

拖拉机电气设备的 使用与维修

山东农业机械化学院 编

9.033
9

中国农业机械出版社

拖拉机电气设备的 使用与维修

山东农业机械化学院 编

中国农业机械出版社

本书着重介绍了拖拉机常用的电气设备的构造、工作原理、使用、维护和故障排除等方面的内容。可作为农机学校师生，机务技术人员，拖拉机手和修理工的培训教材，同时，也可供从事农机机务工作的其他同志阅读参考。

拖拉机电气设备的使用与维修

山东农业机械化学院 编

*

中国农业机械出版社出版

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

*

787×1092 32开 7⁸/₁₆ 印张 161千字

1982年7月重庆第一版·1982年7月重庆第一次印刷

印数：00,001—15,000 定价0.70元

统一书号：15216·099

前 言

为适应农业机械化事业的发展，充分发挥现有拖拉机的作用，我们组织编写了《拖拉机电气设备的使用与维修》一书。

本书着重介绍了拖拉机常用的电气设备的构造、工作原理、使用、维护和故障排除等方面的内容。可作为农机学校师生，拖拉机站机务技术人员，拖拉机手和修理工的培训教材，也可供从事农机机务工作的其他同志阅读参考。

本书由刘永鑫，梁德淑同志编写，刘德新同志审校。在编写过程中，得到了邢月绪同志及培训科同志们的热情帮助，特在此致谢。

限于编审人员的水平，书中难免存在缺点错误，恳请读者批评指正。

山东农业机械化学院
一九八〇年十二月

目 录

第一章 电与磁的基本知识	1
第一节 电的基本知识	1
第二节 电和磁的关系	11
第三节 交流电路	20
第二章 蓄电池	23
第一节 蓄电池的构造	23
第二节 蓄电池的工作原理	28
第三节 蓄电池的特性	33
第四节 蓄电池的使用与维护	41
第五节 蓄电池的故障	49
第三章 直流发电机和调节器	53
第一节 直流发电机的工作原理	53
第二节 直流发电机的构造	55
第三节 直流发电机的建压过程及其特性	59
第四节 直流发电机的使用与维护	64
第五节 直流发电机电压调节装置	70
第六节 直流发电机的保护装置	76
第七节 调节器的工作情况及其检查调整	80
第八节 直流发电机充电电路的故障	90
第四章 交流发电机	96
第一节 永磁式交流发电机	96
第二节 硅整流发电机	108
第三节 硅整流发电机调节器	118
第四节 硅整流发电机和调节器的使用与故障排除	130

第五章 起动电动机	136
第一节 起动电动机的工作原理与构造	136
第二节 起动电动机的驱动机构——单向接合器	141
第三节 起动电动机的控制机构	146
第四节 起动电路中的几个附属装置	156
第五节 起动电动机的使用、维护及常见故障的排除	162
第六章 其他用电设备及全车线路	170
第一节 照明设备	170
第二节 信号设备	174
第三节 电气仪表和保险装置	180
第四节 拖拉机电气设备的总线路	186
第七章 磁电机点火系	197
第一节 C210型磁电机的构造及其工作原理	197
第二节 C422型磁电机的结构特点	206
第三节 火花塞	210
第四节 磁电机的安装、正时、使用维护及故障排除	212
附录 I：现有电机、电器型号含义	219
附录 II：汽车拖拉机用电器产品型号编制方法 (JB1546-75)	224

第一章 电与磁的基本知识

第一节 电的基本知识

一、电 路

电路简单的说，就是电流所流经的路径，如图 1-1 所示。电路由电源、导线、开关和用电设备四部分组成。电路闭合是电路中有电流的必要条件，不论简单电路还是复杂电路，都是如此。

拖拉机上的电路，具有如下特点：

1. 单线制就是将用电设备的一端引一导线与电源的一个极相接，而另一端与机体相接，通过机体与电源另一极相连，如图 1-2 所示。采用单线制的好处是节省导线、减少线路故障、简化电气设备的结构。

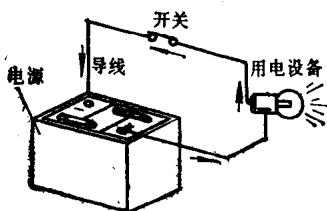


图 1-1 电路的组成

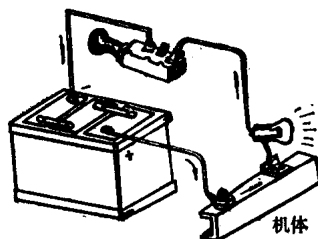


图 1-2 单线制

2. 在采用电起动机的拖拉机上，均采用蓄电池和发电机两个电源并联工作。

3. 各用电设备均采用并联。

二、电路中的一些物理量

(一) 电流

电虽然看不见摸不着,但它的各种现象则很容易观察到。例如电灯通电后会发光;电动机通电后会转动;电炉通电后会发热等。这一切都说明,电能可以转化为其他能。

透过现象看本质,要说明电的实质,必须从物质的微观结构谈起。一切物质都是由分子组成的,而分子又由原子组成。各种不同原子的互相配合,构成了宇宙界千千万万的不同物质。

原子是由原子核和电子组成。不同的原子,有不同数目的电子。例如铝原子有 13 个电子。这些电子分层排列在各自的轨道上,并绕着原子核以很快的速度不停地旋转着,就象行星围绕太阳旋转一样,如图 1-3 所示。

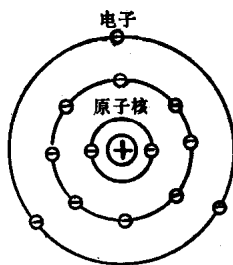


图 1-3 铝原子

电是客观存在的物质。原子核和电子都是带电体,原子核带正电荷(用符号“+”表示)、电子带负电荷(用符号“-”表示)。实验证明:同性电荷互相排斥;异性电荷相互吸引。在同一个原子中,电子受原子核的吸引。一般情况下,由于物体正、负电荷数目相等,所以物体不显电性。

如果受外界因素的影响,某种物体原子的外层电子离开原来的物体跑到另外的物体上,物体的正、负电荷数失去平衡,失去电子的物体显正电性,得到电子的物体就显负电性。由于原子的外层电子比较容易得或失,所以外层电子又叫自由电子。

电路没有接通电源以前,导体里的自由电子,没有统一

的运动方向，不能形成电流。只有接上电源，才能使自由电子产生定向运动，导线中便形成电流。

自由电子在导线中的运动和水管内水的流动相似。合上开关后，在电源的作用下，导线中的电子就朝统一的方向运动，它们象排着长队一样，互相推拥着前进，虽然每个电子前进的速度并不快，但是运动的传递是相当快的，致使电路中的自由电子几乎是同时起步，所以合上开关后，整个电路中就立刻出现电流，电流强度用符号“ I ”表示。

电流强度的大小，用每秒钟内通过导体横截面的电量来表示。电量的单位叫做库仑，一库仑是 625 亿亿个电子的电量。如果每秒钟内通过导体横截面的电量是一库仑时，这个电流强度就叫做 1 安培，用符号“A”表示。

电流有直流和交流两种。电流方向和大小不变的叫直流。直流电的方向规定为：在电源外部电路中，电流从电源正极流向电源负极；在电源内部，电流从负极到正极。电流大小和方向呈周期性变化的叫交流。交流电电源无正、负极性之分。

(二) 电阻

自由电子在导体内运动时，会受到固定不动的原子、离子或分子的阻碍，这种阻碍作用叫电阻。用符号“ R ”表示。电阻的单位是“欧姆”，用符号“ Ω ”表示。

根据物质的导电性能可分为：导体，例如各种金属、酸碱盐溶液等，对电流的阻力很小；绝缘体，如橡皮、胶木等，对电流的阻力很大，使电流几乎不能通过；有些物质的导电性能介于导体和绝缘体之间，例如硅和锗，这些物质叫半导体。

就导体来说，它们的导电性能也不完全相同，例如铝的

电阻比铜大，而铁的电阻又比铝大。同类物质，电阻的大小还与导体的几何尺寸有关，同样长度的导体，截面越大电阻越小；同样截面的导体，长度越小电阻也越小。因为截面越大，长度越短，电子在运动过程中受到干扰的机会就少。所以，电阻可用下列公式表示：

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中 L ——导体长度(米)；
 S ——导体截面面积(毫米²)；
 ρ ——电阻系数。

电阻系数与导体材料有关，它是长度为1米、截面为1毫米²的导体电阻。常用材料的电阻系数，见表1-1。

表 1-1 几种常用材料的电阻系数(20℃时)

材 料 名 称	电阻系数 ρ (欧·毫米 ² /米)
纯 铜	0.0169
含有杂质0.1%的退火铜线芯	0.0175
铜线芯(含有杂质0.1%的硬拉铜)	不大于0.0184
纯 铝	0.0262
铝线芯(含有杂质约0.7%)	不大于0.0310
钨	0.0548
铁	0.0978
钢	0.13~0.25
铅	0.222

导体的电阻除与材料的种类、几何尺寸有关外，还受温度的影响。多数材料具有正的温度系数，即温度高电阻大；少数材料则相反，具有负的温度系数(例如炭、半导体等)。

不同温度下的导体电阻，可用下列公式表示：

$$R_T = R_{20} + R_{20}\alpha(T - 20) = R_{20}[1 + \alpha(T - 20)]$$

式中 R_T ——温度 $T^\circ\text{C}$ 时导体的电阻;
 R_{20} ——温度 20°C 时导体的电阻;
 α ——电阻温度系数(温度升高 1°C 每 1 欧姆电阻增大(或减少)的电阻值)。

例如: F29B 型直流发电机的激磁线圈, 在温度 20°C 时, 电阻值为 7 欧姆。问温度升高到 75°C 时, 激磁线圈的电阻值是多少?

已知 $R_{20} = 7$ 欧姆 查表 $\alpha = 0.004$ $T = 75^\circ\text{C}$

所以 $R_{75} = R_{20}[1 + \alpha(T - 20)]$

$$= 7[1 + 0.004(75 - 20)] = 8.54 \text{ 欧姆}$$

(三) 电位、电压和电动势

1. 电位和电压: 为了便于理解, 可把电路比作水路, 如图 1-4 所示。水流动的原因是两处水位不同, 它们之间有水位差, 或者说顺着水流的方向有水压。两处水面相平后, 水压消失, 水也就停止流动。

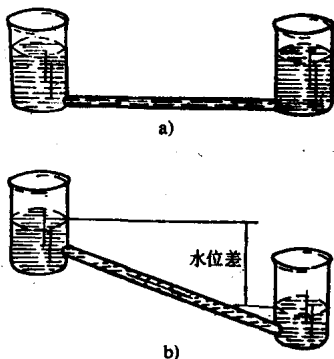


图 1-4 水流的情况

带物体也有电位高低的差别, 但电位和电位有原则上的区别。水位不同, 是指水在空间位置的不同, 并且以海平面作为比较水位高低的标准。电位的高低与带物体所处的空间位置没有关系, 电位的高低只决定于物体带电的正、负和带电量的多少, 并规定大地的电位是零, 作为比较电位高低的标准(拖拉机上因电源的一极接铁)。所以, 通常规定机体的电位为零, 作为比较的标准。在蓄电池上, 又常规定以电解

液的电位为零)。带正电物体的电位，叫正电位。带正电越多电位越高，而物体所带负电越多，电位越低。和水流道理一样，导体两端必须有电位差，才能迫使电荷朝着一定的方向运动。导体两端的电位差，又叫电压。当导体两端的电位相等时，电压为零，电流也就停止。电压的单位是伏特（简称“伏”），用符号“V”表示。

2. 电源电动势：水泵在外力的作用下，把水从低处送到高处，使水位提高。发电机、蓄电池的作用和水泵相似，在机械能或化学能的作用下，可以把电子从低电位的负极转移到高电位的正极。不接通外电路时，电源正、负两极之间的电位差，叫电源的电动势，用符号“E”表示，它是转移电子能力大小的标志。有负载的情况下，电源电动势（总电压）分成两部分，一部分用来克服电源内部的电阻，叫内压降；另一部分加到负载的两端，叫电源的端电压。所以，电源电动势等于端电压与内压降之和，用下列公式表示：

$$E = V_{\text{端}} + V_{\text{内}}$$

三、电流、电压和电阻的关系——欧姆定律

实验证明：导体一定时，两端的电压越高，通过它的电流就越大；电压一定时，导体的电阻越大，电流越小。用下列公式表示：

$$\text{电流} = \frac{\text{电压}}{\text{电阻}} \quad \text{或} \quad I = \frac{V}{R}$$

电流、电阻、电压三者的关系，叫欧姆定律。

四、串联和并联

（一）串联

1. 电源的串联：拖拉机上应用的蓄电池，就是把电压为2伏的单个电池串联后使用，其目的在于提高整个蓄电池

的电动势。电池串联，就是将电池的正极与另一电池的负极连接起来，如图 1-5 所示。串联后蓄电池组的总电动势，等于所有参加串联的单个蓄电池的电动势之和，即：

$$E_{\text{总}} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$$

2. 电阻的串联：
两个或两个以上的电阻，在线路中如果它们的首尾依次相接时，叫电阻的串联，如图 1-6 所示。电阻串联电路的特点是：

(1) 各电阻中的电流是同一个电流 I ；

(2) 总电压等于各个电阻上的分电压 V_1 、 V_2 、 V_3 之和。

(3) 总电阻等于各个电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 之和。

用公式表示以上关系时，即：

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = IR_1 + IR_2 + IR_3 = I(R_1 + R_2 + R_3) = IR$$

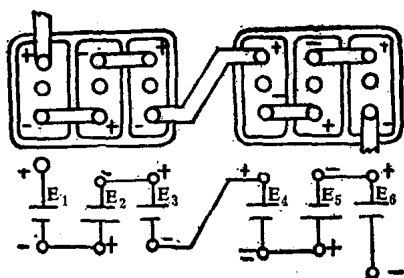


图 1-5 电源的串联

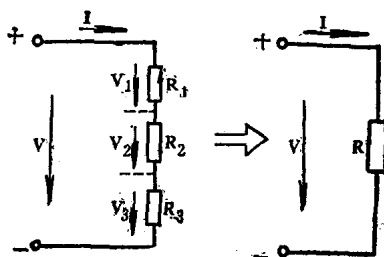


图 1-6 电阻的串联

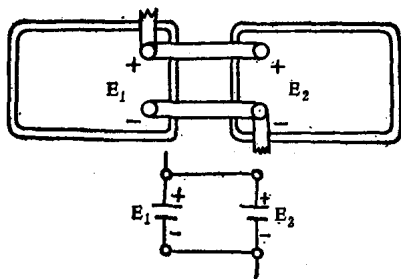


图 1-7 电源的并联

(二) 并联

1. 电源的并联：就是电源的正极与正极相接；负极与负极相接，如图 1-7 所示。

必须指出，参加并联的各电源电动势应该相等，即： $E_1 = E_2 = E_3 = \dots$ ，如果满足这个条件，并联后的电源总电动势，等于参加并联的任何一个电源的电动势。

电源并联后，电动势虽没有提高。但由于电源内电阻的减小和容量的增大，因而输出电流的能力大大增强。

2. 电阻的并联：两个或两个以上的电阻在电路中，首端与首端、尾端与尾端连接在一起，这种连接方法叫电阻的并联。如图 1-8 所示。

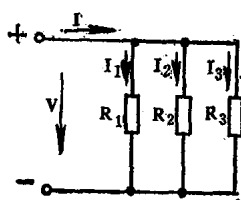
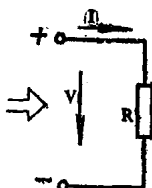


图 1-8 电阻的并联



电阻并联电路的特

点是：

(1) 各支路两端的电压 V 相同；

(2) 总电流 I 等于各支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 之和；

(3) 电阻并联相当于把导线加粗。所以，并联后的总电阻 R ，小于任何一个支路的电阻 R_1 、 R_2 或 R_3 。

用公式表示并联电路的电流关系时，即：

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

根据欧姆定律 $I = \frac{V}{R}$ $I_1 = \frac{V}{R_1}$ $I_2 = \frac{V}{R_2}$ $I_3 = \frac{V}{R_3}$

所以 $\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$

两边用电压 V 相除，即得：

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

数学上把 $\frac{1}{R}$ ，叫 R 的倒数。所以，并联电路总电阻的

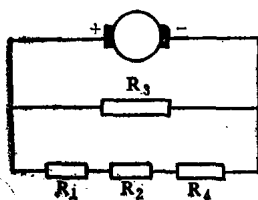


图 1-9 电阻的复联

倒数，等于各支路电阻的倒数之和。 R 叫并联电路的等值电阻。

(三) 电阻的复联

在电路中既有电阻的并联，又有电阻的串联，称为复联电路，如图 1-9 所示。

电阻 R_1 、 R_2 、 R_4 串联后，再与电阻 R_3 并联。计算这样电路的电阻时，先计算串联电路，再把串联电路的总电阻和 R_3 并联，求出整个电路的总电阻。

例如：FT-81 型调节器中，各电阻的连接，如图 1-9 所示。它们的电阻值分别为： $R_1=80\Omega$ $R_2=13\Omega$ $R_3=30\Omega$ $R_4=1\Omega$ ，求线路的总电阻 R 等于多少欧姆？

因为
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_4} + \frac{1}{R_3}$$

所以
$$R = \frac{(R_1 + R_2 + R_4)R_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{(80 + 13 + 1) \times 30}{80 + 13 + 1 + 30}$$

$$= \frac{94 \times 30}{124} = 22.7\Omega$$

五、断路与短路

电流从正极经负载流回电源负极的电路，称为闭合电路，如图 1-10a 所示。

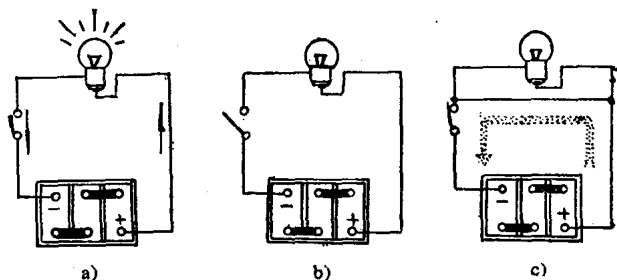


图 1-10 电路的不同情况

a)通路 b)断路 c)短路

假如电路中任何一处断开，使电流无法通过，称为断路，如图 1-10b 所示。断路时，相当于在线路中的电阻为无穷大。

假如有一导线将电源两极直接相连，叫短路，如图 1-10c 所示。这时电流不再通过负载(灯泡)，导线电阻很小，所以电流比正常时大几十倍，从而造成导线、仪表甚至电源的损坏。

六、电功率

电流从高电位流向低电位时，对外所作的功叫电功，用符号“W”表示。例如电流使灯泡发光、电动机带动其他机器转动。为了表示作功的快慢，用电功率表示。电流在单位时间内所做的功，称为电功率，用符号“P”表示。其单位为瓦或千瓦。

电功率的大小等于电压和电流的乘积，即：

$$P=VI$$

式中 P——电功率(瓦)；

V——电压(伏)；

I——电流(安)。

因为

$$V=IR$$

所以

$$P=I^2R$$

电功率与电流的平方成正比。这个概念很重要，在使用中经常遇到。一般工程上使用的功率单位是马力，它与千瓦和瓦有以下换算关系：

$$1 \text{ 千瓦} = 1.36 \text{ 马力} \quad \text{或} \quad 1 \text{ 马力} = 0.736 \text{ 千瓦} = 736 \text{ 瓦}$$

第二节 电和磁的关系

一、磁的一般性质

能够吸引铁、钴、镍等金属的物体，叫磁铁。磁铁有天然磁铁和人造磁铁两种。人造磁铁的磁性强，并能较长时间地保持磁性，因而应用非常广泛。例如拖拉机用的交流发电机和磁电机，都是用人造磁铁作磁场。

磁铁有以下特性：

1. 磁铁能够吸引铁、钴、镍等铁磁性物质。
2. 磁铁有两个极，即 N 极（北极）和 S 极（南极），两极处磁性最强，中间不显磁性。
3. 同性磁极互相排斥、异性磁极互相吸引。
4. 磁铁周围有磁场存在。磁铁对周围铁磁性物质有吸力，而且随着距离的增大吸力减小。磁力所能作用的空间范围叫磁场。同一铁磁物质，在磁场内各处受力大小和方向都不相同，通常用磁力线来描述。磁力线的形状表示铁磁物质在磁场中受力的方向，如图 1-11 所示。磁力线规定为：在磁铁外部磁力线从磁铁的 N 极出发，经过外部空间进入 S 极；然后从 S 极经磁铁内部回到 N 极，形成闭合回路。受力的大小用磁力线的疏密程度来表示。磁力线密集说明磁力大，反之则磁力小。