

矿山机电

施卫祖 李仪钰 主编

中国劳动出版社

前 言

《矿山机电》是根据劳动部1988年12月制定的矿山通风安全专业证书教学班的教学计划和1989年2月讨论通过的《矿山机电》教材编写大纲编写的。全书分上、下篇，内容紧扣矿山机电安全，联系矿山安全监察和安全管理工作实际，其目的是引导学员在学习中，掌握矿山机电的基本知识和技能，在工作实践中理论联系实际，切实做好矿山安全工作。本书通俗易懂，可作为矿山通风安全专业证书班教材，同时也可供大、中专院校学生作为教学参考书。

本书由施卫祖、李仪钰主编。编写人施卫祖（上篇）、范太华（下篇第一章）、李仪钰（下篇第二章、第三章）、吴继锐（下篇第四章）、夏纪顺（下篇第五章）、费斌（下篇第六章）。中南工业大学赵坤范对矿山供电部分进行了审阅，李仪钰对矿山机械部分进行了审阅。

本书编写中参考、采用了有关单位和院校的教材和文献资料，在此表示感谢！

由于编写时间仓促、编者水平有限，在教材的体系、内容的深度和广度等方面一定存在不少缺点和问题，敬请广大读者批评指正。

目 录

上篇 矿 山 供 电

第一章 矿山安全用电绪论	1
第一节 矿山井下用电的环境条件.....	1
第二节 矿山安全用电要求.....	2
第二章 矿用电气设备	4
第一节 矿用电气设备的类型及选用.....	4
第二节 矿用变压器.....	6
第三节 矿用高压配电箱.....	9
第四节 矿用隔爆磁力起动器.....	13
第五节 矿用隔爆自动馈电开关.....	23
第六节 矿用电缆及其敷设.....	24
第三章 矿山变电所	30
第一节 矿山供电系统.....	30
第二节 地面变电所.....	31
第三节 井下中央变电所.....	33
第四节 采区变电所及工作面配电点.....	34
第五节 移动变电站.....	35
第四章 井下照明	37
第一节 照明技术的基本概念.....	37
第二节 矿井照明光源.....	40
第三节 矿用照明灯具.....	42
第四节 井下照明灯的选择.....	44
第五章 井下电气事故的危害及预防措施	48
第一节 井下常见的电气事故及预防措施.....	48
第二节 井下和向井下供电的变压器中性点禁止接地分析.....	51
第三节 矿山井下保护接地.....	55
第四节 井下低压电网的漏电保护.....	58
第五节 井下杂散电流的产生与危害及其预防.....	65
第六节 防雷保护和静电预防.....	66
第七节 井下过流保护.....	67

下篇 矿山机械

第一章 工程力学基本知识	75
第一节 概述	75
第二节 静力学基本知识	75
第三节 运动学基本知识	83
第四节 动力学基本知识	88
第五节 材料力学基本知识	94
第六节 材料的机械性能	101
第七节 许用应力和安全系数	102
第二章 矿山提升设备	106
第一节 概述	106
第二节 提升容器及其辅助装置	107
第三节 缠绕式提升机	113
第四节 多绳摩擦提升	119
第五节 矿井提升机的制动装置	125
第六节 提升设备运动参数计算	132
第七节 提升信号和保护装置	135
第八节 对矿山提升设备的安全规定	141
第三章 矿用钢丝绳	148
第一节 钢丝绳的结构、种类和应用范围	148
第二节 钢丝绳在工作时所受的应力以及影响钢丝绳寿命的主要因素	151
第三节 钢丝绳安全系数	152
第四节 钢丝绳的计算及选择	154
第五节 钢丝绳的试验与检查	163
第六节 钢丝绳的使用与维护	165
第四章 矿山运输设备	175
第一节 概述	175
第二节 可弯曲刮板输送机和桥式转载机	176
第三节 胶带输送机	180
第四节 人力推车	184
第五节 电机车运输	184
第六节 无极绳运输	193
第七节 耙矿设备和耙斗装岩机	195
第八节 装岩机	197
第九节 铲运机	200
第十节 放矿闸门	203
第十一节 井口设备与安全	204

第五章 采掘机械	203
第一节 概述	206
第二节 气动凿岩机	206
第三节 全液压凿岩设备	212
第四节 潜孔钻机	219
第五节 牙轮钻机	223
第六节 装载机械	229
第七节 单斗挖掘机	235
第六章 矿山压气设备	244
第一节 概述	244
第二节 矿用空压机	244
第三节 空压机的排气量和压力的调节	246
第四节 空压机的辅助设备	250
第五节 空压机的安全保护装置	254
第六节 空压机站及压气管路	255
第七节 矿山压气设备的试验及检查	257
第八节 对矿山压气设备的安全规定	264

上 篇

矿 山 供 电

第一章 矿山安全用电绪论

电能是矿山开采生产中的主要能源,随着现代化技术的飞速发展,电能的作用愈来愈重要。但是,由于矿山井下环境条件和采掘机械工作条件的特殊性,电的使用和管理不当将引起一系列安全问题。因此,矿山用电必须严格按照有关规程规定使用和管理。

本章主要从矿山用电的环境条件入手,指出矿山井下停电的危险性,提出矿山安全用电的要求。

第一节 矿山井下用电的环境条件

一、井下机电设备的工作环境条件

1. 矿井空气中有可燃、易爆性介质

在煤炭生产过程中,煤尘飞扬,从采掘的煤层、半煤层中涌出大量沼气,致使井下空气中含有沼气、煤尘等可燃、易爆性介质。据统计,我国的煤矿大都属于沼气矿井,其中三分之一的矿井属于高沼气矿井,还有许多属于煤尘与沼气突出危险矿井,绝大多数矿井的煤尘有爆炸危险。

2. 温度高、湿度大

由于开采水平的延伸和火区的存在,使矿井巷道、峒室和工作面的温度升高,一般为 $25\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。且四季昼夜温度变化不大。井下漏水又使矿井空气的相对湿度升高,可达98%甚至100%。

3. 电气设备隔爆外壳内的微气候

由于采掘机械冲击间断地工作,使电气设备不断地起动和停止。在电气设备的通断过程中,触头之间产生电弧,温度高达几千度,瞬时使壳内的微环境加热,热空气顺隔爆间隙呼出。熄弧后,停机的间歇时间壳内冷却,压力减小,壳外周围巷道的潮热空气携带着可燃、易爆介质沼气和煤尘,顺隔爆间隙吸入壳内,使壳内空气成分发生变化,这便是所谓隔爆外壳的“呼吸作用”。

4. 井下设备安装处的地质条件

井下电气设备安装处,尤其在工作面的底板倾角大于 15° ,有冒顶、片帮的威胁;有酸性或碱性腐蚀性矿井水、霉菌等侵蚀电气设备的金属部件和绝缘材料;有淋水,会被自然涌水或开采工艺水砂充填的水砂淹没;受井下爆破的强烈震动;井下巷道和采掘工作面空间狭窄;照明条件不好等。

二、采掘机械工作的特殊性

煤矿井下采掘工作面如同移动的车间，随着采掘区（工作面）向前推进，井下电网和电气设备、电缆须不断地迁移，这样极易使电气设备受碰、挤、压、碰而毁坏。

采掘工作面经常遇到地质条件的变化，如煤（岩）层硬度的不均匀性；遇有夹石、硫磺包、小的断层和褶曲等，从而会使采掘机械经常有冲击性负荷，故要求电气设备必须适应带密集通断的冲击间断工作制。

第二节 矿山安全用电要求

一、矿山供电电源

矿山供电电源来自电力系统或矿区发电厂。

所谓电力系统，是指由发电厂、升压和降压变电所及各种不同电压等级的输电线路所组成的整体。图 1-1 是一个对矿山供电的典型电力系统。

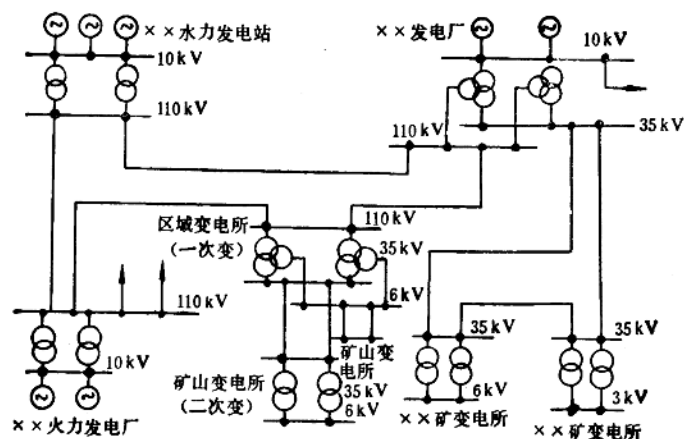


图1-1 电力系统

由图 1-1 可见，因矿山离发电厂和区域变电所的距离及矿山所在的位置不同。接线方式亦不同。对矿山供电电源，各产业部门均有规定，其中《煤矿安全规程》第 407 条规定：

每一矿井应有两回电源线路。当任何一回路因发生故障停止供电时，另一回路应仍能担负矿井全部负荷。

矿井的两回电源线路上，都不得分接任何负荷。

一般来说，如矿山距电厂或区域变电所较近，可由电厂或区域变电所用平行双回路的方式向矿山供电；若相邻矿山之间的距离较近，而与电厂或区域变电所之间的距离较远时，通常由电厂或区域变电所向矿山地面变电所送一回路，另外在相邻矿山地面变电所之间设一路联络线，形成环形电网，保证每个矿山地面变电所有两个独立电源。

二、用电设备的等级划分

矿山企业用电设备等级的划分，可根据其用电设备的重要性及供电中断后将造成的危害程度分为三个等级。

一级用电设备：指突然停电而造成人身伤亡事故，或使设备遭受严重损坏且难以修复，给

企业造成重大经济损失的用电设备。例如，主要扇风机、副井提升机，井下中央变电所及主排水泵等。对一级用电设备，必须有备用电源。

二级用电设备：指突然停电会造成大量减产或造成较大经济损失的用电设备。例如，压风机、主井提升机、采区变电所等。对二级用电设备的供电，可视企业规模和技术经济比较决定，

三级用电设备：指突然停电对人身、设备无伤害，对生产无直接影响的用电设备。例如，修配厂和公共事业用电设备等。三级用电设备不需要备用电源，并可采用几个负荷合用一路供电线的分支接线方式。

三、矿山企业对供电的要求

矿山企业生产的环境条件比较恶劣，突然停电将会造成矿井停风、停止排水、停止提升，导致伤亡事故的发生。为此，对矿山供电有如下要求：

1. 供电可靠：要求不间断供电。对一级用电设备无论在什么情况下都必须保证供电的可靠性。

2. 供电安全：在砂井恶劣的环境条件下，任何供电作业的疏忽大意、违章作业都容易引起触电，电火灾和瓦斯、煤尘爆炸等危险。因此，必须严格遵守操作规程，保证供电安全。

3. 供电质量良好：供电质量的好坏，主要取决于电源的电压和频率两个参数。对电动机用电电压允许偏差为 $\pm 5\%$ ；照明用电电压允许偏差为 $+3\sim-2.5\%$ 。频率允许误差为 $0.4\sim 1\%$ 。

4. 供电经济：力求做到投资少、运行维修费用低。尽量减少有色金属的消耗。

四、电压等级

矿山企业通常使用的交流低压有127V、220V、380V、660V；高压有1.14kV、3kV、6kV、10kV、35kV、110kV。直流电压有110V、250V、550V。其各自用途为：

交流电压：

35kV(110kV)——矿山地面变电所的电源进线电压；

10kV——电厂或区域变电所附近的矿山电源进线电压；

6kV(3kV)——矿山大型设备的用电电压；

1140V——综合机械化采煤工作面成套电气设备的用电电压；

660V——井下采掘、运输等机械用电电压；

380V——地面或井下小型机械的用电电压；

220V——地面照明及电风扇等的单相用电电压；

127V——井下照明和煤电钻的用电电压。

直流电压：

250V(550V)——架线式电机车的用电电压；

110V——变电所的直流操作。继电保护的电源和大型提升机控制系统的电源。

思考题

1. 井下机电设备的工作环境有何特点？
2. 什么叫电力系统？《煤矿安全规程》对煤矿供电电源有何要求？
3. 矿山供电的基本要求有哪些？
4. 矿山用电设备等级有几种？它们对供电可靠性有何要求？

第二章 矿用电气设备

用于矿山井下的各种电气设备，称为矿用电气设备。由于矿山井下的条件特殊，各产业部门对矿用电气设备的选择、使用都作了规定。本章主要介绍矿用电气设备的类型，以及矿山常用的一些主要电气设备的工作原理，使学员掌握矿用电气设备正确的选择及使用方法。

第一节 矿用电气设备的类型及选用

一、矿用电气设备的类型

矿用电气设备通常分为矿用一般型和矿用防爆型两大类。

1. 矿用一般型电气设备

这一类型电气设备具有结实的外壳和较好的防潮、绝缘、防滴、防溅的功能。构造上，电缆引出线通常采用接线盒式插销连接，导线和触点均在封闭的外壳内，操作手柄装有安全闭锁装置。

2. 矿用防爆型电气设备

此类电气设备主要是从设备的结构上隔离设备热源部件与外部环境的接触，或是从设备的电路上限制能量，具有防爆功能。防爆型电气设备种类繁多，井下常用的有以下几种：

（1）隔爆型电气设备

隔爆型电气设备具有隔爆外壳，可将正常和故障状态下产生的电火花、电弧和产生危险温度的零部件都放在隔爆外壳中，即壳内的火源与壳外的爆炸性气体混合物分离。当电气设备内发生可燃物爆炸时，防爆外壳既能承受住爆炸压力的作用，又能将爆炸限制在壳内，不致发生传爆。

（2）增安型电气设备

增安型电气设备在设备正常运行条件下不会产生电弧、电火花或可能点燃爆炸性混合物的高温现象。在这种设备结构上，采取了提高安全程度的措施，以避免在正常和认可的过载条件下出现点燃设备环境中爆炸性气体混合物。为了保证防爆的可靠性，使用中该设备必须与合适的监控和保护设备相配合。

（3）本质安全型电气设备

本质安全型电气设备具有本质安全型电路。所谓本质安全型电路，是指在规定的试验条件下，正常工作或规定的故障状态时产生的电火花和热效应均不能点燃规定的爆炸性混合物的电路。

（4）正压型电气设备

正压型电气设备是在外壳内部充入保护气体，并使气体的压力高于周围爆炸性环境的压力，以阻止外部混合物进入外壳内，使得设备具有危险火源的部分与爆炸性气体混合物分离，从而达到防爆目的。

为了保证保护气体的压力值高于环境气压，这个气压值必须由保护气源（压气站）提供，或者用闭循环或开循环的通风机提供，其压力值须作适当监控。

（5）充油型电气设备

充油型电气设备是将全部或部分部件浸在油内，其目的是将电气设备中可能出现的火源与环境中的爆炸性气体混合物隔离，使设备中的火源不能点燃油面上或壳体以外的爆炸性气体混合物。为了保证防爆的可靠性，使用时要注意从油面到电气设备上火源部件有一定的深度。

（6）充砂型电气设备

充砂型电气设备是在外壳内充填砂粒（如石英砂等），使其在规定的使用条件下壳内产生的火花、电弧熄灭，把火源与爆炸性气体混合物相分离。并能限制传播的火焰和外壳壁过热，不致于点燃爆炸性混合物，从而达到防爆目的。

（7）无火花型电气设备

无火花型电气设备在结构上采取了安全措施。在正常工作时不产生火花、电弧和危险温度，使其具有一定的安全性。

（8）特殊型电气设备

凡采取其它特殊防爆措施，经过防爆检验又证明确实是有防爆性能的电气设备，均为特殊型电气设备。

二、矿用防爆电气设备的标志符

防爆电气类型	类型标志	总标志
隔爆型	d	E _x dI
增安型	e	E _x eI
本质安全型	ia, ib	E _x ia, E _x ib
正压型	P	E _x PI
充油型	O	E _x OI
充砂型	q	E _x qI
无火花型	N	E _x NI
特殊型	S	E _x SI

其中：E_x——总的防爆标志；I——I类，即矿用电气设备。

三、矿用电气设备的选用

由于防爆型电气设备散热条件差、体积大、笨重、价格昂贵，砂山井下一律采用这种设备是很不经济的。因此，为适应不同矿山或井下不同工作场所的需要，根据井下危险程度不同，各产业部门对矿用电气设备的选用在《安全规程》中都作了详细规定。原则上大致分三种情况：

1. 没有爆炸、火灾危险的场所，可采用矿用一般型电气设备；
2. 平时无爆炸、火灾危险，但有时可能出现爆炸、火灾危险的场所，可采用矿用增安型电气设备；

3. 经常有爆炸、火灾危险的场所，必须采用防爆电气设备（矿用增安型除外）。

参照86年煤炭工业部制定的《煤矿安全规程》第410条规定，井下电气设备的选用，应符合表2-1中的要求。

表 2-1

井下电气设备的选择

使用 类别	场所	煤(岩)与沼 气突出矿井和沼 气喷出区域	沼 气 矿 井			
			井底车场、总进风道 或主要进风道		隔爆范隔室	采区进风道
			低沼气矿井	高沼气矿井		
一、高低压电机和 电气设备		矿用防爆型 (矿用增安型除外)	矿用一般型	矿用一般型	矿用防爆型	矿用防爆型 (矿用增安型除外)
二、照明灯具		矿用防爆型 (矿用增安型除外)	矿用一般型	矿用增安型	矿用防爆型	矿用防爆型 (矿用增安型除外)
三、通讯、自动化装 置和仪表、仪器		矿用防爆型 (矿用增安型除外)	矿用一般型	矿用增安型	矿用防爆型	矿用防爆型 (矿用增安型除外)

四、防爆电气设备的管理

1. 必须选用经国家有关部门检验合格定型生产厂家的产品；
2. 井下防爆电气设备在入井前，应由指定的，经过考试合格的防爆电气设备检查员检查设备的安全性能，取得合格证后方准入井；
3. 电气设备的绝缘性能，零部件及绝缘油应按规定的周期和试验项目进行试验，符合标准才能继续使用。试验必须有记录可查；
4. 要经常检查防爆电气设备的紧固件，防爆接合面、防爆间隙、接合面长度、螺纹结构、电缆进出线密封垫圈、接线柱、绝缘套管等，确保设备的完好，杜绝事故的发生；
5. 要坚持防爆设备的日检查。注意设备的闭锁、联锁、信号装置是否正常；仪表指示器、操作机构是否正常；设备有无不正常响声，温度是否异常；接线是否完整、齐全、符合规定等。

第二节 矿用变压器

一、KSJ 型矿用动力变压器

KSJ 型矿用动力变压器是一般型电气设备。外型如图 2-1 所示。技术数据见表 2-2。

KSJ 型矿用变压器结构特点：

1. 外壳坚固，体积较小；
2. 进出线采用电缆接线盒，以避免触电及产生电火花。为了便于电缆接线，电缆接线盒分别设在油箱两侧；
3. 不设油枕，以免油枕与油箱间的连接管堵塞发生爆炸事故。油箱上装有散热钢管；
4. 装有便于在轨道下行走的轮子，轨距有 600 及 900 毫米两种，允许在倾角小于 30° 角的斜坡上移动；
5. 高压侧设有调节二次电压值 $\pm 5\%$ 的抽头。当电源电压长期低于 95% 的额定电压时，把电源线接到 -5% 的抽头上，保证低压侧电压正常；反之，当电源电压长期高于 105% 额定电压时，把电源线接到 $+5\%$ 的抽头上（图 2-2）。

目前，我国生产了一种 KSJ 系列节能型油浸动力变压器，其构造与 KSJ 型相同。技术参数见表 2-3。

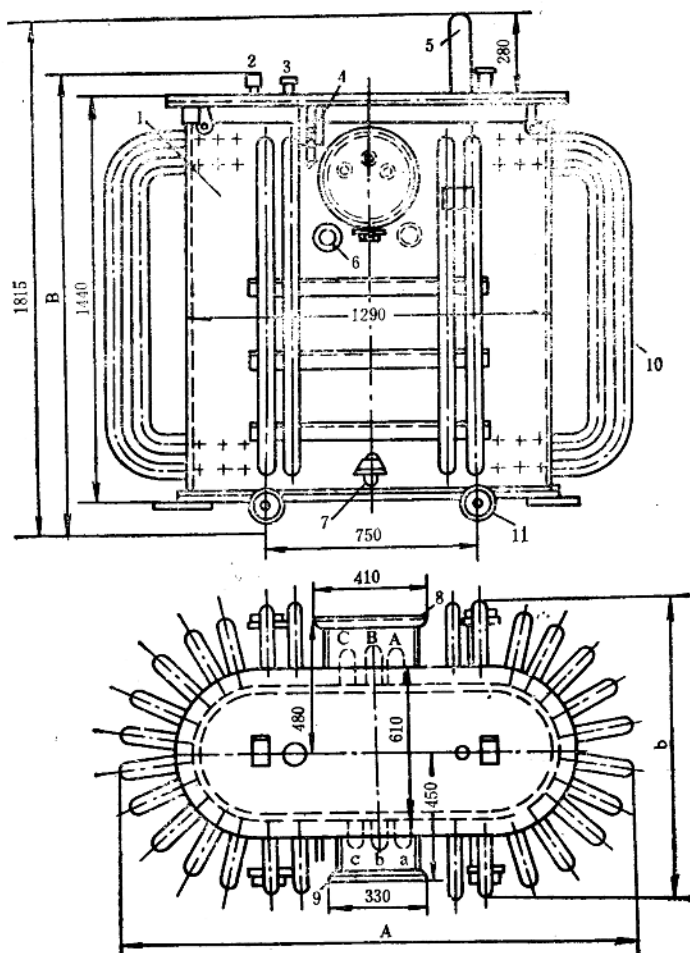


图2-1 KSI型矿用动力变压器外形图

1—变压器油箱 2—起重吊环 3—注油孔 4—油位指示器 5—温度计 6—接地螺栓
7—放油塞 8—高压侧的电缆接线盒 9—低压侧的电缆接线盒 10—散热器 11—滚轮

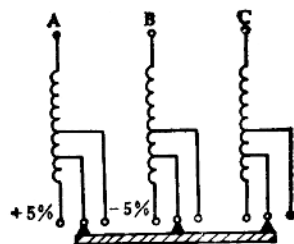


图2-2 变压器绕组分接头

矿用变压器技术特性表

表2-2

型 号	额定容量 (千伏安)	额定电压 (伏)		额定电流 (安)		接线图	阻抗电压 %			损耗 (瓦)		线圈阻抗 (欧/相)			重 量 (千克)			外形尺寸 (毫米)		
		高压	低压	高压	低压		U _d	U _R	U _x	空载 铁损	短路 铜损	R	X	Z	铜	油	总	长	高	宽
KSI ₂ -20/6	20	6000 ± 5 %	400	1.93	29	Y/Y-12	5.5	3.33	4.62	180	600	0.238	0.37	39	120	105	380	1010	800	940
KSI ₂ -50/6	50	6000 ± 5 %	400	4.82	72.5	Y/Y-12	5.5	2.65	4.80	350	1325	0.0837	0.154	60.5	167	167	1110	850	1101	
KSI ₂ -100/6	100	6000 ± 5 %	400	9.60	145	Y/Y-12	5.5	2.40	4.95	600	2400	0.0377	0.0792	82	234	283	890	1480	900	1131
KSI ₂ -180/6	180	6000 ± 5 %	400	17.3	260	Y/Y-12	5.5	2.22	5.04	1000	4000	0.0198	0.0447	112	370	395	1400	1740	1060	1297
KSI ₂ -320/6	320	6000 ± 5 %	400	30.8	460	Y/Y-12	5.5	1.90	5.16	1600	6070	0.00953	0.0258	171	580	560	2000	1790	1050	1597
KSI ₂ -20/6	20	6000 ± 5 %	400	1.93	29	Y/Δ-11	4.5	3.33	3.38	180	600	0.716	0.805	44.5	142.5	97.5	460	1010	808	1102
KSI ₂ -20/6	20	6000 ± 5 %	690	1.93	16.7	Y/Y-12	4.5	3.33	3.38	180	600	0.716	0.805	44.5	142.5	97.5	460	1010	808	1102
KSI ₂ -30/6	30	6000 ± 5 %	400	2.89	43	Y/Δ-11	4.5	2.83	3.54	250	850	0.446	0.562	46	158.5	123	515	1030	818	1127
KSI ₂ -30/6	30	6000 ± 5 %	690	2.89	25	Y/Y-12	4.5	2.83	3.54	250	850	0.446	0.562	46	158.5	123	515	1030	818	1127
KSI ₂ -50/6	50	6000 ± 5 %	400	4.82	72.5	Y/Δ-11	4.5	2.65	3.65	350	1325	0.0837	0.1168	63.5	197	175	665	1130	872	1146
KSI ₂ -50/6	50	6000 ± 5 %	690	4.82	42	Y/Y-12	4.5	2.65	3.65	350	1325	0.251	0.348	63.5	197	175	665	1130	872	1146
KSI ₂ -75/6	75	6000 ± 5 %	400	7.20	108	Y/Δ-11	4.5	2.50	3.74	490	1875	0.0535	0.0798	78.3	230	231	815	1425	880	1202
KSI ₂ -75/6	75	6000 ± 5 %	690	7.20	62.6	Y/Y-12	4.5	2.50	3.74	490	1875	0.159	0.236	78.3	230	231	815	1425	880	1202
KSI ₂ -100/6	100	6000 ± 5 %	400	9.60	145	Y/Δ-11	4.5	2.4	3.82	600	2400	0.0377	0.0608	89	253	278.5	960	1460	892	1262
KSI ₂ -100/6	100	6000 ± 5 %	690	9.60	84	Y/Y-12	4.5	2.4	3.82	600	2400	0.113	0.182	89	253	278.5	960	1460	892	1262
KSI ₂ -135/6	135	6000 ± 5 %	400	13.00	164.4	Y/Δ-11	4.5	2.27	3.88	830	3070	0.0267	0.046	91	291	325.5	1070	1665	915	1297
KSI ₂ -135/6	135	6000 ± 5 %	690	13.00	118	Y/Y-12	4.5	2.27	3.88	830	3070	0.0801	0.137	91	291	325.5	1070	1665	915	1297
KSI ₂ -180/6	180	6000 ± 5 %	400	17.30	260	Y/Δ-11	4.5	2.22	3.92	1000	4000	0.0198	0.0348	108	354	378.5	1320	1705	935	1386
KSI ₂ -180/6	180	6000 ± 5 %	690	17.30	150	Y/Y-12	4.5	2.22	3.92	1000	4000	0.0594	0.104	108	354	378.5	1320	1705	935	1386
KSI ₂ -240/6	240	6000 ± 5 %	400	23.00	346	Y/Δ-11	4.5	2.04	4.02	1400	4900	0.0135	0.268	133.6	429	450.8	1550	1850	955	1391
KSI ₂ -240/6	240	6000 ± 5 %	690	23.00	209	Y/Y-12	4.5	2.04	4.02	1400	4900	0.041	0.080	133.6	429	450.8	1550	1850	955	1391
KSI ₂ -320/6	320	6000 ± 5 %	400	30.80	460	Y/Δ-11	4.5	1.90	4.09	1600	6070	0.00953	0.0204	170.5	346	416.5	1465	1640	1076	1426
KSI ₂ -320/6	320	6000 ± 5 %	690	30.80	260	Y/Y-12	4.5	1.90	4.09	1600	6070	0.0286	0.061	170.5	346	416.5	1465	1640	1076	1426
KSI ₃ -20	20	6000 ± 5 %	400	1.93	29	Y/Y-12	4.5	3.33	3.38	180	600	0.0837	0.1168	27.2	92.5	160				
KSI ₃ -50	50	6000 ± 5 %	400	4.82	72.5	Y/Y-12	4.5	2.65	3.65	350	1325	0.0377	0.0608	44.4	156	249.5	718	1380	875	1083
KSI ₃ -100	100	6000 ± 5 %	400	9.60	145	Y/Y-12	4.5	2.4	3.82	600	2400	0.113	0.182	61	156	249.5	718	1380	875	1083
KSI ₃ -180	180	6000 ± 5 %	400	17.30	260	Y/Δ-11	4.5	2.22	3.92	1000	4000	0.0198	0.0348	84	187	356.5	990	1484	934	1141
KSI ₃ -180	180	6000 ± 5 %	690	17.30	150	Y/Y-12	4.5	2.22	3.92	1000	4000	0.0594	0.104	84	187	356.5	990	1484	934	1141
KSI ₃ -320	320	6000 ± 5 %	400	30.80	460	Y/Δ-11	4.5	1.90	4.09	1400	6070	0.00953	0.0204	134	300	504	1500	1633	1028	1441
KSI ₃ -320	320	6000 ± 5 %	690	30.80	260	Y/Y-12	4.5	1.90	4.09	1400	6070	0.0286	0.061	134	300	504	1500	1633	1028	1441

注: K—矿用; S—三相; J—油浸自冷; 型号中数字分子表示容量, 分母表示一次电压。

表2-3

KS系列变压器技术数据

型 号	额定容量 (千伏安)	损耗 (瓦)		阻抗电压 (%)	空载电流 (安)
		空 载	短 路		
KS-200/6	200	1000	3900	4	7
KS-315/6	315	1450	5600	4	6.5

二、KSG 型矿用照明变压器

KSG 型矿用照明变压器是防爆三相空气自冷式变压器。作用是将 380 伏或 660 伏的电压降到 127 伏，供井下照明、信号及手持式电钻用电。其外型见图 2-3。技术数据见表 2-4。

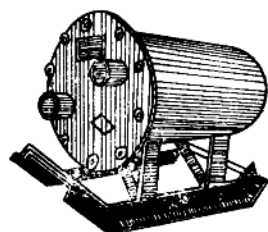


图2-3 KSG型隔爆变压器外形图

表2-4 矿用隔爆变压器技术数据

项 目		KSG-2.5		KSG-4	
一次	电压 (伏)	380/220	660/380	380/220	660/380
	电流 (安)	3.8/6.6	2.18/3.8	6.1/10.6	3.5/6.1
	接 法	Y/Δ	Y/Δ	Y/Δ	Y/Δ
二次	电压 (伏)	127	127	127	127
	电流 (安)	11.4	11.4	18.9	18.9
	接 法	Δ	Δ	Δ	Δ

注：K—矿用；S—三相；G—干式自冷；2.5、4—容量。

KSG 型矿用照明变压器结构特点：

1. 具有隔爆外壳，壳内无油（干式），绕组有防潮性能；
2. 外壳前壳上有电缆进出线口，并有橡胶垫圈密封装置，以保证防爆性能；
3. 变压器装在角铁制成的拖架上，移动方便。

第三节 矿用高压配电箱

高压配电箱又称高压开关柜，用于接受和分配电能，或控制、保护高压电气设备。矿用高压配电箱可分为一般矿用型和矿用隔爆型两种，均装有油断路器、隔离开关、电流与电压互感器、熔断器、测量仪表，区别只是外壳和外型不同。

一、一般矿用型高压配电箱

一般矿用型高压配电箱常用的型号有：GKW-1-1，GKW-1-2，GFW 型和 GKFC 型。符号含义为：G—高压箱；K—矿用；F—封闭型；W—户外式；C—手车式；型号中前一个数字 1 为设计序号；后一个数字 1 表示单部使用，2 表示组合使用。这几种型号的高压配电箱基本结构及接线都类似，下面重点介绍 GKW-1-1 型高压配电箱的结构与原理。

GKW-1-1 型高压配电箱的结构如图 2-4 所示。外壳由薄钢板焊制而成。

开关箱设有前门 10 与后门 2，门上装锁，前门内的铁板 14 上部装有电流表、电压表及信号指示灯，下部装有隔离开关的操作手柄 8 与油断路器的操作手柄 9 及其传动机构。

配电箱内装有油断路器 3，三相隔离开关 6，表用电流互感器 5，高压熔断器 11，表用电压互感器 12，带有针式瓷瓶 13 的母线 7，信号指示灯回路中的低压熔断器 1 和电缆出线盒 4。

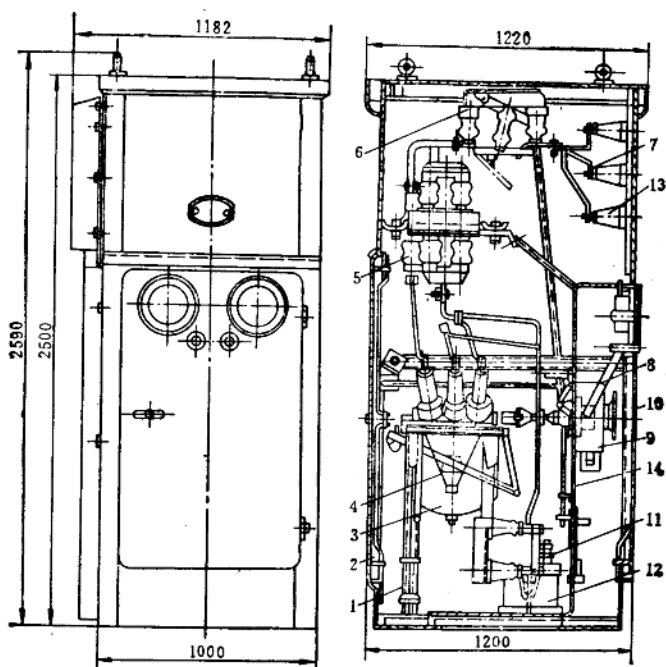


图2-4 GKW-1-1型高压配电箱的构造图

配电箱上装有机闭锁装置，保证在隔离开关未切断之前，后门不能打开，或后门打开时，不能合上隔离开关，以防引起触电事故。另有一种闭锁装置是保证在隔离开关未合上之前，不能合上油断路器，或油断路器未打开之前，不能打开隔离开关，以防在隔离开关上产生电弧短路事故。

GKW-1-1型配电箱电气原理图如图2-5所示。

线路工作原理：

主线路：MK₁为引入电缆接线盒，通过它将6千伏电能引至母线上。当将三相隔离开关GLK闭合后，再转动油断路器的操作手柄闭合油断路器DL时，便可将电能通过引出电缆接线盒MK₂送向负荷线路。

二次线路：单相表用电压互感器YH的一次线圈，通过两个高压熔断器GRD与高压线路连接，二次线圈将电压降为100伏，经过低压熔断器DRD分别与电压表连接，供测量用；同时与低电压继电器线圈DYJ连接，作为低电压保护用。当电压过低或电压消失时，油断路器不能合闸，已经合闸的油断路器自动跳闸：红灯HD和绿灯LD作为指示信

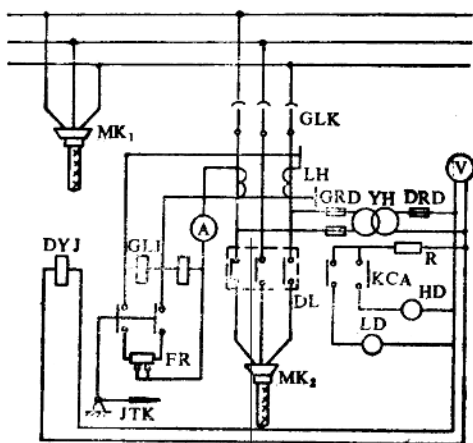


图2-5 GKW-1-1型配电箱电气原理图

号用，为了降低指示灯所受电压，线路中串入附加电阻 R 。KCA 是油断路器的两个辅助开关，一个是常开，另一个是常闭，当油断路器分闸时，红灯 HD 亮，合闸时，绿灯 LD 亮。表用电流互感器 LH 的一次线圈是串联在主回路的两相上，其二次线圈接成 V 形，并与两个过电流继电器线圈 GLJ 相对应的端子连接。当主回路发生过负荷或短路时，表用电流互感器二次线圈电流相应地增加，使过电流继电器 GLJ 的铁芯冲击传动机构，将油断路器 DL 切断。为了使配电箱能用于各种不同条件的线路，对各种过电流值进行保护，过电流继电器有六个可调整的抽头，这些抽头的动作电流是 5、7、8、10、12.5 和 15 安培，也就是相当于流过额定电流的 100%、140%、160%、200%、250% 及 300% 时，继电器动作。当用高压配电箱直接控制大型电动机时，因为电动机的起动电流很大，可能引起过电流继电器动作，为防止这种误动作，专设有分流电阻 FR，当合上油断路器起动电动机时，利用脚踏开关 JTK，将电阻 FR 接入表用电流互感器的回路，使流过电流继电器的电流减少，防止不必要的跳闸。起动完了后，再松开脚踏开关将 FR 断开，以保证正常工作中发生过负荷或短路时，过电流继电器跳闸。

二、矿用隔爆型高压配电箱

目前常用的隔爆型高压配电箱有 PB₂-6 型和 PB₃-6GA 型两种。

PB₃-6GA 型配电箱由油断路器 4，互感器室 2，操作机构室 3，母线室 1，铁架 5 及油箱升降机构 6 等组成。母线室与铁架装配在一起组成固定部分。断路器、互感器室与操作机构室装配在一起组成可动部分。两个部分通过隔离插销形成电路上的隔离或连接。整个配电箱的外形结构如图 2-6 所示。

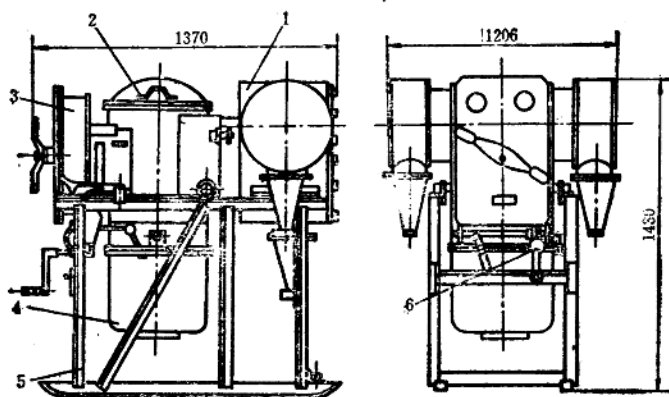


图2-6 PB₃-6GA隔爆配电箱外形图

为了保证安全运行，PB₂-6GA 型配电箱各部分间装设有下列连锁装置：

- (1) 隔离插销在断路器分闸前不能闭合和分断，隔离插销分合过程中不能操作断路器。
- (2) 可动部分完全拉出后，断路器的油箱方能落下，未装好油箱时可动部分不能推入。
- (3) 隔离插销拉出分两个步骤：第一步先拉出 60 毫米，此时隔离插销完全断开，并且熄灭了电弧。由于这一过程中隔离插销的动触头与绝缘罩孔仍组成隔爆面，因此电弧不会引起外部瓦斯点燃。第二步抬起它的连锁板后将可动部分全部拉出。

PB₃-6GA 型配电箱的电路如图 2-7 所示。断路器 DL 是一个没有特殊熄弧装置的油断路器。DL 的两侧经过两组隔离插销 GLK 分别与母线室中的母线和输出端相接。在互感器室内装着具有塑料外壳的两个电流互感器 LH 和一个电压互感器 YH。

在机构室中装有断路器的操作机构，两个过电流继电器 GLJ 和一个低电压继电器 DYJ，一个电流表和一个电压表。

使用 PB₃-6GA 型隔爆配电箱控制高压电动机，在订货时应该注明需要起动分路器 FL。FL 是与过流继电器并联的电磁铁。合闸时由操作机构上的压板将 FK 接点闭合，使 FL 和 GLJ 并联，由于 GLJ 的阻抗比 FL 大很多，起动电流绝大部分流经分路器线圈，这时 FL 有足够的吸力保持 FK 在闭合状态。随着起动电流逐渐衰减，FL 产生的吸力也逐渐衰减，当此吸力不能吸持衔铁时，FK 接点在弹簧的作用下断开，使过电流保护恢复正常状态。

如果在线路处于短路状态下合闸时，熔断器 RD₂ 熔断，全部电流经过 GLJ，GLJ 立即动作，使断路器分闸。

GLJ 与 FL 的分流比是 1:18，用户可按短路电流的大小自行更换 RD₂。PB₃-6GA 型配电箱的技术数据见表 2-5。

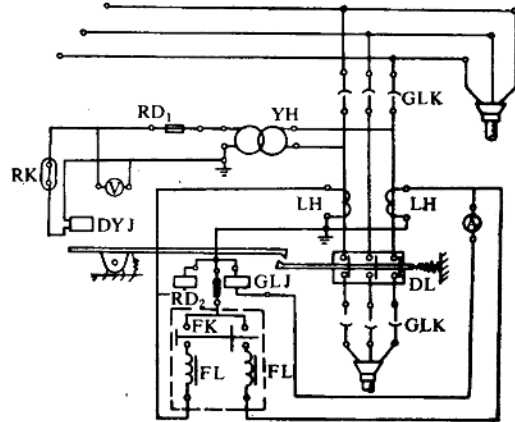


图2-7 PB₃-6GA型高压隔爆配电箱电气原理图

表2-5

PB₃-6GA型配电箱的技术数据

额定电压 (千伏)	额定电流 (安)	断流容量 (兆伏安)		额定 断开电流 (千安)	极限通过电流		十秒钟热 稳定电流 (千安)	过流继电器整定电流 (安)
		6 千伏	3 千伏		峰值 (千安)	有效值 (千安)		
3 或 6	20	20	10	1.92	4.81	2.78	0.50	5, 7, 8, 10, 12, 5, 15,
3 或 6	30	30	15	2.88	7.22	4.17	0.75	5, 7, 8, 10, 12, 5, 15,
3 或 6	50	50	25	4.80	12.00	6.95	1.25	5, 7, 8, 10, 12, 5, 15,
3 或 6	100	50	25	4.80	12.50	7.20	2.50	5, 7, 8, 10, 12, 5, 15,
3 或 6	150	50	25	4.80	12.50	7.20	3.30	5, 7, 8, 10, 12, 5, 15,
3 或 6	200	50	25	4.80	12.50	7.20	3.30	5, 7, 8, 10, 12, 5, 15,
3 或 6	300	50	25	4.80	12.50	7.20	3.30	5, 7, 8, 10, 12, 5, 15,

注：表中所示的断流容量为实际断流容量的50%；P—配电箱；B—隔爆；3—设计序号；6—额定电压；GA—改进式。

PB₂-6 型配电箱与 PB₃-6GA 型配电箱相比较，主要有下列区别：

- (1) PB₂-6 型配电箱的箱体可与支架分开，比 PB₃-6GA 型的配电箱便于运输；
- (2) PB₂-6 型配电箱的断路器是贫油断路器，采用机械油吹灭电弧，灭弧能力强，比较安全；
- (3) 互感器浸在绝缘油中，便于检修；
- (4) 操作机构比较灵活省力。