

团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—XXXX

机车多模无线通信设备技术条件

Technical editionna for Cab Integrated Multimode Wireless Communication
Equipment

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025 年 9 月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目 次

目 次..... I

前 言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 缩略语..... 3

5 使用条件..... 4

 5.1 海拔高度..... 4

 5.2 工作环境温度..... 4

 5.3 相对湿度..... 4

 5.4 振动和冲击..... 4

 5.5 电磁兼容..... 4

6 系统组成..... 4

 6.1 设备整机..... 4

 6.2 主机..... 7

 6.3 MMI..... 8

7 结构要求..... 10

 7.1 一般要求..... 10

 7.2 主机..... 10

 7.3 MMI..... 14

 7.4 打印终端..... 16

 7.5 送受话器..... 17

8 功能要求..... 18

 8.1 整机功能..... 18

 8.2 单元功能..... 19

9 性能要求..... 19

 9.1 电源及功耗要求..... 19

 9.2 启动时间..... 20

 9.3 自检时间..... 20

 9.4 切换时间..... 20

 9.5 时钟误差..... 20

 9.6 卫星定位单元..... 20

 9.7 记录单元..... 20

 9.8 GSM-R 通信单元..... 21

 9.9 LTE 单元..... 21

 9.10 LTE-R 单元..... 21

 9.11 400MHz/450MHz 通信单元..... 21

 9.12 数字报警单元..... 22

 9.13 800MHz 报警单元..... 22

 9.14 MMI..... 24

 9.15 打印终端..... 24

 9.16 送受话器..... 24

 9.17 扬声器..... 24

 9.18 监测接口..... 24

 9.19 录音接口..... 24

9.20	天馈系统.....	25
9.21	主机到 MMI 的以太网电缆.....	25
9.22	RAMS 要求	25
10	接口要求.....	25
10.1	主机接口.....	25
10.2	MMI 接口.....	31
10.3	送受话器接口.....	33
10.4	打印终端接口.....	33
11	安全与应急.....	33
11.1	网络覆盖.....	33
11.2	身份鉴权与认证.....	33
11.3	数据加密.....	33
11.4	网络切换及应急通信.....	33
12	检验方法.....	34
12.1	检验环境条件.....	34
12.2	LTE/LTE-R 功能检验.....	34
12.3	GSM-R 功能检验.....	34
12.4	450MHz 功能检验.....	34
12.5	400MHz 功能检验.....	34
12.6	列车防护报警功能检验.....	34
12.7	旅客列车尾部安全防护信息传输功能检验.....	34
12.8	出入库检测功能检验.....	35
12.9	冗余功能检验.....	35
12.10	性能检验.....	35
12.11	环境适应性检验.....	37
12.12	检验规则.....	38
13	使用说明书、标志、包装、运输及贮存.....	39

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

机车多模无线通信设备技术条件

1 范围

本文件规定了机车多模无线通信设备（以下简称CME）的系统组成、结构要求、功能要求、性能要求、接口要求、数据通信协议、检验方法等内容。

本文件适用于CME产品的设计、生产制造及质量检验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.4-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）
- GB/T 3181-2008 漆膜颜色标准
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 9969-2008 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 12192-2017 移动通信调频发射机测量方法
- GB/T 12193-2017 移动通信调频接收机测量方法
- GB/T 21563-2008 轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验
- GB/T 24338.4-2018 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆 设备
- GB/T 25119-2010 轨道交通 机车车辆电子装置
- GB/T 28792-2012 列车无线调度通信系统主要技术条件
- GB/T 32659-2016 专用数字对讲设备技术要求和测试方法
- TB/T 3370.1-2018 铁路数字移动通信系统（GSM-R）车载通信模块 第1部分：技术要求
- TB/T 3370.2-2018 铁路数字移动通信系统（GSM-R）车载通信模块 第2部分：试验方法
- TB/T 3375-2018 铁路数字移动通信系统（GSM-R）机车综合无线通信设备
- YD/T 1019-2013 数字通信用聚烯烃绝缘水平对绞电缆
- ITU-T G.723.1 05/2006 用于以5.3和6.3 kbit/s传输的多媒体通信的双速率语音编码器
- IEEE Std 802.3at-2009 IEEE Standard for Information technology - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 3: CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 3: Data Terminal Equipment (DTE) Power via the Media Dependent Interface (MDI) Enhancements
- 3GPP TS 36.521-1 (V18.9.0) -3rd Generation Partnership Project;Technical Specification Group Radio Access Network;Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA);User Equipment (UE) conformance specification;Radio transmission and reception;Part 1: Conformance Testing

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术条件。

3.1

机车多模无线通信设备 Cab Integrated Multimode Wireless Communication Equipment

支持公网LTE、专网LTE-R、GSM-R、450MHz模拟、400MHz数字、800MHz模拟多种通信制式，用于机车驾驶室的无线通信语音、数据传输设备。

3.2

功能号 Functional Number

根据用户工作岗位的功能或角色所定义的号码。

3.3

呼叫类型 Call type

网络用户号码的前缀，用来区分网络内不同类型的呼叫，提示网络如何解释用户所拨打的号码。

3.4

注册 Registration

用户通过终端设备向智能网申请使用某一功能号，智能网为该用户建立功能号与其MSISDN号码的对应关系。

3.5

注销 De-Registration

用户通过终端设备向智能网申请取消使用某一功能号，智能网删除该功能号与该用户MSISDN号码的对应关系。

3.6

查询 Inquiry

用户通过终端设备向智能网申请查询功能号所对应的MSISDN号码或查询本机已注册的功能号。

3.7

功能寻址 Functional Address

用户使用功能号发起呼叫，网络根据该功能号将呼叫路由到相对应工作岗位的终端地址。

3.8

位置寻址 Location dependent Address

用户使用短号码发起呼叫，网络根据用户所拨打的短号码和用户位置信息，将呼叫路由到一个与该用户当前所处位置相关的终端地址。

3.9

组呼 Group Call

在一个地理范围内，对预定义的组成员发起的呼叫，在任何时刻，组内只能有一个成员讲话，其他成员接收。

3.10

广播 Broadcast Call

在一个地理范围内，对预定义的组成员发起的呼叫，在任何时刻，组内始终只有一个不变的讲话者，其他成员接收。

3.11

列车无线车次号校核信息

以无线方式传送到CTC/TDCS设备的列车车次号、机车号、位置、运行速度、列车启动和停稳等信息，由CTC/TDCS设备进行车次号校核。

3.12

调度命令

本技术条件所指调度命令含调度命令、行车凭证、调车作业通知单、列车接车进路预告信息。调度员在行车调度台上发送的调度命令含调度命令，在CTC区段包括行车凭证、调车作业通知单。车站值班员在车站值班员终端上发送的调度命令含行车凭证、调车作业通知单。列车接车进路预告信息由DMIS自动生成。

3.13

旅客列车尾部安全防护装置 ID KLV ID

永久标识旅客列车尾部安全防护装置的号码（含生产企业编号和设备编号），KLV ID在全路管辖范围内是唯一的。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APN: 接入点名称 (Access Point Name)

CAN: 控制器局域网 (Controller Area Network)

CME: 机车多模无线通信设备 (Cab Integrated Multimode Wireless Communication Equipment)

DMS: 列控设备动态监测装置 (The Dynamic Monitoring System of Train Control Equipments)

EOAS: 动车组司机操控信息分析系统 (Electric Multiple Units Operation Analysis System)

FFSK: 快速频移键控 (Fast Frequency-Shift Keying)

GPRS: 通用分组无线业务 (General Packet Radio Service)

GRIS: GPRS接口服务器 (GPRS Interface Server)

GROS: GPRS归属服务器 (GPRS Home Interface Server)

GSM-R: 铁路数字移动通信系统 (GSM-Railway)

LTE: 第四代移动通信系统 (Long Term Evolution)

LTE-R: 铁路第四代移动通信系统 (LTE-Railway)

LBJ: 列车防护报警单元

MIT: 车载监测信息综合传输平台 (Cab Monitoring Information Integrated Transmission Platform)

MMI: 人机界面 (通称操作显示终端) (Man Machine Interface)

POE: 以太网供电 (Power Over Ethernet)

PTT: 即按即讲 (Push To Talk)

TAX: 机车安全信息综合监测装置

UDP: 用户数据报协议 (User Datagram Protocol)

USB: 通用串行总线 (Universal Serial Bus)

5 使用条件

5.1 海拔高度

不超过4000m

5.2 工作环境温度

-25℃~+65℃

5.3 相对湿度

温度保持+30℃不变时，相对湿度≤95%（RH）

5.4 振动和冲击

振动和冲击符合GB/T 21563-2008中第9、10节的1类B级的要求。

5.5 电磁兼容

符合GB/T 24338.4-2018中第6、7节要求。

6 系统组成

6.1 设备整机

6.1.1 标准型 CME

标准型CME由主机、MMI、送受话器、扬声器、打印终端、连接电缆、天线、馈线和合路器等组成。
标准型CME构成示意图见图1，端口说明见表1。

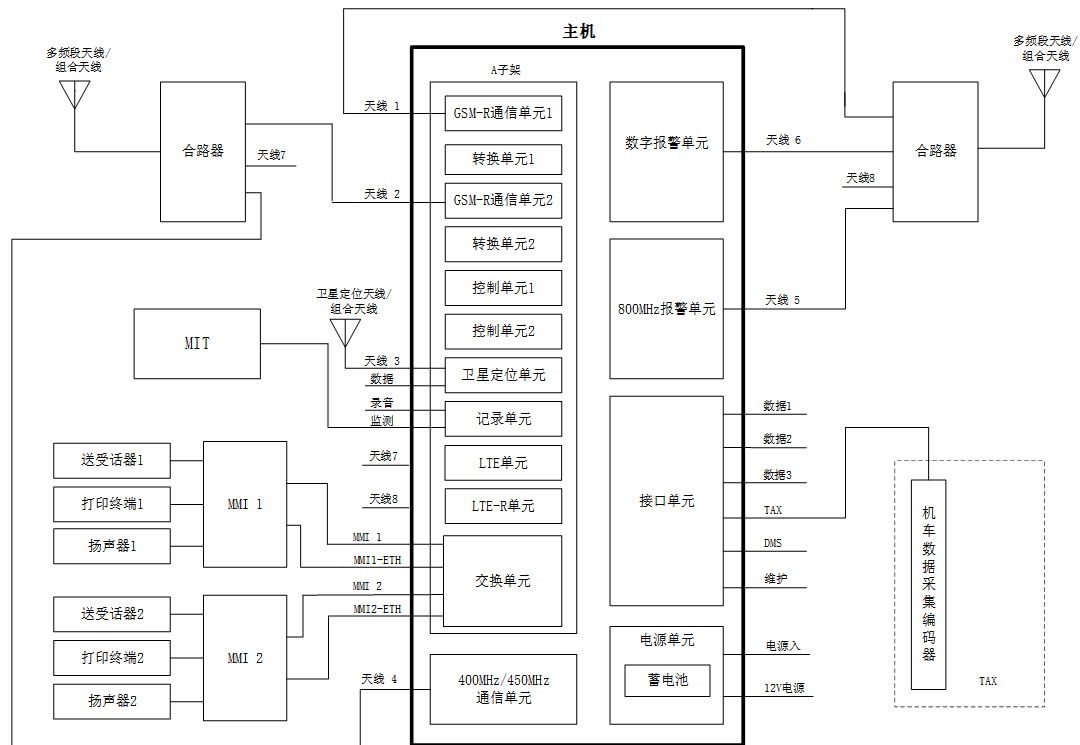


图1 标准型 CME 组成示意图

表1 标准型 CME 主机端口说明表

序号	端口名称	说明	连接对象
1	MMI1、MMI2	MMI 电源及 CAN 总线接口	MMI
2	MMI1-ETH、 MMI2-ETH	MMI 以太网接口	MMI
3	数据 1、数据 2	通用数据接口	预留
4	数据 3	高速数据接口	预留
5	TAX	TAX 信息输入接口	TAX 中的机车数据采集编码器
6	DMS	DMS 接口	DMS
7	维护	维护接口	维护设备
8	电源入	直流供电输入接口	机车直流电源
9	12V 电源	应急电源输入接口	应急电源
10	录音	话音录音的输出接口	TAX 录音单元
11	监测	监测信息接口	MIT/EOAS
12	数据	卫星定位单元数据输出接口	预留
13	天线 1	GSM-R 通信单元 1 天线接口	GSM-R 天线或多频段合路器
14	天线 2	GSM-R 通信单元 2 天线接口	GSM-R 天线或多频段合路器
15	天线 3	卫星定位单元天线接口	卫星定位天线
16	天线 4	400MHz/450MHz 通信单元天线接口	400MHz/450MHz 天线或多频段合路器
17	天线 5	800MHz 报警单元天线接口	800MHz 天线或多频段合路器
18	天线 6	数字报警单元天线接口	400MHz 天线或多频段合路器
19	天线 7	LTE 单元天线接口	LTE 天线或多频段合路器
20	天线 8	LTE-R 单元天线接口	LTE 天线或多频段合路器

6.1.2 小型化 CME

小型化CME由主机、MMI、送受话器、扬声器、打印终端、外置式800MHz报警单元、外置式数字报警单元、连接电缆、天线、馈线和合路器等组成，根据运用需求配置编码器和MIT。小型化CME构成示意图见图2，端口说明见表2。

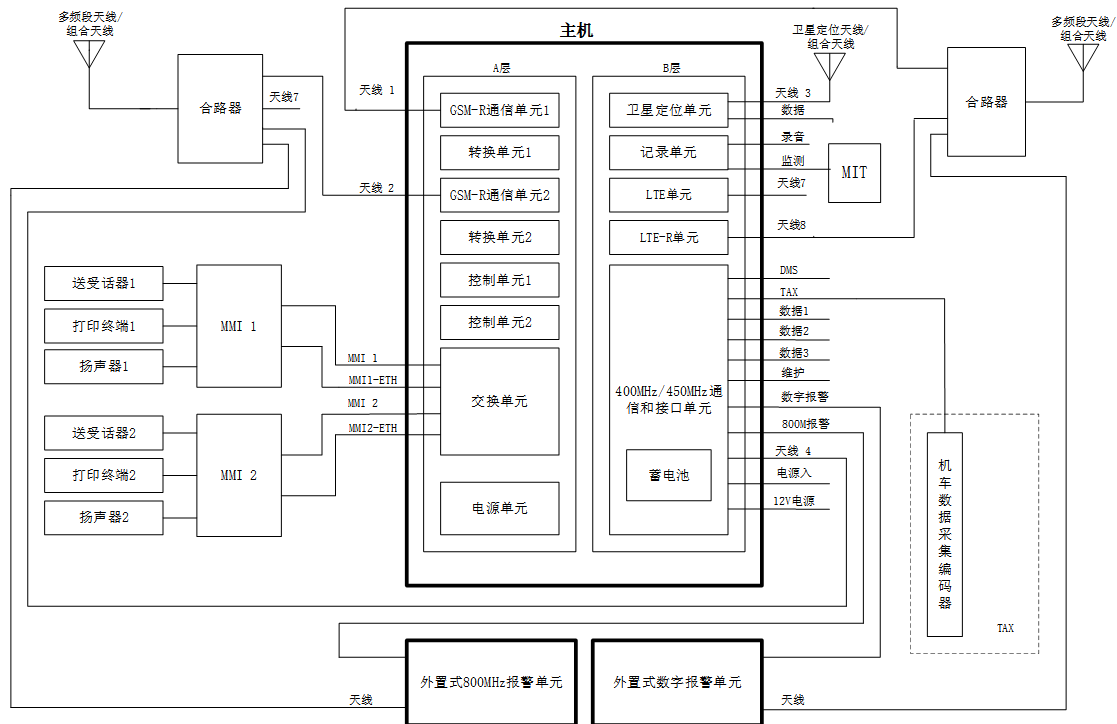


图 2 小型化 CME 构成示意图

表 2 小型化 CME 主机端口说明表

序号	端口名称	说明	连接对象
1	MMI1、MMI2	MMI 电源及 CAN 总线接口	MMI
2	MMI1-ETH、 MMI2-ETH	MMI 以太网接口	MMI
3	数据 1、数据 2	通用数据接口	预留
4	数据 3	高速数据接口	预留
5	TAX	TAX 信息输入接口	TAX 中的机车数据采集编码器
6	DMS	DMS 接口	DMS
7	维护	维护接口	维护设备
8	电源入	直流供电输入接口	机车直流电源
9	12V 电源	应急电源输入接口	应急电源
10	录音	话音录音的输出接口	TAX 录音单元
11	监测	监测信息接口	MIT/EOAS
12	数据	卫星定位单元数据输出接口	预留

序号	端口名称	说明	连接对象
13	天线 1	GSM-R 通信单元 1 天线接口	GSM-R 天线或多频段合路器
14	天线 2	GSM-R 通信单元 2 天线接口	GSM-R 天线或多频段合路器
15	天线 3	卫星定位单元天线接口	卫星定位天线
16	天线 4	400MHz/450MHz 通信和接口单元天线接口	400MHz、450MHz 天线或多频段合路器
17	天线 7	LTE 单元天线接口	LTE 天线或多频段合路器
18	天线 8	LTE-R 单元天线接口	LTE 天线或多频段合路器
19	800M 报警	800MHz 报警单元接口	外置式 800MHz 报警单元
20	数字报警	数字报警单元接口	外置式数字报警单元

6.2 主机

6.2.1 标准型 CME 主机

标准型CME主机由机箱和各功能单元组成。

机箱分A、B、C三层。A层安装A子架，A子架包括GSM-R通信单元（2套）、转换单元（2套）、控制单元（2套）、卫星定位单元、记录单元、LTE单元、LTE-R单元和交换单元；B层安装数字报警单元、800MHz报警单元和接口单元；C层安装400MHz/450MHz通信单元和电源单元，电源单元内置蓄电池。

主机内各单元装配位置见图3。

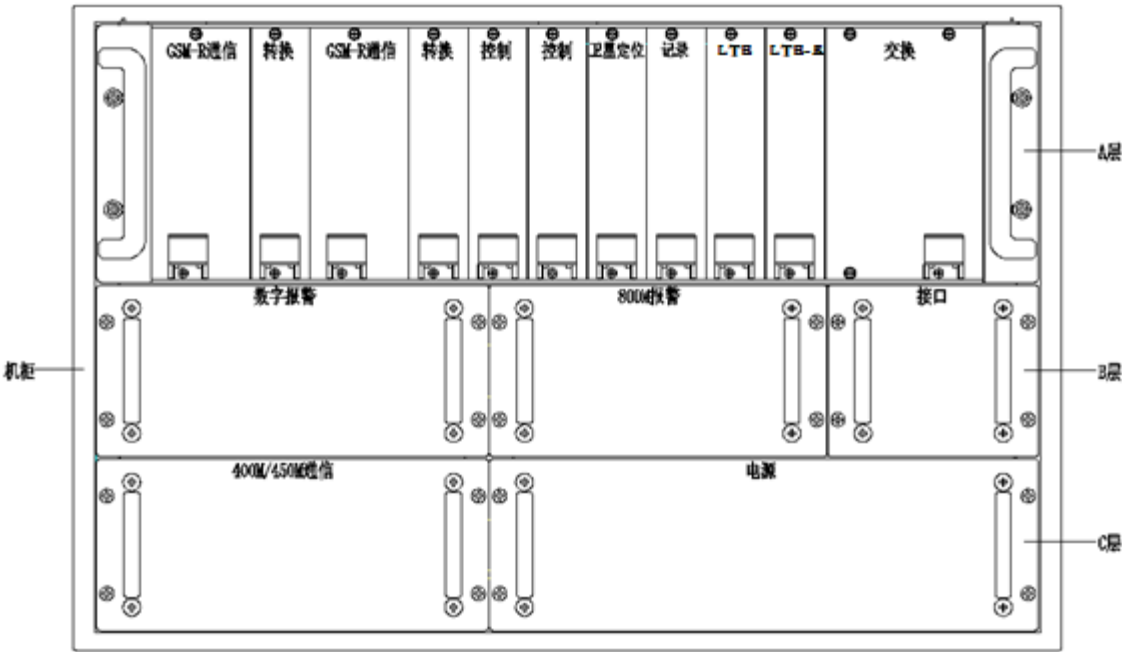


图 3 标准型 CME 主机各单元装配位置示意图

6.2.2 小型化 CME 主机

小型化CME主机由机箱和各功能单元组成。

机箱分为A、B两层。A层安装GSM-R通信单元（2套）、转换单元（2套）、控制单元（2套）、交换单元、电源单元（安装于A层后部）；B层安装卫星定位单元、记录单元、LTE单元、LTE-R单元、400MHz/450MHz通信和接口单元，400MHz/450MHz通信和接口单元内置蓄电池。

主机内各单元装配位置见图4。

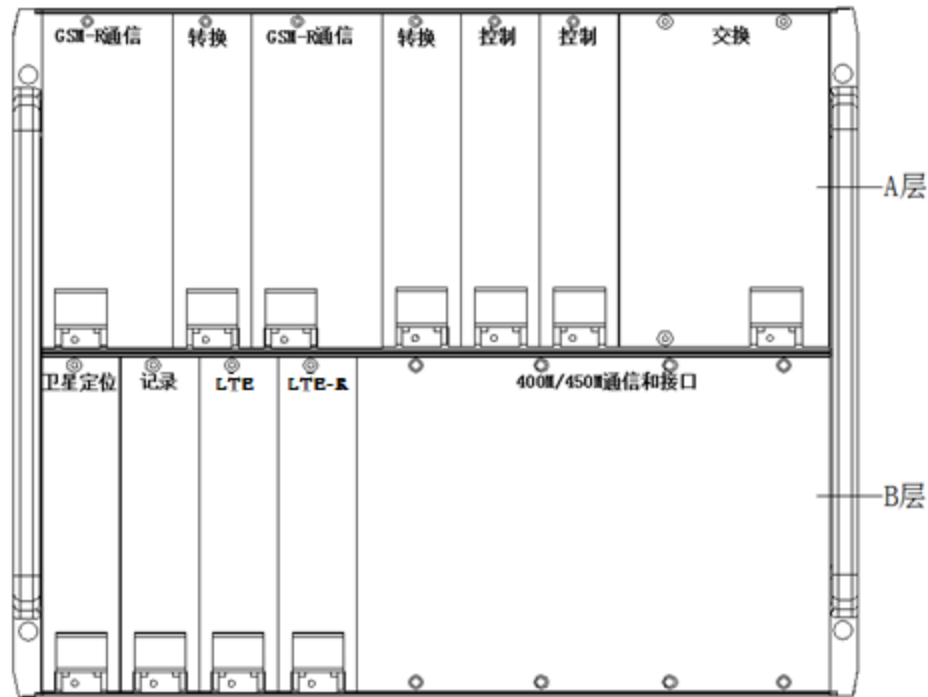


图 4 小型化 CME 主机各单元装配位置示意图

6.3 MMI

MMI分为横向式和竖立式两种，由显示屏、按键、外部接口、内置扬声器等组成。MMI端口说明见表3。

表 3 MMI 端口说明表

序号	端口名称	说明	连接对象
1	主机	主机接口	主机
2	送受话器	送受话器接口	送受话器
3	打印终端	打印终端接口	打印终端
4	扬声器	外接扬声器接口	外接扬声器
5	网络	以太网接口	主机

MMI主界面显示分基本信息显示区、列尾状态显示区、安全预警显示区、工作模式及运行线路显示区、调度通信状态显示区、功能按键显示区。各显示区位置分布见图5。

基本信息显示区
列尾状态显示区
安全预警显示区
工作模式及运行线路显示区
调度通信状态显示区
功能按键显示区

图 5 主界面各显示区位置分布示意图

基本信息显示区显示扬声器音量（挂机状态）或听筒音量（摘机状态）、车次号、机车号、GSM-R、LTE、LTE-R接收信号场强指示。在GSM-R、LTE、LTE-R工作模式下，基本信息显示区显示车次功能号和机车功能号的注册、注销状态；

列尾状态显示区显示列尾的连接状态、风压数值等信息；

安全预警显示区显示安全预警信息和卫星定位单元状态及时间；

工作模式及运行线路显示区显示工作方式、线路名称、运行区段、工作模式等信息；

调度通信状态显示区显示调度通信的呼出、呼入、通话等状态信息。

7 结构要求

7.1 一般要求

7.1.1 结构紧凑，构件坚固耐用。

7.1.2 文字标识应使用标准简体汉字。

7.1.3 操作方便，便于维修和测试，设置必要的维护接口。

7.1.4 设备主机、MMI 应散热良好，主机防尘防水等级应符合 GB/T 4208—2017 中第 5.2 节和第 6 节 IP40 的要求，MMI 防尘防水等级应符合 GB/T 4208—2017 中第 5.2 节和第 6 节 IP42 的要求。

7.1.5 主机各主要单元采用可独立插拔的模块化结构设计，便于维护。

7.1.6 各单元面板统一采用十字槽螺钉紧固。

7.2 主机

7.2.1 标准型 CME 主机

7.2.1.1 主机机箱结构要求

标准型CME主机机箱应符合下列要求：

- 主机机箱为一体式结构，外形尺寸不大于 540 mm × 340 mm × 384 mm（宽×高×深）；
- 机箱从上到下分设 A、B、C 三层，A 层高度为 3 U（1 U = 44.45 mm），B 层和 C 层高度为 2 U；
- 机箱内各层子架安装位置的两侧应设有导轨，便于安装；
- 机箱颜色为深灰色，应符合 GB/T 3181-2008 中附录 A 色标 B01 的要求；
- 机箱（包含减震器）通过中心对称的四个安装孔安装到机车，安装孔直径为 6.5 mm，孔距分别为 400 mm（左右方向）、240 mm（前后方向）。

7.2.1.2 A 子架结构要求

7.2.1.3 A 子架内各单元结构要求

A子架内各单元应符合下列要求：

- 各单元采用插板安装方式，单元间通过母板进行连接；
- 各单元电路板两侧安装壳体对电路部分进行保护；
- 各单元前面板文字颜色为黑色；
- 各单元前面板采用助拔设计，助拔器正面用于粘贴单元识别码，平面空间不小于 10 mm × 10 mm；
- 卫星定位单元面板设置天线接口、数据接口，面板布置示意图见图 6；
- 记录单元面板设置录音接口、监测接口，面板布置示意图见图 7；
- 交换单元面板设置两个 MMI 接口和两个 MMI 以太网接口，面板布置示意图见图 8。

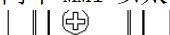


图 6 卫星定位单元面板布置示意图

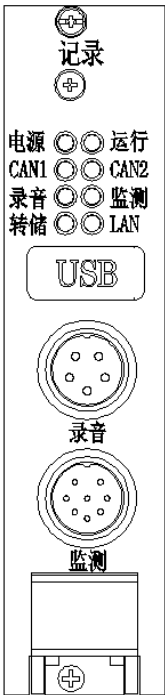


图 7 记录单元面板布置示意图

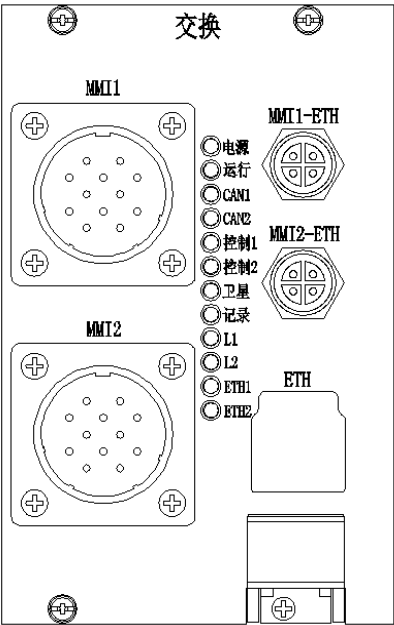


图 8 交换单元面板布置示意图

7.2.1.4 机箱 B 层、C 层内各单元结构要求

- 机箱B层、C层内各单元应符合下列要求：
- a) 各单元面板高度为 2 U，采用导轨方式插入到机箱中；
 - b) 接口单元面板设置 TAX 接口、DMS 接口、数据 1 接口、数据 2 接口、数据 3 接口和维护接口，面板布置示意图见图 9。

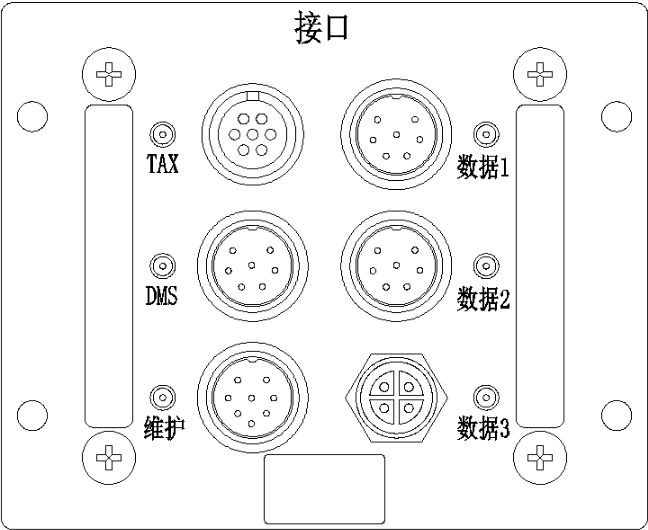


图 9 接口单元面板布置示意图

c) 800M 报警单元面板设置天线接口和维护接口，面板布置示意图见图 10。

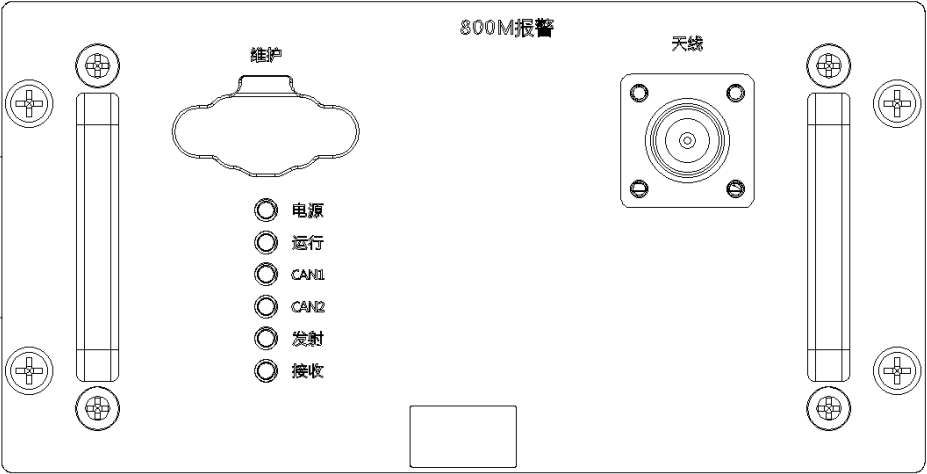


图 10 800M 报警单元面板布置示意图

d) 数字报警单元面板设置天线接口和维护接口，面板布置示意图见图 11。

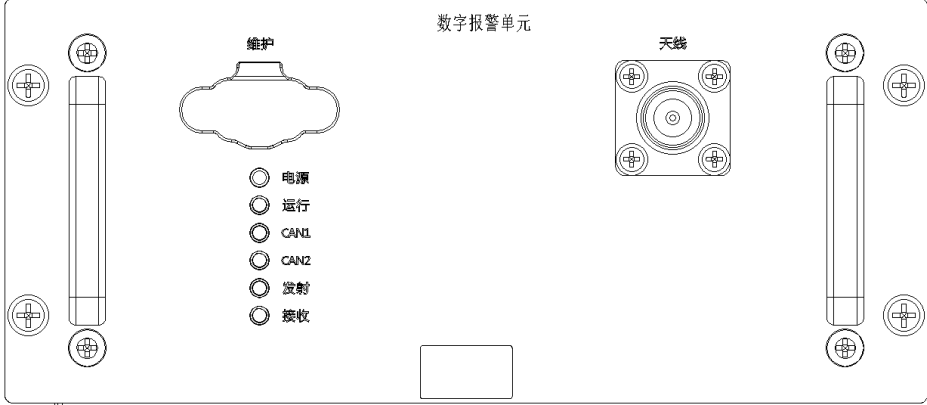


图 11 数字报警单元面板布置示意图

e) 400M/450M 通信单元面板设置天线接口和维护接口，面板布置示意图见图 12。

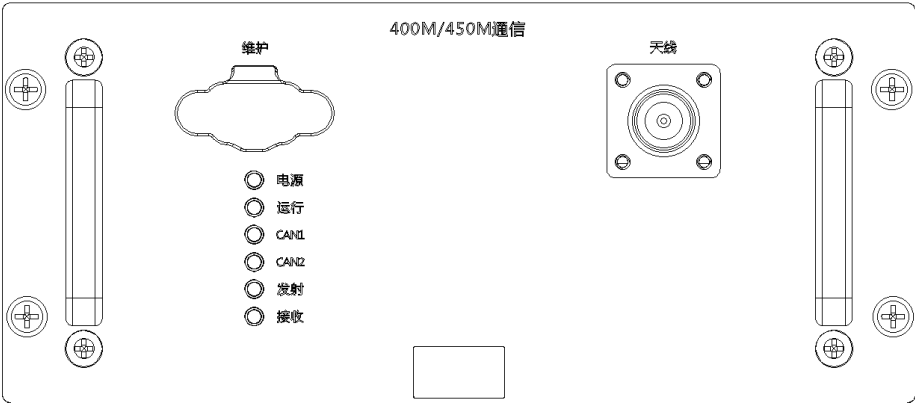


图 12 400M/450M 通信单元面板布置示意图

7.2.2 小型化 CME 主机

7.2.2.1 主机机箱的结构要求

小型化CME主机机箱应符合下列要求：

- a) 主机机箱为一体式结构，从上到下分设 A、B 两层，高度均为 3 U；
- b) 机箱外形尺寸不大于 332 mm × 272 mm × 355 mm（宽×高×深）；
- c) 机箱的颜色为深灰色，应符合 GB/T 3181-2008 中附录 A 色标 B01 的要求；
- d) 机箱（包含减震器）通过中心对称的四个安装孔安装到机车，安装孔直径为 6.5 mm，孔距分别为 250 mm（左右方向）、246 mm（前后方向）。

7.2.2.2 A 层内各单元结构要求

A层内各单元应符合下列要求：

- a) GSM-R 通信单元、转换单元、控制单元和交换单元与标准型 CME 完全一致；
- b) 电源单元安装在 A 层后部，后面板设有散热器。

7.2.2.3 B 层内各单元结构要求

B层内各单元应符合下列要求：

- a) 卫星定位单元、记录单元和 LTE 单元和 LTE-R 单元与 CME 标准型 CME 完全一致；
- b) 400MHz/450MHz 通信和接口单元面板布置示意图见图 13。

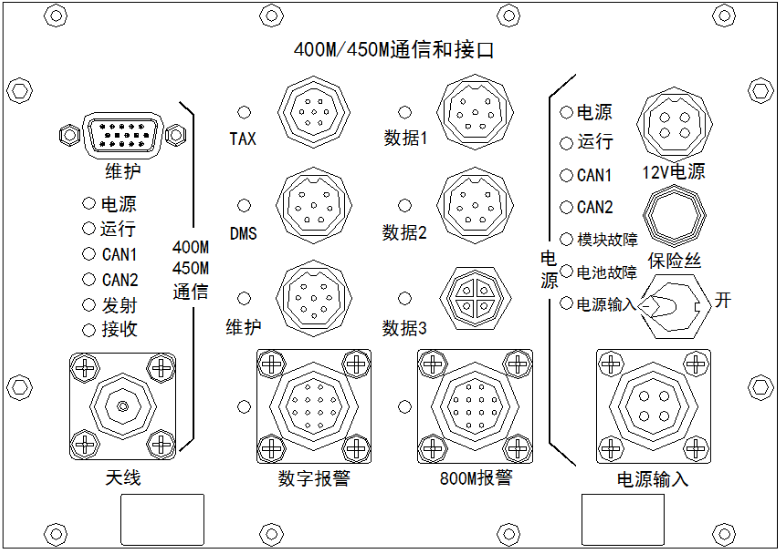


图 13 400MHz/450MHz 通信和接口单元面板布置示意图

7.3 MMI

MMI结构应符合下列要求:

- a) 外形及安装尺寸见图 14。

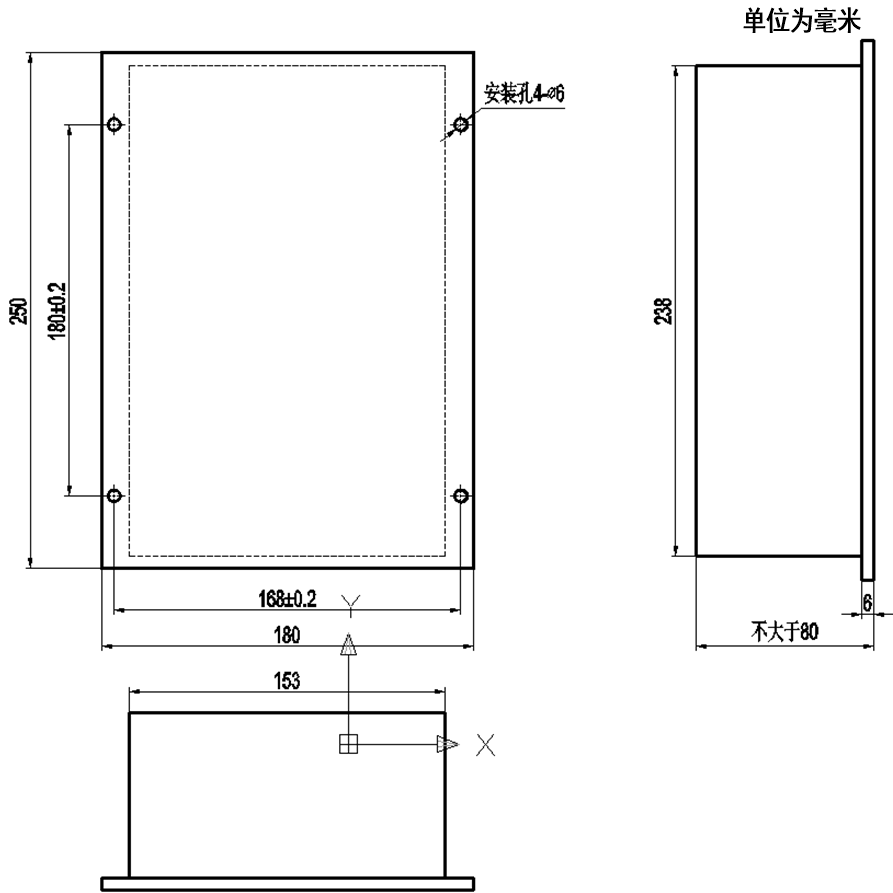


图 14 MMI 安装孔尺寸及外形尺寸

- b) MMI 外壳颜色为黑色，应符合 GB/T 3181-2008 中附录 A 色标 S505 的颜色要求；
- c) MMI 应能根据安装需要确定出线方向与主机、送受话器、扬声器、打印终端连接；
- d) 面板布置及按键分布见图 11，各按键功能及颜色定义见表 4；
- e) 应采用接触式按键，按键内部设有背景光源；
- f) “报警”、“紧急呼叫”和“列尾排风”三个按键应采用下沉式结构以防止误按，按键表面不高于周围面板。

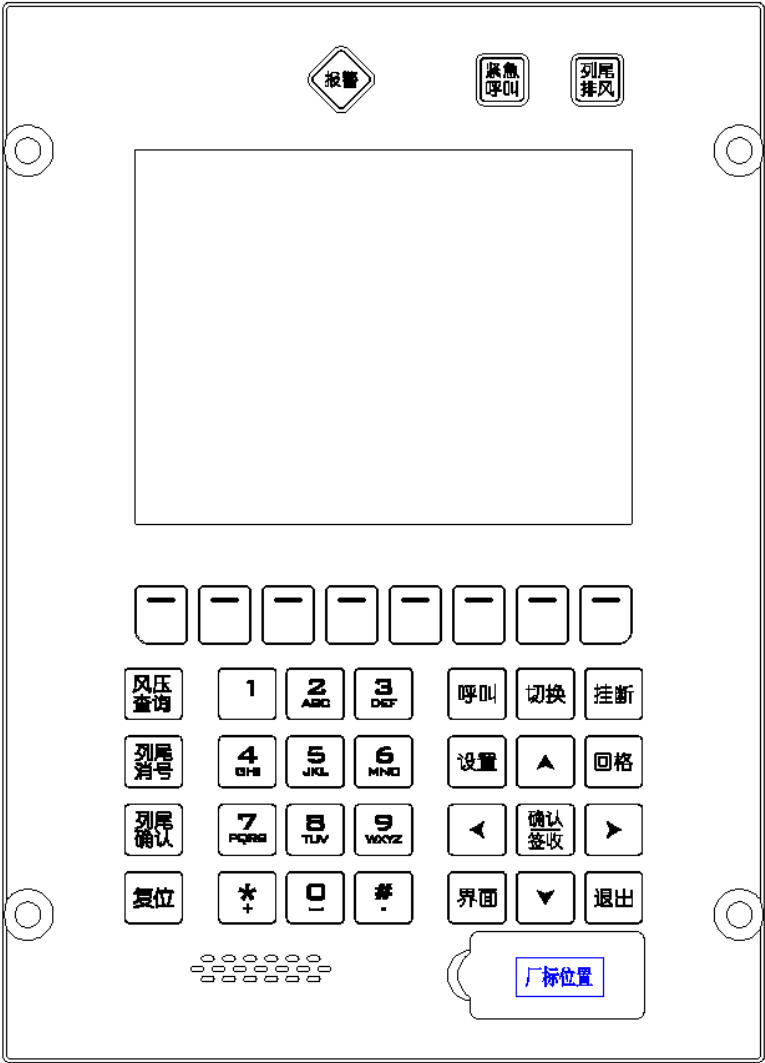


图 15 MMI 面板和按键分布示意图

表 4 MMI 按键功能及颜色定义表

序号	按键名称	功能	颜色
1	报警	发送列车防护报警信息	红底白字
2	紧急呼叫	发起铁路紧急呼叫	黄底白字
3	列尾排风	列尾排风	红底白字
4	复位	对整机进行重新启动	黑底红字

7.5 送受话器

送受话器底座外型尺寸不大于 72mm×60mm（长×宽）。送受话器采用底部螺钉固定安装方式，安装孔为三孔，孔径Φ5mm，见图 17。

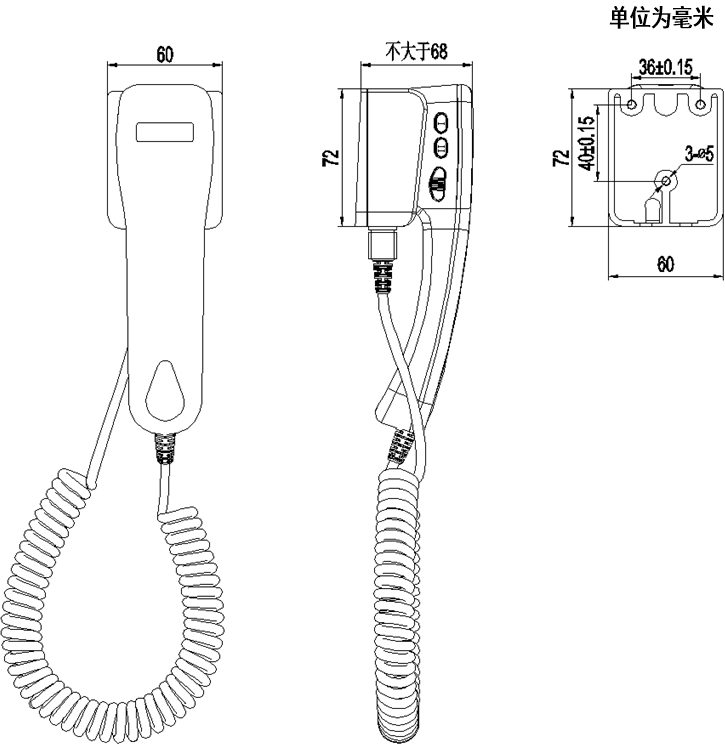


图 17 送受话器外形尺寸图

8 功能要求

8.1 整机功能

- 8.1.1 支持 GSM-R 调度通信功能，符合 TB/T 3379 要求。支持增强型位置寻址功能，符合 TB/T 3362 的要求。
- 8.1.2 支持 450MHz 和 GSM-R 调度命令信息无线传送功能，符合 TB/T 3231-2010 要求。
- 8.1.3 支持 450MHz 和 GSM-R 列车无线车次号校核信息传送功能。
- 8.1.4 支持 866MHz 列车防护报警功能。
- 8.1.5 支持 821MHz 列车接近预警功能。
- 8.1.6 支持 866MHz 客车列尾信息传送功能。
- 8.1.7 具有车次号人工输入、确认功能。
- 8.1.8 具有工作模式自动、手动转换功能。
- 8.1.9 具有自动工作方式下语音提示选择运行线路功能。
- 8.1.10 具有主、副 MMI 之间通话功能。
- 8.1.11 具有话音、业务数据、状态信息和按键操作记录及输出功能。
- 8.1.12 具有自动、手动方式的时钟校准功能。
- 8.1.13 具有输出卫星定位原始信息、公用位置信息的功能。
- 8.1.14 具有与 CIR 出入库检测设备配合完成出入库检测功能。
- 8.1.15 具有外部电源、电池单元检测和电池低电压告警、电池过放保护功能。
- 8.1.16 支持 450MHz 同频单工、异频单工调度通信功能。
- 8.1.17 支持 400MHz 数字对讲功能。
- 8.1.18 支持 LTE 公网调度通信功能。
- 8.1.19 支持 LTE-R 专网调度通信功能。
- 8.1.20 支持 400MHz 数字列车防护报警和接近预警功能；操作显示终端各部按键具有背景光源，在通话、调度命令显示、任一按键（除复位键以外）操作等场景下，背景光源应自动打开并保持一定时间。
- 8.1.21 具有通信总线主备冗余功能，单条总线故障的情况下可保持设备功能正常。
- 8.1.22 具有控制单元主备冗余功能，单个控制单元故障的情况下可保持设备功能正常。
- 8.1.23 具有 GSM-R 通信冗余功能，正常情况下 GSM-R 通信单元 1 作为 GSM-R 话音单元，承载语音业务，GSM-R 通信单元 2 作为 GSM-R 数据单元，承载数据业务。一个 GSM-R 通信单元发生故障的情况下，另一个 GSM-R 通信单元分时承载语音和数据业务，语音业务优先（无语音业务时承载数据业务，有语音业务时暂停数据业务）。
- 8.1.24 具有电源冗余功能，电源单元中单个电源模块故障的情况下可保持设备功能正常。
- 8.1.25 具有 GPRS 活动性检测功能。
- 8.1.26 具有主要功能单元（控制单元、MMI、GSM-R 通信单元、LTE 通信单元、LTE-R 通信单元、400MHz/450MH 通信单元、400MHz 报警单元、800MHz 报警单元、电源单元）温度监测、运用状态实时监测功能。

- 8.1.27 具有故障自诊断功能，故障应能定位到单元，故障信息可通过指示灯或通过 MMI 显示。
- 8.1.28 具有主要功能单元故障告警、状态提示和告警记录功能，支持告警信息远传送。
- 8.1.29 具有通过“监测”接口输出运用状态信息和故障告警信息的功能。
- 8.1.30 支持自动检测，可通过无线通信设备综合测试台完成 400MHz/450MHz 通信单元、GSM-R 通信单元、800MHz 报警单元、数字报警单元、LTE 公网、LTE-R 专网电性能指标自动检测。
- 8.1.31 具有整机人工复位功能，长按“复位”键超过 3 秒后各单元通过重新上电的方式重启，复位重启后保持原车次功能号、机车功能号注册状态。
- 8.1.32 支持使用专用 U 盘通过控制单元、MMI 升级各单元软件、数据的功能。
- 8.2 单元功能
 - 8.2.1 控制单元具有对其他单元进行控制的功能。
 - 8.2.2 GSM-R 通信单元支持 GSM-R 调度通信功能和 GPRS 方式数据收发功能。
 - 8.2.3 转换单元具有将 GSM-R 通信单元接入 CAN 总线和对语音进行数字编解码的功能。
 - 8.2.4 卫星定位单元具有接收卫星定位信号并查询内置线路数据库，提供位置、时间、呼叫对象等信息的功能,同时支持北斗定位系统。
 - 8.2.5 记录单元具有对话音、业务数据、状态信息、按键操作、故障信息等进行记录的功能，各企业生产的设备记录格式统一，智能化统计分析软件通用，具有输出调度通信、操作和状态等信息的功能。
 - 8.2.6 交换单元支持相应单元的以太网接入和数据交换。
 - 8.2.7 400MHz/450MHz 通信单元支持 450MHz 调度通信及数据传输功能和 400MHz 数字对讲功能。
 - 8.2.8 800MHz 报警单元支持列车防护报警、接近预警和客车列尾信息传输功能。
 - 8.2.9 数字报警单元支持数字列车防护报警、接近预警信息传送功能。
 - 8.2.10 LTE 公网单元支持接入 LTE 公网，实现调度通信和数据传输功能。
 - 8.2.11 LTE-R 专网单元支持接入 LTE 专网，实现调度通信和数据传输功能。
 - 8.2.12 接口单元具有提供通信接口供外部设备使用的功能。
 - 8.2.13 电源单元具有向整机各单元供电的功能，具有输入电压、输出电流、温度监测功能。
 - 8.2.14 蓄电池具有在外界直流供电切断后提供备用电源进行网络注销的功能。
 - 8.2.15 MMI、送受话器、扬声器和打印终端支持操作、显示、通话、打印等功能。
 - 8.2.16 编码器具有向其他单元转发列车运行数据的功能。

9 性能要求

9.1 电源及功耗要求

9.1.1 电源

电源应符合下列要求：

- a) 电源单元可适应不同类型电源（蓄电池）直流供电条件，标称电压（Un）为 24 V、48 V、72 V、96 V 和 110 V，可通过选择不同规格的电源单元适应机车电源供电条件；
- b) 电源单元适应的供电电压变化符合 GB/T 25119-2010 中 5.1.1.1 的要求。

9.1.2 功耗

正常工作时整机总功耗不大于300W，开机最大瞬间功耗不大于3000W。

9.1.3 蓄电池

蓄电池应符合下列要求：

- a) 电池单元标称电压为直流 12V。
- b) 外部电源断开后检测电池电压低于 11V，应提示电池故障。
- c) 电池容量不低于 3.3AH。

9.2 启动时间

整机启动时间不大于30 s。

9.3 自检时间

整机自检时间不大于10 s。

9.4 切换时间

切换时间应符合下列要求：

- a) 通信总线主备切换时间不大于 10 s；
- b) 控制单元主备切换时间不大于 10 s；
- c) 网络正常情况下，GSM-R、LTE、LTE-R 通信单元功能降级切换时间不大于 2 min；
- d) 正常情况下 400MHz/450MHz、GSM-R、LTE、LTE-R 各工作模式切换时间不大于 10s；
- e) 电源单元中的电源模块应一直处于供电状态，主备切换无时间开销。

9.5 时钟误差

时钟误差应符合下列要求：

- a) 卫星定位信息有效时，控制单元、MMI、记录单元等有时钟的单元应以卫星定位单元输出的时间为基准保持同步，每次开机后卫星定位信息有效时进行时间同步；
- b) 卫星定位信息无效时，备用控制单元、MMI 等有时钟的单元（不包括记录单元）应以主用控制单元时间为基准保持同步，自守时精度误差不大于 0.6 s/天。

9.6 卫星定位单元

卫星定位单元应符合下列要求：

- a) 接收信道数：不少于 12 个。
- b) 接收灵敏度：不大于-158dBm。
- c) 水平定位精度：不大于 10m（95%）。
- d) 初次定位时间（90%）：
热启动（有天历、位置、日期、时间和星历存储信息时）：小于 5s；
温启动（有天历、位置、日期和时间存储信息时）：小于 40s；
冷启动（无存储信息时）：小于 60s。
- e) 重新捕获卫星时间：不大于 2s。
- f) 卫星定位公用位置信息输出间隔：不大于 2s。
- g) 卫星定位原始信息输出间隔：不大于 2s。
- h) 线路数据存储容量不少于 10000 条；
- i) 通过 U 盘更新 1000 条线路数据耗时不大于 2 min。

9.7 记录单元

记录单元应符合下列要求：

- a) 记录单元存储容量不低于 8 GB，正常工作条件下应至少满足 14×24 小时记录时间；

- b) 记录的内容应完整可靠，不能被修改、删除；
- c) 导出 1 GB 记录数据耗时不大于 10 min。

9.8 GSM-R 通信单元

符合TB/T 3370.1-2018中有关IV类模块的规定。

9.9 LTE 单元

LTE单元应符合下列要求。

- a) 工作频段：FDD LTE：Band 1，Band 3，Band 8 及分集的所有频段，TDD LTE：Band 38，Band 39，Band 40，Band 41 及分集的所有频段；
- b) 峰值速率（DL/UL）：LTE FDD：UL 50 Mbit/s；DL 150 Mbit/s @20M BW cat4； TDD LTE：UL 10 Mbit/s；DL 112 Mbit/s @20M BW cat4（采用配置方式 2，上下行配比为 1:3）；
- c) 最大发射功率：典型值 23dBm(+2/-2)；
- d) 接收灵敏度：10MHz 带宽接收灵敏度≤-94dBm。

9.10 LTE-R 单元

LTE-R单元应符合下列要求

- a) 工作频段：1785MHz~1805MHz；
- b) 峰值速率（DL/UL）：68/17Mbps@20MHz；
- c) 最大发射功率：25dBm+2dBm；
- d) 接收灵敏度：10MHz 带宽接收灵敏度≤-97dBm。

9.11 400MHz/450MHz 通信单元

9.11.1 模拟电性能指标

模拟电性能指标要求如下：

- a) 模拟发射机电性能指标符合 GB/T 28792-2012 中 7.1、7.2 有关机车电台的要求（不包括“载波额定功率（双工）”项）；
- b) 模拟接收机电性能指标符合 GB/T 28792-2012 中 7.3 有关机车电台的要求（不包括“双工灵敏度”项）；
- c) 模拟发射机、模拟接收机电性能指标允许下降限值符合 GB/T 28792-2012 中 7.4 的要求；
- d) 呼叫信号符合 GB/T 28792-2012 中 7.5.3 的要求。

9.11.2 数字电性能指标

数字电性能指标符合GB/T 32659-2016中4.2规定的相关要求，具体见表5和表6。

表 5 数字发射机电性能指标

序号	项目		指标要求
1	载波频率误差	正常条件	$\leq 1.5 \times 10^{-6}$
		极限条件	$\leq 3 \times 10^{-6}$
2	载波输出功率		5W、10W
3	功率变化容限	正常条件	-1.5dB~1.5dB
		极限条件	-3dB~2dB
4	4FSK调制频偏误差		$\leq 10\%$

5	4FSK发射误码率	$\leq 1 \times 10^{-4}$	
6	调制邻道功率	$\leq -60\text{dB}$	
7	瞬态切换邻道功率	$\leq -50\text{dB}$	
8	关时隙功率	$\leq -57\text{dBm}$	
9	发射机杂散发射	$9\text{kHz} \leq f < 1\text{GHz}$	$\leq -36\text{dBm}$
		$1\text{GHz} \leq f \leq 12.75\text{GHz}$	$\leq -30\text{dBm}$
注：“极限条件”指高温、低温、交变湿热条件。			

表 6 数字接收机电性能指标

序号	项目		指标要求
1	灵敏度	正常条件	$\leq -117\text{dBm}$ （误码率为5%时）
		极限条件	$\leq -111\text{dBm}$ （误码率为5%时）
2	高电平信号输入状态下接收机的误码率		$\leq 1 \times 10^{-4}$
3	互调响应抗扰性		$\geq 65\text{dB}$
4	阻塞		$\geq 84\text{dB}$
5	杂散响应抗扰性		$\geq 70\text{dB}$
6	共信道抑制		$\geq -12\text{dB}$
7	邻道选择性		$\geq 60\text{dB}$
注：“极限条件”指高温、低温、交变湿热条件。			

9.12 数字报警单元

电性能指标要求见表5和表6。

9.13 800MHz 报警单元

发射机电性能见表7。

表 7 LBJ 发射机电性能

序号	项目	指标要求	
		866MHz信道	821MHz信道
1	载波频率误差	$\leq 5 \times 10^{-6}$	
2	载波功率 ^a (W)	3~10可调	
3	杂散射频分量 (μW)	≤ 5	
4	邻道功率（比值） (dB)	≥ 65	
5	调制限制 (kHz)	≤ 5	

6	调制频偏 (kHz)	3~3.5(1.2kHz调制信号)	4.2~4.8
7	音频失真	≤5%	
8	剩余调频 (dB)	≤-40	
9	剩余调幅	≤3%	
10	发射机启动时间 (ms)	≤100	
11	调制信号频率准确度	±0.5%	
* 最高最低极限电压时，载频输出功率恶化值不超过 3dB。高低温、恒定湿热中间测量时，载频输出功率允许比常温下降 3dB。			

接收机电性能见表 8。

表 8 接收机电性能

序号	项目	指标要求
1	参考灵敏度 ^a (μV)	≤0.6 (12dB SINAD)
2	音频失真	≤5
3	可用频带宽度 (Hz)	大于或等于载波频率容差允许的变化值的 2 倍
4	调制接收宽度 (kHz)	≥2×5
5	信号对剩余输出功率比 (dB)	≤-40
6	共信道抑制 (dB)	≥-8
7	阻塞 (dB)	≥90
8	邻道选择性 (dB)	≥65
9	杂散响应抗扰性 (dB)	≥70
10	互调抗扰性 (dB)	≥65
11	接收限幅特性	变化不超过3dB (6~100dBμV变化时)
* 最高最低极限电压时，接收机参考灵敏度恶化不超过 6dB。高低温、恒定湿热中间测量时，接收机参考灵敏度比常温恶化不超过 6dB。		

9.14 MMI

9.14.1 MMI 采用 TFT 液晶显示器 (LCD)，性能指标应符合下列要求。

9.14.1.1 屏幕尺寸：5.7 英寸。

9.14.1.2 分辨率：不小于 320x240，RGB。

9.14.1.3 色彩数：不低于 218。

9.14.1.4 对比度：不低于 350:1。

9.14.1.5 亮度：不低于 350cd/m²。

9.14.1.6 水平视角：不小于 130°。

9.14.1.7 垂直视角：不小于 105°。

9.14.2 应支持 TTL 电平输入信号检测和控制信号输出，端口数量应符合 MMI 按键检测、音频开关控制、LCD 控制等的需要。

9.14.3 应能对 LCD 背光进行亮度控制，控制级别 6 级。亮度设置为最低级别时，LCD 仍应具备可视性。

9.14.4 应能对扬声器音量进行控制，控制级别 6 级。音量设置为最低级别时，不应完全关闭扬声器。

9.14.5 应能对送受话器耳机音量进行控制，控制级别 6 级。音量设置为最低级别时，不应完全关闭耳机。

9.14.6 送受话器接口音频输出信号要求：听筒音量设置为 3 级时，输出电平(有效值)245 mV(196 mV～294 mV)，输出阻抗不大于 200 Ω；

9.14.7 送受话器接口音频输入信号要求：电平(有效值)245 mV (196 mV～294 mV)，输入阻抗不小于 5 kΩ；

9.14.8 扬声器接口音频输出信号要求：扬声器音量设置为 6 级时，在负载阻抗为 8 Ω条件下输出功率不小于 5 W。

9.15 打印终端

a) 打印时最大功耗：小于 10W。

b) 打印速度：不低于 0.7 行/s。

c) 打印字符：不少于 12 个汉字/行。

9.16 送受话器

音频输入、输出信号幅度和阻抗满足 9.14.6 和 9.14.7 MMI 送受话器接口的要求。

9.17 扬声器

a) 额定功率：不小于 5W。

b) 阻抗：8Ω。

9.18 监测接口

音频输出为平衡信号，电平(有效值)245 mV (196 mV～294 mV)，阻抗 600 Ω。

9.19 录音接口

音频输出为非平衡信号，电平(有效值)245 mV (196 mV～294 mV)，阻抗 600 Ω。

9.20 天馈系统

- 天馈系统符合下列要求：
- a) 各型通信天线端口应能实现对应涵盖频带内的射频信号收发，卫星定位天线端口应能实现卫星定位信号的接收；
 - b) 馈线最小弯曲半径不应大于 5 倍馈线外径；
 - c) 各部天馈线总增益应符合-2 dB ~ +2 dB；
 - d) 除卫星定位天线外，各部天馈线电压驻波比不大于 1.5。

9.21 主机到 MMI 的以太网电缆

采用带屏蔽层的双绞线，符合YD/T 1019-2013中对5e或5e类以上电缆的要求，电缆护套采用低烟无卤阻燃材质。

9.22 RAMS 要求

- 整机可靠性、可用性、可维修性、安全性应符合下列要求：
- a) 操作系统按实际需求进行剪裁，关闭非必要的系统服务和网络通信端口；
 - b) 机内关键数据应冗余存储，并具有防止损坏的防护措施；
 - c) 列尾排风、报警等重要操作，应具有防止误动作保护机制；
 - d) 设备外部应设置必要的维护接口，可在不打开机壳的情况下进行电性能指标测试；
 - e) 设备主机的平均无故障时间不应小于 3×10^4 h；
 - f) MMI 显示屏使用寿命 5×10^4 h (25℃) ；
 - g) MMI 各部按键使用寿命不少于 3×10^5 次；
 - h) 蓄电池使用寿命不应低于 2 年；
 - i) 送受话器按键寿命不少于 3×10^5 次。手柄根部连接电缆应有防止磨损折断措施，折弯次数不小于 1×10^5 次 (0.4kgf, 105°) ；
 - j) 控制电缆和馈线使用寿命不应低于 10 年；
 - k) 正常使用条件下，天线寿命不低于 6 年；

10 接口要求

10.1 主机接口

10.1.1 主机电源接口

DC24V输入时，接插件采用4芯插座，型号为Q18J4A，引脚定义见表9；其他电压输入时，接插件采用2芯插座，型号为AL16-J2Z，引脚定义见表10。

表 9 主机电源接口定义（DC24V）

引脚号	定义	说明
1	电源输入+	
2	电源输入+	
3	电源输入-	
4	电源输入-	

表 10 主机电源接口定义（其他输入电压）

引脚号	定义	说明
1	电源输入+	
2	电源输入-	

10.1.2 主机 12V 电源接口

接插件采用4芯插座，型号为AL16-J4Z，引脚定义见表11。

表 11 主机 12V 电源接口定义

引脚号	定义	说明
1	VIN+	DC12V 应急电源输入+
2	VIN+	
3	VIN-	DC12V 应急电源输入-
4	VIN-	

10.1.3 主机 MMI 接口（MMI1、MMI2）

接插件采用12芯插座，型号为YP28TK22UQ，引脚定义见表12。

表 12 主机 MMI 接口定义

引脚号	定义	说明
1	VCC	主机至 MMI 的+12V 电源输出
2	CAN1-H	CAN 总线 1
3	CAN1-L	
4	CAN2-H	CAN 总线 2
5	CAN2-L	
6	CAN1-GND	CAN 总线 1 信号地
7	CAN2-GND	CAN 总线 2 信号地
8	ADDR	地址信号（主机 MMI1 接口输出低电平，MMI2 接口输出高阻）
9	MMI-DET	MMI 检测（连接 MMI 时主机检测到低电平，未接 MMI 时为高阻）
10	预留	
11	复位	复位信号(低电平有效，无效时为高阻)
12	GND	地

10.1.4 主机 MMI 以太网接口（MMI1-ETH、MMI2-ETH）

接插件采用4芯插座，规格为M12 female D coding, 引脚定义见表13。

表 13 主机 MMI 以太网接口定义

引脚号	定义	说明
1	TD+	用于连接到 MMI，100Base-TX 快速以太网，支持 MDI/MDI-X 自适应。
2	RD+	
3	TD-	
4	RD-	

10.1.5 主机 TAX 接口

接插件采用7芯插座，型号为YS2JJ7M，引脚定义见表14。

表 14 TAX 接口定义

引脚号	定义	说明
1	空	
2	DATA IN+	主机数据接收+（RS422）
3	DATA IN-	主机数据接收-（RS422）
4	DATA OUT+	主机数据发送+（RS422）
5	DATA OUT-	主机数据发送-（RS422）
6	空	
7	GND	地

10.1.6 主机 DMS 接口

接插件采用7芯插座，型号为AL16-J7Z，引脚定义见表15。

表 15 DMS 接口定义

引脚号	定义	说明
1	空	
2	DATA IN+	主机数据接收+（RS422）
3	DATA IN-	主机数据接收-（RS422）
4	DATA OUT+	主机数据发送+（RS422）
5	DATA OUT-	主机数据发送-（RS422）
6	空	
7	GND	地

10.1.7 主机通用数据接口

数据通信采用RS422串行接口，双工通信方式。

接插件采用7芯针型插座，型号为AL16-J7Z，引脚定义见表16。

表 16 主机接口单元数据应用接口定义

引脚号	定义	说明
1	预留	—
2	DATA IN+	主机数据接收+
3	DATA IN-	主机数据接收-
4	DATA OUT+	主机数据发送+
5	DATA OUT-	主机数据发送-
6	复位	复位信号，低电平复位
7	GND	信号地

10.1.8 主机高速数据接口（数据 3）

接插件采用4芯插座，规格为M12 female D coding, 引脚定义见表17。

表 17 数据 3 接口定义

引脚号	定义	说明
1	TD+	用于连接到外部设备，100Base-TX快速以太网，支持MDI/MDI-X自适应，支持POE，符合IEEE Std 802.3at-2009的要求。
2	RD+	
3	TD-	
4	RD-	

10.1.9 主机维护接口

接插件采用8芯插座，型号为AL16-J8Z，引脚定义见表18。

表 18 主机维护接口定义

引脚号	定义	说明
1	VCC	12V 电源输出，内部具有限流保护措施，最大电流 1A。
2	CAN1-H	CAN 总线 1
3	CAN1-L	
4	CAN1-GND	
5	CAN2-H	CAN 总线 2
6	CAN2-L	
7	CAN2-GND	
8	GND	电源地

10.1.10 卫星定位单元数据接口

接插件采用7芯插座，型号为AL16-J7Z，引脚定义见表19。

表 19 卫星定位单元数据接口定义

引脚号	定义	说明
1	空	
2	RXD+	卫星定位单元数据接收+（RS422）
3	RXD-	卫星定位单元数据接收-（RS422）
4	TXD+	卫星定位单元数据发送+（RS422）
5	TXD-	卫星定位单元数据发送-（RS422）
6	空	
7	GND	地

10.1.11 录音输出接口

采用5芯圆形接插件，型号AL16，引脚定义见表20。

表 20 录音输出接口定义

引脚号	定义	说明
1	控制电平	ON时小于0.3V，OFF时为高阻
2	空	—
3	GND	地
4	音频输出电平	标准测试条件下为-10±2dBm，阻抗600Ω
5	空	—

10.1.12 记录单元监测接口

记录转接单元监测接口采用 RS422 串行接口，双工通信方式。

记录转接单元监测接口采用电气隔离，EOAS 车载设备发生故障时不应影响 CIR 的正常工作。

接插件采用 8 芯插座，型号为 AL16-J8Z，引脚定义见表 21。

表 21 记录转接单元监测接口定义

引脚号	定义	说明
1	录音控制电平	录音控制输出，低电平有效
2	AF+	音频输出，阻抗600Ω
3	AF-	
4	DATA IN+	记录转接单元数据接收+

5	DATA IN-	记录转接单元数据接收-
6	DATA OUT+	记录转接单元数据发送+
7	DATA OUT-	记录转接单元数据发送-
8	EOAS-GND	地（EOAS）

10.1.13 小型化 CME 主机数字报警接口

采用12芯插座，型号为Q18K12AJ，引脚定义见表22。

表 22 小型化 CME 数字报警接口定义

引脚号	定义	说明
1	VCC	小型化 CME 主机至外置式数字报警单元+12V 电源
2	VCC	
3	CAN1-H	CAN 总线 1
4	CAN1-L	
5	CAN2-H	CAN 总线 2
6	CAN2-L	
7	CAN1-GND	CAN 总线 1 信号地
8	CAN2-GND	CAN 总线 2 信号地
9	4A-DET	插入检测信号（低电平有效）
10	4A-RST	复位信号（低电平有效）
11	GND	地
12	GND	

10.1.14 小型化 CME 主机 800M 报警接口

采用12芯插座，型号为Q18K12AJ，引脚定义见表23。

表 23 小型化 CME 800M 报警接口定义

引脚号	定义	说明
1	VCC	小型化 CME 主机至外置式 800MHz 报警单元+12V 电源
2	VCC	
3	CAN1-H	CAN 总线 1
4	CAN1-L	
5	CAN2-H	CAN 总线 2

引脚号	定义	说明
6	CAN2-L	
7	CAN1-GND	CAN 总线 1 信号地
8	CAN2-GND	CAN 总线 2 信号地
9	8A-DET	插入检测输入（低电平有效）
10	8A-RST	复位信号输出（低电平有效）
11	GND	地
12	GND	

10.1.15 主机各单元 USB 接口

主机控制单元、卫星定位单元和记录单元前面板的USB接口均为Host接口，支持USB2.0，采用A型USB插座。

10.1.16 天馈线接口

- 各天馈线接口应符合下列要求：
- a) GSM-R 通信单元天线接口：TNC 型孔座，阻抗：50Ω；
 - b) LTE/LTE-R 通信单元天线接口：TNC 型孔座，阻抗：50Ω；
 - c) 卫星定位单元天线接口：TNC 型孔座，阻抗：50Ω；
 - d) 400MHz/450MHz 通信单元天线接口：N 型孔座，阻抗：50Ω；
 - e) 800MHz 报警单元天线接口：N 型孔座，阻抗：50Ω；
 - f) 数字报警单元天线接口：N 型孔座，阻抗：50Ω；
 - g) 合路器采用的插座均为 N 型孔座，阻抗 50Ω；
 - h) 天线采用的插座均为 N 型孔座，阻抗 50Ω。

10.2 MMI 接口

10.2.1 MMI 主机接口

接插件类型、引脚定义与11.1.3“主机MMI接口”相同。

10.2.2 MMI 送受话器接口

接插件采用8芯插座，型号为AL16-J8Z，引脚定义见表24。

表 24 MMI 与送受话器接口定义

引脚号	定义	说明
1	VCC	MMI 至送受话器的+12V 电源输出
2	MIC	送受话器至 MMI 的音频信号
3	PTT	送话按钮(低电平表示 PTT 按下，高阻表示 PTT 抬起)
4	HANGLE	挂机信号(低电平表示挂机，高阻表示摘机)

引脚号	定义	说明
5	GND	地
6	SP	MMI 至送受话器的音频信号
7	RS485+	送受话器与 MMI 之间的通信接口（RS485）
8	RS485-	

10.2.3 MMI 打印终端接口

数据通信采用RS422串行接口，双工通信方式。
接插件采用7芯插座，型号为AL16-J7Z，引脚定义见表25。

表 25 MMI 与打印终端接口定义

引脚号	定义	说明
1	VCC	电源+12V
2	空	—
3	DATA A+	数据线A+(MMI至打印终端)
4	DATA A-	数据线A-(MMI至打印终端)
5	DATA B+	数据线B+(打印终端至MMI)
6	DATA B-	数据线 B-(打印终端至 MMI)
7	GND	电源地

10.2.4 MMI 扬声器接口

接插件采用3芯插座，型号为AL16-J3Z，引脚定义见表26。

表 26 MMI 与扬声器接口定义

引脚号	定义	说明
1	SP+	音频+
2	SP-	音频-
3	GND	地

10.2.5 MMI 网络接口

接插件采用4芯插座，规格为M12 female D coding, 引脚定义见表27。

表 27 MMI 以太网接口定义

引脚号	定义	说明
-----	----	----

引脚号	定义	说明
1	TD+	用于连接到主机，100Base-TX 快速以太网，支持 MDI/MDI-X 自适应。
2	RD+	
3	TD-	
4	RD-	

10.2.6 MMI USB 接口

MMI前面板USB接口为Host接口，可支持USB2.0。

10.3 送受话器接口

送受话器与安装底座之间的接口采用8芯接插件，插座型号为AL16-J8Z，引脚定义与“MMI送受话器接口”相同。

10.4 打印终端接口

接插件类型、引脚定义与11.2.3“MMI打印终端接口”相同。

11 安全与应急

11.1 网络覆盖

11.1.1 LTE 网络覆盖参考信号接收功率： $RSRP \geq -95\text{dBm}$

11.1.2 信号干扰噪声比： $SINR \geq 10\text{dB}$

11.2 身份鉴权与认证

11.2.1 需采用运营商定向SIM卡接入虚拟专网。

11.2.2 需基于运营商进行流量流向的约束和控制。

11.2.3 SIM卡需由管理部门登记分发，合法终端用户才可以使用访问。

11.2.4 系统需支持访问控制功能，根据用户的权限和设备的特性，对不同的数据和服务进行访问控制。

11.3 数据加密

需采用国密算法SM2、SM4或SM9进行对称或非对称加密。

11.4 网络切换及应急通信

11.4.1 网络切换

11.4.1.1 自动线路模式下的网络切换

采用自动线路情况下，需对CME线路数据库进行预制，CME根据位置信息按照预制线路数据库进行网络切换。

11.4.1.2 手动线路模式下的网络切换

采用手动线路情况下，CME线路数据以手动选择优先为原则。

11.4.2 应急机制

若当前网络不满足通信要求，CME将自动降级切换通信制式。

11.4.2.1 降级切换通信原则：LTE=LTE-R=GSM-R>400MHz>450MHz。其中，LTE、LTE-R、GSM-R 为同优先级网络，根据当前线路决定。当网络条件不支持维持通信时，CME 将首先降级切换至 400MHz 数字制式，如 400MHz 数字制式无法维持通信，CME 将自动降级至 450MHz 模拟制式。

11.4.2.2 各个制式切换时间不大于 10s（自识别通信失效开始）。

12 检验方法

12.1 检验环境条件

符合TB/T 3375-2018中8.1的要求。

12.2 LTE/LTE-R 功能检验

12.2.1 工作模式选择。

12.2.2 车次号功能号注册及注销。

12.2.3 机车号功能号注册及注销。

12.2.4 语音、视频调度通信。

12.2.5 调度命令信息无线传输。

12.2.6 列车无线车次号校核信息传输。

12.2.7 关机网络注销。

12.3 GSM-R 功能检验

符合TB/T 3375-2018中8.2的要求。

12.4 450MHz 功能检验

符合TB/T 3375-2018中8.3的要求。

12.5 400MHz 功能检验

12.5.1 工作模式选择。

12.5.2 车次号功能号注册及注销。

12.5.3 机车号功能号注册及注销。

12.5.4 发起与接收调度通话。

12.5.5 发起与接收站内组呼、道口组呼、邻站组呼。

12.5.6 调度命令信息无线传输。

12.5.7 列车无线车次号校核信息传输。

12.6 列车防护报警功能检验

符合TB/T 3375-2018中8.4的要求。

12.7 旅客列车尾部安全防护信息传输功能检验

符合TB/T 3375-2018中8.5的要求。

12.8 出入库检测功能检验

12.8.1 测试系统构成

符合TB/T 3375-2018中8.6.1的要求。

12.8.2 测试设备及仪表

符合TB/T 3375-2018中8.6.2的要求。

12.8.3 测试项目

出入库检测功能测试应包括下列内容：

- a) 上车检测自动检测；
- b) 上车检测手动检测；
- c) 地面遥测。

12.9 冗余功能检验

12.9.1 GSM-R 通信冗余功能测试

按TB/T 3375-2018中8.2.1、8.2.2的要求准备测试环境，进行以下项目测试：

- a) GSM-R通信单元1故障时GSM-R调度通信、GPRS 调度命令信息无线传送、GPRS列车无线车次号校核信息传送；
- b) GSM-R通信单元2故障时GSM-R调度通信、GPRS 调度命令信息无线传送、GPRS列车无线车次号校核信息传送。

12.9.2 通信总线冗余功能测试

按TB/T 3375-2018中8.2.1、8.2.2、8.3.1、8.3.2、8.4.1、8.4.2的要求准备测试环境，进行以下项目测试：

- a) CAN 总线1故障时开机、GSM-R调度通信、450M调度通信、LTE调度通信、LTE-R调度通信、列车防护报警、调度命令信息传送；
- b) CAN 总线2故障时开机、GSM-R调度通信、450M调度通信、LTE调度通信、LTE-R调度通信、列车防护报警、调度命令信息传送。

12.9.3 控制单元冗余功能测试

按TB/T 3375-2018中8.2.1、8.2.2、8.3.1、8.3.2、8.4.1、8.4.2的要求准备测试环境，进行以下项目测试：

- a) 控制单元1故障时开机、GSM-R调度通信、450M调度通信、LTE调度通信、LTE-R调度通信、列车防护报警、调度命令信息传送；
- b) 控制单元2故障时开机、GSM-R调度通信、450M调度通信、LTE调度通信、LTE-R调度通信、列车防护报警、调度命令信息传送。

12.10 性能检验

12.10.1 GSM-R 通信单元

按照TB/T 3370.2-2018中的第7节要求进行电路交换模式和GPRS模式电性能指标测试，检查测试结果。

12.10.2 LTE/LTE-R 通信单元

按照3GPP TS 36.521-1 (V18.9.0) 6.2.2和7.3.1的要求进行LTE/LTE-R通信单元发射机、接收机的性能测试,检查测试结果。

12.10.3 400MHz/450MHz 通信单元

12.10.3.1 模拟发射机电性能指标

对400MHz/450MHz通信单元按照GB/T 12192-2017的第7-22节进行测试,检查测试结果。

12.10.3.2 模拟接收机电性能指标

对400MHz/450MHz通信单元按照GB/T 12193-2017中第7-24节进行测试,检查测试结果。

12.10.3.3 呼叫信号指标测试

按照TB/T 3375-2018中8.8.3.3的要求进行测试。

12.10.3.4 数字发射机电性能指标

12.10.3.4.1 4FSK 调制频偏误差试验方法

按GB/T 32659-2016中图1所示连接测试系统,测量设备使用综合测试仪。发射机在某个指定测试频率上以标称发射功率发射,选取一定数量(大于或者等于100个)的时隙,使用测量设备测量其在有效时域包络时间内的4FSK调制,从测量设备上读出或计算出被测发射机的4FSK调制频偏误差。

12.10.3.4.2 4FSK 发射误码率

按GB/T 32659-2016中图1所示连接测试系统,测量设备使用综合测试仪。发射机在某个指定测试频率上以标称发射功率发射,选取一定数量(大于或者等于100个)的时隙,使用测量设备测量其在有效时域包络时间内的4FSK调制,从测量设备上读出或计算出被测发射机的4FSK发射误码率。

12.10.3.4.3 数字发射机其他电性能指标测试方法

按照GB/T 32659-2016中的5.1节进行测试,检查测试结果。

12.10.3.5 数字接收机电性能指标

按照GB/T 32659-2016中的5.1节进行测试,检查测试结果。

12.10.4 800MHz 报警单元

12.10.4.1 发射机电性能指标

按照GB/T 12192-2017中第7-22节进行测试,检查测试结果。

12.10.4.2 接收机电性能指标

按照GB/T 12193-2017中第7-24节进行测试,检查测试结果。

12.10.5 监测接口音频输出

按以下流程进行测试:

- CME工作在450MHz工作模式,将450MHz天线接口与无线综合测试仪的RF IN/OUT端连好,并将无线综合测试仪的音频输出端连接到测试工装的送受话器MIC输入接口;
- 摘机,呼叫平原车站,使设备进入通话状态;
- 控发,使之进入发射状态;
- 调节音频信号发生器(设置频率为1000 Hz),调节输出电平以产生标准试验调制(3 kHz);
- 测量记录转接单元监测接口的录音控制电平为低电平;
- 记录转接单元监测接口的音频输出端测得功率电平值(600 Ω 阻抗)并记录;

- g) 停止控发。在接收机输入端加一标准信号（射频频率为被测接收机的工作频率，加 1000 Hz 调整信号，频偏为 3 kHz，射频信号电平为 60 dBuV），在记录转接单元监测接口的音频输出端测得功率电平值（600 Ω 阻抗）并记录；
- h) 挂机，结束通话，重复步骤 e) 监测接口的录音控制电平应为高电平或高阻。

12.10.6 录音接口音频输出信号

按TB/T 3375-2018中8.8.4的要求进行测试。

12.11 环境适应性检验

12.11.1 高温检验

12.11.1.1 高温检验内容

在高温环境中及恢复后，按照12.2~12.8规定对设备进行功能检验，按照9.8~9.13规定对设备进行性能检验，检查测试结果。

12.11.1.2 高温检验方法

按照GB/T 2423.2-2008中第6节进行测试，温度65 $^{\circ}\text{C}$ ，通电持续时间4 h，然后进行中间检验，在室温条件下恢复2 h后进行最后试检验。

12.11.2 低温检验

12.11.2.1 低温检验内容

在低温环境中及恢复后，按照12.2~12.8规定对设备进行功能检验，按照9.8~9.13规定对设备进行性能检验，检查测试结果。

12.11.2.2 低温检验方法

按照GB/T 2423.1-2008中第6节进行测试，在-40 $^{\circ}\text{C}$ 条件下储存16 h，升温至-25 $^{\circ}\text{C}$ ，持续时间4 h，然后通电进行中间检验，在室温条件下恢复2 h后进行最后检验。

12.11.3 交变湿热检验

12.11.3.1 交变湿热检验内容

在交变湿热环境中及恢复后，按照12.2~12.8规定对设备进行功能检验，按照9.8~9.13规定对设备进行性能检验，检查测试结果。

12.11.3.2 交变湿热检验方法

按照GB/T 2423.4-2008第6-10节进行测试，严酷等级选择温度40 $^{\circ}\text{C}$ 、循环2次，循环结束后通电进行中间检验，在正常大气条件下恢复4 h后进行最后检验。

12.11.4 冲击检验

12.11.4.1 冲击检验内容

在承受冲击后，按照12.2~12.8规定对设备进行功能检验，按照9.8~9.13规定对设备进行性能检验，检查测试结果。

12.11.4.2 冲击检验方法

按照GB/T 21563-2008第10节进行测试。

12.11.5 振动检验

12.11.5.1 振动检验内容

在承受振动后，按照12.2～12.8规定对设备进行功能检验，按照9.8～9.13规定对设备进行性能检验，检查测试结果。

12.11.5.2 振动检验方法

按照GB/T 21563-2008第9节进行测试。

12.11.6 电磁兼容性检验

电磁兼容性试验按照GB/T 24338.4-2018中第6、7节要求进行试验并判定。

12.11.7 外壳防护等级检验

外壳防护等级试验按照GB/T 4208-2017中第13、14节规定的试验方法进行。

12.12 检验规则

12.12.1 检验分类

符合TB/T 3375-2018中8.10.1的要求。

12.12.2 出厂检验

符合TB/T 3375-2018中8.10.2的要求。

12.12.3 型式检验

符合TB/T 3375-2018中8.10.3的要求。

12.12.4 检验项目

检验项目见表 28。

表 28 检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求对应条款	检验方法对应条款
1	设备功能	√	√	5	11.2～11.7
2	电气性能	√	√	7.8、7.9 ^a 、7.10、7.11 ^b	11.8
3	高温检验	√	—	7.21	11.9.1
4	低温检验	√	—	7.21	11.9.2
5	交变湿热检验	√	—	7.21	11.9.3
6	冲击检验	√	—	7.21	11.9.4
7	振动检验	√	—	7.21	11.9.5
8	电磁兼容性检验	√	—	7.22	11.9.6
9	外壳防护等级检验	√	—	6.1	11.9.7
^a 模拟电性能指标，出厂检验只测试载波频率容差、输出功率、调制灵敏度、调制音频失真、参考灵敏度、音频输出功率、音频输出失真、调制接收带宽、接收门限、呼叫信号；数字电性能指标，出厂检验只测试载波频率误差、载波输出功率、功率变化容限、4FSK 调制频偏误差、4FSK 发射误码率、灵敏度。					
^b 出厂检验只测试载波频率容差、输出功率、调制失真、FFSK 频偏准确度、FFSK 频偏、POCSAG 频偏、接收					

音频失真、参考灵敏度、调制接收带宽。

13 使用说明书、标志、包装、运输及贮存

- 13.1 使用说明书的编写应符合 GB/T 9969-2008 中第 4 节的要求。
- 13.2 标志、包装、运输和贮存符合 TB/T 3375-2018 中第 9 节的要求。