

A.M. 雅謝洛夫 著

矿山渦輪机械



冶金工业出版社

礦山渦輪機械

中 冊

A. H. 維謝洛夫 著

袁 哲 等 譯

冶金工業出版社

А. И. ВЕСЕЛОВ
Рудничные Турбомашинны
Металлургнадат (Свердловск, Москва, 1952)

礦山渦輪機械 中冊

袁哲等譯

編輯：叶連林 設計：魯芝芳、朱英 校對：胡瑞華

— * —

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲45号)
北京市书刊出版业营业许可出字第 093 号
北京市通州区印刷厂印 新华书店发行

— * —

1959年7月第一版

1959年7月 北京第一次印刷

印数 3110 册

开本 850×1168 · 1/32 · 260,000字 · 印张 11 $\frac{25}{32}$

— * —

統一書号 15362·1651 定 价 1 40 元

本書研討了矿山用离心式及軸流式渦輪机械：水泵、扇风机和渦輪壓縮机。

給出了关于这些机器結構概念，並敘述了它們的一般理論。每一种机器在理論、計算及結構方面的特点，則分別在有关各章內闡述。

电力傳动裝置，机器的自动操縱，机器的安裝，試驗及运轉时的檢查，以及操作問題，在書的有关各章中对所有渦輪机合併闡述。

本書供矿山企业及設計机构的工程师及技術員閱讀。

本書共十八章，譯本分三冊出版。上冊为渦輪机的一般理論，共九章。中冊为各类渦輪机的机器設備和电气設備，从十章到十五章。下冊为运轉、安裝、維護、檢修等，从第十六章到第十八章。本冊第十章由林煥祥、袁哲二同志翻譯，第十一、十二及十三章由袁哲同志翻譯，第十四、十五章由李显靖、宋乃林等同志翻譯。全書由袁哲同志校訂。

中 册 目 录

第十章 离心式扇风机	1
离心式扇风机的构造	1
对矿井用扇风机装置的要求	16
离心式扇风机的选择	29
提高离心式扇风机效率的方法	34
扇风机空气动力学计算原理	37
第十一章 轴流式扇风机	43
矿井用轴流式扇风机的构造	43
局部通风用扇风机	57
带轴流式扇风机的矿井用扇风机装置	75
轴流式扇风机的系统及工作过程	80
摩擦损失、叶片与径向间隙的相互影响	90
整流器与扩散器	93
扇风机空气动力计算原理	98
轴流式扇风机的反向系数	102
扇风机的选择	102
第十二章 离心式水泵	109
离心式水泵的构造	109
泵的零件	173
浸入式鑽井用水泵的构造	184
鑽井用水泵的零件	189
吸入高度、气穴现象	192
轴向压力及其平衡方法	200
离心式水泵的系数与比转数的关系	208
离心式水泵按相似法的计算	221
螺旋式水泵的计算方法	223
分段壳式离心泵的计算	232

第十三章 渦輪壓縮機	241
渦輪鼓風機與渦輪壓縮機的特點及使用範圍	241
渦輪鼓風機中氣體的壓縮過程	250
渦輪壓縮機內氣體的壓縮過程	257
渦輪壓縮機的零件	262
調整裝置	272
渦輪壓縮機的調整方法	280
第十四章 電力驅動	289
電動機	289
電動機的控制和保護	293
繼電器	295
自動操作盤	321
第十五章 离心式和軸流式渦輪機的自動操縱	323
渦輪機用電動機的自動操縱	323
离心水泵的排水裝置自動化系統	344
矿井扇風機自動操作系統和設備	353
矿井用扇風機自動操縱的特點	361
渦輪壓縮機的操作系統和設備	363

第 十 章

离 心 式 扇 風 機

离心式扇风机的構造

在苏联采矿工业中，对創造安全而良好的劳动条件方面特別重視。随着小型矿井逐漸过渡为含气体較多而且深度較大的大型矿井，这就需要有能力大，压头高的大型扇风机。因此，从第一个五年計劃起，以及在其后各五年計劃中，都十分重視国内扇风机制造业的发展。

精明强干的苏联工程师們早在第一个斯大林五年計劃期間就已創造出大型矿井用結構可靠的离心式扇风机。这些扇风机完全保証了正常安全的井下工作条件〔2〕。

到 1938 年，在煤炭工业中就完全使用国产的离心式扇风机了。当时，戈尔洛夫斯克基洛夫机器制造厂出产的大型单面吸风高压离心式扇风机应用最广。在創造本国各型离心式扇风机的結構中，茹可夫斯基中央流体动力研究所（ЦАГИ）有着巨大的功績。該研究所創造和設計的新式 ЦАГИ 型矿山用高压扇风机，在空气动力学方面和工作方面質量都很高，可謂現有离心式扇风机結構中最好的一种。

ЦАГИ 型扇风机 斯大林奖金获得者 М. И. 涅維里松設計了一种单面吸风的离心式扇风机（图 3）。

此种扇风机的主要技术数据如下：

吸风管直径.....	$D_0 = 0.691D_2$ (D_2 扇风机工作輪直径)
入口处工作輪叶片寬度.....	$b_1 = 0.218D_2$
出口处工作輪叶片寬度.....	$b_2 = 0.093D_2$
緩冲器寬度.....	$b_3 = 0.108D_2$

緩冲器直徑.....	$D_4 = 1.373D_2$
出風口尺寸.....	$(0.59 \times 0.63)D_2$
稜錐形擴散器出口尺寸.....	$(0.67 \times 0.815)D_2$
外殼寬度.....	$B = 0.421D_2$
外殼高度.....	$1.914D_2$
外殼最大水平尺寸.....	$2.185D_2$
葉片出口角.....	$\beta_2 = 90^\circ$
葉片入口角.....	$\delta_1 = 140^\circ$
工作輪葉片數.....	$Z = 32$

各矿山机器制造厂也制造新式的 II-40 型矿井用大型离心式扇风机，其空气动力图是中央流体动力学研究所提出的，而结构是国立煤矿机械设计与实验研究院斯大林斯克分院设计的。

II-40 型扇风机〔21〕 图91上绘有这种扇风机的空气动力图和无因次特性曲线。其全部尺寸皆依工作轮的直径而定。

图92所示为工作轮直径 4 公尺的扇风机装置及其计算特性曲线。

这种扇风机的技术数据如下：

工作輪葉片數.....	$Z = 24$
葉片出口角.....	$\beta_2 = 90^\circ$
葉片入口角.....	$\delta_1 = 140^\circ$
靜效率.....	$\eta_{cm} = 0.65$
比轉數.....	$n_s = 470$

К. А. 烏沙科夫、М. И. 涅維里松和 А. М. 科瑪羅夫設計了新型离心式扇风机並且实际应用于工业中，因而荣获了斯大林奖金。所設計的新型扇风机有：徑向葉片的 II-40 型、前傾葉片的 IIБ-29 型和 IIБ-39 型等〔2〕。

在烏克蘭科學院院士 В. С. 巴克教授領導下，也正在創造矿井用各种新式高效率离心式扇风机〔69〕。

1949 年，烏克蘭科學院矿山机械研究所頓涅茨分所制定了一种新式 “ВГМ АИ УССР” 型单面吸风的矿井用离心式扇风机空气动力图。戈尔洛夫斯克基洛夫机器制造厂在 1950 年根据本厂的

施工图制造了半工业型的这种扇风机，其工作輪直径为1公尺，轉数为1500轉/分（图93）。

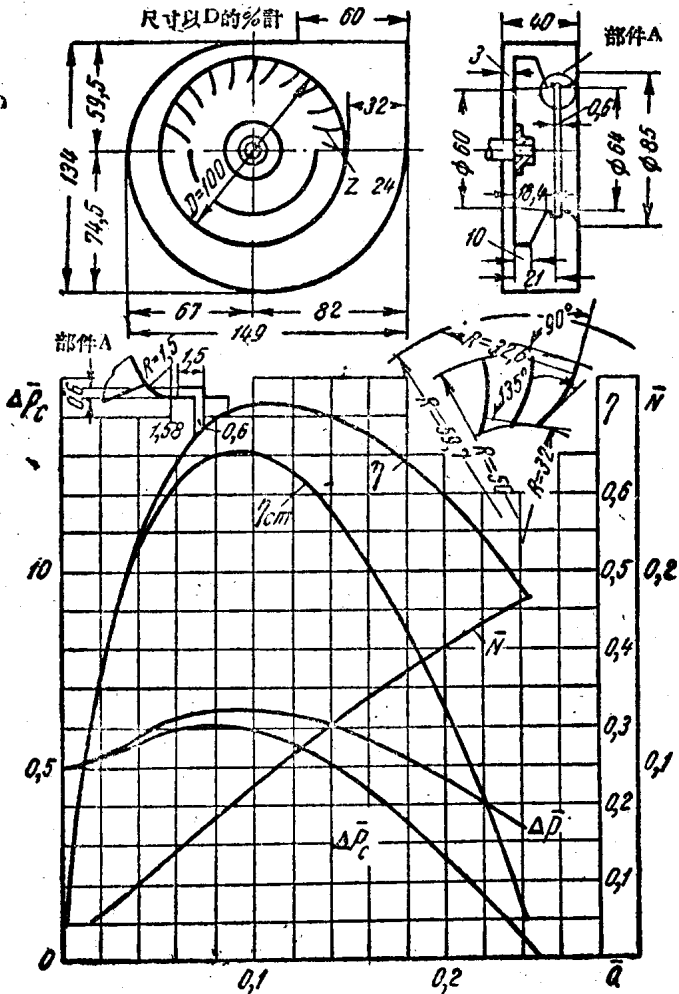


图 91 ЦАГИ 設計的II-40型离心式扇风机空气动力图
和无因次特性曲线

扇风机的特点是：1) 工作輪入口處轉彎段平滑並且密封良好；2) 工作輪帶有錐形前部圓盤；3) 叶片成圓筒形，有削斜

並加長的入口部分，以使迎風角不變；葉片在出口處向後彎曲；
 4) 有展開的平板； 5) 螺旋形外殼寬度不變； 6) 舌板較小；
 7) 扇風機軸用滑動摩擦軸承，易于檢查和維護； 8) 電動機直接連接； 9) 扇風機用進氣管內的導向器調節。

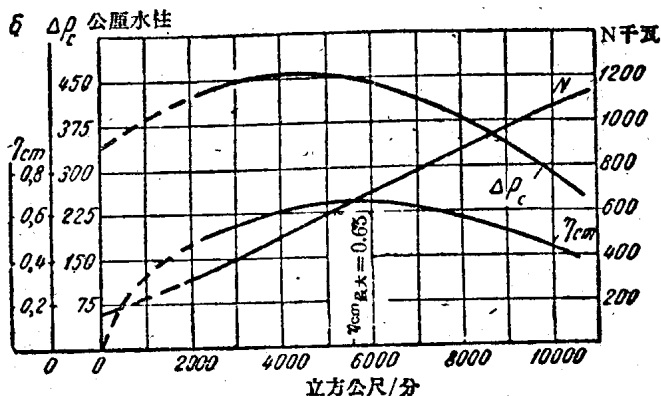
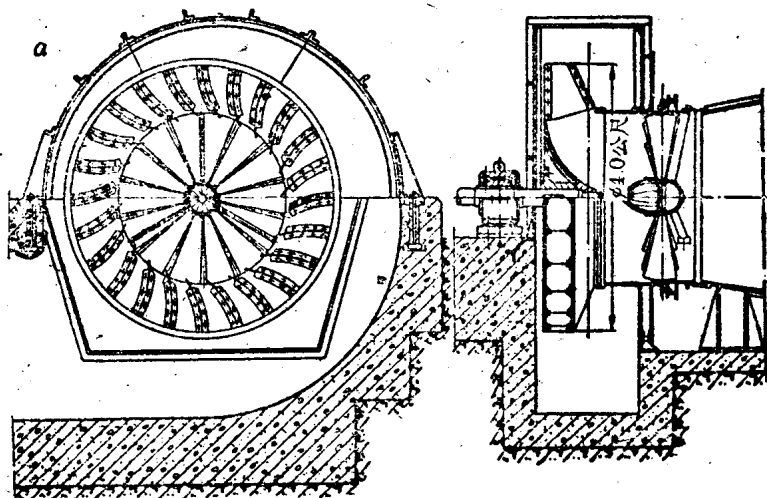


圖 92 ЦАГМ 設計的 Ц-40 型礦井用離心式扇風機 (a) 及其特性綫 (б)

圖94上繪有半工業型“ЦГМ АН УССР”扇風機運轉特性曲綫。扇風機工作輪直徑為1公尺，轉數為1500轉/分，帶減短的舌

1. 工业应用中, 在静效率不低于 0.6 的情况下, 得出下列主要指标:

生产能力 (立方公尺/分) 160—400—730

静压头 (公厘水柱) 415—365—300

装置的静效率 0.6—0.713—0.6

2. 工业应用范围极广, 可用最大等积孔与最小等积孔之比来表示, 该比值为 5.4。

因此, 为了适应顿巴斯各矿井通风工况范围, 制造厂将生产规格极少 (至多三种) 的类似扇风机。

3. 压头特性曲线相当平稳, 起伏不大, 吸入口关闭时的静压头与最大静压头之比达 0.87, 这就为稳定并联工作创造了有利条件。

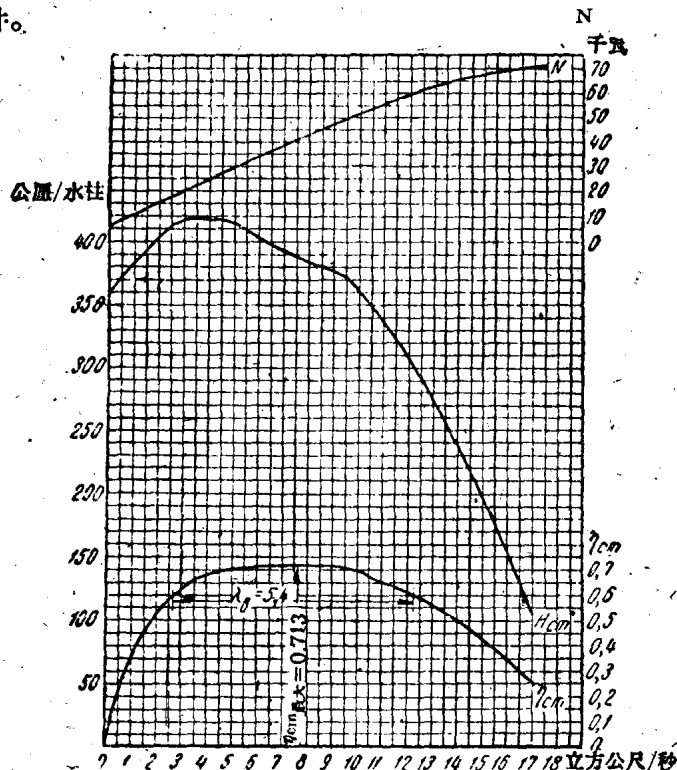


图 94 “HFM AH VCCP” 型扇风机运转特性曲线

4. 在圆周速度为 78.5 公尺/秒 的情况下, 扇风机工作平静, 实际上无噪音。

所有这些証明, 这种試驗型扇风机的性能良好。

在負压較高的煤井中, “ИГМ АН УССР” 型离心式扇风机可作为主要通风用扇风机[70]。在对角通风条件下, 这种扇风机也适用于並联工作。

頓巴斯煤井主要通风工况的特点, 为风量由 1000 至 24000 立方公尺/分; 絕大多数煤井都需要送风 2000 至 12000 立方公尺/分。頓巴斯各个通风困难的矿井, 其全矿井的負压为 300~425 公厘水柱; 仅在特殊的情况下, 通风特別困难的矿井的負压才許可达 500 公厘。

根据 B. C. 巴克院士的建議, 一系列 “ИГМ АН УССР” 型离心式扇风机的工作輪直徑应取为 2.5、4 和 6 公尺, 以便充分适应通风工况范围。工作輪直徑为 1 和 1.5 公尺的扇风机, 可供掘进深井筒和井底車場巷道时进行压入通风。

扇风机最合理的使用范围的界限工况指标列于表 9 中。

表 9

“ИГМ АН УССР” 型扇风机界限工况指标

D_2 (公尺)	A , (公尺 ²)			η_{em}			Q , (公尺 ³ /分)			H_{em} (公斤/公尺 ²)		
	最 小	最 适 宜	最 大	最 小	最 适 宜	最 大	最 小	最 适 宜	最 大	最 小	最 适 宜	最 大
2.5	0.31	0.89	1.28	0.6	0.72	0.69	1000	2780	3750	420	395	353
4.0	1.28	2.26	3.05	0.69	0.73	0.7	4170	7080	9000	423	397	365
6.0	3.05	5.05	8.2	0.70	0.73	0.68	10000	16000	24000	426	398	340

扇风机无因次特性曲綫示于图 95 中。

ТТМЗ С-2 型离心式扇风机 ($D_1=1.45$ 和 2 公尺)。ТТМЗ

С-2 型扇风机 (图 96) 的組成部分有: 工作輪 1、吸入环 2、吸入室 3、軸承 4、傳动装置和軸、外壳 5、支柱 6、金屬結構、轉換装置、閘板和提升装置。

扇风机轴的构造可使电动机安装在扇风机任何一侧。

扇风机工作轮有钢制轮毂，上面用螺栓固定一钢制圆盘，工作轮直径 2 公尺的扇风机上，圆盘厚 14 公厘；工作轮直径 1.45 公尺的扇风机上，圆盘厚 10 公厘。圆盘两面铆接 32 个钢板制的叶片。叶片向前弯曲。叶片入口角为 112° ，出口角为 45° 。叶片断面成抛物线形。工作轮用稜柱形键固定在轴上。

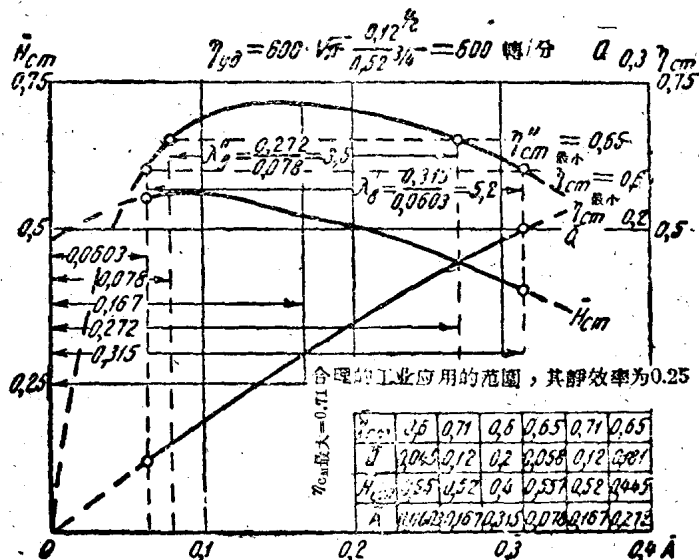


图 95 “HIM AH VCCP” 型矿井用离心式扇风机无因次特性曲线

扇风机轴是用 5 号钢锻造的。轴承是滑动摩擦的，采用油环润滑；轴瓦有 BH 或 B-16 号巴氏合金衬层。

扇风机外壳是用钢板焊成的焊接结构。外壳的大部分零件都是焊接成的。螺旋形扩散器断面成圆的渐开线形状，或成所谓结构正方形或多边形的形状。

吸入轮用 Cx 12-28 号铸铁铸成，分两半部，二者可按水平线分开。吸入室目前多为金属制焊接结构。扇风机的技术性能和尺寸列于表 10 和表 11 中（图 97）〔71〕。

筒型扇風機 筒型扇風機的工作輪（圖98）有一鑄鐵軸套1，其上固定着圓盤2。圓盤上鑄有葉片3，葉片另一端用圓環5固定。為使工作輪具有剛性，安有拉桿4，拉桿借助耳環6將圓環與軸套連接起來。

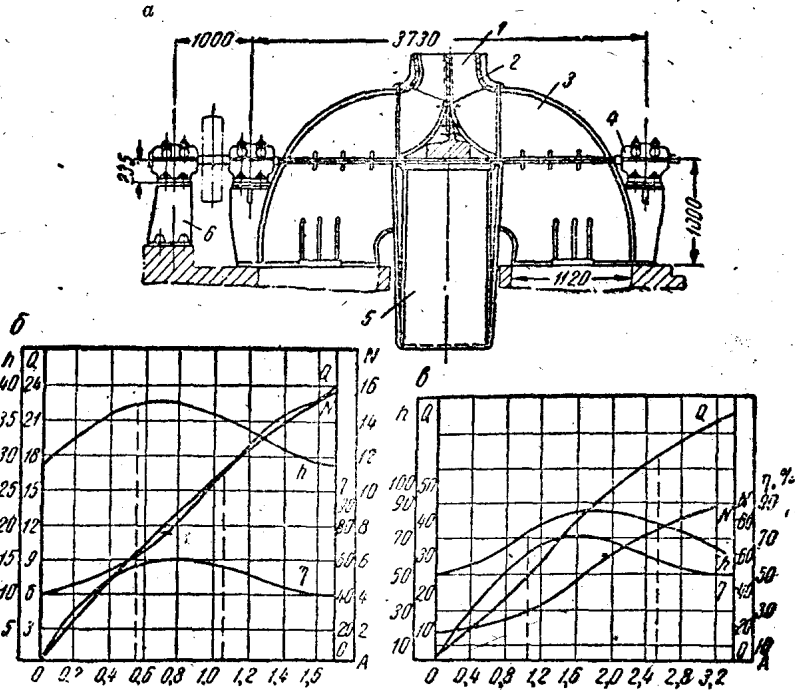


圖 96 TFM3 C-2 型扇風機(a)及其特性曲綫

6—輪徑為1450公厘和 $n=245$ 轉/分時；B—輪徑為2000公厘和 $n=250$ 轉/分時

工作輪固定在軸上。軸在兩個安在鋼板外殼一側的軸承中旋轉。扇風機號與工作輪外徑公厘的百位數一致。扇風機號由2至20。

在生產情況下，扇風機可按綜合特性曲綫（圖99）〔23〕進行選擇。根據特性曲綫確定扇風機出口風口速度。按此速度，查表12，可以選出能在效率最高時保證既定風量的扇風機。

帶筒型轉子的扇風機用于矿山局部通風和其他用途上。

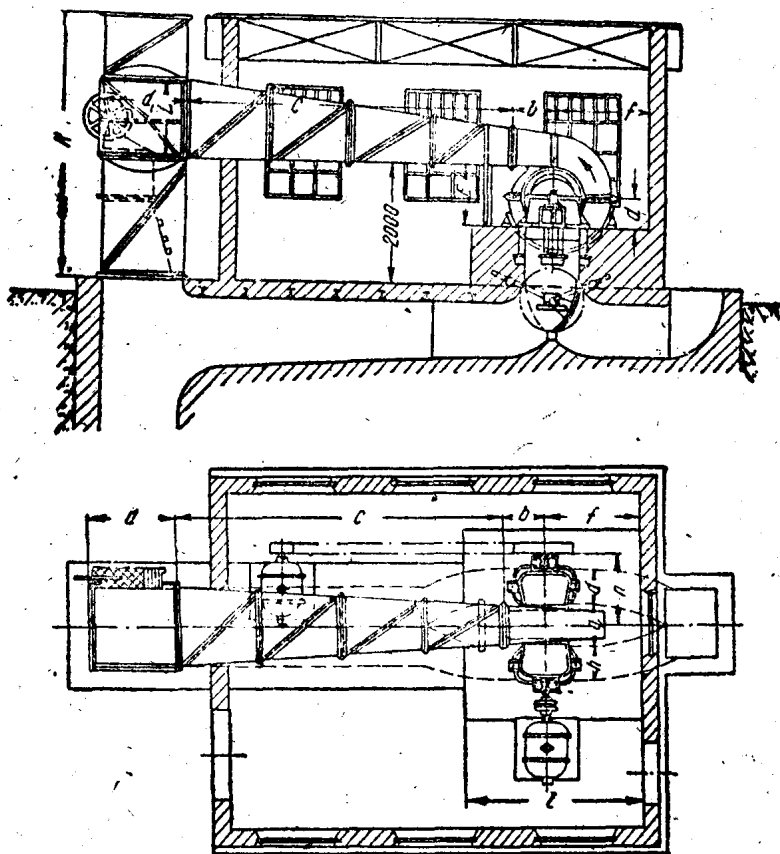


图 97 TFM3 G-2 型扇风机装置简图

小型和中型煤井采用 12.5 号低压扇风机通风，其性能如下：

风量	600~1333 立方公尺/分
压头	20~90 公厘水柱
电动机功率	3.56~36.2 千瓦
每分钟转数	200~424 转/分
长度	2240 公厘
宽度	2000 公厘
高度	2815 公厘
重量	1380 公斤

表 10

TMM3 C-2 扇风机技术性能

扇风机型号	D_2 (公厘)	D_1 (公厘)	δ_1^0	β_2^0	b_1 (公厘)	b_2 (公厘)	C	$n_{\text{额定}}$	Q (立方公尺/秒)		压 压 (公厘水柱)		需要功率 (千瓦)		
									$\Delta P_{\text{最小}}$	$\Delta P_{\text{最大}}$	$\Delta P_{\text{最小}}$	$\Delta P_{\text{最大}}$	$\Delta P_{\text{最小}}$	$\Delta P_{\text{最大}}$	
									公 厘 水 柱						
TMM3 C-2	1150	986	112	45	456	364	8250	330	725	15-19	32.6-40	67-63	324-327	17 21	177 219
TMM3 C-2	2000	1360	112	45	626	501	10000	238	525	21-56	46-124	22-66	303-313	22 66	212 705

表 11

TMM3 C-2 扇风机外形尺寸 (公厘)

扇风机型号	D_2	K	C	b	f	a	h	g	n	d	i	l
TMM3 C-2	1150	5500	8250	1000	1900	1470	826	1014	1791	2216	1850	3600
TMM3 C-2	2000	5906	10000	1400	2550	2000	1120	1300	2318	2981	2546	5100