地区电网发展初期电磁环网弱开环方式的探讨

杨宝起

（新疆天富热电股份有限公司电力调度所，新疆 石河子 832000）

摘要 随着电网结构的逐步增强，为了降低日益增大的220kV电网短路电流水平，必须逐步采取开环运行方式。但在220kV和110kV局部电网结构尚不完善的情况下，解环运行往往难以实现。在此过渡时期可以采取弱开环方式，以天富热电电网为例，通过分析论证，得出在电网结构不完善的过渡时期，采用弱开环方式将优于完全开环方式的结论，这可为电网安全可靠运行提供一种新的方式。

关键词：电网结构；短路电流；开环运行；220kV/110kV电网分区；弱开环方式

Regional Power Grid Development Initial Stage Electromagnetic Loop Network Weak Open-loop Mode Discuss

Yang Baoqi

(Xinjiang Tianfu Thermoelectric Limited by Share Ltd electric power dispatching, Shihezi, Xinjiang 832000)

Abstract With the development of power grid structure is gradually increased, in order to reduce the increasing 220 kV power system short-circuit current level, must gradually adopt open loop operation mode. But in 220kV and 110kV local power grid structure is not perfect situation, hydrolysis of cyclic operation is often difficult to achieve. During this transitional period can take weak open-loop mode, the thermoelectric power grid for example, through the analysis, obtains in the grid structure is not perfect in the period of transition, the weak open-loop mode will be superior to completely open loop way conclusion, which can provide safe and reliable operation of power grids to provide a new way.

Key words：power system; short circuit current; open loop operation; 220kV/110kV grid partition; weak open-loop mode

随着电源项目和输变电项目的大量投产，220kV电网建设初期电网结构不合理，110kV电网短路电流水平亦稳步上升，电磁环网的存在及其短路电流增加相互之间日益突出的矛盾，已成为电力系统规划和运行过程中面临和需亟待解决的首要问题。110kV电网短路电流水平原则按40kA控制，为了限制110kV电网短路电流水平，在220kV电网为完善期间110kV电网将分片运行。

对电磁环网解环并实现电网分层分区供电是控制短路电流的十分经济、有效的方法。合理的220kV/110kV电网分区供电方案需要有合适的网络结构作支撑，在220kV和110kV局部电网结构尚不完善的情况下，解环运行往往难以实现，此时若实施110kV电网解开电磁环网，电网的局部的安全性和可靠性可能会受到影响。在这种过渡情况下怎样能够满足既能将电网110kV短路电流限制到40kA以下，又不解环运行以保证电网安全稳定运行呢？本文将以石河子天富热电电网为例，就弱开环形式进行探讨。

1 石河子天富热电电网开环基本原则及条件

随着220kV网架的建设不断进行及地区110kV电网规模的不断扩大。110kV电网分层分区运行是电网发展的必然。通过电网分层分区运行，不但可以解决220kV/110kV电磁环网在线路*N*-1或*N*-2方式下潮流转移导致的热稳定问题，充分发挥高一级

电压等级的输电能力，而且可以使电网结构清晰，层次分明，便于实现分区解列，有效地构筑安全稳定第 3 道防线；同时可以减小系统短路电流，解决局部电网的短路电流超标问题。

由于电网发展的复杂性和多样性，将已有电磁环网解环，实现分层分区运行需要综合考虑多种因素，比如：何时解环、在何处解环、如何分区等问题。为了应对日益增大的 110kV 电网短路电流及减轻 220kV/110kV 电磁环网运行对电网安全稳定运行所产生的威胁，天富热电股份有限公司制定了 220kV/110kV 电磁环网解环基本原则，在条件允许的情况下，将逐步解开 220kV/110kV 电磁环网。

2 110kV 电网分区解环的基本原则

1）以一个 220kV 变电站作为主要供电电源，并配合本地区内部的大容量发电厂，将 110kV 电网划分为若干个相对独立的供电分区；各供电分区短路电流水平应控制在合理范围，且区内任意单一故障，系统仍能保持稳定运行。

2）采取分区供电方案后，220kV 电网及各供电分区应有足够的安全稳定性和供电可靠性。

3）采取分区供电的方案后，各供电分区应具有足够的供电可靠性，应保证作为主要供电中心的 220kV 变电站主变，110kV 送入线路、供电分区内的 110kV 变电站主变、110kV 线路及电源在 *N*-1 下不过载，满足电网安全评估要求。110kV 变电所应有不同方向的电源供电。失去一个方向电源后，另一个方向电源应保证供给全部所需电力。

3 电网解环实例分析——石河子电网现状

1）石河子地区电网为地方电网，由天富公共电网（天富集团所属及经营，以下简称天富电网）。截至 2011 年底，天富电网通过城东～玛纳斯电厂双回 110kV 线路与新疆电网相连，是八师石河子市的主要供电实体，天富电网除供带农八师所辖范围外，还供带邻近的玛纳斯县、沙湾县的部分区域；预计 2012 年底石河子电网总装机容量将达到 2759.55MW，其中：火电 2634.55MW，水电 125.05MW。220kV 变电站 1 座，变电容量 840MVA，110kV 降压变电站 20 座，变压器 38 台，总变电容量 1475.5MVA。35kV 降压变电站 27 座，变压器 46 台，总变电容量 347.4MVA。

2012 年石河子电网最大供电负荷预计将达到 1054MW 左右，发生在 8 月份，最小供电负荷预计在 380MW，预计发生在 2 月份。最大日峰谷差预计在 200MW 左右。

2）根据石河子地区电网 2012 年社会用电量预测确定 2012 年石河子地区计划发电量 81.2 亿 kW·h 时，天富水电厂计划发电量 4.6 亿 kW·h，天富火电计划发电量 25.6 亿 kW·h，国能投资公司（包括天河电厂、十户滩热电厂、西营热电厂、炮台热电厂、新安热电厂）计划发电量 51 亿 kW·h。2012 年上半年石河子电网（不含天业自备电网）总装机容量为：1024.55MW，三季度可达到 1624.55MW，年底可达到 2749.55 MW，最大可调容量 1410MW。检修及事故情况下无备用容量。

石河子电网现状如图 1 所示。

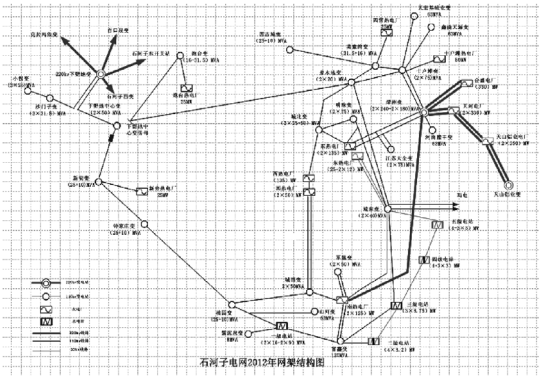


图 1

据石河子电网现状接线提出以下 3 种解环方案，分析比对如下。

方案一：

解环点：城东—东泉、城东—东明 T、西电—城北；石河子电网开环点分析网架结构如图 2 所示。

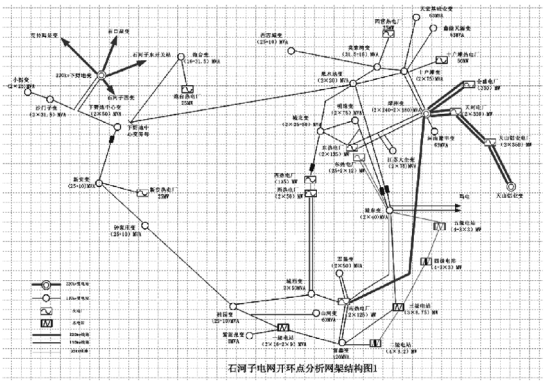


图 2

方案二：

解环点：绿洲—明绿 T 双回线、泉变—东泉、泉变—城北；石河子电网开环点分析网架结构如图 3 所示。

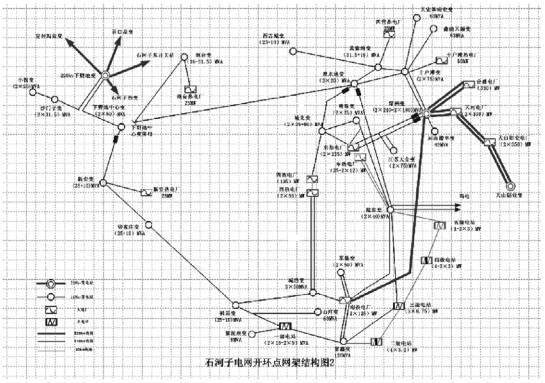


图 3

方案三：

解环点：绿洲—明绿 T 双回线、泉变—莫变、泉变—十户；石河子电网开环点分析网架结构如图 4 所示。

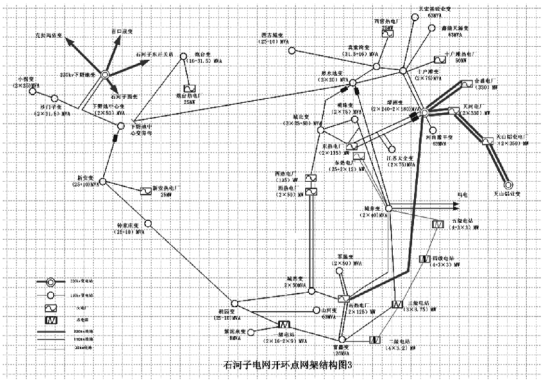


图 4

表 1　解环前后短路电流比对结果

母线	电压/kV	解环前/kA	方案一		方案二		方案三	
			解环后/kA	差值百分比/%	解环后/kA	差值百分比/%	解环后/kA	差值百分比/%
天铝电厂	230	30.84	30.46	1.24	29.65	3.88	29.56	4.18
合盛电厂	230	27.12	26.61	1.87	25.71	5.20	25.61	5.57
天铝	230	28.70	28.37	1.15	27.66	3.61	27.58	3.89
天河	230	31.60	31.18	1.34	30.28	4.19	30.18	4.51
南热	230	14.00	13.99	0.02	13.91	0.60	13.90	0.68
绿洲	230	28.45	27.87	2.03	26.85	5.61	26.74	6.01
钟家	116	3.74	3.56	4.82	3.67	1.82	3.68	1.66
一级	115	10.05	8.93	11.08	9.48	5.62	9.53	5.17
下野	115	2.88	2.62	9.03	2.18	24.11	2.69	6.60
西古	116	2.89	2.72	5.92	2.52	12.75	2.29	20.71
西电	115	17.92	11.89	33.62	15.78	11.91	16.04	10.49
西变	115	17.17	12.40	27.81	15.32	10.77	15.51	9.65
桃	115	9.77	8.38	14.15	9.21	5.72	9.26	5.18
十户	115	14.45	11.33	21.61	9.29	35.69	8.86	38.71
山河	115	8.48	6.86	19.13	7.98	5.93	8.04	5.18
沙湾	115	7.34	6.10	16.91	6.97	5.15	7.01	4.49
三级	115	12.44	10.36	16.71	11.41	8.26	11.51	7.51
泉变	115	12.06	7.51	37.73	4.14	**65.68**	8.45	29.89
南热	116	22.81	17.65	22.61	20.08	11.97	20.31	10.96
莫变	115	6.12	5.39	11.82	4.66	23.81	3.92	35.83
明绿	115	24.53	14.89	39.29	15.01	38.82	15.30	37.65
绿洲	115	24.16	16.63	31.15	12.37	48.80	12.02	**50.23**
军垦	115	18.73	15.14	19.16	16.87	9.94	17.03	9.08
富鑫	115	15.94	13.16	17.48	14.50	9.03	14.62	8.28
东热	115	26.70	14.47	45.81	17.75	33.52	18.15	32.00
东泉	115	15.55	3.29	**78.85**	12.22	21.42	13.36	14.11
东明	115	26.51	14.05	47.00	17.97	32.22	18.37	30.69
城东	115	26.10	15.87	39.18	20.71	20.65	21.21	18.72
北变	115	20.45	11.16	45.41	14.97	26.82	15.88	22.35

表 2　不解环和三种解环方案比对

分析内容	不解环	方案一	方案二	方案三
潮流分析	各级母线电压水平满足运行要求，且无线路和变压器过载情况	各级母线电压水平满足运行要求，且无线路和变压器过载情况	各级母线电压水平满足运行要求，且无线路和变压器过载情况	各级母线电压水平满足运行要求，且无线路和变压器过载情况
静态安全分析	不存在线路 *N*-1 过载情况	城西—西电单回线开断，另一回线过载 24%	不存在线路 *N*-1 过载情况	不存在线路 *N*-1 过载情况
南热—天河三永 *N*-1	稳定	压南热电厂出力 50MW，才能保证城东—玛电断面上网功率不超过 30MW	北部电网因功率缺额频率最低降至 48.1Hz，联切合盛负荷 70MW，北部电网频率最低为 49.2Hz，最终恢复到 49.8Hz，低频减载装置不会动作；压南热电厂出力 70MW，才能保证城东—玛电断面上网功率不超过 30MW	北部电网因功率缺额频率最低降至 48.36Hz，联切合盛负荷 60MW，北部电网频率最低为 49.25Hz，最终恢复到 49.8Hz，低频减载装置不会动作；压南热电厂出力 60MW，才能保证城东—玛电断面上网功率不超过 30MW

（续）

分析内容	不解环	方案一	方案二	方案三
绿洲—天河三永 *N*-2	稳定	北部电网因功率缺额频率降至 42.7Hz，联切合盛负荷 150MW，频率最低为 49.3Hz，最终恢复到 49.8Hz，低频减载装置不会动作；城东—玛电联络线上网功率达到 142.5MW，压天河电厂出力 120MW，城东—玛电联络线上网功率降低到 30MW 以下	北部电网因功率缺额频率降至 39.3Hz，联切合盛负荷 194MW，频率最低为 49.3Hz，最终恢复到 49.9Hz，低频减载装置不会动作；城东—玛电联络线上网功率达到 153.8MW，压天河电厂出力 140MW，城东—玛电联络线上网功率降低到 30MW 以下	北部电网因功率缺额频率降至 35.76Hz，联切合盛负荷 194MW，频率最低为 49.63Hz，最终恢复到 50Hz，低频减载装置不会动作；城东—玛电联络线上网功率达到 145MW，压天河电厂出力 130MW，城东—玛电联络线上网功率降低到 30MW 以下
西热电—城西变三永 *N*-2	稳定	西热电厂三台机组频率失稳，石河子主网保持稳定，但城东—玛电联络线下网功率达到 131.3MW，采取联切合盛负荷 100MW，城东—玛电联络线上网功率降低到 30MW 以下	稳定	稳定
短路电流	220kV 和 110kV 母线三相短路电流均未超过其遮断容量	220kV 母线三相短路电流较解环前差值百分比在 0.02%～2.03%之间，110kV 母线三相短路电流较解环前差值百分比在 2.74%～78.85%之间，最大值出现在解环点东泉 T 母线	220kV 母线三相短路电流较解环前差值百分比在 0.6%～5.61%之间，110kV 母线三相短路电流较解环前差值百分比在 1%～65.68%之间，最大值出现在解环点泉变母线	220kV 母线三相短路电流较解环前差值百分比在 0.68%～6.01%之间，110kV 母线三相短路电流较解环前差值百分比在 0.93%～50.23%之间，最大值出现在解环点泉变母线

4 小结

不解环和三种解环方案比对见表 2。通过比对得出，解环后短路电流水平有所降低，110kV 电网网架强度减弱，暂态稳定性减弱，但鉴于目前石河子电网 220kV 网架较为薄弱，建议仍保持合环运行；若需要解环，推荐方案三，石河子主网存在 110kV 多环网结构，较前两种方案可靠性更高。

5 建议

1）在研究采用弱开环方式时，要对电网结构、潮流分布并结合短路电流水平进行分析，找出潮流分布较轻且提供短路电流较大的联络线。

2）在电网结构形成的过渡时期，电网结构不满足开环条件，可采用弱开环方式来限制电网短路电流，该方式还可减轻对电网安全运行的影响。

3）弱开环方式应用于电网结构不完善的过渡时期，待电网结构满足开环条件时，则实施解环方案以彻底解决 220kV/110kV 电磁环网问题，充分发挥高一级电压等级的输电能力，使电网结构清晰，层次分明，并有效减小系统短路电流。

参考文献

[1] 电力系统安全稳定导则.中华人民共和国经济贸易委员会 2001 年 4 月 28 日颁布.

[2] 《电力系统电压和无功电力技术导则》（SD 325-89, 试行）.中华人民共和国能源部 1989 年 3 月 20 日发布.

[3] 《国家电网公司电力系统安全稳定计算规定》,国家电网公司.

[4] 白宏坤,李干生.《关于电磁环网弱开环方式的探讨》.

[5] 《提高石河子电网安全和稳定性综合对策研究》电科院.

作者简介

杨宝起（1975-），男，大学本科，工程师，现从事电网检修及电网方式运行安排工作。