

3



学习单元 3

汽车基本电路识读与故障检测——维修 汽车灯光不齐故障



思政园地

精益求精

学生：老师，我的测量数据就差一点，您又何必如此精益求精呢？

老师：有一个车主，多次到 4S 店进行车辆维修，解决的都是同一个问题“车辆停驶一周左右就无法再次启动”。汽车维修人员为他更换了蓄电池等部件，并进行了静电电流的检测，都表示没有问题。后来维修人员仔细询问了进行静电电流检测的学徒工，学徒工说测到的静电电流才 0.3A，挺小的，可以忽略不计，所以没有问题。该车正常的静电电流是 0.05A 以内，所以这正是导致车辆故障的原因，意味着汽车存在不正常放电，需要及时检查，否则可能出现重大事故。

分享一个“中国电焊第一人”——高凤林的故事。高凤林，全国劳动模范，全国五一劳动奖章获得者，全国国防科技工业系统劳动模范，全国道德模范，航天技术能手，首次月球探测工程突出贡献者，中华技能大奖获得者，中国质量奖获得者，享国务院政府特殊津贴，被称为焊接火箭“心脏”的“中国第一人”。发动机是火箭的“心脏”，任何一个漏点，在火箭升空过程中都可能引发毁灭性爆炸。高凤林能做到在 0.01 秒内精准控制焊枪停留在燃料管道上，上万次的操作都准确无误。160 多枚长征系列运载火箭，在他焊接的发动机助推下成功飞向太空，占总数一半以上。高凤林说，在焊接时得紧盯着微小的焊缝，一眨眼就会有闪失。如果这道工序需要十分钟不眨眼，他就会十分钟不眨眼。美国名企想聘请他为国外的公



司服务，并且承诺送他两套在纽约的房子，年薪千万，但被他果断拒绝。他表示，现在正是祖国需要他的时候，作为一名科研工作者，绝对不能因为个人利益就背叛国家，更不能对不起骨子里流淌的华夏血脉。

同学们，我想说的是：精益求精，将自己的工作做到极致，你也会成为最闪亮的那颗星。

3.1 学习目标

素质目标	知识目标	技能目标
1. 严格遵守操作规范，确保安全生产。 2. 建立 5S 意识，养成良好的劳动习惯。 3. 能够专业地进行表述，并能以书面形式准确记录。 4. 能够清晰明确地向他人口头转述信息。 5. 能够独立完成学习和工作任务。 6. 能够与合作伙伴进行顺畅交流。 7. 能够客观公正地自评和评价他人。 8. 工作中严格遵守事故预防条例。	1. 了解电路的基本组成及要素。 2. 正确理解欧姆定律。 3. 了解汽车电路的组成及特点。 4. 掌握识读汽车电路的基本方法。 5. 了解万用表的作用，掌握其使用方法。 6. 了解汽车电路中熔断器、继电器、控制开关、导线等基本元部件的作用及结构特点。 7. 掌握常见灯光系统故障的诊断方法。	1. 能够用万用表测量电压、电流和电阻。 2. 能够按照电路图进行简单的串、并联电路连接。 3. 能够通过实验验证欧姆定律。 4. 能够用万用表检测出简单的电路故障。 5. 能够用万用表检测汽车电路中熔断器、继电器、控制开关、导线等基本元部件的好坏。 6. 能够识读简单的汽车电路图。 7. 能够在汽车上找到检测部件。 8. 能够在检测前预先制定好排除故障流程。 9. 能够完成汽车灯光系统故障的检测与排除。

3.2 情境引入

3.2.1 情境描述

王女士的汽车在行驶时，被朋友告知有车灯不亮的情况，故开车来到汽车修理厂，希望能尽快找到故障，并进行修复，避免造成行车危险。

3.2.2 接受任务

思考：作为一名维修接待人员，当你遇到王女士到汽车修理厂求助时，应该如何进行接待呢？请依据情境描述，编写客户接待话术，做好接待客户的准备工作。客户接待话术表见附录 A。

提示：需要评估车辆维修时间，和客户沟通，满足客户“希望能尽快找到故障，并进行修复，避免造成行车危险”的要求。

角色扮演：请按照上面编好的话术进行角色演练，并从着装规范、举止得体等 8 个方面分别给予评价，5 分为完美，1 分为差得很远。客户接待评价表见附录 B，客户任务工单见附录 C。

3.2.3 任务分析

结合实际情况进行分析，在自己已经具备的能力或条件前的方框内画“√”，未画“√”



的内容就是需要从本学习单元学习和掌握的知识、技能和素养。

检查全车车灯工作情况，并对损坏车灯进行修复需要具备下面的能力及条件：

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| ☐ 车外防护 | ☐ 车内防护 | ☐ 安放车轮挡块 |
| ☐ 识别车辆身份信息 | ☐ 连接尾排 | ☐ 识读汽车灯光电路图 |
| ☐ 用万用表检测相关电气设备 | ☐ 对检测结果进行合理判断 | ☐ 全车灯光检查 |
| ☐ 正确选择需更换的电气设备 | ☐ 更换受损的电气设备 | |

3.3 知识与技能储备

3.3.1 了解电路基础

3.3.1.1 电路

电路泛指电流通过的路径，是由一些电气设备、电气元件按一定方式组合起来构成的电流通路。电路至少包括三要素：电源、导线、负载（电气设备）。组成电路的三要素如图 3-1 所示。用导线将电源正极、负极和灯泡连接起来形成的回路称为电路。

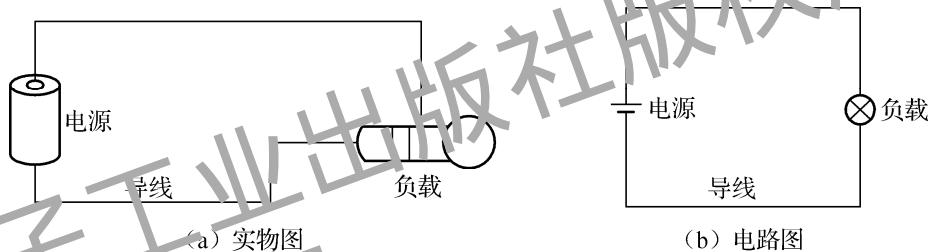


图 3-1 组成电路的三要素

(1) 电源：将其他形式的能量转换为电能，为电路提供电能的装置。汽车电源主要是将化学能、机械能等其他形式的能量转换为电能，为汽车上所有的电气设备提供电能。汽车上常用的电源包括蓄电池和发电机。

(2) 导线：将电路中的电源、负载等电气元件连接在一起构成回路，具有输送电流的作用。汽车上常用的导线有低压导线和高压导线。

(3) 负载：消耗电能的设备或器件，作用是把电能转换成其他形式的能（如热能、光能、声能、机械能等）。汽车上常用的负载有照明灯、信号灯、起动机、电喇叭、各种电子控制装置等。

电路通常以两种方式存在：一种为开路或断路，如图 3-2 所示；另一种为通路，如图 3-1 所示。

为了实现对电路的通、断控制，电路中还应该具有一个开关。所以，一个完整的电路应该包括电源、导线、负载（电气设备）、开关。电路的组成如图 3-3 所示。

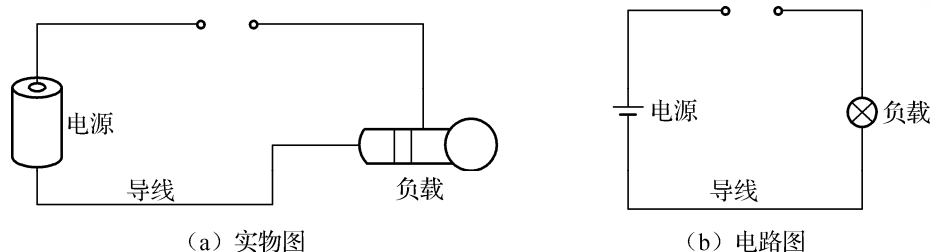


图 3-2 开路电路

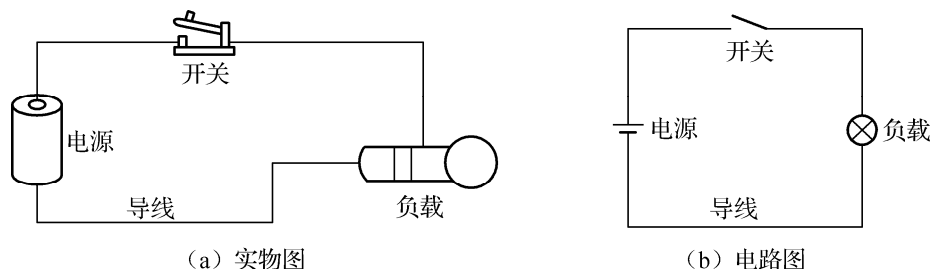


图 3-3 电路的组成

所以，通路是指电路连接正常，开关处于闭合状态，负载能正常工作，这是所有电路正常工作时的状态。断路（开路）是指电路连接正常，开关处于打开状态，负载不能正常工作，这是所有电路正常但不工作时的状态。

电路故障通常也以两种方式存在（断路（开路）和短路）。

此时的断路（开路）是指电路中开关虽然闭合，但是由于导线连接断开、负载烧坏或没安装好，整个电路处于某处异常断开的状态。此时需要我们经过检测确定故障部位，并进行维修。

短路是指电路中开关闭合后，电路中的电流未经过任何负载或部分负载便直接由导线接通电源正负极而形成闭合回路。这是一种严重而必须避免的电路故障，会导致电路中电流过大而烧毁零件，甚至发生火灾。此时需要我们经过检测确定故障部位，并进行维修。待确定电路中没有短路点时再进行电路通路的测试。短路可分为电源短路和部分电路短路，其中，电源短路是指电流不经过任何负载，直接由电源正极经过导线流回负极，此时特别容易烧坏电源，在汽车上称为“搭铁”。部分电路短路是指一条导线连接在负载的两端，此时称为该负载被短路，很容易出现烧毁负载的情况。

3.3.1.2 电流

导体中电荷的定向移动形成了电流，电流的表示符号为“ I ”，单位为“A——安培”，电流可以通过电流表来测量。电路中有电流通过，电路中的各种负载才能正常工作。当电流通过时，电路中的各种负载，包括电源和导线都会产生一些与不通电时不一样的现象，这些现象被称为电流的效应。

电流有三种效应：热效应、磁效应和化学效应，如图 3-4～图 3-6 所示。



图 3-4 电流的热效应

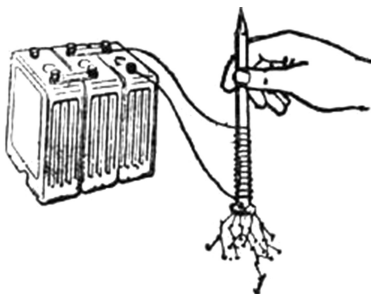


图 3-5 电流的磁效应

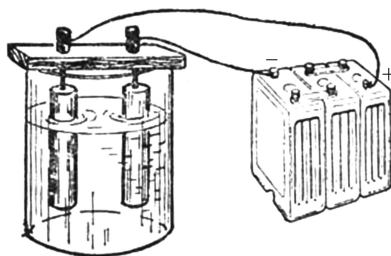


图 3-6 电流的化学效应

热效应：当电流经过灯泡时，灯丝就会发热并发光，这就是电流的热效应，在汽车上可用于汽车灯光、新能源车上的暖风系统等。

磁效应：通电导线周围会产生磁场，这种现象称为电流的磁效应，在汽车上用于发电机、启动机等。

化学效应：在稀硫酸等酸性溶液中，置入两块极板并通电，极板表面有气泡产生，表明液体中有电流通过，这就是电流的化学效应，在汽车上用于蓄电池的充电、放电等。

根据电流的大小和方向变化方式的不同，可以将电流分为交流电流、直流电流和脉冲电流。

交流电流：大小和方向都随时间变化的电流，如生活用电。

直流电流：大小和方向都不发生变化的电流，如蓄电池提供的电流、经过整流器整流的电流。

脉冲电流：大小随时间变化、方向不变的电流，如不断闪烁的节日彩灯中流过的电流。

3.3.1.3 电压

在电路中，任意两点间的电位差称为电压，也就是电场力将单位正电荷从一点移到另一点的能力。如果没有电压，导体中就不会有电流流过。电压的表示符号为“ U ”，单位为“ V ——伏特”。电压可以通过电压表进行测量。

根据电压的大小和方向变化方式的不同，可以将电压分为交流电压、直流电压、脉冲电压。

3.3.1.4 电阻

电流在导体中流动时遇到的阻力称为电阻。电阻用符号“ R ”表示，单位为“ Ω ——欧姆”。任何物体都有电阻。根据物体电阻的大小，可以将物体分为导体、半导体和绝缘体三种。

导体：容易导电的物体叫作导体。其电阻率一般为 $10^{-6} \sim 10^{-3} \Omega \cdot m$ ，如铜、铝等。

半导体：导电能力介于导体与绝缘体之间的物体叫作半导体。其电阻率一般为 $10^{-3} \sim 10^8 \Omega \cdot m$ ，如硅、锗等。

绝缘体：不容易导电的物体叫作绝缘体。其电阻率一般为 $10^8 \sim 10^{20} \Omega \cdot m$ ，如胶木、云母等。



3.3.1.5 欧姆定律

1826 年, 德国物理学家欧姆经过实验得出结论: 在纯电阻电路中, 导体中的电流 I 与导体两端的电压 U 成正比, 与导体的电阻 R 成反比。这就是欧姆定律, 用公式表示为

$$\text{电流} = \text{电压} / \text{电阻}$$

即

$$I = U / R$$

式中, 电流、电压、电阻的单位分别是安培 (A)、伏特 (V)、欧姆 (Ω)。



欧姆定律

3.3.1.6 电功率

电功 (电能) 是指电流通过电阻产生的功 (或产生的热量); 电功率是指电路元件或设备在单位时间内吸收或发出的电能。计算公式如下:

$$P = UI = W/t = U^2/R = I^2R$$

式中 W ——电功 (电能) (J);

P ——电功率 (W);

U ——电压 (V);

I ——电流 (A);

t ——时间 (s);

R ——电阻 (Ω)

电功率的国际单位为瓦特 (W), 常用的单位还有毫瓦 (mW)、千瓦 (kW), 它们与瓦特的换算关系是 $1\text{W} = 1000\text{mW}$ 、 $1\text{kW} = 1000\text{W}$ 。

通常说的“度”就是千瓦·时, 1 度 = 1 千瓦·时, 是电功的单位, 符号为 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。千瓦·时是一种能量度量单位, 表示一个功率为一千瓦的负载使用一小时所消耗的能量。

负载正常工作的电压叫作额定电压, 负载在额定电压下正常工作的功率叫作额定功率, 负载在实际电压下工作的功率叫作实际功率。

3.3.1.7 电路的基本连接方法

1. 电阻的串联

串联是指将电路中的负载 (如电阻、电容、电感等) 逐个顺次相连的连接方式, 其特点是“首尾相连”。用串联的方式形成的电路叫作串联电路 (见图 3-7)。串联的作用是分压。当某元件的允许工作电压小于总电压时, 需要串联其他的元件。例如, 额定电压为 2.4V 的发光二极管需要串联一个电阻, 使其在 12V 的车用电网中也能使用。

串联电路有以下规律。

(1) 串联电路的电流处处相等, 即



电路的基本连接方式——串联电路

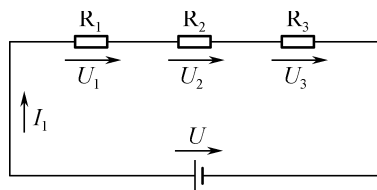


图 3-7 串联电路



$$I_{\text{总}} = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I_n$$

(2) 串联电路的总电压等于各处电压之和, 即

$$U_{\text{总}} = U_1 + U_2 + U_3 + \cdots + U_n$$

(3) 串联电路各分电压间的比值与负载电阻间的比值相同(分压作用), 即

$$U_1 : U_2 : U_3 : \cdots : U_n = R_1 : R_2 : R_3 : \cdots : R_n$$

(4) 串联电路中的总电阻是所有负载电阻之和, 即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

在串联电路中, 只要有某一处断开, 整个电路就成为断路, 电路中的所有负载都不能再正常工作。如果电路被短路, 那么需要看短路点的位置。如果在所有负载的前面短路, 那么所有负载都不能工作, 但不会损坏, 只有负载之前的线路会被大电流烧毁; 如果在其中一个负载的后面短路, 那么短路点之前的电路还是通路, 但有可能因为电流增大而烧毁负载导致电路断路, 而短路点之后的负载均不能正常工作, 但是负载和电路均不会被损坏。

2. 电阻的并联

并联是指所有负载的输入端和输出端均被连接在一起的连接方式, 其特点是“首首相接, 尾尾相连”。用并联的方式形成的电路叫作并联电路(见图 3-8)。并联的作用是分流, 并联电路中的所有负载都处于相同的电压中。从电源流出的总电流 $I_{\text{总}}$ 根据各负载的大小分流, 即经过小电阻负载的电流较大, 经过大电阻负载的电流较小。并联电路中各负载连接点以外的共用电路部分称为干路, 各负载连接点以内独立使用的电路部分称为支路。汽车中的负载普遍以并联方式连接在电源两端, 例如用于照明的灯泡。



电路的基本连接方式——并联电路

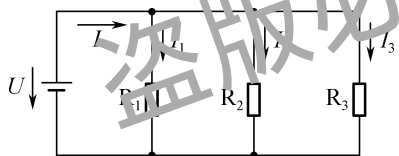


图 3-8 并联电路

并联电路有以下规律。

(1) 并联电路的所有负载均处于相同的电压下, 所有负载两端的电压均相同, 即

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \cdots = U_n$$

(2) 并联电路的总电流是所有分电流之和(分流作用), 即

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots + I_n$$

(3) 并联电路总电阻的倒数是所有负载电阻的倒数之和, 即

$$\frac{1}{R_{\text{总}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

(4) 并联电路的总电阻总是比最小的负载电阻还要小, 即

$$R_{\text{总}} < R_n$$

在并联电路中, 如果干路上某一处断开, 则整个电路就成为断路, 电路中的所有负载都不能再正常工作; 如果是支路中的某一处断开, 则只有此条支路上的负载不能正常工作, 其他支路和负载均不受影响。但是, 如果一条支路被短路, 则整个电路都被短路, 且短路的线路也会因电流过大而被烧毁。



3. 电阻的混联

混联电路是指电路中的负载既有并联又有串联的连接方式,如图 3-9 所示。串联电路和并联电路的规律在混联电路中都适用。为了计算整个电路,必须将电路逐步地简化,分解成单一的串联电路或并联电路,再进行计算。如图 3-9 所示,可以先按照串联电路的规律将串联在一起的电阻 R_2 和 R_3 看作等效电阻 R_{23} ,然后按照并联电路的规律进行计算即可。

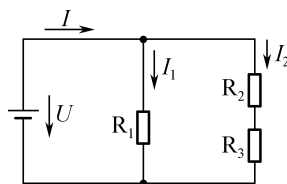


图 3-9 混联电路

3.3.1.8 了解电路基础-工作页

1. 电路至少包括三要素: _____、_____、_____。
电路通常以两种方式存在: 一种为_____; 另一种为_____。
2. 电源的作用: _____。
3. 为了实现对电路的通、断控制, 电路中还应该具有一个_____。
4. 电路故障通常也以两种方式存在: _____和_____。
5. 请说明正常电路中的断路和电路故障中的断路的区别。
6. 请解释电路故障中的“短路”的含义。
7. 电流的定义: _____, 电流用字母_____来表示;
根据电流的大小和方向变化方式的不同, 可以将电流分为_____、_____、_____
汽车上通常用到的是_____和_____电流; 电流的单位是_____, 用字母_____来表示; 电流有三种效应: _____、_____
和_____; 汽车上的蓄电池是_____电源。
8. 电压用字母_____来表示; 电压的定义: _____, 电压分为_____
、_____
、_____
三种。汽车上通常用到的是_____和_____电压; 电压的单位是_____, 用字母_____来表示。
9. 电阻的定义: _____, 用字母_____来表示; 电阻的单位是_____, 用字母_____来表示。
10. 在纯电阻电路中, 导体中的电流、电压、电阻之间的关系用公式表示为_____
_____, 这就是欧姆定律。
11. 图中四个电阻是_____关系, 电路的总电阻是_____Ω, P 点的电流是_____A。