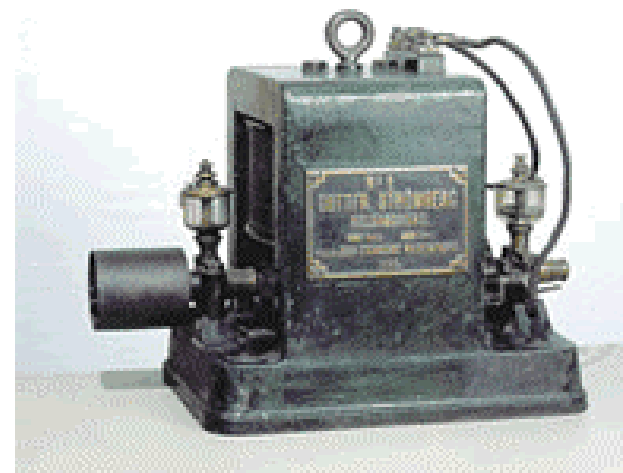


# 上海ABB电机

2010年7月1日



热烈欢迎您们加入**ABB Motor** , 加入到精彩的电动机世界!

Shu Wu Yi  
Technical Training Manager  
Sales & Marketing Dept.

地址: 上海闵行区天宁路88号  
电话: 021-54725609  
传真: 021-54723930X56392  
Mail: wuyi.shu@cn.abb.com



# 上海ABB电机

## 导线标识

低压三相交流系统由三相火线L1、L2 和L3 以及中线N 组成。中线连接到发电机或变压器二次侧中性点上。单相交流系统可单独由两相火线组成，或者由一相火线和中线组成。

## 工作电压

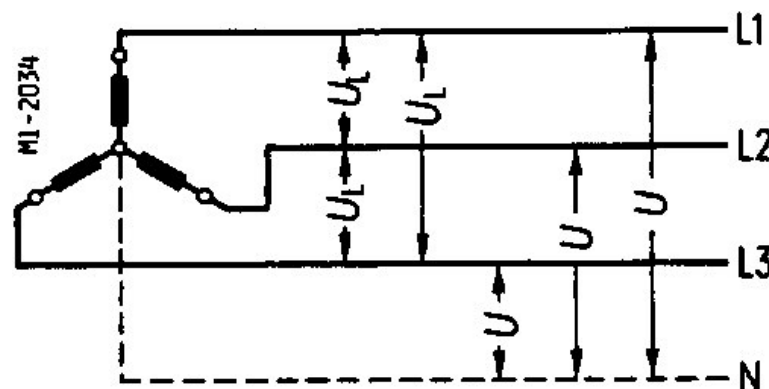
两相火线（L1、L2 和L3）之间的电压是线电压（或系统电压）。一相火线和中线之间的电压是相对中线电压（或相电压）。三角形连接时，线电压就是相电压。

$$U_L = 1.7321 \cdot U$$

$U_L$ : 线电压

$U$  相对中线电压（相电压）

## 三相电动机的线路连接



# 上海ABB电机

低压三相交流系统的标准电压额定值如下：

| 线电压 (UL) V | 相对中线电压 (U) V | 标准系统标识V |
|------------|--------------|---------|
| 380        | 220          | 220/380 |
| 400        | 230          | 230/400 |
| 500        | 290          | -       |
| 660        | 380          | 380/660 |
| 690        | 400          | 400/690 |

# 上海ABB电机

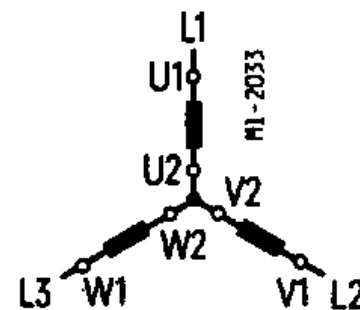
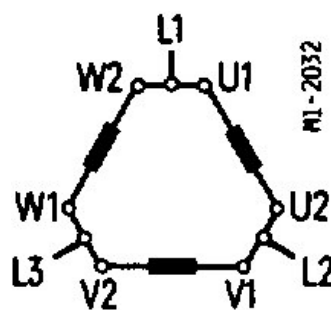
绕组额定值为220V  $\Delta$  /380V Y 的电动机，在接线端子板上进行适当连接，可直接起动并在220V 或380V 电源下运行。为在不同工作电压（220、380、500V）供电系统中运行，星形-三角形起动的电动机配备了非标准绕组（多电压设计，例如220V  $\Delta$  /380V  $\Delta$ ）。在这种情况下，输出功率额定值仅为标准值的90%左右。因此，应按照工作电压、起动方法及绕组类型连接接线盒中的接线端子板。例如，具有220V  $\Delta$  /380V Y 绕组的三相电动机的连接方式（仅对一种转速）如下：

## 220V $\Delta$ /380V Y 绕组直接起动，工作电压

绕组相连接：

220V

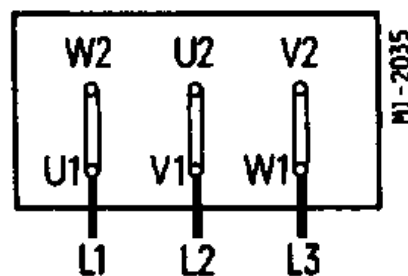
380V



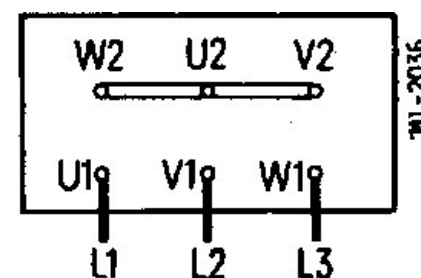
# 上海ABB电机

接线端子板连接:

Δ 连接

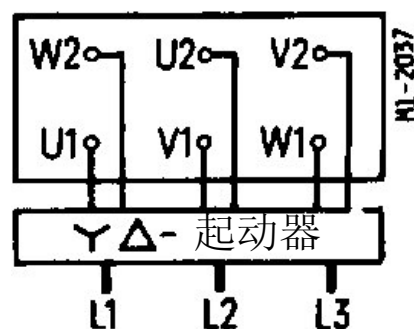


Y 连接



星形-三角形 Y Δ 起动， 工作电压220V三相绕组的引线接入星形-三角形起动器

Y - Δ 连接

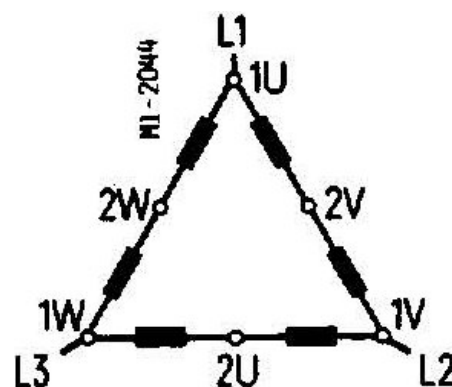


# 上海ABB电机

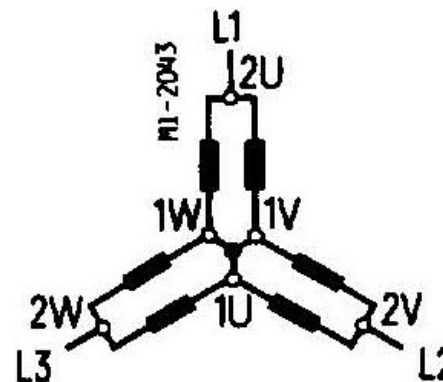
**三相电动机的旋转方向：** 从机器驱动端看去，三相电动机端子的标识应使字母顺序U1、V1、W1对应于顺时针旋转的相序。无论电动机输出功率和电压额定值是多少，甚至它们可能就不适合顺时针方向旋转，本规则都适用。可以通过相互交换两相接线使旋转方向反向。故在起动电动机之前，必须检查对于所需旋转方向，相序是否正确。

**变极电动机的连接：** 产品目录中所列的标准变极电动机在任何转速下均只适合于直接起动。开始以最低转速起动，直到达到第一个绕组额定转速时，才能有效切换至较高转速，在这种情况下，变极电动机的转矩分类才适用。从1个绕组的2速连接（Dahlander）

标准输出额定值的绕组： 低速



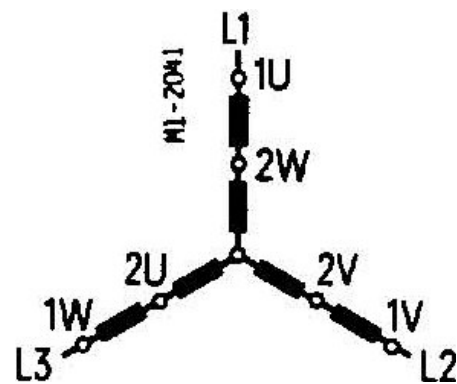
高速



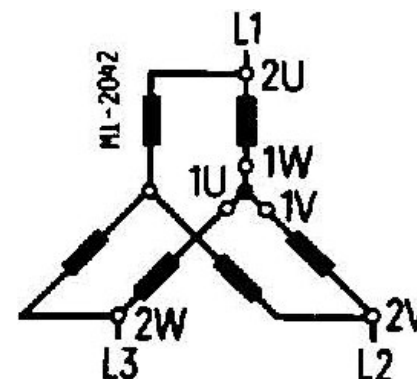
# 上海ABB电机

用于风机驱动的输出额定值的绕组:

低速

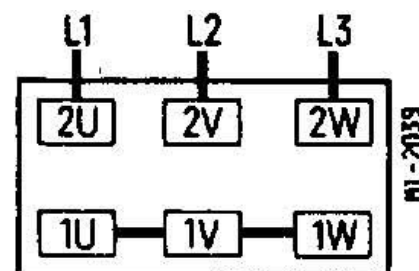
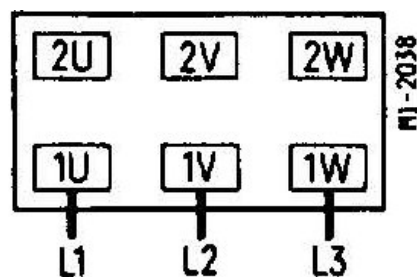


高速



端子图:

变极电动机的典型连接



# 上海ABB电机

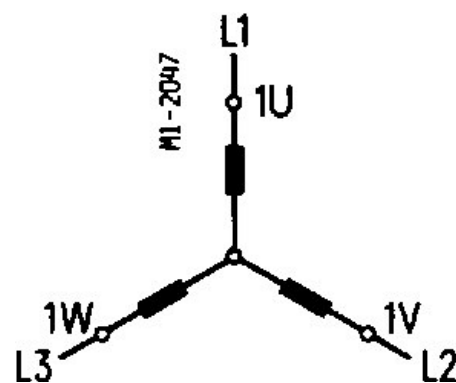
## 有振幅调制原理连接绕组的变极电动机:

通过在振幅调制原理电路中连接变极电动机的绕组，可由一套绕组提供两种转速，比率不是**2:1**。振幅调制原理电路基于电极振幅调制原理。极数通过调制由于各多线圈中电流反向产生的最初场激励曲线进行改变。具有振幅调制原理连接绕组的电动机输出可以比相同尺寸，两个单独绕组的电动机更高。有振幅调制原理连接绕组的变极电动机用于正常输出额定值（在两个转速上具有大致相同的转矩），以及平方转矩特性的驱动。

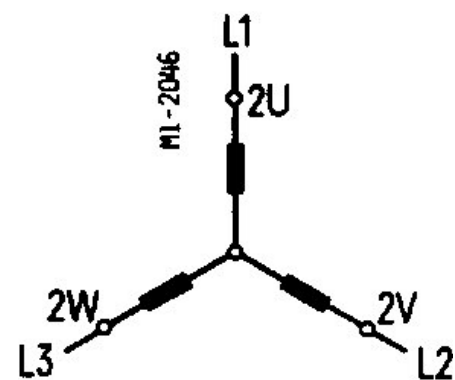
# 上海ABB电机

用于双速的两套绕组的连接:

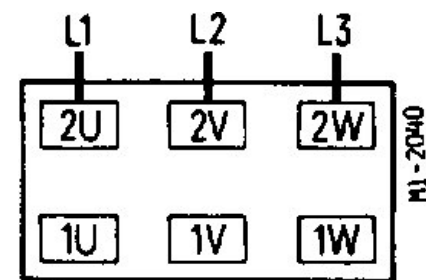
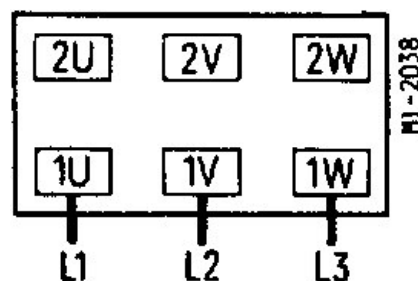
低速



高速



端子图



注：电动机可以有一个或者两个三角形连接的绕组，电源接线保持不变。

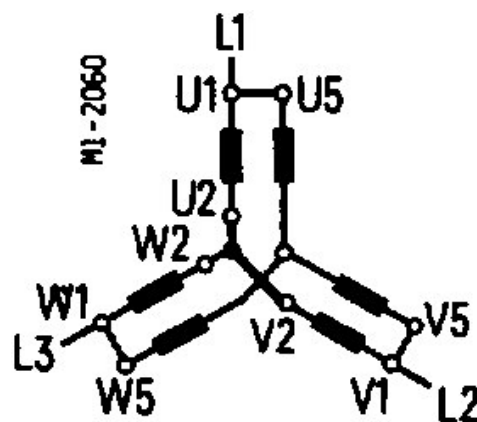


# 上海ABB电机

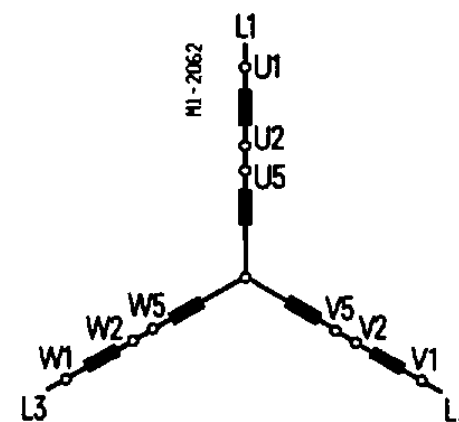
倍电压电动机的连接:

下面的电路图适用于9 端子接线盒电动机:

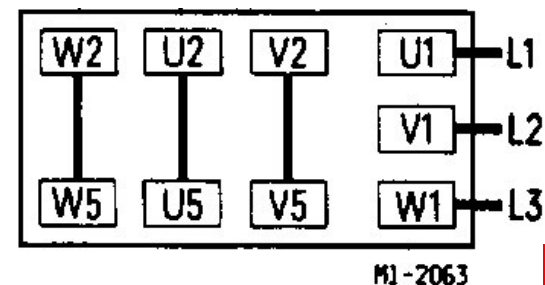
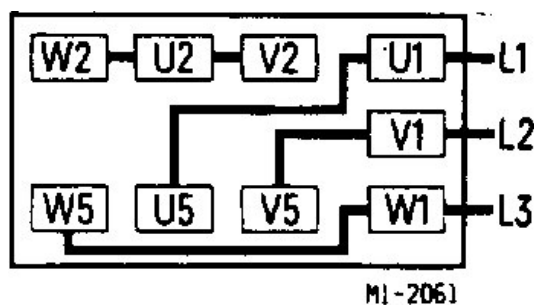
用于额定电压为230V YY



460VY绕组的电动机



端子图



M1-2063



# 上海ABB电机

## 视在功率额定值:

低压配电系统由发电机直接供电或者由高压系统通过变压器供电。发电机或变压器的kVA 额定值至少必须等于所有电动机的视在功率额定值的总和（考虑同时运行的最恶劣情况）。

视在功率额定值这样计算:

对于三相电动机: $PS=1.7321 \cdot U \cdot I / 1000$

Ps: 视在功率额定值, 单位kVA

U: 额定电压, 单位V

I: 额定电流, 单位A

## 电源电压波动:

根据GB755, 当供电电压在额定值的95%和105%之间变化, 并将沿馈电电缆的任何压降考虑在内时, 电动机必须仍然能够在额定频率下输出额定功率。在此过程中, 最多可以超过适当绝缘等级的最高允许温度10K。



# 上海ABB电机

计算功率和转矩： 必须精确了解额定工况下从动机所需的传动功率[W]、传动转矩[Nm]以及工作转速[（转/分钟）]

$$P = M \cdot n / 9.55$$

$$M = 9.55 \cdot P / n$$

P: 功率, 单位W;  
M: 转矩, 单位Nm;  
n: 转速, 单位r/min;

把功率从kW 转换到公制马力,  
 $kW = 0.736$  公制马力  
公制马力 =  $1.36kW$

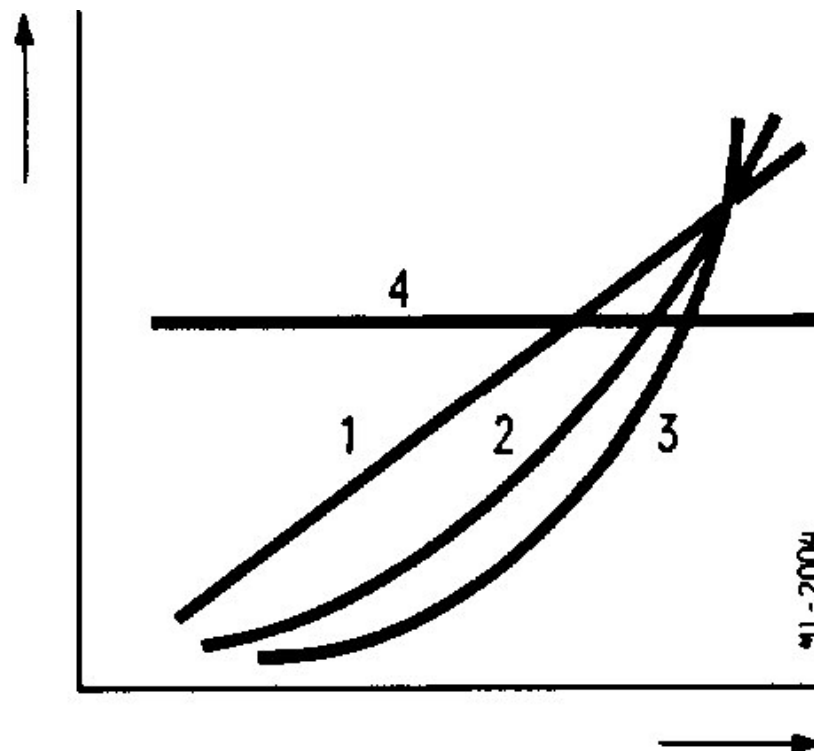
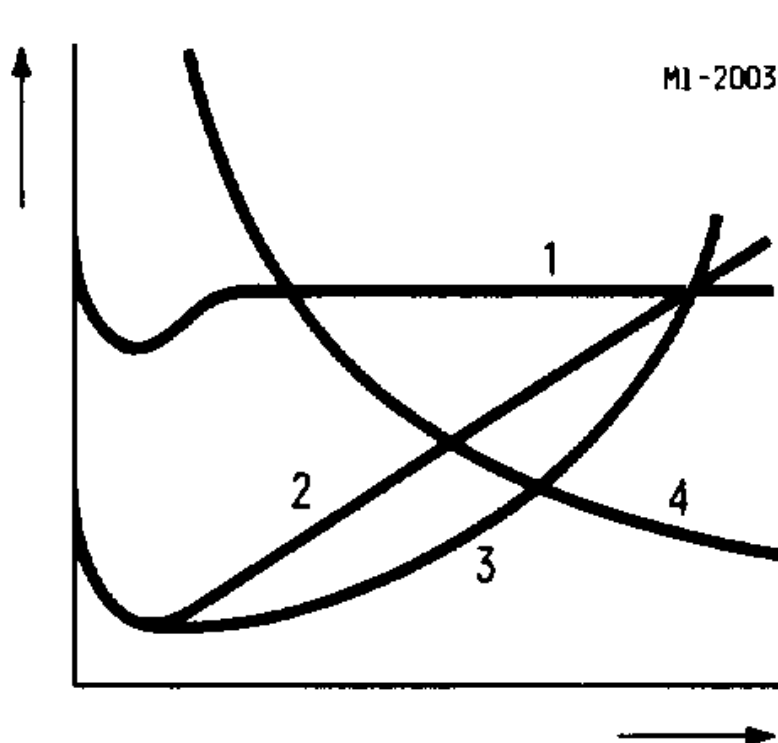
转换英制马力:  
 $kW = 0.746$  马力  
马力 =  $1.34kW$



# 上海ABB电机

## 负载转矩特性:

为了校核传送的起动和制动过程，必须有从动机转矩（负载转矩）与转速的关系图。  
一些典型的基本负载转矩/转速和功率/转速曲线如下所示。

**ABB**

# 上海ABB电机

必须尽可能精确地了解起动转矩或者静转矩

1. 转矩几乎不变的（恒转矩）：功率与转速成正比。典型适用于在恒定压力下的起重机、往复泵和压缩机。罗茨鼓风机、辊筒缩绒机、传送带、无风扇滚轧机、恒定切削力机床。龙门刨床；有时也包括剪切机、冲床和碎木机。
2. 转矩随转速成比例地增加；功率与转速的平方成正比。用于平滑纤维和纸张的机器，以及洗衣店绞干机和研光机。
3. 转矩随着转速的平方成比例地增加；功率与转速的立方成正比。适用于离心泵、风机和在开放式管道系统中传送的往复式机器。（向关闭的阀门输送时，最终值大约为向打开阀门输送时值的50%）。有离心作用的机器；以及船舶推进器、搅拌器、迎着空气阻力的离心和直线运动，例如铁路、螺杆式压缩机。
4. 转矩的降低与转速成反比；功率不变。只适用于自动控制，例如配备车床和类似的机床，绕线机和粉碎机。

# 上海ABB电机

对于使用皮带或齿轮的传动系统，转矩应按电动机转速进行折算：

$$M1=M2 \cdot n2 / (n1 \cdot \eta G)$$

M1 电动机轴上的转矩；

M2 从动机轴上的转矩；

n1 电动机的转速；

n2 从动机的转速；

$\eta G$  齿轮传动效率。

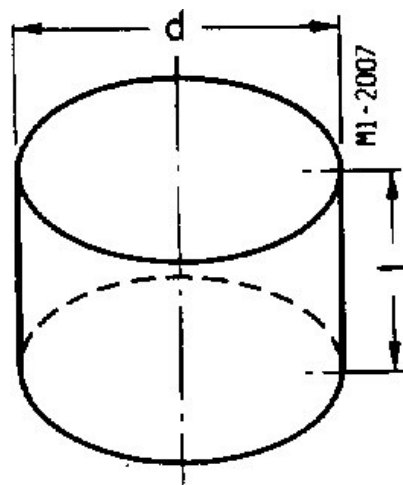
# 上海ABB电机

## 计算转动惯量:

除了转矩/转速曲线用于检验起动和制动过程外，还必须了解机器和联轴器的转动惯量，单位kgm<sup>2</sup>，折算至电动机轴的转速。

同轴上的多个旋转质量体的转动惯量可以相加，得出一个组合的转动惯量。类似地，单一的复杂旋转质量体也可以分解为一些易于计算的转动惯量部分，随后相加得出总转动惯量。在复杂体情况下，特别是整套从动机，最好通过减速试验确定旋转部分的转动惯量。

对于恒定长度/和直径d 的圆柱体，转动惯量为：转动惯量  $J=1/8 \cdot m \cdot d^2 \cdot l$

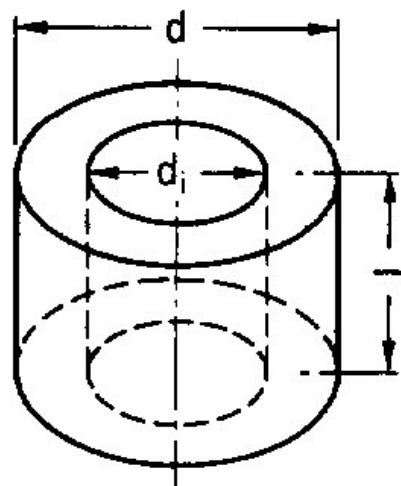


其中  $m = \rho \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot l$

# 上海ABB电机

对于恒定长度/和直径 $d$  及 $d_i$  的空心圆柱体，转动惯量为：

$$\text{转动惯量 } J = \frac{1}{8} m (d^2 + d_i^2)$$



$$m = \rho \frac{\pi}{4} (d^2 - d_i^2) l$$

$J$  转动惯量，单位 $\text{kgm}^2$ ；

$m$  质量，单位 $\text{kg}$ ；

$\rho$  密度，单位 $\text{kg/m}^3$ ；

$d$  直径，单位 $\text{m}$ ；

$d_i$  内径；

$l$  长度，单位 $\text{m}$ 。

将任何特殊转速的转动物体的转动惯量折算到指定的电动机轴转速，  
或用于把作直线运动的质量的数值转换为相当的转动惯量：



# 上海ABB电机

## 电动机选型:

选择合适的电动机需要考虑的各种因素包括：从动机的功率要求、工作制、起动、制动和反转过程、外部转动惯量、从动机的转矩特性、转速控制、电源状况、冷却介质温度和现场海拔。

电动机的额定输出功率是在轴上可以获得的机械功率:

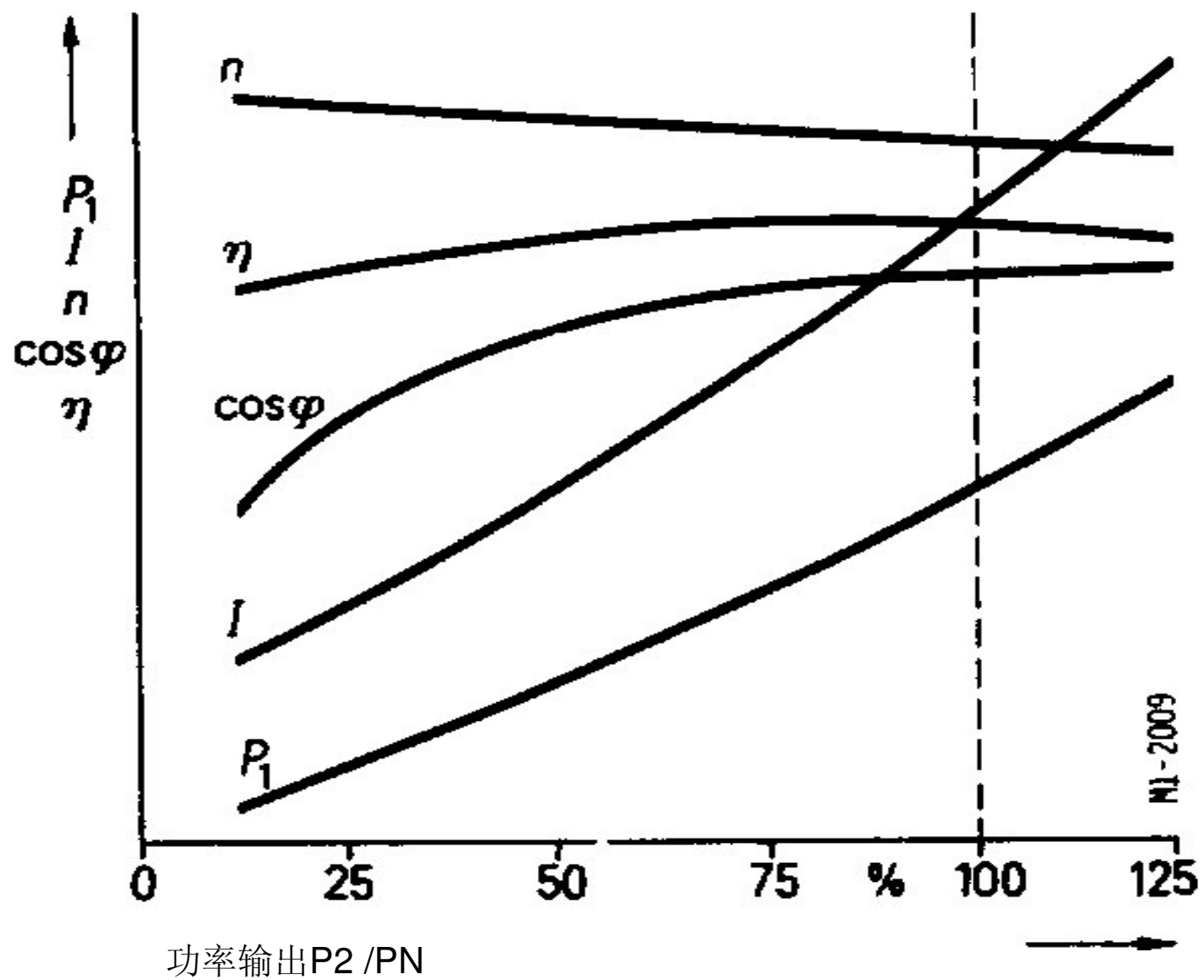
对于极数在2 与8 之间的全封闭风扇冷却鼠笼式感应电动机，功率输出额定值在GB/T4772.1的第一数系中规定。

在GB755中并未提供连续过载。但是，允许1.5 倍额定电流持续过载 2 分钟。如果过载更高（比如在起动期间），则必须相应减少时间。

电动机的额定输出应与从动机所需功率匹配。功率过大的电动机有以下缺点：起动电流更高，需要大熔断器和大截面电缆。因为功率因数（有时包括效率）部分负载时不如在满载时好，运行不经济。



# 上海ABB电机



# 上海ABB电机

与负载**P2** 有关的电动机的工作  
值:

**P1** 吸收的有效功率

**P2** 轴上的功率输出, kW

**Pw** 有效的有功功率输入, kW

**Ps** 视在功率, kVA

**Pb** 无功功率, kVAr

**U** 工作值, V

**I** 电动机电流, A

$\eta$  效率, %

$\cos\varphi$  功率因数



# 上海ABB电机

电动机需要来自供电系统的以下工作值：

$$\text{有功功率: } P_w = \frac{P_2 \cdot 100}{\eta}$$

$$\text{视在功率: } P_s = \frac{P_2 \cdot 100}{\eta \cdot \cos \varphi}$$

$$\text{或者: } P_s = \frac{U \cdot I \cdot \sqrt{3}}{1000}$$

$$\text{无功功率: } P_b = \frac{P_2 \cdot \tan \varphi \cdot 100}{\eta}$$

$$\text{输入电流: } I = \frac{P_w \cdot 1000}{U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}$$

$$\text{或者: } I = \frac{P_2 \cdot 1000 \cdot 100}{U \cdot \eta \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}$$



# 上海ABB电机

交流电动机的工作值随着供电系统电压和频率的变化而变化：

电压改变，而频率保持不变：

转矩特性（堵转转矩、最小转矩和停转转矩）的变化大致与电压的平方成比例。电流特性（堵转电流）的变化与电压大致成正比。

由于转矩特性改变，对于恒定的负载转矩转速也不同，电流的变化与电压大致成反比：

当电压偏差在额定值的 $\pm 5\%$ 以内时，电动机能够继续输送其额定功率。不超过GB755允许的10K 温升。当与IEC 标准电压额定值的偏差在 $\pm 10\%$ 以内时，可以保持相同的温升值。

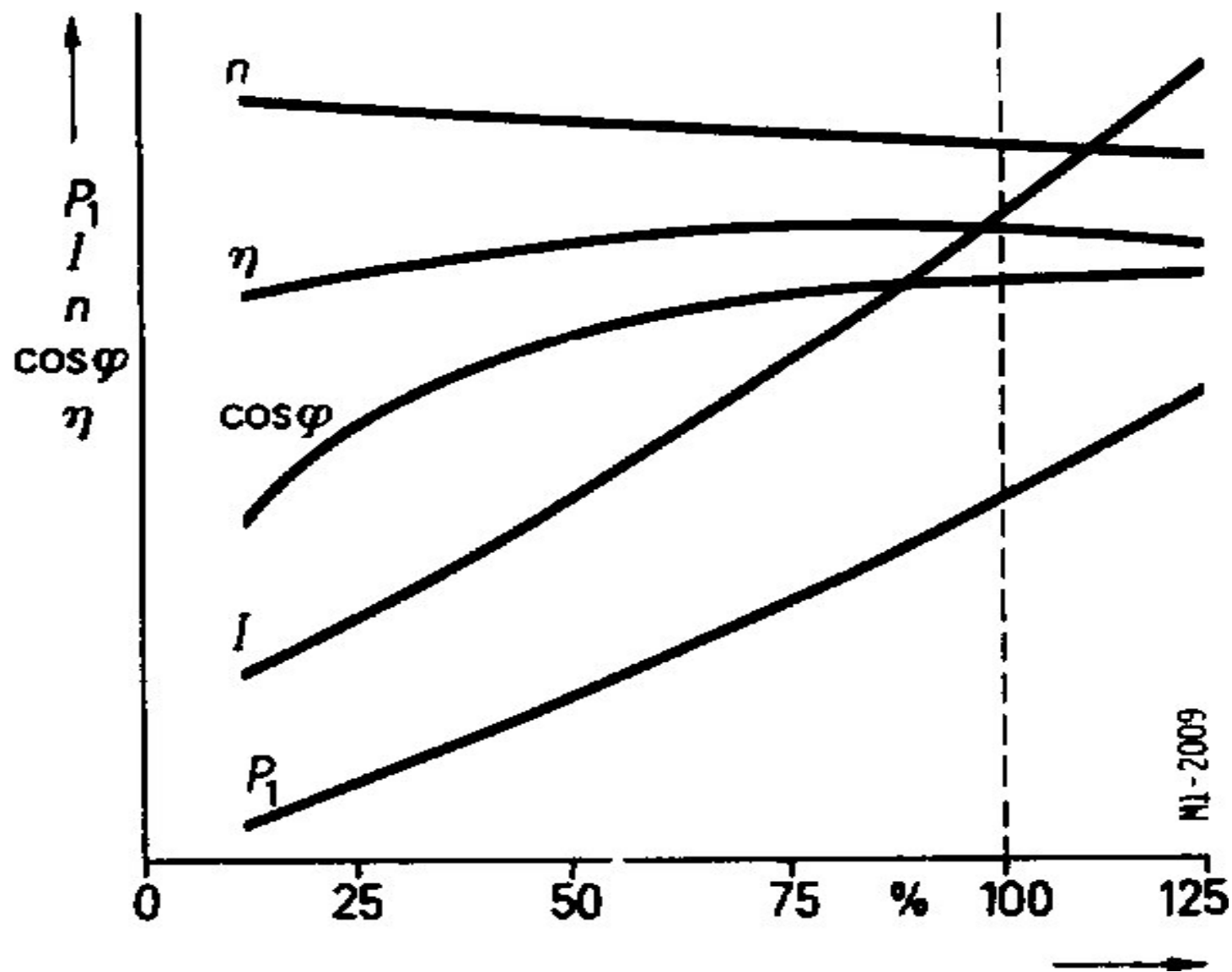
频率改变，而电压保持不变： 当频率偏差在额定值的 $\pm 5\%$ 以内时，电动机能够继续输送其额定功率。转速的变化与频率大致成正比。电动机工作特性的变化与电压变化下的特性变化相反。

同时改变电压和频率：

在相同意义上同时成比例改变电压和频率，磁特性不产生变化。电动机继续形成大致正常的转矩。



## 上海ABB电机



与负载P2 有关的电动机的工作值



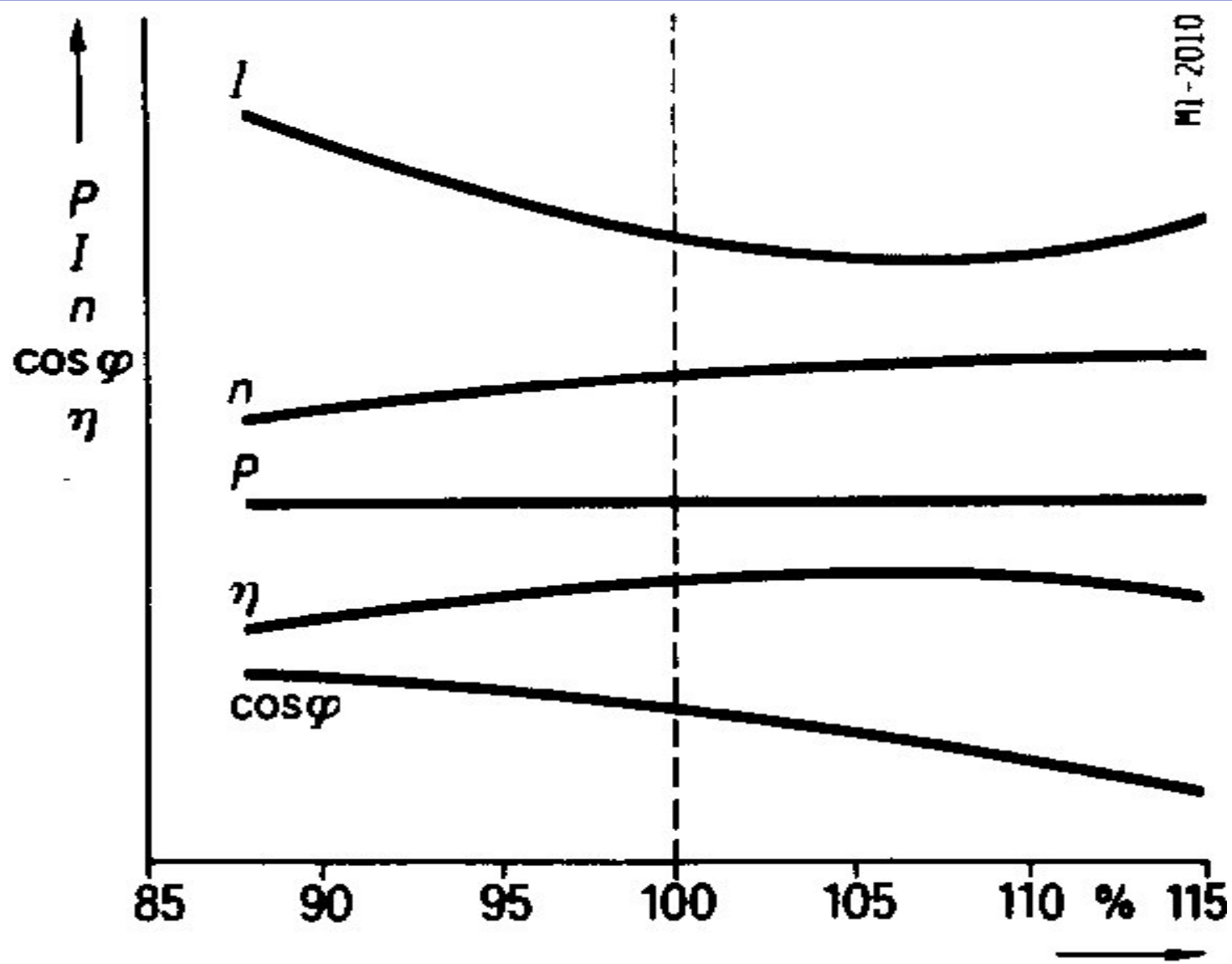
## Slide 23

---

**A3**

ABB, 2008-6-17

## 上海ABB电机



M1-2010

ABB

相对于电压恒定负载下，电动机的运行值

# 上海ABB电机

## 电动机保护:

熔断器只为馈电电缆提供短路保护，不对电动机本身提供保护。

电动机保护断路器可防止因过载或供电系统失相造成的电动机过热。铭牌给出应整定的额定热过载动作电流值

- a. 交流电动机也可以配备绕组过热响应的热敏电阻式温度传感器。
- b. 在间断工作制下，重载起动以及存在冷却障碍危险时，建议使用温度传感器。

# 上海ABB电机

## 温升和通风

实际上，电动机的预期寿命就是绕组绝缘的预期寿命。可以忽略轴承、电刷装置和滑环的正常磨损，因为进行更换费用相对很少。因此，特别注意对温升也就是对绝缘带来影响的工况，这是非常重要的。温升是能量转换过程中产生损耗的结果，例如在电动机工况下，电能转化为机械能。

$$PV = P1 - P2$$

产生的损耗（取决于储热能力和温升）储存在电动机中，其中大部分通过通风系统散发到周围环境中。在恒定负载下，热输入等于热输出时达到稳态。连续工作制下，大约3到5小时后达到热稳态。绕组和电动机其它部件的温升是这些部件温度和冷却介质温度之间的差异。绕组的温升可以从绕组电阻的增加来计算。



# 上海ABB电机

$$\theta = (RW - RK) / RK \cdot (235 + \vartheta_K) + \vartheta_K - \vartheta_{cool}$$

$\theta$  绕组温升, K;

$\vartheta_K$  冷态绕组的温度, °C;

$\vartheta_{cool}$  冷却介质的温度; °C;

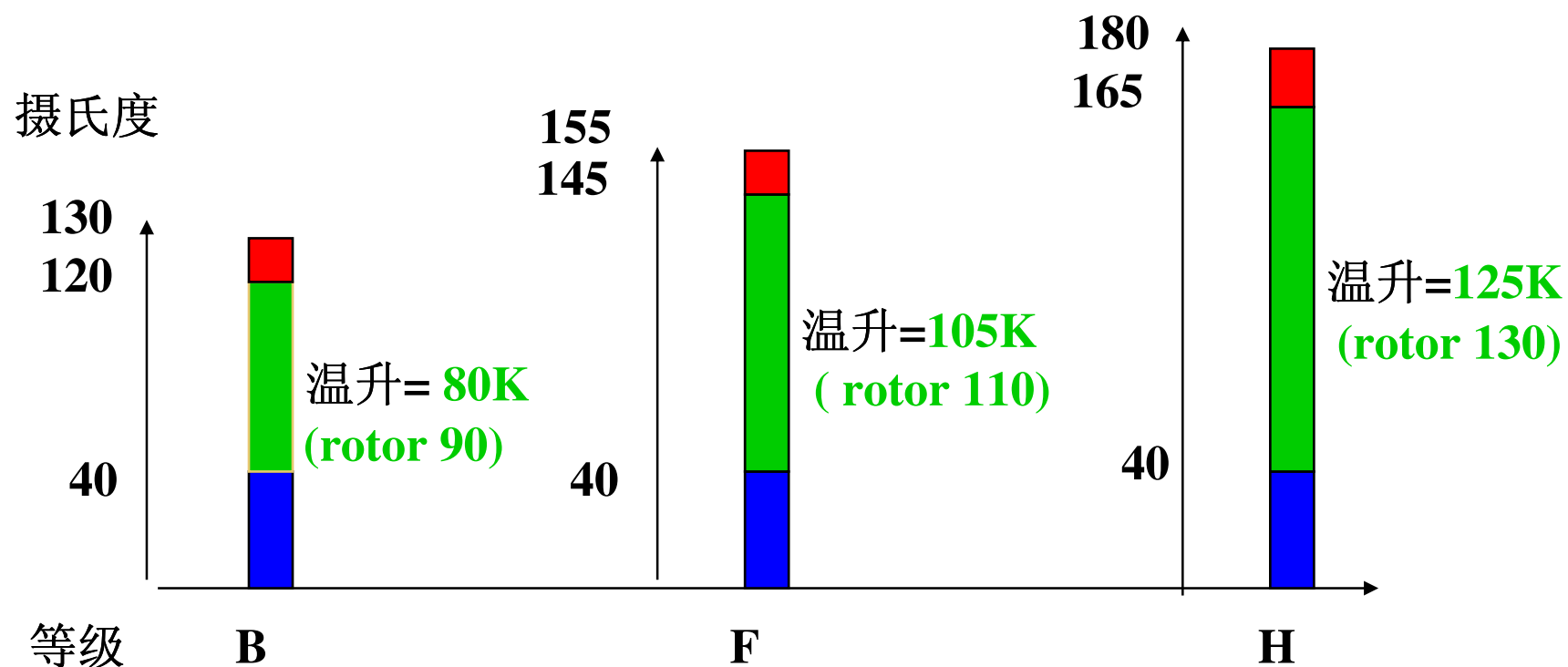
$RK$  在 $\vartheta_K$ 下, 冷态电动机的绕组电阻;  $\Omega$ ;

$RW$  运行温度下的电动机绕组电阻,  $\Omega$ 。

绕组绝缘的预期寿命随着温度升高而降低（每10K 大约50%）。依据所使用的绝缘材料的类型而定，必须严格遵守绕组温度极限。数值与分类绝缘材料的热阻有关。

# 上海ABB电机

电机绝缘系统的等级:



# 上海ABB电机

如上表所示，绝缘材料的最高稳态温度是由冷却介质温度和绕组温升极限决定。因为通过电阻方法测量绕组温度只能得到温升平均值，而不是绕组最热点的实际温度，所以应预留一个安全系数。对于所有绝缘等级，电动机的输出功率额定值数据均基于40℃冷却介质温度。

绝缘系统使用了优质漆包线和绝缘片以及无溶剂的浸渍树脂。它机械强度、电气强度高，确保电动机的优良的可用性和长寿命。

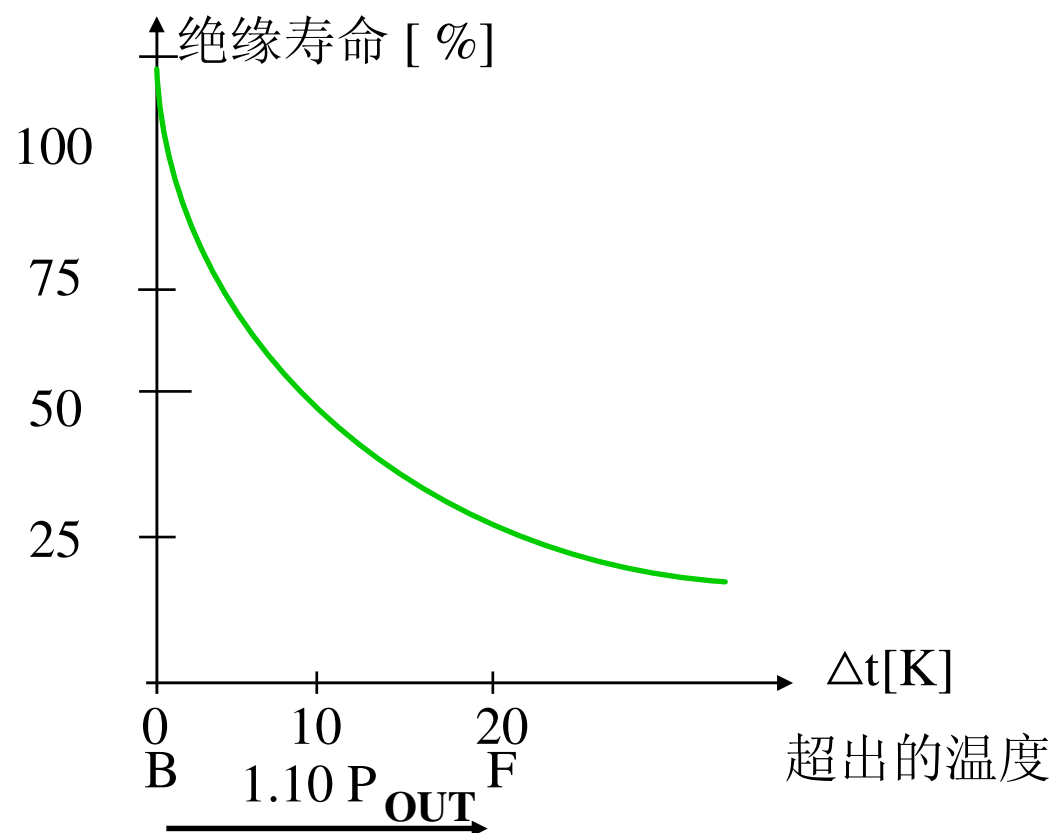
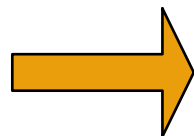
绝缘保护绕组免受大多数腐蚀性气体、蒸汽、灰尘、油和高湿度的不良影响，也能够抵抗正常的振动应力。

# 上海ABB电机

电机绝缘系统的等级:

影响绝缘老化的  
因素

温度  
电气  
环境  
机械



**ABB**

# 上海ABB电机

## 冷却介质温度和现场海拔:

输出额定值标定于符合GB755连续工作制，频率为50Hz，冷却介质温度40℃，海拔高度1000 米以下。在非上述情况下:对于冷却介质温度和现场海拔的不同数值，通过Motsize可调节输出功率额定值。

冷却介质温度和现场海拔的数值分别向上四舍五入到最近的5℃和500 米。

# 上海ABB电机

## 机壳温度

电动机的机壳温度不能用作表示电动机质量或安装电动机的室内温升的指标。实际上，和外部机壳摸起来热的电动机相比，机壳摸起来凉电动机有时损耗或者绕组温度更高。

## 室温温升

安装电动机的室内温升只取决于电动机发散出来的损耗，而不取决于机壳的温度。此外，通常从动机比电动机对温升影响更大。对于将材料处理成某种形状的机器，实际上所有驱动功率都转化为热量；对于传送材料的机器，相当一部分驱动功率转化为热量。除非电动机和从动机通过单独的管道系统通风并直接排放到大气，否则必须通过房间自身的环境空气进行室内散热。

新鲜空气的顺利供应对于运行中电动机的冷却非常重要。



# 上海ABB电机

## 效率和功率因数

与额定功率相关的效率  $\eta$  和功率因数  $\cos\varphi$ ，其数值列在产品样本单独章节的选型表中。根据GB755标准，允许有以下容差：

效率：

$$PN \leq 50\text{kW} -0.15 (1 - \eta)$$

$$PN > 50\text{kW} -0.1 (1 - \eta)$$

替代  $\eta$  的一个小数

功率因数：

$$-(1 - \cos\varphi)/6$$

最小0.02，最大0.07

以下部分负载的数字是平均值：精确的数字可通过咨询获取。

# 上海ABB电机

## 能效简介

### EN标准(旧) GB18613标准

■ EFF1

■ EFF2

■ 1级超效率

■ 2级高效率

■ 3级标准效率

### IEC60034-30标准

■ IE4超--超高效

■ IE3超高效率

■ IE2高效率

■ IE1标准效率

### NEMA标准

■ 超--超高效

■ 超高效率

■ 高效率

■ 标准效率

在IEC60034-30中, 规定了50Hz和60Hz的单速三相异步电动机的效率等级; 额定电压不高于1000V (注: 本标准也适用双电压或多电压及或双频或多频电机); 额定输出在0.75~375kW; 极数为2、4和6极; 额定工作制S1。



# 上海ABB电机

效率计算：例：4-pole, 11 kW  $\Delta$  °56 K

| Losses                              | IEC 60034-2:1996                                                                 | IEC 60034-30:2007<br>measurement<br>(ABB)                                                                                                  | IEC 60034-30:2007<br>assigned value<br>(from the curve) |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| $P_{\text{friction}}$               | 68 W                                                                             | 68 W                                                                                                                                       | 68 W                                                    |
| $P_{\text{iron}}$                   | 223 W                                                                            | 223 W                                                                                                                                      | 223 W                                                   |
| $P_{\text{winding}}$                | 484 W<br>recalculated to 95° C<br>( $\Delta T$ 75K +20° C $T_{\text{ambient}}$ ) | 463 W<br>actual measured to 81° C<br>( $\Delta T$ 56K +25° C $T_{\text{ambient}}$ )                                                        | 463 W                                                   |
| $P_{\text{rotor}}$                  | 258 W<br>recalculated to 95° C<br>( $\Delta T$ 75K +20° C $T_{\text{ambient}}$ ) | 262 W<br>recalculated to 105° C<br>( $\Delta T$ 80K +25° C $T_{\text{ambient}}$ )                                                          | 262 W                                                   |
| $P_{\text{additional load losses}}$ | 60 W<br>calculated $P_{\text{input}} \times 0.5\%$                               | 156 W<br>calculated $P_{\text{input}} - P_{\text{friction}} - P_{\text{iron}} - P_{\text{winding}} - P_{\text{rotor}} - P_{\text{output}}$ | 234 W                                                   |
| Sum of losses                       | 1 093 W                                                                          | 1 172 W                                                                                                                                    | 1 250 W                                                 |
| Output power + losses               | 12 093 W                                                                         | 12 172 W                                                                                                                                   | 12 250 W                                                |
| Efficiency                          | 90.96%                                                                           | 90.37%                                                                                                                                     | 89.80%                                                  |



# 上海ABB电机

定子损耗/温升 例: 旧和新的试验方法, 11 kW motor

| Standard             | IEC 60034-2:1996                                                                              | IEC 60034-30:2007                                                     |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| $T_{\text{ambient}}$ | 20 ° C                                                                                        | 25 ° C                                                                |
| $\Delta T$           | 56 K                                                                                          | 56 K                                                                  |
| $T_{\text{total}}$   | 76 ° C                                                                                        | 81 ° C                                                                |
| $P_{\text{winding}}$ | at 76 ° C 457 W                                                                               | at 81 ° C 463 W                                                       |
| $P_{\text{winding}}$ | at 95 ° C 484 W<br>recalculated to 95 ° C<br>( $\Delta T$ 75K + 20 ° C $T_{\text{ambient}}$ ) | at 81 ° C 463 W<br>calculated according to<br>actual temperature rise |

**New standard more favorable  
if motor winding has a low temperature rise !!**



# 上海ABB电机

转子损耗/温升 例: 旧和新的试验方法, 11 kW motor

| Standard             | IEC 60034-2:1996                                                                              | IEC 60034-30:2007                                                      |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| $T_{\text{ambient}}$ | 20 ° C                                                                                        | 25 ° C                                                                 |
| $\Delta T$           | 80 K                                                                                          | 80 K                                                                   |
| $T_{\text{total}}$   | 100 ° C                                                                                       | 105 ° C                                                                |
| $P_{\text{rotor}}$   | at 100 ° C 260 W                                                                              | at 105 ° C 262 W                                                       |
| $P_{\text{rotor}}$   | at 95 ° C 258 W<br>recalculated to 95 ° C<br>( $\Delta T$ 75K + 20 ° C $T_{\text{ambient}}$ ) | at 105 ° C 262 W<br>calculated according to<br>actual temperature rise |

**New standard more favorable  
if rotor winding has a low temperature rise !!**



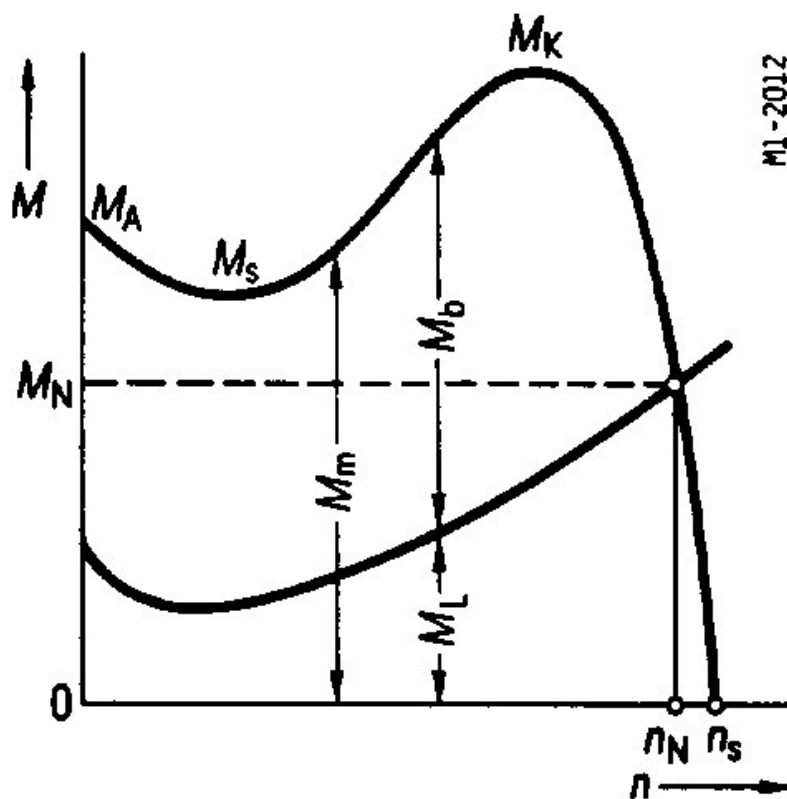
# 上海ABB电机

| Rated output power | 'Old' efficiency testing: EN/IEC 60034-2 : 1996 |         | New efficiency testing standard IEC 60034-30: 2007 |         | Difference    |         |
|--------------------|-------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------|---------|---------------|---------|
|                    | Efficiency                                      | Losses  | Efficiency                                         | Losses  | Efficiency    | Losses  |
| 7.5 kW, 2-pole     | 88.40%                                          | 984 W   | 87.90%                                             | 1 032 W | - 0.5 %-unit  | + 48 W  |
| 11 kW, 4-pole      | 90.96 %                                         | 1 093 W | 90.37 %                                            | 1 172 W | - 0.59 %-unit | + 79 W  |
| 160 kW, 4-pole     | 96.00 %                                         | 6 667 W | 95.40 %                                            | 7 715 W | - 0.6 %-unit  | + 1 048 |

# 上海ABB电机

## 转矩特性

从零转速到同步转速过程中，交流电动机轴上转矩的幅值变化很大。  
下图以转矩相对于转速的变化给出了鼠笼式电动机的特性变化。



$M_N$  额定转矩  
 $M_m$  电动机转矩  
 $M_L$  负载转矩  
 $M_b$  加速转矩  
 $M_A$  堵转转矩(起动转矩)  
 $M_k$  最大转矩  
 $M_s$  最小转矩  
 $n_N$  额定转速  
 $n_s$  同步转速

产品目录中应给出堵转转矩、最大转矩以及堵转电流的数值。必要时，可以在电动机产品目录的转速/转矩曲线的基础上绘出相当精确的转速/转矩特性曲线。



# 上海ABB电机

机械过载容量的极限用最大转矩表示:

根据DIN VDE 0530:

在额定电压和频率下，感应电动机必须能以额定转矩1.6 倍过载15 秒钟。

根据GB755，允许以下容差:

堵转转矩，额定堵转转矩的-15 到+25%。

堵转电流，最大达到额定堵转电流的+20%，没有下限。

停转转矩，达到额定停转转矩的-10%。

最小转矩，达到保证值的-15%。

考虑到这些容差，堵转转矩必须充分超过从动机的起动转矩，在加速运转到工作转速之前电动机转矩必须总是大于负载转矩。

特殊驱动的转矩特性:

对于特殊驱动，可以使用特殊设计的具有更高电阻的转子（高电阻转子，需额外加价）以提高停转转矩和额定转矩，降低转速范围。由于转子损耗变大，必须同时降低额定输出功率。一些典型的应用有用于起重设备的鼠笼式电动机、冲压机驱动和转矩电动机。



# 上海ABB电机

## 起动鼠笼式电动机的方法：

无论何时，只要可能就应直接起动鼠笼式电动机。

- a. 记住一台特定电动机的转矩和电流曲线是固定的，在任何情况下都与起动强度无关。

当供电设备规定低电流起动，或者需要特别低的电动机转矩即软起动时，对于鼠笼式电动机应使用星形-三角形起动方式。堵转转矩、停转转矩、其它转矩额定值以及堵转电流的数值在直接起动值的**25** 和**30%**之间。

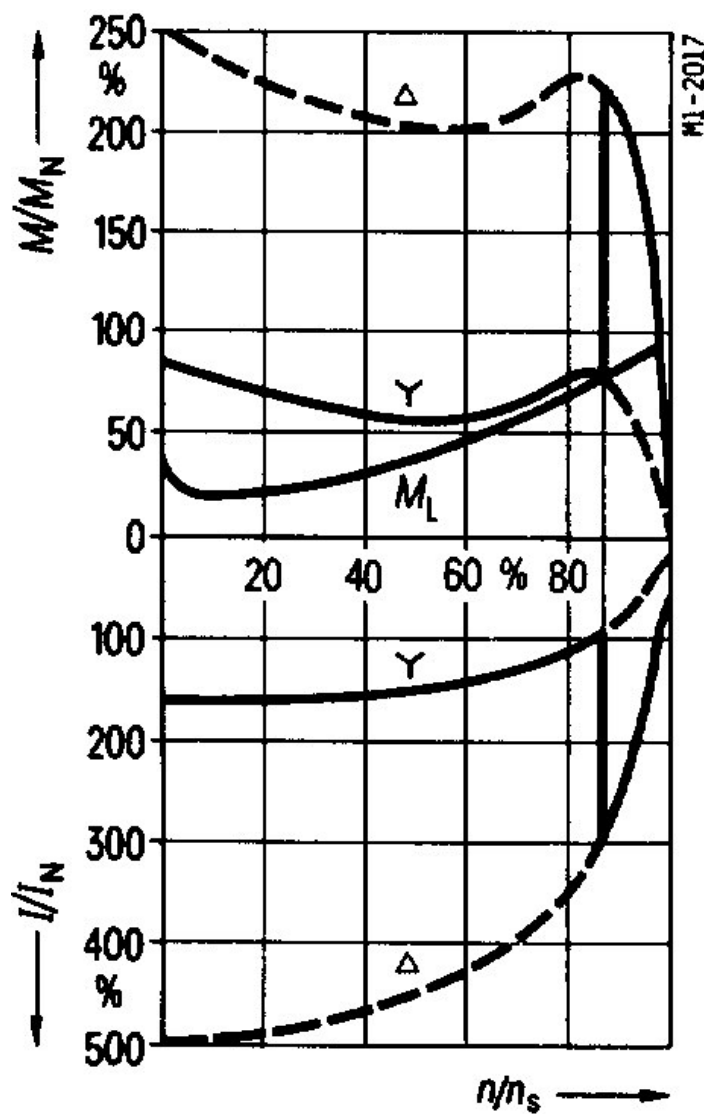
- b. 当起动期间电动机是星形连接时，电动机转矩必须充分超过负载转矩，在电动机差不多达到正常运行转速之后，才能实施从星形到三角形的转换。

下面左图描绘了星形-三角形起动不适用的情况，由于负载转矩非常高，转换太早会导致严重的转矩和电流浪涌，那意味着星形-三角形起动不成功。

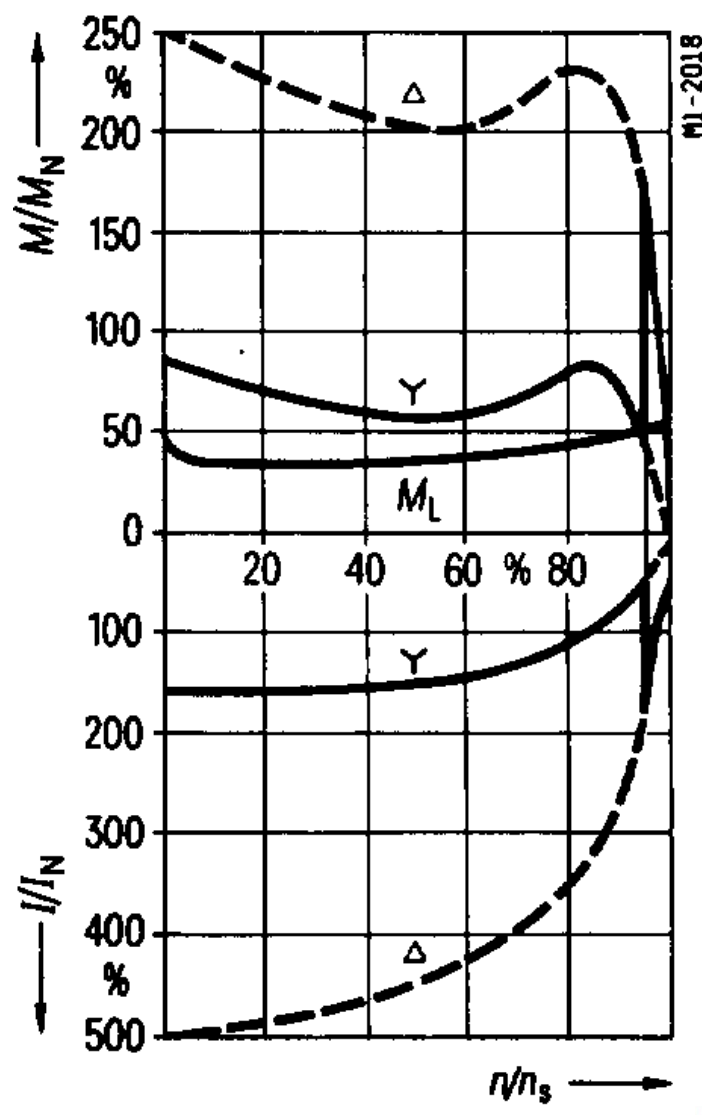
通过起动变压器或起动电阻器降低电动机端电压，转矩曲线可以大致随电压的平方而降低，电流曲线大致与电压成正比。使用变频器时，可以在额定电流下起动。



# 上海ABB电机



不符合要求的星形-三角形起动



符合要求的星形-三角形起动



# 上海ABB电机

当查询起动的事项时，经常要给出以下信息：

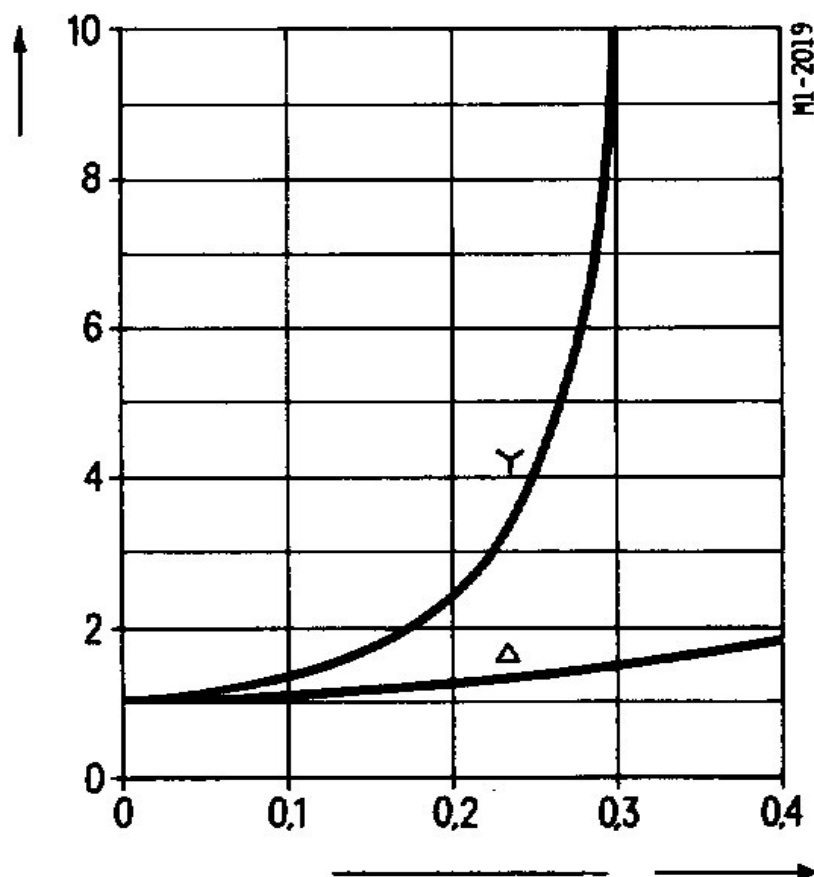
1. 从动机所需功率和额定转速。
  2. 要求的电动机转速。
  3. 按其转速或折算至电动机转速的从动机负载转矩。
  4. 总外部转动惯量和从动机的额定转速，折算至电动机转速。
  5. 单位时间内起动次数以及负载持续率。
  6. 单位时间内工作周期的性质和数量（减速方式）。
- 对于变极电动机，对每一种转速均应分别给出该信息。

# 上海ABB电机

## 起动期间的热损耗:

带负载转矩起动电动机时，星形-三角形起动方法带来的电动机热损耗要比直接起动带来的大。

空载起动的转子损耗与转子类型、起动方法、加速转矩和起动时间无关。只取决于总转动惯量及最终转速的平方，不受任何电动机转矩特性变化的影响。



星形-三角形起动的电动机热损耗



# 上海ABB电机

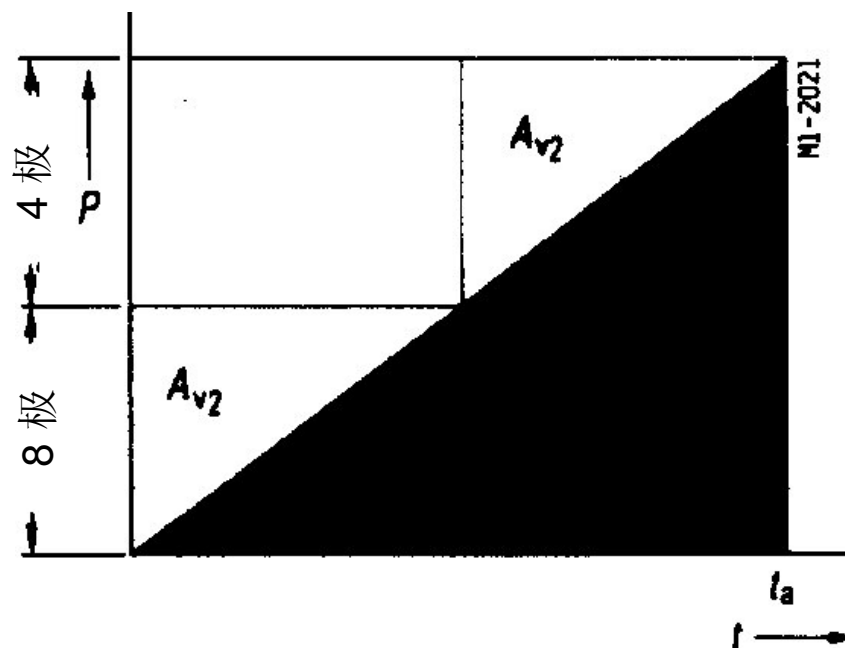
## 分段起动:

如果同步转速改变，损耗将随转速的平方变化。

这个例子提供了减少起动损耗的方法：把起动过程分段（如两半）——先加速到较低的同步转速 $n_2$ ，随后从 $n_2$ 加速到 $n_1$ （实际应用中可通过变频或变极来实现），损耗

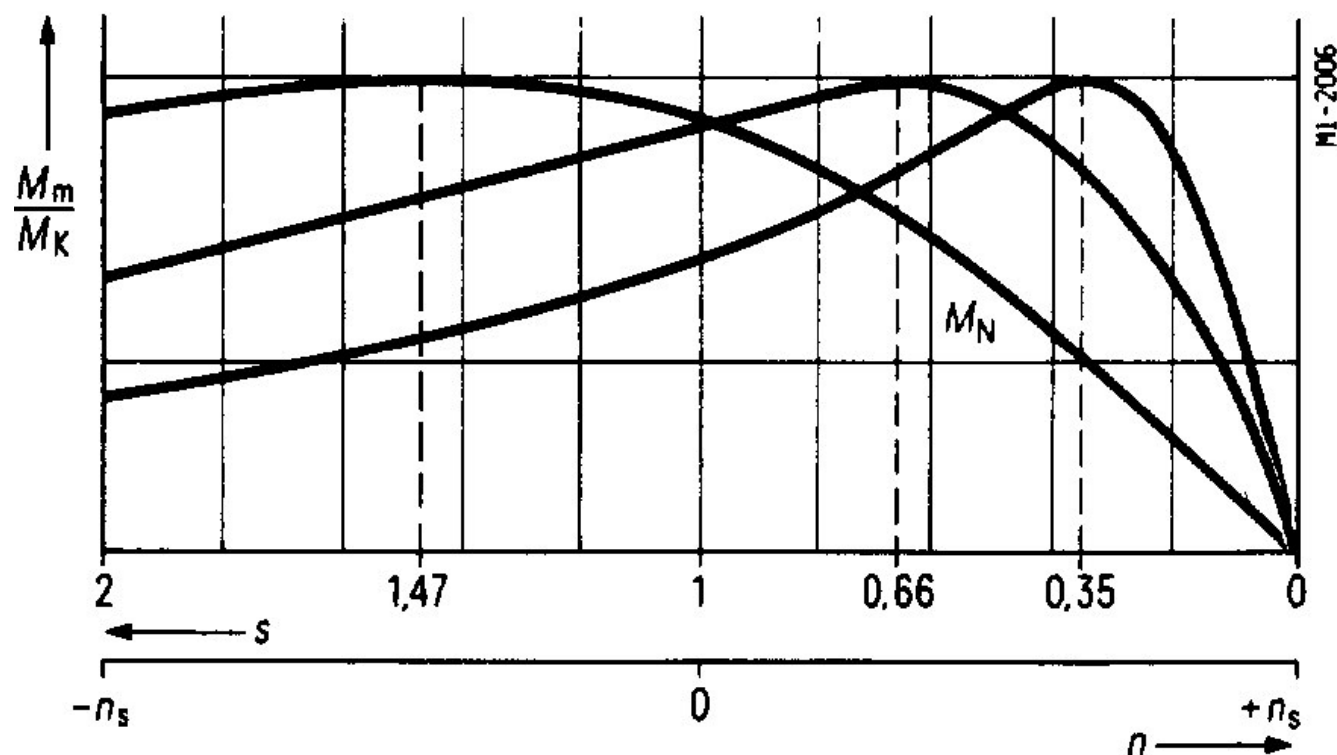
最小值发生在： $n_2 = 1/2 n_1$ （见图）

比如蔗糖离心机的高惯量驱动器使用这种方法。



# 上海ABB电机

转子回路中串入不同电阻的滑环电动机（绕线式）转矩曲线：



$M_m$  电动机转矩     $M_n$  额定转矩     $M_K$  最大转矩



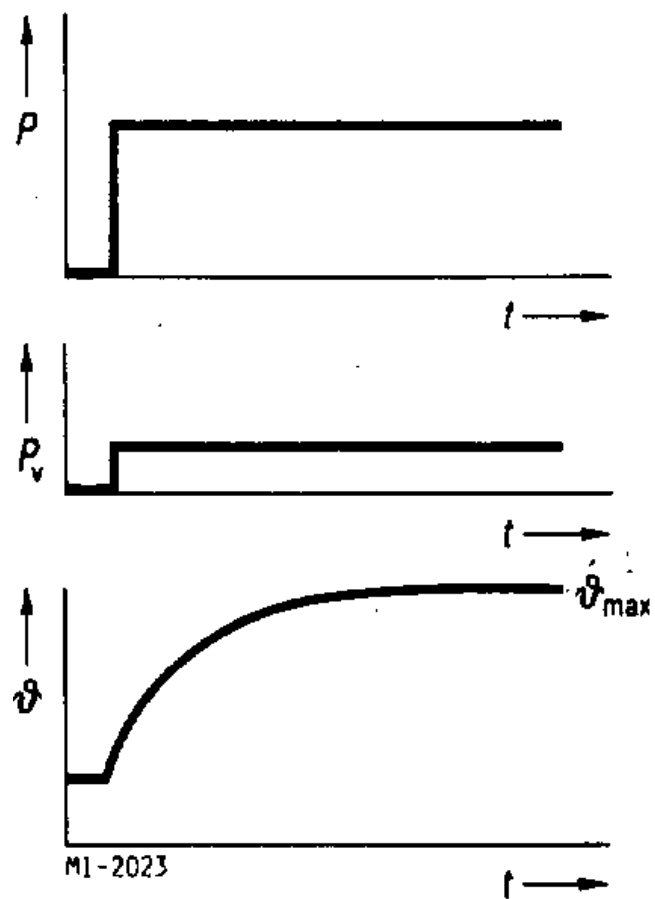
# 上海ABB电机

工作制:

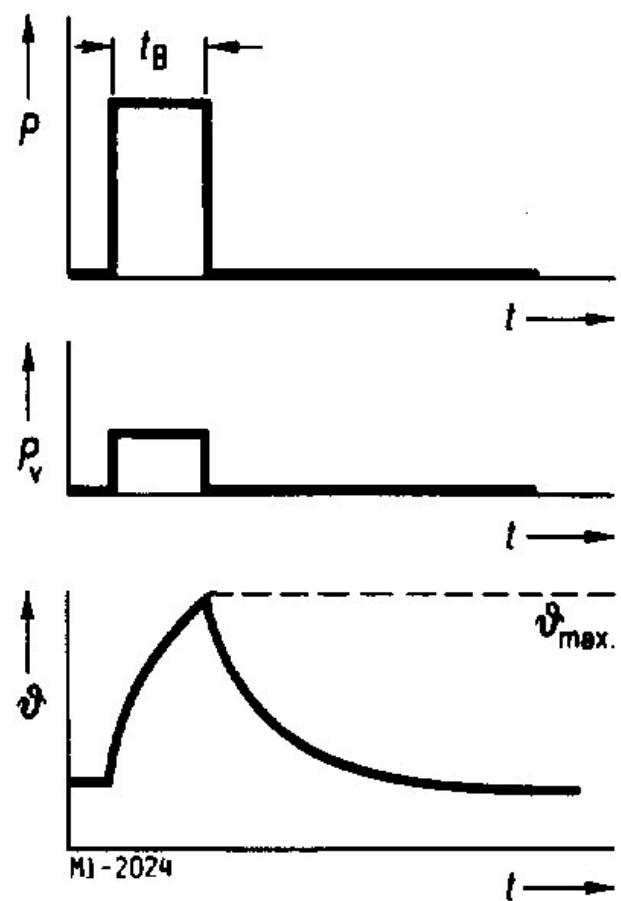
除非另有说明，我们目录中列出的所有电动机均设计为连续工作制**S1**。但是，通常也有很多电动机的工作制是非连续的。由于这些情况下可以获得的功率输出有时与连续输出的迥然不同，因此为计划目的起见，必须精确说明实际的工作制。可能的工作制类型几乎是无限数量的，因此，为了便于用户和制造商之间达成更好地理解，**GB755** 把大多数可能的工作制分为十大类。

# 上海ABB电机

S1: 连续运行工作制



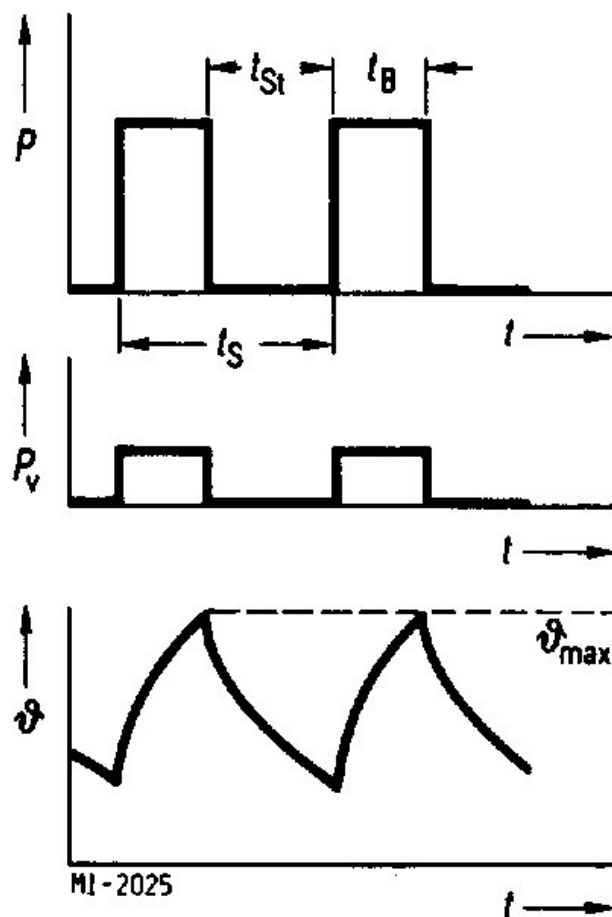
S2: 短时工作制



# 上海ABB电机

S3: 间歇周期工作制, 无起动

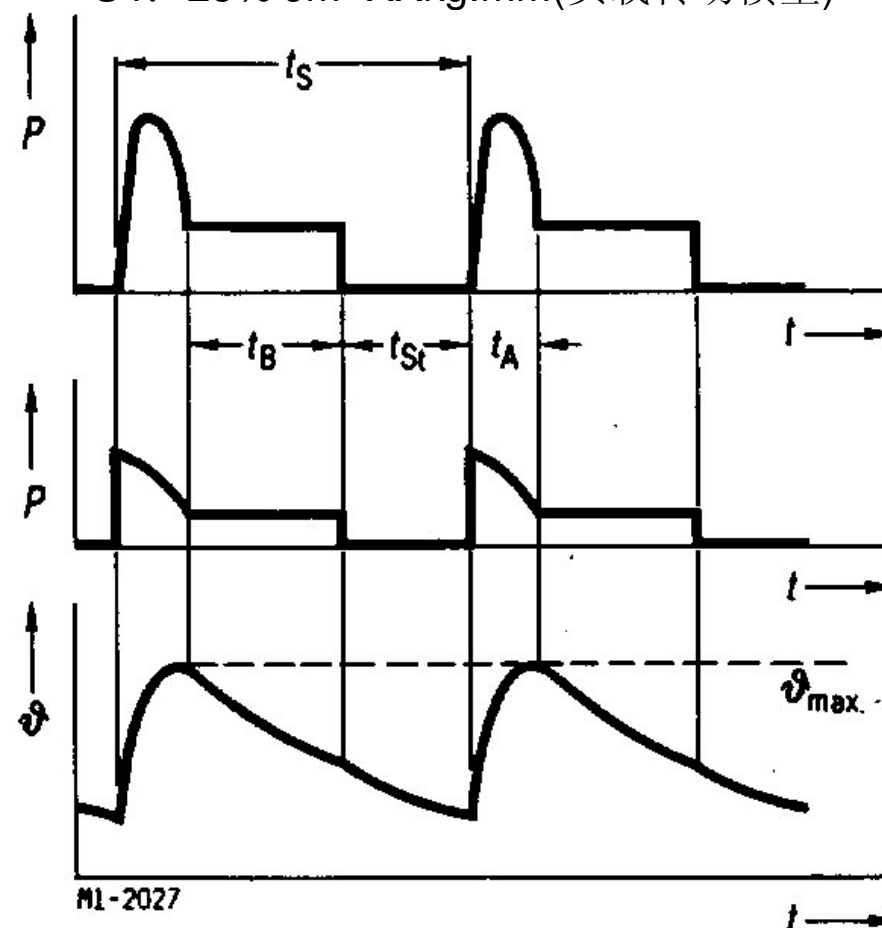
S3: 25%



M1-2025

S4: 间歇周期工作制, 有起动

S4: 25%  $J_m = XX \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$  (负载转动惯量)

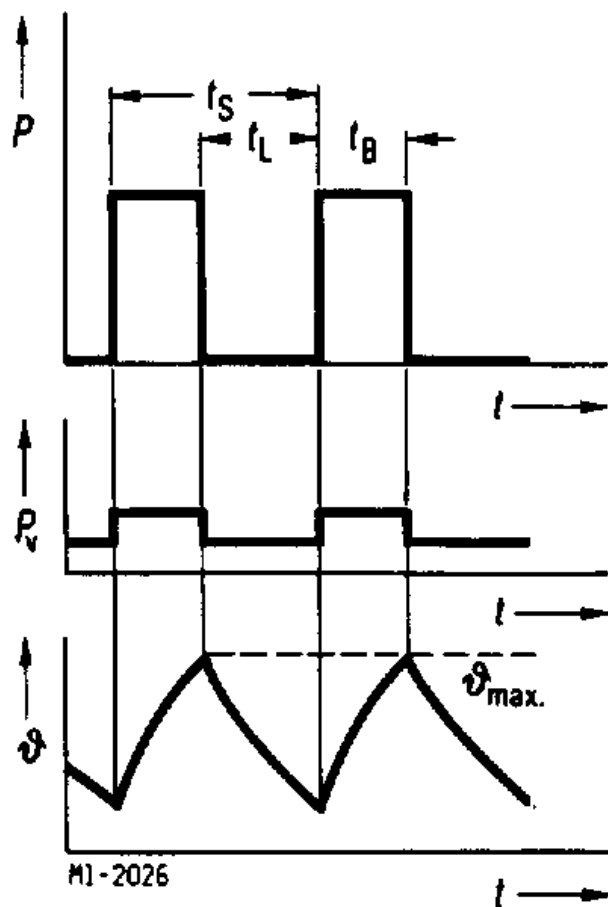


M1-2027

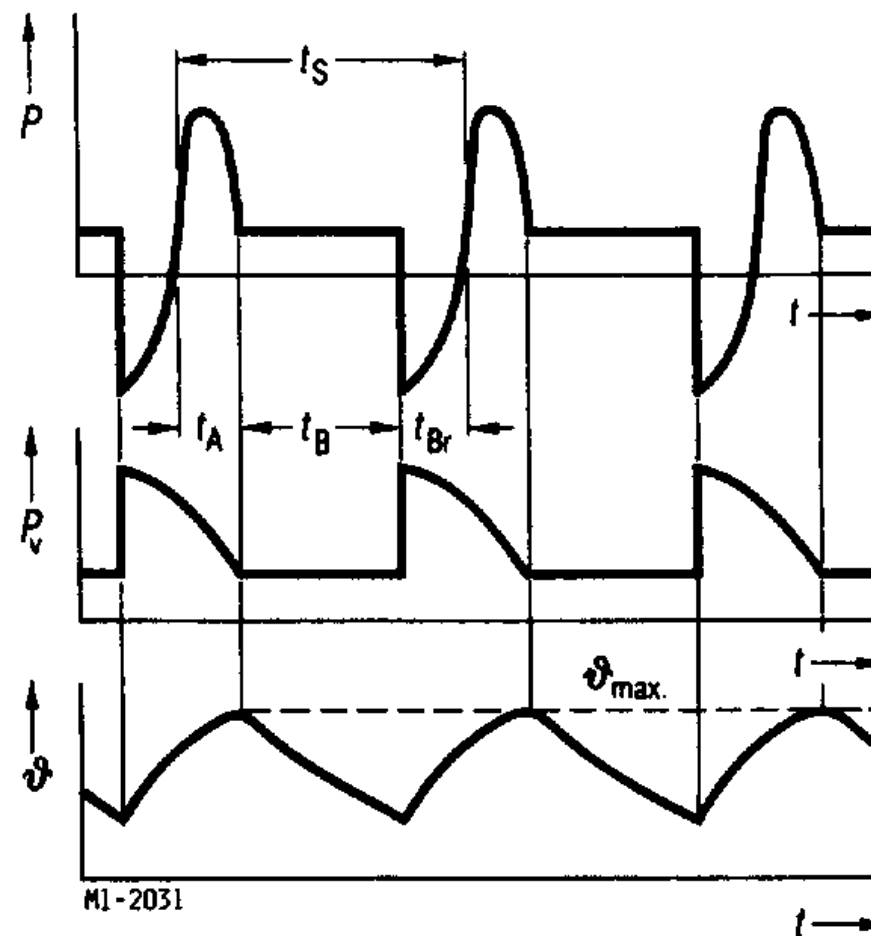
ABB

# 上海ABB电机

S6: 连续运行周期工作制



S7: 连续运行周期工作制，有起动和电制动

**ABB**

# 上海ABB电机

工作制分组：

深入研究表明可以方便地将工作制S2 到S9 分为两组：

与连续工作制S1 相比，要求功率增加的工作制，  
即S2、S3、S6；

与连续工作制S1 相比，要求功率降低的工作制，  
即S4、S5、S7、S8、S9。

# 上海ABB电机

## 转速控制

有几种实现转速控制的不同方法：通过变极电动机、滑环电动机、交流整流式电动机、串联、相位控制以及变频变压的变频器供电。

选择最经济的方法取决于所需要的转速控制的范围、控制持续时间、从动机的负载转矩特性、工作制的性质以及能量平衡。

可以使用鼠笼式变极电动机粗略地调节到固定的转速值，尽管它们只有不超过四种转速级。

可以通过把不同电阻值插入转子回路使用滑环电动机进行转速的微调；它也改变转矩特性。

# 上海ABB电机

变频器供电的电动机：

通过配备变频变压的电源，交流鼠笼式电动机可以升级到全变速驱动。为此目的使用的变频器是电子执行机构，使电动机的转速从静止到最大转速无级变化。它们连接在交流供电系统和电动机之间。

根据从动机的M/n 特性，这种工作制使运行工况和应力变得严格，有时会要求降低最大允许转矩。

# 上海ABB电机

变速感应电动机的特点如下：

1. 电动机转速的变化也改变了安装在电动机轴上的风扇的冷却效果。如果转速降低到低于这种类型转速的额定值，从电动机上散出的热量变弱，部分被铁耗的减少抵消。转速高于这种类型的额定值时，铁耗的增加超过风扇的冷却效果。
2. 变频器输出电压和电流受到谐波分量的影响，这些谐波在电动机中产生额外损耗。额外损耗的数量级取决于电动机的类型额定值以及所使用的变频器的型号。
3. 变频器电源供电时，电动机噪声有时会比用正常电源供电运行时大。
4. 当电动机在类型额定转速值以上运行时，记住最大转速受由临界转速、滚珠轴承性能等决定的机械应力的限制，这很重要。

项目规划需要以下信息：

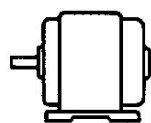
标称交流电压  
电动机极对数  
从动机的转矩/转速特性  
转速控制范围  
从动机的所需功率  
电动机的绝缘



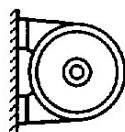
# 上海ABB电机

交流电动机的安装型式：

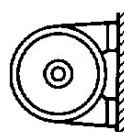
除了基本安装型式IM B3 以外，电动机也可以有各种其它的安装型式。在“安装型式”选型表中列出了每一种电动机的不同型式。注：立式安装时，电动机必须配备顶盖。



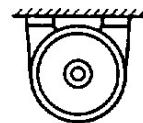
IM B3



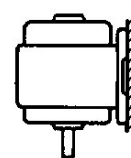
IM B6



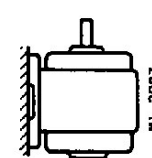
IM B7



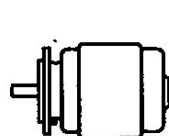
IM B8



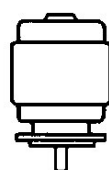
IM V5



IM V6



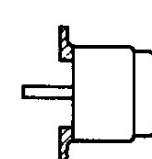
IM B5



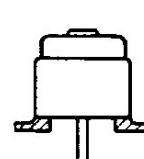
IM V1



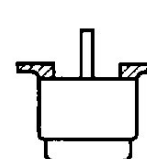
IM V3



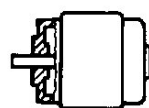
IM B9



IM V8



IM V9



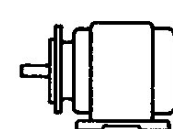
IM B14



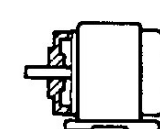
IM V18



IM V19



IM B35



IM B34



# 上海ABB电机

## 交流电动机的防护等级：

根据运行条件和环境，必须选择最适当的防护等级以防止水、异物或灰尘造成的任何损坏，并且防止意外接触内部转动部件或带电部分。

电气设备的防护等级命名为两个字母IP和两个数字的代码，  
第一个数字表示防止接触带电或转动部件以及防止异物侵入的

保护等级：0 到6

第二个数字表示防止水侵入的保护等级：0 到8

开路冷却DP IP23

全封闭风扇冷却TEFC IP44

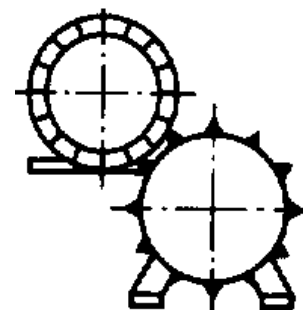


# 上海ABB电机

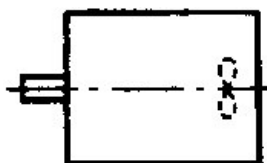
交流电动机冷却方法：

IEC 60034 第6 部分提供了，从字母IC（国际冷却）

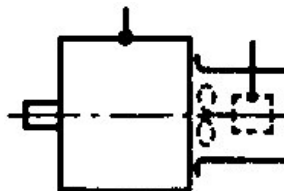
第一个数字41：全封闭风扇冷却的机器（环境空气冷却介质）



第三个数字1：自扇冷



第三个数字6：通过安装在机器上的通风装置单独通风



# 上海ABB电机

噪声：

定义和单位：

人耳听到的声音由一系列不同频率和强度的气压波动组成。这些压力变化称为“声压”，在听阈和痛阈之间（均指1000Hz）的可听范围内，频率范围为16-20000Hz。

因此这种非常宽广的声压范围可以用易于管理的数字进行表达，大的绝对数值用数值级数的指数代替。为了清楚地识别，指数命名为“Bel（贝尔）”，为了获得更高的精确度，一贝尔分为10部分，称为分贝。1 贝尔=10 分贝（decibel）。

声压级 $L_p$ ：强度用声压的均方根值表示。在这种表述的剩余部分，谈及“声压”均指声压的均方根值。

因为响度相同，人耳不能察觉具有相同声压级但不同频率的声音。

这是在1米处测量面S上几个位置测得的A计权声压级的平均值。单位dB（A）

声功率级 $L_W$ ：声功率W与声源的距离无关，也用于确定不同规格和设计的机器噪声级的额定值。



# 上海ABB电机

## 振动强度：

振动强度是振动速度（频率范围从10 到1000Hz）的均方根值。它是根据IEC60034-14，使用电气测量仪器测量的。

1. 制造商和操作人员必须记住测量值与真实值的偏差可能是  $\pm 10\%$ 。
2. 除非另有约定，建议的“A”极限适用于标准电机。
3. 尽管表中所列的振动强度值已经进行良好平衡，但对于电动机而言，由于种种原因，在正常工作中可能仍然会遇到相当大的振动，比如的地基不合适、从动机的反作用等。  
如果从动部件固有频率接近电动机转动部件剩余不平衡量的频率，从动部件也能导致振动。在这些情况下，必须对整个装置的每个元件以及电动机进行检查。
4. 装上键后转子应调平衡。因此，传动装置必须用已加工的键槽（但没有装配键）进行平衡。
5. 当要求机械运行特别平稳的场合例如机床，建议使用精确平衡的机器（振动烈度等级B）。用户必须保证从动机具有与电动机相似的振动强度。为了满足这些特殊要求，必须使电动机与传动装置完全平衡。



# 上海ABB电机

## IEC 60034-14

See ABB Standard Portal for the standard, here extracts for the tables.

<http://inside.abb.com> – Tools & Services > Directives & Standards > Standards Portal

Table 1 - Limits of maximum vibration magnitude in displacement, velocity and acceleration (r.m.s.) for shaft height  $H$

| Vibration grade | Shaft height, mm<br>Mounting | $56 \leq H \leq 132$   |           |                     | $132 < H \leq 280$     |           |                     | $H > 280$              |           |                     |
|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------|---------------------|------------------------|-----------|---------------------|------------------------|-----------|---------------------|
|                 |                              | Displac. $\mu\text{m}$ | Vel. mm/s | Acc. $\text{m/s}^2$ | Displac. $\mu\text{m}$ | Vel. mm/s | Acc. $\text{m/s}^2$ | Displac. $\mu\text{m}$ | Vel. mm/s | Acc. $\text{m/s}^2$ |
| A               | Free suspension              | 25                     | 1.6       | 2.5                 | 35                     | 2.2       | 3.5                 | 45                     | 2.8       | 4.4                 |
|                 | Rigid mounting               | 21                     | 1.3       | 2.0                 | 29                     | 1.8       | 2.8                 | 37                     | 2.3       | 3.6                 |
| B               | Free suspension              | 11                     | 0.7       | 1.1                 | 18                     | 1.1       | 1.7                 | 29                     | 1.8       | 2.8                 |
|                 | Rigid mounting               | –                      |           |                     | 14                     | 0.9       | 1.4                 | 24                     | 1.5       | 2.4                 |

Grade "A" applies to machines with no special vibration requirements.

Grade "B" applies to machines with special vibration requirements. Rigid mounting is not considered acceptable for machines with shaft heights less than 132 mm.

The interface frequencies for displacement/velocity and velocity/acceleration are 10 Hz and 250 Hz respectively.

Note: Vibration grade B on request for 2-pol frame sizes 400 to 450



# 上海ABB电机

## 制动电动机:

除了电气制动方法外，也常常使用机械制动，通常以制动电动机的形式出现。制动电动机通常是鼠笼式交流电动机，配备内置或附加的制动装置。制动电动机的主要优点是制动作用对电动机绕组不施加任何热应力。

制动装置的实际功能如下:

1. 断电后，用来限制电动机的减速。
2. 用来在特定位置停止传动。
3. 用来增加电动机工作频率。

这些电动机的特点是:

安全制动，即使是电源故障，这归功于机械弹簧（闭路原理）；电动机轴在制动期间保持其轴向位置；制动转矩可调节以适应工作条件；坚固的结构保证高度可靠性。(制动装置的电源取自电压正常的单相交流系统，通过内置整流器供电。)

## 应用:

用于机床中的执行机构和进给驱动，以及用于起重设备行业的起重机驱动和输送带。



# 上海ABB电机

## 制动电动机选型:

选择制动电动机时需要以下信息:

- a) 从动机的型号以及制动电动机的计划用途;
- b) 所需的每小时制动循环数;
- c) 工作循环;
- d) 总转动惯量（电动机+制动装置+从动机），折算至电动机转速;
- e) 负载转矩与转速的关系，折算至电动机轴;
- f) 负载转矩是否具有加速或减速效应;
- g) 所需的制动时间和制动转矩。



# 上海ABB电机

## 危险工作制交流电动机:

在化工厂和炼油厂里，环境空气中常常含有化学腐蚀性气体、蒸汽和水分，湿度高，在某些情况下，温度也比较高。此外，空气有时会变得易于爆炸。在这些场所使用的大多数驱动器采用专用电动机，并且连续运行。

由于电动机故障会危及生命、四肢和财产，因此要求电动机具有最高的安全性和可靠性以及长的预期寿命。

# 上海ABB电机

## 可燃气体、蒸汽和雾的危险场所:

危险场所指可能发生危险浓度爆炸性环境的场所。

户外场所或封闭空间是否具有受条例规定的爆炸危险性，完全由操作人员决定，或者在有疑问时，由主管检查机构决定。

确定在危险区域需采取什么样的保护措施以防止爆炸，这会视当地条件以及工作环境而定，他们也考虑到空气和可燃气体或蒸汽的混合物只有达到一定浓度才有爆炸危险。

根据可能的危险集中的频率和持续时间，规定了三种危险区域，表示为0区、1区和2区。

0区:爆炸性环境永久存在或长期存在的区域（例如装有易燃液体或气体的容器内部）。

1区:偶尔产生爆炸性环境的区域。

2区:特别好的本地条件和工作环境只产生有限（很少）的危险，也就是说，爆炸性环境的产生非常罕见而且即使产生了，只持续较短的时间。



# 上海ABB电机

## 着火危险:

气体或蒸汽与空气的混合物可能会以各种方式着火，导致爆炸：

1. 通过电火花（从滑环、整流器、开关设备等）或通过静电放电。
2. 通过机械产生的火花（从意外摩擦风扇叶轮）。
3. 通过过热。

## 温度等级:

为了方便安装的设计和规划，可燃气体和蒸汽根据其着火温度分为6个温度等级T1到T6

## 爆炸分组:

根据其火花点火能力，II区分为3个爆炸组IIA、IIB和IIC。

着火温度是着火发生的最低温度。



# 上海ABB电机

电气设备采用许多不同的防止爆炸危险的保护类型:

Ex II 是防爆保护的一般符号, 然后通过插在中间的小写字母表示特定的类型, 例如Ex d II。

小写字母含义如下:

“d”: 隔爆型;

“e”: 增安型;

“nA”: 无火花型;

“p”: 增压外壳。

选择温度等级（对于所有防护类型必须给出）和爆炸分组（只对防火（防爆）外壳防护等级给出）与可燃物质类型有关，这种物质会与空气混合在电气设备的一个零件中形成爆炸性混合物。

电动机的防护类型不是能总自由选择，因为它取决于四个因素：

1. 危险混合物存在的时间段；
2. 电动机的类型-鼠笼式；
3. 工作制-连续、间歇周期或重载起动；
4. 温度等级。

# 上海ABB电机

## 由可燃粉尘引起的爆炸危险：

在有粉尘爆炸危险的区域里使用电动机应遵守标准把这些区域划分为两种区：

**10 区：**区域内危险爆炸性气体频繁存在或长期存在。

**11 区：**区域内因搅动堆积的粉尘必须预见到危险爆炸性气体偶尔或者短时期内存在。

粉尘：

E-金属粉尘

F-煤粉尘

G-谷类粉尘

纤维



# 上海ABB电机

为了让机器平稳、安静地运行，必做的基本工作是将机器小心地安装在完全平坦的表面上，而且安装在轴伸上的部件平衡度应良好。如果用螺栓将机器连接到一个并不非常平坦的表面上，它的各种部件将会变形，导致运转不平稳及滚动轴承损坏。

## 驱动联轴器：

通常的做法是把驱动机和从动机直接连接在一起。但是，连接往复式机器（比如柴油机）时，建议使用特制的挠性、摩擦锁定的联轴器。两台机器连接在一起时，必须仔细地把它们对准，轴必须准确地成一条直线。如果它们没有准确对准，这类联轴节大多数会导致轴承中产生严重的应力，运转不平稳、不均匀并最终导致联轴器零件的提前磨损。

这也适用于挠性联轴器。

通常的做法是使用扭转刚性或者扭转挠性型挠性联轴器。与它所连接的两个旋转质量一起，扭转挠性的联轴器形成有特殊固有频率的振荡系统。

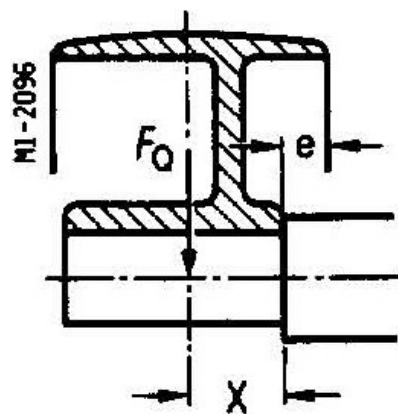
如果系统受到周期性的冲击负载，保证冲击负载的频率和固有频率不同，这是很重要的，否则共振会在系统中引起高振幅振动。较软的联轴器降低固有频率，较硬的增加固有频率。



# 上海ABB电机

## 皮带传动:

使用皮带传动系统时，机器应安装在滑轨或者其它某种滑动底座上，以便必要时可以准确地拉紧皮带。过度拉紧对于轴承和轴而言是危险的。拉紧不够会导致皮带打滑。



# 上海ABB电机

## 齿轮传动:

对于齿轮传动，两台机器的轴精确平行并且小齿轮和配对轮完全无跳动运转是很重要的。小齿轮齿完全不可堵塞在配对轮中，否则会使轴承过载，而且导致振动和噪声。通过在小齿轮和配对齿轮之间插入与小齿轮一样宽的纸条检查正确的啮合。齿轮转动时，纸上会显出不正确啮合的点。必须用这种方法检查配对齿轮的所有齿。视结果而定，可能必须重新对准机器。重复进行这种测试，直到实现齿轮的均匀良好啮合。

# 上海ABB电机

## 国际单位制单位

|               |                    |                                           |
|---------------|--------------------|-------------------------------------------|
| 1.功率:瓦特 W     | 马力 (公制) h.p.       | $1\text{ h.p.}=736\text{W}$               |
| 2.转矩: 牛顿·米 Nm | 千克力米 kgf m         | $1\text{ kgf m}=9.81\text{Nm}$            |
| 3.温差: 开尔文 K   | 度 deg 1            | $\text{deg.}=1\text{K}=1^{\circ}\text{C}$ |
| 4.转动惯量: (J)   | Kgm <sup>2</sup>   | $J=\text{GD}^2/4$                         |
| 飞轮效应:         | (GD <sup>2</sup> ) | kgf m <sup>2</sup>                        |

# ABB

The ABB logo, consisting of the letters 'ABB' in a bold, red, sans-serif font. The letters are stylized with a slight gap between the 'A' and the first 'B', and between the two 'B's.