



军用移动电站技术

JUNYONG YIDONG DIANZHAN JISHU

主编 张强



国防工业出版社

National Defense Industry Press

军用移动电站技术

主 编 张 强

参 编 王 莉 鄂卫波 樊 波

程培源 杨新宇 牛天林

杨旭峰 边岗莹 赵广胜

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书较全面地论述了军用移动电站的主要技术及其应用,介绍了军用移动电站的基本概念和主要参数指标,详细分析了常用柴油发动机和同步发电机的结构特点、工作原理,并论述了机组控制技术;为适应军用移动电站技术的发展,介绍了取力发电机组、燃气涡轮发电机组、静止变频电源和储能电源等新型电源设备。

本书可供从事军用移动电站论证、研制、管理、使用的科技人员和管理人员提供学习参考;可作为高等院校相关专业的教材,也可作为相关专业人员解决实际问题的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

军用移动电站技术/张强主编. —北京:国防工业出版社,2016.10

ISBN 978-7-118-10932-0

I. ①军… II. ①张… III. ①军事装备—移动式—电站—研究 IV. ①TM624

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 237247 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市天利华印刷装订有限公司

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 11¼ 字数 254 千字

2016 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 59.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

作为电源装备,军用移动电站是整个地面武器系统的主要装备之一,是作战任务顺利完成的必要保障和根本前提。一旦电源装备出现故障,必将会“牵一发而动全身”,整个武器系统就因失去电能而失去作战能力。

随着武器装备新技术的发展,军用移动电站的自动化程度越来越高,电站自动控制和监控技术、计算机控制技术、变频技术、故障诊断技术、燃气涡轮发电机组自主供电等多种技术在地面武器系统电源设备中得到广泛应用。本书针对装备的发展趋势,论述了常用柴油发动机和同步发电机的结构特点、工作原理,以及机组控制技术,并介绍了取力发电机组、燃气涡轮发电机组、静止变频电源和储能电源等新型电源设备及技术。

本书是集体创作的成果:第1章由张强撰写;第2章由鄂卫波和牛天林撰写;第3章、第4章由王莉和张强撰写;第5章由樊波和杨新宇撰写;第6章由程培源和边岗莹撰写;第7章由樊波和杨旭峰撰写;第8章由张强和赵广胜撰写。全书由张强统稿。

通过多年本科生班的教学实践,边教学边修改,本书内容逐步得到完善。与实装电源设备紧密结合是本书的特色。

在本书编写过程中,曾参考了兄弟院校和工业部门的资料及其他相关教材,并得到许多同行的关心和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中恐有疏漏和不当之处,敬请读者批评指正。

编著者

2015年11月

目 录

第1章 军用移动电站概述	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 军用移动电站的组成	1
1.1.2 军用移动电站的分类	2
1.1.3 柴油发电机组的优缺点	3
1.2 主要参数指标	4
1.2.1 环境条件	4
1.2.2 工作运行方式	4
1.2.3 柴油发电机组的功率标定与修正	5
1.2.4 柴油机与发电机的功率匹配	6
1.2.5 电气性能参数	7
1.2.6 启动要求	9
1.2.7 污染环境的限值	9
1.2.8 可靠性与维修性	9
第2章 柴油发动机	11
2.1 柴油机的基本知识	11
2.1.1 柴油机的基本名词	12
2.1.2 柴油机的分类	13
2.1.3 柴油机的工作原理	14
2.1.4 柴油机的功率	15
2.1.5 多缸机工作顺序	15
2.1.6 常用柴油机型号介绍	16
2.2 柴油机的主要机构	19
2.2.1 曲柄连杆机构	19
2.2.2 机体和气缸盖	22
2.2.3 驱动机构	25
2.2.4 配气机构	25
2.3 柴油机的主要系统	33
2.3.1 柴油机燃料系统	33
2.3.2 冷却系统	44

2.3.3	润滑系统	46
2.3.4	启动系统	51
第3章	同步发电机	56
3.1	同步发电机的结构特点	56
3.1.1	同步发电机的类型	56
3.1.2	同步发电机的基本结构	56
3.1.3	同步发电机的工作原理	58
3.1.4	移动电站同步发电机的结构特点	59
3.2	同步发电机的励磁系统	61
3.2.1	励磁系统的定义、组成及作用	61
3.2.2	常见励磁系统	61
3.2.3	无刷交流同步发电机组的工作过程	68
3.3	同步发电机的调压原理	70
3.3.1	同步发电机电压变化的原因、后果及调压基本措施	70
3.3.2	对调压器的基本要求	71
3.3.3	调压方式	72
3.3.4	电压调节系统的组成及工作原理	74
3.3.5	AVR 电压调节器实例	80
第4章	机组控制技术	84
4.1	发电机组控制器	84
4.1.1	发电机组控制器的状态信号	84
4.1.2	PLC 控制系统	85
4.1.3	专用机组控制器	89
4.2	发电机组并联运行控制技术	92
4.2.1	发电机组并联条件	92
4.2.2	并联操作	92
4.2.3	自动并联控制器	93
4.3	发电机组负荷分配控制技术	95
4.3.1	负荷分配的必要性	95
4.3.2	有功功率的调节	95
4.3.3	自动负荷(有功)分配器实例	96
4.3.4	无功功率的自动均衡	96
4.4	柴油机调速控制器	99
4.4.1	电子调速器功能与组成	100
4.4.2	电子调速器工作原理	101
第5章	取力发电机组	103
5.1	取力发电机概述	103

5.2	取力装置	104
5.2.1	取力器的构造和工作原理	105
5.2.2	取力器操纵装置的构造和工作原理	107
5.2.3	接合套式取力器应用	108
5.2.4	齿轮式取力装置的应用	110
5.3	万向传动装置	112
5.3.1	万向传动装置的构造	113
5.3.2	万向传动装置的工作原理	114
5.4	变速齿轮箱	115
5.4.1	过渡齿轮箱	115
5.4.2	增速齿轮箱	116
5.5	取力发电机组的控制技术	119
5.5.1	取力发电机组的基本组成与工作原理	119
5.5.2	取力发电机组柴油机控制电路	120
5.5.3	取力发电机组电源及其控制电路	122
第6章	燃气涡轮发电机组	125
6.1	燃气涡轮发电机概论	125
6.1.1	燃气涡轮发电技术介绍	125
6.1.2	燃气涡轮发电机功用和组成	126
6.1.3	燃气涡轮发动机总体结构	127
6.1.4	燃气涡轮发动机工作原理	127
6.2	燃气涡轮发动机的主要系统	128
6.2.1	空气清洁系统	128
6.2.2	润滑系统	128
6.2.3	燃油供给和调节系统	130
6.3	燃气涡轮发动机的电气设备	131
6.3.1	功用和组成	131
6.3.2	冷启动时电气设备的工作原理	132
6.3.3	启动和工作时电气设备的工作原理	133
6.3.4	发动机关闭时电气设备工作原理	134
第7章	静止变频电源	135
7.1	电力电子器件	135
7.1.1	电力电子器件概述	135
7.1.2	晶闸管	136
7.1.3	功率 MOSFET	138
7.1.4	绝缘栅双极型晶体管	140
7.2	逆变及变频技术	142

7.2.1	逆变电路	143
7.2.2	变频电路	146
7.3	静止变频电源的工作原理	146
7.3.1	PWM 控制技术	147
7.3.2	静止变频电源	151
第 8 章	储能电源技术	158
8.1	电池选型与均衡技术	158
8.1.1	电池选型原则	158
8.1.2	磷酸铁锂电池的基本特点	159
8.1.3	电池均衡技术	160
8.2	能量转换系统	162
8.2.1	PCS 拓扑结构	163
8.2.2	PCS 主电路拓扑	164
8.2.3	PCS 控制策略	166
8.3	电池管理及监控系统	169
8.3.1	电池管理系统的要求	170
8.3.2	电池管理系统的功能	170
参考文献		172

第 1 章 军用移动电站概述

军用移动电站是地面武器系统的重要组成部分,作为主要动力源之一,为武器系统提供所需电源。只有在电源能够安全、可靠和不间断供电的情况下,才能充分发挥武器系统的作战效能,赢得体系对抗的胜利。

1.1 基本概念

根据国家机械行业标准 JB/T8194—2001 定义的电站系列名称术语,内燃机电站是指原动机为内燃机的一台或数台固定式发电机组和移动电站的统称。移动式电站是指装有一整体底架带轮子可移动的电站。发电机组指由内燃机、发电机、控制装置、开关装置和辅助设备联合组成的独立供电电源。

根据国家军用标准 GJB409—2000 定义,军用通用移动电站是指以内燃机为动力,为地面武器装备提供电能的通用型移动式电站。特种军用移动电站是指为满足地面武器装备对移动电站的特殊要求,采用特种内燃机(燃气轮机、转子发动机等)作动力的移动电站。随着科技的发展和技术的进步,有更多诸如汽车取力发电、静止变频电源、储能电源等新型电源技术被应用于军用移动电站。

军用移动电站可指以内燃机为主要动力,其他新型电源技术为辅,为地面武器装备提供电能的移动式电站。

1.1.1 军用移动电站的组成

军用移动电站是机动性较强的特种供电设备,通常装在汽车或拖车上供移动使用,主要由内燃机、发电机、控制装置、输电电缆及各种辅助设备等组成,如图 1-1 所示。它可将内燃机的机械能通过交流同步发电机转变为电能,并通过电缆输送给用电设备。

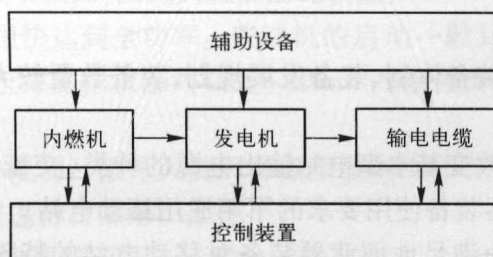


图 1-1 移动电站的组成

移动电站由于体积小、灵活轻便、配套齐全、便于操作维护,所以广泛应用于地面武器装备,作为主要电源或备用电源。

内燃机和发电机通常为刚性连接,并通过减震器直接安装在由钢板焊接而成的公共底座上,控制装置和其他辅助设备(如燃油箱、蓄电池、冷风加热器等)都直接或通过架子间接固定在车架上。

在内燃机气缸内,经过空气滤清器过滤后的洁净空气与喷油器喷射出的高压雾化燃油充分混合,在内燃机活塞上行的挤压下,燃烧室容积缩小、温度迅速升高,燃油被火花塞点燃或自行压燃,混合气剧烈燃烧,体积迅速膨胀,推动活塞下行,称为做功过程。各气缸按一定顺序依次做功,作用在活塞上的推力经过连杆变成推动曲轴转动的力,从而带动曲轴旋转,这样内燃机就完成了个工作循环。随着一个又一个工作循环的重复进行,内燃机就连续运转起来。

内燃机控制装置的核心是通过控制喷油量(或进气量)调节和稳定转速。一般分为机械调速器和电子调速器。

移动电站常用的发电机是交流同步发电机(简称为同步发电机),按照结构特点,同步发电机可分为旋转电枢式和旋转磁极式两种。前者磁极固定在定子上,三相交流绕组嵌装在转子上,经过转轴上的滑环及电刷与外电路接通。后者磁极装在转子上,而三相交流绕组嵌装在定子上。

由于旋转磁极式结构中磁极装在转子上,其电压和容量常比电枢小很多,电刷和滑环的负荷和工作条件便大为减轻和改善。因此旋转磁极式广泛应用于大、中型容量的同步发电机,并已成为同步发电机的基本结构形式。

旋转磁极式发电机,按照磁极的形状又可分为隐极式和凸极式两种:前者气隙是均匀的,转子做成圆柱形;后者气隙是不均匀的,极弧下气隙较小,而极间部分气隙较大。

对于中高速同步发电机,例如,柴油发电机以及同步电动机等,一般采用结构和制造上比较简单的凸极式转子。

1.1.2 军用移动电站的分类

军用移动电站的种类较多,常用的分类主要有以下几种。

1. 通用移动电站和特种移动电站

按照使用需求,军用移动电站可分为通用移动电站和特种移动电站,其中通用移动电站还可分为基本型电站和派生型电站。

(1) 通用移动电站:以内燃机为动力,为地面武器装备提供电能的通用型移动式电站。

① 基本型电站:列入装备体制、装备发展规划,装备数量较大,性能优良的军用通用移动电站。

② 派生型电站:通过改变基本型电站输出电源的种类(交流、直流)或电压或频率或相数,为满足不同地面武器装备使用要求的军用通用移动电站。

(2) 特种移动电站:为满足地面武器装备对移动电站的特殊要求,采用特种内燃机(燃气轮机、转子发动机等)作为动力的移动电站。

2. 柴油机电站和汽油机电站

按照机组所用燃料,军用移动电站可分为柴油机电站和汽油机电站。

(1) 柴油机电站:原动机为柴油机的内燃机电站;

(2) 汽油机电站:原动机为汽油机的内燃机电站。

3. 汽车电站和挂车电站

按照电站移动方式,军用移动电站可分为汽车电站和挂车电站。

(1) 汽车电站:发电机组固定安装于改装汽车上所组成的整体;

(2) 挂车电站:发电机组固定安装于挂车上所组成的整体。

4. 交流电站和直流电站

按照输出电能形式,军用移动电站可分为交流电站和直流电站。

(1) 交流电站:输出交流电能的内燃机电站;

(2) 直流电站:输出直流电能的内燃机电站。

5. 基本电站和备用电站

按照电站功能,军用移动电站可分为基本电站和备用电站。

(1) 基本电站:作为受电设备主电源的内燃机电站;

(2) 备用电站:在基本电站(或其他电源)因某种原因停止输出电能的情况下为保证受电设备用电所配备的内燃机电站。

6. 其他特殊要求电站

其他特殊要求电站,如自动化电站、低噪声电站。

(1) 自动化电站:自动化程度符合自动化分级要求标准的内燃机电站;

(2) 低噪声电站:满足低噪声标准要求的内燃机电站。

1.1.3 柴油发电机组的优缺点

柴油发电机组作为军用移动电站的主要设备,涉及内燃机、电机、电气控制和自动化技术等多学科交叉领域。

1. 柴油发电机组的主要优点

(1) 单机容量等级多,配置方便。柴油发电机组的单机容量从几千瓦到几万千瓦,根据其用途和负载情况,可选择的容量范围大,具有适用于多种容量用电负荷的优势。还可以根据供电需求,采用单机组或多机组并联供电,配置灵活,冗余可靠。

(2) 单位功率重量轻。柴油发电机组配套设备简单、辅助设备较少、体积小、质量轻。

(3) 热效率高、燃油消耗较低。与燃气轮机和高压蒸汽轮机相比,柴油机有效热效率为30%~40%,有效热效率较高,因此其燃油消耗较低。

(4) 启动迅速并能很快达到全功率。柴油机的启动一般只需几秒,在应急状态下可在1min内带全负荷,在正常工作状态约在5~10min内带全负荷。柴油机的停机过程也很短,可以频繁启/停。

(5) 操作简单、维护便利。操作人员只需按照使用维护说明书操作即可启动柴油发电机组,并可按维护流程进行日常维护工作。

2. 柴油发电机组的主要缺点

(1) 电能成本高。柴油机使用柴油作为燃料,单位发电成本相比市电较高。

(2) 过载能力差。柴油机是活塞式往复机械,运行时其磨损较大,过负荷能力较差。

(3) 环境污染较严重。柴油机燃烧排放较差,并且机组运行时振动大、噪声高,对周边环境污染较大。

(4) 单机容量小。如果增加单机容量,机组体积也会增大,使得移动电站整体体积、质量都大大增加,机动性下降。

(5) 电能质量稍差。柴油发电机组容量小、转速低,一般额定转速为 1500r/min,同步发电机输出电压波形畸变大、三次谐波丰富。调速系统结构简单,调节精度稍差,尤其是动态特性稍差。

(6) 直接启动电动机的能力较低。由于受到机组容量和强励特性的限值,对大容量笼式电动机的直接启动能力较低。

1.2 主要参数指标

军用移动电站的主要参数指标均须遵循国家军用标准和相关行业标准规定,下面以通用型交流移动电站为例,简要说明其主要参数指标及其含义。

1.2.1 环境条件

1. 海拔高度

一般不超过 4000m。

2. 环境温度

下限值分别为 -40°C 、 -25°C 、 -10°C (汽油电站)、 5°C ;

上限值分别为 40°C 、 45°C 、 50°C 、 55°C 。

3. 相对湿度

一般为 93% (温度 35°C)。

4. 气象环境

能适应雨、雪、冰、雹、雾、盐雾和霉菌等气象环境的影响。

5. 倾斜度

纵向:(电站纵向前、后)水平倾斜度,对柴油机电站为不大于 10° 或 15° ;对汽油机电站为不大于 5° 或 10° 。

横向:(电站纵向左、右)水平倾斜度,要求在产品规范中明确。

6. 环境温度的修正

当检验海拔高度超过 1000m (但不超过 4000m) 时,环境温度的上限值按海拔高度每增加 100m 降低 0.5°C 修正。

1.2.2 工作运行方式

1. 连续运行

按规定工况和期限不间断地工作。例如,可具体定义为:电站在海拔高度不超过 4000m 条件下,应能按额定工况正常地连续运行 12h (其中包括过载 10% 运行 1h)。

2. 持续运行

指发电机组或电站无任一时间限制,但考虑了维修周期的运行。可具体按产品规范来规定,如电站超出 12h 连续运行时间为持续运行。

1.2.3 柴油发电机组的功率标定与修正

1. 标定功率

柴油发电机组的标定功率是指在标准环境(大气压力、相对湿度、环境温度)状况下连续运行 12h 的输出功率(其中允许超负荷 10% 运转 1h)。机组超过 12h 以上连续使用时,其输出功率应修正为机组标定功率 90% 的电功率。

柴油发电机组的功率类别是综合考虑配套件的功率类别,并结合实际使用情况规定出来的。国家标准《往复式内燃机驱动的交流发电机组》第一部分“用途、定额和性能”中对柴油发电机组的功率定额做了如下规定:

1) 持续功率(Continuous Power, COP)

持续功率是指柴油发电机组在规定的维修周期内和规定的环境条件下,每年的持续供电时数不受限制的功率,其维修按制造厂的规定进行。

2) 基本功率(Prime Power, PRP)

基本功率是指柴油发电机组在规定的维修周期内和规定的环境条件下,每年可能允许的时数不受限制的某一可变功率系列内存在的最大功率,其维修按制造厂的规定进行。

3) 限时运行功率(Limited Time Running Power, LTP)

限时运行功率是指柴油发电机组在规定的维修周期内和规定的环境条件下,能够连续运行 300h,每年供电大于 500h 的最大功率,其维修按往复式内燃(Reciprocating Internal Combustion, RIC)发动机制造厂的规定进行。按该额定值运行对机组寿命的影响是允许的。

对于同一发电机组,额定功率的类别不同,其大小是不一样的,需注意机组铭牌上标注的功率类别。

2. 功率修正

当机组在非标准环境条件下使用时,应按柴油机功率的换算方法进行修正。换算公式为

$$P_H = \eta(K_1 K_2 P_e - N_p) \quad (1-1)$$

式中 P_H ——机组的输出功率(kW);

P_e ——柴油机在标准环境状况下的标定功率(kW);

K_1 ——柴油机功率修正系数,当柴油机长期运行时, $K_1 = 0.9$;当柴油机连续工作时间 $< 12h$ 时, $K_1 = 1$;

K_2 ——环境条件修正系数,见表 1-1、表 1-2;

N_p ——柴油机风扇及其他辅助件消耗的功率(kW);

η ——发电机效率。

表 1-1 环境条件修正系数 K_2 (相对湿度 $\varphi = 50\%$)

海拔高度 /m	大气压力 /kPa	环境空气温度/℃									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	101.35	—	—	—	—	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92	0.89
200	98.66	—	—	—	0.99	0.97	0.95	0.93	0.92	0.89	0.86

(续)

海拔高度 /m	大气压力 /kPa	环境空气温度/℃									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
400	96.66	—	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.89	0.87	0.84
600	94.39	1.00	0.97	0.95	0.94	0.92	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82
800	92.13	0.97	0.94	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85	0.84	0.82	0.79
1000	89.86	0.94	0.92	0.90	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77
1500	84.53	0.87	0.85	0.83	0.82	0.80	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71
2000	79.46	0.91	0.79	0.77	0.76	0.74	0.73	0.71	0.70	0.68	0.65
2500	74.66	0.75	0.74	0.72	0.71	0.69	0.67	0.65	0.64	0.62	0.60
3000	70.13	0.69	0.68	0.66	0.65	0.63	0.62	0.61	0.59	0.57	0.55
3500	65.73	0.64	0.63	0.61	0.60	0.58	0.57	0.55	0.54	0.52	0.50
4000	61.59	0.59	0.58	0.56	0.55	0.53	0.52	0.50	0.49	0.47	0.46

表 1-2 环境条件修正系数 K_2 (相对湿度 $\varphi = 100\%$)

海拔高度 /m	大气压力 /kPa	环境空气温度/℃									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	101.35	—	—	—	—	0.99	0.96	0.94	0.91	0.88	0.84
200	98.66	—	—	1.00	0.98	0.96	0.93	0.91	0.88	0.85	0.82
400	96.66	—	0.99	0.97	0.95	0.93	0.90	0.88	0.86	0.82	0.79
600	94.39	0.99	0.97	0.95	0.93	0.91	0.88	0.86	0.83	0.80	0.77
800	92.13	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85	0.83	0.80	0.77	0.74
1000	89.86	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.78	0.75	0.72
1500	84.53	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77	0.77	0.72	0.69	0.66
2000	79.46	0.80	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71	0.71	0.66	0.63	0.60
2500	74.66	0.74	0.73	0.71	0.70	0.68	0.65	0.65	0.61	0.58	0.55
3000	70.13	0.69	0.67	0.65	0.64	0.62	0.60	0.60	0.56	0.53	0.50
3500	65.73	0.63	0.62	0.61	0.59	0.57	0.55	0.55	0.51	0.48	0.45
4000	61.59	0.58	0.57	0.56	0.54	0.52	0.50	0.50	0.46	0.44	0.41

通常把柴油机的标定功率 P_e 与机组(同步交流发电机)的输出功率 P_H 之比,称为匹配比。用 K 表示,即

$$K = \frac{P_e}{P_H} \tag{1-2}$$

K 的大小受当地大气压力、相对湿度和环境温度等多种因素的影响。对于在平原上使用的一般机组, K 通常取 1.35 ~ 1.6; 对使用要求较高的机组, K 应取 2。

1.2.4 柴油机与发电机的功率匹配

一般情况下,与发电机匹配的柴油机选用 12h 功率或持续功率作为标定功率。当选用 12h 功率表示标定功率时,说明柴油机在标定功率下(标准环境状况时)连续运行时间为 12h,其中包括超过 10% 标定功率情况下连续运行 1h;当选用持续功率作为标定功率

时,表示柴油机允许长期连续运行,其中包括可超过 10% 标定功率运行。通常持续功率为 12h 功率的 90%。

柴油机铭牌表示的标定功率是按规定的标准环境状况下确定的,当环境条件与标准规定不同时,其功率应按前述方法进行修正。在配套时,柴油机应有足够的功率以保证发电机在标定运行的条件下输出标定功率。当发电机输出标定功率时,实际所需的柴油机最小功率输出可按下式计算

$$N_f = \left(\frac{P_H}{\eta} + P_e \right) / K_1 \quad (1-3)$$

式中 N_f ——柴油机最小输出功率(kW);

P_H ——机组的输出功率(kW);

P_e ——柴油机在标准环境状况下的标定功率(kW);

K_1 ——柴油机功率修正系数,当柴油机长期运行时, $K_1 = 0.9$;当柴油机连续工作时间 $< 12h$ 时, $K_1 = 1$;

η ——发电机效率。

上式计算所得柴油机输出功率应调整到标准规定值或工厂技术说明书规定的功率等级。按经验,柴油机功率与发电机功率之比,对于平原固定发电机组取 1.35:1,对于移动发电机组取 1.6:1。

1.2.5 电气性能参数

1. 电站的额定功率

电站的额定功率指电站在规定工况下的输出功率,如 50kW、100kW。

2. 额定功率因数

额定功率因数指额定有功功率与额定视在功率的比值,三相电站为 0.8(滞后),单相电站为 0.9(滞后)和 1.0。

3. 额定电压

额定电压指在额定频率和额定输出时在发电机端子处的线对线电压,一般工频为 400V,中频为 208V 或 230V。

4. 额定电流

额定电流指额定工况下输出的电流,可计算得出。

5. 额定频率

额定频率指额定工况下输出的电流频率,常用工频为 50Hz,中频为 400Hz。

6. 电压整定范围

电压整定范围指电站的空载电压整定范围应不小于 95% ~ 105% 额定电压,如输出额定电压为 400V,则电压整定范围为 380 ~ 420V。

7. 稳态电压调整率

稳态电压调整率指负载渐变和突变前后稳定的电压变化,用规定的电压百分数表示。由于电站的额定功率、指标类别、原动机类别不同,其稳态电压调整率范围为 $\pm 1\% \sim \pm 5\%$ 。

8. 瞬态电压调整率

瞬态电压调整率指负载突变后的过渡过程中最大的电压变化,用规定的电压百分数表示。由于电站的额定功率、指标类别、原动机类别不同,其瞬态电压调整率范围为 $\pm 15\% \sim \pm 25\%$ 。

9. 电压稳定时间

电压稳定时间指电压从离开规定范围限值时起至电压恢复到规定范围内而不再超出的时刻为止的时间长度。由于电站的额定功率、指标类别、原动机类别不同,其电压稳定时间等级一般分为 0.5s、1.0s、1.5s 和 3s。

10. 电压波动率

电压波动率指负载不变时的电压变化限度,用规定值的百分数表示。由于电站的额定功率、指标类别、原动机类别不同,其电压波动率等级一般分为 0.3%、0.5% 和 1.0%。

11. 稳态频率调整率

稳态频率调整率指负载渐变和突变前后稳定的频率变化,用额定频率的百分数表示。由于电站的额定功率、指标类别、原动机类别不同,其稳态频率调整率范围为 $\pm 0.5\% \sim \pm 5.0\%$ 。

12. 瞬态频率调整率

瞬态频率调整率指负载突变后的过渡过程中最大的频率变化,用额定频率的百分数表示。由于电站的额定功率、指标类别、原动机类别不同,其瞬态频率调整率范围为 $\pm 3\% \sim \pm 10\%$ 。

13. 频率稳定时间

频率稳定时间指频率从离开规定范围限值时起至频率恢复到规定范围内而不再超出的时刻为止的时间长度。由于电站的额定功率、指标类别、原动机类别不同,其频率稳定时间等级一般分为 2s、3s、5s 和 7s。

14. 频率波动率

频率波动率指负载不变时的频率变化限度,用规定值的百分数表示。由于电站的额定功率、指标类别、原动机类别不同,其频率波动率范围为 0.25% ~ 1.0%。

15. 冷热态电压变化

冷热态电压变化指电站在额定工况下从冷态到热态的电压变化。对采用可控励磁装置发电机的电站应不超过 $\pm 2\%$ 额定电压;对采用不可控励磁装置发电机的电站应不超过 $\pm 5\%$ 额定电压。

16. 畸变率

畸变率指电站在空载额定电压时的线电压波形正弦性畸变率,用规定值的百分数表示。一般三相电站在空载额定电压时的线电压波形正弦性畸变率为 5% 或 10%。

17. 平衡负载

平衡负载指三相电站各相负载均相等或其偏差在规定范围内时的负载,以电站的不对称负载提出需求。一般要求额定功率不大于 250kW 的三相电站在一定的三相对称负载下,在其中任一相上再加 25% 额定功率的电阻性负载,当该相的总负载电流不超过额定值时,应能正常工作;线电压的最大(或最小)值与三相电压平均值之差不超过三线电压平均值的 $\pm 5\%$ 。

1.2.6 启动要求

1. 常温启动

电站在常温(柴油机电站不低于 5°C ,增压柴油机电站不低于 10°C ,汽油机电站不低于 -10°C)下经3次启动应能成功。

2. 低温启动和带载

电站应有低温启动措施,在环境温度 -40°C (或 -25°C)时,对功率不大于 250kW 的柴油机电站应能在 30min 内顺利启动,汽油机电站应能在 20min 内顺利启动,均应有在启动成功后 3min 内带规定负载工作的能力。

1.2.7 污染环境的限值

1. 振动

电站应根据需要设置减振装置,电站运行时振动的单振幅值应不大于 0.3mm 或 0.5mm 。

2. 噪声

电站噪声级应符合相关标准规定值,常用的噪声级为 85dB(A) 、 80dB(A) 、 75dB(A) 、 70dB(A) 。

3. 无线电干扰

对有抑制无线电干扰要求的电站,应有抑制无线电干扰的措施,其干扰值应符合相关国家军用标准规定值。

1.2.8 可靠性与维修性

1. 平均故障间隔时间

电站的可靠性是指在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力,可靠性指标主要采用平均故障间隔时间(Mean Time Between Failure, MTBF)表示,即电站的工作时间与在此工作时间内的故障次数之比,军用移动电站的平均故障间隔时间一般不应超过国家军用标准所规定的时间。

作为计算故障次数的状况,主要指操作人员在遵守操作规程的条件下,电站出现下列现象:

- (1) 不能启动运行;
- (2) 停止运行;
- (3) 中断供电;
- (4) 工作性能出现不允许的降低;
- (5) 因连续运行导致重大损坏非停机不可或引起重大的人身事故非停机不可。

不作为计算故障次数的状况有:

- (1) 按使用说明书规定进行正常维护的停机;
- (2) 负载特性引起的不允许偏差;
- (3) 可由正常的操作进行校正的不允许偏差;
- (4) 不影响正常输出电能的现象,如控制屏上照明灯熄灭等;