

2. 短时工作制: 电机只能在规定时间内, 由冷却状态开始短时运行, 其温升不超过允许值, 运行后电机停车时间相当长, 使电机各部分完全冷却到周围介质温度。如管道阀门电机、机床夹紧装置电机等。标准短时运行时间是 10、30、60、90min 四种。

3. 重复短时工作制: 电机的工作与停歇交替进行, 而且时间都比较短, 两者之和不超过 10min。在整个运行过程中, 电机温升在平均温升上下不断波动。如起重机电机、电梯电机等。

重复短时工作的暂载率 (或称负载持续率) $JC\%$:

$$JC\% = \frac{t_g}{t_g + t_o} \times 100\%$$

式中, t_g 为工作时间; t_o 为停歇时间; $t_g + t_o$ 为重复周期, 标准规定不得超过 10min。

标准暂载率为 15%、25%、40% 和 60% 四种。

电机温升与其工作制有很大关系。变动负载电机的温升取决于电机的负载图 (即一定重复周期内负载随时间变化情况)。同一电机, 其短时工作时间越长, 负载持续率越高, 其温升越高。在温升不超过一定允许值时, 电机的输出功率也越低。

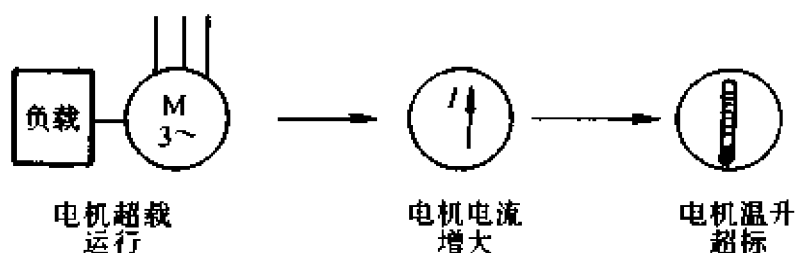
以 YZR180L-6 电机为例:

(S_3 工作制时)

负载持续率 (%)	15	25	40	60	100
输出功率/kW	20	17	15	13	11

如果把短时工作制的电机 (或负载持续率非 100% 的电机) 按相应的输出功率作长期连续工作, 则其温升将大大超过允许值, 将烧毁电机。

1.87 不要使电机超载运行



异步电机具有一定的短时过载能力, 当负载转矩超过电机的额定转矩但小于电机的最大转矩时, 电机仍然能够稳定运行。但超载运行使电机电流增

大，长时间超载运行使电机温升增高，绝缘过热老化，甚至烧毁电机。

1.88 不宜使电机长期轻载运行

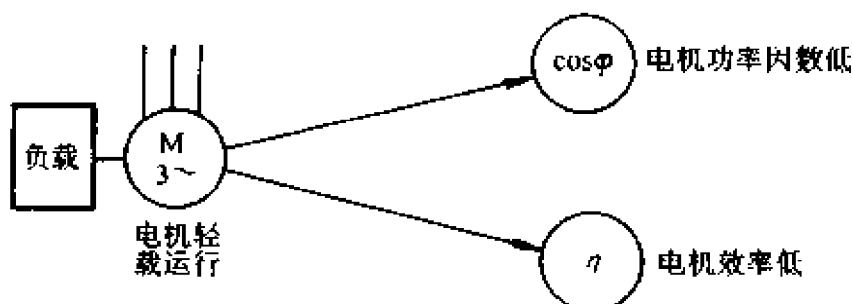
电机的功率因数和效率一般是随着负载的减小而减小的。电机容量选的太大，使电机长期轻载运行，电机的输出机械功率不能充分利用，功率因数和效率均较低，不但增加了设备费用，而且运行也很不经济。

电机功率的选择按如下公式计算：

$$P = \frac{P_2}{\eta_2 \eta}$$

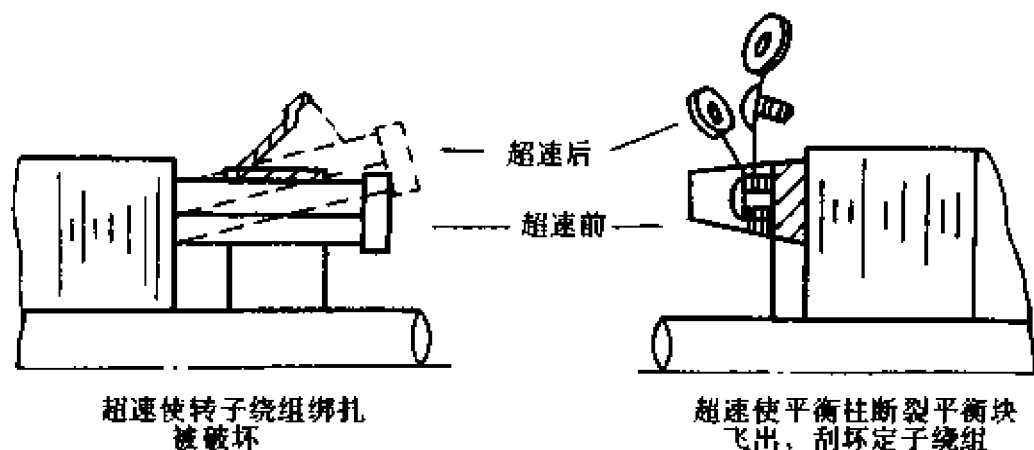
式中， P 为电动机的功率 (kW)； P_2 为生产机械功率 (kW)； η_2 为生产机械本身效率； η 为电动机效率。

按上式计算出的功率不一定与产品规格相同，所选择电动机额定功率应等于或稍大于计算值。



1.89 不要使电机超速运行

对电机的机械强度要求，应能承受规定的超速。电机出厂时都要求做超速试验：以 1.2 倍空载转速，历时 2min，不致产生残余有害变形。

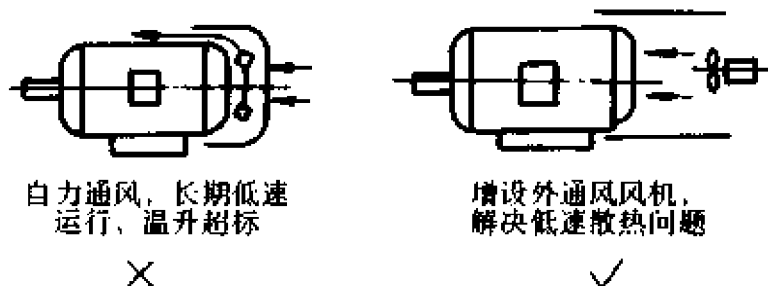


电机设计时,转子绕组端部的绑扎、换向器、槽楔、转子平衡块、转轴等都是按最高转速进行计算的。超过最高转速就会使零部件产生有害的残余变形,造成电机的损坏。

直流电机超速运行时,转速的稳定性差,换向不好。串励直流电机还可能发生飞车现象。

1.90 不要使电机长期低速运行

一般电机为“自扇冷”,即由转轴上带有风扇鼓风散热。电机低速运行,使风扇转速降低,风压、风量急剧减少,电机散热情况恶化,温升增高。长期低速运行,导致绕组发热严重而烧毁电机,所以一般电机不宜长期低速运行。



对于备有单独通风机的电机,只要通风条件良好,温升不超过容许极限,可以在低速下长期运行。

电机的变速运行,除了散热温升问题外,还必须考虑转矩及功率问题。

对于变频调速运行的同步电机、异步电机,由同步速以下减速时,其电压和频率成比例下降,电机为恒转矩运行,其输出功率和转速成比例下降。低速时要采取措施保持转速的稳定。由同步速以上增速时,其电压不变,频率增加,转速上升,磁通减少,转矩减少,为恒功率运行。

直流电机当采用降低电枢电压降低转速时,为恒转矩运行,其输出功率和转速成比例下降。当采用减少励磁电流、减少磁通、增高转速时,为恒功率运行,其转矩随转速上升而减少。

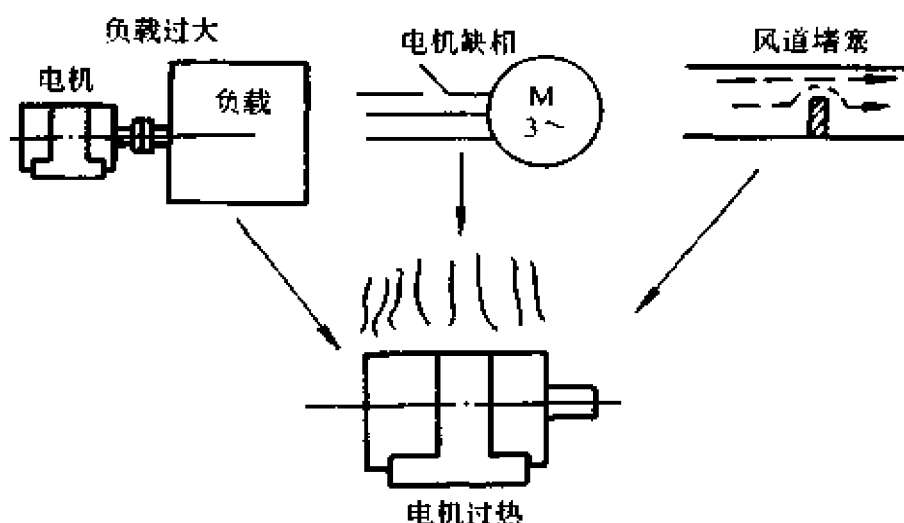
1.91 不要使电机过热运行

电机铭牌上标有电机的绝缘等级,每种绝缘等级都有相应的允许最高工作温度,如B级绝缘为 130°C ,F级绝缘为 155°C 。电机的温升为电机温度和环境温度的差值。电机的允许温升为电机允许最高工作温度和最高允许环境温度的差值。此差值由电机制造厂根据电机设计、结构情况,在产品技术条件

中规定。如 Y 系列三相异步电动机，其允许最高环境温度为 40℃，电机允许温升对 B 级绝缘为 80℃，F 级绝缘为 110℃。

电机运行时如果温升超过其允许值，电机的绝缘材料因过热而加速老化变脆，绝缘强度、机械强度降低，最后因绝缘损坏而烧毁电机。

发现电机过热，应分析原因，消除故障后方可继续运行。若由于电机过载时，则应减轻负载或更换容量大的电机。若电机缺相运行时，则应检查电源或开关触点，排除故障。还要检查电机通风情况，清除风路中的障碍物。



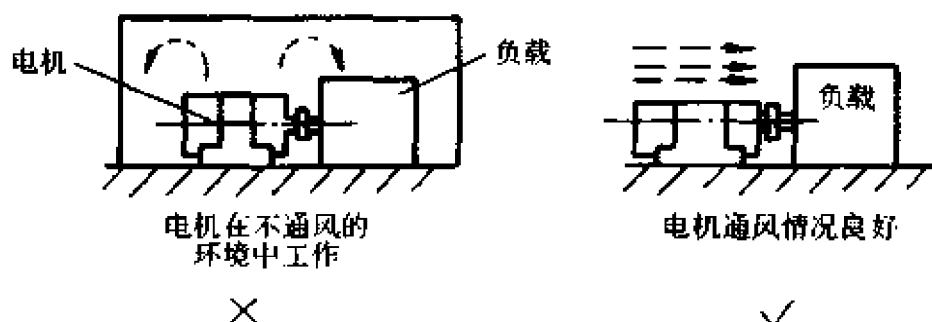
1.92 不要使电机在不通风的环境中工作

一般电机通风冷却的方法为自力通风，即由装在电机轴上的风扇通风冷却。电机运行中产生的热量由该风扇所产生的冷却空气带走。

损耗、风量和温升的关系是：

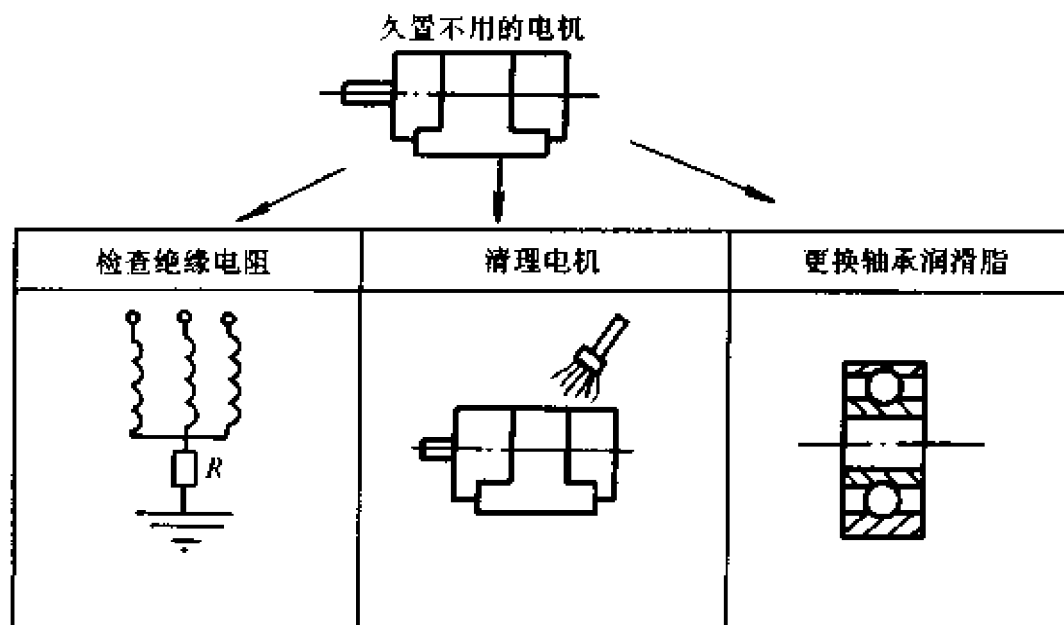
$$q = \frac{\Sigma P}{c\theta}$$

式中， q 为风量； ΣP 为电机损耗； c 为空气比热容； θ 为进口、出口空气温差。



电机运行在不通风的环境下,由于风阻大,风量小,导致电机冷却空气温差大,电机散热困难,温升增高。长期过热运行,容易烧毁电机。

1.93 不要将久置不用的电机直接投入运行



久置不用的电机由于受潮及粉尘的影响,绝缘电阻比较低。如果不采取措施直接投入运行,则可能发生设备、人身安全事故。所以在使用前应检查电机定、转子绕组各相间及绕组对地的绝缘电阻。绝缘电阻 R 应大于下式所求得的数值

$$R = \frac{U_N}{1000 + \frac{P}{1000}} \quad (\text{M}\Omega)$$

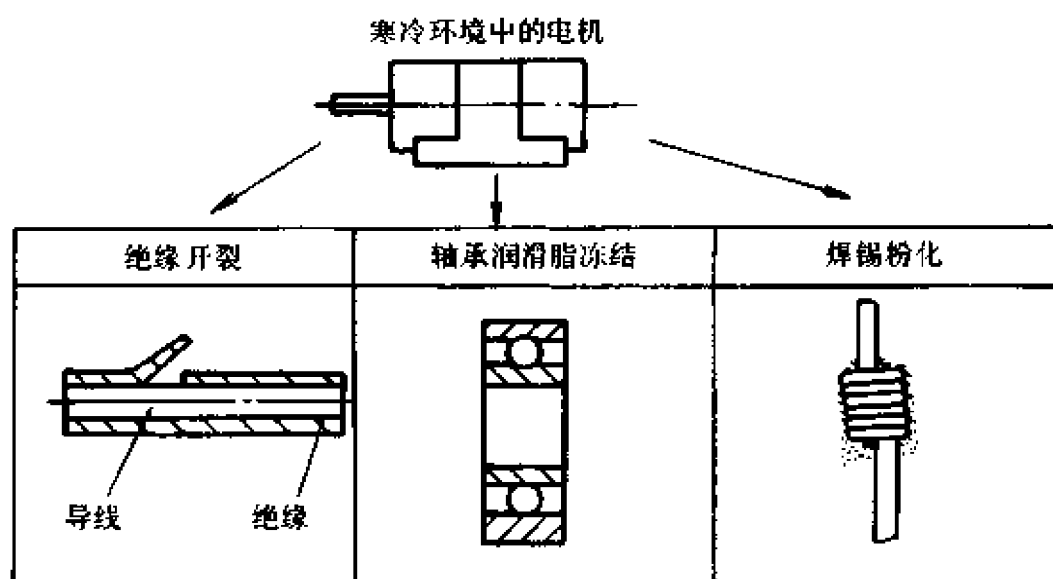
式中, U_N 为电机绕组的额定电压 (V); P 为电机的额定功率 (kW)。

对于 $U_N = 380\text{V}$ 的电机, $R > 0.38\Omega$

如果绝缘电阻稍低,则可使电机空载运转 2~3h 自行烘干,然后再逐渐增加负载。也可以用 10% 额定电压的低压交流电通入绕组或将三相绕组串联后用直流电烘焙,保持电流在额定电流值 50% 左右。还可以用风机送入热空气或以加热元件加热等,均可使潮气除去,绝缘电阻上升。仔细清除电机各部分的尘埃导电覆盖层也是非常重要的。

轴承润滑脂一般保存期为一年。久置不用的电机应清除旧的润滑脂,换上新的,再继续使用。

1.94 不要任意起动寒冷环境中的电机

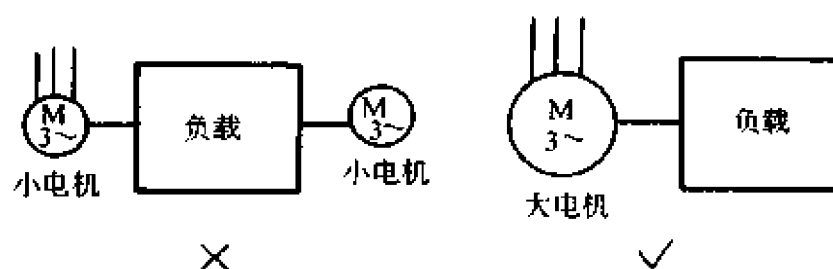


低温对电机性能的影响：

1. 低温时绝缘材料变得硬脆容易开裂。
2. 低温时轴承润滑脂会冻结发硬，使电机不能起动。
3. 导线接头如用锡焊，低温时锡会成粉末状。

因此，寒冷地区必须对电机加热保温，使其温度不致过低，运转前应对绕组及轴承进行检查，并采取相应措施后，方可起动电机。

1.95 不宜把小电机串、并联当大电机用

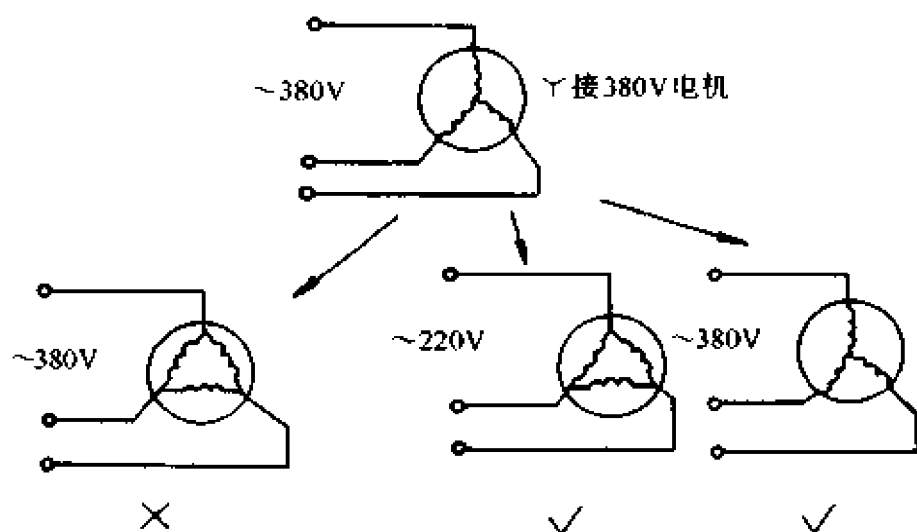


两台容量为一台大电机一半的小电机，是否可以经过串、并联后，合起来当一台大电机用？从容量上来看是可以的，但从经济上看是不可行的。

电机设计理论告诉我们，电机容量越大，单位容量消耗的有效材料越少，单位容量的电机成本越低，单位容量的电机损耗越低，电机效率越高。

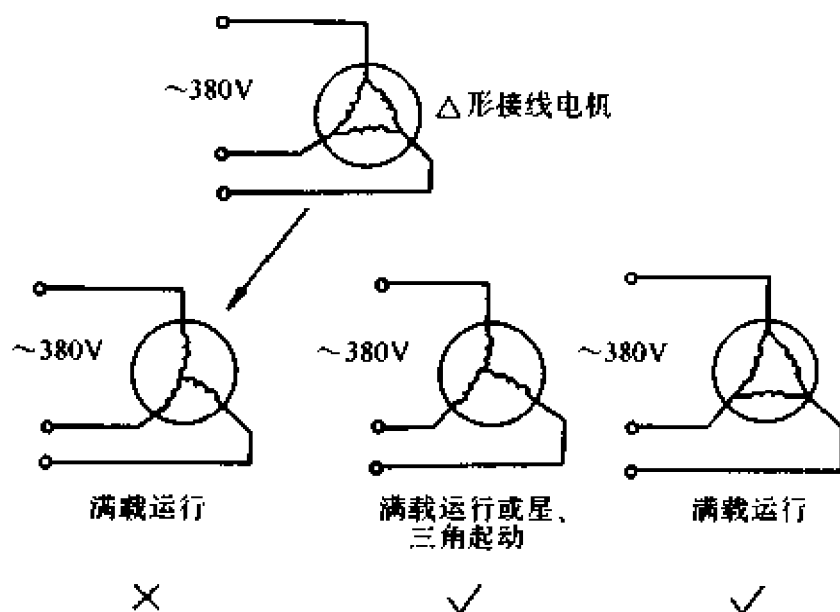
以两台小电机代替一台大电机，无论从材料消耗、成本及耗电量上看都是不经济的，非特殊情况不宜采用。

1.96 不要把三相绕组为Y形接线的电机接成△形接线



异步电动机铭牌上注明接线方式为 Δ/Y , 220/380V, 是指电动机绕组为 Δ 形接线时, 应接于 220V 线电压, Y形接线时应接于 380V 线电压。如果将这种电机 380V 线电压时的Y型接线误接成 Δ 形接线, 即绕组的相电压增加了 $\sqrt{3}$ 倍, 定子铁心处于高度饱和状态, 铁心损耗大大增加, 励磁电流将急剧增加, 引起定子绕组严重过热, 导致电动机烧毁。

1.97 不要任意把△形接线改成Y形接线

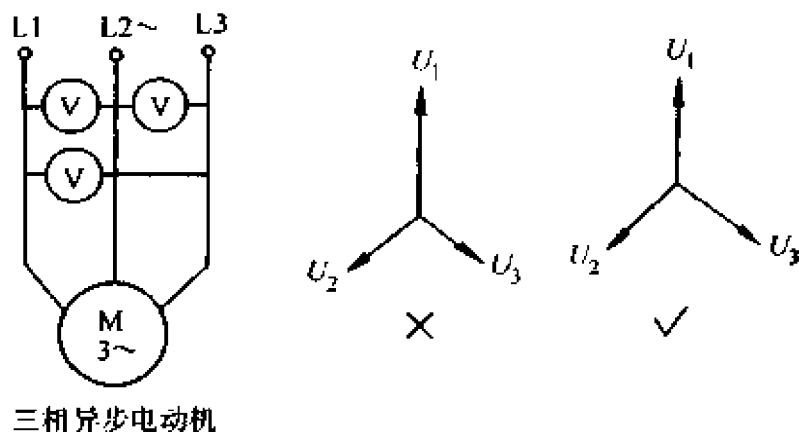


380V、 Δ 形接线的电动机起动时,通过开关转换将三相绕组接成Y形,使电机的相电压由 380V 降至 220V。起动完成再改成 Δ 形接线,相电压为额定电压 380V,转入正常运行,这就是星形三角形降压起动法,可以降低起动电流,减少对电网的冲击。

Δ 形接线的电机改成Y形接线还可以用于电动机轻载运行的场合。当电动机的负载小于额定功率的 40%时,由于电流有功分量较小,无功分量——励磁电流成为定子电流的主要成分,电机的功率因数、效率不高。在这种情况下,如果将 Δ 接改成Y接法,即相电压由 380V 降至 220V,励磁电流将显著降低,电机电流将随之降低,电机的效率、功率因数提高,电机温升降低。这种改接对轻载运行有利。

但当电机运行在额定负载、电压为额定电压 380V 时,如果把 Δ 形改成Y形接法,则由于相电压降低 $\sqrt{3}$ 倍,引起磁通减少,为了保持转矩不下降,定子电流要相应增加,使电机的损耗、温升增加,可能烧毁电机。所以不要任意地把 Δ 形接线改成Y形接线,要看负载情况而定。

1.98 不要使电机在三相电源电压不平衡下运行



电源三相电压不平衡,使电机三相电流不平衡,在电机内产生负序磁场,其旋转方向和电机的转向相反。由于负序磁场的制动作用,使电机的转矩减少,电流增大,损耗增加,电机发热,还会产生电磁噪声。所以当三相电压不平衡超过标准规定的数值时,不允许电机投入运行。

国家标准规定,三相电压中任何一相电压与三相电压的平均值之差不得超过三相电压平均值的 5%,即

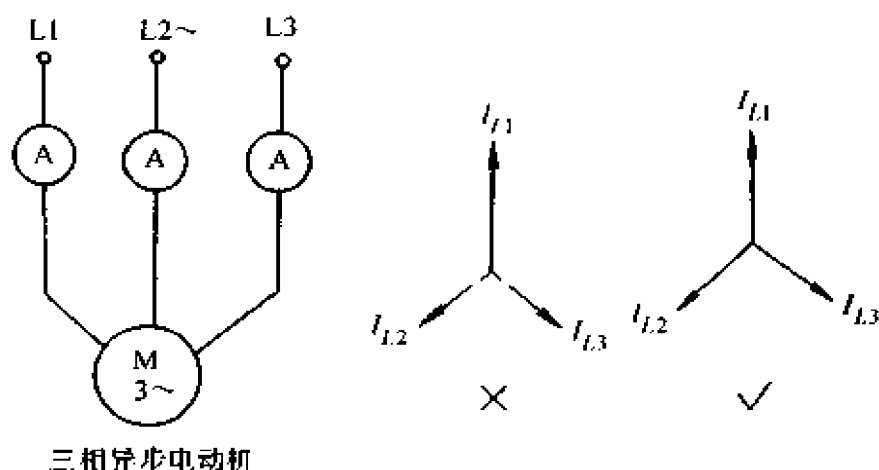
$$\frac{U_{\phi} - U_p}{U_p} \times 100 < 5\%$$

式中, U_{ϕ} 为任何一相电压; U_P 为三相平均电压

$$U_P = \frac{U_{\phi 1} + U_{\phi 2} + U_{\phi 3}}{3}$$

三相电压不平衡,可能是由于供电线路中某一相线路压降太大造成的(如接触器触点接触不好,甚至断相)。应找出原因,及时排除故障。

1.99 不要使电机在三相电流不平衡下运行



电机三相电流不平衡对电机性能的影响见 1.98 的说明。三相电流不平衡的原因有:

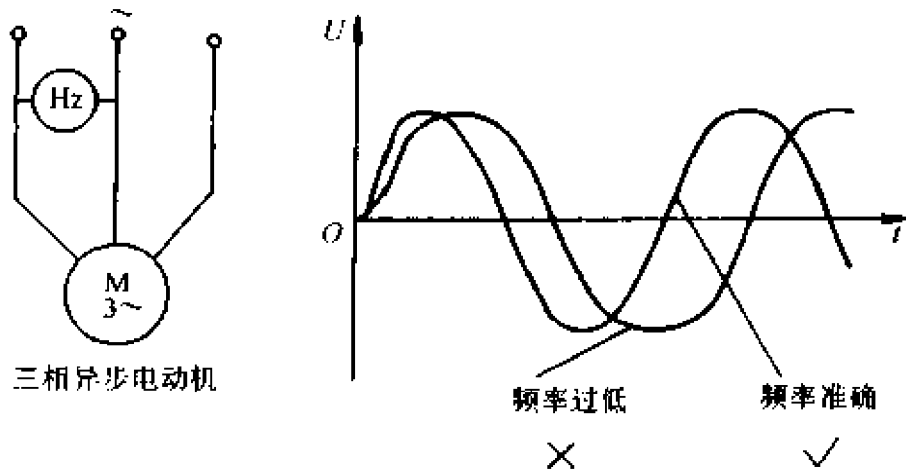
1. 三相电压不平衡。
2. 电机内部某相某支路接头部分焊接不良或接触不好。
3. 电机绕组有匝间短路或对地、相间短路。
4. 接线错误。

一般要求电机三相电流中任何一相与三相电流平均值的偏差不得超过平均值的 10%。当超过此值时,应查明原因,排除故障后再运行。

1.100 不要使电机在电源频率过低下运行

电源电压一定时,频率下降使磁通增加,电机设计中一般使硅钢片工作在磁化曲线的饱和区,磁通增加使励磁电流增加较多,功率因数下降,电机电流增大,铜损耗增加,效率下降。频率下降还使电机转速下降,风量减少,散热困难,电机温升增高。

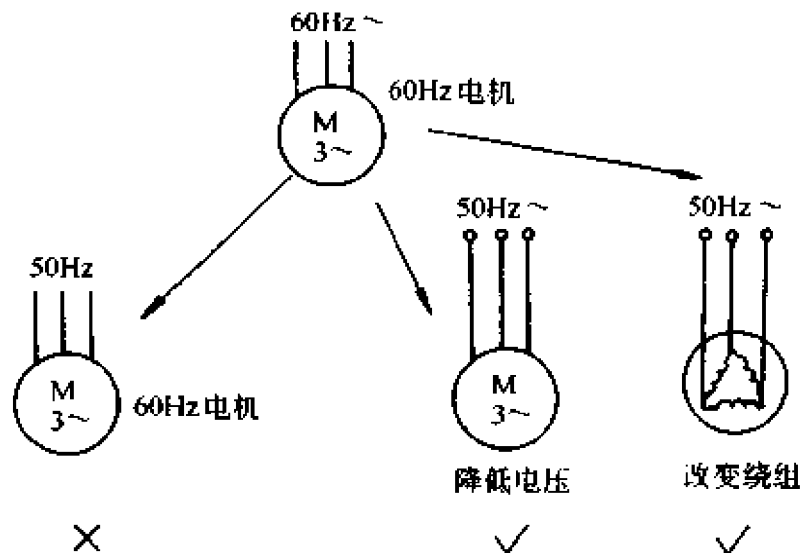
总的看来,电源频率下降,不但使电机输出功率减少,而且使各项性能变坏,严重时还可能因线圈过热而烧毁。所以电机不得在频率低于国家标准规定值以下运行。



国家标准规定，电源频率和额定频率相差不得超过 $\pm 1\%$ 。当额定频率为50Hz时，电源频率应在49.5~50.5Hz的范围内。

1.101 不要直接把60Hz的电机用于50Hz的电源

如上条所述，电源频率下降对电机性能有许多不利的影响。把原来电源频率为60Hz的电机接在50Hz的电源上，频率减少了10Hz，大大超过1%的范围，电机发热严重。



所以一般不允许这样使用电机。如果确实需要时，则必须降低电机的额定功率，并采取下列措施之一：

1. 按频率下降的比例降低电源电压。
2. 重新改制电机绕组。