

民航北斗授时系统技术规范

（征求意见稿）

目录

1	范围.....	3
2	规范性使用文件.....	3
3	术语、定义和缩略语.....	3
3.1	术语和定义.....	3
3.2	缩略语.....	6
4	技术要求.....	7
4.1	总体要求.....	7
4.2	时间同步系统.....	8
4.3	时间同步设备.....	10
4.4	时间信号传输介质.....	13
4.5	监控功能.....	13
	附录一民用航空系统常用设备授时等级清单.....	15
	附录二 IRIG-B 信号码元定义表.....	17

1 范围

本标准规定了民航北斗授时系统的技术要求。

本标准适用于民用航空机场、航空公司和空中交通管理部门等所属设施设备使用的时间同步系统的规划、设计、制造、建设以及使用。

2 规范性使用文件

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，仅所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 39267 北斗卫星导航术语

IRIG Standard 200-04 IRIG 串行时间代码格式 IRIG serial time code formats

RFC 1305 网络时间协议(第三版)规范、执行和分析 Network time protocol (version 3) specification, implementation and analysis

IEEE 802.3at-2009 以太网标准

MH/T 4020-2006 民用航空通信导航监视设施防雷技术规范

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

北斗卫星导航系统 BeiDou navigation satellite system; BDS

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等。

3.1.2

全球定位系统 Global positioning system; GPS

美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：提供的服务包括精密定位服务和标准定位服务等服务。

3.1.3

单向授时 one-way timing

用户通过接收导航信号实现本地时间与系统时间同步的方法。

3.1.4

无线时间基准信号 radio time reference signal

以无线通信方式传播的时间基准信号。

3.1.5

有线时间基准信号 wired time reference signal

以有线通信方式传播的时间基准信号。

3.1.6

时间同步系统 timesynchronizationssystem

能接收外部时间基准信号，并按照要求的时间精确度向外输出时间同步信号和时间信息的系统。

注：时间同步系统通常由主时钟、若干从钟、时间信号传输介质组成。

3.1.7

时间同步设备 time synchronization device

构成时间同步系统的设备。时间同步设备包括主时钟和从时钟。

3.1.8

主时钟 master clock

能同时接收至少两种外部时间基准信号（其中一种应为无线时间基准信号），具有内部时间基准（晶振或原子频率标准）。按照要求的授时精度向外输出时间同步信号和时间信息的设备。

3.1.9

从时钟 slave clock

能同时接收主时钟通过有线传输方式发送的至少两路时间同步信号，具有内部时间基准（晶振或原子频率标准）。按照要求的授时精度向外输出时间同步信号和时间信息的设备。

3.1.10

秒脉冲 1 pulse per second; 1PPS

设备按每秒输出的一个同步脉冲。

3.1.11

监控单元 monitoring & control unit

具备对时间同步设备的时间同步及设备状态监测和控制的模块，可部署于时间同步设备内部，也可为独立设备。

3.1.12

闰秒 leap second

协调世界时刻与世界时时刻之差保持在 $\pm 0.9s$ 之内，必要时用阶跃 1 整秒的方式来调整。这个一整秒，称为闰秒。

3.1.13

协调世界时 universal time coordinated; UTC

由国际计量局和国际地球自转服务机构保持的时间尺度。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 $0.9s$ 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，以确保它和世界时之差保持在 0.9s 之内。

3.1.14

授时精度 timing accuracy

接收机输出时间与协调世界时（UTC）之间的偏差统计值。

注：有时也指与卫星导航系统时间之间的偏差统计值。

3.1.15

原子频率标准（原子钟） atomic frequency standard

以原子谐振器的频率为参考频率的时钟。

3.1.16

周计数翻转 week number rollover

当 GNSS 周计数达到计数上限（GPS 为 1024，BDS 为 8192）时，接收机接收的卫星数据中出现周溢出并重新开始计数。

3.2 缩略语

下列缩略语适用本文件。

GPS: 全球定位系统（Global Positioning System）

BDS: 北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System）

TAI: 国际原子时（International Atomic Time）

MTBCF: 严重故障平均时间间隔（Mean Time between Component Failures）

MTTR: 平均修复时间（Mean time to repair）

5G: 第五代移动通信技术（5th Generation Mobile Communication Technology）

NTP: 网络时间协议（Network Time Protocol）

PTP: 精确时间协议（Precision Time Protocol）

1 PPS: 秒脉冲（Pulse Per Second）

IRIG-B: 串行时间交换码 B 格式（Inter Range Instrumentation Group-B）

UTC: 协调世界时 (Coordinated Universal Time)

SNMP: 简单网络管理协议 (Simple Network Management Protocol)

4 技术要求

4.1 总体要求

4.1.1 民航北斗授时系统应满足民用航空机场、航空公司和空中交通管理部门等对时间信息的需求。

4.1.2 民航北斗授时系统时钟源应采用星基授时为主，其它无线授时和地基有线授时为辅的模式。可根据预先设定的优先级选择有效的的时间基准信号。

4.1.3 星基授时应采用以北斗卫星导航系统 (BDS) 为主，其他卫星导航系统为辅的单向授时方式。采用单一星基授时方式时，应使用中国北斗卫星导航系统。

4.1.4 民航北斗授时系统宜利用现有通信系统的设备资源，实现地基有线网络授时。

4.1.5 民航北斗授时系统所提供的授时精度应优于 1 μ s。

4.1.6 民航北斗授时系统主要设备的 MTBCF 应不小于 40000 小时，室内设备的 MTTR 应不大于 0.5 小时，室外设备的 MTTR 应不大于 2 小时。系统设计寿命应不少于 15 年。

4.1.7 民航北斗授时系统应具有防雷保护设备，可参照 MH/T 4020-2006 《民用航空通信导航监视设施防雷技术规范》的要求。

4.1.8 民航北斗授时系统应具备监控功能，实现对时间同步设备的时间同步及设备状态的监测和控制要求。

4.1.9 民航北斗授时系统应具备双电源冗余供电能力，可以是双路交流电源输入，或者是一路交流电源输入和一路直流电源输入的方式。

工作电源支持：交流电源 220V \pm 22V，50Hz \pm 5Hz；直流电源 24V 或 48V。

4.1.10 室内设备应能在以下环境正常运行：

——工作温度: -10 \sim +45 $^{\circ}$ C；

——工作湿度: 5%RH \sim 90%RH；

——大气压力: 不低于 3500m。

4.2 时间同步系统

4.2.1 民航北斗授时系统的时间同步系统由时间同步设备和时间同步网等组成。

4.2.2 民航北斗授时系统有多种组成方式，其典型形式有单主钟和双主钟方式两种，可配置多台从时钟用于接口和功能的扩展。

4.2.2.1 单主钟时间同步系统由一台主时钟、多台从时钟（需要时）和信号传输介质组成，用来为被授时设备或系统定时，见图 1。主时钟可留有接收其它无线时间基准信号和外部时间同步系统的有线时间基准信号的接口，用于不同时间同步系统间的互连、参考及备份。

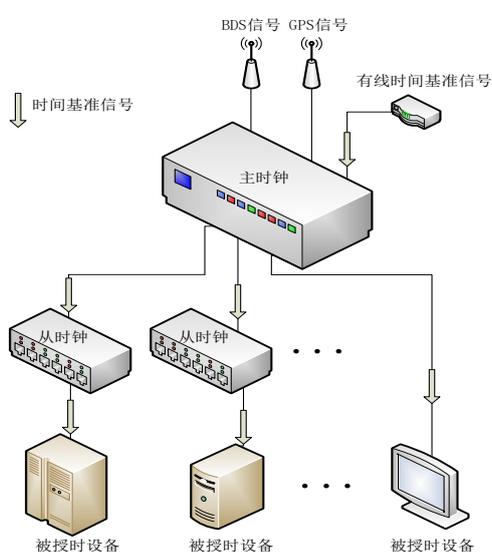


图 1 单主钟时间同步系统的组成

4.2.2.2 双主钟时间同步系统由两台主时钟、多台从时钟（需要时）和信号传输介质组成，用来为被授时设备或系统定时，见图 2。每个主时钟可留有接收其它无线时间基准信号和外部时间同步系统的有线时间基准信号的接口，用于不同时间同步系统间的互连、参考及备份。

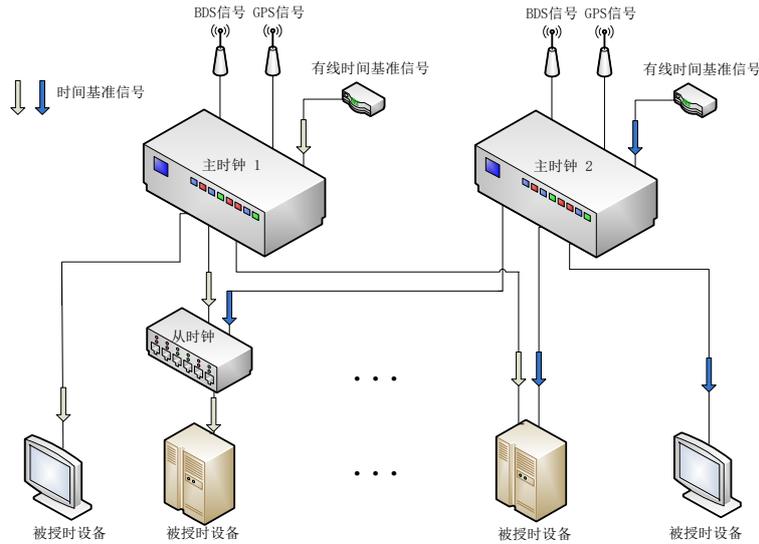


图 2 双主钟时间同步系统的组成

4.2.3 时间同步系统的配置

4.2.3.1 对于具有时间同步需求的民用航空设备，根据时间同步和运行可靠性要求分为授时 A 级设备、授时 B 级设备和授时 C 级设备三类。授时 A 级设备授时失效时，将对设备产生关键的影响；B 级设备授时失效时，设备运行将会产生一定影响，但不会影响其主要功能；C 级设备授时主要作用为事后调查，不影响其正常功能使用，或设备内部已具备了稳定可靠的授时系统（民用航空系统常用设备授时等级清单详见附件一）。

4.2.3.2 对于同一站点、机房、建筑物内的一套或多套系统设备，包含授时 A 级设备的，应至少配置一套 BDS 为主的时间同步系统，时间同步系统应采用双主钟方式，且须安装授时监控系统；

4.2.3.3 对于同一站点、机房、建筑物内的一套或多套系统设备，包含授时 B 级设备的，应至少配置一套 BDS 为主的时间同步系统，时间同步系统可采用双主钟或单主钟方式，可根据需要安装授时监控系统。

4.2.3.4 运行系统对时间精度要求大于 1 秒的授时 C 级设备，可根据需要采用内部时钟方式或采用互联网提供的授时。

4.2.4 时间同步系统的运行方式

4.2.4.1 时间同步系统可采用独立运行方式和组网运行方式。

4.2.4.2 采用独立运行方式时，时间同步系统仅接收星基和其它无线时间基准信

号，不接入外部时间同步网。

4.2.4.3 采用组网运行方式时，如采取授时中心集中授时，除接收星基和其它无线时间基准信号之外，还可接收外部时间同步系统的有线时间基准信号。

4.3 时间同步设备

4.3.1 时间同步设备的基本组成

时间同步设备主要包括时钟服务器和天线，时钟服务器主要由接收单元、处理单元和输出单元三部分组成。

4.3.1.1 接收天线

接收天线应安装在较开阔的位置上，保证周围俯仰角 30 度以上不能有较大的遮挡物；为避免反射波的影响，接收天线尽量远离周围尺寸大于 20cm 的金属物 2m 以上；同时，不宜将天线安装在其他发射天线附近，避免其他发射天线的辐射方向对准接收天线；两个或多个天线安装时宜保持 2m 以上的间距。

关于接收天线的其他要求：

——增益： $\geq 30\text{dBi}$ ；

——工作温度： $-40\sim+70^{\circ}\text{C}$ ；

——允许最大相对湿度：100%RH，不冷凝；

——大气压力：不低于 3500m。

4.3.1.2 接收单元

主时钟和从时钟的接收单元以接收的星基无线或地基有线时间基准信号作为外部时间基准。星基无线信号至少应包括 BDS 时间信号和 GPS 时间信号，地基有线信号至少应包括 IRIG-B、NTP 协议，为满足未来发展需求，还宜支持 PTP 协议和 5G 授时方式。

主时钟的接收单元能同时接收至少两种外部时间基准信号，其中一种应为星基无线时间基准信号，这些时间基准信号通过预先设定的优先级实现热备份。

从时钟的接收单元能同时接收两路地基有线时间基准信号，这些时间基准信号通过预先设定的优先级实现热备份。

4.3.1.3 处理单元

处理单元应持续对接收单元接收到的外部时间基准信号的有效性和状态进行监测，并计算内部时钟与外部时间基准信号的时间偏差，能根据偏差结果调整内部时钟并输出。处理单元在进行有效性检测、计算和时钟选择时应满足以下要求：

- a) 时间基准信号的有效性检测应考虑全面，至少应对秒脉冲、时间信息等的有效性标志、时间相位连续性、时间报文连续性等合理有效的状态进行综合判断和处理，可显示和输出监测结果。满足以上检测后，选取其中优先级最高的时间基准信号作为内部时钟的时间基准。
- b) 外部时间基准信号的进入和退出不应引起输出时间的波动；
- c) 内部时钟有 3 种工作状态：初始化、跟随和守时；
- d) 设备开启后，首先进入初始化状态，此时内部时钟还未正常工作，设备无时间输出。设备对外部时间基准信号做有效性检测，确认有效后，选取其中优先级最高的时间基准信号作为内部时钟的时间基准，采用“直接”方式与之同步，建立内部时钟，设备进入跟随状态；
- e) 在跟踪状态下，允许设备时间输出。当无有效的的时间基准信号时，设备进入守时状态；当有满足要求的时间基准信号时，选取优先级最高的时间基准信号作为基准进行跟随，此时的跟随应采用“步进”方式调整，步长可根据用户要求设定；
- f) 守时状态时，本地时钟仍能保持一定的授时精度，并输出时间同步信号和时间信息。外部时间基准信号恢复后，在完成有效性检测后，内部时钟自动结束守时保持状态，并被牵引入跟踪锁定状态。在牵引过程中，应采用“步进”方式调整，步长可根据用户要求设定。处理单元在此过程中仍能输出正确的时间同步信号和时间信息，这些时间同步信号不应出错，时间信息应无错码，脉冲码不应多发或少发；
- g) 处理单元内部时钟的频率源可根据授时精度的要求，选用温度补偿石英晶体振荡器、恒温控制晶体振荡器或原子频率标准等。

4.3.1.4 输出单元

输出单元输出各类时间同步信号和时间信息，在面板上显示时间、状态和告警信息等。

4.3.2 时间同步设备的功能要求

4.3.2.1 在失去外部时间基准信号时应具备守时功能，守时状态下的授时精度应优于 1ms/天。

4.3.2.2 具有输入或输出端延时补偿功能。

4.3.2.3 不同输出的 NTP 时间同步信号网络接口之间应实现物理隔离。

4.3.2.4 输出信号之间应互相电气隔离，设备的电源输入和所有输出不应与设备内部弱电回路有电气联系。

4.3.2.5 面板上应有下列信息显示：

- a) 电源状态指示；
- b) 时间同步信号输出指示；
- c) 外部时间基准信号状态指示；
- d) 当前使用的时间基准信号；
- e) 年、月、日、时、分、秒；
- f) 故障信息。

4.3.2.6 应有下列告警接点输出：

- a) 电源中断告警；
- b) 故障状态告警。

4.3.2.7 设备应具备闰秒、闰日、周计数翻转的处理功能，能接受外部时间基准信号给出的闰秒预告信号并正确执行和输出。

4.3.3 时间同步输出信号

4.3.3.1 时间同步输出信号类型

主时钟至少可输出 1 PPS 脉冲信号、IRIG-B 信号、串行口时间报文和 NTP 协议报文，为满足未来发展需求，宜支持输出 PTP 协议。

有效时间基准没有建立之前不应输出时间信号，且外部时间基准发生变化时，时间输出信号不应产生跳变。

4.3.3.2 1PPS 脉冲信号输出至少应支持 BNC 接口，且脉冲上升时间不大于 100ns。

4.3.3.3 IRIG-B 信号应符合 IRIG Standard 200-04 的规定，并含有年份和时间信号质量信息，IRIG-B 信号码元定义表见附录二。

4.3.3.4 串行口时间报文宜采用异步方式输出，数据位 8 位，停止位 1 位，输出波特率可根据需要进行选择或设置。

4.3.3.5 网络时间同步可使用电缆接口或光缆接口，支持 NTP 协议，时钟处于跟踪锁定状态时，其时间误差应满足局域网优于 10ms，广域网优于 100 ms；支持 PTP 协议，时钟处于跟踪锁定状态时，其时间误差应优于 1 μs。

4.3.3.6 时间同步信号、接口类型与授时精度的对照

为保证授时精度及信号传输的质量，被授时设备或系统可按表 1 选用不同信号接口。

表 1 时间同步信号、接口类型与授时精度的对照

接口类型	光纤	RS-422,RS-485	RS-232	BNC	电流环	以太网
PPS	1μs	1μs	—	1μs	1μs	—
串口时间报文	10ms	10ms	10ms	—	—	—
IRIG-B	1μs	1μs	—	—	—	—
NTP	—	—	—	—	—	10ms
PTP	—	—	—	—	—	1μs

4.4 时间信号传输介质

时间信号传输介质应保证时间同步设备发出的时间信号传输到被授时设备/系统时，能满足它们对时间信号质量的要求，一般可在下列几种传输介质中选用：

- a) 同轴电缆：用于室内高质量地传输 1PPS 脉冲信号和 IRIG-B (AC) 信号；
- b) 屏蔽双绞线：用于传输 RS-232 串行口时间报文、RS-422、RS-485 和 IRIG-B 信号；
- c) 光纤：用于需要高授时精度的场合，可远距离传输各种时间信号；

双绞线：用于传输网络时间报文、IRIG-B (DC) 信号和串行口时间报文。

4.5 监控功能

4.5.1 时间同步设备应通过以太网接口且基于 SNMP 协议进行监控信息的交互，监控功能不应影响现有系统及设备的网络安全要求。

4.5.2 时间同步设备应能输出和显示对外部时间基准信号有效性和时间偏差的判别结果；

4.5.3 应具有友好的人机界面，方便操作，能对用户的权限进行分级管理，同时能对重要操作进行提醒和确认。

4.5.4 应能对设备的主要工作状态进行数据采集，对故障状态做出正确的判决，形成并输出自检报告。当时间同步系统以无线时间基准信号为授时源时，自检状态报告应至少包括：授时源种类、GNSS 源、检测时间、使用卫星数量、定时精度、告警信息。当时间同步系统以有线时间基准信号为授时源时，自检状态报告应至少包括：授时源种类、授时源标识(IP)、检测时间、定时精度、告警信息。

4.5.5 应能通过人工干预对设备的工作状态进行控制，对设备参数进行配置，至少应包括外部时间基准信号的优先级选择、补偿值和时间偏差阈值设定等。

4.5.6 具有日志保存功能，存储时间应不少于 30 天，能够对时间基准信号切换及时间跳变进行记录。

附录一 民用航空系统常用设备授时等级清单

民航授时 A 级设备	民航授时 B 级设备	民航授时 C 级设备
空管自动化系统	语音通信交换系统	高频通信系统
高级场面活动引导与控制系统	记录仪	甚高频通信系统
管制综合信息系统	多点定位系统	应急通信终端
航站楼时钟系统	一、二次监视雷达系统	卫星通信系统
自动转报系统	场面监视雷达系统	民航通信网
民用航空气象信息系统	航行情报服务系统	程控交换系统/IMS 系统
机场气象观测资料处理系统	数字化自动航站情报及放行服务系统	微波通信网
预警预报分析制作系统	跑道实时天气高清视频系统	仪表着陆系统
自动气象观测系统	天气雷达系统	测距仪系统
	气象卫星资料接收处理系统	全向信标系统
	气象业务运行监控系统	无方向信标系统
	气象资料接收处理系统	指点信标系统
	雷电探测设备	地基增强系统
	低空风切变探测系统	星基增强系统
	气象与航管信息融合系统	电离层监视系统
	数值预报综合分析显示系统	视频增强系统
	激光测风雷达	模拟机
	民用航空气象综合服务系统	气象资料存储系统
	多元气象资料融合显示系统	气候志或气候概要编制系统
	通用航空飞行服务系统	风温廓线雷达系统
	登机口系统	区域数值预报系统
	航班信息显示系统	毫米波云雾雷达系统
	合同式自动相关监视系统	气象观测场、观测平台
	广播式自动相关监视系统/数据站	微波辐射计
		平流雾探测系统
		短临数值预报系统
		集合预报系统
		强对流临近预报系统
		气象模拟培训系统
		综合信息处理与显示系统
		综合监控系统
		售票系统
		气象资料共享服务系统

		天气会商系统
		机场气候资料分析与应用系统
		民航气象信息安全系统
		气象图文传真设备
		天气讲解系统
		天气图自动填绘与分析系统

备注：授时 A 级设备授时失效时，将对设备产生关键的影响；B 级设备授时失效时，设备运行将会产生一定影响，但不会影响其主要功能；C 级设备授时所起到主要作用为事后调查，不影响其正常功能使用，或设备内部已具备了稳定可靠的授时系统。注：如多点定位系统等设备，当设备配套高精度授时系统的，主要采用设备自配授时设备。

附录二 IRIG-B 信号码元定义表

码元序号	定义	说明
0	Pr	基准码元
1~4	秒个位, BCD 码, 低位在前	
5	索引位	置“0”
6~8	秒十位, BCD 码, 低位在前	
9	P1	位置识别标志 1 号
10~13	分个位, BCD 码, 低位在前	
14	索引位	置“0”
15~17	分十位, BCD 码, 低位在前	
18	索引位	置“0”
19	P2	位置识别标志 2 号
20~23	时个位, BCD 码, 低位在前	
24	索引位	置“0”
25~26	时十位, BCD 码, 低位在前	
27~28	索引位	置“0”
29	P3	位置识别标志 3 号
30~33	日个位, BCD 码, 低位在前	
34	索引位	置“0”
35~38	日十位, BCD 码, 低位在前	
39	P4	位置识别标志 4 号
40~41	日百位, BCD 码, 低位在前	
42~48	索引位	置“0”
49	P5	位置识别标志 5 号
50~53	年个位, BCD 码, 低位在前	
54	索引位	置“0”
55~58	年十位, BCD 码, 低位在前	
59	P6	位置识别标志 6 号
60	闰秒预告 (LSP)	在闰秒来临前 59s 置 1, 在闰秒到来后的 00s 置 0
61	闰秒 (LS) 标志	“0” : 正闰秒; “1” : 负闰秒
62~63	保留	置“0”

码元序号	定义	说明
64	时间偏移符号位	“0”：+ “1”：-
65~68	时间偏移（小时），二进制，低位在前	时间偏移=IRIG-B 时间-UTC 时间
69	P7	位置识别标志 7 号
70	时间偏移（0.5h）	“0”：不增加时间偏移量； “1”：时间偏移量额外增加 0.5h
71~74	时间质量，二进制，低位在前	0x0: 正常工作状态，时钟同步正常； 0x1: 时间同步异常，授时精度优于 1ns； 0x2: 时间同步异常，授时精度优于 10ns； 0x3: 时间同步异常，授时精度优于 100ns； 0x4: 时间同步异常，授时精度优于 1μs； 0x5: 时间同步异常，授时精度优于 10μs； 0x6: 时间同步异常，授时精度优于 100μs； 0x7: 时间同步异常，授时精度优于 1ms； 0x8: 时间同步异常，授时精度优于 10ms； 0x9: 时间同步异常，授时精度优于 100ms； 0xA: 时间同步异常，授时精度优于 1s； 0xB: 时间同步异常，授时精度优于 10s； 0xF: 时钟严重故障，时间信息不可信赖。
75	校验位	从“秒个位”至“时间质量”按位（数据位）进行校验的结果，校验方式可配置奇校验或偶校验，默认为奇校验
76~78	保留	置“0”
79	P8	位置识别标志 8 号
80~88 90~97	一天中的秒数（SBS），二进制，低位在前	
89	P9	位置识别标志 9 号
98	索引位	置“0”
99	P10	位置识别标志 0 号

注：IRIG-B 码元中的时间为 UTC 时间