



高等教育“十三五”规划教材

轨道交通系列

全国行业紧缺人才、关键岗位从业人员培训推荐教材

HXN₅型内燃机车 原理与操作

HXN₅ XING NEIRAN JICHE
YUANLI YU CAOZUO

主 编 张春雨 胡 敏 钟铁柱
副主编 田言均 王常浩 鲍跃贤
刘国强



北京交通大学出版社

<http://www.bjtu.com.cn>

高等教育“十三五”规划 · 轨道交通系列
全国行业紧缺人才、关键岗位从业人员培训推荐教材

HXN₅ 型内燃机车 原理与操作

主 编 张春雨 胡 敏 钟铁柱
副主编 田言均 王常浩 鲍跃贤 刘国强



首次扫描二维码安装加阅 App，安装成功并注册后，点击“扫一扫
加入我的书架”即可获取本书更丰富资源！

北京交通大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

HXN₅ 型机车以美国通用电气 (GE) 公司最先进的交流传动 AC6000 型机车为原型车, 通过引进 GE 公司先进、成熟的设计和制造技术, 实现了 6 000 马力大功率交流传动内燃机车系统技术的集成创新和国产化制造, 逐步提高国内机车制造企业的自主研发能力和生产制造能力, 构建中国大功率交流传动内燃机车产业技术平台。

本书分为 HXN₅ 型内燃机车构造原理、HXN₅ 型内燃机车操作两部分。本书采用章节形式编写, 重点突出, 通俗易懂, 是机车乘务、整备及运用管理人员技术培训用教材, 也可作为干部、职工的自学用书。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

HXN₅ 型内燃机车原理与操作 / 张春雨, 胡敏, 钟铁柱主编. —北京: 北京交通大学出版社, 2016. 9

ISBN 978 - 7 - 5121 - 3048 - 7

I. ①H… II. ①张… ②胡… ③钟… III. ①内燃机车 - 理论 ②内燃机车 - 操作
IV. ①U262

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 217247 号

HXN₅ 型内燃机车原理与操作

HXN₅ XING NEIRAN JICHE YUANLI YU CAOZUO

策划编辑: 刘建明 责任编辑: 刘 辉 助理编辑: 陈可亮 特邀编辑: 刘广钦

出版发行: 北京交通大学出版社 电话: 010 - 51686414 <http://www.bjtup.com.cn>

地 址: 北京市海淀区高粱桥斜街 44 号 邮编: 100044

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm × 260mm 印张: 23.25 字数: 538 千字

版 次: 2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5121 - 3048 - 7 / U · 242

印 数: 1 ~ 1500 册 定价: 52.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。
投诉电话: 010 - 51686043, 51686008; 传真: 010 - 62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

HXN₅ 型内燃机车, 采用交流异步牵引电机、大功率 IGBT 牵引变流器、计算机网络控制系统、重载车体、转向架及轮轴驱动系统、计算机控制的制动系统, 以及故障在线实时诊断等诸多高新技术, 牵引性能优越, 操作功能齐全, 技术上达到国际先进水平, 总功率 4 660 kW, 最高速度 120 km/h。

为帮助乘务、整备、维修及运用管理人员了解和掌握 HXN₅ 型内燃机车的构造原理, 提高操控、使用、维护该型机车的能力。我们依据现行规章制度、技术标准及设备使用说明, 并结合现场实际运用经验, 组织编写了《HXN₅ 型内燃机车原理与操作》。本书共分为机车构造原理、机车操作两部分。第一部分共八章, 包括机车总体说明、GEVO16 型柴油机、辅助系统、牵引传动系统、辅助电气系统、空气管路及制动系统、微机控制及网络通信系统、转向架等内容; 第二部分共三章, 包括机车检查、机车操作、机车故障维修等内容。本书采用章节形式编写, 重点突出, 通俗易懂, 是机车乘务、整备、维修及运用管理人员技术培训教材, 亦可作为干部、职工的自学用书。

本书由怀北机务段承担集体编写任务。主编张春雨、胡敏、钟铁柱, 副主编田言均、王常浩、鲍跃贤、刘国强。

本书在编写过程中参考和借鉴了戚墅堰机车车辆有限公司等单位的书籍、资料, 在此一并对有关作者和出版社深表谢意。

由于 HXN₅ 型内燃机车的技术升级改造等因素, 书中内容与现车实际或稍有差别, 请以现车实际为准。

书中不妥之处, 恳请读者指正。

编 者

2016 年 8 月

目 录

第一部分 HXN₅ 型内燃机车构造原理

第一章 机车总体说明	3
第一节 机车主要结构	3
第二节 机车电气控制设备	6
第三节 机车主要技术参数	15
第四节 机车主要运用特性	26
第五节 机车部件和模块的缩写词	30
第六节 HXN ₅ B 型内燃机车整体介绍	41
第七节 HXN ₅ 型内燃双司机室机车整体介绍	52
练习与思考	58
第二章 GEVO16 型柴油机	59
第一节 总体布置和结构特点	59
第二节 主体技术参数	62
第三节 固定件	63
第四节 运动件	67
第五节 配气机构	70
第六节 增压和进排气系统	73
第七节 润滑油系统	75
第八节 冷却水系统	77
第九节 燃油系统及柴油机控制	79
练习与思考	82
第三章 辅助系统	83
第一节 设备安装架	83



第二节 机车润滑油系统	84
第三节 机车燃油系统	93
第四节 机车冷却水系统	97
第五节 机车空气滤清系统	103
第六节 设备通风系统	108
练习与思考	113
第四章 牵引传动系统	114
第一节 交流牵引发电机	114
第二节 整流器及逆变装置	116
第三节 交流牵引电动机	123
第四节 电阻制动原理及制动电阻装置	125
第五节 牵引电路的接地检测原理	127
练习与思考	129
第五章 辅助电气系统	130
第一节 辅助发电机	131
第二节 辅助发电机励磁电路	136
第三节 蓄电池充电电路	140
第四节 辅助电动机供电电路	142
第五节 柴油机起动	153
练习与思考	165
第六章 空气管路与制动系统	166
第一节 风源系统	166
第二节 电空制动系统	179
第三节 辅助用风系统	191
练习与思考	194
第七章 微机控制及网络通信系统	195
第一节 控制系统结构	195
第二节 控制系统模块功能	209
练习与思考	216

第八章 转向架	217
第一节 概述	217
第二节 构架	220
练习与思考	234

第二部分 HXN₅ 型内燃机车操作

第九章 机车检查	237
第一节 作业人员人身安全	237
第二节 机车整备检查作业	240
练习与思考	292
第十章 机车操作	293
第一节 注意事项	293
第二节 常用操作	294
第三节 柴油机起机工作流程	313
第四节 常见故障处理	321
练习与思考	333
第十一章 机车故障维修	334
第一节 机车自动保护介绍	334
第二节 机车常见故障及处理方法	335
第三节 机车保护动作后需密码解锁的故障代码	358
练习与思考	359
附录 A CIO 插件板各通道对应控制部件明细表	360

第一部分 HXN₅ 型内燃机车构造原理

第一章 机车总体说明

HXN₅ 型内燃机车是大功率交—直—交电传动内燃机车，由额定功率为 4 660 kW（海拔 2 500 m、环境温度 23℃）的 GEVO16 型柴油机、交流电传动和控制系统、车体、转向架、机油润滑系统、冷却系统、燃油系统、空气滤清系统、设备通风系统、CCB II 型空气制动系统等部件及系统组成。

第一节 机车主要结构

机车分上、下两部分，上部为车体及安装在其上的设备，下部两端为转向架，中部设有承载式燃油箱。车体上面部分为相对独立的 5 个室。图 1-1 所示为 HXN₅ 型内燃机车整体结构。

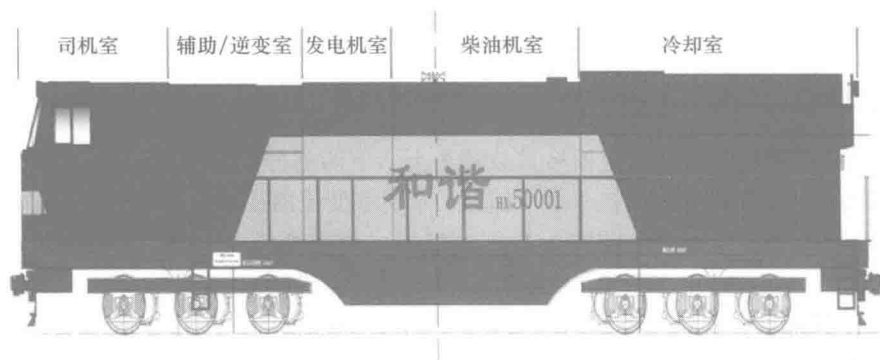


图 1-1 HXN₅ 型内燃机车整体结构

一、司机室

司机室是机车司机、副司机工作的区域。

司机室前端壁下部左、右两侧设有前转向架的砂箱；上部装有两块具有防霜、加热功能的 PVB 夹层玻璃的前窗，窗外设有气动刮雨器。前窗下面左、右两侧设有标志灯。

两侧侧墙上部设有侧窗，侧窗下部设有电热丝式加热器；两侧侧墙前外端还装有后



视镜。顶棚前端中部为头灯。

司机室内部铺有防滑、吸声特性材料的底板，将司机室内部隔为上、下两部分。

司机室底板上部前端左侧和后端右侧分别设置有主操纵台和副操纵台，操纵台上安置了全部驾驶和信息控制设备。操纵台上布置有构成人-机接口的设备，包括司机主控制器、电子制动阀、智能显示器等；操纵台后端设有司机座椅；副操纵台左侧设有加热盘和电烤箱。

图 1-2 所示为 HXN₅ 型内燃机车司机室。

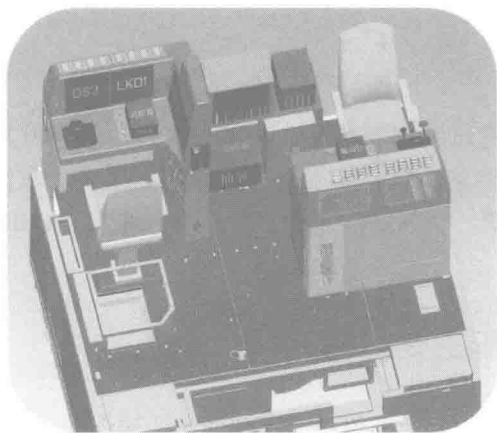


图 1-2 HXN₅ 型内燃机车司机室

司机室后端设有控制设备柜（CA1 控制区）。CA1 位于司机室后部，它的一部分靠在柴油机控制板后面，绝大部分位于司机室后部折叠柜门内。CA1 内装有蓄电池开关、控制电源滤波器、若干继电器、接线端子板、重联线电子装置和集成输入/输出（CIO）板。

司机室前端前窗下部设有监控系统主机、信号系统主机、冰箱、灭火器和工具箱。控制设备柜门外侧设置了折叠座椅。控制设备柜的后端右侧为卫生间，左侧为行车安全设备柜。司机室上部设有天花板；天花板中间后顶部装有照明灯；前顶

端右侧设有 1 个风扇，左侧装有 1 个风扇和 1 个司机控制台灯。司机室底板下部为空气制动设备柜，其中还安装有空调等其他设备。

二、辅助/逆变室

辅助/逆变室内部以车顶底板将其分隔为上、下两部分。

下部为安装 HXN₅ 型内燃机车多个辅助、牵引和变流器控制设备的电气柜。电气柜内以中间隔板隔为前、后两室。前室为高压电气柜（牵引变流器），其中左侧为 CA5 控制区，右侧为 CA3 控制区；后室为低压电气柜（功率装置柜），其中左侧为 CA4 控制区，右侧为 CA2 控制区。在这些控制区内布置有两个计算机板和 1 个计算机电源；作为可调节的辅助电源，有 3 个 AC/DC 和 3 个 AC/AC 电源板。牵引系统的主要部件有主整流器、驱动牵引电机的变流器、变流器专用电源等。电气柜内还安装有一些电子控制板、传感器、接触器、继电器。低压电气柜内还设有变流器、主发电机通风机的通风道。

上部前端为辅助通风机、主发电机通风机的进风区间，其车顶两侧设有 V 形滤网和离心式空气滤清器（空滤器栅），车顶前端中间设有排尘出风口；内部设置辅助通风机和排尘风机；后端为机车最前面一组电阻制动装置工作区间，两侧都装有制动电阻进风（下部）和排风（上部）百叶窗，内部安装有一组电阻制动装置。

在辅助/逆变室与发电机间交界区设有变流器冷却用风出风管。

图 1-3 所示为 HXN₅ 型内燃机车辅助/逆变室。



三、发电机室

发电机室分为上、下两部分。上部为机车后面两组电阻制动装置工作区间，两侧都装有制动电阻进风（下部）和排风（上部）百叶窗，内部安装有两组电阻制动装置。下部安装有主发电机 [牵引发电机（TA）和辅助发电机（AA）串联]，以及用于起动柴油机的 CTS 起机转换开关。

图 1-4 所示为 HXN₅ 型内燃机车发电机室。



图 1-3 HXN₅ 型内燃机车辅助/逆变室



图 1-4 HXN₅ 型内燃机车发电机室

四、柴油机室

柴油机室内安装有 GEVO16 型柴油机。柴油机输出端左侧设有盘车机构的接口。柴油机排气烟囱（消声器）安装于柴油机自由端增压器出口，与后顶盖相关联。柴油机室中部顶盖外端安装有风喇叭。

图 1-5 所示为 HXN₅ 型内燃机车柴油机室。

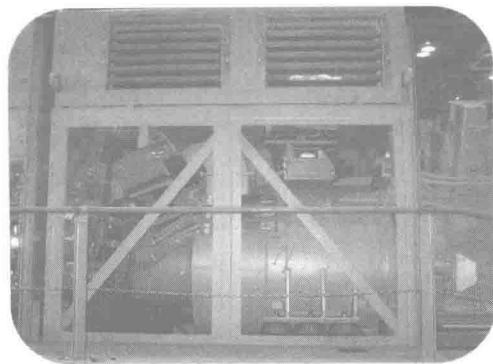


图 1-5 HXN₅ 型内燃机车柴油机室

五、冷却室

冷却室可分为前、后两部分。



前半部分上方装有冷却水箱、空滤器；下方为集成的柴油机支持系统，包括机油滤清器、机油冷却器、燃油加热器、燃油滤清器、起动机油泵和低压机油泵。

后半部分为冷却系统冷却装置的封闭作业区，包括由压缩空气驱动的散热器百叶窗、散热器、散热器风扇、排尘风机、牵引电动机通风机、通风机过滤器、空压机、CA9 等。

图 1-6 所示为 HXN₅ 型内燃机车冷却室。

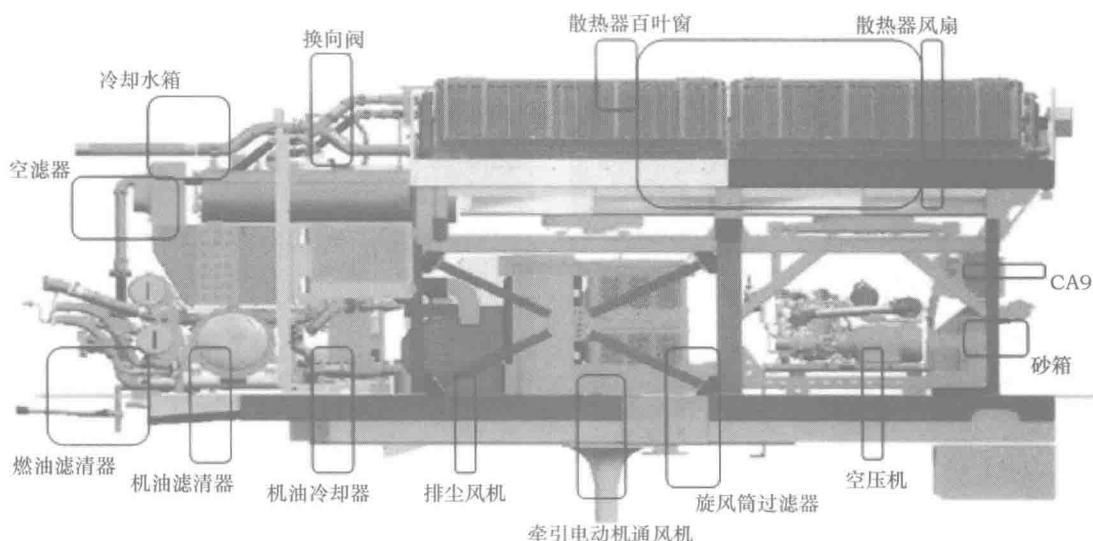


图 1-6 HXN₅ 型内燃机车冷却室

第二节 机车电气控制设备

一、电气分布

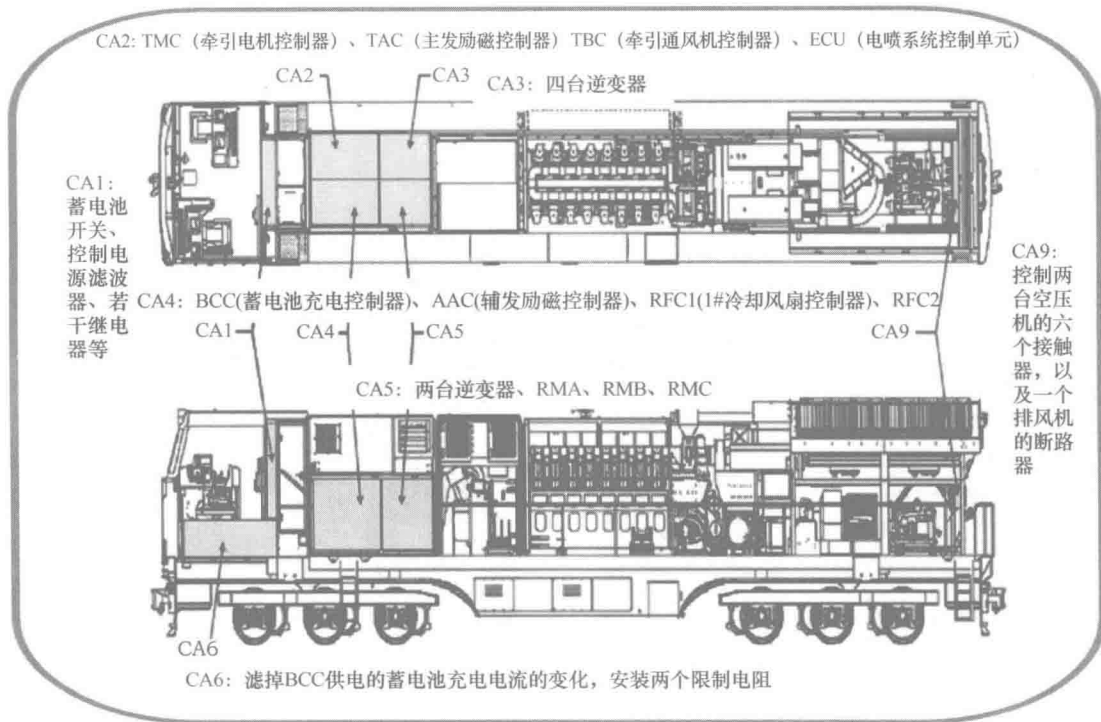
机车电气控制设备分设在 7 个控制区：CA1 ~ CA6、CA9，主要设有主发励磁控制器（TAC）、牵引电机控制器（TMC）、牵引通风机控制器（TBC）、电喷系统控制单元（ECU）、整流装置（RMA、RMB、RMC）、逆变器（INV）、蓄电池充电控制器（BCC）、辅发励磁控制器（AAC）、冷却风扇电机控制器（RFC1、RFC2）。以上部件采用集成电路板形式，由微机进行网络数据传输，对机车进行控制。

与国产 DF 系列内燃机车相比较，减少了中间、电磁、电空有触点接触器，消除了触头打磨和调整环节，减少了接触电阻大产生的过热故障，降低了故障发生的概率。

图 1-7 所示为 HXN₅ 型内燃机车电气分布。

1. CA1 区

CA1 区位于司机室后部，它的一部分靠在柴油机控制板后面，绝大部分位于司机室后部折叠柜门内。CA1 区内装有蓄电池开关、控制电源滤波器、若干继电器、接线端子板、重联线电子装置和集成输入/输出板（CIO）。CIO 安装在司机室后部 CA1 中的

图 1-7 HXN₅ 型内燃机车电气分布

左上部, 其功能是作为遍布整个机车的各种电子-机械装置之间的一个主要接口, CIO 输入数据给智能显示器或接收来自后者的控制信号。通过 CIO, 插件板伸出去感知 HXN₅ 型内燃机车的操纵条件, 并控制牵引和辅助系统中各种电气设备的操作。CIO 就是接受指令、执行指令, 并将执行情况进行反馈的输入/输出装置, 与 DF 系列机车的琴键开关组相似。

图 1-8 所示为 HXN₅ 型内燃机车 CA1 区电气分布。

2. CA2 区

牵引电机控制器 (TMC), 以及为 CIO 和 TMC 供电的电源都放置于 CA2 区。CA2 区还含有接地故障检测单元、3 个为牵引系统 6 台逆变装置供电的电源、用于控制电子燃油喷射系统的微机装置、一个控制牵引发电机励磁电流的电子板和一个用来控制牵引电动机冷却通风机运行的电子板。

图 1-9 所示为 HXN₅ 型内燃机车 CA2 区电气分布。

3. CA3 区

CA3 区装有 HXN₅ 型内燃机车上共计 6 台逆变器中的 4 台和用于显示牵引系统电容充电状态的电路系统。其中用来起动柴油机的两个逆变器, 一个为主, 另一个为辅, 以便提供一定的故障冗余。在实际运用中, 选择逆变器 6 作为主起动逆变器。通常情况下逆变器 2 和逆变器 5 比其他逆变器工作的时间要短, 所以, 决定将其中一个设为辅助逆变器。由于牵引交流发电机的电缆布置与牵引电动机 5 (TM5) 的电缆布置趋于同一方



向，所以，选择逆变器 5 作为辅助起动逆变器。

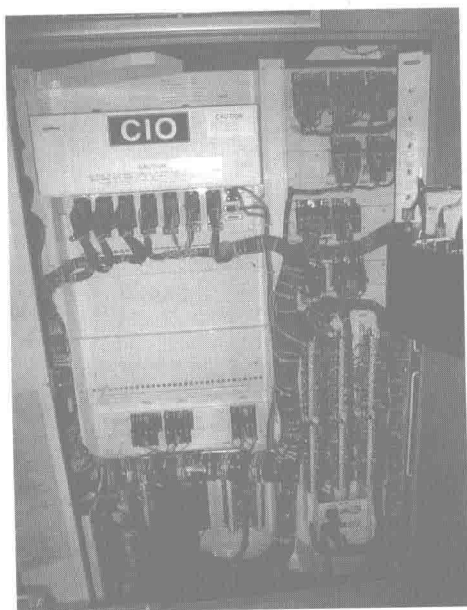


图 1-8 HXN₅ 型内燃机车 CA1 区电气分布

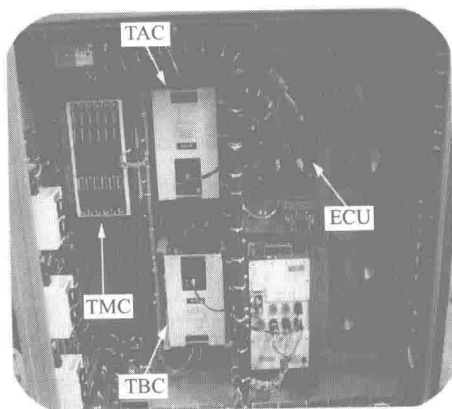


图 1-9 HXN₅ 型内燃机车 CA2 区电气分布

图 1-10 所示为 HXN₅ 型内燃机车 CA3 区电气分布。

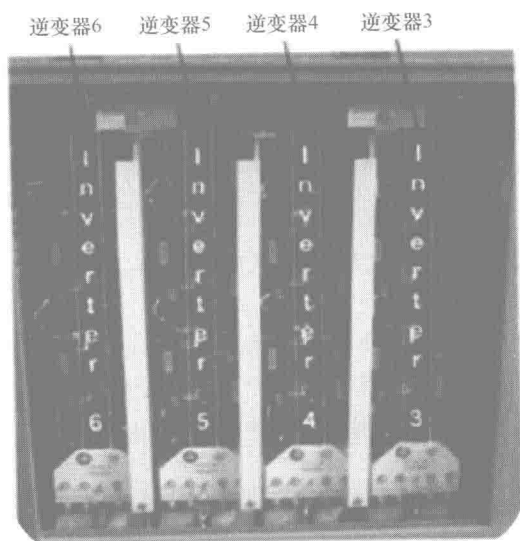


图 1-10 HXN₅ 型内燃机车 CA3 区电气分布

4. CA4 区

CA4 区是一个位于辅助室司机一侧的分隔间。此处装有 4 个电子板，第一个用于控制蓄电池充电电压和低压电路；第二个用于控制辅助交流发电机的励磁电流；第三个用于调整冷却 BCC、AAC 和 1#冷却风扇 RFC1 的交流辅助电源，使其正确运行；第四个



用于调整 2[#]冷却风扇 RFC2 的交流辅助电源,使其正确运行。此外,还装有 3 个动力制动接触器、1 个柴油机起动接触器、两个蓄电池动车接触器、1 个燃油泵接触器,以及 1 个柴油机预润滑接触器。该控制区内的其他装置包括两个牵引系统滤波电容放电继电器,以及前转向架内的 3 台牵引电动机电流测量装置。

图 1-11 所示为 HXN₅ 型内燃机车 CA4 区电气分布。

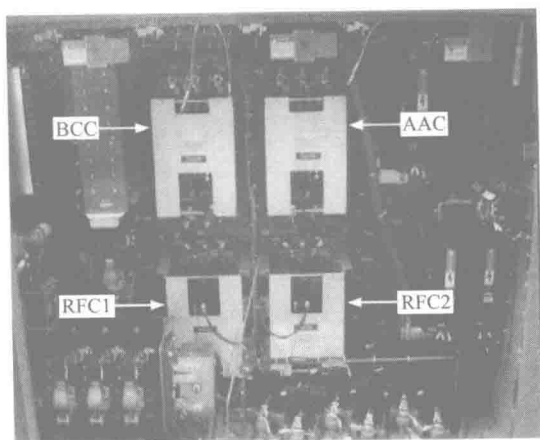


图 1-11 HXN₅ 型内燃机车 CA4 区电气分布

5. CA5 区

其余两台逆变器,以及主整流器、牵引系统所有主要部件都安装在 CA5 区,CA5 区位于辅助室司机座椅一侧 CA4 区的右面。CA5 区内还装有测量牵引电动机电压的部件和装于后转向架上的牵引电动机电流测量装置。安装在该控制区内的其他装置是用于柴油机起动的两个继电器。

图 1-12 所示为 HXN₅ 型内燃机车 CA5 区电气分布。

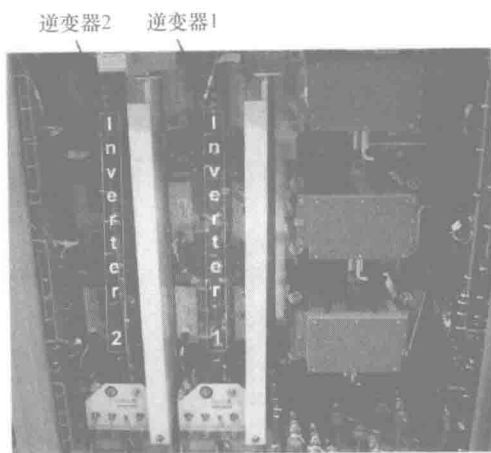


图 1-12 HXN₅ 型内燃机车 CA5 区电气分布



6. CA6 区

CA6 区位于司机室下面，沿机车的副司机座椅一侧。其内装有司机室加热装置；一个地面蓄电池充电电感器，用于滤掉 BCC 供电的蓄电池充电电流中的变化；还有两个限制电流用的电阻器，这两个电阻器是后头灯电路的一部分。图 1-13 所示为 HXN₅ 型内燃机车 CA6 区电气分布。

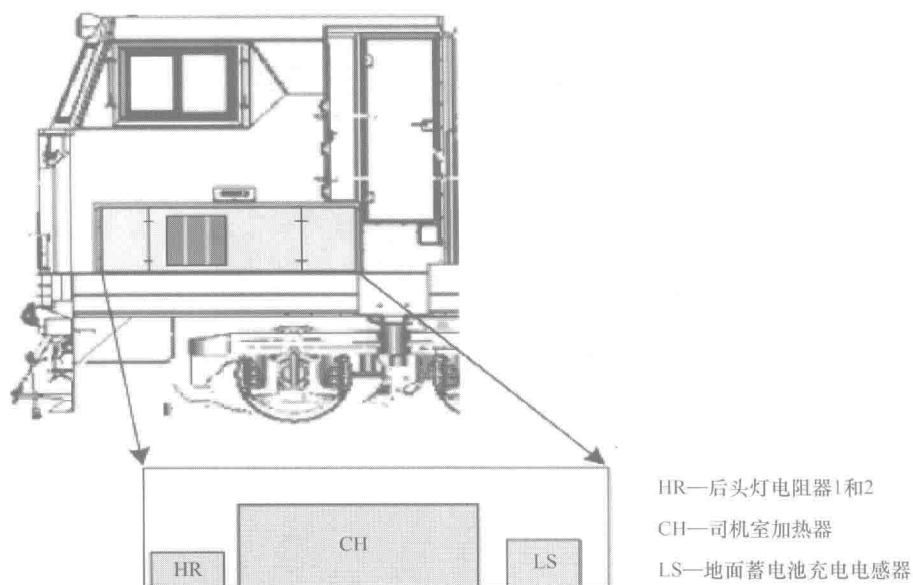


图 1-13 HXN₅ 型内燃机车 CA6 区电气分布

7. AB1、AB2 区

AB1、AB2 区位于司机室下面，沿机车的司机座椅一侧。其内装有 CCB II 制动机的主要部件：压力开关、电磁阀、空调通风道、空气管路及塞门。图 1-14 所示为 HXN₅ 型内燃机车 AB1、AB2 区电气分布。



图 1-14 HXN₅ 型内燃机车 AB1、AB2 区电气分布