

# 離心泵規格與相似定律

簡煥然

## 大綱

1. 離心泵額定點規格CNS 2138 @3450rpm
2. 泵浦規格表-揚程與流量@3450rpm
3. 泵浦規格表與比速度Ns @3450rpm
4. 泵浦規格表-揚程與流量@1750rpm
5. 比速率Ns與泵浦規格
6. 比速率、相似定律及其應用
7. 清水離心泵的操作範圍

# 1. 離心泵額定點規格CNS2138 B4004 @3450rpm

編號	轉速 (rpm)	入口 (mm)	出口 (mm)	葉輪 外徑 (mm)	流量 (m <sup>3</sup> /min)	揚程 (m)	流功 (kW)	A效率 (%)	B效率 (%)	泵軸功 (kW)	比速率 Ns
1	3450	50	40	125	0.25	29	1.18	51.0	41.5	2.32	138
2	3450	50	40	160	0.25	46	1.88	51.0	41.5	3.68	98
3	3450	50	40	200	0.25	72	2.94	51.0	41.5	5.76	70
4	3450	65	50	125	0.5	29	2.37	59.0	48.4	4.01	195
5	3450	65	50	160	0.5	46	3.76	59.0	48.4	6.37	138
6	3450	65	50	200	0.5	72	5.88	59.0	48.4	9.97	99
7	3450	65	50	250	0.5	80	6.53	59.0	48.4	11.07	91
8	3450	80	65	125	1	29	4.74	65.5	53.7	7.23	276
9	3450	80	65	160	1	46	7.51	65.5	53.7	11.47	195
10	3450	80	65	200	1	72	11.76	65.5	53.7	17.95	140
11	3450	80	65	250	1	80	13.07	65.5	53.7	19.95	129
12	3450	100	80	125	2	29	9.47	70.5	57.8	13.44	390
13	3450	100	80	160	2	46	15.03	70.5	57.8	21.31	276
14	3450	100	80	200	2	72	23.52	70.5	57.8	33.36	197
15	3450	100	80	250	2	80	26.13	70.5	57.8	37.07	182
16	3450	125	100	160	3.17	46	23.82	73.3	60.1	32.49	348
17	3450	125	100	160	4	46	30.05	74.0	60.7	40.61	391
18	3450	125	100	200	3.17	72	37.28	73.3	60.1	50.86	249
19	3450	125	100	250	3.17	80	41.42	73.3	60.1	56.51	230
20	3450	125	100	200	4	72	47.04	74.0	60.7	63.57	279
21	3450	125	100	250	4	80	52.27	74.0	60.7	70.63	258

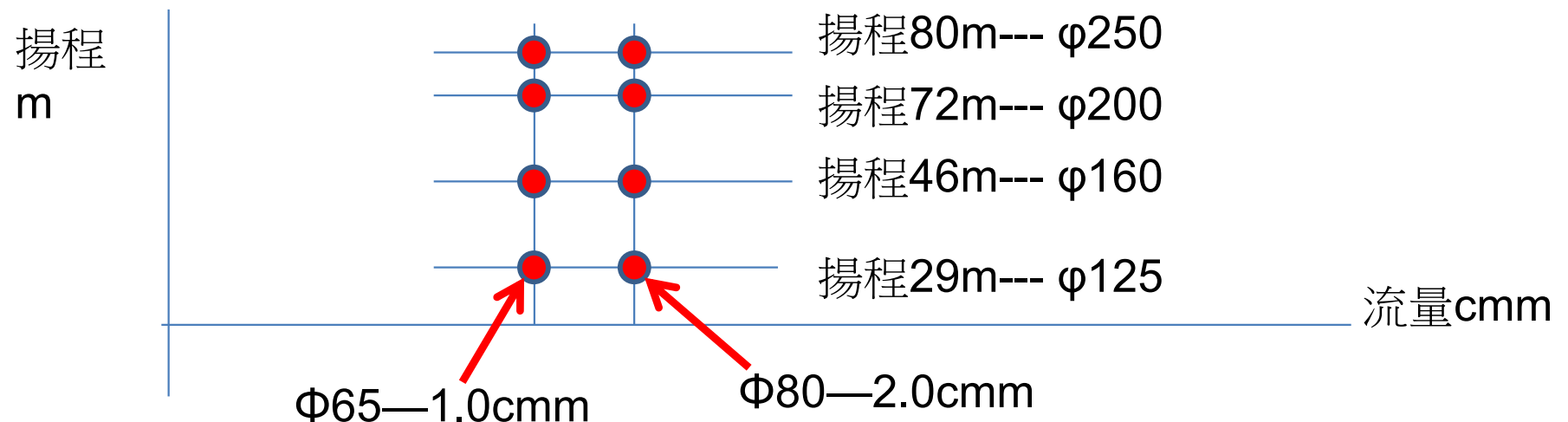
## 2. 泵浦規格表-揚程與流量@3450rpm

編號	轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	葉輪 外徑 mm	流量 m <sup>3</sup> /min	揚程 m	流功 kW	A效率 %	B效率 %	泵軸功 kW	比速率 Ns
1	3450	50	40	125	0.25	29	1.18	51	41.5	2.32	138
2	3450	50	40	160	0.25	46	1.88	51	41.5	3.68	98
3	3450	50	40	200	0.25	72	2.94	51	41.5	5.76	70
4	3450	65	50	125	0.5	29	2.37	59	48.4	4.01	195
5	3450	65	50	160	0.5	46	3.76	59	48.4	6.37	138
6	3450	65	50	200	0.5	72	5.88	59	48.4	9.97	99
7	3450	65	50	250	0.5	80	6.53	59	48.4	11.07	91



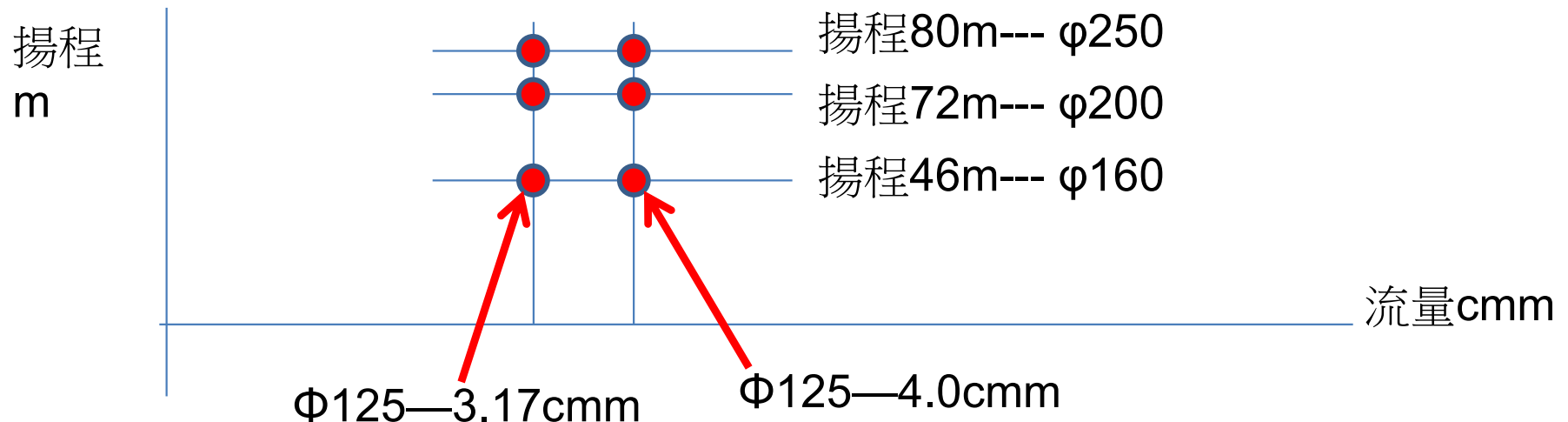
## 2. 泵浦規格表-揚程與流量@3450rpm(續)

編號	轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	葉輪 外徑 mm	流量 m <sup>3</sup> /min	揚程 m	流功 kW	A效率 %	B效率 %	泵軸功 kW	比速率 Ns
8	3450	80	65	125	1	29	4.74	65.5	53.7	7.23	276
9	3450	80	65	160	1	46	7.51	65.5	53.7	11.47	195
10	3450	80	65	200	1	72	11.76	65.5	53.7	17.95	140
11	3450	80	65	250	1	80	13.07	65.5	53.7	19.95	129
12	3450	100	80	125	2	29	9.47	70.5	57.8	13.44	390
13	3450	100	80	160	2	46	15.03	70.5	57.8	21.31	276
14	3450	100	80	200	2	72	23.52	70.5	57.8	33.36	197
15	3450	100	80	250	2	80	26.13	70.5	57.8	37.07	182

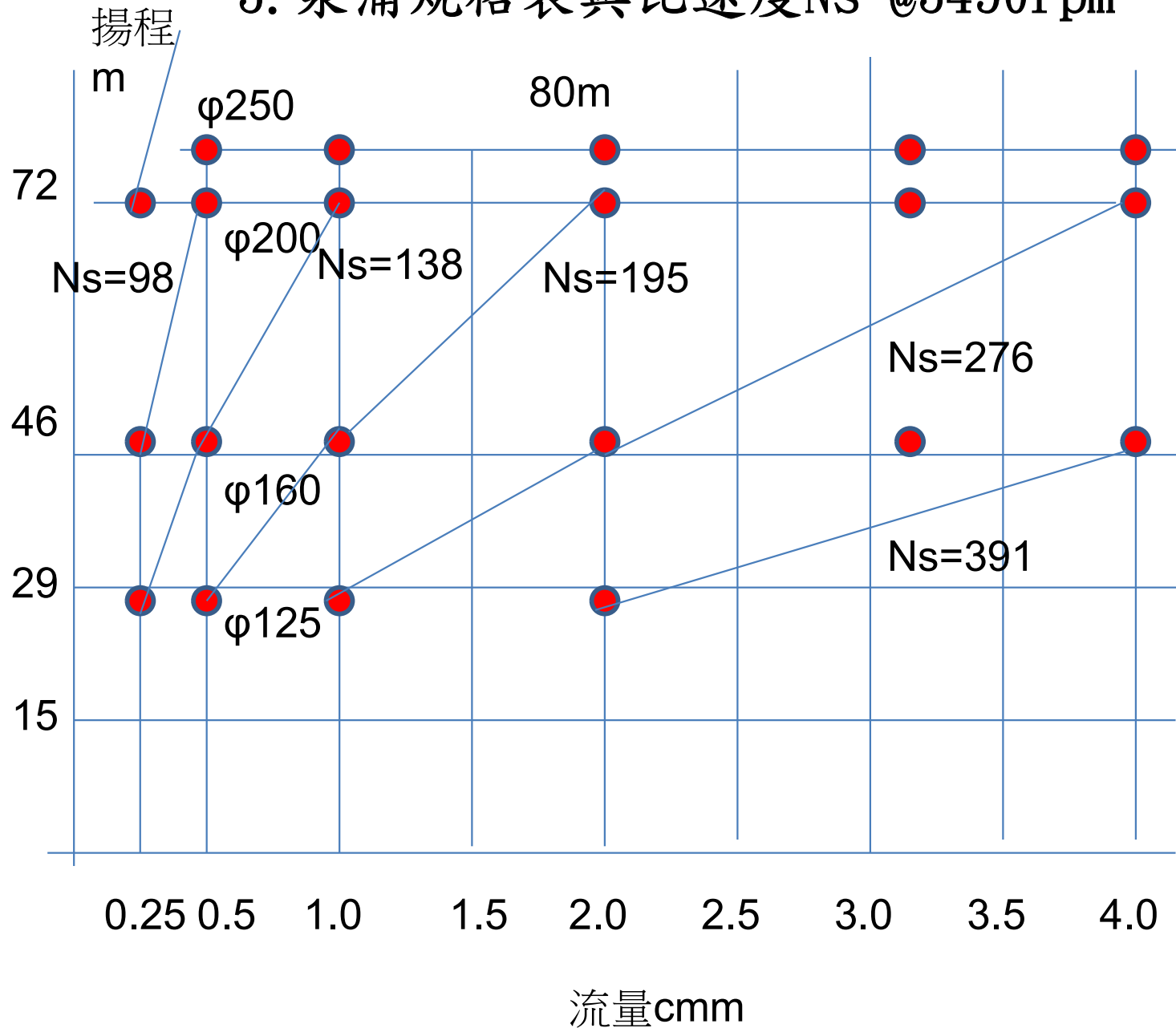


## 2. 泵浦規格表-揚程與流量@3450rpm(續)

編號	轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	葉輪 外徑 mm	流量 m <sup>3</sup> /min	揚程 m	流功 kW	A效率 %	B效率 %	泵軸 功 kW	比速率 Ns
16	3450	125	100	160	3.17	46	23.82	73.3	60.1	32.49	348
17	3450	125	100	160	4	46	30.05	74	60.7	40.61	391
18	3450	125	100	200	3.17	72	37.28	73.3	60.1	50.86	249
19	3450	125	100	250	3.17	80	41.42	73.3	60.1	56.51	230
20	3450	125	100	200	4	72	47.04	74	60.7	63.57	279
21	3450	125	100	250	4	80	52.27	74	60.7	70.63	258



### 3. 泵浦規格表與比速度 $N_s$ @3450rpm



相同比速率  
 $N_s$ 有相似的  
幾何形狀，  
可以經由縮  
小與放大得  
到希望的性  
能

## 4. 泵浦規格表-揚程與流量@1750rpm

編號	轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	葉輪 外徑 mm	流量 m <sup>3</sup> /min	揚程 m	流功 kW	A效率 %	B效率 %	泵軸功 kW	比速率 Ns
1	1750	40	32	125	0.12	7	0.14	43	35	0.39	141
2	1750	40	32	160	0.12	11.5	0.23	43	35	0.64	97
3	1750	40	32	200	0.12	18	0.35	43	35	1.01	69
4	1750	50	40	125	0.25	7	0.29	51	41.5	0.69	203
5	1750	50	40	160	0.25	11.5	0.47	51	41.5	1.13	140
6	1750	50	40	200	0.25	18	0.74	51	41.5	1.77	100
7	1750	65	50	125	0.5	7	0.57	59	48.4	1.18	288
8	1750	65	50	160	0.5	11.5	0.94	59	48.4	1.94	198
9	1750	65	50	200	0.5	18	1.47	59	48.4	3.04	142
10	1750	65	50	250	0.5	29	2.37	59	48.4	4.89	99
11	1750	80	65	125	1	7	1.14	65.5	53.7	2.13	407
12	1750	80	65	160	1	11.5	1.88	65.5	53.7	3.50	280
13	1750	80	65	200	1	18	2.94	65.5	53.7	5.47	200
14	1750	80	65	250	1	29	4.74	65.5	53.7	8.82	140
15	1750	100	80	160	1.58	11.5	2.97	69	57	5.21	352
16	1750	100	80	200	1.58	18	4.65	69	57	8.15	252
17	1750	100	80	250	1.58	29	7.48	69	57	13.13	176
18	1750	100	80	315	1.58	46	11.87	69	57	20.83	125
19	1750	125	100	160	2	11.5	3.76	70.5	57.8	6.50	396
20	1750	125	100	200	2	18	5.88	70.5	57.8	10.17	283
21	1750	125	100	250	2	29	9.47	70.5	57.8	16.39	198
22	1750	125	100	315	2	46	15.03	70.5	57.8	26.00	140
23	1750	125	100	400	2	72	23.52	70.5	57.8	40.69	100
24	1750	125	100	160	2.5	11.5	4.70	72	59.5	7.89	443
25	1750	125	100	200	2.5	18	7.35	72	59.5	12.35	317
26	1750	125	100	250	2.5	29	11.84	72	59.5	19.90	221
27	1750	125	100	315	2.5	46	18.78	72	59.5	31.57	157
28	1750	125	100	400	2.5	72	29.40	72	59.5	49.41	112
29	1750	150	125	200	4	18	11.76	74	60.7	19.37	401
30	1750	150	125	250	4	29	18.95	74	60.7	31.21	280
31	1750	150	125	315	4	46	30.05	74	60.7	49.51	198
32	1750	150	125	400	4	72	47.04	74	60.7	77.50	142
33	1750	200	150	250	6.33	29	29.98	76	62	48.36	352
34	1750	200	150	315	6.33	46	47.56	76	62	76.71	249
35	1750	200	150	400	6.33	72	74.44	76	62	120.07	178
36	1750	200	150	250	8	29	37.89	78	64	59.21	396
37	1750	200	150	315	8	46	60.11	78	64	93.92	280
38	1750	200	150	400	8	72	94.08	78	64	147.00	200



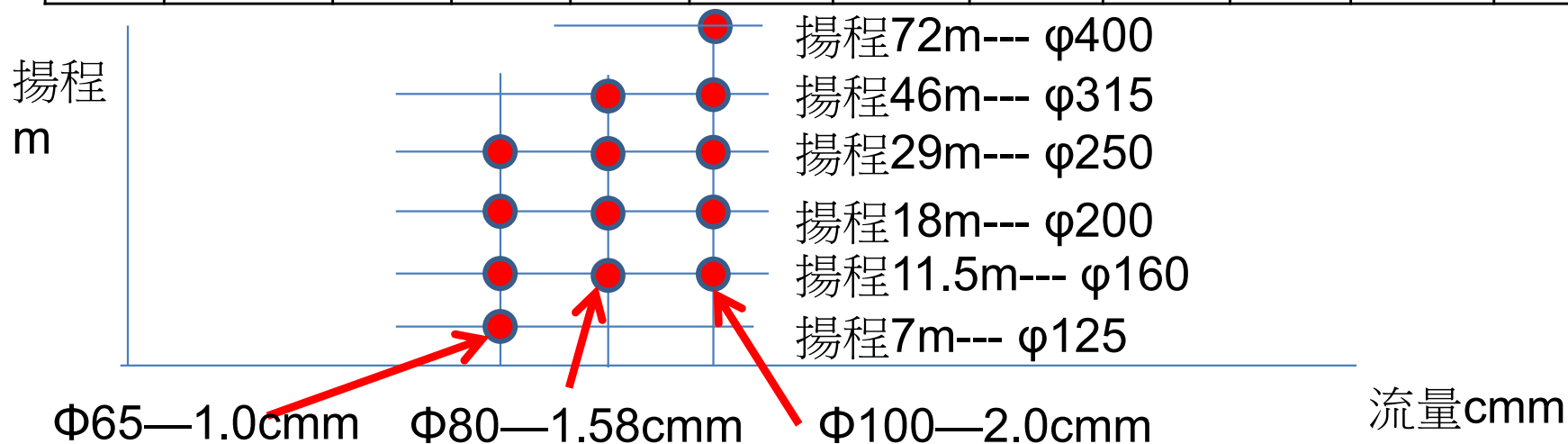
## 4. 泵浦規格表-揚程與流量@1750rpm

編號	轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	葉輪 外徑 mm	流量 m <sup>3</sup> /min	揚程 m	流功 kW	A效率 %	B效率 %	泵軸功 kW	比速率 Ns
1	1750	40	32	125	0.12	7	0.14	43	35	0.39	141
2	1750	40	32	160	0.12	11.5	0.23	43	35	0.64	97
3	1750	40	32	200	0.12	18	0.35	43	35	1.01	69
4	1750	50	40	125	0.25	7	0.29	51	41.5	0.69	203
5	1750	50	40	160	0.25	11.5	0.47	51	41.5	1.13	140
6	1750	50	40	200	0.25	18	0.74	51	41.5	1.77	100
7	1750	65	50	125	0.5	7	0.57	59	48.4	1.18	288
8	1750	65	50	160	0.5	11.5	0.94	59	48.4	1.94	198
9	1750	65	50	200	0.5	18	1.47	59	48.4	3.04	142
10	1750	65	50	250	0.5	29	2.37	59	48.4	4.89	99



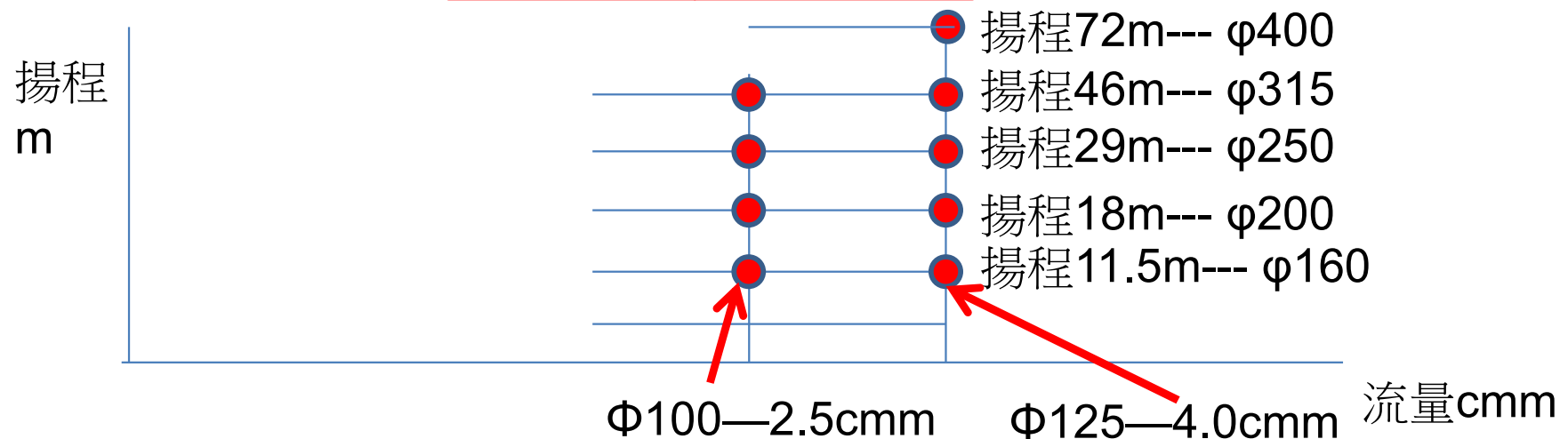
### 4. 泵浦規格表-揚程與流量@1750rpm(續)

編號	轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	葉輪外徑 mm	流量 m <sup>3</sup> /min	揚程 m	流功 kW	A效率 %	B效率 %	泵軸功 kW	比速率 Ns
11	1750	80	65	125	1	7	1.1	65.5	53.7	2.1	407
12	1750	80	65	160	1	11.5	1.9	65.5	53.7	3.5	280
13	1750	80	65	200	1	18	2.9	65.5	53.7	5.5	200
14	1750	80	65	250	1	29	4.7	65.5	53.7	8.8	140
15	1750	100	80	160	1.58	11.5	3.0	69	57	5.2	352
16	1750	100	80	200	1.58	18	4.6	69	57	8.1	252
17	1750	100	80	250	1.58	29	7.5	69	57	13.1	176
18	1750	100	80	315	1.58	46	11.9	69	57	20.8	125
19	1750	125	100	160	2	11.5	3.8	70.5	57.8	6.5	396
20	1750	125	100	200	2	18	5.9	70.5	57.8	10.2	283
21	1750	125	100	250	2	29	9.5	70.5	57.8	16.4	198
22	1750	125	100	315	2	46	15.0	70.5	57.8	26.0	140
23	1750	125	100	400	2	72	23.5	70.5	57.8	40.7	100



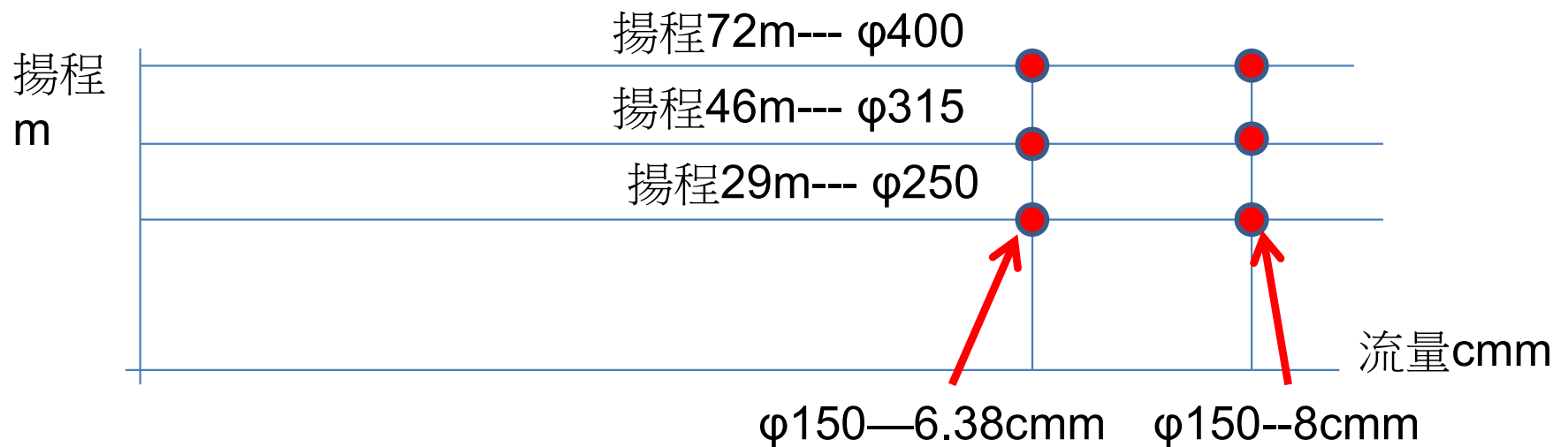
## 4. 泵浦規格表-揚程與流量@1750rpm(續)

編號	轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	葉輪 外徑 mm	流量 m <sup>3</sup> /min	揚程 m	流功 kW	A效率 %	B效率 %	泵軸功 kW	比速率 Ns
24	1750	125	100	160	2.5	11.5	4.7	72	59.5	7.9	443
25	1750	125	100	200	2.5	18	7.4	72	59.5	12.4	317
26	1750	125	100	250	2.5	29	11.8	72	59.5	19.9	221
27	1750	125	100	315	2.5	46	18.8	72	59.5	31.6	157
28	1750	125	100	400	2.5	72	29.4	72	59.5	49.4	112
29	1750	150	125	200	4	18	11.8	74	60.7	19.4	401
30	1750	150	125	250	4	29	18.9	74	60.7	31.2	280
31	1750	150	125	315	4	46	30.1	74	60.7	49.5	198
32	1750	150	125	400	4	72	47.0	74	60.7	77.5	142



#### 4. 泵浦規格表-揚程與流量@1750rpm(續)

編號	轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	葉輪 外徑 mm	流量 m <sup>3</sup> /min	揚程 m	流功 kW	A效率 %	B效率 %	泵軸功 kW	比速率 Ns
33	1750	200	150	250	6.33	29	30.0	76	62	48.4	352
34	1750	200	150	315	6.33	46	47.6	76	62	76.7	249
35	1750	200	150	400	6.33	72	74.4	76	62	120.1	178
36	1750	200	150	250	8	29	37.9	78	64	59.2	396
37	1750	200	150	315	8	46	60.1	78	64	93.9	280
38	1750	200	150	400	8	72	94.1	78	64	147.0	200



## 5. 比速率Ns與泵浦規格

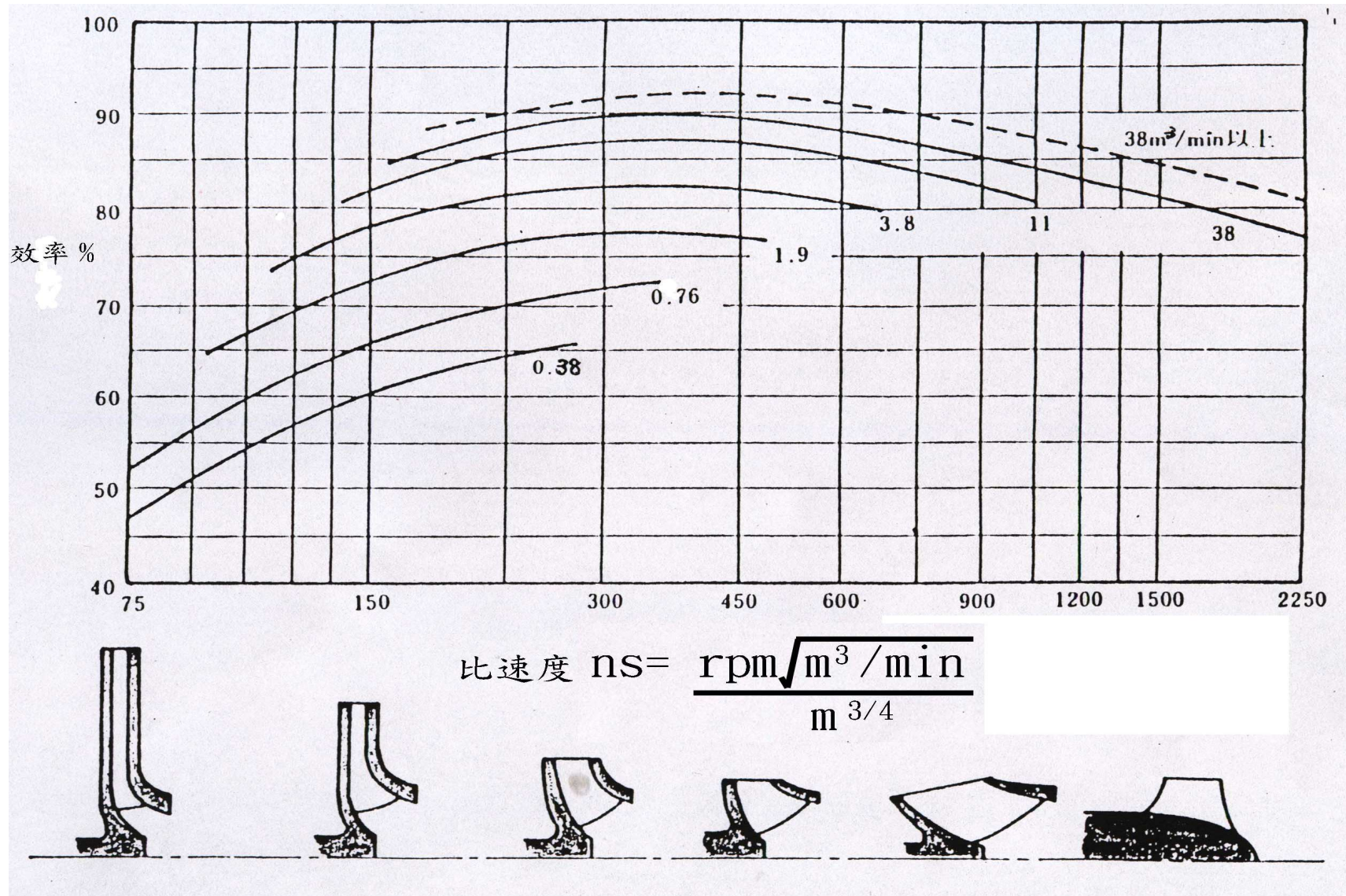
轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	外徑 mm	流量 m3/min	揚程 m	比速率 Ns
3450	50	40	125	0.25	29	138
3450	50	40	160	0.25	46	98
3450	50	40	200	0.25	72	70
3450	65	50	125	0.5	29	195
3450	65	50	160	0.5	46	138
3450	65	50	200	0.5	72	99
3450	80	65	125	1	29	276
3450	80	65	160	1	46	195
3450	80	65	200	1	72	140
3450	100	80	125	2	29	390
3450	100	80	160	2	46	276
3450	100	80	200	2	72	197
3450	125	100	160	3.17	46	348
3450	125	100	160	4	46	391
3450	125	100	200	3.17	72	249
3450	125	100	250	3.17	80	230
3450	125	100	200	4	72	279
3450	125	100	250	4	80	258

使用比速率Ns的設計，可以大幅減少產品開發，並可確保產品性能

轉速 rpm	入口 mm	出口 mm	葉輪 外徑 mm	流量 m3/min	揚程 m	比速率 Ns
1750	40	32	125	0.12	7	141
1750	40	32	160	0.12	11.5	97
1750	40	32	200	0.12	18	69
1750	50	40	125	0.25	7	203
1750	50	40	160	0.25	11.5	140
1750	50	40	200	0.25	18	100
1750	65	50	125	0.5	7	288
1750	65	50	160	0.5	11.5	198
1750	65	50	200	0.5	18	142
1750	80	65	125	1	7	407
1750	80	65	160	1	11.5	280
1750	80	65	200	1	18	200
1750	80	65	250	1	29	140
1750	100	80	160	1.58	11.5	352
1750	100	80	200	1.58	18	252
1750	100	80	250	1.58	29	176
1750	125	100	160	2	11.5	396
1750	125	100	200	2	18	283
1750	125	100	250	2	29	198
1750	125	100	315	2	46	140
1750	125	100	400	2	72	100
1750	125	100	160	2.5	11.5	443
1750	125	100	250	2.5	29	221
1750	150	125	200	4	18	401
1750	150	125	250	4	29	280
1750	150	125	315	4	46	198
1750	150	125	400	4	72	142
1750	200	150	250	6.33	29	352
1750	200	150	315	6.33	46	249
1750	200	150	400	6.33	72	178
1750	200	150	250	8	29	396
1750	200	150	315	8	46	280
1750	200	150	400	8	72	200

## 6. 比速率、相似定律及其應用

### Stepanoff 泵浦平均效率—Ns曲線 (清水離心式泵浦)



# 泵浦相似定律

葉輪外徑與轉速對揚程的關係

轉速 rpm	葉輪 外徑 mm	揚程 m	轉速 rpm	葉輪 外徑 mm	揚程 m
3450	125	29	1750	125	7
3450	160	46	1750	160	11.5
3450	200	72	1750	200	18
3450	250	80	1750	250	29
			1750	315	46
			1750	400	72

揚程有4倍關係  
直徑有2倍關係

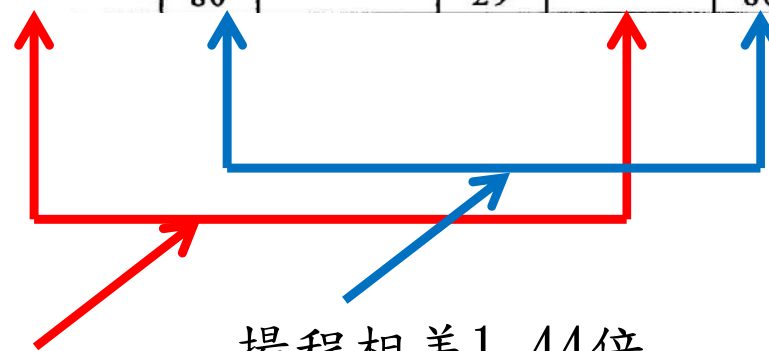
揚程有4倍關係  
轉速有2倍關係

標稱口徑			標稱項目 <sup>(4)</sup>											
迴轉速度		葉輪 標稱直徑 <sup>(4)</sup> mm	迴轉速度 1450min <sup>-1</sup>		迴轉速度 2900 min <sup>-1</sup>		迴轉速度 1750 min <sup>-1</sup>		迴轉速度 3500 min <sup>-1</sup>					
2900 3500	min <sup>-1</sup>		出水量 m <sup>3</sup> /min (m <sup>3</sup> /h)	揚程 m	出水量 m <sup>3</sup> /min (m <sup>3</sup> /h)	揚程 m	出水量 m <sup>3</sup> /min (m <sup>3</sup> /h)	揚程 m	出水量 m <sup>3</sup> /min (m <sup>3</sup> /h)	揚程 m				
進水口 mm	出水口 mm													
50	40	125	0.10 (6.3)	5	0.21(12.5)	20	0.12(7.5)	7	0.25(15)	29				
50	40	160									8	32	11.5	46
50	40	200									12.5	50	18	72
65	50	125	0.21 (12.5)	5	0.42(25)	20	0.25(15)	7	0.50(30)	29				
65	50	160									8	32	11.5	46
65	50	200									12.5	50	18	72
65	50	250/224 <sup>(6)</sup>									20	80	29	80
80	65	125	0.42(25)	5	0.83(50)	20	0.50(30)	7	1(60)	29				
80	65	160									8	32	11.5	46
80	65	200									12.5	50	18	72
80	65	250/224 <sup>(6)</sup>									20	80	29	80

60Hz與50Hz轉速相差1.2倍

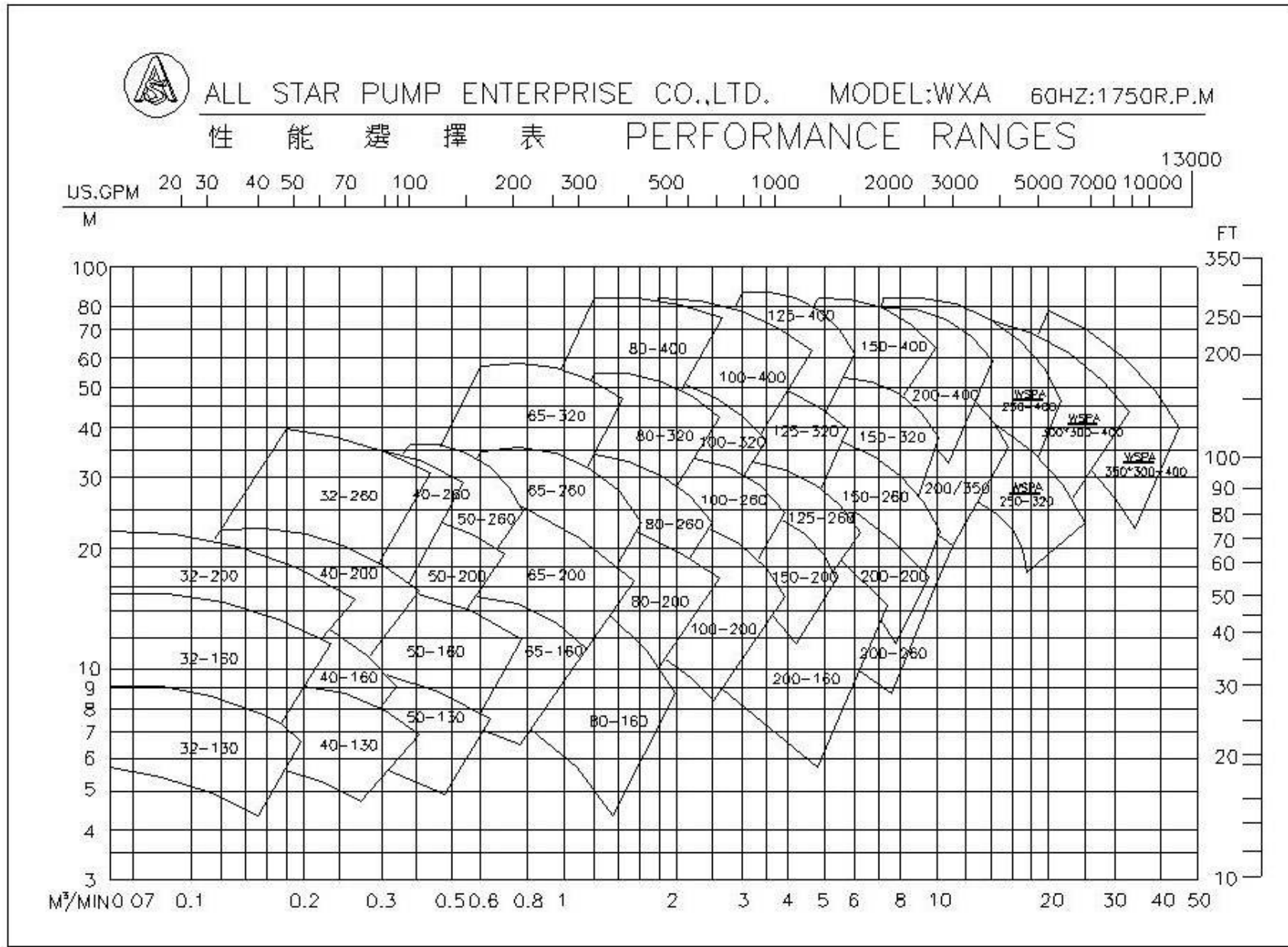
流量相差1.2倍

揚程相差1.44倍





# 泵浦性能圖

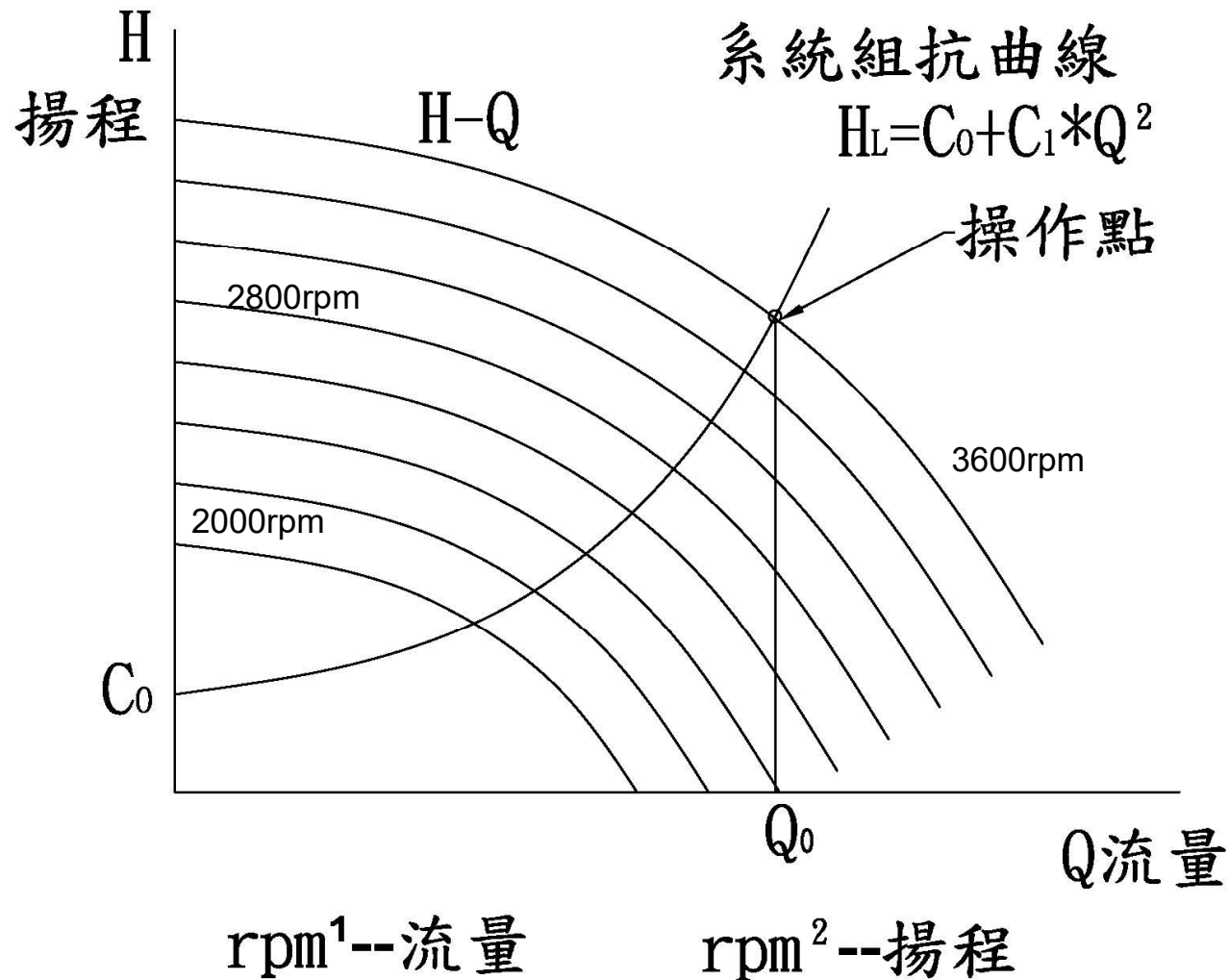


## 泵性能修正---葉輪轉速變化

當液體粘度不大且假設泵的效率不變，泵的轉速變化小於20%時，泵的流量、揚程、軸功率與轉速的近似關係可按比例定律進行計算：

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2, \quad \frac{W_{bhp1}}{W_{bhp2}} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

## 不同轉速下的流量揚程曲線

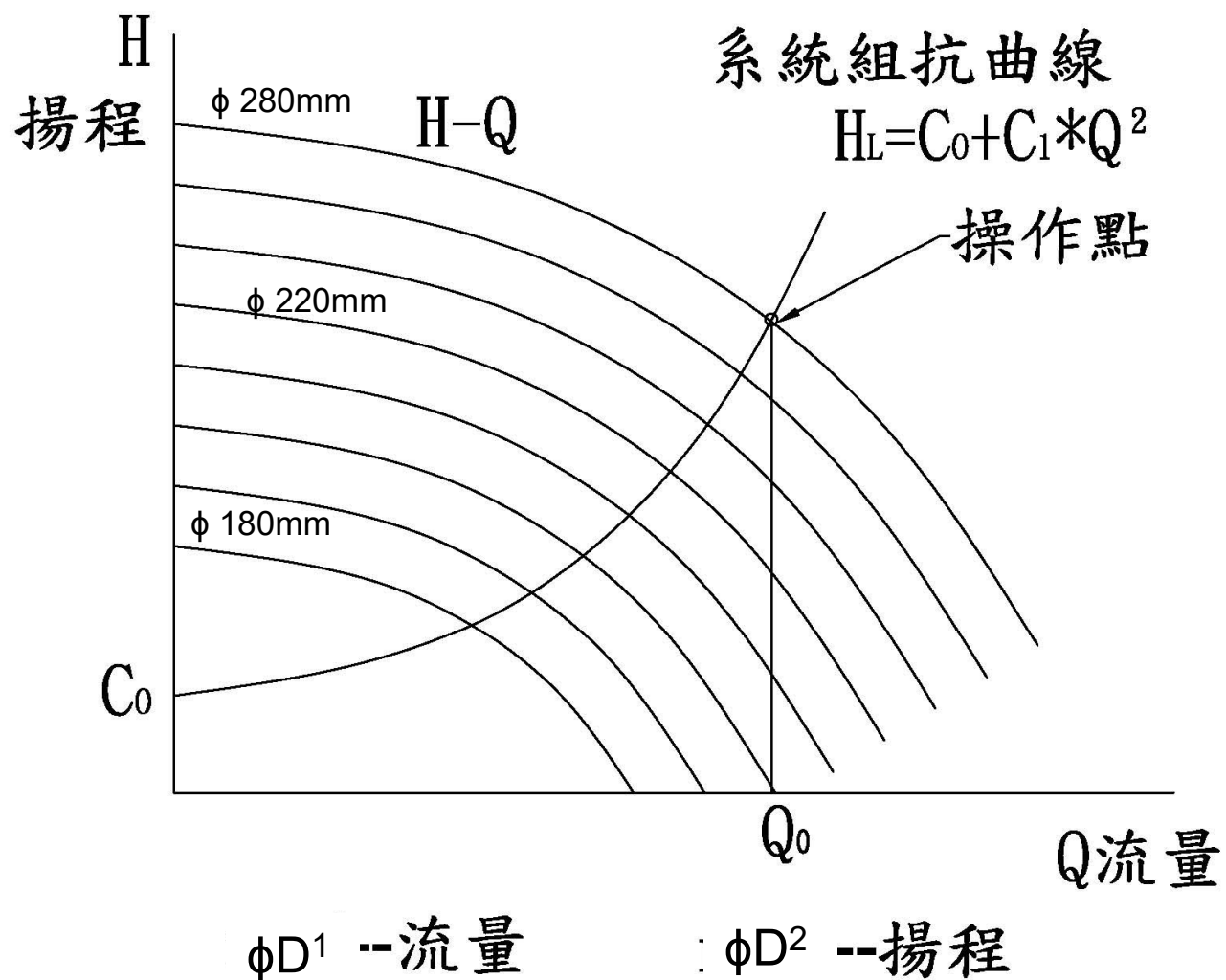


## 泵性能變化---葉輪外徑修正

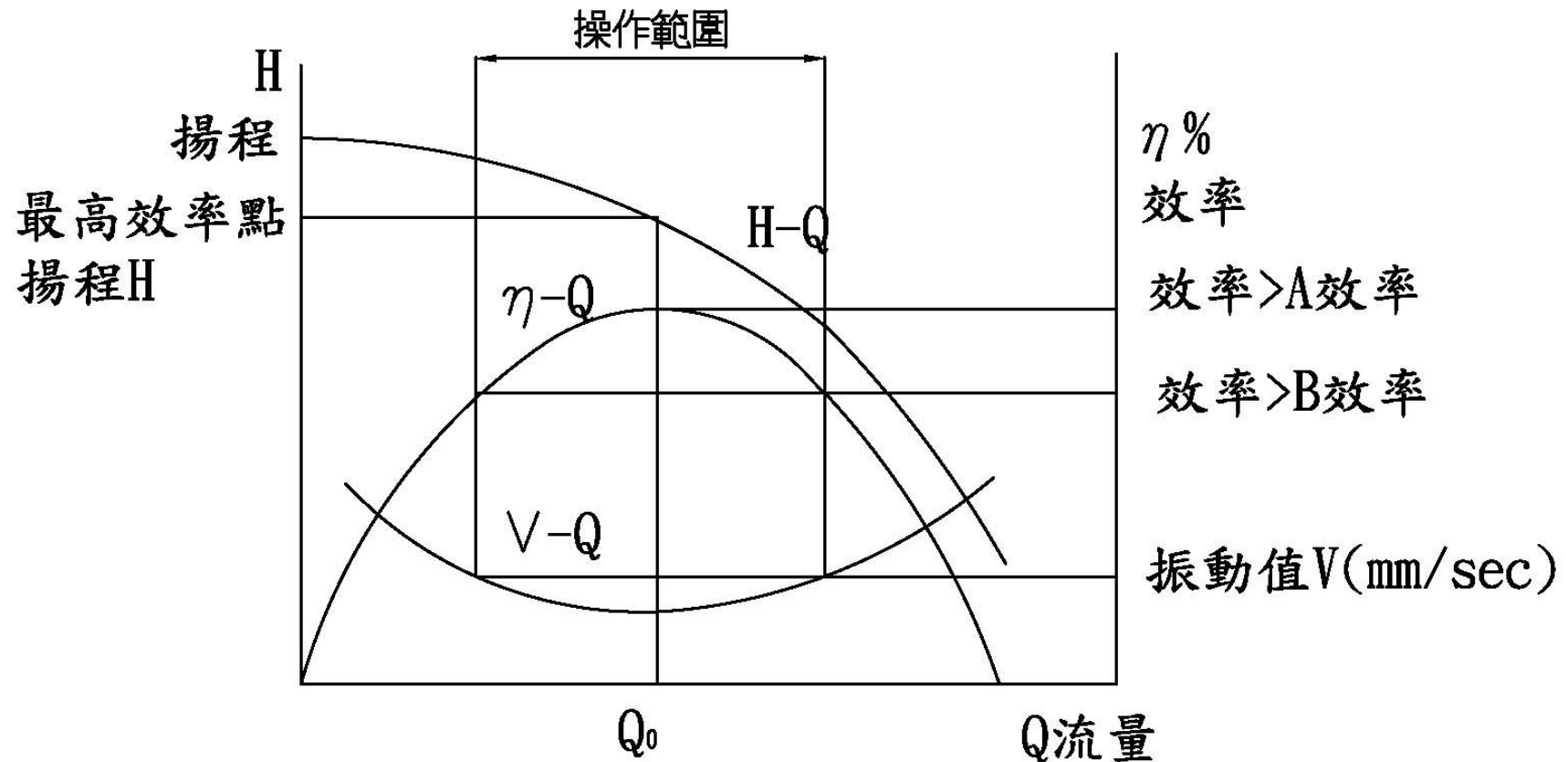
當液體粘度不大且假設泵的效率不變，泵的轉速變化小於20%時，泵的流量、揚程、軸功率與轉速的近似關係可按比例定律進行計算：

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{D'}{D}, \quad \frac{H'}{H} = \left(\frac{D'}{D}\right)^2, \quad \frac{W_{\text{bhp}'}}{W_{\text{bhp}}} = \left(\frac{D'}{D}\right)^3$$

## 不同轉速下的流量揚程曲線

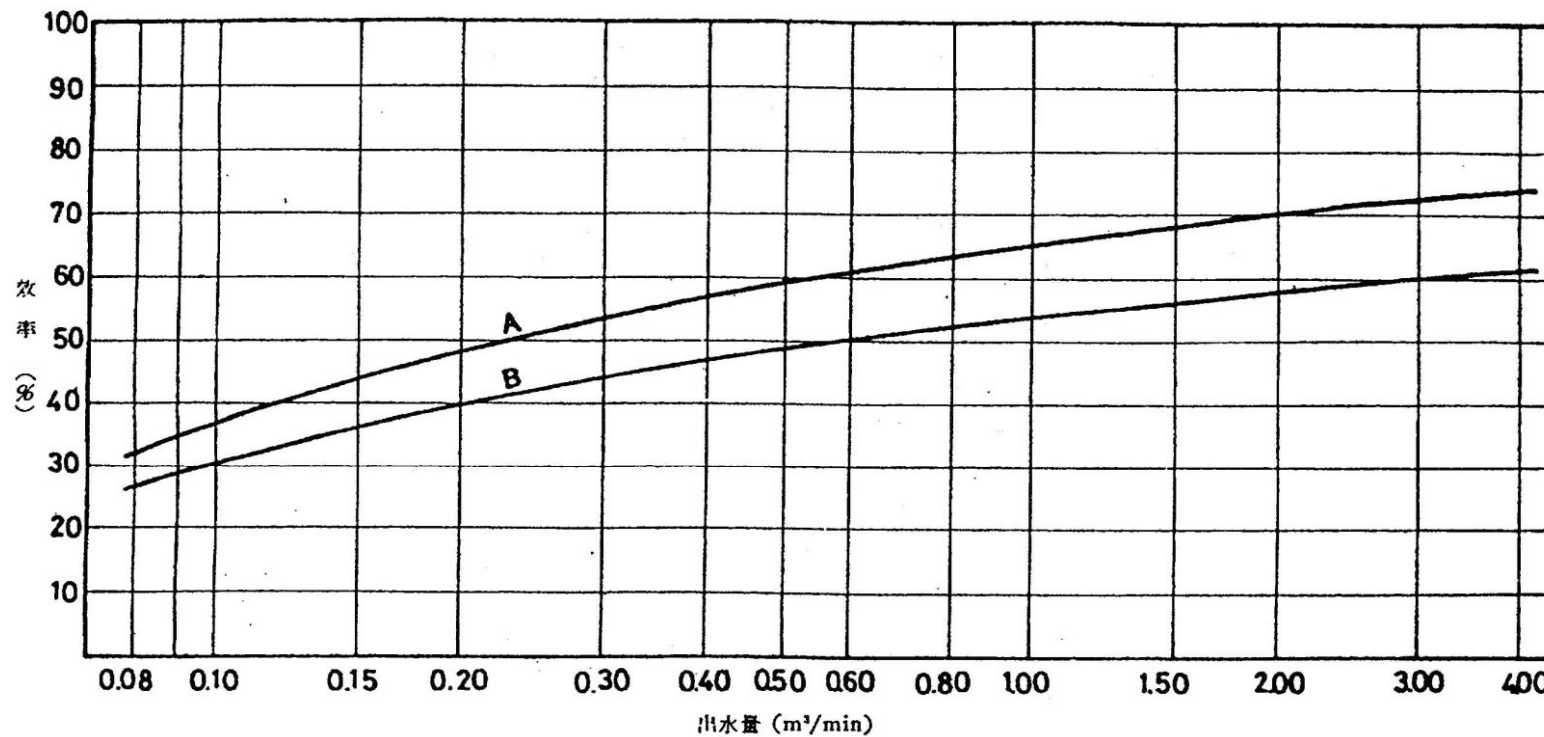


## 7. 清水離心泵的操作範圍



# CNS B4004 小型渦卷泵

圖 5 泵效率



出水量 m³/min	0.08	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0
A 效率%	32.0	37.0	44.0	48.0	53.5	57.0	59.0	60.5	63.5	65.5	68.5	70.5	73.0	74.0
B 效率%	26.3	30.3	36.2	39.4	43.9	46.7	48.4	49.6	52.1	53.7	56.2	57.8	60.0	60.7