完井数据对象应用指南

适用于 WITSML V1.4.1 和 PRODML V1.3

WITSML 概览	井场信息传输标准标记语言（ WITSML ），包含了 XML 数据对象的定义和 Web 服务规范，用于促进作业方和服务公司之间无缝的实时数据传送，加快和提高公司决策。
版本	**1.0**
简述	本指南描述了完井数据对象的概况，它以标准的方式来描述完井，使得数据准确，可靠，一致地从一个软件应用程序被转移到另一个。完井数据对象作为正式 WITSML 规范的一部分，也可用于与其它能源流规范如 PRODML 和 RESQML 。
编排	能源流和完井数据工作组
发表日期	2013-8-9
文档类型	应用指南
关键词	标准，能源，数据，信息，程序，完井，钻井，生产

文档信息	
版本	1.0
英文版时间	2013 年 8 月 9 日
中文版时间	2016 年 1 月 25 日
语言	中文

致谢

感谢 WITSML， PRODML 和 RESQML 特别兴趣小组成员联手开发完井数据对象。特别是以下公司成员的努力：Chevron, Weatherford, Peleton, Schlumberger, Paradigm, ExxonMobil, and BP

感谢能源流亚太区域中文翻译组成员的翻译，他们是：张宏玲，郭怀玉，纪晓东，赵亦朋。

使用，知识产权，版权

本文档描述的资料由能源流 Energistics 开发并持有知识产权。能源流的资料是开放而且公开的，所以这些资料可被任何人使用。

对本文档资料的使用取决于能源流知识产权政策和产品许可协议，这两份文件均可在以下能源流网站查到 http://www.energistics.org/legal-policies.

所有能源流的出版资料均免费使用。任何人都可以复制和分发这些资料但必须注明来源于能源流。任何人不得以任何方式限制能源流资料的使用和传播。

商标权

Energistics™, POSC®, Epicentre®, WITSML™, PRODML™, Upstream Standards. Bottom Line Results.™, The Energy Standards Resource Centre™ 及图标均为能源流的注册商标 。

修订历史			
版本	日期	内容	作者
1.0	2013 年 8 月 9 日	修正设备属性/加载文件说明，阐述工作原理。	Laurence Ormerod 和完井工作组

目录

执行摘要 4

1 介绍 5

1.1 业务案例 5

1.1.1 业务驱动和利益 5

1.2 范围和应用案例 6

1.3 读者和本文档的目标 6

1.3.1 读者 6

1.3.2 目标 6

1.4 应用完井数据对象的资源 7

对 WITSML 或者 PRODML 不熟悉？ 7

1.5 背景和发展历程 7

1.6 未来计划 8

2. 关键概念和应用案例概述 9

2.1 用例及相关概念 9

2.1.1 快照用例 (Snapshot) 9

2.1.2 变更日志用例 (Change Log) 10

2.1.3 累积历史（Cumulative History） 11

2.1.4 作业、事件和服务公司数据 12

2.2 数据对象组织 13

2.2.1 井下设备（Downhole Component） 14

2.2.2 井的施工和维修台帐（事件台帐）（WellCMLedager /Event Ledger） 18

2.2.3 完井（WellCompletion） 19

2.2.4 井眼完井（WellboreCompletion） 19

2.2.5 从油藏到井口的流道 (FlowPath) 19

2.3 在完井应用中“井”和“井眼”概念的角色 21

3. 代码示例：用例 23

3.1 用例 1：快照 (Snapshot) 23

3.1.1 井下管柱(DownholeComponent)作为容器数据对象 24

3.1.2 井下设备(downholeComponent)子对象设备的实现 26

3.1.3 设备事件历史（EquipmentEventHistory）的使用 26

3.1.4 裸眼井筒管柱组(BoreholeStringSet) 27

3.1.5 井眼管柱(BoreholeString) 28

3.1.6 井下管柱组（DownholeStringSet） 30

3.1.7 井口（WellHead ） 32

3.1.8 射孔组（Perforation Set） 35

3.2 应用实例 2：变更日志（Change Log）z 36

3.2.1 使用井的施工和维修台帐的基本事件 38

3.2.2 通过引用的下井设备的完井部件 39
3.2.3 使用事件扩展元素增加更多的“作业”详情 40
3.2.4 使用参与者元素增加更多的“作业”详情 42
3.2.5 使用扩展名值增加更多的“作业”详情 42
3.3 用例 3：累计历史（Cumulative History） 42
4. 代码示例：常用设备， 情景和事件 45
4.1 流体（井/井眼 完井和油藏接触面） 45
4.1.1 射孔到地层的物理性质 45
4.1.2 射孔井眼和设备的身份 46
4.1.3 与射孔有关的服务信息 46
4.1.4 孔或眼 47
4.1.5 裸眼完井 48
4.1.6 砾石充填完井 48
4.1.7 从井和井眼完井到物理接触面的连接 48
关于流体状态（井/井眼完井和接触面） 49
4.2 砾石充填总成 50
4.2.1 流体通过砾石充填段 52
4.3 封隔器 52
4.3.1 情境 1： 油管作封封隔器 53
4.3.2 情境 II: 电线封隔器 55
4.3.3 情境 III: 双管封隔器，油管做封在上部管柱串 56
4.3.4 情境 IV: 井下封隔器和盲管 57
4.3.5 情境 V: 下部有尾管的封隔器和分离的油管和油管串 58
4.3.6 情境 VI: 套管里的独立筛管 60
4.3.7 情境 VII: 桥塞/封隔器堵塞 61
4.4 原生和派生的“工作”和事件 61
4.4.1 母事件 62
4.4.2 子事件 62
4.5 录入文件的附加属性 62
4.5.1 录入文件属性的应用。 63
4.5.2 延伸性 Extensibility 64
附录 A. 设备类型和属性 65

Completion 数据对象用于描述井内完井设备的数据交换。它采用 XML 数据对象结构，也是 WITSML 数据交换标准的内容之一。它包括：

- 硬件设备的物理描述；
- 操作（或“事件”），即某种硬件设备被安装到井内或者从井内拆除。

应用这些信息，如下高级别的应用实例可被支持：

- “快照”(Snapshot”)：在某一给定时刻的完井设备
- “更改日志(”ChangeLog”)：任何两个时间点之间改变完井的事件；
- “累积历史”(Cumulative History)：在井的生命周期内所发生的所有变化，包括完井设备和事件。

对于设备和事件的补充，完井数据对象还支持对全井级的流体数据报告：井和井眼内的流体以及流体如何通过设备连接，例如储层的射孔。该对象也支持复杂多分支井建模，例如双完井，管柱砾石完井，ESP 或抽油机完井。

好处：通过消除手工处理，如从电子表格导入导出数据，重录数据到数据库或应用纸张记录，可以有效的提高数据质量和可靠性。自动化的，可靠的数据交换将有效提升井作业和设计的效率和安全。

本文档将逐步向读者介绍完井数据对象：

- 第一章概述，描述业务案例和本规范的范围。
- 第二章介绍关键概念和主要应用模式。
- 第三章提供每个关键应用实例的 XML 代码实例。
- 第四章提供已经广泛使用的设备、情景和事件的 XML 代码实例。

完井数据对象使用了 XML 规范，对完井作业的整个历史进行描述。通过标准化的描述，完井数据可以在不同的应用软件中进行准确、可靠、一致地数据交换，这些应用软件一般用于在井的生命周期内各种完井的设计、管理和记录工作。

完井数据对象作为能源流 WITSML 数据交换标准（定义井）的一部分，也可被用于与 PRODML（开发）和 RESQML（地球模型/油藏）数据交换规范协同工作。注意：一些特定的生产和油藏领域的需求并没有涵盖在此版本中，但是预计将在后续的版本中加入。

此应用指南描述了完井数据对象的业务案例和价值，也提供了隐含的关键概念，随后介绍了有关如何使用和实施该规范的细节和例子。

1.1 业务案例

纵观一口井的生命周期，完井结构往往会被修改很多次，这一过程会涉及到作业方和服务公司操作所有权的变化，包括钻井和完井，生产作业和修井队伍之间。每次执行完井作业，接手项目组需要掌握当前的结构信息，这对于安全高效的完成修井作业是非常重要的。

一个关键假设（根据经验）是钻井和作业单位使用来自不同开发商的应用软件。应用这些不同的系统，在不同作业方之间传递完井数据就成了一个人工处理过程，包括格式转换，甚至在有些案例中要向新系统中重新输入所有的数据。这些手工数据转换过程效率低下并且带来了出错的可能性，还会危及安全和进度。

1.1.1 业务驱动和利益

建立完井数据对象的目标，是确保完井数据从一个应用软件准确、可靠并一致的传递到另一个应用软件。开发这个数据对象的驱动包括：

- 消除多种数据录入需求（当在不同系统中传输数据时），因此可以提高准确性，节省时间。
- 提高数据的一致性，准确性和数据质量。
- 提高安全性。了解已完成的作业将有助于改善后续作业。
- 快速的访问所需要的数据。
- 改善作业计划和进度（通过快速访问高质量的数据和消除手工重录数据）。
- 降低对于纸质或电子表格文件的依赖。

1.2 范围和应用案例

本版本完井数据对象的范围包括所有完井设备，从最下端与储层连通的工具，上到油管头和悬挂器，并与如下文档联合使用：

- 本指南中定义的应用案例。
- WITSML v1.4.1 和 PRODML V1.3

完井数据对象可被用于在应用软件和数据库之间传输和交换数据，比如以下高级别的工作流：

- 钻井和初始完井设备的安装。
- 从钻井到生产的交接。
- 工程软件之间的数据传输。
- 贯穿整个资产周期的井服务（包括同其它 WITSML 或类似数据对象的连接，例如钻井、固井、压裂或者其它业已支持的作业类型）

当前版本提出的三个应用案例支持包含如下的工作流（有关应用案例的详情，请参照第 9 页的 2.1 节，代码实例请参照第 3 章）：

- 基于一个时间点的完井快照(Snapshot)，它将支持“当前是什么状态”的需求，可用来开发一个完井简图，或者执行用以解决一个新的生产问题的节点分析。
- 在两个时间点之间完井变化的变更日志。如果资产团队在做长期分析，他们可能希望检查具体时间段内的油井生产动态，和这些完井变化对于生产动态的影响。该案例还支持油井服务商向作业方提供电子版的服务作业（例如，在 A 和 B 两个时间点间，服务公司进行了如下作业…）。
- 累计历史：包含完井周期的所有数据。一个与多家服务公司合作或者购买了新资产的作业者，需要对多个数据库进行同步，并需要一口井完井作业的全部历史信息。如果所有这些数据能够恢复，应允许你创建上述的两个案例。

1.3 读者和本文档的目标

1.3.1 读者

领域内/业务专业人士或经理。前两章提供了有关商业价值、利益和核心概念等高级别的信息。

IT 专业人士。专门针对如下 IT 人员，例如软件开人员和产品架构师，他们可能开发支持 WITSML 或 PRODML 的产品，需要了解一些关于完井数据对象如何工作的细节。

1.3.2 目标

本指南被用于：

- 概述完井数据对象，并解释应用它的商业价值和优势。
- 解释数据对象的核心概念，帮助指导如何在应用软件中实现完井数据的传输。
- 提供使用案例和代码实例，帮助开发者实施完井数据对象。

1.4 应用完井数据对象的资源

完井数据对象的发布包含在如下文件中，所有文件可以在能源流网站下载的压缩文件中找到：

- 应用指南（本文件）。
- PowerPoint 文件（WITSML-PRODML Completion Data-object Overview FINAL.pptx），该文件提供了完井数据对象目标、使用案例和高级别概念的简要概述。
- 完井数据对象结构。这个结构包含了所有的元素定义。
- 实例文件。下载的完井数据对象包含实例 XML 文件，可以作为基础使用，也可以修改创建你自己的数据对象。

能源流能够提供的基础帮助，能源流是一个非赢利性组织，不是商业性咨询机构。能源流可以帮助你与能够商业支持的潜在的承包商建立联系。可以通过网站联系能源流：

http://www.energistics.org/contact-us.

注意：要想熟悉能源流的标准，最好办法就是加入我们，成为一个会员企业。PRODML 和 WITSML 特别兴趣小组（SIGs）是一个学习这些标准的很好的途径，并可以参加到进一步的开发。

对 WITSML 或者 PRODML 不熟悉？

此外，如下相关资源对于那些不太熟悉能源流标准的人员有帮助。这些相关规范的最新版本，包括摘要、API 和其它的文档，可访问能源流网站：http://www.energistics.org.

- WITSML，井场信息传输标准标记语言(http://www.energistics.org/drilling-completions-interventions/witsml-standards)
- PRODML(http://www.energistics.org/production/prodml-standards)

1.5 背景和发展历程

完井数据对象的开发工作起始于 Chevron 公司内部的一个项目，是与几家服务/软件公司协同完成的。作为能源流 WITSML、PRODML 和 RESQML 规范的会员和用户，Chevron 认识到在行业内对完井数据进行标准化的必要性，并提议完井数据对象作为能源流的项目。

能源流董事会和三个兴趣小组（WITSML，PRODML 和 RESQML）的成员也认识到这种需求和价值，并在工作中表现出浓厚的兴趣。完井对象工作小组（COWG）随即成立，并与 Chevron 的项目组一同定义需求。

由于 WITSML 规范是基于“井”的，所以 COWG 及其成果--完井数据对象结构--就正式成为 WITSML 的一部分。然而，井眼的完井作业影响着许多与勘探开发价值链相关的工作流程，能源流（同行业一样）也正朝着进一步集成各关键领域的工作流程和规范的方向发展，所以完井数据对象在设计中也考虑了上述要求。

1.6 未来计划

对于完井数据对象未来的计划包括支持其它的应用案例，例如：

- 与井相关的采油树或者地面设备；
- 监视，流体通道的定义，例如，我们报告或者测量中，流体如何通过各个硬件，相关的传感器应安放在哪里？--这在复杂完井作业中尤为重要。
- 优化，包括增加流体流入动态和描述，明确的油藏单元并与垂直举升的动态连接起来。
- 未来“XX Job”数据对象，例如，perfJob, gravelPackJob，这样就可以包含作业的细节（“它是如何完成的”）用来反推完井的变化（“最终的结果怎样”）

2. 关键概念和应用案例概述

本章介绍完井数据对象相关的关键概念，并通过应用案例（以下简称“用例”）加以说明。

对于如何实现这些用例的 XML 样本细节，请参见第 23 页第 3 章。

2.1 用例及相关概念

当前版本的完井数据对象用于处理以下这些用例：

- “快照(Snapshot)” ：完井的瞬时状态
- “变更记录(changlog)”：事件的变更记录，捕捉完井两个时刻间的变化
- “累积历史(Cumulative History)”：整个生命周期的历史积累记录

这些用例相互关联，使系统能够跟踪完井的进展和变化，并在任何时刻传输实际的配置。然而，当使用完井数据对象支持这些用例时，不同应用软件对它们的支持能力可能有所不同。这些概念与 WITSML 的工作方式一致，下图解释如何将它们与实际活动相关联。

注意，当完井硬件已经被明确并精细地建模，现有的数据对象也允许详尽地描述完井作业，对流体流经的完井通道的建模却还很有限。与油藏的关联也建立了模型，这些也与井口装置上的出口（或管道）相关。然而，目前对两者之间的通道还没有明确的描述。

2.1.1 快照用例 (Snapshot)

快照(Snapshot)用例是指给定时间点完井状态的交换数据，描述了用户指定时刻的完井设备构成。从概念上讲，**快照**(Snapshot)对应于一幅完井图（图 1）。然而，**快照**(Snapshot)不包含任何关于设备安装或服务相关的信息。

图 1 快照(Snapshot)用例与完井图相同。

请注意，快照(Snapshot)可以包含流体流经的整个完井通道，模型能够进行有限地描述。与油藏的连通进行了描述，它们被关联到井口装置上的出口（或管道）。然而，目前对两者之间的通道还没有明确的描述。

2.1.2 变更日志用例 (Change Log)

变更日志(Change Log)用例是指在规定时间段内数据的改变。没有变化的组件不包含在交换信息中。这一能力在实现应用程序或数据库不断同步时非常有用。

完井配置改变是通过执行“作业(Job)”，一个单独的完井或作业服务(更多信息请见第 12 页 2.1.4 节)。关于作业(Job) 和由此产生的变化信息是被记录在“事件台帐（eventlog）”之中，被称为“井的施工和维修台帐”（WellCMLedger），其记录作业 (Job) 产生的改变及其结果（如设备的变化）。（关于“井的施工和维修台帐”，更多信息参见第 18 页 2.2.2 小节。）

图 2 显示了一个射孔作业(Job)的实例 (在一口已经下入套管和油管，准备生产的井中)。

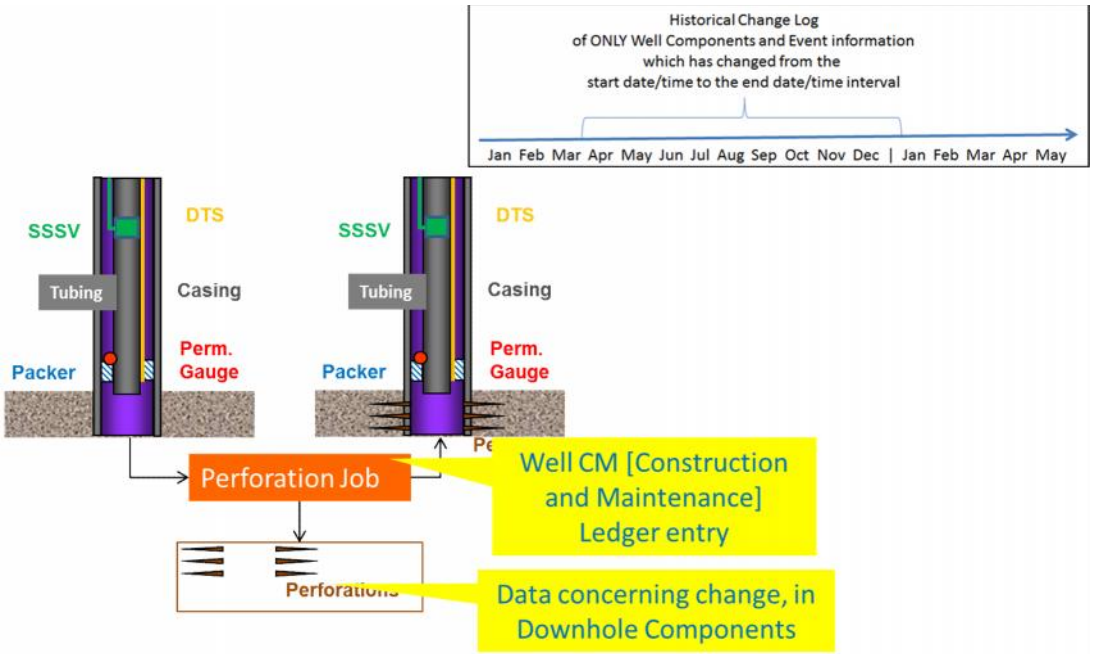


图 2 井的施工和维修台帐单个”作业(Job)“记录的实例。

在这个实例当中，射孔作业(Job)在台账中作为一条记录。记录中包含以下数据：

- 作业(Job)流程：在这个射孔作业的实例当中，作业(Job)数据包含了射孔作业的公司、时间及设备等。
- 作业结果：与井有关的设备或变化。在此例中，包含射孔的附加信息，也可包含安装、拆除或更换的设备。

在这个实例当中，射孔作业的时间被记录在设备数据对象当中。这样作业之后的**快照**(Snapshot)会显示射孔完成；然后在作业之前的**快照**(Snapshot)不显示射孔。

2.1.3 累积历史（Cumulative History）

累积历史(Cumulative History)用例指整个完井历史数据传送。

上一节所讲的台帐同时也用来确定图 3 所示的所有事件和装备变更（补充、替换和拆除）。

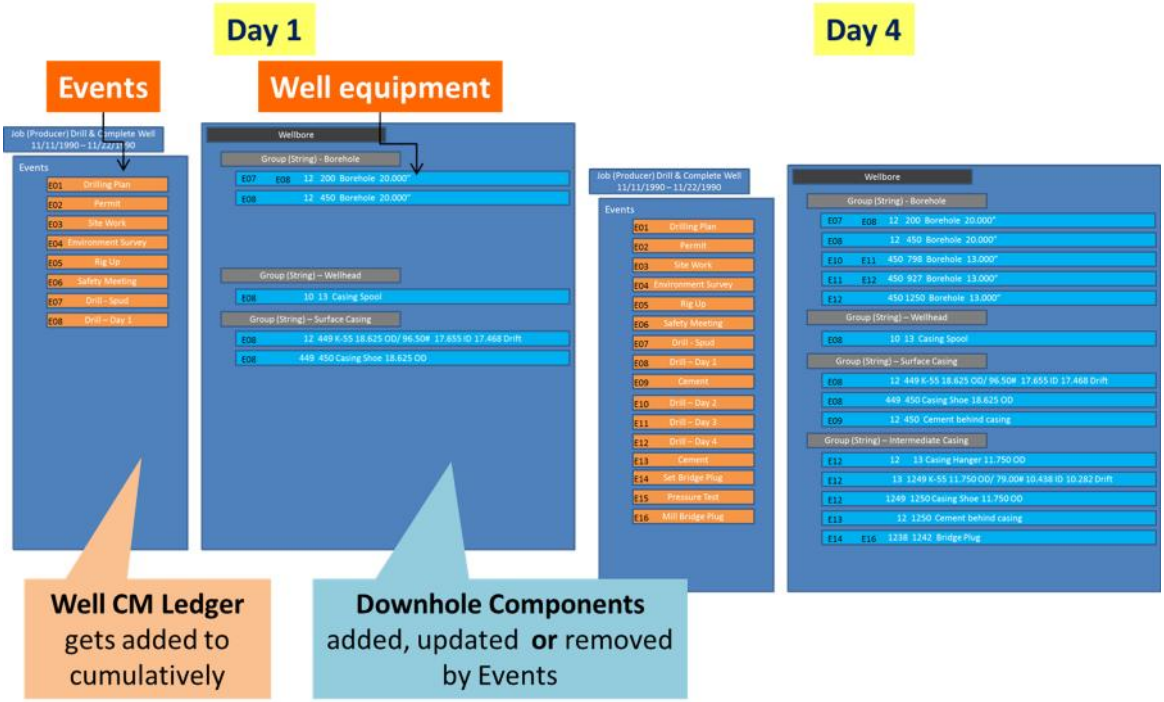


图 3 示例井的累计历史。

如图 3 所示是一口井在钻井和完井作业(Job)中前几天的数据。其中井生命周期内的事件序列号和台账在增长。“井眼装备（wellbore equipment）”是完井操作中的物理安装。这个安装包括井眼本身（也就是在地层中钻的井眼）和安装在其中的硬件（套管、油管等）。注意每条设备记录包含其安装事件的标识（结构中的“Exx”），能够找到每个零件的安装和拆除的细节（包括日期和时间）。当设备的一个部件被拆除时，就会添加第二个标识，其中包含拆除**事件**(Event)。

例如，设备中最后一个部件是用来做套管压力测试的桥塞；它由事件(Event)E14 安装，由事件(Event)E16 拆除。压力测试事件(Event)E15 在安装与钻掉之间。在第 4 天的累积历史(Cumulative History)中，安装和拆除事件(Event)会显示在设备记录里。

同样需要注意的是，在钻井阶段的适当时间内，随着每天的钻井报告成为事件(Event)，将会产生新的设备记录，而每天的井眼设备记录将会被“删除”，被更深的井眼记录取代。这个可以这样看，例如钻井二开从井深 450 开始，事件(Event)E10（“钻井第二日”）钻至井深 798。然后这个井眼数据对象被删除，由钻至 927 井深的井眼事件(Event)E11（“钻井第三日”）代替，最后被钻至 1250 的事件(Event)E12 代替。

快照(Snapshot)用例可以被认为是对一个给定的瞬时事件(Event)点累积历史的查询。

变更记录用例可以被认为是在两个时间点之间累计历史“增量”的查询。

2.1.4 作业(Job)、事件(Event)和服务公司数据

2.1.4.1 作业（job）vs 事件 （event）

在完井中，作业（job）是一个很重要的概念；作业(Job)被认为是一系列完井建立、修改或拆除的工作。

然而，不同公司对于作业(Job)的构成和定义是不同的。图 4 展示的是作业方/生产者到服务公司对有关完井的几个常见工作的例子。

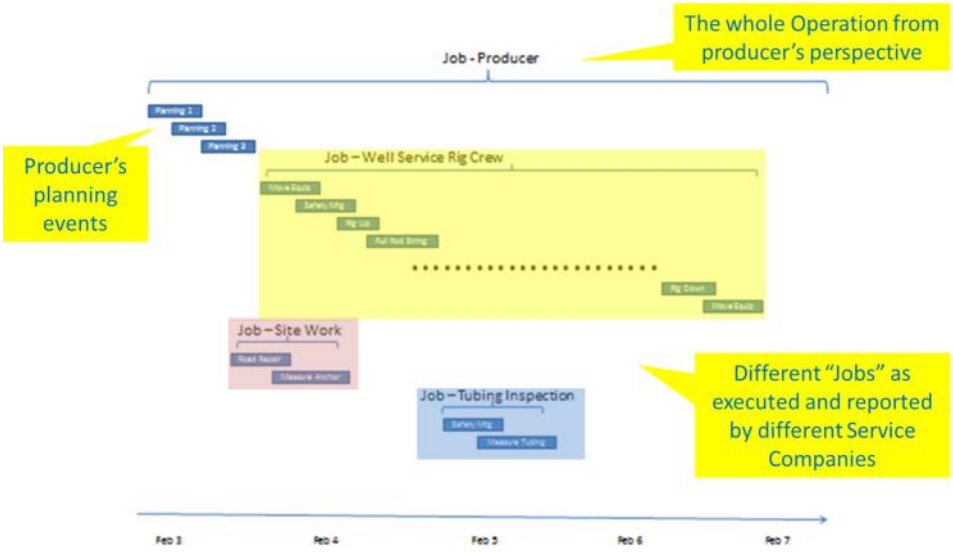


图 4 油公司及服务公司的井服务作业示例。

作业(Job)一词可以被用来定义整个完井范围内的作业(Job)（作业方视角）到整体作业的一部分，例如，井的射孔。典型的作业里面还会包含作业，是嵌套或层级关系。

为避免与行业通用的作业(job)一词混淆，完井数据对象用事件(event)这个术语代替。

2.1.4.2 事件（event）：定义

完井数据对象所涉及的事件(Event)指的是，与完井相关的任何活动或者完井作业范围内的活动。事件(Event)通过井建设维护台帐(Well CM Ledger) （见 18 页 2.2.2 小节）数据对象传输。

要注意的是，事件(Event)中包含的一些活动不会对井眼设备产生物理改变，例如，报告、检查、会议。然而，事件(Event)对完井数据对象的主要意义在于从完井中增加、修改、或移除部件。

为了与工作的嵌套和层级相适应，事件(Event)中可能会嵌套事件(Event)，这需要查找父事件(Event)。因此，像“完井”等事件(Event)没有父事件，但是隶属于完井操作的子事件将会以“完井”作为父事件。

除了包含下面解释的井下数据对象外，任何 WITSML 数据对象均可被引用到事件(Event)中。另外针对一些特定类型的事件(Event)，还可能会引用“事件扩展”（Event Extension）数据对象，例如增产事件(Event)使用 stimJob 数据对象。这些数据对象使用完井数据对象传输，提供事件(Event)的操作细节用于补充完井的变化。在未来，更多的井服务模型将会添加到“ML”系列标准中，使得井史中更大比例的操作细节数据能够在软件与数据库间传输。

2.1.4.3 服务公司数据

完井数据对象有能力让服务公司向业主客户提交他们所做独立作业（事件(Event)）数据记录。图 4 展示的就是这个工作流程，从井生产者（作业者）的角度看，整个的工作/事件(Event)或者完井操作中，可能会有多个服务商，每个服务商承担不同阶段的工作。如图中彩色带所示的一样。这个概念是每个服务商可能需要提供“变化记录”型数据对象，其中包括他们负责的事件(Event)和井下部件。

2.2 数据对象组织

这张表列出并描述最顶层的完井数据对象，其中每个细节将会在下面进行详细阐述。图 5（第 14 页）展示了完井数据对象主要部分的组织结构关系。本节详细阐述了数据对象及其目的和使用。

由于完井数据对象是 WITSML 规范的一部分，所以会使用相同的数据模型（例如，父井、井眼和嵌套管柱等）。

数据对象	父对象	描述
井下组件装置 (downholeComponent)	井（Well）	包含一口井的所有装备。装置组件标识所在井眼。数据对象包括裸眼井眼，井下工具、井下工具的组成及井下工具每部分组件的细节，还有以上各部分工具到储层的联结。
井的施工和维修台帐 (wellCMLedger)	井（Well）和井眼（Wellbore）	包含事件(Event)的详细内容（详见第 12 页 2.1.4.1 小节）。每个事件(Event)有一个指针，指向改变的井下(Event) 事件。在每个事件(Event)中可以引用 UID 井和 UID 井眼，使这个数据对象能代表多井的事件(Event)。
完井 (wellCompletion)	井（Well）	完井数据对象表示完井井眼中的流体（例如从井口闸门）。当有多井眼完井，流体会在井中汇集（多分支井眼完井）。完井代表混合的流体。它可以与商业概念相联系，例如区块、开采权等。
井眼完井（Wellbore Completion）	井（Well），井眼（Wellbore）和完井	每个井眼完井表示从井眼到油藏的流体连接。包含了接触区间，参照井下组件详细的物理连接位置。

	（WellCompletion）	

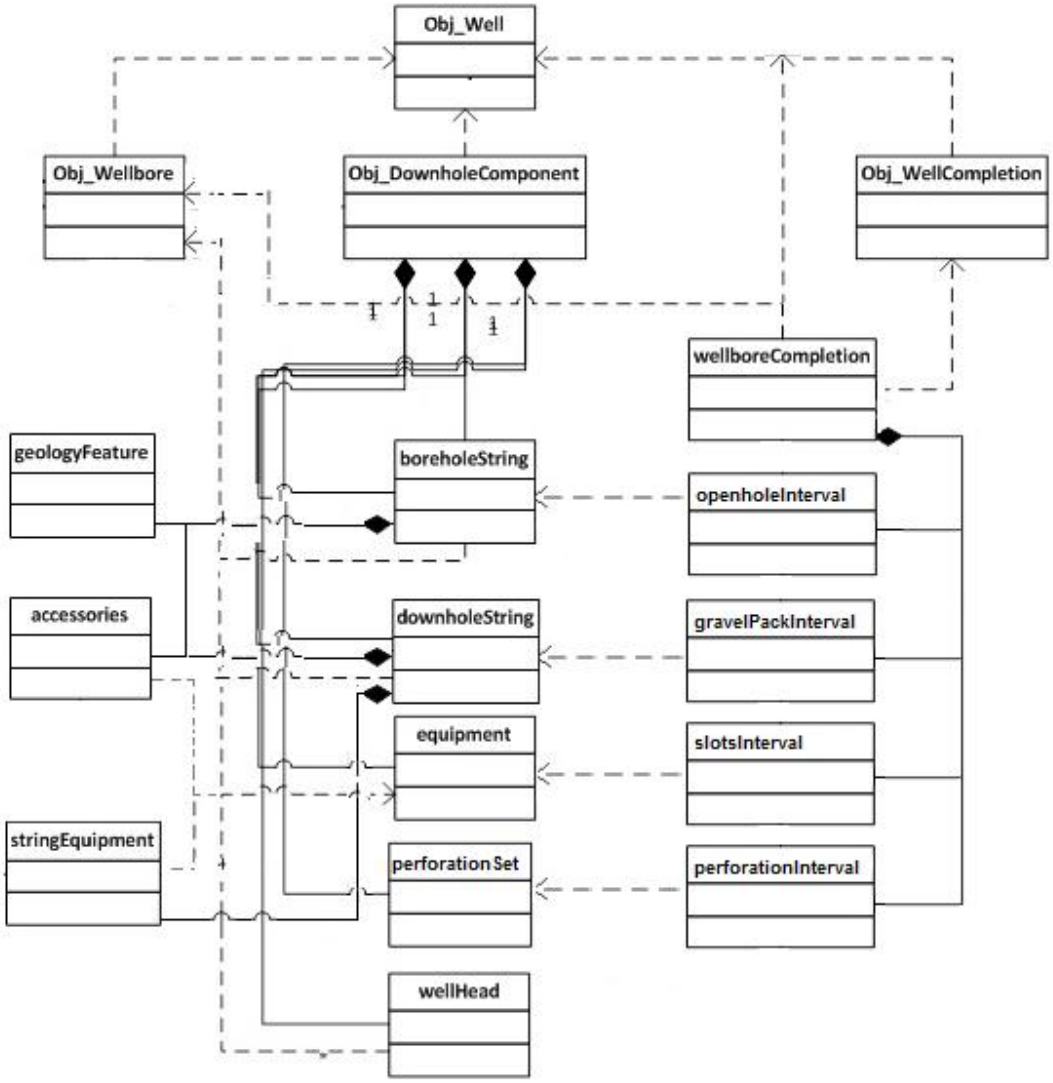


图 5 井、井眼、井下工具和完井关系图解。

2.2.1 井下设备（Downhole Component）

DownholeComponent 数据对象包含所有实际完成的信息和所有的设备数据。这些信息的主要组成部分如图 6 所示。每一个标准的 WITSML API，都能控制多个井下设备数据对象。

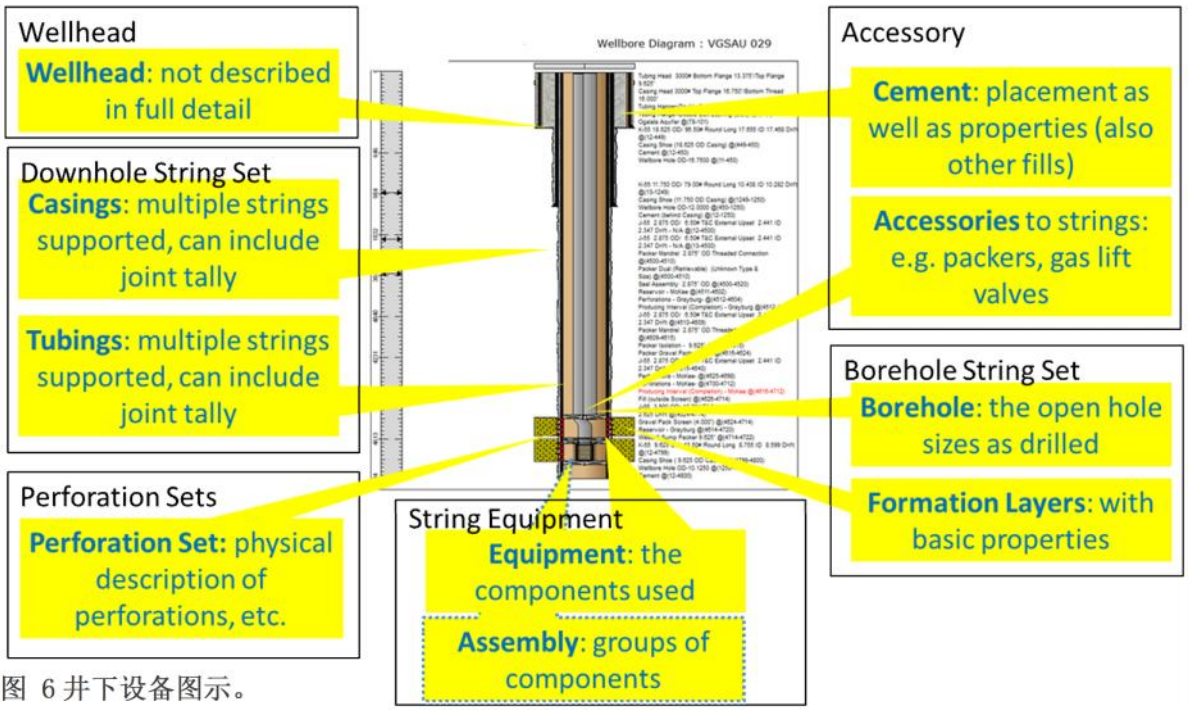


图 6 井下设备图示。

每个井下部件的组成部分（例如套管的每个装置），都含有一个叫 eventinfo 的日期元素。这个 eventinfo 元素代表这个部分开始或者结束的时间，并且它包含时间戳和井的施工维护台账项目入口指针（由此提供事件(Event)和设备之间的联系）。

2.2.1.1 Wellhead(井口)

在这个版本的数据模型里，井口看作是一种井下管柱（细节部分参考 15 页的 2.2.1.3），它包含许多数据但不是详尽的模型。在不久的将来将会有更加详细的井口模型。

2.2.1.2 BoreholeStringSet（裸眼井筒管柱组）

这部分用来描述井眼本身（钻入地层的井眼）和地球相关信息，包括钻完井段，钻穿地层等。

元素	描述
井眼管串 (boreholeString)	用来定义与“井眼”对象对应的被钻的井眼。 只允许连续的不重叠的井段的集合。每个部分包括深度范围，直径，种类
地质特征 (gelogyFeature)	支持水层和储层特征，和其它可记录的参数
附件(accessory)	仪器和设备的附件，不包含裸眼井所描述的。例如水泥和钻屑

2.2.1.3 Downhole String Set（井下管柱组）

这一部分用来描述所有的完井管柱，包括套管，油管和抽油杆。

完井过程可能存在多重管柱并且可能互相嵌套，或在双管完井中平行下入；所有的管柱都包含在一个父井眼中。每一种管柱都是一个设备的集合，可能包含附件或组件。

元素	描述
井下管柱（DownholeString）	只允许有一组管柱。管柱： • 被认为是包含在父井眼中。 • 每一管柱有一个类型（套管、油管或抽油杆）。 • 包括一系列的管柱设备、附件及组件（在下表中会有描述） • 要有安装和拆除日期。
管柱设备(StringEquipment)	每一个管柱由独立的设备机械联结而成，如油管、砾石充填筛管等。stringEquipment 节点用来定义一组构成管柱的装置。 每一个管柱设备包含以下信息： • 类型(type)：定义列表中设备的类型。 • 深度(depth)：测量深度，即设备在管柱中的位置。 • 下部联结(connectionNext)：此设备下部应联结的装置。 • 下入历史标识(Runhistory)：如果该设备被用过，要有下入历史标识。 为了避免数据的重复，通用设备的参数（如直径、型号、材料和偏差）应保存在 Equipment Set 当中。每一个装备应包含一个 Equipment Set 中相应类型的引用（equipmentRefUID）。因此，stringEquipment 包含使用参数，equipmentSet 包含通用参数。更多信息在 Error! Reference source not found.。
附件(Accessory)	一个管柱（string）包含一个或多个附件，它们与管柱相关或是管柱的一部分，但不与管柱机械地联结在一起，如气举阀套。 管柱之间的填充物也是附件。如水泥、砾石或沉沙、落鱼等意外落井物。 附件的组成使用与管柱设备相同的数据对象。它们使用 data-object 来定义附件与装备的相关性： • 布尔型标识“outside string”表明附件是否置于父管柱之外。 • 两个参考属性（“inside component”和“outside component”），指向附件内部或外部的连接装备。 固井管柱的描述： • 字符串 type = casing（管柱类型 = 套管） o 字符串 equipment = casing pipe, casing shoe(管柱装备=套管，套管鞋）等

元素	描述
	o ID = 1 (内径为 1) 之后 • Accessory = cement • outsideString = true • outsideComponent = [using *refContainer*, ID = 1]
组件(Assembly)	组件的概念是指集多个设备作为一个整体。 组件需要满足对不同层次细节描述的需要，它既取决于用户的需求，又与应用软件处理和存储这些细节的能力相关，根据实际需求使用。例如，一个软件（或用户）可能只在乎一个组件代表“一个 ESP”，而另一软件或用户想了解 ESP 的详细组成。在这种情况下，都将所有组成部分都包装在‘ESP’这个组件里并进行数据传输。第一用户个不需要额外的信息，而第二个用户能够了解到所有的组件内部的结构。在组件的属性中，可用的子组件 (in cs_stringEquipment) 同样也是可用在管柱设备属性里，组件可以递归使用。

2.2.1.4 Equipment Set（设备组）

这部分包含了各种类型设备组成的管柱，在组里每个设备都有一个型号（它是什么）以及所有该型号设备的实体共有的属性。管柱设备随后会引用以这些通用的属性（如上所述，见第 15 页，2.2.1.3）

元素	描述
类型 (Type)	一个列于 cs_equipmentCatalog.xsd 结构的枚举列表（设备类型）（当这个文档发表的时候可以看到设备类型的打印列表，见附录 A。设备类型和参数，第 65 页）
设备性能组 (EquipmentPropertyGroup)	设备的共同属性，如制造商、直径、材料等。这些特性适用于所有型号设备，可以在 grp_equipmentProperty.xsd 结构中可以看到。
属性 (Property)	扩展(或“自定义”)这些设备类型的属性。这些性能是个别设备所独有的性能。 这些列在 EquipmentDict.xml 加载文件中，该文件可以在模式集的 ancillary 文件夹中打开。也可以在相同文件夹下面的 EquipmentType.xlsx 表格中找到。 关于设备性能和加载程序的具体内容可以在第 62Error! Bookmark

元素	描述
	not defined.页的 4.5 节看到。通过编辑加载文件来扩展性能列表是可能的。

以下简化的例子展示了如何使用管柱设备(StringComponent)和设备组(EquipmentSet)。

假设在特定深度我们有以下设备：

1. 0-2000 米，下入 3.5 英寸油管
2. 2000-2005 米，下入封隔器。
3. 2005-3000 米，下入 3.5 英寸油管。

从概念上讲，这些信息都可以表示为如下数据对象：

- Downhole Component
  - Downhole String name = “Tubing”
    - String Equipment Set
      1. Tubing 3.5” 0-2,000 meters, install date = abc, 等…equipmentRefUID= A
      2. Packer 2000-2005 meters, install date = abc, 等…equipmentRefUID= B
      3. Tubing 3.5” 2005-3,000 meters, install date = abc, 等…equipmentRefUID= A
  - Equipment Set
    - ID= A, Type = tubing, OD = 3.5”, ID = 3.0”, manufacturer = abc, 等.
    - ID= B, Type = packer, OD = 4.9”, seal kind = xyz, 等.

这种方法的效率是不言而喻的。

2.2.1.5 射孔组（Perforation Sets）

这部分包含有井下设备（Downhole Components）的射孔信息，每组都包含与其相关的**井下管柱（DownholeString）**、裸井井筒管柱（boreholeString）的标记，并给出了射孔的细节。参考 2.2.5 小节找到怎样合适的描述流体路线。

2.2.2 井的施工和维修台帐（事件台帐）（WellCMLedager /Event Ledger）

事件台帐(EventLedger)：每次和井有关的活动都记录在台账中(“事件”定义参见第 12 页 2.1.4.2)，被命名为“井的施工和维修台帐”。

记录的信息追踪所有事件的历史和来自完井的全部历史，包括在第二章提到的油管。单一事件组成数据对象(井的施工和维修台帐)，每个事件包含这些信息：

信息	描述
标识(Identities)	井和井眼的名字，事件名字等
事件详情(Event details)	关于事件操作的更加详细的信息，例如深度、类型、次数、持续时间等
完井设备标识	引用到井下管柱（DownholeString）（第 15 页 2.2.1.3）和使用

信息	描述
(Completion equipment reference)	的管柱设备部件
操作和管理信息 (Operational and management information)	业务联络号、工序编号、成本、钻机编号、已计划或未计划作业标志等。
事件扩展 (Evnet Extension)	包含有作业数据的 WITSML 数据对象。可以通过在 cs_eventExtension 元素中选择一个扩展类型来完成。例如，在这列举了在 WITSML 中定义的固井、压裂/增产等数据对象。 井身结构和维修日志包含对设备（固井工作、水泥石组分）的引用，如果存在事件扩展记录(Evnet Extension)，也包含对作业的引用。这将使得井的历史尽可能的完整。 尽管事件/工作数据对象还没有完整的概念。例如，没有“砾石填充作业”数据对象（应该包含泵入砾石和完井液的工作计划等）。这样的数据对象可以在未来添加，这样井的历史将越来越详细。
参与者(Participant)	与事件相关的所有 WITSML 数据对象的标识。这比使用“xxjob”具体的事件扩展更加通用。参与者是一个使用 WITSML 成员数据对象元素的标识。这使比如一个 WITSML log 被引用到一个与之相关的事件上。

2.2.3 完井（WellCompletion）

这是顶层对象和其他对象一起组成从油藏到地面的流道。参考 2.2.5 小节。

2.2.4 井眼完井（WellboreCompletion）

这是一个顶层对象和其他对象一起组成从油藏到地面的流道。参考 2.2.5 小节。

2.2.5 从油藏到井口的流道 (FlowPath)

两个顶级对象用于流道逻辑：

- 完井 （Well Completion）
- 井眼完井（Wellbore Completion）

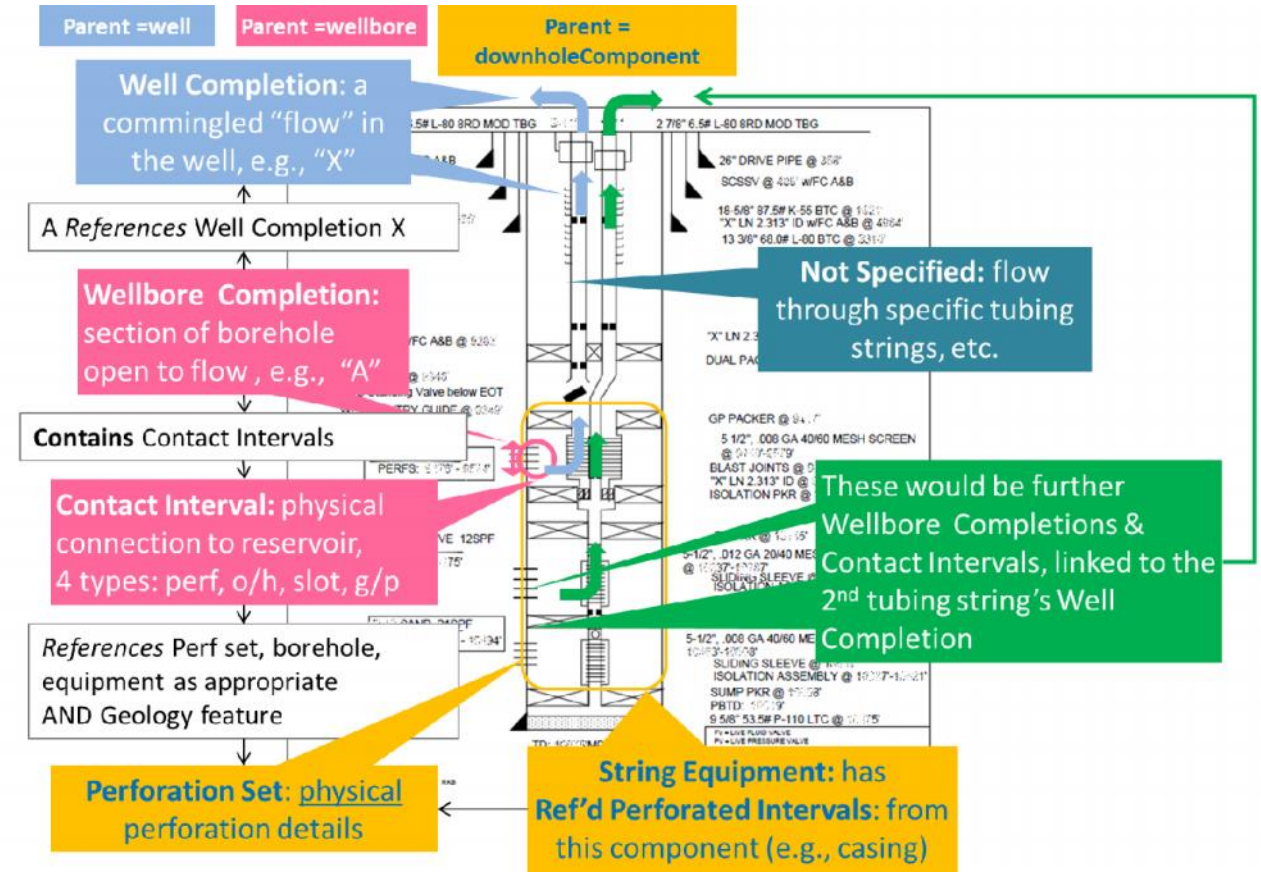
这些和其他子对象共同组成从确定的地方沿着井眼到达确定的地面的管线。下面的表格总结了如何实现。参见第 21 页图 7。

元素	父对象	描述
WellCompletion	井（Well）	在 Schema 中作为顶级的数据对象出现。 代表在井里的流动或流体，数据对象也包含流体的业务信息，如油田编号、所有权。被井眼完井引用，多级井眼完井可被关联到完井。这样，用于连接油藏的设备就与井内的流体相关联。一般而言，wellcompletion 和井口的流体有关，也就是说，从井口的出口流出。但并不是所有情况都如此。例如，当液相和气相在井下分离时，液相沿油管向上流动，气相在环空中向上流动，此时从两个井口出口分别流出，但这两种流体都关联到同一 Wellcompletion 对象，并且均来自同一套井眼完井设备。期望井口的流体可以记录在 PRODML 的 Product Volume 数据对象中，然后链接到 Wellcompletion 上，将来可以添加。
井眼完井（wellboreCompletion）	井眼（Wellbore）	在 Schema 中作为一个顶级的数据对象出现。 每个独立的井眼完井数据对象代表沿井眼的完井区间。意味着“井眼这段是开放可流动的”。拥有深度数据、API 编号、流体类型。含有对完井数据对象（来自井口的流体）的引用，参见上文。 有一个 Contact Interval Set，代表到油藏的物理连接
接触面组(Contact Interval Set)	井眼完井（Wellbore Completion）	出现在井眼完井数据对象中 包含一个或更多的“xx 区间”对象，代表着井和油藏物理联系，如，射孔的详情，深度、油藏联通。意味着：这是一个从油藏到井口的天然连接。 这类被允许的区间有： • 砾石填充（井底套管） • 开放孔（井眼套管） • 射孔（射孔装置） • 有割缝的（套管装备） 每一个区间都有自己的编号、区间的具体情况，包括历史、给出所有详情的数据对象（这种设备在清单的括号中）。
射孔组（Perforation Set）	井下设备	这部分包含井下工具组成的信息，装置都有自己相关的井下工具、井眼，射孔的详细信息。参照接触段的射孔类型。
管柱设备（String	井下设备	这部分包含安装在井下设备的每个装备。这个设备可以

元素	父对象	描述
Equipment）		有一个对射孔装置的引用，意味着“该设备包含射孔装置的射孔”。

请注意，流动不是通过完井部件来建模完成的（如通过滑动套筒、特殊的油管等）。这样的完井流动路径可能会在未来版本的数据标准中添加。

射孔的编号和更多的详情及其如何与完井相关联表示流体，参见第 45 页 4.1 节。

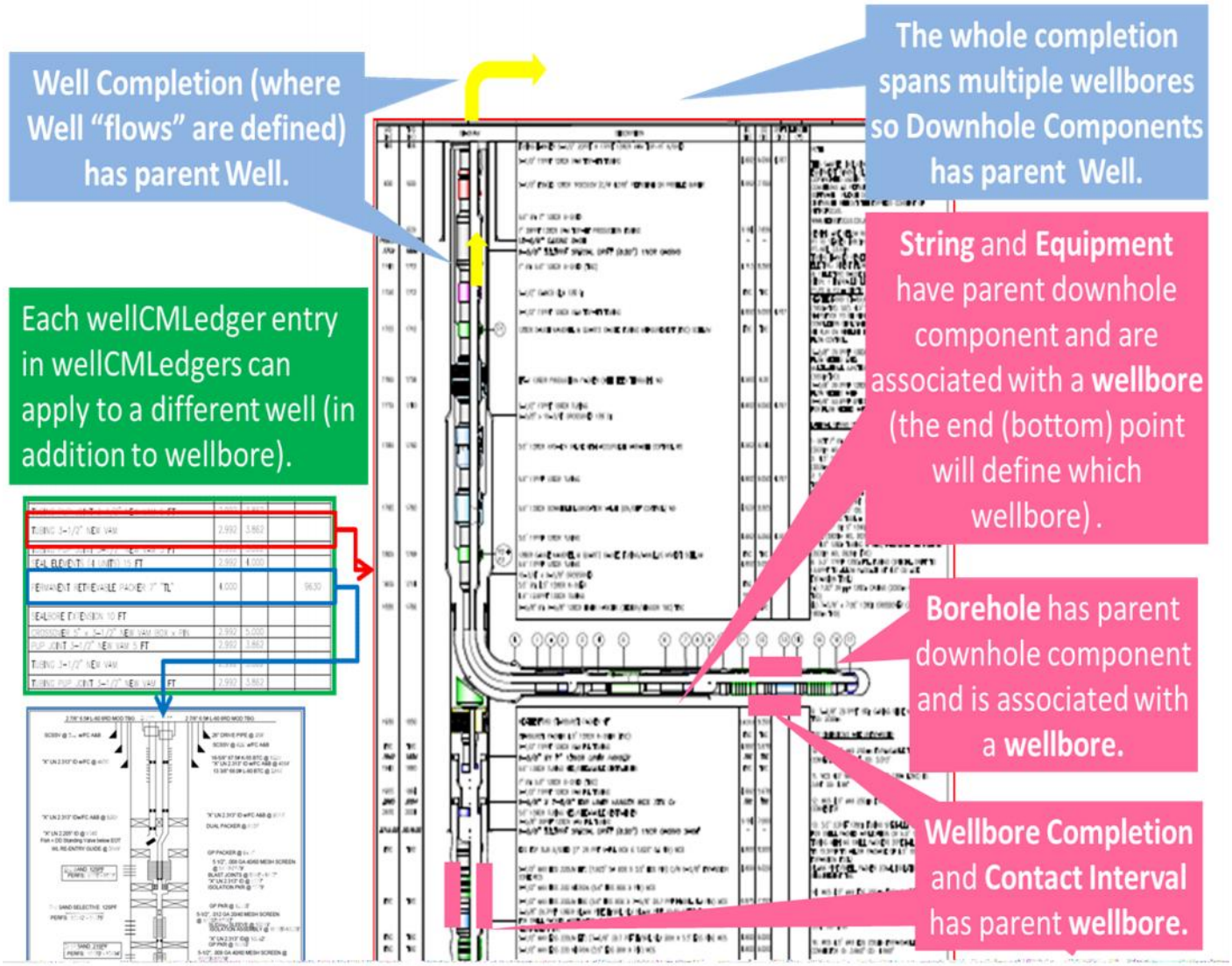


大多数 WITSML 数据对象是井眼数据对象的子类。考虑到钻井作业（WITSML 的主题）是发生在井眼的任何给定时间，这样的组织是合理的，然而，在一个有多个井眼的已完井的井中，已安装的设备贯穿所有井眼。由于这个原因，在完井数据的数据对象中，虽然许多完井的子类数据对象适合在井眼概念下，但是父类数据对象是井。

图 8 展示了井（蓝色方框）和井眼（粉色方框）的主要联系。

- 井口与井相关联。
- 全套完井装备、井下设备与井相关联
- 井眼及其中的独立管柱和设备都与井眼相关联。
- 相关的流体、井眼完井(wellboreCompletion)、接触面与井眼相关联。
- 因为可能是多个井眼的混合流出，代表井口流出的完井数据对象与井相关联。

- 井的施工维护台账（wellCMLedgers）可以与多口井有关。井的施工维护数据台账中的每个条目都和井相关联，如果有的话，也和特殊井眼相关联。



-

图 8 在井（蓝色框）和井眼（粉色框）的背景下完井数据对象。

3. 代码示例：用例

对于第 9 页第二章描述的用例的完井数据对象，本章提供了 XML 代码实例。

本章所使用的实例数据，可以从 Energistics 网站下载的完井数据对象包的 xml_examples 文件夹下找到。

注意，为了说明具体的观点，示例代码片段只是完整示例代码的缩写或改变。

第二个例子“如何使用完井数据对象”上下文中包含的其他 Energistics 数据对象由 Energistics 网站提供，同时说明了如何正确建立文件夹结构把域合并到可引用对象中。与附录一起的“历史”文档详细描述了从开钻后到不同设备安装所发生的事件。

3.1 用例 1：快照 (Snapshot)

快照(Snapshot)用例是指用于表示在给定时间点完井状态的交换数据。快照用例的概念模型，参见第 10 页，2.1.1 章节。

图 9 是一口直井的**快照(Snapshot)**示例，该井钻探并完钻于 1990 年 11 月，有 2 个自流完井层段。

快照(Snapshot)主要使用 downholeComponent 数据对象来传输某一时间点的硬件描述。本节例子的 XML 显示了 downholeComponent 的使用，为便于使用下述例子，该 XML 与结构中的略有不同。

3.1.1 井下设备(DownholeComponent)作为容器数据对象..... 24
3.1.2 井下设备(DownholeComponent)子对象设备的实现..... 26
3.1.3 设备事件历史（EquipmentEventHistory）的使用..... 26
3.1.4 裸眼井筒管柱组(BoreholeStringSet)..... 27
3.1.5 井眼管柱(BoreholeString)..... 28
3.1.6 井下管柱组（DownholeStringSet）..... 30
3.1.7 井口（WellHead ）..... 32
3.1.8 射孔组（Perforation Set） 35

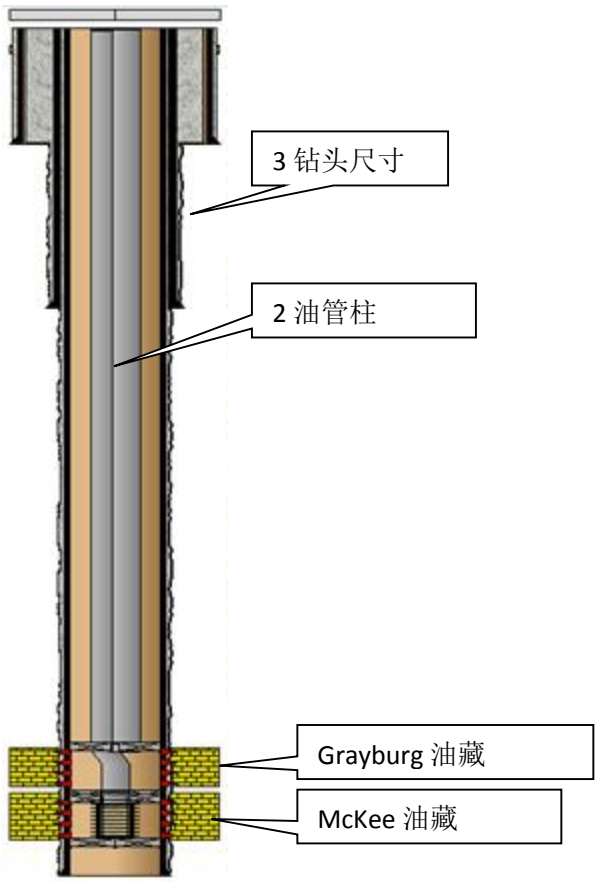


图 1. 用例 1 快照(Snapshot)的示例井眼

3.1.1 井下管柱(DownholeComponent)作为容器数据对象

快照(Snapshot)数据传输包含 downholeComponent 数据对象，downholeComponent 数据对象包含被传输的所有其它数据对象。

```
<downholeComponent uid="downholecomp_Job1" uidWell="VGASAU029">
            <nameWell>VGASAU029</nameWell>
            <name>downholecomp_Job1</name>
            …
            < commonData>
                  <dTimCreation>2012-11-16T20:40
                  <dTimLastChange>2012-11-
```

downholeComponent 容器的元数据包括：

- UID
- 井名和 UID
- downholeComponent 名
- 所有数据对象的公共数据
- 如有则为自定义数据

```
<downholeComponent uid="downholecomp_Job1" uidWell="VGASAU029">
        <nameWell>VGASAU029</nameWell>
        <name>downholecomp_Job1</name>
        <wellHead>
                <stringEquipmentSet>
                        <stringEquipment uid="wellheadString_1" equipmentRefUID="tubingHead_1">
                        </stringEquipment>
                </stringEquipmentSet>
        </wellHead>
        <boreholeStringSet>
                <boreholeString uid="borehole-1">
                        <borehole uid="OD20">
                        ...
                        </borehole>

                        <geologyFeature uid="Aquifer_1"/>
                </boreholeString>
        </boreholeStringSet>
        <downholeStringSet>
                <downholeString uid="surfacecasing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
                        <stringEquipmentSet>
                                <stringEquipment/>
                        </stringEquipmentSet>
                        <accessories>
                                <accessory/>
                        </accessories>
                </downholeString>
        </downholeStringSet>
        <equipmentSet>
                <equipment uid="tubingHead_1">
                </equipment>
        </equipmentSet>
        <perforationSets>
                <mdTop uom="ft">4511</mdTop>
                <mdBottom uom="ft">4602</mdBottom>
                <holeDiameter uom="in">2</holeDiameter>
                <holeAngle uom="dega">30</holeAngle>
        </perforationSets>
</downholeComponent>
```

主要的 downholeComponent 子对象 (参见 2.2.1 及图 6 的注解及其后的详细说明)

井口装置

井眼管柱组(钻孔及 完工的层段)

井下管柱组 (套管柱及油管柱)

设备组 (管串部件)

孔眼和排布的射孔组

3.1.2 井下设备(downholeComponent)子对象设备的实现

井下设备 downholeComponent 的井口和井下管柱子对象都使用同一数据对象，即 downholeString，该数据对象包含管柱设备项。管柱设备的每一项都有 equipmentSet 数据对象的设备项的引用，参见第 15 页 2.2.1.3 章节，和第 17 页 2.2.1.4 章节。这一结构对井口和井下管柱来说都是通用的，在下述示例中举例说明。

```
<downholeComponent uid="downholecomp_Job1" uidWell="VGASAU029">
        <downholeStringSet>
                <downholeString uid="surfacecasing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
                        <stringEquipmentSet>
                                <stringEquipment uid="tubingstring_21"
equipmentRefUID="tubingOD2.875_1">
                                        <equipmentName>Tubing_21</equipmentName>
                                        <equipmentType>Tubing</equipmentType>
                                        <name>tubing_OD_2.875</name>
                                        <count>143</count>
                                        <length uom="ft">4486</length>
                                        <mdTop uom="ft">12</mdTop>
                                        <mdBottom uom="ft">4500</mdBottom>
                                        <tvdTop uom="ft">12</tvdTop>
                                        <tvdBottom uom="ft">4500</tvdBottom>
                        </stringEquipmentSet>
                </downholeString>
        </downholeStringSet>
        <equipmentSet>
                <equipment uid="tubingOD2.875_1">
                        <equipmentName> tubing</equipmentName>
                        <equipmentType>Tubing</equipmentType>
                        <material>Steel</material>
                        <grade>J-55</grade>
                        <unitWeight uom="lbm">6.5</unitWeight>
                        <OD uom="in">2.875</OD>
                        <ID uom="in">2.441</ID>
                        <drift uom="dega">2.347</drift>
                </equipment>
        </equipmentSet>
</downholeComponent>
```

井下管柱 downholeString 是已安装的管柱,包含管柱设备。 如油管的长度

每类设备都有一个 uid,管柱的设备组中每一设备类的使用都有指一指向该类的引用

设备组包含设备的类型，如油管类型 (就象一个列表)

3.1.3 设备事件历史（EquipmentEventHistory）的使用

downholeComponent 数据对象的设备的每一项，都可以包含一个 equipmentEventHistory，该事件历史可以包括一个 beginEvent 和一个 endEvent，每一事件都有一个 eventDate 和一个 eventRefID，eventRefID 是指向 wellCMLedger 入口的指针，wellCMLedger 把该值作为它的 UID。

```
<stringEquipmentSet>
        <!-- surfacecasing's casing and casingliner -->
        <stringEquipment uid="surfacecasingString_1"
equipmentRefUID="surfacecasing_casingliner_1">
                <equipmentType>Casing/Casing Liner</equipmentType>
                <name>K-55 18.625 OD/ 96.50# Round Long 17.655 ID 17.468 Drift</name>
                <equipmentEventHistory>
                        <beginEvent>
                                <eventRefID>E07</eventRefID>
                                <eventDate>1990
                        </beginEvent>
                </equipmentEventHistory>
        </stringEquipment>
</stringEquipmentSet>

<wellCMLedger uid="E07" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore">
        <nameWellbore>primaryWellbore</nameWellbore>
        <parentEventID>E00</parentEventID>
        <dTimStart>1990-11-11T11:00:00Z</dTim
        <dTimEnd>1990-11-11T17:00:00Z</dTimEn
        <duration uom="h">6</duration>
        <mdTop uom="ft">12</mdTop>
```

设备的每一项具有事件历程元素，包括开始/结束事件、日期，及对应井的施工维修台帐入口的引用

井的施工维修台帐入口有一引用 UID，识别该特定事件（并提供更多详情）

简而言之，在下述示例的其余部分，equipmentEventHistory 元素并未出现，这一信息是否需要是根据特定实现而定的。

3.1.4 裸眼井筒管柱组(BoreholeStringSet)

boreholeStringSet 用于描述井眼本身（钻穿地层的钻孔），以及与地球相关的信息，包括钻完井段、钻遇地层等。

boreholeStringSet 包含一个 boreholeString 数据对象的集合，每一个 boreholeString 相当于一个单一井眼（例如，父井眼，或侧钻井眼）

每个 boreholeString 都是 borehole 数据对象的集合。每个 borehole 数据对象：

- 代表一段已钻的钻孔。
- 对应于一段同一钻头尺寸所钻井眼，用于该井段的 boreholeString。

除 borehole 数据对象以外，boreholeString 数据对象还包含这些元素：

- geologyfeature，用于该井眼穿过的岩石层的描述。
- boreholeString 数据对象也可以包含附件（更多信息，参见 2.2.1.3 章节）。boreholeString 数据对象的附件（代表钻裸眼）可能会被水泥或落鱼填充。

3.1.5 井眼管柱(BoreholeString)

boreholeString（boreholeStringSet 的一部分）是一个多井眼段的集合。每段都有深度范围、直径和种类。

这个例子里的井眼包含了 3 个井眼段，直径分别是 20 英寸、13 英寸、10.125 英寸。

```
<boreholeStringSet>
        <boreholeString uid="borehole-1">
                <nameWellbore>primaryWellbore</nameWellbore>
                <name>Well borehole string1</name>
                <borehole uid="borehole-1-20">
                        <name>Wellbore Hole OD-20.0000</name>
                        <typeBorehole>NormalBorehole</typeBorehole>
                        <mdTop uom="ft">12</mdTop>
                        <mdBottom uom="ft">450</mdBottom>
                        <diaBorehole uom="in">20</diaBorehole>
                …
                </borehole>
                <borehole uid="borehole-1-13">
                        <name>Wellbore Hole OD-13.0000</name>
                        <typeBorehole>NormalBorehole</typeBorehole>
                        <mdTop uom="ft">450</mdTop>
                        <mdBottom uom="ft">1250</mdBottom>
                        <diaBorehole uom="in">13</diaBorehole>
                </borehole>
                <borehole uid="borehole-1-10.125" >
                        <name>Wellbore Hole OD-10.1250</name>
                        <typeBorehole>NormalBorehole</typeBorehole>
                        <mdTop uom="ft">1250</mdTop>
                        <mdBottom uom="ft">4800</mdBottom>
                        <tvdTop uom="ft">1250</tvdTop>
                        <tvdBottom uom="ft">4800</tvdBottom>
                        <diaBorehole uom="in">10.1250</diaBorehole>
```

井筒名

20 英寸井眼段

13 英寸井眼段

10 1/8 英寸井眼段

地质特征（geologyFeature）

•geologyfeature 数据对象用于该井眼穿过的岩石层的描述。

这个示例展示的是一个含水层和两个油层。

```
<boreholeStringSet>
        <boreholeString uid="borehole-1">
                <geologyFeature uid="Aquifer_1">
                        <name>Ogalala</name>
                        <geologyType>Aquifer</geologyType>
                        <mdTop uom="ft">78</mdTop>
                        <mdBottom uom="ft">101</mdBottom>
                </geologyFeature>
                <geologyFeature uid="Reservoir_1">
                        <name>Grayburg_Reservoir</name>
                        <geologyType>Reservoir</geologyType>
                        <mdTop uom="ft">4511</mdTop>
                        <mdBottom uom="ft">4602</mdBottom>
                </geologyFeature>
                <geologyFeature uid="Reservoir_2">
                        <name>McKee_Reservoir</name>
                        <geologyType>Reservoir</geologyType>
                        <mdTop uom="ft">4614</mdTop>
                        <mdBottom uom="ft">4720</mdBottom>
                </geologyFeature>
```

附件（Accessory）

如上所述， boreholeString 数据对象内的 accessory 数据对象可能充填这样或那样的附件。这个例子展示了落鱼是如何在井眼中描述的。

```
<accessories>
        <accessory uid="FishInWellbore_1">
                <equipmentType>Fish</equipmentType>
                <name>Fish in wellbore</name>
                <mdTop uom="ft">4800</mdTop>
                <mdBottom uom="ft">4805</mdBottom>
                <tvdTop uom="ft">4800</tvdTop>
                <tvdBottom uom="ft">4805</tvdBottom>
                <outsideString>false</outsideString>
        </accessory>
</accessories>
```

outsideString 为 false，因为落鱼在管柱中

3.1.6 井下管柱组（DownholeStringSet）

downholeStringSet 用于描述完井的所有管柱，包括套管、油管和抽油杆。每个管柱都是设备组合，既可以被定义为一个组件，还包含附件。

注意井口是一种 downholeString。wellHead 数据对象逻辑上应出现在 boreholeStringSet 之前，但为使得描述更为通用，以下连同其他 downholeStrings 数据对象一起描述。

下面这个例子描述了套管（表层套管、技术套管、油层套管）和两个油管柱，仅对表层套管进行了详细描述。

注意，完井包含封隔器（如图 9）。因为这些设备的部件可以有许多组合，所以对它们单独处理，参见第 52 页 4.3 章节。

```
<downholeStringSet>
        <!-- Describe the surfacecasing -->
        <downholeString uid="surfacecasing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
                <stringType>Casing</stringType>
                <name>surfacecasing_1</name>
                <stringEquipmentSet>
                        <!-- surfacecasing's casing and casingliner -->
                        <stringEquipment uid="surfacecasingString_1"
equipmentRefUID="surfacecasing_casingliner_1">
                                <equipmentType>Casing/Casing Liner</equipmentType>
                                <name>K-55 18.625 OD/ 96.50# Round Long 17.655 ID 17.468
Drift</name>
                                <count>15</count>
                                <length uom="ft">437</length>
                                <mdTop uom="ft">12</mdTop>
                                <mdBottom uom="ft">449</mdBottom>

                        </stringEquipment>
                        <stringEquipment uid="surfaceca
equipmentRefUID="surfacecasingshoe_1">
                                …
                        </stringEquipment>
                </stringEquipmentSet>
                <accessories>
                        <accessory uid="cement_1"
                                hindcasing1">
                                <equipmentType>Cement (behind Casing)</equipmentType>
                                <name>cementbehind_surfacecasing_1</name>
                                <count>1</count>
                                <length uom="ft">438</length>
                                <mdTop uom="ft">12</mdTop>
                                <mdBottom uom="ft">450</mdBottom>
                                <tvdTop uom="ft">12</tvdTop>
                                <tvdBottom uom="ft">450</tvdBottom>
                                <outsideString>true</outsideString>
                        </accessory>
                </accessories>
        </downholeString>
```

管柱组

第一层套管，表层套管

第一个设备, 套管

第二个设备, 套管鞋

固井是表层套管的附件, 它从顶部 12 英寸开始到 450 英寸

outsideString 用于表示该附件（固井）在其父套管以外

其它井下管柱照此类似详述

3.1.7 井口（WellHead ）

在这个版本的数据模型中，wellhead 被作为一种 downholeString 看待。它包含一些数据元素，但并不全面。

快照(Snapshot)用例的示例中井口包含两个井口采油树和一个套管头。

```
<wellHead>
        <stringType>Wellhead</stringType>
        <name>wellhead</name>
        <stringEquipmentSet>
        <!-- tubing head-->
        <stringEquipment uid="wellheadString_1" equipmentRefUID="tubingHead_1">
                <equipmentType>Tubing Head (Spool)</equipmentType>
                <name>Tubing Head  3000# Bottom Flange 13.375"/Top Flange  9.625"</name>
                <count>1</count>
                <length uom="ft">1</length>
                <mdTop uom="ft">10</mdTop>
                <mdBottom uom="ft">11</mdBottom>
                <tvdTop uom="ft">10</tvdTop>
                <tvdBottom uom="ft">11</tvdBottom>
                ….
        </stringEquipment>
        <stringEquipment uid="wellheadString_2" equipmentRefUID="tubingHead_1">
                <equipmentType>Tubing Head (Spool)</equipmentType>
                <name>Tubing Head  3000# Bottom Flange 13.375"/Top Flange  9.625"</name>
                <count>1</count>
                <length uom="ft">1</length>
                <mdTop uom="ft">11</mdTop>
                <mdBottom uom="ft">12</mdBottom>
                <tvdTop uom="ft">11</tvdTop>
                <tvdBottom uom="ft">12</tvdBottom>
                ….
        </stringEquipment>
        <!-- Casing header , all casing hang on this casing head -->
        <stringEquipment uid="wellheadString_3" equipmentRefUID="casingHead_1">
                <equipmentType>Casing Head</equipmentType>
                <name>Casing Head 3000# Top Flange 16.750"/Botto
                <count>1</count>
                <length uom="ft">1</length>
                <mdTop uom="ft">11</mdTop>
                <mdBottom uom="ft">12</mdBottom>
                <tvdTop uom="ft">11</tvdTop>
                <tvdBottom uom="ft">12</tvdBottom>
```

井口装置，包含管柱设备元素

油管柱 1 的采油树大四通

油管柱 2 的采油树大四通

套管头

设备组（equipmentSet）

equipmentSet 包含设备的集合，这个集合由所有 downholeEquipment 实例的设备组成。这一集合中的每一个设备都有一个类型，及该设备所有实例通用的其它属性。stringEquipment 项（及任何附属项

）就可以引用这些具有各自公共属性的通用设备。例如：油管柱的几个部分可能有相同类型的油管，所以都可以引用 equipmentSet 元素中相同的项。

这个概念在 2.2.1.4 章节有概述，详见 3.1.2 章节。

下面的示例显示了前述代码片段引用的一些设备。

```
<equipmentSet>
        <equipment uid="tubingHead_1">
                <equipmentName>tubing Head</equipmentName>
                <equipmentType>Tubing Head (Spool)</equipmentType>
                <model>API 3000#</model>
                <material>Steel</material>
        </equipment>
        <equipment uid="casingHead_1">
                <equipmentName>casing Head</equipmentName>
                <equipmentType>Casing Head</equipmentType>
                <model>API 3000#</model>
                <material>Steel</material>
        </equipment>
        <equipment uid="tubingOD2.875_1">
                <equipmentName> tubing</equipmentName>
                <equipmentType>Tubing</equipmentType>
                <material>Steel</material>
                <grade>J-55</grade>
                <unitWeight uom="lbm">6.5</unitWeight>
                <OD uom="in">2.875</OD>
                <ID uom="in">2.441</ID>
                <drift uom="dega">2.347</drift>
        </equipment>
        <equipment uid="cement_behindcasing1">
                <equipmentName>Cement</equipmentName>
                <equipmentType>Cement (behind Casing)</equipmentType>
        </equipment>
        <equipment uid="fishinWellbore_1">
                <equipmentType>Fish</equipmentType>
```

设备 UID 是对该类型管柱设备元素的设备实例的引用

每种设备类型的属性都列在加载文件中，可作为扩展设备的类型和属性的一种方法，参见 4.5 章节

3.1.8 射孔组（Perforation Set）

perforationSet 包含了来自 downholeComponent 父数据对象内的一个 contactInterva 数据对象集合。contactInterval 对应于油藏中井眼间连接的物理属性（概念详见 2.2.3 章节）。contactInterval 包含类型、位置及其他射孔属性，它同样也可以表示裸眼井与油藏的连接。连通层段也有一个对受它影响的井眼完井(wellboreCompletion)的引用（例如，井眼内液流）。关于液流是如何汇集的更多细节，参见图 7 和完井剖面。

```
<perforationSets>
        <perforationSet uid="perf_Grayburg">
                <downholeStringRefID="productioncasing_1"/>
                <eventHistory>
                        <beginEvent>
                                <eventRefID>E21</eventRefID>
                                <eventDate>1990-11-11T14:00:00Z</eventDate>
                        </beginEvent>
                </eventHistory>
                <mdTop uom="ft">4512</mdTop>
                <mdBottom uom="ft">4604</mdBottom>
                <tvdTop uom="ft">4512</tvdTop>
                <tvdBottom uom="ft">4604</tvdBottom>
                                <perforationTool> TCP Gun</perforationTool>
                <perforationPenetration uom="ft">1.7</perforationPenetration>
                <crushZoneDiameter uom="in">0.72</crushZoneDiameter>
                <crushDamageRatio>0.31</crushDamageRatio>
                <permanentRemark>2 JSPI @ 4528,53,60,64,68,83,92,95, 4604</permanentRemark>
        </perforationSet>
        <perforationSet uid="perf_Makee" />
        ..
<perforationSets/>
```

equipmentEventHistory eventRefID 指向 obj_wellCMLedger 中的射孔事件

属性中的射孔细节

该集合可有多个射孔组

在对应的 downholeString，设备的相关射孔项将有 perforationSetRefID 可关联到描述射孔的射孔组

意味着该设备是由该射孔组射孔的

```
<downholeStringSet>
        <downholeString uid="productioncasing_1" uidWellbore="primaryWe
                <stringType>Production Casing</stringType>
                <name>productioncasing_1</name>
                <stringEquipmentSet>
                        <stringEquipment uid="productioncasingString_1"
equipmentRefUID="productioncasing_casingliner_1">
                                <perforationSetRefID="perf_Grayburg" />
                        </stringEquipment>
```

3.2 应用实例 2：变更日志（Change Log）z

用例 2：变更记录

变更记录关注的是指定时间段内发生改变的完井数据，没有变化的部分不交换。欲了解更多的背景，参见第 10 页 2.1.2 章节。

下表展示的是示例井史的事件，在该表的“备注”栏，灰色用来表示没有 WITSML 引用对象的事件，例如事件 E06 安全会议，没有 WITSML 数据对象，因此没有什么可以引用以了解更多详情。粉红色表示若干完井设备项可能会受该事件的影响，有关详情，我们可以用这些事件的子事件来拼图，通过逐步引用安装或更改的设备单项建立起作业活动。绿色表示可能有一个引用的完井的一个示例对象，比如事件 E09、E13 的水泥，E14、E16 的桥塞。

Event	Time Start	Time End	Event Type	Note
E00	1990-11-11 00：00：00Z	1990-11-22 00：00：00Z		Parent Event
E01	1990-11-11 00：08：00Z	1990-11-11 00：09：00Z	Drilling Plan	no completion object referenced
E02	1990-11-11 00：09：00Z	1990-11-11 00：10：00Z	permit	no completion object referenced
E03	1990-11-11 00：10：00Z	1990-11-11 00：14：00Z	site work	no completion object referenced
E04	1990-11-11 00：14：00Z	1990-11-11 00：18：00Z	environmental survey	no completion object referenced
E05	1990-11-11 00：18：00Z	1990-11-11 00：10：00Z	rig up	no completion object referenced
E06	1990-11-11 00：10：00Z	1990-11-11 00：11：00Z	safety meeting	no completion object referenced
E07	1990-11-11 00：11：00Z	1990-11-11 00：17：00Z	drill spud	could reference borehole being drilled， wellhead，surface casing…
E08	1990-11-12 00：08：00Z	1990-11-12 00：14：00Z	drill - day 1	could span drill plus run casing…many events if detail required
E09	1990-11-12 00：14：00Z	1990-11-12 00：18：00Z	cement	references cement element of completion
E10	1990-11-13 00：08：00Z	1990-11-13 00：18：00Z	drill - day 2	should reference borehole being drilled
E11	1990-11-14 00：08：00Z	1990-11-14 00：18：00Z	drill - day 3	should reference borehole being drilled
E12	1990-11-15 00：08：00Z	1990-11-15 00：14：00Z	drill - day 4	could span drill plus run casing…many events if detail required
E13	1990-11-15 00：14：00Z	1990-11-15 00：18：00Z	cement	references cement element of completion
E14	1990-11-15 00：08：00Z	1990-11-16 00：10：00Z	set bridge plug	references bridge plug element of completion （

				begin event）
E15	1990-11-16 00：10：00Z	1990-11-16 00：16：00Z	pressure test	no completion object referenced
E16	1990-11-16 00：16：00Z	1990-11-16 00：18：00Z	mill bridge plug	references bridge plug element of completion （end event）

Figure 2. Partial list of events to illustrate Change Log use case.

图 3　说明变更记录用例的部分事件列表

黄色事件是这里用来说明变更记录用例的例子。

本节及第 11 页图 2 所示的用法说明，展示了每一事件（或变更）两种类型的数据交换。

- “事件”，使用 wellCMLedger，即产生变更的“作业”数据。
- 变更的完井部件，使用 downholeComponent，即变更后的部件数据。

如下所示，这两项数据可以包含相互交叉引用。但根据应用需要，或许只交换这些类型数据中的一个或其他就足够，而不必全部交换。

需要注意的是这些事件可能是“被包含”在“父作业”中，正如 2.1.4 章节所概述。例如，日报可能包含当天的数个事件，或者，一个服务公司实施作业的报告可能包含该作业阶段的一些事件。这类实例在 4.4. 章节中有描述，在这些用例示例中不展示。

3.2.1　使用井的施工和维修台帐的基本事件

示例的第一个事件是 E06，这是一个安全会议。正如图 10 的表所示，示例中没有可以从台帐中引用的 WITSML 数据对象。也就是说，既没有完井部件（即属于 downholeComponent 数据对象的），也没有对应于安全会议的 WITSML“作业”数据对象。因此条目中只列出了事件详情，而没有对外部数据对象的引用。

```
<wellCMLedger uid="E06" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore">
      <nameWellbore>primaryWellbore</nameWellbore>
      <parentEventID>E00</parentEventID>
      <dTimStart>1990-11-11T10:00:00Z</dTimStart>
      <dTimEnd>1990-11-11T11:00:00Z</dTimEnd>
      <duration uom="h">1</duration>
      <type>Safety Meeting</type>
      <isPlan>true</isPlan>
</wellCMLedger>
```

表明父事件

需要注意的是“类型”属性（事件的类型），它允许你从枚举列表中选值，或者创建你自己的值。该 xsd 包含一个 extensionAny 结构类型。

3.2.2 通过引用的下井设备的完井部件

第二个事件是 E07 开钻，在本示例中，显示的事件是下表层套管柱（在本例事件前可能有其他阶段的事件，如安装井口、钻下表层套管的钻孔等）。

因为该事件发生在一个实际的完井的项目中，那就可能通过对管柱的井下管柱(downholeString)和管柱设备(downholeComponent)项的引用，与 wellCMLedger 的事件发生关联。那么在该设备项中，就有一个对安装（如果合适）拆除该设备项的 wellCMLedger 实例的反向引用。在这段表层套管注水泥的代码示例中，两种关联都有说明（代码示例中标注边框为蓝色和红色，分别表示 wellCMLedger 和井下管柱 downholeString）

注意，设备引用是在 downholeComponentRef 元素里的，它可包含任意数量的设备串、井眼管柱(wellboreString)、井下管柱(downholeString)，或者射孔设备 A 等的引用。

```
<wellCMLedger uid="E09" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore">
              <nameWellbore>primaryWellbore</nameWellbore>
              <parentEventID>E00</parentEventID>
              <dTimStart>1990-11-12T14:00:00Z</dTimStart>
              <dTimEnd>1990-11-12T18:00:00Z</dTimEnd>
              <duration uom="h">4</duration>
              <mdTop uom="ft">12</mdTop>
              <mdBottom uom="ft">450</mdBottom>
              <type>Cement</type>
              <isPlan>true</isPlan>
              <downholeComponentRef>
                     <stringEquipmentRefID>cementbehind_surfacecasing_1
                     </stringEquipmentRefID>
                     <downholeStringsRef downholeStringRefID=
              </downholeComponentRef>
</wellCMLedger>

<downholeString uid="surfacecasing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
              <stringType>Casing</stringType>
              <name>surfacecasing_1</name>
              <stringEquipmentSet>
              <accessories>
<! -- cement behind the casing as accessory contained in surfacecasing -->
              <accessory uid="cement_1" equipmentRefUID="surfacecasing_1">
                     <equipmentType>Cement (behind Casing)</equipmentType>
                     <name>cementbehind_surfacecasing_1</name>
                     <equipmentEventHistory>
                            <beginEvent>
                                   <eventRefID>E09</eventRefID
                                   <eventDate>1990-11-12T14:00:00Z</eventDate>
                            </beginEvent>
                     </equipmentEventHistory>
                     <count>1</count>
                     <length uom="ft">438</length>
                     <mdTop uom="ft">12</mdTop>
                     <mdBottom uom="ft">450</mdBottom>
                     <tvdTop uom="ft">12</tvdTop>
                     <tvdBottom uom="ft">450</tvdBottom>
              </accessory>
              </accessories>
              </stringEquipmentSet>
</downholeString>
```

这里是对正在施工的管柱设备的引用

这里是对正在施工的井下管柱的引用

这里是正在施工的带有 UID 的井下管柱（在 downholeComponent 中）

这里是带有 UID 的正在施工的设备项

这个 RefUID 表明水泥从属的设备

这里 eventRefID 反向指回 wellCMLedger 入口

注意，如可以，设备的多个项可以指向同样的 wellCMLedger 入口

3.2.3 使用事件扩展元素增加更多的“作业”详情

在某些类事件中 eventExtension 元素可以提供更多的详情。这些详情可以是以一个 Completion 对象以外的 WITSML 对象引用的形式，或者是以封装在 Completion 对象中的附加数据元素的形式。

例如，WITSML 的水泥对象可以为“固井作业”事件提供更多的详情，与 WITSML 水泥对象的联接由 cementExtension 以 eventExtension 形式提供。

需要注意的是，对完井设备（3.2.2 章节的说明）的引用依然存在，还是那个“设备”引用，对比于作为“作业”引用或详情的 eventExtension，这使得设备仍然是它本身。

eventExtension 类型的列表如下。“WITSML 数据对象?”列说明是否引用了一个独立 WITSML 数据对象。“完井数据元素?”列说明事件扩展指向哪个完井数据元素。即使两种引用都没有，也可以认为事件扩展包含有足够的数据元素本身足以描述该作业。

Extension type	Type of operation referred to	WITSML data object?	Completion data element?
Cement	Cement job	cementJob	
CleanFill	Cleaning fill		
DirectionalSurvey	Directional survey	trajectory	
LostCirculation	Volume of lost circulation		
BHP	Bottom hole pressure survey	BHP	
AcidizeFrac	Stimulation by acidizing or fracturing	StimJob	
Job	Generic job （with reasons）		
PressureTest	Pressure test		
WaitingOn	Lost time while waiting on some other event （with categories）		
Perforation	Perforation		PerforationSet
FluidReport	Fluid report	fluidReport	
Downhole	Generic downhole		DownholeComponent

E09 事件就是一个例子（同样用于上述 3.2.2 章节），包含“固井作业”。注意，可能被引用的“XXX 作业”类型 WITSML 数据对象仅限于那些 eventExtension 中包含的元素。但是，将来会增加更多的类型。

```
<wellCMLedger uid="E09" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore">
      <nameWellbore>primaryWellbore</nameWellbore>
      <parentEventID>E00</parentEventID>
      <dTimStart>1990-11-12T14:00:00Z</dTimStart>
      <dTimEnd>1990-11-12T18:00:00Z</dTimEnd>
      <duration uom="h">4</duration>
      <mdTop uom="ft">12</mdTop>
      <mdBottom uom="ft">450</mdBottom>
      <type>Cement</type>
      <isPlan>true</isPlan>
      <downholeComponentRef>
            <stringEquipmentRefID>cementbehind_surfacecasing_1</stringEquipmentRefID>
            <downholeStringsRef downholeStringRefID="surfacecasing_1"/>
      </downholeComponentRef>
      <eventExtension>
            <cementExtension>
                  <cementJobRefID>cement_job1</cementJobRefID>
            </cementExtension>
      </eventExtension>
      <participant uid="participant_1">
            <objectReference object="trajectory">trajectory_1</objectReference>
            <sequence1 description="primary">1</sequence1>
```

事件详情

eventExtenstion 提供指向有更多事件详情的 WITSML 数据对象的链接，本例为 WITSML 固井作业对象

3.2.4 使用参与者元素增加更多的“作业”详情

wellCMLedger 的 Participant（参与者）元素可以引用与作业相关的 WITSML Log 对象。在上述示例中，该元素提供了对轨迹对象的引用，以及一组元素来定义在引用的时间范围内与此相关作业的数据，Log 对象及其可用的索引信息也可能被引用。

3.2.5 使用扩展名值增加更多的“作业”详情

元素 extNameValues 可被添加到元素 Participant 下。类似的元素 extensionNameValue 可被添加到任一 eventExtension 作业类型下，或添加到 wellCMLedger 元素本身之下。显然，这些元素的使用将导致这部分数据与其它系统无法交换，除非这些系统也定制了相同的扩展。

3.3 用例 3：累计历史（Cumulative History）

累积历史(Cumulative History)用例是指对应整个完井历史的数据传输。第 12 页 2.1.3 章节有概要的描述。通常，为变更记录用例描述的应用模式（参见 3.2 章节）这里也适用。例如，事件或变更完井部件都可以交换，或只交换任一个。

依照时间顺序的 wellCMLedger 数据对象集合，可望形成一口井的完整事件记录列表。downholeComponent 数据对象集合有望建立起直至当前的最新事件交换时的快照(Snapshot)。但与简

单快照(Snapshot)不同的是，井下组件集合可能包括那些之前在井中但已经被拆除的部件。排除 equipmentEventHistory 元素中具有 endEvents 的所有部件，将得到已安装但未拆除的部件集合，也即当前快照(Snapshot)。

从本文所描述的事件顺序、井眼深度序列、下套管、固井和完井的意义上讲，钻井数据传输的结构已设计完成了。以 WITSML 数据对象组传输的钻井“详情”不再重复，且能通过事件扩展（Event Extension）被引用（参见 3.2.3 章节）。因此一口井的生命周期，包括钻井、初步完井及后续井服务和大修直至报废，都可以被追踪，或者任一阶段都可以被追踪。

图 11 显示了与此用例相关的事件台帐的示例片断。3.2 章节的代码示例也基于这些事件台帐，该处说明的同一原则也适用于此。注意这一事件列表是个简化版，其中部分列表事件是为了表明其对完井的多个部件有影响。我们可以把这些当作父事件，它包含现实中我们期望采集的更多详情。

图 4　累积历史(Cumulative History)用例的部分台帐示例显示在左侧，受这些事件影响的井下组件，以组件串显示在右侧。（详情见第 12 页图 3 示例—井的累积历史(Cumulative History)）

累积历史(Cumulative History)预计将以 wellCMLedgers 复合对象的方式传输，这样可以包含全部的事件（每一事件一个 wellCMLedgers），它连同 downholeComponent 对象一起传输，downholeComponent 对象包含有受列表的事件影响的全部完井部件——既有那些后续拆除的部件，也有那些仍安装在上面的。我们可以认为这种结构是实现历史上任一点的一个快照(Snapshot)重建，通过过滤井下组件列表直到那些受导致该点的事件影响的组件，不包括后续事件影响的组件。 我们也可以认为是通过只选择两个时间点之间的事件重建变更记录，并过滤该井下组件为那些由我们所选择的事件影响的组件。

```
</witsml:wellCMLedgers>
       <witsml:wellCMLedger uid="E14" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore"/>
       ..
       <witsml:wellCMLedger uid="E15" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore"/>
       ..
       <witsml:wellCMLedger uid="E16" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore"/>
       ..
       <witsml:wellCMLedger uid="E26" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore"/>
</witsml:wellCMLedgers>

<downholeComponent uid="downholecomp_Job1" uidWell="VGASAU029">
       <nameWell>VGASAU029</nameWell>
       <name>downholecomp_Job1</name>
       <wellHead>
              <stringEquipmentSet>
                     <stringEquipment uid="wellheadString_1"
equipmentRefUID="tubingHead_1">
                            <witsml:equipmentEventHistory>
                                   <beginEvent>
                                          <eventRefID>E20</eventRefID>
                                          <eventDate>1990-11-11T11:00:00
                                   </beginEvent>
                            </witsml:equipmentEventHistory>
                     </stringEquipment>
              </stringEquipmentSet>
       </wellHead>
       <boreholeStringSet>
              <boreholeString uid="borehole-1">
                     ..
                     <borehole/>
                            ..
                     <geologyFeature uid="Aquifer_1"/>
              </boreholeString>
       </boreholeStringSet>
       <downholeStringSet>
              ..
              <downholeString uid="tubing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
                     <stringEquipmentSet>
                            ..
                            <witsml:equipmentEventHistory>
                                   <beginEvent>
                                          <eventRefID>E22</eventRefID>
                                          <eventDate>1990-11-13T11:00:00Z</eventDate>
                                   </beginEvent>
                            </witsml:equipmentEventHistory>
                            <witsml:equipmentEventHistory>
                                   <endEvent>
                                          <eventRefID>E26</eventRefID>
```

wellCMLedger 的入口覆盖整个历程

downholeComponent 入口覆盖期望得到 equipmentEventHistories

Components 仍在历程末 (没有 endEvent)

这部分包括完井中常用设备类型的 XML 代码示例。

4.1 流体（井/井眼 完井和油藏接触面）

如在 2.2.5 中所述， 完井是一个井一级的流体，井眼完井（人 WellboreCompletion）是流经一个井眼段的流体。 井眼完井（wellboreCompletion）被看做基本的“可报告”级别的流体。 然而，井眼完井（wellboreCompletion）可能是由很多油藏接触面组成。每个油藏接触面代表从井眼到油藏的物理连通。可能包括如下类型：射孔，裸眼，带孔尾管，和砾石充填。

有几种典型的和流体相关的数据：

- 射孔的物理面，流入井眼或流出到地层
- 被射孔的油管或套管的特性
- 对于射孔实施的服务或者相关信息

或者

- 套管或油管等设备上的孔或眼。。。预制的

或者

- 裸眼完井的详细信息
- 砾石充填完井的详细信息

还有

- 与完井和井眼完井（wellboreCompletion）相关的连接
- 完井和油藏接触面（开，关，等等）的历史和现在的状态，显示何时有能力让流体进入或从井眼中流出。

4.1.1 射孔到地层的物理性质

井眼/油层信息有与射孔服务有关的物理属性，诸如地层中的孔眼尺寸，井网，井距，叠置面积，孔眼进入地层层的深度，等等。这个数据在射孔设计中有描述（更多信息，请看 3.1.8 部分）。

```
<downholeComponent>
<perforationSets>
      <perforationSet uid="perf_Mckee"
            <boreholeStringRefID> "borehole-1" <boreholeStringRefID/>
            <downholeStringRefID> "productioncasing_1" <downholeStringRefID/>
            <eventHistory>
                  <beginEvent>
                        <eventRefID>E22</eventRefID>
                        <eventDate>1990-11-19T14:00:00Z</
                  </beginEvent>
            </eventHistory>
            <mdTop uom="ft">4625</mdTop>
            <mdBottom uom="ft">4698</mdBottom>
            <tvdTop uom="ft">4616</tvdTop>
            <tvdBottom uom="ft">4698</tvdBottom>
            <perforationTool>TCP Gun</perforationTool>
            <perforationPenetration uom="ft">1.7</perforationPenetration>
            <crushZoneDiameter uom="in">0.69</crushZoneDiameter>
            <crushDamageRatio>0.28</crushDamageRatio>
            <perforationDate>1990-11-12T08:00:00Z</performationDate>
            <permanentRemark>2 JSPI @ 4616, 26, 33, 37, 64, 69, 74, 87, 94,
4704 &amp; 4712'.</permanentRemark>
      </perforationSet>
</perforationSets>
</downholeComponent>
```

Show the borehole and downhole string which this perforation set affects.

4.1.2 射孔井眼和设备的身份

正如上述代码片断所示，射孔组包括射孔井眼和射孔的设备的引用信息。

4.1.3 与射孔有关的服务信息

产生的孔眼（射孔）的服务都归集到 WellLCMLedger 中。有一个射 孔的事件扩展， 可以储存“射孔作业”的信息（看下面的例子）

```
<wellCMLedger uid="E21" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore">
        <nameWellbore>primaryWellbore</nameWellbore>
        <parentEventID>E00</parentEventID>
        <dTimStart>1990-11-18T12:00:00Z</dTimStart>
        <dTimEnd>1990-11-18T18:00:00Z</dTimEnd>
        <duration uom="h">6</duration>
        <mdTop uom="ft">4512</mdTop>
        <mdBottom uom="ft">4604</mdBottom>
        <type>perforate</type>
        <isPlan>true</isPlan>
        <eventExtension>
                <perforationExtension>
                <perforationSetRefID>perf_Garyburg</perforationIntervalRefID>
                <perforating>
                        <stageNumber>1</stageNumber>
                        <reservoirPressure uom="psi">210</reservoirPressure>
                        <conveyanceMethod>Wireline</conveyanceMethod>
                        <shotsPlanned>2</shotsPlanned>
                        <shotsDensity>2</shotsDensity>
                        <perforationCompany>weatherford</perforationCompany>
                        <gunLeftInHole>true</gunLeftInHole>
                </perforating>
                </perforationExtension>
        </eventExtension>
</wellCMLedger>
```

4.1.4 孔或眼

设备信息中已经包含了孔或眼。 在设备制造的时候孔或眼就可能被造出来。孔眼可以为套管或者尾管提供到油层的连接通道。这样形成一个一定长度的、向流体开放的井眼接触面。油管上的孔眼也类似，除非跟油藏没有直接关联，否则这些孔眼数据很有意义。

```
<downholeComponent uid="downholecomp_1" uidWell="VGASAU029">
<equipmentSet>
<equipment uid="GravelPackScreen_1">
        <equipmentName>GravelPackScreen_1</equipmentName>
        <equipmentType>Gravel Pack Screen</equipmentType>
        <slotAsManufactured>
                <slotHeight uom="in">12</slotHeight>
                <slotWidth uom="in">2.5</slotWidth>
                <slotCenterDistance uom="in">20</slotCenterDistance>
                <slotCount>5</slotCount>
        </slotAsManufactured>
        <holeAsManufactured>
                <holeDiameter uom="in">5</holeDiameter>
                <holeAngle uom="dega">45</holeAngle>
                <holePattern>regular</holePattern>
                <holeDensity uom="in">2</holeDensity>
                <holeCount>10</holeCount>
        </holeAsManufactured>
</equipment>
</equipmentSet>
</downholeComponent>
```

4.1.5 裸眼完井

裸眼完井没有任何相关的物理对象。因为裸眼完井的定义就只是已钻井眼的一部分。

4.1.6 砾石充填完井

砾石充填完井包含一个复杂的设备串。这部分的详细信息在 4.2 节。

4.1.7 从井和井眼完井（wellboreCompletion）到物理接触面的连接

完井数据对象连接流体从一个或多个井眼完井（wellboreCompletion）（这可能从不同的井眼流出）到地面的井口管汇(WellboreCompletion)。这些管汇可以向任一方向流动（流出或者流入）。 对于更多概念性的连接，见 2.2.3 节。

完井是高级别的数据对象，可以引用但是不需包含详细的井底信息。当完井需要被引用但又不需要井下设备信息的时候，这应该是个很大的优势。

```
wellCompletion uidWell="VGASAU029" uid="completion_1">
      <nameWell>VGASAU029</nameWell>
      <name>well_completion_1</name>
      <fieldID>1</fieldID>
      <fieldCode>North Area</fieldCode>
      <fieldType>Hillside slope</fieldType>
      <effectiveDate>1990-11-11T0:00:00Z</effectiveData>
      <expiredDate></expiredDate>
</wellCompletion>
```

完井的另一个方面-可能会在后面公布的 PRODMLSIG 里提到-井口管汇和完井的关系。在完井和井口之间可能是多项流，比如从油管到套管头。在这个模式的物理模型里，目标是连接井下管柱(downholeString)到井口，定义井口上的最终与完井相关的井口管汇。

井眼完井（wellboreCompletion）与一个或多个接触面在井眼里流体相关。

接触段代表了井眼和油藏之间的一个物理连接。每个接触段可能是四种类型中的一种。这种建构意味着一个单井的井眼完井（wellboreCompletion）（在一个井眼内的一种流体） 能够来源于多个接触段，每一个接触段可能是不同种类型。

下面列出四种接触段。他们都有接触段的基本数据（深度，状态，地质裂缝连接，等等），但是与另一种物理描述数据指针有所不同，。

射孔（参考射孔段）

带孔尾管（参考设备串的一部分）

裸眼（参考井眼工具串）

砾石充填（参考井下工具串）

```
<wellboreCompletion uid="WBcomp_1" uidWell="VGASAU029">
      <nameWell>VGASAU029</nameWell>
      <name>WBcomp_1</name>
      <ContactIntervalSet>
            <openHoleInterval uid="flowInvl-Mckee">
                  <boreholeStringRefID>borehole-1</boreholeStringRefID>
                  <mdTop uom="ft">4616</mdTop>
                  <mdBottom uom="ft">4712</mdBottom>
                  <tvdTop uom="ft">4616</tvdTop>
                  <tvdBottom uom="ft">4712</tvdBottom>
            </openHoleInterval>

            <perforationSetInterval uid="flowInvl-Grayburg">
                  <perforationSetRefID>"perf_Grayburg"</perforationSetRefID>
                  <mdTop uom="ft">4512</mdTop>
                  <mdBottom uom="ft">4604</mdBottom>
                  <tvdTop uom="ft">4512</tvdTop>
                  <tvdBottom uom="ft">4604</tvdBottom>
            </perforationSetInterval>

      <ContactIntervalSet>
</wellboreCompletion>
```

Contact Interval Set = all flowing intervals in one wellbore completion (flow in wellbore).

An openHoleInterval will have a reference to its borehole.

A perforationSet Interval will have a reference to its perforationSet.

关于流体状态（井/井眼完井和接触面）

流体状态或者接触面可以记录在系统如下地方

完井：

当前状态属性（可用，不可用，永久废弃，计划，搁置，暂时废弃，测试）

状态的时间（开始进入当前状态的时间）

任何关于状态的历史参数，都有与当前状态一样的参数值，开始和结束时间、深度。 这可以把完井的变化历史记录下来。包括油井可能有多少次的部分废弃，再如有选择性的挤水泥到完井段。

井眼完井（wellboreCompletion）： 如完井描述同样的参数。

在井眼完井（wellboreCompletion）的接触面中有许多射孔段状态的历史参数，比如开始和结束时间、深度。 带孔，裸眼和砾石充填段包含射孔属性（开、关、计划），而射孔段包括射孔属性（开、挤压、计划）。这代表射孔段物理连接而不是流体的流动能力。相反，完井和井眼完井（wellboreCompletion）代表能被外部参数（比如地层和流体属性）决定的流体流动能力。这也是为什么他们有不同的参数值。

4.2 砾石充填总成

这是完井架构中设计， 可以对装备及组成部件描述。设计取决于用户的要求，仅描述装备或部件，或者两者。

一个砾石充填流程通常有几个组成部分。比如封隔器、油管筛管、砾石等等。这些组成部件指向砾石充填，这些组成部件拥有使用和防砂的属性。这个框架也允许结构（例如砾石结构）随时间变化，比如油管射孔、封隔器移动、砾石注入等。如果想得到这些细节，这个属性可以让完井数据对象结构更精确的、历史地描述实际井的组成。否则，这一结构将仅允许对组件进行跟踪。

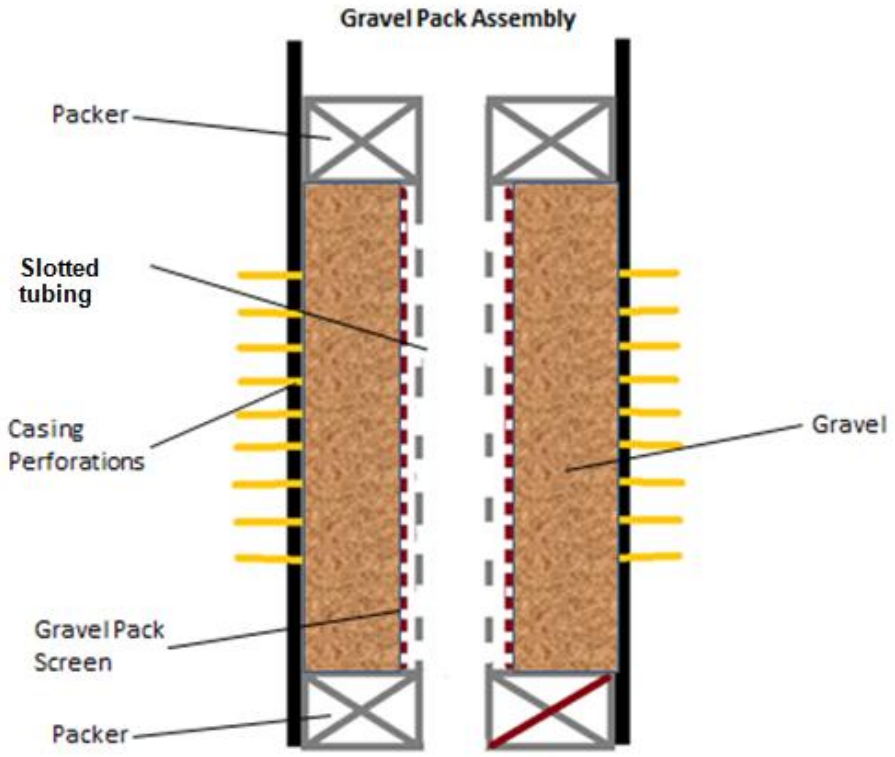


图 12. 砾石充填总成

```
<downholeString uid="gravelpackString" uidWellbore="primaryWellbore">
                    <stringType>Tubing</stringType>
      <name>GravelPack</name>
      <stringEquipmentSet>
            <stringEquipment uid="gpString_1" equipmentRefUID="topGPPcker_1">
                    <equipmentType>Packer</equipmentType>
                    <name>GPS-II Frac Pack Packer</name>
                    <length uom="ft">8</length>
                    <mdTop uom="ft">4616</mdTop>
                    <mdBottom uom="ft">4624</mdBottom>
                    <tvdTop uom="ft">4616</tvdTop>
                    <tvdBottom uom="ft">4624</tvdBottom>
                    <connectionNext uid="gpCon_1"
stringEquipmentRefUID="gpString_2">

                          <connectionForm>Mandrel</connectionForm>
                    </connectionNext>
            </stringEquipment>
            <stringEquipment uid="gpString_2" equipmentRefUID="tubingOD3.5_1">
                    <equipmentType>Tubing</equipmentType>
                    <name>Tubing OD3.5</name>
                    <length uom="ft">90</length>
                    <mdTop uom="ft">4624</mdTop>
                    <mdBottom uom="ft">4714</mdBottom>
                    <tvdTop uom="ft">4624</tvdTop>
                    <tvdBottom uom="ft">4714</tvdBottom>
                    <insideComponent/>
                    <outsideComponent/>
                    <connectionNext uid="gpCon_4"
stringEquipmentRefUID="gpString_4">

                          <connectionForm>Mandrel</connectionForm>
                    </connectionNext>
                    <perforationHole/>
            </stringEquipment>
            <stringEquipment uid="gpString_4"
equipmentRefUID="bottomGPPacker_1">
                    <equipmentType>Packer</equipmentType>
                    <name>Wesdrill Sump Packer</name>
                    <length uom="ft">8</length>
                    <mdTop uom="ft">4714</mdTop>
                    <mdBottom uom="ft">4722</mdBottom>
                    <tvdTop uom="ft">4714</tvdTop>
                    <tvdBottom uom="ft">4722</tvdBottom>
            </stringEquipment>
      </stringEquipmentSet>

EXAMPLE CONTINUES ON NEXT PAGE>
```

This list shows the components making up the gravel pack string, with detail of how connected.

```
CONTINUED FROM PREVIOUS PAGE
        <accessories>
<!--if it is not a part then the fillin can be an accessory-->
<accessory uid="fillinWellbore_1" equipmentRefUID="gpString_3">
                    <equipmentType>Fill</equipmentType>
                    <name>Gravel behind screen</name>
                    <length uom="ft">90</length>
                    <mdTop uom="ft">4624</mdTop>
                    <mdBottom uom="ft">4714</mdBottom>
                    <tvdTop uom="ft">4624</tvdTop>
                    <tvdBottom uom="ft">4714</tvdBottom>
                    <outsideString>true</outsideString>
              </accessory>
              <accessory uid="gpScreen_1"
equipmentRefUID="GravelPackerScreen_1">
                    <equipmentType>Gravel Pack Screen</equipmentType>
                    <name>Screen Mesh 8 gauge micro pack</name>
                    <length uom="ft">90</length>
                    <mdTop uom="ft">4624</mdTop>
                    <mdBottom uom="ft">4714</mdBottom>
                    <tvdTop uom="ft">4624</tvdTop>
                    <tvdBottom uom="ft">4714</tvdBottom>
                    <insideComponent>gpString_2</insideComponent>
                    <outsideComponent>gpString_1></outsideComponent>
              </accessory>
        </accessories>
        <usageComment>sand control</usageComment>
</downholeString>
```

The gravel is an accessory to a component in the string itself, ie gpString_2 (the tubing, see above).

4.2.1 流体通过砾石充填段

如 4.1.7 部分里的解释（第 48 页）， 井眼完井（wellboreCompletion）可以有一个接触面是砾石充填段。在这种情况下， 接触面将引用砾石充填所属的井下管柱。

4.3 封隔器

封隔器内嵌在套管的内壁里形成一个密封，或用一个或多个油管柱穿过中间形成紧密封。在 Schema 中表示这个对象的复杂性在于，它应该属于哪组井眼部件，或者应该隶属一个组还是多个组的部件。

封隔器通常有一个或多个油管柱穿过。在某种情况下，它 有密封接头，能够让油管在保持封隔器密封的情况下向上或向下移动。这个配置包括在油管柱上的密封组合，它能够提供一个光滑表面连到封隔器上用来形成压力密封。这个密封组合是被拧进油管里的，所以除了这个密封组合，封隔器实际上没有任何一部分与油管相连。这就形成了一个连接油管却又不属于油管的密封。

另一种情况， 封隔器确实通过螺纹连接到油管柱。这些螺纹连接是穿过封隔器中部油管。你可能会想这是个嵌入封隔器的永久连接。但是它可能是顶杆能从封隔器中改变尺寸，允许应用其它尺寸的油管。在这两中情况下，油管接头穿过封隔器的中央连接油管柱。

在后面一种情况（在螺栓连接的地方）封隔器能够通过油管串或者其他转换到指定的地方。尽管它是按顺序连接，很容易视为工具串的一部分。然而，如果它被断开或者留在井底的时候它属于哪个工具串呢？它可能有一部分的油管留在下面，与上面油管分开，那它属于哪个组或者哪个工具串呢？也有其它奇怪的组合架构使得和封隔器一起更难定义架构。这里我们讨论能用完井架构完成的解决方案。

下一节通过不同类型的情境集中于封隔器和描述对于每一个情境怎样去生成完井数据对象架构

4.3.1 情境 1： 油管作封封隔器

最典型的情境是在封隔器通过油管串固定在生产套管（图 13）的单个油管串。封隔器列举在 DownholeString 的 StringEquimentSet 数据对象清单里。连接顺序和连接信息也包括在内。封隔器的连接信息包括一个径向接头到生产套管。

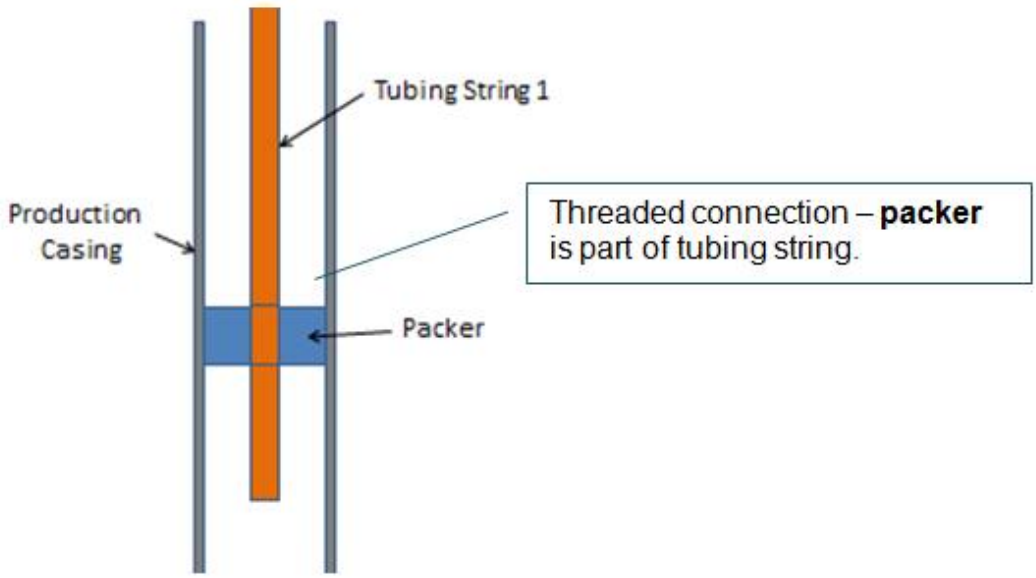


图 13 情境 1： 最典型的封隔器情境： 封隔器通过油管串固定在生产套管里

```
<downholeString uid="productiontubing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
        <stringType>Tubing</stringType>
        <name>productiontubing</name>
        <stringEquipmentSet>
                <stringEquipment uid="tubingstring_1"
equipmentRefUID="tubingtype_1">
                        <equipmentType>Tubing</equipmentType>
                        <name>tubing_for_production_casing1</name>
                        <orderOfObject>1</orderOfObject>
                        <connectionNext stringEquipmentRefUID="tubingstring_1">
                                <tubingConnectionType>Threaded</tubingConnectionType>
                        </connectionNext>
                </stringEquipment>
                <stringEquipment uid="packer_1" equipmentRefUID="packertype_1">
                        <equipmentType>Packer</equipmentType>
                        <name>packer_1</name>
                        <orderOfObject>2</orderOfObject>
                        <connectionNext stringEquipmentRefUID="productioncasing_1">
                                <otherConnectionType>DogsCompressionFit-
Sealed</otherConnectionType>
                        </connectionNext>
                </stringEquipment>
        </stringEquipmentSet>
</downholeString>
```

connectionNext used here to show the threaded connection tubing to packer.

Optional orderOfObject enables exact connection order to be defined.

connectionNext used here to show the radial connection from packer to outer casing.

4.3.2 情境 II：电线封隔器

在图 14 里面,井的架构看起来和情境 1 是一样的；然而，架构还是有很大不同。在这个情境里，封隔器已经被电线固定在生产套管管柱里，密封件从封隔器中间穿过。 封隔器是一个生产管柱串的部件（不是连接到油管的一部分）。密封件是油管串的一部分，存在 StringEquipmentSet 的油管串中。在封隔器连接信息里，我们引用封隔器。

所以，在情境 1 里面封隔器引用了油管串 1 的管串设备。在情境 2 它包含在油管串 1 的组件清单里。

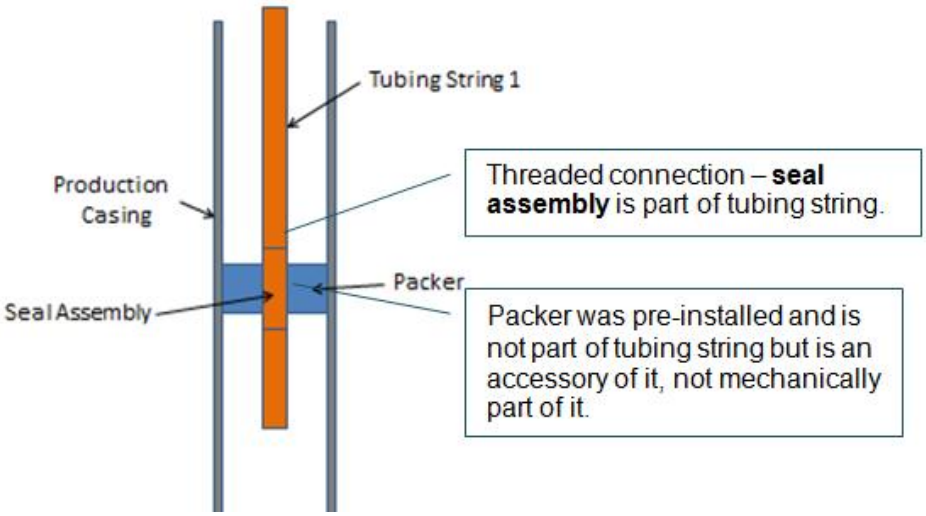


图 14. 单元 II：封隔器已经固定在生产套管里。密封仪器穿过封隔器的中部。

```
<downholeString uid="productiontubing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
        <stringType>Tubing</stringType>
        <subStringType>Production tubing</subStringType>
        <name>productiontubing</name>
        <stringEquipmentSet>
                <stringEquipment uid="tubingstring_1"
equipmentRefUID="tubingtype_1">
                        <equipmentType>Tubing</equipmentType>
                        <name>tubing_for_production_casing1</name>
                </stringEquipment>
                <stringEquipment uid="sealAssembly1" equipmentRefUID=" seal
assemblytype_1">
                        <equipmentType>Seal Assembly</equipmentType>
                        <name>Seal Assembly</name>
                        <connectionNext stringEquipmentRefUID=" packer_1">
                                <tubingConnectionType>Radial</tubingConnectionType>
                        </connectionNext>
                <stringEquipment>
        </stringEquipmentSet>
        <accessories>
                <accessory uid="packer_1" equipmentRefUID
                        <equipmentType>Packer</equipmentType>
                        <name>packer_1</name>
                </accessory>
        </accessories>
</downholeString>
```

connectionNext used to show seal assembly connects radially to packer_1.

Packer is an accessory in this case.

4.3.3 情境 III：双管封隔器，油管做封在上部管柱串

这个情境（图 15）是情境 1 和 2 的组合。封隔器和密封件在设备清单里已列出。和情境 1 类似，封隔器封在油管 1 里，但是密封圈做封在油管 2 里，按顺序连接。与情境 2 类似，密封圈也是径向连接到封隔器。

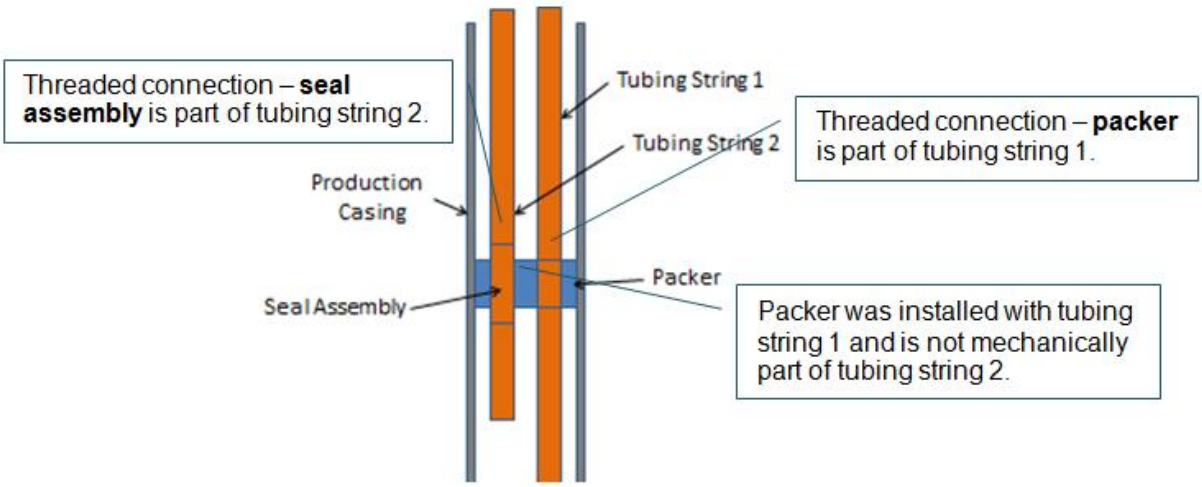


图 15. 单元 III：双管柱封隔器，油管做封在上部管柱（单元 1 和 2 的组合）

4.3.4 情境 IV：井下封隔器和盲管

这个情境（图 16）可以由情境 1 开始，但是油管与封隔器分离，用盲管固定在井眼的套管里。和情境 1 没有区别，但是现在井下油管串的第一个部分是封隔器。

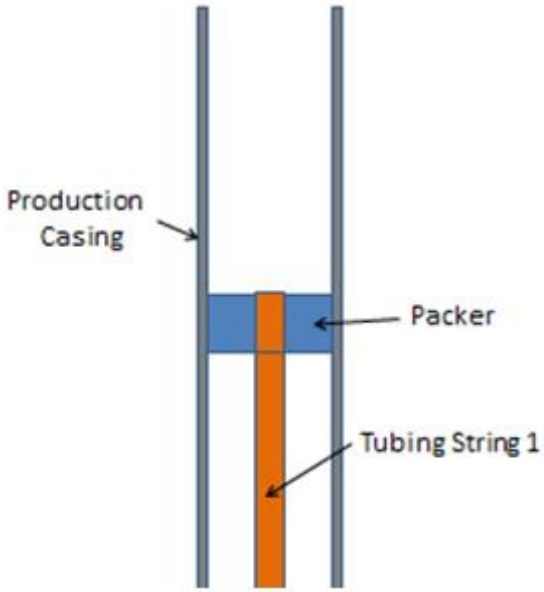


图 16. 单元 IV：井下封隔器和下面的盲管.

```
<downholeString uid="productiontubing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
        <stringType>Tubing</stringType>
        <subStringType>Production tubing</subStringType>
        <name>productiontubing</name>
        <stringEquipmentSet>
                <stringEquipment uid="packer_1" equipmentRefUID="packertype_1">
                        <equipmentType>Packer</equipmentType>
                        <name>packer_1</name>
                        <connectionNext stringEquipmentRefUID="productioncasing_1">
                                <tubingConnectionType>Radial</tubingConnectionType>
                        </connectionNext>
                </stringEquipment>
                <stringEquipment uid="tubingstring_1"
equipmentRefUID="tubingtype_1">
                        <equipmentType>Tubing</equipmentType>
                        <name>tubing_for_production_casing1</name>
                </stringEquipment>
        </stringEquipmentSet>
</downholeString>
```

4.3.5 情境 V: 下部有尾管的封隔器和分离的油管和油管串

在情境 4 的基础上，另一个带封隔器的油管安装在设备上部（图 17），这允许流体穿过底部管串，进入到生产套管的环空，进而进入到油管的顶部。最初的情境 5 和情境 6 油管串都认为是独立的管串。对管串的定义是当你想拉出上部的一个部件时，管串的每个部分都和它一起拉出来。

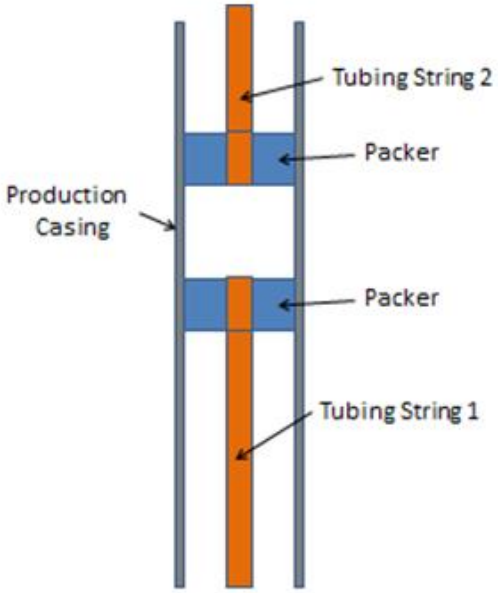


图 5. 情境 5（情境 4 的延伸）：有尾管的井下封隔器和独立带封隔器在上部的油管

```
<downholeString uid="productiontubing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
        <stringType>Tubing</stringType>
        <subStringType>Production tubing</subStringType>
        <name>productiontubing_1</name>
        <stringEquipmentSet>
                <stringEquipment uid="packer_1" equipmentRefUID="packertype_1">
                        <equipmentType>Packer</equipmentType>
                        <name>packer_1</name>
                        <connectionNext stringEquipmentRefUID="pro
                                <tubingConnectionType>Radial</tubingConnectionType>
                        </connectionNext>
                </stringEquipment>
                <stringEquipment uid="tubingstring_1" equipmentRefUID="tubingtype_1">
                        <equipmentType>Tubing</equipmentType>
                        <name>tubing_for_production_tubing1</name>
                </stringEquipment>
        </stringEquipmentSet>
</downholeString>
<downholeString uid="productiontubing_2" uidWellbore="primaryWellbore">
        <stringType>Tubing</stringType>
        <subStringType>Production tubing</subStringType>
        <name>productiontubing_2</name>
        <stringEquipmentSet>
                <stringEquipment uid="tubingstring_2" equipmentRefUID="tubingtype_1">
                        <equipmentType>Tubing</equipmentType>
                        <name>tubing_for_production_tubing2</name>
                </stringEquipment>
                <stringEquipment uid="packer_2" equipmentRefUID="packertype_1">
                        <equipmentType>Packer</equipmentType>
                        <name>packer_2</name>
                        <connectionNext stringEquipmentRefUID="productioncasing_1">
                                <tubingConnectionType>Radial</tubingConnectionType>
                        </connectionNext>
                </stringEquipment>
        </stringEquipmentSet>
</downholeString>
```

二井下工作串。这两种显示为相同的设备类型

4.3.6 情境 VI：套管里的独立筛管

在这个情境（图 18），一个封隔器被电线固定在生产套管里。上部或者下部没有油管。流体从封隔器中部通过（没有任何密封）。封隔器在 downholeString 里的 stringEquipmentSet 里列出，做为生产套管的组成部分，径向连接。

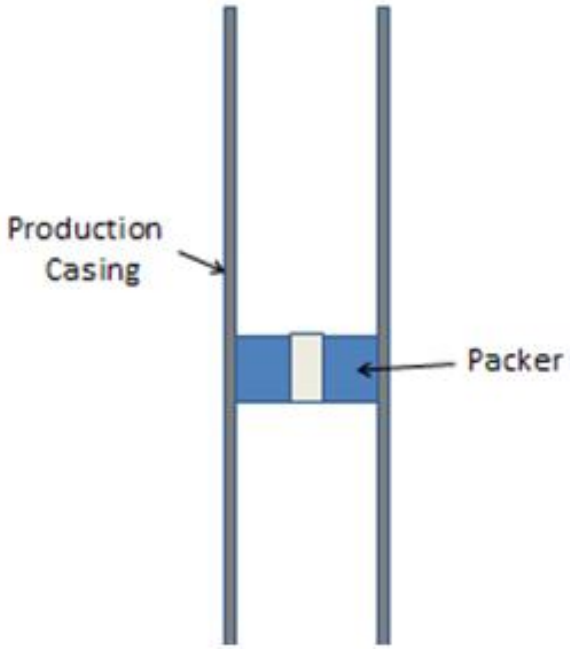


图 6. 情境 VI：套管里的独立封隔器

```
<downholeString uid="productioncasing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
        <stringType>Casing</stringType>
        <subStringType>Production casing</subStringType>
        <name>productioncasing</name>
        <accessories>
                <accessory uid="packer_1" equipmentRefUID=" productioncasing_1">
                        <equipmentType>Packer</equipmentType>
                        <name>packer_1</name>
                        <insideComponent></insideComponent>
                        <connectionNext>
        <otherConnectionType>DogsCompressionFit-Sealed</otherConnectionType>
                        <stringEquipmentRefUID>productioncasing_1
                        </stringEquipmentRefUID>
                        </connectionNext>
                </accessory>
```

4.3.7 情境 VII：桥塞/封隔器堵塞

这个情境（Error! Reference source not found.）和情境 6 完全一样，除了在封隔器里有一个插座，.这使它从功能上变成一个桥塞.

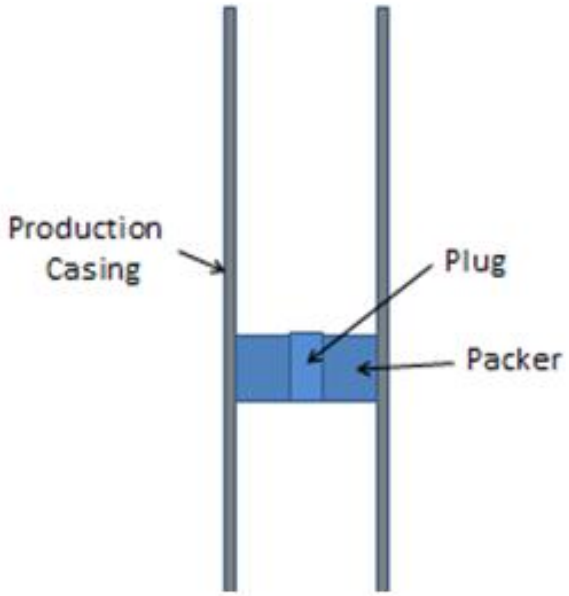


图 7. 情境 VII：桥塞/带插座的封隔器.

```
<downholeString uid="productioncasing_1" uidWellbore="primaryWellbore">
        <stringType>Casing</stringType>
        <subStringType>Production casing</subStringType>
        <name>productioncasing</name>
        <accessories>
                <accessory uid="packer_1" equipmentRefUID=" productioncasing_1">
                        <equipmentType>Packer</equipmentType>
                        <name>packer_1</name>
                </accessory>
                <accessory uid="Packerplug_1" equipmentRefUID=" packer_1">
                        <equipmentType>Packer Plug</equipmentType>
                        <name>packerplug_1</name>
                </accessory>
        </accessories>
</downholeString>
```

Connections and inside component elements omitted.

4.4 原生和派生的“工作”和事件

这部分演示一个简单的方法去描述事件嵌入在复杂事件（或多级）的工作里。例子可以是一个日常活动的累积，或者服务公司做一个多级别工作的报告。

4.4.1 母事件

```
<witsml:wellCMLedger uid="E00" uidWell="VGASAU029"
uidWellbore="primaryWellbore">
        <witsml:wellboreName>primaryWellbore</witsml:wellboreName>
        <witsml:dTimStart>1990-11-11T00:00:00Z</witsml:dTimStart>
        <witsml:dTimEnd>1990-11-22T00:00:00Z</witsml:dTimEnd>
        <witsml:duration uom="h">47</witsml:duration>
        <witsml:type class="Job">Drilling &amp; Complete Well </witsml:type>
        <witsml:isPlan>true</witsml:isPlan>
        <witsml:eventExtension>
              <witsml:jobExtension>
                    <jobReason>drilling init</jobReason>
              </witsml:jobExtension>
        </witsml:eventExtension>
</witsml:wellCMLedger>
```

This event has no parent event. Could be called something such as, e.g., "Drill & Complete Well".

4.4.2 子事件

举例，事件 08 是 “钻井-第一天”；母事件元素指向工作“钻完井“。

```
<witsml:wellCMLedger uid="E08" uidWell="VGASAU029" uidWellbore="primaryWellbore">
      <witsml:wellboreName>primaryWellbore</witsml:wellboreName>
      <witsml:parentEventID>E00</witsml:parentEventID>
      <witsml:dTimStart>1990-11-12T08:00:00Z</witsml:dTimStart>
      <witsml:dTimEnd>1990-11-12T14:00:00Z</witsml:dTimE
      <witsml:duration uom="h">6</witsml:duration>
      <witsml:mdTop uom="ft">12</witsml:mdTop>
      <witsml:mdBottom uom="ft">450</witsml:mdBottom>
      <witsml:type>drill - day 1</witsml:type>
      <witsml:isPlan>true</witsml:isPlan>
      <downholeStringsRef downholeStringRefID="surfacecasing_1"/>
      <witsml:eventExtension>
            <witsml:downholeExtension>
      <downholeComponentRefID>downholecomp_Job1</downholeComponentRefID>
            </witsml:downholeExtension>
      </witsml:eventExtension>
</witsml:wellCMLedger>
```

This event has a parent event. Drill & Complete Well ("E00" here) is the parent for a set of events including this one.

4.5 录入文件的附加属性

录入文件定义以下设备的“附加属性”：

• 定义不同于设备的一般属性的“附加属性”。例如：外径对所有类型设备是普通参数，但是砂粒直径通常只对砾石充填的筛管。

•支持那些超出公布标准 ENERGISTICS 的设备属性的延展部分。

•设备的类型和属性，看 2.2.1.4 部分，第 18 页。对于设备类型的列表，也显示那些录入文件的附加属性，看附件 A，设备类型和属性，第 65 页。

4.5.1 录入文件属性的应用。

录入文件是一个 XML 文件，名为“equipmentDict.xml”的文件，传送 cs_xmlEuqipmentProperties.xsd 验证。这些文件都放在 *ancillary* 文件下面。录入文件的内容是设备属性包含设备属性元素。指出的是，所有设备类型的通用属性在架构里有定义，在 grp_equpmentProperty.xsd 里。

equipmentProperties 包含设备（这个必须存在于 equpmentType 类型中），和多个属性元素。

例如：录入文件包括砾石充填筛管的延伸属性，包括定义 diaSand 和 diaScreenGauge.

```
<witsml:equipmentProperties>
            <witsml:equipment>Gravel Pack Screen</witsml:equipment>
            <witsml:property name="diaSand">
                  <witsml:type>lengthMeasure</witsml:type>
                  <witsml:isOptional>true</witsml:isOptional>
            </witsml:property>
            <witsml:property name="diaScreenGauge">
                  <witsml:type>lengthMeasure</witsml:type>
                  <witsml:isOptional>true</witsml:isOptional>
            </witsml:property>
…
</witsml:equipmentProperties>
```

以这种方式定义延伸属性可以出现 Equipment 的 Property 元素。看图 20

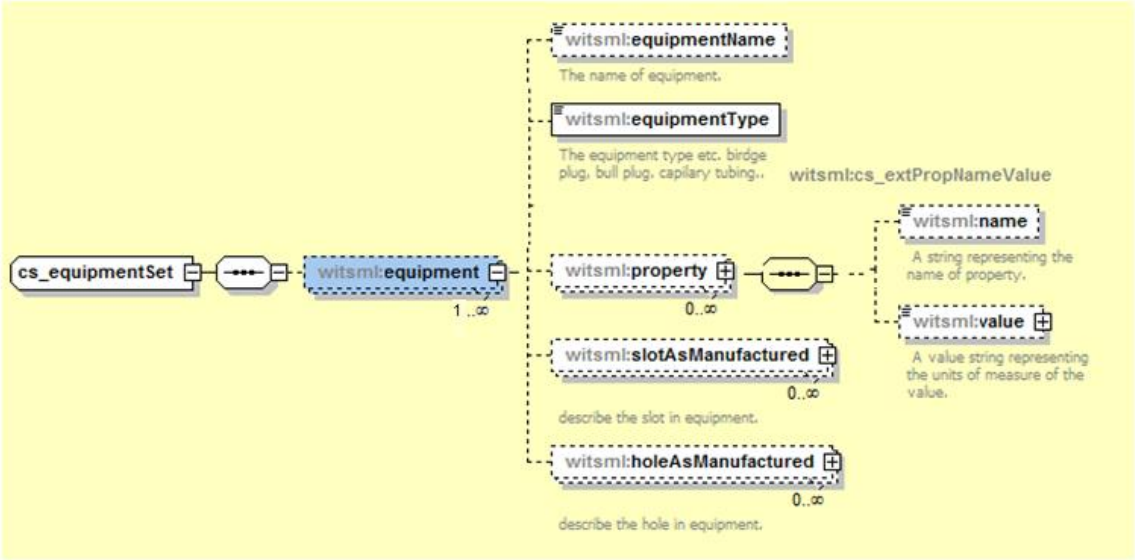


图 20.用于访问加载程序文件。

以砾石充填筛管为例。在井下组件里，我们列举出元素“diaScreenGauge”在设备”GravelPackscreen_11”的属性里。类型定义成 LENGTHMEASURE, 。我们应用到了值和单位。

4.5.2 延伸性 Extensibility

所有的 ENERGISTICS 标准用录入文件去定义有效的数据。这个录入文件已经开发到可以对进一步的需求提供一致性（最大的插入解释）和灵活性

DownholeComponent 包括各种类型的设备，根据制造商的不同，每一个可能有不同的属性，并且可能随着时间而改变。为了强调这个天然属性的变化和将来需要，录入文件延伸设备属性。

对于灵活性和进一步的需求，机构可以加入新的属性到设备类型，这在架构里有定义。这可以通过修改录入文件来实现。任何用录入文件去定义期待的设备衍生属性都需要在录入文件里修订。

然而，为了与标准保持最大的兼容性，ENERGISTICS 强烈建议组织者加入这些新的延伸属性并反馈给 ENERGISTICS 以方便包含在用户已用的已发布的录入文件里。

附件 1： 设备类型和属性。

注意： 这些打印的表格提供了很容易的参考。对于大多数当前的信息，总是看到有文件参考到这里。第一个表是定义的全部设备类型（在设备/类型文件里）。它显示是否这些延展属性已经在录入文件里定义。第二个表在架构里的设备属性里，哪些对所有设备的通常的属性，加到录入文件里的延展属性。这些通用属性都可以在文件里看到

注：为了方便查询，这里提供如下表格。有关最新信息，请查询这里提到的文件。第一个表列出了所有定义的（在 equipmentTypes 在 CS- equipmentCatalog.xsd 文件中的枚举）设备类型。这会说明是否延长 EquipmentDict.xml 定义的属性。第二个表列出共同所有的设备属性，被延伸的公用设备属性添加在加载程序文件。这些共同的属性定义在 grp_equipmentProperty.xsd。

Equipment Type	**Extended Properties**
Bridge Plug	
Bull Plug	
Capillary Tubing	
Casing Crossover	yes
Casing Hanger	
Casing Head	yes
Casing Liner-Expandable	
Casing Shoe	yes
Casing Spool	yes
Casing/Casing Liner	yes
Cement (behind Casing)	
Cement Basket	
Cement Retainer	
Cement Squeeze	
Cement Stage Tool	
Chemical Injection Mandrel	yes
Chemical Injection Valve	yes
Corrosion Coupon Carrier	yes
Dip Tube	yes
Downhole Choke	
Downhole Sensor	yes
ESP Assembly	yes
ESP Bolt on Discharge	
ESP Bolt on Intake	yes
ESP Bolt on Motor Base	yes
ESP Bolt on Motor Head	yes
ESP Cable	yes

ESP Gas Handler	yes
ESP Gas Separator	yes
ESP Lower Pigtail	yes
ESP Motor	yes
ESP Motor Base Centralizer	
Equipment Type	**Extended Properties**
ESP Motor Flat Cable	yes
ESP Motor Shroud	
ESP Promotor	yes
ESP Pump	yes
ESP Pump Discharge Sensor Sub	yes
ESP Seal	yes
Expansion Joint	
External Cementing Port	
Fill	
Fish	
Float Collar	
Float Shoe/Guide Shoe	
Gas Anchor	
Gas Lift Mandrel	yes
Gas Lift Valve	yes
Gravel Pack Screen	yes
Hydraulic Pump	
Injection Mandrel	yes
Injection Valve	yes
Junk in Wellbore	
Landing Collar	
Liner Entry Guide	
Liner Hanger	yes
Mule Shoe	
Notched Collar	
On-Off Tool	
Overshot	yes
Packer	yes
Packer-Multiple Strings	
Packer Plug	

Packoff (Tubing)	
PCP-Flex shaft Intake	
Equipment Type	**Extended Properties**
PCP-Gear Reducer (Subsurface)	
PCP-No Turn Tool/Torque Anchor	yes
PCP-Rotor	yes
PCP-Stator	yes
PCP-Tag Bar	yes
Plug - Cement	
Plug - Mud	
Plunger Lift Ball	
Plunger Lift Bottom Hole Bumper Assembly	
Plunger Lift Bumper Spring	
Plunger Lift Collar Stop	
Plunger Lift Plunger	
Polished Rod	
Polished Rod Liner	yes
Ported Collar	
Profile Nipple	yes
Profile Nipple Plug	
Pump-Out Plug	
Seal Assembly	
Sucker Rod	
Sucker Rod Backoff Coupling	
Sucker Rod-Continuous	yes
Sucker Rod Pump-Insert	yes
Sucker Rod Pump-Jacket	
Sucker Rod Pump-Tubing Pump Barrel	yes
Sucker Rod Pump-Tubing Pump Plunger	yes
Sucker Rod-Ribbon	
Sucker Rod-Sinker Bar	
Sucker Rod Sub	
Sand Screen-Tubing	yes
Sand Separator	
Screen Liner/Insert	
Seal Bore Extension	

Seat Nipple/Shoe	
Shear Tool	yes
Sliding Sleeve	
Steam Cup Mandrel	yes
Steam Deflectors	
Strainer Nipple	
Equipment Type	**Extended Properties**
Subsurface Safety Valve	yes
TCP Gun	
Tubing	
Tubing (Coiled)	
Tubing Anchor/Catcher	
Tubing Crossover	
Tubing Drain	
Tubing Hanger	
Tubing Head (Spool)	yes
Tubing Purge Check Valve	
Tubing Sub	
Whipstock	
Wireline Re-Entry Guide (Bell Collar)	
Wellbore Notes	yes
Y-Tool	

List of Properties Common to all Equipment Types		
manufacturer		model
catalogID		catalogName
brandName		modelType
series		isSerialized
serialNumber		partNo
surfaceCondition		material
grade		unitWeight
coatingLinerapplied		outsideCoating
insideCoating		unitLength
majorOD		minorOD
OD		MaxOD
MinOD		majorID

minorID		ID
MaxID		MinID
drift		nominalSize
nameService		description
descriptionPermanent		remark