

ICS 45.120

S 70

团体标准

T/CITSA XX-202X

城市轨道交通车辆 时间敏感网络(TSN) 应用技术要求

Urban rail transit vehicles—Technical requirements for Time-Sensitive
Networking(TSN) application

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国智能交通协会 发布

目次

目次	I
前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	2
4 系统架构	3
4.1 系统架构方案	3
4.2 组成设备	5
5 一般要求	5
6 车载使用环境	5
7 数据类型	6
7.1 概述	6
7.2 列车数据类型	6
7.3 车载 TSN 数据业务	6
8 功能要求	7
8.1 基本要求	7
8.2 时钟同步要求	7
8.3 流量整形要求	8
8.4 可靠性要求	8
8.5 网络配置管理要求	8
9 设备要求	9
9.1 线缆	9
9.2 连接器	9
9.3 网络设备	10
9.4 终端设备	13
9.5 试验要求	13

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作原则 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。

本文件由中车南京浦镇车辆有限公司提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件起草单位：中车南京浦镇车辆有限公司、深圳市三旺通信股份有限公司、北京邮电大学、网络通信与安全紫金山实验室、中车长春轨道客车股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车大连电力牵引研发中心有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、北京交通大学、北京东土科技有限公司。

本文件主要起草人：黄涛、齐玉玲、高琦、朱少华、涂本荣、徐龙、葛鹏、贾焱鑫、朱海龙、严园园、张潜、李晓明、鉴纪凯、王欣立、于人生、朱游龙、李宗辉、朱莹。

城市轨道交通车辆 时间敏感网络 (TSN) 应用技术要求

1 范围

本文件规定了城市轨道交通车辆 TSN 的系统架构、一般要求、车载使用环境、数据类型、功能要求、设备要求等。

本文件适用于城市轨道交通车辆采用 TSN 技术的列车通信网络系统。

本文件适用于城市轨道交通单列固定编组车辆。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 18015.6 数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 6 部分:具有 600MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 工作区布线电缆 分规范

GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验

GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第 3-2 部分:机车车辆 设备

GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置

GB/T 28029.1 轨道交通电子设备 列车通信网络 (TCN) 第 1 部分:基本结构

GB/T 28029.12 轨道交通电子设备 列车通信网络 (TCN) 第 3-4 部分:以太网编组网 (ECN)

GB/T 42561 信息技术 系统间远程 信息技术 系统间远程通信和信息交换 实时以太网适配时间敏感网络技术要求

EN 45545-1 铁路应用 铁路车辆防火 第 1 部分:通用要求 (Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 1: General)

EN 45545-2 铁路应用 铁路车辆防火 第 2 部分:材料和组件防火性能的要求 (Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components)

IEEE 802.1AS 局域网和城域网 桥接局域网中时间敏感应用的定时和同步 (Local and metropolitan area networks - Time and Synchronization for Time-Sensitive Applications)

IEEE 802.1CB 局域网和城域网 可靠性的帧复制和消除 (Local and metropolitan area networks - Frame Replication and Elimination for Reliability)

IEEE 802.1Q 局域网和城域网 网桥和桥接网络 (Local and metropolitan area networks-Bridges and Bridged Networks)

IEEE 802.1Qbu 局域网和城域网 网桥和桥接网络 修正 26: 框架优先 (Local and metropolitan area networks - Bridges and Bridged Networks-Amendment 26: Frame Preemption)

IEEE 802.1Qbv 局域网和城域网 网桥和桥接网络 修正 25: 调度业务的增强 (Local and metropolitan area networks - Bridges and Bridged Networks Amendment 25: Enhancements for Scheduled Traffic)

IEEE 802.1Qcc 局域网和城域网 网桥和桥接网络 修正 31: 流保留协议 (SRP) 增强和性能改

进 (Local and metropolitan area networks - Bridges and Bridged Networks Amendment 31: Stream Reservation Protocol (SRP) Enhancements and Performance Improvements)

IEEE 802.1Qci 局域网和城域网 网桥和桥接网络 修正 28: 每流过滤和管制 (Local and metropolitan area networks - Bridges and Bridged Networks - Amendment 28: Per-Stream Filtering and Policing)

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 28029.1 及 GB/T 42561 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

时间敏感网络 **time sensitive networking (TSN)**

基于 IEEE 802.1 TSN 任务组制定的、符合轨道交通行业应用场景的一整套数据链路层协议构建的支持时钟同步和确定性调度等机制的以太网。具备可靠的、低延迟及确定性数据传输能力。

[来源: GB/T 42561-2023, 3.4,有修改]

3.1.2

时钟同步 **clock synchronization**

在城市轨道交通列车通信网络中,整车的设备时钟都一致。

3.1.3

帧复制和消除 **frame replication and elimination for reliability**

对时间敏感类业务进行帧的主动冗余,降低丢包率,实现城市轨道交通列车通信网络发生局部故障时仍可进行数据传输。

3.1.4

通用精准时钟同步协议 **generalized precision time protocol**

使用频率对齐技术,同时结合通道和设备延迟的实时测量技术,实现城市轨道交通列车通信网络组成设备(交换机、网关、终端设备等)时钟同步的协议。

3.1.5

TSN-ECNN 交换机 **TSN-ECNN switch**

负责编组网内设备正常通信的节点设备。

3.1.6

TSN 网关 **TSN gateway**

负责 TSN 协议与其他协议之间转换的计算机系统或设备。

3.1.7

TSN 网络集中配置控制器 **TSN network centralized configures controllers**

实现对城市轨道交通列车通信网络组成设备(交换机、网关、终端设备等)进行集中管理配置的工具。

3.2 缩略语

ARP: 地址解析协议 (Address Resolution Protocol)

AWG: 美国线规 (American Wire Gauge)

BMC: 最佳主时钟 (Best Master Clock)

CLI: 命令行界面 (Command-Line Interface)

DHCP: 动态主机配置协议 (Dynamic Host Configuration Protocol)
 DNS: 域名系统 (Domain Name System)
 DSCP: 差分服务代码点 (Differentiated Services Code Point)
 ECNN: 以太网编组网节点 (Ethernet Consist Network Node)
 ED: 终端设备 (End Device)
 ERPS: 以太网多环保护技术 (Ethernet Ring Protection Switching)
 gPTP: 通用精准时钟同步协议 (Generalized Precision Time Protocol)
 ICMP: 互联网控制报文协议 (Internet Control Message Protocol)
 IEEE: 电气和电子工程师协会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
 IGMP: 互联网组管理协议 (Internet Group Management Protocol)
 IP: 网际协议 (Internetworking Protocol)
 LLDP: 链路层发现协议 (Link Layer Discovery Protocol)
 MAC: 介质访问控制 (Medium Access Control)
 MSTP: 多重生成树协议 (Multiple Spanning Tree protocol)
 NAT: 网络地址转换 (Network Address Translation)
 NETCONF: 网络配置协议 (Network Configuration Protocol)
 NTP: 逻辑链路控制 (Network Time Protocol)
 P2P: 对端到对端 (Peer-to-Peer)
 PoE: 以太网供电 (Power Over Ethemet)
 QoS: 服务质量 (Quality of Service)
 RSTP: 快速生成树协议 (Rapid Spanning Tree Protocol)
 SDT: 安全数据传输 (Safe Data Transfer)
 SNMP: 简单网络管理协议 (Simple Network Management Protocol)
 SSH: 安全外壳 ((Secure Shell)
 STP: 生成树协议 (Spanning Tree Protocol)
 TELNET: 远程登录协议 (Teletype Network)
 TCP: 传输控制协议 (Transmission Control Protocol)
 TRDP: 列车实时数据协议 (Train Real Time Data Protocol)
 TSN: 时间敏感网络 (Time Sensitive Networking)
 UDP: 用户数据报文协议 (User Datagram Protocol)
 VLAN: 虚拟局域网 (Virtual Local Area Network)

4 系统架构

4.1 系统架构方案

4.1.1 基于逻辑隔离的环网组网架构方案

采用单环双归属网络架构, 通过 VLAN 隔离广播域, 实现基于逻辑隔离的网络冗余, 见图 1 所示。

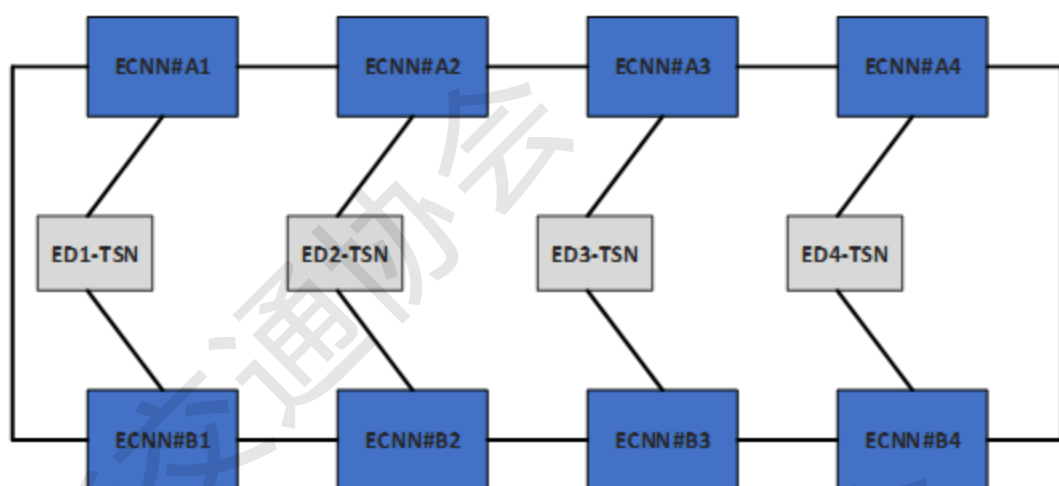


图 1 基于逻辑隔离的系统冗余组网架构（示意）

4.1.2 基于物理隔离的环网组网架构方案

编组网划分 A、B 两个独立的双环型网络架构，整网通过物理隔离方式实现网络冗余，见图 2 所示。

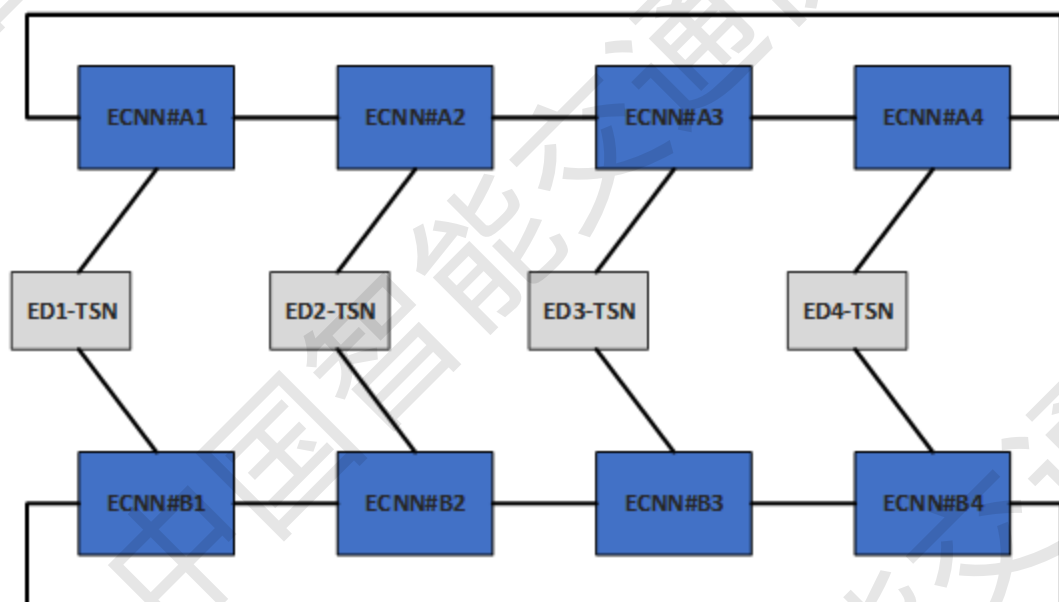


图 2 基于物理隔离的系统冗余组网架构（示意）

4.1.3 基于物理隔离的线形组网架构方案

编组网划分 A、B 两个独立的线性网络架构，整网通过物理隔离方式实现网络冗余，见图 3 所示。

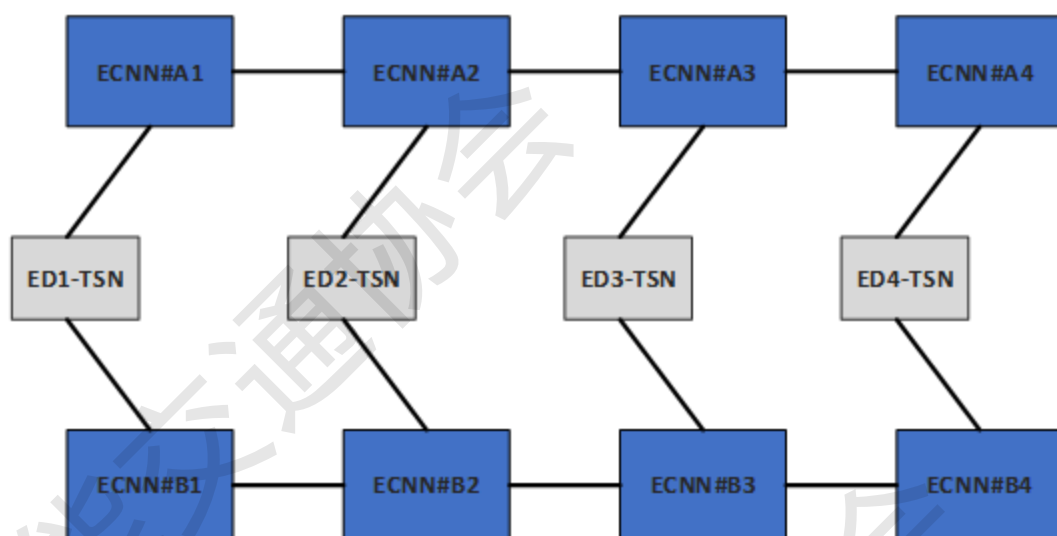


图3 基于物理隔离的线性组网架构（示意）

4.2 组成设备

4.2.1 车载 TSN 的设备分为两类：网络设备、终端设备。

4.2.2 网络设备包括：TSN-ECNN 交换机、TSN 网关（选配）和 TSN 网络集中配置控制器（选配），其中：

- a) TSN-ECNN 交换机是用于编组网的节点设备；
- b) TSN 网关用于实现 TSN 协议与其他协议之间的转换；
- c) TSN 网络集中配置控制器用于对 TSN-ECNN 交换机、TSN 网关和 TSN 终端设备的管理控制。

4.2.3 终端设备包括：临时终端设备和标准终端设备，其中：

- a) 临时终端设备不固定安装在列车上，而是出于维护等目的临时连接在 TSN-ECNN 中；
- b) 标准终端设备固定安装在列车上，是主要的终端设备类型。

5 一般要求

- 5.1 设备应满足 GB/T 25119 的要求。
- 5.2 设备的电磁兼容性应满足 GB/T 24338.4 的要求。
- 5.3 设备的防火应满足 EN 45545-1 和 EN 45545-2 的要求。
- 5.4 设备的冲击和振动应满足 GB/T 21563 的要求。
- 5.5 设备的设计和安装应减小振动和噪音的产生。

6 车载使用环境

- 6.1 环境温度范围：-25℃~+45℃，允许在不低于-40℃ 的环境下存放。
- 6.2 年平均湿度不大于 75%，1 年中持续 30 天的相对湿度不大于 95%（30 天内平均最低温度为 25℃）。
- 6.3 正常海拔不超过 1400m。
- 6.4 安装在能防止风、沙、雨、雪直接侵袭的车体内。
- 6.5 因各城市所处地区不同而存在气候条件的差异，超出以上规定条件时，由供需双方协商确定。

7 数据类型

7.1 概述

车载 TSN 传输列车各种类型数据，包括安全相关和非安全相关的数据，实现在同一个网络上可靠、确定性的传输，可提供可靠的多业务融合通信服务。

7.2 列车数据类型

为了保证网络传输的有效性、提高网络传输效率、保障信道的利用率，根据业务对实时性能、数据长度、时延、抖动的要求，将列车数据分为以下类型：

- 过程数据：时间敏感流量，主要用于列车控制和监视等；
 - 消息数据：预约带宽流量，主要用于传输旅客信息和维护诊断信息等；
 - 流数据：预约带宽流量，主要用于传输音视频信息等；
 - 尽力而为数据：尽力转发流量，不影响其他类型数据传输，包括配置数据和娱乐数据等。
- 服务参数应符合表 1 的要求。

表 1 列车数据类型服务参数典型值

数据类型	服务参数	值
过程数据	最小周期	20 ms
	最大数据长度	1500 个八位位组
	最大时延	10 ms
	最大抖动	10 ms
消息数据	最小周期	不适用
	最大数据长度	1500 个八位位组
	最大时延	100 ms
	最大抖动	不适用
流数据	最小周期	不适用
	最大数据长度	1500 个八位位组
	最大时延	125 ms
	最大抖动	25 ms
尽力而为数据	最小周期	不适用
	最大数据长度	1500 个八位位组
	最大时延	不适用
	最大抖动	不适用

7.3 车载 TSN 数据业务

根据 IEEE802.1Q 的规定，TSN 将网络中的数据流依次划分为 0 到 7 共 8 个优先级来表示数据流重要程度，见表 2。根据对数据的实时性要求，将车载 TSN 数据业务划分为以下类型：

- 非实时数据流：具有低于其他类型的优先级，其传输时无需保证实时性或最大端到端时延；
- 实时数据流：在预定义的时序内生成和传输，且不受到其他类型数据的干扰。

表 2 车载 TSN 数据业务

优先级 IEEE 802.1 Q	数据类型	车载 TSN 数据业务
0	视频流数据、背景流数据	非实时数据流
1	音频流数据、尽力而为数据	
2	预留	预留
3		
4		
5	消息数据、过程数据	实时数据流
6		
7 (最高优先级)	高实时过程数据、时钟同步数据	

8 功能要求

8.1 基本要求

基于 TSN 技术的列车通信网络基本要求：

- a) 时钟同步：应采用 IEEE 802.1AS 实现时钟同步。
- b) 流量整形：应通过流量整形机制实现时延控制，流量整形通过为高优先级流量提供确定的传输时隙确保传输带宽和传输时间，从而保证关键业务的可靠性和时延确定性。
- c) 可靠性：对传输实时性要求高的业务数据，或者涉及到安全的、关键的业务数据，采用高可靠的传输机制以便应对桥节点失效、线路中断等带来的各种问题，来提升功能安全和网络安全。
- d) 网络配置管理：在基于 TSN 的列车通信网络中，每一种实时应用业务都有特定的网络性能要求，针对业务需求，通过集中配置一系列 TSN 子协议，来合理分配网络路径上的资源，以确保列车通信网络中的各应用业务能够按照预期正常运行。当列车编组改变或者故障导致的列车网络拓扑发生改变时，具备相应的适应机制并针对性的自动进行配置调整。

8.2 时钟同步要求

8.2.1 网络设备

- 8.2.1.1 网络设备应能提供精确时钟源。
- 8.2.1.2 网络设备应支持根据时钟源类型对时钟的时间等级、时间精度进行配置。
- 8.2.1.3 网络设备应具备硬件时间戳能力，单节点时间记录步长粒度应不大于 50 纳秒。
- 8.2.1.4 网络设备的时钟同步机制应符合如下要求：
 - a) 支持发送、接收并识别 gPTP 事件消息中声明 (Announce) 报文的时钟优先级、时钟等级、时钟精度等参数，支持通过 BMC 算法动态选举主时钟，宜支持通过人工配置确定主时钟；
 - b) 具备通过事件消息报文及通用消息报文进行延时测量及时钟同步计算的能力；
 - c) 应支持 P2P 时延测量方式；
 - d) 应支持周期发起同步机制，发起间隔的取值宜为 2 的 n 次幂秒 (n = -3~0)。
- 8.2.1.5 网络设备应支持设备内驻留时间的计算。
- 8.2.1.6 网络设备应具备 gPTP 事件报文、通用报文的转发能力。

8.2.2 终端设备

- 8.2.2.1 终端设备应能提供精确时钟源。
- 8.2.2.2 终端设备应支持根据时钟源类型对时钟的时间等级、时间精度进行配置。
- 8.2.2.3 终端设备应具备硬件时间戳能力，单节点时间记录步长粒度应不大于 50 纳秒。
- 8.2.2.4 终端设备的时钟同步机制应符合如下要求：
 - a) 支持发送、接收并识别gPTP事件消息中声明（Announce）报文的时钟优先级、时钟等级、时钟精度等参数，支持通过BMC算法动态选举主时钟，宜支持通过人工配置确定主时钟；
 - b) 具备通过事件消息报文及通用消息报文进行延时测量及时钟同步计算的能力；
 - c) 应支持P2P时延测量方式；
 - d) 应支持周期发起同步机制，发起间隔的取值宜为 2 的 n 次幂（ $n = -3 \sim 0$ ）秒。

8.3 流量整形要求

8.3.1 网络设备

- 8.3.1.1 网络设备应支持 IEEE 802.1Qbv 协议所规定的时间感知整形器要求；
- 8.3.1.2 网络设备应支持 IEEE 802.1Qbu 协议所规定的帧抢占要求；
- 8.3.1.3 网络设备应支持 IEEE 802.1Q 定义的 VLAN 标签的添加、识别、解释和删除要求。

8.3.2 终端设备

- 8.3.2.1 终端设备应支持 IEEE 802.1Qbv 协议所规定的时间感知整形器要求；
- 8.3.2.2 终端设备应支持 IEEE 802.1Q 定义的 VLAN 标签的添加、识别、解释和删除要求；
- 8.3.2.3 终端设备宜支持 IEEE 802.1Qbu 协议所规定的帧抢占要求。

8.4 可靠性要求

8.4.1 网络设备

- 8.4.1.1 网络设备应支持 IEEE 802.1CB 协议所规定的流识别功能。
- 8.4.1.2 网络设备应支持 IEEE 802.1CB 协议所规定的帧复制和消除功能。
- 8.4.1.3 网络设备应支持转发根据 FRER 功能所复制的帧。
- 8.4.1.4 网络设备应具有 IEEE 802.1Qci 协议所规定的流过滤和监管能力。

8.4.2 终端设备

- 8.4.2.1 终端设备宜支持 IEEE 802.1CB 协议所规定的流识别功能；
- 8.4.2.2 终端设备宜支持 IEEE 802.1CB 协议所规定的帧复制和消除功能。

8.5 网络配置管理要求

8.5.1 配置工具

- 8.5.1.1 配置工具应支持 TSN 设备的发现、添加、修改、删除功能。其中，TSN 设备的发现应支持自动发现和手工添加两种方式，应能获取设备基本信息，包括设备 MAC、设备 IP、设备厂商、设备类型。
- 8.5.1.2 配置工具对网络及终端设备的发现，宜支持两种途径：一种是初始静态配置，在流量静态配置过程中，通过配置信息获取网络及终端设备基本信息，包括 MAC 地址，IP 地址；另一种是动态获取，通过 SNMP 等协议，解析网络及终端设备属性信息。
- 8.5.1.3 配置工具应支持拓扑管理功能。在设备已被纳管的情况下，拓扑管理应支持：
 - a) 通过 LLDP 协议动态发现设备之间的链路关系；

- b) 通过静态方式，手动对网络及终端设备之间的链路拓扑关系进行绘制。
- 8.5.1.4 配置工具应支持流量管理功能，包括流量静态管理和流量动态管理：
- a) 静态管理：手动配置流量信息，其中包括流量终端地址、流量大小、流量周期、优先级以及所属 VLAN 标识号；
- b) 动态管理：宜支持通过多种标准协议来动态获取相关信息，如 SNMP 协议。
- 8.5.1.5 配置工具应支持配置信息下发。在调度引擎计算出调度配置后，应支持将所计算的配置下发到 TSN 设备上。配置下发所使用的交互协议应使用主流协议，例如 NETCONF。应支持如下的配置信息下发：
- a) 时钟同步配置信息。时钟同步的配置信息应符合 gPTP 的需求，配置完成后发送给设备，设备会根据该配置进行时钟同步。
- b) 流量调度配置信息。在调度任务计算时，所需信息应包括：网络拓扑、流量信息、网络及终端设备信息。流量调度配置信息应包括 IEEE 802.1Qbv 协议规定的门控参数表。
- c) 流量管理配置信息。应包括 IEEE 802.1Qci 协议规定的流过滤和监管所需的配置信息。
- d) 帧抢占配置信息。应包括 IEEE 802.1Qbu 协议规定的帧抢占所需的配置信息。
- e) 帧复制和消除配置信息。应包括 IEEE 802.1CB 协议规定的帧复制和消除所需的配置信息。

8.5.2 网络设备

- 8.5.2.1 网络设备应支持通过主流交互协议（例如 NETCONF）与配置管理工具交互信息。
- 8.5.2.2 网络设备应接收、识别时钟同步配置信息，并根据配置信息完成本地配置。
- 8.5.2.3 网络设备应接收、识别流量调度配置信息，并根据配置信息完成本地配置。
- 8.5.2.4 网络设备应接收、识别流量管理配置信息，并根据配置信息完成本地配置。
- 8.5.2.5 网络设备应接收、识别帧抢占配置信息，并根据配置信息完成本地配置。
- 8.5.2.6 网络设备应接收、识别帧复制和消除配置信息，并根据配置信息完成本地配置。

8.5.3 终端设备

- 8.5.3.1 终端设备应支持通过主流交互协议（例如 UNI）与配置管理工具交互信息。
- 8.5.3.2 终端设备应接收、识别时钟同步配置信息，并根据配置信息完成本地配置。
- 8.5.3.3 终端设备应接收、识别流量调度配置信息，并根据配置信息完成本地配置。
- 8.5.3.4 终端设备宜接收、识别帧抢占配置信息，并根据配置信息完成本地配置。
- 8.5.3.5 终端设备宜接收、识别帧复制和消除配置信息，并根据配置信息完成本地配置。

9 设备要求

9.1 线缆

- 9.1.1 线缆应符合 GB/T 18015.6 的要求，百兆采用 Cat5e 类双绞线，千兆采用 Cat7 类双绞线。
- 9.1.2 电缆线径：Cat5e 采用的线径宜为 0.5mm^2 (AWG20)；Cat7 采用的线径宜为 0.25mm^2 (AWG24)。
- 9.1.3 接线交叉方式：直通线。

9.2 连接器

- 9.2.1 百兆接口采用 M12-D 型接口母连接器，针脚定义应符合表 3 的规定。
- 9.2.2 千兆接口采用 M12-X 型接口母连接器，针脚定义应符合表 4 的规定。

表 3 百兆接口连接器针脚定义

管脚	信号名	功能	颜色
1	TD+	发送数据+	黄
2	RD+	接收数据+	白
3	TD-	发送数据-	橙
4	RD-	接收数据-	蓝



表 4 千兆接口连接器针脚定义

管脚	信号名	功能	颜色
1	TRDA+	发送/接收数据	白橙
2	TRDA-	发送/接收数据	橙
3	TRDB+	发送/接收数据	白绿
4	TRDB-	发送/接收数据	绿
5	TRDC+	发送/接收数据	白棕
6	TRDB-	发送/接收数据	棕
7	TRDC-	发送/接收数据	白蓝
8	TRDC+	发送/接收数据	蓝



9.3 网络设备

9.3.1 TSN-ECNN 交换机

TSN-ECNN 交换机的物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层的技术参数及功能要求应符合表 5 的规定。

表 5 TSN-ECNN 交换机

网络分层	功能	功能描述	功能要求
物理层	100BASE-TX	支持传输速率100Mbps的端口（电口）	M
	1000BASE-T	支持传输速率1Gps的端口（电口）	M
	10GBASE-T	支持传输速率10Gps的端口	O
	速率/双工自协商*	支持速率/双工自动协商	M
	PoE	支持线缆供电	O
数据链路层	MAC 表 (IEEE 802.3)	支持MAC学习、MAC表	M
	帧中继 (帧收/发送/QoS 优先级映射等)	支持帧中继、帧收/发	M
	帧过滤 (学习过程、基于 mac、ports、VLAN 的二层数据过滤、静态动态表项)	支持帧过滤	M
	帧分类	支持帧分类	M
	QoS	支持服务质量属性功能	M
	VLAN	支持IEEE 802.1Q功能	M
	gPTP 时钟同步 (IEEE 802.1 AS)	支持时钟同步功能	M

网络分层	功能	功能描述	功能要求	
	链路聚合	支持链路聚合功能	O	
	LLDP	支持邻居发现功能	M	
	MACsec	支持MAC安全功能	—	
	802.1x	支持端口认证功能	O	
	调度业务的增强 (IEEE 802.1 Qbv)	支持调度业务的增强	M	
	数据流预留 (IEEE 802.1 Qcc)	支持数据流预留功能	O	
	入方向管制 (IEEE 802.1 Qci)	入方向管制	M	
	冗余--包括STP/RSTP/MSTP、ERPS/Ring	支持冗余：环网协议功能	M	
	端口镜像 (支持源端口igress/egress/both三种方式、1:1和N:1镜像方式；本机及远程镜像)	支持端口镜像	O	
	拥塞控制 (流量控制)	支持端口限速	M	
	FRER (IEEE 802.1 CB)	支持帧复制和消除	M	
	帧抢占 (IEEE 802.1 Qbu)	支持帧抢占	M	
	IGMP Snooping	支持IGMP snooping	M	
	网络层	IP协议(IPv4)	支持IPv4	M
		IP路由	支持IP路由协议	O
ARP		支持ARP	M	
IGMP v3		支持组播协议	O	
传输层	TCP/UDP	支持TCP、UDP协议	M	
	DSCP	支持区分服务代码	—	
	ICMP	支持ICMP协议、PING	M	
应用层	TRDP	支持TRDP协议	M	
	SNMP 代理	支持SNMP协议代理	O	
	DHCP 服务器	支持DHCP服务器	O	
	DHCP 中继 (代理)	支持DHCP代理	O	
	IGMP QUERY	支持IGMP QUERY	—	
	DNS	支持轨道交通DNS功能	—	
	NTP	支持NTP功能	O	
	SSH	支持SSH功能	O	
	Syslog	支持日志功能	M	
	网络监控	支持网络监控，实现测量网络性能、识别性能异常并确定问题的根本原因功能	O	
	安全事件检测	支持检测（潜在的）安全违规行为并跟踪这些信息	O	
	SDTv2	支持SDT安全传输协议	O	
	NAT	地址映射	M	
注：功能要求列中，M为强制；C为条件；O为可选；—为不可用或不要求。				
*速率/双工自协商功能不宜用于连接标准终端设备以避免建立非预期速率或双工模式的连接。				

9.3.2 TSN 网关(选配)

TSN 网关的物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层的技术参数及功能要求应符合表 6 的规定。

表 6 TSN 网关

网络分层	功能	功能描述	功能要求
物理层	100BASE-TX	支持传输速率100Mbps的端口（电口）	M
	1000BASE-T	支持传输速率1Gbps的端口（电口）	O
	10GBASE-T	支持传输速率10Gbps的端口	—
	速率/双工自协商	支持速率/双工自动协商	M
数据链路层	MAC 表 (IEEE 802.3)	支持MAC学习、MAC表	M
	QoS	支持服务质量属性功能	M
	VLAN	支持VLAN功能	M
	gPTP 时钟同步 (IEEE 802.1 AS)	支持时钟同步功能	M
	调度业务的增强 (IEEE 802.1 Qbv)	支持调度业务的增强	M
	数据流预留 (IEEE 802.1 Qcc)	支持数据流预留功能	M
	入方向管制 (IEEE 802.1 Qci)	入方向管制	—
	FRER (IEEE 802.1 CB)	支持帧复制和消除	O
网络层	IP协议(IPv4)	支持IPv4	M
	ARP	支持ARP	M
传输层	TCP/UDP	支持TCP、UDP协议	M
	ICMP	支持ICMP协议、PING	M
应用层	TRDP	支持TRDP协议	M
	DNS	支持轨道交通DNS功能	—
	NTP	支持NTP功能	—
	SSH	支持SSH功能	—
	Syslog	支持日志功能	O
	TSN 网关	支持TSN网关功能	M
	网络监控	支持网络监控，实现测量网络性能、识别性能异常并确定问题的根本原因功能	O
	安全事件检测	支持检测（潜在的）安全违规行为并跟踪这些信息	O
	SDTv2	支持SDT安全传输协议	—
	NAT/RNAT	地址映射	—

注：功能要求列中，M为强制；C为条件；O为可选；—为不可用或不要求。

9.3.3 TSN 网络集中配置控制器（选配）

9.3.3.1 TSN 网络集中配置控制器应支持多厂商异构设备的统一适配。

9.3.3.2 TSN 网络集中配置控制器应支持不少于 100 个设备节点的纳管，不少于 500 条流量的规划调度。

9.3.3.3 TSN 网络集中配置控制器应具备灵活可变、弹性伸缩的能力。

9.3.3.4 TSN 网络集中配置控制器应支持多种维护方式，包括 WEB、CLI、TELNET、SSH 等。

9.3.3.5 TSN 网络集中配置控制器应支持用户鉴权认证。

9.4 终端设备

车载 TSN 终端设备物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层的技术参数及功能要求应符合表 7 的规定。

表 7 终端设备

网络分层	功能	功能描述	临时终端设备 功能要求	标准终端设备 功能要求
物理层	100BASE-TX	支持传输速率100Mbps的端口 (电口)	M	M
	1000BASE-T	支持传输速率1Gbps的端口(电口)	O	O
	10GBASE-T	支持传输速率10Gbps的端口	—	—
	速率/双工自协商	支持速率/双工自动协商	M	M
数据链路层	MAC 表 (IEEE 802.3)	支持MAC学习、MAC表	M	M
	QoS	支持服务质量属性功能	M	M
	VLAN	支持VLAN功能	M	M
	gPTP 时钟同步 (IEEE 802.1 AS)	支持时钟同步功能	M	M
	帧抢占 (IEEE 802.1 Qbu)	支持帧抢占	O	O
	调度业务的增强 (IEEE 802.1 Qbv)	支持调度业务的增强	—	M
	数据流预留 (IEEE 802.1 Qcc)	支持数据流预留功能	—	M
	FRER (IEEE 802.1 CB)	支持帧复制和消除	O	O
网络层	入方向管制 (IEEE 802.1 Qci)	入方向管制	—	—
	IP协议(IPv4)	支持IPv4	M	M
传输层	ARP	支持ARP	M	M
	TCP/UDP	支持TCP、UDP协议	M	M
应用层	ICMP	支持ICMP协议、PING	M	M
	TRDP	支持TRDP协议	—	M
	DNS	支持轨道交通DNS功能	—	—
	NTP	支持NTP功能	—	—
	SSH	支持SSH功能	—	—
	Syslog	支持日志功能	O	O

注：设备功能要求列中，M为强制；C为条件；O为可选；—为不可用或不要求。

9.5 试验要求

为声明符合本文件，期望设备通过一致性测试，被测设备应包含网络设备和终端设备。TSN 一致性测试方案不属于文件范畴。

中国智能交通协会团体标准
《城市轨道交通车辆 时间敏感网络（TSN）应用技术要求》
编制说明

标准编制组

2023年6月

目 录

一、工作简况	1
二、编制原则	6
三、标准内容的起草	7
四、主要试验验证结果及分析	13
五、标准水平分析	13
六、采标情况	14
七、与我国现行法律法规和有关强制性标准的关系	14
八、重大分歧意见的处理过程和依据	14
九、标准性质的建议	14
十、贯彻标准的要求和建议	15
十一、废止、替代现行有关标准的建议	15
十二、其他应予以说明的事项	15

一、工作简况

1. 任务来源

《城市轨道交通车辆 时间敏感网络（TSN）应用技术要求》标准源于中国智能交通协会下达的2022年度团体标准制修订计划。

随着交通强国战略的推进，轨道交通车辆向信息化、智能化方向快速发展，列车上加装各类智能化检测系统越来越多，这些智能检测系统对列车的传输带宽、传输实时性都提出了更高的要求，传统的车载MVB总线网络具备高实时性能却不具备高传输带宽，而车载以太网具备大数据传输带宽却不具备高实时性能，从而限制了这两类网络在智能化列车上的进一步应用。近几年基于以太网技术发展出来的TSN时间敏感网络技术逐渐成熟，其同时具备大数据带宽、高实时性能优点，很好的满足了轨道交通车辆智能化发展的需求，尤其适合应用于智能化列车多网络融合传输应用场景需求，因而该技术也得到国内列车主机制造企业的大力支持，产业链各企业也开展TSN网络设备及相关协议的研发，目前已经取得一些积极成效，预计今年就将有相关TSN网络设备装车测试，但是由于缺少针对轨道交通应用场景的行业标准的引导，导致TSN网络设备研发厂家研发的车载TSN网络设备在车载应用环境符合性、产品接口及通信协议一致性存在较大差异和问题，不利于装车使用，影响了TSN网络设备在轨道交通领域的推广应用，因而行业急需尽快制定车载TSN网络应用技术要求标准，引导和规范TSN产品的设计和测试。

2. 起草单位情况

(1) 本标准起草单位

本标准起草单位包括中车南京浦镇车辆有限公司、深圳市三旺通信股份有限公司、北京邮电大学、网络通信与安全紫金山实验室、中车长春轨道客车股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车大连电力牵引研发中心有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、北京交通大学、北京东土科技有限公司。

(2) 标准起草单位工作情况

在本标准编制任务中，中车南京浦镇车辆有限公司总体负责标准制定工作，组织形成标准征求意见稿、送审稿等各个版本的标准文本、编制说明，收集整理标准制定各阶段的意见建议。

深圳市三旺通信股份有限公司主要负责标准征求意见稿、送审稿等各个版本的标准文本、编制说明、意见汇总处理表等编制。

北京邮电大学和网络通信与安全紫金山实验室主要负责从时间同步要求、流量整形要求、可靠性要求和网络配置管理功能要求方面提出标准制定意见建议。

其他单位参与标准的编制和讨论，对标准修改提出切实可行的修改意见。

3. 主要起草人及其所做的工作

本标准的主要起草人及其所做工作简要介绍如表1所示：

表 1 主要起草人及其主要工作

主要起草人	工作单位	主要工作
黄涛	中车南京浦镇车辆有限公司	总体框架、总体内容和全面把握。
齐玉玲	中车南京浦镇车辆有限公司	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。
高琦	中车南京浦镇车辆有限公司	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。
朱少华	中车南京浦镇车辆有限公司	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。
涂本荣	中车南京浦镇车辆有限公司	标准化审查。
徐龙	深圳市三旺通信股份有限公司	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，TSN 网络系统架构、功能要求和设备要求部分编写完善。
葛鹏	深圳市三旺通信股份有限公司	前期调研分析，编制各个版本的标准文本、编制说明，TSN 网络系统架构、功能要求和设备要求部分编写完善。
贾焱鑫	北京邮电大学	编制各个版本的标准文本、编制说明，TSN 网络系统架构、功能要求和设备要求部分编写完善。
朱海龙	北京邮电大学	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。
严园园	网络通信与安全紫金山实验室	时间同步要求、流量整形要求、可靠性要求和网络配置管理功能要求部分编写完善。
李晓明	中车长春轨道客车股份有限公司	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。

鉴纪凯	中车青岛四方机车车辆股份有限公司	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。
王欣立	中车大连电力牵引研发中心有限公司	TSN 网络系统架构、功能要求、设备要求部分评审提出意见。
于人生	中车青岛四方车辆研究所有限公司	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。
朱游龙	中车青岛四方车辆研究所有限公司	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。
李宗辉	北京交通大学	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。
朱莹	北京东土科技有限公司	TSN 网络系统架构、设备要求部分评审提出意见。

4. 主要工作过程

标准修订项目组通过多次会议研讨、独立和集中修改等方式，共同编制了《城市轨道交通车辆 时间敏感网络（TSN）应用技术要求》标准。标准编制组开展的各个阶段主要工作如下：

立项阶段：2023年1月到2023年2月，经过对城市轨道交通行业采用时间敏感网络（Time-Sensitive Networking, TSN）技术的（后文简称车载TSN）应用场景、国内外现状等调研分析，主要起草人之间多次研讨、征集意见，形成标准初稿草案，经过协会专家函审，通过立项。

起草阶段：2023年2月到2023年6月，草案讨论并修改完善阶段，形成征求意见稿。该阶段标准编制组进行了多次会议研讨，会议情况如下：

- 1) 2023年2月22日，由中车南京浦镇车辆有限公司和深圳市三旺通信股份有限公司主持召开网络研讨会议，与会人员就车载TSN在城市

轨道交通行业的应用场景、本标准的标准化对象、适用范围、标准撰写思路等进行交流与探讨，并对网络系统架构、车载使用环境、功能要求和设备要求进一步讨论，明确了车载TSN的应用技术规范要求。

- 2) 2023年3月28日，由中车南京浦镇车辆有限公司和深圳市三旺通信股份有限公司主持召开网络研讨会议，与会专家对车载TSN的系统架构、网络配置管理功能、车载TSN网络设备与车载TSN端设备等问题进行讨论完善。其中，对系统架构内容出现不确定性，会后遗留，待与其余相关单位进一步讨论确定。
- 3) 2023年4月7日，由中车南京浦镇车辆有限公司和深圳市三旺通信股份有限公司主持召开网络研讨会议，与会人员就系统架构方案、网络配置管理要求、车载TSN网络设备和车载TSN终端设备的具体细节进行讨论与交流。
- 4) 2023年4月21日，由中车南京浦镇车辆有限公司和深圳市三旺通信股份有限公司主持召开网络研讨会议，与会人员就标准名称、范围、规范性引用文件、术语和定义、系统架构、车载使用环境、功能要求和设备要求中已修改内容等进行研讨达成一致。
- 5) 2023年8月2日，由中车南京浦镇车辆有限公司和深圳市三旺通信股份有限公司主持召开网络研讨会议，标准全体编制人员对标准全文进行了逐条审核，并对标准做了修改，形成了标准征求意见

稿。

征求意见阶段：

XXXXX。

送审与报批阶段：

XXXXX。

二、编制原则

本标准在编制过程中遵循了先进性和合理性原则。

(1) 先进性原则：本标准是第一个针对城市轨道交通行业编制的TSN技术应用标准，体现在与既有轨道交通技术标准衔接，结合逐渐成熟的TSN技术，提出了适用于智能化列车多网络融合传输应用场景需求的城市轨道交通车辆时间敏感网络（TSN）应用技术要求。本标准在制定过程中主要参考了表2中所列举的《轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第1部分：基本结构》（GB/T 28029.1）和《轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第3-4部分：以太网编组网(ECN)》（GB/T 28029.12）等轨道交通技术标准，首次提出车载TSN系统架构、一般要求、车载使用环境、数据类型、功能要求和设备要求，形成了本标准。

(2) 合理性原则：体现在与城市轨道交通业务实际情况相结合。由于传统的车载MVB总线网络具备高实时性能却不具备高传输带宽，而车载以太网具备大数据传输带宽却不具备高实时性能，限制了这两类网络在智

能化列车上的进一步应用，而基于以太网技术发展出来的TSN技术逐渐成熟，且同时具备大数据带宽、高实时性能优点，很好的满足了轨道交通车辆智能化发展的需求。因此，本标准参考IEEE 802.1中TSN技术，规定了城市轨道交通应用场景及TSN时间同步、流量整形、可靠性和网络配置管理等车载TSN网络的功能要求，适用于指导测评机构、轨道交通厂商、设备制造商运用车载TSN技术及评估设备产品。

三、标准内容的起草

1. 主要技术内容的确定和依据

(1) 系统架构的确定

通过对《轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第3-4部分以太网编组网(ECN)》(GB/T 28029.12)等标准及文献的调研分析，对城市轨道交通领域车载TSN应用技术分析，以及与一些轨道交通厂商和设备制造商访谈调研等多方输入，确定了本标准中系统架构的主要内容。其中，系统架构包含基于逻辑隔离的环网组网架构方案、基于物理隔离的环网组网架构方案和基于物理隔离的线形组网架构方案；组成设备分为网络设备与终端设备两类。

表 2 系统架构内容的参考标准研究分析

标准名称	主要内容
GB/T 28029.1 轨道交通电子设备 列车通	该标准规定了列车通信网络(TCN)的通用架构，以实现 GB/T 28029 定义的编组网络之间以及骨干网的兼容

信网络(TCN)第1部分:基本结构	性。适用于开式列车车辆之间、车辆内以及车地数据通信的通信系统体系结构。应用该标准的列车网络技术能够实现国际运输中开式列车内各车辆的互操作性,也可作为车辆内部的数据通信系统的推荐方案。
GB/T 28029.12 轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN)第3-4部分:以太网编组网(ECN)	该标准规定了基于以太网技术的编组内数据通信网络,即以太网编组网(ECN)。应用该标准可实现开式列车内各车辆内设备的互操作性。如果供应商与用户协商同意,也可适用于闭式列车和多单元列车。

(2) 一般要求的确定

一般要求是对车载TSN中设备性能的要求,主要内容的确定参考了如表3所示的标准及参考文献、对轨道交通厂商和设备生厂商使用产品的访谈调研等。

表 3 一般要求内容的参考标准研究分析

标准名称	主要内容
GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置	该标准规定了安装在轨道交通机车车辆上的电子装置的使用、设计、制造和试验要求,以及装置耐久和可靠所需具备的软、硬件基本要求。
GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分:机车车辆 设备	该标准规定了轨道机车车辆电气和电子设备电磁兼容性的发射与抗扰度要求。适用于机车车辆车载设备。
EN 45545-1 铁路应用 铁路车辆防火 第1部分:通用要求 (Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part1:	该标准明确了轨道车辆防火保护的测试方法,这些测试方法的验证。标准包括了:主要的定义;操作类别;设计要求;防火安全目标;防火措施和合格评定的一般要

General)	求。
EN 45545-2 铁路应用 铁路车辆防火 第2部分：材料和组件防火性能的要求 (Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components)	该标准的主要目的是根据材料燃烧性能、热量释放、烟雾密度和烟雾毒性，来制定与材料选择有关的规则。根据材料的最终用途，该标准划分了 R1-R26 共 26 个不同类别；根据火灾的风险程度，该标准划分了 HL1、HL2、HL3 共 3 个火灾风险等级。
GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验	该标准规定了对安装在轨道机车车辆上的设备进行冲击和随机振动试验的要求。由于轨道运行环境的影响，车上的设备将承受冲击和振动。为确保设备的运行质量，在装车前应模拟设备使用环境条件对其进行一定时间的试验。

(3) 车载使用环境的确定

车载使用环境主要是对设备使用的环境进行要求，主要内容的确定参考轨道交通厂商和设备制造商使用产品的访谈调研等。

(4) 数据类型的确定

数据类型主要是对列车数据类型和车载TSN数据业务进行确定，主要内容的确定参考了如表4所示的标准及参考文献、对轨道交通厂商和设备制造商使用产品的访谈调研等。

表 4 数据类型内容的参考标准研究分析

标准名称	主要内容
GB/T 28029.12	该标准规定了基于以太网技术的编组内

轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第 3-4 部分: 以太网编组网(ECN)	数据通信网络, 即以太网编组网(ECN)。应用该标准可实现开式列车内各车辆内设备的互操作性。如果供应商与用户协商同意, 也可适用于闭式列车和多单元列车。
IEEE 802.1Q 局域网和城域网 网桥和桥接网络 (Local and metropolitan area networks-Bridges and Bridged Networks)	该标准主要用来解决如何将大型网络划分为多个小网络, 如此广播和组播流量就不会占据更多带宽的问题。此外该标准还提供更高的网络段间安全性。

(5) 功能要求的确定

功能要求是车载TSN应用中对TSN技术的功能要求, 主要内容的确定参考了如表5所示的标准及参考文献、对轨道交通厂商和设备生厂商使用产品的访谈调研等。

表 5 功能要求内容的参考标准研究分析

标准名称	主要内容
IEEE 802.1 AS IEEE 标准 局域网和城域网 桥接局域网中时间敏感应用的定时和同步 (Local and metropolitan area networks - Time and Synchronization for Time-Sensitive Applications)	该标准规定了用于确保跨网络的时间敏感应用 (例如音频、视频和时间敏感控制) 满足同步要求的协议和过程。这包括维护正常操作期间的同步时间, 以及跟随网络组件和网络重构的添加、移除或失败。它规定了 IEEE 1588 规范在 IEEE 802.1Q 的相关内容的使用。
IEEE 802.1 CB IEEE 标准 局域网和城域网 可靠性的帧复制和消除 (Local and metropolitan	该标准规定了提供交换机和终端站的冗余传输帧的识别与复制、重复帧识别和消除重复帧。

area networks - Frame Replication and Elimination for Reliability)	
IEEE 802.1 Qbu IEEE 标准 局域网和城域网网桥和桥接网络修正 26: 框架优先 (Local and metropolitan area networks - Bridges and Bridged Networks-Amendment 26: Frame Preemption)	该标准规定了帧抢占策略, 允许网桥端口在传输一个或多个时间敏感型数据时暂停非时间敏感型数据的传输。
IEEE 802.1 Qbv IEEE 标准 局域网和城域网网桥和桥接网络修正 25: 调度业务的增强 (Local and metropolitan area networks - Bridges and Bridged Networks Amendment 25: Enhancements for Scheduled Traffic)	该标准定义了门结构, 能够控制交换机和终端端口根据 IEEE 802.1AS 来控制数据流的输出。
IEEE 802.1Qcc IEEE 标准 局域网和城域网网桥和桥接网络修正: 流保留协议 (SRP) 增强和性能改进 (Local and metropolitan area networks - Bridges and Bridged Networks Amendment 31: Stream Reservation Protocol (SRP) Enhancements and Performance Improvements)	该标准规定了 TSN 网络配置模型, 增强了 SRP 的功能, 改进了性能。
IEEE 802.1 Qci IEEE 标准 局域网和城域网网桥和桥接网络修正 28: 逐流过滤和校正 (Local and metropolitan area networks - Bridges and Bridged Networks -	该标准规定了流过滤和监督机制, 根据帧所属的特定数据流对帧执行帧计数、过滤、维护和服务类选择, 以及同步循环时间安排。

Amendment 28: Per-Stream Filtering and Policing)	
--	--

最终本标准主要规定了车载TSN基本要求、时间同步要求、流量整形要求、可靠性要求和网络配置管理要求。

(6) 设备要求的确定

设备要求是车载TSN网络应用中对车载网络设备、车载终端设备、产品试验的要求，主要内容的确定参考了如表6所示的标准及参考文献、对轨道交通厂商和设备生厂商使用产品的访谈调研等。

表 6 设备要求研究分析

标准名称	主要内容
GB/T 18015.6 数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第6部分:具有600MHz及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 工作区布线电缆 分规范	该标准与 GB/T 18015.1-2007 一起使用。这种电缆专用于 ISO/IEC 11801: 2000 中定义的 D、E、F 级信道的跳接、设备和工作区软电缆。适应于单独屏蔽、总屏蔽和非屏蔽的含 4 个或以下线对数的对绞组或四线组。规定了 20℃时电缆的传输特性。高于 20℃温度时的电缆性能的讨论见 GB/T 18015.5-2007 附录 A。
GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置	该标准规定了安装在轨道交通机车车辆上的电子装置的使用、设计、制造和试验要求,以及装置耐久和可靠所需具备的软、硬件基本要求。该标准适用于安装在轨道交通机车车辆上的所有控制、调节、保护、诊断、供电等电子装置,这些装置可由车上蓄电池或发电机供电,也可由直接或间接与接触网相连的低压电源(变压器、分压器、辅助电源)供电。

最终本标准规定了车载TSN线缆、连接器、网络设备、终端设备和试

验要求。

2. 标准中英文内容的汉译英情况

无。

四、主要试验验证结果及分析

无。

五、标准水平分析

目前，既有标准中，《轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第1部分：基本结构》(GB/T 28029.1)规定了列车通信网络(TCN)的通用架构，适用于开式列车车辆之间、车辆内以及车地数据通信的通信系统体系结构。《轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第3-4部分：以太网编组网(ECN)》(GB/T 28029.12)规定了基于以太网技术的编组内数据通信网络，即以太网编组网(ECN)，可实现开式列车内各车辆内设备的互操作性。

这些标准对城市轨道交通车辆应用提供了一定的参考和指导作用，而采用TSN技术实现智能化列车多网络融合传输还需要根据需求制定标准。本标准填补了城市轨道交通车辆时间敏感网络(TSN)应用技术要求标准的空白，全面系统化规范了城市轨道交通车辆时间敏感网络(TSN)应用技术的系统架构、一般要求、车载使用环境、数据类型、功能要求和设备要求。标准编制过程中，也对多家厂商的网络设备、对国内外相关标准及文献进

行了调研分析，确保了技术的先进性。

六、采标情况

本标准不涉及采用国际标准或国外先进标准制修订等情况。

七、与我国现行法律法规和有关强制性标准的关系

无

八、重大分歧意见的处理过程和依据

无。

九、标准性质的建议

《标准化法》规定“对保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全以及满足经济社会管理基本需要的技术要求，应当制定强制性国家标准。”本标准及产品标准，主要规定了城市轨道交通车辆时间敏感网络(TSN)应用技术的系统架构、一般要求、车载使用环境、数据类型、功能要求和设备要求，适用于城市轨道交通车辆采用TSN技术的车载列车通信网络系统，不属于《标准化法》中强制性标准的范围，建议为智能交通领域推荐性标准。

十、贯彻标准的要求和建议

本标准主要规定了城市轨道交通车辆时间敏感网络（TSN）应用技术要求，适用于城市轨道交通车辆采用TSN技术的车载列车通信网络系统。

建议轨道整车研制企业、测评机构、TSN设备有关制造商在标准发布后认真学习研究标准，建议标准编制组举办标准宣贯。在各类标准化信息平台上公开宣传标准，推广标准使用。

十一、废止、替代现行有关标准的建议

本标准为新立项制定的标准，不影响现行有关标准。

十二、其他应予以说明的事项

无。