

铁路调度集中系统实时备份与应急切换技术

解晓英

国能新朔铁路有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：铁路调度集中系统实时备份与应急切换技术是确保铁路运输安全与高效运行的关键。本文探讨基于 Oracle Data Guard 技术的实时备份方案，实现对主用数据库数据的动态自动备份，并在备份和恢复过程中对用户完全透明。同时应急切换机制能够在主用数据库故障时迅速切换至备用数据库，保障系统连续运行。该技术在实际应用中显著缩短调度指挥中断时间，提升铁路调度系统的可靠性和稳定性。

关键词：铁路调度集中系统；实时备份；应急切换；系统可靠性

引言：随着铁路信息化的快速发展，分散自律调度集中系统（CTC）已成为铁路运输的核心信息系统。然而数据的安全性和可靠性保障成为工作中的重中之重。传统的人工备份和恢复方式已无法满足铁路运输系统不间断运行的需求。因此研究实时备份与应急切换技术，对于提升铁路调度系统的可靠性和稳定性具有重要意义。

1 铁路调度集中系统概述

1.1 CTC系统的基本架构

铁路调度集中系统 CTC（Centralized Traffic Control）是一种重要的列车控制技术，其基本架构由调度中心子系统、车站子系统和网络子系统三部分构成。调度中心子系统是 CTC 的网络核心，包括中心机房设备、数据库服务器、应用服务器、通信前置服务器、网络设备、电源设备、防雷设备、网管工作站、系统维护工作站、调度员工作站、控制工作站、综合维修工作站等各调度台应用终端。这一子系统主要负责监控和控制列车的运行，安排列车的行驶路线和行驶时间。车站子系统是 CTC 系统的控制节点，主要设备包括车站自律机、车务终端、综合维修终端、电务维护终端、网络设备、电源设备、防雷设备、联锁系统接口设备和无线调度通信系统。车站子系统根据列车运行调整计划完成进路选排、冲突检测、控制输出等核心功能，并可以实现调车作业计划单编制及调车作业进路控制功能。网络子系统是调度中心子系统和车站子系统联络的桥梁，由网络通信设备和传输通道构成双环自愈网络，采用迂回、环状、冗余等方式提高其可靠性。

1.2 CTC系统的运行原理

CTC 调度集中系统的运行原理基于计算机、通信和控制技术的融合，通过集中控制和分散自律的方式实现列车的安全、高效运行。调度中心设有调度员控制台，直接控制调度区段内各车站的道岔和信号机，指挥列车

运行。通过调度中心显示器，调度员可以实时掌握现场信号设备的状态和列车运行轨迹^[1]。CTC 系统具有两种控制模式：分散自律模式和非常站控模式。在分散自律模式下，列车运行调整计划自动控制列车运行进路，调度中心和车站都可以人工办理列车进路。当调度集中设备故障、发生危及行车安全的情况或设备天窗维修、施工需要时，可以从分散自律模式转为非常站控模式。非常站控模式下，车站人员在联锁控制台上直接按下“非常站控按钮”，无需他人授权，但中心行调台和助调台会有告警提示。

1.3 CTC系统的重要性及对可靠性的要求

CTC 调度集中系统对于铁路运输的连续性和安全性至关重要。它通过将计算机、通信、控制技术融为一体，实现了铁路运输管理的集中性、实时性和列车运行的连续性、分散性的紧密结合。CTC 系统不仅提高了列车运行的安全性和可靠性，还提高了铁路运输的效率和管理水平。由于 CTC 系统直接涉及列车的运行安全，因此对其可靠性有着极高的要求。系统必须能够实时、准确地传输和处理列车运行信息，确保调度员能够做出正确的决策。系统还需要具备故障检测和恢复能力，以应对可能出现的各种故障情况。为了提高系统的可靠性，CTC 系统在设计和实施过程中充分考虑了系统的可维护性，包括设备的热备、远程维护功能等，以确保系统的持续稳定运行。

2 铁路调度集中系统故障分析

2.1 硬件故障

铁路调度集中系统（CTC）的硬件故障是其运行中常见的问题之一。硬件故障通常指的是系统中物理设备出现的问题，如服务器、网络设备、传输线路、终端设备以及接口设备等发生故障或损坏。这些硬件组件是 CTC 系统正常运行的基石，一旦出现故障，可能导致系

统瘫痪或功能受限,进而影响列车运行的调度和指挥。硬件故障的原因可能包括设备老化、过热、电源不稳定、物理损坏等。

2.2 软件故障

除了硬件故障外,软件故障也是CTC系统中不可忽视的问题。软件故障主要指的是系统软件、应用程序或数据库等出现的错误或异常。这些故障可能导致系统功能失效、数据处理错误或数据传输中断等。软件故障的原因可能包括程序漏洞、版本不兼容、数据损坏、病毒感染等。

2.3 人为操作失误

人为操作失误也是导致CTC系统故障的一个重要因素。这包括调度员、维护人员等在使用和操作CTC系统时出现的错误或疏忽。例如,调度员可能因疲劳、注意力不集中或操作不熟练而导致误操作;维护人员可能在维修或更换设备时未按照规定的程序进行,导致设备损坏或系统异常。人为操作失误可能导致系统瘫痪、数据丢失或列车运行混乱等严重后果^[2]。

3 铁路调度集中系统实时备份技术

3.1 实时备份的意义

铁路调度集中系统(CTC)作为铁路运输的神经中枢,其重要性不言而喻。然而任何系统都不可避免地面临故障或数据丢失的风险,CTC系统也不例外。实时备份能够确保在系统出现故障或数据损坏时,能够迅速恢复数据,保障系统继续正常运行。这对于铁路调度来说至关重要,因为任何中断都可能导致列车运行混乱,甚至引发安全事故。通过实时备份,可以在最短的时间内恢复系统数据,减少因数据丢失而导致的损失。实时备份还有助于提高系统的可靠性和稳定性,当系统出现故障时,备份数据可以作为恢复系统的依据,避免系统崩溃或数据丢失带来的严重后果。实时备份还可以作为数据分析和故障排查的工具,帮助维护人员快速定位问题所在,提高系统的维护效率。

3.2 实时备份的方法及技术手段

对于CTC系统来说,数据库备份是最为核心的部分,因为系统的大部分数据都存储在数据库中。数据库备份可以采用物理备份和逻辑备份两种方式。物理备份是直接复制数据库的物理文件到备份存储设备上,这种方式备份速度快,恢复时也较为简单。逻辑备份则是通过导出数据库中的数据,生成SQL脚本或其他格式的文件,这种方式备份的数据更加灵活,便于数据迁移和恢复。除了数据库备份外,文件备份和系统级备份也是重要的备份手段,文件备份可以确保系统配置文件、日

志文件等关键文件的完整性,而系统级备份则可以备份整个系统的镜像,包括操作系统、应用程序和数据等。在实现实时备份时,可以采用多种技术手段,如数据复制、快照技术、数据镜像等。数据复制是将数据从一个存储位置复制到另一个存储位置的过程,可以实现数据的实时同步。快照技术是在某个时间点对数据库或文件系统进行快照操作,生成一个静态的数据副本,以便在需要时进行恢复。数据镜像则是将数据同时写入主存储设备和备份存储设备,确保数据的实时同步和完整性。

3.3 实时备份系统的设计与实现

设计实时备份系统时,需要考虑多个因素,包括备份策略、备份周期、备份存储设备的选择等。备份策略决定了何时进行备份、备份哪些数据以及如何备份等问题。备份周期可以根据系统的数据变化频率和重要性来确定,对于CTC系统来说,通常要实现高频次的实时备份。备份存储设备的选择也是至关重要的,存储设备需要具备足够的容量和性能,以容纳备份数据并满足实时备份的需求。存储设备还需要具备高可用性和可靠性,以确保在需要时能够迅速恢复数据。在实现实时备份系统时,可以采用分布式存储和云存储等技术手段,分布式存储将备份数据分散存储在多个存储设备上,提高数据的可靠性和容错性。云存储则利用云计算技术,将备份数据存储在云端服务器上,实现数据的远程备份和恢复。在CTC系统中,可以基于Oracle Data Guard等技术实现数据库实时备份^[3]。Oracle Data Guard是Oracle数据库提供的一种高可用性解决方案,可以实现数据库的实时备份和故障切换。通过配置主数据库和备用数据库,Oracle Data Guard可以将主数据库的数据实时复制到备用数据库,并在主数据库出现故障时自动切换到备用数据库,确保系统的连续运行。

3.4 实时备份系统的性能评估

备份速度是指将数据从主存储位置复制到备份存储位置所需的时间,对于CTC系统来说,备份速度需要足够快,以确保在系统数据发生变化时能够及时备份。恢复速度则是指从备份存储设备中恢复数据所需的时间。恢复速度越快,系统恢复的时间就越短,对列车运行的影响就越小。资源占用情况也是评估实时备份系统性能的重要指标,备份过程会占用一定的系统资源,如CPU、内存和磁盘I/O等。如果备份过程占用的资源过多,可能会影响系统的正常运行。在设计实时备份系统时,需要合理规划备份策略和备份周期,以减少对系统资源的影响。还需要对实时备份系统进行定期测试和演练,以确保在需要时能够迅速恢复数据,测试和演练可

以模拟系统故障和数据丢失等场景，检验备份数据的完整性和恢复过程的可靠性。

4 铁路调度集中系统应急切换技术

4.1 应急切换的流程

铁路调度集中系统（CTC）应急切换技术是为了确保在系统突发故障或异常情况时，能够迅速将系统切换到备用状态，以保障铁路调度的连续性和安全性。应急切换的流程通常包括几个步骤：步骤一、当CTC系统出现故障或异常情况时，系统会立即发出警报，通知相关人员进行处理。相关人员需要迅速确认故障的类型、影响范围以及当前系统的工作状态。步骤二、根据故障情况，相关人员会决定是否需要启动应急切换流程。如果故障严重影响到系统的正常运行，且无法在短时间内修复，那么就需要进行应急切换。步骤三、相关人员会按照预定的应急切换计划，执行切换操作。这个过程中，可能会涉及到关闭当前故障系统、启动备用系统、数据迁移等操作。步骤四、在切换完成后，相关人员需要对备用系统进行测试，确保其能够正常工作，满足铁路调度的需求，还需要对故障系统进行进一步的排查和修复，以便在未来能够恢复正常使用。

4.2 切换策略的设计与优化

4.2.1 自动切换

切换策略是应急切换技术的核心，其设计和优化直接关系到应急切换的效率和可靠性。自动切换是指在系统出现故障时，能够自动将系统切换到备用状态。这种方式需要预先设定好切换条件和切换目标，以及相关的触发机制和执行脚本。当系统检测到故障满足切换条件时，就会自动触发切换机制，执行切换脚本，将系统切换到备用状态^[4]。自动切换的优点是速度快、效率高，能够迅速恢复系统的正常运行。但是，其设计和实现相对复杂，需要充分考虑各种故障情况和切换场景，以确保切换的准确性和可靠性。

4.2.2 手动切换

手动切换是指需要人工干预才能完成的切换方式，当系统出现故障时，相关人员需要根据故障情况和切换计划，手动执行切换操作。手动切换的优点是灵活性强，能够适应各种复杂的故障情况和切换需求。但是，

其速度和效率相对较低，需要相关人员具备较高的操作技能和经验。在设计和优化切换策略时，需要综合考虑自动切换和手动切换的优缺点，以及系统的实际情况和需求。对于关键业务和高可靠性要求的系统，可以优先考虑采用自动切换方式；对于复杂场景和特殊需求，可以结合手动切换方式进行补充和完善。

4.3 应急切换系统的架构

应急切换系统的架构是支撑应急切换技术实现的基础。一个合理的应急切换系统架构应该具备以下特点：

（1）系统架构应该具备高可用性和容错性，通过采用冗余配置、负载均衡等技术手段，确保系统在出现故障时能够迅速切换到备用状态，并具备自我修复和恢复的能力。（2）系统架构应该具备灵活性和可扩展性，能够根据不同的故障情况和切换需求，灵活调整切换策略和切换目标；还能够随着系统的发展和变化，进行扩展和升级。（3）系统架构应该具备安全性和稳定性，通过采用加密技术、访问控制等手段，确保切换过程中的数据安全和系统稳定；同时还需要对切换过程进行监控和管理，以确保切换的准确性和可靠性。

结束语

铁路调度集中系统实时备份与应急切换技术的实施，为铁路运输的安全、高效运行提供有力保障。通过不断优化备份策略和切换机制，有效提升系统的可靠性和稳定性，降低因系统故障导致的影响。未来，将继续深入研究相关技术，不断完善系统功能，为铁路运输事业的发展贡献更多力量，确保铁路调度系统始终处于最佳运行状态。

参考文献

- [1]胡跃华,夏禹,刘杰.铁路调度集中系统实时备份与应急切换技术[J].计算机系统应用,2016,25(2):223-226.
- [2]黄康,应志鹏,苗义烽.高速铁路行车调度技术发展历程及展望[J].铁道通信信号,2019,55(S1):103-108.
- [3]刘俊.普速铁路调度集中控制系统运用优化对策探讨[J].铁道运输与经济,2019,41(08):1-5.
- [4]徐洋.铁路车流信息管理系统技术方案设计研究[J].铁道运输与经济,2020,42(9):70-74.