

87.185
ZTJ

262336

中等专业学校试用教材

车 电 学

郑州铁路机械学校 主编
石家庄铁路司机学校

人 民 铁 道 出 版 社

中等专业学校试用教材

车 电 学

郑州

石家庄铁路司机学校

人 民 铁 道 出 版 社

1980年·北京

内 容 简 介

本书是根据1978年制定的铁路中等专业学校和技工学校车辆专业《车电学》教学大纲编写的。

书中介绍了客车用铅蓄电池，L型供电装置，感应子发电机，可控硅式控制箱，磁放大器式控制箱，逆变器，以及车体配线和用电器等的构造和作用原理。

本书除作中专及技工学校教材外，也可供铁路有关技术人员和工人学习之用。

本书编审工作分工为：第1，6章由朱海禧（成都铁路技术学校）执笔；第2，4章由赵文祥（郑州铁路机械学校）执笔；第3，8章由姚平（太原铁路机械学校）执笔；第5章由马建平（石家庄铁路司机学校）执笔；第7章由王永庆（齐齐哈尔铁路职工学校）执笔；陈贵霖（济南铁路机械学校）负责主审。

中等专业学校试用教材

车 电 学

郑州铁路机械学校 主编
石家庄铁路司机学校

人民铁道出版社出版
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092_{3/32} 印张：9.875 插页：1 字数：205 千

1980年3月第1版 1980年3月第1次印刷

印数：0001—17,000 册 定价：0.80 元

目 录

第一章 概述	1
§ 1. 客车供电方式及用电制	1
§ 2. 车电装置的组成	6
§ 3. 车电装置发展概况	7
复习题	8
第二章 客车用铅蓄电池	9
§ 1. TG 型蓄电池的构造	10
§ 2. 铅蓄电池的工作原理	16
§ 3. 电解液	21
§ 4. 蓄电池的电性能参数	29
§ 5. 蓄电池的检修及充、放电工作	35
§ 6. 蓄电池的故障分析及处理	39
复习题	44
第三章 L 型供电装置	45
§ 1. L 型供电装置的组成及参数	45
§ 2. LK ₅ 型发电机的构造和作用	45
§ 3. LK ₅ 型发电机的功率调整	53
§ 4. 附属机具	57
§ 5. LK ₅ 型供电装置的供电作用原理	65
§ 6. L 型供电装置的检修及故障分析和处理	69
复习题	75
第四章 感应子发电机	76
§ 1. 感应子发电机的构造和特点	76
§ 2. 感应子发电机的工作原理	84
§ 3. KFT-1 型感应子发电机的工作特性及调压要求	97
§ 4. 感应子发电机的使用维护及检修、试验	102

§ 5. 传动装置	105
复习题	114
第五章 可控硅式控制箱	116
§ 1. 概述	116
§ 2. KP-2A型控制箱的整流电路	117
§ 3. KP-2A型控制箱的稳压电路	121
§ 4. KP-2A型控制箱的辅助电路	131
§ 5. KP-2A型控制箱的结构与安装	137
§ 6. KP-2A型控制箱的调试及故障分析	143
复习题	150
第六章 磁放大器式控制箱	151
§ 1. 概述	151
§ 2. 磁放大器的基本知识	156
§ 3. KFTZ-4型控制箱的整流电路	170
§ 4. KFTZ-4型控制箱的稳压电路	171
§ 5. KFTZ-4型控制箱的辅助电路	185
§ 6. KFTZ-4型控制箱的结构与安装	195
§ 7. KFTZ-4型控制箱的调整及故障分析	204
复习题	210
第七章 逆变器	211
§ 1. GNB3-1.0A型逆变器	212
§ 2. BY-1型单灯逆变器	266
复习题	281
第八章 车体配线及用电器	283
§ 1. 车电装置的位置称呼法	283
§ 2. 车体配线	285
§ 3. 客车用电器	301
复习题	311

第一章 概 述

铁路客车的电气装置在我国简称为车电装置，它是为旅客的旅行生活提供必需的照明及空气调节等条件而设的一套电气设备。车电装置由安装在客车上的电源，用电器，电气附件和把它们连成一个完整的电力网路系统的车体配线所组成。

§ 1. 客车供电方式及用电制

我国客车的供电设备多年来都是以车轴驱动的低压直流发电机和与其配合使用的蓄电池组来担任的。但是，近十年来由于列车速度的提高，用电量的增加和电子技术的发展，客车的供电方式已经有了新的发展。

一、客车供电方式的种类

目前，铁路客车电气装置所采用的供电方式有集中式供电和车轴发电机式供电两种。

(一) 集中式供电

该供电方式是在专门的发电车或行李车内安装有柴油发电机组。发电机组所发出的电能通过电力连接线送到列车各节车厢，以供使用。这种供电方式适用于用电量大，舒适性高的客车，如装设有空气调节和电热取暖装置的客车。这种供电方式的优点是配线经济，不用蓄电池，车辆自重及制造成本可降低，而且发电量不受列车速度的影响。它的缺点是：客车需要固定编组，柴油发电机组需要占用车厢容积和需设专人进行检修和管理。目前，在我国采用这种供电方式的列车还不多，故暂不介绍。

（二）车轴发电机式供电

该供电方式是在单节客车上安装有一套独立的供电设备，即相互配合使用的发电机和蓄电池组。发电机悬挂在客车的底架或转向架构架上，蓄电池置于蓄电池箱内，并悬挂在客车的底架上。在列车运行时，车轴通过皮带或齿轮传动，驱动发电机发电。发电机发出的电能通过车体配线输入车内以供使用，共同的输向蓄电池以供充电。当列车低速或停车，发电机不能供电时，则由蓄电池通过车体配线向车内供电。蓄电池的充电或放电由专用的附属装置来控制。

在这种供电式中，习惯上把安装有用电器、附件、车体配线、以及安装有控制箱、发电机和蓄电池组的客车叫“母车”；把只安装有用电器、附件和车体配线的客车叫“子车”。一列客车中母车数与子车数的比例要视用电量和列车编组情况而定。子车的用电是通过电力连接器、配电盘以及有关配线而从母车输送来的。

二、车轴发电机式供电装置工作情况

我国铁路客车基本上是采用车轴发电机式供电。由于采用的发电机有直流发电机和交流发电机之分，所以，将该式供电装置的工作情况分别叙述如下：

（一）直流发电机供电装置工作情况

该装置采用L型直流发电机做电源，列车低速运行或停车时由蓄电池供电。由于供电装置各部设备取决于发电机型式，所以，它又称为L型供电装置。L型供电装置是解放后新造客车上大量采用的供电装置，它的工作电压为24伏。随着列车运行速度的提高，用电量的增加，这种供电装置已满足不了需要，已于1968年停止生产，而逐步被新的供电装置所取代。

L型供电装置结构原理如图1—1所示。

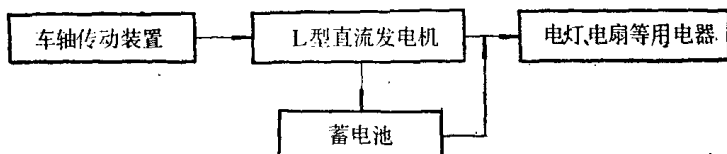


图 1-1 L型供电装置结构原理图

L型供电装置的工作情况示于图 1-2。当列车运行时，由固定在车轴上的皮带轮通过皮带带动发电机皮带轮转动，使发电机发电。发电机发出的电流由电机正极出来，经

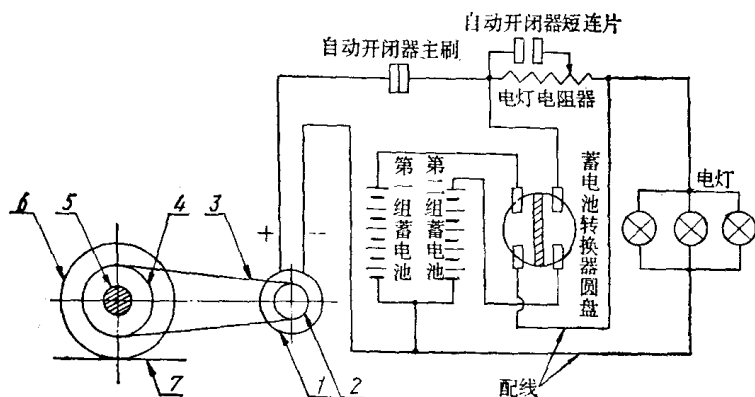


图 1-2 L型供电装置电原理图

1——发电机；2——发电机皮带轮；3——皮带；4——车轴皮带轮；5——车轴；6——车轮；7——钢轨。

自动开闭器主刷到电灯电阻器，再经电灯电阻器降压至灯泡的额定电压，供给灯泡及其它负载使用，而后电流由导线回到发电机的负极。此时，发电机还有部分电流通过另一路向第二组蓄电池充电。在发电机电压较高时，电流经电灯电阻还流向第一组蓄电池对其充电；在发电机电压较低时，第一组蓄电池就向电灯等负载进行供电。

当列车低速运行或停车时，发电机的端电压便下降。当其降到一定值时，自动开闭器主刷便自动断开，而自动开闭器的短连片则自动闭合。这样，由于自动开闭器主刷断开，发电机与蓄电池组、电灯等负载的联系也就切断了，从而防止蓄电池的电流倒流进入发电机。此时，电灯等负载的用电则由两组蓄电池同时供给。例如，第一组蓄电池的电流由蓄电池正极出来，经蓄电池转换器圆盘，流向电灯等负载，第二组蓄电池的电流也经蓄电池转换器圆盘、自动开闭器短连片，四分之一的电灯电阻器流向电灯等负载，然后上述两股电流经导线一起回到蓄电池组的负极。

为保持两组蓄电池的电压均衡，必须使它们轮流进行充电和放电。为此采用了蓄电池转换器。蓄电池转换器的作用是：每当列车起动一次使其转换圆盘顺时针转动90度，因而也就改变一次第一和第二两组蓄电池的外部电路。由图1—2可看出，第一次停车时，第一组蓄电池经转换器圆盘直接供电灯等负载用电；第二次停车时，转换器圆盘转了90度，使第二组蓄电池经转换器圆盘直接供电灯等负载用电。

（二）交流发电机供电装置工作情况

该装置采用三相交流感应子发电机做电源，列车低速运行或停车时仍由蓄电池供电。为向蓄电池充电和供直流用电，采用了由大功率的整流二极管组成的三相桥式整流器，利用它将发电机发出的三相交流电变换成直流电。该装置的工作电压是直流48伏，而整流器直流侧的电压为56~60伏。当用电器（如荧光灯）需用交流电时，还装设有把直流电变换成交流电的装置即逆变器。

上述供电装置常称为“新车电”或“交一直流供电装置”，以示区别于老的L型供电装置。

交流发电机供电装置是我国目前铁路客车电气装置的主

要型式，它的结构原理如图 1—3 所示。

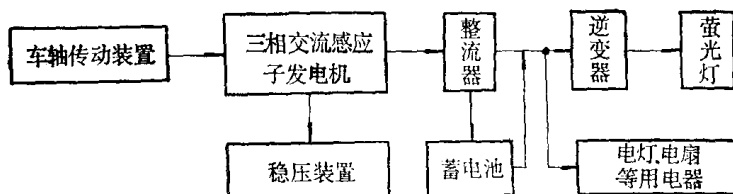


图 1—3 交流发电机供电装置结构原理图

交流发电机供电装置的工作情况示于图 1—4。

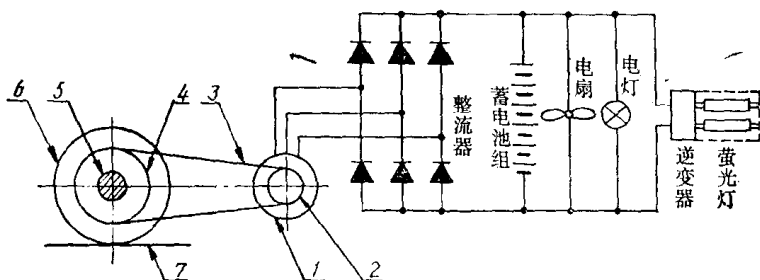


图 1—4 交流发电机供电装置电原理图

1——发电机；2——发电机皮带轮；3——皮带；4——车轴皮带轮；5——车轴；6——车轮；7——钢轨。

三、客车供电用电制

各种用电器根据其额定电压和使用交流电还是直流电，而采取不同的供电制。例如，民用供电制有220伏交流和110伏交流两种。过去由于用电量较少、列车送电距离短、线路损耗不大，低电压灯泡灯丝较粗、耐振和使用寿命较长，特别是低电压对工作比较安全，所以，铁路客车车轴发电机式供电装置一直采用直流24伏供电用电制。

近十几年来，随着列车速度的提高，列车用电量的增加和绝缘技术的发展，一般客车都提高了供电电压。目前，我

国铁路客车普遍采用直流48伏供电用电制。

对于集中式供电装置来说,为减少电能的损耗,缩小导线的截面积,降低有色金属消耗量,已把供电用电电压提高到交流110伏,甚至是交流220伏。

§ 2. 车电装置的组成

直流与交流发电机供电装置的组成基本上是相同的,其组成部分包括有电源、控制箱、配电设备、用电器和传动装置等。

如上所述,铁路客车上的电源设备为发电机与蓄电池。

直流发电机供电装置采用一台L型自并激磁的直流发电机,它发出30伏左右的电压。因列车运行方向不固定,为保持发电机输出电流的极性不变,发电机上装设有转极装置。目前还继续使用的L型发电机有LK₅、L₅、L₄等几种。

交流发电机供电装置采用一台KFT-1型三相交流感应子发电机(也有采用其它形式的发电机的),它可根据需要改变内部接线后,发出30伏或60伏左右(经整流后)的电压。

铁路客车采用TG型蓄电池。在24伏用电制中,由24个蓄电池分成两组,每组12个串联使用;在48伏用电制中,24个蓄电池全部串联使用。

在直流发电机供电装置中,为控制发电机与蓄电池、负载的通路,设置有发电机附属机具。附属机具由自动开闭器、蓄电池转换器、电灯电阻器等组成。它们共同置于附属机具箱内悬挂在车下靠近发电机处的底架上。L型直流发电机在工作中,利用平皮带打滑,使发电机的端电压限制在一定的数值之下。

交流发电机供电装置采用的控制箱,目前主要有可控硅式和磁放大器式两种,其主要作用是稳定电压和整流。控制

箱置于乘务员室内，便于监视和调整。

铁路客车上电气装置各部的连接线叫车体配线。车体配线又分车体内的上部配线及车底架上的下部配线两部分，其作用是把电源设备、控制设备及用电器连成一个完整的电路。

每辆客车的前后两端均设置有电力连接器，其作用是把列车中每节车厢的下部正负主线串联起来，使其形成一个完整的列车供电网路系统。

每辆客车乘务员室内均设置有配电盘，其上装有开关，用以控制用电器，以及控制本车厢与列车供电网路的连通或断开。

客车上的用电器有白炽灯、荧光灯、电扇、排风扇、电铃、电动机等。

传动装置的作用是借助列车运行中车轴的转动带动发电机转动而发电。

发电机悬挂在车体下部底架上时，一般采用平皮带传动装置。

发电机悬挂在转向架构架上时，一般采用三角皮带或齿轮万向轴传动装置。目前，使用三角皮带传动装置的较多。

§ 3. 车电装置发展概况

L 型直流供电装置是30年代的产品，由于其技术落后，输出功率小等缺点，已于1968年停止生产。尚在使用的L 型供电装置，正进行技术改造，以做到物尽其用。目前，在铁路客车上广泛使用的是交一直流供电装置，它是我国铁路工人、技术人员为改变车电装置的落后面貌而研制成功的。

交流发电机供电装置采用的5千瓦发电机，不但功率比L 型发电机大，而且其重量轻、耗铜少、构造简单、检修也

方便。

在蓄电池方面，正在改用容量大的 TG-450 和 TG-540 型铅蓄电池来代替目前使用的 TG-315 和 TG-350 型铅蓄电池。

L 型供电装置中的附属机具在工作中仅起到控制通路的作用，不能控制发电机的端电压。在交流发电机供电装置中，采用了与发电机配套的控制箱，它根据列车的速度、负载的变化，自动地保持发电机端电压稳定。最早使用的可控硅式控制箱有 KP-1N 和 KP-2 型，目前客车上大量使用的是 KP-2A 和 KP-2 型。最早使用的磁放大器式控制箱有 KFTZ-1 和 KFTZ-2 型，目前客车上大量使用的是 KFTZ-4 和 KFTZ-2 型。

荧光灯用的逆变器按其供电范围可分为：向全车厢荧光灯供电的集中式逆变器和向一个灯具中荧光灯供电的单灯式逆变器（即变换器）两种。目前客车上用得较多的是 GNB3 和 GNB3-1.0A 型集中式逆变器和 BY-1 型单灯逆变器。

列车集中式供电装置对具有空气调节装置和电热取暖的成组客车来说是最合适的。随着人民生活水平的不断提高，可以预见装有集中式供电装置的客车将会越来越多。

复 习 题

- 一、说明我国客车主要采用哪种供电方式？
- 二、说明车轴发电机式供电装置的工作情况？
- 三、简述车电装置的组成及各部的主要作用？
- 四、简述车电装置的发展情况？

第二章 客车用铅蓄电池

在车电装置中，蓄电池是旅客列车低速运行或停站时车上用电器的电源。这种电源使用的数量很多，制造、检修成本高，寿命又短。因此，我们学习蓄电池的构造、原理，掌握它的特性，力争做到正确地使用和维护，这对延长蓄电池的寿命，保证列车正常供电，降低客车检修成本等，均具有重要的意义。

蓄电池是一种化学电源，它可把电能转变为化学能储存起来。使用时，再把化学能转变为电能放出去。前一过程叫做蓄电池的充电，后一过程叫做蓄电池的放电，因为充、放电是可逆的，所以，蓄电池又叫做二次电池。

蓄电池的基本结构是由正、负极板，电解液和电池槽等组成。根据极板所用材料和电解液性质的不同，蓄电池一般可分为酸性（铅）蓄电池和碱性（铁镍或镉镍）蓄电池两种。在我国铁路客车上全部采用了酸性（铅）蓄电池。目前使用最多的是TG-315型（T—表示铁路用，G—表示本型电池采用管式正极板，315—表示额定容量，单位是安时）。

TG-315型蓄电池由于采用了管式正极板，又俗称为管式蓄电池。它与旧型的涂粉式蓄电池相比，具有容量大、重量轻、寿命长、维修工作量小等优点。TG-315型蓄电池和极板片数相同的T₂₁型涂粉式蓄电池的具体比较见表2—1。

本章以管型蓄电池为例，介绍铅蓄电池的构造、工作原理、性能参数、检修方法及常见故障分析。

TG-315型和 T₂₁ 型蓄电池比较表 表 2—1

项 目 型 别	容 量	重 量	寿 命	其 它
TG-315	315安时	38公斤	充、放电450次以上	极板作用物质不易脱落，维修工作量小。
T ₂₁	240安时	56公斤	充、放电350次以上	极板作用物质易脱落，维修工作量大。

§ 1. TG型蓄电池的构造

TG型蓄电池的结构见图2—1。它是在胶槽中装入正负极板群和稀硫酸溶液，正负极板间插有隔离板，胶槽上有

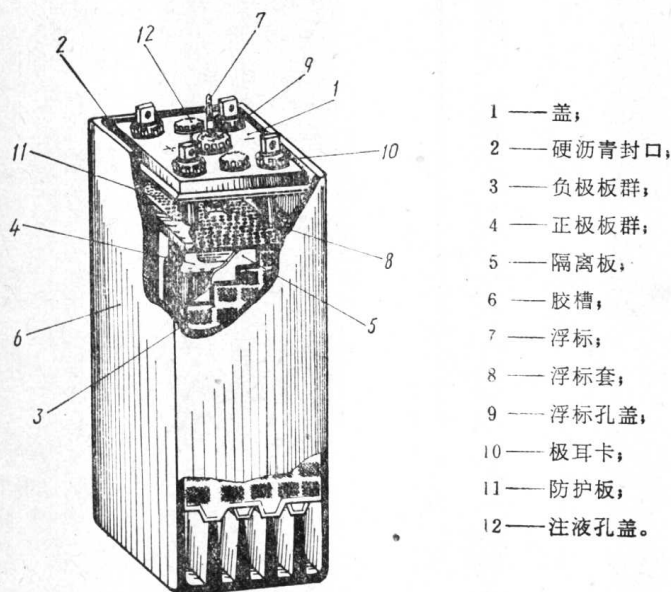


图 2—1 TG型蓄电池的结构

盖，盖上露出有极耳，用极耳卡紧固着。盖中央有浮标、浮标套和浮标孔盖。电槽盖与胶槽间用沥青封固，为防止蓄电池在列车振动时溢出电解液，液面上还放置一块防护板。

现将 TG-315型蓄电池各主要组成部分的构造作用分述

如下。

一、正极板群

为了提高蓄电池的容量，获得较大的放电电流，蓄电池的极板均以多片组成，且将正负极板片相互间插，同性极板连接成群，称为极板群。

TG-315 型蓄电池的正极板群见图 2—2 所示，是由 10 片正极板组成的。

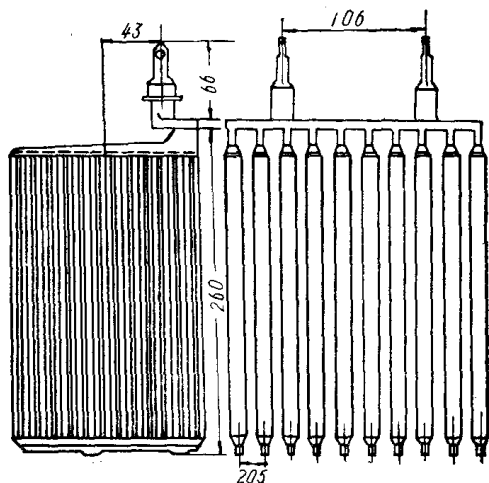


图 2—2 TG型蓄电池正极板群

每片正极板的结构见图 2—3。它的制作工艺是先用含锑 5~10% 的铅锑合金铸成 12 根上部连在一起且间隔均匀的板栅铅芯(简称正板栅)，形状见图 2—4 a 所示。再将用玻璃纤维编织的套管(见图 2—4 b)，套在板栅铅芯上，而后将套好管子的板栅送到灌粉机上，放在专用的夹具内，上面插上漏斗，加上适量的铅粉，开动灌粉机，震动填实。灌粉后的极板逐片放在封口模具内用铅锑合金浇铸封底。

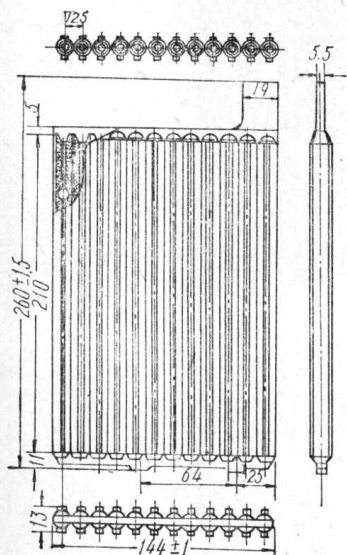


图 2—3 TG型蓄电池
的正极板片

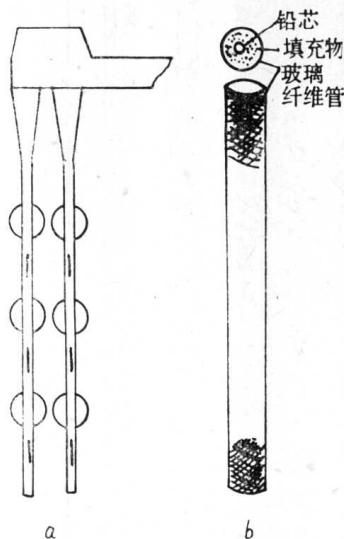


图 2—4 正板栅铅芯及
玻璃纤维套管

管型正极板填充物的配方可参照表 2—2。

二、负极板群

TG型蓄电池的负极板群如图 2—5 所示，是由 11 片负极板组成的。

TG 型蓄电池的负极板属于涂膏式极板。它是先用含锑量不大于 12% 的铅锑合金铸成栅格状的基板，然后每次取一片基板平放在玻璃板或塑料板上，用推刀将铅膏堆放在基板的栅格上，使刀向前推动，直至涂满，而后用刮刀刮平。再将基板翻过来，也用推刀将铅膏推满刮平。涂膏后的极板俗称为生板，涂膏后的生板需放入轧片机内滚压，然后拿出检查，将

管型正极片填充物配方

表 2—2

材 料 名 称	重 量
灰 丹 粉	50 公斤
活 性 炭	0.5 公斤
硫 酸 镁	1 公斤