

车辆电气装置检修

主编 © 杨 娇 王 丹 王剑锋

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

前 言

Preface

随着铁路交通运输事业的迅速发展，铁道车辆技术装备水平迅速提高。铁路客车上安装了大量电气装置，按照其用途可以分为三大类：一类为用电装置，如塞拉门、开水炉、真空集便器等；一类为供电配电装置，如柴油发电机、蓄电池、逆变器、充电机、控制柜等；一类为安全监测装置，如轴温报警器、电子防滑器、火灾报警控制器、在线绝缘监测装置、客车行车安全监测系统等。

目前，25T型空调客车正逐渐成为主型普客之一，在它上面配置了更完善的电气设备及安全监测装置。因此，本书以25T客车电气装置为主，结合高等职业教育铁道车辆专业教学标准，本着实用、够用的原则，内容上力求简单明了，并加入一些对接岗位的工作任务及培养学生素养的案例，力求打破理论课与实践课的界限，突出“做中学、学中做”，实现“理实一体化”。使学生通过该课程的理论学习和技能训练，具备铁路相关工作岗位（车辆电工、客车检车员、车辆乘务等）应掌握的基本知识、基本方法和基本操作技能，培养学生的综合素质与职业素养。

本书编者分别来自从事铁道车辆专业职业教育教学第一线的教师和铁路运营单位现场的技师。本书由包头铁道职业技术学院杨娇、王丹、王剑锋担任主编；包头铁道职业技术学院史彬锋、包蕙馨，中国铁路济南局集团有限公司高泽峰，中国铁路呼和浩特局集团有限公司董久亮参与编写。编写分工为：杨娇编写项目一~项目六、项目十~项目十六，王丹编写项目七、项目八，包蕙馨编写项目九，王剑锋编写项目十七，董久亮编写项目十八，史彬锋、高泽峰担任主审。

本书在编写和出版过程中，得到各界专家、学者、铁路局技术人员的大力支持，在此对他们的辛勤劳动和无私奉献表示真挚的谢意。

由于编者水平有限，书中的疏漏和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2023.1

数字资源目录

序号	资源名称	资源类型	页码	资源位置
1	我国铁路客车的供电方式及用电制	微课视频	1	项目一任务一
2	兆欧表的使用	微课视频	5	项目一任务二
3	车体配线绝缘电阻测量	微课视频	7	项目一技能训练二
4	TG 型铅蓄电池的特性	微课视频	12	项目二任务一
5	GN 型碱性蓄电池主要性能参数	微课视频	17	项目二任务二
6	GN 型碱性蓄电池段修	微课视频	23	项目二技能训练三
7	康明斯柴油机的总体结构	微课视频	28	项目三任务二
8	1FC5 型发电机电气原理	微课视频	41	项目三任务三
9	发电车的常见故障	微课视频	47	项目三任务五
10	25K 型客车电源控制柜电路分析	微课视频	51	项目四任务一
11	25K 型客车照明控制柜电路分析	微课视频	54	
12	统型应急电源整流器故障	微课视频	64	项目四任务二
13	统型应急电源充电机故障及检查	微课视频	65	
14	统型应急电源应急控制系统故障	微课视频	67	
15	25K 客车车上配线	微课视频	72	项目四任务三
16	电气综合控制柜的静态检查	微课视频	82	项目五技能训练一
17	25T 型客车 I、II 路供电的原理	微课视频	88	项目五任务二
18	供电人工转换操作	微课视频	93	项目五技能训练二
19	25T 型客车电气系统操作使用注意事项	微课视频	96	项目五任务三
20	25T 型客车电气系统常见故障分析	微课视频	96	
21	综合控制柜系统参数设定	微课视频	108	项目五技能训练四
22	空调人工转换	微课视频	110	项目五技能训练五
23	25T 型客车照明控制	微课视频	118	项目五任务七
24	触摸屏查看运行参数、故障记录、发送控制指令	微课视频	120	项目五技能训练八
25	模拟漏电试验	微课视频	130	项目五技能训练九
26	TGF23 系列逆变器的组成、参数原理	微课视频	140	项目六任务一

27	TGF23 系列逆变器使用中应注意的基本问题	微课视频	161	
28	TCL-12 型开水炉结构及主要技术参数	微课视频	198	项目九任务一
29	TCL-12 型开水炉工作原理	微课视频	199	
30	TCL-12 型开水炉性能特点及故障处理	微课视频	201	
31	开水炉日常检查（1）	微课视频	201	项目九技能训练一
32	开水炉日常检查（2）	微课视频	201	
33	真空集便器的构造	微课视频	203	项目十任务一
34	真空式集便装置的工作原理及维护保养	微课视频	206	
35	真空式集便装置的故障排除	微课视频	208	
36	塞拉门的机械结构	微课视频	215	项目十一任务一
37	塞拉门空气控制原理	微课视频	217	
38	塞拉门动态操作与检查	微课视频	221	项目十一技能训练二
39	KZS M-I 型集中式轴温报警装置的组成和作用	微课视频	232	项目十二任务一
40	轴温报警器的操作	微课视频	240	项目十二任务二
41	TFXI 型电子防滑器的功能与组成	微课视频	249	项目十三任务一
42	KAX-1 型客车行车安全监测诊断系统特点和技术条件	微课视频	262	项目十四任务一
43	KAX-1 型客车行车安全监测诊断系统组成	微课视频	262	
44	车厢级网络系统与主机	微课视频	264	项目十四任务二
45	列车级通信网络	微课视频	277	项目十四任务三
46	列车级主机	微课视频	279	
47	列车级主机主页面彩色图	图片	281	
48	火灾报警控制器基本功能	微课视频	302	项目十六
49	火灾报警控制器结构及按键功能说明	微课视频	302	
50	监控主机主画面 1 彩色图片	图片	306	项目十七任务一
51	监控主机主画面 2 彩色图片	图片	306	
52	单车查询画面彩色图片	图片	307	
53	单车状态画面彩色图片	图片	307	

目 录

Contents

项目一	我国铁路客车供电方式认识·····001
	任务一 我国铁路客车供电方式·····001
	技能实训一 参观客车配电系统·····004
	任务二 车体配线绝缘电阻的测量·····004
	技能训练二 用兆欧表测量车体配线的绝缘电阻·····007
项目二	蓄电池组的认识与检修·····009
	任务一 蓄电池总体认识·····009
	技能训练一 车辆电工、客车检车员技能鉴定考核题目·····014
	任务二 GN 型碱性蓄电池·····016
	技能训练二 车辆电工、客车检车员技能鉴定考核题目·····022
技能训练三 镉镍蓄电池的段修·····023	
项目三	柴油发电车集中供电·····025
	任务一 发电车总体认识·····025
	任务二 康明斯发电车柴油机的控制·····028
	技能训练一 分析柴油机起机电路原理图·····039
	任务三 三相同步发电机·····041
	技能训练二 发电车柴油机的起动·····043
	任务四 柴油发电车电气控制·····044
技能训练三 分析发电车对外供电原理图·····046	
任务五 发电车常见故障处理·····047	
项目四	25K 型客车电气系统及检修·····051
	任务一 电源控制与照明控制·····051
	技能训练一 识读 25K 型客车电源控制柜原理图·····057
	技能训练二 识读 25K 型客车照明控制箱原理图·····057
	任务二 统型应急电源·····058
	技能训练三 应急电源控制箱日常巡检·····068
任务三 车体配线·····071	
技能训练四 参观 25K 型客车车体配线·····075	

项目五	TKDT 综合控制柜认识及检修·····	077
	任务一 综合控制柜总体认识·····	077
	技能训练一 综合控制柜静态检查·····	082
	任务二 综合控制柜供电功能认识·····	085
	技能训练二 在综合控制柜进行供电操作·····	093
	任务三 常见电源故障处理·····	095
	技能训练三 在综合控制柜进行电源故障处理·····	098
	任务四 空调机组的控制功能（1T1）·····	099
	技能训练四 对综合控制柜进行系统参数设定·····	108
	技能训练五 利用综合控制柜对空调机组进行控制（实训室）·····	110
	任务五 空调机组的故障处理·····	113
	任务六 直流电源功能·····	116
	技能训练六 用万用表测量综合控制柜内电源模块·····	117
	任务七 照明控制功能·····	118
技能训练七 对铁路客车照明灯具静态检查、动态检查·····	118	
技能训练八 综合控制柜的其他功能·····	120	
技能训练九 对综合控制柜进行动态检查·····	123	
任务拓展 其他故障判断与处理·····	132	
项目六	三相逆变器认识及检修·····	139
	任务一 三相逆变器的认识与检修·····	140
	技能训练一 三相逆变器检修作业·····	163
项目七	充电器的认识与检修·····	170
	任务一 充电器的认识与检修·····	171
	技能训练一 充电器检修作业·····	182
项目八	单相逆变器·····	188
	任务一 单相逆变器的认识与检修·····	188
	技能训练一 单相逆变器试验作业·····	193
项目九	TCL-12 型电开水炉·····	197
	任务一 TCL-12 型电开水炉认识与检修·····	197
	技能训练一 开水炉日常巡检·····	201

项目十	客车真空集便器	203
	任务一 客车真空集便器的认识与检修	203
	技能训练一 真空集便器检修作业	210
项目十一	塞拉门	214
	任务一 塞拉门总体认识	214
	技能训练一 认识塞拉门结构部件	219
	技能训练二 塞拉门操作（实训室）	221
	任务二 塞拉门故障处理	223
项目十二	客车轴温报警器	232
	任务一 轴温报警装置总体认识	232
	任务二 轴温报警装置的操作与使用	239
	技能训练一 对客车轴温报警装置进行技术检查	242
项目十三	TFX1 型电子防滑器	249
	任务一 TFX1 型电子防滑器总体认识	249
	任务二 TFX1 型电子防滑器的操作	252
	任务三 电子防滑器的故障处理	257
项目十四	技能训练一 对电子防滑器主机进行检修试验	259
	KAX-1 型客车行车安全监测系统	262
	任务一 KAX-1 型客车行车安全监测系统总体认识	262
	任务二 车厢级网络与主机	264
	任务三 列车网络与主机	277
项目十五	任务四 常见故障检修方法	288
	技能训练一 对 KAX1 型客车行车安全 监测诊断系统进行检修作业	293
	DDJY- I 型干线在线绝缘监测装置	301
项目十六	火灾报警控制器	302
项目十七	网络主控站与列车电气监控系统	303
	任务一 网络主控站	303
	任务二 列车电气监控系统	309
	技能训练一 列车电气监控系统专项检修	314

项目十八	信息显示系统	319
	任务一 信息显示系统	319
	技能训练一 旅客列车信息系统检修作业	333
参考文献		337

我国铁路客车供电方式认识

客车供电系统用于为车上用电装置提供电能，它分为单独供电、集中供电和混合供电三种方式。

知识目标

1. 了解我国铁路客车供电方式。
2. 掌握车体配线绝缘电阻的测量方法。

技能目标

会用兆欧表测量车体配线绝缘电阻。

素质目标

1. 培养学生严谨认真的工作态度和安全意识。
2. 培养学生团队协作的能力。

任务一 我国铁路客车供电方式

任务描述

随着铁路客车的不断发展，客车上的电气设备越来越丰富，用电量越来越大。那么，我国铁路客车都有哪些电源装置？这些电源装置如何向用电负载供电？通过本任务学习我们来认识我国铁路客车的供电方式。

相关知识

客车供电系统用于为车上用电装置提供电能，有单独供电、集中供电和混合供电三种方式。



微课：我国铁路客车的
供电方式及用电制

一、单独供电

单独供电又称分散式供电，指的是在单节客车上安装一套独立的供电装置。当车辆用电量较小时，也可以每两辆或三辆车共用一套独立的供电装置，此时安装有发电设备

的客车称为母车，不带发电设备的车称为子车，子、母车之间通过车端电力连接器连接车内输电干线。客车单独供电有下述三种类型。

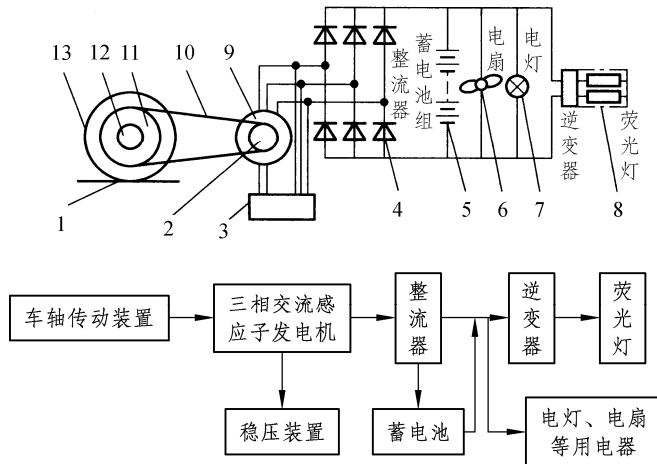
1. 蓄电池组供电

单独使用蓄电池组供电是根据车内负载的工作电压和功率，把若干个蓄电池组合起来向负载供电。这种供电方式的优点是简单方便，可靠性好，电流是纯直流电；缺点是单位功率所占的体积和重量较大。蓄电池在放电过程中电压逐渐降低，电池放电至终止电压时，必须停止放电并进行充电，否则会因过放电而损坏电池。这种供电方式在用电量不大的客车上使用，我国干线运营的客车上已不易见到。

2. 轴驱式发电机供电

采用车轴驱动的发电机与蓄电池组并联供电，是世界各国在普通客车上运用较广泛的一种供电形式。我国旧型普通客车曾采用轴驱式 LK5 型直流发电机，从 20 世纪 70 年代开始，在普通 22 型和 23 型客车上广泛使用三相感应子发电机。轴驱式发电机的工作电压在功率小于 3 kW 时为 24 V，功率为 3 ~ 10 kW 时为 48 V，功率在 10 kW 以上时为 110 V。

列车运行时，发电机输出的三相交流电首先经过桥式整流电路整流，然后通过车体配线送给车上各种负载，包括直流负载和交流负载。向交流负载（荧光灯）供电时须经逆变器将直流电变换成交流电后方可使用。除了向车上负载供电外，还须给蓄电池充电。发电机输出电压的稳定性以及蓄电池充电电流的大小由控制箱来控制。列车停车或低速运行时改由蓄电池供电（见图 1-1）。



1—钢轨；2—发电机皮带轮；3—控制箱；4—主整流管；5—蓄电池组；6—电扇；7—电灯；8—灯；9—车轴发电机；10—传动皮带；11—轴皮带；12—车轴；13—车轮。

图 1-1 轴驱发电机供电系统基本组成和原理

3. 小型柴油发电机组供电

在客车底部装设小型柴油发电机组，并由其向车内的负载供电，这种供电方式称为小型柴油发电机组供电。采用这种方式单独供电，可以减少机车牵引动力损失，提高供

电电压，减少蓄电池用量，便于长时间停站时利用市电，但要求机组工作可靠，噪声、振动小，使用维修方便。这种供电方式适用于单独或分开连挂且装有空调装置的客车，如长春轨道客车股份有限公司生产的 RW₂₂ 型空调软卧车和四方机车车辆股份有限公司生产的 YW₂₂ 型宿营车采用的就是这种供电方式，但目前也已不易见到。

二、集中供电

由于我国目前的主型客车已从 22 型转换为 25 型，越来越多的全列空调旅客列车运行在全国铁路干线上，因而集中供电的方式已成为列车供电的主要形式。

对于用电量较大并且是固定编组的列车，采用全列车集中供电的方式。列车集中供电的电源在非电气化区段由列车中的发电车柴油发电机组提供；在电气化区段可以由接触网通过电力机车主变压器提供。

1. 柴油发电车供电

由发电车的柴油发电机组集中供电时，供电电压一般为三相电，线电压 AC 400 V、相电压 230 V、频率 50 Hz，通过车端连接器向连挂的客车分两路送电，输电干线的压降应不大于 5%。这种供电制式的优点是用电负载（如异步电动机和日光灯以及控制电器与保护元件等）可直接采用民用产品，但其输电电流较大，故所需的三相四线制输电干线截面面积也较大，干线穿管施工难度较大，对连接器的插头和插座间接触电阻要求非常严格（小于 0.0008 Ω）。因此，在可能的条件下应将供电干线电压提高。

2. 接触网供电

我国电气化铁路供电（即接触网）的额定电压为单相工频 25 kV，波动范围 19 ~ 27 kV。我国由接触网供电的旅客列车通过新型客运电力机车将接触网取得的高压交流电进行降压、整流、滤波等，最终输出 DC 600 V，通过输电干线输送给所牵引的客车。

由接触网供电的客车用电负载的特点是：客车所带用电设备部分（如电暖气）可以直接使用 DC 600 V，部分用电设备不能直接使用 DC 600 V，需要客车车下电源装置进一步变换后方可使用。例如，三相逆变器将 DC 600 V 转换为 AC 380 V，供给空调机组、电开水炉等三相负载；充电机将 DC 600 V 转换为 DC 110 V 供给照明及控制线路等。当然，不同车型由于电气设备不尽相同，具体电能分配方式也不同，我们要依据其各自的电气控制原理图来学习与分析。

由接触网供电的客车因为输电电压较高，所以输电干线与车端电力连接器必须具有良好的绝缘性能，连接器必须带有钥匙，以保证操作安全。

接触网客车供电方式有机车供电、电源车供电和 DC 600 V/AC 380 V 兼容供电三种。

三、混合供电

鉴于目前铁路牵引动力存在多种类型，客车编组方式也不尽相同，因此，除上述两种供电方式外，还有混合供电方式。混合供电有下列几种情形：

（1）在电气化区段，客车主体采用集中供电电源，即用电量较大的电气设备由接触网供电，如采暖电热元件。局部采用单独供电，如客车照明与通风机由轴驱式发电机与

蓄电池并联供电。

(2) 在非电气化区段, 客车主体采用集中供电电源, 即用电量较大的电气设备由柴油发电车供电, 如空调机组。局部采用单独供电, 如客车照明和另外一些低压直流用电器由轴驱式发电机与蓄电池并联供电。

综上所述, 客车的供电系统有多种形式, 在运用时应根据车种、用途、编组方式、负载类型、功率、用电要求及供电经济性等条件来具体选择。

技能实训一 参观客车配电系统

训练目标

学生参观客车过程中, 观察车上电源设备, 并判断所参观客车属于哪种供电方式, 加深对我国铁路客车供电方式的认识。

技能考核

序号	考核内容	考核要点	分值	得分
1	参观表现	遵规守纪, 认真听讲	40	
2	说出电源设备	说出所参观客车的电源设备	40	
3	协作能力	小组成员协作能力	20	
4	合计		100	

思考与练习

1. 我国铁路客车的供电方式主要有_____、_____、_____三种形式。
2. 我国铁路客车单独供电又分_____、_____、_____三种形式。
3. 我国铁路客车集中式供电又分_____、_____两种形式。

任务二 车体配线绝缘电阻的测量

任务描述

我们为什么需要测量客车车辆车体配线的绝缘电阻? 如果绝缘电阻不合格可能会造成什么后果? 本任务我们将学习测量车体配线绝缘电阻的几种方法, 包括粗略测量和精确测量, 重点掌握利用兆欧表测量车体配线绝缘电阻。

相关知识

一、车体配线

车体配线是客车供电装置的重要组成部分, 它的作用是将供电装置、用电设备和控制保护装置连接成一个完善的电气回路, 把电能安全可靠地输送到用电设备中去。客车车体配线根据供电方式的不同可分为分散式和集中式两类; 按用途可分为电力配线和信

号线两类；按车体配线在车辆中所在的部位分为车上配线和车下配线两个部分。车上配线即装在客车地板以上的供电线路，它敷设在车内侧壁或车顶棚的间壁内，将电能通过配电盘分送到各用电设备；车下配线即敷设在地板以下的供电电路，它敷设在贯穿车底的电线管内，通过分线盒和电气连接器连通车辆间的电力系统。

二、车体配线绝缘电阻的测量

车体配线绝缘的检测方法常用的有导线接地（又称打火法）、灯泡接地（又称亮灯法），但这两方法只能粗略地判断漏电程度，不能准确地反映绝缘电阻值的大小。

目前，车体配线的绝缘性能常用兆欧表或直读式绝缘电阻检测表来测量。

三、两种兆欧表的使用方法

（一）手动兆欧表

1. 手动兆欧表结构

手动绝缘电阻表，俗称摇表（见图 1-2）。

摇表由提手、发电机摇柄、刻度盘、接线柱 L（测量端）、接线柱 E（地线端）、接线柱 G（保护环端）等构成。



微课：兆欧表的使用

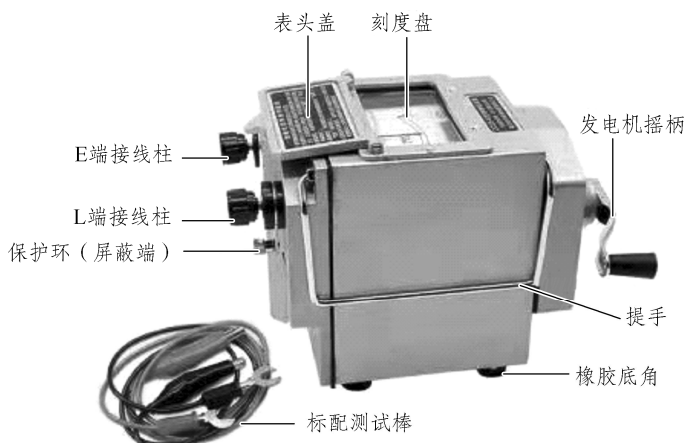


图 1-2 手动兆欧表的结构

2. 手动兆欧表的使用及注意事项

（1）使用时将仪表置于水平位置，将被测物接于 E 及 L 二端钮间，以每分钟大于 120 转的速度摇转发电机摇柄，此时仪表指针指示值即为被测物的绝缘电阻值。

（2）测量被测物对地的绝缘电阻时。将 E 端钮接于良好的地线，L 端钮接至被测物；测量二线间绝缘时，将 L 与 E 端钮各接一线。

（3）为了防止被测物表面泄漏电流的影响，仪表设有保护环端钮 G，使用时被测物的中间层接于 G 端。

（4）测量时，被测物必须与其他电源断开，测量完毕应将被测物充分放电。

（5）仪表发电机摇柄为额定转速时，其端钮间不允许突然短路，以免损坏仪表。

(6) 测量完须在 10 s 后方可触摸 E、G、L 三端以免发生危险。在测量容性负载时，测量前后一定要对其充分放电，以免损坏仪表和发生危险。

3. 测量前需测试兆欧表的性能

使用摇表进行绝缘电阻测量前需要测试摇表性能，首先将 L、E 两接线柱分开，此时摇动摇柄，指针接近 ∞ ；然后将 L、E 两接线柱连到一起，此时摇动摇柄，指针指向零，说明摇表性能良好，可以进行测量。

(二) 数字兆欧表

1. 数字兆欧表的结构

数字兆欧表由电压选择开关、电阻量程选择开关、自锁式电源开关、LED 高压提示、测试按钮、LCD 显示器、L（测量端）、E（地端）、G（保护环端）、ACV 交流电压测试输入端、电源插孔等构成（见图 1-3）。

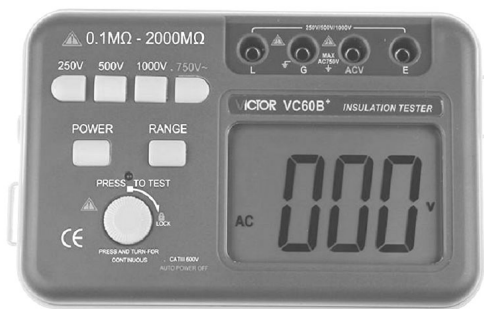


图 1-3 数字兆欧表

2. 数字兆欧表使用说明

- (1) 打开电池盒后盖，装入电池，注意极性不要接反。
- (2) 将电源开关“POWER”键按下。
- (3) 绝缘电阻测量：
 - ① 将测试线“E”接至被测对象地端，“L”接至被测线路端，测试电缆时，插孔“G”接保护环。
 - ② 根据需要选择测试电压“250 V”“500 V”“1000 V”。
 - ③ 测量时根据测量需要选择量程开关“RANGE”，开关弹起来为低量程，按下去为高量程。
 - ④ 按下圆形测试开关，红色指示灯点亮，背光灯打开，显示屏显示高压指示符号，进入测量状态。
 - ⑤ 向右旋转可松开手一直保持测量状态；当显示值稳定后，即可读数。
- (4) 交流电压测量：
 - ① 选择量程开关按键为“AC 750 V”。
 - ② 将红表笔接“ACV”，黑表笔接“G”端。
 - ③ 将被测表笔跨接在测试电路中。

④ 待读数稳定后,即可读取数据。

注意:如屏幕显示“1.”,表明已超过量程范围。

3. 安全注意事项

(1) 测试电压选择键不按下时,输出电压插孔上将输出高压。

(2) 测试时应首先检查测试电压的选择以及 LCD 上测试电压的提示与所需的电压是否一致。

(3) 被测对象应完全脱离电网供电,并且应经短路放电证明被测对象不存在电力危险才能操作,以保障操作安全。

(4) 测试时不允许手持测试端,以保证读数准确及人身安全。

(5) 仪表不宜置于高温处存放,应避免阳光直接照射以免影响液晶显示器的寿命。

(6) 显示电池能量不足时,请及时更换电池。长期存放时应及时取出电池,以免电池漏液损坏仪表。

(7) 空载时如有数字显示,属正常现象,不影响测试。

(8) 在进行 $M\Omega$ 测试时,如果显示读数不稳定,可能是环境干扰或绝缘材料不稳定性造成的,此时可将“G”端接到被测对象屏蔽端,即可使读数稳定。

4. 测量前需测试兆欧表的性能

使用前应测试数字兆欧表的性能,方法与手动兆欧表类似。

技能训练二 用兆欧表测量车体配线的绝缘电阻

训练目标

通过训练练习,学生掌握用兆欧表测量车体配线绝缘电阻的方法,具备独立操作兆欧表进行绝缘电阻测量的能力,以及安全规范操作的意识。

训练内容

1. 切断被测车体配线的电源

测量主电路配线绝缘电阻值,需断开主电源空气断路器 Q1、Q2。

2. 选用兆欧表

根据被测配线电压等级,选择合适量程的兆欧表。例如,测量 DC 600 V 供电客车主电路配线绝缘电阻,需选用量程为 1000 V 的兆欧表。

3. 兆欧表性能测试

首先将 L、E 两接线柱分开,此时摇动手柄,指针接近 ∞ ;然后将 L、E 两接线柱连到一起,此时摇动手柄,指针指向零,说明摇表性能良好,可以进行测量。否则说明摇表故障,需更换性能良好的摇表。



微课:车体配线绝缘电阻测量

4. 测量

测量前,需检查确认被测量端清洁、干燥,以减小测量误差。

测量时,应保持摇表平稳。在电力连接器插座处,分别测量正负线之间、正(负)线对地、两正线之间、两负线之间的绝缘电阻(其中正线与正线,负线与负线之间应是导通状态)。测量正负线之间绝缘电阻时,L、E各接一线。测量正(或负)线对地线之间的绝缘电阻时,L接正(或负)线,E接地线(电力连接器外壳不带油漆的部分接地线)。然后以大于120 r/min的速度,转动摇表发电机摇柄。

5. 读数

待指针稳定后读取数值。

6. 记录分析

记录数值并根据铁路客车运用规程要求,分析绝缘电阻值是否合格。通常情况下,配线绝缘绝对良好的情况下:正(负)线对地的绝缘电阻趋近 ∞ 、正负线之间的绝缘电阻趋近 ∞ 、两正线之间的绝缘电阻为0、两负线之间的绝缘电阻为0。

技能考核

序号	考核内容	考核要点	分值	得分
1	量程选择	能准确选择合适量程的兆欧表	20	
2	兆欧表性能测验	表笔接线正确,分别测试断开和短接时,兆欧表读数	20	
3	测量过程	测量方法正确,读数准确	30	
4	安全意识	规范操作,不能触犯安全注意事项	20	
5	协作能力	小组成员协作能力	10	
6	合计		100	

思考与练习

1. 粗略检测车体配线绝缘常用的方法有_____、_____。
2. 较准确地检测车体配线绝缘性能,一般采用()。
(A) 打火法 (B) 亮灯法 (C) 兆欧表 (D) 万用表
3. 测量空调客车100~400 V电力干线及用电设备的绝缘电阻,应使用()兆欧表。
(A) 500 V (B) 1000 V (C) 100 V (D) 2500 V
4. 测量空调客车100 V以下线路及用电设备的绝缘电阻,应使用()兆欧表。
(A) 500 V (B) 1000 V (C) 100 V (D) 2500 V

蓄电池组的认识与检修

蓄电池能提供稳定的直流电，若客车电气系统失电，蓄电池组可以保证应急负载用电。蓄电池是一种化学电源，它可以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释放出去，前者称作充电，后者称作放电。蓄电池的充、放电是可逆的，可以反复使用，这是蓄电池和其他化学电源的主要区别之一。

知识目标

1. 了解蓄电池的类型。
2. 掌握蓄电池的结构、原理与性能指标。

技能目标

1. 掌握镉镍蓄电池的使用、维护方法。
2. 掌握镉镍蓄电池的段修。
3. 提升学生考证能力。

素质目标

1. 培养学生对理论知识的兴趣。
2. 培养学生严谨认真的工作态度。

任务一 蓄电池总体认识

任务描述

酸性蓄电池虽然已经不常在铁路客车上使用，但车辆电工、客车检车员等技能鉴定考核中仍然有相关题目。所以本任务的学习重点在于提升学生的考证能力。

相关知识

一、蓄电池的分类

客车蓄电池按用途可分为供电蓄电池、启动蓄电池两类；按电解液性质可分为 TG 型酸性铅蓄电池及 GN 型碱性镉镍蓄电池。

1. 供电蓄电池

普通客车及德国进口空调客车采用轴驱式发电机与蓄电池组并联供电。当车辆停站或低速运行时，轴驱式发电机尚未建立足够电压，车上电灯、电扇、电动水泵以及空调机组均由蓄电池组供电。可根据负载用电电压大小组合蓄电池，例如，普通客车采用 48 V 直流电源，蓄电池组由 24 只铅蓄电池串联而成；25T (G) 空调车采用 110 V 直流电源，由 56 只铅蓄电池或 78 只镉镍蓄电池串联而成。

DC 600 V/380 V 兼容集中供电空调客车为了保证照明、通风及控制电器使用不间断电源，采用 DC 110 V 供电装置。这种装置由充电器、蓄电池组等部件组成。其中，蓄电池组采用 78 节中倍率碱性蓄电池，200 km/h 电力动车组采用镉镍免维护电池，额定电压为 93.6 V，容量为 100 A·h，额定充电电压为 115 V，最大允许充电电流为 25 A。充电器将 600 V 直流电转换成 110 V 直流电，向蓄电池充电的同时，向 110 V 用电负载供电。当摘挂机车或停电时，由蓄电池为照明、通风及控制电器等供电。

2. 启动蓄电池

发电车和带有空调装置的软卧车或公务车中的柴油机发电机组用启动蓄电池来驱动直流电动机启动柴油机，使柴油机转速达 100 r/min 以上。

启动蓄电池具有大电流 (400 ~ 1000 A) 放电、蒸馏水消耗多、充放电频繁的工作特点。

二、TG 型铅蓄电池的构造与电化学反应方程式

在我国铁路客车上使用的酸性铅蓄电池为 TG 型 (T 表示铁路用，G 为本型电池采用管式正极板)。

1. TG 型铅蓄电池的结构

TG 型铅蓄电池的结构如图 2-1 所示。

(1) 正极板群：为增大蓄电池的容量，获得较大的放电电流，蓄电池有 10 片正极板。

(2) 负极板群：负极板群是由 11 片涂膏式负极板组成。在蓄电池极板群的制作中，均使负极板片数比正极板片数多一片，这是由于蓄电池在放电时正极板上的二氧化铅要变成硫酸铅，作用物质体积发生膨胀，如果正极板和负极板数量相同，放电时最外侧的一块正极板只一面发生作用，易发生单面膨胀造成极板弯曲，所以要保证正极板的两侧都有负极板。

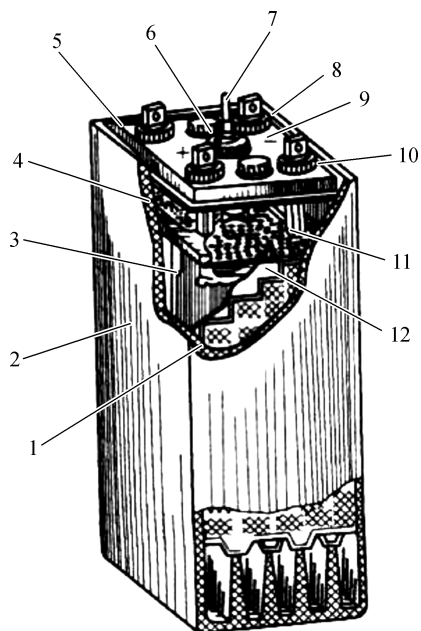
(3) 隔板：隔板用来隔离正、负极板，防止其互相短接。

(4) 电池槽：电池槽是盛装极板群和电解液的容器，其底部有支持极板的脚垫，以防止作用物脱落造成极板底部短接。

(5) 电池盖及浮标如图 2-2 所示。

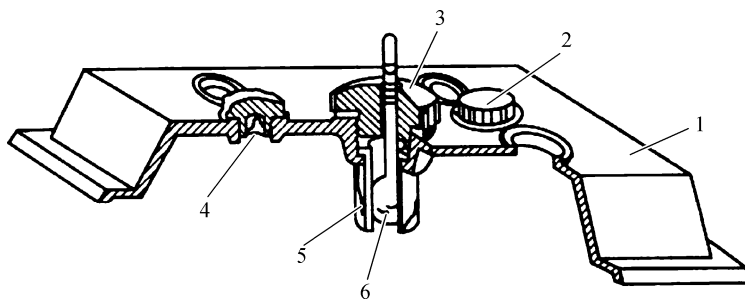
电池盖上有排气孔、注液孔及浮标孔，浮标孔盖中央处装有浮标套、浮标，浮标是指示电解液液面高度的装置，它的上部有三条指示线，中间为蓝色，其他两条为红色。当蓝色指示线与浮标孔盖顶面在同一水平时，表示液面高度合适，当上端或下端红线与浮标孔盖顶面在同一水平线时表示液面高度已达到最低或最高限，遇此情况应对液面高度进行调整。注液孔上旋有注液孔盖，其侧面有排气孔。注液孔盖旋下后可以给电池补

液，充电时电池内产生的气体可从排气孔排出。蓄电池全部组装好后，用沥青将盖与槽封固，防止进入灰尘和电解液溢出。



1—负极板；2—电池槽；3—正极板；4—防护板；5—沥青；6—注液孔；7—浮标；8—浮标孔盖；9—电池盖；10—极柱卡；11—浮标套；12—隔板。

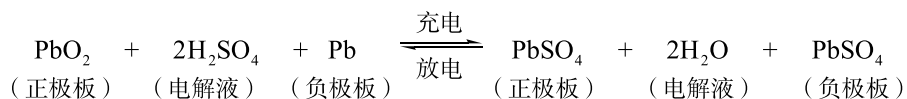
图 2-1 TG 型铅蓄电池结构



1—电池盖；2—注液孔盖；3—浮标孔盖；4—排气孔；5—浮标套；6—浮标。

图 2-2 电池盖及浮标结构

2. 铅蓄电池的电化反应方程式



蓄电池放电时，应放到规定的终止电压即停止，即蓄电池不宜过度放电（简称过放电）。蓄电池过放电时，容易使与有效作用物质混在一起的微小硫酸铅结晶形成较大的晶粒，增大极板电阻，再充电时就很难还原，甚至结晶到一定程度后导致蓄电池容量严重下降。

蓄电池充电终期，由于正负极板上的反应物已充分反应，若再继续充电，充电电流只能起到电解水的作用，结果在负极板上有氢气（ H_2 ）逸出，在正极板上则有氧气（ O_2 ）逸出，造成强烈的冒气现象。因此，蓄电池充电终期应注意充电电流不宜过大，否则，产生强烈气泡，造成极板上的作用物质脱落，影响蓄电池的寿命。

3. 电解液

电解液是电池进行电化学反应的参加物和内部导电的条件。铅蓄电池的电解液是用浓硫酸和纯水按一定比例配制而成的稀硫酸。所用的浓硫酸是一种无色、无臭的透明油状体，在 $15\text{ }^\circ\text{C}$ 时的比重为 1.835，含纯硫酸 93.2%，所用的水必须是纯净水（如蒸馏水），不能用自来水和其他天然水代替。其中蒸馏水中氯离子含量不得大于 5.5 mg/L ，铁离子含量不得大于 5.0 mg/L ，蓄电池用蒸馏水作电导实验时，其绝缘值应大于或等于 $0.3\text{ M}\Omega$ 。

三、铅蓄电池的特性参数



1. 电动势

在实际运用中，铅蓄电池的电动势可按 $E=0.85+d$ （V）计算，式中 d 是电解液在极板有效物质细孔中的比重值（ $15\text{ }^\circ\text{C}$ ）。

微课：TG 型铅蓄电池的特性

蓄电池的电动势在静态时均为 $2.00\sim 2.06\text{ V}$ ，一般按 2 V 左右计算。

2. 端电压

蓄电池的端电压随电池充放电的状态而变化。放电时端电压降低，充电时端电压要比电动势高，相差的数值等于放电电流或充电电流在电池内阻上的电压降。

3. 容量

蓄电池由充电充足状态放电至规定的终止电压时，所放出的总电量为蓄电池的容量，它反映蓄电池的蓄电能力。当蓄电池以恒定电流放电时，它的容量 C 等于放电电流值 $I_{\text{放}}$ 和放电时间 $T_{\text{放}}$ 的乘积，单位为 $\text{A}\cdot\text{h}$ ，即： $C=I_{\text{放}}T_{\text{放}}$ 。蓄电池的容量大小与很多条件有关，如蓄电池的充电程度、放电电流、放电时间；电解液的比重、温度；电池的效率和新旧程度以及蓄电池极板表面进行电化学反应时参加反应的作用物质的多少等。影响运行中蓄电池容量的主要因素有以下两个方面。

（1）放电率：蓄电池放电至终止电压的快慢叫作放电率，放电率可以用放电电流的大小或者放电至终止电压的时间长短来表示。例如，一只 $315\text{ A}\cdot\text{h}$ 容量的蓄电池，以 52.5 A 电流放电， 6 h 后达到终止电压。此时，如用电流表示放电率为 52.5 A 率；如用时间表示放电率则为 6 h 率。一般放电率多用时间表示。

（2）电解液温度：电解液温度高时，蓄电池容量增大，反之蓄电池容量下降。

为了统一考察蓄电池的容量，根据检修规程的规定，TG 型蓄电池的额定容量是以电解液平均温度为 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 时 6 h 率的放电容量为标准。

4. 内阻

蓄电池的内阻包括极板的电阻、电解液的电阻以及作用物质的电阻等，其中主要是

作用物质的电阻和电解液的电阻。蓄电池的内阻与电解液的温度成反比，温度高时内阻小，温度低时内阻大。此外，电池的内阻随电池充放电程度而变化，充电时内阻逐渐减小，放电时内阻逐渐增大。

5. 自放电

蓄电池在外电路开路时其容量的无益消耗称为自放电。造成铅蓄电池自放电的因素很多，如负极板海绵状铅的自动溶解，正极板二氧化铅的自动还原和电解液中混有有害杂质等都能引起自放电的产生。

6. 效率

表示蓄电池电量或能量利用程度的百分数称为蓄电池的效率。蓄电池的效率的表示方法有两种，即安时效率和瓦时效率。

蓄电池的安时效率一般能达到 85%~90%，瓦时效率能达到 70%。

四、铅蓄电池充放电工作

蓄电池的充放电工作是蓄电池检修过程中的重要环节。通过它可以检查蓄电池定检后的技术状态，同时恢复电池的容量。充、放电工作的质量对蓄电池的运用性能和使用寿命影响很大。蓄电池的充电方法有定电流充电法、定电压充电法和分级定电流充电法几种，客车电池定检中的充电均采用分级定电流充电法。几种经常进行的充放电工作的意义分述如下：

1. 初充电

初充电指新造电池使用前的第一次充电。目的是恢复新造电池在化成后的部分放电和极板作用物质未被化成的部分充分化成。

2. 普通充电

普通充电指运用电池因放电或经过检修后为恢复容量进行的充电。

充电时电解液的温度不得超过 45℃。如遇到蓄电池充电过程中温度接近 45℃时，应适当减小充电电流或采取冷却措施，通常采用强通风冷却或事先将电池放在水槽中用循环水降温。

3. 放电试验

(1) 容量放电：经过定期检修的蓄电池，为了检查第一次充电后的容量，应进行全容量的放电称容量放电。根据试验结果，可以了解充电的质量和运用电池自上次定检以后的使用情况。当测得的实际容量低于标称容量的 70% 时，一般不再装车使用。容量放电以 6 h 率电流进行放电，终止电压为 1.75 V。同车蓄电池的容量差不超过 10%。

(2) 准放电：凡实行定期检修并需分解的蓄电池，应首先进行一次部分容量的放电称准放电。准放电以 6 h 率电流进行放电，终止电压为 1.9 V。

4. 补充电

在列车上运用的电池遇到列车中途意外停车或列车编组母车不足等特殊情况下，或

是长期停用的母车电池自放电严重等，造成电池容量过少时，可在车库内进行充电。充电所用电流的大小，根据电池的具体情况而定，一般以 10 h 率为宜。

技能训练一 车辆电工、客车检车员技能鉴定考核题目

训练目标

通过车辆电工、客车检车员技能鉴定考核题目关于酸性蓄电池的练习，提升学生考证能力，意识到理论知识对实践的指导意义，激发学生对理论知识的兴趣。

训练内容

一、判断题

1. TG 型蓄电池在充电初期，端电压升高很快。 ()
2. 备用蓄电池无需定期对蓄电池进行充电。 ()
3. 蓄电池充电时间越长越好。 ()

二、选择题

1. 为了检验新铅蓄电池初充电的容量，在初充电 30 min 后进行放电试验，放电试验测得的电池容量值大于标准容量的 () 时，方可装车使用。
(A) 60% (B) 70% (C) 80% (D) 90%
2. 铅蓄电池内阻与电解液温度有关，温度高时内阻 ()，温度低时则相反。
(A) 增大 (B) 减小 (C) 不变 (D) 与温度无关
3. 铅蓄电池初充电过程中不允许中断电源，这是因为一旦中断电源，将使极板生成 ()，以致损坏电池。
(A) 硫酸铅 (B) 氧化铅 (C) 氧气 (D) 氢气
4. 铅酸蓄电池使用寿命一般为 ()。
(A) 1~2 年 (B) 2~3 年 (C) 3~4 年 (D) 4~5 年
5. 铁路客车使用的铅蓄电池，电解液为稀硫酸，其密度一般为 ()。
(A) 1.05 g/cm³ (B) 1.10 g/cm³ (C) 1.26 g/cm³ (D) 1.40 g/cm³
6. 客车用铅蓄电池电解液的密度以 () 时的数值作为标准。
(A) 0 °C (B) 10 °C (C) 20 °C (D) 30 °C
7. 客车用 TG 型蓄电池的额定容量是以电解液平均温度为 () 时的放电容量作为标准。
(A) 30 °C (B) 20 °C (C) 10 °C (D) 0 °C
8. 蓄电池充电时，电解液温度不应超过 ()。
(A) 45 °C (B) 60 °C (C) 70 °C (D) 75 °C
9. 铅蓄电池容量随温度变化而变化，温度每降低或升高 1 °C，容量变化 ()。
(A) 0.008 (B) 0.08 (C) 0.8 (D) 8
10. 铅蓄电池组在使用中，若出现一个反极电池时，总电压将下降 ()。
(A) 2 V (B) 4 V (C) 6 V (D) 8 V

11. 同一系列和结构的蓄电池内阻与容量的大小 ()。
- (A) 成正比 (B) 成反比
(C) 成非线性关系 (D) 不能比较
12. 配制酸性电解液时, 配液室内应有 () 水溶液, 以备电解液溅到皮肤或衣服上时, 用其冲洗。
- (A) 氢氧化钠 (B) 氯化钠 (C) 氢氧化铵 (D) 硼酸
13. 蓄电池用蒸馏水做电导试验时, 其电阻须大于或等于 ()。
- (A) $0.1\text{ M}\Omega$ (B) $0.3\text{ M}\Omega$ (C) $0.6\text{ M}\Omega$ (D) $0.9\text{ M}\Omega$
14. 蓄电池用蒸馏水中含氯离子不大于每升 ()。
- (A) 3.5 mg (B) 4.5 mg (C) 5.5 mg (D) 6.5 mg
15. 凡实行定期检修并需分解的蓄电池, 应首先进行一次部分容量的放电, 叫作 ()。
- (A) 充放电 (B) 准放电 (C) 容量放电 (D) 次放电
16. 经定期检修的蓄电池, 在第一充电完成后, 应进行一次全容量的放电, 叫作 ()。
- (A) 充放电 (B) 准放电 (C) 容量放电 (D) 次放电
17. 允许蓄电池端电压下降的最低数值, 称为放电 () 电压。
- (A) 最大 (B) 最小 (C) 最终 (D) 极限

思考与练习

- 蓄电池根据极板所用材料和电解液性质不同分为_____、_____两种蓄电池。
- 铅蓄电池的主要作用物质正极板是_____, 负极板是_____。
- 蓄电池槽的底部设计有_____, 可以防止极板的作用物质脱落, 造成极板短路。
- 铅蓄电池充电前, 由于正负极板物质与电解液的相互作用, 使正极板上_____电荷, 显高电位; 负极板上_____电荷, 显低电位。
- 蓄电池的端电压随电池充放电的状态而变化。放电时, 端电压_____, 充电时端电压_____。
- 蓄电池的内阻随电池充放电程度而变化, 充电时内阻逐渐_____, 放电时内阻逐渐_____。
- 铅酸电池放电至端电压_____时, 应停止放电, 否则会因过放电而引起极板硫化。
- 铅酸启动电池的启动放电电流可达_____ A。
- 铅蓄电池放电过程中, 正负极板生成_____白色沉淀, 电解液消耗 H_2SO_4 浓度降低, 电解液比重_____。
- 写出铅蓄电池的化学反应方程式并标明极性。
- 什么叫作蓄电池的容量? 影响其大小的因素有哪些?

任务二 GN 型碱性蓄电池

任务描述

碱性蓄电池在客车中被广泛应用，因此，碱性蓄电池的使用、维护是从事车辆段修必备的职业技能，是车辆电工技能鉴定考核项目，也是本门课学习的重点内容。学习时可结合技能鉴定题库，全面培养学生职业技能与素养。

相关知识

碱性镉镍蓄电池具有腐蚀性小、环境污染小、自放电小及低温性能好、寿命长等优点。碱性蓄电池按极板活性物质的不同可分为铁镍蓄电池、镉镍蓄电池、银锌蓄电池等；按极板结构可分为有极板盒式和无极板盒式；按外形结构可分为开口式和密封式。镉镍蓄电池在铁路客车上的运用越来越广泛。目前使用较多的为 GN300 型、GN450 型等，其中 G 为负极材料镉的代号，N 为正极材料镍的代号，300 或 450 为蓄电池的容量。

一、镉镍蓄电池的构造与原理

1. GN 型碱性蓄电池的结构

碱性蓄电池（与酸性蓄电池类似）由正极板群、负极板群、隔板、外壳、蓄电池盖及电解液等组成（见图 2-3）。正极板和负极板用来附着反应活性物质，正、负极板根据需要数量装配成正、负极板群，由绝缘隔离物隔开，牢固地安装在工程塑料外壳内。为区分正、负极，盖上靠正极处有“+”号，并在正极柱上套有红色套管。极柱与盖之间装有橡胶密封圈，以防止电解液泄漏，将正负极短接。蓄电池盖上留有注液口，装有带出气孔的气塞，需注入电解液时可打开气塞，排出蓄电池内产生的气体，其余时候拧上气塞防止杂物及灰尘落入蓄电池内。

蓄电池组是按需要将不同个数的蓄电池装在铁质、木质或塑料组合框内，并用铁（铜）质镀镍跨接板组合，结构坚固，可在冲击振动条件下使用（见图 2-4）。



图 2-3 碱性蓄电池的结构

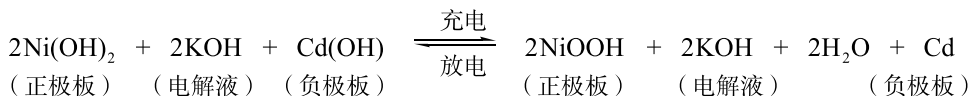


图 2-4 蓄电池组

2. 蓄电池工作原理

蓄电池充电时正极发生氧化反应，负极发生还原反应；放电时负极发生氧化反应，正极发生还原反应。

电化学反应方程式如下：



由上述反应可知，蓄电池在充电过程中生成水，而在放电过程中消耗水。因此，充电时，电解液液面上升；放电时，电解液液面下降。碱性蓄电池以氢氧化钾或氢氧化钠为电解液，氢氧化钾溶液具有良好的导电性和低凝固点。为了提高蓄电池性能，常在氢氧化钾电解液中加入一定量的氢氧化锂。

二、主要性能参数及技术要求

1. 电 压

(1) 充电电压：指电池在充电时两极的电位差，即 $U_{\text{充}}=E_0+I_{\text{充}}R_{\text{内}}$ 。

在充电时，由于内阻 $R_{\text{内}}$ 的影响，其电压高于电池的电动势，并随电流增大而增大。

(2) 放电电压：指电池在放电时两极的电位差，即 $U_{\text{放}}=E_0-I_{\text{放}}R_{\text{内}}$ 。

在放电时，由于内阻 $R_{\text{内}}$ 的影响，其电压低于电池的电动势，放电电流越大，电压下降越快。

(3) 额定电压：指蓄电池放电时的中段电压，或者指放电过程中的平均电压。

目前国际电工协会 IEC 标准规定：镉镍蓄电池单只额定电压为 1.2 V；蓄电池组的额定电压为 1.2 V 与串联单体蓄电池个数之乘积。

一般来说，评定镉镍蓄电池的好坏不仅要看放电时的初始电压和放电后的终止电压，还要看放电时电压平稳程度如何。放电时，电位下降速度慢且平稳；充电时电压上升速度慢，则该蓄电池质量就好，否则质量就差。

2. 容 量

容量指电池由充电充足状态放电至终止电压所放出的总电量。其大小为

$$C=I_{\text{放}} \times T_{\text{放}}(\text{A} \cdot \text{h})$$

蓄电池容量以安培小时 (A·h) 计算，中倍率镉镍蓄电池其电量可用 1/5 容量的电流经 8 h 的饱和充电后，供应 1/5 容量电流的负载维持 5 h，此数据符合 IEC 标准。

影响容量大小因素很多，一般物质利用率越高，容量就越大；放电电流越大，放出容量就越小；电解液温度较高时，放出的容量就较大。镉镍蓄电池在室温下充电后，在 $(-20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下能放出额定容量的 75% 以上；在 $(-40 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下能放出额定容量的 20% 以上，其低温放电性能较强。



微课：GN 型碱性蓄电池
主要性能参数

3. 放电率

放电率即放电速率，碱性电池通常分为“时率”和“倍率”。时率即按规定小时数放完额定容量所需的电流强度值，如 GN300 电池，额定容量为 300 A·h。按 5 h 率放电的电流强度值为

$$I = \frac{C_{\text{额}}}{5} = \frac{300(\text{A}\cdot\text{h})}{5(\text{h})} = 60(\text{A})$$

倍率即为以额定容量值的若干倍电流（数值）放电的电流强度。如 GN300 电池以 0.2 倍率放电的电流强度为 $0.2 \times 300 = 60(\text{A})$ ，可表示为 $0.2C_5 = 60 \text{ A}$

式中， C_5 为以 5 h 率放电的容量，一般以额定容量计算。

4. 自放电率

镉镍蓄电池自放电率的定义与铅蓄电池相同。

蓄电池在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度环境中以 $0.2C_5$ 充电 8 h，在同一环境中搁置 28 个昼夜，用 $0.2C_5$ 电流放电至 1.0 V/只，其持续时间不少于 4 h。

镉镍蓄电池的自放电率比酸性蓄电池小得多。在一般情况下，镉镍蓄电池搁置 1.5 ~ 2 个月将完全停止自放电，容量维持在额定容量的 75% 左右。

5. 寿命

蓄电池每充、放电一次叫作一次循环。蓄电池在保持输出一定容量的情况下，所能进行的循环次数叫作寿命。次数越多，表明寿命越长，电池的质量就越好。

镉镍蓄电池按标准进行全充、全放循环次数不少于 900 次，一般都在 1500 次以上，按 IEC 标准进行寿命试验，循环次数不少于 500 次。一般都在 1000 次以上。浮充使用时，其使用寿命将更长，一般为 15 ~ 20 年，维护特别好的可使用 30 年以上。

6. 保存期

出厂后一直未使用的镉镍蓄电池保存 4 年后仍能达到上述主要电气性能要求。超过 4 年，只要没有机械损坏，一般做 3 ~ 5 次充放电循环，常温放电容量合格者仍可正常使用。

三、蓄电池（组）的使用

（一）蓄电池（组）使用前的准备

1. 检查

蓄电池是以充电态带电解液出厂，使用前应开箱检查蓄电池外壳在运输过程中有无损伤、蓄电池的电解液液面高度是否合适、蓄电池外部金属件是否有锈蚀、螺母是否松动、蓄电池数量和配件数量是否正确、包装箱中是否装有使用说明书等相关事项。如果金属零件有锈蚀可以用去污粉擦净，并补涂凡士林油。如果蓄电池的电解液液面离最高液面线的距离超过 15 mm，则应向蓄电池补加蒸馏水使电解液液面至最高液面线后再投入使用。

2. 蓄电池的连接

如蓄电池的搁置时间不长（不超过 6 个月），可以直接装车使用；如蓄电池的搁置时间较长（超过 6 个月），则应按照补充电方法对蓄电池进行补充电后再投入使用。使用前将蓄电池用配备的跨接板或连接条（片）串联起来。检查正、负极连接正确无误后再拧紧极柱螺母（严禁虚接、松动），同时螺母要求拧正以免损坏极柱螺纹。在操作过程中严禁金属零件掉落等引起蓄电池组短路。

（二）充 电

中倍率镉镍蓄电池的充电曲线如图 2-5 所示。

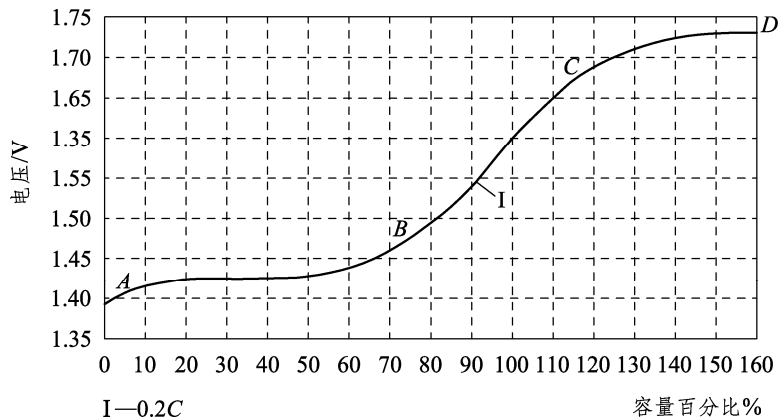


图 2-5 充电曲线（25℃）

从充电曲线可知，充电前半程电压慢慢上升到 1.5 V，如图 2-5 中 AB 段所示。此后充电使电池电压迅速上升到 1.7 V，并保持电池电压充足，如图 2-5 中 BC 段，负极开始析出氢气。到 CD 段，正极析出氧气，大部分充电电流用于电解水，充电效率降低，电池进入过充电状态，应停止充电。

袋式中倍率镉镍蓄电池主要有以下几种充电制度，用户可根据自己的需要来选择相应的充电制度，如表 2-1 所示。

表 2-1 袋式中倍率镉镍蓄电池主要充电制度

充电制度	充电电流/A	充电电压/V	充电时间/h	环境温度/℃
标准充电	$0.2C_5$	(1.9~2.2)/只	8	20±10
补充电	$0.2C_5$	(1.9~2.2)/只	3~6	
过充电	$0.2C_5$	(1.9~2.2)/只	12	
快速充电	$0.5C_5$	(1.9~2.2)/只	3.5	
浮充电	$\leq 0.2C_5$	(1.43±0.01)/只	—	

充电制度的选用遵循以下原则：

（1）标准充电适用于蓄电池在地面进行的恒流充放电、放电态蓄电池安装使用前的恒流充电、蓄电池重新投入使用前的恒流充电。

(2) 补充电适用于对部分放电的蓄电池或荷电态搁置超过 6 个月的蓄电池的恒流充电。

(3) 过充电适用于对过放电、小电流深放电、间隙放电的蓄电池进行恢复容量时使用的恒流充电。

(4) 快速充电适用于对需要紧急使用的蓄电池进行恒流充电。

(5) 浮充电适用于蓄电池与负荷并联在设备直流供电线上时。当线路供电时，蓄电池获得充电；当线路停电时，蓄电池能及时向负荷提供应急电能。

蓄电池一般采用标准充电制，急用时，可采用快速充电制；如遇蓄电池过放电、反充电、小电流放电、间隙放电或长期使用容量不足时，必须采用过充电制充电；若蓄电池充电后搁置 1~3 个月，使用前须进行补充充电。

(三) 放 电

中倍率镉镍蓄电池在常温下以不同倍率进行放电时的放电曲线如图 2-6 所示。

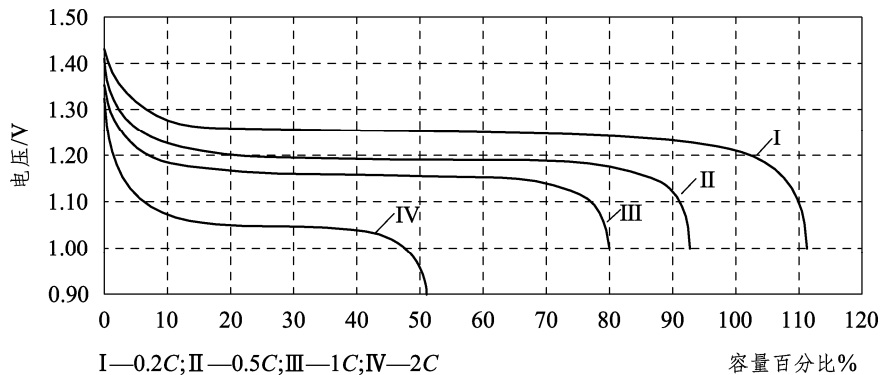


图 2-6 放电曲线 (25 °C)

镉镍电池具有较好的放电特性，其单个蓄电池在常温下以 0.2C 放电时，放电电压稳定在 1.25 V 左右，放电曲线较为稳定。

放电时电解液温度不得超过 45 °C，否则，应立即减小放电电流或采取降温措施，蓄电池放电制度参见表 2-2。

表 2-2 蓄电池放电制度

环境温度/°C	放电电流/A	终止电压/V	放电时间	备注
20±5	0.2C ₅	1.0	≥5 h	标准放电制
	1C ₅	0.9	40 min	
	2C ₅	0.9	10 min	
-18±2	0.2C ₅	1.0	3 h	
	1C ₅	0.9	15 min	

表 2-2 中的数据是蓄电池以标准充电制充电后的数据，应按该表中规定的放电条件进行测试。

表 2-2 中的充放电电压为单个蓄电池的数据，当使用蓄电池组进行充放电时，其电压等于单个蓄电池充放电电压 × 蓄电池组合只数。

四、蓄电池（组）的维护

（一）日常维护

（1）电解液由于水分蒸发与充电电解作用，密度增大，因此需及时检查、调整液面高度和电解液密度（随着气温的升降可适当增减补水次数），其水质要求按配电解液用水的标准。

（2）蓄电池严禁用金属工具撞击，拧紧螺母时，不得使导电工具同时接触蓄电池正、负极柱，铁壳蓄电池要避免外壳与正、负极柱接触，以防短路，充电时严禁明火接近。

（3）溢在蓄电池表面的电解液会形成白色结晶，影响绝缘性能，因此须保持蓄电池表面清洁、干燥；铁质外壳或金属零件上若有锈点应及时用布沾上电解液擦掉，然后薄薄地涂上一层防锈油或凡士林油。

注意：严禁用酒精、汽油等有机溶剂擦拭塑料外壳的蓄电池，以免发生破裂。

（二）保 存

按要求维护和合理保存蓄电池可延长蓄电池的使用寿命。

1. 长期保存

长期保存镉镍蓄电池时需要将电解液倒出，具体操作如下：应以标准充电率（ $0.2C_5 A$ ）将蓄电池充满电，然后用同一电流值将蓄电池放电至终止电压 $1.0 V/只$ 。拧下蓄电池的气塞后倒掉蓄电池中的电解液，再将蓄电池表面用棉纱擦拭干净后将蓄电池气塞拧紧。在蓄电池的极柱、螺母、金属垫片、跨接板上均匀地涂抹一层中性凡士林油或者喷洒金属防锈剂。再将蓄电池存放在通风、干燥、没有酸类物质、环境温度不超过 $35^{\circ}C$ 的储存室储存。

2. 短期保存

短期保存时（准备随时使用或者储存期不超过一年）无须倒出电解液，但需要充满电即进行带电解液荷电态保存。保存前应按正常的充电率（ $0.2C_5 A$ ）对蓄电池进行充电后调整电解液液面高度，再将蓄电池存放在通风、干燥、没有酸类物质、环境温度不超过 $35^{\circ}C$ 的储存室里。同时还应对蓄电池进行定期补充充电以保证蓄电池处于满荷电状态。

五、蓄电池（组）常见故障及排除方法

蓄电池（组）常见故障及排除方法如表 2-3 所示。

表 2-3 蓄电池（组）常见故障及排除方法

故障	故障原因	排除方法
容量下降	电解液使用时间过长，碳酸盐含量过高	更换电解液
	使用电解液不当	使用符合要求的电解液
	电解液过少，露出部分极板	补加蒸馏水或低密度电解液，调整密度，然后过充电
	电解液中有害杂质过多	清洗后，更换合格的电解液

续表

故障	故障原因	排除方法
容量下降	未严格执行充放电制度	严格按充放电制度执行
	蓄电池内部短路或微短路	倒出电解液,清洗蓄电池内部,过滤或更换电解液,然后过充电;若是其他原因,拆开蓄电池,酌情修理
	蓄电池外部短路或微短路	保持蓄电池周围干燥,加强绝缘,清除造成短路的各种隐患
	使用仪表不正确	检查校正所用电流表、电压表
单体蓄电池电压不正常	蓄电池内部短路、断路或无电解液	仔细检查原因,清洗电池后,更换电解液或拆开修理、补加电解液
	蓄电池外部短路或断路	保持蓄电池周围干燥,加强绝缘,检查清除造成短路、断路的因素
	接触不良或断开	检查各接触点(包括跨接板、导线接触情况),并予以修理
短路或微短路	浮粉脱落沉淀	清洗蓄电池内部,将浮粉倒尽
	极柱间绝缘不良	保持蓄电池的清洁干燥,加强绝缘
蓄电池内部析出泡沫	电解液内含有有机杂质	更换合格电解液
外壳膨胀	正极板膨胀	不易修复,以不影响使用为原则
	气塞孔堵塞	用清水洗气塞以便使微孔畅通或更换新气塞
	电池内部短路或电解液中有害杂质太多,产生大量气体气塞排除不及	更换新电解质,如系内部短路原因,各段目前难以修理
	充电后短时便拧上气塞	充电后,开口搁置2h再上塞
爬碱严重	电解液液面过高	调整液面至规定高度
	极柱、气塞密封不严	更换密封件,并拧紧
外壳漏液	焊缝胀开	目前还没有理想的材料贴补电槽

技能训练二 车辆电工、客车检车员技能鉴定考核题目

训练目标

通过车辆电工、客车检车员技能鉴定考核题目有关碱性蓄电池的练习,提升学生考证能力,意识到理论知识对实践的指导意义,激发学生对理论知识的兴趣。

训练内容

1. 镉镍电池放电过程中的电压变化率()铅酸蓄电池的电压变化率。
(A) 大于 (B) 小于 (C) 等于 (D) 不确定

2. 蓄电池电能转换作用的基本原理是化学的()反应。
 (A) 中和 (B) 分解 (C) 氧化-还原 (D) 置换
3. 电池容量取决于电极里所含()的量。
 (A) 电子 (B) 能量 (C) 分子 (D) 活性物质
4. 镉镍蓄电池电解液溶质的分子式为()。
 (A) H_2SO_4 (B) HCL (C) KOH (D) $Ca(OH)_2$
5. 镉镍蓄电池使用寿命可达()左右。
 (A) 5年 (B) 10年 (C) 15年 (D) 20年
6. 配制碱性电解液时, 配液室内应备有()水溶液, 以备电解液溅到皮肤上时用其冲洗。
 (A) 硫酸 (B) 盐酸 (C) 硝酸 (D) 硼酸
7. GN-300型蓄电池充足电后, 应能工作4 h 45 min以上, 如果工作3 h 30 min, 电压就低于1.0 V时, 此蓄电池的容量损失为()。
 (A) 26.3% (B) 35.7% (C) 73.7% (D) 64.3%
8. 镉镍蓄电池电解液中主要杂质是(), 它是由水或空气中二氧化碳引起的。
 (A) 碳酸盐 (B) 硫酸盐 (C) 氢氧化钠 (D) 胶质硅酸

技能训练三 镉镍蓄电池的段修

训练目标

通过训练练习, 使学生掌握镉镍蓄电池的段修的方法, 培养严谨认真的工作态度。

准备材料: 镉镍蓄电池、碱性电解液、棉纱、手套、手柄带绝缘层的活动扳手、硼酸水溶液。

训练内容

安全注意事项: 操作认真谨慎, 防止电解液溅到身体上, 应备有硼酸水溶液, 以备电解液溅到皮肤上时用其冲洗, 或用大量水冲洗; 操作过程中谨防扳手掉落将蓄电池正负极短路。

1. 检查电解液(见表2-4)

- (1) 用浮标测试电解液的比重(一般测试3~5只电池), 如不符合要求应进行调整。
- (2) 测电解液的碳酸根含量。
- (3) 蓄电池以1/5额定电流恒流放电至1.0 V/只, 倒出电解液, 在确保电池内部清洁后注入所需的新电解液进行充电。放电时电解液的温度不得超过45℃。

表2-4 镉镍蓄电池电解液技术要求

项目	标准	
	新电解液	使用的极限
外观	无色透明、无悬浮物	
比重	1.19~1.21	1.19~1.21



微课: GN型碱性
蓄电池段修

续表

项目	标准			
	新电解液		使用的极限	
含量	KOH	240 ~ 270 g/L	KOH	240 ~ 270 g/L
	NaOH	215 ~ 240 g/L	NaOH	215 ~ 240 g/L
CL ⁻	<0.1 g/L		0.2 g/L	
CO ₃ ²⁻	<4 g/L		30 g/L	
Ca Mg	0.1 g/L		0.3 g/L	
氨沉淀物(以 Al 计)				
Al/KOH Al/NaOH	<0.02 g/L		0.02 g/L	
Fe/KOH Fe/NaOH	<0.03 g/L		0.03 g/L	

2. 检查电池容量

当电池容量低于 70% 时, 视为寿命终止, 三次循环一次符合要求即可。同车蓄电池的容量差不超过 10%。

3. 电池按容量分类

段修时同一客车蓄电池容量相差应不大于 10%, 大修时, 酸性蓄电池容量差不超过 5%, 碱性蓄电池不超过 8%。

4. 装车前的充电

按容量分类后, 注入电解液, 静置 2 h 后, 调整液面, 然后用 1/5 额定电流恒流充电, 当充入的电量为 160% 时停止充电, 静置 2 h 后, 拧上气塞并用棉纱将蓄电池外表擦拭干净, 待装车运用。

技能考核

序号	考核内容	考核要点	分值	得分
1	更换电解液	会测试电解液比重, 电解液不合格更换电解液	30	
2	检查电池容量	正确检查蓄电池容量, 并合理分类	20	
3	装车前充电	使用正确的方法对蓄电池进行装车前充电	20	
4	安全意识	规范操作, 不能触犯安全注意事项	20	
5	协作能力	小组成员协作能力	10	
6	合计		100	

思考与练习

- GN 型碱性蓄电池的主要作用物质, 正极板是_____, 负极板是_____, 电解液是_____。
- 为了防止空气中的 CO₂ 与电解液接触反应, 碱性电池设计有_____装置, 使电池里面的气体只能单向地排出。
- 写出 GN 型碱性蓄电池的化学反应方程式并标明极性。