

ST

LM有限行程襯套 ST型 ST-B型 STI型

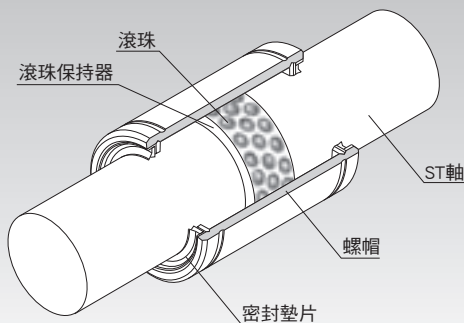


圖1 LM有限行程襯套ST型的結構

結構與特徵

ST型在如圖1所示的經精密研磨的圓筒形軸襯套之中，組裝有滾珠保持器和滾珠。滾珠以曲折形式排列，以便均勻地承受負荷。滾珠保持器是經過鑽孔的保持器，以輕合金製造，具有高剛性，並能夠跟隨高速運動。在軸襯套內表面的兩邊安裝了止推環和止動環，以防止滾珠保持器超出範圍。

此結構使旋轉運動、往復運動和複合運動均具有較小的摩擦係數。ST型的行程長度最高可達滾珠保持器運行範圍的2倍。

此型號價格低廉，且能因應高精度需求，因此廣泛應用於沖壓模組、印刷機械油墨滾柱部、沖床的工件卡盤單元、沖床送料機、電火花加工機的工件台、捲筒校正器、紡紗和織布機、失真測量設備、光學測量設備主軸和影印機等多種不同使用情境中。

【最小摩擦係數低】

滾珠和滾珠滾動面採用滾動摩擦損耗程度最小的點接觸設計，且各個滾珠之間藉由滾珠襯套維持分離，能以極小的摩擦係數（ $\mu=0.0006\sim 0.0012$ ）進行滾動運動。

【小型的設計】

由於僅由薄軸襯套和滾珠組成，軸承的外徑達到最小，在設計上實現了輕型、節省空間和緊湊的特點。

【高精度低價格】

能夠以低價格製造高精度的滑動單元。

類型與特徵

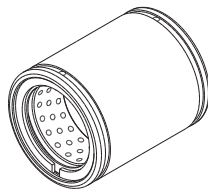
輕負荷用ST型

尺寸表⇒ **A5-10**

ST型是一個具有長行程的輕負荷用型號。

軸徑:6~100mm

此外，亦支援附帶密封墊片的型號。（ST-UU型）



ST型

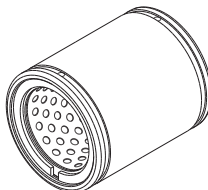
中負荷用ST-B型

尺寸表⇒ **A5-10**

此為中負荷專用，尺寸與ST型相同，使用之滾珠數較多，額定負荷為ST型的2倍。

軸徑:8~100mm

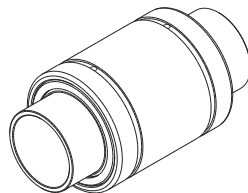
此外，亦支援附帶密封墊片的型號。（ST-UUB型）



ST-B型

內輪型STI型

如果不能對LM軸進行硬淬火處理，STI型允許裝入一個內環。內輪根據訂單訂制。



STI型

額定負荷與額定壽命

【額定負荷】

ST型的基本額定負荷記載在各尺寸表中。

【計算額定壽命】

ST型的額定壽命可按下式計算。

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_c} \right)^3 \times 10^6 \quad \dots\dots(1)$$

L_{10} : 額定壽命 (rev.)

(一批相同的LM有限行程襯套在相同條件下分別運動時, 其中的90%不產生剝落所能到達的總轉數。)

C : 基本動額定負荷 (N)

P_c : 徑向負荷計算值 (N)

【在考量使用條件下計算所得的額定壽命】

由於在實際使用下, 運行中較常伴隨著振動與衝擊, 對LM有限行程襯套作用的負荷會有所變化, 難以正確把握額定壽命。此外, 滾動面的硬度、使用環境溫度, 及將LM有限行程襯套在幾乎緊靠的狀態下使用時, 也會大幅影響壽命。考量到這些條件, 可透過以下的算式(2)算出考量使用條件的額定壽命(L_{10m})。

● 考量使用條件的係數 α

$$\alpha = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W}$$

α : 考量使用條件的係數

f_H : 硬度係數 (參閱A5-6上的圖2)

f_T : 溫度係數 (參閱A5-6上的圖3)

f_C : 接觸係數 (參閱A5-7上的表1)

f_W : 負荷係數 (參閱A5-7上的表2)

● 考量使用條件的額定壽命 L_{10m}

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_c} \right)^3 \times 10^6 \quad \dots\dots(2)$$

L_{10m} : 考量到使用條件的額定壽命 (rev.)

C : 基本動額定負荷 (N)

P_c : 徑向負荷計算值 (N)

●一個外筒承受力矩負荷的情況

一個外筒承受力矩負荷的情況，算出承受力矩時的等價徑向負荷。

$$P_u = K \cdot M$$

P_u : 等效徑向負荷 (N)
(承受力矩時)

K : 等值係數 (請參閱A5-7上的表3和表4)

M : 負荷力矩 (N·mm)

但是，假定“ P_u ”是在基本靜額定負荷(C_0)之內。

●同時承受力矩和徑向負荷時

當同時承受力矩和徑向負荷時，根據徑向負荷與等值徑向負荷之和來計算工作壽命。

【計算工作壽命時間】

已經取得額定壽命(L_{10})後，如果每分鐘轉數和每分鐘往返次數固定不變，則使用以下等式計算工作壽命時間。

●旋轉運動或複合運動的情況下

$$L_h = \frac{L_{10}}{60 \sqrt{(dm \cdot n)^2 + (10 \times \alpha \cdot l_s \cdot n_1)^2} / (\pi \cdot dm)}$$

●往復運動的情況下

$$L_h = \frac{L_{10}}{60 \times 10 \times \alpha \cdot l_s \cdot n_1 / (\pi \cdot dm)}$$

L_h : 工作壽命時間 (h)

n : 每分鐘轉數 (min^{-1})

n_1 : 每分鐘往返次數 (min^{-1})

l_s : 行程長度 (mm)

dm : 節圓直徑 (mm)

$$(dm \doteq 1.15 \times dr)$$

dr : 滾珠內切綫孔直徑 (mm)

α : 保持器材質的係數

$$(\alpha=0.7)$$

【旋轉和往復速度的容許值】

ST型的容許極限速度可按下式計算。

$$DN \geq dm \cdot n + 10 \times l_s \cdot n_1$$

對於上述DN值，應用時下列值作為標準值。

油潤滑的情況下 $DN=600000$

油脂潤滑的情況下 $DN=300000$

但是必須考慮下列要點。

$n \leq 5000$

$l_s \cdot n_1 \leq 50000$

● f_H : 硬度係數

要最大程度地提高ST型的負荷能力，滾動面的硬度需要在58至64HRC之間。

如果硬度低於這個範圍，則基本靜額定荷重和基本動額定荷重均下降。因此，有必要將每一個額定值乘以各自的硬度係數 (f_H)。

一般來說， $f_H = 1.0$ ，因為ST型具有足夠的硬度。

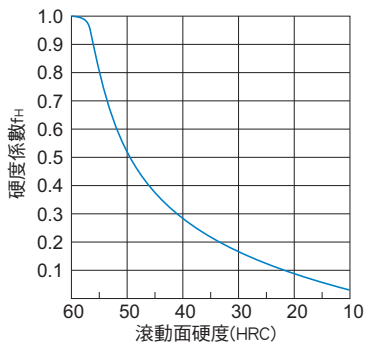


圖2 硬度係數(f_H)

● f_T : 溫度係數

如果ST型的使用環境溫度超過100°C時，要考慮高溫的不良影響，基本額定負荷乘以圖3中表示的溫度係數。

注)如果環境溫度超過80°C，請與THK聯繫。

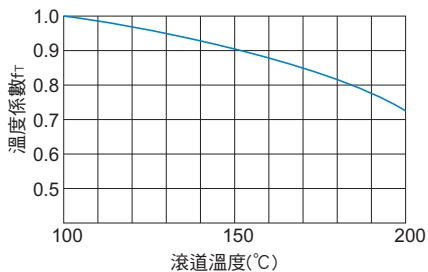


圖3 溫度係數(f_T)

● f_c :接觸係數

當使用相互緊密接觸的多個軸襯套時，其直線運動受到力矩和安裝精確度的影響，因此難以獲得統一的負荷分配。故將幾個軸襯套靠緊使用時，請在基本額定負荷(C)和(C₀)上乘以中的相應接觸係數。乘以表1中的相應接觸係數。

注)如果預計在大型機器中會出現不均勻的負荷分配，則應分別考慮表1中所示的接觸係數。

表1 接觸係數(f_c)

緊靠時的軸襯套數	接觸係數 f_c
2	0.81
3	0.72
4	0.66
5	0.61
通常使用	1

● f_w :負荷係數

通常作往復運動的機械在運轉中大都伴隨著振動或衝擊，特別是高速運轉時產生的振動或者經常反覆啟動停止時的衝擊等，全部正確地算出是很困難的。因此當速度和振動有顯著的影響，則將基本動態額定負荷(C)除以表2中相應的經驗負荷係數。

表2 負荷係數(f_w)

震動/衝擊	速度(V)	f_w
微小	微速時 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1~1.2
小	低速時 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2~1.5
中	中速時 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5~2
大	高速時 $V > 2\text{m/s}$	2~3.5

等值係數表

表3 ST型的等值係數

型號	等值係數:K
	單一軸襯套
ST 6	0.726
ST 8	0.721
ST 10	0.489
ST 12	0.421
ST 16	0.408
ST 20	0.419
ST 25	0.42
ST 30	0.28
ST 35	0.285
ST 40	0.252
ST 45	0.251
ST 50	0.207
ST 55	0.206
ST 60	0.206
ST 70	0.206
ST 80	0.186
ST 90	0.185
ST 100	0.185

表4 ST-B型的等值係數

型號	等值係數:K
	單一軸襯套
ST 8B	0.444
ST 10B	0.301
ST 12B	0.259
ST 16B	0.251
ST 20B	0.258
ST 25B	0.257
ST 30B	0.171
ST 35B	0.175
ST 40B	0.154
ST 45B	0.154
ST 50B	0.127
ST 55B	0.127
ST 60B	0.127
ST 70B	0.127
ST 80B	0.114
ST 90B	0.114
ST 100B	0.114

精度規格

內切襪孔直徑(d_r)、軸襪套外徑(D)和軸襪套長度(L)的容許值請參閱相應的尺寸表。

軸襪套的端部可能會由於止動環的張力而變形。因此，在測量軸襪套外徑時，必須使用下列方程計算測量範圍，並求得在範圍之內的平均直徑數值。軸襪套外徑的容許值，等於通過外徑的兩點測量求得的最大直徑和最小直徑計算所得的平均值。

$$W = 4 + \frac{L}{8}$$

W : 測量範圍外長度 (mm)

L : 行程長度 (mm)

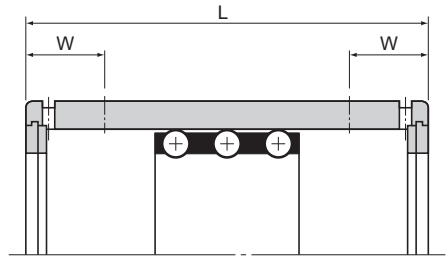


圖4 軸襪套的測量範圍

配合

理論上，ST型的滾珠保持器與ST軸（或軸襪套）移動距離的 $1/2$ 是以相同方向移動的。但是，要最大程度減少由於負荷分佈不均勻或振動造成的運行距離誤差，就必須減少間隙。如果要求高精度或LM有限行程襪套是在垂直軸上使用時，建議徑向間隙設置為-10和 $0\mu\text{m}$ 之間。

項目	普通使用條件	垂直軸或高精度
ST軸	k5, m5	n5, p5
支撐座	H6, H7	J6, J7

ST軸

對於ST型使用的ST軸，滾珠直接在軸表面滾動。因此，在製造時尤其要注意硬度、表面粗糙度和尺寸精確度。

ST軸的硬度對於使用壽命的影響特別大，在選定材料和熱處理方法時要特別當心。

THK還製造高品質的ST軸，有關詳細情況請聯繫。

【材質】

一般情況下，使用下列材料作為通過感應淬火進行表面硬化的材料。

- SUJ2 (JIS G 4805:高碳鉻軸承鋼)
- SK3~6 (JIS G 4401:碳素工具鋼)
- S55C (JIS G 4051:機械結構用碳鋼)

【硬度】

建議表面硬度為58HRC(≒653HV)或更高。硬化層的深度根據軸的直徑來確定，對於一般用途建議約為2mm。

ST軸的軸滾動面上可組合使用淬火的內輪。

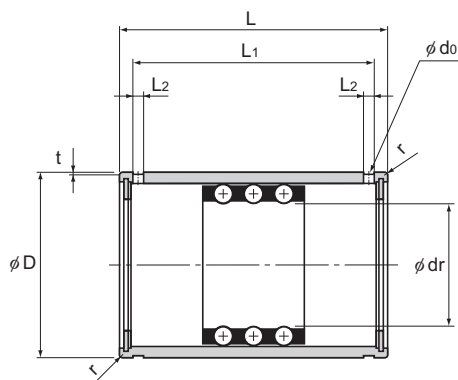
【表面粗糙度】

為了達到平滑的運動，表面粗糙度最好是Ra0.4或更低。如果需要更高的耐磨力，則將表面磨光為Ra0.2或更低。

ST軸的安裝

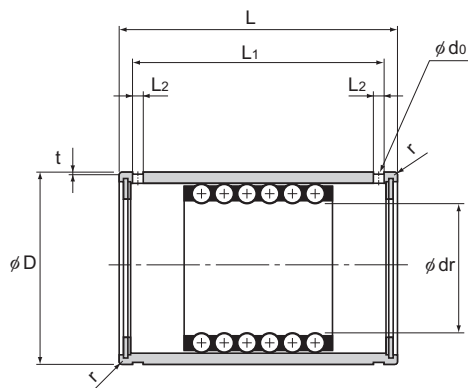
安裝ST軸時，將軸推入到指定的深度。如果間隙是負值，就需要較大的推力。但是，不要強制性地搥敲軸，而是先在ST軸上施用潤滑劑，然後以輕微的反作用逐漸將軸推入。

ST/ST-B型



ST型
(輕負荷用)

型號	最大行程	ST型			
		內襯孔直徑		外徑	
		dr	公差	D	公差
ST 6	14	6	+0.018 +0.010	12	0 -0.008
ST 8 ST 8B	24 8	8	+0.022 +0.013	15	
ST 10 ST 10B	30 8	10		+0.027 +0.016	19
ST 12 ST 12B	32 8	12	23		
ST 16 ST 16B	40 16	16	28		
ST 20 ST 20B	54 28	20	+0.033 +0.020	32	0 -0.011
ST 25 ST 25B	54 28	25		37	
ST 30 ST 30B	82 44	30		45	
ST 35 ST 35B	92 54	35	+0.041 +0.025	52	0 -0.013

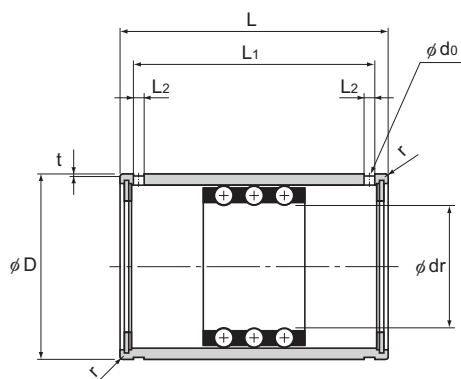


ST-B型
(中負荷用)

單位: mm

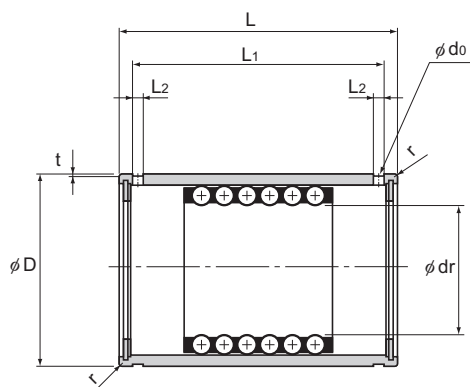
	長度		L ₁	L ₂	t	d _o	r	基本動 額定負荷 C kN	基本靜 額定負荷 C ₀ kN	質量 g
	L	公差								
	19	0 -0.2	13.5	1.1	0.25	—	0.3	0.98	0.23	8
	24		20.1	1.5	0.5	1.5	0.5	0.98 2.06	0.27 0.55	16.4 17.6
	30		25.7	1.5	0.5	1.5	0.5	2.35 4.61	0.62 1.27	31.5 34.5
	32		27.5	1.5	0.5	1.5	0.5	4.02 8.14	1.08 2.25	47 53.5
	37		32.1	1.5	0.5	1.5	0.5	4.02 8.04	1.27 2.65	77 85
	45		39.8	2	0.5	2	0.5	4.12 8.33	1.57 3.24	109 120
	45	0 -0.3	39.8	2	0.5	2	1	4.12 8.14	1.76 3.63	128 142
	65		58.5	2.5	0.5	2.5	1	9.31 18.7	4.12 8.14	240 275
	70		63.5	2.5	0.7	2.5	1.5	9.41 18.7	4.51 9.02	370 410

ST/ST-B型



ST型
(輕負荷用)

型號	最大行程	ST型 (輕負荷用)			
		內襯孔直徑		外徑	
		dr	公差	D	公差
ST 40 ST 40B	108 66	40	+0.041 +0.025	60	0 -0.013
ST 45 ST 45B	108 66	45		65	
ST 50 ST 50B	138 88	50		72	
ST 55 ST 55B	138 88	55	+0.049 +0.030	80	0 -0.015
ST 60 ST 60B	138 88	60		85	
ST 70 ST 70B	138 88	70		95	
ST 80 ST 80B	132 76	80	+0.058 +0.036	110	0 -0.018
ST 90 ST 90B	132 76	90		120	
ST 100 ST 100B	132 76	100		130	

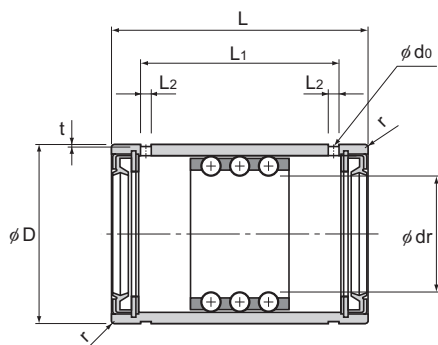


ST-B型
(中負荷用)

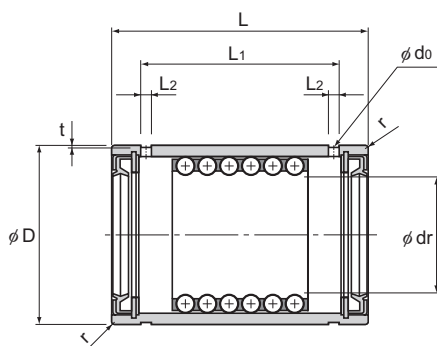
單位: mm

長度		公差	L ₁	L ₂	t	d _o	r	基本動 額定負荷	基本靜 額定負荷	質量
L	C kN							C ₀ kN	g	
80	0 -0.3	73.3	2.5	0.7	2.5	1.5	12.5 25	6.18 12.4	570 635	
80		73.3	2.5	0.7	2.5	1.5	12.6 25.2	6.76 13.5	625 695	
100		92.4	3	1	3	1.5	16.3 32.5	8.82 17.7	910 1020	
100		92.4	3	1	3	2	16.6 33	9.71 19.3	1270 1380	
100	0 -0.4	92.4	3	1	3	2	16.8 33.6	10.5 21	1360 1480	
100		92.4	3	1	3	2	16.9 33.8	11.7 23.3	1530 1670	
100		92	3	1.5	3	2	21.3 42.5	15.3 30.6	2220 2430	
100		92	3	1.5	3	2	21.7 43.3	16.9 33.7	2440 2670	
100		92	3	1.5	3	2	22 43.9	18.3 36.8	2670 2910	

ST...UU/ST...UUB型

ST...UU型
(輕負荷用)

型號	最大行程	ST...UU型 (輕負荷用)			
		內襯孔直徑		外徑	
		dr	公差	D	公差
ST 8UU	14	8	+0.022 +0.013	15	0 -0.008
ST 10UU	16	10		19	
ST 12UU	17	12	+0.027 +0.016	23	0 -0.009
ST 16UU	24	16		28	
ST 20UU ST 20UUB	32 12	20		32	
ST 25UU ST 25UUB	32 12	25	+0.033 +0.020	37	0 -0.011
ST 30UU ST 30UUB	65 27	30		45	
ST 35UU ST 35UUB	75 37	35		52	
ST 40UU ST 40UUB	91 49	40	+0.041 +0.025	60	0 -0.013
ST 45UU ST 45UUB	91 49	45		65	

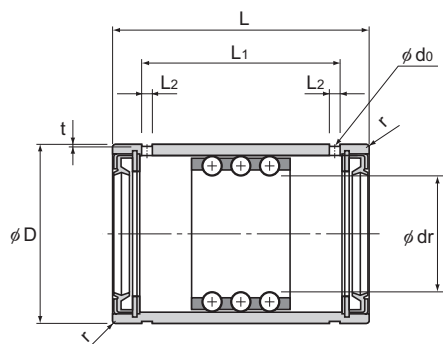


ST...UUB型
(中負荷用)

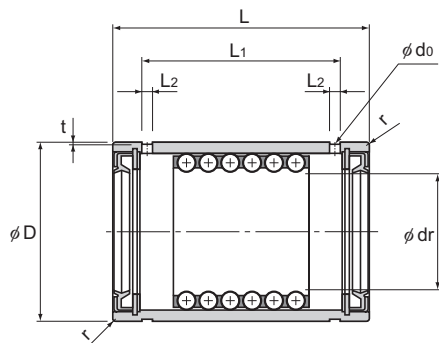
單位: mm

長度		公差	L_1	L_2	t	d_o	r	基本動 額定負荷 C kN	基本靜 額定負荷 C_0 kN	質量 g
L										
24	0 -0.2	15.3	1.5	0.5	1.5	0.5	0.98	0.27	17	
30		18.5	1.5	0.5	1.5	0.5	2.35	0.62	31	
32		20.1	1.5	0.5	1.5	0.5	4.02	1.08	49	
37		24.1	1.5	0.5	1.5	0.5	4.02	1.27	80	
45	0 -0.3	30.8	2	0.5	2	0.5	4.12 8.33	1.57 3.24	112 125	
45		30.8	2	0.5	2	1	4.12 8.14	1.76 3.63	132 145	
65		50.1	2.5	0.5	2.5	1	9.31 18.7	4.12 8.14	245 280	
70		55.1	2.5	0.7	2.5	1.5	9.41 18.7	4.51 9.02	375 420	
80		64.9	2.5	0.7	2.5	1.5	12.5 25	6.18 12.4	580 640	
80		64.9	2.5	0.7	2.5	1.5	12.6 25.2	6.76 13.5	635 705	

ST...UU/ST...UUB型

ST...UU型
(輕負荷用)

型號	最大行程	ST...UU型 (輕負荷用)			
		內襯孔直徑		外徑	
		dr	公差	D	公差
ST 50UU ST 50UUB	120 70	50	+0.041 +0.025	72	0 -0.013
ST 55UU ST 55UUB	120 70	55	+0.049 +0.030	80	
ST 60UU ST 60UUB	120 70	60		85	0 -0.015
ST 70UU ST 70UUB	120 70	70		95	
ST 80UU ST 80UUB	114 58	80		110	
ST 90UU ST 90UUB	114 58	90	+0.058 +0.036	120	
ST 100UU ST 100UUB	114 58	100	130		



ST...UUB型
(中負荷用)

單位: mm

長度		公差	L ₁	L ₂	t	d _o	r	基本動 額定負荷	基本靜 額定負荷	質量
L	C kN							C ₀ kN	g	
100	0 -0.3	83.4	3	1	3	1.5	16.3 32.5	8.82 17.7	920 1030	
100		83.4	3	1	3	2	16.6 33	9.71 19.3	1280 1400	
100	0 -0.4	83.4	3	1	3	2	16.8 33.6	10.5 21	1370 1490	
100		83.4	3	1	3	2	16.9 33.8	11.7 23.3	1540 1680	
100		83	3	1.5	3	2	21.3 42.5	15.3 30.6	2240 2450	
100		83	3	1.5	3	2	21.7 43.3	16.9 33.7	2470 2700	
100		83	3	1.5	3	2	22 43.9	18.3 36.8	2700 2940	