

基于多源信息的综合停电研判研究与应用

从配电网实用角度上介绍了基于多源数据信息的配电网综合停电研判方法，包括基于区间负荷分配的配电网状态估计处理技术及考虑多源数据的综合研判技术等。该方法已经在广东大部分配电网得到应用，现场运行情况表明所提方法是有效的，可以从最大程度上实现配电网可观可测并针对故障设备进行正确的故障研判，大幅度地提高了供电可靠性。

高贞彦 潘凯岩 高天亮 刘 兵/东方电子股份有限公司



高贞彦/高级工程师

0 引言

“十三五”初期，广东省电网规模不断扩大，负荷屡创新高，已成为全国规模最大、负荷最高的省级电网，也是世界最复杂的受端电网。随着分布式能源大规模接入和售电侧的逐步放开，广东在粤东、粤北地区新能源大规模的接入，珠三角城市供电可靠性要求越来越高，但部分地区配电网自动化数据基础依然薄弱，导致故障综合研判难以有效地开展。

对于高压输电网实时运行中出现设备过载运行的情况，文献[1]通过负荷自动转移控制技术实现了330 kV主变压器过载处理；文献[2]采用自动负荷切除的方法来消除设备过载的处理；文献[3]通过负荷转移的方法来消除电网中高电压等级的设备过载。以上文献提出的方法均为对电网正常方式下设备出现过载情况的处理，不能有效处理电网在设备发生故障从而导致备自投动作时可能出现新的设备过载的情况。为此文献[4]提出了基于EMS的智能备自投在线压板最优投退策略，文献[5]从备自投的一些特殊性质（如时序及均分等特性）提出了

备自投的改进策略，可以有效地解决以上文献中存在的问题。以上文献均从输电网的角度提出了故障的判断及处理方法，对于配电网故障，文献[6]提出了自愈解决方案，但对国内一般的配电网还难以整体从数据质量上满足自愈控制的大面积推广的条件，为此本文利用EMS系统、DMS系统、计量系统、生产管理系统和营销系统等多个系统的综合信息，提出了基于多源数据的配电网综合停电研判方法。

1 考虑多源数据的配电网状态估计处理

由于配电网量测配置冗余度严重不足，本文根据计量数据及实时数据采取负荷估计方法进行计算。

本文将配电网系统量测分为实时量测、准实时量测和伪量测三种。

(1) 实时量测

实时量测是SCADA系统从装设在馈线上的测量装置采集到的实时数据。由于种种原因限制，配电网系统中的实时量测数量有限，一般只在某些关键地点才会有，例如馈线出口处、线路上重要的开关/刀开关位置、某些重负荷及联络开关处等。

(2) 准实时量测

电量计费系统每15 min左右采集一次台区的三相负荷功率量测，由于存在时间同步问题，这些量测与实时量测不匹配，只能作为准实时量测。

(3) 伪量测

对于没有实时量测和准实时量测的

关键词/Keywords

停电池 ·
综合研判 ·
状态估计 ·

配电变压器（以下简称配变），应增加伪量测，伪量测的来源可以考虑计划值和配变的容量参数。

在目前配电网自动化水平不高的情况下，实时量测不足以保证系统可观测，即使加上负荷准实时量测和伪量测后，量测冗余度也非常低，而且实时量测与准实时量测、伪量测在准确度上相差很大，要计算当前状态下的电网状态，可以认为实时量测是最准确的，准实时量测和伪量测误差相对较大。但是实时量测本身还是存在误差的，而且各个负荷点（配变）基本上没有实时采集。因此，提出基于实时量测和伪量测补齐实时量测，并对实时量测进行合理修正的处理方法如图1所示。

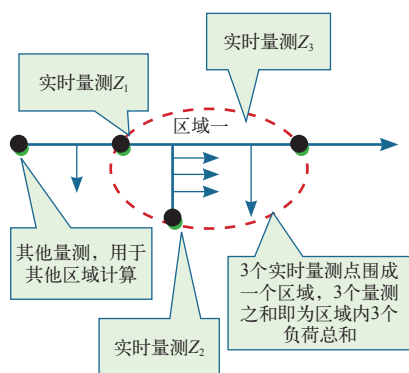


图1 基于区间负荷分配的状态估计

1) 按照实时量测（图中用●表示）的分布情况将整条馈线分成若干区域，使各区域互相独

立，而且要求各区域的交界处有实时量测，区域内部没有实时量测，图中虚线椭圆框即为两个区域的例子。

2) 对每一个量测区域，可根据该区域的输入、输出功率量测值（量测以 Z 表示）得到该区域内的所有负荷和损耗之和，按比例分配得到负荷的功率值作为其处理后的伪量测。

以区域二的有功功率计算为例说明，第二步计算可得到3个实时量测之和，即

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 = Z_{\text{sum}} \quad (1)$$

假设4个配变中只有2个配变有准实时量测，可得到负荷总加，即

$$P_1 + P_2 = P_{\text{sum}} \quad (2)$$

通过式（3）对剩余配变的功率进行分配，即

$$P'_i = (Z_{\text{sum}} - P_{\text{sum}}) / 2 \quad (3)$$

如果有相应的无功量测，则可按上述有功功率的方法计算无功负荷值；如果没有无功量测，可根据有功量测和功率因数经验值计算。

2 综合故障研判技术

综合研判的整体流程架构如图2所示。

至少需要将图2的4个系统的信息汇总到停电池中，具体如下。

1) EMS系统中的馈线开关跳闸（包括故障、计划检修和紧急拉闸等）、主网故障引起馈线失

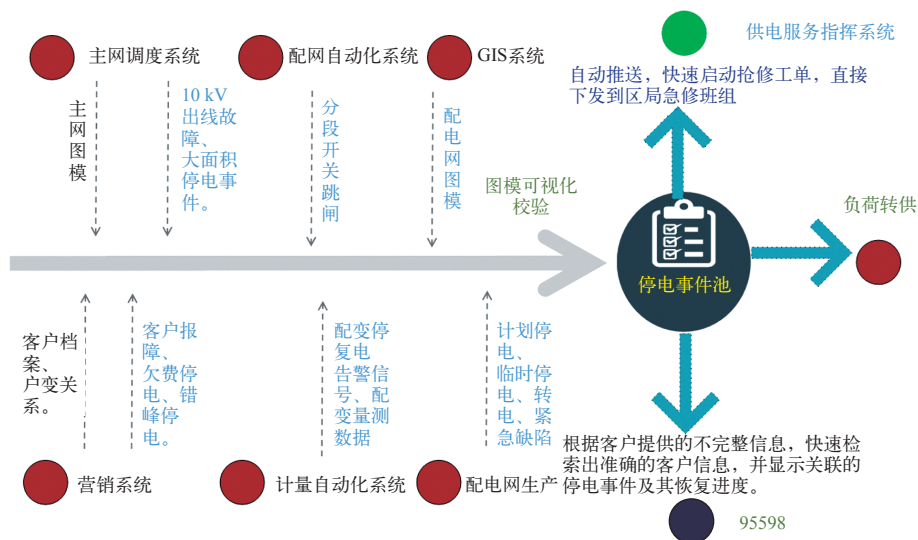


图2 停电综合研判整体流程

电压事件需要实时同步到停电池中。

2) 配电自动化系统需要将馈线自动化开关跳闸事件实时同步到停电池中（通过配用电系统同步）。

3) 计量自动化系统能实时提供配变停复电信号、支持配变量测实时召唤、配变量测历史存盘数据获取（存盘延时越少越好）。

4) 客服系统需要将用户报障事件同步到停电池中。停电池中至少要包括如下三个关键信息表：①停电事件表（如一次主网故障、一个馈线跳闸和一台配变停电）；②停电设备表，与停电事件表有关联，一个停电事件可能影响多个停电设备；③用户报障事件表，与停电设备表有关联，一个停电设备可能影响多个用户。

每一个表都应该支持人工添加，同时也要支持自动插入。用户报障事件表应该支持人工关联停电设备表。

2.1 故障研判流程设计

2.1.1 基于EMS系统信息的大面积停电研判

EMS捕获到一次主网故障时，分析是否影响到10 kV母线，如果影响到，则计算影响的馈线和配变。然后向停电事件表增加一条记录，同时向停电设备表中增加N条记录。

EMS捕获到一次馈线出口开关跳闸时，尽可能分析出跳闸的属性（事故跳闸、计划停电和紧急拉闸），分析影响的配变。然后向停电事件表增加一条记录，同时向停电设备表中增加N条记录。

2.1.2 基于配电自动化信息的馈线故障研判

配电自动化系统捕获到一条自动化开关跳闸后，发送给配用电系统，配用电系统分析该开关后段有哪些配变，并将这些配变记录为停电设备。然后向停电事件表增加一条记录，同时向停电设备表中增加N条记录。

2.1.3 基于计量自动化停复电信号的故障研判

计量自动化将配变停复电信号发送给停电池的管理系统。管理系统首先需要分析，该配变是否已经在最近出现的停电设备表中。如果已经存

在，则不需要向停电池中插入记录，因为这样就表示这个配变停电可能是由于一条主网故障、馈线开关跳闸或者自动化开关跳闸引起的，没有必要再单独插入一条记录；如果不存在，则将配变的停电事件插入停电事件表中，同时增加停电设备表。

2.1.4 客服系统的报障记录关联

客服系统需要将用户的报障记录进行初步合并（合并原则为同一地理区域等），然后将合并过的报障记录（用户停电事件）同步到停电池中，发送的信息中必须包括正确的用户ID。停电池管理系统根据用户ID可以分析出关联的配变。得到配变信息后，同样需要先分析该配变是否已经在最近出现的停电设备表中。如果已经出现了，那么自动将该用户报障记录关联到该停电设备上。

2.1.5 停电池的手工维护

如果计量自动化系统提供召唤功能，就可以向计量自动化系统手工触发召唤该配变的当前量测，根据配变的量测情况进行相应的处理。

(1) 配变无电压无电流

将配变的停电事件插入停电事件表（要提示配变停电，以便查找故障），同时增加停电设备表，并将用户报障记录关联到该停电设备上。

(2) 配变有电压无电流

将配变的停电事件插入停电事件表（要提示有电压无电流，以便查找故障），同时增加停电设备表，并将用户报障记录关联到该停电设备上。

(3) 配变有电压有电流

可以确定是配变与用户之间的线路发生了故障。将配变的停电事件插入停电事件表（要提示配变未停电，可能是中间线路故障，以便查找故障），同时增加停电设备表，并将用户报障记录关联到该停电设备上。

除上述情况外，则需要手工在停电池中插入一条故障，并于该用户停电事件关联。

2.2 停电池的维护及浏览

系统需要定时检测每一个停电事件、停电设

备是否已经恢复，如果已经恢复则修改标志。每一个停电事件的当前处理情况、预计恢复时间可人工设置。

任何相关的人员都可浏览当前停电事件的情况，包括停电描述、停电影响范围、处理进度和预计恢复事件等。

客服系统浏览用户报障记录时，可考虑在同一页面上显示导致用户报障的停电事件的信息，从而快速地了解抢修的进度，以便更好地为客户服务。

3 应用情况分析

本文提出的基于多源数据的综合研判技术已经在南方电网公司某供电局得到了实际应用。以2017年8月的某一周数据为例,实际报障的总单数为3 852单,包括停电(单户)、停电(多户/整片)、欠费复电及其他业务类别等,用户下单后第一次得到反馈时间小于10 s,故障研判的准确率达到了80%以上,极大地提高了事故处理速度。

另外，针对迎峰度夏期间用户报障（微信报障、95598报障）数量大幅增加，对“停电池”研判方案、微信反馈用户信息等内容需要进行讨论，并协调各平台间的配合事项和对后续各项工作进行安排，以进一步提高故障研判的准确度。

4 结束语

本文从配电网实用角度上介绍了基于多源数据信息的配电网综合停电研判方法,首先从基于工程实用化的角度提出了基于区间负荷分配的配电网状态估计处理技术,通过该方法提高了配电

网遥测数据质量的辨识,从而保证了综合停电研判数据的可用性。

在保证基础数据可用性的基础上,本文提出了综合考虑多源数据的综合研判技术。该技术通过停电池的处理,并与EMS系统、DMS系统、计量系统及生产系统等的接口进行了综合停电研判的计算与分析。本文所述的方法已经在广东大部分配电网得到应用,现场运行情况表明本文提出的方法是有效的,可以从最大程度上实现配电网可观可测并针对故障设备进行正确的故障研判,大幅度地提高了供电可靠性。

参考文献

- [1] 李少谦, 张孟君, 妮小惠, 等. 消除330 kV变压器过载的自动负荷转移控制技术 [J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (11): 106-108.
- [2] 潘凯岩, 刘仲尧, 宋学清, 等. 自动负荷控制系统在佛山电网中的应用 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33 (22), 94-97.
- [3] 潘凯岩, 刘仲尧. 负荷转供在线辅助决策系统在大型电网中的应用应用 [J]. 电气技术, 2013 (5): 54-57.
- [4] 潘凯岩, 谭大帅. 基于EMS的智能备自投在线压板最优投退策略 [J]. 电气技术, 2015 (7): 54-57.
- [5] 潘凯岩, 谭大帅, 李俊格, 等. 考虑负荷均分及时序的备自投压板最优投退策略 [J]. 电气技术, 2015 (12): 102-105.
- [6] 吴瑀, 庄红军, 李军, 等. 10 kV配电网馈线自动化自愈系统 [J]. 贵州电力技术, 2017.

(收稿日期: 2017-02-10) **EA**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 104

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告