稀土永磁直流力矩电机

稀土永磁无刷直流力矩电机

选型技术手册

河北宇捷电机科技有限公司

公司简介：

河北宇捷电机科技有限公司成立于 2011 年，是精密微特电机生产企业，公司秉承：厚德、求实、探索、传承的经营理念，为客户提供专业的精密微特电机研制及生产服务，我们拥有专业的研制设计团队和完善的生产、检测体系，公司已获得 ISO9001：2015《质量管理体系认证》证书和 GJB9001C-2017《武器装备质量管理体系认证》证书。

作为直驱电机技术的执着探索者，宇捷电机坚持自主、自立、自信、自强的创新精神，在高性能精密力矩电机、超高转速电机及发电机、高效永磁伺服电机等领域都有丰富的研究经验和技术储备，公司自 2012 年开始研制新型无刷电机绕组技术，已获得发明专利和实用新型专利几十项，并多次荣获省部级及市级以上科技奖项。

主打产品包括：DDSM 系列正弦波无刷直流力矩电机，适用于极低速高精度稳速控制系统；TBSM 系列正弦波无刷力矩电机，适用于高稳定性机器人关节和高性能伺服控制系统；CTSM 系列高效无刷力矩电机，适用于对体积重量要求较高的轻、薄应用系统；产品转矩 0.02-10000Nm，电机机座号 25mm-600mm，上千个独立型号可供客户选择，并可以为客户提供有刷直流力矩电机、无刷直流力矩电机、超高转速永磁电动机（发电机）、高性能永磁伺服电机等产品个性化定制服务。

目前我公司产品已经在精密测控、精密光学、武器系统、机器人、医用装备、无人车辆、自动驾驶、数控机床等诸多领域得到应用并获得用户好评。未来我们将以前瞻的思维、不懈地努力为广大用户提供更完善的产品和服务。

目录：

一、直流力矩电机选用相关的常识和方法

1、主要名词解释：

1、峰值堵转转矩：直流力矩电动机受永磁材料去磁限制的最大电流时，所获得的有效转矩。受到磁钢性能的影响。一些产品使用了高性能的磁钢后，转矩只受到最高温升的限制，峰值转矩大幅提高。表示为 Mf，单位为 N.m。

2、峰值堵转电压：直流力矩电机产生峰值堵转转矩时施加在电机两端的电压，表示为 Uf，单位为 V。

3、峰值堵转电流：直流力矩电机产生峰值堵转转矩时的电枢电流，表示为 If，单位为 A。

4、峰值堵转控制功率：直流力矩电动机产生峰值堵转转矩时的控制功率，表示为 Pf，单位为 W。

峰值堵转功率计算公式：Pf=Uf*If

5、连续堵转转矩：直流力矩电机在某一堵转状态下其稳定温升不超过允许值，并可以长期工作，此状态下产生的转矩被称为连续堵转转矩，表示为 Mn，单位为 N.m。

6、连续堵转电压：直流力矩电机产生连续堵转转矩时施加在电机两端的电压，表示为 Un，单位为 V。

7、连续堵转电流：直流力矩电机产生连续堵转转矩时的电枢电流，表示为 In，单位为 A。

8、连续堵转控制功率：直流力矩电动机产生连续堵转转矩时的控制功率，表示为 Pn，单位为 W。

连续堵转功率计算公式：Pn=Un*In

9、最大空载转速：直流力矩电机被施加峰值堵转电压，并不连接负载时的空载转速；表示为 n_o，单位为 r/min 或 rpm。

10、电枢电阻,电枢电阻指的是有刷电机的转子绕组电阻或无刷电机的定子绕组两相之间的线电阻，表示为 Ra，单位为Ω。

11、电枢电感：电枢电感是有刷永磁电机的转子电感，或是永磁无刷电机的交轴电感（Q 轴电感）,表示为 La，单位为 mH。

12、转矩波动系数：直流力矩电机转子正反两向旋转各一周，输出堵转转矩的最大值与最小值之差与其最大值与最小值之和之比，用%表示。

13、转矩灵敏度：直流力矩电机的峰值堵转转矩与峰值堵转电流之比，即每安培电流产生的转矩，与转矩(M)和电流(I)的关系为：$I*K_t=M$,转矩灵敏度表示为 K_t，单位为 N.m/A。

转矩灵敏度（转矩常数）计算公式：Kt=Mn/In

14、正转、反转：直流力矩电机的旋转方向规定为：从负载侧看电机顺时针方向旋转为正转，逆时针方向旋转为反转。

15、反电势系数：反电势系数为力矩电机在被拖动，运行在发电机状态测出的电机转速为 1r/min 时的发电电压值，与转速（n）和电压（U）的关系为：Ke*n≈U，反电势系数表示为 Ke，单位为 $V/r\cdot min^{-1}$。

反电势系数计算公式：$Ke \approx Uf/n_o$

16、转子转动惯量：是转子绕轴转动时惯性（回转物体保持其匀速圆周运动或静止的特性）的量度，表示为 Jr，单位为 $kg*m^2$。

17、电气时间常数：电机电路中电磁惯性延时的时间，直流力矩电机的电气时间常数被定义为电枢电感与电枢电阻之比，表示为Ｔe,单位为 ms。

电气时间常数计算公式： Ｔe=La/Ra

18、机电时间常数：电机空载启动时电流从最大值衰减的 63.2%所用的时间，表示为Ｔm，单位为 ms。

有刷直流力矩电机机电时间常数计算公式： $Tm=k\cdot Jr\cdot n_o/Te$　K=0.10472

无刷电机机电时间常数： $Tm=k\cdot Jr\cdot n_{omax}/Ke^2$　K=0.010965

19、粘滞系数：电机阻尼效应的程度，表示为 Fi，单位为：N.m/rpm。

粘滞系数：$Fi=Mf/n_o$

20、额定转矩：电机对应额定转速可以长期工作的输出力矩，表示为 Te，单位：Nm

额定转矩：Te=Pe*9.55/n1

21、额定转速：电机对应额定转矩时可以长期工作的电机最高转速，表示为 n1. 单位：rpm

额定转速：n1=Pe*9.55/ Te

22、额定功率：电机运行在额定转速和额定转矩时的输出功率，表示为 P_e 或 P_2，单位：W

额定功率：Pe=Te*n1/9.55

注：直流力矩电机因为转速低，输出功率很小，采用特性点的方法选用，所以没有将额定功率的概念纳入选型体系，在选择直流力矩电机时大家不需要考虑这一点，TBSM，CTSM 系列电机一些型号针对协作机器人设计，需要大功率输出，所以将额定工作点纳入选型体系。

2、转动惯量计算

惯量计算

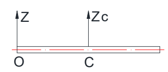
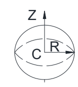
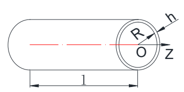
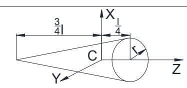
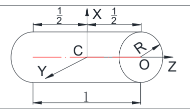
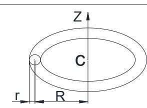
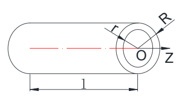
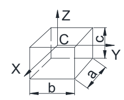
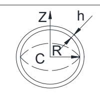
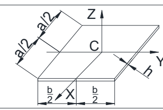
转动惯量是驱动元件设计计算的一项重要原始数据。

刚体绕 Z 轴转动的转动惯量为：$J_z=\sum r_i^2 m_i=\int r^2 dm=i_z^2 m$ （3-1）式中 r_z 一惯性半径，$r_z=\sqrt{\frac{Jz}{m}}$,

当刚体的回转轴不在刚体的质心上时，转动惯量的平行移轴公式为： $J_z=J_{zc}+md^2$

式中 J_{zc}—通过质心轴 Z_c 的转动惯量；J_z—通过与 Z_c 轴平行的 Z 轴的转动惯量；d—Z 轴与 Z_c 轴之间的距离。常用的均质物体的转动惯量见表 3-1

表 3-1 均质物体的转动惯量

形状	简图	转动惯量	形状	简图	转动惯量
细直杆		$Jzc=\frac{m}{12}l^2$ $Jz=\frac{m}{3}l^2$	实心球		$Jz=\frac{2}{5}mR^2$
薄壁圆筒		$Jz=mR^2$	圆锥体		$Jz=\frac{3}{10}mr^2$ $Jx=Jy=\frac{3}{80}m(4r^2+l^2)$
圆柱		$Jz=\frac{1}{2}mR^2$ $Jx=Jy=\frac{m}{12}(3R^2+l^2)$	圆环		$Jz=m(R^2+\frac{3}{4}r^2)$
空心圆柱		$Jz=\frac{m}{2}(R^2+r^2)$	立方体		$Jz=\frac{m}{12}(a^2+b^2)$ $Jy=\frac{m}{12}(a^2+c^2)$ $Jx=\frac{m}{12}(b^2+c^2)$
薄壁空心球		$Jz=\frac{2}{3}mR^2$	矩形薄板		$Jz=\frac{m}{12}(a^2+b^2)$ $Jy=\frac{m}{12}a^2$ $Jx=\frac{m}{12}b^2$

3、电机力矩计算

电机的载荷除了惯性载荷（转动惯量）外，还有摩擦载荷、各种环境载荷。

（1）惯性载荷

惯性载荷是由于一定质量的物体具有加速度或者角速度才产生的。计算回转运动时的惯性载荷，需要知道角加速度 ε 、转动惯量 J 等参数。

对于转动物体，惯性力矩 M_J 为 $M_J=J\cdot\varepsilon$ （3-3）

式中 J-物体的转动惯量； ε -物体角加速度

（2）摩擦载荷

转台各转动轴转动过程中产生摩擦载荷。它是两物体接触面上存在的一种阻止运动的力矩。转台摩擦力矩主要由轴承中的摩擦、齿轮齿合齿面之间的摩擦以及其他附属装置的摩擦引起的，摩擦力与其作用力臂的乘积即为摩擦力矩。摩擦分为静摩擦和动摩擦。轴承上的摩擦力矩计算公式如下。

轴承静摩擦力矩计算

$M_s=f_s \cdot N \cdot \frac{D+d}{4}$ （3-4）

式中 fs-静摩擦系数，一般在 0.1~0.3 以上；N-接触面的法向压力（N）；

D—轴承外径；d—轴承内径

轴承动摩擦力矩计算：

$M_f=f \cdot N \cdot \frac{D+d}{4}$ （3-5）

式中 f—动摩擦系数，一般在 0.1~0.3 以下；N—接触面的法向压力（N）；

D—轴承外径；d—轴承内径

（3）环境载荷

有些转台，如天线转台需要在露天环境中工作，所受的载荷除摩擦载荷、惯性载荷外，还有风载荷。环境温度使机械机构产生热变形，而产生温差载荷。外载荷的确定，要视具体情况而定，有的可从理论上进行推导，有的需要借助实验来测定。

风载荷计算： $M_w=\frac{v^2}{16}S \cdot d=P \cdot s \cdot d$ （3-6）

式中 v—风速（m/s）；P—风压（N/m² ）；S—迎风面积（m²）；d—迎风面中心到回转轴的距离（m）

注：各级风速风压值查看，可参见网站（www.yjzqdj.com）

4、直驱电机（直流力矩电机）的特点与选用：

永磁式直流力矩电动机属于一种低转速、大扭矩、可以堵转的伺服电动机，由于直流力矩电机的特殊性能，在选用时按堵转转矩和转速来选用，正弦波无刷直驱电机则是无电刷的力矩电机，也是高性能伺服电机的一种，可以按有刷直流力矩电机的应用方法使用和选用。图 1 为永磁直流力矩电动机的工作特性，永磁直流力矩电动机，根据电机规格表中的峰值堵转转矩和最大空载转速作出特性曲线，再根据连续堵转转矩指标作出连续工作区，被选电机的峰值堵转转矩必须大于最大负载转矩，包括摩擦转矩和加速转矩，并留一定的安全系数，而对应连续工作区的转矩、转速又能满足负载工作点长期运行的要求，同时电机的外形安装尺寸和重量也应符合要求。

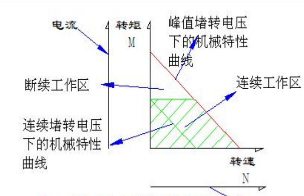


图1 直流力矩电机机械特性曲线

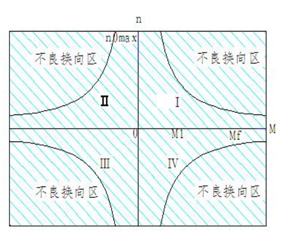


图2 永磁直流力矩电动机的运行特性

图 2 表示力矩电机的运行特性。图上是由一系列速度-转矩特性所组成。横坐标代表转矩，纵坐标代表转速，每一斜线代表某一电压下的速度-转矩曲线。这组曲线可以提供力矩电机在任何速度、转矩或外加电压情况下工作点的情况（4 象限运行）。标有 4 个双曲线以外的区域为换向不良区。

Ⅰ象限运行在正向转矩、正向转速，为电动运行状态。

Ⅲ象限运行在负向转矩、负向转速，电压为负，亦为电动运行状态。

Ⅱ象限运行在负向转矩、正向转速，为发电运行状态或制动运行状态。相当于电机被外机械拖动超过给定控制电压方向的转速；或大于电机负向转矩而拖动电机正向旋转。

Ⅳ象限运行在正向转矩、负向转速，为制动运行状态或发电运行状态。相当于负载大于电机堵转转矩而拖动电机反向旋转；或在负向电压下拖动电机超过给定控制电压方向的转速。

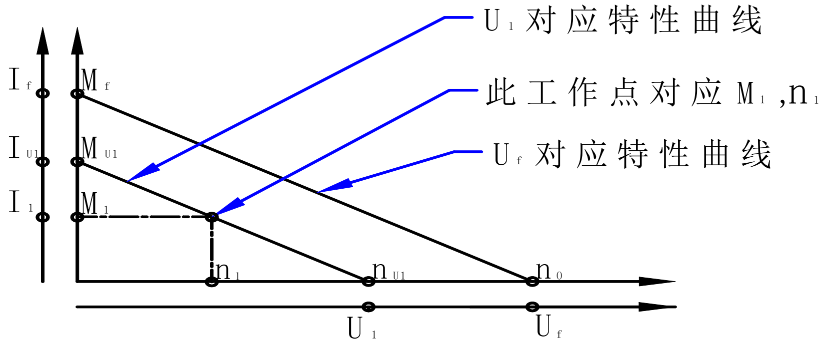
根据以上力矩电机的四象限运行特性就可以灵活地选用电机以适应各种系统运行状态。

5、直驱电机（直流力矩电机）一般参数的计算及相互关系

峰值堵转电压：u_f 特定电压：u_1 最大空载转速：n_o

峰值堵转电流：I_f 峰值堵转力矩：M_f

1. 在特定电压 u_1 时转速 $n_{u1}=\frac{u1}{uf}*n_o$
2. 在特定电压 u_1 时对应转速 n_1 的力矩 $M_1=（1-\frac{n1}{\frac{u1}{uf}*no}）*（\frac{u1}{uf}*Mf）$
3. 在特定电压下对应 u_1 时的堵转力矩 $M_{u1}=\frac{u1}{uf}*M_f$
4. 在峰值电压时对应转速为 n_1 时力矩 $M\ n_1=M_f*（1-\frac{n1}{n0}）$
5. 在特定电压 u_1 时堵转力矩 $M_1=\frac{u1}{uf}M_f$
6. 在特定电压 u_1 时，对应转矩为 M_1 时，n_1 的转速 $n_1=（1-\frac{M1}{\frac{u1}{uf}*Mf}）*\frac{u1}{uf}*n_o$
7. 已知I_1 求M_1 $M_1=\frac{I1}{If}*M_f$
8. 已知I_1 M_1 u_1 求n_1 $n_1=n_o*\frac{u1}{uf}*(1-\frac{M1}{\frac{u1}{uf}*Mf})$ $n_1=n_o*\frac{u1}{uf}*(1-\frac{I1}{\frac{u1}{uf}*If})$
9. 求n_1对应电压为u_1时转矩 $M_1=\frac{u1}{uf}*M_f*（1-\frac{n1}{\frac{u1}{uf}*no}）$
10. 求n_1对应电压为u_1时电流I_1 $I_1=\frac{u1}{uf}*I_f*(1-\frac{n1}{\frac{u1}{uf}*no})$



6、电动机容量选择计算及力矩电机的特点与选用

P：电机机械功率（瓦） W：电机电功率（瓦） T：电机转矩（牛顿·米）

N：电机转速（转/分） P_B：丝杆导程（mm） i：减速比

J：负载转动惯量（千克·米^2） M：负荷（千克） V：速度（米/分）

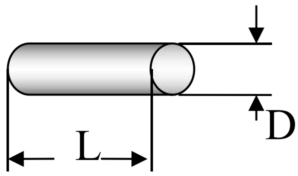
M_C：配重重量（千克） η：机械效率（%） μ：摩擦系数

F：张力（牛顿） t：启动时间（秒）

1. 电机功率的一般计算：

机械功率：$P=\frac{T\times N}{9.55}$ 电功率：$W=U\times I或W=\frac{U^2}{R}$

2. 实心圆柱体转动惯量的计算：

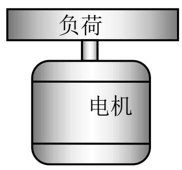


$$J = \frac{\pi}{32}\rho L D^4$$

L：圆柱体高度（米） 铜：$\rho = 8.9 \times 10^3$ 千克/米 ^{3}

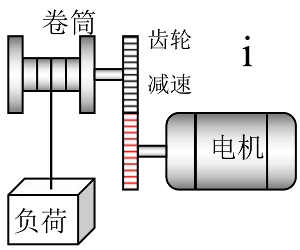
D：圆柱体直径（米） 铁：$\rho = 7.8 \times 10^3$ 千克/米 ^{3}

3. 惯性体做旋转运动：



$$T = \frac{J}{375} \times \frac{N}{t}$$

4. 将重负荷卷起：

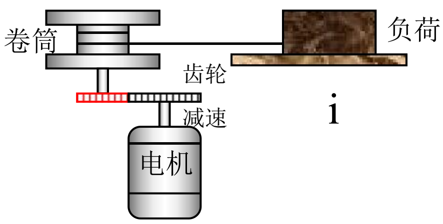


$$N = \frac{V}{2\pi R} \times i$$

R：卷筒半径（米）

$T = \frac{9.81M \bullet R}{i \bullet \eta}$ 实际选型过程中需加入齿轮及卷筒的惯性力矩，计算方式按 3。

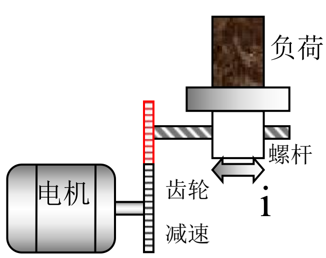
5. 接触摩擦运动：



$$N = \frac{V}{2\pi R} \times i$$

$T = \frac{9.81M \bullet \mu \bullet R}{i \bullet \eta}$ 实际选型过程中需加入齿轮及卷筒的惯性力矩，计算方式按 3。

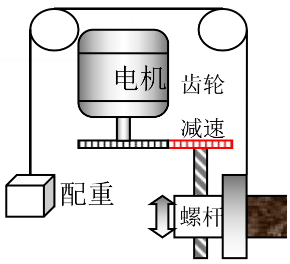
6. 电动机带动丝杆作推拉运动：



$$N = \frac{V}{P_B} \times i$$

$T = \frac{9.81 \times M \bullet \mu \bullet P_B}{2 \times \pi \bullet i \bullet \eta}$ 实际选型过程中需加入齿轮及卷筒的惯性力矩，计算方式按 3。

7. 电动机带动丝杆作升降运动：



$$N=\frac{V}{P_B}\times i$$

$$T=\frac{9.81\times(M-M_C)\bullet P_B}{2\times\pi\bullet i\bullet\eta}$$

实际选型过程中需加入齿轮及卷筒的惯性力矩，计算方式按 3。

选用注意事项：

用户选用直驱电机（直流力矩电机）由于对直驱电机（直流力矩电机）还不太了解，常产生一些误区，需要解释清楚：

1）按功率瓦数来选用

实际直驱电机（直流力矩电机）输出力矩大，而功率并不大（因转速低），而产品手册上给出的峰值控制功率和连续控制功率是提供设计功率放大器用的输入控制功率，并非一般电机的额定功率。

2）将峰值堵转转矩作为长期使用的额定转矩

实际峰值堵转转矩是提供起动或瞬间加速用的转矩，不能长期堵转使用，否则电机会过热甚至烧毁。

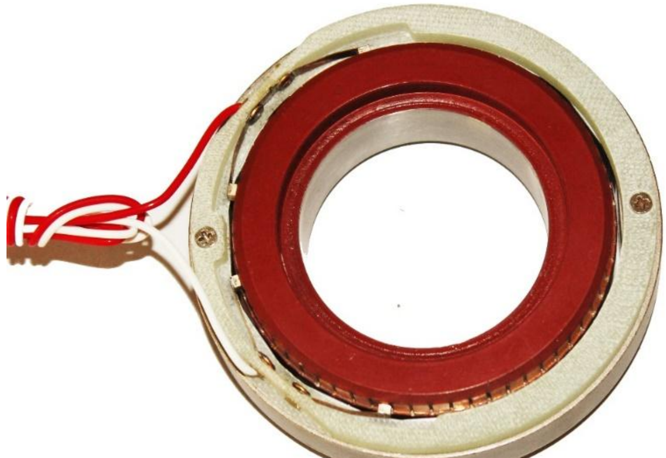
3）要求在开环下调电压达到低的速度

通过开环控制，调整电压来实现调速，或低速运行，转速不稳定。通过电机输出特性曲线可以看出，电机在不同转矩下的转速是变化的，要实现不同转矩下的恒定转速，电机本身没有这样的功能和能力，必须在闭环控制下，以高精度测速发电机、增量式编码器或绝对值编码器为运行状态传感器，进行负反馈闭环，并以 PID 算法为基础，根据电机运行状态调整电机工作的实时电压值，才能达到很低的速度。

二、LYX 系列稀土永磁直流电动机性能指标

型号	峰值堵转				最大空载转速	连续堵转				电枢电阻	电枢电感	转矩灵敏度	反电势系数	电枢转动惯量	电磁时间常数	重量
	转矩	电流	电压	功率		转矩	电流	电压	功率							
	N.M	A	V		r/min	N.m	A	V	W	Ω	mH	N.m/A	v/r.min^{-1}	kg.m^{2}x10^{-5}	ms	kg
	≥	±10%	±10%	±10%	±10%	≥	±10%	±10%	±12.5%	±10%	±30%	≥	≥	≤	≤	≤
45LYX01	0.22	7.7	12	92.4	3300	0.064	2.26	3.53	7.8	1.5	0.79	0.028	0.004	1.2	0.2	0.3
45LYX02	0.22	3.4	27	91.8	3300	0.064	1.00	7.94	7.94	7.7	1.54	0.065	0.008	1.2	0.2	0.3
45LYX03	0.44	9.7	12	116.4	2200	0.13	2.85	3.53	10	1.4	0.27	0.045	0.004	2.3	0.25	0.45
45LYX04	0.44	5.6	27	151.2	2200	0.13	1.65	7.94	13.1	5.4	1.2	0.079	0.010	2.3	0.25	0.45
55LYX01	0.42	8.9	12	106.8	2000	0.14	2.97	4	11.9	—	—	0.047	0.006	4.4	0.3	0.5
55LYX02	0.42	4.2	27	113.4	2000	0.14	1.4	9	12.6	7.5	2.07	0.100	0.014	4.4	0.3	0.5
55LYX03	0.84	11	12	132	1500	0.28	3.7	4	14.8	1.8	1.42	0.076	0.008	8.8	0.5	0.76
55LYX04	0.84	5.6	27	151.2	1500	0.28	1.87	9	16.8	5.1	1.83	0.150	0.018	8.8	0.5	0.76
70LYX01	0.5	3.8	27	102.6	1500	0.2	1.5	11	16.5	9.4	1.06	0.132	0.018	13	0.3	0.75
70LYX02	0.5	2.4	48	115.2	1500	0.2	0.96	19	18.24	19.4	5.2	0.208	0.032	13	0.3	0.75
70LYX03	1.2	5.8	27	156.6	1050	0.5	2.3	11	25.3	7.6	3.53	0.207	0.026	18	0.6	0.92
70LYX04	1.2	3.1	48	153.6	1050	0.5	1.2	19	22.8	14.1	7.05	0.387	0.046	18	0.6	0.92
70LYX05	2	7.4	27	199.8	890	0.7	2.7	11	29.7	4.0	2.5	0.270	0.03	27	0.8	1.2
90LYX06	3.2	4.2	48	201.6	480	1.3	1.6	20	32	11.6	13.6	0.763	0.1	90	1.5	1.9
90LYX07	4.2	8.7	27	234.9	460	1.7	3.5	12	42	3.6	3.45	0.483	0.06	125	1.5	2.4
90LYX08	4.2	4.4	48	211.2	460	1.7	1.8	20	36	10.9	12.5	0.955	0.1	125	1.5	2.4
110LYX01	3.33	8.8	27	237.6	520	1.39	3.67	11.25	41.3	3.2	2.9	0.378	0.05	118	1.5	2.4
110LYX02	3.33	4.3	48	206.4	520	1.39	1.79	20	35.8	—	—	0.774	0.09	118	—	2.4
110LYX03	5	8.8	27	237.6	400	2.1	3.67	11.25	41.3	3.5	2.9	0.568	0.14	175	1.5	3
110LYX04	5	5.5	48	264	400	2.1	2.29	20	45.8	8.2	8.1	0.909	0.12	175	1.5	3
110LYX05	6.66	10.6	27	286.2	350	2.78	4.42	11.25	49.7	2.7	2.4	0.628	0.08	240	1.5	3.4
110LYX06	6.66	6.25	48	300	350	2.78	2.6	20	52	7.3	9.1	1.066	0.14	240	1.5	3.4
130LYX01	5.5	10	27	270	420	2.3	4.17	11.25	46.9	2.7	1.6	0.550	0.06	226	1.5	3.1
130LYX02	5.5	5.85	48	280.8	420	2.3	2.44	20	48.8	8.0	5.9	0.940	0.11	226	1.5	3.1
130LYX03	8.25	11.3	27	305.1	330	3.44	4.7	11.25	52.9	2.8	1.68	0.730	0.08	345	1.5	3.5
130LYX04	8.25	6.7	48	321.6	330	3.44	4.7	20	20	6.9	5.5	1.231	0.15	345	1.5	3.5
130LYX05	11	15	27	405	300	4.85	6.25	11.25	70.3	1.7	2.05	0.733	0.09	455	2	4.8
130LYX06	11	8	48	384	300	4.85	3.33	20	66.5	5.8	6.1	1.375	0.16	455	2	4.8

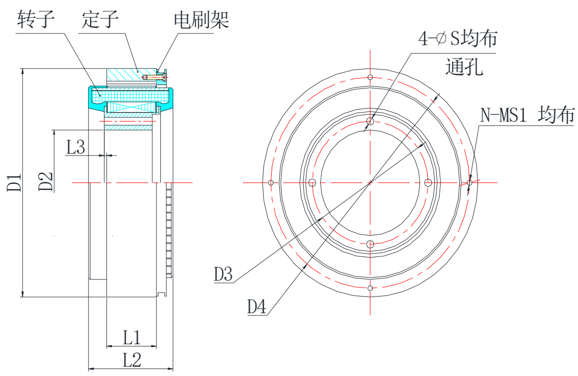
型号	峰值堵转				最大空载转速	连续堵转				电枢电阻	电枢电感	转矩灵敏度	反电势系数	电枢转动惯量	电磁时间常数	重量
	转矩	电流	电压	功率		转矩	电流	电压	功率							
	N.M	A	V		r/min	N.m	A	V	W	Ω	mH	N.m/A	v/r.min^{-1}	kg.m^{2}x10^{-5}	ms	kg
	⩾	±10%	±10%	±10%	±10%	⩾	±10%	±10%	±12.5%	±10%	±30%	⩾	⩾	⩽	⩽	⩽
160LYX01	11.8	10.2	27	275.4	190	5.9	5.1	13.5	68.8	2.8	3.9	1.157	0.14	950	2.5	
160LYX02	11.8	5.9	48	283.2	190	5.9	2.92	24	70.8	9.3	15.9	2	0.25	950	2.5	
160LYX03	23.6	15.1	27	407.7	140	11.80	7.55	13.5	101.9	2.1	3.8	1.563	0.19	1900	2.5	
160LYX04	23.6	8.7	48	417.6	140	11.80	4.35	24	104.4	6.5	10.2	2.713	0.34	1900	2.5	
160LYX05	30	15.5	27	418	120	20	10.3	18	185	2.6	5.8	2.308	0.23	2540	3	
160LYX06	30	9.5	48	456	120	20	6.28	32	201	5	—	3.15	0.4	2540	3	
160LYX09	19.6	5	48	240	120	11.76	3	28.8	86.4	9.6	27.4	3.92	0.40	1900	4	
200LYX01	19	7.2	48	345.6	155	9.5	3.65	24	87.8	—	—	2.639	0.31	—	—	
200LYX02	19	5.45	60	327	155	9.5	2.72	30	81.6	—	—	3.486	0.39	—	—	
200LYX03	38	9.64	48	462.7	110	19	4.82	24	115.7	—	—	3.942	0.44	—	—	
200LYX04	38	7.9	60	474	110	19	3.95	30	118.5	—	—	4.81	0.55	—	—	
250LYX01	30	9.3	48	446.4	120	15	4.65	24	111.6	—	—	3.226	0.40	—	—	
250LYX02	30	7.1	60	426	120	15	3.55	30	106.5	—	—	4.225	0.50	—	—	
250LYX03	60	12.6	48	604.8	100	30	6.3	24	151.2	—	—	4.762	0.48	—	—	
250LYX04	60	10.8	60	648	100	30	5.4	30	162	—	—	5.556	0.60	—	—	
250LYX05	90	17.5	48	840	80	45	8.75	24	210	—	—	5.143	0.60	—	—	
250LYX06	90	14.5	60	870	80	45	7.25	30	217.5	—	—	6.207	0.75	—	—	

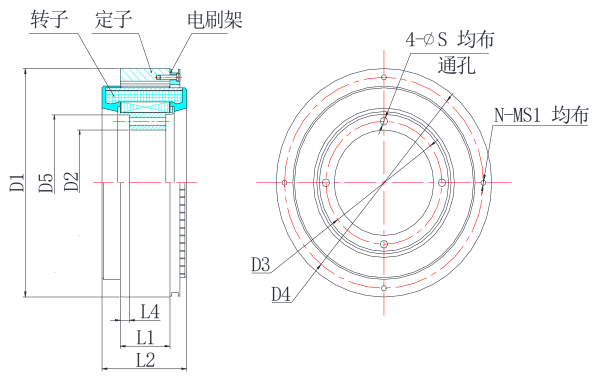


小贴士：分装式电机也叫作无框电机，这一类电机和整体式电机的最大区别在于没有支撑定转子同轴的机壳、端盖、轴承和转轴，只有定子和转子（有刷电机还有刷架），这一电机形式可以使电机有机的融合在设备中，提高系统精度、刚度和可靠性，减少部件数量，降低成本。设计师在选用分装式电机时，需要对电机的定转子结构有所了解，最重要的是在安装时保证定子端面和转子端面对齐，定子内孔与转子外圆同轴。为保证电机能稳定运行，在设备上要设计电机定子的安装止口，这个止口要和与转子连接的设备转轴同轴，并保证能够使定转子端面对齐，这样就达到电机转子外圆与定子内孔同心，可以使电机稳定运行起来。

LYX 系列稀土永磁直流力矩电动机外形及安装尺寸：

分装式安装结构图如图 1 及尺寸数据如表 1：





基座号	性能序号	尺寸与公差													
		D1		D2		D3	S	L1	L2	L3	L4	D4	D5	N	S1
		h6	h7	H7	H8		3								
45	01--02	45		6		11	3	11	24	1.3		40		2	2.5
	03--04	45		6		11	3	22	35	1.3		40		2	2.5
55	01--02	55		10		15	3	11	24	1.3		51		2	2.5
	03--04	55		10		15	3	22	35	1.3		51		2	2.5
70	01--02	70		16		22	3	15	31	1.3		66		2	2.5
	03--04	70		16		22	3	20	36	1.3		66		2	2.5
	05--06	70		16		22	3	30	46	1.3		66		2	2.5
90	01--02	90		25		32	3.4	10	26	1.5		84		2	3
	03--04	90		25		32	3.4	20	36	1.5		84		2	3
	05--05	90		25		32	3.4	30	46	1.5		84		2	3
	07--08	90		25		32	3.4	40	56	1.5		84		2	3
110	01--02	110		40		48	4.5	20	37		6.5	103	56	2	3
	03--04	110		40		48	4.5	30	47		6.5	103	56	2	3
	05--06	110		40		48	4.5	40	57		6.5	103	56	2	3
130	01--02		130		60	70	4.5	20	41	1.5		123			
	03--04		130		60	70	4.5	30	51	1.5		123			
	05--06		130		60	70	4.5	40	61	1.5		123			
160	01--02		160		80	90	5.5	30	50	2		154		4	3
	03--04		160		80	90	5.5	60	84	2		154		4	3
	05--05		160		80	90	5.5	80	104	2		154		4	3
	09		160		80	90	5.5	60	84	2		154		4	3
250	01--02		250		140	152	8.6	30	54		7	239	168	8	5
	03--04		250		140	152	8.6	60	84		7	239	168	8	5
	05--06		250		140	152	8.6	90	114		7	239	168	8	5

LYX 系列稀土永磁直流力矩电动机整装式安装结构图及尺寸参数：

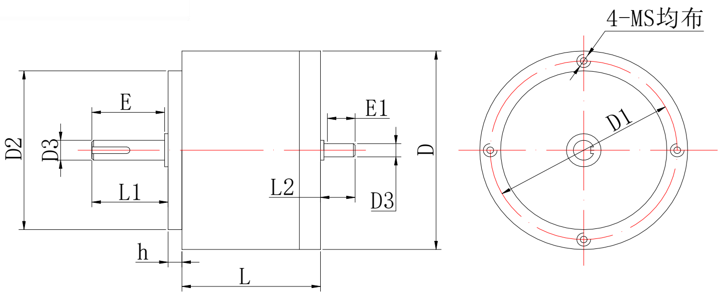


图2：端部止口及螺孔安装外形图

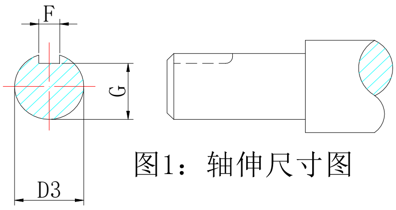


图1：轴伸尺寸图

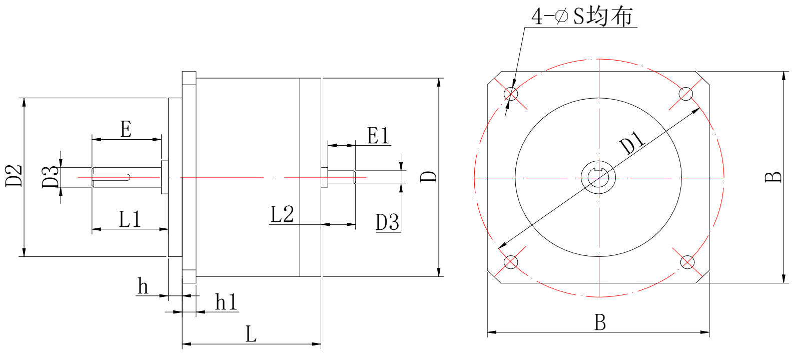


图3：方形凸缘安装外形图

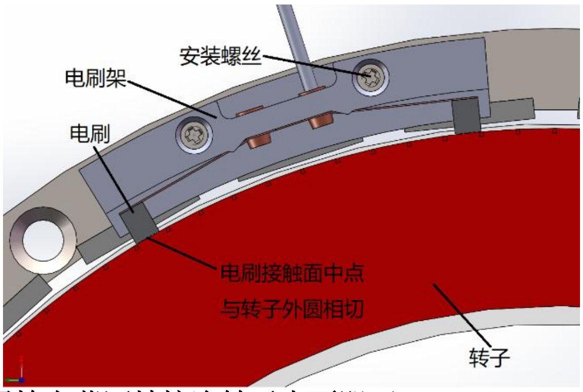
LYX系列力矩电机外形机械尺寸表

机座号		B	D	D1	D2	D3	E	E1	F	G	h	h1	L		L1	L2	S	MS
					h7	f7					±0.1	±0.1		≤				
端部止口及螺孔安装	45	-	58	51	45	Φ4	12	6	-	-	2.5	-	41	52	12	-	-	M3
	55	-	70	62	55	Φ6	16	7	-	-	2.5	-	39	50	18	-	-	M3
	70	-	85	77	70	Φ8	20	12	3	6.2	3	-	44	58	22	12	-	M4
	90	-	105	97	90	Φ9	20	12	3	7.2	3	-	42	72	22	13	-	M4
	110	-	130	120	110	Φ11	23	12	4	8.5	4	-	56	76	25	13	-	M5
	130	-	150	140	130	Φ14	30	15	4	11.5	5	-	64	84	32	17	-	M5
	160	-	180	170	160	Φ16	40	15	5	13	6	-	68	118	42	16	-	M6
方形凸缘安装	45	58	58	66	45	Φ4	12	6	-	-	2.5	4	41	52	12	-	Φ4.5	-
	55	72	70	84	55	Φ6	16	7	-	-	2.5	5	39	50	18	-	Φ5.5	-
	70	85	85	100	70	Φ8	20	12	3	6.2	3	9	44	58	22	12	Φ5.5	-
	90	105	105	127.5	90	Φ9	20	12	3	7.2	3	8	42	72	22	13	Φ7	-
	110	134	130	150	110	Φ11	23	12	4	8.5	4	10	56	76	25	13	Φ9	-
	130	154	150	170	130	Φ14	30	15	4	11.5	5	10	64	84	32	17	Φ9	-
	160	184	180	200	160	Φ16	40	15	5	13	6	10	68	118	42	16	Φ9	-
	200	224	220	250	200	Φ20	50	18	6	16.5	7	15	76	106	52	20	Φ12	-
	250	286	280	310	250	Φ25	60	18	8	21	7	15	122	182	62	22	Φ12	-

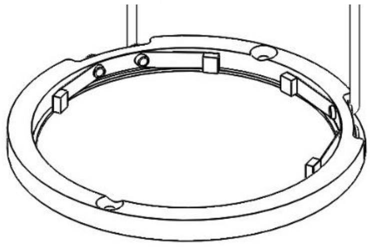
备注：上表 F、G 无数据的表示为轴伸端无键槽！

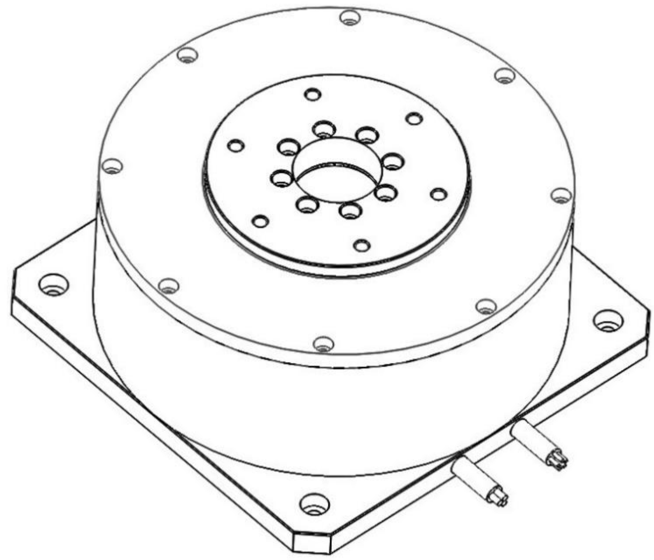
使用维护事项

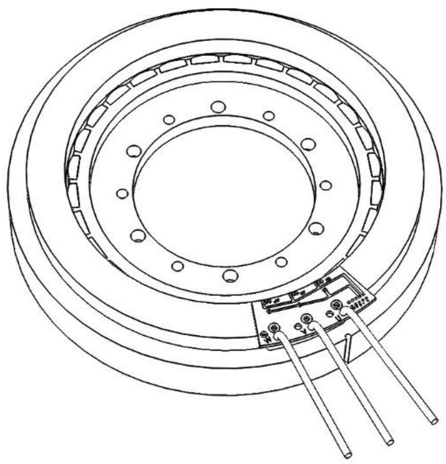
1. 严禁给测速发电机电机两端施加电压，测速发电机的负载电阻必须满足参数要求，严禁低负载电阻运行。
2. 测速发电机在低转速下就会输出较高的电压，如果超过规定转速运行会有烧毁的风险，在选用时注意实际使用转速要低于测速发电机最高转速。
3. 所有电机出厂前都按技术标准进行出厂检验，并发给合格证。用户提货后使用前应检查合格证与电机铭牌数据是否相符，并了解电机性能参数、使用说明书要求。
4. 用户拆箱后使用前，应先检查电机外观有无因运输不当引起的磕碰损伤；再检查电机绕组对地绝缘性能是否良好（用 500V 兆欧表检查引出线端与机壳间绝缘电阻）,有无受潮,检查正常后再通电使用。
5. 凡出厂电机均按技术标准有关规定进行包装、运输和储存。电机质量保用期为一年。在质量保用期内，若确因质量问题引起使用发生故障，制造厂应负责修理，排除故障。
6. 分装式电机的电刷架分为两种，弹片式和弹簧式，弹簧式电刷只需要把全部电刷和弹簧压入刷盒，装在转子换向器轴向对齐的磁极端面，并用螺丝固定即可，整装式电机电刷已经在出厂前调试完成，不需要用户做处理。
7. 弹片式电刷的安装则要满足以下要求：
8. 电刷平面中心与转子外圆相切,否则电刷容易收到换向器片间绝缘槽的影响。
9. 电刷弹片的压力满足设计指标要求。
10. 电刷压力小型电机控制在 10-25g 之间，根据不同电机具体咨询工程师。
11. 有刷电机根据使用情况进行电刷维护，如果低速运行（转速在 10rpm 以下）一般电机每半年清理一次电刷和转子表面。
12. 转子表面的清理，采用细毛刷或细毛牙刷将电机转子换向器槽内的磨损颗粒物清除，再用棉布蘸酒精擦净转子表面即可。



13. 整装式电机的电刷寿命为最大空载转速下运行寿命 150 小时，电机低速运行 500 小时，具体低速指标为 10rpm。
14. 整装式电机同样要进行相关维护，只是维护过程需拆解电机端盖，拆解前与工程技术人员索取安装结构简图。
15. 电机出厂前根据不同使用环境，会采用不同型号的轴承，不同系列的轴承安装形式完全不同，在拆解整装式电机时请与工程师了解轴承形式与拆解注意事项。
16. 轴承润滑脂根据不同使用环境，会采用不同的润滑脂，具有低温环境条件使用要求的，在电机更换轴承时一定注意油脂的具体型号。电机使用不低于零下-40℃时可采用昆仑润滑油的 7104 型润滑脂，使用环境温度低于-60℃时，我们推荐使用 JYD-3 型低温润滑脂，此二种润滑脂均可满足 200℃高温使用。
17. 轴承跟换润滑脂一定注意采用清洁的煤油将轴承内已有的润滑脂冲洗干净，在进行新型润滑脂的填充。
18. 电机装配时请注意保持原有装配组件不要增加或减少，电机的轴向压力改变，或轴向间隙增加都会影响精密电机的使用，会产生噪音或影响编码器等精密器件的安装。
19. 电机在贮存过程中，要注意防潮防霉，因为电机换向器为紫铜材质，需要干燥环境防止氧化，一旦发生氧化情况，请按上述拆解和清理过程处理。
20. 因为铜材本身十分活跃，极易氧化，电机在放置一段时间后使用前，可将电机通入峰值电压 50%幅值的电压，运行 5-10 分钟，可以有效清除电机换向器表面氧化层，提高运行灵敏度。







河北宇捷电机科技有限公司

Hebei Yujie Motor Technology Co., Ltd.

地址：河北省高碑店市兴隆大街合谷科技小镇 A22 号楼
电话：0312-2806966
邮箱：wdl@139.com
网址：www.bjwdj.com　www.yjzqdj.com