

[配电系统]

大型煤化工项目全厂电压调整

文/陕西时代能源化工有限公司 李延磊
山东省煤炭泰山疗养院 郝海明
陕西未来能源化工有限公司 李 丽

针对不同等级母线实际运行电压的不合理现象，收集化工系统开车的不同阶段配电系统电流、电压等数据，对数据整理和分析后，提出主变压器、装置变压器和配电变压器合理档位，同时对不同等级母线电压进行预测，验证档位设置的合理性，确保全厂电压调整结果达到预期。

榆林某100万t/年煤制油厂用电负荷总计约100 MW，双回110 kV电源接入，另有4台总装机192 MW自备发电机组。全厂设1座110/35 kV总变电站，12座35/10 kV装置变电站，2个10/0.69 kV低压变电所，24个10/0.4 kV低压变电所。包含2台110/35 kV主变压器、18台35/10.5 kV装置变压器、3台10.5/38.5 kV升压变压器、1台6.3/38.5 kV升压变压器、4台10/0.69 kV配电变压器和97台10/0.4 kV配电变压器。

系统运行方式：110 kV单母线分段，两段母线并列运行；35 kV单母线分段，两段母线并列运行；10 kV单母线分段，两段母线分列运行；0.4 kV单母线分段，两段母线分列运行。

存在问题

化工系统稳定运行至设计产量时，全厂配电系统110 kV、35 kV、10 kV、660 V和380 V母线实际运行电压为118.1 kV、34.54 kV、10.02~10.37 kV、690~740 V和390~410 V，其中35 kV母线电压偏低，多个装置变10 kV和配电变压器低压母线电压偏高，对用电设备安全运行造成一定影响。若110 kV系统电压继续升高，分接开关处于2档的主变压器将失去对全厂配电系统的电压调整作用。

解决问题的可能性

1. 主变压器

110/35 kV主变压器带有载分接开关，额定电

压 $110 \pm 106 \times 1.25\% / 35$ kV，实际工作于2档。

2. 装置变压器

35/10.5 kV装置变压器带无励磁分接开关，额定电压 $35 \pm 22 \times 2.5\% / 10.5$ kV，实际工作于3档。

3. 配电变压器

10/0.66 kV装置变压器带无励磁分接开关，额定电压 $10 \pm 22 \times 2.5\% / 0.66$ kV，实际工作于3档。

10/0.4 kV装置变压器带无励磁分接开关，额定电压 $10 \pm 22 \times 2.5\% / 0.4$ kV，实际工作于3档。

因此可以通过调整变压器档位来解决变电站、变电所存在电压偏差的问题。

解决问题的基本思路

1. 发、供、配电系统和化工系统间的关系

化工系统开车前，110 kV母线电压低于118 kV，随着化工系统全流程打通，产量逐渐提高，用电负荷逐渐增大，系统副产蒸汽开始出现并供至汽轮发电机组，当化工系统产量、用电负荷和发电负荷同时达到最高值时，自备电厂发电量要大于全厂用电量，此时110 kV母线电压达到118 kV。

2. 数据收集

由于配电系统母线的电压数值与化工系统开车过程联系紧密，就需要从化工系统开车时收集相关电气数据，直至化工系统达到最大产量。

3. 变压器档位

1) 配电系统服务于化工生产系统，不能因配

电系统出现问题而造成化工设备停车。由于主变压器带有载调压分接开关,考虑将其档位设定在中间档,即9档位置,一旦调整结果未达到预期,可通过档位调整来实现全厂配电系统的升降。

2) 存在并列可能性的变压器,档位需一致。

4. 调档后测量变压器高压绕组直流电阻

1) 通过数值测量,确保变压器分接开关三相一致并且到位。

2) 通过数值测量,核实同容量、同档位变压器,电气参数应一致。

5. 作业安全

票证齐全。除主变压器外,其余变压器的调档、测量高压绕组直流电阻均需停电后方可进行。

数据收集

自4月13日开始收集全厂相关数据,直至4月17日结束,数据基本能体现化工系统开车到最高产量的几个关键过程。4月18日~5月3日只收集总变电站相关数据。每天9时、15时和20时三次记录各变压器高低压侧电压和电流数据,关键时间段提高数据记录频次。

1. 状态一

4月13~16日,主变压器2档,发电110 MW,用电92 MW。110 kV母线电压118~118.4 kV,35 kV母线电压34~34.3 kV,10 kV母线电压9.97~10.32 kV。

2. 状态二

4月17日1:00~11:52,主变压器2档,发电76 MW,用电92 MW。110 kV母线电压116.6~117.6 kV,35 kV母线电压33~33.4 kV,10 kV母线电压9.79~9.97 kV。

3. 状态三

4月17日11:52~14:00,主变压器2档,发电负荷0 MW,用电44 MW。110 kV母线电压115.6 kV,35 kV母线电压32.25 kV,10 kV母线电压9.36~9.68 kV。

4. 状态四

4月17日14:00~4月18日10:00,主变压器6档,发电负荷0 MW,用电44~75 MW。110 kV母线电压115.85~114.79 kV,35 kV母线电压33.71~33.15 kV,10 kV母线电压9.49~9.88 kV。

5. 状态五

4月18日16:00~4月19日12:30,主变压器4档,发电负荷17 MW,用电77 MW。110 kV母线

电压115.75 kV,35 kV母线电压32.9 kV,10 kV母线电压9.6~9.86 kV。

6. 状态六

4月19日12:30,主变压器4档,发电负荷40 MW,用电80 MW。110 kV母线电压116.4~116.8 kV,35 kV母线电压33.6 kV,10 kV母线电压10.05 kV。

7. 状态七

5月3日12:30,主变压器4档,发电负荷71 MW,用电83 MW,110 kV母线电压118 kV,35 kV母线电压34.3 kV,10 kV母线电压10.24 kV。

负荷变化及主变压器档位调整假想

1. 负荷变化过程

依次为状态四、状态五、状态六、状态七和状态一。

2. 主变压器档位调整假想

化工系统最大产量时为长期运行状态,即状态一,若将主变压器低压侧电压由34.14 kV调整为35 kV,需将档位由2档调至6档。假设主变压器在6档,则:

1) 状态四(用电负荷逐渐增加):

110 kV母线电压115.85 kV,35 kV母线电压33.32~32.76 kV,10 kV母线电压9.93~9.38 kV。

2) 状态五(发电机开机,外用电减少):

110 kV母线电压115.75 kV,35 kV母线电压33.28 kV,10 kV母线电压9.7~9.97 kV。

3) 状态六(第二台发电机开机,外用电继续减少):

110 kV母线电压116.8 kV,35 kV母线电压34 kV,10 kV母线电压10.16 kV。

4) 状态七(第三台发电机开机,外用电继续减少):

110 kV母线电压118 kV,35 kV母线电压34.7 kV,10 kV母线电压10.37 kV。

5) 状态一(第四台发电机开机,发用电持平或外送电):

110 kV母线电压118 kV,35 kV母线电压35.3 kV,10 kV母线电压10.43 kV。

无论哪种状态下,母线电压值均符合相关标准规范要求。

变压器档位调整过程

1. 装置变压器档位调整

1) 假定35 kV母线电压调整为35.3 kV,分别调整35 kV变压器档位,则各装置变压器10 kV侧电压如表1所示。

表1 各装置变压器10 kV侧电压

装置变压器	3档	2档	1档	装置变压器	3档	2档	1档
301-35T1	10.56	10.30	10.05	304-35T1	10.51	10.25	10.01
308-35T2	10.47	10.21	9.97	304-35T2	10.47	10.21	9.97
302-35T1	10.41	10.16	9.92	305-35T1	10.39	10.13	9.89
302-35T2	10.38	10.13	9.89	305-35T2	10.40	10.15	9.91
303-35T1	10.45	10.19	9.95	307-35T0	—	—	—
303-35T2	10.46	10.21	9.97	307-35T1	10.39	10.14	9.90
303-35T3	10.44	10.19	9.94	307-35T2	10.36	10.10	9.86
303-35T4	10.41	10.16	9.91	307-35T3	10.50	10.24	10.00

结合表1, 35 kV装置变压器应调至2档。

2) 调整步骤: 打开无励磁分接开关塑料护罩, 顺时针旋转档位调节杆, 档位指示箭头至2档位置, 如下图所示。



图 35 kV装置变压器分接开关

2. 配电变压器档位调整

1) 假定35 kV母线电压调整为35.3 kV, 分别调整35 kV装置变压器至2档, 10 kV配电变压器档位保持不变, 则低压侧0.4 kV或0.69 kV电压普遍偏高, 需对10 kV变压器档位进行适当调整, 如表2所示。

表2 10 kV配电变压器档位调整明细

变电所代号	变压器数量	调整后位置档位	调整后位置连接片	变压器品牌
1#	4	2	5-7	许继
2#	4	2	5-7	许继
3#	2	2	5-7	许继
4#	1	2	5-7	许继
7#	2	1	5-6	济南志亨
10#	2	1	5-6	济南志亨
16#	2	2	5-7	许继
17#	4	3	7-4	许继
18#	8	2	5-7	许继
19#	4	2	4-6	济南志亨
20#	8	1	2-3	特变新疆
21#	2	2	3-4	特变新疆
22#	6	2	3-4	特变新疆
23#	8	2	5-7	许继
24#	2	2	4-6	济南志亨
25#	2	2	4-6	济南志亨
26#	2	2	4-6	济南志亨
27#	2	3	4-7	济南志亨
31#	2	2	3-4	特变新疆
33#	2	2	5-7	许继
34#	2	2	5-7	许继
35#	4	2	5-7	许继
37#	4	2	4-6	济南志亨
38#	8	2	4-6	济南志亨

2) 调整步骤: 打开档位连接片螺栓, 将连接片放至要求位置, 压紧螺栓。档位与档位连接片对应关系, 如表3所示。

表3 10 kV配电变压器档位与档位连接片对应关系

变压器厂家	济南志亨	特变新疆	许继
1档	5-6	2-3	6-5
2档	4-6	3-4	5-7
3档	4-7	4-5	7-4
4档	3-7	5-6	4-8
5档	3-8	6-7	8-3

完成变压器档位调整后系统电压

主变压器分接开关6档, 全厂用电98 MW, 发电116MW, 全厂配电系统110 kV、35 kV、10 kV、660 V和380 V母线实际运行电压117.6 kV、35.3 kV、10~10.3 kV、661~683 V和376~392 V。

全厂配电系统电压运行范围均能满足GB/T 12325—2008《电能质量 供电电压偏差》中对供电电压偏差限值的要求。

结束语

文中对相关数据的收集和处理, 以及变压档位调整的过程, 对类似项目的同类问题, 有一定的参考价值。EA

(收稿日期: 2019.12.31)

(编辑: 朱金凤)