

 在本使用手册中，我们将尽力叙述各种与 **DY3F** 系列驱动单元操作相关的事项。限于篇幅限制及产品具体使用等原因，不可能对系列驱动单元中所有不必做和/或不能做的操作进行详细的叙述。因此，本使用手册中没有特别指明的事项均视为“不可能”或“不允许”进行的操作。

 本使用手册的版权，归广州数控设备有限公司所有，任何单位与个人进行出版或复印均属于非法行为，广州数控设备有限公司将保留追究其法律责任的权利。

前 言

尊敬的客户：

对您选用广州数控设备有限公司的 **DY3F**系列三相混合式步进驱动单元产品，本公司深感荣幸并表示感谢！

本使用手册提供了使用该驱动单元的有关内容及注意事项。本使用手册适用于 **DY3F(V3.0)** 版本，请详细阅读本使用手册后，再进行安装连接与操作。



操作不当可能引起意外事故。

在使用该驱动单元以前，请务必仔细阅读本手册！

安全警告与说明



安 装

驱动单元应安装在通风良好、防护完善的电柜内。为保证驱动单元散热条件，请按图 1 推荐的空间间距安装！

接 线

电机线和电源线有较大电流通过，接线时一定要连接牢固，将端子压紧。驱动单元和步进电机保护接地必须可靠，接地电阻不应大于 $0.1\ \Omega$ 。

通 电

不得带电插拔电机插头，由此将引起严重的后果。

应当安装过流保护器，用来保护电源线，过电流时切断电路。

电源开关应使用通断可靠的空气开关，不要使用普通的刀闸开关。

在确认没有导电异物落入驱动单元内以及接线正确、连接可靠后，方能通电运行！

订 货

驱动单元输出电流大于 5.2A 时，应向公司特殊订货。

不得将通用产品拨为 5.2A 以上使用，否则后果自负。

安 全 责 任

制造者的安全责任

- 制造者应对所提供的电机及随行供应的附件在设计和结构上已消除和/或控制的危险负责。
- 制造者应对所提供的电机及随行供应的附件的安全负责。
- 制造者应对提供给使用者的使用信息和建议负责。

使用者的安全责任

- 使用者应通过电机安全操作的学习和培训，并熟悉和掌握安全操作的内容。
- 使用者应对自己增加、变换或修改原电机、附件后的安全及造成的危险负责。
- 使用者应对未按使用说明文件的规定操作、调整、维护、安装和储运产品造成的危险负责。

所有规格和设计如有变化，公司恕不另行通知。

本手册由最终用户收藏。

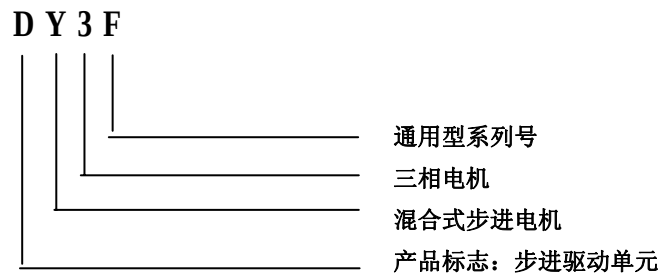
诚挚的感谢——您在使用广州数控设备有限公司的产品时，

对我们的友好支持！

目 录

1	型号说明	1
2	性能简介	1
3	技术参数	3
4	先进的步进电机控制原理	4
5	安装说明	6
6	驱动单元外形及安装尺寸图	7
7	接口及拔码开关说明	8
9	三相混合式步进电机参数表	12
10	DY3F 与数控系统连接	13

1 型号说明



2 性能简介

三相混合式步进电机采用稀土永磁材料制造，与反应式步进电机相比具有电磁损耗小、转换效率高、动态特性好等优点。三相混合式步进电机运行时相对平稳、噪声小、输出力矩大且不易失步。三相混合式步进电机在正弦波电流的驱动下，极大的改善了步进电机的震荡和噪声，是目前步进电机的一种高档品种。

广州数控设备有限公司研制的 **DY3F** 系列三相混合式步进驱动单元，具有以下特点：

技术新

应用微电子技术，将新一代高速单片机嵌入驱动单元内，使控制性能提高，电路简化；采用交流伺服的控制原理，具有交流伺服运行特性，三相正弦电流驱动输出；驱动单元内低压直流电源应用开关电源技术，使电源电路体积小，稳定可靠。

微步距

运用矢量细分技术，可控制步进电机转过的最小角度为电机步距角的 $1/20(0.03^\circ)$ 。微步距控制可使步进电机低速运行平稳，其运行效果接近交流伺服。微步距驱动单元与 $\mu m(0.001mm)$ 级 CNC 控制器配套，可实现 μm 级最小移动量，用于加工弧面、锥面、螺纹等工件，能明显提高工件表面的精细效果。

高转矩

步进电机输出转矩与注入电流成正比,高速运转时注入电流大小与驱动单元功放级使用的电压成正比,目前大部分步进电机驱动单元功放级。由于技术限制,所使用的电压在 DC 150V 伏以下,而 DY3F 步进电机驱动单元功放级的电压达到 DC 310V,因而驱动步进电机高速运转时仍然有高转矩输出。

高可靠性

控制部分集成度高、功放级采用日本三菱公司的新型智能 IPM 模块,整机结构紧凑、电路简练、接插件少、机外风冷散热设计可减少粉尘侵入机内,设有超温、过压、欠压、保护、报警信号输出。

3 技术参数

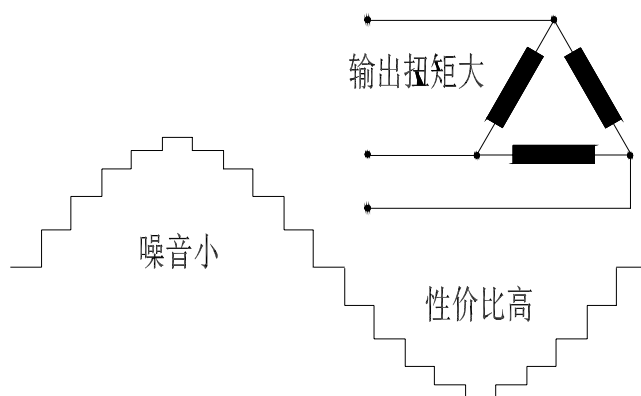
输入电源	AC (0.85~1.1)×220V 50 Hz /60 Hz 10A (Max)
输出相电流	相电流有效值不大于 6.8A
适配电机	三相混合式步进电机（步距角 0.6°）
工作环境	0℃~45℃ 10%~85%RH（无凝露）。无腐蚀性、易燃、易爆、导电性气体、液体和粉尘。
存放环境	-20℃~80℃ 10%~85%RH（无凝露）。
驱动方式	SPWM（正弦脉宽调制）恒流斩波，三相正弦波电流输出。
步距角	可由用户设定：0.030°、0.036°、0.045°、0.060°、0.072°、0.075°、0.090°、0.120°、0.144°
对应电机 每转脉冲	12000、10000、8000、6000、5000、4800、4000、3000、2500
步距角 设定方式	DIP 开关（SW7、SW8、SW9、SW10）设定；
输入信号	CP/ $\overline{\text{CP}}$ （脉冲）；DIR/ $\overline{\text{DIR}}$ （方向）；EN/ $\overline{\text{EN}}$ （使能）；
输入电平	5V、5 mA~10mA，12V 时串入 1kΩ 电阻，24V 时串入 2.2kΩ 电阻。 输入回路有电流时输入有效。
位置脉冲 输入方式	单脉冲方式：CP（脉冲）+DIR（方向） 脉冲宽度≥2μs； 脉冲频率：(步距角<0.300°)≤200kHz； 换向时，DIR（方向）信号超前 CP（脉冲）信号≥10μs。
输出信号	RDY1/RDY2（准备好）：无报警时接通，负载 30V、0.5A（Max）。
掉电相位记忆	驱动断电后自动记忆当前相位；
电机电流自动 减半功能	设置为 ON 时驱动单元工作在升频升流模式，可以抑制电机低速时的振动和噪声，锁定电流自动减半；设置为 OFF 时当输入脉冲停止 100ms 后，锁定电流自动减半。
保护功能	制动异常、欠压、超压、IPM 模块异常。
状态指示	绿色 LED RDY：正常指示，无故障时亮； A、B、C：有使能时脉冲指示 黄色 LED ALM：制动异常、欠压、超压、IPM 模块异常时闪亮。
外形尺寸	244 mm×163 mm×92mm（见图 1）
重 量	2.7kg

4 先进的步进电机控制原理

广州数控设备有限公司将交流伺服控制原理应用到三相混合式步进驱动单元中，输入的 AC 220V 经整流后变为 DC 310V，再经脉宽调制变为三路 310V 阶梯式正弦波形电流，它们按固定时序分别流过三路绕组，其每个阶梯对应电机转动一步。通过改变驱动单元输出正弦电流的频率来改变电机转速，而每转输出的阶梯数确定了每步转过的角度。

按目前的电子技术，正弦电流的阶梯数可以分得很多，理论上电机每转的步数可以很高，这就是细分技术，但经过理论分析及大量的实验证明：如果细分数超过 10，电机带负载后，就会产生跳步和失步现象。所以细分数超过 10 没有实际意义。目前仅仅三相正弦电流细分技术能保证细分后电机输出扭矩不下降，而且每一步都能精确定位。

当电机三相绕组通入正弦波电流（三相电流相位差为 120° ）时，该电流在电机的气隙中产生一个空间幅值恒定的旋转磁势，该空间磁势的大小和方向与各相的电流的顺序和大小有关，并且要求驱动单元在电机绕组中的电流为双向的分级变化的阶梯波（当分级数无限增加时，电流波将形成正弦波），各相电流之间的相位差为 120° 。电机磁性转子跟踪定子空间磁势面移动形成电机旋转，当空间磁势定位于某点时，转子也定位于该点，实现了精确定位。电机相电流波形和电机步距角的关系如下图所示：



当某一相电流变化一个完整周期时（其它相电流也各自变化一个完整的周期，只是相角不同而已），步进电机转子将转过一个齿距，对应的机械角为 $360^\circ / Z_2$ (Z_2 为电机转子

齿数)。若相电流在一个周期内分成 N 个台阶电流值, 转子在每一个台阶电流处于不同的定位点, 因此, 步进电机的步距角为: $\alpha = 360^\circ / (NZ2)$, 或电机每转步数为: $S = N \times Z2$ 。如果每一个正弦周期由 20 个电流台阶 N 组成, 由于电机的转子齿数 $Z2$ 为 50 个, 则电机的步距角 $\alpha = 360^\circ / (NZ2) = 360^\circ / (20 \times 50) = 0.36^\circ$, 电机每一转需脉冲个数为: $S = N \times Z2 = 20 \times 50 = 1000$ 。

5 安装说明

驱动单元外型及安装尺寸见图 1。

安装步骤：

a) 开箱检查

DY3F 系列驱动单元为单台（轴）包装，开箱后请按装箱单核对驱动型号、编号、使用手册、合格证附件等，如发现与装箱单不符请及时和本公司联系。

检查驱动单元有无机箱变型，部件破损等异常情况，如有异常，请确认不影响使用后，再安装，或与本公司联系。

b) 安装

DY3F 系列驱动单元应安装在通风良好，防护完善的电柜内，为保证驱动单元散热条件，请按〈图 1〉中推荐的空间间距安装。

c) 接线

按照下述接口说明，接齐信号线、电机线、电源线。电机线和电源线流过电流较大，接线时一定要接牢，且电机线和电源线应大于 1mm^2 。

由于驱动单元工作于高频斩波方式，步进电机存在感应电压和泄漏电流，建议驱动单元的电源通过隔离变压器提供，并保证驱动单元和步进电机妥善接地，以确保使用安全。电源开关应选用空气开关、漏电保护开关或接触器，保证快速、可靠地通断。

6 驱动单元外形及安装尺寸图

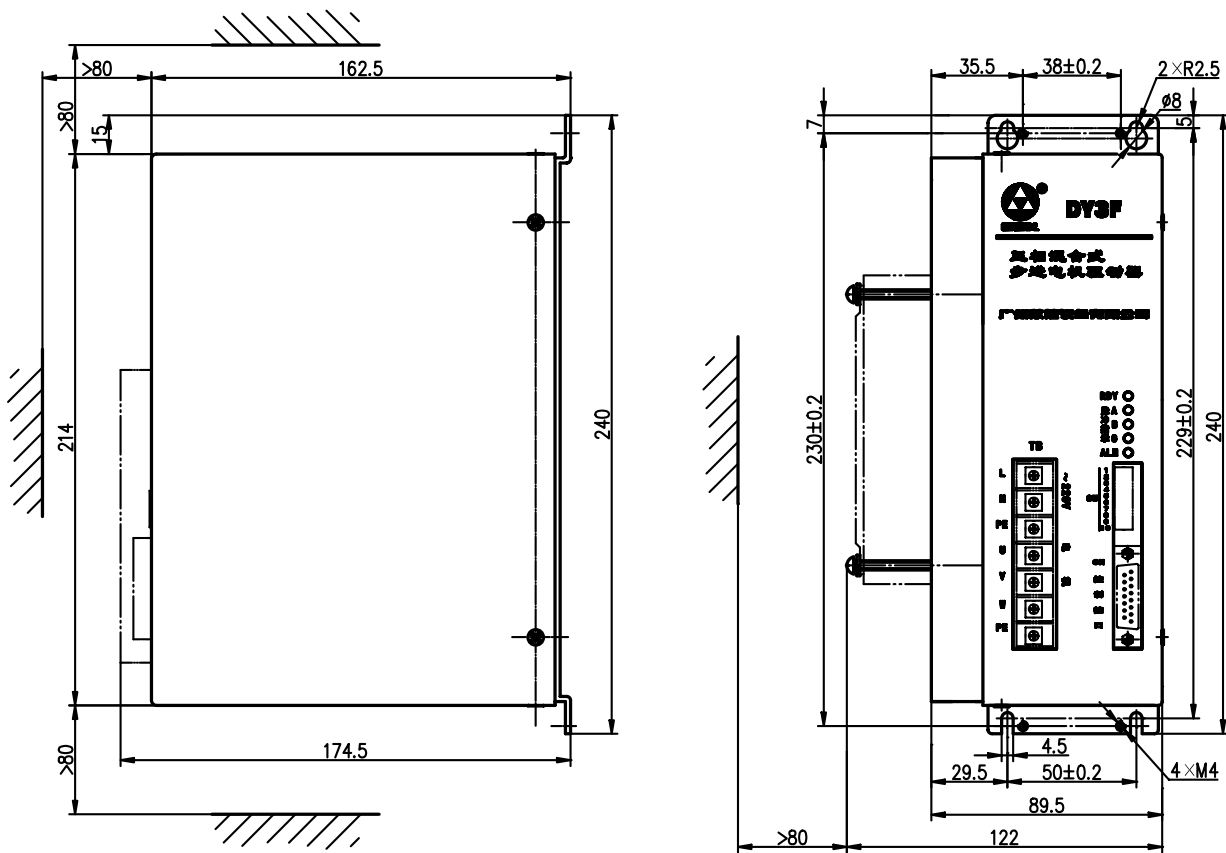


图 1

7 接口及拔码开关说明

1) 信号接口

信号接线见下表。

引脚	端子名	信号说明
1	CP+	脉冲信号（正端）输入
9	CP-	脉冲信号（负端）输入
2	DIR+	方向电平信号（正端）输入
10	DIR-	方向电平信号（负端）输入
3	EN+	使能信号（正端）输入
11	EN-	使能信号（负端）输入
6	RDY1	准备好信号
14	RDY2	准备好信号

注：DY3F 工作正常时 6 和 14 脚内部接通；报警时 6 和 14 脚断开。

2) 电机接口和电源接口

电源输入交流 220V 接到 L、N 端。步进电机内部线圈接成三角型（也可以接成 Y 型，但需要调整驱动单元输出相电流），电机的三个引出线可任意接至 U、V、W。若发现电机旋转方向错误应先关掉电源，再任意调换 2 个电机线的接头位置。

3) 状态指示灯

黄色报警灯 ALM，ALM 亮时驱动单元报警（见表 1）。4 个绿灯：RDY 驱动单元为准备好指示灯，此灯亮时表示工作正常；A、B、C 三个灯表示脉冲输入状态，有使能信号情况下开机初始状态为前一次掉电前的状态。A、B、C 共有 8 种状态指示，使用时，可根据未加工前在程序零点时与加工后回程序零点后 A、B、C 的状态是否相同，来判断加工过程是否失步。

表 1 报警指示表

报警名称	黄色灯 (ALM)	绿色灯 (A	B	C)
IPM 模块异常	闪 亮	灭	亮	灭
主电路超压	闪 亮	亮	灭	亮
制动异常	闪 亮	亮	亮	灭
主电路欠压	闪 亮	亮	灭	灭

4) 拨码开关

在状态指示灯下有 SW1~SW10 十个拨码开关。SW1、SW2、SW3、SW4 四个拨码开关为驱动单元输出电流设置开关，共可设置 16 种不同的电机相电流。SW7、SW8、SW9、SW10 四个拨码开关为步距角设置开关，共可设置 9 种不同步距角。SW5 和 SW6 两个开关作为驱动单元 SPWM 频率和半流模式功能选择开关。具体设置详见表 2。

表 2 SW 拨码开关功能设置表

电机线电流设置						电机步距角设置					
SW1	SW2	SW3	SW4	线电流(A)	兼容产品	SW7	SW8	SW9	SW10	步距角(°)	每转步数
OFF	OFF	OFF	OFF	1 . 0		OFF	OFF	OFF	OFF	0 . 03	12000
ON	OFF	OFF	OFF	1 . 4		ON	OFF	OFF	OFF	0 . 036	10000
OFF	ON	OFF	OFF	1 . 8		OFF	ON	OFF	OFF	0 . 045	8000
ON	ON	OFF	OFF	2 . 2	DY3E-13	ON	ON	OFF	OFF	0 . 06	6000
OFF	OFF	ON	OFF	2 . 5		OFF	OFF	ON	OFF	0 . 072	5000
ON	OFF	ON	OFF	2 . 9		ON	OFF	ON	OFF	0 . 075	4800
OFF	ON	ON	OFF	3 . 3		OFF	ON	ON	OFF	0 . 09	4000
ON	ON	ON	OFF	3 . 7		ON	ON	ON	OFF	0 . 12	3000
OFF	OFF	OFF	ON	4 . 1	DY3E-24	OFF	OFF	OFF	ON	0 . 144	2500
ON	OFF	OFF	ON	4 . 5							
OFF	ON	OFF	ON	4 . 8	DY3E-28						
ON	ON	OFF	ON	5 . 2	DY3E-30						
OFF	OFF	ON	ON	5 . 6							
ON	OFF	ON	ON	6 . 0							
OFF	ON	ON	ON	6 . 4							
ON	ON	ON	ON	6 . 8	DY3E-40						
驱动单元 SPWM 斩波频率设置						电机半流模式设置					
SW5	OFF			ON		SW6	OFF			ON	
	保留						脉冲停止 100ms 半流模式			升频升流模式	

注 1：拨码开关朝右为 OFF（关），朝左为 ON（开）。

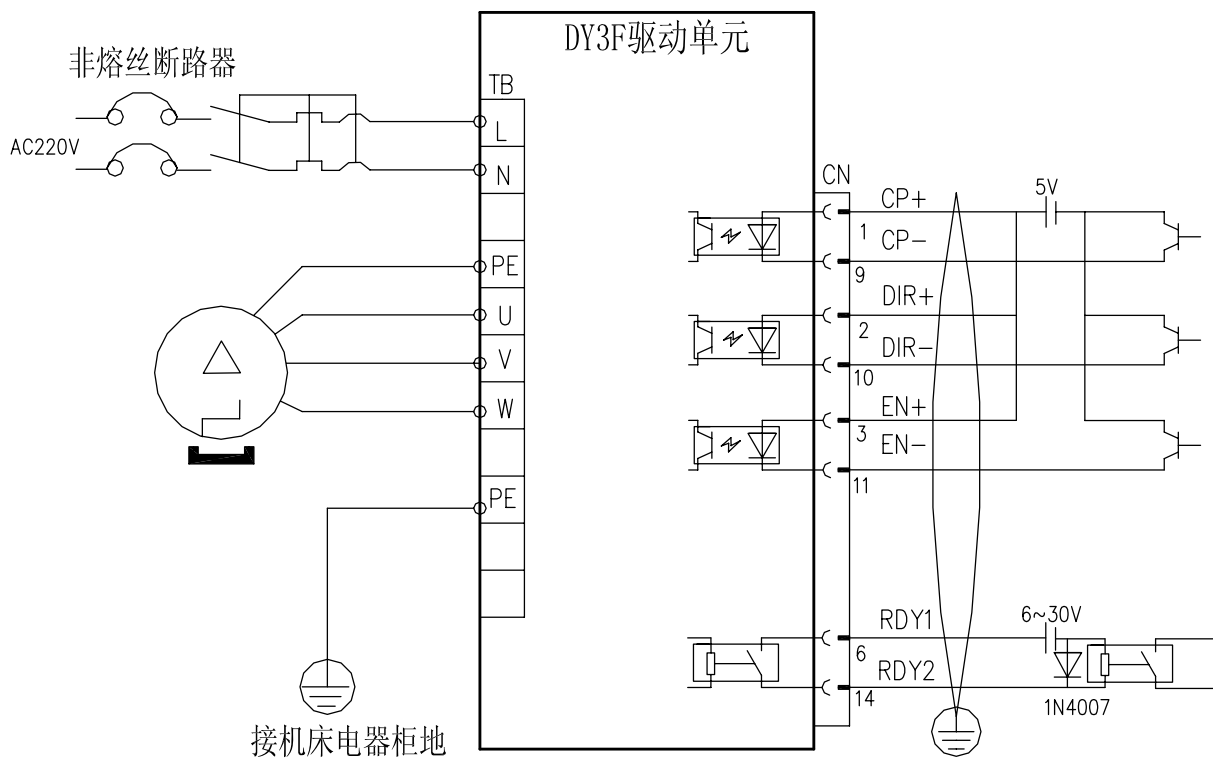
注 2：升频升流模式功能是指驱动单元在 100us 内无输入脉冲时，自动减少输出相电流为额定值的 60%，该功能可以有效地抑制电机低速时的振动和噪声，减少电机的发热，又能延长驱动单元的工作寿命。一般情况下应设置为升频升流模式，如出现电机低速力矩不够的情况，可设置为脉冲停止 100ms 半流模式。

注 3：如果步进电机内部线圈接成三角形接法（因为 $I_{\text{线}} = \sqrt{3} \times I_{\text{相}}$ ），则应该设置拨码开关 SW1、SW2、SW3、SW4，使设定线电流 ≤ 电机铭牌上标的额定值的 $\sqrt{3}$ 倍（铭牌上标的电流是相电流）。

注 4：如果步进电机内部线圈接成“Y”形接法（因为 $I_{\text{线}} = I_{\text{相}}$ ），则应该设置拨码开关 SW1、SW2、SW3、SW4，使设定线电流 ≤ 电机铭牌上标的额定值（铭牌上标的电流是相电流）。

注 5：兼容产品是指 DY3F 驱动单元设置相应的相电流可以直接替换产品 DY3E 驱动单元，安装尺寸和控制接口相互兼容。

8 DY3F 驱动单元接口电路



注 1：输入信号电平为 5V 时的接法。信号电平大于 5V 时，需串连限流电阻，使输入电流为 4mA~10mA；

注 2：驱动单元  端必须与机床电器柜地相连。

注 3：应选择合适的非熔断断路器配套驱动单元。

9 三相混合式步进电机参数表

型号	相数	保持转矩	步距角	相电流	空载运行频率	空载起动频率	相电感	转动惯量 Kgcm ²	使用电压范围 V _{KC}	重量
90BYG350A	3	2N.m	0.6°	1.7A	30000Hz	1600Hz	28mH	1.5	80V~325V	3kg
90BYG350B	3	4N.m	0.6°	1.9A	30000Hz	1600Hz	38mH	3.0	80V~325V	4kg
90BYG350C	3	6N.m	0.6°	2.3A	30000Hz	1600Hz	43mH	4.5	80V~325V	5kg
110BYG350A	3	8N.m	0.6°	4.2A	30000Hz	1600Hz	20mH	8.4	80V~325V	7kg
110BYG350B	3	12N.m	0.6°	4.8A	30000Hz	1600Hz	30mH	12.6	80V~325V	10kg
110BYG350C	3	16N.m	0.6°	5.2A	30000Hz	1600Hz	35mH	16.8	80V~325V	12kg

注：空载运行频率和空载起动频率的运行步距角为 0.6°。

型号	步距角°	运行矩频特性 (N.m/Hz)								
90BYG350A	0.6	<u>2.0</u>	<u>1.9</u>	<u>1.8</u>	<u>1.8</u>	<u>1.7</u>	<u>1.7</u>	<u>1.6</u>	<u>1.2</u>	<u>1.1</u>
		300	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000
90BYG350B	0.6	<u>4.0</u>	<u>3.7</u>	<u>3.7</u>	<u>3.6</u>	<u>3.5</u>	<u>2.7</u>	<u>1.9</u>	<u>1.6</u>	<u>1.4</u>
		300	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000
90BYG350C	0.6	<u>6.0</u>	<u>5.5</u>	<u>5.4</u>	<u>5.4</u>	<u>4.3</u>	<u>2.7</u>	<u>2.2</u>	<u>1.6</u>	<u>1.5</u>
		300	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000
110BYG350A	0.6	<u>8.4</u>	<u>8.4</u>	<u>8.4</u>	<u>8.3</u>	<u>8.1</u>	<u>7.0</u>	<u>5.1</u>	<u>4.5</u>	<u>4.0</u>
		300	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000
110BYG350B	0.6	<u>11.7</u>	<u>11.7</u>	<u>11.7</u>	<u>11.6</u>	<u>10.6</u>	<u>7.6</u>	<u>5.7</u>	<u>5.1</u>	<u>4.2</u>
		300	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000
110BYG350C	0.6	<u>15.9</u>	<u>15.9</u>	<u>15.9</u>	<u>15.8</u>	<u>13.0</u>	<u>8.5</u>	<u>6.5</u>	<u>5.6</u>	<u>5.1</u>
		300	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000	12000

10 DY3F 与数控系统的连接

1) DY3F 与 GSK980TD 系列\GSK980TB 连接

插座 XS30 (X 轴)		DY3F (CN)		插座 XS31 (Z 轴)		DY3F (CN)	
信号名称	管脚	管脚	信号名称	信号名称	管脚	管脚	信号名称
XCP+	1	1	CP+	ZCP+	1	1	CP+
XCP-	9	9	CP-	ZCP-	9	9	CP-
XDIR+	2	2	DIR+	ZDIR+	2	2	DIR+
XDIR-	10	10	DIR-	ZDIR-	10	10	DIR-
OV	11	14	RDY2	OV	11	14	RDY2
XDALM	5	6	RDY1	ZDALM	5	6	RDY1
+5V	12	3	EN+	+5V	12	3	EN+
0V	14	11	EN-	0V	14	11	EN-

2) DY3F 与 GSK928TA\GSK928MA 连接

X5 (X 轴)		DY3F (CN)		X5 (Z 轴)		DY3F (CN)	
2	XPU	9	CP-	4	ZPU	9	CP-
10	XDR	10	DIR-	12	ZDR	10	DIR-
3	DV	11	EN-	11	DV	11	EN-
9	XAL	6	RDY1	1	ZAL	6	RDY1
6	+5V	1	CP+	14	+5V	1	CP+
		2	DIR+			2	DIR+
		3	EN+			3	EN+
13	COM	14	RDY2	13	COM	14	RDY2

3) DY3F 与 GSK928TC\GSK928TC-1\GSK928TC-2\GSK928TE 系列连接

X5 (X 轴)		DY3F (CN)		X5 (Z 轴)		DY3F (CN)	
11	XCP+	1	CP+	12	ZCP+	1	CP+
3	XCP-	9	CP-	4	ZCP-	9	CP-
5	XDIR+	2	DIR+	6	ZDIR+	2	DIR+
13	XDIR-	10	DIR-	14	ZDIR-	10	DIR-
8	+5V	3	EN+	8	+5V	3	EN+
7	XEN	11	EN-	15	ZEN	11	EN-
1	XALM	6	RDY1	9	ZALM	6	RDY1
10	0V	14	RDY2	10	0V	14	RDY2