

STEVAL-SPIN3201：配备嵌入式STM32 MCU评估板的  
高级BLDC控制器

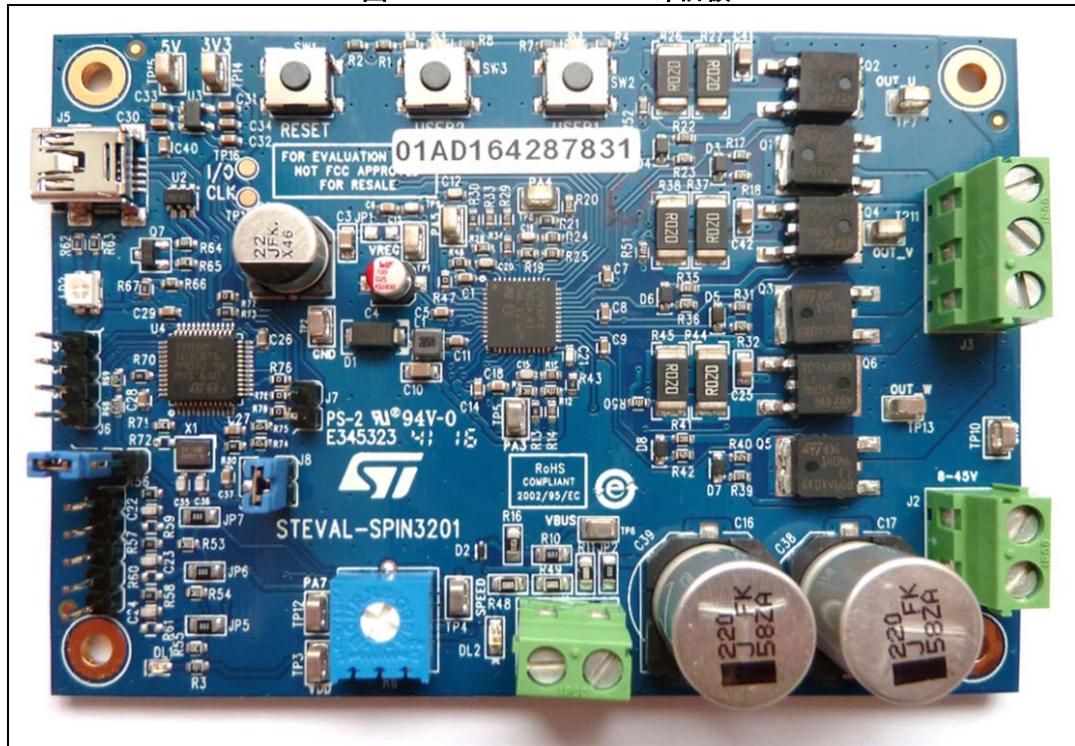
## 引言

STEVAL-SPIN3201板是基于STSPIN32F0的3相无刷DC电机驱动器板、集成了STM32 MCU的3相控制器，并采用3分流电阻作为电流读取拓扑。

它为评估家电、风扇、无人机和电动工具等不同应用中的器件提供了易于使用的解决方案。

该板旨在用于具有3电阻感应的有传感器或无传感器的磁场定向控制算法。

图1. STEVAL-SPIN3201评估板



## 目录

1	硬件和软件要求	3
2	开始使用	3
3	硬件说明和配置	4
4	电路说明	6
4.1	霍尔/编码器电机速度传感器	6
4.2	过电流检测和电流传感测量	7
4.3	母线电压电路	7
4.4	硬件用户界面	8
4.5	调试	8
5	版本历史	9

## 1 硬件和软件要求

使用STEVAL-SPIN3201评估板需要以下软件和硬件：

- Windows® PC (XP、Vista 7、Windows 8、Windows 10)，以安装软件包
- Mini-B USB线缆，以连接STEVAL-SPIN3201板与PC
- STSW-SPIN3201固件示例或STM32 PMSM FOC软件开发套件（均可从www.st.com上获取）
- 具有兼容电压和额定电流的三相无刷DC电机
- 外部直流电源。

## 2 起始

该板的最大额定值如下：

- 功率级供电电压 (VS) 范围：8 V至45 V
- 电机相线电流最高为15 A<sub>rms</sub>。

要使用该板启动项目，请：

1. 根据目标配置检查跳线位置（参见第 4.2 节第7节）。
2. 将电机连接到连接器J3上，考虑电机相线线序。
3. 通过连接器J2的输入1和2为板供电。DL1（红色）LED指示灯将会接通。
4. 使用提供的代码示例或STM32 FOC MC库开发应用。STSW-SPIN3201固件示例还提供了可以使用的预编译二进制文件。若需更多信息，请参考UM2152用户手册。

### 3 硬件说明和配置

图 2 显示了板上主要组件和连接器的位置。

图2. 主要组件和连接器位置

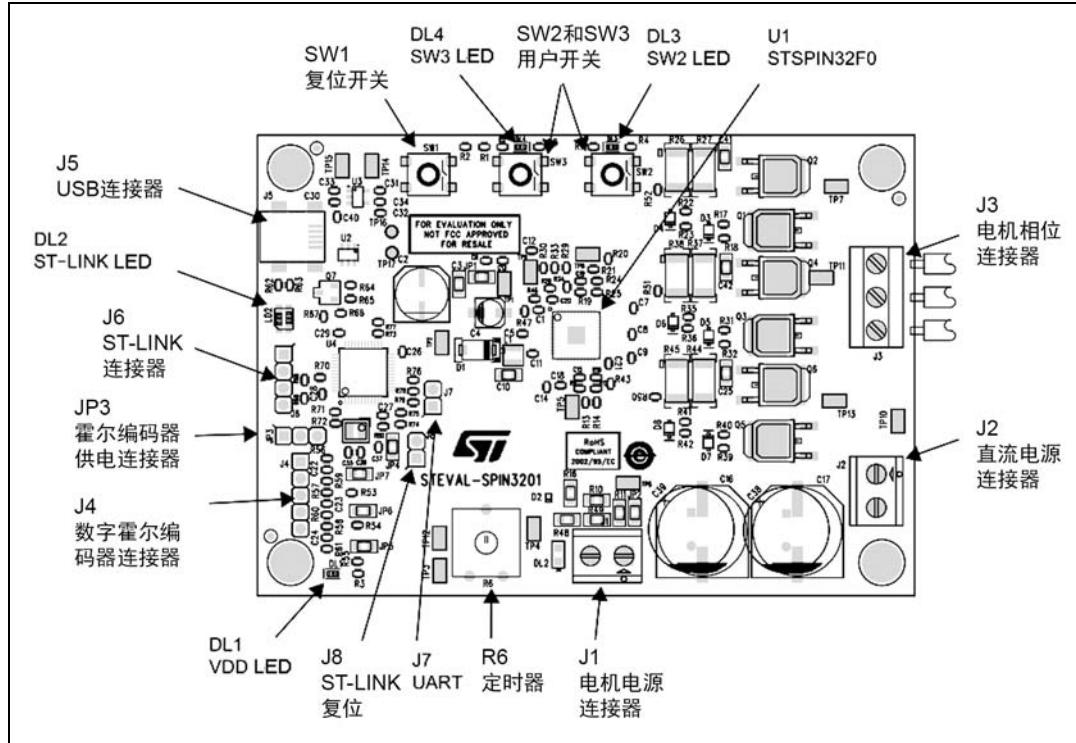


表 1 提供了连接器的详细引脚排列。

表1. 硬件设置跳线

跳线	可用的配置	默认状态
JP1	选择连接到V电机的VREG	OPEN
JP2	选择电机电源连接到直流电源	CLOSED
JP3	选择霍尔编码器为USB (1) / VDD (3) 电源供电	1 - 2 CLOSED
JP4	选择ST-LINK (U4) 复位	OPEN
JP5	选择PA2连接到霍尔3	CLOSED
JP6	选择PA1连接到霍尔2	CLOSED
JP7	选择PA0连接到霍尔1	CLOSED

表2. 其他连接器、跳线和测试点说明

名称	引脚	标签	说明
J1	1 - 2	J1	电机电源
J2	1 - 2	J2	器件主电源 (VM)
J3	1 - 2 - 3	U, V, W	3相BLDC电机相线连接
J4	1 - 2 - 3	J4	霍尔/编码器传感器连接器
	4 - 5	J4	霍尔传感器/编码器供电
J5	-	J5	USB输入ST-LINK
J6	1	3V3	ST-LINK电源
	2	CLK	ST-LINK的SWCLK
	3	GND	GND
	4	DIO	ST-LINK的SWDIO
J7	1 - 2	J7	UART
J8	1 - 2	J8	ST-LINK复位
TP1	-	VREG	12 V电压稳压器输出
TP2	-	GND	GND
TP3	-	VDD	VDD
TP4	-	SPEED	速度电位计输出
TP5	-	PA3	PA3 GPIO (输出运放感应1)
TP6	-	VBUS	VBus反馈
TP7	-	OUT_U	输出U
TP8	-	PA4	PA4 GPIO (输出运放感应2)
TP9	-	PA5	PA5 GPIO (输出运放感应3)
TP10	-	GND	GND
TP11	-	OUT_V	输出V
TP12	-	PA7	PA7_3FG
TP13	-	OUT_W	输出W
TP14	-	3V3	3V3 ST-LINK
TP15	-	5V	USB电压
TP16	-	I/O	SWD_IO
TP17	-	CLK	SWD_CLK

## 4 电路说明

STEVAL-SPIN3201提供完整的3电阻FOC解决方案，由STSPIN32F0-具有嵌入式STM32 MCU的高级BLDC控制器和具有NMOS STD140N6F7的三半桥功率级组成。

STSPIN32F0自动生成所需的所有供电电压：内部直流/直流降压转换器提供3V3电压，内部线性稳压器为栅极驱动器提供12 V电压。

电流反馈信号调节通过嵌入器件中的三个运放进行，内部比较器对分流电阻进行过电流保护。

两个用户按钮、两个LED指示灯和一个微调器可用于实现简单的用户界面（例如启动/停止电机并设定目标速度）。

STEVAL-SPIN3201板支持正交编码器和数字霍尔传感器作为电机位置反馈。

该板包括一个ST-LINK-V2，使用户可以在没有任何额外的硬件工具的情况下调试和下载固件。

### 4.1 霍尔/编码器电机速度传感器

STEVAL-SPIN3201评估板支持数字霍尔和正交编码器传感器作为电机位置反馈。

如表 3所示，传感器可以通过J4连接器连接到STSPIN32F0。

表3. 霍尔/编码器连接器 (J4)

名称	引脚	说明
Hall1/A+	1	霍尔传感器1/编码器输出A+
Hall2/B+	2	霍尔传感器2/编码器输出B+
Hall3/Z+	3	霍尔传感器3/编码器零反馈
VDD传感器	4	传感器供电电压
GND	5	接地

1 kΩ的保护串联电阻与传感器输出串联安装。

对于需要外部上拉的传感器，输出线上已经安装了三个10 kΩ电阻，并连接到VDD电压。同样的，也可以提供下拉电阻的封装。

跳线JP3选择传感器供电电压的电源：

- 引脚1 - 引脚2之间的跳线：由VUSB (5 V) 供电的霍尔传感器
- 引脚1 - 引脚2之间的跳线：由VDD (3.3 V) 供电的霍尔传感器

用户可以断开MCU GPIO打开跳线JP5、JP6和JP7的传感器输出。

## 4.2 过电流检测和电流传感测量

STEVAL-SPIN3201评估板基于STSPIN32F0集成的OC比较器实现过电流保护。分流电阻测量每相的负载电流。电阻R50、R51和R52将与每个负载电流相关的电压信号输入到OC\_COMP引脚。当其中一个三相中流过的峰值电流超过所选择的阈值时，集成的比较器会被触发，并且所有高侧电源开关被禁用。当电流低于阈值时，高侧电源开关再次启用，从而实现过电流保护。STEVAL-SPIN3201评估板的电流阈值如表4所示。

表4. 过电流阈值

PF6	PF7	内部比较器 阈值	OC阈值
0	1	100 mV	20 A
1	0	250 mV	65 A
1	1	500 mV	140 A

更改R43偏置电阻可以修改这些阈值。建议选择R43高于30 kΩ。要计算目标电流限制I<sub>OC</sub>的R43值，可以使用以下公式：

公式1

$$R43 = \frac{V_{DD} \cdot 2.2k\Omega}{3 \cdot OC_{COMP_{th}} - I_{OC} \cdot 0.01\Omega} - \frac{2.2k\Omega}{3}$$

其中OC\_COMP<sub>th</sub>是内部比较器的电压阈值（由PF6和PF7选择），V<sub>DD</sub>是由内部直流/直流降压转换器提供的3.3 V数字供电电压。

移除R43，电流阈值公式简化如下：

公式2

$$I_{OC} = \frac{3 \cdot OC_{COMP_{th}}}{0.01\Omega}$$

## 4.3 母线电压电路

STEVAL-SPIN3201评估板提供母线电压感应。该信号通过电机供电电压（VBUS）（R10和R16）的分压器进行设置，并发送到嵌入式MCU的PB1 GPIO（ADC的通道9）上。信号也可在TP6上使用。

## 4.4 硬件用户界面

该板提供如下硬件用户界面：

- 电位计R6设置，例如，目标速度
- 开关SW1复位STSPIN32F0 MCU和ST-LINK V2
- 开关SW2：用户按钮1
- 开关SW3：用户按钮2
- LED DL3：用户LED 1（按下用户1按钮时也会接通）
- LED DL4：用户LED 2（按下用户2按钮时也会接通）。

## 4.5 调试

STEVAL-SPIN3201评估板嵌入了ST-LINK/V2-1调试工具/编程工具。ST-LINK支持的特性包括：

- USB软件重新枚举
- USB上的虚拟COM端口接口，连接到STSPIN32F0（UART1）的PB6/PB7引脚上
- USB上的大容量存储接口

ST-LINK的电源由主机PC通过连接到J5的USB线缆提供。

LED LD2提供ST-LINK通信状态信息：

- 红色LED缓慢闪烁：在USB初始化之前上电
- 红色LED快速闪烁：PC和ST-LINK/V2-1之间的第一次正确通信（枚举）
- 红色LED亮起：PC和ST-LINK/V2-1之间的初始化完成
- 绿色LED亮起：成功进行目标通信初始化
- 红色/绿色LED闪烁：与目标通信时
- 绿色亮起：通信成功完成

拆下跳线J8，复位功能与ST-LINK断开连接。

## 5 版本历史

表5. 文档版本历史

日期	版本	变更
2016年12月12日	1	初始版本。

表6. 中文文档版本历史

日期	版本	变更
2017年10月16日	1	中文初始版本。

**重要通知 - 请仔细阅读**

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用， ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。本文档的中文版本为英文版本的翻译件，仅供参考之用；若中文版本与英文版本有任何冲突或不一致，则以英文版本为准。

© 2017 STMicroelectronics - 保留所有权利