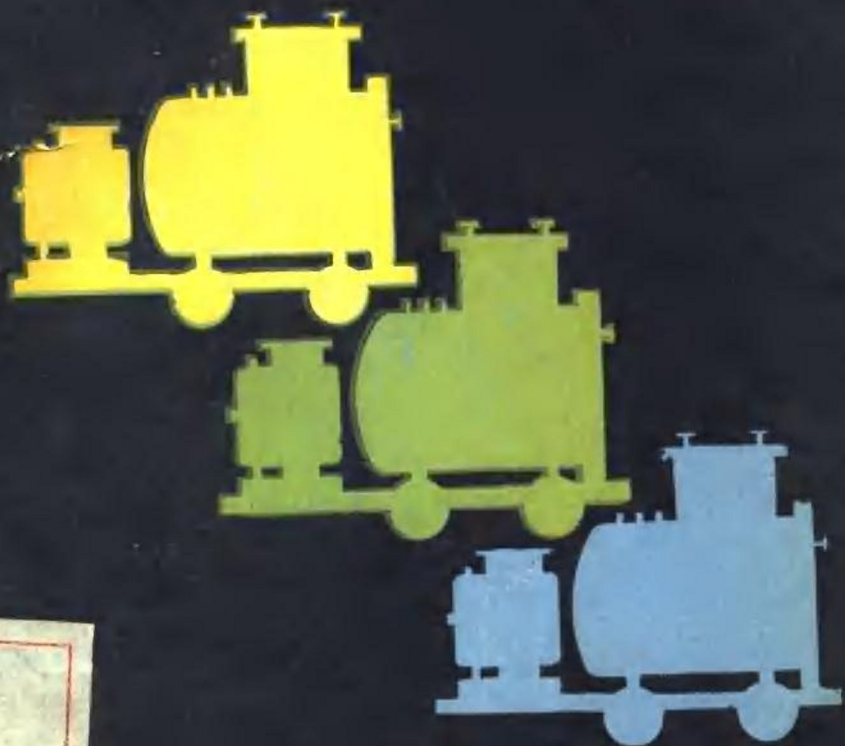


防爆充电机

宇仁杰 编著



42

黑龙江科学技术出版社

内 容 提 要

本书详细地阐述了卧式圆筒形防爆充电机的性能、特点、基本结构、工作原理、安装调试程序和使用维护技术，并介绍了调试和检测用仪器、设备的工作原理和使用方法等。本书可供防爆充电机安装、使用、调试、维护及修理的电气工人及技术人员阅读，也可供从事防爆充电机研究、设计、制造的工程技术人员参考。

封面设计：张秉钧

防 爆 充 电 机

宇仁杰 编 著

黑龙江科学技术出版社出版·发行

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

哈尔滨市龙江印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/32·印张5 12/16·字数124千

1984年2月第一版·1984年2月第一次印刷

印数：1—5,000

书号：15217·136 定价：0.76元

前 言

防爆充电机——矿用隔爆型可控硅充电装置，供电机车蓄电池充电，广泛使用于具有三级和超级瓦斯，以及有瓦斯或煤气突出危险的矿井中。这种充电装置是七十年代末期研制成功的，已在许多煤矿推广使用。这种充电装置的防爆外壳能阻止电气火花向周围介质传递，可直接用于井下。

随着煤炭工业的蓬勃发展，特别是在煤炭工业部制定了安全生产的规划后，防爆充电机的需要急剧增加，并迅速取代了普通充电装置而大量用于煤炭生产中。

为适应防爆充电机使用、维护和修理的迫切需要而编写了本书。在编写过程中，得到有关领导的热情关怀以及左俊业同志的指导和帮助，在此仅表谢意。

由于水平所限，书中难免出现不妥乃至错误之处，恳请读者批评、指正。

编著者

目 录

一、概述

- (一) 防爆充电机的型号和规格..... (2)
- (二) 防爆充电机的主要性能和特点..... (6)

二、防爆充电机的结构

- (一) 防爆充电机的基本结构..... (8)
- (二) 隔爆外壳的结构..... (9)
- (三) 可控整流装置..... (10)
- (四) 隔爆开关的结构..... (14)

三、电路元器件

- (一) 电阻器..... (16)
- (二) 电容器..... (21)
- (三) 电感器..... (29)
- (四) 半导体二极管..... (35)
- (五) 稳压管..... (40)
- (六) 晶体管..... (46)
- (七) 可控硅..... (54)

四、防爆充电机的原理

- (一) 隔爆外壳的防爆原理..... (60)
- (二) 可控整流装置的工作原理..... (70)
- (三) 隔爆开关..... (99)

五、防爆充电机的安装与使用

- (一) 安装前的检查..... (102)
- (二) 通电检查和充电..... (105)
- (三) 停机..... (106)

六、防爆充电机的调整与维护

- (一) 维护原则及注意事项..... (107)
- (二) 隔爆开关的调整和维护..... (108)
- (三) 隔爆外壳的维护..... (111)
- (四) 可控整流装置主回路..... (119)
- (五) 控制单元故障检查与处理..... (121)

七、检测仪器

- (一) 插件测试箱..... (132)
- (二) XST—1型示波器..... (139)
- (三) 万用表..... (150)

附录 箱式防爆充电机简介..... (164)

一、概 述

防爆充电机是专供煤矿，特别是具有瓦斯和超级瓦斯以及具有瓦斯和煤气突出危险的煤矿里蓄电池电机车、在现场充电用的矿用隔爆型可控硅充电装置。由于它的可控整流装置部分装于特制的隔爆外壳内，从而确保了装置内由电气火花引起的爆炸，不至传到周围介质中去，使它在煤矿井下获得了愈来愈广泛的应用。

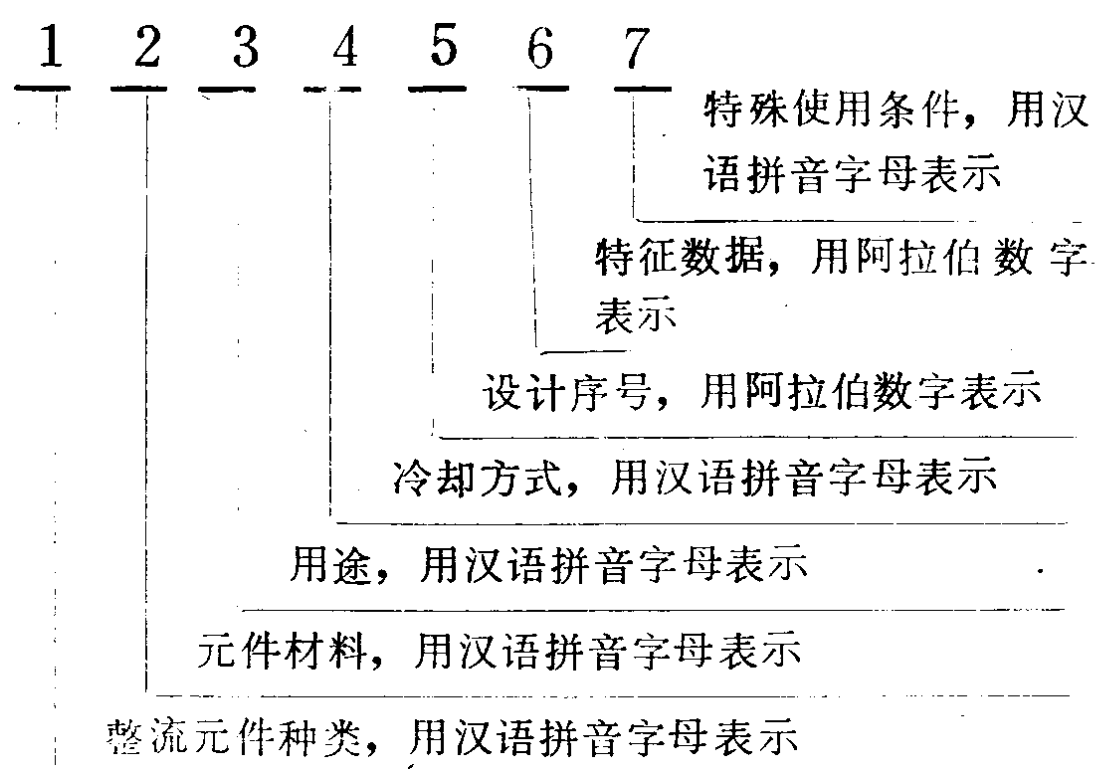
在国外，防爆充电机是在五十年代末期研制成功的。此后发展很快，仅几年时间几乎所有矿井都使用了防爆充电机。

在我国，防爆充电机的研究时间较晚，但发展较快。现在，已经生产出质量可靠、数量可观的防爆充电机，并迅速用到了煤炭生产中。

目前，国内已经批量生产的防爆充电机有两种结构形式：卧式圆筒形和箱式方形。最早研制成功卧式圆筒形防爆充电机的是哈尔滨整流设备厂。目前，圆筒形防爆充电机应用最多。它不仅具有优良的整流性能，而且具有可靠的防爆性能。为了叙述方便起见，本书将依应用较广的卧式圆筒形KGCA—90/50—190—KB型防爆充电机为例，详细介绍其结构特点、工作原理、使用方法和维护修理技术等。

(一) 防爆充电机的型号和规格

根据国家关于整流装置产品型号编制办法，防爆充电机的型号包括下述内容：



1. 整流元件种类

整流元件的种类及其代号见表 1—1。现在采用最多的整流元件是硅二极管和可控硅。

2. 整流元件材料

整流元件常用硅材料制造，并用字母G代表。

表1—1 整流元件种类及其代号

字母	意 义
K	表示可控硅元件或快速可控硅元件
Z	表示整流元件，在不致引起混淆时字母Z可省掉
N	表示可逆导通可控硅元件
S	表示双向可控硅元件
G	表示可关断可控硅元件

3. 用途

根据使用特点，整流装置的用途分类见表 1—2。

表1—2 整流装置用途及其代号

字母	表示的用途	字母	表示的用途	字母	表示的用途	字母	表示的用途
B	一般工业	D	电 镀	K	电 控	X	电加工
C	充 电	L	励 磁	V	浮充电	S	传 动
H	电化学	G	高压整流	M	变频调速	Q	牵 引
E	电热冶金	F	电影放映	J	串激调速	Y	特殊用途

4. 整流元件冷却方式

整流元件各种冷却方式的代号见表 1—3。

表1—3 整流元件冷却方式及其代号

字母	冷却方式	字母	冷却方式
A	自然空气冷却	Fi	油循环风冷却
Ai	油浸空气冷却	S	水冷却
F	风冷却	Sa	气循环水冷却
Fa	气循环风冷却	Si	油浸水冷却

5. 设计序号

设计序号由工厂设计部门掌握，表明装置设计的顺序号。通常用数字表示不同结构、性能和特点的同类产品。有的工厂将它标在产品型号上，有的工厂则不标。

6. 特征数据

特征数据表示整流装置的基本参数。一般有两个数字，分别代表整流装置的额定输出直流电压和额定输出直流电流值。通常在产品型号上用斜线上线下的数字分别表示电流和电压，而且可以不注明电流（安）和电压（伏）的单位。

7. 特殊使用条件

特殊使用条件是指充电装置本身所具有的特殊性能和特点，并由此决定它可以工作在具有某种特殊条件的环境中。特殊使用条件及其代号见表1—4，一般场合使用的整流装置没有这项标志。

KGCA—90/50—190—KB型防爆充电机型号各部分的意义如下：

表1—4 特殊使用条件及其代号

字母	代表的特殊环境	字母	代表的特殊环境	字母	代表的特殊环境
B	防爆炸型	Y	防盐雾型	F	防腐蚀型
KB	矿用隔爆型	TH	湿热地带型	DD	多尘地区型
KY	矿用一般型	TA	干热地带型	CY	船舶型
KA	矿用安全型	GY	高原地带型	CB	防震型

该装置是矿用隔爆（KB）型的、用可控硅元件（K）整流和调整输出电压的充电机（C），可控硅元件是用单晶硅（G）材料制造的，整流元件用自然空气冷却（A），装置额定输出直流电流90安，额定输出直流电压190伏，而且

表1—5 防爆充电机参数及适用范围

序号	型 号	额定容量 Kw	交流输入		直流输出			适用电机车蓄电池规格		
			相数	电压 V	电压 V	电流 A	调压范围 V	机车粘重 T	电池容量 AH	电池标称电压 V
1	KGCA— 90/50—190—KB	17.1	3	380/660	190	90	50—190	8 2.5	370 350	110—132 48
2	KGCA— 90/100—190—KB	17.1	3	380/660	190	90	100—190	8	370 350	110—132
3	KGCA— 90/90—170—KB	15.3	3	380/660	170	90	90—170		370 350	110
4	KGCA 90/60—120—KB	10.8	3	380/660	120	90	60—120	4 5	455 420	72 84
5	KGCA 90/40—72—KB	6.48	3	380/660	72	90	40—72	2 2.5	370	40 48

输出直流电压可以在50至190伏范围内平滑调整。

目前，我国制造的防爆充电机有五个规格。表1—5列出了这些装置的主要电气参数以及适用于蓄电池电机车的规格。这五种规格的防爆充电机已基本满足国内现有矿用电机车蓄电池充电用。

（二） 防爆充电机的主要性能和特点

防爆充电机具有隔爆性，即可在有爆炸性气体（甲烷类）及煤尘（但不应有导电及足以能腐蚀金属和破坏绝缘的蒸气及尘埃）的环境中使用。一旦由于装置短路，合闸、拉闸及其它原因引起的电气火花点燃装置内部瓦斯而发生爆炸时，该装置能够保证爆炸火焰不传到防爆壳体以外。

为了提高防爆性能，避免元器件的相互影响，增强装置的抗干扰能力，将整流变压器和整流电路、整流电路的控制部分、输入和输出接线端子，分别装于独立的隔爆空腔里。隔爆开关自成一体，提高了装置的安全性。

当蓄电池与防爆充电机输出端子极性接错、或极性虽然连接正确但接触不良、抑或未接蓄电池时，由于装置具有“直流开关电路”，即使按动隔爆开关的起动按钮，也不能接通电路。从而预防了使装置先送电、后接蓄电池而产生火花的危险。

当防爆充电机输出端出现短路或过电流时，由于“直流开关电路”的作用，充电装置能够自动切断电源。

为了在电源相序判断不明时方便接线，在充电装置电气线路上采取了特殊措施，从而使得对防爆充电机的电源接线

没有相序要求。

电气线路控制部分制成独立的控制箱，控制部分的各个单元装焊成抽屉式插件，便于调试和维修。

防爆充电机附带插件测试箱和超小型同步示波器，用于检测插件质量，以及时排除插件故障。

防爆充电机装有轨道式车轮，根据用户不同要求可以装成600、726、900毫米的标准轮距，也可装成其它非标准轮距，或者制成雪橇式结构。

在保证防爆性能和稳定工作的情况下，防爆充电机能够连续输出100%额定电流，即保证达到Ⅰ级负载。它可在电网电压波动 $\pm 10\%$ 的情况下输出额定电压，并能保证在规定的调压范围内，在20—100%额定输出电流下稳流运行，其稳定精度不低于 $\pm 5\%$ 。

需要指出的是，防爆充电机除了具有上述性能和特点外，还具有普通可控硅整流装置的性能和特点。

二、防爆充电机的结构

(一) 防爆充电机的基本结构

防爆充电机由三部分构成：隔爆壳体、可控整流装置及隔爆开关。

如前所述，隔爆壳体的主要作用是当防爆充电机运行时，一旦由于某种原因产生火花而引起壳内瓦斯爆炸，一方面爆炸压力不能使隔爆外壳变形或损坏，另一方面从隔爆间隙逸出的爆炸火焰，经过隔爆间隙冷却后，已经降低到不能再引起壳外爆炸性混合物爆炸，从而达到防爆目的。

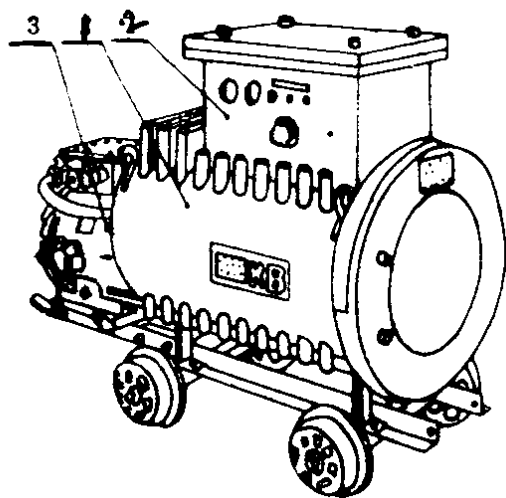
因此，要求防爆充电机外壳具有足够的机械强度，其隔爆结合面不仅具有一定的间隙，还应具有一定的宽度和光洁度。实践证明，在煤矿采掘面上使用的电气设备的外壳，采用一定厚度的钢板焊接或采用钢水铸造，并采取严格的工艺措施，就可以保证充电机的隔爆性能。

防爆充电机的隔爆外壳由主隔爆空腔、控制箱隔爆方箱和隔爆接线盒三部分组成。主隔爆空腔为卧式圆筒形，其上方是控制箱隔爆方箱，而右侧则是电源引线和直流输出引线的隔爆接线盒空腔，它们“三腔一体”固定在装有车轮的车架上。

防爆充电机外形如图 2—1 所示，它采用了 QC810—60 矿用隔爆兼安全火花型磁力起动器（以下简称隔爆开关），

作为交流电源的馈电开关。隔爆开关安装在与车架水平的角铁托架上。

防爆充电机的所有电气零部件分别装于各个隔爆空腔里：主回路的可控硅和硅二极管等整流元件、整流元件的保护器件、直流互感器，铁芯平



- 1—主隔爆空腔；
- 2—隔爆方箱；
- 3—隔爆开关

图 2—1 防爆充电机

波电抗器等装配成一体，装在主隔爆空腔一端，而整流变压器装在另一端。装配成控制箱的控制回路，则装在方形隔爆空腔里。控制箱上还装有指示直流输出的电压表和电流表、信号灯、以及输出电压调整器等。通过隔爆方箱的视察窗，可以清楚地看到仪表和信号灯的指示。

交流电压的输入和直流电流的输出端子均在隔爆接线盒内。

(二) 隔爆外壳的结构

防爆充电机有两个隔爆外壳：一个是装整流变压器、可控整流装置和控制单元的隔爆外壳；另一个是隔爆开关的隔爆外壳。对于后者将在下面介绍。

隔爆外壳各部分是由不同规格的优质钢板焊接而成的。

1、主隔爆空腔

主隔爆空腔的圆筒,采用6毫米以上的优质钢板冷滚成型后焊成。为增加机械强度,外壳的封头和端门中板,用优质钢板模压成型。外壳法兰,即主隔爆空腔防爆止口面,则用厚钢板制造,这不仅便于机械加工,而且增加了强度,这是因为端门与壳体是用螺栓联接的。沿圆筒轴向分布的两排散热管,采用直径为40毫米的优质冷轧无缝钢管。

2、控制箱隔爆方箱

方形控制箱隔爆空腔框板是由中板焊接而成的,隔爆盖板、框板止口面都用厚钢板制造,控制方箱底即是主隔爆空腔壁,其上开有一个供连接导线通过的圆孔。在主隔爆空腔体开门左侧的控制箱侧板上,开有两个大圆孔和三个小圆孔,内嵌10毫米厚钢化玻璃以构成视察窗。通过这些窗口,可以清楚地看到放在隔爆方箱里控制单元上的仪表和信号灯的工作情况。在侧板三小圆孔下面,还有一个按装电压调整手轮的圆孔。

3. 隔爆接线盒

隔爆接线盒的四框板采用中板,底也是主隔爆空腔壁,其上有四个安装耐孤塑料接线盒的圆孔。在接线盒下框板上,有电源引入线和直流输出引线的防爆接线喇叭口,接线盒盖板通过螺栓把合到隔爆接线盒的框板止口面上。

(三) 可控整流装置

可控整流装置由以下零部件构成:三相干式整流变压器、三相桥式半控整流电路、快速熔断器和压敏电阻、铁芯平波电抗器、电流互感器以及控制电路等。

整流变压器的作用，是将从隔爆开关引入的交流电压，变换成整流电路输出所需要的电压和电流。在防爆充电机中，整流变压器是发热部件，而它又被放置在散热条件极其恶劣的主隔爆空腔里。为了提高防爆充电机的效率，一方面要求整流变压器本身损耗小，同时应采取有效措施来降低其温升。为此，除了尽量在设计时采用先进结构外，应选择优质变压器铁芯材料。防爆充电机用整流变压器铁芯，通常选用牌号为D₄₂、D₄₃的优质高硅硅钢片。表2—1列出了几种国产电工硅钢片的主要参数。从表中可以看出：在相同磁感应强度时，优质高硅硅钢片D₄₂、D₄₃与普通硅钢片D₂₁相比，其铁损小、温升高、效率高。

表2—1、 电工硅钢片主要参数（根据YB73—70）

牌号	厚度 (mm)	最大铁损 (W/kg)		最小磁感应 (KGs)		
		P10/50*	P15/50	B25**	B50	B100
D21	0.35	2.00	5.00	14.8	15.9	17.3
D42	0.35	1.15	2.80	14.5	15.6	16.8
D43	0.35	1.05	2.50	14.3	15.4	16.6
D44	0.35	0.90	2.20	14.3	15.4	16.6

整流变压器为三相三芯柱式变压器，原副绕组均为同心

* P10/50、P15/50——表示频率为50赫芝，磁感应强度分别为10千高斯、15千高斯时的铁损耗。

** B₂₅——表示磁场强度为25安/厘米时的磁感应强度，简称磁感应。B₅₀和B₁₀₀的意义同上。

式绕组：用玻璃丝包扁铜线绕在环氧酚醛玻璃丝布管制做的线圈骨架上。为改善散热条件，线圈层间垫有绝缘条。线圈连同骨架一起整体浸渍B级环氧绝缘清漆。

三相桥式半控整流电路，由200安600伏级可控硅和硅二极管元件组成，固定在整流变压器一端。在整流变压器副边线圈和整流元件间，装有型号为RSO150安250伏的快速熔断器，用以保护可控硅和硅二极管元件因过流而可能造成的损坏。每个整流元件上并联压敏电阻，以防止线路出现过电压时对元件的损坏。

在三相桥式半控整流电路的输出端，安装了铁芯平波电抗器，目的在于使整流电流连续，并减少输出电流中的脉动成分，相应也减少了变压器发热，从而改善了防爆充电机的性能。

三相桥式半控整流电路输出端装有直流电流互感器，它和另一些元件构成一套能反映输出电流变化的量测机构——磁放大器。该变化量供给电路的控制部分，与另外信号源一起，控制防爆充电机的输出及过流事故保护动作。

整流变压器、可控硅和硅二极管元件组成的整流单元，以及快速熔断器，铁芯平波电抗器等装配在一起，固定在有小车轮的铁架上，这些部件组成了可控整流装置的主电路部分，并且放置于主防爆空腔里。

可控整流装置的控制部分，装配成独立的控制箱。控制箱外框由框架、面板、插件板等组装而成。这些用薄钢板模压成型的型板，全部经过电镀处理。

可控整流装置输出的直流电流和电压的指示仪表、电源给定信号指示灯、蓄电池接线正误指示灯、过载指示灯、电