

铁路客车

交一直流供电装置

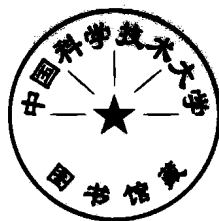
铁路客车交一直流供电装置编写组



人民交通出版社

铁 路 客 车 交一直流供电装置

铁路客车交一直流供电装置编写组



人 民 交 通 出 版 社

1973年·北京

内 容 提 要

本书系统地介绍了我国铁路客车交一直流供电装置。内容包括感应子发电机、磁放大器式和可控硅式控制箱以及齿轮万向轴和轴端三角皮带传动装置的结构原理、安装调试、故障分析及处理等。为了适应当前普及的需要还编入了电磁和电路元件等方面的电工基础知识，在附录中汇编了电子示波器的使用方法，以及与这种供电装置有关的半导体器件的型号和参数。

本书可供具有初中以上文化水平的铁路车电工人和技术人员自学参考用。

铁 路 客 车

交一直流供电装置

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷一厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：11 $\frac{1}{4}$ 插页7 字数：215千

1973年10月 第1版

1973年10月 第1版 第1次印刷

印数：0001—12,000册 定价：(科一)0.79元

毛主席语录

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

前 言

我国铁路客车的供电装置，过去在技术上是比較落后的。旧中国三、四十年间几乎没有什么改进。解放后，党和政府十分重视铁路客车供电装置的革新工作。1952年召开了专门会议，不少工厂开始生产L型供电装置。1958年广大现场工人和技术人员遵照毛主席“自力更生”、“艰苦奋斗”的教导，开始了新型供电装置的研制工作。特别是在无产阶级文化大革命运动期间，新型供电装置的研制工作有了迅速的发展。1968年停止了L型供电装置的生产，国内新造客车逐步推广采用新型供电装置。据不完全统计，截止1972年6月已有数百套新型供电装置先后投入运用。这都说明，在毛主席革命路线指引下，我国铁路客车供电装置的改革已经取得了不少成果。

客车新型供电装置，采用了三相交流感应子发电机、齿轮万向轴或轴端三角皮带传动装置、磁放大器式或可控硅式控制箱。发电机由车轴经传动装置驱动发电，输出的三相变频交流电经控制箱变成稳压的直流电，供车厢内用电和车下蓄电池组充电；停车时，车内电器设备由蓄电池供电。我们把这样一套供电设备称为“铁路客车交一直流供电装置”。

过去L型供电装置为24伏供电系统；新型的交一直流供电装置可以24伏①、48伏②两用，这为我国铁路客车供电系

注：① 铁路客车24伏供电系统是指蓄电池供电时其额定端电压为24伏；发电机供电时，直流侧端电压为28~30伏的供电系统。

② 铁路客车48伏供电系统是指蓄电池供电时其额定端电压为48伏；发电机供电时，直流侧端电压为56~60伏的供电系统。

统由24伏向48伏过渡提供了有利条件。

在总结现场实践经验的基础上，我们编写了这本书，系统介绍铁路客车交一直流供电装置的结构、原理和特点，供广大铁路车电工人、技术人员阅读，以便进一步了解和掌握这种供电装置，并不断予以改进，使它能更好地为我国社会主义铁路运输事业服务。

本书的编写小组是由华东、西南、北方交通大学，大连、长沙、兰州铁道学院以及四方车辆研究所组成的。在编写过程中交通部所属各铁路局和有关工厂曾给予大力支持并提供了丰富的资料，特别是北京低压电器厂和交通部天津机车车辆配件工厂还积极帮助审查、修改，我们表示深切的感谢。

由于我们实践知识缺乏，理论水平有限，编写时间仓促，书中一定有不少错误之处，欢迎读者批评指正。

目 录

第一章 感应子发电机	1
第一节 电磁	1
一、磁铁和磁场	1
二、通电导体周围的磁场——右手螺旋定则	3
三、磁通量 Φ 和磁通密度 B	5
四、铁磁物质和磁路	6
五、右手定则	9
第二节 交流电	11
一、直流电和交流电	11
二、正弦函数曲线	12
三、正弦交流电	19
四、三相交流电	29
第三节 感应子发电机的构造和特点	32
一、感应子发电机的构造	32
二、感应子发电机的特点	38
三、KFT-1型感应子发电机的主要技术数据	39
第四节 感应子发电机的工作原理	40
一、KFT-1型感应子发电机的绕组布置	40
二、感应子发电机的工作原理	42
三、KFT-1型感应子发电机的接线图	50
第五节 感应子发电机的定、转子参数与感应 电势及绕组布置的关系	54
一、感应子发电机的频率	54
二、感应子发电机的电势计算	54
三、转子技术参数对发电机感应电势的影响	56
四、转子齿数与电枢绕组布置的关系	61

五、定子上激磁线圈的布置与电枢绕组的关系	65
第六节 KFT-1 型感应子发电机的工作特性及 调压要求	67
一、发电机工作时影响电压变化的因素	67
二、KFT-1型感应子发电机的空、负载特性曲线	68
三、KFT-1型感应子发电机的外特性曲线	69
四、KFT-1型感应子发电机对调压的要求	69
第七节 感应子发电机的使用维护及检修、试验 ..	71
第八节 KJF-3 型感应子发电机	73
一、KJF-3型感应子发电机 的主要技术数据	74
二、KJF-3型感应子发电机的绕组布置情况	74
三、KJF-3型感应子发电机的绕组接线图	76
第二章 电路元件	79
第一节 电阻	79
一、电阻的基本参数和类型	79
二、电阻的串联和并联	81
三、电阻的限流作用和分压作用	85
第二节 电容	87
一、电容元件的基本参数和类型	88
二、电容的充电和放电	90
三、电容在交流电路中的工作情况	92
四、电容的串联和并联	94
第三节 电磁感应及电感	96
一、电磁感应现象	96
二、自感电势和电感	97
三、电感抵抗电流变化的作用	99
四、电感在交流电路中的工作情况	100
第四节 半导体二极管	102
一、半导体概念	102

二、P-n 结	102
三、半导体二极管的结构	105
四、半导体二极管的特性及主要参数	106
五、半导体二极管的型号及简易测量	109
第五节 整流电路	110
一、单相半波电阻负载整流电路	110
二、单相桥式电阻负载整流电路	113
三、三相桥式电阻负载整流电路	116
四、滤波器	119
第六节 稳压管及其应用	124
一、稳压管的伏安特性	124
二、稳压管的主要额定数值	127
三、使用稳压管时应注意的事项	128
四、稳压管的应用	129
第七节 半导体三极管及其应用	132
一、半导体三极管的结构和符号	132
二、半导体三极管的工作状态	133
三、半导体三极管的偏置电路	136
四、半导体三极管的主要参数和使用定额	138
五、半导体三极管的简易测量	141
第八节 可控硅整流元件	145
一、可控硅元件的结构和符号	145
二、可控硅的工作情况	146
三、可控硅的伏安特性及其主要参数	151
四、可控硅的选择和保护	153
五、可控硅的命名和简易测量	156
第三章 可控硅式控制箱	158
第一节 概述	158
第二节 主整流回路	162
第三节 激磁回路	163

一、24伏运用时的激磁电压	163
二、48伏运用时的激磁电压	166
三、可控硅 SCR ₁ 的作用	168
四、续流二极管的作用	169
第四节 测量与触发回路	170
一、24伏运用时的测量回路	170
二、48伏运用时的测量回路	174
三、触发器回路	175
四、测量与触发回路的稳压作用	178
第五节 起激回路	182
第六节 过压保护回路	182
第七节 KP-2型控制箱的工作原理小结	184
第八节 KP-2型控制箱的结构与安装	185
第九节 KP-2型控制箱的调整与运用	194
第十节 KP-2型控制箱常见故障分析	197
第四章 磁放大器式控制箱	204
第一节 磁放大器	204
一、铁磁材料的磁化曲线	204
二、磁放大器的基本工作原理	205
三、自饱和磁放大器	210
四、磁继电器	214
第二节 磁放大器式控制箱的概述	216
一、磁放大器式控制箱的用途	216
二、磁放大器式控制箱的原理简述	217
第三节 主整流回路	221
第四节 自动激磁调节器	223
一、测量机构	223
二、调节机构	230
三、过压保护环节	241

四、限流充电装置	242
五、起激回路	248
六、磁放大器式控制箱的工作过程	250
第五节 磁放大器式控制箱的结构与安装	252
一、KFTZ-2型磁放大器式控制箱	252
二、KFTZ-3型磁放大器式控制箱	260
第六节 磁放大器式控制箱的调整	261
一、一般检查	263
二、两种不同供电制时元件的调整	263
三、直流输出电压的整定	265
四、蓄电池限流充电值的整定	268
五、过压保护值整定	269
第七节 磁放大器式控制箱的使用及常见故障分析	270
一、磁放大器式控制箱的使用	270
二、磁放大器式控制箱常见故障分析	271
第五章 齿轮万向轴传动装置	277
第一节 齿轮万向轴传动装置的构造及特点	277
一、万向轴	279
二、齿轮箱	285
第二节 万向轴的安装和运用	293
一、万向轴倾斜角及其变化	293
二、万向轴弯曲对其寿命的影响	298
三、万向轴的运用和保养	299
第三节 齿轮箱的安装和运用	300
第六章 轴端三角皮带传动装置	303
第一节 概述	303
第二节 轴端三角皮带传动装置的结构	305
一、发电机安装	305

二、皮带拉紧装置	307
三、轴端结构组成	309
第三节 影响皮带传动能力与使用寿命的因素	314
一、初拉力	314
二、小皮带轮的直径	315
三、皮带在皮带轮上的包角与中心距	315
第四节 皮带拉紧力(初拉力)的调整	316
一、拉紧力的确定	316
二、弹簧压缩量的计算	320
第五节 安装与运用	323
第六节 常见故障与检修	327
附录 普通电子示波器的使用方法	328
附表 1 电阻的类别和符号标志	337
附表 2 电容的类别和符号标志	337
附表 3 半导体器件的命名方法	338
附表 4 常用半导体二极管的主要参数	338
附表 5 常用半导体稳压管的主要参数	339
附表 6 常用半导体三极管的主要参数	340
附表 7 常用硅整流元件电气性能	342
附表 8 可控硅元件的电气性能	343
附表 9 常用硅元件散热等参数	344

第一章 感应子发电机

在新型客车交一直流供电装置中，使用的发电机是感应子交流发电机。这种发电机的结构和工作原理与L型直流发电机有所不同。为说明这种发电机的工作原理，我们首先叙述一下有关电磁和交流电的基础知识。

第一节 电 磁

一、磁铁和磁场

磁铁有天然磁铁和人造磁铁两类。天然磁铁是一种铁矿石，它是铁的氧化物，又叫做磁铁矿。目前天然磁铁很少采用。我们常见的条形磁铁或马蹄形磁铁都是用铁和铬、钴、镍等合金制成的，这种合金经过人工磁化之后，能保留相当强的磁性，而且磁性能保持很久，所以，它又叫做永久磁铁。永久磁铁用在某些小型电机以及扬声器和电工仪表上。

1. 磁铁的性质

磁能吸铁——磁铁的两端能把小块的铁、钴、镍等物质吸住。磁铁有极性——如果将一根条形磁铁用细线悬挂起来，使它能够自由转动，那么它就会旋转并在一定的地方停止，这时一端指向北，另一端指南，我们称指北的一端为磁铁的北极或 N 极，指南的一端则称为南极或 S 极。磁铁有“同极相斥，异极相吸”的特性。两根磁铁的 N 极（或 S 极）靠近时，它们之间有互相排斥的力存在；一根磁铁的 N 极和另一根磁铁的 S 极靠近时，它们之间有互相吸引的力存

在。以上这些都是磁铁的特性。

2. 磁力线和磁场

拿一根条形磁铁，在它上面放一块玻璃片，然后在玻璃片上均匀地撒上细铁粉，这些铁粉就会受到磁力的作用，排成有规则的线条，如图 1—1 所示。这些线条叫做磁力线。磁铁的磁性越强，它的磁力线就越多、越密。

磁力线是由磁铁的一极通到另一极的，再经过磁铁的内部构成一个闭合的回路，磁力线总是完全闭合的。因为磁极有 N 极和 S 极之分，为了便于分析研究起见，统一规定了磁力线的方向。根据规定，在磁铁的外部，磁力线是由 N 极指向 S 极的，而在磁铁内部，则是由 S 极指向 N 极的。有了这个规定，就可以明确磁力线的方向和 N 、 S 极的关系。

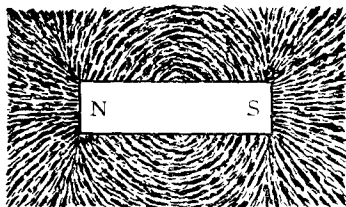


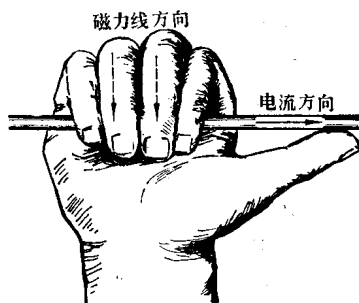
图 1—1 磁力线

在磁铁的外部，磁力线是由 N 极指向 S 极的，而在磁铁内部，则是由 S 极指向 N 极的。有了这个规定，就可以明确磁力线的方向和 N 、 S 极的关系。

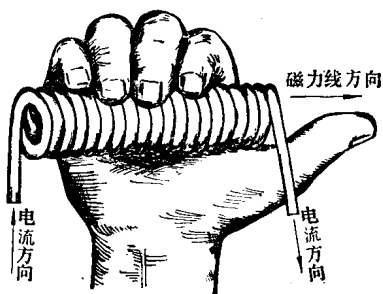
磁铁的磁力是在一个空间范围内起作用的。例如用一根条形磁铁去接近另一根用细线悬挂并可以自由转动的条形磁铁，当它们还没有互相接触，还相隔一个距离时，它们之间就会受到吸引力或排斥力的作用，如果它们之间的距离逐渐增大，则这种作用力就会逐渐减小以至消失。又如用磁铁去吸铁粉，磁铁能把附近铁粉吸住，但对距离较远的铁粉就不能吸引。可见，磁铁的磁力只作用在一定的空间范围中，这个范围叫做磁场。因为磁力所能作用的范围可以通过磁力线来表示，因此也可以说，一个磁铁的磁场就是它的磁力线所到达的范围。

二、通电导体周围的磁场——右手螺旋定则

生产实践和科学实验表明，当导体上有电流通过时，导体周围就有磁场存在，这个磁场所具有的各种特性和磁铁磁



① 直导线



② 螺旋导线

图 1—2 右手螺旋定则

場所具有的各种特性完全一样。实践还证明了这个磁場的磁力线方向和导体上电流的方向有关，这个关系可以用我们的右手来表示。将右手的大姆指伸直，其余四指成半握拳状（参见图 1—2）；第一种情况，如果导体是一根直线而大姆指所指的方向是导体上的电流方向，则其余四指所指的方向就是这根导线通电后周围所产生的磁力线的方向；第二种情况，如果导体形成一个线圈，四指所指的方向是通过这个线圈的电流方向，则大姆指指的就是这个线圈通电后所产生的磁力线方向。

以上这个规律叫做“右手螺旋定则”。

为了在导线的截面上表示该导线的电流（或电势）方向，统一规定了使用符号“ $\cdot$ ”和“ $\times$ ”。导线截面上画上“ $\cdot$ ”，表示该导线上的电流（或电势）方向是从截面指向外的，而“ $\times$ ”则表示相反的方向（参见图 1—3）。

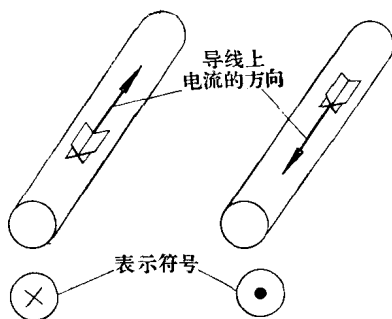


图 1—3 在导线截面上表示电流方向的符号

因此，通电导体周围的磁力线方向和电流方向的关系也可以用图 1—4 表示。

在电机和电气设备中就常常应用“右手螺旋定则”这一规律，在线圈中通入电流，线圈中并常常设有铁心以获得很

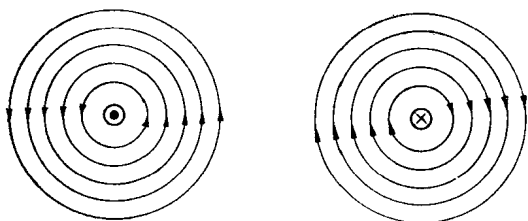


图 1—4 磁力线和电流方向的关系

强的磁場。例如 L 型发电机和感应子发电机就是利用在激磁线圈内通入电流而形成磁場的。

三、磁通量 Φ 和磁通密度 B

磁铁的吸力大小是和它的磁力线多少、疏密有关的，磁力线数目越多、越密，磁铁的吸力就越大，磁場也就比较强。为要说明磁場的强弱常需要应用磁通量和磁通密度这两个概念。

所谓磁通量 Φ 就是指磁力线通过的数量。磁通量常用单位“马”（“马克士威尔”的缩写）来表示。

磁通密度 B （也称为“磁感应强度”）就是指在单位截面积上通过的磁力线数目，也就是单位截面积上的磁通量。如果在一个截面上通过的磁力线越密，则磁通密度就越大。磁通密度的常用单位是“高斯”，简称“高”。

磁通量 Φ 和磁通密度 B 有如下的关系：

$$B = \frac{\Phi}{S} \quad (1-1)$$

或

$$\Phi = B \cdot S \quad (1-2)$$

式中： B ——磁通密度（高）；

Φ ——磁通量（马）；