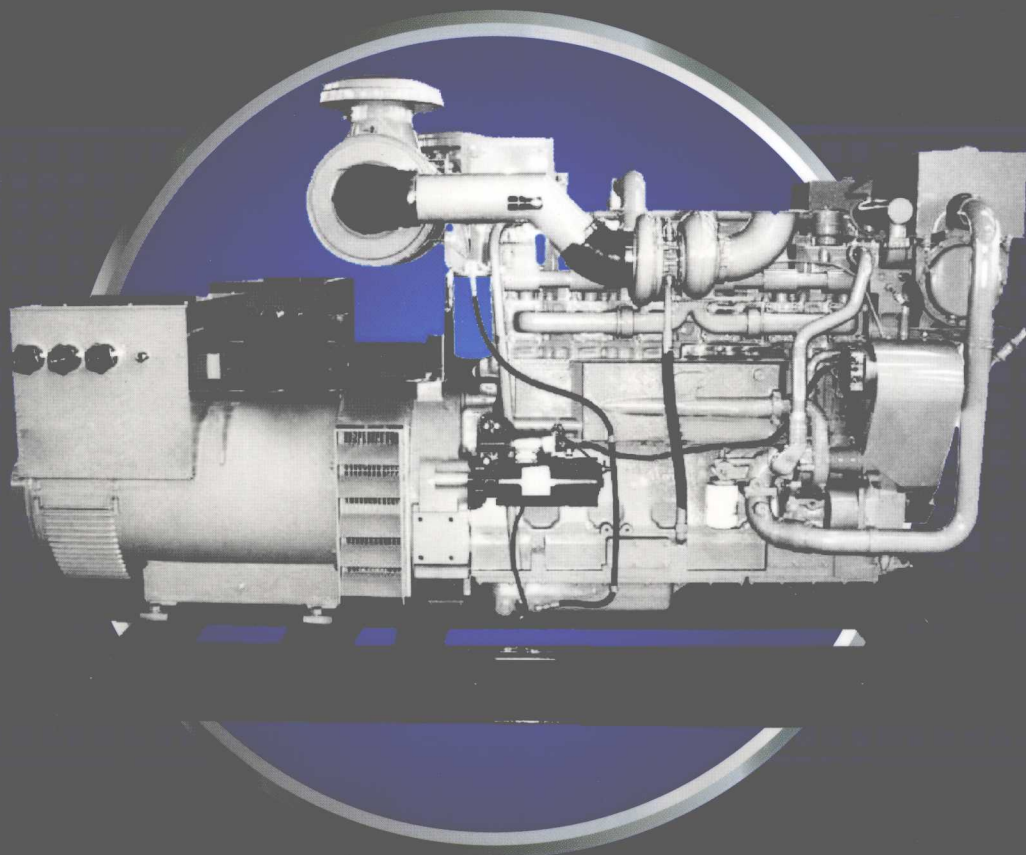


CHAIYOU FADIANJIZU JISHUSHOUCE

# 柴油发电机组 技术手册

杨贵恒 贺明智 袁春 陈于平 编著

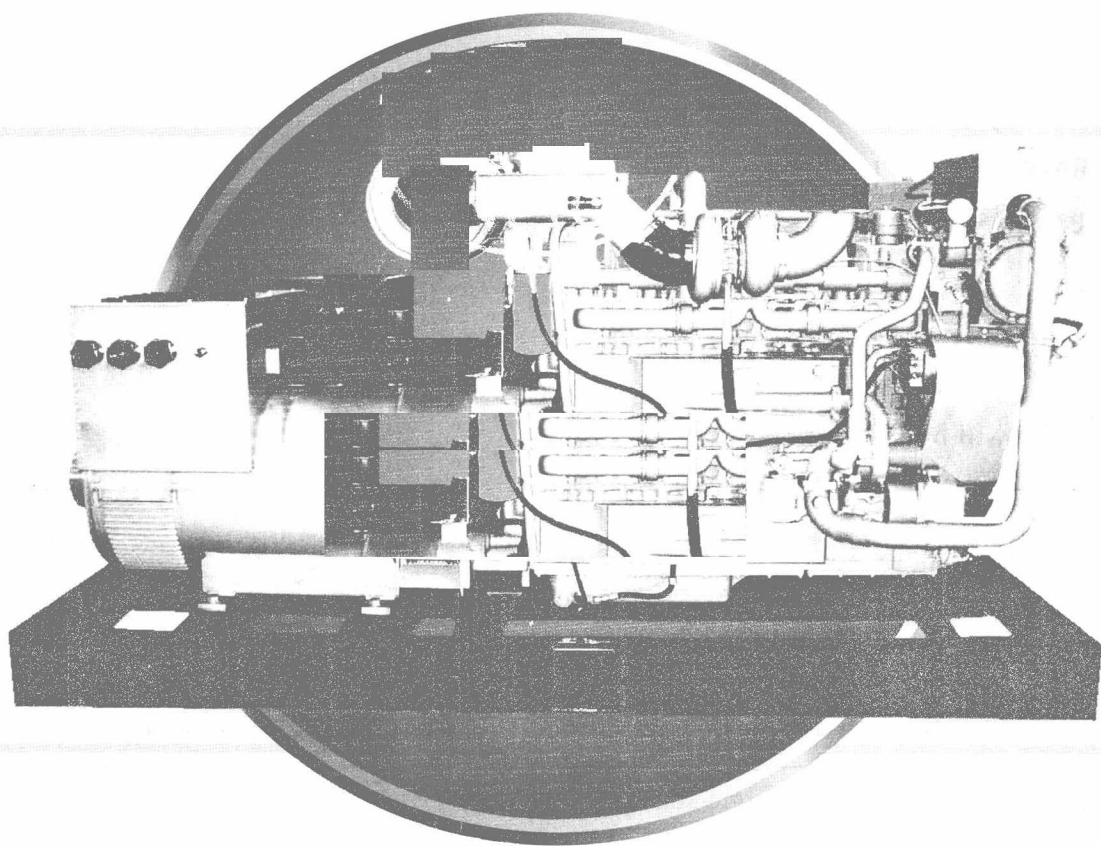


化学工业出版社

CHAIYOU FADIANJIZU JISHUSHOUCE

# 柴油发电机组 技术手册

杨贵恒 贺明智 袁春 陈于平 编著



化学工业出版社

·北京·

### 图书在版编目 (CIP) 数据

柴油发电机组技术手册/杨贵恒等编著. —北京: 化学工业出版社, 2008. 10

ISBN 978-7-122-03630-8

I. 柴… II. 杨… III. 内燃发电机-机组-技术手册  
IV. TM314-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 133486 号

---

责任编辑: 刘 哲 高墨荣

装帧设计: 张 辉

责任校对: 顾淑云

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 39 $\frac{1}{4}$  字数 1072 千字 2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 98.00 元

版权所有 违者必究

## 编写人员

杨贵恒	贺明智	袁春	陈于平
李剑	张寿珍	李龙	钱希森
梁宝钢	陈振明	景刚	王欣昌
强生泽	刘扬	张传富	金钊

# 前 言

随着我国科学技术的发展和人民生活水平的不断提高，不仅用电负荷不断增加，而且对供电质量提出了更高的要求。柴油发电机组是一种机动性很强的供电设备，因其使用基本不受场所的限制，能够连续、稳定、安全地提供电能，所以被通信、金融、建筑、医疗、商业和军事等诸多领域作为备用和应急电源。

由于各行业对供电保障和柴油发电机组的设计、使用与维护的要求越来越高，迫切需要一支有经验、懂技术的专业化设计、使用与维修队伍。笔者根据多年的教学、设计和修理柴油发电机组（电站）的实际经验和心得体会，结合必备的理论知识，在参考相关文献的基础上，编写成本书出版，以满足广大读者的需求。读者通过本书的学习，能了解柴油发电机组的组成及主要电气性能指标，掌握柴油发电机组三大组成部分（柴油机、交流同步发电机、励磁系统及其调节器）的结构及其工作原理，熟悉自动化柴油发电机组的电气控制系统、柴油发电机组的环境污染与控制以及柴油电站的设计，学会柴油发电机组的安装、调试、使用与维修以及柴油发电机组的有关性能试验。

全书共分为十章。第一章主要讲述柴油发电机组的组成与分类、技术条件与性能以及柴油发电机组的选择；第二~四章主要讲述柴油机、交流同步发电机以及励磁系统及其调节器的构造与工作原理；第五章主要讲述自动化柴油发电机组的状态信号检测、控制系统、机组与监控中心的通信以及目前国内使用较多的典型自动化柴油发电机组的电气控制系统；第六章主要讲述柴油机排放污染物的生成机理、柴油机排放标准、柴油机排放污染物的控制以及柴油发电机组的主要噪声源和低噪声柴油发电机组的设计；第七章主要讲述柴油电站的建设原则、设计程序、布置形式、基础设计、通风降噪设计、消防系统设计、电气系统设计以及通信供电系统的防雷与接地；第八~十章主要讲述柴油发电机组的安装、调试、维护保养、维修及其相关性能试验。另外，在本书的附录部分给出了在柴油发电机组设计、使用、维修与试验过程中常用的单位换算表、常用的计算公式以及部分国产典型柴油发电机组和汽车（挂车）电站的主要技术数据和技术性能，供需要时查阅。

本书由重庆通信学院杨贵恒、袁春、李剑、张寿珍、李龙、钱希森、景刚、强生泽、刘扬、张传富、金钊，北京交通大学电气工程学院贺明智，武汉通信指挥学院装备管理系陈于平，空军大连通信士官学校王欣昌，西藏军区 77546 部队陈振明以及上海警备区 61 分队梁宝钢共同编写。第一、二、六、八、九章和附录由杨贵恒编写；第三章由贺明智和刘扬编写；第四章由张寿珍、王欣昌、张传富和金钊编写；第五章由袁春和陈于平编写；第七章由强生泽、梁宝钢和李龙编写；第十章由钱希森、陈振明、李剑和景刚编写。全书由杨贵恒统稿。

本书可供工程技术人员在设计、选型、安装使用及维护柴油发电机组时参考，还可作为柴油发电机组设计、使用、维修与管理人员的培训教材，也可作为通信电源、发供电技术、电力工程及自动化等专业师生的教学参考书。

由于编著者水平有限，书中难免存在疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

# 目 录

<b>第一章 概述</b> .....	1
<b>第一节 柴油发电机组的组成与分类</b> .....	1
一、柴油发电机组的组成 .....	1
二、柴油发电机组的优缺点 .....	3
三、柴油发电机组的分类 .....	4
四、柴油发电机组的性能等级 .....	6
五、柴油发电机组的型号含义 .....	6
<b>第二节 柴油发电机组的技术条件与性能</b> .....	7
一、柴油发电机组的工作条件 .....	7
二、柴油发电机组的功率标定与修正 .....	8
三、柴油机与发电机的功率匹配 .....	10
四、柴油发电机组的主要电气性能指标 .....	11
<b>第三节 柴油发电机组的选择</b> .....	15
一、选购柴油发电机组的依据和标准 .....	15
二、柴油发电机组的选择 .....	17
<b>第二章 柴油机构造与工作原理</b> .....	21
<b>第一节 柴油机的基本知识</b> .....	21
一、柴油机简介 .....	21
二、基本名词术语 .....	21
三、柴油机的分类 .....	22
四、柴油机基本工作原理 .....	23
五、柴油机的总体构造 .....	24
六、柴油机型号名称与缸序号 .....	26
七、柴油机的性能指标 .....	28
八、柴油机的特性 .....	32
<b>第二节 机体组件及曲柄连杆机构</b> .....	37
一、机体组件 .....	37
二、曲柄连杆机构 .....	41
<b>第三节 配气机构与进排气系统</b> .....	53
一、配气机构的结构形式及工作过程 .....	54
二、配气机构的主要零件 .....	55
三、配气相位和气门间隙 .....	61
四、进排气系统 .....	62
五、柴油机的增压系统 .....	64
<b>第四节 燃油供给与调速系统</b> .....	71
一、柴油机的性能、规格及其选用 .....	72
二、柴油机的燃烧室 .....	73
三、喷油器 .....	75

四、喷油泵 .....	77
五、调速器 .....	86
六、喷油提前角调节装置 .....	95
七、泵-喷嘴 .....	96
八、燃油供给系的辅助装置 .....	98
九、PT 燃油系统 .....	100
十、电控喷射系统 .....	108
第五节 润滑系 .....	116
一、润滑系的作用 .....	116
二、润滑剂的种类、主要性能及其选用 .....	116
三、润滑方式和润滑系的组成 .....	119
四、润滑系的主要部件 .....	120
第六节 冷却系 .....	125
一、冷却系的功用及分类 .....	125
二、水冷式冷却系 .....	125
三、风冷式冷却系 .....	131
第七节 启动充电系 .....	134
一、启动电动机 .....	136
二、蓄电池 .....	140
三、直流发电机及其调节器 .....	149
四、硅整流发电机及其调节器 .....	154
五、启动充电系的辅助装置 .....	157
<b>第三章 同步发电机</b> .....	160
第一节 同步发电机的基础知识 .....	160
一、同步发电机的工作原理 .....	160
二、同步发电机的特点及其基本类型 .....	165
三、同步发电机的基本结构 .....	166
四、同步发电机的额定值及其型号 .....	170
第二节 同步发电机的基本电磁关系 .....	173
一、同步发电机的空载运行 .....	173
二、同步发电机对称负载时的电枢反应 .....	175
第三节 同步发电机对称运行时的特性 .....	179
一、同步发电机的电势方程式和相量图 .....	180
二、同步发电机的短路特性和零功率因数负载特性 .....	184
三、同步发电机的外特性和调整特性 .....	185
四、同步发电机的功率和转矩方程式 .....	187
第四节 同步发电机的并联运行 .....	188
一、同步发电机并联合闸的条件和方法 .....	189
二、同步发电机的功角特性 .....	192
<b>第四章 同步发电机励磁系统及其调节器</b> .....	196
第一节 同步发电机励磁系统概述 .....	196
一、励磁系统的组成与要求 .....	196

二、励磁系统的分类 .....	197
三、半导体励磁调节器概述 .....	199
四、微机励磁调节器简介 .....	201
第二节 自并励励磁系统 .....	204
一、TZ-250 型可控硅自励恒压装置 .....	205
二、SMUJ-75 型可控硅自励恒压装置 .....	208
第三节 自复励励磁系统 .....	211
一、相复励励磁系统的基本工作原理 .....	211
二、TZK 型可控相复励自励恒压装置 .....	214
三、KXT-3 型可控相复励励磁调节器 .....	216
第四节 三次谐波励磁系统 .....	220
一、三次谐波电势的产生 .....	220
二、三次谐波发电机的复励原理 .....	221
三、谐波励磁发电机电路 .....	222
四、谐波励磁晶闸管分流电压调节器 .....	222
第五节 DVR2000E 型数字励磁调节器 .....	228
一、DVR2000E 型自动电压调节器的特点 .....	229
二、DVR2000E 型自动电压调节器的功能 .....	229
三、DVR 运行特性 .....	231
四、保护功能 .....	232
五、DVR2000E 典型应用的接线与调整 .....	233
<b>第五章 自动化柴油发电机组 .....</b>	<b>236</b>
第一节 机组的分级与状态信号的监测 .....	236
一、自动化柴油发电机组的主要优点 .....	236
二、自动化柴油发电机组的分级 .....	236
三、自动化柴油发电机组的状态信号及其监测 .....	237
第二节 自动化柴油发电机组的控制系统 .....	238
一、继电器控制系统 .....	238
二、可编程控制器 PLC 控制系统 .....	239
三、专用控制器控制系统 .....	241
第三节 机组与监控中心的通信 .....	245
一、集中监控系统的功能和组成 .....	245
二、通信接口与通信协议 .....	248
第四节 康明斯-西门子自动化柴油发电机组 .....	251
一、康明斯-西门子机组的组成及特点 .....	251
二、康明斯-西门子机组的控制程序 .....	252
三、康明斯-西门子机组主控屏的结构及其工作原理 .....	252
四、康明斯-西门子机组副控屏的结构及其工作原理 .....	255
五、康明斯-西门子机组自动控制装置的工作原理 .....	256
六、康明斯柴油发电机组主要技术性能 .....	258
第五节 道依茨自动化风冷柴油发电机组 .....	262
一、机组性能简介 .....	262
二、道依茨风冷柴油机的结构特点及其控制系统 .....	264
三、道依茨风冷柴油发电机组的自动控制 .....	266



四、道依茨风冷柴油发电机组主要技术参数 .....	269
第六节 威尔信自动化柴油发电机组 .....	271
一、机组简介 .....	271
二、柴油机界面模块 (EIM) .....	273
三、典型模拟式控制屏介绍 .....	275
四、典型数字式控制屏介绍 .....	278
五、自动切换系统和并车系统 .....	286
六、机组与集中监控中心的通信 .....	287
七、威尔信自动化柴油发电机组的通信协议 .....	290
八、威尔信柴油发电机组技术性能 .....	296
<b>第六章 柴油发电机组的环境污染及其控制</b> .....	<b>301</b>
第一节 柴油机排放污染物及其生成机理 .....	301
一、柴油机排放污染物及其危害 .....	301
二、柴油机排放污染物的生成机理 .....	303
第二节 柴油机排放标准 .....	305
一、国外的排放标准 .....	305
二、我国的排放标准 .....	307
第三节 柴油机排放控制 .....	308
一、机内净化措施 .....	308
二、机外净化措施 .....	311
第四节 柴油发电机组的主要噪声源 .....	316
一、柴油发电机组的主要噪声源 .....	316
二、发电机组噪声的测量 .....	321
三、发电机组噪声源的识别 .....	328
第五节 柴油发电机组的噪声控制标准 .....	331
一、柴油机的噪声限值 .....	331
二、发电机的噪声限值 .....	332
三、发电机组的噪声限值 .....	333
第六节 柴油发电机组的噪声控制 .....	334
一、低噪声柴油机的设计 .....	334
二、低噪声发电机的设计 .....	335
三、低噪声发电机组设计 .....	337
四、柴油发电机组噪声控制举例 .....	350
<b>第七章 柴油电站设计</b> .....	<b>359</b>
第一节 柴油电站的建设原则与设计程序 .....	359
一、柴油电站的建设原则 .....	359
二、柴油电站的设计程序 .....	359
第二节 柴油电站的布置形式与基础设计 .....	360
一、柴油电站的安装要求 .....	360
二、柴油电站的布置形式与要求 .....	362
三、柴油电站的基础设计 .....	366
第三节 柴油电站的通风降噪与消防系统设计 .....	368
一、柴油电站的通风散热设计 .....	368

二、柴油电站的排烟系统设计与安装 .....	375
三、柴油电站的隔声降噪设计 .....	377
四、柴油电站的消防系统设计 .....	378
第四节 柴油电站的电气系统设计 .....	380
一、应急电站的电气主接线 .....	380
二、发电机冲击短路电流的计算 .....	380
第五节 通信供电系统的防雷 .....	383
一、雷电的形成及危害 .....	383
二、防雷装置 .....	385
三、防雷保护的基本原则 .....	388
四、通信供电系统的防雷保护 .....	392
第六节 通信供电系统的接地 .....	394
一、接地的类型及其系统组成 .....	394
二、通信台站的接地系统 .....	401
三、接地系统的连接 .....	404
四、接地电阻及其监测 .....	405
<b>第八章 柴油发电机组的安装调试与维护保养 .....</b>	<b>411</b>
第一节 柴油发电机组的安装 .....	411
一、机组安装前的准备工作 .....	411
二、机组的安装 .....	412
三、柴油机燃油箱及其管路的安装 .....	412
四、控制屏的安装 .....	414
第二节 柴油发电机组的使用调试与验收 .....	414
一、柴油机的启封 .....	414
二、机组的启动 .....	415
三、机组的磨合使用与调试 .....	417
四、柴油发电机组的验收 .....	428
第三节 柴油发电机组的维护保养 .....	428
一、柴油机的维护保养 .....	428
二、发电机的日常维护与保养 .....	431
三、发电机绕组的维护保养 .....	432
四、蓄电池的维护保养 .....	433
<b>第九章 发电机组维修技术 .....</b>	<b>444</b>
第一节 柴油机常见故障检修 .....	444
一、柴油机常见故障现象与判断原则 .....	444
二、柴油机燃油供给及其调速系统常见故障检修 .....	446
三、柴油机常见故障检修 .....	453
四、PT 燃油系的调试与故障诊断 .....	465
五、蓄电池常见故障检修 .....	472
第二节 同步发电机常见故障检修 .....	479
一、无刷同步发电机常见故障检修 .....	479
二、相复励和三次谐波发电机的故障及处理方法 .....	487
第三节 励磁调节器及其常见故障检修 .....	489

一、TLG1 励磁调节器及其常见故障检修 .....	489
二、KLT-5 励磁调节器及其常见故障检修 .....	497
三、E28 自动电压调节器及其常见故障检修 .....	502
<b>第十章 柴油发电机组试验 .....</b>	<b>510</b>
<b>第一节 柴油机试验 .....</b>	<b>510</b>
一、标准编号方法及有关说明 .....	510
二、柴油机常用标准目录 .....	510
三、有效功率的测量 .....	515
四、扭矩的测量 .....	517
五、转速的测量 .....	518
六、燃油消耗率的测定 .....	518
<b>第二节 同步发电机试验 .....</b>	<b>519</b>
一、同步发电机常用标准目录 .....	519
二、三相同步发电机的试验项目 .....	521
三、绝缘电阻的测定试验 .....	521
四、绕组直流电阻的测定试验 .....	525
五、介电强度试验 .....	530
六、绕组匝间耐冲击电压试验 .....	533
七、对机壳（对地）耐冲击电压试验 .....	539
八、非正常工作条件试验 .....	539
九、空载特性测定试验 .....	541
十、额定励磁电流和固有电压调整率的测定试验 .....	543
十一、发电机稳态电压调整性能试验 .....	545
十二、发电机瞬态电压调整性能试验 .....	546
十三、电压波形正弦性畸变率和电压谐波因数测定试验 .....	548
十四、自励恒压发电机三相不对称负载试验 .....	549
十五、热试验 .....	550
十六、效率测定试验 .....	565
十七、防湿热试验 .....	569
十八、防盐雾试验 .....	574
十九、同步电机参数的测定 .....	575
<b>第三节 柴油发电机组试验 .....</b>	<b>580</b>
一、柴油发电机组相关标准目录 .....	580
二、往复式内燃机驱动的交流发电机组试验项目 .....	581
三、试验方法与试验设备 .....	582
<b>附录 .....</b>	<b>592</b>
附录 1 常用量和单位 .....	592
附录 2 柴油发电机组试验时常用的计算公式 .....	593
附录 3 柴油机维修装配数据 .....	595
附录 4 国产 6250 柴油发电机组技术性能 .....	610
附录 5 部分国产汽车（挂车）电站主要技术性能 .....	615
<b>参考文献 .....</b>	<b>621</b>

# 第一章 概述

柴油机发电机组是以柴油机作动力，驱动同步交流发电机而发电的电源设备。柴油发电机组是目前世界上应用非常广泛的发电设备，主要用作电信、金融、国防、医院、学校、商业、工矿企业及住宅的应急备用电源；移动通信、战地及野外作业、车辆及船舶等特殊用途的独立电源；大电网不能输送到的地区或不适合建立火电厂的地区的生产与生活所需的独立供电主电源等。随着科学技术的不断发展，一些新技术和新成果的应用，柴油发电机组逐渐从手启动和有人值守的普通机组向自动化（自启动、无人值守、遥控、遥信、遥测）、低排放和低噪声方向发展，以满足现代社会对柴油发电机组更高的要求。

## 第一节 柴油发电机组的组成与分类

### 一、柴油发电机组的组成

柴油发电机组是内燃发电机组的一种，由柴油机、交流同步发电机、控制箱（屏）、联轴器和公共底座等部件组成。有的还设有专用的燃油箱、水箱和消声器等。每台机组有三个主要标牌标识本台机组的相关常用数据，如表 1-1~表 1-3 所示。进口发电机组常用英文来标识铭牌。需要说明的是，各制造商有不同的出厂编制规则，但机组标牌需标明发动机的形式、额定输出功率和额定转速，发电机的额定功率、额定转速、额定电压、额定电流、绝缘等级、功率因数和接线方式，发电机组的持续功率、额定电压、额定电流、转速、制造商和出厂日期等关键数据。

表 1-1 发电机组 (Generator set) 标牌常用参数中英文对照

中文参数	英文	举例
机组型号	Generator set model	
持续功率/kW	Continuous output	100
备用功率/kW	Standby output	110
额定负载燃油耗/(kg/h)	Rated loading fuel consumption	
容量	Capacity	
转速/(r/min)	Speed	1500
额定电压/V	Rated voltage	400/230
额定电流/A	Rated current	180
频率/Hz	Frequency	50
相数	Phase	3
质量/kg	Weight	
编号	Serial NO:	
厂名(制造商)	Factory	

表 1-2 柴油发动机 (Diesel engine) 标牌常用参数中英文对照

型 号	Model .	基本结构或参数	英文对照
形式	Type	直列、四冲程、水冷、 干式缸套、直喷	In line, four-stroke, water-cooled, dry cylinder liner, direct injection
缸数	Cylinder Numbers		
缸径/mm	Cylinder Diameter Bore		
行程/mm	Jaunt stroke		
进气方式	Air intake method	自然吸气、 增压(中冷)	Nature aspirated, turbocharged or turbocharged inter cooled
总排量/L	Displacement		
最低燃油消耗率[g/(kW·h)]	Min fuel consumption	≤197	
最低全损耗系统用油(机油)消耗率[g/(kW·h)]	Min oil consumption	≤0.5	
怠速(r/min)	Idle speed	600±50	
噪声平均值/dB(A)	Noise	≤108	
启动方式	Starting method	电启动	Electric starting
冷却方式	Cooling method	闭式水冷	Closed water cooling
润滑方式	Lubricating method	压力润滑	Forced lubricating
最大输出功率/kW	Max output	129	
额定功率/kW	Output		
额定转速(r/min)	Rated speed	1500	
调速方式	Governing method	电子调速	
稳定调速率	Stable governing rate	≤5%	
烟度/Bb(波许单位)	Smoke	≤1.0	
质量/kg	Weight		
出厂日期	Date		
工厂编号	Serial NO:		

表 1-3 交流同步发电机 (Synchronism AC. generator) 标牌常用参数中英文对照

型 号	Type	型 号	Type
额定功率/kW	Output	电压调整率	Volt. reg.
额定频率/Hz	Frequency	额定励磁电压	Excit. volt.
额定转速/(r/min)	Speed	额定励磁电流	Excit. current
额定电压/V	Voltage	励磁方式	Exciting method
额定电流/A	Current	质量	Weight
绝缘等级	Insulation	出厂日期	Date
功率因数	Factor	工厂编号	Serial NO:
相数	Phase	发电机制造商	Alternate manufacturer
接线方式	Connection		

一般生产的成套机组，都是用一公共底座将柴油机、交流同步发电机和控制箱（屏）等主要部件安装在一起，成为一个整体，即一体化柴油发电机组。而大功率机组除柴油机和发电机装置在型钢焊接而成的公共底座上外，控制屏、燃油箱和水箱等设备均须单独设计，便于移动和安装。

柴油机的飞轮壳与发电机前端盖轴向采用凸肩定位直接连接构成一体，并采用圆柱形的弹性联轴器由飞轮直接驱动发电机旋转。这种连接方式由螺钉固定在一起，使两者连接成一体，保证了柴油机的曲轴与发电机转子的同心度在规定范围内。

为了减小噪声，机组一般需安装专用消声器，特殊情况下需要对机组进行全屏蔽。为了减小机组的振动，在柴油机、发电机、控制箱和水箱等主要组件与公共底座的连接处，通常装有减振器或橡皮减振垫。有的控制箱还采用二级减振措施。

## 二、柴油发电机组的优缺点

柴油发电机组是以柴油机为动力的发电设备，是内燃机、电机和自动控制等多个学科领域交叉的技术。它与常用的燃煤蒸汽轮发电机组、水轮发电机组、燃气涡轮发电机组和原子能发电机组等发电设备相比较，发电机部分基本相同，主要是动力装置区别较大，因此其优缺点也主要体现在动力部分。

### （一）柴油发电机组的优点

#### 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至几万千瓦，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。采用柴油发电机组作为应急和备用电源时，可采用一台或多台机组，装机容量根据实际需要灵活配置。

#### 2. 单位功率重量轻、安装灵活

柴油发电机组的配套设备比较简单、辅助设备较少、体积小、重量轻，以高速柴油机为例，一般在  $8\sim 20\text{kg/kW}$ ，而蒸汽动力装置比柴油机的这项指标大 4 倍以上。由于柴油发电机组的这一特点，使其灵活便捷、移动方便。

用作独立供电主电源的柴油发电机组多采用独立配置方式，而备用或应急柴油发电机组一般与变配电设备配合使用。由于柴油发电机组一般不与市电网并联运行，同时机组不需要充足的水源 [柴油机的冷却水消耗量为  $34\sim 82\text{L}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ ，仅为汽轮发电机组的  $1/10$ ]，且占地面积小，所以机组的安装地点比较灵活。

#### 3. 热效率高、燃油消耗低

柴油机的有效热效率为  $30\%\sim 46\%$ ，高压蒸汽轮机为  $20\%\sim 40\%$ ，燃气轮机为  $20\%\sim 30\%$ ，可以看出柴油机的有效热效率是比较高的，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  $1\text{min}$  内带全负荷；在正常工作状态约在  $5\sim 10\text{min}$  内带到全负荷，而蒸汽动力装置从启动到带全负荷一般需要  $3\sim 4\text{h}$ 。柴油机的停机过程也很短，可以频繁启停。所以柴油发电机组很适合作为应急或备用电源。

#### 5. 操作简单、维护便利

只要认真阅读过机组说明书的一般工作人员即可顺利启动柴油发电机组并进行机组的日常维护保养工作。机组出现故障可采用就机法修理，所需修理人员少，维修便利。

#### 6. 电站建设与发电的综合成本低

与水轮机组需建水坝、汽轮机组需配置锅炉和较大的燃料制备与水处理系统等比较，柴油电站的占地面积小、建设速度快、投资费用低。

据有关资料统计，柴油电站与水力、风力和太阳能等可再生能源发电以及核能、火力发

电相比，其建设与发电的综合成本是最低的。

## （二）柴油发电机组的缺点

（1）电能成本高 柴油机只能使用液体燃料，目前液体燃料的价格较贵。

（2）过载能力差 柴油机是活塞式往复机械，运行时其磨损量较大，过负荷能力较差；柴油发电机组只允许超过标定功率的10%运行1h。

（3）环境污染严重 绝大多数的柴油发电机组燃用不可再生的石油制品——柴油，燃烧后的排放物主要为 $\text{NO}_x$ 、CO、HC和PM（颗粒），而且机组运行时，振动大、噪声高、机房油雾多，工作人员操作条件差，对周围环境污染严重。

（4）单机容量小 与汽轮发电机组和水轮发电机组等发电设备相比较，柴油发电机组的单机容量小，柴油电站的总装机容量不可能很大，不宜作为区域电站。

（5）电能质量稍差 柴油发电机组与蒸汽轮机组或燃气轮机组相比，容量小、转速低，一般高速柴油机的额定转速为1500r/min。因此同步发电机的极对数多、波形畸变率大、三次谐波丰富。与此同时，由于机组容量小，其调速和调压系统与蒸汽轮机组或燃气轮机组的调速和调压系统相比，结构简单，调节精度稍差，尤其是其动态特性指标。

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

## 三、柴油发电机组的分类

柴油发电机组的分类方法很多，按照发动机转速的高低可分为高、中、低速机组；按照功率的大小可分为大、中、小型机组。按照发电机的输出电压频率可分为交流发电机组（中频：400Hz、工频：50Hz）和直流发电机组，当电压频率为50Hz时，中小型发电机的标定电压一般为400V（三相）或230V（单相），大型发电机的标定电压一般为6.3~10.5kV。但更常用的分类方法是根据柴油发电机组的用途、控制方式和外观构造进行分类。

### （一）按用途分类

#### 1. 常用机组

这类发电机组常年运行，一般设在远离电力网（或称市电）的地区或工矿企业附近，以满足这些地方的施工、生产和生活用电。目前在经济发展比较快的地区，由于电力网的建设跟不上用户的需求而设立建设周期短的常用柴油发电机组来满足用户的需要。这类发电机组一般容量较大，对非恒定负载提供连续的电力供应，对连续运行的时间没有限制，并允许每12h内有1h过负载供电时间，过负荷能力为额定输出功率的10%。这类机组因其运行时间较长、负载较重，相对于本机极限功率的许用功率被调至较低点。

#### 2. 备用机组

在通常情况下用户所需电力由市电供给，当市电限电拉闸或其他原因中断供电时，为保证用户的基本生产和生活而设置的发电机组。这类发电机组常设在电信部门、医院、市电供应紧张的工矿企业、机场和电视台等重要用电单位。这类机组随时保持备用状态，能对非恒定负载提供连续的电力供应，对连续运行的时间没有限制。

#### 3. 应急机组

对市电突然中断将造成较大损失或人身事故的用电设备，常设置应急发电机组对这些设备紧急供电，如高层建筑的消防系统、疏散照明、电梯、自动化生产线的控制系统、重要的通信系统以及正在跟病人做重要手术的医疗设备等。这类机组应能在市电突然中断时，能迅速启动运行，并在最短时间内向负载提供稳定的交流电源，以保证及时地向负载供电，这种机组自动化程度要求较高。

## (二) 按控制方式分类

### 1. 手动机组

这类机组最为常见，机组具有电压和转速自动调节功能，操作人员在机房现场对机组进行启动、合闸、分闸和停机等操作。此类机组通常作为主电源或备用电源。

### 2. 自启动机组

自启动机组是在手动机组的基础上，增加了自动控制系统。当市电突然停电时，机组具有自动启动、自动调压、自动调频、自动进行开关切换和自动停机等功能；当机组机油压力过低、机油温度和冷却水温过高时，能自动发出声光报警信号；当机组超速时，能自动紧急停机保护机组。自启动机组的优点是大大减少了对操作人员的依赖性，缩短了市电中断至由机组供电之间的间隔时间。此类机组通常作为备用电源。

### 3. 微机控制自动化机组

机组由性能完善的柴油机、同步发电机、燃油（机油、冷却水）自动补偿装置和自动控制屏等组成。自动控制屏采用可编程自动控制器（PLC）控制，除了具备自启动机组的各项功能外，还可按负荷大小自动增减机组、故障自动处理、自动记录打印机组运行报表和故障情况，对机组实行全面自动控制。由串行通信接口（RS232、RS422 或 RS485）实现中心站对分散于各处的机组进行实时的遥控、遥信和遥测（俗称“三遥”），从而达到无人值守。机组的自动化程度可按实际需要配置。此类机组特别适合用作应急电源。

## (三) 按外观构造分类

### 1. 基本型机组

基本型机组的外观如图 1-1 所示。基本型机组是平时见得最多的柴油发电机组，它可能是手动机组，也可能是自启动机组或微机控制自动化机组。

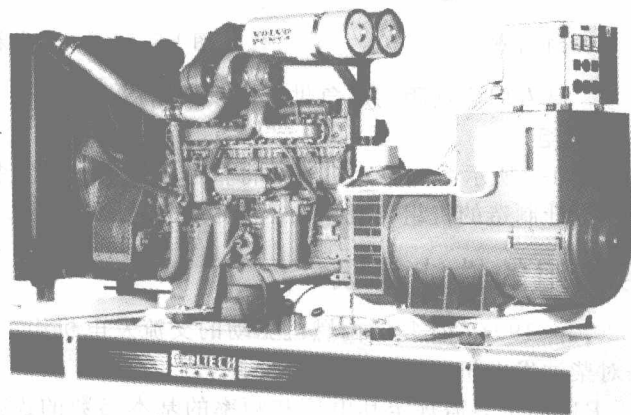


图 1-1 基本型机组外观

### 2. 静音型机组

静音型机组的外观如图 1-2 所示。静音型机组与基本型机组的本质区别是机组外部安装了隔声罩，消声器内置，降低了机组的噪声。这种机组适用于要求噪声低的特殊场合，如学校、医院和办公地点等。

### 3. 拖车机组（电站）

拖车机组（电站）的外观如图 1-3 所示。通常拖车机组是在静音型机组的基础上加装了拖卡，实现了机组的便捷式移动，适用于城市范围内的短距离应急供电。

### 4. 车载机组

车载机组的外观如图 1-4 所示。车载机组是将整台基本型机组安装在汽车车厢内，通常



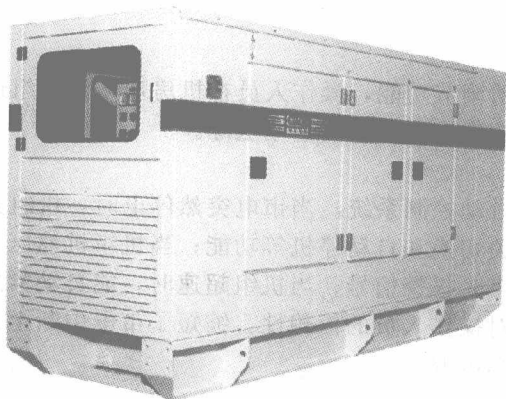


图 1-2 静音型机组外观



图 1-3 拖车机组外观



图 1-4 车载机组外观

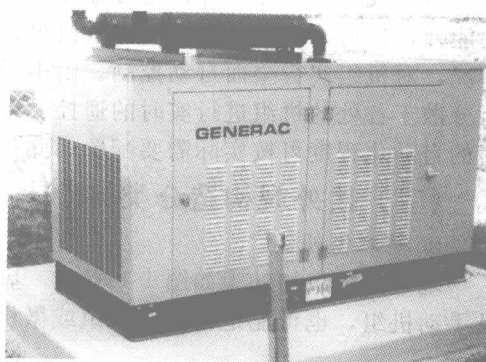


图 1-5 方舱（集装箱）式机组外观

其箱体要作静音降噪处理，是专门为远距离应急供电而设计制造的机组。

### 5. 方舱（集装箱）式机组

方舱式机组的外观如图 1-5 所示。方舱式机组是将整台基本型机组安装在方舱内，是专门为野外工程建设供电而设计制造的机组，机组功率一般在 500kW 以上。

## 四、柴油发电机组的性能等级

国家标准 GB/T 2820.1—1997《往复式内燃机驱动的交流发电机组》第一部分：用途、定额和性能中的第 7 条对柴油发电机组规定了四级性能。

(1) G1 级性能 要求适用于只需规定其电压和频率的基本参数的连接负载。主要作为一般用途，如照明和其他简单的电气负载。

(2) G2 级性能 要求适用于对电压特性与公用电力系统有相同要求的负载。当其负载变化时，可有暂时的然而却是允许的电压和频率偏差。如照明系统、泵和风机等。

(3) G3 级性能 要求适用于对频率、电压和波形特性有严格要求的连接设备。如无线电通信和晶闸管整流器控制的负载。

(4) G4 级性能 要求适用于对频率、电压和波形特性有特别严格要求的负载。如数据处理设备或计算机系统。

## 五、柴油发电机组的型号含义

为了便于生产管理 and 使用，国家标准 GB 2819 对柴油发电机组的型号编制方法做了统