

规约应用中存在的问题及解决方法的探讨

杨剑锋¹, 贺春²

(1. 宁夏宁东供电局, 宁夏 银川 750004; 2. 国家继电器质量监督检验中心, 河南 许昌 461000)

摘要: 针对目前国内电力系统规约应用的混乱状况, 结合宁夏地区电力系统通信规约使用情况和多年的工作经验, 提出了统一使用国际标准规约, 并进行规约测试的思路, 对电力系统企业提高自动化水平有一定的指导作用。

关键词: 变电站自动化; 规约; 测试

中图分类号: TM764 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)19-0071-03

0 引言

从 20 世纪 90 年代开始, IEC TC57 致力于 IEC60870 系列标准的制定, 随着一系列基本标准与配套标准的发布, 原本处于混乱局面的变电站自动化系统通信协议逐步趋于统一, 制造商与用户都可以从各种各样的通信协议中解脱出来。但由于 IEC60870 系列标准的制定周期较长(超过 10 年), 各方面对该系列标准的理解与应用情况很不平衡。就我国而言, 各用户与厂家对应用 IEC60870 系列标准都很积极, 但标准的应用经历了先配套标准、后基本标准的过程, 虽然该系列标准在我国已广泛应用, 在很多地区已成为主导性通信标准, 但对标准的理解特别是对通信过程的理解存在差异, 从而在不同厂家设备互连时出现了或多或少的问题^[1]。

1 宁夏电网通信规约使用状况

1.1 使用不同规约导致的兼容性问题

在宁夏电网中, 远动通信使用 3 种规约, 220 kV 及以上变电站使用 DNP3.0 规约与宁夏电网调度中心通信, 所有 35 kV 及以上变电站使用 CDT 或者 IEC60870-5-101 规约与地区电网调度中心通信。

由于 220 kV 及以上变电站同时要使用 CDT 和 DNP3.0 两种远动规约进行数据远传, 因此给制造厂家和工程管理带来了不必要的麻烦, 无形中增加了工程的造价。而且只能要求厂家之间将主要的一些功能完成, 对于一些没有把握的辅助功能则不敢贸然使用, 主要是担心这些功能不但没有实现, 还影响系统正常功能的使用。这些因素的存在, 大大限制了变电站自动化技术的发展, 致使技术的发展和生产实践严重脱钩。

一些大的厂家, 大多使用国际标准规约, 如 IEC60870-5-101/103/104 等。一般保护设备使用 103 规约, 测控及其他设备采用 101 或者 104 规约。采用标准规约提高了系统开放性, 方便其他厂家的设备接入系统。但是在使用这些标准规约的过程中, 我们也发现许多问题, 如每个工程都会在现场进行一些修改程序的工作, 主要原因是虽然大部分功能都能够顺利调试通过, 但总有一些地方双方理解不一致, 需要临时协调修改。这种情况的存在给工程的安全性和可靠性留下了大的隐患。

还有一些厂家的综合自动化系统使用了自己定义的一些规约, 自己的主站和装置之间使用自定义的通信规约也能基本完成所需要的功能。

对于变电站使用的一些安全自动装置, 使用的规约品种更多, 如 CDT、101、104、MODBUS 等, 一般都是由提供自动化系统的厂家负责这些设备的接入工作。

另外, 随着系统功能的增加, 有些规约为了适应新功能的需要, 还在不断地进行扩充和改进, 这些情况给工程带来了很大的难度。

1.2 使用同样的标准规约依然存在兼容性问题

在长期的规约发展中, 逐渐从众多厂家自定义规约演变形成了几种主流规约, 其中部颁 CDT 规约就是一个典型代表, 它的出现让我们感觉到了使用标准的好处, 虽然在现场, 由于实现不一致仍然可能需要修改, 但是它的改动工作量已经远远小于从前了, 各个厂家基本上都有 CDT 规约, 那么在现场调试时, 基本上通道一通, 数据就可以进行交换了。

当然 CDT 规约是我们国家特有的, 在与越来越多的国外设备进行通信时, 必须选择 IEC60870-5 系列规约、DNP3.0、u4f 等规约。

但是在使用标准规约的同时, 我们发现, 即使是

同一个规约,各个厂家在实现时也存在以下问题:

- 1) 规约解释不一致。
- 2) 规约实现选项不一致,就拿 101 规约来说,有使用 ASDU9 传遥测值的,有用 ASDU11、13 的。
- 3) 通信过程不一致,由于对规约的理解不一样,导致通过程序也不一样,例如在 101 规约的 SEND/ CONFIRM 服务中,有的厂家不使用链路应答,而直接进行应用层的确认,致使双方通信连接不畅通,许多使用 SEND/ CONFIRM 服务的命令功能无法实现。

在新设备招标中,电力企业所能做的一般就是要求这些设备使用标准规约,如 101、103 等,除此之外没有办法对厂家提更多的要求。于是就出现即使使用标准规约也存在上述现象的情况,这种情况的存在极大地阻碍了变电站自动化的发展。

2 规约兼容性问题的解决办法

2.1 结构化的规约测试方法

对标准规约的使用,并不是一帆风顺的,在实际工程中仍然存在着大量的问题,这些问题的存在让我们认识到仅仅要求使用标准规约是不能满足要求的,必须有其他的监管手段来保证这些规约的实现。

目前电力系统设备的检测包括型式试验、安全试验、环境试验和电磁兼容试验等内容,但是缺少针对规约实现进行的测试。虽然也有针对自动化系统进行的系统试验,但都是对同一个厂家的设备进行测试,并不能发现规约实现中存在的问题。当不同厂家设备进行互连时,有可能出现规约不兼容的情况。文献[1]提到了规约测试的十大步骤,对我们的工作有重要的启示和帮助。下面对这十大步骤进行介绍。

- 1) 对用户进行需求分析,只有站在用户的立场上考虑规约的使用才能更好地解决用户需要解决的问题。
- 2) 选择适当的标准规约,针对不同应用场合选择合适的规约是非常重要的。例如将 IEC60870-5-103 规约不合适地用到远动系统。
- 3) 将用户需求在规约中体现出来。
- 4) 定义一个 PID (Protocol Implementation Document),规约中有许多选项,在使用时必须加以明确,否则将会出现使用同一规约却存在兼容性的问题。
- 5) 将 PID 作为厂家和用户之间技术协议的一部分,制定出 PID 后,必须要求厂家严格按照 PID 的要求来实现规约,为以后的规约测试打下基础。

6) 规约一致性测试,就是验证产品的规约实现是否与标准和 PID 相一致,只有通过了一致性测试的产品才能进行工程投标。

7) 现场的互操作性测试,通过互操作测试,发现设备之间规约存在的问题,然后修订 PID 和规约测试方法,使通过一致性测试的产品尽可能地达到互操作要求。

8) 根据现场使用的情况升级 PID,及时地修订 PID,使之能够满足用户的需要和产品兼容性的要求。

9) 软件升级后投运之前再进行测试。

10) 升级后的 PID 可以作为以后投标的要求之一,经过了现场验证的 PID 能够满足用户的需要,必须在以后的产品采购中严格要求。

从以上可以看出,规约测试不仅是测试机构的工作,而且也是一项系统的工程,需要电力企业、制造企业和测试机构等各方积极配合,各尽所能。如果我们认为规约测试只是测试机构的事情,与其他部门无关,那么最后的结果将仍旧回到我们以前的状况,测试通过的设备可能仍然存在互操作不兼容的问题。

2.2 结构化的测试需要各方面配合

有了上面所说的结构化规约测试方法,还需要在工作中加以贯彻实施,另外规约测试也不是某一个部门的责任,而是需要电力用户、制造企业和测试机构密切配合,共同完成的。

2.2.1 电力用户需做的工作

作为电力企业,能做的工作不只是在招标和签署技术协议时,要求厂家使用什么规约,而是应该从系统的角度来做自己应该做的工作。

电力用户首先要协助规约测试机构或者厂家进行变电站自动化系统的需求分析,明确在通信过程中到底要完成哪些功能。

在明确了功能需求的前提下,组织规约测试机构和制造厂家一起,制定规约应用规范(PID),由于规约中存在多种选项和一些不确定因素,所以为了使不同设备之间具有良好的互操作性,还必须对规约的使用进行约定,制定出本地区的 PID,一般来说,PID 的制定最好由省局或者网局进行统一考虑,这样可以保证在更大的范围内使规约实现更加一致,并具有互操作的可能。在制定规范过程中,还要尽可能地兼顾其他地区的规约应用习惯和规范,这样能够使制定出来的规范有更广泛的应用,也方便了制造企业的规约开发工作。

规约应用规范制定出来之后,如何使用和贯彻执行是相当重要的一个环节,如果执行不利,则会影

响规约的使用。上级电力部门应该及时组织各地方相关电力部门进行学习和交流,然后明确各个部门在规约应用规范执行中的职责。对于电力设计院等设计单位,应该在系统设计中明确规约要求,不单要求使用某种规约,还应该明确在规约的实现过程中要参考本地区电网规约应用规范,并且要求产品应该通过测试机构的一致性测试。

对于基建和技改招标工作,在招标文件中要明确规约应用的要求,除了要求参加投标的设备选择某种规约外,还需要包括这种规约的一致性测试证书。针对不同地区规约应用规范有不同的一致性测试证书,参加投标的设备可能有其他地区的一致性测试证书,这就需要他提供相应的测试报告,请规约测试机构对测试报告进行分析,看是否满足本地区的需要,如果不能满足需要或者无法确定是否满足,则需要参加投标的设备重新到测试机构,按照本地区的应用规范进行检测,只有拿到一致性测试证书之后,才允许参加投标。这样在设备采购环节严把质量关,就为后期工作减轻许多不必要的重复工作和资源浪费。

在工程调试过程中,如果遇到了规约方面的问题,则需要请测试机构的技术人员在现场进行互操作测试,发现问题,如果属于规约应用规范制定的不够明确,则需要修订规约,如果属于装置实现问题,则需要调整规约一致性测试的方法,防止以后再出现类似问题。

2.2.2 制造厂家应做的工作

制造厂家在规约的标准实现过程中是最重要的的一环,一般来说制造厂家应该尽量按照规约要求来实现物理层、链路层和应用层以及相应的用户进程(如表1所示),对于如何使用这些用户进程,由于标准中并没有说明,则需要参考各个地区的规定。

表1 配套标准所选用的标准条文^[4]

Tab.1 Selected standard provisions of the defined telecontrol companion standard^[4]

Selected application functions of IEC 60870-5-5	User process
Selected Application Service Data Units of IEC60870-5-3	Application Layer (Layer 7)
Selected application information elements of IEC60870-5-4	
Selected link transmission procedures of IEC60870-5-2	Link Layer (Layer 2)
Selected transmission frame formats of IEC60870-5-1	
Selected ITU - T recommendations	Physical Layer (Layer 1)

在产品开发完毕后,到规约测试机构进行规约

测试,在测试中发现与规约要求不一致的情况,对于提高制造企业正确地理解规约及相应的应用规范、提高产品质量有很大帮助,同时也保证规约的实现与标准及相应地区的规约应用规范的一致性。

如果在规约使用过程中发现了问题,要积极地测试机构和电力用户进行反映,让他们针对这些问题修改其规约应用规范,使规约实现更加合理、符合实际需要。在实际工作中,制造企业有可能根据产品设计的需要增加某些功能,但是在标准中没有相应的说明,以前各个厂家就根据需要进行扩充,但是并不是所有厂家都支持,在现场遇到这种情况就需要进行修改。在系统规约测试体系下,当遇到这种情况时,希望能将这个问题与相关的测试机构和电力用户进行交流和讨论,然后在不违反标准和保证互操作的前提下,提出一个较好的解决方案,同时将解决方案写入规约应用规范,保证这种做法在更大范围内具有良好的互操作性。

2.2.3 测试机构的职责

在系统化的规约测试环节中,测试机构主要担负着验证装置或者系统的规约实现是否与标准要求一致的任务,由于规约测试机构在长期的研究和测试工作中积累了大量的规约应用经验,所以测试机构可以协助电力用户制定地区电网应用规范,当用户在现场遇到互操作问题时,要及时配合用户的工程,发现并解决规约中存在的问题,然后修订规约应用规范或者规约测试。

3 结论

由上述可以看出,要实现设备之间良好的兼容性,除了选择标准规约外,还要进行相应的规约测试工作,而且规约测试也不是厂家单方面的事情,而是一项系统工程,需要电力企业和生产厂家等多个部门联合工作,最后由测试机构执行。

参考文献:

- [1] van der Sligte J. How to Benefit from the IEC Communication Standards [EB/OL]. <http://readersforum.tdworld.com/ar/power-benefit-iec-communication>.
- [2] 蔡运清 (CAI Yuan-qing, van der Sligte J). IEC 60870-5/IEC 61850 规约的现状以及如何保障规约的兼容性 (Current Status of IEC60870-5/IEC61850 Protocol) [EB/OL]. <http://www.dsius.com/lib/Library/papers/Status-IEC%2060870-5-IEC%2061850.pdf>.

(下转第84页 continued on page 84)

- [2] Tollefson G, Billiton R, Wacker G. Comprehensive Bibliography on Reliability Worth and Electric Service Consumer Interruption Costs(1980-1990) [J]. IEEE Trans on Power Systems, 1991, 6(4) :1508-1514.
- [3] Wacker G, Billiton R. Cost of Electric Service Interruption[J]. IEEE Proc —Electric Utility Syst Planning Issues Mech, 1989.
- [4] 郭永基 (GUO Yong-ji). 可靠性工程原理 (Principles of Reliability Engineering) [M]. 北京: 清华大学出版社 (Beijing: Tsinghua University Press), 2002.
- [5] Neudorf E G. Cost Benefit Analysis of Power System Reliability: Two Utility Case Studies [J]. IEEE Trans on Power Systems, 1995, 10(3) :1667-1675.
- [6] Billinton R, Wang P. Distribution System Reliability Cost/ Worth Analysis Using Analytical and Sequential Simulation Techniques [J]. IEEE Trans on Power Systems, 1998, 13(11) :1245-1250.
- [7] IEEE Std 493-1997, IEEE Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems [S].

收稿日期: 2004-01-17; 修回日期: 2004-05-26

作者简介:

范文涛(1973-), 男, 硕士, 工程师, 从事高压试验、电网调度、线损管理工作; E-mail: fwt73@163.com

程林(1973-), 男, 博士, 助理研究员, 主要从事电力系统可靠性、电力系统分析与控制等方面的教学和研究;

孙元章(1954-), 男, 教授, 博士生导师, 长江学者特聘教授, 主要从事 FACTS、电力系统非线性控制、电力系统安全经济控制等方面的教学和研究。

Research on simplified economic evaluation for power grid renovation

FAN Weir-tao¹, CHENGLin², SUN Yuan-zhang²

(1. Qiqihar Electric Power Company, Qiqihar 161005, China; 2. Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: This paper proposes an evaluation method covering both line loss reduction and reliability. The method considers the effect of national policy that will be affected by income tax, finance mode and the cycle of developing project. And the evaluation fits well with the fact since the reduction of line loss and load interruption are included in the total profit. The example that the economic evaluation on Qiqihar distribution system is given.

Key words: reliability; line loss; economic analysis; evaluation

(上接第 73 页 continued from page 73)

- [3] 何卫, 徐劲松 (HE Wei, XU Jin-song). IEC 60870-5-6 一致性测试规则探讨 (Discussion on the IEC60870-5-6 Consistent Test Regulation) [J]. 电力系统自动化 (Automation of Electric Power Systems), 2003, 27(15) :78-79.
- [4] IEC60870-5-101, Telecontrol Equipment and Systems Part 5-101 Transmission Protocols companion Standard for Basic Telecontrol Tasks[S].

收稿日期: 2004-08-12; 修回日期: 2004-09-10

作者简介:

杨剑锋(1971-), 男, 本科, 长期从事电力系统自动化工作;

贺春(1973-), 男, 硕士, 长期从事电力系统自动化及规约测试方面的研究。E-mail: hechun@ncqtr.com

Problems and solutions in protocol implementation

YANG Jian-feng¹, HE Chun²

(1. Ningdong Power Supply Bureau, Yinchuan 750004, China; 2. National Center for Quality Supervision & Testing of Relay and Protective Equipment, Xuchang 461000, China)

Abstract: This paper aims at the confusion of the protocol implementation in domestic power system, and presents solutions by using the international standards widely and performing the protocol conformity test with the consideration of the protocol implementation experience in Ningxia. The proposals will benefit the improvement of automation level of the power system enterprises.

Key words: substation automation; protocol; testing