

柴油发电机组的使用

chaiyufadianjuzhude shiyong

刘同忠 编

机械工业出版社

本书较全面地介绍了柴油发电机组的工作原理、特性和主要部件的构造，详细说明了使用和维护保养工作的内容、要求，以及故障分析判断与排除方法，是一本普及性技术读物，内容完整、实用，叙述简明扼要、通俗易懂，适宜于具有初中文化程度的工人农民和战士自学，也可作为培训机组操作手的参考资料。

柴油发电机组的使用

刘同忠 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）

外文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $11 \frac{5}{8}$ · 字数 256 千字

1981年12月北京第一版·1982年3月北京第一次印刷

印数 0,001—7,200 · 定价 0.93 元

*

统一书号：15033·4800

前 言

柴油发电机组（书中简称机组），作为一种中小型独立电源设备，适合于广大农村和边远地区，以及要求独立供电系统的工地、工矿、部队和大电网不能输送到的林区、牧区等，作为照明、动力或通讯用之交流电源，还可作为企、事业的备用电源和船舶电源。

为了适应我国四个现代化，尤其是农业机械化的发展需要，普及机组有关技术知识，特编写本书。期望能对从事机组工作的广大工人、农民和战士及其他有关人员，在熟悉机组的基本结构和操作、维护技能方面有所帮助。

全书共分七章，较全面地介绍了机组的工作原理、特性和主要部件的构造，详细说明了使用和维护保养工作的内容与要求，以及故障分析判断与排除方法。

本书是一本普及性技术读物。书中结合具体机型，大量地采用图例和表格，并尽量选用直观的立体图形来说明问题。适宜于具有初中文化程度的读者自学。

本书是在走访了一些地区和工厂之后，结合对有关书籍的出版情况的了解，并针对当前机组使用的实际需要情况，书中有关柴油机的构造方面从简，而以总体和电气部分为重点，突出使用。

本书是在第一机械工业部兰州电源车辆研究所领导下进行的，所内施丽珍、李卫江、谭华谦等同志曾参与本书初稿的组编工作，在校稿中得到了王连贵、柴国文、程力、魏有

IV

辑、吴振强等同志的大力协助和支持，还得到了上海柴油机厂、许昌地区农机局、信阳地区机械局、上海电器科学研究所、吉林工业大学等单位的热情帮助，为本书的修改提供了很多宝贵意见，在此一并表示谢意。

由于编者的水平有限，缺乏实际工作经验，对机组的使用情况掌握的还不够全面，更缺乏编写科技普及读物的经验，书中难免有不少缺点和错误，恳望读者批评指正。

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 机组的特点与组成	1
第二节 机组的技术指标	7
第三节 机组的匹配	14
第二章 柴油机	19
第一节 工作原理和基本特性	19
第二节 主要机构的组成与工作	27
第三节 燃油调速系统	59
第四节 电起动系统	86
第三章 同步发电机	112
第一节 交流电	112
第二节 同步发电机的构造	140
第三节 同步发电机的特性	161
第四节 直流励磁机	168
第四章 机组的保护与控制	182
第一节 控制屏和电路图	182
第二节 短路与过载保护	201
第三节 励磁调压装置	211
第四节 接地与接零保护装置	235
第五章 机组的使用	243
第一节 联接与安装	243
第二节 使用前的准备	252
第三节 开机与运行监视	257

VI

第四节	停机与存放	261
第五节	并联运行	263
第六章	柴油机的维护和故障排除	278
第一节	柴油机的保养	278
第二节	部分机件的维护与调整	291
第三节	故障现象和一般判断方法	317
第四节	常见故障和处理方法	322
第七章	发电机和机组总体的维护及故障排除	337
第一节	发电机的维护与保养	337
第二节	绕组和绝缘的维护及保养	343
第三节	不发电的原因判断	354
第四节	机组总体的维护和故障排除	361
第五节	发电机的常见故障和处理	364

第一章 概 述

第一节 机组的特点与组成

一、机组的特点和用途

柴油发电机组是一种电源设备，它以柴油发动机为动力，拖动同步发电机发电，其外形如图 1-1 所示。

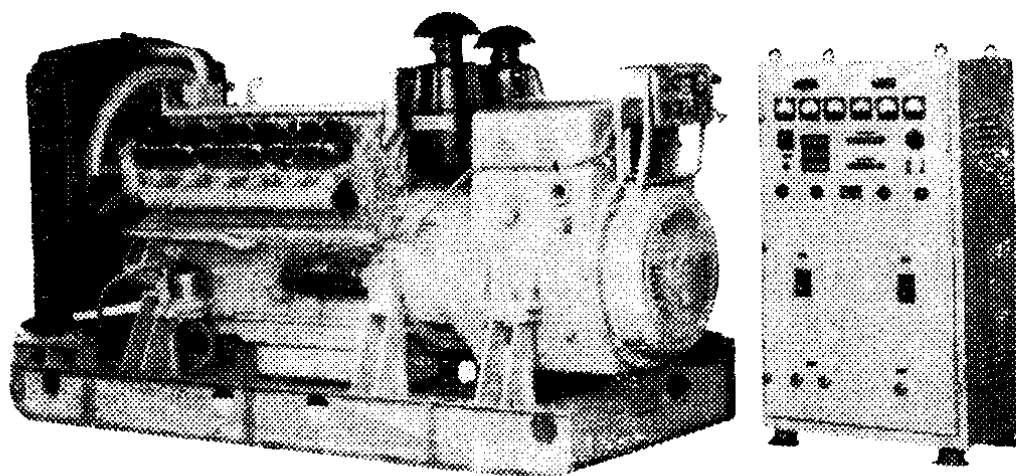


图1-1 SC120BG型机组外形照片

作为一种发电装置，机组具有机动灵活、投资较少和使用维护方便，以及对环境的适应性能较强等特点。因此，在国民经济各个部门，尤其是那些对电功率需求不太大，而要求有一定的机动性，或者需要独立供电的工矿、工地和其他特需单位，以及工业电力网还满足不了的广大农村、边远地区和小型城镇，机组已得到了较广泛的采用。

就机组在农业机械化方面的应用而言，它作为流动或固定电源，为多种作业提供动力或照明用电，如农田排灌、农

畜产品加工、伐木和机械加工等，还有农村的通讯、文教和家庭生活用电。随着农业机械化，乃至电气化的发展，它的应用范围和规模，必将不断地扩大，前景是十分宽阔的。

任何机器设备都规定有一定的使用范围，以保证设计的技术性能的实现。从长期可靠的工作考虑，国产机组大多数都能在下列环境条件下正常工作：

1. 安装高度不超过海拔 1000 米；
2. 周围环境温度为 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
3. 空气相对湿度不大于 80%（温度为 25°C 时）；
4. 没有导电尘埃和对绝缘材料有腐蚀性气体或水蒸汽的地方；
5. 没有爆炸危险的地方；
6. 机组的底盘与地平面的倾斜夹角不大于 5° 。

应当说明，这些条件是机组的一般性要求。机组不同，其要求的条件也不尽一致，每种机组在出厂说明书中都有具体的规定。

机组的使用条件，是根据环境条件对机组技术性能的影响而提出来的。这些影响概括为下述几个方面：

1. 随着海拔高度增加，大气压力按指数规律下降（见图 1-2），致使机组的柴油机输出功率降低，同时也使比油耗增加（见表 1-1）。此外，对发电机和电器设备也有一

定的不利影响，如导致温升增加（一般为每升高 100 米，温度

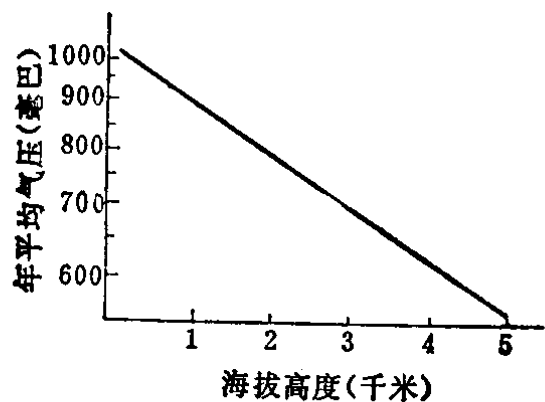


图1-2 大气压力与海拔高度的关系

增加 5°C)等。因此,我国有关标准(JB 1405-74“交流工频移动电站基本技术条件”)规定,机组使用的“海拔高度超过 1000 米(但不超过 4000 米)时,允许按使用维护说明书降低电站的输出功率使用。”

表1-1 机组的柴油机输出功率(A)和比油耗(B)与海拔高度的关系(实测值)①

海拔高度 (千米)	机				型					
	4135 (40)		4135 Z (40)		2110 (12)		2110 Z (12)		2105 (10)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.05	80	165.5	101	163.5	22.8	202	26.6	224	20	184
1.50	69.4	176.5	83	194	19.8	209	23	232	18.4	197
2.25	61.7	177	78	176	18.3	219	21.8	238	16.3	202
3.55	54.6	188	69	185	15.7	223	20.4	226	14.3	217
4.55	50	193	63.4	187.5	13.8	229	18.2	232	13.2	226
5.10	46.4	197	60	191	12.4	247	15.5	264	12.7	240
平均每千米的变化率(%)	8.3	3.75	8.05	3.4	9.1	4.35	8.25	3.56	7.23	5.93

① 表中“机型”为机组配套用柴油机,括号中的数字为机组的功率(千瓦)值;表中记录为1965年一次高原试验所得;A的单位是马力,B的单位是克/马力·小时。

2. 在环境气温高和空气湿度大的地方,会使电机和电器的散热困难,导致内部温升增高,加速绝缘材料老化,同时,会使绝缘受潮、长霉,导致绝缘电阻降低,电气性能变坏,这些都使电机和电器的使用寿命降低。此外,还对机组的其他部分带来一些不利的影晌,如柴油机的水温和油温过高,以及金属结构件锈蚀严重等。因此,使用在高温、高湿地方的机组,除了对金属结构件和油漆等按“湿热带型”(通常用产品特殊环

境代号“TH”表示)产品考虑,采取必要的防腐措施之外,还应特别注意通风散热,以及加强绝缘电阻的检查工作。

3. 在低温环境中,尤其是当气温低于 -20°C 时,机组的燃油、润滑油变稠,粘度增大,冷却水结冰,一般蓄电池的容量下降,导致起动和工作困难,同时电线和其他结构材料也变硬发脆,降低使用寿命。因此,在冬季工作时,必须采取必要的防冻和预热、保温措施,详见第六章第一节内容。

二、机组的组成和型号

机组由柴油机、交流同步发电机和控制屏,以及底盘、联轴器、散热器(水箱)、燃油箱等组成。有的还装设有消音器和外罩,有的还把机组固定在汽车或拖车上使用,以方便运输和野外条件下使用。

一般,工厂批量生产的成套机组,都用同一底盘把主要组成部分安装在一起,见图1-3所示。

柴油机与发电机的轴间采用直接联结方式,柴油机的飞轮通过联轴器直接驱动发电机的转子旋转。

底盘一般都用型钢和钢板焊接而成,形如雪撬,便于滑行移动和安装。因此,有人也常称这种机组为“雪撬式”或“滑移式”。

控制屏除较大容量者用柜式结构外,一般箱式结构也通过支架,直接固定在底盘上,便于监视操作。柜式控制屏因为外形尺寸较大,通常为单独落地安装。

机组的同步发电机型式,一般采用卧式、开启、防滴式,中、小容量者,通常为风扇自冷方式。风扇装在前端盖内,采用离心式风扇,轴向通风冷却。

柴油机的冷却系统,根据机型和用户的使用条件不同,有几种不同形式。对于风冷式柴油机,自备一套风冷散热系统和

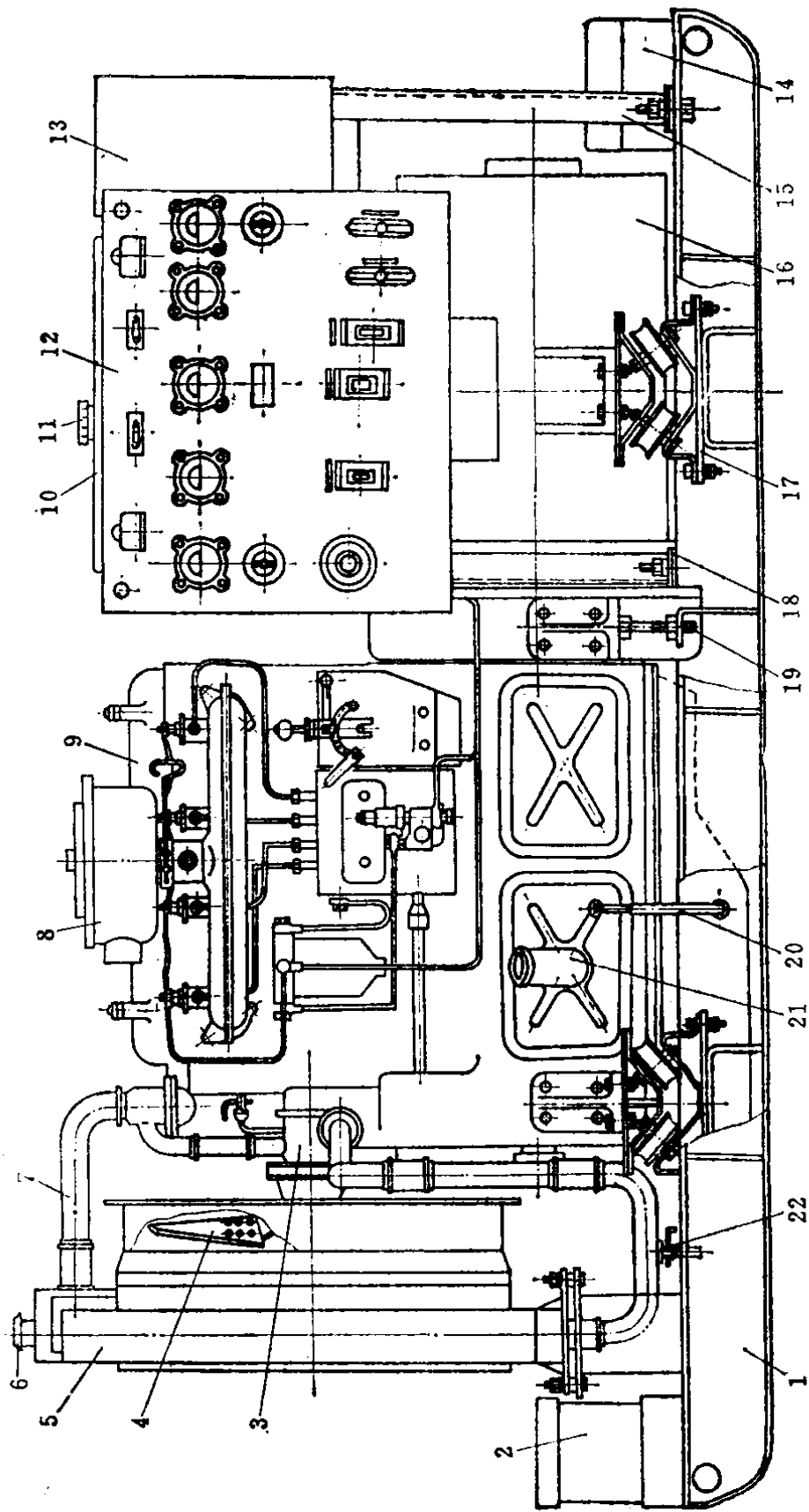


图1-3 柴油发电机组组成

1—底座 2—蓄电池盒 3—水泵 4—风扇 5—水箱 6—加水口 7—连接水管 8—空气滤清器 9—柴油机 10—柴油油箱 11—柴油加油口 12—控制屏 13—励磁调压器 14—备件箱 15—支架 16—同步发电机 17—减震器 18—橡胶垫 19—支承螺钉(安装时用) 20—油标尺 21—机油加油口 22—放水阀

相应地结构安排；对于水冷式柴油机，一般采用闭式循环水冷却方式，水箱、风冷（或水冷）机油冷却器和风扇均安装在柴油机的前端，风扇为外吹轴流式，柴油机运转时，风扇的风向吹向前方的风冷机油冷却器和水箱。固定式和容量较大的机组，也可以采用开式循环水冷却方式，详见第二章第二节内容。

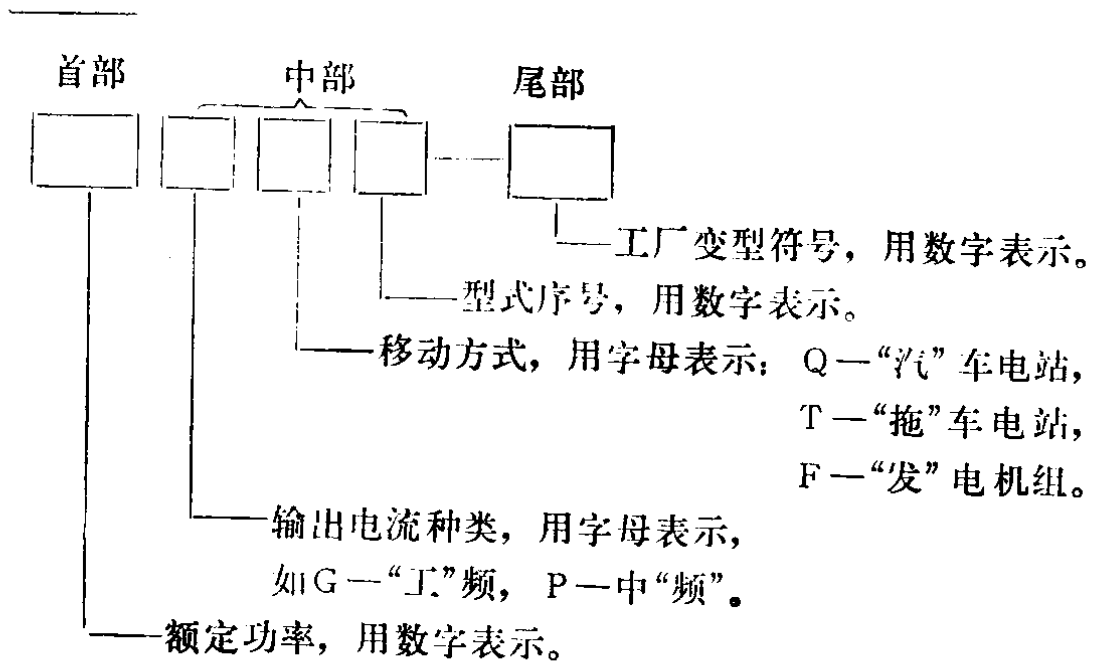
一般中小型和移动式机组，燃油箱直接安装在发电机上方或水箱前方，其容量可以保证连续运行4（或6）小时。

柴油机的操纵机构和仪表板，为便于进行操作和监视，有的机组已将它们与控制屏安装在一起，固定在发电机的上方或后上方支架上。

为了减小机组的震动，在柴油机、发电机和控制屏等部件与底盘的连接处，通常都装有减震器。

机组的旋转方向，通常为顺时针方向（从水箱端视）。

根据JB1403-74规定，移动式柴油发电机组也是“移动电站”的一种产品，它和装在汽车或拖车上的电站一样，型号的排列顺序及符号含义，应遵守下述规定：



型号示例：50GF1-1，表示为50千瓦交流工频（50赫兹）发电机组第一种型式第一次变型。

对于固定式柴油发电机组目前暂不受此标准的限制，一般都由制造厂自行编制。

由于生产的需要，在一些工矿和农村中，根据各自的实际条件，还自行组装了不同型式的机组，品种也多种多样，图1-4所示为其常见的一种。柴油机和发电机单独固定在水泥砌成的机座基础上，然后通过皮带传动装置，把它们联结起来。该机组采用立柜式控制屏，并单独安装。

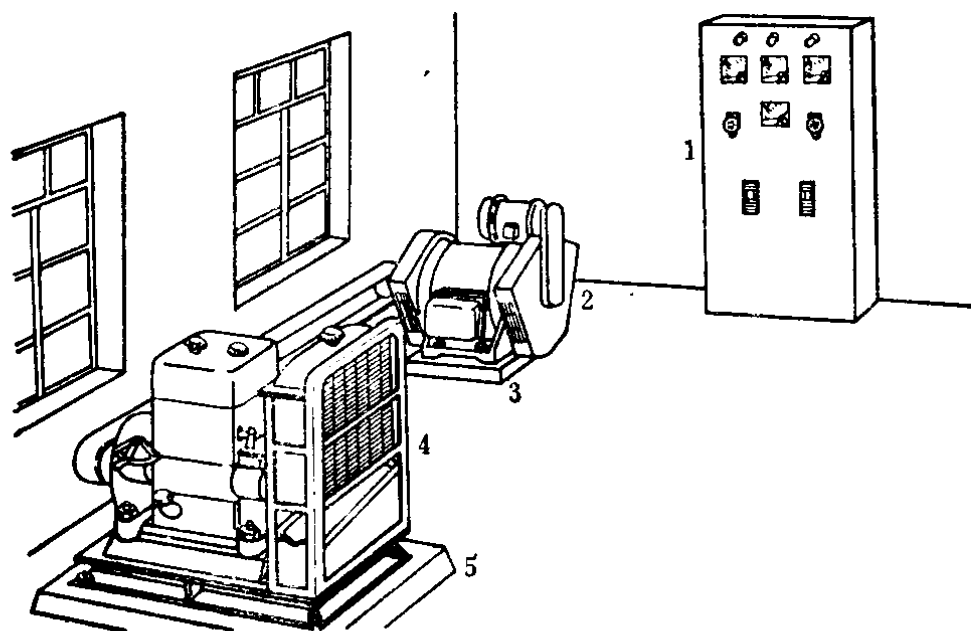


图 1-4

1—控制屏 2—同步发电机 3—发电机机座
4—柴油机 5—柴油机机座

第二节 机组的技术指标

作为电源设备，基本任务是向用电设备（也称负载或负荷）提供符合要求的电能。一般工厂生产的成套机组（简称标准产品），都在产品铭牌和有关技术文件中，把这些要求明

确地规定出来，作为验收和使用机组的主要依据。这些要求就是按照有关国家或企业的规定，以及用户和工厂协商的意见决定下来的机组的技术指标。

一、机组的主要技术规格

主要技术规格，是在维护说明书规定的条件（一般称为正常使用条件）下使用时，工厂可以保证达到的主要额定技术数据，并且打印在产品铭牌上。它包括下述内容：

1. 型号和名称

按照 JB1403-74 技术标准或工厂的规定编制出来的机组的产品型号和名称。例如 120GF1 型 120 千瓦交流柴油发电机组；75GF2-1 型 75 千瓦柴油发电机组；SC120BG 型 120 千瓦机组等。

2. 额定功率（千瓦）

机组在正常使用条件下运行时输出功率的额定值，以千瓦数值表示，也有用千伏安数值表示（一般称为容量）的，二者之比值为功率因数。

根据 JB1405-74 规定：“电站在额定方式下应能连续运行 12 小时（其中包括过载 10% 运行 1 小时）；超出 12 小时连续运行时，其输出功率为额定功率的 90%”（参看本章第三节）。

3. 额定电压（伏）

机组输出电压的额定数值（伏），一般为 400 伏（三相）和 230 伏（单相）二种。

4. 额定电流（安）

机组加上负载后输出电流的额定数值（安）。

5. 额定频率（赫兹）

机组加上负载后输出交流电的频率额定值（赫兹），一般

为“工频”——50赫兹。

6. 额定功率因数

机组输出额定电压与额定电流相位差的余弦 $\cos \varphi$ ，一般为0.8（滞后）。

此外，还有机组的重量、外形尺寸，制造厂全称、产品出厂编号和日期等。

为使读者有一个概括的了解，我们把一些常用的柴油发电机组的主要技术规格列出，如表1-2所示。

应当说明的是，机组的主要技术指标中，功率、电压和频率是衡量供电质量的主要依据，它们直接影响到负载的工作，如果达不到或超过其规定值，就应当加以调整。否则，电压过高时，会使用电设备绝缘破坏；过低，会使电灯不亮，电动机转动无力或转不起来。频率过低或不稳时，影响通讯、电影及无线电等的使用。

二、机组的主要技术性能

除了铭牌上规定的技术指标外，对有些机组，经用户单位与制造厂协商，在有关的技术文件中还可以提出其他一些技术要求，同时作为衡量机组供电质量的依据。它们主要有：

1. 稳态电压调整率 $\delta u(\%)$

负载变化后的稳定电压最大值（或最小值） u_1 ，按相对于空载整定电压 u 差值大的计算，此差值与空载整定电压之比的百分率，即

$$\delta u = \left| \frac{u_1 - u}{u} \right| \times 100\%$$

一般标准产品，在95～100%的额定电压时， $\delta u \geq 5\%$ ，高标准者可以达到 $\delta u \geq 1 \sim 3\%$ 。

表1-2 常用柴油发电

项 目		单 位	技			
机	型 号		5GF1	12GF3	24GF1	30GF1
	曾用型号		1-5B	2100DZ	A243-24	A303-30
	额定功率	千瓦	5	12	24	30
	额定电压	伏	400/230	400/230	400/230	400/230
	额定电流	安	9.02	21.7	43.3	54.2
	额定频率	赫兹	50	50	50	50
	额定转速	转/分	1500	1500	1500	1500
	功率因数/相数	(滞后)	0.8/3	0.8/3	0.8/3	0.8/3
	起动方式		手动或电动	手动或电动	电动	电动
	外形尺寸 (长×宽×高)	毫米	1340× 580×1090	1400× 634×1010	2785× 834×1320	2955× 834×1320
组	重 量	公斤	520	550	1600	1750
	制 造 厂		南昌柴油 机厂	大连柴油 机厂	无锡柴油 机厂	无锡柴油 机厂
配 套 部 分	柴油机	型号	285-1	2100DZ	3110Y	4110Y
		功率	马力	10	22	45
	同步 发电机	型号	T2S	T2S	72-74-24	72-74-30
		励磁调 压方式		自激恒压	自激恒压 或手调	炭阻调压 励磁机
	控制屏型号		HF4- 37-58	HF4- 39-12	HF4- 15-24	HF4- 15-30

① 根据“移动电站产品样本”(第一机械工业部编)等资料摘编。

机组的主要技术规格①

术 数 据					
40GF1	12GF2-1	12GF2-2	24GF2	30GF2	50GF1
SC40AZ	1-12	W-1-12		4S303	GC50-JK
40	10.8	12	24	30	50
400/230	400/230	400/230	400/230	400/230	400/230
72	19.5	19.5	43.3	54.3	90
50	50	50	50	50	50
1500	1500	1500	1500	1500	1500
0.8/3	0.8/3	0.8/3	0.8/3	0.8/3	0.8/3
电 动	手动或电动	手动或电动	电 动	电 动	电 动
2495 × 800 × 1440	2000 × 740 × 1370	1645 × 710 × 1240	1677 × 663 × 1050	2380 × 830 × 1360	2525 × 800 × 1327
1920	890	800	800	1390	1800
无锡动力 机厂	南昌柴油 机厂	玉林动力机 厂	大连柴油机 厂	无锡柴油机 厂	贵州柴油 机厂
4135D-1	2105-1	2105-1	4110D	4120SD ₁	4135D-5
80	20	20	44	66	80
72-84-40 D2/T2	MSA	T2S	T2S	72-74-30	72-84- 50D2/T2
炭阻调压 励磁机	炭阻调压 励磁机	自励恒压	自励恒压	炭阻调压励 磁机	可控硅调 压励磁机
HF4- 14-40	HF4-1-12	XYF-53-12	HF4-39-24	HF4-15-30	HF5T- 121改