

### ■ 电动机的发热和绝缘

电动机中流过电流时会发热。这是因为由线圈或导体电阻引起的电动机通电部分铜损、磁力线通过时铁芯材料的阻抗、铁芯磁化时铁心部分产生的铁损等都会导致电损耗。另外，由轴承、制动瓦、空气等的磨擦产生的、被称为磨擦损的机械损耗也会引起发热。这里的任何一种损耗都使电动机为了输出动力而消耗的电力变成了热量，需要额外消耗电流。电动机中产生的部分热量积存在电动机内部，其余部分则通过辐射、对流、传导向外部发散。电动机运转时、内部产生的热损耗与发散热的差会引起电动机的温度上升，这被称为电动机的温升或热运行。电动机温升最高的部分是线圈部分，保护线圈部分的绝缘材料、包裹等绝缘物如果低于某温度可以连续工作的话，就可以定此温度为最高容许温度。如果电动机在超过这一温度的状态下长时间运转，就有烧损的危险。本公司的采用、国内电压规格的小型齿轮电动机采用耐热级120 (E) 的绝缘（采用海外标准对应规格时，耐热级为130 (B)）。耐热级120 (E) 的绝缘，电动机线圈部分使用能够在120℃以下的温度条件下、连续使用的耐热绝缘材料构成，详见下表所示。

### ■ 绝缘的种类及温度

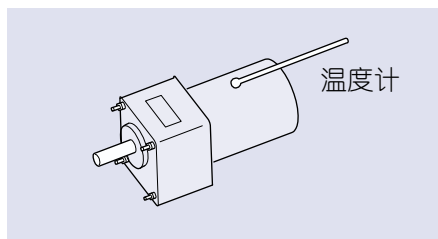
耐热级	线圈绝缘材料容许最高温度	线圈温升限度
90(Y)	90℃	—
105(A)	105℃	60K(deg)
120(E)	120℃	75K(deg)
130(B)	130℃	80K(deg)
155(F)	155℃	100K(deg)

耐热级为120 (E) 时，环境温度为40℃时（根据JIS标准规定的环境温度，是室温的最高值）换算成电动机机框温升极限值为90℃。环境温度如果为20℃，则该极限值变为70℃。就是说，机框温度的换算温升极限的标准值是50K (deg)。

### ■ 温升检测电动机的发热和绝缘

用温度计法和电阻法来检测电动机的温升。所谓温度计法，是将酒精温度计、水银温度计或者热电偶等固定在电动机机框中央部分测量温升的方法。

#### ■ 温度计法



#### ■ 电阻法

所谓电阻法，是指测量运转前的线圈电阻和运转后的线圈电阻，然后用下式计算求取温升值的方法。

$K\theta$  : 电动机线圈温升值 (K(deg))

$$K\theta = \left( \frac{R_2}{R_1} - 1 \right) (235 + t_1) + (t_1 - t_2)$$

R1: 运转前的线圈电阻 [Ω] R2: 运转后的线圈电阻 [Ω]

t1: 试验开始时的室温 [℃] t2: 试验结束时的室温 [℃]

※仅限于线圈为铜线时。

### 电容起动型电动机和三相电动机的温升

电容起动型电动机无负载时温升为最高。就是说，无负载时的电损耗最大，热量也比全负载时的电损耗发热大。这是由于副线圈回路中设置的进相电容等的作用，无负载时主、副线圈的电流增大，电损耗也增大，同时，由于电流的不均衡，转子在反相磁场中也产生了电损耗的缘故。三相电动机与电容起动型电动机不同，虽然无负载时输入损耗等发热因素少，但是，随着负载增大，输入损耗变大，温升也变高。

### 温升-冷却曲线和使用条件

图1所示为温升-冷却曲线，图示的经过时间与电动机的运行之间的关系如下：

图1. 温升-冷却曲线

电动机开始通电。  
电动机开始通电后，经过30分钟。  
电动机的温升饱和。  
通电停止。  
自然冷却至环境温度。

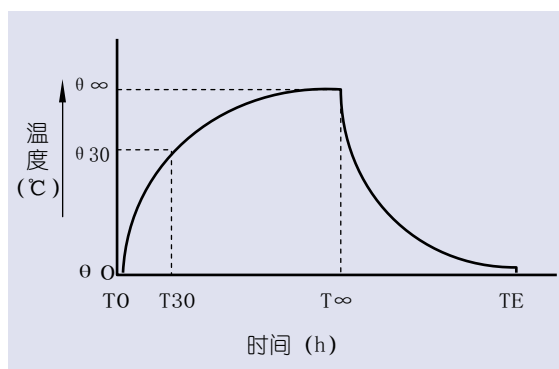
T0~TE时间内表示下述温度 $\theta$ 的变化。

$\theta_0$ : 环境温度

$\theta_{30}$ : 经过30分后的温度

$\theta_{\infty}$ : 饱和温度

$\theta_{\infty} - \theta_0$ : 表示温升值。



时间因机型不同而多少有些差异，大致如下：

$T_{\infty}$ : 2.5~3 (h)

$T_E - T_{\infty}$ : 3~4 (h)

#### ① 感应式电动机

因为感应式电动机为连续工作额定规格，日本国内规格电动机的 $\theta_{\infty} - \theta_0$ 线圈温升值小于等于75K (deg) (耐热级120 (E))。海外标准对应规格电动机小于等于80K (deg) (耐热级130 (B))。因此，即使 $T_{\infty}$ 时间后连续使用，温度也不会上升超过此值。

#### ② 可逆转式电动机

因为可逆转式电动机为连续工作30分钟额定规格，30分钟连续使用时的 $T_{30}$ 条件下，日本国内规格电动机的 $\theta_{30} - \theta_0$ 线圈的设计温升值小于等于75K (deg) (耐热级120 (E))、海外标准对应规格电动机的 $\theta_{30} - \theta_0$ 线圈的设计温升值小于等于80K (deg) (耐热级130 (B))。因此，连续工作时间如果超过该值，有电动机烧损的危险，请充分注意。

#### ③ 特殊使用条件

使用环境温度范围规定为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 、湿度规定为小于等于85%RH。

下述A~E的情况下使用时要充分注意。

- A.  $-10^{\circ}\text{C}$ 以下的低温环境下使用时，由于密封在齿轮头中的润滑脂的粘度变硬和电动机轴承润滑脂变硬化等原因，电动机产生的转矩下降。另外，如果温度急剧变化，则电动机内部可能结露。电动机内部如果结露，会导致生锈，大大影响寿命。

- B. 40℃以上的高温环境下使用时，电动机线圈温度变高，绝缘性能变差，有引发烧损的危险。另外，轴承内部的润滑脂会流出，缩短轴承寿命，甚至有使电动机咬死、最终烧损的危险。
- C. 湿度85%RH以上的环境下使用时，有电动机线圈的绝缘性能变差的可能性。航空邮送和船舶运输等情况下舱内高温高湿条件下，为了防止结露，应该采取封装产品，并且在包装内附加干燥剂等措施。
- D. 通风不良的环境中使用时：  
将遭遇与B相同的状况。把电动机包围起来使用时，电动机的周围温度变高，会显著缩短电动机的寿命。应该采取设置通风孔等措施改善通风条件，使电动机的周围温度保持在40℃以下。
- E. 有灰尘、金属屑、油雾等沾染的地方、有水、油、研磨液等液体沾附的地方、附近有可燃物或、腐蚀性气体（H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>等）、引火性气体环境中使用时：不能使用。

④ 海外标准对应规格电动机

- 切齿轴电动机应该在安装好齿轮头的状态下使用。
- 圆轴电动机应该在能够向机械装置散热的状态下使用。

电动机尺寸（型号）	散热板尺寸	散热板材质
□60（M6~）	100×100×5	铝
□70（M7~）	120×120×5	铝
□80（M8~）	135×135×5	铝
□90（M9*X~） （M9*Z~）	165×165×5	铝
	195×195×5	铝

\*在安装好上述散热板的状态下，额定运转后使用电阻法测量线圈温升，测量值应该小于等于80K（deg）。

## 可工作判定标准

① 判定标准

线圈的温升值应满足下述标准：

- 日本国内规格：<75K（deg）
- 海外标准对应规格：<80K（deg）

② 简易判定法：电动机的温度设定在使温升为最高的条件下（运转模式和使用条件等），用温度计法测量电动机温度达到最高时电动机机框的表面温度，如果不到90℃，可以工作（但此时电动机的周围温度应为40℃）。如果此时电动机周围处于被包围状态下，则紧靠电动机处的环境温度会变高。因此，环境温度必须在电动机的近旁处进行测量。

### 可逆转电动机的温升

可逆转电动机作为单体电动机使用时，其连续工作额定时间为30分钟。但是，如果齿轮头的散热效果好，工作时间可以延长。下表表示可逆转式电动机可否连续工作。另外，可逆转式电动机间歇性连续运转时，其温升值因间歇性运转的周期而异，并且在一定值时饱和。

#### 可逆转电动机连续工作的可否

尺寸 (mm)	电动机型号	带齿轮头可否连续运转	
		50Hz	60Hz
□60	M6RX4G4L	○	○
	M6RX6G4L	○	○
□70	M7RX10G4L	○	×
	M7RX15G4L	○	×
□80	M8RX20G4L	○	×
	M8RX25G4L	○	×
□90	M9RX40G4L	×	×
	M9RX60G4L	×	×
	M9RX90G4L	×	×

※符号○表示可连续运转符号×表示不可连续运转

图2 可逆转电动机的工作极限线图

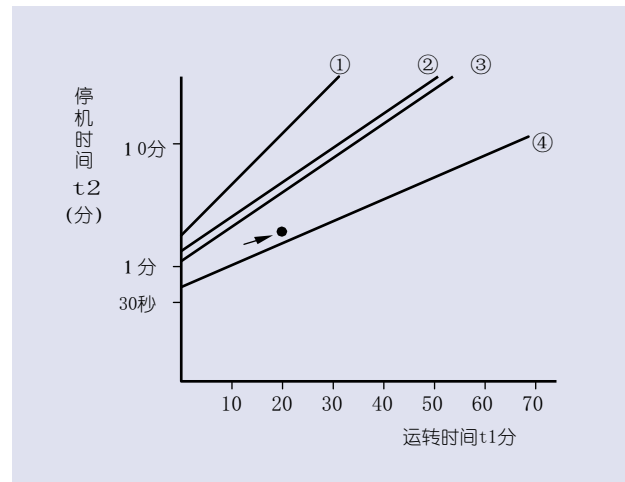


图2是可逆转式电动机的间歇性运转连续工作极限线图。该图的读图方法是：横轴表示运转（通电）时间 $t_1$ 、纵轴表示停机时间 $t_2$ 。处于各线上方区域的部分可以进行间歇性连续运转。

图中，  
 ① 表示单体电动机、60Hz时  
 ② 表示单体电动机、50Hz时  
 ③ 表示带齿轮头、60Hz时  
 ④ 表示带齿轮头、50Hz时。

例如，假设以运转时间 $t_1 = 20$ 分、停机时间  $t_2 = 2$ 分的周期进行间歇性连续运转， $t_1 = 20$ 与  $t_2 = 2$ 的交点（曲线图中标有→符号的位置）下方的线图仅带齿轮头、50Hz时的情况。因此，仅带齿轮头、50Hz的情况下可进行间歇性连续运转。单体电动机或60Hz时间，运转时间如果需要20分钟，则分别需要停机时间为：

- ① 单体电动机、60Hz，停机时间为10.1分
- ② 单体电动机、50Hz，停机时间为4.6分
- ③ 带齿轮头、60Hz，停机时间为3.8分。

接下来，设停机时间为2分，求取运转时间。因为只要求出 $t_2 = 2$ （匀速）时各线图与 $t_1$ 的交点即可，各种情况下的值如下：

- ① 单体电动机、60Hz，运转时间为2.5分
- ② 单体电动机、50Hz，运转时间为7分
- ③ 带齿轮头、60Hz，运转时间为10分
- ④ 带齿轮头、50Hz，运转时间为27.5分

## 阻抗保护

所谓阻抗保护，是指电动机因意外事故等故障而进入锁定状态时，即使不配置热敏保护器等安全装置也不会发生烧损的保护。这是由于与直流电阻具有相同作用的交流阻抗起作用，即使是使用细电线的情况下被锁定，电流值也无法提高的缘故。一般情况下，电动机如果被锁住，温度上升至75K (deg) 以上。但是，锁定状态如果延续，则由于阻抗保护的作用电流值提不高，温度也不至于提得太高，电动机不至于烧损。本公司的小型带齿轮电动机适合于4极6W以下的情况使用。适用规格以UL规格 (UL2111) 为标准。

另外，阻抗保护虽然是一种防止烧损保护方法，总还是应该作为应对异常事态用的保护方法来考虑。根据每超过最高容许温度8℃一次，电动机的寿命就减少一半的所谓8℃减半则，电动机的寿命会急剧降低。所以，电动机必须在容许温度以下运转。

※UL规格中，日本国内规格电动机的线圈阻抗保护值：125K (deg) 以下、，海外标准对应规格电动机：135K (deg) 以下。

## 热敏保护器

所谓热敏保护器，是一种起保护作用的安全装置。由于这种装置的作用，电动机因某种异常事态而导致线圈温度显著上升时，如果温度超过设定温度，则自动切断通电，如果温度下降，则自动重新通电。

■ 图3 热敏保护器的动作

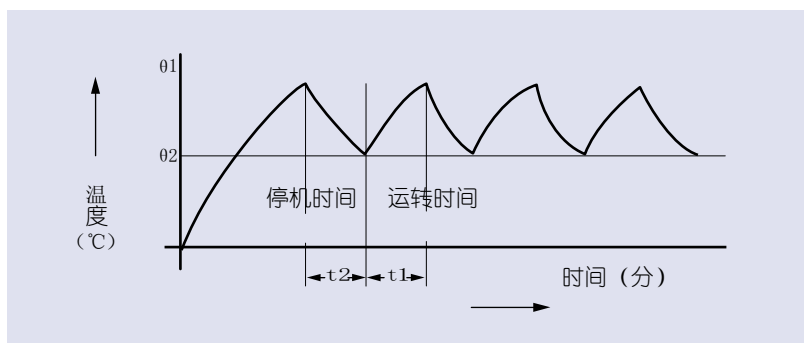


图3所示为热敏保护器的动作状况。如图所示，保护装置因温度的作用而反复开合。

本公司的设置温度如下：

海外标准对应规格电动机：

θ 1 (开) 130℃ ± 5℃

θ 2 (合) 90℃ ± 15℃

日本国内规格可变速型90W电动机

θ 1 (开) 120℃ ± 5℃

θ 2 (合) 77℃ ± 15℃

但是，该设置温度因环境状况和负载状况等情况而多少有些差异。另外，动作时间t1、t2也一样，因这些状况的不同而变。本公司的小型带齿轮电动机产品中，有附加热敏保护器的海外标准对应规格电动机，详见别的章节中的海外标准对应规格电动机。

# 使用注意事项

为了防患于未然、避免给设备的使用者带来危害或者造成物质财产损失、下面对用户必须遵守的注意事项作说明。

■ 对无视标示内容、采用错误的使用方法时将招致的危害和损害的程度用下述标示进行分类和说明。

	<b>危险</b>	有该标示的栏目的内容表示使用不当会引起灾难性的危险状况，有导致人员重伤甚至死亡的可能性。
	<b>注意</b>	有该标示的栏目的内容表示使用不当会引起危险状况，有导致人员受伤害或者物质财产受损害的可能性。



■ 用下表中列出的标记区分并说明用户必须遵守的事项。

	该标记表示用户不得进行的事项、即“禁止”事项。
	该标记表示用户必须进行的事项、即“强制执行”事项。


## 危险

	不在沾水的场所、有腐蚀性气体或者易燃性气体存在的环境中和附近有可燃物质的地方使用。	有引发火灾的危险
	速度控制器和电动机的附近不可放置可燃物。	
	不得在速度控制器的圆销上直接进行锡焊。	
	不得损伤导线，不得过分对导线施加力，不得在导线上放置重物，不得夹紧导线。	有导致触电、设备故障和破损的危险。
	不得在浸在油或水的状态下使用导线。	有导致烫伤和火灾的危险。
	不得在有强烈振动和冲击的地方使用。	有导致烫伤和触电的危险。
	绝对不得拆下控制器的速度设置旋钮。	有导致烫伤和触电的危险。
	不得用变频器驱动380/400V三相电动机。	有导致触电、人身伤害、火灾、故障和设备破损的危险。
	绝对不得触及电动机的旋转部分。	有导致人身伤害的危险。
	电动机机体会发烫，不得触及。	有导致烫伤的危险。
	不得用湿手进行配线和操作。	有导致触电和火灾的危险。
	配线作业必须由电气工程的专职技术人员来进行。	无专业知识的人员进行配线作业，有触电的危险。
	必须设置过电流保护装置漏电断路器、温度过高防止装置和紧急停止装置。	如果不设置，或者不进行检查确认，有引发触电和火灾的危险。
	发生地震后，必须进行安全检查确认。	如果不切断电源就进行作业，有引发触电的危险。
	进行巡回配线检修必须事先切断电源，确认无触电危险后再进行检修作业。	如果不切断电源就进行作业，有引发触电的危险。



## ⚠ 危险

	安装要确实可靠，以防地震时产生火灾或人身事故等灾难。	如果不设置，有引发触电、火灾、故障和设备破损的危险。
	外部要设置紧急停止电路，以便发生紧急情况时能立即停机并切断电源。	
	要安装在用金属之类的不燃物制作的底座上。	如果安装在可燃物制作的底座上，有引发火灾的危险。
	要安装在少尘、无水和油沾染的地方。	安装场所如果不适当，有导致触电、火灾、故障和设备破损的危险。
	测速发电机的配线要正确可靠。	导线连接错误或短路有引发触电和人身伤害的危险。
	发生停电或防过热装置动作时必须切断电源。	突然重新启动，有引发人身伤害的危险。
	不要设置在控制箱中，以免端子座部分容易被触及。	否则有导致人身伤害、触电、火灾、故障和设备破损的危险。
	导线的连接要确实可靠，通电部分要用绝缘物可靠绝缘。	导线连接错误或短路有引发触电、火灾、和设备故障的危险。
	电动机的接地端必须可靠接地。	否则有导致触电的危险。

## ⚠ 注意

	搬运时不得抓住导线或电动机的轴进行搬运作业。	有导致人身伤害的危险。
	要注意防止导致机器运转动作不稳定的因素。	
	发生停电时在复电后，有突然重新启动的可能性，所以不得靠近机械设备。重新启动后，要进行安全保护机构的设置。	
	要注意防止电动机的轴受到强烈冲击。	有导致设备故障的危险。
	要注意防止电动机受到强烈冲击。	
	不得在电动机上攀爬或放置重物。	有导致触电、人身伤害、设备故障和破损的危险。
	要注意避免给运转中的电动机的轴造成运动障碍。	否则有导致火灾、触电、设备故障的危险。
	要注意防止电动机的散热孔受到堵塞或异物进入。	否则有导致触电、火灾、的危险。
	电源不得频繁开启和关闭。	有导致火灾、人身伤害、设备故障和破损的危险。
	不得用强力拉扯导线。	否则有导致火灾、触电、人身伤害的危险。
	不得在施加有强电场的地方使用。	否则有导致人身伤害、触电的危险。
	不得在有阳光直射的地方使用。	
	不得在容易产生静电的环境中使用。	误动作会导致人身伤害。
	搬运时和安装作业时要防止跌落和颠倒。	否则有导致人身伤害、设备故障的危险。
	绝对不得使用电源容量小的滑动式变压器和普通变压器。	否则有导致火灾、触电、设备故障的危险。
不得使用铭牌或使用说明书上规定的规格以外的产品。	否则有导致触电、火灾、设备故障和破损的危险。	

## ⚠ 注意

	绝对不得进行分解、改造和修理。	否则有导致火灾、触电、人身伤害的危险。
	应该进行与本体重量和产品的额定输出相配的适当安装。	如果安装或设置不适当，有导致人身伤害和设备故障的危险。
	所设置的电动机和速度控制器的环境温度必须在工作温度和湿度的范围内。	
	安装时必须遵守规定的安装方法和方向。	否则有引发火灾的危险。
	速度控制器和电动机应该按照规定组合配对使用。	
	电动机的电磁制动控制用继电器与紧急停止时切断的漏电断路器和电路断路器继电器作串联连接。	如果不连接，有导致设备故障的危险。
	试运转应该在固定好电动机、并且使电动机与机械系统脱开后再进行。动作确认完成后，应该装配到机械系统上	机型错误和误接线会导致人身伤害。
	速度控制器应该用与电动机的额定电压相配的电压进行输入。	如果使用电压超过额定电压范围，有引发触电和火灾的危险。
	应该设置防止电磁制动器齿轮头空转和锁定、齿轮头润滑脂泄漏的安全装置。	如果不设置，有引发破损和污损的危险。
	电动机和外围设备的周围不得放置妨碍通风的障碍物。	障碍物会导致温度上升，有造成烫伤、引发火灾的危险。
	配线必须正确可靠。	误接线会导致触电和人身伤害。
	维护保养必须由专职的技术人员进行。	
长时间不使用时，必须切断电源。	误动作会导致人身伤害。	
	作废弃处理时应该按照工业废弃物处理。	



## 运转

### ■ 运转前


“首先请进行下列检查”：

- 连接到电源上的配线正确无误吗？
- 接地端确实可靠地接地了吗？
- 保险丝(或熔断器)和配线断路器的规格是否适合？
- 与装置的连接、各部分的螺栓有否松动？
- 润滑脂和油有无渗漏？

### ■ 试运转

“检查结束后，请进行试运转”。

- ① 连接负载前，先在电动机与齿轮头组装的状态下进行试运转，检查确认旋转方向、旋转速度、振动等项目有无异常，然后与设备或装置进行组装。

 强制	进行旋转方向的确认	误操作会导致人身伤害。
-----------------------------------------------------------------------------------------	-----------	-------------

- ② 开启电源，确认电动机平稳旋转，轴承和齿轮头无异常音。

### ■ 运转开始后

“确认负载是否适当”。

- 检测电流，调整负载，使电流值小于铭牌上记载的电流值。
- 安装的齿轮头的减速比为 $\geq 1/50$ 时，即使电流值小于铭牌上记载的电流值，齿轮头的轴转矩也有可能超过容许转矩值。请调整负载，一定要使齿轮头轴转矩在容许转矩范围之内。

“检查确认电动机的温升”。

- 运转开始后2~3小时内温升达到一定温度。但是，可逆转电动机和单相带电磁制动器的电动机的连续工作额定时间为30分。使用时请遵守时间额定规格。
- 请在机框表面温度90℃以下的条件下使用。（环境温度40℃时）

### ■ 停电时

“必须关闭电源开关”。

- 如果电源开关仍然保持开启状态，恢复供电时将会引发意想不到的事故，因负载状态的不同，有可能因为负载太大而发生烧损事故。

### ■ 运转中

- 正在运转中的电动机机体温度会升高，手或身体不要触及，以免烫伤。
- 发生异常时，要立即停止电动机的运转（检查后与购买产品的商店商谈）。

### ■ 其它注意事项

“请进行起动电压的检查确认”。使用电压计和滑动式变压器等工具，带齿轮电动机组装成为成品的状态下、确认起动电压低于下列值：

- ① 可逆转式电动机 额定电压的70%
  - ② 感应式电动机 额定电压的80%
- 电压波动可能造成设备起动不良。可逆式转电动机的静摩擦转矩，因不同产品的差异、运转时间的长短和温度的高低而发生变化，所以有发生起动不良的可能。

## 维护检查

为了保证电动机的安全、可靠的工作，希望用户能够进行定期的维护检查。

### ■ 维护检查时的要求

- 为了确保检查中的安全，电源的开启和关闭应该由检修人员自己进行。
- 运转中和运转刚刚停止时，请不要用手去触摸。  
(此时电动机的机体温度很高温)
- 实施电动机的兆欧试验(绝缘电阻测试)时，要先断开全部连接。  
实施电动机的兆欧试验的话，会引发故障。

### 日常检查

- 为了防止事故的发生，必须实施日常检查。
- 发现异常时、请恢复到正常状态。

检查项目	检查方法	检查内容
电压变化	电压计	额定值的 $\pm 2 \sim 3\%$ 工作电压的变化在规格值 $\pm 10\%$ 以内时在实用上没有问题，但不是能够保证电动机的性能和寿命的电压规格。
负载电流	电流计	铭牌记载值以内。
周围温度	温度计	$-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
温升	温度计	机框表面温度 $90^{\circ}\text{C}$ 以下(环境温度 $40^{\circ}\text{C}$ 时)
噪音	听感	无异常音和噪音水平增大。
振动	振动计·触感	无异常振动。
粉尘附着	目视	通风冷却不受尘屑等的阻塞。
漏油	目视	无润滑脂·油从与齿轮头的连接部和输出轴处泄漏。
绝缘电阻	绝缘电阻计	用500V兆欧计进行测试，电动机的绝缘电阻在 $50\text{M}\Omega$ 以上。 测量部位：电动机导线与接地端子间。
润滑脂泄漏	目视	确认电动机和齿轮头的外周无润滑脂或油的渗润现象。遇到有润滑脂泄漏引起问题的情况时，可以采取加保护盖等措施。
安装螺栓	转矩扳手	检查有无螺栓松动，如有松动，应予拧紧。

定期检查(每1-2个月一次)

- 电动机上有无积尘附着。
- 外壳有无变形和腐蚀。
- 绝缘电阻( $1\text{M}\Omega$ 以上)(机框和导线间)

## 使用条件

环境温度范围	$-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
环境湿度范围	85%RH以下
海拔高度	1000m以下
振动	$4.9\text{m/s}^2$ 以下
工作电源电压	额定电压(铭牌记载值 $\pm 10\%$ )※
工作电源频率	50/60Hz(铭牌记载值)

※ $\pm 10\%$ 是电源电压的波动范围，不是正常工作电压。

## 安装条件

安装场所的好坏对带齿轮电动机的寿命有很大影响，所以一定要选择符合下述条件的地方。

- ① 无雨水和射日光打到室内。
- ② 保管和工作的场所绝对不能受到 $4.9\text{m/s}$ 以上的振动、冲击、不得有灰尘、金属尘埃、油雾等污染物质、不得有水、油、研磨液等液体沾染、附近不得有可燃物腐蚀性气体(H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、Cl<sub>2</sub>等)空气中不得有引火性气体存在。
- ③ 应该是无湿气和油、水浸染的地方，还应该在远离炉子等热源的地方。
- ④ 应该是容易进行检查和清扫的地方。
- ⑤ 电动机不得设置在密闭环境中工作。密闭环境中的电动机的温升高，寿命短。