

中等专业学校教学用书

煤矿电工学

岳文鑫 编

煤炭工业出版社

中等专业学校教学用书

煤矿电工学

岳文鑫 编



煤炭工业出版社

B017601

内 容 提 要

本书内容包括: 矿山供电概述、矿井供电系统及供电设备、采区供电计算和设备选择、采掘运机法的电气控制、煤矿固定机械的电气控制、用电安全技术等。

本书可作为煤矿中等专业学校地下采煤、煤矿机械化和煤矿建井三个专业的教材, 也可供煤矿有关技术人员参考。

责任编辑: 刘 泽 春

中等专业学校教学用书

煤 矿 电 工 学

岳 文 森 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安民门内大街北口)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092^{1/16}$

字数 216 千字

1983年6月第1版

书号15035·2560

印张 9 $\frac{1}{4}$, 插页 3

印数1—37,120

1983年6月第1次印刷

定价1.05元

前 言

1979年曾根据江西煤矿学校、大同煤矿学校、通化煤矿学校和抚顺煤矿学校等讨论制订的教学大纲，由岳文鑫同志主编，刘鹏飞、刘用中二同志协编，魏树义同志重审，出版了《煤矿电工学》教材（初稿）。

本书是（初稿）经过两年试用后，由原书重编岳文鑫同志按1981年徐州会议审定的教学大纲重新修订的。书中，为适应煤炭工业现代化的需要，适当增加了部分新技术和新设备，如矿用移动变电站、矿用隔爆真空磁力起动机、电动机综合保护装置等。同时，为适应不同专业教学要求，还选编了少量非必修的新技术装备，供在教学中根据专业情况适当取舍。

由于水平有限，难免存在缺点和错误，恳请读者提出批评指正。

编 者

一九八二年九月

目 录

前言

第一章 矿山供电概述	1
第一节 煤矿企业对供电的要求	1
第二节 矿用电气设备的特点及类型	3
第三节 建井时期的供电	5
第二章 矿井供电系统及供电设备	14
第一节 深井和浅井供电系统	14
第二节 矿用高压配电箱	17
第三节 矿用变压器	23
第四节 矿用隔爆自动馈电开关	25
第五节 隔爆移动变电站	26
第六节 矿用电缆及其敷设	28
第七节 矿井变电所	26
第三章 采掘运机械的电气控制	42
第一节 控制电器	42
第二节 控制电器元件的符号	46
第三节 矿用隔爆型磁力起动器	48
第四节 矿用隔爆安全火花型磁力起动器	53
第五节 矿用隔爆真空磁力起动器	60
第六节 装岩机电气控制	66
第七节 采煤机组的截割控制	67
第八节 刮板运输机集中控制	74
第四章 采区供电计算及设备选择	82
第一节 采区变压器的选择	82
第二节 低压电电缆截面选择	84
第三节 井下低压电网短路电流的计算	93
第四节 采区低压保护装置整定计算	104
第五章 煤矿固定机械电气控制	108
第一节 半自动化提升机电气控制	108
第二节 压风机同步电动机控制原理	113
第六章 用电安全技术	124
第一节 触电的危险及预防方法	124
第二节 保护接地系统	127
第三节 漏电保护装置	129
第四节 127 伏电网漏电保护	135
第五节 综合保护装置	140

第一章 矿山供电概述

第一节 煤矿企业对供电的要求

一、煤矿供电电源

煤矿企业中的设备绝大多数是用电为动力，合理供电对煤矿企业来说，具有十分重要的意义。

煤矿用电来自电力系统或矿区发电厂。

所谓电力系统，是由发电厂发电机、输电线路及升压或降压变电所组成的整体。图1-1是一个对煤矿供电的典型电力系统。

各种发电厂往往距工矿企业很远，而发电机输出电压，一般不超过10到20千伏，所以在发电厂中设有升压变压器，将电压升高后再输送。输电容量越大，输送距离越长，则需要的电压越高。但输送电压越高，电气设备的价格和输电线路的投资越大，究竟采用多高的电压合理，需经过经济技术比较决定。

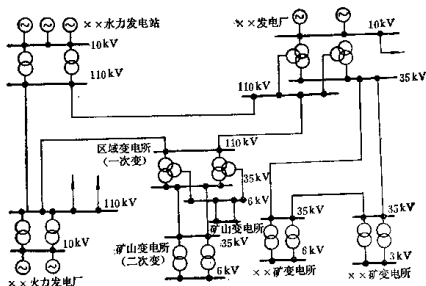


图 1-1 电力系统

发电厂对附近的工矿企业供电，可直接用发电机输出的电压，也可根据用户的距离和容量，一个发电厂或一个区域变电所同时用几种不同的电压供电。以获得输电线路最合理最经济的电压等级。而且，电力系统中的各发电厂之间用输电线路相连，用以提高供电的可靠性及调节各发电厂的负荷。

一般送达矿山地面变电所的电压是35千伏，当矿区的用电容量很大，距发电厂又很远时，则由发电厂用更高的电压对矿区供电。此时需要建立区域变电所（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。其中，距区域变电所很近的矿山，不需设35/6千伏主变压器，而直接用6千伏输电线路送到矿山地面变电所，变电所设备可

以简化。

为了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。在矿山距电厂或区域变电所较近的情况下，可由电厂或区域变电所向矿山用平行双回路的方式供电。当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，一般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回路联络线，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、电压等级

国家对输电线路电压等级作了如下规定：交流低压为127，220，380伏；交流高压为3，6，10，35，60，110，154，220，330千伏；直流为110，220，440伏。

根据煤矿生产的实际情况，常用的交流电压有以下几种：

35千伏——作为矿山地面变电所的电源进线电压。但电厂或区域变电所附近的矿山也采用10千伏或6千伏作为电源进线电压；

10千伏——作为电厂或区域变电所附近的矿山电源进线电压；

6千伏——作为矿山大型设备的用电电压。如向主扇风机、提升机、井下中央变电所、主排水泵和采区变电所等的供电电压；

1140伏——作为综合机械化采煤工作面成套电气设备的用电电压；

660伏——作为井下采、掘、装、运等机械的用电电压；

380伏——作为地面或井下小型机械的用电电压。如地面的皮带输送机、车床或井下的装、运机械等；

220伏——作为地面照明及电风扇等的单相用电电压；

127伏——作为井下照明和煤电钻的用电电压。

煤矿常用的直流电压有以下几种：

250伏（550伏）——作为架线式电机车的用电电压；

110伏（或220伏）——作为变电所的直流操作、继电保护的电源和大型提升机的控制系统的电源。

三、煤矿企业对供电的要求

煤矿企业是重要的电能用户，生产条件和作业环境比较恶劣，对供电有如下要求：

1) 供电可靠：即要求供电不间断。供电中断不仅会影响产量，而且会因停止通风、排水，造成人身生命危险和设备破坏。所以，对于这类重要负荷从供电设计到施工、运行，无论在任何情况下，都必须保证可靠供电；

2) 供电安全：由于煤矿井下的特殊工作环境，任何供电作业的疏忽大意，都容易引起触电、电火灾和瓦斯煤尘爆炸等危险。所以，煤矿对安全供电尤其重视。要求必须严格按照有关规程的规定进行供电作业；

3) 供电经济：要求做到供电系统投资少、运行维修费用低，并尽量减少有色金属的消耗量；

4) 供电质量良好：要求电源的电压及频率稳定，最好保持在额定值。即使电压有些变化，一般要求不超过 $\pm 5\%$ ，以保证用电设备正常运行。

四、规矿电力负荷分类

煤矿企业中电力负荷分类，是根据负荷的重要性及供电中断将发生的危害程度，一般

将电力负荷分为三类。

第一类负荷：凡因突然停电将造成人身伤亡事故，损坏重要设备且难以修复，或给企业造成重大经济损失的负荷。例如，主要扇风机，三级和超级瓦斯矿井的区域扇风机，主要提升机及其附属设备，主斜井的皮带运输机，井下中央变电所及主排水泵等。对第一类负荷供电，必须有备用电源。

第二类负荷：凡因突然停电将造成大量减产和较大经济损失的负荷。例如压风机、采区变电所、露天矿变电所等都属于这类负荷。对第二类负荷供电，是否需要备用电源，应根据企业规模和技术经济比较决定，对于中小型煤矿一般只需专用供电线路，而不需备用电源；但需在仓库里储备一套设备，以备故障时临时更换。对于大型煤矿则一般需要备用电源。

第三类负荷：凡突然停电对生产无直接影响的负荷。例如修配厂及公用事业用电设备等都属于这类负荷。对第三类负荷不需要备用电源，还可采用几个负荷合用一路供电线路的分支接线方式。

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，停止对第三类负荷供电，以便保证对第二类负荷全部或部分供电，维持生产，确保对第一类负荷不中断供电，以达到安全生产的目的。

第二节 矿用电气设备的特点及类型

一、矿用电气设备构造特点

矿用电气设备是指使用在井下的各种电气设备。井下的工作条件与地面差别很大，矿用电气设备必须适应井下的特殊条件，因而形成其构造上的特点。

1) 井下巷道、硐室和工作面空间狭窄，因此电气设备要有足够的容量，又要有最小的尺寸；

2) 采区设备移动频繁。如采煤机、运输机、装岩机及其他电气设备，必须随工作面推进而移动，因此电气设备在结构上应便于移动；

3) 由于工作面经常放炮以及岩石和煤块可能塌落，易砸坏设备，因此电气设备必须有坚固的外壳；

4) 井下有水、矿尘和潮气，为了避免水、矿尘和潮气进入电气设备内部，外壳应做成封闭式和涂以防锈防腐油漆，并且电气设备应用防潮的绝缘材料；

5) 井下有瓦斯和煤尘，在一定条件下有爆炸的危险，因此电气设备往往做成防爆或安全火花型；

6) 井下机电设备起动频繁，负荷变化较大，设备容易过载。

因此，煤矿井下必须根据煤矿安全规程的规定，采用下列相应的矿用电气设备。

二、矿用电气设备的类型

1) 一般矿用型电气设备（KY）：除开采用煤和瓦斯突出煤层的矿井外，无瓦斯涌出的井底车场和主要进风巷道中，面定式的电气设备可以采用一般矿用型。使用架线电机车运输的巷道及沿该巷道的主要机电硐室，包括照明灯、电话、信号和自动闭锁装置，都可采用一般矿用型电气设备。这类电气设备构造上应满足下列主要要求：

(1) 电气设备的外壳应有较高的机械强度，保护内部机构免遭损坏，并且能防止水

滴入或溅入；

(2) 电气设备的绝缘应当防潮，能在周围温度为 25°C ，相对湿度为97%情况下正常工作。因工作中经常过负荷运行，所用绝缘材料应不低于B C级。机器内部的绝缘应当耐油；

(3) 触头及导电部分应装入封闭的外壳或浸在油内；

(4) 电缆及电气设备的联接，按规定必须使用密封的电缆接头或插销装置；

(5) 所有移动机械的电气控制装置及电缆插销均应有机械或电气闭锁，以防止在带电情况下打开电气设备外盖或拔掉插销，或当外盖未盖好时送电；

(6) 磁力起动器的控制线路电压不高于36伏。

2) 矿用安全型电气设备(K A)：一、二级瓦斯矿井的采区进风巷道中，固定式电气设备可以采用矿用安全型；除开采用有瓦斯喷出或有煤和瓦斯突出煤层的矿井外，三级、超级瓦斯矿井井底车场和主要进风巷道中，可以采用矿用安全型照明灯。

对这类电气设备，除符合上述一般矿用型电气设备的要求外，还应符合下列要求：

(1) 将正常工作中发生电火花或电弧的部分，如绕线式电动机的滑环、接触器或控制器的触头、电话机感应器等，密封在隔爆的外壳中；

(2) 凡正常工作中不应有火花、电弧的部分，如鼠笼式电动机、电缆接线盒等，在安装及操作过程中，应保证不发生电火花及电弧；

(3) 电气设备的额定温升比该级绝缘材料的容许温升低 10°C （相当容量降低10%使用）。

3) 隔爆型电气设备(K B)：三级、超级瓦斯矿井要采用矿用隔爆型的固定电气设备，在工作面顺槽及回风巷道中，必须采用矿用隔爆型照明灯。在有瓦斯或煤尘爆炸危险的矿井内，移动式电气设备必须采用隔爆型。

这类电气设备除应符合一般矿用型设备的构造条件外，还要有耐爆和隔爆的性能。即设备的外壳经特殊的加工具有足够的机械强度，保证外壳内部瓦斯爆炸时不被损坏，并不致引起外部瓦斯燃烧和爆炸。

当沼气含量为8.3~8.5%时，爆炸产生的压力最大，但外壳内最大爆炸压力与外壳的散热条件有关，体积越小所产生的压力也越小。因此隔爆电气设备的隔爆外壳所承受的最大压力，由其体积大小决定。

根据隔爆电气设备制造规程，不同体积的隔爆外壳，必须经过下列压力的水压试验：

体积为0.5公升以下者——3个大气压

体积为0.5~2.0公升者——6个大气压

体积为2公升以上者——8个大气压

应该指出，爆炸压力与爆炸前外壳内气体压力成正比。当初压力为1个大气压时，爆炸压力约为8个大气压。若爆炸前外壳内气体压力为5个大气压时，则爆炸时产生的压力约为40个大气压。为避免多空腔外壳内爆炸压力叠加现象发生，隔爆外壳内各个空腔之间必须用断面不小于750平方毫米的孔洞将它们沟通。若孔洞为长方形者，其一边的长度不小于4毫米。

在构造上应使外壳内部爆炸产生的火焰，经外壳间隙扩散到外面的途中被冷却，不致引起外部沼气爆炸。同时由于爆炸气体向外泄漏，也减小了内部的爆炸压力。因此隔爆电

气设备制造规程规定隔爆不动接合面的最小宽度:

外壳体积为0.1公升以下者——5毫米

外壳体积为0.5公升以下者——8毫米

外壳体积为0.5~2.0公升者——15毫米

外壳体积为2.0公升以下者——25毫米

同时, 隔爆接合面间隙应大于0.5毫米; 隔爆面应保持平整, 光洁度不低于 $\nabla 5$, 但对操纵杆及电机轴应不低于 $\nabla 6$, 且无锈蚀及机械伤痕。隔爆外壳上的紧固螺栓及弹簧垫圈不能缺少, 电缆引出线口应用橡胶密封圈及钢垫圈堵严, 以防失去隔爆性能。

4) 安全火花型电气设备 (KH): 是指在该设备的电路中, 无论在正常工作或故障状态下, 所产生的电火花, 均不能点燃沼气和煤尘。安全火花型电气设备不需要笨重的隔爆外壳和闭锁装置, 因此设备的体积小、重量轻、便于维护及操作, 同时可以降低设备造价及节约钢材。

在电气回路中, 凡不足以引起沼气爆炸的电流称为安全火花电流。点燃电流 I_{Dr} 与安全火花电流 I_{AH} 之比值 K_{AH} 称为火花安全系数。

$$\text{即: } K_{AH} = \frac{I_{Dr}}{I_{AH}},$$

任何安全火花电路, 均有正常工作和故障状态两种运行条件, 对正常工作状态, 安全系数取2, 即将其安全火花电流值限定在:

$$I_{AH} = \frac{I_{Dr}}{2} = 0.5I_{Dr},$$

对故障状态, 安全系数取1.5, 其故障点燃电流较正常工作状态稍高

$$\text{即: } I_{GDr} = \frac{I_{Dr}}{1.5} = 0.66I_{Dr}.$$

因此, 安全火花电路的电流必须满足下列两点要求:

- 1) 正常工作状态时, 电路的电流不大于上述正常工作时的安全火花电流 I_{AH} ;
- 2) 故障状态时 (如短路等), 通过的电流不大于上述故障点燃电流 I_{GDr} (所谓故障点燃电流是指或然率 $\rho = 10^{-4}$ 时点燃电流而言)。

构成安全火花电路, 主要靠电参数 (电压、电流和电感等) 选择适当, 降低供电电压, 降低电路电流和补偿电路的电感是其主要措施。

矿用安全火花型电气设备, 适用范围与KB型相同, 可用于一切有瓦斯煤尘爆炸危险的矿井。如将安全火花电路与电力控制装置合在一起时, 均装在一个隔爆外壳之内, 称这种装置为隔爆安全火花型电气设备, 以符号KBH表示。如现在广泛使用的QC810-60型隔爆安全火花型磁力起动器。

第三节 建井时期的供电

一、建井时期临时变电所

建设矿井一切施工都需要供电。而且具有负荷变化大、负荷同时率低, 设备多属临时装设等特点。因此, 建井时期所需要电力, 在有条件的地方应尽量利用永久电网和永久变电所, 以减少临时工程项目, 节约投资。

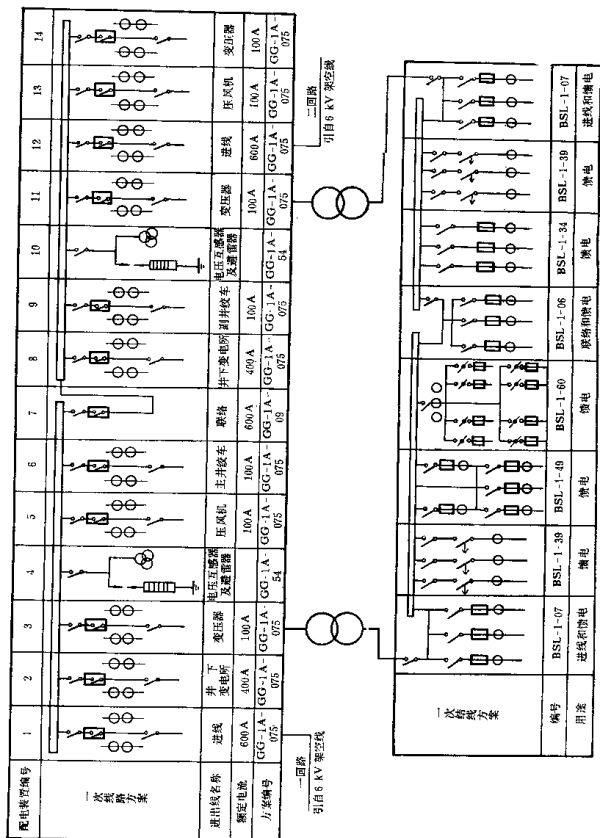


图 1-2 6 千伏临时变电所一次接线系统图

建井时期有 6 千伏和 35 千伏临时变电所两种。

6 千伏临时变电所一次接线系统如图 1-2 所示。变电所的进线是两回路，电压为 6 千伏。室内的高压配电装置用 GG 型开关柜[●]。变压器用 SJL₁ 型，装在室外，它将 6 千伏降至 380/220 伏。低压配电装置用 BSL 型配电屏，装在室内，给低压动力和照明配电。必须注意，向井下供电的变压器禁止中心点接地，所以，向井下供电应单独设置变压器。

临时变电所变压器容量计算与选择

变压器容量计算采用需用系数法，

$$S_B = \frac{K_X \cdot \Sigma P_e}{\cos \varphi_{d1}} \quad (\text{千伏安}) \quad (1-1)$$

式中 S_B ——变压器计算容量 (千伏安)；

ΣP_e ——由该变压器供电的电动机功率之和 (千瓦)；

K_X ——需用系数 (见表 1-1)；

$\cos \varphi_{d1}$ ——电动机的加权平均功率因数 (见表 1-1)。

表 1-1 各设备 $K_X \cos \varphi$ 值

名 称	需 用 系 数 K_X	加权平均功率因数 $\cos \varphi_{d1}$
提升设备	0.5	0.8~0.85
通风设备	0.8	0.8
排水设备	0.7	0.8
压气设备	0.7	0.85
照明负荷	0.8	1
地面其他动力设备	0.45	0.7~0.8
井下其他动力设备	0.65	0.8
全矿综合计算时	0.4~0.65	0.7~0.8

变压器型号通常选用三相双卷变压器，SJL₁系列的变压器技术特征见表 1-2。

变压器台数，应根据用电负荷的大小、负荷的类别和现有设备情况等因素确定。确定的原则见表 1-3。

【例 1-1】已知某矿施工期间低压负荷 (见统计表 1-4)，电源电压为 6 千伏，计算和选择临时变电所的变压器。

解：

变压器容量计算，根据表 1-4 的负荷统计数据及取 $K_X = 0.65$ ， $\cos \varphi_{d1} = 0.8$ ，代入 1-1 式得

$$S_B = \frac{K_X \cdot \Sigma P_e}{\cos \varphi_{d1}} = \frac{0.65 \times 1722.3}{0.8} = 1400 \quad (\text{千伏安})$$

1

● GG 型高压开关柜通常作为煤矿地面变电所和车间的高压受入和配出装置。它由少油断路器、隔离开关、母线、电流互感器、继电器及隔离开关和油断路器的操作机构等组成。其型号含义如 GG-1A-07S：第一个字母 G—高压开关柜；第二个字母 G—固定式；1—设计序号；A—派生代号；07—一次接线方案编号；S—手动操作机构。如果是电动操作机构用 D 表示。

又根据表 1-2 和表 1-3 选用 SJL₁-1000/6 型铝绕组变压器两台，当一台变压器发生故障时另一台能保证全工地 70% 负荷用电。

验算： $S_{Be} = 1000 \text{ 千伏安} \geq 1400 \text{ 千伏安} \times 0.7 = 980 \text{ 千伏安}$

所选变压器满足要求。

表 1-2 SJL 系列电力变压器技术数据

高压电压： $10 \pm 5\%$ ， $6.3 \pm 5\%$ ， $6 \pm 5\%$ 千伏，低压电压：400 伏

连接组别：Y/Yo-12

冷却方式：油浸自冷

额定容量 (千伏安)	阻抗电压 百分比	损耗 (瓦)		空载电流 百分比	总高 (吨)	外形尺寸 (毫米) 长×宽×高	备 注
		空 载	总 损 耗				
20	4.0	135	725	10	0.20	870×630×1035	
30		180	1010	8.5	0.26	915×645×1070	
40		210	1200	7.1	0.30	955×660×1110	
50		250	1400	7.0	0.31	995×655×1135	
60		290	1720	6.0	0.43	1025×695×1160	
80		345	2045	5.5	0.48	1050×710×1195	
100		410	2460	4.9	0.57	1115×720×1215	
125		480	2880	4.2	0.68	1150×735×1300	
160		560	3460	3.9	0.81	1170×895×1420	
200		640	4240	3.6	0.94	1480×910×1590	
250		780	4880	3.4	1.08	1445×920×1660	
315		900	5900	3.1	1.30	1315×935×1705	
400		1100	7100	3.0	1.52	1565×960×1765	
500		1250	8350	2.7	1.82	1665×920×1860	
630		1500	9900	2.6	2.02	1685×1010×1930	
800	4.5	1900	14900	2.6	2.97	2060×1200×2470	
1000		2300	16800	2.2	3.44	2150×1380×2550	
1250		2800	19200	2.1	4.00	2350×1415×2730	
1600		3300	23300	1.9	5.20	2450×1435×3000	

表 1-3 主变压器台数选择表

台 数	适 用 条 件
一 台	一般用于对不重要的负荷供电，也可用于已解决备用电源的一类负荷。变压器容量宜有 15~25% 的富裕
二 台	1. 适用于建井期间一、二类负荷 2. 原有一台变压器已不适应负荷增长的要求，更换大容量的变压器要增加限制短路电流的设备而使变电所改造工程较大时
三 台	投资较昂贵，结线和操作较复杂。但能适应分期建设的需要。与两台变压器相比，设备总容量相等时，备用容量较大。适用于原有两台变压器的变电所，当容量不足而又无大容量变压器更换的情况下采用

表 1-4 6千伏临时变电所低压负荷统计表

车 间 名 称	设备总额定功率 (千瓦)	备 注
压风机房	465	
副井1.6米绞车	90	
主井2米绞车	198.8	
主井东南稳车	80	
主井料场	41.8	
主井2米稳车	55	
主井西北及西稳车	117.5	
副井稳车	195	
副井口配电点 (包括吊泵)	170	
副井搅拌机大皮带	69.5	
木工厂	20	
机 厂	36	
钢 炉 房	30.2	
充 电 室	15	
钢 筋 棚	14.5	
3米绞车低压力动力	14	
井口抽风机	110	
总 计	$\Sigma P_0 = 1722.3$	

二、建井临时供电线路

建井期间地面临时供电线路，尽量采用架空线路。只有在受到条件（如线路过多，架空线路敷设有困难或特殊要求）限制时，才根据具体情况采用电缆线路。

在建井的工业广场内，由于各种稳车和提升绞车的钢丝绳纵横交错，施工过程中设备也要更换位置，用架空线送电不安全，所以采用电缆线路。又因为施工设备的临时性，绝大部分采用橡胶电缆；只有6千伏的高压设备（如绞车）或少数固定设备才用铠装电缆。

在建井开始时，工业广场地面尚未铺好，电缆不可能埋在电缆沟内，而是挂在木柱的电缆钩上（电缆距地面高度不少于3米），送到井口附近，再分别引至各种设备。这样，既不妨碍人员、车辆通行，又便于检查改接。

送到变电所的电源线和工业广场外围干线（向各辅助车间动力设备和室内照明供电），一般是架空线路。

图1-3为某工地临时低压线路布置图。从变电所引出的橡胶电缆线，挂在一趟木杆上，木杆间距为20米。另外，在工业广场外围有两趟（1-12号杆，13-20杆）低压架空线路。

架空线路基本元件有导线，绝缘子和电杆等。其架设形式如图1-4所示。

低压架空线路常用裸铜线（TJ型）、裸铝线（LJ型）及铜芯或铝芯绝缘导线。绝缘导线的型号、名称及用途等技术数据见表1-5。

低压架空线路是通过针式绝缘子固定在电杆上，绝缘子的材料为瓷质，其结构形式如图1-5所示。

低压架空线路用的电杆，有混凝土电杆和木电杆两种，目前已广泛采用混凝土电杆。

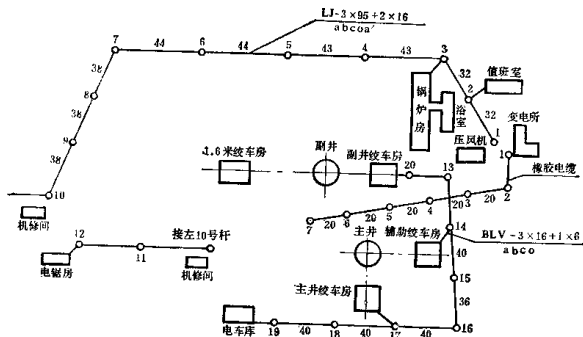


图 1-3 建井时期临时低压线路布置图

表 1-5 500伏以下配电力及照明绝缘电线的型号种类和用途

型 号	名 称	主 要 使 用 范 围
BV-70 BVR-70 BVV-70 BLV-70 BLVR-70 BLW-70	聚氯乙烯绝缘铜芯线 聚氯乙烯绝缘铜芯软线 聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套铜芯线 聚氯乙烯绝缘铝芯线 聚氯乙烯绝缘铝芯软线 聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套铝芯线	用于交流500伏及以下的电气设备和照明装置，其中BVR型软线适于要求电线较柔软的场所
BVZ-70	聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套连接软线	用于交流额定电压500伏及以下的移动式日用电器间的连接
BLXF	铝芯氯丁橡皮绝缘电线	用于交流电压500伏及以下，直流1000伏及以下的农村和城市房内外架空、明敷、穿管固定敷设的照明及电气设备

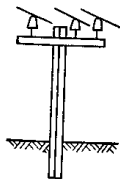


图 1-4 低压架空线路的形式

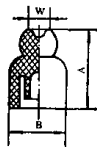


图 1-5 针式绝缘子

低压架空线路导线截面选择

1. 选择的依据

- 1) 按机械强度选择: 为了防止线路在安装和运行中发生断线, 线路导线必须具有足够的机械强度。表(1-6)是导线在各种不同敷设方式下, 满足机械强度要求的最小截面。
- 2) 按允许电流选择: 为了避免导线绝缘因过热损坏, 导线长期流过的电流不应超过允许电流, 如表(1-7), 表(1-8)。
- 3) 按允许电压损失选择。

在选择导线截面时应满足上述三个条件。如果线路较长, 应按电压损失确定截面; 如果线路较短, 应按允许电流确定截面; 对于小负荷的线路, 通常按机械强度确定截面。

2. 按允许电压损失条件选择导线截面。其计算公式如下(参阅图1-6)。

$$S = \frac{PL}{Ce(\%)}$$
 (毫米²)

式中 P ——负载的功率或线路输送的功率(千瓦);

L ——输电线路的距离(米);

$e(\%)$ ——线路的允许电压损失百分值。

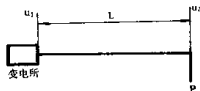


图 1-6 求干线电压损失图

$$e(\%) = \frac{u_1 - u_2}{u_n} \cdot 100\% = \frac{\Delta u}{u_n} \cdot 100\%$$

其中 u_1 ——干线始端电压(伏);

u_2 ——干线终端电压(伏);

u_n ——线路额定电压(伏);

Δu ——电压损失(伏)。

对于电动机 $e(\%) \leq \pm 5\%$ (临时供电线路可降到 8%); 对于照明 $e(\%) = +5\% \sim -2.5\%$ (最大允许值到 -5%)。

C ——系数, 视导线材料、送电电压及配电方式而定(见表1-9)。

【例1-2】某工地在距变压器220米处安装一台混凝土搅拌机, 其电机额定功率为11千瓦, 功率因数为0.83, 效率为0.81, 负荷系数为1, 采用380伏三相四线制供电, 试确定导线截面和型号。

现拟用BLV型聚氯乙烯绝缘铝线

解: (1) 按机械强度选择。对于室外架空线, 据表1-6用铝芯截面不得小于10平方毫米

(2) 按允许电流 I_R 选择

$$I_s = \frac{P_e 10^3}{\sqrt{3} u_n \cos \varphi \eta} = \frac{11 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.83 \times 0.81} = 24.9 \text{ (安)}$$

查表1-7 $S = 2.5$ 平方毫米铝芯绝缘导线, 长时允许电流为26安, 大于24.9安满足要求。

(3) 按允许电压损失条件选择截面

$$S = \frac{PL}{Ce(\%)} = \frac{13.6 \times 220}{46.3 \times 5} = 12.9 \text{ (毫米}^2\text{)}$$

$$\text{式中 } P = \frac{P_e}{\eta} = \frac{11}{0.81} = 13.6 \text{ (千瓦)}$$

C 由表1-9查得。

为了满足以上三个条件, 选用 $S = 16$ 平方毫米的BLV型绝缘铝导线。

由例题可以看出, 虽然线路输送的功率不大, 但由于送电距离较远(220米), 故主要应考虑电压损失。

表 1-6 在各种不同敷设方式下, 导线按机械强度要求允许的最小截面

导 线 用 途	导线最小截面 (毫米 ²)	
	铜 线	铝 线
照明装置用线: 户内用 户外用	0.5	2.5
	1.0	2.5
双芯软电线: 用于吊灯 用于移动式生活用电设备	0.35	—
	0.5	—
多芯软电线及电缆: 用于移动式生产用电设备	1.0	
绝缘导线: 用于固定架设在绝缘子上 (室内) 间距为: 2 米以下者 6 米以下者 25 米以下者		
	1.0	2.5
	2.5	4
	4.0	10
裸导线: 户内用 户外用	2.5	4
	6	16
绝缘导线: 穿在管内 木槽板内	1.0	2.5
	1.0	2.5
绝缘导线: 户外沿墙敷设 户外其他方式	2.5	4
	4	10

表 1-7 BV型BLV型绝缘导线参考载流量

标称截面 (毫米 ²)	导电线结构		参 考 载 流 量 (安)			
	根 数	直 径 (毫米)	BV		BLV	
			单 芯	双 芯	单 芯	双 芯
0.8	1	1.00	17	13	13	10
1.0	1	1.13	20	16	15	12
1.5	1	1.37	25	21	19	16
2.5	1	1.76	34	26	26	22
4.0	1	2.24	45	38	35	29
6.0	1	2.73	56	47	43	36
8.0	2	1.20	70	58	54	45
10.0	2	1.33	85	72	66	56
15	2	1.70	113	96	87	73
25	2	2.12	146	123	112	95
35	2	2.5	180	151	139	117
50	19	1.83	225	188	173	146
75	19	2.14	287	240	220	185
95	19	2.50	350	294	254	214