

穆连生 郭增军 邸满田 编著



MEIKUANG ZONGLIANCAI SHIYONG DIANGONG JISHU



煤矿综连采 实用电工技术

煤炭工业出版社

煤矿综连采实用电工技术

穆连生 郭增军 邸满田 编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·



穆连生 1956年生，山西大同大学工学院机电系，副教授。1986年毕业于山西矿业学院煤矿机械专业，长期致力于煤矿供电系统、综采、连采机电设备电气控制的教学与研究工作。曾编写出版教材三本，发表论文十多篇。2004年被省教育厅评为山西省优秀教师。



郭增军 1963年出生，大学本科学历，在读硕士研究生，工程师，现任大同煤矿集团有限责任公司马脊梁矿副矿长，曾取得省部级科研获奖成果一项，厅局级科研获奖成果八项，发表论文两篇；曾获得山西省“金牛一等奖”，连续五年获得市、局级劳动模范、优秀科技人才和先进工作者称号。

前 言

为了满足现代化矿井机电工程技术人员和综采连采电气维修人员的需求,经过调研,我们编写了《煤矿综采连采实用电工技术》一书。

本书详述了高压真空隔爆配电箱、隔爆型移动变电站、低压磁力起动器、检漏继电器、有选择性漏电保护装置等设备的结构性能,电气系统工作原理和常见故障及排除方法;结合实例对井下千伏级供电系统、3300V 供电系统的计算,作了详细的分析;介绍了引进美国大功率交流电牵引采煤机、连续采煤机的电气系统、日常维护、常见故障及排除;对普遍应用的日本三菱电机公司新型 PLC 结构组成、梯形图、指令语句、顺序功能图的编程方法作了详细分析,使读者有一个全面的了解,掌握编程方法,便于工程实际的应用。

本书取材新颖,实用性强,深入浅出,易于读者理解,是煤矿机电工程技术人员和电气维护人员的必读材料。特别是对现代化矿井综采、连采电气维护人员,不失为一本较好的读物,也可作为高职高专院校有关专业的教学参考书。全书共分 12 章,第 1 章介绍煤矿井下触电的危险及预防方法,检漏继电器工作原理;第 2 章用实例说明综采工作面供电系统、井下供电系统的三大保护和掘进工作面的“三专二闭锁”;第 3 章阐明综采工作面供电设计计算的方法步骤,保护装置的计算和整定;第 4 章阐明煤矿井下 3300V 供电系统的计算;第 5 章简要介绍矿用电缆及电缆附件;第 6 章详述隔爆型真空磁力起动器的结构、性能和控制原理,并对微电脑控制的磁力起动器作了介绍;第 7 章分析了矿用隔爆真空馈电开关的性能、控制原理;第 8 章讲解矿用高压真空配电箱的工作原理;第 9 章介绍国产矿用隔爆型移动变电站的结构、性能、工作原理;第 10 章阐述引进美国大功率交流电牵引采煤机(7LS6 型)性能,电气控制系统的工作原理,JNA 系统和采煤机的操作;第 11 章阐述引进美国 12CM15 型连续采煤机结构、性能、电气控制系统的工作原理,电气系统的故障及排除方法;第 12 章阐明三菱公司小型可编程序控制器(PLC)基本原理,详细说明梯形图、指令语句表和顺序功能图的编程方法及应用,并介绍了手持编程器的编程过程。

本书由山西大同大学穆连生副教授担任主编,负责编写第 3、4、5、11 章;大同煤矿集团郭增军同志负责编写第 6、7、8、9、10 章;大同煤矿集团邸满田

同志负责编写第1、2、12章。全书由穆连生副教授统稿。在本书的编写过程中，北京鲁能煤业白龙山煤矿、大同煤矿集团马脊梁矿给予了大力帮助，辽宁工程技术大学电气工程系电气自动化专业任运涛同志对全书插图的绘制做了大量的工作，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2006年5月

目 录

1 煤矿井下安全用电及矿用电气设备防爆	1
1.1 煤矿井下安全用电	1
1.2 矿用电气设备防爆	19
2 采掘工作面供电系统	23
2.1 综采工作面供电系统实例	23
2.2 煤矿井下供电系统三大保护	25
2.3 掘进工作面“三专二闭锁”	37
3 综采工作面供电设计计算	41
3.1 供电设计计算概述	41
3.2 综采工作面供电系统负荷计算	41
3.3 综采工作面供电系统的拟定	45
3.4 高压配电装置及高压电缆的选择	48
3.5 低压电缆的选择	53
3.6 短路电流计算	63
3.7 隔爆低压开关的选择	68
3.8 过流保护装置的整定计算	69
3.9 综采工作面供电设计计算实例	76
4 3300V 供电系统计算	97
4.1 已知资料	97
4.2 工作面移动变电站及配电点位置的确定	99
4.3 综采工作面负荷统计及移动变电站的选择	99
4.4 供电系统的拟定及设备选型	101
4.5 6kV 电缆截面选择	103
4.6 3300V 低压电缆选择	104
4.7 3300V 系统短路电流的计算及开关分断能力校验	108
4.8 过电流保护装置的整定与校验	110
4.9 按开关熔件额定电流与开关喇叭口允许电缆外径校验电缆截面	112
5 矿用电缆及电缆附件	113
5.1 矿用橡套电缆	113

5.2	矿用隔爆型电缆附件	114
5.3	矿用电缆故障的查找	118
5.4	橡套电缆修复后的试验	122
6	磁力起动器	126
6.1	BQD7 系列磁力起动器	126
6.2	QJZ—160/1140/660 (N) 隔爆型真空可逆磁力起动器	134
6.3	QJZ—200/1140 矿用隔爆型真空磁力起动器	137
6.4	QJZ—300/1140 矿用隔爆型真空磁力起动器	143
6.5	QJZ—300/1140 (660) Z 矿用智能真空电磁起动器	157
6.6	QJZ 系列矿用隔爆兼本质安全型智能化双连双回路真空电磁起动器	163
6.7	QJZ—200、315、400/1140 (660) V 矿用隔爆兼本质安全型真空 电磁起动器	174
7	矿用隔爆真空馈电开关	179
7.1	DKZB—400/1140 矿用隔爆型真空自动馈电开关	179
7.2	KBZ—630/1140 (660) Z 矿用隔爆型智能真空馈电开关	182
8	高压真空配电箱	192
8.1	BGP8—6 矿用隔爆型高压真空配电箱	192
8.2	BGP8—400/10 矿用隔爆型高压真空配电箱	197
8.3	使用维护	201
9	国产 KBSGZY 矿用隔爆型移动变电站	203
9.1	PBG1—630/10 矿用隔爆型高压真空配电装置	203
9.2	KBSG 型干式变压器	210
9.3	XBD1 系列矿用隔爆型移动变电站低压保护箱	211
10	7LS6 型电牵引采煤机	218
10.1	概述	218
10.2	7LS6 型采煤机电气系统组成	222
10.3	7LS6 型采煤机电气系统各回路的作用	223
10.4	7LS6 型采煤机启动控制过程	232
10.5	7LS6 型采煤机电气系统的保护	247
10.6	JNA 系统	257
10.7	7LS6 型采煤机的操作	266
11	12CM15 型连续采煤机	270
11.1	概述	270

11.2	12CM15 型连续采煤机电气系统	272
11.3	12CM15 型连续采煤机的操作	300
11.4	电气故障及排除	316
12	可编程序控制器	334
12.1	可编程序控制器概述	334
12.2	三菱小型可编程序控制器	341
12.3	三菱小型可编程序控制器指令系统	343
12.4	三菱小型可编程序控制器编程工具	379
参考文献		392

1 煤矿井下安全用电及矿用电气设备防爆

1.1 煤矿井下安全用电

煤矿井下安全用电是保证矿井安全生产的关键之一。井下环境恶劣，容易发生各种电气事故。工作人员可能触电，电火花可能点燃瓦斯和煤尘形成特重大事故。因此，必须采取各种预防措施和设置必要的保护装置，才能提高矿井生产的安全水平。

1.1.1 漏电与触电

1.1.1.1 漏电

《煤矿安全规程》第 443 条规定，“严禁井下配电变压器中性点直接接地。严禁由地面中性点直接接地的变压器或发电机直接向井下供电。”

在煤矿中性点绝缘的供电系统中，发生单相接地（包括直接接地和经过渡阻抗接地）或两相、三相对地的总绝缘阻抗下降到危险值的故障叫做漏电故障，简称漏电。在这种供电系统中，人身触及一相带电导体的情况，属于单相经过渡阻抗接地，对人来说发生了触电，对整个供电系统来说发生了漏电。

根据煤矿井下电网的实际情况，漏电故障可分为集中性漏电和分散性漏电两类。集中性漏电，是指发生在电网中的某一处或某一点，而其余部分的对地绝缘水平仍然正常的漏电；分散性漏电，是指整条线路或整个电网的对地绝缘水平均匀下降到低于允许水平的漏电。

煤矿井下电网中，集中性漏电又分为长期集中性漏电、间歇集中性漏电和瞬间集中性漏电 3 种类型。长期集中性漏电是指电网中的某一设备或电缆，由于某种原因使绝缘击穿或带电导体碰壳而造成漏电故障，如果没有相应的保护装置，或保护装置拒动，则这种漏电故障将长期存在；间歇集中性漏电，是指电网内某台控制设备的负荷端，由于某种原因使绝缘击穿或带电导体碰壳而发生漏电故障，如磁力起动器负荷侧的电缆和所控制的电动机回路发生间歇性漏电时，磁力起动器合闸后，这部分电缆就发生漏电，磁力起动器跳闸后，漏电故障消失；瞬间集中性漏电，是指其他接地的导体或人员偶尔触及设备的带电部分后，立刻分开或摆脱的情况。

漏电可分为单相漏电、二相漏电和三相漏电 3 类。单相漏电和二相漏电属于不对称性故障，三相漏电属于对称性故障。下面以煤矿低压供电系统单相漏电为例，进行说明。设 L_1 相经过渡电阻接地，漏电电流回路如图 1-1 所示。此时，漏电电流 I_{le} 经过渡电阻 R_{tr} 入地，经过 L_2, L_3 两相对地分布电容和绝缘电阻流回电网，再经 L_2, L_3 线路和变压器绕组回到中性点。若用人体电阻 R_{ma} 代替过渡电阻 R_{tr} ，则电流 I_{gr} 就是通过人身的触电电流 I_{ma} ；当过渡电阻 $R_{\text{tr}}=0$ 时，电网发生直接接地故障，此时，漏电电流 I_{gr} 最大。

1.1.1.2 漏电的原因

煤矿井下供电系统中发生漏电的原因，可分为以下 3 个方面。

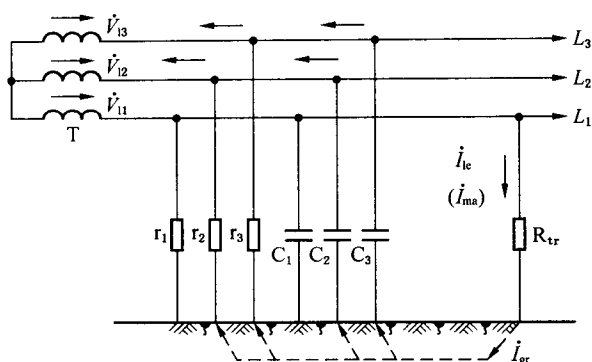


图 1-1 漏电电流回路示意图

1) 电气设备或电缆绝缘损坏引起漏电

(1) 开关设备。由于煤矿井下环境潮湿，开关设备在长期使用过程中，绝缘底板及绝缘套管受潮，造成漏电；设备内部元器件连接导线绝缘老化，金属导线碰壳，发生漏电。

(2) 电动机。长期使用的电动机，工作时绕组发热膨胀，停机后冷却收缩，热胀冷缩使绝缘形成缝隙，潮气侵入，长时间会使绝缘老化，造成漏电；电动机过载运行，温度升高，使绝缘老化，长时间造成漏电或烧毁电动机；电动机内部引线焊接头脱落，碰壳产生漏电。

(3) 电缆。长期运行的电缆，由于绝缘老化或潮气侵入，绝缘电阻降低，发生漏电；在运行中由于过电压的冲击，绝缘水平较低的部位击穿，发生集中性的漏电；长期运行的电缆，由于过负荷，绝缘老化，发生漏电。

2) 电缆的接线安装不当引起漏电

对矿用屏蔽电缆接线时，由于屏蔽层（线）压在动力回路接线柱上，通电后造成漏电；接线操作不规范，接头松动或“毛刺”与金属外壳相碰发生漏电。

3) 管理不完善造成电缆漏电

向移动式设备供电的电缆，在工作过程中电缆被卡，拉力大于电缆的机械强度，造成绝缘损坏而漏电；悬挂违反规定，如悬挂在铁丝或铜丝上，长时间会使绝缘损坏，发生漏电；外力作用使电缆绝缘损坏，发生漏电；长时间浸泡在水中，绝缘受潮，发生漏电；长时间散热不良，绝缘老化，发生漏电；短路电流的热效应，使电缆绝缘老化，发生漏电等。

1.1.1.3 煤矿井下电网发生漏电的危害

(1) 发生人身触电事故。运行中的电气设备漏电，若漏电保护装置拒动时，其设备外壳就会带电，工作人员因工作的需要接触设备的外壳时，则会发生人身触电事故。当流过人体电流大于 $30\text{mA} \cdot \text{s}$ 时，人身将有生命危险。煤矿井下取人体电阻 $R_{\text{ma}} = 1000\Omega$ 作为计算值，流过人体电流的安全极限值为 $30\text{mA} \cdot \text{s}$ 。

(2) 引起瓦斯和煤尘爆炸。当煤矿井下空气中瓦斯浓度或煤尘在空气中悬浮的浓度达到爆炸浓度，并且漏电电流产生的火源能量达到 0.28mJ 或 $700 \sim 800^\circ\text{C}$ 时，即发生瓦斯或煤尘爆炸。瓦斯爆炸往往伴随着煤尘爆炸，将会带来毁灭性的灾难。

(3) 使电雷管提前引爆。漏电电流在通过的路径上会产生电位差，漏电电流越大，所

产生的电位差越大。如果待引爆的电雷管两角线不慎与漏电回路上具有一定电位差的两点相接触,就可能使电雷管提前引爆,造成人身伤亡事故。

(4) 引起短路事故。长期的漏电电流,使电缆及设备的绝缘进一步损坏,最后造成短路事故。

(5) 烧毁电气设备,引起火灾。长期存在的漏电电流,尤其是经过渡电阻接地的漏电电流,在通过设备绝缘损坏处时,发出大量的热,使绝缘进一步损坏,甚至使可燃性材料,如非阻燃性橡胶电缆着火燃烧。

1.1.2 预防漏电与触电的措施

煤矿井下环境恶劣,电气设备容易受潮,电气设备漏电故障经常发生,人身触电的概率较大。因此,必须采取安全可靠的措施,来预防触电事故的发生。

(1) 井下配电变压器或由地面向井下供电的变压器或发电机中性点严禁接地。

(2) 井下电网采用安全可靠的漏电保护装置。

(3) 井下电气设备采用保护接地。

(4) 《煤矿安全规程》第 446 条规定,“非专业人员或非值班人员不得擅自操作电气设备。操作高压电气设备主回路时,操作人员必须戴绝缘手套,并穿电工绝缘靴或站在绝缘台上。手持式电气设备的操作手柄和工作中必须接触的部分必须有良好绝缘。”

《煤矿安全规程》第 445 条规定,井下不得带电检修、搬迁电气设备、电缆和电线。

(5) 对于接触机会非常多的电气设备,采用较低的额定电压。如手持式电钻、井下照明灯及信号装置等的额定电压不超过 127V;井下各种控制回路的额定电压不超过 36V。

(6) 电机车用的架空导线,应安装在一定的高度,以避免人员误接触。

(7) 将带电导体、电气元件和电缆接头等,都封闭在坚固的外壳内。在电气设备的外壳与盖子之间应有可靠的机械闭锁装置,以保证在接通电源之后,不能打开外盖;未合上外盖之前不能接通电源,便可防止带电检修,发生触电事故。

(8) 加强对电气设备的运行维护,定期对电气设备进行检修、检查和试验,性能指标达不到要求值时,应立即更换。

1.1.3 漏电保护

为了防止人身触电伤亡,漏电电流引爆瓦斯、煤尘,对于煤矿井下中性点绝缘的供电方式、漏电保护有多种方式。如附加电源直流检测式、零序电压式、零序电流式、零序功率方向式、旁路接地式等。

1.1.3.1 对漏电保护的要求

漏电保护应满足全面、安全、可靠、动作灵敏及具有选择性的基本要求。

(1) 保护全面。煤矿井下低压电网,绝大多数是一台动力变压器为一个供电单元,漏电保护范围应覆盖整个低压供电单元,没有动作死区。低压电网在运行中,无论该单元内何处发生什么类型(对称或不对称)的漏电故障,都能起到作用,切断动力电源,这称为漏电跳闸。开关在合闸前,如果被控制的线路发生漏电故障时,闭锁馈电开关,使之不能对已漏电的线路或设备送电。

(2) 安全。煤矿井下低压电网人身触电电流应小于等于 $30\text{mA} \cdot \text{s}$,也就是说,从最严重的触电事故发生到电源被切除的时间乘以流过人身的电流,其乘积不超过 $30\text{mA} \cdot \text{s}$ 。所以,提高保护装置动作的速度和降低流过人身的电流对人身安全具有重要的作用。

对于单相接地或其他集中性的漏电故障，从不引起瓦斯煤尘爆炸的角度看，应保证在切断电源或发生间歇性漏电时，接地点的漏电火花能量小于 0.28mJ 。

(3) 动作可靠。动作可靠，一是指保护装置自身应有较高的可靠性，不出现故障。二是指保护性能可靠。当供电单元发生漏电故障时，它一定动作，而不拒动；当供电单元内发生非漏电故障或供电单元外发生任何故障时，它一定不动作，即不误动。

(4) 动作灵敏。动作灵敏是指漏电保护装置对漏电故障的反应能力，并且对临界漏电故障也必须具有较强的反应能力。

(5) 漏电保护的选择性。设置漏电保护的选择性，其目的是将漏电故障时的停电范围尽可能地减小。要求在煤矿井下供电单元中只切除故障部分的电源，而不切除非故障部分的电源。

1.1.3.2 漏电保护原理概述

1) 附加电源直流检测

JY82 检漏继电器直流检测回路，如图 1-2 所示。在运行中，交流电网上有直流检测电流通过。也就是说，在三相电网对地的绝缘电阻上有一直流电流流通，该电流用来监视电网对地绝缘电阻的数值。

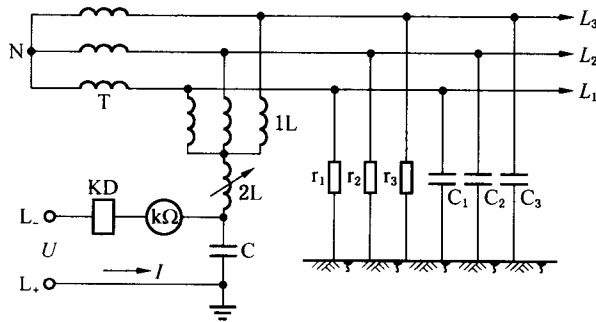


图 1-2 JY82 检漏继电器直流回路

未发生漏电时，动力回路对地绝缘电阻 $r_1=r_2=r_3$ ，且数值大于要求值，动力回路对地的分布电容 C_1, C_2, C_3 大小相等。对运行中的三相电网而言，相当于电源带有对称的星形接线“负载”，该“负载”称为对地阻抗，对地阻抗的中性点（大地）与电源的中性点 N 等电位。对直流检测电流来讲，直流检测电流 I 的通路为： L_+ →大地→电网对地绝缘电阻 r_1, r_2, r_3 （三相并联）→电网→三相电抗器 $1L$ →零序电抗器 $2L$ → $k\Omega$ 表→直流继电器 KD 线圈→ L_- 。由于电网对地绝缘电阻数值大于规定值，直流检测电流数值很小，继电器 KD 不动作，供电单元馈电开关不跳闸，电网运行正常。

在运行中发生人身触电或漏电时，对三相电网来说，对地阻抗不对称，大地与电源中性点不等电位，流过人身触电电流（交流有效值）大于 30mA 时，有生命危险；接地点的漏电火花能量大于 0.28mJ 时，可能引燃瓦斯或煤尘，形成大事故；或者超前引爆电雷管。对于直流回路，等效的绝缘电阻数值减小，直流检测电流增大，直流继电器动作，其常开接点闭合，接通供电单元中馈电开关跳闸线圈的电源使其跳闸，切除漏电故障的电源，起

到保护作用。

可根据人身触电时，流过人身交流电流的安全极限值为 30mA 而计算求得直流检测电流多大时继电器才动作。对于直流回路，三相电网对地的绝缘电阻是并联的，因此低压电网的单相、二相、三相漏电的动作电阻值，应为 1 : 2 : 3。不同的电压等级，其漏电压动作电阻值不相同。我国煤矿井下低压电网现行的直流检测型检漏继电器的动作电阻值见表 1-1。

表 1-1 漏电保护动作电阻值

电压/V	不同漏电种类的动作电阻值/kΩ		
	单 相	二 相	三 相
380*	3.5	7	10.5
660	11	22	33
1140	20	40	60

* 以 30mA 安全电流计算。

煤矿井下人身触电电流可用下式求得

$$I_{ma} = \frac{U_{\varphi}}{R_{ma} \sqrt{1 + \frac{r(r + 6R_{ma})}{9R_{ma}^2(1 + \omega^2 C^2 r^2)}}} \tag{1-1}$$

式中 I_{ma} ——人身触电电流，A；

U_{φ} ——电源相电压，V；

R_{ma} ——人体电阻，煤矿井下取人身电阻 $R_{ma} = 1\text{k}\Omega$ 作为计算值；

r ——每相电网对地的绝缘电阻，kΩ；

ω ——交流电源的角频率， $\omega = 2\pi f = 314\text{rad/s}$ ；

C ——电网对地的分布电容，F。

低压电网对地的分布电容 C 的大小主要取决于电缆的长度、截面、绝缘材料的厚度和电介质的性质，而长度变化对 C 值的影响最大，电缆长度越长，电网对地的分布电容就越大，电容抗就越小。

接地电容器 C 的作用：为了防止交流电流流入直流继电器线圈回路，影响其工作性能，所以加一接地电容器 C ，如图 1-2 所示。三相电抗器 1L 的作用是直流检测回路与三相交流电网连接起来的元件。零序电抗器 2L 有两个作用：一是其本身具有较大的电抗值(100kΩ)，可保证三相电抗器星形点对地绝缘水平；二是通过它的电感电流来补偿漏电、人身触电时的分布电容电流。

例如，JJ 系列检漏继电器漏电检测电路为一桥式比较电路，如图 1-3 所示。电网对地的绝缘电阻 R_x 构成电桥的一个桥臂，当运行中电网对地绝缘电阻大于表 1-1 所列数据时， $U_{ab} \geq 1.4\text{V}$ 电压，后续触发电路不动作，馈电开关不跳闸；当运

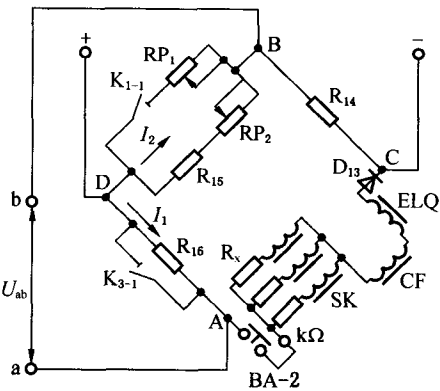


图 1-3 JJ 系列检漏继电器桥式比较电路

行中电网对地绝缘电阻小于表 1-1 的数据时, $U_{ab} < 1.4V$ 电压, 后续触发电路动作, 馈电开关跳闸, 称为漏电动作或漏电跳闸; 当馈电开关在合闸前, 继电器 K_1 吸合, 其常开接点 K_{1-1} 闭合, 电位器 RP_1 与 $(RP_2 + R_{15})$ 并联。若仍然维持后续电路不动作 (即 $U_{ab} \geq 1.4V$), 则要求电网对地的绝缘电阻 R_x 增大, 其阻值的大小为表 1-1 所列数值的 2 倍, 该电阻值即为漏电闭锁电阻值。

2) 零序电压式漏电保护

利用漏电时产生零序电压的大小, 来反应电网对地的绝缘程度, 当零序电压大到一定程度时, 使馈电开关跳闸。

这种漏电保护装置的缺点是动作电阻值不固定、无选择性、不能保护对称性的漏电故障等, 一般用于 6kV 以上电网的绝缘监视装置中。

3) 零序电流式漏电保护

电网中发生了非对称漏电故障时, 就会产生零序电压, 此时如果存在零序电流回路, 则在该回路中将出现零序电流, 该电流用零序电流互感器检测出来, 经过信号处理电路, 使继电器动作, 切断故障线路。图 1-4 所示为零序电流保护装置原理。

在多个支路的辐射式电网中, 如果某一个支路发生了人身触电或单相漏电故障, 各个分支线路都将有零序电流通过。此时人身触电电流或漏电电流便等于这些零序电流的总和。从电源的母线端往外看, 通过故障支路的零序电流, 不仅大小, 而且方向都和非故障支路不同。故障支路的零序电流互感器中流过的是非故障支路零序电流之和, 而其他支路的零序电流互感器中, 只流过本支路的零序电流。根据它们的大小不同, 可以做到选择性保护, 这就是零序电流保护原理。选择性漏电保护原理如图 1-5 所示。

故障支路的零序电流方向是由线路流向母线, 而非故障支路则由母线流向线路, 它们的方向不同。

零序电流式漏电保护的缺点是动作电阻值不固定, 而是随绝缘电阻和分布电容值的大小而变化; 不能保护对称性漏电故障; 不能补偿分布电容电流。

零序电流保护装置既可用在变压器中性点不接地的供电系统中, 也可以在中性点接地系统中使用。

4) 零序功率方向式漏电保护

利用零序电流或零序电压的幅值大小可判断供电线路是否发生了漏电; 同时, 利用各支路的零序电流与零序电压的相位关系可判断故障支路, 从而实现有选择性的漏电保护。

零序功率方向保护原理如图 1-6 所示。当电网中某支路发生漏电故障或人身触电时, 由传感电路分别从电网中取出零序电压和各支路的零序电流信号, 经放大整形后, 由相位

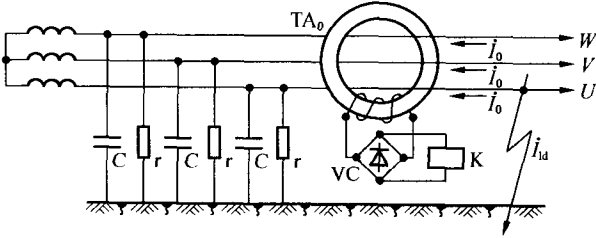


图 1-4 零序电流保护装置原理图

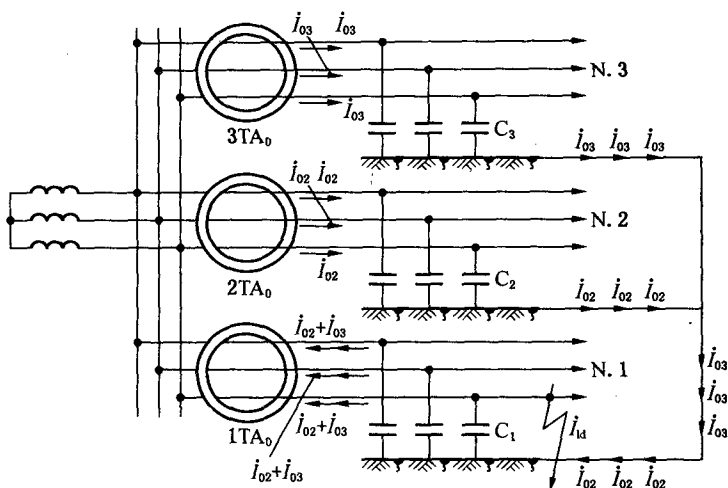


图 1-5 选择性漏电保护原理

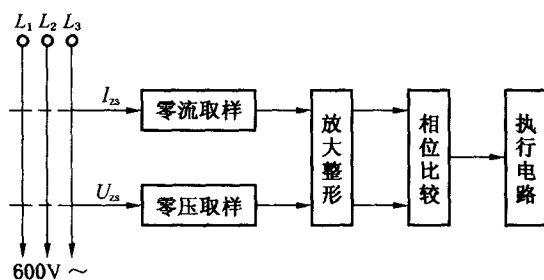


图 1-6 零序功率方向式漏电保护原理

比较电路来判别故障支路，最后启动执行电路，切断故障支路电源，从而实现保护。

零序功率方向式漏电保护具有较强的横向选择性，当供电系统某支路发生故障时，停电范围小；其缺点是动作值不固定，不能保护对称性漏电故障，不能补偿电容电流等。

零序功率方向保护可用于中性点绝缘的供电系统、中性点经高阻抗接地的供电系统、中性点直接接地的低压供电系统中。

5) 旁路接地式漏电保护

我国煤矿井下低压电网现行漏电保护原则是保证人身触在安全值 ($30\text{mA} \cdot \text{s}$) 以下。并下低压电网某一供电单元，电网对地电容电流的补偿调定后，当启动和停止电气设备时，就改变了电网的长度，分布电容电流也改变，补偿效果随之下降。当电网对地电容减小到一定数值时，会出现过补偿状态，甚至使通过人体的感性电流要大于未补偿时的电容性电流，这是不允许的。从漏电保护装置动作时间来看，保护装置的总动作时间包括检漏继电器和自动开关的动作时间，可大于 0.2s 。另外，人身触电时，保护装置动作，断电后异步电动机由于惯性而继续旋转，产生反电势将继续作用于人身，若将反电势的作用考虑进去，人

身触电时间就更长了,这就很难保证在任何情况下,触电时间与电流的乘积小于 $30\text{mA} \cdot \text{s}$ 。

解决办法之一就是采用旁路接地检漏保护。当供电网络发生人身触及一相带电体或单相接地漏电故障时,选相电路首先判明是哪一相存在故障,并发出指令,迅速将该故障相经一低电阻接地,对人体旁路分流,避免了触电的危险,却不影响电网的正常运行。故障支路跳闸后,旁路接地装置复位。这种保护方式的安全性较高,但只能保护人身触电或单相漏电,控制电路较为复杂,对电子元器件的可靠性要求较高。

1.1.4 矿用隔爆型检漏继电器

《煤矿安全规程》第 457 条规定:井下低压馈电线上,必须装设检漏保护装置或有选择性的漏电保护装置,保证自动切断漏电的馈电线路。每天必须对低压检漏装置的运行情况进行 1 次跳闸试验。

工作面移动矿用电力变压器、总馈电开关及分支馈电开关,必须配置专用的隔爆型检漏继电器,以确保人身安全和设备安全。

1) JJ 系列检漏继电器

(1) JJ 系列检漏继电器配用的开关见表 1—2。

表 1—2 JJ 系列检漏继电器配用的开关

名 称	检漏继电器型号	额定电压/V	质量/kg	配 用 开 关
矿用隔爆型检漏继电器	JJKB30—1140/660/380	1140/660/380	55	配千伏级馈电开关
	JJKB30—660/380	660/380	55	配 DW80 系列馈电开关
漏电保护单元	JJ30—1140/660	1140/660	11	配移动变电站低压馈电开关

(2) 结构。JJKB30—1140/660/380 隔爆型检漏继电器的外形如图 1—7 所示。

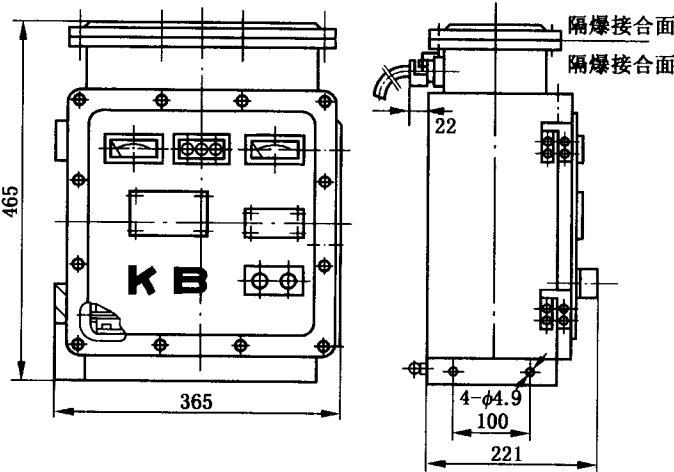


图 1—7 JJKB30 隔爆型检漏继电器外形

