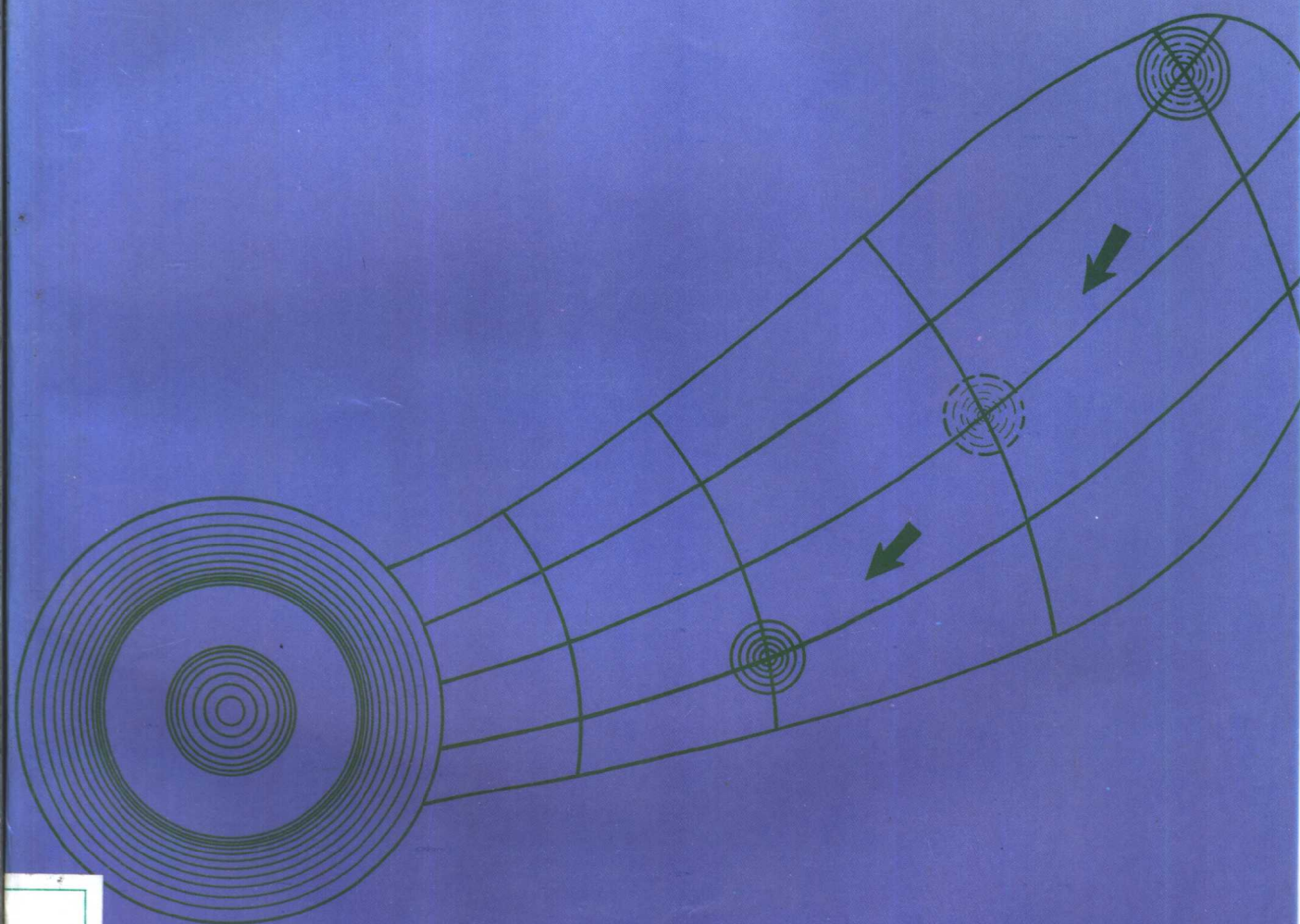


主编 缪国良 谢 极 王振拴

风机水泵节能改造指南

国家经济贸易委员会资源节约综合利用司 编



煤炭工业出版社

TH3-62
M-353

风机水泵节能改造指南

国家经济贸易委员会资源节约综合利用司 编

主编 缪国良 谢 极 王振拴

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书是国家经济贸易委员会资源节约综合利用司,为解决高耗能设备节能技术改造问题,选择风机、水泵为突破口,组织十几个科研院校和几个重点行业的 20 余位专家编写而成的。

本书的主要特点是:理论联系实际,深入浅出,注重技术与经济相结合。对风机、水泵节能改造的规划编制、项目确定、技术途径、可行性研究、方案选择、实施管理、效益评价等全过程都有论述。为增强实效性,书中还介绍了煤炭、电力、冶金、化工、城建、水利、建材等重点行业风机、水泵节能改造的技术途径和典型经验,并附有国家经济贸易委员会和机械工业部最新推荐的风机、水泵节能产品目录。

本书是一本面向各级有关管理部门和企业的管理人员、工程技术人员的实用性工具书。

图书在版编目(CIP)数据

风机水泵节能改造指南/缪国良等主编. —北京:煤炭工业出版社,1996. 8

ISBN 7-5020-1172-2

I. 风… II. 缪… III. ①鼓风机-节能-技术改造-指南
②水泵-节能-技术改造-指南 IV. TH447.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 13741 号

风 机 水 泵 节 能 改 造 指 南

国家经济贸易委员会资源节约综合利用司 编

主编 缪国良 谢 极 王振拴

责任编辑:刘社育 张乃新 白海新

*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京安定门外和平里北街 21 号)

中国科学院印刷厂 印刷

*

开本 787×1092mm 1/16 印张 20½

字数 479 千字 印数 1—6 000

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月第 1 次印刷

书号 3938

定价 36.00 元

《风机水泵节能改造指南》编委会

主 任	王建曾				
副 主 任	王明威	洪绍和			
委 员	缪国良	谢 极	陈 敏	曾广安	刘祝余
	袁春生	李福忠	李发海	李燕霞	李 平
	胡学坡	黄荣华			

主 编	缪国良	谢 极	王振拴		
编写人员	李福忠	王晓东	李发海	周德贤	周博潇
	孔凡文	徐行建	邱晓瑞	王安生	潘隐萱
	陈 敏	曾广安	胡学坡	黄荣华	顾宇平
	蒋瑞敏	史国昌	韩锦德	李燕霞	李 楠

序

风机、水泵在我国企业中应用量大面广,是高耗能设备,年耗电量约占全国用电量的30%,节电潜力相当大。抓好风机、水泵的节能技术改造工作意义重大。国务院在国发〔1987〕25号文“关于进一步加强节约用电的若干规定”中,将搞好风机、水泵系统经济运行列为各地区、各行业和企业认真推广节电技术的首要措施。朱镕基副总理1991年12月指示由原国务院生产办牵头,采取按项目单独计算效益的办法,“一条龙”地抓紧落实现有风机、水泵的更新改造工作。不久,朱副总理指示,这是节能的一件大事。国家经济贸易委员会(以下简称国家经贸委)经过在煤炭系统3年试点,在取得显著成效的基础上,于1994年以国经贸资〔1994〕763号文印发了《关于加快风机、水泵节能改造的意见》,在全国开展这项工作。为了调动企业的积极性,财政部制定了加速折旧政策,把企业进行节能改造的风机、水泵折旧年限调整为3~5年。为了推动企业开展风机、水泵节能改造,由国家经贸委资源节约综合利用司组织编写了这本《风机水泵节能改造指南》。

该书对我国风机、水泵节能改造工作作了综合论述。内容包括:节能改造规划的编制,项目的选择与立项,技术途径与选择,可行性研究,技改方案的确定,项目的实施管理,效益评价等。既有基本原理、方法的介绍,也附有实际案例,理论联系实际,深入浅出,充分体现了技术与经济的结合。

该书很好地总结了近年来在有关行业和地区进行风机、水泵节能改造的经验和好的做法,具有很好的借鉴性。特别是通过对几个重点行业风机、水泵节能改造情况的介绍,将会更好地推动这些部门乃至全国的节能技术改造工作。

本书是一本面向各级管理部门、广大企业管理人员和工程技术人员的实用性读物,能够解决企业在风机、水泵节能技术改造中遇到的技术、管理、经济政策等各方面问题,起到一定的指导作用。

我相信,通过这本书的出版,会给各级节能管理部门和从事风机、水泵节能改造的广大工程技术人员以帮助,一定会在指导我国的风机、水泵节能改造工作中起到应有的作用。

石万明

1996年2月1日

前 言

目前占全国用电量 1/3 以上的风机、水泵是量大面广的通用性设备,使用中存在问题,不少系统的风机、水泵运行效率很低,与经济运行标准还有相当的差距,节能潜力很大。抓好风机、水泵的节能技术改造对节能有重要意义。国家经贸委资源节约综合利用司为了更好地推动此项工作的开展,总结近年来在风机、水泵节能改造试点工作中的经验,从规划、技术、管理、产品、政策等各方面系统地指导各部门、各地区的风机、水泵节能改造工作,组织了有关行业节能管理部门、研究设计院所、大专院校、有关用户、生产厂家的数十位专家及工程技术人员,在多次征求意见及讨论的基础上,编写了这本风机、水泵节能改造的综合性读物。该书可供各级节能管理部门、风机水泵生产企业及用户的管理及工程技术人员参考,也可作为设备管理和节能技术改造方面的专用培训教材。

本书共分 8 章。第一章介绍我国风机、水泵产品技术现状和发展方向以及与国外同类产品的比较,为进一步开发各行业适用的风机、水泵高效节能设备提供了研制发展方向。第二章重点介绍搞好调查及编制节能改造规划。这是搞好各行业、各地区风机、水泵节能改造的基础工作。第三、四章提出了风机、水泵节能改造的各种技术途径、基本原理,并结合案例加以说明,目的是为企业进行节能改造时选择合理的改造方案提供依据。在工况变化情况下,实践证明风机、水泵变速运行的节能效果显著,因此,本书第五章专门介绍风机、水泵交流变速调节节能的原理、控制与装备及应用实例说明,并对调速装置的选择和调速改造方案比较作了详细介绍,力求技术先进与经济效益的统一。第六章介绍技术改造项目的经济效益计算及经济评价方法,可行性研究及后评价方法,为企业正确选择改造方案、搞好项目的技术经济论证提供科学方法。第七章介绍如何搞好节能改造项目的科学管理,总结了近年来风机、水泵节能改造中好的经验,同时突出论述了我国调整节能改造风机、水泵的折旧年限对推动节能改造的重要意义。第八章介绍了几个重点行业风机、水泵的技术改造情况,并将典型案例介绍给读者,用以指导全国各行业的风机、水泵节能技术改造工作。

本书附录中列出了经机械工业部(以下简称机械部)筛选、国家经贸委审定而推荐的风机、水泵高效节能产品目录,供企业进行风机、水泵改造工作时选用。

本书第一章由孔凡文、徐行建编写,第三章由李福忠、王晓东、李楠编写,第四章由李福忠、王安生、王晓东编写,第五章由李发海、周德贤、潘隐萱编写,第二、六、七章及第八章第四节由缪国良、王振拴、谢极、周博潇、邱晓瑞及史国昌、韩锦德编写,第八章第一节由胡学坡、第二节由黄荣华、第三节由曾广安、第五节由顾宇平、第六节由陈敏、第七节由蒋瑞敏编写,第八章全章由谢极统稿。全书由缪国良、谢极、王振拴担任主编。本书编写过程中,特邀赵寿康、李崇坚、刘亮喜、辛定国、王树茂、刘祝余、袁春生、史国昌、王明威同志担任技术审查,提出了不少宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于本书编写范围较宽,涉及多个专业,如有错漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

1996 年 1 月

目 录

第一章 风机与泵类设备运行现状评析	1
第一节 风机设备运行现状评析	1
第二节 泵类设备运行现状评析	16
第二章 风机水泵节能改造规划编制	29
第一节 搞好节能改造规划编制	29
第二节 改造规划的编制	31
第三节 搞好调查,摸清情况	33
第四节 规划编制举例	38
第三章 风机节能技术途径	42
第一节 泵与风机理论压力方程与特性	43
第二节 风机调节与节能原理	51
第三节 风机使用中存在的若干问题	55
第四节 风机进出口节流及能耗分析	58
第五节 风机(泵)机械变速调节节能	61
第六节 风机前导器、动叶、静叶安装角调节节能	70
第七节 台数控制、间歇运转、联合调节	75
第八节 风机合理选型	78
第九节 管网合理布置及减阻	94
第十节 现场风机的改善	100
第十一节 风机水泵的系统节能与优化调度	106
第四章 水泵节能技术途径	116
第一节 泵的原理与性能	116
第二节 泵运行使用中存在的问题	118
第三节 泵的节能与调节原理	121
第四节 提高泵的汽蚀性能	124
第五节 泵的调速节能	127
第六节 改善管网特性	132
第七节 水泵合理选型与最佳工况运行	142
第八节 提高系统效率的途径	146
第五章 拖动风机泵类负载的交流电动机调速	155
第一节 概述	155
第二节 同步电动机调速	157
第三节 鼠笼型异步电动机调速	167
第四节 绕线型异步电动机调速	182
第五节 具有风机水泵负载电网的无功补偿和谐波治理	190
第六节 风机水泵交流调速系统的选择	200

第六章 风机泵类系统节能改造项目技术经济评价方法	208
第一节 节能改造项目经济效益计算与评价方法	208
第二节 系统经济运行的判别与评价方法	214
第三节 节能改造项目可行性研究的主要内容	217
第四节 节能改造项目改后评价的主要内容	225
第七章 风机水泵节能改造项目的科学管理与经济政策	231
第一节 节能改造项目的科学管理	231
第二节 煤矿风机水泵节能改造试点项目经验	239
第三节 采用设备租赁办法进行节能改造	241
第四节 制定有效的经济政策,加速风机水泵节能改造	244
第八章 几个行业的风机水泵节能改造	247
第一节 冶金行业的风机水泵节能改造	247
第二节 电力行业的风机水泵节能改造	254
第三节 化学工业的风机水泵节能改造	267
第四节 煤炭工业的风机水泵节能改造	273
第五节 水利行业的水泵节能改造	282
第六节 建材行业的风机水泵节能改造	289
第七节 城镇供水行业的水泵节能改造	297
附录 国家经贸委、机械部联合推荐的高效节能风机、水泵产品名录	304
主要参考文献	315

第一章 风机与泵类设备运行现状评析

第一节 风机设备运行现状评析

一、国内风机产品技术水平综述

风机包括通风机、鼓风机、压缩机,其种类繁多,广泛用于国民经济各个部门。下面重点介绍用于煤炭、石油、冶金、水利、城建、电力、化工、建材等行业的风机产品的技术水平。

(一)国内压缩机产品技术水平综述

1970 年以前,我国压缩机产品的生产能力极其微弱,只有沈阳鼓风机厂能够生产仿苏产品 DA 型压缩机,品种数量都很少。70 年代中期,沈阳鼓风机厂引进意大利新比隆公司 MCL、BCL 和 TCL 三大系列压缩机制造专利技术,80 年代又引进日本日立公司 DH 型压缩机的制造技术。经过多年的消化、吸收和改进,沈阳鼓风机厂已经成功地掌握了上述引进的压缩机制造技术。十几年来新生产的压缩机遍布全国,装备在石油、化工、冶金等行业的重大装备上,为这些重大装备的国产化做出了贡献。这些压缩机的技术水平达到了国际上同类产品的先进水平。

此外,上海、陕西、武汉鼓风机厂也生产了少量压缩机。

沈阳鼓风机厂的 DH 型压缩机是在消化、吸收日立技术的基础上制造而成的。风量范围为 $15\,000\sim 330\,000\text{ m}^3/\text{h}$,压力范围为 $0.3\sim 0.9\text{ MPa}$,已成系列。DH 型压缩机为双轴四段离心式压缩机,结构紧凑,有较高的性能、经济指标和可靠性。其主要用途为:空分装置的原料空气压缩机和氮气压缩机,仪表及动力源空气压缩机等。DH 型压缩机的主要特点是采用了三元流动叶轮,每级叶轮均在最佳转速下工作,均装有独立的蜗壳,均轴向进气,级间设有高效率的气体冷却器,接近等温压缩,使单级和整机的效率大大提高。高精度的渗碳磨齿增速机保证了运转的平稳可靠。

陕西鼓风机厂引进瑞士苏尔寿公司 AV 系列轴流压缩机技术生产的 AV 系列轴流压缩机,为 9~18 级,压力比为 $2.7\sim 7.2$,吸入流量为 $70\times 10^3\sim 680\times 10^3\text{ N}\cdot\text{m}^3/\text{h}$,多应用于国内石油、化工、冶金等企业。

(二)国内鼓风机产品技术水平综述

1. 高炉鼓风机

沈阳鼓风机厂生产的 D 系列离心式鼓风机广泛用于输送煤气、烟气、空气或其他无腐蚀性混合气体,其流量由每分钟几十立方米到几千立方米,压力比为 $1.2\sim 3.5$,广泛用于高炉鼓风、焦炉煤气输送、混合气体加压输送,具有运转平稳、效率高的特点。D 系列离心式鼓风机是沈阳鼓风机厂的老产品,其技术、工艺都十分成熟。

陕西鼓风机厂引进瑞士苏尔寿公司技术生产的 A、AV 系列轴流鼓、压风机也在大型高炉中得到应用。

2. 烧结鼓风机

此类鼓风机耗电量约占烧结厂总耗电量的 40%,因输送介质为烧结烟气,含尘量大,风

机转子极易磨损。

陕西鼓风机厂生产的 SJ 系列烧结鼓风机有以下特点:

- (1)采用锯齿形中盘高效后向叶轮,效率达 83%,噪声低,耐磨好,转动惯量小;
- (2)叶片堆焊耐磨硬质合金,使转子寿命由原来的一年左右提高到二年以上。

沈阳鼓风机厂生产的 S6500-11、S12000-13、S12000-14 离心鼓风机,适用于 75 m^2 、 90 m^2 、 130 m^2 烧结机配套使用;还可为用户设计制造 210 m^2 以上的烧结机配套的鼓风机;亦生产 D1600-11、D2000-11、D2000-12 离心鼓风机,是为 $18\sim 24\text{ m}^2$ 烧结机配套的。

上海鼓风机厂生产烧结系统、球团系统、直接还原系统、干式和湿式除尘系统、均热炉和步进式炉、备用供气系统、引射式引风系统用的风机。

武汉鼓风机厂也生产烧结系统用的风机。

目前各风机制造厂都在风机防磨上进行攻关。哪个厂家在这个方面有重大突破,哪个厂家将赢得这个市场。

(三)国内通风机产品技术水平综述

1. 矿井通风机

1) 矿井主通风机

50、60 年代,我国矿井主通风机主要以仿苏的 70B₂ 轴流通风机为主,其结构复杂、机身笨重、效率低、耗电量大,风量和负压都不能满足大型矿井的需要,后来被列入淘汰产品。80 年代初沈阳鼓风机厂推出 2K60 系列矿井主通风机,它共有 18、24、28、36 四个机号,风量范围为 $20\sim 380\text{ m}^3/\text{s}$,风压范围为 $2\ 000\sim 5\ 000\text{ Pa}$,最高静效率为 81%,全压效率在 80% 以上的风量范围比值为 1.8,风压范围比值为 1.43,可以逆转反风,反风量 60%。2K60 系列矿井主通风机的结构特点是采用双级叶轮,叶片为机翼型,带扭曲面,叶片角度可在 $15^\circ\sim 45^\circ$ 范围内调节,机内有扭曲的中后导叶,采用滚动轴承,用油脂润滑。传动轴两端用调心联轴器与电机直联,可选用手动制动闸。轴承上装有铂热电偶温度计连接二次仪表,可作遥测记录,装有膜盒式微压计监测风机性能。由于该系列风机具有反风功能,故具有压入和抽出双重功能。为便于用户更换原有的 70B₂ 等矿井通风机,经改进仍可选用原 70B₂ 的电动机,并可确保电机与主机基础尺寸基本通用,从而极大地方便了用户进行技术改造。

随着国外技术的引进,武汉鼓风机厂根据日本三菱公司的技术,制造出符合我国矿井特点的高效节能新型矿井通风机。此种通风机共有 K55、K61、K65 三个系列 6 个规格。其最大流量为 $164\ 331\text{ m}^3/\text{h}$,最大全压 $6\ 614\text{ Pa}$,最高效率为 87%,转速为 740、990 r/min。其结构特点是:新的 6 种型号风机均为单级叶轮,叶片型线为机翼型,其材质采用铸铝合金,叶片角度可在 $10^\circ\sim 40^\circ$ 范围内调节;采用滚动轴承油脂润滑;传动轴两端用弹性联轴器与电机直联;轴承上装有热电偶温度计连接二次仪表,可作遥测记录;主体机壳采用水平剖分结构,便于用户保养维护。

上海鼓风机厂和原联邦德国 TLT 公司合作生产的 GAF 型矿井轴流通风机,风量范围 $30\sim 1\ 800\text{ m}^3/\text{s}$,风压范围 $300\sim 8\ 000\text{ Pa}$,最高全压效率 88%,风机的调节方式有液压动叶可调及机械式动叶可调两种。后者是在风机停转后,从机壳外以手轮调节杆伸入叶轮轮毂,通过蜗轮蜗杆及调节齿轮系统来改变动叶的安装角,可以逆转反风,用户多要求机械式动叶可调。风机有卧式和立式两种。卧式风机安装于地面上时,其传动轴自后端伸出,采用立式风塔;在地面下安装时电动机内置,采用卧式扩压风筒。

1988年,沈阳鼓风机厂利用丹麦 Novenco 公司技术,结合我国煤矿及金属矿实际情况,研制生产了比较符合我国矿山特点的 K66、K55、K50 型矿井轴流通风机。风机带进口 90°弯头的最高静压效率为 84%。全压效率在 80% 以上的风量范围比值为 2.97,风压范围比值为 1.84。在结构上均为单级叶轮。叶片选用高强度材料制成机翼型,叶片角度可在 10°~55°范围内调节。

对矿山主通风机的要求是:运行可靠,风量负压范围适合我国矿井条件,高效区宽广,调节性能好且调节方便,能逆转反风且反风量应满足要求(对轴流风机),价格适宜,有一定数量的品种与规格可供选型与对比。

2) 矿井局部通风机

我国矿用局部通风机长期以来使用 JBT 系列轴流通风机。它的风量与风压能满足矿井局部通风的要求,但效率低,噪声高达 109 dB(A)。

60 年代后期,冶金部安全技术研究所首次研制成功 JFD-5 型对旋式轴流局部通风机,直径为 500 mm,流量为 2.6 m³/s,全压为 2 158 Pa,电机功率为 5.5 kW×2,最高全压效率为 80%。该系列局部通风机曾在金属矿山得到推广,取得了一定的效益。

JK58 系列局部通风机是冶金部作为冶金新技术推广项目之一。其风量范围为 1~5 m³/s,全压范围为 600~2 900 Pa,单级最高全压效率为 92%,双级最高全压效率为 83%,比 JF 系列局部通风机全压效率提高 20%~30%,适用于金属矿山的大多数作业巷道。性能和 JF 系列基本一致时,体积减小 45%,重量减轻 45%。其中 No. 4 风机噪声不超过 96 dB(A)。

JT55-6 型子午加速局部通风机是冶金部安全环保研究院为金属矿研制的。它具有压力适中、风量大的特点。设置分流器后,消除了特性曲线上的压力低谷区,扩大了工况范围。风量 5~7 m³/s,风压 1 250~1 800 Pa,噪声 84~93 dB(A),功率 11 kW。这种风机适用于无底柱分段崩落法采矿,并使用柴油铲运机出矿的采矿进路局部通风,可取代 JBT 系列。

华中工学院和韶关冶金机械厂于 1985 年设计制造了 GKJ67 型局部通风机。它采用单级子午加速叶轮,装置后导叶结构,叶轮设计上采用了准三元流动理论设计方法,叶轮采用 ZL104 铝合金整体浇铸成型,电机整体装在机壳内筒中。GKJ 系列子午加速局部通风机,风量为 2~4 m³/s,风压 780~3 100 Pa,全压效率 82%~86%(出口为圆面积),噪声 84~99 dB(A)。配缩小喘振区装置,带扩压器,适用于金属矿山。

华中工学院还研制出混流式通风机 YBT-5.5。该风机的突出特点是噪声明显降低,且声音平稳,送风距离远,性能稳定。YBT-5.5 型流量 198.4 m³/min,压力 1 734 Pa,效率(圆形出口面积)85%,噪声(出气试验)86 dB(A)。

浙江大学研制了一种具有一级子午加速叶轮的 JKF-48 局部通风机。该风机叶轮是按变环量流线设计的。结构上与 GKJ67-Z45 无特殊的区别,其叶轮直径 480 mm,流量 3.1 m³/s,全压 951 Pa 电机功率 5.5 kW,全压效率 81.5%。

2. 电站锅炉鼓、引风机

我国火力发电站的单级容量随着电力工业的发展不断增加。60 年代多用 5、10、12.5 万 kW 机组;70 年代主力机组为 20 万 kW。选用的锅炉风机主要是沈阳鼓风机厂生产的 G(Y)4-73D 式离心通风机,其效率为 80%。实际运行反映出:引风机采用机翼型叶片耐磨性差,磨漏后叶片腔内积灰、引起不平衡振动;D 式悬臂结构不稳定;轴向调节门调节困难;风

机采用轴向进气,用户配置进气箱与风机不协调,引起涡流振动;还有轴承漏油等问题。为解决上述问题,沈阳鼓风机厂 80 年代设计制造出 G(Y)4-73F 系列离心通风机。引风机叶片加了防磨板及耐磨层,传动组为双支撑结构,带有百叶窗式径向调节门及进气箱,轴承箱配有合理的密封结构。这种风机已成为 20 万 kW 以下电站锅炉风机的主要配套形式。

随着电力工业的发展,80 年代我国火力发电站的单机容量 30 万 kW 已成为主力机组,且逐渐向 60 万 kW 机组过渡,为此沈阳鼓风机厂又分别为 30 万 kW 及 60 万 kW 电站锅炉研制出了 Y4-2×73N^o28.5F 及 Y4-2×73N^o37F 离心引风机。这种引风机的优点是圆周速度低(100 m/s),故其耐磨性好。其缺点是:部分负荷时效率下降幅度很大;Y4-2×73 系列引风机转速低,在同样功率下电动机及风机转子重量过重给吊装带来困难;采用实心长锻造轴使风机价格昂贵。

随着火力电站单机容量的增大,电站锅炉风机逐渐向动叶、静叶可调轴流风机方向发展。

我国近几年已引进了几个系列具有液压动叶调节系统的电站风机。此种风机的最大特点是风机的高效率区与电站风机运行时的变工况范围相适应,因此不论风机是满负荷或部分负荷运行,风机的效率都较高,节能效果好。下面是进口导叶调节离心风机与动叶可调轴流风机典型性能的比较,在不同工况时的全压效率。

锅炉负荷	轴流风机	离心风机
考核点	85.5%	90.0%
100%	86.5%	81.0%
75%	78.0%	53.0%

沈阳鼓风机厂引进丹麦 Novenco 公司 VARIAX 型动叶可调电站轴流风机。其技术特点如下:

- (1)性能范围宽广,效率高。该型共有 10 个标准轮毂,通过动叶顶部切削可以形成 200 多个空气动力模型级,故能保证风机在高效区运行。
- (2)结构合理,检修方便。叶片采用高强度铸铝合金和锻铝合金,一个人 8 h 即可更换全部叶片。检修时可将扩散筒送入风道,进气箱也可移动。
- (3)质量控制体系完整,产品运行可靠。
- (4)自动化程度高,配套齐全。液压调节,灵敏度高。装有防喘振装置。可根据用户要求,采取消声、隔声措施,把 1 m 处的 A 声级控制在 85 dB(A)以下。

上海鼓风机厂引进前联邦德国 TLT 公司技术,生产动叶可调电站轴流风机,也具备效率高、性能范围宽广、结构合理、检修方便等优点。引风机有卧式及立式两种。卧式风机的上半部易于拆下;立式风机的机壳等部件可以移动,所以转子、主轴承箱等检修方便,且可布置于烟囱之中。

成都电力机械厂引进前联邦德国 K. K. K 公司 AN 系列轴流通风机技术,叶轮为子午加速式,用前导流器调节性能,有性能稳定器以缩小喘振区。其性能曲线的高效区不如动叶可调式的宽广,但价格低。

武汉鼓风机厂引进日本三菱重工业公司的大型电站风机技术,可设计制造动叶可调轴流风机。

目前我国电站锅炉通风机配套情况如下:

5 万 kW 机组	G4-73-11№20D	Y4-73-11№20D
10 万 kW 机组	G4-73-11№25D	Y4-73-11№28D
	G4-73-11№22F	Y4-73-11№28D 或 Y4-73-11№22F
15 万 kW 机组	G4-73№25F	Y4-73№25F
	G4-73№28F	Y4-73№28F
20 万 kW 机组	G4-73№29 $\frac{1}{2}$ F	Y4-73№29 $\frac{1}{2}$ F
	G4-73№31 $\frac{1}{2}$ F	Y4-73№31 $\frac{1}{2}$ F
	或动叶可调轴流风机	
30 万 kW 机组	鼓风机:动叶可调轴流风机	
	引风机:Y4-2×73№28 $\frac{1}{2}$ F 或动叶可调轴流风机	
	一次风机:9-36№15D	
60 万 kW 机组	鼓风机:动叶可调轴流风机	
	引风机:Y4-2×73№37F	
	一次风机:动叶可调轴流风机	

从我国的实际情况出发,在近期内尚不会发展 100 万 kW 以上的火力发电站,因而电站锅炉风机的选用在一段时间内仍然会呈现轴流式和离心式同步的局面。

3. 工业蒸汽锅炉鼓、引风机

工业蒸汽锅炉的改造大致经历了两个阶段。

第一阶段是 70 年代为适应锅炉加装除尘器降低排尘浓度的需要,风机行业设计出了 Y5-48、Y5-47 系列引风机。

第二阶段是进入 80 年代中期之后,国家十分重视节能,对环保的要求日趋严格。沈阳鼓风机研究所向风机行业推广了高效节能低噪声的 4-72、9-19、9-26 及 G(Y)4-73、Y5-48 系列风机。此间厂校联合、厂所联合还开发了一些高压头、低噪声、高效节能的新型锅炉鼓、引风机。

浙江大学流体工程技术研究所与石家庄风机厂共同研制开发出 8-39、9-38 前向通风机,主要用于 6 t/h、10 t/h 锅炉配套引风,以取代 9-35 系列引风机。同时,还开发了 Y8-24、Y10-21 等为 1、2、4 t/h 锅炉配套的引风机。其特点在于效率不低于 Y5-48、Y5-47,但噪声低、压头高、性能曲线平坦。这些风机均列入 1987 年第九批全国推广的节能产品。

1988 年,清华大学力学系与北京西山风机厂联合研制出 6-41 系列离心通风机。该风机采用了整体优化设计方法,具有良好的气动性能和低噪声的优点。

1989 年,沈阳鼓风机研究所在对 1~10 t/h 工业锅炉配套风机作了大量调查的基础上,针对当前锅炉风机普遍存在的流量、压力不足,噪声超标这一主要矛盾,提出了新系列通风机的设计推荐值(表 1-1)。

沈阳鼓风机研究所设计的 SGG、SGY 系列离心鼓、引风机共 15 个规格分别与上述 1、2、4、6、10 t/h 锅炉配套(表 1-2)。该系列鼓、引风机采用了大压力系数、低比转数、低噪声、高效率模型级,并由三元流动叶片、锥弧形进风口和低噪声机壳组成,从而确保了良好的综合性能和较低的噪声。其主要特点如下:

(1)流量、压力与锅炉要求相匹配;

表 1-1 SG 系列风机设计推荐值表

风机种类	锅炉容量 t/h	介质温度 C	流量范围 m ³ /h	压力范围 Pa	电动机功率 kW	效率 %
通风机	1	20	1 800~2 200	1 000~1 200	≤1.5	≥80
	2	20	3 600~4 000	1 000~1 800	≤3	≥80
	4	20	5 500~7 200	1 200~2 000	≤5.5	≥80
	6	20	6 000~10 000	1 800~2 100	≤7.5	≥80
	10	20	17 000~23 000	1 800~2 300	≤17	≥80
引风机	1	250	3 200~4 000	2 000~2 200	≤4	≥80
	2	220	6 000~7 500	2 000~2 400	≤7.5	≥80
	4	200	11 000~16 000	2 400~3 000	≤18.5	≥80
	6	200	16 000~22 000	2 600~3 000	≤30	≥80
	10	200	20 000~34 000	2 600~3 300	≤40	≥80

表 1-2 新开发 1~10 t/h 工业锅炉风机统计表

风机	开发单位		沈阳鼓风机研究所	浙江大学流体所 石家庄风机厂	清华大学力学系 北京西山风机厂	华中理工大学
	锅炉容量	t/h				
鼓风机	1		SGG1(Nº4.5A)		G6-41Nº3.55A	混流Nº3.2
	2		SGG2 SGG2-1(Nº5.6A)		G6-41Nº5.4A	混流Nº3.6
	4		SGG4(Nº6.3A) SGG4-1(Nº6A)		G6-41Nº6.3A	混流Nº4
	6		SGG6(Nº6A)		G6-41Nº9	混流Nº4.5
	10		SGG10 Nº9.5D)		G6-41Nº9	混流Nº5.4
引风机	1		SGY1(Nº4D) SGY1-1(Nº8D)	Y10-24Nº5C	Y6-41Nº4C	
	2		SGY2(Nº8.5D) SGY2-1(Nº5.3D)	Y8-24Nº8D Y10-21Nº8D Y10-24Nº6.3C	Y6-41Nº5.4C	
	4		SGY4(Nº9D) SGY4-1(Nº7.5D)	Y8-24Nº9D Y10-21Nº9D	Y6-41Nº7.1C	
	6		SGY6(Nº9.5)	Y8-39 Y9-38	Y6-41Nº9C	
	10		SGY10(Nº9.5)	Y9-38 Y8-39	Y6-41Nº11.2C	

(2)性能曲线平坦,高效区宽,且因压头高,有利于锅炉燃烧和消烟除尘;

(3)采用了双速或电磁调速电机,可适应锅炉运行负荷变化,改善了风机的调节性能,节能效果显著;

(4)电机采用直联型式,引风机采用弹性联轴器连接,既可减少因皮带传动带来的噪声,又可提高风机的效率;

(5)引风机采用了公用底座、软连接等措施增强了机组的刚性,确保了风机安全可靠

运行。

沈阳鼓风机研究所、清华大学、浙江大学流体工程研究所新开发的三种 4 t/h 锅炉配套引风机性能参数的比较见表 1-3。

表 1-3 4 t/h 锅炉配套引风机性能参数表

对 比 项 目	SGY4№9D	Y6-41№7.1C	Y10-21№9D
风量, m ³ /h	12 268	12 000	11 600
全压, Pa	3 030	2 450	3 302
轴功率, kW	13.1	10	13.6
全压效率, %	78.3	83.4	78
声压级, dB	82	82.8	87.4
匹配电机, kW	18.5	15	18.5

比较结果表明:SGY4 离心引风机虽比 Y6-41 效率低 5.1%,但全压却比 Y6-41 高 580 Pa,能满足锅炉燃烧的需要,特别是满足高原地区锅炉的需要。在同等效率和功率条件下,SGY4 比 Y10-21 的噪声降低了 5 dB。

另外,目前为 1~10 t 工业锅炉配套的混流式通风机已有五个规格,由华中理工大学研制开发。其中叶顶有倾斜和平行于轴两种型式。实际运行表明:该型通风机不积灰、便于维修、结构紧凑、效率高、噪声低,而且供风均匀,能改善锅炉的燃烧。如有的单位锅炉燃烧出现一侧好、一侧坏的不均匀状况,改用该型风机后燃烧效果明显好转。

今后我国工业锅炉用鼓、引风机总的发展趋势如下:

(1)采用优化设计方法设计新型高效低噪声风机。采用优化设计方法不仅可提高风机效率 3%~7%,降低噪声 3~5 dB,还缩短了设计周期,减轻了设计人员的劳动强度。

(2)新型锅炉鼓、引风机应向高效节能、低噪声、调节性能好的方向发展。在降低噪声上主要采用的是增大蜗舌间隙与曲率半径的方法。而降低旋涡及二次流噪声则要控制进风口与叶轮盖盘的径向间隙及轴向覆盖尺寸。为改善调节性能,锅炉用通风机趋向采用电磁调速电机或双速电机,并配合进口调节门调节风量。

(3)积极发展机电一体化产品,采用电力电子技术,实现节省能源。

(4)贯彻“以科技为先导,以质量为主线”的方针,走大专院校、科研单位与风机制造厂联合开发节能风机的道路。

4. 高温风机

高温风机主要用于炉窑尾气引风、各种加热炉引风及炉内气体循环等。输送气体温度通常在 300℃以上。我国生产高温风机的厂家不少,但以四平鼓风机厂和重庆通用机器厂最著名。

1)四平鼓风机厂主要产品简介

(1)W4-80 7.5D:工作温度 850℃,用于冷轧钢板卷式退火炉中保护气体的定向流动,加强炉内热交换,使炉内温度均匀,是提高热处理件质量的关键设备。且立式无壳体、效率高、噪声低、运转平稳、安装方便。

(2)W50B№15C(№24C):工作温度 650℃,用于铝材加热退火炉内气体循环,提高热处理质量。属轴流式,效率高、噪声低、运转平稳、安装方便、风量大、静压高、功耗低。

(3) W9-28 系列(W9-28-01№22F):工作温度 350℃,用于锻冶炉、各类高压强制通风及水泥窖外分解新工艺,效率高、噪声低、性能曲线平坦、流量调节范围大、高效区宽。

(4) 各种水泥窖用高温风机:工作温度大约均为 350℃,如 W9-35-01№18F、W8-35-01№17F、W5-40-11№18D、W8-32№17F、R6-44№20F、R6-40№20F、W9-28№17F、W9-2×19№17F 等,还有 208SIBB55 及 2888DIBB24 水泥窖用引风机。

(5) 铝冶炼高温风机:如 1971SIBB24、1825DIBB24,工作温度均为 400℃。

(6) 一般高温风机:如 W5-47-11№5C(600℃)、W4-73№14B(450℃)、W9-26№8C(450℃)、W9-19№9D(600℃)、W4-72№6C(700℃)、W5-48№10D(450℃)等。

2) 重庆通用机器厂主要产品

(1) 输送介质浓度 $<150\text{ mg/m}^3$ 的无腐蚀性热空气的一般高温风机:如 W-11№14F(450℃)、W4-66№ $\frac{10}{16}\text{C}$ (350℃)、W5-47№7.1C(320℃)、W6-44№9C(400℃)、W9-26№12 $\frac{1}{2}\text{D}$ (250~400℃)、FW-11№7(350~400℃)。

(2) 用于合成洗衣粉流程中的高温风机:如 FW-11№8(450℃)。

(3) 高温烟气的排烟风机:如 FW4-68-21№10(450℃)。

(4) 水泥窖流程的高温风机:FW8-2×18№16(280~350℃)、FW9-2×35№20(200~350℃)、FW9-27(450℃)、FW9-35(300℃)、R7-29№14 $\frac{1}{2}\text{D}$ (150℃)、R9-19№5.6D(100~250℃)。

5. 罗茨鼓风机

我国的罗茨风机行业是建国后在仿制国外产品的基础上发展起来的。直到 80 年代初尚存在产品结构单一、规格品种少、能耗高、水平低、产量少等缺点。全行业罗茨风机仅限于 5~250 m³/min 的 13 种风量,19.6~49 kPa 3 种升压规格,传动方式均为直联,转速为 3~4 档,在性能域中只有不到 100 个性能点,给用户选型带来很大不便,其直接结果就是性能不匹配、流量放空,造成能源上的浪费。通常所说的罗茨鼓风机能耗高,原因就在于此。而且在结构型式和几何尺寸上,国内各生产厂家不统一,不便于用户安装、维修和更换。因此,国产旧系列罗茨鼓风机不能适应国民经济建设发展的需要。

1982 年,机械部把罗茨鼓风机系列更新研究列入“六五”国家 38 项重点科技攻关计划,并委托原一机部通用机械技术设计成套公司牵头,组织长沙、上海、天津、武汉等罗茨鼓风机主要生产厂成立联合设计组于 1982 年底正式开展系列更新的科技攻关和联合设计工作,1984 年初完成了罗茨风机新系列型谱的制定和结构方案的拟定工作。

新的 L 系列罗茨鼓风机共有 11 个机型,43 个机号,功率范围 0.36~988 kW,流量范围 0.37~1 083 m³/min,升压 9.8~98 kPa 共 10 个压力点,转速范围 375~3 530 r/min 共 25 种,全性能域中共设有 1 781 个性能点,可以最大限度地满足用户选型需要。

到 1991 年,各厂先后完成了 L1~L9 的全部新产品的试制及鉴定,并已正式投入批量生产。

1988 年 L 系列罗茨鼓风机被列入国家第九批节能产品全面推广。

几年来,由 L 系列一般用途罗茨鼓风机派生的煤气专用系列罗茨鼓风机、面粉机组系列罗茨鼓风机、罗茨真空泵等产品陆续在各行业得到了应用。

生产罗茨鼓风机的主要厂家有:长沙鼓风机厂、天津鼓风机厂、章丘(山东)鼓风机厂、四

川鼓风机厂(四川达县)、上海鼓风机厂、武汉鼓风机厂、福州鼓风机厂等。

二、风机主要产品分类及型号系列

(一) 风机主要产品分类

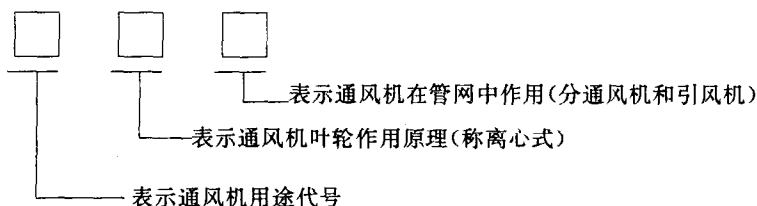
按作用原理分为容积式和透平式两类。前者靠在气缸内作往复或旋转运动的活塞的作用,使气体体积缩小而提高压力;后者靠高速旋转叶轮的作用,提高气体的压力和速度,随后在固定元件中使一部分速度能进一步转化为气体的压力能。

按风机达到的压力区分为通风机、鼓风机和压缩机。详见第三章表 3-1、表 3-2。

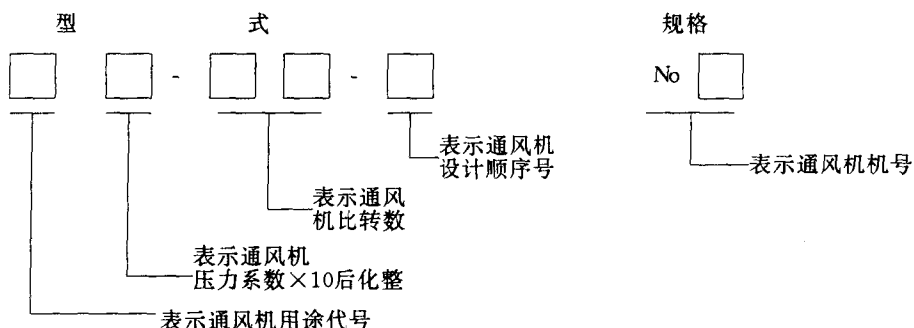
(二) 各类风机的型号系列

1. 离心通风机产品名称型号编制规则

1) 名称



2) 型号



说明:

(1) 用途代号按表 1-4 规定。

(2) 压力系数采用一位整数(四舍五入)。个别前向叶轮的的压力系数大于 1.0 时,亦可用两位整数表示。若采用二叶轮串联结构型式,用 $2 \times$ 压力系数表示。

(3) 比转数采用两位整数。若用二叶轮并联结构或单叶轮双吸入结构,则用 $2 \times$ 比转数表示。

(4) 若产品的型式中产生有重复代号或派生型时,则在比转数后加注序号,采用罗马数字 I、II 表示之。

(5) 设计顺序号用阿拉伯数字 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、地基尺寸、易损件皆没有变更,不应使用设计顺序号。启用时应向沈阳鼓风机研究所申请备案。

(6) 机号用叶轮外径的分米(dm)数表示。