

中等專業學校試用教材

汽车电气设备

成都交通机械学校

万 邨 农 編



人民交通出版社

中等專業學校試用教材

汽车电气设备

(汽車技術使用与修理專業用)

成都交通机械学校
万 邨 农 編

人民交通出版社

本書內容包括汽車电气設備的构造和工作原理，主要故障的檢查和分析，电气設備保养、修理和試驗的方法。

本書由成都交通机械学校万邛農同志編寫。

本書作为中等专业学校汽車技术使用与修理专业試用教材，亦可供交通部門有关专业人員工作或业余學習的参考。

希望使用本書的單位或个人多多提出改進意見，逕寄四川成都交通机械学校，以便再版时修改。

目 录

緒 論

第一章 起勁蓄電池	8
§ 1 概述	8
§ 2 鉛蓄電池的工作原理	9
§ 3 鉛起勁蓄電池的構造	13
§ 4 鉛蓄電池的特性	19
§ 5 蓄電池的主要故障	27
§ 6 蓄電池的使用	32
§ 7 蓄電池的修理	38
§ 8 蓄電池的充電	43
§ 9 鹼性蓄電池	51
§ 10 使用蓄電池的安全技術	53
第二章 發電機與調節器	54
§ 1 概述	54
§ 2 直流發電機的構造	56
§ 3 汽車直流發電機的電壓調整	64
§ 4 節流器——發電機的過載保護裝置	77
§ 5 截流器——發電機與蓄電池連接的 自動電磁開關.....	80
§ 6 調節器	83
§ 7 三刷發電機	94
§ 8 交流發電機	97

§ 9	发电机和調節器的保养	106
§10	发电机調節器的主要故障	107
§11	发电机和調節器的修理与試驗	113
第三章	起动机	124
§ 1	概述	124
§ 2	起动机的构造特点	126
§ 3	起动机起动发动机所需的功率	127
§ 4	起动机的特性	129
§ 5	起动机型式的分类	133
§ 6	慣性嚙合式起动机	135
§ 7	电磁嚙合式起动机	139
§ 8	直接控制的强制嚙合式起动机	145
§ 9	远距离控制的强制嚙合式起动机	150
§10	起动机的保养	161
§11	起动机的主要故障及故障的确定与排除	162
§12	起动机的修理、試驗与調整	164
第四章	点火装置	170
§ 1	概述	170
§ 2	蓄电池点火的工作原理	171
§ 3	蓄电池点火的特性	174
§ 4	改善蓄电池点火特性的方法	179
§ 5	点火時間对发动机工作的影响	182
§ 6	蓄电池点火装置的构造	189
§ 7	蓄电池点火装置的保养	200
§ 8	蓄电池点火装置的主要故障 及其修理与試驗	201
§ 9	磁电机	210

§10	点火正时·····	214
§11	起动用的点火装置·····	216
第五章	汽車照明及电气輔助装置 ·····	218
§ 1	概述·····	218
§ 2	汽車的照明·····	219
§ 3	信号装置·····	223
§ 4	輔助仪表·····	233
§ 5	玻璃清洁器及风窗玻璃防止結冰的装置·····	244
§ 6	开关和保险器·····	246
§ 7	减小汽車对无綫电干扰的方法·····	252
§ 8	汽車电气设备的綫路·····	254

附 录

緒 論

《汽車电气设备》研究的对象就是汽車上发电和用电的各种設備。电能在汽車技术发展中起着重要的作用，可以說，現代汽車上的許多技术指标，都是通过电能的应用而达到的。正是如此，《汽車电气设备》也就随着生产和实际的需要而发展成为一門独立的学科。

电能在汽車上的应用，最早始于发动机的点火。十九世紀六十年代，第一个內燃机的点火，是用电池和卢姆克耳夫綫圈来实现的。其后經過热力点火和断电点火的試用，又于1882年重新采用高压电火花点火，并进而以磁电机代替发电机。

但是，随着蓄電池質量和耐久性的提高，原有電池点火系統的应用复趋广泛。現在，除了特种車輛因为要求的工作情况不同，而采用磁电机点火（如竞赛車）或双重点火系統（如公共汽車、救火車等）以外，一般汽車发动机的点火几乎全用蓄電池而不用磁电机了。

如果說电能早期的汽車上只限于点火，那末在以后的发展进程中，便逐漸扩及于起动、照明、信号、仪表等各个方面，借以完成一系列的检查和执行的操作。毫无疑问，汽車电气化的发展，必将有助于提高生产率、改善使用性能、保証行駛安全和舒适、实现高度的技术指标。所有这些，使汽車电气設備的数量急剧增加，从而电气设备也就成为汽車上最复杂的系統之一。

为了头緒清楚，这里將汽車上为数众多的电气设备，按其

用途归納为四个部分組成的典型系統如下：

电源 汽車上有两个电源——直流发电机和蓄电池。为了协调工作，两者并联使用，并在发电机上备有自动电压調节器和反电流截断器。前者可使发电机的端电压在全部工作轉速范围内，維持在規定的、非常小的变化范围之内。即使发电机的負荷变化，也能发生同样的調节作用。后者則是用来在发动机停止或电枢的电动势降低时，自动截断发电机与蓄电池的联系。而在相反的情况下，即当电枢的电动势高于蓄电池的电动势时，又能自动地接入蓄电池进行充电。

点火装置 汽車发动机的点火是靠点火系統的装置来进行的，即由火花塞在发动机燃烧室中得到火花放电而点燃工作混合气。由于电源不同，因而分为蓄电池点火与磁电机点火两个系統。其区别在于前者是由感应綫圈从直流电源——蓄电池或直流发电机得到高压电；而后者感应綫圈得到的高压电，则是由于磁电机轉子旋轉时永久磁鉄的磁通在鉄芯中变化的結果，故可在沒有直流电源的情况下产生高压电。

用电装置 汽車上的用电装置除了点火装置以外，还有起动机、信号装置、照明装置、仪表、以及其他許多随着車型和种类的不同而数量不等的輔助电气装置，諸如玻璃清洁器、举窗器、加热器、鼓风机、点烟器和无綫电等特种設備。

导綫和配电装置 为了把电流輸送给用电装置，汽車上用导綫組成綫路。同时，为了控制用电装置，又装有各种开关、按钮、熔断保險器或自动繼电器等配电装置。

上述典型系統的各种电气设备，其配置部位如图0-1所示；而其綫路的連接，則采用图0-2所示的单綫系統方案，即自电源至用电装置仅以一根导綫連接，而以車輛底盘和发动机的金属机体作为公共回路。至于按双綫系統方案連接的，在現代汽

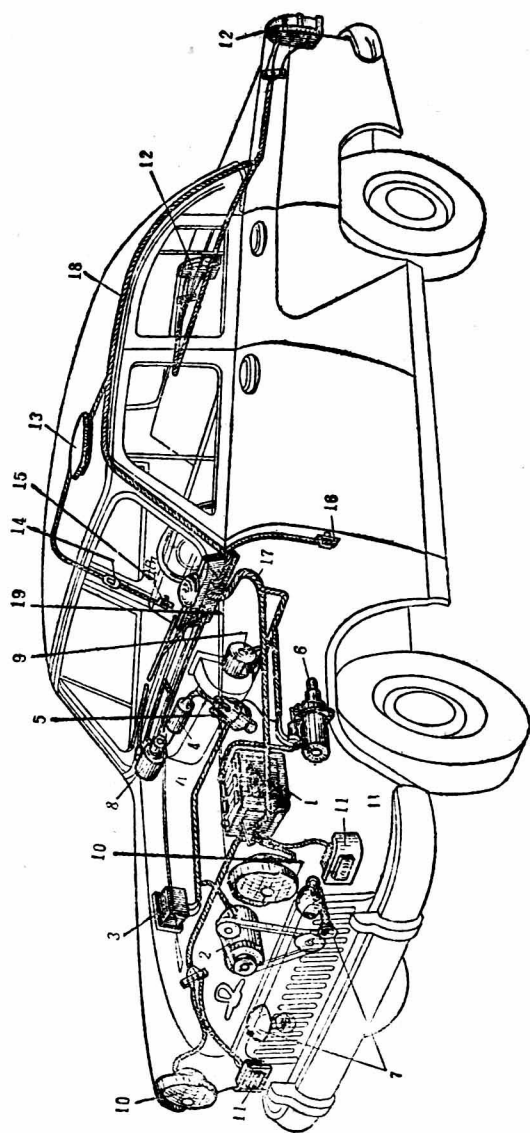


图0-1 汽车主要电气设备配置图

1-蓄电池；2-发电机；3-调节器；4-点火线圈；5-断电-配电器；6-起动机；7-音响信号；8-玻璃清洗器电动机；9-取暖器电动机；10-大灯；11-小灯（前示廓灯）；12-复合式后灯；13-车顶灯；14-车顶灯手开关；15和16-门旁顶灯开关；17和18-导线束（用编织物紧束）；19-駕駛室仪表盘（从电源引向玻璃清洗器、音响信号的导线，蓄电池与机梁间的接驳导线，图中未示出）

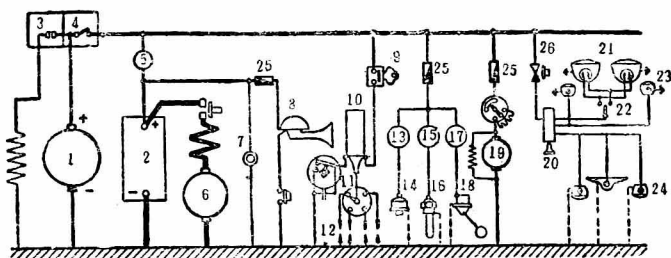


图0-2 汽車电气設備典型系統方案

1-發電机；2-蓄電池；3-節壓器；4-反電流截斷器；5-安培表；6-起动机；7-點烟器；8-響响信号；9-點火开关；10-點火綫圈；11-分电器；12-火花塞；13-機油压力表；14-機油表感压盒；15-水温表；16-水温表感温塞；17-燃油指示表；18-燃油指示表感受器；19-取暖器电动机；20-灯系开关；21-大灯；22-脚踏变光开关；23-小灯；24-后灯；25-熔断保險器；26-热敏复金屬片保險器

車上只有个别部分采用，例如公共汽車上沿木質或杜拉鋁車廂敷設的綫路便是。

使用証明，由于汽車行駛的顛簸、发动机工作的振动以及气温、湿度、尘埃等的影響，电气設備极易遭受損害。因而，汽車全部故障的四分之一，大都由电气設備系統所引起。为此，汽車技術使用与修理的專業人員，不仅應該深刻了解汽車电气設備的作用原理和构造，而且必須熟練地掌握正确的使用、維護、調整和修理的技能。只有这样，才能保証汽車經常处于完好状态，延長修理間隔的行驶里程。同时，在解决实际問題的过程中，还应注意改进旧的和創造新的电气設備，以滿足現代汽車使用所提出的要求。本書就从这几个方面加以闡述。

目前，我国汽車电气設備的生产，在党的领导下，已成为独立的工业部門，而且取得了一定的成績。如我国自己制造的車用蓄電池、汽車发电机和起动机、火花塞、調節器、断电-配电器、点火綫圈、开关和保險器、电气仪表、喇叭、以及照明設備等，無論在經濟性、可靠性和使用寿命方面，都具有較高的技術水平。

第一章 起动蓄电池

§ 1 概 述

蓄电池是一种将电能转变为化学能储存起来，用电时又将化学能转变为电能，供给电气设备用电的一种装置。

蓄电池在汽车上的用途是：

- (1) 在汽车发动机起动时，对起动机和点火系供电；
- (2) 在发动机停止工作或发电机低转速时，对用电设备供电（照明及其他用电）；
- (3) 承受发电机过载时的负荷。

此外，蓄电池还能在发电机转速和负荷变化时，保持稳定的电压。

汽车用蓄电池应满足下列要求：

- (1) 在短時間內能輸出强大的电流，且内部电压降要小，以保证正常起动；
- (2) 在尺寸小、重量較輕的条件下，容量要大，内电阻要小；
- (3) 有足够的机械强度；
- (4) 在放电电流剧烈变动时，性能变化不大，且自放电不显著。

汽车用蓄电池因为要满足对起动机供电的要求，通常称为起动蓄电池。它有酸性蓄电池和碱性蓄电池两种。

酸性蓄电池的内电阻很小，在相同的条件下，它比碱性蓄电池的容量为大，故在汽车上得到广泛的采用。碱性蓄电池虽

然具有使用期限长、机械强度大、故障少等优点，但因内电阻、体积和重量都很大，至今尚未广泛采用。因此，我们将以研究铅蓄电池(酸性蓄电池)为主，对碱性蓄电池仅作一般介绍。

§ 2 铅蓄电池的工作原理

最简单的蓄电池

最初的铅蓄电池是在硫酸水溶液中，置入两个铅板作为电极制成的。充电时，接上直流电源，经过一定的时间，正极极板即形成薄层褐色的二氧化铅 PbO_2 ，负极极板形成薄层灰色海绵状铅 Pb ，电解液的比重也增加。于是断开电源，换上负载，即产生电流。在放电过程中，两个极板就变成硫酸铅 PbSO_4 ，一部分电解液生成了水。用电以后，又可充电。

这种蓄电池极板的形成，最初要很长的时间，现在用铅的氧化物与硫酸溶液混成浆糊状，涂在铅制栅架上，这样的极板只要几天就可形成。经过形成的极板，在栅架格子内，负极形成的海绵状铅 Pb 和正极形成的二氧化铅 PbO_2 ，通常称为铅蓄电池的活性物质。

在单格电池中的放电化学反应过程

在放电前，单格电池的电解液中，一部分硫酸 H_2SO_4 电离为正的氢离子 2H^+ 和负的硫酸根离子 SO_4^{--} ，如图1-1所示。负极板上活性物质的铅与电解液相互作用，一部分铅 Pb 发生电离，使带两个正电荷的铅离子 Pb^{++} 进入电解液，负的电荷留在极板上。这样，在极板与电解液之间形成两层电荷，并使负极板对电解液具有负电位。正极板活性物质的二氧化铅 PbO_2 与硫酸 H_2SO_4 作用，形成四价铅的硫酸盐 $\text{Pb}(\text{SO}_4)_2$ 和

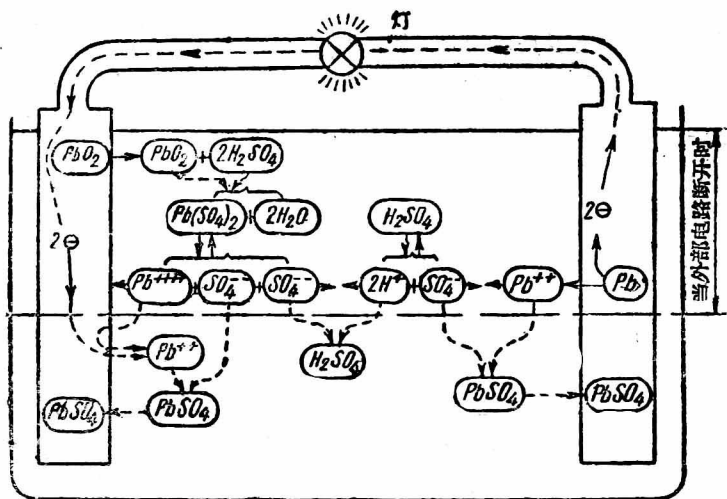
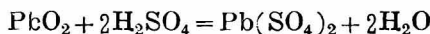


图1-1 铅蓄电池中的放电化学反应过程简图

水 H_2O :



这时, $Pb(SO_4)_2$ 又电离为带四个正电荷的铅离子 Pb^{++++} , 和两个带两个负电荷的硫酸根离子 $2SO_4^{--}$, 而铅离子 Pb^{++++} 附在极板上。这样, 在正极板与电解液之间, 也形成两层电荷, 而正极板对电解液具有正电位。

在外部电路未接通以前, 两极板与电解液之间, 电离到一定程度后即保持平衡状态, 而且两极之间存在着一一定的电动势。

当接上负载使外部电路闭合时 (图1-1), 两极在电动势的作用下, 负极板上过剩的电子即向电池的正极运动。

这时, 负极板表面与电解液中正的铅离子 Pb^{++} 之间失去平衡。在活性物质的铅继续电离的同时, 正的铅离子 Pb^{++} 与负的硫酸根离子 SO_4^{--} 结合, 形成硫酸铅 $PbSO_4$ 结晶体, 由于它的溶解性小, 乃不断地沉附于极板活性物质的表面上。所

以，鉛蓄電池的放電，使負極板的活性物質由海綿狀鉛 Pb 轉變為硫酸鉛 PbSO_4 ，分子的體積增大，極板的顏色由灰色變為淺灰色。

在正極板上，從外部電路流動來的電子，與四價鉛的正離子 Pb^{++++} 結合，轉變為二價的鉛離子 Pb^{++} ，並進入電解液中與負的硫酸根離子 SO_4^{--} 結合，形成硫酸鉛 PbSO_4 。硫酸鉛晶體也不斷地沉附在活性物質的表面上。因而，鉛蓄電池的放電，使正極板的活性物質由二氧化鉛 PbO_2 轉變為硫酸鉛 PbSO_4 ，每一個分子的體積也相應增大，極板的顏色則由暗褐色變為褐色。

在放電過程中，雖然正負極板活性物質的海綿狀鉛 Pb 和二氧化鉛 PbO_2 ，都轉變為硫酸鉛 PbSO_4 ，但是，由於活性物質的多孔性有一定的限度，使電解液不可能滲透到活性物質的內層。同時，硫酸鉛結晶體沉積在活性物質孔隙的表面上，也會妨礙電解液的滲透。所以，蓄電池在容許放電的情況下，極板上參加化學反應的活性物質，一般不超過20~25%。

在放電過程中，硫酸鉛 PbSO_4 的形成，消耗了硫酸，析出了水。因此，隨著放電程度的增加，電解液的比重不斷下降。從而，測定電解液比重的下降情況也就是確定蓄電池放電程度的一種最重要的方法。

在單格電池中的充電化學反應過程

蓄電池充電的方法，是將電壓高於蓄電池電動勢的直流電源（直流發電機、整流器）的正極與蓄電池的正極連接起來，負極與蓄電池的負極連接起來。

在充電前，蓄電池正、負極板上的硫酸鉛 PbSO_4 一部分溶於電解液中，並電離為正離子 Pb^{++} 和負離子 SO_4^{--} ，一部分硫

酸 H_2SO_4 则电离为正离子 2H^+ 和负离子 SO_4^{--} (图1-2)。

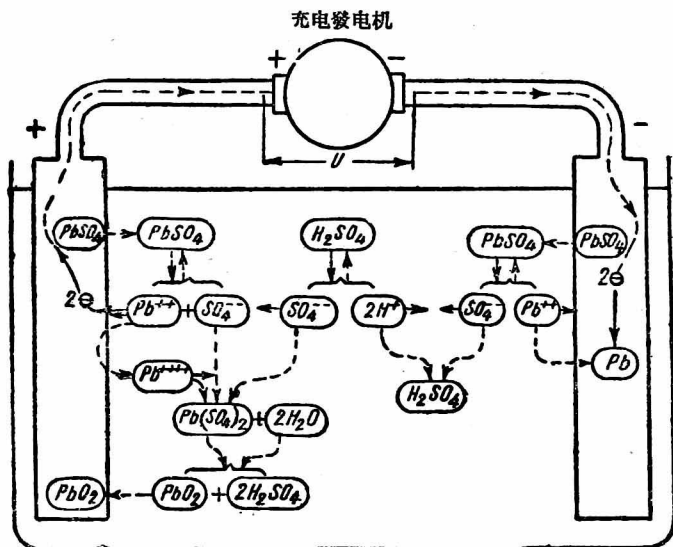


图1-2 铅蓄电池中的充电化学反应过程简图

由于充电电源的电压超过蓄电池的电动势，因此，蓄电池充电时，在电源过剩的电压的作用下，使电子从电源向蓄电池负极板方向运动。流来的电子吸引着两价正的铅离子 Pb^{++} ，并与之相结合，转变为中性的铅分子 Pb 。

在充电过程中，一方面，负极板的活性物质，逐步由硫酸铅 PbSO_4 转变为灰色的海绵状铅 Pb ，同时，在负极板附近的电解液中，一个负的硫酸根离子 SO_4^{--} ，与两个正的氢离子结合，形成硫酸 H_2SO_4 ；另一方面，正极板上两价的铅离子 Pb^{++} ，输出两个电子到电路，以弥补电源所缺少的电子，并转变为四价的铅离子 Pb^{++++} 。四价的铅离子与负的硫酸根离子 2SO_4^{--} 结合，形成四价的硫酸铅 $\text{Pb}(\text{SO}_4)_2$ 。四价的硫酸铅与两个水

分子 $2\text{H}_2\text{O}$ 反应，在交换过程中转变为二氧化铅 PbO_2 ，并在正极板附近析出两个硫酸分子 $2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。因而，在充电过程中，正极板的活性物质，逐步由硫酸铅 PbSO_4 转变为暗褐色的二氧化铅 PbO_2 ，电解液中的水 H_2O 也逐步为 H_2SO_4 所代替，其比重逐渐增加。由此可知，充电程度可从电解液比重的增加情况来确定。

铅蓄电池的充电和放电概况，可从表 1-1 看出（实箭头表示充电变化，虚箭头表示放电变化）：

表1-1

蓄 电 池 的 情 况	化 学 成 分		
	正 极 板	负 极 板	电 解 液
完全放电 ↓ ↑ 完全充电	PbSO_4 硫酸铅 ↓ ↑ PbO_2 二氧化铅	PbSO_4 硫酸铅 ↓ ↑ Pb 海绵状铅	H_2SO_4 硫酸 ↓ ↑ H_2O 水

§ 3 铅起动蓄电池的构造

铅起动蓄电池一般都是由三个或六个单格电池串联而成，这样才能保证有足够电压供电给用电设备。蓄电池由下列各部组成（图1-3）；

容器 起动蓄电池的容器 1 是用硬橡皮或耐酸塑料制成的，一个分格的箱子，每格组成一个单格电池。在容器内壁装有耐酸（聚氯乙烯）衬层 2 和 21。在容器的底部做有凸筋 23，用以支持正负极板组；在凸筋与凸筋的空间可以堆积使用日久落下的活性物质（沉渣），以防正负极板被沉渣短路。

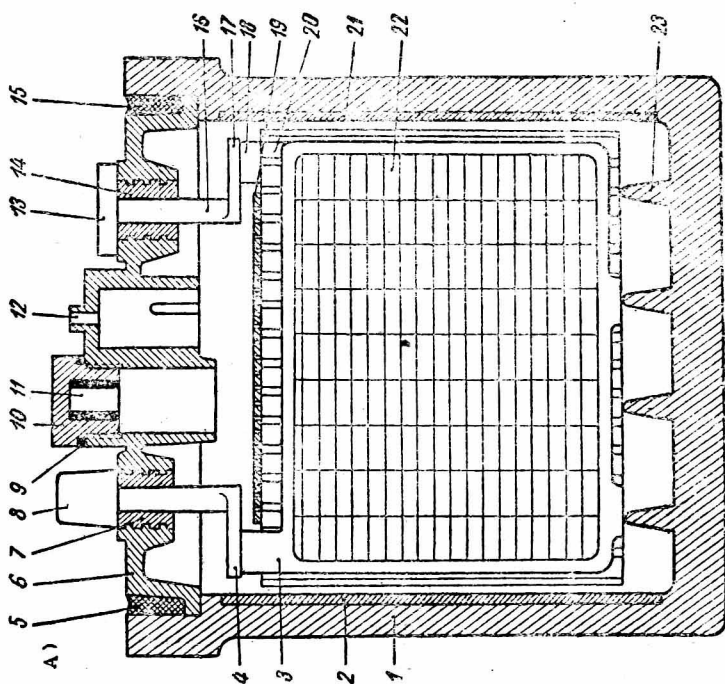


图1-3 铅起动蓄电池的构造
A-铅起动蓄电池的剖面图；B-铅起动蓄电池的分解图