



农业装备应用技术  
教学资源库

# 农机电器设备概述

黑龙江农业工程职业学院 肖兴宇



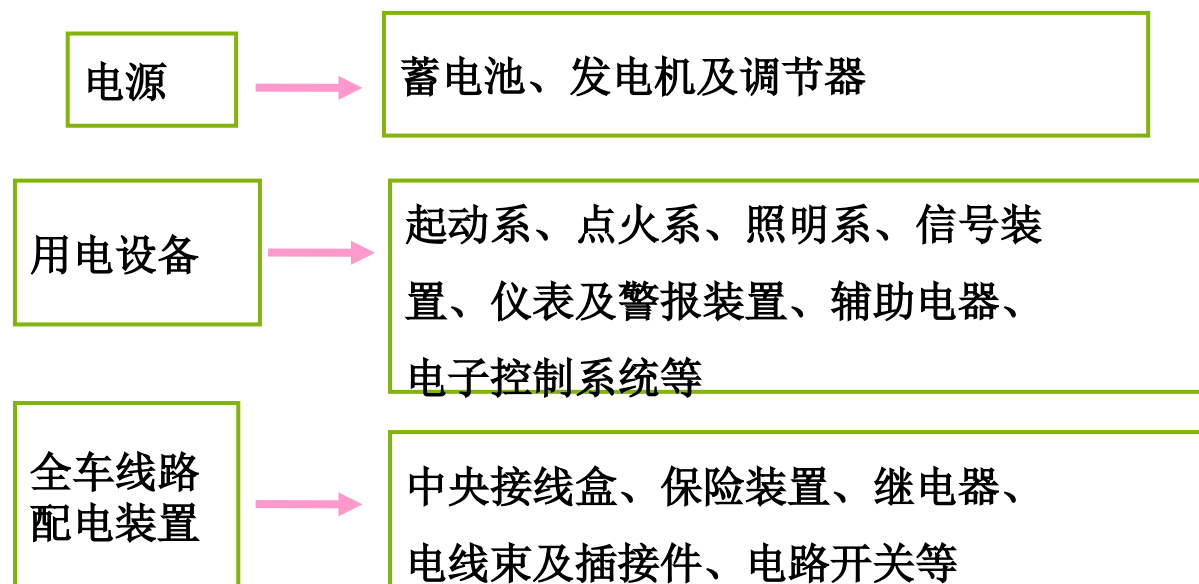
## 学习目标

1. 掌握农机电气系统的组成及农机电路的特点
2. 了解农机电路图中常用的图形符号、开关、报警等、指示灯标志
3. 掌握农机电路基础元件
4. 了解接线柱标记；
5. 掌握线路与电路的基本概念
6. 熟悉电气系统故障种类、检修注意事项常用诊断方法

## 一、农机电气系统组成

1. 电源系统
2. 启动系统
3. 点火系统
4. 照明与信号系统
5. 仪表与报警系统
6. 电子控制系统
7. 辅助装置

可归为三大部分：



## 二、农机电路的特点

### 1、低压：

柴油车大多采用 24 伏直流供电，  
汽油车大都采用 12 伏直流供电。

### 2、直流

### 3、单线制

利用农机发动机和底盘、车身等金属机件作为各种用电设备的共用连线即搭铁，用电设备到电源只需另设一根导线。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发，经导线流入到用电设备后，通过金属车架流回电源负极而形成回路。

优点：不仅可以节省材料，简化电路，而且便于安装和检修，降低故障率。但在一些不能形成可靠的电气回路或需要精确电子信号的回路，采用双线。



## 4、并联

农机上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接，每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制，互不产生干扰。

## 5、负极搭铁

# 三、车用线束

### 1. 车用电线

按承受电压的高低分类：**高压导线**和**低压导线**。

#### (1) 导线截面积的正确选择

根据用电设备的**负载电流大小**选择导线的截面积。

**其一般原则为：**长时间工作的电气设备可选用实际载流量 60% 的导线；短时间工作的用电设备可选用实际载流量 60 — 100% 之间的导线。同时，还应考虑电路中的电压降和导线发热等情况，以免影响用电设备的电气性能和超过导线的允许温度。

为保证一定的机械强度，一般低压导线截面积不小于  $0.5\text{mm}^2$ 。

下表为各种铜芯导线标称截面积的允许载流量

| 铜芯电<br>线截面<br>积<br>( $\text{mm}^2$ ) | 0.5  | 0.75 | 1.0  | 1.5  | 2.5  | 4    | 6  | 10 | 16  | 25   | 35  | 50  |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|----|----|-----|------|-----|-----|
| 载流量<br>(60%)                         | 7.5  | 9.6  | 11.4 | 14.4 | 19.2 | 25.2 | 33 | 45 | 63  | 82.5 | 102 | 129 |
| 载流量<br>(100%)                        | 12.5 | 16   | 19   | 24   | 32   | 42   | 55 | 75 | 105 | 138  | 170 | 215 |

下表为车 12V 电系主要电路导线截面选择的推荐值

| 标称截面积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 用 途                         |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 0.5                         | 后灯、顶灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、燃油表、雨刮器电机 |
| 0.8                         | 转向灯、制动灯、停车灯、分电器             |
| 1.0                         | 前照灯的单线（不接保险器）、电喇叭（3A 以下）    |
| 1.5                         | 前照灯的电线束（接保险器）、电喇叭（3A 以上）    |
| 1.5 — 4                     | 其他连接导线                      |
| 4 — 6                       | 电热塞                         |
| 4 — 25                      | 电源线                         |
| 16 — 95                     | 起动机电缆                       |

## (2) 导线的颜色

为便于安装和检修，车采用双色导线，主色为基础色，辅色为环布导线的条色带或螺旋色带，且标注时主色在前，辅色在后。以双色为基础选用时，各用电系统的电源线为单色，其余为双色，双色线的主色见下表。

| 系统名称     | 电线主色 | 代号 | 系统名称          | 电线主色 | 代号 |
|----------|------|----|---------------|------|----|
| 电气装置接地线  | 黑    | B  | 仪表、报警指示和喇叭系统  | 棕    | Br |
| 点火起动系统   | 白    | W  | 前照灯、雾灯等外部照明系统 | 蓝    | Bl |
| 电源系统     | 红    | R  | 各种辅助电机及电气操纵系统 | 灰    | Gr |
| 灯光信号系统   | 绿    | G  | 收放音机、点烟器等系统   | 紫    | V  |
| 车身内部照明系统 | 黄    | Y  |               |      |    |



标称截面积大于 1.5 mm<sup>2</sup> 的双色线，主辅颜色的搭配见下表

| 主色       | 辅色       |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|          | 红<br>(R) | 黄<br>(Y) | 白<br>(W) | 黑<br>(B) | 棕<br>(N) | 绿<br>(G) | 蓝<br>(U) |
| 红<br>(R) | —        | ○        | ○        | ○        | —        | ○        | ○        |
| 黄<br>(Y) | ○        | ○        | ○        | ○        | △        | △        | △        |
| 蓝<br>(U) | ○        | ○        | ○        | ○        | △        | —        | —        |
| 白<br>(W) | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | △        |
| 绿<br>(G) | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | —        | ○        |
| 棕<br>(N) | ○        | ○        | ○        | ○        | —        | ○        | ○        |
| 紫<br>(P) | —        | ○        | ○        | ○        | —        | ○        | △        |
| 灰<br>(S) | ○        | ○        | —        | ○        | ○        | ○        | ○        |

注：

○ - 容许搭配的颜色；

△ - 不推荐搭配的颜色

。

## 2. 车线束

为使全车线路规整，安装方便及保护导线的绝缘，车上的全车线路除高压线、蓄电池电缆和起动机电缆外，一般将同区域的不同规格的导线用棉纱或薄聚氯乙烯带缠绕包扎成束，称为线束。



## (1) 线束的包扎

- ① 电缆半叠包扎法，涂绝缘漆，烘干，以增加电缆的强度和绝缘性能。
- ② 新型线束，局部塑料包扎后放入侧切口的塑料波纹管内，使其强度更高，保护性能更好，查找线路故障方便。

## (2) 线束的安装

同一种车型的线束在制造厂里按车型设计制造好后，用卡簧或绊钉固定在车上的既定位置，其抽头恰好在各电气设备接线柱附近位置，安装时按线号装在其对应的接线柱上。各种车型的线束各不相同，同一车型线束按发动机、底盘和车身分多个线束。

## 四、开关装置

车上所有用电设备的接通和停止，都必须经过开关控制。对开关的要求是坚固耐用、安全可靠、操作方便、性能稳定。

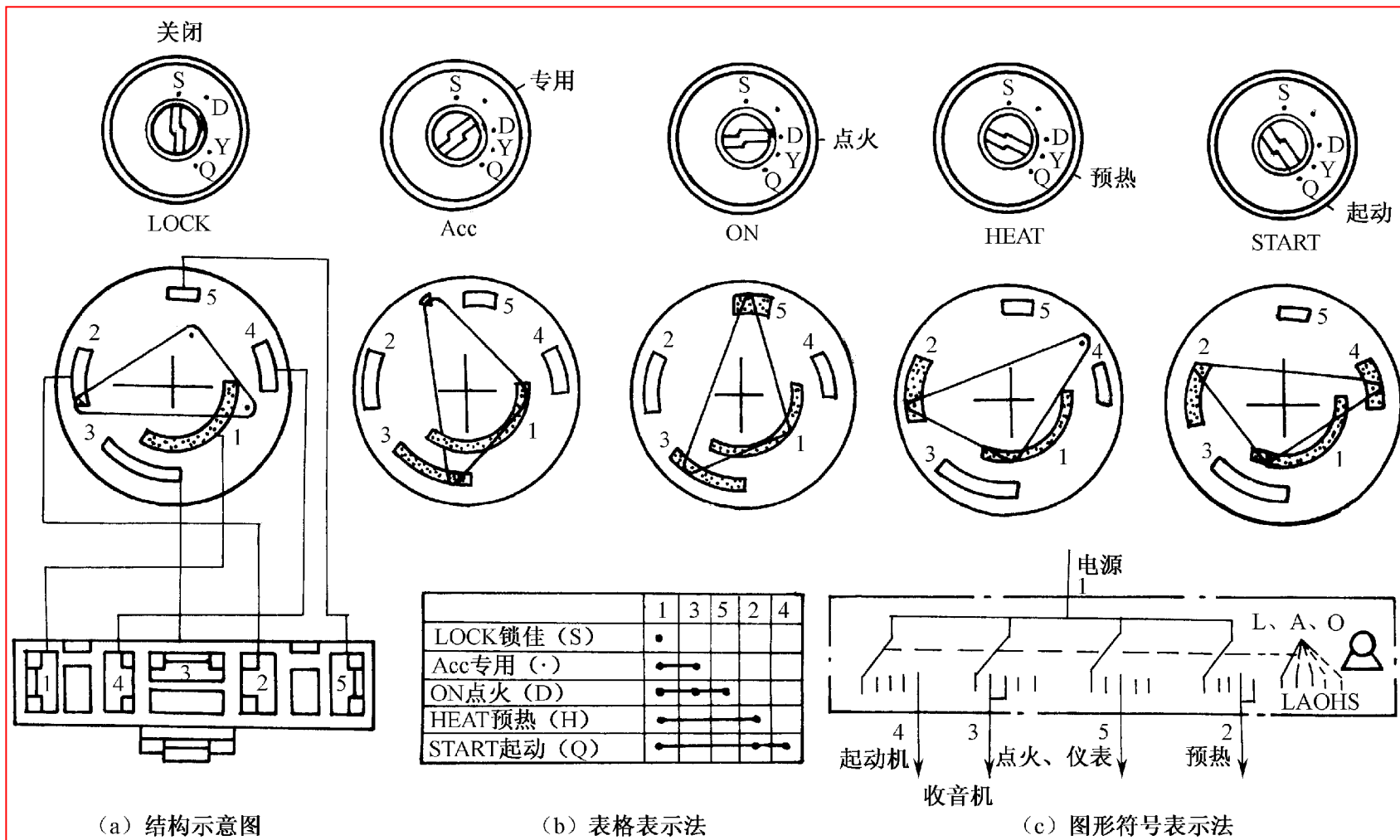
### 1. 开关的符号

| 序号 | 图形符号 | 名称         | 序号 | 图形符号 | 名称                                    |
|----|------|------------|----|------|---------------------------------------|
| 1  |      | 旋转、按钮开关    | 14 |      | 推拉多挡开关位置                              |
| 2  |      | 液位控制开关     | 15 |      | 钥匙开关(全部定位)                            |
| 3  |      | 机油滤清器报警开关  | 16 |      | 多挡开关, 点火、自动开关, 瞬时位置为2能自动返回至1(即2挡不能定位) |
| 4  |      | 热敏开关动合触点   | 17 |      | 节流阀开关                                 |
| 5  |      | 热敏开关动断触点   | 18 |      | 制动压力控制                                |
| 6  |      | 热敏自动开关动断触点 | 19 |      | 液位控制                                  |
| 7  |      | 热继电器触点     | 20 |      | 凸轮控制                                  |
| 8  |      | 旋转多挡开关位置   | 21 |      | 联动开关                                  |
| 9  |      | 钥匙操作       | 22 |      | 手动开关的一般符号                             |
| 10 |      | 热执行器操作     | 23 |      | 定位(非自动复位)开关                           |
| 11 |      | 温度控制       | 24 |      | 按钮开关                                  |
| 12 |      | 压力控制       | 25 |      | 能定位的按钮开关                              |
| 13 |      | 拉拔开关       |    |      |                                       |



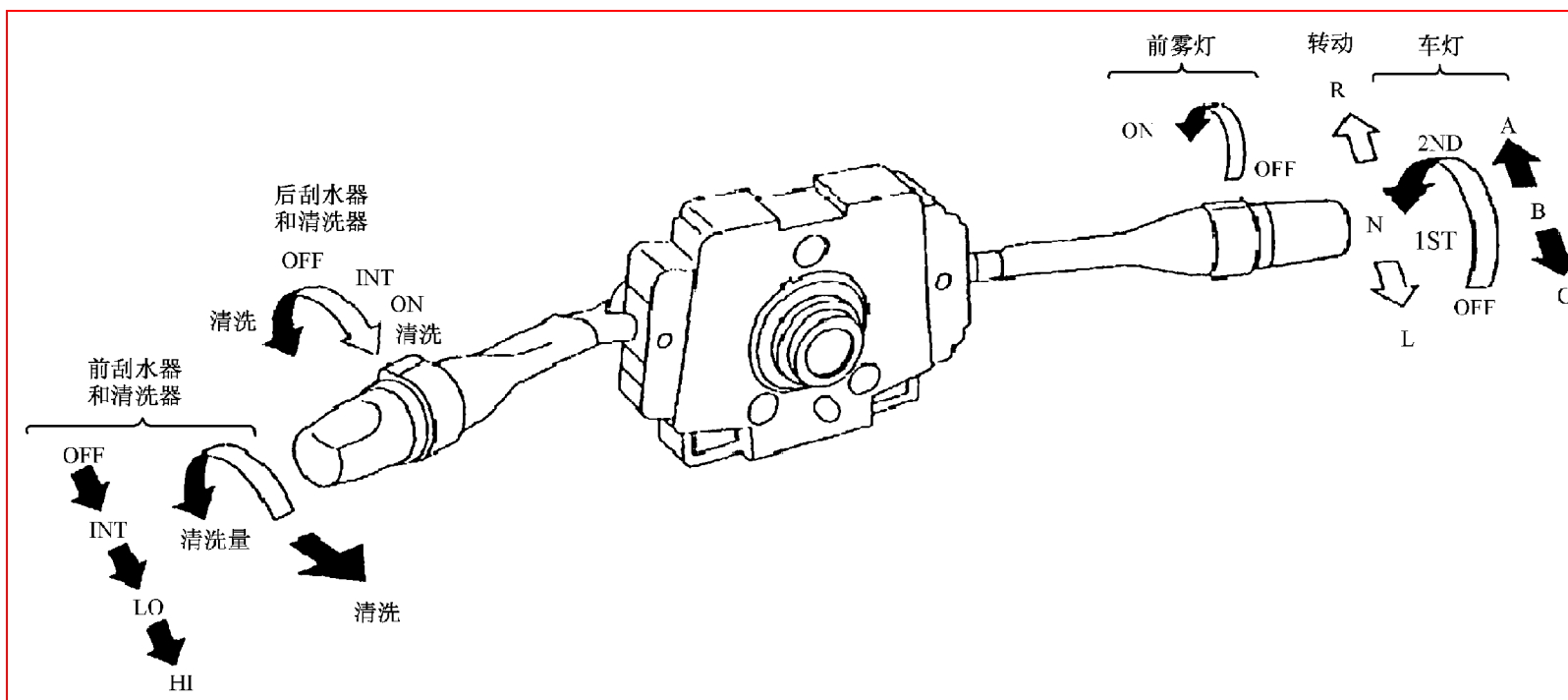
## 2. 点火开关

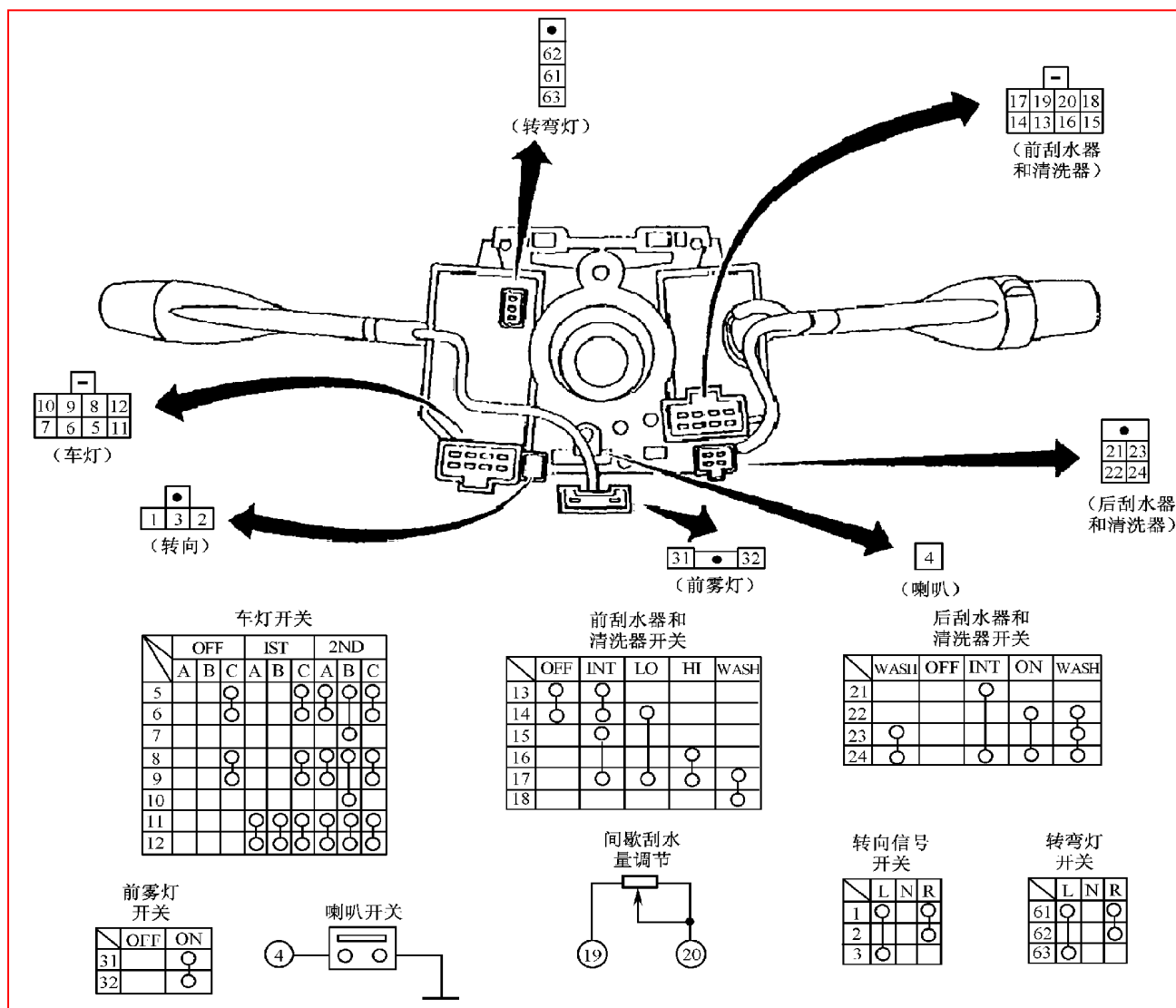
点火开关是拖拉机、联合收割机电路中最重要开关，是各条电路分支的控制枢纽，是多档多接线柱开关。其主要功能是：锁住转向盘转轴（Lock），接通点火仪表指示等（ON 或 IG），起动（ST 或 Start）挡，附件挡（Acc 主要是收音机专用），如果用于柴油车则增加（HEAT）挡。其中起动、预热挡因为工作电流很大，开关不易接通过久，所以这两挡在操作时必须用手克服弹簧力，扳住钥匙，一松手就弹回点火挡，不能自行定位，其他挡均可自行定位。点火开关的结构及表示方法如图所示。



### 3. 组合开关

多功能组合开关将照明（前照灯、变光）开关、信号（转向、危险警告、超车）开关、刮水器 / 清洗器开关等组合为一体，安装在便于驾驶员操纵的转向柱上。下图为车组合开关的挡位和接线柱关系。







## 五、保险装置

当电路中流过超过规定的过大电流时，农机电路保险装置能够切断电路，从而防止烧坏电路连接导线和用电设备，并把故障限制在最小范围内。农机上的保险装置主要有：熔断器、易熔线和断路器。

### 1. 熔断器和易熔线符号



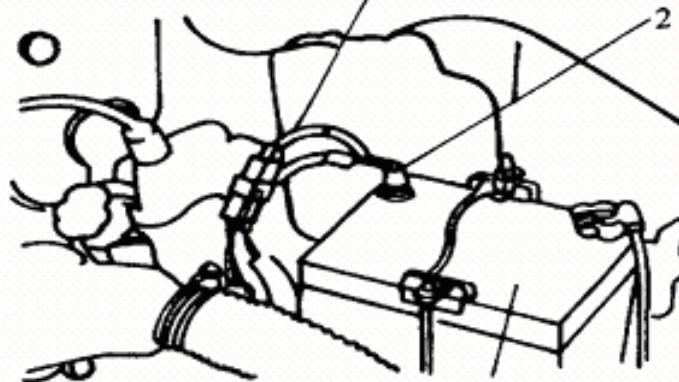
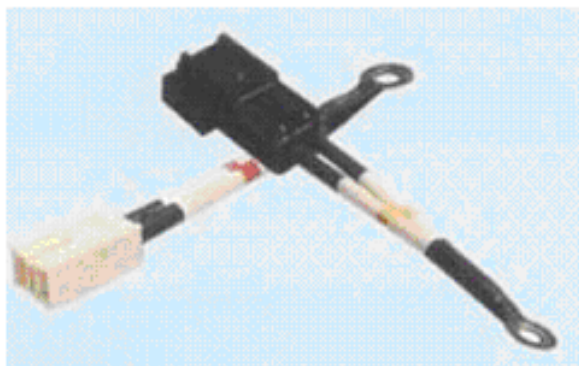
(a) 易熔线符号



(b) 熔断器符号

## 2. 易熔线

易熔线是一种大容量的熔断器，用于保护电源电路和大电流电路。



注：(1) 绝对不允许换用比规定容量大的易熔线。

(2) 易熔线熔断，可能是主要电路发生短路，因此需要仔细检查，彻底排除隐患。

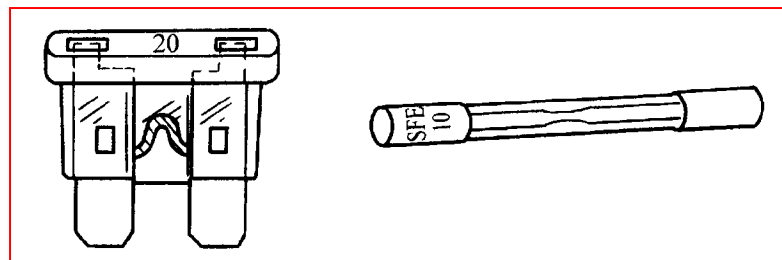
(3) 不能和其他导线绞合在一起。

### 3. 熔断器（保险）

#### (1) 保险选用原则

保险装置标称值 = 电路的电流值 / 0.8

例如，某电路设计的最大电流为 12A，应选用 15A 的保险。



#### (2) 熔断器熔断后的应急修理

行驶途中的应急修理，可用细导线代替熔断器。一旦到达目的地或有新熔断器时，应及时换上。

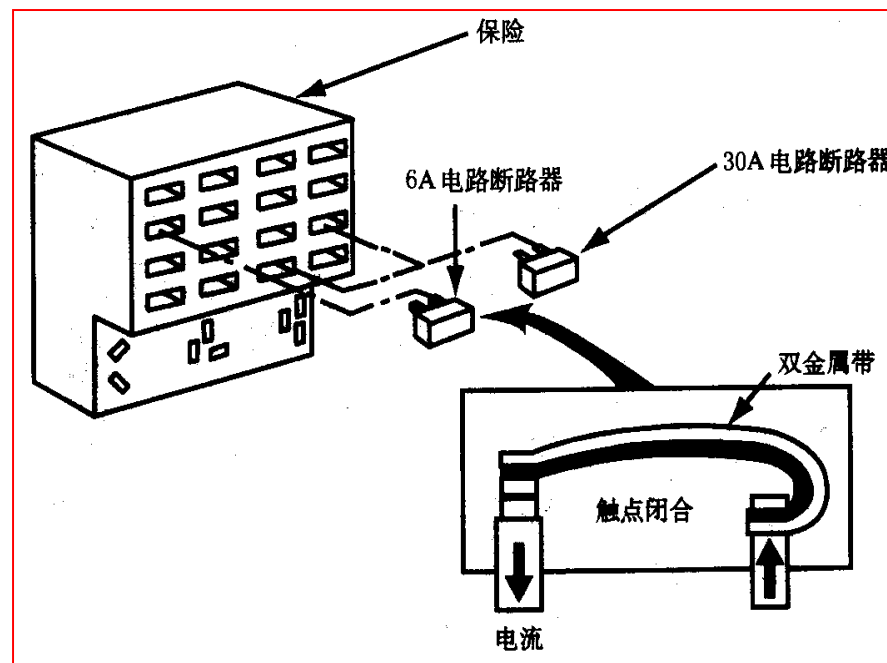
注：(1) 更换熔断器，一定要用与原规定相同的熔断器。车上增加用电设备时，不要随意改用容量大的熔断器，最好另外再安装熔断器。

(2) 熔断器熔断，必须真正找到故障原因，彻底排除隐患。

(3) 熔断器支架与熔断器接触不良会产生电压降和发热现象。如发现支架有氧化现象或脏污必须及时清理。

#### 4. 断路器

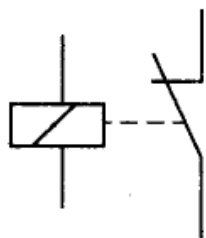
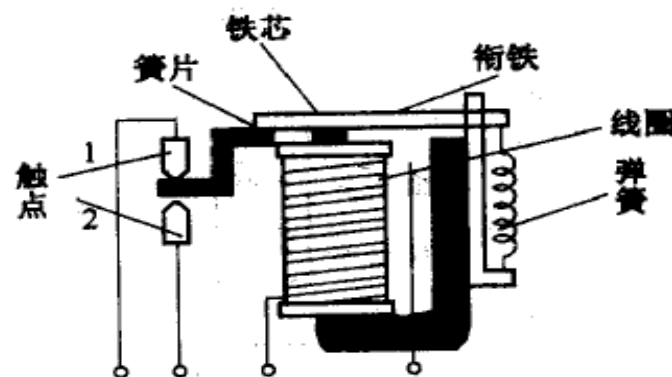
断路器在电路中用于防止有害的过载（额外的电流）。断路器是机械装置，它利用两种不同金属（双金属）的热效应断开电路。如果额外的电流经过双金属带，双金属带弯曲，触点开路，阻止电流通过。当电路断路器冷却，触点再次闭合，电路导通。当无电流时，双金属带冷却而使电路重新闭合，电路断路器复位。



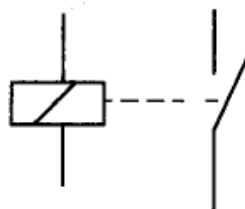


## 六、继电器

继电器可以实现自动接通或切断一对或多对触点，完成用小电流控制大电流，可以减小控制开关的电流负荷，保护电路中的控制开关。如进气预热继电器、空调继电器、喇叭继电器、雾灯继电器、中间继电器、风窗刮水器 / 清洗器继电器、危险报警与转向闪光继电器等。

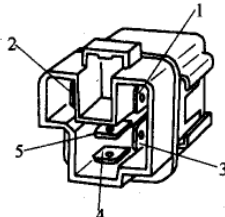
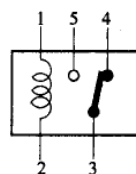
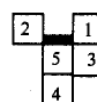
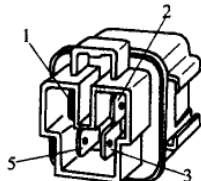
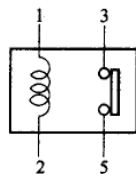
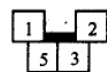
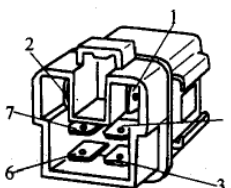
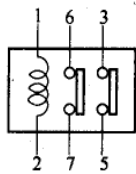
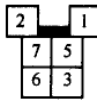
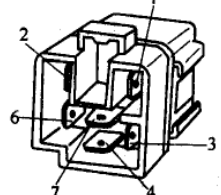
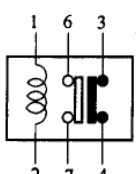
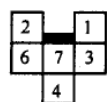


(a)触点常闭继电器符号



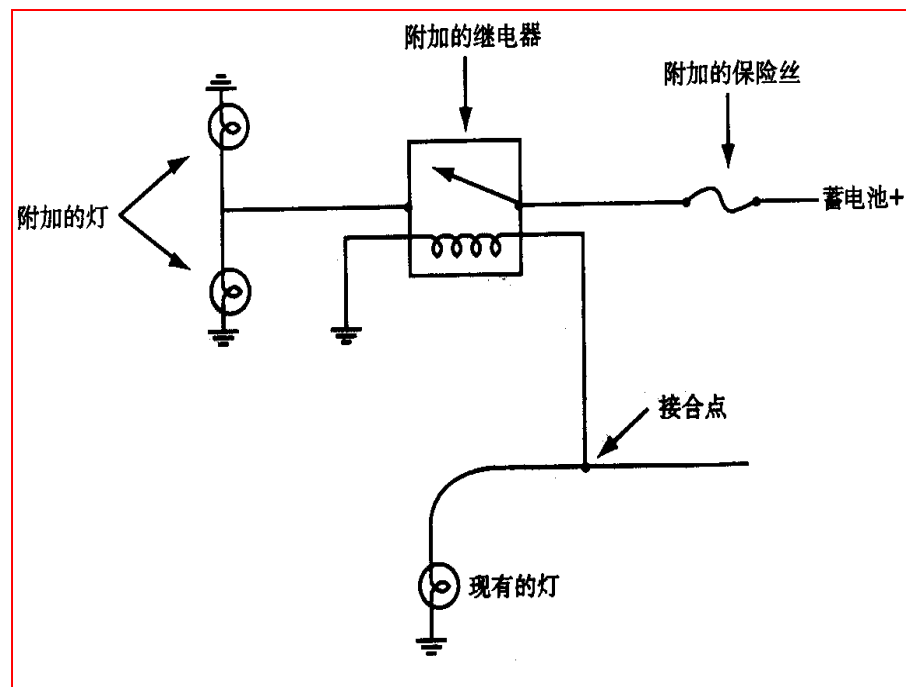
(b)触点常开继电器符号

继电器分为：常开继电器，常闭继电器和常开、常闭混合型继电器。继电器的每个插脚都有标号，与中央接线盒正面板的继电器插座的插孔标号相对应。

| 型号    | 外 型                                                                                  | 电 路                                                                                   | 引线标号                                                                                  | 颜色 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1T    |    |    |    | 黑  |
| 1M    |    |    |    | 蓝  |
| 2M    |   |   |    | 棕色 |
| 1M.1B |  |  |  | 灰色 |

### 小技巧：用继电器实现电路扩展

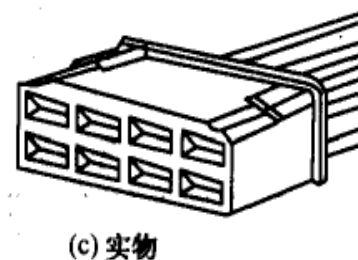
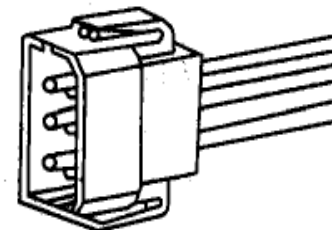
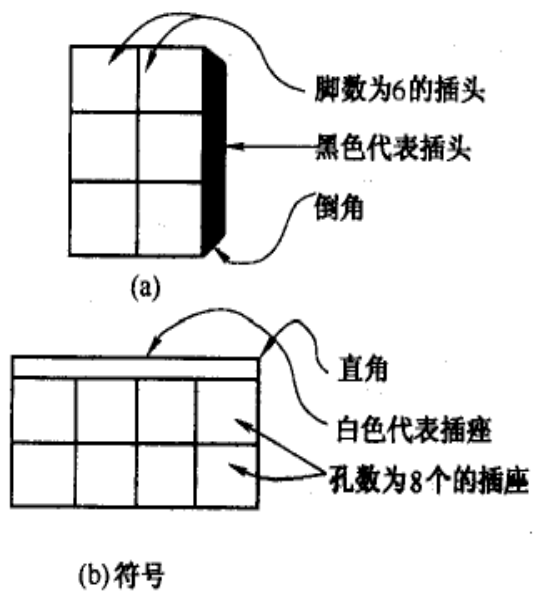
要想在原车上安装额外的电子附件，简单的接入已有的电路中可能会使保险装置或配线过载。采用继电器扩展可有效解决这一问题。



## 七、连接器

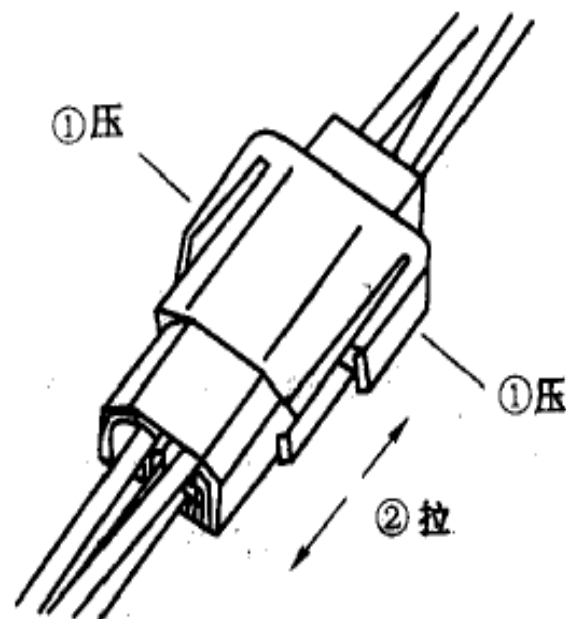
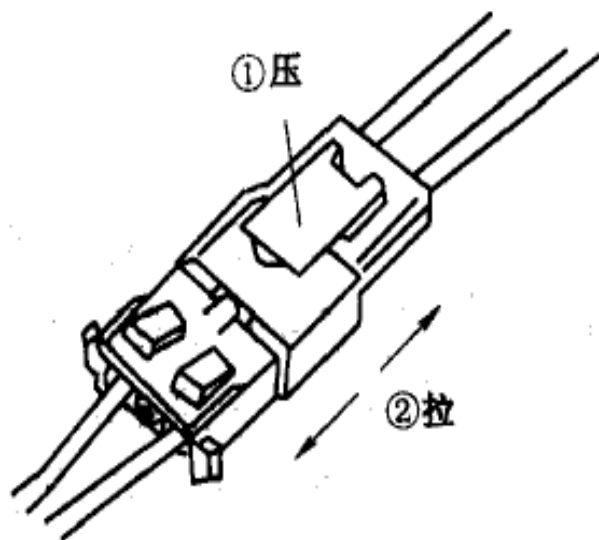
连接器又叫插接器，现代车上使用很普遍。为防止在车行驶过程中脱开，均采用闭锁装置。

### 1. 连接器的符号和实物示意图





## 2. 连接器的拆卸



## 八、农机电气系统检修注意事项

农机电气系统越来越复杂，检修时稍不注意就会使小毛病变成大故障，造成更大的经济损失。注意事项如下：

### 1. 首先切断电源

检修时，为了将导线和连接器断开，应先切断整机供电电源，否则将会导致电线束、保险丝和熔丝损坏，有时还会因导线发生短路而造成天灾。

### 2. 正确识别各种导线颜色

### 3. 正确连接和拆开端子连接器

（1）拆开电线束时，要抓住其连接器，不要拉电线本身；首先要松开锁扣，然后才能拉开连接器。

（2）检修防水连接器时，要特别注意不能让水进入到连接器中；如果有水进入了连接器，只有将其烘干后才能重新连接。

（3）连接端子连接器之前，不能使端子弯曲或伸到外边；如端子有锈，应用砂纸磨掉后才能安装。

（4）连接带锁扣的端子连接器时，一定要听到锁扣“啪”的扣合声才行。

#### 4. 使用电路检测仪表

- （1）使用各种电路检测仪器时，首先应了解其工作原理和使用条件，严禁不合理使用。
- （2）测量电压、电流时，应选择适当地测量量程，以防损坏仪表，严格在电流和电阻挡测量电压。
- （3）进行测量前，应对照电路图检查要测量的端子数量和位置，如果连接器的尺寸太小而仪表探针又太大导致不能测量时，可在探针上缠绕或绑上一根细金属丝或大头针，以方便测量。

#### 5. 读懂电路工作原理图

电气原理图是电气系统各元、器件正常工作时的相互关系图，读懂它才能了解各元、器件产生故障时的影响，这样才能使检修工作顺利实施，避免盲目拆大卸，节约时间。

## 6. 正确识别电气原理图中的各“地”

蓄电池的负极是一种“地”，由于拖拉机、联合收割机均采用负极搭铁，将蓄电池的负极连接在机体上，机体成为另一种“地”当搭铁线性能良好时，这两中“地”可以认为是一种，对这种“地”测出的电压、电流均指测点对蓄电池负极的电压和电流。另外，由于微处理器及大量电子元、器件的应用，将一部分管脚连接形成另一个“地”，这个“地”一般相对于微处理器的供电电源，所测得的电压、电流指测点对微处理器供电电源的电压、电流。因此，检修测量时，一定要分清所测参数的相对“地”。

## 7. 做好记录，以便于进行技术分析

检修电气系统时，所测参数可能很多，如果不记录，等测完进行分析时，有些参数可能已记不清了，况且有些参数在数量上相差很小。做好记录，也为以后发生故障进行检修时提供历史技术资料。

## 8. 正确处理导线束

绑扎导线束时应尽量避免硬折，硬弯；导线束应远离运动件，防止被拉断或磨破；导线束应尽量远离油、水。

## 9. 注意包扎或更换导线

发现导线被磨损时，应立即进行包扎或更换，包扎最好使用防水胶布。

## 10. 正确使用保险丝

更换保险丝时，一定要用相同规格的产品；应急代用时的铜丝也要尽可能的细一些，以保障电路发生故障时不至于使故障范围扩大。



## 九、农机电气系统故障常用诊断方法

### 1. 直观诊断法

通过利用人的感觉器官，看、问、听、摸、闻等宏观判断手段查清故障位置和故障性质。再通过分析判断，弄清故障部位，进行检修工作。

### 2. 断路法

当电气系发生搭铁短路故障时，将电路断路，故障消失，说明此处电路有故障，否则该路工作正常。

### 3. 短路法

用一根导线将某段导线或某一电器短接后观察用电器的变化。例如，当打开转向开关时，转向指示灯不亮，可用跨接线短接转向闪光器，若转向灯亮，则说明闪光器电器已损坏。

### 4. 试灯法

用一个车用灯泡作试灯，检查电器或电路有无故障的方法。此方法特别适合不允许直接短路或带有电子元器件的电器。

## 5. 仪表法

利用车上的仪表指针走动的情况，判断故障。特别是电流表接在整个电气系统的公共电路上，利用它可直接判断仪表电路、灯光电路、点火电路的故障。

## 6. 高压试火法

利用车上高压电检查某些电器部件。是否损坏。如检查分火头是否损坏，将分火头平放在发动机缸盖上，将点火线圈中央高压线由分电器的中央插孔抽出并对准分火头中断的插接孔（约距 5mm），然后用螺丝刀拨动断电器触点，若分火头电极与缸盖接触处跳火，说明分火头完好无损，反之说明分火头已经损坏。

## 7. 换件法

使用规格相同，性能良好的电器去代替怀疑有故障的电器，进行比较判断，也称替换比较法。若替换后，故障现象消除，则表明被替换的元器件已损坏。

## 8. 搭铁试火法

用导线或其它导体做短路搭铁划火实验。搭铁试火法分为直接搭铁和间接搭铁两种。

直接搭铁试火，是未经过负载而直接搭铁试火，看是否产生强烈火花。间接搭铁试火，是通过某一负载而搭铁试火，看是否有微弱火花或无火，来判断是否有故障。

此法操作简单而实用，是农机维修电工和驾驶员最习惯的使用方法，但在使用时必需十分慎重。例如，不能用这和方法来检查电子设备和电控电路，也不能用这种方法来检查交流发电机是否发电。交流发电机在充电时，也不宜使用。

## 9. 万用表测试法

用万用表来检查和判断电器或电路故障的方法，称万用表测试法。此方法是检查电气故障的最常用的检查方法。

## 10. 保险法

通过检查车上的电路中的保险器是否断开或保险丝是否熔断，来判断故障。

THANKS  
谢 谢