

智能电网核心标准 IEC 61970 最新进展

曹 阳, 姚建国, 杨胜春, 姜 海, 高志远

(国网电力科学研究院/南京南瑞集团公司, 江苏省南京市 210003)

摘要: 针对已被许多国际标准组织和国家列为智能电网核心标准的 IEC 61970, 论述其最新进展情况。描述了公共信息模型(CIM)中增加的命名模型、图表布局模型及发生较大变化的变压器模型、量测模型。介绍了 IEC 61970 中组件接口规范(CIS)及图形标准发生的变化。

关键词: 智能电网; 国际标准; 行业标准; 公共信息模型; 组件接口规范

0 引言

近年来,随着各种先进技术在电网中的广泛应用,智能化已经成为电网发展的必然趋势,发展智能电网在世界范围内已形成共识^[1-2]。为了推动智能电网建设、确保智能电网健康有序地发展,各主要国际标准组织以及包括中国在内的许多国家都在大力推进智能电网标准化工作,相继提出一批对智能电网建设具有重大影响、并适用于智能电网多个技术领域的核心标准,如国际电工委员会智能电网战略工作组(IEC SMB SG3)推荐了涉及开放性架构、互操作性、网络安全性等方面的 5 项标准,作为智能电网核心标准;美国国家标准与技术研究院(NIST)建议美国联邦能源管制委员会(FERC)识别出有关智能电网互操作性和网络安全性的 5 个“基础性”标准集;美国前商务部长骆家辉和能源部长朱棣文联合宣布了第 1 批 16 个智能电网协同性与安全性的行业标准;中国国家电网公司推荐了首批 22 项坚强智能电网核心标准等^[3]。在这些有关智能电网的标准中,IEC 61970 作为智能电网建设中构建标准语义模型、提升互操作性的标准,每一次都被囊括其中。本文旨在介绍其最新研究情况。

1 IEC 61970 进展简介

IEC 61970 是国际电工委员会第 57 技术委员会第 13 工作组(IEC TC57 WG13)负责制定、面向控制中心的能量管理系统应用程序接口(EMS-API)的系列标准,它包含公共信息模型(CIM)和组件接口规范(CIS)两部分内容^[4-5]。经过十几年的持续发展和完善,基于多次互操作实验的成果,IEC 61970 中的 CIM 从原先面向电力系统稳态领域逐步扩展到电力系统规划、动态等诸多领域,CIM 版

本也从 2005 年的 CIM10 演变成目前正在制定中的 CIM15,基于对象管理组织(OMG)和 OPC(OLE for process control)等标准技术的 CIS 规范也因传统 OPC 技术变化而进行了较大调整。

附录 A 中表 A1 展示了 2011 年 6 月 IEC 61970 各部分的研究状态。在欧洲输电运营商联盟(ENTSO-E)的支持下,基于 IEC 61970 的电力系统模型交换已经在欧洲主要电网运营机构内部实现,并在 2010 年 7 月进行了第 1 次互操作实验,为 IEC 61970 在智能电网的应用提供了有益借鉴。

国内电力行业对 IEC 61970 的研究始于 2000 年前后,研究人员主要是电网公司从事运行控制方面的人员、国内各主要 EMS 开发商、电力设计研究院和高校的相关人员。国内对 IEC 61970 的研究内容主要是标准的翻译、转化及基于 IEC 61970 的电力系统软件开发等。全国电力系统管理及其信息交换标准化技术委员会的 EMS-API 工作组与 IEC TC57 WG13 对口^[6],负责 IEC 61970 在中国电力系统内的转化和宣贯工作。目前,IEC 61970 出版的 11 个部分中,有 9 个已经转化为中国的行业标准,其余 2 个正在研究和转化中。

2 CIM 演变

CIM 以面向对象的方式描述了电力系统各领域的模型,是 IEC 61970 的核心内容^[7]。早期的 IEC 61970 CIM 主要内容为 EMS 信息模型中的对象,随着后续不断的完善与发展,逐渐扩展到电力系统运行的所有公共对象建模。这样,IEC 61970 CIM 的方法和内容也可以用于配电、电力市场和变电站等领域的模型构建。

实际上,IEC TC57 WG14 和 IEC TC57 WG16 分别在开发配电管理系统接口标准(IEC 61968)和电力市场通信标准(IEC 62325)时,已不可避免地涉

及了电网和运行管理的信息模型。这与 IEC 61970 CIM 有许多重叠和关联,因此 IEC TC57 统一协调 IEC 61970、IEC 61968、IEC 62325 等标准中的信息模型,形成了一个适用于 IEC TC57 范围的公共信息模型:IEC TC57 CIM。

IEC TC57 CIM 以 IEC 61970-301 CIM Base 所描述的 IEC 61970 CIM 为基础,其最新的版本号是“IEC61970CIM15v31 _ IEC61968CIM11v12 _ IEC62325CIM01v07”。其中,“CIM15v31”为 CIM 第 15 版第 31 次修改。CIM UML 模型的维护工具也从过去的 Rational ROSE 变更为现在的 Sparx Enterprise Architect 建模工具。

IEC TC57 CIM 的重要变化描述如下。

2.1 量测模型

IEC TC57 CIM 中量测模型最大的变化是将量测(Measurement)类进一步细分为 4 个子类:模拟量(Analog)、累计量(Accumulator)、字符串量测(StringMeasurement)和离散量(Discrete)。相应地,量测值(MeasurementValue)类也进一步细分为 4 个子类:模拟量值(AnalogValue)、累计量值(AccumulatorValue)、字符串量测值(StringMeasurementValue)和离散量值(DiscreteValue)。而且限值集(LimitSet)和限值(Limit)也针对模拟量和累计量进行了具体化描述。量测值的质量标志采用了 IEC 61850 中完整的质量标志集。详见附录 A 中图 A1。

IEC TC57 CIM 中 MeasurementType 不是以类的形式出现,而是作为 Measurement 类中的一个属性。量测类增加了单位标识(unitSymbol)和单位乘子(unitMultiplier)属性,IEC 61970 CIM 模型中的单位(Unit)类已被删除。

2.2 命名模型

CIM 中的对象命名一直是其核心内容之一。在 CIM 演变过程中,对象命名从 CIM10 中命名(Naming)类变化为 CIM11 中标识对象(IdentifiedObject)类,IdentifiedObject 类在 Naming 类原有的 4 个属性基础上又增加 2 个新的属性,分别是主资源标识(mRID)和本地名(localName)^[8]。CIM15 中,对象命名又进行了较大调整,构建了 1 个可扩展的命名模型,以灵活的方式定义对象的其他命名,如附录 A 图 A2 所示。命名模型描述了定义对象其他名字类图,以及它们是如何与定义名字类型的特定用户关联的方法。命名模型允许为特定领域定义特殊的命名,而不是强制规定一种命名规则。命名模型还允许在上下文环境中去交换命名规

则,且别名(aliasName)、路径名(pathName)和本地名的概念都能通过此模型实现。

2.3 图表布局模型

IEC TC57 CIM 中增加了图表布局模型,如附录 A 中图 A3 所示。其目的是要支持包括单线图在内的各种模型图表及任何模型数据的图形化展示。该模型通过建立图表对象与 IdentifiedObject 间的关系使得任何模型对象都能被放入图表布局中。图表布局模型能描述图表位置、与模型对象的链接和展现样式,但不包括渲染图表的所有细节。图表接收方可以基于上下文环境、与模型对象的链接和图表样式使用自己的渲染样式。

2.4 变压器模型

为了在三相平衡和不平衡情况下采用统一的变压器模型,支撑配电领域三相不平衡建模,在 CIM15 中对变压器模型进行了较大修改,如附录 A 中图 A4 所示。在 IEC TC57 CIM 的变压器模型中,原模型中的变压器绕组类(TransformerWinding)被 TransformerEnd 以及它的具体类——变压器侧类(PowerTransformerEnd)所取代。通过端子类(Terminal)中序号属性(Terminal.sequenceNumber)及变压器侧与端子间的关联关系,来区分变压器端子所连接的变压器侧是高压、中压、低压中的哪一侧。为细化三相不平衡情况下的变压器建模,IEC TC57 CIM 中增加了用于油箱细节建模的变压器油箱侧类(TransformerTankEnd),增加了变压器三角形接线阻抗类(TransformerMeshImpedance)和星形接线阻抗类(TransformerStarImpedance)。

如附录 A 中图 A4 所示的变压器和油箱模型中,可以通过细化变压器油箱模型来详细描述变压器内部的绕组分相连接和三相不平衡模型。输电系统通常采用三相平衡方式,变压器不需要分相描述,因此一般不需要构建油箱模型。但如果需要描述分相细节,就应在建模时增加变压器油箱对象。

3 CIS 变化

IEC 61970 CIS 制定了应用或组件间进行信息交换的标准化接口以及这些接口所使用的事件类型和消息内容,并建立了接口与特定技术间的映射。其目的在于为独立开发的应用或系统集成提供标准的接口,同时保证互操作性,减少企业应用集成所需的工作量。

CIS 分为级别 1 和级别 2。级别 1 描述了接口

的功能需求,这些接口被用于不同应用或组件间的数据信息交换和标准化访问公共数据,对应于 IEC 61970 中的 4** 部分,该部分与实现技术无关;级别 2 描述了采用特定技术对这些接口所使用消息的具体实现,即建立了接口与特定技术的映射,对应于 IEC 61970 中的 5** 部分,该部分与实现技术相关。在级别 1 中包含了一系列通用接口定义(GID)标准,包括 IEC 61970-402/403/404/405/407。这些通用服务都基于已有的国际或工业标准,如 OPC、OMG 等。

图 1 展示了已经发布的 CIS 通用服务及其与 OMG 和 OPC 标准的关系^[9]。第 1 行是 IEC 61970,方括号内是引用的 OMG 和 GID 标准;第 2,3 行分别是 IEC 61970 所基于的 OMG 和 OPC 标准。图 1 中,DAF(data access facility)为数据访问设施,DAIS(data acquisition from industrial systems)为工业系统的数据采集,HDAIS(historical data access from industrial systems)为工业系统的历史数据访问,这些都是 OMG 标准。

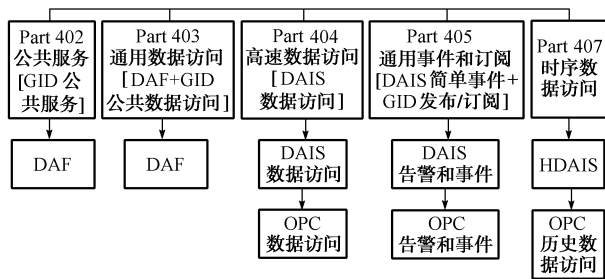


图 1 CIS 通用服务
Fig. 1 CIS general service

在 CIS 通用服务中明确引用 OMG 和 OPC 等组织的标准避免了不必要的重复工作,加速了 IEC 61970 CIS 标准的制定,但这种依赖性也决定了 CIS 通用服务将随 OMG 和 OPC 标准的变化而同步调整。随着传统 OPC 技术取得突破,OPC 基金会(OPC Foundation)发布了最新的数据通信统一方法——OPC 统一架构(OPC unified architecture, OPC UA)。OPC UA 在第 1 代 OPC 技术规范的基础上,将 OPC 从以微软为中心的 COM/DCOM 技术转化为开放式标准。OPC UA 现已作为 IEC 62541 系列标准由 IEC TC65E 制定出版,因此,原只针对电力行业的 IEC 61970-402/403/404/405/407 将不再作为标准使用,而是由在多个行业领域被广泛实现的 IEC 62541 所取代。2011 年 3 月,IEC TC57 WG13 向 IEC 提交了废止 IEC 61970-402/403/404/405/407 标准的报告。目前,IEC

61970 TC57 WG13 关于 CIS 部分的主要工作是,制定以标准号 450 开始的一系列描述应用或系统之间信息交换内容,即信息交换模型(IEM)的标准。

4 图形标准发展

为了实现不同系统、不同厂家和不同电力企业间的图形交换,IEC 61970 在其 453 部分描述了基于 CIM 和可缩放矢量图形(SVG)格式的图形交换标准^[10]。2008 年 6 月发布了第 1 版,目前 IEC TC57 WG13 正在进行第 2 版的制定。从最初只是提出领域信息交换和图形交换概念,发展到提出以 SVG 为主的交换方式,直至在第 2 版中只描述静态的图表布局,IEC 61970 图形交换标准的发展是一个逐步成熟的过程。

4.1 基于 CIM 的图形交换

IEC 61970-453 图形交换标准的第 1 版名称是基于 CIM 的图形交换,主要包含 2 个部分:一部分是图形的描述,另外一部分是与领域对象关联的描述。在图形的描述中,可以看到很多基于 SVG 的形式,图表对象 CgoDiagram、图形对象 CgoGraphicalObject、组对象 CgoGroup、层定义 CgoLayer、图表视图的定义 CgoDiagramView 等 UML 对象,基本与 SVG 元素相对应。在这部分还描述了图形对象的动作形式(用户交互逻辑和复杂对象)和表现形式。在标准的第 2 部分说明了 SVG 中如何使用元数据(metadata)与 CIM 中的领域对象进行关联。

4.2 图表布局子集

目前,正在制定的第 2 版图形交换标准的名称是图表布局子集。它去掉了表现逻辑、用户交互逻辑、复杂对象、metadata 等第 1 版所关注的内容,将标准范围规定在以中性的 UML 语言重点描述静态图表布局。因此,它只是描述 CIM 对象在显示空间中的位置。其 UML 对象包括图表对象 Diagram、图形对象 DiagramObject、图形点组对象 DiagramObjectGluePoint、图形点对象 DiagramObjectPoint、图形对象风格 DiagramObjectStyle、文字图形对象 TextDiagramObject,可视层定义 VisibilityLayer。

在第 2 版中,还将发生如下变化:通过支持增量的图表布局可以与增量的 CIM 模型相对应;所有的图表对象都由点所构成,这在第 1 版中没有明确规定;通过图表对象与 IdentifiedObject 关联,支持所有的 CIM 对象都有对应的图表图像;使用 DiagramObjectGluePoint 来表征 CgoGroup 等。

5 结语

作为智能电网核心标准的 IEC 61970,在模型、接口和图形等方面都发生了比较大的变化,应在电力系统模型构建、信息共享、业务融合等方面进行深入研究和推广应用。事实上,中国对 IEC 61970 的研究也取得了较大进展,以 IEC 61970-301、IEC 61970-453 等系列标准为基础,结合智能电网调度技术支持系统的实际应用需求,已提出了电网通用模型描述规范(简称 E 语言)、电网图形描述规范(简称 G 语言)、电力系统简单服务描述语言(简称 S 语言)和电力系统动态消息描述规范(简称 M 编码)等基础平台系列规范。目前,该系列规范已经成功应用于智能电网调度技术支持系统的研究、开发和实施,并且已经向 IEC TC57 技术委员会提交了基于 CIM 的高效模型交换格式(CIM/E)和基于 CIM 的图形交换格式(CIM/G)2 项国际标准提案。这对于促进中国将智能电网相关技术领域的优势转换为先进的标准优势,占领国际智能电网技术的制高点,提高中国相关产业在国际智能电网市场的核心竞争力具有非常重要的意义。

附录见本刊网络版(<http://aeprs.sgepri.sgcc.com.cn/aeprs/ch/index.aspx>)。

参考文献

[1] 肖世杰. 构建中国智能电网技术思考[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(9): 1-4.
XIAO Shijie. Consideration of technology for construction Chinese smart grid [J]. Automation of Electric Power Systems, 2009, 33(9): 1-4.

[2] 姚建国,严胜,杨胜春,等. 中国特色智能调度的实践与展望[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(17): 16-20.
YAO Jianguo, YAN Sheng, YANG Shengchun, et al. Practice and prospects of intelligent dispatch with Chinese characteristics [J]. Automation of Electric Power Systems, 2009, 33(17): 16-20.

[3] 王益民. 坚强智能电网技术标准体系研究框架[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(22): 1-6.
WANG Yimin. Research framework of technical standard system of strong & smart grid [J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(22): 1-6.

[4] 张慎明,刘国定. IEC 61970 标准系列简介[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(14): 1-6.
ZHANG Shenming, LIU Guoding. Introduction of standard IEC 61970 [J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(14): 1-6.

[5] DL/T 890.1—2007 能量管理系统应用程序接口(EMS-API): 第 1 部分 导则和一般要求[S]. 北京:中国电力出版社, 2008.

[6] 姜海,辛耀中,南贵林,等. IEC TC57 2010 年会和 SAC/TC82 工作近况介绍[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(19): 1-5.
JIANG Hai, XIN Yaozhong, NAN Guilin, et al. Introduction to recent work of IEC TC57 2010 plenary and SAC TC82 [J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(19): 1-5.

[7] DL/T 890.301—2004 能量管理系统应用程序接口(EMS-API): 第 301 部分 公共信息模型(CIM)基础[S]. 北京:中国电力出版社, 2005.

[8] IEC 61970-301 Ed. 2: 2010 Energy management system application program interface (EMS-API)-Part 301: Common information model(CIM)base[S]. 2010.

[9] DL/Z 890.401—2006 能量管理系统应用程序接口(EMS-API)第 401 部分: 组件接口规范(CIS)框架[S]. 北京:中国电力出版社, 2007.

[10] IEC 61970-453—2008 Energy management system application program interface (EMS-API)-Part 453: CIM based graphics exchange[S]. 2008.

曹 阳(1978—),男,通信作者,硕士,高级工程师,IEC TC57 WG13 成员,全国电力系统管理及其信息交换标准化技术委员会 EMS-API 工作组秘书,主要研究方向:智能电网、电网调度自动化、电力系统标准化。E-mail: caoyang@sgepri.sgcc.com.cn

姚建国(1963—),男,硕士,研究员级高级工程师,主要研究方向:电网运行与控制、智能电网。

杨胜春(1973—),男,硕士,研究员级高级工程师,主要研究方向:电网运行与控制、智能电网。

Latest Advancements of Smart Grid Core Standard IEC 61970

CAO Yang, YAO Jianguo, YANG Shengchun, JIANG Hai, GAO Zhiyuan
(State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract: IEC 61970 has been classified as one of smart grid core standards by many international standards organizations and countries. In this paper, the latest development status of standard IEC 61970 is overviewed. Then the added names model, diagram layout model, greater change in the transformer model and measurement model in IEC 61970 CIM are introduced. Finally, the CIS and graphics code changes in IEC 61970 standard are described in this paper.

Key words: smart grid; international standard; industry standard; CIM; CIS

附录 A

表 A1 IEC 61970 研究状态-截至 2011 年 6 月
Tab.A1 IEC 61970 Document Status - Updated June 2011

标准号	标准名称	当前版本	日期	当前状态	计划版本	计划日期	计划状态
1	Guidelines and General Requirements (导则和一般要求)	First Edition	2005-12-1	IS			
2	Glossary (术语)	First Edition	2004-7-1	IS			
301	CIM Base (公共信息模型基础)	2nd Edition CIM13	2010-3-1	IS	3th Edition CIM14	2011-5-1	IS
		3rd. Edition CIM13	2011-2-1	IS	4th Edition CIM14	2011-6-1	CDV
401	CIS Framework (组件接口规范框架)	First Edition	2005-9-1	IS	2nd Edition	2011-5-1	CDV
402	Common Services (公共服务)	First Edition	2008-6-28	IS	废止*		
403	Generic Data Access (通用数据访问)	First Edition	2008-6-28	IS	废止*		
404	High Speed Data Access (高速数据访问)	First Edition	2007-8-1	IS	废止*		
405	Generic Eventing and Subscription (通用事件和订阅)	First Edition	2007-8-1	IS	废止*		
407	Historical Data Access (历史数据访问)	First Edition	2007-8-1	IS	废止*		
450	CIS Information Exchange Model Spec. Guide (CIS信息交换模型规范导则)	1a	2002-10-5	WD	2	2011-5-1	CD
451	Measurement and Control CIS (量测与控制组件接口规范)	0v2	2011-2-4	WD			
452	CIM Static Transmission Network Model Profiles (CIM静态电网模型子集)	8v2	2011-5-24	WD			
453	CIM Based Graphics Exchange (基于CIM的图形交换)	First Edition	2008-8-1	IS	2v5	2010-10-5	
454	Business Object Registry Service Specification (业务对象注册服务规范)	3	2010-10-6	WD			
456	Solved Power System State Profiles (可解的电力系统状态子集)	1	2010-10-12	CDV	2	2011-5-31	WD
501	CIM RDF Schema (CIM RDF模式)	First Edition	2008-3-1	IS			
502-8	Web Service Profile for 61970-4 Generic Service (面向61970-4:通用服务的Web服务子集)	1	2009-6-12	CD			
505	OWL Schema (OWL模式)						
552	CIM XML Model Exchange Format (CIM XML模型交换格式)	1	10/602010	CDV	2	2011-5-1	FDIS

* 被OPC UA取代, Part 502-8将描述相关内容

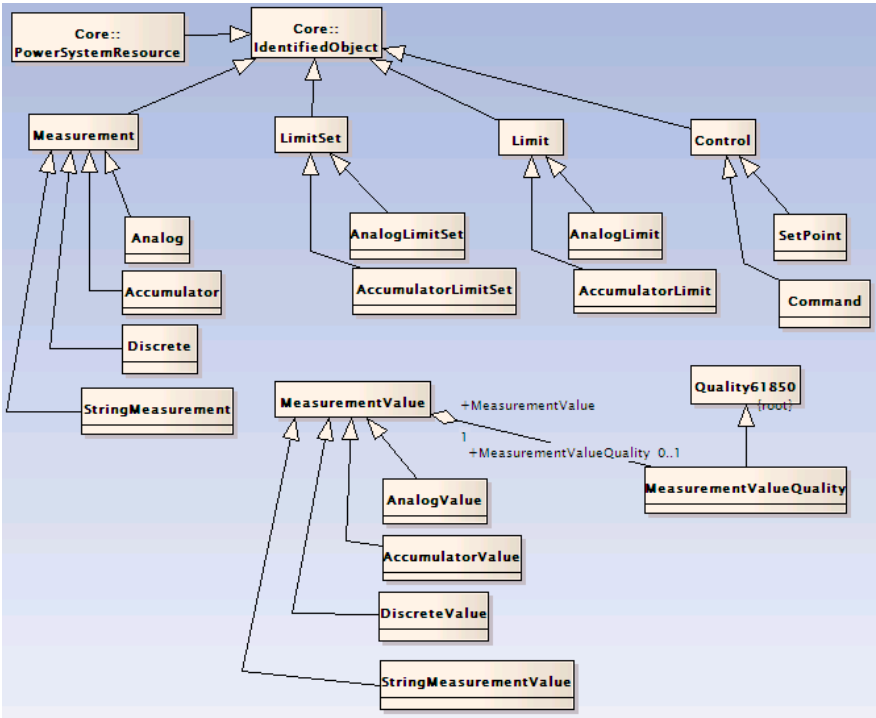


图 A1 量测模型图
Fig.A1 Measurement model diagram

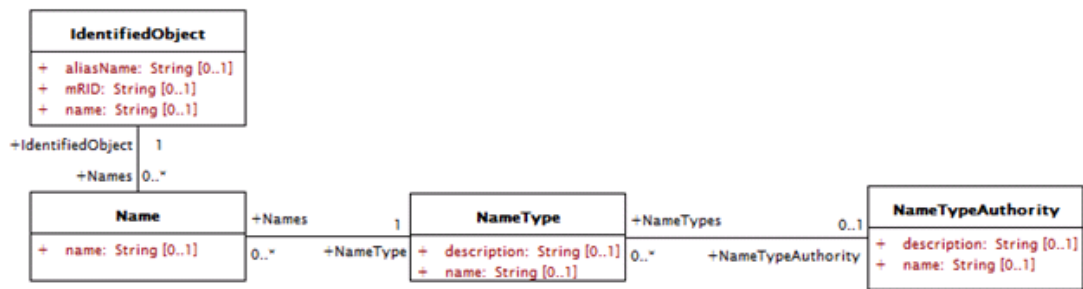


图 A2 命名模型
Fig.A2 Names model diagram

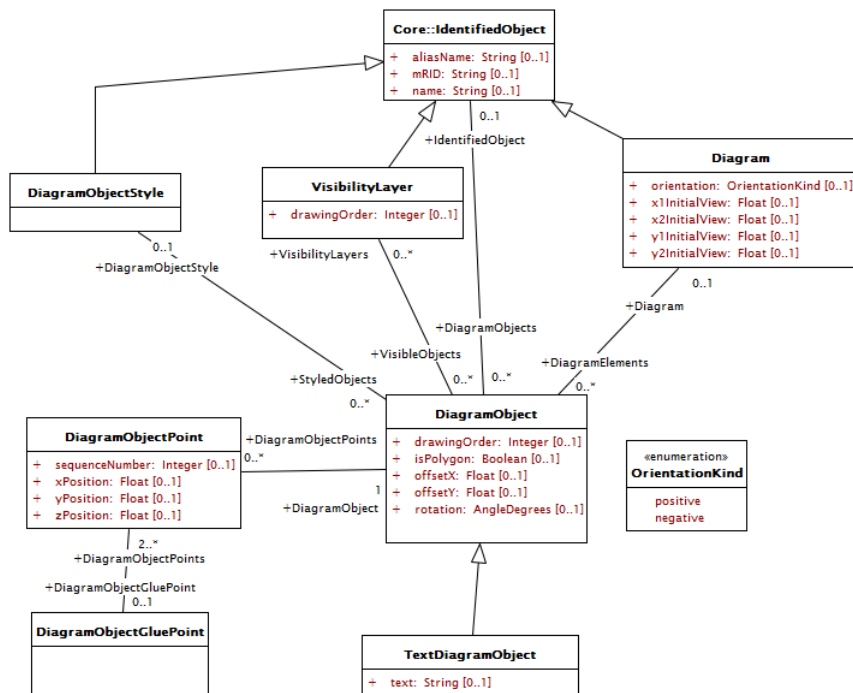


图 A3 图表布局模型
Fig.A3 Diagram layout model

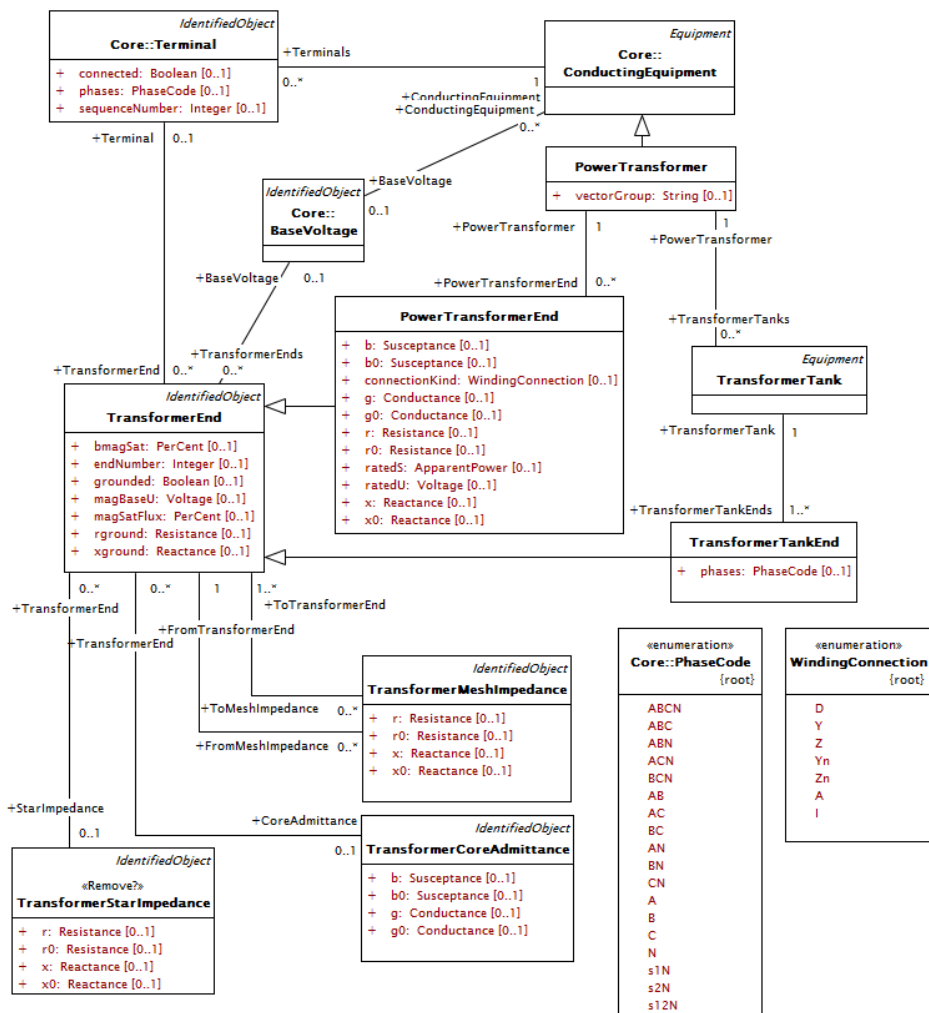


图 A4 新版 CIM 中的变压器模型
Fig.A4 Transformer model in CIM15