

主编：吴琦

*Anhuidianli
gongyejishuluntan*

安徽电力工业技术论坛

中国科学技术大学出版社

安徽电力工业技术论坛

主编 吴琦

中国科学技术大学出版社

2006·合肥

图书在版编目(CIP)数据

安徽电力工业技术论坛/吴琦主编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2006.9
ISBN 7-312-01997-8

I. 安… II. 吴… III. 电力工业—工业技术—文集 IV. TM-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 088437 号

出版发行 中国科学技术大学出版社

(安徽省合肥市金寨路 96 号,邮政编码:230026)

网 址 <http://press.ustc.edu.cn>

电 话 发行科 0551-3602905 编辑部 0551-3602900

印 刷 中国科学技术大学印刷厂

经 销 全国新华书店

开 本 880 mm×1230 mm 1/16

印 张 14.25 插页 1

字 数 435 千

版 次 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

定 价 85.00 元



编辑委员会

主任委员：关守仲

委 员：丁 明 董庆红 梁国栋 朱振华 陈祥明

赖忠民 黄 琦 许若齐 刘利华

主 编：吴 琦

序

三年前,安徽省电力公司组织部分工程技术人员在职攻读合肥工业大学电气工程硕士,今天,这 50 余名学员学有所成,通过了国家考试,进入攻读硕士学位阶段,即将获得硕士学位,可喜可贺。

这本论文集收录了 50 名学员的论文,代表着研究生班现阶段的专业水平,也从侧面反映了安徽省电力系统现阶段技术水平,他们关注电力发展,关注电力科技前沿,有的论文学术水平很高,有的论文实用性很强。

总体上看论文集内容涉及电力系统规划发展、电力市场研究、电力安全生产及电力一、二次设备运行研究等方面,论文的作者来自于电力科研院所、发供电企业的高层管理人员及技术专家,他们长期从事电力系统生产、运行、管理和科研工作,具有较高的专业水平和丰富的实践经验,论文都是从多年一线实践思考中接触到的问题,有的直接来源于生产实际,有的具有明确的工程背景,其研究成果具有一定的实际应用价值,论文拟解决的问题具有一定的技术难度和工作量。他们把各种新产品、新技术、新材料、新工艺运用到电力生产、管理和建设中来,对电力系统的生产运行管理、建设有一定的指导作用和借鉴意义,可以看出学员们具有可贵的求索精神和理论创新精神。

希望学员们在此基础上进一步加强研究,勇于实践、大胆探索,进一步促进电力工业的快速、健康发展。

我很高兴看到论文集的出版。是为序。

中国电力科学研究院院长 孙昕

2006 年 4 月

前 言

按照党的“十六大”提出的全面建设小康社会的奋斗目标,电力工业迈入迅速发展的快车道。预计到 2020 年,我国全社会用电量将达到 4.6 万亿千瓦时左右,需要装机容量约 10 亿千瓦。这意味着未来 15 年间,我国年均新增装机超过 3300 万千瓦,年均用电增长达到 1600 亿千瓦时。

随着我国综合国力的增强和科学技术水平的提高,电力工业的技术进步已跨入了新的台阶。单台 1000MW 国产超临界发电机业已投产建设;1000KV 特高压输变电工程已在电网规划之中,750KV 国家电网的输变电示范工程在西北落点;5 条 500KV 的直流输电线路业已投产;电力系统自动化研究开发工作已与国际同行同步,某些领域已超前发展。这一系列技术的创新,为电力工业的先行发展提供了可靠的技术保障,无论在质和量上,中国已跻身世界电力大国。

这本论文集收录了 50 余篇涉及电力系统规划发展、电力市场研究、电力安全生产及电力一、二次设备运行研究等方面的论文,论文的作者来自于电力科研院所、发供电企业的高层管理及技术专家,长期从事电力系统生产、运行、管理和科研工作,具有较高的专业水平和丰富的实践经验。收录的论文均是电力生产中新技术、新工艺的开发应用及问题的研究和解决方案,具有管理、建设一定的前瞻性、创新性和实用性,对电力系统的生产运行有一定的指导作用和借鉴意义。

目 录

序	(i)
前言	(ii)
1. 基于测算电价的厂址经济比较方法研究	丁 勇 葛敬玲(1)
2. UFV-2A 低压减载装置误动原因浅析及对策	邓绍虎(6)
3. 传统变电站的无人值班改造技术的研究与实现	毛 峰(9)
4. 400V 备用电源回路的分析和改进	王 进 张 进(14)
5. 555 时基本集成电路在失压自动保护装置中的应用	卢峭峰(18)
6. 高压电气设备实用监测及诊断技术的应用	江和顺 (24)
7. 池州供电公司银行联网实时代收电费系统设计与实现	石 栋(28)
8. 主变中低压绕组短路事故分析和对策措施	田 宇(36)
9. 继电保护用电流互感器的选择	叶显贵(39)
10. 远方备自投装置运用与分析	刘宏伟(44)
11. 火电厂厂用电监测和优化	刘 强(47)
12. 输电线路设计气象条件确定方法探讨	孙正来(52)
13. 智能建筑配电系统防雷电过电压保护的探讨	邢应春(55)
14. 网厂分开后电网辅助服务的运作模式研究	朱刘柱(59)
15. 变频调速技术与节能	朱 滨(64)
16. 变电站电压互感器二次压降综合改造	陈怀奎(68)
17. 宿州电网存在的问题与改进措施	李少峰(76)
18. 电力系统谐波检测及抑制措施的研究	李 宗(81)
19. 电容式电压互感器二次电压异常缺陷实例分析及对策	李 伟 张道荣 王刘芳(86)
20. PSS 在平圩 600 MW 机组上的应用	李恕群 金铁群(91)
21. 纵联保护在宣城电网的应用	李道文(96)
22. 县级电网调度自动化系统建设分析	苏 寒(104)
23. 单相电能表测量对称三相电路计量误差的分析	汪 晖 张志军(107)
24. 输电线路串联补偿装置电容器保护及配合	汪 权 丁 明 吴 琦(110)
25. 500kV 线路大跨越微风振动在线监测	杨玉金(115)
26. 无功补偿电容器容量计算及放电器的配置	张引韬 吴 琦(121)
27. iES500 系统实现数据 MIS 网浏览	张亚峰 (124)
28. 企业的无功补偿效益分析	张志军 (128)

29. 二起变压器铁心多点接地故障的分析处理	张道荣 李 伟 王维应(132)
30. 负序电力系统对 RCS-9000 变压器保护的影响及其对策	张 键(135)
31. 电力故障的快速诊断系统的研究	张建权(137)
32. 试论电力系统的谐波及其抑制措施	张皖春(142)
33. 防止继电保护误操作的三步控制法	张鹏飞(145)
34. 电力调度自动化的发展方向	邹国强(150)
35. 综合增量积分法单相接地保护原理	房贻广(155)
36. DCS 系统在发电厂电气控制上的应用	金轶群 李恕群(164)
37. 区域电力市场中的阻塞管理问题探讨	季 超(169)
38. 基于最优潮流的阻塞管理研究	周 涛(172)
39. 新型光纤复用纵差保护的应用	侯劲松(175)
40. 用电位叠加法测量接地电阻	施有安(178)
41. 澳大利亚的能源市场改革及其对环境的冲击	赵羽萌(182)
42. 发电机静子接地故障处理及原因分析	顾生红(187)
43. 电容器投切对主变相量及差压的影响分析	聂士广 杨国俊(189)
44. 基于人工智能技术的变压器状态监测与故障诊断专家系统的研究	唐世嵩 吴 琦(191)
45. 配电网无功补偿方案的技术比较	徐玉峰 李丰平(198)
46. 翠山电站 110kV 线路保护误动原因分析	徐松林 钟成元(202)
47. 合理应用消雷器 降低线路跳闸率	梁小华(205)
48. 变压器类设备在线监测技术的研究及应用	章晓春(208)
49. 内熔丝电容器电容量变化与故障判断	董如春(212)
50. 对发电厂应用变频调速装置中的几个问题的探讨	蒋多晖(214)
51. 网络终端在电力企业信息管理中的成功应用	蒋周进(218)

基于测算电价的厂址经济比较方法研究

丁 勇¹ 葛敬玲²

(1 合肥工业大学电气工程学院, 合肥市 230009; 2 安徽省电力科学研究所, 合肥市 230022)

摘要:火电厂厂址选择是多因素, 复杂条件关联的系统工程。传统计划经济下的厂址选择方法已经不适应当前竞价上网的形势。本文通过对不同的厂址经济比较方法的分析, 提出了以成本电价为核心的基于竞争能力分析的简化厂址经济比较方法, 并在实际工程项目中进行了应用实践。

关键词:火电厂 选址 财务评价 电价因子

Comparative Method for the Site of Power Plant Based on Estimating Price

Abstract: Site selecting of thermal power plant is a system engineering which relating much complication and complex condition. Comparative method for planned economy has been not suitable under electric market competition conditions. After analyzed some methods of site selecting, this paper give a simplify method based on estimating price which reflecting compete ability, and used this method in fact.

Keywords: Power Plant Site Selection Financial Evaluate Pricing Elements

1 前言

2003 年以来, 国内电力需求增长迅速, 全国范围内缺电现象日益明显, 加快新的电源项目的选址和建设已经十分必要。但电厂厂址选择的条件较多, 量化困难, 加上传统计划经济条件下选厂址时重技术条件、轻经济分析的不合理模式, 已经不适应新的电力市场条件下各发电公司的需要。采用“最低价格法”测算项目建成后的电价, 比较项目在市场条件下的实际竞争力, 可以为项目的决策提供较为科学的依据。

2 火电厂选址的主要条件

传统的火电厂选址原则是根据国民经济建设计划、工业布局的要求、燃料基地的分布情况、电力系统规划、输煤或输电等宏观因素进行论证, 更多地注重在国家的统一规划下, 研究电力系统规则、按照不同地区的电力的需缺“按需建厂”。在项目的决策阶段着重对于以下的技术条件进行重点研究:

(1) 电力系统: 研究目标区内电网结构、负荷预测、电力电量平衡等; 分析供电电量供需现状, 预测若干年内的电力负荷需要, 计算所需新增电量, 测算新增电量与新增发电能力的合理配置; 提出发电厂的建设地点及时间及电网接入方式等。

(2) 燃料和运输: 研究燃料的供应能力和种类, 运输方式和能力, 分析燃料供应的可靠性。

(3) 建厂条件: 在确认目标供电区内有实际的电厂建设需求后, 在选定的区域内研究电网接入条件、燃料供应条件、运输条件、环保条件等因素; 分析地质、地震、水文、防洪、出线走廊、用地拆迁、施工条件、电厂生活条件。

由于这些项目的建设是国家规划的需要, 是弥补缺电的需要, 因而对于经济分析方面, 需要套用定额, 按照“合理报酬率法”等政府投资项目的经济评价方法来测算出一个“成本电价”, 供物价部门核批电价做基础。物价部门认可了这个所谓的“成本电价”后, 就从根本上保障的电厂运营后赢利。由于价格形成机制的问题, 导致成本越高核定的销售电价越高的不合理现象出现, 也影响了项目决策中进行理性的经济

比较。

3 电力市场条件下选择电源点的经济考虑

从2002年开始,国家对原有的电力体制进行了改革,将原有国家电力公司拆分为不同的两个电网公司和五个发电公司,以期达到:“打破垄断,引入竞争,提高效率,降低成本,健全电价机制,优化资源配置,促进电力发展,构建政府监管下的政企分开、公平竞争、开放有序、健康发展的电力市场体系。”的总体目标。改革的核心是健全电价机制和公平竞争。

随着电力市场逐步形成,发电侧竞争上网的格局已不可逆转,国家物价主管部门从今年开始取消了对新上网机组“一机一价”的核价模式,改而对一个地区的新上机组采用统一的基本电量指导价格,对于基本电量以外的价格侧以电力市场的竞价结果为准。在这种形势下,电力项目必须在前期研究阶段就更多地重视经济评价,以技术条件作为必要条件,对通过技术条件评审的厂址进行深入的经济评价,围绕电价这个市场竞争的核心进行比较,寻找最具竞争优势的厂址。

建设项目经济评价是项目可行性研究的有机组成的重要内容,是项目决策科学化的重要手段。经济评价的目的是根据国民经济和社会发展战略以及行业、地区发展规划的要求,在做好产品(服务)市场需求预测及厂址选择、工艺技术选择等工程技术研究的基础上,计算项目的效益和费用,通过多方案比较,对拟建项目的财务可行性和经济合理性进行分析论证,做出全面的经济评价,为项目的科学决策提供依据。财务评价是在国家现行财税制度和价格体系的条件下,从项目财务角度分析、计算项目的财务赢利能力和清偿能力,据以判别项目的财务可行性。而对于拟选不同方案(厂址)的经济比较则是项目业主关心的重点。

传统方案比较中的一个核心问题就是要在现行的价格体系为基础,对于价格的变动需要进行预测。因此,价格预测是项目可行性研究的一个重要课题。有了各年的价格预测值,加上销售量等的预测,就可以计算投产后不同年份的销售收入,从而再计算出投资利润、偿债年限等经济评价指标。常用的方法有净

现值法、费用比较法和年费用最小法,其中年费用最小在电力项目评价中使用较多,计算公式如下:

$$AC = \sum_{t=0}^n [(I+C'-S_0-W) + (P/E, I, t)] (A/P, I, t) \quad (1)$$

实际上,随着我国市场经济运行的发展,产品的价格波动也趋于频繁,同业竞争者的加入和退出、消费市场取向的变动,无不影响着价格。但无论价格如何变化,特别是在我国市场经济运行更加完善的情况下,它总是会在一个时间段内趋于成本加一定利润的合理水平,而不同企业个体成本的高低将决定各自在竞争中的地位,从而影响项目的赢利可能性和偿债的可行性。反过来说:我们所需要评价的实际上不是项目的赢利能力和偿债能力,而是在合理的赢利和偿债预期下的产品价格的竞争力。

为了获得运行周期内(一般为25年)的竞争优势,因此“成本电价”最低是项目经济评价的最终取向(实际上这也是年费最小法的另外一种更为直接的体现)。为了区别以往的评价方法,我们将“成本电价”在厂址的经济评价中命名为“电价因子”,作为评价综合竞争力的指标,并且可以和政府确定的地区新机标杆电价作比较,分析项目的可行性。

4 电价测算方法

4.1 合理报酬率定价法

传统的发电价格是按照公用事业企业通用的“合理报酬率定价法”来测算的,文献[3]对此方法有较为深入的描述:

$$\text{销售收入}(P \times Q) = \text{法定利润}(R) + \text{折旧与摊销}(D) + \text{利息}(I) + \text{经营成本}(C) + \text{销售税金}(PQ t_1) + \text{所得税}(T) \quad (2)$$

式中 P 为销售价; Q 为销售量; t_1 为销售税率,包括增值税、消费税、营业税、附加费等; $R+D+I$ 就是项目建成后全部初始投资(包括固定资产和流动资金投资) F 的资本回收费用 A ,

$$A = F \times i(1+i)^n / ((1+i)^n - 1) \quad (3)$$

式中 i 为政府规定的法定报酬率, n 为项目运行期。

最终得出:

$$P = (C+A)(1-t_2) / (Q(1-t_1-t_2+t_1 t_2)) \quad (4)$$

由于电力市场的引入,发电侧市场不再有政府允诺的法定报酬率,因而继续采用合理报酬率法已经不能适应现时的形势。

4.2 最低价格法

考虑到电力市场的引入后,发电的价格是不确定的,而由各发电厂提出的电量报价高低决定了其在市场中的竞争态势;因而我们考虑以最低价格法来测算不同厂址的电价,以测算电价排出不同厂址竞争能力的序列供决策选取。采用最低价格法来进行方案的比较时,可以对于不同的厂址,分别计算净现值等于零是的产品价格并进行比较,以产品价格较低的厂址为优。对电价进行财务测算,必须了解项目的总投资(固定资产、无形资产、递增值资产和流动资产),资金的筹措计划、资金使用计划、建设期利息等与投资相关的项目以及电量计算、产品成本(燃料费、用水费、材料费、工资及福利费、折旧费、修理费等),并明确建设工期、销售税金、还款方式等。

参考文献3中介绍的最低价格(P_{min})可按下式计算:

$$P_{min} = \frac{\sum_{t=0}^n (I + C' - S_v - W) (P/F, i, t)}{\sum_{t=0}^n Q (P/F, i, t)}$$

式中 I 为年全部投资(包括固定资产投资和流动资金), C' 为年经营费用, S_v 为计算期末回收固定资产余值, W 为计算期末回收流动资金, i 为要求达到的折现率, Q 为第 t 年的产量, $(P/F, i, t)$ 一般采用社会折现率为依据。

社会折现率是从社会角度对资本时间价值的估量,它作为计算经济净现值的折现率和衡量经济内部收益率的基准值,是项目经济评价的重要参数。由于社会折现率被认为是在现时条件下社会公允的资源配置效率基准,其取值的高低对项目的评价和选择有极大的影响。根据文献[2]在对社会时间偏好率、社

会资本的机会成本率两个方面研究的基础上,对得出的数据加权平均后得计算出我国目前的社会折现率 $SDR=7.57\%$,并且建议实际中采用 8% 为基准折现率,目前这个数据基准已得到国内绝大多数咨询机构的认可和采用。

5 厂址比选实践

5.1 影响电价的因素

影响电价的因素很多,常规火力发电厂电价构成的主要因素有:燃料费、折旧、利润、修理费、所得税、财务费、材料费、工资及福利、其他费用等,其中与选厂有关的主要的因素有:燃料费约占 37% ,折旧费约占 17% 。

从固定成本方面来看:目前的常规火力发电厂厂内的工艺相对固定,投资也有较为准确的概算可以参考,我们主要是要对厂内由于循环冷却和运卸煤方式等主要区别加以重点关注;而另外对各个厂址区别最大的是土地征迁、地基处理、厂外运输及灰场等方面。从变动成本方面来看:最大宗的区别在于燃煤成本的不同,其中不但包括了原煤采购费用,还包括了运输费用;生产工艺的不同引起的发电煤耗不同也是在同等发电量下影响燃料总量的一个重要因素;而其生产的产品基本就是单一的电能,因而电量销售就形成了收入的最主要来源。另外不同工艺系统带来的厂用电率的不同也必须在计算售电量时重点考虑。

5.2 计算实例

应用以上所述的方法,我们对中国大唐集团在皖南地区的某项目的三个厂址进行了实际的计算比对。比选的厂址建设规模均为 $2 \times 600MW$ 燃煤发电机组,机组选型相同。机组在辅料消耗、职工工资、适用税率等大多数财务评价参数上均为相同的。我们列出相同评价参数如表1。

表1 相同评价参数

装机总容量	2×600MW	固定资产残值率	5%
年发电时间	5000h	职工工资	1520万元
辅料费	6.2元/MWh	福利费提取比率	44%
其他费用(保险等)	10元/MWh	修理费预提率	2.00%
固定资产折旧年限	15年	基准折现率	8%

但由于三个厂址位于不同地块,煤炭运输方式不同,厂址的基础处理、外部运煤设施及取排水工艺及循环冷却方式不同,因而在到厂燃煤单价及单位煤耗

(成本)、工程总投资(折旧)和厂用电率(销售电量)等四个主要指标上有所不同表 2。

表 2 主要指标对比

项 目	厂 址 一	厂 址 二	厂 址 三	备 注
动态总投资	518981	507634	500713	含铺底资金
燃煤单价	480.61	455.83	455.83	
单位煤耗	282	282	285	
厂用电率	6.0	6.0	6.5	

有了以上的基础数据,我们按照机组在第 0 年开工,第 3 年和第 4 年初各投产一台,运行期为 25 年来

编制各年的现金流量表,并进行折现计算,以厂址一为例结果如表 3。

表 3 投产情况表

厂 址	项 目	建设期				经营期			期末	
		1	2	3	4	5	18	19	27	28
厂 址 一	产量(亿千瓦时)				30	60	60	60	60	30
	现金流入(万元)	0	0	0					11569	13733
	现金流出				52791	101600	101600	101600	101600	54348
	流出现值	总投资现值		518981						

通过最低价格法的电价测算,我们得到了三个厂址的电价分别为:

厂址一为 372.86,厂址二为 360.74,厂址三为 358.65。

由以上数据可知,厂址一、二在经济性上大致相当、厂址三则经济性偏差,这一结果也得与相关咨询机构的研究报告相一致。为了进一步提高决策的准确性,我们还邀请相关专家对三个厂址的建厂条件进行定性评判,再通过了模糊评判的归集专家评判结果,重新排出各厂址的优劣排序,结果与以上结果一致。将测算电价与现时安徽地区的新机标杆电价相比较,拟建厂址一、二的成本电价低于脱硫机组标杆电价,表明在这两个厂址建厂存在一定赢利空间,可以进入项目申报核准阶段。

5.3 简化计算的几点说明

对于火电厂,资金投入 I 主要集中在建设期(固

定资产投资和投产初年(流动资金);年经营费用 C' ,主要包括生产费用、折旧费用、财务费用及人工费用等。考虑到在项目比选阶段对一些次要因素的简化,得出以下构成:

生产费用=燃料费用+辅料费用+修理费用;

人工费用=人工工资+福利费用;注入流动资金在期末回收。

而销售产品上简化考虑为单一的电量,不考虑灰渣、石膏等综合利用等因素。

6 结语

通过采用最低价格法测算出不同厂址运行后的电价,能使业主更加清楚其投资建设的电厂在今后电力市场条件下的竞争能力,校准咨询机构的科研成果,提高决策的准确性,避免投资的盲目性。最低价

格法计算中的相关参数的研究,也可为业主了解不同参数对成本电价的影响程度,为控制项目的运营成本提供思路。

参考文献

[1]萧国泉,徐绳均. 电力规划[M]. 北京:中国水利电力出版社,1993

[2]注册咨询工程师(投资)考试教材编写委员会. 现代咨询方法与实务[M]. 北京:中国计划出版社,2003

[3] 同济大学,建设部标准定额研究所. 政府投资项目经济评价方法与参数研究[M]. 北京:中国计划出版社,2004

[4]电力规划设计总院编,火电 送电 变电工程限额设计控制指标[M]. 北京:中国电力出版社,2003

[5]A Guide to the Project Management Body of Knowledge—2000ed[M],. Project Management Institute, Inc.

作者简介

丁勇(1967—),男,东北电力学院毕业本科毕业,合肥工业大学电气工程硕士,高级工程师,现任中国大唐集团公司安徽分公司计划发展部副主任,从事电力项目管理及电力市场管理研究工作。

UFV-2A 低压减载装置误动原因浅析及对策

邓绍虎

(合肥工业大学电气与自动化工程学院,合肥市 230009)

摘要:本文分析阐述了 UFV-2A 低压减载装置误动原因,并提出改进措施以防止误动再次发生。

关键词: UFV 低压减载 误动原因 对策

随着电力工业的迅速发展,电力系统的规模日益增大,运行经验表明大系统事故将给人民生活造成极大困难,使国民经济蒙受巨大损失。但电力系统发生某些故障时,如不及时采取措施,就有可能引起连锁反应,使事故扩大,以致危及整个系统的安全运行。所以对于系统事故采取有效对策,以提高电力系统的可靠性具有特别重要的实际意义。本文所提到的 UFV-2A 低压减载装置目前在 220 kV 变电所大量推广使用,它就是针对危及系统安全运行的重要自动化对策之一,当电压下降时,采用迅速切除不重要的负荷的办法来制止电压下降,以保障系统安全,防止事故扩大。但原先的 UFV-2A 低压减载装置,对现场运行操作要求比较严格,在实际运行中往往会出现使装置误动作的例外情况,例如在进行倒母线停电操作时可能造成该装置误动。现从该装置的原理着手,就其误动起因及处理对策等分析讨论的情况综述如下:

1 装置原理概述

220 kV 变电所中 220 kV 主母线大多是双母线或单母分段接线方式,此两段母线电压均接入该装置,装置的微机部分对经过变换后的输入交流电压 U_{AB} 、 U_{BC} 的瞬时值进行采样,采样周期为 1.666ms,当两组母线电压均正常时,装置首先选 I 母电压进行判断,只有当 I 母电压完全消失时,才自动切换到 II 母电压判断,否则不切换,判别方法由内部软件实现,这里不再叙述。

2 可能误动的原因分析

当变电所在进行“将 220kV I 母线由运行转检修”倒闸操作工作时,将连接在 I 母线上的元件转到 II 母线上, I 母线上只连接 220kV I PT,后用母联开关断开 220kV I PT(此时 UFV-2A 低压减载装置背后的两个电压空气开关未断开),这时装置出口板上启动、I 轮、II 轮、III 轮、出口 1、出口 2、出口 3、出口 4 灯均可能亮,这时可认为 UFV-2A 装置误动出口。由于 UFV-2A 低压减载装置接入 220kV I、II 母 PT 两路电压,正常运行时选用 I 母 PT 电压进行判断,当 I 母电压全消失时,即 $u \leq K_2 U_N$,装置判断用电压自动切换到 II 母电压,在用母联开关断开 I 母即 220kV I PT 时,由于母联开关端口并接有电容,如图 1 所示,运行的 II 母通过此电容对 I 母有个充电过程,另一方面电压互感器是一个感性负载,它和电容可

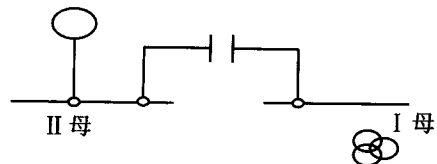


图 1 II 母向 I 母充电示意图

能形成一个谐振回路,致使 I 段 PT 二次电压不是在拉开母联开关的同时完全消失,而是逐渐衰减。当 PT 上二次电压 $u \geq K_2 U_N$ 时,UFV-2A 装置判断用电压不进行切换仍选用 I 母电压,导致装置误判断为系统出现低压而发出减载命令。

3 防止事故的技术处理对策

针对以上原因,我们向设备研制厂家提出反事故改进措施要求,对原版本的软件设计进行更改,相应的硬件亦作了改进。改进后的装置满足以下条件:

3.1 母线电压的切换方式。

每段母线的 U_{AB} 、 U_{BC} 电压分别接入 UFV-2A

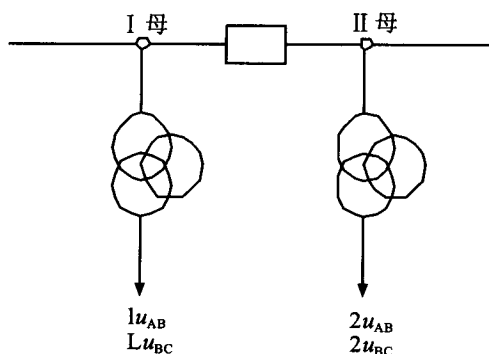


图2 两段母线电压示意图

当一组母线电压消失(即 $u < K_2 U_N$ 或 PT 断线 ($|u_{AC} - u_{AB}|$ 或 $|u_{AC} - u_{BC}| > K_3 U_N$) 时,装置自动选用另一组母线电压进行判断,装置仍能正常运行,但延时发出该母线电压消失或 PT 断线的告警信号。

当两组母线电压均消失时,装置闭锁出口,发出告警信号。

3.2 低电压事故后的判别方法及动作特性

短路故障闭锁及系统短路故障切除后立即允许低电压切负荷。

当系统发生短路故障时,母线电压迅速降低,此时本装置立即闭锁,不再进行低电压判断。而当保护动作切除故障元件后,装置安装处的电压迅速回升,但如果恢复不到正常的数值,则装置立即解除闭锁,允许装置快速切除相应数量的负荷,使电压恢复。本装置不需要与保护二、三段的动作时间相配合,这一功能的判别框图见下页的图4,该框图所示过程每1.

装置,该装置对经过变换后的输入交压的

瞬时值进行采样,采样周期为 1.666ms。当两组母线电压均正常时(见图2),装置首先选 I 母电压进行判断,如果满足动作条件则再经 II 母电压判断确认,判断的电压取同一段母线的两个电压的平均值,其判断逻辑如图3,只有当两组母线电压均降低时,装置才动作出口。

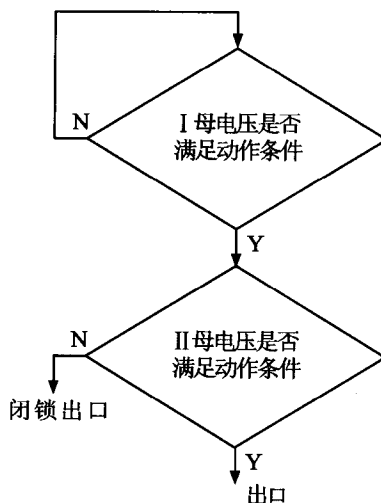


图3 两段母线电压判别逻辑示意图

666ms 循环一次,短路故障时母线电压的变化过程如见下页的图5示。

图4与图5中 U_N 为额定电压, K_1 表示故障切除后应回升到的电压额定值,该定值应大于相邻线短路时残压值, TV_6 为等待短路故障切除的时间,一般大于后备保护的動作时间。

为防止负荷反馈、PT断线、电压回路接触不良等电压异常情况下引起装置误动作的闭锁措施如下:

① 低电压闭锁:当 $u < K_2 U_N$, 不进行低压判断,闭锁出口。

② 电压突变闭锁:当 $dU/dt \geq (dU/dt)_{S3}$ 时,不进行低压判断,闭锁出口。 dU/dt 闭锁后,当电压再恢复至启动电压值以上时自动解除闭锁。

③ 当 $|u_{AC} - u_{AB}|$ 或 $|u_{AC} - u_{BC}| \geq K_3 U_N$, 判为 PT 回路断线,不进行低压判断,立即闭锁出口,延时 5 秒发 PT 断线告警信号。

6 结论语

通过对 UFV-2 型低频低压减载装置软硬件的改进,有效地避免了由于 I 母电压没有全部消失导致

装置误判断出口的可能性,亦减轻了运行人员的负担,大大提高了装置的可靠性。目前,改造后的装置已经受过几次主母线停电的倒闸操作,均未出现任何异常状态,一直运行良好。

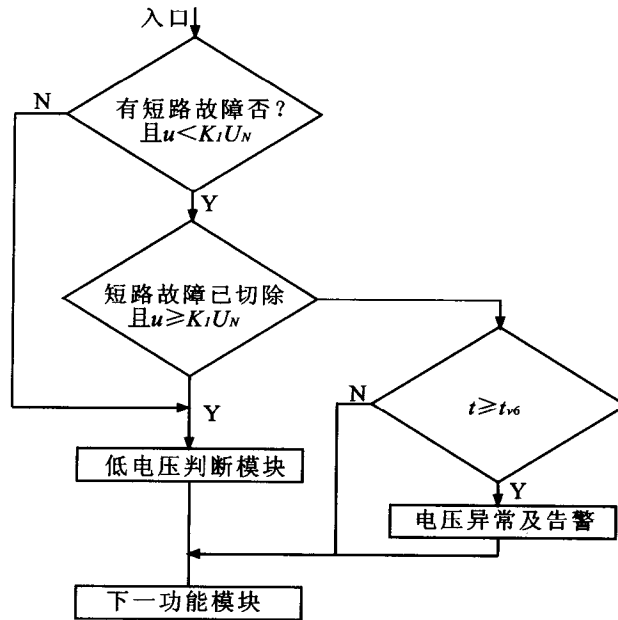


图 4 系统短路故障闭锁及故障切除后立即允许低电压切负荷判别框图

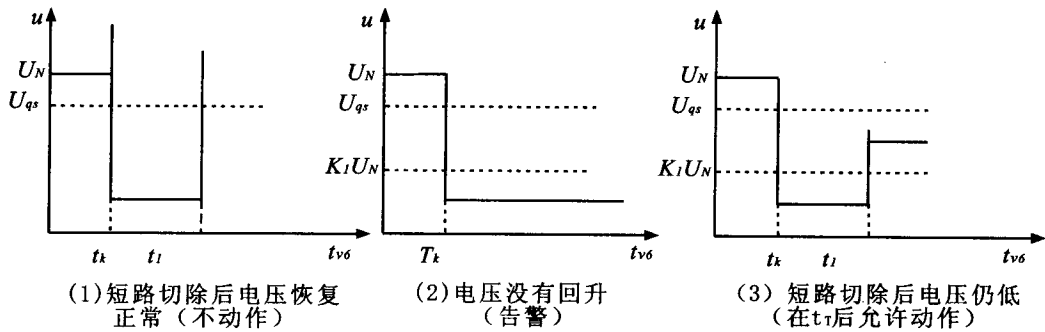


图 5 短路故障时母线电压变化过程示意图

作者简介

邓绍虎(1968—),男,上海电力学院毕业本科毕

业,合肥工业大学电气工程硕士,高级工程师,现在巢湖供电公司从事电力系统变电设备检修管理。