

文章编号: 1007-290X(2003)01-0061-04

台风“尤特”侵袭期间广东电网的可靠性分析

黄志明¹, 高志华^{1,2}, 陈浩¹

(1. 广东省电力调度中心, 广东 广州 510600; 2. 华南理工大学电力学院, 广东 广州 510640)

摘 要: 由于广东省特殊的地理位置和地形, 每年的台风季节, 不可避免地受到台风的威胁。如何采取有效的手段和必要的防范措施, 以确保广东电网安全运行, 已经成为一个重要课题。以台风“尤特”对广东电网的侵袭为例, 针对台风影响电网运行的特征, 提出在台风期间优化电网运行的建议和进一步提高电网可靠性的方法。这些方法和建议对受台风影响较大的省、市的电网运行都具有普遍的指导意义。

关键词: 台风; 电网; 运行; 跳闸; 故障处理

中图分类号: TM732

文献标识码: B

Analysis of reliability of Guangdong power system during typhoon season

HUANG Zhi-ming¹, GAO Zhi-hua^{1, 2}, CHEN Hao¹

(1. Guangdong Power Dispatching Center, Guangzhou 510600, China; 2. Electric Power College, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Guangdong Province always suffers from the menace of typhoon due to its special location and terrain. It has become an important issue how to take effective means and precautions to guarantee the safe operation of power system. From the example of ‘Yuto’, the suggestions on network optimization in typhoon period are presented along with methods for improving network reliability. These suggestions and methods are meaningful to operation of network in areas that are affected by typhoon.

Key words: typhoon; power network; operation; trip; treatment principle

广东地处华南沿海地区, 每年夏季都会受到台风的侵袭, 台风对广东电网造成很大的影响。2001 年 7 月 6 日, 台风“尤特”在广东汕尾登陆, 对广东电网的安全运行构成了严重的威胁, 仅粤东地区(见图 1)跳闸的 220 kV 线路共计 12 条, 跳闸达 30 多次, 是广东电网历年来受台风影响较大, 220 kV 以上线路跳闸次数最多、最集中的一次。本文就台风“尤特”对广东电网的影响情况、故障处理过程及处理过程中遇到的问题进行分析探讨, 为日后防台风工作提供有益的借鉴。

1 台风前广东电网的运行情况

2001 年 7 月 5 日晚至 6 日零时, 广东电网与南方电网、香港电网的所有联络线及相关设备均正

常运行, 联网线路潮流分布合理, 粤东地区所有 500 kV 和 220 kV 线路全部正常运行。粤东地区各主要水、火电厂(统调)开机情况及各厂实际出力如图 2 所示。

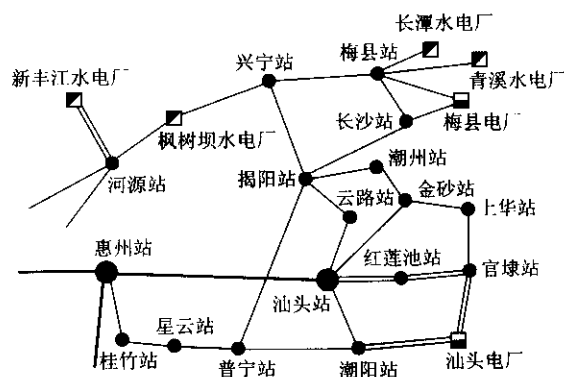


图 1 粤东地区电网地理接线图

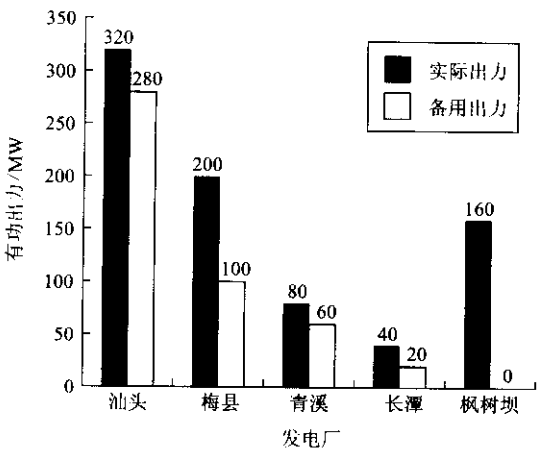


图 2 粤东地区各主要电厂的有功出力

由于粤东地区连日降水较多，枫树坝、长潭和青溪等水电厂均要求满发，而地方小水电厂也大量上网发电，致使梅州地区送出主网线路接近稳定极限(稳定极限见表 1)，其中枫河 + 长揭 + 兴揭界面已满载(达 586 MW)，统调火电厂均已深度调峰，水位很高的青溪水电厂亦因此而被迫压减了出力。

2 故障及其处理情况

2001 年 7 月 6 日零时过后，台风“尤特”开始侵袭粤东地区，并首先对汕头等地 110 kV 和 10 kV 电网造成严重破坏，导致负荷大量损失，地方小水

表 1 粤东地区电网相关界面稳定极限 MW

界 面	有功功率
河义 + 河湖 + 长揭 + 兴揭	830
长揭 + 兴揭 + 枫河	590
长揭 + 兴揭 + 枫兴	630
枫河 + 星普 + 惠汕	640

电厂通过主变压器向 220 kV 主网倒送电，从而加大了粤东地区向 220 kV 主网线路输送的压力。线路故障跳闸情况见图 3。

2.1 汕头电厂出线故障

从图 3 可见，7 月 6 日零时左右，台风开始登陆，220 kV 汕阳线跳闸。此后厂官甲线、厂阳甲线和厂阳乙线陆续跳闸，均重合不成功。由于厂官甲线跳闸时发现有火花，考虑到设备安全，故直到 5 时 18 分，经现场检查一、二次设备均无异常后，才下令线路强送电并获成功。在此段时间内，厂阳甲、乙线多次跳闸，为防止汕头电厂出线全跳闸对电网和该厂造成严重影响，在厂阳乙线跳闸后，广东省电力调度中心立即命令该厂事故压减负荷至 2×100 MW，并根据跳闸线路的一、二次设备情况，及时、正确地选择强送线路，确保了汕头电厂的运行安全。虽然当值调度员采取了果断措施，但由于台风“尤特”异常凶猛，在 4 时 08 分至 4 时

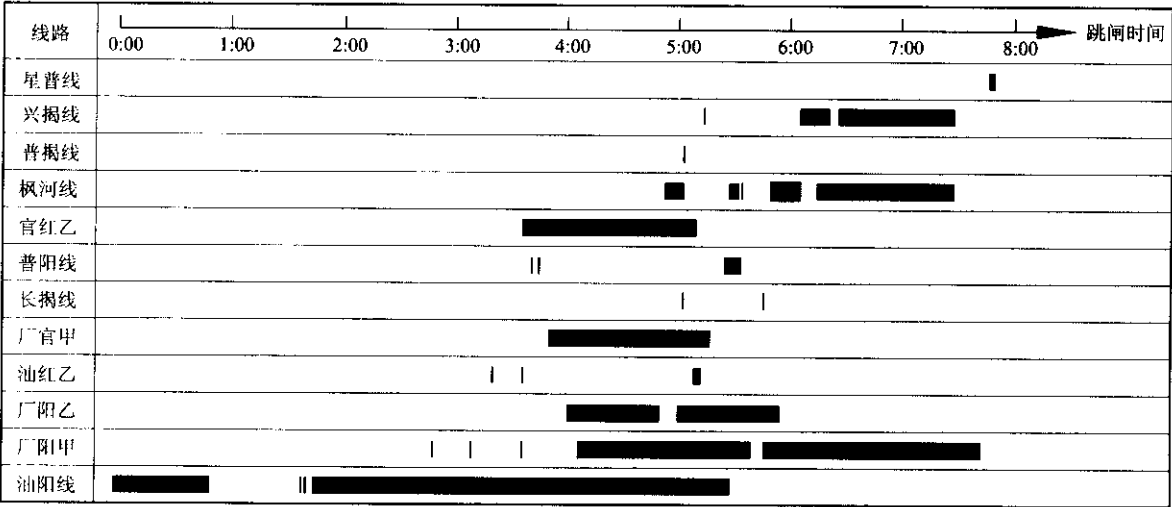


图 3 线路故障跳闸时间顺序

50 分和 5 时 00 分至 5 时 18 分时间段内，汕头电厂 4 回出线中，仅余一回出线(厂官乙线)与主网联系，情况相当严峻。

2.2 潮阳变电站出线故障

由于潮阳变电站较为接近台风登陆中心，所以受台风影响最为严重，汕阳线、厂阳甲、乙线和普阳线相继跳闸，而当时现场天气条件十分恶劣(雷雨大风)，且跳闸线路众多(包括 110 kV 及以下的线路)，现场值班人员对一、二次设备检查均十分困难，严重影响了对线路的送电。在厂阳甲、乙线和汕阳线跳闸后，考虑到潮阳变电站的安全，广东省电力调度中心当值调度员于 5 时 23 分下令汕头变电站合汕阳线开关，对汕阳线充电(此时汕头变电站刚刚完成对汕阳线设备的检查)。在试送成功后，仍未合环，此时普阳线跳闸，潮阳变电站所有 220 kV 出线全部跳闸，220 kV 母线由主变压器低压侧反充电。为避免出现非同期并列问题，广东省电力调度中心令潮阳变电站切开 220 kV 1 号、2 号主变压器变高开关，由汕阳线强送电给该站母线，成功后即送回 220 kV 1 号、2 号主变压器，潮阳变电站重新与主网并列运行，时间为 5 时 29 分，历时 4 min。其后，厂阳甲、乙线仍出现多次跳闸，在普阳线送电后(5 时 33 分)，潮阳变电站保持 2 回出线与主网联系。

2.3 枫河线故障

在 4 时 53 分至 7 时 03 分时间段，枫河线亦出现多次跳闸。由于枫河线是梅州地区与主网联络的重要线路，而且此前枫河+长揭+兴揭界面已接近满载，故当枫河线跳闸后，广东省电力调度中心立即电令枫树坝、青溪和长潭等水电厂事故压减出力至最低，梅县电厂机组滑参数紧急减出力至 30 MW+2×60 MW，此时长揭线+兴揭线总有功功率已减至 220 MW。台风继续向内陆移动，为防止长揭线或兴揭线任一回线路跳闸，造成另一条线路过载及电网失稳，5 时 40 分左右，广东省电力调度中心当值调度员电令梅县电厂停 4 号机组。6 时 05 分兴揭线跳闸，整个梅州地区只有长揭线与汕头地区电网相连，情况十分严峻，考虑到长揭线此前曾两次出现跳闸(5 时 03 分和 5 时 46 分)，广东省电力调度中心调度员立即电令梅县电厂停 3 号机组，并通知梅州电力局做好梅州地区与主网解列后对梅州地区独立网进行调频和调压的事故预想。在

6 时 13 分至 6 时 23 分和 6 时 25 分至 7 时 03 分时间段内，梅州地区仅有长揭线与潮汕地区电网联系，尽管当时天气条件十分恶劣，但在当值调度员和变电站值班员的共同努力下，7 时 03 分梅州地区所有 220 kV 联络线恢复送电。

在 7 月 6 日零时至 7 时 52 分这段时间，整个粤东地区最严重时共有 6 条 220 kV 线路同时停运，由于各方的通力合作，使得台风“尤特”对粤东地区 220 kV 电网造成的危害减至最小。

3 探讨与建议

3.1 通信联络

在故障处理中，当值调度员遇到一个很大的障碍就是通信问题。在故障发生的当天晚上，由于台风对微波通信设备的破坏，汕头电厂的微波及载波电话中断，备用市话也失效，只能通过无线移动电话机联络，对故障处理造成极大的不便。在故障发生的情况下，特别是大面积故障，如何保持通信联络畅通将是十分迫切的问题。

为此，建议通信部门应在平时加强对调度电话，特别是不常用的市话的维护和更新，力求避免出现通信失灵的现象。同时建议给重点电厂、变电站配备移动通信设备，以备在紧急情况下能够使用，杜绝出现通信中断的情况。

3.2 台风登陆前系统运行方式

在台风登陆前 12~14 h，广东气温明显下降，用电负荷亦随之大幅下降，而粤东地区负荷下降尤为明显，加上当地小水电厂大发，统调电厂的出力基本上全部送出主网，从而导致多个稳定界面接近满载。为此建议，在出现类似情况时，将梅县电厂 1 台 125 MW 机组停运，(如果条件允许，可停 2 台 125 MW 机组)，以减轻线路输送的压力。这样，即使出现局部电网解列等极端情况，仍可由水电厂进行调频、调压，力保供电正常。同时，汕头电厂机组出力亦应尽量减至 2×125 MW，以减小 2 台机组同时跳闸或 500 kV 惠汕线跳闸对电网造成的冲击。经事后分析，若当时 500 kV 惠汕线跳闸，星普线、惠桂线等线路将严重过载，极有可能在汕头电厂紧急停机前已经过载跳闸。而事实上，星普线亦于 7 时 45 分至 7 时 52 分事故停运，可见在台风侵袭时，粤东地区成为孤岛运行是极有可能出现的，运行部门应做好充分准备。

3.3 故障处理规定

按现行调度规程第 121 条规定：“投入自动重合闸装置的线路，开关跳闸后，重合不成功，应对开关进行外部检查，如无异常，可指令强送一次。”“当强送不成功，对继电保护动作有疑问，且现场反映无冲击等故障现象时，经所领导或总工程师批准，可退出该保护，再强送一次。”换言之，当线路开关重合不成功，必须先对开关进行必要的检查，但是由于台风登陆时，一般都伴随着雷雨大风，同一变电站内亦可能有多个开关设备故障跳闸。7 月 6 日台风“尤特”登陆时就是这种情况，变电站值班人员多次因站内自然条件恶劣而无法检查线路开关，造成强送延误。此外，现场值班人员向广东省电力调度中心汇报保护动作情况时，均需等待微机保护打印保护动作报告，检查保护动作情况时间也较长。考虑到以上情况和调度规程的规定，我们对相似情况下的故障处理建议如下：

a) 在预知故障有可能发生(例如台风造成各种瞬间故障)且线路两侧开关及重合闸均正常动作的情况下，若电网发生大面积故障，为了加快线路送电的速度，保证电网的安全，可以不检查线路保护具体动作情况，直接由广东省电力调度中心当值调度员决定向线路强送电一次。7 月 6 日台风“尤特”造成的电网故障，全部为瞬间故障，所有线路强送电均成功。

b) 在预知到可能发生自然灾害时，各电厂和变电站应加派人员值班，以防在变电站及其出线多种元件发生故障时，出现人手不足的情况。同时强调，在符合国家安全生产规定的条件下，值班人员必须坚持对开关外部进行检查，以确保开关及相关设备的安全。当自然条件十分恶劣，电厂和变电站工作人员已无法到现场检查开关设备时，为防止电网发生解列和保证系统中重要枢纽变电站和电厂的安全，经调度中心领导或总工程师批准，当值调度员可以选取适当线路进行一次强送电。在条件许可的情况下，若电厂侧已经对跳闸线路开关进行检

查，可以由电厂侧对线路进行强送电，例如汕头电厂的升压站均为室内设备，对开关的检查比较方便，而且从当时情况看，粤东地区倒送主网，即使在电厂侧对线路强送并因保护拒动而越级跳闸，导致其中一台机组跳闸，系统仍可以承受，其危害较之汕头电厂所有出线跳闸的危害要小。但需要注意的是：所选择的强送线路不应与该厂剩余的正常运行线路挂在同一母线上，否则有可能造成更为严重的后果。

c) 台风对线路的影响多属瞬间故障，在风力较大时，主要表现为线路走廊周边树木大幅度摇摆，造成线路对树放电，严重时，导线相间放电。在处理因台风造成多次跳闸的线路时，不宜在短时间内多次强送电(重要的联络线除外)，应结合考虑台风移动的速度等具体因素，有条件时，可在现场风力下降后再进行强送电，以提高线路强送的成功率，防止开关设备工作条件的进一步恶化。

4 结束语

由于广东地处沿海，每年都可能有多个台风在广东境内登陆，这就对广东电网的防台抗灾工作提出了严峻的考验，要求电网调度和运行人员提高警惕，做好台风可能造成危害的事故防范，合理安排电网的运行方式，提高电网运行的可靠性。在平时也应加强对电网设备及相关通信设施的维护，使其在关键时刻能正常发挥应有的作用。2001 年 7 月 6 日台风“尤特”对广东电网的影响是一次典型的台风侵袭电网事例，本文所作的分析对日后同类型的事件处理具有参考价值。

参考文献：

- [1] 李铎. 地区电网局部性事故的处理 [J]. 广东电力, 2001, 14 (1): 61—62.

作者简介：黄志明(1967—)，男，广东广州人，电力调度工程师，工学学士，从事电力系统调度工作。

欢迎访问《广东电力》网页

<http://gddl.bjx.com.cn>

<http://gddl.periodicals.net.cn>

万方数据