

关于软交换网络容量的数学推导^{*}

欧振猛, 张光昭

(中山大学电子与通信工程系, 广东 广州 510275)

摘 要: 软交换技术是当前通信业界的一大热门。软交换设备拥有良好的系统结构和极高的交换容量。在采用软交换设备组建软交换网络时, 需要评估网络系统的容量。重点针对软交换网络的容量进行了讨论和推导, 引入了一种网络分割原则, 得出了软交换网络容量和软交换设备之间的一般性关系式。

关键词: 软交换网络; BHCA; 有效处理能力; 分割原则

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2004) 02-0040-04

软交换技术推崇了标准化、模块化、分组化、层次化、智能化、开放式、可编程等的先进理念^[1], 软交换系统拥有百万级别的 BHCA (busy hour call attempt) 交换容量, 并采用平面无级网状结构技术^[2]来组建网络。

由于软交换系统和传统 PSTN 的网络模型完全不同, 本文通过引入有效端口概念和软交换分割方法, 研究软交换网络的容量关系。

1 前提和假设

先定义一些符号标记和用于推导的假设前提, 涉及的字母均用大写英文字母, 如下:

(1) 软交换网络由 N 个软交换系统构成, 其 BHCA 记为 $N\text{-BHCA}$, 呼叫平均时长为 T_h 秒, 每端口话务量为 E 爱尔兰。

(2) 第 n 个软交换系统 BHCA 记为 $S_n\text{-BHCA}$, 利用率为 K_n 。实际配置端口总数为 P_n 。有效 BHCA 记为 $S'_n\text{-BHCA}$, 有效端口总数为 P'_n (后面重点阐述)。

(3) 在第 n 个软交换系统中, 其中局内呼叫端口数量为 P_{n-n} , 局内话务量为 R_{n-n} , 第 n 个软交换系统和第 $m \{ (m \neq n) \cap (0 < m \leq n) \}$ 个软交换系统互通的端口数量为 P_{n-m} , 出入局话务量为 R_{n-m} 。定义一个新的变量 R'_n : 局内话务和出入局话务比值

$$R'_n = \frac{P_{n-n} \cdot 2}{P_n - P_{n-n}} = \frac{R_{n-n}}{R_{n-1} + R_{n-2} + \cdots + R_{n-(n-1)} + R_{n-(n+1)} \cdots + R_{n-N}} \quad (1)$$

2 有效处理能力描述

对于一个由 n 个软交换构成的网络, 其呼容量是这 n 个软交换呼叫处理能力的数学函数, 如下所示:

$$N\text{-BHCA} = F(S_1\text{-BHCA}, S_2\text{-BHCA}, \cdots, S_n\text{-BHCA}) \quad (2)$$

对于网络中的呼叫业务量来说, 可以分为 Local 和 Transit 两种类型。

其中 Local (局内) 类型的呼叫业务量是指局限于单个软交换系统内部的呼叫。而 Transit (出入局) 类型的呼叫业务量是指跨越软交换系统的呼叫。对于平面无级网状结构的网络, Transit 类型的业务就是跨越 2 个软交换的呼叫。

因此这里公式 (2) 可以转换为:

$$\begin{aligned} N\text{-BHCA} &= N\text{-BHCA}_{\text{local}} + N\text{-BHCA}_{\text{transit}} = \\ &= S_1\text{-BHCA}_{\text{local}} + S_2\text{-BHCA}_{\text{local}} + \cdots + \\ &= S_n\text{-BHCA}_{\text{local}} + S_1\text{-BHCA}_{\text{transit}} + S_2\text{-BHCA}_{\text{transit}} + \\ &= \cdots + S_n\text{-BHCA}_{\text{transit}} = \\ &= (S_1\text{-BHCA}_{\text{local}} + S_1\text{-BHCA}_{\text{transit}}) + \\ &= (S_2\text{-BHCA}_{\text{local}} + S_2\text{-BHCA}_{\text{transit}}) + \cdots + \\ &= (S_n\text{-BHCA}_{\text{local}} + S_n\text{-BHCA}_{\text{transit}}) = \\ &= S'_1\text{-BHCA} + S'_2\text{-BHCA} + \cdots + S'_n\text{-BHCA} \quad (3) \end{aligned}$$

在第 1 节的假设前提 2 中, 提到两个概念: 有效 BHCA 和有效端口。从公式 (3) 可见, 整个网络的处理能力是每个软交换系统的有效处理能力之和。有效端口是指和呼叫业务一一对应的“虚拟端口”, 由于实际配置的物理端口并非和呼叫一一对

* 收稿日期: 2003-08-20

基金项目: 广东省电信科技研究资助项目 (2003KJYJ064)

作者简介: 欧振猛 (1975 年生), 男, 博士生; 通讯联系人: 张光昭; E-mail: ozm@gztelecom.com

应，比如对于局内呼叫，则每一个呼叫需要消耗两个实际配置的端口，对于出入局呼叫，则每一个呼叫只需要消耗一个实际配置的端口。

软交换系统的处理能力和实际配置端口一一对应^[3]，如：

$$S_n \text{ BHCA} \times K_n = P_n \times \left(\frac{3600}{T_n} \right) \times E \tag{4}$$

同理，有效处理能力和有效端口一一对应：

$$S'_n \text{ BHCA} \times K_n = P'_n \times \left(\frac{3600}{T_n} \right) \times E \tag{5}$$

因此本文的焦点问题是在网络受限环境下，通过软交换系统本身的实际配置端口数 P_n 推导有效端口数 P'_n ，进而计算出软交换系统的有效处理能力，然后得出网络的总处理能力。

本次推导根据归纳法的思想，先讨论由两个软交换系统组网的情况，然后再讨论由三个软交换系统组网的情况，然后在此基础上得出对于由 N 个软交换系统构成网络的一般性分析方法，从而得出最终关系式。

3 两个软交换系统组网的讨论

考虑如图 1 的网络。

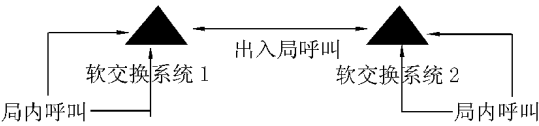


图 1 由两个软交换系统构成的网络

Fig 1 Network composed of two softswitch systems

对于软交换系统 1 来说，有以下等式：

$$P_1 = P_{1-1} + P_{1-2} \tag{6}$$

$$P'_1 = \frac{P_{1-1}}{2} + P_{1-2} \tag{7}$$

$$\frac{P_{1-1}}{P_{1-2}} = \frac{R_{1-1}}{R_{1-2}} \tag{8}$$

$$R'_1 = \frac{R_{1-1}}{R_{1-2}} \tag{9}$$

$$S_1 \text{ BHCA} \times K_1 = P_1 \times \left(\frac{3600}{T_h} \right) \times E \tag{10}$$

现在要求出 P'_1 和 P_1 之间的关系。

根据 (6)–(9) 式，可得：

$$P'_1 = P_1 \times \frac{1 + R'_1}{1 + 2R'_1} \tag{11}$$

同理，针对第 2 个软交换系统，有：

$$P'_2 = P_2 \times \frac{1 + R'_2}{1 + 2R'_2} \tag{12}$$

因此，对于由两个软交换系统构成的网络系

统，其网络容量为：

$$N \text{ BHCA} = (P'_1 + P'_2) \times \frac{3600}{T_h} \times E = \frac{S_1 \text{ BHCA} \times K_1 \times (1 + R'_1)}{(1 + 2R'_1)} + \frac{S_2 \text{ BHCA} \times K_2 \times (1 + R'_2)}{(1 + 2R'_2)}$$

可以归纳出：

$$N \text{ BHCA} = \sum_{n=1}^2 \frac{S_n \text{ BHCA} \times K_n \times (1 + R'_n)}{(1 + 2R'_n)} \tag{13}$$

4 三个软交换系统组网的讨论

两个软交换系统构成的网络比较简单，公式 (13) 是否适用于更广泛的情况，是否具备一般性，还需要进一步论证，这里集中讨论三个软交换系统构成的网络，如图 2 所示：

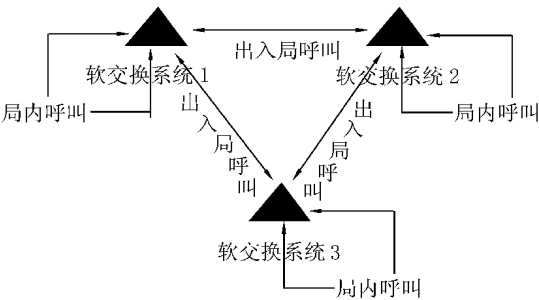


图 2 由三个软交换系统构成的网络

Fig 2 Network composed of three softswitch systems

对于这种模型，作如下的处理，即将软交换 1 分为两个子软交换，其中一个子软交换包含所有和软交换 2 通信的部分，另一个子软交换包含所有和软交换 3 通信的部分，同时对于用于本局内呼叫的端口，按照话务比例分给这两个子软交换。即如图 3 所示：

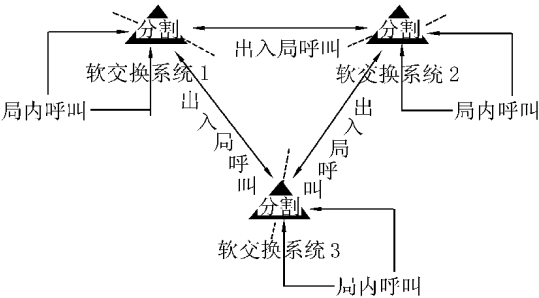


图 3 分割方法示意图

Fig 3 Partitioning sketch map

对于本局端口的划分，遵循这样的原则：

使得分割完的两个子软交换的局内话务和出入局话务的比例和原来的软交换的一样。这里分析一

下对于软交换 1 是如何进行处理的。

假设软交换 1 分割为子软交换 1-2 和子软交换 1-3, 前者包含 P'_{1-2} 局内端口和 P_{1-2} 出局端口, 后者包含 P'_{1-3} 局内端口和 P_{1-3} 出局端口, 有:

$$P'_{1-2} + P'_{1-3} = P_{1-1}$$

根据分割原则, 有:

$$\frac{P'_{1-2} \cdot b}{P_{1-2}} = \frac{P'_{1-3} \cdot b}{P_{1-3}} = R'_1 = \frac{P'_{1-1} \cdot b}{P_{1-2} + P_{1-3}}$$

这样可以计算出分割完各个子软交换包含的局内端口的数量。

如果是多个软交换的情况, 则对第 n 个软交换, 进行如下分割:

$$\frac{P'_{1-2} \cdot b}{P_{1-2}} = \frac{P'_{1-3} \cdot b}{P_{1-3}} = \dots = \frac{P'_{1-(N-1)} \cdot b}{P_{1-(N-1)}} = R'_n = \frac{P_{1-1} \cdot b}{P_{1-2} + P_{1-3} + \dots + P_{1-(N-1)}}$$

分割完的模型, 即由 3 个软交换系统构成的网络系统等同于 3 个分别由 2 个子软交换系统构成的子网络的总和, 这里可以充分利用在第 3 节推导的结果。

假设软交换 1 分割为子软交换 1-2 和子软交换 1-3, 依次类推。

由子软交换 1-2 和子软交换 2-1 构成的子网络系统有:

$$N_{1-2} \text{ BHCA} = \frac{(1 + R'_1)(P'_{1-2} + P_{1-2}) \times \left(\frac{3 \cdot 600}{T_h} \times E \right)}{1 + 2R'_1} + \frac{(1 + R'_2)(P'_{2-1} + P_{2-1}) \times \left(\frac{3 \cdot 600}{T_h} \times E \right)}{1 + 2R'_2}$$

同理可以得出由子软交换 1-3 和子软交换 3-1 构成的子网络系统 $N_{(1-3)}$ BHCA、由子软交换 3-2 和子软交换 2-3 构成的子网络系统 $N_{(3-2)}$ BHCA 的关系式。

因此由软交换 1、2、3 构成的系统的网络 BHCA 为:

$$N \text{ BHCA} = \left[N_{(1-2)} \text{ BHCA} \right] + \left[N_{(1-3)} \text{ BHCA} \right] + \left[N_{(3-2)} \text{ BHCA} \right] = \frac{(1 + R'_1) \times (S_1 \text{ BHCA}) \times K_1}{1 + 2R'_1} + \frac{(1 + R'_2) \times (S_2 \text{ BHCA}) \times K_2}{1 + 2R'_2} + \frac{(1 + R'_3) \times (S_3 \text{ BHCA}) \times K_3}{1 + 2R'_3} = \sum_{n=1}^3 \frac{(1 + R'_n) \times (S_n \text{ BHCA}) \times K_n}{1 + 2R'_n}$$

可以看出该公式和公式 (13) 是类似的, 依据于软交换分割的普遍原则可见, 公式 (13) 具有一般普遍性, 可以适用于软交换网络容量的估算。

5 N 个软交换系统组网的讨论

在第 4 节的推导中, 我们可以得出对于由 N 个软交换系统构成的网络的分析方法, 主要集中在对于软交换系统的分割分析。

对于由 N 个软交换系统构成的软交换网络, 将每一个软交换系统分割为 $(N-1)$ 个子软交换系统, 分割的原则沿用第 4 节的方法, 即为话务比例保持不变的原则。然后两两组成子软交换网络, 共有 $(N-1)$ 个子软交换网络, 每一个子软交换网络均能符合公式 (13), 然后对这些子软交换网络容量进行算术相加即可得总体网络的容量, 即得:

$$N \text{ BHCA} = \sum_{n=1}^N \frac{(S_n \text{ BHCA}) K_n (1 + R'_n)}{(1 + 2R'_n)} \tag{14}$$

公式 (14) 表明了在一个由 N 个软交换系统构成的软交换网络中, 整个网络的容量和各种软交换系统容量之间的关系式。

例如对于图 1 的由两个软交换系统构成的网络, 软交换 1 的 BHCA 为 50×10^4 , 利用率为 70%, 局内话务量和出局话务量之比为 66%, 软交换 2 的 BHCA 为 35×10^4 , 利用率为 60%, 局内话务量和出局话务量之比为 58%。根据式 (14), 该软交换网络的容量为:

$$N \text{ BHCA} = \frac{50 \times 70\% \times (1 + 66\%)}{(1 + 2 \times 66\%)} + \frac{35 \times 60\% \times (1 + 58\%)}{(1 + 2 \times 58\%)} = 40.4 \times 10^4$$

在进行软交换网络规划时, 公式 (14) 可以作为一个参考工具来进行网络容量估算。

软交换系统是一个全新的网络领域, 本文针对平面无级网状结构的软交换网络容量进行推导。将在后续研究过程中, 在适当的时候引入网络仿真工具进行验证。

参考文献:

[1] 陈建亚, 余浩. 软交换与下一代网络[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2003: 2-9.
[2] [美] William Stallings. High-speed networks and internet performance and quality of service[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002: 37-44.
[3] 邮电部北京设计所. 电信工程设计手册 1-2 电话交换(程控)[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1995: 237-238.

(下转第 49 页)

试验结果与计算值作了比较，得出以下结论：

- (1) 钢—高强混凝土组合柱是一种新型的组合构件，高强混凝土的应用使该组合构件具有了新的特有的性质，在受力特点、破坏机制以及计算方法上均与普通钢筋混凝土有很大的区别；组合柱均具有较高的轴压承载力，但在破坏机制上不尽相同。
- (2) 通过试验验证，现有的有关组合柱的轴压承载力计算公式^[4-7]与试验结果有较大的误差，计算比较保守，因此对于双钢管高强混凝土柱及型钢芯高强混凝土柱承载力计算方法有待进一步研究。

参考文献：

[1] 蔡绍怀, 焦占栓. 复式钢管柱的基本性能和承载力计算

[J]. 建筑结构学报, 1997, 18(6): 20— 25.

[2] 钟善桐. 高层钢管混凝土结构[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1999.

[3] 赵鸿铁. 钢与混凝土组合结构[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

[4] 中华人民共和国行业标准. 钢管混凝土结构设计规程[S]. 1997.

[5] 钢管混凝土结构与施工规程(JCJ01— 89)[S]. 上海: 国家建筑工业局标准, 1989.

[6] 钢管混凝土结构与施工规程(CECS28: 90)[S]. 北京: 中国计划出版社, 1992.

[7] 能源部电力规划设计管理局. 火力发电厂主厂房钢—混凝土组合结构设计暂行规定(DLGJ99—91)[S].

Experimental Contrast Studies on Axial Compressive Behaviors of Steel concrete Composite Columns

ZHANG Chun mei, ZHOU Yun, YIN Yi

(School of Civil Engineering, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

Abstract: According to experiments of static axial compressive bearing capacity of steel concrete composite columns, load displacement curves of composite columns under axial loads are obtained. Meanwhile, mechanism of operating and fracture of composite columns are analyzed, and the ultimate axial compressive bearing capacities of composite columns are compared. Finally experiments of axial compressive performance provide the reference for related studies and design.

Key words: high strength concrete; composite column; mechanism of operating and fracture; bearing capacity; static experiment

(上接第 42 页)

Mathematic Deduction of SoftSwitch Network Capacity

OU Zhen meng, ZHANG Guang zhao

(Department of Electronics & Communication Engineering, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: SoftSwitch technology is the hotspot of modern telecommunication. SoftSwitch device owns excellent system architecture and upstanding switch capacity. Evaluation of network system capacity is a very important factror during building SoftSwitch network. The relation formula between SoftSwitch network and SoftSwitch device is acquired based on one kind network partition principle eventually.

Key words: SoftSwitch network; BHCA; Effective processing capacity; partition principle