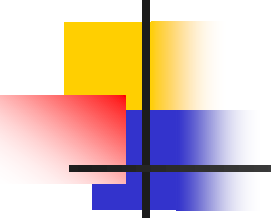


在线研讨会教程

步进电动机入门篇

Oriental motor
东方马达

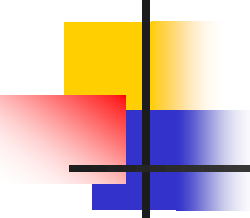
欧立恩拓电机商贸（上海）有限公司



前言

我们竭诚感谢您参与东方马达网络技术研讨会，本讲义为《步进电动机入门篇》。

- 本讲义已获得著作权法的保障。如未获得欧立恩拓电机商贸（上海）有限公司的授权同意书，请勿将本讲义的部分或全部内容私自复印、存档、变更或转载。
- 本讲义内容仅作学习使用，因此当内容有变更时将不另行通知，内容中记载的规格资料也仅作为参考，变更时将不另行通知，因此产品规格部分请参考最新版本的产品目录。
- 本讲义的内容及产品的规格部分，可能有因经过改良而进行变更的情况，届时将不再予以另行通知。
- ORIENTAL MOTOR以及 α step等商标皆是ORIENTAL MOTOR CO., LTD. 于日本和其他国家已经完成登记的商标。



目 录

1. 步进电动机的特征
2. 构造与动作原理
3. 运转速度-转矩特性
4. 关于运转控制的相关设定
5. 小测验

1 步进电动机的特征

1-1 步进电动机的动作

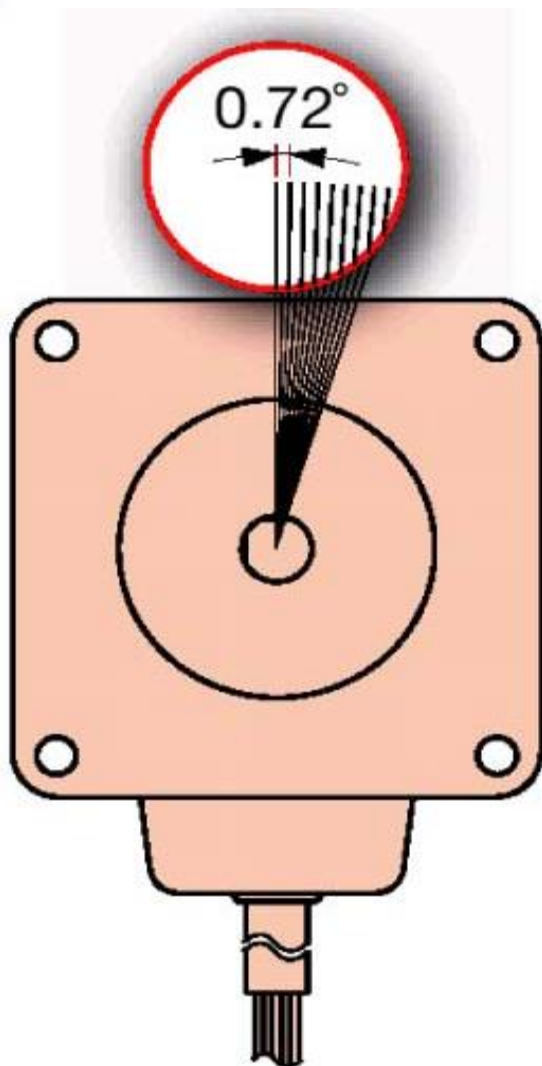
1-2 运转系统

1-3 运转量与脉冲数的比例关系

1-4 运转速度与脉冲速度的比例关系

1-5 具备自我保持力

1-1 步进电动机的动作



以一定角度循序运转的电动机

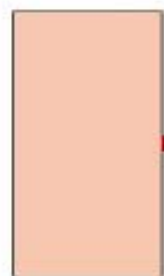
- 步级角 0.72° （五相步进）
- 停止精度 $\pm 0.05^{\circ}$ 以内（无负载时，不存在累积误差）

注：

步级角：接收到一个脉冲时马达的旋转量。

1-2 运作系统

① 控制器



脉冲信号



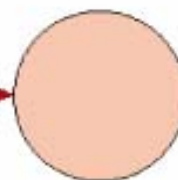
② 驱动器



提供电力



③ 步进电动机



运转系统构成的3要素

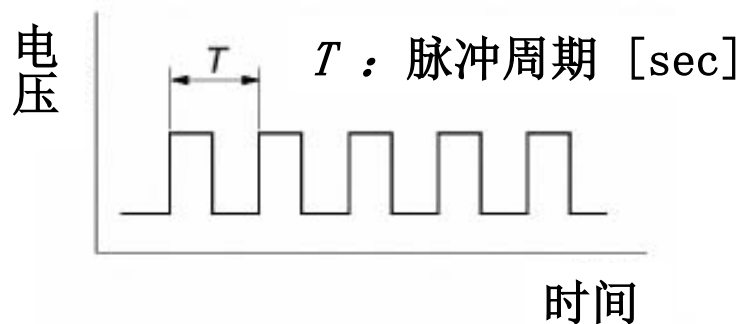
- 控制器
- 驱动器
- 步进电动机

注：

控制器：输出脉冲指令，又叫脉冲发生器；

驱动器：根据脉冲信号为马达提供电流，我司产品都是驱动器和马达组合销售的；

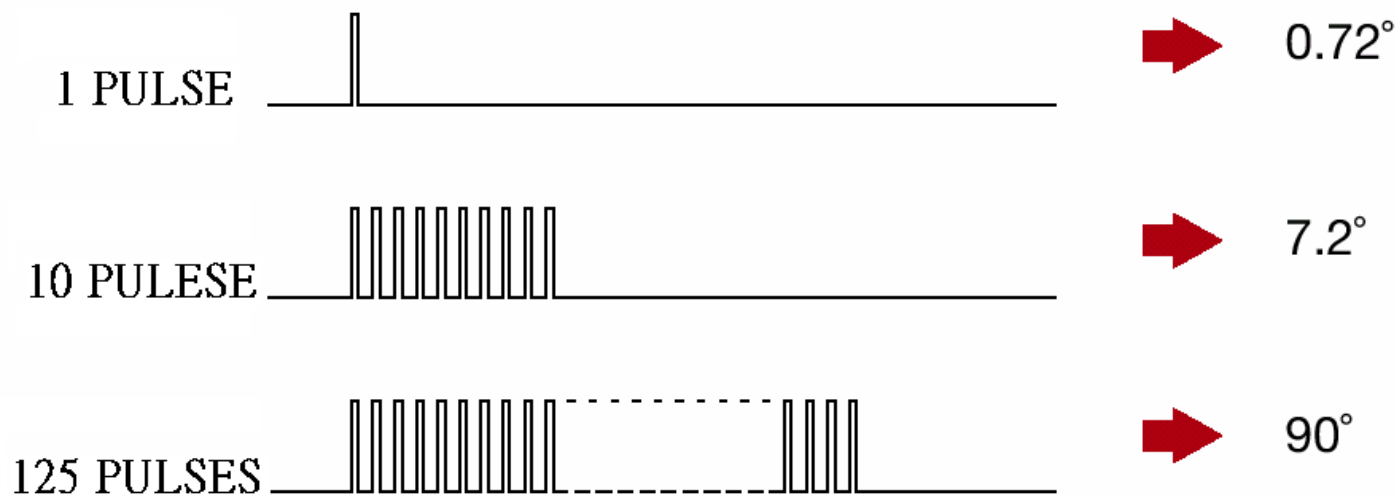
脉冲信号：方块状的脉波，对于马达转速及旋转量起着关键作用。



$$f = \frac{1}{T} \text{ [Hz]}$$

1-3 运转量与脉冲数的比例关系

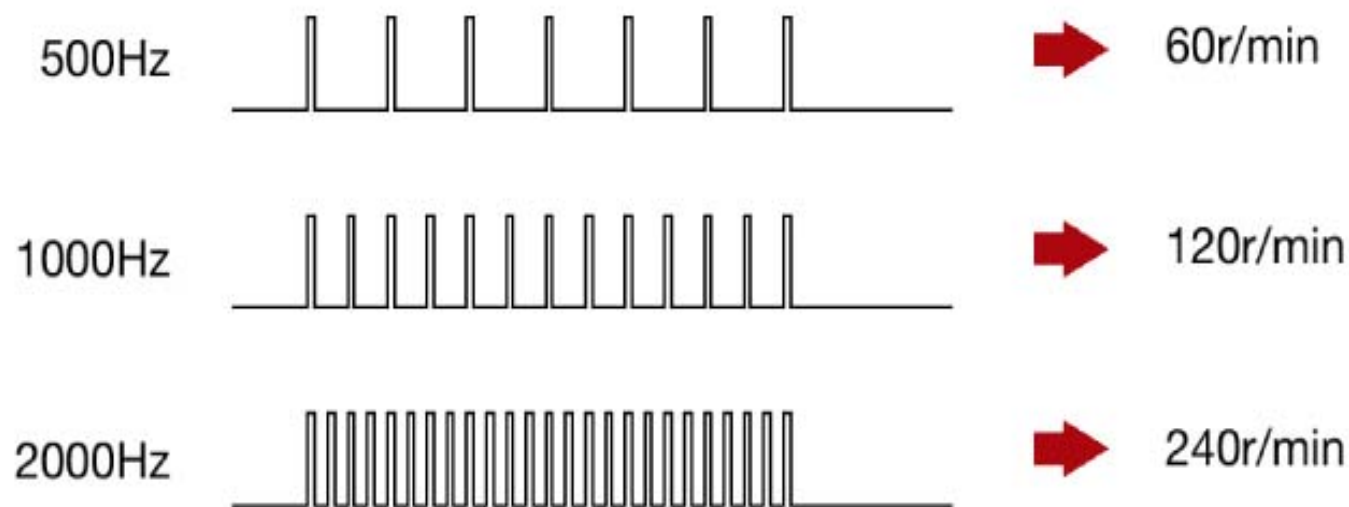
设定脉冲数即可达到正确的定位运转。



$$\text{电动机运转量 } [^\circ] = \text{步级角 } [^\circ / \text{step}] \times \text{脉冲数}$$

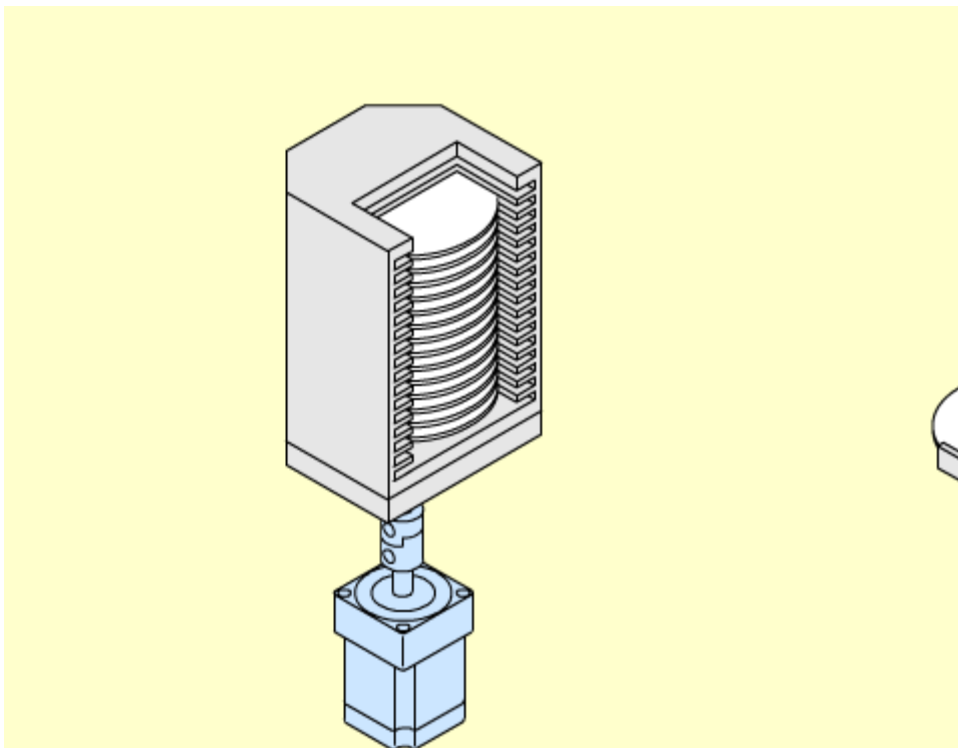
1-4 运转速度与脉冲速度的比例关系

设定脉冲速度（频率）即可达到正确的运转速度控制。



$$\text{电动机运转速度} \left[\frac{\text{r}}{\text{min}} \right] = \frac{\text{步级角} \left[\frac{^\circ}{\text{步级}} \right]}{360 \left[^\circ \right]} \times \text{脉冲速度} \left[\frac{\text{Hz}}{\text{s}} \right] \times 60$$

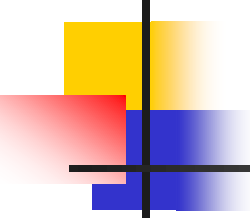
1-5 具备自我保持力



- 通电状况下 —
具备自我保持力。
- 停电状况下 —
自我保持力消失。
升降设备传动时，请使用
附电磁刹车电动机。

注：

自我保持力：步进马达与普通感应电动机不同，通电后并不会转动，需要输入脉冲才会转动，那么此时可以提供一个抵抗转动的自我保持力。



2 构造与动作原理

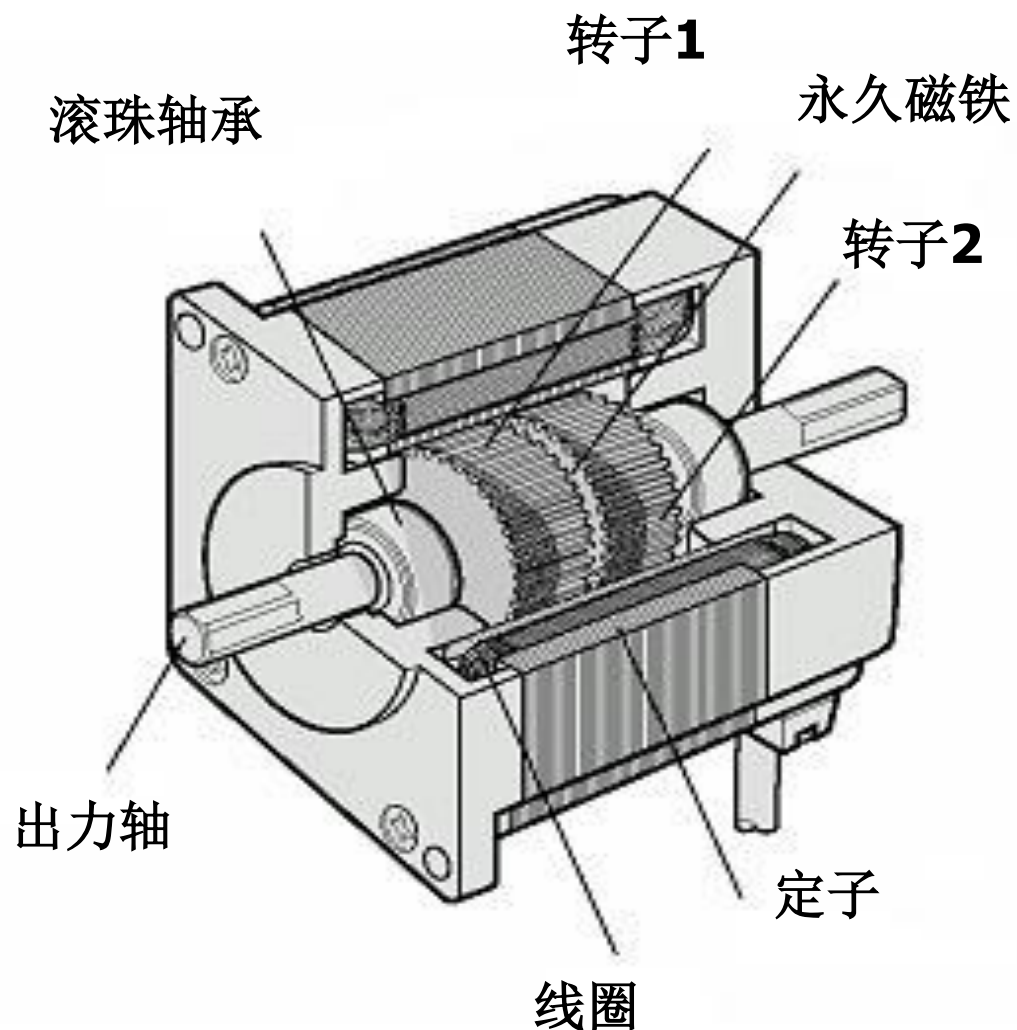
2-1 步进电动机的构造

2-2 转子的构造

2-3 定子的构造

2-4 动作原理

2-1 步进电动机的构造(1)

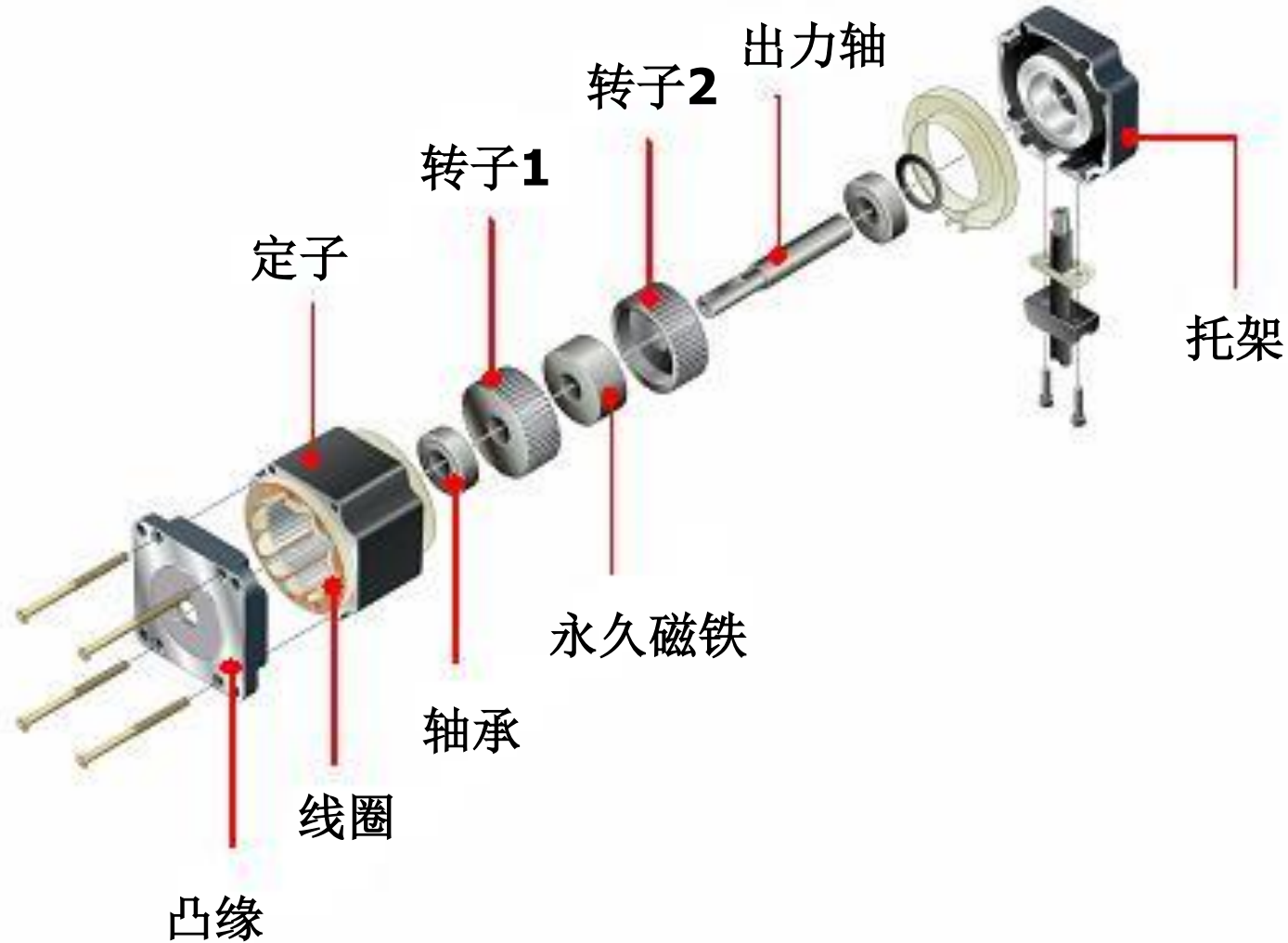


◆定子与转子部分切割成数小齿构造；

◆转子：转动后通过输出轴提供外部机构动力；

◆定子：饶有铜线的电磁铁，可以选择性通电激磁，提供吸引转子转动的力。

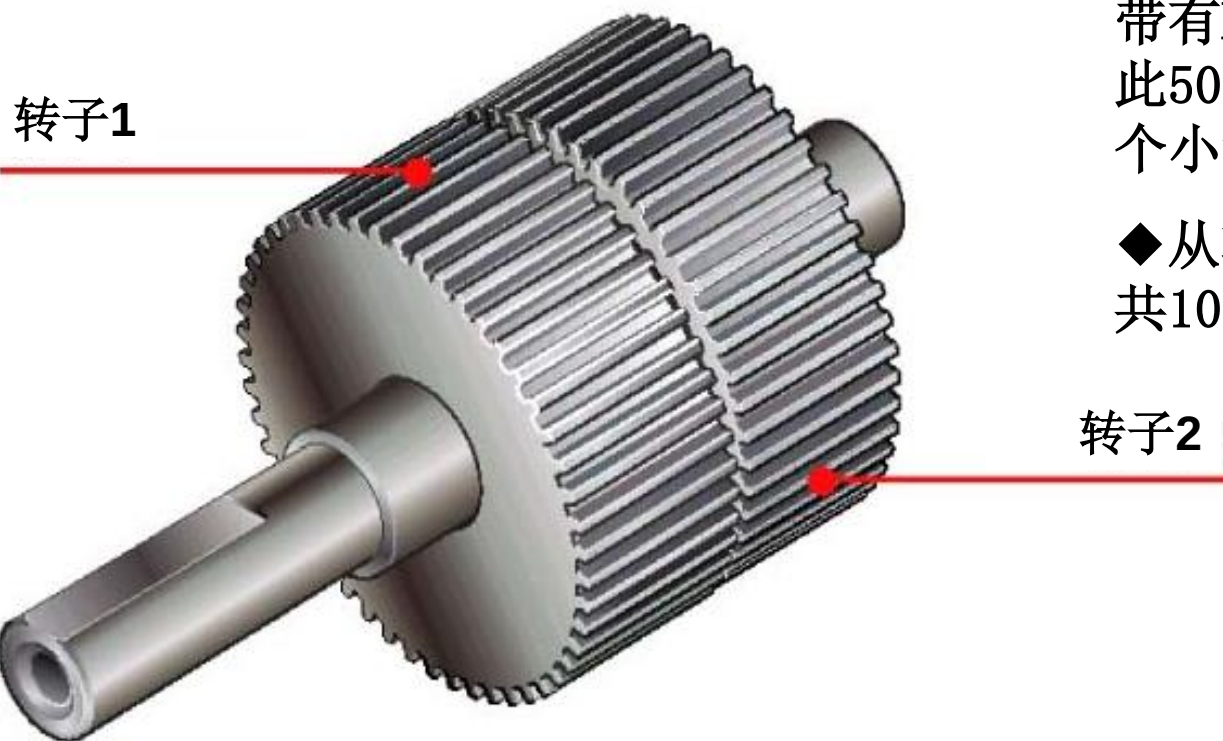
2-1 步进电动机的构造(2)



2-2 转子构造

齿数 50 齿

齿距 (τ_R) 7.2°

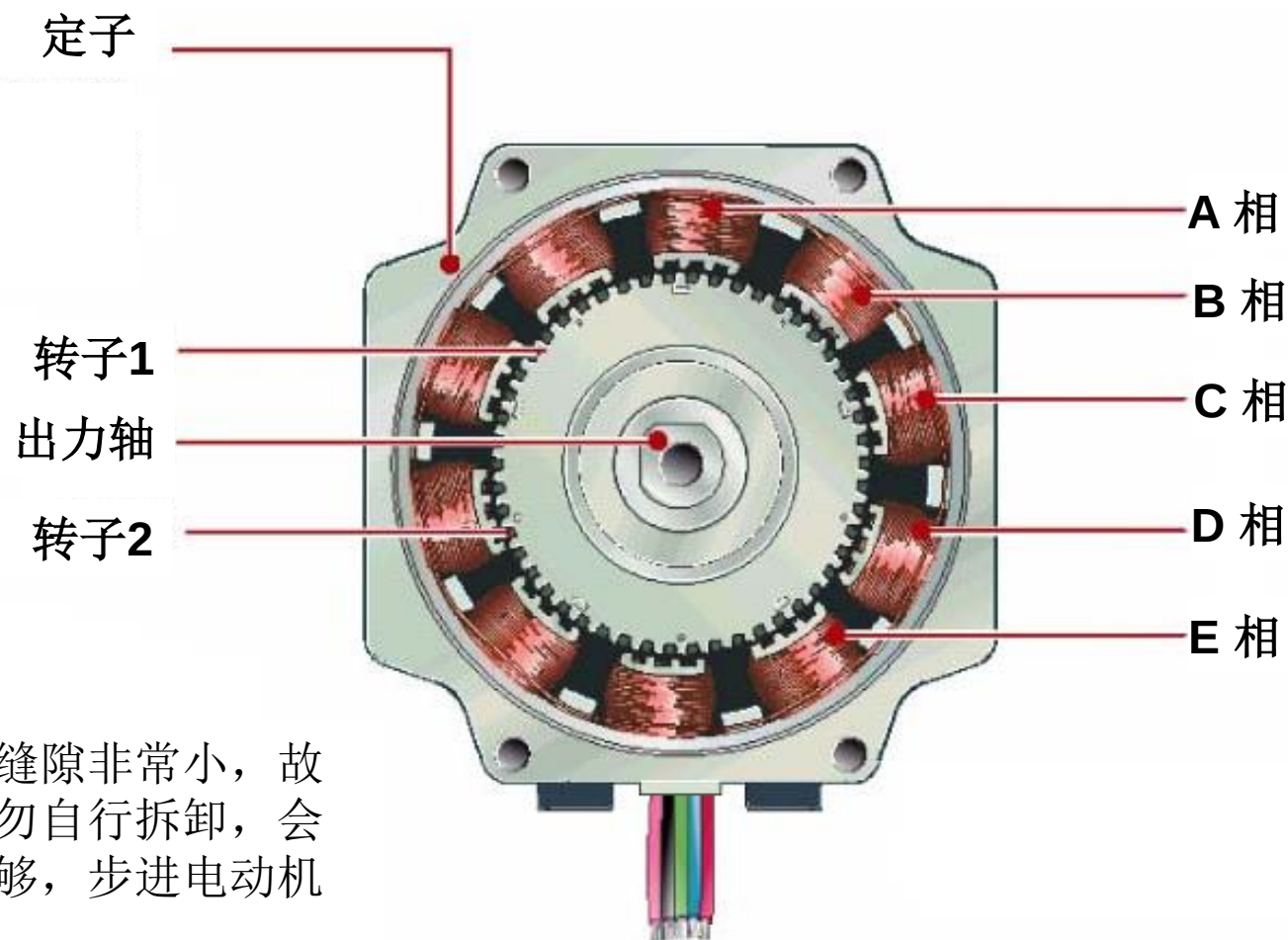


◆转子有两个，并且每个转子上有50个小齿，内部分别带有N极和S极的永磁铁，因此50个小齿带有N极磁性，50个小齿带有S极磁性；

◆从轴向看过去，可以看到共100个小齿；

2-3 定子构造(整体)

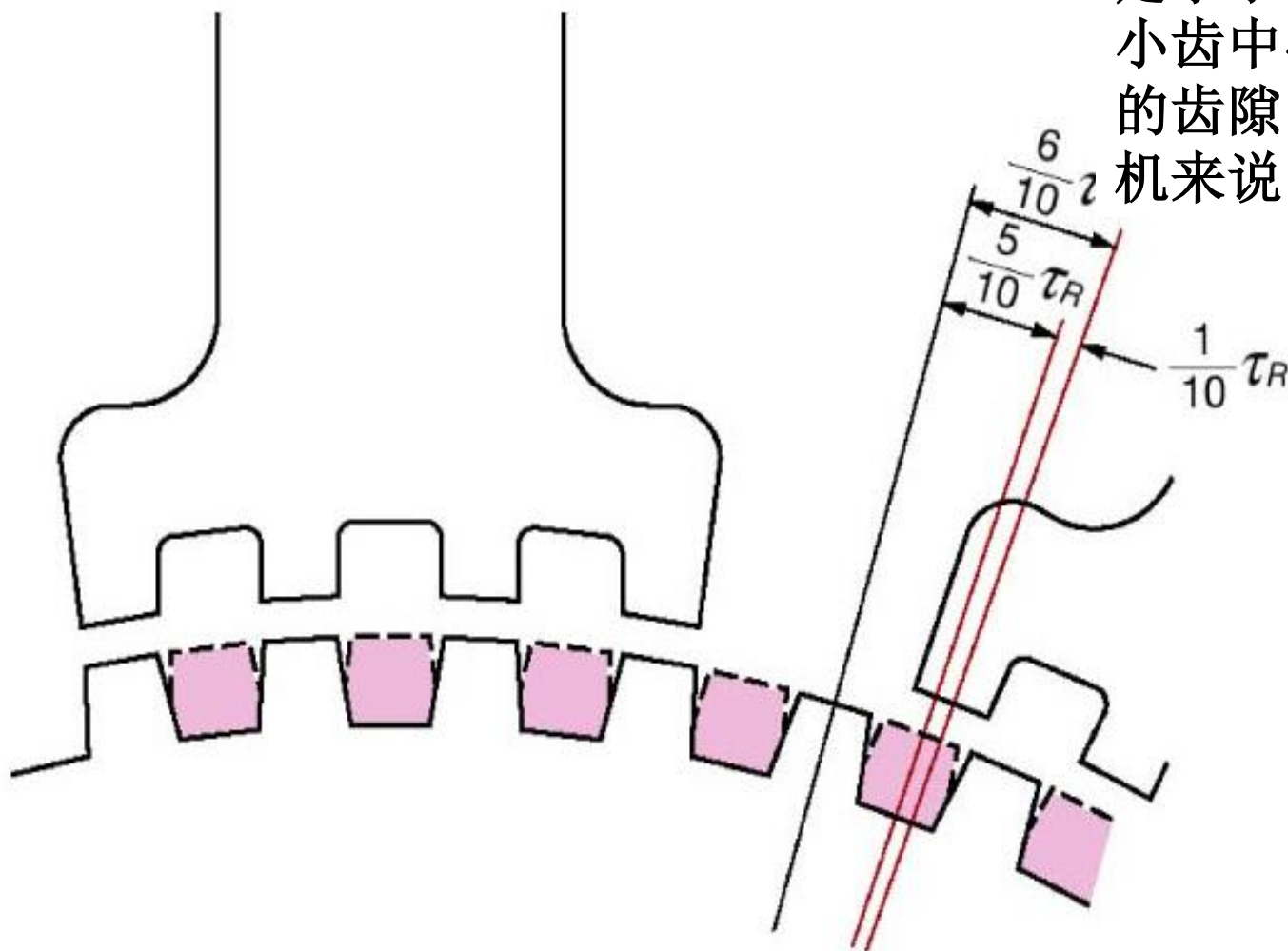
各磁极前端刻有小齿



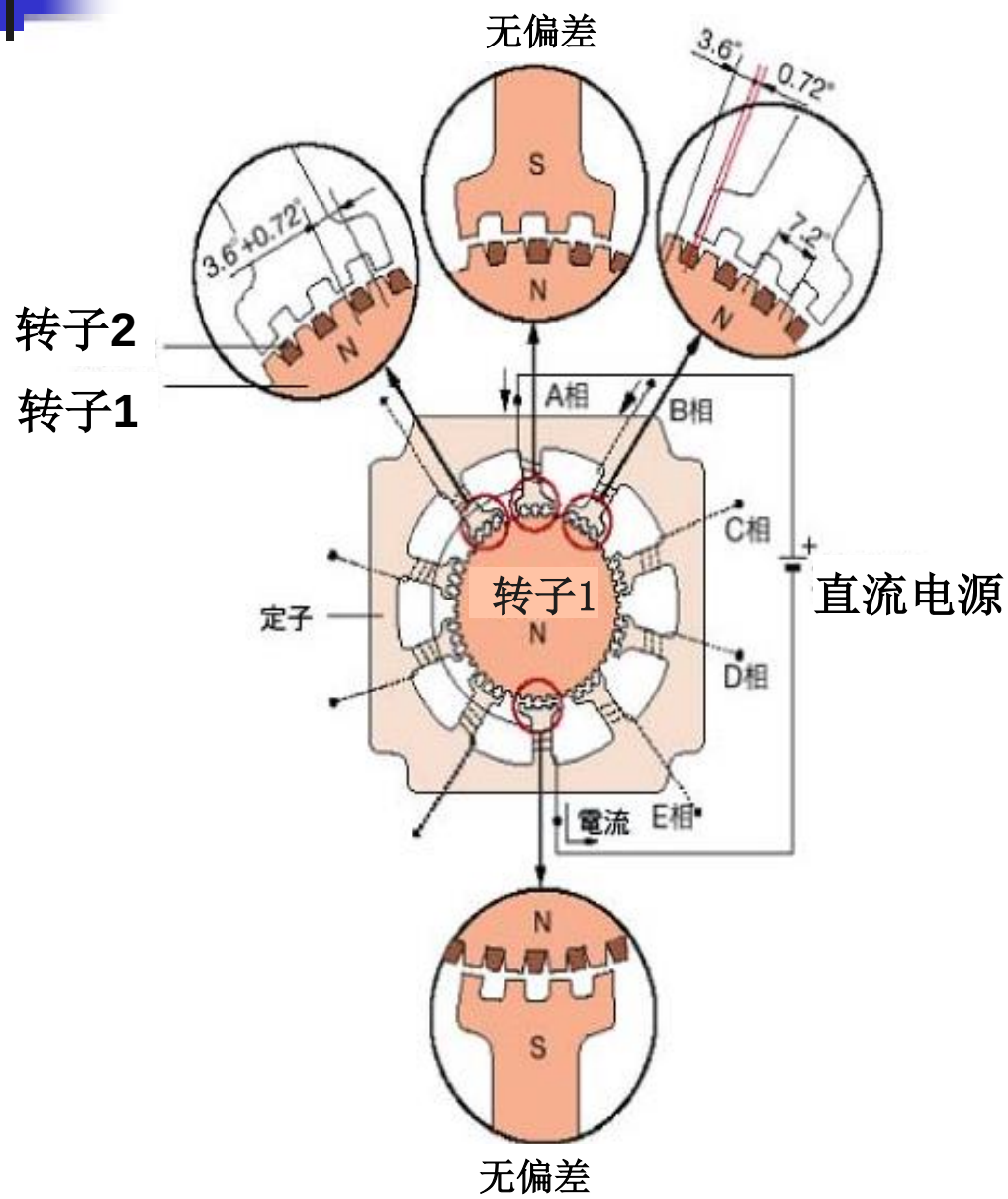
定子与转子间的缝隙非常小，故若马达损坏，请勿自行拆卸，会造成装配精度不够，步进电动机定位误差变大。

2-3 定子构造

定子小齿中心线与对应转子小齿中心线的偏差为**1/10**的齿隙，对于**5**相步进电动机来说，即为**0.72度**。



2-4 动作原理（A相励磁）

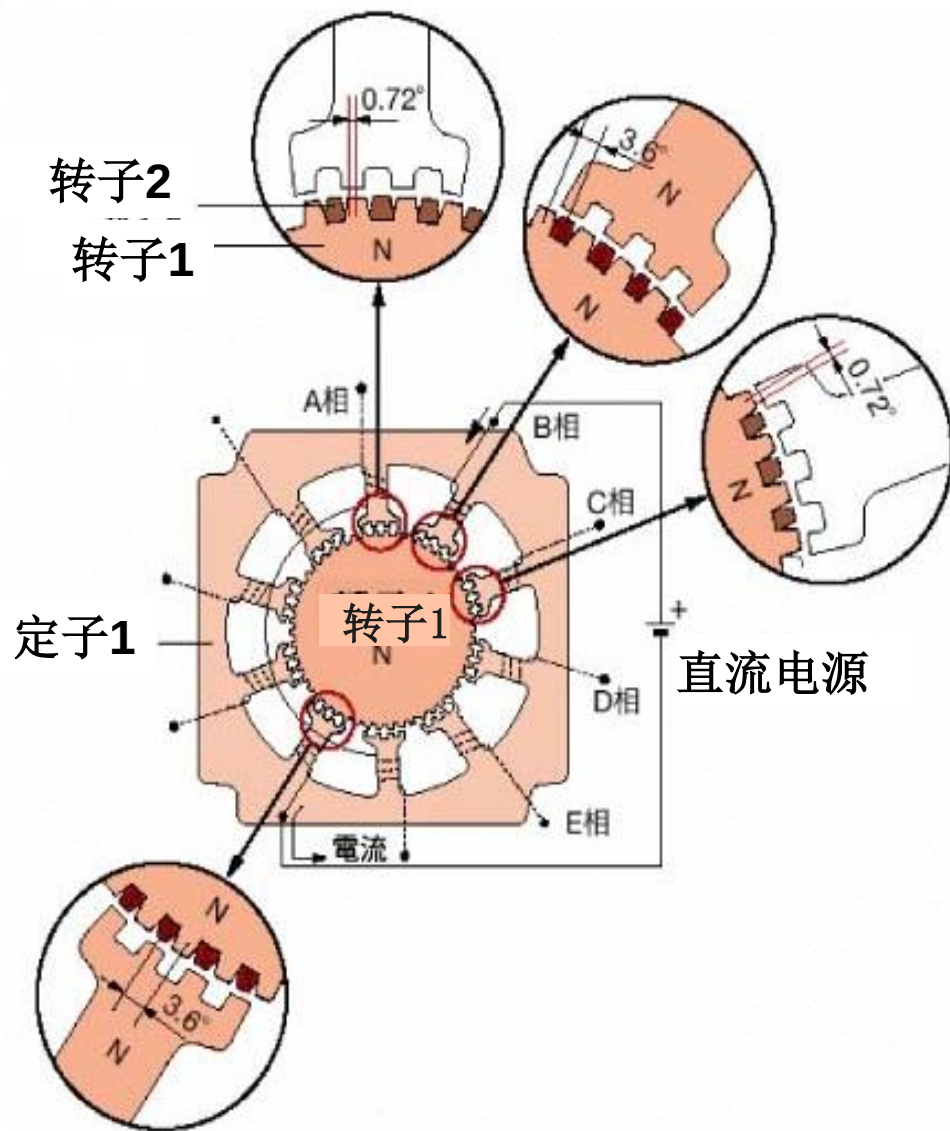


A相磁极的小齿与转子1的小齿相互吸引。

B相磁极的小齿与转子2的小齿0.72°的位置偏差量。

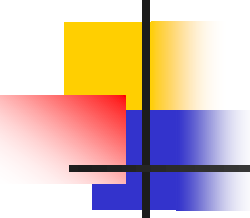
$$0.72^\circ = \frac{1}{10} \tau_R$$

2-4 动作原理（B相励磁）



B 相磁极的小齿与转子2的小齿停止动作时，是呈现相互吸引的状态。

5相步进电动机的基本步级角为 0.72° ，2相步进电动机的基本步级角为 1.8° 。



3 运转速度-转矩特性

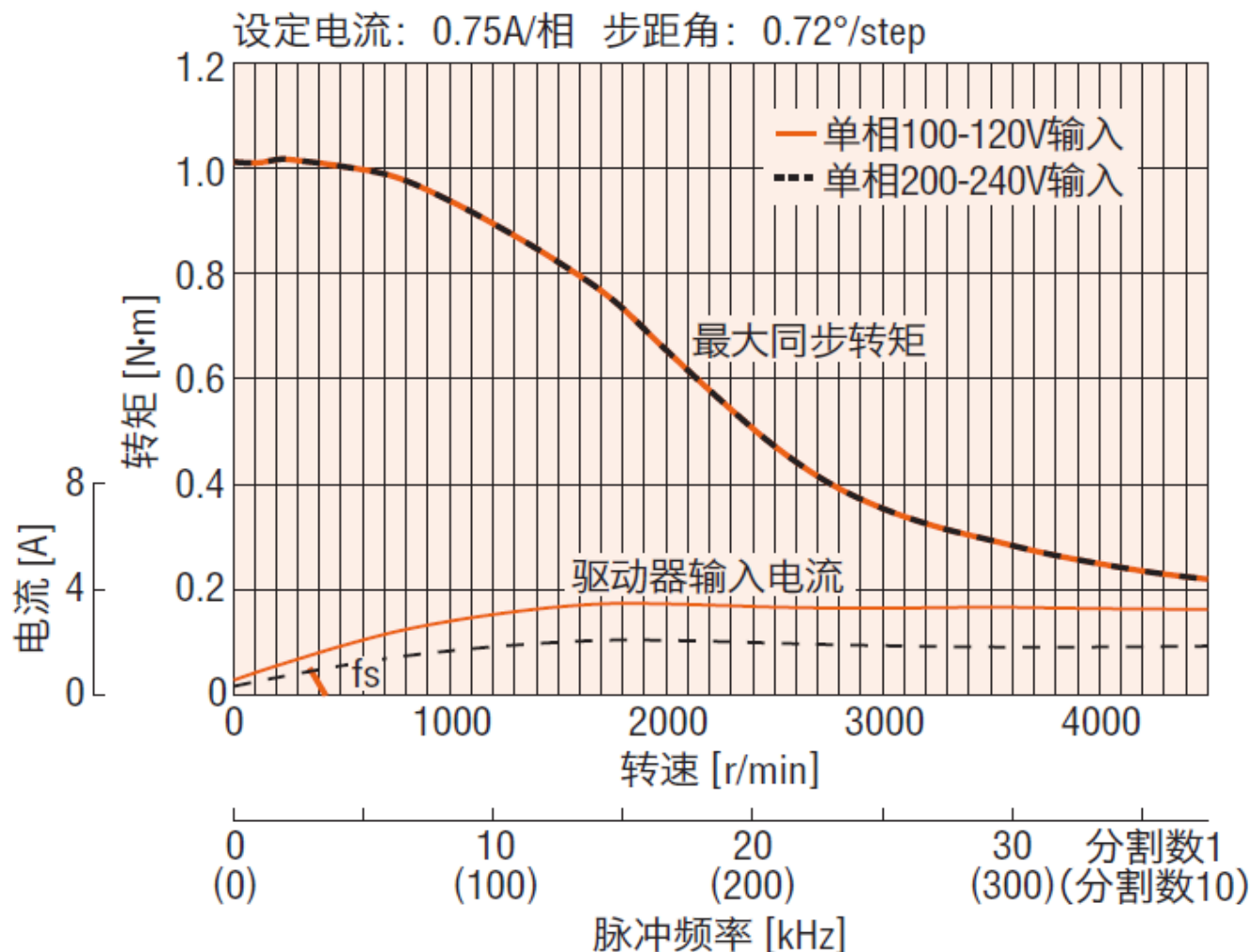
3-1 运转速度-转矩特性

3-2 运转模式

3-1 运转速度 - 转矩特性

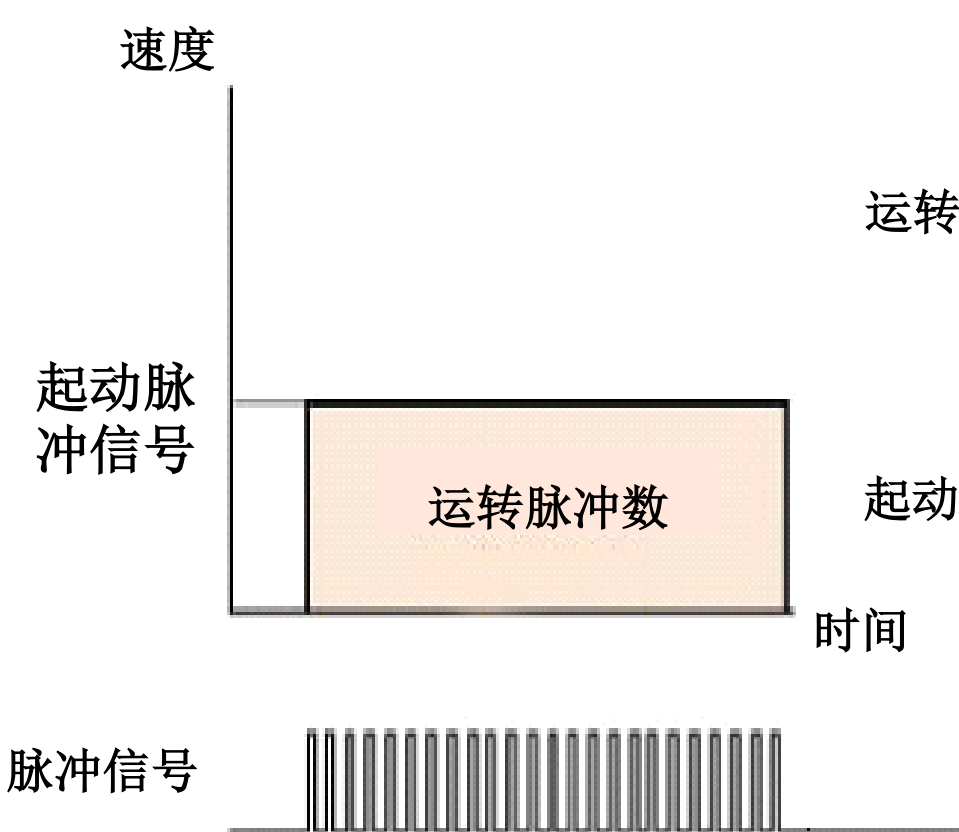
以下为5相步进电动机新产品RK II系列的转速—转矩特性图。

RKS566



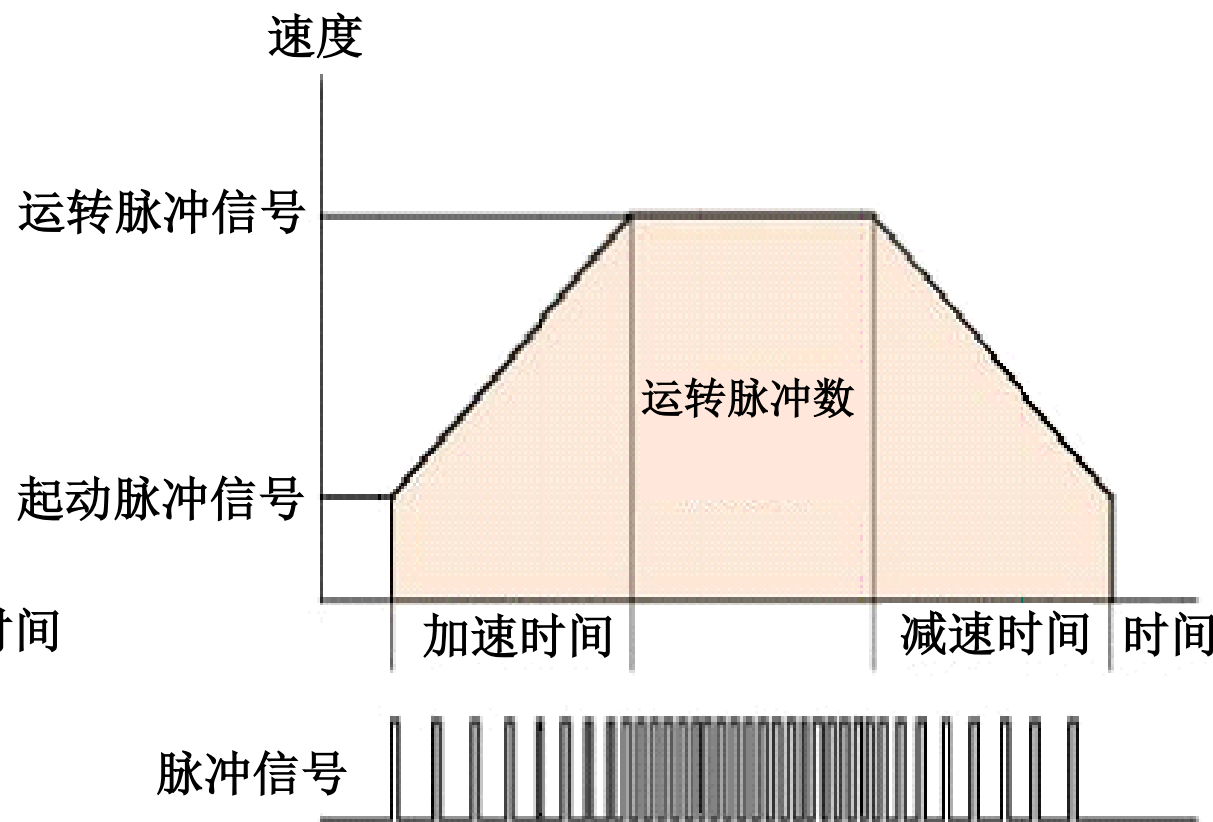
◆5相步进电动机的基本步级角为0.72度，并且随着转速的上升，转矩是下降的。

3-2 运转模式



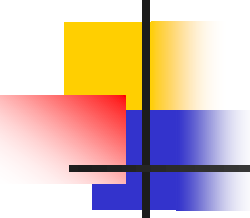
自启动运转模式

◆可以从0转速瞬间达到要求转速的模式。



加减速运转模式

◆从0转速必须经过一段时间的加速过程达到要求转速的模式。



4 关于运转

4-1 定位运转

4-2 振动特性

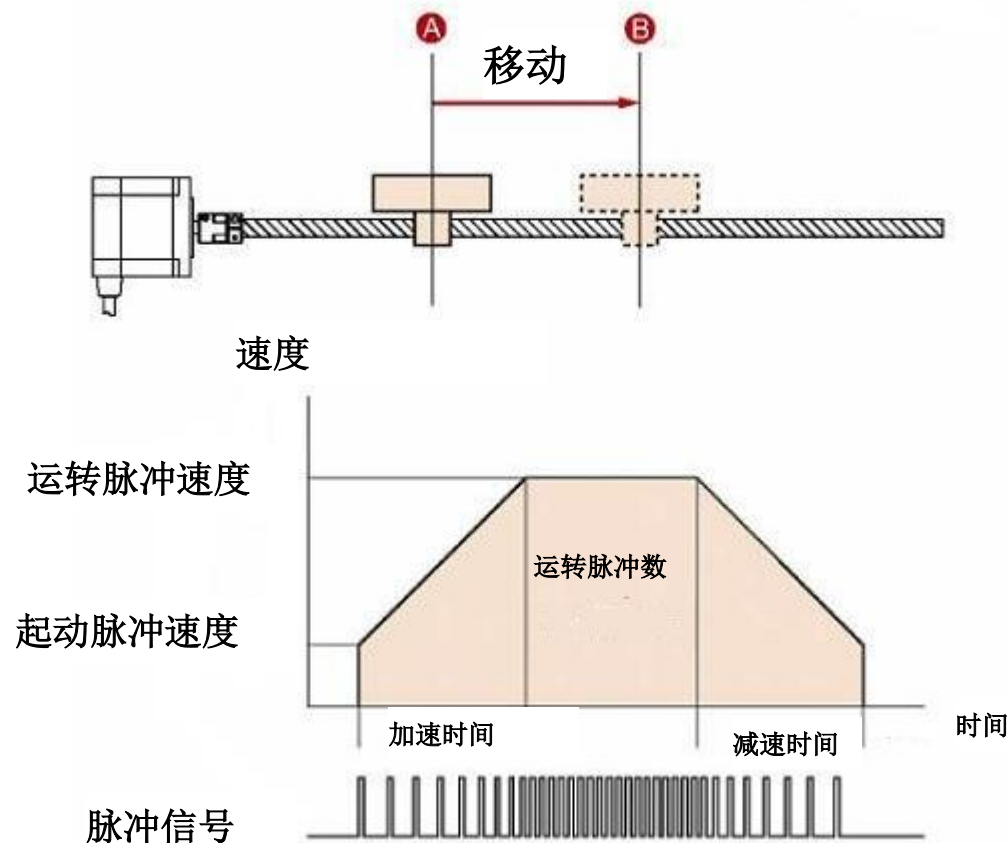
4-3 减少振动的方法

4-4 转速-温度上升特性

4-5 降低温度上升的方法

4-1 定位运转

4-1-1 运转模式(梯形驱动)

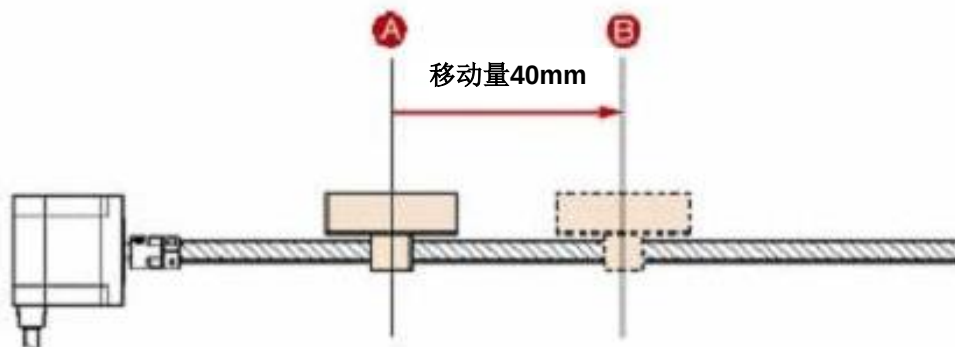


定位运转的设定项目

- 运转脉冲数
- 运转脉冲速度
- 启动脉冲速度
- 加减速斜率

4-1 定位运转

4-1-2 运转脉冲数的简易计算



例) 求出使工作台移动**40mm**时，所必要的脉冲数

电动机运转一圈时，所需要的脉冲数：**500个**

电动机运转一圈时，工作台可移动的距离：**10mm**

(1) 欲使工作台移动**40mm**时，所必要的电动机运转量

电动机的运转量= $40\text{mm}/10\text{mm}$ =运转**4圈**

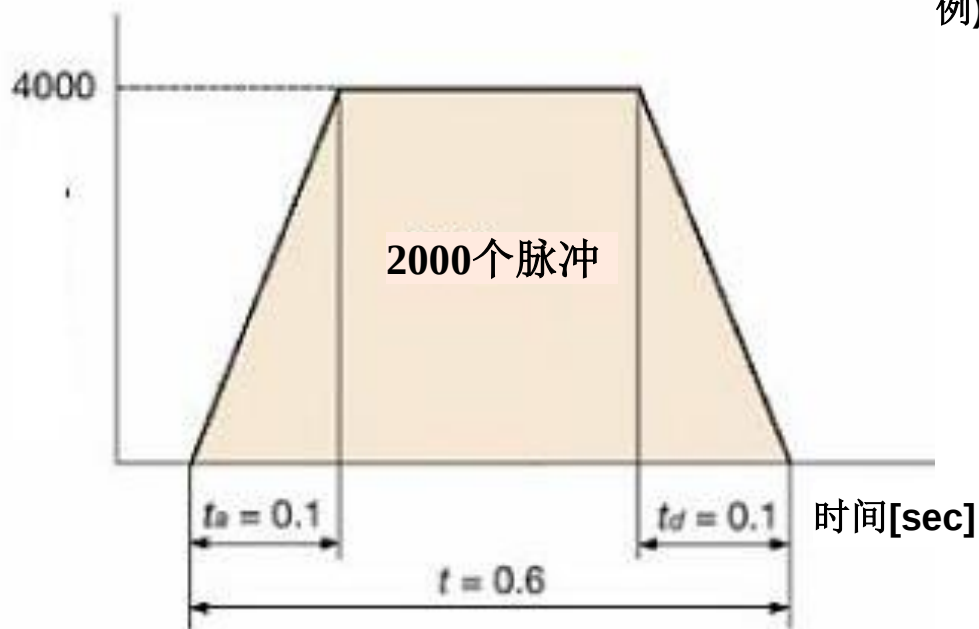
(2) 使电动机运转**4圈**时，所需要的脉冲数

脉冲数= $500\text{脉冲}\times 4\text{圈}$ =**2000脉冲**

4-1 定位运转

4-1-3 运转脉冲速度的简易计算

脉冲速度 (Hz)



例) 求出使工作台在0.6秒移动40mm时，所必要的脉冲速度

梯形驱动的移动时间等同于长为0.5高为4000矩形面积

移动时间 $=t-t_a=0.6-0.1=0.5\text{sec}$

在0.5秒输出2000脉冲时的脉冲速度

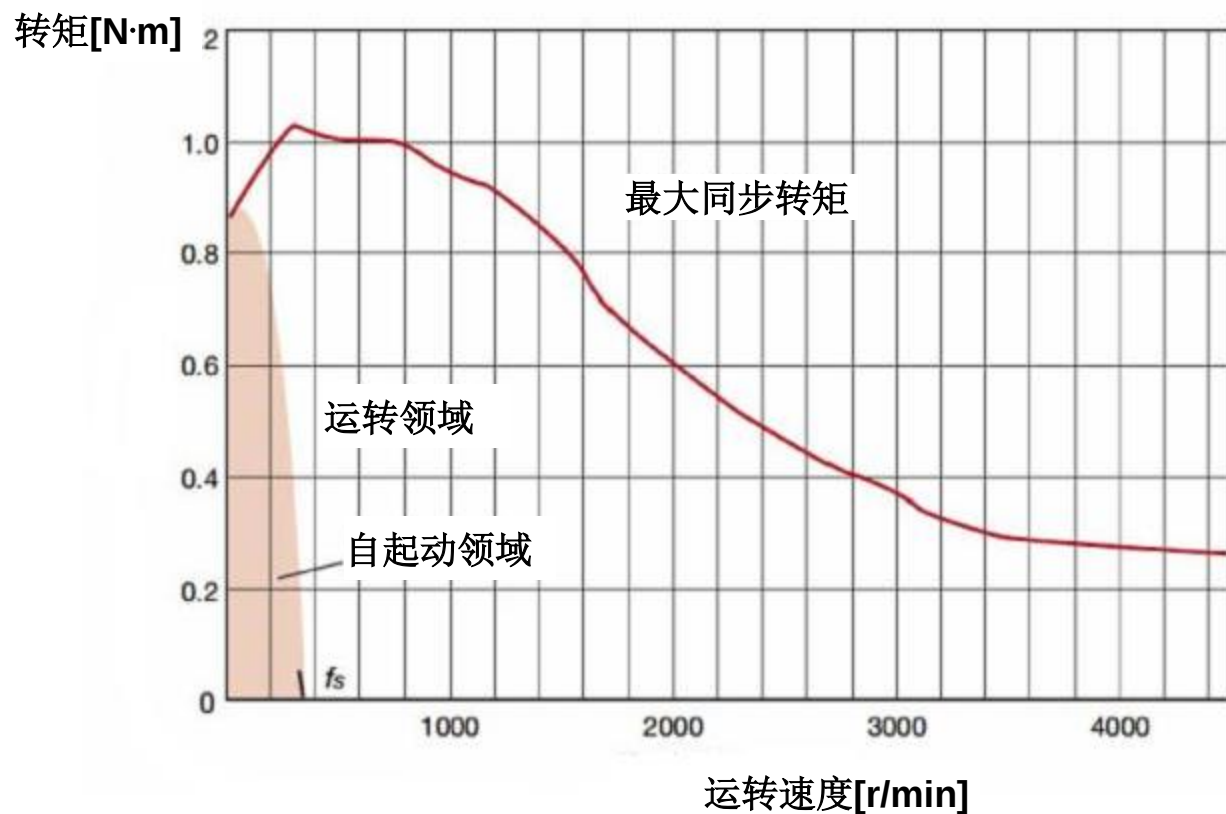
脉冲速度 $=2000\text{脉冲}/0.5\text{sec}=4000\text{Hz}$

脉冲速度4000Hz时电动机的运转速度
电动机运转速度 $=\frac{360^\circ}{360^\circ} \times 4000 \times 60 = 480\text{rpm}$

4-1 定位运转

4-1-4 起动脉冲速度的设定

将因负载的惯性惯量的大小而有所变化



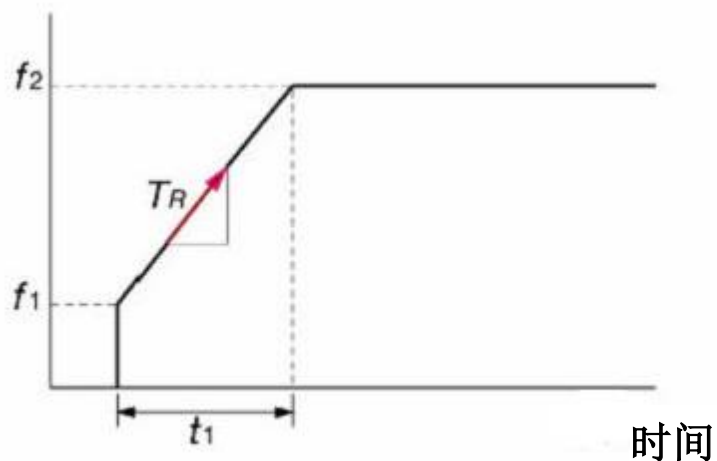
随着外部负载的转矩及转动惯量越大，所能瞬间启动的速度（自启动频率）越小。

4-1 定位运转

4-1-5 加减速斜率的计算

本公司的控制器，可以相对于单位时间的速度变化率来设定

脉冲速度



$$\text{加减速常数 } T_R [\text{ms} / \text{kHz}] = \frac{\text{加减速时间}[\text{ms}]}{\text{运转脉冲速度}[\text{kHz}] - \text{起动脉冲速度}[\text{kHz}]}$$

5 小测验

5-1. 请根据选择栏中的选项进行选择填空。

步进马达的特征是能根据所给的指令进行以（ ）角度为单位的运行。

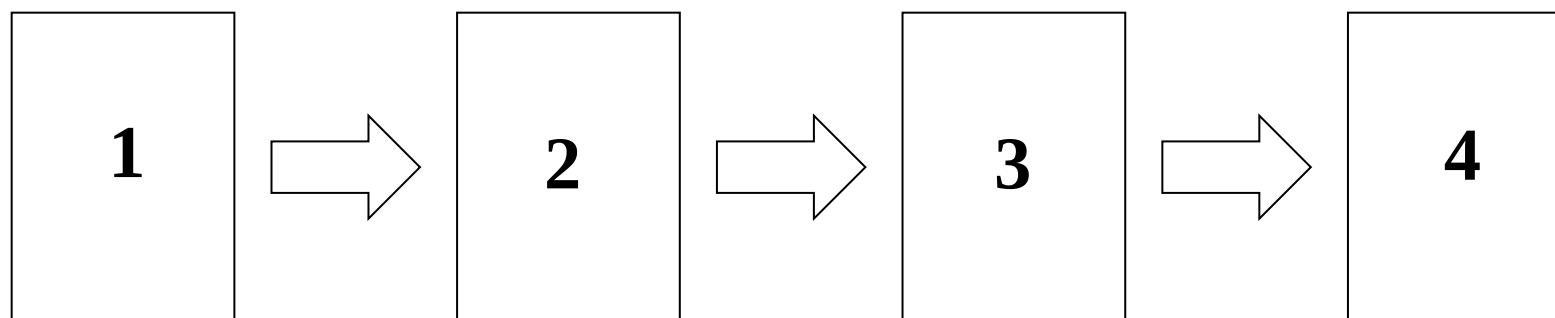
A C 马达即使使用制动装置也会由于惯性发生（ ），而步进马达在构造上可根据角度单位运行，这个旋转角度被称为（ ）。在东方马达具有代表性的步进马达中，5 相步进马达是根据（ ）° 的全步角，2 相步进马达是根据（ ）° 的全步角来进行运行的。

【选择项】

- | | | | | |
|---------|---------|--------|--------|-------|
| 1. 0.36 | 2. 0.72 | 3. 0.9 | 4. 1.8 | 5. 静止 |
| 角度误差 | | | | |
| 6. 过转 | 7. 时间 | 8. 一定 | 9. 步级角 | |

5 小测验

5-2. 以下为步进马达运作时所需的系统构造的说明。



请叙述上述各部件的作用。

1、

2、

3、

4、

5 小测验

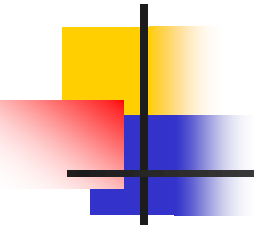
5-3. 请将下面的空格栏填写完整。

- 如果10秒钟内产生了1000个脉冲、那么它的频率是
() H z 。
- 根据5相步进电动机配5比减速机的基本步距角、要其进行 36° 的
运转需要 () 脉冲。
- 5相步进电动机（整步）要使其达到 6 0 0 r/min的速度、其频率为 () H z

5 小测验

5-4. 判断题

- 步进电动机的上一步动作的误差会累积到下一步的动作中。 ()
- 输入步进电动机的脉冲个数决定电动机的旋转量，输入步进电动机的脉冲频率决定电动机的运转速度。 ()
- 步进电动机的转子是永磁铁，定子是电磁铁，根据定子部分各相线圈按照一定的激磁顺序通电后，可以吸引转子进行高精度的定位。 ()
- 通入5相步进电动机的脉冲频率为500Hz，那么电动机输出轴的运转速度为6r/min。 ()
- 步进电动机一通电就开始运转，根据给入的脉冲频率控制其后续的运转速度。 ()



客户回执单

您的建议:

#若您需要申请相关资料，请填写下列表单：

公司名称		姓名	
所属部门			
联络地址			
联络电话		FAX	

东方马达中国总公司
欧立恩拓电机商贸(上海)有限公司

上海总公司

上海市长宁区古北路 666 号嘉麒大厦 12 楼

邮编: 200336

电话 021-6278-0909 传真 021-6278-0269

北京营业所

电话 010-8441-7991 传真 010-8441-7295

大连营业所

电话 0411-3967-6880 传真 0411-3967-6881

青岛营业所

电话 0532-8090-2365 传真 0532-8090-2369

广州营业所

电话 020-8739-5350 传真 020-8739-0892

深圳分公司

电话 0755-8882-9008 传真 0755-8368-5057

东方马达香港分公司

ORIENTAL MOTOR CO., LTD.
HONG KONG BRANCH

香港新界葵芳兴芳路 223 号

新都会广场第二期 23 楼 2312 室

电话 +852-2427-9800 传真 +852-2427-9311

客户咨询中心

产品订购 · 技术咨询 · 目录索取

400-820-6516 (中文)

400-821-3009 (日文)

网址: www.orientalmotor.com.cn

E-mail: sales@orientalmotor.asia

2012年12月制作

本目录内容以2012年12月之现行资料为准。