

供电系统故障诊断、 故障隔离和供电快速恢复

梁志珊 夏鹏程 付英杰 著



科学出版社

供电系统故障诊断、 故障隔离和供电快速恢复

梁志珊 夏鹏程 付英杰 著

科学出版社

北 京

TM72
51

内 容 简 介

本书系统地阐述了变电所故障诊断隔离和供电快速恢复保护与控制的双电源系统快速切换的理论、快速切换装置及其实际应用的仿真和试验研究。全书共十章,主要介绍供电系统故障诊断、故障隔离和供电快速恢复等内容,具体包括:双电源切换原理;双电源快速切换装置;供电系统设备建模与仿真;双电源系统进线断路器误跳故障快速切换时的仿真分析;双电源系统进线短路故障时的快速切换与仿真分析;系统设备参数对双电源快速切换的影响分析;分布式电源对双电源快速切换的影响分析;双电源系统快速切换现场试验研究和事故分析;双电源快速切换系统的关键技术等方面。论述深入浅出,将理论和实际紧密结合起来,便于读者阅读、仿真计算、掌握和运用。

本书可供发电厂和供电企业现场的技术、管理和运行人员,高等院校相关专业的高年级本科生、硕士生和博士生,高等学校和科研院所相关专业的教师、科研人员、设计人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

供电系统故障诊断、故障隔离和供电快速恢复/梁志珊,夏鹏程,付英杰著. —北京:科学出版社,2014

ISBN 978-7-03-040166-3

I. ①供… II. ①梁… ②夏… ③付… III. ①供电系统-故障诊断
IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 047280 号

责任编辑:孙伯元 / 责任校对:刘小梅
责任印制:张 倩 / 封面设计:谜底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 1 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014 年 1 月第一次印刷 印张:21 1/2

字数:411 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

供电系统的稳定、安全和可靠运行是企业正常生产的重要保障,因石油化工企业生产的连续不可间断性,其地位显得尤为重要。因此,如何应用备用电源快速切换技术进一步提高供电可靠性成为急待解决的问题。本书主要针对备用电源快速切换技术在石油化工企业变电所的应用存在的问题,深入研究了双电源快速切换的暂态过程,完成了双电源快速切换判据理论上的创新和技术上的改进。为了推广到所有含有Ⅰ、Ⅱ类负荷的双电源供电或多电源供电系统中,将供电系统的继电保护与备用电源快速切换控制综合起来,提出一套系统高效地解决双电源供电系统的快速切换方案——故障诊断、故障隔离和供电快速恢复的实用节能的方案。

随着社会的发展,大型用电企业(如石油石化炼化厂、钢铁厂、发电厂等)对供电系统安全可靠运行的要求越来越高,对于绝大多数企业而言,各变电所均已实现利用可靠备用电源进行双电源供电。当工作母线出现故障时,系统能迅速断开故障电源,并将负荷快速切换到备用电源供电,保障系统负荷的供电连续而不间断运行。为此,一些企业采用传统的备用电源自动投入装置(简称备自投, BZT)实现备用电源切换,当 BZT 检测到工作电源发生事故或不正常时,自动切除工作电源、投入备用电源,恢复供电。但现场实际运行的 BZT 考虑电源上下级配合问题,一般动作时间较长,难以保证企业用电设备等连续运行,影响生产工艺装置的连续平稳生产。

为解决上述问题,一些企业,尤其是石油化工企业,在所属变电站装设了备用电源快速切换装置(high speed transfer device, HSTD),这些装置在工作电源事故或不正常情况下理论上可实现向备用电源自动快速切换,保证企业用电设备等的连续运行,同时又能避免非同期切换对电气设备的冲击。但是,在应用快速切换装置中,由于电动机的残压、系统参数的影响等,对不同运行方式下不同故障类型的不同供电系统,对 HSTD 参数(工作母线电压、备用母线电压、工作母线和备用母线电压的相角差和频率差等)的整定、HSTD 的启动信号、HSTD 的闭锁信号、各种切换方式的动作判据等问题,没有相应的标准。现场整定快速切换装置的判据参数还是凭技术人员的经验,参数的整定缺乏理论根据,这给系统的可靠运行带来了更多的不可预见性。因此很多企业的 HSTD 不但没有起到应有的作用,反倒成为隐形杀手,在故障情况下甚至可能起到相反的作用。实际上,快速切换装置的判据参数整定依赖于系统网络参数、系统运行方式和各行业的负荷特性。因此,必须进一步仿真研究电网双电源切换的暂态稳定性。比如设备参数辨识,供电系统

快速切换动态仿真分析,供电系统快速切换试验研究,优化 HSTD 启动信号、闭锁信号、各种切换方式的动作判据。这些问题的解决将为快速切换装置参数整定提供依据,保证快速切换装置的可靠动作。因此,双电源快速切换的仿真和试验研究具有重要的意义。

针对目前国内外 HSTD 所存在的问题,本书对安装 HSTD 的供电系统进行理论分析、动态仿真分析和供电系统 HSTD 快速切换试验研究,给出了母线 HSTD 参数(相角差、频率差、工作母线电压、备用母线电压等)整定原则、优化 HSTD 启动信号、优化 HSTD 闭锁信号、各种切换方式改进的动作判据、为改进仿真准确性的系统参数估计方法,观点新颖,理论联系实际,为开发出新型 HSTD 发明专利装置提供理论依据。

快速切换装置参数整定需要现场试验论证的参数整定才能可信。但是,由于企业生产的连续性、重要性以及工艺生产要求,正常生产时不能提供现场试验条件,不能人为制造故障使快速切换装置动作并录波分析为快切装置的参数整定进行验证。企业现场在线试验危险大且成本高,因此,完全不可能进行整个供电系统现场在线试验。为了验证系统参数估计的正确性和仿真计算的合理性,在研究中进行了部分现场试验验证。作者抓住企业检修机遇在现场进行了母线带大型电动机空载启动和快速切换试验、母线电动机群带载快速切换试验、现场进线三相短路事故快速切换分析等实际研究工作,给出了仿真和试验的对比结果。研究表明,本书的仿真和试验研究结果具有很高的可信度,而且仿真和试验结果的一致性说明参数估计的正确性和可信性,仿真和试验结果共同为快速切换装置的参数整定提供了有力的依据。

本书所总结和概括的科研成果,主要是在中国石油天然气股份有限公司基金项目“供电系统的双电源快速切换仿真和试验研究(2010-2012)”和江苏省电力工业局科技处基金项目“扬州城区配网自动化系统及工程(1999-2001)”的支持下取得的。本书的研究内容作为“面向节能的复杂配电网监测控制与故障诊断关键技术研发及应用(于 2010 年获得中国国家科技进步奖二等奖,编号:2010-J-220-2-03-R07)”的延伸,又取得了进一步的研究成果。

感谢 ETAP 自动化技术(北京)有限公司提供具有丰富功能的 ETAP 电力系统综合计算分析软件为系统的计算提供了技术支持。感谢中国石油大学(北京)自动化系的老师们对本书的研究和教学给予的建议。感谢中国石油大学(北京)的研究生卜繁多、凌玲、侯玉、赵耀峰、邱银锋、宋安阳、张博群、张举丘、刘剑、王景桐、侯翟、王鹏、王文斌、裴翠玲、姚龙飞、谭程等在硕士和博士论文工作期间参加了部分研究工作和书稿校验工作,为本书的撰写做了基础研究。本书内容作为中国石油大学(北京)研究生的教学研究参考资料,感谢他们在课堂上讨论丰富了本书的内容。衷心感谢为本书项目研究提供现场试验环境及试验数据的工程师们的辛勤工

作。作者衷心感谢北京中科锐智电气有限公司的总裁王建明在本书项目实施过程中提供的支持。

经过多年的研究,作者对该领域的双电源系统参数估计、快速切换仿真和装置参数整定计算具有一定的实践经验,到目前为止已经为石油石化企业十多个变电所提供了可信度较高的现场技术服务。由于水平有限,书中错误在所难免。期待与广大学者特别是企业现场的工程技术人员之间的学术交流,并诚恳地欢迎评论和意见,希望能为我国的企业供电现场提供快速切换装置参数整定计算和双电源快速切换仿真的技术服务,进一步丰富双电源切换的理论与技术。

常用符号表

A_{dj}	灵敏度修正因子	E_i	电流场的电压百分比
Bus	母线	EFF_{fl}	满载效率
C	电容	f	频率
CB	高压断路器	G	发电机
D	轴阻尼系数	GD^2	飞轮惯量
D_1	电机和联接轴之间的阻尼系数	H	电机轴惯量
D_2	联接轴和负载之间的阻尼系数	H_C	联接轴惯性常数
$d\varphi/dt$	备用电源电压和工作母线电压间的相角差变化的角速度(由 Δf 确定)	H_L	负载惯性常数
E	感应电动势	I, i	电流
E_{fd}	q 轴上的电压场	i_A, i_B, i_C	定子相电流的瞬时值
E_m	励磁支路电压	i_a, i_b, i_c	转子相电流的瞬时值
E_0	直流电源	I_d	电枢电流, d 轴电机终端电流
E'_r	电动机暂态电势的实部	I_f	场电流表示空气缝隙线(无饱和)上 100%端子电压
E'_m	电动机暂态电势的虚部	I_{f100}	场电流表示开路饱和曲线上 100%端子电压
E''_r	电动机次暂态电势的实部	I_{f120}	场电流表示开路饱和曲线上 120%端子电压
E''_m	电动机次暂态电势的虚部	I_s	定子电流
E''_q	经过等值电机的次暂态电抗之后的 q 轴电压分量	I_r	转子电流
E'_q	经过等值电机的暂态电抗之后的 q 轴电压分量	I_{fl}	满载电流
E'_d	经过等值电机的暂态电抗之后的 d 轴电压分量	$I_{s, fl}$	满载时定子电流
E_q	经过等值电机的电抗之后的 q 轴电压分量	$I_{r, fl}$	满载时转子支路电流
E_d	经过等值电机的电抗之后的 d 轴电压分量	I_{lr}	堵转电流
		$I_{s, lr}$	堵转时定子电流
		$I_{r, lr}$	堵转时转子支路电流
		I_N	额定电流
		I_0	空载电流

I_q	q 轴电机终端电流	n_0	同步转速
I_t	电机终端电流	n_p	极对数
J	转动惯量, 雅克比矩阵	P	功率
K	扭转弹性转矩系数	$p, d/dt$	微分算子
K_r	转子电阻比例系数	p. u.	物理量的单位是标么值, 本书为简便起见也表示为 pu
K_X	转子电抗比例系数	P_0	空载功率
K_1	联接轴和负载之间的弹性系数	P_e	定子输入电功率
K_2	联接轴和负载之间的弹性系数	P_N	额定功率
k	异步电机的负荷率	P_m	机械功率, 轴输出功率
L	电感, 自感	P_{Fe}	铁损耗
L_s	定子电感	P_{fw}	机械摩擦损耗
L_r	转子电感	PF	功率因数
L_m	励磁电感	PF_{fl}	满载功率因数
L_{ls}	定子漏感	PF_{lr}	堵转功率因数
L_{lr}	转子漏感	Q	无功功率
L_σ	总漏感	QF	断路器
L_1	定子漏电感抗	R_c	励磁支路并联等效电阻
L_{ad}	d 轴定子和转子互感	R_m	励磁支路串联等效电阻
L_{aq}	q 轴定子和转子互感	R_s	定子电阻
L_{fld}	磁场与 d 轴转子的互感	R_r	转子电阻
L_{ld}	d 轴转子的等效漏电感抗	R_{rfl}	满载时转子电阻
L_{lq}	q 轴转子等效漏电感抗	R_{rlr}	堵转时转子电阻
L_{ffd}	磁场漏电感抗	R_{r1}	第一个转子回路的转子电阻
L_{rms}	定子互感	R_{r2}	第二个转子回路的转子电阻
L_{mr}	转子互感	$R_{r, fl}$	满载时转子支路电阻
$L_{\sigma d}$	定转子间互感	$R_{r, lr}$	堵转时转子支路电阻
$l_{D\sigma}$	阻尼回路漏感	R_{fd}	磁场电阻
l_F	同步电机励磁回路漏感	R_{fd}	磁场电阻
$l_{o\sigma}$	同步电机定子回路总漏感	R_{ld}	d 轴转子的等效电阻
M_{Aa}	定、转子相绕组间的互感幅值	R_{lq}	q 轴转子等效电阻
M	电动机	r_{T1}	工作变压器的电阻
n	转速	s	转差率
		s_{Tm}	最大转矩对应的转差率
		S_{100}, S_{120}	饱和因数

T_a	电动机组的惯性常数;非周期分量的时间常数	V_{fd}	磁场电压
T_e	电机电磁转矩	X_s	定子电抗
$T_{\max}$	最大转矩	X_m	励磁电抗
T_L	负载转矩	x_d	直轴同步电抗
T_m	负载阻转矩,机械转矩	x_q	交轴同步电抗
T_{lr}	堵转转矩	x'_d	直轴暂态电抗
T_J	转动惯量常数	x'_q	交轴暂态电抗
T'_d	直轴暂态时间常数	x''_d	直轴次暂态电抗
T''_d	直轴次暂态时间常数	x''_q	交轴次暂态电抗
T'_q	交轴暂态时间常数	x_{T1}	工作变压器的电抗
T''_q	交轴次暂态时间常数	X_{oc}	开路电抗
T'_{do}	直轴暂态开路时间常数	X_r	转子电抗
T''_{do}	直轴次暂态开路时间常数	X_{rfl}	满载时转子电抗
T'_{qo}	交轴暂态开路时间常数	X_{rlr}	堵转时转子电抗
T''_{qo}	交轴次暂态开路时间常数	X_{r1}	第一个转子回路的转子电抗
T_s	转子短路定子绕组时间常数	X_{r2}	第二个转子回路的转子电抗
T_r	定子短路转子绕组时间常数	X/R	电机阻抗比
U, u	电压	x_0	零序电抗
u_A, u_B, u_C	定子相电压的瞬时值	x_p	波梯电抗
u_a, u_b, u_c	转子相电压的瞬时值	x_2, x_-	负序电抗
U_N	额定电压	α	静止阻力矩;电动负荷系数
U_s	电源电压	β	机械负载转矩与转速有关的指数
U_D	母线残压	$\delta_{Y, \beta}$	变量 Y 关于 β 的灵敏度
U_{or}	备用电源电压的实部	ΔU	电源电压和残压之间的差拍电压
U_{om}	备用电源电压的虚部	ΔU_s	电源电抗上的电压
U_{Fr}	发电机(工作变压器高压侧)电压的实部	ΔU_m	母线上电机的等值电抗的残压
U_{Fm}	发电机(工作变压器高压侧)电压的虚部	θ	电角位移
$\dot{U}_{start}$	备用母线电压(复量)初始值	θ_1	电机角度位移量
$U_{stand-by}$	备用电源电压	θ_2	联接轴角度位移量
U_{busbar}	工作母线电压	θ_3	负载角度位移量
U_{min1}	备用电源电压整定值	φ	相角差
U_{min2}	工作母线电压整定值	Ψ, ψ	磁链

目 录

前言

常用符号表

第1章 绪论	1
1.1 双电源快速切换研究的背景和意义	1
1.2 双电源切换装置的研究现状	2
1.2.1 双电源切换装置的发展	2
1.2.2 快速切换装置应用情况	4
1.3 双电源切换技术存在的问题	5
1.3.1 快速切换装置判据、启动和闭锁问题	5
1.3.2 参数整定问题	6
1.3.3 一次设备和二次设备的响应时间问题	7
1.3.4 供电系统中设备参数对快速切换的影响问题	7
1.3.5 分布式电源的存在对快速切换的影响问题	8
1.3.6 供电系统故障类型对快速切换的影响问题	9
1.3.7 石油化工三机组和四机组对快速切换装置的影响问题	9
1.4 本书主要内容	10
第2章 双电源切换原理	11
2.1 引言	11
2.2 三相异步电机的动态数学模型	11
2.2.1 三相异步电机电路模型	11
2.2.2 异步发电机组的机电特性	16
2.3 供电电源故障后母线残压衰减特性	18
2.4 备自投切换基本原理	24
2.5 双电源快速切换的基本原理和安全域	26
2.6 快速切换装置的切换模式	29
2.6.1 快速切换	29
2.6.2 首次同期切换	31
2.6.3 残压切换	33
2.6.4 长延时切换	34
2.6.5 切换方式的选择	34

2.7	快速切换装置的启动与闭锁	36
2.8	快速切换装置的布置方式	36
2.8.1	双断路器布置方式	36
2.8.2	双馈线加母线布置方式	37
2.9	本章小结	39
第3章	电机参数测试与估计	40
3.1	引言	40
3.2	异步电机参数测试与估计	40
3.2.1	异步电机参数传统测试方法	40
3.2.2	基于铭牌和产品样本信息的异步电机参数计算	45
3.2.3	异步电机参数估计	50
3.3	同步电机参数测试	69
3.3.1	稳态参数的测定	69
3.3.2	暂态参数的测定	74
3.4	本章小结	77
第4章	供电系统设备建模与仿真	78
4.1	引言	78
4.2	ETAP 电力系统计算软件概述	78
4.2.1	ETAP 简介	78
4.2.2	ETAP 主要功能及模块	79
4.3	供电系统设备动态模型	81
4.3.1	异步电机	81
4.3.2	同步电机	81
4.3.3	等效电网	81
4.3.4	励磁器和自动电压调节器	82
4.3.5	调速器和涡轮机	83
4.3.6	电力系统稳定器	83
4.3.7	机械负荷	84
4.3.8	静止无功补偿器	84
4.3.9	风力发电模型	84
4.4	ETAP 软件的使用介绍	85
4.4.1	建立单线图及输入参数	85
4.4.2	潮流分析	89
4.4.3	暂态稳定分析	89
4.4.4	ETAP 其他功能计算	90

4.5 本章小结	90
第5章 双电源系统进线断路器误跳故障时的快速切换仿真分析	91
5.1 引言	91
5.2 进线断路器误跳故障切换时的异步电机群的机电暂态过程	91
5.2.1 异步电机群机电暂态过程的微分-代数微分方程组	91
5.2.2 进线断路器误跳故障时的切换仿真分析基础	93
5.3 母线满载运行方式下供电系统仿真分析	94
5.3.1 进线断路器误跳故障时的残压特性仿真分析	96
5.3.2 进线断路器误跳故障时的快速切换过程仿真分析	98
5.3.3 进线断路器误跳故障时的首次同期切换过程仿真分析	107
5.4 母线半载运行方式下供电系统仿真分析	112
5.4.1 进线断路器误跳故障时的残压特性仿真分析	112
5.4.2 进线断路器误跳故障时的快速切换过程仿真分析	114
5.4.3 进线断路器误跳故障时的首次同期切换过程仿真分析	121
5.5 本章小结	126
第6章 双电源系统进线短路故障时的快速切换仿真分析	128
6.1 引言	128
6.2 进线三相短路故障切换时的异步电机群的机电暂态过程	128
6.2.1 异步电机群机电暂态过程的微分-代数微分方程组	128
6.2.2 进线三相短路故障时的切换仿真分析基础	129
6.2.3 进线三相短路故障时的异步电动机的短路反馈电流	130
6.3 母线满载运行方式下供电系统仿真分析	132
6.3.1 进线三相短路故障时的残压特性仿真分析	134
6.3.2 进线三相短路故障时的切换过程仿真分析	136
6.4 母线半载运行方式下供电系统仿真分析	144
6.4.1 进线三相短路故障时的残压特性仿真分析	144
6.4.2 进线三相短路故障时的切换过程仿真分析	147
6.5 本章小结	154
第7章 供电系统设备参数对双电源切换的影响分析	155
7.1 引言	155
7.2 双电源切换系统参数	155
7.3 供电系统设备参数对双电源切换的影响	157
7.3.1 双电源切换方式	157
7.3.2 各种切换方式下的参数选择	157
7.3.3 异步电动机参数分析	158

7.3.4	同步电动机参数分析	176
7.3.5	线路电抗器参数分析	195
7.3.6	线路电力电缆参数分析	197
7.3.7	静态等效阻性负荷参数分析	199
7.3.8	静态等效容性负荷参数分析	201
7.3.9	逆变器对双电源切换的影响	203
7.3.10	变频器对双电源切换的影响	203
7.3.11	断路器对双电源切换的影响	204
7.4	本章小结	204
第8章	分布式电源对双电源快速切换的影响分析	205
8.1	引言	205
8.2	无分布式电源的快速切换仿真分析	205
8.3	同步发电机对快速切换的影响	209
8.3.1	同步发电机运行方式1	209
8.3.2	同步发电机运行方式2	211
8.3.3	同步发电机运行方式3	213
8.3.4	同步发电机运行方式4	215
8.3.5	小结	217
8.4	风力发电机组对快速切换的影响	218
8.4.1	风力发电机组运行方式1	218
8.4.2	风力发电机组运行方式2	221
8.4.3	小结	223
8.5	光伏并网逆变器对快速切换的影响	223
8.5.1	光伏并网逆变器运行方式1	224
8.5.2	光伏并网逆变器运行方式2	226
8.5.3	光伏并网逆变器运行方式3	228
8.5.4	光伏并网逆变器运行方式4	230
8.5.5	小结	232
8.6	石化三机组变电站快速切换仿真研究	233
8.6.1	三机组等效模型的建立	233
8.6.2	进线断路器误跳故障时的快速切换仿真分析	236
8.6.3	进线三相短路故障时的快速切换仿真分析	241
8.6.4	小结	249
8.7	本章小结	249

第9章 双电源系统快速切换现场试验研究和事故分析	251
9.1 引言	251
9.2 母线带大型电动机空载快速切换试验	251
9.2.1 空载试验过程与录波数据分析	251
9.2.2 残压试验、快速切换试验与仿真结果对比	259
9.3 母线上电动机带载快速切换试验	262
9.3.1 带载试验过程与录波数据分析	262
9.3.2 残压试验、快速切换试验与仿真结果对比	268
9.4 现场进线三相短路事故分析	271
9.4.1 现场进线三相短路故障保护分析	271
9.4.2 现场进线三相短路事故与仿真结果对比	276
9.5 本章小结	277
第10章 快速切换装置的改进	280
10.1 引言	280
10.2 快速切换仿真和试验总结	280
10.2.1 快速切换装置切换策略优化	280
10.2.2 参数整定优化	282
10.3 母线残压快速衰减方法——基于TCBR快速切换控制方法	283
10.3.1 背景技术	283
10.3.2 发明内容	284
10.3.3 具体实施方式	286
10.4 快速切换装置判据改进	291
10.4.1 改进的快速切换判据	291
10.4.2 改进的残压切换判据	291
10.5 首次同期切换的合闸导前角预测控制	292
10.5.1 传统合闸导前角预测算法	292
10.5.2 基于E指数模型的合闸导前角预测算法	294
10.6 本章小结	296
附录A D164#变电站设备及其参数	297
A.1 引言	297
A.2 D164#变电站3段-4段系统简图	297
A.3 D164#变电站3段-4段系统参数	297
A.3.1 电力电缆参数	298
A.3.2 等效电网参数	298

A. 3.3 高压断路器参数	298
A. 3.4 异步电动机参数	299
A. 3.5 电容器参数	300
附录 B C118#变电站设备及其参数	301
B. 1 引言	301
B. 2 C118#变电站系统简图	301
B. 3 C118#变电站系统参数	302
B. 3.1 电力电缆参数	302
B. 3.2 等效电网参数	303
B. 3.3 高压断路器参数	303
B. 3.4 异步电动机参数	304
B. 3.5 双绕组变压器参数	306
B. 3.6 电容器参数	306
B. 3.7 电抗器参数	306
附录 C A135#变电站设备及其参数	307
C. 1 引言	307
C. 2 A135#变电站系统简图	307
C. 3 A135#变电站系统参数	309
C. 3.1 电力电缆参数	309
C. 3.2 变电站上一级等效电网参数	310
C. 3.3 高压断路器参数	310
C. 3.4 异步电动机参数	311
C. 3.5 双绕组变压器参数	312
C. 3.6 电容器参数	313
C. 3.7 电抗器参数	313
附录 D 其他电站设备及其参数	314
参考文献	320

第1章 绪论

随着现代工业企业规模不断扩大,对供电可靠性的要求也越来越高。由于供电系统拓扑结构的可变性和各种保护配合的复杂性,企业供电系统成为一个复杂的综合性问题。因此,对于企业双电源供电系统应该使用快速切换装置,以保证供电系统能够实现故障诊断、故障隔离和供电快速恢复。

1.1 双电源快速切换研究的背景和意义

电力负荷按其供电可靠性要求分为三类^[1]:Ⅰ类负荷,供电中断可能导致威胁人身安全、贵重设备的损坏和国民经济的巨大损失,造成爆炸和火灾等严重事故;Ⅱ类负荷,供电中断将导致大量减产或破坏大量居民的正常生活;Ⅲ类负荷,Ⅰ和Ⅱ类之外的其他负荷。

对于Ⅰ类负荷必须考虑采用两个独立电源供电,当发生事故时,在继电保护装置正确动作的情况下,两个电源不能同时丢失,在失去其中一个电源时,必须在允许的时间内自动投入另一个电源。当Ⅰ类负荷容量较大或有高压用电设备时,备用电源选为高压电源,一般是由当地电力系统的区域变电站引来。备用电源和工作电源应属于不同的两个区域变电站,并且当其中一个电源中断供电时,另一个电源应能承担全部Ⅰ类负荷设备的供电。当Ⅰ类负荷容量不大时,可从电力网或邻近单位取得第二个低压电源,或者自设备用电源。

Ⅱ类负荷也要求有两个独立电源供电,当第一电源失去时,由运行人员操作投入第二电源。当只有一个独立电源时,必须由两回线供电,并能保证故障线尽快修复。Ⅱ类负荷的供电系统有三种方式:①一路电源取自当地电力网,另一路电源取自邻近单位或自行设置备用电源;②由同一座区域变电站的两段母线分别引来的两个回路供电;③当负荷较小或地区供电条件困难时,可由一路6kV及以上专用的架空线路供电。

Ⅲ类负荷可仅有一回供电线路,事故后应能尽快修复。

近年来,随着工业企业大容量负荷的不断增加,对供电可靠性要求越来越高,工业企业供电系统的安全可靠性关系到重要负荷甚至整个工业企业用电系统的安全运行。如果工业企业供电系统发生重要负荷断电从而导致停产事故,会给工业企业带来非常重大的经济损失。因此,保证工业企业重要负荷供电的安全可靠性对工业企业而言非常重要。双电源快速切换装置迅速合理地动作,是保障电力系