

# 施工过程中的铁路CTC调度系统调试技术

杜 伟

北京全路通信信号研究设计院集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830002

**摘要:** 本文旨在深入探讨铁路调度集中系统 (Centralized Traffic Control, CTC) 在施工过程中的调试技术, 分析调试流程、关键步骤、注意事项及技术要点, 确保CTC系统能够安全、高效地投入运行。通过详细阐述设计、布线、安装及调试各阶段的具体操作与要求, 本文为铁路CTC系统的施工与调试提供理论指导和实践参考。

**关键词:** 铁路; CTC调度系统; 施工流程; 调试技术

## 引言

随着铁路运输的快速发展, CTC系统作为现代铁路运输管理系统的核心, 对于提高运输效率、保障行车安全具有至关重要的作用。CTC系统的施工及调试是确保系统稳定运行的关键环节。本文将从技术角度, 系统阐述施工过程中的CTC系统调试技术, 为铁路建设与维护提供技术支持。

## 1 CTC系统概述

### 1.1 CTC系统定义与功能

CTC系统, 即调度集中系统 (Centralized Traffic Control), 是一种高度集成的铁路调度指挥系统。其核心在于, 通过一个统一的控制中心, 实现对某一特定调度区段内所有信号设备的集中控制, 进而对列车运行进行直接、高效的指挥和管理。这一系统不仅集成了列车调度、信号控制等核心功能, 还涵盖了通信传输、数据处理等多个方面, 是现代铁路调度指挥体系中不可或缺的重要组成部分。通过CTC系统, 铁路运营部门可以更加精准地掌握列车运行状态, 优化调度策略, 提高运输效率, 同时确保行车安全。

### 1.2 CTC系统组成

CTC系统主要由三大部分组成: 调度中心子系统、车站子系统和传输网络子系统。调度中心子系统是整个CTC系统的核心, 负责全局的调度指挥工作。它接收来自车站子系统的实时信息, 根据运输计划和列车运行状态, 制定出合理的调度策略, 并向车站子系统发送控制指令, 实现对列车运行的集中控制。车站子系统则负责执行调度中心子系统的指令, 包括进路控制、信号显示等操作。它根据接收到的控制指令, 控制车站内的信号设备, 确保列车按照调度计划安全、有序地运行<sup>[1]</sup>。传输网络子系统是连接调度中心子系统和车站子系统的桥梁, 负责各子系统间的信息传输。它采用先进的通信技术, 确保信息的实时、准确传输, 为CTC系统的正常

运行提供可靠保障。

## 2 CTC系统施工流程

### 2.1 设计阶段

在施工前, 需根据实际需求制定详细的CTC系统设计方案。这一方案不仅包括信号设备的布置和通信线路的规划, 还需涵盖系统的整体架构、设备选型、软件设计等多个方面。设计方案需充分考虑系统的可扩展性, 以便在未来能够方便地添加或升级设备; 同时, 也要注重系统的可维护性, 确保在设备出现故障时能够快速进行维修和更换。安全性更是设计方案中不可忽视的一部分, 必须确保系统在各种情况下都能稳定运行, 保障列车运行的安全。

### 2.2 布线阶段

布线工作是将信号设备和通信线路连接起来的关键步骤, 也是整个施工过程中最为繁琐和细致的一环。布线工作必须严格按照设计图纸进行, 确保线缆的规格、敷设路径、连接接点等都符合设计要求。在实际操作中, 布线人员需要仔细测量和计算线缆的长度和走向, 确保线缆的敷设路径合理且美观。同时, 还需要注意线缆的标识和保护, 以便在后续的安装和调试过程中能够方便地识别和区分不同的线缆。布线完成后, 还需要进行线缆的测试工作, 确保信号传输的可靠性。

### 2.3 安装阶段

安装工作是CTC系统施工流程中的重要环节, 包括信号设备、控制设备等硬件的安装与调试。在安装过程中, 必须遵循相关的安装规范, 确保设备的位置准确、固定牢靠、接线正确。对于信号设备来说, 还需要进行角度和方向的调整, 以确保其能够准确地显示信号。同时, 在安装过程中还需要对设备进行初步的测试, 确认其工作状态正常、信号传输稳定。如果发现设备存在问题或不符合要求, 需要及时更换或调整。在安装完成后, 还需要对整个系统进行联调测试, 确保各个设备

之间能够协同工作、实现预期的功能。

### 3 CTC 系统调试技术研究

#### 3.1 设备调试

设备调试是CTC系统调试过程中的关键步骤，它涉及对单个设备进行详细的功能测试和参数调整，以确保设备性能符合设计要求。以下是针对信号机显示、转辙机动作和轨道电路占用检测三个方面的具体调试内容：

##### 3.1.1 信号机显示调试

(1) 功能测试：检查信号机的各种信号指示（如红灯、绿灯、黄灯等）是否正确显示。验证灯光亮度是否符合相关标准，以确保在不同光照条件下，信号机显示依然清晰可见。测试信号机在不同显示状态下的切换是否流畅，无延迟或卡顿现象。(2) 测试方法：使用专业测试仪器模拟信号控制命令，发送至信号机。观察信号机的响应情况，记录显示结果是否与模拟命令一致。测量灯光亮度，并与标准值进行比对，确保亮度符合要求。(3) 要点：确保信号机在不同天气（如晴天、雨天、雾天等）和环境条件下的显示效果稳定可靠。对信号机的显示角度进行调整，以确保列车驾驶员在不同位置都能清晰看到信号指示。对测试结果进行记录，并对任何不符合要求的情况进行整改。

##### 3.1.2 转辙机动作调试

(1) 功能测试：验证转辙机的响应速度，确保在接收到控制命令后能够迅速动作。检查转辙机的动作准确性，包括正常转换和紧急转换等模式。测试转辙机在转换过程中的平稳性，确保无卡顿或异常声响。(2) 测试方法：通过模拟控制命令，发送至转辙机。使用测量工具记录转辙机的动作时间，并与设计要求进行比对。观察转辙机的转换角度和锁闭状态，确保动作准确且稳定<sup>[2]</sup>。(3) 要点：关注转辙机在不同负载（如空载、半载、满载等）和条件下的稳定性和可靠性。对转辙机的机械部件进行检查，确保无磨损或松动现象。

##### 3.1.3 轨道电路占用检测调试

(1) 功能测试：检查轨道电路对列车占用状态的实时、准确检测能力。验证轨道电路在列车通过时的响应速度。测试轨道电路对列车占用状态的持续检测能力，确保无漏报或误报现象。(2) 测试方法：使用模拟列车或测试设备模拟占用情况，发送至轨道电路。观察轨道电路的响应情况，记录检测结果是否与模拟占用情况一致。对轨道电路进行多次测试，以确保其检测能力的稳定性和可靠性。(3) 要点：确保轨道电路在不同温度、湿度和电磁干扰下的性能稳定，避免受外界环境影响而出现误报或漏报现象。对轨道电路的传输线路进行检

查，确保无破损或老化现象。对测试结果进行记录，并对任何不符合要求的情况进行整改和优化。

#### 3.2 系统调试

系统调试是在设备调试基础上，对整个CTC系统进行功能测试和参数设置的关键过程。这一阶段的目标是验证各子系统间的信息交互、控制逻辑、安全防护等功能是否正常，并确保系统在实际运行场景中能够稳定、可靠地工作。

##### 3.2.1 调试内容

(1) 信息交互测试：验证各子系统之间的信息交互是否正常，包括信号传输、数据同步、命令响应等。需要确保信息在各子系统之间能够准确、及时地传递，无丢失或延迟现象。(2) 控制逻辑测试：检查CTC系统的控制逻辑是否正确，包括信号控制、列车调度、进路排列等。需要模拟实际运行场景，对系统的控制逻辑进行全面测试，确保其在各种情况下都能做出正确的判断和响应。

(3) 安全防护测试：验证CTC系统的安全防护功能是否正常，包括列车超速防护、冲突防护、紧急停车等。需要模拟各种故障和异常情况，测试系统的安全防护机制是否能够及时、有效地发挥作用，防止事故的发生。

##### 3.2.2 调试步骤

(1) 准备阶段：制定详细的系统调试计划，明确调试目标、内容、方法和时间节点。准备必要的测试工具和设备，包括模拟设备、测试仪器、记录工具等。对系统进行全面的检查，确保各子系统已经完成设备调试，并处于良好的工作状态。(2) 执行阶段：按照调试计划逐步进行系统调试。首先进行信息交互测试，验证各子系统之间的通信是否正常。然后进行控制逻辑测试，模拟实际运行场景，对系统的控制逻辑进行全面检查。最后进行安全防护测试，模拟各种故障和异常情况，测试系统的安全防护机制是否可靠。在调试过程中，需要详细记录各项测试数据，包括系统响应时间、控制命令执行情况、安全防护机制触发情况等。对测试结果进行分析和评估，确保系统性能符合设计要求<sup>[3]</sup>。(3) 总结阶段：编写系统调试报告，记录调试过程、测试结果和调试结论。对存在的问题进行整改和优化，提出改进措施和建议。对整个系统调试过程进行总结和反思，为后续的维护和优化提供依据。

##### 3.2.3 调试要点

一是安全性：在系统调试过程中，需要时刻关注系统的安全性。在模拟故障和异常情况时，需要确保不会对实际运行造成任何影响。同时，需要验证系统的安全防护机制是否能够在各种情况下都发挥作用，防止事故

的发生。二是稳定性：系统调试需要验证CTC系统的稳定性。在模拟实际运行场景时，需要关注系统的响应速度、控制逻辑的执行情况以及各子系统之间的协同工作能力。确保系统在各种情况下都能保持稳定、可靠的工作状态。三是全面性：系统调试需要对CTC系统进行全面的测试。包括各子系统的功能测试、信息交互测试、控制逻辑测试以及安全防护测试等。确保系统的每一个部分都能够得到充分的验证和测试。四是记录与分析：在系统调试过程中，需要详细记录各项测试数据和分析结果。这些数据和结果可以为后续的维护和优化提供依据，也可以作为系统性能评估的重要参考。

### 3.3 联合调试

联合调试的主要目的是确保CTC系统能够与其他系统无缝集成，共同实现铁路运输的高效、安全、有序管理。通过模拟实际运行场景，对各系统间的信息交互、控制逻辑、安全防护等功能进行全面测试，发现并解决潜在的问题，提升整个系统的协同工作能力和稳定性。

#### 3.3.1 联合调试的内容

(1) 系统接口测试：验证CTC系统与其他系统之间的接口协议是否一致，信息传输是否准确、及时。这包括数据传输格式、通信速率、错误处理等方面的测试。

(2) 功能协同测试：模拟实际运行场景，测试各系统间的功能协同情况。例如，当CTC系统发出列车运行调整计划时，联锁、列控系统是否能够正确接收并执行该计划；通信系统是否能够确保信息的实时、准确传输等<sup>[4]</sup>。

(3) 安全防护测试：验证在联合运行状态下，各系统的安全防护机制是否能够相互配合，共同防止事故的发生。这包括列车超速防护、冲突检测、紧急停车等功能的测试。(4) 性能评估：对整个联合系统的性能进行评估，包括响应时间、处理能力、稳定性等方面。通过模拟高峰时段或突发事件的运行场景，测试系统的负载能力和抗压能力。

#### 3.3.2 联合调试的步骤

(1) 准备阶段：制定详细的联合调试计划，明确调试目标、内容、方法和时间节点。准备必要的测试工具和设备，包括模拟设备、测试仪器、记录工具等。确保各参与系统已经完成设备调试和系统调试，并处于良好

的工作状态。(2) 执行阶段：按照调试计划逐步进行联合调试。首先进行系统接口测试，验证各系统间的信息传输是否正常。接着进行功能协同测试，模拟实际运行场景，对各系统间的功能协同情况进行全面检查。然后进行安全防护测试，验证各系统的安全防护机制是否能够相互配合，共同防止事故的发生。最后进行性能评估，对整个联合系统的性能进行全面评估，确保系统能够满足实际运行的需求。(3) 总结阶段：编写联合调试报告，记录调试过程、测试结果和调试结论。对存在的问题进行整改和优化，提出改进措施和建议。对整个联合调试过程进行总结和反思，为后续的维护和优化提供依据。

#### 3.3.3 联合调试的要点

联合调试需要覆盖所有相关系统，确保各系统间的协同工作能力得到全面验证。由于铁路运输对实时性要求较高，联合调试过程中需要关注各系统间的信息传输和处理速度。在联合调试过程中，需要始终关注系统的安全性，确保在测试过程中不会对实际运行造成任何影响。详细记录联合调试过程中的各项测试数据和分析结果，为后续的维护和优化提供重要参考。

#### 结语

铁路CTC调度系统的施工及调试是确保系统安全、高效运行的重要环节。通过精确设计、规范布线、细致安装及全面调试，可以有效保障CTC系统的性能和质量。本文详细阐述了CTC系统施工及调试过程中的关键技术和注意事项，为铁路建设与维护提供了有价值的参考。未来，随着铁路技术的不断发展，CTC系统的调试技术也将持续优化和完善。

#### 参考文献

- [1]李智,张涛,许伟,等.高速铁路智能CTC系统列车运行自动调整研究[J].交通信息与安全,2020,38(06):122-128+144.
- [2]林大鹏.中老铁路磨万段CTC系统设计方案研究[J].铁道运输与经济,2022,44(11):151-156.
- [3]陈新梅.普速铁路区域集控CTC系统在淮南线的应用[J].铁道通信信号,2023,59(04):32-36+57.
- [4]杨旭.基于区域集控模式下的普速铁路CTC系统研究[J].信息与电脑(理论版),2023,35(05):112-114.