

TIELU KECHE
GONGDIAN
SHEBEI

铁路客车

供电设备

人民铁道出版社

铁路客车供电设备

兰州铁道学院编写组编

人民铁道出版社

1978年·北京

内 容 提 要

本书介绍铁路客车供电设备基本知识；铁路客车用 KJF-3 型发电机；KP-2 A 型、KFTZ-4 型及三极管式控制箱；GNB 3-1.0 A 型及 BY-1 型逆变器的结构、安装、工作原理和检修；客车车体配线和导线截面选择及电子仪器的使用方法。

本书可作为铁路车辆段车电工人学习之用，也可供有关技术人员和大专院校铁道车辆专业师生教学参考。

铁路客车供电设备

兰州铁道学院编写组编

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 1/32 印张：10.375 插页：8 字数：221 千

1978 年 3 月第 1 版 1978 年 3 月第 1 次印刷

统一书号：15043.5067 定价：0.82 元

出版说明

在铁路客车上采用“三相交流感应子发电机”及“轴端三角皮带传动装置”，代替旧的 LK₅ 型发电机是一项重要的技术革新。它不仅满足了旅客列车日益增长的供电量的要求，而且具有提高电压、直流变交流、体积小、容量大、坚固耐用、维修方便等优越的经济技术效果。

由于一九六八年停止了旧的 LK₅ 型发电机的生产，在新造客车上大量采用“五千瓦三相交流感应子发电机”，各铁路局基层使用和维修部门迫切需要编写出版该型供电装置的原理、构造及维修保养知识，以便掌握其技术性能。为此一九七三年编写出版了《铁路客车交一直流供电装置》一书。

随着我国铁路运输事业的发展，铁路客车的供电装置又有了新的发展，四方车辆研究所研制了“三千瓦三相交流感应子发电机”，有些单位研制成功了单灯或集中式的“逆变器”，有的对 KP-2 型控制箱进行了改进。在使用维修方面很多单位采用各种电子仪表测定、检验、查找故障，使铁路客车的供电设备水平又提高了一步。

为了进一步普及各铁路局基层职工客车供电技术知识，铁道部机车车辆局委托兰州铁道学院举办了几期铁路客车供电设备训练班。本书是在训练班讲义的基础上充实、修改而编写成的。但考虑到一九七三年已出版了《铁路客车交一直流供电装置》一书，为避免重复，对该书已介绍过的内容本书不再重复。

本书重点介绍，铁路客车供电设备基本知识；KJF-3型(三千瓦)发电机；KP-2A型、KFTZ-4型及三极管式控制箱；GNB3-1.0A型及BY-1型逆变器的构造、原理、安装、检修；客车车体配线和导线截面选择及电子仪表测试、检验等。

本书在编写过程中得到了四方车辆研究所、天津机车车辆机械工厂、北京低压电器厂、西安信号工厂、浦镇车辆工厂、兰州、西安车辆段等的大力支持和提供宝贵资料，深致感谢。由于铁路客车供电设备发展很快，编写组人员深感理论水平不足，实践经验也不足，一定会有错误之处，请批评指正。

一九七七年四月

目 录

第一章 铁路客车供电设备基本知识	1
第一节 铁路客车供电方式	1
第二节 供电装置组成	5
第三节 客车供电装置的发展概况	8
第二章 KJF-3 型发电机	18
第一节 结构	18
第二节 技术参数与特性	23
第三章 KP-2A 型可控硅式控制箱	27
第一节 特性、结构与安装	28
第二节 整流作用	39
第三节 稳压作用	41
第四节 限流充电作用	51
第五节 起激与过压保护回路	54
第六节 调整与运用	58
第七节 常见故障及检修	60
第四章 KFTZ-4 型磁放大器式控制箱	72
第一节 特性、结构与安装	72
第二节 整流作用	84
第三节 稳压作用	85
第四节 限流充电作用	93
第五节 起激与过压保护回路	95
第六节 调整与运用	98

第七节	常见故障及检修	101
第五章	三极管式控制箱	110
第一节	特性、结构与安装	110
第二节	工作原理	113
第三节	调整与检修	116
第六章	GNB3-1.0 A 型集中式可控硅逆变器	119
第一节	逆变器的用途	119
第二节	主回路	123
第三节	直流稳压电源	131
第四节	自激多谐振荡器及脉冲功率放大器	135
第五节	组装与调试	143
第六节	常见故障处理及简易检修法	153
第七章	BY-1 型单灯逆变器	162
第一节	主要技术指标及工作原理	162
第二节	结构、调整与应用	172
第三节	BY-1 的改进	177
第四节	常见故障与检修	181
第八章	车体配线	185
第一节	客车车体配线常用电工图形符号及标记	185
第二节	各型客车的车体配线结构	188
第三节	导线截面的选择	208
第九章	电子仪器的使用	229
第一节	万用表	229
第二节	SBE-20 型二踪示波器	235
第三节	SBT-5 型同步示波器	243
第四节	WQJ-0.5 型万能电桥	251
第五节	PB-2 型数字式频率计	258
第六节	GB-9 B 型真空管电压表	266

第七节 JT-1 型晶体管特性图示器	269
第八节 JT-3 型大功率晶体管特性图示器	297
附录一：半导体器件型号命名方法	305
附录二：电阻器、电容器型号命名方法	308
附录三：电阻器额定功率系列	312
附录四：电阻器标称阻值系列	313
附录五：电位器标称阻值系列	314
附录六：电位器常用轴端形式和阻值变化曲线	315
附录七：电位器额定功率系列	316
附录八：固定式电容器工作电压系列	317
附录九：固定式电容器标称容量系列	318
附录十：继电器产品的型号命名标志方法	320

第一章 铁路客车供电设备基本知识

第一节 铁路客车供电方式

一、我国铁路客车供电装置的供电方式

铁路客车供电装置简称“车电”，是由安装在客车上的各种电源、用电器具，及将它们连接成一个网路的车体配线组成的。

目前，铁路客车供电装置采用的供电方式，有车轴发电机式供电和集中式供电两种。

集中式供电是：在一节车厢内安装有柴油发电机组，由发电机发出的电能通过电气连结线将各车厢联成电气网路，向各车厢供电。这种供电方式需要一节车厢专门安装供电设备，列车车厢的有效利用率较低，且独立性较差，不利于战备。因此，这种供电方式只适用于用电量较大的客车，如带有空调装置，电热采暖装置的客车等。由于这种供电方式的列车还不多，且处于试验性阶段，故不作介绍。

车轴发电机式供电的结构特点是：在客车上安装一套独立的供电设备。一般将供电设备的电源，即发电机吊挂在客车的车底架下，或转向架的构架上。当客车运行时，利用车轴的转动，通过皮带(或齿轮)传动，变为发电机轴的转动，发出的电能通过车体配线向车内供电。并不断向蓄电池充电；当列车速度低或停车时，则由蓄电池通过车体配线向车内各用电器具供电。安装有发电机及蓄电池的车厢称为“母车”，未安装的称“子车”。一列车中母车与子车的比例为1:1左右。

二、车轴发电机式供电装置的供电原理

车轴发电机式供电装置是利用车轴转动带动发电机而发电的，但铁路客车的特点是有行有停，为了保证列车运行时和停车时都能正常供电，客车上必须备用两套电源系统，即发电机和蓄电池并联做电源的方式来供电。停车或低速时，由蓄电池供电；行车时由发电机供电并向蓄电池充电。

车轴发电机供电方式，根据采用的发电机与用电器具的电流不同，又分为以下三种型式：

(一) 直-直流供电装置：这种装置的发电机和用电器具都是直流的，采用 L 型发电机做电源，由于 L 型发电机容量小并且构造复杂，笨重，检修工作量大，已不适应当前客车上大量用电的要求，但目前旧型客车上仍在继续运用，这种直-直流供电装置结构原理如下：

图 1-1 及图 1-2 为直-直流供电装置的方框图及电原理图。

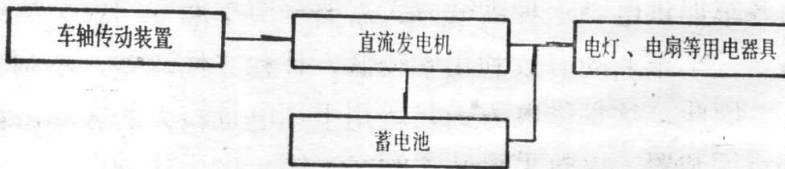


图 1-1 直-直流供电装置方框图

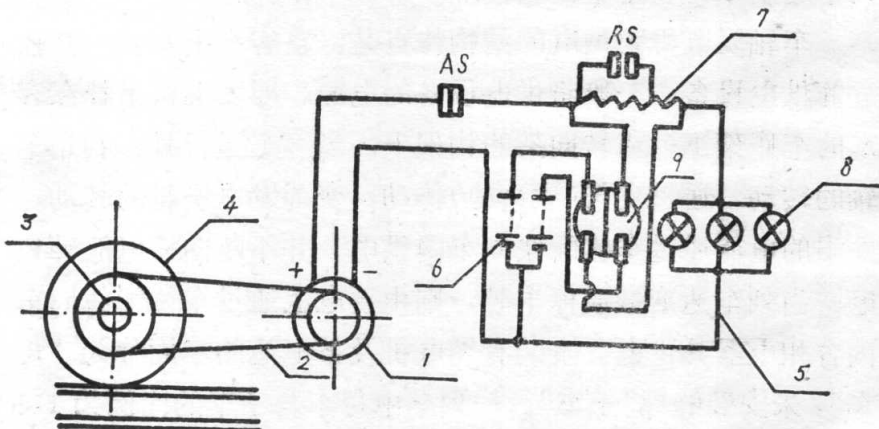


图 1-2 直-直流供电装置的电原理图

- 1—发电机；2—传动装置；3—车轴；4—车轮；5—车体配线；
- 6—蓄电池；7—电阻器；8—用电器具；9—蓄电池转换器。

由图 1-1, 图 1-2 可看出, 当车轮转动时, 安装在车轴上的皮带轮, 通过皮带, 带动发电机皮带轮转动。直流发电机发出的直流电流由正极(即“+”)出来, 经过导线, 及附属装置机具中自动开闭器的 AS 触头, 到电灯电阻器, 由其降为额定电压, 再供给灯泡或其它负载用电, 然后由导线回到直流发电机的负极。当停车或车速低时, 附属机具的自动开闭器 AS 触头自动打开(或称断开), RS 触头自动合拢(或称闭合), 这时发电机不再输出功率, 电灯用电就由蓄电池来供给。在直-直流供电装置中, 采用了两组(或称复式)蓄电池。在列车运行中, 一组蓄电池接受发电机充电, 另一组蓄电池则根据灯压的变化来调整发电机流经电灯电阻器的电流, 达到稳定灯压的目的。为使两组蓄电池的充放电得到近似均衡, 在两组蓄电池的正极电路上设有蓄电池转换器。当停车供电时, 两组蓄电池都经过蓄电池转换器上的电路向负载供电。方才运行时调整灯压的蓄电池组, 可以直接向负载供电; 另一组接受充电的蓄电池组, 由于充电后的浮动电压高(约 2.1 伏)且不利于大电流立即放电, 故经过 RS 短连片及四分之一电灯电阻器, 间接地向负载供电。为了防止列车减速后, 发电机端电压低于蓄电池组电压时造成电流倒流, 自动开闭器的 AS 触头必须即时打开。

(二) 交-直流供电装置: 这种装置是采用三相交流感应子发电机做电源, 由它产生的交流电, 通过主整流器把交流电变成直流电, 向列车上的各种直流负载供电, 并向蓄电池充电; 停车或低速时仍由蓄电池供电。

(三) 交-交流供电装置: 这种装置仍然采用三相交流感应子发电机做电源, 由它产生的交流电, 通过主整流器把交流电变成直流电后, 一部分再经过逆变器把直流电变成交流电, 向列车上交流用电器具(指日光灯)供电。除日光灯外,

其它负载仍用直流电，所以另一部分直流电不用逆变。

本书着重介绍(二)、(三)两种供电装置。

图 1-3 及图 1-4 为交-交流供电装置的方框图及电原理图。



图 1-3 交-交流供电装置的方框图

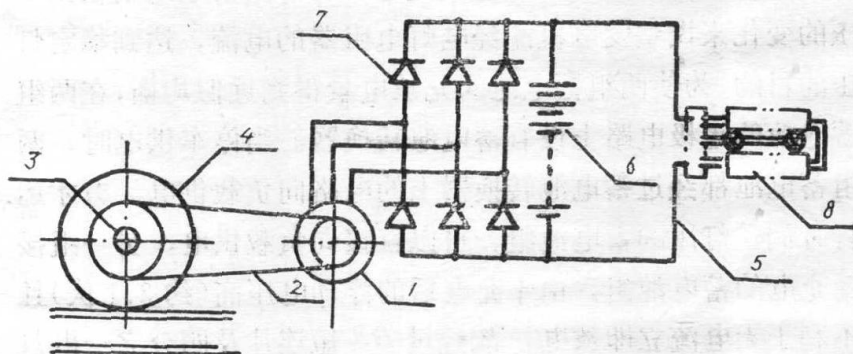


图 1-4 交-交流供电装置的电原理图

- 1—发电机；2—传动装置；3—车轴；4—车轮；5—车体配线；
- 6—蓄电池；7—整流器；8—带变换器的荧光灯

由图 1-3 及图 1-4 可看出：交-交流供电系统，其传动装置仍利用车轴转动作动力，但由于发电机是交流的，而车上部分用电器具是直流的，所以经过整流器将交流电整成直流电再供给车上负载用电。在停车或列车速度低时发电机不发电或电压低，车上负载用电则由蓄电池供给。六只二极管组成的三相桥式整流器可防止蓄电池电流向发电机倒流。

为了减少车电装置电源的负载、提高车内照度，一部分客车已将原白炽灯改为荧光灯照明。但荧光灯需用交流电，因

此采用逆变器（或称变换器）将直流电再变为交流电，供荧光灯负载用电。

第二节 供电装置组成

由图 1-2 及图 1-4 可看出两种供电系统的结构，既有相同点，又有不同点，为便于区别现分述如下：

一、直-直流供电系统和交-交流供电系统，都是由以下几个部分组成的：

（一）电源设备；

客车上用的电源有发电机和蓄电池两种，发电机变机械能为电能，蓄电池使化学能与电能互相转换。电源在其两端接有用电器具时，它可以维持其两端电压为一定值，当电源两端什么都不接（即所谓空载）时，它还可以维持两电极间有一定的电压。例如客车上用的 TG315 铅蓄电池，每个电池两极间的电压约为 2 伏左右，客车直流发电机 LK₅ 两端间的额定电压约为 30 伏左右。

在电源内部电流是从负极往正极流，即从低电位向高电位流。但在用电设备中，则电流是从高电位往低电位流。见图 1-5。

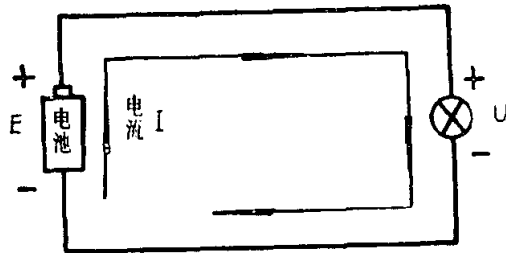


图 1-5 电流在电源和用电设备中的流向

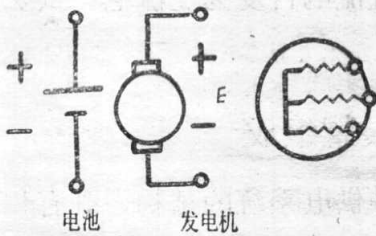


图 1-6 电源的表示符号

电源可用图 1-6 的符号表示。

电源可以串起来供电，也可以并起来供电，例如客车上用的 TG 315 铅蓄电池，在 24 伏用电制时，就是用 12 个蓄电池串成一组，然后再用同样的

的两组并起来供电；在 48 伏用电制时，是用 24 个蓄电池串起来供电。又如客车编组后，整个车列的发电机就是并联运用的。在电源串、并联应用时，各电源的性能应尽可能相同。

客车上电源的串、并联可见车体配线一章。

(二) 用电器具；

各种用电器统称为负载。

客车上的负载有各种灯具如日光灯、白炽灯等，按其用途又可分为终夜灯（指客车车厢内整夜都不能熄灭的那一部分电灯），半夜灯（指前半夜不能熄灭的那一部分电灯），地灯（又称睡眠灯，指硬卧车厢内照亮走廊的那一部分电灯）等……。电扇、排风扇、电铃，电动机，检修控制箱用的电烙铁等。

(三) 导线

导线的作用是将电源和各种用电器具连成一个完整的网路，客车的车体配线必须根据用电设备进行布局配线，以保证电流的通过，这将在第二章中详述。

(四) 辅助设备；

为了保证正常用电和安全用电，常在电路内装有开关（用以断开或接通电路），电表（起测量和监视作用），及保护设备（如熔断器）等。直-直流供电系统中的附属机具箱以及交-交流供电系统中的控制箱等均属辅助设备。

(五) 传动装置；

传动装置的作用是把车轴的转动变为发电机轴的转动，车电的传动装置均装在客车的走行部分。现在我国客车车电传动装置有以下几种形式，一种为平皮带传动装置；一种为三角皮带传动装置；一种为万向联轴节式传动装置。在交-直流及交-交流供电系统中三角皮带传动装置最多。

二、直-直流供电系统和交-交流及交-直流供电系统之间的不同点概括起来，有下面几点：

(一) 交-交流及交-直流供电系统比直-直流供电系统多一套整流器，这是因为前两者用的是交流感应子发电机。为了向车上直流负载供电及向蓄电池充电，所以采用六只大功率的二极管组成三相桥式整流器将交流电变成直流电，整流器箱悬挂在客车车底架下，以利用列车运行时的对流空气进行冷却。

(二) 交-交流及交-直流供电系统比原以 L 型发电机为主体的直-直流供电系统多一套稳压装置。这是因为直流发电机供电系统采用平皮带传动，在传动过程中，当列车运行到一定速度时可利用平皮带的打滑，使发电机的转速和功率、电流恒定。但交-交流及交-直流供电系统采用三角皮带或万向联轴节传动装置(也有采用平皮带传动的)，这两种传动装置会使发电机的端电压随车速增高而增高。发电机端电压升高，即发电机的输出电能增加，如果太高，则不但使蓄电池过充电，同时由于电压超过用电器具的额定电压，对用电器具也有损害，对发电机本身也不利，轻则造成发电机过热，重则使发电机烧损。为了使交流感应子发电机端电压在任何行车速度下保持恒定，因此在交-交流及交-直流供电系统中设置了稳压装置。客车上的稳压装置有两种，一种为磁放大器式的稳压装置；一种为可控硅式的稳压装置，稳压装置又称控制箱，它悬挂在客车的乘务员室内，以供车电乘务员监视调整。

(三) 交-交流及交-直流供电系统, 采用单式蓄电池组, 即串联 24 个蓄电池为一组。而直-直流供电系统, 采用复式蓄电池组, 即串联 12 个蓄电池为一组, 共两组并联, 交替充放电。

交-交流及交-直流供电系统, 采用单式蓄电池组的原因是: 因为这种供电系统的用电制多为 48 伏, 如果再采用复式蓄电池组势必使整个车电装置的重量增加, 价格增加, 除此而外的另一个重要原因是由于交流感应子发电机容量较直流发电机大, 故在行车时除保证负载用电外, 还有能力向蓄电池充电, 故用电制为 48 伏时采用单式蓄电池组 (如果交-交流及交-直流供电装置用电制为 24 伏, 则仍采用复式蓄电池组)。而原有的直-直流供电系统采用复式蓄电池组, 是因为原直流车轴发电机容量小, 没有稳压设备, 行车中全靠一组蓄电池来稳定电压, 所以采用复式蓄电池组, 使两组蓄电池交替充放电。

(四) 交-交流供电系统由于要向车上荧光灯供给交流电, 所以比直-直流供电系统和交-直流供电系统多一套逆变器。客车上用的逆变器有集中式和单灯式两种。集中式逆变器悬挂在乘务员室内, 将直流电逆变成交流电后, 可供全车厢荧光灯用电。单灯式逆变器安装在每一灯具处, 由其逆变成的交流电仅供该灯具用电。

第三节 客车供电装置的发展概况

客车 L 型供电装置是三十年代的产品, 由于它存在着体积笨重, 技术落后, 用铜量大以及输出功率小等缺点, 目前已停止生产。在无产阶级文化大革命的推动下, 我国广大铁路职工发扬了敢想, 敢干的革命精神研制成功了交-直流供电装置, 并已在全路广泛使用, 而且正在向交-交流供电

装置过渡。下面概述交-直流和交-交流供电装置的发展情况如下：

一、用电制的发展概况；

我国客车车电装置的用电制（是指各种用电器具的额定电压），在1968年前为24伏。但发电机的电压要高于这个值，因发电机不但要向用电器具供给电能，而且还要向蓄电池充电，高出的电压值是为了满足蓄电池完全充电。例如L型供电装置，其用电制为24伏，而发电机的端电压却为30伏，发电机端电压高出用电制的数值是要满足蓄电池完全充电（一般防止过充每个电池电压以2.5伏为宜，24伏用电制时，蓄电池12个串成一组，故这时发电机端电压为 $12 \times 2.5 = 30$ 伏）。

过去在客车上采用24伏低电压的原因是：除了车辆本身送电距离短用电量小，没有必要使用高压电而外，还因低电压的安全性大。随着我国铁路客车不断现代化，客车的用电量越来越大的情况下，L型直流发电机中容量最大的3千瓦LK₅型发电机已不能满足供电需要。为了改变客车电气装置落后面貌，我国铁路工人、技术人员研制成功了新型交流感应子发电机，同时将原24伏用电制提高为48伏用电制，其理由是：

（一）新型交流感应子发电机容量为5千瓦（或7千瓦）如仍采用24伏用电制时，则电流过大。

因 $P = IU$ $I = \frac{P}{U}$

式中 P ——功率 瓦(W)

U ——电压 伏(V)

I ——电流 安(A)

对于3千瓦L型直流发电机，则