

LINKHOU

灵动智造 厚积薄发



微信公众号



官方微博



# 直线电机

苏州灵猴机器人有限公司

地址：苏州市吴中区越溪街道北官渡路38号

咨询电话：400-775-6920

电话：0512-6659-3372

传真：0512-6659-3372

官网：[www.linkhou.com](http://www.linkhou.com)



苏州灵猴机器人有限公司



### 关于灵猴：

苏州灵猴机器人有限公司是一家集研发、生产、销售及服务于一体的为智能制造提供关键零部件的解决方案商。

研发人员：超过 180 人

总职工：超过 400 人

面积：5400 m<sup>2</sup>

总部：江苏苏州

研发中心：苏州、深圳、北京、美国硅谷

办事处：上海、深圳、北京、郑州

### 涉及的产品包括：

1. 机器视觉系统（光源产品、镜头产品、2D 视觉软件）
2. 传感器类（安全光栅）
3. 直线电机系统（直线电机、直线电机平台模组）
4. 机械手（4 轴机械手、6 轴机械手）
5. 运动控制类（I/O 板卡、驱动器）



## 索引

直线电机		附表	
04	无铁芯直线电机	38	附表
06	BUM03 系列		
08	BUM06 系列		
10	BUM12 系列		
12	BUM18 系列		
14	BUM 系列霍尔组件（选件）④		
15	U 型无铁芯磁路（定子）⑤		
16	U 型无铁芯直线电机安装 ⑥		
17	U 型无铁芯直线电机电气接线（连线和输出）⑦		
有铁芯直线电机			
20	BFM06 系列		
22	BFM12 系列		
24	BFM18 系列		
26	BFM 系列霍尔组件（选件）④		
27	BFM 系列有铁芯磁路（定子）⑤		
28	BFMB11 系列		
30	BFMB22 系列		
32	BFMB 系列霍尔组件（选件）④		
33	BFMB 系列有铁芯磁路（定子）⑤		
34	有铁芯直线电机电气接线（接线与输出）⑥		
35	直线电机应用选型计算		

### 直线电机作为运动控制系统中的重要组成部分： Linkhou 将为客户提供性能优良的运动控制解决方案。

直线电机的本质就是把旋转电机平放展开并直接联接到驱动负载上。它能够代替例如滚珠丝杠 / 丝杠、齿条与齿轮、皮带 / 皮带轮和减速箱的所有机械传动部分，从而消除了齿隙以及与机械传动相关的其他问题。

## 直线电机的类型

直线电机分很多种，它们各有优势，都能为用户提供合适的解决方案。

目前直线电机的类型主要有两种：有铁芯和无铁芯直线电机。每种电机都根据应用需求采用了最优特性和功能。

## 直线电机的优点

### · 结构简单

直线电机省去了将旋转运动变为直线运动的附加装置，因而系统本身结构大为简化，重量和体积大大降低。

### · 调速范围宽

直线电机的无框部分为非接触式部件，不存在机械传动限制，可以实现从低速到高速等不同范围的高精度位置定位控制，同时可以具有极高的加速度。

### · 定位精度高

直线电机可以实现直接传动，消除了中间环节所带来的各种定位误差，故定位精度高。

### · 安全可靠、寿命长

直线电机可以实现无接触传递力，机械摩擦损耗几乎为零，所以故障少，免维修，因而工作安全可靠、寿命长。

### · 运行噪声低

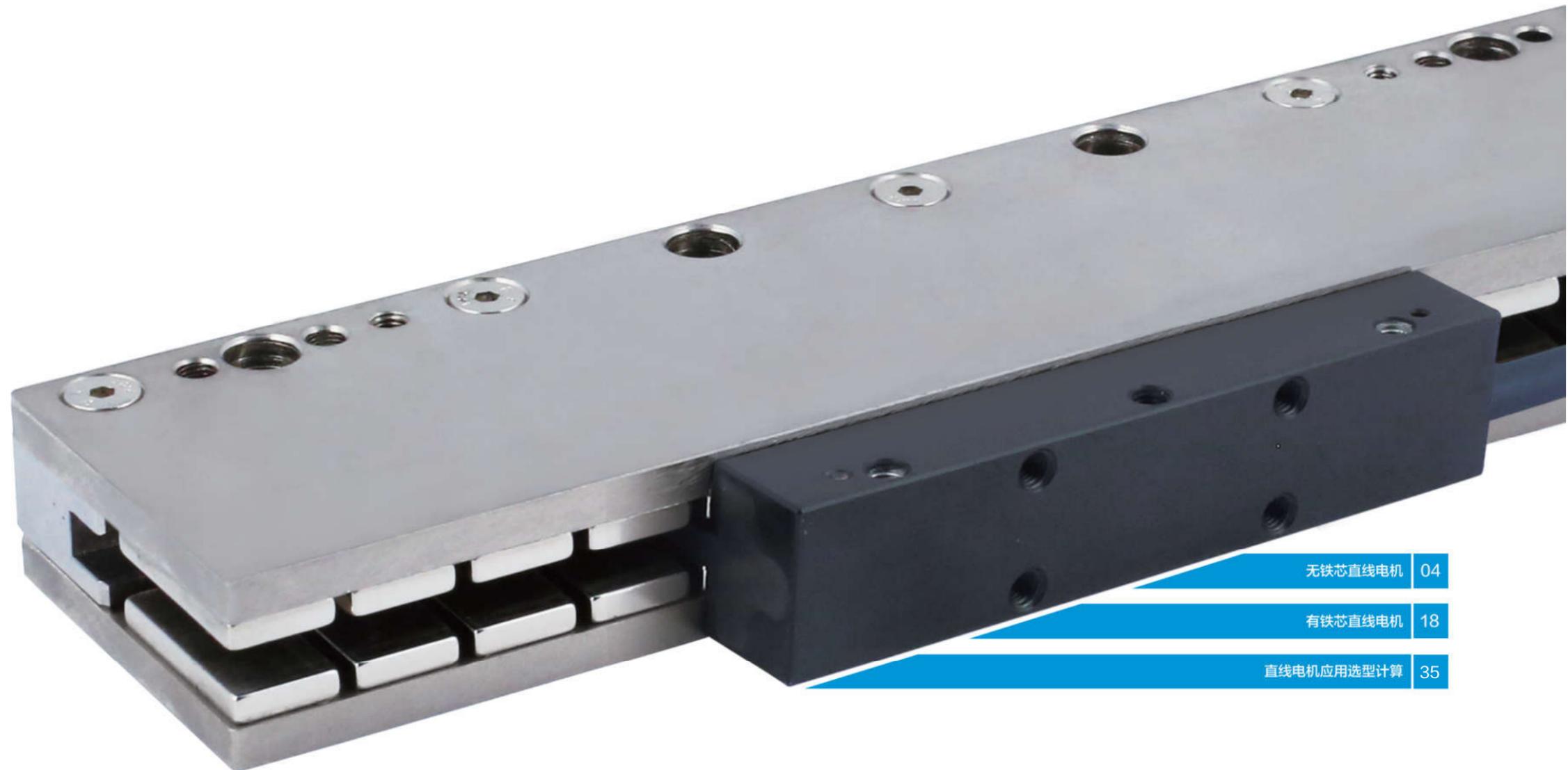
直线电机驱动方式与旋转电机驱动方式的最大区别是，取消了从电动机到工作台之间的一切机械中间传动环节，实现了“零传动”，避免了丝杠传动中的反向间隙、惯性和摩擦力和刚性不足等缺点，运行噪声低，机床性能大大提高。

### · 无磨损或免维护

直线电机部件较少，无需螺母、轴承座、联轴器、电机底座等滚珠丝杆部件，也无需维护此类部件。因此使用寿命极长，操作清洁、无需对此类部件进行润滑或维护。

### · 无限行程

直线电机的行程可通过拼接定子来实现行程的无限制，同时也可以通过在同一个定子上配置多个动子来实现同一个轴向的多个独立运动控制。



无铁芯直线电机 04

有铁芯直线电机 18

直线电机应用选型计算 35

## 直线电机的应用

机床、分拣、钻孔、纺织、医疗、印刷、半导体、行李运输、标签粘合、坐标测量、探头诊断、电子装配、食品加工、设备检测、激光切割、物料运输、精密磨削、晶片切片、视觉检测、机器人应用、PCB 板钻孔、PCB 板组装检测。



# 无铁芯直线电机

## 产品简介

无铁芯直线电机由动子（线圈组件）和双排磁轨的定子组成，其中动子位于定子双排磁铁的气隙之间。线圈组件由铜线圈直接封装而成，没有任何铁芯结构，因此被称为无铁芯电机。



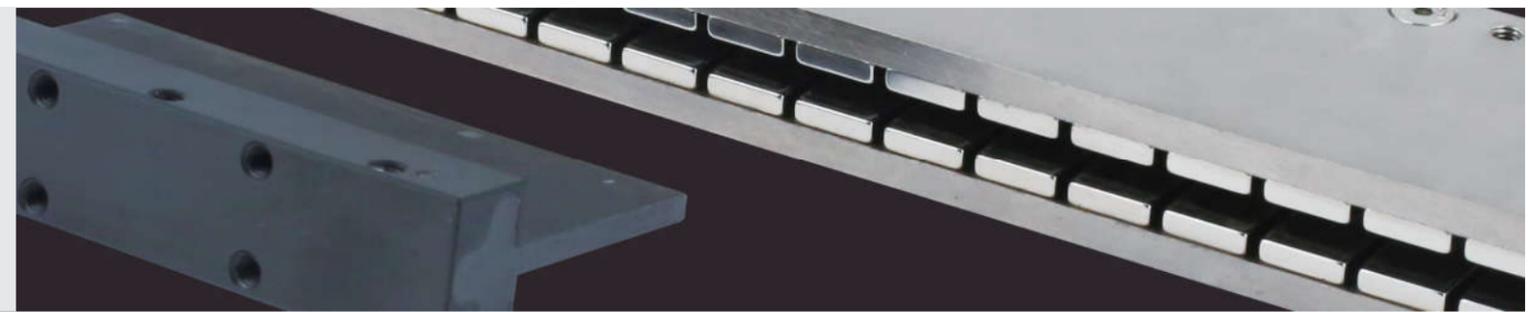
## 产品优势

- 无法向吸力  
动子线圈无铁芯，故动子与定子磁轨道之间没有吸引力。
- 无齿槽效应  
无铁芯动子，不存在齿槽效应，运行平稳。
- 低重量动子  
同有铁芯电机相比，动子质量更轻，可实现高的加速度，具备更优良的动态性能。
- 固定气隙，易于对齐及安装  
双排磁轨的平衡作用，抵消了磁铁间的吸引力，易于安装和处理。

## 阅前须知：

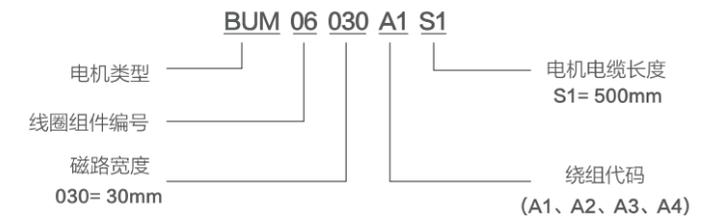
直线电机是由线圈组件（动子）与对应的若干磁路（定子）配合而成的，其上可选择是否使用霍尔组件，查看某一系列直线电机的完整顺序建议如下：

- 命名规则①
- BUMXX 系列性能数据②
- BUMXX 系列线圈组件（动子）③
- 霍尔组件（选件）④
- 无铁芯磁路（定子）⑤
- 无铁芯直线电机安装⑥
- 无铁芯直线电机电气接线（连线和输出）⑦

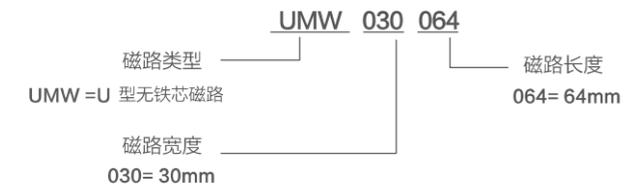


## 命名规则①

线圈组件型号：



磁路型号：



注意：选型时，线圈组件型号与磁路型号中的磁路宽度应为同一值。

霍尔组件型号：



# BUM03 系列

U型无铁芯非冷却型电机

## BUM03 系列性能数据②

性能参数	符号	单位	BUM03030	BUM03050	BUM03075	BUM03100
峰值推力	F <sub>P</sub>	N	76.0	126.8	189.9	253.3
持续推力	F <sub>C</sub>	N	19.5	30.8	43.4	54.3
电机常数	K <sub>m</sub>	N/SQRT(W)	3.5	4.9	6.4	7.6
峰值电流	I <sub>P</sub>	A <sub>rms</sub>	7.0	7.0	7.0	7.0
持续电流	I <sub>C</sub>	A <sub>rms</sub>	1.8	1.7	1.6	1.5
电阻	R <sub>m</sub>	Ohms L-L	8.1	11.3	15.3	19.3
电感	L	mH L-L	2.0	2.9	4.1	5.4
反电动势常数	K <sub>e</sub>	V <sub>peak</sub> /m/s L-L	8.9	14.8	22.2	29.5
推力常数	K <sub>f</sub>	N/A <sub>rms</sub>	10.9	18.1	27.1	36.2
电气时间常数	T <sub>e</sub>	ms	0.3	0.3	0.3	0.3
磁极距	S	mm	32.0	32.0	32.0	32.0
允许的线圈最高温度	T <sub>max</sub>	°C	130.0	130.0	130.0	130.0
磁吸力	F <sub>a</sub>	kN	0.0	0.0	0.0	0.0
线圈重量	M <sub>c</sub>	kg	0.2	0.3	0.4	0.6
磁路重量 (每 64mm)	M <sub>w</sub>	kg	0.6	0.8	1.2	1.7

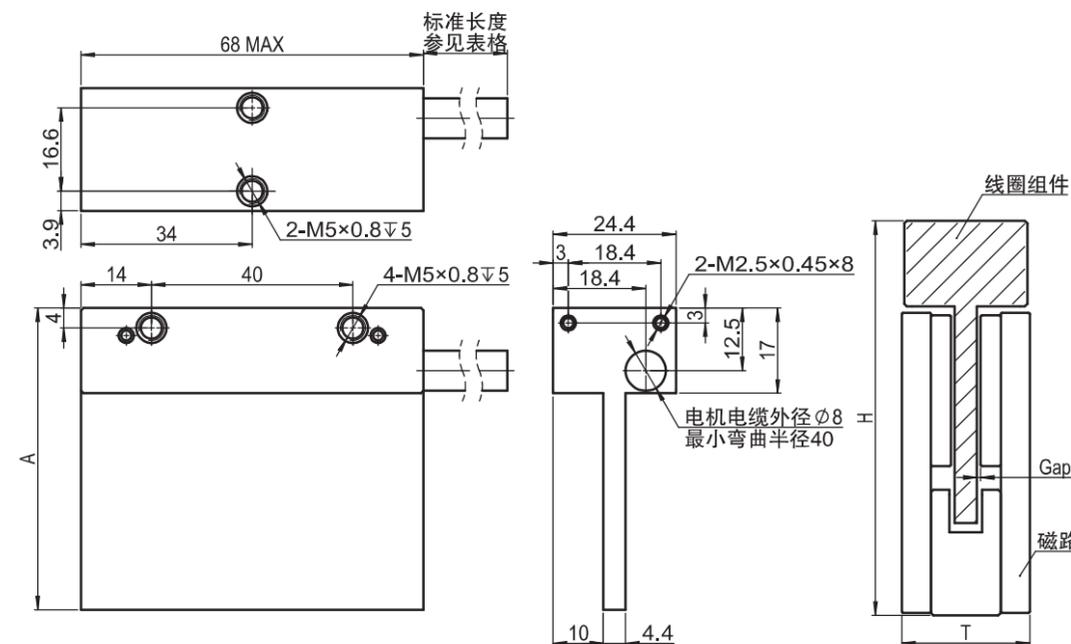
### 注释：

- 峰值力及峰值电流最多占整个工作周期的5%。
- 持续力及电流建立在线圈绕组温度保持在 100°C 的基础上。
- 推力常数反映电机推力性能。
- 电机常数是对电机效率的测定。
- 电阻、电感值均为每相间测量值，测试频率 120Hz。
- 磁极距为同名磁极间的距离。
- 若需计算最大理论加速度值，仅根据电机峰值推力和线圈组件重量确定。要确定每种应用中能够达到的实际加速度，还必须考虑负载的额外重量、轴承型号和设计方案、反馈部件的冲击规格、驱动器能够提供的峰值电流等因素。

# BUM03 系列

U型无铁芯非冷却型电机

## BUM03 系列线圈组件 ( 动子 ) ③



型号	线圈组件尺寸 A	磁路尺寸 T	组合高度 H	气隙 Gap
BUM03030	60.1	25.4	78.5	0.75
BUM03050	80.1	25.4	98.5	0.75
BUM03075	105.1	30	123.5	1.05
BUM03100	130.1	34	148.5	1.05

## BUM06 系列

U 型无铁芯非冷却型电机

## BUM06 系列性能数据②

性能参数	符号	单位	BUM06030	BUM06050	BUM06075	BUM06100
峰值推力	F <sub>P</sub>	N	113.4	198.4	308.7	390.3
持续推力	F <sub>c</sub>	N	29.2	48.2	70.6	83.3
电机常数	K <sub>m</sub>	N/SQRT(W)	5.0	7.4	10.0	11.1
峰值电流	I <sub>P</sub>	A <sub>rms</sub>	7.0	7.0	7.0	7.0
持续电流	I <sub>c</sub>	A <sub>rms</sub>	1.8	1.7	1.6	1.5
电阻	R <sub>m</sub>	Ohms L-L	6.9	9.7	13.1	16.5
电感	L	mH L-L	1.7	2.5	3.5	4.6
反电动势常数	K <sub>e</sub>	V <sub>peak</sub> /m/s L-L	13.2	23.1	36.1	45.3
推力常数	K <sub>f</sub>	N/A <sub>rms</sub>	16.2	28.4	44.1	55.5
电气时间常数	T <sub>e</sub>	ms	0.3	0.3	0.3	0.3
磁极距	S	mm	32.0	32.0	32.0	32.0
允许的线圈最高温度	T <sub>max</sub>	°C	130.0	130.0	130.0	130.0
磁吸力	F <sub>a</sub>	kN	0.0	0.0	0.0	0.0
线圈重量	M <sub>c</sub>	kg	0.2	0.3	0.3	0.5
磁路重量 (每 64mm)	M <sub>w</sub>	kg	0.6	0.8	1.2	1.7

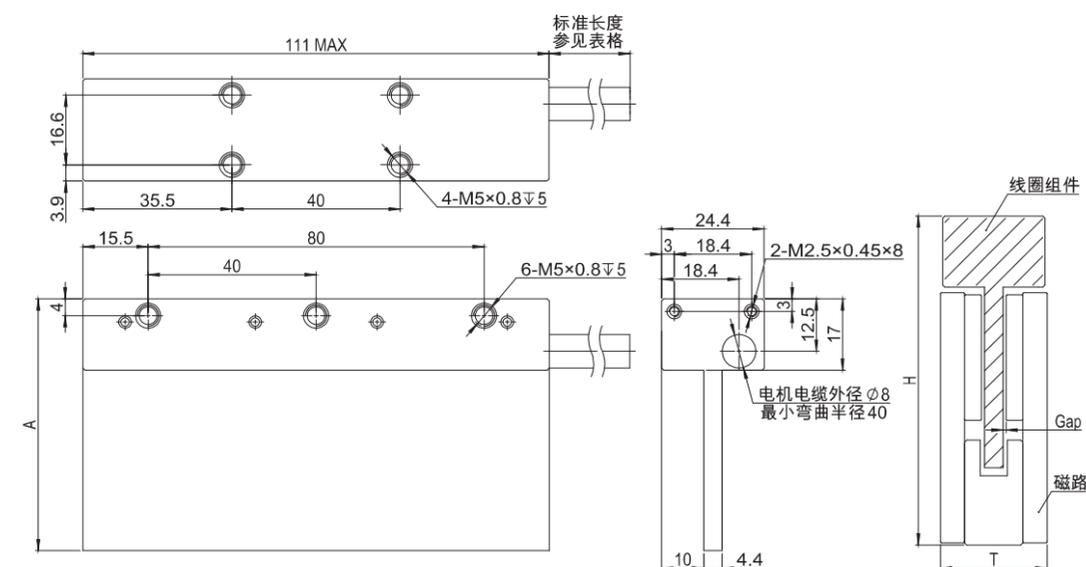
## 注释：

- 峰值力及峰值电流最多占整个工作周期的5%。
- 持续力及电流建立在线圈绕组温度保持在 100°C 的基础上。
- 推力常数反映电机推力性能。
- 电机常数是对电机效率的测定。
- 电阻、电感值均为每相间测量值，测试频率 120Hz。
- 磁极距为同名磁极间的距离。
- 若需计算最大理论加速度值，仅根据电机峰值推力和线圈组件重量确定。要确定每种应用中能够达到的实际加速度，还必须考虑负载的额外重量、轴承型号和设计方案、反馈部件的冲击规格、驱动器能够提供的峰值电流等因素。

## BUM06 系列

U 型无铁芯非冷却型电机

## BUM06 系列线圈组件 (动子) ③



型号	线圈组件尺寸 A	磁路尺寸 T	组合高度 H	气隙 Gap
BUM06030	60.1	25.4	78.5	0.75
BUM06050	80.1	25.4	98.5	0.75
BUM06075	105.1	30	123.5	1.05
BUM06100	130.1	34	148.5	1.05



# BUM18 系列

U 型无铁芯非冷却型电机

## BUM18 系列性能数据②

性能参数	符号	单位	BUM18030	BUM18050	BUM18075	BUM18100
峰值推力	$F_p$	N	358.5	597.6	896.4	1195.2
持续推力	$F_c$	N	95.4	135.7	179.2	218.6
电机常数	$K_m$	N/SQRT (W)	9.5	13.7	16.7	21.1
峰值电流	$I_p$	$A_{rms}$	7.0	7.0	7.0	7.0
持续电流	$I_c$	$A_{rms}$	1.8	1.5	1.4	1.2
电阻	$R_m$	Ohms L-L	20.8	29.2	39.3	49.5
电感	L	mHL-L	5.3	7.5	10.6	13.9
反电动势常数	$K_e$	$V_{peak}/m/s$ L-L	43.7	73.9	104.5	148.7
推力常数	$K_f$	N/ $A_{rms}$	53.0	90.5	128.0	182.0
电气时间常数	$T_e$	ms	0.3	0.3	0.3	0.3
磁极距	S	mm	32.0	32.0	32.0	32.0
允许的线圈最高温度	$T_{max}$	°C	130.0	130.0	130.0	130.0
磁吸力	$F_a$	kN	0.0	0.0	0.0	0.0
线圈重量	$M_c$	kg	0.6	0.8	0.9	1.5
磁路重量 (每 64mm)	$M_w$	kg	0.6	0.8	1.2	1.7

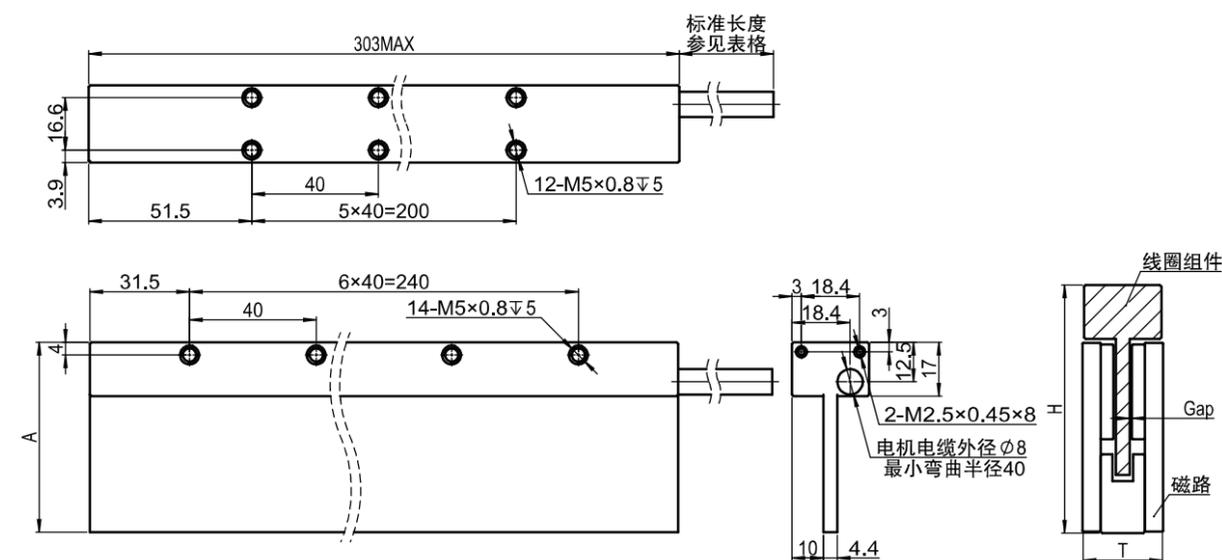
### 注释：

- 峰值力及峰值电流最多占整个工作周期的5%。
- 持续力及电流建立在线圈绕组温度保持在 100°C 的基础上。
- 推力常数反映电机推力性能。
- 电机常数是对电机效率的测定。
- 电阻、电感值均为每相间测量值，测试频率 120Hz。
- 磁极距为同名磁极间的距离。
- 若需计算最大理论加速度值，仅根据电机峰值推力和线圈组件重量确定。要确定每种应用中能够达到的实际加速度，还必须考虑负载的额外重量、轴承型号和设计方案、反馈部件的冲击规格、驱动器能够提供的峰值电流等因素。

# BUM18 系列

U 型无铁芯非冷却型电机

## BUM18 系列线圈组件 (动子) ③



型号	线圈组件尺寸 A	磁路尺寸 T	组合高度 H	气隙 Gap
BUM18030	60.1	25.4	78.5	0.75
BUM18050	80.1	25.4	98.5	0.75
BUM18075	105.1	30	123.5	1.05
BUM18100	130.1	34	148.5	1.05

# BUM 系列

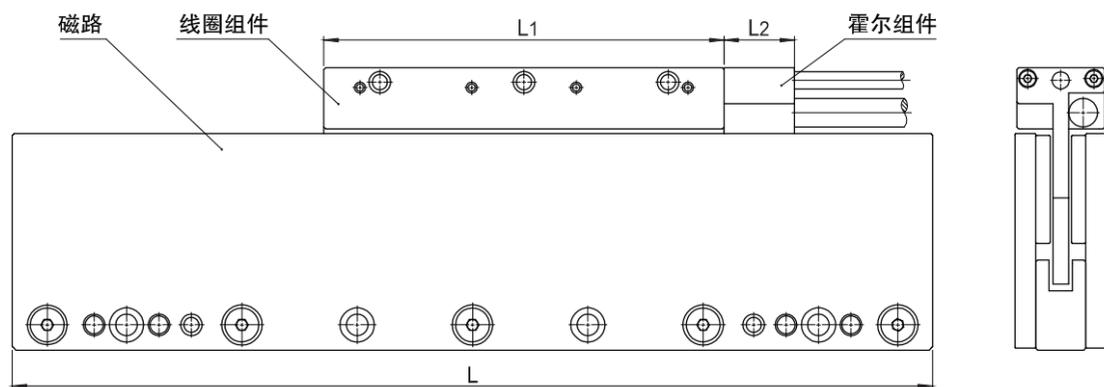
U 型无铁芯非冷却型电机

## BUM 系列霍尔组件（选项）④

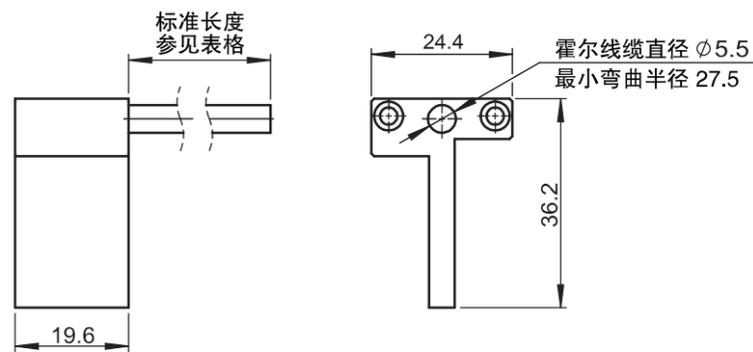
在直线电机选型时，可根据使用需求，考虑是否选择霍尔组件，下图为配备霍尔组件的无铁芯直线电机。

以此图为例，若选用霍尔组件，直线电机线圈组件的有效行程  $S=L-(L1+L2)$ ；

若不选用霍尔组件，直线电机线圈组件的有效行程  $S=L-L1$ （其中，L 为磁路长度、L1 为线圈组件长度、L2 为霍尔组件长度）。



下图为霍尔组件，其长度尺寸为 19.6mm，线缆的标准长度见线缆长度选择表，一般同一款电机上的霍尔线缆和电机电缆长度一致。



代号	电机电缆长度 (mm)	霍尔线缆长度 (mm)
S1	500	500
S2	1000	1000
S3	1500	1500
S4	2000	2000
S5	2500	2500
S6	3000	3000
备注	配备的线缆均为直线电机专用拖链线缆	

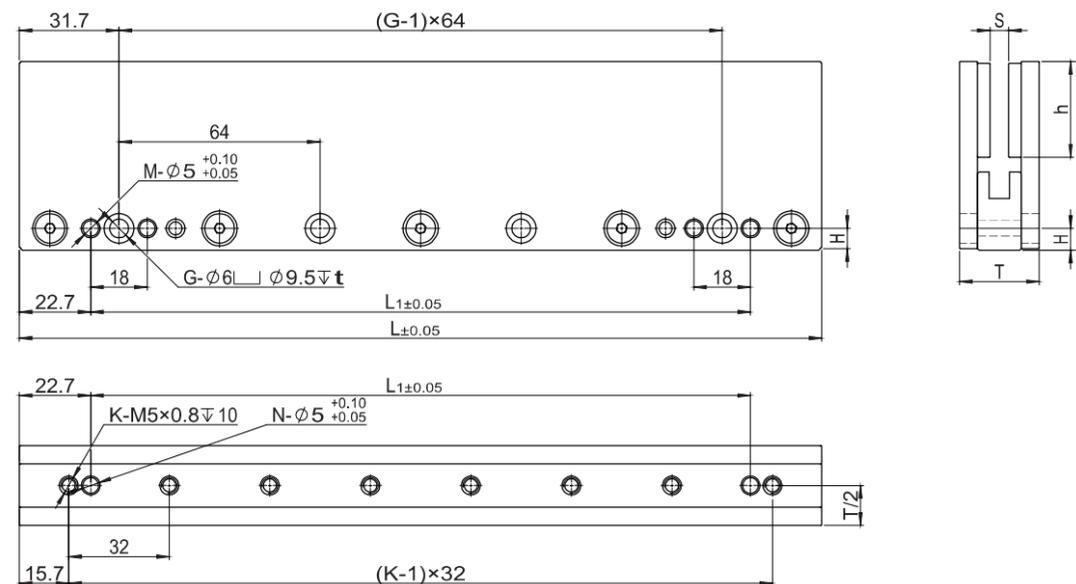
# BUM 系列

U 型无铁芯非冷却型电机

## U 型无铁芯磁路（定子）⑤

无铁芯磁路在使用时，要根据实际行程需求，考虑是采用一个磁路，还是采用多个磁路拼接满足整个行程的使用要求，因此整个无铁芯磁路为模块式，安装时其长度可以是同一长度或替代长度的整数倍。

如下图所示，为单个无铁芯磁路的外形图，不同型号、长度的磁路个别尺寸（图中字母标识尺寸）有所不同，详见附表 1 和附表 2。



磁路类型	$h$ <sup>+0.1</sup> <sub>-0.1</sub>	$s$ <sup>+0.25</sup> <sub>-0.05</sub>	$W$ <sup>+0.1</sup> <sub>-0.1</sub>	$T$ <sup>+0.1</sup> <sub>-0.1</sub>	$H$ <sup>+0.1</sup> <sub>-0.1</sub>	$t$
UMW030	30	5.9	60.2	25.4	7	5.75
UMW050	50	5.9	80.2	25.4	7	5.75
UMW075	75	6.5	105.2	30	8.2	7.75
UMW100	100	6.5	130.2	34	8.2	9.75

磁路类型	G	K	M	N	L <sub>1</sub>	L
UMW□□□064	1	2	2	2	18	63.4
UMW□□□128	2	4	2	2	82	127.4
UMW□□□256	4	8	4	2	210	255.4
UMW□□□512	8	16	4	2	466	511.4

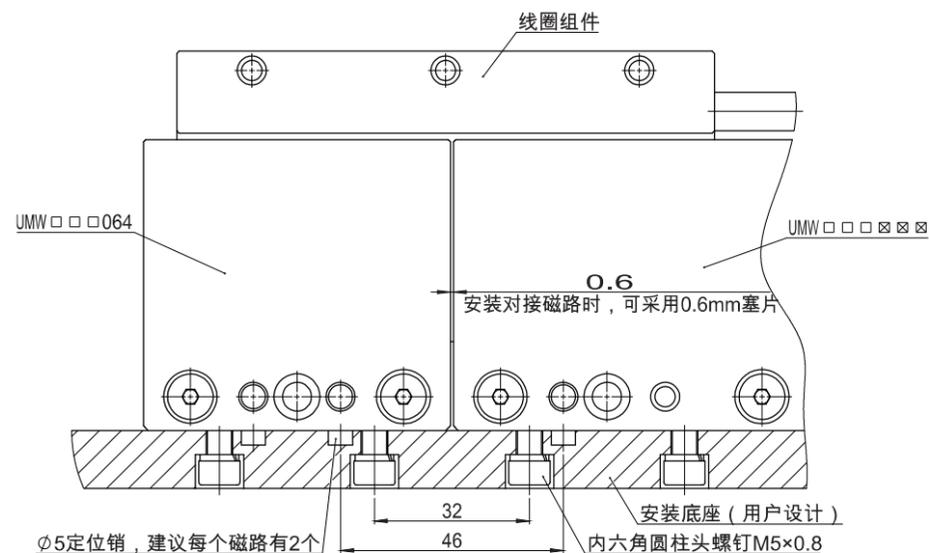
# BUM 系列

U 型无铁芯非冷却型电机

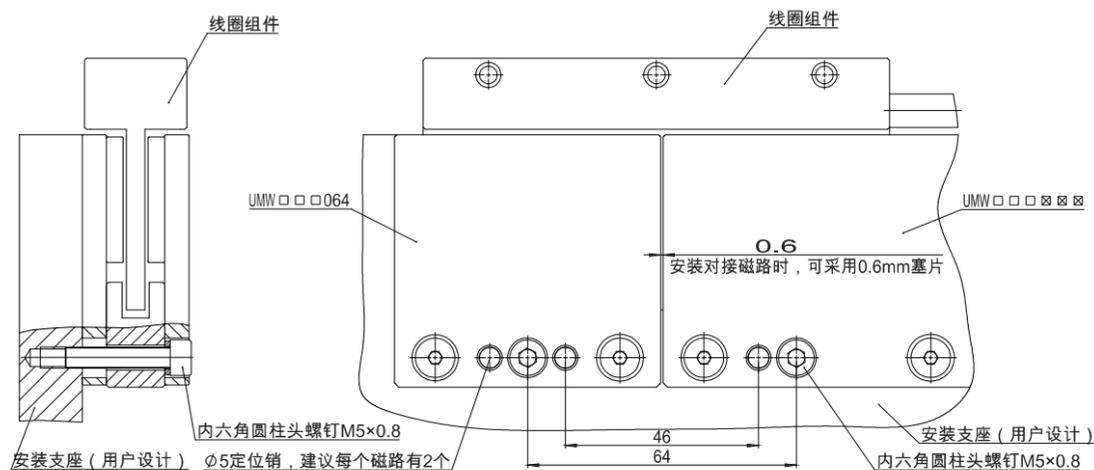
## U 型无铁芯直线电机安装⑥

对于无铁芯直线电机的安装，可根据使用需求，有底座安装和侧面安装两种方式。安装拼接磁路时，可以在安装零件上设计与相应磁路配套的定位销孔，也可通过在不同的磁路间用 0.6mm 标准塞片保证不同磁路间的安装距离。具体详见如下两图。

### 1. 底座安装



### 1. 侧面安装



# BUM 系列

U 型无铁芯非冷却型电机

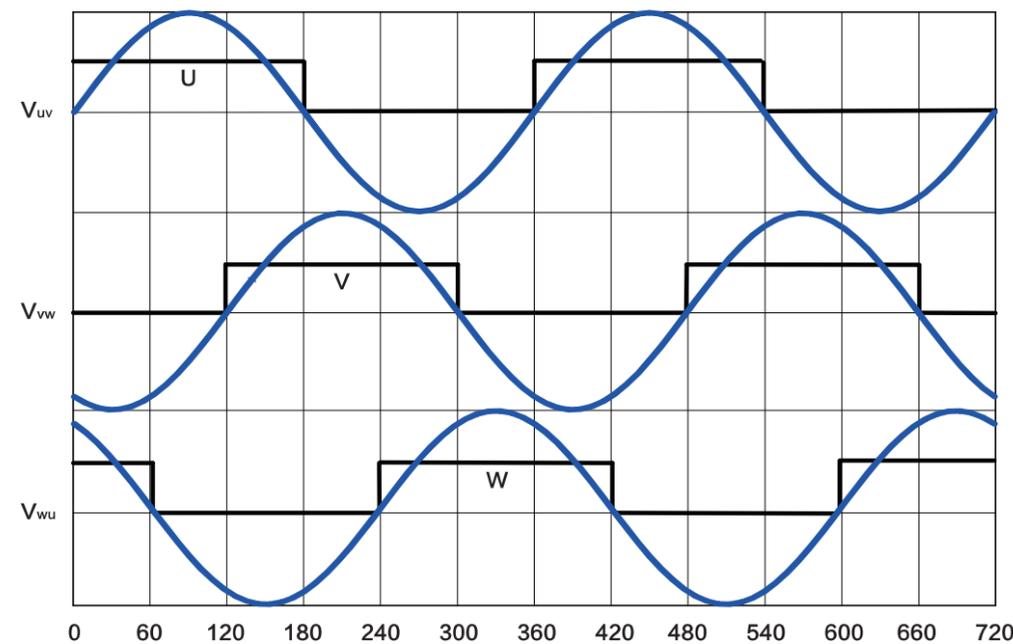
## U 型无铁芯直线电机电气接线（连线和输出）⑦

无铁芯磁路在使用时，要根据实际行程需求，考虑是采用一个磁路，还是采用多个磁路拼接满足整个行程的使用要求，因此整个无铁芯磁路为模块式，安装时其长度可以是同一长度或替代长度的整数倍。

如下图所示，为单个无铁芯磁路的外形图，不同型号、长度的磁路个别尺寸（图中字母标识尺寸）有所不同，详见附表 1 和附表 2。

线圈组件接线表		霍尔组件接线表	
线号或颜色	功能	颜色	功能
1#	U 相	白色	U 相
2#	V 相	灰色	V 相
3#	W 相	黄色	W 相
4#	温控	绿色	回路
花线	温控	棕色	+5VDC
屏蔽线	地线		

注释：在接线时，要保证线圈组件与霍尔组件的 UVW 三相线一一对应。



如上图所示，电机相间反电动势正弦波形与霍尔组件 UVW 方波波形相对应。

# 有铁芯直线电机

## 产品简介

有铁芯直线电机由动子(线圈组件)和单排磁轨的定子组成,动子位于定子上方。线圈组件由缠绕在铁芯上的铜线圈封装而成,故称为有铁芯直线电机。



## 产品优势

- 推力密度高,铁芯采用叠片结构来集中磁通量。
- 铁芯设计非常经济实惠,只需要单排磁体。
- 叠片结构以及大的表面积确保良好的散热。
- 模块化的磁轨,允许无限制的行程长度。

## 阅前须知:

直线电机是由线圈组件(动子)与对应的若干磁路(定子)配合而成的,其上可选择是否使用霍尔组件,查看某一系列直线电机的完整顺序建议如下:

- 命名规则 ①
- BFMXX 系列性能数据 ②
- BFMXX 系列线圈组件(动子) ③
- 霍尔组件(选件) ④
- 有铁芯磁路(定子) ⑤
- 有铁芯直线电机电气接线(接线与输出) ⑥

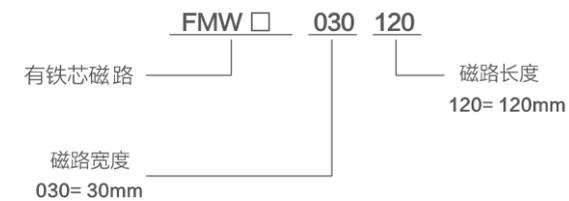


## 命名规则①

线圈组件型号:

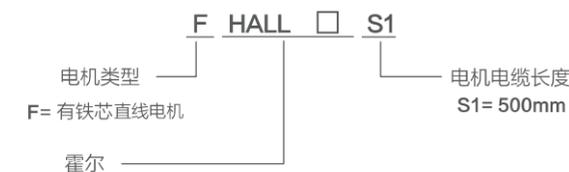


磁路型号:



注意:选型时,线圈组件型号与磁路型号中的磁路宽度应为同一值。

霍尔组件型号:



注释:线圈组件型号、磁路型号、霍尔型号三者对应关系如下表所示:

线圈组件	磁路	霍尔
BFM	FMW	FHALL
BFMB	FMWB	FHALLB

## BFM06 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFM06 系列性能数据②

性能参数	符号	单位	BFM06030	BFM06050	BFM06075	BFM06100
峰值推力	$F_p$	N	269.8	449.9	675.0	900.0
持续推力	$F_c$	N	106.3	177.2	265.8	354.4
电机常数	$K_m$	N/SQRT(W)	13.3	19.5	24.88	28.4
峰值电流	$I_p$	$A_{rms}$	6.3	6.3	8.98	8.9
持续电流	$I_c$	$A_{rms}$	2.1	2.1	3.0	3.0
电阻	$R_m$	Ohms L-L	9.6	12.5	8.6	11.7
电感	L	mHL-L	36.0	57.9	35.6	46.6
反电动势常数	$K_e$	$V_{peak}/m/s$ L-L	41.3	68.9	72.7	97.0
推力常数	$K_f$	N/ $A_{rms}$	50.6	84.4	89.1	118.8
电气时间常数	$T_e$	ms	3.8	4.7	4.14	4.0
磁极距	S	mm	30.0	30.0	30.0	30.0
允许的线圈最高温度	$T_{max}$	°C	130.0	130.0	130.0	130.0
磁吸力	$F_a$	kN	0.4	0.7	1.1	1.5
线圈组件重量	$M_c$	kg	0.7	1.2	1.8	2.3
磁路重量 (每米)	$M_w$	kg/m	2.5	3.8	5.1	6.5

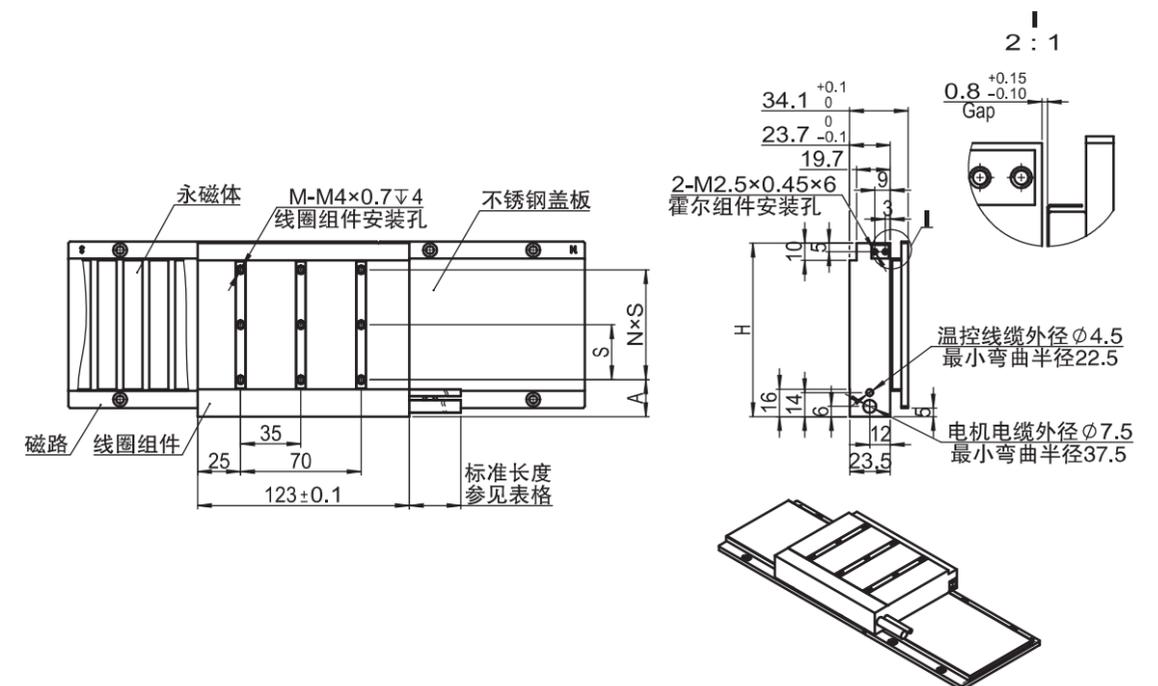
## 注释：

- 峰值力及峰值电流最多占整个工作周期的5%。
- 持续力及电流建立在线圈绕组温度保持在 100°C 的基础上。
- 推力常数反映电机推力性能。
- 电机常数是对电机效率的测定。
- 电阻、电感值均为每相间测量值，测试频率 120Hz。
- 磁极距为同名磁极间的距离。
- 若需计算最大理论加速度值，仅根据电机峰值推力和线圈组件重量确定。要确定每种应用中能够达到的实际加速度，还必须考虑负载的额外重量、轴承型号和设计方案、反馈部件的冲击规格、驱动器能够提供的峰值电流等因素。

## BFM06 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFM06 系列线圈组件 (动子) ③



型号	A	S	N	M	H
BFM06030	21	20	1	6	56
BFM06050	21	20	2	9	76
BFM06075	21.5	32	2	9	101
BFM06100	21	30	3	12	126

# BFM12 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFM12 系列性能数据②

性能参数	符号	单位	BFM12030-A2	BFM12050-A2	BFM12075-A2	BFM12100-A2
峰值推力	$F_p$	N	539.6	899.8	1350.0	1799.9
持续推力	$F_c$	N	182.2	303.7	455.6	607.5
电机常数	$K_m$	N/SQRT(W)	18.9	27.6	35.1	40.1
峰值电流	$I_p$	$A_{rms}$	12.6	12.6	17.9	17.9
持续电流	$I_c$	$A_{rms}$	3.6	3.6	5.1	5.1
电阻	$R_m$	Ohms L-L	4.8	6.2	4.3	5.9
电感	L	mHL-L	18.0	29.0	20.0	22.2
反电动势常数	$K_e$	$V_{peak}/m/s$ L-L	41.3	68.9	72.7	97.0
推力常数	$K_f$	$N/A_{rms}$	50.6	84.4	89.1	118.8
电气时间常数	$T_e$	ms	3.8	4.7	4.7	3.8
磁极距	S	mm	30.0	30.0	30.0	30.0
允许的线圈最高温度	$T_{max}$	°C	130.0	130.0	130.0	130.0
磁吸力	$F_a$	kN	0.9	1.5	2.2	2.9
线圈组件重量	$M_c$	kg	1.4	2.3	3.5	4.7
磁路重量 (每米)	$M_w$	kg/m	2.5	3.8	5.1	6.5

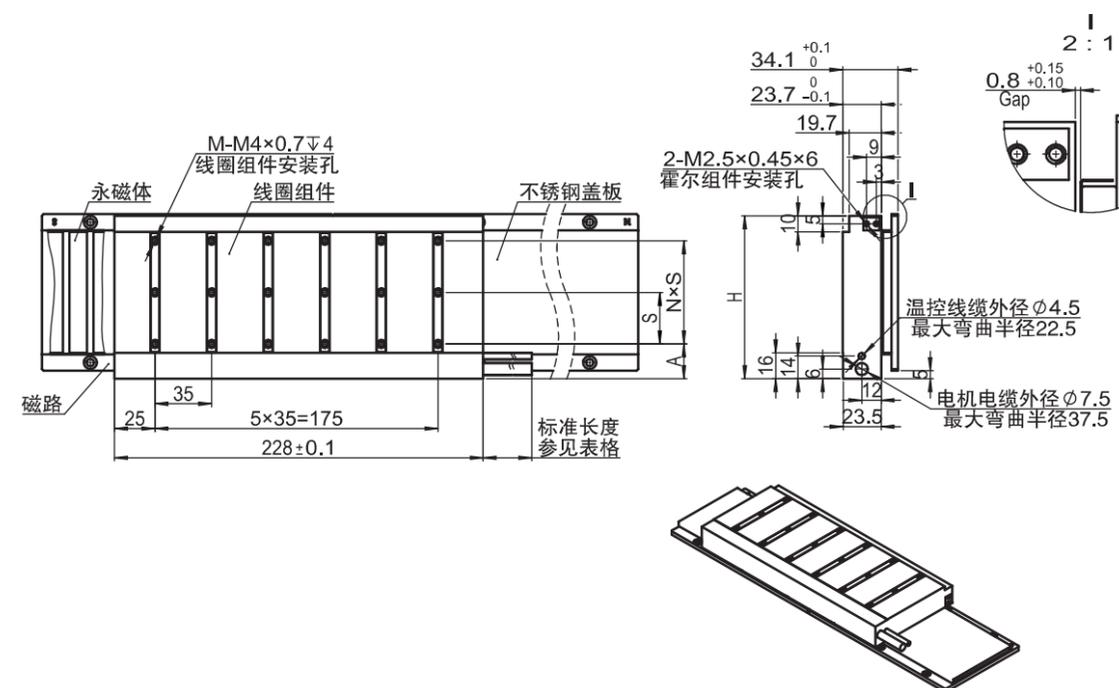
### 注释：

- 峰值力及峰值电流最多占整个工作周期的5%。
- 持续力及电流建立在线圈绕组温度保持在 100°C 的基础上。
- 推力常数反映电机推力性能。
- 电机常数是对电机效率的测定。
- 电阻、电感值均为每相间测量值，测试频率 120Hz。
- 磁极距为同名磁极间的距离。
- 若需计算最大理论加速度值，仅根据电机峰值推力和线圈组件重量确定。要确定每种应用中能够达到的实际加速度，还必须考虑负载的额外重量、轴承型号和设计方案、反馈部件的冲击规格、驱动器能够提供的峰值电流等因素。

# BFM12 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFM12 系列线圈组件 (动子)③



型号	A	S	N	M	H
BFM12030	21	20	1	12	56
BFM12050	21	20	2	18	76
BFM12075	21.5	32	2	18	101
BFM12100	21	30	3	24	126

# BFM18 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFM18 系列性能数据②

性能参数	符号	单位	BFM18030-A3	BFM18050-A3	BFM18075-A3	BFM18100-A3
峰值推力	F <sub>P</sub>	N	809.4	1349.8	2024.9	2699.8
持续推力	F <sub>C</sub>	N	273.4	455.6	683.4	911.2
电机常数	K <sub>m</sub>	N/SQRT(W)	23.1	33.8	43.0	49.1
峰值电流	I <sub>P</sub>	A <sub>rms</sub>	18.9	18.9	26.8	26.8
持续电流	I <sub>C</sub>	A <sub>rms</sub>	5.4	5.4	7.7	7.7
电阻	R <sub>m</sub>	Ohms L-L	3.2	4.2	2.9	3.9
电感	L	mH L-L	12.0	19.3	11.4	14.8
反电动势常数	K <sub>e</sub>	V <sub>peak</sub> /m/s L-L	41.3	68.9	72.7	97.0
推力常数	K <sub>f</sub>	N/A <sub>rms</sub>	50.6	84.4	89.1	118.8
电气时间常数	T <sub>e</sub>	ms	3.8	4.7	4.0	3.8
磁极距	S	mm	30.0	30.0	30.0	30.0
允许的线圈最高温度	T <sub>max</sub>	°C	130.0	130.0	130.0	130.0
磁吸力	F <sub>a</sub>	kN	1.4	2.4	3.6	4.8
线圈重量	M <sub>c</sub>	kg	2.1	3.5	5.3	7.0
磁路重量 (每 64mm)	M <sub>w</sub>	kg	2.5	3.8	5.1	6.5

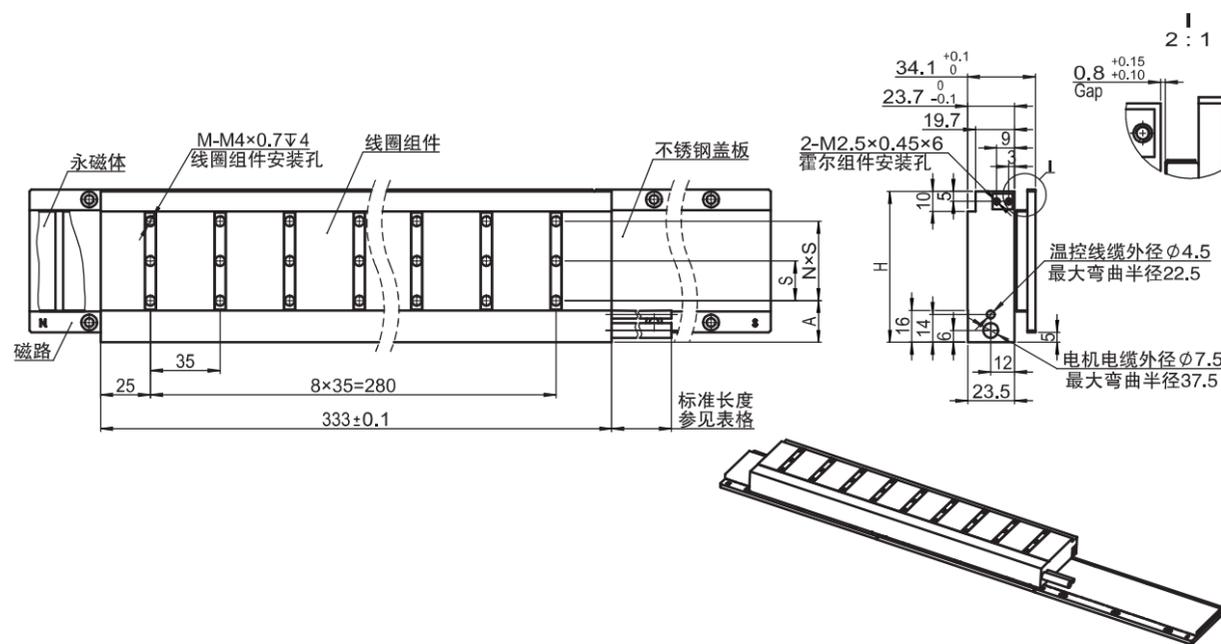
### 注释:

- 峰值力及峰值电流最多占整个工作周期的5%。
- 持续力及电流建立在线圈绕组温度保持在 100°C 的基础上。
- 推力常数反映电机推力性能。
- 电机常数是对电机效率的测定。
- 电阻、电感值均为每相间测量值，测试频率 120Hz。
- 磁极距为同名磁极间的距离。
- 若需计算最大理论加速度值，仅根据电机峰值推力和线圈组件重量确定。要确定每种应用中能够达到的实际加速度，还必须考虑负载的额外重量、轴承型号和设计方案、反馈部件的冲击规格、驱动器能够提供的峰值电流等因素。

# BFM18 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFM18 系列线圈组件 (动子) ③



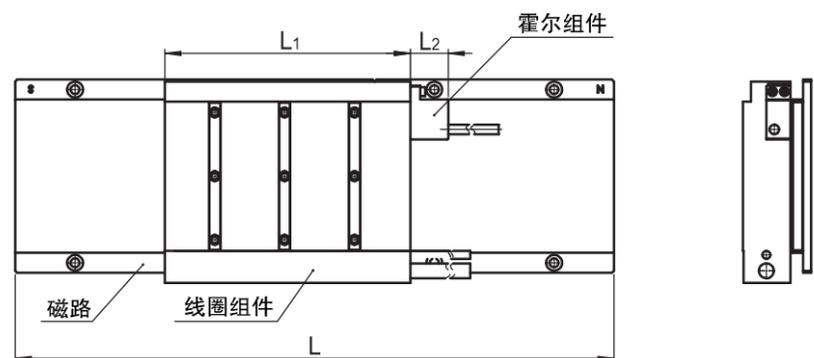
型号	A	S	N	M	H
BFM18030	21	20	1	18	56
BFM18050	21	20	2	27	76
BFM18075	21.5	32	2	27	101
BFM18100	21	30	3	36	126

# BFM 系列

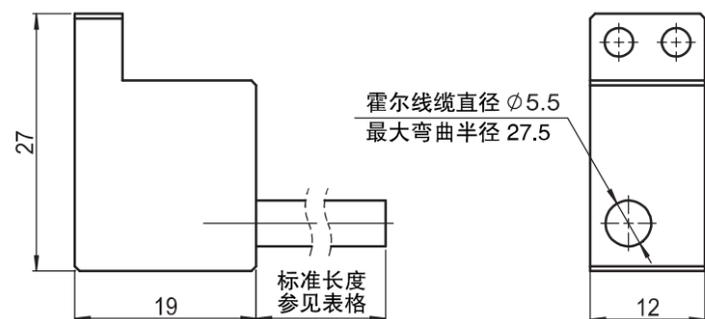
有铁芯非冷却型电机

## BFM 系列霍尔组件（选件）④

在直线电机选型时，可根据使用需求，考虑是否选择霍尔组件，下图为配备霍尔组件的有铁芯直线电机。  
以此图为例，若选用霍尔组件，直线电机线圈组件的有效行程  $S=L-(L_1+L_2)$ ；若不选用霍尔组件，直线电机线圈组件的有效行程  $S=L-L_1$ （其中，L 为磁路长度、L1 为线圈组件长度、L2 为霍尔组件长度）。



下图为霍尔组件，其长度尺寸为 24mm，线缆的标准长度见附表 1。一般情况，同一款电机上的霍尔线缆和电机电缆长度一致。



代号	电机电缆长度 (mm)	霍尔线缆长度 (mm)
S1	500	500
S2	1000	1000
S3	1500	1500
S4	2000	2000
S5	2500	2500
S6	3000	3000
备注	配备的线缆均为直线电机专用拖链线缆	

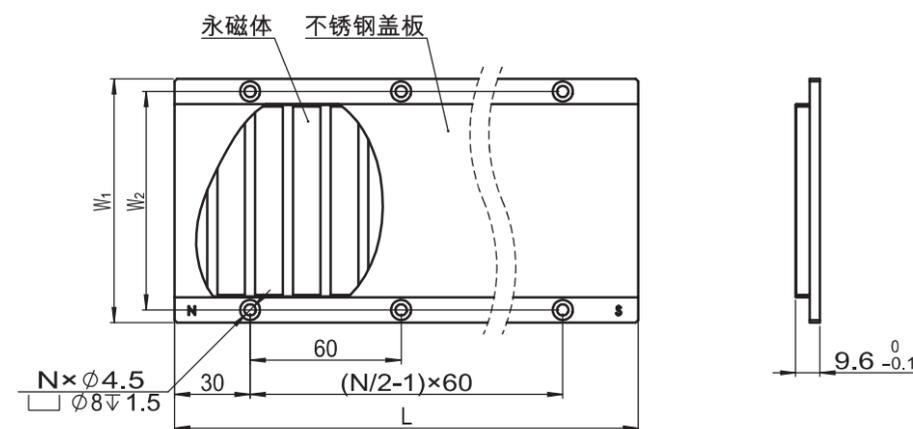
# BFM 系列

有铁芯非冷却型电机

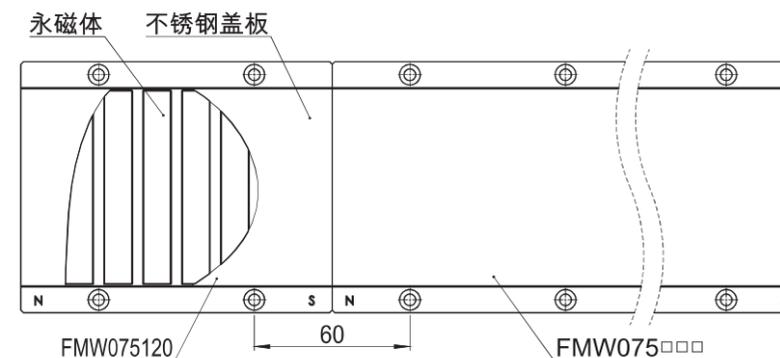
## BFM 系列有铁芯磁路（定子）⑤

有铁芯磁路在使用时，因为整个铁芯磁路为模块式，根据实际行程需求，考虑是采用一个磁路，还是采用多个磁路拼接满足整个行程的使用要求。

如下图所示，为单个铁芯磁路的外形图，不同型号、长度的磁路个别尺寸（图中字母标识尺寸）有所不同，详见附表 1。



下图为不同磁路的拼接示意图



附表 1	磁路型号					磁路型号				
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	N	L	磁路型号	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	N	L	
	52	42	4	120	FMW075120	97	87	4	120	
	52	42	6	180	FMW075180	97	87	6	180	
	52	42	10	300	FMW075300	97	87	10	300	
	72	62	4	120	FMW100120	122	112	4	120	
	72	62	6	180	FMW100180	122	112	6	180	
	72	62	10	300	FMW100300	122	112	10	300	

# BFMB11 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFMB11 系列性能数据②

性能参数	符号	单位	BFMB11030	BFMB11050	BFMB11080	BFMB11100
峰值推力	$F_p$	N	185.7	340.5	495.3	650.0
持续推力	$F_c$	N	46.7	85.5	124.4	163.4
电机常数	$K_m$	N/SQRT(W)	9.3	13.9	17.2	20.4
峰值电流	$I_p$	$A_{rms}$	9.6	9.6	9.6	9.6
持续电流	$I_c$	$A_{rms}$	2.1	2.1	2.1	2.1
电阻	$R_m$	Ohms L-L	3.8	5.7	7.9	9.7
电感	L	mHL-L	13.5	20.8	28.8	36.4
反电动势常数	$K_e$	$V_{peak}/m/s$ L-L	18.1	33.2	48.4	63.5
推力常数	$K_f$	$N/A_{rms}$	22.2	40.7	59.2	77.8
电气时间常数	$T_e$	ms	3.6	3.6	3.7	3.8
磁极距	S	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
允许的线圈最高温度	$T_{max}$	°C	130.0	130.0	130.0	130.0
磁吸力	$F_a$	kN	0.2	0.4	0.6	0.8
线圈组件重量	$M_c$	kg	0.6	0.9	1.2	1.5
磁路重量 (每米)	$M_w$	kg/m	3.3	5.0	7.0	8.8

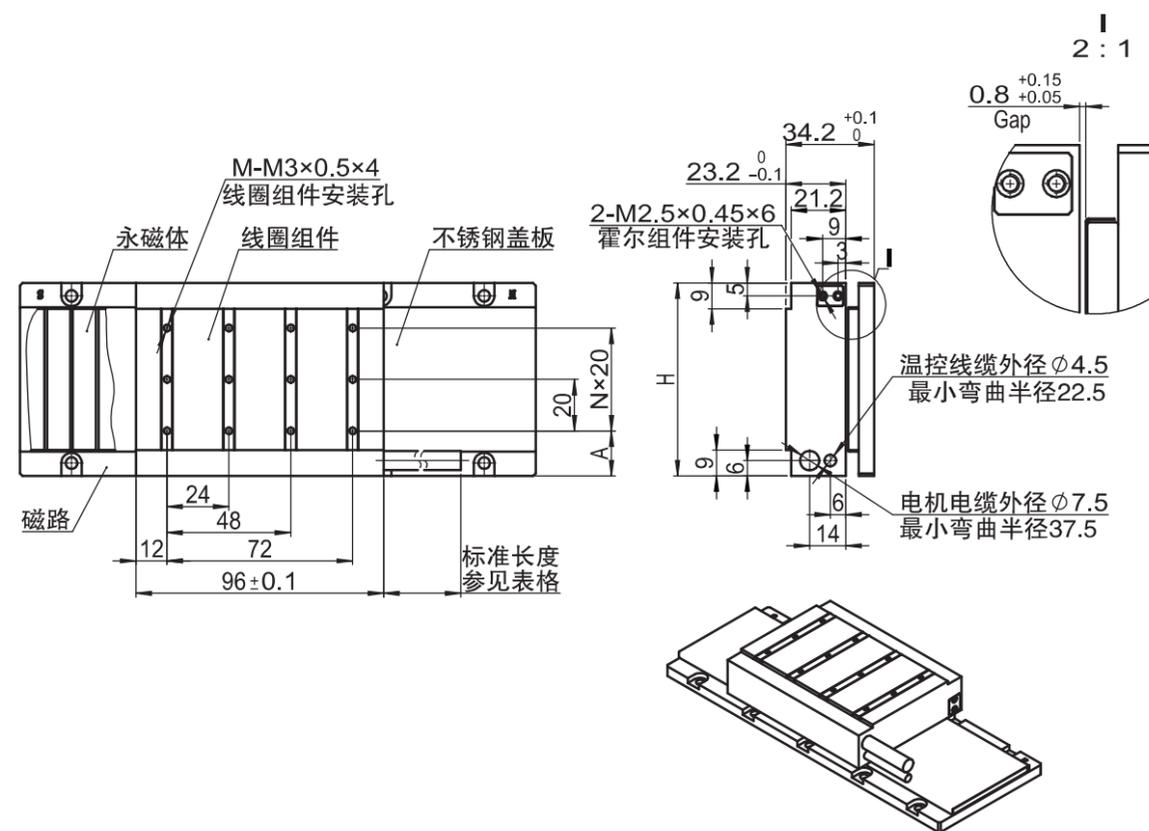
### 注释:

- 峰值力及峰值电流最多占整个工作周期的5%。
- 持续力及电流建立在在线圈绕组温度保持在 100°C 的基础上。
- 推力常数反映电机推力性能。
- 电机常数是对电机效率的测定。
- 电阻、电感值均为每相间测量值，测试频率 120Hz。
- 磁极距为同名磁极间的距离。
- 若需计算最大理论加速度值，仅根据电机峰值推力和线圈组件重量确定。要确定每种应用中能够达到的实际加速度，还必须考虑负载的额外重量、轴承型号和设计方案、反馈部件的冲击规格、驱动器能够提供的峰值电流等因素。

# BFMB11 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFMB11 系列线圈组件 (动子)③



电机型号	A	N	M	H
BFMB11030	15	1	8	50
BFMB11050	17.5	2	12	75
BFMB11080	20	3	16	100
BFMB11100	22.5	4	20	125

# BFMB22 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFMB22 系列性能数据②

性能参数	符号	单位	BFMB22030-A2	BFMB22050-A2	BFMB22080-A2	BFMB22100-A2
峰值推力	$F_P$	N	371.4	680.9	990.5	1300.0
持续推力	$F_c$	N	93.3	171.0	248.8	326.7
电机常数	$K_m$	N/SQRT (W)	13.2	19.7	24.3	28.8
峰值电流	$I_P$	$A_{rms}$	19.2	19.2	19.2	19.2
持续电流	$I_c$	$A_{rms}$	4.2	4.2	4.2	4.2
电阻	$R_m$	Ohms L-L	1.9	2.9	4.0	4.9
电感	L	mHL-L	6.8	10.4	14.4	18.2
反电动势常数	$K_e$	$V_{peak}/m/s$ L-L	18.1	33.3	48.4	63.5
推力常数	$K_f$	N/ $A_{rms}$	22.2	40.8	59.3	77.8
电气时间常数	$T_e$	ms	3.6	3.6	37.0	3.8
磁极距	S	mm	20.0	20.0	20.0	20.0
允许的线圈最高温度	$T_{max}$	°C	130.0	130.0	130.0	130.0
磁吸力	$F_a$	kN	0.5	0.8	1.2	1.6
线圈组件重量	$M_c$	kg	1.1	1.7	2.3	2.9
磁路重量 (每米)	$M_w$	kg/m	3.3	5.0	7.0	8.8

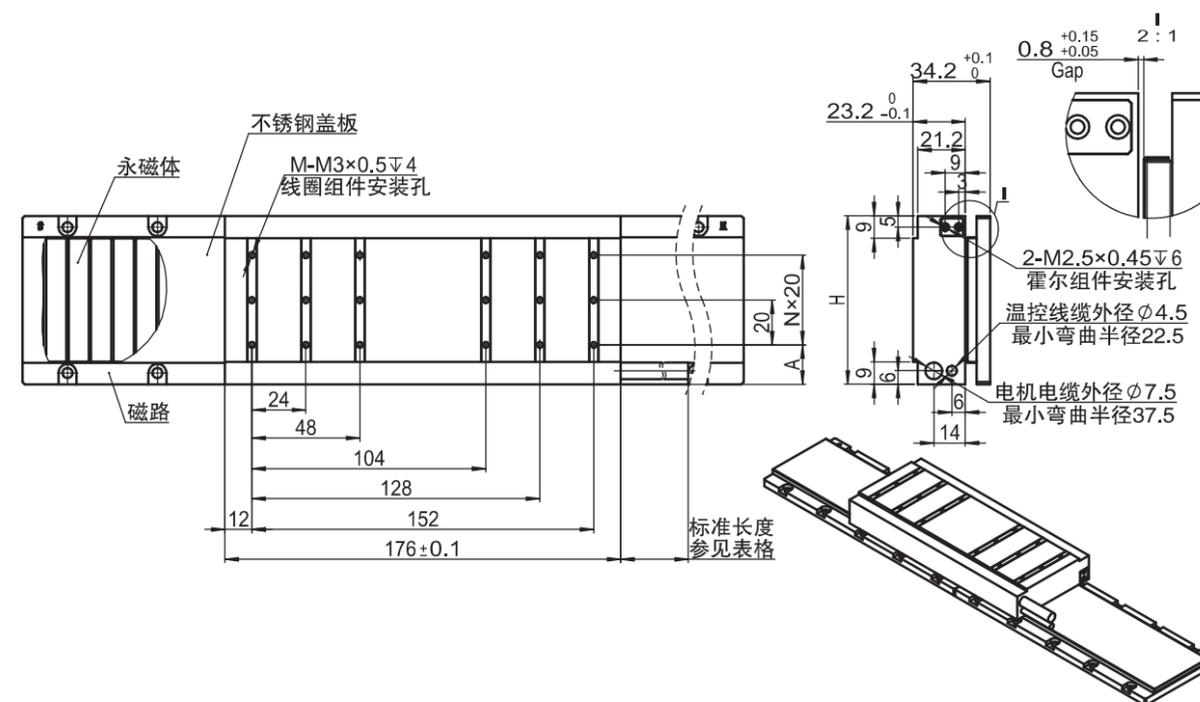
### 注释：

- 峰值力及峰值电流最多占整个工作周期的5%。
- 持续力及电流建立在线圈绕组温度保持在 100°C 的基础上。
- 推力常数反映电机推力性能。
- 电机常数是对电机效率的测定。
- 电阻、电感值均为每相间测量值，测试频率 120Hz。
- 磁极距为同名磁极间的距离。
- 若需计算最大理论加速度值，仅根据电机峰值推力和线圈组件重量确定。要确定每种应用中能够达到的实际加速度，还必须考虑负载的额外重量、轴承型号和设计方案、反馈部件的冲击规格、驱动器能够提供的峰值电流等因素。

# BFMB22 系列

有铁芯非冷却型电机

## BFMB22 系列线圈组件 ( 动子 ) ③



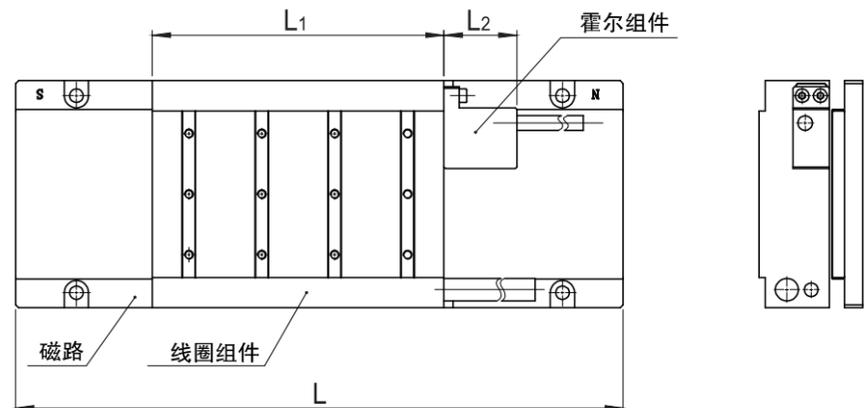
电机型号	A	N	M	H
BFMB22030	15	1	12	50
BFMB22050	17.5	2	18	75
BFMB22080	20	3	24	100
BFMB22100	22.5	4	30	125

# BFMB 系列

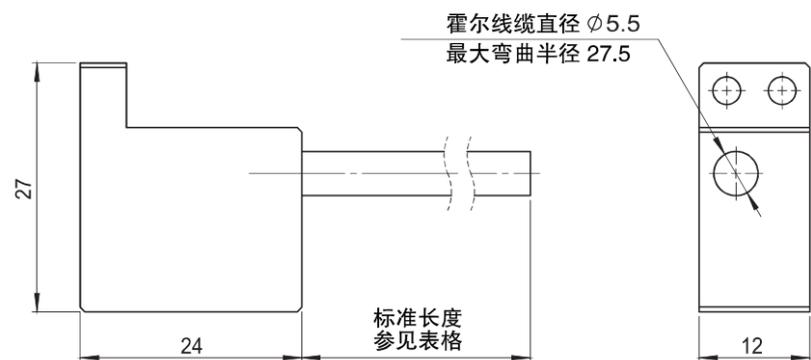
有铁芯非冷却型电机

## BFMB 系列霍尔组件（选件）④

在直线电机选型时，可根据使用需求，考虑是否选择霍尔组件，下图为配备霍尔组件的有铁芯直线电机。  
 以此图为例，若选用霍尔组件，直线电机线圈组件的有效行程  $S=L-(L_1+L_2)$ ；若不选用霍尔组件，直线电机线圈组件的有效行程  $S=L-L_1$ （其中， $L$  为磁路长度、 $L_1$  为线圈组件长度、 $L_2$  为霍尔组件长度）。



下图为霍尔组件，其长度尺寸为 24mm，线缆的标准长度见附表 1。一般情况，同一款电机上的霍尔线缆和电机电缆长度一致。



代号	电机电缆长度 (mm)	霍尔线缆长度 (mm)
S1	500	500
S2	1000	1000
S3	1500	1500
S4	2000	2000
S5	2500	2500
S6	3000	3000
备注	配备的线缆均为直线电机专用拖链线缆	

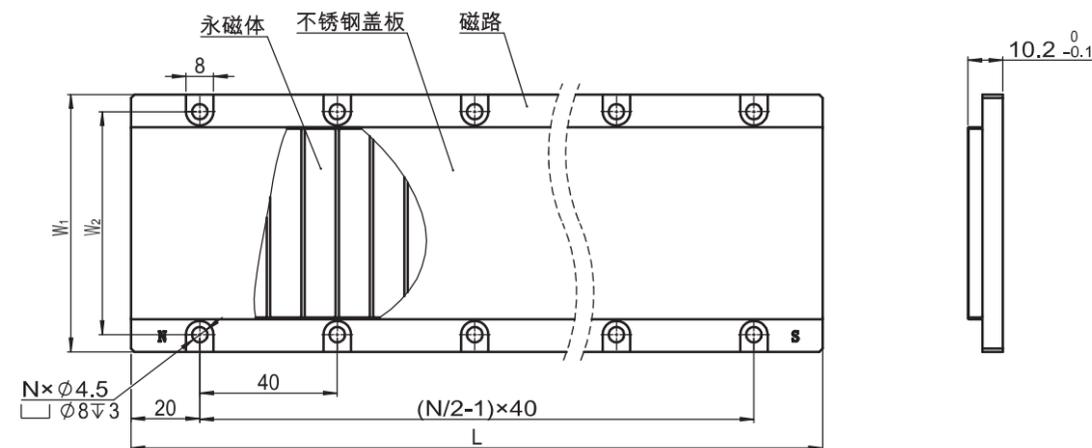
# BFMB 系列

有铁芯非冷却型电机

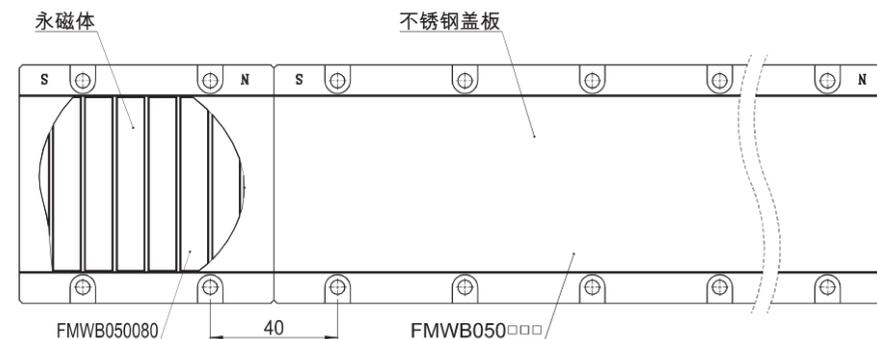
## BFMB 系列有铁芯磁路（定子）⑤

有铁芯磁路在使用时，因为整个铁芯磁路为模块式，根据实际行程需求，考虑是采用一个磁路，还是采用多个磁路拼接满足整个行程的使用要求。

如下图所示，为单个铁芯磁路的外形图，不同型号、长度的磁路个别尺寸（图中字母标识尺寸）有所不同，详见附表 1。



下图为不同磁路的拼接示意图



附表 1	磁路型号	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	N	L	磁路型号	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	N	L
	FMWB030080	50	41	4	80	FMWB080080	100	91	4	80
FMWB030120	50	41	6	120	FMWB080120	100	91	6	120	
FMWB030200	50	41	10	200	FMWB080200	100	91	10	200	
FMWB030400	50	41	20	400	FMWB080400	100	91	20	400	
FMWB050080	75	65	4	80	FMWB100080	125	115	4	80	
FMWB050120	75	65	6	120	FMWB100120	125	115	6	120	
FMWB050200	75	65	10	200	FMWB100200	125	115	10	200	
FMWB050400	75	65	20	400	FMWB100400	125	115	20	400	

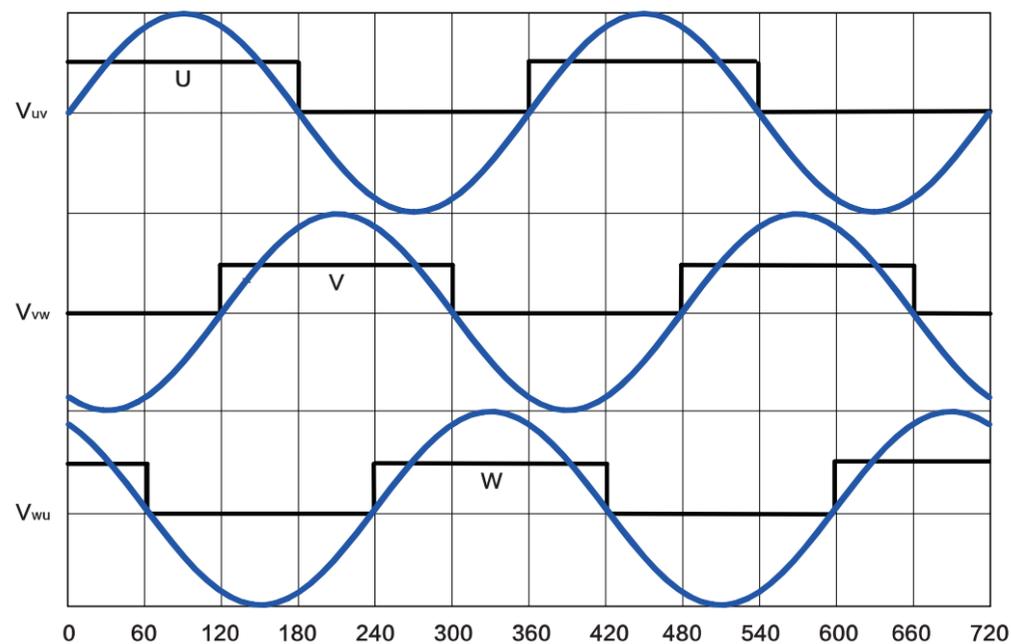
# BFMB 系列

有铁芯非冷却型电机

## 有铁芯直线电机电气接线（接线与输出）⑥

线圈组件接线表		霍尔组件接线表	
线号或颜色	功能	颜色	功能
1#	U相	白色	U相
2#	V相	灰色	V相
3#	W相	黄色	W相
花线	地线	绿色	回路
		棕色	+5VDC

注释：在接线时，要保证线圈组件与霍尔组件的UVW三相线一一对应。



如上图所示，电机相间反电动势正弦波形与霍尔组件UVW方波波形相对应。

# 直线电机应用选型计算

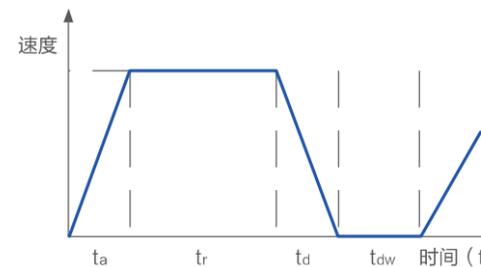
如果要计算出一台直线电机的负载能力，则应：

- 确定一条运动曲线
- 确定负载
- 计算出电机和驱动器的负载能力

通过运动曲线，我们可以计算出最高速度以及最大加速度/减速度。根据提供的负载，我们可以计算出在恒定速度下的推力，并利用运动曲线，计算出加速和减速过程中的所有动态推力。当选定一台电机后，应将电机运动部件的重量与所移动的重量相加，以计算出一个总的峰值推力和一个总的均方根推力。电机应能够输出计算的峰值推力，电机的持续推力应高于所计算出的均方根推力，以确保一个已知的安全裕度。也可计算出最高母线电压以及持续电流和峰值电流，以便与所选定的驱动器进行比较，以确保达到所计算的性能指标。

### 1. 运动曲线

三角形 / 梯形



参数	符号	单位
移动距离	$S_m$	m
加速时间	$t_a$	s
匀速时间	$t_r$	s
减速时间	$t_d$	s
停留时间	$t_{dw}$	s
最高速度	$V_m$	m/s
加速度	$A_m$	$m/s^2$
减速度	$D_m$	$m/s^2$

举例：在 0.1s 时间内移动 0.1 m，并假定  $t_a = t_d$  和  $t_r = 0$ ，（假定三角形运动曲线）

最大速度

$$V_m = 2S_m / (t_a + t_d + 2t_r) = 2 \times 0.1 / 0.1 = 2 \text{ m/s}$$

最大加速度 / 减速度  
加速度

$$A_m = V_m / t_a \quad A_m(g) = A_m / 9.81 = 2 / 0.05 = 40 / 9.81 = 4.08 \text{ g}$$

减速度

$$D_m = V_m / t_d \quad D_m(g) = D_m / 9.81 = 2 / 0.05 = 40 / 9.81 = 4.08 \text{ g}$$

2. 负载

参数	符号	单位
外部力 (切割力等)	$F_{ext}$	N
加速力	$F_{acc}$	N
匀速运行力	$F_r$	N
减速力	$F_{dec}$	N
最大加速力	$F_{am}$	N
最大减速力	$F_{dm}$	m/s
停留时推力	$F_{dw}$	m/s <sup>2</sup>
均方根力	$F_{rms}$	m/s <sup>2</sup>
摩擦系数	$\mu$	
负载质量	$M_i$	kg
线圈质量	$M_c$	kg
平衡质量	$M_{cb}$	kg
磁性吸引力	$F_a$	N
平衡负载	CB	%
直线位移与水平方向角度	$\theta$	度
重力加速度	g	9.81m/s <sup>2</sup>
并联电机台数	n	

假定一种通常的工况，即有“n”台刚性连接的电机，共同推动负载以及一个可能的平衡重物 ( $M_{cb}$ ) (在多种情况下适用于垂直移动)。

摩擦系数 ( $\mu$ ) 的举例:

带球轴承的直线轴承	0.002-0.004
带滚子轴承的直线轴承	0.005
在涂油刚表面上的钢	0.06
在干燥钢表面上的钢	0.2
在混凝土表面上的钢	0.3

平衡重物

$$M_{cb} = M_i \cdot CB / 100$$

只考虑加速的力

$$F_{acc} = [(M_i / n) \cdot (1 + CB / 100) + M_c] \cdot A_m$$

匀速运行的力

$$F_r = (M_i / n + M_c) \cdot g \cdot \sin(\theta) + [(M_i / n + M_c) \cdot g \cdot \cos(\theta) + F_a] \cdot \mu + F_{ext} / n - (m_{cb} / n) \cdot g$$

只考虑减速的力

$$F_{dec} = [(M_i / n) \cdot (1 + CB / 100) + M_c] \cdot D_m$$

最大加速度力

$$F_{am} = F_{acc} + F_r$$

最大减速力

$$F_{dm} = F_{dec} - F_r$$

保持推力

$$F_{dw} = (M_i / n + M_c) \cdot g \cdot \sin(\theta) - (M_{cb} / n) \cdot g$$

均方根 (RMS) 推力

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{F_{am}^2 \cdot t_a + F_r^2 \cdot t_r + F_{dm}^2 \cdot t_d + F_{dw}^2 \cdot t_{dw}}{t_a + t_r + t_d + t_{dw}}}$$

\* 所有计算均采用国际单位制 (SI) 单位

3. 电机和驱动器负载能力的计算

举例:

移动重量:  $M_i=0.5\text{kg}$

电机台数:  $n=1$

水平移动:  $\theta=0^\circ$

平衡推力:  $M_{cb}=0$

外部推力:  $F_{ext}=0$

摩擦系数:  $\mu=0.01$

假定在 50 毫秒停留时间内进行与上述相同运动

在恒定速度下的运行推力:

$$F_r = 0.5 \times 9.81 \times 0.01 = 0.05\text{N}$$

加速力:

$$F_a = 0.5 \times 40 = 20\text{N}$$

减速力:

$$F_d = 0.5 \times 40 = 20\text{N}$$

最大加速力:

$$F_{am} = 20 + 0.05 = 20.05\text{N}$$

最大减速力:

$$F_{dm}$$

均方根推力:

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{20.05^2 \cdot 0.05 + 1.95^2 \cdot 0.05 + 0.05^2 \cdot 0.05}{0.05 + 0.05 + 0.05}} = 16.33\text{N}$$

驱动器的负载能力计算:

参数	符号	单位
最大加速电流	$I_a$	A
运行电流	$I_r$	A
最大减速电流	$I_d$	A
停留电流	$I_{dw}$	A
均方根电流	$I_{rms}$	A
推力常数	$K_f$	N/A
电机电阻 (L-L)	$R_m$	$\Omega$
反电势常数 (L-L 峰值)	$K_e$	V/m/s
母线电压	$V_{bus}$	VDC
电感 (L-L)	L	H

最大加速电流:  $I_a = F_{am} / K_f$

在恒定速度下的运行电流:  $I_r = F_r / K_f$

最大减速电流:  $I_d = F_{dm} / K_f$

停留电流:  $I_{dw} = F_{dw} / K_f$

均方根电流:  $I_{rm} = F_{rms} / K_f$

电机的负载能力计算:

如果我们选定一台适合最平稳运动的无铁芯电机，则我们可采用电机 BUM06030。此种电机配有一个质量为 0.2kg 的线圈，并且无吸引力。此时:

在恒定速度下的运行推力:

$$F_r = (0.5 + 0.2) \times 9.81 \times 0.01 = 0.0687\text{N}$$

加速力:

$$F_a = 0.7 \times 40 = 28\text{N}$$

减速力:

$$F_d = 0.7 \times 40 = 28\text{N}$$

最大加速力:

$$F_{am} = 28 + 0.0687 = 28.0687\text{N}$$

最大减速力:

$$F_{dm} = 28 - 0.0687 = 27.93\text{N}$$

均方根推力:

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{28.0687^2 \cdot 0.05 + 27.93^2 \cdot 0.05 + 0.0687^2 \cdot 0.05}{0.05 + 0.05 + 0.05}} = 22.86\text{N}$$

此种电机的安全系数为:  $(29.2 - 22.86) / 29.2 = 21.7\%$

母线电压:

如果我们假定用超前相位角  $\phi$  (电角度) 的正弦波电流驱动和 PWM 全导通，则最小母线电压 (请参阅图 1) 应为:

$$V_{b1} = 2.4 (V)$$

$$V_{b2} = K_e \cdot V_m$$

$$V_{b3} = 1.225 \cdot R_{m,hot} \times I_{rms}$$

$$V_{b4} = 7.6953 \cdot L \cdot I_{rms} \cdot V_m / \text{Pitch}$$

$$\alpha = \arctan (V_{b4} / V_{b3})$$

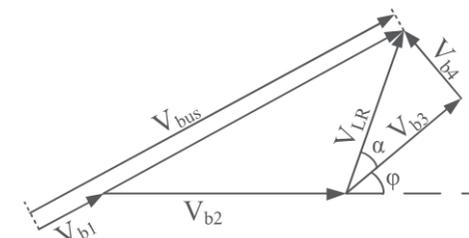
$$V_{LR} = \sqrt{V_{b3}^2 + V_{b4}^2}$$

$$V_{bre} = V_{b2} + V_{LR} \cdot \cos(\alpha + \phi)$$

$$V_{bim} = V_{LR} \cdot \sin(\alpha + \phi)$$

$$V_{bus} = V_{b1} + \sqrt{V_{bre}^2 + V_{bim}^2}$$

注释: 如果不存在相位超前，则设  $\phi = 0^\circ$ 。



## 附表

## 1. 直线电机需求调查表

客户名称: \_\_\_\_\_ 运用行业: \_\_\_\_\_

联系人电话: \_\_\_\_\_ 电子邮箱: \_\_\_\_\_

## 运动

轴运动方式:  水平  垂直速度规划曲线:  1/3-1/3-1/3 梯形波 1/2-1/2 三角形波

总的运动行程: \_\_\_\_\_ mm

总的运行时间: \_\_\_\_\_ s

最大运行速度: \_\_\_\_\_ m/s

最大运行加速度: \_\_\_\_\_ m/s<sup>2</sup>

负载重量: \_\_\_\_\_ kg

## 精度

定位精度: \_\_\_\_\_ μm

重复定位精度: \_\_\_\_\_ μm

分辨率: \_\_\_\_\_ μm

## 放大器和电源

最大电压: \_\_\_\_\_ VDC

最大电流: \_\_\_\_\_ A

电压: \_\_\_\_\_ VAC  50 Hz  60 Hz

## 使用环境

环境温度: \_\_\_\_\_ °C

最大允许温升: \_\_\_\_\_ °C

是否无尘环境中:  是  否是否允许水冷或空气冷却:  是  否是否是真空环境:  是  否