

同异反网络计划的不确定性分类与分析

赵克勤

浙江黄金机械厂, 诸暨 311811

黄德才

浙江工业大学信息工程学院, 杭州 310014

陆耀忠

浙江省交通工程建设集团, 杭州 310003

摘要 工程实际施工过程中存在着随机、模糊、中介等多种不确定性,应用集对分析关于确定不确定性系统的理论和联系数,对网络计划中遇到的不确定性开展分类分析。为研究网络计划在不确定性环境下的调度与管理提供了新的思路。

主题词 系统分析 网络管理 工程管理

中图分类号 :TB11

The Classifying Method of Uncertainty and Analysis in the Network Planning Based on the IDC Connection Number

Zhao Keqin

Zhejiang Gold Machine Works, Zhuji 311811

Huang Decai

College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014

Lu Yaozhong

Zhejiang Provincial Transportation Engineering & Construction Group, Hangzhou 310003

Abstract There are many uncertainties in the process of putting a project in practice, such as stochastic, fuzzy, unknown and unexpected incident uncertainty etc. By using the uncertainty theory of set pair analysis, this paper gives the classifying method of uncertainty in network planning based on IDC (Identity - Discrepancy - Contrary) connection number and analyzes their relationship among these uncertainties. The results in the paper provide a brand - new idea for managing and controlling the network planning in the uncertainty environment.

Keywords System analysis Network management Engineering management

1 引言

不少大中型工程的实践告诉我们,网络计划中所要考虑的不确定性,不仅仅有随机不确定性,还有模糊不确定性,中介不确定性以及由信息不完全引起的不确定性等。这些不确定性在工程实施过程中,可以单独出现,也可以同时出现,甚至相互联系、相互作用和相互影响,并与理想的确定的工序计划时间组成一个确定不确定系统,从而为网络计划的研制和实施带来不少困难。例如,文献[1]仅研究网络计划中的随机不确定性问题,文献[2,3]侧重研究网络计划中的模糊不确定性问题。由于工程实际需要解决的是由多种不确

定性共同作用的网络计划问题,因此,单独应用处理某种不确定性理论方法的网络计划难以满足实际工作的需要。为此,我们在文献[4~6]中应用集对分析联系数 $a + bi$, $a + bi + cj$,描述分析网络计划中各工序时间的既确定又不确定性,为从系统的角度研究、处理网络计划中所遇到的各种不确定性提供了新的思路。本文在文献[5,6]的基础上,对网络计划中所遇到的不确定性开展分类分析,为具体的调控和管理网络计划实施细节,最终从宏观上控制工程日期,充分利用有限资源,最大限度地降低施工成本提供了新的思路。

2 集对分析及其同异反联系数

由文献[7,8]可知,集对是指具有一定联系的两个集合

收稿日期:1999-11-07 修订日期:2000-05-29

基金项目:浙江省自然科学基金资助课题(698069)和国家“863”高技术计划资助课题(863-511-945-002)

作者简介:赵克勤(1950-),男,工程师,主要研究方向为联系数学及其应用。

所组成的一个基本单位。网络计划中的任意两个工序,理想工期与实际工期,确定性与不确定性等都是集对的例子。集对分析中的核心思想是把确定性与不确定性作为一个确定不确定系统进行数学处理,具体地用一个同异反系数

$$u = a + bi + cj \quad (1)$$

来刻画所研究的集对之确定不确定程度,并展开有关研究。注意,联系数意义下的 a 、 b 、 c 不受 $a + b + c = 1$ 这一条件限制。网络计划问题中的 a 、 b 、 c ,一般为非负实数,且 a 表示网络工序在正常情况下所需的工期; b 表示网络工序在一般异常情况下因不确定性变化波动将增加或减少的工期; c 表示网络工序遇到反常情况时必须增加的工期。 i 在 $[-1, 1]$ 区间内视不同情况不确定取值,以表示工期波动的方向与波动幅度。 j 在这里作为反常的标记,并规定取值 $+1$,表示网络中的工序在遇到反常情况下工期的追加^[6]。如此定义的联系数在形式上与文献[7, 8]中的联系数相同,而含义则有所不同,但符合集对分析的同异反分析思想。

根据集对分析,不确定性可分为随机不确定性,模糊不确定性,中介不确定性,由信息不完全所导致的不确定性以及由不知道引起的不确定性^[8, 9]。当需要分别对这些不确定性具体刻画其程序和考虑相应的工期波动天数时,可以把(1)式展开为

$$u = a + b_1 i_1 + b_2 i_2 + b_3 i_3 + b_4 i_4 + b_5 i_5 + cj \quad (2)$$

以便于开展有关网络计划在一般异常情况和个别反常情况下的工序工期计算与分析。为明确起见,我们约定(2)式中 b_1 ——网络计划中因随机不确定性(i_1)引起的工期波动时间; b_2 ——网络计划中因模糊不确定性(i_2)引起的工期波动时间; b_3 ——网络计划中因中介不确定性(i_3)引起的工期波动时间; b_4 ——网络计划中因信息不完全所致不确定性(i_4)引起的工期波动时间; b_5 ——网络计划中因不知道所致不确定性(i_5)引起的工期波动时间。

3 网络计划中的不确定性分类

在引进了(2)式所示的联系数来描述网络计划中工序的不确定性之后,一个具体网络计划中所遇到的各种不确定性就显得清楚、直观,且便于开展进一步的分析和做出决策与调控。例如在图1中清楚地表明:在工序路线A上,理想的确定的工期为40天,但若发生某些随机事件,则要多增加工期2天;若施工过程中抽调人员,则又可能增加工期2天左右,或者缩短工期2天左右。在工序路线B上,理想的确定的工期为30天,但实际施工时若遇到某些随机事件,可能会增加工期2天。还有施工时有关信息不完全会误工0~1天,而如果发生某种突发事件,如遭遇台风等,则还要增加工期10天。

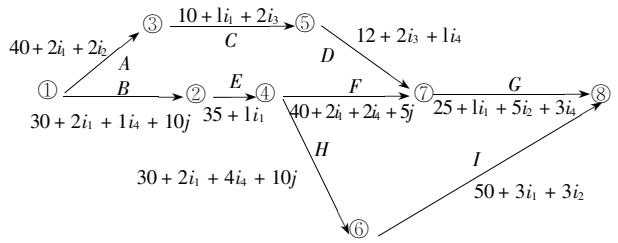


图 1 考虑不确定性和反常情况下的网络计划图

不难看出,对网络计划中遇到的各种不确定性按照以上方法分类,并估计相应的工期变化天数,要比文献[4~6]开展的工作更为深入、细致和具体,对实际施工管理和控制也更有现实指导意义。

4 网络计划中的不确定性分析

在把网络计划中的各种不确定性做如下分类之后,我们可以开展以下三方面的分析。

(1)关键路线,次关键路线,再次关键路线和非关键路线相互联系,相互转化的分析。在文献[4~6]中,我们已指出了网络计划中所谓关键路线在不确定性环境下不是一成不变的,而是在一定条件下可以与次关键路线,再次关键路线,甚至非关键路线互相转化。从数学的角度看,这些转化主要取决于 i 的取值(在考虑反常环境时,还取决于 cj 这一项的大小),在把各个工序上的 i 具体地分解成本文所定义的 i_1, i_2, i_3, i_4, i_5 之后,显然可以具体分析一个网络计划是其中的哪一部分不确定性在起主要的作用,并依次做出排序,从而弄清关键路线转化的机制。

(2)不确定性的可控性与不可控分析。对于本文所讨论的网络计划中的五类不确定性,其中的随机不确定性一般是不可控的。如台风、洪涝、暴雨、地质灾害以及某些经济政策的临时调整等,均不是计划编制人员和工程实施人员所能控制的。但从管理的角度看,这些不可控的随机不确定性因素,仍然可以采取预先有所考虑,有所预防的措施,以最大限度地降低经济损失和尽可能地减少延期工时。

对于其它的模糊不确定性、中介不确定性、由不知道引起的不确定性以及由信息不完全所导致的不确定性,有不少是可以控制的。因此,要求尽可能地减小其不确定性程度,以保证工程总的施工工期在计划内。

(3)网络计划的确定不确定分析。从理论上说,在考虑网络计划中的不确定性后,所有的网络计划可以分成基本确定型的网络计划、基本不确定型的网络计划以及临界与确定型与不确定型的网络计划这三大类。划分标准主要是关键路线集合的确定不确定态势。若关键路线一经确定后不再改变,并且其工期时间满足

$$\sum_{k=1}^n a_k > \left(\sum_{k=1}^n b_k + \sum_{k=1}^n c_k \right)$$

则认为这一网络计划是基本确定型的网络。

若起初的主关键路线,在施工过程中,被其它非主关键

路线所取代,则认为这一网络计划是基本不确定型的网络。介于以上两者之间的网络属于临界网络。对于网络的确定不确定性分析与判断还可以做深入细致的分析。

5 应用举例

对第3节图1所示的网络计划,试分析①关键路线的稳定性;②对网络中给出的5种不确定性之重要性做出排序;③判定网络属于何种类型(确定型、不确定型、临界型)。

解 ①关键路线的稳定性。

在本网络中,共有三条路线:

L_1 : ① - ③ - ⑤ - ⑦ - ⑧; L_2 : ① - ② - ④ - ⑦ - ⑧;

L_3 : ① - ② - ④ - ⑥ - ⑧;

各条路线上的工期数为:

$$L_1: 87 + 4i_1 + 7i_2 + 4i_3 + 4i_4;$$

$$L_2: 130 + 6i_1 + 5i_2 + 6i_4 + 15j;$$

$$L_3: 145 + 8i_1 + 3i_2 + 5i_4 + 20j_0$$

分析:在不记不确定性及其反常情况时, L_3 为关键路线,若 L_2 上出现反常情况,且 L_3 不出现反常情况,则当 $i_1 = i_2 = i_4 = 1$ 时, $T(L_2) = 162$, $T(L_3) = 161$,表明在此情况下, L_2 有成为关键路线的可能,从而说明在本网络中,关键路线不稳定。

②网络中不确定性重要程度的排序

由于网络中反常情况的出现,本质上具有随机性,因而影响本网络工期不确定的第一因素是随机不确定性(i_1),其次,由于 L_1, L_2, L_3 中各个 i 的系数最大为6,所对应的是 i_4 ,即由信息不完全所导致的不确定性是影响工期的第二重要因素。类似地可以得知,处于第三位、第四位影响工期不确定的不确定性因素依次是模糊不确定性(i_2)和中介不确定性(i_3)。由于本例中没有出现 i_5 ,于是可知,在本网络中,不确定性重要程度依次是: i_1 (随机不确定性), i_4 (信息不完全所导致的不确定性), i_2 (模糊不确定性)和 i_3 (中介不确定性)。

③本网络属于不确定型网络。

6 结束语

网络计划中的不确定性问题是一个复杂问题。同异反联系数及其展开式为我们研究网络计划中的多种不确定性及其相互关系提供了一个具体的数学工具。从本文工作可见,在网络计划中,应用同异反联系数及其展开式可以较为方便地描述、分析、研究有关不确定性问题。当然,由于实际问题的复杂性,有关内容,例如,导致出现反常情况的随机不确定性与导致一般异常波动的随机不确定性的区别与界定等仍需做进一步深入研究。

参 考 文 献

- 冯先成. 活动网络在随机约束下的关键路线问题. 系统工程理论与实践, 1994(5): 45 ~ 48.
- 胡劲松, 达庆利, 金毅. 模糊网络关键路线分析. 管理工程学报, 1999(1): 50 ~ 52.
- Nasution S H. Fuzzy Critical Path Method. IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics, 1994, 24(1): 48 ~ 57.
- 黄德才, 赵克勤. 基于联系数的网络计划与控制方法初探. 浙江工业大学学报, 1998(1): 17 ~ 21.
- 黄德才, 赵克勤. 用联系数描述和处理网络计划中不确定性. 系统工程学报, 1999(2): 112 ~ 117.
- 赵克勤, 黄德才, 陆耀忠. 基于 $a + bi + cj$ 型联系数的网络计划方法初探. 系统工程与电子技术, 2000, 22(2): 29 ~ 31.
- 赵克勤. 基于集对分析的对立分类、度量及应用. 科学技术与辩证法, 1999(3): 26 ~ 31.
- 赵克勤, 宣爱理. 集对论——一种新的不确定性理论方法与应用. 系统工程, 1996, 14(1): 18 ~ 23.
- 赵克勤. 集对分析对不确定性的描述和处理. 信息与控制, 1999(3): 162 ~ 166.
- 赵克勤. 集对分析中的不确定性理论. 大自然探索, 1999(4): 87 ~ 88.

异同反网络计划的不确定性分类与分析

作者: [赵克勤](#), [黄德才](#), [陆耀忠](#), [Zhao Keqin](#), [Huang Decai](#), [Lu Yaozhong](#)
 作者单位: [赵克勤, Zhao Keqin \(浙江黄金机械厂, 诸暨311811\)](#), [黄德才, Huang Decai \(浙江工业大学信息工程学院, 杭州, 310014\)](#), [陆耀忠, Lu Yaozhong \(浙江省交通工程建设集团, 杭州, 310003\)](#)
 刊名: [系统工程与电子技术](#) **ISTIC EI PKU**
 英文刊名: [SYSTEMS ENGINEERING AND ELECTRONICS](#)
 年, 卷(期): 2000, 22(11)
 被引用次数: 12次

参考文献(10条)

1. [冯先成](#) [活动网络在随机约束下的关键路线问题](#) 1994(05)
2. [胡劲松](#). [达庆利](#). [金毅](#) [模糊网络关键路线分析](#) [期刊论文]-[管理工程学报](#) 1999(01)
3. [Nasution S H](#) [Fuzzy Critical Path Method](#) 1994(01)
4. [黄德才](#). [赵克勤](#) [基于联系系数的网络计划与控制方法初探](#) [期刊论文]-[浙江工业大学学报](#) 1998(01)
5. [黄德才](#). [赵克勤](#) [用联系系数描述和处理网络计划中不确定性](#) [期刊论文]-[系统工程学报](#) 1999(02)
6. [赵克勤](#). [黄德才](#). [陆耀忠](#) [基于a+bi+cj型联系系数的网络计划方法初探](#) [期刊论文]-[系统工程与电子技术](#) 2000(02)
7. [赵克勤](#) [基于集对分析的对立分类、度量及应用](#) 1994(03)
8. [赵克勤](#). [宣爱理](#) [集对论—一种新的不确定性理论方法与应用](#) 1996(01)
9. [赵克勤](#) [集对分析对不确定性的描述和处理](#) 1995(03)
10. [赵克勤](#) [集对分析中的不确定性理论](#) 1995(04)

相似文献(10条)

1. 学位论文 [张喜平](#) [民航网络管理系统分析与实现](#) 2005
 论文首先论述了课题研究的目的、意义,结合目前国内外网络管理系统的基本情况,深入探讨了民航建立网络管理系统的紧迫性和必要性。通过对民航系统管理业务需求的分析,明确系统要实现的重点及难点所在。随后探讨了民航管理系统数据库的建立、系统软件需实现的基本功能,通过论述已有综合信息网的基础拓扑结构,阐述了系统软件体系结构、网络拓扑结构的建立,以及数据通讯方式等技术及其解决方案,分析了网络及其信息安全策略,采取理论研究与系统实际运作相结合的方法,采用HPOpenViewNMSDK作为第三方的网络管理开发平台,并用C++编程实现了网络管理的通用管理者操作软件。最后对系统应用的经济可行性、综合效益进行了分析。
2. 期刊论文 [杨柳](#) [石嘴山供电局信息网络系统分析与优化](#) -[宁夏电力](#)2009, ""(z1)
 在一体化信息平台管理模式下,从信息网络支持系统、计算机网络系统、管理系统三部分分析石嘴山供电局信息网络系统建设及安全运行所面临的主要问题,通过制定优化方案对隐患、薄弱环节加以改造或预防,确保石嘴山供电局信息网络系统的安全、稳定运行。
3. 学位论文 [任成义](#) [光纤用户接入网与电信网络管理若干问题的研究](#) 1999
 该文围绕光纤用户接入网(OAN)和电信管理网(TMN)这两个当今电信技术界及运营业共同感兴趣的热点问题,综合运用系统工程的思想、理论和方法,全面总结了接入网应用领域的多数问题的实践观念和解决方案。运用技术经济分析方法,分析了各种接入方式的适用模型;运用AHP方法,提出了接入网组网结构与技术的分析评价模型;运用系统分析方法,概述了作为电信管理框架的TMN的基本概念及其在接入网域的应用;最后,通过一个具体实例,综合上述各种结论与方法,提出了一个典型地区接入网的总体规划方案和若干原则。实践证明,这些思想和结果对国内从事该项工作的同仁会有参考价值。
4. 会议论文 [邱金龙](#). [孙自强](#) [基于TR-069的网络管理系统分析与研究](#) 2008
 网络终端设备的复杂性和业务的多样性对终端管理提出了更高的要求,为此数字用户线(DSL)论坛专门制订了用于终端的网管协议—TR069。TR069协议在架构设计上使用超文本传输协议(HTTP)的客户机/服务器(C/S)模型,并充分借鉴了很多Web的成熟技术,使得协议的实现相对简单,并且具有很好的扩展性。在管理参数定义上,TR069协议完全针对终端业务特性而制订。通过部署基于TR069的网管系统,可以在很大程度上减少用户的配置/管理工作,提高设备的易用性和可管理性,便于各种网络设备的快速部署和业务的迅速开展。
5. 学位论文 [高梅](#) [面向中小企业销售网络管理信息系统的研究](#) 2004
 该文以中小企业销售网络为背景,在研究中小企业自身特点的基础上,简要论述了企业销售网络的基本概念、意义以及销售网络管理问题,并在此基础上设计了面向中小企业的销售网络管理信息系统,提出了面向中小企业的销售网络管理信息系统的体系结构、工作流程以及开发过程中所涉及到的支持技术和关键技术;然后采用结构化和原型法相结合的分析方法,对销售网络管理系统进行了分析,详细的讨论了系统的目标、需求、功能分析和数据分析。论文详细介绍了销售网络管理系统的实现,包括数据库设计和数据库实现、功能设计和功能实现以及开发运行环境的选择,最后简要论述了对销售网络管理系统的进一步研究,介绍了其未来发展方向。该系统在南阳防爆电机股份有限公司得到应用,运行正常,证实了该课题提出的管理思想和问题解决是正确的,分析结果和开发策略是有效可行的。
6. 学位论文 [牡丹丽](#) [管理信息系统在铁路计量网络管理中的实践研究](#) 2001
 该文在对铁路企业计量管理工人现状进行深入系统分析的基础上,运用现代管理理论与方法,建立铁路企业讲师网络管理信息系统和维护该系统有效运行的保障体系。该文首先采用结构式系统分析的方法对讲师管理信息系统进行分析,绘制了详细的数据流程图,并将各类要素汇集成数据字典。系统分析之后进行了相应的系统设计,包括系统代码设计、数据库设计、网络设计、系统结构模块图设计,并根据铁路实际条件,采用客户机/服务器模式建立铁路计量信息网,通过X.25分组交换网互联,实现铁路计量信息的同地或异地交换。

7. 学位论文 [黄金燕 基于SNMP对无线嵌入式网络产品的网络管理](#) 2007

随着后PC时代的来临, 数字网络技术, 无线网络技术的发展与嵌入式系统息息相关。在人们的工作和生活中, 随处可见嵌入式的设备, 如信息家电、通信产品、掌上电脑(PDA)等等。满足了人们移动办公的需求, 无线嵌入式网络产品的联网势在必行。

传统的有线网络的网络管理, 是相当复杂的, 然而大量的无线嵌入式网络产品的联网, 使得本来就任务严峻的网络管理, 面临了新的挑战。为了保证网络传输的可靠性, 实时性和安全性, 网络管理系统必须能对各种网络设备及其软件资源进行有效的监视、解释和控制, 所以一个好的网络管理代理在无线嵌入式网络的构建和维护中是必不可少的。

为了顺应网络管理的发展, SNMP以其网络管理功能简单, 网络管理协议易扩充, 网络管理结构独立并且开发成本较低的等优点仍然是无线嵌入式网络管理领域的核心技术之一。

本文针对网络管理发展的趋势, 对嵌入式设备的网络管理模型进行了较为深入的研究和探讨; 并且对SNMP协议, 嵌入式系统的体系结构, 无线网络技术以及SNMP在嵌入式无线网络管理中的应用等主要理论进行了总体的介绍; 接着深入探讨无线嵌入式网络管理代理实现技术; 本文最后针对特定的在Linux2.4平台上的无线嵌入式设备, 给出了SNMP网络管理的实现方法, 提供对多个网络管理软件支持及其在目前较为流行的网络管理软件下的使用情况。在本代理软件是针对特定的在Linux平台上的无线嵌入式网络产品提出的, 具有专一性, 功能强大, 使用方便, 扩展方便, 可靠性高等特点。

8. 学位论文 [殷卫红 网络管理系统的研究与开发](#) 2008

网络管理系统是网络的重要组成部分, 是保证通信网高效、可靠、经济和安全地运行的重要支撑手段。简单网络管理协议SNMP由于其简单和易于实现, 已经成为网络管理领域事实上的行业标准。SNMP发展至今已经历了SNMPv1、SNMPv2及SNMPv3等三个版本。但SNMPv1与SNMPv2在安全性方面存在着明显不足, 为此, SNMPv3在其基础之上大大加强了安全性和用户管理性, 提出了基于用户的安全模式(USM)和基于视图的访问控制模式(VACM)。USM用于防止信息篡改、伪装、以及延迟和重复发送。VACM则负责控制用户访问被管对象的权限。

本文首先是对网络管理系统的技术背景, 系统架构进行了简要的说明和归类, 针对SNMPv1、SNMPv2的不足之处, 将主要研究方向定在SNMPv3的安全新特性的实现, 以及SNMPv3对SNMPv1和SNMPv2兼容性的实现。

第二章是对网络管理的综述, 主要包括网络管理的参考模型、网络管理基本要素和网络管理的目的等基本概念, 这些都是网络管理的基础, 也是网络管理技术从经验型向工程型转换的基础。

第三、四章是研究本课题的主要理论依据, 介绍了SNMP网络管理框架, 原理以及它的安全体系, 并系统分析了存在的安全漏洞以及相关的新标准, 在对SNMPv3体系结构以及相应的MIB进行了系统地分析的基础上, 着重研究和探讨了SNMPv1、v2、v3共存环境下, 如何解决SNMP网管安全性问题, 提出一种基于Proxy的解决方案, 使得原有的SNMPv1、v2 Agent很方便的具有v3的安全特性, 最终使得整个网络的管理的安全性得到保障。

第五章提出了具有良好可扩展性的解决方案, 并给出了具体关键技术的实现细节和测试结果分析。

最后, 关于下一步工作的方向进行了简要的讨论。

9. 期刊论文 [侯存义 网络管理与系统分析 - 乌鲁木齐成人教育学院学报](#) 2004, 12(2)

帮助客户开发一些实现网络管理的策略和过程, 帮助客户选择实现这些策略和处理的工具及产品。

10. 学位论文 [王莉 移动Agent在网络管理中的应用及其实现](#) 2002

移动Agent是一项新兴的技术, 因其具有移动性、智能性、并行性等特点, 在网络管理及分布式计算等领域有着广泛的应用。它是分布系统的一种新体系结构和实现方法。移动Agent是一段程序, 它可以同它的所有者、其它的Agent以及所处的交互环境交换信息。该文在分析现有SNMP的现状和不足的基础上, 从阐述移动Agent的基本概念出发, 对移动Agent系统的体系结构以及技术优势给予了深入的分析 and 论述, 继而提出了一种利用移动Agent技术代替传统的C/S结构的网络管理方案, 并将其通过Java语言作为雏形付之实现。通过时间分配的性能比较, 说明了新的基于移动Agent的网络管理优于基于SNMP的网络管理性能。

引证文献(12条)

1. [庄学能, 王嵩 确定项目工期的网络计划模型的对比分析](#) [期刊论文] - [统计与决策](#) 2008(16)

2. [邱尔发, 彭镇华, 王成, 蔡明安, 刘金福, 邹跃国, 叶功富, 郑蓉 城市绿化竹种综合选择](#) [期刊论文] - [生物数学学报](#) 2008(2)

3. [赵之友 基于影响因素的进度计划模型研究](#) [期刊论文] - [统计与决策](#) 2008(6)

4. [张春英, 刘凤春, 刘保相 多元SPA动态聚类统计分析及其应用](#) [期刊论文] - [计算机工程与设计](#) 2007(20)

5. [赵克勤 SPA的同异反系统理论在人工智能研究中的应用](#) [期刊论文] - [智能系统学报](#) 2007(5)

6. [邱尔发, 彭镇华, 王成, 邹跃国, 叶功富, 郑蓉, 刘金福 城市绿化竹子生态适应性评价](#) [期刊论文] - [生态学报](#) 2006(9)

7. [邱尔发, 彭镇华, 王成, 邹跃国, 叶功富, 郑蓉, 刘金福 城市绿化竹子生态适应性评价](#) [期刊论文] - [生态学报](#) 2006(9)

8. [蒋云良, 徐从富 集对分析理论及其应用研究进展](#) [期刊论文] - [计算机科学](#) 2006(1)

9. [张春英, 刘保相, 刘凤春 基于SPA的动态聚类统计分析及其应用](#) [期刊论文] - [计算机工程与设计](#) 2006(20)

10. [孟文清, 张亚鹏, 邹景磊, 李朋 考虑影响因素的AHP-联系数网络计划](#) [期刊论文] - [河北建筑科技学院学报\(自然科学版\)](#) 2006(4)

11. [张毅 基于不确定性分析的火电建设项目计划研究](#) [学位论文] 硕士 2006

12. [蒋云良 基于SPA的学生成绩态势分析](#) [期刊论文] - [数理统计与管理](#) 2003(6)

授权使用：浙江工业大学图书馆(wfzjgydx)，授权号：38c38582-8b52-444c-bbc6-9e0000aab736

下载时间：2010年9月29日