

交流移动电站

兰州电源车辆设计研究所编著

机械工业出版社

本书比较全面地叙述交流工频移动电站各部分的工作原理、结构组成以及维护保养、故障排除等方面的知识，是一本普及性技术读物，适合于交流工频移动电站操作、维修人员阅读、参考用。

交 流 移 动 电 站

兰州电源车辆设计研究所编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $9\frac{7}{8}$ · 字数 220 千字

1976 年 12 月北京第一版·1976 年 12 月北京第一次印刷

印数 00,001—22,000 · 定价 0.68 元

*

统一书号：15033 · 4373



毛主席语录

抓革命，促生产，促工作，促战备。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

绪论	1
第一篇 概述	3
第一章 移动电站的结构组成	3
第二章 高温、高湿、低温、高海拔对移动电站的影响	17
第二篇 移动电站的电气系统	22
第一章 发电机	22
第一节 交流电的产生和一般概念	22
第二节 三相交流电的产生和同步发电机	35
第三节 交流发电机的构造和绕组	47
第四节 直流发电机的原理、构造、分类和特性	59
第二章 移动电站用同步发电机的励磁	70
第一节 概述	70
第二节 同步发电机励磁的几种方式	73
第三章 移动电站的保护、接地、并联运行及其工业无线电干扰	104
第一节 保护的一般概念	104
第二节 短路与过流保护	107
第三节 过压与低速保护	114
第四节 接地保护与绝缘监视	117
第五节 移动电站的并联运行	122
第六节 移动电站的工业无线电干扰	131
第四章 移动电站的主要电气性能指标	137
第三篇 移动电站的动力系统	142
第一章 内燃机的基本工作原理	142
第一节 基本概念	142
第二节 内燃机的工作过程	144

第三节	配气相位	147
第四节	内燃机工作的基本参数	149
第五节	柴、汽油机的比较	153
第六节	内燃机中应用的燃料	154
第七节	国产柴、汽油及机油的规格和牌号	156
第八节	汽油机和柴油机的燃烧过程	158
第九节	多缸内燃机的工作原理	163
第二章	内燃机的构造	166
第一节	活塞组	166
第二节	连杆	171
第三节	曲轴和飞轮	173
第四节	配气机构	175
第五节	内燃机的固定机件	178
第六节	进排气系统	181
第七节	冷却系统	183
第八节	润滑系统	187
第九节	柴油机的燃料供给系统	192
第十节	汽油机的燃料供给系统	204
第十一节	汽油机的点火系统	216
第十二节	柴、汽油机的起动系统	229
第十三节	调速器	240
第十四节	低温起动	251
第十五节	增压	257
第四篇	移动电站的使用、维护及故障排除	260
第一章	移动电站的使用	260
第一节	使用前的准备	260
第二节	起动	262
第三节	运行	264
第四节	停机	264
第五节	移动电站在低温下的使用	265

第二章 移动电站的维护	270
第一节 电站总体的维护	270
第二节 发电机的维护	273
第三节 柴、汽油发动机的维护	275
第四节 柴、汽油发动机部分机件的调整及发动机的试验	282
第五节 低温起动装置的维护	291
第六节 移动电站的封存和启封	293
第三章 移动电站的故障与排除	295
第一节 电站总体的故障与排除	295
第二节 发电机的故障与排除	296
第三节 柴油发动机的故障与排除	297
第四节 汽油发动机的故障与排除	302
第五节 充电发电机、起动电动机、蓄电池等产生的故障与 排除	305
第六节 低温起动装置的故障与排除	308

绪 论

交流移动电站是移动式发电设备，它是由发动机、发电机、控制设备和运载工具等四个主要部分组成（以下简称移动电站）。最简单的移动电站是将发动机通过联轴器与发电机联接，安装在同一个可移动的机架上，称为发电机组；将发电机组安装在汽车底盘上就是汽车电站；安装在拖车上就是拖车电站；同样还有安装在火车车厢上的称为列车电站。

目前，移动电站已使用在采矿、伐木、筑路、农田排灌、野外施工等各部门，作为动力、照明、通讯等用电。

在毛主席的“独立自主、自力更生”的伟大方针指引下，我国已基本形成了移动电站的生产体系，到目前为止，已生产 0.75 千瓦以上的不同容量等级的交流电站。尤其是无产阶级文化大革命以来，广大工人、干部和工程技术人员以“抓革命，促生产，促工作，促战备”为指针，加快了移动电站的生产步伐，新产品、新材料、新工艺、新技术不断涌现，为移动电站配套的柴（汽）油机、同步发电机，控制设备及运载工具的研究和革新都取得了许多可喜的成绩。

目前、我国大量生产的移动电站主要是以柴油机、汽油机为原动机的电站。容量在 10 千瓦以下的大都为小型风冷汽油发电机组，转速为 3000 转/分，用于通讯、放映、农村巡回治疗、农牧业等部门。容量在 10~20 千瓦范围为柴油电站或汽油电站，20 千瓦以上主要是柴油电站，转速为 1500 转/分，用于工程施工，野外作业等场所。

移动电站的种类和规格较多。除了按运输方式分为汽车电站、拖车电站、发电机组外；还可按电源种类分为交流电站和直流电站；按电源频率分为工频电站、中频电站或者双频电站。但就某一种具体的移动电站而言，可能是以上几种类型的组合。

本书叙述的内容是交流工频移动电站。

第一篇 概 述

第一章 移动电站的结构组成

移动电站是移动式的独立电源。首先要求它工作可靠、性能稳定、对自然环境的适应性强；同时也要尽量做到体积小、重量轻、机动灵活；电站的结构布置既紧凑合理，又便于使用、维修、保养；电站的各组件应选用标准的或者大量生产的产品，便于通用、互换，其易损件应附有备件。

本书主要叙述汽车电站、拖车电站、发电机组。发电机组是移动电站的基本组成部分，是电站的主体。汽车电站、拖车电站只是在发电机组的基础上增设其运载工具。因此，我们主要讨论发电机组的结构组成。

一、发电机组的组成

1. 发电机；
2. 发动机；
3. 发电机与发动机之间的联接和安装方式——联轴器
和底盘；
4. 发电机的励磁调节装置；
5. 配电盘；
6. 燃油箱、蓄电池、备附件工具箱、电缆。

二、主要组件的简要介绍

1. 发电机

发电机是移动电站的发电部分，通常采用同步发电机，

有三相、单相两种。我国移动电站用同步发电机的转速有1500转/分和3000转/分两种。大多数采用旋转磁场式结构，电枢绕组在定子上，励磁绕组在转子上，磁极形式有凸极式和隐极式两种。

目前，我国移动电站普遍使用T2系列和T2S系列的同步发电机。T2S系列发电机又称三次谐波发电机，它与T2系列不同的是，定子上还设有一套谐波绕组，以便引出励磁功率。

同步交流发电机的工作原理、构造、特性将在第二篇第一章中讨论。

2. 发动机

发动机是移动电站的动力部分。目前，我国移动电站的发动机主要的有柴油机、汽油机两种。

柴、汽油机的品种规格很多。但作为移动电站的动力装置，应具有良好的调速性、机动性以及对环境变化的适应性，要求发动机具有比重量小（公斤/马力），升功率（马力/升）大的特点，同时应有足够的功率储备，以适应高海拔的需要，又要能在环境温度为一40℃~+40℃的范围内可靠工作，这就需要对发动机的燃油、润滑油以及冷却系统作特殊的考虑，保证在低温下可靠地起动和高温下的不过热。

移动电站用的发动机基本上是在恒定转速的状态下工作，因此要求发动机具有良好的调速性能。目前，我国移动电站上用得较多的是全程机械离心式调速器。

10千瓦以下的移动电站，多数为发电机组，机动性要求高。目前，普遍使用的是3000转/分的发动机，有IE50F小型风冷汽油机、70系列风冷汽油机等，见表1-1。

10千瓦以上的移动电站，对机动性要求高的多为汽车、

表 1-1

电 站 容 量 （千瓦）		0.75	1.2	2	4	8
配 发 动 机 套 机	型 号	1E 50 F	1101	170 F	270 F	470 F
	额定功率（马力）	2.2	3.5	5	10	20
	额定转速（转/分）	3000	3000	3000	3000	3000
电站重量（公斤）		—	62	—	125	250

表 1-2

电 站 容 量 （千瓦）		12	20	30	40
配 发 动 机 套 机	型 号	2100/2105	4100/4105	6100/6105	4135
	额定功率（马力）	22/24	44/48	66/72	100
	额定转速（转/分）	1500	1500	1500	1500
电 站 容 量 （千瓦）		50	75	120	200
配 发 动 机 套 机	型 号	4135	6135	6135 Z / 12 V 135	12 V 135
	额定功率（马力）	100	150	220/300	450
	额定转速（转/分）	1500	1500	1500	1500

拖车式电站,使用 1500 转/分的发动机,大多数采用 100 系列高速柴油机,新 105 系列柴油机, 135 系列柴油机,见表1-2。

关于柴、汽油机的工作原理、构造将在第三篇中讨论。

3. 发电机与发动机之间的联接和 安装 方式——联轴器和底盘

发电机通过传动侧端盖止口与发动机飞轮壳止口相配合,由螺钉紧固在一起,使两者联接成一刚体,并通过橡皮

减震垫固定在同一个底盘上或者挂车的车架上，采用三点支承或四点支承，发电机组的底盘是用槽钢焊接而成的。

有的移动电站也采用法兰盘联接，这样，当发电机组固定在底盘上时，对发电机和发动机轴校正中心的要求较高。

在移动电站中，发动机和发电机轴大多数是用弹性联轴器或刚性联轴器直接联接。其中弹性联轴器用得较广泛，这种联接对发动机和发电机轴校正中心的要求较低。

弹性联轴器的结构形式是多种多样的。移动电站多半采用弹性塞销联轴节，图 1-1 是这种联轴器的一种结构形式。由图可见，弹性塞销联轴器是由一个半联轴节、塞销、弹性衬圈等组成。半联轴节通过键固定在发电机的转轴上，半联轴节上依着圆周均匀分布着几个与发动机飞轮相对应的塞销孔，用硬橡胶制成的弹性衬圈套在塞销上，安装时，弹性衬圈在塞销孔内与半联轴节紧密配合，发动机轴上的扭矩是通过弹性衬圈、塞销、半联轴节，再经过键传递到发电机的轴上。而发电机轴与发动机轴校正中心靠发电机外壳和飞轮外壳的止口联接来保证。但在有的移动电站上，也不采用止口联接，单用弹性联轴器联接。

弹性联轴器具有缓冲和吸震的能力，这是由于弹性衬圈的变形可以蓄放弹性能量，即使载荷有剧烈的波动，所产生的冲击或振动可以得到一定程度的减轻和消除。

移动电站用的刚性联轴器大多是齿轮联轴节的形式，它是由一个齿轮半联轴节(外齿)和一个内齿盘组成，如图 1-2 所示。齿轮半联轴节通过键固定在发电机的轴端上，内齿盘用螺栓安装在发动机的飞轮上，安装好后，齿轮半联轴节上的外齿与内齿盘上的内齿互相啮合，而发电机和发动机两轴校正中心是靠内、外齿的齿隙来保证，发动机轴上的扭矩是

通过螺栓、内齿、齿轮半联轴节、键传递到发电机的轴上。

这种刚性联轴器能传递较大的扭矩，装卸、维修方便，震动较小，但对壳体止口同心度的加工要求较高。

移动电站上除采用弹性联轴器和刚性联轴器外，还有其他的结构形式，如皮带传动，软轴传动，离合器传动等，但应用很少。

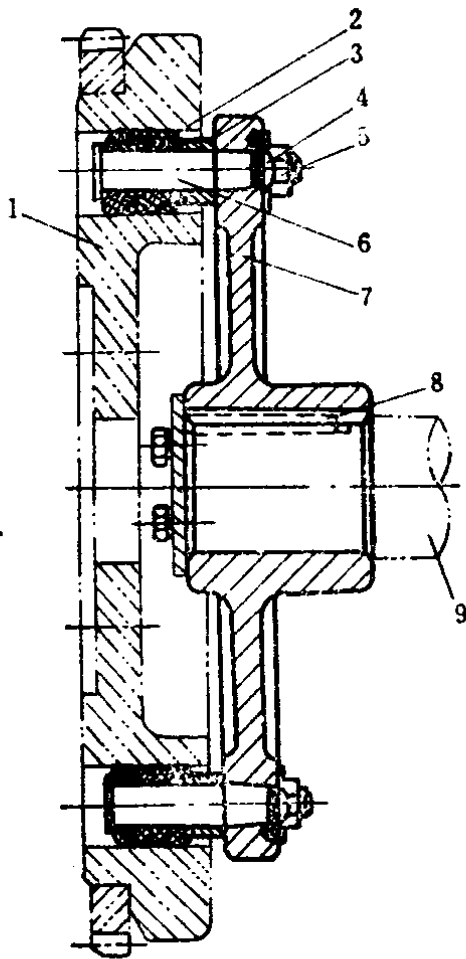


图 1-1 弹性塞销联轴器的结构示意图

1—发动机飞轮；2—弹性衬圈；
3—隔圈；4—保险垫片；5—螺母；
6—塞柱销；7—联轴节；8—固定
键；9—发电机转轴

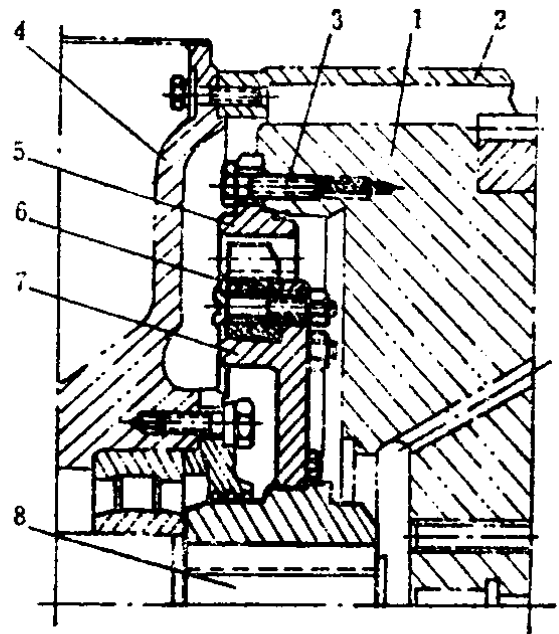


图 1-2 刚性联轴器的结构示意图

1—发动机飞轮；2—发动机飞轮壳；
3—内齿盘固定螺栓；4—发电机外
壳；5—内齿盘；6—外齿圈；7—半
联轴节；8—发电机转轴

4. 发电机的励磁调节装置

发电机的励磁调节装置根据具体线路，作成一定的结构，大多数为箱体式，安置在配电盘内，或者放置在发电机附近。

励磁调节装置的分类，工作原理，具体线路详见第二篇第二章。

5. 配电盘（亦称控制箱）

移动电站是通过配电盘向用电设备进行输配电的，同时移动电站的操作人员又是从配电盘上直接观察和了解发电机组的运行状态。

配电盘上安装有以下电器元件：

- 1) 电站输配电用的自动空气断路器（也称自动开关）、组合开关、指示灯、插座。
- 2) 监视发电机运行的各种电气测量仪表、三相转换开关、电流互感器、熔断器、发电机电压整定电位器等。
- 3) 监视发动机运行的各种测量仪表、开关、按钮、继电器等。
- 4) 配电盘的照明灯、开关等。

为了使配电盘的体积较小、重量较轻，在配电盘上应安装最少量的必须使用的仪表和电器元件，并且应选用互换、通用性强，安装尺寸、结构形式较小的仪表和电器元件，元件、仪表的布置要紧凑，操作检修要方便。

电站在运输时，配电盘受到的冲击和震动很大。因此配电盘要有防震装置如减震器，减震弹簧等，仪表和电器元件也应该是防震的。

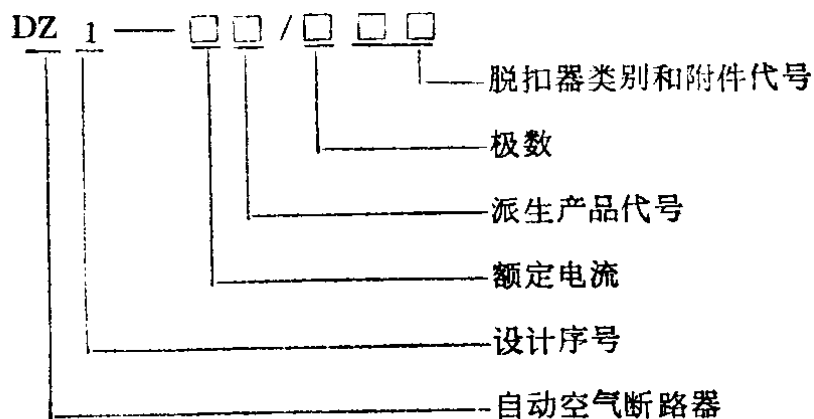
配电盘、仪表和电器元件还必须具有防潮、防霉等措施，使配电盘在潮湿环境中仍然正常地输配电。

1) 电站输配电用的电器

为了安全地向用户进行输配电，在电站输出的各回路中串接有熔断器、自动空气断路器、组合开关、输出指示的信号灯、插座等。

(1) 自动空气断路器（又称自动开关） 一般多数采用 DZ 1 系列自动空气断路器，这种自动开关适用于交流 50 赫兹，电压至交流 500 伏或直流至 220 伏，额定电流自 15~600 安培的低压电路中，除作电站主回路的通断开关外，还附有热脱扣器、瞬时电磁脱扣器、失压脱扣器，起过负荷、短路、失压保护的作用。

DZ 1 系列自动空气断路器的型号含义如下：

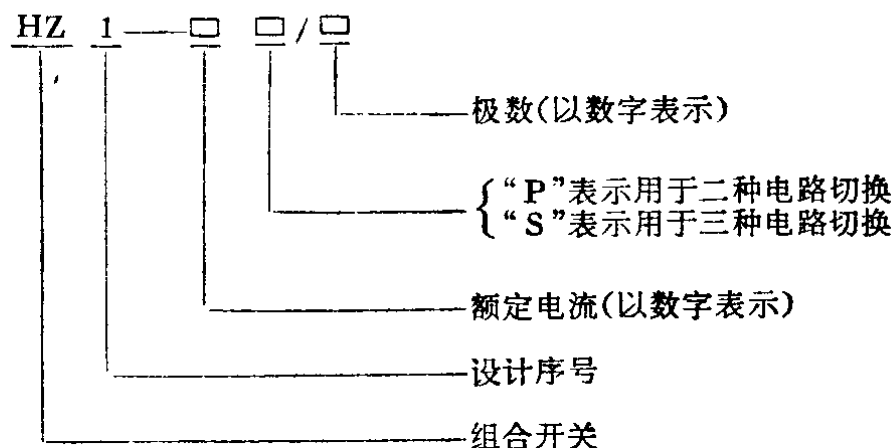


例如：额定电流为 100 安培、三极、复式带分励脱扣器及辅助触头的型号标志为：DZ 1-100/330。

(2) 组合开关 一般采用 HZ 1 系列组合开关。在移动电站中，作电站输出分路的通断或换接开关。适用于频率为 50 赫兹，交流至 380 伏，直流至 220 伏的电气线路。按其额定电流分为 10、25、60、100 安培四种；按其极数分为二极、三极两种；按其换接电路的向数有一向转换、二向转换、三

向转换三种。

HZ 1 系列组合开关的型号含义是：



例如：额定电流为 60 安培、三极，用于二种电路切换的组合开关型号标志为：HZ 1-60 P/3。

(3) 插座 电站的输出，通过插座与用电设备相连。

(4) 信号灯和照明灯 信号灯作为输入或输出各回路的电压显示；照明灯作为配电盘照明或者电站用照明。

2) 监视交流发电机运行情况的各种电气测量仪表、三相转换开关、熔断器、电流互感器

(1) 交流电流表 $A_{\sim}$ 测量电站输出的各相的相电流。大电流是通过电流互感器进行测量，小电流是直接测量。交流电流表大多数采用 62 T 51-AT 型，2.5 级。电流互感器通常采用 LQG-0.5 TH，LMZ₁-0.5 TH。电流比按电站输出电流的大小选择有 50/5 A，100/5 A，150/5 A 等。

(2) 交流电压表 $V_{\sim}$ 测量电站输出的各线电压。同时通过三相转换开关交替测量各线电压，以便及时观察输出电压是否在电压整定范围以内以及线电压的不平衡程度。交流电压表大多数采用 62 T 51-VT 型，量程范围：0~460 伏，2.5

级。三相转换开关的型号是 HZ 1-3 TH。

(3) 交流频率表 Hz~ 交流频率表用来测量电站输出电压的频率。交流频率表大多数附带有阻抗器，频率表的型号为 62 T 51-Hz，量程范围为 45~55 赫兹，2.5 级。

(4) 三相功率表 KW 三相功率表用来测量电站的三相功率。功率表附带有阻抗器，型号为 62 D 1-WT，2.5 级。

(5) 熔断器 RD 普遍使用 RL 1 系列螺旋式熔断器。用于频率为 50 赫兹、额定电压至 500 伏、额定电流至 200 安培的电路中，作为过载及短路保护元件。熔断器座的额定电流分为 15 安培、60 安培、100 安培、200 安培四个等级，熔断器芯的规格还很多。另外，10 安培以下的熔断器还可以采用 R 1 型管式熔断器。

例如：RL 1-15，10 A 表示熔断管的熔断电流等级为 10 安培，熔断器座的等级为 15 安培。

(6) 发电机电压整定电位器 电位器的形式很多，有的用瓷盘线绕电位器，有的用小型线绕电位器等等，这要由所采用的励磁方式而定。

3) 监视发动机运行的各种测量仪表和其他电器元件

(1) 水温表和水温传感器 水温表安装在配电盘上，水温传感器安装在发动机的出水口处，水温表通过水温传感器测量冷却水的温度。一般水温表的指示应在 $75^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 之间为最佳运行状态，这表示发动机出水口处水温的最低温度为 75°C ，最高温度为 85°C 。

(2) 油温表 and 油温传感器 油温表安在配电盘上，而油温传感器装在发动机机油泵出口管上。油温表通过油温传感器指示机油到发动机各处润滑后的温度，通常，油温表指示在 $70^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，最高不超过 90°C 为最佳运行状态。