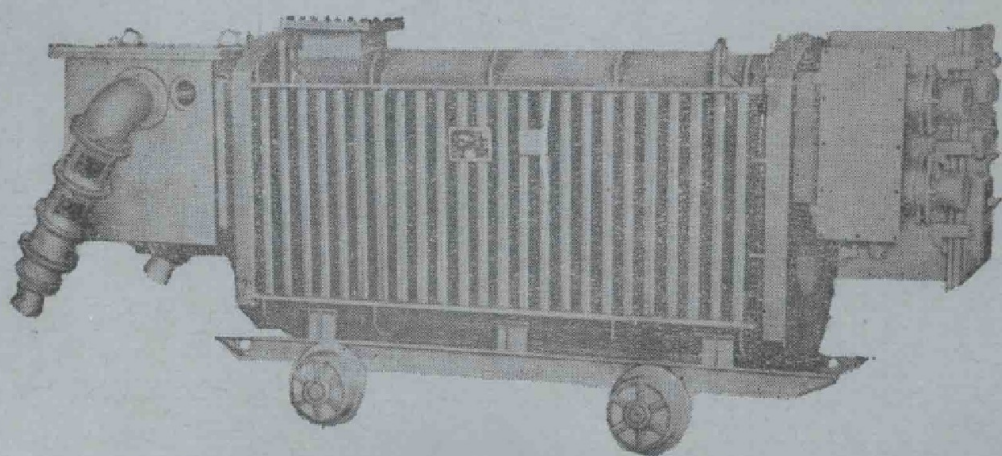


矿用 隔爆型移动变电站



长沙变压器厂

前 言

《矿用隔爆型移动变电站》一书，是根据煤炭部(82)煤机普字第28号文“关于举办高档普采技术培训班的通知”，委托我厂主办矿用隔爆型移动变电站培训班而编写的。经过了八期培训班使用后，根据部分同志意见修改而成。由于水平有限，书中难免有缺点和错误，敬请读者批评指正。

前 言

《矿用隔爆型移动变电站》一书，是根据煤炭部(82)煤机普字第28号文“关于举办高档普采技术培训班的通知”，委托我厂主办矿用隔爆型移动变电站培训班而编写的。经过了八期培训班使用后，根据部分同志意见修改而成。由于水平有限，书中难免有缺点和错误，敬请读者批评指正。

内 容 介 绍

本书比较详细地介绍国产矿用隔爆型移动变电站各大部件的结构和电气原理，用户验收试验，使用操作方法，维修及运行中常见故障处理。

本书结合《变电站》，介绍了有关隔爆性能要求，主变压器设计原则等方面知识，内容力求深入浅出，通俗易懂。可供从事煤炭机电工程技术人员和工人阅读，也可供有关制造单位和学校教师学生参考。本书限国内发行。

机械化采煤技术丛书

矿用隔爆型移动变电站

主 编 彭延龄

考 核 黄季球

1984年11月 第三版

绪 论

一、实现综采高档普采的意义：

随着采煤机械化水平不断提高，设备单机容量和总容量都在增加，原有供电电压（660伏、380伏）已不能适应煤矿井下采区综合机械化发展的需要，因此，提高采区工作电压和缩短供电距离，成了实现采煤机械化的重要课题。

千伏级“综采”设备是加速煤矿井下采区机械化、现代化建设的重要成套设备。国产千伏级KSGZY系列矿用隔爆型移动变电站（以下简称“变电站”）是成套“综采”设备的主要供配电装置，本装置由FB—6型隔爆型高压负荷开关（包括AGKB型高压电缆连接器）、KSGB型隔爆型干式变压器、DZKD型隔爆型低压馈电开关等组成。

目前“变电站”已在煤矿井下作为采区工作供电设备，分别用于千伏级供电系统和660伏供电系统。

二、“变电站”及供电系统：

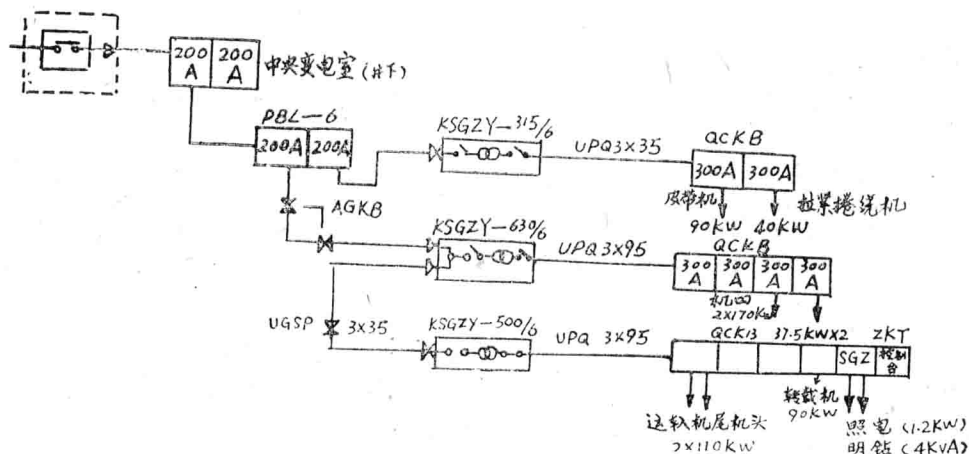
“变电站”产品额定容量由315KVA~1000KVA

高压额定电压为6KV，低压额定电压有1.2KV和0.69KV

分别用于千伏级和660伏采区供电系统。

根据以上情况，“综采”、“高档普采”的供电系统有千伏级供电系统，660伏供电系统。

1、“变电站”千伏级供电系统：



- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| 1. UGSP —— 高压监视型屏蔽电缆； | 2. AGKB —— 高压电缆连接器； |
| 3. PBL—6 —— 高压防爆配电装置； | 4. QCKB —— 电磁起动器； |
| 5. UPQ —— 移动屏蔽橡胶套软电缆； | 6. KSGZY —— 315~630/6 —— 移动变电站； |
| 7. KSGZ —— 电钻变压器装置； | 8. ZKT —— 控制台； |

按图1：综合机械化采煤工作面供电系统，是从井下中央变电站（或采区“变电所”）

引来6000伏高压送到距离工作面很近的顺槽口，顺槽口设置高压配电装置PBL—6，同时，采用高压屏蔽橡套电缆使高压配电装置（PBL—6）通过高压电缆连接器（AGKB型），一段一段接到“变电站”，“变电站”输出的二次电压供给电磁起动器（QCKB）照明变压器，控制台，然后再连接负载。

本系统电气设备组成二个列车式配电点：

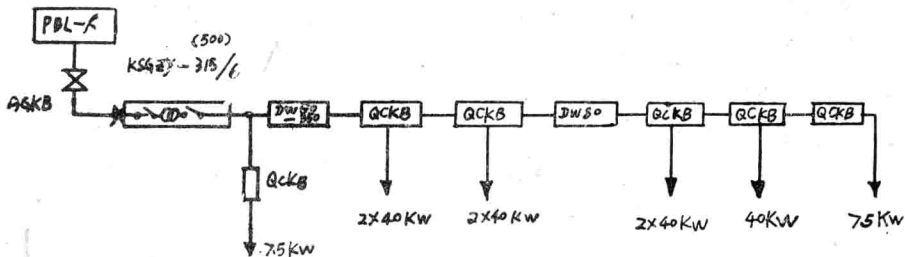
第一配点布置在顺槽伸缩皮带头附近的平巷内，两台高压配电装置，KSGZY—315/6“变电站”及其它供电设备，装在平板车上，可以移动，也可固定。

第二配电点是移动的，图1中KSGYZ—500~630/6“变电站”等供电设备均置于平板车上，与可伸缩皮带相距约10米，且专设一条与顺槽平行的设备巷（以后作为下一个工作面的回风巷），敷设轨距为600mm的轻别轨道，从工作面往外配置移动式乳化液泵站及列车式配电站。

千伏级供电设备也有只采用单台“变电站”作供配电。

2、“变电站”660伏供电系统：

本系统供电图，主要用于高档普采工作面，其配电系统如图2所示：



本系统高压6000伏电源，由井下中央变电所供电，通过PBL—6隔爆型高压开关箱和AGKB高压电缆连接器接到“变电站”高压负荷开关（FB—6型），“变电站”主变压器二次侧通过低压馈电开关（DZKD型）输出额定电压693伏。然后供给各用电负载。

三、国产机械化“综采”电气设备的发展方向：

综合机械化采煤设备的普遍使用促进了我国煤炭工业的发展；而单机容量的增加，又促进了大型成套“综采”机械化设备的生产。因此，研制大型现代化电气设备是我国当前重要的课题。

目前，国外先进工业国家“综采”电气设备中，矿用隔爆型移动变电站最大容量已达1000KVA，高压开关采用真空开关或SF₆空气断路器，内部保护设备齐全；同时“综采”设备是通过专用工业电视进行监视；各单机的动作程序，均通过微计算机控制；由于采用了这些先进措施，所以不但大大减少了工作人员，而且提高了设备的利用率，日产量迅速增加，百万吨煤的死亡率仅为0.2人。

我国要在2000年实现四个现代化，能源将是关键，而煤炭是我国的主要能源，因此设备单机容量的增加，大型成套设备的研制，以及配备先进的工业监视系统和采用微计算机控制系统，是改变我国煤矿采掘工作落后的重要措施。

目 录

绪 论

第一章：矿用隔爆型移动变电站概况	1
第一节、千伏级的含义和隔爆原理	1
第二节：移动变电站的概况	5
第三节：国内外移动变电站的比较	12
第二章：矿用隔爆型干式变压器	15
第一节：干式变压器的特点	15
第二节：变压器铁芯	19
第三节：变压器线圈	21
第四节：H级绝缘材料在变压器上的应用	24
第五节：变压器的电压调节及高低压出线套	31
第六节：变压器的隔爆外壳	34
第七节：隔爆型干式变压器的热计算	37
第三章：隔爆型高压负载开关箱	40
第一节：高压负载开关	40
第二节：矿用隔爆型高压电缆连接器	47
第三节：矿用千伏级屏蔽橡套电缆	51
第四节：高压负载开关箱与上级电源的关系	56
第四章：矿用隔爆型移动变电站馈电开关	61
第一节晶体管元件及有关线路简介	61
第二节馈电开关的基本概况	73
第三节 DW—15—600 自动空气开关	77
第四节：漏电保护装置	89
第四节：馈电开关整体线路原理介绍	101
第五章：移动变电站的试验与验收试验	105
第一节：检验程序	105
第二节：移动变电站的防爆性能试验	106
第三节：其他型式试验情况	108
第四节：移动变电站的验收试验	110
第六章：移动变电站的使用和维修	117

第一节：移动变电站的安装和使用	117
第二节：移动变电站保护部分的调整	119
第三节：移动变电站的改压运行	121
第四节：移动变电站的拆卸	124
第五节：低压馈电开关的维修	128
第六节：移动变电站的一般维修	132
附录：复习思考题	135
参考资料	

第一章 矿用隔爆型移动变电站概况

“绪论”已简略介绍了“变电站”在机械化采煤供电系统中的作用和地位，本章开始对“变电站”进行详细阐述。

随着国民经济的发展，煤炭成为我国主要能源之一，我国原煤产量居世界前列，以后将有更大的发展，根据采煤发展的需要，采煤工作面推广了大功率的采煤机和与自移式支架配套的综合机械化采煤机组，掘进工作面也采用了各种型式的掘进机、截装机、输送机以及支护机组。因而供电功率大大增加，由过去的几千瓦猛增到几十百千瓦甚至达到一千千瓦以上。这么大的功率由原来的采煤区变电所，以低电压向工作面供电的方式已不能采用了，只能采用移动变电站以提高二次输出电压对用电设备供电。为此我国根据本国采煤情况研制了适合我国采煤工作的移动变电站。通过试制和工业性运行，现已定型成批生产，根据多年运行经验总结初步体现移动变电站供电有以下优点。

一、移动变电站可以随着采煤工作面的推进而移动，它和工作面的距离一般保持在50~300米。使低压供电距离缩短，电压损失降低。保证了供电质量，满足了设备正常启动和运转，又减少了电缆截面，节约了铜材。同时由于减轻了电缆的重量，使工人铺设供电电缆的劳动强度也相应减轻。

二、移动变电站由高压负荷开关箱，主变压器、低压馈电开关组装而成。结构紧凑，操作方便，保护齐全；

三、移动变电站能够在轨道上移动，无须建造变电所峒室；

四、采用了干式变压器没有可燃性油，既可防爆，又便于维修。

为此迅速推广采用干式变压器为主体的，矿用隔爆型移动变电站是煤炭工业技术革新的一个重要方面。

第一节：千伏级的含义和隔爆原理

一、千伏级的含义：

随着大型企业的技术不断发展，大功率电气设备不断涌现，企业用电量急剧增加。为了适用这种形势，国外某些工业国家都正在从事提高低压配电电压的研究工作，特别是采矿工业首先把电压从380伏提高为500伏，之后又进一步提高，如：美国的600伏，苏联的660伏及1140伏，荷兰的865伏，法国的910伏，西德、波兰的1000伏及英国的1100伏。由于经济上合理，技术上可能，现在东德已规定660伏为工业用户优先采用的电压。

国际电工委员会(IEC)也推荐使用660伏电压。我国煤炭工业从1969年开始电压从380伏提高到660伏, 1971年以后逐步开始推广660伏供电电压。1975年明确推行煤矿供电电压为1140伏, 既所谓“千伏级”。国内外采区电压变更情况见表1—1;

国内外采区电压变更情况 表1—1

国 名	电 压		压(伏)	
	原 供 电	电 压	升 压 后	电 压
英 国	550	380	1100	660
西 德	500	525	1000	910
波 兰	500	200	1000	660
苏 联	380	660		1140
中 国	380	660		1140

为了发展千伏级, 我国组织了研制千伏级矿用电器成套设备, 矿用隔爆型移动变电站就是千伏级设备之一。

电压等级的提高, 获得了良好的经济效益。因为提高了电压, 所以降低了线路损耗减少了线路压降, 因此在同容量、同距离条件下供电, 提高了用电电压; 特别是对于大功率负载设备, 保证了其频繁操作和正常运行。

低压电压提高到千伏级, 使矿井供电质量提高, 采区电气设备故障率减少, 但是设备操作频繁运行时间增加; 因此安装使用必须特别注意安全, 要求绝缘水平比原来高, 漏电距离比原来大, 具体要求按表1—2

表1—2

额定电压 V	最小电气间隙mm	最 小 爬 电 距 离 mm			
		a	b	c	d
36	4	4	4	4	4
60	6	6	6	6	6
127	6	6	7	8	10
220	6	6	8	10	12
380	8	8	10	12	15
660	10	12	16	20	25
1140	18	24	28	35	45
3000	36	45	60	75	90
6000	60	85	110	135	160
10000	100	125	150	180	240

表1—2 a b c d类绝缘材料按相对泄痕指数分级, 常用绝缘材料耐泄痕性分级见表1—3

绝缘材料抗漏电 强度级别	绝 缘 材 料
a	上轴的陶瓷、云母、玻璃
b	三聚腈胺石棉耐弧塑料、硅有机石棉耐弧塑料
c	四氟乙烯塑料、三聚腈胺玻璃纤维塑料、表面耐弧漆处理的环氧玻璃布板聚
d	酚醛塑料、层压制品

从表1—2看出千伏级的漏电距离比原660伏增大0.5~1倍左右。移动变电站是按些个漏电距离设计的，经试验和工业性运行证明是可靠的。希望矿井维护安装千伏级产品也考虑由于电压等级提高，适当增加漏电距离，以保证安全运行

二、矿用隔爆型电气设备的防爆原理和要求

1. 瓦斯煤尘的爆炸危险性：

煤矿井下空气中含的瓦斯主要是指甲烷，又名沼气(CH_4)。它是无色、无味的气体。在一定条件下，瓦斯和煤尘都具有爆炸的危险。当空气中瓦斯含量达4—14%，遇到650~750°C的热源时，就可以引起爆炸。当瓦斯含量为8.3~8.6%左右时，最易引爆，而且爆炸力最大，达7.4个大气压。当空气中煤尘含量达30~3000克/米³时，粒度在0.75~1毫米情况下，遇到700~800°C的点燃温度，也能引起爆炸，而且比瓦斯爆炸产生更大破坏力。

1903~1906年间，德国学者贝宁在试验中发现，在圆柱形容器内甲烷—空气混合物爆炸时，火焰会通过缝隙传到容器外，但是当缝隙小到一定值时，火焰就不会传到容器外，当然也就不会引起外部易燃气体的爆炸。这个重大发现为隔爆外壳的诞生奠定了基础。

2. 防止瓦斯和煤尘爆炸的方法：

目前，国内外解决电气设备防爆问题从下列方面着手：

2.1 本质安全型(曾称安全火花型)

本质安全型电气设备的防爆原理是利用限制电火花能量的办法实现防爆要求。把电火花能量限制在瓦斯引爆所需的最小能量以下，使电气设备在正常状态和故障状态下，产生的电火花均不能引起瓦斯和煤尘的爆炸。根据有关安全火花研究证明，电火花能够点燃瓦斯的最小能量为0.5毫焦耳，凡是能量比这个值小的电火花就是安全型。可见，不能点燃瓦斯的电火花能量很小，只适用于低电压、小功率的通讯设备、测量仪表和动力设备的控制电路。

2.2 矿用隔爆型：

有许多电气设备，容量较大，在正常工作条件下，产生电火花又无法限制在安全火花范围之内，根据贝宁的发现，把它装在一个具有隔爆性能的外壳内，以实现在外壳内发生爆炸时，保证壳外周围爆炸物不引起爆炸，应用这种原理设计的电气设备用于矿井称为矿用隔爆型，移动变电站属于矿用隔爆型。

1.3 通风充气型：

是指向外壳内通入正压新鲜空气或惰性气体，以阻止外部爆炸性混合物进入外壳内部的电气设备。

为了防止瓦斯和煤尘爆炸，加强通风，或抽放瓦斯，以减少瓦斯含量，对煤尘可以用洒水的方法，迫使煤尘降落，以减少空气中煤尘含量，使之不能达到爆炸的环境。

3. 矿用隔爆型的要求

移动变电站属于矿用隔爆型，我们应该了解保证隔爆作用的要求。

其他方面电气设备的要求不加叙述。

3.1 外壳应有足够的机械强度

试验测得瓦斯爆炸时产生的压力最大为7.4个大气压。同时随着外壳容积不同，所产生最大压力也不同。因此，应根据净容积大小，来确定外壳的机械强度。要求隔爆外壳能承受1.5倍实际的爆炸压力，试验压力见表1—4

表1—4

外壳净容积 (公斤)		1.5以下	0.5~2	2以上
试验压力巴	I	3.5	6	8
	II A II B	6	8	10
	II C		15	

移动变电站属于I类。

3.2 隔爆外壳结合面应有一定间隙、宽度和光洁度。

从爆炸压力来看，完全密封的外壳，爆炸时产生的压力也是比较大的，在隔爆外壳内发生爆炸时，由于压力作用，将从结合面向外喷射火焰。为了防止喷出气体引燃外壳外部的混合物爆炸，要求隔爆外壳的隔爆结合面具有一定的间隙、宽度和光洁度、保证爆炸火焰向外喷射时，经过结合面间隙的散热降温作用，使喷出气体的温度降低到瓦斯点燃温度之下，不致引起壳外瓦斯爆炸。

静止部分的隔爆结合面和操纵杆与杆孔爆隔爆结合面的最大间隙或直值差W，隔爆结合面最小的有效长度L见图1—1，图1—2

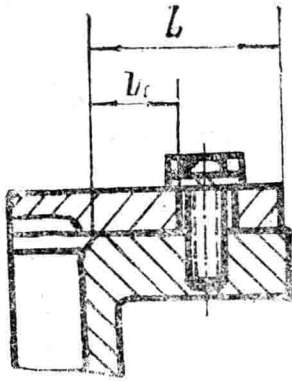


图1-1

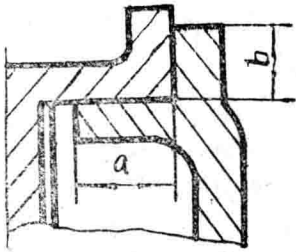


图1-2

$L = a + b$

隔爆接合面边缘至螺孔边缘的最小有效长度 L_1 (见图1—1), 须符合表1—5的规定, 但快动式门或盖的隔爆接合面的最小有效长度 L 须不小于25毫米。

表1—5I

I 类隔爆接合面结构参数

接 合 面 型 式	L mm	L_1 mm	W mm	
			外壳容积 V, l	
			$V \leq 0.1$	$0.1 < V$
平面、止口或圆筒结构	6.0	6.0	0.30	—
	12.5	8.0	0.40	0.40
	25.0	9.0	0.50	0.50
	40.0	15.0	—	0.60
带有滚动轴承的圆筒结构	6.0	—	0.40	0.40
	12.5	—	0.50	0.50
	25.0	—	0.60	0.60
	40.0	—	—	0.80

隔爆面光洁度不低于 $\nabla 5$, 操纵杆须不低于 $\nabla 6$ 。

第二节 移动变电站概况

矿用隔爆型移动变电站系由隔爆型高压负荷开关箱、隔爆型干式变压器和隔爆型低压馈电开关箱组成, 高压负荷开关箱包括高压电缆连接器。由紧固螺栓把三大件连成一体。

一、使用条件: K S G Z Y 矿用隔爆型移动变电站可在以下使用条件以及额定容量下持续长期工作。

- 1 海拔高度不超过1000米;
- 2 周围环境温度不高于 35°C ;
- 3 周围空气相对湿度不大于95%($+25^{\circ}\text{C}$ 时)
- 4 在有甲烷混合气体和煤尘爆炸危险的矿井中;
- 5 在无强烈颠簸震动以及与垂直面的斜度不超过 15° 的环境中;
- 6 在无足以腐蚀金属和破坏绝缘的气体及蒸汽环境中。

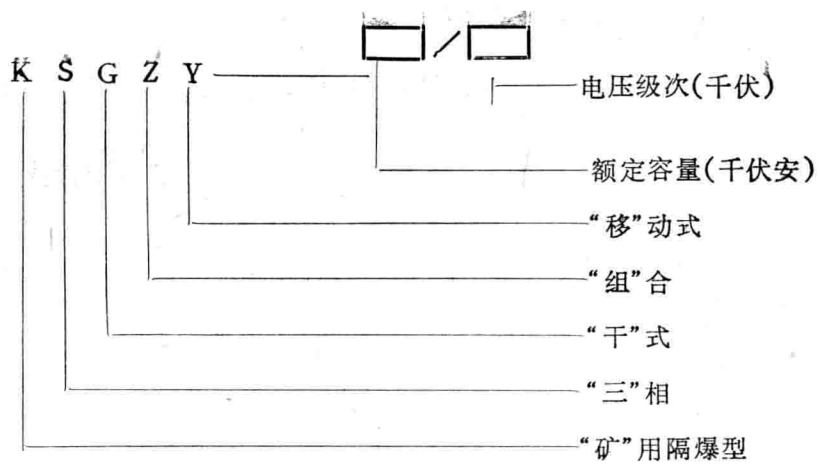
二、型号及含义:

移动变电站以如下型号作为标志:

例如: 额定容量为500千伏安, 高压电压级次为6千伏移动变电站的型号, 应标志成KSGZY—500/6。

三、移动变电站的外形尺寸、200—330KVA移动变电站的外形尺寸如图1—3所示, 800—1000KVA移动变电站的外形如图1—4, 主要技术性能见表1—6,

说明: 生产厂一般供应带拖撬的移动变电站, 但也可按用户要求供给 $\phi 220$ 有边滚轮, 其轨距为900和600毫米可调。



800、1000KVA移动变电站供应 $\phi 300$ 有边滚轮，其轨距为900和600毫米可调。

1—6 表

型 号	额 定 容 量 (千伏安)	额定电压(千伏)		损耗(瓦)		阻抗电压 (%)	空载电流 (%)	联结组 标 号	外 型 尺 寸 L×1100×H (毫米)	总 重 (公斤)	备 注
		高 压	低 压	空 载	短 路						
KSGZY-315/6	315	6-2×4%	1.2/0.69	1700	2300	4	6.5	Yy0	3200×1100×1225	2750	
		6±5%						Yd11			
KSGZY500/6	500	6-2×4%	1.2/0.69	2300	3600	4	6	Yy0	3324×1100×1335	3380	
		6±5%						Yd11			
KSGZY630/6	600	6-2×4%	1.2	2800	4100	4	5.5	Yy0	3450×1100×1455	4000	
		6±5%									
KSGZY-800/6	800	6±5%	1.2	2300	5000	5.5	1	Yy0	3600×1100×1600	5300	按IBC726-82标准温度 指标到145K计算损耗
										6000	
KSGZY-1000/6	1000		1.2	2700	5500	6	1				

四：移动变电站电气系统图如图1—5所示

五：移动式矿用隔爆型变压器

根据部分矿井要求，有的矿不需要配置高压负荷开关箱和低压馈电开关，只需独立的变压器，为此派生了矿用隔爆型干式变压器。其外形结构见图1—6