



或在微信订阅号里搜索“电子报”

让每篇文章都对读者有用

中国网络电视台制 河北藁县 周广前编

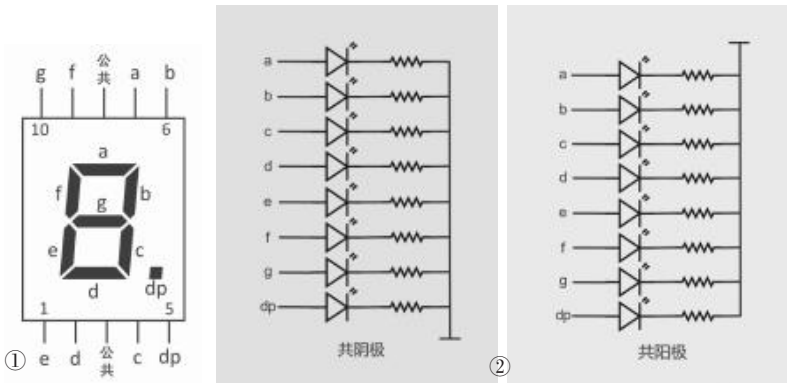
(爱立信中国)

硬禾学堂
专栏

基于 FPGA 的数字电路实验 3: 点亮数码管

如何通过小脚丫板载的两个数码管来显示字符,首先我们要了解一下数码管的基本工作原理,接下来再研究怎么通过捣鼓小脚丫把数码管给点亮,并且显示出有效信息。

小脚丫板载的数码管是 7 段数码管(如果包括右下的小点可以认为是 8 段),它分别由 a、b、c、d、e、f、g 位段和表示小数点的 dp 位段组成,见图 1。



数码管的各个段位是由 LED 灯组成的,控制每个 LED 的点亮或熄灭实现数字显示。通常数码管分为共阳极数码管和共阴极数码管,结构如图 2 所示。共阴 8 段数码管的信号端低电平有效,而共阳端接高电平有效。比如,使共阳端数码管的 a 段发光,则在 a 段信号端加上低电平即可。共阴极的数码管则相反。

小脚丫的板载数码管为 7 段共阴数码管,可以显示数字 0-9 以及字母 A-F 共计 16 种选择。因此,如果我们需 要数码管能显示所有的 16 种选择,需要至少 4 位输入码($2^4=16$)。表 1 列出了各个数码管字符所对应的 LED 灯段位。

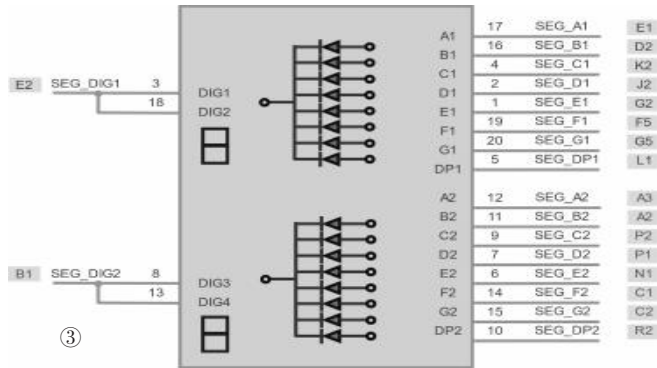
图 3 标注了小脚丫板载的两个数码管的各 LED 段位以及小脚丫上所对应的引脚。其中 SEG_DIP 为公共端,因此在共阴极数码管的设计中需要接低电平。可以看出,每一个数码管都含有 9 个引脚,因此每一个字符的

表 1

输入码					输出码 (共阴极)						字型
A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	g	f	e	d	c	b	a	
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	2
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	3
0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	4
0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	5
0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	6
0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	9
1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	A
1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	B
1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	C
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	D
1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	E
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	F

接下来我们通过 Verilog 实现对数码管的控制。其中,我们将模块的输出定义为两个 7 段数码管,每个数码管有 9 个引脚,分别由 9 位信号控制。输入端由 4 路信号控制,可以分别对应 0-F 等十六个字符选择。

图4中代码是定义7段共阴数码管的通用模块,可以保存起来作为一个独立模块。这样,在以后遇到需要用数码管显示的实验时我们可以直接调用,而不用再重新写一遍代码。



```

module segent
(
    input wire [3:0] seg_data_1, //四位输入数据信号，可通过4个拨码开关控制
    input wire [3:0] seg_data_2, //四位输入数据信号，可通过4个按键开关控制
    output wire [8:0] segment_led_1, //数码管1，MSB~LSB = SEG,DP,G,F,E,D,C,B,A
    output wire [8:0] segment_led_2 //数码管2，MSB~LSB = SEG,DP,G,F,E,D,C,B,A
);

reg[8:0] seg [15:0]; //存储7段数码管译码数据

initial
begin
    seg[0] = 9'h3f; // 0
    seg[1] = 9'h06; // 1
    seg[2] = 9'h5b; // 2
    seg[3] = 9'h4f; // 3
    seg[4] = 9'h66; // 4
    seg[5] = 9'h6d; // 5
    seg[6] = 9'h7d; // 6
    seg[7] = 9'h07; // 7
    seg[8] = 9'h7f; // 8
    seg[9] = 9'h6f; // 9
    seg[10] = 9'h77; // A
    seg[11] = 9'h7c; // b
    seg[12] = 9'h39; // C
    seg[13] = 9'h5e; // d
    seg[14] = 9'h79; // E
    seg[15] = 9'h71; // F
end

assign segment_led_1 = seg[seg_data_1]; // 将对应字符导入数码管1并显示
assign segment_led_2 = seg[seg_data_2]; // 将对应字符导入数码管2并显示
endmodule

```

电子科技博物馆专栏

编前语:或许,当我们使用电子产品时,都没有人记得或知道老一批电子科技工作者们是经过了怎样的努力才奠定了当今时代的小型甚至微型的诸多电子产品及家电;或许,当我们拿起手机上网、看新闻、打游戏、发微信朋友圈时,也没有人记得是乔布斯等人让手机体积变小、功能变强大;或许,有一天我们的子孙后代只知道电子科技的进步而遗忘了老一辈电子科技工作者的艰辛……

成都电子科技博物馆旨在以电子发展历史上有代表性的物品为载体,记录推动电子科技发展特别是中国电子科技发展的重要人物和事件。电子科技博物馆的快速发展,得益于广大校友的关心、支持、鼓励与贡献。据统计,目前已有河南校友会、北京校友会、深圳校友会、锦德广校友会和上海校友会等 13 家地区校友会向电子科技博物馆捐赠具有全国意义(标志某一领域特征)的藏品 400 余件,通过广大校友提供的线索征集藏品 1 万余件,丰富了藏品数量,为建设新馆奠定了基础。

博物馆传真

中国电信河南分公司、中电科第二十二研究所向电子科技博物馆捐赠藏品

近日,中国电信河南分公司、中国电子科技集团第二十二研究所及河南校友会两位校友分别向电子科技博物馆捐赠通信网络发展中的各个阶段代表性藏品、生命探测雷达仪等藏品共计 30 余件。

中国电信河南公司副总经理胡宝伟校友表示,成电是电子类院校排头兵,是电子科技人



才的摇篮,通过建设行业博物馆,记录行业历史,进一步推动中国电子工业发展进程,非常意义。中国电信洛阳分公司总经理武晓丽介绍到,此次捐赠的传输网设备、宽带数据网设备和移动网交换设备,涵盖了中国十几年来通信网络发展的各阶段,希望这些赋有年代感的藏品能在电子科技博物馆中发挥更有意义的作用。

而中国电子科技集团第二十二研究所作为国内唯一从事电波环境特性观测和研究的国家级专业研究所,此次捐赠的 LTD-90B 型生命探测雷达仪,采用超宽带雷达非接触式生命特征提取技术,可广泛应用于灾害搜救、反恐、安保等领域。

此外,河南校友会副会长于红华、河南校友会理事王俊山也分别向电子科技博物馆捐赠了通用型高频开关电源、完整的光纤链路及 12 路并行光模块藏品。(电子科技博物馆)

电子科技博物馆“我与电子科技或产品”

本栏目欢迎您讲述科技产品故事,科技人物故事,稿件一旦采用,稿费从优,且将在电子科技博物馆官网发布。欢迎积极赐稿!

电子科技博物馆藏品持续征集:实物、文件、书籍与资料;图像照片、影音资料。包括但不限于下列领域:各类通信设备及其系统;各类雷达、天线设备及系统;各类电子器件、材料及相关设备;各类电子测量仪器;各类广播电视、设备及系统;各类计算机、软件及系统等。

电子科技博物馆开放时间:每周一至周五 9:00—17:00,16:30 停止入馆。

联系方式

联系人:任老师 联系电话/传真:028--61831002

电子邮箱:bwg@uestc.edu.cn 网址: <http://www.museum.uestc.edu.cn/>

地址:(611731)成都市高新区(西区)西源大道 2006 号

电子科技大学清水河校区图书馆报告厅附楼

MICKLE美奇MX800–USB小型调音扩声系统杂音故障的排除(二)

(紧接上期本版)

由上信号流程图可见,调音台的信号流程可以简化为:信号源输入→音色调整→信号分配→输出控制几个环节。当效果通道的音量推子关闭后,音箱里的杂音消失,则可以推断故障出现在效果通道里。而效果通道最主要的功能就是对各路输入信号进行延时混响的处理。很明显,直接检查调音台与延时效果调节相关的电路单元即可。

打开调音台底盖,面对一大块贴片元件密布的电路板,不禁傻眼了。如何下手呢?由于对调音台的实际电路不熟悉,也不清楚哪块电路是负责延时效果的,所以就决定从调音台负责效果音量的推子位置开始倒查信号走向,以此来寻找效果电路的核心延时芯片位置所在。很快,就发现该产品的效果电路实际是由一个可拆卸的独立小 PCB 实现,上面有一片被抹去丝印型号的集成电路及大量贴片外围元件,并采用双排针式插座形式与主板相连接,也算是模块化设计吧。但该 PCB 板上用作实现延时效果任务的集成电路芯片型号被抹去后,无法得知具体的型号,想通过网络搜索调音台的效果单元电路图的想法就彻底破灭了。

没有电路图的情况下,只好祭出本人最擅长的、也

是最简单、最原始的“维修三板斧”——“外观肉眼检查+电压、电流测量法”,对延时效果板上的每个外围器件逐个进行排查。由于是小信号处理部分,所以电路板上并没有什么明显的器件过热和变色现象。唯独面向底部的一面,有一边沿处的阻焊绿油位置略显异常,阻焊层有被刮擦的痕迹,仔细观察该位置效果板 PCB 的各条走线,居然有了惊人的发现。在刮擦位置处的几条 PCB 走线,每条走线中间竟然有着一条横向的细长裂纹痕迹,其中一条便是地线。顿时心头狂喜不止,至此,效果板工作杂音问题的原因总算是找到了。估计是 PCB 靠近机箱底部,在频繁的搬运周转过程中曾受局部的外力挤压所导致 PCB 走线断裂。立马开启电烙铁,用细铜丝将每条有裂断的 PCB 走线连接起来,装入原位置,通电复测效果板上的供电电压,确认+5V 和 3.3V 供电电压都正常后,装机准备试音确认。

新问题随之而来,由于调音台与功放联接的输出接口为专用的平衡式卡侬头和大 6.5mm 不平衡输出口,没有 RCA 莲花输出插接端子。而工作室内的普通家用 AV 功放只有 RCA 模拟输入接口,没有卡侬接口,所以不能直接联接调音台,如何试音确认维修效

果呢?笔者盯着调音台上的琳琳满目的插孔有点发愁,回头对着调音台的电路框图重新看了良久,终于找到一个简单可行的办法。利用面板上的耳机监听插孔,接入头戴式耳机,然后开启效果通道的音量推子和麦克风输入通道的效果旋钮进行监听。果然,在耳机里输出已经没有了那种特有的“吱吱”杂音。出于谨慎的考量,防止误判,同时也为了检验本试验方法的正确性,又特意将那块效果板上临时搭接的细铜线脱开,恢复到维修前状态,那种吱吱杂音果然从耳机里传出来。将铜线按维修方法重新焊接好后,重试机,杂音消失,由此可以判定,杂音故障确实已经得到解决。于是,将拆开的调音台装好,恢复原状,一看时间,还不到三个小时。急忙联系那个乐队的用户,将调音台带回现场,与其一起接线、连接好系统,通电试音,杂音消失,确认问题确实已得到完美解决。

经验总结:定位故障在扩声系统的范围是问题解决的关键一环,否则无法下手;对类似调音台这种平时很少接触到的专业器材故障维修,建议一定要对产品的组成框架及大致信号流程有个初步的认识,才有助于去伪存真,较迅速的找到问题所在。
(全文完)

◇湖南 孙勇

特殊序号输入小技巧两则

日常工作中,我们经常会涉及序号输入的要求,这里介绍两则小技巧。

技巧一、输入重复序号

如果需要输入 1、1、1、1、2、2、2、2、……这样按固定次数重复的序号,我们可以在编辑栏输入公式:=INT((ROW(A1)-1)/4)+1,向下拖拽或双击填充柄就可以了,效果如图 1 所示。

如果重复的次数有变化,只需要将上述公式中的“4”更改为需要重复的次数。上述公式默认从“1”开始,如果需要从“2”或其他的数字开始,可以直接更改

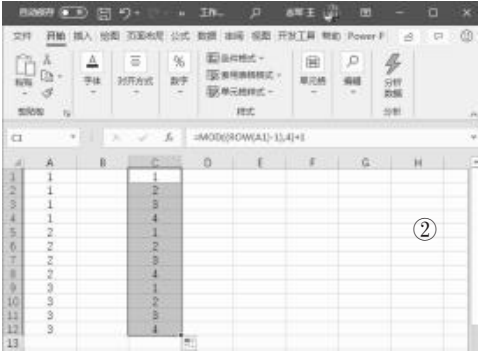
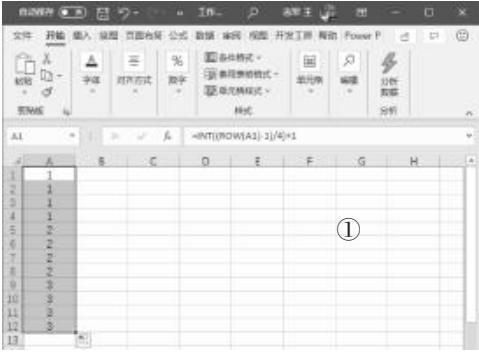
“+1”里的数字。

技巧二、输入循环序号

如果需要输入 1、2、3、4、1、2、3、4、……这样按固定周期循环的序号,我们可以在编辑栏输入公式:=MOD((ROW(A1)-1),4)+1,向下拖拽或双击填充柄就可以了,效果如图 2 所示。

如果循环周期有变化,只需要将上述公式中的“4”更改为序号的循环周期即可。上述公式默认从“1”开始编号,如果需要从“2”或其他的数字开始,同样只需要直接更改“+1”里的数字。

◇江苏 王志军



通过地图应用创建出行指南



利用 iPhone 自带的“地图”应用,我们可以创建出行指南,添加需要打卡的地点,还可以将出行指南分享给好友们。

在 iPhone 上打开“地图”App,向下轻扫搜索卡,在“我的指南”中点击“新建指南”,这里可以根据自己的喜好自定义指南名称(例如“外游计划”),接下来点击屏幕右上角的“创建”按钮继续下一步骤;在指南列表中打开刚刚新建的“外游计划”(如图 1 所示),点击“添加地点”,输入地点名称进行搜索,然后点击即可添加,在将想去的地点都添加到“指南”中之后,我们可以随时在该界面中点击对应的地址以查看路线,更方便出行。

如果需要分享给好友,只要在“我的指南”列表中,向左滑动某条指南(如图 2 所示),点击“共享”,即可通过多种方式发送给好友。

◇江苏 王志军

奥菲普 QT-25 加湿器 不开机检修一例

故障现象:一台奥菲普 QT-25 家用电脑款加湿器加电后无任何反映,轻触面板电源键或按遥控器开关键也不能开机(正常情况下应该是通电后机器会发出“滴”的一声短响进入待机状态,然后按遥控器开关键或轻触面板电源键,液晶显示屏亮起机器即可正常出“雾”,再按遥控器开关键或轻触面板电源键,机器再次进入待机状态)。

故障检修:根据故障现象初步判断可能是机器的电源板出现问题。小心取下水箱,将机座内余水倒掉,卸掉机座下面四个螺钉,将机座底盖与机座主体小心分离,卸下固定电源板的两个螺钉,取下电源板。

对机器加电,用万用表检测电源板对主板输出的 12V 和 34V 电压,结果均为 0V,即电源板无任何输出电压。而后测量电源板交流输入情况:AC-IN 为 220V,正常,据电路依次测量,当测量至 RT1 点时,交流电压丢失。RT1 为负温度系数电阻,参数为 NTC8D-9,怀疑此热敏电阻 RT1(NTC8D-9)有问题(如附图所示)。仔细查看 RT1 时,发现其一脚疑似虚焊,稍轻微晃动一下,此脚即与电路板脱离,随后对此脚进行补焊处理。

补焊后,给机器加电,即可听到正常“滴”的短响,再测 12V 和 34V 直流输出电压正常。将机座放正加入少许水,轻触面板电源键,机器即可正常工作出“雾”,故障排除。

另外,由于机器使用时间较长,雾化片水垢较多,随对雾化片进行清洁处理,以提高喷雾量。

◇山东 房玉锋
闫振霞



电气线路实训 3:电动机连续运转控制线路

一、实验目的

1. 进一步掌握交流电动机连续运转控制线路的工作原理。
2. 学会交流电动机连续运转控制线路的装接方法和故障处理方法。

二、器材准备

1. 亚龙 YL-102A 型维修电工实训考核装置一台
2. MF47 型万用表一只
3. 带插头铜芯软导线若干根
4. 常用电工工具一套

三、实训线路原理

1. 交流电动机连续运转控制电路的组成

交流电动机连续运转控制电路主要由电源电路、主电路和控制电路三部分构成。

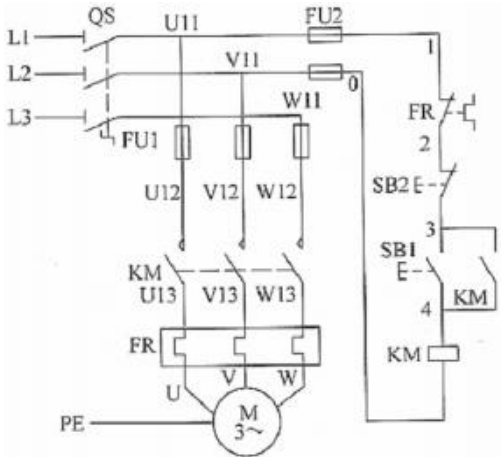


图 1 交流电动机连续运转控制线路

2. 交流电动机连续运转控制线路的工作原理

合上电源开关 QS,按下启动开关 SB1 时,有电流从 L1 出发,经 QS、FU2、热继电器常闭触头 FR、SB2、SB1、接触器线圈 KM、FU2、QS 回到 L2, 于是接触器线圈 KM 得电, 接触器辅助常开触头 KM 和接触器主触头 KM 同时闭合, 三相电源经 QS、FU1、接触器主触头 KM、热继电器电热元件 FR 加到电动机 M 上,电动机开始正转;松开启动开关 SB1 时,由于接触器辅助常开触头 KM 已闭合,故仍有电流从 L1 出发,经 QS、FU2、热继电器常闭触头 FR、SB2、接触器辅助常开触头 KM、接触器线圈 KM、FU2、QS 回到 L2,接触器线圈 KM 保持得电,这样就使接触器主触头 KM 保持闭合,故电动机继续运转。按下停止开关 SB2 时,控制电路断开,接触器线圈 KM 失电,接触器主触头 KM 断开,电动机 M 断电,故电动机停止运转。

具体工作过程如下图所示。



图 2 交流电动机连续运转控制线路工作过程

四、实训操作

1. 先用万用表电阻挡检测塑料铜芯软导线是否畅通,然后按图 3 所示的交流电动机连续运转控制线路图进行线路连接。

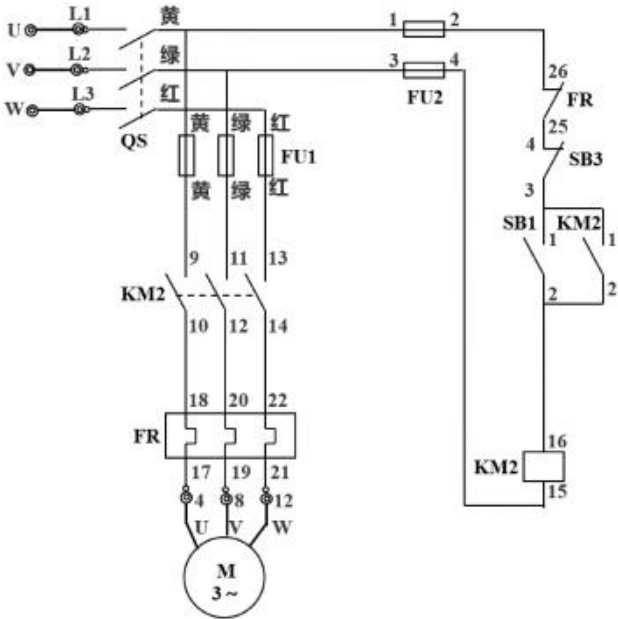


图 3 交流电动机连续运转控制线路实验电路

2. 确认线路连接完全正确无误后,接通 380V 电源,向上合上电源开关 QS,按

一下启动开关 SB1,电动机应连续运转,再按一下停止开关 SB3,电动机应停止运转。

3. 关断 380V 电源,拆掉所有连接的导线。

五、故障处理

交流电动机连续运转控制线路的常见故障、原因及解决办法如下表所示。

交流电动机连续运转控制线路常见故障、原因及解决办法

故障现象	故障原因	故障处理
通电即跳闸	线路接错,可能是把两根相线连在一起,或者是把相线和零线连在一起了	检查并重新正确接线
按下启动开关,一点反应都没有	线路接错或漏接、线头悬空、导线有断线,电源电路和控制电路出现问题的可能性较大	检查并重新正确接线,插牢线头并旋紧螺钉,更换断线
听到“啪”的一声响,但电动机不转	线路接错或漏接、线头悬空、导线有断线,主电路出现问题的可能性较大	检查并重新正确接线,插牢线头并旋紧螺钉,更换断线
电动机只启动一下便停转	连接导线松动或接触不良	插牢线头并旋紧螺钉,更换接触不良的导线
按住启动开关即转,松开启动开关即停	接触器辅助常开触头漏接或接错或线头悬空	正确连接好接触器辅助常开触头,插牢线头并旋紧螺钉

六、归纳与思考

画出交流电动机连续运转控制线路的安装接线图。

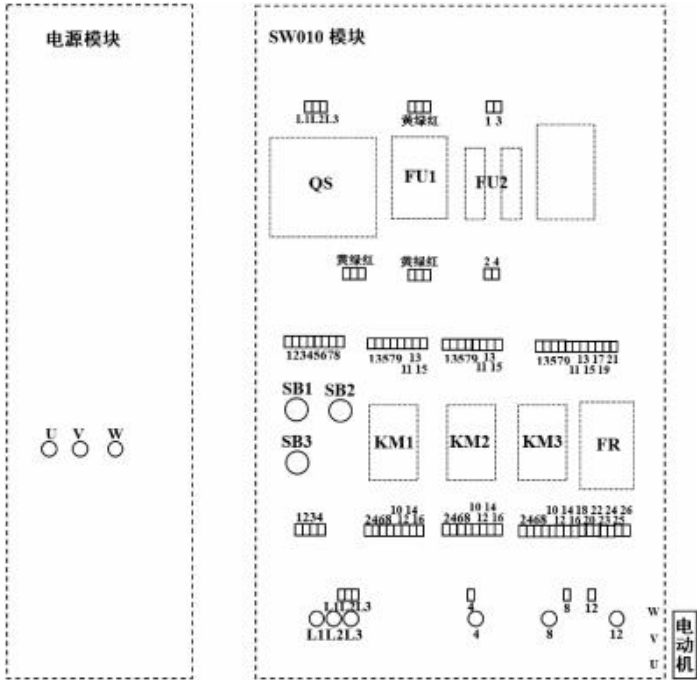


图 4 思考题图

参考答案：

如图 5 所示。

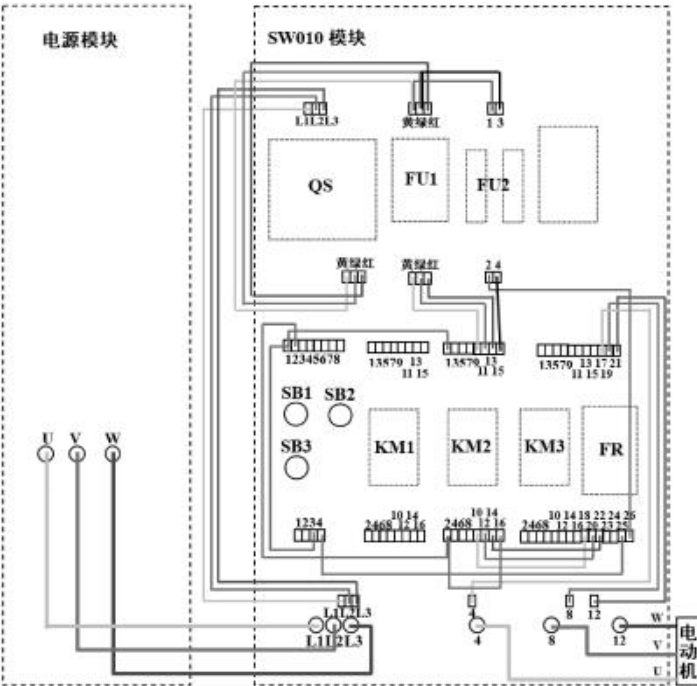


图 5 交流电动机连续运转控制线路安装接线图



PLC 工作原理与内部存储器使用规则(二)

(接上期本版)

2. PLC 实现“万能虚拟接线网络”的原理

PLC 实现“万能虚拟接线网络”的原理,可以从对传统继电器电接触器构成的控制系统和 PLC 构成的控制系统进行分析比较入手。

这里把用传统继电器电接触器构成的电动机正反转点动控制系统和用 PLC 构成的电动机正反转点动控制系统分别示于图 4 和图 5。

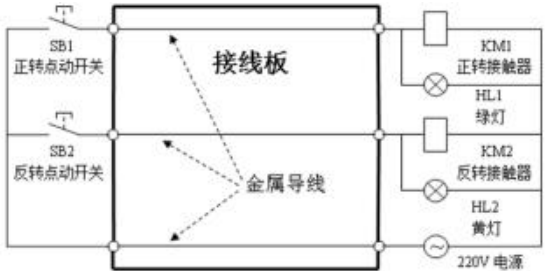
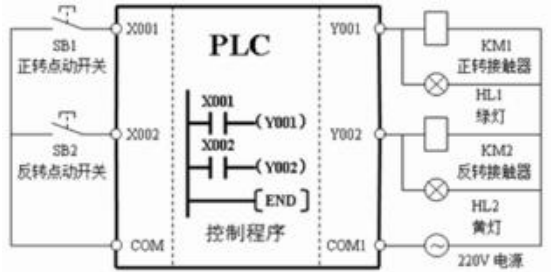


图 4 用传统继电器电接触器构成的电动机正反转点动控制系统



如果我们把图 4 的各组成部分和图 5 的各组成部分全部改成用方框图来表示,则会得出传统继电器电接触器控制系统的构成方框图和 PLC 控制系统的构成方框图,分别如图 6 和图 7 所示。

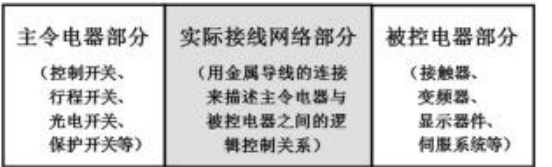


图 6 传统继电器电接触器控制系统构成方框图

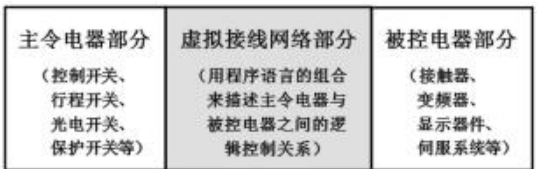


图 7 PLC 控制系统构成方框图

分析比较图 6 和图 7 后可以看出:

①由于 PLC 控制系统是由工业计算机与传统继电器电接触器控制系统结合起来的,因此 PLC 控制系统还保留着传统继电器电接触器控制系统中的许多部分—PLC 控制系统的主令电器部分与传统继电器电接触器控制系统的主令电器部分是完全一样的,PLC 控制系统的被控电器部分与传统继电器电接触器控制系统的被控电器部分也是完全一样的。这就说明,PLC 并没有完全取代传统的继电器电接触器控制系统,只是用 PLC 代替了控制系统中的硬接线罢了。

②由于研发 PLC 的初衷是要用 PLC 来代替难以更改的硬接线,因此 PLC 控制系统也有与传统继电器电接触器控制系统完全不同的地方—传统的继电器电接触器控制系统,是借助于“实际接线网络”把主令电器和被控电器直接地连接成控制系统,来实现用户规定的控制功能的,而 PLC 控制系统,则是借助于“虚拟接线网络”把主令电器和被控电器间接地连接成控制系统,来实现用户规定的控制功能的。这就说明,PLC 并不是用所谓的“软继电器”替代实际的硬件继电器来构成控制系统,而是用“虚拟接线网络”来构成控制系统的。

分析比较的结果告诉我们,对 PLC 的准确认识应该是一

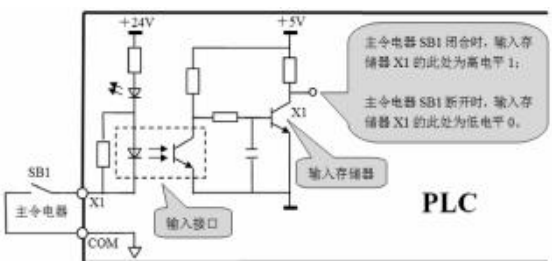


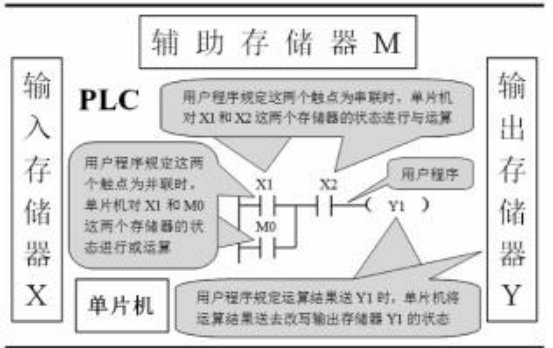
图 8 用输入存储器的状态来代表主令电器触头的通断

PLC 在控制系统中实际上仅等效于(或者说只相当于)一个“万能虚拟接线网络”!(实践也充分证明了这一点!)

那么,PLC 是如何实现这个“万能虚拟接线网络”的呢?

首先,我们把主令电器触头的通断状态通过输入接口传送给 PLC 中的输入存储器,并用输入存储器的状态来代表主令电器触头的闭合与断开—即如果主令电器的触头是闭合的,则使输入存储器的状态为高电平“1”;如果主令电器的触头是断开的,则使输入存储器的状态为低电平“0”,如图 8 所示。

然后,我们用某种程序语言描述出主令电器与被控电器之间的逻辑控制关系,再由 PLC 内部的单片机按照程序描述的逻辑控制关系对相关存储器的状态进行逻辑运算处理—即用与逻辑运算来代表两个触头的串联连接、用或逻辑运算来代表两个触头的并联连接、用复杂的与或逻辑运算来代表触头的复杂的串并联连接(因为单片机中的“与逻辑”和“或逻辑”实际上与触头的“串联连接”和“并联连接”是完全等效的),如图 9 所示。



对相关存储器的状态进行逻辑运算

最后我们用逻辑运算处理的结果去改写输出存储器的状态,并通过输出接口去控制被控电器的运行或停止—即输出存储器状态为 1 时就使被控电器得电工作、输出存储器状态为 0 时就使被控电器失电停止工作,如图 10 所示。

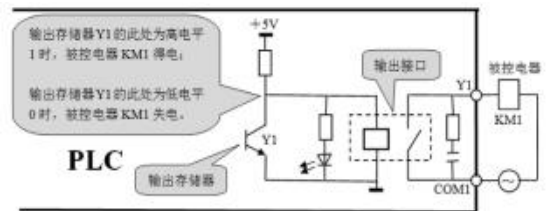


图 10 用输出存储器的状态去控制被控电器的运行或停止

由于主令电器与被控电器之间的逻辑控制关系是由程序来描述的,即主令电器与被控电器之间的“接线网络”是由程序语言来“虚拟”的,而程序又是可编可改的,不同的程序就能描述出不同的“接线网络”,即程序虚拟出的“接线网络”是“千变万化”的,因此,PLC 就等效地实现了一种“万能虚拟接线网络”的功能。

当我们把 PLC 这个“万能虚拟接线网络”连接在主令电器和被控电器之间时,我们就间接地把主令电器和被控电器连接成一个完整的控制系统了。

3. PLC 用户程序的执行过程

前面我们抽象地介绍了 PLC 系统程序的运行过程和 PLC 实现“万能虚拟接线网络”的原理,为了使大家对 PLC 的工作原理能了解得更直观更清晰一些,这里结合图 12—图 16 专门介绍一下图 11 所示的机床电动机连续正转与点动正转控制系统 PLC 梯形图程序的执行过程。

(1)第一循环

①内部处理:无故障。

②通信处理:无请求。

③信号处理:假设此时连续正转开关和点动正转开关均未压合,则此时存储到输入镜像寄存器中的信号为—X000 为 1 电平,X001 为 0 电平,X002 为 1 电平,X003 为 0 电平;存储到辅助镜像寄存器中的信号为—M000 为 0 电平,M001 为 0 电平;存储到输出镜像寄存器中的信号为—Y000 为 0 电平。

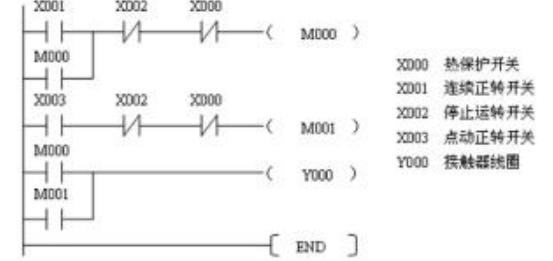


图 11 机床电动机连续正转与点动正转控制系统梯形图程序

④程序处理:本例中第一条程序的运算步骤是先取 X001 和 M000 进行或运算,其结果和 X002 进行与运算,其结果再和 X000 进行与运算,然后把运算结果送至 M000 辅助镜像寄存器;第二条程序的运算步骤是先取 X003 和 X002 进行与运算,其结果再和 X000 进行与运算,然后把运算结果送至 M001 辅助镜像寄存器;第三条程序的运算步骤是取 M000 和 M001 进行或运算,然后把运算结果送至 Y000 输出镜像寄存器;第四条程序是程序处理结束指令。

由于或运算的公式是 1+1=1,1+0=1,0+1=1,0+0=0,即有 1 出 1、全 0 出 0,而与运算的公式是 0×0=0,0×1=0,1×0=0,1×1=1,即有 0 出 0、全 1 出 1,所以:

第一条程序 0+0=0→0×1=0→0×1=0,把 0 电平送至 M000 辅助镜像寄存器;

第二条程序 0×1=0→0×1=0,把 0 电平送至 M001 辅助镜像寄存器;

第三条程序 0+0=0,把 0 电平送至 Y000 输出镜像寄存器;

第四条程序结束运算。

⑤输出处理:M000 辅助存储器仍写为 0 电平,M001 辅助存储器仍写为 0 电平,Y000 输出存储器仍写为 0 电平,此时因输出存储器 Y000 为 0 电平,故被控电器接触器 KM1 无电,电动机不运转。

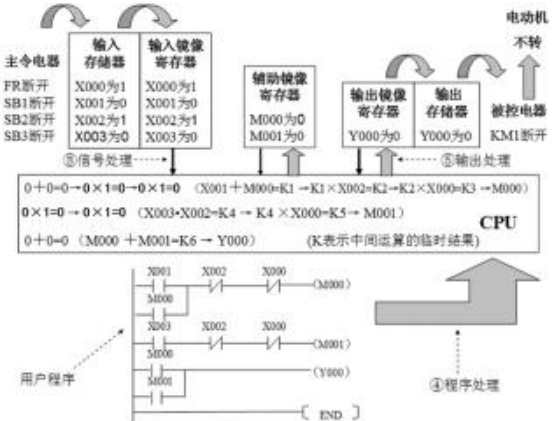


图 12 PLC 在第一循环的工作过程

(2)第二循环

①内部处理:无故障。

②通信处理:无请求。

③信号处理:假设此时连续正转开关已压合,则此时存储到输入镜像寄存器中的信号为—X000 为 1 电平,X001 为 1 电平,X002 为 1 电平,X003 为 0 电平;存储到辅助镜像寄存器中的信号为—M000 为 0 电平,M001 为 0 电平;存储到输出镜像寄存器中的信号为—Y000 为 0 电平。

④程序处理:

第一条程序 1+0=1→1×1=1→1×1=1,把 1 电平送至 M000 辅助镜像寄存器;

第二条程序 0×1=0→0×1=0,把 0 电平送至 M001 辅助镜像寄存器;

第三条程序 1+0=1,把 1 电平送至 Y000 输出镜像寄存器;

第四条程序结束运算。

⑤输出处理:M000 辅助存储器改写为 1 电平,M001 辅助存储器仍写为 0 电平,Y000 输出存储器改写为 1 电平,此时因输出存储器 Y000 为 1 电平,故 KM1 得电,电动机开始正转。

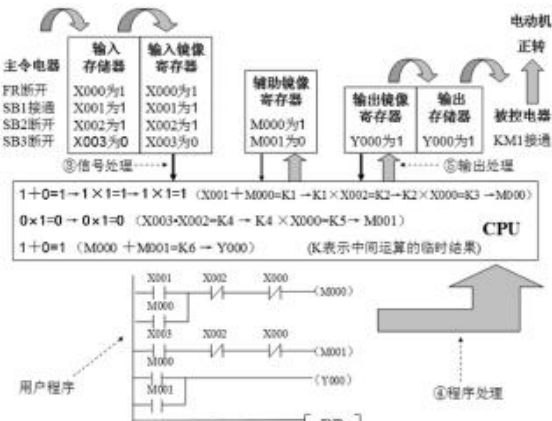


图 13 PLC 在第二循环的工作过程

(未完待续)

◇无锡 周秀明

电动汽车无刷直流(BLDC)电机驱动模型(二)

(接上期本版)

2. 改变磁通量的方向

为了转动 BLDC 电机,必须控制线圈的电流方向及时机。图 6-A 是将 BLDC 电机的定子(线圈)和转子(永磁体)模式化的结果,是使用 3 个线圈的情况。虽然实际上也有使用 6 个或以上的线圈的情况,但在考虑原理的基础上,每 120 度放一个线圈,使用 3 个线圈。电机将电气(电压、电流)转换为机械性旋转。图 6-A 的 BLDC 电机又是如何转动呢?

BLDC 电机中每隔 120 度放置一个线圈,总共放置三个线圈,控制通电相或线圈的电流如图 6-A 所示,BLDC 电机使用 3 个线圈。这三个线圈用以在通电后生成磁通量,将其命名为 U、V、W。将该线圈通电试试看吧。线圈 U(以下简称为“线圈”)上的电流路径记为 U 相,V 的记录为 V 相,W 的记录为 W 相。接下来看一看 U 相吧。向 U 相通电后,将产生如图 6-B 所示的箭头方向的磁通量。但实际上,U、V、W 的电缆都是互相连接着的,因此无法仅向 U 相通电。在这里,从 U 相向 W 相通电,会如图 6-C 所示在 U、W 产生磁通量。合成 U 和 W 的两个磁通量,变为图 6-D 所示的较大的磁通量。永磁体将进行旋转,以使该合成磁通量与中央的永磁体(转子)的 N 极方向相同。

从 U 相向 W 向通电。首先,只关注线圈 U 部分,则发现会产生如箭头般的磁通量;

从 U 相向 W 相通电,则会产生方向不同的 2 个磁通量;

从 U 相向 W 相通电,可以认为产生了两个磁通量合成的磁通量。若改变合成磁通量的方向,则永磁体也会随之改变。配合永磁体的位置,切换 U 相、V 相、W 相中通电的相,以变更合成磁通量的方向。连续执行此操作,则合成磁通量将发生旋转,从而产生磁场,转子旋转。

图 7 所示的是通电相与合成磁通量的关系。在该例中,按顺序从 1-6 变更通电模式,则合成磁通量将顺时针旋转。通过变更合成磁通量的方向,控制速度,可控制转子的旋转速度。将切换这 6 种通电模式,控制电机的控制方法称为“120 度通电控制”。

3. 使用正弦波控制,进行流畅的转动

接下来,尽管在 120 度通电控制下合成磁通量的

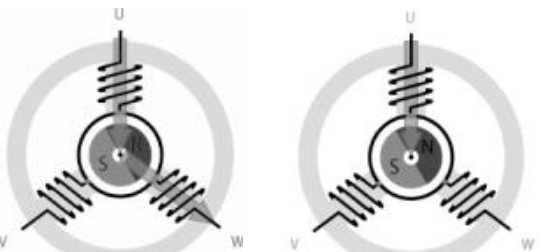


图 6-A: BLDC 电机转动原理

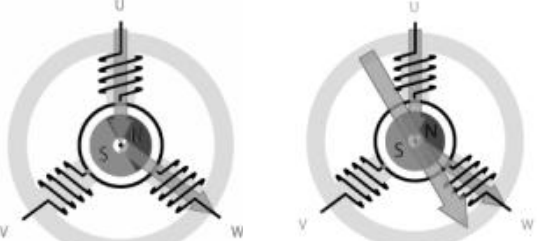


图 6-C: BLDC 电机的转动原理



图 7: 转子的永久磁石会像被合成磁通量牵引一样旋转,电机的轴也会因此旋转

方向会发生旋转,但其方向不过只有 6 种。比如将图 7 的“通电模式 1”改为“通电模式 2”,则合成磁通量的方向将变化 60 度。然后转子将像被吸引一样发生旋转。接下来,从“通电模式 2”改为“通电模式 3”,则合成磁通量的方向将再次变化 60 度。转子将再次被该变化所吸引。这一现象将反复出现。这一动作将变得生硬。有时这动作还会发出噪音。能消除 120 度通电控制的缺点,实现流畅的转动的正是“正弦波控制”。在 120 度通电控制中,合成磁通量被固定在了 6 个方向。进行控制,使其进行连续的变化。在图 6-C 的例子中,U 和 W 生成的磁通量大小相同。但是,若能较好地控制 U 相、V 相、W 相,则可以让线圈各自生成大小各异的磁通量,精密地控制合成磁通量的方向。调整 U 相、V 相、W 相各相的电流大小,与此同时生成了合成磁通量。通过控制这一磁通量连续生成,可使电机流畅地转动。

正弦波控制可控制 3 相上的电流,生成合成磁通量,实现流畅的转动,见图 8。

4. 使用逆变器控制电机

那么 U、V、W 各相上的电流又如何呢? 为便于理解,回想 120 度通电控制的情况看看吧。请再次查看图 7。在通电模式 1 时,电流从 U 流至 W;在通电模式 2 时,电流从 U 流至 V。可以看出,每当有电流流动的线圈的组合发生改变时,合成磁通量箭头的方向也会发生变化。接下来,请看通电模式 4。在该模式下,电流从 W 流至 U,与通电模式 1 的方向相反。在 DC 电机中,像这样的电流方向的转换是由换向器和刷子的组合来进行了。但是,BLDC 电机不使用这样的接触型的方法。使用逆变器电路,更改电流的方向。在控制 BLDC 电机时,一般使用的是逆变器电路。另外逆变器电路可改变各相中的外加电压,调整电流值。电压的调整中,常用的是 PWM(Pulse Width Modulation=脉冲宽度调制)。PWM 是一种通过调整脉冲 ON/OFF 的时间长度改变电压的方法,重要的是 ON 时间和 OFF 时间的比率(占空比)变化。若 ON 的比率较高,可以得到和提高电压相同的效果。若 ON 的比率下降,则可以得到和电压降低相同的效果(图 9)。

为了实现 PWM,现在还有配备了专用硬件的微电脑,进行正弦波控制时需控制 3 相的电压,因此比起只有 2 相通电的 120 度通电控制来说,软件要稍稍复杂一些。逆变器是对驱动 BLDC 电机必要的电路。交流电机中也使用了逆变器,但可以认为家电产品中所说的“逆变器式”几乎使用的是 BLDC 电机。

变更某时间内的 ON 时间,以变更电压的有效值。ON 时间越长,有效值越接近施加 100%电压时(ON 时)的电压

5. 使用位置传感器的 BLDC 电机

以上是 BLDC 电机的控制的概况。BLDC 电机通过改变线圈生成的合成磁通量的方向,使转子的永磁体随之变化。实际上,在以上的说明中,还有一点没有提到。即 BLDC 电机中的传感器的存在。BLDC 电机的控制是配合着转子(永磁体)的位置(角度)进行的。因此,获取转子位置的传感器是必需的。若没有传感器得知永磁体的方向时,转子可能会转至意料之外的方向。有传感器提供信息的话,就不会出现这样的情况了。表 1 中显示的是 BLDC 电机主要的位置检测用传感器的种类。根据控制方式的不同,需要的传感器也是不同的。在 120 度通电控制中,为判断要对

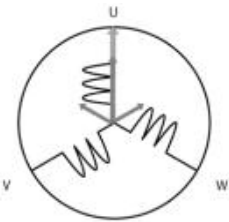


图 8: 正弦波控制

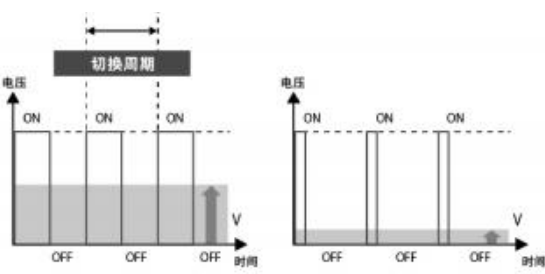


图 9: PWM 输出与输出电压的关系

哪个相通电,配备了可每 60 度输入一次信号的霍尔效应传感器。另一方面,对于精密控制合成磁通量的“矢量控制”(在下一项中说明)来说,转角传感器或光电编码器高精度传感器较为有效。

通过使用这些传感器可以检测出位置,但也会带来一些缺点。传感器防尘能力较弱,而且维护也是不可或缺的。可使用的温度范围也会缩小。使用传感器或为此增加配线都会造成成本的上升,而且高精度传感器本身就价格高昂。于是,“无传感器”这一方式登场了。它不使用位置检测用传感器,以此控制成本,且不需要传感器相关的维护。但此次为了说明原理,因此假定已从位置传感器获得了信息来吧。

表 1: 位置检测专用传感器的种类及特征

传感器种类	主要用途	特征
霍尔效应传感器	120 度通电控制	每 60 度获取一次信号。价格较低。不耐热。
光电编码器	正弦波控制、矢量控制	有增量型(可得知原位置开始的移动距离)和绝对型(可得知当前位置的角度)两种。分辨率高,但防尘能力较弱。
转角传感器	正弦波控制、矢量控制	分辨率高。即使在牢固的恶劣环境下也可使用。

6. 通过矢量控制时刻保持高效率

正弦波控制为 3 相通电,流畅地改变合成磁通量的方向,因此转子将流畅地旋转。120 度通电控制切换了 U 相、V 相、W 相中的 2 相,以此来使电机转动,而正弦波控制则需要精确地控制 3 相的电流。而且控制的值是时刻变化的交流值,因此,控制变得更为困难。

在这里登场的便是矢量控制了。矢量控制可通过坐标变换,把 3 相的交流值作为 2 相的直流值进行计算,因此可简化控制。但是,矢量控制计算需要高分辨率下的转子的位置信息。位置检测有两种方法,即使用光电编码器或转角传感器等位置传感器的方法,以及根据各相的电流值进行推算的无传感器方法。通过该坐标变换可直接控制扭矩(旋动力)的相关电流值,从而实现没有多余电流的高效控制。

但是,矢量控制中需要进行使用三角函数的坐标变换,或复杂的计算处理。因此,大多情况下都会使用计算能力较强的微电脑作为控制用微电脑,比如配备了 FPU(浮点运算器)的微电脑等。

7. 基于 PIC18F 的控制电路框图(见附图 10 所示)

(全文完)

◇宜宾职业技术学院 何杨

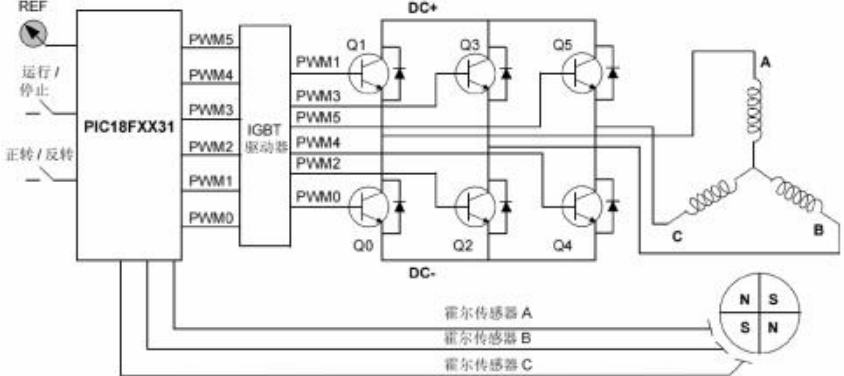


图 10 控制电路框图

上海车展透露重大信息——智能驾驶与新能源汽车纷纷布局(三)

(接上期本版)

上海大众

在这次上海国际车展中,“东道主”上汽集团下属的高端品牌——R 汽车携三款重磅新品亮相车展,其中就有一款“智能新物种”ES33 概念车引起广泛关注,它搭载全栈自研的高阶智驾方案与上汽“银河全栈解决方案”,计划于 2022 年下半年正式上市。



ES33 搭载了汇聚全球顶尖科技于一身的 R-TECH 高能智慧体,可实现车辆“硬件可插可换可升级,软件可买可卖可定义,电池可充可换可升级”。



在强大的技术优势下,R 汽车打造了全栈自研的高阶智驾方案 PP-CEM,构建了全天候、全场景、超视距、多维度的“六重融合式感知体系”。构建数字化的环境镜像,能够更加精准地预知行人、车辆等障碍物的行为和行动轨迹。



ES33 搭载 33 个高性能感知硬件,其中包括激光雷达、视觉摄像头、高精地图、4D 成像雷达、5G-V2X、超声波雷达以及英伟达 Orin 芯片可提供“500~1000+”TOPS 的算力的超强算力芯片等配置。在人机交互体验上,ES33 搭载上汽零束“银河全栈解决方案”,通过 AIoT 智能硬件“即插即用”、用户第三方共创生态、以及持续进化的智能引擎,为用户带来独家个性化体验,可一键拖拽、定制个性化场景与订阅式软件服务。

小米



虽然近日小米才宣布开始造成,其实小米很早就布局新能源汽车行业了,作为顺为资本创始人的雷军,虽然 2013 年之前只投资了两家与新能源汽车相关的企业,但之后雷军个人、小米集团再加顺为资本开始了大量的投资,用 7 年的时间投资了 50 家与新能源汽车相关的企业,其中包括动力电池、传感器

芯片、车用半导体、自动驾驶、激光雷达等重要行业。已经用 8 年时间完成了充分的产业链布局,所以只是现在才官宣而已,这些充足的准备是其他一些新汽车品牌所没有的。

小米最大的优势在于用户群体——“米粉”。小米手机、小米电视、小米家具等等,小米都能够通过产品力与性价比来准确瞄准不同的消费者,或是年轻消费者,或是商务消费者,或是高阶消费者。

据小米 2020 年财报显示,小米 LoT(开发者平台面)连接设备达到 3.25 亿,拥有五年及以上连接至 LoT 平台的设备用户数也达到 620 万。当然这并非说明小米能够把用户转化到汽车业务上,而是表明小米对用户需求的精准捕捉。

小米需要面临的最大问题——成熟造车

产业链。这是任何造车新势力相较于传统车企都必须面对的问题。一款智能汽车,除了软件、电池、车架、平台外,生产资质、生产工厂、生产经验、研发人才、研发技术、研发经验都是造车新势力的不足之处,包括小米。目前市面上的解决方案,一是与传统车企深度合作,形成长期代工生产的关系;二是收购传统车企,获得生产资质。

小米在消费者心中主打“性价比”,因此按此思路,小米或将计划自主研发软件部分,而硬件生产则依靠其他企业合作,这样才能够降低成本。当然实际上是不是这么一回事,也还得看最后样车生产出来才知道。

小结

以往的车展,奥迪、宝马、奔驰和大众这些传统车企曾经占据主流地位。但随着新能

源汽车行业的发展,蔚来、小鹏和理想逐渐取代了这些传统车企,成为了近两年车展中的主角。

而随着阿里与上汽、华为与一些车企“强强联合”造车后,车展中主角位置再次发生变化。

随着智能汽车的技术迭代,汽车智能化也成为了本次车展中所有展出车型的标配,大众、奥迪、奔驰和宝马等传统车企也展示了自家燃油车的智能化水平。

智能化是本次车展明显的转折点,是汽车行业发展变革的重要表现,而“新能源”+“智能化”更是中国汽车企业要实现弯道超车

的“王炸组合”。

(全文完)

◇四川 宁梵睿

接近瓶颈的“后摩尔定律”之路(一)

随着以智能手机为代表的移动信息终端和 PC、笔记本等 IT 设备的爆发性普及,手机 SoC、CPU、GPU 等都急需要提高性能和削减耗电量下。随着摩尔定律越来越接近瓶颈,在现有的材料以硅基为主的情况如何突破也是技术人员的主要研究方向之一。

通过推进 FET 的微细化,平面型 CMOS 结构遵循摩尔定律实现了高性能和低功耗,但二维结构的微细化达到了物理极限,从 22nm 工艺前后开始发生重大变化,转向了三维 FET 结构。Fin FET 是拥有鳍(Fin)状栅极结构的 FET,目前已实用化。由其发展而来的是栅极完全覆盖了沟道的上下左右部位的 GAA (Gate All Around) 结构。今后进一步进化的 FET 结构将是上下层叠 n 型 FET 和 p 型 FET 的 CFET 结构。这种结构能以原来的单个 FET 元件的尺寸构成 CMOS,可以大幅削减面积和提高速度。

另一方面,Si 以外的沟道材料的研究开发也在进行中。与 Si 相比,Ge 的空穴迁移率比较高,能以低电压工作,与 Si 工艺的亲和性也比较高,因此 n 型 FET 利用原来的 Si,p 型 FET 利用 Ge 制作的异质沟道集成平台作为 FET 的高速化技术备受期待。

这种基于 2nm 工艺开发出的 Si 和 Ge 的异质沟道互补式场效应晶体管 hCFET(heterogeneous Complementary-Field Effect Transistor),其特点构筑了层叠 Si 层和 Ge 层的 Si/Ge 异质沟道集成平台。层叠 Si 和 Ge 等热膨胀率不同的材料时,为避免热应力的影响,需要在尽量低的温度下进行层叠。在低于 200℃的温度下层叠高品质 Si 层和 Ge 层的低温异质层键合技术 (Low Temperature Hetero-layer Bonding Technology,LT-HBT)。

此次开发的技术首先准备了 SOI 主体晶圆(Host Wafer)和在上表面外延生长 Ge 的施体晶圆(Donor Wafer,a)。在 Ge 层中,与 Si 层的界面附近的位置存在缺陷层,表面侧存在高品质层。接下来,分别在施体晶圆和主体晶圆上沉积 SiO2 绝缘膜,激活表面后(b),以 200 度的低温直接键合(c)。然后依次去除施体晶圆的 Si 基板(d)、BOX 绝缘膜和 Si 层(e)。最后,利用可低损伤加工的中性粒子束蚀刻法(Neutral Beam Etching,NBE)将 Ge 均匀成膜(f),即可获得 Si/Ge 异质沟道积层结构(g)。通过使积层工艺和蚀刻工艺全部在低温下进行,实现了对 Si 层和 Ge 层的损伤非常小的高品质 Si/Ge 异质沟道集成平台。

另外,利用该技术,不仅可以大幅简化 hCFET 制作工艺,还支持进一步增加层数的结构。

该技术通过 Si/Ge 异质沟道积层平台制作了 hCFET。通过以相同的沟道图案形成 Si 和 Ge 层,并对 Si 层与 Ge 层之间的绝缘层进行蚀刻,得到了纳米片状积层型沟道结构。从 SEM 俯瞰图可以看出,Ge 和 Si 沟道是裸露的。通过以覆盖整个沟道的形式在该结构上沉积 high-k 栅极绝缘膜/金属栅极,实现了上下层叠 Si n 型 FET 和 Ge p 型 FET 的 GAA 结构 hCFET。可以看到以沟道宽度约为 50nm 的纳米片状在上部层叠 Ge 层,下部层叠 Si 层的结构。TEM EDX 分析显示,Si/Ge 异质材料沟道被 high-k 栅极绝缘膜(Al2O3)和金属栅

极(TiN)覆盖。另外,还通过单一的栅极成功地使这些 n 型 FET 和 p 型 FET 同时作为晶体管工作,表明基于 LT-HBT 的异质沟道积层化作为 2nm 工艺的晶体管技术非常有效。

作为芯片巨头公司英特尔、三星、台积电和其他公司正在为从现有的 FinFET 晶体管向 3nm 和 2nm 节点的新型全栅场效应晶体管(GAA FET)过渡奠定基础,这种过渡将从明年或 2023 年开始。

GAA FET 将被用于 3nm 以下,拥有更好的性能,更低的功耗和更低的漏电压。虽然 GAA FET 晶体管被认为是 FinFET 的演进,并且已经进行了多年研发,但任何新型晶体管或材料对于芯片行业来说都是巨大的工程。芯片制造商一直在尽可能长地推迟这一行动,但是为了继续微缩晶体管,需要 GAA FET。

需要指出的是,虽然同为纳米片 FET,但 GAA 架构有几种类型。基本上,纳米片 FET 的侧面是 FinFET,栅极包裹着它,能够以较低的功率实现更高的性能。

GAA 技术对于晶体管的持续微缩至关重要。3nm GAA 的关键特性是阈值电压可以为 0.3V。与 3nm FinFET 相比,这能够以更低的待机功耗实现更好的开关效果 ;3nm GAA 的产品设计成本与 3nm FinFET 不会有显著差异,但 GAA 的 IP 认证将是 3nm FinFET 成本的 1.5 倍。

(未完待续)

◇李运西

