

一种国产模拟量转换模块在五轴机床的应用

巩仕飞 王菲

(超同步股份有限公司 北京 101500)

摘要: 五轴机床中配置的主轴和液压站采用的模拟量设计,使用进口模拟量转换模块成本较高、周期较长,本文使用了超同步股份有限公司自主研发的一款模拟量转换模块,经过在五轴机床上的实际应用,替代了相关进口产品。

关键词: 五轴机床; 数控系统; 模拟量; 转换模块

0 引言

数控机床中配备的主轴大多数会配置有模拟量传感器,来判断松紧刀和有无刀的状态,或者液压站配置的压力传感器来判断压力变化,在选配 PLC^[1]时需要选配带模拟量的接口模块,选用进口模块成本高、周期长,面对设计变化时很难及时应对。

本文使用国产自主研发的模拟转换模块,可以直接将模拟量信号转换成 IO 信号^[2],已在很多机床中使用。

1 模块设计

1.1 模块介绍

本文采用的模拟量模块型号为 SC-4A12T-485,电路^[3]设计如图 1 所示,其可实现模拟量转换 IO 信号功能,配备有 4 路 24V 供电模拟量接口,每路模拟量接口可以

转换 3 个输出点,输出点高低电平可切换。

1.2 信号说明

以模拟量 1 和 -P1.1 接口输出为例说明信号转换原理,SC-4A12T-485 信号状态图如图 2 所示,模拟量从 a 点到 c 点为模拟量上升变化趋势,从 d 点到 e 点为模拟量下降趋势,当模拟量上升超过 a 点设置的模拟值时,Y01 输出高电平,当模拟量值下降低于 f 点设置值时,Y01 输出低电平;当模拟量上升超过 b 点设置的模拟值时,Y02 输出高电平,当模拟量值下降低于 e 点设置值时,Y02 输出低电平;当模拟量上升超过 c 点设置的模拟值时,Y03 输出高电平,当模拟量值下降低于 d 点设置值时,Y03 输出低电平。

1.3 参数说明

界面显示为 a 楔形块时,显示当前模拟量反馈数值为 P1 处 FI1 点处的电压换算值;

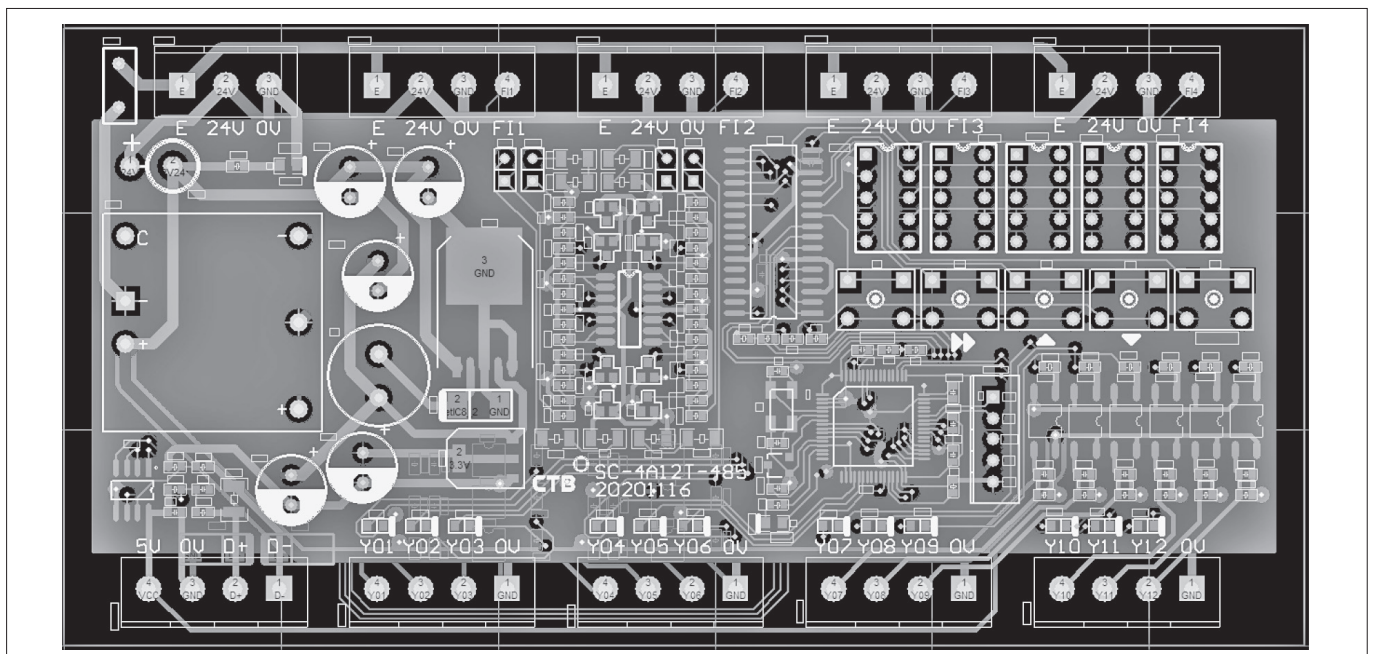


图 1 SC-4A12T-485 模块电路图

界面显示为 b 楔形块时, 显示当前模拟量反馈数值为 P2 处 FI2 点处的电压换算值;

界面显示为 c 楔形块时, 显示当前模拟量反馈数值为 P3 处 FI3 点处的电压换算值;

界面显示为 d 楔形块时, 显示当前模拟量反馈数值为 P4 处 FI4 点处的电压换算值。

P1-00 和 P1-01 为 Y01 输出点的设置参数; P1-02 和 P1-03 为 Y02 输出点的设置参数;

P1-04 和 P1-05 为 Y03 输出点的设置参数; P2-00 和 P2-01 为 Y04 输出点的设置参数;

P2-02 和 P1-03 为 Y05 输出点的设置参数; P2-04 和 P2-05 为 Y06 输出点的设置参数;

P3-00 和 P3-01 为 Y07 输出点的设置参数; P3-02 和 P3-03 为 Y08 输出点的设置参数;

P3-04 和 P3-05 为 Y09 输出点的设置参数; P4-00 和 P4-01 为 Y10 输出点的设置参数;

P4-02 和 P4-03 为 Y11 输出点的设置参数; P4-04 和 P4-05 为 Y12 输出点的设置参数。

2 应用案例

2.1 方案设计

以超同步股份有限公司生产的五轴立式加工中心 V5-630B 中使用的 HSKA63 主轴配置的模拟量和液压站配置的模拟量为研究对象, 将主轴模拟量和液压压力模拟量转换为 IO 信号。

主轴模拟量选用 24V 输入 0 ~ 10V 输出的国产模拟量传感器, 将模拟量分为三个状态, 即无刀拉紧状态、有刀拉紧状态、松刀状态, 分别使用输出点 Y01、Y02、Y03^[4]。

液压站以其中一路总压力传感器设计为例, 选用直流 24V 输入 0 ~ 10V 输出的压力范围 0 ~ 100bar (1bar=0.1MPa) 传感器, 将总压力模拟量转换成一个信号, 当低于 30bar 时液压补压, 当高于 50bar 时补压停止, 使用输出点 Y04, 当 Y04 高电平时为压力到位, 液压泵停止补压, 当 Y04 为低电平为压力低位, 液压泵开始工作进行补压^[5]。

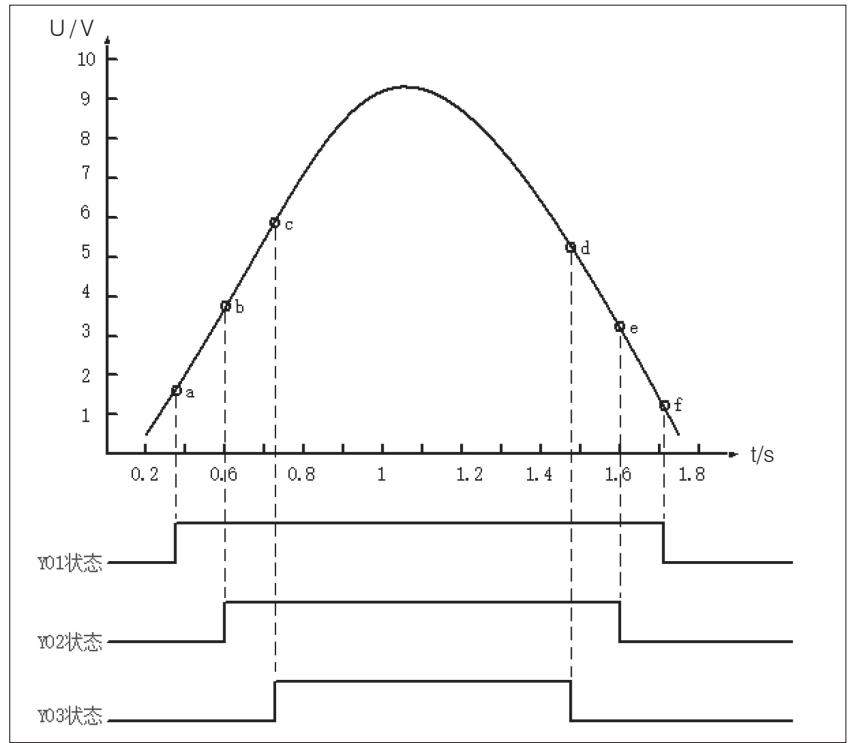


图2 SC-4A12T-485 信号状态图

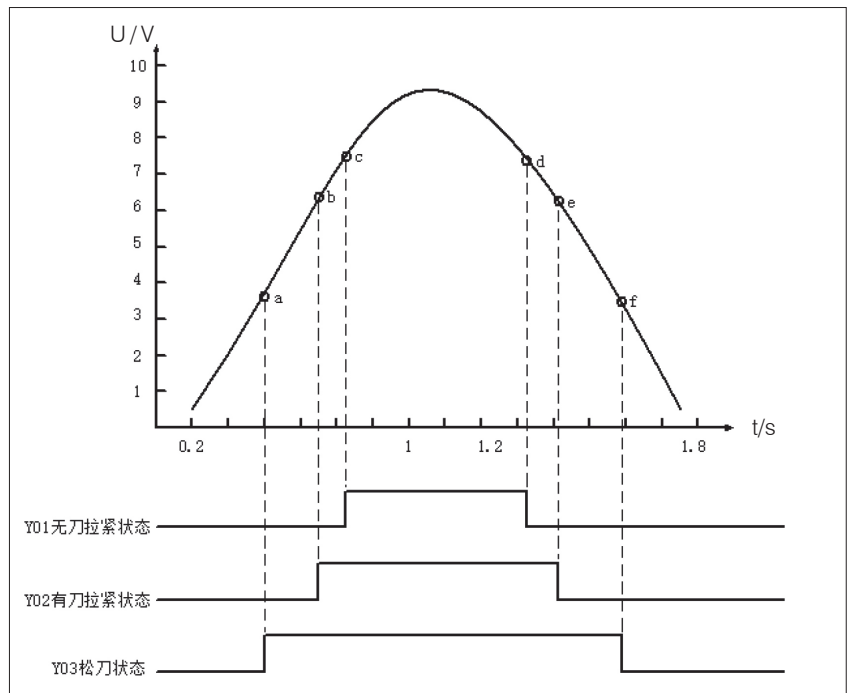


图3 V5-630B 主轴模拟量输出信号

2.2 参数设计

2.2.1 主轴模拟量参数设计

测量主轴模拟量电压, 无刀拉紧状态 (测量电压 7.22 ~ 7.32V), 有刀拉紧状态 (测量电压 6.25 ~ 6.45V), 松刀状态 (测量电压 3.82 ~ 3.92V), 将电压值通过计算换算成模拟量值, 模块转换对应关系为 10V 对应 4096, 无刀拉紧状态 (模拟量大约范围 2957 ~ 2998),

有刀拉紧状态（模拟量大约范围 2560 ~ 2641），松刀状态（模拟量大约范围 1564 ~ 1605）。取电压波动范围正负 0.1V 设计，无刀拉紧状态设计（模拟量大约范围 2910 ~ 3039），有刀拉紧状态设计（模拟量大约范围 2519 ~ 2682），松刀状态设计（模拟量大约范围 1523 ~ 1645），设置参数 P1-00=2910，P1-01=3039，P1-02=2519，P1-03=2682，P1-04=1523，P1-05=1645。V5-630B 主轴模拟量输出信号如图 3 所示。

2.2.2 液压压力参数设计

测量液压压力 30bar 时 FI2 输入电压约为 3V，50bar 时 FI2 输入电压约为 5V；取电压波动范围为 0.1V，取值范围为 30bar 时 2.9 ~ 3.1V，50bar 时 4.9 ~ 5.1V，换算成模拟量反馈值应为 30bar 时 1187 ~ 1269，50bar 时 2007 ~ 2088，设置参数 P2-00=1187，P2-01=2088。

2.3 信号测试

控制机床主轴松紧刀^[6]，主轴装刀和卸刀动作，并分别记录各状态检测的模拟量值，当主轴处于无刀紧刀状态，模拟值高于 3039 时，Y01 输出状态为 1；当主轴有刀拉紧后反馈模拟量大于 2682 且小于 2910 时，Y02 输出状态为 1 且 Y01 状态为 0；当主轴在松刀位置，反馈模拟量小于 1523 时，Y03 输出状态为 0，主轴状态输出信号如表 1 所示。

控制液压泵补压动作^[7]，压力升高值超过 50bar 时记录反馈模拟量值，测量 Y04 状态为高电平，将压力降低至低于 30bar 后测量 Y04 状态为低电平，液压模拟量状态输出信号如表 2 所示。

2.4 应用对比

超同步五轴立式加工中心 V5-630B 配置的液压站有

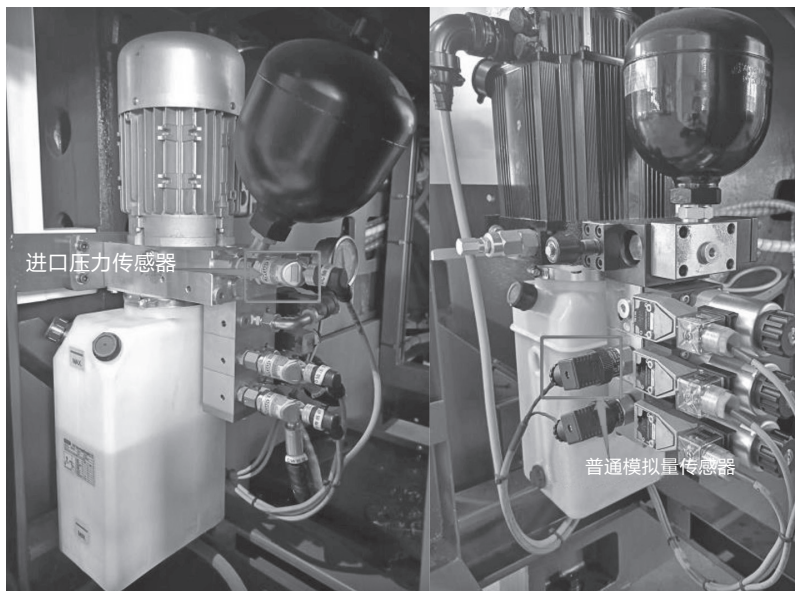


图 4 配置模拟量传感器的液压站

表 1 主轴状态输出信号

| 主轴状态 | Y01 状态 | Y02 状态 | Y03 状态 |
|------|--------|--------|--------|
| 无刀紧刀 | 1 | 1 | 1 |
| 有刀紧刀 | 0 | 1 | 1 |
| 松刀 | 0 | 0 | 0 |

表 2 液压模拟量状态输出信号

| 液压压力 | Y04 状态 | Y05 状态 | Y06 状态 |
|---------|--------|--------|--------|
| > 50bar | 1 | - | - |
| < 30bar | 0 | - | - |

两种模拟量传感器^[8]，配置进口模拟量传感器的液压站如图 4 左图所示，配置普通模拟量传感器的液压站如图 4 右图所示，相比进口模拟量传感器，采用普通模拟量加 SC-4A12T-485 模拟量转换模块，成本和周期更具有明显优势，已经成功在很多机床上使用。

3 结语

该模拟量转换模块，输出点位数量灵活可变，直接显示模拟量数值，应用便捷；随时调整参数无需修改 PLC 程序，调试方便。该模拟量转换模块，可广泛适用于数控机床、自动控制及其他领域。

参考文献：

[1]SIEMENS IA&DT. SIMATIC S7-300 和 S7-400 梯形图 (LAD) 编程手册 [M].Germany: Siemens AG, 2004.
 [2]SIEMENS IA&DT. SIMATIC STEP7 PLUS TIA Portal Teamcenter Gateway 操作和编程手册 [M].Germany: Siemens AG, 2016.
 [3] 袁任光, 张伟武. 电动机控制电路选用与 258 实例 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
 [4] 王永华. 现代电气及可编程控制技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
 [5] 胡国清. 最新数控系统从入门到精通 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
 [6] 王明红. 数控技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
 [7] 王炳实. 机床电气控制: 第 3 版 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
 [8] 文怀兴, 夏田. 数控机床系统设计: 第 2 版 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.

作者简介: 巩仕飞 (1984.09-), 男, 汉族, 河北承德人, 本科, 工程师, 研究方向: 机床电气设计与调试。