

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50417 – 2017

煤矿井下供配电设计规范

Code for design of electric power supply
of under the coal mine

2017 – 05 – 04 发布

2018 – 01 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

煤矿井下供配电设计规范

Code for design of electric power supply
of under the coal mine

GB/T 50417 - 2017

主编部门：中 国 煤 炭 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 8 年 1 月 1 日

2018 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1543 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《煤矿井下供配电设计规范》的公告

现批准《煤矿井下供配电设计规范》为国家标准，编号为 GB/T 50417—2017，自 2018 年 1 月 1 日起实施。原国家标准《煤矿井下供配电设计规范》GB 50417—2007 同时废止。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2017 年 5 月 4 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《2014 年工程建设标准规范制定修订计划》(建标〔2013〕169 号)的要求,由中煤科工集团武汉设计研究院有限公司和中国煤炭建设协会勘察设计委员会会同有关单位,对原国家标准《煤矿井下供配电设计规范》GB 50417—2007 进行修订的基础上完成的。

在本规范修订过程中,规范编制组经广泛调查研究,认真分析、总结和吸取了近年来国内外煤矿建设的新技术、新装备及新的科研成果,注意与相关标准的衔接,并广泛征求意见,反复修改,最后经审查定稿。

本规范共分 10 章,内容涉及煤矿井下供电的各个方面,主要包括:总则、术语和符号、井下供配电系统与电压等级、井下电力负荷统计与计算、井下电缆选择与计算、井下主变电所、采区供配电、井下电气设备保护及接地、井下照明,适用于煤矿井下供电设计咨询的各个阶段。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,中国煤炭建设协会负责日常管理工作,中煤科工集团武汉设计研究院有限公司负责具体内容的解释。在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议寄交中煤科工集团武汉设计研究院有限公司(地址:湖北省武汉市武昌区武珞路 442 号,邮政编码:430064),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中煤科工集团武汉设计研究院有限公司

中煤科工集团北京华宇工程有限公司

参 编 单 位:中煤西安设计工程有限责任公司

煤炭工业合肥设计研究院
中煤邯郸设计工程有限责任公司
中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司
煤炭工业太原设计研究院
大地工程开发(集团)有限公司
北京圆之翰工程技术有限公司
煤炭工业郑州设计研究院股份有限公司
山西约翰芬雷华能设计工程有限公司

主要起草人:张建民 张 焱 周秀隆 于新胜 胡家运
杨丰伟 邹仕强 付倩宁 刘亦娟 董士珍
李文秋 祝 坚 许 涛 景沈锋 孔凡平
白怡明 陈学彬 王 坚 葛 勇 刘雷霆
周桂华 胡腾蛟 吕东霞 李 明 潘正云
孙黔茂 张明钰 张晓四
主要审查人:何建平 李玉瑾 李定明 于 旻 李惠平
杜占义 张庆福

目 次

1 总 则	(1)
2 术语和符号	(2)
2.1 术语	(2)
2.2 符号	(4)
3 井下供配电系统与电压等级	(6)
4 井下电力负荷统计与计算	(9)
5 井下电缆选择与计算	(11)
5.1 电缆类型选择	(11)
5.2 电缆安装及长度计算	(11)
5.3 电缆截面选择	(13)
6 井下主变电所	(14)
6.1 变电所位置选择及设备布置	(14)
6.2 设备选型及主接线方式	(16)
7 采区供配电	(18)
7.1 采区变电所	(18)
7.2 采区配电	(19)
7.3 采区线网	(19)
8 井下电气设备保护及接地	(21)
8.1 电气设备保护	(21)
8.2 电气设备接地	(22)
9 井下照明	(25)
本规范用词说明	(28)
附:条文说明	(29)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(4)
3	Underground power supply system and voltage grade	(6)
4	Underground power load statistics and calculation	(9)
5	Underground cable selection and calculation	(11)
5.1	Cable types selection	(11)
5.2	Cable installation and length calculation	(11)
5.3	Selection of cable section	(13)
6	Underground main substation	(14)
6.1	Substation site selection and arrangement	(14)
6.2	Equipment selection and the main connection mode	(16)
7	Mining area power supply	(18)
7.1	Mining area substation	(18)
7.2	Mining area distribution	(19)
7.3	Mining area network	(19)
8	Underground electrical equipment protection and grounding	(21)
8.1	Electrical equipment protection	(21)
8.2	Electrical equipment grounding	(22)
9	The underground lighting	(25)
	Explanation of wording in this code	(28)
	Addition; Explanation of provisions	(29)

1 总 则

1.0.1 为规范煤矿井下供配电设计,做到技术先进、安全可靠、经济合理,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于设计生产能力 0.09Mt/a 及以上新建、改建和扩建煤矿的井下供配电设计。

1.0.3 煤矿井下供配电设计应采用国内外先进技术、经实践检验成熟可靠的新技术、新工艺、新设备、新材料。

1.0.4 煤矿井下供配电设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 井下供电系统 underground power supply system

井下的供电电缆、供电设备及其组成的变电、配电和用电的整体。

2.1.2 井下主(中央)变电所 underground main substation

设置在井底车场或主要开采水平,接受引自矿井地面电源,具有向本开采水平全部或局部范围负荷配电功能的变、配电中心。

2.1.3 采区变电所 working section substation

为采区(盘区)采掘机械、提升运输机械等用电负荷配电的变、配电中心,又称盘区变电所。

2.1.4 分水平主变电所 sub level main substation

区别于井下主(中央)变电所,作为矿井多水平开采时下水平设置的具有向本开采水平全部或局部范围负荷配电功能的变、配电中心。

2.1.5 工作面配电点 face power distribution point

工作面及其附近巷道的配电中心。

2.1.6 矿用隔爆型移动变电站 flameproof mobile substation; flameproof transformer in mine

由变压器及高、低压开关等组成的,可随工作面移动的隔爆型电气设备的整体。

2.1.7 矿用隔爆型干式变压器 flameproof dry-type transformer

不用油绝缘和冷却的隔爆型变压器。

2.1.8 总接地网 general earthed system; power grounding

system

整个井下通过接地母线、辅助接地母线、接地导线及接地引线连接在一起,并与所有电气设备(包括电缆)的接地部分和各主接地极、局部接地极均相连接而形成的接地网络。

2.1.9 井下主接地极 underground main earthed electrode;
underground main earthed pole

埋设在井底、副水仓或集水井内的金属板式接地极。

2.1.10 局部接地极 local earthed electrode

除主接地极外,在集中或单个装有电气设备的地点埋设的接地极。

2.1.11 接地装置 earthing device

各接地极和接地导线、接地引线的总称。

2.1.12 接地母线 earthed busbar; ground strap; ground bus

与主接地极连接,供井下主变电所、主水泵房等所有电气设备外壳进行连接的母线。

2.1.13 接地导线 earthing conductor; earth conductor

主接地极与接地母线之间、局部接地极与辅助接地母线之间连接的导线。

2.1.14 井下保护接地 underground protective earthing

将电气设备正常不带电的外露金属部分用导体与总接地网或与接地装置连接起来的技术措施。

2.1.15 总接地网接地电阻 earthing resistance of general earthed system

总接地网上任意点的对地电阻。

2.1.16 漏电保护 earth leakage protection

电网漏电电流超过设定值时,能自动切断电路或发出信号的保护功能。

2.1.17 选择性漏电保护 selective earth leakage protection

电网馈出线上发生漏电故障时,能正确选出并切断发生故障

馈出线的保护功能。

2.1.18 漏电闭锁 earth leakage lockout

电气装置在分闸断电状态下,负载侧网络绝缘电阻降低到装置整定值以下时,保证装置不能向负载合闸送电的一种电气保护功能。

2.1.19 矿用防爆型电气设备 electrical apparatus for explosive atmospheres

按照国家相关标准生产的、专供煤矿井下使用(取得煤矿矿用产品安全标志证书)的防爆电气设备。

2.1.20 隔爆型电气设备 flameproof electrical apparatus

具有隔爆外壳的防爆电气设备。

2.1.21 局部通风机“三专”供电 auxiliary fan power supply with dedicated line switch and transformer

采用专用变压器、专用开关、专用线路向每个掘进工作面的局部通风机供电的技术措施。

2.1.22 漏电保护装置 earth-leakage protector; earth-leakage protective equipment

矿用隔爆型检漏装置、矿用隔爆型选择性检漏装置、漏电指示器和漏电闭锁装置等的总称。

2.1.23 漏电闭锁装置 earth-leakage interlock unit; leakage interlocking device

电气装置在分闸断电状态下,负载侧网络绝缘电阻降低到装置整定值以下时,使电气装置的开关闭锁不能向负载合闸送电的保护装置。

2.1.24 矿用电缆 mine cable

专供煤矿井下和地面的电气设备及装置使用的并取得煤矿矿用产品安全标志证书的阻燃电缆,又称煤矿用电缆。

2.2 符 号

S——工作面的电力负荷视在功率(kV·A);

ΣP_e ——工作面用电设备额定功率之和(kW)；

$\cos\Phi$ ——工作面的电力负荷的平均功率因数；

K_x ——计算变电所母线负荷的需用系数；

K_f ——需用系数，当为综采及综掘工作面时取 0.4~0.5，综放工作面时取 0.5~0.6；

P_d ——最大一台(套)电动机功率(kW)。

3 井下供配电系统与电压等级

3.0.1 下列用电设备应按一级用电负荷设计,其配电装置必须由两回路或两回路以上电源线路供电。电源线路应引自其上级变电所的不同母线段,且线路上不应分接任何其他负荷。

- 1 井下主排水泵及水平排水泵;
- 2 下山采区排水泵;
- 3 兼作矿井主排水泵的井下煤水泵;
- 4 经常升降人员的暗副立井提升机;
- 5 井下移动式瓦斯抽采泵站;
- 6 井下抗灾潜水泵;
- 7 防水闸门。

3.0.2 下列用电设备应按二级用电负荷设计,其配电装置宜由两回电源线路供电。

1 暗主井提升设备、主井装载设备、大巷带式输送机、主运输用的井下电机车充电及整流设备;

2 经常升降人员的暗副斜井提升设备、副井井底操车设备、无轨运输换装设备;

3 采区综合机械化采煤及其运输的成组设备;

4 井下移动式制氮机;

5 井下制冷站;

6 不兼作矿井主排水泵的井下煤水泵、井底水窝水泵;

7 井下运输信号系统;

8 井下安全监控系统分站;

9 避难硐室设施。

3.0.3 井下主(中央)变电所应由矿井地面主变(配)电所直接供

电。电源电缆不得少于两回路,并应引自地面主变(配)电所的不同母线段。

井下分水平主变(配)电所应由不少于两回电源供电,应引自井下主(中央)变电所或矿井地面主变(配)电所的不同母线段。

上述电源线路,当任一回路停止供电时,其余回路的供电能力应能担负其供电范围内全部负荷的用电要求。

3.0.4 采区变(配)电所宜由井下主(中央)变电所或附近地面变电所供电。由地面变电所供电时,电缆可由进风井或专用钻孔下井。

各水平采(盘)区变(配)电所的供电线路,不得少于两回路。当任一回路停止供电时,其余回路应担负全部用电负荷。

3.0.5 井下配电变压器低压侧严禁采用中性点直接接地系统,地面中性点直接接地的变压器或发电机严禁直接向井下供电。

3.0.6 井下局部通风机供配电应符合下列规定:

1 低瓦斯矿井掘进工作面局部通风机应采用装有选择性漏电保护的专用开关和专用线路供电;

2 高瓦斯矿井、突出矿井的煤巷、半煤岩巷和有瓦斯涌出的岩巷掘进工作面局部通风机应采用双电源供电。其中,主电源应采用“三专”供电,备电源允许引自其他同时带电的动力变压器的低压母线段,但其供电回路应采用装有选择性漏电保护的专用开关和专用线路供电;

3 使用局部通风机供风的地点,必须实行风电闭锁和甲烷电闭锁,保证在停风和甲烷超限后能切断该区域内全部非本质安全型电气设备的电源;

4 专用变压器最多可向4个不同掘进工作面的局部通风机供电;备用局部通风机电源必须取自同时带电的另一电源,当正常工作的局部通风机故障时,备用局部通风机能自动启动,保持掘进工作面正常通风。

3.0.7 矿井抗灾排水系统供电及控制设备的安装地点,应符合下

列规定：

1 抗灾潜水泵站的供电及控制设备应安装在地面；

2 当抗灾排水系统采用接力排水时，在保证安全的前提下，经技术经济比较后，其供电和控制设备可设置在上部水平的电控室内。

3.0.8 井下高压电源，宜采用 10kV。

3.0.9 井下低压电源电压应符合下列规定：

1 低压不应超过 1140V；

2 手持电气设备、固定照明宜采用 127V。

3.0.10 采区用电设备电压超过 3300V 供电时，必须制定专门的安全措施。

4 井下电力负荷统计与计算

4.0.1 井下电力负荷计算应符合下列规定：

1 设备选型中已计算出电动机功率的用电设备，直接取其计算功率；

2 其他设备，宜采用需用系数法计算。

4.0.2 井下各种用电设备的需用系数及平均功率因数，宜按表 4.0.2 的规定选用。

表 4.0.2 需用系数及平均功率因数

序号	名 称	需用系数 K_x	平均功率因数 $\cos\Phi$
1	综采工作面	按式(4.0.3-2)计算	0.7~0.9
2	一般机采工作面	按式(4.0.3-3)计算	0.6~0.7
3	炮采工作面(缓倾斜煤层)	0.4~0.5	0.6
4	炮采工作面(急倾斜煤层)	0.5~0.6	0.7
5	非掘进机的掘进工作面	0.3~0.4	0.6
6	掘进机的掘进工作面	按式(4.0.3-2)计算	0.6~0.7
7	架线电机车整流	0.45~0.65	0.8~0.9
8	蓄电池电机车充电	0.65~0.8	0.8~0.85
9	带式输送机	0.6~0.7	0.7~0.9
10	井底车场(不包含主排水泵)	0.6~0.7	0.75

注：平均功率因数 $\cos\Phi$ 当有功率因数补偿时，按补偿后的功率因数取值。

4.0.3 单个工作面的电力负荷，可按下列公式计算。

$$S = K_x \frac{\sum P_e}{\cos\Phi} \quad (4.0.3-1)$$

综采、综放、综掘工作面需用系数可按式计算：

$$K_x = 0.4 + K_f \frac{P_d}{\Sigma P_e} \quad (4.0.3-2)$$

一般机采工作面需用系数可按式计算：

$$K_x = 0.286 + 0.714 \frac{P_d}{\Sigma P_e} \quad (4.0.3-3)$$

式中 S ——工作面的电力负荷视在功率(kV·A)；

ΣP_e ——工作面用电设备额定功率之和(kW)，不含顺槽带式输送机的设备功率；

$\cos\Phi$ ——工作面的电力负荷的平均功率因数，见表 4.0.2；

K_x ——计算变电所母线负荷的需用系数，见表 4.0.2；

K_f ——需用系数，当为综采及综掘工作面时取 0.4~0.5，综放工作面时取 0.5~0.6；

P_d ——最大一台(套)电动机功率(kW)，套的含义为一台设备功率之和。

4.0.4 井下变电所的电力负荷的同时系数，宜按表 4.0.4 选取。

表 4.0.4 井下各级变电所的同时系数

序号	变电所名称	负荷情况	同时系数
1	采区变电所	供一个采煤工作面	1.00
		供两个采煤工作面	0.90
		供三个采煤工作面	0.85
2	井下各级采区变电所 ^①	—	0.80~0.90
3	井下主变电所	—	0.90~1.00

注：①不包括由地面直接向采区供电的负荷，若为单采区或单盘区矿井，则同时系数取 1。

5 井下电缆选择与计算

5.1 电缆类型选择

5.1.1 下井电缆必须选用有煤矿矿用产品安全标志的阻燃电缆。电缆应采用铜芯,严禁采用铝包电缆。

5.1.2 固定敷设的高压电缆应符合下列规定:

1 在立井井筒或倾角为 45° 及其以上的井巷内,应采用煤矿用粗钢丝铠装电力电缆;

2 在水平巷道或倾角在 45° 以下的井巷内,应采用煤矿用钢带或细钢丝铠装电力电缆。

5.1.3 固定敷设的低压电缆,应采用煤矿用铠装或非铠装电力电缆或对应电压等级的煤矿用橡套软电缆。

5.1.4 非固定敷设的高低电压电缆,必须采用煤矿用橡套软电缆。移动式 and 手持式电气设备应使用专用橡套电缆。

5.1.5 采区严禁采用铝芯电缆。

5.2 电缆安装及长度计算

5.2.1 在总回风巷、专用回风巷及机械提升的进风的倾斜井巷(不包括输送机上、下山)中不应敷设电力电缆。确需在机械提升的进风的倾斜井巷(不包括输送机上、下山)中敷设电力电缆时,应有可靠的保护措施。溜放煤、矸、材料的溜道中严禁敷设电缆。

采区高、低压电缆应采用电缆支架或挂钩沿硐室及巷道敷设。当电缆需经过采煤工作面时,应敷设在工作面输送机专用电缆槽内。

5.2.2 无轨胶轮车运输的井筒和巷道内不宜敷设电缆。当需要敷设时,电缆应敷设在高于运输设备的井筒和巷道的上部。

5.2.3 下井电缆宜敷设在副立井井筒内,并应维修方便。斜井及平硐宜敷设在人行道侧。

当条件限制必须由主井敷设电缆时,在箕斗提升的立井中的电缆水平段应有防止箕斗落煤砸伤电缆的措施,垂直段可不设置防护装置。

5.2.4 立井下井电缆在井口井颈处应预留电缆沟(洞),并应有防止地面水从电缆沟(洞)灌入井下的措施。

5.2.5 安装下井电缆用的固定支架或电缆挂钩,应按前后期两者中电缆的最多根数考虑,并宜留有 1~2 回路备用位置。

5.2.6 立井下井电缆支架,宜固定在井壁上,支架间距不应超过 6m。斜井、平硐及大巷中的电缆悬挂点的间距不应超过 3m。

5.2.7 立井井筒中敷设的电缆中间不得有接头;因井筒太深需设接头时,应将接头设在中间水平巷道内。

每一接头处宜留 8m~10m 的余量。

5.2.8 沿钻孔敷设的电缆必须绑紧在受力的钢丝绳上,钻孔内必须加装套管。

5.2.9 电缆不应悬挂在风管或水管上,电缆上严禁悬挂任何物件。电缆与压风管、供水管在巷道同一侧敷设时,必须敷设在管子下方,并保持 0.3m 以上的距离。在有瓦斯抽采管路的巷道内,电缆(包括通信电缆)必须与瓦斯抽采管路分挂在巷道两侧。

5.2.10 井筒和巷道内的电力电缆应与通信、信号分挂在巷道两侧,当受条件所限需布置在同一侧时,并应符合下列规定:

1 在井筒内,电力电缆应敷设在上述弱电电缆 0.3m 以外的地方;

2 在巷道内,电力电缆应敷设在上述弱电电缆 0.1m 以下的地方。

5.2.11 高、低压电力电缆在巷道内同一侧敷设时,高、低压电缆之间的距离应大于 0.1m。高压电缆之间、低压电缆之间的距离不得小于 0.05m。其中由上至下的顺序应为高压电缆在上,低压电缆在下。

5.2.12 电缆长度计算应符合下列规定：

- 1** 立井井筒中应按电缆所经井筒深度的 1.02 倍计取；
- 2** 斜井应按电缆所经井筒斜长的 1.05 倍计取；
- 3** 地面及井下铠装电缆应按所经路径的 1.05 倍计取，橡套电缆应按所经路径的 1.08 倍~1.10 倍计取；
- 4** 每根电缆两端应各留 8m~10m 余量；
- 5** 一根电缆的长度应为上述 1、2、3、4 款计算长度之和。

5.3 电缆截面选择

5.3.1 主排水泵由井下主(中央)变电所供电时，下井电缆截面选择应符合下列规定：

- 1** 取矿井最大涌水量时井下的总负荷(计算负荷，下同)，应按一回路不送电，以安全载流量选择电缆截面；
- 2** 应按电力系统最大运行方式下，下井电缆首端即地面变电所母线(如下井回路接有电抗器时，应为电抗器的负荷端)发生三相短路时的热稳定性要求校验电缆截面；
- 3** 应按正常涌水量时全部下井电缆送电及最大涌水量时一回路不送电，校验电压损失。

5.3.2 主排水泵不由井下主(中央)变电所供电时，下井电缆截面选择应符合下列规定：

- 1** 按一回路不送电，其余回路担负井下其供电范围内总负荷的供电，以安全载流量选择电缆截面，并校验电压损失；
- 2** 应符合本规范第 5.3.1 条第 2 款的要求。

6 井下主变电所

6.1 变电所位置选择及设备布置

6.1.1 井下主(中央)变电所位置,宜设置在靠近副井的井底车场范围内,并应符合下列规定:

1 经钻孔向井下供电的井下主(中央)变电所,钻孔宜靠近主(中央)变电所;

2 井下主(中央)变电所可与主排水泵房、牵引变流室联合布置,亦可单独设置硐室。当为联合硐室时,应有单独通至井底车场或大巷的通道。

6.1.2 每个水平方向宜设置一个主变电所。当多水平中的某一水平由邻近水平供电技术经济合理时,该水平可不设主变电所供电。

当矿井涌水量很大,有几个主排水泵房时,应经过技术经济比较后确定主变电所的位置和数量。

6.1.3 井下主(中央)变电所内的动力变压器不应少于 2 台,当 1 台停止运行时,其余变压器应能保证一、二级负荷用电。

6.1.4 井下主(中央)变电所硐室应满足下列要求:

1 硐室长度超过 6m 时,必须在硐室的两端各设 1 个出口;

2 当与主排水泵房联合布置时,一个出口应通到井底车场或大巷,通道内应设置易于关闭的既能防水又能防火的密闭门,并设置栅栏门。另一个通到主排水泵房的出口,应设向主排水泵房开启的防火栅栏两用门。

3 不得有渗水、滴水现象;

4 硐室门的两侧及顶端,应预埋穿电缆的钢管。钢管内径不应小于电缆外径的 1.5 倍;

5 电缆沟应设有盖板,宜采用花纹钢盖板,电缆沟宜以 3‰坡度坡向主排水泵房;

6 井下主(中央)变电所和主要排水泵房的地面标高,应分别比其出口与井底车场或大巷连接处的底板标高高出 0.5m;

7 实现地面集中监控并有视频监视的变电硐室可不设专人值班,硐室必须关门加锁,并应有巡检人员巡回检查;

8 硐室内应设置固定照明及灭火器材。

6.1.5 主(中央)变电所硐室尺寸应按设备最大数量及布置方式确定,并应符合下列要求:

1 高压配电设备的备用位置,应按设计最大数量的 20%考虑,且不应少于 2 台;当前期设备较少,后期设备较多时,宜按后期需要预留备用位置;

2 低压配电的备用回路,应按最多馈出回路数的 20%计算;

3 主(中央)变电所内设备布置时,高压配电装置通道尺寸、低压配电装置通道尺寸、变压器通道尺寸不宜小于表 6.1.5-1、表 6.1.5-2、表 6.1.5-3 的规定。

表 6.1.5-1 高压配电装置通道尺寸(mm)

高压配电装置 型 式	操作走廊(正面)		维护走廊	
	单列布置	双列布置	背 面	侧 面
固定式	1500	2000	800	800
手车式	1800	2100	800	800
隔爆型	1500	2000	500~800	1000

表 6.1.5-2 低压配电装置通道尺寸(mm)

低压配电装置 型 式	操作走廊(正面)		维护走廊	
	单列布置	双列布置	背 面	侧 面
固定式	1500	1800	800	800
抽屉式	1800	2000	800	800
隔爆馈电开关	1500	1800	500	1000

表 6.1.5-3 变压器通道尺寸(mm)

变压器布置方式	操作走廊(正面)		维护走廊	
	单列布置	双列布置	背 面	侧 面
专用变压器室	1500	—	500	800
变压器与配电装置并排	1500	—	500	1000
变压器与隔爆馈电开关	1500	1800	500	1000

6.1.6 高、低压配电设备同侧布置时,高、低压设备之间的距离应按高压维护走廊尺寸取值。

高、低压配电设备互为对面布置时,其中走廊应按高压双列操作走廊尺寸取值。

6.2 设备选型及主接线方式

6.2.1 井下主(中央)变电所严禁使用带油电气设备。

6.2.2 井下主(中央)变电所的高压进线和母线分段开关应采用断路器。

6.2.3 井下主(中央)变电所直接控制高压电动机时,宜采用高压真空接触器或能频繁操作的断路器。

6.2.4 井下主(中央)变电所高压母线接线及运行方式,宜与相对应的地面变电所母线接线及运行方式相适应。高压母线应采用单母线分段接线方式,并应设置分段联络开关,正常情况下分列运行,且高压母线分段数应与下井电缆回路数相协调。

6.2.5 各类高压负荷宜均衡地分接于各段母线上,但同一用电设备的多台驱动电机应接在同一段母线上。

6.2.6 当主排水泵为低压负荷且由井下主(中央)变电所供电时,井下主(中央)变电所应符合下列规定:

- 1 主变电所的变压器台数应符合本规范第 6.1.3 条的规定;
- 2 低压母线应采用单母线分段接线方式,并应设置分段联络开关,正常情况下分列运行。

6.2.7 井下主(中央)变电所内设备之间的电气连接,联合设备间宜采用母线连接,其余设备间宜采用电缆连接。

6.2.8 井下中央采区不设采区变电所而由井下主变电所向采掘工作面供电时,井下主(中央)变电所应按采区变电所设计。

7 采区供配电

7.1 采区变电所

7.1.1 采区严禁选用带油电气设备,电气设备应选用矿用防爆型。

7.1.2 采区变电所的位置选择应符合下列规定:

1 采区变电所宜设在采区上(下)山的运输斜巷与回风斜巷之间的联络巷内,或在甩车场附近的巷道内;

2 在多煤层的采区中,各分层是否分别设置或集中设置变电所,应经过技术经济比较后择优采用;

3 当集中设置变电所时,应将变电所设置在稳定的岩(煤)层中。

7.1.3 当附近变电所不能满足大巷掘进供电要求时,可利用大巷的联络巷设置掘进变电所。当大巷为单巷且无联络巷利用时,可采用移动变电站供电。

7.1.4 采区变电所硐室应符合下列规定:

1 硐室长度超过 6m 时,应在硐室的两端各设 1 个出口,并必须有独立的通风系统;

2 硐室尺寸应按设备数量及布置方式确定,一般不预留设备的备用位置;

3 硐室必须用不燃性材料支护;

4 采区变电所必须装设向外开的防火栅栏两用门;

5 硐室内电缆应根据电缆数量及敷设路径选择电缆沟或电缆桥架的敷设方式,当电缆根数小于 6 根时可采用电缆吊挂敷设。当采用电缆沟时,电缆沟应设有盖板,宜采用花纹钢盖板,电缆沟宜以 3‰ 坡度坡向一侧,积水就近汇入巷道排水沟;

6 变压器宜与高低压电器设备布置于同一硐室内,不设专用变压器室;

7 硐室门的两侧及顶端应预埋穿电缆的钢管,钢管内径不小于电缆外径的 1.5 倍;

8 硐室内应设置固定照明及灭火器材。

7.1.5 双电源进线的采区变电所,应设置电源进线开关。母线应分段并设联络开关,正常情况下应分列运行。

7.1.6 向采区供电的同一电源线路上,串接的采区变电所数量不得超过 3 个。

7.2 采 区 配 电

7.2.1 下列情况宜采用移动变电站供电:

- 1 综采、连采及综掘工作面的供电;
- 2 由采区固定变电所供电困难或不经济时;
- 3 单一大巷掘进、附近无变电所可利用时。

7.2.2 向采煤工作面供电的移动变电站及设备列车宜布置在进风巷内,且距工作面的距离宜为 100m~150m。

7.2.3 由采区变电所向移动变电站供电的单回电缆供电线路上,串接的移动变电站数不宜超过 3 个。不同工作面的移动变电站不应共用电源电缆。

7.2.4 对于井下综采工作面及综掘工作面供电距离较远的,其末端供配电设备可设无功补偿装置。

7.3 采 区 线 网

7.3.1 采区低压电缆选型应符合下列规定:

- 1 1140V 设备使用的电缆应采用带有煤矿矿用产品安全标志的分相屏蔽的橡胶绝缘软电缆;
- 2 660V 或 380V 设备有条件时应使用带有煤矿矿用产品安全标志的分相屏蔽的橡胶绝缘软电缆,固定敷设时可采用铠装聚

氯乙烯绝缘铜芯电缆或矿用橡套电缆；

3 移动式 and 手持式电气设备，应使用专用的矿用橡套电缆。

7.3.2 采区电缆长度计算应符合下列规定：

1 铠装电缆应按所经路径长度的 1.05 倍计算；

2 橡套电缆应按所经路径长度的 1.10 倍计算；

3 半固定设备的电动机至就地控制开关的电缆长度，一般取 5m~10m；

4 移动设备的电缆除应符合本条第 2 款的规定外，尚应增加机头部分活动长度 3m~5m；

5 掘进工作面配电点的电源电缆长度应按设计矿井投产时的标准再加 100m 配备，也可按掘进巷道总长的一半计算；电缆截面应满足掘进至终点或更换电源前的电压损失要求；

6 掘进工作面配电点至掘进设备的电缆长度，应按配电点移动距离确定，但不宜超过 100m。

7.3.3 采区动力电缆的截面选择应符合下列规定：

1 电缆允许持续电流值应大于电缆的正常工作负荷计算电流值；

2 对距离最远、容量最大的电动机，应保证在重载情况下启动。若采掘机械无实际最小启动力矩数据时，可按电动机启动时的端电压不低于额定电压的 75% 校验；

3 正常运行时电动机的端电压允许偏差应为额定电压的 $\pm 5\%$ ，个别特别远的电动机允许偏差应为额定电压的 $-8\% \sim -10\%$ ；

4 电缆截面必须与其保护装置相配合，并应满足机械强度要求；

5 应按电力系统最大运行方式下，电缆首端发生三相短路时的热稳定性要求校验电缆截面。

8 井下电气设备保护及接地

8.1 电气设备保护

8.1.1 经由地面架空线路引入井下的供电电缆,必须在入井处装设防雷电装置。

8.1.2 向井下供电的电源线路上不得装设自动重合闸装置。

8.1.3 井下变电所高压馈出线上装设的保护装置应符合下列规定:

1 高压馈出线上必须设有选择性的单相接地保护装置,并应作用于信号;当单相接地故障危及人身、设备及供配电系统安全时,保护装置应动作于跳闸;

2 供移动变电站的高压馈出线上,除必须设有选择性的动作于跳闸的单相接地保护装置外,还应设有作用于信号的电缆绝缘监视保护装置;

3 井下高压电动机、动力变压器的高压控制设备应具有短路、过负荷、接地和欠压释放保护。

8.1.4 井下供配电变电所超过两级及以上的,在各变电所宜采用防越级跳闸系统的保护装置。

8.1.5 井下低压馈出线上装设的保护应符合下列规定:

1 井下变电所低压馈出线上,除应装设短路和过负荷保护装置外,还必须装设检漏保护装置或有选择性的检漏保护装置(包括人工旁路装置),应保证在漏电事故发生时能自动切断漏电的馈电线路;

2 井下移动变电站或配电点引出的馈出线上,应装设短路、过负荷和漏电保护装置;

3 低压电动机的控制设备,应具备短路、过负荷、单相断线、

漏电闭锁保护装置及远程控制功能；

4 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。

8.1.6 用于控制保护的断路器的断流容量，必须大于其保护范围内电网在最大运行方式下的三相金属性短路容量，并应校验断路器的分断能力和动、热稳定性。

8.2 电气设备接地

8.2.1 电压在 36V 以上和由于绝缘损坏可能带有危险电压的电气设备的金属外壳、金属构架，铠装电缆的钢带或钢丝、铅皮或屏蔽护套必须设置保护接地。

8.2.2 井下接地极的设置必须符合下列规定：

1 井下主接地极不应少于 2 块，并应分别置于主、副水仓内。当任一主接地极断开时，接地网上任一点的总接地电阻值不应大于 2Ω ；

2 当下井电缆由地面经风井或钻孔对井下进行分区供电而不能与井下主接地极连接时，应当单独形成分区总接地网，主接地极应置于井底水窝或专门开凿的充水井内，且不得将 2 块主接地极置于同一水窝或水井内，其接地电阻值不得超过 2Ω ；

3 局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其他潮湿地点。每一移动式或手持式电气设备局部接地极之间的保护接地电缆芯线或与芯线相应的接地导线的接地阻值不应大于 1Ω 。

8.2.3 井下所有电气设备的保护接地装置（包括电缆的铠装、铅皮、接地芯线）和局部接地装置，应与主接地极连接成一个总接地网。

8.2.4 下列地点应设置局部接地装置：

- 1 采区变电所硐室；
- 2 装有电气设备的硐室或单独安装的高压电气设备处；
- 3 低压配电点处；

4 连接电力电缆的金属接线装置;

5 无低压配电点的采煤机工作面的运输巷、回风巷、集中运输巷(带式输送机巷)以及由变电所单独供电的掘进工作面,至少应分别设置 1 组局部接地装置。

8.2.5 井下接地极应符合下列规定:

1 主接地极应采用面积不小于 0.75m^2 、厚度不小于 5mm 的耐腐蚀性的钢板;

2 设在水沟的局部接地极应用面积不小于 0.60m^2 、厚度不小于 3mm 的耐腐蚀性的钢板或具有同等有效面积的钢管;

3 设在其他地点的局部接地极,可用直径不小于 35mm、长度不小于 1.5m 的钢管制成,管上应至少钻 20 个直径不小于 5mm 的透孔,并应垂直全部埋入底板;也可用直径不小于 20mm、长度为 1.0m 的 2 根钢管制成,每根管上应至少钻 10 个直径不小于 5mm 的透孔,2 根钢管相距不得小于 5m,并联后垂直全部埋入底板,垂直埋深不得小于 0.75m。

8.2.6 井下接地主(干)母线应符合下列规定:

1 铜质接地母线截面积不应小于 50mm^2 ;

2 耐腐蚀的扁钢接地母线截面积不应小于 100mm^2 ,其厚度不应小于 4mm;

3 耐腐蚀的铁线接地母线截面积不应小于 100mm^2 。

8.2.7 井下接地支线应符合下列规定:

1 铜质接地母线截面积不应小于 25mm^2 ;

2 耐腐蚀的扁钢接地母线截面积不应小于 50mm^2 ,其厚度不应小于 4mm;

3 耐腐蚀的铁线接地母线截面积不应小于 50mm^2 。

8.2.8 橡套电缆的接地芯线,应用于监测接地回路,不得兼作他用。

8.2.9 硐室内的电气设备保护接地及检漏继电器的辅助接地,当距离井下主接地极较近,可将硐室的接地母线接至主接地极,可不

设局部接地极。当检漏继电器做检验用的辅助接地极时,仍应单独设置,当不能单独设置时,应采取下列措施:

1 硐室内电气设备接地除通过电缆的铠装层、屏蔽层或接地芯线与总接地网相连外,还必须设置辅助接地母线;所有设备的外壳都必须用独立的连接线接到辅助接地母线上,辅助接地母线还必须用接地导线与局部接地极连接;

2 供检漏保护装置做检验用的辅助接地线,应用芯线总断面不小于 10mm^2 的橡套电缆;检漏保护装置的辅助接地极应单独设置,规格要求与局部接地极相同,并距局部接地极的直线距离不小于 5m ,煤(岩)电钻、照明信号综合保护装置的辅助接地极,可采用直径不小于 22mm 、长不小 500mm 的钢管进行埋设;

3 当同一地点装有两台或两台以上检漏保护装置时,可共用一个辅助接地极及一根辅助接地导线。

8.2.10 硐室内接地母线应沿硐室壁距地面 $0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}$ 处敷设,过通道时应穿钢管敷设。

9 井 下 照 明

9.0.1 井下照明应包括井下固定照明及矿灯(头灯)照明。

9.0.2 下列地点必须安装固定式照明装置：

1 机电设备硐室、调度室、机车库、爆炸物品库、井下修理间、瓦斯抽采泵站、信号站、候车室、保健室等；

2 井底车场范围内的运输巷道、采区车场；

3 有电机车或无轨胶轮车运行的主要运输巷道、有行人道的集中带式输送机巷道、有行人道的斜井、升降人员及物料的绞车道以及主要巷道交岔点等处；

4 经常有人看管的机电设备处、移动变电站处；

5 风门、安全出口处等易发生危险的地点；

6 主要进风巷的交岔点和采区车场；

7 综合机械化采煤工作面。

9.0.3 井下固定照明灯具应选用矿用防爆型，光源宜选用高效节能型。井下固定照明的照度标准应符合表 9.0.3 的规定。

表 9.0.3 井下固定照明照度标准 (lx)

序号	照明地点	照度值(lx)
1	一般电气硐室和设备硐室	50
2	主变电所	75
3	主要排水泵房	75
4	信号站、调度室	75
5	换装硐室、修理间	75
6	机车库	30
7	翻车机硐室、自卸式矿车卸载站	30

续表 9.0.3

序号	照明地点		照度值(lx)
8	爆炸物品库	发放室	30
		存放室	20
9	保健室		100
10	候车室、避难硐室、消防材料库		20
11	井底车场及其附近巷道		15
12	运输巷道		10
13	巷道交岔点		15
14	专用人行道		10

9.0.4 井下固定照明的最小均匀系数可按表 9.0.4 确定。

表 9.0.4 井下照度最小均匀系数

序号	照明地点	工作平面位置	最小均匀系数
1	井下修配间	工作平面、装配地点水平面	0.34
2	井底车场、机电硐室	底板上 1m 水平面	0.34
3	主要运输巷道	底板水平面	0.18
4	装载点	对无须摘挂钩的矿车,在底板上 1m 水平面,对需要摘挂钩的矿车,在底板上 0.3m~0.4m 水平面	0.18
5	采掘工作面	工作面	0.10
6	井底车场绕道及装载巷道	—	0.10

注:照度最小均匀系数,即照度最低均匀度,也是最小照度与最大照度之比。

9.0.5 井下固定照明网路电压损失应符合下列规定:

- 1 井底车场及硐室的照明,其电压损失不宜超过额定电压的 2.5%;
- 2 井下其他巷道及采掘工作面的照明,其电压损失不宜超过

额定电压的 5%。

9.0.6 井下照明变压器应设有漏电闭锁、短路、过负荷保护装置。

9.0.7 井下主要机电硐室的拱及墙壁宜刷白。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

煤矿井下供配电设计规范

GB/T 50417 - 2017

条文说明

编制说明

《煤矿井下供配电设计规范》GB/T 50417—2017,经住房和城乡建设部 2017 年 5 月 8 日以第 1543 号文公告批准发布。

本规范是在《煤矿井下供配电设计规范》GB 50417—2007 的基础上修订而成,上一版的主编单位是中煤科工集团武汉设计研究院有限公司,参编单位是煤炭工业郑州设计研究院股份有限公司、煤炭工业合肥设计研究院。主要起草人员是张建民、周秀隆、于新胜、刘兴辉、刘建平、马自玫、张焱、杨敢、李明、胡腾蛟、周桂华、杨晓明。

为了便于广大设计、生产、施工等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行本规范,《煤矿井下供配电设计规范》编制组按章、节、条顺序编写了本规范条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则	(35)
3 井下供配电系统与电压等级	(36)
5 井下电缆选择与计算	(38)
5.1 电缆类型选择	(38)
5.2 电缆安装及长度计算	(39)
6 井下主变电所	(41)
6.1 变电所位置选择及设备布置	(41)
7 采区供配电	(42)
7.1 采区变电所	(42)
8 井下电气设备保护及接地	(43)
8.1 电气设备保护	(43)
8.2 电气设备接地	(47)

1 总 则

1.0.1 本条明确了《煤矿井下供配电设计规范》(以下简称“本规范”)的指导思想和制定本规范的目的。

1.0.2 本条规定了本规范的适用范围。

1.0.3 技术创新是工程设计的灵魂,只有不断创新和进步,在矿井建设中使用安全可靠的新设备、新器材,才能不断促进矿井的安全生产,不断提高矿井建设的经济效益。

3 井下供配电系统与电压等级

3.0.1 本条对突然中断供电可能造成重大的人身伤亡或经济财产损失的井下主排水设备、人员提升设备等规定按一级负荷要求供电。为一级负荷供电的两个电源及线路,要求在任何情况下都不至于同时受到损坏,以确保供电的连续性,从而保证主排水设备、人员提升设备等的正常运转,这是必须满足的条件。

3.0.2 本条对突然中断供电可能造成生产秩序混乱或较大经济财产损失的井下主要生产设备等规定按二级负荷要求供电。二级负荷要求在条件许可时应尽量采用两回电源线路供电,但并不要求两回电源线路必须来自两个电源;在条件不具备时,第二路电源线路可引自其他二级负荷用电设备处。

采区综合机械化采煤及其运输的成组设备可认为是一套设备。

3.0.3 井下主(中央)变电所主要向井下主排水泵房的一级用电负荷和主要生产负荷供电,要求供电可靠、电能充足。所以,要求供电电源线路不少于两回路,且当任一回路停止供电时,其余回路的供电能力应能承担井下全部负荷的用电要求。

3.0.5 本条规定井下供电的变压器或向井下供电的变压器或发电机中性点不直接接地,是因为变压器或发电机中性点直接接地系统存在以下问题:

(1)人身触电电流太大。在变压器中性点直接接地系统中,人身触电电流为:

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R_z + R_r} \quad (1)$$

在人身电阻 $R_r (=1000\Omega)$ 不变情况下,由于井下环境潮湿,中性点接地电阻 R_z 一般都小于 2Ω ,因此,井下人身触电电流 I_{ϕ} 都远大

于 30mA 的安全触电电流。由此可见,在井下采用变压器中性点直接接地系统,将会对人身安全造成重大威胁。

(2)单相接地短路电流太大,容易引起供电设备和电缆损坏或爆炸着火事故;同时,接地点会产生很大电弧,容易引起煤尘或瓦斯爆炸事故。

(3)容易引起电雷管先期超前引爆。

以上问题对煤矿的安全生产威胁太大。采用变压器中性点不直接接地供电系统,再配合安装漏电保护装置和使用屏蔽电缆,可以较好地避免漏电和相间短路故障。我国从 1955 年起即采用变压器中性点不直接接地供电系统,实践证明是可以实现安全运行的。

3.0.6 本条规定了井下局部通风机的专用供电问题,低瓦斯矿井掘进工作面局部通风机供电要求达到“二专”(专用开关和专用线路);高瓦斯矿井、煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井掘进工作面局部通风机要求达到双电源供电,且主电源应达到“三专”(专用变压器、专用开关和专用线路)。这主要是因为:

(1)在调查中发现,有些矿井(特别是一些中小型矿井)的掘进工作面之所以频繁发生停风、瓦斯超限和积聚现象,都是因为局部通风机没有实行专用线路供电,而是与掘进工作面其他动力用电设备共用供电线路,在其他动力用电设备搬迁、检修或发生短路事故时,都会造成局部通风机的停电运行。

(2)“关于印发《煤矿瓦斯治理经验五十条》的通知”(发改能源〔2005〕457 号)第四十五条规定:“保证井下局部通风机的连续供电。局部高低压供电实现双电源供电;采区变电所电源从地面变电所或井下中央变电所直供,且做到至少两个电源;采区变电所分段运行……”根据这一规定,高瓦斯矿井及煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井掘进工作面局部通风机必须双电源供电。为确保局部通风机供电的可靠性、连续性,特制订本条文。

3.0.8 本条规定了井下供电电压对于新建矿井采用 10kV,而正在使用 6kV 供电的改扩建或技改矿井仍可沿用。

5 井下电缆选择与计算

5.1 电缆类型选择

5.1.1 阻燃电缆是遇火点燃时燃烧速度非常缓慢,离开火源后即自行熄灭的特制电缆,对阻止或减少火灾事故非常有好处。因此,本条文规定下井必须选用煤矿矿用产品安全标志的阻燃电缆。

(1)电缆应采用铜芯,而不采用铝芯,主要有以下原因:

1)隔爆型电气设备的安全间隙铜电极为 0.43mm ,铝电极为 0.05mm 。煤矿井下隔爆型电气设备采用法兰间隙隔爆结构都是按照铜芯材料设计的,所以一旦接入铝芯电线后,电气设备也就失去了防爆性能。

2)铝与氧气发生化合反应释放的氧化热是铜的 5.5 倍,铝产生的电火花或电弧的温度比铜高得多。

3)铝的线性膨胀系数是铜的 1.41 倍,铜铝接头受热膨胀不一致,必会导致接头松动,电阻增加,造成电缆接头放炮、漏电、短路等事故发生。

(2)严禁采用铝包电缆,主要有以下原因:

1)电缆铝包皮及极易发生氧化、腐蚀,一旦腐蚀严重,失去电缆的保护性能,可能引发电气及其他事故;

2)当电路发生漏电、断相等故障,使三相电流不平衡时,铝包中将流过很大的电流,使铝包皮中电位升高,造成人身触电事故;

3)由于铝的膨胀系数大,极易发生氧化,如果断点发生电火花,铝与氧迅速化合,放出大量的热量,烧坏电缆,引爆瓦斯和煤尘,威胁矿井的安全。因此,严禁采用铝包电缆。

5.2 电缆安装及长度计算

5.2.1 在总回风巷和专用回风巷中敷设电缆存在以下问题:

(1)在总回风巷和专用回风巷中不得敷设电缆,原因如下:

1)煤矿总回风巷和专用回风巷的风流中瓦斯浓度都相对较高,尤其是高瓦斯矿井、瓦斯突出矿井的回风流中瓦斯浓度还相当高。如果当总回风巷和专用回风巷中瓦斯含量达到爆炸浓度时,一旦敷设电缆出现故障、产生电火花,则会引起瓦斯爆炸事故。同时,如果当总回风巷和专用回风巷中煤尘沉积量较大,瓦斯爆炸后更可能引起煤尘爆炸,将造成更大的事故。

2)煤矿总回风巷和专用回风巷的风流中瓦斯浓度较高,一旦达到瓦斯断电浓度值时,敷设在其中的电缆必须停电,导致停电区域无法生产,当发生灾变时,也无法抢险救灾。

3)煤矿总回风巷和专用回风巷的相对湿度较大,腐蚀性气体含量高,使得电缆使用寿命减短、故障率增高,不利于安全生产。

因此本条规定:在总回风巷和专用回风巷中不得敷设电缆。

溜放煤、矸、材料的溜道中敷设电缆时,电缆容易被碰撞、挤压和掩埋,容易引发短路、断线等故障。因此,溜放煤、矸、材料的溜道中严禁敷设电缆。

(2)在有机机械提升的进风斜巷(不包括带式输送机上、下山)和使用木支架的立井井筒中敷设电缆,一旦发生火灾将会迅速蔓延,危及区域较大。因此,必须有可靠的安全保护措施,并应符合下列要求:

1)不应设接头,需设接头时,必须用防爆的金属接线盒保护壳,并可靠地接地。

2)短路、过负荷和检漏等保护应安设齐全、整定准确、动作灵敏可靠。

3)保证电缆敷设质量,并指定专人对其接头、绝缘电阻、局部温升和电缆吊钩等项进行定期检查。

4) 支护必须完好。

5) 纸绝缘电缆的接线盒应使用非可燃性充填物。

6) 电缆应敷设在发生断绳跑车事故时不易砸坏的场所或增设电缆沟槽、隔墙以防砸坏电缆。

7) 定期清扫巷道和电缆上的落煤。

5.2.9 本条对电缆在井下巷道内的悬挂做出了规定,理由如下:

(1) 电缆不应悬挂在风管或水管上的原因有二:其一,一旦管路漏风或漏水,电缆将直接受到压风的吹袭或雨淋,同时,沿电缆的渗油或渗水也容易进入电缆接线盒,使电缆和接线盒绝缘受到破坏,发生短路或接地的故障;其二,在电缆漏电保护失灵的情况下,风管或水管将带有高电位,容易发生人身触电事故。

(2) 电缆悬挂在风管或水管的上方是为了避免管子下落砸坏电缆,保持 0.3m 以上距离是为了方便管路检修时不影响电缆的供电。

(3) 在有瓦斯抽采管路的巷道内,电缆与瓦斯抽采管路分挂在巷道两侧是为了避免电缆漏电电流产生的火花引爆或引燃瓦斯。

5.2.12 本条对下井电缆总长度计算做出了规定,其中下井电缆在地面预留长度部分宜敷设在电力电缆工作井内,该工作井设置在电缆下井井筒附近的适当位置。

6 井下主变电所

6.1 变电所位置选择及设备布置

6.1.3 本条规定井下主(中央)变电所内的动力变压器不应少于2台(包括2台)的理由:

(1)满足对一级和二级负荷供电的要求。

(2)系统接线简单。

(3)正常时双回路供电,发生单一故障时不会导致全部停电。

6.1.4 本条规定理由如下:

2 规定硐室通道上必须装设向外开的栅栏防火两用铁门,是为了一旦硐室内发生电气火灾,便于人员撤离,并防止人员拥挤在门口处而打不开防火门的情况发生。在设置防火两用铁门时,铁门上应装设便于关严的通风孔,在正常情况下便于控制硐室通风量,而在意外火灾情况下便于隔绝通风。

6 规定井下主(中央)变电所硐室的地面应比其出口处井底车场或大巷的底板高出0.5m,是为了防止由井底车场或大巷等处向主(中央)变电所硐室内倒灌水。如经常发生倒灌水事故,将会加剧电气设备锈蚀,降低电气设备绝缘性能,从而容易引起电气设备失爆、接地、短路事故,并造成全矿井井下停电。

8 规定硐室必须有足够的固定照明和灭火器材是因为,若照明不足,可见度低,则不能及时观察设备的运行状态和周围环境的变化,不利于及时发现问题或提前采取措施,使事故扩大或失去最佳处理时机。同时,若照明不足容易产生视觉疲劳,造成误操作和人为事故。

足够的灭火器材能为电气火灾初期提供及时有效的灭火保证,避免火灾事故的蔓延。

7 采区供配电

7.1 采区变电所

7.1.1 本条规定采区严禁选用带油电气设备,其理由是:

(1)采区通风条件相对较差,瓦斯浓度相对较高,人员密集,电气设备离瓦斯和煤尘等爆炸源最近,一旦发生因电气设备漏油、溢油等故障所引发的火灾事故,将对矿井的安全生产带来巨大威胁。

(2)油浸式电气设备较易发生漏油、溢油等故障,当电气设备工作电流较大,油温升高,油压增大,有造成电气设备喷油或爆炸着火的可能性,从而对矿井的安全生产带来巨大威胁。

(3)油浸式电气设备(断路器)体积相对较大,占用空间大,分断能力低(在井下要折半使用),安全性能不如真空断路器,但综合造价(包括柜体和安装硐室)却高于真空断路器。

7.1.4 本条规定采区变电所硐室的长度大于 6m 时,应在硐室的两端各设一个出口,并必须有独立的通风系统。其理由是:

(1)变电所硐室的长度大于 6m 时,靠扩散通风已不能完全有效地排放和稀释硐室内释放出来的瓦斯和其他有毒有害气体。应在硐室的两端各设一个出口,以构成完整的通风系统,连续地补充新鲜空气,保证变电所硐室内瓦斯和其他有毒有害气体不致积聚和超限,从而保障工作人员的身体健康和电气设备的安全运行。

(2)规定采区变电所硐室必须有独立的通风系统,是为了防止和控制采区变电所一旦发生火灾所造成的灾情的扩大,使火灾产生的烟雾能通过独立的风道直接排至总回风巷,并直至地面,而不危害其他地点乃至全矿井的安全,从而达到减小灾情之目的。

7.1.6 本条规定由井下主(中央)变电所向采区变电所采用双回路树干式供电方式,且向下一级变电所供电的电源线路应经过断路器,同时串接的采区变电所数量不得超过 3 个。

8 井下电气设备保护及接地

8.1 电气设备保护

8.1.1 本条规定经由地面架空线路引入井下的供电电缆,必须在入井处装设防雷电装置。其理由是:经由地面架空线路引入井下的供电电缆是雷电电磁波、行波传导的良好路径。而雷电波所产生的强大的雷电电流将会引起井下火灾,并进而引起瓦斯和煤尘爆炸。因此,经由地面架空线路引入井下的供电电缆,必须在入井处装设防雷电装置。

8.1.2 自动重合闸装置是指装在馈电线路上的馈电开关因线路故障自动跳闸后,能使馈电开关重新合闸,迅速恢复送电的一种自动装置。

本条规定向井下供电的电源线路上不得装设自动重合闸装置,其理由是:在馈电线路上装设自动重合闸装置,当线路发生短暂时故障使开关跳闸后,如果故障没有得到及时排除或排除需要一定时间时,自动重合闸装置的动作,将会使故障进一步扩大,造成电气火灾,损坏电气设备,危及检修人员安全,更有可能引起瓦斯和煤尘爆炸,严重威胁矿井供电安全和矿井安全。

8.1.3 本条根据煤矿井下煤矿井下常见的电气故障及危害,对井下变电所高压馈出线上装设的保护装置作出规定。

煤矿井下常见的几种电气故障及危害如下:

一是短路故障。短路是指具有电位差的两点,通过电阻值很小的导体直接短接的一种电气事故。当发生短路事故时,短路回路中的短路电流值比正常运行情况下的额定电流值大几倍、几十倍甚至上百倍,这样大的电流在极短的时间内就可能造成电缆和电气设备的损坏、供电中断,从而引发着火事故和瓦斯煤尘爆炸

事故。

二是过负荷。过负荷是指供配电回路中实际工作电流值超过了额定电流值,过电流时间也超过了规定的允许时间,如果过负荷现象较长时间存在,就可能造成电缆和电气设备的损坏,从而引发着火事故和瓦斯煤尘爆炸事故。

三是欠电压。欠电压是指电动机所接电网点实际工作电压低于电动机额定工作电压,并低于电动机允许的最低工作电压值。在这种低电压状况下,电动机工作电流增大、温度升高,如果低电压现象较长时间存在,就可能造成电机绝缘损坏,从而引发着火事故和瓦斯煤尘爆炸事故。

四是单相接地故障。单相接地故障是指相线对地或与地有联系的导体之间的短路,是短路事故的一种。它包括相线与大地、配电和用电设备的金属外壳、金属接线盒、金属管道或构件、水沟等之间的短路。对于高压电网,过大的电网将产生较大的单相接地电容电流。接地故障短路电流虽然较小,但与它有联系的电气设备和管道的外露可导电部分对地和装置外的可导电部分之间存在故障电压,此电压可使触摸到的人身遭到电击,也可因其对地所产生的电弧或电火花引发着火事故和瓦斯煤尘爆炸事故。

五是漏电故障。漏电故障是指电气设备的绝缘受到损坏或老化,使绝缘电阻降低,从而形成电气设备对地之间的放电或电弧现象,漏电故障是接地故障的一种。漏电故障的结果,不仅会使电气设备进一步损坏,形成短路事故,而且还可能导致人身触电和瓦斯煤尘爆炸事故。

六是单相断线故障。单相断线是指三相供电系统中有一相断线。电动机在运行中发生一相断线还能保持运行,但功率减小,只有三相运行时的 $1/2 \sim 1/3$,随着负荷力矩的下降,电动机转速也相应降低,电流增大,一般比正常电流增大 $30\% \sim 40\%$,使电动机绕组烧坏,从而引发电气事故。

本条规定原因分析:

1 本条规定井下变电所的高压馈出线上,必须设有选择性的单相接地保护装置,其原因是:矿井高压电网中的变压器都采用中性点不接地的运行方式,此种运行方式下,当变压器的容量较大、电缆长度总量较长时,将产生较大的单相接地电容电流,而过大的单相接地电容电流可能引起人身触电、电气火灾和雷管超前引爆等事故。

根据相关实验及计算分析,当井下电缆单相接地电容电流 $I_0 \geq 0.5\text{A}$ 时,电网因漏电电流所产生的电火花就会引起瓦斯爆炸。而当单相接地电容电流 $I_0 \geq 5\text{A}$ 时,接地电容电流在接地网络中所产生的残余电压 $U_d \geq 36\text{V}$,这时一旦人体触到井下接地网络中的任何一点,流经人体的漏电电流就会超过人体所允许的 $30\text{mA} \cdot \text{s}$ 的极限安全电流值。因此,规定井下变电所的高压馈出线上,必须设有选择性的单相接地保护装置,且在单相接地电容电流 $I_0 < 5\text{A}$ 时作用于信号,而当单相接地电容电流 $I_0 \geq 5\text{A}$ 时,保护装置应动作于跳闸。

要求具备“选择性”,是为了快速判断故障地点、减小故障范围、提高处理故障效率的目的。

2 规定供移动变电站的高压馈出线上,除必须设有选择性的、动作于跳闸的单相接地保护装置外,还应设有作用于信号的电缆绝缘监视保护装置是因为:移动变电站一般都深入到采、掘工作面,距离瓦斯和煤尘爆炸源较近,一旦单相接地电容电流过大或电缆绝缘被破坏,都可能引起电气火灾、雷管超前引爆、瓦斯和煤尘爆炸等事故发生。因此,供移动变电站的高压馈出线,一旦发生单相接地或电缆绝缘破坏事故,就应切断其供电电源,停止工作。

3 本条规定井下高压电动机、动力变压器的高压侧应有短路、过负荷、接地和欠压释放保护是因为:电气设备在运行中极易发生短路、过负荷、单相断线和接地等故障,如不能将这些故障及时排除,则会造成电气设备损坏、供电中断、着火等事故。

8.1.5 本条规定原因分析:

1 规定井下变电所低压馈出线上,除应装设短路和过负荷保护装置外,还必须装设检漏保护装置或有选择性的检漏保护装置(包括人工旁路装置),保证在漏电事故发生时能自动切断漏电的馈电线路是因为:电气设备在运行中极易发生短路、过负荷和漏电等故障,如不能将这些故障及时排除,则会造成电气设备损坏、供电中断、着火、人身触电等事故。因此,要求高、低压控制设备应装备有上述保护的綜合保护装置,以确保安全供电。要求检漏保护装置具备“选择性”,是为了快速判断故障地点、缩小了漏电故障的停电范围、提高处理故障效率的目的。

2 规定井下移动变电站或配电点引出的馈出线上,应装设短路、过负荷和漏电保护装置。原因与本条第1款基本相同。

3 规定低压电动机的控制设备,应具备短路、过负荷、单相断线、漏电闭锁保护装置与远方控制装置。其原因与本条第1款基本相同,不同之处在于电动机在运行中经常发生一相断线运行故障,也称单相断线故障。单相断线故障所造成的危害同本规范第6.1.3条的条文解释。

设置漏电闭锁保护装置,可以检测并闭锁不送电线路和设备的漏电故障,减少了漏电保护装置的动作次数,缩小了漏电故障的停电范围。

4 规定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綜合保护装置是因为:煤电钻一般都工作对环境恶劣、瓦斯和煤尘积聚较严重的采、掘工作面。而且,煤电钻是手持式电动工具,振动大、移动频繁,是最容易发生触电、短路、引起瓦斯和煤尘爆炸事故的电气设备。煤电钻的綜合保护装置有适应煤电钻短时工作的自动停送电功能,可以确保煤电钻在不工作时处于自动停电的安全状态;同时,煤电钻的綜合保护装置还有检漏、漏电闭锁、短路、过负荷、断相等保护功能,所以规定煤电钻必须使用煤电钻的綜合保护装置。

8.1.6 本条规定用于控制保护的断路器的断流容量,必须大于其

保护范围内电网在最大运行方式下的三相金属性短路容量,并校验断路器的分断能力和动、热稳定性以及电缆的热稳定性是因为:最大三相短路电流是在断路器或接触器出口处发生三相金属性短路而产生的电流。当电网发生短路故障时,不仅要求装在故障线路上的开关能及时跳闸,还要求开关有能力将跳闸时产生的电弧迅速熄灭。如果电弧不能被熄灭,不仅故障电流没有消失,甚至将开关设备的隔爆外壳烧穿,产生严重的电气火灾事故,威胁矿井供电和人身安全。因此,在选择开关设备时必须验算其切断短路电流的能力。为了避免高压电网发生短路时将高压开关、电缆、母线等损坏,还须验算高压电气设备的短路热稳定性和动稳定性。

对于煤矿井下配电网路的短路保护装置要求动作灵敏可靠。动作灵敏可靠是指线路和电气设备中通过最大的正常电流时,保护装置不动作,即不发生误动作。当线路或电气设备出现最小两相短路电流时,短路保护装置能可靠动作。短路保护装置动作灵敏性校验应按现行《煤矿下供电矿井的三大保护细则》(合订本)执行。

当短路校验不能满足要求时,可根据具体情况,分别采取以下措施:

- (1)加大干线或支线电缆截面;
- (2)通过优化路径,减少电缆长度;
- (3)适当增大变压器容量;
- (4)对有分支的供电线路可增设分段保护开关。

8.2 电气设备接地

8.2.1 本条规定电压在 36V 以上和由于绝缘损坏可能带有危险电压的电气设备的金属外壳、金属构架,铠装电缆的钢带或钢丝、铅皮或屏蔽护套必须有保护接地,其理由是:

1 保护接地是漏电保护的后备保护,是将因绝缘破坏而带电的金属外壳或构架同接地体之间做良好的电气连接,称为保护接

地。保护接地是将设备上的故障电压限制在安全范围内的一种安全措施。

2 井下安全电压为 36V,人体触及 36V 带电导体时不会有触电死亡的危险,因而电压在 36V 以上的电气设备的金属外壳、金属构架,铠装电缆的钢带或钢丝、铅皮或屏蔽护套必须有保护接地。

8.2.8 本条规定橡套电缆的接地芯线,除用作监测接地回路外,不得兼作他用。其理由是:橡套电缆的接地芯线作他用时,接地芯线上则会有电流通过,电气设备之间就会产生电位差,此电位差容易引起人身触电或产生电火花,引发瓦斯和煤尘爆炸事故。因此,规定橡套电缆的接地芯线不得兼作他用。