

## 摘 要

充电机作为 DC600/110V 旅客列车供电方式下的核心部件,其性能的稳定性和可靠性直接关系到旅客列车的运用安全。在充电机的检修过程中,由于没有专门对 DC600/110V 充电机进行检测的设备,需要在车上频繁地拆装充电机,增加了检修的劳动强度,不利于检修效率的提高。因此,有必要开发专门的 DC600/110V 充电机检修试验台,来满足充电机检修要求。

本文利用 MATLAB 软件对充电机逆变主电路变压器原边、副边电压、IGBT 工作时间、充电机输出电压在不同输入电压下的输出进行仿真;通过仿真对铁道部[2006]142 号中充电机检修及试验方法的要求进行了验证。通过对 DC600/110V 充电机逆变主电路及工作原理进行分析;充分研究了旅客列车上充电机的网络原理和 PLC 对充电机的控制技术;开发出了采用 PLC 控制的智能型自动充电机检修试验台。

研制的试验台由电源部分、负载部分、操作控制部分、试验软件、外部输入输出五部分组成,是集电气控制系统、微机测控系统为一体的新型试验设备。试验台采用设计良好的测控系统和性能优良的电子元器件,保证了试验检测结果的稳定、可靠。通过自动化的试验数据采集与处理手段,大大提高了充电机检测作业水平。

作者充分考虑了充电机在旅客列车上的控制模式,使得研制的试

---

验台操作人员的测试方法更加简捷，只要将试验充电机与试验台按要求连接好导线后，操纵键盘和鼠标，试验台便可通过试验程序，自动完成对充电机的各项性能指标进行检测，自动记录各项检测数据，并根据检测数据自动对充电机的性能进行判定。

充电机试验台制作完成以后，在成都车辆段进行三个月的试运行。利用该试验台对段内需要检修的一百多台充电机进行了测试。测试表明该试验台自动化程度高，操作灵活，使用简单方便，性能稳定，符合铁道部的相关要求，达到了设计目的。

关键词：充电机；PLC；试验台；检测

---

## Abstract

Charging set is the core part for DC600V/110 power supply, Its stability and reliability directly affect operation security of train. During the period of refreshing the check of charging set, because of no refresh the equipments that the machine carries on an examination to the DC600/110 Vs exclusively, the charging set need be dismounted and assembled frequently when repair, which will increase working intensity, and make against repair efficiency; therefore, to design and develop a Specialized DC600/110V charging set examine test stand is needed to meet charging set examine.

This text makes use of the MATLAB software to refresh machine to go against to become main electric circuit transformer original side、vice- side electric voltage、IGBT work time、refresh the machine exportation electric voltage to input electric voltage in the dissimilarity under of the exportation carry on imitate really. Pass to imitate really to the railroad department [2006] on the 142th in refresh the machine check to fix and experiment a method of the request carried on a verification. Pass to refresh machine to go against to become the main electric circuit and the work principle to carry on analysis to the DC600/110Vs.Studied traveler railroad train well to refresh the network

principle and PLC of the machine up to the control that refreshes machine. Developed the intelligence type auto-recharged machine of the use PLC control .

On trial pedestal of develop from power supply part, load part, operation control part, experiment the software part, the exterior importation output five parts to constitute, is gather electricity control system, microcomputer measure and control system as integral whole of new experiment. Experiment the set adoption a design to measure to control the system and the function good electronics dollar spare part goodly, promise an on trial examination a result of stability, credibility. The on trial data that passes automation collects with the processing mean, raise to refresh machine examination homework level consumedly.

The author considered to refresh machine well in the control mode on traveler railroad train, make the on trial set operation personnel's test method for develop more, as long as will experiment to refresh machine with experiment set to press to request to link to like to lead line after, manipulate the keyboard and mouse, experimenting set can pass on trial procedure then, the automatic completion carries on an examination to various function index signs that refresh machine, recording various examination data automatically, and carry on judge to the function that refreshes machine according to the examination data auto

After refresh the machine experiments a pedestal a creation completion, Be carry on try movement in the Chengdu vehicular branch

---

three months. The exploitation should experiment set to the Chengdu vehicular branch inside need to check to fix of more than 100 sets refresh machine to carry on a test. Test the enunciation should experiment set automation degree high, operate vivid, use in brief convenient, function stability, meet the related request of the railroad department, come to an a design a purpose.

Key words: Charging set,; PLC,; Test stand; Inspection

---

# 西南交通大学

## 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权西南交通大学可以将本论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复印手段保存和汇编本学位论文。

本学位论文属于

1. 保密 ☐，在     年解密后适用本授权书；

2. 不保密 ☒，使用本授权书。

(请在以上方框内打“√”)

学位论文作者签名：杨志

指导老师签名：杨志

日期：2009.6.24

日期：09.6.24

# 西南交通大学

## 学位论文创新性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是在导师指导下独立进行研究工作所得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

论文作者签名：杨志

日期：2009 年 6 月 24 日

## 第 1 章 绪论

### 1.1 国内技术现状

#### 1.1.1 旅客列车供电技术的发展

随着我国铁路技术装备的不断发展,我国的铁路旅客列车也在不断的发展。铁路旅客列车的发展变化经历了 22 型客车、25 型全列空调客车、动车组的变化。作为旅客列车的供电方式也发生了根本性的转变。主要经历了三种供电方式的发展。第一种、依靠车轴转动带动发电机发电的 DC48V 直流供电方式。该供电方式,由于供电能力有限,同时受列车停靠的影响较大,只能对旅客列车提供照明等简单负载要求,无法对空调等负载提供电力需求,不能满足旅客列车对舒适性的要求。第二种、在列车编组上编挂专用发电车进行 AC380/220 供电的交流供电方式。该供电方式虽然能满足列车空调负载的供电需求,大大提高了旅客列车舒适性的要求。但由于该种供电方式,必须在旅客列车上增加发电车,降低了旅客列车运输效率。第三种、通过机车直接向全列旅客列车提供 DC600V 直流供电方式。通过车辆上的逆变器、充电机将 DC600V 转变为 AC380V 和 DC110V 向车上的空调、照明等用电设备进行供电。

DC600V/110V 直流供电方式既可以提供空调旅客列车供电容量较大的需求,同时,采用 DC600V/110 直流供电方式,可以减少发电车,增加旅客列车编组,提高旅客列车的运输效率。可以减少发电车



维护人员，提高我国铁路车辆行业的劳动效率。由于，DC600/110V 直流供电方式，相对于前面两种供电方式具有技术上和经济上的许多优势。目前该种供电方式，已成为我国空调列车运行供电的主要方式。未来，该种供电方式也必然会成为我国铁路旅客列车的主要供电方式。

### 1.1.2 DC600/110V 充电机在旅客列车中的地位

DC600/110V 直流供电方式，就是由机车直接向全列旅客列车提供两路 DC600V 直流电源。DC600V 直流电通过每辆车下安装的逆变器将电源变换为 AC380V 交流电源，供给空调负载和电茶炉等三相负载使用。DC600V 直流电通过每辆车下安装的充电机将电源变换为 DC110V 直流电源，供给照明和空调等电器控制和旅客列车自带 110V 蓄电池等负载使用。由于电气化区段每隔 50km 左右便有一个分相区（不同变压器之间换相）即无电区，DC600V 电源装置在过分相区时停止输出，因此逆变器也没有三相交流输出。为了避免照明负载的频繁断电，所以照明采用 DC110V 直流供电，在牵引区段，由充电器向照明负载供电，而过无电区时则由安装在车下的蓄电池供电。同样，为了保证空调等控制电路的控制电器不频繁吸合和释放，控制电路也采用 DC110V 供电。

110V 电源在 DC600V 供电客车中承担了客车电路启动、控制作用；同时还要给照明、蓄电池等部分负载提供电源。因此，110V 电源系统在客车中作用重大。充电机在 DC600V 客车中是唯一提供 110V

电源的设备。充电机的好坏直接关系到 DC600V 供电的电路启动和控制，是车辆辅助设备的重中之重。可以说充电机是 DC600V 供电旅客列车的心脏。充电机的好坏及性能稳定直接关系到 DC600/110V 供电列车的供电安全。为了保证旅客列车的供电安全，作为车辆的运用维护单位车辆段，在车辆的各级检修中，我们必须加强对充电机的检修，保证充电机使用性能的可靠性和安全性。

## 1.2 存在的问题

由于 DC600V 供电方式在技术上和经济上都具有的优势，目前该供电方式已逐渐取代发电车供电方式成为我国空调旅客列车的主要供电方式。为了保证充电机在长期的使用中有足够的安全性和可靠性，2006 年铁道部颁布了铁运[2006]142 号《25T 客车检修规程》的附件 U《DC600V 供电客车空调逆变器及电源装置（充电机及单项逆变器）检修试验方法》对充电机的试验项目及试验要求进行了明确的规定。

尽管，从开始铁路装备现代化以来，铁路旅客列车的装备得到了大幅度的提高。但为检修运用维护旅客列车的设施设备远远落后于旅客列车装备现代化的要求。以成都车辆段为例，2006 年开行的到泰州的 25G 全列空调旅客列车，2007 年开行的到青藏的 25T 型车都是以 DC600/110V 为供电方式。但却没有相配套的检修运用维护检测设备，在一年多的时间中，由于没有专门的检修试验设备，该段只能通过车上的负载试验来对充电机的使用状态进行简单判断，不能对充

电机的性能进行全面判断，试验数据无法检测，无法满足充电机检修规程的要求。同时，对于有故障的充电机，在修复过程中，要频繁的在车上安装与拆卸，给修复工作增加了难度，延长了检修时间，增加了劳动强度，检修效率低下。因此，有必要针对充电机检修，研制与开发专门的检修试验设备，以适应旅客列车装备现代化的要求。

### 1.3 本文解决主要问题

本文通过对充电机的 MATLAB 仿真，进一步了解和掌握充电机的工作稳定性能和工作电压范围。同时，通过对充电机原理和充电机检修及试验方法进行分析、研究，确定了试验过程中测量电量的种类、测量方法；控制电量的控制方法等。

作者将对试验台的控制功能及试验台的控制、检测量布置进行了综合考虑，开发出智能型计算机控制自动充电机检修试验台。试验台研制过程中，作者将采用性能优良的电量传感器、测控系统保证了试验检测结果的稳定、可靠；对试验数据的检测、储存、故障诊断进行全自动的数据管理，大大提高了充电机检修作业水平。试验台应该成为集电气控制系统、微机测控系统为一体的新型试验设备。操作人员只要将试验充电机与试验台按要求连接好导线后，通过操纵键盘和鼠标，试验台通过试验程序能自动完成对充电机的各项性能指标进行检测，并对各项检测数据进行记录，同时根据检测数据自动对充电机的性能进行判定，确保充电机的使用性能良好。

该充电机试验台必须符合铁道部要求，要求自动化程度高，操作

---

灵活，使用简单方便，提高了检修劳动效率，以适应铁路现代化提速的需要。

---

## 第 2 章 DC600/110V 充电机原理

### 2.1 DC600/110V 充电机的电气原理

采用 DC600V/110V 供电的旅客列车，都需要充电机将 DC600V 转换成 DC110V 供给蓄电池和照明等负载。从维护系统的安全性和可靠性来考虑，充电机实际上是供电系统中最重要的设备，一旦充电机发生故障，蓄电池无法充电，电压会放到很低，有可能使本车挂在蓄电池上的所有设备都无法启动和工作。基于蓄电池和照明等负载的容量，目前采用 DC600V/110V 供电方式的充电机都采用 8KW 功率的充电机。

#### 2.1.1 充电机的电器原理

充电机主回路由 DC600V 干线取来的 DC600V 电源经过 EMI 滤波，LC 直流滤波回路送到由 IGBT 模块作开关管的桥式逆变电路，该电路将 DC600V 逆变成 15KHZ 的高频方波，高频方波经高频变压器隔离、降压，在经过全桥整流电路整流，LC 输出滤波，EMI 输出滤波、二极管输出隔离，最后输出标称 8KW/DC120V，用于驱动本车负载、干线负载、以及给本车蓄电池充电。该充电机的输出特性满足免维护铅酸蓄电池的充电特性曲线，同时具有充电温度补偿特性。充电机电气原理图如图 2-1，图 2-2。

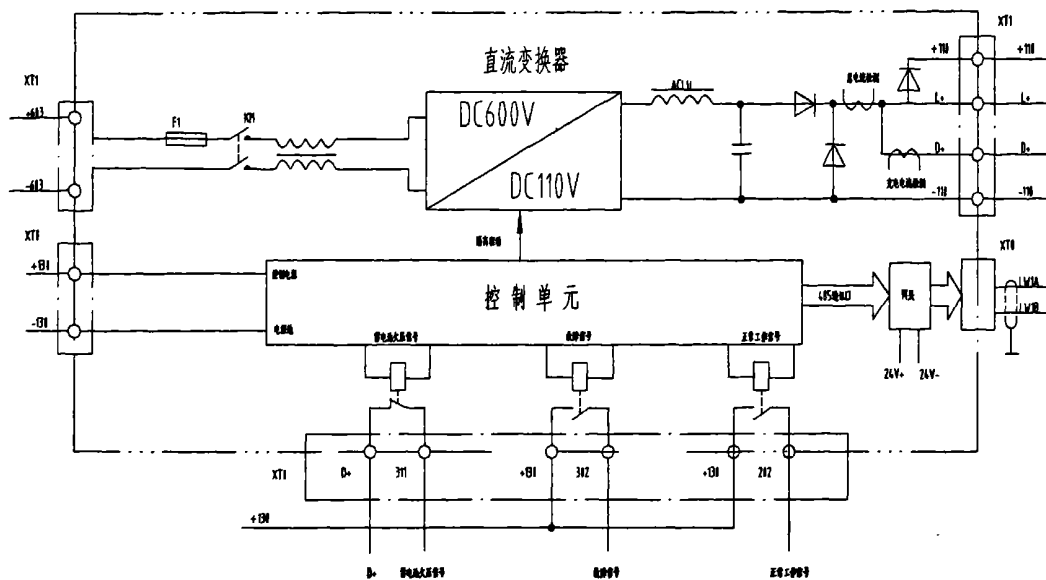


图 2-1 充电机模块原理框图

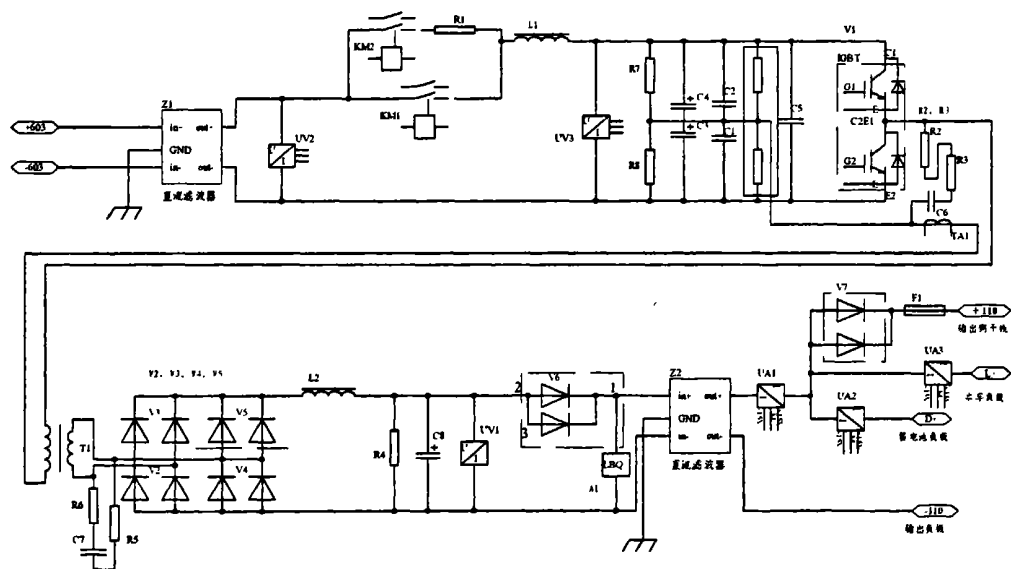


图 2-2 充电机模块原理图

### 2.1.2 充电机逆变主电路

基于 DC600V 的输入电压和大于 8KW 的功率等级，客车用充电机 DC/DC 变换的主电路一般采用适应高压变换的桥结构。其电路如图 2-3 所示。

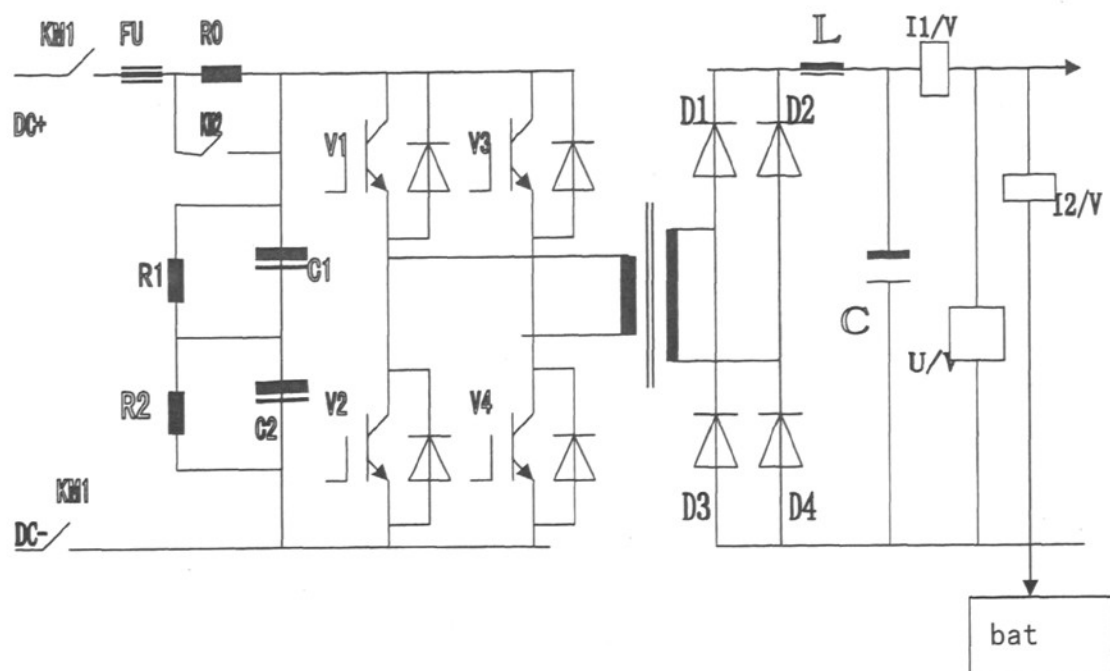


图 2-3 PWM 桥式 DC/DC 变换电路

V1~V4 构成 DC/DC 变换的主电路，V1~V4 的控制逻辑电压波形如图 2-4：

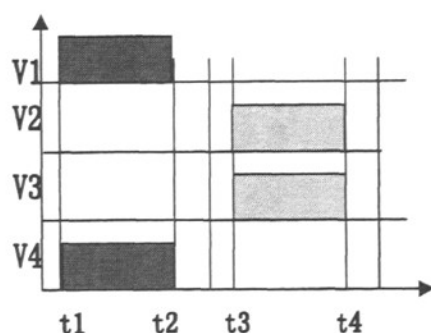


图 2-4 电压波形图

$t_1$ — $t_2$  区间内，V1 和 V4 导通，变压器原边电压为正相电压；

$t_3$ — $t_4$  区间内，V2 和 V3 导通，变压器原边电压为反相电压；

我们注意到  $t_2$ — $t_3$  区间内任何一只 IGBT 都不导通，这段时间称为“死区”，主要是考虑防止上、下桥臂的两只 IGBT 同时造成桥臂的“贯通”短路。

充电器用的 IGBT 一般采用双单元，即一个模块上集成了上、下桥臂的两

个 IGBT，电路结构简单，但因为 IGBT 工作在 20KHZ 左右，因此其开关损耗大，散热困难。为解决高频的开关损耗问题，采用移相技术实现 IGBT 的软开关控制。

电桥左、右两个桥臂的上下两个开关管（V1—V2，V3—V4）被施以  $180^\circ$  互补的驱动信号，上下两管  $180^\circ$  互补导通。因此除上下两管导通的死区外，电路中总有两个开关管都导通，共有四种导通组合，即 V1—V4，V4—V2，V2—V3，V3—V1，并按此顺序周而复始。其中 V1—V4，V2—V3 组合导通（即对角线导通）时，全桥电路给出能量，而 V3—V1，V4—V2 组合导通时，全桥电路处于续流状态不输出能量。调节这两种组合的时间比例，即移相角，变压器得到一个交变的 PWM 电压以此实现对输出电压、电流的调整。

移相控制原理是利用变压器漏感和 IGBT 结间的电容谐振，漏感 LK 储能向电容 C 释放过程中，使电容 C 的电压逐步下降到 0，二极管 D 开通，创造 0 电压开关（ZVS）条件，电路中的其他电感、电容元件是为获得可靠的零电压开关而设置。

### 2.1.3 充电机 DC/DC 变换的特点

. 采用电压、电流双闭环控制，实现蓄电池恒流定压充电。

. 采用软开关技术，减小 IGBT 高频开关损耗，效率达到 92%。

. 采用先进的非晶态铁芯制造变压器和电抗器，减小充电器的体积。

. IGBT 的开关频率达到 20KHZ 以上，避开了音频区域，减小充电器的电磁噪音。

. 蓄电池充电采用了温度补偿措施。



. 充电器具有故障诊断和通信功能,在控制柜触摸屏上可以显示充电器的运行参数和故障信息。

#### 2.1.4 电压变换的实现

DC600V 供电客车的 DC/DC 变换,主要是通过 IGBT 桥式逆变电路将直流 600V 电压变换成占空比可调的高频方波电压,经变压器隔离后整流滤波成 DC110V 电压;所谓占空比是指一个半波内,驱动 IGBT 的脉冲宽度占整个半波周期的比例,为了调整输出电压,占空比是可变化的,属于脉冲宽度可调模式即 PWM 方式。在这种控制方式,脉冲的幅值是不变的,当负载发生变化时,依靠改变脉冲的宽度,来保证输出电压的稳定;如果输入电压发生变化,也可以通过改变脉冲宽度来保证输出的稳定。不同情况下的脉冲宽度如图 2-5 所示。

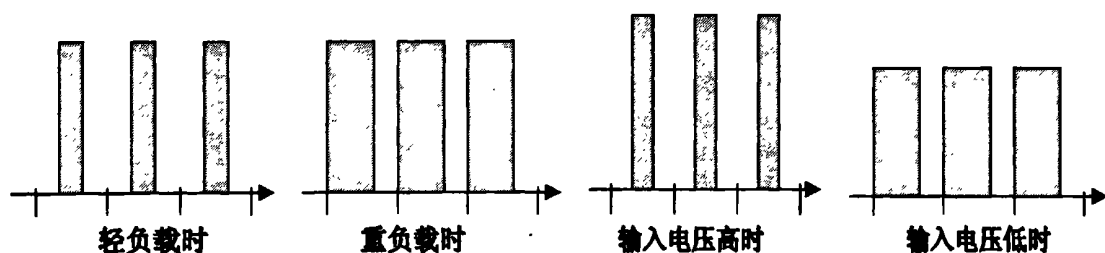


图 2-5 不同情况下的脉冲宽度

由 D1-D4 共四只高频快速二极管组成的整流电路,对变压器输出的脉冲电压进行整流,并有电抗器 L 和电容 C 进行滤波。高频整流对二极管的要求与一般交流整流电路不一样,除了要求较小的通态压降以减小导通损耗外,还要求具有快速的导通和关断能力,以减小开关损耗,因为在高频条件下,二极管的开通和反向恢复时间引起的损耗在总损耗中占有明显的比例。

#### 2.1.5 IGBT 的特点

DC600/110V 充电机的电压变换关键部件就是 IGBT。IGBT 是 MOSFET 和 GTR 复合的产物,具有 GTR 的导通特性和 MOSFET 的驱动特性,驱动简单、功率小,开关频率高,通态压降低、损耗功率小,结构如图 2-6。8KW 等级的 DC600V 充电器一般采用 IGBT 双单元,所谓双单元是指一个模块上包含上、下桥臂的两个 IGBT,4 只双单元模块可构成充电器的主电路 IGBT 内部都集成了续流二极管。

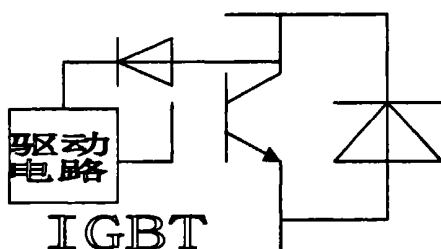


图 2-6 IGBT 结构图

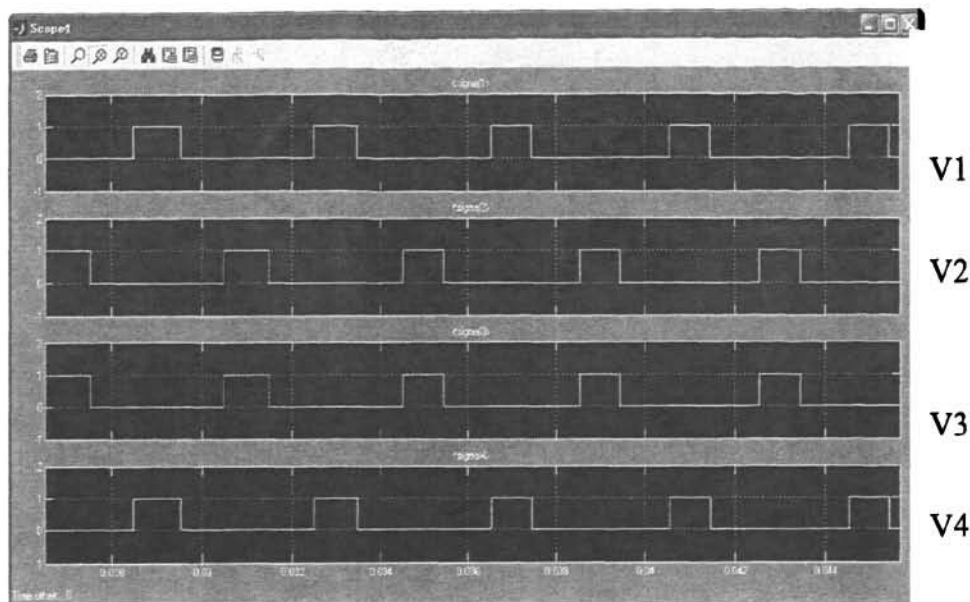
## 2.2 DC600/110V 充电机在 MATLAB 下仿真

为了能够了解和掌握充电机的工作稳定性能和工作电压范围,作者通过 MATLAB 软件编写程序,对 DC600/110V 充电机的主电路在电压 650V、600V、550V、500V 工况下的变压器原边电压、副边电压、整流电压、IGBT 工作状态、输出电压、输出电流进行了仿真。

### 2.2.1 IGBT 的仿真

IGBT 在充电机不同的电压输入的情况下的 MATLAB 仿真如图 2-7、2-8、2-9、2-10 所示。

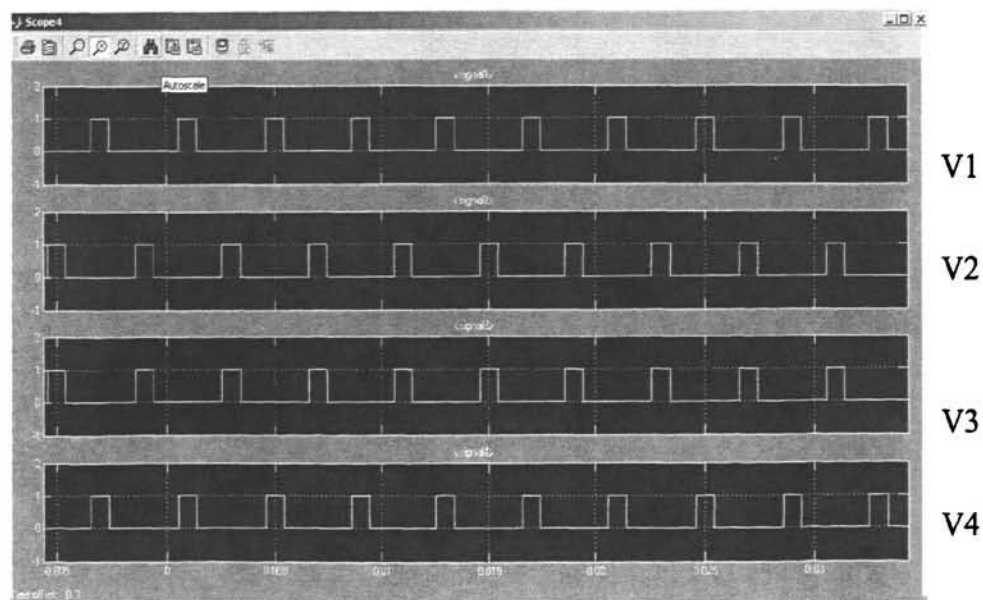
纵  
坐  
标  
表  
示  
IGBT  
的  
开  
关



横坐标表示 IGBT 的工作时间

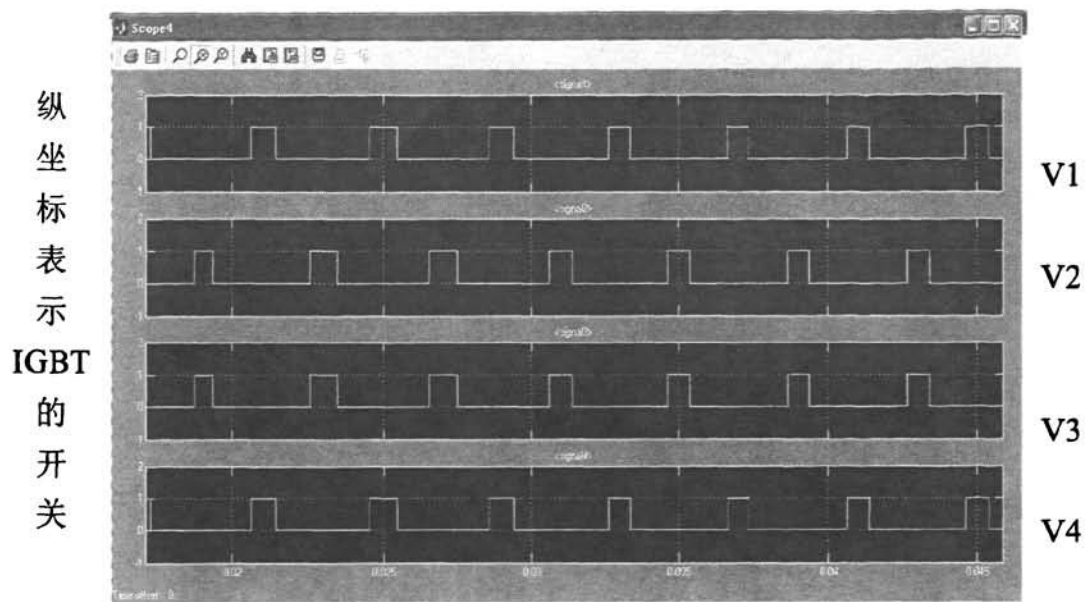
图 2-7 输入直流 500V 仿真波形

纵  
坐  
标  
表  
示  
IGBT  
的  
开  
关



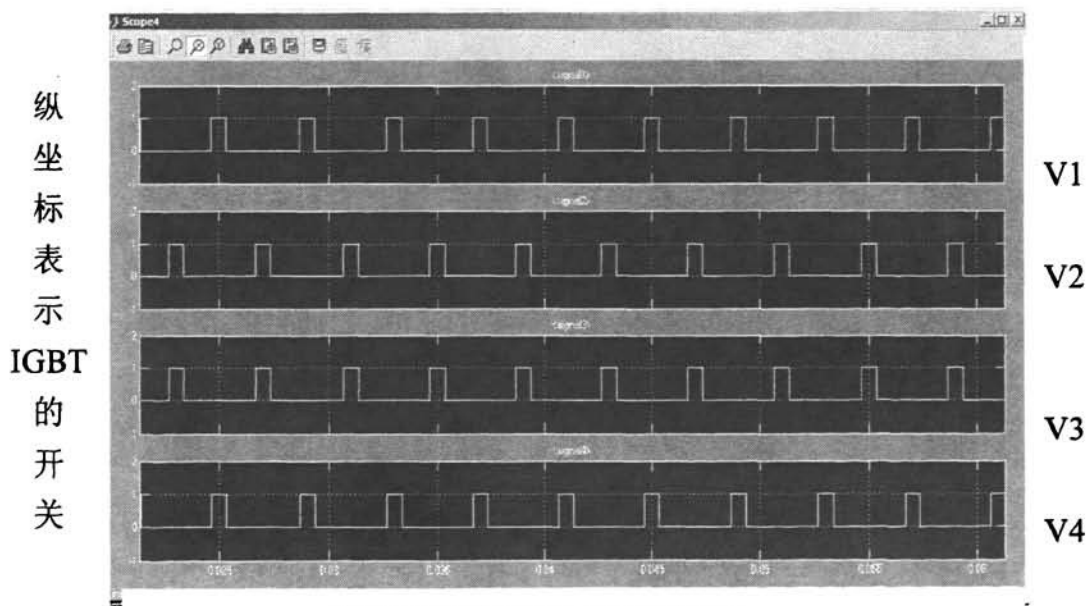
横坐标表示 IGBT 的工作时间

图 2-8 输入直流 550V 仿真波形



横坐标表示 IGBT 的工作时间

图 2-9 输入直流 600V 仿真波形



横坐标表示 IGBT 的工作时间

图 2-10 输入直流 650V 仿真波形

从 IGBT 不同电压下 MATLAB 下仿真波形图中可以看出, IGBT 的 V1、V4 为一组同时工作。V2、V3 为一组同时工作。在不同的输入电

压下, IGBT 的工作时间不同。输入电压越高, IGBT 的工作时间越短, 输入电压越低, IGBT 的工作时间越长。如此, 通过调整 IGBT 的工作时间, 可以改变充电机变压器的输入电压波形, 从而保证充电机的输出不变。

### 2.2.2 变压器原边电压、副边电压、整流电压仿真

变压器原边电压、副边电压、整流电压在不同的输入电压下的 MATIAB 仿真如图 2-11, 图 2-12、图 2-13 和图 2-14 所示。

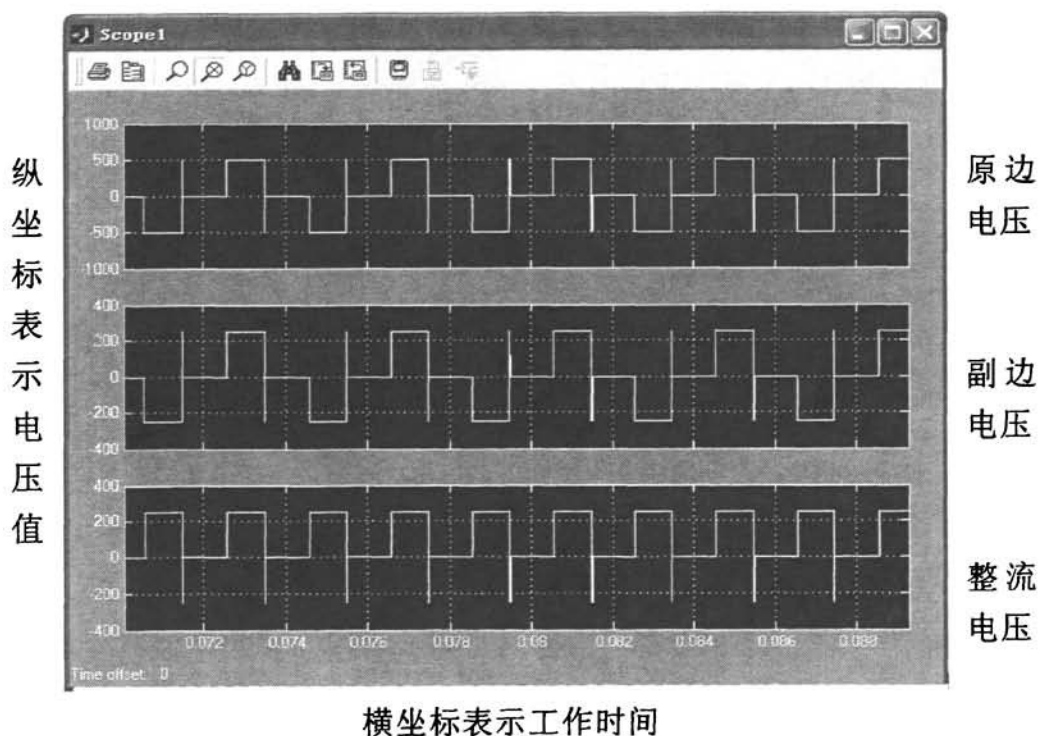


图 2-11 输入直流 500V 仿真波形

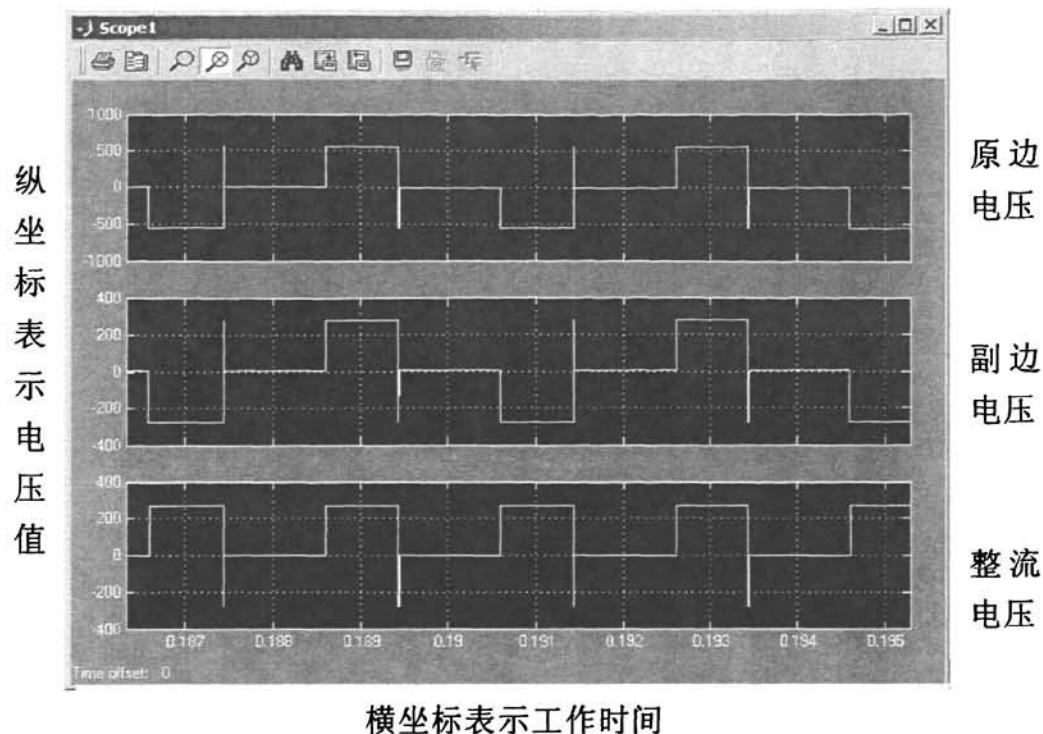


图 2-12 输入直流 550V 仿真波形

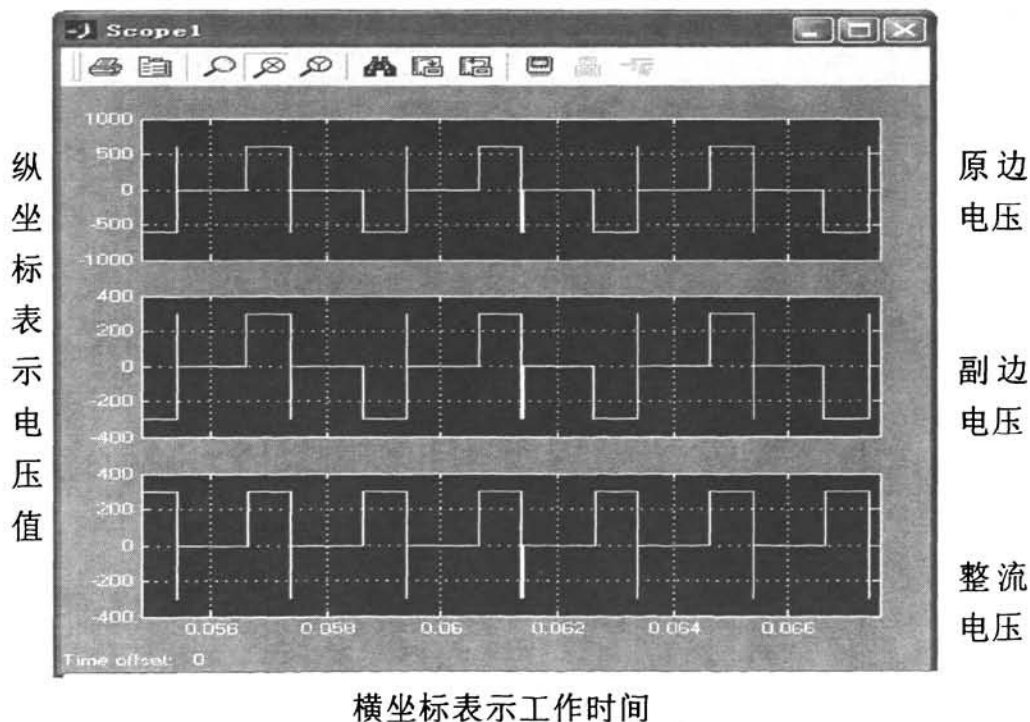


图 2-13 输入直流 600V 仿真波形

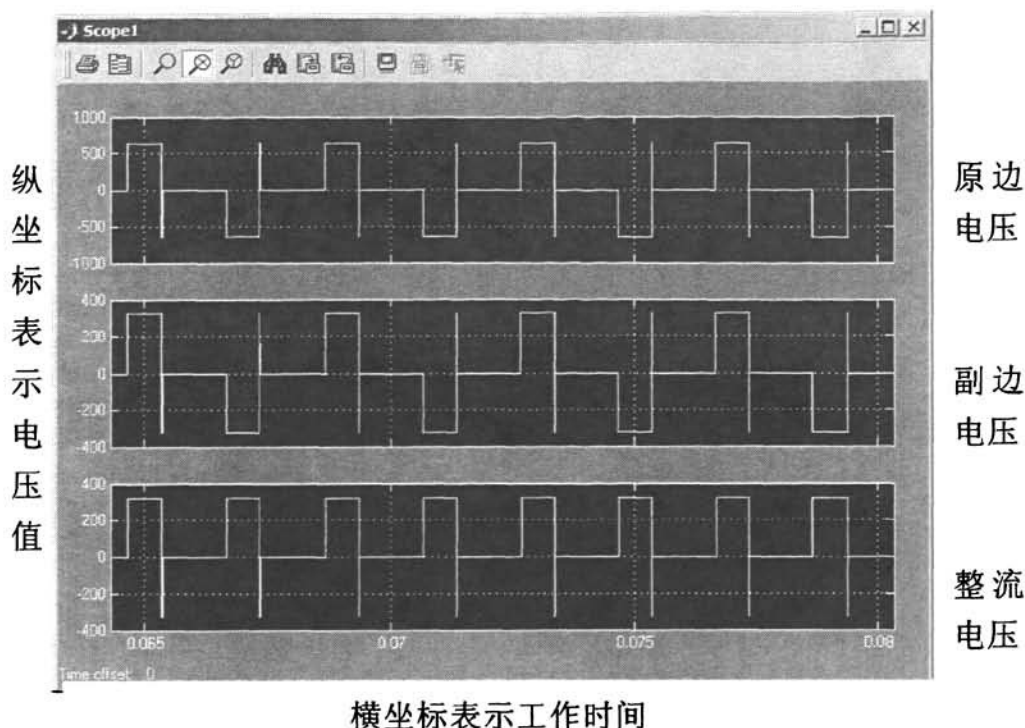
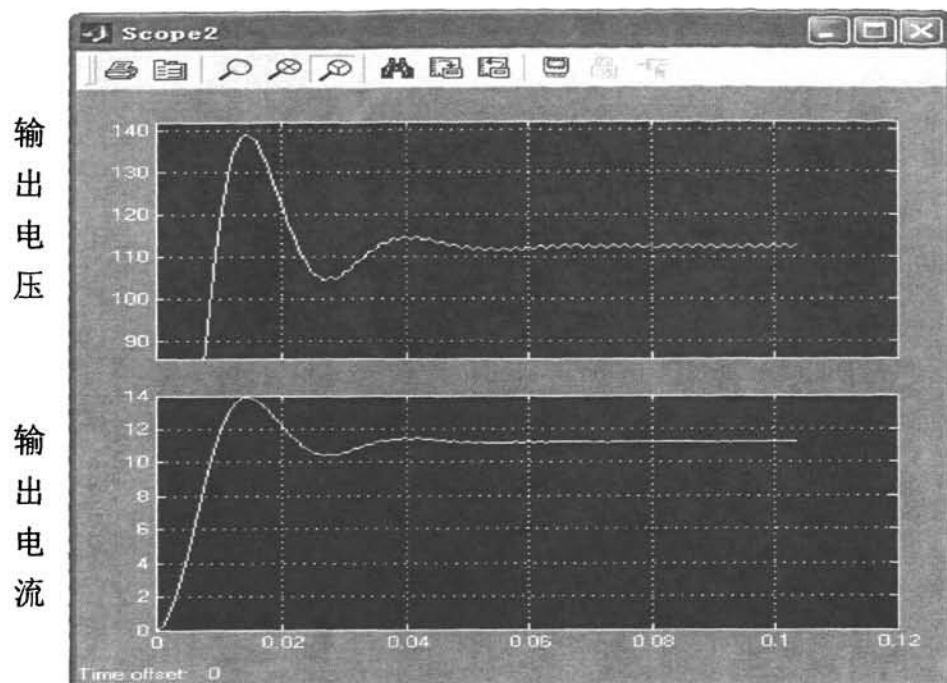


图 2-14 输入直流 650V 仿真波形

从变压器原边电压、副边电压、整流电压在不同的输入电压下的 MATLAB 仿真波形图可以看出，通过变压器及整流电路把高压交变电压变成了低压直流电压。由于输入电压不同和 IGBT 的开关时间的影响，电压的频率是不一样的，充电机输入电压高，变压器的电压频率就高，充电机输入电压低，变压器的电压频率就低。

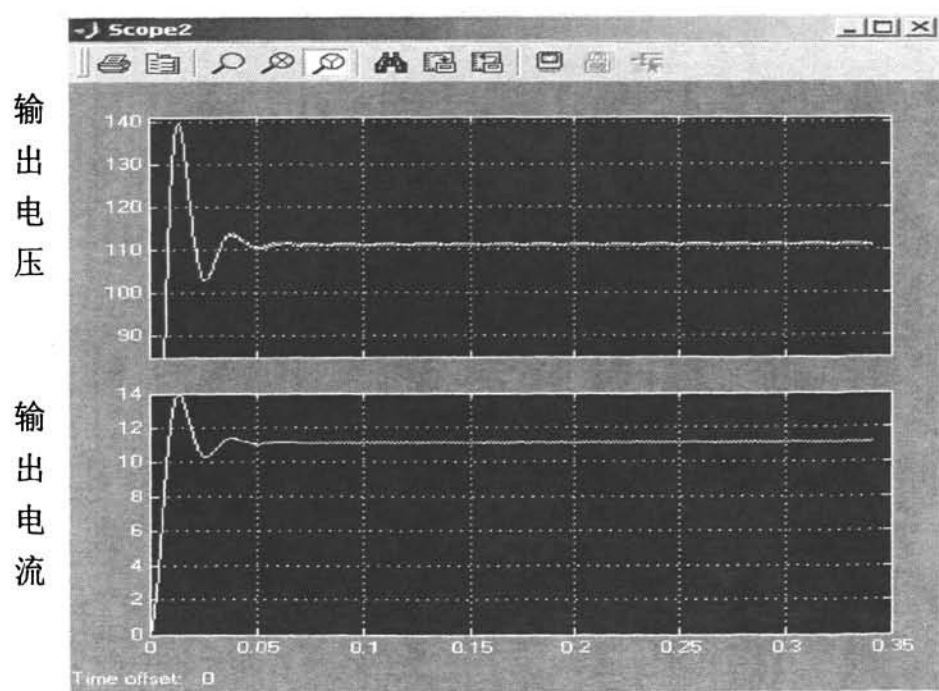
### 2.2.3 充电机输出电压电流仿真

充电机输出电压电流在不同的输入电压下的 MATLAB 仿真如图 2-15、图 2-16、图 2-17 和图 2-18 所示。



横坐标表示工作时间

图 2-15 输入直流 500V 仿真波形



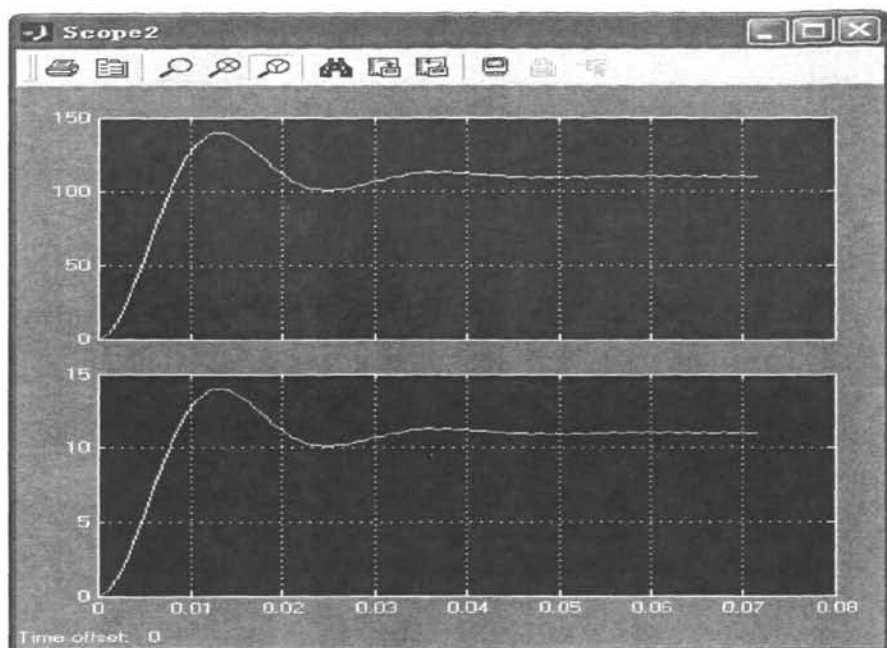
横坐标表示工作时间

图 2-16 输入直流 550V 仿真波形



输出电压

输出电流

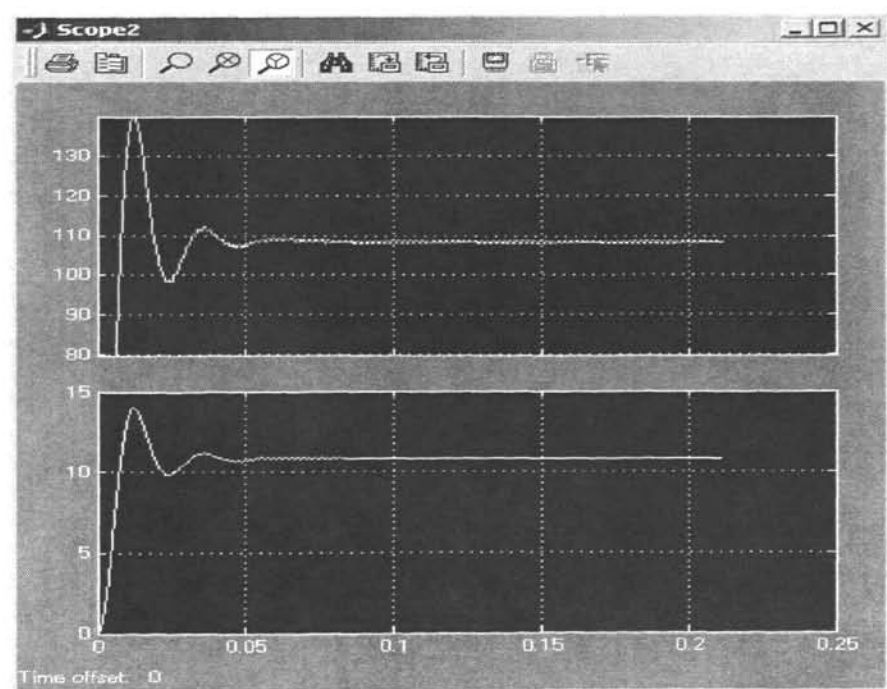


横坐标表示工作时间

图 2-17 输入直流 600V 仿真波形

输出电压

输出电流



横坐标表示工作时间

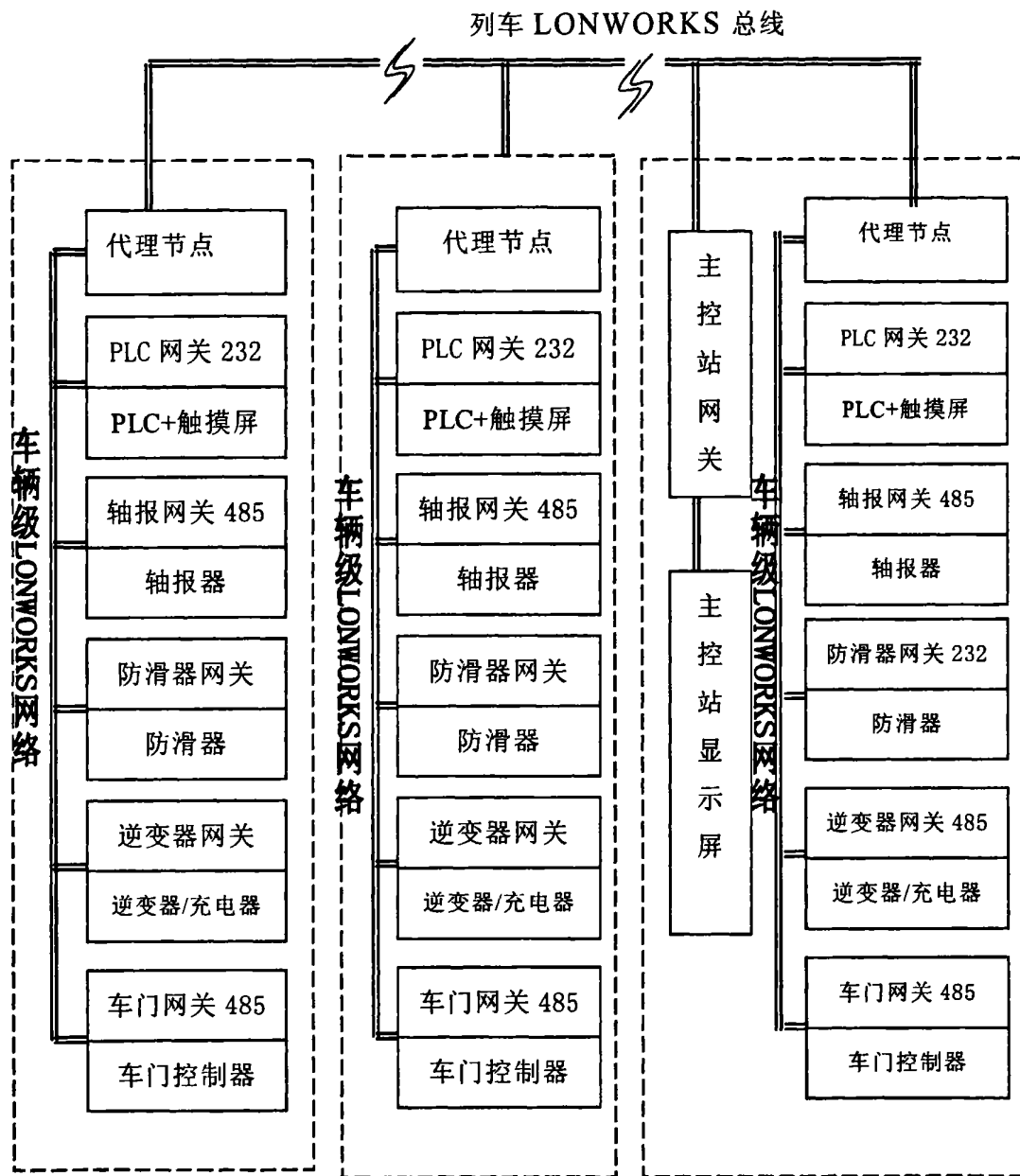
图 2-18 输入直流 650V 仿真波形

从充电机输出电压电流在不同的输入电压下的 MATLAB 仿真波形图可以看出,在充电机的工作初始阶段,由于受电压的冲击,输出的突变比较大,但随着时间的延长,充电机的输出就稳定在 110V 的电压内。充电机输出电压电流在 600V 的工况下工作最稳定,随输入电压的升高和上升,充电机输出电压电流都会发生波动。在电压超过 650V 和电压低于 500V,充电机输出波形就不能满足输出 110V 的电压要求。

通过 MATLAB 软件仿真,可以看出,充电机由于本身的构成及元器件特点,在电压 650V 以上及电压 500V 以下的条件下工作时,充电机的输出电压波动比较大。为保证充电机及负载的工作稳定性,因此,当输入电压不在充电机的工作范围内,充电机内电压自动保护电路能启动,保护充电机及用电负载。

## 2.3 充电机的网络原理

DC600/110V 客车还采用 LONWORKS 网络技术,实现列车无主式网络监控。通过车厢级和列车级两级网络,在综合控制柜的触摸屏上集中显示本车的供电状况和供电参数、空调系统的运行工况和运行参数、轴温报警器每个轴位的轴温信息、防滑器的工作状态和信息、车门的状态、烟火报警器的工作信息、车下逆变器充电器的工作状态和运行参数等。可以在任何一节车厢对他车的电气系统进行监视,监视的内容与本车显示内容一致,网络结构如图 2-19 所示。



2-19 列车网络系统构成

充电器箱内装有 LONWORKS/RS-485 网关，通过内部 RS-485 网络与，通过 LONWORKS 与列车控制柜 PLC 进行信息传递，按统一的通信协议联网通信。充电机网关核心控制模块集成了 LONWORKS 网络收发器、CPU 芯片、RAM 及最小单片机系统。其外围是一个转换接口电路，RS232/RS485

信号传递给 CPU。网关原理框图如图 2-20 所示。

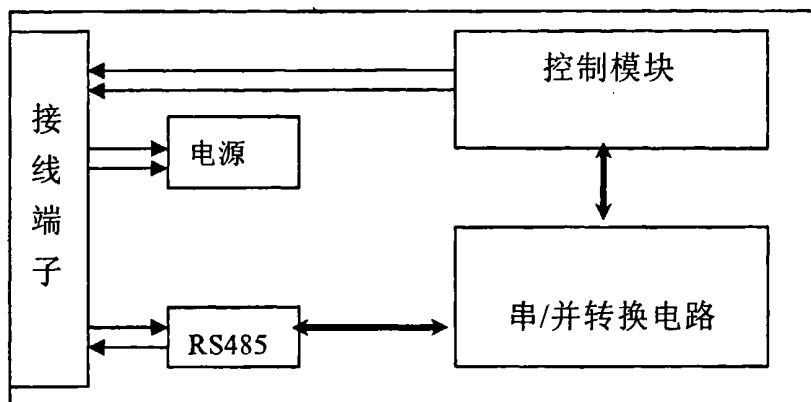


图 2-20 WG-I 网关原理

## 2.4 充电机的 PLC 控制

可编程序控制器（PLC）为 Programmable Logic Controller 的简称。它是一种数字运算操作的电子控制系统，专为在工业环境下应用而设计，它采用可编程序的存储器，在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令，并通过数字式或模拟式的输入、输出接口来控制各种类型的机械或生产过程。由此可见，可编程序控制器是以微处理器为核心，综合了计算机技术、自动控制技术和通讯技术，用面向控制对象、面向控制过程的“自然语言”编程，简单易懂、操作方便、适应工业环境、可靠性高的新一带工业控制装置。目前，在铁路车辆的电器控制中，已经普遍采用 PLC 对各种电器元件的控制，以实现自动化。

### 2.4.1 PLC 的结构与组成

PLC 装置由中央处理单元（CPU）、存储器（Memory）、输入/输出（I/O）接口、电源部件及外部设备接口组成。其中 CPU 是 PLC

的核心，存储器是存放程序与数据的地方，I/O 部件是连接现场设备与 CPU 之间的接口电路，而电源部件是为 PLC 内部电路提供电力。其结构框图如下图 2-21：

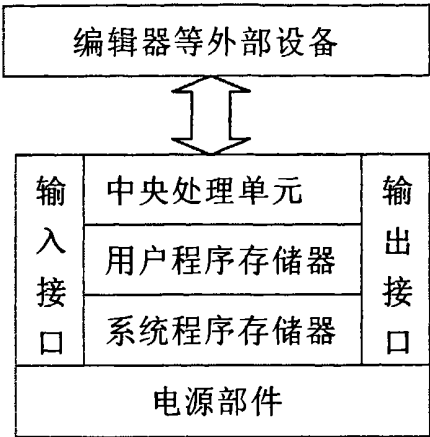


图 2-21 PLC 基本组成

(1) 中央处理单元

CPU 是 PLC 的“大脑”，他控制所有其他部件的操作，一般由控制电路、运算器、寄存器等组成，通过地址总线、数据总线和控制总线与存储器、I/O 接口电路联接主要完成的任务是：从存储器读取指令，CPU 从地址总线上给出指令的存储地址，从控制总线上给出读命令，从数据总线上得到读出的指令，并存放到 CPU 内的指令寄存器中；执行指令，对存放在指令寄存器中的指令操作码进行译码，执行指令规定的操作；准备取下一条指令，CPU 执行完一条指令后，能根据条件产生下一条指令地址，以便取出和执行下一条指令，在 CPU 的控制下，程序的指令既可以顺序执行，也可以进行分支或转移处理；处理

中断，有些 PLC 除了顺序执行程序外，还提供了中断处理功能，CPU 通过接收 I/O 接口或内部的中断请求信号，进行中断处理，处理完毕后，在返回原地址，继续执行，这种控制方式大大提高了 PLC 的处理速度。

## (2) 存储器。

存储器是具有记忆功能的半导体电路。PLC 的存储器包括系统程序存储器和用户程序存储器。所谓系统程序，是指控制和完成 PLC 各种功能的程序，这些程序是由 PLC 的制造厂家用微机的指令系统编写的，并固化到只读存储器（ROM）中；所谓用户程序，就是使用者根据工程现场的生产过程和工艺要求编写的控制程序。用户程序由使用者通过编程器输入到 PLC 的读写存储器（RAM）中，允许修改，由用户启动运行。只读存储器（ROM）一般包括：检查程序，PLC 通电后，首先由检查程序检查 PLC 各部件的操作是否正常，并将结果显示给操作人员；键盘输入处理程序，解释、执行用户从键盘上发出的命令，将用户输入的程序送到 RAM 中，读出并显示 RAM 中的内容；翻译程序，将用户使用 PLC 编程语言编写的控制程序翻译成由机器语言组成的程序，然后再由 CPU 执行，同时，对用户程序进行语法检查；信息传递程序，将 RAM 中的用户程序送到外部存储器中，或将外部存储器中的内容传送到 RAM 中；监控程序，根据用户的需要调用相应的内部程序。读写存储器（RAM）一般用来存放用户程序，为了防止失电后程序丢失，一般采用电池或电容保持电路。RAM 中一般存放以下内容：用户程序，在编程方式下，用户从键盘上输入的程序经过预处理后，

存放在 RAM 低地址区；逻辑变量，在 RAM 中，若干个存储单元用来存放逻辑变量，这些逻辑变量用 PLC 术语说就是，输入继电器、输出继电器、保持继电器、内部辅助继电器、定时/计数器等。不同型号的 PLC 存储容量不同。

### (3) 输入/输出 (I/O) 接口电路

输入/输出接口电路用来连接 PLC 主机与外部设备。为了提高抗干扰能力，一般的输入、输出接口均装有光电隔离装置。来自现场的指令元件、检测元件的信号经输入接口进入到 PLC，指令元件的信号是指由用户在控制台、操作台或控制键盘上发出的控制信号，如启动、停止、转换、调整、急停等。检测元件的信号是指用检测元件如各种传感器、继电器接点、限位开关、行程开关等对生产过程中的参数，如压力、流量、温度、速度、位置、电流、电压等进行检测时发出的信号。这些信号有的是开关量、有的是模拟量、有的是直流信号、有的是交流信号，要根据输入信号的类型选择合适的输入接口。由 PLC 产生的各种输出控制信号经过输出接口电路去控制和驱动负载，如指示灯的亮灭、电动机的起停和正反转、设备的转动、平移、升降等。与输入接口一样，输出接口的负载有的是数字量、有的是模拟量，要根据负载性质选择合适的输出接口。根据现场执行部件的不同需要，输出接口的功率放大环节又分为继电器型、双向硅型和晶体管型三种形式。继电器容量大，交、直流通用，响应时间为毫秒级；可控硅只能带交流负载，响应时间为微秒级；晶体管只能带直流负载，响应速度最快，为纳秒级。

#### (4) 电源部件

电源部件用来将外部电源转换成供 PLC 的 CPU、存储器、I/O 接口等电子电路工作所需要的直流电源,使 PLC 能正常工作。PLC 的电源部件有很好的稳压措施,因此对外部电源的要求不高,避免了由于电源波动而影响的故障。

#### 2.4.2 PLC 与充电机的联系

在 DC600V 客车中,PLC 并没有对充电机进行控制。但是,充电机通过网关将充电机的电压、电流及故障等信息传递给 PLC,并通过显示屏显示。工作人员可以直观了解充电机的工作状况。主要显示内容如图 2—22,图 2—23 所示:

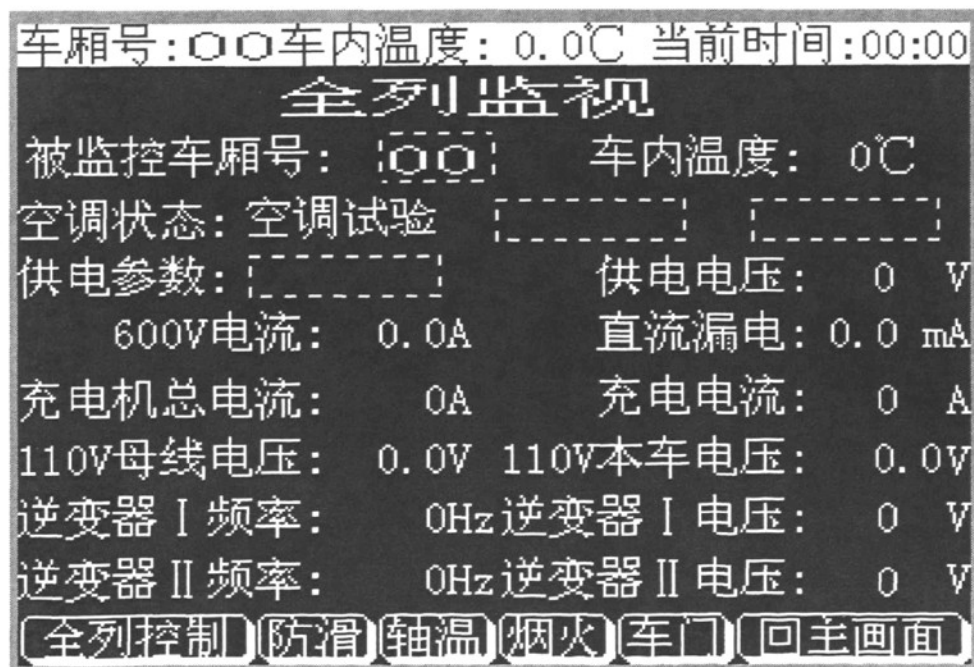


图 2—22 电压电流显示



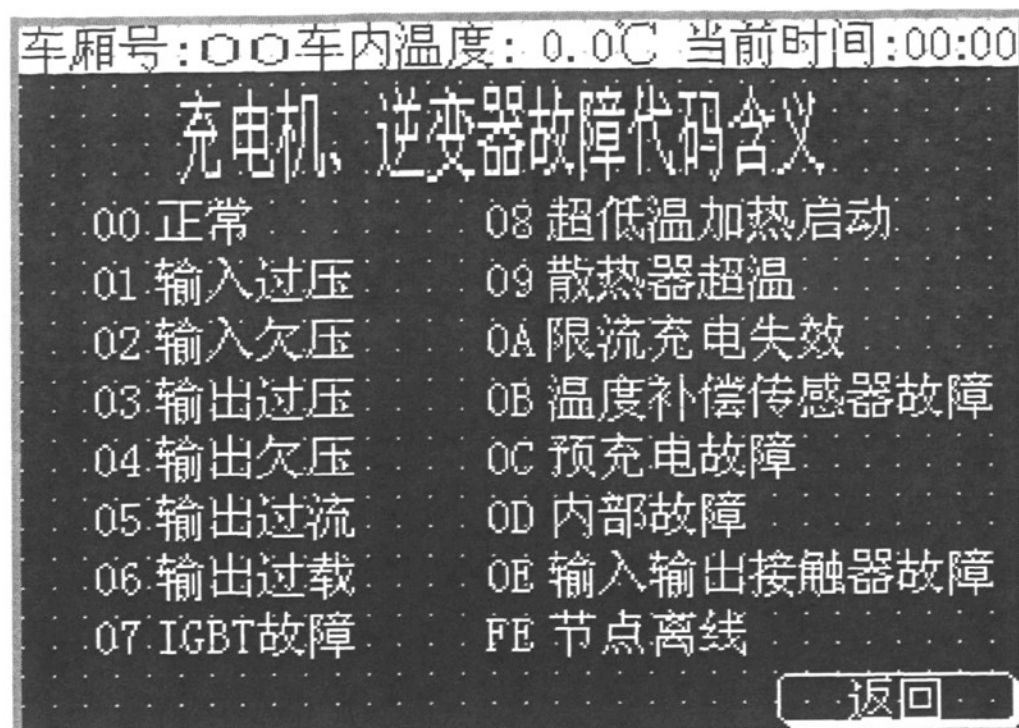


图 2—23 充电机故障信息

## 第 3 章 充电机试验台方案

### 3.1 充电机试验台的总体方案

充电机试验台充分利用充电机本身具有的控制检测特点和网络通信能力, 为了对充电机的测试结果进行检测, 同时提高充电机试验台的自动化程度, 减轻劳动强度。充电机测控系统选用通过微机系统+PLC+电压、电流传感器组成的测试系统, 蓄电池充放电测试方式通过钳型电流传感器进入微机系统进行测试。对各种工况下充电器的输出、输入电压、电流等数据自动检测, 绘制 V-T 和 I-T 充电曲线。同时, 微机通过试验程序对充电机的每个试验项目进行自动控制与测试、数据处理、存盘、查询和打印。在根据给定的设定值自动判断各项测试项目的试验结果。提供自动和手动两种试验方式。其微机测控系统结构如下图 3-1 所示。

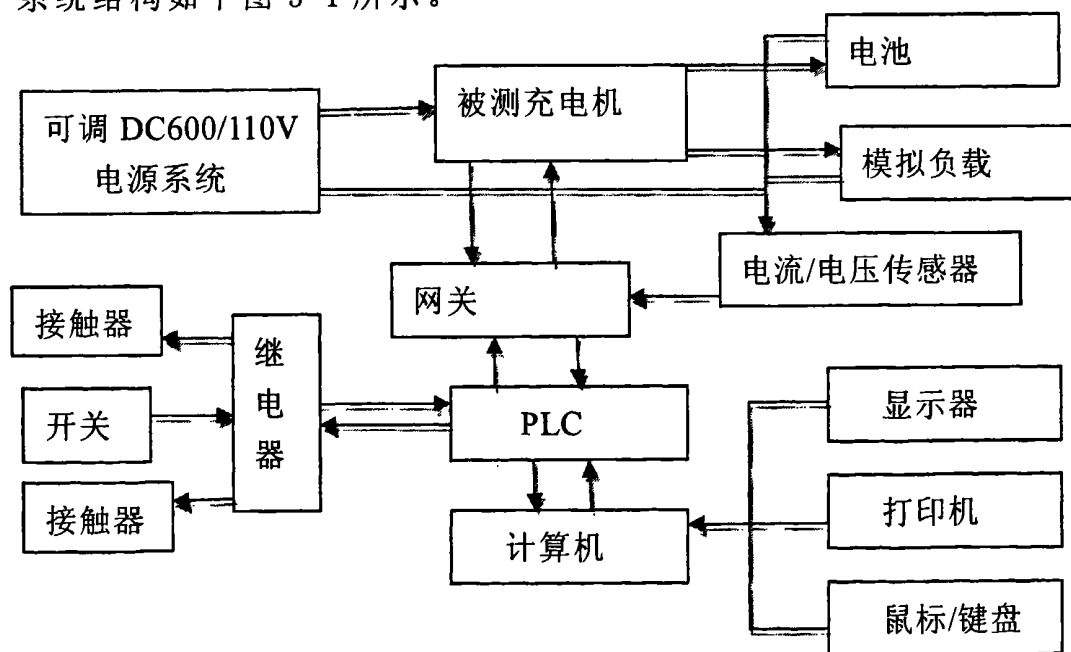


图 3-1 充电机微机测控系统框图

在充电机试验台的组成系统中, 可以大致分为以下几部分:

(1) 可调 DC600/110V 电源系统。功能主要是为被测充电机提供工作电源, 同时满足一定的容量需求, 保证充电机在测试状态下能正常工作, 并符合试验电压变化范围的要求。

(2) 负载系统, 包括电池和模拟负载两部分。功能主要是为测试充电机的充电性能和充电机的负载能力, 同时模拟负载能为电池放电。

(3) PLC 自动控制系统。自动完成充电机性能的测试

(4) 手动控制系统。手动完成充电机各项性能的试验。

(5) 计算机系统。对 PLC 测试控制数据的输出, 完成数据的记录, 存储。自动判断试验的功能合格与否。

## 3.2 电源系统

### 3.2.1 DC600V 充电机功率计算

在 DC600V 供电客车系统中, 充电机负载包括给车下 110V 电池进行充电、车内 110V 负载进行供电和给列车主线提供 110V 电源。主要包括蓄电池充电、终夜灯、半夜灯、单项逆变器、信息显示器、开水炉控制、温水箱控制。应急负载包括应急灯、集便器控制系统、水位显示仪、轴温报警仪、防滑器主机、塞拉门控制、视频放大器、PLC、充电器控制、逆变器控制、空调控制等。在 DC600V 供电客车有餐车、硬座、硬卧、软卧等车型。不同车负载不一致, 因此 DC110V 的功率也不完全相等。

餐车功率  $P = \text{蓄电池充电} + \text{供电控制} + \text{空调控制} + \text{半夜灯} + \text{终夜灯} + \text{应急灯} + \text{广播电视系统} + \text{其他}$

$$= 3 + 0.5 + 0.2 + 0.52 + 0.858 + 0.198 + 0.8 + 1 = 7.076 \text{KW}$$

硬卧车功率  $P = \text{蓄电池充电} + \text{供电控制} + \text{空调控制} + \text{半夜灯} + \text{终夜灯} + \text{应急灯} + \text{播音系统} + \text{客车信息显示} + \text{其他}$

$$=3+0.5+0.2+0.7+0.15+0.13+0.5+0.1+1=6.28\text{KW}$$

软卧车功率  $P=\text{蓄电池充电}+\text{供电控制}+\text{空调控制}+\text{半夜灯}+\text{终夜灯}+\text{应急灯}+\text{客车信息显示}+\text{其他}$

$$=3+0.5+0.2+0.56+0.09+0.35+0.1+1=5.8\text{KW}$$

硬座车功率  $P=\text{蓄电池充电}+\text{供电控制}+\text{空调控制}+\text{半夜灯}+\text{终夜灯}+\text{应急灯}+\text{客车信息显示}+\text{其他}$

$$=3+0.5+0.2+0.88+0.58+0.23+0.1+1=5.49\text{KW}$$

通过上面的计算，可以看出在 DC600V 供电的各种客车中，餐车的本车 110V 负载功率最大为 7.076KW。为了在设计上对充电机进行统一，同时，充电机还要保证一定的盈余，向列车主线提供 110V 电源，因此，客车充电机功率采用 8KW。

### 3.2.2 DC600V 直流可调电源系统

在本试验台的组成系统中，电源系统主要是为充电机工作提供电源；同时，要满足超高倍率碱性蓄电池。根据[2006]142号充电机检修试验要求以及通过第二章 MATLAB 仿真得出由于充电机本身的工作特性要求充电机的电压工作范围为 500-600V 之间，因此，要求试验台的 DC600V 电源要在 500—700V 之间可调。由于，通过上面的计算，得出充电机本身的功率为 8KW，因此，DC600V 电源的功率也要满足充电机的要求。110V 电源主要是为充电机的控制电源，工作电流比较小，只需要满足控制电压波动试验要求在 77—138V 的范围可以调节即可。在本试验系统中，对电源系统不进行具体的研究，选择成熟的，经济的满足该试验要求的电源系统。

作为试验台的重要组成部分，DC600V 直流可调电源采用成都某机电设备有限公司开发，经过几年的运用故障及维修率极低的可调电源系统。该系统整流主电路采用晶闸管三相全控桥整流触发电路，全

控桥整流具有电源稳压精度高、纹波系数小、电压调节平滑、电源利用率高等优点。系统由取样电路、放大、反馈电路组成闭环系统，保证输出电压稳定、精度高，控制电路采用 TC787 集成触发控制元件作为控制核心，使得控制系统具有较高的可靠性。

DC600V 电源主要技术参数：可调范围 500—750V 能够满足充电器的测试需要，输出容量 9KW。

### 3.2.3 DC110V 直流可调电源

DC110V 电源是对充电机进行启动、控制的电源。由于充电机本身的特点，控制电源的稳定范围为 DC77V—138V。在试验台的组成上必须有直流可调电源。

由于工作电流小，采用开关电源即可满足试验要求，主要技术参数：DC70V—150V 可调，电流 3A。

## 3.3 试验负载系统

试验负载系统是为了保证充电机试验台对充电机进行功能试验，模拟充电机车上的工况，进行负载工作的系统。

本试验台的负载包括电池负载和模拟用电负载两部分。

电池负载主要是为充电机的充电特性进行检测，为了更好的模拟 DC600V 客车系统，该负载采用目前 DC600V 客车上用的电池系统。电池为 80 节 GNC120DC110V、120Ah 镉镍烧结式超高倍率碱性蓄电池。

模拟用电负载系统需要即可作为充电机的负载使用，同时，该系统还需要可以直接为蓄电池组进行放电。该负载采用电子式智能负载装置，此电子装置为新型的放电设备，由于电阻、大功率管、电子电路等组成，接至蓄电池组既可恒流放电又可恒压放电，接至充电器可作为负载，体积小，重量轻、调节方便可靠性高，完成两种测试方式的自动测试。

### 3.4 试验控制系统

试验控制系统是试验台的重要部分，通过控制系统的设计，保证自动完成充电机的各项试验，同时各试验项目的电气控制进行互锁，即使有误操作、短路、过流、过压等故障现象，将自动切断输出，保护设备和充电器。

PLC 控制器目前以广泛应用在工业生产的各种领域，它具有功能强大，自动化程度高，控制灵活等优点。

在铁路旅客列车装备现代化发展进程中，客车电器控制系统也发生了根本性的转变。由于 PLC 控制系统的优点，在目前新造客车的电器控制系统中，都采用了 PLC 技术对电器系统进行控制，取代了原有的继电器控制结构。在 DC600V 客车中，也采用了 PLC 技术对各种电器进行控制。其中充电机的相关信息的检测和控制也是采用 PLC 进行控制的。因此，在充电机试验台的自动控制中也采用通过工控机和 PLC 实现，根据给定的设定值自动判断各项测试项目的试验结果。各试验项目的电气控制进行互锁，即使有误操作、短路、过流、过压等故障现象，将自动切断输出，保护设备和充电器。如此可以使试验台的设计更简单化，设计方便。同时，跟充电机在列车上的运用状况更加模拟，检测更准确。同时为了使试验台操作更加方便，也保证试验台具有一定的冗余性。试验台的操作系统采用手动加 PLC 自动控制的方式进行。

#### 3.4.1 系统检测、控制的内容

为了对充电机进行试验，就必须对充电机工作状态下的各种电压、电流等进行检测和控制。同时，试验台也必须有系统工作状态的各种指示。主要内容有：

(1) 系统检测内容

DC600V、DC110V 及充电机输出电压/电流

(2) 系统控制内容

DC600V、DC110V 电压启动/停止、供电/断电、上升/下降；以及充电机负载上升/下降。

(3) 系统安全保护及指示内容

系统试验方式/项目选择、系统开关/停止以及系统工作状况显示（包括工作方式、工作状态等）

3.4.2 PLC 的输入/输出分配

良好的输入/输出分配是保证 PLC 控制的功能齐全，同时结构也简单，提高 PLC 的抗干扰性，提高系统的可靠性。本试验台系统对系统控制的功能进行了综合系统的考虑，提出了试验台 PLC 的输入/输出分配系统。其 PLC 的分配见表 3-1。

表 3-1 PLC 输入/输出分配表

输入	功能	PLC 输入 地址	输出	功能	PLC 输出 地址
	试验方式选择开关 K3 手动试验	X0		充电机空载试验	Y0
	试验方式选择开关 K3 自动试验	X1		充电机负载试验	Y1
	充电机空载试验	X2		充电机过载试验	Y2

续表 3-1

输入	功能	PLC 输入 地址	输出	功能	PLC 输出 地址
	充电机负载试验	X3		充电机短路试验	Y3
	充电机过载试验	X4		DC600V 电源启动/停止	Y4
	充电机短路试验	X5		DC600V 电源供电/断电	Y5
	充电机负载升	X6		DC600V 电压升指示	Y6
	充电机负载降	X7		DC600V 电压降指示	Y7
	DC600V 电源启动	X10		DC110V 电源启动/停止	Y10
	DC600V 电源停止	X11		DC110V 电源供电/断电	Y11
	DC600V 电源升压	X12		DC110V 电压升指示	Y12
	DC600V 电源降压	X13		DC110V 电压降指示	Y13
	DC600V 电源供电	X14		充电机负载风机启动/停止	Y14
	DC600V 电源断电	X15		充电机负载启动/停止	Y15
	DC110V 电源启动	X16		充电机负载升	Y16



续表 3-1

输 入	功能	PLC 输入 地址	输 出	功能	PLC 输出 地址
	DC110V 电源停止	X17		充电机负载降指示	Y17
	DC110V 电源升压	X20		电源故障	Y20
	DC110V 电源降压	X21		智能负载箱故障	Y21
	DC110V 电源供电	X22		工作状态自动指示	Y22
	DC110V 电源断电	X23		工作状态手动指示	Y23
	DC600V 电源启动/停止	X24		充电机试验台工作/停止状态指示	Y24
	DC600V 电源延时启动/停止	X25		试验台自检指示	Y25
	DC110V 电源启动/停止	X26			
	DC600V 电源延时 2 启动/停止	X27			

(3) PLC 外部接线

根据上面设计的 PLC 输入、输出的分配情况， PLC 的外部接线示意图如 3-2 图：

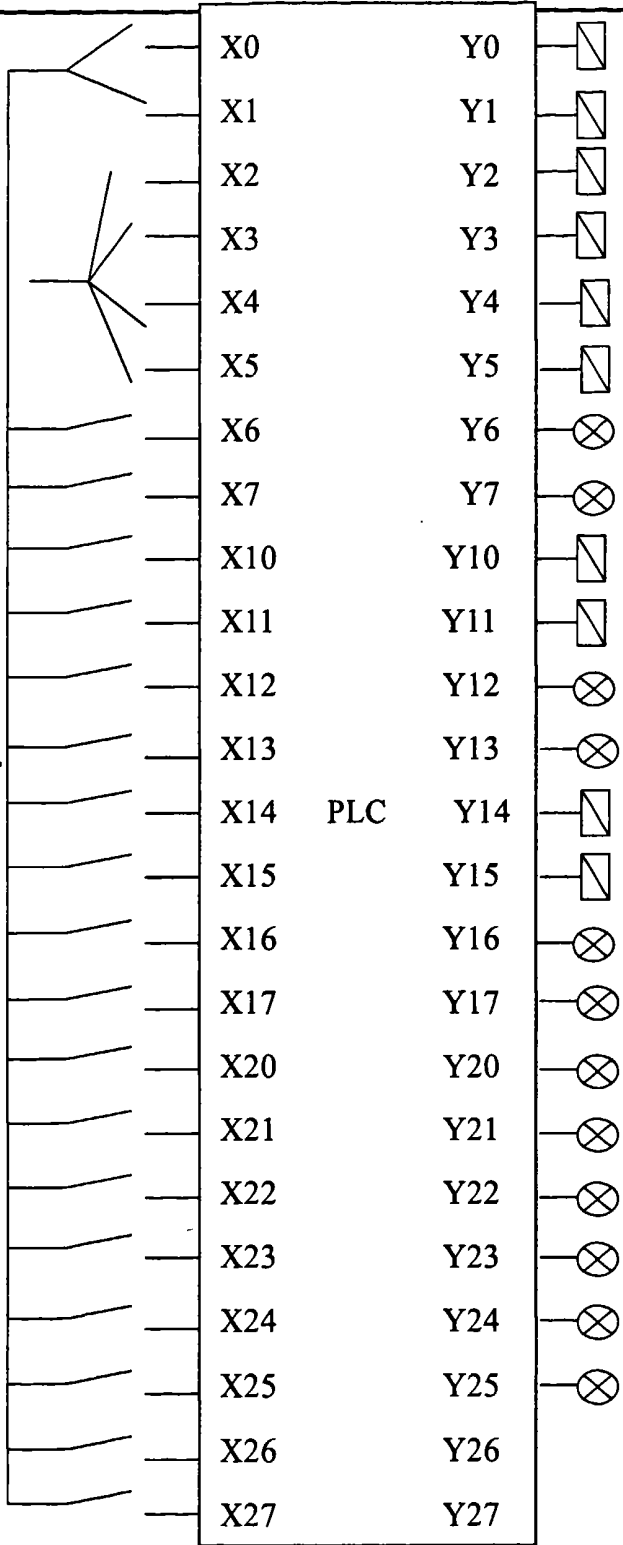


图 3-2 PLC 外部接线图

### 3.4.4 系统的工作过程

PLC 上电后检查所有(除 X0、X1)数字 DI 输入应全部为 0, 同时输出自检指示 Y25, 若有端口为 1 即报相应端口错误, 询问是否跳过, 选否退出程序, 选是继续下一步; 检查 AD 输入: 应全部小于 0.1V, 若大于报相应端口错误, 询问是否跳过, 选否退出程序, 选是延时 3 秒完成自检(停止 Y21) 输出工作指示 Y24 进入运行状态; 系统工作流程如图 3-3。

#### (1) DC600V 输出:

启动 Y4——延时 3-5S——调节 DA0 读取 AD0 至设计值——启动 Y5;

#### (2) DC600V 停止:

快速(1S)调节 DA0 读取 AD0 至 0——停止 Y5——停止 Y4;

#### (3) DC110V 输出:

启动 Y8——调节 DA1 读取 AD2 至设计值——启动 Y9;

#### (4) DC110V 停止:

调节 DA1 读取 AD2 至 0——停止 Y9——停止 Y8;

#### (5) 加载启动:

启动 Y12——延时 3-5S——启动 Y13——调节 DA2 读取 PA3(仪表)至设计值;

#### (6) 加载停止:

调节 DA2 读取 PA3(仪表)至 0——停止 Y13——延时 1-5min(可以设定, 名称为: 智能负载箱停机散热时间)——停止 Y12;

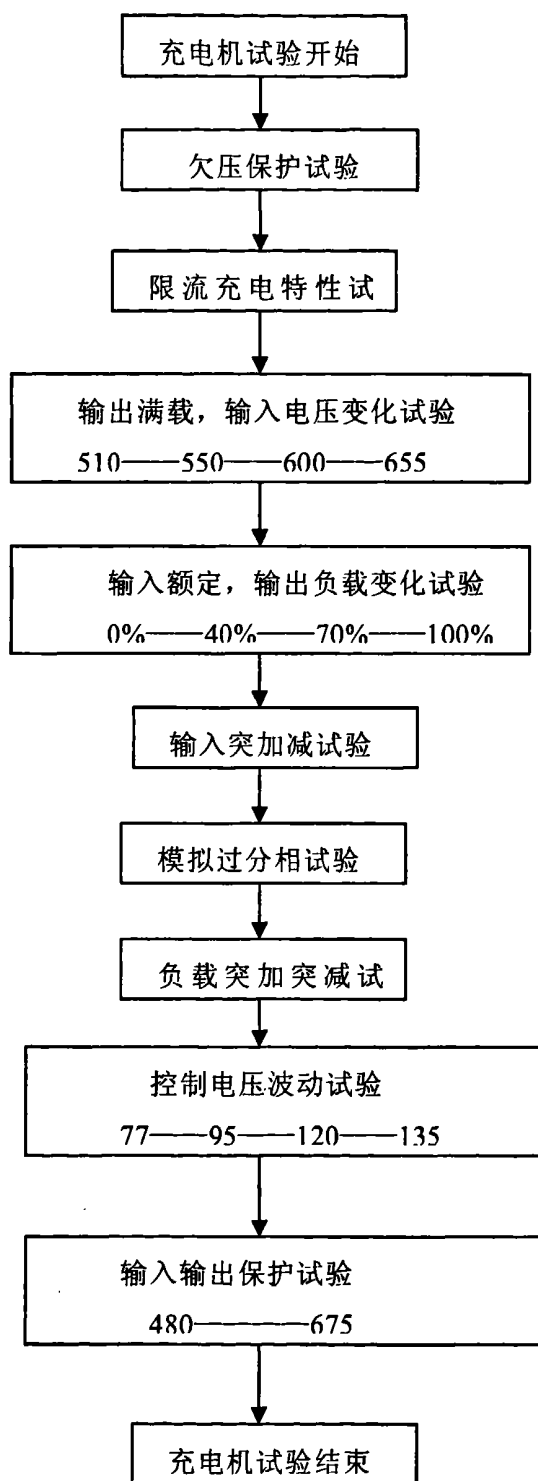


图 3-3 系统工作流程图

## 第 4 章 充电机试验软件

试验测试软件采用 Visual Basic 6.0 编写而成。操作人员只需要根据试验内容用鼠标点击相应的试验项目按钮,即可进入相应的试验项目进行试验。试验数据以 access 数据库的形式存储于计算机硬盘中,用户可以对数据进行保存,还可以根据需要,按编号、车号和试验日期对历史数据进行查询、列表及打印输出。还可以通过数据维护,对充电机的型号进行扩充。

### 4.1 软件流程图

试验测试软件采用 Visual Basic 6.0 编写而成。采用可视化的窗口和界面。包含数据查询、数据维护、系统项目试验三个部分。可以自动完成试验项目的试验,同时还可以对试验数据进行保存和查询在系统项目试验部分。为保证试验的安全和可靠性,程序首先对试验台进行自检;在根据用户的要求对试验项目进行试验,对试验结果根据试验的数据库要求进行自动判断试验结果。

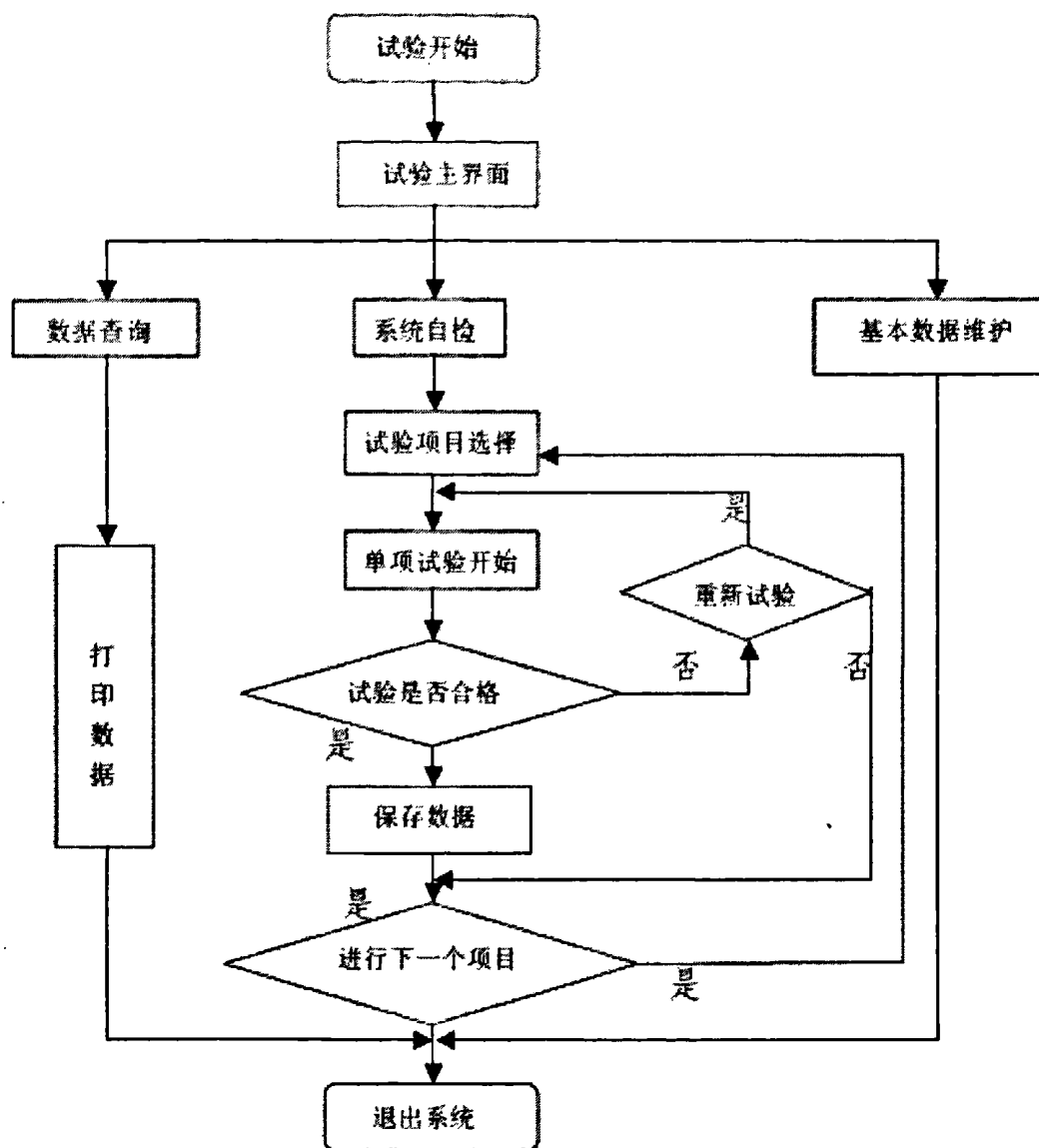


图 4-1 充电机软件程序框图

## 4.2 软件试验界面

试验界面包括试验人员对充电机进行试验的操作界面和对充电机进行试验检测的界面。试验界面要求简单、直观。试验人员不需要专门进行学习，就可以根据界面的内容对试验进行操作。

### (1) 登陆试验界面：

开启电脑后，双击电脑桌面充电机试验台程序按钮，出现如图 4-2 的界面：

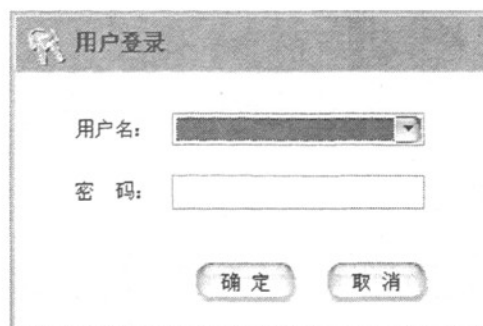


图 4-2 登陆界面

在上图中选择用户、输入密码，点确定按钮进入试验截面。

## (2) 新试验界面



图 4-3 新试验界面

## (3) 历史试验界面

可以按日期、型号、编号、车号四种方式查询历史试验，当查询结果出

来后, 点击表中查询结果记录可以继续试验或查看历史试验的详细数据, 如图 4-4, 4-5。点击“新试验”按钮可以切换到新试验界面进行新试验。

图 4-4 查询界面

#### (4) 试验基本信息

当开始新试验后或选定了查询记录, 试验基本信息栏会显示此次充电机试验的基本信息如图 4-5 所示。

图 4-5 试验基本信息



### (5) 试验项目

试验项目栏显示了各种试验项目和试验进行了与否, 点击试验项目的按钮可以进行该项试验, 若试验项目的数据被保存, 试验按钮旁边的指示灯会变成蓝色如图 4-6 所示。

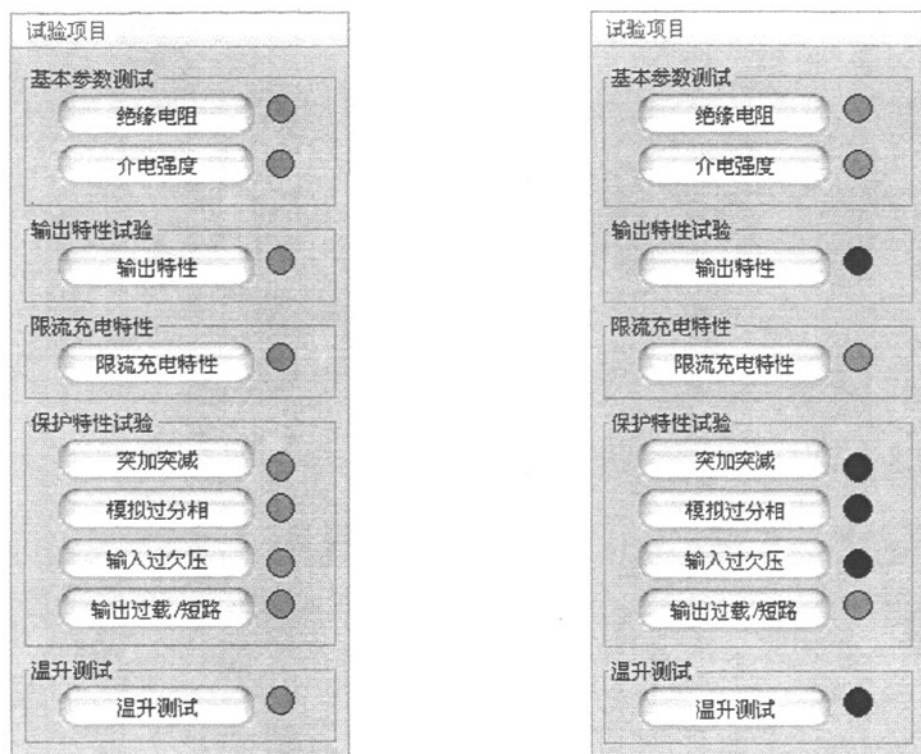


图 4-6 试验项目

### (6) 仪表读数显示

试验台检测的充电机的各种电压、电流显示如图 4-7 所示

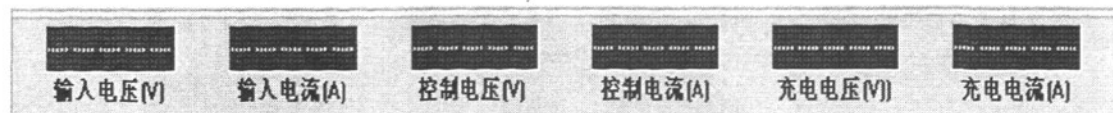


图 4-7 电压电流显示界面

### (7) 绝缘电阻测试界面

用试验台所配绝缘电阻测试仪进行该项目测试后将测试数据录入对话框内, 点击“保存数据”按钮, 将填写的试验数据保存如图 4-8 所示。点击“退

出试验”按钮，将会退出此试验项目。

**绝缘电阻测试**

DC600V各线对外壳	DC110V各线对外壳
电压: <input type="text" value="0"/> V	电压: <input type="text" value="0"/> V
电阻: <input type="text" value="0"/> MΩ	电阻: <input type="text" value="0"/> MΩ

保存数据退出试验

图 4-8 绝缘电阻测试

(8) 介电强度测试界面如图 4-9

**介电强度测试**

DC600V各线对外壳	DC110V各线对外壳
条件: <input type="text" value="0.0"/> kV/min	条件: <input type="text" value="0.0"/> kV/min
结论: <input type="text" value=""/>	结论: <input type="text" value=""/>

保存数据退出试验

图 4-9 介电强度测试

(9) 输出特性试验界面如图 4-10

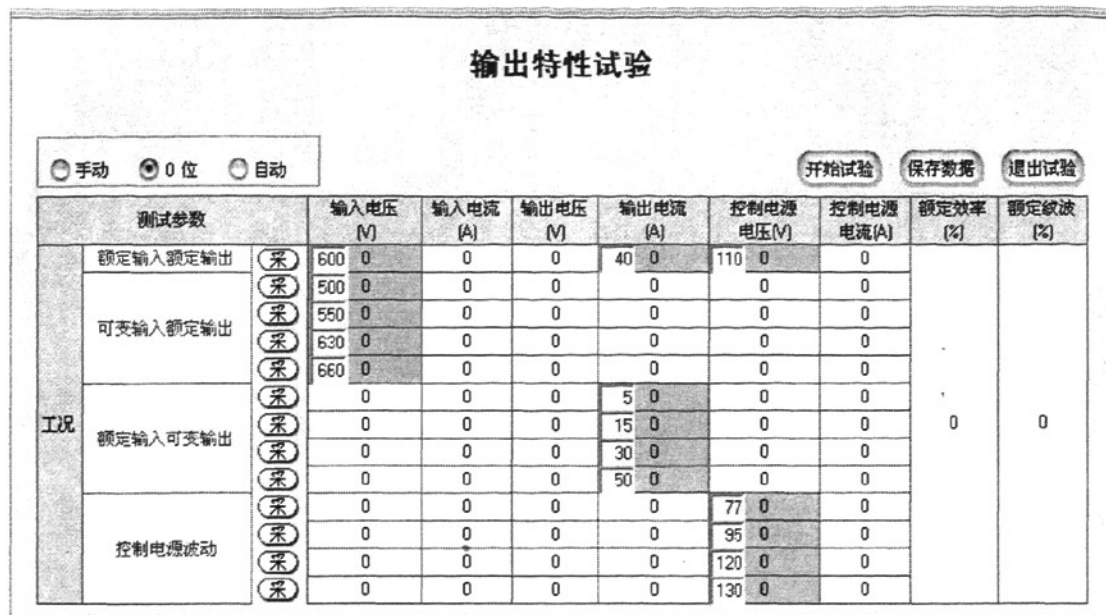


图 4-10 输出特性试验

(10) 限流充电特性试验界面如图 4-11

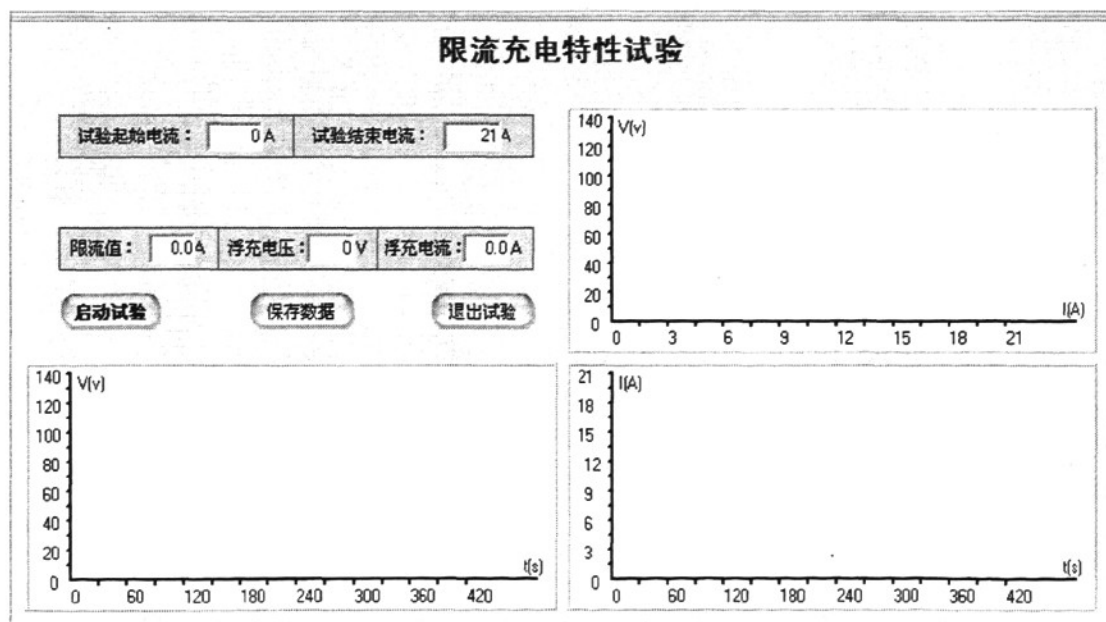


图 4-11 限流充电特性试

(11) 负载突加、突减试验界面如图 4-12 所示

**突加突减试验**

☐ 手动      ☒ 0 位      ☐ 自动

输出电压合格范围:  V ~  V

项 目	结 论
额定电压突加	<input type="text"/>
50%额定负载突加	<input type="text"/>
50%额定负载突减	<input type="text"/>

图 4-12 突加突减试验

(12) 模拟过分相试验界面如图 4-13 所示

**模拟过分相试验**

☐ 手动      ☒ 0 位      ☐ 自动

输出电压合格范围:  V ~  V

工作时间	<input type="text" value="0"/> 分钟
断电时间	<input type="text" value="0"/> 秒
试验次数	<input type="text" value="0"/> 次
试验结论	<input type="text" value="0 次正常"/>

图 4-13 模拟过分相试验

(13) 输入过欠压试验界面如图 4-14 所示

**输入过欠压试验**

☐ 手动    ☒ 0 位    ☐ 自动

欠压	过压
电压: <input style="width: 80%;" type="text" value="500 V"/>	电压: <input style="width: 80%;" type="text" value="660 V"/>
范围: <input style="width: 40%;" type="text" value="0 V~"/> <input style="width: 40%;" type="text" value="-25 V"/>	范围: <input style="width: 40%;" type="text" value="0 V~"/> <input style="width: 40%;" type="text" value="40 V"/>
结论: <input style="width: 80%;" type="text" value="0 V保护动作"/>	结论: <input style="width: 80%;" type="text" value="0 V保护动作"/>

图 4-14 输入过欠压试验

(14) 输出过载/短路试验界面如图 4-15 所示

**输出过载/短路试验**

☒ 手动    ☐ 0 位    ☐ 自动

<b>过载</b>	结论: <input style="width: 80%;" type="text" value="正常"/>
<b>短路</b>	结论: <input style="width: 80%;" type="text" value="正常"/>

图 4-15 输出过载/短路试验

## 第 5 章 充电机试验台制作

### 5.1 充电机试验台组成布置

经过半年多时间的努力,在成都车辆段的帮助和支持下我们终于完成了 DC600/110V 充电机试验台的开发制作工作。充电机试验台包含直流电源柜、电器控制柜、操作试验台、负载箱等几个部分。充电机试验台及主要部件结构图如图 5-1~图 5-7 所示。

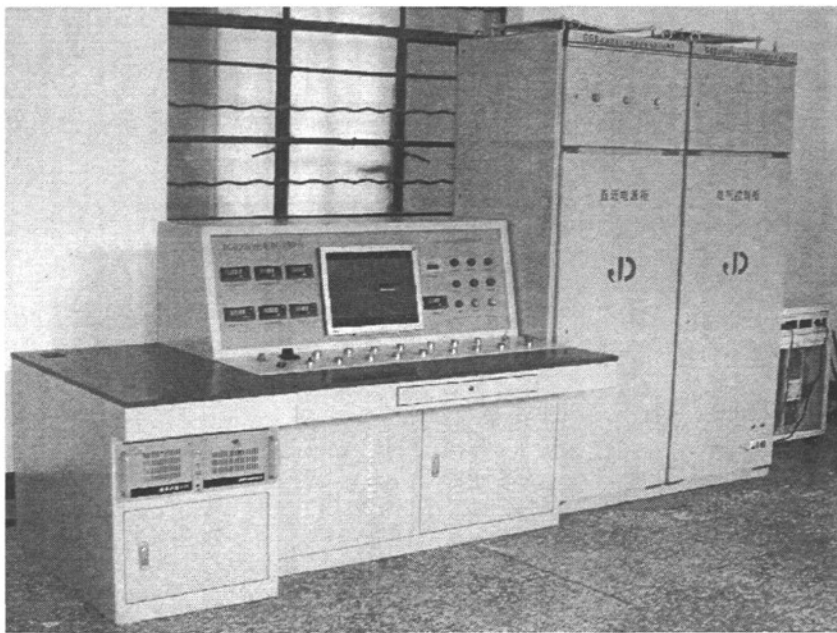


图 5-1 充电机试验台总体布置图

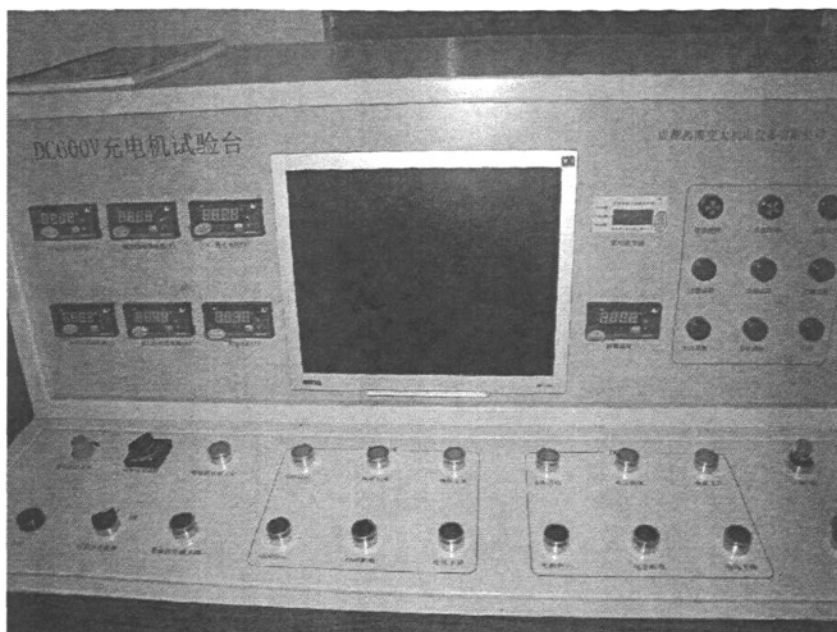


图 5-2 操作试验台布置图

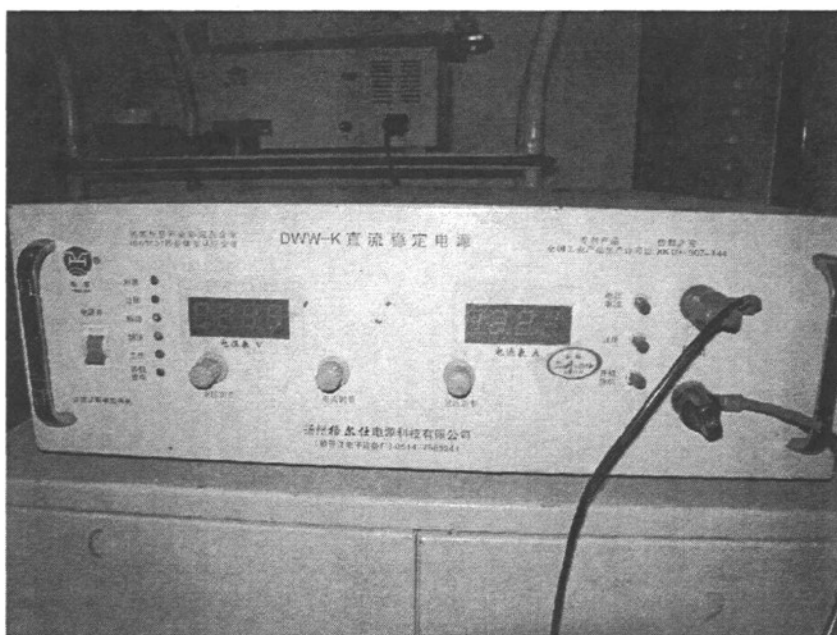


图 5-3 110V 电源图

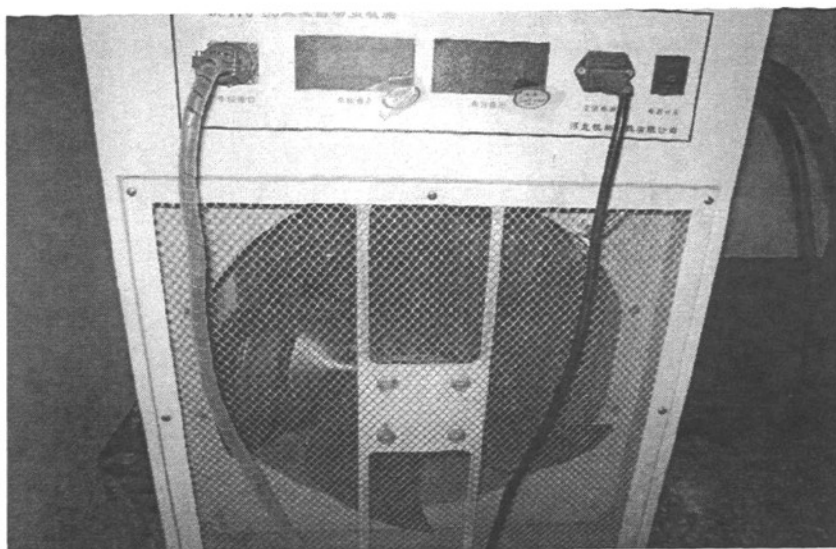


图 5-4 负载箱

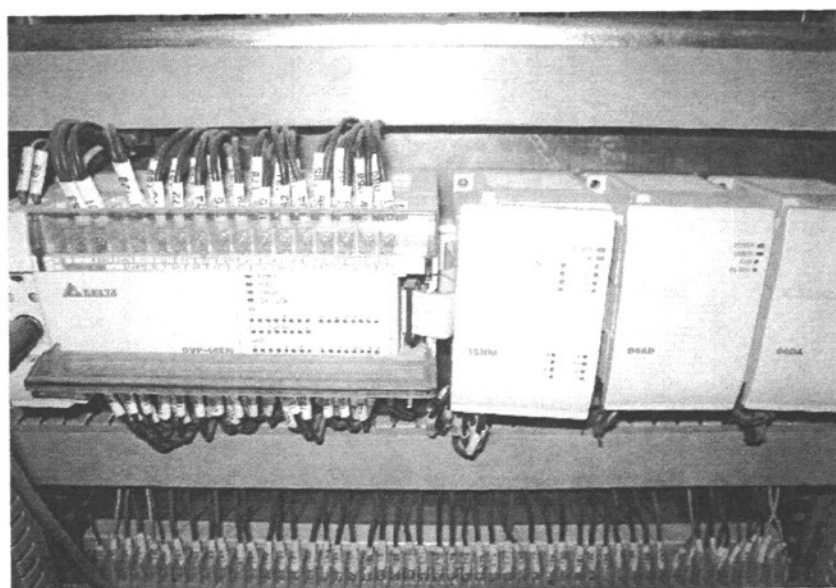


图 5-5 PLC 接线图



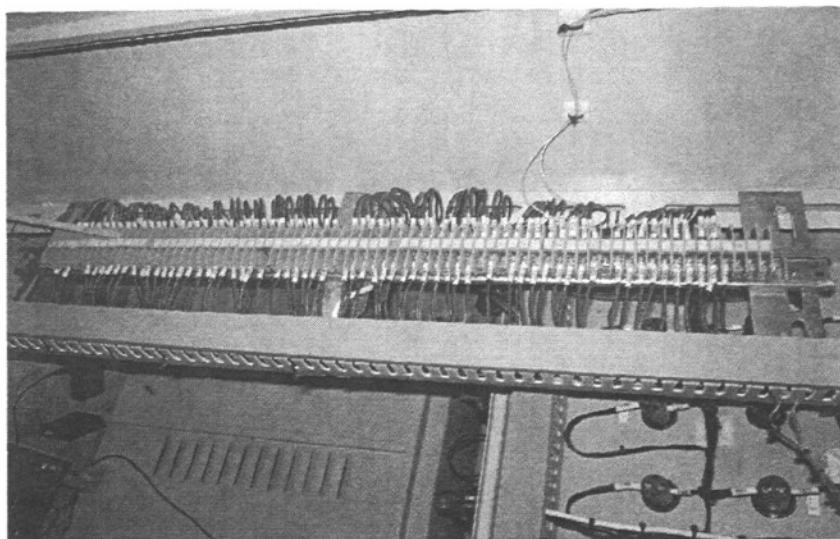


图 5-6 线排架

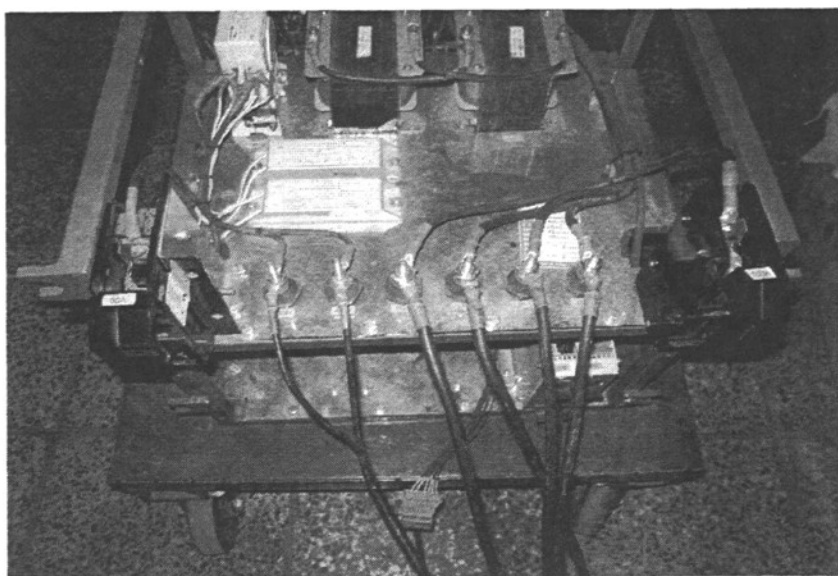


图 5-7 试验充电机

## 5.2 充电机检测试验数据输出文档设计

为了对每台充电机试验的数据进行记录、保存和方便查询。作者设计了可以自动生成的充电机测试试验报告。该试验报告详细记录了充电机在各项试验过程中的试验数据和判定结果。设计的充电机试验报告见表 5-1

表 5-1 DC600V/DC110V 充电机试验报告

xxxx 段

型号: \_\_\_\_\_

编号: \_\_\_\_\_

试验项目	试验数据									
基本参数测试	绝缘电阻测试					介电强度测试				
	DC600V 各线对外壳		DC110V 各线对外壳		DC600V 各线对外壳		DC110V 各线对外壳			
	电压: 1000 V	电阻: 20M Ω	电压: 500V	电阻: 15M Ω	条件: 2.5kV/1min	现象: 合格	条件: 1kV/1min	现象: 合格		
输出特性试验	测试参数		输入电压 (V)	输入电流 (A)	输出电压 (V)	输出电流 (A)	控制电源电压 (V)	控制电源电流 (A)	额定效率 (%)	额定纹波因数 (%)
	工况	额定输入	600	12	110	68	110	0.1	85	10
		额定输出								
		可变输入	500	14	110	68	110	0.1		
		550	13	110	68	110	0.1			
		630	11	110	68	110	0.1			
		660	10	110	68	110	0.1			
		额定输入	600	12	115	3.4	110	0.1		
		600	12	114	13.6	110	0.1			
		600	12	113	34	110	0.1			
		600	12	110	70	110	0.1			
		控制电源波动	600	12	110	68	77	0.15		
		600	12	110	68	95	0.16			
		600	12	110	68	120	0.09			
		600	12	110	86	137.5	0.08			

续表 5-1

限流充电特性	限流值： 80 A	浮充电压： 123 V	浮充电流： 3 A	特性曲线见附图
保护特性试验	突加、突减 试验	额定电 压突加： 正常	50%额定负载突加： 正常	50%额定负载突 减： 正常
	模拟过分 相试验	工作 时间： 10 min	断电时间： 10 S	结论：模拟 10 次正 常
	输入过欠 压试验	欠压： 500 V 时欠压保护 动作		过压： 660 V 时过压保护动作
	输出过载/ 短路试验	当输出 1.5 倍过载时： 1 min 保护动作		当输出短路时保护动作： 正常
温升测试	环境温度： 20 ℃	散热器最高温度： 60 ℃		温升： 40 K
网络通讯	合格与否			

试验员：\_\_\_\_\_

检查员：\_\_\_\_\_

验收员：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_

说明：

- 1. 大红色表示即可自由录入，亦可下拉录入；
- 2. 次红色表示即自动判断，亦可自由录入；
- 3. 浅蓝色表示自动读取；
- 4. 深蓝色表示自动计算；

## 结 论

充电机是 DC600V/110V 供电客车重要的设备之一，其性能的好坏直接影响客车的安全运行；随着集供电客车运行，充电器面临的检修任务越来越重；加之充电器自身技术含量较高，因此通过性能可靠、功能完备的试验台是提高充电器检修质量和检修效率的必要保证。在成都车辆段的大力支持下，经过将近两年的时间，笔者参与并完成了充电机试验台的设计、制作和测试工作。在本次充电机试验台的开发过程中，笔者翻阅了大量的资料，特别是通过本项任务，使笔者在工业自动控制方面积累了丰富的知识和经验。在此基础上，完成了论文的撰写，论文结论如下：

（1）本文利用 MATLAB 软件对充电机在不同电压下的工作情况进行仿真，为试验台研制提供了优化的技术参数，同时简化了试验台的设计过程。

（2）研制的充电机试验台具有手动和自动两种操作模式，操作面板布置功能分区，操作方式灵活，操作简单。由工控机和 PLC 组成自动控制系统，具有较高的自动化，各试验项目自动切换和连续运行，不需人为干预，自动检测试验参数，自动判断试验结果，自动化程度高。

（3）该充电机试验台能满足铁道部《25T 客车检修规程》对充电机检修试验要求对充电机的输出特性、限流充电特性、网络通信、负载运行、过分相、输入/输出保护等各项功能试验的要求，并自动对检测结果

进行保存。

(4) 该充电机试验台可以完成对充电机的单独检修，解决了成都车辆段以前检修充电机只能依靠列车试验，反复拆装的问题。减轻了充电机维修的劳动强度，缩短了充电机检修修时，提高了劳动效率，也提高了充电机的检修可靠性。

由于笔者水平有限，考虑不够完善，研制的充电机试验台在成都车辆段在测试运用过程中，还暴露出一些有待解决的问题：

(1) 关于电池欠压保护试验过程中，该试验台通过电池放电到 96V 来检测保护装置的功能，由于放电时间比较长，造成完成充电机的全部试验时间也比较长，同时，每台充电机试验都需要对电池进行放电，对电池的使用寿命不利，还浪费能源，不利于环保。

(2) 现在的管理下，要求对各车的检修运用信息都要录入 KMIS 进行统一管理。该充电机试验台的检测数据无法与 KMIS 进行共享，给 KMIS 的管理增加了工作量。

## 附录： 充电机试验台测试报告

DC600/110V 充电机试验台制作完成以后，成都车辆段就组织了检修车间对检修过程中的充电机上试验台进行试验，通过三个多月对 25G 和 25T 客车共计一百多台充电机进行了试验，测试表明：

1、该试验台性能稳定、可靠，在三个多月的试验过程中，该试验台本身没有发生任何故障。同时，我们在试验过程中，没有发现经试验台试验合格的充电机，在装车运行中，发现有故障的充电机。

2、该试验台试验项目齐全，功能完善。能满足铁运[2006]142 号《25T 客车检修规程》要求对充电机的输出特性、限流充电特性、网络通信、负载运行、过分相、输入/输出保护等各项功能试验的要求。

3、该充电机试验台智能化程度比较高，只要在试验的开始阶段，按要求将充电机与试验台进行接线，试验台能自动完成对充电机的试验项目，各试验项目自动切换和连续运行，自动检测试验参数，自动判断试验结果，不需要人的操作和监管。降低了劳动强度，提高了检修效率。

4、试验方式灵活，试验台具有手动和自动两种操作模式，同时也可以对单个的试验项目进行单独试验。

5、试验操作简单，方便。试验人员基本不需要专门的学习就可以对试验台进行操作。

成都车辆段在安装了充电机试验台进行测试的三个多月中，给成都车辆段充电机的检修提供了极大的方便，降低了充电机检修的劳动强度，缩短了充电机的检修修时，提高了生产效率。同时还增加了充电机检修质量的可靠

保证。总之，我们认为该试验台符合技术要求，满足用户的使用要求。同时，在使用过程中，我们也发现一些不足，还有待进一步改进。

1、在电池欠压保护试验过程中，该试验台通过电池放电到 96V 来检测保护装置的功能，由于放电时间比较长，造成完成充电机的全部试验时间也比较长，同时，每台充电机试验都需要对电池进行放电，对电池的使用寿命不利，还浪费能源，不利于环保。建议增加模拟信号的方式，来检测其保护功能的作用。

2、伴随 KMIS 在各段的使用，要求对各车的检修运用信息都要录入 KMIS 进行统一管理，为满足 KMIS 的要求，建议在充电机试验台的软件上，增加 KMIS 的接口，满足数据共享。



成都铁路局成都车辆段

二零零八年十二月

## 致 谢

在论文的撰写期间，得到了导师杨美传教授的精心指导，杨老师对论文的结构、论文的重点方向都给予了很好的指导。同时，在本项目的制作和试验过程中，杨老师对项目的一些具体环节都给予了很好的建议，使我获益匪浅。杨老师严谨的治学态度和丰富的学术知识，，也使我肃然起敬。在此，向杨老师表示深深的谢意！

同时也感谢西南交通大学机械工程学院各位老师对我的教育和帮助。最后，感谢成都铁路局成都车辆段在该项目的试验测试过程中的大力帮助。

学 生：杨 志

二零零九 年 六 月

---



---

参 考 文 献

- [1] 严隽. 车辆工程. 北京: 中国铁道出版社, 1999 年第二版
  - [2] 章音, 滕兆武. 车辆设计参考手册. 北京: 中国铁道工业出版社, 1993 年
  - [3] 韩激扬, 项颖, 孟艳红. 客车空调逆变器性能检测试验台. 铁道车辆, 2008 年第 11 期
  - [4] 25T 客车检修规程. 中国铁道出版社, 2006 年 9 月
  - [5] 邢郁菁, 杨天民. 新编电工实用手册. 北京: 人民邮电出版社, 1998 年 11 月第一版
  - [6] 青藏铁路客车使用维护说明书(电气部分). 青岛: 南车四方机车车辆股份有限公司, 2006 年 1 月
  - [7] 刘芳田, 蔡祖元. 电子技术基础. 北京: 中国铁道出版社, 1995 年 11 月第一版
  - [8] 《电子电力技术手册》(美) Muhammad H Rashid 主编, 机械工业出版社, 2004 年 6 月第一版
  - [9] 中华人民共和国铁道部. 中华人民共和国铁道部标准. 北京: 中华人民共和国铁道部, 1998 年 7 月
  - [10] 李智, 自动控制原理. 北京: 中国铁道出版社, 1987 年
  - [11] 张一工, 肖湘宁. 现代电力电子技术原理与应用. 北京, 科学技术出版社, 2002 年
  - [12] 阎石. 自动控制原理. 北京: 高等教育出版社, 1985 年
  - [13] 铁道部标准计量研究所. 机车车辆标准汇编. 北京: 铁道部标准计量研究所, 2004 年 5 月
  - [14] 刘瑞扬, 杨京. 铁路客车运行安全监控系统原理及应用. 北京: 中国铁道出版社, 2005 年
-

- 
- [15] 叶庆文. 客车电气装置[M]. 北京:中国铁道出版社, 2004 年
- [16] TB/T3063-2002 旅客列车 DC600V 供电技术条件[S]
- [17] 雷文. 电能计量[M]. 北京:中国电力出版社, 2007
- [18] 王卫. 浅谈铁路客车集成化设计技术. 铁道车辆, 2008 年第 11 期
- [19] 汤恒舟. 铁路客车电气模块化设计技术应用研究. 铁道车辆, 2008 年第 11 期
- [20] 可编程控制器 SYSMAC CPM2A/2AH 系列数据手册
- [21] CX-Programmer 操作手册[6.1 版]. 2006 年 6 月
- [22] 张威. MATLAB 基础与编程入门. 西安:西安电子科技大学出版社, 2008 年 1 月
- [23] 楼顺天, 姚若玉, 沈俊霞. MATLAB7. X 程序设计语言. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2007 年 8 月
- [24] 董辰辉, 彭雪峰. MATLAB2008 全程指南. 北京:电子工业出版社, 2009 年 3 月
- [25] 何金田, 张全法. 自动显示技术与仪表. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2008 年 4 月
- [26] 吴晓燕, 张双选. 自动控制理论. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2007 年 7 月
- [27] 王善斌, 魏冠旭. 电工测量. 北京:化学工业出版社. 2008 年 8 月
- [28] 王建华. 电气工程师手册. 北京:机械工业出版社, 2008 年 3 月第三版
- [29] 程子华, 刘小明. PLC 原理与编程实例分析. 北京:国防工业出版社, 2006 年 4 月第三版
- [30] 刘车汉, 梁吟曦. PLC 技术及应用. 北京:北京理工大学出版社, 2008 年 1 月
- [31] 陈建明, 朱晓东, 熊军华. 电气控制与 PLC 应用. 北京:电子工业出版社, 2006 年 7 月
- [32] 刘新明, 白康生. Visual Basic 6.0 程序设计. 北京:清华大学出版社, 2007 年 1 月
- [33] 杨利润, 斯琴巴图. 零基础学 Visual Basic. 北京:机械工业出版社, 2008 年 1 月
-

[34] 张玉珍, 张友军. 铁路客车空调机组的 PLC 控制. 电气开关, 2002 年 2 月

[35] 熊万忠, 孙吉献. PLC 联网在空调系统中的应用. 测控技术, 2001 年 1 月