

轴流式通风机 实用技术

昌泽舟 等编著

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



轴流式通风机实用技术

昌泽舟 等编著



机械工业出版社

本书比较全面地介绍了轴流通风机的工作原理与分类、主要性能参数和基本方程式、流动损失及效率、轴流通风机的相似原理、轴流通风机的空气动力设计方法、轴流通风机的典型结构及主要零部件的强度计算、运行调节、应用选型、性能试验、噪声控制以及使用维护等方面问题。

本书面向遍布全国各地的通风机生产厂家,可供有关通风机设计、科研、大专院校等单位的中专以上技术人员查阅使用,还可供石油化工、冶金、矿山、纺织、电力、民用建筑等广大通风机用户的工程技术人员在风机选型、运转维护等方面参考。

图书在版编目(CIP)数据

轴流式通风机实用技术/昌泽舟等编著. —北京:机械工业出版社, 2005.2

ISBN 7-111-16013-4

I. 轴… II. 昌… III. 轴流通风机 IV. TH432.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第003148号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:沈红 责任编辑:张亚秋 版式设计:霍永明

责任校对:樊钟英 封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

成都新华印务有限责任公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年3月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·7.375印张·285千字

0 001—4 000册

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着国民经济的发展,通风机的应用日趋广泛,尤其随着新技术、新行业、新领域的出现,对通风机提出了不同的要求。然而,国内通风机设计和使用人员迫切需要的,有关通风机设计 and 应用方面的书籍,特别是轴流式通风机设计方面的新技术、新知识、新应用方面的书籍和资料比较缺乏。对于遍布全国各地的中、小风机厂来说,需求呼声更为强烈。

风机工业在我国已有五十多年的历史,编写《轴流式通风机实用技术》的目的,就是要把多年来积累的轴流式通风机设计与应用的经验,近年来出现的轴流式通风机设计新技术、新动向,以及轴流通风机设计与应用方面的基础技术资料编入书中,使之起到方法指南、备查备用、解决问题的作用,以满足从事通风机设计、制造、使用和教学方面的需要。

本书是专门阐述轴流式通风机的基础技术资料。轴流式通风机几乎占据了各种类型通风机的半壁江山,而且,除冶金、矿山、纺织、电力等风机应用传统行业外,经济建设的一些新领域,如高层民用建筑、地铁、隧道等等,表现了对轴流式通风机的强烈需求。本书可以作为通风机设计和使用人员的关于轴流式通风机的设计和应用的较完整的专业基础书籍。本书比较全面地介绍了轴流通风机的原理、空气动力设计、结构强度、运行调节、应用选型、性能试验、噪声控制以及使用维护等方面问题。本书共分十章,第1~3章介绍了轴流通风机的概念、工作原理与分类、主要性能参数、基本方程式、流动损失及效率、轴流通风机的相似原理等;第4章介绍了轴流通风机的空气动力设计方法,其中还较系统地叙述了对旋轴流通风机、子午加速轴流通风机、射流风机等新型风机的设计方法,探讨了近年来出现的轴流式通风机优化设计技术和符合当今环保要求的低噪声风机设计问题;第5~6章为轴流通风机的典型结构及主要零、部件的强度计算问题,并提供了满足高层民用建筑、地铁、隧道等领域需求大量消防排烟、通风换气、排尘、气力输送的轴流式通风机的典型结构;第7章介绍了轴流通风机在管网中的工作、工况调节及调节装置;第8章介绍了轴流通风机的安装、使用、维护,以及常见故障及其消除方法;第9章介绍了轴流通风机的噪声估算与测试方法,噪声源及降噪措施等;第10章给出了按照国内最新通风机测试标准进行轴流式通风机性能试验的测试和计算方法。

本书由昌泽舟等共同编著。其中东北大学的昌泽舟编写第1、2、3、4、8、9章,江阴市宏达风机公司的安庆丰编写第5、6章,江阴市宏达风机公司的

IV

冯成戈编写第7章，第10章由东北大学的刘玉成、崔庆友编写，书中的插图由江阴市宏达风机公司的安庆丰、张余洁、马旭东和东北大学的崔庆友共同完成，辽宁省民政厅的韦红专和东北大学的王建军做了书中部分文字的整理工作。

本书编写过程中，中国通用机械风机行业协会的石雪松同志给予了大力支持，沈阳鼓风机研究所、上海市地铁总公司、西安交通大学流体机械研究所提供了资料等帮助，在此表示感谢！

对于本书中存在的一些错误和不正之处，欢迎读者批评指正。

编者
2004.7

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 通风机及其分类	1
1.2 轴流式通风机的命名、型号与规格	2
1.3 轴流式风机的工作原理	2
1.4 轴流式通风机的结构型式及主要零、部件	6
1.5 轴流通风机的用途	6
第 2 章 轴流通风机的理论基础	9
2.1 通风机的性能参数	9
2.2 叶栅及翼型的主要几何参数和气流参数	11
2.3 气流流过孤立翼型的升力和阻力	14
2.4 孤立翼型及其性能曲线	15
2.5 气流经过叶栅的流动	20
2.6 气流对叶栅中翼型的作用力——儒考夫斯基定理	22
2.7 升力系数、阻力系数及儒考夫斯基力系数	26
2.8 平面直列叶栅特性及空气动力基本方程	27
2.9 轴流通风机级的工作过程	30
2.10 轴流通风机的径向平衡方程及叶片扭曲规律	35
2.11 轴流通风机的损失与效率	40
2.12 轴流通风机的轴向力	51
第 3 章 轴流通风机的相似原理及应用	53
3.1 通风机的相似条件	53
3.2 通风机性能参数间的相似换算	55
3.3 通风机的基本无因次性能参数	57
3.4 比转数	59
3.5 通风机的其他系数	61
3.6 通风机的无因次性能曲线	65
第 4 章 轴流通风机的空气动力设计	68
4.1 概述	68
4.2 轴流通风机级的型式	69
4.3 级数和级型式的选择	72
4.4 主要结构参数的确定	74

4.5 孤立翼型设计方法	82
4.6 平面叶栅设计方法	105
4.7 集流器与流线罩	119
4.8 扩散器	121
4.9 子午加速轴流通风机的空气动力学设计	125
4.10 对旋轴流通风机的空气动力学设计	136
4.11 射流风机的空气动力学设计	138
4.12 轴流通风机的优化气动设计问题	140
第5章 强度计算	146
5.1 主轴强度计算	146
5.2 主轴的临界转速	150
5.3 叶片的强度计算	153
5.4 叶片固有振动频率的计算	156
第6章 轴流通风机的结构	162
6.1 轴流通风机的一般结构	162
6.2 典型轴流通风机的结构	162
第7章 通风机的运行特性	167
7.1 通风机的喘振	167
7.2 通风机防喘振措施	168
7.3 通风机的工况和合理工作范围	169
7.4 通风机的串联和并联	171
7.5 通风机调节方法及调节装置	173
第8章 轴流通风机的使用与维护	179
8.1 轴流通风机的选型	179
8.2 轴流通风机的安装、运行与维护	193
8.3 轴流通风机的常见故障	195
第9章 轴流通风机的噪声	197
9.1 通风机噪声的基本概念	197
9.2 通风机噪声的评价及有关标准	200
9.3 通风机的空气动力噪声	203
9.4 通风机的噪声测量	206
9.5 轴流通风机的噪声控制	209
第10章 通风机试验	213
10.1 通风机气动性能试验简介	213
10.2 测量大气压力、温度、湿度的仪表及测试方法	213
10.3 测量气体压力的仪表及测量方法	214
10.4 测量通风机轴功率的设备、仪表及方法	216
10.5 测量转速的仪表及方法	217
10.6 通风机空气动力性能试验装置	218
参考文献	227

第 1 章 概 述

1.1 通风机及其分类

通风机是用来输送气体的机械。有许多机械可以用来输送气体，例如通风机、鼓风机及压气机等，通风机只是其中的一种。我们把通风机、鼓风机及压气机等这类气体输送机械统称为风机。从能量的观点看，风机是传递和转换能量的机械，从外部输入的机械能，在风机中传递给气体，转化为气体的压力能，以克服流动阻力。

风机按工作原理可分为叶片式风机和容积式风机。叶片式风机又称为透平式风机，它具有与轴一起回转的转子，而在转子上又有用来对气体做功的叶片。当原动机带动具有叶片的转子回转时，原动机所输出的机械能通过叶片传递给气体，气体从中获得能量。叶片式风机主要包括离心式风机、轴流式风机、混流式风机和横流式风机等。容积式风机则是利用风机内的容积变化来对气体做功，它主要包括往复式风机和罗茨风机、螺杆风机、叶式风机和滑片式风机等回转式风机。

风机可按所产生的风压高低分类，在标准进气状态下，风机的全压小于 15kPa 的称为通风机；风机的出口表压力在 1.5kPa~0.2MPa 之间的称为鼓风机；而风机的出口表压力大于 0.2MPa 的为压缩机。通风机又可按所产生的风压大小分为：

1) 低压离心通风机：在标准进气状态下，通风机的全压小于 1kPa 的离心通风机。

2) 中压离心通风机：在标准进气状态下，通风机的全压在 1~3kPa 之间的离心通风机。

3) 高压离心通风机：在标准进气状态下，通风机的全压介于 3~15kPa 之间的离心通风机。

4) 低压轴流通风机：在标准进气状态下，通风机的全压小于 0.5kPa 的轴流通风机。

5) 高压轴流通风机：在标准进气状态下，通风机的全压介于 0.5~15kPa 之间的轴流通风机。

通风机按气流在风机叶轮中的运动方向分为：

1) 轴流式通风机：在轴向剖面上，气流在叶轮流道中沿大致平行于通风机旋转轴的方向流动。

2) 离心式通风机：在轴向剖面上，气流在叶轮流道中沿大致垂直于通风机旋转轴的方向流动，也称为径流式通风机。

3) 混流式通风机：它的情况介于前二者之间，其气体流动方向与通风机旋转轴成某一角度，也称斜流式通风机。

通风机也可按其使用用途分类，例如引风机、纺织风机、烧结风机、消防排烟风机、排尘风机等。

根据通风机叶轮数目的不同，通风机又可分为单级（一个叶轮）及多级的（在同一转轴上串联多个叶轮）。离心通风机多为单级的，而轴流通风机可为1~4级。

根据叶轮进气口数目的不同，通风机可为单吸入或双吸入通风机。轴流通风机均为单吸的，而离心通风机可为单吸或双吸的。

本书仅涉及轴流式通风机的基本理论、设计、生产制造、使用和维护等方面的实用技术。

从通风机的发展历史上来看，轴流通风机比离心通风机发展得要晚些，但在19世纪末也已应用于工业。随着航空事业的发展，对机翼理论进行了大量的研究与试验工作，其研究成果也大大地推动了轴流通风机设计的发展。例如，在英国根据孤立翼理论所设计的第一台现代新型的轴流通风机于1935年安装在斯坦德沃露·派克矿。在前苏联，K.A. 乌沙可夫于1935年根据孤立翼理论研究出轴流通风机空气动力计算方法，并根据这种方法设计了新型的轴流通风机。

1.2 轴流式通风机的命名、型号与规格

轴流通风机的名称包括通风机的用途、作用原理和在管网中的作用等，可按照通风机产品型号的编制方法命名。

轴流通风机的型号由型式和规格组成。型式又由通风机叶轮数代号、用途代号、叶轮轮毂比、转子位置代号和通风机设计顺序号组成，见表1-1。轴流通风机的名称、型号表示举例见表1-3。

1.3 轴流式通风机的工作原理

轴流通风机的工作原理是指空气经过轴流通风机时之所以能获得能量的基本原理。

为了弄清通风机的工作原理，首先要了解相对运动原理，即在下述的两种相

对运动情况下，气体作用在物体上的力是完全一样的：

- 1) 远离物体的流体静止不动，而物体以速度 w 在流体中运动。
- 2) 物体静止不动，而流体绕物体流过，离物体很远地方的流体速度为 $(-w)$ 。

表 1-1 轴流通风机的型号组成

型 式		规 格
□	□ □ □ □ □	No □
	— 通风机设计序号	— 通风机机号
	— 通风机转子位置	
	— 叶轮轮毂比	
	— 通风机用途代号	
	— 通风机叶轮数代号	

- 注：1. 叶轮数代号，单叶轮可不表示，双叶轮用“2”表示。
 2. 通风机用途代号，可按表 1-2 的规定表示。
 3. 叶轮轮毂比为叶轮轮毂的外径与叶轮外径的百分比，取两位整数。
 4. 转子位置代号，卧式用“A”表示（可省略），立式用“B”表示。
 5. 设计序号用阿拉伯数字“1、2、……”等表示，供对该型产品有重大修改时用。若性能参数、外形尺寸、易损件没有改动时，不要使用设计序号。若产品的型式中产生有重复代号或派生型时，则在设计序号前加注序号，采用罗马数字 I、II 等表示。
 6. 机号用叶轮外径的分米（dm）数表示。

表 1-2 通风机产品一般用途代号

序号	用途类别	代 号		序号	用途类别	代 号	
		汉字	缩写			汉字	缩写
1	工业冷却水通风	冷却	L	12	锅炉引风	锅引	Y
2	微型电动吹风	电动	DD	13	船舶锅炉通风	船锅	CG
3	一般通用通风换气	通用	T (省略)	14	船舶锅炉引风	船引	CY
4	防爆气体通风换气	防爆	B	15	工业炉用通风	工业	GY
5	防腐气体通风换气	防腐	F	16	排尘通风	排尘	C
6	船舶用通风换气	船通	CT	17	煤粉吹风	煤粉	M
7	纺织工业通风换气	纺织	FZ	18	谷物粉末输送	粉末	FM
8	矿井主体通风	矿井	K	19	热风吹吸	热风	R
9	矿井局部通风	矿局	KJ	20	高温气体输送	高温	W
10	隧道通风换气	隧道	SD	21	烧结炉排送烟气	烧结	SJ
11	锅炉通风	锅通	G	22	一般通用空气输送	通用	T (省略)

(续)

序号	用途类别	代 号		序号	用途类别	代 号	
		汉字	缩写			汉字	缩写
23	空气动力	动力	DL	32	冷冻用	冷冻	LD
24	高炉鼓风	高炉	GL	33	空气调节用	空调	KT
25	转炉鼓风	转炉	ZL	34	电影机械冷却烘干	影机	YJ
26	柴油机增压	增压	ZY	35	陶瓷材料	陶瓷	TC
27	煤气输送	煤气	MQ	36	玻璃钢	玻璃钢	BLG
28	化工气体输送	化气	HQ	37	塑料	塑料	SL
29	石油炼厂气体输送	油气	YQ	38	橡胶衬里	橡胶	XJ
30	天然气输送	天然气	TQ	39	电站锅炉冷、热一次	冷	LY
31	降温凉风用	凉风	LF		风机	热	RY

注：若用途代号不够表达时，允许增添代号，但不得有重复代号出现。

表 1-3 轴流通风机命名表示举例

序号	名 称	型 号		说 明
		型式	规格	
1	矿井轴流引风机	K70	No18	矿井主通风机引风用，轮毂比为 0.7，机号为 18，即叶轮直径为 1800mm
2	矿井轴流引风机	2K70	No18	两级叶轮结构，其他参数同第 1 条
3	矿井轴流引风机	2K70 I	No18	该型产品的派生型（如有反风装置），用 I 代号区分，其他参数同第 2 条
4	矿井轴流引风机	2K70—1	No18	对原 2K70 型产品有重大修改，为便于区别，用“—1”设计序号表示，其他参数同第 2 条
5	(通用)轴流通风机	T30	No8	一般通风换气用，轮毂比为 0.3，机号为 8，即叶轮直径为 800mm
6	(通用)轴流通风机	T30B	No8	该产品转子为立式结构，其他参数与第 5 条相同
7	化工气体排送轴流通风机	HQ30	No8	该型产品用在化工气体排送，其他参数与第 5 条相同
8	冷却轴流通风机	L30B	No80	工业用水冷却用，轮毂比为 0.3，转子为立式结构，机号为 80，即叶轮直径为 8000mm

概括起来，流体与物体之间有了相对运动以后，流体才会对物体有作用力，而该作用力并不决定于流体或物体的绝对速度，而决定于两者之间的相对速度。

例如，无论在是有风的天气，人静止不动用手拉着风筝，由风来吹动风筝；或者在没风的天气，人拉着风筝在静止气流中运动，气流都会有作用力作用到风筝上，并使风筝上升。如果，风速或人拉风筝跑的速度大小相等，方向相反，则气流对风筝的作用力是相等的。

为了便于说明轴流通风机的工作原理，从轴流通风机转子中取出一个叶片，如图 1-1 所示。叶片用拉杆固定于转轴 Oa 上，拉杆固连在垂直于该轴的 Or 方向上。当转轴旋转时，带动了叶片在垂直于该轴的平面内转动。当转轴由原动机带动旋转以后，叶片与空气之间有了相对运动，气流对叶片就会有作用力作用于叶片的质心 C 点上。轴承置于轴承座中，而轴承座等固定部件通过机座用地脚螺栓固定于基础上。当轴由原动机带动旋转以后，叶片与空气之间有了相对运动，气流对叶片就会有作用力。假设作用力的合力用 ΣR 表示，合力 ΣR 可分解为叶片旋转的切向及轴向两个分力 ΣR_u 及 ΣR_a ，前者称之为回转阻力，而后者称之为引力。单位时间内原动机通过轴加到叶片上的功为回转阻力与叶片质心半径 r_c 和旋转角速度 ω 的乘积，即 $\Sigma R_u r_c \omega$ 。在没有任何损失的情况下，叶片就把这部分功全部传给气体，气体从中获得了能量，当它所获得的能量足以克服外界阻力时，它就会离开叶片顺着轴沿着 $-\Sigma R_a$ 的方向流动，而 $-\Sigma R_a$ 为叶片对气流的作用力在轴向的分力。这时叶片入口处变为负压，叶片前面与叶片入口形成了压差，于是叶片前面的空气就会流向叶片。当这部分新流来的空气从叶片获得能量以后，还会从叶片间的流道（叶道）流出去。所以，只要原动机带动通风机的转轴及叶片连续不断地运转，通风机就会连续不断地向外界输送气体。

从图 1-1 可见，气体对于叶片作用力的合力 ΣR 及引力 ΣR_a 的指向是从叶片的迎风面指向背风面。叶片对气流作用力的合力 $-\Sigma R$ 及其轴向分力 $-\Sigma R_a$ 是从叶片的背风面指向迎风面，则气流在通风机中的运动方向是 $-\Sigma R_a$ 的方向。在正常运转情况下，叶片回转时是凹面（翼型下表面）迎风，凸面（翼型上表面）背风。我们可以根据凹面迎风，凸面背风的原则，来确定轴流通风机的正常运转方向，根据 $-\Sigma R_a$ 的方向来确定气流的运动方向。

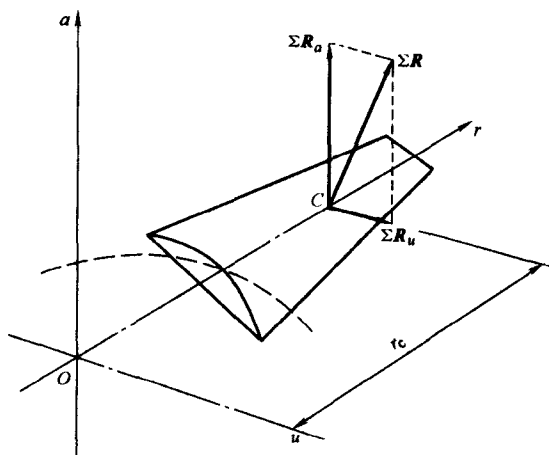


图 1-1 气流对叶片的作用力

1.4 轴流式通风机的结构型式及主要零、部件

图 1-2 为一典型的单级轴流通风机结构示意图。轴流通风机主要由集流器 1、流线罩 2、前导流器 (P) 3、叶轮 (R) 4、后导流器 (S) 5、机壳和扩散器所组成。由前导流器、叶轮及后导流器组成轴流通风机一个完整的级。

气体沿轴向流入通风机, 风机入口设有集流器 1 和流线罩 2, 两者组成了光滑的渐缩形流道, 使气体在保证入口压力损失很小的情况下得到加速, 以便在风机入口建立起均匀的速度场和压力场。

通风机叶轮 4 装在圆形机壳内, 可与电动机轴直联, 也可通过传动带来驱动。叶轮的叶片有机翼型、圆弧板型等多种, 叶片从根部到叶顶常是扭曲的, 有些叶片的安装角是可以调整的, 调整叶片安装角能改变通风机的风量和风压。叶片是通风机内向气流传递能量的惟一部件, 并与轴一起组成了通风机的回转部件, 通常称之为转子。

前导流器 3 的作用是使气流在叶轮入口产生负旋绕, 以提高风机全压; 此外, 前导流器的叶片常做成可绕自己轴线转动的, 通过改变叶片安装角度可以改变通风机的工况。离开叶轮的气流, 一般具有旋绕速度及与之相应的旋绕动能, 该项动能永远消耗到摩擦损失和构成旋涡上。为了充分利用叶轮后的这部分动能, 可在叶轮后面设置后导流器 5。当然, 设计中是否设置前导流器和后导流器, 需要通过后面章节中述及的技术经济比较分析, 根据合理的通风机级型式来决定。

在通风机级的出口, 气流的轴向速度相当大。为了利用这部分动能, 可在通风机级后面安装扩散器, 使一部分动能在扩散器流道中转变为静压能, 以提高通风机的静压和静压效率, 同时减少了扩散器出口的突然扩散损失。

1.5 轴流通风机的用途

通风机在国民经济的各个部门获得极其广泛的使用, 故通常将其列入通用机

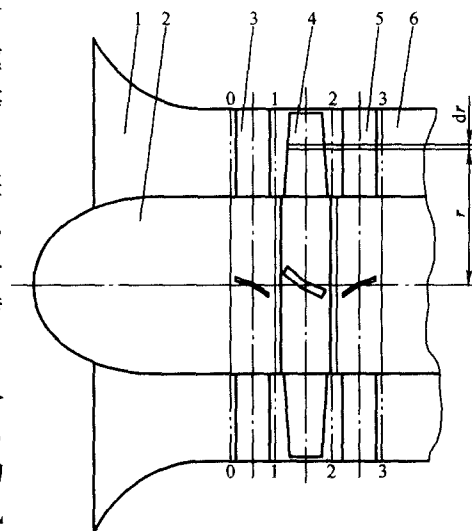


图 1-2 轴流通风机结构示意图

- 1—集流器 2—流线罩 3—前导流器 (P)
4—叶轮 (R) 5—后导流器 (S) 6—机壳

械范畴。

近年来,随着我国经济建设的不断发展,促进了通风机的飞速发展,无论在数量还是品种上都有很大增长。目前我国对于各种不同用途的通风机,基本上都有系列产品,以供用户选用。

通风机不仅种类繁多,而且尺寸相差也很悬殊。大的叶轮直径可达20m(如大型冷却塔轴流通风机),小的叶轮直径只有几十mm(如微型通风机)。这里仅就应用得比较广泛的轴流通风机略述如下。

1) 通风换气用轴流通风机:这种通风机主要是供给工厂、医院及其他建筑物作为通风换气之用。例如T35型轴流通风机,其要求压力不高,但噪声要低。这种通风机若将机壳去掉,可作自由风扇用;也可在较长的排气管道内间隔串联安装,以提高管道中的风压。

2) 矿井主通风机:用来往井下输送新鲜空气。例如,2K60系列矿井轴流通风机^[1]、上海鼓风机厂生产的GAF(GZ)系列矿井节能改造型轴流通风机、KZS系列矿井轴流通风机以及沈阳鼓风机厂生产的2K56系列轴流通风机。设计这种通风机时,要使其具有优良的调节性能及反风性能。

3) 矿井局部通风机:用于矿井工作面的通风。例如,BKJ66—1型矿井低噪声局部轴流通风机,适用于矿井局部通风及其他工业部门输送含有瓦斯粉尘或其他无腐蚀气体;还有DSF_A、JZD型低噪声、高效率对旋局部轴流通风机及YBT型煤矿局部轴流通风机等。对于这种通风机的要求是体积小、重量轻、便于搬运,多采用防爆型轴流通风机。

4) 纺织轴流通风机:用于纺织厂空调通风,亦可用于其他无腐蚀性气体的通风换气场合。例如,FZ40—11型和FZ40—12型纺织轴流通风机。这种风机的叶轮为机翼型高强度铸铝叶片,其叶片角度可根据用户需要进行调节。江阴市宏达风机公司生产的用于纺织空调系统的JYPW—1型喷雾轴流通风机,兼有送风与加湿功能,效率高、噪声低、雾化性能好,可用于纺织空调室和其他空调场合的加湿送风。

5) 消防排烟轴流通风机:在高层建筑物中必须设有安全可靠的防烟、排烟系统和设施,而消防排烟轴流通风机是高层建筑物消防排烟系统的重要设备。例如,JYXF系列^[2]和HTF系列消防排烟轴流通风机。对于这种通风机的要求是能在输送烟气介质温度为280℃时,连续运行30min以上不损坏。

6) 地铁、隧道轴流通风机:是为适应地铁、隧道等工程通风换气与事故排烟所需而设计制造的通风设备,输送介质为空气及其他无腐蚀气体。例如,江苏江阴精亚集团江阴市宏达风机公司生产的DT—1和DTS—1系列轴流通风机^[3]。这种通风机也可用于高层民用建筑、矿山、纺织等通风换气和消防排烟工程。这种通风机的叶轮为机翼型高强度铸铝叶片,其叶片角度可根据用户需要进行调

节；风机配置防喘振装置，可有效增大风机运行范围；具有良好的反风性能及满足消防排烟的要求。

7) 冷却塔轴流通风机：用于冷却塔通风。由于冷却塔内空气湿度大，对金属腐蚀性强，选用材料时要注意耐腐蚀，例如可选用玻璃钢叶片。L30 II—1 轴流通风机系冷却塔专用通风机，主要用于电站、制氧站及各种冷却塔抽风。

8) 大型电站用轴流通风机：对于大型电站，其送风机和引风机常采用动叶可调轴流通风机，其特点是由液压系统控制调节叶轮叶片角度，使通风机特性经济地与运行工况相适应。

9) 屋顶轴流通风机：屋顶轴流通风机主要用于各种建筑物的室内通风换气，根据使用场合不同，有防爆、耐温、耐湿、耐磨、消防、防腐等方面的专用产品，宜用于中低压、大流量的使用场地，例如 DWT—1 型屋顶轴流通风机。

其他诸如高温轴流通风机、降温轴流通风机、微型电动吹风机等等，不一一赘述。

第 2 章 轴流通风机的理论基础

2.1 通风机的性能参数

通风机的流量、压力、功率、效率和转速是用以表示通风机性能的主要参数，统称为通风机的性能参数。下面分别介绍通风机这些主要的性能参数。

1. 通风机进口标准状态

通风机进口标准状态是指通风机进口处的压力为一个标准大气压（101325Pa 或 760mmHg）、温度为 20℃、相对湿度为 50% 的空气状态。通风机进口标准状态下的空气密度为 $\rho = 1.2\text{kg/m}^3$ 。

2. 流量

通风机的流量一般是指单位时间内流过通风机流道某一截面的气体容积，又称为通风机的容积流量，用符号 q_v 表示，流量的单位为 m^3/h 、 m^3/min 、 m^3/s 。在通风机的设计计算和性能换算中采用 m^3/s 的单位，而在通风机的样本和铭牌上常用的流量单位是 m^3/h 。

对于通风机性能表中所给出的容积流量，如无特殊说明，是指通风机进口标准状态下的容积流量。

3. 压力

气体在平直流道中流动时，流道某一截面上垂直于壁面的气体压力，叫做该截面上气体的静压。该截面上由气体流动速度所产生的压力，叫做动压，截面上的气体速度分布是不均匀的，通常所说的截面上气体的动压，是指该截面上所有气体质点的动压平均值。在同一截面上气体的静压和动压之和，叫做气体的全压。

通风机出口截面上气体的全压与进口截面上气体的全压之差，叫做通风机的全压，用符号 p_{tF} 表示，单位为 Pa。它代表了单位体积气体在通风机内所获得的能量。取通风机进、出口截面为计算断面，列出它们的能量方程，可得通风机的全压为

$$p_{tF} = \left(p_2 + \rho_2 \frac{c_2^2}{2} \right) - \left(p_1 + \rho_1 \frac{c_1^2}{2} \right) \quad (2-1)$$

式中 p_1 、 p_2 ——分别为通风机进、出口截面上的气体静压，单位为 Pa；

ρ_1 、 ρ_2 ——分别为进、出口截面上的气体密度，单位为 kg/m^3 ；

c_1 、 c_2 ——分别为进、出口截面上气体的平均速度，单位为 m/s。

通风机出口截面上气体的动压，定义为通风机的动压，用符号 p_{dF} 表示，即

$$p_{dF} = \rho_2 \frac{c_2^2}{2} \quad (2-2)$$

通风机的全压与通风机的动压之差，定义为通风机的静压，用符号 p_{sF} 表示

$$p_{sF} = p_{tF} - p_{dF} \quad (2-3)$$

或

$$p_{sF} = p_{sF2} - p_{sF1} - \rho_1 \frac{c_1^2}{2} \quad (2-4)$$

在以上公式中，通风机全压、静压和动压的单位均为 Pa。

通风机性能参数指通风机的全压，因而通风机性能表中所给出的压力，一般是指通风机的全压。

4. 功率

通风机的功率可分为通风机的有效功率、轴功率和内部功率。

(1) 通风机的有效功率 通风机所输送的气体，在单位时间内从通风机所获得的有效能量，叫做通风机的有效功率，以符号 P_e 表示，单位为 kW。

$$P_e = \frac{p_{tF} Q_v}{1000} \quad (2-5)$$

对应于通风机静压的有效功率为

$$P_{esF} = \frac{p_{sF} Q_v}{1000} \quad (2-6)$$

(2) 通风机的轴功率 单位时间内原动机传递给通风机轴上的能量，叫做通风机的轴功率，也称为通风机的输入功率，用符号 P_{sh} 表示。

(3) 通风机的内部功率 通风机的有效功率 P_e 加上通风机内部的流动损失功率 ΔP_{in} ，定义为通风机的内部功率，即

$$P_{in} = P_e + \Delta P_{in} \quad (2-7)$$

通风机的内部功率也等于通风机的轴功率减去外部机械损失（如轴承和传动装置等）所耗的功率 ΔP_{me} ，即

$$P_{in} = P_{sh} - \Delta P_{me} \quad (2-8)$$

5. 效率

通风机在把原动机的机械能传递给气体的过程中，要克服各种损失而消耗一部分能量，通风机的轴功率不可能全部转变为有效功率，可用效率来反映通风机能量损失的大小。

(1) 通风机的全效率 通风机的有效功率与通风机的轴功率之比，定义为通风机全压效率，即

$$\eta_{tF} = \frac{P_e}{P_{sh}} = \frac{p_{tF} Q_v}{1000 P_{sh}} \quad (2-9)$$