



其他

智能电网互操作成熟度模型

周静, 刘国军, 胡紫巍, 卢利峰, 张威

(全球能源互联网研究院, 北京 102209)

摘要: 智能电网的互操作是一系列电力设备和系统通过标准接口进行安全、无缝、透明的信息交换和数据共享。美国电网智能化架构委员会(GWAC)提倡将能力成熟度模型的概念应用到智能电网的互操作中,并起草了一个智能电网的互操作成熟度模型,该模型已在各类工程项目验证的阶段。对智能电网互操作成熟度模型的意义和目标及评估流程进行了阐述,并讨论了与其他成熟度模型的区别以及一些关于从智能电网互操作成熟度模型的试验当中得出的结论,并提出了改进建议。首先对智能电网互操作性需求进行了分析,阐述了智能电网互操作成熟度模型的主要特点,介绍了GWAC工作组在推进互操作成熟度模型(IMM)方面的工作,并对智能电网互操作成熟度的评估和分析流程进行了研究和探讨。该模型将有效帮助智能电网规划的制定者从战略和战术的维度总体考虑智能电网的互操作性。

关键词: 智能电网;互操作;成熟度模型;互操作性框架

中图分类号: TM732

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015383

Smart grid interoperability maturity model

ZHOU Jing, LIU Guojun, HU Ziwei, LU Lifeng, ZHANG Wei

Global Energy Interconnection Research Institute, Beijing 102209, China

Abstract: Smart grid interoperability is a kind of ability that a set of electrical equipments and systems exchange and share information safely, seamlessly and transparently with standard interface. The Grid Wise Architecture Council (GWAC) sponsors using concepts from capability maturity models in the software industry to smart grid interoperability and has been drafted an interoperability maturity model which is being in the project verification stage. The interoperability requirements of the smart grid and the work of the GWAC working group to promote interoperability maturity model (IMM) were analyzed. The evaluation and analysis of the maturity of the smart grid interoperability were studied and discussed. It would effectively help the development of smart grid planning from the dimensions of strategy and tactics to consider the interoperability of smart grid.

Key words: smart grid, interoperability, maturity model, interoperability context-setting framework

1 引言

智能电网的互操作性是指两个或多个网络、系统、组

件之间安全有效的交换信息和使用信息的能力,实现电力系统各组成元素之间的智能控制、协作和优化^[1]。智能电网涉及从发电到用电的整个能源体系,它在先进的技术、传

收稿日期:2015-09-08;修回日期:2015-11-29

基金项目:国家电网公司2015科技项目(No. SGRIXTKJ[2015]241)

Foundation Item: The Science and Technology Project of China State Grid Corporation in 2015 (No. SGRIXTKJ[2015]241)



传感器及控件中嵌入了智能、主动控制和管理及交互能力,因此,高水平的互操作在实现智能电网功能方面是必不可少的。

智能电网涉及运营方、技术提供方和监管方,它包含不同技术和业务层面的多个彼此交互的实体,互操作性是这些实体通过共享以预定的方式共同工作的属性,包括对交换数据的解释和使用,也就是技术和认知能力的共享。因此,互操作性必须考虑技术、社会、政治和组织结构等因素。尽管互操作有着显而易见的重要性,但到近年才出现了互操作程度的评估方法。受美国软件工程研究所(SEI)的能力成熟度模型的启发和澳大利亚国家电子医疗执行委员会(NEHTA)在流程改善方面的影响,电网智能化架构委员会(GWAC)开发了一个互操作成熟度模型帮助了解企业互操作能力的成熟度^[2],这项工作开始于2007年,并于2011年12月出版了GWAC互操作成熟度模型的测试版^[3]。本文首先对智能电网互操作性需求进行了分析,阐述了智能电网互操作成熟度模型的主要特点,介绍了GWAC工作组在推进互操作成熟度模型(interoperability maturity model, IMM)方面的工作,并对智能电网互操作成熟度的评估和分析流程进行了研究和探讨。该模型将有效帮助智能电网规划的制定者从战略和战术的维度总体考虑智能电网的互操作性。

2 智能电网互操作成熟度模型结构

智能电网互操作成熟度模型 IMM 使用了 GWAC 的互操作性环境框架,互操作性环境框架如图 1 所示,它提供了一种标准的逻辑结构保证智能电网组件之间的互操作性。

该框架确立了 8 个层面上的互操作类型和 10 个跨领

域议题^[4],这 8 个层面分为了 3 个类别,分别是技术、信息和组织,这些类别主要和电力终端用户、发电、输电和配电的系统集成和互操作相关;技术类别主要强调网络连接与互操作性,信息类别强调互操作的语义与环境,组织类别主要强调互操作事务的政策和商务驱动力。10 个跨领域议题也同样分为了 3 类:配置和演进、操作和性能及保障和安全方面。同时,模型还提供了二维视图,展示了这些类别交叉所产生的 9 个互操作区域(IA),如图 2 所示。IMM 在每个 IA 内建立目标,并在这些领域内确定评估成熟度的指标。通过将具体、可衡量的业务和技术目标与 IMM 相关联的方式来获取关键指标,由于这些指标与成熟度相关,因此可以用于评估互操作的成熟度等级。IMM 适用于智能电网各个互操作领域,通过确定互操作成熟度评估的多重指标,就可以为一个特定的互操作领域创建一个整体的互操作成熟度框架。IMM 为框架的每个等级制定了高层次的目标,在 IMM 的内部结构中,这些目标相互交叉,因此还需要创建更详细的表述来描述这些交叉目标。

互操作成熟度模型可促进与改善电网自动化设备与系统的集成与维护,此外,该模型还可用于互操作成熟度的自评估,为提高互操作性提供改进依据。

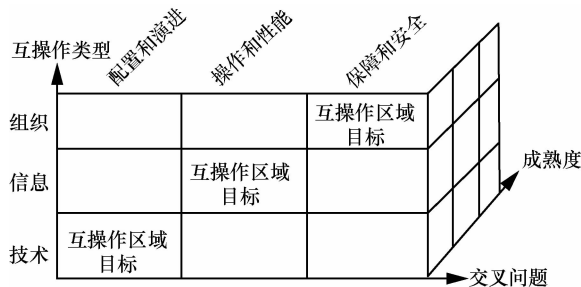


图 2 简化的互操作框架^[4]

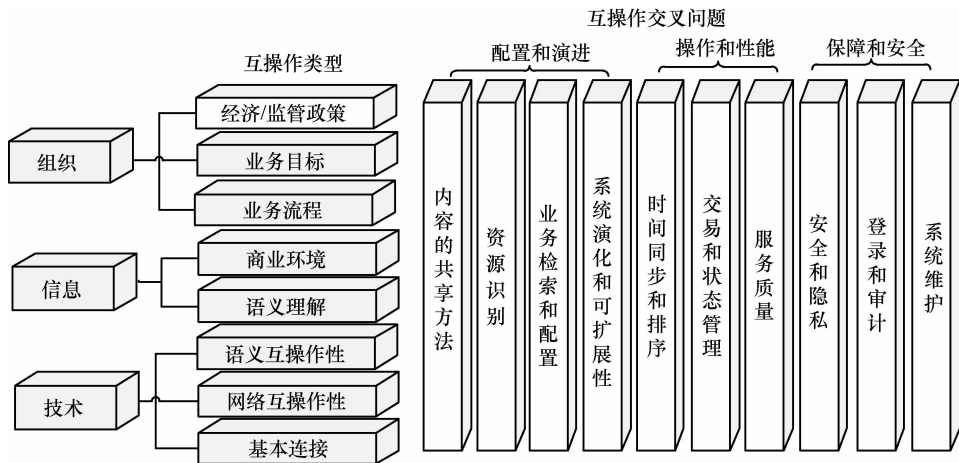


图 1 GWAC 互操作性框架^[4]

3 IMM 与其他成熟度模型的区别

成熟度模型提供了一种相较于基准的一系列特征演进的测试和评估的方法,这些基准通常代表最佳实践案例,该基准下的一系列演进的属性、特征、模式或实践被看作评估的基础。

在 20 世纪 80 年代末和 90 年代初,美国软件工程研究所开发出了能力成熟度模型(CMM),可以看作软件开发捕获过程中的最好实践,最终 CMM 被 CMMI(能力成熟度模型集成)所取代,以解决在软件和系统的开发过程中使用不在一个组织内集成的多个模型时带来的冗余和混乱等问题^[5]。

一般成熟度模型可以分为 3 种类型:渐进成熟度模型,它是指一个简单的进展或者一个属性、特点、模式或实践等的扩展,这些高于成熟度等级的行为就代表了成熟度的发展,该类别包括了许多诸如咨询或产品供应等公司自己开发的专有模型;能力成熟度模型,它衡量围绕一系列属性、特点、模式和实践等的组织能力,它不仅衡量执行任务的能力,更反映成熟度的更广泛的组织能力;混合成熟度模型,它可以通过用能力成熟度模型的能力属性覆盖渐进模型的特征而创建,这类成熟度模型可以反映出类似于能力成熟度模型的等级间的过渡,但在结构上却使用了渐进模型中的属性、特征、模式和实践等元素,除了从评估标准和最佳实践的角度去评估成熟度之外,这种方法在用于某个特定的主题领域时也是非常有用的。

智能电网成熟度模型(smart grid maturity model,SGMM)是一个渐进模型的例子,用于指导智能电网发展和评估其发展阶段的模型和体系。该模型从 8 个维度来评估智能电网的发展,包括智能电网的策略、组织、技术、社会与环境、电网运行、人员与资产、产业链整合、用户体验与管理,该模型将智能电网的发展分为 5 个阶段。它是企业规划智能电网的管理工具,电力企业可以使用 SGMM 评估智能电网的当前状态,找出差距和需要提高的方面,指导制定明确的业务模型和规划,制定下阶段的发展路径和未来目标。CMMI 是一个能力成熟度模型的例子,帮助软件企业实现对过程的不断管理和改进以及改进过程的制度化问题。而 IMM 则主要激励跨组织互操作的成熟度,着重交互的自动化系统之间的接口问题,IMM 主要应用于一个多组织的系统中,而不是应用在某个单一的组织中,它体现的是互操作的特征、模式和实践,而并非具备更广泛特征的组织能

力,因此,IMM 是一个混合成熟度模型的例子。

4 IMM 在实际项目中的试验

当前 IMM 的测试版本已应用到了智能电网中,每个接口和利益相关方将会不同程度地对 IMM 进行测试,IMM 工作组成员将会收集这两方面试验得出的经验,在试验中测试 IMM 的流程主要包括以下几步。

(1) 确定目标

确定组件间要应用 IMM 的接口。

(2) 确定域

确定目标接口区域中具有目标一致的相关方。

(3) 确定目标

使用 IMM,确定应用于目标接口的互操作领域的目标和相关指标。

(4) 确定实践

收集依据、描述流程和与接口相关的支撑互操作领域目标的工件。

(5) 评估

使用 IMM 评估工具去评估收集的依据和确定的互操作成熟度等级,关注优势和问题。

(6) 建议改进

审核评估过程,开发一套完善的建议来改善模型,并提出改善评估工具的建议。

2011 年末,IMM 工作组将 IMM 测试版应用到了美国能源部在太平洋西北地区的智能电网示范项目。在该项目中确定的目标接口是交互控制接口,该接口在相关方之间传输能源消耗和预期的系统响应信息,此次评估过程主要依赖于项目成员对该接口开发的熟悉性,而该次 IMM 试验的目标是测试 IMM 评估的基本过程,评估该试验的目标描述和指标的适用性,选择与该项目相关的目标表述,制定细化评估的步骤,为评估过程和进一步开发 IMM 提供见解和指导。

初步评估工作确定了 IMM 的一些不足,并提出了改善建议。IMM 并没有确定目标描述成熟度得分是如何计算的,也没有明确具体要访问的对象。这些问题将通过开发 IMM 评估指导来解决,并对评估过程标准化,完善 IMM。针对主管级别的决策层需要用文件来说明 IMM 的目标、潜在优势以及它的评估过程,需以可操作的形式向运行人员总结和呈现结果。

IMM 的另外一次试验是在 2012 年 6 月,应用在美国



能源部另一个智能电网示范项目中。通过用户信息系统(CIS)与计量前端系统(MHE)进行交互来采集远程电表的读数,然后计量前端系统将数据反馈给用户信息系统,这只是一个复杂的CIS-MHE接口的一部分,而该接口作为一个简单的集成区域对IMM进行测试。

此次评估使用了IMM目标和指标描述的完整列表,该试验得到了以下结论:选择的接口对于美国俄亥俄州电力公司而言是个内部接口,这样的试验侧重于企业集成方面,而不是多个利益相关方之间的组件互操作问题,它应用在这方面可以帮助阐明一些企业集成问题。IMM在项目层面辨识成熟度,当应用在集成方面的时候,它跳转到了成熟度的更高层次。但作为一个混合模型,它无法支持一个企业内的多个项目。术语“业务流程”应用在IMM中用来说明任何流程交互,当这些流程在IMM中没有区别的时候,IMM的使用者在技术流程中区分一个业务流程时会比较困难。虽然在IMM中有大量关于接口测试的说明,但却没有细节描述,这也是需要改进的一点,该模型未来的版本应该体现出在细节方面的加强。

成熟度水平的高低主要体现在IMM模型的信息层,上述接口就采用了一个国际标准信息模型,消息的语法与计量信息的交换有关。由于实践的结果会被反馈到相关标准组织,以便于推出未来版本的标准,因此该模型也非常有必要随之改进。

5 结束语

互操作对于智能电网将会有着越来越重要的作用,用改进成熟度的方式去解决互操作方面的问题将会是一个非常有效的手段。互操作成熟度模型通过发掘矛盾、歧义和影响集成的地区差异以及衡量运行可靠性、维护成本等各方面因素,帮助利益相关方推进互操作的不断改进。

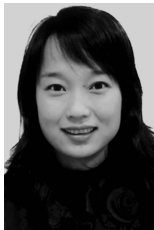
早期试验表明,IMM还有许多方面需要改进,由于每个接口和系统都会出现不同的问题,因此IMM在解决多样性问题方面还需进一步的完善和改进。对于多目标评估,例如需要考虑用有限的资源优先去解决首要问题时,还可能需要创建新的工具。

智能电网需要多方面的成熟度模型以解决不同领域的问题,这包括用以指导和支持在智能电网方面的努力和投资的智能电网成熟度模型,同时还有网络安全能力成熟度模型和互操作成熟度模型。这些模型之间需要进行协调,以保证它们之间的互补性。

参考文献:

- [1] 候义明,于辉. IEEE P2030 储能系统接入电网的互操作架构标准研究[J]. 电器与能效管理技术, 2014(19): 68-73.
HOU Y M, YU H. Research on IEEE P2030 interoperability framework standard about energy storage system connected to grid [J]. Electrical & Energy Management Technology, 2014(19): 68-73.
- [2] WIDERGREN S, LEVINSON A, MATER J, et al. Smart grid interoperability maturity model [J]. IEEE Power and Energy Society General Meeting, July 25-29, 2010, Minneapolis, USA. New Jersey: IEEE Press, 2010: 1-6.
- [3] Smart grid interoperability maturity model beta version[EB/OL]. [2011-12-02]. <http://www.osti.gov/scitech/biblio/1105107/>.
- [4] GridWise interoperability context-setting framework (v1.1)[EB/OL]. [2013-01-15]. <http://www.docin.com/p-582081531.html>.
- [5] 贾楠,刘建宾,贾迎辉. 关于从能力成熟度模型(CMMs)向能力成熟度模型集成(CMMI)转换的探讨[J]. 计算机应用研究, 2002(7): 29-35.
JIA N, LIU J B, JIA Y H. A probing about changing CMMs into CMMI[J]. Application Research of Computers, 2002(7): 29-35.

[作者简介]



周静(1980-),女,博士,全球能源互联网研究院高级工程师,主要从事国网公司基础性前瞻性新技术预研、电力通信网络仿真与规划、通信技术管理与科技规划等工作。



刘国军(1983-),男,全球能源互联网研究院高级工程师,主要从事电力通信安全、网络评估等工作。

胡紫巍(1985-),男,博士,全球能源互联网研究院工程师,主要研究方向为电力通信、能源互联网和下一代互联网。

卢利峰(1978-),男,全球能源互联网研究高级工程师,主要从事电力通信网络仿真及平台软件开发、电力特种光缆研究等工作。

张威(1973-),男,博士,现就职于全球能源互联网研究院,主要从事电力通信仿真及平台开发、能源互联网研究等工作。