

项目四 汽车照明系统故障检修

任务 4.1 认知汽车前照灯

学习目标	掌握汽车照明系统的种类、用途； 掌握汽车照明系统的结构与工作原理；
考核标准	应知：前照灯结构特点与配光原理。 应会：汽车照明系统的操作；照明系统的拆装、调整；汽车照明系统的；

【顾客问题】 车灯开关处于 2 挡位置，用变关开关变换远近光，只有远光灯或近光灯亮，怎么办？

4.1.1 汽车照明系统的种类、用途

汽车灯具大体分为照明用的灯具和信号及标志用的灯具，俗称灯系，是汽车安全行驶的主要装备。根据其功用可分为照明设备、灯光信号设备、声响报警装置等。常见的汽车外部灯具，如图 6.1-1 所示。

汽车的照明设备主要由灯具、电源和电路（包括控制开关）三大部分组成。照明设备主要用于照明道路，标示车辆宽度，照明车厢内部、仪表及夜间检修等。

照明设备灯常见的种类有：

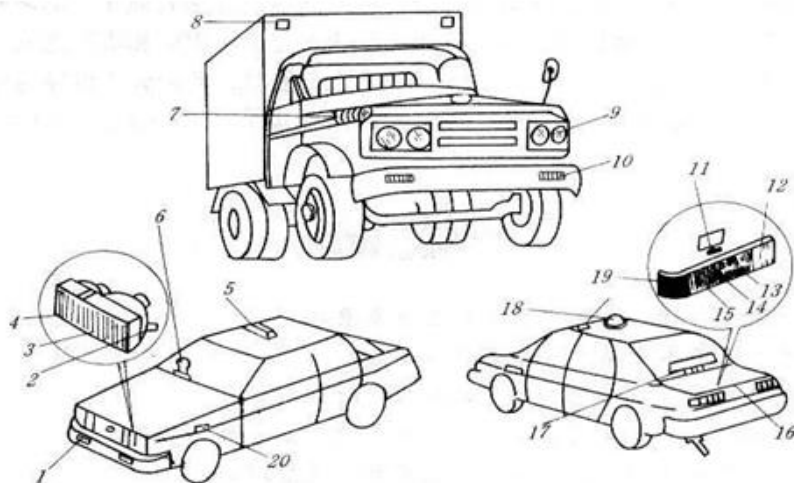
1) 前照灯 前照灯安装在汽车头部的两侧，灯光光色为白色。其主要用途是照亮车辆前方的道路和物体，尤其用于夜间照明，确保行车安全。同时还利用远光、近光交替变换作为夜间超车、会车信号，有些车型也兼作超车信号灯。

2) 雾灯 前雾灯安装在前照灯附近或比前照灯稍低的位置，灯光光色为黄色；后雾灯采用单只时，应安装在车辆纵向平面的左侧，灯光光色为红色。雾灯的主要用途是用于雾天、下雨、下雪或尘土弥漫等能见度较低的情况下，作为道路照明和为迎面及后面来车提供灯光信号。

3) 倒车灯 倒车灯安装在汽车尾部，灯光光色为白色。倒车灯主要用于倒车时汽车后方道路照明和警告其它车辆和行人，兼备灯光信号装置的功能。

4) 牌照灯 牌照灯安装在汽车尾部牌照上方，灯光光色为白色。牌照灯主要用于照亮车辆牌照，要求夜间在车后 20m 处能看清楚牌照号码。

5) 内部照明系统 主要由顶灯、仪表灯、工作灯、行李箱灯、踏步灯组成。灯光光色为白色，主要是为驾驶员、乘客提供照明便利。



1—前转向灯；2—前示位灯；3—前照灯；4—前雾灯；5—出租车标志灯；6—出租车空车灯；7—转向示位组合灯；8—示廓灯；9—前照灯；10—前雾灯；11—行李厢灯；12—倒车灯；13—后雾灯；14—后示位灯；15—制动灯；16—牌照灯；17—高位制动灯；18—警示灯；19—后转向灯

图 6.1-1 常见汽车外部灯具

4.1.2 前照灯

前照灯有两灯制或四灯制，即每辆车安装有 2 只或四只，灯泡功率远光灯为 45~60W，近光灯为 25~53W。

1. 对前照灯的照明要求

世界各国交通管理部门一般都以法律形式规定了汽车前照灯的照明标准，以确保夜间行车的安全，基本要求如下：

(1) 前照灯应保证车前有明亮而均匀的照明，使驾驶员能看清车前 100m 以内路面上的任何障碍物。随着高速公路的建成，汽车行驶速度的提高，要求汽车前照灯的照明距离也相应的增长，现代有些汽车的前照灯照明距离已达到 200~250m。

提示：，根据光路的可逆性原理，在前照灯的设计和制造上，装置了反射镜、配光镜和灯泡组成的光学系统。

(2) 应具有防止眩目的装置，确保夜间两车迎面相遇时，不使对方驾驶员因产生眩目而造成事故。

提示：对前照灯的使用作了必要的规章制约，同时还对灯泡结构作了合理的设计。

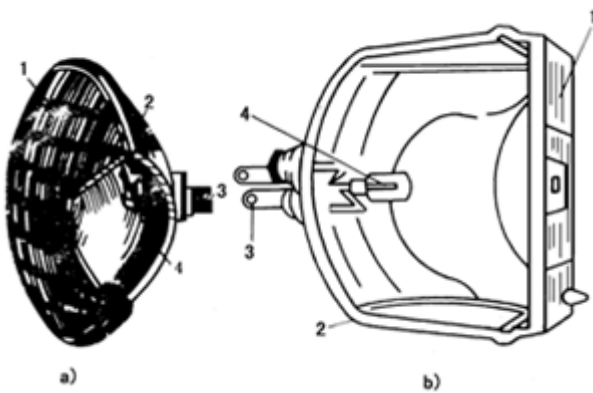
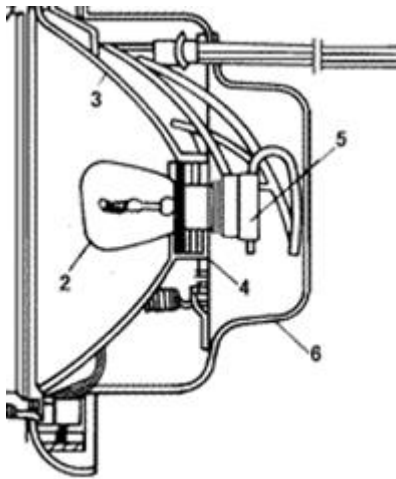
2. 前照灯的分类和结构

前照灯（俗称头灯）由前照灯由光源（灯泡）、反光镜、配光镜三个光学组件组成。前照灯按光学组件结构形式可分为可拆式、半封闭式和封闭式前照灯三种类型。

可拆式前照灯由于反射镜和配光镜分别安装而构成组件，因此气密性差，反射镜易受湿气和尘埃污染而降低反射能力，严重降低照明效果，目前已很少采用。

半封闭式前照灯的结构如图 6.1-2 所示，其配光镜靠卷曲反射镜边缘上的牙齿而紧固在反射镜上，二者之间垫有橡皮密封圈，灯泡只能从反射镜后端装入。当需要更换损坏的配光镜时，应撬开反射镜外缘的牙齿，安上新的配光镜后，再将牙齿复原。由于这种灯具减少了对光学组件的影响因素，维修方便，因此得到广泛使用。

封闭式前照灯（又叫真空灯），其结构如图 6.1-3 所示。其反射镜和配光镜用玻璃制成一体，形成灯泡，里面充以惰性气体。灯丝焊在反射镜底座上，反射镜的反射面经真空镀铝。由于封闭式前照灯完全避免反射镜被污染以及遭受大气的影响，因此其反射效率高，照明效果好，使用寿命长，得到了很快的普及。但当灯丝烧断后，需要更换整个总成，成本高，因此限制了它的使用范围。



配光镜 2—灯泡 3—反光镜 4—插座
5—接线器 6—灯壳

a) 圆形 b) 矩形
1—配光镜 2—反射镜 3—接头 4—灯丝

图 6.1-2 半封闭式前照灯

图 6.1-3 全封闭式前照灯

(1) 灯泡 灯泡是前照灯的光源，可分为充气灯泡和卤钨灯泡两类。汽车前照灯灯泡的结构如图 6.1-4 所示。

充气灯泡，是把玻璃泡内的空气抽出后，再充满惰性混合气体。一般充入的惰性气体为 96% 的氙气和 4% 的氮气。充入灯泡的惰性气体可以在灯丝受热时膨胀，增大压力，减少钨的蒸发，提高灯丝的温度和发光效率，节省电能，延长灯泡的使用寿命。虽然充气灯泡的周围抽成真空并充满了惰性气体。但是灯丝的钨质点仍然要蒸发，使灯丝损耗。而蒸发出来的钨沉积在灯泡上，使灯泡发黑。近年来，国内外已使用了一种新型的卤钨灯泡（即在灯泡内充以惰性气体中渗入某种卤族元素），其结构如图 6.1-3b 所示。

卤族元素是指碘、溴、氯、氟等元素。

现在灯

泡使用的卤族元素一般为碘或溴，叫做碘钨灯

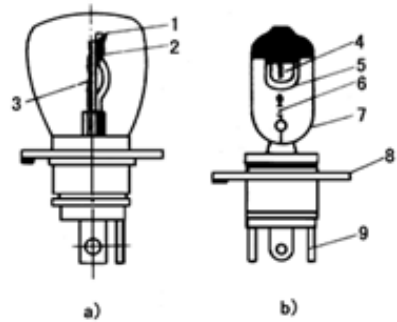
泡或溴钨灯泡。我国目前生产的是溴钨灯泡。卤钨灯泡是利用卤钨再生循环反应的原理制成的。卤钨再生循环的基本作用过程是：从灯丝蒸发出来的气态钨与卤族反应生成了一种挥发性的卤化钨，它扩散到灯丝附近的高温区又受热分解，使钨重新回到灯丝上，被释放出来的卤素继续扩散参与下一次循环反应，如此周而复始地循环下去，从而防止了钨的蒸发和灯泡的发黑现象。卤钨灯泡尺寸小，泡壳用耐高温，机械强度较高的石英玻璃制成，所以充入惰性气体的压力较高。因工作温度高，灯内的工作气压将比其它灯泡高得多，故钨的蒸发也受到更为有力的抑制。

(2) 反射镜

反射镜一般用 0.6~0.8mm 的薄钢板冲压而成，反射镜的表面形状呈旋转抛物面，如图 6.1-3 所示。其内表面镀银、铝或镀铝，然后抛光。由于镀铝的反射系数可以达到 94% 以上，机械强度也较好，所以现在一般采用真空镀铝。

由于前照灯灯泡灯丝发出的光度有限，功率仅 45~60W。如无反射镜，那只能照清汽车灯前 6m 左右的路面。而有了反射镜之后，使前照灯照距可达到 150m 或更远。因此，反射镜的作用就是将灯泡的光线聚合并导向前方。

反射镜的反射作用如图 6.1-5 所示。灯丝位于焦点 F 上，灯丝的绝大部分光线向后射在立体角范围内，经反射镜反射后将平行于主光轴的光束射向远方，使光度增强几百倍，甚至上千倍，从而使车前 150m，甚至 400m 内的路面



1—配光屏 2—近光灯丝 3—远光灯丝
4—近光灯丝 5—远光灯丝 6—定焦盘
7—配光屏 8—泡壳 9—插片

图 6.1-4 前照灯灯泡

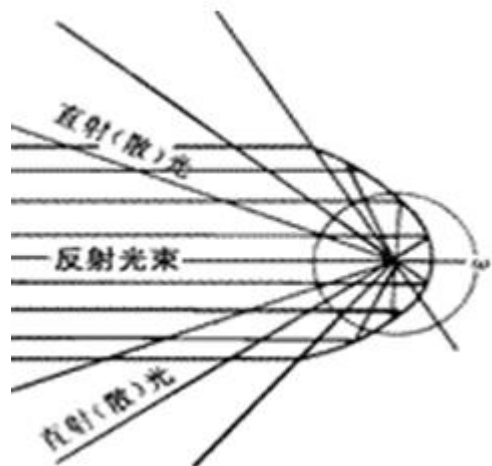


图 6.1-5 反射镜的反射作用

照得足够清楚。

(3) 配光镜 配光镜又称散光玻璃，它是用透光玻璃压制而成，配光镜的外表面平滑，内侧是很多块特殊的棱镜和透镜的组合。其几何形状比较复杂，外形一般为圆形和矩形，如图 6.1-6a 所示。配光镜的作用是将反射镜反射出的平行光束进行折射，使车前路面和路线都有良好而均匀的照明，使得照射区域的光照度分布符合标准 GB4599《汽车前照灯配光性能》中的配光性能要求。

为了弥补具有反射镜的前照灯因为光束太窄、照明不大的缺点，采用了配光镜。采用了配光镜后，前照灯的光束的分布如图 6.1-6b, c 所示。

3. 前照灯防炫目措施

夜间会车时，前照灯的强光会造成迎面汽车驾驶员眩目，易发生交通事故。因此，前照灯应满足防炫目要求。前照灯避免眩目的措施多是采用远光和近光的双丝灯泡，在会车时通过切换远光、近光实现防炫目。

(1) 前照灯采用远光变光措施远光位于反射镜焦点上，近光位于焦点的上方偏右，如图 6.1-7 所示。普通双丝灯泡中的远光灯丝位于反光镜旋转抛物面的焦点，而近光灯丝位于焦点的上方。当远光灯丝通电时，灯泡的光线经反射镜反射后，沿光轴线平行射向远方，可以获得较远的照射距离和较小的散射光束。而近光灯丝通电时，经反射镜反射后的光线多倾向路面，从而避免迎面汽车驾驶员的炫目。

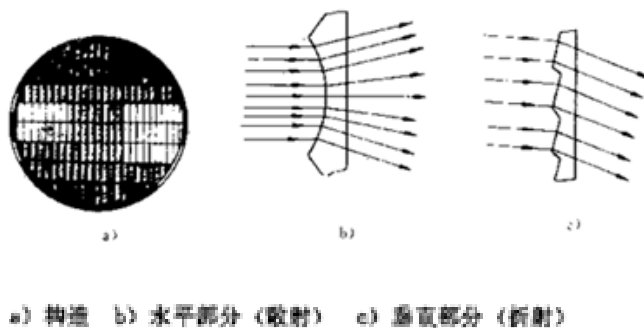


图 6.1-6 配光镜的结构与作用

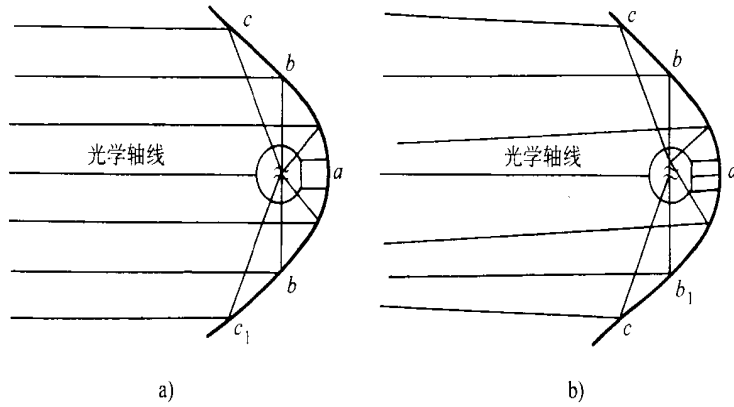
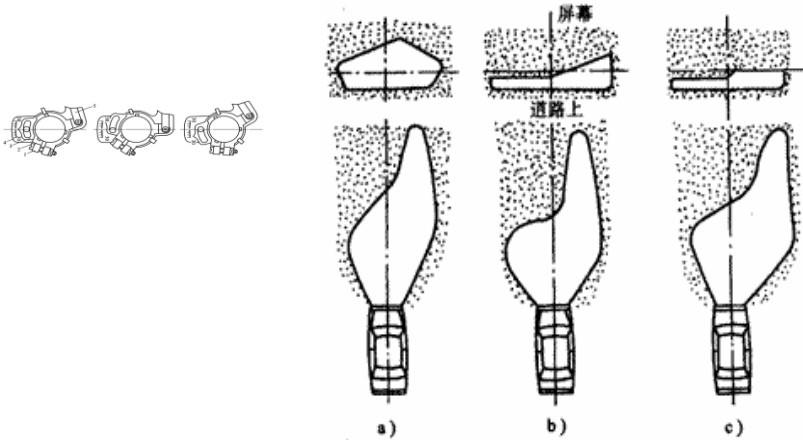


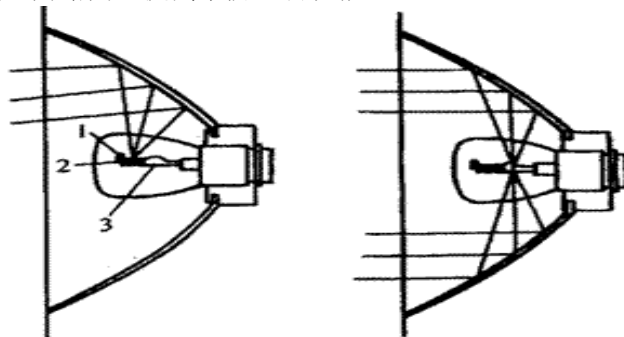
图 6.1-7 远近光变光措施图



6.1-8 前照灯配光光光形

(2) 采用配光镜和反射镜实现对光线的合理分配，如图 6.1-8 所示。

采用装有遮光罩的双丝灯泡和偏转配光镜实现非对称性配光。如图 6.1-9 所示。这种灯泡的远光灯灯丝仍位于反光镜旋转抛物面的焦点，而近光灯灯丝位于焦点的上方，并在其下方装设有金属配光屏。近光灯点亮时，金属配光屏先将光线反射到反射镜上部，经反射镜反射后使光线照向路面，提高了防眩目性能。



1-近光灯丝；2-遮光罩；3-远光灯丝

图 6.1-9 带遮光罩的前照灯泡

4. 前照灯控制系统

为了提高汽车行驶的安全性，现在很多车辆采用了前照灯自动控制装置。如前照灯自动点亮、前照灯自动关闭延时器、前照灯昏暗自动发光等，这些电子装置都是利用光敏元件进行光电转换，将光信号转换为电信号，作为控制器的输入信号。

(1) 前照灯昏暗自动发光电路如图 6.1-10 所示。该电路具有昏暗自动发光和延时自动关闭的功能。电路主要由光电传感器和晶体管放大器两大部分组成。光电传感器由光敏元件、延时电路、控制开关等组成。这种电路在美国通用和克莱斯勒汽车公司的轿车较为常见。

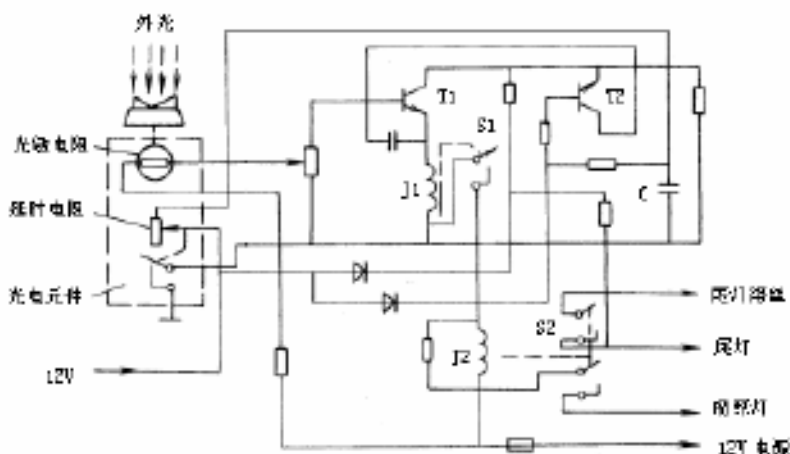


图 6.1-10 前照灯昏暗自动发光电路

电路工作原理：当外自然光的强度降低到某一程度而被光电感器接收时，传感器中光敏电阻的阻值变化，达到一定数值后（需要发光的信号），将信号输出送往晶体管放大器。晶体管放大器收到信号后，晶体三极管 T1 导通，使继电器 J1 线圈通电，产生电磁吸力，使触点 S1 闭合（常开触点）S1 闭合后，继电器 J2 线圈电路也被通电，故开关 S2 也闭合，将前照灯的电路接通，前照灯即被点亮。电容 C 与晶体管 T2 的作用和要是延时，前照灯点亮时，C 被充足电。点火开关切断时，电容 C 上电压使 T2、T1 维持导通状态，J1、J2 线圈中仍有电流，前照灯仍点亮。只有当电容器 C 上的电压减少到不足以使 T2 导通为止。T2 截止后，T1 也截止，J1 和 J2 线圈中均无电流通过，触点 S1 和 S2 均打开，使前照灯自动熄灭。延时时间可由延时电阻调节。这种电路在美国通用和克莱斯勒汽车公司的轿车较为常见。

(2) 前照灯延时控制电路如图 6.1-11 所示。

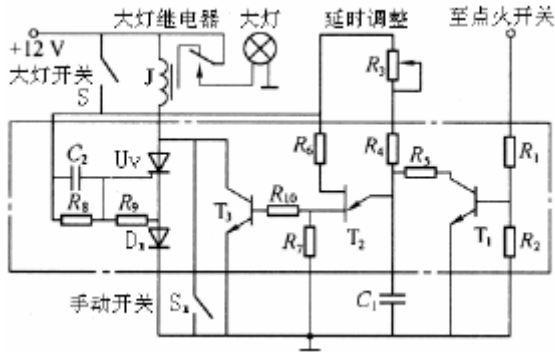


图 6.1-11 前照灯延时控制电路

该电路具有前照灯在电路被切断情况下，仍继续照明一段时间后自动熄灭，为驾驶员下车离开提供一段照明时间的功能。电路主要由可控硅 U_v 与单结管 T_2 组成。

电路工作原理：当汽车停驶关闭点火开关时，三极管 T_1 处于截止状态，12V 电源 $\rightarrow R_3 \rightarrow R_4 \rightarrow C_1 \rightarrow$ 地，给 C_1 充电；当 C_1 上的电压达到单结晶体管 T_2 的导通电压时， T_2 的导通。 C_1 通过 $\rightarrow T_2 \rightarrow R_7$ 放电；于是在 R_7 上产生一个电压脉冲，使三极管 T_3 瞬时导通，消除加在可控硅 U_v 上的正向电压，使可控硅 U_v 关断；随后， T_3 很快恢复截止， U_v 还来不及导通，前照灯继电器 J 线圈失电，使其触点从常开位置，回到常闭位置（图上目前触点位置），将前照灯电路切断，实现自动延时关灯的功能。

5. 前照灯的检测与调整

前照灯光束调整正确与否，将极大地影响行车安全、运输效率和驾驶员的疲劳程度。

汽车前照灯调整时，相关参数应参照调整车辆的说明书和技术手册进行。目前，主要采用屏幕检验法或仪器检验法，汽车检测站多用仪器检验法。

6. 照明电路举例

(1) 桑塔纳轿车照明电路如图 6.1-12 所示。

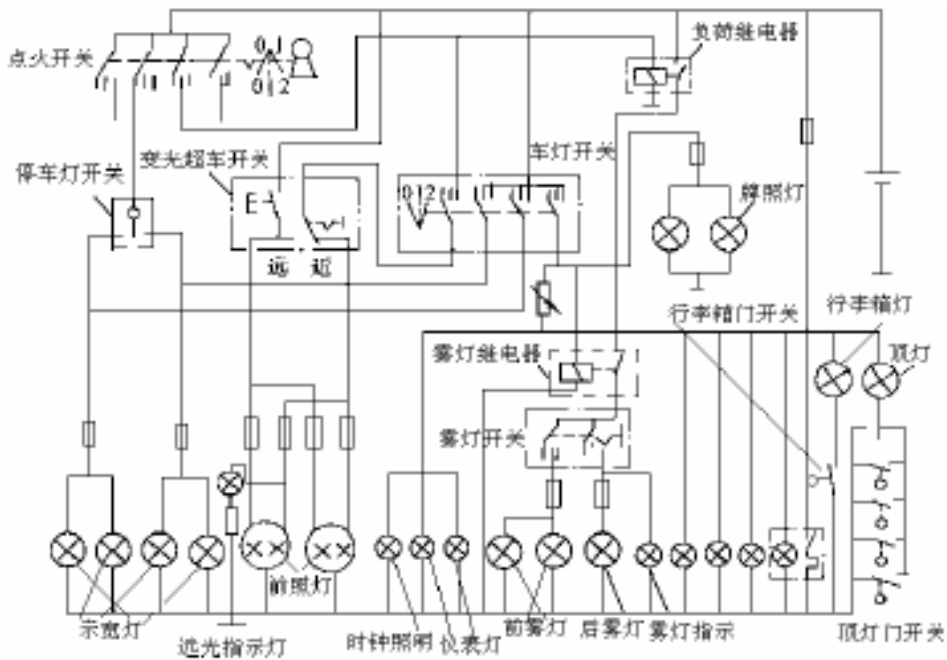


图 6.1-12 桑塔纳轿车照明电路

电路分析如下：前照灯由点火开关和车灯开关共同控制，当点火开关置于 1 档、车灯开关置 2 档时，电流由电源正极→点火开关第三掷(从左起)1 档→车灯开关第一掷 0 档→变光开关→保险丝→前照灯→地。前照灯亮。通过变光开关控制远光、近光换。此外，远光灯还由超车开关直接点动控制，在汽车超车时当作超车信号灯用。

雾灯由点火开关、雾灯继电器、车灯开关控制，雾灯继电器线圈由车灯开关控制，雾灯继电器触点由负荷继电器控制，负荷继电器由点火开关控制。若要使用雾灯，点火开关必须置于 1 档使负荷继电器接通，为雾灯继电器触点供电；车灯开关必须置于 1 档或 2 档使雾灯继电器接通，这时，雾灯开关就可以控制雾灯了。雾灯开关置于 1 档接通前雾灯的电路，2 档同时接通前雾灯、后雾灯、和雾灯指示灯的电路。

牌照灯由车灯开关直接控制，不受点火开关控制，在车灯开关置于 1 档或 2 档时亮。

仪表板、时钟、点烟器、雾灯开关、后风窗除霜器开关、空调开关等的照明灯均由车灯开关直接控制。当车灯开关在 1 档或 2 档时，上述照明灯均被接通，其亮度可通过仪表灯调光电阻进行调节。

顶灯由顶灯开关和门控开关共同控制，当顶灯开关接通时（手动），顶灯亮。当顶灯开关断开时，顶灯由 4 个门控开关控制，只要有一个门关闭不严，这个门控开关就接通，顶灯就亮。

行李箱灯由行李箱灯门控开关控制，当行李箱门打开时，门控开关闭合，行李箱灯亮。

(2) 带有前照灯继电器的照明电路

随着汽车前照灯光度的增大，其远光灯丝功率较大，为了保护车灯照明开关，避免触点烧蚀，故大多数汽车采用灯光继电器来控制。如图 6.1-13 所示。

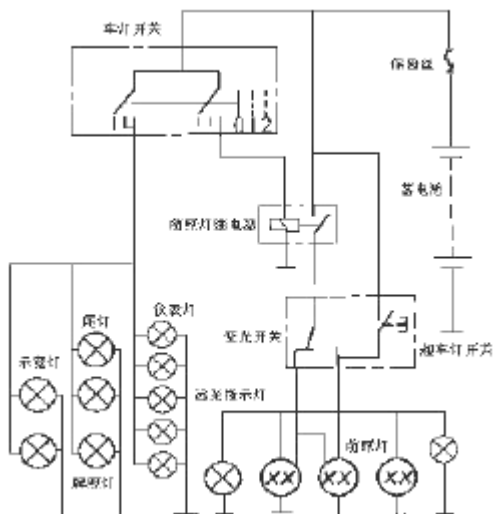


图 6.1-13 带有前照灯继电器的照明电路

从电路可知：所有照明灯的控制方式与上电路基本相同，只有前照灯的供电电流经过前照灯继电器的触点。

4.1.3 雾灯其它照明灯

1、雾灯 采用波光较长的黄色、橙色或红色。其穿透能力强，用来在雨雾天气行车时道路的照明和发出警示。雾灯有前雾灯和后雾灯两种。前雾灯装于汽车前部比前照灯稍低的位置，左右各一个。后雾灯装于汽车尾部，有些车辆只一个后雾灯。如桑塔纳轿车（左后方规格 12V/21W）。常用的雾灯系统如图所示。工作过程：按下雾灯开关，雾灯继电器磁化线圈有电流通过，其常开触点闭合；蓄电池电流经雾灯继电器常开触点至雾灯接地，雾灯点亮。雾灯一般由车灯开关和雾灯开关控制。如图 6.1-14 所示。

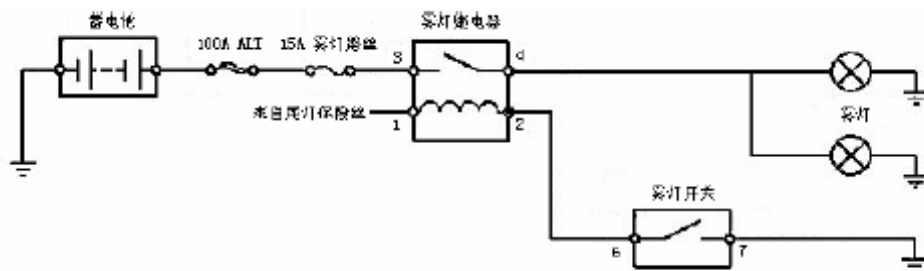


图 6.1-14 雾灯系统控制系统

2、牌照灯 用于夜间照亮汽车牌照，并作为汽车尾部的灯光标志，装于汽车尾部的牌照上方。由车灯开关控制。由车灯开关控制。

3、顶灯 用于车内照明，有些车型，此灯兼门灯警告灯，当门关闭不严时灯亮，提醒驾驶员注意，装于驾驶室或车厢顶部。由顶灯开关和门控开关控制。

4、仪表灯 用于仪表照明，装于汽车仪表板上。由车灯开关控制。

5、行李箱灯 用于夜间行李箱打开时照明，由车灯开关和行李箱门控开关控制。

6.1.4 照明电路举例

前照灯电路主要由灯光开关、变光开关、前照灯继电器及前照灯组成。

1、灯光开关 现代汽车上用的较多的是一体式组合开关。图 6.1-15 所示为一种丰田汽车使用的组合开关。转动开关端部，便可依次接通尾灯（包括位灯）和前照灯，将开关向下压，由近光变为远光，将开关向上扳，可变为远光。此位置用来作为行车时的超车信号，松手后开关自动弹回近光位置，前后扳动开关，可使左右转向灯工作。

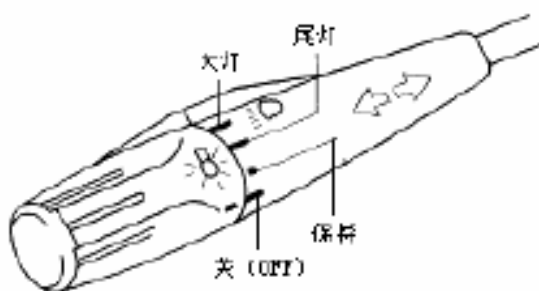


图 6.1-15 组合开关

2、前照灯继电器 前照灯的工作电流较大，特别是四灯制的汽车如 CA1091 汽车，远光 15A 左右，若用车灯开关直接控制前照灯，车灯开关易烧坏，因此在大灯电路设有灯光继电器。它由一对触点和一个磁化线圈组成，外形有四个引脚，为常开式继电器。如图 6.1-16 所示。

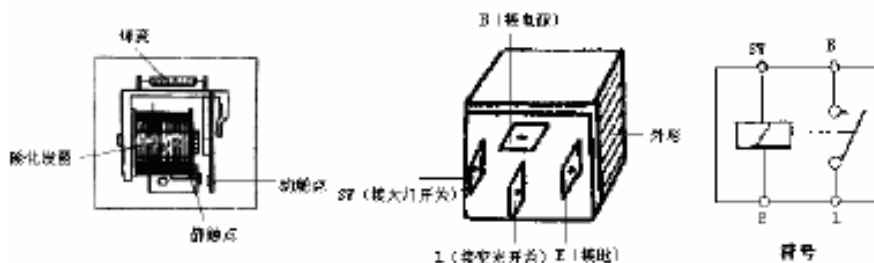


图 6.1-16 前照灯继电器

任务 4.2 前照灯不亮故障检修

学习目标	掌握前照灯的故障诊断方法。
考核标准	应知：照明系统的电路分析 应会：排除照明系统的常见故障。

4.1.5 照明系统常见故障的诊断与分析

1、前照灯远近光不全

(1) 故障现象

车灯开关处于 2 挡位置，用变光开关变换远近光，只有远光灯或近光灯亮。

(2) 故障原因

①变光开关损坏。②远近光中的一路导线断路。③双灯丝灯泡中某灯丝烧断。

(3) 故障诊断与排除

这种故障出在变光开关-熔断器-灯丝当地的线路中。可先检查熔断器是否熔断。如熔断，更换新熔断器，如灯仍不亮，可直接在变光开关上连接电源接线柱与不亮的远光或近光接线柱试验。如灯亮，则是变光开关损坏，更换变光开关；如不亮，则说明故障在变光开关以后的线路中。可用电源短接法，直接在灯插头上给远近光灯供电，若灯亮，表明导线断路或插头接触不良；若灯仍不亮，则说明灯泡已损坏。

提示：更换前照灯灯泡。

2、左右前照灯的亮度不同

(1) 故障现象

前照灯开关接通后，不论是远光还是近光，又一侧灯较暗。

(2) 故障原因

①可能是灯光暗淡一侧的双丝灯泡搭铁不良所致。②灯光暗淡一侧灯泡松动或锈蚀使接触电阻增大。③灯光暗淡一侧灯泡反射镜积有灰尘或氧化。④左右两侧灯泡的功率不同。

(3) 故障诊断与排除

首先检查左右两侧灯泡的功率是否相同，可采用互换左右灯泡的办法进行判断。在灯泡的功率相同的情况下，用一根导线，一端接车身，另一端和灯光暗淡的灯泡搭铁接柱相连，如恢复正常，则表明该灯搭铁不良。

若灯泡单丝发光微弱，常为连接该灯泡灯丝的插头松动或锈蚀使接触电阻过大所致。可用电源短接法迅速判明故障部位。

灯泡搭铁不良时，灯光暗淡的灯泡两根灯丝不论在接通远光还是近光时，都同时发出微弱灯光。若发现灯泡亮度正常，就不是灯泡搭铁不良故障，一般是前照灯反射镜有

灰尘或氧化，可通过消除灰尘（用压缩空气吹净）或更换反射镜来排除故障。