发电

一般来说，能量可以定义为具有“可引起变化潜力”的一切。 能量的最常用定义是某种力（引力、电磁力）所能起的作用。 能量是守恒的，这意味着它不能被创造或破坏，只能从一种形式转化为另一种形式；例如，电池可将化学能转化为电能。

本指南的目的是指导用户如何转换和使用电能和电功率，以将其用于人道主义干预中需要的设备和装置，其中包括：了解基本的电气概念、如何正确确定安装设备的规格以及如何有效管理电气设备。

发电中的常用术语

AC	交流电的缩写。
DC	直流电的缩写。
电子	作为材料分子结构的一部分而存在的带电小粒子。
自由电子	一种可与其所属原子的核轻松分离的电子。
导体	拥有自由电子的物体（例如金属，但也包括人体和地球）。
绝缘体	没有自由电子的物体（例如玻璃、塑料和木材）。
电压 (U)	两点之间的电荷差异。
电流 (I)	电荷的流动速度。
电阻 (R)	一种材料抵抗电荷流动（电流）的能力。
电路	一个允许电荷从一处移动到另一处的闭环。
电阻	任何可将电能转换为热能的材料。
过载	短时间内可用的额外功率。

VRLA 电池	阀控式铅酸电池的缩写。
吸收电压范围	可在不让电池过热的情况下施加的电量水平。
浮充电压范围	电池完全充满电后保持的电压。
配电板	一个断路器，其中包含许多电路。 可用其闭合或断开电路。
断路器和保险丝	保护电线不会过热，位于配电板箱中。 出现过载时，即电流过大时，保险丝熔断或断路器触发。
开关	开关可以为电路通电，即允许电流通过。 如果未谨慎使用，可能造成人员伤害和设备损坏。 插座将电器连接到电路。
接地	将电器的金属部件连接到大地。
(W)	功率单位瓦特的缩写。
(Wh)	能量单位瓦时的缩写
(V)	电压单位伏特的缩写
(A)	电流单位安培的缩写

英美术语比较

本指南中主要使用美式术语。

英国	美国
双向照明，开关	三向照明开关，开关
电饭煲	范围
配电板	配电板、断路器板
大地，接地	接地，接地
接头	夹具

英国	美国
漏电断路器 (RCD)	接地故障电路断路器 (GFCI)
踢脚板	底板
捆扎机	多控开关

电气基础知识

电流是电路中的电荷流—— 一个导体中两点之间自由电子的流动。 这些运动中的自由电子构成了电能。 发电是在导体一侧产生电子欠缺而在另一侧产生电子剩余，从而迫使电子在导电材料中共同移动。

产生这种不平衡的设备称为发电机。 剩余端端子标记为 +，欠缺端端子标记为 –。

当负载连接到发电机的端子时，发电机推动电子：它吸收带正电荷的粒子并送回带负电荷的粒子。 在电路中，电子从 – 端子循环到 + 端子。

为了能够正确、安全地使用电气设备，必须了解电的工作原理。 最重要的是了解操纵和利用电能所需的三个基本组成部分，那就是电压、电流和电阻，以及这三者之间的相互关系。

电荷

电是电子的运动。 电子产生电荷，可使用其产生能量。 任何电器，例如灯泡、电话、冰箱，都在利用电子的运动来工作。 本指南的三个基本原理可以用电子来解释，或者更具体地说，可以用其产生的电荷来解释：

- **电压**—— 两点之间电荷的差异。
- **电流（安培）**——任何给定电荷的流动速率。
- **电阻**—— 材料抵抗电荷流（电流）的能力。

这些值描述了电荷的运动以及电子的行为。

电路是一个闭环，允许电荷从一处移动到另一处。 电路中的组件可控制电荷的移动并用其来做功。

电气测量

- **功率**——负载消耗的能量。
- **能量**—— 给定时间段内消耗或产生的电量。

电位差（电压）

电压 (U) 的定义是电路上两点之间的电势能。 发电机中 + 和 – 极之间的电荷差以伏特为单位，用字母“V”表示。 有时，电压可被称为“电的压力”，这是一个恰当的类比，因为电子通过导电材料时产生的电位差所提供的力可与水流过管道时的水压相提并论；电压越高，“水压”也就越大。

运动中自由电子的可用能量构成了电能。 发电是在导体一侧产生电子欠缺而在另一侧产生电子剩余，从而迫使电子在导电材料中共同移动。 剩余端端子标记为 (+)，欠缺端端子标记为 (–)。

电压由配电网络决定。 例如，大多数电源插座端子间为 220V，而电池端子间为 1.5V。

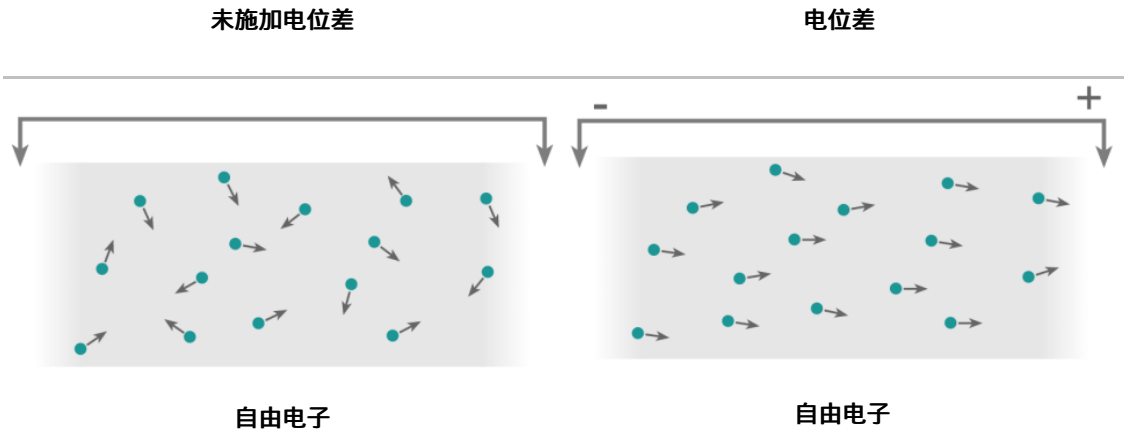
电流

电流 (I) 是自由电子在一个导体中两点之间的流动。 电子移动时，一定量的电荷也随之移动；即称为电流。 能够在给定物质中移动的电子数受传导电流的物质本身所具有的物理特性的限制——电流在某些材

料中的流动比在其他材料中更快。 电流 (I) 以安培 (A) 表示和测量。安培是电流的基本单位。 一般来说，在使用电气设备或装置时，电流通常以安培为单位。 如果将伏特 (V) 与流过管道的水的水压相类比，那么可以将安培 (A) 与任何给定时刻能够流过管道的水的总体积相类比。

自由电子的运动通常是随机的，不会导致电荷的整体移动。 如果有一个力作用于电子使其朝特定方向移动，那么它们都会朝同一个方向漂移。

示意图： 施加和不施加电流时导电材料中的自由电子。



将灯泡连到发电机时，一定数量的电子会通过

灯泡的电线（灯丝）。 此电子流对应于电流 (I)，以安培 (A) 为单位。

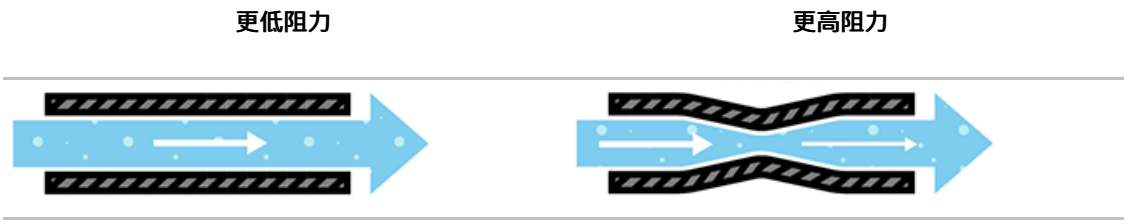
电流是以下参数的函数： 功率 (P)、电压 (V) 和电阻 (R)。

I = U / R

电阻

有时电子保留在各自的分子结构内，有时则能够相对自由地移动。 物体的电阻是该物体抵抗电流流动的能力。 对于电来说，导电材料的电阻衡量了设备或材料减少其内部电流流动的程度。 每种材料都有一定的电阻；它可以非常低，例如铜（每米 1-2 欧姆），也可以非常高，例如木材（每米 10000000 欧姆）。 与流经管道的水类比的话，管道变窄时，阻力更大，从而减少了水流量。

在两个电压相等但电阻不同的电路中，电阻较高的电路只允许较少的电荷流动，意味着其中的电流较小。



电阻 (R) 以欧姆表示。 “1 欧姆”电阻单位的定义是在一个导体中两点间施加 1 伏特可推动 1 安培时的阻

力。 这一数值通常在示意图中用希腊字母“Ω”（称为欧米伽）表示，发音为“欧姆”。

在给定电压下，电流与电阻成正比。 以数学关系表示的这种比例被称为欧姆定律：

U = I × R

电压 = 电流 × 电阻

在恒定电压下，增大电阻将减小电流。 相反，如果电阻减小，电流将增大。 在恒定电阻下，如果电压增大，电流也会增大。 欧姆定律仅对纯电阻有效，即仅将电能转换为纯热能的设备。 对于电机等设备来说，情况并非如此。

电气设备可能有专门设计的电阻器，可以限制流经组件的电流，从而不会损坏组件。

电阻由负载决定。 例如，横截面较大的导线对电流的阻力较小，因此电压损耗也较小。 相反，电阻与导线长度成正比。 为了最大限度地减少电压损失，电流需要尽可能短的导线和较大的横截面。（参见布线部分）另请注意，导线的类型（铜、铁等）也会影响电缆的电阻。

当电路中的电阻接近零时，电流可能会变得非常大，有时可导致“短路”。 短路会导致电路内过流，会损坏电路或设备。

功率

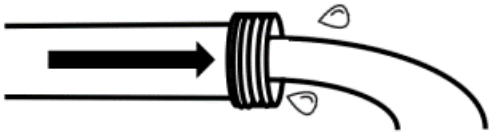
电功率 (P) 是电流在单位时间内的做功量。 它表示连接到电路的设备所消耗的能量。 电功率的计算是将电压乘以电流，以瓦特 (W) 表示。

P = U × I

功率 = 电压 × 电流

负载越大，消耗的电流就越大。 这一计算在分析功率需求时很有用。

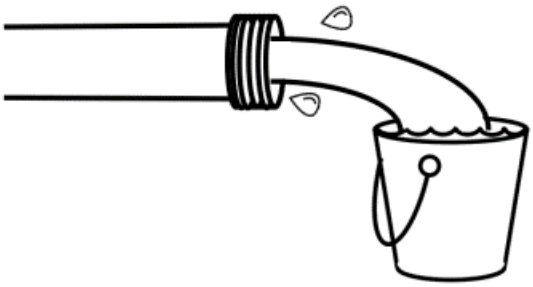
功率与 能量

功率	• 瓦特 • 千瓦		“像水的流速”

功率与 能量

能量

- 瓦时
- 千瓦时



“像最终落入水桶的水”

功率由负载决定。

示例： 插入 220V 插座的 40W 灯泡消耗 40/220 = 0.18A 的电流。

插入 220V 插座的 60W 灯泡消耗 60/220= 0.427A 的电流。

能耗

能耗是给定时间段内产生或消耗的电量。 其计算方法是将设备的功率乘以其使用时长（小时），以千瓦时 (kWh) 表示。

示例： 开启 3 小时的 60W 灯将消耗 180Wh 或 0.18kWh。

这是要在电表中加起来以确定**电费**账单的能耗单位。

电能常与电功率混淆，但它们是两回事：

- 功率衡量送电的能力
- 能耗衡量送电的总量

电能以瓦时 (Wh) 为单位，但大多数人更熟悉电费账单上的测量值，即千瓦时（1kWh = 1,000 瓦时）。电力公司的运行规模更大，通常使用兆瓦时 (1MWh = 1,000kWh)。

效应

根据所流经物质的性质，电流可产生多种物理效应：

效应	描述	应用示例
热效应	• 当电流通过有电阻的材料时，电能会被转化为热能。	• 照明、电加热。
化学效应	• 当电流在离子溶液中的两个电极之间流动时，会导致两个电极之间产生电子交换，从而导致物质交换。 这就是电解：电流引起的化学反应。 • 这一效应可以逆转：在容器中进行电解时，可通过化学反应产生电流。	• 电流产生化学反应：金属提炼、电镀。 • 化学反应产生电流：电池、蓄电池。
磁效应	• 流过铜棒的电流会产生磁场。 • 这一效应可以逆转：以机械方式转动电机会产生电流。	• 电流产生磁场：电机、变压器、电磁铁。 • 磁场产生电流：发电机、自行车发电机。
光伏效应	• 当光 或其他 辐射能撞击两种紧密接触的不同材料时，会产生电压。	• 太阳能电池发电。

改编自 MSF

电气设备和电路

电流类型

设备的送电电流有两种形式：

1. 直流电 (DC)
2. 交流电 (AC)

将任何设备连接到任何电路时，必须了解使用了哪种电流形式。

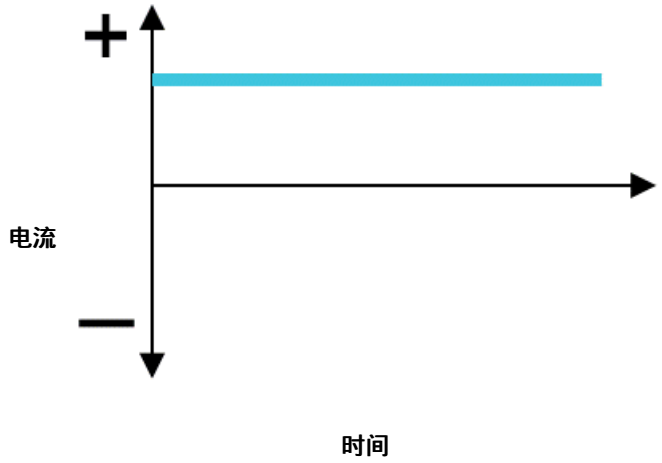
有些设备可将电流从一种格式转换为另一种，或者从高电压电流转换为低电压电流，反之亦然。这种设备通常被称为“变压器”。 转换电压或电流类型时，总会有一些能量损失，即使其非常小。

- 将高电压电流转换为低电压电流的变压器被称为“降压”变压器，其工作原理是将高电压低电流负载转换为低电压高电流负载，或者通过在两个电路之间增加电阻来限制电压输出，从而降低输出端接收的功率。
- 转换为更高电压的变压器被称为“升压”变压器，其工作原理是将低电压高电流转换为高电压低电流。 升压变压器不会为电路带来额外的功率，而只会提高总电压。
- 将电流从直流电转换为交流电的变压器称为逆变器，在输出端引出交流电。 逆变器通常在转换过

程中消耗电力，因此其能效与其他形式的变压器相比较低。
- 将电流从交流电转换为直流电的变压器可以称为“电池充电器”（为电池充电）或“电源”（直接为无线电等设备供电），具体取决于转换过程的工作原理。

直流电 (DC)

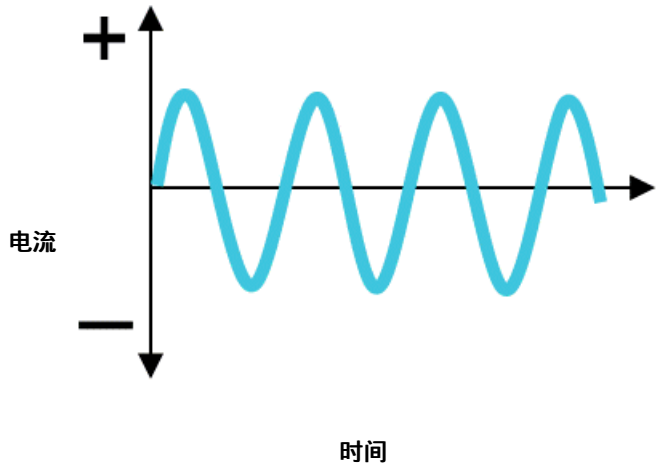
直流电（或 DC）的主要特征是电流中的电子始终向相同的方向流动，从电子欠缺侧流向电子剩余侧。这是通过电池的化学效应或太阳能电池板的光伏效应提供的电流的类型。 端子标有 + 和 – 以指示电路或发电机的极性。 电压和电流随时间恒定不变。



- **优点：** 电池可以直接供应直流电，也可并联或串联以增加供电。
- **缺点：** 在现实中，使用电池时，电压被限制在数伏特内（部分车辆最高为 24 伏）。 因此，低电压阻碍了此类电流的输送。

交流电 (AC)

在交流电（或 AC）中，电子在给定频率下反向。 因为电流不断交替，所以没有固定的 + 或 –，而是有“相线”和“中性线”。 电压和电流遵循正弦曲线。 虽然电压和电流在最大值与最小值间持续变化，但测量结果掩盖了这种变化并显示出稳定的平均值，例如 220V。



频率的定义是每秒的正弦振荡次数：

- 在欧洲为每秒 50 次振荡 (50Hz)。

- 在美国为每秒 60 次振荡 (60Hz)。

交流电是电力公司提供的电流类型，因为交流电的电压可以通过变压器来提高和降低。 这样，就能够通过电力线以高电压来高效输送电力，然后再转换为用于企业和住宅的较低、较安全的电压。 因此， 这是消费者在将 电器插入 墙壁插座时通常使用的电能形式。

- **优点：** 高压线可以长距离送电且不会损失过多电力。 交流电容易生产。
- **缺点：** 交流电无法储存；必须直接发电。 交流电还可能对与之接触的生物体带来更大的健康危害。

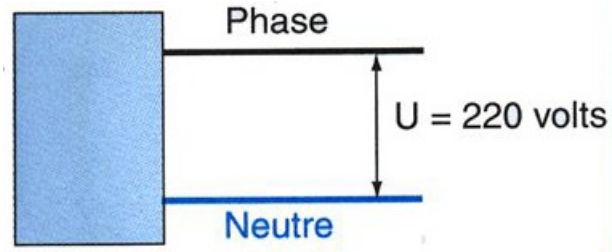
交流电有两种类型：

单相

单相电流是最常见的电流类型，因此通常是公共电网所提供的电流配置，但也可由单相发电机提供。 单相交流电通过两条线路（相线和中性线）输送，两者间的电压差通常为 220V。 插头可以两种方式插入。

由于单相电系统的电压在每个周期中达到两次峰值，因此瞬时功率不是恒定的，主要用于照明和加热，但不能用于工业电机。

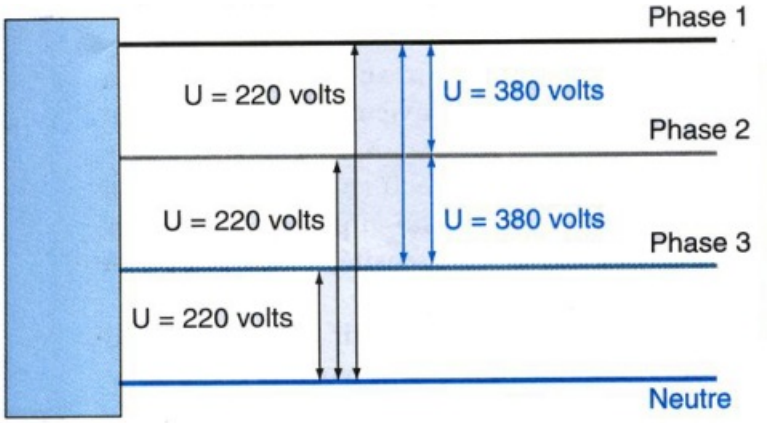
单相负载可由 三相 配电变压器供电，这种变压器支持三相电机连接到独立单相电路，也支持三相电机直接连接到三相电路 。 这样就无需单独的单相变压器。



如果功率需求增加，那么一致性 和平衡将起到关键作用。 三相电路 是电力公司的常用电流配置，也可用三相发电机生产。 三相电流是三个单相电流的组合。

要通过 3 条单独的单相电缆输送给定功率，则需要 9 根线芯。 要用一条三相电缆输送相同的功率，只需要 5 根线芯（3 条相线、1 条中性线、1 条地线）。这就是为什么正确规划三相电流可以节省大量资金的原因。 成本节省包括线芯、电缆以及用电或发电设备上的节省。 在相同发电量下，三相电机或交流发电机也小于单相电机。

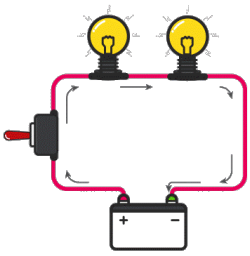
三相



电路组件的分组

每个电路中都会有电阻器和发电机，其数量取决于功率需求。 这两个组件可按保持恒定电流或电压的要求而分组。 组件分组有两种基本方法：串联或并联。（更多信息参见连接电池部分）

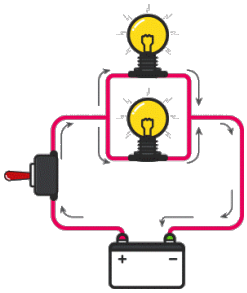
串联



“串联”连接的基本概念是将组件端到端地连成一条线，形成一条电流流经的单一路径：

1. **电流**： 串联电路中流经任何组件的电流量都相同。
2. **电阻**： 串联电路的总电阻等于单个电阻之和。
3. **电压**： 串联电路中的供电电压等于各压降之和。

并联



“并联”连接的基本概念是所有组件都通过彼此的导线相互连接。 在完全并联电路中，无论连接多少组件，电气共同点都不会超过两组。 电流有许多路径，但所有组件上只有一个电压：

1. **电压：** 并联电路中所有组件的电压相等。
2. **电流：** 电路的总电流等于各支路电流之和。
3. **电阻：** 单个电阻 *减*小 到等于较小的总电阻，而不是相 *加* 得出总电阻。

电缆规格和布线

电缆将电气系统中所有组件连接在一起。 电缆将电源提供的电力输送至电器、灯具和设备。 不幸的是，最常见的安装错误是相对于负载或充电电源，电缆规格过小。

正确的安装主要是根据任务确定适合的电缆规格，使用正确的工具连接端子，并通过保险丝和断路器提供足够的过流保护。 电缆规格的确定方法相当简单；它是从电源到设备所测得的电缆长度与流经电流（安培数）的函数。

电缆越长或安培数越高，电缆规格必须越大，以避免不可接受的电压损失。 因高温、低压、额外负载及其他因素，电器消耗的电流实际上可能超过其额定电流，所以始终应留出足够的额外安全余量。 如果电缆规格略大于边界，则永远不会有性能损失；如果电缆规格过小，总会出现性能损失，甚至可能存在安全隐患。

接地（负极）电缆与正极电缆一样，是电路的一部分；其规格必须相同。 尽管照明电路有时使用普通电源和接地电缆来为多个灯具供电（在此情况下，电源电缆的规格必须满足所有灯具的总负载）但通常，每个电器都应通过自己的正负电缆、由配电板供电。 对于 24v 系统来说，电缆规格是 12v 系统的一半。 请务必阅读产品建议或咨询供应商，以准确了解和理解产品要求的电缆规格。

为了更好地规划和确定电缆规格，请参考下面的电缆规格表：

	电路类型		直流安培数															
	10% 压降（非临界	3% 压降（临界）	5A	10A	15A	20A	25A	30A	40A	50A	60A	70A	80A	90A	100A	120A	150A	200A

电缆长度，单位为米	0-6m	0-2m																
	6-9m	2-3m																
	9-15m	3-4.5m																
	15-19m	4.5-6m																
	19-24m	6-7.5m																
	24-30m	7.5-9m																
	30-40m	9-12m																
	40-51m	12-15m																
	51-61m	15-18m																
		18-21m																
		21-24m																
		24-27m																
		27-30m																
		30-33m																
		33-37m																
		37-40m																

上述电缆规格表的使用方法是沿第一行移动直到找到包含相关安培数的列，然后沿左列向下移动，直到找到包含相关距离的行。 电线规格由颜色编码标示。

线规：

电缆规格的常用标示方法是其“线规”。 使用美国线规 (AWG) 作为标注电线直径的标准方法，测量线芯的直径——仅测量去除绝缘层的裸线芯。 AWG 有时也被称为 Brown and Sharpe (B&S) 线规。

以下是 AWG/B&S 线规与 mm^2 的转换表。 表中给出了公制和美制电线规格间最接近的相当规格。 在欧洲和澳大利亚，线规以横截面积表示，单位为 mm^2。

标准	单位												
AWG	0000	000	00	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16
直径 (mm)	11.68	10.40	9.27	8.25	7.35	6.54	5.19	4.11	3.26	2.59	2.05	1.63	1.29

标准	单位												
横截面积 (mm2)	107.1	84.9	67.5	53.5	42.4	33.6	21.2	13.3	8.4	5.3	3.3	2.1	1.3
颜色代码													

请在此处下载电缆规格指南的可打印版本。

Title
指南 - 电缆尺寸表
File

颜色编码

虽然交流和直流电路可使用相同的电缆，但建议为这两类电流使用不同颜色的电缆，这样既可提高操作安全性，也可加快安装和维修速度。 如果现有的电器或设备有颜色编码，后勤经理可以考虑以合理的方法用外部涂层或标记对电线重新进行颜色编码，从而将其替换或标准化。

交流电路的通用颜色代码如下所示：

- **中性线：** 蓝色。
- **相线：** 棕色或黑色。
- **地线：** 绿色/黄色。

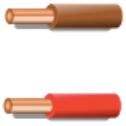
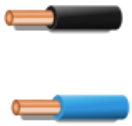
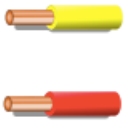
中性线和相线是用于供电的两个连接，地线用于保证安全。

直流电路（直流电、电池）的颜色代码：

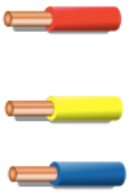
+ = 红色或蓝色
- = 黑色或棕色

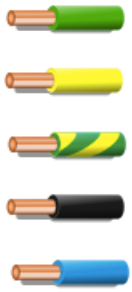
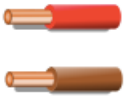
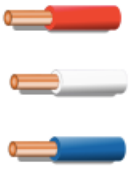
但是，也可以使用许多不同的国际标准。 请参考下表中全球不同国家和地区的颜色编码。

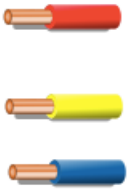
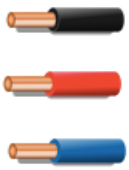
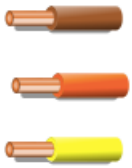
柔性电缆的标准电线颜色 （例如延长线、电源线和灯线）			
地区或国家	相线	中性线	保护性接地/接地
欧盟 (EU)、阿根廷、澳大利亚、南非			

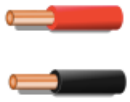
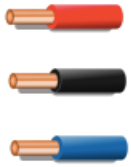
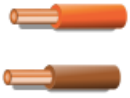
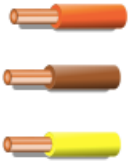
柔性电缆的标准电线颜色 （例如延长线、电源线和灯线）			
地区或国家	**相线**	**中性线**	**保护性接地/接地**
澳大利亚、新西兰			
巴西			
美国、加拿大	 （黄铜）	 （银色）	 （绿色）或 （绿色/黄色）

固定电缆的标准电线颜色 （例如墙内/墙上/墙后的接线电缆）			
地区或国家	**相线**	**中性线**	**保护性接地/接地**
阿根廷	 		

固定电缆的标准电线颜色 （例如墙内/墙上/墙后的接线电缆）			
地区或国家	**相线**	**中性线**	**保护性接地/接地**
欧盟和英国			
英国，2004 年 3 月之前			 （以前）

固定电缆的标准电线颜色 （例如墙内/墙上/墙后的接线电缆）			
地区或国家	**相线**	**中性线**	**保护性接地/接地**
澳大利亚、新西兰	除以下之外的任何颜色：  推荐用于单相：  推荐用于多相： 	 或 	 （自 1980 年起） （自 1980 年起） 裸线芯，端接处有套管（以前）
巴西			

固定电缆的标准电线颜色 （例如墙内/墙上/墙后的接线电缆）			
地区或国家	**相线**	**中性线**	**保护性接地/接地**
南非	 或		 裸线芯，端接处有套管
印度、巴基斯坦			
美国	 (120/208/240V)（黄铜）  (277/480V)	 (120/208/240V) （银色） (277/480V)	 （绿色） 裸线芯 （接地或隔离接地）

固定电缆的标准电线颜色 （例如墙内/墙上/墙后的接线电缆）			
地区或国家	**相线**	**中性线**	**保护性接地/接地**
加拿大	 (120/208/240V)  (600/347V)  （单相隔离系统）  （三相隔离系统）	 (120/208/240V) (600/347V)	 （绿色） 裸线芯 （隔离接地）

布线时需要注意的关键点：

- 所有电路都应离开地面且在尽可能高的位置，且接头不在或远离水或潮湿的区域。
- 所有电缆接线头都应用扎带牢固地压接到电线末端上，而不是焊接到位。
- 镀锡电缆——涂有薄薄的一层锡，以此来防腐蚀的铜线——是在海洋环境中或盐水附近使用时的首选。
- 安装新设备时，切勿接入或拼接现有电路；使用正确规格的新双工电缆（同一护套中的正负电缆）连接配电板（或电源）和电器。
- 建议在两端标记所有电缆，并在更新后的布线图中贴上标签，以便未来排除故障。 甚至可以将布线图的副本储存在保险丝盒或配电箱中等位置，以便未来用户参考。
- 每条电路都应有独立的接地电缆，且所有接地电缆最终都应连接到共用接地点/总线。
- 除非安装在电缆管中，否则应至少每隔 450 mm 支撑电缆。
- 尽管黑色常用于直流电路的负极，但在美国也用于交流电路中的火线。 这意味着有可能出现危险的混淆情况。 直流和交流电线应相互分离；如果必须布置在同一电缆束中，则应将其中一根放在

护套中，以保持分离和确保安全。

接地和保护装置

保护装置

电路的 保护装置 可确保高电流在故障条件下不会流动，从而保护装置和设备、防止操作人员或设备附近的人受伤。 以物理方式断开电路的电源可确保实现过流保护，从而消除了火灾危险和触电风险。

保护装置可能包括：

- 保险丝。
- 微型断路器 (MCB)。
- 漏电断路器 (RCD)。
- 带过流保护的漏电断路器 (RCBO)。

所有上述装置都可隔离电源，从而在电路故障时保护用户和设备。 保险丝和 MCB 只能隔离火线；而 RCD 和 RCBO 可隔离火线和零线。 必须安装适当的电路保护装置以确保电气设备的安全。

保险丝

保险丝 是非常基础的保护装置，用于保护电路免受过电流的影响。 它是一条金属丝，在流经电流超过预定限值时就会液化。 保险丝是必不可少的电气装置。根据具体的额定电压和电流、应用、响应时间和分断能力，可选择不同类型的保险丝。

根据时间和电流等特性选择能够提供足够保护的保险丝，从而避免不必要的干扰。

微型断路器 (MCB)

MCB 是保险丝的现代替代品，通常位于建筑物中央，也被称为“保险盒”或“断路器箱”，或连接具体的设备。 它们就像开关一样，当在电路中检测到过载时会断开。 断路器的基本功能是在发生故障后断开电流。 与保险丝相比，MCB 的优势在于其跳闸后无需更换整个 MCB 即可重置。 与保险丝相比，可更精确地对 MCB 进行校准，从而在准确的负载下触发。 有多种断路器的规格可供选择，从用于保护低电流电路的小型设备到用于高压电路的大型开关。

漏电断路器 (RCD)

漏电断路器（或 RCD）设计用于检测火线和零线之间预定义的小电流不平衡（通常为 30mA）并相应断开电源。 RCD 可以检测到火线触及接地设备外壳或者火线被切断；此类故障具有潜在危险，可导致电击和火灾。

RCD 不能在电路短路或过载时保障安全。 例如，它无法检测是否有人意外地同时触摸了两根线芯。 RCD 在功能上无法替代保险丝。

可通过接入 RCD 保护一条或多条电路。保护单条电路的优势在于，如果一条电路跳闸，不会断开整个建筑物或配电系统，而只会断开受保护的电路。

带过流保护的漏电断路器 (RCBO)

RCBO 将 MCB 和 RCD 的功能合二为一。 RCBO 是一种安全装置，可检测电源问题，且能够在 10-15 毫秒内断开电路。

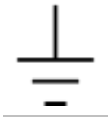
它们用于保护一条特定的电路，而不是整栋建筑使用一个 RCD。

这些装置可测试，也可重置。 测试按钮可安全地形成微漏电条件；在消除错误状态后，重置按钮可再次连接电路。

接地

不受控制的电会伤害甚至杀死人或动物。 接地是一种常见而有效的控制电的方法。 接地是与大地进行物理连接，将电荷安全地释放到大地，将大地作为让人体或设备中电子消散的巨大空间。 接地系统让电路中多余的正电荷进入带负电荷的接地线，从而消除火灾和触电的危险。

某些设备可能有“接地” 符号，指示接地线应连接的位置。



“接地”这一术语是指导电体，通常是大地。 将工具或电气系统“接地”意味着有意地开通一条通往大地表面的低电阻路径。 如果操作得当，电路中的电流会沿这条路径流动，从而防止电压积聚，否则积聚的电压会导致触电、人身伤害甚至死亡。 接地不仅可以消除电气短路的破坏性影响，也可用于防止闪电造成的损坏。

设备的接地方法有两种：

1. **系统或服务接地：** 此类接地中，一根叫做“中性线”的线芯在变压器处接地，然后在建筑物的进户线处再次接地。 此设计主要是为了保护机器、工具和绝缘免受损坏。
2. **设备接地：**旨在 增强对人的保护。 如果故障导致工具的金属框架带电，则设备接地为电流经工具流向大地提供了另一条路径。

接地时需要注意：接地系统可能会在用户不知情的情况下断开。 使用接地故障电路断路器 (GFCI) 可解决接地故障。

与漏电断路器 (RCD) 配合使用时，如果出现绝缘故障（例如，火线松动且接触设备外部的金属表面），接地对于断开电源来说至关重要。 地线将故障电流引入大地，从而防止人受伤。 接地连接会拾取故障电流，使 RCD 测量故障电流并触发。

电路组件和设备接地时，电缆的电阻应低于主电路断路器的最大阈值：

- 对于 500mA 的 RCD，是 100 Ω
- 对于 300mA 的 RCD，是 167 Ω
- 对于 100mA 的 RCD，是 500 Ω

电阻越低，接地系统的效率就越高。

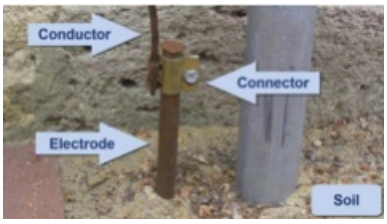
接地系统的组件

金属部件和接地之间的连接使用电路中的第三根线。 接地线通常为绿黄色，并且必须与设备使用的最大规格电线的规格相同才能起到保护作用。

检查是否安装了接地连接时，请注意以下几点：

1. 插头和插座有接地引脚。
2. 带接地引脚的插头连接到三线制电网。
3. 通常，接地线在配电板上通过金属接地板或连接条相互连接。
4. 接地板或连接条必须通过大线径线芯（例如 16mm²）连接到大地。
5. 这条线芯连接到大地。

使用中的接地连接电缆：



接地系统通常由接地线芯、搭接接头、接地电极（通常是接地棒或接地网系统）以及与电极接触的土壤组成。 电极可被视为由（厚度相同的）泥土或土壤组成的同心环所包围——随着外环的横截面值越来越大，电阻值越来越小，直至接近零电阻。

危险/注意事项

电力有潜在的危险及固有的风险，尤其是电路故障、滥用、操作经验不足或疏忽带来的风险。 对人、电器和其他物体的影响可能是毁灭性的。 在安装电路、扩建现有电路或寻找新的办公区或客舍时，建议对设施进行全面评估。 全面评估应确保电路能够安全地承载所需电流、拥有正确的保护装置、电路已接地且没有潜在的危险。

对于设备而言，电路或安全电路安装不当的危险是短路和过载。 对于人而言，危险来自于可导致人体直接或间接接触电流的绝缘故障。

短路

短路是持续时间较短的强过电流。 在单相系统中，相线和零线意外接触会发生短路；在三相系统中，两条相线之间接触会发生短路。 在直流电系统中，两极接触时可能会发生短路。

当电缆周围的绝缘层破裂时，或当两条线芯通过外部导体（例如：金属手工工具）接触或水让线路的两条线芯相连时，也会发生短路，从而导致电路的电阻接近于零，使其很快达到高值 (U=RxI)。

物理损坏会使绝缘层内的线芯暴露，而线芯的温度突然升高会导致绝缘层和铜芯熔化。

过载

过载由长时间内的微弱过流引发。 过载可能因电流过高而无法通过导电电缆的相对直径传导所致。

过载有两种类型：

- 正常过载，会在电机启动时发生。 正常过载是短暂的，且不会带来危险。

- 当太多电器同时连接到同一电路或同一个插座时，或者连接端子未正确拧紧时，就会发生异常过载。 这些问题在插座较少的旧建筑中很常见，但随着电气设备数量的增加，任何设施都可能出现这些问题。 异常过载时的电流低于短路时的电流，但结果是相同的：电线过热、绝缘层损坏、火灾风险高。

绝缘故障

绝缘故障是由一个或多个相线的绝缘损坏引发的。 这些问题可导致载流线路产生电击，而在受损的线芯接触金属表面或外壳时，也可导致在触摸电器和设备时触电。

绝缘故障也可由水害带来的湿气或墙壁的天然潮气而引发。

这些故障可能非常危险，尤其是当有人直接接触线芯、金属外壳或故障电器时。 无论哪种情况下，人体都会成为电路的一部分，从而导致触电。

触电带来的伤害

对人体的伤害程度由三个因素决定：

- 流经人体的电流量。
- 电流进入人体的路径。
- 人体的触电时间。

下表和图详细说明了人体对不同强度电流的大体反应。 箭头显示 从进入点到最近离开点的电流。 蓝色箭头指示电流经头部/心脏流向地面，从而带来最致命的伤害。

暴露水平	反应
大于 3 mA	痛苦的休克
大于 10 mA	肌肉收缩——“无法松手”危险
大于 30 mA	肺部麻痹，通常是暂时的
大于 50 mA	心室颤动，通常是致命的
100 mA 到 4 A	肯定心室颤动，致命
大于 4 A	心脏麻痹，严重烧伤

安全设备

为了避免或减少电流可能对人体带来的毁灭性影响，强烈建议在处理带电电路和设备时使用防护设备并采取预防措施。

- 橡胶手套——防止手直接接触电流。 手套必须紧密贴合并且能方便抓握。
- 紧身袖和瘦裤腿——防止意外接触或被卷入危险设备。
- 从手指上取下戒指。
- 橡胶靴——防止人体形成完整的导电电路。

电气危险

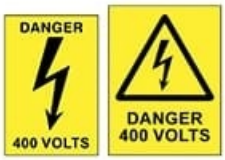
如果设备设置正确、接地且得到良好维护，就不会出现电气短路或其他问题。 如果忽视了安装、搬运、维护的基本常识，就会出现多种危险情况。

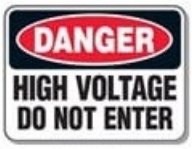
危险	描述	可能的原因
电击	当人体成为电流路径的一部分时，就会发生电击。 其直接结果是触电。 其间接结果是跌倒或动作失控带来的伤害。	• 电线可能会有绊倒危 • 磨损的电源线很危险 • 让电源插座过载。 • 在电线上奔跑或放置可损坏线芯 • 电气插头改造不当。 • 因通风不足而使机器热。 • 电源插座损坏。 • 线芯裸露。 • 在电源附近工作。 • 架空线路低垂或掉落 • 水滴落在带电设备上
烧伤	触摸带电电线或设备时，可能会导致烧伤。	
电弧爆炸	当大电流在空气中产生电弧时，会发生电弧爆炸。 电弧爆炸可由意外接触带电部件或设备故障而造成。 电弧爆炸相关的三种主要危险是： • 热辐射。 • 压力波。 • 抛射物。	
爆炸	当大气中的爆炸性混合物由电点火时，就会发生爆炸。	
火灾	电是家庭和工作场所最常见的火灾原因之一。 故障或滥用的电气设备是电气火灾的主要原因。	

危险标志

安全标志可让人意识到危险的存在。 必须在相关位置上张贴安全标志，以便在危险源附近工作的人员采取适当的预防措施。 安全标志应张贴在醒目之处，并尽可能包含有关危险源和特性的信息。 事故发生时，这些信息可能非常有用。

安全标志的示例包括：

电压警告标签	电压符号	触电死亡危险警告	不使用时关闭
触电警告	**高压警告**	**架空电缆警告**	**火线警告**
埋地电缆警告	**主电源电压警告**	**危险 - 请勿进入标志**	**警告 - 打开盖前先绝**
			

电压警告标签	电压符号	触电死亡危险警告	不使用时关闭
触电警告	高压警告	架空电缆警告	火线警告
埋地电缆警告	主电源电压警告	危险 - 请勿进入标志	警告 - 打开盖前先绝
			

电气火灾

电是最常见的火灾原因之一。 电流和火的化学反应都是传递能量的方法；电是带负电荷 电子的运动，而火焰是正负 离子的扩散。 因此，接线错误等问题会导致出现电弧和火花，当存在起火条件时，例如存在氧气、热或任何类型的燃料时，其很容易变成火焰。

与电气火灾直接相关的电源问题 可以是以下任何一种：

- 接线故障。
- 设备过载。
- 短路。
- 电源线损坏。
- 电源插座过载。
- 灯具安装不当。

避免电气火灾的部分措施包括正确地设置电气系统规模、使用和维护电气系统。但是无论如何，危险都有可能发生，因此要准备好灭火工具。 灭火器是最可靠的灭火工具，但是必须正确使用，否则可能无效。

各地区的灭火器类别：

美国	欧洲	英国	澳大利亚/亚洲	燃料/热源
A 类	A 类	A 类	A 类	普通可燃物

美国	欧洲	英国	澳大利亚/亚洲	燃料/热源
B 类	B 类	B 类	B 类	易燃液体
	C 类	C 类	C 类	易燃气体
C 类	未分类	未分类	E 类	电气设备
D 类	D 类	D 类	D 类	可燃金属
K 类	F 类	F 类	F 类	厨房级（食用油或脂肪）

电气火灾需要用非导电物质扑灭， 而不是 A 类灭火器中的水或泡沫。 在试图用水等物质扑灭电气火灾时，由于水可导电，触电风险很高。 C 类灭火器使用不导电的磷酸一铵、氯化钾或碳酸氢钾。 另一种选择是使用含二氧化碳 (CO2) 的 C 类灭火器。 二氧化碳从灭火器中排出后温度很低，会带走氧气并降低火焰的热度，所以非常适合灭火。

预防

预防是最有效的降低风险措施。 使用电器时可采取的部分预防措施包括：

- 切勿将额定电压 230V 的电器插入 115V 的 电源插座。
- 将所有灯具都放在平坦表面上，并远离可燃烧的物品。
- 使用与灯具额定瓦数相匹配的灯泡。
- 不要用任何设备将多个电器连接到一个插座而让电源插座过载。
- 请勿拖拽或拉动任何电线。
- 如果感觉插座或开关发热，请断开电路并联系电工检查系统。
- 按照制造商的说明将电器插入电源插座。
- 避免在地毯下或穿过门口布设电线。
- 不要将旧电器的电线连接到新电线上。
- 更换和修理所有电器上磨损或松动的电线。
- 使所有电器远离水。
- 如果发现架空电缆、户外配电箱损坏或有树木接触高压线，请联系供电局。
- 在进行任何挖掘工作之前，请查看建筑图纸和/或联系供电局。
- 注意所有指示电气危险的警告标志。
- 确保将灭火器放在发生危险的可能性较高的位置。
- 在电气设备周围工作时，务必穿戴防护设备。

能源管理

大多数人道主义干预措施，特别是在紧急情况中采取的干预措施，都发生在几乎无公共电网和/或其可靠性有限的偏远或受威胁社区。 为了保持运行，人道主义组织的设施通常配备至少一个独立的电源，作为电网故障时的备用电源或主要发电手段。 独立电源包括 电池、发电机和太阳能发电设备。

采购、安装和运行此类设备需要大量投资，而合适的规模和正确的能源需求管理可减少此类投资。 电力并不便宜，发电机运行费用会相当昂贵。 发电还会对环境产生影响，并有可能损害对组织的看法。

为了在不降低服务质量的同时减少电力消耗，通常可改进能源管理、专注于减少需求和选择正确的电源。

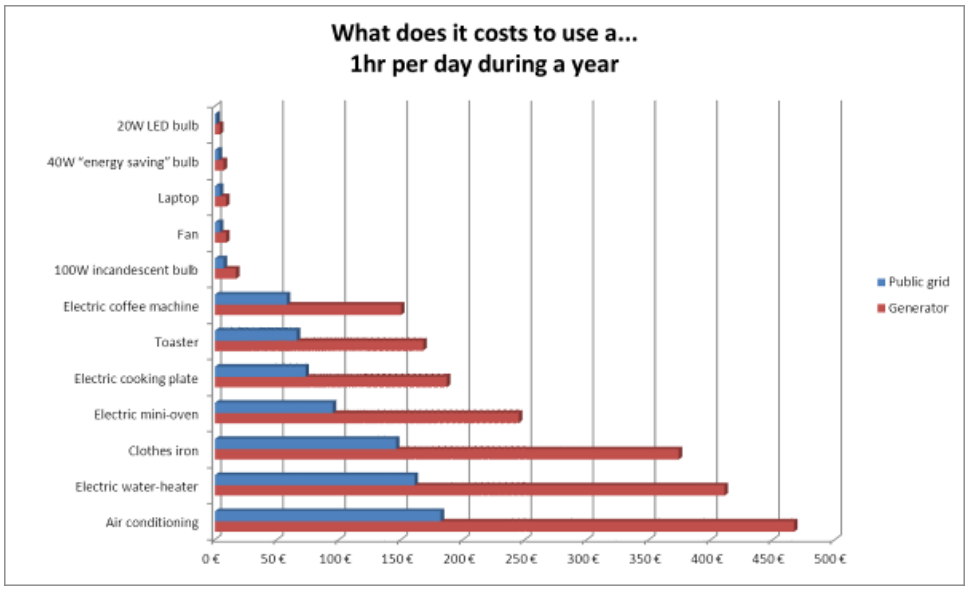
- **能源需求管理**： 在不降低服务质量的同时最大限度地减少能耗，并避免不必要的能源消耗。
- **能源供应管理**： 根据情况选择最适合的主电源和备用电源，且适当的规格可以优化投资和运行成本。

在管理供需时，需要正确诊断以了解所需的设备功率和能源需求。 必须在能源管理流程的每个步骤中持

续诊断，主要包括：

- 计算所规划运行环境的总能量和电力需求，这有助于确定电源（发电机、太阳能或其他）的规格。
- 识别占据总能源和电力需求中主要部分的电器和服务。
- 了解一天当中电力和能源需求的变化并确定高峰期。

一套完整的诊断还可用于报告、审计和/或研究。



改编自 ACF

能源需求管理

虽然我们将电力视为理所当然的服务，但是能源的获取始终需要付出代价。 改善能源的使用方式、避免不必要的能耗，并在不降低服务质量的同时最大限度地减少基础能耗。 必须从服务而不是设备的角度来考虑，并尝试为所需服务找到最有效的解决方案。

示例：	**服务要求：** 要求凉爽的工作环境，不使用空调。 **满足服务要求：** 考虑选择最不可能升温的房间位置，安装允许光线进入但可减少热量的白色窗帘，加强房间的隔热，最后再安装空调。

根据能耗诊断的结果：

- **确定高影响的服务**，了解哪些服务显著影响电力和能源消耗以及高峰期何时出现。
- **研究潜在的替代方案**——工具、冰箱和照明都消耗电力，但很难避免。 而其他消耗设备有可替代方案，例如热水器和炉灶。 基于可行性和初始成本、能耗、运行成本和服务质量考虑可能的解决方案。
- 根据用户的目的和人数来选择高能效和规格适当的电器，并以高效的方式使用，例如清洁与维护设备和电器以提高效率，从而**减少损失、提高效率**。
- 不使用设备时将其关闭并断开电源，**减少不必要的能耗**。 可能需要通过海报或宣传册来提醒用户。
- **逐步优化 能耗，**确定高峰期，并尽可能高峰期或使用电池/太阳能备用系统运行时，避免或推迟使用高功率电器。 标记可推迟使用的高功率电器，例如用于保持舒适或非紧急任务的设备，并对用于工作、安保、通信的设备进行差异化管理。

能源供应管理

正确选择主电源和备用电源不仅会显著节省成本，对能耗优化也有就较大影响。 所选组合必须能够：

- 为设备提供足够的电力。
- 如果可能，确保建筑物内全天电力供应。
- 确保最低质量（有限的压降或频率波动）。
- 将成本降至最低。
- 安全运行和操作。
- 尽可能降低对当地环境的影响，包括减少烟雾、振动和夜间噪音，从而确保良好的生活和工作条件并防止邻里冲突。
- 将对全球环境的影响降至最低。

主电源类型的确定将主要取决于建筑物是否连接到公共电网。 在可行的情况下，最佳和首选是连接公共电网。 如果没有电网或电网不可靠，则可以考虑使用发电机。

如果电网面临停电的风险，或者要求使用冗余电力系统作为基本安全措施，可能需要备用电源或发电机。

备用系统的选择很多，包括电池、太阳能或小型发电机。 选择备用系统时，也需要考虑其他因素，包括主电源类型及其可靠性。

发电机的价格可能不是很高，但是发电机需要燃料和维护，且运行成本会相当高。 相反，虽然电池和太阳能系统需要大量投资，但运行成本却非常低。 选择电源时必须要考虑初始和运行成本。

预计运行成本：

建议的备用电源	初始成本	1 年后的总成本	2 年后的总成本
2kVA 发电机	600 €	14,600 €	28,800 €
电池系统	4,800 €	9,300 €	13,900 €
太阳能（满足 30% 的能源需求）	6,500 €	9,600 €	12,900 €

主电源、备用电源及其可能的组合

公共电网 + 发电机

在许多情况下，主电源是当地电力公司提供的电力。 一台备用发电机应可满足设备的所有电力需求，但不包括非基础设备。 （参见能源需求管理）。

优点	缺点
• 简单、便宜 • 本地可用 • 问题有限	• 电网断电时短暂停电，此时必须启动发电机 • 必须有 UPS 和/或稳压器 • 必须有燃料供应和储备 • 即使很少使用发电机，也需要对其进行维护

推荐用于以下情况

- 建筑物已连接公共电网，但会不可预测地长时间停电
- 建筑物已连接公共电网，但安保环境恶化
- 建筑物已连接公共电网，且使用时间有限
- 需要时的紧急备用电源

发电机 + 发电机

在仅使用发电机的配置中，由两台或多台发电机供电。 使用两台发电机时：

- 两台发电机可完全相同或功率相同，可互换使用和按详细的使用计划使用。
- 一台发电机可比另一台功率小，只作为备用电源使用。 使用两台功率不同的发电机时，功率较小的发电机无需或无法满足运行环境中的所有电力需求，可能需要专门接线以为基础设备供电（参见能源需求管理）。

优点	缺点
• 本地可用 • 初始成本低 • 技术成熟	• 运行成本高 • 切换发电机时短暂停电 • 需要 UPS 和/或稳压器 • 需要燃料供应和储备 • 可靠性低且需要频繁维护 • 管理耗时 • 永久的噪音和维护问题

推荐用于以下情况

- 高能耗的独立建筑
- 短期使用的独立建筑
- 需要时的紧急备用电源

电网 + 电池

在这种配置中，主电源是当地电力公司提供的电力，而备用电源是电池系统，可在停电时为设备有限供电。

优点	缺点
• 全天供电，无停电和短暂停电 • 可靠性高 • 供电质量好 • 可轻松添加太阳能电源 • 问题有限	• 依赖于电网 • 并不总能进行本地采购和维护 • 需要电池室 • 初始成本比发电机高 • 可能仍需要备用发电机 • 电池寿命有限（2-5 年），且电池的处置可能影响环境
推荐用于以下情况	
• 建筑物已连接公共电网，但短期和频繁停电 • 建筑物已连接公共电网，但夜间停电 • 安装太阳能系统的第一步	

发电机 + 电池

在这种配置中，主电源是发电机，在高峰时段提供电力。 备用电源是电池系统，在发电机运行时蓄电，并在低能耗时段为设备供电。

优点	缺点
• 全天供电，无停电或短暂停电 • 低能耗时段中没有问题 • 供电质量好 • 发电机可靠性更高且使用寿命更长 • 功耗更灵活 • 可轻松添加太阳能电源	• 需要燃料供应和储备 • 发电机每日为电池充电时间最短 • 可能无法在本地购买和维护 • 需要电池室 • 初始成本比单独使用发电机高 • 可能仍需要备用发电机 • 电池寿命有限（2-5 年），且电池的处置可能影响环境
推荐用于以下情况	
• 独立的办公区或基地 • 安装太阳能系统的第一步	

公共电网或发电机 + 太阳能

在这种配置中，高峰时段由主电源（电网或发电机）供电，全天由太阳能系统供电。 电池系统蓄积所有来源的电力，并在其他来源关闭时为设备供电。

优点	缺点
• 与“电网/发电机 + 电池”相同 • 问题少 • 节省燃料，对独立建筑来说长期成本效率比最佳 • 备用电源非常可靠	• 安装可能需要一定的时间。 • 可能无法在本地购买和维护 • 需要电池室和较大露天面积 • 初始成本高 • 电池寿命有限（2-5 年），且电池的处置可能影响环境
推荐用于以下情况	
• 独立的宾馆 • 能源需求有限的独立建筑 • 燃料供应极困难和/或非常昂贵地区的独立建筑 • 安保环境要求极可靠且完全自主备用电源的建筑物，例如可能需要休眠的地方。	

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。

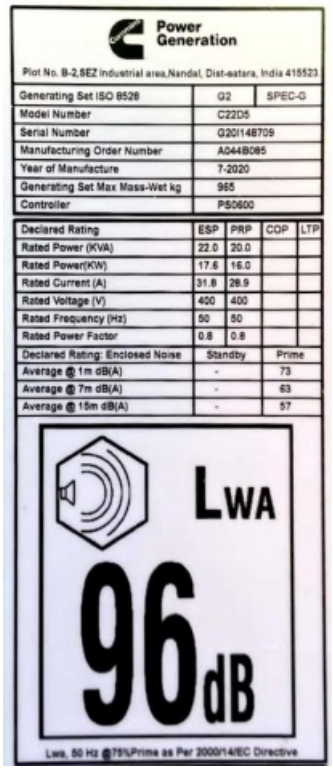
特征

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



Power Generation

Plot No. B-2,SEZ Industrial area,Nandal, Dist-satara, India 415523

Generating Set ISO 8528	G2	SPEC-G
Model Number	C22D5	
Serial Number	G20I148709	
Manufacturing Order Number	A044B085	
Year of Manufacture	T-2020	
Generating Set Max Mass-Wet kg	965	
Controller	PSC600	

Declared Rating	ESP	PRP	COP	LTP
Rated Power (KVA)	22.0	20.0		
Rated Power(KW)	17.6	16.0		
Rated Current (A)	31.8	28.9		
Rated Voltage (V)	400	400		
Rated Frequency (Hz)	50	50		
Rated Power Factor	0.8	0.8		

Declared Rating: Enclosed Noise	Standby	Prime
Average @ 1m dB(A)	-	73
Average @ 7m dB(A)	-	63
Average @ 15m dB(A)	-	57

LWA

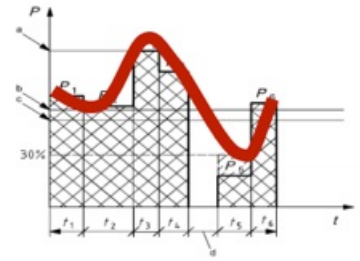
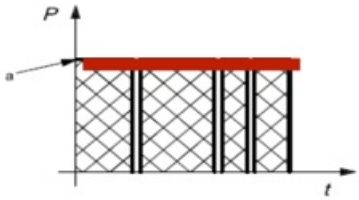
96dB

Lwa, 50 Hz @75%Prime as Per 2000/14/EC Directive

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%
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)

常见声源	dB (A) 水平
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)
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。

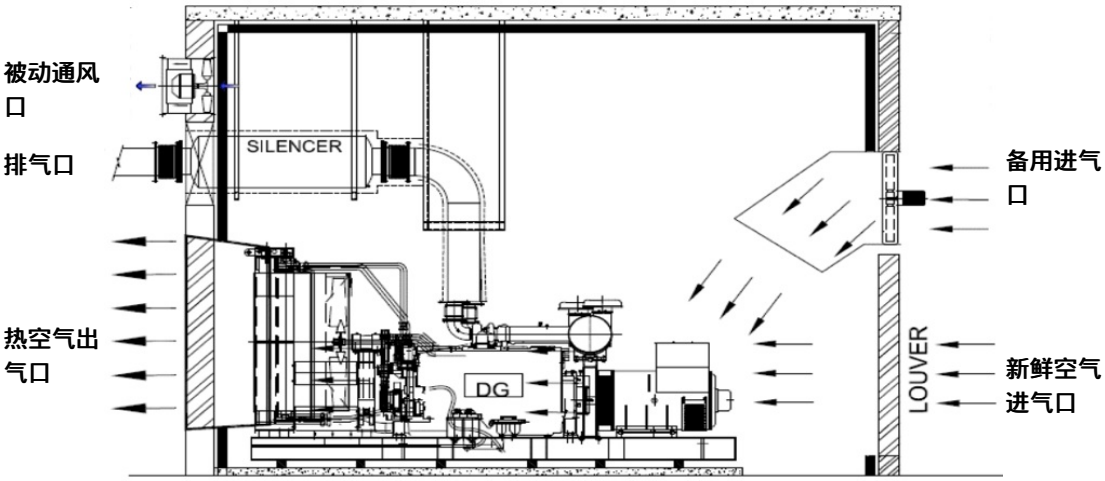
发电机应安装在平坦、水平的表面上。 与车辆不同，发电机并未设计为可在斜坡上或倾斜运行。 轻微的

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。

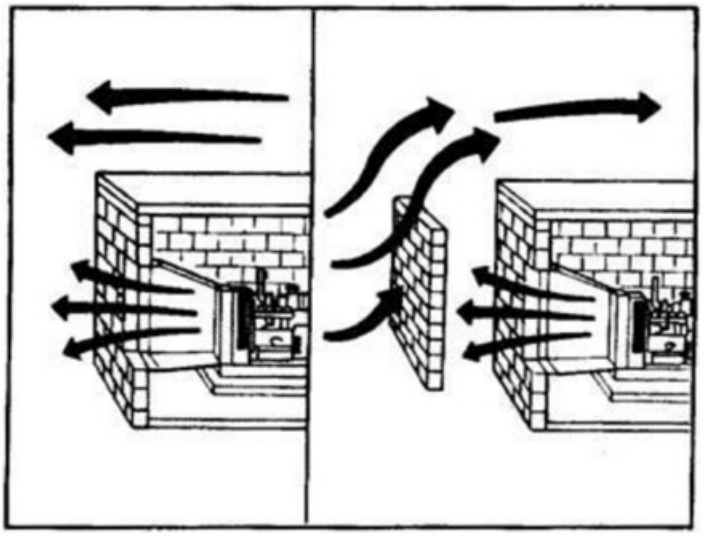
此时的最佳做法是安装减震器来减少发电机的振动，例如木材或橡胶。 这有助于稍微抬高设备来减少振动，还有助于控制发热，并使检查设备和识别泄漏变得更加方便。

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。



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		✓			

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
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					✓
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。

电池系统

电池系统利用化学反应来储存电力以备日后使用，无论电力来自发电机还是电网。 从技术角度看，电力本身实际上无法储存，但是相对能量当量可通过化学反应储存为势能，并随后转化为电能。 化学电池的工作原理是对溶液充电，从而在足够长的时间内保持电势，以随后再次放电和送电。

系统架构

电池是有限储存介质，运行方式相对简单。

电池只能接收和供应直流电，而大多数大型电器和电源使用的是交流电。 为此，电池需要外部设备来根据使用量和需求转换电流。

- 要接收交流电，电池需要变压器或专门的充电器。
- 要供应交流电，电池需要外部逆变器。

这两种设备通常可组合成一个逆变器充电器，用作电池和闭合电路间的中间设备。

由于每个电池的容量有限，电池电源需要专用设备来监测和控制进入电池的电流，称为充电控制器。 充电控制器会持续监测电池的充电状态，识别电池的“充满”程度，并在电池充满后自动终止充电。 电池是一种高能设备。 如果过度充电，可能会非常危险！ 过度充电的电池会产生火花、起火甚至爆炸，而且爆炸时可能会抛射出危险的化学物质。 如果没有合适的充电控制器，则不应使用备用电池电源。

同发电机装置一样，备用电池电源也应具备所有可用的保护措施，包括断路器、保险丝和接地电缆。

因此，电池系统通常包括：

- 一块或多块电池。
- 逆变器充电器。
- 充电控制器。
- 电缆和保护设备，例如保险丝和接地。

电池

电池是一种储存设备，能够储存化学能并通过电化学反应将其转化为电能。 电池中使用的化学物质有许多种，例如用于为小型便携式设备供电的镍镉电池，或用于大型便携式设备的锂离子 (Li-on) 电池。 但是，最成熟和使用历史最长的化学物质是铅酸电池。

类型

电池由多种材料制成，具有适合不同用途的形状。 本指南将重点介绍最常用作备用发电电源的电池。 两种主要的电池类型可以概括为：

1. 富液式铅酸电池。
2. 阀控式铅酸电池。

富液式电池：

富液式蓄电池是燃油车辆中最常用的常规电池。 富液式蓄电池也有以下几种别称：

- 富液式电池。
- 湿电池。
- 溢漏性铅酸电池。
- 可再密封铅酸电池。

这些电池含有可在单格电池中自由移动的液态电解质。 用户可打开单个单格，并在电池液变干时添加蒸馏水（或酸）。 这种电池的主要特点是成本低，这使其使用范围遍及世界各地，并在低收入或发展中经济体中得到广泛使用。 富液式蓄电池的处理相当简单，可使用简单的非稳压充电器充电。 但是，需要对这些电池进行定期检查和维护。 因为电池内部的电解液能够蒸发或冻结，所以极端气候会对电池寿命产生较大的影响。

这些电池通常由两个端子和 6 个盖组成，总电压 12V，可通过盖单独打开每个 2V 单格电池。 对于此类电池，典型的 吸收电压范围是 14.4 至 14.9 伏特，典型的浮充电压范围是 13.1 至 13.4 伏特。

汽车或卡车电池不适合作为永久储能系统。 车辆电池设计为在短时间内提供高电流，特别是用于启动内燃机。 最近有些铅酸电池专门为储存应用而设计。

VRLA（阀控式铅酸）电池：

阀控式铅酸 (VRLA) 电池指代多个不同型号和设计，但它们都具有相同的特性 - 密封式。 VRLA 电池有时被称为密封式或非溢漏铅酸电池。 这些电池的密封性使其更易运输、危险性更小，在某些情况下甚至可以空运。 但因密封后无法重新加注，它们的使用寿命会缩短。在 20°C 下，这些电池的平均寿命为 5 年。

VRLA 电池通常更昂贵，需要完全稳压的充电器，因此在全球范围内应用不够广泛。 这些电池可仍使用铅酸作为化学溶液，但可用螺纹接线柱代替电池室和端子。

这种电池命名自其阀门调节机构，其在充电期间允许氢气和氧气安全逸出。 此外，更先进的设计包括：

玻璃纤维吸附式 (AGM) 电池	AGM 结构允许将电解质悬浮在极板活性材料附近。 这样可提高放电和充电效率。 由于内部没有液体，因此在难以维护的应用中，这些电池的性能要优于富液式电池，但其对过度充电或充电不足很敏感，因而寿命和性能受到一些影响。 AGM 电池的性能在放电不超过电池容量 50% 时最为可靠。 AGM 电池是 离网电力系统经常选择的电池类型。
胶体蓄电池	胶体蓄电池内含胶体形式的含酸水溶液。 胶体蓄电池中的电解质含有二氧化硅添加剂，可导致其凝固或变硬。 胶体蓄电池的充电电压低于其他类型的铅酸电池，且对过压充电的不良反应最为敏感。 胶体蓄电池最适合用于极深循环应用，且在炎热的天气中放电时间略长。 不幸的是，完全的深度放电会对电池造成不可逆的损坏。 如果在胶体蓄电池上使用了错误的充电器，则肯定会出现性能不佳和过早故障。 注： 人们经常在提及密封式免维护电池时使用胶体蓄电池这一术语，就像在提及整个产品类别时使用品牌名称一样。 因此，在指定充电器时要非常小心。通常，当有人提及胶体蓄电池时，他们实际上是指密封式、免维护的 VRLA 或 AGM 电池。 胶体蓄电池不像 AGM 电池那样常见，且在人道主义环境中很难采购。

电池类型	吸收电压范围	浮充电压范围
富液式电池	14.4 到 14.9 伏特	13.1 到 13.4 伏特。
VRLA 电池	14.2 到 14.5 伏特	13.2 到 13.5 伏特。
AGM 电池	14.4 到 15.0 伏特	13.2 到 13.8 伏特。
胶体电池	14.0 到 14.2 伏特	13.1 到 13.3 伏特。

容量

容量的定义是电池以电的形式储存和再生的总能量。 电池容量通常以瓦时 (Wh) 的倍数和量级来描述 - 1Wh 到 1kWh（1,000 瓦时）。 瓦时的定义是连续一小时提供一瓦特电力所需的电能。 例如，标准的 60W 白炽灯泡需要 60Wh 的储存能量才能运行一小时。 不难理解为什么正确估算能耗需求对于电池备用系统的设计来说很重要，尤其是在安保或关键任务相关项目中。

电池最重要的规格是其额定容量，以安培时 (Ah) 为单位。 组合 Ah 与电池电压（通常为 12 伏特）即可确定 Wh。

能量 (Wh) = 电压 (V) × 容量 (Ah)

电池容量取决于：

- **放电时间**： 通常制造商会指明 20 小时容量，标注为 C20。 C20 电池在 20 小时内提供的能量比在 10 小时内更多。
- **温度**： 容量可随外部温度而增加或降低。 额定值的设置是以 20°C 为基准。

另请注意，如果反复循环使用电池的全部容量，可能会损坏电池。 为了延长电池寿命，在重新充电之前应始终余留一定的电量。 为此，通常只会使用 50% 的容量。 因此，电池实际能够提供的能量最好以其满容量的一半来衡量。

能量 = 0.5 × 电压 × 容量

一块 100Ah 的电池包含 1,200Wh：

100 x 12 = 1,200Wh

示例： 为了延长其寿命，只能使用 600Wh。 40W 的灯泡可连续使用多长时间？:

600Wh / 40W =15 小时

在需要对电池充电前，一个 40W 的灯泡可工作 **15 个小时**。

根据经验，电池越大则容量越大、效率越高，每瓦时的价格就会越低。 建议使用可用容量尽可能高的电池类型，然后通过该电池类型的容量倍数来满足总体储能需求。 不断增加更小、容量更低的电池将导致更高的成本和更多后续问题。

浮充寿命

浮充寿命是指电池持续充电且永不放电时的预期使用寿命。 当电池安装在持续充电的电气系统中时，称为“浮充电”。 在供电中断且切换到浮充电池时，“浮充寿命”指示电池可持续多长时间。 浮充寿命随温度升高而降低，制造商标注的浮充寿命通常以 20°C 为基准。一般来说，平均温度每升高 10°C，浮充寿命就会减少约一半。

额定浮充寿命在 20°C 时为 10 年的电池，在 30°C 的平均温度下能持续多久？

示例： 10 / 2 = 5 年

如果电池室的平均温度是 30°C，电池的寿命为 **5 年；如果电池室的平均温度达到 40°C，则寿命为 2.5 年**。

循环寿命

除浮充寿命外，“循环寿命”是电池在其使用寿命内可以承受的循环次数。 一个电池循环是指电池充满电然后完全放电，从而形成一个完整的“循环”。 这些信息通常在技术规格中标明。建议购买循环寿命超过 400 次的电池。

循环寿命取决于放电深度。 50% 的放电深度即可在过度投资和快速老化间达到很好的平衡。

其他规格

电池的其他特征包括：

- **自放电率：** 自放电率是指电池在充满电但未使用的情况下的耗电速度。 此特征仅在打算长期储存电池时才有用。 铅酸电池的自放电率通常低于每月 5%。
- **凝固点：** 如果电池中的电解液凝固，电池将损坏。 凝固点温度取决于其结构、成分和充电速率，且放电中的电池更容易凝固。 但是，电池的凝固点几乎始终低于水的冰点。

所需电池数

装置所需的电池类型将取决于电力需求、预算、运营所在国家/地区以及系统运行的条件。

确定电池型号后，必须计算所需的电池数量。 计算时可使用以下公式，始终四舍五入。

电池数量 = (能耗) (最大 循环 深度× 电池 电压 × 电池 容量)

示例：

系统分析表明需要 12,880Wh。 可用电池是 220Ah /12V，且需要 50% 的最大放电深度。 需要多少块电池？

12880 / (50% × 12 × 220) = 9.76

需要 **10 块电池**。

请注意，电池系统中使用的所有电池必须完全相同：

- **相同容量：**如果需要 500Ah，则不可使用 2 块 200Ah + 1 块 100Ah 电池。 该系统需要 5 块 100Ah 电池或（最好是）3 块 200Ah 电池。
- **品牌和型号：** 应尽可能使用相同品牌和型号的电池。
- **年龄：** 所有电池都应尽可能拥有相同的“历史”。 强烈建议不要混用新旧电池，即使其型号相同。

逆变器充电器

在选择具有正确储存容量和设计的电池的同时，使用逆变器充电器设备可以提高系统的效率。 同样，如果逆变器充电器安装不正确或者出现故障或设计不佳，则可能会损坏系统。 逆变器充电器的目的是将电流从交流电转换为直流电，从而为电池充电，以及从直流电转换为交流电以将电池放电。 而且，逆变器充电器具有更多的功能——它们可以充当电气设备的“大脑”，协调主电源（发电机或电网）、电池和最终用户之间的能量流动。 与所有其他备用系统相比，适当的逆变器充电器可以提供更好的服务质量，包括：

- 逆变器提供的功率最高可为主电源最大功率的 4 倍。
- 延长发电机寿命。
- 稳定的电压和频率。
- 不间断供电。

逆变器充电器应与以下设备一同购买：

- 电池控制器。
- 温度传感器。

电池电缆连接件

连接电池的电缆在电池系统的性能中起着重要作用。 选择正确的电缆尺寸（直径）和长度对于整体系统效率来说是很重要的。 电缆过短或过长会都会导致功率损失和电阻增加。 连接电池时，每块电池间的电缆长度应相等，以确保电缆电阻相同，从而使系统中的所有电池协同工作。

还应特别注意的是主系统电缆与电池组的连接位置。 为负载供电的系统电缆通常都连接到第一块或“最方便”的电池，这导致性能不佳和使用寿命缩短。 连接直流配电（负载）的主系统电缆应连接到整个电池组。 这样可以确保整个电池组均匀地充放电，从而提供最佳性能。 主系统电缆和连接电池电缆的尺寸（直径）应足以承受系统的总电流。 如使用大型充电器或逆变器，则必须确保电缆能够承载所连接设备以及所有其他负载所产生或消耗的潜在大电流。

安装电池系统

电池室

电池室与发电机室的用途相同：

- 隔离电池系统以降低事故风险，例如漏酸或有害气体排放，并防止未经授权的进入。
- 确保良好的运行条件：电池室必须能够防止水和灰尘进入电子设备，并且通风良好。

用作备用和配电电源的电池需要放置在特定的位置，且必须精心规划。 将电池室安排在主电源或配电板附近是一种方便的做法，但不得将电池与发电机安装在同一个房间里。 过高或波动的温度会显著影响电池的使用寿命和性能，因此建议使用通风良好的独立电池室，且室内温度尽可能接近 20°C。 干燥通风的地窖或地下室是理想的存放地点，但前提是地下存放位置不会被洪水淹没或倒塌。

在任何情况下，都不应在生活或工作空间中存放电池。 充满电的电池能量很高，可以产生火花、释放烟雾、燃烧甚至爆炸。 故障充电器或过度充电的电池可能会出现相应故障迹象，包括鼓胀和冒烟。 但是，过度充电的电池也可能没有任何迹象和警告。 破损的电池可以抛掷出碎片及剧毒化学物质，而如果烟雾被人体吸入，危害极高甚至致命。 如果电池出现任何变形、故障或过热的迹象，应关闭整个系统，并在安全时断开电池的连接。 请勿尝试重新使用损坏的电池，应根据当地法律和法规安全处置。

安装规格确定

在确定电池系统的规格时，需要确定以下几点：

- 逆变器必须能够向设备提供的最大功率。
- 电池中储存的能量必须能够满足您的需求。
- 在某些情况下，还要考虑充电器的充电功率。

有关系统所必须提供的功率和能量的计算方法，请参阅能量管理部分。

要手动计算设备的最大功率，请按以下步骤操作：

1. 列出设备中需供电的所有电器。
2. 确定每个电器的最大功率。 对于含电机的电器，最大功率约为标称功率的三倍。 例如，一个 300W 的水泵需要约 1kW 才能启动。
3. 将所有功率加在一起。

要手动计算设备的能耗，请按以下步骤操作：

1. 列出设备中需供电的所有电器及其标称平均功率。

2. 确定每台电器的具体使用时长。 通过以下公式计算每台电器所需的假定能耗：平均功率 x 使用时长。
3. 将所有能量需求加在一起。

考虑电池系统的预期供电小时数，并相应规划。 系统仅在夜间供电或用作全天二十四小时的备用电源时，电池的配置不一样。 如果可能，规划在能耗高峰时段运行发电机、减少所需电池数量并降低系统的总成本。

电池充电器的功率将决定充电时间。 如果主电源非常昂贵（高能耗大型发电机），或者主电源只能在短时间内供电（电网每天只有几个小时的供电时间），则可使用快速充电的高功率充电器。

若要在固定时长内为电池充电，请使用以下计算公式：

电量=能耗 / 充电 时长

一台设备的能耗估计为 12,880Wh，且需要在 6 小时内充满电。 充电器的瓦数必须是多少？：

示例： 12,880 / 6 = 2,150W

充电功率必须至少为 **2,150W**。

充电器功率通常以额定电流（安培）标注，而非功率 (W)。 根据充电功率计算充电电流时，只需将充电功率除以充电器电压（通常为 12、24 或 48V）即可。

- 如果使用 12V 充电器，则充电电流必须为： 2,150/12 = 180A。
- 如果使用 48V 充电器，则充电电流必须为： 2,150/48 = 45A。

其他注意事项：

- 电池的最短充电时长为 4 小时。 更快的充电速度可能会损坏电池，而有些电池可能限制 4 小时以上的充电。
- 即使使用高功率电池充电器，如果主电源的可用功率有限，充电时长可能会更长。使用 5kW 的发电机时，购买 10kW 的充电器毫无意义。
- 对于具有高级设置的充电器，充电算法可以延长充电时长，从而延长电池寿命。 当电池电量接近 100% 时，有些充电器会自动降低充电功率。

连接电池

有几种连接多个电池的方法，可实现特定直流设备的正确电池电压或容量。 多块电池可连接成一个大电池组，而不是独立工作，从而可以提高电池的效率并确保最长的使用寿命。

串联连接		将电池串联在一起可提高电压，同时保持安时容量不变。 在这种配置下，电池在串联后可获得更高的电压，例如 24 伏甚至 48 伏。 每个电池的正极都连接到下一个电池的负极，而第一个电池的负极和最后一个电池的正极连接到系统。 例如：2 块 6V 150Ah 电池串联连接可提供 12V，但容量只有 150Ah。 2 块串联的 12V 150Ah 电池将提供 24V，但仍然只有 150Ah。
并联连接		将电池并联在一起可让容量提高一倍，同时保持电压不变。 并联是将多个电池的正极和负极相互连接。 然后，将第一块电池的正极和最后一块电池的负极连接到系统。 例如；2 块 12V 150Ah 电池并联只能提供 12V，但容量会增加到 300Ah。
串联/并联连接		串联/并联连接将上述方法组合用于 2V、6V 或 12V 电池，从而实现更高的系统电压和容量。 如果需要增加容量，则需要并联。 然后，将第一块电池的正极和最后一块电池的负极交叉接线到系统。 例如：4 块 6V 150Ah 电池串联/并联可提供 12V 和 300Ah。 4 块 12V 150Ah 电池串联/并联可提供 24V 和 300Ah 的容量。

太阳能系统

阳光和光伏效应

光伏效应是利用阳光，以安静、清洁且自主的方式产生直流电的过程。 产生这种电力所需的设备通常被称为“太阳能电池板”，这种电池板不仅采用模块化方式，而且只需要极少的维护。 在其长期耐久性的加持下，太阳能系统在偏远地区或预计会长期使用设备的情况中，越来越受欢迎。

太阳能电池板能够捕获光子，利用光子激发 P 型和 N 型半导体来移动自由电子，从而将光辐射转化为电能。 现代光伏电池板通常可将约 15-20% 的光能直接转化为电能。 有些电池板的效率更高，但它们非常昂贵且容易损坏，人道主义组织工作的地点通常无法获得。

光通过防反射涂层进入设备，该图层可最大限度地减少反射带来的光能损失。 然后，电池板可通过促进光传输到下方的三个能量转换层来有效捕获照射到太阳能电池上的光。

- N 型硅层；提供额外的电子（负）。
- P-N 连接层。 吸收层， 是 将电子定向到一个方向的设备的核心。
- P 型硅层；产生电子空位（正）。

最后，由另外两层 电气接触层来将电流输送到外部负荷再回到电池中，从而形成完整的 电路。

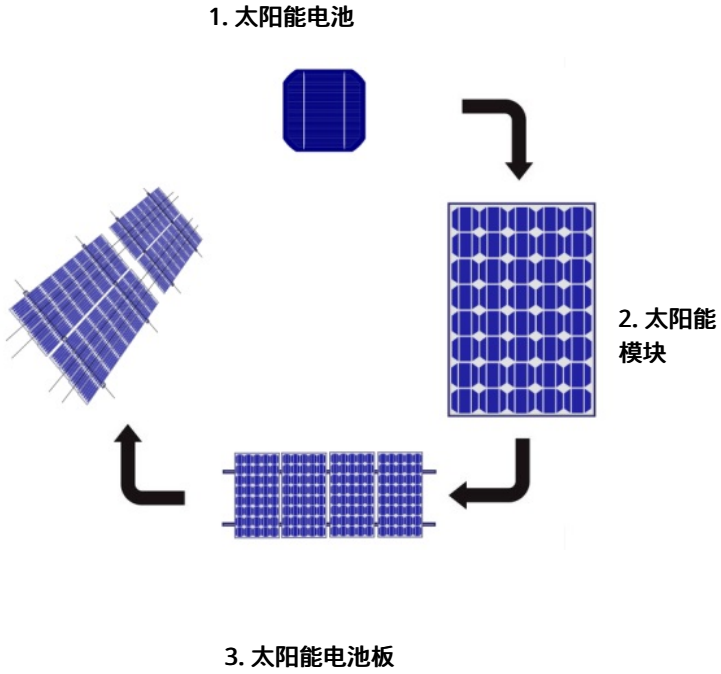
大多数太阳能电池的面积只有几平方厘米，并 由一层薄 玻璃 或透明 塑料涂层保护，以防止在 环境中被

损坏。 由于典型的 10 × 10 厘米（4 × 4 英寸）太阳能 电池 仅产生约两瓦特的电力，因此通常以串联方式连接电池以提高电压，或以并联方式连接以增大电流。 太阳能或光伏 (PV) 模块通常由 36 个或更多相互连接的电池组成，由铝框玻璃覆盖。

一个或多个光伏模块可通过接线和框架组合成一块太阳能电池板，而多块电池板可组合成一个太阳能阵列，从而整体供电。

一个完整的光伏系统包括……

- 电表
- 交流电隔离开关
- 保险丝盒
- 逆变器
- 电池
- 充电控制器
- 布线
- 固定装置
- 追踪系统



太阳能电池的老化

所有太阳能电池以及太阳能电池板都会随时间推移而老化。 在太阳能系统从阳光中获取能量的同时，阳光也会让太阳能电池的组成部分缓慢老化。 大多数市售太阳能电池板的平均老化速度为每年 2%。 在规划和预算时，必须将设备的使用寿命考虑在内。 例如，直射阳光下太阳能阵列每年 2% 的老化速度意味着 10 年后电池板的效率将仅为安装时的 80% 左右。 效率降低意味着太阳能阵列的功率输出变低，继而使电池充电时间变长、全天的最佳充电时间变短。 计划在单个地点使用太阳能电池板 10 年以上的人道主义机构，可能需要考虑为在 12-15 年后更换总产出不再能满足需求的电池板编列预算。

系统架构

根据所需的具体电力，整套光伏系统可能由一个或多个太阳能模块组成。 由于电池可用作任何主电源的备用电源，所以太阳能系统需要电池系统来储存产生的能量。 因此，太阳能系统始终包含某种形式的电池系统，无论是小还是大。 这些电池经过专门设计，可在很长一段时间内提供有限的电流。

电力系统可以通过调节从太阳能电池板到电池的电压和/或电流来适应不同的电力负荷，以防止过度充电。 在最佳条件下，大多数“12 伏特”电池板可以输出约 16-20 伏特的电压。因此，如果没有调节，电池可能且必将会因过度充电而损坏。 大多数电池需要约 14-14.5 伏特才能充满。 像所有其他电力系统一样，需要对太阳能系统进行适当的评估和布线。

太阳能系统通常由以下部分组成：

- 光伏模块、太阳能电池板或阵列，包括其各类固定支架。
- 电池系统。
- 太阳能稳压器。
- 布线和保护。

太阳能系统采用模块化设计，几乎可以满足任何具体需求。 因此，光伏组件可直接连接到许多设备，例如潜水泵或独立冰柜，或者以整套太阳能电池阵列形式为整个办公区或基地供电。

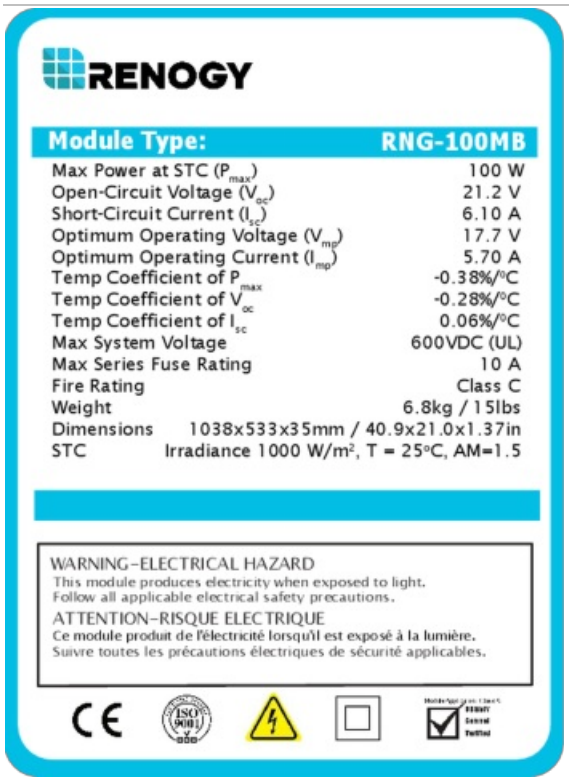
太阳能模块

太阳能模块的额定功率以峰瓦标注，即标称峰值功率 (P max)。其计算方法是将峰值功率电压 (Vmp) 乘以其峰值功率电流 (Imp)：

$$Pmax = Vmp \times Imp$$

在标准测试条件 (Standard Test Conditions, STC) 下，100Wp 的太阳能电池板可产生 100W 的功率。 STC 仅存在于实验室中，即对电池温度 25°C 的 1,000W/m2 电池板进行阳光照射。 在实际装置中，实际发电量通常远低于峰值功率。但是由于每块电池板在相同条件下的额定值相同，这些测量值仍可作为比较尺寸和容量的定性参考。

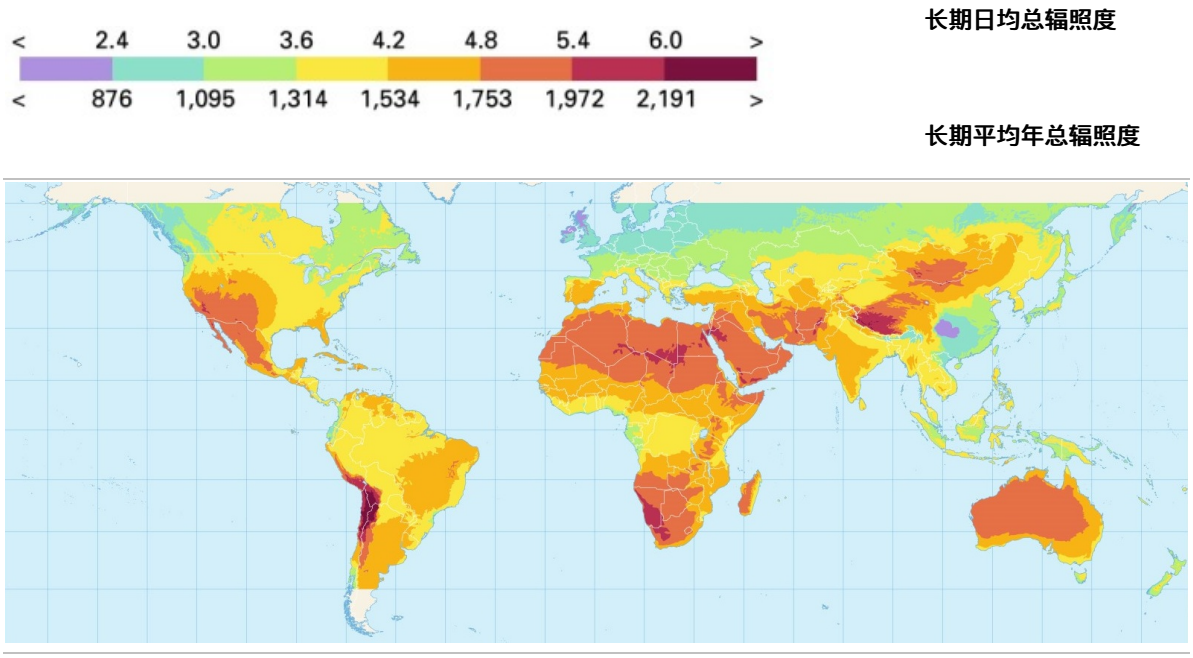
太阳能电池板随附标签的示例



一个太阳能模块在一天当中产生的能量主要取决于：

日辐照度： 太阳在一天内提供的能量是最重要的参数。 靠近赤道的区域的平均辐照度最好，但是这个一

般规律可能因地而异，也可因季节而异。 下表中提供了以千瓦时/平方米/天表示的光伏系统的平均性能。



遮盖、雾霾和多云天气：所有阻挡阳光的障碍物都会降低模块的能量生产。 此外，如果太阳能电池板被部分遮盖，则可能会停止发电，这是因为受遮盖的电池将消耗太阳能电池板其余部分产生的能量。 某些情况下，当单块电池板的被遮盖部分消耗未遮盖部分的电能时，电池板会迅速升温，从而发生一种称为“热点加热”的现象，这会迅速摧毁电池板。 这一现象可通过在光伏组件中常用的旁路二极管来避免，但强烈建议检查此功能。

电池板的方向：方向较差的电池板（例如在北半球时朝北）所产生的能量将远低于电池板的额定值，甚至根本不会产生能量。

温度： 高于 25oC 的温度也会减少太阳能电池板产生的能量。

日照时数： 当阳光接近直射时，会在每平方厘米上提供更多的能量，从而让太阳能电池板产生更多的电力。 因此，当太阳接近地平线时，太阳能电池板产生的电量将少于阳光直射时产生的电量。 实际上，在赤道附近，仅当在最佳条件下，太阳能电池板每天在室外 12 小时只能产生相当于 6 小时的峰值电量。 季节变化或恶劣天气将进一步降低发电量。

基于以上因素，太阳能系统的实际发电量是很难评估的。 一种简单的方法是设置设备规格，使其在最差月份也能产出每日能源需求的 30%。

安装电池板和阵列

可使用防水且易于连接的标准接线盒（MC3/MC4 型）将 WPV 模块组合成太阳能电池板，然后将太阳能电池板组合成太阳能阵列。 像电池一样，电池板阵列应仅使用特性、型号相同以及历史尽可能相同的太阳能模块。

固定支架

太阳能追踪器（让电池板朝向太阳的设备）复杂、昂贵，不建议在工业用途和/或太阳移动明显的高纬度地区以外的条件下使用。 有些固定支架被设计为可以进行季节性调整，能够在一年中于两个位置之间手动切换，这对于大多数情况来说已经足够。

太阳能固定支架基本上有两种类型可供选择： 地面和屋顶支架。 地面安装的太阳能电池板比屋顶安装的系统更易于安装和维护。 很难或无法对屋顶安装的系统进行调整，并且可能因重量和风压而造成结构损坏。 但是，地面支架自身也存在问题：它们会占用可用空间，更容易被遮盖，并且存在被汽车和人员意外损坏的风险。 固定安装的决策应基于可用的位置和基础设施。

电池系统

太阳能电池对保持太阳能系统的运行来说至关重要。 如果没有电池储存能量，则只有在太阳能电池板发电时 才能用电。 由于电池板仅在白天产生能量，而电力需求会随时产生，因此稳定的储能区对于太阳能的储存来说非常关键。 有关更多信息，请参阅电池部分。

太阳能稳压器

充电器控制器通常称为太阳能稳压器，是旨在控制电流的电子装置，适用于电池板为电池充电的电流，以及从电池到办公区/基地的供电电流。

太阳能稳压器会在电池充满电时断开与电池电池板的连接，在电池电量过低时切断对负荷的供电，从而控制电池的充放电。 太阳能稳压器的另一个重要功能是将来自电池板的较高输出电压转换为电池所要求的较低输入电压，从而优化电池板的发电。 稳压器是太阳能设施中的集线器，且最大功率输出的实现取决于其是否能够正常运行。

太阳能稳压器有两类：

最大功率点跟踪 (MPPT)：

	MPPT 实时检测太阳能电池板的输出电压和电流，并持续跟踪最大功率 (P=U*I)，从而相应调节输出电压，以使系统始终能够在最大功率下对电池充电。 使用此类功率跟踪可在云层覆盖和多变温度下提高发电量。 虽然前期投入比较高，但 MPPT 充电控制器可提供更高的功率（并有可能减小光伏模块的尺寸），并延长与之相连的电池的使用寿命。 某些控制器甚至支持智能设备连接，以进行远程控制和监测。
电池充电方法	多阶段 MPPT
太阳能-电能转换率	99%
安培率	30A-100A
可升级性/范围	>2KW 的大规模电力系统
平均价格	120$

最大功率点跟踪 (MPPT)：

优点	• 最大功率点跟踪算法最高可将功率转换率提高到 99%。 • 四阶段充电更适合电池。 • 可升级到大型离网电力系统。 • 可用于最高 100 安培的太阳能系统。 • 可用于最高 200V 的太阳能输入。 • 在需要系统增长时提供灵活性。 • 配有多种保护装置。
缺点	• 成本高，通常是 PWM 的两倍。 • 尺寸比 PWM 稳压器大。

脉冲宽度调制 (PWM)：

	PWM 充电控制器可被看作是太阳能电池板和电池组之间的电气开关，其编程为仅允许预定电流进入电池。 当电池接近最大容量时，控制器会慢慢减少进入电池的电量。 PWM 充电控制器不能调节电压，电池和电池板必须电压兼容才能正常运行。 因此，此类充电控制器适用于较小规模的太阳能应用，或者采用低电压电池板和有限电池组规格的设备。 PWM 是一种更实惠的选择，但会获得较低的光伏发电量。
电池充电方法	三阶段 PWM
太阳能-电能转换率	75%-80%
安培率	20A-60A
可升级性/范围	<2KW 的小型太阳能系统
平均价格	65$
优点	• PWM 稳压器应用时间长且成熟。 • PWM 稳压器的结构更简单，更具成本效益。 • 易于部署。

脉冲宽度调制 (PWM)：

缺点	• 转化率低。 • 输入电压必须与电池组电压相匹配。 • 支持系统增长的可升级性较差。 • 输出较低。 • 保护较少。

电池板的安装

在确定规格和购买任何设备之前，应确定与太阳能阵列相连接的电池的储存位置。 储存空间不仅应足够大，足以安装所需的电池板，而且电池储存位置的距离和电缆长度也会影响功率需求计算。 请参考电池安装部分。

安装太阳能阵列的理想位置应具有以下特征：

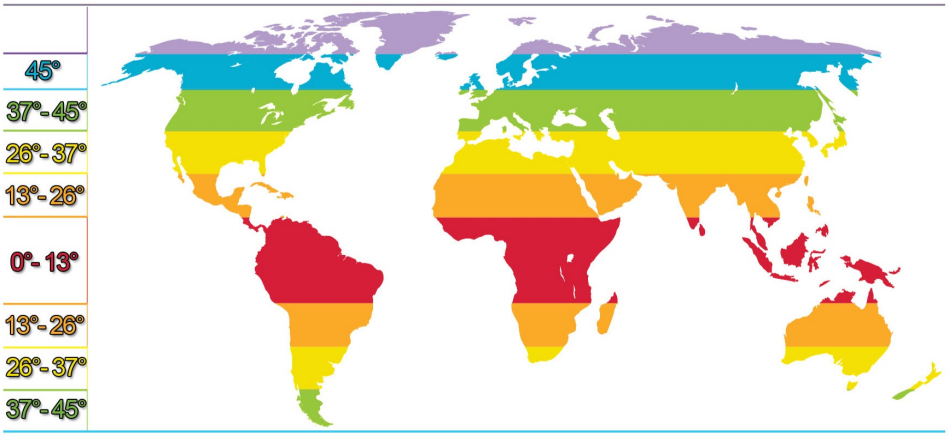
- 在基地内部，从外部看不见。 理想情况下，地面安装的太阳能电池板应由围墙或围栏保护，因此足够的地面空间是很重要的。
- 尽可能靠近电池系统。
- 远离树木或建筑物等有遮盖处。

有时很难完全避开遮盖区域。 应优先考虑避免在一天中阳光最好的时段（通常是上午 10 点至下午 16 点）被遮挡。 请记住，阴影的位置和大小会随着季节而变化。

太阳能电池板的位置

为了优化发电，必须认真调整太阳能电池板的方向，以充分利用阳光。 太阳能电池板的定位包括：

- **朝向** - 朝向是太阳能电池板相对于地球南北轴的角度。 在北半球，太阳能电池板必须朝南，而在南半球则必须朝北。
- **倾角** - 倾角是太阳能电池板相对于水平投影面的角度。 倾角更难优化。 可将纬度用作最佳倾角的近似值，例如下面指南中固定角度电池板的示例。 但即使在赤道上，电池板的最小倾角也应为 5-10°，以避免电池板上积聚水和灰尘。



连接

太阳能电池板的输出端连接到太阳能稳压器，而太阳能稳压器的输出端则连接到电池。 太阳能电池板的固定框架要接地。强烈建议对稳压器和电涌保护器接地/使用接地连接。

根据所需功率或能量，可以按以下三种不同方案连接电池板，以提供不同的功率和电流结果。 串联、并联或两者组合连接的模块可提供不同的功率和能量输出。

安装规格确定

光伏模块

使用以下用于确定设备规格的简易方法，可在一年中的最差月份中满足每日能源需求的 30%：

示例：

若要满足 30% 的能源需求，太阳能电池板安装数的计算如下所示：

- 规划电力需求 12,880Wh
- 年日均发电量 4.32kWh / 1kWp
- 最差月份中日均发电量 2.62kWh / 1kWp

每天所需实际总发电量为：

12.88 × 0.3 = 3.87kWh

在模块 2.62kWh / 1kWp 的日均发电量下，每日总需求为：

3.87 / 2.62 = 1.48kWp

所需太阳能电池板的实际数量将取决于每块板的峰值功率。 可能的配置 包括：

12 块 130Wp 电池板 (1.56kWp)	或 **9 块 180Wp 电池板** (1.62kWc)	或 **6 块 260Wp 电池板** (1.56kWc)

因每年日均发电量为 4.32kWh / 1kWp，所以 1.48kWp 的安装规格将年均每日发电 4.32 x 1.48 = 6.39kWh，从而进一步节省了总体能源成本。

稳压器

太阳能稳压器的规格必须符合所用太阳能模块的数量和类型。 稳压器的规格包括：

- 根据系统中太阳能模块的数量，电压应尽可能高。
- 最大电流应等于太阳能阵列的短路电流 (ISC)。 单块电池板的短路电流可参见电池板的识别标签或制造商手册。 要计算整个阵列的短路电流，请将所有并联电池板的短路电流合并。

电池

有关电池规格的信息，请参阅安装电池系统部分。

电缆和保护

有关电缆长度和线径规的信息，请参阅电气安装一章。

安全与安保

光伏电池板像普通发电机一样发电。 尽管发电方式可能有所不同，而且受限于阵列的大小，总瓦数可能低于发电机，但太阳能电池板仍可产生危险电量。

处理

在必须处理光伏发电太阳能电池板时，操作人员必须始终穿戴适当的防护服和设备。

更重要的是 - 即使光伏发电太阳能电池板没有连接到任何其他设备，也会产生电流！ 只要电池板部分暴露于阳光下，它就会产生某种形式的电流，且仍可带来风险。 发电中的电池板不会发出噪音或振动，摸起来甚至不热。 通常，光伏发电太阳能电池板没有任何形式的指示灯指示其正在发电。 因此，往往有时看起来触摸光伏发电太阳能电池板是安全的，但实际上可能并不安全。

安装、拆卸太阳能电池板或对其进行简单调整时，应将其完全遮盖。 如有可能，也可在夜间进行这些作业。 搬运或处理太阳能电池板时，操作人员应注意侧面的所有电气输出接头，以避免意外接触。 请将所有从太阳能电池板发出的电线看作来自电网或带电发电机的火线。

安保

光伏发电太阳能电池板应始终位于安全的位置，就像发电机和电池一样。 建筑物和植被的朝向可能会使这项工作异常艰巨，而规划者应考虑进出控制。

- 如有可能，可在建筑物的屋顶上和人员来往较少的区域安装电池板，但要避开屋顶露台或休息区。
- 尽可能在基地内部、在围墙内安装太阳能阵列。 即使阵列位于基地围墙内，也应树立某种形式的标牌和隔离围栏，以防止访客或临时工进入该区域。
- 在露天或偏远地点安装太阳能阵列时，需要在外侧建造单独的安全围栏或隔离墙。 太阳能设备很昂贵，还会伤害路过的人和动物。 不熟悉太阳能电池板的人可能出于好奇而靠近，因此必须张贴以适当的本地语言标牌。

能源消耗计算器

Energy Demand

General Data

Country	-- select --	
Temperature		°C
Altitude		m
Solar daily irradiance		kWh/m²/day

Calculation Settings

Local rated voltage	n/a Vca
Local frequency	n/a Hz
There is any 3-phase Consumer in the installation?	☐
The installation provides power to a hospital (very sensitive structure)?	☐

Appliance/Device	Quantity	P (W)	S Max (VA)	S Avg (VA)	Working Hours					Energy Cons.
					Morning	Midday	Afternoon	Evening	Night	

Add row | Remove last | Reset

- General
- Generator
- Battery
- Solar

Estimation of Needs

Energy Consumption per Day

Total	n/a W a day
Low consumption devices (Class 1)	n/a W a day
High consumption devices (Class 2)	n/a W a day
Usefull energy / day	n/a Wh
Usefull energy / night	n/a Wh

Power Needed

Total	n/a VA
Low consumption devices (Class 1)	n/a VA
High consumption devices (Class 2)	n/a VA
Average power necessary	n/a VA

Generator

Additional Information

Voltage specification (single-P / 3-P)	Automatic selection
Cable length between:	

Additional Information

the generator and switchgear	10 m
the grid and switchgear	10 m
the switchgear and the main electrical dashboard	10 m
Wire Gauge recommendation:	
between generator and switchgear	n/a mm²
between grid and switchgear	n/a mm²
between switchgear to dashboard	n/a mm²

Size Recommendations

Size recommended (PRP)	n/a KVA
Power (ESP)	n/a VA
Voltage type	n/a
Rated voltage	n/a V
Rated frequency	n/a Hz
Output circuit-breaker size	n/a A
Estimated fuel consumption	n/a l/h
Estimated oil consumption	n/a l/h
(1 oil change every 250h)	n/a l/250h

Battery System

Additional Information

Unit voltage	12	V
Unit capacity	1000	Ah
Authorized discharge ratio (no less than 40%)	50	%
Charge available time (minimum 4hours)	4	h
Days of autonomy needed if no charge	1	

Recommendation

Energy to accumulate	n/a Wh
Voltage recommended	n/a V
Number of batteries needed with the specifications provided	n/a units
Type of conection	n/a
Circuit breaker ideal size	n/a A
Charger size at least	n/a A

Solar System

Additional Information

Solar daily irradiance	n/a kWh/m²/day
Usefull max power per day	n/a Wc
Regulator size	n/a A
Solar panels unit voltage (recommendation: n/aV)	12 V
Solar panels unit max power	Wc

Recommendation

Minimum number of solar panels	n/a
Recommended number of solar panels	n/a
Solar charge controller: type of regulator	n/a
Solar charge controller: rated voltage	n/a V
Solar charge controller: unit max current	n/a A
Solar charge controller: quantity	n/a

全屏打开

能源工具和资源

模板和工具

指南 - 电缆尺寸表

网站和资源

- 环球计划标准
- SparkFun
- SolarGis

参考文献

- RED R, (2002). 紧急情况下的工程
- MEDICINS SANS FRONTIERS, (2007). 电力支持。
- ENGINYERIA SENSE FRONTERES, (2006). Tecnologías de la energía para el Desarrollo.
- MEDICINS SANS FRONTIERS, (2004). 能源指南
- ACTION CONTRE LA FAIM, (2012). 发电机指南
- MEDICINS SANS FRONTIERS, (2002). 供电。
- ACTION CONTRE LA FAIM. (2012). 能源管理指南
- SAVE THE CHILDREN. 电力分配、发电和可再生能源指南。
- ACTION CONTRE LA FAIM, (2020). 日光抽运，电气设计和安装。
- 红十字国际委员会和 MEDICINS SANS FRONTIERS，(2016)。 现场电气装置和设备的规则与工具。
- BP, (2000). 太阳能装置安装手册
- MEDICINS SANS FRONTIERS, (2012) 电气安全指南