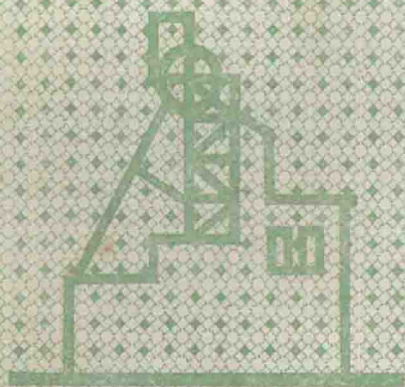


地方煤矿特殊技术工种培训教材之四

安全用电

张焕月 编



山西煤炭职工培训中心

地方煤矿特殊技术工种培训教材

安 全 用 电

张焕月 编著

山西煤炭职工培训中心

圖書編號：S737.1-62 工業技術書籍分類法

安 全 用 申

普 通 民 衆 讀 物

参加编写人员

主编：	王润勋	和景平	李 烈	屈泽民
编者：	王润勋	和景平	李 烈	张换月
	高华为	曹世力	廉战军	贺高旺

山西人民出版社

内 容 提 要

本书结合我省地方和乡镇煤矿电气事故的特点，根据《煤矿安全规程》的有关规定，重点讲述了煤矿电气设备的结构、原理；电气事故的发生原因和预防、处理的措施；电气设备的操作、使用和维修方法以及电气安全的一般常识。

本书既可作为地方和乡镇煤矿电工的上岗培训教材，也可供机电管理干部、技术员和其它工人的安全技术参考用书。

出版说明

我省为能源重化工基地，煤炭是其主要组成部分，它要占到百分之七十左右。煤炭工业发展快慢，直接关系到四个现代化建设和改革开放。

党的十一届三中全会以来，我省煤矿、尤其是地方和乡镇煤矿发展很快，对国民经济发展起了重大的作用。然而，煤矿安全问题确是一个极为严重的问题，事故仍然发生，特别是地方和乡镇煤矿恶性事故不断发生。安全情况不好的一个重要原因是，煤炭系统的干部安全意识和观念不强，相当一部分煤矿工人，特别是新工人缺乏煤矿生产安全的基本知识，不了解煤矿生产的基本规律和特点，所以就不能保证安全生产。山西省人民政府和能源部对煤矿安全生产十分重视，多次强调指出要对煤矿职工进行全员培训和岗位培训。

根据省、部的要求，结合我省地方和乡镇煤矿的实际情况，山西省煤炭职工培训中心，在省煤炭厅的领导下，组织人员编写和出版了这套《地方煤矿特殊技术工种培训教材》，包括《入井须知》、《安全知识》、《安全用电》、《提升运输知识》、《火药与放炮》、《瓦斯及检测》、《顶板管理》等七本书，作为对煤矿特殊技术工种的培训教材，也可供煤矿工人和管理人员阅读，以提高他们的素质，丰富他们的安全知识和技术水平，增强遵守规章制度的自觉性，确保安全生产，改变地方和乡镇煤矿的面貌。

编写这套《地方煤矿特殊技术工种培训教材》时，我们按照新的《煤矿安全规程》的要求，结合煤矿生产实际，逐

章逐节讲解煤矿灾害事故的性质、危害、发生的原因、出现的预兆及防止措施，并较详细地介绍了煤矿工人应具备的安全知识和必须遵守的规章制度。在文字上尽量通俗精练，深入浅出，知识性强，适当配上插图，使工人好学易懂。

编写和出版工作，是在煤炭厅付厅长张永忠和总工寇甲年以及宣教处等职能处室的大力支持、指导下进行的，并得到山西矿院、山西煤校的教授、高级讲师的指导。同时，还得到大同市、太原市、晋中地区煤管局和孝义、灵石、平鲁、宁武、左云、长治、高平、乡宁、河津等县煤管局的大力支持，谨此表示衷心感谢。

由于我们的经验不足，水平有限，难免有不足之处，希广大读者提出批评，便于在修订时修改。

山西省煤炭职工培训中心教材编委会

山西省煤炭工业厅

关于发放《地方煤矿特殊技术工种培训教材》

的 通 知

山西省煤炭工业厅委托山西省煤炭职工培训中心编写的一套《地方煤矿特殊技术工种培训教材》正式出板了，我们高兴地向全省各地（市）、县煤管局和各地（市）、县营煤矿、乡镇煤矿以及广大矿工推荐。这套书，是根据我省地方和乡镇煤矿技术力量薄弱，生产方式落后等特点，按照灾害事故的类型，专为煤矿“六大员”和广大矿工编写的，其内容丰富，语言简练，形式新颖，通俗易懂，适合煤矿特殊技术工种工人培训，也可供矿工自学。学了这套书，既能普及煤矿安全生产科学知识，又可以掌握井下生产中最基本的安全操作技术，有利于矿工和国家财产的安全，对安全生产定将起到促进作用。希望各地（市）、县煤管局的领导，对这套书要特别重视，按照煤矿特殊技术工种及广大矿工尽量人手一册，并采取各种形式，广泛深入地进行宣讲。

该套书的出版，编者在地方和乡镇煤矿做了大量调查，并参考了不少有关材料，但因时间过于仓促，水平又有限，可能有不足之处，请及时给于批评指正。

山西省煤炭工业厅

目 录

第一章 煤矿供电

- 第一节 矿井用电的特殊条件..... (1)
- 第二节 矿井电气事故的现状..... (4)
- 第三节 矿井安全用电..... (10)
- 第四节 典型的煤矿供电系统..... (14)
- 第五节 供电系统使用和管理中
 常见故障的分析..... (16)
- 第六节 中性点接地与中性点不接地系统..... (19)

第二章 矿用电气设备

- 第一节 矿用电气设备的类型及隔爆原理..... (23)
- 第二节 煤矿井下常用电气设备的技术数据..... (31)
- 第三节 矿用隔爆型磁力起动器..... (47)
- 第四节 $BZ80-2.5$ 矿用隔爆型电钻变压
 器综合装置..... (76)

第三章 矿用电器

- 第一节 矿用电缆的种类及其适用范围..... (83)
- 第二节 电缆的选择原则..... (83)
- 第三节 电缆网路常见的故障及其预防..... (91)

第四章 常见的电流故障及其预防

- 第一节 常见的过电流故障及其产生原因 (96)
- 第二节 短路及其预防 (101)
- 第三节 过负荷及其预防 (107)
- 第四节 断相及其预防 (107)

第五章 煤矿井下常见的漏电故障及处理方法

- 第一节 漏电对煤矿的危电 (109)
- 第一节 井下常见的漏电故障 (111)
- 第三节 必须安装检漏继电器 (113)

第六章 电气操作与维修的主要注意事项

- 第一节 电气操作的主要注意事项 (116)
- 第二节 电器维修的主要注意事项 (119)

第一章 煤矿供电系统

第一节 矿井用电的特殊条件

一、环境条件

矿井采掘工作的基本条件是井下巷道作业。矿井大气是由人工通风提供的，矿井大气中有可燃、易爆性介质。人、货、料都要靠提升装备升降。其特殊性大致如下：

1. 矿井气体中有可燃、易爆性介质。在采掘过程中，煤层和半煤岩层会涌出沼气，会有煤尘飞扬。当矿井气体中，沼气或煤尘的含量达到一定浓度时，遇有火源（如电火花等）便会爆炸。沼气或煤尘爆炸时产生很高的温度和压力，破坏性很大。爆炸事故一般波及面很广，一次死亡人数较多，造成的社会影响很大。

在正常温度和大气压力下，为矿井气体中沼气(CH_4)含量达到5~16%（体积比）时，遇到越过650~750℃的点火源时，就会发生爆炸。电火花最易引爆的沼气浓度为8.5%。

当煤尘的粒度在 $1\mu m \sim 1mm$ 的范围内，挥发分指数超过10%，且其在矿井气体中的悬浮含量达到30~3000克/ m^3 时，都具有爆炸性。煤尘的点燃温度为700~800℃。由于电火花和电弧的温度为摄氏几千度，所以电火是煤矿井下爆炸

事故的主要点火源。为了防止电火引起井下爆炸事故，煤矿井下用电气设备须有电气防爆的构造。

2. 温度高、湿度大。由于矿井开采水平的延伸和火区的存在，使矿井的巷道、峒室和工作面的温度高，一般为 $25\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。而且，煤矿井下的温度，一年四季，一天24小时变化不大。

因为井下煤层和岩层有自然涌水，又使矿井的巷道、工作面等处有淋头水和积水，使矿井空气的相对温度升高。一般，矿井空气的相对温度可达98%，甚至100%。在这样的气候条件下会使绝缘材料的绝缘性能降低。煤矿井下的矿水有酸性的，也有碱性的，它们对电气设备的外壳或绝缘件有严重的腐蚀和浸蚀破坏作用。

3. 电气设备隔爆外壳内部的微环境气候条件。隔爆型的电气设备，简单地说，是将电气设备的芯子放在一个隔爆外壳内。如图1—1所示，隔爆外壳有由隔爆面构成的 $0.2\sim 0.5\text{ mm}$ 的隔爆间隙使壳内与壳外有窄隙相通。所以隔爆型电气设备的芯子不是直接暴露于设备安装处巷道的气候条件中，而是装在隔爆外壳内。我们称隔爆外壳内的空间为一“微环境”，其气候条件称为“微气候”。



图1—1 隔爆外壳示意图

4. 设备安装处的地质条件。井下电气设备的安装处（尤其在工作面内）的底板倾角会大于 15° ，这样，一般接点的

电器设备和继电器便会失灵；还会受到冒顶，片帮的威胁，尤其是电缆会因受机械损伤而造成漏电或短路事故；会被自然涌水或水砂填充的水砂淹没；会受到爆破或在矿车中运输、搬运的强烈震动。而且，装设处空间狭窄，照明条件不好。

二、采掘机械工作的特殊条件

煤矿井下采掘工作面是移动车间。随着采掘区（工作面）的推移和搬迁，井下电气设备须不断地迁移。因而，不仅供电距离长，电压损失大，并且，继电保护应跟随变化的条件及时计算整定。机电负荷的电缆经常随采掘机械的移动而在井下巷道和工作面十分恶劣的地质条件下被拖曳，从而经常受内伤和外伤。

采掘工作面经常遇到地质条件的变化，如煤岩层的硬度不均匀；遇有夹石、硫磺包、小的断层和褶曲矿。从而会使采掘机械经常有冲击性负荷，要求电气设备必须适应以密集通断的冲击间断的工作制。

三、井下停电的危险性

矿井突然停电会造成如下的严重恶性事故：

1. 矿井停风。矿井是靠扇风机进行通风的，由于矿井突然停电，会使主扇停止运转。从而井下巷道和工作面得不到新鲜空气，不断涌出的沼气和有害气体因不能及时排出而积聚。当矿井大气中沼气的含量达到爆炸浓度时，会引起瓦斯爆炸事故。

即使是在沼气矿井，由于停电而使通风中止时也会造

成严重的人身伤亡事故。当放炮后突然停风，炮烟排不出去时，炮烟中的二氧化氮（ NO_2 ）会对人身有严重的危害。

2. 停止排水。矿井停电或主排水设备停电，均会使主排水泵停止工作。从而会因井下涌水不断增长而造成淹井事故。

3. 停止提升。矿井停电或主、副井提升设备停电，提升机停止运转。尤其在因停电已造成事故时，副井停止提升，会使井下人员不能及时升井脱险，救灾人员不能及时下井抢险救灾，使事故扩大，造成不应有的损失。

第二节 矿井电气事故的现状

多年来煤矿井下电气化的实践表明，我国矿井电气安全的水平很低。主要表现在技术水平落后、安全设施不齐全、管理不严格、工作人员的技术和安全素质低等。因而事故率高，恶性事故多，尤其是火灾和电火引起的爆炸事故十分严重。

世界采矿史上最大的一次瓦斯——煤尘爆炸事故，就是由电火引起的。事故发生在1642年本溪湖矿。一次死亡1400多人。近年在×矿发生的一起电缆电火引爆事故，一次也死亡了许多人。

近十年来全国煤矿（乡镇小煤矿除外）矿井3人以上重大死亡事故的调查分析表明，顶板事故居第一位，占死亡总人数的37%；爆炸事故居第二位，占死亡总人数的20%；提升运输事故居第三位，占死亡总人数的7%；机电事故居第四位，占死亡总人数的8%；其后是火灾、放炮、水灾等事

故。

爆炸事故一次死亡人数较多，少则几人，几十人、多则几百人，甚至上千人，造成的危害和对社会的震动最大。以上两例已清楚地说明了它的严重性。然而，在矿井爆炸事故中，一半是由电火引起的；矿井外因火灾几乎都是电火灾。综合来看，电气的直接事故和间接事故将占矿井事故的第三位。

一、电火是矿井爆炸事故的主要点火源

据1970~1981年的统计，全国煤矿（乡镇小煤矿除外）共发生255次重大的爆炸事故。从这些事故的点火源来分析，大致有电火、放炮、自然发火、冲击与摩擦火花及原因尚未查明等4类。电火引爆115次，占45%；按事故死亡人数统计，电火引爆事故则占总数的95%，居第一位，如表1—1所示。由此可见，电火是矿井瓦斯、煤尘爆炸的主要点火源。

表1—1

火 源 分 类		事 故 次 数		死亡人数
		(次)	(%)	(%)
电 火	电 缆	42	37	31
	违章带电作业	29	25	25
	防爆设备失爆	21	18	23
	非防爆设备火花	9	8	8
	矿 灯	9	8	7
	架线电机车火花	5	4	5
合 计		115	100	100

为了提请注意，我们引用矿井违章机电作业实例供大家学习参高。

煤矿井下违章机电作业实例：

1. 缺乏安全和技术素养，盲目作业。河南平顶山某矿，矿井掘进机发生故障，矿有关领导派一名工人下井检修。该工人说我不懂屏蔽电缆怎么修。领导说，不懂去两个人（两个均不懂电气安全维修技术）。两人下井后，拆开电缆线路检查，因不能修复，反复查找终不能奏效。最后两人拆下屏蔽电缆，搭在起动机外壳上，然后送电试操作检查。因屏蔽层导电，一送电使电缆主芯线短路。短路电孤明火引起瓦斯、煤尘爆炸。

2. 开关触头粘住，紧急停车打手把，由于矿井采掘作业，冲击间断密集通断工作制的长期作用，电流大，起动、停止频繁，会使触头烧粘在一起。1973年6月24日，江苏徐州夹河煤矿，QC83—225起动机触头粘住，住电工强行拉隔离开关手把，紧急停车。由于隔离开关不能带负荷操作，一拉便造成了电孤短路。高温电孤将隔爆外壳烧穿一个直径100mm左右的洞，灼热的电孤喷出，引起瓦斯、煤尘爆炸。

3. 绞车搬迁，自拉自。1981年1月29日，黑龙江省鸡西穆棱四井的掘进工作面绞车搬迁，自拉自。因负荷线被拉断打火，造成瓦斯爆炸。

4. 带电打开防爆电气设备检修。鹤岗矿务局某电工，机电打开防爆开关检修，造成短路打火、引爆瓦斯。

5. 溜子压煤，电机堵转，点动起动机。1976年11月11日山西大同挖金湾矿，溜子压煤，电机堵转，司机频繁起动，使开关沿隔爆间隙往周围空间喷火，引燃棉纱、油桶而

形成火灾，又因顶板冒落，煤尘飞扬而爆炸。

6. “鸡爪子、羊尾巴”明接头，挂钩接线。1973年3月19日，辽源太信矿，矿井电网到处都有“鸡爪子、羊尾巴”231道口有一根长66米的电缆，有9处“鸡爪子”，而且电缆敷设在顶板。其中一个“鸡爪子”，用42号铜钱与一根电缆挂钩接线，接头活动打火，引起顶板瓦斯爆炸。

7. 铜、铝接头，电缆“放炮”。抚顺胜利矿，高压电缆一处铜、铝接头发生电缆放炮，使电缆着火。

8. 甩掉漏电继电器。某矿电缆管理不善，电网绝缘水平很低。为了维持采煤生产，甩掉漏电继电器，强行送电，致使一人触电伤亡。

9. 不设局部接地极。某矿电工付某受命下井接局扇，因上班电工修局扇时，误认为是一相火线断线，便违章借地线作火线。接后，局扇仍不转，再检查才发现是局扇一相接线端子坏了。于是他仅折去局扇端的错误接线，而未处理起动机侧的接线便升井汇报换新局扇。接后局扇不转，付便去检查局扇，马走近局扇以手触机壳时立即倒地身亡。

10. 高沼气矿井采用非防爆设备。1980年6月21日，阜新清河门矿，采区绞车房设在煤巷，机房通风处于微风状态，瓦斯积聚。绞车采用非防爆电机和电控装置。绞车开动造成瓦斯爆炸。

71. 掘进头瓦斯超限强行送电，此类事故甚多，不一一列举。

12. 电缆明接头短路着火。1970年8月13日，河南新密矿务局王庄矿，一段90米长的电缆，有三个明接头，并用明接头对火放炮，造成明接头短路，引起电缆着火。

13. 峒室用大灯泡取暖。1932年3月19日，北京扬坨矿，在斜井井底车场峒室，用大灯泡取暖引起火灾。

14. 矿井单回电源供电。1974年8月25日，湖南白沙矿务局马田煤矿，矿井采用单回电源供电。电厂突然停电造成全矿停电，主扇停运。来电后，主扇又发生故障，造成矿井停风7小时。整厂西翼采区进风巷和作业地点积聚了大量沼气。在未恢复送风时，强行送电，明接头信号线相间短路，引起瓦斯爆炸。

二、电火能引起矿井外因火灾

矿井火灾分为内因火灾和外因火灾。内因火灾是指由于煤炭自然发火而引起的；外因火灾是指由于爆破工艺、电气设备过热、皮带或轴承研磨发热、电气设备或电缆烧毁引起的火灾。据统计，矿井中外因火灾主要是电火灾。

多年来的调查统计表明，煤矿经常发生的电火灾是电缆着火。每年要发生这类重大伤亡事故几百起，某矿一次电缆短路着火引起的电火灾便死亡近百人。

三、漏电和人身触电事故

火线接地或接壳，通过电网非故障相对地绝缘电阻以及对地电容会形成入地的漏电流，我们称这种故障叫做漏电。

人触及电网中的带电体，使漏电电流流过人身组织，造成人身触电。

近年来，由于全国各矿坚决贯彻执行《煤矿安全规程》坚持使用漏电继电器，井下低压交流电网的触电伤亡事故已基本杜绝。但是，漏电仍有发生，因绝缘受潮或进水，使电