

# 京广高铁无线连接超时案例分析

孟华丽

中国铁路郑州局集团有限公司郑州南站工程建设指挥部 河南 郑州 450000

**摘要:** 本文描述对LKR-T型无线闭塞中心无线连接超时的故障分析过程。从故障日志分析到设备软硬件状态排查, 最终将故障点锁定为闰秒引起ISDN服务器清除所有连接, 包括ISDN服务器与RBC主机的连接、RBC与列车的连接, 导致与该ISDN服务器连接的列车无线连接超时, 最终通过关闭ISDN的时钟同步服务解决。本文为今后可能发生的同类型故障提供有效的分析及解决思路。

**关键词:** 无线闭塞中心; 超时; 时钟校时, 通信; 闰秒; 网络时间协议

CTCS-3级列控系统是国内目前使用等级最高的列车运行控制系统。其系统工作原理为: 基于铁路数字移动通信系统(Global System for Mobile Communications-Railway, GSM-R)无线通信实现车地信息双向传输, 无线闭塞中心(Radio Block Center, RBC)生成行车许可, 轨道电路实现列车占用检查及列车完整性检查, 应答器实现列车定位, 车载采用目标-距离连续速度控制模式曲线、设备制动优先的方式监控列车安全运行, 当系统降级时可按CTCS-2级功能运行。

C3无线连接超时是指在ATP和RBC中设定两个定时器TNVCONTACT, 定时器时间参数设定为20秒, ATP或RBC在此设定时间内如果没有收到对方发送的应用层消息, 即判断为无线连接超时。无线连接超时后, 动车组将采用常用制动降低运行速度, 在运行速度降低值达到50km/h或40s内仍未恢复无线通信连接时, ATP判断应降为C2等级运行, 在DMI上输出文本确认信息, 提示司机手动确认由C3降为C2等级运行。

无线闭塞中心(Radio block center, RBC)是CTCS-3级列控系统的核心设备, 是基于故障-安全计算机平台的信号控制系统。RBC根据列车状态、控制其范围内的轨道电路占用、列车进路状态、临时限速命令、灾害防护和线路参数等信息, 产生所控列车的行车许可信息, 并通过GSM-R(铁路数字移动通信系统)传输给车载子系统, 保证其管辖范围内列车的运行安全。

京广高铁RBC在郑州东站安装RBC6-8及附属设备, 每套RBC通过ISDN服务器的ISDN PRI与GSM-R接口。ISDN服务器是RBC设备的组成部分, RBC主机和ISDN服务器之间通过ESW交换机连接, 采用TCP/IP通信。一套

RBC主机连接四个ISDN服务器。当某个ISDN服务器故障时, 通过该ISDN服务器与RBC建立连接的列车会出现无线连接超时。

## 1 故障描述

2017年1月8日至1月12日, 京石武RBC6-RBC8范围内多趟列车无线超时。

## 2 处理定位

故障发生后, 同步开展数据分析及故障排查工作。

### 2.1 数据分析

#### 2.1.1 JRU日志分析

以2017年1月12日的G1274次、G508次为代表进行分析:

9时21分, G1274次运行至京广高铁上行线K740+000处无线连接超时。查看G1274次在京广RBC8的JRU日志: 9:20:53, 京广RBC8向列车发送M(即Message)24(通常消息); 之后列车与京广RBC8无信息交互;

9时21分, G508次运行至京广高铁上行线K712+000处无线连接超时。查看G508次在京广RBC8的JRU日志: 9:20:53, 京广RBC8向列车发送M24(通常消息); 之后列车与京广RBC8无信息交互。

#### 2.1.2 梳理故障共同点

由以上JRU日志总结出, G1274次和G508次列车超时的共同点:

- 1) 超时时间较为一致(均为9:20:53);
- 2) 两列列车超时前与RBC均无正常的挂断流程(即stpdconnectind)信息, 而是直接无信息交互;
- 3) 两列列车在超时前均连接京广RBC8的ISDN3服务器(server\_id=3)。
- 4) 由以上共同点初步判断RBC8的ISDN3服务器或对应通道故障, 查看该服务器工作指示灯未见异常。查看京广RBC8的C机(安全处理计算机C机)与ISDN通信状

**作者简介:** 孟华丽(1983), 女, 工程师, 本科, 铁道信号, menghuali@163.com。

态日志 (cmmconnectionstatus) 发现:

9:20:58-9:20:59, ISDN3服务器有通信状态瞬间中断并恢复的记录 (C机与ISDN3通信状态分为三种: redundant表示双通道通信正常; single表示仅单通道通信正常; down表示通信完全中断)。

### 2.1.3 深层原因分析

进一步分析RBC8的ISDN3对应STUlog (ISDN服务器记录文件) 日志发现:

1月12日9:20:59, STUlog的时钟有不正常的回退, 即已经计时到9:21:03的时钟, 又返回到9:20:59; 日志还显示: 9:21:00, C机与ISDN3服务器通信超时 (RDP\_EXCP\_LINK\_LOST)。

结合现场调查, 京石武RBC6-8的12台ISDN服务器均启动了时钟同步功能 (NTP服务), 故障时间段, 在时钟同步过程中, ISDN服务器时钟与时钟源时钟偏差较大。ISDN服务器完成时钟同步后, 软件判断自身的周期计算值出现跳变, 从而清除所有的连接, 包括ISDN服务器与RBC主机-C机的连接、RBC与列车的连接, 导致与该ISDN服务器连接的列车无线连接超时。

查看RBC中的NTP配置可知:

- 1) 同一套RBC机柜中的4台ISDN服务器通过NTP服务与本RBC机柜中的维护终端-T机进行时钟同步;
- 2) 维护终端-T机通过NTP服务与VIA(接口服务器)进行时钟同步;
- 3) RBC主机-C机通过时钟消息与VIA保持时钟同步;
- 4) VIA通过NTP服务与CTC端进行时钟同步。

NTP (网络时间协议) 是TCP/IP协议族的一个应用层协议, 用来使客户端和服务端之间进行时钟同步, 提供高精度度的时间校正。NTP服务器从权威时钟源NTP\_server接收精确的协调世界时UTC, 客户端再从服务器请求和接收时间。上述设备中, ISDN服务器、维护终端-T机、RBC的C机和VIA接口服务器, 在NTP服务开启后, 默认以1024s的周期与时钟源服务器同步一次, 根据每次同步时测得的误差值逐步调整自身的时钟。

## 2.2 故障排查

2.2.1 2017年1月8日, 发生多车无线超时时, 查看RBC维护终端及服务器软硬件状态, 均未发现异常报警信息, 联系通信部门, 回复通道连接状态正常。分析超时时发生的时间段较为集中, 而地点较为分散, 排除某一RBC故障的可能。

### 2.2.2 1月9日再次发生多车无线超时时。

为压缩故障点, 统计当天全天所有12台ISDN呼叫记录。发现京广高铁RBC7的ISDN3服务器呼叫次数为0, 向

通信部门确认该ISDN无呼叫记录。

初步判断该ISDN服务器故障, 1月10日天窗点对RBC7的ISDN3服务器进行了重启, 重启后统计该ISDN有列车呼叫记录。

### 2.2.3 1月10日仍发生多车无线超时时。

初步考虑C机的软件原因及ISDN服务器日志过多造成程序崩溃的可能。1月11日天窗点, 值班人员对三套RBC进行切系, 由II系主用切换为I系主用; 对12台ISDN服务器的capiwatch.log (ISDN服务器监测模块日志) 和STUlog进行清理, 并对12台ISDN服务器进行重启。

### 2.2.4 1月11日仍有多车无线连接超时时。

为排除硬件故障、接口故障和操作系统故障等原因, 12日天窗点对京广RBC系统设备进行关机-断电-启动操作, 同时CTC侧对京广RBC接口机服务器和网络设备同步进行重启。

### 2.2.5 1月12日再次发生多车无线连接超时报警。

综合分析C机与ISDN通信中断数据发现, 2017年1月2日开始ISDN服务器与T机同步校时频次加密。其中2017年1月2日-1月5日共发生4次, 未造成影响; 1月8日-1月12日, ISDN服务器与T机时钟同步频繁, 造成大面积列车无线连接超时。通过比对C机与ISDN通信中断时间和列车集中超时时间、超时前所连接的ISDN, 分析确认C机与ISDN通信中断是引起列车无线连接超时的直接原因。

而C机与ISDN通信中断的原因为: RBC6、7、8的ISDN服务器时钟跳变, 引起ISDN服务器的通信重置, 造成RBC的VPC-C机与ISDN通信中断, 最终导致与该ISDN通信的车辆无线连接超时。

## 3 原因分析

### 3.1 故障原因判断

2016年7月11日, 国际计量局发布了闰秒调整预报: 协调世界时UTC将在2017年1月1日实施一个正闰秒, 即增加1秒。由于时差的原因, 我国在北京时间2017年1月1日的7时59分59秒和全球同步进行闰秒调整, 届时会出现7:59:60的特殊现象。NTP服务器的时钟源变化, 导致各NTP客户端时钟频繁同步调整。

### 3.2 闰秒产生的原因及现状

由于地球自转的不均匀性和长期变慢性 (主要由潮汐摩擦引起的), 会使协调世界时 (UTC) 和原子时 (TAI) 之间相差, 当相差超过 $\pm 0.9$ 秒时, 由国际计量局统一规定在年底或年中对协调世界时增加 (闰秒) 或减少1秒的调整。

闰秒调整对普通民众的日常生活不会产生影响。但会影响航空、通信、金融及其他需要精准对时的领域。

由于闰秒的出现没有固定规律，对应的时间调整无法从一开始就写在计算机程序里。在互联网时代，很多领域都依托计算机网络传输信息，闰秒对计算机传输产生诸多不利影响。2012年实施闰秒时，国外不少知名网站出现了临时服务中断。

自1972年协调世界时正式使用至今，全球已经实施了27次正闰秒调整。最近三次的闰秒调整是格林尼治时间2008年12月31日、2012年6月30日、2016年12月31日，闰秒每过几年就会有一次，没有规律不能预测，但会至少提前六个月公布。

预计2035年以后人类将不再使用闰秒。据《自然》报道，2022年11月18日，负责协调世界时的国际计量局表示，世界各国政府代表在法国巴黎举行的度量衡大会（CGPM）上作出决定：从2035年起暂停在官方时钟上增加“闰秒”以使其与地球自转同步。

#### 4 采取措施

1月13日天窗点关闭12台ISDN服务器的NTP同步服务，ISDN服务器不再进行时钟同步，之后未发生由于C机和ISDN服务器之间通信中断导致的无线超时情况。

#### 5 结论

CTCS-3级无线连接超时故障涉及车载、地面、通信3个方面。在处理故障的过程中要有针对性地逐步开展分析排查，必要时可采用回放维护终端、同步分析相邻列车、

充分利用DMS（列控设备动态监测系统）等监测设备、利用日志分析软件的快捷工具、增加接口部分日志记录、加强维护人员培训、各专业部门联合分析等手段，如果列车在交权区超时，还应重点分析交权日志及相邻RBC日志，以尽快查找超时原因，提高设备运用质量。

#### 参考文献

- [1]郭媛忠,宗殿贵.CTCS-3级列车运行控制系统原理和应用[M].第1版,北京:中国铁道出版社,2014.5:1-5.
- [2]朱伟,冯飞.RBC典型问题原因分析及处置[J].铁道通信信号,2022,58(10):35-39.Zhu Wei,Feng Fei.Cause Analysis and Treatment of Typical Problems of RBC[J].Railway Signalling & Communication,2022,58(10):35-39.
- [3]夏朋亮.RBC设备常见无线连接超时原因分析[J].铁路通信信号工程技术,2023,20(10):86-91.Xia Pengliang.Cause Analysis of Common Wireless Connection Timeout Faults of RBC Equipment[J].Railway Signalling & Communication Engineering,2023,20(10):86-91.
- [4]李志欣.简谈CTCS-3级列控系统无线连接超时问题[J].铁路通信信号工程技术,2018,15(3):28-33.Li Zhixin.Wireless Connection Timeout Problem of CTCS-3 Train Control System[J].Railway Signalling & Communication Engineering,2018,15(3):28-33.