

74.634
LWB

煤矿机电设备维护检修丛书

矿用防爆电气设备 及其维护检修

梁 焯 編

中国工业出版社

本书以浅显的文字扼要地阐述了矿用防爆电动机、变压器、起动装置、配电设备、开关和按钮、插销和接线盒、电灯等防爆电气设备的构造、性能、安装、维护和修理，前面还着重地介绍了防爆电气设备的用途、技术要求和外壳的水压试验与爆炸试验。

本书内容简明，具体实用，可供井下电气工人阅读，也可供电气技术人员参考。

煤矿机电设备维护检修丛书(8)
矿用防爆电气设备及其维护检修
梁 焯 编

(根据原煤炭工业出版社纸型重印)

煤炭工业部书刊编辑室编辑(北京东长安街煤炭工业部大楼)

中国工业出版社出版(北京住棚内路10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $3^{9/16}$ ·字数63,000

1959年8月北京第一版

1964年11月北京新一版·1965年11月北京第二次印刷

印数1,611—5,327·定价(科二)0.30元

统一书号: 15165·3447(煤炭-232)

目 录

第一章	概 述	3
第二章	防爆电气设备的功用及技术要求	5
第三章	防爆性能的修理及試驗	13
	1. 防爆外壳防爆性能的损坏及修理	13
	2. 防爆设备外壳的水压試驗	18
	3. 防爆设备外壳的爆炸試驗	20
第四章	矿用防爆型电气设备的构造、性能、维护、 故障处理及安装	23
	1. 矿用防爆磁力起动器	23
	2. 矿用防爆型手动启动器	48
	3. 防爆饋电自动开关	54
	4. 矿用防爆漏电繼电器	57
	5. 矿用防爆高压配电箱	63
	6. 防爆变压器	69
	7. 矿用防爆型电动机	76
	8. 矿用防爆型按钮	87
	9. 矿用防爆接綫盒	92
	10. 矿用防爆型插銷	94
	11. 矿用防爆型电灯	97
	12. 矿用防爆型电气设备的安装	99
第五章	防爆电气设备的检查及修理	101
	1. 防爆电气设备的检修組織	101
	2. 防爆电气设备的日常检查	102

3.防爆电气设备修理性检查	105
4.防爆电气设备的小修	107
5.防爆电气设备的中修	109
6.防爆电气设备的大修	110

第一章 概 述

瓦斯是在有机物变成煤的过程中造成的。煤层、岩帮、煤块和已采区都是瓦斯排出的源泉。在进行采煤工作时煤层受到岩层的压力，使原有的裂缝加大，因而瓦斯的排出随之加剧。在掘进巷道时所露出的煤层面可以使瓦斯通过长达几百公尺的煤层裂缝排出，因此巷道掘进面所排出的瓦斯更多。煤尘主要是在采煤破碎过程中所形成的。在装煤及运煤等工作过程中也形成一部分煤尘。煤尘的最小微粒很不易沉落，因此煤尘在矿井的空气中到处存在着。

瓦斯是一种可燃性气体，与火花或火焰接触温度达650—750度时就要发生燃烧。根据瓦斯含量之多少，它可能很缓和地发生燃烧，或形成爆炸性的混合气体，发火爆炸。瓦斯爆炸会造成支柱倒塌、巷道塌落、设备破坏、工作人员死亡。如果巷道中具有煤尘，则瓦斯爆炸还会引起煤尘爆炸，而扩大到整个矿井，使整个矿井毁灭。爆炸的结果还可能引起火灾，而爆炸或火灾后还会产生大量的碳酸气和一氧化碳等有毒气体。这些有毒气体将严重威胁工作人员的安全。因此，瓦斯及煤尘的爆炸必须设法防止。

瓦斯是纯沼气(CH_4)混合一些碳氢化合物、氢、二氧化碳、氮和其他气体。由于瓦斯主要是由沼气构成的，因此现场中常把瓦斯与沼气混为一谈。沼气是无色、无臭、无味的气体。它具有燃烧性，根据空气中沼气与氧气的含量，就会发生不同程度的燃烧或爆炸。当沼气含量未达到

5 % 时，仅能在高温物体的附近燃烧；沼气含量大于 5 % 时，与空气混合后就会爆炸；含量大于 14—16 % 时混合物又不具爆炸性及助燃性了。沼气含量达 9.5 % 时，爆炸力最大，此时最危险。

煤尘的爆炸与它的性质及它在空气中的浮游量有关。从最小至 1 公厘直径的尘埃都可能爆炸，但只有那些小于 0.1 公厘的微尘是绝对爆炸性的。煤层中挥发物质增加，则煤尘的爆炸性亦增大，一般，煤尘的挥发物质含量高于 10 % 的煤层已被认为是危险的。当空气中煤尘含量达 30—40 克/立方公尺时，就可以开始爆炸，但到 1500—2000 克/立方公尺时，又不会爆炸。如果有沼气存在，煤尘的爆炸范围又大一些。微小而干燥的煤尘着火点的温度约在摄氏 700 度至 800 度之间。

在有瓦斯及煤尘爆炸危险的矿井中电气设备是最易引起瓦斯及煤尘爆炸根源之一。35 毫亨电感的电铃在 4.5 伏电压及 1 安培之电流时，在触头之间造成的电火花，就会使有爆炸危险的矿井着火。因此在有瓦斯及煤尘爆炸危险的矿井中都使用有特殊构造的防爆型电气设备，以防止瓦斯煤尘的爆炸。但是防爆型电气设备的防爆与否是与能否保护其防爆的特殊构造无损有关。如维护及检修不良，则防爆型电气设备就会丧失其防爆性能，而仍会引起瓦斯及煤尘爆炸。因此，在矿井中必须经常熟悉防爆型电气设备的维护及检修，以防止发生瓦斯及煤尘爆炸的重大损失。

第二章 防爆电气设备的功用及技术要求

防爆型电气设备是构造特殊的电气设备，它在瓦斯或煤尘达到可爆炸浓度的地方可以安全使用，而不会引起矿井瓦斯或煤尘的爆炸。防爆型电气设备主要是依靠防爆外壳、超前切断电流装置和防火花电路来达到其防爆性能，但它的绝缘性质、触头遮断能力及防止产生开敞火花或电弧等因素亦会影响它的防爆性能。

防爆外壳，当其内部发生爆炸时，不发生永久变形。防爆外壳的作用除用作设备的保护和支架外，并由于外壳之缝隙保护，使内部之爆炸不能从接缝处传至外部，而使设备周围可爆性瓦斯或煤尘不能随之爆炸。缝隙保护为利用外壳零件的接缝和接头处或轴所穿过处的间隙或槽缝的长度及宽度以吹灭壳内爆炸火焰的焰峰。由于间隙有足够的导热面积，所以可以带走经过间隙燃烧产物所带的热量，并且给予穿过间隙的燃烧物以足够的速度，使与周围空气强烈地混合并传热给空气。为使这种保护可靠，由此做以下规定：对口接缝处和接触面实际的最小宽度，当外壳净容积在0.1公升以下者为5公厘；外壳净容积超过0.1公升至0.5公升者为8公厘；外壳净容积超过0.5公升至2公升者为15公厘；外壳净容积超过2公升者为25公厘。容量愈小，宽度亦小，其原因为小的部件加工配合可得较大的精密度，而小容积的固定螺钉距离可较小，即使爆炸亦不致因法兰弯曲而间隙变大。不光滑的表面易生锈，而当

接觸面生銹時，易傳爆，所以外殼的不動對口接縫處加工光度為5級光度($\nabla\nabla_5$)，轉軸穿過外殼的活動接縫面（如電動機軸和軸孔）為5級光度($\nabla\nabla_5$)，操縱杆為7級光度($\nabla\nabla\nabla_7$)，操縱杆孔為6級光度。外殼（包括進綫裝置的外殼）各個部分的平面的不動對口接縫處用螺釘固定時，應使對口接縫處任何一點的空隙均不超過0.2公厘。由圓筒形接觸面構成的不透爆的不動接縫，按直徑方向測量的空隙在任何一點均不得超過0.5公厘。在淨容積為40公升以下的、圓筒形接縫間隙大於0.2公厘的外殼上，如使用螺釘固定部件時，除原有圓筒形接縫外，應另加寬度不小於5公厘的平面對口接縫，其空隙不得超過0.2公厘。但對圓形接觸面構成的不動接縫，若其直徑差不超過0.3公厘時，即使其淨容積在40公升以下，也不必另加5公厘平面對口接縫。外殼兩部分的對口接縫處用螺絲接連時，當對口接縫或穿過外殼處的接觸面寬度為25公厘和超過25公厘時，螺絲眼邊緣與接觸面內緣的最小距離不得小於10公厘，當對口接縫或穿過外殼的接觸面寬度為15公厘時，螺絲眼邊緣與接觸面內的最小距離不得小於8公厘，當寬度小於15公厘時，其距離不得小於5公厘。當操縱杆穿過外殼時，操縱杆直徑與杆孔直徑之差不得大於0.3公厘。當內部淨容積在1公升以下時，外殼的杆孔長度不得小於15公厘，當淨容積超過1公升時，外殼的杆孔長度不得小於25公厘。電動機軸穿過外殼軸孔長度應不小於25公厘；軸和軸孔直徑之差應不大於0.6公厘。操縱杆或電動機軸與其軸孔之間的間隙在圓周方面可以容許有若干偏心。

为使防爆外壳在内部发生爆炸时不发生永久性变形，防爆外壳必須有一定的机械强度。現行規程規定，电气設備的外壳（包括进綫裝置的外壳在內），必須进行为时不少于一分鐘的水压試驗。在防爆間隙不变的情况下容积愈小則单位所占漏气面积愈大，亦即愈易降低内部压力，所以容积愈小承受的压力可較小些。現行規程規定，淨容积为 0.5 公升以下的外壳須能承受 3 个大气压；淨容积超过 0.5 公升至 2 公升的外壳須能承受 6 个大气压，淨容积超过 2 公升的外壳須能承受 8 个大气压。在确定外壳的淨容积时，应以装配好的成品在壳內所占的实际空气容积为准。在对口接縫处有弹性垫的密封的外壳因无間隙不能降低内部压力，所以不論其淨容积的大小，应承得住比上述所列数值大 25% 的压力，因而在綫圈发热可能造成过压的情况下，試驗压力还应适当地增大，并应以不低于最大測定压力数值的 1.5 倍的压力来試驗。为了达到上述要求和防止外壳受到落煤、岩石或搬运中撞击而损坏，在制造外壳时必须选用坚固且不脆弱的材料。因此工作面使用的电动机及电器外壳的材料必須选用鑄鋼或焊接的鋼板。移动式电气設備的外壳如使用特別坚固的鑄鉄制造时其厚度要在 20 公厘以上，且鑄鉄的极限抗张力不得小于每平方公厘 40 公斤。极限弯曲强度不得小于每平方公厘 80 公斤。固定式电气設備的外壳，当用灰口鑄鉄制造时，其极限抗张力不小于每平方公厘 15 公斤及极限弯曲强度不小于每平方公厘 32 公斤。电压不超过 127 伏的电气設備外壳用鋁合金制造时，鋁合金的极限抗张力不小于每平方公厘 12 公斤。移动式

电气设备的个别零件，如出线喇叭口及电机端盖轴承等可用孕育铸铁或可锻铸铁制造，但孕育铸铁的极限抗张力不可小于每平方公厘28公斤，极限弯曲强度不得小于每平方公厘48公斤，而可锻铸铁的抗张力不可小于每平方公厘30公斤，延伸率不得小于3%。

螺钉要有足够的机械强度，并不应自动脱落和为外物所损坏。如用弹簧垫圈或其它垫圈时，在此垫圈损坏或失落时，螺钉仍应该有足够的丝扣，仍能正常地固定住。外壳各个部分的固定至少须用4个螺钉或双头螺栓，如果规定的外壳部分对正中心后即具有防爆性能的接缝时，在这种情况下，该部分须用3个螺钉或双头螺栓来固定。螺钉埋头孔的直径与螺母外接圆直径之差，如螺钉直径在16公厘及16公厘以下时，不得超过10公厘，如螺钉直径超过16公厘时，不得超过17公厘。螺钉和螺母如在擰下后即能破坏外壳的防爆性时，露出外壳的螺钉和螺母必须设在铸出或焊接的螺絲凹窝内。螺絲凹窝可以设有缺口，缺口角度不得超过90度，但在下列螺钉和螺母情况下不在此限：1) 机器或器械装好以后平时无法擰出来的螺钉和螺母（如电机车和电动机的轴承盖上的螺钉等）；2) 容量超过100瓩的电动机端盖上的螺钉和螺母；3) 小型进线装置压盘上的螺钉。

由于锯齿形螺紋齿尖易磨损或碰坏，加上螺紋加工尺寸及精度不易达到要求，为了防止防爆设备因螺絲螺孔的影响而失去防爆性能，规定连接外壳的螺钉及双头螺栓均不得穿透外壳，只准擰到加铸或电焊在壳壁上的螺孔内。在

个别情况下如有穿透外壳的必要时,可用双头螺钉或螺栓,并須在内部与壳壁焊接牢固,以防止爆炸时火焰外喷。

为了防止当防爆外壳打开时切断或闭合电源,所以规定防爆插销必須具有防止插头由插座里骤然拔出的一种徐动装置,如利用螺母使插头徐徐拔出插座的装置、装有管束插头动作过程的管鎖装置。这种装置松开至一定位置后,才能将插杆脱离插孔,而使断电,然后又借管鎖装置,再将插头完全由插座内拔脱。当导体部分断开以后,在相互套着的插座内壁与插头外圆之间仍保有长度不小于25公厘的防爆面,而形成这个防爆面的插座圆(即插座内壁)与插头外圆的接触圆面直径之差不得大于0.6公厘。电气设备必須有联鎖装置,以使防爆外壳打开后不能合闸接通电源,而在设备有电时不能打开防爆外壳。防爆型电气安全灯当玻璃外罩损坏时,由灯口自动将灯泡脱离电源,以防止瓦斯爆炸。

防爆设备本身的絕緣材料必須能在摄氏25度的气温及相对湿度97%的空气中保持应有的絕緣作用,以防止防爆电气设备因絕緣不良而失去防爆性能。在运行中經常遭受不可避免的过負荷的设备必須使用不低于F級的耐热材料(目前可用B級絕緣来代替)作絕緣。这种电气设备在正常运行状态下的温升必須根据所用的絕緣材料的等級降低一級来計算,以便使絕緣性能不降低。

井下空气是很潮湿的,所以其絕緣較低,加上井下的煤尘很大,极易聚合于导电部分周围而造成导电电路,使导电部分造成相间短路或对地漏电。因此矿用电气设备的漏

电路和导体与接地部分之間和导体与导体之間的空气間隙不得过小，所謂漏电路就是电流可以順着絕緣体的表面或順着絕緣体連接的地方或順着对接的地方向导体漏泄的最短电路。动力設備的最低漏电路及导电体与接地部分之間的空气間隙不应低于下表所規定的数值，但在变压器油等絕緣油內和瀝青等絕緣填料內的漏电路和空气間隙可以較下表（表 1）所列数字减少50%。

表 1

电气设备的 电 压 (伏)	漏 电 路 (公厘)		空气間隙(公厘)	
	垂直絕緣面 (絕緣体表面 在靜止和运轉 状态时与重力 方向所成的角 在30°以下时)	水平絕緣面 (絕緣体表面 在靜止和运轉 状态时与重力 方向所成的角 超过 30° 时)	不是用来連接 电綫的导电部 分和插銷进綫 端子部分	用来連接电綫 和聯絡軟綫的 导电部分
60以下	8	13	3	6
127—250	15	20	7	15
380—660	20	25	9	20
3000	75	75	75	75
6000	100	100	100	100

在計算漏电路和空气間隙时，对于带电部分上的涂漆、珪瑯、氧化表面及其他类似酸化加工的表面，因不能保証絕緣作用，故均不应认为是絕緣的。当由一絕緣表面到另一絕緣表面（尤其是机器的外壳）的距离小于3公厘时，由于表面易附水珠或煤尘，其絕緣便失去作用，所以这些距离均不計入漏电路之內。当漏电路或空气間隙被金屬物体隔为二段时，这二段漏电路或空气間隙中的一段不

得小于上表內的数值，或者当合并計算时不得低于上表的数值的1.25倍(图 1)。当用埋头螺钉固定絕緣夹板或絕緣屏板时，漏电路应从螺钉起算至带电的导体为止。如螺母或螺絲头的外接圓边緣到埋头孔壁的距离大于 3 公厘时，埋头孔的深度亦計入漏电路中。

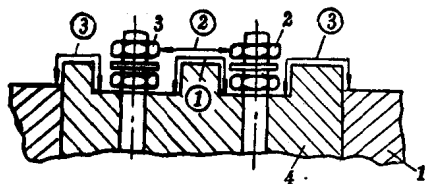


图 1 漏电距离及空气間隙示意图

1—金属板；2及3—导电螺栓；4—絕緣体；

①为导电螺栓2、3間之漏电距离；②为导电螺栓2、3間之空气間隙；

③为导电螺栓2、3各对地之漏电距离

为了防止电纜自进綫装置或接綫盒中拔脫而造成弧光短路或导致人身及設備发生危險，电纜接綫盒必須有压盘或压紧螺母，以及使用橡胶或其他具有相同弹性的材料做成垫圈，垫圈的內径应等于电纜的公称外径，垫圈的长度应不小于电纜公称外径的0.7，垫圈的厚度应不小于电纜公称外径的0.3。启动器插銷等进綫装置中的胶皮垫圈为了配用于不同截面的电纜，應該具有几条同心切槽，以便根据电纜的外径剝去切槽，使胶皮垫圈的內径等于电纜外径。一般在公称外径小于35公厘的电纜接綫盒，才准使用压紧螺母。压紧螺母和胶皮垫圈之間应装有金属垫圈，金

屬墊圈的尺寸和形狀，要保證能將膠皮墊圈壓緊。壓盤和壓緊螺母應製成喇叭狀。壓盤喇叭口的圓半徑，應不小於電纜公稱外徑的 2.5 倍，而形成圓角表面的弧綫，其同心角不應小於 45° 。壓緊螺母喇叭口的圓角半徑不應小於電纜公稱外徑，而形成圓角表面的弧綫，其圓心角不應小於 75° 。

為了防止帶電時拔掉插銷而產生弧光放電，插銷與器械的操縱手把應有機械聯鎖裝置。單獨安裝的插銷，為了防止插銷帶電時被拔出來，應有電氣聯鎖裝置。如果沒有這種聯鎖裝置，插銷應裝置得在帶電時不能拔脫或者在外面鎖，不用專用工具不能拔脫。器械的操縱手把在合閘狀態時，插銷的聯鎖裝置的搭接部分應不小於 8 公厘。

為了防止觸電事故及保證設備漏電時不對地發生火花，設備及電纜本身必須有可靠之接地。電氣設備上的橡膠電纜的進綫裝置，應在內部備有一個专用的黃銅接地端子，以便將電纜的接地芯綫與電氣設備的外殼可靠地連接。鎧裝電纜的進綫裝置和萬能進綫裝置（橡膠和鎧裝電纜兩用），應在外面備一個鍍鋅的鉄質接地端子，以使鎧裝電纜的鎧裝與電氣設備的外殼可靠地連接在一起，並且在進綫裝置的里面亦應備有一個黃銅的接地端子，以便將電纜的鉛皮與電氣設備的外殼連接在一起。容量在 10 瓩以下的電氣設備，其外面接地端子的直徑不得小於 10 公厘；容量超過 10 瓩的電氣設備，其直徑不得小於 12 公厘。接地端子和機器外殼連接處均須要潔淨光滑，以保證有良好的接觸。除機車上的插銷、采煤機及截煤機上的插頭外殼外，橡膠電纜所用的插銷，必須備有連接接地芯綫专用的

插孔和插銷，或其他同样作用的接触裝置，但不得利用金屬外壳接地。插銷須具有使接地芯綫在导电芯綫接触之前先行接触的构造。插座和插头的外壳上均須备有专用的接地端子。

第三章 防爆性能的修理及試驗

1. 防爆外壳防爆性能的损坏及修理

在防爆設備外壳接縫处，具有一个接触面較寬，間隙較小，而加工光度較高的防爆面。当防爆設備里面发生爆炸时，有了完善的防爆面就可以避免防爆外壳外面的瓦斯或煤尘的爆炸。在日常运行中，防爆外壳失去防爆性能有二种原因：1) 防爆面受到机械損伤；2) 防爆面生鏽而传爆。拆卸防爆外壳时，如不将防爆面用橡皮或布衬垫盖上，零件或工具很易落于其上，使防爆面受到机械損伤。在利用撬棒拆卸机器零件时，更不可利用防爆面作着力点，否則防爆面必然会受損。放置防爆外壳时，要将防爆面向上，不可将防爆面放在地上或与地相摩擦，否則会使防爆面受到机械損伤。运行中的防爆电气設備和存放的防爆电气設備的防爆面应經常用汽油、松节油或二甲苯清洗或涂机油，否則由于空气的湿度較大防爆面会生鏽，因而不能保証防爆性能。

在法兰盘或搪孔表面发现有尺寸不大的砂眼、毛面等缺陷或机械性損伤痕迹（如刻痕、凹陷等）时，对于鋼制件可用含錫40%的焊条用直流电焊补，生鉄鑄件可用銅焊条焊补，而鋁制件可用敷金屬方法或其他方法来补，但不准用鉛焊补。在焊补或敷金屬前，要将鑄件的缺陷及机械

損傷的痕迹加以清理,至見金屬的清淨表面為止,以使焊接及敷金屬的材料與零件本身很好地凝固在一起,保證在焊接後有足夠的機械強度。但是清理點太大或太深,會影響防爆面的防爆性能及機械強度,因此規定清理點的大小及位置應符合下列條件:

1) 當規定的防爆面寬度為25公厘時,在面積為正方形的3平方公分的範圍內,允許有深度不大於2公厘,並能用3個直徑為2公厘(清理後直徑)的圓圈包住的砂眼,而此三個砂眼是連接或分散的都可以(圖2);

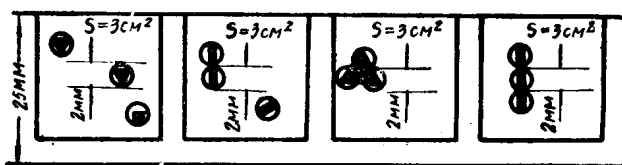


圖 2 25公厘寬之防爆面清理點圖

2) 當規定的防爆面寬度為15公厘時,在正方形面積為2平方公分範圍內,允許有深度不大於2公厘,並能用2個直徑為2公厘(清理後直徑)的圓圈包住的砂眼,而這兩個砂眼是連接或分散的都可以(圖3);

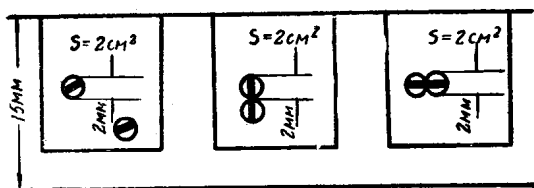


圖 3 15公厘寬之防爆面清理點圖

3) 当规定的防爆面宽度为25公厘时，在正方形面积为3平方公分的范围内，允许机械伤痕的深度，不得深于1.5公厘，宽度不得大于3公厘，且投影在防爆面宽度上的总长度不得大于6公厘(图4)；

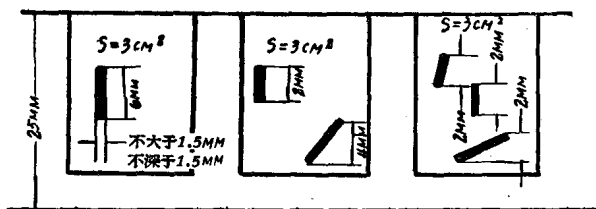


图4 25公厘宽之防爆面机械损伤图

4) 当规定的防爆面宽度为15公厘时，在正方形面积为2平方公分的范围内，允许机械伤痕的深度及宽度均不得大于1.5公厘，并且投影在防爆面宽度上的总长度不得大于4公厘(图5)；

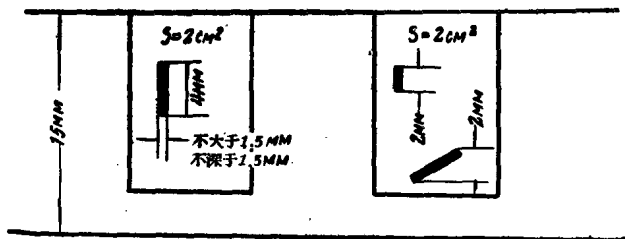


图5 15公厘宽之防爆面机械损伤图

5) 只要防爆接合面能保证有合乎规定的防爆宽度，在防爆面规定宽度以外的砂眼的深度及宽度均不受限制，甚至不补焊亦可以。

防爆面上的微小缺陷不是都要补焊的。在不影响防爆