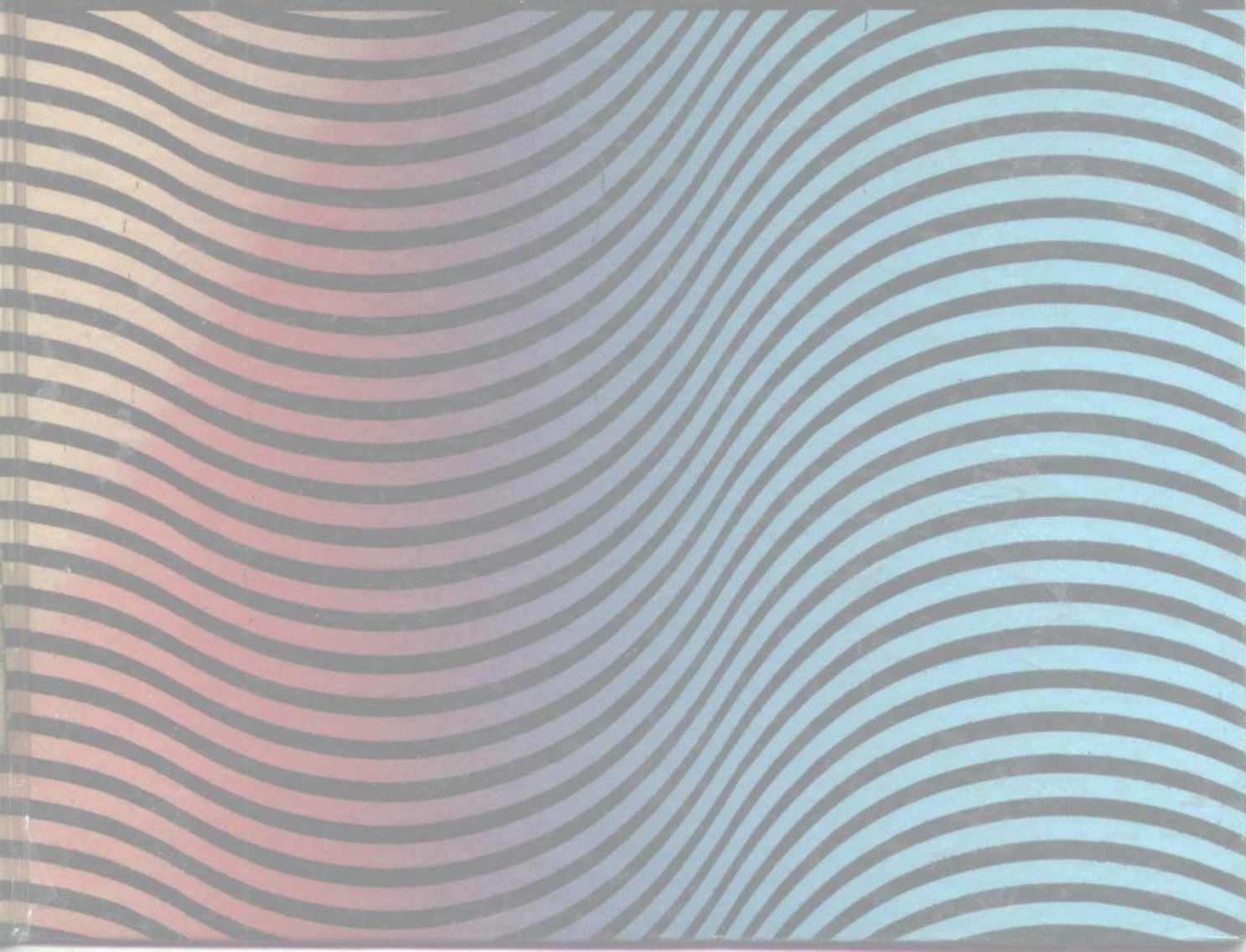


葛永乐 主编

实用 节能技术

上海科学技术出版社



实用节能技术

葛永乐 主编

上海科学技术出版社

实用节能技术

葛永乐 主编

上海科学技术出版社出版发行
(上海瑞金二路 450 号 邮政编码: 200020)

新华书店上海发行所经销 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 42 插页 4 字数 1,008,000

1993 年 4 月第 1 版 1993 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—3,800

ISBN 7-5323-2840-6/TK·12

定价: 25.40 元

(沪)新登字 108 号

实用节能技术编委会

编委会主任：黄永碇(711 研究所所长、教授级高工)

王基铭(上海石化总厂厂长、高工)

副 主 任：李国瑞(711 研究所总工程师、教授级高工)

曹为廉(上海石化总厂炼化部总工程师、教授级高工)

委 员：李培昌、李林、葛永乐、吴炎康、贾安全、任晓一

总 主 编：葛永乐(711 研究所动力装置研究发展部主任、教授级高工)

编 写 单 位：中国船舶工业总公司科技发展部

中国船舶工业总公司第七研究院 711 研究所

中国石油化工总公司上海石化总厂

上海科技开发交流中心上海炼油及石油化工节能技术联合研究所

2F64/36
07

前 言

中国船舶工业总公司第七研究院 711 研究所拥有雄厚的技术力量，在黄永碇所长和李国瑞总工程师的领导下，全所在节能新产品的研制和推广应用方面取得了显著的成绩，获得了几十项节能方面的国家级和部、市级科技进步奖，每年为国家节约几亿元的能源资金。

711 研究所动力装置研究发展部(下设七室、八室、十二室、十四室、动装站、通用科、环保科)和十一室专门从事通用机械节能技术的研究。近几年来共研制成功了 95 项节能新产品，荣获部、市级以上科技进步奖 15 项，申请 10 项国家专利节能新产品，取得较好的社会效益。为了更进一步推广应用这些节能新产品，我们特委托 711 研究所动力装置研究发展部主任兼十一室主任葛永乐等同志负责汇编《实用节能技术》专集，重点介绍他们在节能新技术的研究和推广应用方面所取得的成绩，以此促进节能技术进步，推动社会节能工作。

实用节能技术专集的出版得到上海市科委主任兼上海科学院院长金柱青研究员、上海市经委能源处龚唤曾处长、中国船舶工业总公司科技发展部李培昌、李林二位处长等领导的大力支持。

《实用节能技术》专集的部分内容取自《能源技术》期刊，特此向原作者和编辑部同志表示感谢。

《实用节能技术编委会》

1990 年 6 月于上海

目 录

第一篇 风机、泵节能技术	1
第一章 风机、水泵的节能改造	2
编写者：葛永乐	
第二章 SF 系列节能低噪声轴流风机的研制和推广应用	13
编写者：葛永乐	
第三章 节能型双螺杆泵	21
编写者：许宗詮、贾安全	
第四章 湿式螺杆压缩机火炬气回收装置	42
编写者：许宗詮、贾安全	
 第二篇 工业锅炉、热风炉节能技术	69
第一章 快装锅炉节能技术	70
编写者：葛永乐	
第二章 快装锅炉综合节能技术改造	81
编写者：葛永乐、刘光耀	
第三章 节能型燃煤热风炉	89
编写者：朱忠信、冯月英、何瑞昌、葛永乐、沈福江、蔡纹波	
 第三篇 工业炉窑节能技术	95
第一章 冶金行业炉窑节能技术	96
编写者：葛永乐、任晓一	
第二章 机械行业炉窑节能技术	136
编写者：葛永乐、周云龙	
第三章 化工行业炉窑节能技术	164
编写者：葛永乐、任晓一	
第四章 轻工行业炉窑节能技术	197
编写者：葛永乐、周云龙	
第五章 食品行业炉窑节能技术	212
编写者：葛永乐	
第六章 建材行业炉窑节能技术	227
编写者：葛永乐	
第七章 电炉节能技术	265
编写者：葛永乐	

第四篇 热交换器节能技术	275
第一章 空气预热器的节能技术	276
编写者: 葛永乐	
第二章 空气冷却器节能技术	292
编写者: 陈学琛、陈成耀、杨湛之	
第三章 高效率紧凑式 BLG 系列滑油淡水冷却器的设计与研究	299
编写者: 陈学琛、陈晓华、刘根兴	
第四章 节能型衬铜热水器	313
编写者: 朱忠信、冯月英、何瑞昌、葛永乐、沈福江、蔡纹波	
第五章 节能型陆用电站风冷系统	317
编写者: 陈学琛、陈可珍	
第五篇 热管节能技术	327
第一章 热管技术	328
编写者: 葛永乐	
第二章 RH 2215 型热管空气预热器的研制和应用	349
编写者: 曹鑫杰、葛永乐、殷志成、沈全平、顾胜和	
第六篇 热泵制冷节能技术	359
第一章 热泵技术	360
编写者: 李明仁、向征涛	
第二章 家用热泵空调节能技术	379
编写者: 向征涛、李明仁	
第三章 溴化锂制冷节能技术	388
编写者: 葛永乐	
第四章 热管封闭式制冷压缩机节能技术	399
编写者: 葛永乐、葛伟明	
第七篇 汽车发动机、油掺水、平焰烧嘴节能技术	401
第一章 汽车发动机节能技术	402
编写者: 葛永乐、何士良	
第二章 油掺水节能技术	414
编写者: 葛永乐、何士良	
第三章 平焰烧嘴燃烧技术	430
编写者: 葛永乐、何士良	
第八篇 蓄热器、疏水器、冷却塔节能技术	443
第一章 蓄热器节能技术	444

编写者: 葛永乐、蔡振飞	
第二章 疏水器节能技术	459
编写者: 葛永乐、何士良	
第三章 节能型双金属疏水阀的研制和推广应用	471
编写者: 葛永乐、乐柏祥	
第四章 冷却塔节能技术	475
编写者: 葛永乐、何士良	
 第九篇 调速装置节能技术	 485
第一章 调速液力偶合器节能技术	486
编写者: 王向楹	
第二章 三相交流鼠笼型异步电动机实现调压调速节能技术	535
编写者: 殷志成	
 第十篇 节能材料	 557
第一章 远红外加热技术	558
编写者: 葛永乐、何士良	
第二章 硅酸铝耐火纤维的应用技术	593
编写者: 葛永乐、何士良	
 第十一篇 新能源	 615
第一章 太阳能利用技术	616
编写者: 葛永乐、何士良	
第二章 沼气利用技术	635
编写者: 葛永乐、何士良	
第三章 地下水储能技术	651
编写者: 葛永乐、何士良	
 附录 711 研究所节能新产品的研制和推广应用	 658

第 一 篇

风机、泵节能技术

103238

第一章 风机、水泵的节能改造

§ 1-1-1 上海市风机、水泵的技术现况和节能前景

一、研究风机、水泵节电技术的经济意义

上海市1981年曾对11个主要工业局的5.5 kW 以上的风机、水泵进行了普查,据统计风机、水泵二项年耗电量占整个工业用电的40%左右,约45亿kW·h。其装机台数及容量见表1-1-1。

表 1-1-1 风机、水泵装机台数及容量

台数及容量	风 机	水 泵	总 计
台 数	1.43	2.14	3.57
(其中低效)(万台)	(0.57)	(0.86)	(1.43)
装机容量	50.6	73.4	124
(其中低效)(万 kW)	(20.3)	(29.4)	(49.7)

根据国务院关于节约用电的指令(国发1981年第56号文)及国家经委、计委联合制订的节约能源若干具体要求(1981年第162号文)规定,经过测定:“凡通风机、鼓风机效率低于70%;离心泵、轴流泵效率低于60%要尽快分期分批改造或更换。”上海市在1981年普查的基础上做了大量的机泵测试工作,测试数据表明:绝大多数设备的运行效率低于节电指令的要求,原因是多方面的,有设备匹配不合理、系统匹配不合理的因素,也有维护管理不当和运行管理不当等因素。测试数据分析结果表明:本市风机和水泵进行技术改造的节能潜力是非常大的,估计1年可节约电3亿kW·h以上。由于企业的技术改造资金和生产条件的限制、各种高效风机和水泵系列不足,以及从事风机和水泵技术改造的技术力量尚未很好地组织起来等因素的影响,“七五”期间通过努力和挖潜,可望再节电1.5亿kW·h左右。

二、上海市在役风机的现状及节电潜力

1. 电站锅炉用风机

60年代的电站锅炉130 t/h 以下用风机多系4—73系列风机,该系列风机在国内属保留产品,但高效区不宽,效率特性较陡,采用入口导流片调节,因选型时留有较大的富裕量,往往调节幅度较大(特别对调峰机组),故一般运行在低效区运行效率,仅40%~60%左右,当匹配合理、使用得当时,运行效率可达60%以上。

若调节方式采用当代的电机调速新技术则可望节电10%~15%。

2. 通风换气用风机

这种风机有4—72、4—73、6—48、5—48等系列,其使用场合为车间、宾馆、影剧院空调系统等,而宾馆、影剧院等使用环境要求噪声值低,目前国产的通风换气用风机的噪声不能满足要求,效率在一般水平,节电潜力不大。

3. 工业生产用高压离心风机

该类风机主要使用于工业窑炉、化铁炉、锻造炉、冶金炉及小氮肥生产等领域。老产品为 8—18、9—27 系列、效率 $\leq 65\%$ 属淘汰产品,新产品为 9—19、9—26、10—19 系列,效率达 78%~82%,接近国际水平。

目前虽有一部分已更新,但仍有一些企业风机不在高效区运行,实际运行效率为 60% 左右,关键在于运行参数与设备铭牌参数不匹配。应采用调节手段提高运行效率。使这类风机效率保持在设计要求下运转。

4. 纺织用空调用风机

Fz 系列轴流风机多用于纺织空调系统,纺织系统在减少风量耗电方面做了大量工作,如建造水泥导流段,电机固定方式改为机座式、采用调速措施等。通过改造,参数不匹配现象有较大改善。但管系设计不合理的现象相当普遍,新 Fz 系列低压轴流通风机效率达 86%,已赶上国际水平,一般运行效率也达到 80% 以上。

5. 冷却塔用风机——轴流式风机

据统计:全市有 5600 台中小型机力通风冷却塔,其中 50~60 年代投运的老塔尚有不少还采用小直径、高转数轴流风机,该类风机能耗高、噪声高、漂水多,应调换为新型的大直径、低转数、低噪声高效风机、新型的冷却塔用通风机风量比老产品增加 10%,效率已达 80% (比老产品提高 10%)。

6. 工业锅炉用风机

蒸发量 10 t/h 以上的工业锅炉以配用 4—73 系列风机为主,10 t/h 以下的锅炉配用 9—35 系列风机为主,9—35 系列风机本身效率较低(最高效率仅 65%)。

4—72、4—73、4—79 系列风机已赶上国际水平,但由于品种不全,不能满足各种类型锅炉用配套风机的更新要求。近年来投产的 GG₁GY 型风机效率达 80% 以上,但由于产量有限用户的更新要求仍难以满足。

7. 岗位通风机

岗位风机是供工人操作岗位或某专用机电设备通风降温使用的季节性通风设备,虽然功率小,但台数多,且很多是用户自制的,普遍存在的问题是噪声高,电耗高。

总的说来,上述风机及其它各种在役风机存在的问题是运行效率低,一般都低于 70%,少数风机的运行效率仅 20% 左右。

与国外先进效率相比,大约低 10%~15%,各种风机效率详表 1-1-2。

表 1-1-2 国内外各种风机效率的比较

类 型	国内平均效率(%)	国外先进效率(%)	效率差距(%)
旧型高压通风机	65	75~80	10~15
新型高压通风机	80~82	83	—
中低压通风机	70	82	12
锅炉鼓引风机	75	85	10
新型矿井轴流风机	80	85	5
旧型矿井轴流风机	70	85	15

目前上海市风机效率低的原因如下:

(1) 选型不当,1981 年以来普查测试工作中发现 80% 的风机有选型不当。

(2) 设备陈旧,本身效率低。

(3) 管系布置不合理,导致管网阻力大。

(4) 管理水平差。

(5) 调节手段为 60 年代水平,多采用入口导流器或节流调节,调节损失大,缺乏先进的调节手段。

据全市 20 几个工业局的统计,5.5 kW 以上的风机 1.4 万余台,装机容量 50 余万 kW,40% 处低效运行,若抓紧改造,近期可获年节电 9000 万 kW·h 的经济效益。

三、上海市在役水泵的现状 & 节电潜力

1. 单级双吸离心泵

上海原生产的 SH 型泵有 29 个品种 63 个规格,广泛使用于冶金、化工、化纤、造纸、轻纺等行业,数量较大,主要用于冷却水系统,从调查及测试资料看,因匹配不当造成电能浪费是相当普遍的现象。这类泵的更新系列为 S 型。但因在用的 SH 型水泵面广量大、短期内全部更新确有困难,故重视泵的合理匹配和正确使用是节约电能的关键,上海冶金、化工等行业对各自的大型单级双吸离心泵进行车削叶轮外径或采用调速手段后,一台 SH 19 型泵年节电量 40~100 万 kW·h,当前应继续抓好这一工作。

2. 长轴深井泵

上海 JD 型长轴深井泵有 8 个品种 35 个规格,该系列产品 2 年前年生产量 4000 余台,市场占有率为 16.7%,但由于长期以来未研制开发新产品,而外地同类型厂先于上海引进了国外技术,为适应发展需要,本市急需研制开发长轴深井水泵。

3. 工业锅炉给水泵和漩涡泵

上海生产的 GC 型工业锅炉泵有 5 个品种 42 个规格,效率均较低为 38%~62.5%,现已推出效率较高的 D 型新系列,效率为 41.5%~71%,与国外先进水平相比仍有 0.5%~4% 的差距。

据调查,上海市锅炉给水泵因电能利用率低而每年浪费的电量 3000 万 kW·h 左右,“六五”期间部分泵已经抽级改造,耗电减少约 1000 余万 kW·h,但还有较大节电潜力。

上海市 1 t/h 以上的工业锅炉约 5700 台,配用的多级离心泵及漩涡泵约 12000 台,每年都有一定数量的泵需更换,加上工业锅炉生产厂配套的需要年需求量达 6000 台。现已生产的节能型泵产品:1¹/₂ GC-A 型,GC 23.2~23.5 型、D 12-25 型、D 25-30 型、D 46-30 型总计不足 1000 台满足不了市场需求。上述新型锅炉给水泵的效率比旧型提高 3%~15%。

4. 电站锅炉给水泵

上海泵业曾生产 DG 280-140、DG 500-180 及 DG 500-240 等三种型号产品,由于电站锅炉向大容量高参数发展,又由于华东电网中水电比重太小,大容量的火电机组均需承担调峰任务,故定速泵已不能适应电站要求,上海已生产出配 12.5 万 kW 机组全容量的带液力耦合器的锅炉给水泵,由于配用了液力耦合器,该类泵的运行效率大大提高(计 70% 左右),一台调速泵与过去的定速泵相比,年可节电 300 万 kW·h 左右。

5. 船用泵

上海生产的 CL 型船用泵 11 个品种、24 个规格,但品种仍不能适应市场需要,且耐海水腐蚀亦未过关,泵效率低,现已从德国引进制造技术,产品逐步投放市场。

6. 热水循环泵

上海生产的R型热水循环泵仅1个系列共10个品种24个规格,口径 $\phi 25 \sim \phi 1400 \text{mm}$,存在着品种少、适用范围窄、材质差、寿命短等问题,且效率比国外同类型泵低3%~5%,现已引进国外技术。

7. 耐腐蚀泵

上海生产的耐腐蚀泵有F型耐腐蚀泵、FW型保温泵、FS型塑料泵、FY型液下泵、WZ型耐腐蚀漩涡泵等五个系列24个品种、该类泵的主要问题是:材质差、密封件寿命短、效率低,比国外低1%~15%左右。

8. 轴流泵

轴流泵用于电站循环水泵、水厂一级泵、农田排灌、排涝以及南水北调工程等。上海生产的ZL型轴流泵为按前苏联OП型相似变换设计的产品,OП系列轴流泵的平均效率为85%,上海生产的ZL型轴流泵12个品种,14种规格,平均效率为83.6%。

9. 污水泵

上海产污水泵有PWA型2个品种、PN型泥浆泵1个品种,目前已在开发PWL型立式污水泵。该类泵存在着材质差、品种少等问题。

泵类产品的效率水平与国外水平相比有一定的差距、除设计因素外,还由于生产工艺水平低和热加工工艺落后,材质差等影响了泵的效率。上海水泵行业主要泵类产品的效率与国外水平对比见表1-1-3。

表 1-1-3 上海产水泵效率

产 品 名 称	效 率 水 平		
	上海泵效率水平(%)	国外泵效率水平(%)	差距(%)
单级双吸离心泵	78~88	85~92	4~7
长轴深井泵	58~73	67~85	5~12
工业锅炉给水泵	41.5~71	42~72	0.5~4
电站锅炉给水泵	72~76	81~88	9~12
离心式船用泵	平均 71.7	平均 72.9	平均 1.8
热水循环泵	52~78	61~82	1.6~12
耐腐蚀泵	25~75	34~82	3~5(节段式)

四、风机水泵改造前景预测

1. 上海市风机水泵经过改造后取得的节能效益

据不完全统计,到1985年年底为止,改造风机1800多台,改造功率90347 kW,年节电5204万 kW·h。已改造水泵3900台,改造功率171368 kW,年节电8226万 kW·h,风机与水泵总节电为1.34亿 kW·h。

2. 节电前景预测

近期需改造的工业锅炉给水泵约3000台,用于空调、循环冷却的BA型约4000台,大型SH型泵约400台,电站锅炉给水泵20台,加上某些运行很低特殊用泵(如高温水回收)等,估计年节电可达1亿 kW·h左右。

近期需改造的风机有高压离心通风机计520台左右,电站锅炉用大型送引风机100台左右、冶金、化工等系统的大型风机200台左右,工业锅炉、尤其是快装锅炉送引风机12000

台左右,用于纺织、轻工、宾馆等处的空调系统的轴流风机 200 台左右,用于机力通风冷却塔轴流风机 300~400 台以各种规格的岗位风机万余台,改造后将获 6000 万 kW·h 的节电效益。

据全市 29 个工业局的统计,5.5 kW 以上的水泵约 2.0 万余台,装机容量 20.0 万余 kW,约 40% 处低效运行,若全部加以改造,可获年节电 2.1 亿 kW·h 的经济效益。将来风机运期节电改造后,亦可节电 1.6 亿 kW·h。

§ 1-1-2 风机、水泵的节能分析和改造

风机、水泵是一种面广量大的流体机械,是工厂企业广泛使用的通用机械。品种类型很多,用电量也很大。据不完全统计,全国有风机 200 多万台,装置机容量 1000 万 kW,耗电占全国发电量的 10%,全国有水泵 1300 万台,耗电占全国发电量的 21%,风机、水泵用电占工业用电近一半。

在我国纺织企业中,空调能耗占企业能耗 15%~25%,其中风机能耗占 49%,水泵能耗占 50%。

由此看来,降低风机水泵能耗,避免浪费,不管对我国节能,还是纺织工业节能都具有举足轻重的意义。

国务院 2 号节能指令及我国国标《评价企业合理用电技术导则》中都规定:“……经测定通风机,鼓风机效率低于 70%,离心泵、轴流泵效率低于 60%,必须改造或更换”。因此,为提高电能利用率,应选用高效的机械设备。

为降低风机、水泵能耗,本文对风机水泵进行节能分析,并对运行中的风机水泵提出节能改造的措施。

一、风机水泵的节能分析

风机水泵的节能是一个综合性的技术,它涉及风机水泵的设计、制造和运行管理等许多方面。目前风机水泵能耗高,主要有以下三方面的原因:

- (1) 风机水泵本身效率低;
- (2) 运行条件不合理;
- (3) 运行方式落后,造成大量节流损失。

下面从这三方面进行节能分析。

1. 提高风机水泵本身的效率

我国正在使用的风机水泵,大多数为 50~60 年代制造的仿苏产品,设备陈旧,效率很低。风机效率大都低于 70%,这是目前风机水泵能耗过大的主要原因。

近年来,我国风机水泵产品通过设计、材料、工艺等方面的改进,已经基本上完成了高、中、低压离心通风机,矿井轴流通风机,纺织空调轴流通风机等八个系列的节能型产品。所以,风机、水泵节能改造的一个首要问题是设备的更新换代,用节能型的高效新产品,更换性能差、效率低、能耗大的老产品。

新型高效风机、水泵主要有以下两个特点:

- (1) 较高的风机效率 改进了叶轮和导叶叶轮的设计,正确选择叶片近出口安装角,合

理确定风机水泵蜗壳内的流动速度,减少叶轮口环与蜗壳之间的间隙,提高零件装配精度和减小流道表面粗糙度,从而提高了风机水泵的效率。

因此,要用最新设计制造的效率高、寿命长、噪声低的风机水泵来更换旧设备,无疑将会收到巨大的经济效益,这是风机水泵节能的关键之一。

(2) 较高的比转速 影响风机水泵效率的因素很多,但能综合反映风机水泵效率最常用的设计参数是相似准则数——比转速 n_s 。

$$\text{对于风机} \quad n_s = n \frac{Q^{1/2}}{p^{3/4}}$$

$$\text{对于水泵} \quad n'_s = 3.65 n' \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

式中 Q 为流量(m^3/s), p 为风压(Pa), H 为扬程(m), n 为风机转速(r/min), n' 为水泵转速(r/min)。

比转速 n_s 的单位不是 r/min, 比转速 n_s 不是无量纲量,各国采用的公式及性能参数单位不同,计算得到的比转速也不同。

各种风机水泵能达到的最高效率随比转速变化而变化。对于流量小于 $250 \text{ m}^3/\text{h}$ 的离心水泵,其效率随比转速增加而增加,所以在设计参数流量 Q , 扬程 H 给定后,设计人员必须合理选择比转速,对离心泵来说,比转速 n_s 应尽可能选得高些,因为 n_s 高时,泵的效率,尺寸比较小,传动成本也较低。

当按比转速 n_s 公式计算所得的比转速数值太低时,可用增加水泵级数,降低每一级的扬程 H 来提高比转速,在特殊情况下,亦可采用增加泵的转速的办法来提高比转速,以提高水泵效率。

对于一些由于制造、工艺、结构等原因造成效率较低,或年久失修的风机水泵,或属于淘汰的风机水泵,均可采用重新选型的方法,用新的高效风机水泵来代替。

表 1-1-4、表 1-1-5 列出新的通风机、水泵代替老产品的节能效果。

表 1-1-4 通风机新老产品的节电性能比较

原 产 品	新 产 品	效率提高(%)	全压效率(%)
高压离心通风机 8—18 系列 9—27 系列	9—19 系列	19	84
	9—26 系列	17	82
纺织用轴流风机 F 2—50 系列	F 2—40—11 系列	10	≥ 80
	4—73 系列		≥ 90
	4—72 系列		
	LTF 中小型冷却 塔用风机		≥ 80

在更新风机水泵时,要先对现有流量,压头做一个测定,作为选择新的风机水泵的依据,避免选择新的风机水泵容量过大,与系统不匹配,造成低效运行。

表 1-1-5 水泵新老产品的节电性能比较

原 产 品	新 产 品	效率提高(%)	全压效率(%)	每台年节电量(万 kW·h)
DG 500-140	DG 270-140 C	6	79	105
DG 375-185	DG 400-180	2.8	73.8	56.7
SH 型离心泵:	S 型离心泵			
6 SH-6	150 S-78	3.0		
8 SH-6	200 S-95	3.5	77	1.4
多级泵:	D 12-25	13	53	
2 GC	D 25-30	10		
2 ¹ / ₂ GC				
4 GC	D 46-30	10		

风机水泵绝大多数由交流鼠笼式电动机拖动,因此,提高电动机效率也很重要。我国近年来试制功的 Y 系列鼠笼型电动机还没有被风机水泵制造厂注意到, Y 系列新型电动机具有级差小,规格多,起动转矩大的优点,更适合于空调系统中的风机水泵。

无论是省能型风机,水泵,还是省能型电机,都要以增加 10%~30% 的成本为代价,但由于其耗能减少,所以一般在几个月至一二年内即能回收额外的投资。运行越是经常、连续,回收期越短。

2. 改进运行条件

如前所述,风机水泵都可视为一个小系统。狭义地看,风机水泵应同拖动它的电机配套;广义地看,风机水泵应与整个工况配套,这样才能使风机水泵处于较经济的运行条件。

风机水泵运行效率不仅取决于风机水泵本身的特性,而且与管路特性密切相关,否则,即使一台高效风机水泵,因其性能与系统不匹配,仍不能提高运行效率,当前应纠正一种偏见,即错误地认为选用流量大,扬程高的风机水泵总比流量少,扬程低的好。从而导致余量过大,使风机水泵实际工作点远离设计工作点,运行效率明显下降,或在节流状态下运行,使电能浪费严重。为此,必须精确计算系统阻力,并且尽可能降低系统阻力,按系统阻力来选用风机水泵,使运行效率不低于最高效率的 90%。

为了合理使用机泵,必须对风机水泵各种效率进行测定,在测定基础上进行分析比较,最后确定降低风机水泵能耗的措施。

(1) 现场测定 现场测定风机水泵的运行效率和实用效率,以此作为评定风机水泵选型和使用是否合理以及节能改造的依据。

① 风机水泵的运行效率

$$\eta = \frac{N_o}{N_{轴}} \quad (1-1-1)$$

式中: N_o ——输出功率(kW);

$N_{轴}$ ——轴功率(kW)。

风机水泵输出功率

$$N_o = \frac{(p_1 - p_0) Q}{3.672} \text{ (kW)} \quad (1-1-2)$$

式中: p_1 ——风机水泵出口(阀前)压力(MPa);

p_0 ——风机水泵进口压力(MPa);

Q ——风机水泵的体积流量(m^3/h)。

② 风机水泵的实用效率

$$\eta_2 = \frac{N_2}{N_{\text{轴}}} \quad (1-1-3)$$

式中: N_2 ——风机水泵的实用功率(kW),

$$N_2 = \frac{(p_2 - p_0)Q}{3.672} \text{ (kW)} \quad (1-1-4)$$

p_2 ——风机水泵出口(阀后)压力(MPa);

$N_{\text{轴}} = N_{\text{电}} \cdot \eta_{\text{电}}$ (kW);

$N_{\text{电}}$ ——电机平均输入功率(kW);

$\eta_{\text{电}}$ ——电机效率。

(2) 对测定后的风机水泵进行分析比较

① 风机水泵运行效率的评定 用运行性能系数 K_1 、实用性能系数 K_2 、压头余量 ΔP 来评定。

运行性能系数: 运行效率 η 与设计效率 $\eta_{\text{设计}}$ 之比, 即

$$K_1 = \frac{\eta}{\eta_{\text{设计}}} \quad (1-1-5)$$

实用性能系数: 实用效率 η_2 与设计效率 $\eta_{\text{设计}}$ 之比, 即

$$K_2 = \frac{\eta_2}{\eta_{\text{设计}}} \quad (1-1-6)$$

$\eta_{\text{设计}}$ 由风机水泵样本特性曲线查出。

运行风机水泵的压头余量: 出口阀节流掉的压力与实用压力之比, 即

$$\Delta P = \frac{p_1 - p_2}{p_2 - p_0} \quad (1-1-7)$$

② 电机运行性能的评定 用电机负荷率 $K_{\text{电}}$ 来评定。

$$K_{\text{电}} = \frac{N_{\text{轴}}}{N_0} \quad (1-1-8)$$

式中: N_0 ——电动机容量(kW)。

(3) 对风机水泵和电机进行调整

① 当运行性能系数和实用性能系数 K_1, K_2 太低时, 表示机泵运行参数大大偏离设计参数, 风机水泵运行工况效率很低。通常规定: 当 $K_1, K_2 < 80\%$, 要采取调整措施。

② 压头余量 $\Delta p > 15\% \sim 20\%$, 要采取相应调整措施。

③ 电机负荷率 $K_{\text{电}}$ 在 $50\% \sim 60\%$ 时, 要考虑是否要更换电机。

从风机水泵与系统匹配的节能率可达百分之几到十几、甚至百分之几十, 风机水泵与电机合理配套节能潜力达 10% 左右。

3. 用控制手段克服节能损失

从风机水泵的运行形式看, 可分为连续恒定负载和间歇变动负载两大类。

连续恒定负载无须采用控制手段, 对间歇变动负载过去多采用节流控制, 这样不可避免地产生较大的节流损失, 实践证明, 自动控制技术是节能的有效手段。采用台数控制与速度控制能合理地、有效地避免节流损失, 使风机水泵系统高效运行。

纺织厂空调系统的负载属间歇变动负载, 用控制手段克服节流损失是节约空调能耗的