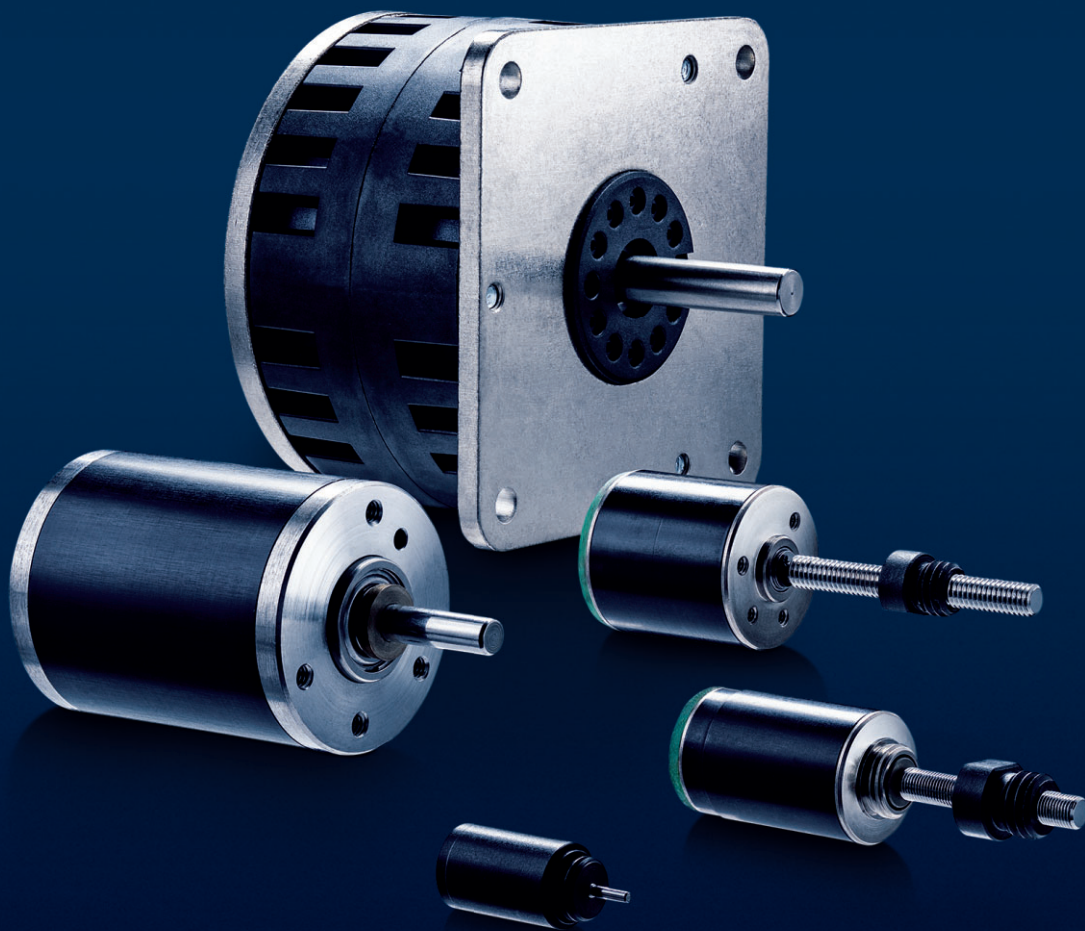


步进电机 微型驱动系统



步进电机

技术信息

步进电机

两相，盘式磁体结构，
20 步旋转一圈

DM0620 系列

在22°C的值	DM0620
名义相电流 (双相导通)	
电流提升 (双相导通)	
名义电压 (双相导通)	
相电阻	
相电感 (1 kHz)	
保持转矩 (名义由流值)	

技术数据说明

每相标称电流 [A]

环境温度为20 °C时给电机相供应的电流，
不超过电机的热极限。

每相升压电流 [A]

短时间内可为电机相提供的最大电流，不超过电机的热容量。

每相标称电压 [V]

达到每相标称电流所需的电压。

相电阻 [Ω]

每相的绕组电阻。公差 +/- 12%，稳定状态。

相电感 [mH]

1kHz时测得的每相绕组电感值。

保持转矩 [mNm]

标称电流时电机形成的转矩。

升压电流时的保持转矩 [mNm]

电机在升压电流时形成的转矩。升压电流不会影响电机磁路，
但为了避免热过载，电机应该采用间歇工作。

残留转矩，典型值 [mNm]

电机未通电时，要转动电机轴所需的典型转矩。

残留转矩可让电机保持位置而无需耗电，
这可以延长电池寿命或降低电机温度。

反电动势幅值 [V/k step/s]

1000 步/秒转速下测得的反电动势幅值。

电气时间常数 [ms]

给定工作点下，电流升至相电流最大值的63%所需的时间。

转子转动惯量 [kgm²]

本参数表示整个转子的惯量。

步进角 (整步) [度]

整步驱动时，电机每步转动的角度。

步进角精度 [整步的百分比]

标称电流且空载时，步进角的位置误差，以相对步进角的百分比来表示。该误差不会随前进的步数而积累。

最大角加速度 [rad/s²]

在升压模式下，电机在空载情况下可达到的最大加速度。

$$\alpha_{max} = \frac{M_{boosted}}{J}$$

最高转速 [min⁻¹]

电机最高工作转速的推荐值。

谐振频率 (空载时) [Hz]

将导致空载电机共振的步进频率。共振频点与负载有关。
为避免共振，可提高驱动频率或采用半步及微步驱动，
避开谐振频率。

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{M}{J}}$$

热阻 [K/W]

R_{th1} 是指线圈与外壳之间的热阻值。 R_{th2} 是指外壳与环境空气之间的热阻值。 R_{th2} 可以通过在电机和环境空气之间进行热交换来降低(例如使用散热片或强制风冷)。如果仅有一个数值 R_{th} ，则它相当于绕组和空气之间的电阻。

热时间常数 [s]

热时间常数表示绕组和外壳达到最终稳定温度的63%所需的时间。

工作温度范围 [°C]

电机可正常工作的环境温度。

绕组最高温度 [°C]

绕组和此题能够承受的最高温度。

轴承

自润滑烧结烧结轴承或预加载滚珠轴承。

轴最大载荷 [N]

在指定轴径下，前轴出轴端的最大负载。对于使用滚珠轴承的电机，负载与寿命参数由轴承制造商标定。该参数不适用于附轴或后轴。若采用滚珠轴承，如果轴承的预加载力被超过，则电机轴可能会不可逆地移位~200 μm。

输出轴最大串动量 [mm]

轴和轴承之间的间隙。

外壳材质

标明电机外壳使用的材料。

重量 [g]

即电机重量，单位克。

磁体材质

标准电机内所用磁体的基本类型。

步进电机

技术信息

步进电机的选择

选择步进电机时，根据负载情况，对照参数表中的扭矩与转速曲线进行。

若不参照曲线图，无法通过数学方法验证选型是否恰当。

选型时，必须明确以下参数：

- 运动曲线
- 负载摩擦和惯性
- 所需分辨率
- 可用空间
- 可用电源电压

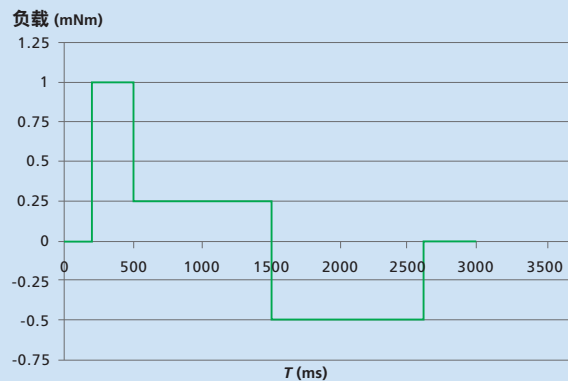
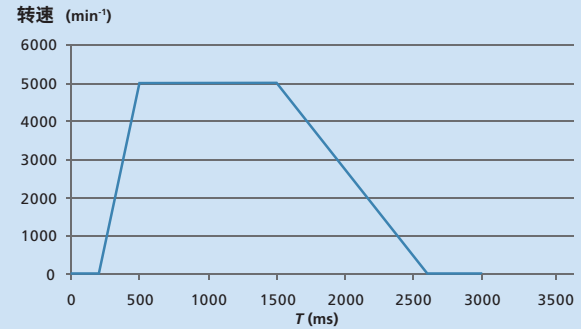
1. 定义电机轴上的负载参数

该步骤的目的，是确定在给定时间内的转动角度的运动曲线，并使用负载参数（如摩擦力和负载惯量）计算整个周期的电机转矩。

本例中的运动和转矩曲线如下所示：

根据适用的尺寸选择电机，然后根据电机的转动惯量，重算负载参数。

本例中，假定最大所允许的电机最大外径为15mm，并且已经根据AM1524电机的转动惯量进行计算。



步进电机

技术信息

2. 电机工作的验证

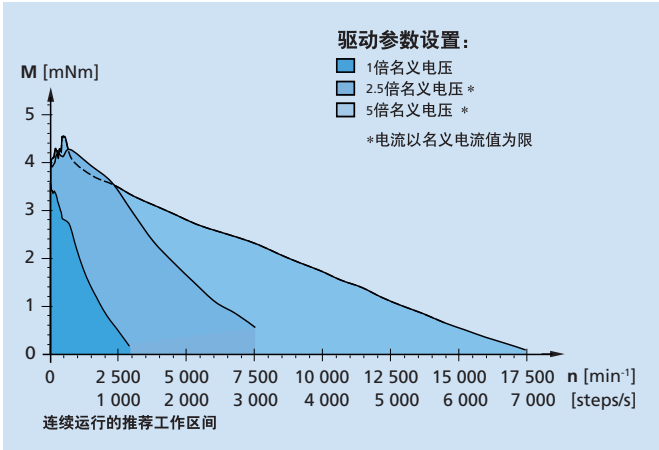
本应用中，最高的转矩/转速点出现在加速阶段结束时。最高转速 $n = 5000 \text{ min}^{-1}$ ，转矩 $M = 1 \text{ mNm}$ 。

上述参数所确定的工作点，可代入到下图的AM1524电机的转矩与转速曲线图中。

为确保应用中电机能够正常工作，强烈推荐在转矩计算中保留30%的安全系数本例确保了电机能够良好满足所需。

使用更高的供电电压(一般为名义电压的2.5到5倍)，可以在更高速度下提供更高转矩(请参考转矩转速曲线)。

如果没有找到合适的电机，可以通过使用减速箱调节电机的负载参数。



3. 校验分辨率

假定应用所要求的角度分辨率为 9° 。

所选的AM1524电机步进角为 15° ，因此整步驱动无法满足要求。可采用半步驱动将步进角缩减为 7.5° ，微步驱动当然也可，它能进一步提高分辨率，但精度可能会有所降低，因为步进角精度（以整步的百分比表示）与是否微步驱动及细分的步数无关。

所以，为提高电机的角度分辨率，通常会加装减速箱或丝杠直线运动时）。

4. 低速工作

所有步进电机都有谐振频率，一般低于100Hz。电机工作在谐振频点时会出现转速与转向失控、输出转矩减小等共振现象。因此，当需要低速或在谐振频点工作时，建议使用微步驱动，细分步数越大，控制效果越好，它能极大降低共振影响，实现平顺调速。

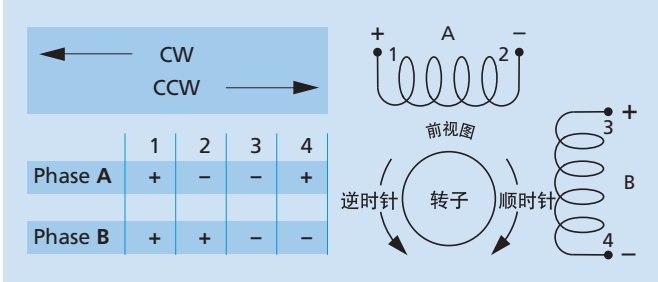
5. 验证实验

理论计算的选型，必须在真实应用条件下进行验证测试。请确保证验证测试中，考虑了所有的负载参数情况。

旋转方向

采用以下换相顺序时所有电机都按逆时针方向旋转：

1.A+B+ 2.A-B+ 3.A-B- 4.A+B-。唯一的例外情况是AM1524，它采用以上换相顺序时沿顺时针方向转动。



步进电机

技术信息

一般应用的注意事项

原则上，各步进电机都可以在三种模式下工作：整步（单相或双相导通）、半步或微步驱动。

当耗散功率（ I^2R 损耗）一致时，各驱动模式下，电机的保持转矩相同。这个理论特别适用于两磁极双相电机，这种电机的机械角与电气角相等。

- 整步驱动（单相导通）时，电机各相的加电顺序为：1. A+ 2. B+ 3. A- 4. B-。
- 单相和双相导通交替进行时，在每个电气周期内可形成8个半步状态：1. A+ 2. A+B+ 3. B+ 4. A-B+ 5. A- 6. A-B- 7. B- 8. A+B-。
- 如果每个半步都产生相同的保持转矩，在单相导通时，相电流增加到 $\sqrt{2}$ 倍。

微步驱动的两大大优势包括低噪声高精度，它们都取决于细分的步数。步数则由驱动器实际性能决定。

如上所述，在一个电气周期或场矢量旋转（4个整步）中，需要驱动器提供多组不同的电流值，组数与微步驱动的细分步数成正比。

例如8细分需要8组电流值，A相电流按照 0° 到 90° 的余弦函数从最大值降到0；B相电流则按照正弦函数上升。

这些电流值预置在斩波驱动器内并由其调用。电机转子的位置由A、B两相所产生的转矩矢量和所确定

$$M_A = k \cdot I_A = k \cdot I_o \cdot \cos \varphi$$

$$M_B = k \cdot I_B = k \cdot I_o \cdot \sin \varphi$$

其中，M 是电机转矩，k 是转矩常数， I_o 是名义相电流。

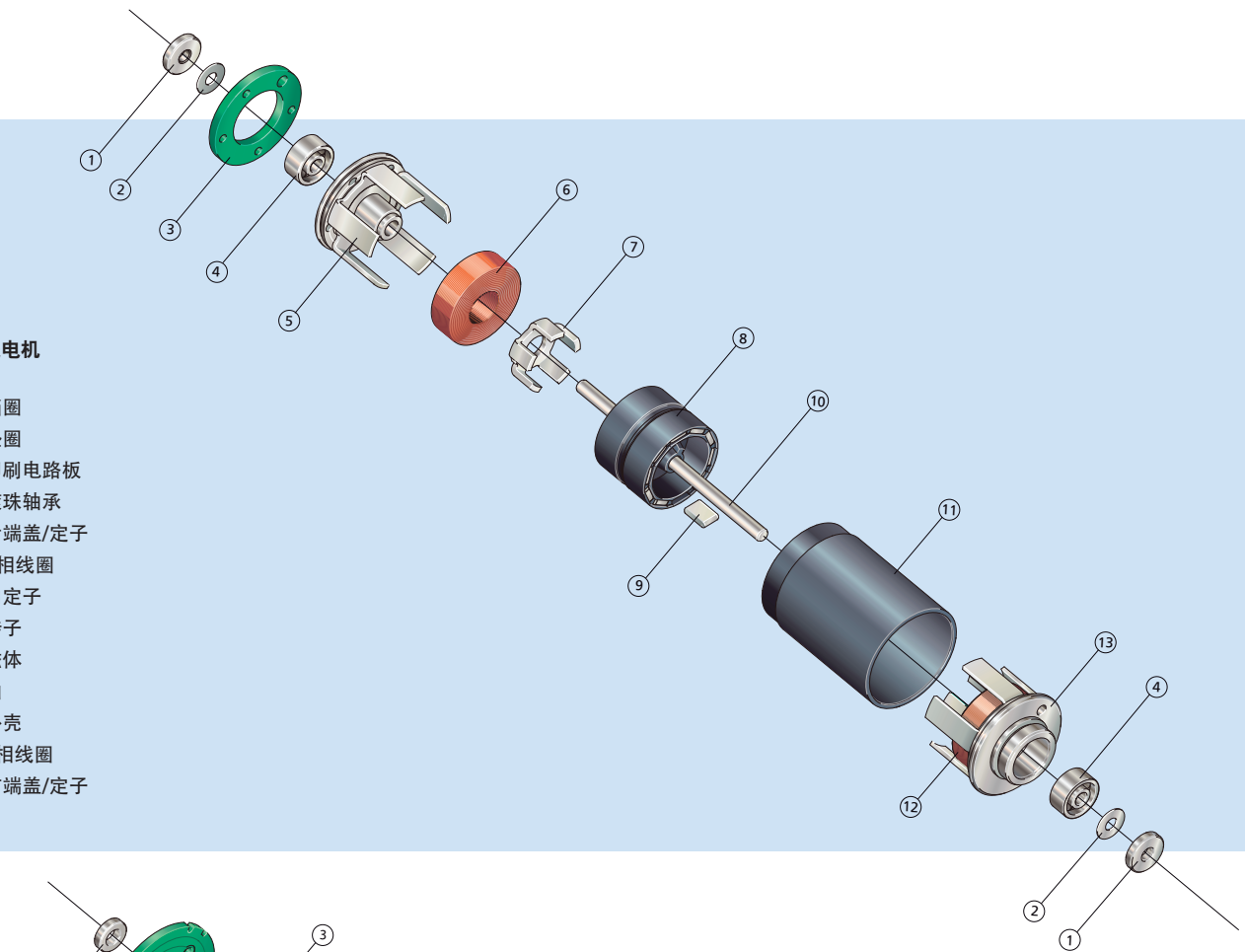
电机空载时，整步、半步或微步驱动下的位置误差相同，决定误差的因素包括：由启动转矩引起的正弦转矩曲线失真、磁饱和、细节结构（此次指电机转子的实际位置）和相电流的精度。

步进电机

基本结构

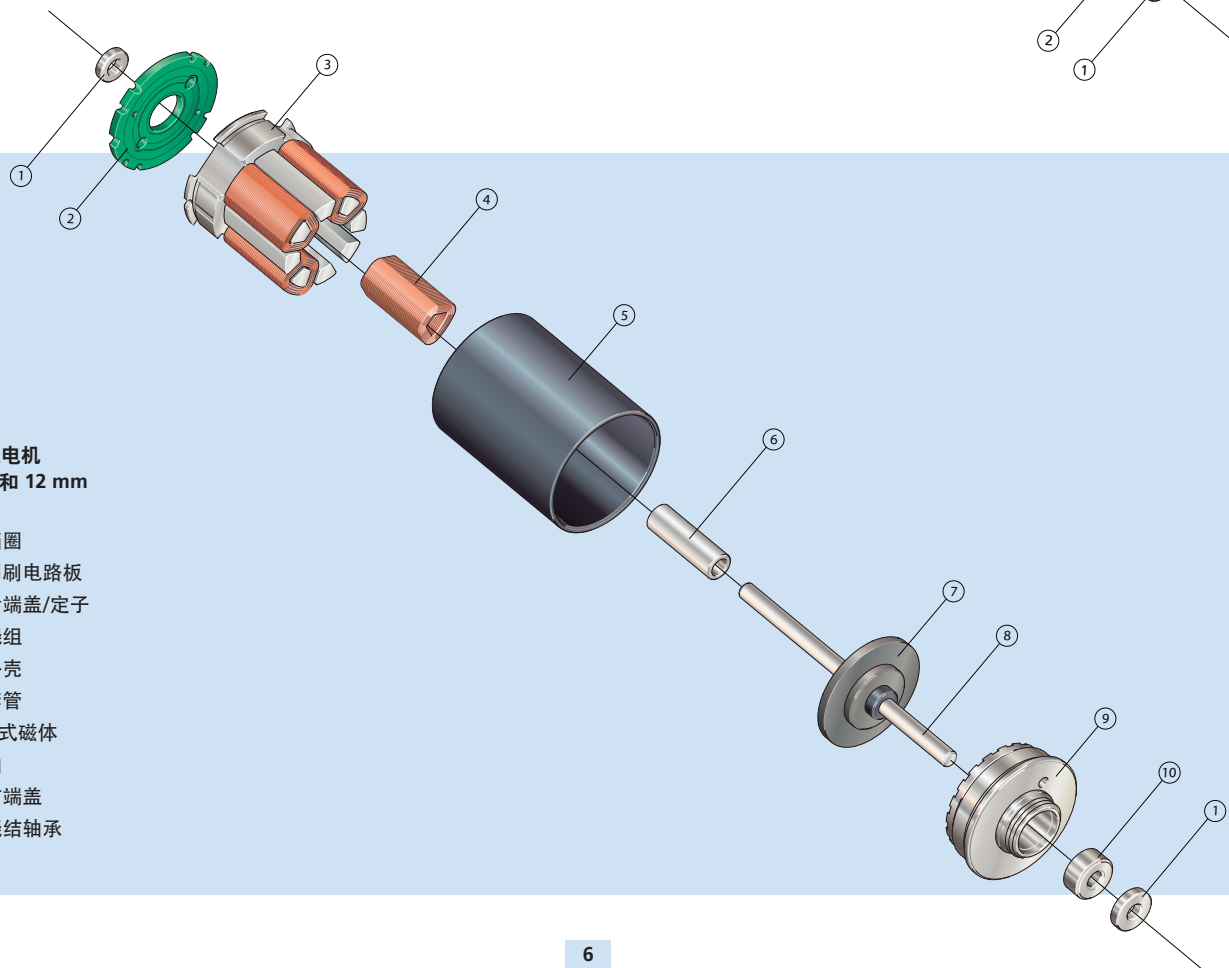
步进电机

- ① 挡圈
- ② 垫圈
- ③ 印刷电路板
- ④ 滚珠轴承
- ⑤ 后端盖/定子
- ⑥ A相线圈
- ⑦ 内定子
- ⑧ 转子
- ⑨ 磁体
- ⑩ 轴
- ⑪ 外壳
- ⑫ B相线圈
- ⑬ 前端盖/定子



步进电机 Ø 6 和 12 mm

- ① 挡圈
- ② 印刷电路板
- ③ 后端盖/定子
- ④ 绕组
- ⑤ 外壳
- ⑥ 套管
- ⑦ 盘式磁体
- ⑧ 轴
- ⑨ 前端盖
- ⑩ 烧结轴承

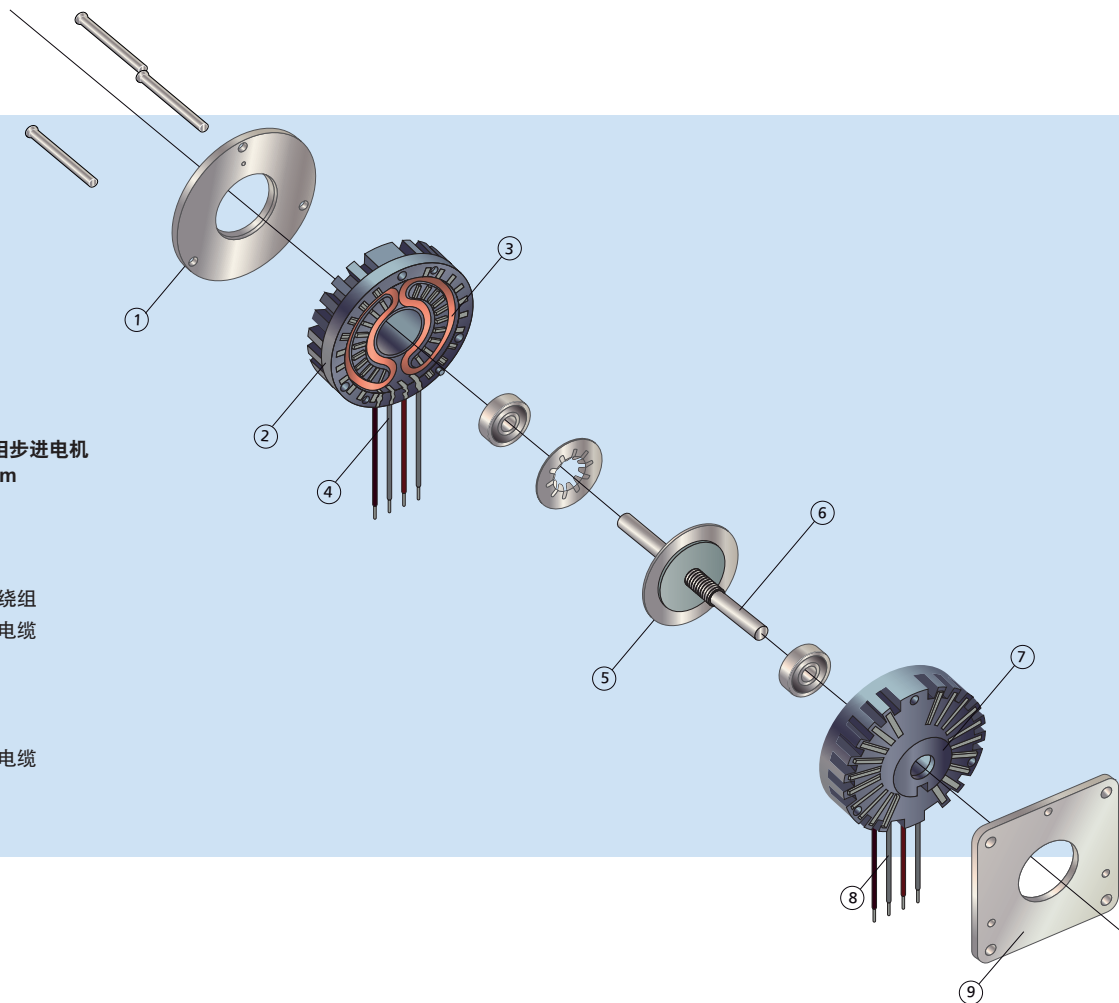


步进电机

基本结构

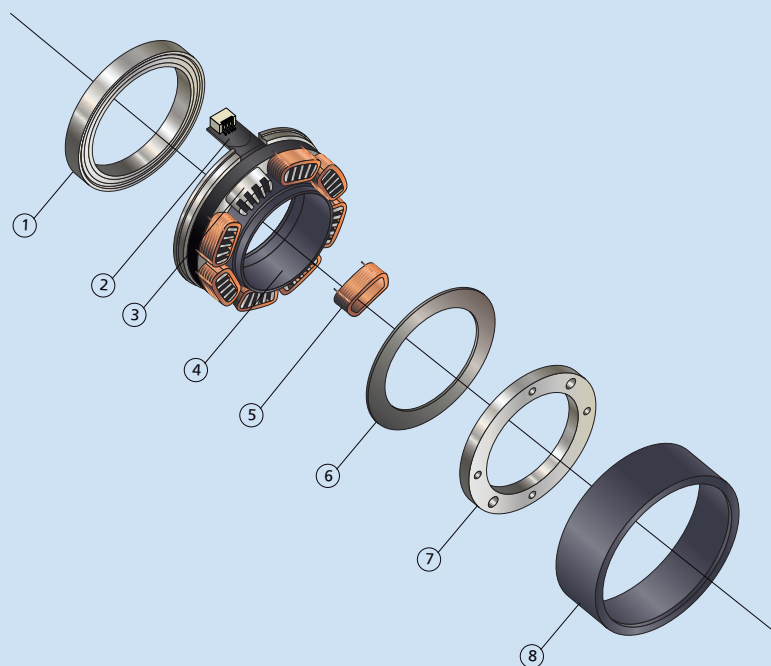
盘式磁体两相步进电机
Ø 40 – 52 mm

- ① 后法兰
- ② ½ 定子
- ③ A相和B相绕组
- ④ A相和B相电缆
- ⑤ 盘式磁体
- ⑥ 轴
- ⑦ ½ 定子
- ⑧ A相和B相电缆
- ⑨ 前端法兰



环式电机

- ① 滚珠轴承
- ② 柔性电路板
- ③ 定子
- ④ 空心轴
- ⑤ 绕组
- ⑥ 盘式磁体
- ⑦ 前端法兰
- ⑧ 外壳



步进电机 – 两相永磁技术

FAULHABER步进电机为两相多极永磁结构。稀土磁体的使用实现了极高的功率体积比。所设计的极低惯量电机转子, 尤其适合需要非常高的加速度和快速切换转向的应用场合, 同时还可以直接给定目标速度, 省却加速的过程控制时间。它们长度短、重量轻, 适用于高度集成的系统中。

坚固的设计可适应最恶劣的环境。无论整步、半步还是微步驱动, 均可实现精确的开环调速和定位控制。

FAULHABER步进电机可以和丝杠或减速器组合, 从而实现当今市场上无出其右的性能指标。

系列型号

DM0620	AM2224R3
AM0820	DM40100R
AM1020	DM52100S
DM1220	DM52100R
AM1524	DM52100N
AM2224	DM66200H

主要参数

外径	6 至 66 mm
电机长度	9.5 至 32.6 mm
每转步数	20 / 24 / 100 / 200
保持转矩 (峰值)	0.25 (0.39) … 307 (581) mNm



DM 0620 2R 0080 11

产品代码

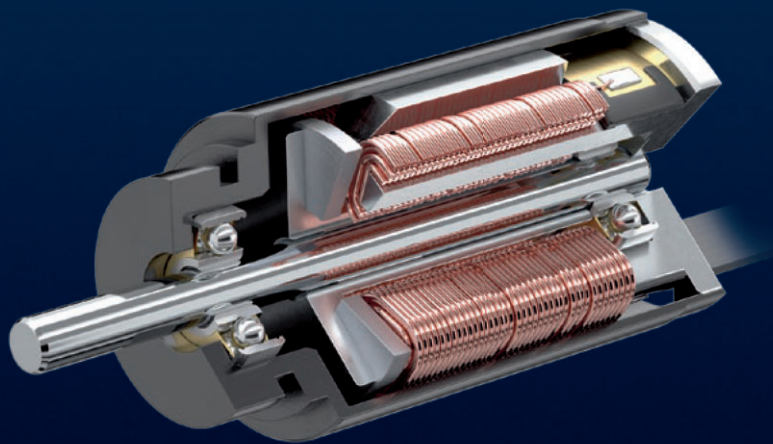
DM	电机设计
06	电机直径[mm]
20	每圈步数
-	版本 (如果适用)
2R	轴承类型
0080	绕组规格
11	电机出轴规格

WE CREATE MOTION

FAULHABER 步进电机

该系列产品优势一览

- 高性价比的定位控制方案, 无需编码器
- 高功率密度
- 非常高的加速度
- 超快切换转向能力
- 工作寿命长
- 工作温度范围大
- 恒流斩波驱动方式下, 速度最高 $16\,000\text{ min}^{-1}$
- 支持整步、半步和微步驱动
- 转子惯量极低



更多信息

福尔哈贝传动技术(太仓)有限公司

江苏省太仓市北京西路

6号孵化楼东楼 215400

电话: +86(0)512 5337 2626

info@faulhaber.cn

www.faulhaber.cn

As at:

17th edition, 2022

Copyright

by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG

Daimlerstr. 23 / 25 · 71101 Schönaich

All rights reserved, including translation rights. No part of this description may be duplicated, reproduced, stored in an information system or processed or transferred in any other form without prior express written permission of Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG.

This document has been prepared with care.

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG cannot accept any liability for any errors in this document or for the consequences of such errors. Equally, no liability can be accepted for direct or consequential damages resulting from improper use of the products.

Subject to modifications.

The respective current version of this document is available on FAULHABER's website: www.faulhaber.com