

# 汉字字形计算的云服务平台

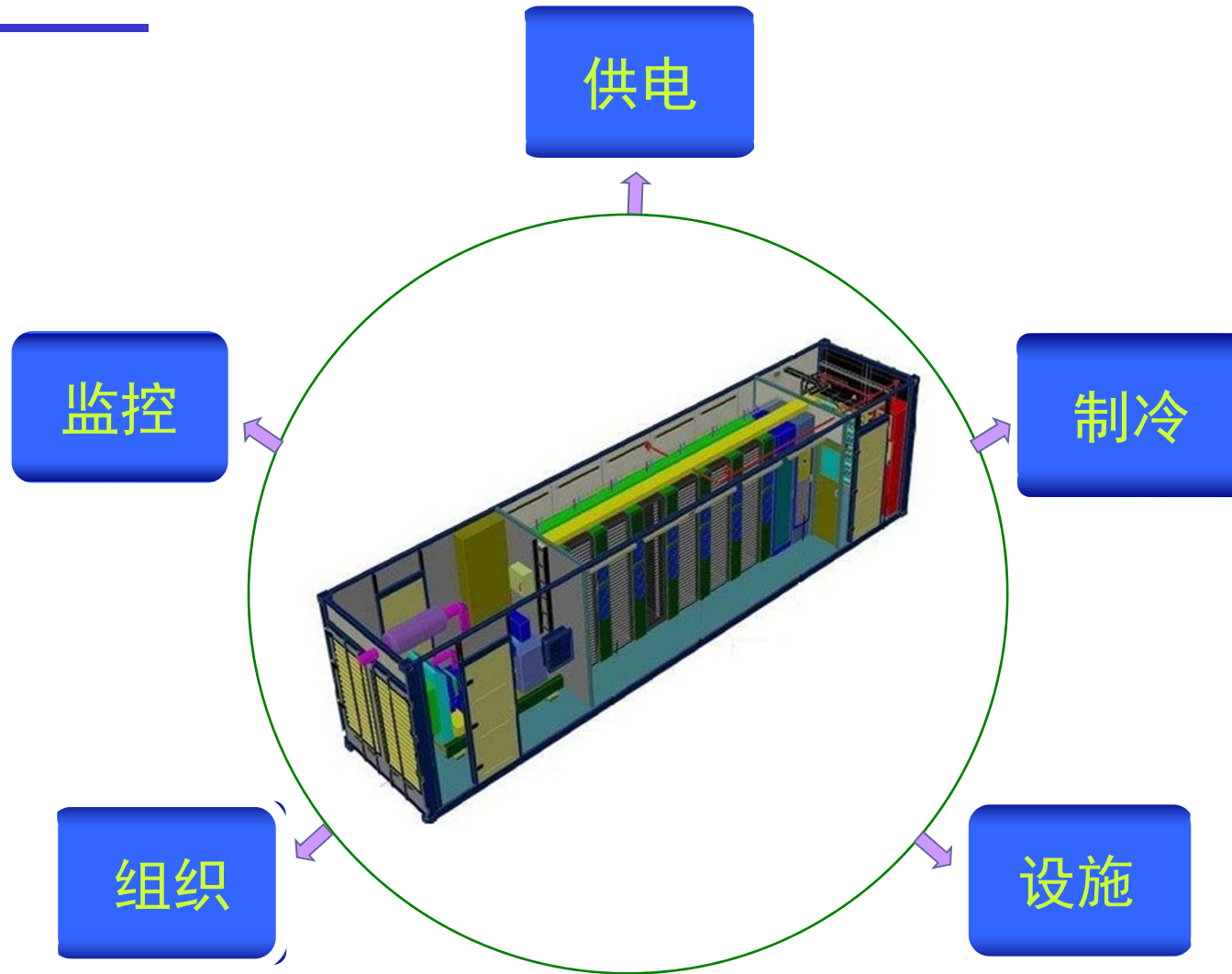
---

## 云环境下的数据中心网络的容错参数

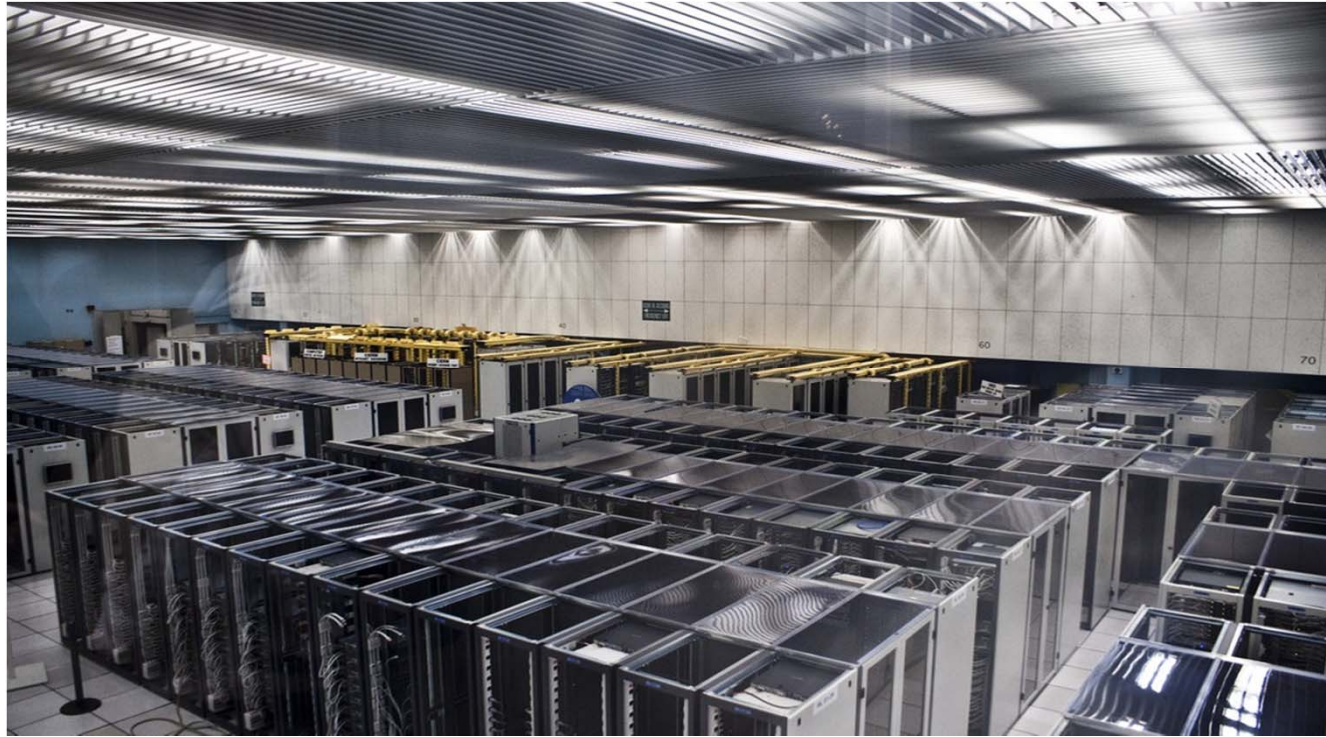
河南师范大学 杨玉星

# 数据中心

---



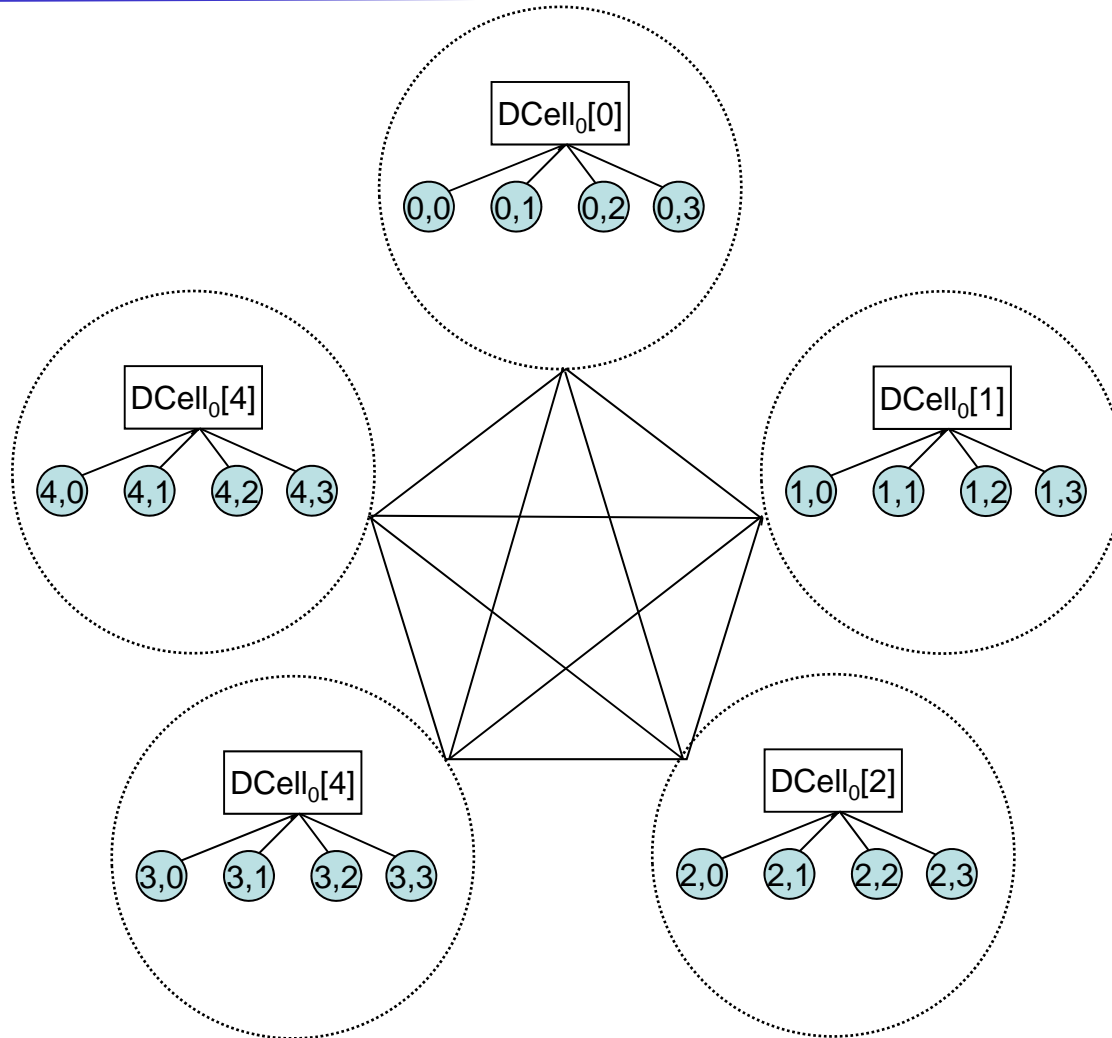
## 云计算的数据中心



在云计算及大数据的环境下，随着交换机、服务器的激增，这些设备之间的“组织”（即，连接方式，互连网络）成为数据中心设计时一个至关重要的问题。

# 云计算的数据中心网络 (I) —— DCell

- ▶ 层次结构
- ▶ 完全图
- ▶ 小型交换机
- ▶ 服务器
- ▶ 虚拟节点

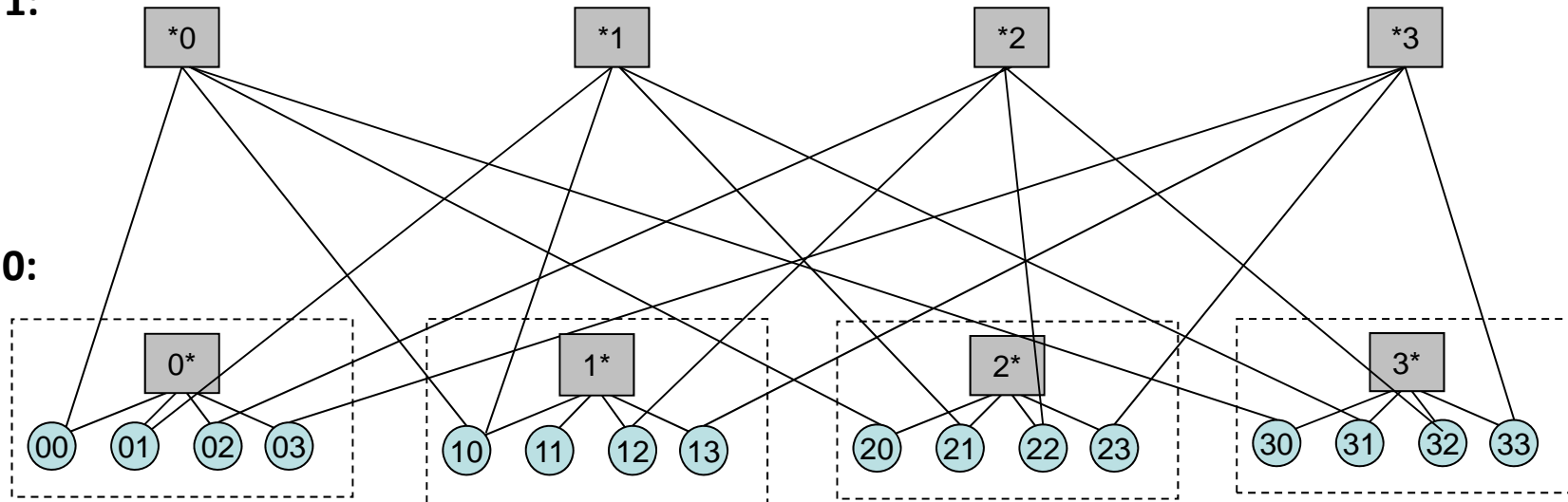


4端口交换机的DCell<sub>1</sub>

## 云计算的数据中心网络（II）——BCube

Level 1:

Level 0:

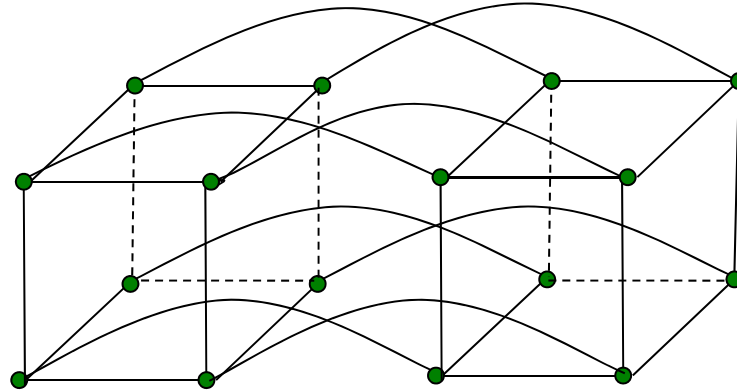


4端口交换机的BCube<sub>1</sub>

BCube是一个二部图， $(X, Y)$ 是其顶点集的一个二分化。 $X$ 为交换机集合， $Y$ 为服务器集合。交换机 $\langle t, x_k, x_{k-1}, \dots, x_{t+1}, *x_{t-1}, \dots, x_0 \rangle$ 和服务器 $y_k, y_{k-1}, \dots, y_0$ 相邻当且仅当 $x_i = y_i$ ，其中， $i \neq t$ 。

## 子网排除问题

- ◆ 1986年，Becker和Simon在加拿大多伦多举办的IEEE第27届计算机基础年会上提出超立方体网络的子网排除数问题，即至少需要破坏超立方体网络中多少节点（或边）即可使得 $n$ 维超立方体网络中不再包含无故障的 $n-k$ 维子网？

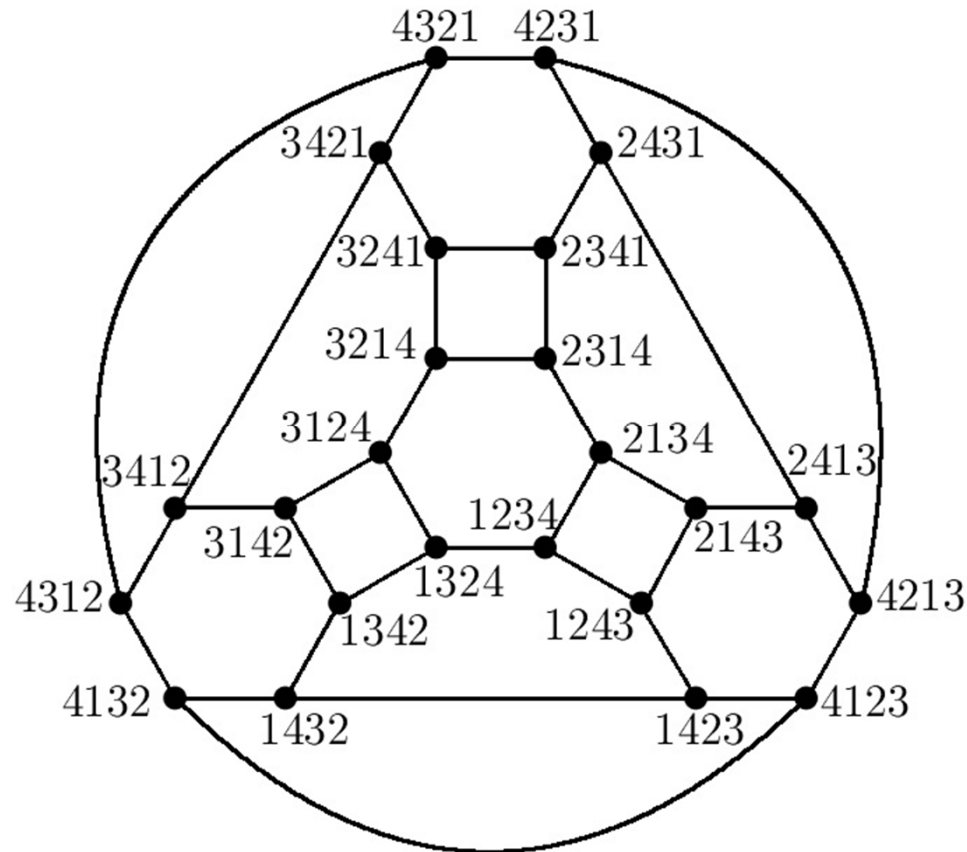


4元超立方网络 $H_4$

B. Becker, H-U. Simon, How robust is the n-cube? in: Proceedings of 27th IEEE Annual Symposium on Foundations of Computer Science, Toronto, Canada, 1986, pp.283-291.

## 以往工作：泡型网络的子网排除 (I)

- ◆ **n维泡型网络**  $B_n$  是一个具有  $n!$  个形如  $x_1x_2\cdots x_n$  ( $x=x_1x_2\cdots x_n$  是  $N_n$  的一个排列) 的顶点的无向图, 两个顶点  $x=x_1x_2\cdots x_n$  和  $y=y_1y_2\cdots y_n$  相邻当且仅当  $x$  和  $y$  的某两位互换位置, 其余各位相同。  $B_4$  如下图。



## 以往工作：泡型网络的子网排除（II）

- ◆  $F_B(n, k)$  是在点故障条件下，使得 $B_n$ 中每个 $(n-k)$ 维子Bubble-sort网络都发生故障的最小顶点数；
- ◆  $f_B(n, k)$  是在边故障条件下，使得 $B_n$ 中每个 $(n-k)$ 维子Bubble-sort网络都发生故障的最小边数。

定理 F1：设 $B_n$ 是一个 $n$ 维Bubble-sort网络，则：

- (1).  $F_B(n, 0) = f_B(n, 0) = 1$ ;
- (2).  $F_B(n, 1) = n$ ;
- (3). 当 $n \geq 2$ 时,  $F_B(n, n-1) = n!$ ;
- (4). 当 $n \geq 3$ 时,  $F_B(n, n-2) = n!/2$ ;
- (5). 当 $n \geq 3$ 时,  $f_B(n, n-2) = (n-1)n!/2$ .



## 以往工作：泡型网络的子网排除（III）

---

定理 F2:  $f_B(n, 1) = n$ ; 其中  $n \geq 4$ .

定理 F3: 对于任意的整数  $n \geq 6$ , 有:

$$F_B(n, 2) \leq f_B(n, 2) \leq n(2n-3).$$

定理 F4: 对于任意的整数  $n \geq 6$  及  $3 \leq k \leq n-3$ , 有:

$$F_B(n, k) \leq f_B(n, k) \leq \left\lceil \frac{k+1}{2} \right\rceil k! \binom{n}{k}.$$

## 工作之一：DCell的子网排除 (I)

---

✓ 定理1 设整数 $n \geq 2$ ,  $m \leq n-1$ ,  $F_{n,m}(K_n)$  和  $f_{n,m}(K_n)$  分别是完全图的 $K_n$ 的 $n-m$ 维子网排除节点数和边数, 则:

(1).  $F_{n,m}(K_n) = m + 1.$

(2).  $f_{n,m}(K_n) = +\infty$ , if  $m = n - 1.$

(3).  $f_{n,2}(K_n) = \frac{n(n-1)}{2}.$

(4).  $m + 1 \leq f_{n,m}(K_n) \leq \frac{m(m-1) + 2}{2}$ , if  $m \leq n - 2.$

## 工作之一：DCell的子网排除（II）

---

✓ 定理2 设整数 $n \geq 2$ ,  $m \leq n-2$ ,  $t = \left\lfloor \frac{n}{n-m} \right\rfloor$ ,  $f_{n,m}(K_n)$ 是完全图的 $K_n$ 的 $n-m$ 维子网排除边数, 则:

$$(1). \quad t \leq f_{n,m}(K_n) \leq n \left( \frac{m}{2} + \frac{1}{n-m} \right), \quad \text{if } n = (n-m)t.$$

$$(2). \quad t \leq f_{n,m}(K_n) \leq C_2^n - t(C_2^{n-m} - 1) - C_2^{n-t(n-m)}, \quad \text{if } n \neq (n-m)t.$$

## 工作之二：BCube的子网排除

---

✓ 引理1  $n$ 端口路由器的BCube <sub>$k$</sub> 中有 $n^{k-i}$ 个不相交的 $i$ 维子网

BCube <sub>$i$</sub> , 有  $n^{k-i} C_{i+1}^{k+1}$  个不同的 $i$ 维子网BCube <sub>$i$</sub> .

✓ 定理3  $n^{k-i} \leq F_{k,i}(B_n^k) \leq f_{k,i}(B_n^k) \leq n^{k-i} C_{i+1}^{k+1}$ .

## 工作展望：

---

- 关于特定元件（服务器、交换机、物理连线）的数据中心网络连通性度量问题。
- 经典数据中心网络的子网排除点割和子网排除边割的选取算法。
- 适合特定领域的云服务平台的数据中心网络的设计。

## 研究成果

---

### 论文:

1. Yuxing Yang, Qingshen Li. Fault tolerance in several networks for data centers of cloud computing. submitted.
2. 杨玉星, 栗青生. 甲骨文词频网络的构建与应用. 已投稿.

### 专利:

1. 栗青生, 王爱民, 杨玉星, 张智会. 甲骨文视频输入系统及实现方法. 发明专利.  
专利号: ZL201010203629.8.
2. 栗青生, 王爱民, 杨玉星, 郭涛, 吴琴霞. 一种错字字形编辑、编码和输入系统及方法.  
公开号: CN102722261A

## 主要参考资料

---

1. Chuanxiong Guo, Haitao Wu, Kun Tan, Lei Shiy, Yongguang Zhang, Songwu Lu. *DCell: A Scalable and Fault-Tolerant Network Structure for data centers*. in: Proceedings of the ACM SIGCOMM 2008 conference on Data Communication, Seattle, Washington, USA, 2008, pp.75-86.
2. Chuanxiong Guo, Guohan Lu, Dan Li, Haitao Wu, Xuan Zhang, Yunfeng Shi, Chen Tian, Yongguang Zhang, Songwu Lu. *Bcube: a high performance, server-centric network architecture for modular data centers*. in: Proceedings of the ACM SIGCOMM 2009 conference on Data Communication, Barcelona, Spain, 2009, pp.63-74.
3. B. Becker, H-U. Simon, *How robust is the n-cube?* in: Proceedings of 27th IEEE Annual Symposium on Foundations of Computer Science, Toronto, Canada , 1986, pp.283-291.
4. Shahram Latifi, Ebrahim Saberinia, Xiaolong Wu, Robustness of star graph network under link failure, Information Sciences 178 (3) (2008) 802–806.
5. Shahram Latifi, A study of fault tolerance in star graph, Information Processing Letters 102 (5) (2007) 196–200.
6. David Walker, Shahram Latifi, Improving bounds on link failure tolerance of the star graph, Information Sciences 180 (13) (2010) 2571–2575.
7. Shiyong Wang, Yuxing Yang. Fault tolerance in bubble-sort graph networks. Theoretical Computer Science 2012, 421, 62-69.
8. Shiyong Wang, Guozhen Zhang, Kai Feng, Fault tolerance in k-ary n-cube networks, Theoretical Computer Science, 460 (2012) 34–41.

谢谢！