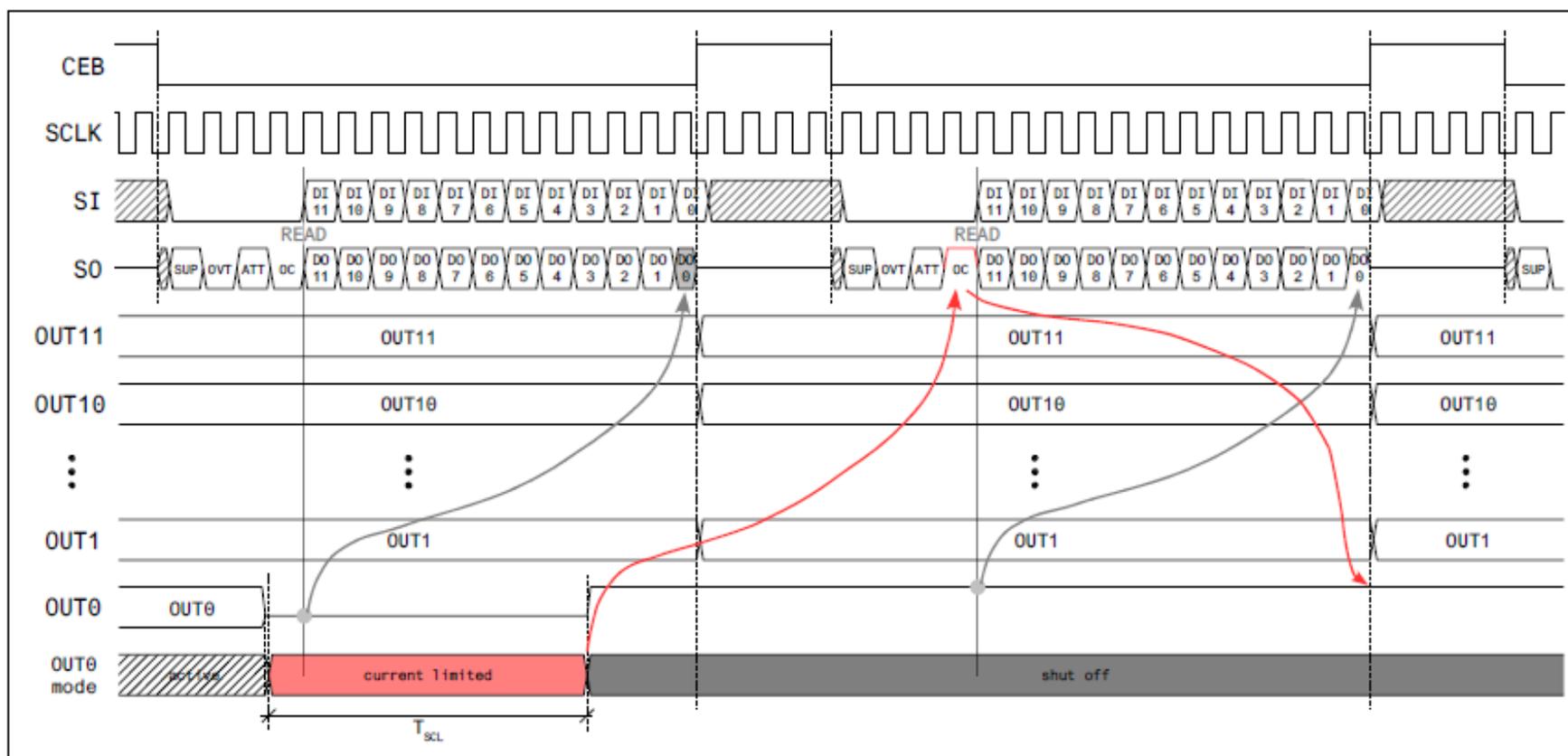
- 通道0发生短路，并且时间小于 T_{SCL} （37ms或2ms），驱动器会先限流，然后故障消失后，自动恢复
- SPI返回的通道0的状态是指在4个地址位发送结束时的状态



短路保护 短路关断

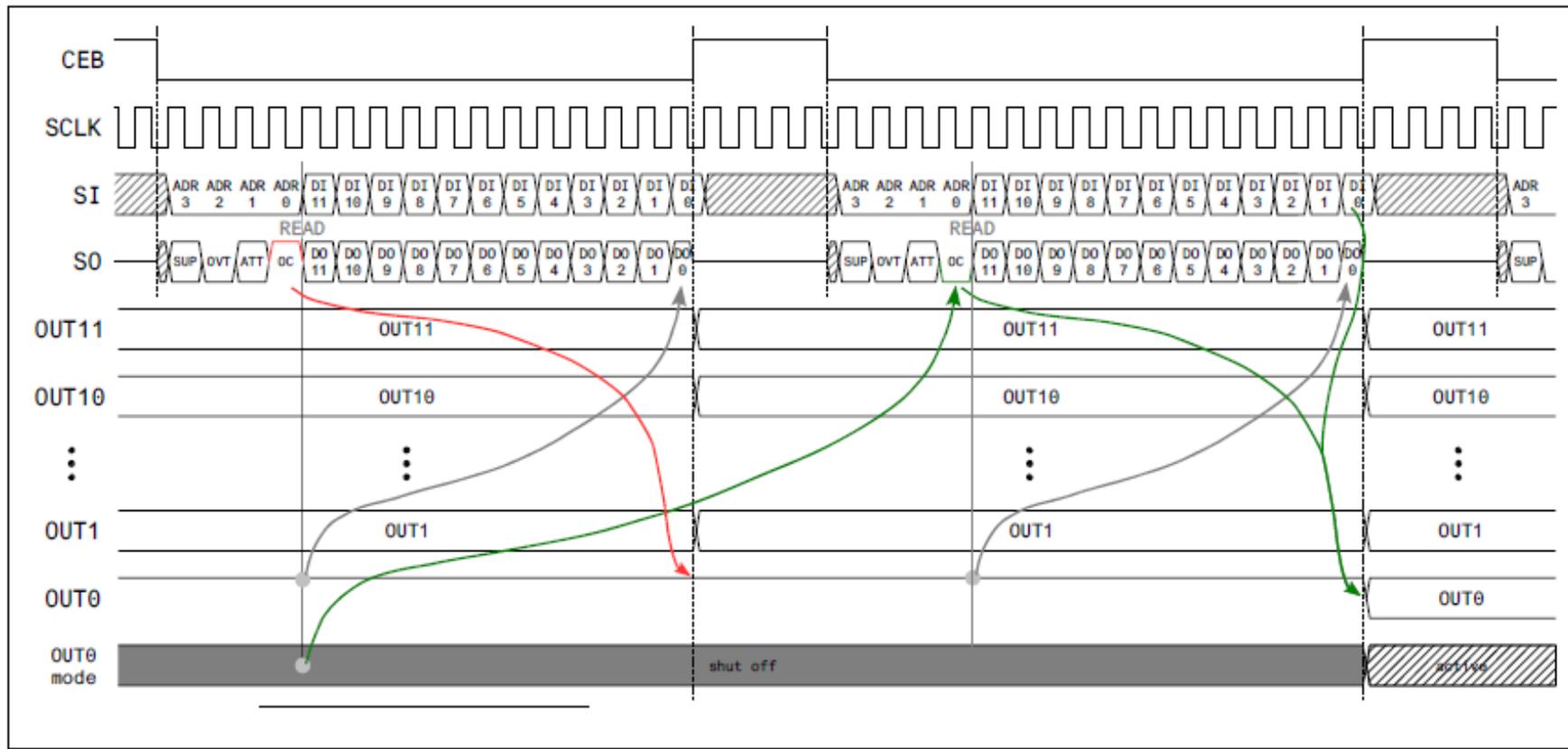


- 通道0发生短路，并且时间超过 T_{SCL} ，驱动器关断通道0，下一个SPI返回的OC状态为1
- SPI返回的通道0的状态是指在4个地址位发送结束时的状态



短路保护 短路恢复

- SPI返回的OC状态是指在4个地址位发送结束时的状态
- 如果通道0处于关断状态，OC标志位自动清零，并且通道0在该SPI命令结束后自动恢复工作



开路检测



- 为了检测开路状态，每路输出都有一个60uA的下拉电流源，电流源通过寄存器地址**0101b**中的**PDEx**来控制：
 - **PDEx=0b** 关断下拉电流源
 - **PDEx=1b** 使能下拉电流源
- 如果输出引脚和蓄电池正极之间没有负载，下拉电流源将输出连到地，对应的输出状态标志位**STATx**会在下一个**SPI**通讯中被设为**0b**。所有通道的输出状态在传输完4个地址位后被采样。
- 当输出被禁止以后（**OUTx = 1**），而对应的状态标志位**STATx**却是**0**，这表明该通道开路。

输出钳位

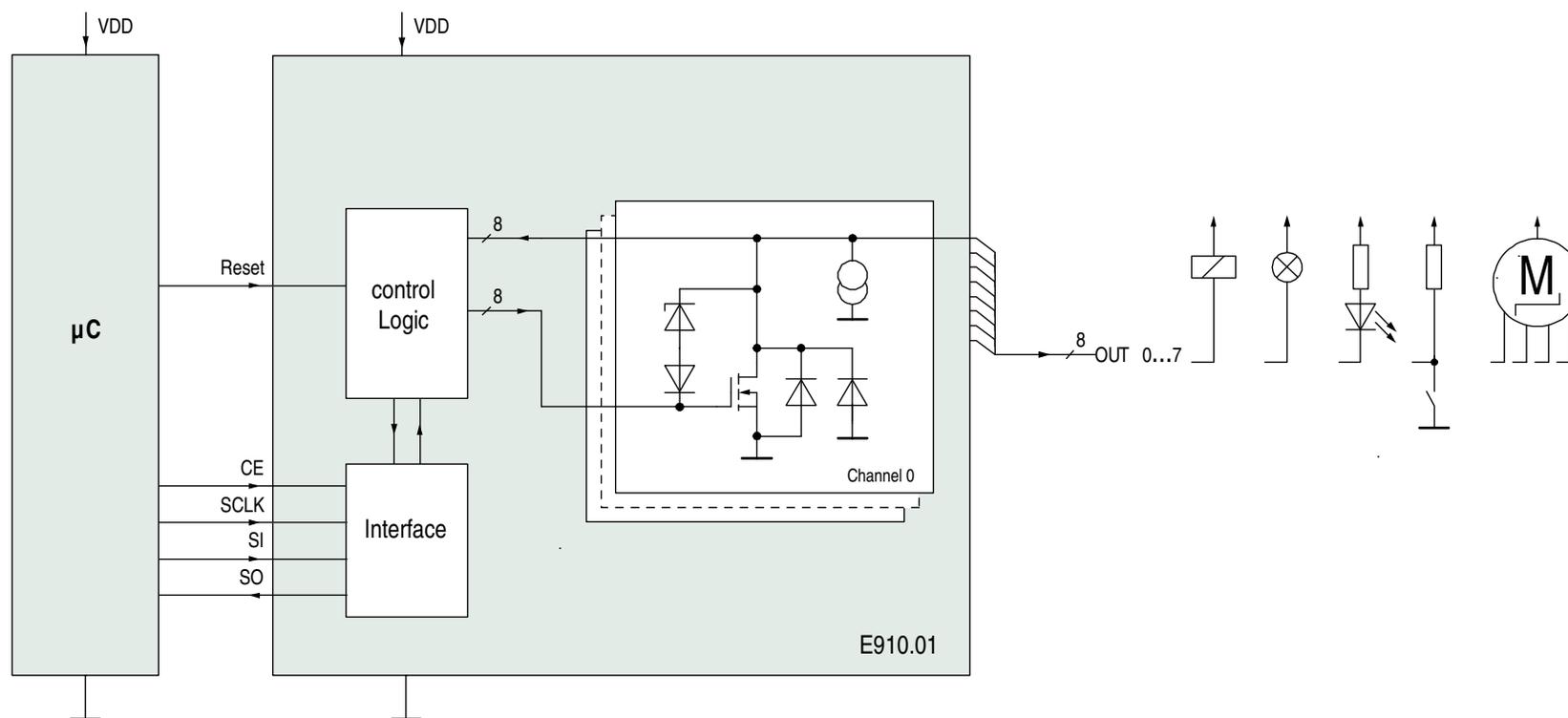


- 所有的通道在驱动感性负载时，都带钳位功能，即当输出电压大于一定值时，马上打开功率管。
- 芯片内部固定的钳位电压在40.0V到50.0V之间，永远有效。
- 默认的钳位为“步进电机钳位模式”

CLMP[1:0]	PDEx	钳位电压
X0 _b	X _b	V _{CL0} 典型值为45V
01 _b	X _b	V _{CL1} 典型值为V _{BATSense} 或V _{CL0} 典型值为45V（取最小值）
11 _b	0 _b	V _{CL1} 典型值为V _{BATSense} 或V _{CL0} 典型值为45V（取最小值）
11 _b	1 _b	步进电机钳位模式

注意: 尽管所有的输出通道带钳位功能，但当某通道用**PWM模式**去驱动感性负载时，为了减小芯片发热，建议外部再加一个续流二极管。在这种情况下，外部的钳位电压必须低于内部的钳位电压。

E910.01 - 8 通道低边驱动



- 可驱动**2**个单极性步进电机
- 或者驱动其他类型的负载(继电器, 灯, **LED**), 每个通道**300mA**
- 开关监测

Setting Standards In Innovation

Thank you !

www.elmos.de

ELMOS Semiconductor AG



Sales

Heinrich-Hertz-Str. 1 | 44227 Dortmund | Germany

Phone: + 49 231 75 49 100 | Fax: + 49 231 75 49 548

sales@elmos.de | www.elmos.de

DISCLAIMER

This presentation contains forward-looking statements based on beliefs of ELMOS' management. Such statements reflect the company's current views with respect to future events and are subject to risks and uncertainties. Many factors could cause the actual results to be materially different, including, among others, changes in general economic and business conditions, changes in currency exchange rates and interest rates, introduction of competing products, lack of acceptance of new products or services and changes in business strategy. Actual results may vary materially from those projected here. ELMOS does not intend or assume any obligation to update these forward-looking statements.