

基于全生命周期的二次设备技改策略研究

李效臻

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 基于二次设备在运行特点和运维策略, 构建了基于固定效益法的二次设备全生命周期技改策略模型, 对二次设备全生命周期成本逐一进行了分析, 确定出量化的计算方法, 并构建了固定效益法的评价指标和评价标准。最后在广东电网自动化系统数据统计的基础上对技改模型进行了算例分析。

关键词: 全生命周期成本; 二次设备; 技改策略

中图分类号: F273

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2015)S1-0212-06

Research on Technical Transformation Strategy of Secondary Equipment Based on the Life Cycle Cost

LI Xiaozhen

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: Based on the operating characteristics and maintenance strategies of secondary equipment, This paper constructs a lifecycle technical transformation policy model of secondary device using fixed benefit method, analyzed secondary equipment life cycle costs, determine the quantitative calculation method, and the evaluation index and evaluation standard of fixed benefit method. Finally, this paper conducted a Examples Analysis using the Automation System Data of Guangdong power grid.

Key words: life cycle cost; secondary equipment; technical transformation strategy

现阶段电网快速发展, 传统资产管理方式存在的问题日渐凸显, 企业购置设备、研发时, 较少从设备整个寿命周期的角度来考虑, 往往造成最终大量资金的浪费, 部分使用效率低, 设备寿命短等问题也逐渐显现。面对电网资产管理出现的问题, 南方电网公司提出了资产全生命周期管理的经营理念, 本着以价值为核心的主要管理思路, 对电网资产的规划、设计、采购、建设、运营、维护、检修和更新、退役整个过程进行全生命周期综合管理, 以期提升价值创造能力, 实现资产的全生命周期风险、效能、成本的综合最优。由于二次设备的复杂性和特殊性, 二次设备在运行特点、运维策略与方法上与一次设备存在较大差异。在此背景下, 对二次设备全生命周期的技改策略的研究尤为迫切。

本文在基于国内外全生命周期理论研究, 结合

二次设备的实际特征, 在现有的理论方法中甄选出适用于二次设备当前实际情况的理论和方法, 构建全生命周期成本(LCC, Life Cycle Cost, 以下简称LCC)模型和基于LCC的二次设备技改策略模型。进一步, 根据广东电网公司近几年积累的自动化系统故障数据进行算例分析, 计算技改策略的全生命周期成本, 并根据计算结果选择技改策略。本文的研究为提高二次设备健康水平和使用效率, 提升二次设备精益化管理水平, 实现风险、效能和成本的综合最优, 改变目前电网公司二次设备检修和技改主要依靠计划检修、定期更换的方式, 提高二次设备大修技改项目决策的精益化管理水平有重要意义。

1 理论基础

产品全生命周期理论是美国哈佛大学教授雷蒙德·弗农(Raymond Vernon)1966年首次提出的^[1], 典型的产品全生命周期一般可以分成四个阶段, 即介绍期(或引入期)、成长期、成熟期和衰退期。当

收稿日期: 2015-10-28

作者简介: 李效臻(1983), 女, 山东寿光人, 经济师, 硕士, 主要从事电力经济与电力市场相关工作(e-mail)lixiaozhen@gedi.com.cn。

前，国内外关于资产全生命周期管理的研究主要集中于项目全生命周期造价管理和物质采购的全生命周期成本评价两个方面。李乱泽等通过分析我国现有电力工程造价管理模式的问题，指出引入全生命周期造价管理的意义，并在此基础上构建了电力工程全生命周期造价管理的基本模型^[2]。罗波提了可以对工程建设项目全生命周期工程造价进行综合控制来降低建设项目造价和提高投资效益的建议^[3]。牛永宁通过国内外比较研究描述了适用于建设项目前期决策和设计阶段的全生命周期决策理论的基本框架^[4]。毛育东从产全生命周期管理理论出发，分析电网资产全生命周期管理的特点，提出应建立决策机制、协调机制、反馈机制等的管理机制^[5]。美国教授布兰德将全生命周期成本分析定义为“全生命周期成本分析是一种系统的分析方法，用于选择和确定装备等有限资源的最佳成本，并为此对各种方案作出必要的评价”^[6]。陈海波介绍了集成式工程资产管理的基本概念和内容，结合国内外电力公司在资产全生命周期管理方面的具体实践，提出了电网工程资产管理面临的挑战和建议。

有关电网设备全生命周期管理研究比较丰富，姜益民阐述了变压器生命周期成本的相关因素以及 LCC 与选型设计、性能参数、制造成本、维护成本等之间的变化关系。郭基伟从设备生命周期费用的角度，结合威布尔生命分布，分析了设备在生命周期内的现金流问题，为选择电力设备维修方案提供了经济依据。赖佳栋通过定量研究分析电力设备全生命周期费用，建立了基于灰色关联度确定分布类型的晕想维护费用模型。Arched M 采用模糊建模方法研究了变压器资产全生命周期管理的预测和决策问题，通过引入可靠性分析研究了变压器的退役和更新策略^[7]。Ray Mohapatra 探讨了电力系统变革环境下的电网设备风险和资产管理方式，提出了基于 3R 的设备紫宸风险管理决策方法^[8]。韩天祥提出了一种全生命周期成本分析和计算对变电站改造实行经济评价的方法，能够更科学和全面地评价变电站改造的经济性^[9]。

2 基于 LCC 的二次设备技改策略模型构建

2.1 全生命周期成本 (LCC) 模型

二次设备的 LCC 成本构成为：

$$LCC = CI + CO + CM + CF + CD \quad (1)$$

式中：*LCC* 表示全寿命周期成本；*CI* 表示初始投资成本；*CO* 表示运行成本；*CM* 表示检修维护成本；*CF* 表示故障损失成本；*CD* 表示退役处置成本。

二次设备技改的初始投资成本包括设备购置费、安装调试费、其他费用，计算参数以及取费标准如表 1 所示。

表 1 初始投资成本参数表
Table 1 The Parameters of Initial Investment Cost

费用构成	计算参数	检修中更换设备或插件	技改工程中更换设备
设备购置费 (CIS)	设备原价 CIS_1	采用总调框架招标	采用总调框架招标
	运输费用 CIS_2	如果设备原价含送货，则该项可空	如果设备原价含送货，则该项可空
	仓储费用 CIS_3	仓储费用为该备品备件在备品备件库中的费用，含仓库的折旧及管理费等	
直接工程费 (CIA + CIT)	人工工日 $CIAr_1$	人工工日：人数 * 作业小时/8	
	人工单价 $CIAr_2$	取平均薪酬，为某年度职工薪酬/职工人数/6 257	根据《电网技术改造工程预算定额》第一册电气工程部分确定
	材料费用 $CIAc$	含安装所需的绝缘胶布、导线等各种材料	
	机械台班 $CIAj_1$	含电力工程车、安装相关工具，可分开计列	
	台班单价 $CIAj_2$	电力工程车、相关工具的台班费用，可分开计列	
措施费 (CIA)	措施费 CIA_2		
	间接费 CIA_6		根据粤电定 [2011] 21 号文确定取费标准
	利润 CIA_3	无	
	税金 CIA_4		
	编制年价差 CIA_5		
其他费用 (CIO)	建设项目管理费 CIO_1	无	根据粤电定 [2011] 21 号文确定取费标准
	项目建设技术服务费 CIO_2	无	根据《电网拆除工程预算定额》第一册电气工程部分确定
	基本预备费 CIO_3	无	
	拆除费 CIO_4	在安装调试费中统一考虑	
设备净值 CIO_5		可以根据财务固定资产折旧标准取值。但由于目前的折旧年限与设备实际的寿命周期不一致，所以存在将设备剩余价值低估的情况，可以将折旧年限放大为与寿命周期一致，再按照折旧标准取值。	

$$CI = CIS + CIA + CIT + CIO \quad (2)$$

$$CIS = CIS_1 + CIS_2 + CIS_3 \quad (3)$$

$$CIA = CIA_1 + CIA_2 + CIA_3 + CIA_4 + CIA_5 + CIA_6 \quad (4)$$

$$CIA_1 = CIA_{r_1} \times CIA_{r_2} + CIA_c + \sum (CIA_{j_1} \times CIA_{j_2}) \quad (5)$$

$$CIO = CIO_1 + CIO_2 + CIO_3 + CIO_4 + CIO_5 \quad (6)$$

二次设备技改包括更换插件(以测控装置为例,包含电源板、CPU板、遥信板、遥测板、遥控板、通信板、面板)及整机更换,需要根据统计数据计算各类插件及整机的初始投资成本。

二次设备运行成本(CO)是指运行期间二次设备相关费用总和,主要包括运行巡视人员费用及相关管理费用、能耗费用。运行巡视人员费用是指运行阶段负责巡视的人员的薪酬等费用支出;相关管理费用是指运营过程中企业需要支出的相关运行管理费用;能耗费用是指二次设备运行过程中产生的水电等能耗费用。

$$CO = C_1 + \lambda_2 C_2 + \lambda_3 C_3 \quad (7)$$

式中: C_1 为二次设备运行及各种设备能耗费用之和; C_2 为运行人工费用; C_3 为运行管理费用; λ_2 为人工费用系数; λ_3 为管理费用系数。

二次设备的检修成本(CM)主要是指维持或改善设备与系统的安全性、可靠性、可控性、经济性和环保性,使其能够长期处于安全可用状态,效益接近最佳状态而进行的检查、维护和修理工作所耗用的成本。主要包括:事故检修(临时性检修)、定期检修(预防性检修)、可靠性检修、状态检修(预知性检修)及优化检修。因此,二次设备的维护成本计算公式如下:

$$CM = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 \quad (8)$$

式中: M_1 代表事故检修费用; M_2 代表定期检修费用; M_3 代表可靠性检修费用; M_4 代表状态检修费用; M_5 代表优化检修费用; M_6 代表更换材料设备费用。

故障发生时,使用故障成本(CF)作为因故障产生的惩罚成本。设备故障成本包括直接故障成本和间接故障成本,故障修复费用、中断供电损失费用、设备性能及寿命损耗等费用构成直接成本。造成的不良社会影响,可能会发生的赔偿费用,以及公司信誉受损等构成间接费用。在进行故障成本的计算时,除计算故障损失费用外,还需要计算故障发生的概率。故障概率按年计算,指的是一定时期内设备发生故障的次数。

$$CF = CF_g \times CF_f \quad (9)$$

式中: CF_g 为故障发生概率; CF_f 为故障损失费用。

设备可靠性可以从另一个角度来描述故障发生

概率,设备的可靠性特征量主要有可靠度 $R(t)$ 、失效概率密度 $f(t)$ 、累积失效概率 $F(t)$ 、失效率 $\lambda(t)$ 、平均寿命 $MTTF/MTBF$ 等。其中故障发生概率可以用累积失效概率 $F(t)$ 来表示。

二次设备故障可能导致电力人身事故事件、电力设备事故事件和电力安全事故事件。二次设备故障导致的电力安全事故事件可能产生的损失主要有继电保护拒动造成的负荷损失、继电保护误动造成的负荷损失、安自装置拒动造成的负荷损失、安自装置误动造成的负荷损失、自动化系统故障造成的信息量损失。

因此,二次设备故障产生的损失费用为上述费用之和:

$$\begin{aligned} \text{故障损失费用} = & \text{故障检修费} + \text{中断供电损失费} \\ & + \text{信息量损失费} \end{aligned} \quad (10)$$

1) 故障检修费(对应设备损坏)

故障修复费用包括故障修复所消耗的人工、材料、机械台班费用,一般与故障类型有关,可以根据该设备的故障类型库确定,可参考检修成本。

2) 中断供电损失费

$$\begin{aligned} \text{中断供电损失费用} = & \text{二次设备故障导致停电的概率} \times ((\text{停电损失负荷} \times \text{停电时间}) \times \text{购售电价差} \\ & + (\text{停电损失负荷} \times \text{停电时间}) \times \text{惩罚系数}) \end{aligned} \quad (11)$$

3) 数据损失费

对于以自动化系统为代表的二次系统,其主要功能为采集数据以提高电网运行的自动化水平,其目的为提高供电可靠性及减少人工操作带来的风险及成本。在二次系统故障后,数据损失带来的直接影响难以量化为效益。

设备寿命期末,旧有设备残值总和拆除该设备及基础所需要花费的工程费用构成了退役成本。可用公式(12)来表示,设备使用寿命结束时,退役成本为冲抵安装工程拆除费用后的旧设备残值,即:

$$\text{退役成本} = \text{拆除费用} - \text{设备残值} \quad (12)$$

对电网企业来说,退役成本通常最终划作企业的一笔资产盘盈收入,流入企业,其效果相当于冲减企业的投资成本支出。

2.2 技改策略模型

二次设备与一次设备的故障构成机理及技改方式大不相同,以测控装置为例的二次设备多为插件式装置,不同插件故障对整机设备的影响程度不同,且其技改方式以更换插件或整机更换为主,故

二次设备基于 LCC 的技改策略应以二次设备插件作为最小研究单位，统计插件的故障参数、更换、运维、故障、退役成本，再综合评估整机的更换、运维、故障、退役成本，在更换插件与整机更换中选取最优技改策略。

2.2.1 一般方案评价指标与标准

1) 现值类指标

现值类指标是将全生命周期成本按照基准折现率，对各年发生的资金流量进行折现至基准年的价值。现值类指标的计算公式如下：

$$PSE = \sum_{j=1}^n \frac{SE_j}{(1+i)^j} \quad (13)$$

$$PLCC = \sum_{j=1}^n \frac{LCC_j}{(1+i)^j} \quad (14)$$

式中： PSE 表示全生命周期效益现值； SE_j 表示第 j 年的收益； n 表示生命周期； i 表示基准折现率； $PLCC$ 表示全生命周期成本现值； LCC_j 表示第 j 年的成本。

现值类指标能够整体、直观地表现资金规模大小，方便人们掌握项目整体的成本和效益情况，适用于生命周期相同时的方案比对。对于全生命周期效益现值指标的评价标准是越大越好；对于全生命周期成本现值指标的评价标准是越小越好。

2) 年值类指标

年值类指标是将全生命周期成本按照基准折现率，对各年发生的资金流量折算为与该净现金流量序列等值的、分布在各年末的等额年金序列。年值类指标的计算公式如下：

$$ASE = PSE \times \frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1} \quad (15)$$

$$ALCC = PLCC \times \frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1} \quad (16)$$

式中： ASE 表示全生命周期效益年值； PSE 表示全生命周期效益现值； n 表示生命周期； i 表示基准折现率； $ALCC$ 表示全生命周期成本年值； $PLCC$ 表示全生命周期成本现值。

年值类指标能够直观地表达各年度资金规模大小，方便人们掌握项目每一年度的成本和效益情况，并且可以克服不同方案生命周期不同的问题。对于全生命周期效益现值指标的评价标准是越大越好；对于全生命周期成本年值指标的评价标准是越小越好。

3) 比率类指标

比率类指标主要是成本效益比值。成本效益比值即投资项目的系统效益现值(或年值)与全生命周期成本现值(或年值)的比值，其计算公式如下：

$$CE = \frac{PSE}{PLCC} = \frac{ASE}{ALCC} \quad (17)$$

式中： CE 表示全生命周期效益成本比；

比值类指标能够对不同规模或不同效益投资项目的系统效益和全生命周期成本进行综合比选和权衡，能够准确地核算单位全生命周期成本投入所产出的系统效益，便于不同投资项目之间进行定量、准确地比较，因而也一直是全生命周期分析评价理论中最常被采用的方法之一，适用于生命周期相同时的方案比对。对于成本效益比值指标的评价标准是成本效益比值大的投资项目方案为优选方案。

2.2.2 技改决策评价模型指标

二次设备技改策略中，由于更换插件与整机更换对电力系统的效益影响不大，选用固定收益法作为评价技改决策使用的模型，根据各个备选技改方案的全生命周期成本进行技改决策。

由于不同技改策略的寿命周期不同，为了克服寿命周期不同带来的比较口径的问题，技改决策评价模型选用的指标为年值类指标，即全生命周期费用年值。

$$ALCC = \sum_{j=1}^n \frac{LCC_j}{(1+i)^j} \times \frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1} \quad (18)$$

该指标既能克服不同周期问题，又考虑了资金的时间价值，在技改决策评价模型中适用性最好。

3 基于 LCC 自动化系统技改决策模型算例

整站自动化系统技改决策模型为测算整站自动化技改的年限，下面选取东莞站综自系统为例，测算整站综自系统的在第 7~12 年进行技改的费用现值和年值，从而对技改年限进行决策。

3.1 全生命周期成本分析计算

由于东莞站自动化系统中，UPS 与时间同步系统相对独立，一般技改为更换整站综自系统，所以测算整站综自系统技改的初始投资成本如表 2 所示。技改工程中更换设备的成本数据为依据《电网技术改造工程预算定额》第一册电气工程及《粤电定〔2011〕21 号文》确定。

表2 自动化系统整站技改成本明细表

Table 2 The Cost of Whole-station Technically Improve in Automation System 单位: 元

费用名称	拆除工程费	安装工程费	设备购置费	其他费用	合计	占比 (%)
测控装置	43 434	17 982	1 071 660		1 133 076	48.90
远动装置	51	1 648	30 330		32 029	1.38
工作站	2 678	26 624	75 825		105 127	4.54
交换机	17 517	31 569	556 050		605 136	26.12
网络安全设备	683	2916	202 200		205 799	8.88
通信管理机	26	110	12 132		12 268	0.53
小计	64 389	80 849	1 948 197		2 093 435	90.40
其他费用				222 455	222 455	9.60
总费用合计	64 389	80 849	1 948 197	222 455	2 315 890	100.00
占比 (%)	3	3	84	10	100	

由于运行成本对技改策略无影响, 所以不计入决策模型。目前自动化系统检修策略为定检, 并不对项目进行状态检修, 所以技改策略对维护成本无影响, 所以不计入决策模型。

广东电网公司提供的自动化全部缺陷数据中共有 5 103 条记录, 数据分析情况如下表所示。根据选中的 4 639 条故障记录样本, 统计自动化故障类型及故障发生年限如下表, 由于 4 639 条缺陷记录中, 缺陷发现时间分布在 2006 - 2014 年, 具体各年度缺陷记录数如表 3 所示。

其中 2009 - 2013 年样本量够大, 且数据量差异不大, 可以选取五年的数据统计自动化装置年故障概率。分析 2009 - 2013 年的 3 795 条缺陷记录与 4 639 条缺陷记录, 可知 2009 - 2013 年数据具有代表性根据自动化设备台账信息, 统计 2009 - 2013 年度运行设备的投产年限, 并据此计算不同自动化装置故障概率如下表所示, 其中通信管理机和自动化软件由于缺少在运行设备的总数量, 因此未计算其故障概率。

根据初始投资成本中的参考设备价格, 估算各设备的更换成本如表 4 所示。

由于综自系统的故障一般不会造成电量损失, 所以该处不考虑故障导致的停电损失成本。

一般 500 kV 站自动化系统资产为 268.32 万元, 自动化设备寿命周期 12 年, 息税前收益率为 8%, 分别计算在不同年度技改应该分摊的信息价值如表 5 所示。

根据不同技改年限的数据量价值分摊、设备故障概率、数据量系数、修复时间等数据, 计算不同技改年限下各年度数据损失成本如表 6 所示。

表3 自动化故障发现年度统计表

Table 3 The Annual Find of Automation System Error

发现年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
故障数量	2	46	155	441	665	865	847	977	641

表4 变电站自动化系统设备故障更换成本统计表

Table 4 The Cost of Failure Replacement of Automation System Equipment in Transformer Substation 元

装置类型	数量	单位	参考设备价格	安装调试费用	合计
测控装置	测控装置	106	个	10 000	2 500
远动装置	远动装置	2	个	15 000	3 750
工作站	操作员工作站	2	个	15 000	3 750
	五防工作站	3	个	15 000	3 750
交换机	二次安防屏内交换机	2	个	15 000	3 750
	站控层交换机	2	个	13 000	3 250
	间隔层交换机	38	个	13 000	3 250
网络安全设备	网络安全设备	1	套	200 000	50 000
通信管理机	通信管理机	2	套	12 000	3 000

表5 不同技改年限数据量价值分摊

Table 5 The Distribution of the Value in Technically Improve Years 元

技改年限	7	8	9	10	11	12
年均分摊	515 369	466 916	429 526	399 876	375 853	356 047
每天分摊	1 412	1 279	1 176	1 096	1 030	975

表6 更换设备后各投产年限数据损失成本表

Table 6 Cost of Lost After Replacement of Equipment 元

技改年限	1~2年	3~4年	5~6年	7~8年	9~10年	11~12年
7	542.22	725.05	1 083.52	1 715.21	-	-
8	491.24	656.88	981.65	1 553.96	-	-
9	451.90	604.28	903.04	1 429.52	1 731.57	-
10	420.71	562.57	840.70	1 330.84	1 612.04	-
11	395.43	528.77	790.20	1 250.89	1 515.20	3 085.80
12	374.60	500.91	748.56	1 184.97	1 435.35	2 923.20

设备拆除成本及设备净值均在初始投资成本中考虑, 不再单独计算。

3.2 技改方案决策

根据上述成本, 计算 500 kV 变电站在 7 ~ 12

表 7 500 kV 变电站整站综自系统技改决策

Table 7 The Decision of Technically Improve for 500 KV Transformer Substationost unit; ten thousand yuan

万元

技改年限/年	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	费用现值	费用年值
7	268	1.87	1.87	2.27	2.27	1.92	1.92	4.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	285	55
8	268	1.86	1.86	2.26	2.26	1.90	1.90	4.17	4.17	0.00	0.00	0.00	0.00	289	50
9	268	1.86	1.86	2.25	2.25	1.90	1.90	4.16	4.16	4.92	0.00	0.00	0.00	294	47
10	268	1.86	1.86	2.25	2.25	1.89	1.89	4.15	4.15	4.90	4.90	0.00	0.00	298	44
11	268	1.85	1.85	2.25	2.25	1.89	1.89	4.14	4.14	4.89	4.89	7.22	0.00	306	43
12	268	1.85	1.85	2.24	2.24	1.88	1.88	4.13	4.13	4.89	4.89	7.20	7.20	313	42

年进行整站综自系统技改费用现值和年值如表 7 所示(由于运行成本及检修成本不与不同技改策略无关,所以在决策时不包含运行及维护成本,基准收益率为 8%)。

表 7 中费用年值最小的年限即为经济寿命,根据表 7 可知,在第 12 年达到最低点,即综自系统在运行满 12 年后进行整站技改最经济。

但由于设备缺陷记录不完整,造成故障概率偏低,在计算故障修复成本时适当考虑乘一个惩罚系数,例如当惩罚系数为 5 时,综自系统在不同年度进行技改的费用年值呈先降后升的趋势,在第 10 年达到最低点,所以综自系统的经济寿命为 10 年。即综自系统在运行满 10 年后进行整站技改最经济。

分别测算惩罚系数取 1~10 的情况下,经济寿命如表 8 所示。

表 8 500 kV 变电站整站综自系统技改决策经济寿命表

Table 8 The Economic Life of Technically Improve for Automation System in 500 KV Transformer Substationost

惩罚系数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
经济寿命/年	12	12	11	10	10	10	8	8	8	8

4 结论

本文在理论及实际应用研究基础上,分析并建立了基于 LCC 的二次设备技改策略模型;针对广东电网公司的缺陷数据及设备台账统计了自动化系统的各设备故障概率;在合理估算相关参数的基础上,以自动化系统中的综自系统为例,对综自系统进行技改策略选择,得出如下结论:故障概率按照统计数据时,综自系统的费用年值在第 12 年技改达到最低点,即综自系统在运行满 12 年以后进行整站技改最经济。针对故障概率由于数据不完整导

致的故障概率偏低的问题,当故障概率的惩罚系数为 5 时,综自系统在不同年度进行技改的费用年值呈先降后升的趋势,在第 10 年达到最低点。综合运行单位意见,实际故障概率约为统计数据的 2 到 3 倍,当惩罚系数在 2.9 及以下时,变电站综自系统的经济寿命为 12 年。经济寿命周期到期之前,不进行大范围的技改更换,仅就故障设备进行故障修复或更换。

研究中初始投资成本、故障修复成本等相关的成本数据多为根据实际情况合理估计的数据,随着电网公司资产管理工作的深入、成本归集的进一步精细化,在实际应用过程中,建议将全生命周期资产管理系统中积累的成本数据应用于技改决策模型中,使技改决策数据更加准确,决策结论更加科学。本文中对二次设备的经济寿命及技改策略的算例研究,仅限于综自系统,后续随着其他系统相关数据的积累,进一步补充其他二次设备的经济寿命及检修策略的研究,用全生命周期理念指导二次设备的技改策略及方案选择。

参考文献:

- [1] VERNON Raymond. International Investment and International Trade in the Product Cycle [J]. The Quarterly Journal of Economics, 1966, 80(2): 190-207.
- [2] 李乱泽,郎斌.全生命周期造价管理在电力工程造价管理中的应用研究[J].华北电力大学学报(社会科学版),2008(2):7-11.
- [3] 罗波,辛志胜,朱长明.工程建设全生命周期造价控制理论及其应用[J].华中科技大学学报(城市科学版),2006,23(51):103-105.
- [4] 牛永宁,卢谦,陈肇元.全生命周期理论在建设项目决策设计阶段中的应用[J].建筑经济,2007(9):22-25.
- [5] 毛育东.全生命周期费用视角下的电网企业成本管理研究[D].济南:山东大学硕士学位论文,2006.

(下转第 225 页 Continued on Page 225)

数据存储模块提供非结构化数据存储的相关功能, 包括数据存储管理、不同类型的存储管理以及数据路由与交换等功能。数据管理模块实现提供非结构化数据统一管理的相关功能, 实现元数据、目录、路径及权限和数据全生命周期的管理等。数据应用模块提供非结构化数据利用的相关功能, 如全文搜索、文档格式转换等。元数据标准管理模块实现非结构化数据标准的管理和编码管理功能。平台管理模块实现平台的配置和监控管理。

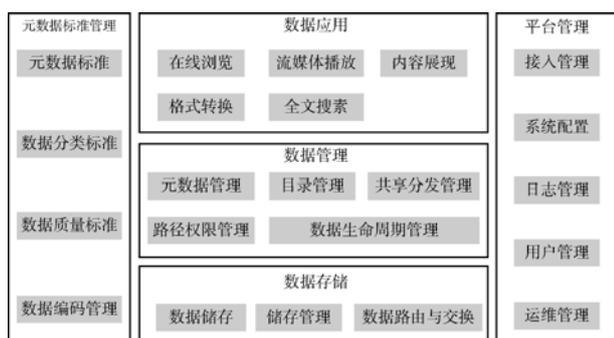


图 3 非结构化数据管理平台应用架构

Fig. 3 Application Architecture of UDMP

4 结论

以 Hadoop 分布式框架和 NoSQL 数据库为代表的大数据技术具备高效、可靠、可伸缩和低成本等

特点, 基于大数据技术的电网非结构化数据管理平台在架构上灵活、可扩展, 具有一定的先进性。在技术实现上摒弃了基于商业产品构建, 而是采用基于 Hadoop 框架和 MongoDB 自主开发的技术路线, 减少了对 IOE 产品的依赖。基于大数据技术的非结构化数据管理平台必将在电力企业产生良好的应用效果。

参考文献:

- [1] OASIS. Unstructured Information Management Architecture (UIMA) [M]. Working Draft 05, 2008.
- [2] 李未, 朗波. 一种非结构化数据库的四面体数据模型 [J]. 中国科学: 信息科学, 2010, 40(8): 1039-1053.
LI Wei, LANG Bo. A Tetrahedral Data Model of Unstructured Database [J]. Science China, 2010, 40(8): 1039-1053.
- [3] 韦琳, 袁泉, 霍剑青, 等. E-learning 非结构化数据管理系统的构建与实现 [J]. 中国科学技术大学学报, 2010, 40(6): 623-628.
WEI Lin, YUAN Quan, HUO Jianqing, et al. The Design and Implementation of Unstructured Data Management System in E-learning Teaching System [J]. Journal of University of Science and Technology of China, 2010, 40(6): 623-628.
- [4] 李威. 半结构化数据挖掘若干问题研究 [D]. 长春: 吉林大学计算机软件与理论, 2013.
- [5] 邹波. 海量非结构化数据的组织研究与实现 [D]. 武汉: 华中科技大学计算机系统结构, 2008.

(责任编辑 郑文棠)

(上接第 217 页 Continued from Page 217)

- [6] LIN Luo, GJALT H. Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing of Bioethanol from Sugarcane in Brazil [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2008, 3(8): 1-7.
- [7] ARCHED M. A Novel Fuzzy Logic Technique for Power Transformer Asset Management [C]. In: Islam S. M, eds. Industry Applications Conference, 2006. The 41th IAS Annual Meeting, 2006, 276-280.
- [8] RAY Mohapatra S K, SUBRATA Mukhopadhyay. Risk and Asset Management of Transmission System in A Reformed Power Sector [C]. In: power india conference, 2006 IEEE, 2006,

- 725-730.
- [9] 韩天祥, 李莉华, 余颖辉. 用 LCC 方法对 500 kv 变电站改造的经济性评价 [J]. 华东电力, 2007, 35(8): 7-11.
HAN Tianxiang, LI Lihua, YU Yinghui. Economic Evaluation for 500 kv Substation Transformation in LCC Method [J]. East China Electric Power, 2007, 35(8): 7-11.

(责任编辑 黄肇和)