



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

煤矿电工

主 编 王红俭 史万才 王俊红



煤炭工业出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

煤 矿 电 工

主 编 王红俭 史万才 王俊红
副主编 刘鹏飞

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿电工/王红俭, 史万才, 王俊红主编. --北京: 煤炭工业出版社, 2017

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978 - 7 - 5020 - 5941 - 5

I. ①煤… II. ①王… ②史… ③王… III. ①煤矿—矿山电工—职业教育—教材

IV. ①TD6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 146242 号

煤矿电工 (“十二五” 职业教育国家规划教材)

主 编 王红俭 史万才 王俊红
责任编辑 闫 非 籍 磊 彭 竹
责任校对 孔青青
封面设计 王 滨

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
电 话 010 - 84657898 (总编室)
010 - 64018321 (发行部) 010 - 84657880 (读者服务部)

电子信箱 cciph612@126.com

网 址 www.cciph.com.cn

印 刷 北京玥实印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 21¹/₄ 插页 2 字数 502 千字
版 次 2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷
社内编号 8821 定价 39.00 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,电话:010 - 84657880

内 容 提 要

全书按照煤矿电工两大典型综合性工作任务（井下供电系统的安装维修与采区供电系统的设计）确定了四个学习情境，包括安装维修井下电缆、安装维修工作面配电点电气设备、安装维修井下变电所设备及隔爆变压器组合装置、设计安装井下变电所。每个学习情境以典型的工作任务设计学习性工作任务，以完成工作任务所需的学习任务书、任务引领书、实操指导书、评价反馈书为主要内容。每个学习情境后有煤矿电工岗位群职业技能鉴定所需的应知应会内容，供学生自我鉴定。

本教材适用于高等职业技术教育中矿山机电专业、采矿工程专业、矿井通风专业、矿山机械专业的教学，特别适合工学结合教学以及煤矿电工培训使用，也可供有关技术人员参考。

前 言

本书是按照高等职业教育工学结合的新理念,采取校企结合的方式,在国家级精品共享课《煤矿电工》校本教材基础上编写而成的理论实践一体化的特色教材。具有以下主要特色:

(1) 以职业能力培养为目标,确立行动导向的教材体系。通过对煤矿电工典型工作任务分析,按照煤矿电工两大典型综合性工作任务(井下供电系统的安装维修与采区供电系统的设计)确定了四个学习情境,每个学习情境以典型的工作任务设计学习性工作任务,以完成工作任务所需的知识和能力作为每个学习工作任务主要学习的知识和主要培养的能力。

(2) 以任务引领为模式,确立基于工作过程的教材体例。根据完成工作过程的六步法,即下达工作任务、收集相关资料、制定工作计划、实施工作计划、检查控制、评价反馈,在每一个学习任务内,确立了学习任务书、任务引领书、实操指导书、评价反馈书的教材体例。通过学习任务书向学生下达学习任务,使学生明确工作情境、任务要求及知识目标和能力目标;通过任务引领书以完成任务所需解决的问题为引领汇集所需要的相关资料;通过实操指导书提供工作案例下的工作计划书范本和实操案例,以便学生编写所给实操案例的工作计划书,并且实施工作计划;工作计划书范本不仅给出了实施工作所需要的组织措施(人员组成、责任分工)、物质措施(工具、仪表、材料)、工作措施(工作阶段、步骤、工作记录表、应急预案),还针对防止错误操作制定了防范措施以便实施工作计划中检查控制;最后通过评价反馈书对自己的工作任务进行自我评价和反馈。

(3) 以两个规律为指导,确立符合职业成长规律和认知规律的教材内容。按照职业成长为基本职业技能学习、岗位工作能力学习和综合职业能力学习三个阶段的规律,将学习任务分解为初学阶段、会学阶段和专学阶段。初学阶段的学习任务主要培养职业基本技能,如学习情境一、学习情境二的学习任务一至学习任务四、学习情境三的学习任务一,主要培养学生井下电缆及隔爆高低压单一设备的安装(包括安装前的选型、安装前后的检测、调试)、

维修（包括检修前后的检测、运行维护）等基本技能；会学阶段的学习任务主要培养学生的自学能力和煤矿电工的岗位工作能力，如学习情境二的学习任务五、学习情境三的学习任务二，就是在学生掌握基本技能的基础上，自学工作面配电点电气设备及隔爆变压器组合装置等多个设备安装维修，并以任务为载体培养煤矿电工岗位群（煤矿电气安装工、矿井维修电工、综采维修电工）的岗位工作能力；专学阶段的学习任务主要培养学生的综合职业能力，如学习情境四就是培养学生的采区供电设计能力及井下变电所大型安装任务的组织协调能力及管理能力。按照人的认知先感性再理性、由简单到复杂、从单一至综合的规律，排序教材内容。如每个学习任务的内容都是先了解设备的结构、类别、适用场所等感性知识，再学习设备的原理、故障分析等理性知识；先学习简单的单一井下电缆及电气设备安装维修，再学习复杂的工作面配电点及井下变电所设备群的安装维修乃至采区供电系统的设计。

（4）以培养合格的煤矿电工为宗旨，体现教材的职业规范性、职业先进性、职业适应性。本书按照国家制定的《煤矿安全规程》《煤矿井下机电设备检修技术规范》《煤矿井下供配电设计规范》等规程规范，以及《煤矿用电缆》和《矿用隔爆型低压交流真空馈电开关》等煤炭行业标准作指导，以体现职业规范性。所有的规程规范及标准均以最新颁发的为准，所有的设备以广泛使用的新设备为准，以体现职业先进性。所有引用的规程规范、标准及参考书目均以上角标的形式标出，并且在书后面的参考文献中注明，以便于学生的职业扩展学习；在每个学习情境后给出了本学习情境中煤矿电工岗位群职业技能鉴定的应知应会内容，方便学生自我练习、自我鉴定，以适应学生的职业技能鉴定培训；以全国职业技能大赛指定的设备及其大赛学习任务作为教材内容，以适应学生的技能大赛培训，从而体现教材的职业适应性。

本书的编写体现了校企结合。国家级精品共享课“煤矿电工”吸收了山西煤炭运销集团山西统配煤矿高新技术产业总公司执行董事兼总经理刘鹏飞作为副主编，并编写了学习情境一；淮南职业技术学院宫毓老师编写了学习情境二的学习任务一；河南煤炭职业学院史万才老师编写了学习情境二的学习任务二至学习任务五；安徽矿业职业技术学院方章英老师编写了学习情境三；山西煤炭职业技术学院王俊红老师编写了学习情境四的学习任务一；山西煤炭职业技术学院王红俭老师编写了学习情境四的学习任务二。王红俭、史万才、王俊红任主编。

本书编写过程中，八达电气有限公司霍德龙工程师、霍州煤电张延杰工程师等同志给予大力支持和帮助，在此表示感谢。由于编者水平有限，书中难免有不当之处，恳请使用本书的广大师生和读者批评指正。

编 者

2017 年 3 月

目 次

学习情境一 安装维修井下电缆	1
学习任务一 安装维修井下低压电缆	1
学习任务书	1
任务引领书	2
实操指导书	32
评价反馈书	37
学习任务二 安装维修井下高压电缆	38
学习任务书	38
任务引领书	39
实操指导书	48
评价反馈书	52
技能鉴定习题	53
学习情境二 安装维修工作面配电点电气设备	55
学习任务一 安装维修隔爆馈电开关	55
学习任务书	55
任务引领书	56
实操指导书	87
评价反馈书	93
学习任务二 安装维修隔爆启动器	94
学习任务书	94
任务引领书	95
实操指导书	108
评价反馈书	112
学习任务三 安装维修隔爆组合开关	116
学习任务书	116
任务引领书	117
实操指导书	134
评价反馈书	138
学习任务四 安装维修隔爆照明综合保护装置	141
学习任务书	141
任务引领书	142

实操指导书.....	149
评价反馈书.....	153
学习任务五 安装维修工作面配电点电气设备.....	154
学习任务书.....	154
任务引领书.....	155
实操指导书.....	161
评价反馈书.....	166
技能鉴定习题.....	167
学习情境三 安装维修井下变电所设备及隔爆变压器组合装置	169
学习任务一 安装维修矿用高压开关.....	169
学习任务书.....	169
任务引领书.....	170
实操指导书.....	185
评价反馈书.....	193
学习任务二 安装维修隔爆变压器及其组合装置.....	194
学习任务书.....	194
任务引领书.....	195
实操指导书.....	217
评价反馈书.....	221
技能鉴定习题.....	223
学习情境四 设计安装井下变电所	224
学习任务一 设计采区供电系统及采区变电所.....	224
学习任务书.....	224
任务引领书.....	225
实操指导书.....	310
评价反馈书.....	315
学习任务二 安装井下变电所.....	317
学习任务书.....	317
任务引领书.....	318
实操指导书.....	322
评价反馈书.....	328
技能鉴定习题.....	329
参考文献	330

学习情境一 安装维修井下电缆

学习任务一 安装维修井下低压电缆



学习任务书

一、学习任务

1. 工作情境

1) 工作情况

本任务属于安装维修井下供电系统这一大任务下安装维修井下电缆分项中安装维修低压电缆子项任务。井下供电系统包括：井下中央变电所（又称为井下主变电所）→矿用高压铠装电缆→采区变电所→矿用高压橡套电缆→隔爆移动变电站→矿用低压橡套电缆→工作面配电点。

2) 工作环境

(1) 矿用低压电缆经过的巷道为倾角小于 30° 的煤巷及工作面。工作面机械移动及煤巷容易冒顶、片帮等砸压电缆导致短路、漏电危险；工作面淋水导致电缆受潮、漏电危险；空间狭窄，人员极易触及漏电缆导致触电危险；工作面设备极易过载导致电缆过热引发火灾危险；煤巷及工作面瓦斯及煤尘浓度较高，一旦电缆短路、漏电产生电火花有引爆瓦斯及煤尘危险。

(2) 相关电源及负荷设备。包括矿用隔爆变压器（本书简称为隔爆变压器）或矿用隔爆移动变电站（本书简称为隔爆移动变电站）或矿用隔爆动力中心（本书简称为隔爆动力中心）、矿用隔爆真空自动馈电开关（本书简称为隔爆馈电开关）、矿用隔爆真空电磁启动器（本书简称为隔爆启动器）、矿用隔爆真空组合开关（本书简称为隔爆组合开关）、矿用隔爆照明综合保护装置（本书简称为隔爆照明综合保护装置）。

(3) 使用器具。包括万用表、兆欧表、便携瓦检仪、验电笔、套板、扳手、螺丝刀、克丝钳（钢丝钳）、电工刀、手锉。

(4) 使用材料。包括铜连接管、铜绑线、手动液压钳、压模、100 号砂纸、冷补胶、三氯乙烷、剪刀、聚酯薄膜。

2. 任务要求

本任务包括安装和维修两大任务。安装包括使用电缆以前的各项任务，即安装前准备（根据安装场所选择电缆型号、确认所装电缆型号、检测所装电缆质量、检测所敷设巷道情况）、安装（电缆装卸、敷设、连接）、安装后验收（检测安装质量、试运行）。维修包括使用电缆后的各任务，即运行维护（运行检测、安全防护、日常维护）、故障检修（故障检测、修复、试验）。另外，还包括收集相关资料、制定工作计划并做出决策、执行工作计划并检查控制，最后对工作任务完成情况进行评价反馈。

3. 工作要求

1) 安全要求

(1) 电缆安全。所安装维修的电缆不能产生断路、短路、漏电及失爆现象,不能因短路、漏电产生的电弧引爆瓦斯、煤尘,不能因过热烧毁电缆继而引起电火灾,不能因过电压导致绝缘击穿,不能因工作环境造成机械损伤导致电缆折断、短路、断路、漏电。

(2) 人身安全。严格按照《煤矿安全规程》^[1]不得带电安装检修电缆的要求操作,以防电缆漏电发生触电或引爆瓦斯、煤尘。

2) 质量要求

所安装维修的电缆必须满足供电质量要求:电缆工作时自身产生的电压损失不得超过额定电压的5%,即保证所供设备的工作电压不得低于额定电压的95%;所供电动机启动时,电缆的电压损失不得过大,导致电动机或电磁启动器电压太低而无法启动。

3) 经济要求

所安装维修的电缆必须在保证供电安全和供电质量的前提下做到经济,电缆所走路径尽可能短,截面尽可能小。

二、学习目标

1. 知识目标

- (1) 明白矿用低压橡套电缆的型号含义、结构分类及其适用场所。
- (2) 明白矿用低压橡套电缆的安装环节及选型、敷设、连接方法。
- (3) 明白井下低压橡套电缆的维修环节及安全防护、日常维护、运行检测、故障查找和修复、验收方法。

2. 能力目标

- (1) 能识别不同类型的矿用低压电缆。
- (2) 能正确选择、敷设、连接、维修矿用低压橡套电缆。
- (3) 能正确使用万用表、兆欧表、耐压测试仪检测矿用低压电缆。
- (4) 具有紧急事件处理能力。
- (5) 具有工作现场处理能力。



任务引领书

一、如何选择电缆型号

电缆型号的选择是依据电缆的工作环境对电缆的结构要求确定的,不同型号的电缆结构不同,其适用场所也就不同,因此必须明确电缆的类型及其适用场所,下面从电缆的型号入手说明电缆的类型及其适用场所。

1. 电缆型号组成及含义

煤矿用电电缆的型号组成和代码含义见表1-1。

1) 系列代号

表 1-1 煤矿用电电缆的型号组成和代码含义^[2]

	系列代号	导体	使用特性	结 构 特 征			额定电压 U_0/U (kV)	芯线数×截面/mm ²		
								主芯线	接地线	辅助线
橡套电缆	M—煤矿用	不标—铜芯 L—铝芯	C—采掘机用 Y—移动设备用 Z—电钻用 H—电话用 M—帽灯用	B—编织加强			0.3/0.5	3×2.5	1×2.5	
				P—非金属屏蔽			0.38/0.66	3×4	1×2.5	
				PT—金属屏蔽			0.66/1.14	3×6	1×4	
				J—监视或辅助芯线			1.8/3	3×10	1×6	
				Q—轻型			3.6/6	3×16	1×10	
				R—绕包加强			6/10	3×25	1×16	
							8.7/10	3×35	1×16	
铠装电缆	M—煤矿用	不标—铜芯 L—铝芯	V—聚氯乙烯 YJ—交联聚乙烯	内护层 V—聚氯乙烯护套	铠装层 2—双层钢带 3—细圆钢丝 4—粗圆钢丝	外被层 2—聚氯乙烯外套		3×50	1×25	3×2.5
								3×70	1×35	3×4
							0.6/1	3×95	1×50	3×6
							1.8/3	3×120	1×70	3×10
							3.6/6	3×150	1×70	
							6/6	3×185	1×95	
							6/10	3×240	1×120	
							8.7/10	3×300	1×150	

注：额定电压前用“-”连接；主芯线前用空格连接；芯线数与截面用“×”连接；各芯线之间用“+”连接。例如：MYPTJ-3.6/6 3×35+3×16/3+3×2.5 表示矿用移动金属屏蔽监视铜芯橡套电缆，额定电压为 3.6/6 kV，三芯动力截面，每芯截面为 35 mm²，3 芯接地线每芯截面为 16/3 mm² 截面，三芯监视线每芯截面为 2.5 mm²。又如：MYJV22-6/6 3×150 表示煤矿用交联聚乙烯绝缘钢带铠装聚氯乙烯护套电力电缆，额定电压为 6/6 kV，三芯，每芯标称截面为 150 mm²。

电力电缆用于向动力设备输电，一般都是电力电缆，故省略不标；煤矿用电电缆用于煤矿井下输电。

2) 导体

导体即导电芯线，为多股绞线。

(1) 按照材料分为铜芯和铝芯，由于一般都是铜芯，故省略不标。

①铜绞线的导电性能、韧性和强度均好于铝绞线，但价格较高。

②铝绞线价格虽低，但由于铝的化学性能活泼，接头容易氧化造成接触不良，产生断续电弧高温，尤其在短路时电弧产生的铝粉温度远远高于铜，容易引燃引爆瓦斯和煤尘。因此规定^[1]：在进风斜井、井底车场及其附近、中央变电所至采区变电所之间，可以采用铝芯电缆；其他地点必须采用铜芯电缆。实际上煤炭行业标准《煤矿用电缆》中没有铝芯电缆可供选择。

(2) 按照用途分为主芯线、中性线、接地芯线、控制芯线、监视芯线。

①主芯线有二芯（红白色标志）、三芯（红白蓝色标志），用来输送单相或三相电能。

②中性线为一芯，用于三相四线制系统。

③接地芯线一般为一芯黑色标志（有时也分布为三芯），用来实现电气设备的接地。

④控制芯线可为多芯，用来实现远方控制、联锁控制等控制电路的连接。

⑤监视芯线一般为一芯，用来监视绝缘。

3) 绝缘

(1) 按照用途分相间绝缘与统包绝缘。前者包在导电芯线外，后者包在所有芯线外。

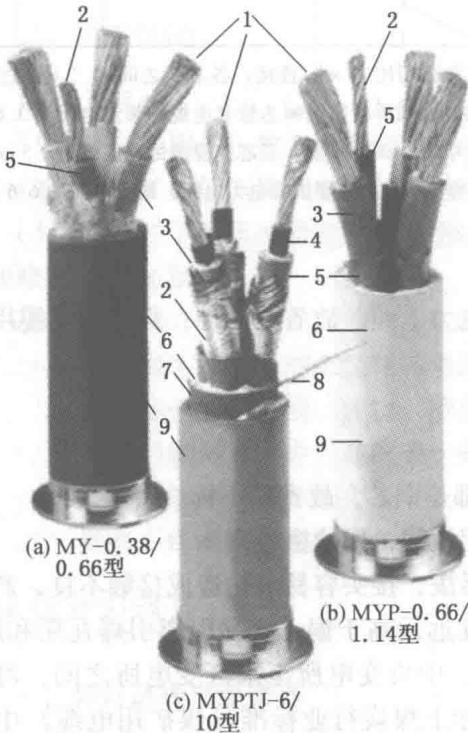
(2) 按绝缘材料又分为以下两种：

①橡胶绝缘。橡胶套电缆即为橡胶绝缘。该绝缘主要为天然丁苯橡胶或乙丙橡胶挤包而成。天然橡胶易燃，故已被耐高温、耐高压、耐潮性好的乙丙橡胶取代。乙丙橡胶本身易燃，添加阻燃剂使之具有阻燃性，用于生产阻燃橡胶套电缆，由于其高弹性和柔韧性使其极易弯曲，故用于向移动设备输电。

②塑料绝缘。该绝缘为聚氯乙烯绝缘或交联聚乙烯绝缘挤包而成。聚氯乙烯绝缘具有耐油、耐酸碱、耐腐蚀、阻燃、敷设高差不限等优点；交联聚乙烯绝缘电缆除具有上述特点外，还耐高压，并且耐热性及耐溶剂性能都有所改善，故应优先选用。现在聚氯乙烯绝缘电缆已经生产至 10 kV 电压等级，交联聚氯乙烯电缆我国也已经生产至 220 kV 电压等级。塑料绝缘电缆正取代油浸纸绝缘和橡胶绝缘电缆，广泛应用于各种线路中。

4) 护套（内衬层）

护套为包在统包绝缘外的保护层，当有外护层时即为内衬层。按照材料不同分为以下两种：



1—主芯线；2—接地芯线；3—相间绝缘；4—导体屏蔽；
5—绝缘屏蔽（内屏蔽）；6—统包绝缘；7—绝缘屏蔽（外屏蔽）；8—监视芯线；9—橡胶护套

图 1-1 矿用橡胶套电缆结构

(1) 橡胶护套。套在橡胶绝缘或塑料绝缘之外作护套，用来防止绝缘受损。由于其柔韧性好，故用于移动设备输电。橡胶护套分为普通橡胶套和阻燃橡胶套两种。普通橡胶套采用天然橡胶制成，易于燃烧，所以在易燃易爆的井下不宜使用。阻燃橡胶套采用氯丁橡胶制成，由于它燃烧时产生的氯化氢气体将火焰包围起来，使之与氧气隔离而熄灭，故 M 系列矿用橡胶套电缆（结构如图 1-1 所示）采用阻燃橡胶套（图 1-1 中 9 所示），用于易燃易爆的井下。此外氯丁橡胶还有良好的机械性能、耐油性能，是理想的矿用电缆护套材料。为加强橡胶护套电缆抗拉强度，在橡胶护套和绝缘之间，增加了镀锌钢丝线绕包层或编织包层，制成加强型，用于承受较大拉力的各种移动设备输电。为便于识别，MT 818.1—2009 ~ MT 818.13—2009 《煤矿电缆》^[2] 规定了不同电压等级的煤矿橡胶套电缆护套采用不同颜色，额定电压 0.38/0.66 kV、1.9/3.3 kV 为黑色护套，0.66/1.14 kV 为黄色护套，大于等于 3.6/6 kV 为红色护套。

(2) 塑料护套。煤矿用聚氯乙烯护套。由于其防腐、防锈、阻燃、无高差限制等优

点,适用于有易燃物和腐蚀性场所,由于其柔韧性不如橡套,故多用于固定设备输电。

5) 外护层

外护层是包在内衬层外的保护层,又分为钢铠层和外被层。

(1) 内衬层衬于钢铠层之内,用于防止钢铠层扎伤和磨损内护层;外被层裹在钢铠层外,用于防止钢铠层锈蚀。按照材料不同分为塑料带、黄麻带、无纺布带。

(2) 钢铠层用于保护整个电缆,煤矿用铠装电缆按结构不同分为以下3种:

①双层钢带铠装采用热轧或冷轧镀锌钢带,为左向螺旋绕包,且外层钢带将内层钢带间隙覆盖,由于其抗压但不抗拉,适用于不承受拉力的倾角 45° 以下斜巷或平巷中敷设。

②细圆钢丝铠装采用直径小于4 mm的低碳镀锌钢丝,单层为左向绕包;双层时内层右向绕包、外层左向绕包,如同向绕包时均为左向。由于其抗拉不抗压,适用于轴向拉力较小的倾角 45° 以下的斜巷或平巷中敷设。

③粗圆钢丝铠装采用直径大于等于4 mm的低碳镀锌钢丝,其绕包工艺同细钢丝铠装,但其抗拉强度较细钢丝铠装大,故适用于轴向拉力较大的倾角 45° 及其以上的斜巷或立井中敷设。

6) 结构特征

(1) 非金属屏蔽P采用半导体材料;金属屏蔽PT采用金属材料。按结构不同分为导体屏蔽、分相屏蔽和统包屏蔽。

①导体屏蔽。它为绕包在导线表面外的半导体材料(图1-1中4所示),绕包的半导体材料有半导体纸、半导体胶带、半导体尼龙带、半导体聚酯带、半导体布带、金属化纸、半导体无纺布带(腈纶、维纶、涤纶等)和半导电阻水带等。用于3 kV以上的高压电缆防止电晕产生。由于高压强电场使曲率半径很小的多股绞线表面产生尖端放电形成电晕,影响绝缘性能,造成能量损耗,故在每一相多股绞线外包上导体屏蔽后,增大导线的曲率半径,均匀了电场,防止电晕的产生,故导体屏蔽又称均压带。

②分相屏蔽,又称绝缘屏蔽。MYP、MCP(JR或JB)型是绕包或挤包在分相绝缘和接地线芯(剥除绝缘)之外的半导体材料(图1-1中5所示)。绕包常见的有半导体纸、半导体胶带、半导体尼龙带、半导体聚酯带、半导体布带等;挤包常见的有半导体聚氯乙烯、半导体橡胶。MYPT、MCPT(J)型是绕包在分相绝缘外的金属和纤维编织带,MVV型为铜带。当一相绝缘破损时,其主芯线经绝缘屏蔽直接与接地芯线相连,造成单相接地故障,使单相保护接地动作切断电源,既可防止严重的相间短路故障发生,又可防止短路电弧引起瓦斯、煤尘的燃烧和爆炸。所以有绝缘屏蔽的电缆特别适用于煤矿井下向有燃烧和爆炸危险场所的设备供电。

③统包屏蔽。它是包在绝缘之外的金属材料,按材料不同有铜带屏蔽和铜丝屏蔽两种。前者由于产生电感效应,逐渐被后者取代。采用铅包和铝包金属套时,金属套可兼作金属屏蔽层。使用电缆时,金属屏蔽层应与接地系统相连。金属屏蔽用于产生电磁屏蔽以防止强电场辐射干扰通信信号。所以MVV和MYJV型额定电压1.8 kV及以上的电缆均有金属屏蔽。

(2) 监视线J为与外屏蔽紧密接触的裸导绞线,与隔爆高压配电箱中的绝缘监视保护和终端二极管配合实现绝缘监视,如MYPTJ、MCPJR(B)型。绝缘监视保护原理如

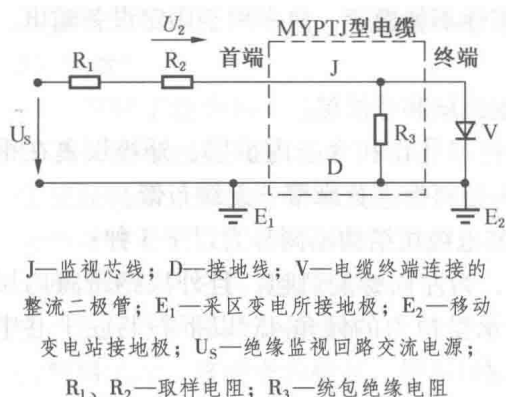


图 1-2 终端加整流二极管的绝缘监视保护原理

图 1-2 所示，其中电缆首端与隔爆高压配电箱中的绝缘监视回路连接，电缆终端与负荷侧的二极管连接，取样电阻 R_2 上的分压作为绝缘监视保护信号，绝缘正常时等效绝缘电阻 R_3 很大，近似开路，经终端二极管整流， R_2 上为直流电压。当统包绝缘损坏时，绝缘等效电阻 $R_3 = 0$ ，将终端二极管短接，失去整流作用， R_2 的电压为交流，据此判断绝缘损坏，保护动作；同理当接地线或监视线断线，也失去整流作用，保护动作。监视线多用于人

易触及的向隔爆移动变电站供电的高压电缆，防止绝缘破损或失去保护接地导致的人身触电。

(3) 轻型 Q 是指仅有缆芯、绝缘、芯垫和护套组成的结构简单的电缆，如 MYQ - 0.3/0.5 型矿用移动轻型电缆，用于井下照明、控制、信号电路连接。

(4) 加强型是指在护套与芯线绝缘之间增加轴向拉力的镀锌钢丝线绕包层 R 或镀锌铜线与聚酯类合成纤维编织包层 B，用于向采煤机等承受拉力较大的重型移动设备输电。

7) 额定电压

(1) U_0 表示任一主绝缘导体和“地”（即金属屏蔽、金属套或周围介质）之间的电压有效值。

(2) U 表示多芯电缆或单芯电缆系统任意两相导体之间的电压有效值。当电缆使用于交流系统时，电缆的额定电压 U 至少应等于该系统的额定电压。

8) 截面

截面是指导体横截面的近似值。为了达到规定的直流电阻，方便记忆并且统一而规定的导体截面附近的一个整数值为标称截面。导体的标称截面不是导体的实际截面。

2. 井下电缆类型选择

根据使用地点的环境要求和电缆的结构特点选择电缆类型。首先需要明白井下电缆组成的系统及其使用地点、环境要求。

1) 井下电网

由井下电缆连接的系统称之为井下电网，图 1-3 所示为典型的井下电网。电网种类繁多，按照电压高低分为高压电网（大于 1140 V）、低压电网（小于等于 1140 V），图中从地面变电所到采区变电所隔爆变压器 T 及隔爆移动变电站进线侧均为高压电网，隔爆变压器 T 及隔爆移动变电站二次侧出线所接均为低压电网；按照电流的种类又分为交流电网（井下动力用）和直流电网（牵引电机车用），如图中由变流设备出线端所接电网即为直流电网，其他均为交流电网；按照母线（输入或输出的公共连接线）类型又分为单母线（一条母线）、单母线分段式（一条母线分为两段）和双母线（两条母线）电网，如图中的地面变电所、井下中央变电所和采区变电所的 6 (10) kV 母线即为单母线分段式（两段母线之间有母线联络开关，简称母联），其他均为单母线；按照接线方式分为干

线式电网（一条干线可以引出多条支线）和辐射式电网（一条母线可以引出多条支线），如图中除向带式输送机和小绞车输电的运输机斜巷和轨道斜巷电缆为干线式电网外，其他均为辐射式电网。

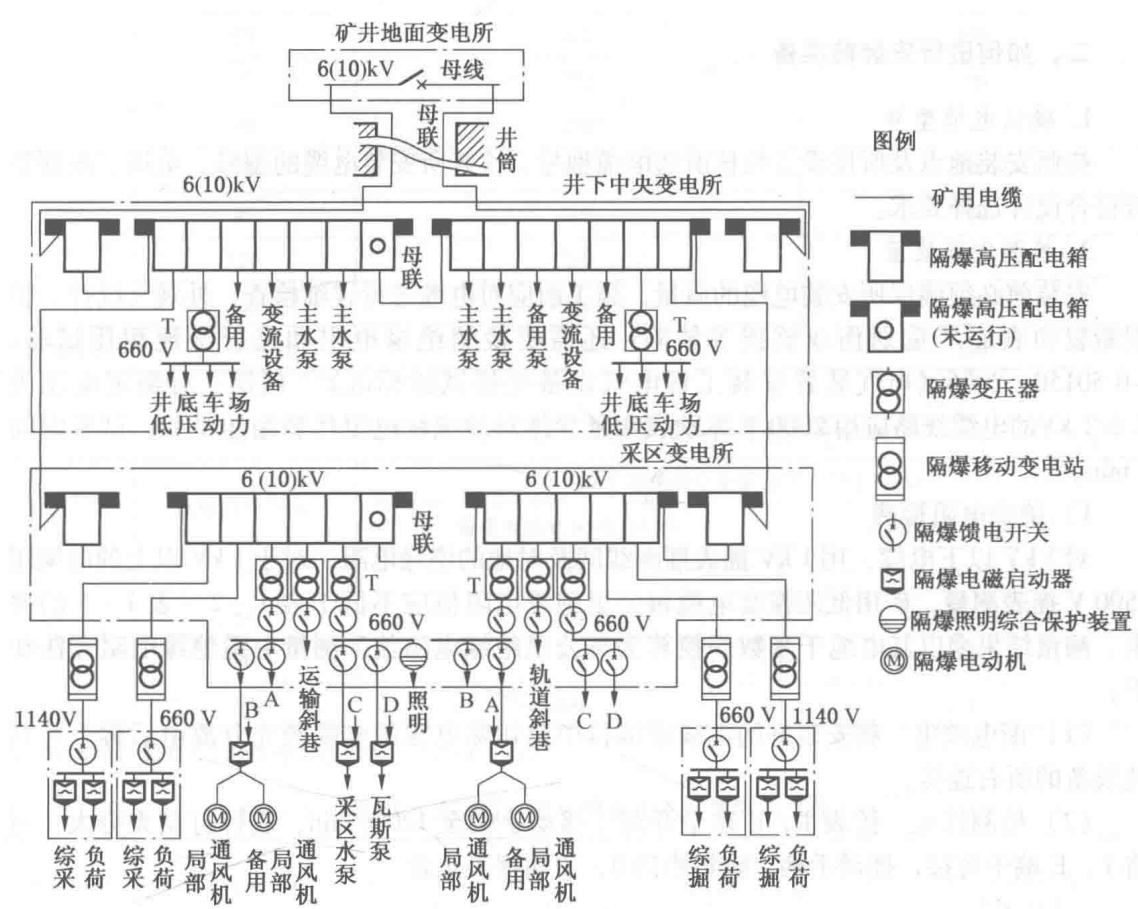


图 1-3 典型的井下电网图

地面变电所到井下中央变电所的电缆一般经副井井筒下井，中央变电所到采区变电所的电缆一般经井下大巷和采区斜巷敷设，采区变电所到隔爆移动变电站的电缆一般由采区斜巷到工作面平巷，隔爆移动变电站到工作面配电点的电缆在工作面平巷敷设，工作面配电点到工作面负荷的电缆由工作面平巷到工作面。由于该系统将地面变电所的 6（10）kV 高压送到工作面平巷的移动变电站，属于深井供电系统。

2) 井下低压电缆选型

(1) 支线电缆选型。支线是指从电动机的控制开关（如隔爆启动器）到电动机的供电电缆。由于井下低压电动机大多为非固定敷设，故选择矿用橡套电缆。采区由于有瓦斯煤尘爆炸危险，故选择绝缘屏蔽橡套电缆，如 MYP 型；且严禁采用铝芯，其中向移动或手持式设备供电选择专用电缆，如向采煤机供电选择 MCP、MCPJB、MCPJR、MCPT、MCPTJ 型采掘专用电缆，向井下巷道照明、输送机联锁、控制与信号设备供电选择 MYQ 型煤矿用移动轻型橡套软电缆。

(2) 干线电缆选型。干线是指从配电开关（如隔爆馈电开关）到电动机控制开关（如隔爆启动器）的配电电缆，经 45°以下的巷道敷设。由于属于半固定敷设，可选择煤矿用钢带铠装或细钢丝铠装塑料电缆，如 MVV22 型；也可选择矿用橡套电缆，如 MY 型、MYP 型。

二、如何进行安装前准备

1. 确认电缆型号

按照安装地点及所接设备校核所选电缆型号，检查所安装电缆的型号、电压、截面是否符合设计选择要求。

2. 检测电缆质量

安装前必须确保所安装电缆的质量，施工前应对电缆进行详细检查；外观无绞拧、护层断裂和表面严重划伤或破损等缺陷；还需要检测绝缘电阻和进行交流耐压试验。GB 50150—2006《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》^[3]规定：对额定电压为 0.6/1 kV 的电缆线路应用 2500 V 兆欧表测量导体对地绝缘电阻代替耐压试验，试验时间 1 min。

1) 绝缘电阻检测

对 1 kV 以下电缆，用 1 kV 摇表摇测线间及对地的绝缘电阻，对于 1 kV 以上的电缆用 2500 V 摇表测量，矿用低压橡套电缆每公里绝缘电阻值应不低于表 1-2 ~ 表 1-5 的要求。测量结果乘以其电缆千米数即换算为每公里绝缘电阻值。测量电缆绝缘电阻方法如下：

(1) 断电放电。将安装好的电缆或运行中已切除电源的电缆经充分放电后拆下与其他设备的所有连接。

(2) 检测摇表。摇表 L、E 端子开路，摇动手柄至 120 r/min，表针打至无穷大；再将 L、E 端子短接，摇动手柄，表针指向 0，说明摇表正常。

表 1-2 MY (MYP) 型矿用橡套电缆绝缘电阻最小值^[2]

动力线芯标称截面/mm ²	20 ℃时的绝缘电阻 最小值/(MΩ·km)	动力线芯标称截面/mm ²	20 ℃时的绝缘电阻 最小值/(MΩ·km)
4	600	95	200
6	450	120	200
10	400	150	180
16	350	185	180
25	300	240	160
35	250	300	140
50	250	400	140
70	200	—	—