

【技术计算】单轴驱动器的选型方法 1

■选择单轴驱动器LX时，
请使用技术计算软件。
<http://www.misumi-ec.com/esh2hs/cad/caddata.html>
(数据制作中，完成之后自动更新。)

从行程和下列额定值一览表中选择LX驱动器的公称型号。

确定滚珠丝杠螺距，以确保使用速度在(表6)所示的最高速度范围内。

对作用于滑轨部的负载进行研讨，然后代入P.2654①、②式中。求出各道工序的等效负载Fe，代入P.2654③式中，然后求出平均负载Fm，并计算寿命。

对作用于滚珠丝杠、支撑轴承的负载进行研讨。然后求出平均负载Fm，并计算寿命。

■额定负载(表1) ※长滑块型

项目		LX2001	LX2005	LX2602	LX2605	LX3005	LX3010	LX4510	LX4520
滑轨部	基本额定负载 C(N)	3277		6522		9732		18450	
	基本静额定负载 Co(N)	6199		11871		17218		32441	
	径向间隙	-3~0		-4~0		-4~0		-6~0	
滚珠螺纹部	基本额定负载 Ca(N)	482	822	1712	1600	1831	1129	4167	2499
	基本静额定负载 Coa(N)	642	1026	2251	2097	2389	1386	5945	3381
	丝杠轴径(mm)	6	6	8	8	10	10	15	15
	螺距(mm)	1	5	2	5	5	10	10	20
	螺紋内径(mm)	5.3	4.918	6.4	6.46	8.2		11.7	
	滚珠中心直径(mm)	6.15	6.3	8.3	8.3	10.3	10.3	15.5	15.75
轴承部(固定侧)	轴向负载		730		1637		2702		4335
	静额定负载(N)		461		1205		2197		4106

■滑轨部力矩等效系数(表2)

Type	滑块数量	Kp	Ky	Kr
LX20□□	1个	0.228	0.228	0.0667
	2个贴紧	0.144	0.144	0.0667
LX26□□	1个	0.17	0.17	0.0527
	2个贴紧	0.114	0.114	0.0527
LX30□□	1个	0.137	0.137	0.0445
	2个贴紧	0.0917	0.0917	0.0445
LX45□□	1个	0.1115	0.1115	0.0334
	2个贴紧	0.0840	0.0840	0.0334

■滑轨截面二阶矩(表3)

Type	Lx(mm ⁴)	Ly(mm ⁴)	重量(kg/100mm)	重心点h(mm)
LX20□□	3.2×10 ³	5.2×10 ⁴	0.22	4.4
LX26□□	1.0×10 ⁴	1.4×10 ⁵	0.37	6.1
LX30□□	2.5×10 ⁴	3.1×10 ⁵	0.6	7.8
LX45□□	8.8×10 ⁴	10.4×10 ⁵	1.10	11.0

■容许静负载·容许静力矩(表4)

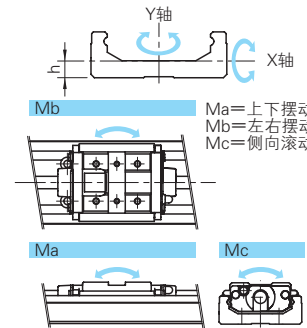
Type	滑块数量	容许静负载(kg)	容许静力矩(N·m)		
		水平	Ma	Mb	Mc
LX20□□	B1	6199	27	27	93
	B2	12398	353	353	186
LX20□□C	B1	6199	27	27	93
	B2	12398	353	353	186
LX26□□	B1	11871	70	70	225
	B2	23742	902	902	450
LX26□□C	B1	11871	70	70	225
	B2	23742	902	902	450
LX3005	B1	17218	126	126	387
	B2	34436	1515	1515	774
LX3005C	B1	17218	126	126	387
	B2	34436	1515	1515	774
LX3010	B1	17218	126	126	387
	B2	34436	1515	1515	774
LX3010C	B1	17218	126	126	387
	B2	34436	1515	1515	774
LX4510	B1	32441	291	291	972
	B2	64882	3945	3945	1944
LX4520	B1	32441	291	291	972
	B2	64882	3945	3945	1944

■最高移动速度(表6)

Type	螺距	滑轨全长	最高移动速度(mm/s)
LX20□□	01	—	190
	05	—	690
LX26□□	02	—	290
	05	—	520
LX30□□	06	150	410
		200	410
		300	410
	10	400	410
		500	370
		600	250
LX30□□C	06	150	830
		200	830
		300	830
	10	400	830
		500	740
		600	500
LX45□□	10	340	550
		390	550
		440	550
	20	490	550
		540	550
		590	550
LX45□□C	10	340	1110
		390	1110
		440	1110
	20	490	1110
		540	1110
		590	1110

■负载系数fw(表7)

振动、冲击	速度	fw
轻微	微速时 V≤0.25m/s	1~1.2
小	低速时 0.25m/s<V≤1m/s	1.2~1.5
	中速时 1m/s<V≤2m/s	1.5~2
大	高速时 2m/s<V	2~3.5



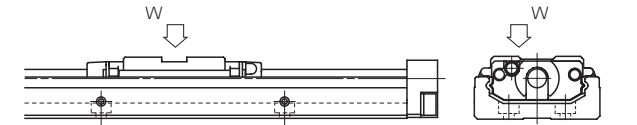
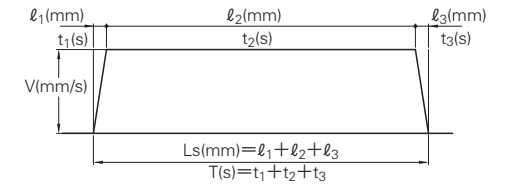
■容许静负载、容许静力矩(短滑块)(表5)

Type	滑块数量	容许静负载(kg)	容许静力矩(N·m)		
		水平	Ma	Mb	Mc
LX3005	S1	9271	63	63	208
	S2	18542	579	579	417
LX3010	S1	9271	63	63	208
	S2	18542	579	579	417
LX4510	S1	17175	145	145	515
	S2	34350	1444	1444	1029
LX4520	S1	17175	145	145	515
	S2	34350	1444	1444	1029

寿命

分别计算LX驱动器滑轨部、滚珠丝杠及支撑轴承的寿命，并将该结果的最小值定为驱动器的寿命。

负载质量: W kg
行程: Ls mm
加速度: a mm/s²
最高速度: v mm/s
重力加速度: g=9.81m/s²
姿态: 水平
速度线图: (图1)
负载作用状态: (图2)



研讨 选型

根据负载质量W(kg)、最高速度V(mm/s)选择临时型号。接着，通过加速度、最高速度及行程编制速度线图。可编制该速度线图的条件是选型计算的基础。

计算 滑轨部

对作用于LX驱动器滑轨部的负载作用状态(图2)进行研讨，然后将各负载代入下式(带单螺帽的滑块规格为①式、带双螺帽的滑块规格为②式)中，求出等效负载Fe。

等效负载

●单滑块时

$$Fe = Y_H F_H + Y_V F_V + Y_p K_p M_a + Y_y K_y M_b + Y_r K_r M_c \quad \text{---①}$$

●双滑块时

$$Fe = Y_H F_H / 2 + Y_V F_V / 2 + Y_r K_r M_a + Y_p K_p M_b + Y_y K_y M_c \quad \text{---②}$$

Fe: 等效负载
FH: 作用于滑块的水平方向负载
FV: 作用于滑块的上下方向负载
Ma: 作用于滑块的上下摆动方向力矩
Mb: 作用于滑块的左右摆动方向力矩
Mc: 作用于滑块的侧向滚动方向力矩
Kp: 相对于上下摆动方向力矩的同等效系数
Ky: 相对于左右摆动方向力矩的同等效系数
Kr: 相对于侧向滚动方向力矩的同等效系数
YH, YV, Yp, Yy, Yr: 1.0或0.5

在承受力矩负载的同时使用时，请乘以表2中的导向部力矩等效系数，计算负载。
在计算等效负载Fe的式①和式②中，将FH、FV、KpMa、KyMb、KrMc中的最大值设为1.0，其余均设为0.5

平均负载

LX驱动器的Ma、Mb随着加、减速而波动。因此，可通过③式求出平均负载Fm。

$$Fm = \sqrt[3]{\frac{1}{Ls} (Fe^3 \cdot L_1 + Fe_2^3 \cdot L_2 + Fe_3^3 \cdot L_3 + \dots + Fe_n^3 \cdot L_n)} \quad \text{---③}$$

[Fm: 波动负载的平均负载 Ls: 总行走距离]

滑轨部寿命

通过④式求出 LX 驱动器滑轨部的寿命。

$$L = La \times \left(\frac{C}{fw \cdot Fm} \right)^3 \quad \text{---④}$$

[L: 滑轨部寿命(Km) La: 行走距离(Km) fw: 负载系数
C: 滑轨部的基本动态额定负载(N)]

行程长度和每分钟往返次数为恒定值时，寿命时间可通过⑤式求出。

$$Lh = \frac{L \times 10^6}{2 \cdot ls \cdot n1 \times 60} \quad \text{---⑤}$$

[Lh: 寿命时间(h) ls: 行程(mm) n1: 每分钟往返次数]

滚珠丝杠部·支撑部寿命

通过施加于轴向的负载求出平均负载。滚珠丝杠和支撑部的寿命均可通过⑥式计算。平均负载通过③式求出。

$$Lr = \left(\frac{Ca}{fw \cdot Fm} \right)^3 \cdot l \times 10^6 \quad \text{---⑥}$$

[Lr: 滚珠丝杠部寿命(km) l: 滚珠丝杠的螺距(mm)
fw: 负载系数 Ca: 丝杠部·支撑部的基本动态额定负载(N)]

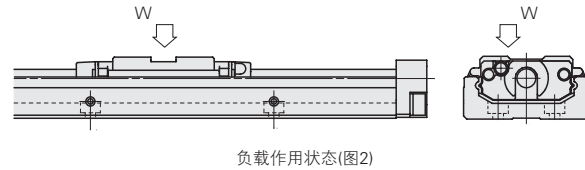
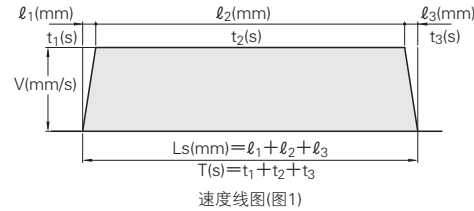
■选择单轴驱动器LX时，
请使用技术计算软件。
<http://www.misumi-ec.com/esh2hs/cad/caddata.html>
(数据制作中，完成之后自动更新。)

额定寿命计算范例

1 使用条件

研讨型式：LX2602系列
滑轨部：C(基本动态额定负载)=6522N Co(基本静态额定负载)=11871N
滚珠丝杠部：Ca(基本动态额定负载)=1712N Coa(基本静态额定负载)=2251N
支撑轴承部：Ca(基本动态额定负载)=1637N Poa(基本静态额定负载)=1205N

负载质量 W：10kg
速度 V：250mm/s
加速度 a：833mm/s²
移动距离 Ls：200mm
重力加速度 g：g=9.81m/s²
姿态：水平
速度线图：(图1)
负载作用状态：(图2)



2 研讨

临时选型
在加速度 833mm/s² 及最高速度 250mm/s 时使用移动距离 200mm。
若使用 LX26 系列，即可根据这些条件进行临时选型。(MISUMI 主页上安装有选型软件，注册后即可使用。)

3 计算

3-1 滑轨部的研讨

根据使用 1 个带螺帽滑块的条件，乘以表中的力矩等效系数后换算为负载。

带螺帽滑块的负载

- 1) 等速时
 $Fe_1 = Y_v F_v = Y_v \cdot W \cdot g = 1 \cdot 10 \cdot 9.81 = 98.1(N)$
 - 2) 加速时
 $Fe_2 = Y_v F_v + Y_p K_p Ma = 0.5 \cdot 98.1 + 1 \cdot 0.17 \cdot 70 \cdot 0 = 60.95(N)$
 - 3) 减速时
 $Fe_3 = Y_v F_v + Y_p K_p Ma = 0.5 \cdot 98.1 + 1 \cdot 0.17 \cdot 70 \cdot 0 = 60.95(N)$
- 静态安全系数
 $f_s = \frac{C_o}{F_{max.}} = \frac{C_o}{W \cdot g} = \frac{11871}{98.1} = 121.1$

额定寿命

轴向平均负载
 $F_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L_s} (Fe_1^3 \cdot L_1 + Fe_2^3 \cdot L_2 + Fe_3^3 \cdot L_3 \cdot \cdot \cdot Fe_n^3 \cdot L_n)} = 87.72(N)$

额定寿命
 $L = \left(\frac{C}{f_w \cdot F_m} \right)^3 \times 50 = 11.89 \times 10^6$ fw: 负载系数 1.2
La: 行走距离 50(Km)

3-2 滚珠丝杠部的研讨

利用速度线图求出各部分的轴向负载，然后求出平均负载。

滚珠丝杠部寿命

- 轴向负载
- 1) 等速时
 $Fe_1 = \mu \cdot W \cdot g = 0.01 \times 10 \times 9.81 = 0.981(N)$
 - 2) 加速时
 $Fe_2 = Fe_1 + W \cdot a \times 10^{-3} = 0.981 + 10 \cdot 0.833 = 9.311(N)$
 - 3) 减速时
 $Fe_3 = Fe_1 - W \cdot a \times 10^{-3} = 7.352(N)$
- 静态安全系数
 $f_s = \frac{C_{oa}}{F_{max.}} = \frac{C_{oa}}{Fe_2} = \frac{2251}{9.311} = 241.76$

屈曲载荷

$$P_1 = \frac{n \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I}{l a^2} \times 0.5 = 5562.02(N)$$

P₁：屈曲载荷
l a：安装间距 250(mm)
E：杨氏模量 2.06×10⁵(N/mm²)
n：由安装方法确定的系数
0.5：安全系数
I：丝杠轴的最小截面二阶矩

$$I = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} = 85.49(mm^4)$$

d₁：丝杠轴螺纹牙根直径 6.46(mm)

容许拉伸压缩负载

$$P_2 = \frac{\delta \cdot \pi \cdot d_1^2}{4} = 4818.06$$

P₂：容许拉伸压缩负载
δ：容许拉伸压缩应力 147(N/mm²)
d₁：丝杠轴螺纹牙根直径 6.46(mm)

危险速度

$$N_1 = \frac{60 \cdot \lambda^2}{2 \pi \cdot l b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \times 10^3 \cdot I}{\gamma \cdot A}} \times 0.8 = 12485(min^{-1})$$

N₁：危险速度
l b：安装间距
E：杨氏模量 2.06×10⁵(N/mm²)
λ：由安装方法确定的系数(固定—支撑3.927)
γ：密度(7.85×10⁻⁶kg/mm³)
0.8：安全系数

DN值

$$DN = 62250 (\leq 70000)$$

D：滚珠中心直径(8.3mm)
N：使用最大转速(min⁻¹)

LX2602	滑轨部	滚珠丝杠部	支撑轴承部
静态安全系数	121.1	241.76	129.42
屈曲载荷(N)	—	5562.02	—
容许拉伸压缩负载(N)	—	4818.06	—
危险速度(min ⁻¹)	—	12485	—
DN值	—	62250	—
额定寿命(km)	11.89×10 ⁶	25.64×10 ⁶	22.41×10 ⁶
最大轴向负载(N)	—	9.311	—
使用最大转速(min ⁻¹)	—	7500	—

额定寿命

轴向平均负载
 $F_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L_s} (Fe_1^3 \cdot L_1 + Fe_2^3 \cdot L_2 + Fe_3^3 \cdot L_3 \cdot \cdot \cdot Fe_n^3 \cdot L_n)} = 6.096(N)$

额定寿命
 $L = \left(\frac{C_a}{f_w \cdot F_m} \right)^3 \cdot \ell \times 10^6 = 25.64 \times 10^6(km)$

f_w：负载系数 1.2
ℓ：滚珠丝杠的螺距 2(mm)

3-3 支撑轴承部的研讨

轴向负载

Fe₁=0.981(N)
Fe₂=9.311(N)
Fe₃=7.352(N)

静态安全系数

$$f_s = \frac{P_{oa}}{F_{max.}} = \frac{P_{oa}}{Fe_2} = 129.42$$

额定寿命

轴向平均负载
 $F_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L_s} (Fe_1^3 \cdot L_1 + Fe_2^3 \cdot L_2 + Fe_3^3 \cdot L_3 \cdot \cdot \cdot Fe_n^3 \cdot L_n)} = 6.096(N)$

定格寿命
 $L = \left(\frac{C_a}{f_w \cdot F_m} \right)^3 \cdot \ell \times 10^6 = 22.41 \times 10^6(km)$

f_w：负载系数 1.2
ℓ：滚珠丝杠的螺距 2(mm)