



ArcGIS®管线数据模型

ESRI®技术论文 • 2004 年 2 月

ESRI 380 New York St., Redlands, CA 92373-8100, USA • TEL 909-793-2853 • FAX 909-793-5953 • E-MAIL info@esri.com • WEB www.esri.com

Copyright © 2004 环境系统研究所公司（美国）

版权所有，翻录必究

环境系统研究所公司（美国）保留本书全部内容的所有版权。本书受美国版权法及其他国际版权条约和公约的保护。未经环境系统研究所公司（美国）的书面许可，不得以任何形式或手段复制、传播，或以任何电子或文本方式翻印、转载本书的任何部分。如有疑问，请与环境系统研究所公司（美国）联系：380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA。

本书内容的更改将不另行通知。

美国政府的受限 / 有限权利

以下所列的任何软件、文档和 / 或数据均受“许可协议”的制约。美国政府在任何条件下都不能获得大于受限 / 有限权利中所规定的权利。最基本的原则是，美国政府使用、复制或公开数据要受到以下条例相关内容的制约： FAR §52.227-14 Alternates I, II和III （1987年6月）； FAR §52.227-19 （1987年6月） 和 / 或 FAR §12.211/12.212 （商业技术数据 / 计算机软件）； 以及 DFARS §252.227-7015 （1995年11月）（技术数据）和 / 或 DFARS §227.7202 (计算机软件)。合约方 / 制造商是环境系统研究所公司（美国）， 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA。

ESRI、ESRI的地球标志、ArcCatalog、ArcGIS、ArcIMS、ArcMap、ArcObjects、ArcPad、ArcSDE、ArcToolbox、www.esri.com 以及 @esri.com 均是环境系统研究所公司（美国）在美国、欧盟和其他某些司法等辖区的商标，注册商标或服务标志。本书涉及到的其他公司和产品是属于其各自商标拥有人的商标或注册商标。

ArcGIS 管线数据模型

ESRI 技术论文

目录	页码
简介	1
什么是 ArcGIS 管线数据模型（APDM）？	1
APDM 与其它管线数据模型	2
为何使用 APDM？	2
APDM 的历史	3
APDM 指导委员会	4
APDM 技术委员会	4
标准与模板之间的区别	4
设计基本原理	4
核心元素	5
定站与里程方程式	6
基于距离	7
任意（基于假定距离）	7
中心线（路径，度量值和事件）	8
等级	8
几何一致性	9
事件与要素	9
APDM 概念模型	10
核心元素	10
在线要素	10
离线要素	11
APDM 核心要素类与对象	11
EventID	11
站列	11
控制点	12
环线	12
管道段	13
概念要素类	13
在线点要素	13
在线线性要素	13

离线点要素.....	14
离线线性要素.....	14
离线多边形要素.....	14
拓扑.....	14
中心线.....	15
APDM 地理数据库.....	16
结构.....	16
域.....	16
继承.....	16
对象.....	17
审核.....	17
要素.....	17
点.....	18
配件.....	18
在线点.....	18
在线多边形.....	19
EventID.....	19
对象与要素类.....	19
对象类（Object Class）.....	19
Activity（对象类）.....	19
<classname>ActivityEvent（对象类）.....	20
Address（对象类）.....	20
Company（对象类）.....	20
Contact（对象类）.....	21
ExternalDocument（对象类）.....	22
GeoMetaData（对象类）.....	22
LineLoop（对象类，核心）.....	23
LineLoopHierarchy（对象类）.....	23
OwnerOperatorShip（对象类）.....	23
Reading（对象类）.....	24
SubSystem（对象类）.....	24
SubSystemHierarchy（对象类）.....	24
要素类.....	25
AlignmentSheet（离线多边形要素类）.....	25
Anomaly（在线点要素类）.....	25
AnomalyCluster（多点要素类）.....	26
Appurtenance（在线点要素类）.....	27

CPAnode（离线点要素类）	27
CPBond（离线点要素类）	28
CPCable（离线多义线要素类）	28
CPGroundBed（离线点要素类）	29
CPRectifier（离线点要素类）	29
CPTestStation（离线点要素类）	30
CPOnlineLocation（在线点要素类）	30
Casing（在线多义线要素类）	31
Closure（在线点要素类，配件）	31
Coating（在线多义线要素类）	31
ControlPoint（点要素类，核心）	32
DocumentPoint（离线点要素类）	33
Elbow（在线点要素类，配件）	33
ElevationPoint（在线点要素类）	34
FieldNote（离线点要素类）	34
HCAClass（在线多义线要素类）	34
HighConsequenceArea（离线多边形要素类）	35
InsepectionRange（在线多义线要素类）	35
Leak（在线点要素类）	36
LineCrossing（离线多义线要素类）	36
CPAnode（离线点要素类）	27
LineCrossingEasement（在线多义线要素类）	37
LineCrossingLocation（在线点要素类）	37
Marker（离线点要素类）	37
Meter（在线点要素类，配件）	37
NonStationedPipe（离线多义线要素类）	38
OperatingPressure（在线多义线要素类）	38
PiggingStructure（离线多义线要素类）	39
PipeJoinMethod（在线点要素类）	39
PipeSegment（在线多义线要素类，核心）	40
PressureTest（在线多义线要素类）	41
Reducer（在线点要素类，配件）	42
RemovedLine（在线多义线要素类）	42
RemovedPoint（在线点要素类）	43
RightOfWay（在线多义线要素类）	43
RiskAnalysis（在线多义线要素类）	44
SiteBoundary（离线多边形要素类）	45

Sleeve（在线多义线要素类）	45
StationSeries（多义线要素类，核心）	45
Structure（离线点要素类）	46
StructureLocation（在线点要素类）	47
StructureOutline（离线多边形要素类）	48
Tap（在线点要素类）	48
Tee（在线点要素类，配件）	49
Valve（在线点要素类，配件）	49
Vessel（在线点要素类）	50
实施问题	51
要素事件与事件要素	51
拓扑与几何网络	51
EventID， OriginEventID 与 GroupEventID	52
开发应用	53
PODS 与 ISAT 转换	53
将数据添至模型中	53
模型未来	54

ArcGIS 管线数据模型

简介

本篇技术论文阐述了 ArcGIS 管线数据模型（APDM），是为那些致力于使用 ESRI 公司的 ArcGIS 软件来实施管线地理数据库传输的人所编写，包括管线公司管理人员、开发人员以及图形操作员。它提供了有关模型中的对象，如何组织模型的详细描述；以及如何在一个机构内实现模型的建议。本文假定读者了解一些普通管线术语（如定站、中心线、站列和控制点等）以及有关 ESRI 线性参考技术的操作知识。

什么是 APDM?

ArcGIS 管线数据模型用于存储与收集和传输管线（尤其是气体和液体系统）有关的要素的信息。APDM 是为通过 ESRI 公司的 ArcGIS 和 ArcSDE 软件来实现 ESRI 地理数据库而专门设计的。地理数据库是一种将地理数据作为工业标准的关系型数据库管理系统中的要素来进行存储和管理的对象关系型构架。ESRI 管线权益集团（PIG）的任一成员均可从 ESRI 网站 www.esri.com/pipeline 下载该模型及其支持文档，而公众也可在 ESRI 的数据模型网站 <http://support.esri.com/datamodels> 进行下载。

APDM 最初源自于现有的已发布的数据模型，并通过扩展以满足气体和液体传输管线的需求。它是在 ESRI 公司的指导下，由 ESRI 管线权益集团指导和技术委员会的人员开发的。技术委员会包括了来自管线和管线销售商公司的代表。该模型设计时包含了在 80% 管线公司中常常找到的标准要素示例，而在制作时则包含了当前的热点术语，如集成，管线检查，后果严重区域以及风险分析等。为保留其它已发布的 ESRI 模型的本质，APDM 并未设计成一个综合的或者包含所有方面的模型，而是设计成模板，管线公司通过它可以从小模型的核心元素开始，并通过添加要素或提炼现有要素来修改模型。该模型的首要目标就是要考虑要素（定站）的线性参考。大多数传输管线公司将沿管线系统发生的要素或事件的位置称为沿路径（站列）在某一距离（度量值）发生的事件。在模型中，定站是通过称为路径和度量值的“即装即用”技术来处理的。

APDM 是作为一个起点而设计的。APDM 技术委员会的目的和中心不是设计这样的模型——即在管线系统中可以找到所有可能要素的综合描述；而且该模型的目的也不是规定构建管线系统模型的严格方法论或标准步骤。该模型的目的是提供一系列的核心对象和属性，这些对象和属性再加上一个核心系列的概念对象，可以描述和有效处理定站，而大多数（如果不是所有的）管线要素都可以通过概念对象加以分类。除提供核心系列要素外，该模型的目的实际上是为管线销售商公司提供一种依靠该模型和现有数据库间的数据转换而开发应用程序的一致构架。通过这种途径，任一管线公司可以向模型中添加要素，修改模型中的已有要素，或者从模型中减去因商业需求所需的要素。模型的核心元素保留了一小部分模型中可找到的要素，而且添加任何新要素都必须属于 APDM 概念模型分类中的一种：参考要素或非参考要素，在线要素或离线要素。APDM 模型的另一焦点是开发一种终端用户可以实现的模型，并且无需编写自定义代码或进行开发工作即可向模型中添加数据。这可以通过使用核心 ESRI 技术来完成，允许任何管线公司开发满足其商业需求的自定义数据模型。

APDM 与其它管线数据模型

有的管线数据模型：集成空间分析技术（ISAT），管线开放数据标准（PODS）和工业标准的管线数据管理（ISPDM）。这三种模型是为工业标准的数据库管理系统而设计的，而APDM模型是为充分利用ESRI地理数据库技术而设计的。APDM模型中的要素类来自于ISPDM、ISAT和PODS模型中所包含的表；而APDM模型要素类中可找到的主要属性均可在PODS、ISAT和ISPDM模型的属性表中找到。地理数据库与APDM模型通过关系型数据库引擎合并在一起，可以存储扩展了标准RDBMS技术的对象关系型模型。APDM就是一种对象关系型数据库管理系统，因此不能使用标准结构化查询语言（SQL）或其它数据访问技术（如开放的数据库连接[ODBC]，或微软ActiveX数据对象[ADO]）来访问。定制和访问存储于APDM中数据的基本方法是通过核心的ESRI公司的ArcGIS技术及其基础组件模型ArcObjects™。虽然PODS、ISAT和ISPDM模型的内容和基础技术与APDM模型相似，可是用于操作这些模型的结构和内容的访问方法却大不相同。

为何使用APDM？

使用凌驾于标准关系型数据库模型之上的APDM模型的最初考虑是：可扩展的地理信息系统（GIS）的优势——分析、制图和编辑功能——能超越集成数据库与其它工业标准的应用程序和数据访问技术的需求吗？使用凌驾于关系型模型之上的地理数据库的其它考虑如下：

- RDBMS加强了关系型数据的集成性，而不是空间数据的集成性。
- 地理数据库确实加强了参考数据与空间数据的集成性。
- RDBMS不易加强要素几何与属性数据间的链接。RDBMS中的编辑操作需要应用逻辑来更新要素几何和属性，或者是先属性后要素几何。这在关系型模型中是一个难以解决的问题，即要素几何通常是数据库的快照，每当数据库被修改，则要素几何就可能过时了，并且必须被重建。
- 地理数据库无缝加强了要素几何与属性数据间的联接，此外，它还允许能简化编辑操作的更复杂关系的构架。

地理数据库（和APDM模型）提出了有关空间要素和属性的不太昂贵的数据维护，并将其作为基础数据结构的功能。结果是，对于嵌入自定义应用程序中的数据完整性逻辑的依赖将最小化。利用存储GIS数据的地理数据库为终端用户提供了访问所有强大ESRI GIS分析技术的方法。其它的包含于地理数据库中的编译技术还包括：多用户、长事务版本编辑、经由拓扑实现的一致性要素编辑、地理处理、基于栅格的空间分析、即时地图显示/制图产品工具、通过ArcIMS®（和ArcServer）集成到网站中、通过Tablet PC实现离线编辑和运行ArcPad®处理个人数字助理（PDAs），以及动态注记等。

APDM模型是为那些以线性参考（或定站）作为定位要素的主要方式的管线公司而设计的。最终，通过定站沿管线定位、编辑、分析和组织要素的能力是APDM模型与标准的ESRI气体分布模型的主要区别。该模型是为完全以地理数据库为基础的ESRI企业级软件ArcGIS/ArcSDE技术而开发的。它是由管线公司操作人员和销售商的一个委员会开发的。ESRI公司（世界上最主要的GIS软件销售商）拥有APDM模型的知识产权，并且将与管线公司和销售商一道，继续管理、发展及发布该模型，且每三年一次。APDM将获得低成本、高品质的数据产品和管理以及良好的数据分析，将所有重要的东西应用到需高度调节的和重要的工业（如传输管线）。

APDM的历史

权益集团指导委员会和技术委员会联合开发的。技术委员会负责开发模型的结构、内容和技术方面，而指导委员会负责模型的组织和升级方面。最终两个委员会归入ESRI石油用户集团旗下。APDM模型的核心元素源自于ISAT、PODS和ISPPDM模型。所作的每次努力就是使APDM模型对于模型间的数据转换是开放的。指导委员会和技术委员会致力于平衡每个管线模型集团、管线公司和管线销售商团体的利益。两个委员会的参与可分为操作（客户）和销售商团体与ISAT/PODS数据模型成员。以下是模型发展的简要纪年表：

- 2002年3月，M.J. Harden开始从事模型的初始工作。
- 2002年7月，模型在California的San Diego召开的ESRI用户大会上被提出。参与模型设计的一个开放式邀请被扩展到管线团体。
- 2002年8月，权益成员集团的初始会议在California，Redlands的ESRI公司召开。
- 2002年10月，在Idaho的Coeur d'Alene召开的ESRI电气用户集团大会（EGUG）上，指导和技术委员会正式成立。
- 2002年12月～2003年6月，技术和指导委员会关于不同成员组织的会议每月召开一次。知识产权协议、指导委员会章程、技术委员会授权、操作程序以及APDM模型内容和结构得到发展。
- 2003年3月，在Texas的Houston召开的ESRI石油用户集团（PUG）会议上进行公众评议时，APDM被发布。
- 2003年7月，在California的San Diego召开的ESRI国际用户大会上，正式发布了APDM 1版本。
- 2003年10月，在Texas的Galveston召开的ESRI电气用户集团大会上，由APDM技术委员会提出进行模型回顾并计划开发2版本。

PIG中的积极分子推选指导和技术委员会的成员。在每年三月的年度PUG会议上进行选举。指导委员会的时间期限为1年，而技术委员会的时间期限为2年。技术委员会还将在ESRI国际用户大会、ESRI的EGUG和PUG会议时定期举行会议。下列人员和机构参与了最早的指导和技术委员会（2003年8月）。

APDM指导委员会

Greg McCool (El Paso Corporation)，主席；Pamela West (ChevronTexaco)，合作主席；Maggie Mabrey (M.J. Harden)，秘书；以及下列成员：Ron Brush (New Century Software)，Ed Wiegele (M.J. Harden)，Mary Muse (PG&E—California Gas Transmission)，Ken Greer (CenterPoint Energy)，Danika Yeager (Colonial)，Andrew Zolnai (ESRI)。

APDM技术委员会

Peter Veenstra (M.J. Harden)，主席；Mike Kallas (M.J. Harden)，秘书；以及下列成员：Buddy Nagel (El Paso Corporation)，Theo Lawrence (Great Lakes Gas Transmission)，Tracy Thorleifson (Eagle Information Mapping)，Scott Hills (ChevronTexaco)，David Nemith (Southern Union Panhandle)，Tom Marcotte (James Sewall Co.)，Lane Powell (ESRI)。

标准与模板间的区别

APDM模型确定为模板，而不是标准。还没有管理组织正式承认APDM是标准。模型中的要素和关系对于80%的管线公司的典型地理信息系统技术的实施来说是关键性的和普遍性的。与ESRI网站上的其它大多数已发布的模型相似，APDM模型表示了

APDM模型是由ESRI管线

找到的核心要素。该模型的目的从来都不是创建一种数据库标准，而是创建一种数据库模板，由它可以创建和发展自定义的模型。然而，模型设计标准之一就是创建和描绘模型的核心元素。为了给APDM模型实现间的数据转换、应用程序开发以及转换保留一种标准，必须维护这个模型。

设计基本原理

APDM是一种地理数据库模型，是为实现（气体和液体）管线传输而设计的。本部分概述了APDM发展的每个阶段所考虑到的设计基本原理。这些理由成为确保模型能满足管线工业需求的指导方针。每个理由则描述了一些确定最终模型的可度量背景材料及考虑因素。

本部分分为以下几部分，每一部分描述了如何开发APDM的驱动因素：

- 核心元素
- 定站与里程方程式
- 中心线（路径、度量与事件）
- 等级
- 几何一致性
- 事件与要素
- 管理数据

本文后面的部分将更详细地描述 APDM 模型的内容和结构。而认识到没有任何一个简单的管线数据模型能够完成所有机构的一切事务，这一点很重要。由于意识到了不同管线公司间如何进行数据建模存在不同，技术委员会依据四个指导原则来开发 APDM 模型。

APDM 模型将提供一系列的核心元素，这些元素将为任一 APDM 模型实现而保持一致。核心元素将使已有管线数据模型之间的数据转换以及由第三方销售商开发的轻便式 APDM 应用程序的发展更为便利。

APDM 模型将通过绝对定位和线性参考（通常指定站）来提供一种沿管线中心线定位要素的机制。APDM 模型的目的并不是规定模型实现的途径。这些要素可以以下列方式存在：要素类中的几何要素，事件表中的动态事件或二者的结合。要素（或表，或对象）将包含在 APDM 模型中，如果 80%的管线公司和美国政府调整司需要的话。APDM 模型可以在地理数据库内部实现和维护，而无需自定义应用程序代码。

核心元素

技术委员会的首要目标是保留一小部分定义好的具有所需属性的核心对象。这些核心元素将提供线性参考机制，以把事件定位为几何要素或动态事件。它们还将提供一种基本原则，通过该原则其它要素可以添加到模型中，或者模型中的已有要素可以被定制为所需要的要素，如果核心元素保持完整和不变的话。这些核心元素是中心线维护和定站所必需的。它们已被分类为一系列的概念要素。这些概念要素将为确定如何在 APDM 中对附加模型元素进行分类和组织提供帮助。

如果核心对象（表，要素类）和属性不变，那么地理数据库的其余部分则是可选的，并且是完全可以定制的。与核心要素类不同，模型中所包含的要素类提供了大多数公共要素的例子，而不是沿管线系统所能找到的一切可能要素的所有描述。APDM

几乎每个管线系统中都可

建满足其商业需求的地理数据库。模型的核心元素提供了一系列的标准要素——剩下的终端用户所能做的就是选择应包含、删除或变更哪些元素以适合其需要。为了这个目的，一些用户可能会注意到，公共管线要素，如调节器、压缩机、水泵、储罐、挤压机、焊缝以及各种不同类型的站点（如测量仪表、压缩机、城镇边界和调节器）等，并未在模型中指定。如果可能的话，这些要素将作为域值或更普遍的要素类的子类进行建模。APDM 模型并未限定或需要包含这些要素。与模型中的核心元素不同，用户所能做的就是确定模型中应包含或不包含什么要素。

在过去十年中，管线公司可以访问的数据量呈幂级增长。管理数千种要素在历史文献中是可能的。随着快速计算机的发明，不同系统间的更优集成以及各种格式的可用数字资料的增长，对许多大型管线公司来说，管理数百万（如果不是数十亿）种要素的潜力是完全可能的。通过保留一小部分必需的核心元素，APDM对大型社团或企业级数据系统的集成是非常开放和灵活的。在这种方式下，APDM可以通过构建详细丰富的要素模型来实现企业级数据仓库的“前门”，或者仅仅通过构建数据仓库中要素的位置特征，而GIS可以看作是整个企业的扩展。

定站与里程方程式

传统意义上，管线上管线要素的位置是由站列和站点值来确定的。站列是一种线性路径，表示管线中心线的一部分或管线通过地表的路线。从站列起点到终点的距离累计度量值被称为站点位置。无数的事件可以通过表示要素位置或起止点的站列来定位。沿站列（包括起止点）的每个中心线发生水平或垂直弯曲的点，可以放置一个控制点。控制点为已知的定站点（沿站列的度量距离），并已知坐标值。每个控制点构成了站列线性要素的顶点，而每个站列则由两个或更多的已知定站点所组成。定站从站列的起点到终点单向无缝递增或递减。一旦定站赋值给中心线，则沿中心线的已知点的定站值就不再发生变化。当管线第一次创建时，定站度量值沿整个管线的长度是不间断的和连续的。当管线重布路径（如中心线的路径改变）时，定站就会出现中断。定站中的中断点被称为里程方程式。一旦中心线出现里程方程式，定站在重布路径的中心线部分将变为附加的一个新站列。

发生在两个控制点之间的任何事件都将具有一个站点值，它通过事件两端的已知控制点的站点值进行插值计算而来。传统的GIS工具通过要素的每个顶点的绝对坐标来存储点、线和多边形要素；而通过使用定站（线性参考或相对定位），则可得到一种确定要素（或事件）位置的动态方法。ESRI地理数据库对上述两种方法均支持。一旦要素的位置通过绝对定位或相对定位得以确定，则其它的定位值就可以被确定（如果可得到站列的基本中心线）。ArcGIS管线数据模型更强调绝对定位，而不是相对定位，认识到这一点很重要。如果基本控制点和站列网络能精确定位，并具有足够密度，且非常有代表性地地描述了基础地形，那么一旦已知控制点的站点值被确定并量化，相对位置的计算就很容易得到。可是，大量事件或相对定位要素的特性具有特性分支。

通过野外测量，传输管线定站系统已被真实采集而成。如果已知起点的坐标和任意站点值已经给出，那么测量人员将使用距中心线的上一个采集点的距离（一系列度量值）和角度来描绘管线的中心线。通过点到点（point to point）确定的角度和距离计算，可以生成所谓的中心线。由角度和距离度量值生成的已知点就是管线的控制

的目的是允许管线公司构

实例中，随着全球定位系统（GPS）的发明及其与高精度数字校正正射摄影相结合，绝对定位成为生成管线已知点的主流。

定站是以传统野外测量和绘图方法论为基础的，并且是处理管线事务的历史方法。正如联邦能源调整委员会（FERC）、作为交通部（DOT）一部分的管线安全办公室（OPS）以及国家管线制图系统（NPMS）所需要的，定站是管线公司为维护调整目标而必需的保持历史记录的主要方法。美国北部的管线公司需要对沿管线的所有设施进行定位。通过步测距离管线已知点的事件的位置，定站被用于定位管线要素。

更多关于定站度量的一般形式如下所述。

- 基于距离

- Slack Chain（坡度，垂直面，工程）——两点间的距离就是地球表面的三维距离。与两点间的二维距离不同，它被用于确定沿管线的站点值（如叠加于地面之上的链的距离，而不是测得的矢量距离）。
 - Horizontal——两点间的二维测量矢量距离，不考虑两点间表面上的任何 z 值变化，用于确定沿管线的站点值（如二维测量矢量距离）。
 - Continuous——定站始于一个设定值，连续并累计度量沿所有站列中心线起止点间的松弛或水平距离。
- 任意（基于假定距离）

- Mile Posting——标杆或其他标记以任意间隔放置在地面，用作定位要素的参考点。
 - Offset Based——度量值被设为距离沿中心线已知点的偏移值（如，阀门截面——该要素被定位在主线阀门向下 100 英尺处）。

中心线（路径，度量值和事件）

管线系统的中心线由站列组成，而站列由控制点依次组成。站列概念允许沿管线中心线路径的每个站点值以明确的地理坐标唯一定位，即使一条管线上存在相同的站点值。相同的站点值通常在初装线路的一部分被重新定位或重新布线后出现，导致里程方程式的生成，以弥补额外的安装管线的长度。管线中不同的环线也可能具有相同的站点值。相同的站点值还可能在最初建造时故意创建。为帮助区别相同站点值的位置，每个站列记录都具有唯一标识符以及起止站点值，并属于一个环线。

控制点是指沿管线中心线具有已知地理位置坐标和已知站点值的点。当一组控制点被赋值给一个特定站列时，管线中心线可以根据所选择的坐标系统和地图投影，以地理方式表示其真实地理位置。控制点出现于管线的中心线方向发生改变处（如拐点[PI]）；中心线连结处，即存在距离和/或角度并具有已知地理坐标的离线点事件（如段拐角）；或者是具有已知地理坐标的任意管线中心线位置，如 GPS 测量点。

理论上讲，站列和控制点与 ESRI 线性参考路径和度量值非常相似。站列要素就是已知 M（度量）值的多义线要素，即路径。路径的度量值由每个顶点（包括终点）来定义。既然控制点用于构成站列要素的顶点，那么顶点的度量值也就是赋给控制点的站点值。事件是发生在中心线上、中心线旁或沿中心线的点或线实体或对象。

点。只是最近，在一小部分

沿中心线的点事件都将具有绝对位置和相对位置（如果是线性要素，将具有绝对/相对起止点位置）。一旦事件的相对位置被确定，事件的绝对位置会由要素的 x, y 坐标来度量。事件的相对位置则通过识别唯一路径（站列）和度量值来度量，该度量值通过站列起点、已知控制点（站列顶点）和事件发生点间的内插距离来表示。如果事件落在沿站列的两个控制点（具有不同站点值）之间，事件的位置将根据沿站列的边界控制点的站点值和事件的站点值内插得到。点事件将定位于单个路径要素上。目前，ESRI 线性参考技术规定线性事件必须在同一路径上开始和终止。

在 APDM 模型中，站列要素被建模为已知 M 值或 Z（高程）值的多义线要素，控制点则是已知 M 值或 Z 值的点要素。站列和控制点都是 APDM 模型的核心元素。

等级

管线公司常根据等级来组织或分组要素。通常，等级是以特定站列要素的位置为基础的。一个具有代表性的等级将放置属于一条线的站列要素，每条线将属于单个的管线系统。大量的管线系统将属于一个管线公司。即使是一个简单等级，也可以被分为更复杂的有组织结构，如排放子系统、阀门截面、分支以及主线等。与大多数管线系统提出的某一类型的等级不同，还不存在管线公司所坚持的标准等级结构。

管线系统中最普遍的等级形式为环线。APDM模型通过将每个站列分配给一个或多个环线来说明等级。环线是表示单个管线从源（聚集区或提炼厂）到线的终点（城镇边界站与分配中心或提炼厂的连接处）的一种构造。环线可能是主线传输管道，也可能是聚集区的分支。通常，几条环线相互平行运行。由于管线经常在几条环线间共享，所以环线在整个管线上可能会有空隙。几乎在所有案例中，环线不仅是一个或多个站列要素的集合，而且是一个或多个环线的集合。APDM模型并不解决站列要素的任何逻辑网络或连通性。每个站列要素在模型中都是唯一标识的。环线构造被用于在最简单的级别上将站列要素组织为等级。

在 APDM 模型中，环线被建模为对象类，也是核心元素之一。模型中其它等级的元素是环线层、子系统、子系统层，它们是可用于定义管线系统等级的可选对象。

几何一致性

设计 APDM 模型时的另一考虑是传输管线中一致性的点和线要素的优势。由相对位置定位的任何要素都是一致的或从中心线偏移而来。中心线路径系统的几何形状和/或基础站点（度量值）的任何变化，都在要素或事件的几何位置上具有分支，其位置依赖于所应用的度量值和中心线的位置。线性要素，如涂层和压力测试，是由父线性要素（如管道段）的存在方式所决定的子要素。这些要素间的关系表明，如果父要素被删除或改变（尤其是删除，顶点位置改变），则子要素必须发生同样的变化。同样的关系被应用于管道段（子要素）和站列（父要素）。APDM 的一个目标就是减轻编辑父要素几何形状或站点（度量值）属性的影响。关系类可用于维护中心线与附属的子要素之间的站点（度量值）关系，而拓扑则是处理不同要素类几何一致性之间的几何关系的可取的解决方案。

事件与要素

APDM 模型可以通过存储于要素类（几何结构以 x, y 坐标存储）的要素、事件表（几何结构通过 Route-ID 和度量值动态生成）或者二者相结合来实现。每种实现方法都有代价和好处。使用几何结构的好处是性能卓越，要素可以由 ArcIMS 通过互联网

接在 ArcMap™ 中进行编辑。而使用几何机构时出现的难点是当基本 Route-ID 和度量值（或起止 Route-ID 和度量值）被更新时，要素不能自动重新计算要素的几何结构。使用事件的好处是无论何时更新 Route-ID 和度量值，几何结构都会被快速刷新。如果当创建事件几何结构时出现错误，那么错误信息就会追加到包含要素的行。而使用事件的难点是每个要素都没有永久的几何结构，因此性能差，并且要素不能通过互联网实时得到。在目前的技术状态下，大容量的数据（多于 10000 个事件）不能及时执行。模型中的理想状态是具有作为事件的要素。当 Route-ID 和度量值发生变化时，要素的几何结构可以自动更新；或者当几何结构改变时，要素的 Route-ID 和度量值会被更新。目前，从地理数据库中获取这种行为的唯一途径是经过自定义应用程序编码。最终，实现（事件或要素）的机会取决于终端用户的决定和运行 GIS 的类型。

APDM 概念模型

APDM 模型中的所有要素可以分为三类：核心元素（中心线要素和定站属性）、参考要素（在线和离线要素）以及非参考要素（地面基础和支持要素）。每类要素都是相对于 APDM 模型而说的。

核心元素

核心元素是将模型定义为 APDM 适应模型的地理数据库中的标准对象或数据项（如，要素类、对象类和属性）。核心元素包含构成中心线和等级的要素类/对象类：站列、控制点和环线。APDM 模型的核心元素还包括通过线性参考（定站）来定位的要素所必需的属性：参考要素。模型的核心元素将在本文后面的部分进行阐述。

在线要素

在线要素表示在中心线上所能找到的作为事件的要素分类。在线要素可以通过要素几何坐标中的 x, y 值来定位，也可以通过线性参考（如，以距线性路径要素起点的某一距离来度量的位置）来定位。在线要素只能是点或线要素。在几何结构上，在线要素必须是一致的，并局限于管线的中心线要素（站列）。具有几何一致性的要素是点或线性要素，它们共享同一边界，并作为组成中心线的站列要素。具有几何局限性的要素是线性要素，它们不仅共享中心线的边界，而且共享线性要素（与站列要素所共享）起止点之间的所有顶点。

所有在线要素必须具有一个标识唯一路径要素（站列）的属性，要素将被定位在该路径上。在线点要素还必须具有沿特定路径的度量值（站点）。在线线性要素必须具有沿特定路径的起始和终止度量值属性（站点）。

在一些案例中，在线要素可能会作为离线点、线和多边形要素的“在线位置”。在线点要素作为在线位置，必须有站列 ID 属性、度量值属性、偏移距离属性以及偏移角度属性。离线点要素是通过距中心线上的在线点位置要素的偏移距离和角度来定位的。偏移角度是指中心线上的点到离线点要素所绘线的角度，它通过中心线来度量，并朝向增加的站点值。在线线性要素可以作为离线多义线和离线多边形要素的在线位置。对于前者，在线多义线位置要素可以表示离线线性要素与中心线相交处任一边的通道；对于后者，在线多义线位置要素表示叠加在中心线上的多边形或与多边形相交的中心线。

离线要素

离线要素只能由地理坐标来定位，由辅助管线系统和基础地理数据操作和描述的任意要素所组成。不存在核心离线要素类。此类的要素类仅供参考目的。可是，任何

快速显示，并且要素可以直

APDM 核心要素类与对象

形要素都可以具有一个或多个在线位置，存储于在线要素类中。

APDM模型允许终端用户修改模型内容以满足GIS、机构和商业需求。该模型具有几个为APDM实现而必须保持一致的核心元素。这些核心元素对于维护中心线和维护沿中心线使用线性参考的构架来讲是必需的。它们由描述中心线和参考要素的要素类、对象类以及属性所构成。在线要素类（如在线点和在线多义线）是概念要素类，包括用于通过线性参考来定位这些要素类的核心属性。除核心元素外，模型中不存在任何必需的或授权的元素。终端用户可以自由删除、添加或修改除核心元素外的任何要素类和属性，以构建满足其商业需求的模型。模型中核心元素的名称为推荐名称。ArcObjects提供了一种使用模型名称来命名地理数据库中的对象的结构。APDM模型接受相同的对象名和模型名。核心元素必须使用对象名或模型名在命名。

以下是对于 APDM 中组成模型核心元素（要素类、对象类和属性）的对象的描述。

EventID

所有要素类和对象类都必须具有一个称为 EventID 的属性。该属性可以是长整型（整型 32 位，精度 9 位），或者是全球唯一标识符（GUID）（字符型，32 位）。EventID 属性的目的是提供一种唯一标识地理数据库中的每个要素或对象，而不依赖于其所属要素类或对象类的机制。请注意，EventID 中的“事件”一词并不仅仅表示该属性属于事件表或事件。EventID 用于表示发生在管线系统上的任一事件的全球 ID，可以是在线要素或离线要素。EventID 可以用其它术语所代替，如“FeatureID”或“GeoEntity ID”

站列

站列是一个描述中心线的具有已知M值（可选，Z值）的多义线要素类。站列要素的几何结构必须简单。多数ESRI核心线性参考工具不能操作多部分几何结构。从表面上看，每个站列以站点值表示了一系列无缝递增或递减的定站，它还表示一个唯一系列的单个环线的站点值。站列要素类必须具有以下属性：

- BeginStation（双精度型，15，2）——赋给站列起点的站点值。
- EndStation（双精度型，15，2）——赋给站列终点的站点值。
- SubTypeCD（长整型，9）——子类字段。每个子类表示定站度量的一个新类。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- FromSeriesEventID（长整型，9）——向上连接站点的站列要素的外键。站列要素间的连通性提供了沿中心线的逻辑网络的基础。
- ToSeriesEventID（长整型，9）——向下连接站点的站列要素的外键。
- SeriesOrder（长整型，9）——为排序查询和创建站列要素间连通性的目的而赋给站列的任意数值。

站列要素类必须至少有一个子类。站列的默认子类将被认为是管线系统的主要度量系统（或主要参考模式），而每个子类表示定站的唯一方法。控制点和站列要素类必须共享同一子类。站列要素类中的所有其它属性都是可选的，可以按需要进行删除、添加或修改。

控制点

一个离线点、线和/或多边

站列是一个描述中心线的具有已知 M 值和 Z 值的点要素类。控制点表示已知的定站

点和终点，还表示沿站列的变形（弯曲）点、已知定站位置的点、标石或者线交叉点。控制点包含站列的站点信息。控制点要素类必须有以下属性：

- StationValue（双精度型，15，2）——赋给控制点的定站值。
- StationSeriesEventID（字符型，38）——站列要素类的外键，表示控制点所属站列。
- SubTypeCD（长整型，9）——子类字段。每个子类表示定站度量的一个新类。
- EventID（长整型，9）——全球唯一标识符。

控制点要素类必须至少有一个子类。控制点的默认子类将被认为是管线系统的主要度量系统，而每个子类表示定站的唯一方法。控制点和站列要素类必须共享同一子类。控制点要素类中的所有其它属性都是可选的，可以按需要进行删除、添加或修改。

环线

环线是一种对象类，用于存储管线系统中线的描述信息。一个环线对象可以有一个或多个构成线的站列要素，而一个简单环线可以有一个或多个构成线的环线。环线对象类必须有 EventID 属性（字符型，38），唯一标识地理数据库中的环线。环线对象类中的所有其它属性都是可选的，可以按需要进行删除、添加或修改。

管道段

管道段是唯一的被认为是APDM核心的要素类（不同于站列和控制点）。管道段要素类中的要素是已知M值的在线多义线要素。在几何结构上，管道段要素必须受中心线限制并与其一致。管道段是参考在线多义线要素。由于管道段要素类在传输管线中是最普遍的要素，所以它包含于APDM模型中，许多其它要素（如涂层、压力测试，检测范围）是由于管道段的存在而派生而来。当管道段几何结构改变时，该变化将影响许多其它要素。模型中的大多数协同线性要素是由管道段要素类所决定的。

概念要素类

概念要素类描述是以模板形式提供的。通过线性参考（定站）进行定位的管线上的任何参考要素类都属于概念要素类类型之一。概念要素类为每种参考要素类提供了所需属性的清单。几乎所有管线系统中的参考要素类都属于这些概念类中的一种。

在线点要素

在线点要素存储于已知M值（可选，Z值）的点要素类中，在几何结构上与中心线一致。它通过线性参考，使用Route-ID和Measure字段来定位。在线点要素可用于沿中心线出现的具体要素的建模，或作为离线点或离线多义线要素的在线位置。在线点要素必须有以下属性：

- BeginOffsetDistance（双精度型，15，2）——（可选）点要素距中心线上参考点的距离。仅在在线点要素作为离线点或离线线性要素的在线位置时可用。
- BeginOffsetAngle（双精度型，15，2）——由中心线上的参考点至离线点的矢量的角度。该角度通过中心线的上行矢量来度量。仅在在线点要素作为离线点或离线线性要素的在线位置时可用。
- BeginStation（双精度型，15，2）——沿用于定位点要素的站列的站点值（度量值）。

点，包括站列要素的每个顶

ntID（字符型，38）——定位在线点要素的站列要素（路径）的外键。

- EventID（字符型，38）——要素的全球唯一标识符。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——点符号（使用 gnAngle 域）的 0-360 的旋转角度。

在线点概念要素类中的所有其它属性都是可选的，可以按需要进行删除、添加或修改。

在线线性要素

在线线性要素存储于已知M值（可选，Z值）的多义线要素类中，在几何结构上受中心线限制并与其一致。它通过线性参考，使用Route-ID和两个Measure字段来定位。在线线性要素可作为沿中心线定位的具体要素而存在，或者作为离线多义线或离线多边形要素的在线位置而存在。在线线性要素必须有以下属性：

- BeginStation（双精度型，15，2）——沿用于定位线性要素起点的站列的站点值（度量值）。
- BeginStationSeriesEventID（字符型，38）——定位在线线性要素的站列要素（路径）的外键。
- EndStation（双精度型，15，2）——沿用于定位线性要素终点的站列的站点值（度量值）。
- EndStationSeriesEventID（字符型，38）（可选）——定位在线线性要素的站列要素（路径）的外键。（注意：由于所包含的值与 BeginStationSeriesEventID 所包含的值相同，此字段是多余的。）
- EventID（字符型，38）——要素的全球唯一标识符。

在线线性概念要素类中的所有其它属性都是可选的，可以按需要进行删除、添加或修改。

离线点要素

离线点要素存储于已知 M 值（可选，Z 值），并偏离中心线定位的点要素类中。离线要素可以相对于中心线上的位置来参考。

离线点要素类必须有以下属性：

- EventID（字符型，38）——要素的全球唯一标识符。

离线点概念要素类中的所有其它属性都是可选的，可以按需要进行删除、添加或修改。

离线线性要素

离线线性要素存储于多义线要素类中。离线线性要素可能与中心线在多个位置相交，因此有一个或多个在线点位置要素作为参考位置。离线线性要素必须有以下属性：

- EventID（字符型，38）——要素的全球唯一标识符。

离线线性概念要素类中的所有其它属性都是可选的，可以按需要进行删除、添加或

离线多边形要素

离线多边形要素存储于多边形要素类中。离线多边形表示那些不是通过定站或线性参考来定位的要素。中心线可能通过离线多边形或在其旁边。将在线性要素存储为离线多边形的在线位置是可选的，在该处线性要素表示中心线与多边形相交和叠加。

拓扑

APDM 模型用于将拓扑，而不是几何网络，合并的机制，以保证数据质量，维护不同要素类的要素间的关系。关于拓扑和几何网络的完整讨论将在“实施问题”中给出。拓扑需要参与拓扑的所有要素类存在于同一个要素数据集中。中心线要素类——控制点和站列——是拓扑的核心。因此，所有参考要素类也必须参与在拓扑中。APDM 将模型中的所有要素类存储在 **Transmission** 要素数据集中。

中心线

本部分概述了关于 APDM 中心线要素的一些原则和假设。

- 控制点表示站列线性要素的顶点。
- 控制点和站列要素共享同一度量值（如果控制点和站列要素共享同一子类值）。
- 作为站列的顶点，控制点表示沿站列的明确的已知值。控制点之间的所有其它定站值是内插得到的。
- 站列和控制点必须有相同的子类。
- 控制点与站列的不同子类无关。
- 控制点和站列的默认子类必须相同。
- 每个默认子类站列必须在具有有效站点值的每个顶点处，拥有一个控制点。
- 不同于默认子类，站列的子类只需在站列要素的起止点处有控制点。
- 站列是简化的已知 M 值的多义线要素。
- 站列可以在站列终点（差分）处，或沿站列边界（分支）处相连接。
- 多个控制点可存在于一个空间位置（x, y 坐标）。
- 多个控制点可存在于一个空间位置，每个控制点具有相同的子类和不同的 **StationSeriesEventID**。
- 定站必须从一个站列的终点向其他站列无缝增加或减少值。
- 站列上两个控制点之间的定站值可能与两点间的距离不成比例。

所有参考事件（要素）都有其几何结构，派生于其定位的站列要素的几何结构。

APDM地理数据库

结构

下面的部分阐述了 APDM 的内容，包括结构、域、继承、抽象类、对象类和要素类。

APDM 模型包含一个名为 **Transmission** 的要素数据集。在 ESRI 软件的生命周期中，技术委员会深信，拓扑是管理数据完整性和一致性的最有效的方法。如果 APDM 模型的拓扑实现，那么参与拓扑的所有要素类都必须存储于同一要素数据集中。目前，所有核心和推荐要素类都位于 **Transmission** 要素数据集中。

域

模型提供的域包含大多数管线系统中所能找到的公共值。这些域的目的是提供所构成的有代表性属性的公共值。所提供的域值并不是提供值的综合或通用列表的一种尝试。

修改。

开始，表示域所属的组织类别：gn（通用——可用于模型中的对象类和许多不同要素类的域）、cp（阴极保护域）、op（用于属于管线操作的要素类的域）、en（用于属于管线侵蚀建模的要素类的域）、fc（用于设施要素类的域）、cl（用于中心线要素和对象类的域）以及 in（用于检测要素类的域）。

继承

APDM 模型是用包含于 Visio 2002 制图文件的通用建模语言（UML）图表来叙述的。UML 提供了一种在图表中为地理数据库的对象、类、关系、域以及子类进行建模的机制。包含 APDM 模型叙述的 UML 图表被称为静态结构图。静态结构图对于评述地理数据库中不同对象间的关系，尤其是继承的概念非常有用。在面向对象的术语学中，继承被定义为“子对象可以使用父对象的方法或属性的工具”。换言之，子对象继承了其父对象的行为和属性。父类通常是指抽象类，尤其是在专门为 ESRI 地理数据库所创建的静态结构图中。继承的目的是在较高等级上定义某种行为或属性，使更多专用父版本继承该方法和属性，并按照需要来添加。以静态结构 UML 图来描述 ESRI 地理数据库，极大地依赖于从父对象向子对象传递属性的继承性；APDM 模型也不例外。

关于 APDM 模型的继承性，有一点需要说明。在前面部分所阐述的概念核心元素依赖于继承，但概念图和对对象描述与那些在 UML 图中所描述的对象会有所不同。这种不相容性是对 UML 和地理数据库中关系的固有特性的一种局限性。这种行为的最好例子就是 EventID 属性，在 UML 模型审核中它应位于抽象类中。可是，由于 EventID 用于表示对象和要素类间的关系，它必须作为真实类的一种属性而存在，而不是由抽象类继承而来，否则 UML 模型中将出现错误。在 APDM 模型的概念图和逻辑图中，EventID 属性将作为父抽象类的一部分出现。而在用于生成地理数据库模式的静态结构 UML 图中，EventID 将位于最底部的子要素和对象类中。这一点将减少在查看模型的概念/逻辑图与 UML 静态结构图的矛盾时可能会出现混淆。

下图描述了 APDM 模型中的继承等级：

Object→FeatureAuditing→Feature→Point→Fitting→Online Point→Feature Class
Object→FeatureAuditing→Feature→Polyline→Online Polyline→Feature Class
Object→FeatureAuditing→Feature→Point→Online Point→Feature Class
Object→FeatureAuditing→Feature→(Offline)→Feature Class
Object→Auditing→Object Class

对象

对象类是继承等级中的最高级对象。标准 ESRI 对象提供一个 ObjectID（OID，长整型）。ObjectID 是内部的 ArcSDE 软件分配的由对象继承而来的要素或对象类的唯一标识符/主键。

审核（Auditing）

FeatureAuditing 和 Auditing 是 APDM 模型的抽象类，并且完全相同。前者用于要素类，后者用于对象类。在生成的地理数据库模式中，两个类都不是作为物理类出现的。可是，这些类的所有属性都会传递给其下面的继承等级中的任一子对象。审核类所包含的属性如下所述。

■ CreatedBy（字符型）——创建要素的操作人员的 User-ID。

模型中的域名以两个字母

——创建要素的日期/时间。

- **EffectiveFromDate**（日期型）——要素在管线中被操作的日期/时间。
- **EffectiveToDate**（日期型）——要素在管线中被解除的日期/时间。
- **GroupEventID**（长整型）——用于将两个或多个要素合并或概括在一起。
- **OriginEventID**（长整型）——父对象的 **EventID**。
- **LastModified**（日期型）——要素最后更新的日期/时间。
- **ModifiedBy**（字符型）——最后更新要素的操作人员的 **User-ID**。
- **Remarks**（字符型）——用于评论、备注或注释的开放字段。
- **OperationalStatus**（域）——要素的状况（如，激活的、放弃的、推荐的）。

要素 要素是标准 ESRI 对象，提供形状属性（二进制，**esriGeometryType**）。形状属性包括要素的几何结构（如，点、线、多边形、注记）。

点 **Point** 抽象类是一种 **APDM** 类。它包含简单的 **SymbolRotation**（双精度型，15，2）属性，用于存储 0-360 的值（由该对象继承的点要素类的符号旋转角度）。

配件（Fitting） **Fitting** 抽象类是一种 **APDM** 类，用于对生成工具要素的一系列属性进行分组。

- **DateManufactured**（日期型）——配件生成的日期。
- **Grade**（域）——配件评价材料的等级（如，**SMYS 40 KSI**）。
- **InletConnectionType**（域）——入口连接类型（如，焊缝、螺丝）。
- **InletDiameter**（域）——入口通道的直径。
- **InletWallThickness**（域）——入口通道周围的管壁厚度。
- **InServiceDate**（日期型）——配件开始服务的日期/时间。
- **Manufacturer**（域）——配件的生产者。
- **Material**（域）——制作配件的材料（如，PVC，钢铁）。
- **PressureRating**（域）——配件评价的压力。
- **Specification**（域）——配件制造的规格（如，**ANSI**，**API 5**）。

在线点 这种 **APDM** 对象包括使用默认度量类型，在定站位置定位中心线上的要素的 **Route-ID** 和 **Measure** 值。

- **BeginStationSeriesEventID**（长整型）——点所位于站列要素的外键。
- **BeginStation**（双精度型，15，2）——点要素位于站列要素（或路径）的度量值或站点值。
- **SymbolRotation**（双精度型，15，2）——点符号（使用 **gnAngle** 域）0-360 的旋转角度。
- **BeginOffsetDistance**（双精度型，15，2）——（可选）点要素距中心线上参考点的距离。仅在在线点要素作为离线点或离线线性要素的在线位置时可用。
- **BeginOffsetAngle**（双精度型，15，2）——由中心线上的参考点至离线点的矢量的角度。该角度通过中心线的上行矢量来度量。仅在在线点要素作为离线点或离线线性要素的在线位置时可用。

在线多义线 这种 **APDM** 对象包括定位中心线上线性要素的终点的 **Route-ID** 和 **Measure** 值。起始

- **CreatedDate**（日期型）

从在线点类继承而来。可由在线点和离线点类继承而来。

- EndStationSeriesEventID（长整型）——线性要素终止于站列要素的外键。
- EndStation（双精度型，15，2）——线性要素终止于站列要素（路径）的度量值或站点值。

EventID EventID属性是APDM模型中所有要素类和抽象类所必需的。EventID作为全球唯一标识符，独立于要素类或对象类而存在。从逻辑上讲，EventID应从等级上的最高级对象继承得到，但是由于其在用于APDM模型的所有ESRI关系类中作为主键和外键，因此它必须位于每个单个的要素和对象类中。目前的APDM工具将EventID存储为GUID（字符型，38）。

对象和要素类 以下部分阐述了模型中的核心和推荐要素/对象类。本部分所说的对象和要素类由APDM的核心元素和推荐元素所组成。核心元素用Core来表示，推荐元素（对象/要素类）则正常描述。每个要素/对象类都将通过以下内容来阐述：名称、类描述、APDM类描述（Core、Online、Offline、Non-referenced）、类所表示的简单几何描述、类为何包含于模型中的描述、类和模型中的其它类之间关系的描述、类的子类的描述以及类的属性的描述。任何由父对象继承而来的任何属性都不包含在下面列出的类描述中。

对象类

Activity（对象类）

Activity对象类中的行存储了影响管线上一个或多个事件或要素的行为的信息。一般行为包括操作次序、检测、挖掘和测试。Activity对象类与<featureclassname>ActivityEvents对象类之间是一对多关系。这些关系模型表明一种行为可以有一个或多个（不同类型的）受行为影响或参与行为的事件。行为与ExternalDocuments是多对多关系，因为可能有多个文档为行为提供源材料。行为与InspectionRange是一对多关系，说明给定的行为可以在管线的多个线性区域发生。Activity对象类还具有一个名为ActivityParentEventID的属性，可以用作自相关字段，来对父行为下的一系列行为进行分组。Activity对象类可以在这样的系统中实现：能在系统中追踪规则的管线行为和受该行为影响的事件，这一点很重要。

- ActivityDate（日期型）——行为发生的日期。
- ActivityDescription（字符型）——行为描述或分类。
- ActivityName（字符型）——行为的标题或描述。
- ActivityParentEventID（长整型）——建立行为等级的与行为自相关的外键。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。

<classname>Activity Event（对象类）

<classname>ActivityEvent对象类提供一个表来存储关于要素的历史注释，该要素包含要素与Activity之间的一种可选关系。<classname>Activity表可以为地理数据库中的任意其它要素类或对象类而创建。前提是给出的<a>要素具有一个或多个<a>ActivityEvent，如：注释、字段注释和/或行为。从Activity到<classname>ActivityEvent是一对多关系，并且是可选的。而从<classname>ActivityEvent到ExternalDocuments的可选的一对多关系也可能存在。

Route-ID 和 Measure 值可以

(字符型, 38) ——由<classname>指定的要素/对象类的外键。

- ActivityEventID (字符型, 38) —— (可选) Activity 对象类的外键。
- Remarks (字符型) ——可包括历史注释、注释、检测结果以及按年代顺序描述要素或事件寿命的其它信息。

Address (对象类)

Address 对象类包含关于特定地址的信息。该地址信息与侵入结构、公司地址以及个人通信地址有关。Address 对象类使用名为 ContactAddress 和 CompanyAddress 的多对多关系类, 分别与 Contact 和 Company 对象类相关。Address 对象类还通过多对多关系类与 Structure 和 RightOfWay 要素类相关。Address 对象类用于维护通常所必需的地址清单, 该地址与模型中可能通过表面通信相联系的地理要素和组织要素有关。

注意: Address 对象类可以由单独的消费者/合同信息系统 (CIS) 数据库所代替。

- City (字符型) ——城市名称。
- County (字符型) ——县的名称。
- Country (字符型) ——国家名称。
- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- StateProvince (字符型) ——州/省名称。
- Street1 (字符型) ——街道方向前缀、街道号码、街道名。
- Street2 (字符型) ——街道方向后缀、地址更改者、住宅号码。
- ZipPostalCode (字符型) ——邮政编码。

Company (对象类)

Company 对象类用于存储任一公司的信息, 该公司拥有、操作、服务、补给、修理和/或维护管线系统上的任意要素或发生于其上的事件。Company 对象类与 Address 和 Contact 对象类之间是多对多关系类。这些关系反映出许多人为多个公司工作以及许多公司可以有多个地址。Company 对象类还与 LineCrossing 要素类是一对多关系, 该要素类反映了线的所有权。此外, Company 对象类与 OwnerOperatorShip 对象类也是一对多关系, 后者反映了实际的管线系统环线的所有权比重。

注意: Company 对象类可以由单独的消费者/ CIS 数据库所代替。

- CompanyLabel (字符型) ——用于公司的附加标注、缩写或标号。
- CompanyName (字符型) ——公司名称。
- CompanyType (字符型) ——描述公司提供的服务 (管线、承包者等)
- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。

Contact (对象类)

Contact 对象类含有那些为管线公司及其承包者工作或与其联系的人的通信信息。联系的例子包括优先通行权产权所有者、结构所有者、阴极保护检察员、紧急事件联系、承包者以及公司员工 (经理、野外工作人员、GIS 操作人员等)。Contact 对象类与 Reading 和 Company 对象类以及 InspectionRange, LineCrossing, OperatingPressure, RightOfWay 和 Structure 要素类之间是多对多关系。这些关系为那些处理设施要素判读、检测或压力测试的人构建模型。Contact 与 LineCrossing, RightOfWay 以及 Structure 之间的关系反映了所有权或主要联系信息。

- <ClassName>EventID

由单独的消费者/ CIS 数据库所代替。

- CompanyEventID（长整型）——与公司联系的外键关系。
- ContactType（域）——联系人员的简要工作描述/机构职务。
- Email（字符型）——电子邮箱地址。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- Fax（字符型）——传真号码。
- FirstName（字符型）——名。
- LastName（字符型）——姓。
- Mobile（字符型）——手机号码。
- Pager（字符型）——呼机号码。
- Phone（字符型）——电话号码。

ExternalDocument（对象类）

ExternalDocument 对象类存储了描述文件对象位置和内容的信息，而该文件对象存储在外部磁盘驱动器上。ExternalDocument 对象类的目的是使用与 ArcMap Hyperlink 工具相似的方法，将要素和事件与外部文档相链接，存储基础地理数据库表，以便使外部应用程序能访问这些信息。使用这种设计，多个文档可以与多个要素相关联。ExternalDocument 对象类与 GeoMetaData 对象类是一对多关系，GeoMetaData 对象类为包含元数据的外部文档建模，而这些元数据与该对象类描述的要素源有关。ExternalDocument 对象类与 DocumentPoint 要素类是多对多关系，它允许一个点要素显示一个或多个描述附加点要素或其它位置的文档（参见 DocumentPoint 要素类的描述）。ExternalDocument 与 Activity 也是多对多关系，这表明多个文档可以提供关于多个特定行为的信息。ExternalDocument 与 <classname>ActivityEvents 对象类之间也存在同样的关系。

- DocumentType（域）——描述外部文档的类型（如，CAD 图形、文档、地图）。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- FilePath（字符型）——到包含文件的文件夹的 UNC 或制图驱动器路径。
- FileName（字符型）——包括扩展名的文件名称。
- GeoMetaDataEventID（字符型，38）——描述元数据源的外键关系。

GeoMetaData（对象类）

GeoMetaData 对象类描述模型中点要素的地理出处，即具有绝对和已知地理坐标的 ControlPoint 和 FieldNote。GeoMetaData 允许数据库存储派生于野外点的高精度坐标信息，这些点的当前位置已被降级，以适应投影/精度限制；或已被删除，以把当前要素合并到已有的背景或控制图层中（如地形基础图或正射图）。GeoMetaData 对象类用于维护与事件中要素的原始地理位置间的重要关系，这些信息在进行更精确或详细分析时是必需的。GeoMetaData 对象类与 ControlPoint 和 FieldNote 要素类之间存在关系，该关系用于为存储原始数据的需要而建模，而这些数据是在要素被合并到另一位置的事件中收集到的。GeoMetaData 还会生成与 ExternalDocument 之间的关系，以记录原始位置信息的出处。

- DateCollected（日期型）——记录原始或以前点位置的日期。
- ESRIProjectionID（字符型）——收集原始坐标的 ESRI 投影字符串标识符。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。

注意：Contact 对象类可以

15, 2) ——点的原始 x 位置。

- OriginalIY (双精度型, 15, 2) ——点的原始 y 位置。
- OriginalIZ (双精度型, 15, 2) ——点的原始 z 位置。
- PositionSource (域) ——派生原始点位置的源或方法。

LineLoop (对象类, Core)

LineLoop 对象类存储了描述管线和用于将管线进行连续或逻辑分组的环线的信息。大多数管线公司以共同直径或其它属性 (如以十、百、千记数的英里数) 将连续管线部分分组为单线或线码。每个站列要素可能属于一个或多个 LineLoop 对象。而单个环线可能是一个或多个子环线的父环线。LineLoop 对象类与 StationSeries 要素类以及 SubSystem 和 OwnerOperatorShip 对象类之间是多对多关系。LineLoop 与 SubSystem 之间的关系提供了一种机制, 即部分环线可以被打断, 并分为属于不同子系统、范围或区域的类别。而 LineLoop 与 OwnerOperatorShip 之间的关系则为管线系统中每个环线的所有权/操作权比重进行建模。与 StationSeries 的关系表明, 多个站列可以属于一个或多个环线。LineLoop 与 LineLoopHierarchy 之间是一对多关系, 后者用于父环线和子环线间的等级建模。此外, LineLoop 与 RightOfWay 之间也存在关系, 用于模拟: 每个 RightOfWay 线性要素落在一个并仅是一个环线上, 而且将用作识别源。

LineLoop 对象类是 APDM 模型的核心元素。

- EventID (字符型, 38, 长整型) ——全球唯一标识符。
- LineName (字符型) ——管线名称。
- LineType (域) ——线型分类 (分配、传输、收集等)。
- Product (域) ——管线通常运输产品的类型。

LineLoopHierarchy (对象类)

LineLoopHierarchy 对象类用于父环线和子环线间关系的建模, 并建立环线等级。环线等级将环线分组为属于更高级系列环线的环线。所有的环线都可以被分组为有效表示管线系统的单个环线或一小组环线。LineLoopHierarchy 对象类与 LineLoop 对象类之间有两种多对一关系。

- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- ParentLineLoopEventID (字符型, 38) ——父环线对象的外键。
- ChildLineLoopEventID (字符型, 38) ——子环线对象的外键。

OwnerOperatorShip (对象类)

OwnerOperatorShip 对象类用于定义环线的所有权和/或操作权的比重。它与 LineLoop 之间是多对多关系, 反映了多个所有者/操作者可以拥有/操作多个环线。它与 Company 对象类之间是多对一关系, 用于建模: 一个公司可以拥有管线系统中多个环线的所有权/操作权。

- CompanyEventID (字符型, 38, 长整型) ——Company 对象类的外键。
- EventID (字符型, 38, 长整型) ——全球唯一标识符。
- LineLoopEventID (字符型, 38, 长整型) ——LineLoop 对象类的外键。
- OperatorPercentage (域) ——所有权/操作权的比重 (0-100%)。
- OperatorType (域) ——所有者、操作者或租户。

- OriginalIX (双精度型,

Reading（对象类）

管线系统上所能找到的各种要素的变动信息的通用示数（度量）。它与 CPGroundBed, CPTestStation, Meter, PipeSegment 以及 Valve 要素类之间是多对多关系。这些关系用于建模：这些要素的零示数或更多示数的任何一个都可以取代时间。阴极保护要素类所反映的关系是连续侵蚀控制。在阀门、计量仪表和管道段处得到的示数构建了通常为 SCADA 系统所记录的流动状况的模型。Reading 对象类与 Contact 对象类之间是多对多关系，用于建模：多个员工可以得到/读取/度量多个示数。Reading 对象类的三个子类提供了由沿管线系统的要素处获得典型示数的例子：SCADA、Corrosion 和 Close Interval Survey。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- ReadingDate（日期型）——获取示数的日期。
- ReadingUnits（域）——示数的度量单位。
- ReadingValue（双精度型，15，2）——获得的示数值。
- SubTypeCD（子类，长整型）——示数的子类。

SubSystem（对象类）

SubSystem对象类用于将环线记录分类、组织和分组为逻辑组。分组通常反映了管线公司内的机构边界、区域和操作范围，其中最普遍的是“排放”子系统。SubSystem对象类与LineLoop模型之间是多对多关系，多个环线要素可以属于多个不同的非专用、经常重叠的系统或区域。SubSystem对象类与SubSystemHierarchy对象类之间具有两种多对一关系，SubSystem可以在SubSystem对象类内部根据等级分组来排序。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- SubSystemName（字符型）——识别子系统的名称或标注。

**SubSystemHierarchy
（对象类）**

SubSystemHierarchy 对象类用于模型中不同子系统间的等级建模。组织分组或区域含有亚区，亚区又含有其它亚区，这一点相当普遍。SubSystemHierarchy 对象类与 SubSystem 对象类之间是一对多关系，用于子系统对象间的父子关系建模。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- ParentSubSystemEventID（字符型，38）——父子系统对象的外键。
- ChildSubSystemEventID（字符型，38）——子子系统对象的外键。

要素类

**AlignmentSheet（离线
多边形要素类）**

AlignmentSheet 要素类用于存储可印刷的部分地图的多边形边界，该图是沿管线系统的范围或部分生成的平面图。由于不同管线公司之间的平面图存在较大差异，AlignmentSheet 要素类的属性是专门设计，仅仅用来存储通用信息。只有那些最通用的描述平面图的，并且应用最广的属性才包含在模型中。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- SheetName（字符型）——识别平面图的组织名称或代码。
- SheetNumber（字符型）——识别平面图的组织名称、代码或别名。
- SheetType（域）——平面图的类型（如，工程、新建）

Reading 对象类用于存储在

Anomaly（在线点要素类）

管路检测时检查到的管线系统中的异常。通常，异常包括侵蚀、几何变形和/或材料缺陷，如擦伤或凹陷。Anomaly 要素类与 AnomalyCluster 之间是多对一关系，用于模拟：每个异常点可能是异常簇的一部分。

Anomaly 要素类分为四种通用异常子类型：外部侵蚀、内部侵蚀、擦伤和凹陷。这些子类型被认为是可能的异常类型的例子。通常，异常是根据对管线系统的管道段所进行的 PIG 检测的类型来分类的。Anomaly 要素类与 InspectionRange 要素类之间是多对多关系，用于模拟：异常的位置可以有多个不同检测来确定。

- AnomalyClusterEventID（字符型，38）——与异常簇间的外键关系。
- BPRCalculated（双精度型，15，2）——计算出的爆炸压力比。
- BPRPig（双精度型，15，2）——依据 PIG 检测所得的值而记录的爆炸压力比。
- BPRVariance（双精度型，15，2）——计算出的与 PIG 检测的爆炸压力比之间的偏差。
- Depth（双精度型，15，2）——异常距地表的深度。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- InspectionRangeEventID（字符型，38）——用于定位异常的检测范围的外键。
- Length（双精度型，15，2）——异常的长度。
- MaximumDiameter（双精度型，15，2）——异常处的管道段的最大直径。
- MinimumDiameter（双精度型，15，2）——异常处的管道段的最小直径。
- Orientation（域）——管线上异常的位置（向上为 0 度）。
- Ovality（域）——异常处管道段的椭圆的度量值。
- RecommendedRemediation（域）——补救的推荐方法（如修理、替换）。
- RPRCalculated（双精度型，15，2）——计算出的破裂压力比。
- RPRPig（双精度型，15，2）——由 PIG 检测记录的破裂压力比。
- RPRVariance（双精度型，15，2）——计算出的与 PIG 的破裂压力比的偏差。
- SubTypeCD（长整型）——示数的子类型。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。
- Width（双精度型，15，2）——异常的宽度。

AnomalyCluster（多点要素类）

AnomalyCluster 要素类含有一系列异常点要素的均值。AnomalyCluster 要素类中的一个要素表示多点（multipoint）形状的一系列异常。其目的是允许进行 PIG 检测中发现的异常簇分析和相似类型分析。

- AnomalyType（域）——异常簇的类型（如，奥线、擦伤、侵蚀）。
- AveBPRCalculated（双精度型，15，2）——计算出的平均异常爆炸压力比。
- AveBPRPig（双精度型，15，2）——依据记录值而计算的平均异常爆炸压力比。
- AveBPRVariance（双精度型，15，2）——计算出的与记录的异常爆炸压力比之间的平均偏差。
- AveDepth（双精度型，15，2）——计算出的平均异常深度。
- AveLength（双精度型，15，2）——计算出的平均异常长度。
- AveMaximumDiameter（双精度型，15，2）——计算出的平均异常最大直径。
- AveMinimumDiameter（双精度型，15，2）——计算出的平均异常最小直径。
- AveOrientation（双精度型，15，2）——计算出的平均异常方位。

Anomaly 要素类用于描述

15, 2) ——计算出的平均异常椭圆度量值。

- AveRPRCalculated (双精度型, 15, 2) ——计算出的平均异常破裂压力比。
- AveRPRPig (双精度型, 15, 2) ——计算出的记录的平均异常破裂压力比。
- AveRPRVariance (双精度型, 15, 2) ——计算出的与记录的破裂压力比的平均偏差。
- AveWidth (双精度型, 15, 2) ——计算出的平均异常宽度。
- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。

Appurtenance (在线点要素类)

Appurtenance要素类用于存储沿管线系统所能找到的特殊的未加压的点要素。

Appurtenance要素类可用作包容参考在线点要素的容器, 这些要素不适合其它任何APDM要素类, 而且必须记录其最少的通用属性。典型的附件包括锚杆、压制物、river weights, 挤压物。

- AppurtenanceType (域) ——附件类型 (如锚杆、river weights)。
- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- InServiceDate (日期型) ——附件用于服务的日期。
- SymbolRotation (双精度型, 15, 2) ——用于确定每个要素的符号旋转的值。

CPAnode (离线点要素类)

CPAnode要素类存储了废弃的阳极。阳极接收电流, 并被废弃以便减少管线侵蚀的可能性。阳极的重量和管线的尺寸示确定如何沿管线放置和管理正极的主要因素。

CPAnode要素类与CPGroundBed之间是多对一关系, 用于模拟: 一个或多个阳极可以位于单个的地基内。CPAnode要素类与CPOnlineLocation要素类之间是多对多关系, 这说明每个阳极可能有一个或多个在线位置。

- AnodeMaterial (域) ——阳极材料 (如, 石墨、钢管)。
- AnodeType (域) ——使用的阳极的类型 (如, 镁、锌)。
- AnodeWeight (域) ——阳极的重量。
- CPGroundBedEventID (字符型, 38) ——与 GroundBed 要素类的 EventID 字段的外键关系。
- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- InServiceDate (日期型) ——阳极用于服务的日期。
- SymbolRotation (双精度型, 15, 2) ——用于确定每个要素的符号旋转的值。

CPBond (离线点要素类)

CPBond 要素类存储了描述用来将一个或多个电线接头链接在一起的阴极保护接头的信息。接头通常放置在非金属配件或阀门连接管道段, 以从一组管线向另一组传送电流的地方。CPBond 要素类与 CPOnlineLocation 要素类之间是多对多关系, 这表明每个接头可能有一个或多个在线位置。

- BondType (域) ——所使用的接头的类型 (如, 阻碍物、连接物)。
- CriticalBond (yes/no) ——说明接头是否重要。
- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- InServiceDate (日期型) ——接头用于服务的日期。
- SymbolRotation (双精度型, 15, 2) ——用于确定每个要素的符号旋转的值。

- AveOvality (双精度型,

CPCable（离线多义线要素类）

于阴极保护电缆的信息，这些电缆在不同的阴极保护装置和管道段间输送电流。CPCable 要素类提供阴极保护点要素与管道段要素间的物理连接。

- CableCoating（域）——电缆上使用的涂层材料（如，HMWPE，塑料）
- CableSize（域）——电缆的尺寸（如，4/0，2/0，1，10）。
- CableType（域）——电缆的类型（如，实心，绳）。
- ColorCode（域）——电缆的颜色编码值（如，红，黑，绿）。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- InServiceDate（日期型）——电缆用于服务的日期。
- NumberOfCables（阈）——CPCable 要素中电缆的号码（1-4）。

CPGroundBed（离线点要素类）

CPGroundBed要素类是指在中心线上（或偏离中心线）放置一个或多个电极的位置。地基中的电极用于减少从金属管线的一部分到另一部分的电流流动所引起的侵蚀。CPGroundBed要素类与CPAnode要素类之间是一对多关系，而它与CPRectifier要素类之间是多对一关系。这些关系用于模拟：一个CPRectifier要素通常有一个或多个CPGroundBed，而每个要素又有一个或多个CPAnode。CPGroundBed要素还维护NumberOfAnodes属性，该属性用于其与CPAnode相联接的场所中。CPGroundBed与Reading对象类之间是一对多关系，在该对象类中CPGroundBed可有一个或多个示数。此外，CPGroundBed要素类与CPOnlineLocation之间是多对多关系，这表明每个地基可能有一个或多个在线位置。

- AnodeSpacing（域）——地基中每个电极间的度量间距。
- BackfillMaterial（域）——用于填埋地基的地面材料。
- CPRectifierEventID（字符型，38）——与相关的CPRectifier的EventID之间的外键关系。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- InServiceDate（日期型）——地基用于服务的日期。
- LocationDescription（字符型）——要素位置的自由形态描述。
- NumberOfAnodes（整型）——放置于地基中的电极的总数。
- WaterSystem（域）——说明地基是否有输水系统（Yes/No）。
- SymboRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。

CPRectifier（离线点要素类）

CPRectifier要素类存储了关于整流器的信息。整流器是一种阴极保护装置，它管理电力在通过管线前由交流电（AC）变为直流电的转换。CPRectifier要素可以用于提供整流器与管道段之间的连通性。CPRectifier要素类与CPGroundBed要素类之间是一对多关系，用于模拟：零个或多个地基服务一个整流器。CPRectifier要素类与CPOnlineLocation要素类之间是多对多关系，这表明每个整流器可能有一个或多个在线位置。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- InServiceDate（日期型）——整流器开始服务的日期。
- Manufacturer（域）——整流器制造商。
- Model（域）——整流器模型的类型。

CPCable 要素类存储了关

(域)——整流器阴极的号码(1-4)。

- NumberOfAnodes (整型)——整流器阳极的号码。
- OperatingAmpsOut (域)——整流器输出的实际安培数。
- OperatingVoltsOut (域)——整流器输出的实际电压。
- PowerSource (域)——整流器的电源(如, 太阳能、电)。
- RatedAmpsOut (域)——整流器输出的最大定额安培数。
- RatedVoltsOut (域)——整流器输出的最大定额电压。
- RectifierStackType (域)——整流器所使用的储存器的类型(如, 硅质桥接器、硅质二极管)。
- ReplaceByDate (日期型)——整流器必须被替换的日期。
- SymbolRotation (双精度型, 15, 2)——用于确定每个要素的符号旋转的值。

CPTestStation (离线点要素类)

CPTestStation要素类存储了描述阴极保护测试站点的信息。测试站点位于沿管线的关键点, 用于获取阴极保护系统的示数和度量值。CPTestStation要素类与Readding对象类之间是一对多关系, 用于模拟: 一个特定测试站点可以获得多个示数。CPTestStation要素类与CPOnlineLocation之间是多对多关系, 这表明每个测试站点可能有一个或多个在线位置。

- EventID (字符型, 38)——全球唯一标识符。
- InServiceDate (日期型)——测试站点开始服务的日期。
- TestStationType (域)——测试站点的类型(如, 阳极、单线、接点)
- SymbolRotation (双精度型, 15, 2)——用于确定每个要素的符号旋转的值。

CPOnlineLocation (在线点要素类)

CPOnlineLocation要素类存储了CPAnode, CPBond, CPGroundBed, CPRectifier以及CPTestStation等离线点要素的在线位置。该要素类和上述5个要素类之间是多对多关系, 允许提供所有侵蚀要素的通用位置表。

- EventID (字符型, 38)——全球唯一标识符。
- OffsetDistance (双精度型, 15, 2)——(可选) 离线点要素距在线位置的距离。
- OffsetAngle (双精度型, 15, 2)——从在线位置到离线点要素的矢量的角度(沿中心线上行方向度量的角度)。
- SymbolRotation (双精度型, 15, 2)——用于确定每个要素的符号旋转的值。

Casing (在线多义线要素类)

Casing 要素类表示围绕管道段的一种保护结构装置。包装套用于保护管线不受公路、铁路和其它类型交叉线引起的下垂、挤压和振动破坏。

- CasingLength (整型)——沿管线的包装套单元的长度。
- CrossingType (域)——管线上方交叉线的类型(如, 公路、铁路)
- EventID (字符型, 38)——全球唯一标识符。
- Filled (域)——说明包装套是否填充某些材料(Yes/No)。
- InServiceDate (日期型)——包装套开始服务的日期。
- InsulatorType (域)——保护包装套的绝缘体的类型(如, 混凝土、塑料)。
- OutsideDiameter (域)——包装套的外围直径(如, 24", 36")。
- SealType (域)——用于关闭包装套的密封层的类型(如, 环氧树脂、容器)。

- NumberOfNegatives

包装套是否导电（Yes/No）。

- Vented（域）——说明包装套是否通风/排水（Yes/No）。
- WallThickness（域）——包装套壁的厚度。

Closure（在线点要素类，Fitting）

Closure 要素类表示管线的终点。闭合物用于在管道段的终点打断（通常含有）压力流动。Closure 要素类从 Fitting 抽象类继承属性。

- ClosureType（域）——闭合物的类型（如，螺旋帽、铰链、塞子）。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。

Coating（在线多义线要素类）

Coating 要素类表示涂于管道段上，以保护金属，使其免于侵蚀和暴露于环境中的材料。涂层可用于管道段的外表面和/或内表面。很普遍的是涂层要素可与其它涂层要素相重叠。管道段可能具有零个或多个内涂层和外涂层。

- CoatingCondition（域）——涂层最近所已知状况（如，切断的、完好的）。
- CoatingLength（双精度型，15，2）——涂层应用的长度。
- CoatingLocation（域）——涂层的位置（如，内部/外部）。
- CoatingMaterial（域）——涂层的类型（如，环氧树脂、沥青、瓷釉）。
- CoatingMill（域）——涂层的生产厂家（如，Dupont、BASF）。
- CoatingSource（域）——涂层应用的位置（如，工厂、原地）
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- InternalCoating（域）——说明涂层是否用于管线的内部（Yes/No）。

ControlPoint（点要素类，Core）

ControlPoint 要素类包含了沿管线已知 x，y 位置和站点值的点。每个控制点要素还表示属于站列多义线路径要素的顶点。控制点要素存储的站点（度量）值可以用于设置站列顶点的 M 值，它与控制点具有相同的精确的 x，y 位置。ControlPoint 要素类是 APDM 的核心元素。

ControlPoint要素类与GeoMetaData之间是多对多关系，这种关系用于控制点要素的出处建模。而GeoMetaData存储了描述控制点要素最初如何在野外获得的原始坐标信息和源数据。ControlPoint要素类与StationSeries要素类之间是多对一关系，这种关系用于模拟：每个站列要素由两个或多个控制点要素组成，每个控制点则是站列要素的一个顶点（包括终点）。

ControlPoint 要素类的子类表示不同类型的线型参考度量系统，用于沿管线进行定站。APDM 要求一个子类作为管线的默认度量系统。而这个默认度量系统（或子类）示主要的定站方法。实际上，构成主要定站方法的控制点和站列就成为 APDM 模型中管线系统的中心线。模型中出现的其它控制点子类（或度量系统）是次要的度量系统。所有次要的度量系统必须与主要度量系统的控制点和站列要素保持几何一致性，并且在几何结构上受限于这些要素。用于划分次要度量系统的站列要素只需具有位于站列要素起止点的控制点。一个典型的主要度量系统就是 Horizontal Slack Chain。这个连续的未指定的度量系统也是 APDM 的核心元素。

- ControlPointAngle（字符型）——定义从一个控制点到另一个控制点的方向符号

- Shorted（域）——说明

- ControlPointType（域）——控制点的类型（如，变形点、界石点、线交点）。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- PIDirection（长整型）——控制点离开最近的线段（控制点是其终点）矢量的水平方向（右、左、无）。
- StationValue（双精度型，15，2）——沿站列的控制点位置的已知站点值（度量值）。
- StationSeriesEventID（字符型，38）——与StationSeries EventID间的外键关系。
- SubTypeCD（长整型）——控制点的子类（度量系统）。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。

DocumentPoint（离线点要素类）

DocumentPoint要素类包含了用来将存储于文件服务器的一个或多个外部文档和地理数据库中的一个或多个要素链接在一起的点。DocumentPoint要素类可用于（通过支持文档）注册地理数据库中未明确定义的要素。评注点可以在站点区域多边形中使用，该多边形表示里程站点或城镇边界站点。在ArcMap中，站点区域可以具有超级链接的文档，DocumentPoint可以是与站点区域多边形内部特定的点相关的文档。DocumentPoint要素类与ExternalDocument对象类之间是多对多关系，这种关系用于模拟：多个评注点可以在同一个外部文档中显示，而多个外部文档可以通过一个或多个评注点来显示。

- DPName（字符型）——评注点的名称、别名或其它标识符。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。

Elbow（在线点要素类，Fitting）

Elbow 要素类描述了人造弯管接头配件。弯管接头要素通常表示管线中特定角度的弯曲，制造时通常以 15 度的角度增加。Elbow 要素类用于传输加压产品。

- ElbowAngle（双精度型，15，2）——弯管接头使管线弯曲的角度（如，30°、45°）。
- ElbowRadius（双精度型，15，2）——弯管接头从一个终点到其它终点的半径。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。

ElevationPoint（在线点要素类）

ElevationPoint 要素类用于存储沿管线中心线的特定点的高程。无论何时挖掘部分管线（或最初置于地下），管线要素距离地面的深度都将记录下来。ElevationPoint 要素类对于存储水下的近岸要素也非常有用。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- FeatureElevation（双精度型，15，2）——管线要素在地表以下的深度。
- GroundElevation（双精度型，15，2）——特定位置的地面高程。
- MeasurementDate（日期型）——记录高程值的日期。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。
- WaterElevation（双精度型，15，2）——管线要素在水面以下的深度。

的字符串（45° NE）。

FieldNote（离线点要素类）

在管线、工程、环境或文化野外测量的初次布线期间收集的信息。野外注释将用作与推荐要素或测量注释相关的信息的位置标志符。它还用作提供关于沿管线已有事件或要素的附加评论、描述或注记的备注或标志。FieldNote要素类与GeoMetaData之间是一对多关系，用于野外注释的GeoMetaData存储了野外注释的原始位置和数据采集方法的出处。FieldNote要素类具有以下子类：文化注释、环境注释、设施注释、地理政治注释、水文注释、线交叉点注释、操作注释、布线注释以及交通注释。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- FieldNoteType（域）——基于野外注释子类的野外注释的类型（如，结构位置、布线角度）。
- SubTypeCD（长整型）——野外注释的子类（如，文化、地理政治）。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。

HCAClass（在线多义线要素类）

HCAClass 要素类（或 High Consequence Area Class）表示赋予管道段中心线的交通部（ODT）的类的等级。类的等级是根据居住区与其它侵入 DOT 类走廊边界的极重要区的近似性来为管道段赋值的。较高的类的等级表明由于环境质量、所有权和生命力的损失，无计划的产品发布的结果将更严重。

- ClassType（域）——赋予管线范围的类值（I、II、III、IV）。
- ClassSource（域）——类的等级源（如，居住区、湿地）。
- ClassLength（双精度型，15，2）——类的等级连续延伸的长度。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。

HighConsequenceArea（离线多边形要素类）

HighConsequenceArea 要素类表示侵入管线中心的 DOT 类走廊，并有效提升管道段的 HCA 类等级的极重要区的边界。极重要区包括适航水路、生态保护区、饮用水储存带以及高密度居住区。

- AreaType（域）——区与类型（如，适航水路、居住区）。
- ClassArea（域）——赋予管线所能影响范围的自动等级。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。

InspectionRange（在线多义线要素类）

InspectionRange要素类表示沿管线的线内PIG检测、行为的线性范围或另一类型检测的长度或范围。目前，还没有关于大多数此类数据的已公布的标准格式。由线内PIG检测得到的大多数数据通常存储在外部数据源中，还从未集成为GIS的一部分。InspectionRange要素类提供了一种机制，以将这些信息同地理数据库中的几何要素关联起来。InspectionRange要素类与Anomaly要素类及Contact对象类之间是多对多关系，用于线内检测发现的多个异常的发生事件建模，并列出进行线内检测的承包方的联系人。InspectionRange要素类与Activity之间也是多对多关系（多个线性范围表示一个或多个重复行为的空间范围）。

InspectionRange 要素类还用于模拟跨管线范围的其它类型检测；这些检测各构建为子类，包括智能型 PIG 检测、清洁型 PIG 检测、几何 PIG 检测、泄露测量、内部封闭测量、可视测量、航空测量以及挖掘等。

FieldNote要素类用于存储

——全球唯一标识符。

- InspectionDate（日期型）——检测日期。
- SubTypeCD（长整型）——检测范围的子类（如，PIG 检测、航空测量）。

Leak（在线点要素类）

Leak 要素类存储了关于沿管线发现或修理的泄漏、破裂以及意外传递或释放的信息。

- DateRepaired（日期型）——修理泄露的日期。
- DateReported（日期型）——发现/报告泄露的日期。
- Depth（双精度型，15，2）——泄漏在地表以下的深度。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- LeakCause（域）——泄露的原因（如，外力、侵蚀）。
- LeakOrigin（域）——管线上的泄漏源（如，焊缝、开关）。
- LeakStatus（域）——泄漏的状态（如，不泄漏、已维修）。
- MethodDetected（域）——泄漏是如何发现的（如，泄漏测量、第三方）。
- RepairType（域）——维修的类型（永久或临时）。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。

LineCrossing（离线多义线要素类）

LineCrossing要素类表示于管线中心线相交的一系列线性要素（公路、河流、围墙等）。由于优先通行权目的、所有权目的以及DOT/FERC安全规定，每个管线公司都必须追踪这些要素。LineCrossing要素类没有固有的参考位置，而是依赖于

LineCrossingLocation（在线点）和LineCrossingEasement（在线多义线）来存储关于交叉线的参考位置信息。LineCrossing要素类与二者之间是一对多关系。此外，它与Contact及Company对象类之间还存在多对多关系，用于模拟交叉线的所有者/操作者及其优先联系信息。LineCrossing要素类具有以下子类：地理（适航水路、排水、水文）、文化/交通（公路、围墙、行政边界）以及应用（外管、电线）。

- Clearance（双精度型，15，2）——交叉点处，交叉线位于管线以上或以下的距离。
- CrossingType（域）——基于子类的交叉线的类型（如，公路、河流）。
- EasementWidth（双精度型，15，2）——交叉线与中心线相交的总的通道宽度。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- Name（字符型）——交叉线的名称（如，Kansas Northern Railroad）。
- SubTypeCD（长整型）——交叉线的子类。

LineCrossingEasement（在线多义线要素类）

LineCrossingEasement要素类存储了当交叉线与中心线相交时，交叉线两边通道的在线位置。一个交叉线要素可能有一个或多个通道。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- LineCrossing EventID（字符型，38）——交叉线要素的外键。

LineCrossingLocation（在线点要素类）

LineCrossingLocation 要素类存储了交叉线要素与中心线相交处的在线位置。每个交叉线要素可能有一个或多个 LineCrossingLocation。

- EventID（字符型，38）

——全球唯一标识符。

- LineCrossing EventID（字符型，38）——交叉线要素的外键关系。
- Orientation（域）——交叉线相对于管线的方向。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。

Marker（离线点要素类）

Marker 要素类存储了关于界石、航空标记、里程标记以及沿管线定位的其它离线要素的信息。Marker 要素不是控制点，因为它们不能明确标记中心线的路径。标记以特定间距或沿管线已知位置点来放置，并用作参考点。标记还可能用作不同度量系统中站列要素的刻度点。Marker 要素类具有以下子类：里程标记、航空标记、界石、测量点以及（地面标记之上的）PIG 符号。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- InServiceDate（日期型）——标记开始服务的日期。
- MarkerNumber（字符型）——识别标记的组织名称、编码或号码。
- SubTypeCD（长整型）——标记的子类。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。

Meter（在线点要素类，Fitting）

Meter 要素类包含了描述管线运输时用于监测流量、压力和产品成分的人造加压配件的信息。Meter 要素类从 Fitting 抽象类处继承其它属性。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- MeterFunction（域）——仪表提供的主要功能（如，检查、管理转换）。
- MeterName（字符型）——赋予仪表的组织名称或号码。
- MeterNumber（整型）——在一组仪表中唯一标识仪表。
- MeterType（域）——仪表类型（如，涡轮、旋转装置、正位移）。
- RemoteNetworked（域）——说明仪表能否通过远程网络来操作（Yes/No）。
- SerialNumber（字符型）——工厂赋予的仪表序列号。

NonStationedPipe（离线多义线要素类）

NonStationedPipe 要素类可用于存储沿管线中心线的无参考的管道段要素。未定站管线可以是位于管线上的压缩机站点的内部构造，也可以是主线、仪表、井或泵之间的支线。未定站管线还可以用作不可见连接器，以维护（用于分析目的）主线管线网络内的连通性。

- Diameter（域）——管线的外部直径。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- InServiceDate（日期型）——管线开始服务的日期。
- PipeType（域）——管线的类型或功能（如，保险丝、内连接器、喷射器）。
- WallThickness（域）——管线壁的厚度。

OperatingPressure（在线多义线要素类）

OperatingPressure要素类用于存储描述沿管线的目前设计的，最大许可操作压力范围的要素。操作压力要素可以在共享通用属性值的管线系统范围内无限延伸。当过长的线性要素跨站列时，这些要素必须被打断，不得长于基本站列要素。继承自Audit抽象类的GroupEventID属性可用于通过相同属性，来将多个分离的操作压力要素合并为单一组元素。OperatingPressure要素类与Contact对象类之间是对多关系。这种

- EventID（字符型，38）

压力要素属性的人。

- **ActualPressure**（整型）——沿管线范围的被记录的或确定的压力。
- **AgreedToPressure**（整型）——沿管线范围的消费者之间许可的压力。
- **CalculatedPressure**（整型）——以管线的物理和操作特性为基础，计算出的管线范围的压力。
- **EventID**（字符型，38）——全球唯一标识符。
- **PressureType**（域）——操作压力的类型（如，最大许可的、原始的、可操作的）
- **VerifiedByEventID**（字符型，38）——与 **Contact** 对象类的 **EventID** 属性相关数据项的外键。

PiggingStructure（离线 多义线要素类）

PiggingStructure 要素类用于模拟发射和接收线内 **PIG** 检测所用的发射和接收工具。线内 **PIG** 检测通过使用压力流推动 **PIG** 穿过管线，来检测管线范围内的侵蚀和几何异常。发射器和接收器通常由管线公司就地制作。一些管线公司通过定站来定位生铁结构，而其它公司则认为这些要素不具参考性。**APDM** 模型部要求生铁结构要素能否被参考。参考生铁结构要素可以存储为 **PipeSegment** 要素类的一个子类，而不用维护独立的要素类。

- **BarrelDiameter**（域）——管状结构的外部直径。
- **BarrelGrade**（域）——由管状结构分级确定的材料等级。
- **BarrelWallThickness**（域）——管状结构的管壁厚度。
- **EventID**（字符型，38）——全球唯一标识符。
- **InServiceDate**（日期型）——管状结构开始服务的日期。
- **Manufacturer**（域）——管状结构的生产商。
- **Material**（域）——用于生产管状结构的材料（如，钢铁）。
- **MillLocation**（域）——生产管状结构的工厂的名称/位置。
- **StructureLength**（双精度型，15，2）——管状结构的实际长度。
- **PressureRating**（域）——管状结构的压力分级。
- **SubTypeCD**（长整型）——管状结构的子类标识符。

PipeJoinMethod（在线 点要素类）

PipeJoinMethod 要素类存储了用于连接具有不同属性和要素的管道段的要素的信息，且这些信息必须记录精确。管线系统中的管道段要素是一种普遍要素，它由共享同样属性值的多个管线组成。当管道段间的属性值发生变化时，管线连接方法要素（通常是焊缝）将被置于管道段之间。用于链接两个相连管道段的其它要素可以存储在 **PipeJoinMethod** 要素类中。**PipeJoinMethod** 要素类可分为以下子类：焊接器、联结器、凸缘工具、螺帽以及电塞等。这些要素共享一系列的通用属性，可按需要分为独立的要素类。某些管线连接方法要素可在野外人工制作（凸缘工具），而其它要素可在野外施工或应用（如，焊接器、联结器）。

- **EventID**（字符型，38）——全球唯一标识符。
- **InServiceDate**（日期型）——连接方法开始服务的日期。
- **Insulated**（域）——说明连接方法是否绝缘（用于描绘阴极保护带）（Yes/No）。
- **JoinType**（域）——依赖于要素子类的连接方法类型描述。
- **Manufacturer**（域）——连接方法的生产商（如果可用的话）。

关系确定了负责核实操作

—连接方法的压力分级。

- **SymbolRotation**（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。

PipeSegment（在线多义线要素类，Core）

PipeSegment 要素类用于模拟管线系统加压产品流的主要导管：管道。用于传输管线的管道的常用尺寸是 40 英尺。管道段要素通过共同的属性值将多个管道合并为单个要素。传统上讲，它是一种不能精确表示每根管道或单个管道的接合点的实践。相反地，管道间的所有属性值相同，则管道将被合并为大一些的管道段要素。在管道间属性值发生变化的地方，将放置一个管道连接要素。PipeSegment 要素类具有以下子类：管道、弯曲和转换。管道表示直长管道要素，弯曲则是管道变形以迫使管道转弯的一种构造，而转换管道段表示在特定距离内管道的直径发生变化的地方。PipeSegment 要素类是 APDM 模型的核心元素。管道段作为核心元素的原理包括两部分：首先，所有传输管线系统都在某种层次上模拟了管道段；其次，传输关系系统有许多依赖于管道段要素的线性要素（如，压力测试、操作压力、涂层、套管）。当管道段要素被改变、移除或废弃时，必须进行大量的数据维护，以维持管道段要素和独立要素间的并发性。

- **BendRadius**（域）——中心点到管道段终点的半径。
- **DateManufactured**（日期型）——管道段最初建造的日期。
- **EventID**（字符型，38）——全球唯一标识符。
- **GirthWeld**（域）——用于链接管道以形成管道段的焊缝的类型。
- **Grade**（域）——用于建造管道段的材料的等级。
- **InletWallThickness**（域）——管道段进口管壁的厚度。
- **InServiceDate**（日期型）——管道段开始服务的日期。
- **LongitudinalSeam**（域）——用于沿管道长度以形成管道段的井的类型。
- **Manufacturer**（域）——形成管道段的管道的生产商。
- **Material**（域）——制造管道的材料（如，PVC，钢铁）。
- **MillLocation**（域）——生产管道的工厂的位置。
- **MillTestPressure**（长整型）——制造管道是记录的测试压力。
- **OutsideDiameter**（域）——管道外管壁的直径。
- **OutletWallThickness**（域）——管道段出口管壁的厚度。
- **PipeType**（域）——管道段的功能（如，喷射器、互连器、分支管道）。
- **PreTested**（域）——说明管道安装前是否需要预测试（Yes/No）。
- **PressureRating**（域）——减压器的压力分级。
- **SegmentLength**（双精度型，15，2）——管线段的指定/记录长度。
- **Specification**（域）——管道段的生产规格（如，ANSI，API 5）。
- **SubTypeCD**（长整型）——每个管道段的子类标识符。

PressureTest（在线多义线要素类）

PressureTest 要素类用于存储描述沿部分管线进行压力测试的要素。压力测试要素可以沿管线范围无限延伸。当过长的压力测试要素跨站列时，这些要素必须被断开，不得长于基本站列要素的长度。继承自 Audit 抽象类的 GroupEventID 属性可通过相同属性，将多个独立的压力测试要素合并为单个的组元素。

- **EventID**（字符型，38）——全球唯一标识符。
- **MinAdjustedPressure**（整型）——压力测试的最小调节压力。

- **PressureRating**（域）——

型)——压力测试的最小设计压力。

- PreTest (域)——说明实际压力测试前是否需要进行测试 (Yes/No)。
- TestDate (日期型)——进行或开始压力测试的日期。
- TestDuration (域)——压力测试持续的时间 (如, 4、8、16 小时)。
- TestMedium (域)——用于进行压力测试的介质 (如, 水、氮)。
- TestName (字符型)——赋予压力测试的组织名称。
- TestType (域)——压力测试的类型 (如, 泄漏、强度、脉冲)。

Reducer (在线点要素, Fitting)

Reducer 要素类存储了有关减压器设施的信息。减压器是沿管线的点, 在该处减压器将减小或增大管线内部直径。减压器是用于传送加压产品的人造配件。Fitting 抽象类包含了入口连接类型、直径和管壁厚度的属性定义。Reducer 要素类由 Fitting 抽象类继承而来, 并包含了描述出口连接类型、直径和管壁厚度的属性。

- OutletConnectType (域)——出口连接类型 (如, 焊缝、螺帽)。
- OutletDiameter (域)——出口的直径。
- OutletWallThickness (域)——出口处配件的厚度。
- EventID (字符型, 38)——全球唯一标识符。
- ReducerSize (域)——与减压器相连的输入和输出管道的直径尺寸 (如, 4×12、6×8)。
- ReducerType (域)——减压器的类型 (如, 同心焊缝、全开放、型钢)。

RemovedLine (在线多义线要素类)

RemovedLine 要素类是容纳属于其它要素类的多义线要素的容器, 其中的要素已被删除、从地面移除或废弃。移除线收集的是通过线性参考, 最近用于定位要素的定站信息。属性名和属性值分别追加到一个简单字符串中, 并由冒号和分号隔开。这些名/值对存储在 Attributes 字段中。此外, 还存储每个要素的原始坐标的投影信息。

- Attributes (字符型)——移除要素属性的连接名/值对。
- EventID (字符型, 38)——全球唯一标识符。
- EventType (域)——移除要素的原始要素类名称。
- ProjectionID (字符型)——原始要素的 ESRI 投影字符串的唯一标识符。
- RemovedDate (日期型)——原始要素被删除、移除或废弃的日期。

RemovedPoint (在线点要素类)

RemovedPoint 要素类是容纳属于其它要素类的点要素的容器, 其中的要素已被删除、从地面移除或废弃。移除线收集的是通过线性参考, 最近用于定位要素的定站信息。属性名和属性值分别追加到一个简单字符串中, 并由冒号和分号隔开。这些名/值对存储在 Attributes 字段中。此外, 还存储每个要素的原始坐标的投影信息。

- Attributes (字符型)——移除要素属性的连接名/值对。
- EventID (字符型, 38)——全球唯一标识符。
- EventType (域)——移除要素的原始要素类名称。
- ProjectionID (字符型)——原始要素的 ESRI 投影字符串的唯一标识符。
- RemovedDate (日期型)——原始要素被删除、移除或废弃的日期。

- MinDesignPressure (整

RightOfWay(在线多义线要素类)

当管线通过多边形边界(如,所有权地块、操作区以及城市/政治边界)时,描述管线地役权和优先通行权信息的信息。**right-of-way** 多义线要素用于表示管线进入和离开一个区域时的起点位置,包括管线在该区域中的距离或长度值。**right-of-way** 要素类包含了可用于创建要素缓冲区的通道宽度。**right-of-way** 要素类与 **Address**、**LineLoop** 以及 **Contact** 对象类之间是多对多关系,这些地址和联系关系模拟了通过每个优先通行权的管线段的所有权和地址信息。而环线关系则提供了一种将优先通行权与管线等级中的元素快速关联的机制,这种关系对于联系所有落入整个环线范围的财产的所有者尤其有用。

- **EasementWidth** (双精度型, 15, 2) ——优先通行权要素两边通道宽度。
- **EventID** (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- **ParcelNumber** (字符型) ——记录优先通行权要素通过的地块的标识码,可用于链接优先通行权与所有权信息系统。
- **ROWType** (域) ——描述了土地所有者与管线之间的布置方案(如,通道、费用、授权)。
- **TraverseLength** (双精度型, 15, 2) ——优先通行权要素的度量长度。

RiskAnalysis(在线多义线要素类)

RiskAnalysis 要素类存储了沿管线范围的表示风险分析结果的多义线。沿管线的潜在风险是根据在一定压力下传送产品的管线的结构能力来计算的。用于风险分析的参数可能包括:管道段的管壁厚度、异常频率、土壤和其它环境状况以及涂层状况。风险分析还必须承担管线破裂对财产、环境和人类生活造成的一定后果。**RiskAnalysis** 要素类是可定制的,并包括推荐属性。

- **ConsequenceEconomic** (双精度型, 15, 2) ——指定/计算出的经济后果分级。
- **ConsequenceEnvironmental** (双精度型, 15, 2) ——指定/计算出的环境损失后果分级。
- **ConsequenceLife** (双精度型, 15, 2) ——指定/计算出的生活损失后果分级。
- **ConsequenceProperty** (双精度型, 15, 2) ——指定/计算出的财产损失后果分级。
- **ConsequenceThroughput** (双精度型, 15, 2) ——指定/计算出的吞吐量损失后果分级。
- **EventID** (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- **POFConstruction** (双精度型, 15, 2) ——建造缺陷造成故障的可能性。
- **POFInternalCorrosion** (双精度型, 15, 2) ——内部侵蚀造成故障的可能性。
- **POFMaterials** (双精度型, 15, 2) ——材料缺陷造成故障的可能性。
- **POFOutsideForce** (双精度型, 15, 2) ——外力造成故障的可能性。
- **POFThirdParty** (双精度型, 15, 2) ——第三方影响造成故障的可能性。
- **TotalConsequence** (双精度型, 15, 2) ——损失后果的总体估价。
- **TotalPOF** (双精度型, 15, 2) ——出现故障可能性的总体估价。
- **TotalRisk** (双精度型, 15, 2) ——管线段的总体风险估价。

SiteBoundary(离线多边形要素类)

SiteBoundary 要素类用于存储管线公司所拥有的各种不同站点和其它地产的多边形边界。场所边界要素可能用于定义地产、通道、临时工作区以及大型管线联合体(如,里程站、压缩站、提炼厂、管理转换站和阀站)的边界。场所边界要素还可能用于划分定站管线和未定站管线的界限。一个场所边界要素可能具有一个或多个

RightOfWay 要素类存储了

素用于存储详细描述一个场所内的管线和其它设施的内部连通性的参考图表。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- SiteName（字符型）——组织场所名称。
- SiteType（域）——包含于边界内部的场所类型（如，里程站、压缩站）。

Sleeve（在线多义线要素类）

Sleeve 要素类存储了用于管线周围的管接头、支架、加强件以及其它维修要素的信息。管接头要素通常不能相互重叠，并且依赖于管道段要素而存在。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- Grade（域）——制作管接头的材料的等级。
- InServiceDate（日期型）——管接头开始服务的日期。
- NrominalDiameter（域）——管接头的标定外部直径。
- SleeveLength（双精度型，15，2）——管接头的度量/计算出的长度。
- SleeveType（双精度型，15，2）——用于管道的管接头的类型（如，维修、支架、合成物）。
- WallThickness（域）——管接头的管壁厚度。

StationSeries（多义线要素类，Core）

StationSeries 要素类是一种多义线已知 M 值要素类，用于将 APDM 中所有参考要素类进行定位的路径存储为事件。每个站列要素都是一个指定起止度量（或站点）值的 ESRI 路径。站列要素中的每个顶点可以有一个指定度量（或站点）值。沿站列路径的点和线性事件可以通过指定 Route-Id 和度量值作为要素（线性事件的起止度量值）属性来定位。线性事件必须开始和终止于同一站列（路径）。

APDM UML模型在每个参考要素类和StationSeries要素类之间具有一种关系。这些关系是否保持精确是可选的。StationSeries要素类与ControlPoint要素类之间是一对多关系，用于模拟：两个或多个控制点可作为站列要素的顶点来表示，且控制点具有站点值，用于校准站列要素。StationSeries要素类具有以下子类：连续、工程、水平、里程、松弛链、阀段以及未指明的。APDM模型需要一个子类作为主要的定站或参考方法（默认子类）。在大多数管线实施中，Slack Chain定站通常是默认的定站方法。连续定站方法允许将站列要素合并（通常在同一环线中）为更长的、连续要素，在该处要素的定站值沿管线的整个长度递增。这些连续站列要素可以用于生成更长的线性事件要素，可以跨越传统上断开的小一些的松弛链站列要素。未指明度量值类型允许导入未指定或计算出定站值的控制点的某些灵活性，可能是初步管线布线、新构造或推荐的管线重新布线。

通过提供多种不同定站方法，APDM 对于多数管线公司从其它管线模型导入数据的需求来说，是非常灵活的、开放的。通过匹配这些沿着站列（存储不同站点值）的要素的位置，中心线上的事件和要素位置可以很容易确定。核心 ESRI 地理数据库工具允许不同参考系统的站点值的简单对比和校准。主要的定站方法可以用作管线中心线上事件位置的最终裁定者。

- BeginStation（双精度型，15，2）——赋予站列要素起点的站点值。

DocumentPoint 要素，该要

15, 2) ——赋予站列要素终点的站点值。

- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- FromSeriesEventID (字符型, 38) ——连接当前向上站点要素的 StationSeries 要素的 EventID。
- SeriesOrder (长整型) ——为了查询和连通性目的, 用于排列站列要素的任意数值。
- SubTypeCD (长整型) ——表示线性参考或定站的唯一形式的站列的子类。
- ToSeriesEventID (字符型, 38) ——连接当前向下站点要素的 StationSeries 要素的 EventID。

Structure (离线点要素类)

Structure要素类存储了位于管线中心线两侧660英尺以内的任何建筑物(类走廊)的信息。联邦交通部要求管线公司要维护管线类走廊内的所有被占有建筑物的信息。通常, 建筑物被定位为离开中心线的要素, 但要维护其在中心线上的参考位置。Structure要素类与Address以及Contact对象类之间是多对多关系, 而与StructureOutline是一对多关系。地址和联系关系模拟了占有率和所有者的紧急联系信息。建筑物与轮廓线的关系用于存储一个或多个具有结构点的建筑物轮廓线, 它允许在建筑物近似性空间分析中具有更灵活性。Structure要素类与StructureLocation之间是一对多关系, 这表明建筑物可能有一个或多个在线点位置。Structure要素类可以分为以下子类: 居住区、商业区和城市。每个子类表示普遍的建筑物类型分类和主要占有者。

- DaysOfWeek (域) ——每周建筑物被占用的天数。
- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- OccupantCount (整型) ——建筑物永久占有者的数量。
- StructureStatus (域) ——说明建筑物的新旧(已有的、新的)。
- StructureType (域) ——基于建筑物子类的建筑物类型和主要用法的描述。
- SubTypeCD (长整型) ——建筑物的子类。
- WeeksPerYear (域) ——每年建筑物被占用的周数。
- YearAdded (整型) ——建筑物添加到底层数据库记录的年份(4位数)。

StructureLocation (在线点要素类)

StructureLocation 要素类包含了距中心线某个距离(通常是 660 或 1000 英尺)内的建筑物的在线点位置。StructureLocation 要素类与 Structure 要素类之间存在一种多对一关系。该关系表明多个在线位置引用一个离线建筑物。

- BeginOffsetDistance (双精度型, 15, 2) ——(可选) 点要素与中心线上参考点的距离。仅在在线点要素作为离线点或离线线性要素的在线位置时可用。(继承自 OnlinePoint)。
- BeginOffsetAngle (双精度型, 15, 2) ——由中心线上的参考点至离线点的矢量的角度。该角度通过中心线的上行矢量来度量。仅在在线点要素作为离线点或离线线性要素的在线位置时可用。(继承自 OnlinePoint)。
- DemensionTie1 (字符型) ——描述建筑物相对于其它已知点位置的位置信息的注释。
- DemensionTie2 (字符型) ——描述建筑物位置信息的次要注释。
- EventID (字符型, 38) ——全球唯一标识符。
- StructureEventID (长整型) ——与 Structure 要素类中的 EventID 属性相关的外

- EndStation (双精度型,

**StructureOutline (离线
多边形要素类)**

StructureOutline 要素类包含了建筑物的多边形轮廓线。StructureOutline 要素类与 Structure 要素类之间存在一种多对一关系。该关系用于模拟：多个建筑物与单个建筑物点（引用中心线上的一个点）相关联。

- StructureEventID（长整型）——与 Structure 要素类中的 EventID 属性相关的外键。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。

Tap (在线点要素类)

Tap 要素类存储了描述位于管线系统中的人造开关配件和开关结构(热开关)的信息。APDM 认为开关是在接合点处两个或多个管道的连接，用于在受控方式下释放产品。开关通常可以在与阀门、检查或释放阀的联合处找到。Tap 要素类具有一下子类：开关配件和开关结构。

- BranchConnectionType（域）——开关周围加固物的描述（如，鞍状物、全环）。
- Capacity（整型）——开关流通容量的度量值。
- CapacityUnits（域）——流通容量的单位。
- Capped（域）——说明开关是否关闭（Yes/No）。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- FlowDirection（域）——说明到管线系统的流向（发送、接收、双向）。
- InServiceDate（日期型）——开关开始服务的日期。
- Manufacturer（域）——开关生产商的名称。
- Material（域）——制作开管的材料（如，钢铁、PVC）。
- Metered（域）——说明开关是否含有仪表作为要素的一部分（Yes/No）。
- PressureRating（域）——开关的压力等级。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。
- TapSize（域）——与开关相连的分支管道的尺寸（1”-24”）。
- TapType（域）——开关的功能或类型（如，排放、虹吸、thread-o-let）。
- TappingMethod（域）——制作开关的方法（冷开关、热开关、weld plus）。
- SubTypeCD（长整型）——开关的子类。

**Tee (在线点要素类，
Fitting)**

Tee要素类包含了描述人造分支或T型配件的信息，该配件用于从主管道向分支或次级管道传送加压产品流。Tee要素类从Fitting抽象类继承属性，包含了描述与分支管道连接的属性的信息。Tee要素类包含以下子类：full on tee，tapping tee，split tee，以及 wide open tee。

- BranchConnectionType（域）——用于连接分支与主管道的元素（如，焊缝、凸缘、螺帽）。
- BranchDiameter（域）——分支管道的外部直径。
- BranchWallThickness（域）——分支管道的管壁厚度。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- ScraperBars（域）——说明分支是否有刮板以防止与生铁装置的结构冲突。
- SubTypeCD（长整型）——开关的子类。

键。

道和分支管道的直径（如，12×12×4、6×6×2）。

- TeeType（域）——T形配件的类型（如，分离、塞子、管筒、缩径）。

Valve（在线点要素类，Fitting）

Valve要素类包含了描述人造加压配件的信息，这些配件用于控制或阻止通过管线系统的产品流。阀门提供了管线系统的控制结构，并通常与SCADA管线监测系统相连接。Valve要素通常是用于容量、流量和液压分析的管线网络的一部分。阀门描述了进口和出口管道要素的进出口连接、直径和管壁厚度信息。沿单一、未变（没有里程方程式）站列运行的管道包含有起始值和终止值。Valve要素类与Reading对象类之间存在一种关系，用于模拟：零或更多的示数可在一个阀门要素处获得。Valve要素类包含以下子类，用于定义阀门类型：angle, ball, block, check, control, curb, gate以及plug。

- Automated（域）——说明在某些情况下阀门能否自动打开或关闭（Yes/No）。
- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- InletDiameter（域）——入口处的连接类型（如，焊缝、凸缘）。
- InServiceDate（日期型）——阀门开始服务的日期。
- Manufacturer（域）——阀门生产商。
- NormalPosition（域）——阀门被设置的标准状态（打开/关闭）。
- OperatorType（域）——用于打开/关闭阀门的控制器（如，气体、手工、电子）。
- OutletConnectionType（域）——出口处的连接类型
- OutletDiameter（域）——与阀门出口相连的管道的直径。
- PresentPosition（域）——阀门被设置的目前状态（打开/关闭）。
- PressureRating（域）——阀门的压力等级。
- SubTypeCD（长整型）——描述阀门类型的要素类的子类。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。
- ValveFunction（域）——阀门的功能（如，检查、释放、主线）。
- ValveNumber（字符型，15）——赋予阀门的组织号码。

Vessel（在线点要素类）

Vessel 要素类描述了用于在管线上容纳、加工或改变产品的大容量设施要素。

- EventID（字符型，38）——全球唯一标识符。
- InServiceDate（日期型）——容器开始服务的日期。
- Manufacturer（域）——容器生产商。
- SerialNumber（字符型，30）——生产商标记或用于容器的序列号。
- VesselType（域）——容器的类型（如，添味、过滤、洗刷、存储罐）。
- SymbolRotation（双精度型，15，2）——用于确定每个要素的符号旋转的值。

实施问题

以下部分阐述了由机构提出的，计划用地理数据库实现 APDM 模型时存在的一些问题。技术委员会致力于提供一种可通过 ArcToolbox™、ArcCatalog™ 和 ArcMap 的 8.3 版本中的工具实现的数据模型。可是，某些实施决定需要在模型中使用自定义编码来获取想要的对象和类行为。所作的每一次努力就是要减轻对自定义编码的需求。APDM 是一种数据模型，而不是对象模型，因此只能提供一种存储和组织数据的结构，而不是提供一种定义对象行为的机制。如何实现 APDM 的选择将决定是否需要以及何时需要创建想要的对象行为。

- TeeSize（域）——主管

ArcGIS 8.3。所有设计和实施事项都是以 ArcGIS 发布后可用的技术为基础的。

要素事件与事件要素

点和线性事件沿路径在特定的度量值处出现。事件图层/表被认为是“动态要素类”。当基本事件表中的事件 Route-Id 和/或 Measure 值被更新时，事件表中的每个事件的位置可以动态地重新计算。这种方法的优点是当基本线性参考信息发生变化时，要素的几何结构将被更新。事件模型的缺点是不支持具有成千上万各要素的事件图层，而且并不是所有的 ArcGIS 分析功能可用应用于事件图层。实现 APDM 的另一种方法是使用要素类，而不是事件表，来存储几何结构。使用要素类可以访问所有的 ArcGIS 分析功能；可是，当线性参考信息改变时，却没有重建要素几何结构的动态响应。实现“要素事件”行为需要自定义编码。

拓扑与几何网络

传输管线有很多一致要素，其位置由中心线派生而来——实际上，要素在本质上是动态事件。这些要素与基本中心线具有几何一致性。这是传输管线的基础——所有事物都通过定站来定位。识别独立要素的机制就是拓扑，当对要素和/或中心线进行编辑时，要素也必须进行更新。

拓扑是一组规则，定义了几何结构在空间上应相互关联。这些规则定义了两个要素之间所允许的几何关系。在传输管线环境中使用拓扑的根本原因是：一些要素（管道、涂层、压力测试）位置上依赖于（或缺失）其它要素（站列等）。要素不仅依赖于中心线来定位，而且还依赖于其它要素而存在（涂层和压力测试需要有管道段存在）。当源要素被移除时，其所依赖要素也必须被移除。目前，拓扑提供了管理数据完整性的最好工具。可以设置每个具有拓扑的要素类的等级，以确定哪些要素重要，那些要素可以修改维护数据完整性。当拓扑规则被破坏时，就会出现点、线或多边形的“脏区”。脏区用于识别拓扑规则的异常，并允许进行数据维护和质量控制。拓扑作为地理数据库内的一种结构而存在，而且，为了所有的目的，在 ArcCatalog 和 ArcMap 中用作另一要素图层。

当实现拓扑时，应紧记如下的一些基本指导方针和规则：

- 注记、尺寸标注以及几何网络要素是复杂要素，不能生成拓扑。
- 在单个要素数据集中可存在多个拓扑。
- 一个要素类只能生成一个拓扑。
- 在同一个要素数据集中，拓扑与几何网络可以共存，但不能共享参与的要素类。
- 拓扑性能以要素段（两个点和一条线）为基础。线性要素由一个或多个要素段构成。
- 规则的数量在性能上相关影响不大，但不适当或过度定义的规则将损害性能，因为拓扑生成的每个错误都将写入地理数据库中。
- 使用子类将增强性能，因为在处理期间生成较少的指针。
- 可能参与拓扑的要素类的数量没有推荐的上限。

对于分析目的和要素编辑来说，几何网络是极好的工具。网络既不考虑定站，也不考虑线性要素的一致性。在空间上，几何网络只允许一个线性要素在一个位置参与到网络中。由于定站是一个完整的管线操作部分，所以从数据编辑和维护立场上讲，

EventID , OriginEventID 与 GroupEventID

拓扑。我们的建议是，需要进行几何网络分析的机构可以生成一个存储于个人地理数据库中的独立数据集的几何网络，而且分析结果可以载入到企业级地理数据库中。

EventID 属性可以不依赖对象所属的要素或对象类，用于在全球范围内识别地理数据库中的每个要素。EventID 可以存储为长整型（约 20 亿个唯一标识符），或者是含有 GUID 的 16 位字符串（无限范围的唯一值）。如果 EventID 是长整型，那么最后使用的 EventID 值必须在一个对象类或另一存储结构中维护。可能要手工应用和维护最后使用的 EventID 值，但这是一个冗长乏味的过程。从某点上讲，一个机构可能需要有计划地或通过基础 RDBMS（标识符、序列等）来维护值。

OriginEventID和GroupEventID属性用于离时追踪目的，并将一系列的参考线性或点要素组合成一个“超级要素”。GroupEventID的典型应用就是要维护线性要素部分之间的连通性，这些要素必须在站列要素（里程方程式）的边界处断开。OriginEventID用于存储已被分离或分为独立子要素的父要素的EventID。这种情况下，子要素将在OriginEventID字段中存储原始的EventID。

开发应用

APDM 模型核心元素的描述应为应用开发人员和软件销售商提供一个标准框架，以开发大部分（如果不是全部）在 APDM 上运行的轻便应用程序。我们建议开发人员根据本文提供的规范，编写能响应模型中核心属性和要素类的应用程序。对于其它要素类和属性中的差异，该应用程序应是可靠的。APDM 用于提供一个核心系列的在模型间保持不变的对象。基于多数管线公司的标准要素，APDM 中保留的对象只是个建议。为 APDM 所编写的应用程序需要动态响应在 APDM 中定义的超出核心元素以外的对象。

PODS 与 ISAT 转换

我们推荐的 PODS 和 ISAT 数据到 APDM 的转换如下：

- 将 PODS/ISAT 控制点转换为 APDM 控制点。
- 将 PODS/ISAT 站列转换为 APDM 站列。
- 将 PODS 路径转换为 APDM “连续”站列。
- 将每个要素/事件表转换为 APDM 事件表/要素类，生成注释以描述起始/终止站列 EventID 属性、起始/终止站点属性、起始/终止偏移角度以及在线/离线要素的距离和边属性。
- 按需要导入非参考几何要素。

在 APDM 模型中生成数据的最简单的方法是：

将数据添至模型中

- 从含有 x, y 坐标、站点值、ID 字段（用于组合控制点）的源中导入控制点。
- 使用站点值按顺序排列控制点，由控制点来数字化站列要素。使用控制点要素的站点值来校准站列要素的度量值。
- 导入 ID 字段（用于组合控制点）到站列要素，以建立控制点和站列之间的关系。
- 用包含于站列要素的 from/to 点中的度量值，更新每个站列要素的起始/终止站点值。
- 导入含有要素的事件表。事件表必须有一个包含 Route-ID 值的字段，该值可以

几何网络的好处不会超过

中找到。点事件表必须有一个名为 **BeginStation** 的属性，含有沿站列路径要素的有效站点值。线事件表必须有 **BeginStation** 和 **EndStation** 两个属性。

- 使用事件表生成事件主题。
- 将事件主题转换为模型中的要素类。

模型未来

ArcGIS管线数据模型的知识产权为ESRI所有。模型的内容和结构由管线特别权益集团指导和技术委员会确定。APDM指导和技术委员会的职位由选举产生。关于APDM技术或指导委员会的更多信息，请与Andrew Zolnai（ESRI石油市场经理）联系（azolnai@esri.com）。

APDM 技术委员会每年在以下地点举行三次会议，讨论模型的改进和改造。

- ESRI 电气用户集团会议（9月/10月）
- ESRI石油用户集团会议（2月/3月）
- ESRI 用户大会APDM 用户集团会议（7月/8月）

如果你任何信息变动或信息请求的建议，请联系：

- Greg McCool（El Paso Corporation）greg.mccool@elpaso.com（指导委员会主席）
- Peter Veenstra（M.J. Harden）peter.veenstra@og.ge.com（技术委员会主席）
- Andrew Zolnai（ESRI）azolnai@esri.com（ESRI 石油市场经理）