



DD电机技术指引

• 2018



1

产品介绍

基本介绍、产品定位

2

特点解析

核心卖点、主要策略

3

市场概况

市场分布、竞争比较

4

支援信息

应用技术与概念

在苏州成立华东营业部;
开始电机出口业务。

2018年



D-140系列高响应力矩电机研制成功;
致力于打破国外品牌的市场垄断并丰富产品线。

2017年

迁址到广州空港经济区并更名为“伏为电机(广州)有限公司”,立志于“做中国最好的DD马达”;
1500Nm峰值电机正式交付客户使用。



2016年

营业基地由中山搬迁至广州,成立“广州宇传自动化技术有限公司”;
在香港与大陆注册商标;
D-185系列、D-230系列标准产品正式发布



2015年

2013年

为客户定制自己品牌的DD马达;
应用于: 汽车冷凝器生产线
刀具磨床
材料分析仪
空调组装机
印刷机...



2011年

以进口品牌无刷力矩电机为基础为客户定制、封装力矩电机;



1

产品介绍

伏为电机

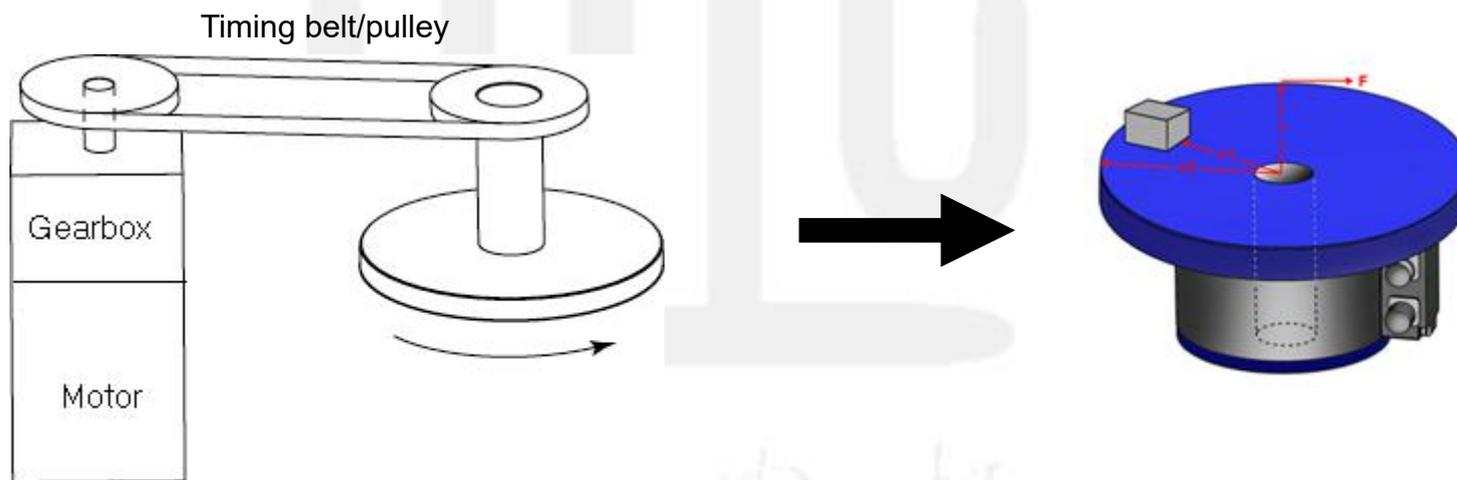
什么是DD?

- Direct Drive = 直接驱动。
- 输出力矩大，因此也将称为力矩电机。
- 与伺服电机不同，该电机的大力矩可以直接与运动装置连接，省去如减速器，齿轮箱，皮带轮等连接机构，因此才会称其为直驱动电机。
- 配置了高解析度的编码器（部分高端品牌使用绝对值型编码器），因此使该产品可以达到比普通伺服高一个等级的精度。并且采用直接连接方式，减少了由于机械结构产生的定位误差，使得工艺精度得以保证。
- 减少由于机械结构摩擦而产生尺寸的误差和使用时的噪音等降低了很多。

DD 能做什么?

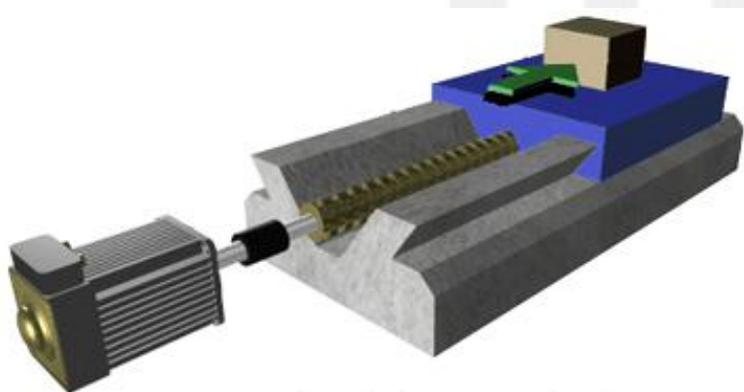
- 将负载直接耦合到电机上

对直驱旋转电机DDR

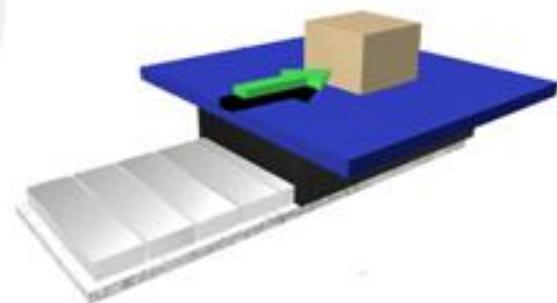


DD 能做什么?

- 将负载直接耦合到电机上
 - 对直驱直线电机DDL



Conventional Linear Mechanism



使用DD马达给客户带来的好处?

机械组装清晰

- 减少了部件数量

- 降低了安装时间

提高伺服性能

- 提高精度可达50倍

- 增强伺服刚性获得更高带宽

- 不再惯量匹配需要（负载惯量比可达800倍以上）

免维护

- 没有皮带需要调整

- 没有齿轮要润滑

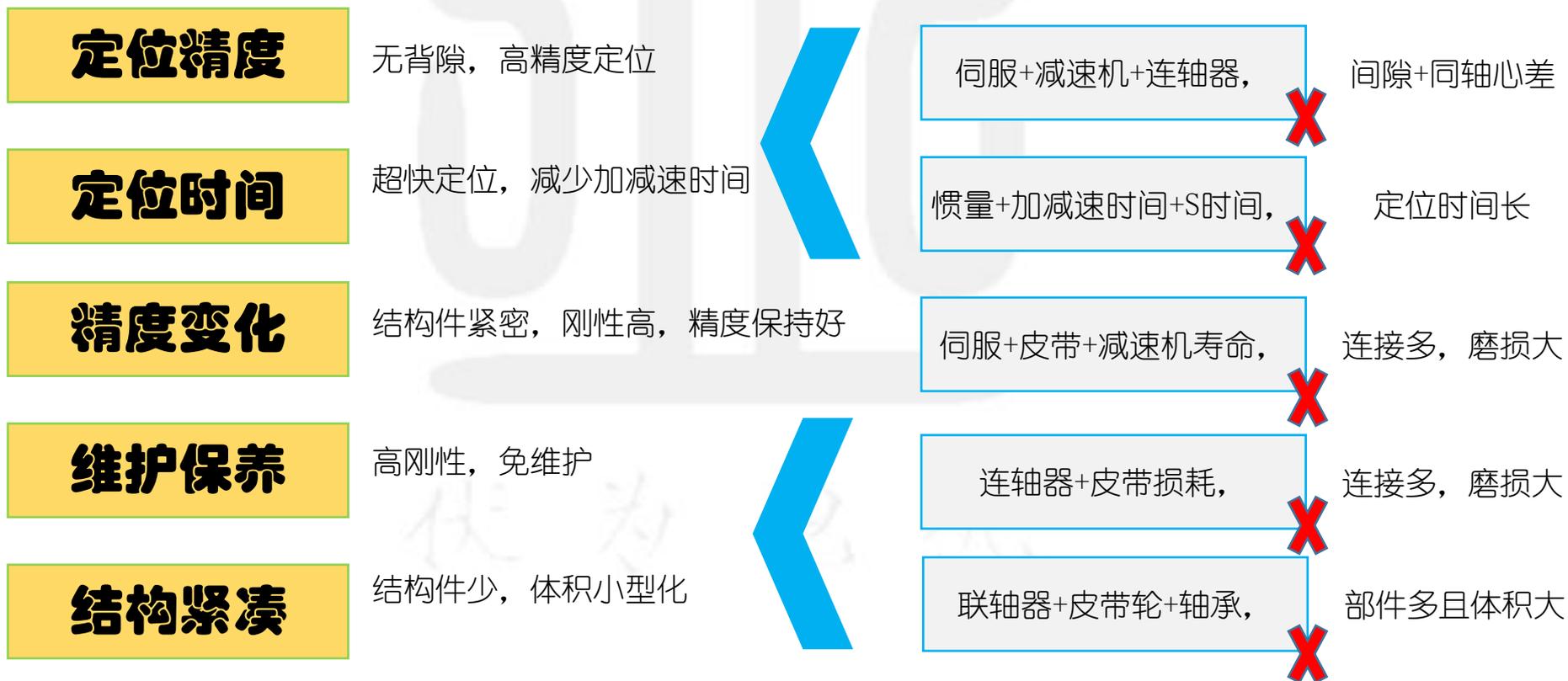
减少机器故障时间

- 没有机械传动部件损坏

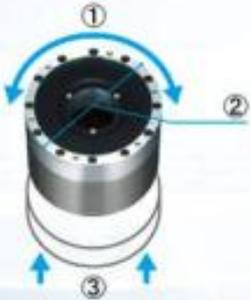
电机采用中空轴结构

- 运行更安静，降噪20dB

- 直驱大转矩马达优点
- 不使用减速机，直接连接负载的方式进行驱动，无背隙、无精度损失；实现高精度的位置控制。
- 并采用高精度高刚性带润滑脂的轴承，实现长期免维护。



类型	机械分度盘	DD马达	伺服马达
特点	重复固定动作	根据程序动作, 柔性高	配套减速机
分度数	1-16分度, 固定	任意	任意
分度时间	0.05s, 根据凸轮决定分割角度	任意, 伏为电机已实现最快 20ms/20度 (含整定时间)	0.3S-任意
停止时间	连续旋转0.02S	任意	0.01S-任意
旋转方向	固定	自由	自由
凸轮曲线	MS,MT,MC选一	自由	S字曲线
分度精度	60"(+-30)	可达±1"以内	减速机决定
分辨率	--	伏为电机最高可选配25bit	20bit
保持刚性	●	●	机构决定
耐负荷	扭矩保护器	过载保护	过载保护
负荷变动	●	▲	▲
空间	▲	●	▲
易用性	●	▲	▲
长期运行稳定性	Δ (精度随时间下降)	●	▲ (传动部件精度随时间下降)
价格	●	Δ	▲

PS系列	PN / Z 系列
外转子型	内转子型
圆筒构造	扁平构造
从底面进行固定	在电机外周从上方进行固定
高速旋转	高刚性
较小的设置面积	较低的电机高度
紧凑, 洁净, 高精度, 中空构造, 免维护	
适用于中·轻量物体的高速运送、定位	适用于大·重物体的运送、定位
<p>①外侧旋转 ②小径 ③从底面进行固定</p> 	<p>①内侧旋转 ②薄型 ③在电机最外周从上方进行固定。</p> 

本页内容摘自NSK技术资料。

紧凑型



- D-085系列
- D-116系列
- D-136系列
- D-168系列
- D-224系列
- D-270系列

高响应型



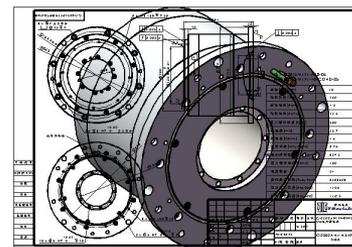
- D-116系列
- D-140系列
- D-316系列

通用型



- D-178系列
- D-185系列
- D-230系列
- DB-230系列
- D-316系列
- D-468系列

高端定制



- 客制化
- VIP 系列

ISO 230-2 1997:角度 C

C 转台 20180911T1352.rta

操作者: jc141754

机床名称
被测轴

C

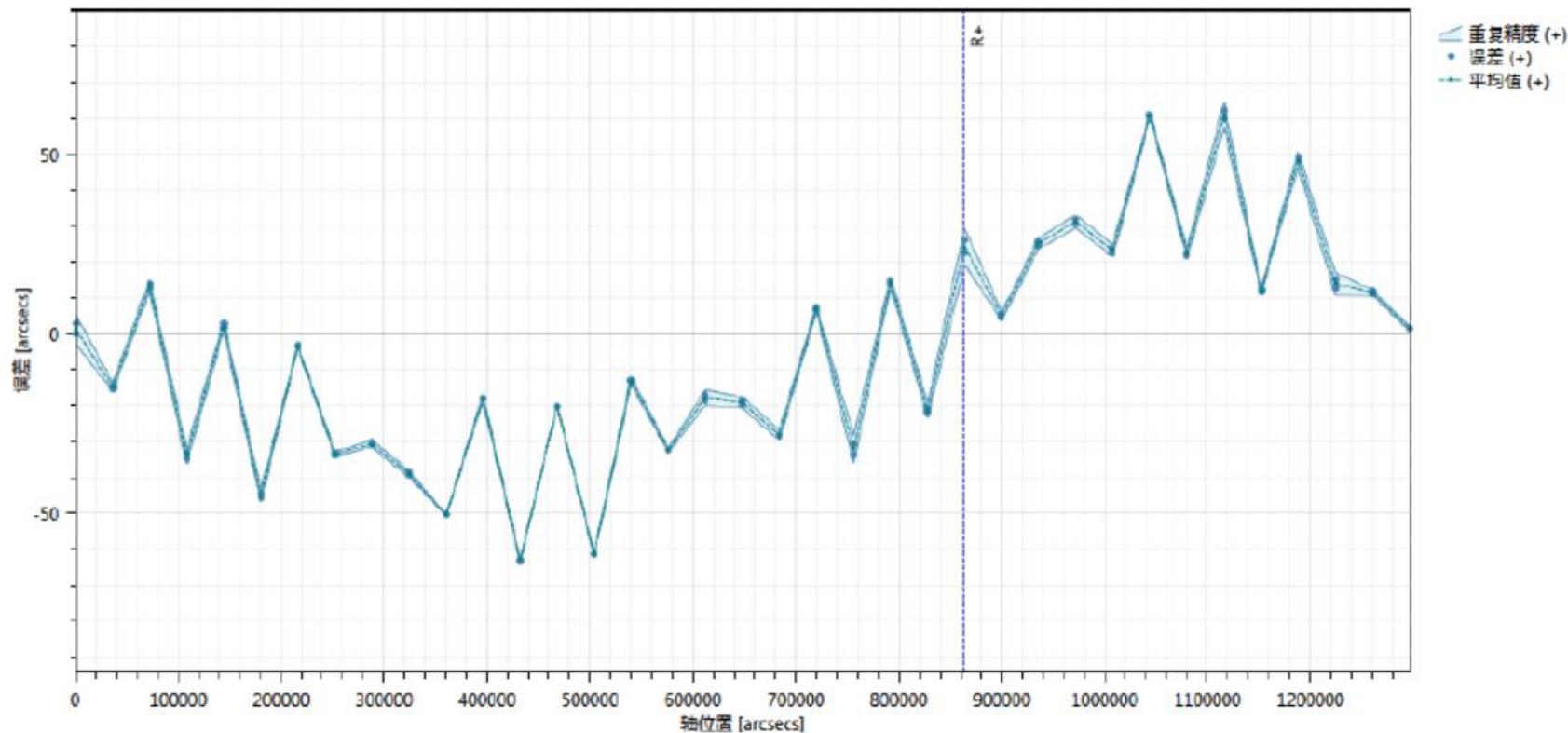
序列号
运行次数

2 顺次 单向

目标
测试日期

37 线性
星期二 2018/09/11 01:52 上午

注释:

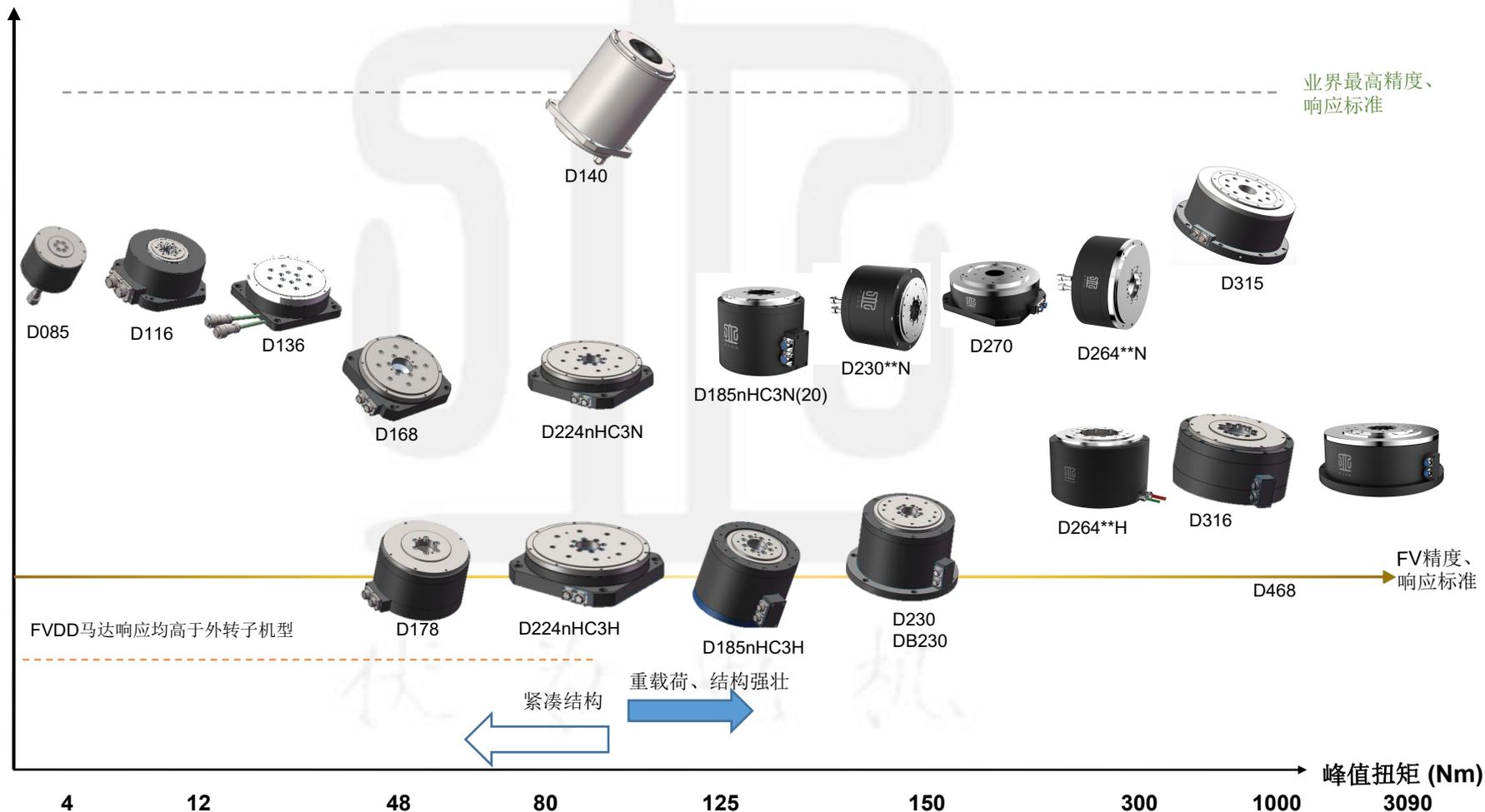


精度和重复精度

名称	(+) arcsecs	(-) arcsecs	(Bidir) arcsecs
精度 (A)	127.9		
重复精度 (R)	10.2		
系统偏差 (E)	124.0		

名称	值 (arcsecs)

响应速度

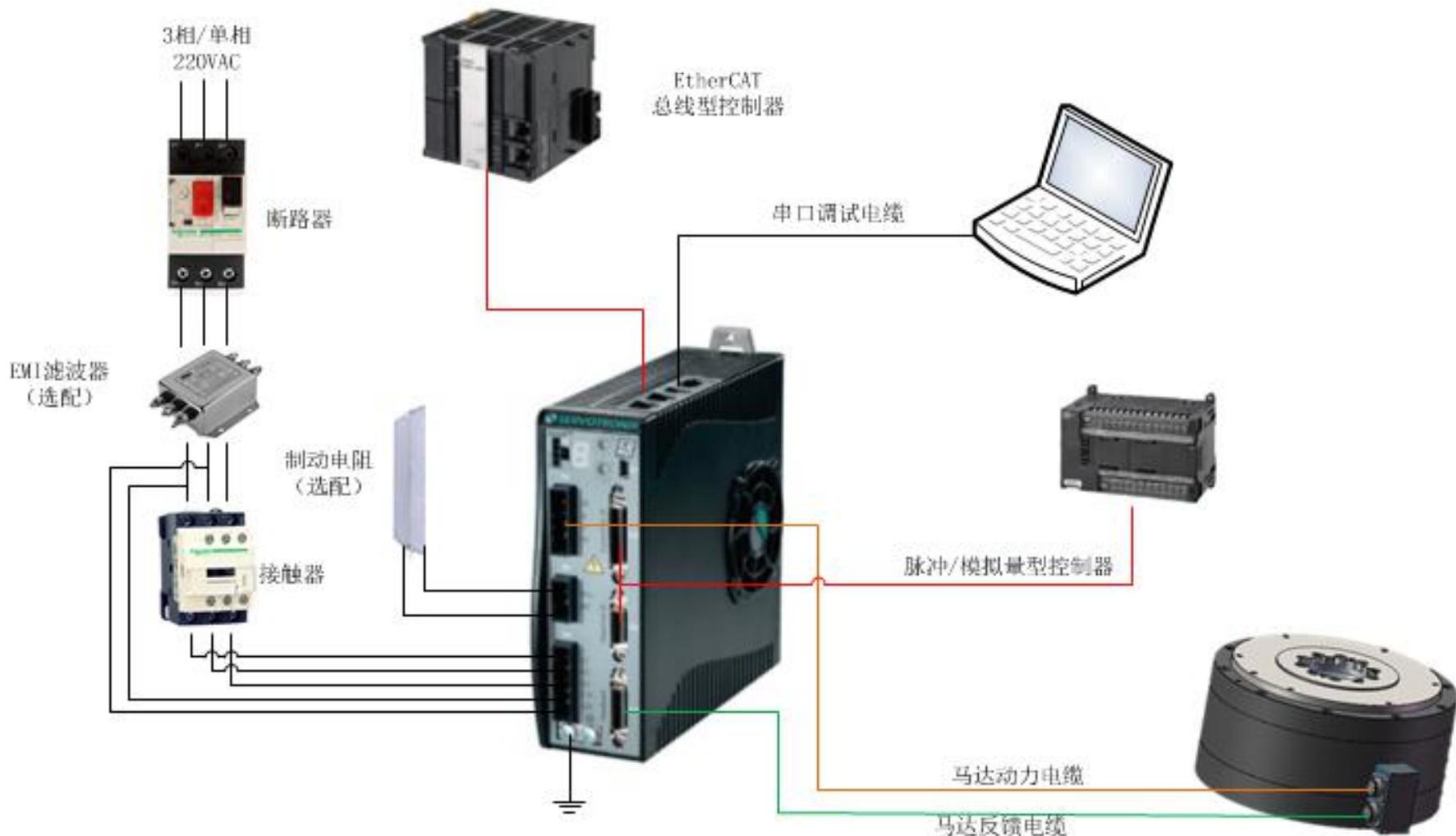


大直径直联电机-定子



本页内容摘自Kollmorgen技术资料。

DD马达 典型电气图



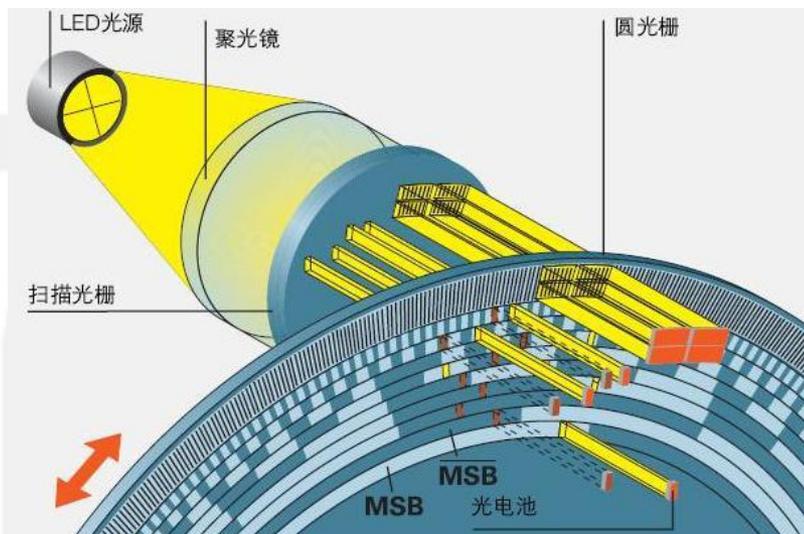
2

伏为DD电机 特点解析

伏为电机

伏为DD电机

-----稳定使用的产品

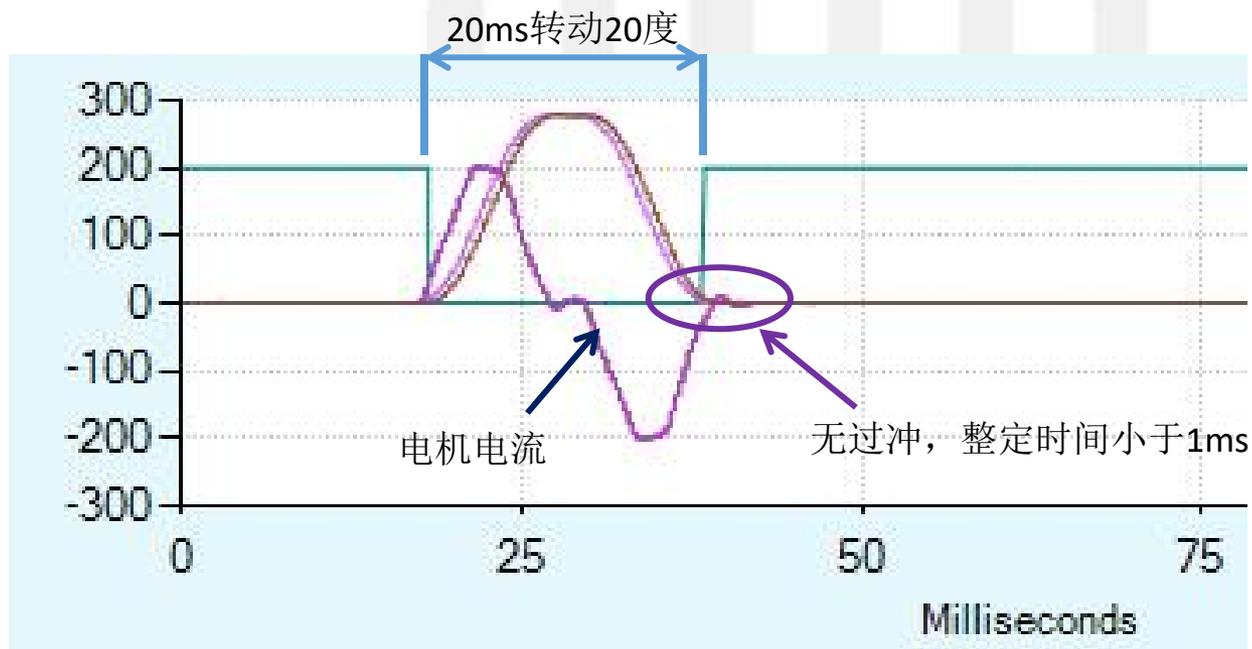


全系列标配绝对型编码器(本文章收录)

- 无需安装霍尔传感器或上电执行寻相操作，稳定可靠电机长期运行也不会发生飞车风险，长期使用的成本低、风险低。FV电机客户初期投资成本比国产其他品牌高。
- 角度控制，无需回零操作，上电即知道转台实际位置

内转子结构

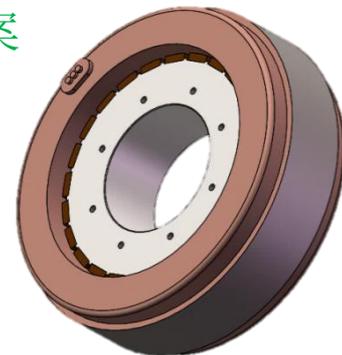
- 电机刚性更好（可承受更大的侧倾力和负载惯量比）
- 响应更快、业内最快的响应速度



- 业界最丰富的产品型号，更可高效的客制化



- 多种无框电机方案

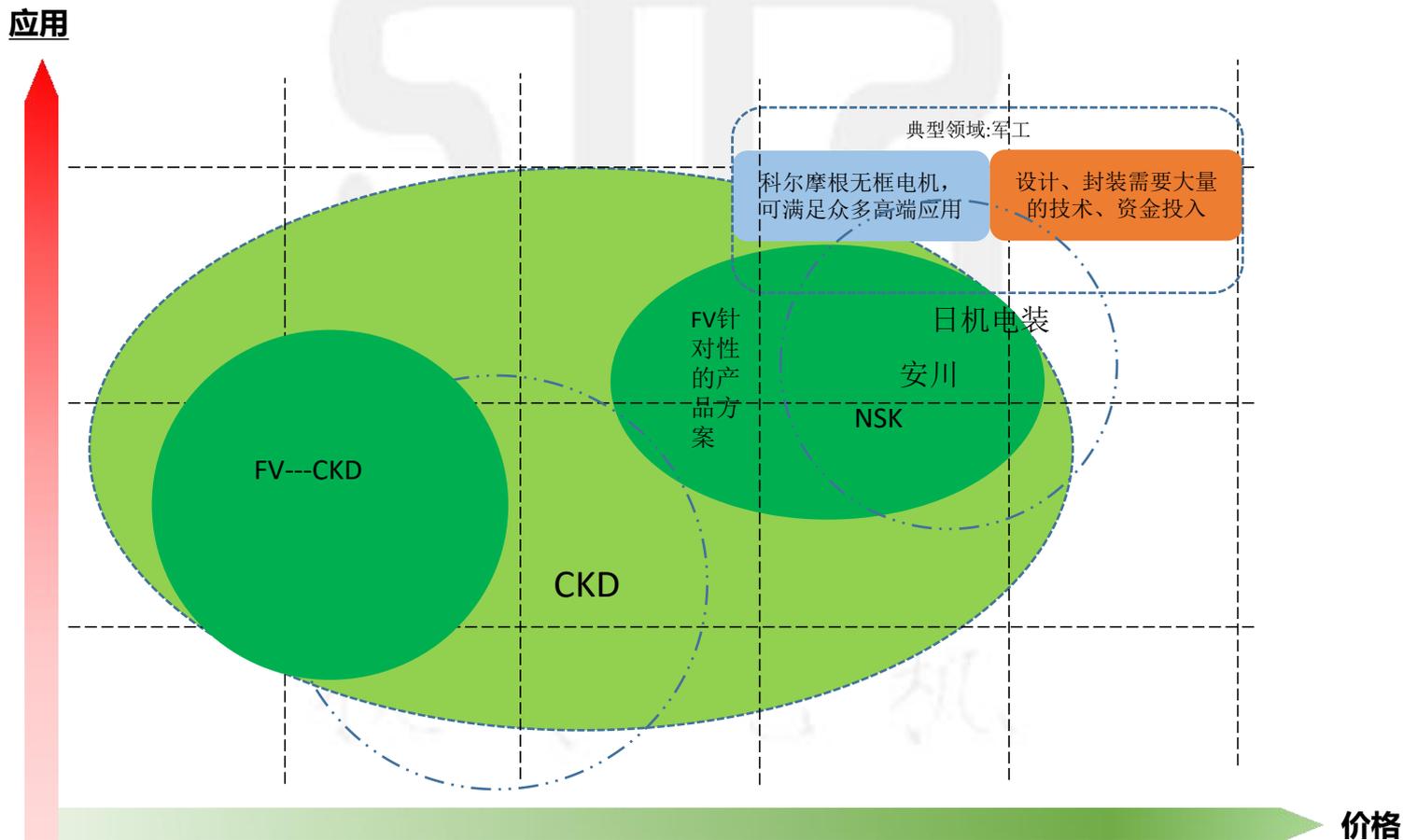


- 多年科尔摩根/ABB/高创经验 实现高动态要求的应用



国外品牌：科尔摩根、日机电装、安川长期高价格并垄断高端应用市场
CKD性能中庸、价格适中，在中端市场占有率最大。

FV：具有技术针对性的产品，提供更具性价比的DD解决方案；更快的交期。



3

国内DD电机市场认知

伏为电机

科尔摩根

种类齐全、无框方案能应对各种场合的应用

日机

大转矩有极大的产品优势；HD140电机在电子测包机占垄断地位

安川

中大转矩的高端应用比较广泛，综合实力业界最强

CKD

3C行业、中小型转台应用具有传统优势，
性能中规中矩、品质稳定、价格适中；市场占有率最高

台湾上银

产品性价比高，导轨、模组方面的客户优势巨大

雅克贝斯

品牌久、产品性能普通价格适中

其它品牌

较FV有先发优势 价格实惠 😊
但 产品性能针对性不强、
专业度普通---无法应对高端应用 😡

FV

稳定性

精度

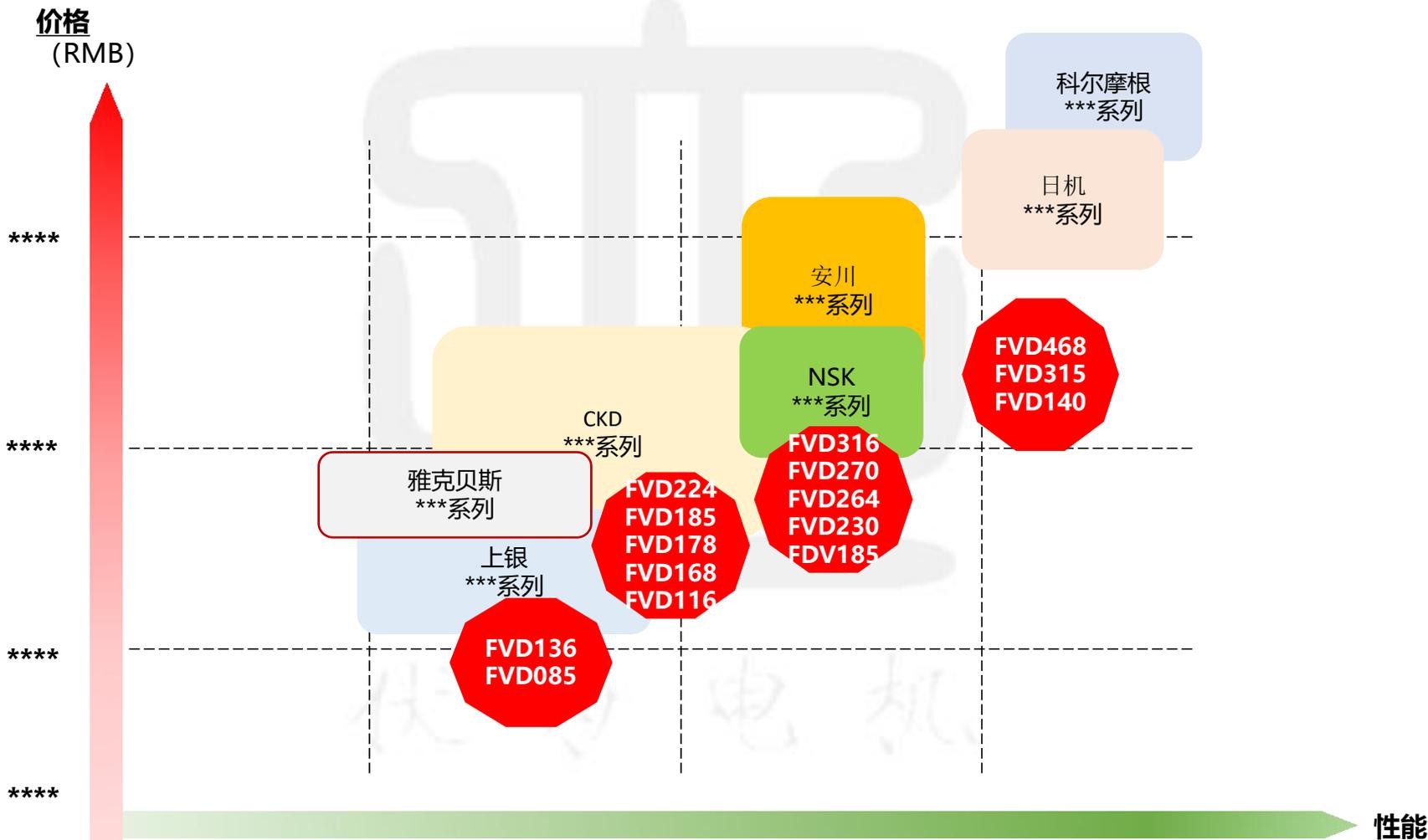
响应

产品线

价格

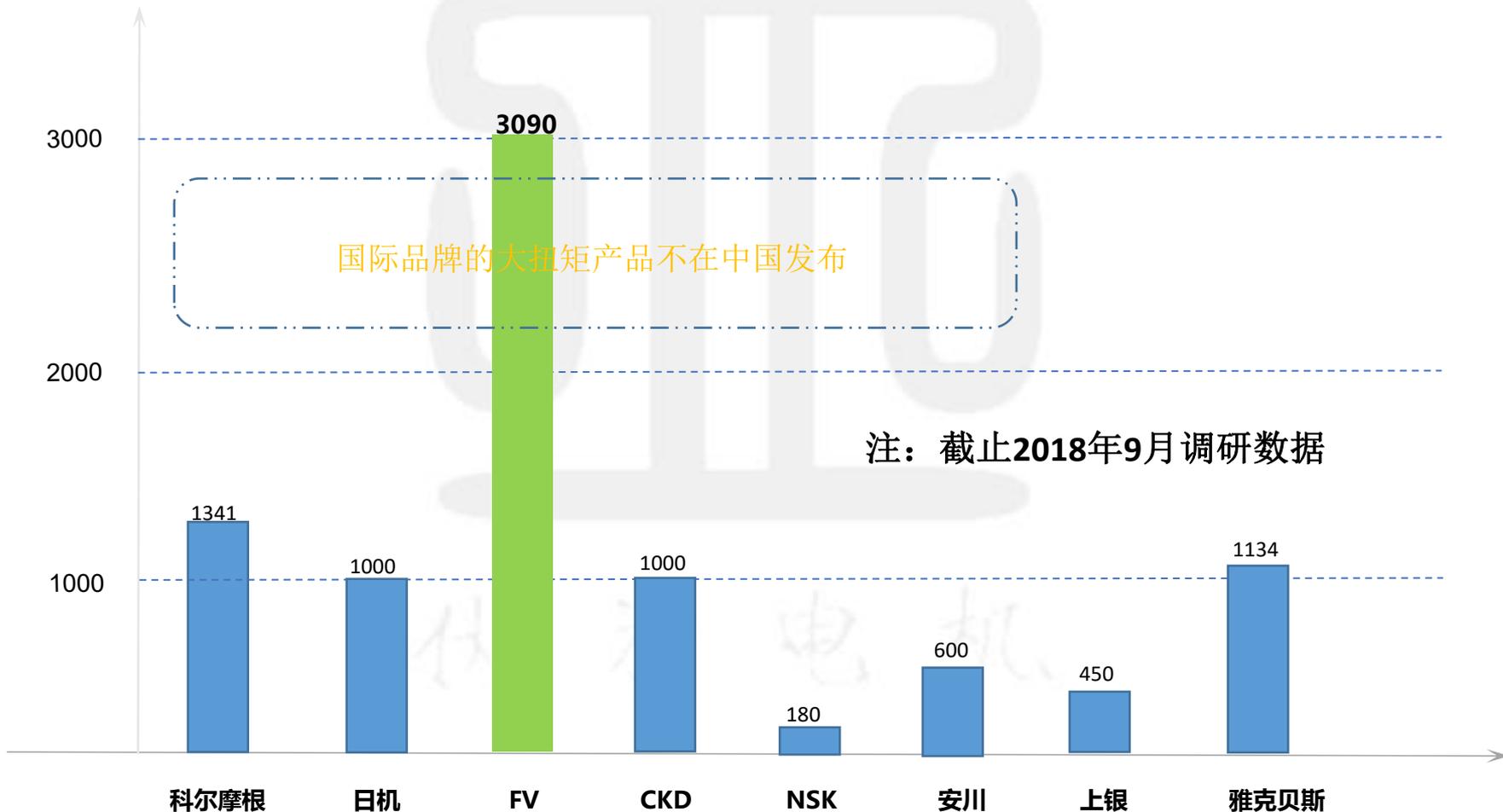
知名度

外观

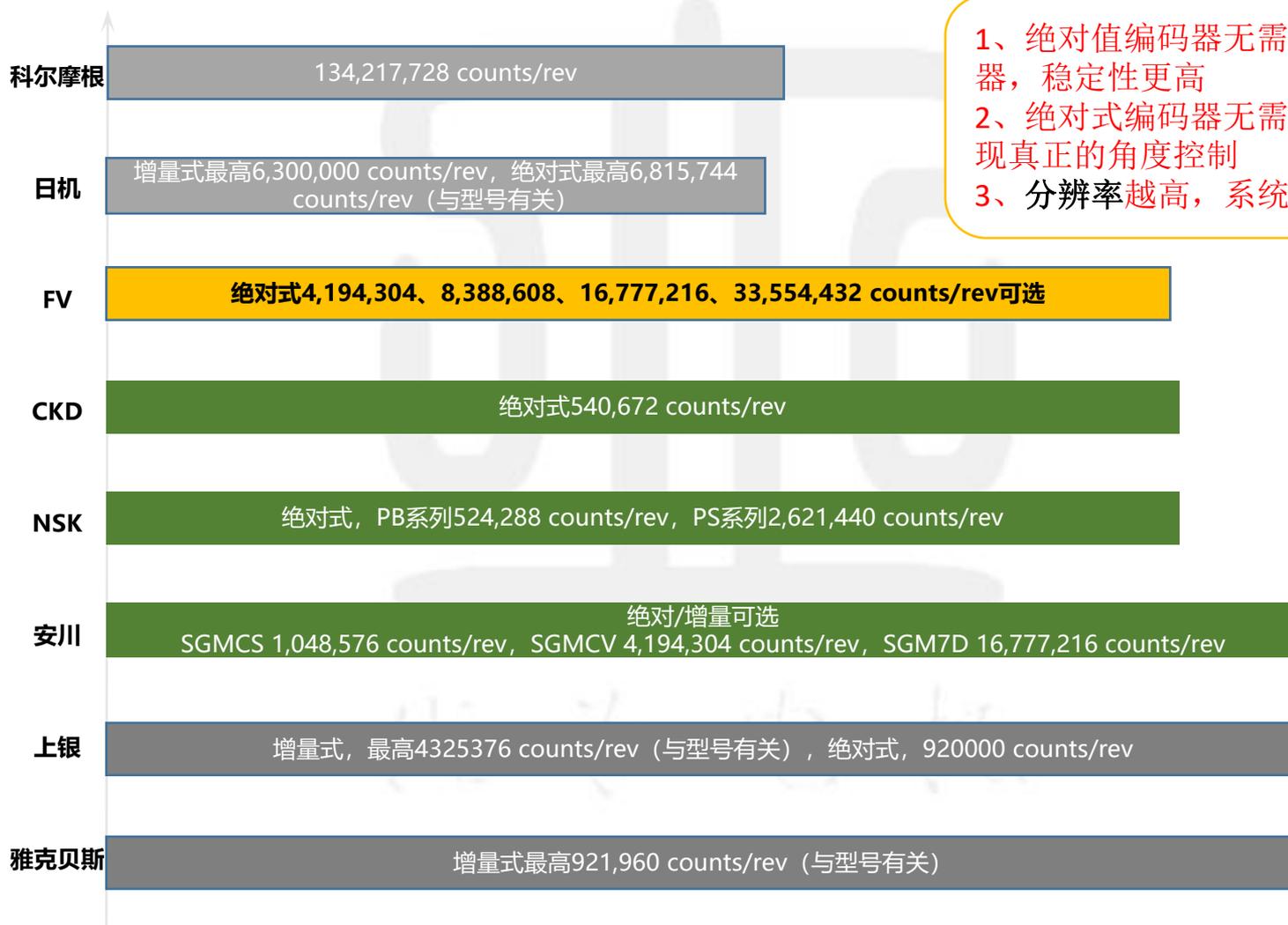


源于FV多年专注于工程电机的积累、由定制电机转向标准化电机的历史,使得FV拥有最大范围的产品线对细分应用做精准对应。

峰值扭矩(Nm)



反馈分辨率及信号类型是决定电机精度、刚性的基础



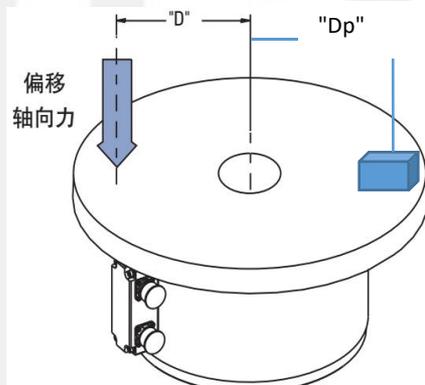
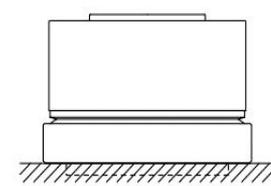
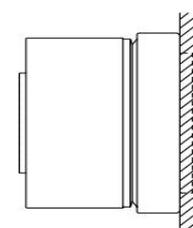
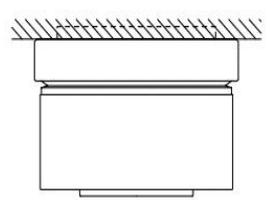
- 1、绝对值编码器无需安装霍尔传感器, 稳定性更高
- 2、绝对式编码器无需回原点, 可实现真正的角度控制
- 3、分辨率越高, 系统的刚性越高

4

支援信息

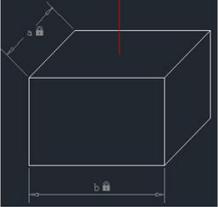
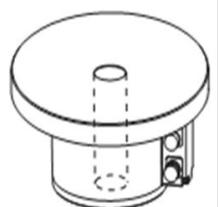
伏为电机

FV精简版应用工况信息表, 每一项为必填内容
-----脱离开实际应用的项目都是扯淡

运动要求			电机尺寸要求	
转动角度 (度)			最大允许直径 (mm)	
运动时间 (秒)			最大允许高度 (mm)	
停顿时间 (秒)			最小中空轴径 (mm)	
负载描述		驱动器电源电压		
转盘外径 (mm)		<input type="checkbox"/> 220VAC	<input type="checkbox"/> 其它	
转盘中孔直径 (mm)		<input type="checkbox"/> 380VAC (高速应用优选)		
转盘重量 (公斤)		驱动器控制方式		
工件数量 (个)		<input type="checkbox"/> 模拟量电压 <input type="checkbox"/> 脉冲串		
单个工件重量 (公斤)		<input type="checkbox"/> I/O触发 <input type="checkbox"/> 现场总线		
工件重心距转盘中心距离Dp (mm)				
偏移轴向力 (公斤)				
偏移轴向力距转盘中心距离D (mm)				
安装方式				
<input type="checkbox"/> 水平	<input type="checkbox"/> 垂直	<input type="checkbox"/> 吊装		
				

Fv Motor选型工具V1.2

白色为填写部分, 其它数据自动计算

工件惯量计算			推荐1/3梯形速度曲线		自定义速度曲线			
工件重量	35 kg			定位角度	90 deg	定位角度	90 deg	
工件数量	4 pcs	定位时间		1.5 s	定位时间	1.5 s		
工件质心轴至转台中心距离	950 mm	加速时间		0.5 s	加速时间	0.75 s		
工件长度b	1000 mm	匀速时间		0.5 s	匀速时间	0 s		
工件宽度a	600 mm	减速时间		0.5 s	减速时间	0.75 s		
工件总负载惯量	142.2 kg*m ²	停顿时间		10 s	停顿时间	10 s		
最高转速	15 rpm	1.57 rad/s		最高转速	20 rpm	2.09		
转盘重量计算		可独立填写或填写B13数据	角加速度	30 rpm/s	3.14 rad/s ²	角加速度	26.667 rpm/s	2.79
转盘材料密度	2700 kg/m ³		角减速度	30 rpm/s	3.14 rad/s ²	角减速度	26.667 rpm/s	2.79
转盘厚度	50 mm		系统摩擦	50 Nm		系统摩擦	50 Nm	
转盘外径	1000 mm		要求的电机转矩&转速		要求的电机转矩&转速			
转盘内径	0 mm		安全系数	2	0.95 m	安全系数	2	
转盘重量	106 kg		要求电机峰值转矩	1199.8 Nm	1 m	要求电机峰值转矩	1077.6 Nm	
转盘惯量计算		查询相关技术文档或直接咨询FV工程师	要求电机连续转矩	326.31 Nm	0.6 m	要求电机连续转矩	354.9 Nm	
转盘重量	52 kg		要求电机额定转速	15 rpm	0.05 m	要求电机额定转速	20 rpm	
转盘外径	2200 mm		电机定位精度要求		1 m	电机定位精度要求		
转盘内径	0 mm		工件至电机轴心距离	1050 mm	0 m	工件至电机轴心距离	1050 mm	
转盘惯量	31.46 kg*m ²		要求重复定位精度	10 um	2.2 m	要求重复定位精度	10 um	
系统总负载惯量	173.7 kg*m ²		要求重复精度	1.9644 arc-sec	0 m	要求重复精度	1.9644 arc-sec	
DD马达转子惯量	1.356 kg*m ²							
负载/马达惯量比	128.1							

- 最大输出扭矩：马达的最大输出扭矩由马达电流决定，单位： $\text{Nm}=\text{kgm}^2/\text{sec}^2$
- 额定扭矩：马达在额定速度下的额定扭矩，单位： $\text{Nm}=\text{kgm}^2/\text{sec}^2$
- 最大速度：可用的最大速度，最大速度下的扭力输出几乎为零，单位： rpm （转/分）
- 额定输出功率：马达在额定速度下的输出，单位：瓦特
- 编码器解析度：旋转编码器，马达每转一周的解析度，单位：脉冲/周；也称---线
- 磁极：每一个N或S极叫一个磁极
- 极对数：一个N和S称着一个极对数，一个马达的极对数等于磁极除以2
- 定位精度：无负载情况下马达旋转任意一次角度同理论位置间的偏差，单位：角-秒
- 重复精度：无负载情况下马达旋转一个角度多次之间的位置偏差，单位：角-秒
- 重复精度和定位精度的单位换算：
 - 角秒的定义：
 - 1周=360度
 - 1度=60分
 - 1分=60秒
- 轴向偏差 /径向偏差：马达旋转时的机械偏差，径向： $\pm 0.01\text{mm}$ /轴向： $\pm 0.015\text{mm}$
- 0.01mm以下的偏差需要特制
- 轴向负载：轴向容许最大负载，负载移开后马达可以恢复原位 包括压力，张力
- 负载扭矩：径向容许最大负载，负载移开后马达可以恢复原位

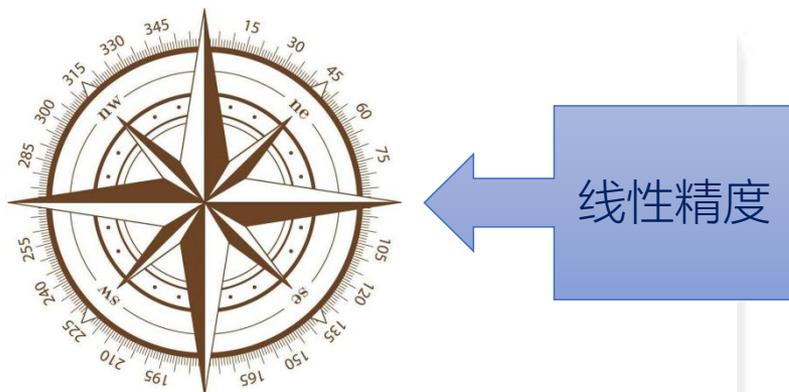
- **DD马达的选用:** 请务必考虑以下**6**个因素, 来选用具体的电机方案:
 - 一、峰值转矩的计算
 - 二、跳动精度: 端面跳动、径向跳动
 - 三、定位精度
 - 四、定位时间(分度时间)
 - 五、再生电阻的选用
 - 六、实效转矩的计算

伏为电机

定位精度

直驱大转矩伺服马达系统的定位精度有以下二种

(1) 绝对定位精度



(2) 重复定位精度

【例】 要求距离中心300[mm]处的重复定位精度为±0.02[mm]时,

$$\tan\theta = 0.02 \div 300$$

$$\theta = \tan^{-1} (0.02 \div 300)$$

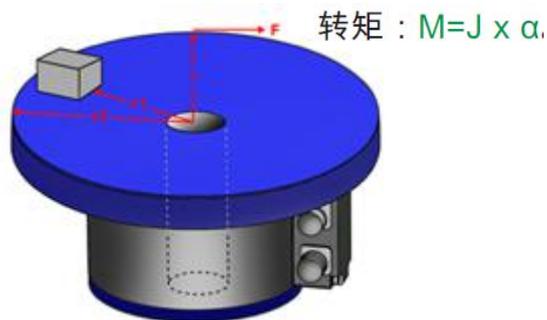
$$= 3.8 \times 10^{-3} [^\circ]$$

$$= 14 [\text{秒}]$$

1m外位置的5um ----- 1"

400公里外的1.9m高的人占据1"-----在上海看合肥的帅哥🤔

- 负载惯量 J
- 直驱大扭矩伺服马达系统在使用时, 加在马达上的负载的惯量大小对加减速的影响很大, 所以须对所受负载的惯量进行计算。



转矩 : $M = J \times \alpha$ (M: 转矩 Nm , J: 转动惯量 kgm^2 , α : 角加速度 rad/s^2)

有效转矩(额定转矩)的计算

$$M_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{M_1^2 \cdot t_1 + M_2^2 \cdot t_2 + \dots + M_6^2}{t_1 + t_2 + \dots + t_6}}$$

功率 (W)	转矩 (Nm)	转速 (rpm)
754	2.4	3000

- 在上方表格中填入转矩和转速信息，即可自动计算出电机的实际输出功率

电机实际输出功率计算公式如下：

$$P = M * n / 9.55$$

P——电机输出功率，单位：W

M——电机输出转矩，单位：Nm

n——电机转速，单位：rpm

再生电阻的选用

(1) 计算直驱大转矩伺服马达减速时的旋转动能

请按以下算式计算。

$$\begin{aligned} \text{旋转能量} &= 1/2 \times J \times \omega^2 \quad [\text{J}] \quad J_r: \text{ 马达的转子惯量 } [\text{kg} \cdot \text{m}^2] \\ &= 1/2 \times J \times (2\pi N) \end{aligned}$$

[J] J_m : 负载的惯量 $[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$

$$J = J_r + J_m \quad N: \text{ 转速 } [\text{s}^{-1}]$$

(2) 对内部电容充电的能量

通过对内部电容充电进行再生能量的处理能力因驱动器型号不同会有差异。

(3) 计算外部再生电阻所消耗的能量

外部再生电阻所消耗的能量 $[J] = \text{旋转动能 } [J] - \text{电容吸收能量 } [J]$

如果结果小于0, 则无需外部的再生电阻。

如果结果大于0, 请按以下的步骤计算再生电阻所需的容量。

(4) 计算外部再生电阻所需的容量

外部再生电阻所需的容量 $[W] = \text{外部再生电阻所消耗的能量 } [J] / (\text{运行周期 } [S] \times 0.25)$

0.25: 再生电阻使用负载率

计算结果为80以下时: 请使用外部再生电阻

计算结果为220以下时: 请使用外部再生电阻