

毕 业 设 计 论 文

题 目：城轨车辆辅助供电系统分析

摘 要

本论文简单介绍了城市轨道交通车辆辅助供电系统的组成、功能、负载。主要讲述了城市轨道交通车辆辅助逆变系统和辅助供电方式；分析了城市轨道交通车辆蓄电池的应用与控制。城市轨道交通车辆辅助供电系统，是为除牵引系统之外的所有车载用电设备供电的一套系统。其主要任务是产生车辆中、低压电源、客室照明、空调、通风机、空气压缩机以及其他低压用电设备所需的各种不同电压。辅助逆变器是辅助供电系统的主要部件。国内地铁车辆上，辅助逆变器均采用静止式逆变器。蓄电池作为地铁车辆辅助供电系统的另一部分，输出直流 110V 及直流 24V 电压，为车辆控制系统及应急负载供电。另外，本文还详细研究了辅助供电系统中的供电方式，其中包括集中供电、分散供电、集中布置并网供电三种供电方式，并对其三者进行了对比分析。最后还对辅助供电系统的故障进行了分析总结。由此可知辅助供电系统的供电质量与可靠性将直接影响到车辆安全运行及旅客舒适度。因此，研究和完善辅助供电系统性能，确保稳定、安全的列车供电是研究和设计人员主要的任务。

关键词：地铁 辅助供电 逆变器 蓄电池 供电方式 故障分析

目 录

摘 要	I
目 录	II
引 言	1
第一章 城轨车辆辅助供电系统概述	2
1.1 辅助供电系统的发展	2
1.1.1 传统的城轨车辆上的辅助电源	2
1.1.2 现阶段城轨车辆上的辅助电源	2
1.2 辅助供电系统的简介	2
第二章 城轨车辆辅助逆变系统及供电方式	6
2.1 辅助逆变系统概述	6
2.1.1 系统的构成	6
2.1.2 辅助逆变器系统的形式	6
2.2 集中供电系统	10
2.3 分散并网供电系统	10
2.4 集中布置并网供电系统	11
2.5 对比分析	12
第三章 城轨车辆蓄电池概述	13
3.1 蓄电池的应用	13
3.1.1 概况	13
3.1.2 应用案例	13
3.1.3 基本功能	14
3.1.4 保护方法	14
3.1.5 日常检查	14
3.2 蓄电池充电器的应用	14
3.2.1 功能	14
3.2.2 自身的保护	15
3.2.3 故障处理	15
3.3 本章小结	15

第四章 城轨车辆辅助供电系统的故障分析.....	16
4.1 辅助逆变器的故障分析.....	16
4.2 蓄电池的故障分析.....	17
4.2.1 前言.....	17
4.2.2 典型故障.....	18
4.2.3 改进措施.....	19
结 论.....	20
参 考 文 献.....	21
致 谢.....	22

引 言

随着我国城镇化水平的不断提高、交通系统的不断发展、人们对快捷、舒适的出行方式的不断追求，人们从原来的单一性出行需求发展到多层次、多样化、个性化的出行需求，地铁车辆已逐渐成为大中型城市的主要交通工具之一。地铁具有安全、准点、快捷、舒适、环保的特点。其庞大的运量，具有地面任何交通工具不可比拟的优越性。目前我国大部分地铁车辆都是以电力作为能源，而地铁列车的辅助供电系统更是重要组成部分。

城市轨道交通车辆辅助供电系统不仅承担着对地铁列车的运行，同时为列车其他设备的用电提供支撑，主要任务是产生车辆中、低压电源、客室照明、空调、通风机、空气压缩机以及其他低压用电设备所需的各种不同电压。是地铁不可或缺的重要系统部件。因此，本文对城市轨道交通车辆辅助供电系统及供电方式、蓄电池、城市轨道交通辅助供电系统的故障，进行了深入的探讨与研究。首先本文是对辅助逆变系统的构成以及九种供电形式进行了分析介绍，其中着重介绍了先降压斩波后逆变型原理图、直接逆变型原理图、双逆变型原理图。其次对辅助供电系统的集中供电系统、分散供电系统和集中布置并网供电系统进行了分类对比。然后是对城轨车辆蓄电池的日常检查、自我保护进行了介绍。最后对辅助逆变器和蓄电池的故障进行了分析。

第一章 城轨车辆辅助供电系统概述

1.1 辅助供电系统的发展

1.1.1 传统的城轨车辆上的辅助电源

传统的城市轨道交通车辆上，辅助电源通常采用旋转式电动发电机组的供电方案。电动机从受电装置获取直流电源，发电机输出三相交流电压向负载供电；对于 DC110V 和 DC24V 的用电设备，仍需通过三相变压器和整流装置变换后向其提供电源。这种供电方式机组设备体积大、输出容量小、效率低，而且电源易受直流发电机组工况变化的影响，输出电压波动大，可靠性差。

1.1.2 现阶段城轨车辆上的辅助电源

近年来，我国北京、上海、广州等城市的城市轨道交通车辆上，辅助电源均采用了静止式辅助逆变电源。静止式辅助逆变电源直接从城市轨道交通车辆受流装置受电，经过 DC/DC 斩波变换后向三相逆变器提供稳定的输入电压（有的车辆上忽略了这一环节），通过 VVVF 变频调压控制，逆变器输出三相交流电压。对于多路输出电源，电路还采用变压器隔离形式。这种辅助逆变电源的优点是输出电压的品质因数好、电源使用效率高、工作性能安全可靠^[1]。

1.2 辅助供电系统的简介

辅助供电系统是城市轨道交通车辆电气系统的重要组成部分，主要任务是产生车辆中、低压电源、客室照明、空调、通风机、空气压缩机以及其他低压用电设备所需的各种不同电压。

辅助逆变器是辅助供电系统的主要部件。国内城市轨道交通车辆上，辅助逆变器均采用静止式逆变器，它具有输出电压的品质好、功率因数高、工作性能安全可靠等优点。

城市轨道交通车辆辅助供电系统包括辅助逆变器（DC/AC 变流器，简称 SIV）和低压电源（DC/DC 变流器和蓄电池）两大部分。（如图 1.1 蓝色部分）。其各部分功能如下：

（1）辅助逆变器将网压转换成 AC380V 及 AC220V、50Hz 的三相交流电能输出，为车辆上的交流负载如空调机、压缩机、通风机等提供电源^[2]。

（2）DC/DC 变流器输出 DC110V 和 DC24V 电压，为车上所有的 DC110V 负载提供电源。

（3）蓄电池作为直流备用电源，在列车启动和紧急情况下（失去高压电源时）为列车提供 DC110V 电能。列车正常运行时，蓄电池处在浮充电状态。

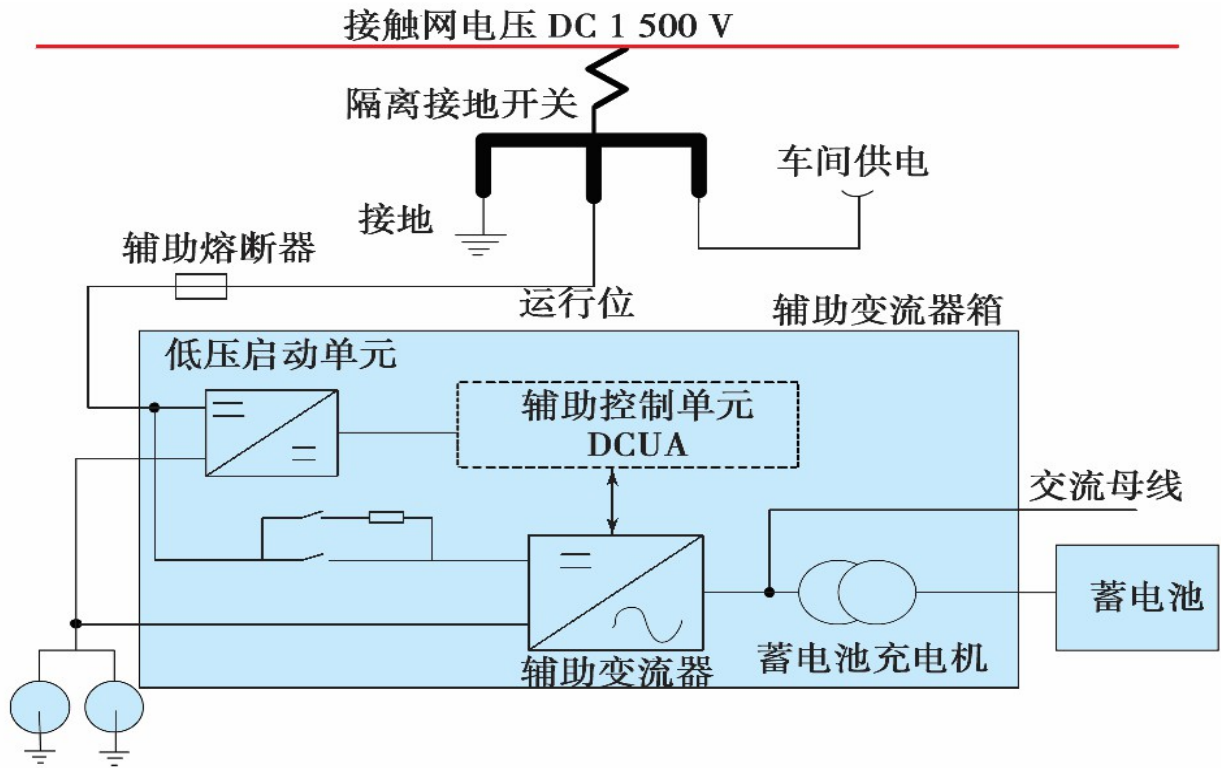


图 1.1 辅助供电系统的基本组成

辅助供电系统（辅助电源系统/辅助电源），是为除牵引系统之外的所有用电设备供电的一套系统。其负载包括列车上的几乎所有用电设备，可以将这些负载根据使用电能不同分为以下几类^[3]：

- （1）AC380V、50Hz 三相负载：空气压缩机单元、空调装置、通风冷却装置等。
- （2）AC220V、50Hz 单相负载：客室正常照明、司机室方便插座、客室维修用方便插座等。
- （3）DC110V 负载：列车控制系统、列车控制电路、列车信号系统、乘客信息系统、客室紧急照明、紧急通风、电动车门驱动电机等。

除了以上三种负载之外，还有极少量的 DC24 负载，如司机室阅读灯、列车前照灯等。

第二章 城轨车辆辅助逆变系统及供电方式

2.1 辅助逆变系统概述

辅助逆变器是城轨车辆上一个必不可少的关键的电气部件，安装于拖车构架上。当供电系统供电正常时，DC1500V(或 DC750V)的直流电源经辅助逆变器（DC/AC）逆变为 AC380V/220V 的交流电源，向设备供电，并经过直流变换器(DC/DC)变换为 DC110V 电源，供蓄电池充电及其他直流负载用电，辅助供电系统的负载设备遍布全车^[4]。

2.1.1 系统的构成

逆变器系统是辅助供电系统的核心，主要部件包括滤波电抗器、充电电路、滤波电容器、EMI 电容、辅助逆变器模块、三相滤波器、变压器等。

滤波电抗器和滤波电容器构成高压输入部分的滤波器，它能抑制输入电路的谐波和减少输入电路暂态过程的影响。输入电路的负极通过转向架接地，负极上接有 EMI 电容，其作用是为了确保高频接地和降低电磁干扰对辅助逆变器的影响。辅助逆变器的输出经三相输出滤波器进行滤波，该滤波器由三相滤波电抗器和三相滤波电容器构成，属于低通滤波器，能滤除逆变器输出的 PWM 波的大部分谐波。三相滤波器后面是一个输出变压器，将逆变器的输出电压为 380 V，并起到使低压和高压隔离的作用。

辅助逆变器系统在地铁车辆上尤为重要，比较典型的实例是广州地铁 2 号线列车上的逆变器系统，其全车由 6 节车编组组成，采用 4 动 2 拖，其中 2 台动车和 1 台拖车为 1 个牵引单元。整列车有 2 个辅助逆变器，每个逆变器能提供约 50%的冗余，保证一个辅助逆变器故障时全列车的空压机、牵引设备的冷却风扇和全列车一半的空调等设备的正常运行^[5]。

2.1.2 辅助逆变器系统的形式

辅助逆变器包括逆变器、充电器、隔离变压器三部分，它采用智能 IPM 电源模块驱动电路器件。目前辅助逆变器电路有 2 种型式：双逆变器型和单逆变器型。双逆变器型又有串联型与并联型；单逆变器型有先升/降压稳压后逆变型和直接逆变型。其中先升/降压斩波后逆变型是用在网压为 DC750V 时，因为它对的网压波动范围为 500~900V，所以斩波器还有升压的功能。先降压斩波后逆变，是用在网压为 DC1500V 时。这两种形式都能使得逆变器输入电压稳定，即使负载变化时，也能保证斩波器有稳定的输出电压。但从目前的技术水平来看，以 IGBT 为代表的开关器件的开关频率

足以满足在网压波动范围内用 PWM 调制，完全可以使逆变器输出稳定，并且能满足负荷运行。因此现在一般都采用直接逆变的方式。

辅助逆变器与低压电源的电路不同结构，目前在城轨车辆中应用的有以下几种形式 [6]：

1、线路滤波器、升/降压斩波器、滤波器、逆变器、滤波器、隔离变压器（隔离变压器的一组次边绕组输出带中点的 AC380V；另一组次边连接二极管整流桥）、二极管整流桥、滤波器。

2、线路滤波器、降压斩波器(CHO)、滤波器、逆变器(INV)、滤波器(FIL)、隔离变压器原边(T_0)。(如图 2.1)。

从 AC380V 输出一降压变压器(T_1)—二极管整流滤波—输出 DC110V。

从 AC380V 输出一降压变压器(T_2)—二极管整流滤波—输出 DC24V 。

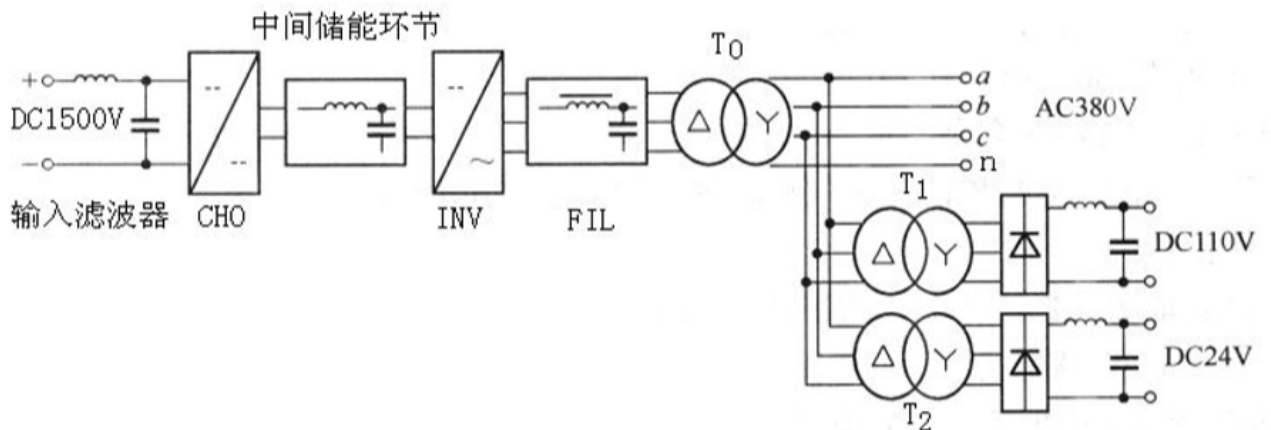


图 2.1 先降压斩波后逆变原理框图

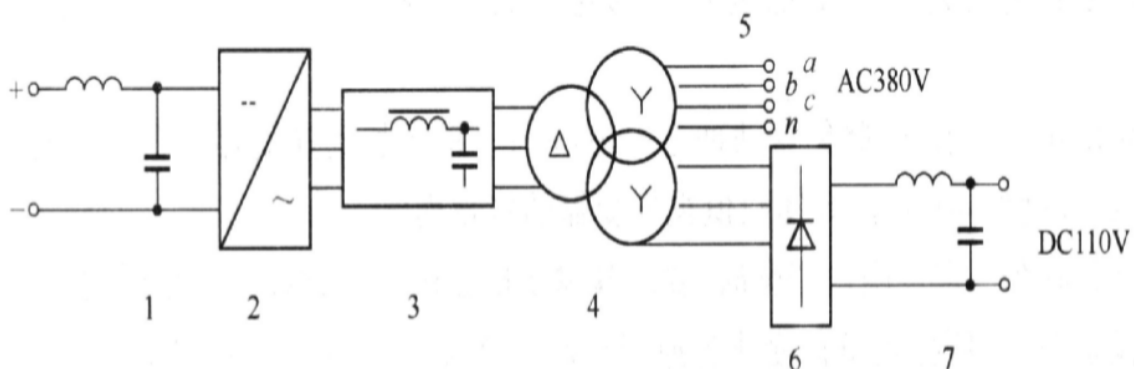
降压器一般有斩波降压和逆变降压两种方式，它使逆变器输入的电压稳定并对逆变器起到保护作用。逆变器 INV 的输出经电感电容滤波网络 FIL 滤波后输入到隔离变压器 T_0 。变压器的原边绕组为三角形连接，次边绕组为星型连接。输出三相四线 AC380V，50Hz 电压。另有 2 个变压器 T_1 、 T_2 由 AC380V 供电。分别经过降压、整流、滤波后，最终输出所需要的 DC110V 和 DC24V。目前由于器件水平与控制技术的提高，已很少采用升/降压环节。

3、线路滤波器、逆变器、滤波器、隔离变压器（一组副边绕组输出带中点 AC380V，另一组副连接二极管整流桥）、二极管整流桥、滤波器。

单逆变器电路相对简单,使用的电子器件少,可靠性较高。但是其开关频率高,因此开关损耗较大,使用的效率相对较低。

4、线路滤波器、逆变器、滤波器、隔离变压器、变压器(次边一组输出带中点的 AC380V 电源,另一组输出连接二极管整流)、滤波电路。

直接逆变是城轨车辆辅助逆变电源最简单的电路形式(如图 2.2 所示)。开关元器件通常采用大功率的 GTO, IGBT 或 IPM 集成模块,逆变电源采用直接从受电弓或第三轨受流方式。这种电路结构简单、元器件数量少、控制方便。但这种逆变器电源输出的电压易受电网输入电压波动的影响,功率电子器件换流时承受的 du/dt 较大,尤其是在高压情况下(例如 DC1500V 供电系统再生制动时,网压可达 2000V)。

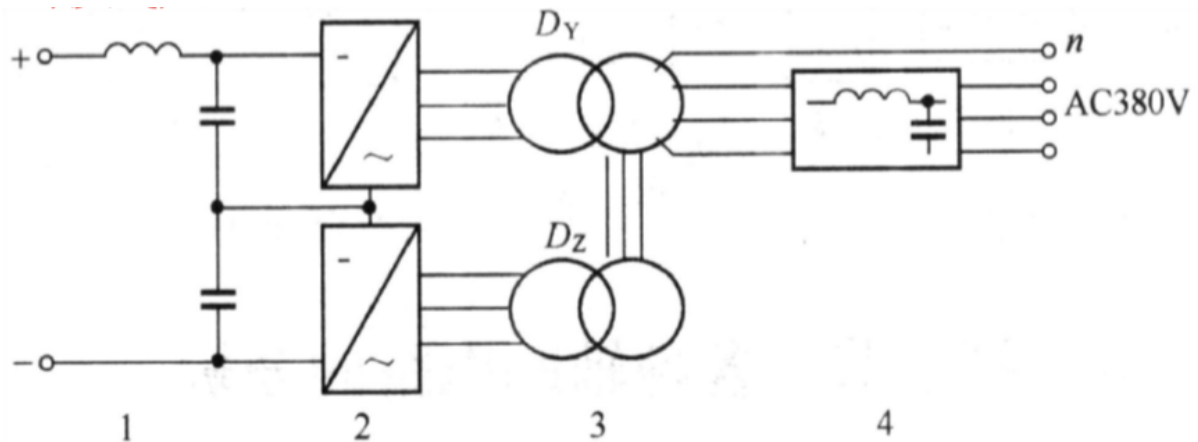


1—线路滤波器 2—逆变器 3—交流滤波器 4—隔离变压器 5—带中点的 AC380V 电源 6—二极管整流 7—滤波电路

图 2.2 直接逆变型原理框图

5、双逆变器型:线路滤波器、逆变器(两台逆变器串联)、滤波器(两台滤波器独立)、隔离变压器。该变压器有两个独立的原边绕组,一个次边绕组。两个原边绕组输入产生的磁通在铁心内叠加,副边感应出输出电压。一方面输出带中点的 AC380V,另一方面经降压变压器—相控整流器—滤波器—输出 DC110V。

6、线路滤波器经两台串联的逆变器分别到两台独立的、不同结构的变压器原边,(一台称 D_Y 型,另一台称 D_Z 型变压器)。 D_Y 、 D_Z 变压器次边串联输出,经过滤波输出带中点 AC380V。广州地铁一号线采用此种方式。



1—线路滤波器 2—逆变器 3—隔离变压器 4—带中点的 AC380V 电源

图 2.3 双逆变器型原理框图

这种系统没有从 AC380V 变换为 DC110V 输出，另外设有一个由电网直接供电的 DC/DC 变流器，输出 DC110V。此种方式开关损耗小、逆变器效率高，对输出滤波器要求低。可把较低电压的电力电子器件用于较高电源电压的逆变器。但是，双逆变器的电路复杂，使用器件多，动态均压要求高，故障率也高。

7、线路滤波器经 2 台串联的逆变器分别输出多绕组变压器的两个原边。该变压器有两个原边绕组，3 个次边绕组（AC380V 三相绕组、AC220V 单相绕组、DC110V 的三相绕组）。2 个原边绕组在铁心中产生的磁通叠加，在副边绕组感应电压。

该系统与形式 6 不同之处在于，前者是将两个变压器次边输出叠加，是电路的叠加，后者是磁路的叠加。这两种电路中，逆变器输出电压有一个相位差，这样叠加后输出侧电压波形谐波就小，则对滤波器要求就低。

8、直接由电网供电的 DC/DC 变流器，线路滤波器经两台串联、半桥、单相、高频逆变器分别输出两台高频变压器然后分别输入两台高频整流器最后到两台整流器的输出并联后经滤波器输出 DC110V。

这种经过两个串联的逆变器形式，是采用一种半桥单相逆变器。即逆变器的一个桥臂用 IGBT，而另一个桥臂是用高频电容器代替。这种逆变器必须是高频的，所以它的输出隔离变压器也是高频变压器，其整流器也是快恢复二极管构成。

9、由 AC380V 供电的 AC/DC 系统(输出 DC110V)。由 AC380V 供电

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/297041152066006063>