

ICS 45.020
CCS S 70

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3283—2025
代替 TB/T 3283—2015

铁路时间同步网技术要求

Technical requirements for railway time synchronization network

2025-11-20 发布

2026-06-01 实施

国家铁路局 发布

目 次

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	2
5 网络结构和组成	3
6 网络功能及性能	4
7 设备功能及性能	7
8 设备接口	13
9 网络管理	15
10 环境适应性要求	17
附录 A(资料性) 时间同步概念	18
附录 B(资料性) 应用系统接引铁路时间同步网	20
参考文献	22

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。

本文件代替 TB/T 3283—2015《铁路时间同步网技术条件》。与 TB/T 3283—2015 相比,除结构调整和编辑性改动外,本文件主要技术变化如下:

- a) 更改了网络结构和组成(见第 5 章,2015 年版的第 4 章);
- b) 更改了时间同步定时参考源的选择及网络性能指标分配(见 6.2、6.3,2015 年版的 5.2、5.3);
- c) 增加了时间同步设备功能结构(见 7.1.1);
- d) 更改了时间同步设备北斗卫星接收、输入、守时、输出功能(见 7.1.2、7.1.3、7.1.4、7.1.5, 2015 年版的 6.1);
- e) 更改了北斗卫星接收设备性能(见 7.2.1,2015 年版的 6.2.1);
- f) 删除了 GPS 卫星接收设备性能(见 2015 年版的 6.2.2);
- g) 更改了一级母钟设备的性能要求(见 7.2.2,2015 年版的 6.2.3);
- h) 更改了二级母钟设备的性能要求(见 7.2.3,2015 年版的 6.2.4);
- i) 更改了三级母钟设备的时间准确度及守时精度(见 7.2.4.1、7.2.4.3,2015 年版的 6.2.5.1、6.2.5.4);
- j) 更改了移动列车时间节点性能要求(见 7.2.5,2015 年版的 6.2.6);
- k) 更改了可靠性要求的平均故障间隔时间(见 7.3,2015 年版的 6.3);
- l) 更改了时间同步设备接口要求(见第 8 章,2015 年版的第 7 章);
- m) 更改了网管一般要求(见 9.1,2015 年版的 8.1);
- n) 更改了网管功能(见 9.2,2015 年版的 8.2);
- o) 增加了网管接口及协议(见 9.3);
- p) 更改了工作环境的大气压力要求(见 10.1,2015 年版的 9.1);
- q) 更改了防雷及接地要求(见 10.3,2015 年版的 9.3)。

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。

本文件由铁路行业电气设备与系统标准化技术委员会通信信号分技术委员会提出并归口。

本文件起草单位:北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、北京铁路通信信号运维中心、中国铁路北京局集团有限公司、浙江赛思电子科技有限公司、电信科学技术第五研究所有限公司、烟台持久钟表有限公司、四川泰富地面北斗科技股份有限公司。

本文件主要起草人:邓焯飞、滕蕾、范娜、田永和、曾勇、涂桂旺、李焱、张伊静、刘清涛、梁坤。

本文件历次版本发布情况为:

本文件于 2015 年首次发布,本次为第一次修订。

铁路时间同步网技术要求

1 范围

本文件规定了铁路时间同步网的网络结构和组成、网络功能及性能、设备功能及性能、设备接口、网络管理、环境适应性要求。

本文件适用于铁路时间同步网的设计、制造、检验和使用。

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 7611—2016 数字网系列比特率电接口特性
- GB/T 14536.1 电自动控制器 第1部分:通用要求(GB/T 14536.1—2022,IEC 60730-1:2013,IDT)
- 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 24338.4—2018,IEC 62236-3-2:2008,MOD)
- GB/T 24338.5 轨道交通 电磁兼容 第4部分:信号和通信设备的发射与抗扰度(GB/T 24338.5—2018,IEC 62236-4:2008,MOD)
- TB/T 1434—1999 铁路通信产品环境条件 地面固定使用
- TB/T 3498 铁路通信信号设备雷击试验方法
- YD/T 2022—2009 时间同步设备技术要求
- YD/T 2375—2019 高精度时间同步技术要求
- YD/T 3841—2021 基准主时间(PRTC)设备技术要求
- YD/T 4445—2023 增强型基准主时间(ePRTC)设备技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

北斗卫星导航系统 BeiDou navigation satellite system

中国研制建设和管理的为用户提供实时三维位置、速度和时间等信息的全球卫星导航系统。

注:提供的服务包括基本导航服务、短报文通信服务、星基增强服务、国际搜救服务和精密单点定位服务。

[来源:GB/T 39267—2020,2.1.11]

3.2

时间同步 time synchronization

通过不同时间源之间的测量、比对和调整,实现时间相互一致的过程和技术。

[来源:GB/T 39267—2020,2.2.20]

3.3

时间基准 time datum

时间尺度 time scale

描述事件发生时刻所采用的时间系统及相应参数。

注：通常包括时间的起点和秒长。

[来源：GB/T 39267—2020, 2. 2. 1]

3.4

时间同步网 time synchronization network

由时间同步节点和链路共同组成的网络,为铁路应用系统提供时间基准信号。

[来源：GB/T 50262—2024, 13. 11. 2, 有修改]

3.5

时间同步设备 time synchronization equipment

利用溯源于公认时间标准(如 UTC 时间等)的同步输入信号,通过时间锁定、时标合成、时间分配提供高精度等多种类型的时间信号输出,为时间同步网络提供时间、相位和频率同步基准的独立型设备。

[来源：YD/T 5240—2018, 2. 1. 1, 有修改]

3.6

时间准确度 timing accuracy

授时精度

时间同步设备输出时间与协调世界时(UTC)之间的偏差统计值。

注：有时也指与北斗卫星导航系统时间之间的偏差统计值。

[来源：GB/T 39267—2020, 2. 3. 25, 有修改]

3.7

相对时间准确度 relative time accuracy

时间同步设备输出的时间与其输入时间的一致性程度。

3.8

守时精度 time hold accuracy

时间设备在失去外部时间参考源后,在一定时间间隔内可以提供的准确度。

3.9

频率准确度 frequency accuracy

在规定的周期内,时钟频率偏离的最大幅度。

3.10

共视时间比对 common-view time transfer comparison

地球上任意两台北斗卫星授时设备共同观测同一颗卫星得到各自与卫星的时间差,从而得到两台授时设备之间时差的方法。

[来源：GB/T 39267—2020, 2. 3. 20, 有修改]

3.11

时钟同步网 frequency synchronization network

由基准时钟、节点时钟和地面定时链路共同组成的网络。

[来源：GB/T 50262—2024, 13. 11. 3, 有修改]

4 缩略语

下列缩略语适合于本文件。

BDS:北斗卫星导航系统(BeiDou navigation satellite system)

BDT:北斗时(BDS time)

BIPM:国际计量局(Bureau International des Poids et Mesures)
 DCLS:直流电平变换(DC level shift)
 ePRTC:增强型基准主时间(enhanced primary reference time clock)
 IERS:国际地球自转服务机构(international earth rotation service)
 IRIG-B:靶场仪器组-B型码(inter range instrumentation group-B)
 MTBF:平均故障间隔时间(mean time between failure)
 NTP:网络时间协议(network time protocol)
 NTSC:国家电视标准委员会(National Television Standards Committee)
 PRTC:基准主时间(primary reference time clock)
 PTP:精确时间协议(precision time protocol)
 SI:国际单位制(international system of units)
 SSM:同步状态信息(synchronization status message)
 TAI:国际原子时(international atomic time)
 ToD:日时间(time of day)
 UT:世界时(universal time)
 UTC:协调世界时(coordinated universal time)
 1PPS:秒脉冲(1 pulse per second)

5 网络结构和组成

5.1 网络结构

铁路时间同步网由时间同步节点及地面授时链路组成,其中,时间同步节点包括地面时间同步节点和移动列车时间同步节点。时间传送的等级结构最多为三级,见图1。

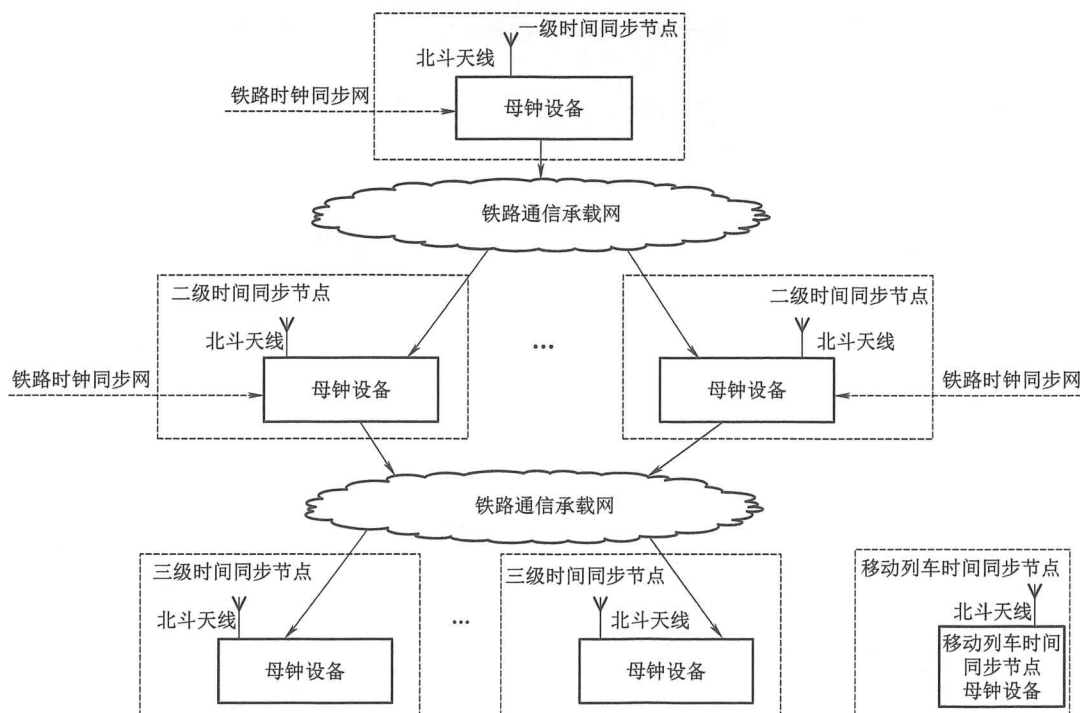


图1 铁路时间同步网网络结构

铁路时间同步网组网符合下列规定。

- a) 正常情况下,地面时间同步节点应跟踪北斗卫星导航系统授时信号,在卫星信号不可用的情况下,时间同步节点应通过地面授时链路跟踪上级时间同步节点,不应从同级或下级时间同步节点获取标准时间信号;当来自上级时间同步节点的标准时间信号不可用时,可利用源自铁路时钟同步网的同级或上级基准频率信号进行守时。
- b) 地面授时链路应采用铁路通信承载网传递标准时间信号,满足单向逐层向下的要求;标准时间信号传送方式应采用主从方式;高精度标准时间信号的地面传送应采用 PTP 技术或其他高精度时间同步传送技术。
- c) 二级时间同步节点应采取两个不同物理路由的地面定时链路从一级时间同步节点获得标准时间信号;三级时间同步节点宜采取两个不同物理路由的地面定时链路从上级时间同步节点获得标准时间信号。
- d) 时间同步路径串入的时间同步节点数量不应超过 3 个,其中一级时间同步节点、二级时间同步节点和三级时间同步节点最多各 1 个。
- e) 铁路时间同步网与时钟同步网的地面链路组织、选源机制等方面宜相互独立。
- f) 移动列车时间同步节点应采用接收北斗卫星导航系统授时信号的方式进行同步。

5.2 时间同步节点

时间同步节点由时间同步设备及网管组成,符合下列规定。

- a) 时间同步设备包括一级、二级、三级母钟设备及移动列车母钟设备;其中一级母钟设备包括铯钟、北斗卫星接收单元、内置铷钟;二级母钟设备包括北斗卫星接收单元、内置铷钟;三级母钟设备内置高稳晶体钟,宜配置北斗卫星接收单元;移动列车母钟设备包括内置高稳晶体钟、北斗卫星接收单元。
- b) 一级时间同步节点应配置一级母钟设备及网管,可溯源到国内更高等级的时间守时基准。
- c) 二级时间同步节点配置二级母钟设备及网管,有高精度业务需求时,配置一级母钟设备;支持通过地面链路将时间溯源至一级时间同步设备;支持地面频率信号守时功能,通过最短路径溯源至时钟同步网。
- d) 三级时间同步节点配置三级母钟设备,可配置网管;有高精度业务需求时,配置更高等级母钟设备;支持通过地面链路将时间溯源至上级时间同步设备;支持地面频率信号守时功能,通过最短路径溯源至时钟同步网。
- e) 移动列车时间同步节点宜配置移动列车母钟设备及便携维护终端。

6 网络功能及性能

6.1 网络功能

网络功能应符合下列规定:

- a) 铁路时间同步网为铁路业务系统提供统一标准时间信号,满足业务系统的不同时间精度等级需求,时间精度等级及相关时间同步概念见附录 A;
- b) 地面时间同步节点具备北斗卫星接收、地面频率及地面时间输入、本地时钟守时、时间信号输出、频率信号输出(可选)及网管功能;
- c) 移动列车时间同步节点具备北斗卫星接收、本地时钟守时、时间同步信号输出及管理功能;
- d) 时间同步节点具备独立工作的功能,当外部标准时间信号不可用时,时间同步节点设备通过内置钟及铁路时钟同步网的保持功能,提供时间信号输出。

6.2 时间同步节点定时参考源

6.2.1 一级时间同步节点

一级时间同步节点定时参考源的选择符合下列规定：

- a) 在正常情况下,一级时间同步节点应通过北斗卫星接收单元获得标准时间;
- b) 在北斗卫星信号不可用的情况下,一级时间同步节点应基于铯钟进行守时;
- c) 一级时间同步节点可溯源至国家等级的时间守时基准。

6.2.2 二级时间同步节点

二级时间同步节点定时参考源的选择符合下列规定：

- a) 在正常情况下,二级时间同步节点应通过北斗卫星接收单元获得标准时间;
- b) 在北斗卫星信号不可用情况下,二级时间同步节点应跟踪上级节点的地面时间基准信号;
- c) 在北斗卫星接收单元和地面时间基准信号均失效的情况下,二级时间同步节点可利用源自时钟同步网的信号和内置钟进行守时;
- d) 有高精度业务需求,配置一级母钟设备时,还应符合 6.2.1 中 b) 的规定。

6.2.3 三级时间同步节点

三级时间同步节点定时参考源的选择符合下列规定：

- a) 在正常情况下,配置北斗卫星接收单元的三级时间同步节点应通过北斗卫星接收单元获得标准时间;
- b) 在北斗卫星信号不可用或未配置北斗卫星接收单元的情况下,三级时间同步节点应跟踪上级节点的地面时间基准信号;
- c) 在北斗卫星接收单元和地面时间基准信号均失效的情况下,三级时间同步节点可利用源自时钟同步网的信号和内置钟进行守时;
- d) 有高精度业务需求,配置更高等级母钟设备且为一级母钟设备时,还应符合 6.2.1 中 b) 的规定。

6.2.4 移动列车时间同步节点

移动列车时间同步节点定时参考源的选择符合下列规定：

- a) 在正常情况下,移动列车时间同步节点应通过北斗卫星接收单元获得标准时间;
- b) 在北斗卫星接收单元失效的情况下,移动列车时间同步节点应利用内置钟进行守时,可利用铁路移动通信系统获得标准时间信号。

6.3 网络性能

6.3.1 北斗卫星信号可用情况下的性能指标分配

6.3.1.1 在北斗卫星授时可用情况下,铁路时间同步网性能指标分配模型见图 2。各级时间同步节点均正常跟踪北斗卫星,独立进行时间分配。

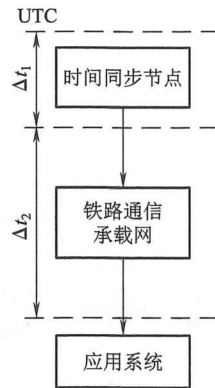


图2 北斗卫星授时可用情况下的铁路时间同步网性能指标分配模型

6.3.1.2 毫秒(ms)量级时间同步端到端性能指标分配符合下列规定:

- a) 时间源部分:各级时间同步设备在正常跟踪北斗卫星接收单元的情况下,时间输出 NTP 接口相对于 UTC 的时间准确度 Δt_1 优于 ± 2 ms;
- b) 铁路通信承载网部分: Δt_2 优于 ± 80 ms。

6.3.1.3 微秒(μ s)量级时间同步端到端的时间性能指标分配符合下列规定:

- a) 时间源部分:各级时间同步设备在正常跟踪北斗卫星接收单元的情况下,时间输出 1PPS + ToD、PTP 接口相对于 UTC 的时间准确度 Δt_1 优于 ± 150 ns;
- b) 铁路通信承载网部分: Δt_2 优于 $\pm 1\ 000$ ns。

6.3.1.4 100 ns 量级时间同步端到端的时间性能指标分配符合下列规定:

- a) 时间源部分:各级时间同步设备在正常跟踪北斗卫星接收单元的情况下,时间输出 1PPS + ToD、PTP 接口相对于 UTC 的时间准确度 Δt_1 优于 ± 30 ns;
- b) 铁路通信承载网部分: Δt_2 优于 ± 80 ns。

6.3.2 北斗卫星信号不可用情况下的性能指标分配

在北斗卫星授时不可用情况下,时间源头可串接多个时间同步设备,独立进行时间分配。该网络模型下端到端的时间性能指标分配应符合下列规定。

- a) 时间源部分。
 - 1) 各级时间同步节点的北斗卫星接收单元均失效且一级时间同步节点无其他手段溯源至 UTC,一级时间同步节点应利用铯钟进行时间守时,二级/三级时间同步节点跟踪来自一级时间同步节点的时间信号。末级时间同步节点时间输出性能 $\Delta t'_1$ 由两部分构成,一是铯钟守时引入的固定时间偏差,二是时间信号在铁路通信承载网进行局间分配引入的时间偏差。时间同步性能指标分配模型(一)见图 3。 $\Delta t'_1$ 的参考估算值见 YD/T 2375—2019 的附录 D,影响时间传送精度的因素见 YD/T 2375—2019 的附录 E。
 - 2) 在一级时间同步节点北斗卫星授时可用,二级/三级时间同步节点北斗卫星授时不可用的情况下,铁路时间同步网应利用地面定时链路跟踪来自一级时间同步节点的时间信号,末级时间同步节点时间输出性能包括一级时间同步节点正常跟踪北斗卫星接收单元的时间输出性能和时间信号在铁路通信承载网进行局间分配引入的时间偏差,相对于 UTC 其时间输出性能 $\Delta t'_1$ 优于 ± 250 ns。时间同步性能指标分配模型(一)见图 3。

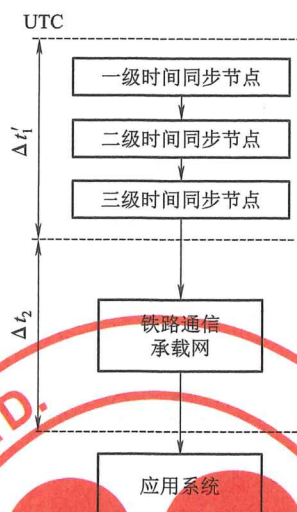


图3 北斗卫星授时不可用情况下的时间同步性能指标分配模型(一)

- 3) 在一级、二级时间同步节点北斗卫星授时可用,三级时间同步节点北斗卫星授时不可用的情况下,三级时间同步节点利用地面定时链路跟踪来自二级时间同步节点的时间信号,末级时间同步节点时间输出性能包括二级时间同步节点正常跟踪北斗卫星接收单元的时间输出性能和时间信号在铁路通信承载网进行局间分配引入的时间偏差,相对于UTC其时间输出性能 $\Delta t_1'$ 优于 ± 250 ns。时间同步性能指标分配模型(二)见图4。

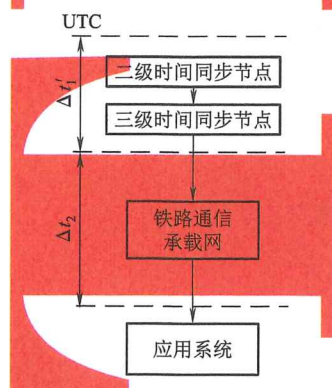


图4 北斗卫星授时不可用情况下的时间同步性能指标分配模型(二)

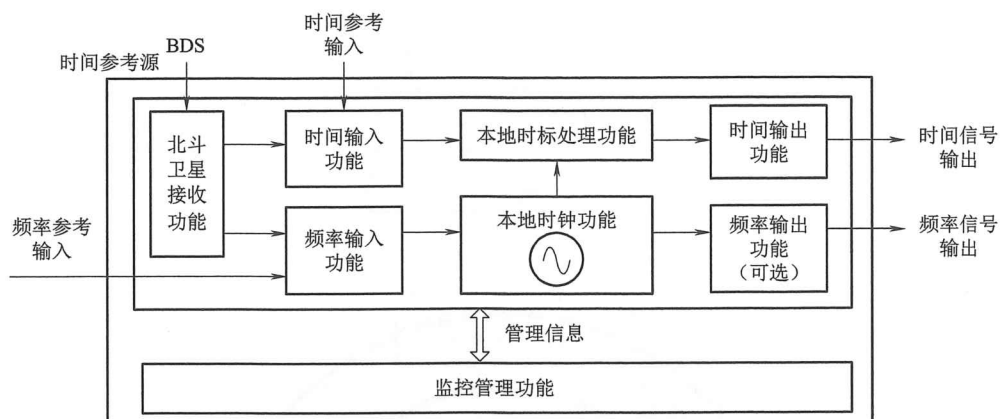
- b) 铁路通信承载网部分: Δt_2 优于 $\pm 1\ 000$ ns。

7 设备功能及性能

7.1 设备功能

7.1.1 功能结构

铁路时间同步设备应具有北斗卫星接收功能、时间参考输入功能、频率参考输入功能、本地时标处理功能、本地时钟功能、时间输出功能、频率输出功能(可选)及监控管理功能,功能结构示意图见图5。



注：三级母钟设备宜具备北斗卫星接收功能。

图5 时间同步设备的功能结构示意图

7.1.2 北斗卫星接收功能

北斗卫星接收功能应符合下列规定：

- a) 在正常情况下通过北斗卫星接收单元获得时间同步基准信号，应支持北斗卫星单独授时工作模式；
- b) 具备天线馈线时延补偿功能，补偿范围为 $0 \mu\text{s} \sim +5 \mu\text{s}$ ，补偿步长优于 1 ns ；
- c) 北斗卫星接收单元宜采用内置式。

7.1.3 输入功能

7.1.3.1 地面时间参考输入功能

地面时间参考输入功能应符合下列规定。

- a) 应支持下列时间输入接口：
 - 1) 1PPS + ToD；
 - 2) PTP；
 - 3) NTP(可选)；
 - 4) DCLS(可选)。
- b) 应通过时间输入信号获得时间同步。
- c) 应支持时间输入接口与北斗卫星接收单元之间的自动或人工倒换功能。
- d) 应支持多路时间输入接口间的自动或人工倒换功能。
- e) 应支持 1PPS + ToD 接口、DCLS 接口的时延补偿功能。
- f) 可支持卫星共视时间比对功能。

7.1.3.2 频率参考输入功能

频率参考输入功能应符合下列规定。

- a) 支持下列外参考频率输入接口：
 - 1) 2 048 kbit/s；
 - 2) 2 048 kHz；
 - 3) 10 MHz(可选)；
 - 4) 同步以太网接口(可选)。

- b) 外参考频率输入接口与北斗卫星接收单元之间的自动或人工倒换功能。
- c) 多路外参考频率输入接口之间的自动或人工倒换功能。
- d) 2 048 kbit/s 接口、同步以太接口具备地面频率输入 SSM 功能。

7.1.4 守时功能

7.1.4.1 本地时钟功能

本地时钟功能应符合下列规定。

- a) 内部时钟具有自由运行、快捕、锁定、保持的功能,应支持冗余配置:
 - 1) 接收到外部时间基准信号后,具备按优先顺序选择外部时间基准信号作同步源的功能;
 - 2) 跟踪锁定状态下,自动补偿传输延时并输出与外部时间基准信号同步的标准时间信号;
 - 3) 当所有时间输入信号和频率输入信号均失效时,能基于内置钟提供守时功能。
- b) 通过频率输入接口获得守时所需的频率同步。
- c) 支持时间准确度对比门限值参数设置和时间源输入丢失检测的功能,在故障情况下依照优先级顺序对多路时间输入信号进行自动切换。

7.1.4.2 本地时标处理功能

本地时标处理功能应符合下列规定:

- a) 应具备本地时标处理功能,即基于本地时钟频率维持基准时间,并产生时间输出基准信号;
- b) 自动定时校时,校时间隔(整秒)可设置;
- c) 应支持闰秒自动处理功能。

7.1.5 输出功能

7.1.5.1 时间输出功能

时间输出功能应符合下列规定。

- a) 支持以下时间输出接口:
 - 1) 1PPS + ToD;
 - 2) 1PPS;
 - 3) NTP;
 - 4) PTP;
 - 5) DCLS(可选);
 - 6) IRIG-B(可选)。
- b) 可支持提供扩展输出接口的功能。
- c) 可支持输出接口冗余配置的功能。
- d) 对于每个 PTP 输出接口,处理每秒不少于 100 个 PTP 客户端的响应。
- e) 对于每个 NTP 单板,处理每秒不小于 2 000 个 NTP 客户端的响应。
- f) 对于多路时间输出接口,应支持不同接口间的物理隔离。
- g) NTP 接口具有选择地开放响应 IP 功能,不应有无关 IP 请求的干扰。
- h) NTP 接口具有对报文进行数据认证或加密的功能,宜采用国密算法。
- i) 可支持卫星共视时间比对功能。

7.1.5.2 频率输出功能

频率输出功能应符合下列规定。

- a) 应支持以下频率输出接口：
 - 1) 2 048 kHz;
 - 2) 2 048 kbit/s;
 - 3) 10 MHz;
 - 4) 同步以太网接口。
- b) 可具有提供扩展输出接口的能力。
- c) 可支持输出接口冗余配置的功能。
- d) 对于多路同步以太网输出接口,应支持不同接口间的物理隔离。

7.1.6 监控管理功能

时间同步设备应具备实时自动上报告警信息的功能,保存至少 100 条最近的事件或告警信息。

7.2 设备性能

7.2.1 北斗卫星接收性能

北斗卫星接收单元应符合下列规定:

- a) 接收载波频率:应支持 B1I、B1C、B2a,可包含 B2b、B3I;
- b) 接收灵敏度:捕获小于 -133 dBm,跟踪小于 -136 dBm;
- c) 卫星跟踪数量:同时最少跟踪 4 颗卫星;
- d) 捕获时间:装置热启动时小于 2 min,装置冷启动时小于 5 min。

7.2.2 一级母钟设备

7.2.2.1 时间准确度

在正常跟踪北斗卫星接收单元的情况下,各种时间输出接口相对于 UTC 的时间准确度应符合下列规定:

- a) 1PPS + ToD 接口: -30 ns ~ +30 ns;
- b) 1PPS 接口: -30 ns ~ +30 ns;
- c) DCLS 接口: -300 ns ~ +300 ns;
- d) IRIG-B 接口: -20 μs ~ +20 μs;
- e) NTP 接口: -2 ms ~ +2 ms;
- f) PTP 接口: -30 ns ~ +30 ns。

7.2.2.2 守时精度

守时精度应符合下列规定。

- a) 当北斗卫星接收功能失效时,设备依赖铯钟输入运行,通过 1PPS 接口或 PTP 接口进行观测,在 14 d 之内的相对守时精度优于 ±100 ns,满足表 1 要求。

表 1 相位/时间保持性能要求

观察时间 s	时间误差 ns
$0 < t \leq 1\ 209\ 600 (14\ d)$	$ \Delta x(t) \leq 30 + 5.787\ 037 \times 10^{-5} t$
注 1: t 表示观察时间, $\Delta x(t)$ 表示时间误差。	
注 2: $t = 0$ 表示保持开始。	

- b) 当北斗卫星接收功能失效且铯钟失效时,内部时钟正常跟踪于我国 1 级基准时钟的定时信号时,通过 1PPS 接口或 PTP 接口进行观测,在 72 h 内的相对守时精度优于 $\pm 1 \mu\text{s}$ 。
- c) 当北斗卫星接收功能失效且铯钟失效时,内部时钟无法正常跟踪于我国 1 级基准时钟的定时信号时,通过 1PPS 接口或 PTP 接口进行观测,在 24 h 之内的相对守时精度优于 $\pm 1 \mu\text{s}$ 。

7.2.2.3 频率性能

频率性能应符合下列规定:

- a) 漂移产生符合 YD/T 4445—2023 中 7.2 的规定;
- b) 抖动产生符合 YD/T 4445—2023 中 7.3 的规定;
- c) 抖动容限符合 YD/T 4445—2023 中 7.4 的规定;
- d) 相位瞬变符合 YD/T 4445—2023 中 7.5 的规定。

7.2.3 二级母钟设备

7.2.3.1 时间准确度

在正常跟踪北斗卫星接收单元的情况下,各种时间输出接口相对于 UTC 的时间准确度应符合下列规定:

- a) 1PPS + ToD 接口: $-100 \text{ ns} \sim +100 \text{ ns}$;
- b) 1PPS 接口: $-100 \text{ ns} \sim +100 \text{ ns}$;
- c) DCLS 接口: $-300 \text{ ns} \sim +300 \text{ ns}$;
- d) IRIG-B 接口: $20 \mu\text{s} \sim +20 \mu\text{s}$;
- e) NTP 接口: $-2 \text{ ms} \sim +2 \text{ ms}$;
- f) PTP 接口: $-100 \text{ ns} \sim +100 \text{ ns}$ 。

在正常跟踪 PTP 或 1PPS + ToD 信号的情况下,各种时间输出接口的相对时间准确度应符合下列规定:

- a) 1PPS + ToD 接口: $-30 \text{ ns} \sim +30 \text{ ns}$;
- b) 1PPS 接口: $-30 \text{ ns} \sim +30 \text{ ns}$;
- c) DCLS 接口: $-200 \text{ ns} \sim +200 \text{ ns}$;
- d) IRIG-B 接口: $-20 \mu\text{s} \sim +20 \mu\text{s}$;
- e) NTP 接口: $-2 \text{ ms} \sim +2 \text{ ms}$;
- f) PTP 接口: $-30 \text{ ns} \sim +30 \text{ ns}$ 。

7.2.3.2 守时精度

守时精度应符合下列规定:

- a) 当北斗卫星接收和时间输入功能失效时,内部时钟正常跟踪于 1 级基准时钟的定时信号,通过 1PPS 接口或 PTP 接口进行观测,在 72 h 内的相对守时精度优于 $\pm 1 \mu\text{s}$;
- b) 当北斗卫星接收和时间输入功能失效时,内部时钟无法正常跟踪于 1 级基准时钟的定时信号,通过 1PPS 接口或 PTP 接口进行观测,在 24 h 之内的相对守时精度优于 $\pm 1 \mu\text{s}$ 。

7.2.3.3 频率性能

频率性能应符合下列规定:

- a) 漂移产生符合 YD/T 3841—2021 中 6.2 的规定;
- b) 抖动产生符合 YD/T 3841—2021 中 6.3 的规定;
- c) 相位不连续性符合 YD/T 3841—2021 中 6.5 的规定。

7.2.4 三级母钟设备

7.2.4.1 时间准确度

在正常跟踪北斗卫星接收单元时,各种时间输出接口相对于 UTC 的时间准确度应符合下列规定:

- a) 1PPS + ToD 接口: $-100\text{ ns} \sim +100\text{ ns}$;
- b) 1PPS 接口: $-100\text{ ns} \sim +100\text{ ns}$;
- c) DCLS 接口: $-300\text{ ns} \sim +300\text{ ns}$;
- d) IRIG-B 接口: $-20\text{ }\mu\text{s} \sim +20\text{ }\mu\text{s}$;
- e) NTP 接口: $-2\text{ ms} \sim +2\text{ ms}$;
- f) PTP 接口: $-100\text{ ns} \sim +100\text{ ns}$ 。

在正常跟踪 PTP 或 1PPS + ToD 信号的情况下,各种时间输出接口的相对时间准确度应符合下列规定:

- a) 1PPS + ToD 接口: $-50\text{ ns} \sim +50\text{ ns}$;
- b) 1PPS 接口: $-50\text{ ns} \sim +50\text{ ns}$;
- c) DCLS 接口: $-200\text{ ns} \sim +200\text{ ns}$;
- d) IRIG-B 接口: $-20\text{ }\mu\text{s} \sim +20\text{ }\mu\text{s}$;
- e) NTP 接口: $-2\text{ ms} \sim +2\text{ ms}$;
- f) PTP 接口: $-50\text{ ns} \sim +50\text{ ns}$ 。

7.2.4.2 频率性能

频率性能应符合 YD/T 2022—2009 中 6.2、6.4 的规定。

7.2.4.3 守时精度

守时精度应符合下列规定:

- a) 当北斗卫星接收和时间输入功能失效时,内部时钟正常跟踪于 1 级基准时钟的定时信号,通过 1PPS 接口或 PTP 接口进行观测,在 72 h 内的相对守时精度优于 $\pm 1\text{ }\mu\text{s}$;
- b) 当北斗卫星接收和时间输入功能失效时,内部时钟无法正常跟踪于 1 级基准时钟的定时信号,通过 1PPS 接口或 PTP 接口进行观测,在 24 h 之内的相对守时精度优于 $\pm 5\text{ }\mu\text{s}$ 。

7.2.5 移动列车时间同步节点母钟设备

移动列车时间同步节点母钟设备的时间准确度、频率性能、守时精度符合 7.2.4 的规定,北斗卫星接收单元应符合 7.2.1 的规定。

7.3 可靠性要求

设备可靠性应符合下列规定:

- a) 时间同步设备的北斗卫星接收单元、内置钟、电源板等重要板卡均应冗余配置;
- b) 设备整机、重要组件或业务端口考虑冗余配置时的平均故障间隔时间 (MTBF) 不应小于 87 600 h;
- c) 设备板卡在运行时应支持带电插拔。

7.4 绝缘性要求

在 GB/T 14536.1 规定的试验环境条件下,时间同步设备的交流电源与机壳及各级(相)之间的绝缘电阻不应小于 20 M Ω 。

7.5 电磁兼容

设备的电磁兼容要求应符合 GB/T 24338.4 和 GB/T 24338.5 的规定。

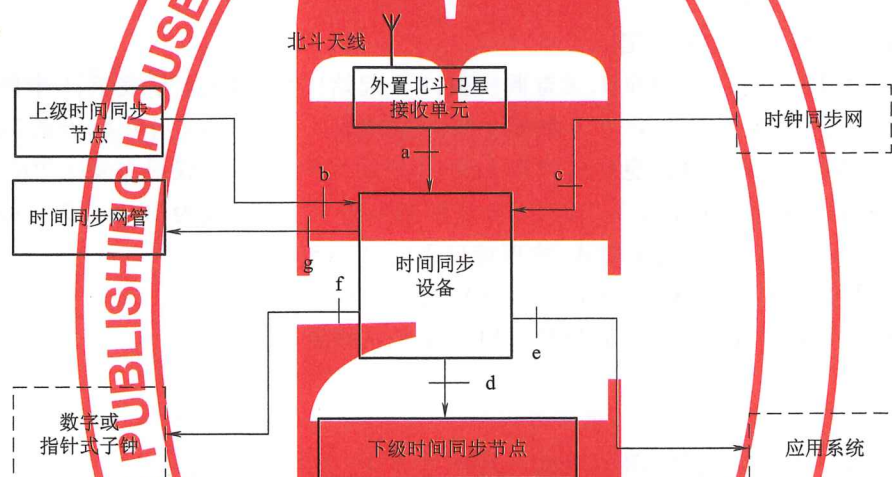
8 设备接口

8.1 北斗卫星接收设备接口

内置式北斗卫星接收设备和时间同步节点设备间的接口为内部接口,本文件不作要求。
外置式北斗卫星接收设备和时间同步节点设备间的接口为 1PPS + ToD 接口。

8.2 时间同步设备接口

时间同步设备接口参考点见图 6。



注: 图中的虚线设备不属于铁路时间同步网。

图 6 时间同步设备接口参考点

时间同步设备接口应符合下列规定:

- a) 输入接口不少于 4 路,包括 2 路北斗卫星输入接口、1 路地面时间基准信号输入接口、1 路频率同步输入接口,接口类型见表 2;

表 2 输入接口类型

参考点	接口类型			
	a	1PPS + ToD	—	—
b	PTP	NTP	—	—
c	2 048 kbit/s	2 048 kHz	10 MHz	同步以太接口

- b) 时间输出接口不小于 32 路,其中 1PPS + ToD 不小于 4 路,接口类型见表 3;

表 3 输出接口类型

参考点	接口类型			
	d	PTP	NTP	—
e	PTP	NTP	DCLS	IRIG-B
	1PPS + ToD	1PPS	—	—
f	NTP	DCLS		

- c) 应用系统接引铁路时间同步网见附录 B；
d) 时间同步设备与铁路时间同步网管的接口要求应符合 9.3 的规定。

8.3 接口要求

8.3.1 1PPS + ToD

1PPS + ToD 接口应符合下列规定。

- ToD 信息波特率默认为 9 600, 无奇偶校验, 1 个起始比特, 用低电平表示, 1 个停止比特, 用高电平表示, 空闲帧为高电平, 8 个数据比特, 在 1PPS 上升沿 1 ms 后开始传送 ToD 信息, 并在 500 ms 内传完, 此 ToD 消息标示当前 1PPS 上升沿时间; ToD 协议报文发送频率为每秒 1 次。
- 1PPS 秒脉冲采用上升沿作为准时沿, 上升时间小于 50 ns, 脉宽为 20 ms~200 ms。
- 信息传送采用 RS-422 电平方式, 物理接口采用 RJ-45。
- 电气特性满足 GB/T 7611—2016 中 5.10.1 的要求。
- ToD 帧结构和协议满足 YD/T 2375—2019 中 8.3 的要求。

8.3.2 1PPS

1PPS 接口的电气特性应满足 GB/T 7611—2016 中 5.10.2 的要求。

8.3.3 PTP

PTP 接口符合下列规定:

- 应支持以太网接口;
- 物理接口类型: 采用 FE、GE 或 10GE 接口, 宜采用 GE 光接口;
- 应满足 YD/T 2375—2019 中 8.2 的要求;
- PTP 协议及 BMC 算法见 YD/T 2375—2019 的附录 F。

8.3.4 NTP

NTP 接口应符合下列规定:

- 支持以太网接口;
- 物理接口类型: 采用 FE 或 GE 接口。

8.3.5 DCLS

DCLS 接口应符合下列规定:

- 支持 RS-422 接口;
- 上升沿, 上升时间不大于 50 ns;
- 码元定义见 YD/T 2375—2019 的附录 A。

8.3.6 IRIG-B

IRIG-B 接口应符合下列规定：

- a) 高电平不低于 5 V, 调制比 2:1~6:1 可调, 典型调制比默认为 3:1;
- b) 码元定义见 YD/T 2375—2019 的附录 A。

8.3.7 2 048 kHz

2 048 kHz 接口应符合 GB/T 7611—2016 中 5.9 的规定, 并预置 SSM 质量等级信息。

8.3.8 2 048 kbit/s

2 048 kbit/s 接口应符合 GB/T 7611—2016 中 5.2 的规定, 并自动携带或预置 SSM 质量等级信息。

8.3.9 10 MHz

10 MHz 接口应符合 YD/T 4445—2023 中 8.2.3 的规定。

8.3.10 同步以太网接口

同步以太网接口应符合 YD/T 4445—2023 中 8.2.4 的规定。

9 网络管理

9.1 一般要求

铁路时间同步网网络管理应具备集中监控管理、分级维护的功能。网管符合下列规定：

- a) 铁路时间同步网网络管理对象为独立型时间同步设备, 应支持通过网络管理接口实现对时间同步设备的告警管理、性能管理、配置管理、数据统计分析、安全管理;
- b) 符合铁路时间同步网网管系统的基本功能要求、语言格式和通信方式的非独立型同步节点钟设备, 可纳入铁路时间同步网络管理;
- c) 铁路时间同步网网管应实现上级网管对下级网管的信息监视调看、下级网管信息向上级网管的传送, 应接入综合网管平台。

9.2 网管功能

9.2.1 告警管理

告警管理应符合下列规定。

- a) 具备告警监测、告警分级、告警自动上报、告警确认、告警清除、告警查询等功能。
- b) 告警监测包括时间输入信号丢失、时间不连续性(如跳秒)、频率输入信号丢失、时间输出失效、设备校时异常、频率保持或守时等。
- c) 当铁路时间同步网系统出现故障时, 监控终端发出声音报警, 并在监控终端主界面上采用实时图形/列表显示故障告警信息; 具备告警分级的功能, 支持设置不少于四级的告警等级, 并以不同颜色、不同声音区分告警。
- d) 通过手动操作清除可闻可见告警信号。
- e) 告警信息保存时间不少于 90 d。

9.2.2 性能管理

性能管理应符合下列规定。

- a) 实时监测北斗卫星接收单元的性能,北斗卫星授时单元的性能监测符合下列规定:
 - 1) 监测天线状态;
 - 2) 监测可视北斗卫星数量等信息;
 - 3) 监测可视北斗卫星信号类型;
 - 4) 监测北斗卫星接收单元当前工作模式,如启动、快捕、锁定、位置保持等;
 - 5) 显示当前 UTC 时间和位置信息。
- b) 实时监测在用时间输入信号的时间误差性能。
- c) 可实时监测备用时间输入信号的时间误差性能。
- d) 设置时间误差性能监测门限,性能超限后产生相应告警。
- e) 监测在用频率输入信号的最大时间间隔误差、频率偏差和时间偏差。
- f) 支持性能监测数据的收集、分析、存储及图形化显示,存储至少 30 d 的性能监测数据。

9.2.3 配置管理

配置管理应符合下列规定:

- a) 具备对系统和设备各种运行参数的配置和修改功能;
- b) 对本级时间同步设备进行增加/删除网元、修改网元的属性配置数据、设置输入信号的各种门限、定时查看通信链路状况、时延补偿参数和设备校时参数、系统的时间同步管理等操作;
- c) 各级网管的配置数据实时保持一致;
- d) 具备网管日志时间标记要求,如告警时间、性能时间、配置时间,时间标记应以秒为单位。

9.2.4 数据统计分析

数据统计分析应符合下列规定:

- a) 实时监测本级时间同步设备运行状态,并进行相应的显示;
- b) 对设备配置数据、告警、日志信息及系统保存的性能数据进行查询、统计、报表和打印。

9.2.5 安全管理

安全管理功能应包括对用户权限和用户日志的管理。

- a) 应实现对管理终端的用户授权、用户操作鉴权。
- b) 用户进入网管系统需登录及登录口令。
- c) 应具备设备操作的权限划分机制,支持三级权限管理:
 - 1) 一级:设置和修改用户及用户口令,并具有二级、三级的全部功能;
 - 2) 二级:设置和修改设备参数及工作状态,允许对软件、数据库和图形软件进行维护与测试,有权管理下级用户,进行日志管理及各类配置、删除等操作,且具有三级的全部功能;
 - 3) 三级:读取数据,能进行普通的信息查看、告警确认、报表生成等操作。
- d) 网络管理系统应符合铁路网络安全相关规定,具备安全管理功能,防止恶意软件的欺骗或攻击。

9.3 网管接口及协议

网管接口及协议符合下列规定:

- a) 网管应具备通信管理接口,包括本地通信接口和远端通信接口,接口类型为串行接口和以太

网接口,以太网接口应支持 IPv4、IPv6 功能;

- b) 以太网接口应支持 100/1 000 Mbit/s 速率自适应,可支持光接口;
- c) 上级网管与下级网管通信及与综合网管平台通信应支持 CORBA、FTP 接口协议,与同步设备通信网管协议应支持 SNMP 协议、TL1 协议等。

10 环境适应性要求

10.1 工作环境

设备应在下列环境中正常工作:

- a) 工作温度:应符合 TB/T 1434—1999 中表 1 对 KT3 等级的规定;
- b) 工作相对湿度:应符合 TB/T 1434—1999 中表 1 中对 KT3 等级的规定;
- c) 大气压力: $52.5 \text{ kPa} \sim 106 \text{ kPa}$ 。

10.2 电源环境

电源要求应符合下列规定:

- a) 设备可配置为双路直流(-48 V)或双路交流电源(220 V);
- b) -48 V 直流电源的范围为 $(-48 \pm 9.6) \text{ V}$;
- c) 交流电源的范围为 $(220 \pm 22) \text{ V}$,频率为 $(50 \pm 1) \text{ Hz}$ 。

10.3 防雷及接地

10.3.1 防雷

防雷应符合下列规定:

- a) 时间同步设备具备完善的防雷保护措施,包括电源、天馈线安装避雷器等,应满足 TB/T 3498 的相关要求;
- b) 浪涌保护装置选用及设置,综合考虑被保护设备的耐雷电能力、安装位置、接地情况、系统通信要求、设备功率等因素,采用分级、分设备的防护方式;
- c) 室外引入电缆实现内、外金属防护构件的物理隔离。

10.3.2 接地

接地应符合下列规定:

- a) 时间同步设备的接地电阻值不大于 4Ω ;
- b) 时间同步设备的箱、盒、柜等壳体具有良好的电气贯通和电磁屏蔽性能,壳体内设置专用接地端子或接地端子板。

附录 A
(资料性)
时间同步概念

A.1 时间同步原理

时间同步原理是按照接收到的时间来调控设备内部的时钟和时刻。在将时钟校对到秒后,时间同步的调控原理与频率同步对时钟的调控原理类似,能调控时钟频率和时钟相位,同时将时钟相位以数值表示,即时间的时刻。与频率不同的是,时间同步接收非连续的时间信息,非连续调控设备时钟,即设备时钟锁相环的调节控制是周期性,其周期对应于获取时间的周期,且与调节方式、时钟的准确度和稳定度有关。

A.2 时间同步精度等级

时间同步精度等级见表 A.1。

表 A.1 时间同步精度等级

精度等级	精度要求范围(相对于 UTC)	应用场景
普通精度	1 ms ~ 1 s	网管、告警等
中等精度	10 μs ~ 1 ms	信令监测等
高精度	100 ns ~ 10 μs	5G-R、定位等

A.3 时间定义

A.3.1 世界时

以地球自转周期为基础,通过观测太阳的周日视运动确定的一种时间尺度。UT0 是本初子午线的太平时,直接由天文观测得到;UT1 是 UT0 校正过在恒星参考系中地球相对其旋转轴的微小运动(极向变化)效应的时间;UT2 是对 UT1 校正过在恒星参考系中地球旋转速度的微小季节性起伏效应的时间。

A.3.2 国际原子时

由国际计量局(BIPM)建立和保持的、以分布于全世界的大量运转中的原子钟的数据为基础的一种时间尺度。它的初始历元设定在 1958 年 1 月 1 日,在这个时刻 TAI 与 UT1 之差近似为零。国际单位制(SI)秒的定义是铯原子 133 基态的两个超精细能级间跃迁辐射 9 192 631 770 周所持续的时间长度,TAI 的速率与其直接相关。

A.3.3 协调世界时

由国际计量局(BIPM)和国际地球自转服务机构(IERS)保持的时间尺度,它的速率与 TAI 速率完全一致,但在时刻上与 TAI 相差若干整秒,与世界时之差保持在 0.9 s 之内。

注:UTC 尺度是通过插入或者去掉整秒(正跳秒或负跳秒)来调整的,以确保它与世界时之差在 0.9 s 之内。

A.3.4 北斗时

北斗卫星导航系统建立和保持的时间基准,采用国际单位制秒的无闰秒连续时间。BDT 的起始历

元是 UTC 2006 年 1 月 1 日的 00:00:00,通过 UTC(NTSC)与 UTC 建立联系。

注:BDT 使用周计数和周内秒表示。

A.3.5 闰秒

科学上有两种时间计量系统:基于地球自转的天文测量而得出的“世界时”和以原子振荡周期确定的“原子时”。“世界时”由于地球自转的不稳定(由地球物质分布不均匀和其他星球的摄动力等引起的)会带来时间的差异,“原子时”(一种较恒定的时制,由原子钟得出)则是相对恒定不变的。

UTC 在秒长上使用原子时秒,但是在时刻上,需要通过人工干预,使其尽量靠近世界时。这就需要对 UTC 进行“闰秒操作”,即每当 UTC 与世界时 UT1 时刻之差接近或 0.9 s 时,在当年的 6 月底或 12 月底的 UTC 时刻上增加 1 s 或减少 1 s。



附录 B

(资料性)

应用系统接引铁路时间同步网

B.1 概述

铁路通信各子系统和其他专业应用系统均采用分层分级原则就近接入铁路时间同步网。分层分级是指铁路通信各子系统按照网络分层的原则(例如骨干层、汇聚层、接入层等)就近接入相应级别的时间同步节点设备。

B.2 铁路通信子系统接引铁路时间同步网

铁路通信子系统包括铁路通信传输网、接入网、数据通信网、调度通信系统、移动通信系统、会议电视系统、应急通信系统、综合视频监控系统、时钟同步网、网管及监控监测系统等。

铁路通信各子系统时间源的接引方式采用集中接引方式,即铁路时间同步网为通信各子系统的网管服务器提供时间信号,各子系统内网元和本系统网管服务器时间服务单元进行时间同步。通信子系统内部网元应按照主从同步方式自动同步到本系统网管服务器的时钟服务设备或功能单元,对于现网中不具备时间服务单元、不支持时间协议、不能实现系统内自动时间同步的系统或设备,采用人工校时的方式实现设备的时间同步。

为保证系统间的独立性及安全性,采用物理隔离或网络隔离。物理隔离是指各系统使用独立的物理端口。网络隔离是指各系统通过交换机接入时采用划分 VPN 或 VLAN 的方式共享同一个物理端口。通信传输网、数据通信网、调度通信、GSM-R 等系统采取物理隔离的方式接入铁路时间同步网,通信其他子系统可以采用网络隔离的方式接入铁路时间同步网。

当通信子系统网管服务器与时间同步设备在同一楼内且距离小于 100 m 时,通过网线互联;当通信子系统网管服务器与时间同步设备在异地机房或远距离机房时,需通过铁路通信承载网络延伸来实现时间信号的接引。

在通信各子系统内部,如果网管服务器时间服务单元和被同步单元均支持 PTP 或 NTP 等时间同步协议时,优先采用时间同步协议实现系统内部时间同步;当内部网元不支持时间同步协议时,由相应的网管系统设定采用 SNMP 等协议定期向网元下发同步指令来实现时间同步。

B.3 铁路其他专业业务应用系统接引铁路时间同步网

铁路其他专业业务应用系统(以下简称应用系统)自铁路时间同步网节点设备接引标准时间信号时,根据该系统的时间准确度、接口及接引距离等需求(以下统称技术需求)统筹确定接口类型和铁路通信承载网等接引方案。

具备系统内时间同步及分配功能的应用系统,由系统内置的时间分配设备(如 NTP 服务器)从就近铁路时间同步网节点接引标准时间信号作为本系统主用标准时间源,并设置为主从同步方式;不具备系统内时间分配功能的应用系统,系统内相关设备从就近铁路时间同步网节点接引标准时间信号,并设置为主从同步方式。

应用系统需接引主、备两路标准时间信号时,根据本系统技术需求和主、备标准时间信号源工作机制,统筹确定接引方案。

根据应用系统的安全性要求,TDCS/CTC、铁路客票等独立组网的应用系统应采用铁路时间同步网节点设备独立的物理接口接引标准时间信号,其他承载于综合信息网的应用系统可采用划分 VPN 或 VLAN 等逻辑隔离方式接引标准时间信号。

B.4 接口类型

接口类型见表 B.1。

表 B.1 接口类型

接口类型	物理/电气接口	传送最远距离
PTP 接口	10GE(o)、GE(o)、FE(e)	10GE(o)、GE(o):10 km FE(e):100 m
1PPS + ToD 接口	RJ-45 接口/RS-422 电平	采用网线和 RS-422 电平:1 000 m
DCLS 接口	RJ-45 接口/RS-422、TTL 电平、光纤接口	采用网线和 RS-422 电平:1 000 m 采用同轴电缆(SYV-2-1-75)和 TTL 电平:200 m 多模光纤:500 m,单模光纤 10 km
IRIG-B 接口	BNC 接口	采用同轴电缆(SYV-2-1-75):200 m
NTP 接口	FE(e)	100 m

参 考 文 献

- [1] GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语
 - [2] GB/T 50262—2024 铁路工程术语标准
 - [3] YD/T 5240—2018 时间同步网工程设计规范
-

中华人民共和国
铁道行业标准
铁路时间同步网技术要求

Technical requirements for railway time synchronization network
TB/T 3283—2025

*

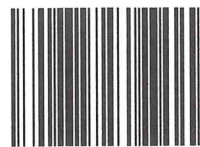
中国铁道出版社有限公司出版发行
(100054,北京市西城区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
北京富资园科技发展有限公司印刷

版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm × 1 230 mm 1/16 印张:2 字数:43 千
2026年1月第1版 2026年1月第1次印刷

*



151137499

定价: 20.00 元