



无锡麦克络微电机有限公司

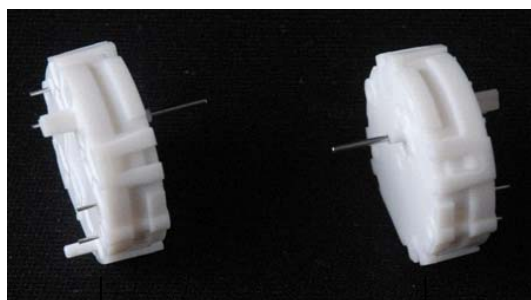
MR1107/MR1108系列 车用仪表步进电机说明书

目 录

1. 产品、工艺介绍.....	1-2
2. 性能参数.....	3
3. 引线定义、工作原理.....	4
4. 安装说明.....	5
5. 分步驱动模式.....	6
6. 微步驱动模式.....	7
7. PWM驱动模式.....	8
8. 扭矩特性.....	9
9. 加速性能求取.....	10
10. 回零加速特性曲线.....	11
11. 性能、环境测试说明.....	12-14
12. 包装规格.....	15

高可靠性、低成本、兼容设计

MR1107/MR1108



MR1108
PCB背面安装

MR1107
PCB正面安装

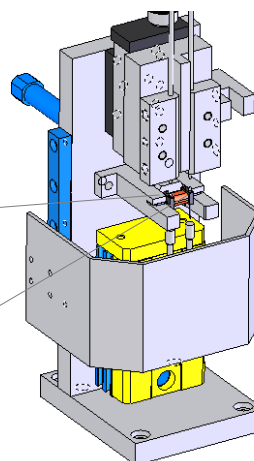
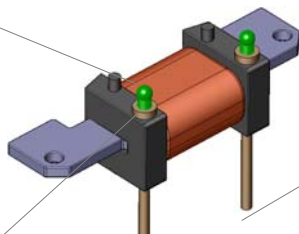
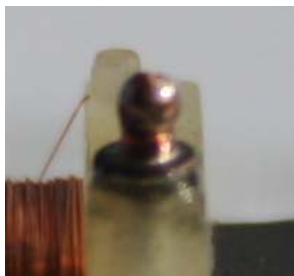
可替换产品：

MCR	MR1107	MR1108
Switec	X25.589	X25.168
VID	VID29-05	VID29-02
	VID29-05P	VID29-02P

先进制造工艺

MR1107/1108马达内部线圈使用麦克络公司专业定制的全自动绕线设备生产，线圈的焊接更采用独特的闪光电弧焊接方式，完全消除锡焊带来的环保和虚焊问题。

所有的零部件经过特殊的时效处理工艺，保证零件尺寸长期稳定精确。



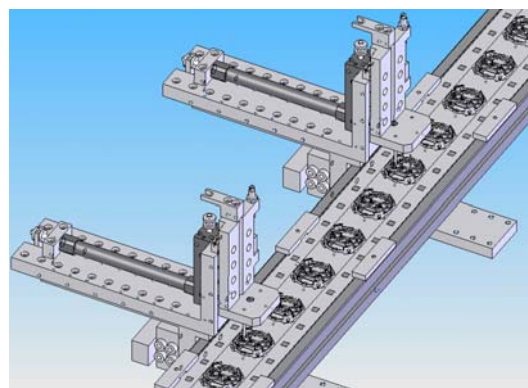
自动闪光电弧焊

自动生产技术

MR1107/1108马达的生产装配过程采用麦克络公司独有的自动装配线生产，保证生产装配和测试过程的完全一致性，并最大可能防止灰尘等异物对马达内部精密传动齿轮的污染。

自动装配线的使用，极大提高了微型仪表马达的生产效率和降低了生产成本。

MR1107/1108马达采用抗老化材料制造外壳与齿轮，能长期经受高低温变化和油污侵蚀，不会出现齿轮断裂或壳体分解的问题。设计上的优化使得产品零件更少，结构更简洁，从而成本更具优势。所有零部件由日本工厂精密制造，保证产品质量稳定可靠。



自动装配线和装配机器人

简介

MR11xx 系列微型步进电机是麦克络为汽车仪表盘和其他指示设备而开发设计的。电机直接受数字信号驱动带动指针来实现任何参数的显示。不需要模数转换即能准确地以模拟的方式准确地表现数值。这种微型步进电机内部具有一套 1:180 的减速齿轮系统。麦克络微电机在精密零件和微型驱动方面的技术保证这种微型电机的高性能和优异质量。更简化的结构提高了电机的稳定性和长寿命。

电机最高可以运行于 600Hz 即输出轴最高能以 600°/s 的速度转动，因此马达可以适应很多指示器应用的需要。

由于采用先进的线圈焊接工艺和全自动无尘装配生产，MR11xx 系列马达在 -40°C—105°C 都具有很高的可靠性，不会出现虚焊或者线圈短线引起马达不能运转。

齿轮定位装配的方式使马达在归零时遇到止挡位不会振动。

特点

1/12° 步进分辨率

低功耗 <20mA

小体积: $\Phi 30 \times 9.6 \text{ mm}$

直接 MCU 驱动

宽工作温度范围: -40°C—105°C

高速: 600°/s

符合汽车电子应用要求

马达型号

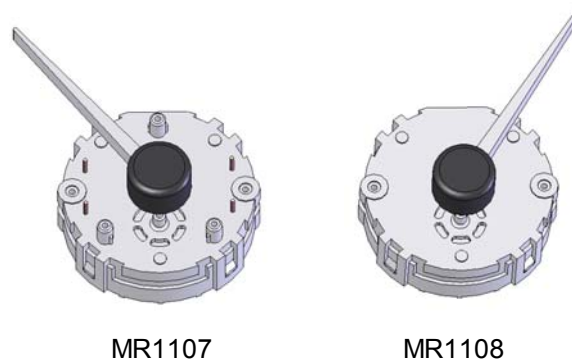
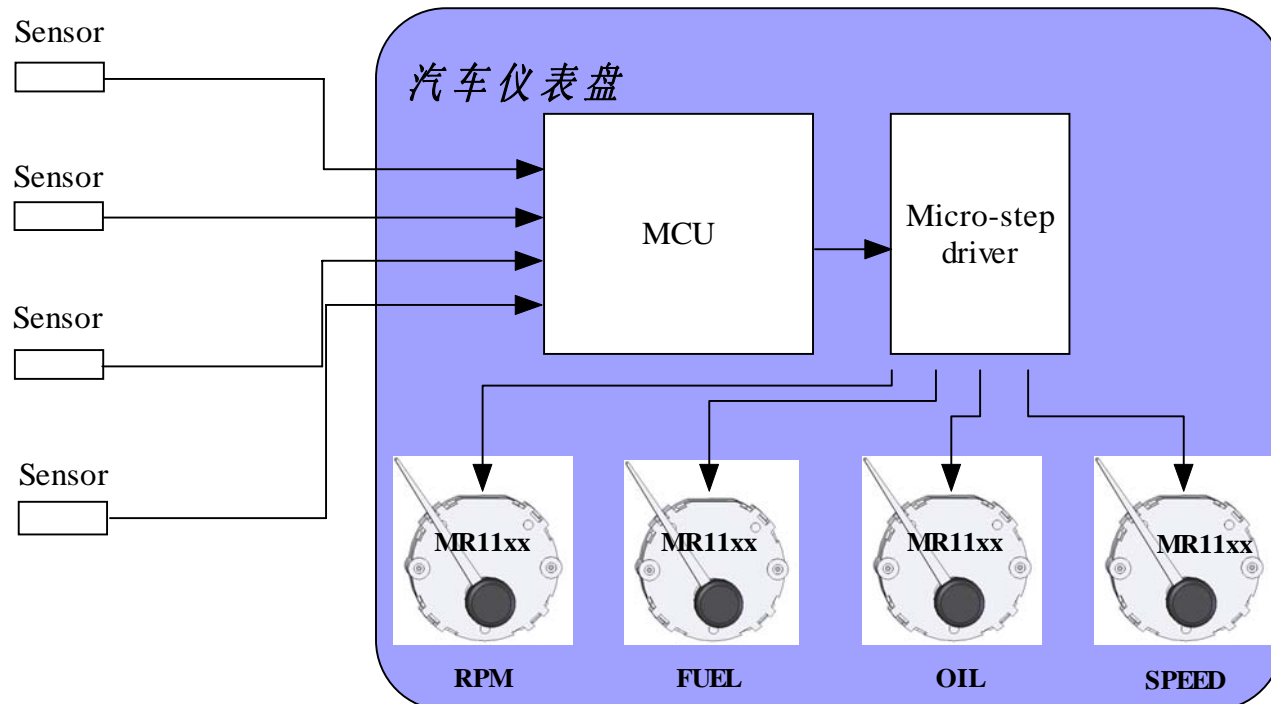
PCB 正面安装: MR1108

PCB 背面安装: MR1107

应用范围

- 车辆、船舶仪表盘
- 工业仪表
- 激光反射镜
- 微型机器人

典型应用



极限参数

参数	符号	
驱动电压	Ub	10V
ESD tolerance(MIL883)	UESD	10,000V
EMI tolerance (1kHz,AM80%,100kHz-2GHz)	E	80V/m
存放温度	Tstg	95°C
焊接温度（10秒）	Ts	260°C

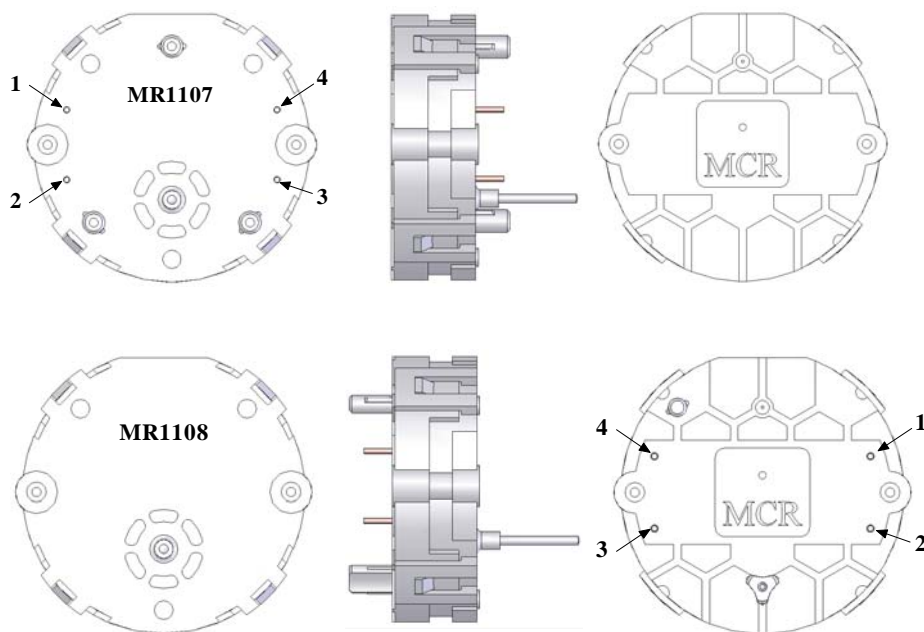
电气参数

Tamb=25°C and Ub=5V, unless other specified.

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作温度	Ta		-40		105	°C
线圈电阻	Rb		280	290	310	
工作电流	im	@fz=200Hz		15		mA
磁饱和电压	Ubs			9		V
启停频率	fss	@JL=0.2*10 ⁻⁶ kgm ²	200			Hz
最大驱动频率	fm	@JL=0.2*10 ⁻⁶ kgm ²	600			Hz
动态扭矩	M200	@fz=200Hz	1.2	1.4		mNm
	M400	@fz=400Hz		0.9		mNm
静态扭矩	Ms	Ub=5V	3.5	4.0		mNm
齿隙				0.5	1	Degree
指针轴上允许受力:						
轴向力:	FA				150	N
径向力	FQ				12	N
旋转加速度	ap				1000	rad/s ²
噪声	SPL			40	50	dBA
旋转角度范围	fl				315	Degree

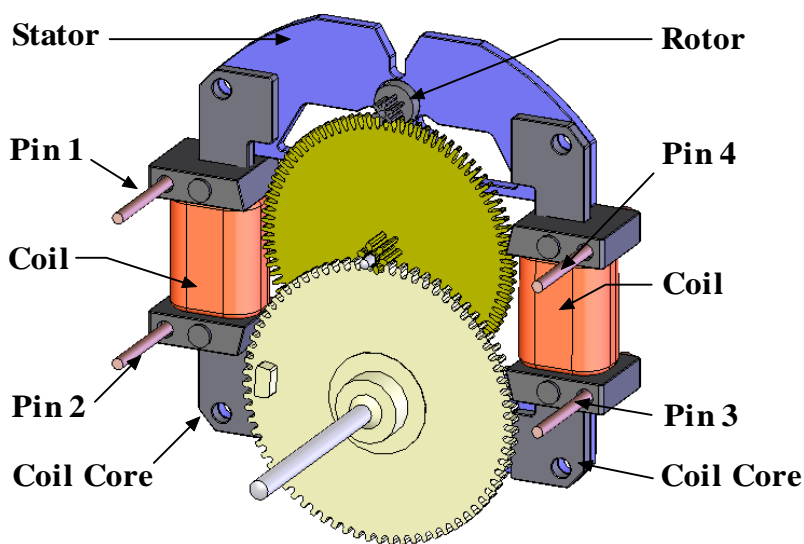
注: fa -- 全步频率 JL -- 载荷转动惯量

引线定义



工作原理

MR11xx 系列微型步进电机是两相用磁步进电机，转子步进角度为60度。电机内部有1: 180的减速齿轮机构，通过齿轮减速降低转速并且在输出的指针轴上得到1/3度的分辨率。



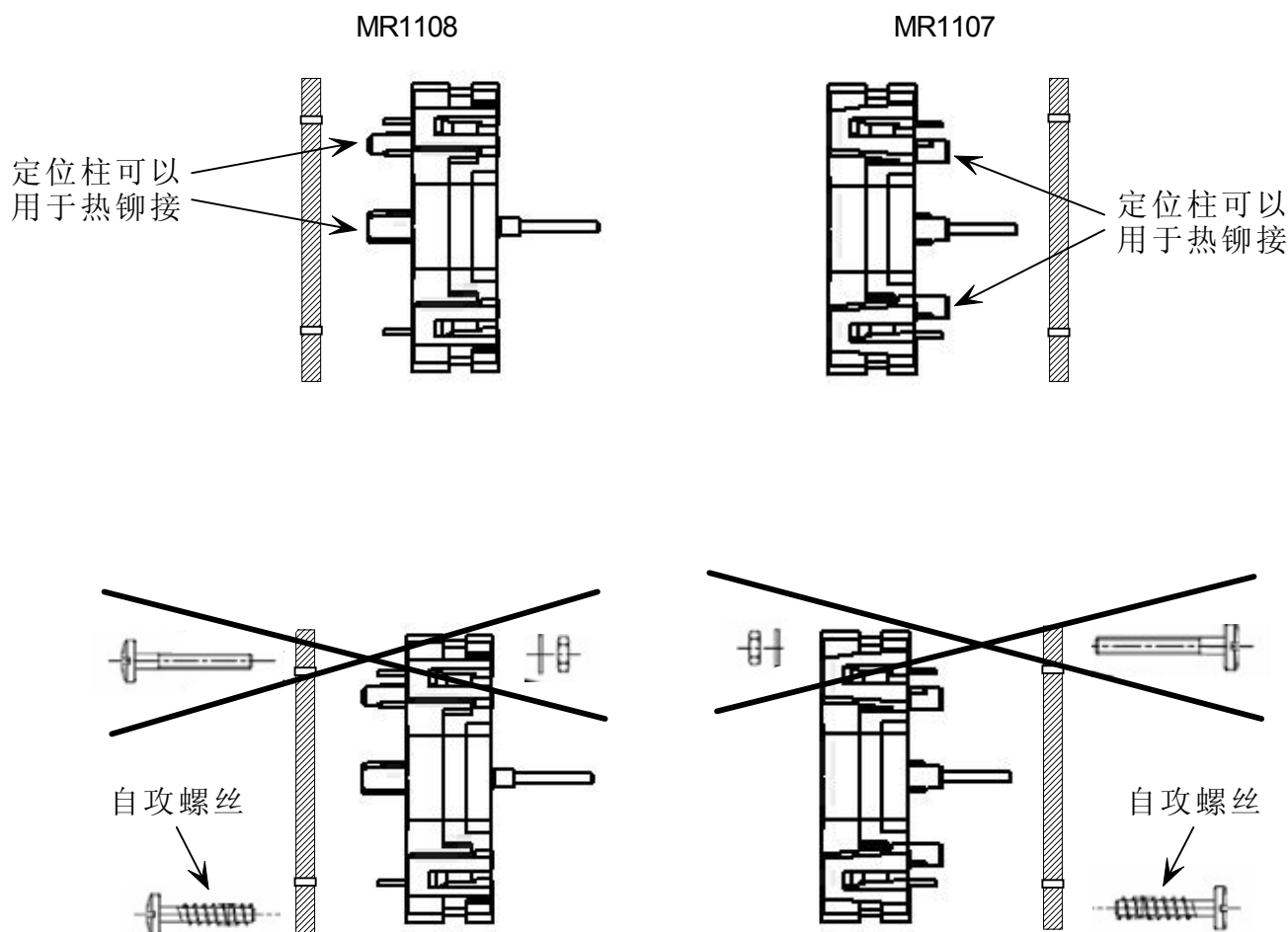
全步 是指转子旋转180度，即输出指针轴旋转1度。电机的运行频率是指每秒钟转子完成多少个全步，也就是输出指针轴每秒转动多少度。MR11xx 系列电机可以运行于超过 600Hz。

分步是指转子旋转60度，即输出指针轴旋转1/3度。仅需简单地使用单片机的三个输出端口（端口要求能提供最大20mA电流）就能有效驱动电机，使之以分步的步进值运转。电机在分步驱动模式下，指针轴将以1/3度的步进方式运转。

丢步 常常是因为电机运转频率过高或者电机运转频率急速变化。和平常的步进电机一样，驱动器的时钟频率决定电机的转速，电机在不超过启停频率的情况下，突然启动停止或者反转，都不会丢步，也就是电机的转动是和驱动器的脉冲同步的。电机载荷的转动惯量将影响电机的动态性能（启停频率）。MR11xx系列电机的启停频率，在外部载荷转动惯量为200gmm²的条件下大约是200Hz。

安装说明

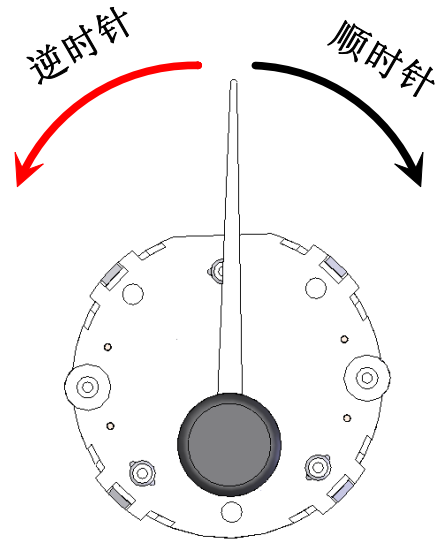
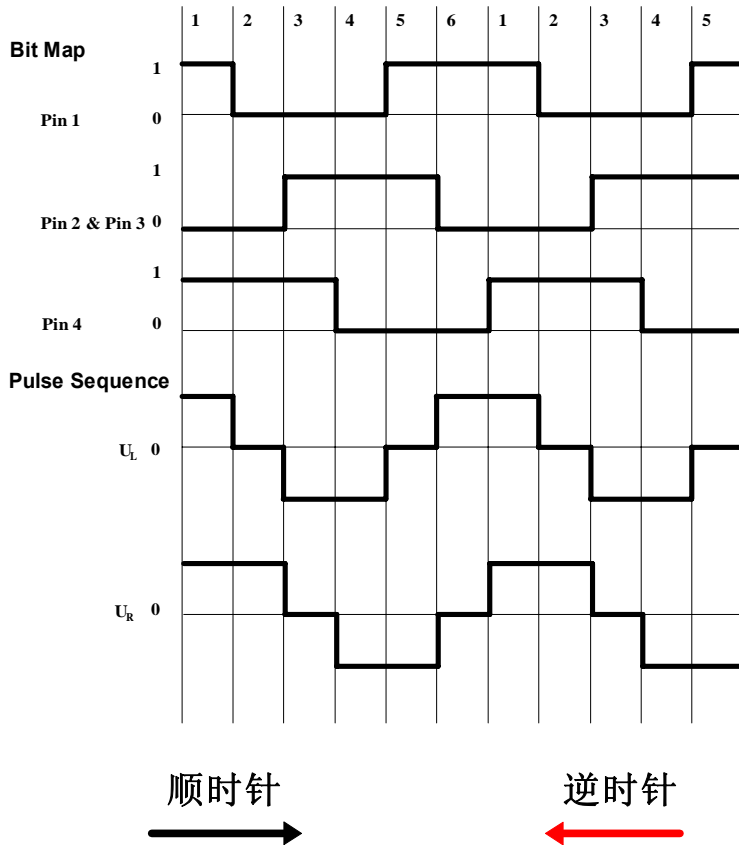
MR11XX系列微型步进电机产品的安装方法：



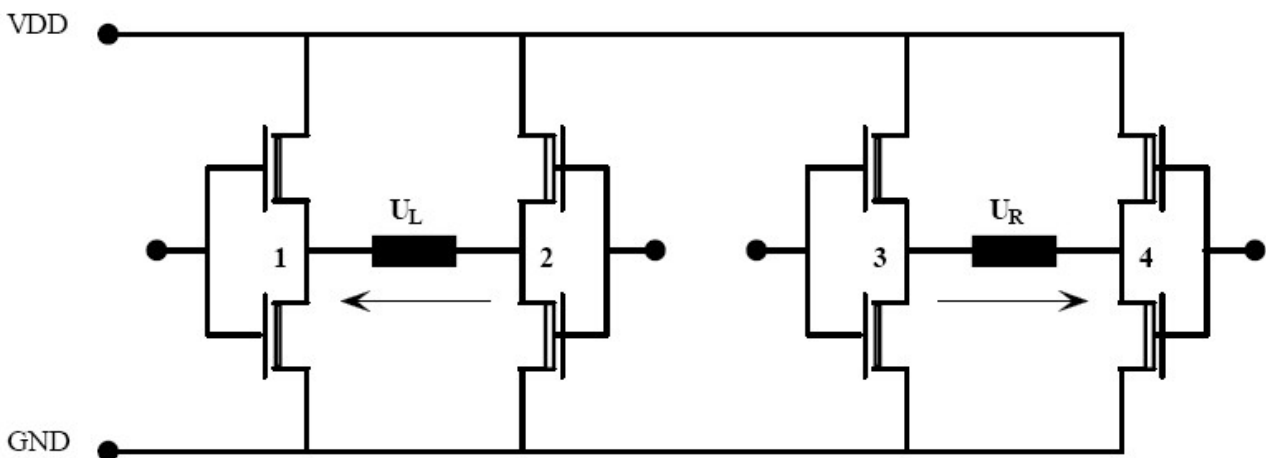
一般建议用热铆接的方式将马达的定位柱压铆在PCB板上，对于要求特殊的场合，也可以用自攻螺丝进行安装固定。MR1107/MR1108马达建议配直径1.4的自攻螺丝。

分步驱动模式

MR11xx系列微型步进电机可以用标准逻辑电平驱动，下面的时序是分步驱动模式，比特图的时序方向决定马达的旋转方向。分步驱动模式下电机的转子每次跳转60度，而在输出指针上则变为1/3度。



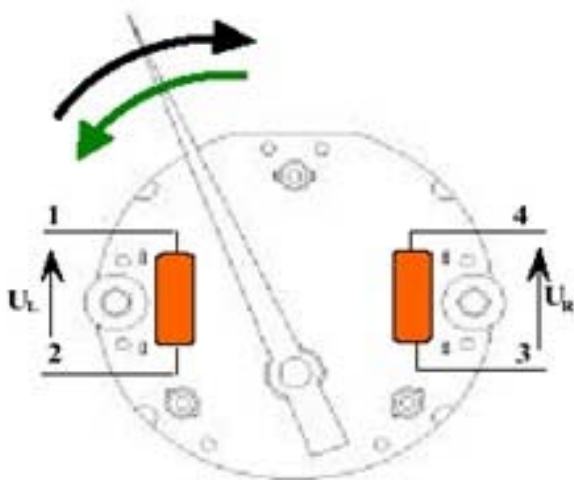
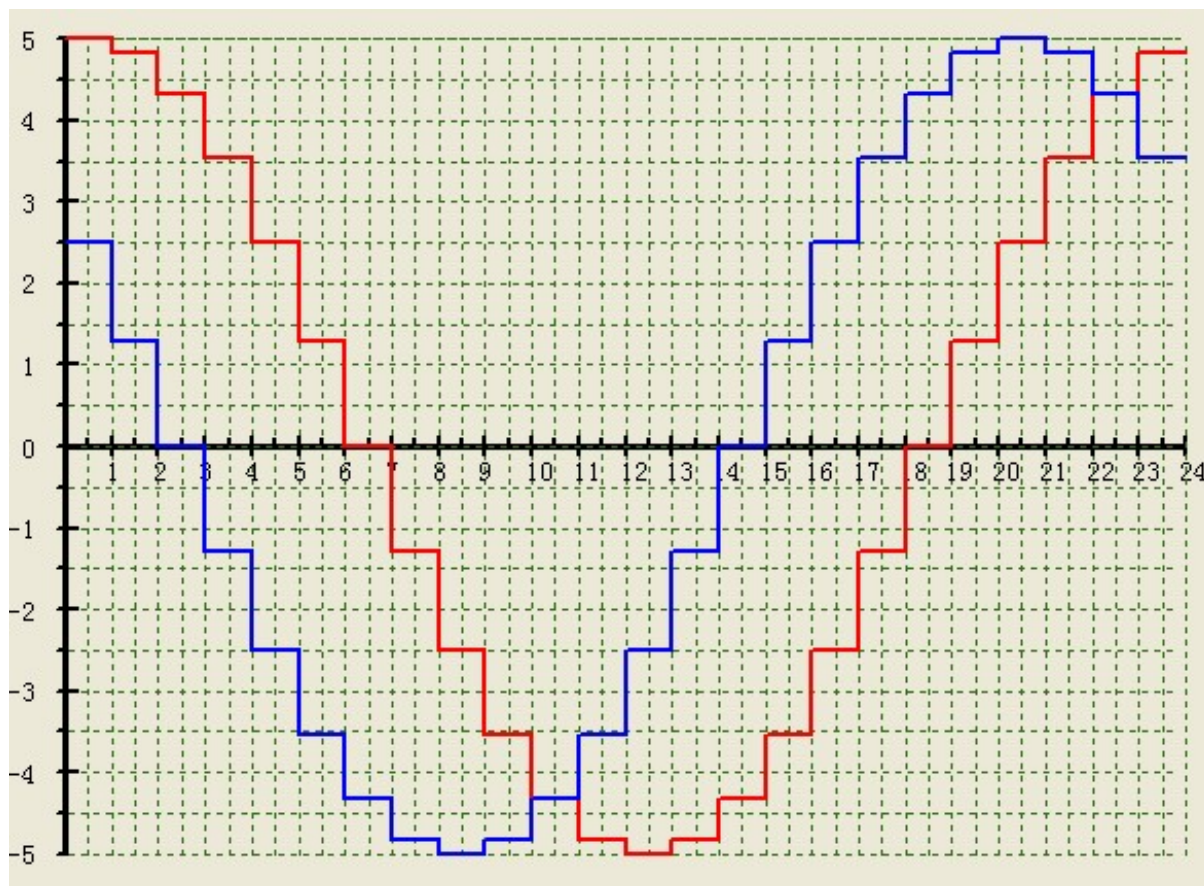
分步模式驱动电路图



微步驱动模式

为了降低噪声和抖动，使指针的运动更加平滑，通常采用微步细分驱动的方法使电机转子更均匀地旋转。24微步细分可以使电机运转达到很好的效果而被广泛采用，这种细分驱动下，电机转子每次跳转15度，而指针的分辨率就变成了1/12度。这样细小的角度步进刚好使人眼无法察觉。

微步模式驱动信号



— 左线圈电压
— 右线圈电压

顺时针

逆时针

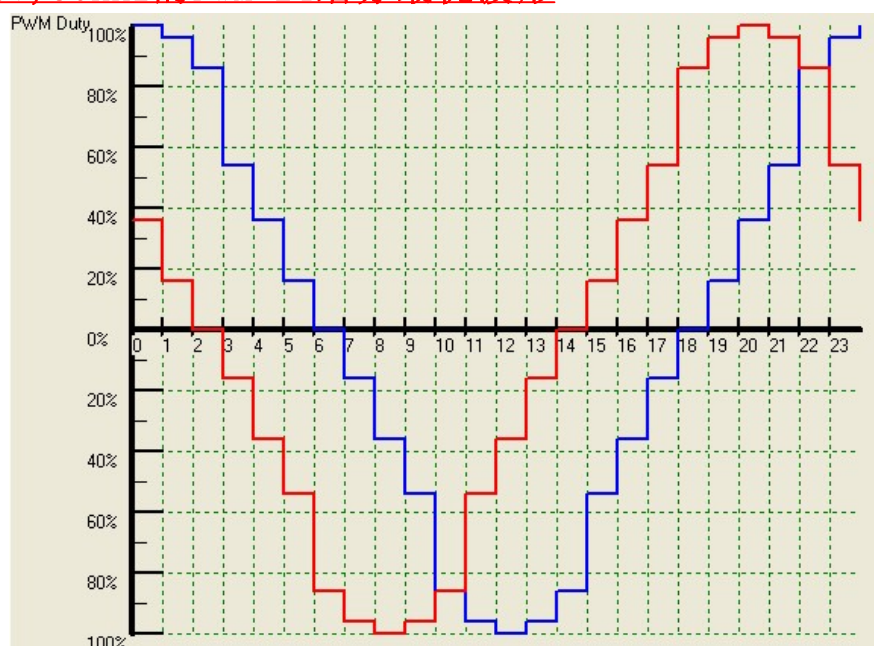
PWM驱动模式

根据客户要求，如果采用MCU的PWM信号来驱动MCR马达MR1107/MR1108，当PWM频率为30KHz, PWM幅值为5V时，MCR公司通过测试得出一组最优PWM占空比表，并获得良好效果。

5V, 30KHz的PWM 24细分最优各脚输入信号表

微步	角度	1#电平	2#PWM	4#电平	3#PWM
1	0	0	86	0	86
2	15	0	96	0	54
3	30	0	100	0	36
4	45	0	96	0	20
5	60	0	86	0	0
6	75	0	54	1	80
7	90	0	36	1	64
8	105	0	20	1	46
9	120	0	0	1	14
10	135	1	80	1	4
11	150	1	64	1	0
12	165	1	46	1	4
13	180	1	14	1	14
14	195	1	4	1	46
15	210	1	0	1	64
16	225	1	4	1	80
17	240	1	14	1	0
18	255	1	46	1	20
19	270	1	64	1	36
20	285	1	80	0	54
21	300	0	0	0	86
22	315	0	20	0	96
23	330	0	36	0	100
24	345	0	54	0	96

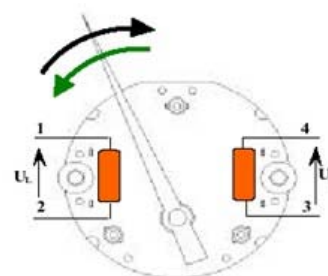
5V, 30KHz的PWM 24细分最优波形



— 左线圈PWM
— 右线圈PWM

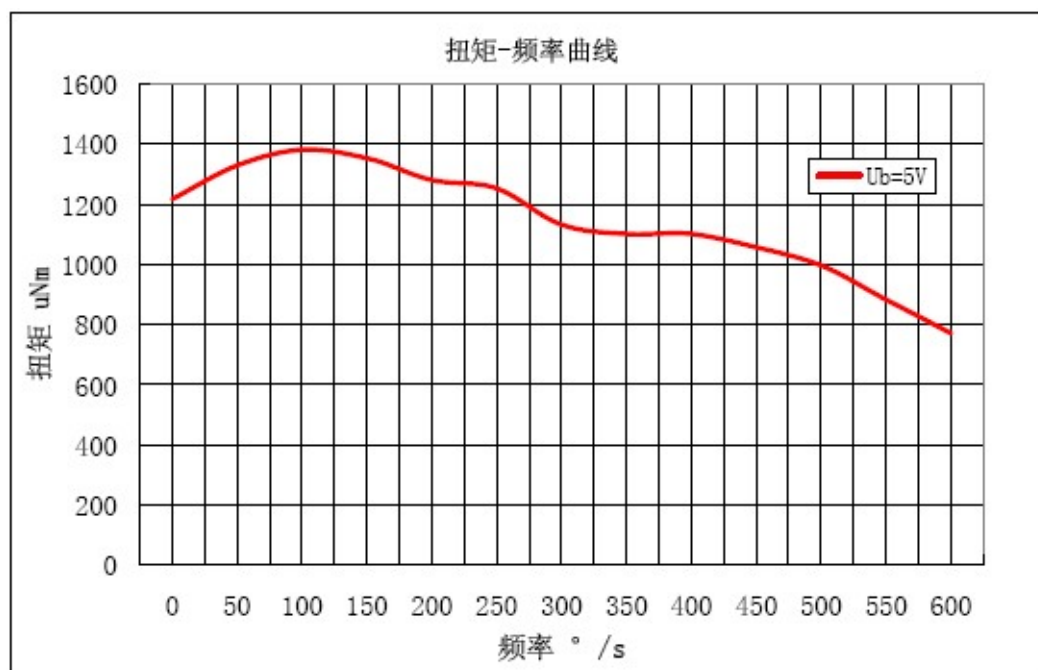
顺时针

逆时针

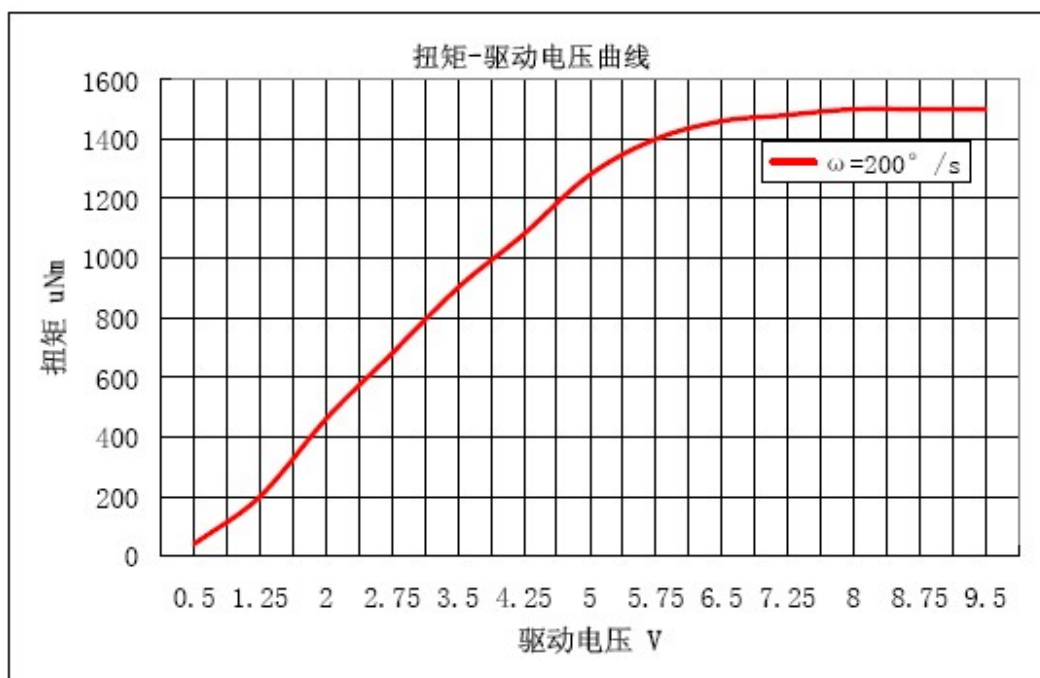


扭矩特性

扭矩-频率特性：24微步模式， $U_b=5V$



扭矩-驱动电压特性：24微步模式，频率 $200^{\circ}/s$



加速性能

马达输出扭矩和马达轮系惯性及其指针负载惯性决定了马达的启动和加速性能。步进马达启停频率是指马达启动和停止时，马达不致丢步的最大频率，是通过理论计算得出的频率，并通过测试，超过 f_{ss} 即可能会出现丢步现象。

启停频率计算公式

由：1: $M = (J_p + J_m) * \alpha$ J_p : 指针惯性 J_m : 轮系惯性 α : 加速度
 2: $\alpha = \omega / t$ ω : 输出轴角速度 t : 加速时间
 3: $\omega = f_{ss} * \pi / 180$ f_{ss} : 马达全步频率
 4: $t = 1 / f_{ss}$
 5: $M = M_d / \sigma$ M_d : 马达输出扭矩 σ : 安全系数
 得: $M_d = \sigma (J_p + J_m) * f_{ss} * f_{ss} * \pi / 180$ f_{ss}

加速频率计算公式

由：1: $M = (J_p + J_m) * \alpha$ J_p : 指针惯性 J_m : 轮系惯性 α : 加速度
 2: $\alpha = \Delta \omega / t$ $\Delta \omega$: 输出轴角速度变化 t : 加速时间
 3: $\Delta \omega = (f_{zi} - f_{zi-1}) * \pi / 180$ f_{zi} : 第 i 个马达加速全步频率点
 4: $t = 1 / f_{zi}$ $f_{z0} = f_{ss}$
 5: $M = M_d / \sigma$ M_d : 马达输出扭矩 σ : 安全系数
 得: $M_d = \sigma (J_p + J_m) * (f_{zi} - f_{zi-1}) * f_{zi} * \pi / 180$ $f_{z1}, f_{z2}, f_{z3}, f_{z4} \dots$

MRXX马达启停频率和加速频率求取

MRXX系列马达的启停频率和加速频率是由该马达的轮系惯性、负载指针惯性和马达输出扭矩特性决定的。

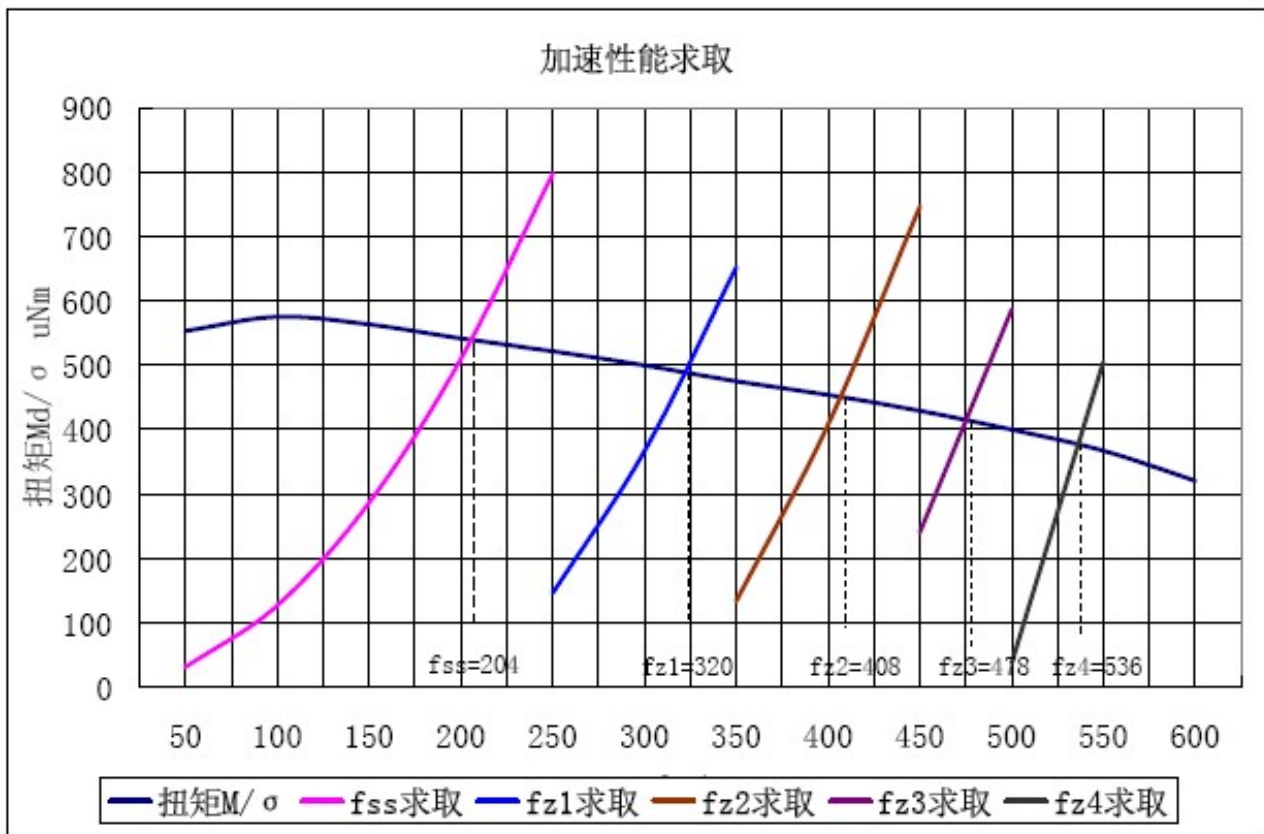
典型示例:

MRXX马达轮系惯性: $5.31 \times 10^{-7} \text{kgm}^2$

标准指针惯性: $2 \times 10 \times 10^{-7} \text{kgm}^2$

安全系数: 取 $\sigma = 2.4$

由上述公式以及输出特性可以得:



回零加速特性

由于电机齿系惯性和指针负载惯性，电机加减速时需要加减速过程，否则电机丢步！

上电回零 是汽车仪表的一个典型应用，需要将指针加速到约500Hz，这样马达碰到止档时抖动和反弹都很小。

高速归零和驱动的关系：因为驱动方式不同对马达扭力有影响，所以回零加速曲线也因为不同的驱动方式须有所调整。用标准的驱动芯片驱动马达可以获得比较大的马达扭力，因此归零加速可以比较快，大约用20ms达到最高550Hz速度。用MCU的PWM信号模拟微步驱动马达，可以获得的扭力较小，因此归零加速需要慢一点，大约用40ms达到最高速度550Hz。

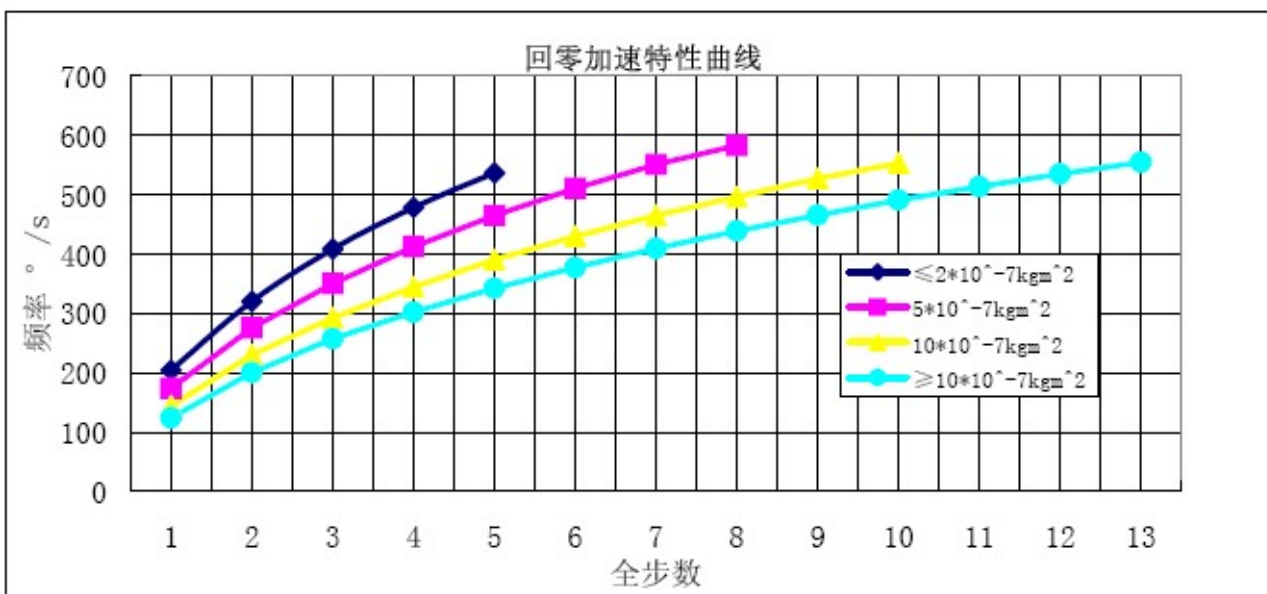
高速归零与指针转动惯量的关系：因为指针转动惯量对马达的输出加速有很大影响，所以高速归零的曲线也因为使用不同的指针转动惯量而有所调整。用标准的 $2 \times 10^{-7} \text{kgm}^2$ 的指针，使用标准微步驱动芯片驱动马达时，归零加速可以比较快，大约用20ms达到最高550Hz速度。

回零加速曲线 是为了最快速归零且防止马达丢步而专门设计的加速曲线。MCR马达的回零加速曲线是通过计算和使用STI6606驱动芯片驱动测试过的加速曲线。

MCR马达MR1107/MR1108回零加速频率表：

全步数	指针转动惯量(24微步下的时间间隔)							
	$\leq 2 \times 10^{-7} \text{kgm}^2$		$5 \times 10^{-7} \text{kgm}^2$		$10 \times 10^{-7} \text{kgm}^2$		$> 10 \times 10^{-7} \text{kgm}^2$	
	驱动频率	时间间隔	驱动频率	时间间隔	驱动频率	时间间隔	驱动频率	时间间隔
1	204Hz	408us	174Hz	479us	144Hz	579us	124Hz	672us
2	320Hz	260us	275Hz	303us	230Hz	362us	200Hz	417us
3	408Hz	204us	350Hz	238us	292Hz	285us	257Hz	324us
4	478Hz	174us	412Hz	202us	344Hz	242us	302Hz	276us
5	536Hz	155us	464Hz	180us	390Hz	214us	342Hz	244us
6			510Hz	163us	429Hz	194us	377Hz	221us
7			550Hz	152us	464Hz	180us	409Hz	204us
8					496Hz	168us	438Hz	190us
9					526Hz	158us	465Hz	179us
10					552Hz	151us	490Hz	170us
11							513Hz	162us
12							534Hz	156us
13							554Hz	150us

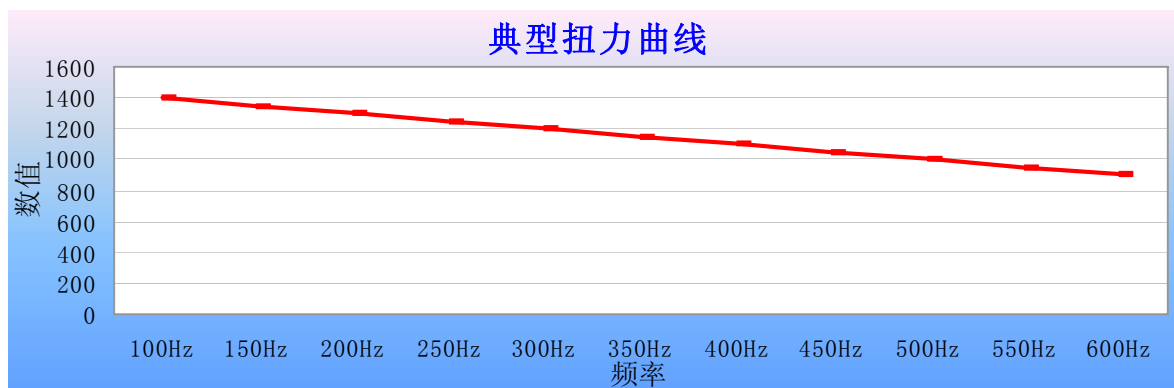
MCR马达MR1107/MR1108回零加速特性曲线：



扭力测试

微型步进电机的运转扭力的测试是用一个扭力表作为假负载，让电机拨动扭力表旋转，扭力表的扭力和旋转的角度成正比，电机拨动扭力表所能达到的最大位置即为电机的输出扭力。**MR1107/MR1108**微型步进电机的扭力是随转速提高而降低的。

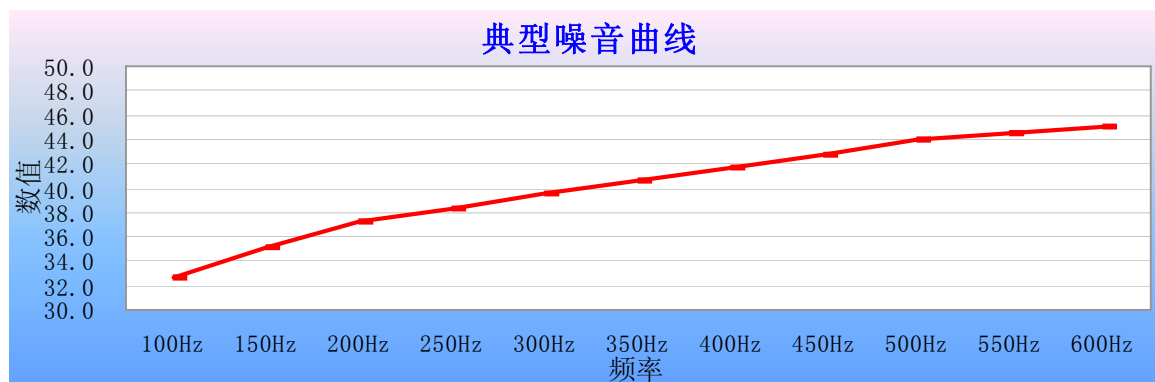
在生产过程中，扭力测试是全检测试。



噪声测试

微型步进电机的运转噪声的测试是在隔音箱内（背景噪声小于30dB），用TE S1357分贝计，探头距离电机输出轴正上方40mm的位置进行测量。用标准的驱动测试仪，以24微步驱动方式，5V驱动电压驱动马达，测量10~600Hz速度下马达所发出的噪声。**MR1107/MR1108**微型步进电机的噪声是随转速提高而提高的。

在生产过程中，噪声测试是抽检测试。

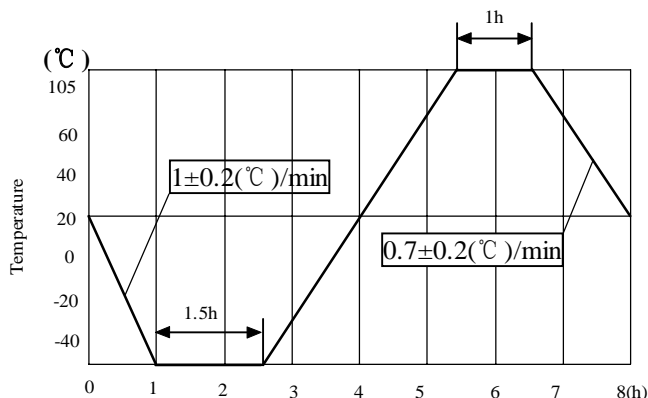


环境试验(可靠性试验)

环境试验是测试马达在各种恶劣环境下是否能长期正常的储存和工作的测试。批量生产的MR11xx系列马达会按一定比例抽取样品进行环境试验，这些马达全部通过环境试验方证明这批产品合格，允许出货。环境测试时，在马达上安装标准测试指针，以马达在测试过程中不出现丢步或者停转为合格。标准指针重量为2.5g，指针转动惯量为 $2 \times 10^{-7} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

温度循环

- 最低温度 : $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- 最高温度 : $+105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- 温度循环 : 见右图
- 50个循环，共400小时
- 马达运转 : 0-600Hz扫频运转
- 样品数量 : 20PCS



高温运转测试

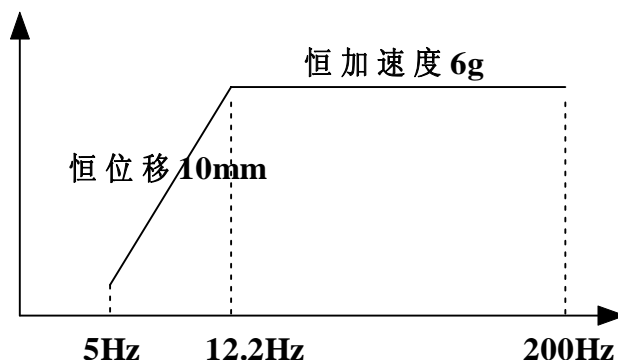
- 温度 : $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- 测试时间 : 500小时
- 马达运转 : 0-600Hz扫频运转
- 样品数量 : 20pcs

低温运转测试

- 温度 : $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- 测试时间 : 500小时
- 马达运转 : 0-600Hz扫频运转
- 样品数量 : 20pcs

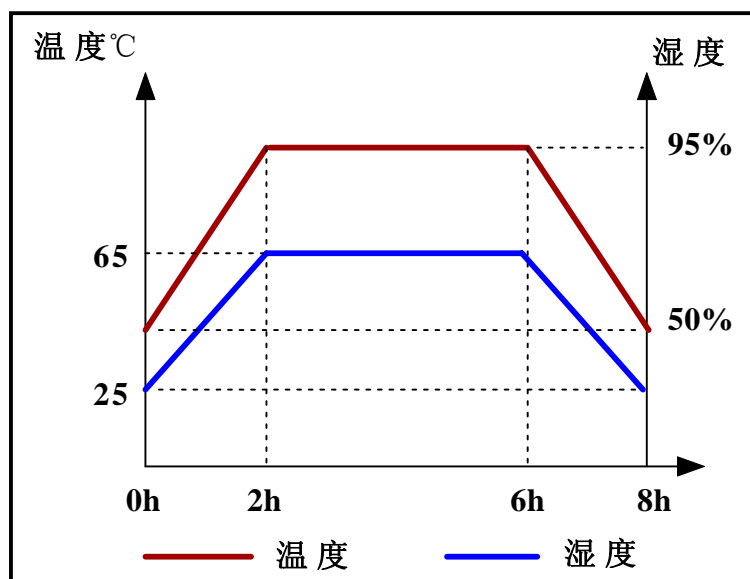
振动测试

- 波形 : 正弦
- 频率 : 5-200Hz对数扫频
- 倍频 : 1倍频/分钟
- 振动方向 : 轴向/径向
- 振动时间 : 每个方向24小时
- 马达运转 : 0-600Hz扫频运转
- 样品数量 : 20pcs



温湿度循环

- 温度：85℃±2℃
- 湿度：85±2% RH
- 保存时间：168小时
- 状态：不动转
- 样品数量：20pcs



温度冲击

- 最低温度：-40℃±2℃
- 最高温度：+105℃±2℃
- 停留时间：每半小时一次
- 转换时间：30s
- 循环：100次，总计100小时
- 状态：不运转
- 样品数量：20pcs

试验分析和报告

环境试验前测试所有样品马达的扭力和噪声性能，环境测试过程中观察样品马达是否出现丢步，环境测试后，再测试样品马达的扭力和噪声，比较样品马达在环境测试前后的变化。

环境试验过程中发现马达出现丢步，则视为测试不合格。

环境试验后的样品马达，如果出现扭力下降20%或者噪声增加6dB，则视为测试不合格。

包装说明

仪表马达包装采用黑色塑料托盘，每个托盘放置100个马达。

每个纸箱放置10盘马达，共计1000个，整箱重量11kg。

