



文章编号:1671-251X(2014)11-0001-05 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.11.001
孙继平. 煤与瓦斯突出报警方法[J]. 工矿自动化, 2014, 40(11):1-5.

煤与瓦斯突出报警方法

孙继平

(中国矿业大学(北京), 北京 100083)

摘要:分析得出近 10 年煤矿重特大瓦斯事故起数和死亡人数分别占煤矿重特重大事故起数和死亡人数的 62.3% 和 66.5%。提出了用于煤与瓦斯突出报警的甲烷、风速、风向等传感器布置方法。提出了基于煤矿安全监控系统的煤与瓦斯突出报警方法,即监测和分析甲烷浓度、风向、风速、传感器故障等,在出现以下情况时发出声光报警信号,切断煤矿井下全部非本质安全电气设备电源,撤出煤矿井下作业人员:甲烷浓度迅速增高或超过报警浓度,且风速不低于正常值;甲烷浓度迅速增高或超过报警浓度,进风巷风流逆转;进风巷甲烷浓度迅速增高或超过报警浓度等。

关键词:煤与瓦斯突出;报警;传感器;甲烷;风速;风向

中图分类号:TD713 文献标志码:A 网络出版时间:

网络出版地址:

Alarm methods of coal and gas outburst

SUN Jiping

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

Abstract:Colliery gas accidents in recent 10 years were analyzed, and numbers of accidents and deaths accounted for 62.3% and 66.5% respectively. The placement methods of coal and gas outburst alarm sensors of methane, wind speed, wind direction were put forward. Coal and gas outburst alarm methods were proposed based on coal mine safety monitoring system, namely monitoring and analyzing methane, wind direction, wind speed and sensor fault, specifically, sending out sound and light alarm signal, cutting off all power supply for intrinsically safe electrical equipment in coal mine, and pulling out of coal mine workers in the following cases: wind speed is normal and methane concentration increases rapidly or exceeds alarm concentration; wind direction reverses in intake airway and methane concentration increases rapidly or exceeds alarm concentration; and methane concentrations in intake airway increases quickly or exceeds alarm concentration.

Key words:coal and gas outburst; alarm; sensors; methane; wind speed; wind direction

收稿日期:2014-10-10;修回日期:2014-10-15;责任编辑:胡娴。

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)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 40 余项;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。

0 引言

煤炭是我国主要能源,约占一次能源总量的70%。煤炭行业是高危行业,瓦斯、水灾、火灾、顶板、煤尘等事故困扰着煤矿安全生产。2004—2013

这 10 年期间,我国煤矿共发生重特重大事故 300 起,死亡 6 680 人。其中,重特大瓦斯事故 187 起,死亡 4 445 人,分别占 62.3%和 66.5%,见表 1^[1]。因此,瓦斯事故防治十分重要。

表 1 2004 年—2013 年全国煤矿重特重大事故和重特大瓦斯事故

年份	重特大事 故/起	重特大事 故死亡人 数/人	重特大瓦斯 事故/起	重特大瓦斯 事故死亡人 数/人	重特大瓦 斯事故占 比/%	重特大瓦斯 事故死亡人 数占比/%
2004	42	1 008	32	867	76.2	86.0
2005	58	1 739	40	1 160	69.0	66.7
2006	39	744	25	472	64.1	63.4
2007	28	573	22	460	78.6	80.3
2008	38	707	17	334	44.7	47.2
2009	20	509	11	374	55.0	73.5
2010	24	532	11	220	45.8	41.4
2011	21	350	12	207	57.1	59.1
2012	16	273	7	159	43.8	58.2
2013	14	245	10	192	71.4	78.4
累计	300	6 680	187	4 445	62.3	66.5

瓦斯事故包括瓦斯爆炸、煤(岩)与瓦斯突出、瓦斯窒息、瓦斯燃烧等。为避免或减少煤(岩)与瓦斯突出事故发生,人们提出了多种煤(岩)与瓦斯突出防治方法,在煤矿安全生产工作中发挥着重要作用。但现有煤(岩)与瓦斯突出实时监测与预报方法(包括微震、声发射、电磁辐射、红外辐射等)误报率和漏报率还较高,难以满足煤矿安全生产的需要。

为避免煤(岩)与瓦斯突出引发瓦斯爆炸等事故,避免或减少由于瓦斯窒息和瓦斯爆炸造成人员伤亡,本文提出了煤与瓦斯突出报警方法。通过监测和分析甲烷浓度、风向、风速、传感器故障(含传感器及其电缆损坏等,以下同)等,及时发现煤(岩)与瓦斯突出并报警,切断煤矿井下全部非本质安全电气设备电源,避免瓦斯爆炸事故发生;及时将煤矿井下作业人员撤至地面^[2-3]。本文提出的煤(岩)与瓦斯突出报警方法,也可用于瓦斯异常涌出和通风系统故障报警。

1 传感器设置

为实现煤(岩)与瓦斯突出监测与报警,煤(岩)与瓦斯突出矿井需设置甲烷、风速、风向、风压、风筒传感器^[4-5]。

1.1 甲烷传感器设置

采煤工作面及掘进工作面甲烷传感器位置设置如图 1 和图 2 所示。

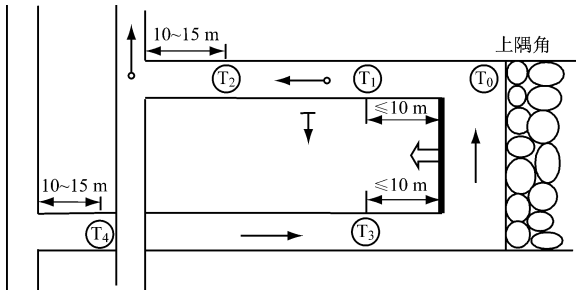


图 1 采煤工作面传感器位置设置

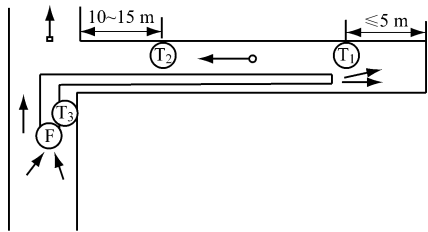


图 2 掘进工作面传感器位置设置

煤(岩)与瓦斯突出矿井必须在以下地点设置全量程或高低浓甲烷传感器;当甲烷浓度达到报警浓度时,发出声光报警信号;当甲烷浓度达到断电浓度时,切断相关区域电源。

(1) 采煤工作面(图1中 T_1)及其上隅角(图1中 T_0)、回风巷(图1中 T_2)、进风巷靠近工作面处(图1中 T_3)、进风巷靠近分风口处(图1中 T_4);回风巷长度大于1 000 m时回风巷中部。

(2) 煤巷、半煤岩巷和有瓦斯涌出的岩巷掘进工作面(图2中 T_1)及其回风流中(图2中 T_2);掘进巷道长度大于1 000 m时掘进巷道中部。

(3) 采区进、回风巷,一翼进、回风巷,总进、回风巷。

1.2 风速、风向、风压、风筒传感器设置

采区回风巷、一翼回风巷、总回风巷的测风站,煤(岩)与瓦斯突出矿井采煤工作面回风巷(图1中 T_2)和掘进巷道回风流(图2中 T_2)必须设置风速传感器,当风速异常时,发出声光报警信号。

煤(岩)与瓦斯突出矿井采煤工作面进风巷(图1中 T_4)、掘进工作面进风的分风口(以下简称掘进工作面进风,图2中 T_3)、采区进风巷、一翼进风巷、总进风巷必须设置风向传感器,当发生风流逆转时,发出声光报警信号。

主要通风机的风硐内必须设置风压传感器。

主要通风机、局部通风机必须设置设备开停传感器。

矿井和采区主要进回风巷道中的主要风门必须设置风门开关传感器。当两道风门同时打开时,发出声光报警信号。

掘进工作面局部通风机的风筒末端必须设置风筒传感器。

甲烷电闭锁和风电闭锁的被控开关的负荷侧必须设置馈电传感器。

2 掘进工作面煤(岩)与瓦斯突出报警

在相关分站和电源工作正常(可以通过煤矿安全监控系统实时监测分站和电源是否正常工作,以下同)且传感器位置设置正确的情况下,当发生下述情况之一时,可发出煤(岩)与瓦斯突出报警和断电闭锁信号,切断煤矿井下全部非本质安全电气设备电源,撤出煤矿井下作业人员。

(1) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进巷道回风流甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进巷道回风流风速传感器监测到的风速不低于正常值。

(2) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);采区回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);采区回风巷风速传感器监测到的风速不低于正常值。

(3) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);一翼回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($0.7\%CH_4$);一翼回风巷风速传感器监测到的风速不低于正常值。

(4) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);总回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($0.7\%CH_4$);总回风巷风速传感器监测到的风速不低于正常值。

(5) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);采区回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);一翼回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($0.7\%CH_4$);总回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($0.7\%CH_4$)。

(6) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进工作面进风风向传感器监测到风流逆转。

(7) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);采区进风巷风向传感器监测到风流逆转。

(8) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值($1.0\%CH_4$);掘进

巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);一翼进风巷风向传感器监测到风流逆转。

(9) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);总进风巷风向传感器监测到风流逆转。

(10) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);采区进风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄)。

(11) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);一翼进风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄)。

(12) 掘进工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);掘进巷道回风流甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);总进风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄)。

3 采煤工作面煤(岩)与瓦斯突出报警

在相关分站和电源工作正常,传感器位置设置正确的情况下,当发生下述情况之一时,可发出煤(岩)与瓦斯突出报警和断电闭锁信号,切断煤矿井下全部非本质安全电气设备电源,撤出煤矿井下作业人员。

由于采煤工作面已有进风巷、回风巷和工作面,所以,采煤工作面发生高强度煤与瓦斯突出的概率较低,造成进风巷(靠近分风口处)和回风巷传感器损坏的概率也较低。

(1) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄),回风巷风速传感器监测到的风速不低于正常值。

(2) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);采区回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄),采区回风巷风速传感器监测到的风速不低于正常值。

(3) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);一翼回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.7%CH₄),一翼回风巷风速传感器监测到的风速不低于正常值。

(4) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);总回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.7%CH₄),总回风巷风速传感器监测到的风速不低于正常值。

(5) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);上隅角甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);采区回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);一翼回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.7%CH₄);总回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.7%CH₄)。

(6) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);上隅角甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷(靠近工作面)甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷风向传感器监测到风流逆转。

(7) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);上隅角甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷(靠近工作面)甲烷传

感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);采区进风巷风向传感器监测到风流逆转。

(8) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);上隅角甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷(靠近工作面)甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);一翼进风巷风向传感器监测到风流逆转。

(9) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);上隅角甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷(靠近工作面)甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄);回风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);总进风巷风向传感器监测到风流逆转。

(10) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);上隅角甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷(靠近工作面)甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷(靠近分风口)甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄)。

(11) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);上隅角甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷(靠近工作面)甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);采区进风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄)。

(12) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);上隅角甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷(靠近工作面)甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);一翼进风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄)。

(13) 工作面甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);上隅角甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);进风巷(靠近工作面)甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄);回风巷甲烷传感器故障,或监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(1.0%CH₄);总进风巷甲烷传感器监测到的甲烷浓度迅速增高或达到报警值(0.5%CH₄)。

4 结语

虽然在当今技术条件下,人们还不能准确预报煤(岩)与瓦斯突出,但可以通过监测和分析煤(岩)与瓦斯突出造成的传感器故障、环境中瓦斯浓度迅速增高、进风巷风流逆转等进行煤与瓦斯突出报警,撤出煤矿井下作业人员,避免或减少人员伤亡;同时,切断煤矿井下电源,避免或减少瓦斯爆炸事故发生。

参考文献:

- [1] 国家煤矿安全监察局. 全国煤矿事故分析报告[R]. 2004—2013.
- [2] 孙继平.《煤矿安全规程》监控、通信与监视修订意见[J]. 工矿自动化, 2014, 40(3): 1-6.
- [3] 孙继平.《煤矿安全规程》安全监控与人员位置监测修订意见[J]. 工矿自动化, 2014, 40(6): 1-7.
- [4] 孙继平.《煤矿安全规程》传感器设置修订意见[J]. 工矿自动化, 2014, 40(5): 1-5.
- [5] AQ 1029—2007 煤矿安全监控系统及检测仪器使用管理规范[S].