

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材



专业关键技术教材

高速动车组技术(下)

◎ 中国铁路总公司

GAOSU DONGCHEZU JISHU

中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

专业关键技术教材

高速动车组**技术**（下）

中国铁路总公司



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书为中国铁路总公司组织编写的高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材之一,是动车组专业关键技术教材。全书共八篇,分为上、下两册,上册主要内容包括动车组概论,动车组车体及车内设备,动车组转向架,动车组牵引传动;下册主要内容包括动车组辅助电气系统,动车组制动技术,动车组车内环境控制与设备,动车组控制及信息管理系统。

本书适用于高速铁路动车组专业技术人员培训,也可供高速铁路动车组设备运用管理人员学习,对各类职业院校相关师生学习也具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

高速动车组技术:全2册/中国铁路总公司编著.

—北京:中国铁道出版社,2016. 1

高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材

ISBN 978-7-113-18500-8

I. ①高… II. ①中… III. ①高速列车—动车—
技术培训—教材 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 011566 号

书 名: 高速铁路管理人员和专业技术人员培训教材
 高速动车组技术(上、下)
作 者: 中国铁路总公司

责任编辑: 王明容 黄 璐 编辑部电话: (路) 021-73138 电子信箱: tdpress@126.com
(市) 010-51873138

封面设计: 崔丽芳

责任校对: 孙 玫

责任印制: 陆 宁 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

版 次: 2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 45.5 字数: 1504千

书 号: ISBN 978-7-113-18500-8

定 价: 168.00元(上、下册)

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

Preface 前言

党的十六大以来,在党中央、国务院的正确领导下,我国铁路事业得到了快速发展,目前,中国高速铁路运营里程已经位居世界第一。在建设和运营实践中,我国高速铁路积累了丰富的经验,取得了大量创新成果。将这些经验和成果进行系统总结,编写形成规范的培训教材,对于提高培训质量、确保高速铁路安全有着十分重要的意义。为此,中国铁路总公司组织相关专业的技术力量,统一编写了这套高速铁路管理人员和专业技术人员培训系列教材。

本套培训教材共分高速铁路行车组织、机务、动车组、供电、工务、通信、信号、客运 8 个专业,每个专业分为科普教材、专业关键技术教材和案例教材三大系列。科普教材定位为高速铁路管理人员使用普及型读物,对本专业及相关专业知识进行概论性介绍,学习后能够基本掌握本专业所需的基本知识、管理重点、安全关键;专业关键技术教材定位为高速铁路专业技术人员使用的学习用书,对本专业关键技术进行系统介绍,学习后能够初步掌握本专业新技术和新设备的运用维护关键技术;案例教材定位为高速铁路岗位人员学习用书,对近年来中国高速铁路运营实践中发生的典型案例及同类问题的处理方法进行总结归纳,学习后能为处理同类问题提供借鉴。

本书为动车组专业关键技术教材《高速动车组技术》。全书共分八篇,涵盖了 CRH 系列定型动车组的专业内容,并按系统分类的形式进行了详细的阐述。主要内容包括:动车组概论,动车组车体及车内设备,动车组转向架,动车组牵引传动系统,动车组辅助电气系统,动车组制动系统,动车组车内环境控制与设备,动车组控制及信息管理系统。在各篇内,不仅分别介绍了各型动车组的特点、技术原理、设备构造与维护维修等内容,还分析了其共性与区别。本书结合动车组运用检修技术人员的工作实际,对 CRH 系列定型动车组及其关键系统的基本原理、结构和技术特点进行系统介绍,内容翔实、图文并茂,可以满足动车组检修运用相关人员技术培训的需求。

本书由陈伯施担任主审,韦皓、单巍、刘志明担任主编。参加编写工作的有第一篇:李瑞淳、陶桂东、张雷、周建烽、宋永增;第二篇:熊剑春、周伟旭、鄢桂珍、潘美风、丁莉芬;第三篇:周殿买、周平宇、陈经纬、张现峰、王文静、韩同样;第四篇:邓桂美、田永洙、刘金柱、何朝保、宿伟、宋雷鸣;第五篇:徐广伟、郑恒亮、李亮亮、吕吉玉、王鑫、邱成;第六篇:安超、秦佳颖、赵明飞、李宏伟、乔峰、徐磊、张立国、彭俊彬;第七篇:王开团、刘爱伶、任广强、周新喜、徐峻、武双虎、何涛;第八篇:康成伟、王海芳、张跃辰、王延翠、史红梅。在本书编写过程中,还得到了黄强、周晓峰、赵红卫、杨中平、戴焕云、吴萌岭、李国平、欧阳仲志、陈振虹等专家的大力支持与帮助,在此一并表示衷心感谢!

由于近年来高速铁路技术发展较快,同时编者的水平及精力所限,本书内容存在不全面、不恰当甚至错误的地方在所难免,热忱欢迎使用本书的广大读者以及行业内专家学者对本书提出批评、指正意见,以便编者对本书内容不断地改进和完善。

编者

二〇一五年八月

Contents 总目录

(上)

| | | |
|-----|------------------|-----|
| 第一篇 | 动车组概论 | 1 |
| 第二篇 | 动车组车体及车内设备 | 55 |
| 第三篇 | 动车组转向架 | 231 |
| 第四篇 | 动车组牵引传动系统 | 313 |

(下)

| | | |
|-----|----------------------|-----|
| 第五篇 | 动车组辅助电气系统 | 427 |
| 第六篇 | 动车组制动系统 | 481 |
| 第七篇 | 动车组车内环境控制与设备 | 543 |
| 第八篇 | 动车组网络控制及信息管理系统 | 619 |

Contents 目 录(下)

第五篇 动车组辅助电气系统

| | |
|-------------------------|----|
| 第一章 动车组辅助电气系统概述 | 3 |
| 第一节 辅助电气系统用途及分类 | 3 |
| 第二节 辅助电气系统原理及构成 | 5 |
| 第二章 动车组辅助电气系统主要部件 | 16 |
| 第一节 动车组辅助电源装置 | 16 |
| 第二节 充电器 | 37 |
| 第三节 蓄电池 | 48 |

第六篇 动车组制动系统

| | |
|--------------------------------|----|
| 第一章 动车组制动系统概述 | 57 |
| 第一节 制动方式分类 | 57 |
| 第二节 动车组制动系统的组成和特点 | 58 |
| 第三节 制动距离计算 | 60 |
| 第二章 动车组制动系统组成 | 64 |
| 第一节 供风系统 | 64 |
| 第二节 制动控制系统 | 65 |
| 第三节 基础制动装置 | 70 |
| 第四节 防滑系统 | 73 |
| 第五节 辅助系统 | 77 |
| 第三章 CRH/CRH380 系列动车组制动系统 | 80 |
| 第一节 制动系统概述 | 80 |

| | |
|------------------|----|
| 第二节 制动系统组成 | 86 |
|------------------|----|

第七篇 动车组车内环境控制与设备

| | |
|---------------------------|-----|
| 第一章 车内环境控制概述 | 119 |
| 第一节 车内环境控制目的与要求 | 119 |
| 第二节 车内环境控制技术特点 | 127 |
| 第二章 动车组空调系统 | 130 |
| 第一节 动车组通风系统 | 130 |
| 第二节 动车组制冷系统 | 143 |
| 第三节 动车组供暖系统 | 151 |
| 第四节 动车组空调系统的运行控制 | 157 |
| 第三章 压力保护系统 | 172 |
| 第一节 压力保护原理 | 172 |
| 第二节 连续换气装置 | 172 |
| 第三节 进出口压力保护阀 | 173 |
| 第四节 CRH 系列动车组压力保护系统 | 173 |
| 第四章 动车组照明系统 | 178 |
| 第一节 照明的基本概念 | 178 |
| 第二节 CRH 系列动车组照明系统 | 178 |
| 第五章 噪声控制 | 186 |
| 第一节 噪声控制要求 | 186 |
| 第二节 噪声分类 | 186 |
| 第三节 动车组降噪措施 | 188 |

第八篇 动车组网络控制及信息管理系统

| | |
|--------------------------------|-----|
| 第一章 网络拓扑结构 | 195 |
| 第一节 基本知识 | 195 |
| 第二节 各车型的网络拓扑结构特点 | 200 |
| 第二章 系统设备 | 218 |
| 第一节 CRH1 系列动车组 TCMS 系统设备 | 218 |



| | | |
|------------|------------------------------------|------------|
| 第二节 | CRH380D 型动车组 TCMS 系统设备 | 223 |
| 第三节 | CRH2/CRH380A 系列动车组 TCMS 系统设备 | 225 |
| 第四节 | CRH3/CRH380B 系列动车组 TCMS 系统设备 | 230 |
| 第五节 | CRH5 系列动车组 TCMS 系统设备 | 238 |
| 第六节 | CRH380CL 型动车组 TCMS 系统设备 | 242 |
| 第三章 | 系统功能 | 246 |
| 第一节 | CRH1/CRH380D 系列动车组 TCMS 系统功能 | 246 |
| 第二节 | CRH2/CRH380A 系列动车组 TCMS 系统功能 | 252 |
| 第三节 | CRH3/CRH380B 系列动车组 TCMS 系统功能 | 256 |
| 第四节 | CRH5 系列动车组 TCMS 系统功能 | 262 |
| 第五节 | CRH380CL 型动车组 TCMS 系统功能 | 266 |

第五篇

动车组辅助 电气系统



第一章 动车组辅助电气系统概述

第一节 辅助电气系统用途及分类

辅助电气系统为动车组上除牵引动力系统之外的所有用电设备提供电源,主要负载设备包括:空气压缩机、牵引系统冷却通风机、油泵/水泵电机、空调系统、采暖、给水及卫生设施、照明、TCMS 系统、旅客信息系统、广播、ATP 等电务车载系统等。

目前国内动车组辅助电气系统主要有两种形式:

- (1) 主辅分离独立绕组供电。牵引变压器设置辅助绕组,为辅助电源装置提供输入电源。
- (2) 主辅一体共用绕组供电。辅助电源装置的输入电源来自牵引变流器的中间电源。

一、辅助电气系统组成

辅助电气系统包括交流电源系统与直流电源系统。辅助电气系统的结构和具体电源制式由负载特点决定。目前国内动车组辅助电气系统交流电源制式主要有:单相 AC 400 V,50 Hz;三相 AC 380 V,50 Hz;三相 AC 440 V,60 Hz;单相 AC 220 V,50 Hz;单相 AC 230 V,60 Hz;单相 AC 100 V,50 Hz。直流控制电源制式有 DC 110 V、DC 100 V 和 DC 24 V。各电源制式负载见表 5—1—1。动车组辅助供电系统一般由牵引变压器辅助绕组(仅限主辅分离独立绕组供电)、辅助变流器、地面电源插座、蓄电池、充电机等组成。辅助变流器由输入滤波器、斩波器、逆变器、输出滤波器和控制单元组成。

表 5—1—1 动车组辅助供电系统负载表

| 车型 | 辅助系统形式 | 电压制式 | 负载设备 |
|--------------|--------|-------------------|--|
| CRH1/CRH380D | 主辅一体 | 三相 AC 380 V,50 Hz | 空调设备、空气压缩机、牵引电机通风机、牵引变压器风机、牵引变流器通风机、开水炉、餐车设备 |
| | | 单相 AC 220 V,50 Hz | 插座 |
| | | DC 110 V | 照明、TCMS、ATP/LKJ 电务车载系统 |
| CRH2/CRH380A | 主辅分离 | 单相 AC 400 V,50 Hz | 空调设备、开水炉 |
| | | 三相 AC 380 V,50 Hz | 空气压缩机、牵引电机通风机、牵引变压器风机、牵引变流器通风机、辅助电源装置风机、牵引变压器油泵、餐车设备 |
| | | 单相 AC 220 V,50 Hz | 客室插座、餐车设备 |
| | | 单相 AC 100 V,50 Hz | 空调控制、目的地显示器、上水系统水泵、管路电伴热等 |
| | | DC 100 V | 列车无线、列车网络系统、ATP/LKJ 电务车载系统 |

续上表

| 车型 | 辅助系统形式 | 电压制式 | 负载设备 |
|------------------------------------|--------|--------------------|---|
| CRH3/CRH380B/ CRH380BL/CRH380CL | 主辅一体 | 三相 AC 440 V, 60 Hz | 空调设备、空气压缩机、牵引电机通风机、牵引变压器风机、牵引变流器通风机、开水炉、牵引变压器油泵 |
| | | 单相 AC 230 V, 60 Hz | 电伴热、部分餐车设备 |
| | | DC 110 V | 照明、列车无线、网络系统、ATP/LKJ 电务车载系统 |
| CRH5 | 主辅一体 | 三相 AC 380 V, 50 Hz | 空调设备、空气压缩机、牵引电机通风机、牵引变压器风机、牵引变流器通风机、开水炉 |
| | | 单相 AC 220 V, 50 Hz | 电伴热 |
| | | DC 24 V | 照明、列车无线、网络系统、ATP/LKJ 电务车载系统 |

二、辅助电气系统负载管理

对于交流并网供电系统,为避免负载同时启动产生的冲击电流,导致辅助电源装置保护,应采用延时启动方式,通常由列车网络发布允许启动命令。

当辅助电源装置故障时,按照负载优先级进行减载控制,通常负载优先级按照安全、运行和舒适度进行分类。

三、接地及绝缘检测方式

中低压系统接地方式分别为浮地、多点接地、单点接地。根据接地不同,各车型采用不同绝缘检测方式,见表 5—1—2。

表 5—1—2 动车组接地及绝缘检测方式

| 车型 | 接地方式 | 绝缘检测方式 |
|--------------------------------|------|--------|
| CRH1/CRH380D | 单点接地 | 电流法 |
| CRH2/CRH380A/CRH380AL | 多点接地 | 电流法 |
| CRH3/CRH380B/CRH380BL/CRH380CL | 浮地 | 电压法 |
| CRH5 | 多点接地 | 电流法 |

四、辅助电气系统特点

目前国内动车组辅助电气系统有独立绕组供电和共用绕组供电两种形式,即由牵引变压器辅助绕组独立供电和共用牵引供电绕组由牵引变流器中间直流回路供电。

采用独立绕组供电方式的辅助电气系统需设置为辅助系统供电的变压器辅助绕组和辅助电源装置。由于辅助电源装置的输入电源来自牵引变压器,所以动车组进入分相区后,辅助供电系统交流电源将中断供电,直流电源由蓄电池提供。

采用共用绕组供电方式的辅助电气系统其牵引变压器不需设置辅助绕组,牵引变流器

中间直流回路为辅助变流器提供电源。为了保证在通过分相区过程中向辅助系统持续供电,必须维持对中间直流环节的供电。当列车通过分相区时,只要列车的速度大于设定值(取决于动车组再生制动的能力),动车组牵引系统的工作模式将由牵引模式立即转换成再生制动工作模式。在再生制动模式下,牵引变流器将能量反向传输到 DC 直流电容器给中间直流环节供电。由于辅助变流器是通过直流环节直接取电的,所以只要在无电区牵引变流器保持供电,就可实现过分相区时辅助电气系统交流电源及直流电源不断电;同时在每次通过无电区后,牵引变流器不需要重新激活。

辅助电气系统通常具有以下特点:

1. 辅助电气系统通过供电母线为各车负载供电。
2. 辅助电气系统负载种类多,辅助系统通常设置有多种供电制式。
3. 辅助电气系统采用冗余设计,保证系统工作的可靠性,各车型具体冗余措施见第二节中“辅助电气系统冗余设计”。

第二节 辅助电气系统原理及构成

一、辅助电气系统原理及构成

动车组通过受电弓将接触网单相 AC 25 kV 高压电输入牵引变压器,经过次级绕组降压为辅助变流器(独立绕组方式)供电,或经牵引变流器中间直流回路给辅助变流器供电(共用绕组方式)。辅助变流器输出多种电压制式,通过供电母线为动车组各车设备供电。根据工作原理可以将辅助供电系统分为两类:独立绕组供电模式和共用绕组供电模式。下面对这两种类型的辅助供电系统工作原理分别加以说明。

1. 独立绕组供电模式

这类辅助供电系统由牵引变压器辅助绕组、辅助电源装置、辅助整流器、扩展供电用接触器、辅助回路过流检测互感器、辅助回路接地检测继电器、外接电源连接器和蓄电池组成。

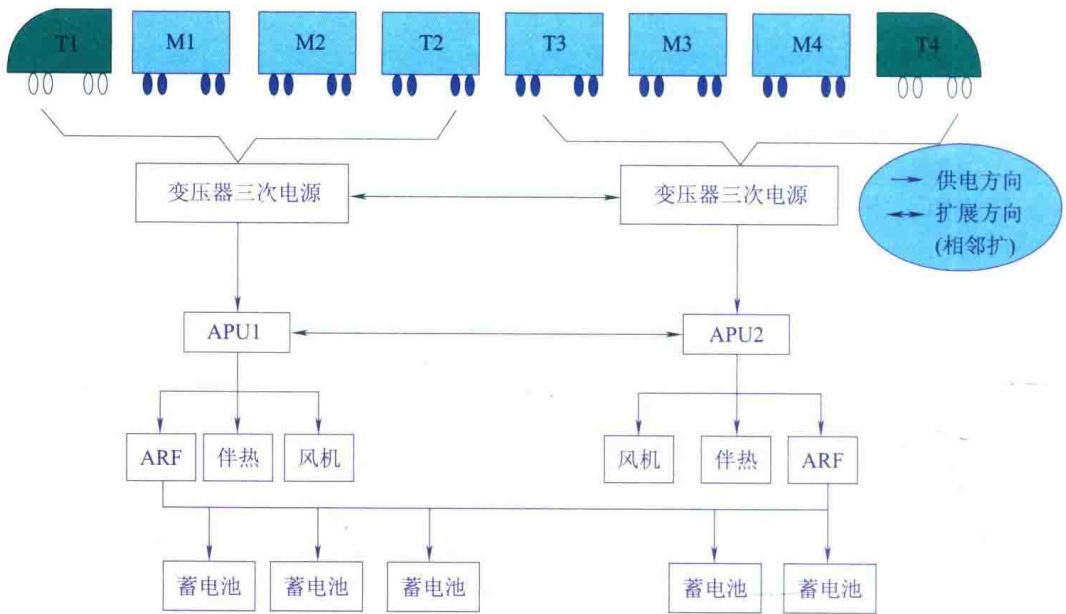
由牵引变压器辅助绕组为辅助变流器提供电源,具有代表性的为 CRH2/CRH380A 系列动车组。AC 25 kV 的高压电经牵引变压器降压变成单相 AC 400 V,单相 AC 400 V 为列车空调装置、换气装置和辅助电源装置提供电源。辅助电源装置经过整流、逆变、滤波和降压后输出 5 种电压制式,为列车中低压设备供电。辅助电气系统由多个供电单元组成,采用干线供电方式,各车负载挂在不同电压制式母线上。列车设置 2 台辅助电源装置,系统冗余设计采用扩展供电方式,通过控制各单元之间的接触器闭合与关闭,实现辅助变流器故障情况下单元之间扩展供电。

动车组设置 5 组蓄电池,满足应急情况下紧急通风、列车无线通信及其他直流负载用电需求。

动车组辅助电气系统设置 2 台辅助整流器,为列车提供 DC 100 V 电源,同时对蓄电池进行浮充电。

当接触网无电时,可通过列车外接电源插座,为列车提供单相 AC 400 V 电压,此时列车空调和辅助电源装置可正常工作。

CRH2/CRH380A 系列动车组辅助供电系统工作原理如图 5—1—1 所示。



2. 共用绕组供电模式

在这类辅助供电系统中,由牵引变流器中间直流环节提供电源,具有代表性的有 CRH1/CRH380D 系列动车组、CRH3/CRH380B 系列动车组和 CRH5 系列动车组。

(1) CRH1/CRH380D 系列动车组辅助电气系统

辅助电气系统由辅助逆变器、接地故障指示、三相外部电源连接接触器、蓄电池充电机和蓄电池构成。

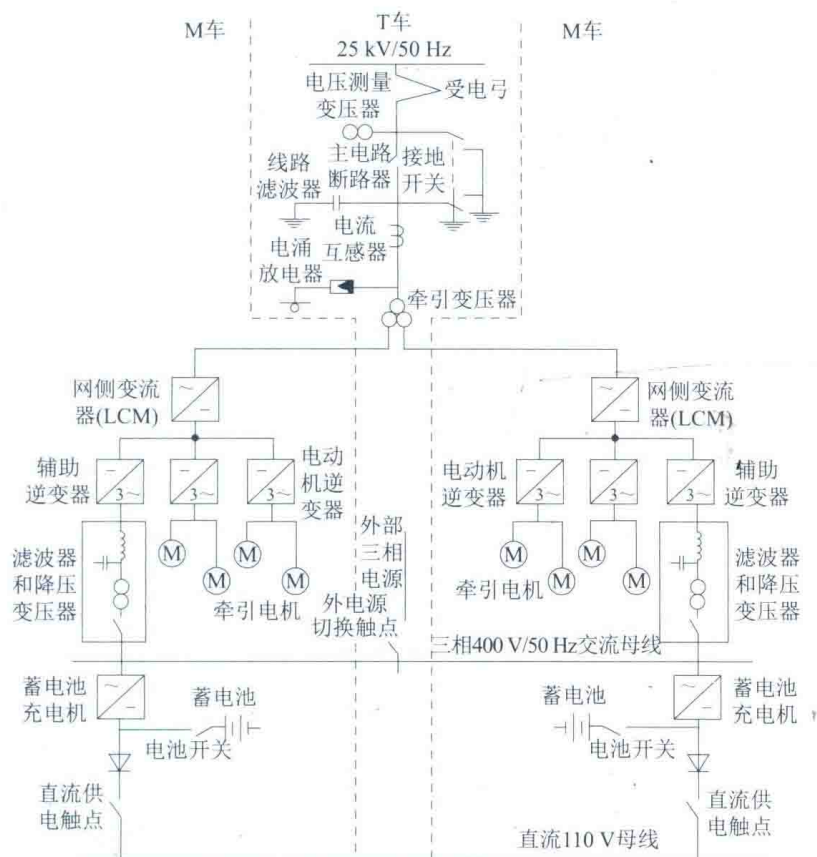
牵引变流器中间直流环节为辅助供电系统提供输入电压 DC 1 650 V,通过辅助变流器 (ACM) 逆变为恒频恒压的三相交流电压,再通过辅助变压器和交流滤波器输出给三相交流辅助电源母线 AC 400 V/50 Hz 电压,然后再通过三相母线分配给不同负载。三相交流电源母线为蓄电池充电机提供输入电源,经充电机整流后变为 DC 110 V 电压,一路供给直流母线,另一路接蓄电池。无外接电源时,蓄电池系统可以为列车启动提供电源。

在回送模式下,由蓄电池组和升压装置为中间直流环节提供预充电,因为这时网侧变流器被断开,电动机变流器 (MCM) 工作在再生模式提供电能并控制 DC 环节电压处于正常值,辅助逆变器工作将 DC 环节的电能转换为三相辅助电压 (AC 400 V/50 Hz),充电机工作为蓄电池充电。当受电弓降下、库停作业时,所有的辅助逆变器都处于断开状态。列车可以通过外接电源插座直接接受外部三相电源,这时负载容量将受到很大的限制,只有电池充电器模块和某些冷却风扇能够启动。

充电机将三相 AC 400 V/50 Hz 电压转换成 DC 110 V 电压,为蓄电池和列车直流负载提供电源。动车组设置 5 组蓄电池,满足应急情况下紧急通风、列车无线通信及其他直流负载用电需求。CRH1/CRH380D 系列动车组辅助供电系统图如图 5—1—2。

(2) CRH3/CRH380B 系列动车组辅助电气系统

在 CRH3/CRH380B 系列动车组中,辅助电气系统由单辅助变流器 (ACU)、双辅助变流器 (D-ACU)、三相外部电源连接接触器、蓄电池充电机和蓄电池构成。



辅助变流器将牵引变流器的中间直流电压 DC 3 000 V 变换成为三相 AC 440 V/60 Hz, 向列车交流干线并联供电, 车载电源箱内装有小变压器, 将三相 AC 440 V/60 Hz 中的 2 相线电压降压为 230 V/60 Hz 单相交流电, 向本车的供热等交流负载供电。每辆车上有一个单相逆变器将 DC 110 V 逆变成 220 V/50 Hz 单相交流电, 给本车客室插座等供电。CRH3 型动车组辅助供电系统构成如图 5—1—3 所示。

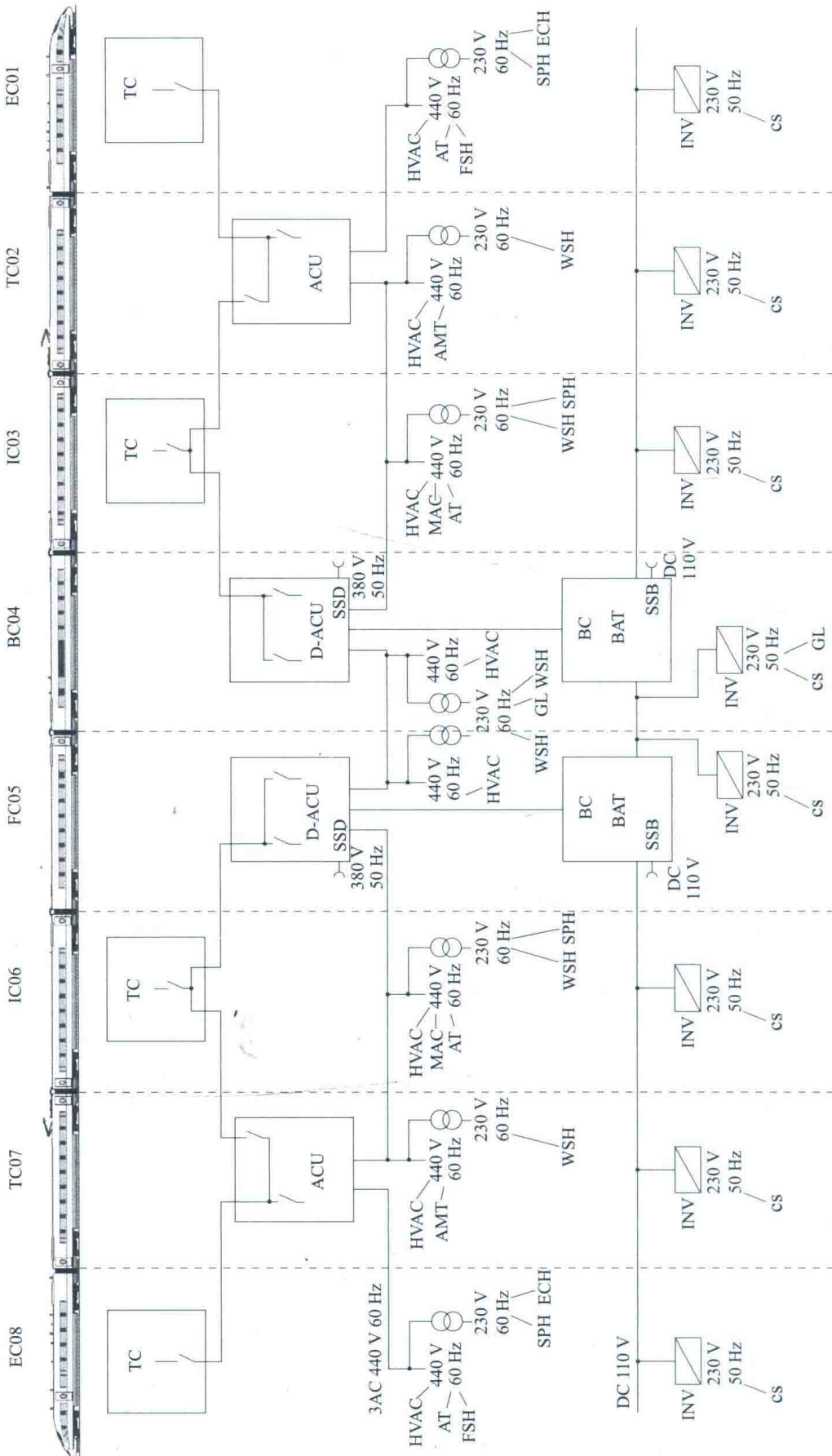
充电机将三相 AC 440 V/60 Hz 电压转换成 DC 110 V 电压, 为蓄电池和列车直流负载提供电源。动车组设置 4 组蓄电池, 满足应急情况下紧急通风、列车无线通信及其他直流负载用电需求。

双辅助变流器上设置一个外接电源插座, 库内作业时, 由外部三相 AC 380 V/50 Hz 电源为三相 AC 440 V/60 Hz 干线供电。在每一个电池箱内有一个 DC 110 V 外接电源供电插座, 列车停放车库时, 能够通过电池箱内 DC 110 V 外接电源插座提供 DC 110 V 电源。

(3) CRH5 系列动车组辅助电气系统

在 CRH5 系列动车组中, 辅助供电系统由中压系统和低压系统组成。中压系统由辅助变流器、外接电源插座和中压接触箱组成。低压系统由蓄电池和充电机组成, CRH5 系列动车组辅助供电系统构成如图 5—1—4 所示。

列车设有 5 台辅助变流器, 和牵引变流器安装在同一箱体。辅助变流器将牵引变流器的中间直流电压 DC 3 600 V 变换成 DC 600 V, 再逆变为三相 AC 380 V/50 Hz 后为中压负载系统供电。



ACU—辅助逆变器单元;GL—厨房负载;AMT—主变压器的辅助系统;HVAC—空调舱/司机室;AT—牵引装置辅助系统;INV—逆变器;BAT—蓄电池组;MAC—主空气压缩机;
 BC—电池充电器;SPH—砂管加热器;SSB—清洁用插座;SSB—蓄电池箱的外部电源插座;D-ACU 双辅助逆变器装置;SSD—双辅助逆变器装置的外部电源插座;
 ECH—自动车钩加热;TC—牵引变流器;FSH—前挡风玻璃加热;WSH—水系加热