

doi:10.13756/j.gtxyj.2016.03.004

光通信系统与网络技术

TDM+分组传送业务隔离度算法研究

郭晋祥,李 洋,张丽霞,段 敬,孟亚宁

(国网山西省电力公司 信息通信分公司,太原 030001)

摘要:随着配电自动化的深入应用,数据类业务及网络带宽需求不断增大,针对此问题,文章提出了采用 TDM(时分复用)+分组传送技术进行业务传送的方案。建立一种业务传送隔离度的算法,并采用以太网交换机和光电一体化接入设备对各自所传业务的承载隔离度进行了试验比较,验证了隔离度算法的正确性,旨在实现电力传输资源的高效利用。

关键词:光电一体化;隔离度;频率熵

中图分类号:TN915.62

文献标志码:A

文章编号:1005-8788(2016)03-0010-03

The Research on TDM+Packet Transport Service Isolation Algorithm

GUO Jin-xiang, LI Yang, ZHANG Li-xia, DUAN Jing, MENG Ya-ning

(Information Communication Branch Company, State Grid Shanxi Electric Power Company, Taiyuan 030001, China)

Abstract: To meet the growing demand of the further application of distribution automation, data services and network bandwidth, the scheme which combines the Time Division Multiplexing (TDM) and packet transmission technology is proposed in this paper. The scheme is based on an integrated service delivery isolation algorithm. The effectiveness of the algorithm is verified by the use of Ethernet switches and integrated optoelectronic devices, which compare the degree of isolation for the respective transmission services. The results show that the proposed algorithm can achieve high efficiency utilization for the power transmission resources.

Key words: optoelectronic integration; isolation degree; frequency entropy

0 引 言

在现有配电通信网中,随着配电自动化的大力推进,传统的传输设备已无法满足日益增长的业务需求,严重制约着电力通信网的发展。以 TDM(时分复用)和分组交换为核心的一体化综合接入设备,既具备完善的 SDH(同步数字体系)的优点(包括 TDM 业务承载、电信级操作与管理等功能),又能满足电力数据类业务灵活接入的需要,并提供高带宽的业务上联通道,进而满足现有配电通信在语音、数据和多媒体独立承载等方面的需求^[1-3]。

PTN(分组传送网)技术采用提高标签信息分组交换能力的方式,保证电力数据的低时延、低抖动和严格的 QoS(服务质量)要求,进而满足电力通信网对业务信息实时性的要求。PTN 采用边缘到边缘的 PWE3(伪线仿真)技术,可以支持 FE(百兆以太网)、GE(千兆以太网)以及传输 E1、ATM(异步转移模式)业务的通道,在所构建的智能配电通信系统中,使得建立的 PW(伪线)、LSP(标签交换路径)数据通信业务在传输过程中共享同一信道的同时彼此实现隔离,互不影响,以满足业务的有效传输。如何使电网通信系统的业务隔离最大化一直是业界关

注的热点。采用新型的一体化光电设备来建网,既可与当前基于 SDH 的 MSTP(多业务传送平台)传输网实现无缝对接,同时在将来本地传输网(城域网)由 MSTP 电路交换向分组交换演进以后,只需通过增加相关的 PTN 板卡与升级后的城域网对接,而无需更换设备,业务调度与传送灵活转换,减少很多不必要的投资^[4-7]。

本文在进行 IP 业务隔离度测试时采用新型光电一体化设备,为 TDM+分组传送业务在配电领域中的应用奠定了良好的基础,也为配电网建设中如何解决最后一公里的接入问题提供了参考。

1 算法的建立

在业务传送过程中,影响数据业务隔离度的相关指标主要包括:丢包率、延时、抖动、吞吐量和误码率。传输业务的隔离主要基于保证数据无论在传输还是接收时,都可以按照已经设定的传输路径进行。本文将通过性能关联变化频率对所传送的业务进行隔离度估计。

设置两个传输通道: X 和 Y 通道业务。在不发生故障及未受攻击的情况下,抖动为零,因此本文暂且只考虑误码率、丢包率和时延 3 种性能指标。

收稿日期:2016-02-16

作者简介:郭晋祥(1963—),男,山西太原人。高级工程师,主要研究方向为电力通信。

通信作者:李洋,高级工程师。E-mail:dianli54321@126.com

假设业务隔离度为 M , 误码率、丢包率和时延分别为 A 、 B 和 C 。 X 业务受到 Y 业务影响的互信息值依次表示为 $W(X_A, Y)$ 、 $W(X_B, Y)$ 和 $W(X_C, Y)$; X 业务受到 Y 业务影响后自身的变化频率熵依次表示为 $E(X_A)$ 、 $E(X_B)$ 和 $E(X_C)$; X 业务与 Y 业务的联合频率熵表示为 $E(X, Y)$ 。业务隔离度的关系表达式如下:

$$M = 1 - [W(X_A, Y) + W(X_B, Y) + W(X_C, Y)], \quad (1)$$

$$W(X_A, Y) = E(X_A) + E(Y) - E(X_A, Y), \quad (2)$$

$$W(X_B, Y) = E(X_B) + E(Y) - E(X_B, Y), \quad (3)$$

$$W(X_C, Y) = E(X_C) + E(Y) - E(X_C, Y). \quad (4)$$

对式(2)~(4)作进一步解释:

$$E(X_A) = - \sum_{i=1}^n P(\Delta A_i) \lg P(\Delta A_i), \quad (5)$$

$$E(X_B) = - \sum_{i=1}^n P(\Delta B_i) \lg P(\Delta B_i), \quad (6)$$

$$E(X_C) = - \sum_{i=1}^n P(\Delta C_i) \lg P(\Delta C_i), \quad (7)$$

式中, ΔA_i 为 i 时刻误码率的变化率; ΔB_i 为 i 时刻丢包率的变化率; ΔC_i 为 i 时刻时延的变化率。

$$E(X_A, Y) = - \sum_{i=1}^n P(\Delta A_i Y_i) \lg(1/P(\Delta A_i Y_i)) = - \sum_{i=1}^n P\left[\Delta Y_i \Delta\left(\frac{A_i}{Y_i}\right)\right] \lg\left[1/P\left(\Delta Y_i \Delta\left(\frac{A_i}{Y_i}\right)\right)\right], \quad (8)$$

$$E(X_B, Y) = - \sum_{i=1}^n P(\Delta B_i Y_i) \lg(1/P(\Delta B_i Y_i)) = - \sum_{i=1}^n P\left[\Delta Y_i \Delta\left(\frac{B_i}{Y_i}\right)\right] \lg\left[1/P\left(\Delta Y_i \Delta\left(\frac{B_i}{Y_i}\right)\right)\right], \quad (9)$$

$$E(X_C, Y) = - \sum_{i=1}^n P(\Delta C_i Y_i) \lg(1/P(\Delta C_i Y_i)) = - \sum_{i=1}^n P\left[\Delta Y_i \Delta\left(\frac{C_i}{Y_i}\right)\right] \lg\left[1/P\left(\Delta Y_i \Delta\left(\frac{C_i}{Y_i}\right)\right)\right], \quad (10)$$

式中, ΔY_i 为 i 时刻 Y 业务自身的变化率; $\Delta(A/Y)$ 表示在 Y 业务影响下, 误码率变化率; 丢包率及时延的表示含义以此类推。

由以上公式即可计算得到业务隔离度 M 。 M 的大小介于 $0 \sim 1$ 之间, 当 $M=0$ 时, 表示传输信道隔离性很差; 当 $M=1$ 时, 表示传输通道隔离性最好, 处于完全隔离状态。在实际应用中, 业务传送的目标是使 M 尽可能趋向于 1, 即 X 业务与 Y 业务的相关性要尽可能小, 这样两种不同业务的隔离度性能才会比较好。

2 算法验证

针对本文所提出的隔离度算法, 建立如图 1 所示的配电通信系统。图中, 配置一条基于 TDM 核

心的 E1 业务和一条基于 IP 核心的 IP 业务, 所采用的传输设备为以太网交换机和光电一体化设备, 以太网交换机用来传输 E1 业务, 光电一体化设备用来传输 IP 业务。

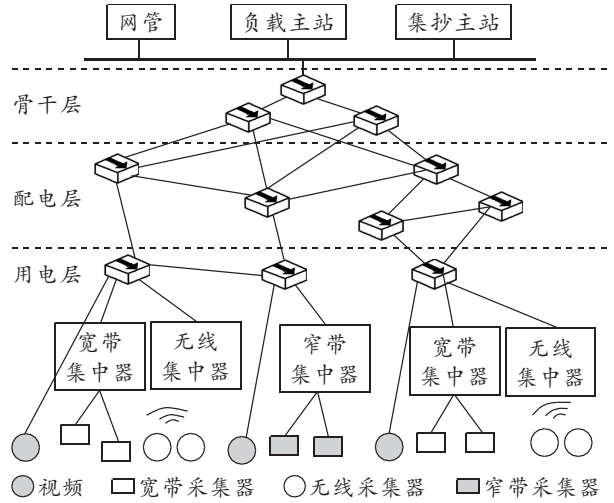


图 1 配电通信系统实验模型

在两种传输设备不同的实验环境下, 分别设置通道 1 和通道 2, 两个通道中分别每隔 10 s 发送不同速率的包(以 30~70 Mbit/s 为例)到同一个目的地址。在用电侧一端接入相应的测试仪, 依次对误码率、丢包率和时延数据进行测试。光电一体化设备网络中主要通过 PW 和 LSP 来建立传输通道的隔离, 以保证传输业务之间的隔离。试验中主要针对不同 PW 及 LSP 下 IP 业务的隔离度进行测试。在 E1 业务和 IP 业务传输过程中, 没有外部因素作用时, 误码率几乎可以忽略为零, 所以试验中主要针对时延和丢包率的数据进行测试。

通过通道 1 和通道 2 向目的地址传包的过程中, 设置多种不同的传包速率, 将 E1 业务与 IP 业务的丢包率和时延数据进行比较, 如表 1 所示。

表 1 E1 业务与 IP 业务的性能比较

传输速率 /Mbit/s	E1 业务		IP 业务	
	丢包率(%)	时延/s	丢包率(%)	时延/s
30	18.2	0.282	3.832	0.16
40	0	0.299	3.824	0.17
50	1.0	6.981	3.834	0.16
60	95.4	4.982	3.831	0.17
70	95.6	4.274	3.832	0.13

在表中可以直观地看到, 光电一体化设备传输的 IP 业务的性能远好于以太网交换机传输的 E1 业务。将实验中所测得的丢包率及时延数据代入式(1), 可得 E1 业务与 IP 业务隔离度的大小。本实验中 E1 业务与 IP 业务的隔离度比较如图 2 所示。

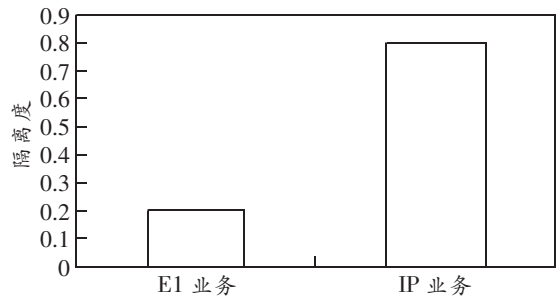


图 2 E1 业务与 IP 业务的隔离度比较

由图可知,E1 业务的隔离度仅为 0.2 左右,以 以太网交换机的隔离性能相对较差;IP 业务的隔离度 则达到 0.8 左右,光电一体化设备隔离效果相对较 好;这个结果与理论分析大体一致,验证了隔离度算 法的正确性。未来的智能配电业务必然会多种信道 业务传输并存,不同种类业务对于通道有不同的需 求,这就更加凸显了隔离度的重要性。在实际的业 务传送过程中,任何隔离形式都是相对来说的,借助 此方法对隔离效果进行估算,对未来的智能配电业 务的高效传送具有极大的启迪作用。

3 结束语

本文基于智能配电网通道隔离度方面的需求, 提出一种针对配电通信网业务传输过程中隔离度的 计算方法,以E1业务与IP业务传送通道性能作比

较,实验验证了此算法的正确性。PTN 技术在配电 通信网的实际应用中,考虑业务隔离度的影响,具有 极大的参考价值。但是,该算法是在相对理想状态 下所得,在实际应用中或多或少存在一定的局限性, 还有待进一步研究改进。

参考文献:

[1] 王羿. PTN 在电力通信网中的组网策略研究 [J]. 电 力信息与通信技术,2014,(11):52-57.

[2] 钟睿,刘磊,房孝国,等. 三级电力通信网中 PTN 系统 的组网方式 [J]. 电力信息与通信技术,2015,(10):97 -99.

[3] 李轶鹏,万征,杨浩. 电力通信网 OTN+PTN 组网的 若干关键技术研究 [J]. 华东电力,2014, 42(2):298- 302.

[4] 刘平心,王毅,刘卫华. PTN 支持下的电信级以太网在 电力系统通信的应用前景 [J]. 山东电力技术, 2009, (06):22-24.

[5] 杜旭峰,贺勤,丁波,等. 新型光电一体化设备在电力 通信网中的应用 [J]. 电力信息与通信技术, 2015, (1):116-120.

[6] 周富民. PTN 组网分析与测试策略 [J]. 大科技, 2013,(7):296-297.

[7] 袁训明. 分组传送网对于电力通信业务的传送性能研 究 [J]. 电力系统通信,2012,33(6):58-62.



如何写摘要?

摘要是以提供文献内容梗概为目的,不加评论和补充解释,简明、确切地记述文献重要内容的 短文。其基本要素包括研究的目的、方法、结果和结论,有时也包括“其他”(不属于研究、研制、调查 的主要目的,但就其见识和情报价值而言也是重要的信息)。编写摘要时不得简单地重复题名中已 有的信息,要排除在本学科领域中已成常识的内容,要用第三人称的写法。应采用“对……进行了 研究”、“报告了……现状”、“进行了……调查”等记述方法,不必使用“本文”、“作者”等作为主语。 摘要的篇幅为 200~300 字;英文摘要应与中文摘要相对应。