

# 单电源 220 kV 多级供电线路继电保护整定策略

汤大海<sup>1</sup>, 严国平<sup>2</sup>

(1. 镇江供电公司, 江苏 镇江 212001; 2. 江苏省电力公司, 江苏 南京 210024)

**摘要:** 介绍了江苏 220 kV 电网分区运行情况和镇江电网分区运行的现状, 分析了镇江 220 kV 电网分为东、西两片运行后, 形成了镇江城区单电源 220 kV 多级供电线路的供电网络, 针对这一网络提出了单电源三级 220 kV 供电线路继电保护整定计算策略, 并通过对一个实际网络的整定计算, 指出了上下级保护之间存在不配合情况; 可以采取提高电源开关的稳定限额的办法, 来改善上下级保护之间第 I 段和第 II 段的配合情况; 但由于电源开关保护限额的限制, 仍存在上下级后备段保护之间不配合情况。建议应通过规划, 改善 220 kV 供电网络, 来减少单电源多级串供 220 kV 线路的级数或没有多级串供的 220 kV 供电线路, 并在单电源供电线路上装设能够全线速动的光纤分相电流差动保护, 来改善单电源多级串供的 220 kV 线路保护之间快速保护段之间的配合性能。

**关键词:** 220 kV 线路; 继电保护; 单电源供电方式; 整定计算; 配合策略

## Relay protection strategy of 220 kV single-source multi-level power supply line

TANG Da-hai<sup>1</sup>, YAN Guo-ping<sup>2</sup>

(1. Zhenjiang Electric Power Supply Company, Zhenjiang 212001, China;  
2. Jiangsu Provincial Power Company, Nanjing 210024, China)

**Abstract:** This paper analyzes 220kV power grids of Jiangsu and Zhenjiang district running status quo, in which Zhenjiang 220 kV power grid is divided into East and West after two operations to form a single source multi-level power supply network. For the network, a single power three-level 220 kV power supply line relay coordination calculated strategy is proposed, and through a network of the actual setting, the situation of the line protection incompatible with each other is pointed out. Power source limits to the stability should be increased to improve the bad coordination of protection between the I and II section. But because the power switch protection limit restrictions still exist that the I and II level of protection can't be incompatible with each other. Planning proposals should be adopted to improve the 220 kV power supply network to reduce single-supply multi-level serial 220 kV lines levels or remove multi-level serial 220 kV power supply lines. And a single power supply lines should be installed quick action split phase fiber current differential protection to improve multi-level serial single-supply coordination of fast protection of 220 kV transmission line.

**Key words:** 220 kV transmission line; relay; single power supply; setting calculation; strategy

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)20-0139-06

## 0 引言

随着江苏电网大量 500 kV 主变的投产以及大量新增机组的投运, 江苏电网 500/220 kV 主网架枢纽变电站母线短路容量大幅攀升, 部分地区短路电流已经超过开关的遮断容量, 为限制系统短路电流水平, 220 kV 电网分区运行成为必然<sup>[1]</sup>。2005 年 6 月, 谏壁电厂 11# 机组并网运行后, 为降低谏壁电厂、220 kV 官塘变的短路容量, 实施了镇江 220 kV

电网分区运行方案。经过几种方案的权衡, 镇江电网最终以 220 kV 官塘(丁卯)变母联开关打开为界划分为东、西两片运行, 东部电网与常州电网联为一片, 供丹阳、扬中、市区东部、丹徒东部; 西部电网与南京江南电网联为一片, 供句容、市区西部、丹徒西部, 其中镇江地区负荷密集程度最高的城区供电网络被一分为二<sup>[2]</sup>。

分层分区供电, 在开环点使得原来环网供电的 220 kV 线路变成了单电源 220 kV 供电线路(以下

简称 220 kV 馈供线路); 镇江 220 kV 电网分层分区运行后, 形成了上党(谏壁电厂)至官塘变至丁卯变两级 220 kV 馈供线路的供电网络; 2006 年 8 月, 220 kV 京口变投运后, 又形成了上党(谏壁电厂)至官塘变至丁卯变至京口变三级 220 kV 馈供线路的供电网络(见图 1, 6~12 km 短线路成串供电网络)。220 kV 线路由环网运行改为馈供运行, 线路

快速保护停用<sup>[3~5]</sup>, 线路保护按线变组方式整定<sup>[6~8]</sup>后, 在多级串供方式下, 必然带来 220 kV 多级馈供线路的继电保护整定配合变得十分困难<sup>[2]</sup>。本文就 220 kV 多级馈供线路的继电保护整定配合策略进行探讨, 供各位同行在进行类似继电保护整定时参考。

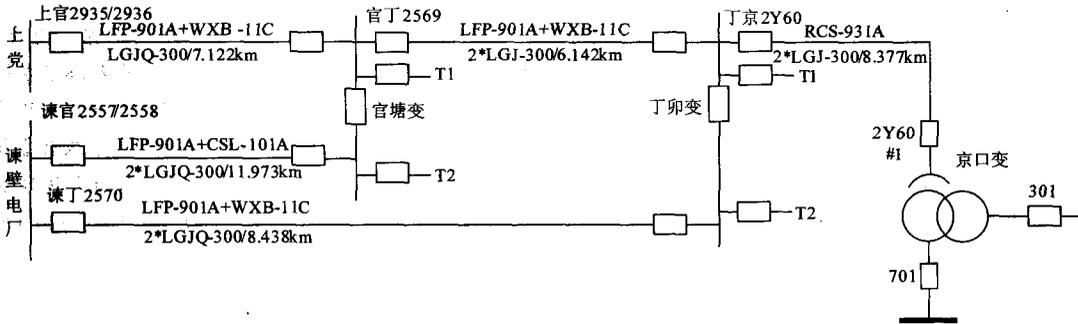


图 1 镇江电网 220 kV 三级馈供电网络接线图

Fig.1 Zhenjiang 220 kV three-level feed power supply network wiring

### 1 继电保护的配置

2005 年 6 月, 镇江 220 kV 电网分层分区运行时, 原上党(谏壁电厂)至官塘变至丁卯变两级 220 kV 馈供线路继电保护的配置是按环网配置的, 上党(谏壁电厂)至官塘变的 2935/2936 线路及官塘变至丁卯变 2569 线路两侧均配置了 LFP-901A+WXB-11C 双重化保护, 谏壁电厂至官塘变的 2557/2558 线路两侧均配置了 LFP-901A+CSL-101A 双重化保护; 2006 年 8 月, 220 kV 京口变投运时, 丁卯变至京口变 220 kV 馈供线路配置了 RCS-931A 单套带分相电流差动的光纤保护。WXB-11C 保护的配置为: 高频保护、三段距离保护、三段接地距离保护、四段方向零序电流保护和重合闸; LFP-901A 保护的配置为: 高频保护、三段距离保护、三段接地距离保护、两段方向零序电流保护和重合闸; CSL101A 的配置为: 高频保护、三段距离保护、三段接地距离保护、四段方向零序电流保护; RCS-931A 保护的配置为: 光纤分相电流差动保护、三段距离保护、三段接地距离保护、两段方向零序电流保护和重合闸。

### 2 220 kV 三级馈供电网络接地与运行方式

#### 2.1 220 kV 馈供电网络接地方式

该 220 kV 三级馈供电网络见图 1, 官塘变的 1# 和 2# 变压器容量为 2\*120 MVA、丁卯变 1# 和 2# 变压器容量为 2\*180 MVA、京口变 1# 变压器容量为

180 MVA, 均为自耦变, 故该系统的 220 kV 变压器中性点均接地。

#### 2.2 220 kV 馈供电网络运行方式

正常运行方式为: 上官 2935 线上官塘变正母线供官塘 1# 主变、通过官丁 2569 线上丁卯变正母线供丁卯 1# 主变; 谏官 2558 线上官塘变副母线供官塘 2# 主变; 谏丁 2570 线上丁卯变副母线供丁卯 2# 主变、通过丁京 2Y60 线供京口变 1# 主变。谏官 2557 线上官塘变正母线热备用、上官 2936 线上官塘变副母线热备用。

主要检修方式: (1) 当上官 2935 线路检修, 由谏官 2557 线路供; (2) 当谏官 2558 线路检修, 由上官 2936 线路供; (3) 当官丁 2569 线路检修, 丁卯变和京口变由谏丁 2570 线供; (4) 当谏丁 2570 线检修时, 丁卯变及京口变有官丁 2569 线供(形成了 220 kV 三级馈供供电网络运行方式), 官塘变方式相应调整。

### 3 220 kV 三级馈供线路继电保护整定策略

#### 3.1 电源开关的稳定限额和保护限额

上党开关站 2935/2936 开关和谏壁电厂 2557/2558 开关的保护限额见表 1、表 2, 该电源开关全线切除故障时间的稳定限额: 单相故障切除时间为 1.1 s, 相间故障切除时间为 0.6 s (最初为 0.3 s)。

#### 3.2 220 kV 三级馈供线路的继电保护整定策略

##### 3.2.1 电源开关的继电保护整定策略

由于 LFP-901A、WXB-11C、CSL-101A 保护的高频保护在馈供运行方式下线路故障可能存在拒

动<sup>[3~5]</sup>, 为简化整定, 上述线路快速保护停用, 受带馈供线路时)距离保护的振荡闭锁均退出运行。电侧保护也停用。同时上述线路(包括 220 kV 旁路

表 1 上党开关站 2935/2936 开关的保护限额

Tab.1 2935/2936 limit switch protection of Shangdang switching station

保护限额	I 段	II 段	III 段	IV 段
距离保护	$\geq 2.2 \Omega, 0 s$	$\geq 19.8 \Omega, \leq 0.6 s$	$\geq 66.0 \Omega, \leq 2.9 s$	/
接地距离保护	$\geq 2.2 \Omega, 0 s$	$\geq 19.8 \Omega, \leq 1.1 s$	$\geq 66.0 \Omega, \leq 2.9 s$	/
零序电流保护	$\leq 20\ 000 A, 0 s$	$\leq 10\ 000 A, \leq 0.6 s$	$\leq 2\ 400 A, \leq 1.1 s$	$\leq 250 A, \leq 2.9 s$

表 2 谏壁电厂 2557/2558 开关的保护限额

Tab.2 2557/2558 Jianbi plant protection limit switch

保护限额	I 段	II 段	III 段	IV 段
距离保护	$\geq 2.2 \Omega, 0 s$	$\geq 19.8 \Omega, \leq 0.6 s$	$\geq 60.0 \Omega, \leq 2.9 s$	/
接地距离保护	$\geq 2.2 \Omega, 0 s$	$\geq 19.8 \Omega, \leq 1.1 s$	$\geq 60.0 \Omega, \leq 2.9 s$	/
零序电流保护	$\leq 20\ 000 A, 0 s$	$\leq 10\ 000 A, \leq 0.6 s$	$\leq 4\ 000 A, \leq 1.1 s$	$\leq 240 A, \leq 2.9 s$

(1) 距离 I 段保护和接地距离 I 段保护整定策略

① I 段保护

按躲过线路末端相间故障或接地故障保护安装处至故障点最小测量阻抗整定。

② II 段保护

a) 按躲过官塘变或丁卯变中压侧相间故障或接地故障保护安装处至故障点最小测量阻抗整定;

b) 保证本线路末端相间故障或接地故障时本保护有大于 1.5 的灵敏度;

c) 与下级线路首端开关 (2569 开关) 距离 I 段保护或接地距离 I 段保护定值配合;

d) 与下级线路首端开关 (2569 开关) 距离 II 段保护或接地距离 II 段保护定值配合。

③ III 段保护

a) 按躲过本线路最小负荷阻抗整定;

b) 与下级线路首端开关 (2569 开关) 距离 III 段保护或接地距离 III 段保护定值配合;

c) 与官塘变主变高压侧复合电压过流保护定值配合。

(2) 零序电流保护整定策略

① I 段保护

按躲过线路末端接地故障流过保护安装处 3 倍的最大零序电流整定。

② II 段保护

a) 按躲过官塘变或丁卯变中压侧接地故障流过保护安装处 3 倍的最大零序电流整定;

b) 与下级线路首端开关 (2569 开关) 零序电流 I 段或 II 段保护定值配合。

③ III 段保护

a) 保证本线路末端接地故障时本保护有大于 1.5 的灵敏度;

b) 与下级线路首端开关 (2569 开关) 零序电流 II 段或 III 段保护定值配合;

c) 与官塘变高压侧或中压侧快速动作的零序电流保护段定值配合。

④ IV 段保护

a) 按本线路高阻抗接地时有足够灵敏度整定, 即  $I \leq 300 A$ ;

b) 与官塘变高压侧零序电流保护后备段定值配合。

上述保护均应满足上级调度 (省调) 下达的稳定限额和保护限额的要求。重合闸按特殊的三相一次重合闸进行整定和运行, 由于上述变电所有地方电厂并网, 所以重合闸应启用检查无压功能。

3.2.2 2569 开关的继电保护整定策略

(1) 距离 I 段保护和接地距离保护整定策略

① I 段保护

按躲过线路末端相间故障或接地故障保护安装处至故障点最小测量阻抗整定。

② II 段保护

a) 按躲过丁卯变中压侧相间故障或接地故障保护安装处至故障点最小测量阻抗整定;

b) 保证本线路末端相间故障或接地故障时本保护有大于 1.5 的灵敏度;

c) 与下级线路首端开关 (2Y60 开关) 距离 I 段保护 (或距离 II 段保护) 或接地距离 I 段保护 (或接地距离 II 段保护) 定值配合;

d) 与上级线路首端 (电源) 开关距离 II 段保护或接地距离 II 段保护定值配合。

③III段保护

- a) 按躲过本线路最小负荷阻抗整定;
- b) 与下级线路首端开关(2Y60 开关)距离III段保护或接地距离III段保护定值配合;
- c) 与丁卯变主变高压侧复合电压过流保护配合;
- d) 与上级线路首端(电源)开关距离III段保护或接地距离III段保护定值配合。

(2) 零序电流保护整定策略

① I 段保护

按躲过线路末端接地故障流过保护安装处 3 倍的最大零序电流整定。

② II 段保护

a) 按躲过丁卯变中压侧接地故障流过保护安装处 3 倍的最大零序电流整定;

b) 与下级线路首端开关(2Y60 开关)零序电流 I 段保护定值配合;

c) 与上级线路首端(电源)开关零序电流 II 段保护定值配合。

③III段保护

a) 保证本线路末端接地故障时本保护有大于 1.5 的灵敏度;

b) 与下级线路首端开关(2Y60 开关)零序电流 I 段保护定值配合;

c) 与丁卯变高压侧或中压侧快速动作的零序电流保护段定值配合;

d) 与上级线路首端(电源)开关零序电流 III 段保护定值配合。

④IV段保护

a) 按本线路高阻抗接地时有足够灵敏度整定, 即  $I \leq 300 \text{ A}$ ;

b) 与下级线路首端开关(2Y60 开关)零序电流 II 段保护定值配合;

c) 与丁卯变高压侧零序电流保护后备段定值配合;

d) 与上级线路首端(电源)开关零序电流 IV 段保护定值配合。

重合闸也按特殊的三相一次重合闸进行整定和运行, 由于上述变电所有地方电厂并网, 所以重合闸启用检查无压功能。

3.2.3 2Y60 开关的继电保护整定策略

(1) 距离保护和接地距离保护整定策略

① I 段保护

按躲过线路末端相间故障或接地故障保护安装处至故障点最小测量阻抗整定; 也可按躲过京口变中压侧相间故障或接地故障保护安装处至故障点最

小测量阻抗整定。

② II 段保护

a) 按躲过京口变中压侧相间故障或接地故障保护安装处至故障点最小测量阻抗整定;

b) 保证本线路末端相间故障或接地故障时本保护有大于 1.5 的灵敏度;

c) 与上级线路首端(2569)开关距离 II 段保护或接地距离 II 段保护定值配合。

③III段保护

a) 按躲过本线路最小负荷阻抗整定;

b) 与丁卯变主变高压侧复合电压过流保护配合;

c) 与上级线路首端(2569)开关距离 III 段保护或接地距离 III 段保护定值配合。

(2) 零序电流保护整定策略

由于 RCS931A 保护只有两段零序电流保护, 所以这两段保护可分别按第 III 段保护和第 IV 段保护进行整定, 其中, 第一段的保护也可按保全线有灵敏度的第 II 段保护进行整定。

① II 段保护

a) 保证本线路末端接地故障时保护有大于 1.5 的灵敏度;

b) 与京口变高压侧或中压侧快速动作的零序电流保护段定值配合;

c) 与上级线路首端(2569)开关零序电流 III 段保护定值配合。

②III段保护

a) 按本线路高阻抗接地时有足够灵敏度整定, 即  $I \leq 300 \text{ A}$ ;

b) 与京口变高压侧零序电流保护后备段定值配合;

c) 与上级线路首端(2569)开关零序电流 IV 段保护定值配合。

由于第三级保护装有光纤分相电流差动保护, 所以该保护的 I 段保护, 可以按伸进变压器而不伸出变压器整定; 也可以按保护全线的一部分整定。重合闸也按特殊的三相一次重合闸进行整定和运行, 由于上述变电所有地方电厂并网, 所以重合闸启用检查无压功能。光纤分相电流差动保护整定并启用(其中京口变侧光纤保护启用但不跳闸)。

在上述三级保护零序电流保护中, 需全部启用方向元件, 其中零序电流 I 段保护在最大运行方式下只要灵敏度大于 1, 即可启用。

4 220 kV 三级馈供线路继电保护整定实例

4.1 稳定限额改变前的整定

一开始整定时, 由于省调电源侧的稳定切除故障时间限额为: 相间故障为: 0.3 s; 接地故障为: 1.1 s, 整定结果见图 2。电源侧谏壁电厂 2557/2558 (220 kV 上党开关站 2935/2936) 第一级保护的距

间故障时, 可能会引起越级跳闸, 故第二级和第三级重合闸均停用。这种整定结果对镇江城区的供电, 将是灾难性的, 下级线路故障, 有可能引发大面积停电。

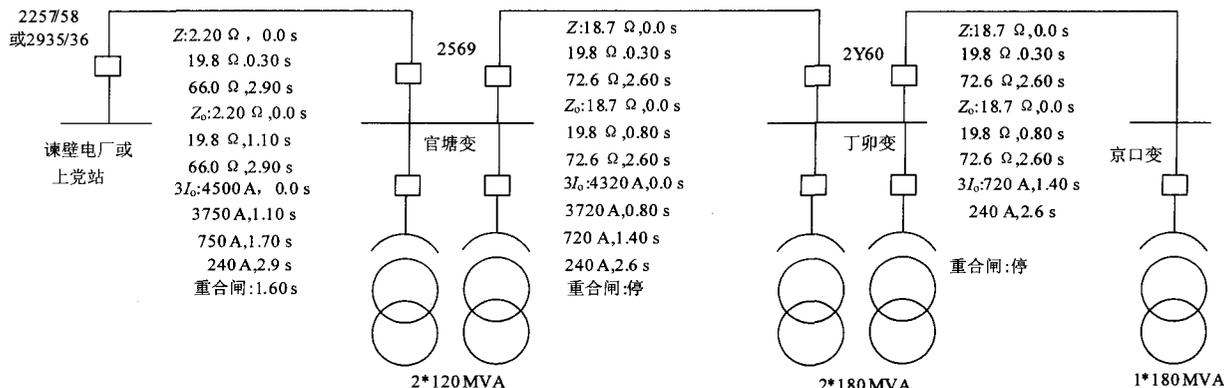


图 2 稳定限额改变前的保护定值配置图

Fig.2 Protection setting configuration before stability limit changed

#### 4.2 稳定限额改变后的整定

由于存在上述问题, 所以向省调申请对上述网络重新进行稳定计算。省调经过计算同意将电源侧的稳定切除故障时间限额调整为: 相间故障为: 0.6 s; 接地故障为: 1.1 s, 整定结果见图 3。按上述整定策略进行整定, 其中第一级、第二级 I 段保护的保护区不伸出本线路, 第三级 I 段保护的保护区为本线路全线; 由于馈送的三级线路均比较短, 要保

证全线故障时有大于 1.5 的灵敏度, 则保全段灵敏度的定值必然要伸出下一级线路, 并伸入第三级线路; 虽然第一级、第二级保护的距 II 段保护伸出本线路和下一级线路, 但时间定值能够相互配合; 同时, 各级零序电流段 II 保护整定值也能够相互配合, 因此, 各级重合闸均可启用, 同时下级线路发生故障时, 引起越级跳闸的可能性大大降低。

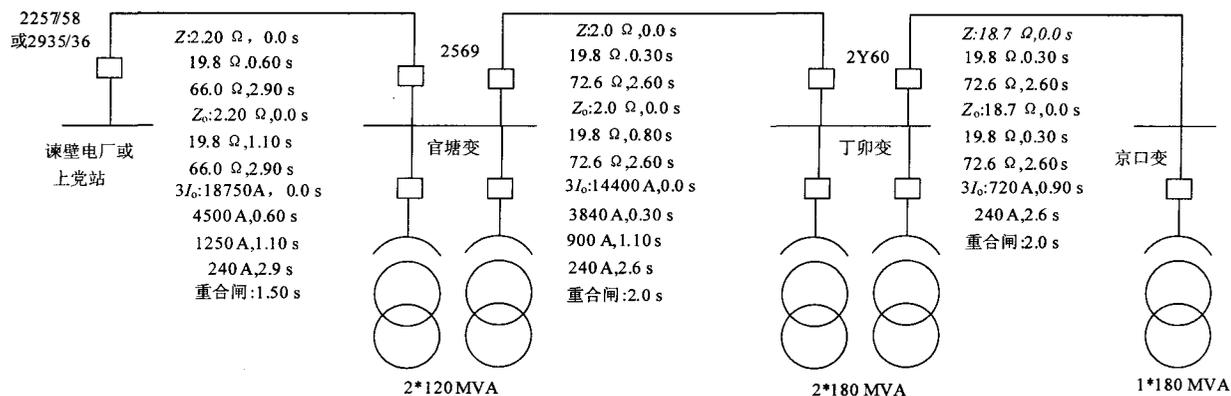


图 3 稳定限额改变后的保护定值配置图

Fig.3 Protection setting configuration after stability limit changed

#### 4.3 存在问题

由于省调下达的电源开关的后备段保护限额中, 距离 III 段保护、接地距离 III 段和零序电流 IV 段保护时间定值仅为 2.9 s, 零序电流 III 段保护时间定值仅为 1.1 s, 使得各级距离 III 段保护、接地距离 III

段和零序电流 IV 段保护时间定值之间不能配合, 同时, 也与主变 220 kV 侧的复合电压闭锁电流保护及零序电流保护后备段保护时间定值之间不能配合; 同样, 也使得各级保全段灵敏度的零序电流 III 段保护时间定值之间不能配合, 第一级、第二级零序电

流III段保护与主变 220 kV 侧或 110 kV 侧的零序电流保护快速段保护之间尚能配合, 第三级零序电流 III段保护与主变 220 kV 侧的零序电流保护快速段保护之间不能配合(时间定值一样)。

### 5 建议

上述 220 kV 线路多级串供是由于 220 kV 电网采取分层分区供电在解环点解环时形成的, 虽然采取了措施使得上述距离保护、接地距离保护和零序电流保护的第 I 段保护、第 II 段保护能够整定成相互配合, 但后备段保护由于保护限额的限制不能整定成相互配合, 因此, 提出下列建议:

a) 应通过规划, 改善 220 kV 供电网络, 使得 220 kV 线路多级串供的级数减少或没有多级串供的 220 kV 线路<sup>[2]</sup>。

b) 应在改善 220 kV 供电网络或线路改造时, 在馈供线路上装设能够全线速动的光纤分相电流差动保护, 可以改善多级串供的 220 kV 线路保护之间快速保护段之间的配合性能<sup>[6-8]</sup>。

c) 新建的 220 kV 馈供线路也应装设能够全线速动的光纤分相电流差动保护。

d) 上述多级串供的 220 kV 线路正常运行时, 应尽量采用两级串供的 220 kV 线路运行。

e) 220 kV 变电所主变高压侧应装设和整定快速动作的相间故障和接地故障的后备保护, 改善与上级 220 kV 线路保护的配合性能<sup>[9,10]</sup>。

### 参考文献

[1] 胡伟. 2004-2005 年江苏电网分层分区运行分析[J]. 华东电力, 2003, 31(8):14-17.  
HU Wei. Analysis of Leveling and Districting Operation in Jiangsu Electric Power Grid from 2004 to 2005[J]. East China Electric Power, 2003, 31(8):14-17.

[2] 朱慰慈, 李民, 陈嵘. 220kV 电网分区运行对镇江电网的影响及对策[J]. 江苏电机工程, 2006, 25(4):43-46.  
ZHU Wei-ci, LI Min, CHEN Rong. The Impact of 220 kV Network Partition on Zhenjiang Power Grid and the Countermeasures[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2006, 25(4):43-46.

[3] 常风然, 张洪, 周纪录, 等. 单电源线路保护问题分析及对策[J]. 继电器, 2007, 35(10):9-12.  
CHANG Feng-ran, ZHANG Hong, ZHOU Ji-lu, et al.

Problems and Countermeasure of Radial Supply Line Protection[J]. Relay, 2007, 35(10):9-12.

[4] 汪萍. 220 kV 线路保护整定计算的简化实践[J]. 华东电力, 2004, 32(9):60-62.  
WANG Ping. Simplification of Computation of 220 kV Line Protection Setting[J]. East China Electric Power, 2004, 32(9):60-62.

[5] 李洪书. 单电源 220 kV 线路继电保护的运行分析[J]. 华北电力, 2005, (增刊):24-27, 108.  
LI Hong-shu. Operation Analysis on Singly Power Sources 220 kV Lines Relay Protection[J]. North China Electric Power, 2005, (S):24-27, 108.

[6] GB-14285, 继电保护和安全自动装置技术规程[S]. GB-14285, Technical Regulation of Relay Protection and Safe Automatic Device[S].

[7] DL/T584-95, 3~110 kV 电网继电保护运行整定规程[S]. DL/T584-95, Operating Regulations of Relay Protection in 3~110 kV Electric Network[S].

[8] DL/T559-94, 220~500 kV 电网继电保护运行整定规程[S]. DL/T559-94, Operating Regulations of Relay Protection in 220~500 kV Electric Network[S].

[9] 汤大海. 增设主变 220kV 零序电流III段保护及运行[J]. 二十一世纪电力, 2004, 12:45-46.  
TANG Da-hai. Additional 220kV Main Transformer Zero-sequence Current Protection and Operation of Paragraph III[J]. 21st Century Power, 2004, 12:45-46.

[10] 汤大海. 变压器中低压后备保护与出线保护整定配合的研究[J]. 继电器, 2005, 33(21):25-26, 40.  
TANG Da-hai. Research of the Cooperation of Middle-low Voltage Back up Protection of Transformer and Outlet Protection Setting[J]. Relay, 2005, 33(21):25-26, 40.

收稿日期: 2009-05-09; 修回日期: 2009-05-27

### 作者简介:

汤大海(1963-), 男, 本科, 高级工程师/高级技师, 从事电网继电保护运行管理工作; E-mail: zhuweici@vip.sina.com

严国平(1965-), 男, 本科, 高级工程师, 从事电网继电保护运行管理工作。