

基于混合推理的煤矿电网线路故障预警研究

□张佰尚 李向阳 李 军

[哈尔滨工业大学 哈尔滨 150001]

[摘 要] 近些年,煤矿电网线路故障时常发生,给煤矿生产安全造成了重大损害并影响了煤炭资源的供给。因此煤矿电网线路故障预警显得十分必要。目前,煤矿电网线路故障预警研究主要关注预警系统结构建设和线路元件在线测量。提出混合推理的方法基础上对煤矿电网线路进行智能分析预警。其中,RBR模块主要使用基于AHP和证据理论的方法实现对煤矿电网线路故障的预警;CBR模块使用基于组合相似算法和RBR的案例适配方法来完成对预警案例的适配。

[关键词] 煤矿电网;线路故障预警;案例推理;规则推理

[中图分类号] C931.6

[文献标识码] A

[DOI] 10.14071/j.1008-8105(2014)06-0016-06

引言

我国的能源结构中,煤炭占据着十分重要的地位。近年来,煤矿的电力供应不足及断电事故发生较为频繁,严重地影响了煤炭的正常供应及矿工的生命安全。如何对煤矿电网线路异常状况进行预警,并及时排除安全隐患已经成为煤矿生产安全亟需解决的问题。

目前,国内外研究人员对电网预警研究做了相关研究,并取得了一定的成果。Li Ji、Wang Lifang和Yan Li^[1]使用基于面向服务框架的先进云服务解决方法来建立可行的、高效的、符合需求的智能电网检测和预警系统。该系统具有可重用性、需求可变动性,并具备商业处理能力。Tieying Zhao和Na Wang^[2]使用模糊综合评价对电网低电压状态进行预警,这提高了预警系统的准确性和可靠性,但是其需要大量数据进行计算。Hui Ren^[3]等从复杂系统的观点出发,通过使用快速计算技术和系统参数来识别系统与预警状态的距离进行预警,可以较好进行预警,但是该系统无法处理非线性问题。Shuqing Zhang、Xiaorong Xie和Jingtao Wu^[4]在进行震荡分析的Prony算法的基础上提出了低频率震荡的检测预警框架,使用了包括预过滤器设计和Prony分析结果关联在内的信号处理技术,使系统更加准确。然而,有关煤矿电网预警的研究并不多。孙学军^[5]使用多

主机分层、分布式结构配置的形式设计了开放式结构的煤矿电网检测预警系统。该系统的最大特点是高可靠、智能化和层次化。牛鑫^[6]使用模糊综合评判方法进行煤矿电网预警,提高了系统的准确性,但是电压影响指标的选取可能会对结果造成一定的影响。乔淑云、李德臣和邵晓根^[7]运用自动控制理论和生物神经网络原理设计了煤矿电网灾害预警系统,实现了电网预警的数字化和智能化。同时,乔淑云等^[8]还设计了包含信息层、控制层和设备层的煤矿电网监控预警系统,从而实现煤矿电网参数信息测控并进行科学预警。通过研究可以发现,煤矿电网预警研究多关注通过对供电设备的检测,使用云服务、震荡分析等先进技术实现对煤矿电网的自动化、数字化预警。但是,目前研究中还存在一些问题,比较明显的是现有的预警系统主要以硬件为主,关注系统的结构建设及系统间信息传输方式,而在预警系统的软件及分析决策方面还存在着很大不足。

本文主要采用规则推理和案例推理这样的人工智能的方法实现煤矿电网线路故障的预警决策分析,从而增强煤矿电网的智能分析功能。规则推理(Rule-Based Reasoning, RBR)适于表示和推理逻辑性知识^[9],能够提供领域性知识(例如适合进行分类^[10]),具有很强的解释能力^[11];案例推理(Case-Based Reasoning, CBR)适于表示和推理隐式的经验性知识,实现非固定模型化决策^[12],具备很

[收稿日期] 2013-10-17

[基金项目] 国家自然科学基金项目资助(91024028, 91024031, 91324018)。

[作者简介] 张佰尚(1984-)男,哈尔滨工业大学管理学院博士研究生;李向阳(1950-)男,哈尔滨工业大学管理学院教授,博士生导师。

强的学习能力^[13]，将二者按照松散耦合序列模型^[14]进行集成形成电网预警Agent，可以取得优势互补。

一、煤矿电网故障预警Agent的体系结构

本文将RBR和CBR集成形成了煤矿电网线路预警Agent，其内部结构如图1。

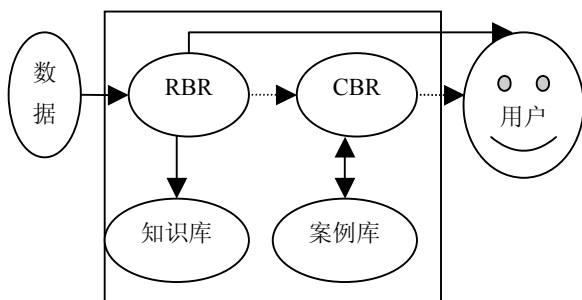


图1 煤矿电网线路故障预警Agent内部结构图

该Agent由四个模块组成：RBR、CBR、知识库和案例库。供电设备实时监测设备仅仅传输供电设备温度、电阻值等实时数据，并无电网预警功能。该Agent可以通过实时数据在事故发生前发出预警。其中RBR负责对传输到Agent的供电设备监测数据进行判别分析并做出预警。如果数据没有异常，RBR将判别结果输出并显示“正常状态”；如果数据出现异常，RBR将根据异常状况发出分级警报并激活CBR。CBR模块负责对RBR模块提出的异常数据进行预警事件匹配，并提出煤矿电网线路异常的原因，最后将隐患排除措施显示给用户。知识库储存RBR进行煤矿电网数据判别所需要的规则以及激活CBR所需的规则，其与RBR为单向数据交换。案例库储存煤矿电网预警案例，供CBR进行决策分析，其与CBR为双向数据交换，即当CBR被激活时，CBR向案例库进行案例查询；当完成电网线路故障预警信息分析后，CBR将数据存入案例库。数据在这四个模块的流动和交互形成了煤矿电网预警Agent。

二、基于RBR的煤矿电网线路检测数据判别

（一）煤矿电网线路故障预警指标选取

煤矿电网线路由电缆、接头、断路器组成，这些元件的工作状态影响整条线路的工作状态。因此，本文选取整条线路的元件作为评估指标，同时为了便于分析并使用二进制方式对不同状态进行编码，见表1。

表1 煤矿电网线路故障预警指标

一级指标	二级指标
线路负荷级别信息	电源回路
	出线Ⅰ类负荷回路
	出线Ⅱ类负荷回路
电缆状态监测指标	出线Ⅲ类负荷回路
	电缆电阻值 $>100\text{M}\Omega$
	电缆电阻值 $40\text{M}\Omega\sim 100\text{M}\Omega$
	电缆电阻值 $<40\text{M}\Omega$
	电缆接头温度变化 $\Delta t\leq 5^\circ\text{C}$
	电缆接头温度变化 $5^\circ\text{C}<\Delta t\leq 10^\circ\text{C}$
	电缆接头温度变化 $10^\circ\text{C}<\Delta t\leq 15^\circ\text{C}$
	电缆接头温度变化 $15^\circ\text{C}<\Delta t\leq 20^\circ\text{C}$
	电缆接头温度变化 $20^\circ\text{C}<\Delta t\leq 25^\circ\text{C}$
	电缆接头温度变化 $25^\circ\text{C}<\Delta t$
断路器本体状态监测指标	操作电压过低
	合闸铁芯开始阶段有卡涩
	操作机构有卡涩
	合闸铁芯空行程太大
	辅助开关动作接触不良
	正常工作状态

（二）基于AHP和证据理论的煤矿电网线路故障预警评判方法

按照线路负荷级别信息、电缆状态监测指标、断路器本体状态监测指标对煤矿电网线路故障预警的影响程度大小使用AHP方法建立一级指标的比较矩阵，并根据该矩阵计算一级指标权重，如表2所示。

表2 煤矿电网线路故障预警一级指标权重

A	X_1	X_2	X_3	W
X_1	1	1/3	1/2	0.16
X_2	3	1	2	0.39
X_3	2	1/2	1	0.30

为了判断该矩阵的可信性，本文对该矩阵结果进行一致性检验，检验结果为： $\lambda_{\max}=3.084$ ， $\text{C.I.}=0.042$ ， $\text{C.R.}=0.072$ ，符合一致性检验要求。

二级指标权重的确定方法与一级指标相同，具体值如表3所示。

表3 煤矿电网线路故障预警二级指标权重

二级指标	相对权重 w_{ij}
$(X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14})$	$(0.13, 0.23, 0.3, 0.34)$
$(X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, X_{29})$	$(0.05, 0.1, 0.15, 0.09, 0.1, 0.11, 0.12, 0.13, 0.15)$
$(X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{36})$	$(0.11, 0.13, 0.16, 0.18, 0.2, 0.22)$

部分煤矿电网线路故障预警的二级指标参数的获取需要使用相关的测量方法，如使用小波奇异值分析法、低频叠加法等方法获取电缆绝缘状态参数，

使用动态时间规整法等方法获取断路器本体监测状态。虽然这些方法具备一定的准确性,但是仍然存在着一些误差。为了消除测量误差的影响,本文将D/S证据理论中的信任函数加入预警指标来提高预警的准确性,同时将不同测量方法的准确率作为二级指标的信任函数,具体见表4。

表4 煤矿电网线路故障预警二级指标信任函数

二级指标	信任函数Bel _{ij}
(X ₁₁ , X ₁₂ , X ₁₃ , X ₁₄)	(1, 1, 1, 1)
(X ₂₁ , X ₂₂ , X ₂₃ , X ₂₄ , X ₂₅ , X ₂₆ , X ₂₇ , X ₂₈ , X ₂₉)	(0.95, 0.95, 0.95, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9)
(X ₃₁ , X ₃₂ , X ₃₃ , X ₃₄ , X ₃₅ , X ₃₆)	(0.95, 0.95, 0.95, 0.95, 0.95, 0.95)

由此,我们可以对煤矿电网线路故障预警的评判方法,如式1。

$$S = \sum w_{ij} \text{Bel}_{ij} \quad (1)$$

(三) 基于RBR的煤矿电网线路故障评判结果生成

规则集是RBR生成评判结果和进行推理的基础,本文使用产生式规则建立规则集。每条规则语句由IF-THEN构成,表达形式为

IF X_{i1} is w_{i1} and X_{i2} is w_{i2} and ...X_{in} is w_{in}
THEN CLASS is C_i

煤矿电网中某一元件的损坏即会造成电网事故,所以电网预警首先需要对单一元件进行预警;同时,不同的线路承担不同的输电任务,连接不同的机器设备,单一元件的状态并不能代表某一线路的工作状况,所以电网预警还需要对电网线路进行预警,并提示工作人员格外关注预警线路并排除隐患。所以,本文针对煤矿电网的这一特点进行两种预警:煤矿电网整体预警和基于单一元件的预警。

1. 煤矿电网线路故障单一元件预警

单一元件预警包括电缆电阻值预警、电缆接头温度变化预警和断路器本体预警,其预警结果分别为X₂、X₃、X₄。同样,取单一元件预警的权重适中者为最小阈值,则X₂、X₃、X₄的预警阈值分别为0.1、0.12、0.18。如果单一元件的测量结果高于阈值,则预警结果为1,否则为0。

由此,本文得出电缆电阻值预警产生式规则为:

IF X₂₁ or X₂₂ or X₂₃ ≥ 0.1

THEN CLASS is X₂=1;

IF X₂₁ or X₂₂ or X₂₃ < 0.1

THEN CLASS is X₂=0.

电缆接头温度变化预警产生式规则为:

IF X₂₄ or X₂₅ or X₂₆ or X₂₇ or X₂₈ or X₂₉ ≥ 0.12

THEN CLASS is X₃=1;

IF X₂₄ or X₂₅ or X₂₆ or X₂₇ or X₂₈ or X₂₉ < 0.12

THEN CLASS is X₃=0.

断路器本体预警产生式规则为:

IF X₃₁ or X₃₂ or X₃₃ or X₃₄ or X₃₅ or X₃₆ ≥ 0.18

THEN CLASS is X₄=1;

IF X₃₁ or X₃₂ or X₃₃ or X₃₄ or X₃₅ or X₃₆ < 0.18

THEN CLASS is X₄=0.

2. 煤矿电网线路故障整体预警

对于煤矿电网线路故障整体预警,本文使用最小阈值V来侦测电网线路故障。其中,二级指标参数选取权重适中者为阈值指标。因此,本文得出煤矿电网线路故障预警阈值

$$V = 0.16 \times 0.3 + 0.39(0.5 \times 0.1 + 0.5 \times 0.12) + 0.30 \times 0.18 = 0.145 \quad (2)$$

将煤矿电网线路故障整体预警结果表示为X₁,如果线路故障测量结果超出阈值,那么X₁=1,否则X₁=0。由此本文得出煤矿电网线路故障整体预警产生式规则:

IF X₁₁ is w_{i1} and X₁₂ is w_{i2} and ...X_{in} ≥ 0.145

THEN CLASS is X₁=1;

IF X₁₁ is w_{i1} and X₁₂ is w_{i2} and ...X_{in} < 0.145

THEN CLASS is X₁=0.

三、基于CBR煤矿电网线路故障应急分析

(一) 基于框架表示法的煤矿电网线路故障案例表示及相似度计算

目前,案例表示常用的方法有本体表示法、面向对象表示法、XML表示法和框架表示法。其中,框架表示法具有结构性和层次性,特别适合表示结构性强的静态知识^[15]。煤矿电网线路故障隐患排除具有较强的结构性,所以本文使用框架表示法表示案例,通过将框架嵌套形成煤矿电网线路故障案例框架。

表5 煤矿电网线路故障案例顶层框架

框架名: <煤矿电网线路故障案例>
槽1: <煤矿电网线路故障预警特征>
槽2: <煤矿电网线路故障隐患排除>

表6 煤矿电网线路故障预警特征

槽1: 时间	值
槽2: 特征描述	
侧面21: 煤矿电网线路故障整体预警	值
侧面22: 电缆电阻值预警	值
侧面23: 电缆接头温度变化预警	值
侧面24: 断路器本体预警	值

表7 煤矿电网线路故障隐患排除

框架名: <煤矿电网线路故障隐患排除>	
槽1: 电缆本体	
侧面11: 所属线路	值
侧面12: 隐患排除方式	值
槽2: 电缆接头	
侧面21: 所属线路	值
侧面22: 隐患排除方式	值
槽3: 断路器本体	值
侧面31: 所属线路	值
侧面32: 隐患排除方式	值

由于该案例的主要属性为确定数属性, 而海明距离可以将确定数属性距离测量标准化^[16], 所以本文使用海明距离来计算源案例与历史案例的局部相似性, 其计算公式如式(3)。

$$sim_a = 1 - \text{dist}(c_i, t_i) = 1 - \frac{|t_i - c_i|}{|A_{\max i} - A_{\min i}|} \quad (3)$$

其中, sim_a 为源案例与目标案例的局部相似性, t_i 为源案例, c_i 为历史案例, $A_{\max i}$ 为属性i中的最大值, $A_{\min i}$ 为属性i中的最小值。

在计算源案例与历史案例的全局相似性时, 需要使用属性权重。由于煤矿电网线路故障属于短板问题, 一个元件的破坏就可能对整个电网产生重大影响, 所以每个检索属性权重均为25%, 由此可以得出全局相似性计算公式(4)。

$$sim(c_i, t_i) = \sum_{i=1}^m [w_i sim_a(c_i, t_i)] \quad (4)$$

(二) 基于组合相似算法和RBR的煤矿电网线路故障案例适配

由于煤矿电网线路故障案例的特征集和隐患排除方式集之间具有一一对应的关系, 所以本文可以通过对目标案例和源案例属性集的比较发现相同的属性集, 使用源案例属性集的隐患排除方式来指导目标案例隐患排除。当所检索到的相似案例中没有与目标案例属性相同的案例时, 本文使用RBR来完成案例适配。该案例适配方法的流程如图2。

1. 组合相似算法的原理及算法实现

组合相似算法的原理来源于知识论, 在知识论中有严格的定义和定理。

定义^[17] 一个知识系统可以用一个四元组来表示: $S=(U, A, V, f)$ 。其中, U 为论域, 为非空有限对象的集合; $A=C \cup D$, $C \cap D=\Phi$, 其中, C 为条件属性集, D 为决策属性集; $V=\cup V_a$, 其中, V_a 是属性a的值域; f 是 $U \times A \rightarrow V$ 的函数。

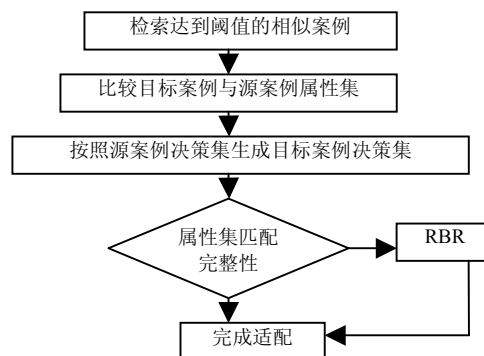


图2 基于组合算法和RBR的煤矿电网线路故障案例适配流程图

在该定义中, 条件属性和决策属性具备一一对应的关系, 即当两个案例的条件属性相同时, 其决策属性也相同。那么, 我们可以通过相似属性的组合得出决策属性的组合。本文根据该原理提出了组合相似算法:

Step1: 根据解元素参数对照表, 确定影响目标案例决策属性集的条件属性集。

Step2: 比较最相似案例与目标案例的条件属性集, 并找出这些条件属性集所对应的决策属性集。

Step3: 根据所找出的决策属性集生成目标案例的决策属性集。

Step4: 查看目标案例的决策属性集生成是否完整, 若决策属性集生成完整则停止, 否则对此相似案例重复Step2和Step3。

2. RBR适配规则的生成

如果对所有相似案例的相同条件属性所对应的决策属性组合之后, 目标案例的决策属性集还不完整, 那么RBR适配模块将被激活, 用来生成不完全的决策属性集。根据煤矿电网元件故障处理措施, 本文得出RBR适配规则:

IF $X_{22} = 1$ THEN “对电缆进行维护”;

IF $X_{23} = 1$ THEN “更换电缆”;

IF X_{25} or X_{26} or X_{27} or $X_{28} = 1$ THEN “检查修复接头”;

IF $X_{29} = 1$ THEN “更换接头”;

IF X_{32} or X_{33} or X_{34} or $X_{35} = 1$ THEN “对断路器本体进行修复”;

IF $X_{36} = 1$ THEN “更换断路器本体”

RBR适配规则的生成可以完成对组合相似算法未能适配的决策属性集完成适配。

四、算例

本文选取潞安集团王庄煤矿电网一条出线Ⅲ类负荷回路对该Agent的预警过程进行实例验证。

电网在线监测到断路器本体的操作电压过低、电缆电阻值为39、电缆接头温度变化为6℃。

根据检测数据所在的区间, Agent可以得出这三种检测数据的权重分别为0.15、0.1和0.22。考虑到所得数据的置信度, 根据式(1) Agent计算出以上指标的权重分别为0.143、0.09和0.198。通过和阈值进行比较, Agent对电缆电阻值和断路器本体发出预警。同时, 根据式(1) Agent可以判别该条线路的状态, 计算结果为0.204, 远远高于阈值。Agent对整体线路进行预警。

RBR模块发出预警的同时激活CBR模块进行隐患排除分析。Agent根据式(3)检索到一些相似的案例, 并发现最为相似的案例1的整体预警值、电缆电阻预警值、电缆接头温度变化预警值和原案例相似。因此, Agent使用案例1电缆电阻预警值的隐患排除方式, 即在“矿井输电线路3”“更换电缆”。但是, 案例1中的断路器本体预警值并不和原案例相似。Agent查找与断路器本体预警值相似的案例得到案例2, 并使用案例2的隐患排除方式, 即对“矿井输电线路3井上断路器本体”“维修”。从而, Agent完成了煤矿电网预警和分析决策任务。

五、结论

煤矿电网线路故障诊断对于煤炭生产和煤炭供应具有重要意义。目前的煤矿电网线路故障预警研究多数侧重于在线测量和硬件设计。本文使用RBR和CBR混合推理的智能技术实现对煤矿电网线路故障预警, 其中RBR模块使用AHP和证据理论完成故障线路预警; CBR模块使用组合相似算法和RBR产生规则相结合的方法实现对预警案例的适配。该方法对煤矿电网故障线路预警和分析具有一定的实践意义。

参考文献

- [1] LI Ji, WANG Lifang, YAN Li. Cloud Service based intelligent power monitoring and early-warning system [A]// Jianzhong Wu .2012 IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT Asia) [C]. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2012: 1-4.
- [2] IREQ A I, MATH P S. Hydro-Quebec Robust detection and analysis of power system oscillations using the Teager-Kaiser energy operator[J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2011, 26(1): 323-333.
- [3] REN H, FAN Xiaozhou, WATTS D, et al. Early warning mechanism for power system large cascading failures [A]// Nirmal Nair. 2012 IEEE International Conference on Power System Technology[C]. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2012: 1-6.
- [4] ZHANG Shuqing, XIE Xiaorong, WU Jingtao. WAMS-based detection and early-warning of low-frequency oscillations in large-scale power systems [J]. Electric Power Systems Research, 2008, 78(5): 897-906.
- [5] 孙学军. 基于开放式结构的煤矿电网实时预警系统设计与实现[J]. 中国煤炭, 2011, 37(8): 68-71.
- [6] 牛鑫, 刘艳昌, 邱红军. 煤矿电网低电压预警系统研究[J]. 河南科技学院学报, 2012, 41(3): 87-90.
- [7] 乔淑云, 李德臣, 邵晓根. 煤矿电网灾害监控预警系统的设计与实现[J]. 工矿自动化, 2009, 32(1): 51-58.
- [8] 乔淑云, 李德臣. 监控预警系统在煤矿电网中的应用研究[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(23): 6161-6163.
- [9] XIONG Ning. Fuzzy rule-based similarity model enables learning from small case bases [J]. Applied Soft Computing, 2013, 13(4): 2057-2064.
- [10] LAO S I, CHOY K L, HO G T S, et al. Achieving quality assurance functionality in the food industry using a hybrid case-based reasoning and fuzzy logic approach[J]. Expert Systems with Applications, 2012, 39(5): 5251-5261.
- [11] XIONG Ning. Learning fuzzy rules for similarity assessment in case-based reasoning[J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(9): 10780-10786.
- [12] KUO J Y, HUANG Fu-Chu, MA Shang-Pin, et al. Applying hybrid learning approach to RoboCup's strategy[J]. Journal of Systems and Software, 2013, 86(7): 1933-1944.
- [13] LEELAND A M. Case-based reasoning: processes, suitability and applications [M]. New York: Nova Science Publishers, 2011.
- [14] PRENTZAS J, HATZILYGEROUDIS I. Categorizing Approaches Combining Rule-Based and Case-Based Reasoning[J]. Expert Systems, 2007, 24(2): 97-122.
- [15] LIAO Zhenliang, MAO Xuewei, HANNAM P M, et al. Adaptation methodology of CBR for environmental emergency preparedness system based on an Improved Genetic Algorithm[J]. Expert Systems with Applications, 2012, 39(8): 7029-7040.
- [16] XIE Xiaolong, LIN Lin, ZHONG Shisheng. Handling missing values and unmatched features in a CBR system for hydro-generator design[J]. Computer-Aided Design, 2013, 45(6): 963-976.
- [17] 武民民, 宋良图, 黄伟, 等. 基于替代算法的案例推理灾害救助系统[J]. 计算机系统应用, 2009, 18(4): 11-13.

Research on Early Warning for Line Fault of Coalmine Power Net Based on Hybrid Reasoning

ZHANG Bai-shang LI Xiang-yang LI Jun

(Harbin Institute of Technology Harbin 150001 China)

Abstract In recent years, line faults of coalmine power net has happened frequently, causing a great damage to coalmine production and affecting the supply of coal resources. So it is necessary to make early warning for line fault of coalmine power net. At present, papers about early warning for line fault of coalmine power net focus on system structure construction and online measuring of circuit element. This paper proposes a hybrid reasoning method to make intelligent analysis and early warning for coalmine power net. In this method, the RBR module mainly uses the method combining AHP and evidence theory to accomplish the early warning for line fault of coalmine power net, and the RBR module uses the case adaptation method based on combined similar algorithm and RBR to complete the adaptation of early warning cases.

Key words coalmine power net; early warning for line fault; case based reasoning; rule-based reasoning

编辑 何 婧

(上接第7页)

Public Value Performance and Internal Structure of Ecological Construction Projects

——Taking Chicheng County of Hebei Province as an Example

FAN Sheng-yue CHEN Yu-ling YANG Jian-dong

(Minzu University of China Beijing 100081 China)

Abstract This paper builds a performance evaluation index system of ecological construction project which combines the process of ecological construction and ecological effect from the public value angel and quantitatively measures the performance of implemented ecological projects: Returning farmland to forest and water conservation project of capital have good effects with public value performance evaluation scores of 0.9013 and 0.8754; Small watershed management project has better effect with a performance evaluation score of 0.7161 and comprehensive grazing prohibition project has the poorest effect with a performance evaluation score of 0.1538. We can see from the internal structure of the performances of four ecological construction projects that the process performances are less than the terminal ones and the process performance is just 12.90% of the terminal performance respectively in comprehensive grazing prohibition project. The notable difference in process and terminal performances reveals the general problem that current ecological project focuses on the ecological effects and ignores the process of policy implementation. The public value performance evaluation of ecological construction project will provide a new way for the evaluation on construction projects and a new case for the performance management of the government.

Key words ecological construction project; public value; performance evaluation; Chicheng County

编辑 刘 波