



中华人民共和国国家标准

GB/T 14598.24—2017/IEC 60255-24:2013
代替 GB/T 22386—2008

量度继电器和保护装置 第 24 部分：电力系统暂态数据 交换 (COMTRADE) 通用格式

Measuring relays and protection equipment—Part 24: Common format for
transient data exchange (COMTRADE) for power systems

(IEC 60255-24:2013, IDT)

2017-07-31 发布

2018-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
量度继电器和保护装置
第 24 部分：电力系统暂态数据
交换(COMTRADE)通用格式
GB/T 14598.24—2017/IEC 60255-24:2013

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2017 年 8 月第一版

*

书号: 155066 · 1-56541

版权专有 侵权必究

中国标准出版社授权北京万方数据股份有限公司在中国境内(不含港澳台地区)推广使用

目 次

前言	Ⅲ
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 文件与数据存储	2
4.1 文件类别	2
4.2 必选/可选数据	3
4.3 数据表示	3
4.4 数据域分隔符与长度	4
4.5 ASCII 数据的浮点数表示	4
4.6 存取文件中数据的方法	5
4.7 一次/二次变比	6
5 COMTRADE 文件	6
5.1 概述	6
5.2 头文件(.HDR)	6
5.3 配置文件(.CFG)	6
5.4 数据文件(.DAT)	7
5.5 信息文件(.INF)	7
6 头文件	7
6.1 概述	7
6.2 内容	7
6.3 文件名	8
6.4 格式	8
7 配置文件	8
7.1 概述	8
7.2 内容	8
7.3 文件名	8
7.4 格式	8
7.5 配置文件中缺失的内容	14
7.6 配置文件的格式设计	14
8 数据文件	14
8.1 概述	14
8.2 内容	15
8.3 数据文件名称	15
8.4 ASCII 数据文件格式	15

8.5	ASCII 数据采样示例	16
8.6	二进制数据文件	16
8.7	二进制数据采样示例	17
9	信息文件	17
9.1	概述	17
9.2	内容	18
9.3	信息文件名称	18
9.4	信息文件结构	18
9.5	文件特征	19
9.6	区头	19
9.7	条目行	20
9.8	增加、修改和删除信息	21
9.9	公用区头和条目行定义	21
9.10	公用记录信息区	21
9.11	公用事件信息定义	22
9.12	公用文件描述区	23
9.13	公用模拟通道区	24
9.14	公用状态通道区	25
9.15	.INF 文件示例	25
10	单文件 COMTRADE 格式(带.CFF 扩展名)	27
附录 A (资料性附录)	时间序列数据源和交换媒介	29
附录 B (资料性附录)	数据交换采样率	31
附录 C (资料性附录)	示例文件	35
附录 D (资料性附录)	采样频率转换采样程序	42
附录 E (资料性附录)	转换因子应用示例	45
附录 F (资料性附录)	带 CFF 扩展名的 COMTRADE 文件示例(ASCII 数据)	46
附录 G (资料性附录)	带 CFF 扩展名的 COMTRADE 文件示例(二进制数据)	48
附录 H (资料性附录)	COMTRADE 文件标准应用于相量数据的方案	49
参考文献	56

前 言

“量度继电器和保护装置”分为以下若干部分：

- GB/T 14598.1 电气继电器 第 23 部分：触点性能；
- GB/T 14598.2 量度继电器和保护装置 第 1 部分：通用要求；
- GB/T 14598.3 电气继电器 第 5 部分：量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验；
- GB/T 14598.4 电气继电器 第十四部分：电气继电器触点的寿命试验 触点负载的优先值；
- GB/T 14598.5 电气继电器 第十五部分：电气继电器触点的寿命试验 试验设备的特性规范；
- GB/T 14598.6 电气继电器 第十八部分：有或无通用继电器的尺寸；
- GB/T 14598.8 电气继电器 第 20 部分：保护系统；
- GB/T 14598.24 量度继电器和保护装置 第 24 部分：电力系统暂态数据交换 (COMTRADE)通用格式；
- GB/T 14598.26 量度继电器和保护装置 第 26 部分：电磁兼容要求；
- GB 14598.27 量度继电器和保护装置 第 27 部分：产品安全要求；
- GB/T 14598.121 量度继电器和保护装置 第 121 部分：距离保护功能要求；
- GB/T 14598.127 量度继电器和保护装置 第 127 部分：过/欠电压保护功能要求；
- GB/T 14598.149 量度继电器和保护装置 第 149 部分：电热继电器功能要求；
- GB/T 14598.151 量度继电器和保护装置 第 151 部分：过/欠电流保护功能要求；
- GB/T 14598.300 微机变压器保护装置通用技术要求；
- GB/T 14598.301 微机型发电机变压器故障录波装置技术要求；
- GB/T 14598.302 弧光保护装置技术要求；
- GB/T 14598.303 数字式电动机综合保护装置通用技术条件。

本部分为 GB/T 14598 的第 24 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 22386—2008《电力系统暂态数据交换通用格式》，与 GB/T 22386—2008 相比，主要技术差异：

- 新版本允许采用一个单文件格式(带.CFF 后缀)的文件代替 4 个独立的文件；
- 带有.CFF 后缀的单文件包含 4 个分区，分别对应于.CFG、.INF、.HDR 和.DAT。DAT 分区既可以是 ASCII 格式也可以是 Binary 格式；
- 支持 binary32 和 float32 数据类型；
- .CFG 文件格式修订。在.CFG 末尾新增了与时间相关的两行共 4 个域的内容；
- .CFG 文件中部分可选项修订为必选项；
- 新增了对 Unicode UTF-8 格式的支持。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60255-24:2013《量度继电器和保护装置 第 24 部分：电力系统暂态数据交换 (COMTRADE)通用格式》(英文版)。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会(SAC/TC 154)归口。

本部分主要起草单位：南京南瑞继保电气有限公司、许昌开普检测技术有限公司、北京四方继保自

动化股份有限公司、许昌开普电气研究院、许继电气股份有限公司、中国南方电网电力调度控制中心、国网甘肃省电力公司、国网山东省电力公司、国网冀北电力有限公司、国网河北省电力公司、国电南京自动化股份有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司、北京紫光测控有限公司、积成电子股份有限公司、东方电子股份有限公司、国网电力科学研究院、施耐德电气中国有限公司、西门子电力自动化有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、保定浪拜迪电气股份有限公司、武汉中元华电科技股份有限公司、武汉国电武仪电气股份有限公司。

本部分主要起草人：王亮、张冉、武芳瑛、杨慧霞、王立业、张弛、郑伟、李磊、郝怡鹏、赵鹏、陶亮、孙一民、李明、丛春涛、刘海波、贺春、杨佳、齐延康、胡克、张兆云、郑艳峰、冯维纲、王鹏飞。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 22386—2008。

引 言

随着数字技术应用的快速发展,在电力系统暂态事件中变电站的各种保护、录波、测量和控制设备会累积大量的数字记录。除此之外,模拟和数字的电力系统仿真也会产生数字记录。这些记录的使用者正面临着处理由各种系统产生、存储和传输的不同数据格式的问题。

量度继电器和保护装置

第 24 部分:电力系统暂态数据 交换(COMTRADE)通用格式

1 范围

GB/T 14598 的本部分定义了一种文件格式,适用于包含从电力系统或电力系统模型获得的暂态波形及事件的数据文件。本部分提供了一种易于解释的数据交换格式,适用于存储在当前应用的各种物理媒介上的文件,例如,移动硬盘、USB 存储、闪存、CD 和 DVD。本部分不是通过网络交换的通信格式。

GB/T 14598 的本部分定义了一种通用交换格式,适用于各种类型故障、测试以及仿真数据文件和交换介质。随着电力工业的故障和暂态数据记录与测试的数字设备不断发展和应用,提出了数据交换的标准格式的需求。这些数据的应用将会提高电力系统及其保护控制措施在故障扰动情况下的分析、测试、评估和仿真的自动化水平。由于每个数据源可能使用不同的专用格式,定义一种能促进这些数据在不同设备间交换的通用格式是必要的,这有利于专用数据在不同应用系统间交换和使用,也允许专用系统使用来自其他系统的数据。

2 规范性引用文件

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。

IEEE C37.118—2005 电力系统同步相量装置(IEEE Standard for Synchrophasors for Power Systems)

IEEE C37.232—2007 命名时序数据文件的推荐实施规程(IEEE Recommended Practice for Naming Time Sequence Data Files)

IEEE 260.1—1993 测量单位的字母符号(国际单位制单位、常用的英寸-磅单位及其他单位)[IEEE Standard Letter Symbols For Units of Measurement (SI Units, Customary Inch-Pound Units)]

IEEE 280—1985 电工学和电气工程中使用的量值的字母符号(IEEE Standard Letter Symbols for Quantities Used in Electrical Science and Electrical Engineering)

IEEE 754—2008 浮点数运算(IEEE Standard for Floating Point Arithmetic)

ISO 80000-1 量和单位 第 1 部分:总则(Quantities and units—Part 1: General)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

必选数据 critical data

任何对于再现采样数据所必需的数据。

3.2

可选数据 non-critical data

COMTRADE 配置文件中,任何对于再现采样数据不是绝对必需的数据,以及配置文件中有些与某种特定应用没有关联的变量。

3.3

暂态数据交换通用格式 common format for transient data exchange

COMTRADE

各种设备产生的、以交换为目的的时间序列数据格式。

3.4

电磁暂态程序 electro-magnetic transient program

EMTP

用电力系统数学模型产生时间序列数据的程序,与实际记录电力系统事件的设备不同。

3.5

时间偏移 skew

采样周期中不同 A/D 采样通道间的时间偏差。

例如:在一个具有 A/D 转换器、非同步采样、采样周期为 1 ms 的 8 通道装置内,第一个采样是从 timestamp 表示的时刻开始,在一个采样周期内,相继通道的采样时刻依次滞后 125 μs ,这种情况下,相继通道的时间偏移为:0 μs 、125 μs 、250 μs 、375 μs 等。

3.6

时间序列数据 time sequence data

TSD

一种电子数据文件,文件中的每个数据条目都对应一个显式或隐式的时间标签,例如暂态数据记录、事件序列、周期性的数据日志。

注:电磁暂态仿真程序可以为继电保护提供多种不同的测试用例,因为用于研究的测试用例的输入条件是可变的。

4 文件与数据存储

4.1 文件类别

4.1.1 概述

存储在数字设备或媒介上的文件,一般由表示字母、数字、符号、标点以及其他格式字符的字节组成。根据不同的格式,字母、数字、符号等可以被一个字节、字节的一部分或多个字节表示。例如(“A”“3”或“+”)。计算机系统一般有 3 种文件格式:可执行文件、文本文件和数据文件。文件的用途决定其文件类型。

4.1.2 可执行文件

可执行文件包含了一系列计算机可执行的指令,一般以.EXE 结尾存储在计算机上。COMTRADE 未定义此种文件。

4.1.3 文本文件

文本文件蕴含着可读的数据。若格式有严格规定,文件可以用来控制计算机程序。COMTRADE 文本文件使用“ANSI X3.4—1986”[B1]¹⁾所规定的字符表示法。它通常被文字处理程序称作“ASCII 格

式”或“文本(.TXT)格式”。也可以使用 Unicode UTF-8 格式的字符,本部分中涉及的文本格式应采用 Unicode UTF-8 格式。本部分中涉及术语 ASCII 或文本格式的内容也同样适用于 Unicode UTF-8。

COMTRADE 定义了一种供人阅读的自由形式的 ASCII 文本文件,即头文件。COMTRADE 还定义了其他 3 个格式受到严格控制的文件,可供人和计算机阅读,即配置文件、信息文件和 ASCII 形式的数据文件。

大多数文字处理机可以用两种或更多的格式保存文本文件。文本格式仅含实际打印字符,包括标点以及标准格式字符,例如,“回车/换行”。其他一些格式含有特殊字符,只针对专用的文字处理机。用于 COMTRADE 记录文本文件的文本格式去除了文字处理机特殊字符或代码。读取 COMTRADE 文件的程序仅需处理绝大多数文字处理机可以阅读或打印的字符。

若文字处理机中没有将文件存为此格式的命令,替代的方法是用打印功能将文本打印到磁盘上,创建文件。

4.1.4 数据文件

数据文件可能含有用数字表示的数据、文本数据或两者兼有。数据可用二进制或 ASCII 格式保存。ASCII 格式数据文件中定义的域,由逗号或其他的一些通用的分隔符进行分隔,以便人机可读。大多数文字处理机不能格式化、读写二进制格式数据文件。然而,若格式已知,大多数文字处理机能够读取二进制数据文件。二进制数必须由特定应用软件处理,以便于人解读。COMTRADE 规定了一种二进制文件,即数据文件的二进制格式。这种二进制格式通常用于存储大量数据,因为这种格式占用较少存储空间(例如:3 字节二进制数可表示 0~16777215 之间任一个数,而 3 字节 ASCII 数据仅能表示 0~999 之间任一个数)。ASCII 形式表示的数字具有人和标准计算机软、硬件均可解读的优点。

4.2 必选/可选数据

配置文件中某些数据对于采样数据再现,并不是必不可少;配置文件中一些变量可能与特定应用无关。这些数据称之为可选数据,可省略。然而,为保持文件的完整性,应保留可选数据占据的位置。若数据在本部分任何一处被描述为可选数据,则预留其位置,即相应数据分隔符紧接着前一数据分隔符,无插入字符或空格。采样数据再现所必须的数据称之为必选数据。若缺少必选数据,则文件可能不可用。

4.3 数据表示

4.3.1 概述

数据以一系列二进制的数或位存储在文件中,每个位可以是 1 或 0,8 个位构成一个字节。计算机以字节为单位读取文件。

4.3.2 二进制数据

字节中的 8 个位可形成 256 种不同组合,可表示 0~255 之间的数。若需表示更大的数,可采用多字节。例如,2 个字节(16 位)可表示 0~65 535 之间的数。字节以这种形式解释时,称之为二进制数据。以二进制形式存储数字数据常有多种不同形式。本部分支持其中的三种格式,所支持的格式包括以二进制补码表示的 16 位和 32 位的整数(在下文中分别对应“binary”和“binary32”),以及依照 IEEE 754—2008 格式定义的 32 位实数(在下文中对应“float32”)。尽管 float32 不是二进制数,但为方便起见,有意将其安排在本小节。

1) [] 中的数字表示参考文献编号。

4.3.3 ASCII(美国国家信息交换标准代码)数据

一个字节除了可表示 0~255 之间的数字外,还可表示 256 个不同的符号。美国国家信息交换标准代码是匹配 8 位二进制位的 128 种组合符号的标准。例如,字节 01000001 表示大写字母“A”,而 01100001 表示小写字母“a”。128 种不同组合,可表示键盘上全部按键和许多其他特殊符号。8 位 256 种组合的其余部分用于表示绘图和其他特殊字符。以 ASCII 形式表示一个数,该数的每个数字须用一个字节表示。例如:以 ASCII 格式表示数字 9999,需占用 4 个字节。当以此方式表达时,即为 ASCII 数据。

4.4 数据域分隔符与长度

4.4.1 概述

文件或文件的数据子集中的数据域须与其他数据域分隔开,使之可读取或操作。例如,书写一段文字,采用空格作为字间分隔符。计算机文件采用多种分隔符。二进制形式的 COMTRADE 数据文件中,唯一的分隔符是严格规定每个数据变量的长度和位置。为确定数据条目的边界,必须对文件中数据位置进行字节计数。COMTRADE 定义的 ASCII 文件采用逗号和回车/换行作为数据分隔符,这允许可变长度的域,但也意味着逗号和回车/换行不能在数据条目中使用。假定不超过最大允许字符数,则 ASCII 数字域前允许有空格和零。

4.4.2 回车/换行

COMTRADE 采用符号〈CR/LF〉表示一行或一组数据末端结束的数据分隔。该分隔符由两个 ASCII 格式字符组合而成:

CR=回车。回车使光标或插入点返回到当前行的始端,用十六进制数 0D 表示;

LF=换行。换行将光标或插入点移至当前行下新的一行,用十六进制数 0A 表示。

本部分中,CR/LF 两侧的符号“〈”和“〉”用于将 CR/LF 分隔符与其附近的文字区分开来,它并不是 CR/LF 分隔符的一部分。

过去,操作系统采用 LF 表示新一行,但并不是所有的操作系统都这样。有的操作系统可能采用其他的字符表示新一行。需要注意的是 COMTRADE 中〈CR/LF〉的作用是分隔而不是表示新一行,因为本格式的目的是在不同的用户之间和跨操作系统交换暂态数据。

4.4.3 逗号分隔符

逗号用作 COMTRADE 中配置(.CFG)、信息(.INF)、ASCII 格式数据(.DAT)文件以及混合格式文件(.CFF)中数据条目的分隔符。

4.4.4 数据域长度

COMTRADE 标准中,为众多字母或数字变量规定了域长度,这些规定使读取含有许多变量的多行数据得以简化。对于整型数字变量,域长度比所要求在该域中保留的最大值长一个字符,这额外的空字符用于在有符号数前添加“-”号。对于无符号数,也可应用简单的编程技术,自动打印出无符号数之前的空格。

4.5 ASCII 数据的浮点数表示

实数可用多种方法保存。取值在一定范围内的实数可按带小数点的 ASCII 数字字符串形式输入。对于非常大或特别小的数值,有限字长都会导致精度损失。这种情况下,要求允许采用有效数字(尾数)

加指数的表示方式存储数字。电子数据表和其他数学程序常使用浮点计数法表示这样的数字。COMTRADE 允许使用浮点计数法表示.CFG 和.DAT 文件中的实数。

术语“指数计数法”或“科学计数法”有时用于这种形式,这种形式的解释也有所不同。由于读取 COMTRADE 文件的程序必须能识别和解释这种表达形式,故须规定一种唯一的格式,该格式数解释和显示如下:

带符号的浮点数由正负号(+或-)、带有小数点的若干十进制数,并紧跟着一个可选指数域构成。指数域含有字符“e”或“E”,其后跟着带符号(+或-)的整数指数。指数以 10 为底数,例如,3E2 意思是 3 乘以 100(10 的 2 次方),即 300。负数和负指数的正确表达要求包含负号。正数或正指数的符号可以省略。

其格式应写为:[±]d[d][.d][d][d][d][E[±]d[d][d]]

其中:

- 方括号中是可选项;
- “d”表示 0~9 之间任何数字;
- 域中至少有一位数字;
- 若有小数点出现,则小数点前后应各包含至少一位数字;
- 字母“e”或“E”表示以 10 为底数的指数;
 - 若有指数符号,则其后至少有一位数字。插入符号加号/减号必须写为“+”或“-”而不是“±”,对正指数,插入符号可选;
 - “E”后的数值必须是整数。

示例(可接受的):

1E2(=100)

1.23E4(=12300)

0.12345E-5(=0.0000012345)

-1.2345E2(=-123.45)

示例(不可接受的):

.123(在小数点前应至少有一位数字)

123E(在字母“E”后应至少有一位数字)

±0.123E±4(正/负号使数值不确定)

0.123 E4(在字母“E”前面不允许有空格)

4.6 存取文件中数据的方法

4.6.1 概述

存取文本和数据文件有两种方法:顺序存取或随机存取。一般情况,文本文件采用顺序存取方法,数据文件既可用顺序存取也可用随机存取。

4.6.2 随机存取文件

随机存取文件中的数据可按任意顺序读取或存储。每个记录的存取时间与数据位置无关。每一数据域有一用于数据读写的特定地址,可以用来读或写。COMTRADE 不推荐使用随机存取文件。

4.6.3 顺序文件

顺序文件的访问时按顺序读写每个数据域。各数据域无特定地址,其在文件中的位置与其他变量相关。在文件中,准确的字节计算定位,取决于之前变量的长度。COMTRADE 使用顺序文件。

4.7 一次/二次变比

用于测量和记录高压电网事件的装置不能直接采集电网的高电压和大电流。这些装置能接受易于操作、危险等级较低、被称作二次量的输入。电压和电流互感器[B5]用来降低来自电网的电压和电流信号,使之达到适合装置处理的水平。选择互感器变比,使得当电网运行在额定或标称一次值时,二次值为标称二次值。互感器变比规定为一次值与二次值之比,习惯上一次值最接近电网实际值。一次额定值为电网常见的电压和负荷值。因而,对用于馈线,额定变比为 800 : 5 的电流互感器,仅当一次电流为 800 A 时,二次电流为标称值 5 A。较低的一次负荷将产生相应较小的二次电流。

对于三相应用,通常以线电压而不是相电压表示电压互感器的额定值。额定变比为 345 kV : 120 V 的电压互感器仅当电网线电压一次值为 345 kV²⁾时,二次输出为 120 V 线电压(70 V 相电压³⁾)。术语“线间”常与术语“相间”互换,类似术语“线对地”替换“相对地”。

5 COMTRADE 文件

5.1 概述

每个 COMTRADE 记录包括多达四个相关联的文件(见第 4 章)。这四个文件各自包含不同的信息,这四个文件是:

- a) 头文件;
- b) 配置文件;
- c) 数据文件;
- d) 信息文件。

每一次记录的四个文件名必须相同,仅用不同的扩展名区别不同的文件类型。

文件名的格式是“名称.扩展名”[B3]。名称部分是用以标识记录的名称(例如 FAULTI 或 TEST-2)。文件名的“扩展名”部分用以标识文件类型:.HDR 表示头文件,.CFG 表示配置文件,.DAT 表示数据文件,.INF 表示信息文件。文件名应遵循 IEEE C37.232—2007 标准。用户和制造厂应适当限制文件名的长度,以便于在适合的操作系统进行拷贝及 CD/DVD 的写操作。

也可以将四个文件以相对独立分区的方式合并放入一个以.CFF 为扩展名的 COMTRADE 文件里。这个单独的文件格式将在第 10 章进行描述。使用转换程序可从.CFF 文件中获取上述四个文件,反之亦然。

5.2 头文件(.HDR)

头文件是可选的 ASCII 文本文件,通常由 COMTRADE 数据组织者使用文字处理程序创建。该数据可被使用者打印或阅读。头文件创建可按任意次序包含任意信息。信息文件示例见 6.2。头文件的格式是 ASCII。

5.3 配置文件(.CFG)

配置文件是一种 ASCII 文件,拟由计算机程序读取,所以应以特定格式保存。配置文件包含使计算机程序能正确解析数据文件(.DAT)所需的信息。该信息条目包括:采样率、通道数、电网频率、通道信息等。

配置文件的第一行的一个域,标识了该文件所遵循的 COMTRADE 标准版本的年号(例如,1991,

2) 国内无此电压等级。

3) 国内相电压为 57.74 V。

1999, 2013 等)。若无此域, 或该域为空, 则假定文件遵循本部分的初始版本(1991)。配置文件也含有另一个域, 该域用以标识与之对应数据文件是以 ASCII 格式还是二进制格式存储。配置文件的确切内容和格式详见第 7 章。

配置文件可由文字处理程序创建, 或由计算机程序根据暂态记录数据源创建。若使用文字处理程序创建配置文件, 则该程序应以 ASCII 格式保存文件。

5.4 数据文件(.DAT)

数据文件含有暂态记录中每个输入通道每个采样的数值。采样存储的数值是对波形采样输入的转换值。

存储数据可以是零基或零偏。零基数据跨越负数和正数(例如, $-2000 \sim +2000$)。零偏的数值全为正, 选出其中一个正数代表零(例如, $0 \sim 4000$, 用 2000 代表零)。配置文件中指定的转换因子规定如何将数据值转换为工程单位值。数据文件中每组采样值都标识有数字序号和时间标签。

除了记录代表模拟输入的数据, 通常还记录代表分/合信号的输入。它们常常包括数字输入, 数字通道, 数字子通道, 事件输入, 逻辑输入, 二进制输入, 触点输入或状态输入。本部分中, 该类型的输入指状态输入。数据文件中的“1”或“0”代表状态输入的状态。

数据文件可以是 ASCII、binary、binary32、float32 格式, 通过配置文件中的一个域指定使用何种格式。数据文件格式的详细说明见第 8 章。

5.5 信息文件(.INF)

信息文件是可选文件, 他含有文件创建者期望提供给用户的额外信息, 这些信息是除数据集最小应用之外的信息。其格式提供任何用户可读和使用的公用信息, 还提供仅针对特定用户或制造厂存取的信息。详细内容见第 9 章。

6 头文件

6.1 概述

头文件是 ASCII 文本文件, 存储补充叙述性信息, 帮助用户更好地理解暂态记录的条件。头文件不是应用程序必须处理的。

6.2 内容

可能包含的信息有:

- a) 扰动前电力系统的描述;
- b) 厂站名;
- c) 经历暂态的线路、互感器、电抗器、电容器或断路器的标识;
- d) 故障线路的长度;
- e) 正序和零序电阻、电抗和电容;
- f) 平行线路的相互耦合;
- g) 并联电抗器和串联电容器的位置和额定值;
- h) 互感器绕组的标称电压额定值, 尤其是电压和电流互感器;
- i) 变压器功率额定值和绕组联接;
- j) 记录数据所在节点后的系统参数(等值电源正序和零序阻抗);
- k) 数据获得方式描述, 是变电站得到的还是用计算机程序 EMTP 模拟系统条件获得的;
- l) 对所用抗混叠滤波器的说明;

- m) 模拟电路说明;
- n) 输入的相序。

6.3 文件名

头文件应有.HDR 扩展名,用于区分同一组文件中配置、数据和信息文件,遵循惯例,易于记忆和识别。

6.4 格式

头文件应是长度不限的自由形式 ASCII 文本文件。

7 配置文件

7.1 概述

配置文件是 ASCII 文本文件,提供给人或计算机程序阅读和解释相关数据文件中的数据值所必须的信息。配置文件具有预定的标准化格式,故无需为每个配置文件编写计算机程序。

7.2 内容

配置文件包括下列信息:

- a) 厂站名,记录装置的标识,COMTRADE 标准版本年号;
- b) 通道的总数和类型;
- c) 通道名称、单位和转换因子;
- d) 电网频率;
- e) 采样速率和每一速率下的采样点数;
- f) 第一个数据点的日期和时间;
- g) 触发点的日期和时间;
- h) 数据文件类型;
- i) 时标倍率因子;
- j) 时间编码和本地编码;
- k) 采样的时标品质。

7.3 文件名

配置文件名称有.CFG 扩展名,用于区分同一组文件中头文件、数据和信息文件,遵循惯例,易于记忆和识别。

7.4 格式

7.4.1 概述

配置文件是有标准格式的 ASCII 文本文件。每一文件集都应包含此文件,以定义数据文件的格式。

配置文件分为数行。每一行以回车/换行结束。以逗号分隔一行中的各个域。即使某个域中没有数据输入,也要求使用数据分隔符逗号。由于逗号、回车和换行被用作数据分隔符,它们不再是任何域中的合法字符。例如,通道名“Pacific west, Line number two”将被理解为两个分开的域。数据分隔符的使用,允许域长度可变,不要求前导和填充零或空格。但是,一些编程语言为负号保留一个前导字符

位置,编写读取 COMTRADE 文件的程序应至少容许域中有一个前导空格。每行的信息必须严格按 7.4.2~7.4.12 的顺序排列。各行应严格按 7.6 所示的顺序显示。不符合该格式的文件集是无效的。

7.4.2 厂站名、标识和版本年号

配置文件的第一行应含有厂站名、记录装置标识和 COMTRADE 标准版本年号。

station_name,rec_dev_id,rev_year<CR/LF>

其中:

station_name	厂站名称,厂站位置名称或文件形成的位置名称。必选,字母数字,最小长度=1 个字符,最大长度=64 个字符。
rec_dev_id	记录装置的标识编号或名称。必选,字母数字,最小长度=1 个字符,最大长度=64 个字符。
rev_year	由标准版本的年号规定的 COMTRADE 标准文件版本,例如 2013。必选,数字,最小长度=4 个字符,最大长度=4 个字符。rev_year 的取值只可是 1991, 1999 和 2013 中的一个。该域指明文件结构是否不同于 IEEE Std C37.111—1999 和 IEEE Std C37.111—1991 COMTRADE 标准。若无此域或该域为空,则认为该文件与标准的 1991 年版本兼容。

7.4.3 通道总数和类型

本条说明在数据文件每条记录中出现的通道总数和类型:

TT,##A,##D<CR/LF>

其中:

TT	通道总数。必选,数字,整数,最小长度=1 个字符,最大长度=6 个字符,最小值=1,最大值=999999,TT 必须等于##A 和##D 的和。
##A	模拟通道数量,其后跟着标识“A”。必选,字母数字,最小长度=2 个字符,最大长度=7 个字符,最小值=0A,最大值=999999A。
##D	状态通道数量,其后跟着标识“D”。必选,字母数字,最小长度=2 个字符,最大长度=7 个字符,最小值=0D,最大值=999999D。

7.4.4 模拟通道信息

模拟通道是含有模拟通道信息的若干行。每一模拟通道占一行。模拟通道行的总数必须等于##A(7.4.3)。若模拟通道计数=0,则无模拟通道信息行。模拟通道行信息格式如下:

An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>

其中:

An	模拟通道索引号。必选,数字,整数,最小长度=1 个字符,最大长度=6 个字符,最小值=1,最大值=999999。不要求前导零或空格。从 1 开始顺序计数至模拟通道总数(##A),不考虑记录装置的通道数量。
ch_id	通道标识。必选,字母数字,最小长度=1 个字符,最大长度=128 个字符。
ph	通道相别标识。可选,字母、数字,最小长度=0 个字符,最大长度=2 个字符。
ccbm	被监视的电路元件。可选,字母、数字,最小长度=0 个字符,最大长度=64 个字符。

- uu 通道单位(例如,kV,V,kA,A RMS,A Peak)。必选,字母,最小长度=1 个字符,最大长度=32 个字符。物理量的单位必须使用 IEEE Std 260.1—1993 或 IEEE Std 280.1—1985(R1996)或 ISO 80000-1 标准所规定的标准名称或缩写。数字倍率不应包括在内。可采用标准的倍率,如 k(千)、m(千分之一)、M(百万)等。“NONE”用作无量纲值的单位。
- a 通道增益系数。必选,实数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=32 个字符。可以使用标准浮点标记法。
- b 通道偏移量。必选,实数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=32 个字符,可以使用标准浮点标记法。

通道转换因子是 $ax+b$ 。数据文件(.DAT)中的存储数据值 x 与采用上述规定单位(uu)的 $ax+b$ 的采样值相对应。按照数学上的解析规则,采样数据“ x ”乘以增益系数“ a ”,加上偏移量“ b ”,通过转换因子将数据值还原为原始采样值。实例见附录 E。

- skew 从采样时刻开始的通道时滞(μs)。必选,实数,最小长度=1 个字符,最大长度=32 个字符。可使用标准浮点标记法。该域提供在记录的采样周期内,各通道采样时差信息。例如,在一个具有 A/D 转换器、非同步采样、采样周期为 1 ms 的 8 通道装置内,第一次采样从“timestamp”表示的时刻开始,在采样周期内,相继通道的采样时刻依次滞后 125 μs 。在此情况下,相继通道的时滞分别为:0、125、250、375……等。
- min 该通道数值范围的最小值(可能数值范围的最下限)。必选,数字(整数或实数),最小长度=1 个字符,最大长度=13 个字符,最小值= $-3.4028235E38$,最大值= $3.4028235E38$ 。
- max 该通道数值范围的最大值(可能数值范围的最上限)。必选,数字(整数或实数),最小长度=1 个字符,最大长度=13 个字符,最小值= $-3.4028235E38$,最大值= $3.4028235E38$ 。注意: $max \geq min$ 。
- primary 通道电压或电流互感器变比一次系数,必选,实数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=32 个字符。
- secondary 通道电压或电流互感器变比二次系数,必选,实数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=32 个字符。
- P 或 S 表明通道转换因子方程 $ax+b$ 得到的值还原为一次(P)还是二次(S)值的标识。必选,字母,最小长度=1 个字符,最大长度=1 个字符。有效字符仅可为:p、P、s、S。

数据文件中的数据,通道转换因子和通道单位可引用一次侧或二次侧单位。因此,对于互感器变比为 345 kV 比 120 V、单位为 kV 的通道,一次系数为 345、二次系数为 0.12(345,0.12)。一次或二次标识(PS)用来计算得到相应的一次或二次值或进行相互转换。若数据是在没有一次/二次关系的环境下产生的,例如,模拟电网仿真,一次和二次的变比应设为 1:1。根据一次(P)或二次(S)的值和方程 $ax+b$,用户就可确定分析或回放所需的值,变量 PS 的设置见表 1。

表 1 变量 PS 的设置

要求值	变量 PS 的设置	
	P(一次值)	S(二次值)
一次	使用值	乘以一次值、除以二次值
二次	除以一次值、乘以二次值	使用值

7.4.5 状态(数字)通道信息

状态通道是含有状态通道信息的若干行。每个状态通道占一行,状态通道行的总数应等于##D(7.4.3)。若状态通道计数=0,则没有状态通道信息行。使用下列格式:

Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>

其中:

Dn	状态通道索引编号,必选,整数,数字,最小长度=1个字符,最大长度=6个字符,最小值=1,最大值=999999。不要求前导零或空格。顺序计数范围从1至状态通道(##D)总数,不必考虑记录装置通道数量。
ch_id	通道名,必选,字母数字,最小长度=1个字符,最大长度=128个字符。
ph	通道相别标识。可选,字母数字,最小长度=0个字符,最大长度=2个字符。
ccbm	被监视电路元件。可选,字母数字,最小长度=0个字符,最大长度=64个字符。
y	状态通道正常状态(仅用于状态通道)。即一次设备处于稳定运行时的输入状态。状态通道的正常状态不承载关于状态信号的物理表征的信息,仅表示是无源触点(分或合)或电压(带电或不带电)。其目的是定义“1”代表正常还是异常状态。必选,整数,数字,最小长度=1个字符,最大长度=1个字符。有效取值只能为0或1。

7.4.6 电网频率

电网频率应在文件中单列一行:

If<CR/LF>

其中:

If	从采样位置获得的电网或子网的标称频率,单位:Hz(例如 50,60 ⁴⁾ ,列车应用的16.7)。必选,实数,数字,最小长度=1个字符,最大长度=32个字符,可以使用标准浮点标记法。
----	--

7.4.7 采样率信息

这一小节包含关于采样率及其在给定采样率下采样点数量的信息。

对于具有一个或多个预设采样率的文件,其信息由一行采样率总数行和随之以每行一个采样率及此采样率下最末采样点序号行构成。在文件中,对每一采样率将有一行采样率和末点采样序号信息。对于采样周期连续变化的文件,例如,事件触发文件,采样率信息由两行组成:一行含有一个零标识,表示没有固定的采样周期或采样率;另一行含有一个零标识,表示采样周期不固定,另外还包含数据文件中的最末采样点序号。

nrates<CR/LF>

samp,endsamp<CR/LF>

其中:

nrates	数据文件中采样率个数。必选,整数,数字,最小长度=1个字符,最大长度=3个字符,最小值=0,最大值=999。
samp	采样率,单位 Hz。必选,实数,数字,最小长度=1个字符,最大长度=32个字符。可以使用标准浮点标记法。
endsamp	该采样率下最末采样序号。必选,整数、数字,最小长度=1个字符,最大长度=10个字符,最小值=1,最大值=9999999999。

注:若 nrates 和 samp 为零,数据文件中的 timestamp 为必选,而 endsamp 应设为文件中最末采样序号。当 nrates 与 samp 以及 timestamp 都使用的情况下,最好使用 nrates 与 samp 确定更精确的时间。

4) 国内电网无此频率。

7.4.8 日期/时标

配置文件中两个日期/时标。第一个是数据文件中第一个数值的时间,第二个是触发点的时间。它们应以下列格式表示:

dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>

其中:

- dd 月份中的日。必选,整数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=2 个字符,最小值=01,最大值=31。
- mm 月。必选,整数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=2 个字符,最小值=01,最大值=12。
- yyyy 年。必选,整数,数字,最小长度=4 个字符,最大长度=4 个字符,最小值=1900,最大值=9999。应包括年份的所有 4 个字符。
变量 dd,mm 和 yyyy 组成一个域,数字被“/”分隔开,中间不带空格。
- hh 小时。必选,整数,数字,最小长度=2 个字符,最大长度=2 个字符,最小值=00,最大值=23。所有时间应以 24 小时的格式显示。
- mm 分钟。必选,整数,数字,最小长度=2 个字符,最大长度=2 个字符,最小值=00,最大值=59。
- ss.ssssss 秒。必选,十进制数字,分辨率=最低 1 纳秒,最小长度=9 个字符(微秒),最大长度=12 个字符(纳秒),最小值=00.000000,最大值=59.999999999。

按要求,日期和时间的所有位应由零填充补足。若无时间和日期识别数据,使用域分隔符“/”<CR/LF>”,中间无插入字符,或者用 0 按正确的格式填充。

7.4.9 数据文件类型

数据文件的类型应为 ASCII、binary、binary32、float32 文件。说明格式如下:

ft<CR/LF>
其中:

- ft 文件类型。必选,字母数字,不区分大小写,最小长度=5 个字符,最大长度=8 个字符。

7.4.10 时标倍率因子

该域用作数据文件中时标(timestamp)域的倍率因子,容许以 COMTRADE 格式存放长持续时间的记录。根据 CFG 文件中日期/时标的定义,时标以微秒或纳秒为基本单位。从数据文件中第一个数据采样到该数据文件中任一个时标的该数据采样所经过的时间等于该数据采样时标乘以配置文件中的时标倍率因子(timestamp * timemult)。

timemult<CR/LF>
其中:

- timemult 数据文件中时差(时标)域的倍率因子。必选,实数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=32 个字符,可使用标准浮点标记法。

7.4.11 时间信息以及当地时间与 UTC 时间的关系

这一行包含 7.4.8 中日期/时标以及记录装置所在位置的信息的时区信息。本行包含两个域:时间编码域和当地编码域。

时间码与 IEEE C37.232 —2007 中的定义相同。这个域用来说明当地时间与 UTC 时间的时差(协

调世界时是无偏移的,既没有时区偏移也没有夏时制偏移)。该域严格限定最大 6 个格式化字符。第一个字符为符号字符,其后紧跟 5 个字符表示时间偏移(其中最多 2 位数字表示小时且后面紧跟着字母“h”,再后 2 位数字表示分钟)。最后的 3 个字符仅当采用了小时等分的情况下使用。示例如下:

- “-4”表示时差为负 4 h(负号表示落后 UTC 时间);
- “+10h30”表示时差为正 10 h30 min(半小时时区);
- “-7h15”表示时差为负 7 h15 min;
- “0”表示时差为 0(当地时间即 UTC 时间)。

时差反映了记录的时间是否采用了标准时间或夏时制。

当地码定义为记录所在位置的当地时区与 UTC 时间的差别。若记录装置没有设置为 UTC 时间,时间码和当地码是一致的。若记录装置设置为 UTC 时间,则二者不同,当地码将提供当地时区信息,时间码则为 0 且与记录装置所在位置无关。仅在当地时区为 UTC 时区时,当地码为 0。

此外,有一特殊情形,当一个 COMTRADE 文件中的数据来自两个不同时区的变电站时,若无法避免这种情况,则可将时间码设置为 UTC 时间,当地码设置为“x”以表示当地码无效。

time_code,local_code<CR/LF>

其中:

time_code 与 IEEE Std C37.232—2007 中的定义相同。必选,字母数字,最小长度=1 个字符,最大长度=6 个字符。

local_code 与 time_code 的定义相同,表示记录所在位置的时区与 UTC 之间的时差。必选,字母数字,最小长度=1 个字符,最大长度=6 个字符。

7.4.12 采样时间品质

采样时间品质由时间品质标识符来表示,格式如下:

tmq_code, leapsec<CR/LF>

其中:

tmq_code 是记录装置的时间品质标识编码,表示与时钟源同步的状态,其编码与 IEEE C37.118 中时间品质标识编码定义类似。必选,十六进制,最小长度=1 个字符,最大长度=1 个字符。时间品质的值应为时标所在时刻的品质。

4 位时间品质标识编码见表 2。

表 2 4 位时间品质标识编码

二进制	十六进制	值(最差情形的精度)
1111	F	错误——时钟错误,时间不可靠
1011	B	时钟未锁定,误差 10 s 以内
1010	A	时钟未锁定,误差 1 s 以内
1001	9	时钟未锁定,误差 10^{-1} s 以内
1000	8	时钟未锁定,误差 10^{-2} s 以内
0111	7	时钟未锁定,误差 10^{-3} s 秒以内
0110	6	时钟未锁定,误差 10^{-4} s 秒以内
0101	5	时钟未锁定,误差 10^{-5} s 秒以内
0100	4	时钟未锁定,误差 10^{-6} s 秒以内
0011	3	时钟未锁定,误差 10^{-7} s 秒以内
0010	2	时钟未锁定,误差 10^{-8} s 秒以内
0001	1	时钟未锁定,误差 10^{-9} s 秒以内
0000	0	正常运行,时钟锁定

- leapsec 是闰秒标识符,表示当记录中两条数据共用同一世纪秒或中间缺失一秒的情况增加或删除 1 闰秒。必选,整数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=1 个字符。取值范围如下:
- 3 = 时钟源没有闰秒功能;
 - 2 = 从记录中删除闰秒;
 - 1 = 在记录中增加闰秒;
 - 0 = 记录中无闰秒。

7.5 配置文件中缺失的内容

配置文件的格式决定了有些数据事实上可能是不可用的。缺少必选的数据将导致文件不可用。因此有些数据是可选的,有些则是必选的。配置文件中缺少必选数据将导致文件集不可用,不符合标准。配置文件中可选数据缺失仍符合标准,文件集仍可用。数据缺失时,数据分隔符彼此跟着,中间无插入字符,除非本章中另外规定。编写读 COMTRADE 文件的程序时应容许数据分隔符彼此跟着,中间无插入字符(空域)。

7.6 配置文件的格式设计

```
station_name,rec_dev_id,rev_year<CR/LF>
TT,##A,##D<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>
Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>
lf<CR/LF>
nrates<CR/LF>
samp,endsamp<CR/LF>
samp,endsamp<CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>
ft<CR/LF>
timemult<CR/LF>
time_code,local_code<CR/LF>
tmq_code,leapsec<CR/LF>
```

8 数据文件

8.1 概述

数据文件包含的数据值是按比例缩放来表示的采样值。数据应严格按照配置文件中定义的格式存放,以便于计算机程序读取。配置文件中数据文件类型(ft)域说明文件的类型。二进制数据文件类型 ft 应设置为 binary,binary32 或 float32。ASCII 数据文件类型 ft 应设置为 ASCII。

8.2 内容

数据文件中的每次采样都包含着采样序号、时标和每个通道的数据值。在 ASCII 数据文件中,用逗号将一次采样中各通道的数据分隔开,一般称为“逗号分隔符”。连续多个采样,在前一采样的最后一个通道数据值与下一个采样的采样序号之间用〈CR/LF〉分隔。在 binary、binary32、float32 文件中,一次采样的每个通道数据之间或在连续采样周期之间没有分隔符。数据文件中不包含其他信息。

8.3 数据文件名称

数据文件名具有.DAT 扩展名,区分同一文件集的头文件、配置文件和信息文件,遵循惯例,易于记忆和识别。为关联头文件、配置文件、数据文件和信息文件,这些文件采用相同名称。

为便于存储和交换,需根据数据文件的大小选择恰当的存储介质。若数据文件较大,强烈建议采用 binary、binary32 或 float32 格式存储。

8.4 ASCII 数据文件格式

ASCII 数据文件分为行和列。数据行的数量随记录的长度而变化,影响文件的长度。每一行分为 TT+2 列,其中 TT 是记录中模拟通道和状态通道的总数,另外两列是采样序号和时标。列的数量取决于记录系统,也影响文件长度。ASCII 数据文件所规定的域长度是最大值,而不是固定长度。包括符号在内的所有数字字符总长不应超过域长限制。

- a) 第一列是采样序号;
- b) 第二列是对应于采样序号的采样时标;
- c) 第三大列表示模拟信息的数据;
- d) 第四大列表示状态通道的数据;
- e) 下一行以新采样序号开始,其后是该次采样的数据;
- f) ASCII 数据文件中“文件结束”(EOF)标志(十六进制数“1A”),应紧随文件的最后数据行的“回车/换行”(〈CR/LF〉)之后。

每个数据采样记录应包含着排列如下的整数:

$n, \text{timestamp}, A_1, A_2, \dots, A_k, D_1, D_2, \dots, D_m \langle \text{CR/LF} \rangle$

其中:

n	采样序号,必选,整数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=10 个字符,最小值=1,最大值=9999999999。
timestamp	时标,若.CFG 文件中的 nrates 和 samp 变量非零,则为可选,若.CFG 文件中的 nrates 和 samp 为零,则为必选。整数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=13 个字符,根据.CFG 中日期/时标的定义,时间的基本单位是微秒或纳秒。数据文件中,从第一个采样数据至任意一个采样数据经过的时间是该数据时标与配置文件中时标倍率因子(timestamp * timemult)的乘积。当 nrates、samp、timestamp 信息都可用时,采用 nrates 和 samp 可获得更为精确的时间。
$A_1 \dots A_k$	模拟通道数据值,以逗号分隔。可选,数字(整数或实数),最小长度=1 个字符,最大长度=13 个字符,最小值=-3.4028235E38,最大值=3.4028235E38。缺失的模拟数据应以紧随的分隔符表示,之间无空格(空域)。
$D_1 \dots D_m$	状态通道数据值,以逗号分隔。可选,整数,数字,最小长度=1 个字符,最大长度=1 个字符,取值仅 0 或 1 有效。对标识丢失的状态数据未作规定,在此情况下,该域应设为“1”或“0”。采样中的最后一个数据值应以“回车/换行”(〈CR/LF〉)结束。

8.5 ASCII 数据采样示例

图 1 给出了本部分所规定的的数据采样的示例。它有 6 个模拟值和 6 个状态值。它取自附录 C。

5,667,-760,1274,72,61,-140,-502,0,0,0,0,1,1<CR/LF>

图 1 ASCII 格式数据采样示例

8.6 二进制数据文件

binary、binary32、float32 型数据文件采用与 ASCII 数据文件相同的基本结构,但状态通道数据按下述方法压缩。其格式是:采样序号、时标、每个模拟通道的数据值、文件中每个采样的分组状态通道数据。不使用数据分隔符,二进制采样记录中的数据不用逗号隔开,采样记录的末尾不使用“回车”和“换行”符标注。二进制数据文件是二进制数据的连续流。数据解释由文件中的顺序位置确定。若任意一数据元素缺失或出错,变量的序列也被破坏,文件可能无法使用。在此情况下,对恢复未做规定。

数据用二进制格式存储,但为方便起见,其值用十六进制表示。数据不按十六进制数字的 ASCII 表示法存储。当存储一个二字节(16 位)的字时,该字的低字节(LSB)先存储,高字节(MSB)后存储。二字节数据值“1234”将以“3412”格式存储。在存储一个四字节(32 位)的字时,该字的最低字节(LSB)先被存储,其次是次低字节,然后是次高字节,最后是最高字节(MSB)。四字节数据“12345678”将被以“78563412”格式存储。一个字节内的位的编号为 0(最低位)至 7(最高位)。

二进制数据文件中数据的顺序为:

- a) 采样序号和时标。均以四字节、无符号的二进制格式存储;
- b) 模拟通道采样数据以如下形式存储:对于 binary 或 binary32 数据文件是以 2 字节或 4 字节二进制补码形式储存。数据 0 的每个字节用十六进制的 00 表示,-1 的每个字节用十六进制的 FF 表示,最大正值最高位为 0,其余位为 1,最大负值存储为最大正值的补码。对于 float32 数据文件,数据遵循 IEEE 754—2008。保留 binary、binary32、float32 的最大负值表示缺失的数据;
- c) binary、binary32、float32 格式的数据文件中,每 16 个状态通道以两字节一组存储,字的最低位对应该组 16 个状态通道中最小编号通道。这样,状态字 1(S1)的位 0 是数字输入编号 1 的状态。状态字 2(S2)的位 1 是数字输入编号 18 的状态。缺失状态数据的标志未做规定,但是,为保持字的完整性,缺失状态应以“1”或“0”填充。

文件长度将随文件中通道数量和采样数量而变化。文件中每次采样要求的字节数量为:

$$(A_k \times N) + (2 \times \text{INT}(D_m/16)) + 4 + 4$$

其中:

- A_k 模拟通道数。
- N 每个采样数据占据字节数(binary 占 2 字节,binary32 与 float32 占 4 字节)。
- D_m 状态通道数。
- $\text{INT}(D_m/16)$ 状态通道数除以 16 后,按进 1 法取整。
- $4+4$ 采样序号和时标各占 4 个字节。

每个数据采样记录应由如下排列的数据组成:

n timestamp A_1 A_2 A_k S_1 S_2 S_m

其中:

- n 采样序号,必选,整数,数字,最小长度=4 字节,最大长度=4 字节,最小值=00000001(十六进制),最大值=FFFFFFFF。

timestamp	时标,若.CFG 文件中的 nrates 和 samp 变量非零时,则可选。若.CFG 文件中的 nrates 和 samp 变量为零时,则必选。最小长度=4 字节,最大长度=4 字节,最小值=00000000(十六进制),最大值=FFFFFFFF。缺失的时间标记值须以数值 FFFFFFFF 代替,以维持文件结构完整性。根据.CFG 文件中日期/时标的定义,时间的基本单位是微秒或纳秒。数据文件中,从第一个采样数据至任意一个采样数据经过的时间是该数据时标与配置文件中时标倍率因子(timestamp * timemult)的乘积。当 nrates、samp、timestamp 信息都可用时,采用 nrates 和 samp 可获得更为精确的时间。
$A_1 \cdots A_k$	模拟通道数据值。可选,数字(整数或实数),长度固定,binary 占 2 字节,binary32 或 float32 占 4 字节。缺失的模拟数据以相应的最大负值代替。
$S_1 \cdots S_m$	状态通道数据值,以每 16 通道 2 字节(16 位)为单位,表示 16 个通道或少于 16 的通道。可选,无符号二进制整数,最小长度=2 个字节,最大长度=2 个字节。最小值=0000,最大值=FFFF。对标识丢失的状态数据未作规定,在此情况下,该域应设为“1”或“0”。

若状态通道数不是 16 的整数倍,则高位的通道位应填充 0。

例如:

对于在 8.5 中 ASCII 数据文件所示的一组 6 个状态输入(0,0,0,0,1,1)

- 将这 6 个状态输入写为二进制数 110 000,ASCII 文件中靠前的通道占二进制数的低位;
- 然后将该数扩为 16 位(0000 0000 0011 0000);
- 将其转换为 16 进制值(00 30);
- 该数据以 LSB/MSB 格式存储(30 00)。

8.7 二进制数据采样示例

图 2 给出了本部分所规定的的数据采样示例。它有 6 个模拟值和 6 个状态值。它是二进制的,等效于 8.5 中所示的 ASCII 采样示例。

05 00 00 00 9B 02 00 00 08 FD FA 04 48 00 3D 00 74 FF 0A FE 30 00

图 2 二进制格式数采样示例

9 信息文件

9.1 概述

信息文件(.INF)是可选文件。.INF 文件提供了与 COMTRADE 记录事件内容相关的信息,有助于处理和分析这些数据。该可选信息存储于单独文件中,可在当前和未来使用 COMTRADE 文件的程序间保持前后兼容。从信息文件阅读数据的任何程序应能识别公用区的信息头、条目或在此定义的其他数据,并对该数据做出响应。程序无法识别的信息不得作出任何更改。

文件格式与 Windows.INI 文件格式类似。当前的大多数编程语言具有读写这些文件的功能,许多程序员和用户都熟悉这些文件的结构。

信息文件中的某些部分是复制.CFG 配置文件中的内容,.CFG 和.DAT 文件是 COMTRADE 的主要文件,这两个文件中任一个定义的变量的数据,即使已复制到.INF 信息文件中也必须存储于相应的这两个文件中。

9.2 内容

信息文件是规定格式的 ASCII 文本文件,计算机可读。文件包含普通用户可读的信息,也包含只针对特定用户而普通用户不可读的信息。这两类信息按公用和专用分类,各自位于文件的不同部分。当定义了一个合适的公用区后,数据应存于公用区。若预定义的公用区不可用,则可使用专用区。输入条目应与下面定义的格式完全相符,这样数据才可被计算机程序正确读取。

9.3 信息文件名称

信息文件名带有.INF 扩展名,以区别于同组的头文件、配置文件和数据文件,遵循惯例,易于记忆和识别。文件名本身应与其相关的头文件、配置文件和数据文件相同。

9.4 信息文件结构

9.4.1 概述

信息文件分为不同的区,每区由一个区头行和紧随其后的多个条目行组成。区的数目不限,但至少应有一区。数据不能在区外。每个区由唯一的区头行进行标识,文件中所有数据属于其上方最近的区头。

通常,信息结构如下:

公用记录信息区头(与整个记录有关的信息)

公用定义记录信息条目行

公用事件信息区头(与记录中特定通道和采样有关的信息)

公用定义事件信息条目行

公用文件描述区头(等同于与整个记录有关的.CFG 文件信息)

公用定义文件描述条目行

公用模拟通道 #1 区头(等同于与记录中第一模拟通道有关的.CFG 文件信息)

公用定义模拟通道条目行

公用模拟通道 #n 区头(与记录中 #n 模拟通道有关的信息,记录中每一模拟通道有一新区,直至全部模拟通道)

公用定义模拟通道条目行

公用状态通道 #1 区头(与记录中第一状态通道有关的信息)

公用定义状态通道条目行

公用状态通道 #n 区头(与记录中 #n 状态通道有关的信息,记录中每一状态通道有一新区,直至全部状态通道)

公用定义状态通道条目行

专用信息头

专用定义记录信息条目行

专用信息头

专用定义记录信息条目行

9.4.2 公用区

公用区所包含的信息格式可供由多个厂家制造的设备和/或软件所使用。本部分定义了具体的公用区条目行。本部分的修订版将更新公用区变量,并包含当时使用的已公布的专用区条目。

9.4.3 专用区

专用区包含制造厂特定信息,该信息仅同特定销售商的软件或硬件一起使用,或者具有对该制造厂唯一的格式。每个制造厂允许有多个专用区,一个信息文件可以包含多个制造厂的专用区。制造厂可能会为特定目的创建专用区。若两个或更多制造厂使用相似的专用区,可对专用区的公用格式进行认证,在将来本部分修订版中作为公用区使用。

9.5 文件特征

信息文件应使用 4.1.3 所定义的 ASCII 格式,并具有下列附加限制:

- a) 任何行都不可有引导空格;
- b) 文件不应包括任何用户附加文件终止(EOF)标志,例如,十六进制数“1A”;
- c) 文件长度不应超过 64 k。

9.6 区头

9.6.1 公用和专用区头名称格式化规则

区名称由方括弧限定。区名称独占一行,任何数据不得与区名称同处一行。该行以〈CR/LF〉终止。区名应以字母开头,数字和符号不得作为区名称的第一个字符。对于公用区,名称必须以“Public”一词开始,对于专用区,则以明确表示该部分所属的组织的一个词开始,随后是一个空格,然后是任意数量标识该区的词。在公司所有者、组织名称或商标中包含多个词时,应删去每个词之间的空格,为提高可读性,可用下划线“_”代替空格将各词连起来。

第一区后的各区应以一个空行与前一行区头或条目分隔。

对于一个计算机知识有限的电力系统的工程师来说,公用区头名称应意思清楚。

9.6.2 公用区头命名举例

示例(可接受的):

[Public File_Description]〈CR/LF〉

示例(不可接受的):

[Public Datasource]〈CR/LF〉(前导空格)

[Datasource Public]〈CR/LF〉(必须以 Public 一词开始)

9.6.3 专用区头命名举例

示例(可接受的):

[Company1 InputRanges]〈CR/LF〉

[Company2 IsolatorType]〈CR/LF〉

示例(不可接受的):

[Company Name Input Ranges] 〈CR/LF〉(所有者识别符内不得有空格)

[12] 〈CR/LF〉(以数字开始)

{Bad Section}〈CR/LF〉(括弧格式错)

[Bad Section〈CR/LF〉(缺少括弧)

[Bad Section] Extra Data=Not Allowed〈CR/LF〉(括弧结束后同一行内有多余的文字或条目)

9.7 条目行

9.7.1 概述

条目行必须以一个有 3~32 个字符的词开始,随之是一个等号(=)。第一个词是“条目名”。条目名是对随后的数值串的功能的描述。这与许多编程语言中变量或常量的命名类似。当与区名一起阅读时,条目名应意义清楚。条目名不需完整描述,可包含 ASCII 值为 33 至 127 之间的可打印的字符。条目行以<CR/LF>结束。

示例(可接受的):

```
[Public File_Description] <CR/LF>
Recording_Device_ID=Unit 123<CR/LF>
```

```
[Company2 Calibration] <CR/LF>
```

```
Ch1=2044.5, -7, 1<CR/LF>
```

```
Ch2=2046.2, 5.3, 1<CR/LF>
```

```
Ch3=2042.0, -0.4, -1<CR/LF>
```

示例(不可接受的):

```
[Company3 Calibration] <CR/LF>
```

```
cl33421thv1st=2044.5, -7, 1, 2046.2, 5.3, 1, 2042.0, -0.4, -1<CR/LF>(条目名无意义)
```

```
Ch 1 = 2044.5, -7, 1<CR/LF>(多余的空格)
```

```
[Company3 Device Type] <CR/LF>(与前一部分最后条目之间无空行)
```

9.7.2 注释行

以分号(;)开始的条目被看作注释行。这些用来说明某些条目的注释行将被文件读取算法跳过。注释行可由用户或程序创建。注释行不应引用大量文档或过度解释。这将增加文件长度、文件阅读时间、使读者难以弄清文件结构。

若注释掉区头,该区的所有条目行也应注释掉。若区头被注释掉而同一区的条目行未被注释掉,将会使该区未被注释掉的条目行归入上一区。

示例(可接受的):

```
[Company2 Calibration] <CR/LF>
; Sequence is gain, offset, polarity<CR/LF>
```

```
Ch1=2044.5, -7, 1<CR/LF>
```

```
Ch2=2046.2, 5.3, 1<CR/LF>
```

```
;Channel 2 replaced 7/16/95<CR/LF>
```

```
Ch3=2042.0, -0.4, -1<CR/LF>
```

示例(不可接受的):

```
;[Company3 Calibration] <CR/LF>(区头注释,留下孤立的数据)
```

```
Ch 1 = 2044.5, -7, 1<CR/LF>(多余的空格)
```

```
;This recorderuses 8 bitdata and
```

```
has
```

```
64 channels,test points on the card
```

```
are
```

high impedance and not galvanically
isolated.〈CR/LF〉(过度 and 错误放置的文件)

9.7.3 值串

值串被定义为一条目行从等号至行结束依次排列的所有字符。值串可以包括一个数据项或几个数据项。多个数据项用逗号分隔开。数字值应紧接着等号或逗号分隔符,而不带前导空格。等号或逗号分隔符后的包含着一个空格的文字串应认为该空格是该值的一部分。对于公用区,此信息在本部分中已有规定。对于专用区,每条目行的数据类型、格式和项目数量由用户定义。

9.8 增加、修改和删除信息

9.8.1 概述

因多个程序都可以独立读、写或修改.INF 文件,故需要管理删除和增加信息的规则,且无需人为介入,以减少程序运行导致的破坏。用户酌情对条目域进行人为干预,能增加或删除任何区的信息,但这可能会使信息文件变得不适于预定应用。

9.8.2 删除信息

一个程序不应删除不是该程序创建的专用区,也不应修改或删除这些区内的条目。一个程序不应删除公用区或公用区中的条目,但可修改或增加公用区的条目。

9.8.3 增加信息

任何程序可以增加公用区条目。程序不能在不是由它创建的专用区增加条目。格式上对公用和专用区数不限,对任一区中的条目数也不限。

9.9 公用区头和条目行定义

本部分规定了一些公用区头和条目行。若一个为公用定义的区头被包括在内,该区的所有被定义的条目行应按列表顺序包括在内。等号“=”后紧跟行结束符号〈CR/LF〉的条目行应解释为空串(无字符)或零数值。若没有合适的公用格式可用,可以创建新的、补充的专用区定义,限于原制造厂或用户使用。本部分将在未来的修订版本中增加那些普遍被接受使用的区。

9.10 公用记录信息区

9.10.1 概述

公用数据区定义了写文件的软件、描述 COMTRADE 事件以及在信息文件中包含的公共事件信息区的数量。

[Public Record_Information]〈CR/LF〉(区头,必须包括括弧)

Source=Value〈CR/LF〉

Record_Information=Value〈CR/LF〉

Location=Value〈CR/LF〉

max_current=Value〈CR/LF〉(条目行)

min_current=Value〈CR/LF〉

max_voltage=Value〈CR/LF〉(条目行)

min_voltage=Value〈CR/LF〉

EventNoteCount=Value〈CR/LF〉

9.10.2 区头定义

下列文本串为公用区头定义,是应用于整个文件的参数。

[Public Record_Information]<CR/LF>

9.10.3 公用记录信息条目行定义

下列公共信息记录条目行和条目值变量被公用定义为:

Source=Value<CR/LF>

——一个可选条目行提供一个位置,留给描述生成该记录的软件的机读文本。数值是一个可打印的 ASCII 字符和空格构成的字符数字串,多个数据项用逗号分开。串包含程序名称和修订版本号。

Record_Information=Value1,Value2,Value3,Value4<CR/LF>

——可选条目行提供一个位置,留给描述事件的机读文本。数值是一个可打印的 ASCII 字符和空格构成的字符数字串,多个条目用逗号分开,对其条目值有如下公用定义:

Value1: Fault、Unknown、Misoperation、Close、Trip、Reclose、Power Swing、Simulation。

Value2: AG、BG、CG、ABCG、AB、BC、CA、ABC 或任何类似系列的相定义符,例如 12N、RS 等等。

Value3: 不属于上述条目的变量,有助于描述事件的任意文本串。

Value4: 唯一的设备或设备类型标识符文本串,例如:transmission line、transformer。

Location=Value1,Value2<CR/LF> 一个可选条目,提供有关故障定位信息,若有此信息。

下列条目公用定义为:

Value1: 实数,以下列参数表示的故障距离。

Value2: Miles、kilometers、percent of line、percent of setting、Ohms。

max_current=Value<CR/LF>

min_current=Value<CR/LF>

max_voltage=Value<CR/LF>

min_voltage=Value<CR/LF>

可选条目行用于记录整个记录的最小和最大电压和电流值。记录的值是一次值还是二次值,由通道定义中的 P/S 变量所规定,单位采用.CFG 配置文件所规定的单位。他们不同于.CFG 文件中的 min 和 max 变量,min 和 max 变量标识最大的可能范围或物理限值。该数值是经相应的转换因子 $ax+b$ 转换后(见 7.4.4),对应数据文件中最大值(max_value)或最小值(min_value)的实数。电流以安培为单位,电压以伏为单位。

EventNoteCount=Value<CR/LF>

——仅当包括事件信息区时,才要求在.INF 文件中有公用事件信息区数的条目行。该值是一个等于信息文件中总的公用事件信息数的整数值。若此数量为零或 EventNoteCount 条目行不存在,可认为没有公用事件信息区待读。

9.11 公用事件信息定义

9.11.1 概述

此公用数据区定义了与一个 COMTRADE 记录中的特定事件、采样或通道有关的注释。这允许记录的特定部分可以附上数据和描述性文本,并在以后读取。

9.11.2 区头定义: [Public Event_Information_# n] <CR/LF>

区头“Public Event_Information_# n”中的信息编号“n”是直接附加的(信息编号前不允许插入空格字符)。信息编号是正整数,从 1 开始,连续,最大为 Public Record Information 区中 EventNoteCount 值。

9.11.3 公用事件信息条目行定义

```
Channel_number=Value<CR/LF>
max_value=Value<CR/LF>
min_value=Value<CR/LF>
max_sample_number=Value<CR/LF>
min_sample_number=Value<CR/LF>
Sample_number_Text#=Value1,Value2<CR/LF>
Sample_number_Text#=Value1,Value2<CR/LF>
```

数据定义:

“Sample_number”出现在下列任意条目处,Value 或 Value1 是信息所属的 COMTRADE 记录采样序号。在 ASCII 数据文件中,Sample_number 是 ASCII 格式整数。二进制文件采样序号在匹配前应转换为 ASCII 整数。

Channel_number

——信息所指的关于 COMTRADE 记录通道编号的条目行。

max_value 和 min_value

——信息所属通道记录的最小和最大电压和电流值的条目行。所记录的值是一次值还是二次值,由通道定义中的 P/S 变量所规定,单位采用.CFG 配置文件所规定的单位。他们不同于.CFG 文件中的 min 和 max 变量,min 和 max 变量标识最大的可能范围或物理限值。该数值是经相应的转换因子 $ax+b$ 转换后,对应数据文件中最大值(max_value)或最小值(min_value)的实数。

max_Sample_number 和 min_Sample_number

——出现最小或最大记录值的采样序号的条目行。该条目行可能有多个实例。

Sample_number_Text#=Value1,Value2

——关于事件文本说明的条目行。# 是文本条目序号的顺序计数,以 1 开始,至 99 止(2 个字符); Value1 是上述采样序号;Value2 是可打印 ASCII 字符和空格的字母数字串。回车和换行(CR 和/或 LF)被认为是终止符,不应出现在串中。

9.12 公用文件描述区

9.12.1 概述

此公用数据区定义整体上描述记录的信息,等同于存储在.CFG 配置文件中的数据。CFG 文件是强制性的,在任何情况下都应提供包含相应信息的.CFG 文件,即便配置信息在可选的.INF 文件有副本。这些可选的数据副本使得.INF 信息文件的使用者可读取包含在.CFG 文件中的数据而无需打开该文件。

9.12.2 区头定义: [Public File_Description]

区头是字符串“Public File_Description”(不允许中间插入空格符)。每个记录只允许有一个 Public File_Description 区。条目行复制了.CFG 文件中相关信息,这些信息从整体上描述了该记录的情况。通道具体定义包含在不同区中。若此区被使用,该区应有等同于.CFG 配置文件中每行的条目行。除模拟通道和状态通道定义行外,“Value”条目应遵循第 7 章对等数据所定义的规则。

9.12.3 公用文件描述条目行定义:

Station_Name=Value
Recording_Device_ID=Value
Revision_Year=Value
Total_Channel_Count=Value
Analog_Channel_Count=Value
Status_Channel_Count=Value
Line_Frequency=Value
Sample_Rate_Count=Value
Sample_Rate_#1=Value
End_Sample_Rate_#1=Value
.
.
.
Sample_Rate_#n=Value
End_Sample_Rate_#n=Value
File_Start_Time=Value
Trigger_Time=Value
File_Type=Value
Time_Multiplier=Value

9.13 公用模拟通道区

9.13.1 概述

此公用区定义了记录中的模拟通道的条目变量,提供了等同存储在.CFG 配置文件中的信息。.CFG 文件是强制性的,在任何情况下都应提供包含相应信息的.CFG 文件,即便配置信息在可选的.INF 文件有副本。这些可选的数据副本使得.INF 信息文件的使用者可读取包含在.CFG 文件中的数据而无需打开该文件。

9.13.2 区头定义: [Public Analog_Channel_#n]

区头是字符串“Public Analog_Channel_#n”(不允许中间插入空格符),其中“n”是从 1 至记录的模拟通道总数。记录的每个模拟通道需要一个公用通道描述区。区内条目行复制.CFG 配置中各个模拟通道的各行信息。若此区被使用,.CFG 配置文件中模拟通道行的每一个变量应在该区中有一条目行。“Value”的条目应遵循第 7 章对等变量所定义的规则。

9.13.3 公用模拟通道条目定义行

Channel_ID=Value


```

Phase_ID=Value
Monitored_Component=Value
Channel_Units=Value
Channel_Multiplier=Value
Channel_Offset=Value
Channel_Skew=Value
Range_Minimum_Limit_Value=Value
Range_Maximum_Limit_Value=Value
Channel_Ratio_Primary =Value
Channel_Ratio_Secondary=Value
Data_Primary_Secondary=Value

```

9.14 公用状态通道区

9.14.1 概述

此公用区定义了记录中的状态通道的条目变量,提供了等同存储在.CFG 配置文件中的信息。 .CFG 文件是强制性的,在任何情况下都应提供包含相应信息的.CFG 文件,即便配置信息在可选的.INF 文件有副本。这些可选的数据副本使得.INF 信息文件的使用者可读取包含在.CFG 文件中的数据而无需打开该文件。

9.14.2 区头定义:[Public Status_Channel_# n]

区头字符串“Public Status_Channel_# n”(不允许中间插入空格符),其中“n”是从 1 到记录的状态通道总数。记录的每个状态通道需要一个公用通道区。区内条目行复制.CFG 配置文件中各个状态通道的各行的信息。若此区被使用,.CFG 文件中状态通道行的每个变量应该在该区中有一条目行。“Value”的条目应遵守第 7 章对等变量所定义的规则。

9.14.3 公用状态通道条目行定义

```

Channel_ID=Value
Phase_ID=Value
Monitored_Component=Value
Normal_State=Value

```

9.15 .INF 文件示例

```

[Public Record_Information]<CR/LF>
Source=COMwriter, V1.1<CR/LF>
Record_Information=Fault, AG, Trip,Transmission Line<CR/LF>
Location=189.2, miles<CR/LF>
max_current=3405.5<CR/LF>
min_current=-3087.2<CR/LF>
max_voltage=208.6<CR/LF>
min_voltage=-206.4<CR/LF>
EventNoteCount=2<CR/LF>
<CR/LF>

```

```

[Public Event_Information_#1] <CR/LF>
Channel_number=2<CR/LF>
max_value=204.5<CR/LF>
min_value=-205.1<CR/LF>
max_sample_number=168<CR/LF>
min_sample_number=15<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=168, Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=15, Minimum during normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public Event_Information_#2] <CR/LF>
Channel_number=1<CR/LF>
max_value=206.5<CR/LF>
min_value=205.1<CR/LF>
max_sample_number=159<CR/LF>
min_sample_number=9<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=159, Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=9, Minimum during normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public File_Description] <CR/LF>
Station_Name=Condie<CR/LF>
Recording_Device_ID=518<CR/LF>
Revision_Year=1999<CR/LF>
Total_Channel_Count=12<CR/LF>
Analog_Channel_Count=6<CR/LF>
Status_Channel_Count=6<CR/LF>
Line_Frequency=60<CR/LF>
Sample_Rate_Count=1<CR/LF>
Sample_Rate_#1=6000.000<CR/LF>
End_Sample_Rate_#1=885<CR/LF>
File_Start_Time=11/01/2011,17:38:26.663700<CR/LF>
Trigger_Time=11/01/2011,17:38:26.687500 <CR/LF>
File_Type=ASCII <CR/LF>
Time_Multiplier=1<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#1] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Va-g<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>

```

```

Range_Maximum_Limit_Value=2048<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =2000<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public_Status_Channel_#1] <CR/LF>
Channel_ID=Va over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Company1_event_rec] <CR/LF>
recorder_type=1<CR/LF>
trig_set=0,0,0,0,6048,6272,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0<CR/LF>
ch_type=1,1,1,1,1,1,0,0<CR/LF>
<CR/LF>
[Company1_analog_rec_#1] <CR/LF>
op_limit=15<CR/LF>
trg_over_val=f<CR/LF>
trg_under_val=f<CR/LF>
trg_roc=f<CR/LF>
inverted=0<CR/LF>
<CR/LF>

```

10 单文件 COMTRADE 格式(带.CFF 扩展名)

第 5 章提到过,本部分提供一种单文件的 COMTRADE 格式。单文件格式有如下优点:

- 容易管理大量的 COMTRADE 记录;
- 仅需交换一个文件;
- COMTRADE 正成为暂态记录的标准文件(不仅作交换使用)。

单文件的格式(与 COMTRADE 记录文件名相同,但扩展名为 CFF)仅是将四个单独的文件(第 6 章到第 9 章中描述的.CFG、.INF、.HDR 和.DAT)按相对独立分区集成在一起。各分区均以分隔符开始。分隔符仅用作区分各分区的起始标识。.CFF 文件的内容如下:

- 1) 第一行是第一个分隔符,表示.CFG 文件内容段开始;
例如:——file type: CFG ——<CR/LF>
- 2) 接下来的若干行列出第 7 章中描述的配置文件的全部内容;
例如: SMARTSTATION,IED123,2013<CR/LF>
- 3) 接下来的这一行是第二个分隔符,表示.INF 文件内容段的开始。一段的结束与下一段的开始可用若干<CR/LF>标识分隔;
例如:— file type: INF ——<CR/LF>
- 4) 接下来若干行列出第 9 章描述的信息文件的全部内容。由于信息文件是可选的,不一定存在,这种情况下用额外的<CR/LF>来表示此段落;
例如:<CR/LF>

- 5) 接下来的这一行是第三个分隔符,表示.HDR 文件内容段的开始;
例如:---file type: HDR ---<CR/LF>
- 6) 接下来若干行列出第 6 章描述的头文件的全部内容。由于头文件是可选的,不一定存在,这种情况下用额外的<CR/LF>来表示此段落;
例如:<CR/LF>
- 7) 接下来的这一行是第四个也是最后一个分隔符,表示.DAT 文件内容段的开始。最后的这个分隔符同时定义了当采用二进制文件类型时的字节数;
例如:--- file type: DAT ASCII ---<CR/LF>, 或
例如:--- file type: DAT BINARY: 702 ---<CR/LF>

其中:

数字 702 表示二进制数据文件包含的字节数。

- 8) 接下来的若干行列出第 8 章描述的整个数据文件的内容;
例如:

1,72500,-83,68,7,-8,0,0,0,0
2,73333,-15,5,4,-6,0,0,0,0
3,74167,55,-53,0,2,0,0,0,0
.....
.....
40,105000,-169,41,18,-110,1,1,0,1

- 9) 以结束符表示单文件信息的结束。
例如:<EOF>

附录给出了单文件 COMTRADE 格式文件的示例,附录 F 是包含 ASCII 数据的示例,附录 G 是包含二进制数据的示例。显然,在二进制示例中,实际值无法直观显示。

附录 A (资料性附录)

时间序列数据源和交换媒介

A.1 概述

时间序列数据可以被转换成 COMTRADE 标准格式用于数据交换,他有几种可能的来源,下面举例说明。

A.2 数字式故障录波器

数字故障录波器监视电力系统电压、电流及事件,数个制造厂提供这种设备。数字故障录波器对模拟信号进行周期采样,经模数转后形成录波。一般的录波器可监视 16~128 个模拟通道和相当数量的事件(触点状态)输入。采样率、模数转换分辨率、记录格式和其他参数未标准化。

A.3 磁带录波器

磁带录波器通常是利用频率调制技术把模拟信号记录在磁带上。通过磁带回放驱动示波器或绘图仪展示录波波形。通常这种设备可监视多达 32 路模拟信号。

使用合适的软硬件,记录在磁带上的信号可以转换成任何格式的数字式记录。其保真度受磁带录波器和数字转换系统的限制。选择合适的采样系统可减少失真。

A.4 数字式保护

基于微处理器的新型保护已投入市场。此类保护能够以数字形式捕捉和存储保护输入信号,并可将该数据传送给其他装置。除了被记录的数据的性质可能受保护算法影响,保护的录波与录波器的录波类似。与数字式录波器一样,记录格式和其他参数未标准化。

A.5 同步相量测量单元

同步相量测量单元(PMU)将电压、电流波形转换成等值的幅值和相角。其测量值具有高精度时标,一般采用 GPS 同步,以便于全网对比。PMU 也可在记录相量同时记录时间同步的状态量和模拟量。1 s 内可进行多次采样,典型的采样率是 30 Hz。同步相量标准 IEEE C37.118 仅描述了实时数据的输出格式,未描述其存储文件格式。IEEE 工作组的报告“采用 COMTRADE 文件的同步相量数据方案”,为基于 IEEE C37.111 的 COMTRADE 格式的同步相量数据文件记录提供了指南。这个方案直接将实时数据传输格式映射到文件格式。单独的 PMU 或经过数据集中器的多个 PMU 都可以采用这种方式。接下来的小节描述了这一方案,将来会基于此标准进行升级。

A.6 暂态仿真程序

与上述记录实际电力系统事件的装置不同,暂态仿真程序通过分析电力系统的数学模型产生时间

序列数据。由于分析是利用数字式计算机实现的,其结果自然是数字形式的,适合于数据的发布。

这些程序最初是为评估电力系统暂态过电压而开发的,现在其他方面的应用研究也在扩展,包括数字保护算法的测试用例。因为用于研究的输入条件容易改变,暂态仿真程序可以为保护提供许多不同的测试用例。

A.7 模拟/数字仿真

模拟仿真采用成比例的电阻、电感和电容对电力系统运行和暂态现象建模,极大降低了电压和电流的值。这些元件通常被组成类似的线路段,可联接在一起以形成更长线路。模拟仿真的频率响应主要受限于模型线路段的等效长度,其典型频率范围为 1 kHz~5 kHz。与磁带录波器一样,模拟仿真的输出可通过适当的滤波和采样转换为数字记录。

数字仿真器采用数学方程对电力系统建模,可实现实时或非实时暂态信号发生。这些暂态信号可以实时输出给连接到实时数字仿真器的任何设备,而这些数据可保存供进一步分析。COMTRADE 格式最适合存储这些数据。对于非实时数字仿真器,暂态数据通常以 COMTRADE 格式存储,供后续回放给各种设备。这两种数字仿真器的频率响应可以提得更高,这取决于采用何种数学模型。对于实时仿真器,频率响应还取决于所用硬件水平以及网络模型的规模。

A.8 数据交换媒介

A.8.1 概述

电力公司记录故障数据用于故障后分析,确定故障的性质及位置,并保存供将来使用。数据通常以波形图方式存储在磁带或纸上,或以计算机数据文件保存。波形图包含有电压和电流波形,用于研究和分析。数字计算机不能直接记录电压和电流波形,这些波形被量化后以计算机文件形式保存。当前,已使用个人电脑将故障数据记录到磁盘和盒带上。

在电力部门与个人用户之间传递计算机用卷式或盒式磁带很不方便,尤其是用户分散在很远的地方或居住在不同的国家。此外,磁带的接受者必须拥有一套与磁带制作系统兼容的计算机系统。比起卷式磁带,盒式磁带传递要方便一些。但盒式磁带数据的读写是个缓慢的过程。

A.8.2 推荐媒介

现今最通用的计算机系统是个人计算机,都装有 CD、DVD、USB 驱动器,用这些媒介交换数据很方便。但未来会有一些设备在存储容量与尺寸上更具优势,用户可采用最新的主流技术而不必等标准更新。

附录 B

(资料性附录)

数据交换采样率

B.1 概述

本附录主要关注采样率、滤波以及用于交换的时间序列数据的采样率转换,尤其是以较高采样率获取数据,而使用数据的设备和软件要求较低采样率的情况。每隔 n 点取样的方法是不正确的。此部分讨论实现此常用功能的正确方法和其他相关的问题。

虽然难以预料未来所有标准测试用例的使用情况(例如,将来的算法、结构、微处理器),但在测试用例中使用更高的精度和采样率是较为明确的。尽管许多现有的数字式保护使用 12 位 A/D,但在不久的将来可能会使用 16 位或更高分辨率的 A/D 转换。

采样率问题也类似。例如,若以 240 Hz 采样率进行采样,必须使用截止频率为 120 Hz 的滤波器以防止混叠。将这些采样转换成频率更高的采样较为容易,但抗混叠滤波器的作用无法消除。可以从 120 Hz 抗混叠滤波器输出得到相应的 960 Hz 采样数据,但无法获得原始信号(未经滤波)的 960 Hz 采样数据。

B.2 采样处理结构

在给定设备中,建议以尽可能高的精度和采样率获得原始采样数据(采取必要的抗混叠滤波)。选择合适的采样率以便于未来使用(见表 B.1 和表 B.2 中的采样率)。考虑以 f_s Hz 采样,若有某种标准技术能把此数据转换成用户的目标系统所要求的数据,如图 B.1 所示,那就非常方便了。

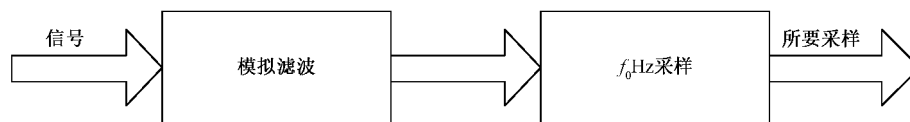


图 B.1 典型信号处理

数字信号处理的发展为此问题提供了一个有效的方法。若存在整数 L 和 M ,则

$$Lf_s = Mf_0 = f_{LCM} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

f_{LCM} ——最小公倍数。解决方案如图 B.2 所示。

图 B.2 中的 FIR 的方框是有限脉冲响应,相当于图 B.1 中的以 Lf_s Hz 采样的模拟滤波器。方程 (B.1) 是求解的关键,它将采样率限定在一定的范围。

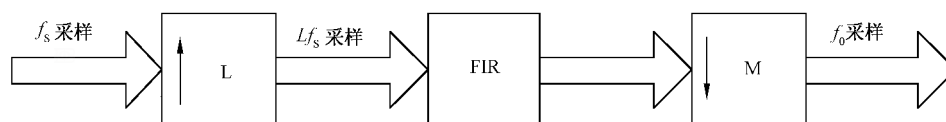


图 B.2 DSP 方案

将频率为 f_s 的采样转换到频率为 f_0 的采样的过程就是确定频率 f_{LCM} 以满足方程 (B.1), 给出模

拟滤波器 FIR 的描述,实现图 B.2。模拟滤波器的 FIR 描述是对应于采样频率为 f_{LCM} 的数字滤波器的一个数值表。标准的 FIR 设计使用一个等值脉冲滤波器,它在表中的第 n 条目就是模拟滤波器在第 n 次采样时刻模拟滤波器的脉冲响应。其他的 FIR 滤波器设计程序[B7]也可使用,附录 D 提供了图 B.2 的一个实现程序。

必须考虑 FIR 滤波器在数据开始时刻的暂态响应。若 FIR 的持续时间是电力系统的一个工频周期,则标准用例里须包含总共两个周期的故障前数据。若无故障前数据,可人工置数。FORTRAN 程序 CONVERT(参见附录 D)是图 B.2 的一个实现,是相对于文献[7]数字信号处理程序的另一种选择。该程序给出了二阶低通滤波器的脉冲恒定的 FIR 滤波器的描述。图 B.3 给出了输入采样频率 4 320 Hz,输出采样频率 720 Hz 的采样转换示例。

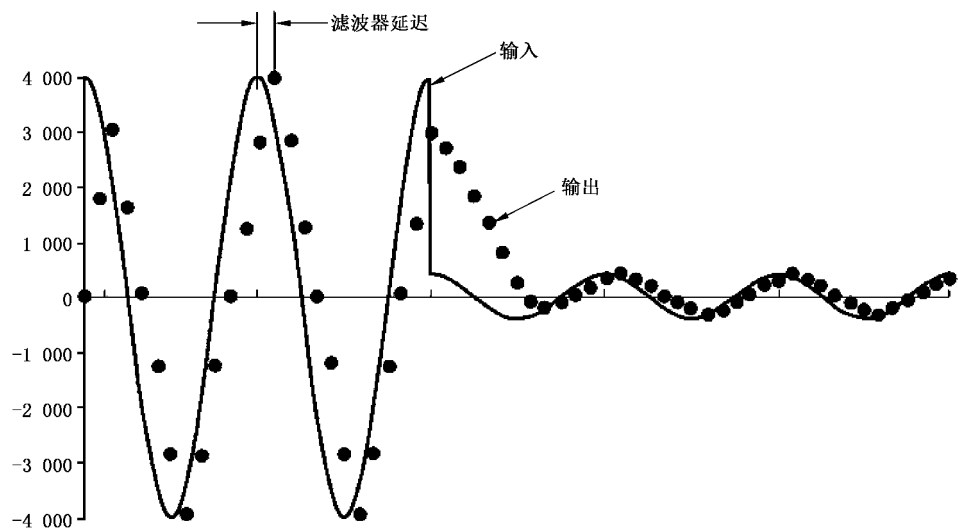


图 B.3 采样率转换实例

表 B.1 频率与采样点数/周波对应表($f_{\text{LCM}} = 384 \times f_{\text{base}}$)

采样点数/周波	60 Hz 对应的 f	50 Hz 对应的 f
384	23 040	19 200
192	11 520	9 600
128	7 680	6 400
96	5 760	4 800
64	3 840	3 200
48	2 880	2 400
32	1 920	1 600
24	1 440	1 200
16	960	800
12	720	600
8	480	400
6	360	300
4	240	200

表 B.2 频率与采样点数/周波对应表 ($f_{\text{LCM}} = 3\,200 \times f_{\text{base}}$)

采样点数/周波	60 Hz 对应的 f	50 Hz 对应的 f
3 200	192 000	160 000
1 600	96 000	80 000
800	48 000	40 000
640	38 400	32 000
400	24 000	20 000
320	19 200	16 000
200	12 000	10 000
160	9 600	8 000
128	7 680	6 400
100	6 000	5 000
80	4 800	4 000
64	3 840	3 200
50	3 000	2 500
40	2 400	2 000
32	1 920	1 600
20	1 200	1 000
16	960	800
10	600	500
8	480	400
4	240	200

注：表 B.1 和表 B.2 中的较高的采样频率是采样率转换与数据共享技术人为现象。并不是要用高采样率捕捉行波现象。而是希望期望用表 B.1 和表 B.2 中的较低的频率成为规范。

若规定了 f_{LCM} ，将会进一步简化。这种简化就是用户仅需规定在指定的 f_{LCM} 下模拟滤波器的 FIR 表达。不幸的是，一个满足已知的所有采样率的 f_{LCM} 非常大，使 FIR 滤波器的描述非常不便。解决方法是使用两个不同的公倍频率 f_{LCM}^1 和 f_{LCM}^2 。每个频率能够产生一个短的采样率列表，对应于标准工频每周波整数采样次数。在同一列表中频率转换将会特别简单。若不同列表的频率间的转换，就需要用户根据应用确定合适的 f_{LCM} ，再经过同样的处理过程。推荐采样频率如表 B.1 和表 B.2 所示，对应 50 Hz 和 60 Hz 基频。假设采样频率与实际电力系统频率无关，表 B.1 和表 B.2 中的“采样点数/周波”一栏是指在标准 50 Hz 或 60 Hz 工频下每周波的采样数。

B.3 插值法

前述基于这样假设，原始数据是直接取自带有恰当抗混叠滤波器的输出。必须考虑到存在这种可能，就是共享的数据已是经过数字处理的。若数字化处理能表示为保留原始采样率 f_s Hz 的线性位移不变的转换，则数字处理的反变换会很简单。

例如，有原始采样序列 $x(n)$ ，并假定序列 $y(n)$ 等于原始采样前 4 个连续采样的均值，

$$y(n) = 1/4[x(n) + x(n-1) + x(n-2) + x(n-3)] \dots\dots\dots (B.2)$$

给出了序列 $y(n)$, 就有可能恢复 $x(n)$:

$$x(n) = 4y(n) - x(n-1) - x(n-2) - x(n-3) \dots\dots\dots (B.3)$$

若在数字式处理中进行采样抽取, 可能会遇到一个比较严重的问题。也就是说, 有采样点被消除, 产生低采样率数据。在前面的示例中, 每 4 个点的 $y(n)$ 采样, 有如下相应的式子:

$$z(n) = y(4n) \dots\dots\dots (B.4)$$

文献[7]给出了最小二乘法插值程序, 用于从序列 $y(n)$ 中恢复缺失的采样。假设序列 $y(n)$ 具有与低采样率带宽一致的有限带宽, 且数字滤波有效地降低了带宽, 那么插值法应是可行的。方程(B.2)所提供的数字滤波(平均), 事实上是可接受的; 而且, 对于实时性要求高的应用, 这可能是唯一实用的技术。若无适当的数字滤波, 抽取采样将引入混叠。在前述示例中, 若对原始序列 $x(n)$ 每隔 4 个进行抽取, 相当于以 $f_s/4$ Hz 对原始信号采样却采用具有非常大带宽的抗混叠滤波器。波形中非基频分量由于混叠产生畸变。建议尽量避免使用抽取, 且只在适当的模拟或数字滤波后使用。

附录 C

(资料性附录)

示例文件

C.1 概述

本附录提供了可能在电力公司变电站中记录的,与 COMTRADE 事件关联的数个文件副本:头文件、配置文件、ASCII 和二进制的文件、信息文件。头文件(SAMPLE.HDR)、配置文件(SAMPLE.CFG)、信息文件(SAMPLE.INF)是字母数字,数据文件(SAMPLE.DAT)包含数字信息。虽然这里所示的数据文件 ASCII 和二进制格式二者皆有,实际中只可能是其中之一与给定配置文件相关联。这里所示配置文件指定关联数据文件是 ASCII 格式的,若指定关联为二进制格式文件,示例中,配置文件行中读“ASCII”应改为读“binary”。

C.2 SAMPLE.HDR

此文件中的电流、电压和数字输出采样自编号为 907 的 230 kV 输电线(从 Condie 至 Popular River)的 Condie 端。此线路在 Condie 端形成 T 形分支,分支的每一侧都有断路器。对两个分支电流及其合电流都进行了采样。

故障类型和位置未知。故障所在电网元件参数是经验值,电源阻抗也未知。

扰动发生前的运行状况没有记录。但是,文件中记录了扰动前 6 个周波的数据,运行情况可以从这些数据中推算出来。

扰动发生在 2011 年 1 月 11 日的 17:38:26.687500。

扰动前 6 个周波和扰动后 8 个周波的暂态数据记录在文件中,文件总共记录了 14 个周波的数据。

采样率为 6 000 Hz。用的抗混叠滤波器是二阶巴特沃斯滤波器,截止频率 2 000 Hz。

每个数据记录的时间偏移为 0。每列数据的特性以及每个运行参数的比例系数在配置文件中规定。

C.3 SAMPLE.CFG

Condie,518,2013<CR/LF>

12,6A,6D<CR/LF>

1,Popular Va-g,,,kV, 0.14462,0.0000000000,0,—2048,2047,2000,1,P<CR/LF>

2,Popular Vb-g,,,kV, 0.14462,0.0000000000,0,—2048,2047,2000,1,P<CR/LF>

3,Popular Vc-g,,,kV, 0.14462,0.0000000000,0,—2048,2047,2000,1,P<CR/LF>

4,Popular Ia,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,—2048,2047,1200,5,P<CR/LF>

5,Popular Ib,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,—2048,2047,1200,5,P<CR/LF>

6,Popular Ic,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,—2048,2047,1200,5,P<CR/LF>

1,Va over,,,0<CR/LF>

2,Vb over,,,0<CR/LF>

3,Vc over,,,0<CR/LF>

4,Ia over,,,0<CR/LF>

5,Ib over,,,0 <CR/LF>
6,Ic over,,,0 <CR/LF>
60<CR/LF>
1<CR/LF>
6000.000,885 <CR/LF>
11/01/2011,17:38:26.663700 <CR/LF>
11/01/2011,17:38:26.687500 <CR/LF>
ASCII <CR/LF>
1<CR/LF>
0, -5h30<CR/LF>
B,3

C.4 ASCII SAMPLE.DAT

1, 0, -994, 1205, 100, 29, -135, -197,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
2, 167, -943, 1231, 94, 37, -137, -275,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
3, 333, -886, 1251, 87, 45, -139, -351,0,0,0,0,0,1 <CR/LF>
4, 500, -826, 1265, 80, 52, -140, -426,0,0,0,0,1,0 <CR/LF>
5, 667, -760, 1274, 72, 61, -140, -502,0,0,0,0,1,1 <CR/LF>
6, 833, -689, 1279, 64, 68, -140, -577,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
7, 1000, -613, 1279, 56, 76, -139, -651,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
8, 1167, -537, 1275, 48, 83, -139, -723,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
...
...
883, 147000, 394, -446, -1, 0, -1, -345,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
884, 147167, 378, -417, -2, 0, -1, -366,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
885, 147333, 360, -387, -2, 0, -1, -385,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
<1A><CR/LF>

C.5 二进制 SAMPLE.DAT

注：所示采样文件是以十六进制格式(HEX DUMP)显示,与通用二进制文件阅读器看到的形式一样。字节之间的空格与每行字符的个数都是程序功能实现的。四个字节的采样序号被人为加粗,方便文件阅读。

01 00 00 00 00 00 00 00 1E FC B5 04 64 00 1D 00 79 FF 3B FF
00 00 02 00 00 00 A7 00 00 00 51 FC CF 04 5E 00 25 00 77 FF
ED FE 00 00 03 00 00 00 4E 01 00 00 8A FC E3 04 57 00 2D 00
75 FF A1 FE 20 00 04 00 00 00 F5 01 00 00 C6 FC F1 04 50 00
34 00 74 FF 56 FE 10 00 05 00 00 00 9C 02 00 00 08 FD FA 04
48 00 3D 00 74 FF 0A FE 30 00 06 00 00 00 43 03 00 00 4F FD
FF 04 40 00 44 00 74 FF BF FD 00 00 07 00 00 00 EA 03 00 00
9B FD FF 04 38 00 4C 00 75 FF 75 FD 00 00 08 00 00 00 91 04
00 00 E7 FD FB 04 30 00 53 00 75 FF 2D FD 00 00
..... 73 0C 00 00 38 3E 00 00 8A 01 42 FE FF FF 00 00 FF FF

A7 FE 00 00 74 03 00 00 DF 3E 00 00 7A 01 5F FE FE FF 00 00
 FF FF 92 FE 00 00 75 03 00 00 85 3F 00 00 68 01 7D FE FE FF
 00 00 FF FF 7F FE 00 00

C.6 SAMPLE.INF

[Public Record_Information] <CR/LF>
 Source=COMwriter, v1.0<CR/LF>
 Record_Information=Fault, AG, Trip, Transmission Line<CR/LF>
 Location=189.2, miles<CR/LF>
 max_current=3405.5<CR/LF>
 min_current=-3087.2<CR/LF>
 max_voltage=208.6<CR/LF>
 min_voltage=-206.4<CR/LF>
 EventNoteCount=2<CR/LF>
 <CR/LF>
 [Public Event_Information_#1] <CR/LF>
 Channel_number=4<CR/LF>
 max_value=504.5<CR/LF>
 min_value=405.1<CR/LF>
 max_sample_number=168<CR/LF>
 min_sample_number=15<CR/LF>
 Sample_number_Text_#1=168, Transient on reclose<CR/LF>
 Sample_number_Text_#2=15, maximum on normal load <CR/LF>
 <CR/LF>
 [Public Event_Information_#2] <CR/LF>
 Channel_number=5<CR/LF>
 max_value=406.5<CR/LF>
 min_value=405.1<CR/LF>
 max_sample_number=159<CR/LF>
 min_sample_number=9<CR/LF>
 Sample_number_Text_#1=159, Transient on reclose<CR/LF>
 Sample_number_Text_#2=9, maximum on normal load <CR/LF>
 <CR/LF>
 [Public File_Description] <CR/LF>
 Station_Name=Condie<CR/LF>
 Recording_Device_ID=518<CR/LF>
 Revision_Year=2013<CR/LF>
 Total_Channel_Count=12<CR/LF>
 Analog_Channel_Count=6<CR/LF>
 Status_Channel_Count=6<CR/LF>
 Line_Frequency=60<CR/LF>
 Sample_Rate_Count=1<CR/LF>

Sample_Rate_#1=6000.000<CR/LF>
 End_Sample_Rate_#1=885<CR/LF>
 File_Start_Time=11/01/2011,17:38:26.663700 <CR/LF>
 Trigger_Time=11/01/2011,17:38:26.687500 <CR/LF>
 File_Type=ASCII <CR/LF>
 Time_Multiplier=1<CR/LF>
 <CR/LF>
 [Public Analog_Channel_#1] <CR/LF>
 Channel_ID=Popular Va-g<CR/LF>
 Phase_ID=<CR/LF>
 Monitored_Component=<CR/LF>
 Channel_Units=kV<CR/LF>
 Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
 Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
 Channel_Skew=0<CR/LF>
 Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
 Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
 Channel_Ratio_Primary =2000<CR/LF>
 Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
 Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
 <CR/LF>
 [Public Analog_Channel_#2] <CR/LF>
 Channel_ID=Popular Vc-g<CR/LF>
 Phase_ID=<CR/LF>
 Monitored_Component=<CR/LF>
 Channel_Units=kV<CR/LF>
 Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
 Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
 Channel_Skew=0<CR/LF>
 Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
 Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
 Channel_Ratio_Primary =2000<CR/LF>
 Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
 Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
 <CR/LF>
 [Public Analog_Channel_#3] <CR/LF>
 Channel_ID=Popular Vb-g<CR/LF>
 Phase_ID=<CR/LF>
 Monitored_Component=<CR/LF>
 Channel_Units=kV<CR/LF>
 Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
 Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
 Channel_Skew=0<CR/LF>

Range_Minimum_Limit_Value = -2048<CR/LF>
 Range_Maximum_Limit_Value = 2047<CR/LF>
 Channel_Ratio_Primary = 2000<CR/LF>
 Channel_Ratio_Secondary = 1<CR/LF>
 Data_Primary_Secondary = P<CR/LF>
 <CR/LF>
 [Public Analog_Channel_# 4] <CR/LF>
 Channel_ID = Popular Ia<CR/LF>
 Phase_ID = <CR/LF>
 Monitored_Component = <CR/LF>
 Channel_Units = A<CR/LF>
 Channel_Multiplier = 11.5093049423<CR/LF>
 Channel_Offset = 0.0000000000<CR/LF>
 Channel_Skew = 0<CR/LF>
 Range_Minimum_Limit_Value = -2048<CR/LF>
 Range_Maximum_Limit_Value = 2047<CR/LF>
 Channel_Ratio_Primary = 1200<CR/LF>
 Channel_Ratio_Secondary = 5<CR/LF>
 Data_Primary_Secondary = P<CR/LF>
 <CR/LF>
 [Public Analog_Channel_# 5] <CR/LF>
 Channel_ID = Popular Ib<CR/LF>
 Phase_ID = <CR/LF>
 Monitored_Component = <CR/LF>
 Channel_Units = A<CR/LF>
 Channel_Multiplier = 11.5093049423<CR/LF>
 Channel_Offset = 0.0000000000<CR/LF>
 Channel_Skew = 0<CR/LF>
 Range_Minimum_Limit_Value = -2048<CR/LF>
 Range_Maximum_Limit_Value = 2047<CR/LF>
 Channel_Ratio_Primary = 1200<CR/LF>
 Channel_Ratio_Secondary = 5<CR/LF>
 Data_Primary_Secondary = P<CR/LF>
 <CR/LF>
 [Public Analog_Channel_# 6] <CR/LF>
 Channel_ID = Popular Ic<CR/LF>
 Phase_ID = <CR/LF>
 Monitored_Component = <CR/LF>
 Channel_Units = A<CR/LF>
 Channel_Multiplier = 11.5093049423<CR/LF>
 Channel_Offset = 0.0000000000<CR/LF>
 Channel_Skew = 0<CR/LF>
 Range_Minimum_Limit_Value = -2048<CR/LF>

Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>

Channel_Ratio_Primary =1200<CR/LF>

Channel_Ratio_Secondary=5<CR/LF>

Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>

<CR/LF>

[Public_Status_Channel_#1] <CR/LF>

Channel_ID=Va over<CR/LF>

Phase_ID=<CR/LF>

Monitored_Component=<CR/LF>

Normal_State=0<CR/LF>

<CR/LF>

[Public_Status_Channel_#2] <CR/LF>

Channel_ID=Vb over<CR/LF>

Phase_ID=<CR/LF>

Monitored_Component=<CR/LF>

Normal_State=0<CR/LF>

<CR/LF>

[Public_Status_Channel_#3] <CR/LF>

Channel_ID=Vc over<CR/LF>

Phase_ID=<CR/LF>

Monitored_Component=<CR/LF>

Normal_State=0<CR/LF>

<CR/LF>

[Public_Status_Channel_#4] <CR/LF>

Channel_ID=Ia over<CR/LF>

Phase_ID=<CR/LF>

Monitored_Component=<CR/LF>

Normal_State=0<CR/LF>

<CR/LF>

[Public_Status_Channel_#5] <CR/LF>

Channel_ID=Ib over<CR/LF>

Phase_ID=<CR/LF>

Monitored_Component=<CR/LF>

Normal_State=0<CR/LF>

<CR/LF>

[Public_Status_Channel_#6] <CR/LF>

Channel_ID=Ic over<CR/LF>

Phase_ID=<CR/LF>

Monitored_Component=<CR/LF>

Normal_State=0<CR/LF>

<CR/LF>

[Company1_event_rec] <CR/LF>

recorder_type=1<CR/LF>

```
trig_set=0,0,0,0,6048,6272,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0<CR/LF>  
ch_type=1,1,1,1,1,1,1,0,0,0<CR/LF>  
<CR/LF>  
[Company1 analog_rec_1] <CR/LF>  
op_limit=15<CR/LF>  
trg_over_val=f<CR/LF>  
trg_under_val=f<CR/LF>  
trg_roc=f<CR/LF>  
inverted=0<CR/LF>
```

附 录 D
(资料性附录)
采样频率转换采样程序

```

C      PROGRAM CONVERT
C      CONVERTS SAMPLES TAKEN AT ONE RATE TO A SECOND
C      RATE
C      USER SUPPLIED FILTER IS IN FOR020.DAT
C      DATA IS IN FOR021.DAT
C      OUTPUT IS IN FOR025.DAT
C
C      NFMAX = THE MAXIMUM LENGTH OF THE FILTER
C
C      PARAMETER NFMAX = 3600
C      3600 CORRESPONDS TO ONE CYCLE
C
C      LFAC = THE NUMBER OF TENTHS OF A DEGREE BETWEEN
C      SAMPLES IN INPUT
C      PARAMETER LFAC=50
C      FSAMP = THE INPUT SAMPLING FREQUENCY
C      PARAMETER FSAMP = 4320
C      NSIZE = THE MAXIMUM LENGTH OF THE INPUT DATA
C      STRING
C      PARAMETER NSIZE = 720
C      INTEGER * 2 DBUF(NSIZE)
C      DIMENSION HFIL(NFMAX),ZTD1(NFMAX)
C      DATA N0/0/
C
C
C      GET FILTER RESPONSE
C      READ(20,*) NA,NB
C      IF(NB.LE.NFMAX) GO TO 6
C      WRITE(6,5)
5      FORMAT(3X,'DECIMATION FILTER IS TOO LONG')
C      STOP
C
C      NBF=NB/LFAC
C      IF(NB.EQ.NBF*LFAC) GO TO 10
C      WRITE(6,*) 'FILTER LENGTH INDIVISIBLE BY LFAC'
C      STOP
C
C      READ(20,*) (HFIL(JJ),JJ=1,NB)
C

```

```

C
C*****
C
C
C
      WRITE(6,18)
18  FORMAT(1H$,'ENTER TOTAL NUMBER OF SAMPLES TO BE PROCESSED')
      READ(6,*)ITIME
C
      READ(21,*)(DBUF(JJ),JJ=1,ITIME)
      IPTR=1
C
30  WRITE(6,35)
35  FORMAT(1H$,'ENTER THE DESIRED PROCESSING RATE')
      READ(6,*)DRATE
      MFAC=IFIX(FSAMP*LFAC/DRATE)
      IF(MFAC*DRATE.EQ.FSAMP*LFAC) GO TO 40
C
      WRITE(6,*)'RATE IS UNACHIEVABLE - TRY AGAIN'
      GO TO 30
C
      WRITE(6,*)'INTERPOLATION FACTOR =',LFAC
      WRITE(6,*)'DECIMATION FACTOR =',MFAC
C*****
      DO 500 I=1,ITIME
      DT=(I-10)/4320)
      X=FLOAT(DBUF(IPTR))
      WRITE(26,*)DT,X
C
      DO 120 J=1,NBF-1
      INDX=NBF+1-J
120  ZTD1(INDX)=ZTD1(INDX-1)
      ZTD1(1)=X
C
      N0=N0+LFAC
      IF(N0.LT.MFAC) GO TO 500
C
      N0=N0-MFAC
C
      ZOUT=0.
      DO 130 J=1,NBF
      INDX=J*LFAC-N0
130  ZOUT=ZOUT+HFIL(INDX)*ZTD1(J)

```

```

      ZOUT=ZOUT/FSAMP
      WRITE(25,*)DT,ZOUT
C
500  CONTINUE
      STOP
      END
C*****
      PROGRAM FIR
C*****
C      IMPULSE INVARIANT DESIGN FOR SECOND ORDER
C      LOW PASS FILTER WITH REAL POLES AT -S1 AND -S2
C
C      TRANSFER FUNCTION =  $A * S1 * S2 / (S + S1)(S + S2)$ 
C
      SAMPLING RATE OF 216000 AT 60 HZ
C      180000 AT 50 HZ
C
      ONE CYCLE DURATION FINITE IMPULSE RESPONSE FILTER
C      OBTAINED BY WRITING THE PARTIAL FRACTION
C      EXPANSION OF THE TRANSFER FUNCTION AND FORMING
C      THE IMPULSE RESPONSE IN THE FORM
C       $H(T) = \text{SUM}\{C1 * \text{EXP}(-S1 * T)\}$ 
C*****
C
      DIMENSION H(3600)
      S1=394.
      S2=2620.
C      MAKE GAIN AT 60 HZ = 1
C      G60=INVERSE OF THE 60 HZ GAIN
C
      G60=(SQRT((S1**2+(377)**2)*(S2**2+(377)**2)))/(S1*S2)
      C1=G60*S1*S2/(-S1+S2)
      C2=G60*S1*S2/(S1-S2)
      WRITE(20,*)1,3600
C
      DO 100 I=1,3600
      DT=(I-1)/216000
      H(I)=C1*EXP(-DT*S1)+C2*EXP(-DT*S2)
      WRITE(20,*)H(I)
100  CONTINUE
      STOP
      END

```

附录 E
(资料性附录)
转换因子应用示例

本附录的示例考虑通道转换因子($ax+b$)、一次/二次变比系数和一次/二次侧标识(PS)。

对数据源与格式作以下假设：

- a) 采样值表示变比为 400 : 1 的电压互感器的一次值,电压互感器的标称范围为 ± 40 kV 峰值;
- b) 数据以一次值存储;
- c) 系统采样分辨率 12 位。为保证精度,系统的最大/最小值范围应大于 4 096(± 2048);
- d) 为简化,简单地从装置读取数据并建立.CFG 文件中转换因子($ax+b$)中的转换系数。但是,来自记录设备的数值 0 是用数字 3000 表示的,这意味着最大值可能是 5048,最小值是 952;
- e) 采样装置满刻度范围是 120 V(二次值);
- f) ASCII 文件的合法数据范围在 8.4 中定义,从 -99999 到 99999,范围大约是 200000.对于二进制文件,范围是 32767 到 -32767,范围大约是 65000。

数据以一次值单位存储,因此:

- .CFG 文件中的“PS”变量应设为“P”;
- .CFG 文件中的“primary”变量应设为 400;
- .CFG 文件中的“secondary”变量应设为 1。

转换系数“a”由下所得:

- 数据最大值 $x=5048$,数据最小值 $x=952$;
- 采样设备数据最大/最小范围是 4096;
- 二次侧数值范围是 ± 120 V,或一次侧数值范围是 $\pm 120 \times 400$ (变比)= ± 48000 V;
- 一次侧电压采样范围是 ± 48000 V=96000;
- 转换系数“a”是一次电压采样范围/数据范围:

$$“a”=96000/4096=23.4375 \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

转换系数“b”由下所得:

- 1) 转换系数“b”必须加上中间值 a 乘以数据(x),才能获得原始采样值;
- 2) 代表一次电压零值的数据(x)=3000;
- 3) 转换系数“a”=23.4375(见 E.1);
- 4) 中间值 $ax=3000 \times 23.4375=70312.5$;

$$“ax”=70312.5, \text{且} “ax+b”=0, \text{则} “b”=(0-70312.5)=-70312.5 \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

转换验算:

- i) 采样最大值=48000 V;
- ii) 数据最大值 (x)=5048;
- iii) “a”和“b”来自式 (E.1)和式(E.2);
- iv) 采样= $“ax+b”=(23.4375 \times 5048)+(-70312.5)=(118312.5)+(-70312.5)=48000$ 。

附录 F (资料性附录)

带 CFF 扩展名的 COMTRADE 文件示例(ASCII 数据)

--- file type: CFG ---

SMARTSTATION,IED123,2013

8,4A,4D

1,IA,,Line123,A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

2,IB,,Line123,A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

3,IC,,Line123,A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

4,3I0,,Line123,A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

1,51A,,Line123,0

2,51B,,Line123,0

3,51C,,Line123,0

4,51N,,Line123,0

60

1

1200,40

12/01/2011,05:55:30.750110

12/01/2011,05:55:30.782610

ASCII

1

-5h30,-5h30

B,3

--- file type: INF ---

--- file type: HDR ---

--- file type: DAT ASCII ---

1,72500,-83,68,7,-8,0,0,0,0

2,73333,-15,5,4,-6,0,0,0,0

3,74167,55,-53,0,2,0,0,0,0

4,75000,122,-96,-2,24,0,0,0,0

5,75833,182,-119,-7,56,0,0,0,0

6,76667,228,-121,-11,95,0,0,0,0

7,77500,260,-104,-14,142,0,0,0,0

8,78333,271,-68,-17,186,0,0,0,0

9,79167,260,-19,-18,223,0,0,0,0

10,80000,228,39,-19,248,0,0,0,0

11,80833,178,100,-19,260,0,0,0,1

12,81667,113,158,-16,255,0,0,0,1

13,82500,43,206,-12,236,0,0,0,1
14,83333,-30,236,-5,202,1,1,0,1
15,84167,-95,249,2,156,1,1,0,1
16,85000,-150,243,6,98,1,1,0,1
17,85833,-187,218,11,42,1,1,0,1
18,86667,-202,176,16,-10,1,1,0,1
19,87500,-195,123,18,-54,1,1,0,1
20,88333,-165,61,19,-85,1,1,0,1
21,89167,-118,-2,17,-103,1,1,0,1
22,90000,-57,-61,13,-106,1,1,0,1
23,90833,10,-110,9,-91,1,1,0,1
24,91667,78,-144,4,-62,1,1,0,1
25,92500,138,-159,-2,-23,1,1,0,1
26,93333,187,-159,-7,21,1,1,0,1
27,94167,219,-139,-11,69,1,1,0,1
28,95000,230,-105,-14,111,1,1,0,1
29,95833,221,-56,-16,149,1,1,0,1
30,96667,191,2,-17,176,1,1,0,1
31,97500,143,61,-15,189,1,1,0,1
32,98333,83,118,-13,188,1,1,0,1
33,99167,17,165,-9,172,1,1,0,1
34,100000,-50,197,-4,144,1,1,0,1
35,100833,-111,212,2,103,1,1,0,1
36,101667,-161,209,6,53,1,1,0,1
37,102500,-195,187,11,4,1,1,0,1
38,103333,-208,149,15,-44,1,1,0,1
39,104167,-199,99,17,-83,1,1,0,1
40,105000,-169,41,18,-110,1,1,0,1

附 录 G
(资料性附录)

带 CFF 扩展名的 COMTRADE 文件示例(二进制数据)

--- file type: CFG ---

SMARTSTATION,IED123,2013

8,4A,4D

1,IA,,Line123,A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

2,IB,,Line123,A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

3,IC,,Line123,A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

4,3I0,,Line123,A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

1,51A,,Line123,0

2,51B,,Line123,0

3,51C,,Line123,0

4,51N,,Line123,0

60

1

1200,40

12/01/2011,05:55:30.750110

12/01/2011,05:55:30.782610

BINARY

1

-5h30,-5h30

B,3

--- file type: INF ---

--- file type: HDR ---

--- file type: DAT BINARY: 702 ---

二进制数据未显示

附录 H (资料性附录)

COMTRADE 文件标准应用于相量数据的方案

H.1 概述

H.1.1 序言

同步相量数据在实时传输和事后记录中都有应用。同步相量标准 IEEE C37.118 中仅描述了实时数据传输格式,并未定义数据记录交换格式。已经有一些格式应用于同步相量数据的记录,最值得注意的是 PhasorFile(即‘dst’)格式,该格式由 WECC 首创,由 Bonneville Power Administration 用户支持。尽管有不少用户已开发出软件支持这种格式的读写,但标准化组织不认可这种格式。最好是采用标准化组织认可的格式,这样各种工具、方法和数据可以在全世界交换。

IEEE COMTRADE 标准是针对时间序列数据制定的文件格式,是世界公认的并为许多标准制定组织所支持的标准。该标准有许多的记录参数适用于相量数据。本文献提出了一种方案,将同步相量的具体任务映射到标准的 COMTRADE 参数上,使相量数据可用 COMTRADE 格式记录。使用本部分的这些参数应遵循规定的方式,但允许有自动(机器)处理的具体的用途。建议先从 COMTRADE 1999 版本开始,这套方案很快可以完成以适应新 COMTRADE 标准。

本附录重点是配置文件中定义数据的部分。这里推荐的内容没有超出 COMTRADE 格式范围的,因此,现在和将来的方法都是适用的,包括 ASCII 和二进制格式文件。

下述内容中的术语,相量值、模拟量、数字量都引自同步相量标准中的术语。频率和频率变化率也是 IEEE C37.118 中的定义。PHUNIT 和 ANUNIT 是 IEEE C37.118 中针对相量和模拟量的比例因子。DIGUNIT 数字掩码也是由 IEEE Std C37.118 定义的。频率和频率变化率具有固定的比例,这在 IEEE C37.118 中也有规定。

H.1.2 COMTRADE 配置文件

COMTRADE 标准的配置文件如下,供参考和引用:

```
station_name,rec_dev_id,rev_year<CR/LF>
TT,# # A,# # D<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
...
Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>
Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>
...
lf<CR/LF>
nrates<CR/LF>
```

```

samp,endsamp<CR/LF>
samp,endsamp<CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>
ft<CR/LF>
timemult<CR/LF>
time_code,local_code<CR/LF>
tmq_code,leapsec<CR/LF>

```

第一行是厂站名称、记录设备识别标志、标准版本。对于同步相量应用,厂站名通常是记录点的位置。设备标志用于识别该设备并留给用户使用。版本的年号是必须的,同步相量数据可用的最早版本是 1999。

H.1.3 通道类型计数

配置文件第二行是通道类型的计数。

```
TT,##A,##D<CR/LF>
```

$TT = \text{通道总数} = \#A + \#D$

$\#A$ = 模拟通道数量。每个相量值占两个通道,每个模拟量占一个通道。通道信息会明确标识表示相量值的两个通道,相关内容后续有说明。

$\#D$ = 状态或数字通道的数量。在同步相量数据中,数字量是 16 个通道一组,同样的数据在 COMTRADE 中用二进制格式表达。通道名称和类型可从同步相量配置文件中读取,解析形成后续描述的 COMTRADE 配置文件。COMTRADE 格式数据中通常不包含同步相量数据的时间和数据品质信息,这些信息应包含到记录文件中,相关内容后续有说明。

H.2 模拟通道信息概述

H.2.1 概述

配置文件的下一条目是模拟通道描述。模拟通道信息包括 IEEE Std C37.118 中定义的相量数据、模拟量数据、频率和频率变化率。相量数据总是以复数形式表达,或是直角坐标的实部和虚部,或是极坐标的幅值和角度。这两个值记录在连续的两个通道中(成对通道),对于直角坐标值,实部在前,虚部在后,对于极坐标值,幅值在前,角度在后。成对通道的第一个通道编号可能是奇数或偶数,这取决于之前通道的情况。虽然建议遵循同步相量标准中数据传输的总体顺序,但用户是可以设置文件中模拟通道整体顺序的,详见 IEEE Std C37.118。模拟量数据、频率、频率变化率都是实数,记录应遵循 COMTRADE 标准惯例。

此外,名称和比例的详细内容后续会有说明。

H.2.2 模拟通道信息

```
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
```

An 模拟通道编号,1~999999,从 1 开始顺序排列。

ch_id 字母数字,通道名称,1~128 个字符。是 IEEE C37.118 中厂站名称、通道名称的组合。这些名称限 16 个字节,因此它们的组合须占 128 字节域的 33 个字节(含冒号)。用厂站名后面跟通道名方式表示,中间用冒号连接。例如:station_name:channel_name。注意,由于每个相量数据占两个通道,因此两个通道会使用相同名称。通道相别域(ph)用来指定每个通道对应的是哪个分量。通道名称必须唯一,因该名称要用来关联相量数据的两个分量。若需要在通道名称附加其他信息,则必须加在通道名称之后,并用下划线或其他字符分隔。由于冒号被用作厂站和通道名称分隔符,因此,冒号就不能在通道名称或其他名称中使用。按此约定,相量数据名称(ch_id)总是以 station_name:channel_name 形式开始。

IEEE C37.118 配置文件中没有对频率和频率变化率命名。它们应命名为:Frequency 和 df/dt。按此约定,它们的名称是:station_name:Frequency 和 station_name: df/dt。

ph 通道相别,0~2 个字符。每个相量用两个模拟通道表示。相量通道用 2 个字符 XY 来标识。

X = 相,其中:

A => A 相,单相
 B => B 相,单相
 C => C 相,单相
 R => R 相,单相
 S => S 相,单相
 T => T 相,单相
 1 => 1 相,单相
 2 => 2 相,单相
 3 => 3 相,单相
 P 或 + => 正序
 N 或 - => 负序
 Z 或 0 => 零序

Y = 相量元素,其中:

r => 直角坐标的实部
 i => 直角坐标的虚部
 m => 极坐标的幅值
 a => 极坐标的角度

本方案没有为模拟量指定相别,用户应为数据指定恰当的相别。

对于频率(Frequency),相别用 F 或空表示。

对于频率变化率(df/dt),相别用 df 或空表示。

cdbm 被监视的电路元件,0~64 个字符。除了关键字数量,这是留给用户的自由格式域。后续定义的关键字是给机器识别定义的参数的,在此域内不可作其他用途。关键字数量应与其他字符用空格分开,且必须遵循下述用法(区分大小写)。关键字的值容易被机器识别和记录。关键字是 4 字助记符,后面跟着等号(=),再后面是定义的参数。字符间无空格,即“=”前后无空格。包含关键字不是必须的。注意,关键字可能位于文本的任何位置、按任何顺序排列、并且可能不止一个,所以机器解析的时候会扫描整个域寻找关键字。关键字用法如下:

Vref	为电流相量指定电压通道 A_n ,用来计算功率 $P = EI^*$ 。因为电压和电流相量各占两个通道,这个关键字应包含在成对电流相量通道的实部或幅值通道,关联成对电压通道的实部或幅值通道。相量由直角坐标系的实部和虚部,或极坐标系的幅值和角度组成。例如: Vref=1123 表示通道 1123 是某电压相量的实部或幅值通道的编号,该电压与给定的电流计算功率。
Vnom	用于电压相量,说明本相量是电压相量,标称电压单位:kV。这个关键字应与成对电压通道的第一通道关联。例如: Vnom=345 表示标称电压为 345 kV。
Inom	用于电流相量,说明本相量是电流相量,标称电流单位:A。这个关键字应与成对电流通道的第一通道关联。例如: Inom=3000 表示标称电流为 3000 A。
根据需要增加其他关键字,注意域的长度限制为 64 个字符,很少有一次用超过 3 个关键字的情况。	
uu	字母数字,通道单位,1~32 个字符,COMTRADE 的标准用法。
a	通道增益系数,1~32 个字符。根据此构架的实施,.dat 文件内容是整数数。对于实部、虚部和幅值元素通道,这个域使用 PHUNIT 值与 $10E-05$ 配合使用,即: IEEE Std C37.118 中 $PHUNIT \times 10E-5$ 。对于角度元素通道,这个数由用户定义计算。对于模拟量数据,这个值是 ANUNIT 24 位模拟量范围的值。对于频率, $a=.001$ 。对于频率变化率, $a=.01$ 。
b	通道偏移因子,1~32 个字符。这个偏移值通常用于定义通道的 0 基准,可以是单端或者浮动基准。对于角度元素通道,这个数用于调整角度偏移,例如:Y-Delta 接线以及区间差。 对于模拟量数据,该值未指定,用户可定义。对于频率, $b=$ 工频(50 或 60)。对于频率变化率, $b=0$ 。
增益和偏移应用于 $ax+b$ 中。其中, x 是.DAT 存储的整数数。 b 的单位应与 ax 相同。	
skew	通道间的时间差,1~32 个字符。相量数据时间同步精度是 1 微秒内,因此这个数理论上也应小于 1 微秒。所以,该值应根据 COMTRADE 标准做相应设置。
min	数据范围最小值,1~13 个字符。COMTRADE 标准用法。
max	数据范围最大值,1~13 个字符。COMTRADE 标准用法。
primary	PT/CT 变比一次系数,1~32 个字符。COMTRADE 标准用法。
secondary	PT/CT 变比二次系数,1~32 个字符。COMTRADE 标准用法。
P/S	PT/CT 的一次值、二次值标识,1 个字符。P 或 S, COMTRADE 标准用法。

H.3 状态(数字)通道信息概述

H.3.1 概述

紧接在模拟通道定义后的配置文件条目块是数字通道的描述。在 COMTRADE 标准中,用 1 或 0 表示的布尔型通道被称为状态通道,在 IEEE C37.118 中称其为数字通道。在后者标准中,数字通道总是 16 个一组,而在 COMTRADE 格式中,ASCII 文件类型中每个数字通道是单独表示的,二进制文件类型中则是 16 个一组,常包含无用通道。当同步相量数据以 ASCII 文件类型存储时,若记录设备提供方法将有用和无用通道分开,则允许丢弃无用通道。当以二进制格式存储时,二者一致。允许在 COMTRADE 配置文件中仅列出有用的通道。将文件还原为同步相量数据流格式的查看设备或程序,应该为未表示出来的通道提供缺省信息,后面有一个这样的示例。

H.3.2 状态(数字)通道信息

Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>

Dn 数字通道编号。1~999999,从1开始,顺序排列。

ch_id 通道名称,字母数字,1~128字节。是IEEE C37.118中厂站名称、通道名称的组合。这些名称被严格限制为16个字节,所以容易适应这个长达64字节的域。用厂站名后面跟通道名方式表示,中间用冒号连接。即:station_name:channel_name。DIGUNIT的低位掩码定义了哪些位是有效输入。若bit=1,表示一个有效指示。若bit=0,则ch_id最后8个字符应为“(UNUSED)”。

Ph 通道相别,0~2个字符。COMTRADE标准用法。

ccbm 被监视的电路元件。0~64个字符。COMTRADE标准用法。

Y 通道的正常状态,1个字符。COMTRADE中定义的1或0。Y应该设置为DIGUNIT高位掩码相应的位。

前8个数字通道保留用作时标品质字节,该时标品质包含在IEEE C37.118时标中的时间等分(FRACSEC)长字中。紧接着的8个数字通道保留作将来使用,同时保持独立的PMU站状态指示是在偶数的16位字上。再接着的16个数字通道保留用作数据采样第一个站的状态字。若数据帧包含多于1个站的数据,每个站的状态字以16个通道为一组按数据帧里的顺序排列。二进制格式的COMTRADE数据文件将数字状态分配到16位(或更大)的组中。每个站的状态可以直接写入二进制文件中,因为数字状态是16位一组的。每个状态位的命名都是厂站名加该位的扩展标识,以区分每一位。这个厂站名与用来区分信号的厂站名相同,所以每个信号的状态是可识别的。

同步相量数据中包含的任何数字状态数据都跟在时间品质和PMU状态指示之后。

确切的表达模式如下:

D1,TQ_CNT0, T0,,0 前8个位通道是FRACSEC字中的时标品质

D2,TQ_CNT1, T1,,0

D3,TQ_CNT2, T2,,0

D4,TQ_CNT3, T3,,0

D5,TQ_LSPND, T4,,0

D6,TQ_LSOCC, T5,,0

D7,TQ_LSDIR, T6,,0

D8,TQ_RSV, T7,,0

D9,RESV1, T8,,0 这8位通道被保留用作保持16位厂站状态字结构

D10,RESV2, T9,,0

D11,RESV3, T10,,0

D12,RESV4, T11,,0

D13,RESV5, T12,,0

D14,RESV6, T13,,0

D15,RESV7, T14,,0

D16,RESV8, T15,,0

D17,<station1>_TRG1, S0,,0 接下来的16位是数据帧里第一个厂站的状态

D18,<station1>_TRG2, S1,,0

D19,<station1>_TRG3, S2,,0

D20,<station1>_TRG4, S3,,0

D21,<station1>_UNLK1, S4,,0

D22,⟨station1⟩_UNLK2, S5,,0
D23,⟨station1⟩_SEC1, S6,,0
D24,⟨station1⟩_SEC2, S7,,0
D25,⟨station1⟩_SEC3, S8,,0
D26,⟨station1⟩_SEC4, S9,,0
D27,⟨station1⟩_CFGCH, SA,,0
D28,⟨station1⟩_PMUTR, SB,,0
D29,⟨station1⟩_SORT, SC,,0
D30,⟨station1⟩_SYNC, SD,,0
D31,⟨station1⟩_PMUERR, SE,,0
D32,⟨station1⟩_DTVLD, SF,,0
D33,⟨station2⟩_TRG1, S0,,0 接下来的 16 位是数据帧里第二个厂站的状态
D34,⟨station2⟩_TRG2, S1,,0
...
D(16(n+1)),⟨stationn⟩_DTVLD, SF,,0 数据帧里最后一个厂站状态结束
D(16(n+1)+1), name, etc.,0 ⟨stationi⟩:digital_name,{valid_bit},,⟨normal_mask⟩数据里包含的数字状态指示的开始。

H.4 固定参数概述

这里还有其他 12 个参数,是 COMTRADE 配置文件中规定的,均为标准用法,为完整起见,这里再回顾一下。

If ⟨CR/LF⟩	
If	电网频率,单位:Hz,0~32 个字符。仅为 50 或 60 标识系统频率。
nrates⟨CR/LF⟩	
nrates	文件中采样率个数,1~3 个字符。相量数据文件通常仅有一种采样率,故设为 1。根据 COMTRADE 标准,这个值是可以大于 1 的。
samp,endsamp⟨CR/LF⟩	
samp	采样率,每秒的采样点(Hz)。1~32 个字符(可以小于 1)。相量数据的采样或帧速率,通常只有一种速率。然而,按照 COMTRADE 可变速率记录,一个文件中允许超过 1 个条目的多速率存在。
endsamp	某给定采样率的最后一个采样点序号,1~10 个字符。对于单采样率,这个数就是文件中最后一个采样点序号。对于一个文件中有多个采样率的,用多对 samp,endsamp 标识相应的块。
dd/mm/yyyy, hh:mm:ss.ssssss⟨CR/LF⟩	
dd/mm/yyyy, hh:mm:ss.ssssss⟨CR/LF⟩	
Timestamps	有两个时标(格式相同)。第一个是文件中第一个数据的时刻,第二个是触发点的时刻(第一个触发点)。详细要求见本部分。这些时间以及数据里的时间应为 UTC 时间。
ft⟨CR/LF⟩	
ft	文件类型,5~8 个字符。对于使用 ascii 格式,这个参数可是 ascii 或 ASCII;对于使用二进制、32 位二进制、32 位浮点格式,这个参数可以是 binary 或 BINARY。

Timemult<CR/LF>

timemult

时间倍率因子,1~32 个字符。这个因子用来倍乘数据文件中的所有时标,以实现不同的时间尺度。数据文件中的时间标签可能是以 10 个字符域的微秒形式给出,文件的时间跨度从 999999999 μs 到 10000 s (2.8 h)。用倍率因子乘以时标,可以保存时间更长的记录。由于相量数据的时间间隔通常是 16667 μs 或更大,时间倍率因子能够使交换的数据记录更长。例如:若 timemult=1000,则一个文件的数据时间跨度可以是 10000000 s(超过 115 天)。

time_code, local_code<CR/LF>

time_code

IEEE C37.232—2007 中时间码的定义。COMTRADE 标准用法。

local_code

当地时间与 UTC 时间的时差。与 time_code 格式相同。COMTRADE 标准用法。

tmq_code, leapsec<CR/LF>

tmq_code

记录设备时钟的时间品质指示代码。COMTRADE 标准用法。

leapsec

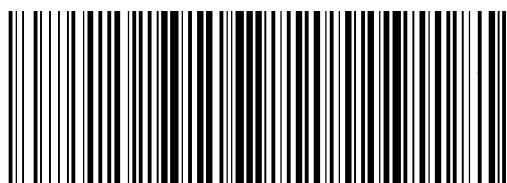
闰秒指示标识。COMTRADE 标准用法。

H.5 数据文件信息

数据文件完全遵循 COMTRADE 标准的规定,这里不再详述。由于文件大小的关系,建议采用二进制格式。但其他任何格式均可用。

参 考 文 献

- [1] ANSI X3.4—1986 (R1997), Information Systems Coded Character Set—7-Bit American National Standard Code for Information Interchange (7-bit ASCII)
 - [2] “Digital Protection Techniques and Substation Function,” Final report, CIGRÉ Working Group 34.01, A.G. Phadke (Convener), 1989, CIGRÉ Ref38
 - [3] Duncan, R., Advanced MS DOS, Microsoft Press, 1986
 - [4] The IEEE Standards Dictionary Online. 3
 - [5] IEEE Std C57.13—1993, IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers
 - [6] Kreyszig, E., Advanced Engineering Mathematics, 6th ed. New York: John Wiley & Sons, 1988
 - [7] “Programs for Digital Signal Processing,” Edited by DSP Committee of the IEEE ASSP Society, 0-87942-128-2, IEEE Press, 1979
 - [8] “Summary of the Proposed Revisions to IEEE Std C37.111—1999,” 36th Annual Western Protective Relay Conference, Spokane Washington, October 2009
-



GB/T 14598.24-2017

版权专有 侵权必究

*

书号:155066 • 1-56541

中国标准出版社授权北京万方数据股份有限公司在中国境内(不含港澳台地区)推广使用