

全国煤矿安全培训统编教材

煤矿电气安全

国家煤矿安全监察局人事培训司 组织编写

A 类

中国矿业大学出版社

全国煤矿安全培训统编教材

煤矿电气安全

(A类)

国家煤矿安全监察局人事司 组织编写

编写 孙继平 兰西柱

审核 何小群 赵孝民 孙树朴

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了煤矿电气安全和矿井监控的基本原理、要求和监察方法,全书共分六章。本书可供从事煤矿安全监察、煤矿机电、矿井监控、局矿长、总工程师等人员参考,也可作为煤矿电气安全和矿井监控类课程的参考书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿电气安全/孙继平,兰西柱编.—徐州:中国矿业大学出版社,2002.6

全国煤矿安全培训统编教材

ISBN 7-81070-494-X

I 煤... II ①孙... ②兰... III. 煤矿—矿用电气设备—安全技术—技术培训—教材 IV. TD608

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第013117号

书 名 煤矿电气安全

编 写 孙继平 兰西柱

责任编辑 高 专

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

印 刷 北京京科印刷有限公司

经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/32 印张 5.375 字数 133千字

版次印次 2002年4月第1版 2003年2月第2次印刷

印 数 5001~10000册

定 价 10.00元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

全国煤矿安全培训统编教材编审委员会

总顾问	路德信			
主 任	黄玉治			
副主任	周心权	闫永顺		
委 员	王树鹤	付建华	梁嘉琨	石少华
	李文俊	安里千	段 刚	陈国新
	蔡 卫	徐景德	王金石	王素锋
	瓮立平			

出版说明

搞好煤矿安全生产是保护国家财产和人民群众生命安全的一件大事，它关系到国民经济的发展和社会的稳定。随着我国社会主义市场经济体制的发展，煤炭工业面临着良好的发展机遇，煤炭企业正在向高产、低耗、安全和集约化生产方向发展。但是，煤炭企业安全生产形势仍较为严峻：一方面，煤矿开采水平正在不断加深，生产条件更加复杂化；另一方面，一些煤炭企业仍然存在着盲目追求最大经济效益、不重视安全生产的行为。因此，依法加强对煤矿企业安全生产的监察，通过培训全面提高煤矿企业从业人员的安全素质，是非常必要的。

为了适应我国煤炭工业管理体制改革的需要，国务院于1999年成立了国家煤矿安全监察局，建立了新的煤矿安全监察管理体制。国务院批准的《煤矿安全监察管理体制改革的实施方案》中，赋予国家煤矿安全监察局“组织、指导煤炭企业安全生产技术培训工作，负责煤炭企业主要经营管理者安全资格认证工作”的职能。2000年经国务院批准，又成立了国家安全生产监督管理局，国家煤矿安全监察局与其合署办公。国务院批准的《国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）职能配置、内设机构和人员编制规定》中，赋予国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）“组织、指导本系统安全生产监察人员、煤矿安全监察人员的培训、考核和全国企业安全生产技术培训工作；依法组织、指导并监督特种作业人员的考核工作和企业经营管理者安全资格考核工作”的职能。

为了履行好国务院赋予我们的有关安全培训方面的职能，规范煤矿安全生产技术培训工作，保证培训质量，在总结安全培训工作经验，借鉴国外发达国家矿山安全培训课程体系的基础上，国家煤矿安全监察局人事培训司组织有关高校、安全技术培训中心和煤炭企业等单位的教授、专家和安全工程技术人员

员编写了这套模块式“全国煤矿安全培训统编教材”。这套教材不仅反映了传统的煤矿安全生产技术知识，也引进了成熟的煤矿安全生产新知识、新技术，并且针对培训对象的工作类别、专业和文化程度的不同，就其撰写文体、内容深度和广度的差异分为A、B两类。A类教材内容较深，强调内容的科学性、新颖性和实用性，主要适用于国家煤矿安全监察人员、从事煤矿安全培训的教师、煤炭企业主要经营管理者及安全专职管理人员、区（队）长等；B类教材内容较浅，强调内容的实用性，主要适用于班（组）长、各种作业人员（含特种作业人员）、企业安全检查员等。模块式教材避免了不同工种系列的同一课程教材内容的重复，便于选择较合适的作者重点撰写，内容覆盖面广，融科学性、实用性、系统性于一体，是对各类煤矿安全人员进行安全资格培训（复训）和考核的统编教材，也是各类煤矿安全人员上岗后不断巩固、提高安全生产知识的工具书，同时，也可供有关管理人员、工程技术人员及大专院校的师生参考。

本套教材在编审过程中，得到了中国矿业大学（北京校区）、华北科技学院、焦作工学院、黑龙江科技学院，有关省级煤矿安全监察局、煤矿安全技术培训中心、煤炭企业等单位的大力支持。在此，谨向上述单位表示谢意。

本书共六章。其中，第一章的第一节（一）、第二节（一）、第四节（一）、第六节，第三章的第二节，第四章的第二节，由兰西柱副教授编写；其余部分，由孙继平教授编写。全书由孙继平教授统稿，由何小群、赵孝民、孙树朴审核。

国家煤矿安全监察局人事培训司

2002年2月

目 录

第一章 煤矿供电与安全	(1)
第一节 煤矿供电及监察	(2)
第二节 矿用电缆及监察	(9)
第三节 机电设备硐室及监察	(19)
第四节 保护接地及监察	(20)
第五节 照明、通信与信号及监察	(28)
第六节 杂散电流与防治	(30)
第七节 井下电气设备检修及停送电作业	(31)
思考题	(36)
第二章 触电事故	(37)
第一节 影响触电危险性的因素	(37)
第二节 触电方式	(39)
第三节 预防措施	(41)
第四节 触电事故的勘察	(42)
思考题	(45)
第三章 电网漏电	(47)
第一节 漏电的原因与预防措施	(47)
第二节 漏电保护	(49)
第三节 电网漏电的监察	(58)
思考题	(60)
第四章 电网过流与电气火灾	(61)
第一节 电网过流的原因与预防措施	(61)
第二节 过流保护	(63)
第三节 电网过流的监察	(66)
第四节 电气火灾及监察	(69)

思考题	(70)
第五章 电气防爆	(72)
第一节 基本概念与通用要求	(72)
第二节 隔爆型电气设备	(82)
第三节 本质安全型电气设备	(91)
第四节 增安型电气设备	(104)
第五节 浇封型电气设备	(110)
第六节 气密型电气设备	(112)
第七节 充砂型电气设备	(113)
第八节 正压型电气设备	(117)
第九节 矿用一般型电气设备	(119)
第十节 防爆电气设备的监察	(122)
思考题	(126)
第六章 矿井监控	(127)
第一节 概述	(127)
第二节 传输要求	(133)
第三节 性能要求	(138)
第四节 通风安全监控	(144)
第五节 通风安全监控的监察	(160)
思考题	(162)
参考文献	(163)

第一章 煤矿供电与安全

电气事故包括人身伤亡事故和设备事故两大方面。

人身伤亡事故是指触电伤亡事故。触电包括与正常带电部位接触触电、与漏电部位接触触电（这些漏电部位在正常情况下是不应该带电的）和没有直接与电气设备接触触电等。

设备事故主要是指由电气设备所产生的电弧、电火花和危险温度引起的瓦斯或煤尘爆炸，设备损毁，电气火灾等。

因此，为减小电气事故的发生，除应制定并遵守严格的安全用电制度，普及安全用电知识外，还应加强矿用电气设备的管理。

煤矿井下是一个特殊的工作环境，有易燃、易爆可燃性气体和腐蚀性气体，潮湿、淋水、矿尘大、电网电压波动大、空间狭小、会发生冒顶和片帮事故，机电设备启动频繁等。因此，矿用电气设备同一般电气设备相比具有如下特点：

（1）电气防爆。煤矿井下具有瓦斯和煤尘，当其浓度达到爆炸浓度时，若工作在该环境中的电气设备产生危险电弧、电火花或局部高温，就会发生燃烧和爆炸。因此，用于煤矿井下爆炸性环境的电气设备必须是防爆型电气设备，避免电气设备所产生的电弧、电火花和高温引起瓦斯和煤尘爆炸。

（2）防护性能好。煤矿井下除具有甲烷、一氧化碳等易燃易爆性气体外，还有硫化氢等腐蚀性气体，矿尘大、潮湿、有淋水。因此，矿用电气设备的防护性能要好，具有防尘、防潮、防腐、防霉等防护措施。由于井下有时会发生冒顶和片帮等事故，碰撞和挤压电气设备及电缆，因此，矿用电气设备应耐机

械冲击。

(3) 电网电压波动适应能力强。地面电网电压的波动范围一般为 90% ~ 110%，而煤矿井下电网电压的波动范围可达 75% ~ 110%。因此，矿用电气设备的电网电压波动适应能力强。

(4) 过载能力强。采、掘、运等电气设备启动频繁，井下机电硐室和巷道的温度较高，散热条件差。因此，矿用电气设备要有足够的过载能力。由于地质条件的变化，或在雨季，井下还可能发生突水事故，其出水量往往为正常涌水量的几倍甚至几十倍，这就需要较大的排水能力和供电系统。

(5) 保护功能强。煤矿井下潮湿、空间小，这就增大了人体触电的机会。因此，矿用电气设备和供电系统应使人身不能触及或接近带电导体，具有完整、可靠的保护接地网，在高、低压供电系统装设漏电保护系统及装置，对人身经常触及的电气设备要用较低的电压等级。为防止漏泄电流引起电雷管爆炸，还应减小电气设备对地的漏泄电流，并加强监测。为防止电网过流引起电气火灾等事故，应装设过流保护装置。

(6) 可靠性高。主要通风机、局部通风机等设备或供电系统的故障会引起瓦斯集聚，在一定的条件下会造成瓦斯和煤尘爆炸。因此，煤矿井下供电系统及设备的可靠性要高。

第一节 煤矿供电及监察

一、煤矿供电系统

电力是煤矿的动力，为保证煤炭的安全生产，对供电提出如下要求：

(1) 可靠供电，即要求供电不间断。煤矿如果供电中断，不仅会影响产量，而且有可能引发瓦斯集聚、淹井等重大事故，严重时会造成矿井的破坏。为了保证对煤矿供电的可靠性，供

电电源应采用双电源，双电源可以来自不同的变电所（或发电厂）或同一变电所的不同母线上。即在一个电源发生故障的情况下，应保证对主要生产用户的供电，以保证通风、排水以及生产的正常进行。

（2）安全供电。由于煤矿井下的特殊的工作环境，任何供电作业上的疏忽大意，都可能造成触电、电气火灾和电火花引起瓦斯煤尘爆炸等事故，所以必须严格按照《煤矿安全规程》的有关规定进行供电，确保供电安全。

（3）经济供电。在满足供电可靠与安全的前提下，还应保证供电质量，要求做到供电系统投资少、运行维护成本低。

根据停电所造成的影响不同，煤矿电力用户可分为三类：

（1）一类用户：凡因突然停电造成人身伤亡事故或重要设备损坏，给企业造成重大经济损失者，均是一类用户。如煤矿主通风机、井下主排水泵、副井提升机等，这类用户应采用来自不同电源母线的两回路进行供电，无论是电力网在正常或事故时，均应保证对它的供电。

（2）二类用户：凡因突然停电造成较大减产和较大经济损失者。例如，煤矿集中提煤设备、地面空气压缩机、采区变电所等，对这类用户一般采用双回路供电或环形线路供电。

（3）三类用户：凡不属于一、二类用户的，均为三类用户，这类用户突然停电时对生产没有直接影响。例如，煤矿井口机修厂等。对这类用户的供电，只设一回路供电。

分类有利于合理供电，当供电系统发生故障或检修、限制用电负荷时，就能区别轻重缓急停止对三类用户供电，以保证对二类用户全部或部分供电，确保对一类用户不中断供电。

煤矿用电来自电力系统或矿区发电厂。电力系统由发电厂发电机、输电线路及升降压变电所组成。对煤矿供电的典型电力系统如图 1—1 所示。供电发电厂发出的电压一般为 10 kV，远距离送电时，需将电压升高后再输送出去。输电电压一般在

110 kV。一般送到矿山变电所的电压是 35 kV，当矿区的用电量很大时，距发电厂很远时，则发电厂用更高的电压对矿区供电。此时需建立区域变电所（一次变电所），在区域变电所将电压降低后，再向各矿山地面变电所供电。

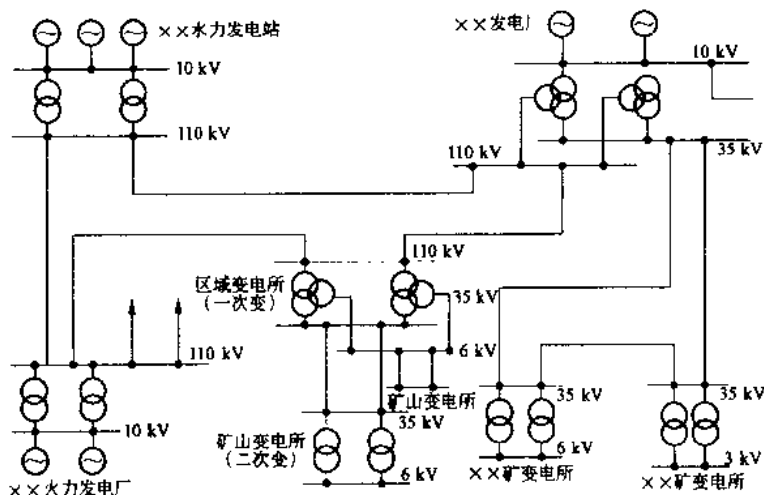


图 1—1 电力系统

为保证矿山供电的可靠性，矿山地面变电所应有两个独立的电源。距供电电源较近时，用平行双回路方式供电；距供电电源较远时，一般由电源送一回路，另外在相邻矿区地面变电所之间设一回路联络线，形成环形供电，保证每个矿山地面变电所有两个独立电源。

井下供电系统一般由井下电缆、中央变电所、分区变电所、采区变电所、防爆移动变电站、采区配电点以及用于相互供电用的各类电缆等组成。煤矿井上下供电系统如图 1—2 所示。

井下用电由矿山地面变电所用两条高压电缆，把 6 kV 的高压电能经井筒送到井下中央变电所，然后再分配给各高压用户。为保证供电可靠性，地面变电所和井下中央变电所采用分段母线。

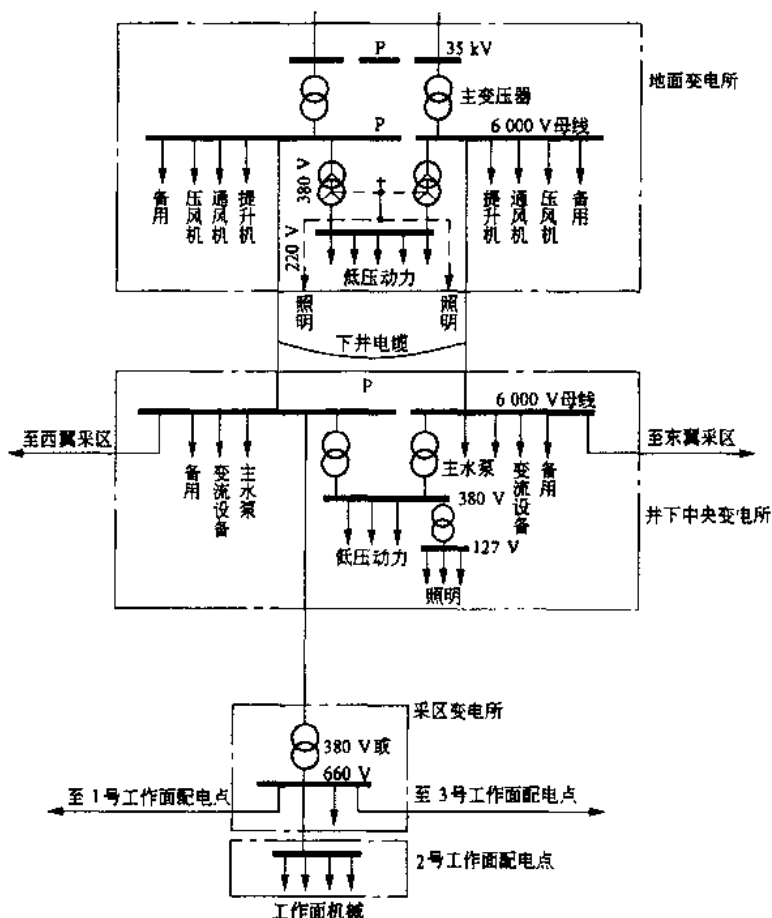


图 1—2 煤矿井上下供电系统电力系统

井下中央变电所主结线采用分段母线，保证供电不间断，如将主水泵的供电分别接在两段母线上，井下车场低压用电由设在中央变电所的降压变压器供电，另外用高压电缆将 6 kV 高压电能送至采区变电所（或移动变电站）经降压后向采区低压设备供电。

二、供电系统的监察

矿井地面供电线路监察应按表 1—1 进行。

表 1—1 矿井地面线路检查表

单位: _____ 检查地点 _____ 年 _____ 月 _____ 日

序 号	检查项目及内容	检查情况	备 注
1	应有两回电源线路		
2	两回电源线路分别来自区域变电所或发电厂		
3	任一回路均能担负矿井全部负荷		
4	电源线路上均不得接任何负荷		
5	严禁装负荷定量器		
6	两回路架电源线不能共杆架设		
7	防断线检查巡线记录		
8	防倒杆事故检查巡视记录		

矿井供电必须符合下列要求:

(1) 矿井应有两回路电源。在正常情况下应在运行状态下互为备用,以减少线路损失。当任一回路电源发生故障时,不影响矿井供电。当由于电源系统或继电保护等原因不能长期并联运行时,必须采用带电热备用方式。

(2) 地面供电线路发生任何故障,至少应有一路电源不中断供电,即两路电源和线路不得同时受到损害,并且任一回路都能担负矿井全部负荷。

(3) 采用一个回路运行时,另一回路应带电热备用,保证已运行回路停电时,能迅速查明停电原因并进行必要的倒闸操作。

(4) 在发生任何故障时,应由值班人员进行必要的操作,迅速恢复一个电源供电,并能担负矿井的全部负荷。

(5) 矿井地面变电所的电能应分别来自电力网中的两个区域变电所和发电厂。

(6) 年产 60 000 t 以下的矿井采用单回路供电时, 必须有备用电源; 备用电源的容量必须满足通风、排水、提升等要求。

(7) 矿井的两回路电源线路上, 不得分接其他负荷。但经有关部门批准后, 其中一个回路可不受分接负荷的限制。

(8) 矿井电源线路上严禁装有负荷定量器。

(9) 小型矿井采用 10 kV 以下电压作为矿井架空电源进线时, 两回路电源线路不得共杆架设。

(10) 矿井多回路(多于 2 路)电源供电, 部分线路可共杆架设, 但应报局总工程师批准, 并遵守下列规定: ① 线路不得通过塌陷区; ② 共杆架设部分, 在任一回路正常运行情况下, 另一回路必须具有正常维护和检修条件; ③ 共杆架设的线路发生故障停止供电时, 其他电源线路仍能担负矿井全部负荷。

(11) 井下各水平中央变(配)电所、主排水泵房和下山开采的采区排水泵房的供电线路, 不得少于两回路。当任一回路停止供电时, 其余回路应承担全部负荷的供电。主要通风机、提升人员的立井绞车、抽放瓦斯泵房等主要设备机房, 应各有两回路直接由变(配)电所馈出的供电线路, 在受条件限制时, 其中的一回路可引自上述同种设备房的配电装置, 即绞车与绞车、瓦斯泵与瓦斯泵可互引一回路作为备用。上述供电线路应来自各自的变压器和母线段, 线路上不应分接任何负荷。上述设备的控制回路和辅助设备, 必须有与主要设备同等可靠的备用电源。

(12) 井下各级配电电压和各种电气设备的额定电压等级, 应符合下列要求: ① 高压不应超过 10 000 V; ② 低压不应超过 1 140 V; ③ 照明、手持式电气设备的额定电压和电话、信号装置的额定供电电压都不应超过 127 V。经省(区)煤炭局批准, 井底车场、总进风巷和主要进风巷的照明系统的额定供电电压, 可采用 220 V; ④ 远距离控制线路的额定电压不应超过 36 V。采区机械设备的额定供电电压超过 3 300 V 时, 必须制定专门的

安全措施。

(13) 井下低压配电系统同时存在两种或两种以上电压时, 低压电气设备(电动机、变压器、馈电开关、启动器、检漏继电器等)上, 应明显地标出其电压额定值。

(14) 每一矿井必须备有地面、井下配电系统图, 井下电气设备布置示意图和电力、电话、信号、电机车等线路平面敷设示意图, 并随着情况变化定期填绘。图中应注明: ①电动机、变压器、配电设备、信号装置、通信装置等装设地点; ②每一设备的型号、容量、电压、电流种类及其他技术性能; ③馈出线的短路、过负荷保护的整定值、熔断器熔体的额定电流值以及被保护干线和支线最远点两相短路电流值; ④线路电缆的用途、型号、电压、截面和长度; ⑤保护接地装置的地点; ⑥风流方向。

(15) 电气设备不应超过额定值运行。井下防爆电气设备变更额定值使用和进行技术改造时, 必须经国家授权的矿用产品质量监督检验部门检验合格后, 方可投入运行。

(16) 直接向井下供电(包括经过钻孔的供电电缆)的高压馈电线上, 严禁装设自动重合闸。手动合闸时, 必须事先同井下联系。在井下低压馈电线上装有可靠的漏电、短路检测闭锁装置时, 可采用瞬间1次自动复电系统。如果在局部通风机线路上发生故障而停风时, 首先必须排除故障, 但严禁在停风区内或瓦斯超限的巷道中处理故障, 然后必须按照规程的有关规定执行。

(17) 为了防止地面雷电波及井下引起瓦斯、煤尘以及火灾等灾害, 必须遵守下列规定: ①经由地面架空线路引入井下的供电线路(包括电机车架线), 必须在入井处装设避雷装置; ②由地面直接入井的轨道, 露天架空引入(出)的管路, 都必须在井口附近将金属体进行不少于两处的良好的集中接地; ③通信线路必须在入井处装设熔断器和避雷装置。

(18) 煤电钻必须设有检漏、漏电闭锁、短路、过负荷、断相、远距离启动和停止煤电钻的综合保护装置。煤电钻综合保护装置在每班使用前必须进行 1 次跳闸试验。

(19) 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向井下供电。

(20) 一切容易碰到的、裸露的电气设备及其带动的机器外露的转动和传动部分(靠背轮、链轮、胶带和齿轮等),都必须加装护罩或遮栏,防止碰触危险。

(21) 电杆根部无腐朽。基础支撑牢固。杆无歪斜。设计强度达到要求,钢筋混凝土杆无裂纹。杆与杆之间的距离符合设计要求。

(22) 线路无破损断裂痕迹。

(23) 有巡回检查制度和记录。

(24) 隐患及时处理。

第二节 矿用电缆及监察

一、矿用电缆

由于井下潮湿,巷道狭小,有冒顶和岩石塌陷等现象。为了保证供电可靠与安全,井下供电线路禁止使用普通导线及裸导线(电机车的架空线除外),必须使用矿用电缆。矿用电缆分为铠装电缆、橡套电缆和塑料电缆。

(一) 铠装电缆

所谓铠装电缆,即电缆是用钢丝或钢带铠装起来的,由于钢丝耐拉力强,所以钢丝铠装电缆多用于立井井筒或急倾斜巷道中;而钢带铠装电缆多用于水平巷道或缓倾斜巷道。

铠装电缆的构造如图 1—3 所示。其型号、结构及使用场所见表 1—2。