**市域铁路CTCS2+ATO列控系统**

**LTE应用接口系统 接口协议**

（V1.4）

北京六捷科技有限公司

2023年05月

文 档 历 史

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 版本 | 日期 | 作者 | 注释 |
| 1.0 | 2022-02-18 | 北京六捷 | 初稿 |
| 1.1 | 2022-04-20 | 北京六捷 | 修改5.1.4.1 无线车次号校核信息帧，表4说明，明确TAX箱数据中多字节字段使用低字节在前的方式填写 |
| 1.2 | 2022-04-21 | 北京六捷 | 修改5.1.4.4 调度命令确认信息帧，表6命令字段取值 |
| 1.3 | 2023-04-16 | 北京六捷 | 根据卡斯柯建议修改：  修改5.1.4.1 无线车次号校核信息帧，将“7位车次号”修改为“9位车次号”；扩充Cell ID字段长度，从1个字节改为2个字节；  修改5.1.4.3调度命令信息帧和5.1.4.4 调度命令确认信息帧，扩充车次号字段长度，从7个字节改为9个字节 |
| 1.4 | 2023-05-09 | 北京六捷 | 根据卡斯柯建议修改：  修改5.1.4.3 调度命令信息帧，功能码增加“11H 调车作业通知单” |

**目 录**

[1 系统结构 4](#_Toc134781462)

[2 连接方式 4](#_Toc134781463)

[3 业务功能 5](#_Toc134781464)

[4 通信方式 6](#_Toc134781465)

[5 通信协议 6](#_Toc134781466)

[5.1 LTE应用接口系统与CIR之间 6](#_Toc134781467)

[5.1.1 基本帧格式 6](#_Toc134781468)

[5.1.2 端口代码分配 7](#_Toc134781469)

[5.1.3 业务类型代码分配 7](#_Toc134781470)

[5.1.4 信息帧格式 7](#_Toc134781471)

[5.2 LTE应用接口系统与CTC通信服务器之间 13](#_Toc134781472)

[5.2.1 基本帧格式 13](#_Toc134781473)

[5.2.2 帧类型定义 13](#_Toc134781474)

[5.2.3 活动性检测方式 13](#_Toc134781475)

[5.2.4 信息帧格式 14](#_Toc134781476)

[6 参考标准 15](#_Toc134781477)

# 系统结构

LTE应用接口系统是车载CIR设备与地面行车控制系统CTC之间的信息交换桥梁，负责在LTE网络环境下提供协议转换和存储转发功能，实现两者之间的信息交互。

LTE网络环境下的系统结构示意图如图1所示：



图1 LTE应用接口系统所处网络环境示意图

# 连接方式

LTE应用接口系统由2台应用服务器、2台网络交换机、2台防火墙构成，均采用1＋1冗余热备方式配置。设备连接示意图如图2所示：



图2 设备连接示意图

# 业务功能

LTE应用接口系统承担转发的业务信息包括：

1. 无线车次号校核信息

单向将CIR发送的无线车次号校核信息转发给CTC通信服务器；

1. 列车启动和停稳信息

单向将CIR发送的列车启动和停稳信息转发给CTC通信服务器；

1. 调度命令信息及确认信息

将CTC系统通过CTC通信服务器下发的调度命令信息（包括调度命令和列车进路预告等）向CIR发送，并将CIR返回的自动确认信息和手动签收信息转发给CTC通信服务器。

# 通信方式

1. CIR与LTE应用接口系统交互数据时，传输层采用UDP协议，网络层采用IP协议。CIR监听UDP 20000端口；LTE应用接口系统监听UDP 20001端口。
2. LTE应用接口系统与CTC通信服务器交互数据时，传输层采用TCP协议，网络层采用IP协议。LTE应用接口系统为TCP服务端，监听TCP 20002端口；CTC通信服务器为TCP客户端。

# 通信协议

## LTE应用接口系统与CIR之间

### 基本帧格式

表1 基本帧格式

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 帧  格式 | 帧  起始 | 信息长度 | 源端口  代码 | 源通信  地址长度 | 源通信地址 | 目的端口代码 | 目的通信地址长度 | 目的通信地址 | 业务  类型 | 命令 | 数  据 | CRC  校验 | 帧  结束 |
| 字节 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | N3 | 2 | 2 |
| 内容 | 1002H |  | 见表2 | 4 | 对应IP | 见表2 | 4 | 对应IP | 见表3 |  |  |  | 1003H |

说明：

1. 以DLE(10H)、STX(02H)作为帧起始字段，以DLE(10H)、TX(03H)作为帧结束字段。
2. 为避免在信息字段中出现DLE而影响数据的正确接收，数据发送方在发送数据前检查信息字段中是否出现DLE，如果信息字段中出现DLE字符，则在此DLE字符后再加一DLE字符。数据接收方如果连续收到两个DLE字符，表明此DLE是数据信息，而不是控制转义字符，去掉一个DLE即可。进行DLE变换的字段从“信息长度”到“CRC校验”。
3. CRC校验码生成多项式为：G(X)=X16+X12+X5+1。校验内容为从“信息长度”到“数据”的全部内容。
4. “信息长度”表示从“源端口代码”开始到“CRC校验”结束的字节数。
5. “源通信地址”和“目的通信地址”分别是数据发端和收端设备的IP地址。
6. “信息长度”、“源通信地址”、“目的通信地址”和“CRC校验”等多字节字段为高字节数据在前。
7. “命令”用于标识同一承载业务的不同类型数据帧。F0H～FFH用于系统控制，“00H”用于发送广播信息（接收方不需要应答）。
8. 每帧“数据”字段的长度不大于700字节。超过700字节由应用系统负责分包发送。

### 端口代码分配

表2 端口代码分配表

| **序号** | **端口名称** | **端口代码** |
| --- | --- | --- |
| 1 | CIR | 01H |
| 2 | LTE应用接口系统 | 27H |
| 3 | 预留 | 其他端口 |

### 业务类型代码分配

表3 业务类型代码分配表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **业务种类** | **业务类型代码** | **业务类型** |
| 1 | CTC/TDCS业务 | 05H | 列车无线车次号校核信息 |
| 06H | 调度命令信息 |
| 07H | 列车停稳/启动信息 |
| 2 | 库检业务 | 13H | CIR出入库检测信息 |
| 3 |  | 其它 | 预留 |

### 信息帧格式

#### 无线车次号校核信息帧

表4 无线车次号校核信息帧格式

| **序号** | **字段** | **字节数** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 帧起始 | 2 | 1002H |
| 2 | 信息长度 | 2 |  |
| 3 | 源端口代码 | 1 | 01H |
| 4 | 源通信地址长度 | 1 | 04H |
| 5 | 源通信地址 | 4 | CIR IP地址 |
| 6 | 目的端口代码 | 1 | 27H |
| 7 | 目的通信地址长度 | 1 | 04H |
| 8 | 目的通信地址 | 4 | LTE应用接口系统IP地址 |
| 9 | 业务类型 | 1 | 05H：车次号信息  07H：列车启动和停稳信息 |
| 10 | 命令 | 1 | 02H：列车停稳信息  03H：列车启动信息  21H：车次号信息 |
| 11 | 本板地址 | 1 | 指通讯记录单元的地址，38H |
| 12 | 特征码 | 1 | 无定义，暂填0 |
| 13 | 标志 | 1 | 新协议标志：67H |
| 14 | 版本号 | 1 | 软件版本 |
| 15 | 保留 | 1 |  |
| 16 | 车站号 | 1 | 车站号扩充字节，暂填0 |
| 17 | 车次种类标识符 | 4 | 9位车次号标识符，1~4位字母，不足4位前面用空格（20H）补齐 |
| 18 | 司机号 | 1 | 司机号扩充字节 |
| 19 | 副司机号 | 1 | 副司机号扩充字节 |
| 20 | 保留 | 2 |  |
| 21 | 机车型号 | 1 | 机车型号扩充字节，b0作为机车型号的扩充位，b1-b7预留 |
| 22 | 实际交路号 | 1 |  |
| 23 | 保留 | 11 |  |
| 24 | 本/补、客/货 | 1 | D0：0/1=货/客，D1：0/1=本务/补机 |
| 25 | 车次数字部分 | 3 | 9位车次号数字部分，取值1~99999 |
| 26 | 检查和1 | 1 | 为序号11至序号25字段的所有字节累加和的二进制补码 |
| 27 | 本板地址 | 1 | 指通讯记录单元的地址，定为39H |
| 28 | 特征码 | 1 | 高4位为3表上次接收成功，为C表上次接收失败，为其它说明本串数据通讯过程中受干扰，应作无效数据处理。低四位暂为“0” |
| 29 | 检测单元代号 | 1 | 指将与通讯记录单元通讯的检测单元代号。定为01-轨道检测，02-弓网检测，03-TMIS，04-DMIS，05-列控通讯，06-语音录音，07-轴温报警，08-鸣笛检查，09-预留给备用单元 |
| 30 | 年、月、日、时、分、秒 | 4 | b5～b0：秒，b11～b6：分，b16～b12：时，  b21～b17：日，b25～b22：月，b26～b31：年 |
| 31 | 实速 | 3 | b9～b0：实速，b19～b10：预留 |
| 32 | 机车信号 | 1 | b4=0/1-->单灯/多灯  b3～b0：00--无灯，01--绿，02--黄，03--双黄，04--红黄，05--红，06--白，07--绿黄，08--黄2 |
| 33 | 机车工况 | 1 | b0--零位，b1--向后，b2--向前，b3--制动，b4--牵引 |
| 34 | 信号机编号 | 2 |  |
| 35 | 信号机种类 | 1 | b2～b0：02--出站，03--进站，04--通过，05--预告，06--容许，其他--暂未定义 |
| 36 | 公里标 | 3 | b23：符号位（0表示正，1表示负），b22：保留，b21~b0：公里标绝对值，无效时填入0xFFFFFF。 |
| 37 | 总重 | 2 |  |
| 38 | 计长 | 2 |  |
| 39 | 辆数 | 1 |  |
| 40 | 本/补、客/货 | 1 | b0=0/1 货/客；b1=0/1 本/补；  b6--车次数字部分的最高位，注：只对5位车次有效。 |
| 41 | 车次 | 2 | 车次数字部分；注：只对5位车次有效 |
| 42 | 区段号（交路号） | 1 |  |
| 43 | 车站号 | 1 |  |
| 44 | 司机号 | 2 |  |
| 45 | 副司机号 | 2 |  |
| 46 | 机车号 | 2 |  |
| 47 | 机车型号 | 1 |  |
| 48 | 列车管压力 | 2 | b9--b0：管压（单位：KPa），b15--b10：预留 |
| 49 | 装置状态 | 1 | b0：1/0-降级/监控；b2：1/0-调车/非调车 |
| 50 | 保留 | 1 |  |
| 51 | 检查和2 | 1 | 为序号27至序号50字段的所有字节累加和的二进制补码 |
| 52 | 线路名称代码 | 2 | 二进制，范围1~65534，0和65535为无效 |
| 53 | 发送总次数 | 2 | 发送列车启动、列车停稳信息时，为CIR上电后发送列车启动、列车停稳信息的总次数；发送车次号信息时，为CIR上电后发送车次号信息的总次数。二进制，范围1~65534，0和65535为无效。 |
| 54 | 向当前LTE应用接口系统发送总次数 | 2 | 发送列车启动、列车停稳信息时，为CIR向当前LTE应用接口系统发送列车启动、列车停稳信息的总次数；发送车次号信息时，为CIR向当前LTE应用接口系统发送车次号信息的总次数。二进制，范围1~65534，0和65535为无效。在目标IP地址变化时，该字段从1开始重新计数。 |
| 55 | 当前车次号发送总次数 | 2 | 发送列车启动、列车停稳信息时，为CIR发送当前车次号的列车启动、列车停稳信息的总次数；发送车次号信息时，为CIR发送当前车次号的车次号信息的总次数。二进制，范围1~65534，0和65535为无效。当CIR的车次号变化时，该字段从1开始重新计数。 |
| 56 | 预留 | 2 | 暂时填入FFH |
| 57 | CTC专用域 | 32 |  |
| 58 | 预留 | 1 |  |
| 59 | 跟踪区ID | 3 | CIR当前所在LTE小区的跟踪区ID，采用十六进制，高位在前 |
| 60 | 小区ID | 2 | CIR当前所在LTE小区的小区ID，采用十六进制，高位在前 |
| 61 | 定位状态 | 1 | A-卫星定位信息可用；  V-卫星定位信息不可用 |
| 62 | 当前位置经度 | 5 | 当前所处位置的地理经度（压缩BCD编码），无效时填入FFFFFFFFFFH |
| 63 | 当前位置纬度 | 4 | 当前所处位置的地理纬度（压缩BCD编码），无效时填入FFFFFFFFH |
| 64 | 当前时间 | 6 | 年月日时分秒（压缩BCD编码） |
| 65 | CRC校验 | 2 | CRC检验 |
| 66 | 帧结束 | 2 | 1003H |

注1：跟踪区ID和小区ID字段用于传送L网小区信息，即20bit TAC ID + 8bit Cell ID，为今后扩展考虑，小区ID字段定义为2个字节。

注2：上述字段如果无有效值，应填入FFH。

#### 列车启动和停稳信息帧

参见表4 无线车次号校核信息帧格式。

#### 调度命令信息帧

表5 调度命令信息帧格式

| **序号** | **字段** | **字节数** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 帧起始 | 2 | 1002H |
| 2 | 信息长度 | 2 |  |
| 3 | 源端口代码 | 1 | 27H |
| 4 | 源通信地址长度 | 1 | 04H |
| 5 | 源通信地址 | 4 | LTE应用接口系统IP地址 |
| 6 | 目的端口代码 | 1 | 01H |
| 7 | 目的通信地址长度 | 1 | 04H |
| 8 | 目的通信地址 | 4 | CIR IP地址 |
| 9 | 业务类型 | 1 | 06H：调度命令信息 |
| 10 | 命令 | 1 | 20H：调度命令信息 |
| 11 | 功能码 | 1 | 01H：调度命令  07H：列车进路预告信息  11H：调车作业通知单  20H：出入库检测 |
| 12 | 年、月、日 | 3 | 压缩BCD码，顺序发送。命令发布时间 |
| 13 | 时、分、秒 | 3 | 压缩BCD码，顺序发送。命令发布时间 |
| 14 | 时、分、秒 | 3 | 压缩BCD码，顺序发送。命令发送时间 |
| 15 | 车次号 | 9 | ASCII码，顺序发送。不足9位时后面用空格（20H）补齐 |
| 16 | 机车号 | 8 | ASCII码，顺序发送。机车类型代码3位，机车编号5位，不足5位高位填0补齐 |
| 17 | 发令处所编号 | 1 | 低字节 |
| 18 | 调度命令信息编号 | 6 | ASCII码，顺序发送。不足6位时后面用空格（20H）补齐 |
| 19 | 发令人姓名 | 8 | 区位码 |
| 20 | 命令状态 | 1 |  |
| 21 | 发令处所编号 | 1 | 高字节 |
| 22 | 预留 | 4 |  |
| 23 | 总包数 | 1 | 表示一个完整调度命令信息被拆分的包数；LTE模式下最多两包 |
| 24 | 本包号 | 1 | 表示该包在总包中的序号 |
| 25 | 调度命令信息正文 | N | 凭证名称+0DH+0AH+发令处所名称+0DH+0AH+正文（区位码和ASCII码），N不大于600 |
| 26 | CRC校验 | 2 | CRC检验 |
| 27 | 帧结束 | 2 | 1003H |

#### 调度命令确认信息帧

表6 调度命令确认信息帧格式

| **序号** | **字段** | **字节数** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 帧起始 | 2 | 1002H |
| 2 | 信息长度 | 2 |  |
| 3 | 源端口代码 | 1 | 01H |
| 4 | 源通信地址长度 | 1 | 04H |
| 5 | 源通信地址 | 4 | CIR IP地址 |
| 6 | 目的端口代码 | 1 | 27H |
| 7 | 目的通信地址长度 | 1 | 04H |
| 8 | 目的通信地址 | 4 | LTE应用接口系统IP地址 |
| 9 | 业务类型 | 1 | 06H：调度命令信息 |
| 10 | 命令 | 1 | 51H：调度命令确认信息 |
| 11 | 信息名称 | 1 | 80H：向出入库检测设备发送出入库检测请求命令  81H：对调度命令信息的自动确认信息  82H：对调度命令信息的手动签收信息 |
| 12 | 功能码 | 1 | 定义同表5 |
| 13 | 年、月、日 | 3 | 压缩BCD码，顺序发送 |
| 14 | 时、分、秒 | 3 | 压缩BCD码，顺序发送 |
| 15 | 车次号 | 9 | ASCII码，顺序发送 |
| 16 | 机车号 | 8 | ASCII码，顺序发送 |
| 17 | 发令处所编号 | 1 | 低字节 |
| 18 | 调度命令信息编号 | 6 | ASCII码，顺序发送 |
| 19 | 签收地点公里标 | 3 | 二进制编码，单位为“米”，低字节在前，高字节在后。  bit23：公里标符号位，0表示正，1表示负；  bit22：0表示递减，1表示递增；  bit21~0：公里标绝对值。  该字段为9999999米时表示CIR处于编组站状态，不作为负公里标处理；当无公里标信息或公里标信息无效时，CIR自动填入FFFFFFH。 |
| 20 | 签收地点卫星定位系统经度 | 5 | 压缩BCD码，低三个字节表示“分”，高两个字节表示“度”，无卫星定位系统时填入FFFFFFFFFFH |
| 21 | 签收地点卫星定位系统纬度 | 4 | 压缩BCD码，低三个字节表示“分”，高两个字节表示“度”，无卫星定位系统时填入FFFFFFFFH |
| 22 | 发令处所编号 | 1 | 高字节 |
| 23 | 预留 | 4 |  |
| 24 | 包号 | 1 | 自动确认时为本包号；手动签收时为总包数 |
| 25 | CRC校验 | 2 | CRC检验 |
| 26 | 帧结束 | 2 | 1003H |

## LTE应用接口系统与CTC通信服务器之间

### 基本帧格式

表7 LTE应用接口系统与CTC通信服务器间通信协议基本帧格式

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 字段 | 起始 | 帧长度 | 帧类型 | 数据域 | 校验 |
| 长度（字节） | 2 | 2 | 1 | N | 2 |
| 备注 | 1002H |  | 见表8 |  | CRC校验 |

说明：

（1）“CRC校验”的计算范围包含从“起始”开始，到“数据域”在内的所有字节，生成多项式为：G(X)=X16+X12+X5+1。

（2）接收方在收到CRC校验错误的数据帧时，直接将该帧丢弃。

（3）“帧长度”的计算范围包含从“起始”开始，到“校验”在内的所有字节。

（4）所有的多字节字段都按照小端（little-endian）编码方式，即低字节在前，高字节在后。

（5）“帧类型”字段定义如表8所示。

### 帧类型定义

表8 LTE应用接口系统与CTC通信服务器间通信协议帧类型定义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **取值** | **定义** | **备注** |
| 01H | CTC通信服务器向LTE应用接口系统发送活动性检测 | 数据域长度为0 |
| 81H | LTE应用接口系统向CTC通信服务器发送活动性检测响应 | 数据域长度为0 |
| 11H | CTC通信服务器向LTE应用接口系统发送应用数据 |  |
| 91H | LTE应用接口系统向CTC通信服务器发送应用数据 |  |

### 活动性检测方式

1. CTC通信服务器启动后主动向LTE应用接口系统发送TCP连接请求；
2. TCP连接成功后，CTC通信服务器每隔3s向LTE应用接口系统发送活动性检测信息；
3. LTE应用接口系统收到活动性检测信息后，立即返回活动性检测响应信息；
4. 如果CTC通信服务器超过10s未收到活动性检测响应信息，则断开当前TCP连接，间隔3~5s后重新发起TCP连接请求。

### 信息帧格式

#### 活动性检测信息帧

表9 CTC通信服务器向LTE应用接口系统发送活动性检测信息帧格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **字段** | **字节数** | **备注** |
| 1 | 起始 | 2 | 1002H |
| 2 | 帧长度 | 2 | 固定值：0007H |
| 3 | 帧类型 | 1 | 01H |
| 4 | 校验 | 2 | CRC校验 |

#### 活动性检测响应信息帧

表10 LTE应用接口系统向CTC通信服务器发送活动性检测响应信息帧格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **字段** | **字节数** | **备注** |
| 1 | 起始 | 2 | 1002H |
| 2 | 帧长度 | 2 | 固定值：0007H |
| 3 | 帧类型 | 1 | 81H |
| 4 | 校验 | 2 | CRC校验 |

#### CTC通信服务器向LTE应用接口系统发送应用数据的信息帧

表11 CTC通信服务器向LTE应用接口系统发送应用数据的信息帧格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **字段** | **字节数** | **备注** |
| 1 | 起始 | 2 | 1002H |
| 2 | 帧长度 | 2 |  |
| 3 | 帧类型 | 1 | 11H |
| 4 | 业务类型 | 1 | 06H：调度命令 |
| 5 | 地址长度 | 1 | 固定值：0AH |
| 6 | 地址 | 10 | 承载CTC/TDCS业务时，地址字段采用10字节机车号ASCII码，不足10字节时后面补FFH |
| 7 | 数据内容 | N | 参见相关技术条件 |
| 8 | 校验 | 2 | CRC校验 |

#### LTE应用接口系统向CTC通信服务器发送应用数据的信息帧

表12 LTE应用接口系统向CTC通信服务器发送应用数据的信息帧格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **字段** | **字节数** | **备注** |
| 1 | 起始 | 2 | 1002H |
| 2 | 帧长度 | 2 |  |
| 3 | 帧类型 | 1 | 91H |
| 4 | 业务类型 | 1 | 55H：车次号信息  56H：调度命令自动确认和签收  57H：列车启动信息  58H：列车停稳信息 |
| 5 | 数据内容 | N | 参见相关技术条件 |
| 6 | 校验 | 2 | CRC校验 |

# 参考标准

TJ/DW014-2012 GSM-R数字移动通信应用技术条件 第九分册：数据传输应用接口及设备

TB/T 3231-2010 GSM-R数字移动通信系统应用业务调度命令信息无线传送系统

TB/T 3325-2013 列车无线车次号校核信息传送系统