

KB

防爆知识问答

煤炭科学研究院上海所、抚顺所、重庆所防爆站 合编

煤炭工业出版社

防 爆 知 识 问 答

煤 炭 科 学 研 究 院
上海所、抚顺所、重庆所防爆站
合 编

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书是防爆知识普及读物。全书对煤矿井下防爆电气设备的五个方面进行了概括的必要说明及介绍。内容包括：一、一般防爆知识；二、选用要求；三、设计制造；四、检查试验；五、使用维修。

本书可供矿山制造、使用和设计等有关单位领导、技术人员和工人阅读参考。

责任编辑：陈锦忠

防 爆 知 识 问 答

煤炭科学研究院

上海所、抚顺所、重庆所防爆站

合 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平门路16号)

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787×1092 ¹ / ₃₂	印张 1 ¹ / ₄
字数 25 千字	印数1—8,630
1982年6月第1版	1982年6月第1次印刷
书号15035·2492	定价0.18元

前 言

煤矿井下瓦斯爆炸是煤矿生产中的严重自然灾害之一。因为在井下大量使用着的电气设备，在运行或故障时产生的电火花、电弧或危险温度都可能成为点火源引起瓦斯爆炸事故。为了配合煤炭部大抓安全工作的指示精神，大力普及电气防爆基本知识，确保煤矿井下的安全生产，特组织编写了这本小册子。

本书是由煤炭部科技局组织煤炭科学研究院上海所、抚顺所和重庆所防爆站的有关同志分工编写，于1979年在安徽省淮南矿务局组织的学习班上进行试讲，受到了煤矿技术人员和矿工的欢迎。在此基础上又广泛征求意见，经反复修改，以《防爆知识问答》形式与读者见面。

本书由上海所姚克同志执笔整理，上海所技术室李义工程师审阅，谨在此表示感谢。

· 编 者 ·

目 录

一、一般防爆知识	(1)
1. 煤矿井下为什么会引起燃烧或爆炸?	(1)
2. 怎样预防矿井瓦斯爆炸事故?	(2)
3. 电气设备采取哪些方法可以实现防爆的目的?	(2)
4. 矿用电容式发爆器是根据什么基本原理工作的?	(4)
5. 在发生电弧短路的情况下,隔爆外壳能否起到隔爆的作用?	(5)
二、选用要求	(6)
6. 防爆电气设备有几种类型?	(6)
7. 如何选择井下电气设备的防爆类型?	(7)
8. 防爆安全型电气设备有哪些防爆措施?	(8)
9. 煤矿用隔爆型电气设备的外壳要满足哪些要求?	(9)
10. 防爆充油型电气设备有哪些防爆措施?	(10)
11. 防爆通风、充气型电气设备有哪些防爆措施?	(10)
12. 矿用一般型电气设备有哪些主要技术要求?	(11)
三、设计制造	(11)
13. 什么叫隔爆外壳的净容积?	(11)
14. 矿用隔爆型电气设备的外壳,哪些零件要做水压试验?	(11)
15. 隔爆型电气设备的隔爆面光洁度有什么要求?	(12)
16. 什么叫空气间隙、漏电距离?为什么要规定空气间隙和漏电距离?	(12)

17. 隔爆型电气设备的接线盒为什么要有独立的隔爆腔? (14)
18. 在设计隔爆型电气设备的接线盒时,应满足哪些要求? (15)
19. 出线喇叭口为什么要有金属封片? 厚变有什么要求?
金属封片外径与喇叭口内径的配合有什么
要求? (15)
20. 安全火花系统或设备有哪些要求? (15)
21. 安全火花系统与非安全火花系统在同一隔爆外壳内
布置时,有什么要求? (16)
22. 电阻电路的临界点燃参数和安全火花参数有多大? (16)
23. 感性电路的临界点燃参数和安全火花参数是怎样确
定的? (18)
24. 容性电路的临界点燃参数和安全火花参数是怎样确
定的? (18)
25. 安全火花电路对电源变压器有什么要求? (20)
26. 什么叫保护性元件? 它有哪几种类型? (22)
27. 对限流元件有什么要求? (22)
28. 对分流元件有什么要求? (22)
29. 什么叫安全栅? 安全栅起什么作用? 试举齐纳式
安全栅的典型电路说明之 (23)

四、检查试验 (25)

30. 矿用电气设备为什么一定要经过国家指定的防爆检验
单位检验合格,才能生产和使用? 检验程序如何? (25)
31. 隔爆型电气设备要做哪些试验? (26)
32. 矿用安全型电气设备要做哪些试验? (27)
33. 矿用本质型电气设备要做哪些试验? (27)
34. 矿用安全火花型电气设备要做哪些试验? (27)
35. 矿用防爆灯具要做哪些试验? (28)

36. 对已发防爆合格证的防爆电气设备, 长期不生产的
怎么处理? (28)

37. 防爆产品质量复查有哪些原则? (29)

38. 生产防爆电气设备为什么一定要有严格的检验制度?
对检验质量有什么要求? (29)

39. 防爆合格证号表示什么意思? (30)

五、使用维修 (30)

40. 隔爆面有缺陷时, 怎样的缺陷可以修补? 怎样的缺陷不可修补? (30)

41. 防爆面如何防锈? (32)

42. 使用安全火花型电气设备应注意些什么? 怎样修理? (32)

43. 高压接线盒使用铠装电缆时, 为什么必须灌绝缘胶? (33)

44. 防爆电气设备进、出线端子绝缘件损坏后, 能否用
环氧玻璃布板或酚醛玻璃布板代替? (33)

45. 煤矿用小型电器设备在移动过程中, 应注意些什么? (34)

46. 隔爆电气设备安装、使用、维护方面应该注意些什么?
么? (34)

47. 干式变压器外壳底坏了, 可否更换? (35)

48. 隔爆面伤痕的投影长度如何计算? (35)

一、一般防爆知识

1. 煤矿井下为什么会引起燃烧或爆炸？

煤矿井下引起燃烧或爆炸，必须同时具备下列两个基本条件：

1) 爆炸性混合物（或可燃性瓦斯）的存在。

在煤炭生产过程中所涌出的气体，我们统称为矿井瓦斯（沼气）。它的主要成份（含量）是：甲烷(CH_4)占85~95%以上，其它一氧化碳(CO)占0.1~6%左右、二氧化碳(CO_2)占1~4%左右、氢气(H_2)占0~5%左右、氮(N_2)占0~3%左右、氧(O_2)占0~0.4%左右。所讲的井下爆炸性混合物一般是指甲烷—空气混合物。

甲烷本身是无毒的，也不助燃。但当它与空气混合时，在一定的浓度范围内，一遇火源就会点燃，发生燃烧或爆炸。点燃浓度的下限值为5%左右，上限值为15%左右。如果浓度继续提高，达到43%以上时，人在这种空气下就会窒息；当浓度增加到57%以上时，氧气含量大量减少，人就有致命的危险。

2) 点火源的存在。

点火源就是点燃爆炸性混合物的能源。

煤矿井下使用着大量的电气设备，这些设备在运行中或有故障时产生的电火花及电弧，或危险高温都可能成为点火源。例如，开关触点的闭合及断开；大电流通过电阻元件或导体时产生的高温。此外，静电放电和机械摩擦火花也可能

成为点火源。

如上所述，只要同时具备了上述两个基本条件，就可能发生严重的瓦斯爆炸事故。

2. 怎样预防矿井瓦斯爆炸事故？

为不使电气设备引起瓦斯爆炸或火灾，具体的预防办法大致有：

1) 对电气设备采取严格的防爆措施，使电气设备设置在有爆炸性混合物的煤矿井下，不会成为点火源；

2) 加强通风，尽量降低爆炸性混合物的浓度，使它远低于点燃浓度的下限值，消除产生燃烧或爆炸的条件；

3) 完善井下电力系统的保护装置，预防电气设备及电缆线路产生短路故障；

4) 建立和健全各种有效的安全制度及操作制度，保证井下电气设备及系统正常运行。

3. 电气设备采取哪些方法可以实现防爆的目的？

1) 分别采取下列措施，把电气设备可能产生的电弧及爆炸作用局限在电气设备外壳内部，或把点火源与爆炸性混合物隔离开

(1) 隔爆型结构

电气设备的外壳应具有足够的机械强度，能够耐受内部可燃性瓦斯可能产生的最大压力，并严格控制接合面的间隙、长度及加工光洁度，使电气设备外壳内部发生的电弧及爆炸不致引燃外部爆炸性混合物。

对这种隔爆作用的机理，目前存在不同的解释。一般认为是由于接合面间隙破坏了可燃性混合物燃烧和爆炸的火焰反应链，大量散失热能，降低火焰的温度而不致点燃外部爆炸性混合物。

（2）防爆充油型结构

这种结构是将可能产生火花、电弧或危险高温的带电部件浸在油中，使它不与油面上爆炸性混合物接触，不致点燃，以达到防爆的目的。

（3）防爆通风、充气型结构

这种结构是将新鲜的空气或惰性气体送入（或充入）电气设备的密封外壳内部，并保持一定的正压，以阻止电气设备外部爆炸性混合物浸入外壳内部，将点火源与周围爆炸性混合物相隔离，以达到防爆的目的。

（4）防爆特殊型结构

采取不属于上述各型的其它防爆措施，经国家防爆检验机构通过试验确认具有防爆安全性能的结构，称为防爆特殊型结构。

目前普遍采用下面两种型式：

（i）用耐腐蚀的金属网制成的网罩隔爆结构，适当控制网孔和整个网罩的面积，当网罩内部发生爆炸时，由于整体泄压面积大，网孔较小，因而能起着泄压、散热的作用，以防止火焰点燃外部爆炸性混合物。

我国规定这种型式只适用在净容积不大于 0.5 升的外壳上。

（ii）用耐腐蚀和耐燃性较好的微孔通气材料制成的微孔隔爆结构。当外壳内部发生爆炸时，通过微孔向外传播，由于受到孔壁冷却作用，使温度下降，以致不能点燃外壳外部的爆炸性混合物，以达到隔爆的目的。

2) 增加在正常运行时不产生电弧的电气设备的安全程度

在正常运行时不产生火花、电弧或危险高温的电气设备，

或部件上，采取适当的措施（包括加强绝缘、增大电气间隙和漏电距离等），以进一步提高安全程度，防止内部发生短路及接地故障，并严格控制外壳的表面温度，以达到防爆的目的。

这种结构的型式称为防爆安全型或增安型，目前，它只应用于鼠笼式电动机、照明灯具及接线盒等设备上。

3) 从根本上抑制点火源的引爆能量

通过适当选择电气元件和系统的参数，降低电源电压、减小线路电流的办法，最大限度地减小设备和电路产生电火花的能量，使电路、系统或设备，无论在正常状态下或在故障状态下，所产生的电火花或元件的温度都不能引起爆炸性混合物爆炸。

所谓正常状态是指电气设备在设计规定的条件下，能正常工作的状态。在试验时，试验装置中所产生短路或断路也应视为正常状态。

所谓故障状态是指在电路中，非保护性元件损坏，产生短路、断路、接地及电源故障等情况。

此种结构的型式就是安全火花型。

4. 矿用电容式发爆器是根据什么基本原理工作的？

矿用电容式发爆器是利用电容器充放电原理作为引爆电雷管电源的，它利用一个小功率电源，以 5~15 秒的时间对电容器充电储能，在几毫秒时间内，把储藏在电容器中的电能释放在爆破回路上。由于电容器充放电电路有可能产生火花而导致爆炸性混合物爆炸，为此整个设备要装设在隔爆外壳中。在使用中要注意下列三个问题：

1) 矿用电容式发爆器的外壳是隔爆型的，但是为了便于连接放炮网路，其一对接线端子是外露的。由于矿井瓦斯

的点燃浓度下限值为5%左右,根据《煤矿安全规程》第286条规定,装药前和紧接放炮前,放炮员必须检查瓦斯。如果在放炮地点附近20米以内风流中,沼气浓度达到1%时,不准装药放炮。因此,其外露端子在短时带电情况下,只要防止短路是可以保证安全的。所以要严禁在井下对接线端子直接短路及做短路试验。

2) 为保证所有电雷管在瞬间得到全爆,要求发爆器的冲能值 $\left(Q = \frac{CV^2}{2R}\right)$ 必须大于点燃电雷管所需要的冲能。同时对电雷管的参数也有相应要求。为减少瞎炮,《煤矿安全规程》第278条规定,电雷管的发火参数不同时,不得掺混使用。根据使用经验,串联电雷管数要小于1/2发爆器额定发数较为可靠。

3) 为保证所有电雷管得到全爆,目前要求发爆器的供电时间不超过6毫秒。因为根据国内工业电雷管在最小冲能时,其最短传导时间(引燃引火剂到雷管爆炸的一段时间)为9毫秒,因此在成串雷管中冲能最小的电雷管还未发爆之前,而最大冲能的雷管已获得足够能量时,发爆器的供电电流已经切断了,从而杜绝了爆破网路再次短接时产生火花的危险。

5. 在发生电弧短路的情况下,隔爆外壳能否起到隔爆的作用?

当隔爆外壳内部的电气设备或元件发生相间或对地的大电流电弧短路时,由于内部气体受热迅速膨胀,以及电气元件的有机绝缘材料在大电流电弧作用下,迅速挥发出大量气体,以致外壳内部压力迅速增大,直到外壳破坏。外壳内部压力的升高主要决定于以下六种因素:

- 1) 短路功率大小;
- 2) 法兰接合面间隙的大小;
- 3) 外壳内部爆炸性瓦斯混合物的含量及种类;
- 4) 外壳空腔的不同形状及容积大小;
- 5) 外壳内部绝缘材料的种类及数量;
- 6) 外壳内部积水量多少等。

此外,外壳内部的带电部份之间及对地发生电弧短路时,产生的灼热金属颗粒向外喷射,非常容易点燃外壳外部的爆炸性混合物,使隔爆外壳的隔爆性能大大降低或完全失掉隔爆性能。

目前按照规程规定设计的隔爆外壳,当内部产生大电流(千安以上)电弧时,是不起隔爆作用的。

目前各国对此现象极为重视,预防的办法大致从以下六个方面着手:

- (1) 电气设备采用真空元件来代替空气开关;
- (2) 外壳内部尽量避免使用在电弧作用下容易挥发可燃性气体的材料,最好采用陶瓷等无机绝缘材料;
- (3) 外壳内部采取措施尽量避免积水;
- (4) 外壳考虑泄压装置以达到防爆目的;
- (5) 对隔爆型电气设备配以可靠的电气保护装置,其保护动作时间以10毫秒之内为好;
- (6) 隔爆外壳采用螺纹或迷宫式结构。

二、选 用 要 求

6. 防爆电气设备有几种类型?

煤矿用电气设备根据使用场所及所采取的不同防爆措施,可以制成各种防爆类型。根据《防爆电气设备制造检验

规程》(GB1336-77)提出共有六种类型,其标志采取类型中汉语拼音的第一个字母。

其类型、标志及所表示的意思列表如下:

序 号	类 型	标 志	标 志 表 示 的 意 思
1	防爆安全型	K A	Kuang(矿)An(安)
2	隔 爆 型	K B	Bao(爆)
3	防爆充油型	K C	Chang(充)
4	防爆通风、充气型	K F	Feng(风)
5	安全火花型	K H	Huo(火)
6	防爆特殊型	K T	Kuang(矿)Te(特)
	矿用一般型	K Y	Kuang(矿)Yi(一)

注: 1. 上述六种类型电气设备及其复合型的电气设备,均称为矿用防爆型电气设备。

2. 一九六五年颁发的《煤矿用电气设备制造规程》中,有矿用一般型的条文规定,而矿用一般型不属于防爆类型,所以在现行的“GB1336-77防爆电气设备制造检验规程”不予列入。但现行《煤矿安全规程》规定在高沼气矿井的井底车场、主要进风道及采区进风道的电机和控制设备可用矿用一般型设备,因此仍补在表内供选用。

7. 如何选择井下电气设备的防爆类型?

首先从井下电气设备的使用场所根据《煤矿安全规程》第394条附表的规定,选用符合要求的防爆类型。见下页表。

然后根据设备的经济性能和维护简便的原则,在可用矿用一般型和安全型的场所,应尽量选用这些类型。由于隔爆型设备造价昂贵,而且维护不便,只有在非采用隔爆型设备不可的场所才选用这种防爆类型。

至于控制系统、监视系统和测量仪器等弱电系统的电气设备,应该优先考虑安全火花型。因为安全火花系统或设备所产生的明火花(包括正常状态和故障状态下的明火花)不

使用场所 类别	煤(岩)与沼气 突出的矿井和沼气 突出的巷道区域	沼 气 矿 井		
		井底车场、总进 风道或主要进风道	采区进风道	回风巷道、主 要回风道、采区 回风道、工作面 和工作面进风、 回风道
一、高低压电机 和控制设备	矿用防爆型(防 爆安全型除外)	矿用一般型	矿用一般型	矿用防爆型 (防爆安全型除 外)
二、照明 灯具		矿用一般型	矿用安全型	矿用安全型
三、通讯、信号、 自动化装置 和仪表、仪 器		矿用一般型	矿用安全型	矿用安全型

注：矿用安全型是沿用1965年《煤矿用电气设备制造规程》中规定的名称，而现行GB1336-77规程已将该型设备改称为“防爆安全型”。

会点燃周围环境中的爆炸性混合物。它不需要隔爆外壳，其优点是体积小、重量轻、便于携带、造价低廉，而且安全程度高。

8. 防爆安全型电气设备有哪些防爆措施？

目前防爆安全型电气设备用得较多的是鼠笼式和绕线式异步电动机、照明灯具等。以绕线式异步电动机为例，其防爆措施有：

1) 绝缘绕组允许温升须比国家标准规定的温升降低 10°C ；

2) 电机运行中转子被堵住时，定子和转子温升到规定温升的时间 t_E 应尽量大于10秒，最低须不小于5秒（当环境温度 $+40^{\circ}\text{C}$ 时）；

3) 所有导体的连接均须可靠，即使受过振动等情况时，也不应该发生接触不良现象；

4) 在正常运行时有火花和电弧产生的滑环部分, 必须放置在隔爆外壳内;

5) 裸露带电体有一定的空气间隙和漏电的要求;

6) 有一定的防水、防外物的防护要求;

7) 具有完善的电气和温度保护装置。

9. 煤矿用隔爆型电气设备的外壳要满足哪些要求?

1) 外壳强度要求:

外壳须能承受1.5倍的实际爆炸压力, 其试验压力按外壳净容积大小而规定不同数值;

2) 材质要求:

(1) 煤矿采掘工作面, 由于条件差, 经常发生煤岩冒落、偏帮, 电气设备的外壳碰、砸机会较多, 为此规定外壳应用钢板或铸钢制成, 其它零部件或装配后外力冲击不到的及容积不超过2升的电气设备外壳, 可用牌号不低于HT25-47灰铸铁制成;

(2) 对手持式、便携式电气设备和仪表, 考虑到使用方便、轻巧而又坚固, 其外壳允许用抗拉强度不小于12公斤/平方毫米、含镁量不大于0.5%的铝合金制成, 对含镁量的严格控制, 是考虑到因碰砸产生的摩擦火花而引起瓦斯爆炸所作的规定;

(3) 不属于上述两款规定的外壳, 可用牌号不低于HT25-47灰铸铁制成。

3) 隔爆接合面的要求:

隔爆结构的六种形式在《防爆电气设备制造检验规程》(GB1336-77)中都有具体规定, 网罩及微孔结构是近年来发展的新型结构形式, 目前尚未有具体规定, 主要通过防爆试验来确定安全程度;

4) 对多空腔外壳的要求:

当隔爆外壳包含几个空腔时,如以小孔联通,容易产生压力重叠现象,因此应尽可能避免采用此种结构。如果无法避免时,要尽量增大联通孔面积。

10. 防爆充油型电气设备有哪些防爆措施?

1) 油面温度不得超过 $+100^{\circ}\text{C}$;

2) 可能产生火花、电弧或危险温度的零部件到最低油面(冷态)的距离,不得小于10毫米,以保证不引燃油面上的爆炸性混合物;

3) 油箱须设置排气孔和油位指示器,当油位指示器损坏时,仍须保持安全油位高度;

4) 对油箱外壳与排气孔有一定的防水及防外物的防护要求。

由于充油的原因,该型设备只适用于固定式设备,装设在有防火措施的机电硐室内。另外,由于直流开关设备灭弧比较困难,因此不允许直流开关设备制成防爆充油型。

11. 防爆通风、充气型电气设备有哪些防爆措施?

由于通风型设备的进风必须保证不含有可燃性瓦斯,所以在煤矿井下的使用范围很受限制。到目前为止,在煤矿井下没有采用该型设备,它属于化工厂的防爆类型。其防爆措施如下:

1) 在运行中,设备外壳内部不应有影响安全的通风死角;

2) 正常运行时出风口风压或充气气压均须不低于20毫米水柱;

3) 设备须配备保护装置(如微压继电器),以保证当壳内风压或气压低于10毫米水柱时,能发出报警信号或切断