

蘇聯高等教育部審定為
高等水運學院教材

船用蒸汽透平

下 冊

С. Ф. 阿布拉莫維奇 А. Г. 庫松

А. А. 莫依雪夫著

王希季 殷開泰譯

交通大學造船系船舶蒸汽發動機教研室校

人民交通出版社

苏联高等教育部审定为
高等水运学院教材

船用蒸汽透平

下 册

С.Ф. 阿布拉莫维奇 А.Г. 庫松

А.А. 莫依雪夫著

王希季 殷开泰译

交通大学造船系船舶蒸汽发动機教研組校

人民交通出版社

710-1

本書为苏联 A.A. 莫依雪夫等合著，經苏联高等教育部審定为高等水运学院教学参考書。譯本分上下兩册，上册由人民交通出版社于1955年3月出版，下册内容包括原書的第三篇、第四篇、第五篇、第六篇和附錄。在下册中主要論述船用透平及透平裝置的热計算，透平和透平裝置的構造計算，船用透平裝置的系統和各主要部份，以及船用透平裝置的运轉与养护。

参加本書下册的翻譯工作的是交通大学造船系船舶蒸汽发动机教研組王希季同志和大連工学院机械系热工教研組殷开泰同志。本書下册是由交通大学造船系船舶蒸汽发动机教研組担任校核的。

統一書号：15044·6098-京

船用蒸汽透平

С. Ф. АБРАМОВИЧ, А. Г. КУРЗОН

А. А. МОИСЕЕВ

СУДОВЫЕ ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО

“МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ”

МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

本書根据苏联海运出版社1949年莫斯科—列宁格勒俄文版本譯出

王希季 殷开泰譯

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新华书店发行

公私合营慈成印刷工厂印刷

1957年4月北京第一版 1957年4月北京第一次印刷

开本：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印張：8 $\frac{1}{2}$ 張 插頁1頁

全書：211,000字 印数：1—2100册

定价(10)：1.50元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六号)

目 錄

第三篇 船用透平裝置的热計算

第十四章 透平的热計算

§ 69 热計算的方法	1
§ 70 工作及导汽叶片的断面外形的选择	2
§ 71 單級冲动透平的热計算	5
§ 72 有几个速度分級的壓力分級的热計算	21
§ 73 多級壓力分級的冲动透平的热計算	35
§ 74 多級反动透平的热計算	51

第十五章 船用透平齒輪联合机主要部分的決定

§ 75 初始及末了的参数对于蒸汽用量及透平齒輪联合机构造特征的影响	70
§ 76 主透平齒輪联合机系統的选择	74
§ 77 透平机壳間热差的分配, 联合机的預算	76
§ 78 后退透平主要零件的选择	82

第四篇 蒸气透平的構造計算

第十六章 叶片計算

§ 79 工作(动)叶片的計算	88
§ 80 导汽叶片的計算	93
§ 81 包箍与束紧綫对叶片中应力的影响	93
§ 82 关于变更断面的叶片的計算。叶片徑向傾斜的計算	95
§ 83 叶片侵蝕的計算	97
§ 84 叶片的振动	98
§ 85 叶片断面外形的要素的計算、容許应力	100

第十七章 轉輪的計算

§ 86 轉輪的計算: 基本方程式的导演	101
----------------------------	-----

§ 87 等厚度的轉輪	104
§ 88 等抵抗力（等強度）的轉輪	105
§ 89 轉輪的近似計算法	107
§ 90 轉輪的輪緣計算	114
§ 91 轉輪在軸上的安裝	116
§ 92 关于轉輪的振動	116
§ 93 轉輪上的容許應力	117
第十八章 轉鼓与軸的計算	
§ 94 轉鼓的計算	118
§ 95 軸的計算	121
§ 96 裝有一個轉輪的沒有重量的軸的臨界轉數	124
§ 97 決定轉子的臨界轉數	127
§ 98 按杜馬爾金（Тумаркни）方法決定軸的臨界轉數	133
第十九章 机壳与隔盤的計算	
§ 99 透平机壳的計算	136
§ 100 隔盤的計算	141
第二十章 透平軸承的計算与潤滑系統	
§ 101 支持軸承	147
§ 102 選擇支持軸承的基本尺寸	147
§ 103 按雅諾夫斯基（Яновский）教授的方法計算支持軸承	149
§ 104 推力軸承	154
§ 105 推力軸承基本尺寸的選擇	156
§ 106 按雅諾夫斯基教授的方法計算推力軸承	158
§ 107 推力環的計算	162
§ 108 透平聯合机的潤滑油系統	163
第二十一章 齒輪傳动机構的計算	
§ 109 決定小齒輪的變形	165
§ 110 選擇傳动机構的主要因素	169
§ 111 在工作中輪齒的缺陷	171
§ 112 船用齒輪傳动机構主要尺寸的計算格式	172
§ 113 決定傳动机構軸承上的負荷	175
§ 114 齒輪傳动机構的構造比例与零件強度尺寸的決定	176

§ 115 关于船級社的规范	179
----------------	-----

第五篇 关于透平裝置的簡略的知識

第二十二章 为主透平齒輪联合机服务的

最重要的系統及管路

§ 116 外部密封的封閉系統	180
§ 117 由外部密封排出蒸汽的系統	181
§ 118 透平的暖机系統	184
§ 119 排洩系統	185
§ 120 潤滑油系統	186
§ 121 主汽管路	195

第二十三章 鍋爐給水系統及現代透平裝置的循环

§ 122 开式及閉式的給水系統	201
§ 123 新式的閉式給水系統	204
§ 124 关于透平裝置的汽——水循环的簡述	210

第二十四章 透平裝置的輔助机械

§ 125 主要的輔助机械	211
§ 126 輔助透平	215

第二十五章 主軸系

§ 127 一般的設備	216
§ 128 主軸系机件的構造	219

第二十六章 船舶上机械的布置

§ 129 普通的知識	225
§ 130 商船上机械布置的实例	227

第二十七章 透平运轉和透平裝置所必須的設備

§ 131 軸轉动設備	227
§ 132 測量和檢查設備	228
§ 133 移动和提升透平及其主要部分的設備	235
§ 134 信号及安全(保护)設備	241
§ 135 緊急設備	243

第六篇 船用透平裝置的運轉基礎

第二十八章 透平裝置行動的準備

§ 136 暖機的准备 247

§ 137 透平的暖機。試轉 250

第二十九章 在透平裝置作用時候對它的養護

§ 138 主透平 253

§ 139 凝汽器 255

§ 140 輔助機械。蒸汽—凝結水系統 255

§ 141 潤滑系統。齒輪傳動機構和主推力軸承 256

§ 142 操縱時候的管理 257

第三十章 透平停車

§ 143 保持透平在準備行動的狀態 258

§ 144 在透平裝置不作用的時候（在航行期間）對它的養護 259

§ 145 把透平裝置弄到停車情況 260

附 錄

附录 1 应用来制造叶片及其部分的材料的数据 262

附录 2 应用来制造轉輪的材料的数据 264

附录 3 軸和全鍛制轉子用的鋼的機械性質 265

附录 4 用来制造鑄造机壳和連接螺栓的材料的数据 266

附录 5 用来鍛造隔盤的材料的数据 267

附录 6 制造小齒輪和大齒輪輪緣的材料的数据 268

附录 7 鑄鐵的性質 269

第三篇 船用透平裝置的热計算

第十四章 透平的热計算

§69 热計算的方法

設計船用蒸汽透平时应用数目相当多的不同的热計算方法。这些方法中主要的是：

- 1)按速度三角形的透平計算方法；
- 2)图解的計算方法；
 - a) v^2 方法；
 - b) v 方法；
- 3)工厂的計算方法。

在所有上述的方法中理論方面最严密，同时也是最为普通的方法，是按速度三角形的透平計算方法。这个方法能够成功地应用于計算冲动及反动透平。在这个方法中所利用的在 $i-s$ 图上作成的透平中蒸汽膨胀的过程及所作出的速度三角形图，实际上几乎是所有其它热計算方法的組成部分。

当級中有小的絕热热差时在 $i-s$ 图上作过程变得很困难。除此之外，当划分很多的短小綫段时，所发生的不可避免的作图方面的誤差是具有很大关系的。在类似的情况下应用图解的計算方法，特别是应用 v^2 方法及 v 方法就更为方便。在反动透平的級中常有小絕热热差；所以上述的图解方法当計算反动式透平时最常用，但也能够用来計算冲动透平。

工厂的透平热計算方法，通常是以很多在大量制成的透平上經過考驗的数据及經驗公式为基础的。用这些数据及公式能够求出透平中的各种損失及透平級的效率。在理論方面，工厂的計算方法在原則上並沒有包含新的原理，因而在利用工厂計算說明書的情况下可以容易地掌握完成計算的步序。因此，以下不討論工厂的計算方法。

以下叙述的速度三角形的透平热计算方法应用于单级拉瓦尔 (лаварь) 冲动透平的计算, 速度分级双圈轮的计算及多级冲动透平的计算。 v^2 及 v 的图解计算方法用于计算反动透平。

§70 工作及導汽叶片的断面外形的選擇

以前指出过叶片槽道的形状主要因透平的形式而变。按照上述把所有的叶片断面外形分为两个主要的类别: 冲动及反动式断面外形。

冲动级的断面外形有很显著的流入角及流出角, 彼此的大小常很接近。断面外形的工作面, 在大多数情况下, 成为圆弧。断面外形的背是由两条与断面外形的边缘连接成 β_1 及 β_2 角的直线 (图 209), 和一条与两直线相连接的圆弧所形成的。断面外形凹面的圆弧及背上的圆弧的半径的大小因外形的宽 B_s 而变。

必须注意, 在给定断面外形的宽度 B_s 及流入角与流出角 β_1 和 β_2 时可以作出无数的断面外形。

目前还没有严密的方法可以作出对于一定的 β_1 和 β_2 值是最有利的形状的断面外形。

为了求得最有利的形状必须作出若干个断面外形, 并且用它们来作实验研究。很明显, 有最高的速

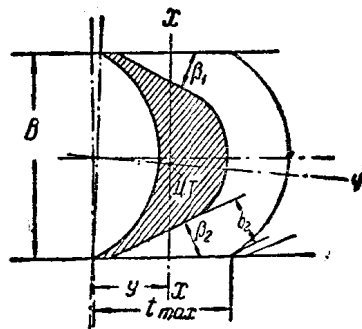


圖209 冲动式断面外形

度系数 ψ 值的断面外形将有最有益的形状。设计透平时断面外形的形状常由可供设计者应用的, 在实际试验过及考验过的各类断面外形中选择。在设计冲动船用蒸汽透平时, 可以推荐采用列于表 2 中的断面外形。

对于冲动式断面外形采取下面的符号: 第一个数字代表断面外形的宽(轴向); 字母 A 表示断面外形是冲动的。随后的两个数字代表断面外形的流入角及流出角之值。例如 20—A—27—24 意思是冲动式断面外形有 20 公厘宽, 流入角 $\beta_1 = 27^\circ$ 及流出角 $\beta_2 = 24^\circ$ 。

比 $\frac{b_2}{t_d}$ 代表在流出断面处的汽流宽与叶距之比，并等于 $\sin \varphi_{2n} \tau_s$ 的乘积（这里 β_{2n} ——汽流的实际流出角），称为有效正弦。經驗指出汽流由槽道流出的实际流出角 β_{2n} 不等于断面外形的几何角 β_2 。所以在計算时应该不利用几何角，而利用有效角。有效角用下列公式求出：

对于工作叶片

$$\varphi_{2\Phi} = \arcsin \frac{b_2}{t_s} = \tau \sin \beta_{2n} \quad (116)$$

对于喷嘴及导汽叶片

$$\alpha_{1\Phi} = \arcsin \frac{b_2}{t_d} \quad (117)$$

在表 2 中列出对于热計算及叶片强度的計算所必需的断面外形的数据。其中列出了断面外形对于通过断面重心并与連接叶片边缘的直线相平行的 $x-x$ 轴，及与 $x-x$ 垂直同时也通过叶片断面重心的 $y-y$ 轴的慣性力矩及断面系数。

反动級的断面外形一般只是流出角 β_2 有明显的形状。这种断面外形的流入角，就某种意义而言，是不定的，因为反动叶片的前面边缘呈剧烈的弯曲形状（图 210）。

在表 3 中给出船用反动透平的反动式断面外形的数据。对于反动式断面外形采用下列的符号：第

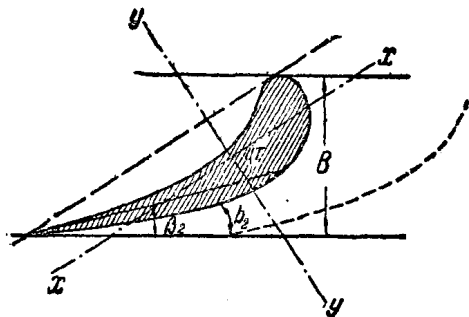


圖 210 反动叶片的断面外形

一个数字表示在軸向方向上的断面外形的寬；字母 R 表示断面外形是反动式的。最后一个数字为断面外形的流出角。例如 23— R

① 根据上述 $\frac{b_2}{t_s} = \tau \sin \beta_{2n}$ ，故此处 $\tau \sin \beta_{2n}$ 恐系 $\arcsin(\tau \sin \beta_{2n})$ 之誤——譯者。

—18表示反动式断面外形宽度23公厘及流出角 $\beta_2=18^\circ$ 。选择合理的叶片外形对于速度系数 ψ 之值影响很大。实际构造断面外形的方法主要是以制造工艺程序方面的理由为根据的。

设计新的断面外形应该经过仔细的实验研究，并且只有这样之后它们才被容许大批制造。

比较各种式样的反动式断面外形的实验研究指出，具有相当厚的流入边的断面外形有最大的速度系数。这些断面外形还具有这样的优点，它们对于在入口处的汽流方向的改变和对于相当重的入口处的冲击的感应甚小。上面的情况对于船用透平有重要的意义，在船用透平中当工作于变更工况时，在工作叶片的入口处总出现冲击现象。

在进行热计算时断面外形可按照表3中的数据选择，表中也给出了若干叶片强度计算所必需的数据。

表4给予船用透平喷嘴断面外形的数据。这种情况下取用如下的符号：第一个数字表示喷嘴的宽度 B_d （图211），而第二个

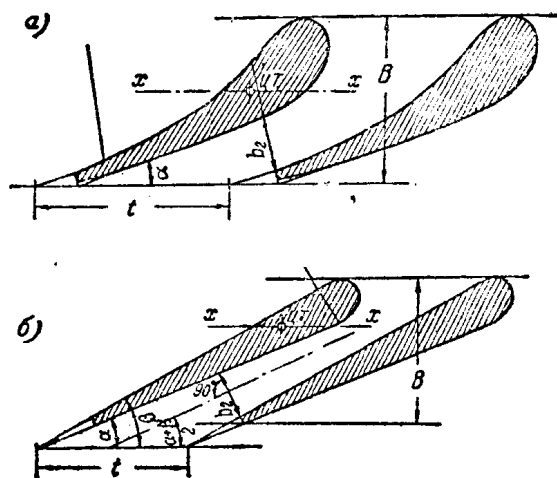


圖211 喷嘴的断面外形

数字表示几何流出角 α_1 。例如断面外形42—12表示喷嘴宽42公厘有流出角 $\alpha_1=12^\circ$ 。喷嘴间距在设计时可以按表4，或按图154

的曲綫選擇。蒸汽流出噴嘴的实际流出角 α_{1n} 也不等于断面外形的几何角 α_{1geom} 。这些角度間的关系列在公式 (117) 中。

角度 α_1 称为有效角；在有效及实际角之間存在下列的关系：

$$\sin \alpha_{\phi 1} = \tau \cdot \sin \alpha \textcircled{1}$$

§ 71 單級冲動透平的热計算

單級冲動透平又称为拉瓦尔透平，其应用范围在第一篇中已經指出过。

單級透平的效率很低；它的优点是構造簡單，輕及小。

为了减小配置热差这些透平一般沒有凝汽器而在背压的情况下工作。在船上的条件下背压的大小，是在計算整个裝置的蒸汽——凝結水的循环綫图时决定的。

在这种情况下，自輔助机械来的乏汽被利用于循环之中作为加热給水，作为蒸发器工作等之用。

由于乏汽管中的压力有可能变动，这些透平中的噴嘴有时采用不大的在斜切口中的蒸汽膨脹。

在这种情况下，当噴嘴后的压力变动时只稍微的变更汽流与噴嘴軸的偏斜角度。决定汽流在斜切口中的偏斜角应按照 §42 所指出的方法进行。

当設計透平时，为了提高 $\frac{u}{c_0}$ 比值，輪周速度要选得最大。

因此要保持小的透平尺寸，它的轉数就得大大地提高。

在表 5 中給出了不同动力的拉瓦尔透平的基本的数据。这些数据在进行热計算时可用来作为原始数值。

① 此处 $\sin \alpha$ 恐系 $\sin \alpha_{1n}$ 之誤——譯者。

冲动式工作叶片

号数	断面外形的符号	宽 β_s 公厘	角		間 距 t_s 公 厘	$\frac{b_2}{t_s}$
			流入角 β_1	流出角 β_2		
1	2	3	4	5	6	7
1	14-A-22-22	14	22	22	8.8	0.322
2	14-A-27-24	14	27	24	10.4	0.368
3	14-A-33-29	14	33	29	8.5	0.423
4	15-A-45-35	15	45	35	7.5	0.52
5	15-A-40-40	15	40	40	7.35	0.588
6	15-A-50-45	15	50	45	7.25	0.645
7	16-A-18-14	16	19	14	13.0	0.211
8	16-A-25-19	16	25	19	9.6	0.283
9	16-A-28-24	16	29	24	9.5	0.347
10	16-A-32-27	16	32	27	9.2	0.382
11	16-A-35-29	16	35	29	9.6	0.420
12	16-A-40-33	16	40	33	7.0	0.49
13	20-A-19-14	20	19	14	16.3	0.211
14	20-A-25-20	20	25	20	12.0	0.30
15	20-A-27-24	20	27	24	12.0	0.365
16	20-A-35-25	20	35	25	11.5	0.388
17	20-A-35-29	20	35	29	12.4	0.482
18	20-A-38-31	20	38	31	11.5	0.453
19	20-A-40-33	20	40	33	8.8	0.438
20	20-A-42-35	20	42	35	11.0	0.51
21	20-A-48-42	20	48	42	10.0	0.59
22	25-A-40-30	25	40	30	13.2	0.425
23	25-A-40-35	25	40	35	11.6	0.53
24	25-A-40-40	25	40	40	12.0	0.576
25	25-A-43-42	25	43	42	13.2	0.616
26	26-A-25-20	26	25	20	13.0	0.304
27	26-A-50-35	26	50	35	14.0	0.502
28	30-A-30-26	30	30	26	15.0	0.405
29	30-A-40-30	30	40	30	15.2	0.434
30	30-A-42-32	30	42	32	15.0	0.49
31	30-A-40-35	30	40	35	14.2	0.538
32	33-A-25-20	33	25	20	15.6	0.31
33	33-A-27-24	33	27	24	18.0	0.365
34	33-A-30-26	33	30	26	13.1	0.407
35	33-A-50-35	33	50	35	17.1	0.486
36	35-A-50-20	35	50	20	21.0	0.27
37	35-A-45-35	35	45	35	21.6	0.48
38	35-A-40-40	35	40	40	19.1	0.59
39	35-A-50-45	35	50	45	27.3	0.663
40	40-A-25-20	40	25	20	19.2	0.316
41	40-A-30-26	40	30	26	24.5	0.393
42	40-A-50-35	40	50	35	21.3	0.527
43	40-A-50-45	40	50	45	25.0	0.66

及导汽叶片的外形

表 2

外形面积 F 公分 ²	慣 性 力 矩		断 面 系 数		断面外形重心的坐标	
	I_x 公分 ⁴	I_y 公分 ⁴	W_x 公分 ³	W_y 公分 ³	b 公厘	a 公厘
8	9	10	11	12	13	14
0.55	0.0303	0.048	0.039	0.092	—	—
0.6	0.032	0.056	0.05	0.08	6.5	8.85
0.40	0.014	0.039	0.025	0.05	—	—
0.30	0.006	0.035	0.014	0.047	—	—
0.31	0.005	0.035	0.013	0.047	—	—
0.26	0.0037	0.029	0.010	0.037	—	—
1.126	0.123	0.147	0.132	0.164	9.6	7.6
0.783	0.046	0.108	0.065	0.134	7.6	7.65
0.604	0.027	0.079	0.043	0.096	—	—
0.605	0.024	0.082	0.043	0.094	—	—
0.533	0.0176	0.074	0.033	0.084	6.75	7.9
0.37	0.009	0.0493	0.0193	0.062	5.1	7.8
1.78	0.302	0.397	0.256	0.397	12.2	9.5
1.15	0.09	0.274	0.105	0.268	—	—
1.02	0.07	0.226	0.09	0.226	8.25	9.8
0.765	0.035	0.149	0.052	0.149	—	—
0.36	0.054	0.172	0.033	0.151	8.63	13.17
0.68	0.023	0.146	0.046	0.14	—	—
0.572	0.019	0.12	0.033	0.12	6.4	9.65
0.625	0.024	0.131	0.044	0.127	—	—
0.508	0.0144	0.117	0.029	0.111	—	—
1.10	0.102	0.337	0.121	0.27	—	—
0.812	0.041	0.244	0.057	0.194	7.75	12.1
0.87	0.047	0.234	0.063	0.227	—	—
0.61	0.033	0.288	0.055	0.206	—	—
1.82	0.227	0.688	0.217	0.525	11.0	12.55
1.05	0.059	0.362	0.084	0.274	8.7	12.1
1.67	0.174	0.771	0.133	0.513	—	—
1.56	0.15	0.68	0.157	0.454	10.8	14.1
1.41	0.129	0.59	0.14	0.388	—	—
1.2	0.082	0.495	0.097	0.33	9.35	14.65
2.7	0.46	1.56	0.348	0.94	13.95	15.9
2.78	0.575	1.76	0.435	1.07	—	—
2.2	0.306	1.13	0.253	0.71	12.6	16.1
1.65	0.156	1.01	0.173	0.603	11.1	15.6
2.27	0.406	1.30	0.301	0.612	—	—
1.84	0.253	1.335	0.223	0.63	—	—
1.36	0.122	0.875	0.127	0.46	11.2	13.2
1.49	0.133	0.86	0.174	0.465	10.75	13.0
3.95	1.013	3.55	0.613	1.746	17.1	19.75
3.45	0.824	3.01	0.551	1.479	—	—
2.2	0.394	1.874	0.284	0.906	13.2	19.2
1.52	0.139	1.68	0.142	0.756	—	—

反动式工作及导

号数	断面外形的符号	寬 B_s 公 厘	流出角 β°_2	間 距 t_s 公 厘	$\frac{b_z}{t_s}$
1	2	3	4	5	6
1	13—R—16	13	16	11.0	0.28
2	13—R—20	13	20	—	—
3	16—R—16	16	13	14.0	0.281
4	17—R—20	17	20	14.0	0.249
5	17—R—21	17	21	12.0	0.266
6	19—R—20	19	20	—	—
7	23—R—18	23	18	16.0	0.25
8	23—R—20	23	20	16.5	0.277
9	23—R—22	23	22	16.5	0.309
10	25—R—21	25	21	18.0	0.248
11	27—R—23	27	23	20.0	0.331
12	27—R—26	27	26	17.0	0.373
13	27—R—30	27	30	15.0	0.42
14	29—R—32	29	32	17.5	0.46
15	29—R—39	29	39	16.0	0.55
16	30—R—30	30	30	20	0.424
17	30—R—33	30	33	18.0	0.46
18	32—R—46	32	46	17.0	0.605
19	40—R—45	40	45	23.0	0.898

汽叶片的断面外形

表 3

外形断面 面积 F 公分 ²	惯性力矩		断面系数	
	I_x 公分 ⁴	I_y 公分 ⁴	W_x 公分 ³	W_y 公分 ³
7	8	9	10	11
0.495	—	—	—	—
0.379	0.0077	—	0.023	0.068
0.873	—	—	0.059	—
0.648	0.0226	0.215	0.051	0.1515
0.55	0.0175	0.184	0.038	0.123
0.811	0.0352	—	0.072	0.212
1.06	0.065	0.617	0.10	0.332
1.19	0.057	0.635	0.102	0.318
1.12	0.052	0.548	0.099	0.286
1.67	0.134	0.948	0.197	0.493
1.29	0.081	1.21	0.123	0.448
1.22	0.070	0.91	0.119	0.383
1.2	0.0598	0.796	0.098	0.367
1.22	0.067	0.91	0.118	0.392
0.948	0.038	0.688	0.073	0.321
1.59	0.106	1.25	0.17	0.537
1.55	0.107	1.05	0.149	0.476
1.25	0.046	1.149	0.094	0.532
1.4	0.229	3.01	0.395	1.12

船用蒸汽透平

号数	断面外形的名称	宽 B_d 公厘	流出角 α_1	間 距 t_d		b_2/t_d	
				最小公厘	最大公厘	最 小	最 大
1	2	3	4	5	6	7	8
1	30—12	30	12	28.5	39.0	0.163	0.196
2	42—12	30.5	12	31.5	39.0	0.171	0.187
3	28—13	28	13	22.5	27.0	0.197	0.222
4	40—13	40	13	31.0	36.5	0.197	0.218
5	46—13	46	13	31.0	36.5	0.197	0.215
6	48—13	48	13	31.0	36.5	0.197	0.218
7	48—13°30'	48	13°30'	29.0	36.3	0.199	0.225
8	48—15	48	15	28.0	37.0	0.222	0.252
9	28—15°30'	29.5	15°30'	30.0	40.75	0.20	0.217
10	40—16	40	16	31.0	41.0	0.21	0.226
11	31—17 $pacx$	31.2	17	47.0	73.0	0.206	0.213
12	31—17°30'	31	17°30'	28.5	41.2	0.23	0.251
13	36—18	36	18	38.9	61.0	0.278	0.293
14	50—18	50	18	38.0	56.0	0.27	0.282
15	63—18	63	18	40.0	73.6	0.272	0.289
16	50—18°30'	50	18°30'	38.0	61.0	0.28	0.293
17	30—20 $pacx$	29.8	20	36.0	61.6	0.255	0.264
18	40—20	40	20	35.0	49.0	0.304	0.320
19	40—25	40	25	28.0	40.5	0.351	0.373
20	42—25	42	25	28.0	40.5	0.351	0.33
21	62—25	62	25	28.0	45.0	0.351	0.378
22	40—27	40	27	26.3	41.0	0.378	0.405
23	40—27 $pacx$	40	27	30.0	48.0	0.379	0.374
24	40—35 $pacx$	40	35	36.2	37.4	0.46	0.46
25	40—36 $pacx$	40	36	42.0	53.0	0.45	0.44

註：在表2及表4中重心的直坐标“ a ”表示断面外形重心至連接断面外形流出边綫的距离。