

华北电网 电力系统实时动态监测系统 (WAMS)系列规范

华北电网有限公司电力调度通信中心 组编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

华北电网 电力系统实时动态监测系统 (WAMS)系列规范

华北电网有限公司电力调度通信中心 组编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

华北电网电力系统实时动态监测系统 (WAMS) 系列
规范 / 华北电网有限公司电力调度通信中心组编. — 北
京: 中国电力出版社, 2009.4

ISBN 978-7-5083-8387-3

I. 华… II. 华… III. 电力系统-动态系统: 监测
系统-规范-华北地区 IV. TM769-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 008045 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月北京第 1 次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 4.125 印张 102 千字

印数 0001—3000 册 定价 15.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



国家电网
STATE GRID

华北电网有限公司
NORTH CHINA GRID COMPANY LIMITED

华北电网电力系统实时动态监测

系统 (WAMS) 系列规范

前言

特大电网物理复杂性的迅速上升和电力工业运营机制的改变,使得特大电网的安全稳定运行面临严峻挑战。尊重电网的物理规律,适应特大电网发展趋势,实施电力系统实时动态监测系统 (Wide Area Measurement System, WAMS),实时获取电力系统广域动态信息,是实现从系统全局角度对电力系统进行监测、控制与规划的重要途径。WAMS 在同一参考时间框架下同步地采集到表征电网运行状态的几乎所有的动态数据,这些表征了电网动态行为的数据在电力系统稳态及动态分析与控制的许多领域都能得到应用,从而给互联电力系统的运行和控制提供了新的视角。

当今,国家电网各网、省调度机构都在深入开发建设 WAMS。华北电网 WAMS 为提高电网实时动态监测水平和安全监控能力越来越发挥着重要作用。随着华北电网发电厂、变电站配置的相量测量单元 (Phasor Measurement Unit, PMU) 不断增多, WAMS 主站应用分析功能不断拓展与增强,迫切需要制订 WAMS 系统架构、传输规约及性能、同步相量测量装置检验等规范、规程,以规范华北电网及各省 (市、自治区) 网 WAMS 的健康发展,为调度机构准确把握电力系统运行状态提供可靠技术手段。

华北电力调度通信中心组织有关单位编制了《华北电网电力系统实时动态监测系统 (WAMS) 系列规范》,为华北电网各级调度机构 WAMS 系统设计、制订电力系统控制策略和系统运行维护与系统规划等方面提供依据。同时,期望供其他网、省电网公司有关同行参考。

《华北电网电力系统实时动态监测系统 (WAMS) 系列规范》

包括以下四部分内容：

第 1 部分：华北电网电力系统实时动态监测系统（WAMS）
传输规约；

第 2 部分：华北电网实时动态监测系统主站系统技术规范；

第 3 部分：华北电网电力系统同步相量测量装置通用技术条件；

第 4 部分：华北电网电力系统同步相量测量装置检验规程。

本系列规范由华北电网有限公司电力调度通信中心归口并负责解释。

本系列规范起草单位：华北电网有限公司电力调度通信中心、北京四方继保自动化股份有限公司、中国电力科学研究院、华北电力科学研究院有限责任公司。

本系列规范主要起草人：韩福坤、郭子明、王茂海、吕少坤、高洵、王思彤、臧景茹、吴京涛、谢晓冬、熊敏、许勇、丁恒春、李顺昕、傅军、薛苏燕、唐振宁。

华东电网有限公司潘勇伟、中国电力科学研究院陆天健在本系列规范的编写与审定过程中提出了许多宝贵建议，特此致谢。



国家电网
STATE GRID

华北电网有限公司
NORTH CHINA GRID COMPANY LIMITED

华北电网电力系统实时动态监测 系统（WAMS）系列规范

目 录

前言

华北电网电力系统实时动态监测系统（WAMS）

传输规约	1
华北电网实时动态监测系统主站系统技术规范	53
华北电网电力系统同步相量测量装置通用技术条件	67
华北电网电力系统同步相量测量装置检验规程	91



国家电网
STATE GRID

华北电网有限公司
NORTH CHINA GRID COMPANY LIMITED

华北电网电力系统实时动态监测系统 (WAMS) 传输规约

Protocols for Real-time Dynamic Monitoring Systems
of Power System in North China Grid

目 次

1	范围	3
2	规范性引用文件	3
3	术语和定义	3
4	实时数据传输格式与通信流程	4
4.1	传输报文类型	4
4.2	基本传输规则	5
4.3	数据帧	7
4.4	头帧	9
4.5	配置帧	10
4.6	命令帧	12
4.7	主站、子站间实时传输流程	15
4.8	超时规定	22
4.9	主站互联实时传输流程	22
5	离线数据传输格式和通信流程	27
5.1	离线数据连接	27
5.2	传输的信息	27
5.3	传输命令帧	28
5.4	事件标识帧	33
5.5	离线数据帧	34
5.6	离线数据传输约定	38
5.7	通信流程	39
附录 A (资料性附录)	华北电网系统数据命名规则	44
附录 B (资料性附录)	网络管理规定	52

华北电网电力系统实时动态监测系统 (WAMS) 传输规约

1 范围

本规约适用于华北电网实时动态监测系统, 规定了主站与子站之间、主站与主站 (包括其他计算机系统) 之间进行数据通信的报文格式、通信流程、离线数据传输协议和数据命名规则等内容。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规约的引用而成为本规约的条款。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规约, 然而, 鼓励根据本规约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规约。

DL/T 663—1999 220~500kV 电力系统故障动态记录装置检测要求

ANSI/IEEE C37.111—1999 电力系统暂态数据交换格式

IEEE std C37.118 IEEE 电力系统同步相量标准

3 术语和定义

3.1

子站 substation

安装在同一发电厂或变电站的相量测量装置和数据集中器的集合。子站可以是单台相量测量装置, 也可以由多台相量测量装

置和数据集中器构成。

3.2

主站 master station

安装在电力系统调度中心，用于接收、管理、存储和转发动态数据，并进行分析、告警、决策、(控制)的计算机系统。

3.3

数据流连接 data connection

子站和主站之间同步相量数据的传输连接。其数据传输是单向的，为子站到主站，子站作为连接的服务器端，主站作为连接的客户端。

3.4

管理连接 command connection

子站和主站之间管理命令、记录数据和配置信息等的传输连接。其传输是双向的，子站作为连接的服务器端，主站作为连接的客户端。

3.5

离线数据连接 offline connection

子站和主站之间历史文件的传输连接。子站作为连接的服务器端，主站作为连接的客户端。

4 实时数据传输格式与通信流程

4.1 传输报文类型

电力系统动态实时监测系统的实时信息交换过程存在 4 种类型的报文：数据帧、配置帧、头帧和命令帧，报文类型见表 1。

表 1 报 文 类 型

报文类型	子 站 与 主 站	主站与其他主站
数据帧	用于传输实时动态数据	用于转发实时动态数据

表 1（续）

报文类型	子 站 与 主 站	主站与其他主站
配置帧	配置帧 1（CFG-1）：描述子站能够上传数据的名称、数量、转换系数等。 配置帧 2（CFG-2）：描述子站根据主站要求，上传数据的名称、数量、转换系数等，是配置帧 1 的子集	配置帧 1（CFG-1）：描述主站转发数据的名称、数量、转换系数等。 配置帧 2（CFG-2）：描述其他主站根据主站要求，上传数据的名称、数量、转换系数等，是配置帧 1 的子集
命令帧	用于对子站通信、记录等行为的控制	用于对主站通信行为的控制
头帧	用于传输描述性信息，由用户定义	用于传输描述性信息，由用户定义

4.2 节到 4.6 节内容以子站为例定义了基本传输规则、数据帧格式、配置帧格式、命令帧格式和头帧格式，该定义同样适用于主站与其他主站间的通信过程。

4.2 基本传输规则

在传输过程中，所有帧之间都没有分界符。图 1 描述传输帧结构，所有的帧都以 2 个字节的同步字（SYNC）开始，其后紧随 2 个字节的帧长字段（FRAMESIZE）、8 个字节的數據集中器标识字段（DC_IDCODE）、4 字节的世纪秒字段（SOC）、4 字节的秒等分数字段（FRACSEC）。所有类型的帧都以 CRC16 的校验字（CHK）结束，CRC16 用 $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ 多项式计算，其初始值为 0。

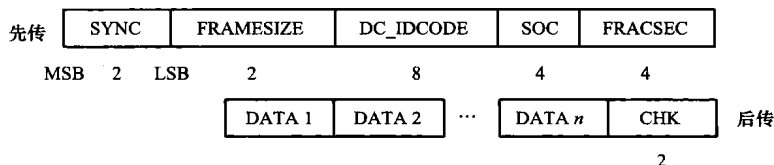


图 1 传输帧结构

对多字节字段，其最高位首先传送。

传输帧结构的基本字段的详细描述见表 2。

表 2 帧结构定义

编号	字段	长度 (字节)	说 明
1	SYNC	2	帧同步字: 第一字节: AAH 第二字节: 帧类型和版本号 Bit 7: 保留未来定义 Bit 6~4: 000: 数据帧 001: 头帧 010: 配置帧 1 011: 配置帧 2 100: 命令帧 (子站接收的信息) Bit 3~0: 协议版本号, 二进制表示 (1~15), 本协议定义为 3
2	FRAMESIZE	2	帧字节数, 16 位无符号整数 (0~65535)
3	DC_IDCODE	8	数据集中器 (DC) 的标识 (IDCODE), 对没有配置数据集中器的子站, 本字段与 PMU_IDCODE 相同。用 ASCII 码表示, 具体表示方法见附录 A
4	SOC	4	世纪秒 (Unix 时间), 以 32 位无符号整数表示的自 1970 年 1 月 1 日起始的秒计数; 最大范围 136 年, 到 2106 年完成一次循环; 计数中不包括闰秒, 因此除了闰年, 每年都有相同的秒计数 (闰年多 1 天, 即 86400s)
5	FRACSEC	4	秒等分数及时间质量, 相量数据中的时标: Bit 31: 保留, 默认置 0。 Bit 30: 闰秒方向, 1 表示减, 0 表示加; 本标志位在闰秒预告置位时同时有效, 在闰秒发生后保持 24h。 Bit 29: 闰秒发生标志, 闰秒发生后的第 1 秒置 1, 保持 24 小时的置位状态, 然后置 0。 Bit 28: 闰秒预告, 1 表示本分钟最后一秒为闰秒, 0 则正常。 Bit 27~24: 表示时间质量, 详细描述见表 3; 0000: 时钟运行正常。 Bit 23~0: 整数, 秒等分数, 单位时间由配置帧中的 MEAS_RATE 字段指定, 同一子站的所有同步相量测量装置的秒等分数基数相同
6	DATA 1	1	数据段字节 1
7	DATA 2	1	数据段字节 2
8	DATA n	1	数据段字节 n
9	CHK	2	CRC16 校验码

表 3 FRACSEC 时间质量位的定义

编号	二进制位	十六进制值	说 明
1	1111	F	时钟失效，时间不可靠
2	1110	E	未定义，保留
3	1101	D	未定义，保留
4	1100	C	未定义，保留
5	1011	B	时钟失锁，最大时间偏差 10s
6	1010	A	时钟失锁，最大时间偏差 1s
7	1001	9	时钟失锁，最大时间偏差 0.1s
8	1000	8	时钟失锁，最大时间偏差 10^{-2} s
9	0111	7	时钟失锁，最大时间偏差 10^{-3} s
10	0110	6	时钟失锁，最大时间偏差 10^{-4} s
11	0101	5	时钟失锁，最大时间偏差 10^{-5} s
12	0100	4	时钟失锁，最大时间偏差 10^{-6} s
13	0011	3	时钟失锁，最大时间偏差 10^{-7} s
14	0010	2	时钟失锁，最大时间偏差 10^{-8} s
15	0001	1	时钟失锁，最大时间偏差 10^{-9} s
16	0000	0	时钟锁定状态，正常运行

4.3 数据帧

数据帧包含测量信息，数据帧的具体格式见表 4 和表 5 的定义。

表 4 数 据 帧 的 结 构

编号	字段	长度	说 明
1	SYNC	2	帧同步字，见表 2
2	FRAMESIZE	2	帧字节数，见表 2
3	DC_IDCODE	8	DC 的 IDCODE
4	SOC	4	世纪秒，见表 2
5	FRACSEC	4	秒等分数及时间质量，见表 2
6	STAT	2	按位对应含义的状态字，见表 5
7	PHASORS	4×PHNMR	四个字节的定点相量数据，见表 5
8	FREQ	2	用定点数表示的频率偏移量，见表 5

表 4 (续)

编号	字段	长度	说 明
9	DFREQ	2	用定点数表示的频率变化率, 见表 5
10	ANALOG	2×ANNMR	模拟量, 见表 5
11	DIGITAL	2×DGNMR	开关量, 见表 5
	重复 6~11 字段		根据配置帧中 PMU 的个数, 即 NUM_PMU 字段, 重复 6~11 字段的内容
12	检查字节	2	CRC16 校验码

表 5 数据帧特殊字节的定义

字段	长 度	说 明
STAT	2	按位对应含义的状态字: Bit 15: 数据可用标志, 0 表示可用, 1 表示异常; Bit 14: 相量测量装置异常, 0 表示没有异常, 1 表示异常; Bit 13: 相量测量装置的同步状态, 0 表示处于同步状态, 1 表示处于非同步状态; Bit 12: 数据排序, 0 表示按照时间排序, 1 表示按照接收顺序排序; Bit 11: 相量测量装置触发标志, 0 表示没有触发, 1 表示触发; Bit 10: 1 子站配置发生了改变, 时间小于 1min, 0 表示子站未发生配置改变, 1 表示子站发生配置改变; Bit 9~7: 保留待用; Bit 6~4: 时标异常: 000 = 同步锁信, 最好效果; 001 = 持续 10s 锁信失败; 010 = 持续 100s 锁信失败; 011 = 持续 1000s 以上锁信失败; 100 = 持续 1h 以上锁信失败; 101 = 持续 2h 以上锁信失败; 110~111: 未定义, 留作扩展。 Bit 3~0: 触发原因; 1111~1001: 保留待用; 1000: 低频振荡 0111: 开关量; 0110: 线性组合; 0101: 频率变化率越限; 0100: 频率越限; 0011: 相角差; 0010: 幅值越上限; 0001: 幅值越下限; 0000: 手动

表 5 (续)

字段	长 度	说 明
PHASORS	4	表示两个 16 位的整数, 用极坐标方式表示的幅值和相角; 1) 先传幅值, 用 0~65535 的无符号整数表示; 2) 再传角度, 用 16 位的有符号整数表示, 以弧度 $\times 10^4$ 表示, 取值范围为 $-\pi \times 10^4 \sim +\pi \times 10^4$
FREQ	2	频率偏移量, 即额定频率的差值, 单位为 10^{-3}Hz 取值范围为 $-32.767\text{Hz} \sim +32.767\text{Hz}$; 用 16 位有符号整数表示
DFREQ	2	频率变化率, 单位为 10^{-2}Hz/s ; 取值范围为 $-327.67\text{Hz/s} \sim +327.67\text{Hz/s}$; 用 16 位有符号的整数表示
ANALOG	2	模拟量信息, 用 16 位有符号的整数表示。可以是采样量, 例如控制信号或者变换器的值。数值的取值范围由使用者自行规定
DIGITAL	2	开关量状态字, 按位对应的状态字, 由使用者自行规定

4.4 头帧

头帧用于描述相量测量装置、数据源、相量算法、模拟通道滤波器等相关信息。头帧具有同步字 (SYNC)、帧长度 (FRAMESIZE)、数据集中器的标识符 (DC_IDCODE)、世纪秒 (SOC)、秒等分数 (FRACSEC)、ASCII 字符串 (DATA 1~DATA n)、CRC16 校验码 (CHK), ASCII 字符串没有固定格式。头帧字节的定义见表 6。

表 6 头帧字节的定义

编号	字段	长度	说 明
1	SYNC	2	帧同步字, 见表 2
2	FRAMESIZE	2	帧字节数, 见表 2
3	DC_IDCODE	8	DC 的 IDCODE
4	SOC	4	世纪秒, 见表 2
5	FRACSEC	4	秒等分数及时间质量, 见表 2
6	DATA 1	1	ASCII 字符串, 第 1 个字节
			
7	DATA n	1	ASCII 字符串, 最后一个字节
8	CHK	2	CRC16 校验码

4.5 配置帧

配置帧为子站和实时数据提供信息及参数的配置信息，为二进制文件。该帧可以通过表 2 的 SYNC 的 4~6 位标识；可以定义 2 个配置文件：SYNC 的 Bit 4 为配置帧 1 (CFG-1)，第 4 位置 1 则为配置帧 2 (CFG-2)。配置帧 1 为子站系统全配置文件，由子站生成，内容包括子站的所有输出量；配置帧 2 为数据配置文件，建议由主站生成，说明数据帧的实际配置状况，所有字段都应固定长度，不使用分界符。配置帧字节的定义见表 7 和表 8。

表 7 配置帧字节的定义

序号	字段	长度	说 明
1	SYNC	2	帧同步字，见表 2
2	FRAMESIZE	2	帧字节数，见表 2
3	DC_IDCODE	8	DC 的 IDCODE
4	SOC	4	世纪秒，见表 2
5	FRACSEC	4	秒等分数及时间质量，见表 2
6	TIME_BASE	4	秒等分数时间的分辨率，宜采用微秒表示，见表 8
7	NUM_PMU	2	数据帧包括的 PMU 的数量，见表 8
8	STN	16	站名：16 字节 ASCII 码，见表 8
9	PMU_IDCODE	8	8 字节 PMU 的标识符，见表 8
10	FORMAT	2	数据帧的数据格式，见表 8
11	PHNMR	2	相量数量：2 字节整数 (0~32767)，见表 8
12	ANNMR	2	模拟量数量：2 字节整数，见表 8
13	DGNMR	2	开关量状态字的数量：2 字节整数，见表 8
14	CHNAM	16×(PHNMR + ANNMR + 16×DGNMR)	测量量的名称：相量、模拟量、开关量用 16 字节 ASCII 码，每次传送的次序相同，见表 8
15	PHUNIT	4×PHNMR	相量通道的转换因子，见表 8
16	ANUNIT	4×ANNMR	模拟通道的转换因子，见表 8
17	DIGUNIT	4×DGNMR	开关量状态字掩码，见表 8

表 7 (续)

序号	字段	长度	说 明
18	FNOM	2	额定频率和标志, 见表 8
	重复 8~18 字段		根据配置帧中 PMU 的个数, 即 NUM_PMU 字段, 重复 8~18 字段的内容
19	PERIOD	2	相量传送的周期, 见表 8
20	CHK	2	CRC16 校验码

表 8 配置帧特殊字节的定义

字段	长度	说 明
TIME_BASE	4	数据帧对应的秒等分数。在运算时, FRACSEC 的高字节须清零, 以屏蔽闰秒标志位和保留标志位的影响。 数据帧对应的等分秒数 = FRACSEC / TIME_BASE 如 TIME_BASE = 1, 000, 000, FRACSEC 单位为微秒; 如 TIME_BASE 为采样率 (如 720, 2880, 5760 等), 数据帧的 FRACSEC 为采样点对应的点计数
NUM_PMU	2	数据帧中包括的 PMU 的数量, 每帧最大的数量为 65535
STN	16	站名为 16 位 ASCII 码
PMU_IDCODE	8	相量测量装置的硬件标识符, 用 ASCII 码表示, 具体表示方法见附录 A
FORMAT	2	数据帧的数据格式, 16 位标志: Bit 15~5: 未用; Bit 4: 0 表示数据窗最后一点进行时间同步, 1 表示数据窗第 1 个采样点进行时间同步 (推荐 1); Bit 3 为频率/频率变化: 0 表示 16 位整数, 1 表示浮点数; Bit 2 为模拟量: 0 表示 16 位整数, 1 表示浮点数; Bit 1 为相量: 0 表示 16 位整数, 1 表示浮点数; Bit 0: 0 表示实部/虚部 (直角坐标), 1 表示幅度/角度 (建议采用极坐标)
PHNMR	2	相量数量为 2 字节整数
ANNMR	2	模拟量数量为 2 字节整数
DGNMR	2	开关量状态字的数量为 2 字节整数。开关量状态字通常用 16 位布尔型表示, 每一位表示一个开关量的状态
CHNAM	16	测量量的名称: 每个相量、模拟量、开关量用 16 个字节的 ASCII 码命名, 在数据帧中采用相同的传输次序
PHUNIT	4	相量的转换因子, 每个相量 4 个字节: 最高字节: 0 表示电压; 1 表示电流; 剩余字节: 24 位无符号字, 单位为 10^{-5}V/A (如用浮点数表示, 可忽略)