

IEC104 协议在变电站系统的应用与测试

朱彦杰¹, 邓昌延¹, 李国杰², 余义传², 张新萍³

(1. 西南交通大学计算机与通信工程学院, 四川 成都 610031;

2. 许继电气股份有限公司中试部, 河南 许昌 461000; 3. 许继集团有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 针对用于变电站系统以太网通信的 IEC60870-5-104 协议, 介绍其在具体应用方案中的实现细节和设计思想。详细提出 IEC60870-5-104 协议的测试方法和测试要求。测试范围涵盖 IEC60870-5-104 协议配置参数测试和功能测试。

关键词: IEC60870-5-104 协议; 协议测试; 光纤自愈式环型以太网

中图分类号: TM73 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)01-0043-03

0 引言

变电站系统要求站内设备的信息可充分共享, 并通过远动通信接口实现与外部系统的信息共享, 构建一个快捷、稳定、可靠和富有弹性的通信网络是变电站系统的基本要求, 也是整个电力系统运行管理自动化的根本前提。

简单的串行通信技术和现场总线技术在实现变电站通信过程中的局限性和瓶颈问题让我们认识到, 变电站通信系统需要网络技术, 更需要宽带、通用和符合国际标准的网络技术。在带宽、可扩展性、可靠性、经济性、通用性等方面的综合评估中, 以太网具备压倒性的优势, 成为变电站系统中通信技术发展的趋势。

变电站通信系统需要新的网络技术, 同时其开放性和兼容性也是广大用户的要求。IEC60870-5-104 传输协议—采用标准传输文件集 IEC60870-5-101 的网络访问, 是 IEC(国际电工委员会)制定的基于 TCP/IP 与以太网数据传输的电力系统通信标准, 国外已广泛采用, 国内厂家许继采用 IEC60870-5-104 协议作为站内通信协议成功开发了基于高速以太网的 CBZ8000 变电站系统, 基于 IEC60870-5-104 协议的保护装置可直接接入该系统, 基于 IEC60870-5-103 等协议的保护装置可通过协议转换器接入该系统, 满足了兼容性要求。

1 IEC60870-5-104 应用方案

目前, 市场上变电站系统生产厂家的变电站站内网络构成大多是采用以太网、Lonworks 等混合组网模式, 协议采用有 IEC、GB、DL、自个厂家的, 实际现场难以兼容不同厂家产品。随着以太网普及, 网

络访问标准 IEC60870-5-104 协议的出现, 各个厂家开发产品都纷纷采用通用的国际标准, 许继率先采用 IEC60870-5-104 协议开发了基于以太网的 CBZ8000 变电站系统。下面就其在 IEC60870-5-104 协议应用方面予以介绍。

1.1 设计思想

站内局域网采用以太网网络, IEC 标准和国家标准, 具有很好的开放性和互操作性; 设备层的保护、测控装置可直接或通过协议转换器接入以太网, 通信速度高, 为提高自动化系统的相关性能指标提供了可靠的保证。其系统通信方案如图 1 所示。

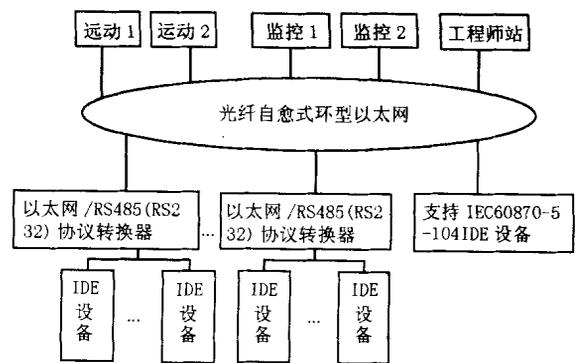


图1 CBZ8000 变电站系统通信方案

Fig. 1 Communication scheme of CBZ8000 transformer substation system

1.2 IED 设备的接入方式

通过协议转换器, 由 RS485 串口接入 IED 设备(基于 IEC60870-5-103 协议), 转换为 IEC60870-5-104 及 DL103/TCP 协议上送以太网; 基于 IEC60870-5-104 可直接接入以太网。

1.3 站内以太网通信协议

远动主站、监控主站采用 IEC60870-5-104 协

议,继保工程师站采用 DL103/ TCP 协议。其系统 IEC60870-5-104 协议通信流程如图 2 所示。

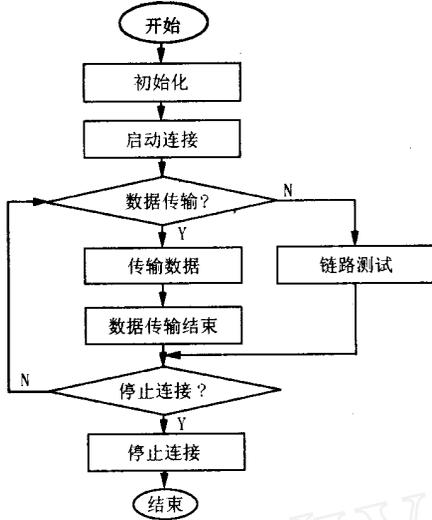


图 2 CBZ800C 变电站系统 IEC60870-5-104 协议通信流程图

Fig. 2 Communication flow chart of IEC60870-5-104 for CBZ8000 transformer substation system

在 IEC60870-5-104 主站和子站之间数据流通信中,对不同的数据设置不同的优先级,SOE,突变量优先级高,遥控命令优先级次之,遥测优先级较低。

2 IEC60870-5-104 协议测试

采用 IEC60870-5-104 协议,需要通过测试和验证,笔者使用国外具有权威性的协议测试软件,对上述应用方案所采用的 IEC60870-5-104 协议进行了系统测试,测试内容涵盖 IEC60870-5-104 协议配置参数测试和应用功能测试。

测试环境:标准的 IEC104 协议测试工具,被测设备及其 PID/ PICS、兼容表和息点表,通信网络接口规范以及其他辅助装置(如:继电保护测试装置,通信系统的其他装置、协议转换器或后台主站等设备)的配置情况。

2.1 超时参数 t_1 、 t_2 、 t_3 测试

表 1 超时参数 t_1 、 t_2 、 t_3

Tab. 1 Timeout parameters of t_1 , t_2 , t_3

参数	默认值/s	选择值/s	备注
t_1	15	15	发送或测试 APDU 的超时
t_2	10	10	无数据报文 $t_2 < t_1$ 时确认的超时
t_3	20	20	长期空闲 $t_3 > t_1$ 状态下发送测试帧的超时

注:所有超时值的最大范围:1 到 255 s,精确到 1 s。

(1) 测试被测设备的 t_1 参数

修改测试工具的 t_2 值,使其小于被测设备的 t_1 值,让被测设备发送 1 帧 I 格式报文,正确结果是被测设备能接收到测试工具的 S 格式确认报文,并且通信连接始终正常。修改测试工具的 t_2 值,使其大于被测设备的 t_1 ,让被测设备发送 1 帧 I 格式报文,检查被测设备接收测试工具的 S 格式确认报文,正确结果是被测设备不能接收到测试工具的 S 格式确认报文,并主动关闭连接。修改测试工具 U 格式确认报文的响应时间小于被测设备的 t_1 ,让被测设备发送相应的 U 格式激活报文,检查被测设备接收测试工具的相应 U 格式确认报文的情况,正确结果是被测设备能接收到测试工具的相应 U 格式确认报文,并且通信连接始终正常。修改测试工具的 U 格式确认报文的响应时间大于检查被测设备的 t_1 ,让被测设备发送相应的 U 格式激活报文,检查被测设备接收测试工具计算机的相应 U 格式确认报文,正确结果是被测设备不能接收到测试工具的相应 U 格式确认报文,并主动关闭连接。

(2) 测试被测设备的 t_2 参数

修改测试工具的 t_1 值,使其大于检查被测设备的 t_2 值,让测试工具向被测设备发送 1 帧 I 格式报文,检查被测设备回答的 S 格式确认报文的响应时间是否为 t_2 。

(3) 测试被测设备的 t_3 参数

在测试工具和被测设备连接后相互不发送 I 格式报文的情况下,修改测试工具的 t_3 值,使其大于被测设备的 t_3 值,检查被测设备发送 U 格式“TESTFR = 激活”报文的时间间隔是否为 t_3 。

2.2 I 格式 APDU 的最大数目 k 和最后确认 APDU 的最大数目 w 测试

表 2 I 格式 APDU 的最大数目 k 和最后确认 APDU 的最大数目 w

Tab. 2 Parameter k of maximum number of FFORMAT APDU s and parameter w of maximum number of received FFORMAT APDU s

参数	默认值	选择值	备注
k	12APDU s	12APDU s	发送状态变量的最大不同接收序号
w	8APDU s	8APDU s	接受到 w 个 I 格式 APDU 后的最后确认

注: k 值的最大范围:1 ~ 32767 ($2^{15}-1$) APDU, 精确到 1APDU; w 值的最大范围:1 ~ 32767 APDU, 精确到 1APDU。(建议: w 不应超过 k 的 2/3。)

(1) 测试被测设备的 k 参数。

修改测试工具的 w 参数,使其大于被测设备的 k 参数,根据被测设备通信需要,连接好相应辅助设备,让被测设备产生多于 k 帧的 I 格式报文,检查测

测试工具接收到的 I 格式报文帧数,正确帧数应为 k 帧。

(2) 测试被测设备的 w 参数。

让测试工具连续发送 w (w 大于被测设备的 w 参数) 帧 I 格式报文,检查测试工具接收到被测设备的 S 格式确认报文是否满足 w 参数要求。

2.3 功能测试

(1) 在测试工具与被测设备之间反复 TCP 建立连接和断开连接情况下,检查被测设备的 TCP 连接的建立、关闭和重新建立的时延过程、主被动关系,检查其是否符合 IEC60870-5-104 的相关规定。

(2) 如果被测设备是控制站(主站),检查被测设备是否能正确发送 U 格式的“STARTDT=激活”报文,通过测试工具来检查被测设备发送 U 格式的“STARTDT=激活”报文的正确性。同样的方法,检查被测设备是否能正确发送 U 格式的“STOPDT=激活”报文。

(3) 如果被测设备是被控制站(子站),通过测试工具,向被测设备发送 U 格式的“STARTDT=激活”报文,被测设备应立即正确回答 U 格式的“STARTDT=确认”报文;测试工具向被测设备发送 U 格式的“STOPDT=激活”报文,被测设备应立即正确回答 U 格式的“STOPDT=确认”报文。检查被测设备发送 I 格式报文,受测试工具(主站)的启停控制情况:被测设备开始工作后,只有在收到过测试工具发送的 U 格式“STARTDT=激活”报文,且被测设备回答 U 格式“STARTDT=确认”报文后,才可以发送 I 格式报文。在收到测试工具发送 U 格式的“STOPDT=激活”的报文后,被测设备正确回答 U 格式的“STOPDT=确认”的报文后,停止发送 I 格式报文。

3 结束语

随着以太网技术在变电站系统的广泛应用,作

为电力系统网络通信协议 IEC60870-5-104 协议也将为越来越多的厂家所采用。IEC、GB、DL 标准协议的采用,协议测试随之也将受到关注和重视,采用的协议是否标准,关系着各自厂家产品兼容性。本文就 IEC60870-5-104 协议测试做了一次尝试,提出一些测试方法及要求,希望对国内厂家采用国际通用协议起促进作用。

参考文献:

- [1] DL/T634-1997,远动设备及系统(Telecontrol Equipment and Systems) [S]. 北京:中国电力出版社(Beijing:China Electric Power Press),1998.
- [2] 蔡运清(CAI Yun-qing). IEC870-5 系列及 DNP3.0 规约简介(Basics of IEC 870-5 Series and DNP 3.0 Protocol) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems),1998,22(1):49-52.
- [3] Douglas E,Comer Davidl,Stevens.用 TCP/IP 进行网际互连(Internetworking With TCP/IP) [M]. 北京:电子工业出版社(Beijing:Publishing House of Electronics Industry),1998.
- [4] 刘君华(LIU Jun-hua). 现代检测技术与测试系统设计(Modern Inspection Technology and Design for Testing Systems) [M]. 西安:西安交通大学出版社(Xi'an:Xi'an Jiaotong University Press),2000.

收稿日期:2003-02-25; 修回日期:2003-05-12

作者简介:

朱彦杰(1977-),男,硕士,工程师,从事网络通信与网络协议的研究;

邓昌延(1946-),男,教授,从事计算机应用技术、网络通信技术、超导电子技术等方面研究;

李国杰(1967-),男,高级工程师,从事继电保护、电力系统自动化产品开发设计、测试工作。

Application and test of IEC104 protocol to transformer substation system

ZHU Yan-jie¹, DENG Chang-yan¹, LI Guo-jie², Yu Yi-chuan², ZHANG Xin-ping³

(1. Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. Metaphase Test Lab of XJ Electric Corporation, Xuchang 461000, China;

3. XJ Group Corporation, Xuchang 461000, China

Abstract: In accordance with IEC60870-5-104 protocol applied to transformer substation system, its realization and design in a specific project are introduced in detail. The testing methods and criteria of IEC60870-5-104 protocol are particularly put forward. And the configuration parameters and functions of IEC60870-5-104 are in the range of test.

Key words: IEC60870-5-104 protocol; protocol test; fiber optical Ethernet of self-recovery loop