


汽车电路原理与维修

汽车实用
维修技术丛书

王克才 编



国防工业出版社

汽车实用维修技术丛书 

汽车电路原理与维修

王克才 编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路原理与维修/王克才编. —北京:国防工业出版社,1998.9

(汽车实用维修技术丛书)

ISBN 7-118-01910-0

I. 汽… II. 王… III. ①汽车-电气设备-电路理论
②汽车-电气设备-车辆修理 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 08036 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 12¼ 插页 1 321 千字

1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:16.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

出版者的话

汽车是现代社会的主要交通运输工具之一。随着我国经济的高速发展和人民生活水平的日益提高,汽车的作用越来越重要,无论是公车还是私车的市场保有量都在大幅度上升,而且上升的趋势还在不断继续。

为了促进汽车工业更好地为经济建设和人民生活服务,保证汽车的正常运行,减少事故的发生,如何正确使用、检查、保养、维护汽车,诊断、排除故障、维修汽车,已成为驾驶人员、保修人员的当务之急,特别是一大批汽车驾驶员只会开车,对汽车结构、常见故障的现象与排除等非常陌生,是汽车安全运行的极大隐患。为解决这一问题,我们策划出版“汽车实用维修技术丛书”。

为此,我们拜读了市场上目前已有的多种汽车类书籍,吸取其精华,剔除其不足,对本丛书的分类、写法做了一些包括读者、作者、新华书店在内的社会调查,力求使本丛书能够贴近读者,解决实际问题。确定编写原则后,我们聘请了多位工作在汽车工业第一线的专家、教授来编写本丛书。

本丛书按汽车部件分为 15 册,书目详见每本书的前勒口。

本丛书略去了诸多的汽车理论,内容侧重实践,强调针对性和实用性,图文并茂,语言通俗易懂,具有初中以上文化程度的汽车驾驶人员、汽车维修人员都可阅读。

我们期望,本丛书将成为驾驶人员、维修人员的良师益友,为我国汽车的安全运行做出贡献。

前 言

如果说发动机是汽车的“心脏”，电路则可以说是汽车的“神经系统”。汽车电路一旦发生故障，小则影响乘室的照明，大则关系到汽车的安全、正常的运行。而汽车电气设备很多，电路繁复，为了帮助广大驾驶人员、维修人员理清并维护、检修这些电路，我们积多年实际工作之经验，并参阅了大量技术资料，对有关内容作了详细的介绍。本书涉及到的车型多，都是我国目前大量生产并广泛投入使用的；介绍的电气设备几乎涵盖了汽车上所有的电器装置、电子控制系统、信息显示系统和安全保障系统。内容详细，文字简明，图文并茂，希望对读者有参考价值。

此书由王克才主编，参加编写工作的还有：王建龙、赵保林、温茂录、朱加芝、徐正飞、许洪军、张宪、柴立刚、王建房等。

由于编者水平有限，书中可能存在不少缺陷和错误，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 蓄电池	1
第一节 蓄电池的构造与型号.....	2
第二节 蓄电池的容量及其影响因素.....	8
第三节 蓄电池常见故障及其排除	11
第四节 蓄电池的充电	13
第五节 蓄电池的正确使用与维护	17
第六节 汽车用改进后的蓄电池	27
第二章 交流发电机	30
第一节 概述	30
第二节 交流发电机的结构	32
第三节 交流发电机工作原理	50
第四节 交流发电机的正确使用与维护	54
第三章 电压调节器	70
第一节 概述	70
第二节 电磁振动式电压调节器	71
第三节 电子调节器	82
第四节 调节器的使用与维护	87
第五节 充电系统故障的诊断与排除	94
第四章 起动机	98
第一节 起动机原理、特性与型号.....	98
第二节 起动机的组成和结构.....	102
第三节 起动机的驱动保护电路.....	111
第四节 减速起动机.....	113
第五节 起动机的正确使用与维护.....	121

第五章 传统点火系统	134
第一节 传统点火系统的组成与工作原理.....	134
第二节 分电器.....	137
第三节 点火线圈.....	145
第四节 火花塞.....	150
第五节 点火系统故障诊断与点火正时.....	159
第六章 电子点火系统	165
第一节 概述.....	165
第二节 磁感应式电子点火系统.....	167
第三节 霍尔式电子点火系统.....	175
第七章 汽车照明与信号系统	190
第一节 汽车照明系统.....	190
第二节 汽车信号灯与闪光器.....	199
第三节 汽车电喇叭.....	207
第四节 汽车报警信号装置.....	215
第八章 汽车信息显示系统	223
第一节 汽车传统仪表.....	223
第二节 电子显示器件及电子仪表.....	233
第三节 汽车仪表的正确使用和检验.....	244
第九章 汽车辅助电器装置	250
第一节 风窗刮水、洗涤和除霜装置	250
第二节 起动预热装置.....	258
第三节 安全气囊.....	262
第四节 电路控制与保护装置.....	269
第十章 汽车电路	285
第一节 汽车电路图的表达方法与分析.....	285
第二节 汽车电路导线与线束.....	288
第三节 东风 EQ1090 汽车电路	291
第四节 解放 CA1091 汽车电路	300
第五节 北京 BJ2020 汽车电路	310

第六节	北京切诺基 BJ2021 汽车电路	318
第七节	天津夏利汽车电路	337
第八节	上海桑塔纳汽车电路	356

第一章 蓄 电 池

在汽车上,所有用电设备所需要的电能,都由蓄电池和发电机两个电源供给。蓄电池是一种可逆的化学电源,既能将化学能转变成电能供给用电设备,也能在充电时将电源的电能转变成化学能存储起来。

汽车配装蓄电池的目的主要是起动发动机,且用蓄电池为铅酸蓄电池。一般俗称为:“起动型铅酸蓄电池”,简称为“蓄电池”。

汽车常用蓄电池有湿荷电蓄电池、干荷电蓄电池、少维护蓄电池和免维护蓄电池。

发电机是由发动机驱动而发电的。发电机、蓄电池和全车所有用电设备均为并联连接,电路如图 1-1 所示。

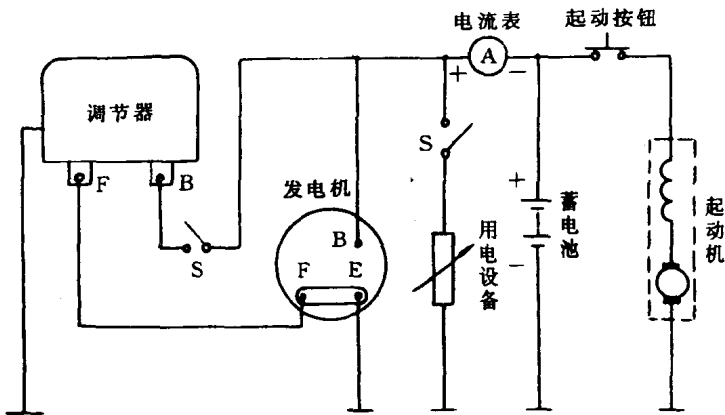


图 1-1 电源与负载连接电路

蓄电池的功用是:

- (1) 发动机起动时,蓄电池主要是给起动机和点火系统供电;

(2) 发动机起动后转速较低, 发电机电压低于蓄电池电动势时, 蓄电池给用电设备供电并向交流发电机磁场绕组供电;

(3) 汽车上用电设备接通过多, 发电机供电超载时, 蓄电池协助发电机给用电设备供电;

(4) 发电机正常供电电能过剩时, 蓄电池将发电机剩余电能转换为化学能储存起来, 并吸收电路中出现的瞬时过电压, 保护电子元件不被损坏。

第一节 蓄电池的构造与型号

一、蓄电池构造

现代汽车上使用的蓄电池, 一般由 6 个单格串联而成。每个单格电池的电压为 2V, 6 个单格串联后对外输出标称电压为 12V。目前国内外汽油发动机汽车, 均选用 12V 蓄电池。

蓄电池主要由极板、隔板、电解液和外壳四部分组成, 其构造如图 1-2 所示。

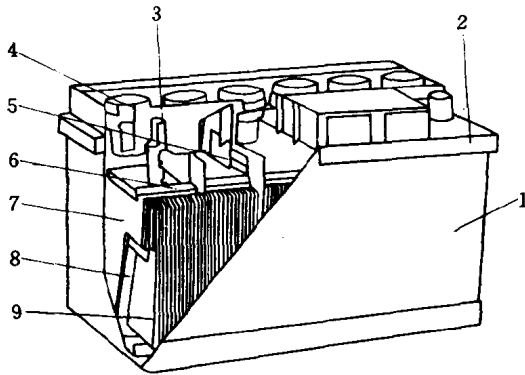


图 1-2 蓄电池的构造

- 1—壳体; 2—电池盖; 3—负极柱; 4—加液口旋塞;
5—单格间穿壁连接; 6—极板连接条;
7—负极板; 8—隔板; 9—正极板。

(一)极板

蓄电池的极板分为正极板和负极板。蓄电池在充、放电过程中,电能与化学能的相互转换,都是依靠极板上的活性物质和电解液中的硫酸进行化学反应来实现的。

极板由栅架和活性物质组成,形状如图 1-3、图 1-4 所示。

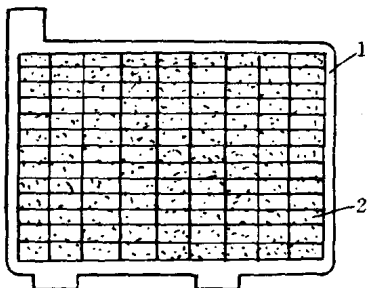


图 1-3 极板

1—栅架;2—活性物质。

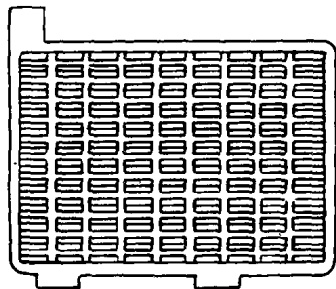


图 1-4 栅架

栅架是由铅锑合金浇铸而成。为了减小加锑带来的副作用,目前国内外蓄电池极板大都采用铅—低锑合金栅架,含锑量仅为 2%~3%。

为了减小蓄电池内阻和改善起动性能,各生产厂家对栅架除了在原材料上进行不断改进外,还对其形状进行了改进。图 1-5 所示为蓄电池目前采用的一种放射形栅架。

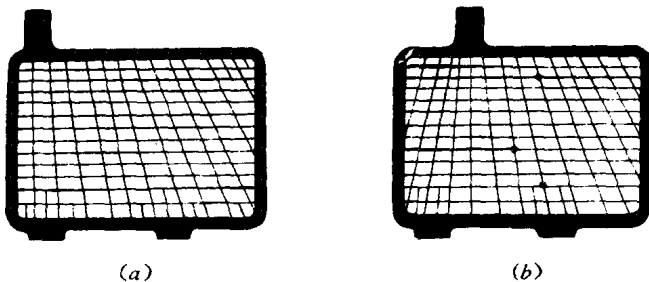


图 1-5 放射形栅架

(a)切诺基吉普车蓄电池栅架;(b)桑塔纳轿车蓄电池栅架。

栅架上所涂活性物质,主要是铅粉与一定密度的稀硫酸溶液调和的铅膏,充电后,正极板上的活性物质为二氧化铅(PbO_2),呈深棕色,负极板上的活性物质为海绵状纯铅(Pb),呈青灰色。

把正负极板各一片浸入电解液中,便可获得 2V 电动势,但是为了增大蓄电池容量,常将多片正、负极板分别焊接成极板组,如图 1-6(a)所示。负极板组比正极板组多一片极板,当正、负极板相互嵌合后,使得每片正极板均处于两片负极板之间,可使正极板两侧放电均匀,防止两侧活性物质体积变化不一致而造成极板拱曲,活性物质脱落。为了防止正、负极板间短路,中间插入隔板组成极板组总成如图 1-6(b)所示,再装入蓄电池单格内形成单格电池。

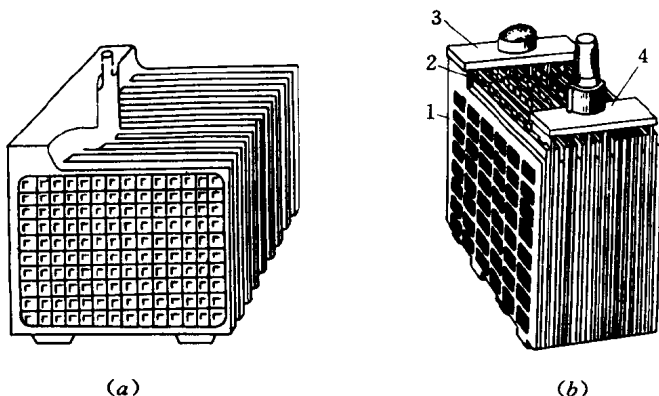


图 1-6 极板组

(a)极板组;(b)极板组总成。

1—极板;2—隔板;3—极板连接条;4—极柱。

蓄电池的额定容量是按单格电池内每片正极板的额定容量计算的。由于我国生产汽车用蓄电池极板容量大多规定为 $15\text{A} \cdot \text{h}$,因此蓄电池的额定容量为: $15 \times$ 单格正极板片数。

例如,东风 EQ1090 型汽车用蓄电池,每个单格用正极板 7 片,所以该电池的额定容量为:

$$15 \times 7 = 105\text{A} \cdot \text{h}$$

(二)隔板

为了减小蓄电池的内阻和体积,正负极板应尽量靠近但彼此又不能接触而短路,故在相邻的正负极板间插入绝缘隔板。

隔板应具有多孔性,以便电解液渗透,还应具有良好的耐酸性和抗氧化性。目前广泛应用的隔板是微孔塑料和微孔橡胶隔板。

(三)电解液

电解液由蓄电池专用硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成,其电解液密度一般为 $1.24 \sim 1.30 \text{g/cm}^3 (25^\circ\text{C})$ 。

电解液密度对蓄电池的性能和寿命都有影响。密度大些可以减少结冰的危险,并提高蓄电池的容量。但密度过大,由于电解液粘度增加,流动性差,不仅会降低蓄电池容量,还会由于腐蚀作用增强缩短极板和隔板的使用寿命。选用电解液密度的大小应按地区、气候条件和制造厂的要求而定,同时可参照表 1-1 选用。

表 1-1 不同地区和气候条件下电解液
密度(25°C)/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$

气候条件	冬季	夏季
低于 -40°C 地区	1.31	1.27
高于 -40°C 地区	1.29	1.26
高于 -30°C 地区	1.28	1.25
高于 -20°C 地区	1.27	1.24

(四)外壳

蓄电池外壳用来盛装电解液和极板组。外壳应耐酸、耐热、耐振动冲击。以前多采用硬橡胶制成。近年来多用塑料制成,不仅外型美观,重量轻,更主要的是易于热封合,生产效率高,便于表面清洁,减少了自行放电。

外壳为整体式结构,壳内间壁分成 6 个互不相通的单格,底部制有凸起的肋条,用来搁置极板组。肋条之间的空隙可以积存极板脱落的活性物质,防止正、负极板短路。为了减小蓄电池内阻,单格

与单格之间的极板组采用穿壁式连接,如图 1-7 所示。

在每个单格顶部都设有加液口,以便加液电解液、补充蒸馏水和检测电解液密度。在每个加液口上都设有旋塞,旋塞上制有通气孔,使用中该孔应保持畅通,以便随时排出水被电解和化学反应产生的氢气和氧气,防止外壳胀裂和发生事故。

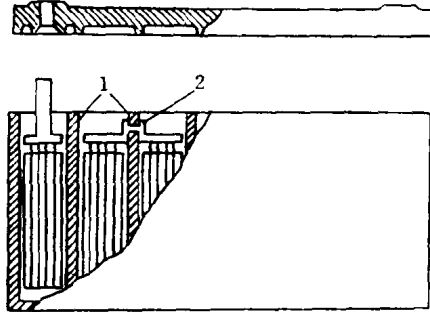
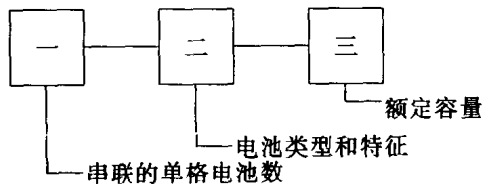


图 1-7 相邻单格间穿壁连接示意图
1—间壁;2—联条。

二、蓄电池型号

根据机械工业部 JB2599-85《铅蓄电池产品型号编制方法》标准规定,蓄电池产品型号由三部分组成,各部分之间用破折号分开,其内容及排列如下:



说明:

(1) 串联单格电池数系指一只整体外壳内所包含的单格电池数目,用阿拉伯数字表示。

(2) 电池类型依其主要用途划分。起动型蓄电池用“Q”表示,是汉字“起”的第一个拼音字母。

(3) 电池特征是附加部分, 仅在同类产品具有某种特征而在型号中又必须加以区别时采用, 如干荷电蓄电池, 则用汉字“干”的第二个拼音字母大写“A”表示; 无需维护蓄电池, 则用汉字“无”的第一个拼音字母“W”来表示。

(4) 额定容量是指 20h 放电率得到的容量, 是由蓄电池构造保证的, 用阿拉伯数字表示, 其单位为安培·小时, 简称安·时, 用字母“A·h”表示, 在型号中常省略。

例 1 东风 EQ1090 型车用 6-Q-105 型蓄电池, 其型号含义是: 该电池由 6 个单格串联而成, 额定电压为 12V, 是额定容量为 105A·h 的起动型蓄电池。

例 2 解放 CA1091 型车用 6-QA-100 型蓄电池, 其型号含义是: 该电池由 6 个单格串联而成, 额定电压为 12V, 是额定容量为 100A·h 的起动型干荷电蓄电池。

三、蓄电池的选择

汽车选择蓄电池时, 蓄电池的额定电压必须与该车电气系统的额定电压一致, 必须具有足够的容量, 以保证发动机能可靠起动。蓄电池的选择可参照表 1-2 进行。

表 1-2 国产汽车用蓄电池选型举例

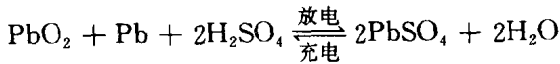
车型	发动机		蓄电池		
	功率/kW	转速/r·min ⁻¹	型号	额定电压/V	额定容量/A·h
BJ2020	55	3 800~4 000	6-Q-60	12	60
BJ2021	73.5	5 000	58-475	12	82 ^①
			58-500	12	85 ^①
EQ1090	99	3 000	6-Q-105	12	105
CA1091	99	3 000	6-QA-100	12	100
TJ7100	38	5 600	6-QA-40S	12	40
TJ7100J			6-QA-45S	12	45
桑塔纳	66	5 000	55 415	12	54

①储备容量, 单位用分钟(min)表示。

四、蓄电池的工作原理

蓄电池的化学反应过程是可逆的,是根据双硫化理论进行的。蓄电池把外直流电源输入的电能转变为化学能储存起来叫充电,当用电设备用电时,蓄电池再把化学能转变为电能输送给用电设备叫放电。

在完全充足电的蓄电池中,正极板的活性物质是二氧化铅(PbO_2),负极板的活性物质是海绵状纯铅(Pb)。蓄电池放电时,极板上的二氧化铅和纯铅均转变成硫酸铅(PbSO_4),电解液中消耗硫酸生成水。蓄电池充电时,极板上的硫酸铅分别恢复成二氧化铅和纯铅,电解液中消耗水生成硫酸。若略去中间的反应过程,蓄电池的充、放电过程可用下列方程式表示:



上述公式是蓄电池充、放电过程中的电化学平衡方程,以分子为单位说明物质的变化,不能理解为极板物质和电解液 100%参加化学反应。实际上,由于电解液不能渗透到活性物质内层,极板活性物质的利用率只有 20%~30%。

蓄电池放电过程中消耗硫酸生成水,电解液密度降低,充电过程中消耗水生成硫酸,电解液密度升高。使用中,可以通过检测电解液密度的变化来确定蓄电池的充放电程度。

第二节 蓄电池的容量及其影响因素

一、容量

蓄电池在规定条件下(规定放电温度、放电电流和终止电压)放出的电量称为蓄电池的容量。

目前,汽车上使用的蓄电池的容量标定方法有两种:

(一)额定容量

蓄电池的额定容量是用 20h 放电率容量来标定的。根据国标

GB5008.1—91《起动用铅蓄电池技术条件》规定,将充足电的新蓄电池在电解液温度为 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下,以20h放电率的放电电流连续放电至单格电池的平均电压降到1.75V时,输出的电量称为蓄电池的额定容量,表示方法为放电电流乘以放电时间,单位安培·小时(A·h)。

额定容量是检验蓄电池质量的重要指标,新蓄电池必须达到该指标,否则就为不合格产品。

例如,对新产6—Q—60型蓄电池以3A电流连续放电,当单格电池电压降到1.75V时,若放电时间维持了20h,说明该蓄电池为合格产品;若放电时间少于20h,说明该蓄电池为不合格产品。

(二)储备容量

根据国标GB5008.1—91《起动用铅蓄电池技术条件》规定,蓄电池在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下,以25A电流恒流放电至单格电池平均电压降到1.75V时,所维持的放电时间,称为蓄电池的储备容量,单位为分钟(min)。

储备容量表达了在汽车充电系统失效后,蓄电池能为照明和点火系统等用电设备提供25A恒流的能力。

二、影响容量的因素

蓄电池容量越大,储存的电量越多,维持放电时间就越长;反之亦然。

蓄电池容量的大小主要取决于极板上活性物质的利用率。活性物质利用率越高,容量就越大;活性物质利用率越低,容量就越小。

影响极板活性物质利用率的因素有构造因素和使用因素两个方面。

(一)构造因素对容量的影响

1. 极板表面积的影响

极板表面积越大,则同时参加化学反应的活性物质就越多,输出的容量也就越大。提高表面积的方法有两种:一种方法是增加单