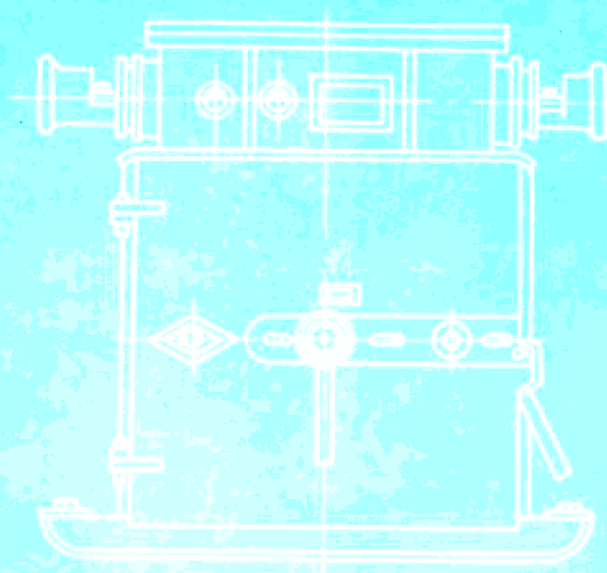




煤矿技工学校试用教材

综采电气设备



煤炭工业出版社

煤矿技工学校试用教材

综采电气设备

杨文 周培华 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍综合机械化采煤工作面的主要电气设备——高压隔爆配电箱、低压隔爆馈电开关、三相隔爆干式变压器、矿用隔爆型磁力起动器、矿用电缆的结构特点、工作原理以及使用、维护和故障分析与处理方法，并介绍生产机械的电气控制以及综采工作面的信号和通讯系统。

本书为全国煤矿技工学校试用教材，亦可供矿山职工培训和工人自学使用。

责任编辑：翟 刚

煤矿技工学校试用教材

综采电气设备

杨文 周培华 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

北京密云春雷印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 14¹/₈ 插页 8

字数 335 千字 印数 32,621 - 34,620

1990 年 11 月第 1 版 2006 年 1 月第 8 次印刷

ISBN 7-5020-0450-5/TD·409

社内编号 3236 定价 21.50 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，本社负责调换

前 言

为了适应煤矿技工学校教学和技工培训工作改革的需要,加速煤矿工人智力开发和培养、促进煤炭工业现代生产建设的发展和技术进步,原煤炭部劳资司于1985年成立了全国煤矿技工教材编审委员会,对全国煤矿技工教材建设工作进行了全面的规划,并确定“七·五”期间编写一套具有煤矿特点的中级技工教材。这套教材包括:《机械制图》、《综采工作面采煤机》、《煤矿开采方法》、《机械化掘进工艺》、《煤矿地质》、《煤矿测量》等共60余种。

这套教材主要适用于煤矿中级技工(在职和后备技工)正规规划培训的需要,也适合具有初中水平的工人自学和工程技术人员参考。

《综采电气设备》是这套教材中的一种,是根据全国煤矿技工培训统一教学计划和大纲编写的,并由全国煤矿技工教材编审委员会组织审定批准,是全国煤矿技工学校和在职培训必备的统一教材。

该教材由鸡西煤矿技工学校杨文、周培华同志主编,鹤岗矿务局技工学校赫承义同志主审。另外,平顶山、阜新、开滦、大同等煤矿技工学校的有关教师和工程技术人员也参加了审定工作;中国统配煤矿总公司教育局的有关同志具体组织并参加了审定和修改工作。

由于编审经验不足,时间仓促,书中难免会出现不当之处,请各用书单位和读者批评指正。

全国煤矿技工教材编审委员会

1990年3月29日

目 录

第一章 综采工作面供电系统	1
第一节 概述	1
第二节 综采工作面供电系统	2
习题与思考题	8
第二章 高压隔爆配电箱	9
第一节 PBL-6型高压隔爆箱	9
第二节 BPG ₂ -6型高压配电箱	16
第三节 8SN2型高压隔爆配电箱	21
第四节 高压配电箱的使用维修及常见故障的处理	40
习题与思考题	46
第三章 低压隔爆馈电开关	47
第一节 DZKD型低压馈电开关	47
第二节 8SK8555型低压隔爆馈电开关	51
习题与思考题	84
第四章 三相隔爆干式变压器	85
第一节 KSGB系列干式变压器	85
第二节 THEB系列三相干式隔爆变压器	88
第三节 JT ₁ Sb系列干式变压器	90
第四节 干式变压器的故障原因及处理方法	91
习题与思考题	92
第五章 矿用隔爆型磁力起动器	93
第一节 DQZBH-300/1140型真空磁力起动器	93
第二节 8SK8265组合型磁力起动器	101
第三节 OW-1202型隔爆磁力起动器	117
习题与思考题	138
第六章 综采工作面设备的电气控制	139
第一节 MLS ₁ -170型采煤机的电气控制	139
第二节 EDW-170L型采煤机的电气控制	145
第三节 SIRUS-400型采煤机的电气控制	149
第四节 工作面输送机的电气控制	154
第五节 转载机与破碎机的电气控制	159
第六节 SDJD型可伸缩带式输送机的电气控制	163
第七节 AZ-2S型乳化液泵站电气控制	167
第八节 防尘冷却泵的电气控制	169
第九节 综采工作面集中控制操纵台	174
习题与思考题	177
第七章 综采工作面通讯及照明装置	178

第一节 综采工作面通讯系统	178
第二节 综采工作面照明系统	192
习题与思考题	194
第八章 矿用电缆与电缆连接器	196
第一节 矿用电缆的种类与型号	196
第二节 矿用电缆的敷设与维护	205
第三节 电缆的故障及其寻找方法	212
第四节 矿用电缆连接器	216
习题与思考题	220

第一章 综采工作面供电系统

第一节 概 述

随着煤炭工业的高速度发展,采煤工作面综合机械化程度迅速提高,机电设备的单机容量和总容量随之增大。目前,综采工作面设备的总容量已达到2000~3000kW。综采工作面一般为长壁工作面,由于推进速度快,要求采区走向加长,从而使供电距离增大,这也对采区供电提出了较高的要求。为了解决好这一新的供电问题,一般采取提高供电电压等级和缩短低压供电距离的方法。目前,世界各国都在进行升压的技术改造。70年代我国引进并自制了采煤工作面综合机械化的成套设备,工作面供电系统也由原来的380V、660V发展到千伏级。

综采工作面配套的电气设备主要包括:移动变电站,用来提高工作面工作电压和缩短低压侧供电距离;作为低压侧配电总开关或分支开关的馈电开关(含有作漏电保护的检漏继电器);用于控制电动机的磁力起动器;顺槽可伸缩胶带输送机通用控制设备;通讯、信号控制装置;照明灯具;向煤电钻及工作面照明或信号系统供电、控制和保护的综采装置以及井下安全报警装置等。

综采电气设备具有以下特点:

(1) 技术先进。在综采电气设备上,广泛采用了电子控制和保护线路,并采用了真空新技术等,从而提高了综采电气设备的灭弧和绝缘性能,使综采设备在使用上更加安全可靠。

(2) 运行可靠。综采电气设备的事故率极低,可保证安全可靠的运行。

(3) 安全性能好。综采电气设备不但有比较齐全的各种保护功能,而且还具有多种闭锁装置,使操作和使用人员都能在安全可靠的条件下进行工作。

(4) 安装维修方便。综采设备基本上都采用整体组合式结构,特别是移动变电站,将高、低压设备集中布置在可移动的小车上,运输及安装都非常方便。综采电气设备的各种元器件大多采用插件式结构,在维修上可以方便地进行更换和检查。

(5) 供电质量好。综采设备基本上都采用1140V的电压等级,而且将高压电能直接送到采煤工作面,减少了低压供电线路,降低了线路电压损失。

随着综采设备在煤炭生产中的大量应用,对操作、维修综采设备的工人也提出了更高的技术和管理上的要求。只有提高技术管理水平,才能进一步对引进综采设备进行消化、吸收、改造,才能进一步发挥国产化综采设备的优势,才能在煤炭生产中充分发挥综采设备的巨大作用,在安全、可靠的前提下,为发展我国的煤炭事业做出新贡献。

第二节 综采工作面供电系统

一、供电系统的组成

综采工作面供电系统主要由高压供电系统、变电系统和低压配电系统三部分组成。

1. 6kV高压供电系统

6kV高压供电系统由高压防爆配电箱、高压双屏蔽软电缆和高压电缆连接器等组成。通过高压配电箱接受从地面变电所引入井下的高压电能，并经高压电缆向综采工作面供电系统的变电部分输送高压电能。

6kV 高压供电系统的技术和保护特性如下：

(1) 高压6kV防爆配电开关采用 SF₆ 断路器（或真空断路器），断流容量可达 1000 MVA，分断速度快，性能良好，比多油断路器安全。在6kV高压供电范围内发生的短路、漏电、过载和欠压等电气故障均由高压开关实现保护。同时，这些保护装置也是移动变电站二次侧短路故障的后备保护。

(2) 6kV 高压供电系统采用带有监视线的高压双屏蔽电缆。它与高压开关中的漏电监视保护装置相配合，一旦发生电缆故障就能提前切断电源，防止事故的发生，从而确保 6kV 高压 对采区的供电安全。

(3) 6kV 高压供电网络采用插拔式高压电缆连接器，使电缆在移动变电站移动时拆装方便。

2. 变电系统

变电系统一般同低压配电系统共同安放在可移动的小车上组成移动变电站。移动变电站由高压负荷开关、干式变压器和低压馈电开关三部分组成。经高压电缆输送到变电部分的高压电能，通过三相隔离干式变压器将 6kV 高压变换成 1140V 的动力电压，作为综采工作面动力设备的工作电压。

移动变电站一般采用三位（高压负荷开关、干式变压器和低压馈电开关）一体的组合结构（苏联、波兰和中国等）。它整体紧凑，下部装有轮子，可以在轨道上行走。移动变电站应尽量设在靠近工作面的地方，通常离工作面 50~300m，以缩短低压 1140V 供电电缆的长度，减小电压损失，提高供电质量。

移动变电站的高压侧还装有高压负荷开关、母线、终端元件及按钮。

移动变电站的主体为三相变压器，绕组绝缘材料一般为 H 级，隔爆外壳有散热片。此外还设有保护绕组过热的温度继电器。

3. 低压 1140V 配电系统

由移动变电站引出的动力电压经三相电缆接至低压隔爆馈电开关。通过馈电开关的控制和保护，再将低压电能由屏蔽橡套电缆接至磁力起动器，馈电给综采工作面中的各用电设备。

低压 1140V 系统的技术和保护特性如下：

(1) 低压馈电开关和磁力起动器有较高的分断能力，各级开关均装有过流保护装置，通过合理整定，能较好地实现采区短路故障的选择性保护和后备保护。从合理的保护配合考虑，要求磁力起动器的动作速度比馈电开关的动作速度慢，即当短路电流大于馈电开关整定值时，系统短路故障均由馈电开关可靠分断，磁力起动器不分断短路电流；当短

路电流小于馈电开关整定值而大于磁力起动器整定值时,磁力起动器能可靠分断,馈电开关不动作。

(2) 自动馈电开关和磁力起动器内设有漏电闭锁单元,在供电线路不漏电的情况下,允许合闸送电;线路发生漏电时,漏电继电器动作,实行自锁并有漏电故障显示,以防止断路器在线路漏电情况下合闸送电,并根据信号显示寻找漏电故障点,及时进行修复。

(3) 1140 V 供电线路采用分相屏蔽电缆,以配合漏电保护装置。一旦电缆漏电,就可切断电源,防止短路故障发生和蔓延,确保安全供电。

(4) 采用真空接触器代替原磁力起动器及馈电开关内的空气接触器。它具有体积小、寿命长、分断能力强、维护方便和安全可靠等优点。

(5) 磁力起动器的控制回路采用安全火花电路。在这种电路里,无论在正常工作或故障状态下所产生的电火花能量,均限制在瓦斯引爆所需要的最小能量以下(国际电工委员会规定为 0.5mJ),以确保安全。为了限制电火花能量,这种控制回路的工作电压和电流都很小,因此目前只用于低压小功率的信号通讯和监测仪表以及动力设备的控制回路。

(6) 广泛采用性能良好的电子保护。它具有重量轻、体积小、动作迅速可靠和调整范围广等优点,但线路复杂,要求维修水平高。

二、供电系统及设备布置

由于用电设备的功率较大,综采工作面一般都采用移动变电站供电。目前,有两种布置供电和供液设备的方式。一是在采区下顺槽运输巷内,在可伸缩胶带输送机一侧敷设一条专供移动变电站及工作面配电点和乳化液泵站等设备装置的平车移动轨道(图1-1),随着工作面推进,供电、供液装置移动很方便,可以减少电缆压降损失和液压沿程损失。但这种方式要求巷道断面宽,支护成本高。

另一种是将移动变电站、工作面配电点及泵站均设置在单独的辅助巷道内,每隔一定距离用横川与运输巷相连(图1-2)。这种供电供液方式的巷道截面小,支护成本低,但须多掘一条设备巷和若干横川,并且增加了煤柱损失,供电供液设备的移动也不如第一种方式方便。

还有一种是把供电、供液设备安装在距工作面较远的硐室内(图1-3),不随工作面的推进而经常移动。这种方式适合于顶板比较破碎、压力较大、巷道维护困难的一些综采工作面。由于减小了巷道截面(与第一种方式相比)和巷道开拓量小(与第二种方式相比),具有投资少、维护方便的优点,但供电、供液的距离远,电缆压降损失和液压沿程损失均较大。

上述几种综采面供电、供液设备布置方式各有其优缺点,在设计时必须根据现场地质条件,进行技术经济比较,以选择最优方案。

下面以西德综采设备为例介绍矿井综采工作面的供电系统及设备布置。

我国从西德引进的综采工作面供电系统有急倾斜和缓倾斜工作面两种供电系统(图1-4和图1-5)。

两种供电系统的特点是:

急倾斜工作面综采供电系统采用 8SN2 型高压配电箱作为接受和输送高压电能的控制和保护设备,采用两台 THEB 系列的三相隔爆干式变压器进行分列运行。其中,630kVA 干式变压器设置在回风巷道内,通过低压馈电开关对低压配电开关供电,对160kW工作面

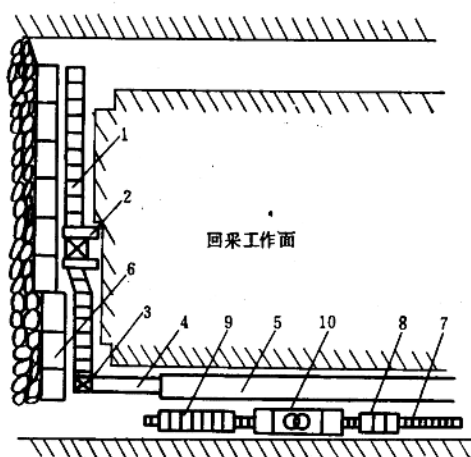


图 1-1 综采工作面设备布置

1—输送机, 2—采煤机, 3—破碎机, 4—转载机, 5—胶带输送机, 6—液压支架, 7—轨道, 8—乳化液泵站, 9—配电开关, 10—移动变电站

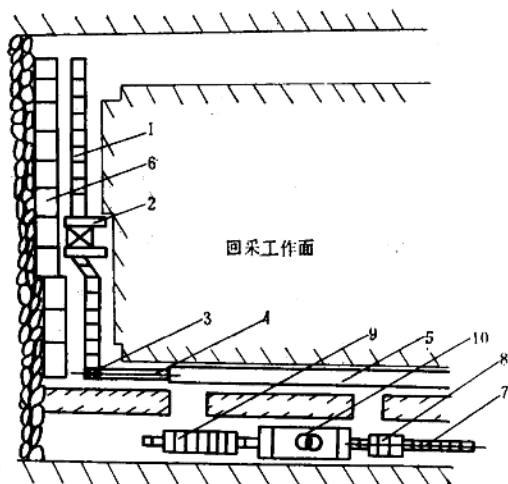


图 1-2 综采工作面设备布置

1—输送机, 2—采煤机, 3—破碎机, 4—转载机, 5—胶带输送机, 6—液压支架, 7—轨道, 8—乳化液泵站, 9—配电开关组, 10—移动变电站

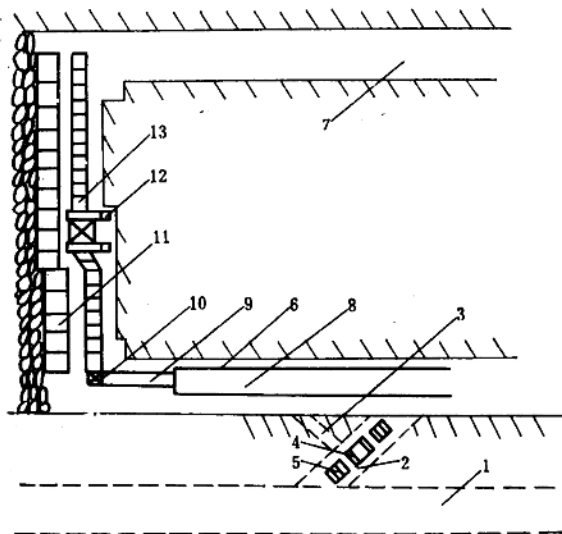


图 1-3 远距离供电供液设备布置

1—运输大巷, 2—短石门, 3—斜巷, 4—移动变电站, 5—泵站, 6—运巷, 7—回风巷, 8—胶带输送机, 9—转载机, 10—破碎机, 11—液压支架, 12—采煤机, 13—输送机

输送机和300kW采煤机进行控制和保护; 另一台500kVA干式变压器设置在运输巷道内, 通过低压馈电开关对低压配电开关供电, 对110kW转载机和110kW破碎机以及两台75kW液压泵站电动机进行控制和保护。

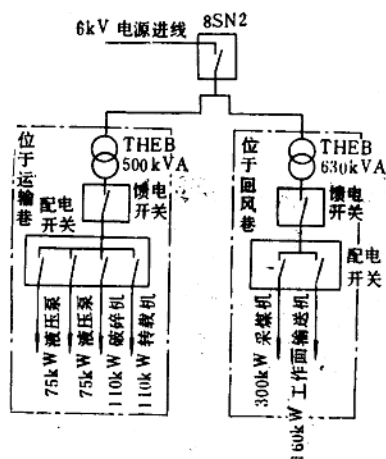


图 1-4 急倾斜工作面供电系统

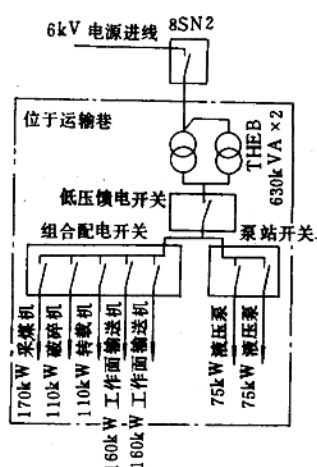


图 1-5 缓倾斜工作面供电系统

缓倾斜工作面综采供电系统采用 8SN2 型高压配电箱作为接受和输送高压电能的控制和保护设备，采用两台 630kVA 的 THEB 系列三相隔离干式变压器并联运行。变电系统和低压配电系统设置在运输巷道内，通过低压馈电开关分别向组合配电开关和泵站开关供电。其中，泵站开关对两台液压泵站电动机进行控制和保护，组合配电开关对两台 160kW 工作面输送机、110kW 转载机、110kW 破碎机和 170kW 采煤机进行控制和保护。

下面以西德缓倾斜工作面供电系统为例，叙述综采工作面供电系统的组成及设备的

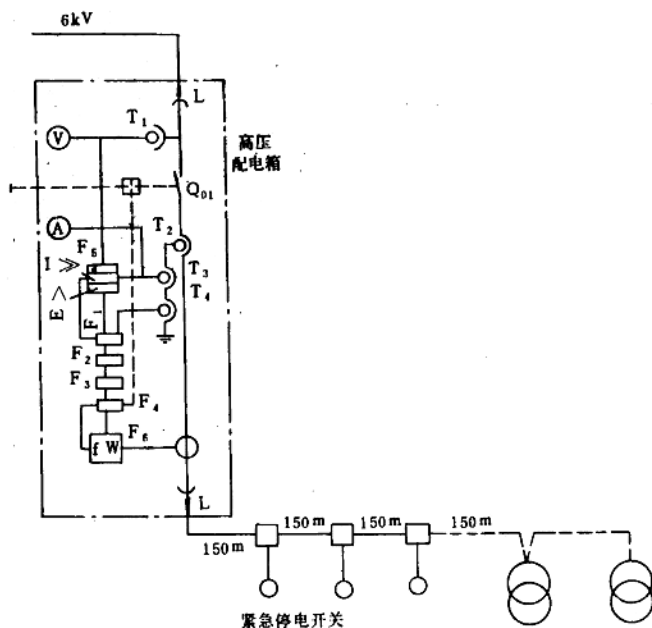


图 1-6 高压供电系统

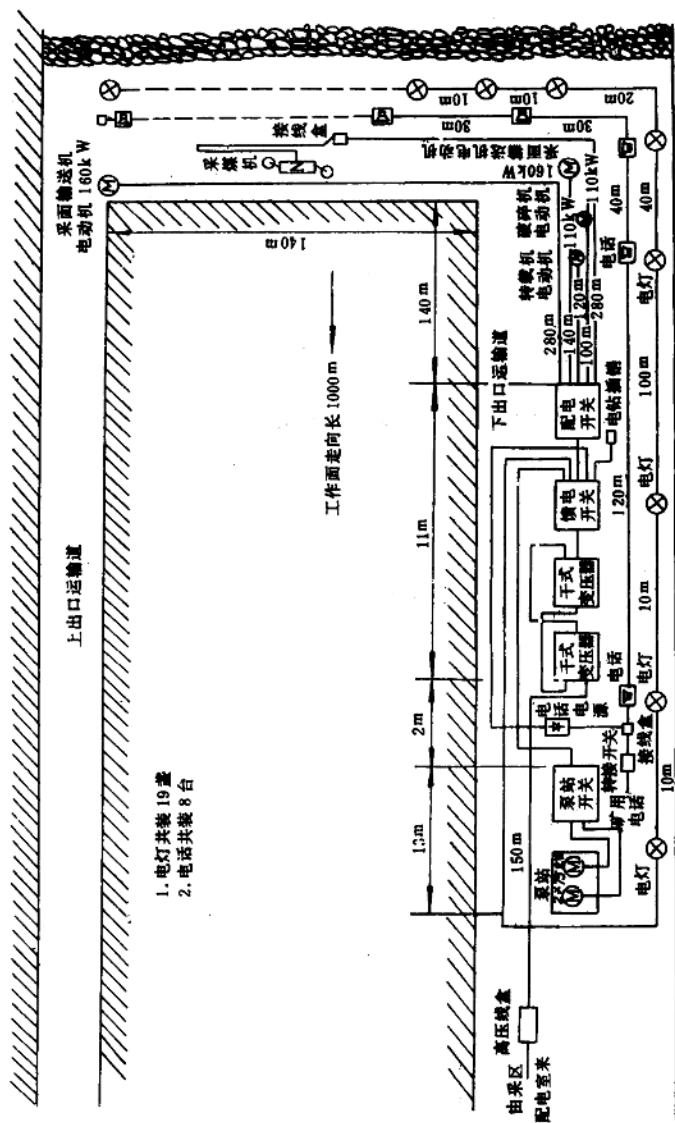


图 1-7 移动变电站布置示意图

布置。

1. 高压供电系统

高压供电系统如图1-6所示。

8SN2型高压配电箱安装在矿井采区变电所内,接受井下中央变电所输送的高压电能,通过配电箱的控制对综采工作面供电的变电系统供给高压电能,并且对输送高压电能的高压电缆线路进行过载、短路和绝缘监视及漏电故障等保护。在高压配电箱与三相干式变压器之间,采用 $3 \times 35 + 3 \times 16/3E + 3st + UL$ 和 $3 \times 25 + 3 \times 16/3E + 3st + UL$ 的6芯屏蔽高压塑套电缆。高压电缆每段长度为150m,段与段之间采用高压电缆接线盒进行连接。为了保证高压电缆出现故障时能方便、及时地在远方使高压配电箱跳闸断电,在每个高压电缆接线盒和变压器终端环节上都安装有跳闸开关(紧急停电开关)。当高压电缆发生故障时,工作人员可以及时拉动跳闸开关,在远方控制高压配电箱跳闸断电,对高压电缆线路进行保护。

2. 变电系统

移动变电站安装在距离工作面较近的运输巷道中,如图1-7所示。

引进的西德综采设备除胶带输送机采用660V电压等级外,其它综采设备(采煤机、工作面输送机、转载机、破碎机和乳化液泵站)的额定电压均为1140V。胶带输送机的供电电压一般由国产供电设备供给,而1140V动力电压由高压供电系统经三相干式变压器变压后供给。由于移动变电站距采煤工作面较近,低压供电线路比较短,因而减少了供电线路的电压损失,提高了综采供电的电压质量,保证了综采设备的正常起动和运行。

3. 低压配电系统

低压配电系统如图1-8所示。

低压配电系统是通过两台630kVA干式变压器并联运行,将6kV高压变换为1140V动力电压后,经低压馈电开关8SK8555分成两路输出:一路送至组合开关8SK8265后分别向两台160kW输送机、110kW转载机、110kW破碎机和170kW采煤机供电,另一路送至泵站开关8SK8155后向两台75kW的液压泵站电动机供电。

在低压馈电开关中经三相干式变压器变压后的1140V动力电压,再经8kVA照明变压器变压后分别输出220V和127V两种电压,其中220V电压作为综采工作面照明系统的工作电压,127V作为综采工作面手持设备和通讯信号系统的工作电压。

习题与思考题

1. 综采电气设备具有哪些特点?
2. 综采工作面供电系统由哪几部分组成?各起什么作用?
3. 西德急倾斜和缓倾斜工作面综采供电系统具有哪些特点?有什么不同和相同之处?
4. 西德综采供电系统中低压配电部分能输出哪几种电压等级?其作用是什么?

第二章 高压隔爆配电箱

高压隔爆配电箱是煤矿井下 6 kV 供电系统中使用的成套隔爆型高压开关设备。它可以单独用在井下中央变电所向采区变电所供电,或用在采区变电所向综采工作面的移动变电站供电,也可以几台并联使用,组成变电所硐室中的高压配电盘。它的作用是保证安全、可靠地供配电和控制电动机。目前我国煤矿常用的高压隔爆箱有 PBL-6 型、BPG₂-6 型和 8SN2 型三种。

第一节 PBL-6 型高压隔爆箱

PBL-6 型配电箱是高压隔爆兼安全火花型配电装置,在有瓦斯、煤尘爆炸危险的矿井中,用于接受和分配高压电能,或用来控制、保护动力变压器和高压电动机。

PBL-6 型高压配电箱具有以下特点:

(1) PBL-6 型配电箱中的断路器以 SF₆ 为灭弧介质。由于 SF₆ 气体的绝缘和灭弧性能好,故断弧能力大,操作过程中不产生截流过电压,断路器总体尺寸小。SF₆ 断路器的遮断容量大,检修周期长,安全可靠。

(2) 配电箱采用比较完善的继电保护和闭锁装置。保护功能有过载短路保护、失压保护、漏电和屏蔽电缆监视保护以及 SF₆ 的漏气保护等。对保护、监视和控制电路都具有一定的自检能力,远距离控制与漏电保护回路采用了安全火花型电路。

(3) 配电箱采用门式开启隔爆外盖和抽屉式的芯子及组合插件等,使安装维修迅速方便。由于配电箱中有显示和检查装置,因而能方便地寻找故障。

一、型号含义及主要技术数据

1. 型号含义

PBL-6 型配电箱的型号含义如下:

- P —— 配电装置;
- B —— 隔爆型;
- L —— SF₆ 断路器;
- 6 —— 额定电压为 6 kV。

2. 技术数据

PBL-6 型配电箱的主要技术数据如下:

额定电压	6kV
额定电流	50、100、200、400A
断流容量	100MVA
极限电流	24kA
4 S 热稳定电流	9.6kA
固有分闸时间	<0.1s

熄弧时间	0.01s
气体重量	0.7kg
正常气压	0.4MPa
气压保护动作值	$(3 \pm 0.1) \times 10^5 \text{ Pa}$
外形尺寸	1200 × 1130 × 1180mm

二、结构

PBL-6型配电箱的总体是方箱型门式结构,如图2-1所示。

配电箱的电气元件,如断路器、隔离开关、操作机构、互感器、仪表、继电器及辅助电器等都安装在方形箱体内。隔离开关单独安装在一个封闭的小室里。箱体由钢板焊接而成,放置于两个滑橇形槽钢上,以便在井下运输时滑行。

1. SF₆断路器

断路器的三相共置于一个密封的小箱中,其内室充有400kPa气压的SF₆气体,作为灭弧和绝缘介质。断路器的每个单相都由气缸、活塞、动触头导电杆、静触头等组成,其结构如图2-2所示。

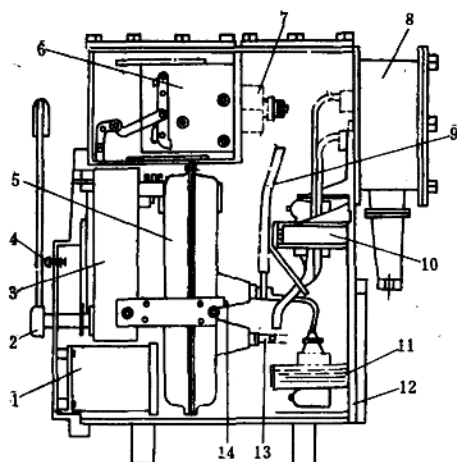


图 2-1 PBL-6型配电箱

1—继电器; 2—断路器操作手柄; 3—断路器操作机构; 4—试验用转换开关; 5—断路器; 6—隔离开关; 7—电流互感器; 8—接线箱; 9—塑料母线; 10—零序电流互感器; 11—电压互感器; 12—箱体; 13—连接夹头; 14—固定螺钉

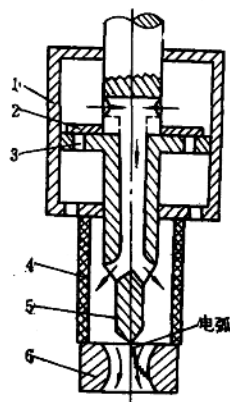


图 2-2 SF₆断路器

1—气缸; 2—逆止阀片; 3—活塞; 4—灭弧室; 5—动触头导电杆; 6—静触头

断路器采用手动储能弹簧式操作机构,利用手柄使合闸弹簧储能。合闸时,由合闸弹簧所储的能量带动合闸机构,使断路器合闸,同时使分闸弹簧储能。由于合闸和分闸都由弹簧储能完成,因而断路器合闸、分闸的速度由合、分闸弹簧的能量决定,而与手的操作速度无关。操作机构的电动脱扣有两个执行元件,一个是失压电磁铁,通过它实现失压释放和欠气压脱扣;另一个是分励电磁铁,通过它实现漏电、过流及漏电监视的脱扣。

断路器的灭弧和绝缘介质SF₆气体是无色、无味、无毒、不燃烧的惰性气体,它的密度为空气的5倍,可溶于水,与氢氧等不起作用。SF₆的绝缘强度随气体的压力增长而增

大,在1个大气压下,绝缘能力是空气的2~3倍;在3个大气压下,绝缘强度与变压器油相同。 SF_6 的灭弧能力极强,在一定条件下比空气大100倍,尤其对交流大容量电弧,燃弧时间短,介质强度恢复得快。

SF_6 气体熄弧的原理是:当电弧在 SF_6 气体中产生时, SF_6 气体的分子和它分解成的氟原子或其它氟化物都呈负电性,即具有很强的吸附电子而形成负离子的能力,所以它将弧隙中的电子变成活动差的负离子,从而抑制了弧隙的游离作用,使弧隙导电率下降。负离子与正离子的复合作用,使弧隙中带电质点急剧减少,介质绝缘强度很快恢复,阻止了电流过零以后电弧的重新建立,从而达到熄弧的目的。

2. 隔离开关

配电箱中采用闸刀式隔离开关,它的基座是由环氧树脂整体浇铸而成的。隔离开关安装在单独的隔爆室中,它与断路器及配电箱的门之间有机闭锁装置。隔离开关打开时,能自动将负荷接地。

3. 电流互感器

配电箱采用两个 LM-6 型环氧树脂浇铸的穿心式互感器。这样,在额定电流大小变化时,其动、热稳定电流和断流容量不会因互感器的规格而受到影响,而且绝缘可靠、安装方便。互感器的二次侧有两组输出,一组供信号及测量用,其准确级次为3级;另一组供给复式电源作为电流源用,其准确级次为10级。

4. 电压互感器

配电箱采用3个 JDZJ-6 型单相环氧树脂浇铸的电压互感器。3台互感器接成 Y_0 形,中性点接地。采用3台互感器是为了在二次获得零序电压的输出,以供给漏电保护继电器使用。互感器的二次侧有两组输出,一组接成开口 Δ 形,输出零序电压;另一组接成 Y 形,中性点接地,供给测量及脱扣电磁铁、继电器和复式电源的电压源以及信号灯的电源。

5. 零序电流互感器

配电箱采用 $\text{LLE-}\phi_{78}$ 型零序电流互感器。它与电压互感器配合使用,作为高压漏电监视保护装置中的6 kV电缆的漏电保护信号源。

6. 保护和显示装置

配电箱设有反时限过流保护、瞬动短路保护、低电压保护、高压漏电及监视保护、 SF_6 气体的气压保护等,并具有相应的指示或显示装置。

三、断路器的操作机构

断路器操作机构的动作原理如图2-3所示。

操作手柄1做往复旋转运动时(运动角度约为 60°),凸轮2跟随做往复旋转运动,迫使活动棘齿3做上下运动,以推动活动棘轮4做逆时针方向旋转。固定棘齿5可以防止棘轮返回。棘轮4与凸轮6同轴并为刚性联接,所以在棘轮4做逆时针方向旋转时,凸轮6也做逆时针方向转动,并带动三角板7做顺时针方向转动,通过连板8带动储能拐臂9做顺时针方向旋转,使合闸弹簧10储能。此时,拐臂上的掣子11即推动合闸机构12做逆时针旋转,再通过连板带动断路器做合闸运动。操作手柄不停地往复运动,带动动触头导电杆(参看图2-2)向下运动,压气活塞沿着气缸的内壁向下移动,被压缩的 SF_6 气体推开逆止阀片而进入活塞上部。操作手柄挥动约12次即可将合闸弹簧储能完毕,并使断路器自动合