发电机系统

发电机是使用燃料产生机械能的发动机（原动机）和将机械能转化为电能的发电机（交流发电机）的组合。 这两个部分组合在一起成为一个设备。

除公共电网外，用于供电的机械力发电机在人道主义区域中很常见，这主要是因为它们几乎随处可见，而且可以相对快速地获取和安装。 发电机采用非常成熟的技术，且通常容易找到优秀的安装技术人员。 但是，发电机的运行费用很高，需要频繁和复杂的维护以及持续的燃料供应。 发电机也会引发许多问题，例如噪音、振动、污染等。

发电机主要用于以下在三类情况：

- 在没有公共电网或电网可靠性很差时用作主电源。
- 在无法投资更高效的电源时用作备用电源：应急、短期安装等。
- 作为高能源需求的建筑物（主要是安装了空调或电加热器的建筑物）的备用电源。
- 被拥有冷链功能的设备用作备用电源。

对于任何其他情况，应更全面地评估发电机的替代方案。 在考虑将发电机作为主电源或备用电源时，不要低估处理设备所需的时间，也不要忘记为安装准备工作编制预算。

特征

以下是依照需求选择合适设备时需要考虑的主要特征。

发电机功率

选择发电机时，首先要评估的是它的规格 - 能产生多大功率？

发电机侧面标准标签的示例

额定功率依据的标准是 ISO-8528-1。 最常用的标准包括：

ISO 发电机额定功率	额定载荷	运行时间限制
主额定功率 (PRP)	可变载荷的额定功率	这种功率可在可变载荷系数下不限时间提供。 每 12 小时最多有 1 小时可能会过载 10%，但每年不能超过 25 小时。
持续运行功率 (COP)	恒定载荷的额定功率	这种功率可在固定载荷系数下不限时间提供。 不允许过载。
紧急待机功率 (ESP)	可变载荷的额定功率	这种功率仅可在可变载荷系数下每年提供 25 小时。 这种功率的 80% 可每年提供 200 小时。 不允许过载。

载荷类型

可变载荷	恒定载荷

在大多数情况下，购买发电机时只有 PRP 有意义。 购买发电机时，在不参考标准化评定法时，可检查发电机的功率是否已标注。 如果未标注评定模型，请咨询制造商或向卖家索取文件。

额定功率可以瓦特 (W)、千瓦 (kW)、伏安 (VA) 或千伏安 (kVA) 为单位。 为明确起见，1kW = 1000W 和 1kVA = 1000VA

以瓦特为单位的额定值指示***实际功率*** (P)；以伏安为单位的额定值指示***视在功率*** (S)。 在规划能耗时，只需要考虑实际功率。 实际功率是交流电路中实际消耗或使用的功率，因此是诊断练习中计算功率需求和能耗的方式。

如果仅标注视在功率 (kVA)，则可以使用以下通用公式评估实际功率：

P(W) = S(VA) × 0.8

0.8 的视在功率是假设的实际功率因数。 该因数可能因机器而异，但 0.8 是可靠的平均值。

选择发电机时，其至少需要满足诊断练习中计算得出的功率。 但是，请注意以下事项：

不要混淆 kW 和 kVA： 设备功率需求通常以 kW 计算，而发电机的额定功率通常以 kVA 为单位。 在此情况下，除以 0.8（或加 20%）即可将设备功率从 kW 转换为 kVA。

如果一个设备的假设能源需求为 6,380W，那么如何确定发电机的规格？KVA 必须是多少？

同时，发电机的功率必须至少为 6.4kW PRP。 要确定 kVA，请按以下步骤操作：

示例：

6.4 / 0.8= 8kVA PRP

6,380W 的功率需求要求至少 **8kVA** 的发电机。

考虑较低的运行率（降级）： 发电机提供的功率随海拔和温度升高而降低。 下图显示了环境因素与降级间的相关性：

海拔	降级	温度	降级
≤ 150m	无降级	≤ 30°C	无降级
300m	-1.8%	35°C	-1.8%
500m	-4.1%	40°C	-3.6%

海拔	降级	温度	降级
1000m	-9.9%	45°C	-5.4%
2000m	-21.6%	50°C	-7.3%
3000m	-33.3%	55°C	-9.1%

请注意，发电机室内的温度可能远高于环境温度。

示例：

发电机的视在功率为 10kVA，且将在海拔 1,000 米处平均温度为 45°C 的发电机室中运行，其预期功率输出将是：

海拔调整：

10kVa × (1 - 0.099) = 9.01kVA

平均温度 45°C：

9.01kVa × (1 — 0.054) = 8.52 kVA

“实际”视在功率为 **8.52 kVA。**

每分钟转数 (RPM)

发电机的发动机转数通常为：

- 1,500 RPM：专为高强度使用（运行超过 6 小时）而设计，能够实现高功率。
- 3,000 RPM：专为短期使用而设计，功率体积比和功率重量比更好，但每小时燃油消耗更高。

大多数人道主义人员应首选 1500 RPM 的发电机。

噪音水平

发动机在运行时噪音很大。 由于发电机通常在工作或休息时间运行，因此在采购时，噪音水平是一个重要的考虑因素。 即使处于极低的水平，长时间的持续噪音也会令人疲惫。

噪音水平以 dB (A) LWA 表示。 为了方便比较，以下是一些常见声音的水平。

常见声源	dB (A) 水平
距离冰箱 1 m 处	50 dB (A)
距离吸尘器 5 m 处	60 dB (A)
距离主干道 5 m 处	70 dB (A)
距离高速公路上大交通流量 25 m 处	80 dB (A)

常见声源	dB (A) 水平
燃油割草机	90 dB (A)
距离手提钻 10 m 处	100 dB (A)
迪斯科舞厅	110 dB (A)
疼痛阈值	120 dB (A)

普通办公区的噪音水平应在 70dB (A) 左右，而晚上卧室的噪音水平应低于 50dB (A)。

请注意，在比较不同距离处的噪音水平时：

- 4 米处 dB (A) ≈ dB (A) LWA - 20。
- 与声源的距离每增加一倍，噪音水平就会降低 6dB。

示例：

在距离建筑物 15 米处的发电机室中有一台噪音水平 97 dB (A) LWA 的发电机。 建筑物里能听到的声音有多大？

97dB (A) LWA 相当于 4 米处 77dB (A)

77dB @ 4米 = 71dB @ 8米

71dB @ 8米 = 65dB @ 16米

建筑物中的噪音水平约为 **65 dB (A)** 或更低，具体取决于发电机室和办公区的隔音。 对于办公区来说，这是一个可以接受的水平，但对于夜晚的宾馆来说，是不可接受的。

通常，建议不要使用噪音水平高于 97 dB (A) LWA 的发电机。 如果要在夜间使用发电机，建议使用隔音罩或建造隔音墙来部分减少噪音污染。

油箱容量

发电机在运行时无法加油，因此油箱容量是决定其自主运行的主要因素之一。 根据保守估计，1500 RPM 发电机每小时的燃油消耗量是 0.15 L x 额定功率。 因此，必须相应地选择油箱。

示例：

一台 8kVA PRP 发电机为一个办公区供电，且不能在工作日（10 小时）内加油。 知道了这些数字，建议的油箱规格应是多少？

该发电机的每小时油耗为：

0.15 × 8 = 1.2L / 小时

油箱规格的计算方法为：

1.2 × 10 = 12L

那么油箱容量必须至少为 **12L**

不建议在低于油箱容量 1/5 的情况下运行发电机；油箱容量低时，沉淀在油箱底部的颗粒和碎片会被吸入燃油管路，从而对发动机构成潜在危险。

燃料

与车辆一样，发电机可以使用柴油或汽油，其各有利弊。 柴油发电机更昂贵，但是柴油通常比汽油便宜。与汽油发电机相比，柴油发电机具有更好的功率体积比和功率重量比。

燃油的选择必须根据当地价格和两种燃油的供应情况来决定。 其中需要考虑的一点是，组织中使用哪类燃油车，在发电机和车辆中使用相同的燃油可以降低储备多种燃油的复杂性。 大量燃油库存的安全性也可能是一个问题——柴油的闪点比汽油高得多，只会在户外 52°C 以上时点燃，而汽油可在低于冰点的温度下点燃。

安全

发电机必须配有漏电断路器，从而在电涌和短路时局部触发断路器，以便更轻松地重置及防止损坏电路下游。 此外，发电机通常有手动断路器/转换开关，用于控制将电力输送到办公区或基地的安装电路。

发电机还应有紧急停止按钮，以在发生火灾、重大机械故障或其他问题时使用。 应清晰地标出紧急停止按钮。 对于带隔音罩的发电机，应在罩外设置紧急停止按钮。

发电机的 设置

发电机室/储藏区

发电机通常需要一个具体的安装地点。 除非专为移动使用而设计，发电机通常不会移动。 发电机的位置会影响其功能和寿命，因此需要精心规划。

有些发电机可能非常沉且笨重，其在办公区或基地周围的定位通常取决于装卸全尺寸发电机的机械设备或车辆的装卸能力。

发电机应安装在平坦、水平的表面上。 与车辆不同，发电机并未设计为可在斜坡上或倾斜运行。 轻微的倾斜或坡度会导致发电机在振动或风雨侵蚀下逐渐移动，从而损坏结构和设备，或者无法维修。 如果重型发电机在周围有组合结构的封闭空间内移位，则可能无法用手移动。

无论发电机位于何处，其基础都应足以支撑发电机的重量并保持不带电。 发电机会非常沉重。随着时间的推移，发电机可能会破坏或削弱不稳定的地基，甚至改变其方向。 此外，运行中发电机的振动会极大地加速对基础或储存区域的破坏。尤其是当未牢牢固定发电机时，这种振动就像是低功率且持续的手提钻一样发挥作用。

此时的最佳做法是安装减震器来减少发电机的振动，例如木材或橡胶。 这有助于稍微抬高设备来减少振动，还有助于控制发热，并使检查设备和识别泄漏变得更加方便。

根据所需运行空间的布局，发电机可安装在独立的房间中、某种开放式发电机棚中，也可以暴露在空气中。 理想情况下，发电机上方至少要有一个屋顶或其他形式的覆盖物，使发动机避开影响其运行的雨、雪或过度的阳光直射。 根据发电机的尺寸和重量，可能必须在交付、卸载和安装发电机之后建造发电机棚或发电机房。

被动通风口

排气口

备用进气口

热空气出气口

新鲜空气进气口

房间或储存区域必须满足多个目的；隔离发电机以减少噪音和对其周围环境的环境影响，并防止工作人员、访客、动物或其他人的未经授权进入。 即使发电机相对暴露在外，例如没有四壁的遮阳篷，仍建议控制对发电机的访问。 在发电机的储存区域中，可能需要在发电机的一侧或多侧建造额外的墙体以阻挡噪音和盛行风。

尽管建筑材料可能有所不同，但必须认真规划朝向，充分利用气流并最大限度地减少噪音和热干扰。 发电机空间应始终保持良好的通风，包括使用挑檐底面通风口或只使用外墙。 如果发电机位于密闭空间中，则需要专门的出气管。 确保所有出气口都不会将空气排放到人类和动物工作或频繁进出的区域。 如果必须将空气排到人和动物都可进入的区域，则所有出气点都应与所述空间至少相隔两米，并明显标记。

在放置燃料或其他危险货物时，尽可能地不要让盛行风进入散热器/排气口。 如无法实现，请安装风障。

运行发电机

虽然发电机的运行有通用规则和最佳实践，但最佳的信息来源始终是机器随附的用户手册，其中提供了有关其使用和维护的完整详情。 必须始终遵守制造商的说明。

通常，对发电机的正确管理始于拥有准确和最新的监测系统。 对于进行分析、识别潜在故障和误用以及为未来的维修和决策提供信息来说，监测至关重要。 至少必须保留以下记录：

- 运行时间。
- 加油。
- 已完成的维护。

为此，应使用简单但完整的日志。 日志应放在发电机附近，而且所有管理发电机的人员都应接受相应培训并了解如何正确使用日志。

尽管 PRP 发电机的额定使用时间是“无限制”，但并不意味着发电机可以无限期连续运行。 发电机仍然是机器，会老化，过热或发生故障。 发电机的连续运行可能因机器而异，但一般而言，人道主义机构在实

地运行发电机时，不能一次连续运行超过 8 至 12 个小时。 发电机运行超过 8 到 12 小时会显著缩短其寿命，并导致更高的故障频率。

发电机通常必须关闭一段时间进行冷却，这就是为什么许多机构会在基地或办公区安装两台主发电机的原因。 即使不是在同一房间内，这两台发电机也通常需要邻近安装，并都连接到设施的主电路。 如果串联安装两台发电机，应安装一个大型外部切换开关，用于一次输送一台或另一台发电机的电力。 两台发电机不能同时向同一闭合电路输送电流——否则会对设施和设备造成灾难性的损坏。

可以根据需要对两台发电机的使用进行规划——要么两台发电机的供电能力相同，要么在负载要求较低时使用备用发电机数小时。 太阳能和其他备用电源也可以连接到外部切换开关。 通常，切换发电机时需要在输出发电机仍在运行时启动准备并车的发电机。 这样可让准备并车的发电机先进行预热。 这样还可让主切换开关在保持供电的同时切换发电机，从而最大限度地减少对办公区或生活区的干扰。

启动和停止发电机

超过一定尺寸且旨在中长期使用的发电机通常有一个内部开关，用于将设备连接到办公区或基地的主电路或断开连接。 如果将发电机开关设置为不连接发电机，则电机仍将运行且交流发电机仍将发电，但主电路中没有电流。

在发电机连接到设备（也称为“负载”）时，切勿启动或停止发电机

当发电机启动时，由于燃油管路中的空气、碎屑或作为启动过程的其他正常部分，可能会出现功率峰或谷。 这些浪涌可能会超过规定的额定载荷，且在保护不当时会损坏设备。 最好以发电机操作人员使用的语言制作海报或宣传册，以解释设备的启动和停止过程，包括要触摸的主要部件和要采取的操作。

标准启动程序：

1. 确保发电机断路器处于打开状态（如果发电机没有断路器：确保设备的主断路器处于打开状态）。
2. 检查机油油位。
3. 检查燃油油位。
4. 检查水位（仅适用于水冷发电机）。
5. 确保没有泄漏（发电机下方没有机油或燃料）。
6. 启动发电机。
7. 等待 2 分钟。
8. 闭合连接办公区或基地主电路的电路。
9. 在相关日志中记录启动时间。

标准停止程序：

1. 警告用户，电源将被切断。
2. 打开发电机断路器（如果发电机没有断路器：打开设备的主断路器）。
3. 等待 2 分钟，然后
4. 停止发电机。
5. 在相关日志中记录停机时间。
6. 按需加注燃油。

保养与维护

必须定期维护发电机，以确保其在整个使用寿命期间内高质量地供电。 日常维护相对简单——有关于防止发生故障或增强设备功能所需的维护和维护时间的一般指南。

虽然维护发电机的最佳做法是遵循制造商的维护和时间表，但以下控制措施和操作可基本代替，特别是在没有制造商的说明时。

维护操作	维护频率				
	每天或每 8 小时	每月	每 150 小时	每 250 小时	每 500
常规检查	✓				
检查机油和燃油油位	✓				
清洁并检查电池		✓			
检查接地连接		✓			
清洁火花消除器			✓		
清洁燃油滤清器			✓		
排空油箱			✓		
更换机油				✓	
更换空气和燃油滤清器滤芯				✓	
清洁发动机冷却散热片				✓	
更换火花塞					✓
检查燃油喷嘴					✓

维护操作	维护频率				
	每天或每 8 小时	每月	每 150 小时	每 250 小时	每 500
更换燃油滤清器					✓
调整气门间隙					✓

维修时间以“运行时间”跟踪，即仅跟踪发电机实际启动和供电的时间。 需注意的是，即使发电机平均运行 12 小时，总运行时间也可能很快达到 250 或 500 小时，从而意味着发电机的保养可能会非常频繁。 在定期更换部件和维护发电机方面少量投资可以节省昂贵和不必要的升级，甚至可以节省未来整个设备的更换。

日常维护时，应记录每项操作以及读数和参数、检查日期和计时器读数。 可将这些读数与下一次收集的数据进行比较。 读数的任何显著变化都可能指示设备性能不佳。

因此，预防性维护可确保组织拥有满足其所有需求的不间断的电力供应。 如果很少使用发电机，则必须每周至少启动一次以保持其处于良好状态。

	频繁使用	偶尔使用
启动发电机	视需要而定	每周至少一次
150 小时维护	每月	每 4 个月
250 小时维护	每 3 个月	每年
500 小时维护	每 6 个月	每 2 年

纠正性维护

在某些项目或运营地点中，可能有必要招募经过培训的维修技术人员。 在大多数情况下，建议确定可信的服务提供商并与之签订长期协议或其他形式的服务合同。 服务提供商应负责主要维护，并准备好处理故障。 选择第三方供应商时的重要标准是其为所需设备提供备件的能力。 如果第三方供应商无法提供备件，则组织将需要维护自有备件库。

发电机组包括发动机和交流发电机以及接线、控制、保护装置和连接。 查找故障时，需要检查这些组件。

可能的发电机故障有四类：

- 发动机无法启动。
- 发动机可以启动，但失速或熄火。
- 发动机可以工作，但一段时间后开始过热。
- 发动机运行平稳，但未正确发电。

因为不同制造商的设计各不相同，建议参考用户手册以查看具体的故障说明。 除非问题一目了然，否则可能需要专业的发电机技术人员或有资质的电工。

安全注意事项

- 不得在人或动物长期占用的房间内运行发电机。
- 发电机房必须正确通风。
- 发电机房中不得存放燃料和机油。
- 发电机房外必须有电气和燃料火灾专用灭火器（最好是二氧化碳灭火器）。 如果没有灭火器，可以选择消防沙桶，其也可作为备用灭火器。
- 所有发电机都必须正确接地。 通常，发电机的框架上有一个标有接地符号的接地螺栓。应将地线连接到此接地螺栓。 如果没有标记的螺栓，则可直接将地线连接到发电机的金属框架。