



一代测井软件OILLOG 技术手册

傅海成 王才志 刘英明 著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS



一代测井软件OILFLO
技术手册

傅海成 王才志 刘英明 著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

新一代测井软件CIFLog技术手册 / 傅海成, 王才志, 刘英明著. —北京: 科学技术文献出版社, 2015.2

ISBN 978-7-5023-9747-0

I. ①新… II. ①傅… ②王… ③刘… III. ①油气测井—应用软件—技术手册 IV. ①TE151-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 007979 号

新一代测井软件CIFLog技术手册

策划编辑: 林倪端

责任编辑: 杨俊妹

责任校对: 赵 瑗

责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社

地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038

编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)

发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)

邮 购 部 (010) 58882873

官 方 网 址 www.stdp.com.cn

发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

印 刷 者 北京厚诚则铭印刷科技有限公司

版 次 2015年2月第1版 2015年2月第1次印刷

开 本 787×1092 1/16

字 数 325千

印 张 13

书 号 ISBN 978-7-5023-9747-0

定 价 38.00元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

自 2011 年成功发布以来,新一代测井软件 CIFLog 平台及其上研发的数个属地化版本开始在国内多个油田、高校得到批量安装,目前已经在大庆油田、辽河油田等中石油国内主力油田以及中石油海外 19 个作业区块得到了广泛应用,并开始向其他单位和行业辐射,呈现出广阔的应用前景。

CIFLog 平台采用开源的 Java 语言和 Netbeans-IDE 集成开发环境进行开发,可跨 Windows、Linux 和 UNIX 这三大操作系统运行。同时,平台为软件开发者提供了开放的底层平台、丰富的应用程序接口,便于用户在其平台上进行二次软件开发。为了使广大技术人员能够更深入地了解软件平台技术特点、总体框架,更深刻地理解软件平台的技术内涵,特编写本书。

全书分为 7 章,第 1 章总体介绍 CIFLog 软件平台;第 2 章介绍了 CIFLog 平台的总体设计及分层次的逻辑结构;第 3 章介绍 CIFLog 平台数据层的设计与开发以及测井项目数据库设计;第 4 章介绍 CIFLog 支持层的设计与开发,包括模块间通信机制设计、数据缓存机制和统一数据访问接口;第 5 章介绍 CIFLog 平台应用层设计与开发;第 6 章介绍 CIFLog 平台的裸眼测井处理解释模块的处理原理与过程;第 7 章介绍 CIFLog 平台多语言应用程序数据通信技术的实现,包括不同语言间的数据通信技术以及相关 API 设计。

在软件研发及推广应用过程中,中国石油勘探开发研究院李宁教授级高工、中油测井的李长文处长和余春昊主任,长城钻探测井院伍东副院长,大庆测试分公司杨景海副总工,大庆钻探集团测井分公司王宏建和于亚娄,东北石油大学尚福华教授等诸多领导、专家及同行给予了大量的指导和无私的帮助。编写中也引用、参考了国内外公开出版(发表)的著作、论文等资料,在此一并向相关作者表示感谢!

由于编写过程紧促、资料积累不够丰富,书中有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2014 年 12 月 5 日

目 录

第 1 章	平台概述	1	4.5	应用模块集成开发	56
第 2 章	一体化测井处理解释平台		4.5.1	多语言应用集成框架设计	57
	总体设计	3	4.5.2	多语言应用二次开发工具包	58
2.1	平台总体框架结构设计	4	4.5.3	多语言应用集成开发操作	
2.1.1	设计分析	4	流程		71
2.1.2	平台框架设计	4	4.6	可视化扩展接口	72
2.1.3	开发的语言和工具	6	4.7	平台资源访问方案	77
2.2	一体化平台应用分层逻辑结构	7	4.7.1	资源访问总体结构	77
第 3 章	数据层的设计与开发	10	4.7.2	资源访问接口 API	78
3.1	cif333 数据结构	11	4.8	平台升级与维护	80
3.2	Cif Plus 格式数据	12	4.9	高效数据操作缓存设计与实现	80
3.2.1	Cif Plus 格式定义	12	4.9.1	数据操作缓存定义及设计目标	81
3.2.2	Cif Plus 格式优缺点	15	4.9.2	数据操作缓存结构框架	81
3.2.3	Cif Plus 格式详细说明	16	4.9.3	测井曲线代理机制	83
3.3	测井项目数据库	18	4.9.4	数据操作缓存数据操作类结构	84
3.3.1	数据库的定位	18	4.9.5	数据操作缓存数据操作方法	85
3.3.2	数据库实体关系设计	19	4.9.6	撤销(Undo)与重做(Redo)	86
3.3.3	项目库结构设计	22	4.10	数据格式输入输出集成挂接	87
3.3.4	数据库结构设计	27	4.10.1	数据格式导入接口	87
3.3.5	用户管理和权限控制	32	4.10.2	数据格式输出接口	90
第 4 章	支持层的设计与开发	34	4.10.3	数据格式转换二次开发实例	94
4.1	应用模块插件开发模式设计	35	第 5 章	应用层设计与开发	104
4.2	模块间通信机制设计	36	5.1	管理板块	105
4.2.1	数据访问协调	36	5.1.1	数据管理	105
4.2.2	模块调用协调	37	5.1.2	资源管理	106
4.3	数据缓存机制	37	5.1.3	任务管理	112
4.3.1	缓存技术	38	5.2	工具板块	113
4.3.2	缓存层框架设计	38	5.2.1	数据格式转换	113
4.3.3	数据缓存层组织结构定义	41	5.2.2	数据列表工具	114
4.3.4	数据缓存层缓存对象池	42	5.2.3	数据复制工具	115
4.4	统一数据访问接口	43	5.2.4	曲线拆分工具	116
4.4.1	数据访问层总体结构	43	5.2.5	曲线合并工具	116
4.4.2	数据结构设计	44	5.2.6	计算器	117
4.4.3	数据访问接口 API	45	5.2.7	数据统计	118

5.2.8	数据滤波	118
5.2.9	应用程序挂接工具	119
5.2.10	绘图工具	120
5.2.11	交会图工具	123
5.2.12	自动校深工具	123
5.2.13	图头图尾编辑工具	124
5.2.14	排版打印工具	125
第 6 章	裸眼测井处理解释	126
6.1	声电成像处理解释模块	127
6.1.1	声电成像的基本处理解释	127
6.1.2	基于模拟井实体刻度建立的 裂缝孔隙度定量计算	128
6.1.3	基于声电成像测井的孔隙度谱 分析	129
6.1.4	全井段岩性、沉积相自动 计算和互动校正	130
6.2	阵列声波测井处理解释模块	131
6.2.1	阵列声波处理解释模块 的特点	131
6.2.2	阵列声波处理解释模块方法	132
6.2.3	阵列声波处理解释流程	136

第 7 章	多语言应用程序数据通信 技术的实现	140
7.1	不同语言间的数据通信技术	141
7.1.1	基于网络通信的方式	141
7.1.2	基于内存复制的方式	145
7.1.3	基于文件的方式	149
7.1.4	不同技术的分析对比	150
7.2	方案设计与实现	151
7.2.1	分层结构设计	151
7.2.2	技术实现	154
7.2.3	关键问题及解决方法	156
7.3	数据结构设计	173
7.4	Java 数据访问 API	176
7.4.1	基本数据访问接口 API	176
7.4.2	面向应用的扩展开发 接口 API	189
7.5	其他语言数据访问 API	192
7.5.1	Fortran 数据访问 API	193
7.5.2	C/C++数据访问 API	197
7.5.3	C#数据访问 API	200
参考文献		201

第 1 章

平台概述

本章主要介绍 CIFLog 平台的特点以及总体架构。数据层主要实现数据的访问；支持层向下为数据层提供数据访问接口、可视化接口、模块挂接接口以及缓存管理，向上为应用层提供可扩展服务。应用层主要集成成熟配套的测井处理解释模块，实现储层评价及测井资料的其他应用。

“新一代测井软件 CIFLog” 简称 CIFLog，目前最新版本是 1.0。该平台采用开源的 Java 语言和 Netbeans-IDE 集成开发环境进行开发，可跨 Windows、Linux 和 UNIX 这三大操作系统运行，完全集成常规测井技术与高端成像测井处理解释软件模块，同时，开发者提供了开放的底层平台、丰富的应用程序接口，便于用户在其平台上进行二次软件开发。为了使广大技术开发人员能够更深入地了解软件平台，加快二次开发进程，特编写此书。

图 1-1 所示是 CIFLog 软件的总体架构图。



图 1-1 CIFLog 软件总体架构

第 2 章

一体化测井处理解释平台总体设计

本章根据目前计算机技术、网络技术发展水平和未来平台的发展方向，以及对新一代测井处理解释平台的要求，明确了平台框架结构设计中需要考虑的因素，确定了平台的框架结构和实现这一框架结构需要采用的编程语言和开发工具。另外，还介绍了一体化平台分层式体系结构的设计方案。

■ 本章学习地图

- ◆ 平台总体框架结构设计
- ◆ 一体化平台应用分层逻辑结构

2.1 平台总体框架结构设计

框架设计是整个平台的重要组成部分。由于本测井处理解释平台比较复杂,对平台的稳定性、扩展性和可维护性要求也很高,因此,必须全面、综合、细致地完成平台总体框架的设计。要求设计的框架结构必须是完备的、可扩展的、灵活的、利于维护的和易于理解的。本章根据目前计算机技术、网络技术发展水平和未来平台的发展方向,以及对新一代测井处理解释平台的要求,明确了平台框架结构设计中需要考虑的因素,确定了平台的框架结构,和实现这一框架结构需要采用的编程语言和开发工具。

2.1.1 设计分析

框架设计是平台开发的基础,也是非常关键的部分,它不但影响到未来平台要实现的功能,也会影响到实际开发模式,在此就框架设计中的一些重要因素进行分析。

1) 为了使平台具有很好的网络支持能力,开发中需要采用支持网络的开发语言进行开发。同时,考虑到跨操作系统,在不同类型计算机上运行的需要,也要采用跨平台的开发语言进行平台开发。综合考虑,Java 语言是最佳的开发语言,它不仅支持网络,而且生成的代码也可以跨操作系统运行。

2) 由于本平台比较复杂,是由众多模块组织在一起形成统一的整体平台,因此,要很清晰地划分模块功能,并尽量使各个模块的功能相对独立,有统一的数据接口和模块控制接口。各个模块之间是不可见的,这样可以避免模块间的影响和冲突。

3) 根据要建设平台的要求,特别是为了满足单机版、网络版平台中应用程序通用性的要求,需要构建统一、协调的数据接口,构建的接口不仅要满足多应用程序对数据操作时数据的一致性和正确性,还要满足通过网络调用、客户端更新数据、查询数据的一致性和协调性。应用程序从该接口读取和写入数据、查询和管理数据,应用程序不必关心数据来自本地还是网络。该数据接口是平台开发中的关键环节,对其他模块的开发工作会产生很大影响。

4) 为了快捷方便地实现用户处理模块的添加,要求添加处理模块时减少对平台的依赖程度,也就是要求修改很少量的代码就可以实现与平台的融合和无缝集成。因此,需要单独设计平台挂接处理模块接口,通过该接口把用户实现的处理程序和平台隔绝开。

2.1.2 平台框架设计

平台采用开放的 Java 语言和最新的计算机网络技术,一体化平台设计并实现了可扩展的分层式体系结构,从下至上分为如下 3 层:

1. 数据层: 负责实际的数据读/写

数据层主要完成数据的读/写操作,满足应用层对测井数据读/写的需求。数据层包括网

络数据和本地文件数据。网络数据可以通过 HTTP 协议访问远程数据库获得。本地文件数据按照 CifPlus 文件格式完成读/写操作。在下一章将详细介绍 CifPlus 文件的格式,以及网络数据库的建立和访问。数据层是整个平台唯一的数据读/写通道,可以有效地保证平台中数据读/写的协调。在该层中封装了许多类,通过这些类所提供的一致公有类函数,可以屏蔽掉数据源不同所带来的数据读/写调用的不便,也就是数据究竟是来自网络,还是来自文件,仅仅体现在函数参数值的不同,函数名不变。这样极大地方便了后续的平台功能开发。

2. 支持层: 应用层和数据层之间沟通的桥梁

支持层在平台中是非常关键的。向上为应用层提供可扩展的服务,向下通过数据访问接口层屏蔽了数据的来源以及数据层中复杂的内部操作。每个功能模块一旦定义好一个统一的接口,就可以被应用层各个模块所调用,不用为相同的功能进行重复开发,大大提高了代码的可重用性。其中,支持层为应用层中测井资料处理解释模块的扩展和集成提供了统一的模块挂接接口和缓存机制,使得应用程序可以采用统一的方式访问本地文件和网络数据。

3. 应用层: 直接面对最终的用户, 为用户提供交互式的界面

应用层包括平台基础部分和平台扩展部分。平台基础部分是由平台开发人员提供的基本平台功能,包括数据管理、数据格式转换、曲线预处理、测井绘图、多井对比、参数等值预测、图头编辑、交互图分析、曲线统计分析等。这些工具辅助完成测井的处理解释。平台扩展功能是测井处理解释方法的扩充添加,允许不同处理解释人员根据自己的需要编制程序,添加到平台中,逐步丰富平台测井解释能力。平台在扩展处理解释功能时采用统一的处理模块数据接口,这样不仅使处理解释功能有统一的开发模式,实现规范式的功能扩展,也方便了平台对新增功能的管理。

各层之间松散耦合,保证了良好的可扩展性和可复用性。图 2-1 给出了平台的总体框架结构。

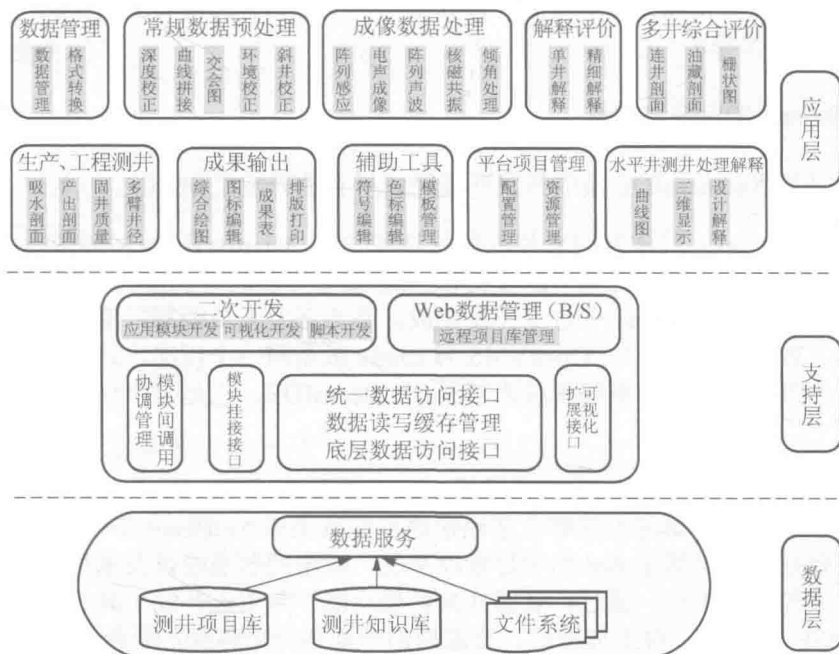


图 2-1 平台技术框架结构

2.1.3 开发的语言和工具

1. Java 程序设计语言

本平台采用 Java 语言完成所有的开发工作。

Java 是一个由原 Sun 公司开发的新一代编程语言。Java 语言开发小组成立于 1991 年。Java 是一种跨平台，适合于分布式计算环境的面向对象编程语言。具体来说，它具有如下特性：简单性、面向对象、分布式、解释型、可靠、安全、平台无关、可移植、高性能、多线程、动态性等。使用它可在不同种机器、不同种操作平台的网络环境中开发软件。Java 正在逐步成为 Internet 应用的主要开发语言。它彻底改变了应用软件的开发模式，带来了自 PC 以来又一次技术革命。Java 虽出现的时间不长，但已被业界接受，IBM、Apple、DEC、Adobe、SiliconGraphics、HP、Oracle、Toshiba、Netscape 和 Microsoft 等大公司已经购买了 Java 的许可证。另外，众多的软件开发商也开发了许多支持 Java 的软件产品。

工业界不少人预言：“Java 语言的出现，将会引起一场软件革命”，这是因为传统的软件往往都是与具体的实现环境有关，换了一个环境就需要作一番改动，耗时费力，而 Java 语言能在执行码（二进制码）上兼容，这样以前所开发的软件就能运行在不同的机器上，只要所用的机器能提供 Java 语言解释器即可。Java 连同 Internet、WWW 正在改变应用软件的开发和使用方式，一切都要围绕着网络，围绕着平台无关。微软前总裁比尔·盖茨称：“Java 是长时间以来最卓越的程序设计语言”，并确定微软整个软件开发的战略从 PC 时代向着以网络为中心的计算时代转移。购买 Java 是微软重大战略决策的实施部署。

可以预言：Java 将成为网络上的“世界语”，今后所有的用其他语言编写的软件统统都要用 Java 语言来改写。

2. NetbeansIDE 开发工具

本平台采用 NetbeansIDE 集成开发环境完成所有的开发工作。

NetBeans 是 Java 技术发明者和创新领导者 Sun Microsystems 公司资助的开源项目，NetBeans IDE 集成开发环境是第一款支持创新型 Java 开发的开放源码的集成开发环境，它完全使用 Java 语言在 NetBeans 平台下开发完成。是为开发人员编写、编译、调试和部署程序的一个工具。Windows、OS2、OpenVMS 和 Linux 版是同一个程序，只不过通过不同的启动程序启动。另外也有巨大数量的模块来扩展 NetBeansIDE，它是一个免费产品，不限制其使用形式。

利用 NetBeans 开发人员可以构建桌面、Web 或移动应用。同时，通过 NetBeans 和开放的 API 的模块化结构，第三方能够非常轻松地扩展或集成 NetBeans 平台。除了上面的特点，它的特点还包括：使用基于 Ant 的项目管理系统，版本控制系统以及重构系统。是一个开放框架，可扩展的开发平台，通过扩展插件来扩展功能。利用该开发工具开发的产品可以保证在支持 JavaSE 的下列平台上部署后，有通用的外观和使用体验，平台包括：Solaris10 操作系统、OpenSolaris、Linux、Microsoft Windows 和 Apple MacintoshOSX 等。

2.2 一体化平台应用分层逻辑结构

根据测井处理、解释和评价工作的差异和不同，建立了一体化平台应用分层逻辑结构，分为板块、系统、工作包和模块四级。随着平台的发展，各个级别会得到扩充。

平台板块包括：管理板块、工具板块、裸眼井解释评价板块、套管井解释评价板块。

1. 管理板块

1) 平台管理系统

- 任务管理工作包。
- 资源管理工作包。

2) 数据管理系统

- 数据格式转换工作包。
- 单井数据管理工作包。
- 项目数据库管理工作包。
- 测井数据库管理工作包。

2. 工具板块

1) 曲线预处理系统

- 深度校正工具包。
- 曲线拼接工具包。
- 校幅校正工具包。
- 滤波处理工具包。
- 环境校正工具包。
- DDCOPY 工具包。

2) 精细绘图系统

- 图头图尾编辑工具包。

- 绘图工具包。
- 排版打印工具包。

3) 交会图系统

4) 二次开发系统

3. 裸眼井解释评价板块

1) 常规测井处理解释系统

- 经典 LA 处理解释工作包。
- 地层倾角处理解释工作包。
- 最优化处理解释工作包。

2) 成像测井处理解释系统

- 电成像处理解释工作包。
- 声成像处理解释工作包。
- 核磁测井处理解释工作包。
- 阵列感应处理解释工作包。
- 元素俘获能谱测井处理解释工作包。

3) 水平井测井解释系统

4) 火山岩储层解释评价系统

- 大庆酸性火山岩储层解释评价工作包。
- 新疆中基性火山岩储层解释评价工作包。

5) 碳酸盐岩储层解释评价系统

- 塔里木海相碳酸盐岩储层解释评价工作包。
- 四川礁滩相碳酸盐岩储层解释评价工作包。
- 四川风化壳白云岩储层解释评价工作包。
- 长庆风化壳白云岩储层解释评价工作包。

6) 低阻储层解释评价系统

7) 水淹层解释评价系统

8) 多井分析预测系统

- 多井连井剖面工作包。
- 多井预处理工作包。
- 多井等值预测工作包。

4. 套管井解释评价板块

1) 生产测井解释系统

- 生产测井基础工作包。
- 注入剖面工作包。
- 产出剖面工作包。

2) 水泥胶结解释评价系统

3) C、O 比测井解释系统

4) 井下永久检测系统

平台框架设计中充分考虑了用户对平台的要求以及将来扩展的要求,进行了综合分析和论证,为平台实现勘探-生产测井解释、单井-多井解释、大斜度井-水平井解释、本地-远程测井解释一体化目标打下了坚实的基础。

第 3 章

数据层的设计与开发

CIFLog 平台中的测井数据主要包含两类：一是本地 CifPlus 文件，使用文件方式存储，按照目录的方式组织和管理数据；二是网络数据库数据，使用带有关系的“表”组织和管理数据。测井数据划分为常规曲线、成像曲线、表格数据和文档数据四类，采用关系数据库建立了测井曲线数据库模型。

■ 本章学习地图

- ◆ cif333 数据结构
- ◆ CifPlus 格式数据
- ◆ 测井项目数据库

在测井或数据处理过程中产生的数据统称为测井数据。随着测井技术的进步,在不同时代,对测井数据的描述和记录格式也在不断变化之中。按照产生方式划分,测井数据记录格式可分为现场记录格式和解释格式,现场记录格式是指在测井现场实时记录的数据格式,解释格式是指在测井资料处理解释过程中产生的数据记录格式。在很多情况下,由于产生方式和用途的不同,现场记录格式和解释格式是不同的。

1996年李宁提出广义测井曲线理论,将所有的测井曲线进行了归纳,以维的方式对所有的曲线进行统一描述。按照曲线维数划分,测井曲线主要分为一维曲线(维数为2)、二维曲线(维数为3)及离散数据等。按照广义测井曲线理论,测井数据按照CIF(通用交换格式)格式记录,可描述任意的测井数据。CIF格式将数据按照广义曲线为单位,每条广义曲线对应两个文件——头文件和体文件,头文件以文本方式存储,体文件可选择文本方式或二进制方式存储。可以将任意多的CIF头文件和体文件进行连接,形成连接形式的头文件和体文件。

CIF格式对测井数据的描述清晰明确,格式简单,读/写易于实现,是一种较为理想的数据交换格式。

一体化测井处理解释平台的数据层采用了CIF数据结构,设计并实现了网络数据库与本地文件相结合的方式对测井数据进行存储,以满足不同工作环境、工作方式的用户群体,同时,实现一体化平台数据层上的本地-远程一体化目标。

3.1 cif333数据结构

cif数据全称:cif333- n D公共数据交换格式。cif的文字意义即common interchangeable format。cif在描述工程数据时,首先将其抽象为只有数学特征的数据体。数据体的维数根据需要而定,但一般不超过4维。同时在描述这样一个数据体时,将说明信息与数据体分开。记录说明信息的文件称为cif头文件;记录数据体的文件称为cif体文件。cif格式在描述一个维数据体的某一维时,只用3个char(字符型)、3个int(整型)和3个float(浮点型)共9个参数。所以,cif333- n D可视为cif的技术含义。这里c代表char,i代表int,f代表float;333指出c型、i型、f型参数各有3个, n 是一个整数,D是Dimension的第一个字母,代表维; n D代表 n 维。

cif是一种面向对象的格式定义,它的核心是广义测井曲线。广义测井曲线是这样定义的:一个 n 维cif文件,如果它的第一维代表井的深度,第 n 维代表某一与井深有关的任意变量(包括字符或文字变量),而第 n 维到第 $n-1$ 维都是为了解释或说明第 n 维变量与第1维井深关系而存在的,则该cif文件是一个测井曲线cif文件,对应的体文件是一条广义测井曲线。图3-1有助于对广义测井曲线的理解。点线和圆圈构成曲线轮廓,指出广义曲线的基本维数是2。“。”在这里泛指不同状态。当“。”的状态是“.”时(情形1),广义曲线即常规意义上的二维曲线;当“。”的状态是波形时(情形2),广义曲线可能是三维的(若波形是等距、等长采样),也可能是四维的(若波形是非等距、等长采样);当“。”的状态是字符串时(情形3),广义曲线可能是三维的(若字符串等长),也可能是四维的(若字符串非等长)。“。”还可以具有其他状态,不再一一列举。在测井实际中,长源距全波波形