企业配电网电压跌落原因分析及控制策略*[1]

张丽春,刘艳芬

(内蒙古包钢钢联股份有限公司动供总厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章以一起电网短路故障引起电压跌落事故为例,分别从供电运行方式、继电保护整定、中低压电网抗晃电能力等方面展开论述,分析电压跌落引起用电设备跳车的原因,并提出相应的控制措施以减少事故带来的经济损失。

关键词: 电压跌落; 中、低压配电系统; 低电压保护; 防晃电
中图分类号: TM714.2 文献标识码: B 文章编号: 1009 - 5438(2019)02 - 0001 - 03
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.02.001

Reason Analysis and Control Strategies on Voltage Dip of Corporate Distribution Network

Zhang Li - chun, Liu Yan - fen

(*Power Supply General Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, the operation mode of power supply, protective relaying setting and ability of anti - interference electricity for medium and low voltage power network are discussed, the causes for tripping of electric equipment caused by voltage dip are analyzed as well as the corresponding control measures are proposed to reduce the economic losses caused by accidents by taking an accident of voltage dip caused by the fault of short circuit of power network as an example.

Key words: voltage dip; medium and low voltage distribution system; low - voltage protection; anti - interference electricity

电压跌落是人们常说“晃电”的一种情况。IEEE 标准中描述电压跌落(dip):持续时间为 0.5 周期到 1 min,幅值为 0.1 ~ 0.9(标幺值),系统频率仍为标称值[1]。电压跌落的产生,一般是由系统短路故障、变压器充电、大容量感应电机启动等原因引起。其中短路故障引起的电压跌落占比最大,危害性也最大。在发生电压跌落时,对接入系统的电压敏感负荷影响很大,将被迫退出运行,造成大面积产线停产,对冶金企业而言,还会造成轧线堆钢,产生废品,甚至长时间停产,损失巨大。本文以包钢供电网络中一起 110 kV 设备短路故障引起电压跌落,影响钢铁产线的事故为切入点,分析配电系统中存在的问题,并提出相应对策。

1 事故经过

2017 年 9 月 15 日,包钢 110 kV 南部总降压变电站 110 kV 分段断路器 B 相接地短路继而引发三相短路故障,1# 主变压器差动保护动作,钢南 II 回由于上级线路距离 II 段保护动作,电源撤回,引起该站全站停电,所带无缝管、线材等生产线全线停产。

* 收稿日期: 2018 - 08 - 28
作者简介: 张丽春(1972 -),女,山西省右玉县人,硕士,高级工程师,现从事电气专业技术管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

事故前运行方式为:110 kV Ⅰ、Ⅱ段母线分列运行,110 kV 分段热备用。由于故障点位置特殊,短路故障引起上级220 kV 变电站的110 kV 两段母线均有不同程度电压跌落。Ⅰ段故障录波数据如图1 所示,故障持续时间94 ms,母线电压跌至57% U_{φ};Ⅱ段故障录波数据如图2 所示,故障持续时间456 ms,母线电压跌至9.9% U_{φ}。

由于两段母线存在幅值不同、持续时间不等的电压跌落,致使上级220 kV 变电站对应段110 kV 母线所带负荷一炼钢、百米轨、H 型钢以及三体系冷轧生产线停产,同时3 座空压站的5 台空压机跳机,由于备机不足和应急处理不当,使压缩空气管网压力迅速下降,最终严重影响多条产线不能马上恢复生产,造成巨大的经济损失。

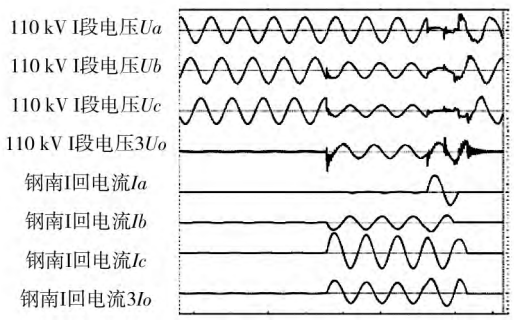


图1 Ⅰ段母线电压及钢南Ⅰ回短路电流波形

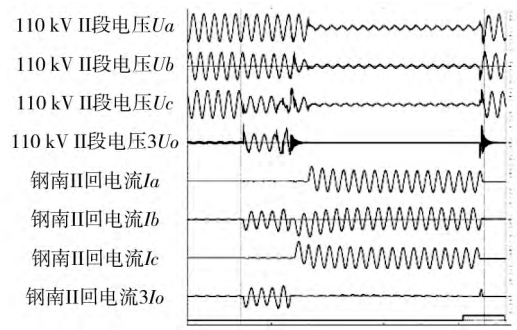


图2 Ⅱ段母线电压及钢南Ⅱ回短路电流波形

2 原因分析

2.1 高压供电系统运行方式不合理

包钢电网现有220 kV 总降变电站三座,为了保证供电的安全性、可靠性,规划电源来自市电三个独立的变电站,分别接带包钢一、二、三个生产体系生产线负荷。由于种种原因,自2013 年陆续投产的三体系220 kV 变电站,直到2017 年仍没按设计运行方式投运,其中一路电源来自一体系220 kV 变电站,两个受电分别引自220 kV 母线和110 kV 母线;另一路电源两个受电来自二体系220 kV 变电站的110 kV 母线,如图3 所示。而三体系冷轧生产线有一半负荷是由一体系220 kV 变电站110 kV 母线供电的,从而造成此次一体系110 kV 系统短路故障引起的电压跌落,波及到包钢的效益产品产线。这种运行方式必然会带来一、二、三体系电网任何一个设备故障,都会对两个体系产线造成影响的后果,运行方式存在不合理、不可靠因素。

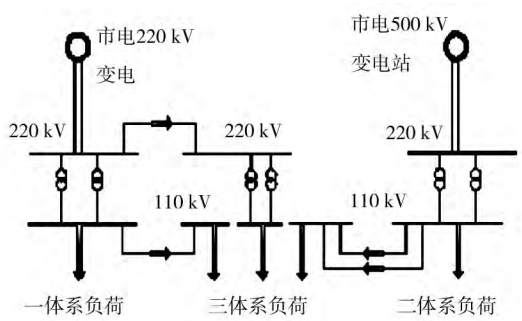


图3 包钢电网220 kV 电源结构

2.2 继电保护定值时限不匹配

包钢10 kV 配网中,馈线主保护设置有:0 s 纵差保护、0.3 s 时限速断保护以及最长0.6 s 时限速断保护。这样,在10 kV 系统不同区域发生短路故障时,计及开关动作时间,电压跌落的最短持续时间也在0.1 ~0.7 s 之间。所以,10 kV 配网中的用电设备要躲过电压跌落的影响,其低电压保护时限必须大于0.7 s。

以包钢电网所带压缩空气系统为例,当时系统中共有9 个空压站29 台空压机运行,构建了包钢干、湿空气系统,其低电压保护定值整定如表1 所示。

表1 空压机低电压保护定值一览表

压缩空气系统	空压站	运行及备机台数	低电压保护定值
5 kg 湿空气系统	2#站	1 用	65 V/0.5 s
	5#站	2 用1 备	60 V/0.1 s
	8#站	2 用	65 V/0.1 s
7 kg 干(湿)空气系统	3#站	3 用1 备	85 V/0.2 s
	6#站	3 用1 备	2 台70 V/0.9 s 2 台85 V/0 s
	7#站	3 用1 备	70 V/0.75 s
	9#站	3 用1 备	70 V/3 s
	4#站	1 用1 备	70 V/3 s
	10#站	1 用4 备	未投

中国知网 https://www.cnki.net

从表 1 可以看出，一是系统中空压机低电压保护配置有 8 种方式，各不相同，而且无规律可循，同是英格索兰压缩机和西门子电机组合的 7# 站和 8# 站，低电压保护定值也不相同。二是系统中有 18 台空压机低电压定值可以躲过此次电压跌落产生的影响，其余 11 台空压机如果运行在同一电源系统，其低电压保护会动作跳闸。这就是 110 kV 系统故障引起 5#、8# 站空压机跳车，继而拉垮了 5 kg 湿空气系统的原因。

2.3　中、低压配电系统接线方式不合理

部分空压站存在以下问题：电机主电源来自 10 kV一段母线，而配套辅助油泵、水泵电源和励磁系统操作电源却来自 10 kV 另一段母线供电的动力变。任何一段母线出现电压跌落，不是电机本身的低电压保护动作，就是低压系统电源失电，连锁跳高压电机。这种高、低压交叉互带接线方式，受电网电压波动影响的机率会增加一倍。

2.4　低压动力开关、接触器脱扣，致使动力、控制电源失电

有研究表明：当电压低于 50% U_e，持续时间超过一个周波时，接触器就会脱扣[2]。在这起典型的电气事故中，电网发生电压跌落时，带有低压脱扣功能的动力开关跳闸，交流接触器脱扣跳闸，使系统中辅机系统电机、励磁系统控制电源失电，也是部分设备跳车的原因之一。

3　对策与措施

3.1　优化包钢高压供电网络结构

公司于 2017 年 11 月利用三体系高炉、钢轧系统检修机会，完成了三体系 220 kV 变电站电源改造，将来自一体系 220 kV 变电站的 110 kV 电源升压至 220 kV 供电，如图 4 所示。形成了公司一、三体系供电网络独立运行，减少了电气设备故障，尤其是 110 kV 设备故障对公司一、三体系各条生产线相互之间的影响，缩小了电网电压跌落的影响范围。

3.2　系统核算继电保护定值

随着微机保护的推广应用，电网继电保护时间级差已缩短到 0.3 s，目前包钢 10 kV 配电网络馈线主保护动作时间大多为 0 s 和 0.3 s，最长 0.6 s，为了躲开故障时电压跌落对其它生产线的影响，建议用户侧电气设备低电压保护动作时间大于 0.7 s。因此，经过与电机和压缩机厂家反复深入的沟通交流，确定系统中空压机低电压保护整定值全部改为 70 V、0.75 s。

2017 年 11 月 24 日，二体系麦窖 43# 变 6B 线路故障跳闸引起电压跌落，同在一段的 7# 空压站空压机（低电压整定：70 V、0.75 s）未跳车。

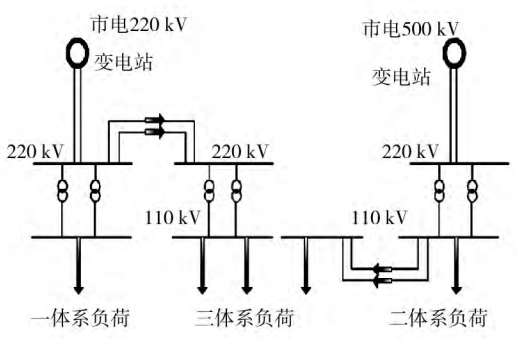


图 4　改造后的 220 kV 电源结构

3.3　低压配电系统供电方式改造

针对空压站中、低压供电存在两路电源交叉互带问题，原则上以高压电机供电电源为准，将其油泵、水泵、控制电源改由同一路电源供电的动力变压器供电。对于容量较小的控制系统电源，加装 UPS，可以解决部分国产控制系统的不断电需求。

2018 年 7 月 1 日，包钢冶炼总降压变电站 110 kV GIS 设备故障，II 段距离保护动作跳闸，发生 364 ms电压跌落，跌落最低电压达到 13% U_e。同一系统所带空压站的空压机没有发生跳机现象。

3.4　防“晃电”交流接触器

近几年，防“晃电”交流接触器在低压配电网中已有较为成熟的应用，常见的有两种类型：一种是双线圈延时释放交流接触器，一种是永磁式延时接触器。两种接触器在工业应用中各有利弊：前者应用效果较好，易维护；后者更换成本低，但长期运行存在失磁等问题。通过综合比较，我们建议采用前者，在已运行设备上，增设延时模块或更换防晃电接触器，但是在设定延时的时候，要考虑系统中电机同时自启动引起的大电流的问题。

4　结束语

解决电网电压跌落对冶金企业生产的影响，需要合理规划高压供电系统运行方式，避免生产线受两个供电系统电压波动的影响；梳理低电压保护定值，在设备、工艺允许的前提下躲开电压跌落；合理优化中、低压配电系统供电方式，杜绝一台机主机与

（下转第 36 页）

中国知网　https://www.cnki.net

明，大多数炉次 Ti 含量都在 5×10^{-6} 左右，在硅钢中加入含 Ti 量 0.017% 硅铁合金后，保证硅含量在 3.31% 左右时，钢水平均增 Ti 量为 7.75×10^{-6}；在相同炉次试样的基础上，分别对不同渣层厚度的钢水加入铝铁进行脱氧后，渣中 TiO_2 又还原成游离态的 Ti 元素重新回到钢水中，结果表明随着转炉下渣量的不同导致钢包内渣层厚度的变化，最终会导致钢水中 Ti 的含量产生变化。

(2) 为了降低硅钢中有害元素 Ti 的含量，要严格控制硅铁合金中的 Ti 元素含量，采用含 Ti 量低的硅铁合金；控制 RH 炉加料制度，避免 Ti 含量异常升高，同时建议生产中对钢包耐材、辅助原料及其它合金等方面严格执行硅钢生产制度，同时建议采用硅钢专用钢包进行周转使用，避免 Ti 元素进入到硅钢钢液中。

(3) 随着硅钢牌号的提高，硅钢中硅含量增加，导致硅铁合金加入量升高，因此生产高牌号硅钢对于控制钢水中的 Ti 含量是今后生产中的技术难点。

(4) 生产硅钢中要对转炉下渣量进行严格控制，必要时进行扒渣处理，防止渣层过厚导致最终钢水 Ti 含量异常升高影响产品最终性能。

参 考 文 献

[1] 吴德润，李玉华，唐洪乐，等. 冶炼工艺对硅钢钛含量控制的影响[J]. 电工材料，2015，(4)：25－27.

[2] 花艳侠. 50W470 电工钢生产流程(免常化)组织、织构演变规律研究[D]. 沈阳：辽宁科技大学，2015.

[3] 张乔英，常正，尹国才. 无取向硅钢钢水钛质量分数影响因素分析[J]. 中国冶金，2018，28(5)：42－46.

[4] 凌晨，项利，仇圣桃，等. 取向硅钢中含铜抑制剂的固溶析出行为[J]. 特殊钢，2013，34(3)：30－33.

[5] 朱诚意，陈先红，李光强，等. 高品质取向硅钢成分控制的新进展及其对钢磁性能的影响[J]. 材料报导 A：综述篇，2015，29(1)：6－7.

(上接第3页)

辅助系统的交叉互带现象；针对低压设备跳闸问题，根据负荷性质和容量不同，采用 UPS、防“晃电”交流接触器等技术装备，提高敏感性负载抗晃电能力。这些措施需要系统性、有针对性地选择，从而提高冶金企业供配电系统电能质量，减少事故引起的经济损失。

参 考 文 献

[1] 朱桂萍，王树民. 电能质量控制技术综述[J]. 电力系统自动化，2002，(19)：28－31.

[2] 赵文东，胡玉贵，倪传国. 电压跌落的危害分析及控制措施[J]. 测控技术，2007，(1)：30－32.

中国知网 https://www.cnki.net