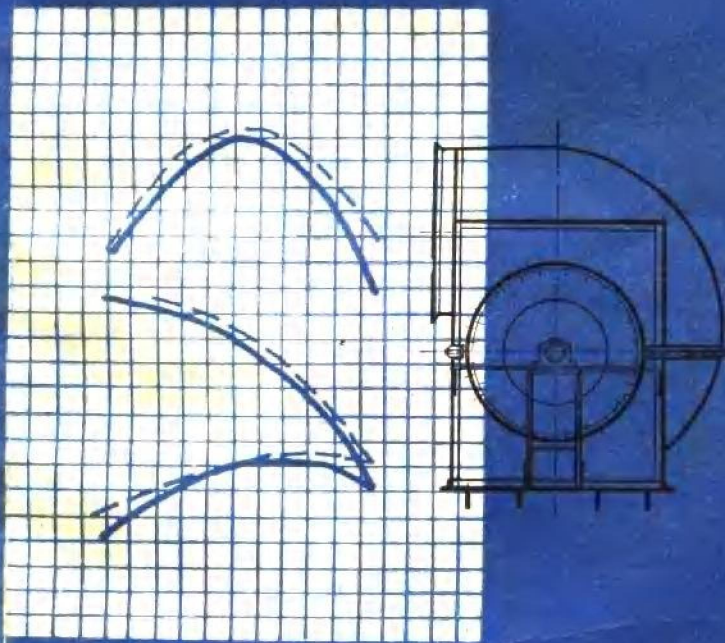


通风机 TONGFENGJI

〔西德〕B.埃克 著



机械工业出版社

本书系统论述了离心式、轴流式和横流式等各种型式通风机的原理、结构、设计计算、试验研究和运行使用的内容。对通风机噪声的产生和防治也作了详细介绍。本书译自英文版并包括德文第五版噪声部分的内容。

本书适用于从事通风机工作的工程技术人员、设计、试验研究人员及操作维护人员；也适用于大专院校相应专业的师生。

FANS

BY Dr. -Ing. BRUNO ECK

First English Edition Translated and

Edited by Dr. RAMS. AZAD and

Dr. DAVID R. SCOTT

PERGAMON PRESS

First English edition 1973

* * *

通 风 机

〔西德〕B. 埃克 著

沈阳鼓风机研究所等 译

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₃₂·印张 24¹/₂·字数 536 千字
1983年 2 月北京第一版·1983年 2 月北京第一次印刷
印数 00,001—11,200·定价 3.70 元

*

统一书号：15033·5398

译 序

我国对于通风机的研制和在工业部门广泛地使用已有几十年历史。迄今，尚未见到系统地论述通风机的基本原理、设计、试验和使用的论著。埃克（B. Eck）所著的《通风机》（FANS, PERGAMON PRESS, 1973）一书是通风机理论方面的重要著作，原著为德文。此书自1937年第一版问世以来至1972年已出版了五版。1973年出版的英文版就是R. S. Azad与D. R. Scott两位博士根据德文第五版编译的。现在我们又将此英文版译成中文介绍给读者。由于此英文版是编译的，故其内容和德文第五版不尽一样。英文版第六篇“通风机设备噪声的产生及消减”的内容与德文第五版的差别较大。为此我们又将德文第五版中关于噪声的篇章另行译出，附录于本书的后面，以供参阅。

本书以论述透平机械的流体动力学为基础，分别详细地论述了离心式通风机，轴流式通风机及其它特殊用途通风机的基本理论、设计计算、试验研究和使用的维护等诸方面的问题。同时也提出了在发展通风机技术的各个领域里待解决和深入研究的课题。尤其是对于通风机噪声的产生和防治措施作了系统的论述。控制并降低通风机的噪声正是目前日益显得越来越重要的问题。本书中文版的出版必将有助于我国通风机技术的发展。

本书第一篇的第一章至第九章由李强荣同志翻译；第一篇的第十、十一章由邓贤贵同志翻译；第二篇由虞鸿余同志

IV

翻译；第三篇由林树杰同志翻译；第四、五、七、八篇由易健、张效林和赵腓利同志翻译；第六篇由吴利生同志翻译。附录的德文第五版原著的噪声部分由任大亨同志翻译。全书译稿的审校工作由霍励强同志负责。最后由乐赓熙、熊欲均同志负责全书译稿的整理和名词术语的统一工作。本书翻译过程还得到沈阳鼓风机研究所与上海704研究所的领导和同志们的关怀和协助，在此一并致谢。由于我们水平有限，译文难免有缺点或错误，恳切希望读者批评指正。

译 者

1979.12.

英文第一版作者序言

为我的《通风机》一书英译本作序是件愉快的事。近十年，这领域有了新的发展。在这段时期之前，离心式通风机是效率最低的流体机械之一。现在，科学研究导致了这一现象的根本改变。过去，机翼理论已成功地应用于轴流式通风机，但不适用于离心式通风机。这情况由于边界层理论的发展及其在离心式通风机中的应用而得到改变。

在离心式通风机设计有了新发展的同时，长期被遗忘的横流式通风机重新被采用。当时尚不明了的自由涡的精确效应，在这种特殊通风机的新发展中具有特别的重要意义。

所以说理论的进展为新型通风机的的发展提供了可能性。工程师和科研人员应致力于研究透平机械这个领域。

B.埃克

英文第一版序言

B. 埃克博士在他的著名的《通风机》第二版序言中说过：“通风机还处于技术的初级阶段”。这意思是说，任凭厂家发展他们的设计，但没有科研部门和政府的帮助，因此很少发表实用的资料。

在英国，还没有一本权威性的通风机工程的教课书。编辑认识到这点，因此现在已将埃克博士的书译成英语。评阅了国际文献之后，专家意见一致同意我们选择埃克的书出版。

该书论述了透平机械流体力学基础及在通风机上的应用；叙述了通风机的试验研究且包括对这领域中所做的全部工作；理论和经验的结果用于设计的问题；相当详细地叙述通风机的全部应用。在这一版里还论述了通风机噪声产生及其控制方法这一重要课题。

该书介绍了许多现代知识的不足及目前工程师和研究人员在这一领域的难题。

专家们认为通风机设计的“试凑”时期已成过去，基础研究包括先进测量技术的发展是必要的。

我们评阅了这文献，发现两个研究所，一个在德国，一个在苏联，发展了为确定流体在旋转叶轮的叶片间流动的直接测量技术。

这样速度三角形的全部要素可以直接测定，而不依赖于不可靠的假设。

流行的通风机设计理论的可靠性，现在第一次可以用试验来验证。

在英国好象还没有做本质上可以比较的工作。从英国的工业现状出发，开发这个领域的努力和经费对于我们似乎是根本的。在欧洲大陆，通风机技术远远超过我们，这是众所周知的，那里许多大学里设有透平机械的课程。

这本书对于大学生、教师、工程师、设计师和科研工作者以及任何与通风机的设计和使用有关的人都是有意义的。

R. S. 阿扎德

D. R. 斯科特

目 录

英文第一版作者序言

英文第一版序言

第一篇 离心式通风机

第一章 一元流动理论	7
第1节 基本公式	7
第2节 径向进口	10
第3节 反作用度	12
第4节 无限多叶片时的特性曲线	16
第5节 基本问题	22
第6节 压缩性的影响	23
第二章 叶片流道中的流动计算	25
第7节 叶片流道中的速度分布	25
第8节 垂直于流动方向的作用力	26
第9节 沿流动方向的作用力	27
第10节 相对涡流	30
第11节 直叶片流道	31
第12节 等速分布的叶片流道	32
第13节 等压分布的叶片流道	33
第14节 任意形状流道中速度和压力分布的计算	34
第三章 有限叶片数的影响	35
第15节 基本原理	35
第16节 理论压力降低的图解法	37
第17节 斯托多拉的近似计算	40
第18节 确定理论压力降低的精确分析	42

第19节	反作用度的影响	49
第20节	叶片流道中实际流动的可见性研究	50
第21节	叶片数	59
第四章	叶片端部的形状	62
第22节	无功叶片	62
第23节	叶片厚度的影响	65
第五章	无因次特性	68
第24节	系数	68
第25节	最佳曲线	75
第26节	其它系数	77
第27节	主要公式	81
第28节	各种类型通风机特性的评述	83
第六章	损失	88
第29节	叶轮摩擦损失	88
第30节	叶轮损失	92
第31节	冲击损失	96
一、	叶轮进口损失	96
二、	导叶损失	98
第32节	间隙损失	99
第33节	扩压器损失	102
第34节	轴承损失	104
第35节	效率	104
一、	水力效率	104
二、	容积效率	105
三、	机械效率	105
四、	全效率	105
五、	转速变化后因机械效率的改变对全效率的影响	106
第36节	水力效率的理论估算	108
第七章	叶轮设计	111

X

第37节	概述	111
第38节	最佳进口宽度 b_1	112
第39节	最佳进口直径和叶片进口角	115
第40节	进口弯曲对最佳叶片进口角的影响	119
第41节	考虑到预旋时最佳叶片进口角的计算	121
第42节	圆锥型或平行的叶轮前盘	123
第43节	叶片形状的决定	124
一、	直叶片	124
二、	圆弧型叶片	124
三、	叶片流道的决定	125
四、	叶片形状的图解法	127
第八章	离心式通风机的运转特性	134
第44节	理论特性曲线	134
第45节	有限叶片数对特性曲线的影响	135
第46节	摩擦对特性曲线的影响	135
一、	叶片流道中的摩擦	135
二、	冲击损失	136
第47节	叶片宽度/叶轮直径的变化对特性曲线的影响	139
第48节	流量减小时通风机的特性曲线	141
第49节	离心叶轮的压力系数	145
第九章	离心式通风机的主要型式	147
第50节	高效率通风机	147
第51节	静压回收大于1的离心式通风机	160
第52节	排粉通风机的设计	166
第53节	双进气通风机	174
第54节	多叶叶轮(西罗柯型)的设计	176
一、	叶轮宽度	177
二、	叶片形状	178
三、	叶片数	180

四、反作用度	181
五、详细的研究	182
六、加速的叶片流道	185
七、多叶叶轮的试验数据	189
第55节 带前置轴流式叶轮的离心式叶轮	193
第十章 横流式通风机, 气流两次流经叶轮的通风机	198
第56节 横流式通风机的发展历史	198
第57节 气流两次流经离心式叶轮的基本原理	201
一、反作用度 α	206
二、直径比和叶片角度的选择	207
第58节 叶轮内部的涡流流动	208
第59节 涡流控制	211
第60节 横流式通风机扩压器的布置	216
第61节 理论与实际的特性曲线	217
第62节 横流式通风机的性能、效率、评价和应用	219
一、横流式通风机的应用	221
二、横流多叶式叶轮	226
第63节 在无机壳叶轮中的横向流动	226
第64节 摆动叶片叶轮	230
第十一章 导向装置	234
第65节 导叶	234
第66节 交换作用	238
第67节 蜗壳	239
一、基本原理	239
二、不考虑摩擦的蜗壳设计	241
三、精确法	258
四、近似法	260
第68节 蜗壳中的摩擦对总能量转换的影响	262
第69节 摩擦减少了环形流道和无叶扩压器中的环流	265

VI

第70节	流量少量变化时对蜗壳性能的影响	269
第71节	舌头尺寸	271
第72节	蜗壳中压力分布和作用力	273
第73节	蜗壳中的损失	274
第74节	能改善蜗壳性能的扩压器	275
第75节	出口过滤器	277

第二篇 轴流式通风机的理论和计算

第十二章	标准轴流式通风机的计算	279
第76节	概述	279
第77节	叶栅流动的一些简单关系	280
一、	固定叶栅	280
二、	可调叶栅	283
三、	轴流式通风机叶栅的四种主要形式	285
第78节	动叶栅的反作用度	289
第79节	按孤立翼型理论进行计算	290
第80节	雷诺数的影响。机翼形叶片利弊探讨	294
第81节	轴流式通风机中边界层的特性	298
第82节	不计翼型摩擦的计算	300
第83节	一些通用的关系式	302
第84节	考虑摩擦力的计算	304
第85节	效率与无因次量的关系	308
第86节	自由排气式轴流式通风机的效率	313
第87节	由于边界层的形成造成的出率减少	318
第88节	圆弧翼型的几何特性	319
第89节	用茨魏费尔法确定叶栅的最佳栅距	323
第90节	魏尼希的叶栅算法	327
第91节	叶片成型时出口角度的增加	329
第92节	最小的轮毂直径	330

第93节	涡核的形成	332
第94节	叶轮径向间隙的影响	334
第95节	导叶环的计算和设计	335
第96节	前置导叶方案和后置导叶方案的比较	338
第97节	出口角等于常数的前置导叶(柱面形叶片)	339
第98节	轴流通风机压力的径向分布	342
第99节	扩压器损失	344
一、	一些通用关系式	345
二、	总损失中扩压损失所占的比例	346
三、	等宽度通道尾流锥的影响	346
第100节	扩压器的形状	347
第101节	何时使用导叶有利?	351
第102节	多级轴流式通风机的设计	353
第103节	实际的设计计算步骤概述	355
第104节	计算实例	356
第105节	偏离最佳工况时轴流式通风机的特性	361
第106节	轴流式通风机的性能曲线及其局部性能曲线	363
第107节	带转动叶片通风机运转特性的估算	366
第108节	轴流式风机的一些试验结果	368
第109节	不均匀的进气流动	376
第110节	具有可变压力降特性的轴流式通风机	377
第111节	开启式轴流式风扇	378
第十三章	子午加速轴流式通风机	387
第112节	概述	387
第113节	等压式通风机	392
第114节	子午加速式高压通风机	394
第十四章	对旋式轴流通风机	398
第115节	结构设计和试验数据	398

第三篇 关于通风机的一般问题

第十五章	通风机的调节	403
第116节	一般原理	403
第117节	可调进口导流叶片	406
第118节	调整叶片顶部	416
第119节	调节轮盘	416
第120节	可调导流装置	420
第121节	旋绕的控制	420
第122节	特性的自身调节	422
第123节	机械和液力的转速调节	423
第124节	齿轮传动	427
第125节	转速变化的关系	428
第126节	特性的对数表征形式	430
第十六章	通风机及其原动机	433
第127节	一般原理	433
第128节	电动机拖动	434
第129节	蒸汽轮机拖动	442
第130节	驱动转速不变时特性的确定	443
第131节	起动一台直接联接驱动的电动机	446
第十七章	通风机的运转工况	453
第132节	通风机的运转点	453
第133节	转速控制还是节流控制?	456
第134节	单个通风机的不稳定运转部分	458
第135节	在不稳定区间的满意和不满意运转	459
第136节	几台通风机联合工作	460
一、	并联装置中合成特性的确定	461
二、	通风机的串联设置	464
三、	不稳定性、振荡	464

四、两个相同管道并联或交接工作	466
五、双进气通风机	470
第137节 单台或多台通风机接入任意管道系统的性能	471
一、管道分支系统特性	471
二、等积孔的特性曲线图	475
三、节流引起的通风机特性变化	476
四、阻力和作为一个管道系统组成部分的通风机	477
五、起动和调节通风机的旁通管道	480
六、通风机和阻力的各种结合	482
七、带有横向联接的管道系统	484
八、漏气管道	487
九、管道恒定的正压或负压的附加载荷	489
十、有回流存在的空间通风	492
十一、两台通风机与可变阻力一起工作	493
十二、对于波动阻力的设计	494
十三、封闭的管道系统	496
十四、在各种密度下的通风机特性	496
十五、密度变化对系统曲线的影响	498
十六、确定管道特性曲线的实验方法	501
第138节 用电气手段确定系统特性	503

第四篇 特殊问题特殊用途

第十八章 矿井及锅炉用通风机	508
第139节 关于矿井通风的鼓风机	508
第140节 锅炉通风机	520
磨损	525
锅炉通风机的设计和调节	528
第十九章 典型应用	535
第141节 叶轮用于空气循环	535

XVI

第142节	自由运转的无机壳径向叶轮	538
第143节	上升的热空气以减少通风机负荷、风力效应 移动或驱动装置的效应	539
第144节	动量驱动通风、隧道通风	542
第145节	风流经导管开口的吸入效应（屋顶通风机或类似 设备）	546
第146节	物料输送通风机	550
第147节	小型通风机	555
第148节	增压器	558

第五篇 通风机结构类型及其特性

第二十章	概述	563
第149节	离心式通风机类型的一般概况	563
第150节	轴流式通风机类型	574
第151节	主要的结构部件	581
第152节	高温气体鼓风机用风冷轴承	586

第六篇 通风机设备噪声的产生及消减

第二十一章	通风机噪声的产生	591
第153节	辐射声功率与圆周速度的关系	591
第154节	噪声级与通风机诸气动因素的关系	592
	一、与效率的关系	592
	二、与流量和压力的关系	593
第155节	通风机噪声是频率的函数	593
第156节	关于噪声产生的一些见解	598
第157节	声功率基准值的推导	605
第二十二章	通风机和空气处理设备的隔声	612
第158节	基本概念	612
第159节	对数比值。噪声级	614

第160节	噪声的危害	619
第161节	噪声消减规则、评价曲线	620
第162节	几个基本理论	626
第163节	直射和混响声场	628
第164节	隔声元件	629
第165节	声音的吸收	635
第166节	共振消声器	643
第167节	反射消声器	644
第168节	干涉消声器	644
第169节	噪声的吸收	644
第170节	吸声罩	645
第171节	钢管和管道的吸声外套	646
第172节	消声室的衬垫	647
第173节	机器的弹性安装	647
第174节	通风机的隔振	650
第175节	通风机的消声装置	652
第176节	必要的噪声衰减的估计	653
第177节	设计实例	660
第178节	燃气轮机、高炉鼓风机、透平压缩机、高压鼓风机	663
第179节	喷射式引风机	664
第180节	未来的前景	665

第七篇 强度计算

第二十三章	短评	668
第181节	基本原理	668

第八篇 通风机的试验

第二十四章	概论	680
第182节	通风机试验管路布置概述	680