

Application of Reclosing in Distribution Network Automation

Fengguang Li, Qingdu Kong, Guanhong Tang

Zhaoqing Yueneng Electric Design Co., Ltd., Zhaoqing Guangdong
Email: 11574889@qq.com

Received: May 27th, 2019; accepted: Jun. 13th, 2019; published: Jun. 20th, 2019

Abstract

A new type of smart grid technology is proposed by applying reclosing to distribution network automation. The technology can quickly locate faults in the distribution network, quickly remove the fault point, and cooperate with the switch remote control function to perform switch operation in the distance to realize fast power supply to the non-fault segment, further shortening the power outage time of the user. Through PSCAD/EMTDC simulation experiments, it is proved that the new scheme makes full use of the characteristics of reclosing and distribution network automation to ensure the selectivity and rapidity of relay protection.

Keywords

Distribution Network Automation, Reclosing, Relay Protection, Smart Grid

重合闸在配电网自动化中的应用探索

李风光, 孔庆杜, 唐冠宏

肇庆粤能电力设计有限公司, 广东 肇庆
Email: 11574889@qq.com

收稿日期: 2019年5月27日; 录用日期: 2019年6月13日; 发布日期: 2019年6月20日

摘要

通过将重合闸应用到配电网自动化中, 提出了一种新型的智能电网技术。该技术能够在配电网中快速定位故障, 快速切除故障点, 并配合开关遥控功能, 远方进行开关分操作, 实现非故障段快速转供电, 进一步缩短用户的停电时间。通过PSCAD/EMTDC仿真实验, 证明新方案充分利用了重合闸和配电网自动化的特点来保证继电保护的选择性和快速性。

关键词

配电网自动化, 重合闸, 继电保护, 智能电网

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前, 配电网设备基本采用负荷开关, 任何一段线路或用户设备故障, 均能引起变电站出线开关跳闸, 全线停电; 运行人员需要到现场查找并隔离故障, 并对非故障段转供电, 导致用户停电时间长。特别是配电网的重要客户停电, 不仅会对公共安全以及人们的人身安全造成威胁, 而且可能会在社会经济和政治上造成不利的重大影响, 甚至会造成社会瘫痪。因此, 要提高针对配电网重要客户的供电可靠性, 建立智能电网技术, 快速切除故障点, 进一步缩短用户的停电时间。

自动重合闸断路器因某种故障原因分闸后, 利用继电自动装置使其自动重新合闸的设施。如电力系统发生的故障是暂时性的, 经继电保护装置使断路器跳闸切断电源后, 经预定时间再使其自动重合, 如故障已自动消除, 线路即重新恢复供电; 如故障是持续性的, 则断路器再次被跳闸, 不再重合。自动重合闸在 110 kV 及以上输电线路(特别是架空线路)应用已普遍成熟[1]。

配电网自动化技术利用自动化系统完善、及时、准确的基础数据, 通过自动采集开关、配变等配电网设备运行的实时数据, 对设备运行状况进行实时监测; 对开关实施远方控制操作, 减少现场工作, 提高工作效率。

将重合闸应用到配电网自动化技术中, 将实现一种新型的智能电网技术。它能够快速定位故障, 快速切除故障点, 并配合开关遥控功能, 远方进行开关分操作, 实现非故障段快速转供电, 进一步缩短用户的停电时间[2]。

这种新方案充分利用了重合闸和配电网自动化的特点, 本文采用 10 kV 配电网进行 PSCAD/EMTDC 仿真, 以验证配电网发生短路故障时, 它能快速定位故障, 切除线路故障点, 实现非故障段快速转供电, 保证继电保护的选择性和快速性。

2. 配电网自动化功能简介

2.1. 配电自动化系统

以一次网架和设备为基础, 综合利用计算机技术、信息及通信等技术, 实现配电网运行监视和控制的自动化系统, 具备配电故障处理、分析应用及与相关应用系统互连等功能, 主要由配电自动化系统主站、配电自动化系统子站(可选)、配电自动化终端和通信网络等部分组成[3]。

配电自动化系统主站, 即配电网调度控制系统, 简称配电主站, 主要实现配电网数据采集与监控等基本功能和分析应用等扩展功能, 为配网调度、配电生产及规划设计等方面服务。

配电自动化终端(简称配电终端), 是安装在配电网的各种远方监测、控制单元的总称, 完成数据采集、控制、通信等功能[4]。

馈线自动化, 利用自动化装置或系统, 监视配电网的运行状况, 及时发现配电网故障, 进行故障定位, 自动或半自动隔离故障区域, 恢复对非故障区域的供电。

馈线终端——FTU，安装在配电网馈线回路的柱上等处的配电终端，按照功能分为“三遥”终端和“二遥”终端，其中“二遥”终端又可分为基本型终端、标准型终端和动作型终端。

站所终端——DTU，安装在配电网馈线回路的开关站、配电室、环网柜、箱式变电站等处的配电终端，按照功能分为“三遥”终端和“二遥”终端。

配变终端——TTU，用于配电变压器的各种运行参数的监视、测量的配电终端。

2.2. 配电自动化系统

配电网自动化基本功能可分为“一遥”(遥信)、“两遥”(遥信、遥测)和“三遥”(遥信、遥测和遥控)三种配置[5]。为了达到配电网自动化的建设目的，需要根据配电网运行需求配置经济实用的自动化功能。具体运行需求及功能配置如表 1 所示。

Table 1. Distribution network automation functional requirements analysis

表 1. 配电网自动化功能需求分析

序号	供电及运行管理需求	自动化功能配置
1	提高供电可靠性	对故障多发区域联络、环网开关、长分支开关，与重要用户相关的联络开关实现三遥
2	实时监测配电网运行工况	联络、环网及分支开关实现两遥
3	故障快速定位	环网及分支开关实现两遥或一遥
4	故障快速隔离	环网及分支开关实现三遥
5	远方快速转供电	联络开关实现三遥
6	减少倒闸操作时间	联络、环网及分支开关实现三遥
7	优化运行方式，经济调度	联络及环网开关实现三遥
8	提高重要用户供电可靠性	用户相关的联络开关实现三遥
9	架空线路快速故障处理	架空线开关配置馈线自动化功能

由上表可知，在环网、分段及分支开关安装具有故障信息采集功能的一遥自动化终端，可快速实现线路故障信息的采集。安装两遥自动化终端，能够实现对运行工况的实时监测，为配电网优化运行、实现节能调度提供基础数据。而安装三遥自动化功能的配电终端，还能够实现配电开关的远方操控，提高线路故障隔离速度，缩短配电线路故障情况下的停电时间，有效提高供电可靠性和配电操作的安全性，如图 1 所示。

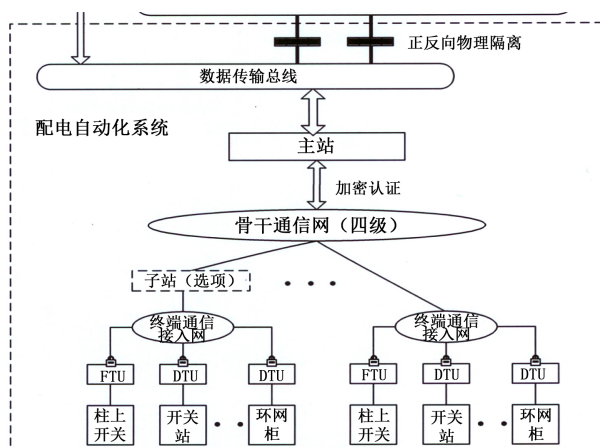


Figure 1 Distribution network automation system

图 1. 配电网自动化系统

3. 重合闸在配电网自动化继电保护整定原则

自动重合闸装置是将因故障跳开后的断路器按需要自动投入的一种继电自动装置。它能够快速定位故障,快速切除故障点,并配合配电自动化系统实时监测,开关遥控功能,远方进行开关分操作,实现非故障段快速转供电,进一步缩短用户的停电时间[6]。

采用电压-时间型馈线自动化方式的整定原则

以电压时间为判据,与变电站出线开关重合闸相配合,依靠设备自身的逻辑判断功能,自动隔离故障,恢复非故障区间的供电[7]。当线路发生短路故障时,变电站保护跳闸,线路开关失电后分闸。变电站出线开关第一次重合闸后,线路开关得电后逐级延时合闸,当合闸到故障点后,变电站出线开关再次跳闸,同时闭锁故障区间开关,其余开关失电分闸;故障隔离后,变电站出线开关再次重合,恢复故障点前段线路供电,联络开关延时合闸,自动恢复故障点后段线路供电[8],如表2所示。

1) 得电合闸合延时时间(X时间):为可靠躲过变电站内 10 kV 馈线开关重合闸充电时间,按照站外出线的第一个配电网自动化分段开关的 X 时间整定取 42 s,往后各级自动化分段开关 X 时间整定取 7 s。

2) 合闸确认时间(Y时间):各分段开关的合闸确认时间(Y时间)按 5 s 整定。

3) 分闸延时时间(Z时间):分段自动化负荷开关“分闸延时时间(Z时间)”考虑与上级 110 kV (35 kV) 电源线路重合闸时间配合,为保证线路失压时开关能正确动作,失压分闸延时时间(Z时间)可整定为 3.5S,防止上级 110 kV (35 kV) 电源线路重合闸期间,分段自动化负荷开关误分闸。

4) 闭锁分闸复归时间:按 300 s 整定。

5) 电压参数整定原则额定电压为 220 V。

失压定值一般按 25% 额定电压整定,失压延时时间整定为 0.5 s。

有压定值一般按 80% 额定电压整定,有压延时时间整定为 0.5 s。

Table 2. Principles for voltage parameter setting

表 2. 电压参数整定原则

项目	定值范围	定值说明	整定值
失压定值	0~220 V	当电压测量值小于此值并持续一定(失压延时定值)时间,判断为失压。	定值为二次值,额定值220 V,整定设置为55 V(额定值的25%)
失压延时	0~60 s	判断失压时的延时时间。	整定设置为0.5秒
有压定值	0~220 V	当电压测量值大于此值并持续一定(有压延时定值)时间,判断为有压。	定值为二次值,额定值220 V,整定设置为176 V(额定值的80%)
有压延时	0~60 s	判断有压时的延时时间。	整定设置值为0.5秒

4. 算例仿真

本文采用 10 kV 配电网进行算例仿真,系统网络结构如图 2 所示,该配电网按照环网形模式运行。

10 kV 配电网参数如下:110 kV 变电站额定容量为 100 MVA;变压器变比为 110 kV/10kV。10 kV 主干线路设有变压器出线断路器 1 个,分段开关 3 个(带自动重合闸功能),两段 10 kV 线路间设有联络开关 1 个。各开关通过 FTU(馈线终端),实现配电网自动化三遥(遥信、遥测和遥控)功能。

架空线路参数如下:开关间架空线路长 5 km,正序电阻 0.17 Ω /km,正序电感 7.6e-3 H/km,正序电容 6.1e-8 F/km;零序电阻 0.23 Ω /km,零序电感 34.4e-3 H/km,零序电容 6.1e-8 F/km。设其在特定负荷状况下进行仿真分析,负荷的功率因数为 0.95,额定容量分别为 $S_N = 3MVA$ 。

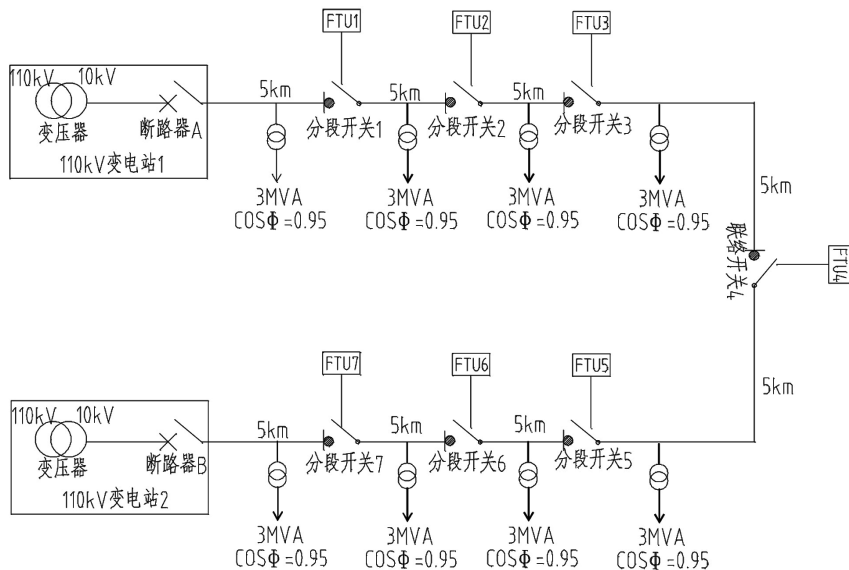


Figure 2. Distribution network system diagram
图 2. 配电网系统图

10 kV 配电网系统正常运行，每回 10 kV 主干线路变压器出线断路器闭合，分段开关闭合，联络开关常开，如图 3 所示。

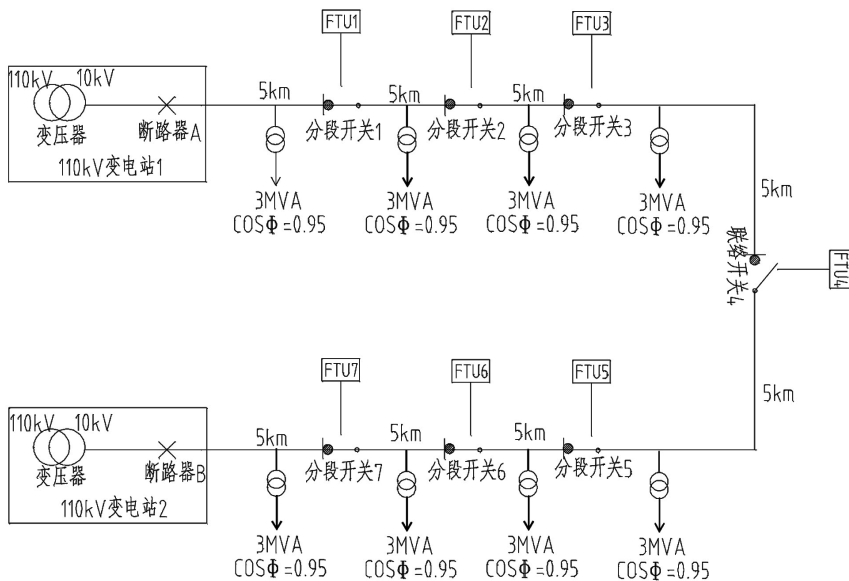


Figure 3. Distribution network system operation diagram
图 3. 配电网系统运行图

当在分段开关 2, 3 处架空线路发生短路故障，变电站保护跳闸，线路开关失电后分闸。变电站出线断路器 A 第一次重合闸后，分段开关得电后逐级延时合闸，当合闸到故障点后，变电站出线断路器再次跳闸，通过 FTU 反馈给计算机，监测到故障点后，远程操控闭锁故障分段开关 2 和分段开关 3，其余开关失电分闸；故障隔离后，变电站出线断路器再次重合，恢复故障点前段线路供电，远程操作联络开关合闸，恢复故障点后段线路供电，如图 4 所示。

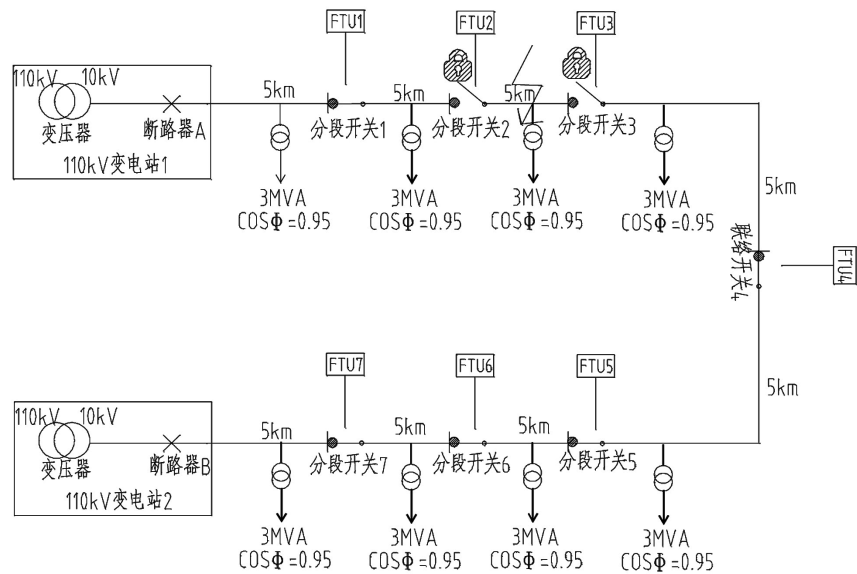


Figure 4. Application of reclosure in distribution automation

图 4. 重合闸在配电网自动化应用

使用 PSCAD/EMTDC 电磁暂态软件建立仿真模型, 如图 5 所示。

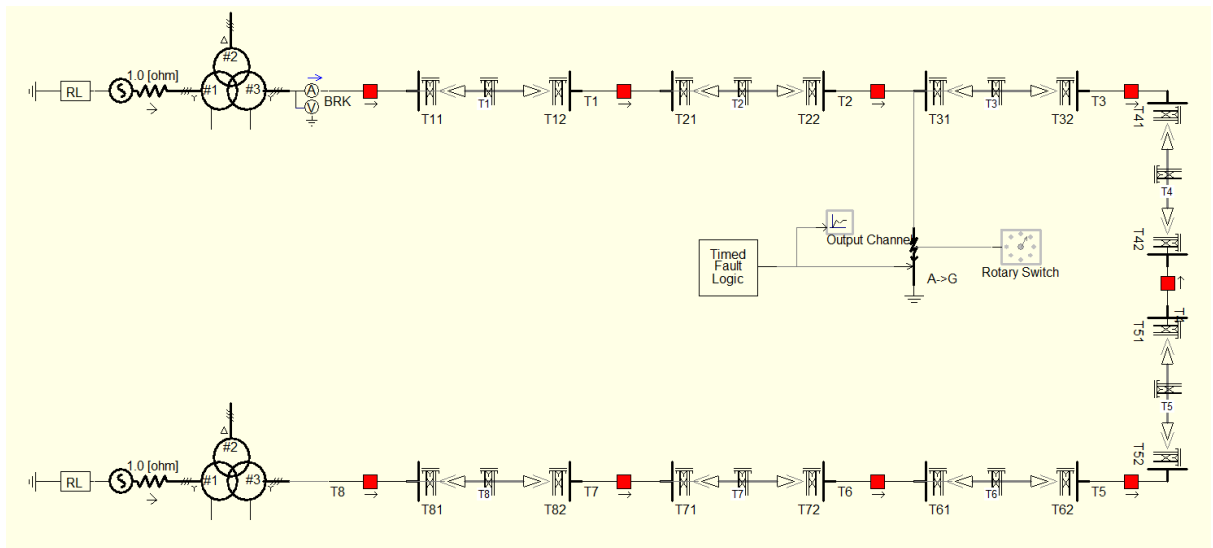


Figure 5. Distribution system simulation model

图 5. 配电系统仿真模型

如图 5 所示, 仿真模型中包含两条馈线, 每段馈线由四段线路构成。配电网以环网形方式运行时, 馈线间通过联络开关 T4 连接。每段馈线装设有变压器出线断路器 1 个, 分段开关 3 个。馈线段开关 T2 和 T3 之间接入三相对称负荷, 设每段线路在负荷的功率因数为 0.95, 额定容量分别为 $S_N = 3MVA$ 的状况下进行仿真分析。

5. 仿真结果

在负荷额定容量 $S_N = 3MVA$, $\cos \varphi = 0.95$ 时, 馈线在开关 T2 和 T3 之间发生三相短路故障, 得到馈

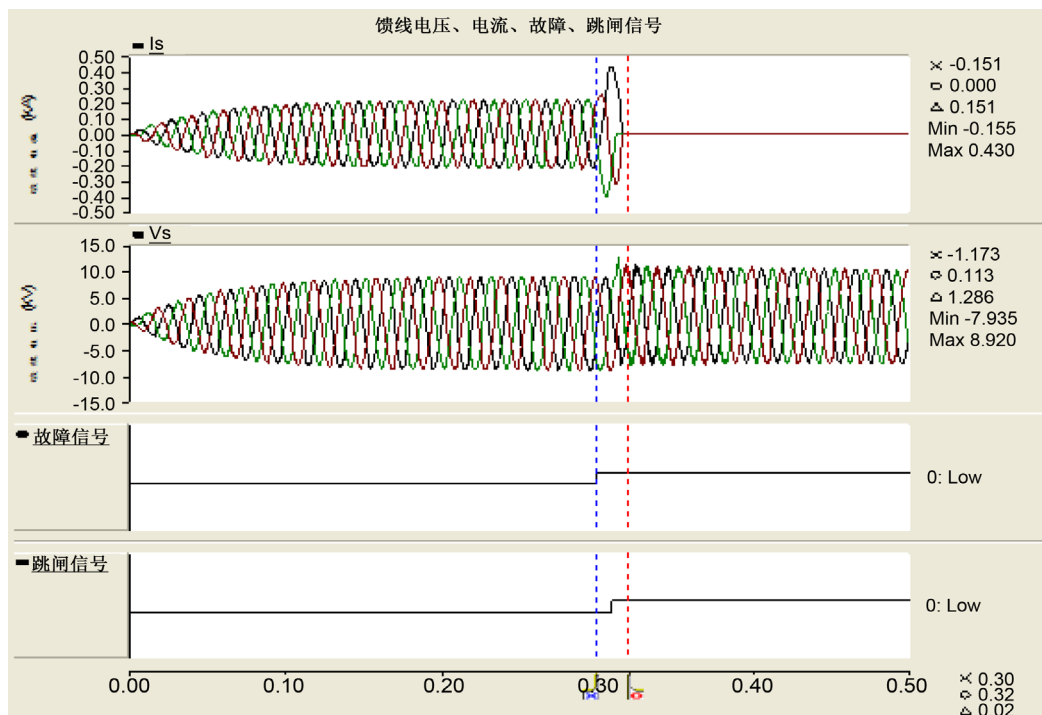


Figure 6. Simulation results of loop distribution automation
图 6. 环网型配电网自动化仿真结果

线的电压、电流信号，以及故障发生信号和继电保护发出的跳闸信号，如图 6 所示。

从图 6 可以看出，将重合闸应用到配电网自动化技术，能够快速定位故障，切除故障点，并配合开关遥控功能，远方操作联络开关，实现非故障段快速转供电，进一步缩短用户的停电时间。

6. 结论

目前，配电网任何一种设备故障，均能引起全线停电；运行人员需到现场查找并隔离故障，并对非故障段转供电，导致停电时间长。将重合闸应用到配电网自动化技术中，通过自动采集开关、配变等配电网设备运行的实时数据，对设备运行状况进行实时监测；利用重合闸快速定位故障，切除故障点的特点，通过对开关实施远方控制操作，减少现场工作，提高工作效率。通过 matlab 仿真实验，新方案充分利用了重合闸和配电网自动化的特点来保证继电保护的选择性和快速性。

参考文献

- [1] 林霞, 时永, 李强, 高厚磊. 基于 DG 接入的配网自动化系统保护策略的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(13): 137-144.
- [2] 王宇航, 刘静宇. 重合闸在智能配电网中的应用[J]. 电子技术应用, 2015(z1): 279-281.
- [3] 张航. 电力系统配电网自动化实现技术探索[J]. 电子技术与软件工程, 2015, 6(15): 166.
- [4] 王希舟, 陈鑫, 罗龙, 等. 分布式发电与配电网保护协调性研究[J]. 继电器, 2006, 34(3): 15-19.
- [5] Wan, H. (2006) Protection Coordination in Power System with Distributed Generations. Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.
- [6] 梁振锋, 崔若巍, 杨宁宁, 张晓阳. 三相不对称输电线路单相自适应重合闸的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(8): 31-36.
- [7] 高磊. 智能配电网技术在配电网规划中的应用[J]. 电力设备, 2018, 20(4): 37-39.
- [8] 宋卫东, 叶华艺. 浅谈配电网自动化系统的应用实效[J]. 广东电力, 2005, 18(12): 62-64.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-441X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：tdet@hanspub.org