

## 第一章 轿车电气、电子设备概述

### 1. 轿车电气与电子设备的基本组成如何？

轿车种类较多，但其电气与电子设备都可划分为汽车电源和用电设备两大部分。其中电源包括蓄电池和发电机；用电设备包括起动系、点火系、汽车及发动机控制系统，冷气与空调控制系统、照明和仪表及辅助电器等。

相应于电气与电子设备的基本组成，汽车电路可划分为电源电路，起动机的控制电路、点火系电路、仪表及辅助电器电路、灯光电路等。

(1) 轿车电源 各种类型的汽车都装备蓄电池和发电机两个电源，用来向汽车全部用电设备供电。当汽车起步、发动机转速低时由蓄电池单独供电；当发动机转速升高使发电机发出足够电量时，由发电机供给。

轿车用蓄电池一般为 12V（汽油车型）。常用的铅酸蓄电池分为普通铅酸蓄电池和无维护蓄电池。普通铅酸蓄电池寿命短且使用不当时放电严重，使用时必需定期保养与维护，同时必须防止酸液溢出腐蚀蓄电池接线柱、线接头及汽车的金属机体部分；无维护蓄电池自放电少、无腐蚀、使用寿命长，因此在使用中不需专门的保养与维护，得到广泛应用。

轿车用发电机目前均为硅整流交流发电机。汽车正常运行时发电机向全车用电设备供电，同时向蓄电池充电。为保证充电电压稳定，交流发电机都配有调节器。调节器分为触点式调节器、晶体管式调节器和集成电路调节器。由于集成电路调节器体积较小，因此，可以装配在发电机内部成为整体式交流发电机。

### (2) 用电设备

1) 起动系。主要由起动机、起动继电器，起动控制辅助器

件、起动开关等组成。汽车用起动机可分为机械啮合式、电磁啮合式、电枢移动式等几种型式。现在，国内外轿车逐渐地应用减速起动机，永磁起动机及永磁减速起动机。

2) 点火系。汽油机配备有点火系。点火系有传统点火系、半导体点火系、集成电路点火系和微机控制的全晶体管点火系。这几种点火系分别应用在不同级别的轿车上。

3) 轿车车身、发动机控制系统。随着微机的发展和普及，轿车车身及发动机控制系统也逐步采用微机控制，简称“汽车电脑控制”，可实现对多项性能参数的集中控制。在高级轿车上应用较多的是点火时刻最佳控制、空燃比控制、废气再循环控制、怠速控制、自动变速器控制、制动防抱死控制、安全气囊自动控制、防盗系统控制及各种定时控制系统。

4) 冷气、暖风与空调控制系统。可以根据司、乘人员的要求，自动调节车厢内部的温度。

5) 照明和仪表及辅助电器。现代高级轿车上的照明和仪表及辅助电器的发展趋势是小型化、智能化及小型微机自动控制。其主要功用是监视、反控汽车车身电器、电路和发动机的工作状况，保证汽车在各种运行条件下的安全性和可靠性，提高驾驶员的操纵稳定性、降低疲劳强度，同时也提高司、乘人员的舒适性。

## 2. 轿车电气系统为什么采用单线制？如何选择车用导线？

各类轿车的电路连接法都基本相同，即各种电气设备的接线采用单线制。这种接线法不但节约金属导线、安装方便，而且可以减少电路故障。一般汽车的电气设备都采用负极搭铁，因此将一些用电设备的负极接线的接点引出，安装于车架等搭铁可靠处，这样汽车的各用电设备正极导线分别用单根金属导线，而车架做负极导线即可构成电流回路，实现了对用电设备的控制。

轿车电路的导线是用电设备从电源获得电能的通道，按其承受电压的高低分为高压线，低压线两种；按用途不同可分为用于照明、仪表和其他辅助设备的普通低压导线，用于起动机、蓄电

池连接与搭铁的低压电缆（也称为电源线）和用于点火系的高压点火线三类。汽车电路导线的选择主要根据其绝缘强度、通过电流的能力，机械强度和颜色等几个方面的要求决定。

(1) 因起动电路要通过强大的低压电流，要求起动电流为 100A 时，电源线上的电压降不允许超过 0.1~0.5V，因此电源线必须选择截面较大的铜制电缆。其他低压导线的直径选择，因大多数用电设备消耗电流不大，主要考虑其机械强度。

表 1-1 为铜芯导线标称截面允许载流量的推荐值。表 1-2 为 12V 电路系统的汽车主要线路所用导线的截面积推荐值。

表 1-1 各种铜芯导线标称截面的允许载流量

标称截面/mm <sup>2</sup>	0.5	0.8	1.0	1.5	2.5	3.0	4.0	6.0	10	13
额定允许载流量/A			11	14	20	22	25	35	50	60

表 1-2 一般电路系统（12V）主要导线截面积推荐值

汽车类型	额定电压/V	标称截面/mm <sup>2</sup>	用途
轿车、货车	12	0.5	顶灯、后灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、燃油表、刮水器电动机、警示灯
	12	0.8	转向灯、制动灯、倒车灯、停车灯、分电器
	12	1.0	不接熔断器时前照灯的单线、喇叭（3A 以下）
	12	1.5	接熔断器时前照灯的电线束、喇叭（3A 以上）
	12	1.5~4	其他连接导线
	12	4~6	电热塞、点烟器
	12	4~25	火线主要干线路
	12	16~25	起动机电缆

轿车低压导线颜色的配合规律，可提高轿车电气系统装配、检查及修理的工作效率。因常见的单色导线种类满足不了识别要求，轿车低压导线采用基准色和辅助色配合规律，即在基准颜色

的导线上，中间部分沿导线通长方向有一条辅助色条纹。有的在导线端头套上彩色套管以区别于单颜色的导线。在汽车电路图中，通常以字母简单标注导线颜色。原则上，单个字母表示单色导线；两个字母，第一个字母表示基准色，第二个字母表示辅助色条纹；加装彩色套管的导线用“/”线隔开，“/”线上面字母表示导线颜色，“/”线下面表示套管颜色。这种原则在各种进口车上可稍有不同。常用的几种颜色用其英文缩写字母表示：

B——黑色，W——白色，R——红色，G——绿色，  
Y——黄色，L——蓝色，O——桔色，Br——棕色，  
P——紫色。

表 1-3 为轿车电气系统双色线的基准色及字母代号。

表 1-3 轿车电气系统双色线的基准色及字母代号

序号	系 统 名 称	基准色	代号
1	电源系统	红	R
2	点火、起动系统	白	W
3	大灯、雾灯等外部灯光照明系统	蓝	L
4	灯光、信号系统	绿	G
5	防空灯及车身内部照明系统	黄	Y
6	仪表及警报指示系统、喇叭系统	棕	Br
7	收音机、点烟器等辅助装置系统	紫	P
8	各种辅助电动机及电气操纵系统	灰	S
9	电气装置搭铁线	黑	B

(2) 高压点火线可分为普通铜芯高压点火线和高压阻尼点火线两类。高压阻尼点火线的特点是可抑制和衰减点火系所产生的对无线电设备干扰的电磁波。高压点火线的选择原则是保证点火高压稳定、绝缘好不跑漏高压电、抑制和衰减干扰无线电设备的电磁波性能好。表 1-4 是我国所生产的高压点火线的型号与规格，可对比参照进口汽车高压点火线参数实现互换使用。

表 1-4 国产高压点火线的型号、规格

型号	名称	线芯结构		标称外径 /mm	计算 质量 /(kg/km)
		根数	单线直径 /mm		
QGV	铜芯聚氯乙烯绝缘高压点火线	7	0.39	7.0±0.3	60
QGXV	铜芯橡皮绝缘聚氯乙烯护套高压点火线				
QGV	铜芯橡皮绝缘氯丁橡胶护套高压点火线				
QG	塑料线芯塑料绝缘高压阻尼点火线	1	2.3	7.0±0.3	54

### 3. 新型电子技术在轿车上的应用情况如何？

进入 60 年代，半导体器件得到迅速发展和广泛应用，并开始应用于汽车电子产品中。当时在汽车上应用最多的半导体器件是交流发电机的整流二极管，从而使硅整流交流发电机在很短时间内取代了直流发电机。众所周知，与直流发电机相比，交流发电机的结构十分紧凑、故障少、成本低，而且交流发电机的普遍使用与技术的逐渐提高，也带动了电子技术在汽车发动机及其他系统方面的发展。

首先是交流发电机的电压调节器和发动机点火装置逐步电子化。1958 年美国的 TI 公司发明了 IC，即在硅半导体的表面和内部，把晶体管、电阻和电容封装在一起，也就是把固体电路集聚在半导体硅切片上而制成的模块。一般在一块几毫米的小硅片上装有 50 个晶体管。这样美国通用汽车公司率先于 1960 年研制出并采用了 IC 电压调节器，代替了结构大、工作不可靠的电磁式电压调节器。1973 年美国通用汽车公司开始采用 IC 点火装置，此后逐渐普及。由于能源日趋紧张及排气标准日趋严格，强烈要求降低油耗，增大点火能量，提高点火时刻的调整精度，尽量使维护简单方便等，先后又开发出高能量点火系统（HEI）、稀混合气燃烧系统（ELBS）、微型电脑和自动调节系统（MISAR）。

直至 1978 年，美国福特公司研制并采用发动机电子控制系统第二代（EEC-Ⅱ），该系统可同时控制点火时刻，排气再循环和二次空气控制、空燃比反馈控制、怠速控制和扫气控制。1979 年生产的 EEC-Ⅲ 系统可同时适用于化油器式和汽油喷射式发动机。1980 年丰田汽车公司开发了能综合控制点火时刻、空燃比和怠速系统，并具有自我诊断功能的 TCCS 系统；三菱汽车公司也开发了具有 SPI（单点喷射）的 ECI 系统。这样使电脑在汽车上的应用得到迅速发展。

目前，电脑在汽车上的应用，尤其在高级轿车上的应用，已由初期的发动机系统的电子控制，逐步发展到速度控制系统、信号系统、电子化仪表显示和自动故障诊断系统、安全系统、通信系统等多项参数的控制。电子技术及电脑在汽车上的应用，改善了汽车的性能，增强了汽车的功能，同时也促进了电子设备更广泛地应用在轿车上。

总之，汽车电气与电子设备发展迅速，且发展趋势是小型化、电子化、智能化及电脑化，并逐渐实现多项参数的集中控制。

#### 4. 轿车电子控制技术主要包括哪些内容？

到目前为止，轿车电子控制技术主要包括发动机的电子控制、自动变速器控制、汽车底盘电子控制、汽车信息系统、光纤电缆等方面内容。

（1）发动机电子控制 即常说的电脑控制，能有效地提高发动机的动力性、经济性，并减少排气污染。它主要实现对以下几个部分的控制。

1) 发动机最佳点火提前角控制。由发动机原理可知，最佳点火提前角是随发动机的工况变化而改变的，即进气真空度增加时和发动机转速增高时，点火提前角必须随之增大。传统的机械式点火提前装置——真空点火提前角和离心点火提前装置，在发动机工况变化时，对点火提前角只能作线性调节，不可能随汽车工况变化提供最佳点火提前角，从而限制了发动机的动力性和经济性的提高。电脑控制的点火系统能够自动适应汽车各种工况的

变化，自动调节初级电路的导通时间、提供最佳点火提前角，还能够根据爆震传感器传送来的信号和水温等信号修正点火提前角，实现了发动机点火时刻的闭环控制。

2) 空燃比控制。空燃比关系到由燃料和空气构成的混合气在气缸内的燃烧好坏程度，是影响发动机的动力性、经济性和排放的重要因素。常用的空燃比控制有反馈式化油器和电控汽油直接喷射两种方法，其中电控汽油直接喷射方法目前应用在高级轿车上较多。这两种方法的原理是：由电脑控制装置，根据发动机转速、负荷、空气流量和温度等工况的变化，精确地计算出该工况下的最佳供油量，并向化油器或喷油器发出控制信号，控制喷油时间和喷油量；同时根据排气系统中的氧传感器输送来的信号进行修正计算，这样实现了空燃比的闭环控制，使发动机获得在任何工况下的最佳空燃比。

3) 怠速的控制。发动机怠速运转时，所需汽油量和空气量减至最低，此时节气门几乎关闭。电脑控制系统根据怠速信号、空气流量信号、水温信号等，控制节气门旁的旁通空气道的空气流量或节气门的开度，使发动机保持最佳的怠速转速，将油耗降至最低。

4) 废气再循环控制。发动机正常运转时排出的废气可少部分通入进气道，从而降低混合气的最高燃烧温度，抑制氮氧化物 ( $\text{NO}_x$ ) 的生成。因此废气再循环控制系统可根据发动机的工况，精确地自动控制废气回流量，减少排气中的有害成分氮氧化物 ( $\text{NO}_x$ )。

(2) 自动变速器控制。高级轿车的自动变速器控制系统，可根据速度传感器的信号、变速操纵杆的位置、发动机负荷信号和驾驶员的意图，精确地计算出最佳换档时刻和档位，并输出控制信号，使汽车运行在最合适的档位，做到动力性和经济性均优。

(3) 轿车底盘的电子控制。其内容包含对汽车行驶、转向和制动三个基本功能的电子控制。制动防抱死系统可根据四个车轮的转速信号，自动调节制动器的压力，使车轮保持在制动时的最

稳定状态；电子控制动力转向系统种类较多，其研究方向是四轮转向及高灵敏度的转向系统；电子控制的悬架系统可以根据不同的路况和驾驶工况控制车架的高度、阻尼特性和弹性常数，从而改善汽车的操纵性、稳定性和舒适性。

(4) 轿车信息系统。轿车正常行驶时，驾驶员需监测的信息有车速、行驶里程、机油压力、气压、水温、电流等常规项目。高级轿车的信息系统正逐步向反映车辆工况及行驶状况等多功能的方向发展，包括数字显示和智能化仪表、车辆自动导航系统（GPS）和通信系统（轿车电话和轿车通信微机化）。

(5) 光纤电缆。轿车电气与电子设备的发展和电子化程度的提高，使轿车所用金属线缆量增加、布线难度增加、电磁干扰加剧，而光纤电缆是解决这一难题的最好的替代物。

## 第二章 轿车电源

5. 轿车上为什么配备蓄电池和发电机两个电源？它们的相互关系如何？

当轿车发动机由静止开始起动时，发电机还没有经发动机驱动发电供给起动系和点火系。此时，蓄电池向起动机供电从而由起动机拖动发动机，同时还向点火系供电使发动机由静止状态进入怠速状态；在怠速及低转速运转时，发电机的输出电压偏低不能满足用电设备的要求，此时仍由蓄电池向用电设备供电；随汽车行驶速度的增加，发动机驱动发电机发出足够电量，除供给用电设备外，将多余的电能给蓄电池充电，因此发电机是汽车运行中的主要电源，只有当汽车夜间行驶，用电设备用电量增多，发电机的供电小于用电设备的耗电量时，蓄电池才协同发电机对外供电，同时蓄电池还具有稳定电源电压、保护电压调节器和发电机的功能。总之，汽车电源是由带电压调节器的交流发电机和蓄电池两个电源组成，两者并联协同对用电设备供电。

图 2-1 是硅整流交流发电机和蓄电池的连接关系图。

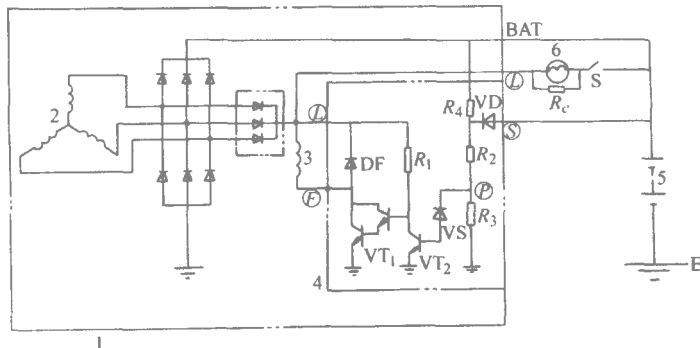


图 2-1 电源电路

- 1—交流发电机 2—定子线圈 3—磁场线圈  
4—IC 调节器 5—蓄电池 6—充电指示灯

由图 2-1 可知，起动发动机时先接通点火开关  $S$ ，蓄电池的电流由正极  $\rightarrow$  点火开关  $S \rightarrow$  充电指示灯  $\rightarrow$  发电机磁场线圈  $\rightarrow$  集成电路 (IC) 调节器功率管  $VT_1 \rightarrow$  搭铁  $\rightarrow$  蓄电池负极，构成回路，此时充电指示灯亮，并且蓄电池向发电机提供激磁电流。当发动机运转并带动发电机发电时，在辅助二极管端的输出电压与蓄电池正极的端电压大致相等时，充电指示灯两端没有电压降，则充电指示灯熄灭，表明进入对蓄电池充电状态。在充电状态下，激磁电流由发电机本身的定子线圈经过辅助二极管向磁场线圈提供，并由集成电路调节器功率管  $VT_1$  控制激磁电流的大小，稳定发电机的输出电压，在对蓄电池充电的同时还向用电设备供电。

另外，常用的轿车电源还有外装晶体管调节器交流发电机，同时配用电流表指示发电机的工作状况。图 2-2 是伏尔加 24-10 型轿车电源电路图。其工作原理与前面所述相同。

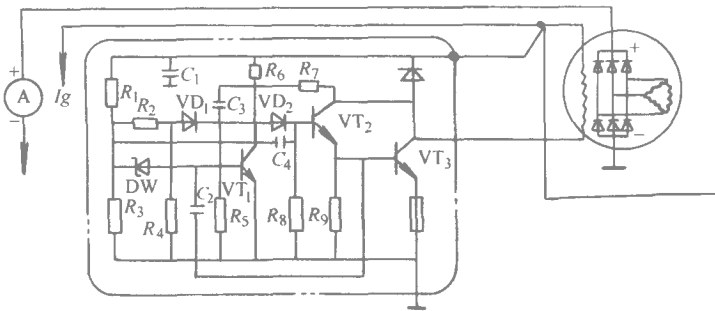


图 2-2 伏尔加 24-10 型轿车电源电路

## 6. 蓄电池的构造怎样？主要组成如何？

车用铅酸蓄电池的构造图见图 2-3，它由 3 个或 6 个单格电池组成。单格电池的标称电压为  $2V$ ，因此可串联成  $6V$ （摩托车用）或  $12V$ （汽油车用）蓄电池。其中单格蓄电池由极板 5 和 7、隔板 6 和电解液组成，分装于蓄电池壳体中。

(1) 正、负极接线柱。正极接线柱与起动机电缆相接、由此蓄电池向起动机、发电机、用电设备供电；负极接线柱与搭铁电缆相接。

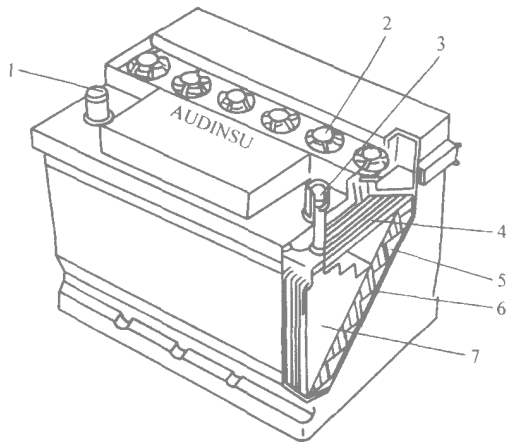


图 2-3 铅酸蓄电池的构造

- 1—负极接线柱 2—电池塞子 3—正极接线柱  
4—电解液液面标记 5—负极板 6—隔板 7—正极板

(2) 极板。蓄电池的极板分为正极板和负极板两种。蓄电池充电时可把化学能贮存起来，在放电时把化学能转换为电能再释放出来，这两个过程均靠极板上的活性物质二氧化铅 ( $\text{PbO}_2$ ) 和铅 ( $\text{Pb}$ ) 与电解液中的硫酸经化学反应来实现。

极板的结构见图 2-4，其中正极板上的活性物质为深棕色的二氧化铅 ( $\text{PbO}_2$ )，负极板上的活性物质为青色海绵状的铅 ( $\text{Pb}$ )，这两种活性物质具有多孔性，电解液可渗透到极板的内部增大了活性物质与电解液的接触面积，使极板内部的活性物质在充放电化学反应时得到有效利用，从而提高了蓄电池的容量；二氧化铅 ( $\text{PbO}_2$ ) 和铅 ( $\text{Pb}$ ) 分别填充在由铅—锑合金构成的栅架上。

由于单片的正、负极板上的活性物质贮存的电能是有限的，因此，将多片正、负极板分别用横条连接成极板组，并在每个极板组的两片极板之间留有安全间隙，再将正、负极板相互嵌合构成正、负极板组。

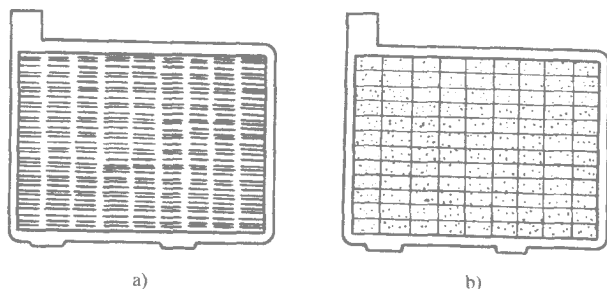


图 2-4 蓄电池极板的构造

a) 栅架 b) 极板

(3) 隔板。为使蓄电池在汽车上安装方便，蓄电池的结构必须紧凑，这就要求正、负极板既尽可能靠近，又要避免正、负极板相碰触而短路，因此在正、负极板间插入隔板。为便于电解液自由渗透，隔板多采用多孔性的本质隔板、微孔塑料隔板、微孔橡皮隔板、玻璃纤维隔板等。其中隔板多孔性好的一侧应对着正极板，且隔板上的槽应垂直于壳体的底部，这样在蓄电池充放过程中，由正极板上脱落的二氧化铅 ( $\text{PbO}_2$ ) 可顺利落入壳底部的凹槽中，避免正、负极板间短路。

(4) 电解液。蓄电池的电解液是由纯净的蒸馏水和纯硫酸按一定的比例配制成的硫酸水溶液。绝对不可以用自来水、工业硫酸配制电解液，因其中的杂质可造成蓄电池自放电故障，减少蓄电池的容量，降低蓄电池的使用寿命，甚至报废。

电解液的重要指标是密度 ( $\rho$ )，一般为  $1.24 \sim 1.31 \text{g/cm}^3$ ，且应随地区、气候条件和制造厂的要求而定，具体指标见表 2-1。电解液的密度 ( $\rho$ ) 增大时能降低冰点，减少结冰的危险且适量提高蓄电池的容量。但当密度 ( $\rho$ ) 过大时电解液流动性差，致使蓄电池充放电过程中硫酸不易渗入极板孔隙中参加化学反应，反而降低了蓄电池的容量。同时密度 ( $\rho$ ) 过大的电解液中硫酸浓度偏高腐蚀作用增强，会缩短极板和隔板的使用寿命。因此必须把电解液密度控制在规定指标之内。

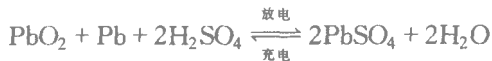
表 2-1 电解液密度推荐值 (15℃) (g/cm<sup>3</sup>)

所在地区的最低温度/℃	冬 季	夏 季
低于 -40	1.31	1.27
-40 ~ -30	1.29	1.25
-30 ~ -20	1.28	1.25
-20 ~ 0	1.27	1.24

(5) 壳体。蓄电池的壳体采用整体形式，内部分成 3 个或 6 个互不相通的单格，每个单格内装入极板组和电解液即组成了一个单格蓄电池；底部突起的棱条支撑极板组，可防止正极板上脱落的活性物质 (PbO<sub>2</sub>) 造成短路；每个单格的盖子中间有加液孔，用于测量或调节电解液密度；加液孔平时用塞子密封，加液孔盖的中间开有通气孔，可随时逸出化学反应中产生的气体，防止蓄电池爆炸；在运输和贮存蓄电池时必须将加液孔盖上的通气孔密封，以防止极板氧化。

#### 7. 蓄电池的工作过程如何？

蓄电池的工作过程为电能与化学能的相互转换过程，且蓄电池充放电过程中的化学反应是可逆过程，综合的化学反应方程式为：



蓄电池充放电化学反应过程的特点是：在放电过程中，电解液中水含量增加而硫酸含量减少，电解液密度下降；在充电过程中，电解液中水含量减少而硫酸含量增加，电解液密度增大；放电终了时，极板上仅有 20% ~ 30% 的活性物质转变为硫酸铅。

(1) 放电过程。充足电的蓄电池，其电解液是化学纯净的硫酸水溶液，正极板上的活性物质是二氧化铅 (PbO<sub>2</sub>)，负极板上的活性物质是海绵状的纯铅 (Pb)。电解液与正、负极板起化学反应后，正极板带正电荷，负极板带负电荷，这样在正、负极板间产生了约 2V 的电位差。

当蓄电池向用电设备供电时，蓄电池开始进行放电。在电位差的作用下，电流经由正极板通过用电设备流回负极板，同时两极板上的活性物质与电解液发生化学反应，正、负极板上的二氧化铅（ $\text{PbO}_2$ ）和纯铅（ $\text{Pb}$ ）分别逐渐转变成硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ）；电解液中的水含量增加，硫酸含量降低。电解液的密度下降。放电过程的化学反应方程式：



即正极板上的棕色二氧化铅（ $\text{PbO}_2$ ）和负极板上的海绵状纯铅（ $\text{Pb}$ ）都与硫酸反应生成硫酸铅，硫酸中的氧离子  $\text{H}^+$  与硫酸铅中的氧离子  $\text{O}^{2-}$  相互生成水。随着放电过程的进行，正、负极板间的电位差逐渐变小，蓄电池容量也逐渐降低；随着放电过程的继续进行，生成的硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ）体积大于原来的活性物质体积，这样先生成的硫酸铅堵塞了正、负极板的孔隙，在活性物质的 20%~30% 转变成硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ）时，放电过程的化学反应过程停止。

（2）充电过程。蓄电池放电结束后，正、负极板上的物质均为硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ）。充电过程就是使正、负极板上的硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ）按相反过程还原成正极板上的二氧化铅（ $\text{PbO}_2$ ）和负极板上的纯铅（ $\text{Pb}$ ）。按化学反应原理，必须用直流电对蓄电池充电。充电时电流按放电过程相反方向流过蓄电池，使硫酸铅（ $\text{PbSO}_4$ ）和水（ $\text{H}_2\text{O}$ ）发生与放电过程相反的化学反应。负极板上的硫酸铅在充电电流作用下铅离子还原成铅，固态的铅沉附在负极板上。正极处的硫酸铅与水作用生成硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ）和二氧化铅，二氧化铅沉附在正极板上。此时电解液中的硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ）含量增多，因此电解液密度增大。具体的充电过程化学反应方程式为：



充电过程中的化学反应进行到极板上的活性物质和电解液完全恢复到放电前的状态，也就是正、负极板上的硫酸铅绝大部分转变为二氧化铅和纯铅时，充电应该结束；如继续充电可引起水

的分解释放出氧气和氢气，电解液产生剧烈气泡，时间长了会影响蓄电池的使用寿命。

8. 蓄电池的容量是如何定义的？影响蓄电池容量的因素有哪些？

蓄电池的容量用以表示蓄电池对外供电的能力，是指在给定的温度，放电电流强度和终止电压下实际放出的电量，其单位为安培·小时（A·h）。如果用  $Q$  表示蓄电池的容量； $I_f$  表示放电电流，单位安培（A）， $t$  表示放电时间，单位小时（h），则

$$Q = I_f \cdot t$$

蓄电池的容量除与放电电流大小有关外，还与电解液的温度有关。蓄电池的容量可分为额定容量和起动容量。

额定容量是指新蓄电池，在电解液密度和液面高度调整到规定值，电解液平均温度为 30℃ 条件下，用相当于额定容量  $\frac{1}{20}$  的放电电流连续放电至单格电压为 1.75V 为止，所输出的电量。

起动容量表示蓄电池接起动机时的供电能力，分为常温和低温两种起动容量。常温起动容量是指在电解液温度为 30℃，以 3 倍额定容量的放电电流连续放电至规定值（12V 的蓄电池规定值为 9V）时所输出的电量，且其持续放电时间应在 3min 以上。低温起动容量是指在电解液温度为 -18℃，以 3 倍额定容量的放电电流连续放电至规定值（12V 的蓄电池规定值为 6V）时所输出的电量，且其持续放电时间应在 2.5min 以上。

影响蓄电池容量的因素主要有放电电流、电解液温度、电解液密度和极板结构等。

放电电流增大时，放电过程的化学反应速度加快，迅速生成的硫酸铅将极板的孔隙堵塞，致使极板内部的大量活性物质不能参加化学反应，则蓄电池的放电容量迅速下降。图 2-5 给出了蓄电池的容量和放电电流的关系。

温度降低时电解液的粘度增大而使流动性变坏，致使电解液向极板孔隙渗入困难、极板孔隙内的活性物质不能被充分利用，

也使蓄电池的放电容量下降。而且低温时蓄电池内阻增大，使蓄电池放电时的端电压下降。图 2-6 是某种蓄电池以电流 210A 放电时，在不同电解液温度下所输出的容量。

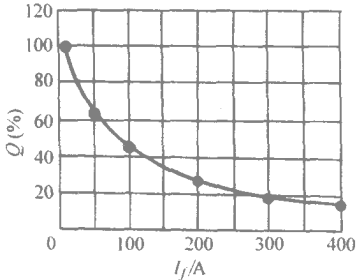


图 2-5 蓄电池容量与  
放电电流的关系

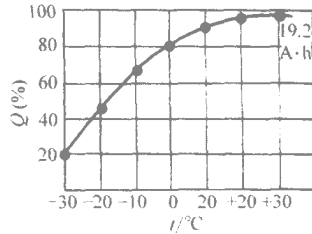


图 2-6 电解液温度与  
蓄电池容量的关系

虽然电解液密度增大可提高蓄电池的电动势，减小内阻，增大容量和降低电解液的冰点，但电解液密度过大导致的后果与温度低时的后果相同。因此，应根据车辆所在地区的气候条件选择电解液的密度；冬季在保证不结冰的条件下尽量使用密度偏低的电解液。

### 9. 我国的蓄电池型号是怎样规定的？

我国生产制造的蓄电池按机械工业部 JB1058-77《起动机用铅酸蓄电池标准》，在壳体上标有型号。根据标准规定，蓄电池型号由 5 个部分组成：

①      ②      ③      ④      ⑤

其中：1——表示串联的单格电池数。例如 6 代表具有 6 个单格电池的 12V 蓄电池；

2——表示用途。用汉语拼音 Q 表示起动型蓄电池；

3——蓄电池的极板类型。干荷蓄电池的极板为干式荷电型，用 A 表示。普通型蓄电池可不标识；

4——以 20h 放电率放电时的额定容量，单位为 A·h；

5——表示蓄电池特殊性能，例如 G 表示高能蓄电池。

例如，蓄电池型号 6-QA-105，表明该蓄电池有 6 个单格电池，额定电压 12V，额定容量为 105A·h 的起动型干荷蓄电池。

#### 10. 什么是蓄电池的内阻和电动势？影响因素有哪些？

蓄电池的内阻包括电解液的电阻、极板及隔板的电阻、接线柱的接触电阻等。其中电解液的电阻与电解液的密度和温度有关，当密度减小或温度降低时其电阻增大；反之，其电阻减小。隔板的电阻取决于其材料、厚度及多孔性。正常使用时极板的电阻很小。当极板表面生成的硫酸铅堵塞了极板的孔隙，致使电解液不易渗入时，则极板电阻增大，同时隔板的电阻也因极板的变化而发生变动。总之，铅酸蓄电池在正常使用时内阻很小，能输出很大的起动电流供给起动机。

蓄电池在既不充电也不放电状态，其内部工作物质的运动处于相对平衡时，单格电池两极板间所具有的电位差称为静止电动势  $E_j$ 。蓄电池的静止电动势和电解液的温度和密度有关，相应的经验公式为：

$$E_j = 0.84 + \rho_{15^\circ\text{C}}$$

式中  $\rho_{15^\circ\text{C}}$  —— 15 时的电解液的密度。

而 15 时电解液的密度计算公式为：

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = \rho_{t^\circ\text{C}} + \beta(t - 15)$$

式中  $\rho_{t^\circ\text{C}}$  ——  $t^\circ\text{C}$  时实际测得的电解液密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；

$t$  —— 实际测得的电解液温度 ( )；

$\beta$  —— 密度温度换算系数，蓄电池  $\beta = 0.00075$ 。

#### 11. 什么是蓄电池的充电特性？

蓄电池的充电特性是指在恒流充电过程中，蓄电池的端电压  $U_c$ ，电动势  $E$  和电解液密度  $\rho$  随充电时间  $t$  变化的规律。

绘制蓄电池充电特性曲线的方法是：以恒定电流对蓄电池充电，定时测量蓄电池的端电压和电动势  $E$ 、电解液密度  $\rho_{t^\circ\text{C}}$  和温度  $t^\circ\text{C}$ ，再将  $\rho_{t^\circ\text{C}}$  换算成 15 时的电解液密度  $\rho_{15^\circ\text{C}}$ ，逐点描出即