

科研成果

文章编号:1671-251X(2014)04-0001-05 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.04.001

孙继平.《煤矿安全规程》电气部分修订意见[J].工矿自动化,2014,40(4):1-5.

《煤矿安全规程》电气部分修订意见

孙继平

(中国矿业大学(北京),北京 100083)

摘要:提出严禁矿用一般型照明灯具、通信、自动化装置和仪器仪表等小功率非防爆设备用于煤矿井下;照明灯具应采用LED等冷光源,优选本质安全型或本质安全型与浇封型或隔爆型等其他防爆型式的复合型;用于煤矿井下的监控、通信、监视、控制设备和仪器仪表应优选本质安全型,设备之间传输的信号必须是本质安全型信号;大功率电气设备应优选隔爆型电气设备,隔爆型电气设备应将接线腔与主腔分腔布置。提出矿用通信与信号电缆和光缆可以盘圈。提出与隔爆型电气设备连接的矿用电线必须耐爆;严禁矿用通信与信号电缆和光缆直接与单一隔爆型电气设备连接;与隔爆兼本质安全型电气设备连接的矿用通信与信号电缆和光缆必须耐爆。提出煤矿井下严禁使用铝芯电缆。提出用于局部通风机的欠压保护和失压保护应有延时措施;除掘进、开拓和临时施工场所外,尽量减少局部通风机的使用;严禁在形成全风压通风的回采工作面使用局部通风机稀释上隅角瓦斯等。提出矿灯应采用LED等冷光源,应采用本质安全型或本质安全型与浇封型等其他防爆类型的复合型;光源及灯绳(电池与头灯分离时)中传输的电必须本质安全型;严禁白炽灯等特殊型矿灯用于煤矿井下。

关键词:煤矿安全规程;电气防爆;电缆;光缆;局部通风机;矿灯

中图分类号:TD67 文献标志码:A 网络出版时间:

网络出版地址:

Proposal of revision for electrical section of *Coal Mine Safety Regulation*

SUN Jiping

(China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: The paper proposed that low-power and non-explosion-proof equipments such as general lighting lamps, equipments and instruments of communication and automation are prohibited to be used in coal mine underground; lighting lamps should adopt LED cold light source and be preferred intrinsic safety type or compound type of other explosion-proof types such as intrinsic safety type and encapsulated type or flameproof type; equipments and instruments of monitoring, communication, surveillance and control used in coal mine underground should be preferred intrinsic safety type, signals transferred among the equipments must be intrinsic safety signals; high-power electrical equipments should be preferred flameproof electrical equipments and wiring chamber and primary chamber of flameproof electrical

收稿日期:2014-02-23;修回日期:2014-02-25;责任编辑:王晖。

基金项目:国家自然科学基金重点项目(51134024);国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2012AA062203)。

作者简介:孙继平(1958—),男,山西翼城人,教授,博士,博士研究生导师,中国矿业大学(北京)副校长;获国家科技进步二等奖3项(其中作为第1完成人2项、第2完成人1项);作为第1完成人获省部级科技进步一等奖7项;作为第1完成人主持制定中华人民共和国煤炭行业 and 安全生产行业标准26项;主持制定《煤矿安全规程》第三章通风安全监控;作为第1作者或独立完成著作11部,发表论文100余篇(其中被SCI和EI检索的第1作者论文70余篇);作为第1发明人获国家专利权42项;作为国务院煤矿事故调查专家组组长参加了10起煤矿特别重大事故调查工作;E-mail:sjp@cumtb.edu.cn。

equipments should be setup independently. It proposed that mine-used communication and signal cable and optical fiber can be coiled down. It proposed that mine-used cable connected with flameproof electrical equipments should be resistant to blast; the mined-used communication and signal cable and optical fiber are prohibited to directly connect with sole flameproof electrical equipments; the mine-used communication and signal cable and optical fiber connected to flameproof and intrinsic safety electrical equipments must be resistant to blast. It proposed that aluminum core cable is prohibited in coal mine underground. It proposed that under-voltage protection and loss-voltage protection for local ventilator should has delay measures; besides sites such as tunneling, exploit and temporary construction, use of local ventilator should be reduced as far as possible; it is prohibited to use local ventilator to dilute gas of upper corner in working face with whole wind pressure ventilation. It proposed that miner lamp should adopt LED cold light source and intrinsic safety type or compound type of other explosion-proof types such as intrinsic safety type and encapsulated type; electricity power transferred among light source and lamp cord (separation of battery and headlight) must be intrinsic safety type; incandescent lamp and other special miner lamps are prohibited to be used in coal mine underground.

Key words: coal mine safety regulation; electric explosion-proof; cable; optic fiber; local ventilator; miner lamp

0 引言

矿井可靠供电与电气防爆是瓦斯防治的主要措施之一。矿井供电系统不可靠,经常无计划停电,会造成局部通风机和主要通风机停风,进而造成瓦斯积聚。电气设备失爆、电缆放炮、电气设备漏电、短路、电气火灾、带电作业等电气火花和危险温度会引起瓦斯爆炸^[1-4]。电气设备和电缆短路、过载等会造成电气火灾^[5-6]。电气设备漏电或违章带电作业等会造成触电伤亡事故。因此,根据当今技术和装备水平、事故教训和煤矿安全生产实际,及时对《煤矿安全规程》进行修订,十分必要。笔者结合多年来科研工作实践和中国煤矿事故教训,提出如下《煤矿安全规程》电气部分修订意见,仅供参考。

1 严禁非防爆照明灯具、监控、通信与监视等设备用于煤矿井下

煤矿事故调查表明,电气火源引爆瓦斯事故最多,占 48.1%^[7];约有一半瓦斯爆炸事故发生在低瓦斯矿井(又称瓦斯矿井)。因此,加强煤矿井下电气设备管理是避免或减少瓦斯爆炸事故的主要措施之一。这不但要加强高瓦斯和煤(岩)与瓦斯突出矿井电气设备管理,也要加强低瓦斯矿井电气设备管理,提高装备水平。但现行《煤矿安全规程》^[8]第 444 条规定:允许高瓦斯矿井井底车场、总进风巷和主要进风巷中的高低压电动机和电气设备采用矿用一般型;低瓦斯矿井井底车场、总进风巷和主要进风

巷中的高低压电动机和电气设备、照明灯具、通信、自动化装置和仪器仪表等各种电气设备采用矿用一般型。

矿用一般型电气设备是非防爆电气设备,当环境中瓦斯体积分数达到爆炸浓度时,会成为引爆瓦斯的火源。因此,用于低瓦斯、高瓦斯和煤(岩)与瓦斯突出矿井的电气设备应为防爆型电气设备,特别是严禁矿用一般型照明灯具、通信、自动化装置和仪器仪表等小功率非防爆设备用于煤矿井下。这从现有技术和装备水平,防爆设备成本都是可以接受的。

照明灯具应采用 LED 等冷光源,这不但解决了白炽灯和日光灯灯管爆裂后热灯丝引爆瓦斯的问题,也便于制作成安全性最好的本质安全型或本质安全型与浇封型或隔爆型等其他防爆型式的复合型。并且 LED 等冷光源的发光效率高,节能效果明显,大功率 LED 等冷光源照明灯具已商业化应用^[7]。

本质安全型防爆电气设备是各种类型防爆电气设备中安全性最好的一种,可用于煤矿井下各种环境,但其工作电压、电流和功率受限。因此,用于煤矿井下的监控、通信、监视、控制设备和仪器仪表应优选本质安全型,设备之间传输的信号必须是本质安全型信号^[7]。

隔爆型防爆电气设备的安全性仅次于本质安全型防爆电气设备,可用于煤矿井下各种场所。大功率电气设备应优选隔爆型电气设备。隔爆型电气设备应将接线腔与主腔分腔布置,因为主腔一般有接

触器等设备,工作时会产生电弧、电火花和危险温度,而接线腔需打开接线(停电后),工人操作不当,会造成隔爆间隙大,很容易造成失爆^[7]。

因此,建议删除现行《煤矿安全规程》第444条中允许低瓦斯矿井井底车场、总进风巷和主要进风巷中的照明灯具、通信、自动化装置和仪器仪表等各种电气设备采用矿用一般型的有关规定。建议《煤矿安全规程》增加以下内容:① 严禁矿用一般型照明灯具、通信、自动化装置和仪器仪表等小功率非防爆设备用于煤矿井下。② 照明灯具应采用LED等冷光源,应为防爆型,优选本质安全型或本质安全型与浇封型或隔爆型等其他防爆型式的复合型。③ 用于煤矿井下的监控、通信、监视、控制设备和仪器仪表应优选本质安全型,设备之间传输的信号必须是本质安全型信号。④ 大功率电气设备应优选隔爆型电气设备。隔爆型电气设备应将接线腔与主腔分腔布置。

2 通信与信号电缆和光缆可以盘圈

现行《煤矿安全规程》第469条规定:盘圈或盘“8”字形的电缆不得带电,但给采、掘机组供电的电缆不受此限制。但在实际工作中,常常要求用于监控、通信和监视的通信与信号电缆和光缆敷设也不得盘圈。随着采掘工作面的推进,用于采掘工作面的通信与信号电缆和光缆需收放。为满足通信与信号电缆和光缆不能盘圈的要求,需将通信与信号电缆和光缆截为多段,根据需要接续或拆除。这不但增加了维护工作量,而且降低了系统可靠性。

工频和变频大电流电缆盘圈,不但会影响电缆散热、减少导线有效导电截面,造成电缆火灾,还会产生较强的电磁场,进而产生较强的感应电动势,引爆瓦斯和电雷管,影响附近电工电子产品正常工作。因此,大电流电缆严禁盘圈。

用于监控、通信和监视的通信与信号电缆,电缆中传输的信号电流很小,发热量很小,不会因盘圈发生火灾,也不会产生较强的电磁场引爆瓦斯和电雷管,并且对附近电工电子产品电磁干扰也较小。用于监控、通信和监视的光缆,光纤中传输的是小功率光信号,更不会因光缆盘圈发生火灾、引爆瓦斯和电雷管、产生电磁干扰。

因此,建议将现行《煤矿安全规程》第469条修订为“盘圈或盘‘8’字形的电缆不得带电,但给采、掘机组供电的电缆及用于监控、通信和监视的通信与信号电缆和光缆不受此限制”。

3 与隔爆型电气设备连接的矿用电缆必须耐爆

隔爆型电气设备的外壳具有耐爆与不传爆性能,当壳内发生燃烧和爆炸时,隔爆外壳不会发生爆裂和影响隔爆性能的变形,通过隔爆面的爆炸生成物,经隔爆面冷却后,其温度足够低,不会引起壳外爆炸性气体混合物燃烧和爆炸。为防止隔爆外壳接线腔或无接线腔的隔爆外壳壳内发生爆炸时,所产生的高温高压气体使与其相连接的电缆和光缆外护套发生爆裂^[9],引起周围爆炸性气体混合物燃烧和爆炸,与隔爆型电气设备相连的电缆和光缆必须耐爆。

然而,现行《煤矿安全规程》和有关标准均没有对电缆和光缆及其外护套耐爆性能提出要求,仅提出了阻燃性能、电气性能和弯曲性能等要求。特别是矿用通信与信号电缆的外护套较薄,外护套材料耐高温性能较差,在高温高压气体作用下会发生爆裂。当与这些电缆和光缆接入的隔爆兼本质安全型电源等电气设备壳内发生爆炸时,所产生的高温高压气体会使这些电缆和光缆外护套爆裂,爆炸生成物冲出电缆和光缆,引起环境中瓦斯等可燃性气体混合物燃烧和爆炸。

因此,建议现行《煤矿安全规程》增加以下内容:与隔爆型电气设备连接的矿用电缆必须耐爆。严禁通信与信号电缆和光缆直接与单一隔爆型电气设备连接。与隔爆兼本质安全型电气设备连接的通信与信号电缆和光缆必须耐爆。

4 煤矿井下严禁使用铝芯电缆

铝芯电缆的导电性能、压蠕变性、拉伸、抗疲劳、熔点等主要技术指标均劣于铜芯电缆。铝电阻率高,传导同样电流时,铝芯电缆的导线截面大于铜芯电缆,铝芯电缆的外径较粗。铝芯电缆的压蠕变性较铜芯电缆差,长时间运行会造成接线柱等压接处发热和起弧;铝芯电缆的拉伸性能比铜芯电缆差,用于立井会将铝芯拉细或拉断;铝芯电缆的抗疲劳性能比铜芯电缆差,经常收放会造成铝芯电缆断芯;铝熔点低,过载等发热会造成铝芯熔断或变形;铝耐腐蚀性差,铜、铝膨胀系数不一样,会造成接触不良,发热和起弧。

铝电极起弧时,电弧温度高于铜,产生大量铝金属离子。目前隔爆型电气设备的隔爆面宽度和隔爆间隙均根据铜电极设计、制造与检验,不适用于铝芯电缆接入。为提高本质安全型电气设备的允许电

流、电压和功率,本质安全型电气设备一般按不含镉、锌、镁、铝等材料设计、制造和检验。因此,这些按不含镉、锌、镁、铝等材料设计、制造和检验的监控、通信和监视设备,严禁使用铝芯通信与信号电缆。

为改进铝芯电缆的性能,人们研制生产了稀土高铁铝合金电缆。稀土高铁铝合金电缆的压蠕变性、拉伸、抗疲劳性能优于普通铝芯电缆,但导电性、压蠕变性仍低于铜芯电缆。

现行《煤矿安全规程》第 467 条规定: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。低压电缆不应采用铝芯电缆,采区低压电缆严禁采用铝芯电缆。因此,建议将现行《煤矿安全规程》相关条款修订为“煤矿井下严禁使用铝芯电缆”。

5 局部通风机的欠压保护和失压保护应有延时,应减少局部通风机的使用

为防止欠压造成过流,引起电气火灾,电气设备设有欠压保护和失压保护。局部通风机的欠压保护和失压保护如果无延时,当电压瞬降时,会造成局部通风机停风,导致瓦斯积聚,如遇火源会引起瓦斯爆炸事故。因此,用于局部通风机的欠压保护和失压保护应有延时措施,减少局部通风机停电次数^[7]。

局部通风机的供电可靠性和使用环境远不如主要通风机。局部通风机停电、故障和风筒漏风会造成供风区域无风,瓦斯积聚。因此,除掘进、开拓和临时施工场所外,应尽量减少局部通风机使用。严禁在形成全风压通风的回采工作面使用局部通风机稀释上隅角瓦斯等。

因此,建议现行《煤矿安全规程》增加如下内容:① 用于局部通风机的欠压保护和失压保护应有延时措施。② 除掘进、开拓和临时施工场所外,尽量减少局部通风机的使用。严禁在形成全风压通风的回采工作面使用局部通风机稀释上隅角瓦斯等。

6 矿灯应采用 LED 等冷光源和本质安全型

矿灯应采用 LED 等冷光源,应采用安全性最好的本质安全型或本质安全型与浇封型等其他防爆类型的复合型^[7]。光源及灯绳(电池与头灯分离时)中传输的电必须是本质安全型。严禁白炽灯等特殊型矿灯用于煤矿井下。现行《煤矿安全规程》第 475 条(六)规定的“矿灯必须装有可靠的短路保护装置。高瓦斯矿井应装有短路保护器”是针对特殊性矿灯

制定的,应删除。

免维护蓄电池具有可靠性高、使用维护方便等优点,广泛用于工业等各个领域。因此,用于矿灯的蓄电池应采用免维护蓄电池。现行《煤矿安全规程》第 477 条规定的“准备和装添电解液必须使用专用器具。工作人员必须戴防护眼镜、口罩和橡胶手套,系橡胶围裙,穿胶鞋。调合和贮存电解液必须使用有盖的瓷质、玻璃质等容器。调合酸性电解液时,必须将硫酸徐徐倒入水中,严禁向硫酸中倒水。房间内必须备有中和电解液用的溶液”主要是为维护非免维护铅酸蓄电池制定的,应删除。

因此,建议删除现行《煤矿安全规程》第 475 条(六)中的“矿灯必须装有可靠的短路保护装置。高瓦斯矿井应装有短路保护器”和第 477 条。建议现行《煤矿安全规程》增加以下内容:矿灯应采用 LED 等冷光源,应采用本质安全型或本质安全型与浇封型等其他防爆类型的复合型。光源及灯绳(电池与头灯分离时)中传输的电必须是本质安全型。严禁白炽灯等特殊型矿灯用于煤矿井下。

7 严禁带油的电气设备用于煤矿井下

油浸式高低压电气设备、高压油断路器等带油的电气设备,会因设备漏油或故障发生火灾。在当今技术条件下,高压真空断路器等已完全可以替代高压油断路器,干式变压器等已完全可以替代油浸式变压器等。因此,煤矿井下应淘汰带油的电气设备。

现行《煤矿安全规程》第 453 条规定的“非煤矿用高压油断路器用于井下时,其使用的开断电流不应超过额定值的 1/2”;第 454 条规定的“硐室外严禁使用油浸式低压电气设备”;第 464 条规定的“带油的电气设备必须设在机电硐室内。严禁设集油坑。带油的电气设备溢油或漏油时,必须立即处理”;第 491 条规定的“电气设备使用的绝缘油的物理、化学性能检测和电气耐压试验,每年应进行 1 次,但对操作频繁的电气设备使用的绝缘油,应每 6 个月进行 1 次耐压试验。油断路器经 3 次切断短路故障后,其绝缘油应加试 1 次耐压试验,并检查有无游离碳。不符合标准的绝缘油必须及时处理或更换。油浸电气设备的绝缘油量应定期检查,并保持规定油量。更换和试验矿用设备绝缘油应有记录”均针对带油的电气设备,应删除。

因此,建议现行《煤矿安全规程》增加如下内容:严禁带油的电气设备用于煤矿井下。建议删除现行

《煤矿安全规程》第 453 条、第 454 条、第 464 条和第 491 条中的相关内容。

8 结语

煤矿供电和电气防爆是煤矿安全生产的重要保障。根据当今技术和装备水平、煤矿事故教训和煤矿安全生产实际,提出了《煤矿安全规程》电气部分(电气防爆、矿用电缆、局部通风机、矿灯、带油的电气设备等)修订意见,以提高煤矿电气装备水平,避免或减少瓦斯爆炸、矿井火灾、触电伤亡等事故发生。

参考文献:

[1] 孙继平. 瓦斯综合防治方法研究[J]. 工矿自动化, 2011,37(2):1-5.

[2] 孙继平. 基于物联网的煤矿瓦斯爆炸事故防范措施及典型事故分析[J]. 煤炭学报,2011,36(7):1172-1176.

[3] 孙继平. 电气火源引起的特别重大瓦斯爆炸事故案例分析[J]. 工矿自动化,2012,38(2):1-4.

[4] 孙继平. 无安全监控系统的煤矿特别重大瓦斯爆炸事故案例分析[J]. 工矿自动化,2012,38(3):1-4.

[5] 孙继平. 煤矿机电及运输事故防治的紧迫性研究[J]. 工矿自动化,2011,37(4):48-51.

[6] 孙继平. 立胜煤矿“1·5”特别重大电气火灾事故分析及防范措施[J]. 工矿自动化,2012,38(1):1-3.

[7] 孙继平. 煤矿电气安全关键技术研究[J]. 工矿自动化, 2011,37(1):1-4.

[8] 国家安全生产监督管理总局. 煤矿安全规程[M]. 北京:煤炭工业出版社,2011.

[9] 孙继平. 屯兰煤矿“2·22”特别重大瓦斯爆炸事故原因及教训[J]. 煤炭学报,2010,35(1):72-75.