

录井工程

Mud Logging Engineering

录井工程 2018, 29 (4): 7-12 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-9803.2018.04.002> (<https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-9803.2018.04.002>)

研究与探讨

井场数据传输标准综述

王东生✉ (<mailto:wangds.gwdc@cnpc.com.cn>)

中国石油集团长城钻探工程有限公司录井公司

Summary of wellsite data transmission standards

Wang Dongsheng✉ (<mailto:wangds.gwdc@cnpc.com.cn>)

Mud Logging Company, 77 Oil Street, Xinglongtai District, Panjin City, Liaoning Province, 124010, China

展开 ▾

摘要

随着信息技术的发展,国内外油公司与服务公司间数据传输需求激增,制定数据传输标准成为共识。20世纪80年代提出的WITS标准,解决了当时的数据传输问题,在此基础上制定的WITSML标准,具有良好的扩展性,成为新一代数据传输标准。通过阐述数据传输标准的诞生、发展演变以及WITS、WITSML标准各个版本的基本内容和相关性,分析各版本的优缺点以及应用状况,展示了井场信息传输标准全貌。目前国内石油企业对WITSML标准的应用相对滞后,在进行WITSML应用服务时,采用WITS标准的数据采集系统需要进行相应软件的改造才能支持对服务器的访问,同时需要数据服务软件采用符合WITSML标准的中间件。

关键词: 井场; 数据传输; 标准; WITS; WITSML

Abstract

With the development of information technology, the demand for data transmission between oil companies and service companies at home and abroad has increased sharply, and it has become a consensus to establish data transmission standards. WITS standard proposed in the 1980s solved the problem of data transmission at that time. WITSML standard based on this standard has good extendability and becomes a new generation of data transmission standard. In this paper, the birth, development and evolution of the data transmission standards and the basic content and correlation of each version of WITS and WITSML standards are expounded, the advantages and disadvantages of each version and the application are analyzed, a complete picture of the standards of well site information transmission is presented.

Keywords: well site ; data transmission ; standard ; WITS ; WITSML

本文引用格式

导出 [EndNote](https://www.ljgcz.com/CN/article/getTxtFile.do?fileType=EndNote&id=965) (<https://www.ljgcz.com/CN/article/getTxtFile.do?fileType=EndNote&id=965>) [Ris](https://www.ljgcz.com/CN/article/getTxtFile.do?fileType=Ris&id=965) (<https://www.ljgcz.com/CN/article/getTxtFile.do?fileType=Ris&id=965>) [Bibtex](https://www.ljgcz.com/CN/article/getTxtFile.do?fileType=BibTeX&id=965) (<https://www.ljgcz.com/CN/article/getTxtFile.do?fileType=BibTeX&id=965>)

王东生. 井场数据传输标准综述[J]. 录井工程, 2018, 29(4): 7-12 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-9803.2018.04.002> (<https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-9803.2018.04.002>)

0 引言

作为一个跨学科、跨专业的技术密集型行业,石油行业的信息化一直伴随着石油工程技术的发展,发挥着重要的作用。在信息化过程中,先后出现了LAS、WITS、WITSML等井场信息传输标准。当前,国内各录井公司都实现了WITS标准现场应用,但对WITSML标准的应用却很少,而在海外服务过程中,多个甲方提出按WITSML标准提供服务的要求。为此,本文阐述了井场数据传输标准的发展演变,并对各版本进行了初步分析,力图展现井场信息传输标准的全貌。

1 标准的诞生

对井场信息传输标准的起源可以追溯到LAS(Log ASCII Standard)和LIS(Log Information Standard)。LAS测井ASCII标准是由加拿大测井协会制定的存储在软盘上的测井数据格式^[1],LAS文件由用于表示测井曲线ASCII编码的文件组成,LAS格式的目的是向个人计算机用户提供基本的电子测井数据,方便用户快速使用。在过去,因为大部分个人计算机不能够从磁带处理数据,在进行测井分析时需要手工数字化处理磁盘上的数据到个人计算机,工业上为了解决这一低效率工作模式制定了磁盘上的测井数据格式。基于此,加拿大测井协会成立了磁盘委员会(Floppy Disk Committee),开发制定标准以解决个人计算机用户需求。此前已有多种数字测井标准存在,LIS测井信息标准就是其中比较流行的标准。另外,美国石油研究所设计了一个更为完整的标准,这就是DLIS(Digital Log Interchange Standard)数字测井交换标准。由于个人计算机用户的磁盘空间有限,并且他们只关注测井曲线,同时个人计算机用户希望测井数据能够快速方便地进入到他们的计算机,而LIS和DLIS这两个标准使用复杂,不能解决大多数个人计算机用户的需求。但是LAS格式满足了这些需求,很容易被用户理解,同时LAS包含足够的标识信息,便于软件开发。

2 标准的发展演变

20世纪80年代,Superior、Mobil、Tenneco等公司先后建立了自己的信息中心,实现数据远程传输。在此期间,国际上开始了信息标准化的研究,WITS(Wellsite Information Transformer Specification)应运而生。在井场数据标准化的探索中,逐渐形成了WITSML(Wellsite Information Transfer Standard Markup Language)井场信息传输标准标记语言。WITSML最初形成于2000年10月,由Energistics组织发起,2003年3月完成1.2版本并交付使用,版本已从V 1.0、V 1.1、V 1.2、V 1.3、V 1.4发展到目前的V 2.0。

2.1 WITS标准

LAS标准仅覆盖了测井数据格式,不包含井场上其他数据格式,20世纪80年代WITS标准应运而生。WITS井场信息传输规范^[2],是一种用于井场多计算机间通信的数据格式。数据交换方式除了用软盘、电子邮件等进行传递外还支持串口、网络通信。多年来,油公司和服务公司已经为电子数据交换开发了多种独有的格式。当服务公司和作业者之间确定业务后,经常需要编写新的软件来满足双方的数据采集和分析系统,而且需要进行大量的试验和调试工作,导致开发和维护代价巨大。

为了解决这种信息传输问题,在国际钻井承包商协会(IADC)信息传输分会,成立了井场信息传输指导小组(WITS 指导小组),着手改进井场信息传输格式。WITS的一个主要特征是它在提供通信功能方面具有多个层次,当前已定义了5个级别。

级别 0: ASCII格式,具有固定的预定义记录集。

级别 1: 二进制格式。

级别 2: 借助注释记录,增加了有限的双向回话功能。

级别 2b: 增加了缓冲机制。

级别 4: RP 66 格式(自定义格式)。

级别0以ASCII码格式为基础,使用的基本逻辑记录类型是数据记录,级别0到级别2b是以LIS为基础,级别越高表示复杂性和灵活性越高。

在石油勘探过程中,大多情况下使用WITS 0级,它也被称为“井场内部传输”格式,主要是供井场上服务公司之间的数据交换使用。它使用一个简单的、带数据项的ASCII码格式,数据项由其所在预定义记录集内的位置标记。这种特殊方法的目的在于用联机(实时)操作,而不是批处理方式传输数据。发送、接收方采用预先定义好的记录格式。一个WITS 0数据包以一对“&&”表示的字符开始,跟着是一个回车及换行符,以一对“!!”和一个回车及换行符结束。如下列传输会话由包含4个数据项的数据集组成(电导率1的测量深度、电导率1的读数、伽马曲线1的测量深度、伽马曲线1的读数):

```
&&<CR><LF>
```

```
08133561.35<CR><LF>
```

```
0815.97<CR><LF>数据集1
```

08213565.13<CR><LF>

082387.1<CR><LF>

!!<CR><LF>

&&<CR><LF>表示WITS 0 数据包开始,08表示预定义记录中的MWD地层评价,13表示预定义记录08的第13个数据项电导率1的测量井深,3561.35表示电导率1的测量井深,!!<CR><LF>表示WITS 0 数据包结束。它所对应的预定义记录集#8(MWD地层评价)见表1。

表1 WITS 0预定义记录集#8(MWD地层评价)

序号	对象名称	描述	序号	对象名称	描述
1	Well Identifier	井标识	12	Pass Number	仪器下井序号
2	Sidetrack/Hole Sect No	井眼标识	13	Depth Resis 1 sensor (meas)	电导率1(测量深)
3	Record Identifier	记录号	14	Depth Resis 1 sensor (vert)	电导率1(垂深)
4	Sequence Identifier	序列号	15	Resis 1 reading	电导率1读数
5	Date	日期	16	Resis 1 (borehole corr)	电导率1(裸眼矫正)
6	Time	时间	17	Depth Resis 2 sensor (meas)	电导率2(测量深)
7	Activity Code	钻井活动代码	18	Depth Resis 2 sensor (vert)	电导率2(垂深)
8	Depth Hole (meas)	井深(测量)	19	Resis 2 reading	电导率2读数
9	Depth Hole (vert)	井深(垂深)	20	Resis 2 (borehole corr)	电导率2(裸眼矫正)
10	Depth Bit (meas)	钻头位置(测量)	21	Depth G.Ray 1 sensor(meas)	伽马射线1(测量深)
11	Depth Bit (vert)	钻头位置(垂深)

WITS 0 的预定义记录集一共有25个,具体细节请参阅标准文档。

2.2 WITSML标准

2.2.1 WITSML的技术架构

WITS是20世纪80年代中期开始实施的一个工业标准,在当时起到了很大的作用,经过长期应用发现有以下5方面缺陷:

- (1)MWD数据记录陈旧,在钻杆数和套管方面存在限制。
- (2)在处理不同单位时缺乏弹性,在处理静态井信息时有限制。
- (3)由于二进制数据格式的使用,不能跨平台。
- (4)WITS具有有限的数据对象,记录虽可以扩展,但不能自描述。
- (5)双向传输能力有限,没有标准的程序接口。

近年来,Internet的迅猛发展使其成为全球信息传递与共享的巨大的资源库,建立了越来越多的网络环境下的Web应用系统。然而这些应用系统可能分布在不同的地理位置,使用不同的数据组织形式和操作系统平台,加上应用不同所造成的数据不一致性,将这些高度分散的数据集中起来充分利用成为亟需解决的问题。人们提出一种新的利用网络进行应用集成的解决方案——Web Service。Web Service为构造分布式、应用程序模块化和面向服务的应用集成。XML可扩展的标记语言是Web Service平台中表示数据的基本格式。除了易于建立和分析外,XML的主要优点在于它与平台和厂商无关。因此,2000年在一个特殊的集团(SIG)管理下,一些石油组织汇集了来自众多成员公司和组织专家的意见,在WITS标准的基础上引入XML技术,这就是WITSML^[3,4,5,6,7,8,9,10]。

简单来说WITSML等于WITS+XML,其中WITS就是前面所描述的井场数据传输标准,XML是可扩展标记语言,是一种以ASCII格式自描述的Web服务消息传输标准。

WITSML早期有4个版本:V 1.0于2001年由第一个原型规范产生,由Seminar在德克萨斯Austin发布;V 1.1在2002年对最小模型进行了改变,增加了服务能力支持;V 1.2在2003年发布了第一个可使用的版本;V 1.3.0则在2005年增强了数据模型限制,从数据模型中衍生了Web服务规范。

WITSML早期技术架构基于Web和W3C标准,适合广域网络和局域网,引入XML数据格式与平台和语言无关,采用SOAP面向服务应用程序接口,并用微软的Virsuual Basic开发了API原型。

WITSML早期的成果只有数据对象和目录的定义、WITSML示例文件、WITSML验证工具、WITSML 数据文件读写代码示例,标准并没有得到广泛应用。WITSML从V 1.3.1标准开始架构基本稳定,目前的有效版本是V 1.3.1、V 1.4.1和V 2.0(V 2.0目前还没有见到正式的产品应用)。WITSML标准包括2个独立的版本:数据模型和应用程序接口(API)。数据模型与早期的WITS预定义记录集相对应,应用程序接口描述了应用软件在进行数据模型读取、存储操作时所遵循的操作规范。

2.2.2 数据模型

数据模型即WITSML数据对象,是与钻井相关的数据项的逻辑表达和组织。例如:一个钻机数据对象包含钻机的所有者、类型和制造商。完整的数据模型如图1所示。

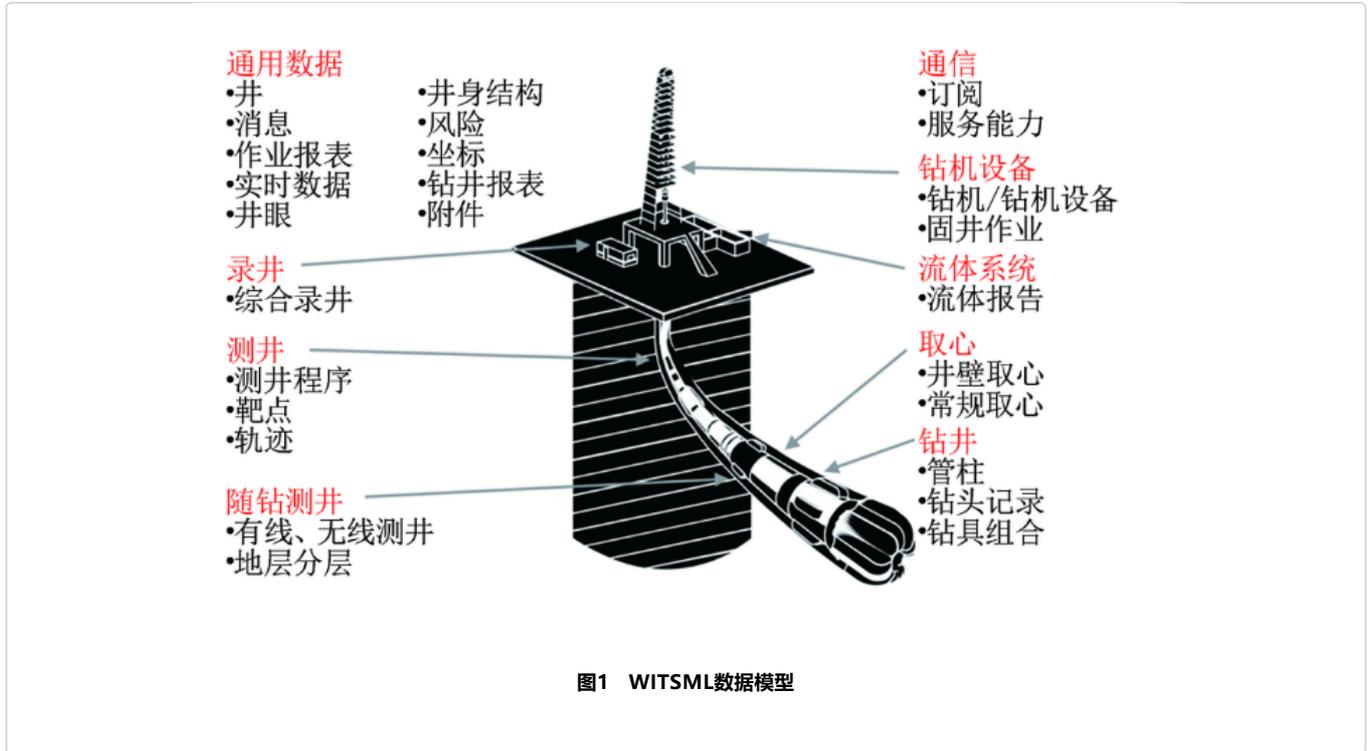


图1 WITSML数据模型

本文所描述数据对象不是一般面向对象编程中所述的对象(方法、属性、事件),而是一个实体(如图1中的井、井眼)或过程(测井)的描述。每一个逻辑数据对象都将根据WITSML数据模型的规定表示为物理XML文件,用于进行系统或软件间的交换。WITSML对象存储在XML文件中,文件扩展名为“.xml”,每个数据文件中描述的对象结构都有相应的“.xsd”文件作为约束。

V 1.3.1标准描述24个对象(数据模型),如表2所示。

表2 WITSML V 1.3.1 描述的数据对象

对象名称	含义	对象名称	含义	对象名称	含义
bhaRun	井下钻具运行	message	消息	target	靶心
cementJob	固井	mudLog	泥浆录井	trajectory	轨迹
convCore	钻井取心	opsReport	油公司报告	trajectoryStation	轨迹控制点
dtsInstalledSystem	分布式温度测量安装系统	realtime	工程实时数据	tubular	钻具组合
dtsMeasurement	分布式分布测量参数	rig	钻机	wbGeometry	井身结构
fluidsReport	钻井液报告	risk	风险	well	井
formationMarker	地层分层	sidewallCore	井壁取心	wellbore	井眼
Log	钻井工程参数	surveyProgram	定向测井序列	wellLog	测井

V 1.4.1标准中包含27个对象,与V 1.3.1相比较,由于分布式光纤测温业务应用比较少,与其他业务关联性不大,与其相关对象dtsInstalledSystem、dtsMeasurement被删除;由于Web Service技术不适合实时传输,realtime也被删除;wellLog对象与Log对象结构类似,所以将wellLog对象合并到Log中。

另外 V 1.4.1 标准还删除了 trajectoryStation 对象,增加了 attachment、changeLog、coordinateReferenceSystem、drillReport、objectGroup 等7个对象。

与 V 1.4.1 相比较,V 2.0 删除了 changeLog、convCore、coordinateReferenceSystem、formationMarker(由 WellboreMarker 和 WellboreMarkerSet 代替)、message、mudLog(由 MudLogReport 代替)、objectGroup、sidewallCore 对象,同时增加了 DepthRegImage、WellboreGeometry、WellboreGeology、MudLogReport、WellboreMarkers、WellCompletion、WellboreCompletion、DownholeComponent、WellCMLedger、WitsmlCommon 对象。

2.2.3 应用程序接口

应用程序接口(API)描述了客户端与服务端进行数据传输时的互操作规范,WITSML 1.X 版本对应的 API 都是基于 SOAP 简单对象访问协议,从 V 2.0 版本开始采用全新的基于 WebSocket 的 ETP(Energistics Transport Protocol)协议。

(1)基于 SOAP 简单对象访问协议接口:WITSML 应用程序接口,即存储接口,描述了在不同的系统之间传输 WITSML 数据对象的标准化方式,数据传输通过 HTTP/S 协议完成,存储接口协议与平台无关,并且遵从 SOAP 1.1。

接口分为客户端和服务端两方面,客户端软件用于解释怎样使用 WITSML 数据模型与 WITSML 服务器互动。服务端存储接口为客户端应用程序提供与 WITSML 服务器交互的能力,包括4类功能:添加 WITSML 数据到服务器(WMLS_AddToStore);更新服务器上已经存在的 WITSML 数据对象(WMLS_UpdateInStore);删除服务器上已经存在的 WITSML 数据对象(WMLS_DeleteFromStore);从服务器获得一个或多个 WITSML 数据对象(WMLS_GetFromStore)。

WITSML 互操作规范描述了数据如何表示以及数据如何传输,规范中包含的关键 API 组件还包括 XML 模板(客户端与服务端进行交互时用到的接口文件)、WSDL 文件(服务端与客户端的约束文档)、WMLS_GetVersion(检索支持的数据模式版本)、WMLS_GetCap(获取服务器的功能对象)、WMLS_GetBaseMsg(获得返回值固定的“基本”描述)。

(2)基于 ETP 协议的接口^[11]:从 V 2.0 开始,WITSML 采用能源领域标准的通用技术架构 CTA(Energistics Common Technical Architecture)中的传输协议 ETP(Energistics Transport Protocol)进行数据交换。新的协议代替了 Web 服务,是一个更高效、更容易实现的 TCP/IP 0 级替代方案。ETP 作为 WITSML V 2.0 的底层协议,定义了一个发布/订阅机制进行实时数据传输。这样数据接收者就不必对数据进行轮询,即可及时获得新的数据,除了实时数据传输,还具有数据发现和历史数据查询等功能。

WITSML V 2.0 数据交互有3种方式:数据流方式,采用 Energistics 传输协议(ETP),实现 WITSML 数据对象的流化;客户、服务器方式,WITSML 服务器存储数据,由 WITSML 支持的客户端应用程序访问;静态传输方式,类似简单地给某人发一封带有 WITSML 文档的电子邮件。

表3列出了 WITSML V 2.0 中使用的 ETP 协议,及协议的细节。WITSML V 2.0 所采用的 ETP 协议与 WITSML 1.X 版本中描述的 API 接口有很大区别。表4展示了 SOAP API 接口函数映射到 ETP 协议时执行相同或类似任务的对比情况。

表3 WITSML V 2.0 中使用的 ETP 协议

协议号和名称	描述
协议0: Core	创建和管理 ETP 会话
协议1: ChannelStreaming	定义一组用于交换面向信道的数据消息,其中通道是单个数据点的时间或深度序列
协议3: Discovery	使用 RESTful (representational state transfer) 方法使存储客户能够枚举和理解数据对象存储的内容
协议4: Store	用于在存储中对数据对象执行 CRUD 操作(创建、检索、更新和删除)
协议5: StoreNotification	用于允许存储客户以事件驱动的方式接收存储中数据对象的更改通知
协议6: GrowingObject	用于管理基于索引的数据对象不断增长的部分(如时间和深度),但不适用于协议1

表4 WITSML 1.X API 与 WITSML V 2.0 API 比较

SOAP API 接口函数(WITSML 1.X)		ETP 协议(WITSML V 2.0)	
名称	描述	名称	描述
GetVersion	检索服务器支持的 WITSML 版本	Core	请求支持特定版本的特定协议,以

SOAP API接口函数(WITSML 1.X)		ETP 协议(WITSML V 2.0)	
名称	描述	名称	描述
GetCap	检索服务器支持的API接口	Core	及支持哪些MLS、版本和数据对象
GetBaseMsg	查询基本信息	无	
GetFromStore (child objects)	查询井号	Discovery	发送调用GetResource的消息
GetFromStore (single object)	从服务器获得一个或更多的已存在的WITSML数据对象	Store	发送调用GetObject的消息
AddToStore	添加WITSML数据对象到服务器	Store	发送调用PutObject的消息
UpdateInStore	更新服务器上的WITSML数据对象	Store	发送调用PutObject的消息
DeleteFromStore	删除服务器上的WITSML数据对象	Store	发送调用DeleteObject的消息

3 标准的应用

LAS标准使用过程比较简单,大多数情况下是从磁盘中将测井数据转换成LAS标准格式的数据文件,拷贝或者邮件发送到个人计算机,应用程序再从个人计算机加载到程序中,进行数据分析。

WITS标准在大多数情况下是由综合录井或随钻仪实时采集数据,通过串口或网口发送给第三方应用,第三方软件接收来自综合录井仪或随钻仪的数据,进行实时展示或分析。此外,地质描述数据也可以转换成WITS 0格式的数据发送给第三方,一般来说这种应用是非实时的。

在国际上WITSML应用场景如图2所示,数据采集系统将传感器数据采集完成后,调用服务器AddToStore方法将数据存储到井场WITSML数据库中,井场应用软件再通过WITSML服务器的GetFromStore进行数据访问。在建有区域中心的情况下,井场数据要传输到远程的区域中心,再按WITSML标准进行数据发布应用。

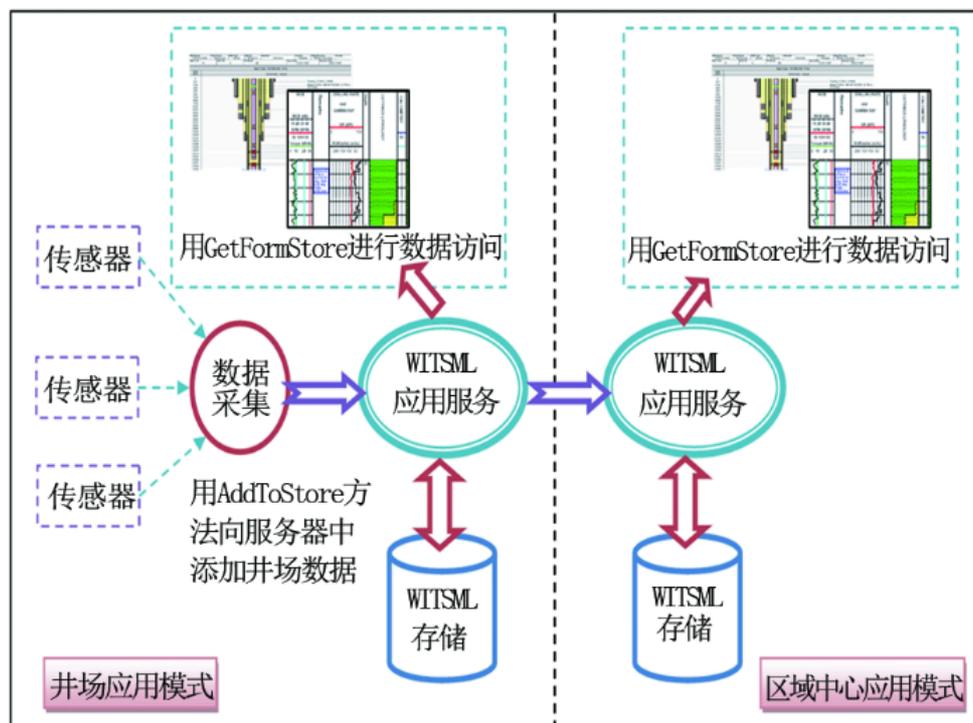


图2 WITSML国际应用场景图

国内由于少有应用软件满足WITSML标准,中法渤海地质服务有限公司在对外服务过程中,积累了一些应用经验,其应用场景如图3所示。应用软件使用WITS标准进行数据处理与展示,为满足国外应用软件需要,将WITS标准数据转换成WITSML标准数据。国外应用软件(OpenWorks、Paradigm、Geoframe等系统)用WITSML标准访问WITSML服务进行后期处理。为了验证软件产品是否符合WITSML标准,Energistics开发了用于测试供应商产品的应用软件,当前认证只支持WITSML V 1.3.1、V 1.4.1版本。目前,通过V 1.3.1认证的公司有19个、产品有29个,通过V 1.4.1认证的公司有10个、产品有11个。

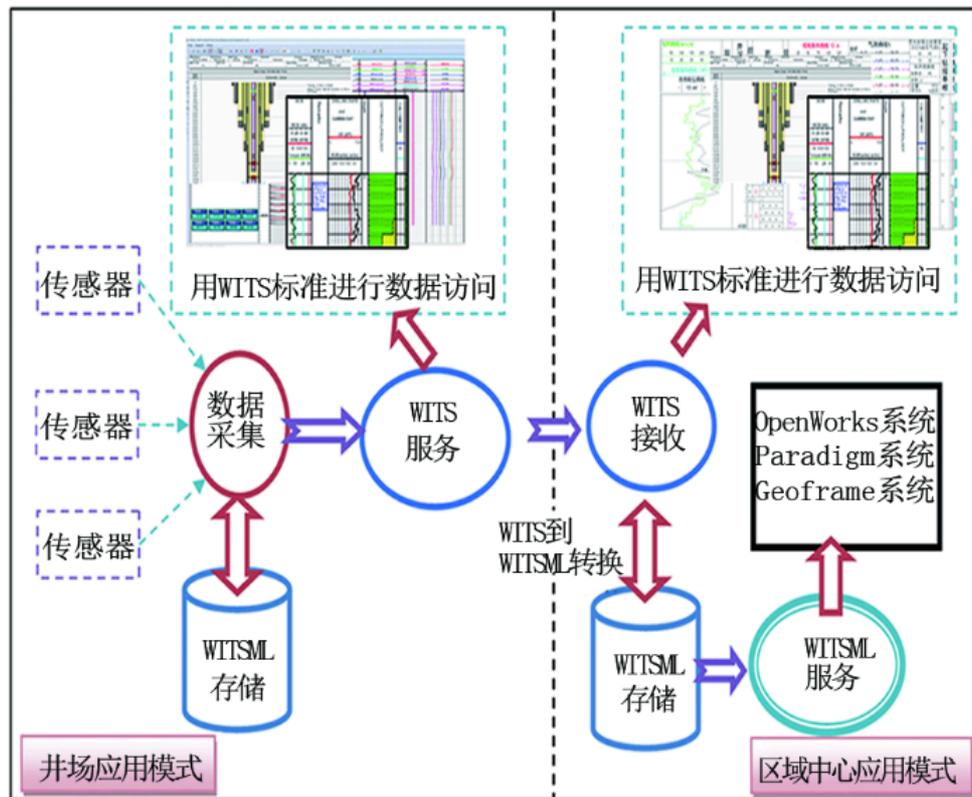


图3 WITSML国内应用场景图

4 结束语

通过对井场数据传输标准的分析,了解到WITSML不止是简单的数据标准,它还包含了应用程序接口。目前,国内石油企业对WITSML的理解和应用相对滞后。随着石油勘探服务国际化步伐的加快,WITSML作为石油行业数据传输共享标准,其应用日益重要。井场数据采集系统要支持对WITSML应用服务器的访问,需要对采集应用软件

进行相应的改造以支持这种访问,同时需要数据服务软件采用符合WITSML标准的数据服务中间件。另外,WITSML标准也在不断完善,为真正实现WITSML的生产应用,仍需要做大量的工作。

The authors have declared that no competing interests exist.

参考文献

- [1] C.Struyk.
测井资料软盘记录标准LAS 2.0 版的新特点
[J]. 测井技术信息,1994,7(1):34-35.
[本文引用: 1]
- [2] 苗彩虹.
基于WITS协议的通用井场实时数据传输系统设计与开发
[J]. 石油工业计算机应用,2014,22(1):11-13.
[本文引用: 1]
- [3] Energistics. WITSML v1.4.1.1 schemas[EB/OL].[2011-09-23].
URL (<https://www.energistics.org/download-standards>) [本文引用: 1]
- [4] Energistics. WITSML v1.4.1.1 API [EB/OL].[2011-09-23].
URL (<https://www.energistics.org/download-standards>) [本文引用: 1]
- [5] 任中飞,钟宝荣.
WITSML标准及其应用
[J]. 石油工业计算机应用,2012,20(1):9-11.
[本文引用: 1]

-
- [6] 刘波,苗采虹,王国瓦,等.
WITSML数据模式分析及应用
[J]. 录井工程,2014,25(3):78-81.
[本文引用: 1]
-
- [7] 宁刚,张宁生,刘茜,等.
基于WITSML的钻井数据文档设计实现
[J]. 计算机技术与发展,2005,15(3):122-124.
[本文引用: 1]
-
- [8] 郭永峰,潘河杰.
井场信息传输标准整合语言
[J]. 录井工程,2004,15(1):31-33,49.
[本文引用: 1]
-
- [9] 杨传书,赵金海,张克坚.
新版WITSML井场数据交换标准特征及应用分析
[J]. 石油工业技术监督, 2011,27(12):37-40.
[本文引用: 1]
-
- [10] 梁莹,杨培叠,张腾,等.
一种WITSML标准数据解析方法研究及应用
[J]. 石油工业计算机应用,2016,24(2):20-21.
[本文引用: 1]
-
- [11] Energistics. WITSML v2.0 schemas (use with ETP v1.1)[EB/OL].[2017-10-16].
URL (<https://www.energistics.org/download-standards>.) [本文引用: 1]
-



(<https://xyt.xcc.cn/getpcInfo?sn=1661281416865845248&language=CN&certType=8&url=www.ljgzzz.com>)

津ICP备2022007892号-1 (<https://beian.miit.gov.cn>)

版权所有 © 《录井工程》编辑部

地址: 天津市大港油田三号院

邮编: 214126

电话: (022)25921389,25978857,25921393,25921391

E-mail: ljgc@cnpc.com.cn; ljjs@cnpc.com.cn

技术支持: 北京玛格泰克科技发展有限公司 (<https://www.magtech.com.cn/>)