



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 25931—2010/IEC 61588:2009

---

## 网络测量和控制系统的精确 时钟同步协议

Precision clock synchronization protocol for networked  
measurement and control systems

(IEC 61588:2009, IDT)

2011-01-14 发布

2011-05-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	XII
引言 .....	XIII
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义、缩略语 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	6
4 约定 .....	7
4.1 描述性词汇形式的语法 .....	7
4.2 词用法 .....	7
4.3 行为规范表示法 .....	8
5 PTP 系统的数据类型和传输格式 .....	9
5.1 概述 .....	9
5.2 基本数据类型规范 .....	9
5.3 派生数据类型规范 .....	10
5.4 传输格式 .....	12
6 时钟同步模型 .....	13
6.1 概述 .....	13
6.2 关于网络的基本假设和实现推荐 .....	13
6.3 PTP 系统 .....	14
6.4 PTP 报文类 .....	14
6.5 PTP 设备类型 .....	15
6.6 同步综述 .....	24
6.7 PTP 通信综述 .....	31
7 PTP 实体的特性 .....	34
7.1 域 .....	34
7.2 PTP 时标 .....	35
7.3 PTP 通信 .....	35
7.4 PTP 通信媒体 .....	38
7.5 PTP 端口 .....	39
7.6 PTP 设备特性 .....	44
7.7 PTP 时间特性 .....	50
8 PTP 数据集 .....	51
8.1 数据集成员通用规范 .....	51
8.2 普通时钟和边界时钟的数据集 .....	53
8.3 透明时钟的数据集 .....	60
9 PTP 普通时钟和边界时钟 .....	61
9.1 PTP 普通时钟和边界时钟的通用协议要求 .....	61

9.2	状态协议	61
9.3	最佳主时钟算法	67
9.4	最高级时钟	74
9.5	报文处理语义	75
9.6	本地时钟的改变	84
10	透明时钟的 PTP	84
10.1	端到端和点到点透明时钟的通用要求	84
10.2	端到端透明时钟要求	85
10.3	点到点透明时钟要求	85
11	时钟偏移,路径延时,驻留时间和不对称校正	85
11.1	通用规范	85
11.2	普通时钟和边界时钟的时钟偏移的计算	85
11.3	延时请求-响应机制	86
11.4	对等延时机制	87
11.5	对于 PTP 版本 2 事件的透明时钟驻留时间校正	91
11.6	对于 PTP 版本 2 事件报文的不对称校正	93
12	时钟的同步与谐振	95
12.1	谐振	95
12.2	同步	96
13	PTP 报文格式	96
13.1	概述	96
13.2	通用报文格式要求	96
13.3	报文头	96
13.4	报文尾	100
13.5	Announce 报文	100
13.6	Sync 和 Delay_Req 报文	101
13.7	Follow_Up 报文	101
13.8	Delay_Resp 报文	101
13.9	Pdelay_Req 报文	101
13.10	Pdelay_Resp 报文	102
13.11	Pdelay_Resp_Follow_Up 报文	102
13.12	信号报文	103
13.13	管理报文	103
14	TLV 实体规范	103
14.1	通用要求	103
14.2	实验性 TLV	104
14.3	制造商和标准组织扩展 TLV	105
15	管理	105
15.1	概述	105
15.2	PTP 管理机制	106
15.3	管理报文的处理	106
15.4	管理报文格式	106
15.5	管理 TLV	108

16	通用可选特征	126
16.1	单播报文协商(可选)	126
16.2	路径追踪(可选)	129
16.3	备选时标(可选)	131
17	状态配置选项	134
17.1	概述	134
17.2	选项的数据类型	135
17.3	最高级时钟簇(可选)	135
17.4	备选主时钟(可选)	137
17.5	单播发现(可选)	138
17.6	可接受主时钟表(可选)	139
18	兼容性要求	141
18.1	版本 2 与未来版本的兼容性	141
18.2	版本 1 与版本 2 之间的兼容性	141
18.3	报文格式和数据类型	141
18.4	命名变化	146
18.5	对混合版本 1 和版本 2 系统的限制	146
19	一致性	147
19.1	一致性目标	147
19.2	PTP 一致性要求	147
19.3	PTP 行规	148
附录 A (资料性附录)	使用 PTP	150
A.1	概述	150
A.2	物理设计	150
A.3	逻辑设计	151
A.4	组件问题	151
A.5	本地实现问题	152
A.5.1	概述	152
A.5.2	时序问题	152
A.5.3	精度问题	152
A.5.4	时间戳精度	153
A.5.5	稳定性问题	153
A.6	系统实现问题	153
A.7	性能	154
A.8	有助于一致性测试的推荐	154
A.9	在单播网络或具有非 PTP 网桥和路由器网络中的实现推荐	155
A.9.1	概述	155
A.9.2	单播模型中的边界时钟和透明时钟	155
A.9.3	单播选项	155
A.9.4	单播一致性	155
附录 B (资料性附录)	PTP 中的时间戳和历元	157
B.1	总则	157
B.2	UTC、TAI 和 PTP 历元	157

B.3	标准时间源 .....	158
附录 C (资料性附录)	驻留时间和不对称校正实例 .....	159
C.1	概述 .....	159
C.2	用延时请求-响应机制计算 .....	159
C.2.1	给出驻留时间校正的主时钟、端到端透明时钟和所有单步从时钟 .....	159
C.2.2	给出驻留时间和不对称计算的主时钟、点到点透明时钟和所有单步从时钟 .....	160
C.2.3	给出驻留时间和不对称计算的双步主时钟、端到端透明时钟和单步从时钟 .....	162
C.2.4	给出驻留时间和不对称计算的主时钟、端到端透明双步时钟和单步从时钟 .....	163
C.2.5	给出驻留时间和不对称计算的单步主时钟、端到端透明双步时钟和单步从时钟 .....	165
C.3	使用对等延时机制的计算 .....	166
C.3.1	给出驻留时间和不对称计算的单步对等请求方时钟、端到端透明时钟和对等响应方时钟 .....	166
C.3.2	给出驻留时间和不对称计算的单步对等请求方时钟、双步端到端透明时钟和单步对等响应方时钟 .....	167
C.3.3	给出驻留时间和不对称计算的单步对等请求方时钟、双步端到端透明时钟、双步对等响应方时钟——选项 1 .....	169
C.3.4	给出驻留时间和不对称计算的单步对等请求方时钟、双步端到端透明时钟和双步对等响应方时钟——选项 2 .....	170
C.3.5	显示驻留时间和不对称计算的单步对等请求方时钟、单步端到端透明时钟和双步对等响应方时钟——选项 2 .....	171
C.3.6	给出从主时钟到从时钟传输时间的单步对等主时钟、双步点到点透明时钟和单步对等从时钟 .....	172
附录 D (规范性附录)	PTP 在 IPV4 用户数据包协议上的传输 .....	174
D.1	概述 .....	174
D.2	UDP 端口号 .....	174
D.3	IPv4 多播地址 .....	174
D.4	transportSpecific 字段值 .....	174
D.5	可选值 .....	175
D.6	IPv4 选项 .....	175
D.7	协议地址 .....	175
附录 E (规范性附录)	PTP 在 IPv6 用户数据协议(UDP)上的传输 .....	176
E.1	概述 .....	176
E.2	UDP 端口号 .....	176
E.3	IPv6 多播地址 .....	176
E.4	transportSpecific 字段值 .....	177
E.5	可选值 .....	177
E.6	协议地址 .....	177
附录 F (规范性附录)	PTP 在 IEEE 802.3/Ethernet 上的传输 .....	178
F.1	概述 .....	178
F.2	Ethertype .....	178
F.3	多播 MAC 地址 .....	178
F.4	transportSpecific 字段值 .....	178
F.5	可选值 .....	179
F.6	协议地址 .....	179

附录 G (规范性附录) PTP 在 DeviceNET 上的传输	180
G.1 协议	180
G.2 事件报文时间戳点	180
G.3 clockIdentity	180
G.4 PTP 报文格式	181
G.5 PTP 的 DeviceNet 寻址	181
G.6 transportSpecific 字段值	181
附录 H (规范性附录) PTP 在 ControlNET 上的传输	182
H.1 协议	182
H.2 clockIdentity	182
H.3 PTP 报文格式	182
H.4 PTP 的 ControlNet 寻址	182
H.5 transportSpecific 字段值	182
附录 I (规范性附录) PTP 在 IEC 61158 类型 10 上的传输	183
I.1 背景	183
I.2 报文规范	184
I.3 IEC 61158 类型 10 的 DLPDU	184
I.3.1 DLPDU 的抽象句法	184
I.3.2 DLPDU 字段目标地址的编码	184
I.3.3 字段 LT 的编码	185
I.3.4 字段 FrameID 的编码	185
I.3.5 编码规范	186
附录 J (规范性附录) 缺省 PTP 行规	189
J.1 概述	189
J.2 通用要求	189
J.3 延时请求-响应缺省 PTP 行规	189
J.3.1 标识	189
J.3.2 PTP 属性值	189
J.3.3 PTP 选项	189
J.3.4 时钟物理要求	189
J.4 点到点缺省 PTP 行规	190
J.4.1 标识	190
J.4.2 PTP 属性值	190
J.4.3 PTP 选项	190
J.4.4 时钟物理要求	190
附录 K (资料性附录) 安全协议(实验性)	191
K.1 概述	191
K.2 协议综述	191
K.3 通用要求	192
K.4 挑战-响应交换	192
K.5 安全联盟更新交换	193
K.6 完整性校验值(ICV)测试	193
K.7 安全联盟查找	194

K. 8	keyId 检验	194
K. 9	重放保护机制	194
K. 10	挑战-响应检验	194
K. 11	共享密钥分发	195
K. 12	密钥产生	195
K. 13	安全数据集	195
K. 13.1	概述	195
K. 13.2	密钥列表	195
K. 13.3	安全联盟	196
K. 13.4	defaultDS 数据集安全变量	198
K. 14	协议操作	198
K. 14.1	概述	198
K. 14.2	接收报文处理	198
K. 14.3	挑战处理	200
K. 14.4	安全传输处理	201
K. 14.5	安全事件处理	202
K. 14.6	安全透明时钟处理规则	204
K. 15	AUTHENTICATION TLV	205
K. 15.1	概述	205
K. 15.2	tlvType	206
K. 15.3	lengthField	206
K. 15.4	lifetimeId(UInteger 16)	206
K. 15.5	replayCounter(UInteger 32)	206
K. 15.6	keyId(UInteger 16)	206
K. 15.7	algorithmId(UInteger 8)	206
K. 15.8	填充(Octet[M])	206
K. 15.9	ICV(Octet[N])	206
K. 16	AUTHENTICATION_CHALLENGE TLV	207
K. 16.1	概述	207
K. 16.2	tlvType	207
K. 16.3	lengthField	207
K. 16.4	challengeType(UInteger 8)	207
K. 16.5	requestNonce(UInteger 32)	207
K. 16.6	responseNonce(UInteger 32)	207
K. 17	SECURITY_ASSOCIATION_UPDATE TLV	207
K. 17.1	概述	207
K. 17.2	tlvType	208
K. 17.3	lengthField	208
K. 17.4	addressType(UInteger 8)	208
K. 17.5	nextKeyId(UInteger 16)	208
K. 17.6	nextLifetimeId(UInteger 16)	208
附录 L (资料性附录)	累积频标因子偏移的传输(实验性)	209
L. 1	概述	209

L.2	使用累积频标因子的频率补偿方案的描述	209
L.3	累积频标因子偏移的通用规范	210
L.4	CUM_FREQ_SCALE_FACTOR_OFFSET TLV 规范	211
L.4.1	tlvType	211
L.4.2	cumulativeFrequencyScaleFactorOffset	211
	参考文献	212
图 1	Mealy 型状态转换图	8
图 2	普通时钟模型	16
图 3	边界时钟模型	17
图 4	端到端透明时钟模型	18
图 5	端到端驻留时间校正模型	19
图 6	组合的普通时钟和端到端透明时钟	21
图 7	点到点透明时钟模型	22
图 8	点到点驻留时间和链路延时校正模型	23
图 9	组合的普通时钟和点到点透明时钟	25
图 10	简单主从时钟层次结构	26
图 11	裁剪的网状拓扑	27
图 12	基本同步报文交换	28
图 13	链路延时测量	29
图 14	时间戳产生模型	30
图 15	层次拓扑	31
图 16	线型拓扑	32
图 17	多连接拓扑	33
图 18	完全不同技术的桥接	34
图 19	内部延时常数定义	37
图 20	传输不对称	39
图 21	端口模型	40
图 22	方差对数标定值滞后	49
图 23	完整实现的状态机	63
图 24	slave-only 实现的状态机	64
图 25	STATE_DECISION_EVENT 逻辑	65
图 26	状态判定算法	70
图 27	数据集比较算法,第 1 部分	71
图 28	数据集比较算法,第 2 部分	72
图 29	Announce 报文接收逻辑	77
图 30	Sync 报文接收逻辑	78
图 31	Follow_Up 报文接收逻辑	79
图 32	Delay_Req 报文接收逻辑	80
图 33	Delay_Resp 报文接收逻辑	81
图 34	延时请求-响应路径长度的测量	86
图 35	对等延时链路测量	88
图 36	允许的混合系统配置	147



图 37 行规印刷形式 .....	149
图 C.1 不带不对称校正的主时钟、端到端时钟和单步从时钟 .....	160
图 C.2 带不对称校正的主时钟、端到端时钟和单步从时钟 .....	161
图 C.3 带不对称校正的双步主站、端到端透明时钟和单步从时钟 .....	162
图 C.4 带不对称校正的主时钟、端到端透明双步时钟和单步从时钟 .....	164
图 C.5 带不对称校正的单步主时钟、双步端到端透明时钟和单步从时钟 .....	165
图 C.6 带不对称校正的单步对等响应方时钟、端到端透明时钟和对等请求方时钟 .....	167
图 C.7 带不对称校正的单步对等响应方时钟、双步端到端透明时钟和单步对等请求方时钟 .....	168
图 C.8 带不对称校正的双步对等响应方时钟、双步端到端透明时钟和单步对等请求方时钟： 选项 1 .....	169
图 C.9 带不对称校正的双步对等响应方时钟、双步端到端透明时钟和单步对等请求方时钟： 选项 2 .....	170
图 C.10 带不对称校正的双步对等响应方时钟、单步端到端透明时钟和单步对等请求方时钟： 选项 2 .....	171
图 C.11 带时间计算的单步对等主时钟、双步点到点透明时钟和单步对等从时钟 .....	173
图 G.1 事件报文时间戳点 .....	180
图 I.1 PROFINET 区域与其他域结合 .....	183
图 K.1 PTP 安全报文处理 .....	199
图 K.2 挑战处理 .....	201
图 K.3 安全传输处理 .....	202
图 K.4 安全事件处理 .....	204
表 1 基本 PTP 数据类型 .....	9
表 2 domainNumber 取值 .....	35
表 3 networkProtocol 枚举 .....	38
表 4 Non-EUI-64addressTechnology 枚举 .....	42
表 5 clockClass 规范 .....	45
表 6 clockAccuracy 枚举 .....	46
表 7 timeSource 枚举 .....	47
表 8 PTP 状态枚举 .....	58
表 9 延时机制枚举 .....	59
表 10 PTP portState 定义 .....	62
表 11 边界时钟事件的可用性 .....	67
表 12 数据集比较算法的信息源 .....	70
表 13 状态判定代码 M1 和 M2 的更新 .....	72
表 14 状态判定代码 M3 的更新 .....	73
表 15 状态判定代码 P1 和 P2 的更新 .....	73
表 16 状态判定代码 S1 的更新 .....	73
表 17 源标识符比较 .....	76
表 18 公共报文头 .....	96
表 19 messageType 字段的值 .....	97
表 20 flagField 的值 .....	98

表 21	correctionField 语义	98
表 22	sequenceId 值的例外情况的参考	99
表 23	controlField 枚举	99
表 24	字段 logMessageInterval 的值	99
表 25	Announce 报文字段	100
表 26	Sync 和 Delay_Req 报文的字段	101
表 27	Follow_Up 报文字段	101
表 28	Delay_Resp 报文字段	101
表 29	Pdelay_Req 报文字段	102
表 30	Pdelay_Resp 报文字段	102
表 31	Pdelay_Resp_Follow_Up 报文字段	102
表 32	信号报文的接受	103
表 33	信号报文字段	103
表 34	tlvType 值	104
表 35	组织特定 TLV 字段	105
表 36	管理报文的接受	106
表 37	管理报文字段	107
表 38	actionField 的值	107
表 39	管理 TLV 字段	109
表 40	managementId 值	109
表 41	CLOCK_DESCRIPTION 管理 TLV 数据字段	111
表 42	ClockType 规范	112
表 43	USER_DESCRIPTION 管理 TLV 数据字段	113
表 44	INITIALIZE 管理 TLV 数据字段	114
表 45	initializationKey 枚举	114
表 46	故障日志 severityCode 枚举	115
表 47	FAULT_LOG 管理 TLV 数据字段	115
表 48	TIME 管理 TLV 数据字段	116
表 49	CLOCK_ACCURACY 管理 TLV 数据字段	116
表 50	DEFAULT_DATA_SET 管理 TLV 数据字段	117
表 51	Priority 1 管理 TLV 数据字段	117
表 52	Priority 2 管理 TLV 数据字段	118
表 53	DOMAIN 管理 TLV 数据字段	118
表 54	SLAVE_ONLY 管理 TLV 数据字段	118
表 55	CURRENT_DATA_SET 管理 TLV 数据字段	118
表 56	PARENT_DATA_SET 管理 TLV 数据字段	119
表 57	TIME_PROPERTIES_DATA_SET 管理 TLV 数据字段	120
表 58	UTC_PROPERTIES 管理 TLV 数据字段	120
表 59	TRACEABILITY_PROPERTIES 管理 TLV 数据字段	121
表 60	TIMESCALE_PROPERTIES 管理 TLV 数据字段	121
表 61	PORT_DATA_SET 管理 TLV 数据字段	121
表 62	LOG_ANNOUNCE_INTERVAL 管理 TLV 数据字段	122
表 63	ANNOUNCE_RECEIPT_TIMEOUT 管理 TLV 数据字段	122

表 64	LOG_SYNC_INTERVAL 管理 TLV 数据字段	122
表 65	DELAY_MECHANISM 管理 TLV 数据字段	123
表 66	LOG_MIN_PDELAY_REQ_INTERVAL 管理 TLV 数据字段	123
表 67	VERSION_NUMBER 管理 TLV 数据字段	123
表 68	TRANSPARENT_CLOCK_DEFAULT_DATA_SET 管理 TLV 数据字段	123
表 69	PRIMARY_DOMAIN 管理 TLV 数据字段	124
表 70	TRANSPARENT_CLOCK_PORT_DATA_SET 管理 TLV 数据字段	124
表 71	MANAGEMENT_ERROR_STATUS 的 TLV 格式	125
表 72	managementErrorId 枚举	125
表 73	REQUEST_UNICAST_TRANSMISSION TLV 格式	127
表 74	GRANT_UNICAST_TRANSMISSION TLV 格式	127
表 75	CANCEL_UNICAST_TRANSMISSION TLV 格式	128
表 76	ACKNOWLEDGE_CANCEL_UNICAST_TRANSMISSION TLV 格式	129
表 77	UNICAST_NEGOTIATION_ENABLE 管理 TLV 数据字段	129
表 78	PATH_TRACE TLV 格式	130
表 79	PATH_TRACE_LIST 管理 TLV 数据字段	131
表 80	PATH_TRACE_ENABLE 管理 TLV 数据字段	131
表 81	ALTERNATE_TIME_OFFSET_INDICATOR TLV 格式	132
表 82	ALTERNATE_TIME_OFFSET_ENABLE 管理 TLV 数据字段	133
表 83	ALTERNATE_TIME_OFFSET_NAME 管理 TLV 数据字段	133
表 84	ALTERNATE_TIME_OFFSET_MAX_KEY 管理 TLV 数据字段	133
表 85	ALTERNATE_TIME_OFFSET_PROPERTIES 管理 TLV 数据字段	134
表 86	GRANDMASTER_CLUSTER_TABLE 管理 TLV 数据字段	136
表 87	备选主时钟属性	137
表 88	ALTERNATE_MASTER 管理 TLV 数据字段	138
表 89	UNICAST_MASTER_TABLE 管理 TLV 数据字段	139
表 90	UNICAST_MASTER_MAX_TABLE_SIZE 管理 TLV 数据字段	139
表 91	可接受主时钟表选项的操作	140
表 92	ACCEPTABLE_MASTER_TABLE 管理 TLV 数据字段	140
表 93	ACCEPTABLE_MASTER_MAX_TABLE_SIZE 管理 TLV 数据字段	141
表 94	ACCEPTABLE_MASTER_TABLE_ENABLED 管理 TLV 数据字段	141
表 95	版本 1 的 Stratum 到版本 2 的 clockClass	142
表 96	版本 2 的 clockClass 到版本 1 的 Stratum	142
表 97	版本 1 的 grandmasterIsPreferred 字段到版本 2 的 Priority 1 字段的转换	142
表 98	版本 2 的 Priority 1 字段到版本 1 的转换	142
表 99	版本 1 的 clockIdentifier 到版本 2 的 clockAccuracy 的映射	143
表 100	版本 2 的 clockAccuracy 到版本 1 的 clockIdentifier 的映射	143
表 101	版本 1 的 grandmasterIsBoundaryClock 字段到版本 2 的 Priority 2 字段的转换	143
表 102	版本 2 的 Priority 2 字段到版本 1 的 grandmasterIsBoundaryClock 字段的转换	143
表 103	版本 1 的 control 和版本 2 的 messageType 字段的映射	143
表 104	flagField 从版本 1 到版本 2 的转换	144
表 105	flagField 从版本 2 到版本 1 的转换	145
表 106	与版本 1 无对应部分的版本 2 的字段	146

表 107	与版本 2 无对应部分的版本 1 的字段	146
表 108	名称对应	146
表 109	混合系统限制	147
表 B.1	时标间的关系	158
表 C.1	图 C.1 关键值的解释	160
表 C.2	图 C.2 关键值的解释	161
表 C.3	图 C.3 关键值的解释	163
表 C.4	图 C.4 关键值的解释	164
表 C.5	图 C.5 关键值的解释	166
表 C.6	图 C.6 关键值的解释	167
表 C.7	图 C.7 关键值的解释	168
表 C.8	图 C.8 关键值的解释	169
表 C.9	图 C.9 关键值的解释	170
表 C.10	图 C.10 关键值的解释	172
表 C.11	图 C.11 关键值的解释	173
表 D.1	IPv4 多播地址	174
表 D.2	transportSpecific 字段值	175
表 E.1	IPv6 多播地址	176
表 F.1	多播 MAC 地址	178
表 F.2	以太网传输特定字段	179
表 G.1	DeviceNet 的 clockIdentity 八位位组 0~7	180
表 G.2	用于所有 PTP 报文数据包的 DeviceNet 报文头	181
表 H.1	ControlNet 的 clockIdentity 八位位组 2~7	182
表 I.1	报文映射	184
表 I.2	IEEE 802.3DLPDU 语法	184
表 I.3	多播 MAC 地址	185
表 I.4	LT(长度/类型)	185
表 I.5	FrameID	186
表 I.6	参数和属性名称的映射	186
表 I.7	从 PTP 版本 2 到 PROFINET 的 flagField 转换	188
表 K.1	flagField. SECURE 标志	192
表 K.2	AUTHENTICATION TLV	205
表 K.3	algorithmId 值	206
表 K.4	ICV 和填充长度	206
表 K.5	AUTHENTICATION_CHALLENGE TLV	207
表 K.6	challengeType 值	207
表 K.7	SECURITY_ASSOCIATION_UPDATE TLV	208
表 K.8	addressType 值	208
表 L.1	CUM_FREQ_SCALE_FACTOR_OFFSET TLV 格式	211

## 前 言

本标准等同采用 IEC 61588:2009《网络测量和控制系统的精确时钟同步协议》(英文版)。本标准与 IEC 61588:2009 在技术内容上没有差异,仅对文本按 GB/T 1.1—2000 的要求进行编辑性修改。

所做的编辑性修改主要有:

- 删除 IEC 61588:2009 的前言,按 GB/T 1.1—2000 重新编写了本标准的前言;
- 删除 IEC 61588:2009 的引言,根据 IEC 61588:2009 的引言、第 1 章概述以及其他技术内容形成本标准的引言;
- 删除 IEC 61588:2009 的第 1 章概述,重新编写本标准的第 1 章范围;
- 根据标准制定要求,对部分脚注进行修改或删除;
- 将原文中的“IEEE Std 1588:2008”用“本标准”代替,将原文中的 IEEE 1588 用 IEC 61588 代替;
- 将原文中的“本标准版本 1”和“本标准版本 2”分别用“PTP 版本 1”和“PTP 版本 2”代替。  
PTP 版本 1 对应于 IEC 61588:2004,PTP 版本 2 对应于本标准;
- 根据 GB/T 1.1 进行编辑性修改。

本标准的附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I、附录 J 为规范性附录,附录 A、附录 B、附录 C、附录 K、附录 L、附录 M 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:机械工业仪器仪表综合技术经济研究所。

本标准主要起草人:刘丹、王麟琨、谢素芬、丁露、潘长清。

## 引 言

本标准规定了在使用网络通信、本地计算和分布式对象等技术实现的测量和控制系统中,实现时钟精确同步的精确时间协议(Precision Time Protocol,PTP),以及支持该精确时间协议所需的节点、系统和通信特性。

本标准主要阐述了以下几部分内容:

### ——时间同步模型

提供了 PTP 协议的基本模型。给出了 PTP 系统、报文类、设备类型、同步机制和 PTP 协议通信等主要方面的概述。阐明了 PTP 设备类型模型和内部相关的校正过程、请求-响应延时机制和对等延时机制下的报文交换以及延时测量、时间戳产生、PTP 通信拓扑等。

### ——PTP 数据类型、数据集和报文格式

定义了 PTP 系统中使用的基本数据类型和派生数据类型。给出了数据集的通用规范,以及普通时钟、边界时钟和透明时钟的数据集规范。规定了通用报文和事件报文的格式。

### ——PTP 协议要求和校正

分别针对普通时钟和边界时钟,以及透明时钟规定了通用协议要求。给出了实现普通时钟和边界时钟的协议状态机和最佳主时钟算法。并针对时钟同步过程中的时钟偏移、路径延时、驻留时间和不对称规定了校正机制。

### ——管理要求

规定了管理机制和管理报文处理过程,并针对不同实现规定了通用可选特性,包括:单播报文协商、路径追踪和备选时标等。此外为协同使用最佳主时钟算法,还规定了可选状态配置以提高性能或对端口状态选择执行更多控制。

### ——兼容性和一致性

为保证实现不同 PTP 协议版本的设备兼容性,对报文格式、数据类型和命名等规定了兼容性要求。也规定了一致性要求,以保证不同设备的可互操作性。

### ——PTP 在不同通信网络上的传输及缺省 PTP 行规

规定了 PTP 在 UDP/IPV4、UDP/IPV6、IEEE 802.3/Ethernet、DeviceNET、ControlNET 和 IEC 61158 类型 10 上的传输。规定了本标准使用的缺省 PTP 行规。

# 网络测量和控制系统的精确 时钟同步协议

## 1 范围

本标准规定了在使用网络通信、本地计算和分布式对象等技术实现的测量和控制系统中,实现时钟精确同步的精确时间协议,以及支持该精确时间协议所需的节点、系统和通信特性。

本标准适用于工业自动化、电信、制造、军事以及电力等领域的测量和控制系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

IEC 61158-3-2:2007 工业通信网络 现场总线规范 第 3-2 部分:数据链路层服务定义 类型 2 元素

IEC 61158-4-2:2007 工业通信网络 现场总线规范 第 4-2 部分:数据链路层协议规范 类型 2 元素

IEC 61158-5-2:2007 工业通信网络 现场总线规范 第 5-2 部分:应用层服务定义 类型 2 元素

IEC 61158-5-10:2007 工业通信网络 现场总线规范 第 5-10 部分:应用层服务定义 类型 10 元素

IEC 61158-6-2:2007 工业通信网络 现场总线规范 第 6-2 部分:应用层协议规范 类型 2 元素

IEC 61158-6-10:2007 工业通信网络 现场总线规范 第 6-10 部分:应用层协议规范 类型 10 元素

IEC 61784-1:2007 工业通信网络 行规 第 1 部分:现场总线行规

IEC 61784-2:2007 工业通信网络 行规 第 2 部分:基于 ISO/IEC 8802.3 实时网络的附加现场总线行规

IEC 61588:2004/IEEE Std 1588:2002 网络测量和控制系统的精确时钟同步协议

IEC 62026-3:2007 低压开关设备和控制设备 控制器-设备接口(CDI) 第 3 部分:DeviceNet

IEEE Std 802 用于局域网和城域网的 IEEE 标准:概述和体系结构

IEEE Std 802.1AB 用于局域网和城域网的 IEEE 标准 第 1AB 部分:站和媒体访问控制连接发现

IEEE Std 802.1Q:2005 用于局域网和城域网的 IEEE 标准 第 1Q 部分:虚拟桥接局域网

IEEE Std 802.3:2005 用于信息技术的 IEEE 标准 远程通信和系统间信息交换 局域网和城域网 规范要求 第 3 部分:载波侦听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)访问方法和物理层规范

ISO/IEC 10646:2003 信息技术 通用多八位编码字符集(UCS) 第 1 部分:体系结构与基本多文种平面

## 3 术语和定义、缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。