

CTCS-2级列车运行控制系统应用丛书

列控车载设备

(CTCS₂-200C型)

刘朝英 主 编

袁湘鄂 副主编

LIEKONG CHEZAI SHEBEI



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

CTCS-2 级列车运行控制系统应用丛书

列控车载设备

(CTCS₂-200C 型)

刘朝英 主 编

袁湘鄂 副主编

中 国 铁 道 出 版 社

2011 年 · 北京

内 容 简 介

本书全面、翔实地介绍了 CTCS₂-200C 型列控车载设备。全书共八章,主要包括:绪论、列控车载设备的组成、控车原理、外部接口、人机界面(DMI)、使用与维护,以及软硬件适应性优化和改造。内容全面、新颖,实用性强,反映了列车运行控制系统的技术创新成果。

本书主要作为我国铁路列控设备维护、管理、使用人员的培训教材,也可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

列控车载设备, CTCS₂-200C 型/刘朝英主编. —北京:
中国铁道出版社, 2011. 9
(CTCS-2 级列车运行控制系统应用丛书)
ISBN 978-7-113-13047-3

I. ① 列… II. ① 刘… III. ① 列车—运行—控制系统
IV. ① U284. 48

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 131065 号

书 名: CTCS-2 级列车运行控制系统应用丛书
名: 列控车载设备(CTCS₂-200C 型)

作 者: 刘朝英 主编 袁湘鄂 副主编

责任编辑: 崔忠文 电话: (路) 021-73146 电子信箱: dianwu@vip.sina.com
封面设计: 崔丽芳 (市) 010-51873146
责任校对: 焦桂英
责任印制: 郭向伟

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: 2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×960 mm 1/16 印张: 12.25 插页: 1 字数: 256 千

书 号: ISBN 978-7-113-13047-3

定 价: 35.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电(010)51873170, 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010)63549504, 路电(021)73187

前 言

列车运行控制系统是我国铁路提速线路和客运专线保证列车行车安全、提高列车运行效率的重要技术装备,以有效的技术手段对列车运行速度、运行间隔进行实时监控和超速防护;同时能够减轻司机劳动强度、改善工作条件,提高乘客舒适度。列车运行控制系统简称列控系统。

通过深入研究和科学论证,立足于我国技术和装备,参照国际相关标准和经验,铁道部提出了符合我国技术政策和铁路运输需要的中国列车运行控制系统 CTCS (Chinese Train Control System)技术体系和总体规划。

根据铁路线路条件、列车特性、运行速度等运输需求,CTCS 共分为 5 个等级。其中 200~250 km/h 的既有提速线路、客运专线,宜采用 CTCS-2 级列控系统,其技术目标:一是采用先进的速度—目标距离控车模式监控列车安全运行;二是适应动车组列车运行速度 250 km/h;三是满足我国铁路各种类型列车高密度混合运输作业要求,动车组列车追踪间隔达到 5 min;四是实现既有线、提速线路、客运专线跨线运行和互连互通。

通过对 CTCS-2 级列控系统的总体技术框架、技术体系、总体计划多次深入的研究、论证,铁道部运输局确定了既有线 200 km/h 动车组列控系统车载设备、地面设备配置、运用技术原则;确定了按统一技术标准实施 CTCS-2 级列控系统集成,列控车载设备和应答器设备的技术引进,列控中心设备的自主研发,CTC/TDCS、联锁和自动闭塞结合改造的技术路线;确定了主要依靠我国国内技术力量、借助国外先进经验和设备,由铁道部运输局负责系统集成的工作策略;确定了在我国 ZPW-2000(UM)系列自动闭塞轨道电路基础上,地面加装点式应答器、车站列控中心等,动车组上装备列控车载设备,并与车站联锁、行车指挥等有机结合的列控系统实施方案。

CTCS-2 级列控系统具有中国特色和自主知识产权,是统一技术标准、高安全、高可靠、兼容既有线和客运专线设备制式的系统,是世界瞩目的一次技术创新。CTCS-2 级列控系统在系统集成、设备研发、关键设备引进、工程建设等方面取得了一系列创新和突破:一是完成了系列技术标准制订、设备研制、系统接口、工程建设、系统使用等系统集成;二是核心的 CTCS-2 级车站列控中心设备,按统一的技术标准、功能需求和技术平台,由我国自主开发研制;三是按照中国铁路的运输作业和功能需求,完成了列控车载设备、地面应答器和 LEU 电子单元等关键设备的技术引进、消化吸收和功能提升,实现了与我国系统设备的有机结合、本地化生产和本地化服务;四是完全掌握了应

答器报文编码技术,确定了统一的安全编码规则和程序,自行研发了报文编制、解析工具和报文编制技术;五是积累了丰富的经验,为客运专线建设、列控技术提升和进一步完善奠定了坚实的基础。

通过列控系统功能试验、追踪试验、牵引试验、模拟运行试验等所取得的大量的、科学的、翔实的数据,以及第六次大提速延展里程 6 000 余公里及大量客运专线、城际铁路的工程实践,证明 CTCS-2 级列控系统的可靠性、可用性、可维护性和安全性,能够满足 CTCS-2 级列控系统技术目标要求,标志着中国的既有线提速技术、列车运行控制技术达到了世界先进水平。

为了适应我国铁路列车运行控制技术发展的需要,满足铁路运输专业人员在列控设备维护、管理、使用方面的需求,铁道部运输局组织编写了“CTCS-2 级列车运行控制系统应用丛书”,包括《列控地面设备》、《列控车载设备(CTCS₂-200H 型)》、《列控车载设备(CTCS₂-200C 型)》等,作为我国铁路列控设备维护、管理、使用人员的培训教材。

本书全面、翔实地介绍了 CTCS₂-200C 型列控车载设备,共计八章。第一章概述中国列车运行控制系统(CTCS)和 CTCS-2 级列控系统的构成,包括 CTCS 架构、分级以及设备构成等。第二章详细描述 CTCS₂-200C 型列控车载设备的硬件架构和组成,并对每个部件进行详细的说明,包括主机、应答器信息传输模块(BTM)、人机界面(DMI)以及速度传感器等。第三章主要描述 CTCS₂-200C 型列控车载设备的控车原理,包括各种控制模式及其转换和设备在故障状态下的运行方式。第四章介绍 CTCS₂-200C 型列控车载设备的外部接口,包括测试接口,与 LKJ、DMS 设备的接口以及与地面设备的接口。第五章主要介绍 DMI 在各种控制模式下的显示以及声音报警的处理。第六章描述车载设备的操作使用,包括参数设定和 DMI 操作等。第七章描述设备的维护、常见问题的处理以及数据的记录、管理与分析。第八章描述车载设备针对客运专线进行的适应性优化和改造。

本书由铁道部运输局刘朝英担任主编,袁湘鄂担任副主编。

本书由铁道部运输局基础部李文涛,中国铁道科学研究院通信信号研究所杨志杰、范明、万林,株洲南车时代电气股份有限公司方光华、张利芝、周兰芳审核、校核。具体编写分工如下:第一章由范明、万林、周兰芳编写;第二章由徐乐英、何镭强、王文涛、万林、张超、唐俊同编写;第三章由吕书丽、李一楠、徐效宁编写;第四章由陈展、胥壮、钟真、毛畅编写;第五章由蔡银山编写;第六章由许进编写;第七章由汪洋、李非、刘德超、李辉、吴卫平编写;第八章由李一楠编写。

在编写的过程中得到了沈阳铁路局王喜军、北京铁路局崔长文和肖兴的大力帮助和支持,在此表示诚挚的感谢!

限于编者水平有限,书中错误、疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 6 月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 中国列车运行控制系统描述	1
第二节 CTCS-2 级列控系统结构	2
第二章 列控车载设备组成	6
第一节 主 机	6
第二节 安全计算机	13
第三节 轨道电路信息接收模块及天线	14
第四节 应答器信息传输模块和接收天线	16
第五节 列车接口单元	17
第六节 运行记录模块	18
第七节 人机界面	19
第八节 速度传感器	19
第三章 列控车载设备控车原理	21
第一节 地面配置条件	21
第二节 主要名词术语	23
第三节 工作模式及其转换	24
第四节 速度控制	27
第五节 故障状态下运行方式	32
第四章 列控车载设备外部接口	35
第一节 与动车组接口	35
第二节 与 LKJ、DMS 接口	38
第三节 与地面设备接口	40
第四节 测试接口	41
第五节 结合部的分工	43

第五章 人机界面	44
第一节 DMI 显示	44
第二节 按 键	56
第三节 文本信息与故障表示	59
第四节 语音及声音定义	60
第五节 工作模式下 DMI 的显示及语音、声音	64
第六章 列控车载设备使用	66
第一节 DMI 操作	66
第二节 行车操作	67
第三节 应急操作办法	81
第七章 列控车载设备维护	88
第一节 维护办法	88
第二节 维护注意事项、故障处理及参数设定	101
第三节 数据记录内容	108
第四节 数据管理	115
第五节 数据分析	118
第八章 软硬件适应性优化和改造	142
第一节 客运专线适应性	142
第二节 CFSK 轨道电路模块替代 CRN 模块方案	148
第三节 DMI 软件优化	149
第四节 增加自动过分相功能	150
第五节 BTM 天线防干扰屏蔽板技术方案	152
附录一 CTCS ₂ -200C 型列控车载设备配件更换记录表	154
附录二 CTCS ₂ -200C 型列控车载设备状态检查表	156
附录三 CTCS ₂ -200C 型列控车载设备静态测试记录表	171
附录四 CTCS ₂ -200C 型列控车载设备绝缘测试	180
附录五 CTCS ₂ -200C 型列控车载设备动态功能试验记录表	184
附录六 列控车载设备送修交接单	186
附录七 列控车载设备接收交接单	187
附录八 英文缩写名词中英文对照	188
参考文献	190

第一章 绪 论

第一节 中国列车运行控制系统描述

一、中国列车运行控制系统框架结构

中国列车运行控制系统(CTCS)是一个高适应性和可扩展的信号安全系统。该系统由地面设备和车载设备构成,可以根据运营需求逐步升级。

为满足 CTCS 体系结构标准化、模块化和发展的特点并实现全路列车运行控制系统的互联,根据中国铁路运输的运用、管理、维修体制,CTCS 的体系结构分为 4 个层次,即系统应用层、网络传输层、地面设备层和车载设备层。如图 1-1 所示。

系统应用层指与列车运行控制相关的,通过列车调度指挥系统(TDCS)或调度集中(CTC)系统构建调度指挥系统,实现列车调度指挥功能。调度指挥系统根据运行计划和对列车运行、线路、设备、气象灾害等实际情况的综合分析,制定合理的运行计划,并通过列车运行控制系统实现对列车运行的实时控制。

网络传输层指 CTCS 系统内部各种信息传输的总称,通过有线或无线通信的方式实现车地间、系统内部、系统外部的数据传输。系统各层对网络的实时性、可靠性、安全性要求不同,采用不同的传输技术。

地面设备层主要包括列控中心、轨道电路、地面应答器、无线闭塞中心以及地面电子单元(LEU)等。列控中心和无线闭塞中心是地面设备的核心,根据列车运行状况、列车进路和行车命令,通过安全逻辑运算,产生控车数据向列车传输。

车载设备层是列车运行控制的主体,通过接收轨道电路信息、应答器信息以及速度信息,实现多种列车控制模式。

二、CTCS 分级

CTCS 按系统条件和功能分为 0~4 级,即 CTCS-0 级、CTCS-1 级、CTCS-2 级、CTCS-3 级以及 CTCS-4 级。

CTCS-0 级是既有系统,地面为多种制式的轨道电路,车载设备由通用机车信号和列车运行监控装置(LKJ)构成。列车运行安全主要由司机保证。

CTCS-1 级由主体机车信号和安全型运行监控记录装置组成,面向列车最高运行速度 160 km/h 的区段。

CTCS-2 级是基于列控中心及 ZPW-2000 系列轨道电路的列车运行控制系统。在

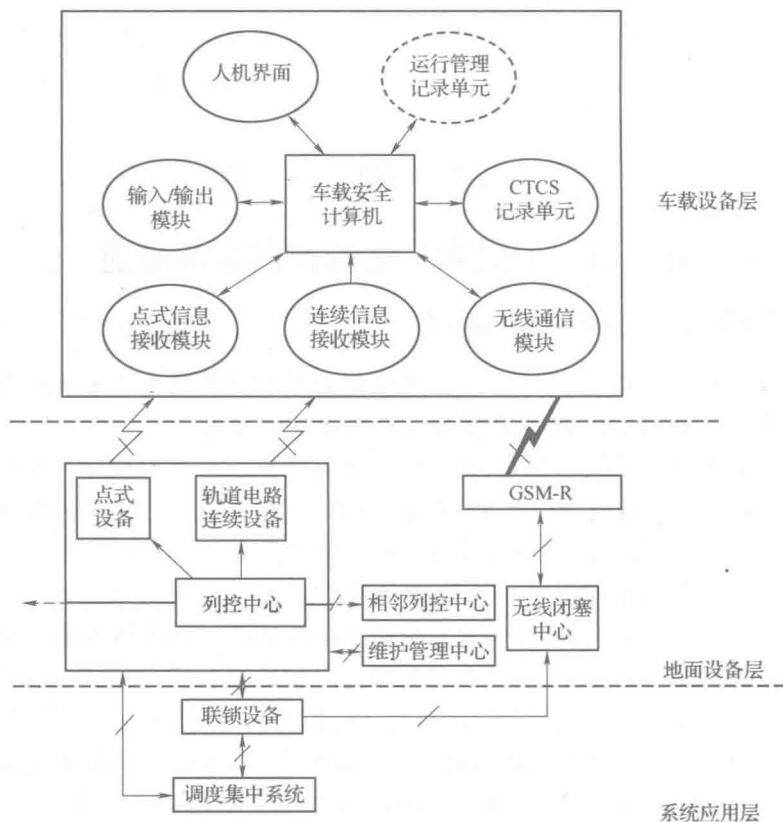


图 1-1 列车运行控制系统总体结构层次图

CTCS-2 级区段,通过地面-车载一体化设计,为运营速度 200 km/h 及以上的列车,提供完整的列车超速防护(ATP)功能,保证列车运行安全并提供最佳的运输能力。在 CTCS-2 级,列控车载设备可提供 CTCS 全部功能,LKJ 仅作为记录器使用。

CTCS-3 和 CTCS-4 级是基于无线信息传输的列车运行控制系统。列车在 CTCS-3 级按固定闭塞方式运行,轨道电路主要用于列车占用检查和列车完整性检测,地面采用无线闭塞中心(RBC)实现对车载设备的控制和信息交互。CTCS-4 级取消轨道电路,列车采用移动闭塞方式运行,由 RBC 和列控车载设备完成列车占用检查和列车完整性检测。

第二节 CTCS-2 级列控系统结构

在 CTCS-2 级,通过应答器组(无源/有源应答器)提供列车运行所需的线路数据、临时限速信息以及某些特殊用途(例如等级转换等)的信息,实现地对车的点式信息传输。

在 CTCS-2 级, 车载设备根据轨道电路信息和线路描述(闭塞分区长度、坡度、线路静态速度曲线、临时限速等信息)计算授权终点(EoA), 实现对列车的连续监控, 防止列车超速和冒进信号。

一、系统总体结构

CTCS-2 级(以下简称 C2)列控系统是在传统自动闭塞基础上增加列车自动控制功能的信号防护系统, 总体结构如图 1-2 所示。

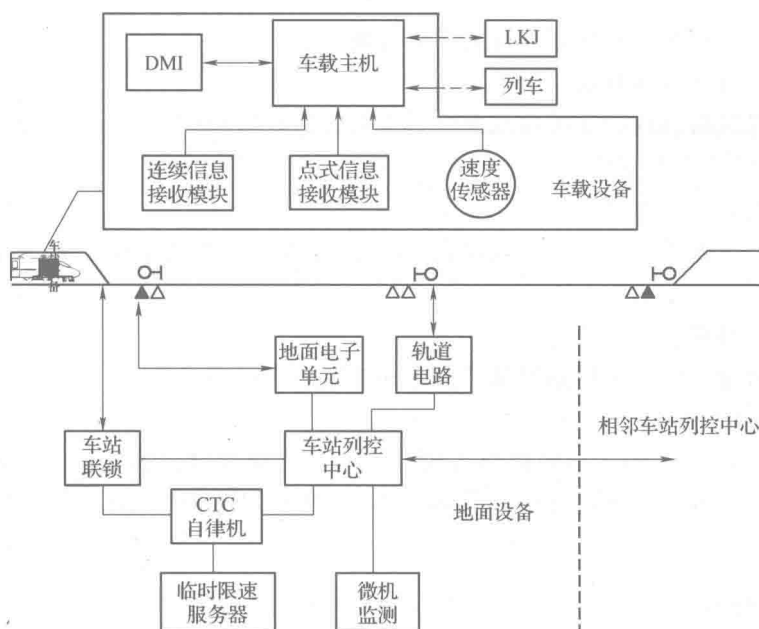


图 1-2 CTCS-2 级列控系统总体结构图

二、车载设备

车载设备主要包括车载主机、人机界面(DMI)、速度传感器、连续信息接收模块以及点式信息接收模块, 通过实时比较列车实际运行速度和允许速度, 控制列车安全运行。列控车载设备的主要功能是超速防护, 即对列车速度进行安全防护, 主要包括:

- 在任何情况下防止列车无行车许可运行;
- 防止列车超过进路允许速度;
- 防止列车超过线路结构规定的速度;
- 防止列车超过机车车辆构造速度;
- 防止列车超过临时限速及紧急限速;

- 防止列车溜逸。

(一)车载主机

车载主机接收各种外部信息,进行综合判断,形成列车控制条件,向列车接口单元(TIU)和 DMI 分别发送控制信息和显示信息。

(二)DMI

DMI 提供设置行车参数和查看控车状态的界面,实现司机号、车次号的输入功能并显示列车运行控制曲线以及设备状态文本信息等。

(三)速度传感器

车载主机通过速度传感器获得列车运行速度。

(四)连续信息接收模块

连续信息接收模块用于接收地面轨道电路信息,经过安全译码,向车载主机提供机车信号。

(五)点式信息接收模块

点式信息接收模块用于接收地面点式信息,通过接收天线接收报文数据,解码后传输给车载主机。

(六)列车接口

车载设备通过列车接口输出制动命令并接收列车反馈信息。

(七)与 LKJ 的接口

车载设备与 LKJ 的接口包括制动接口和信息传输接口。制动接口实现列车控制权的转换和制动指令的传递;信息传输接口实现车载设备和 LKJ 设备相关数据的交互。

三、地面设备

(一)列控中心

列控中心的主要结构如图 1-3 所示。

列控中心的主要功能包括:

- 根据临时限速命令、车站进路状态,调用相应报文,通过地面电子单元(LEU)传递至有源应答器。
- 根据列车占用轨道区段及车站进路状态,控制轨道电路,以及站内和区间的轨道电路发送方向。
- 根据列车在区间的走行逻辑,对轨道电路状态进行判断和报警。
- 控制区间信号机点灯,完成无岔站信号及进路控制,完成区间运行方向与闭塞控制。
- 列控中心间实时传输区间轨道电路情况、临时限速信息、区间闭塞和方向条件等安全信息及相关状态信息。

第二章 列控车载设备组成

本章主要描述了 CTCS₂-200C 型列控车载设备(简称 200C 设备)的硬件构成。200C 设备由车载安全计算机、轨道电路信息接收模块、应答器信息传输模块、应答器信息接收天线、速度传感器、人机界面,以及与 LKJ、DMS(列控设备动态监测系统)的接口等组成。整个车载设备结构如图 2-1 所示,虚线框部分是 LKJ 设备。

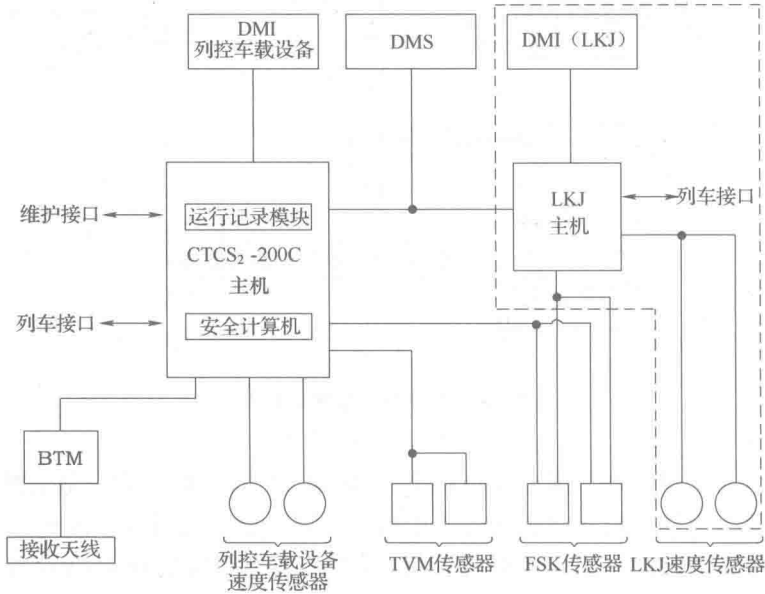


图 2-1 CTCS₂-200C 型列控车载设备结构图

第一节 主 机

200C 设备主机采用机柜结构,高 1 054 mm、宽 540 mm、深 550 mm。机柜内有一组 19 英寸 400 mm 的标准组匣,同时还包括各组匣、组件之间的内部连接以及与列车的外部输出连接。

主机柜包括对外连接器、组匣和空气过滤层。其中,组匣包括控制组匣、继电器组匣、CVC-A 组匣、CVC-B 组匣和 2 个风扇组匣。如图 2-2 所示。

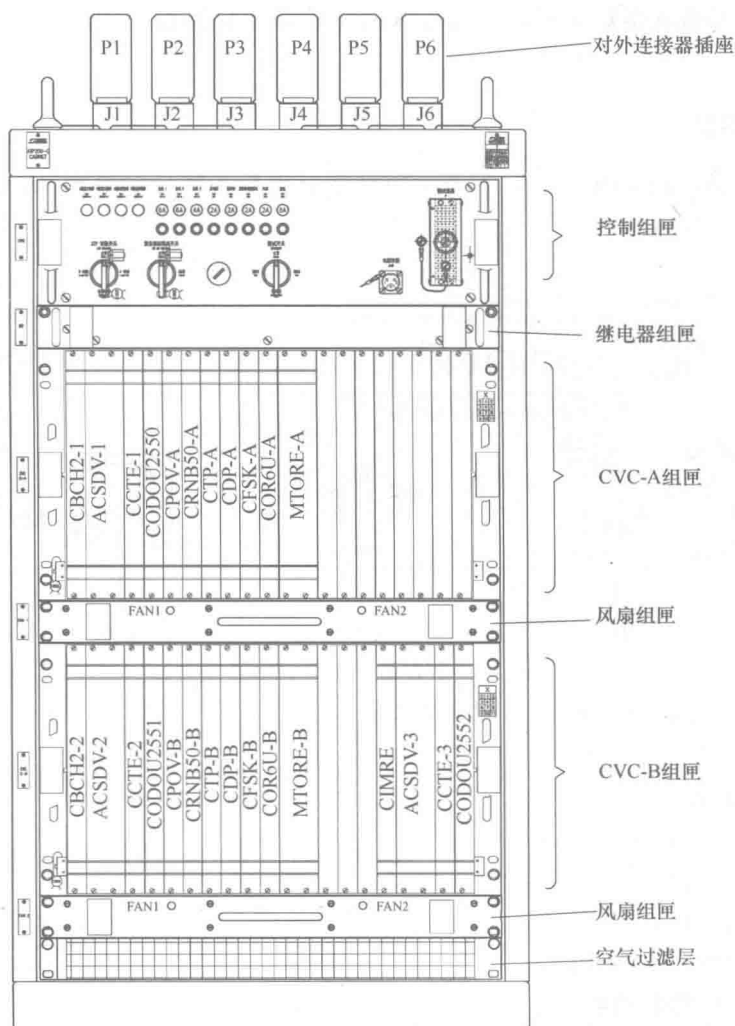


图 2-2 200C 设备主机示意图

一、对外连接器

主机柜外部连接由顶部的 6 个重载连接器插座完成，各连接器插座定义如下：

- J1 插座：DC110 V 输入、常用/紧急制动输出；
- J2 插座：列车输入，包括工况等信号；
- J3 插座：DMI、BTM、LKJ 与主机之间的通信接口；
- J4 插座：速度传感器、FSK 传感器信号输入；
- J5 插座：TVM 2G 和点式 1/p 传感器信号输入（秦沈线专用）；

J6 插座:点式 n/p 传感器(秦沈线专用)。

以上 6 个重载连接器插座分别与车载电缆重载连接器插头 P1、P2、P3、P4、P5 和 P6 进行驳接。

二、控制组匣

控制组匣的正面如图 2-3 所示,其主要功能是提供各模块的电源、电流过流保护、制动切除和测试接口。

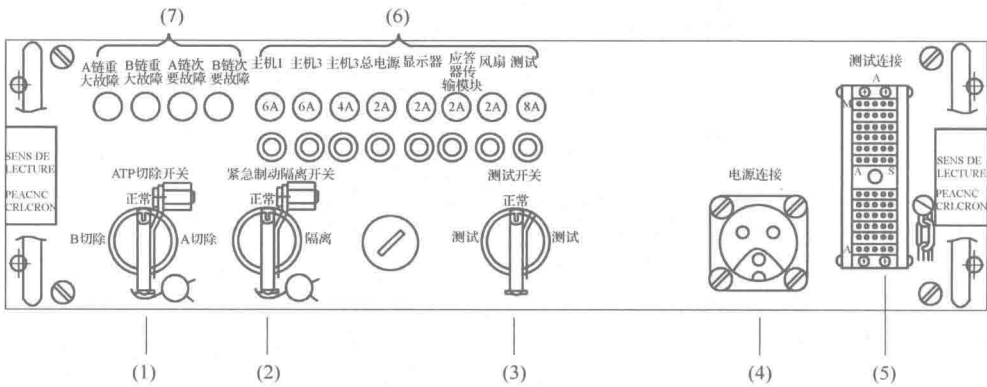


图 2-3 控制组匣正面示意图

对应图 2-3 中数字标注,其功能含义如下:

- (1)—ATP 切除开关;
- (2)—ATP EB 隔离开关;
- (3)—ATP Z(测试)开关;
- (4)—电源连接;
- (5)—测试连接;
- (6)—保护电路断路器;
- (7)—报警电路断路器。

保护电路断路器共 8 个,对应控制各部件的电源,如表 2-1 所示。

表 2-1 保护电路断路器功能表

保护电路断路器	功 能
MCB ATP-1(4A)	单元 1(UT1)保护电路断路器
MCB ATP-2(4A)	单元 2(UT2)保护电路断路器
MCB ATP-3(2A)	单元 3(UT3)保护电路断路器
MCB BAT(2A)	用于紧急制动(EB)和常用制动(SB)电源供应链的保护电路断路器
MCB DMI(2A)	DMI 保护电路断路器
MCB BTM(2A)	BTM 保护电路断路器
MCB FAN(2A)	风扇保护电路断路器
MCB TEST(8A)	测试保护电路断路器

报警电路断路器共 4 个,见表 2-2。设备正常工作时,按钮处于按下状态;设备故障时,便弹起相应的按钮。当按钮弹起后,除非清除主机里的故障记录,否则无法恢复正常状态。

表 2-2 报警电路断路器功能表

报警电路断路器	功 能	报警电路断路器	功 能
MCB(DF)MAJ-A	A 链重大故障	MCB(DF)MIN-A	A 链次要故障
MCB(DF)MAJ-B	B 链重大故障	MCB(DF)MIN-B	B 链次要故障

控制组匣上共 3 个选择开关,定义见表 2-3。

表 2-3 控制组匣开关功能表

开关名称	功 能	位置状态图			
ATP 切除开关	200C 设备总开关,用于隔离任一或两条处理链。关掉电源将隔离链。锁定在位置 1(铅封)表示“正常”	位置1 正常位 	位置2 A链切除 	位置3 A、B链切除 	位置4 B链切除 
ATP EB 隔离开关	用于隔离紧急制动和最大常用制动,即使设备制动功能无效。当 200C 设备故障时使用此开关。锁定在位置 1(铅封)表示“正常”	位置1 正常位 	位置2 隔离位 		
ATP Z(测试)开关	锁定(但不是铅封)在位置 1 表示“正常”; 位置 2(或位置 4)表示按要求测试; 位置 3 和测试箱一起使用	位置1 正常位 	位置2 测试位 	位置3 测试箱位 	位置4 测试位 

测试接口提供用于设备测试和维护的接口。测试接口包括速度、轨道电路等信息的接口,通过专用的测试设备模拟速度、轨道电路等信号,从而完成设备的自检。

三、CVC-A/B 组匣

● CVC-A 和 CVC-B 两个组匣组成安全计算机系统,是主机柜中最核心的部件,如图 2-4 所示。

CVC-A 组匣包括 CBCH2、ACSDV、CTTE、CODOU、CPOV、CRNB50、CTP、CDP、CFSK、COR6U 和 MTORE 板,共 11 块电路板,如图 2-5 所示。

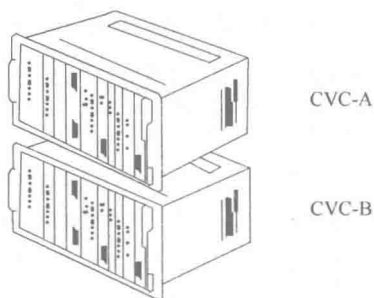


图 2-4 CVC 组匣立体图



图 2-5 CVC-A 组匣平面图

CVC-B 组匣包括两部分。一部分与 CVC-A 完全相同,共 11 块电路板,如图 2-6 所示。另一部分在组匣的右边,包括 CIMRE、ACSDV、CCTE 和 CODOU 板,除了 CIMRE 电路板,其他 3 块采用冗余方式,构成三取二系统。

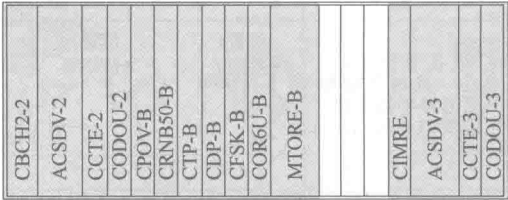


图 2-6 CVC-B 组匣平面图

各电路板的功能如表 2-4 所示。

表 2-4 电路板功能表

电路板	功 能
CBCH2-1/2	初始化板。包含一个存储器,存储各种配置参数
ACSDV-1/2/3	电源板。每个 CCTE 板均配有一个 ACSDV 板
CCTE-1/2/3	安全计算机板。CCTE-1 是 A 链(常规运算控制)的处理核心;CCTE-2 是 B 链的处理核心;CCTE-3 作为独立的处理核心,与 CCTE-1 和 CCTE-2 共同组成三取二冗余系统
CODOU-1/2/3	测速测距板。接收、处理来自速度传感器的信号,并将结果传递给相应的 CCTE 板
CPOV-A/B	连接板。在 CRNB50 板、CTP 板以及 CDP 板的 VME 总线和 CCTE-1(或 CCTE-2)板的串口之间提供接口
CRNB50-A/B	连续信息接收板。接收来自 TVM 2G 连续传感器的信号
CTP-A/B	1/p 点式信息接收板。在 TVM 1/p 模式时,接收秦沈线环线点式信息
CDP-A/B	n/p 点式信息接收板。在 TVM n/p 模式时,接收秦沈线环线点式信息
CFSK-A/B	轨道电路信息接收板。接收移频轨道电路信号和 1/p 信号,其输入来自 FSK 传感器
COR6U-A/B	继电器板。提供 200C 设备与列车之间的电气接口
MTORE-A/B	安全输入输出板。通过 Profibus 总线和 CCTE-1(或 CCTE-2)板连接,控制信息的输入输出
CIMRE	列车接口继电器板。提供紧急制动输出接口