

「通信」

关于“类单通”问题引起的CTCS-3降级的分析处理

文/北京铁路局北京通信段G网车间 刘 静

通过对北京铁路局管内各条CTCS-3线路近四年的超时和降级分析,发现存在RBC与OBC之间数据传输超时的现象,并对其进行分析和处理。

“类单通”问题的描述

通过对北京铁路局管内各条CTCS-3线路近四年的超时和降级分析,发现存在RBC与OBC之间数据传输超时的现象,当出现数据传输超时的告警后,RBC侧试图重新恢复与OBC之间的通信,多次尝试失败后,引起异常拆链,导致CTCS-3超时或降级的现象。

对数据进行初步分析,发生故障导致超时或降级时,通信侧各个相关接口的信令及测量报告显示正常,而在PRI接口上,RBC侧发出连续的RR帧,等待OBC侧发送数据,但OBC侧并没有回复该响应帧,或者OBC侧已经发出该响应帧但RBC侧没有收到,表现为OBC到RBC单侧出现链路中断,但实际上从A口和Abis口数据分析,无线链路信令交互无异常,只能称之为类似的单通,简称“类单通”,如图1所示。

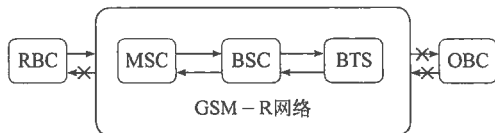


图1 “类单通”问题示意图

“类单通”问题的分析

1. RBC与OBC通信的原理描述

在CTCS-3系统中,GSM-R网络作为提供数

据传输通道主要用于承载列控数据业务,因此通信系统中设备故障或传输故障最终都会影响到数据传输通道,从而影响到列车的正常运行,而故障的判断标准外在表现为CTCS-3降级,从数据上判断则是地面RBC单元和车载OBC单元之间出现通信中断。RBC和OBC之间的数据传输主要通过PRI接口、A接口、Abis接口和Um接口4个接口和MSC、BSC和BTS 3个网元,如图2所示。

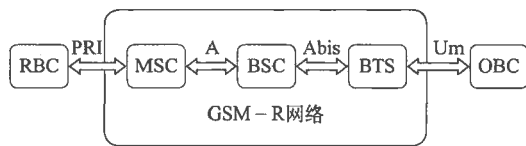


图2 CTCS-3和GSM-R网络

考虑到前期的数据分析结果,可以看到在GSM-R网络侧中,A口和Abis口的信令交互并无异常现象,所有的问题集中表现在PRI接口上,通过对PRI接口应用层和底层通信流程的分析,可以有利于判断故障的问题点所在,RBC和OBC之间的通信示意图如图3所示。

应用层通信流程是指CTCS-3规范定义中的通信过程,包括会话建立,一般数据传输和会话终止,图4、图5、图6所示为应用层主要通信过程流程图。

2. “类单通”问题的数据分析

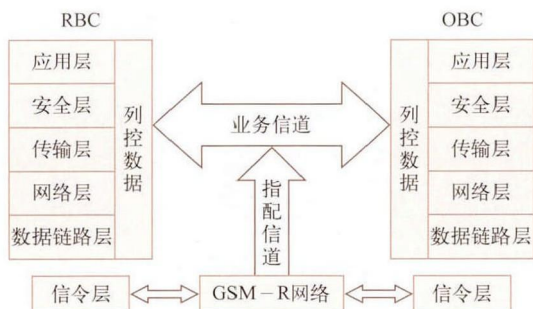


图3 RBC和OBC通信示意图

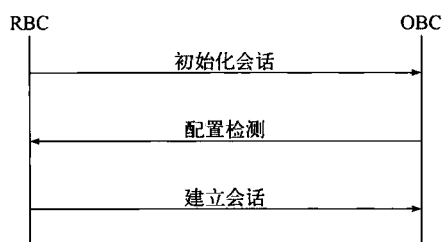


图4 会话流程建立示意图

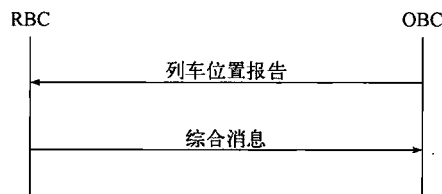


图5 一般数据传输示意图

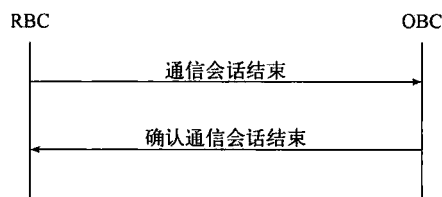


图6 会话终止示意图

2016年1月9日，京广高铁北京局管内在BDD-DZD05基站附近发生3趟列车CTCS-3降级和3趟列车CTCS-3超时，共影响京广高铁6趟列车的正常运行。具体信息如下表所示。

表 2016年1月9日京广高铁降级数据

时间	MSID	车次	占用小区	CTCS-3超时/降级	频点	问题时段
07:32:49;869	14985373192	G507	BDD-DZD05	CTCS-3降级	1008	18-01
09:45:49;284	14986973018	G421	BDD-DZD05	CTCS-3超时	1010	18-01
10:29:25;225	14986173104	G309	BDD-DZD05	CTCS-3降级	1008	18-01
11:16:28;909	14982173904	G6734	BDD-DZD05	CTCS-3降级	1010	18-01
12:30:00;311	14985573292	G652	BDD-DZD05	CTCS-3超时	1008	18-01
13:01:47;683	14982173434	G6712	BDD-DZD05	CTCS-3超时	1008	18-01

从三接口监测仪上对这些CTCS-3降级和CTCS-3超时的信令消息进行分析，发现都有比较明显的共同特点。

1) 在PRI接口上，可以看到在降级或超时前RBC有十几秒都收不到OBC发送的消息，造成

RBC触发Conditional Emergency Stop，OBC收到RBC发送的该消息后，发起拆线，如图7所示。

2) Abis接口查看信令消息正常，拆线由OBC发起，如图8所示。

Abis接口查看测量报告，服务小区电平、质

13653	2016-01-09_11:16:04:306	14982173904	25602	OBC->RBC	正确	K149+98	295	TFDV	AK		
13654	2016-01-09_11:16:04:306	14982173904	25602	OBC->RBC	正确	K149+98	295	MDLC	I Frame: B		
13655	2016-01-09_11:16:14:301	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	MDLC	RR Frame: A		
13656	2016-01-09_11:16:16:301	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	MDLC	RR Frame: A		
13657	2016-01-09_11:16:18:301	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	MDLC	RR Frame: A		
13658	2016-01-09_11:16:20:301	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	MDLC	RR Frame: A		
13659	2016-01-09_11:16:22:301	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	MDLC	RR Frame: A		
13660	2016-01-09_11:16:22:301	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	MDLC	I Frame: A		
13661	2016-01-09_11:16:22:501	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	TFDV			
13662	2016-01-09_11:16:22:501	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	TFDV			
13663	2016-01-09_11:16:22:501	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	SaFDV	SaFDV DT		
13664	2016-01-09_11:16:22:501	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	AFDV			15: Conditional Emergency Stop
13665	2016-01-09_11:16:24:301	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	MDLC	SABME: A		
13666	2016-01-09_11:16:26:301	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	MDLC	SABME: A		
13667	2016-01-09_11:16:28:301	14982173904	25602	RBC->OBC	正确	K149+98	295	MDLC	SABME: A		
13668	2016-01-09_11:16:29:106	14982173904	25602	OBC->RBC	正确	K149+98	295	V.110帧失步			
13669	2016-01-09_11:16:29:106	14982173904	25602	OBC->RBC	正确	K149+98	295	V.110帧失步			
13670	2016-01-09_11:16:29:106	14982173904	25602	OBC->RBC	正确	K149+98	295	V.110帧同步			
13671	2016-01-09_11:16:29:106	14982173904	25602	OBC->RBC	正确	K149+98	295	V.110帧同步			
13672	2016-01-09_11:16:29:106	14982173904	25602	OBC->RBC	正确	K149+98	295	V.110帧失步			
13673	2016-01-09_11:16:29:106	14982173904	25602	OBC->RBC	正确	K149+98	295	V.110帧失步			
13674	2016-01-09_11:16:29:309	14982173904	25602	MSC->RBC	正确	K149+98	295	DISCONNECT			
13675	2016-01-09_11:16:29:314	14982173904	25602	RBC->MSC	正确	K149+98	295	RELEASE			
13676	2016-01-09_11:16:29:325	14982173904	25602	MSC->RBC	正确	K149+98	295	RELEASE COMPLETE			

图7 PRI接口数据

序号	触发时间	IMSI号	MSISDN号	机车号	小区	信令类型	Uo类型	A类型	关键字	方向
737	2016-01-09_11:16:05.619	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD06	DATA REQUEST	HANDOVER COMMAND		127	BTS→BSC
738	2016-01-09_11:16:05.745	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	HANDOVER DETECTION				BTS→BSC
739	2016-01-09_11:16:05.745	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	HANDOVER DETECTION				BTS→BSC
740	2016-01-09_11:16:05.883	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	ESTABLISH INDICATION				BTS→BSC
741	2016-01-09_11:16:05.883	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	ESTABLISH INDICATION				BTS→BSC
742	2016-01-09_11:16:06.025	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	DATA INDICATION	HANDOVER COMPLETE			BTS→BSC
743	2016-01-09_11:16:06.063	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD06	RELEASE REQUEST				BTS→BSC
744	2016-01-09_11:16:06.063	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD06	RELEASE REQUEST				BTS→BSC
745	2016-01-09_11:16:06.067	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	LOCATION INFORMATION				BTS→BSC
746	2016-01-09_11:16:06.079	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD06	RELEASE CONFIRM				BTS→BSC
747	2016-01-09_11:16:06.079	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD06	RELEASE CONFIRM				BTS→BSC
748	2016-01-09_11:16:06.121	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD06	RF CHANNEL RELEASE				BTS→BSC
749	2016-01-09_11:16:06.121	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD06	RF CHANNEL RELEASE				BTS→BSC
750	2016-01-09_11:16:06.137	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD06	RF CHANNEL RELEASE				BTS→BSC
751	2016-01-09_11:16:28.909	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	DATA INDICATION	DISCONNECT	DISCONNECT	Normal call clearing	BTS→BSC
752	2016-01-09_11:16:28.909	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	DATA INDICATION	DISCONNECT	DISCONNECT	Normal call clearing	BTS→BSC
753	2016-01-09_11:16:29.089	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	DATA REQUEST	RELEASE	RELEASE	Normal call clearing	BTS→BSC
754	2016-01-09_11:16:29.245	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	DATA INDICATION				BTS→BSC
755	2016-01-09_11:16:29.247	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	DATA INDICATION				BTS→BSC
756	2016-01-09_11:16:29.389	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	DATA REQUEST	CHANNEL RELEASE		Normal event	BTS→BSC
757	2016-01-09_11:16:29.393	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	DEACTIVATE SACCH				BTS→BSC
758	2016-01-09_11:16:29.603	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	RELEASE INDICATION				BTS→BSC
759	2016-01-09_11:16:29.603	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	RELEASE INDICATION				BTS→BSC
760	2016-01-09_11:16:31.143	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	RF CHANNEL RELEASE				BTS→BSC
761	2016-01-09_11:16:31.159	460208219013055	14982173904	25602	BDD-DZD05	RF CHANNEL RELEASE				BTS→BSC

图8 Abis接口信令数据

量良好,无任何异常,如图9所示。

3) 查看RC网管终端告警界面,未发现基站BDD-DZD05有异常告警。

4) 在RC网管终端日志界面,看到了5次WARNING级别的“DSP TSYNC Expired”提示,即TRAU帧超时提醒。这个计时器是TRAU帧计时器,其用途是TRAU监控TRAU至基站的链路是否正常,其原理如下。当TRAU发送TRAU帧给BTS, BTS收到后回TRAU帧给TRAU, TRAU收到返回的TRAU帧后,会判断其是否正确,由此, TRAU通过TRAU帧来监控TRAU至BTS的语音链路是否正常。当TRAU收到不正确的TRAU帧后,就会启动TRAU帧计数器,如在计时器的时间内, TRAU收到了来自基站的正确TRAU帧,那么此计

时器就会复位;反之,如果计时器超时, TRAU就会发一个提醒消息给BSC。5次TRAU帧计时器超时说明,从TRAU至基站的语音链路有异常。

3. “类单通”问题的原因分析

结合基站和传输设备的性能指标,对“类单通”问题发生的原因最终定位为传输提供的时钟精度不能保证基站系统的要求所致,两者的时钟精度相差了1 000倍。

GSM-R网路基站的时钟同步来源于基站传输的E1线,通过E1的0时隙获取BSC的时钟信号。基站频率源作为基站射频频率生成与基站时钟基础,如时隙号、帧号等,在3GPP TS 45.010 5.1章节中,提出基站时钟的精度要求是0.05 ppm,如图10所示。

序号	触发时间	时间	IMSI号/MSISDN号	机车号	小区	公里标	ARFCN/报告标志位	RxLevelUp	RxDualUp	RxLevelDown	RxDualDown	TA
8869	2016-01-09_11:16:16.547	11:16:16	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 20 500	-47	0	-47	0	2
8870	2016-01-09_11:16:17.027	11:16:17	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 21 500	-47	2	-47	0	2
8871	2016-01-09_11:16:17.027	11:16:17	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 21 500	-47	2	-47	0	2
8872	2016-01-09_11:16:17.507	11:16:17	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 22 500	-47	0	-47	0	2
8873	2016-01-09_11:16:17.507	11:16:17	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 22 500	-47	0	-47	0	2
8874	2016-01-09_11:16:17.988	11:16:17	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 23 500	-47	0	-47	0	2
8875	2016-01-09_11:16:17.988	11:16:17	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 23 500	-47	0	-47	0	2
8876	2016-01-09_11:16:18.476	11:16:18	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 24 500	-47	0	-47	0	2
8877	2016-01-09_11:16:18.476	11:16:18	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 24 500	-47	0	-47	0	2
8878	2016-01-09_11:16:18.946	11:16:18	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 25 500	-47	0	-47	0	2
8879	2016-01-09_11:16:18.946	11:16:18	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 25 500	-47	0	-47	0	2
8880	2016-01-09_11:16:19.426	11:16:19	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 26 500	-47	0	-47	0	2
8881	2016-01-09_11:16:19.426	11:16:19	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 26 500	-47	0	-47	0	2
8882	2016-01-09_11:16:19.906	11:16:19	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 27 500	-47	0	-47	0	2
8883	2016-01-09_11:16:19.906	11:16:19	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 27 500	-47	0	-47	0	2
8884	2016-01-09_11:16:20.386	11:16:20	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 28 500	-47	0	-47	0	2
8885	2016-01-09_11:16:20.386	11:16:20	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 28 500	-47	0	-47	0	2
8886	2016-01-09_11:16:20.866	11:16:20	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 29 500	-47	0	-47	0	2
8887	2016-01-09_11:16:20.866	11:16:20	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 29 500	-47	0	-47	0	2
8888	2016-01-09_11:16:21.346	11:16:21	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 30 500	-47	0	-47	0	2
8889	2016-01-09_11:16:21.346	11:16:21	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 30 500	-47	0	-47	0	2
8890	2016-01-09_11:16:21.826	11:16:21	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 31 500	-47	0	-47	0	2
8891	2016-01-09_11:16:21.826	11:16:21	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 31 500	-47	0	-47	0	2
8892	2016-01-09_11:16:22.306	11:16:22	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 32 500	-47	0	-47	0	2
8893	2016-01-09_11:16:22.308	11:16:22	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 32 500	-47	0	-47	0	2
8894	2016-01-09_11:16:22.786	11:16:22	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 33 500	-47	0	-47	0	2
8895	2016-01-09_11:16:22.786	11:16:22	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 33 500	-47	0	-47	0	2
8896	2016-01-09_11:16:23.267	11:16:23	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 34 500	-47	0	-47	0	2
8897	2016-01-09_11:16:23.267	11:16:23	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 34 500	-47	0	-47	0	2
8898	2016-01-09_11:16:23.747	11:16:23	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 35 500	-47	0	-47	0	2
8899	2016-01-09_11:16:23.747	11:16:23	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 35 500	-47	0	-47	0	2
8900	2016-01-09_11:16:24.227	11:16:24	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 36 500	-47	0	-47	0	1
8901	2016-01-09_11:16:24.227	11:16:24	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 36 500	-47	0	-47	0	1
8902	2016-01-09_11:16:24.707	11:16:24	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 37 500	-47	0	-47	0	1
8903	2016-01-09_11:16:24.707	11:16:24	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 37 500	-47	0	-47	0	1
8904	2016-01-09_11:16:25.187	11:16:25	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 38 500	-47	0	-47	0	1
8905	2016-01-09_11:16:25.187	11:16:25	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 38 500	-47	0	-47	0	1
8906	2016-01-09_11:16:25.667	11:16:25	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 39 500	-47	0	-47	0	1
8907	2016-01-09_11:16:25.667	11:16:25	460208219013055	25602	BDD-DZD05	K149+982	1010 39 500	-47	0	-47	0	1

图9 Abis接口测量报告

5.1 Frequency source

The BTS shall use a single frequency source of absolute accuracy better than 0.05 ppm for both RF frequency generation and clocking the timebase. The same source shall be used for all carriers of the BTS.

For the pico BTS class the absolute accuracy requirement is relaxed to 0.1 ppm.

NOTE: BTS frequency source stability is one factor relating to E-OTD LCS performance and the reader is referred to Annex C for the relationship between BTS frequency source stability and E-OTD LCS performance characteristics.

图10 3GPP中关于基站时钟精度的规范

而传输SDH设备时钟分为系统时钟、PDH信号中时钟。E1就是一种典型的PDH信号，根据ITU-T G.783规范，SDH设备对于PDH支路输出信号中抽取的定时信息，满足50 ppm的时钟精度，不提供时钟级别的精度保证。

“类单通”问题的处理方法

目前，对于“类单通”故障的应急处理主要有两种方法，一种方法是对发生问题的基站进行COBA板切换，使基站重新加载业务，进而重新激活基站信道；另一种方法是采用硬件断开E1通道或利用SDH网管执行通道的Deactive和Active操作，对基站进行人为强制环倒换的方法，使基站

的信道重新激活。但是，在实践中通常采用第二种应急办法，即仅在BSC侧进行人为强制环倒换即可，避免了由于切换COBA板可能导致的基站重启不成功，同时环倒换操作对基站业务没有影响，信道激活迅速。

此外，在长期维护中，还可以修改BSC的参数设置，使得BSC能够第一时间触发告警，然后及时人工锁闭对应时隙，从而确保列车尽快恢复正常运行状态。目前BSC相关参数设置为默认值：MISTSTRSH=3（12次）、TTRAU=2 000（20 s）。建议调整设置为：MISTSTRSH=1（4次），基站侧的TTRAU=1 500（15 s）。EA

（编辑：杨得润）

（收稿日期：2016.11.20）

（上接第90页）

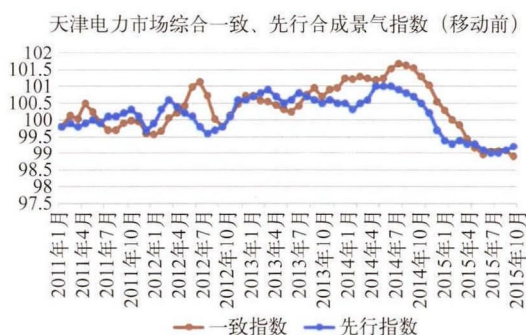


图2 天津电力一致、先行合成景气指数

表3 合成指数K-L信息量

月份	K-L信息量	月份	K-L信息量
0	0.010 3		
-1	0.119	1	0.143 9
-2	0.093 7	2	0.182 2
-3	0.093 7	3	0.214 2
-4	0.077 4	4	0.238 1
-5	0.122 1	5	0.271 2
-6	0.134 7	6	0.299 8

经过计算发现，先行指标超前于一致指标4个月，并且具有典型的统计学意义。从图2可以看出，先行指标的景气指数连续8个月在100以下，预示着目前电力需求不旺盛，但同时也看到先行指数目前趋于平缓且微微上扬，结合拉动内需等多种政策，不难推测电量下行趋势将不会持续，已呈现探底回升态势。

结束语

本文将经济学领域的景气指数模型引入电力领域，研究了景气指标筛选方法、指标预处理方法与景气指数编制方法，并以天津全社会用电量为基准指标，分别从社会总体经济发展水平角度和主要行业经济发展水平角度，通过K-L信息法确定了天津电力景气指标构成集，利用合成景气指数编制方法编制了天津电力景气先行指数和一致指数，并实例验证了该方法的科学性与有效性。EA

（编辑：杨得润）

（收稿日期：2016.10.20）