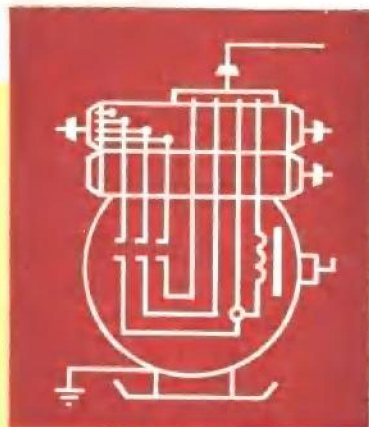
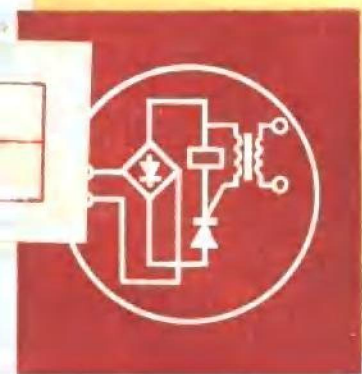


徐州煤矿工人大学电气化教研组编



煤矿井下低压供电



煤炭工业出版社

煤矿井下低压供电

徐州煤矿工人大学电气化教研组编

煤炭工业出版社

内 容 简 介

本书以研究解决煤矿井下低压供电中的实际问题为主要内容，对井下低压供电系统的分析和设计、变压器和低压动力电缆的选择、短路电流的计算，特别是对井下低压过流（短路、过负荷、断相）、漏电、接地三大保护装置的构造、工作原理、性能、整定计算和调整试验方法都作了比较详细的介绍。

本书通俗易懂，可供具有初中文化程度的煤矿井下电工阅读或作井下电工的培训教材，也可供有关电气技术人员参考。

煤矿井下低压供电

徐州煤矿工人大学电气化教研组编

*

煤炭工业出版社 出版

（北京安定门外和平北路16号）

兰州新华印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092 1/32 印张16 3/8

字数226千字 印数16,400

1976年4月第1版 1976年4月第1次印刷

书号15035·2032 定价0.75元

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国煤炭工业得到迅速发展，新型和大型煤矿设备的大量采用，特别是采掘机械化和自动化的发展，对井下供电提出了更高的要求。为了普及井下低压供电的技术，满足井下电工学习和工作的需要，我们在上级党委和校党委的领导与关怀下，在有关部门的指导和帮助下，通过广泛地调查研究，编写了《煤矿井下低压供电》一书。

本书根据煤矿井下的客观条件，从生产实际需要出发，力求以通俗的语言，对煤矿井下低压供电中的网路分析与设计，变压器和低压动力电缆的选择，过流、漏电、接地保护等主要内容都作了比较详细的分析和介绍，并提供了一些生产中常用的数据，以供大、中、小型煤矿的有关同志在学习和工作中参考。

本书在编写过程中得到了上海开关厂、上海电缆研究所、沈阳低压开关厂、韩桥煤矿、双鸭山矿务局、开滦煤矿、北京矿务局、峰峰矿务局、萍乡矿务局、辽宁煤炭科学研究所等单位的大力支持和帮助；徐州矿务局的老工人对本书进行了审查，并提出了许多宝贵意见，特此表示深切的感谢。

由于我们的政治和业务水平很低，书中必然存在不少问题甚至错误，欢迎读者批评指正。

目 录

第一章 井下低压供电系统	(1)
第一节 煤矿井下生产对供电的要求.....	(1)
第二节 采区供电系统的分析或设计.....	(2)
一、负荷分析.....	(2)
二、供电电压等级	(4)
三、供电的回路数	(6)
四、采区变电所高压系统的接线方法	(8)
五、采区低压配电系统的接线方法	(15)
六、移动变电站供电	(26)
第三节 井底车场的低压供电系统.....	(29)
第二章 变压器容量及台数的确定	(34)
第一节 供电负荷计算概述.....	(34)
第二节 用需用系数法求变压器的计算容量	(35)
一、基本公式.....	(35)
二、需用系数 K_x	(36)
三、加权平均功率因数 $\cos\varphi_{d1}$	(39)
四 煤矿井下电力负荷计算所用系数	(39)
五、一台变压器供给二个及以上工作面的负荷计算	(40)
第三节 变压器容量及台数的确定.....	(41)
一、变压器台数的确定	(41)
二、变压器容量的选择	(44)
三、例题	(44)

第三章 矿用低压动力电缆的选择..... (47)

第一节 矿用低压动力电缆的类型和用途..... (47)

一、铠装电缆..... (47)

二、矿用橡套电缆 (51)

三、矿用屏蔽电缆 (54)

四、塑料电缆..... (57)

五、低压动力电缆型号的选择原则 (58)

第二节 电缆截面的选择..... (58)

一、选择电缆截面必须满足的条件 (58)

二、按允许负荷电流选择电缆截面..... (59)

三、按正常运行时的允许电压损失校验 (68)

第四章 井下低压电网短路电流的计算..... (88)

第一节 概述..... (88)

一、什么是短路电流 (88)

二、短路的种类 (90)

三、短路电流的危害及其预防..... (91)

第二节 计算短路电流的基本公式..... (92)

一、低压电网短路电流的计算条件 (92)

二、基本公式..... (93)

第三节 用图表法计算短路电流..... (98)

一、为什么能用图表法计算短路电流 (98)

二、电缆芯线的截面和材料都不相同时图表法的应用 (99)

三、用图表法计算二相和三相短路电流的计算步骤 (104)

第五章 井下低压过电流保护装置..... (131)

第一节 概述..... (131)

一、过电流保护装置的种类 (131)

二、对短路保护装置的要求 (132)

三、对过负荷、断相保护装置的要求	(134)
第二节 低压熔断器	(135)
一、RM1型熔断器	(135)
二、RT $\bar{O}$ 和RL型熔断器	(144)
三、低压熔断器的选择计算	(144)
四、熔断器的适用范围	(156)
第三节 电磁式电流继电器	(157)
一、电磁式电流继电器的构造原理	(157)
二、电磁式电流继电器的主要性能	(164)
三、继电器的整定计算	(165)
第四节 双金属片式热继电器	(181)
一、热继电器的构造原理	(181)
二、热继电器的主要性能	(191)
三、热继电器的整定计算	(196)
第五节 晶体管式电动机断相保护装置	(199)
一、概述	(199)
二、主要构造和工作原理	(200)
三、元件参数	(204)
四、采用锗管作开关的断相保护装置	(205)
第六节 晶体管式电动机综合保护装置	(206)
一、断相保护	(208)
二、过负荷保护	(208)
三、起动延时电路	(210)
四、短路保护	(210)
五、晶体管式电动机综合保护装置的动作原理	(211)
六、元件参数	(213)
第七节 过电流继电器的整定试验	(213)

一、试验项目	(213)
二、电流继电器动作电流的试验方法	(214)
三、继电器动作时间的测定	(216)
第六章 矿井低压电网的漏电保护	(220)
第一节 漏电的危险性及其预防	(220)
一、极限安全电流	(220)
二、实际的漏电电流	(223)
三、漏电危险性的分析	(233)
四、漏电故障的预防及对漏电保护装置的要求	(237)
第二节 JY-82J隔爆型检漏继电器	(238)
一、概述	(238)
二、主要构造和工作原理	(239)
三、技术特性	(257)
四、检漏继电器的调试	(260)
第三节 JL80-380/660隔爆型检漏继电器	(264)
一、概述	(264)
二、主要构造和工作原理	(265)
三、技术特性	(278)
第四节 JY82隔爆型检漏继电器	(279)
一、主要构造及工作原理	(279)
二、技术特性	(281)
第五节 127 伏电网的漏电保护装置	(283)
第六节 ZB81-127/20型电钻综合保护控制器	(285)
一、磁力起动器	(285)
二、漏电保护	(286)
三、断相保护	(287)
四、技术特性	(288)

第七章 井下保护接地装置	(289)
第一节 为什么要设置保护接地装置.....	(289)
第二节 井下保护接地网.....	(291)
一、井下保护接地网的构造	(291)
二、为什么必须组成井下保护接地网	(295)
第三节 接地电阻.....	(298)
一、什么是接地电阻	(298)
二、允许的接地电阻值	(299)
三、接地电阻的计算	(299)
第四节 接地电阻的测量.....	(306)
一、接地电阻的测量原理	(306)
二、电流-电压表法测量接地电阻	(307)
三、ZC-18型安全火花接地电阻测量仪	(309)

第一章 井下低压供电系统

第一节 煤矿井下生产对供电的要求

一、供电安全

煤矿井下的低压电气设备，它们都是在比较特殊的条件下工作。生产场所的空间比较狭小、空气比较潮湿、矿井涌水量一般都较大，许多矿井存在着爆炸性的瓦斯和煤尘，特别是采掘工作面的电气设备，移动频繁、负荷变化大，大型采掘机械直接起动所造成的强大起动电流将冲击低压电网，而且还存在着顶底板的压力问题，因此安全供电问题就成为井下供电中特别重要的问题。为了保证井下供电的安全，在《煤矿安全生产试行规程》的电气部分中对此都作了具体规定，我们必须严格遵守，决不许可马虎大意。否则就可能造成电气设备严重破坏，人身触电，发生电气火灾或引起瓦斯、煤尘爆炸等重大事故。

二、供电可靠

供电的可靠性也是井下生产对供电提出的一项重要要求。供电中断不仅会严重影响生产，而且会因水泵停止排水而造成水灾，局部扇风机停止工作而造成瓦斯积聚，直接威胁着井下的安全生产，因此对井下供电的可靠性，按照不同的负荷情况都有相应的具体要求。

三、电能质量好

反映电能质量的主要指标是电压和频率。对井下低压供电

系统来讲，主要是掌握供电电压的质量指标，必须使它不超过规程规定的允许偏移范围，否则必将影响、甚至破坏电气设备的正常工作。

四、供电经济

煤矿井下电气设备的耗电量是比较大的。随着采掘综合机械化的不断发展，电耗在原煤成本中所占的比重必然增加。由于供电设计不合理或使用上不适当，就可能形成设备负荷率小、功率因数低、线路损耗大等不合理现象，从而造成大量电能的浪费。节约是我国社会主义建设的一项重要方针。我们必须从各方面采取措施，尽可能降低耗电量，保证井下供电的经济性。

合理地设计和使用井下低压供电系统，直接关系到供电的安全、可靠，保证电能的质量和供电的经济性，因此我们必须十分注意。

第二节 采区供电系统的分析或设计

一、负荷分析

为了正确地分析或设计一个新的采区供电系统，首先必须对采区的负荷情况进行调查研究和全面分析。其内容包括：用电设备的名称、数量，每一台设备的电气性能，它们在采区的分布情况以及相互之间的关系，电气设备工作地位的重要性和它们对供电的要求等。通过调查研究先作出采区机电设备的布置图和负荷系统表，从而为下一步工作提供可靠的原始资料。图1-1所示为一个典型采区的负荷布置图，表1-1为相应的负荷统计表。

表1-1 图1-1所示采区负荷统计表

设备名称	电动机 型号	电 压 (V)	额 定 功 率 (KW)	工 作 电 流 (A)	起 动 电 流 (A)	电 动 机 效 率 %	cosφ	每 台 电 机 工 作 量	设 备 使 用 台 数	实 际 使 用 台 数	的 总 额 定 功 率 (KW)	备 注
MLQ ₁ -80型 采煤机组	DMB-60	660	80	91	391	91	0.85	1	1		80	
SPJ-800型 吊挂皮带机	BJO-72-4	660	30	33.2	232.1	90	0.83	1	3		90	
SGW-44型 运输溜子	DSB-22	660	22	26	143	83	0.84	2	3		132	顺槽用
SGW-44型 运输溜子	DSD-22	660	22	26	143	89	0.84	4	1		88	工作面用
JD-11.4 调度绞车		660	11.4	12.8	6.5	89	0.87	1	1		11.4	
JH-14型 回柱绞车		660	15	19.8	109	88	0.75	1	1		15	
JBT52-2 局部扇风机		660	11	12.5	87.5	86	0.89	1	2		22	
干式变压器		660 133	2.5 KVA				0.8		4		8	

二、供电电压等级

对采区应选用多高的供电电压呢？它决定于用电设备的总功率，容量最大的电动机的单机功率和供电的距离。一般功率越大，供电的距离越长，就应当采用较高的电压等级。

我国煤矿井下所采用的供电电压等级有：6千伏、3千伏、1140伏、660伏、380伏、127伏和36伏等。

由井下中央变电所对所有采区供电的高压电源，我国绝大多数矿井都采用6千伏的电压等级。3千伏电压已逐步淘汰，现在只有极少数矿井还采用。

由采区变电所对采区各个用电设备供电的电压究竟采用多高呢？这是一个值得研究的问题。为了正确解决这一问题，必须从采掘机械的实际情况出发，按照我国的技术经济政策，通过具体的研究分析和技术经济比较，然后才能确定。

目前我国井下采用国产MLQ₁-80型采煤机组的工作面，其走向长度一般为500米左右，工作面长度一般为100~150米，也就是说，从采区变电所到采煤机组的供电距离，最大长度达700米左右。而采区最大电动机的单机功率为80瓩，采区设备总容量一般为400至500仟伏安。对于这样的供电距离和供电容量，如果采用380伏电压供电，必须采取加大供电电缆截面或缩小工作面走向长度的措施以后，才能满足采煤机组正常工作的要求。这样不仅将造成采区变电所要经常搬家，经济上很大的浪费，在技术上也是相当不合理的。必须提高供电电压，才能满足采煤机组正常工作和技术经济上比较合理的要求。

例如：对图1-1和表1-1所示负荷，现仅对MLQ₁-80型采煤机组供电的分支而言，按照同样的技术指标，若分别采用380伏和660伏电压供电，其必须选用的电缆如下表1-2所列。

表1-2 采用不同供电电压等级所选电缆截面比较表

电 缆 名 称	电 缆 截 面	
	供电电压380V	供电电压660V
供 电 干 线	铜芯70mm ² 2根并用	铜芯50mm ² 1根
采煤机组负荷电缆	铜芯50mm ² 1根	铜芯25mm ² 1根

从表1-2所列数据可见，采用380伏电压等级供电，在技术上和经济上显然是不合理的。因此我国煤矿井下大多数采区都采用660伏电压等级供电，少数由于煤层地质条件不能采用采煤机组，只能用放炮落煤的采区，才暂时用380伏电压。

对采用国产MLS-150型双滚筒采煤机组的综合机械化工其工作面长度和采区走向长度将更长，采区最远的供电达1000多米，容量最大的电动机单机功率已为150瓩，工

工作面设备的总容量可达1000仟伏安左右，对这样的采区进行供电，如果仍采用660伏电压也已不能满足要求了。此时必须采用1000伏以上的电压等级才能满足设备正常工作和技术经济上比较合理的要求。

对于手持式电钻和信号照明设备，一般都采用127伏电压供电。为了更进一步保证安全，对信号和照明设备也有采用36伏电压等级供电的。

在国外目前井下采区所采用的供电电压等级，除了与我国所采用的相同者外，还有220伏、500伏、550伏、1000伏、1100伏等电压等级。

三、供电的回路数

1. 用电负荷的分类

由于电气设备工作地位的重要性不同，对可靠性的要求也不一样。例如井下采煤工作面的运输机械，如果停一段时间电，最多影响一些产量，决不会引起人员生命发生危险等重大事故。而主、副井井底水窝排水的小水泵是不允许停电的。如果停电就可能造成水淹井底车场，直接影响主、副井绞车的正常提升，威胁着人员生命的安全。

按照用电负荷工作地位的重要性不同，采用不同的方法进行供电，这是合理供电的基本原则之一。因此一般按照用电负荷重要性的不同，将它们划分成三大类。

(1) 第一类负荷

凡停电会造成人员生命危险，设备破坏（需要长时间才能修复）及引起生产废品的用户或用电设备称为第一类负荷。例如矿井主排水设备；主、副井井底水窝排水的小水泵；停电可能造成采区发生水淹灾害的分区水泵；煤矿中的主要通风设备；三级和超级瓦斯矿井的区域通风设备（局扇除外）；主、副井

提升设备（包括附属设备）等都属于第一类负荷。凡是对具有第一类负荷供电的变电所也属于第一类负荷。

由于第一类负荷是不允许停电的，因此对它们的供电必须设有备用电源。

（2）第二类负荷

凡停电会造成大量地减少产品数量的用户或用电设备叫做第二负荷。例如井底车场附近的推车机、翻车机、调度绞车等生产设备，井下采区的机电设备，电机车的电源等都属于第二类负荷。

对第二类负荷进行供电时，是否需要设置备用电源，必须按照技术和经济的观点，从生产实际情况出发，看停电以后对产量影响的严重程度，通过具体的分析和比较之后才能确定。

（3）第三类负荷

凡停电对生产没有直接影响的用户或用电设备划为第三类负荷。例如地面机电修配厂、工人村照明设备等便属于第三类负荷。对这类负荷供电，不需要设置备用电源。

2. 采区供电回路数的确定

由“用电负荷的分类”可知，供电的回路数决定于用电设备的负荷等级。

采煤工作面或是掘进工作面的所有机电设备，包括：采煤机组、运输机组、材料绞车、调度绞车、回柱绞车、电钻、照明、装岩机等，如果由于某种原因对它们停电，仅仅对产量有所影响，而决不会引起人员生命发生危险等重大事故。即使是三级和超级瓦斯矿井的局部扇风机，对它们停电以后人员也可立即撤出正在掘进的巷道，待局扇重新投入运行，掘进工作面的瓦斯含量符合安全要求之后再进入工作面工作，所以也仅仅对产量有所影响。因此采区的用电设备是属于第二类负荷。

如果一个矿井的采区较多,那末某一个采区停电一段时间,对整个矿井的产量影响并不大,对这样的采区供电时,采用一路电源的供电系统便可满足要求了,不需要设置备用电源。

对于采用综合机械化采煤的矿井,如果仅设置一个或两个采煤工作面就能完成或超额完成全矿的计划产量。对这样的采区,如果停电,必将影响全矿生产任务的完成。因此对这类采区供电时,便可考虑设置备用电源,采用双回路或环形供电系统。

对采区中的每一台机电设备来讲,如果停电,仅局部影响生产,因此采用一路电源对它们供电即可。

对于个别设置了地位十分重要的分区水泵的采区,由于这样的水泵属于第一类负荷,因此如果它和采区机电设备由同一个采区变电所供电,那么对这种采区变电所供电时,必须设置备用电源。而且,由采区变电所对这些水泵供电,也必须采用双回路或环形供电系统。这种情况在小型煤矿较为多见。

综上所述,按照一定的原则,对具体情况进行具体的分析。这是我们确定采区供电回路数的主要方法。

四、采区变电所高压系统的接线方法

上面的分析已经指出,一般的采区变电所都属于第二类负荷。少数设有第一类负荷的采区,其采区变电所则属于第一类负荷。因此,对采区变电所进行供电的电源,根据不同的具体情况,有些只需要采用一路电源进线,也有些采区需要采用二路电源进线。在我国目前大部分采区都是采用一路电源进线的供电系统。

采区变电所内设置的变压器台数,按照采区布置、采煤方法、机械化程度、负荷大小和分布及其地位的重要性等不同情况,有的仅为一台变压器,有些为二台或三台变压器,也有些