

285206



高等学校試用教材

汽車拖拉机电气設備

吉林工业大学汽車运用与修理教研室編



中国工业出版社



高等学校試用教材



汽車拖拉机电气設備

吉林工业大学汽車運用与修理教研室編著

中国工业出版社

本書是根据1959年汽車拖拉机专业及汽車运用与修理专业的“汽車拖拉机电气設備”課程的教学大綱編写的，書中叙述了汽車拖拉机所用电气設備（包括蓄電池、发电机及調節器、蓄電池点火系、磁电机点火系、起动机、照明設備、信号、仪表及其他輔助設備）的构造特点，較詳細的闡述了基本原理及运用特性，并介紹了选配安裝及保修要点。

本書系供汽車、拖拉机、汽車拖拉机发动机、汽車运用与修理、拖拉机修理等专业大学本科学学生作为教材之用，也可供設計和运用术方面的工程技術人員作为参考書。

汽車拖拉机电气設備

吉林工業大學汽車运用与修理教研室編著

中國工業出版社出版（北京佟麟閣路內10號）

（北京市書刊出版事業許可証出字第110號）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印張 $14 \frac{1}{8}$ · 插頁 1 · 字數 297,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印數 00,001—03,037 · 定價(10-6) 1.70 元

統一書號: 15165 · 418(Ⅱ-4)

前 言

本书系由农业机械工业部教育司組織，以吉林工业大学1957年編成的讲义为基础編写的。在編写过程中吸取了教学改革的精神和教学中使用的經驗，并参考了 Ю.М.Галкин: 汽車拖拉机电气設備 (1960年版)；А.Н.Ларионов: 飞机与汽車电气設備原理 (1955年版)；В.Н.Мажаев: 汽車拖拉机电气設備；Б.С.Зотов и Н.М.Цлын: 汽車拖拉机电气設備 (1956年版) 及其他书刊和資料。

本书刪減了原有陈旧的内容，增添了現代科学的新成就，如新型点火系，蓄電池，发电機調節器等；尽量采用我国資料和数据。并增加了拖拉机和保修方面的内容。在体系和文字方面，作了較多的改革，采取了一些新的安排和闡述方式。惟因編写匆促，对国内生产情况及研究創造成果，搜集不够，尚待充实。

本书系供汽車拖拉机及其发动机，汽車运用与修理等专业大学本科学学生作为教材之用。惟各专业教学計划时数不同，要求也有差別，为照顾不同专业，取材范围，比較广泛，在采用本书时，希根据不同要求，各有侧重。

本书在編写审查过程中，曾經第一汽車厂設計处电气科，汽車研究所，交通部长春汽車运输研究所，北京汽車厂，农业机械工业部修理局，清华大学，北京农业机械化学学院，南京工学院，湖北工学院等单位同志，提供資料和意見，特此致謝。

本书編写時間短促，疏漏不当之处一定不少，希望讀者及有关单位，随时提供宝贵意見，以便再版时补充修正。

吉林工业大学汽車运用与修理教研室

1961年5月于长春。

緒 論

(一)

汽車拖拉機結構與性能的發展，和電氣化增長的程度密切相關。例如汽車拖拉機的發動機要達到最高的經濟指標，須靠電氣設備在最適當的時間點火；為使發動機起動迅速簡易，須採用電力起動裝置；要保證汽車拖拉機工作可靠，行駛安全，有賴於各種電氣指示儀表和信號裝置的正常工作；為使汽車拖拉機能在夜間或霧中正常行駛和工作，就要有完善的照明設備；此外，在實現操縱自動化和保證乘坐舒適性等方面，也都離不開電能的應用。

在農業生產和交通運輸方面，要使汽車拖拉機獲得最大的生產率 and 經濟指標，在極大程度上依賴於電氣設備的保證作用。根據使用經驗，迄今所有汽車拖拉機的故障約有百分之二十到三十發生在電氣設備方面。所以要使汽車拖拉機能正常的為生產服務，不僅有賴於汽車電氣設備的結構完善，還有賴於對電氣設備的正確使用、維護和修理。

因此，所有汽車拖拉機設計人員，農業機械化及汽車運輸業方面的技術幹部，對電氣設備的結構、原理、性能、選配和運用特點，作比較深入的探討，是十分必要的。

(二)

電能在汽車上的應用，最早是點火。遠在1860年，第一台內燃機中便用原電池和感應線圈來點火。

1875年，開始用低壓磁電機作為電源，使電流通過氣缸內互相接觸的兩個電極，到一定時間將電極打開而產生火花以點火。

1882年，採用了以小型發電機作為電源而依靠感應線圈產生高壓電火花來點火的方法。

1900年發明了將感應線圈和磁電機合成一體的高壓磁電機。由於它不要另外的電源和工作可靠，迅速得到推廣，直到現今在拖拉機和飛機上仍然廣泛採用。

蓄電池發明後，隨着質量和耐久性的提高，在汽車上逐漸改用以蓄電池為電源的點火系統。由於這種點火系構造簡單，價格低廉，在現代汽車上差不多完全代替了磁電機。

由於採用了多缸發動機，所以設計了配電器，將高壓電輪流送往各個氣缸。

要保證發動機發揮更大能力，點火時間應隨轉速和負荷而自動變化，於是創造和採用了自動化的點火提前裝置。

為使發動機起動方便，1912年開始使用直流電動機代替了人力起動。夜間行駛用電燈照明開始於1908年。1925年以後所有的汽車都裝用了電燈。為了避免燈光閃爍，發電

机在轉速变化时必须能保持电压稳定，因而采用了自动化的电压調节裝置。

在拖拉机上，最初只用电能点火，1930年以后，也采用电灯来照明。

由于行駛速度的提高，为了保证安全和舒适，各种信号、仪表和輔助設備的采用，也在不断的成长着。

(三)

由于汽車拖拉机設計的发展，电气設備所起的保証作用更加显示出它的重要性，因而，对于电气設備的要求也在不断的提高。

由于用电設備数量 and 容量的增加，发电机的功率不断增长，但同时要求减少体积和重量。鉛蓄電池故障多、重量大、寿命短的缺点越来越显得突出，迫切要求改善。由于发动机轉速和压缩比的提高，要求点火系具有更高的发火性能。

在运用方面，为了延长汽車拖拉机的使用寿命，縮短保修時間，要求电气設備能更加可靠地进行工作，其調整保修更加簡便。

在制造方面，为了有利于大量生产和配件供应，又要求达到最大程度的互换性和統一化。

現代汽車上电气設備的价格，約占汽車成本的15~25%，如何在提高性能的同时，簡化結構，降低成本，是亟待解决的問題。

国内外科学工作者，技术人員和工人等虽在这方面进行着不断的研究，取得了很大的成就。但在汽車拖拉机电气設備这一門科学中，还有不少的理论 and 实际問題，亟待解决和提高。

(四)

解放前，我国沒有汽車拖拉机工业，为了修配需要，电气設備有少量生产。但由于資本主义国家进口商品的排挤，又得不到反动政府的任何支持，因而品种不全，质量不高，得不到发展。

解放后，随着汽車拖拉机工业的建立和发展，以及汽車拖拉机运用方面的迫切需要，电气設備的制造工业，在全国各地，获得蓬勃的发展。现在国产汽車拖拉机上所用的电气設備，包括蓄電池，发电机，調节器、火花塞、配电器、点火綫圈、仪表、信号、开关、保險器等，均系我国自制，并有部分产品、远銷国外，获得好評。

58年大跃进以来，经过全民性的技术革命和技术革新运动，汽車拖拉机电气設備，不仅在产品的数量和质量上有了飞跃的发展；在制造工艺和設計技术方面，也有了很大的提高。目前正进一步向系列化統一化的方向迈进。

为了提高电气設備的科学技术水平，解决由于汽車拖拉机設計的进步而提出的新的問題，我国已建立起若干有关汽車拖拉机电气設備的專門研究机构，积极开展研究工作。

可以預料，在党和政府大力发展农业，加速实现农业机械化的方針指导下，随着汽車拖拉机生产和技术的不断提高，在汽車拖拉机电气設備的制造，設計，研究和新型結

构的創造方面，将会不断地取得更大更新的成就。

(五)

現代汽車拖拉机上所用的全部电气設備可分为下列部分：

- 1) 电源設備——包括蓄電池，发电机及其調节裝置。
- 2) 点火設備——包括電池点火系統或磁电机点火系統全部組件。
- 3) 用电設備——包括起动机、照明設備、各种信号、仪表、前窗括水器、玻璃升降器、座椅移动器、收音机、暖車器和柴油机起动机輔助裝置等。
- 4) 配电設備——包括开关、保險裝置和導綫等。

附图0—1表示电气設備在汽車上的布置；图0—2表示其綫路联结方案。

农用拖拉机很多不用蓄電池和起动机，因为在农田工作情况下，难以保証蓄電池可靠地工作。因此，拖拉机上电气設備的数量較少，一般只包括照明灯、发电机、磁电机、導綫，开关和保險盒等。某些在公路上行駛担任运输工作的拖拉机，所装电气設備基本上和汽車相同。

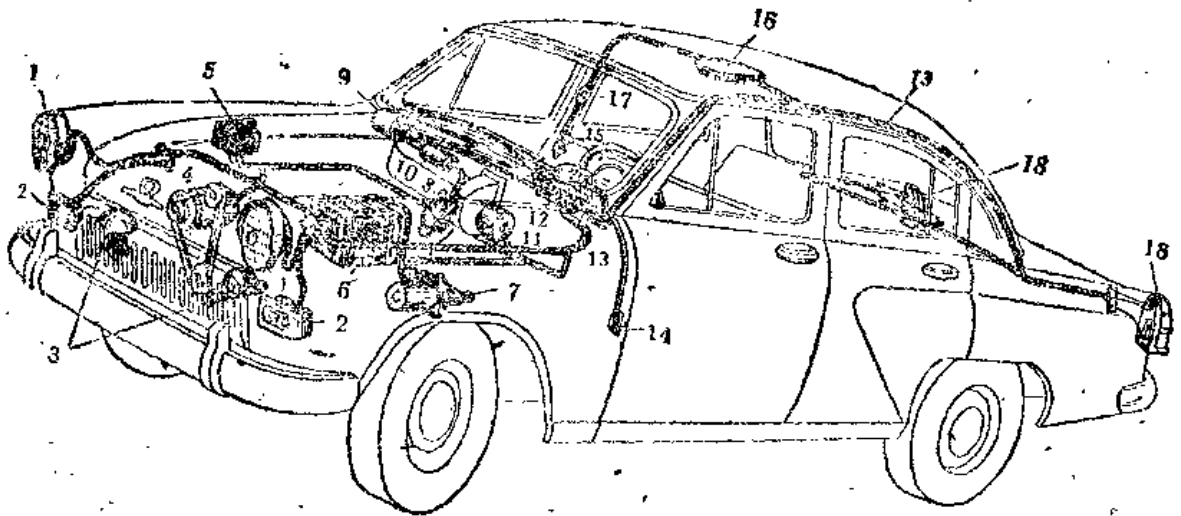


图0—1 电气設備在汽車上的布置图

- 1—头灯；2—輔助灯；3—喇叭；4—发电机；5—发电机調节器；6—蓄電池；
7—起动机；8—配电器；9—玻璃括水器电动机；10—点火綫圈；11—暖車器；
12—仪表板；13—導綫束；14、15—頂灯門开关；16—車廂頂灯；17—頂灯
手开关；18—后灯

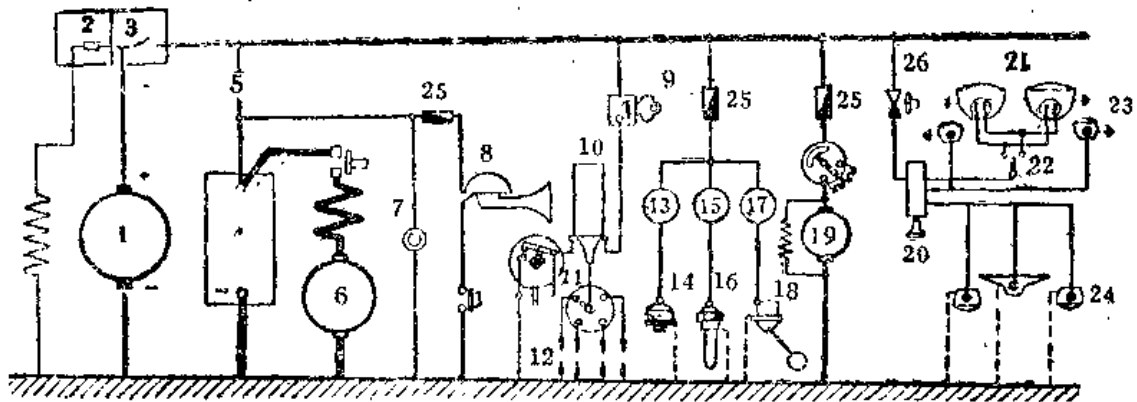


图0—2 电气设备线路联接简图

- 1—发电机；2—电压调节器；3—逆流截断器；4—蓄电池；5—电流表；6—起动机；7—预热点火器；
 8—喇叭；9—点火开关；10—点火线圈；11—配电器；12—火花塞；13—滑油压力表；14—压力表测件；
 15—水温表；16—水温表测件；17—燃油指示表；18—燃油指示表测件；19—暖车器电动机；
 20—照明总开关；21—头灯；22—足踏变光开关；23—辅助灯；24—后灯；25，26—保险器

目 录

前 言

緒 論

第一章 蓄電池..... (1)

一、概 述..... (1)

二、鉛蓄電池的化學過程..... (1)

三、鉛蓄電池的構造..... (4)

1. 極板; 2. 隔板; 3. 容器; 4. 電解液; 5. 鉛蓄電池的類型和標號; 6. 鉛蓄電池構造的改進

四、鉛蓄電池的電特性..... (9)

1. 電動勢; 2. 內阻; 3. 充電特性; 4. 放電特性; 5. 容量

五、鉛蓄電池的自行放電和硫化..... (14)

1. 自行放電; 2. 硫化

六、鉛蓄電池的充電..... (15)

1. 充電的種類; 2. 充電設備; 3. 充電方法

七、鉛蓄電池的保養、檢驗和安全規則..... (18)

1. 蓄電池在使用中的保養; 2. 蓄電池的檢驗; 3. 蓄電池工作的安全規則

八、鉛蓄電池的故障及修理..... (20)

1. 故障; 2. 修理

九、鎳氫蓄電池..... (24)

1) 鎳鎘蓄電池和鎳銀蓄電池; 2) 銀鋅蓄電池

第二章 汽車拖拉機發電機及其調節裝置..... (29)

一、概 述..... (29)

二、汽車拖拉機直流發電機電壓的自動調節..... (30)

1. 直流并激發電機的電壓調節..... (30)

2. 單級振動式電壓調節器的工作原理..... (31)

1) 構造; 2) 工作原理; 3) 工作特性

3. 振動式電壓調節器性能的改善..... (35)

1) 提高調節器觸點振動的頻率——加速繞卷、加速電阻; 2) 加速裝置引起電壓不穩定的補救——平衡繞卷、平衡電阻; 3) 溫度補償——附加電阻的溫度補償法、用磁分路的溫度補償法; 4) 減少觸點切斷時的火花——雙級式電壓調節器、兩個單級式電壓調節器並聯使用

4. 用第三電刷調節的發電機..... (42)

三、汽車拖拉機用直流發電機的保护裝置..... (44)

1. 振動式電流限制器, 或簡稱限流器..... (45)

2. 電流限制器和電壓調節器聯合工作..... (45)

3. 用改正繞卷來保護發電機..... (46)

4. 反電流防止裝置——逆流切斷器..... (47)

5. 直流发电机与蓄电池并联工作的分析	(49)
1) 负载不同时的供电情况; 2) 蓄电池充电程度对供电的影响; 3) 温度和运行条件对确定被调电压值的影响	
四、直流发电机的断流—限流—节压联合装置	(53)
1. 汽车用直流发电机的断流调节器	(53)
1) JF—81型断流—调节器; 2) PP—29型断流—调节器; 3) PP—52型断流—调节器	
2. 拖拉机用直流发电机的调节器	(56)
3. 发精式电压调节器	(56)
五、汽车拖拉机直流发电机的结构特点	(57)
发电机外壳; 磁极及激磁绕组; 电枢及整流子; 刷架和电刷	
六、汽车拖拉机用交流发电机	(60)
1. 具永久磁铁转子的交流发电机及其离心式电压调节器	(60)
2. 具整流器的自激式交流发电机	(63)
1) 发电机和整流器的构造; 2) 触点—电抗式调节器; 3) 优缺点	
3. 用半导体的火花消除式调节器	(67)
七、汽车拖拉机发电机的试验、调整、故障、保养和修理	(67)
1. 发电机的试验	(67)
1) 开始转速试验; 2) 电动机态运转试验	
2. 断流—调节器的试验和调整	(68)
1) 逆流切断器的试验和调整; 2) 电压调节器和电流限制器的试验和调整	
3. 发电设备的故障	(69)
1) 触点的故障; 2) 电刷机构和整流子的故障; 3) 电枢绕组和联接线的故障	
4. 发电设备的保养	(70)
1) 经常保持电刷架和整流子的清洁; 2) 维持电刷机构和整流子的正常状态;	
3) 保持触点清洁; 4) 进行适当的润滑; 5) 传动皮带的松紧情况需每天进行检查	
5. 发电机的修理	(71)
1) 整流子的修理; 2) 电枢的修理; 3) 调节器的修理	
第三章 蓄电池点火系	(76)
一、概 述	(76)
1. 电花点火	(76)
2. 火花放电过程	(76)
1) 电极间电压逐渐增长时的放电; 2) 脉冲电压下的放电	
3. 对点火装置的要求	(78)
1) 点火时间——发动机的转速、混合气的成分、压缩比、负荷、爆燃、火花塞的数量; 2) 跳火电压——火花间隙的大小、混合气的压力和温度、电极的温度和极性、发动机的工作情况; 3) 火花能量	
二、蓄电池点火系工作原理	(84)
1) 低压电源; 2) 点火线圈; 3) 断电配电器; 4) 电容器	
三、蓄电池点火系的工作过程	(85)
1. 断电器触点闭合, 初级线圈中电流增长	(85)

2. 断电器打开初级电路, 次级线圈产生高压电动势	(86)
3. 火花塞间隙中火花放电	(88)
四、蓄电池点火系的工作特性	(89)
1. 发动机转速与汽缸数对次级电压的影响	(89)
2. 洩漏电阻的影响	(91)
3. 电容对次级电压的影响	(91)
4. 改善蓄电池点火特性的方法	(92)
1) 增大初级断开电流机械的方法——增加断电器触点的闭合历时, 采用双触点断电器方案; 2) 增大初级断开电流电的方法——改变初级线圈的电感 L 和初级线路的电阻 R , 采用12伏点火系统, 接入变化的附加电阻、减小次级电容 C_2	
五、蓄电池点火系的构造	(96)
1. 火花塞——1) 火花塞的工作条件及对其要求(机械负荷、电负荷、热负荷、气体的腐蚀和侵蚀); 2) 火花塞的热特性; 3) 火花塞的选型试验; 4) 火花塞的构造(火花塞的种类、火花塞的尺寸、火花塞的体壳、火花塞的电极、火花塞的绝缘)	(96)
2. 点火线圈	(101)
3. 断电—配电器	(104)
4. 电容器	(105)
5. 点火提前的调节装置——1) 点火提前角的手调节; 2) 点火提前角的自动调节(离心调节器、真空调节器、双作用式真空调节器); 3) 辛烷选择器	(109)
六、点火系统的正时、试验、故障、保养、修理	(111)
1. 点火正时	(111)
2. 电池点火系统的试验	(111)
1) 试验设备——点火装置试验台、旋转放电装置、三针式放电装置、火花塞试验器; 2) 试验方法——火花塞的试验、点火线圈的试验、断电—配电器的试验、电容器的试验	
3. 点火系的故障和检查	(115)
4. 点火系的保养	(117)
5. 电池点火系的修理	(117)
1) 火花塞的修理; 2) 断电—配电器的修理	
七、新型蓄电池点火系统	(119)
1. 低压高频点火系; 2. 用半导体火花塞的点火系; 3. 具扼流线圈的点火系	
第四章 磁电机	(121)
一、概述	(121)
1) 旋转电枢式; 2) 旋转磁铁式; 3) 旋转磁导子式	
二、磁电机的工作原理	(121)
1) 磁路; 2) 感应线圈; 3) 断电器; 4) 电容器; 5) 配电器	
三、磁电机的工作过程	(122)
1. 空转时的情况——1) 铁芯中磁通的变化; 2) 电动势的变化	(122)
2. 初级线圈短路时的情况	(124)

3. 正常点火时的情况	(126)
1) 断电器触点闭合; 2) 触点打开; 3) 火花放电	
4. 断电器触点的开闭时间——1) 打开时间、2) 闭合时间	(127)
四、磁电机的工作特性	(128)
五、磁电机的构造	(129)
1. 磁电机的构造特点——磁铁、感应线圈、断电器、断电器触点、配电器	(129)
2. 磁电机点火提前的调节——位角有变化的调节、位角不变的调节	(131)
3. 磁电机起动加速器	(132)
4. 磁电机的驱动和安装	(133)
5. 从磁电机轴到发动机曲轴的传动比	(134)
6. 典型磁电机的构造: 1) M—18型磁电机、2) M—24型磁电机、3) 飞轮磁电机	(135)
六、磁电机点火与蓄电池点火的比较	(137)
1. 工作特性; 2. 可靠性; 3. 价格和构造	
七、磁电机的点火正时、试验、保养、修理	(138)
1. 磁电机的点火正时; 2. 磁电机的试验; 3. 磁电机的保养; 4. 磁电机的修理	
第五章 起动机	(142)
一、概述	(142)
二、起动机的特性	(143)
1. 起动机的功率与电流的关系; 2. 起动机的转矩 M_s 与电流的关系; 3. 起动机转速 n 与电流的关系; 4. 影响起动机功率和转矩的因素——1) 起机电枢电阻 R_a 和电刷接触电压降 ΔU_{br} 的影响、2) 联接导线的影响、3) 蓄电池容量的影响、4) 温度的影响	
三、起动机的功率和传动比的选择	(146)
1. 最小起动转速; 2. 发动机的起动阻力矩——汽化器式发动机的摩擦阻力矩; 3. 起动机功率的确定; 4. 传动比的选择	
四、起动机的分类及结构特点	(150)
1. 起动机的分类; 2. 起动机结构特点; 3. 起动机的固定	
五、起动机的传动机构和控制装置	(152)
1. 传动机构的功用; 2. 对传动机构的要求; 3. 惯性啮合式传动机构及控制装置; 4. 电磁啮合式传动机构及控制装置; 5. 强制啮合式传动机构——1) 直接操纵的强制啮合式传动机构、2) 电磁操纵的强制啮合式传动机构及控制装置 3) 复合式传动机构及控制装置 6. 起动机控制的自动化——1) 自动控制装置、2) 半自动控制装置	
六、起动机的试验、故障、保养和修理	(163)
1. 起动机的试验——1) 空特性试验; 2) 空载试验; 3) 完全制动试验;	
2. 起动机的故障; 3. 起动机的保养; 4. 起动机的修理	
第六章 照明设备	(167)
一、概述	(167)
二、汽车头灯的工作情况	(167)
1. 头灯的照明要求	(167)
2. 头灯眩目作用的避免	(168)

三、拖拉机照明的特点	(172)
四、照明器械的构造	(172)
五、照明装置的电路系统	(177)
第七章 辅助电气设备	(178)
一、概 述	(178)
二、音响信号	(178)
三、转向信号和制动(“停車”)信号	(179)
1. 转向信号——1) 箭形转向信号器、2) 指臂式转向信号器、3) 闪光 信号灯; 2. 制动“停車”信号灯	
四、仪表	(181)
1. 电流表; 2. 燃油指示表; 3. 滑油压力表(油压表)及信号器; 4. 水温表 及信号器; 5. 车速里程表	
五、电动刮水器	(186)
六、风窗玻璃結冰防止设备	(187)
七、电动举窗机	(187)
八、柴油机起动辅助设备	(188)
1. 电热塞; 2. 火炬预热器	
九、开关	(189)
1. 照明总开关; 2. 头灯变光开关; 3. 制动信号灯开关	
十、电路的保险装置	(191)
1. 熔絲保险器; 2. 感温(复金属片)保险器	
第八章 汽车拖拉机电气设备全部方案	(193)
一、主要总成的选择	(193)
1. 起动机功率的选择; 2. 蓄电池容量的选择; 3. 发电机功率及传动比的选 择; 4. 点火系的选择	
二、线路的设计	(196)
1. 电系的电压; 2. 线路; 3. 线路的接鉄; 4. 导线; 5. 导线的安装	
三、发电机和蓄电池的安装	(198)
1. 发电机的安装; 2. 蓄电池在汽车上的安装	
四、线路中的无线电干扰装置	(200)
五、电气设备线路总图	(203)
1. 线路总图的分析; 2. 拖拉机电气设备线路总图实例——1) 东方红—54 拖拉机电气设备线路图、2) 红旗—80拖拉机电气设备线路图、3) 热特拖 拉机电气设备线路图、4) 克斯—80拖拉机电气设备线路图、5) G—4 M 型自动康拜因电气设备线路图	
3. 汽车电气设备线路总图实例——1) 解放牌货车电气设备线路图、2) 红 旗牌轿车电气设备线路图、3) 格斯51货车电气设备线路图、4) 海鸥牌 轿车电气设备线路图、5) 斯柯达 706 R O 公共汽车电气设备线路图	

附录: 参考书目

第一章 蓄 电 池

一、概 述

在汽车和拖拉机上，蓄电池主要用来：

1. 在发动机起动时，供电给起动机和点火装置；
2. 在发电机不工作时或低速旋转时供电给所有用电设备；
3. 在发电机短时间超负荷时协助供电。

在起动发动机时，蓄电池必须在短时间（5～10秒）供给起动机以强大的电流（200～600安培），因此汽车拖拉机用蓄电池的内阻应尽可能地小，并能负担强大放电电流，这种蓄电池通常称为起动蓄电池。

铅蓄电池的内阻极小，因而在汽车拖拉机上获得广泛应用。

碱性蓄电池（铁镍蓄电池、镉镍蓄电池）由于内阻较大，过去采用很少。近年来已经设计出满足起动要求的碱性蓄电池，开始在汽车上应用。

二、铅蓄电池的化学过程

蓄电池是由沉在电解液内的两个电极（极板）所组成。铅蓄电池的正极是二氧化铅 PbO_2 ，负极是海绵状铅 Pb ，电解液是化学纯净硫酸的水溶液。

在铅蓄电池中所发生的化学反应过程是可逆的，这就是说，在接通用电设备时蓄电池可以放出电流，而放电后以相反方向通进电流，可以使极板上的所有物质恢复到原来状态。

铅蓄电池中所发生的化学过程，有各种不同的理论。其中最有根据的是双硫理论。

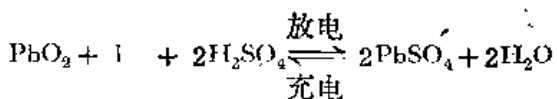
根据双硫理论，在完全充电的蓄电池中，正极板的活性物质（参与化学反应的物质）是二氧化铅 PbO_2 ，

负极板的活性物质是海绵状纯铅 Pb ，放电后两极板的活性物质都转变成硫酸铅 $PbSO_4$ 。放电和充电时所发生的化学变化如右表：

如果略去中间的化学反应，蓄电池充放电过程，可用下式表示：

表 1—1

蓄 电 池 情 况	充 电 的 蓄 电 池	充 电 ← → 放 电	放 电 的 蓄 电 池
正 极 板	PbO_2 (二 氧 化 铅)	← →	$PbSO_4$ 硫 酸 铅
电 解 液	$2H_2SO_4$ (硫 酸)	← →	$2H_2O$ 水
负 极 板	Pb (海 绵 状 铅)	← →	$PbSO_4$ 硫 酸 铅



由此可知：在放电时，电解液中硫酸减少而代之以水，因此电解液比重下降；在充

电时，相反地水份减少而硫酸增加，电解液的比重增高。这种充电和放电时电解液比重的变化，可以应用来测定蓄电池的充放电程度。

在蓄电池充电和放电时的中间过程，目前研究得还不够完全，对正极板处的离子反应，有许多不同的解释。根据费尔司及耳(Ферстер)的离子理论，放电时的化学反应，可由图1—1来说明。

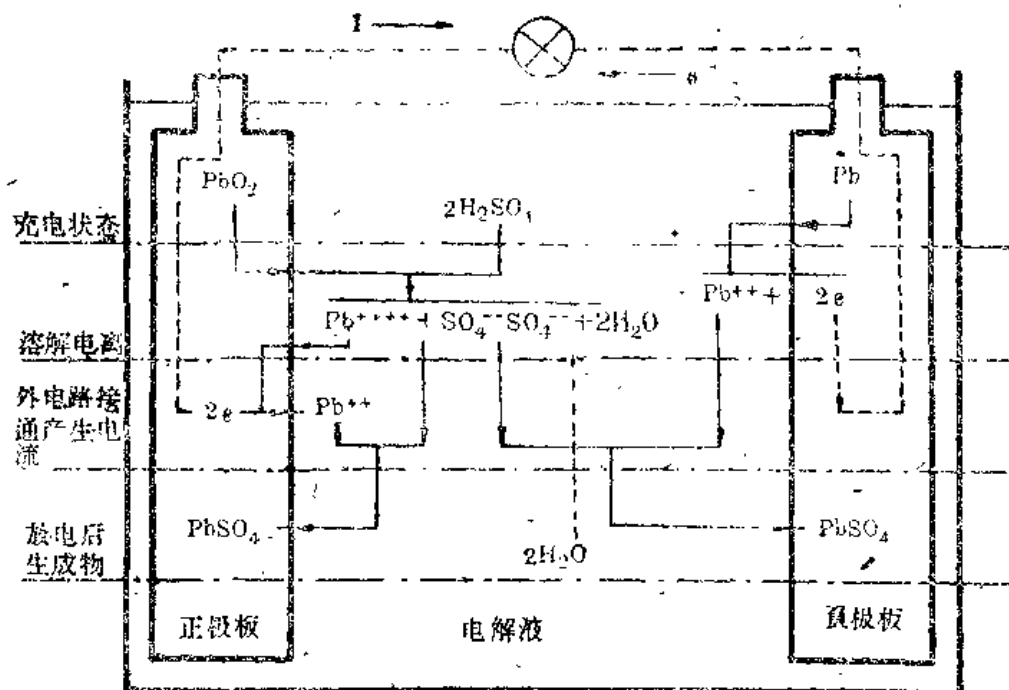
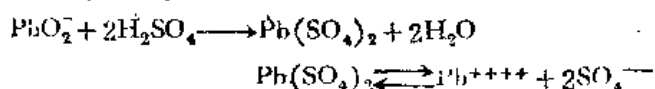


图1—1 铅蓄电池的放电过程

在负极板处，金属铅受到二方面的作用：一方面它有溶解于溶液的倾向，（解释为金属内部存在有所谓溶解张力），因而有少量铅进入溶液，生成正离子 Pb^{++} ，使溶液带正电，而在极板上留下电子 $2e$ ，使极板带负电；另一方面，由于正负电荷相吸（或电场作用），离子 Pb^{++} 有沉附于极板表面的倾向，同时，溶液中的 Pb^{++} 离子具有和气体相似的扩散作用，对极板表面产生压力（称为渗透压力），也有驱使 Pb^{++} 沉附于极板的倾向。当二方面的作用力达到平衡时，溶解便停止。极板具有负电位，约为 -0.1 伏。

在正极板处，少量 PbO_2 溶入电解液，与硫酸作用生成 $Pb(SO_4)_2$ ，再分离为四价铅离子 Pb^{++++} 和 $2SO_4^{--}$ ，



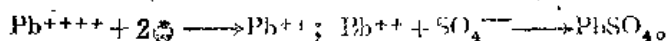
四价离子 Pb^{++++} 沉附于极板的倾向，大于溶解的倾向。因而沉附在正极板上，使带正电位，当达到平衡时，约为 $+2.0$ 伏。

如外部电路未接通，这些反应达到平衡而停止时，使蓄电池保持电动势 E ，其值如下：

$$E = 2.0 - (-0.1) = 2.1 \text{ 伏。}$$

放电过程 将外电路接通（例如接入灯泡），则电动势 E 使电路内产生电流，电子 e

从负极流往正极，使正极电位降落，破坏了平衡。电子和 Pb^{++} 结合，变为二价离子 Pb^{++} 进入电解液。 Pb^{++} 与 SO_4^{--} 结合生成难溶的 $PbSO_4$ ，而沉附在正极板上。



在负极处， Pb^{++} 离子与 SO_4^{--} 结合，生成 $PbSO_4$ ，沉附在负极板上，而板上的金属铅继续溶解，产生 Pb^{++} 及电子。

在外部电流继续流通时，上述 PbO_2 及 Pb 的溶解， $PbSO_4$ 的生成和沉附将继续进行。电解液中 H_2SO_4 逐渐减少，而 H_2O 逐渐增加。

在理论上，这种过程将进行到全部极板的活性物质变为 $PbSO_4$ 为止。实际上不可能达到这种情况，因为电解液不能彻底渗透到活性材料的内层，在运用中所谓放完了电的蓄电池，极板上的活性材料，只有20~30%变成了硫酸铅。

充电过程 以相反的方向进行，其化学过程可以图1—2说明。

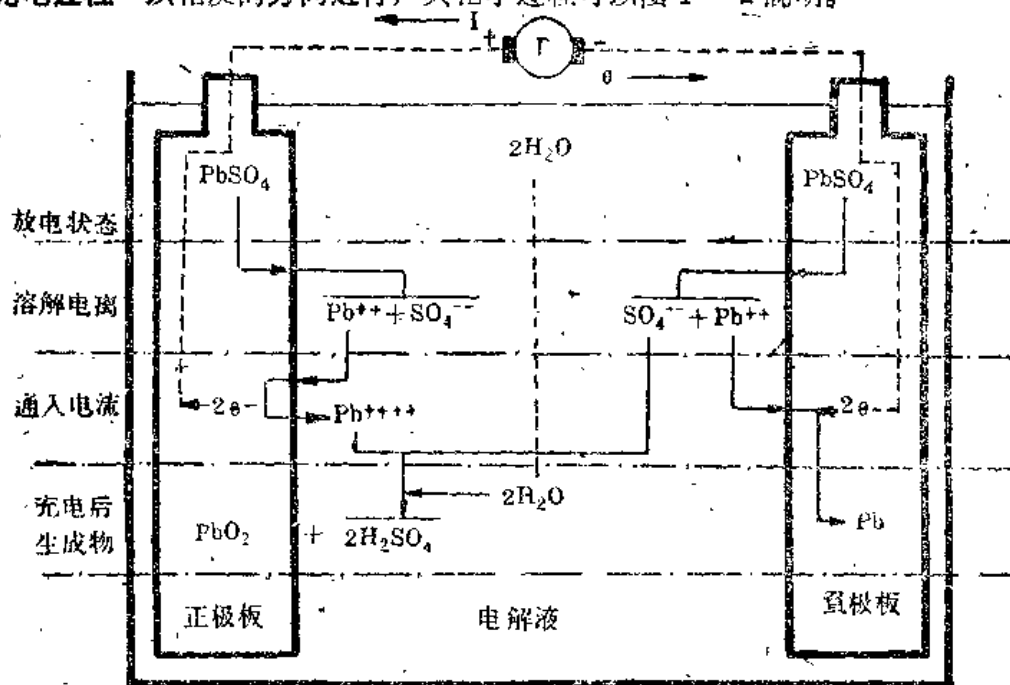
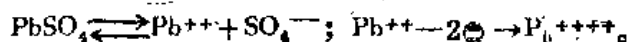


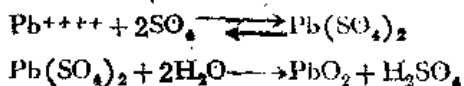
图1—2 铅蓄电池的充电过程

这时蓄电池两极接通电源（由直流发电机 Γ 产生。），其电压 U 高于蓄电池的电动势，于是电流 I 将以相反的方向通过蓄电池，即由蓄电池正极进入，负极流出。

电源将电子 e^- 由正极板转送到负极板，因而正极处的正电位提高，驱使 Pb^{++++} 溶解于溶液中的倾向大于沉附于极板上的倾向。此时，正极板少量 $PbSO_4$ 溶解于溶液，产生 Pb^{++} 及 SO_4^{--} 离子， Pb^{++} 沉附于正极板，失去二个电子而成为 Pb^{++++} ，再回入溶液，



Pb^{++++} 离子与 $2SO_4^{--}$ 结合生成 $Pb(SO_4)_2$ ，再与水作用生成 PbO_2 ，沉附于正极板：



在负极板处，由于得到电子而电位绝对值增高，吸引 Pb^{++} 使它沉附于负极板的倾向增大。这时由少量 $PbSO_4$ 溶解而生成的 Pb^{++} 离子，沉附于负极板，与从外部线路进来

的电子结合而变为金属铅。

在电解液中 H_2O 逐渐减少而硫酸增加，在外部电流继续通入的情况下，上述过程将继续进行到全部 $PbSO_4$ 转变为 PbO_2 及 Pb 为止。

三、铅蓄电池的构造

图 1—3 示蓄电池的构造，它由下列部分组成：1) 正负极板组（电极）；2) 隔板；3) 容器；4) 电解液。

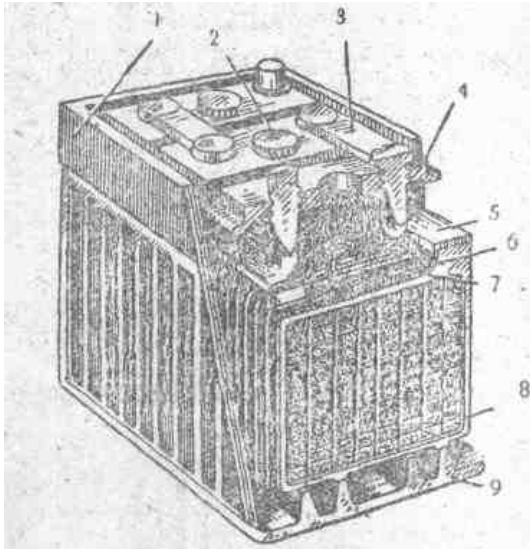


图 1—3 6 伏起动蓄电池

- 1—容器； 2—塞子； 3—连条； 4—盖子；
5—横板； 6—隔板； 7—正极板； 8—负极板； 9—突棱

1. 极板 现代蓄电池的极板为填充栅架型，是由铅锑合金（含锑 6—8%）浇铸成栅架，在其格子中充填活性物质制成。加入锑是为了提高机械强度并改善合金的浇铸性质。活性物质是铅的氧化物红丹（ Pb_3O_4 ），密陀僧（ PbO ）等和硫酸溶液调合而成。为了防止负极板在使用中收缩，在其填料中加有膨胀材料（烟灰、棉絮等）。近年来广泛采用在磨碎时氧化的铅粉调制活性物质，它使蓄电池具有较长的寿命。栅架填满活性物质后予以干燥，然后经过“形成”处理，即浸入电解液内交替地充电和放电，使正极板变成棕色的二氧化铅，负极变成青灰色的海绵状铅。起动蓄电池的极板制成 1.45~3.0 毫米厚，同一外廓尺寸的电池，极板越薄，则活性物质利用越好，片数可以加多，而使容量增大。正极板通常较负极板厚 0.15~0.25 毫米，因正极板活性物质的密度较小的缘故。

为了获得较大的容量和适宜的尺寸，蓄电池的每个单格电池是由若干正极板和负极板相间排列组成，正负极板分别焊在各自的铅质横板上，成为正负极板组，横板上方连有电桩，以备接通电路，极板下方具有突棱，以便支承。如图 1—4 所示。在每单格电池中，负极板的数量总是比正极板多一片，以使每片正极板都处在负极板之间，使两侧放电均匀。这是因为正极板的机械强度较差，而在放电时其活性物质的体积增大，所以当正极板祇有一面工作时，在放电过程中易于拱曲而使活性物质脱落。

2. 隔板 为了减小蓄电池的尺寸和内阻，蓄电池中正负极板应装置得尽可能靠近。为了避免极板彼此短路，正负极板用隔板隔开。制造隔板的材料有木材，细孔橡皮，细孔塑料，氯乙烯塑料和玻璃纤维等。隔板应具多孔性结构，使电解液能自由渗透。

木质隔板价格最便宜，一般由松木和赤杨制成。除廉价外，还有另一特点：它能分泌出一种被负极吸收的特殊物质，防止了负极板上活性物质的收缩，因而防止了负极板容量的减少。但是

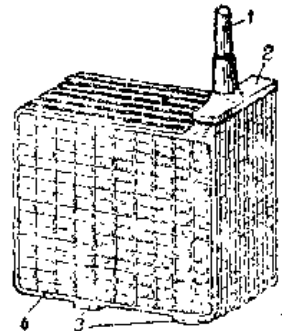


图 1—4 极板组

- 1—电桩； 2—横板；
3—支承突棱； 4—极板