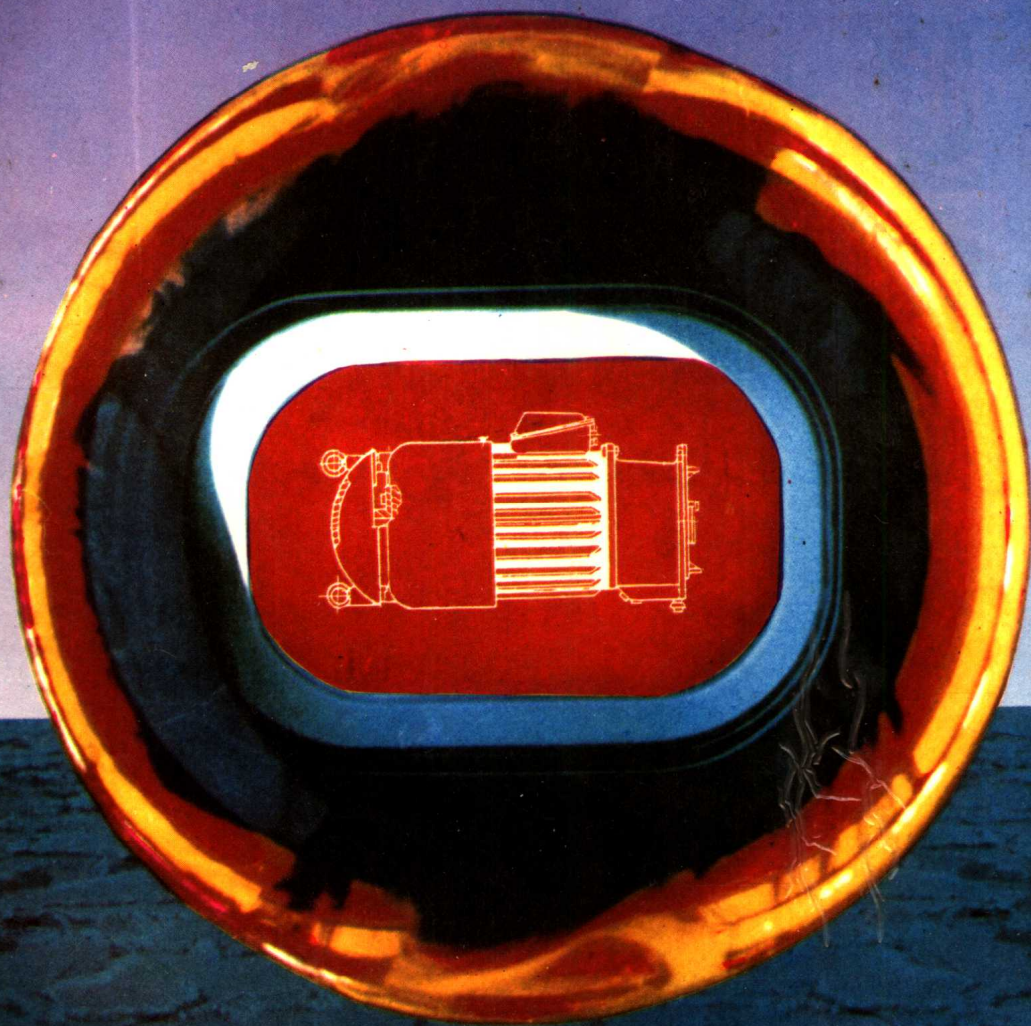
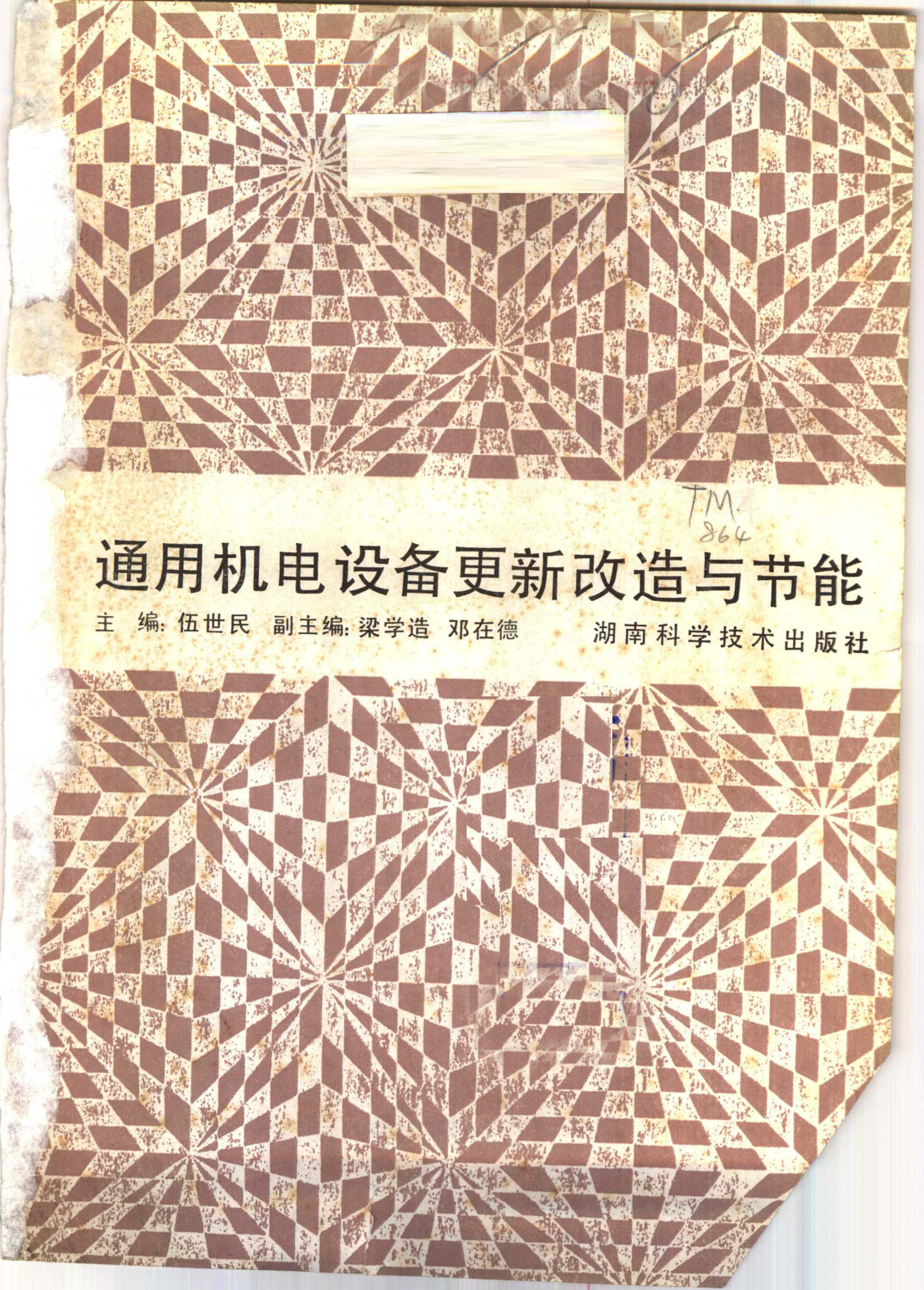


主编：伍世民 副主编：梁学造 邓在德

通用机电设备更新改造 与节能



湖南科学技术出版社



TM
864

通用机电设备更新改造与节能

主 编：伍世民 副主编：梁学造 邓在德

湖南科学技术出版社

湘新登字004号

通用机电设备更新改造与节能

伍世民 主编

责任编辑：李遂平

*

湖南科学技术出版社出版发行

（长沙市展览馆路3号）

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1992年3月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：33 插页：1 字数：818,000

印数：1—9,000

ISBN 7—5357—0966—4

TM·9 定价：12.50元

地科89—75

序

能源的生产量与消费量是各国经济发展的重要标志,也是各国人民生活水平高低的重要指标,世界各国都非常重视发展能源。

四十多年来,我国电力工业建设取得了很大成就,但是,电力工业的发展速度仍不能适应国民经济和人民生活的需要。电力供需矛盾已成为国民经济发展的主要制约因素之一。我国国民经济发展战略目标是:到本世纪末,力争工农业年总产值比1980年翻两番。要实现这一宏伟目标,电的缺口很大。而缓解电力供需矛盾的唯一出路是,在大力开发电源的同时,必须千方百计地节约用电。

我国的用电构成中,约有3/4用在工业生产上。而我国的生产技术装备,除80年代生产并引进了一些具有国外70年代末、80年代初水平的技术装备外,大部分是国际上50~60年代,甚至是40年代技术水平的装置,设备和工艺都比较落后,耗电量大,电能利用率低,电力浪费大。与此同时,在机电设备选型上,超过实际需要配置电动机、变压器等电器设备的现象相当普遍,以大代小的情况也普遍存在。加上工艺流程不配套,电力浪费也不小。因此,采用先进技术,更新技术装备则是节约电力的根本措施。但是,对已形成庞大生产力的工艺装置,如果要在短期内全部更新换代,则不但设备制造能力难以满足要求,而且资金也有困难。因此,只能分期分批地逐步实施。而对现有装备进行合理改造、合理选型、改进流程和操作,乃是目前最现实、最有效的节电措施。

由伍世民主编,梁学造、邓在德副主编,熊芝耀、朱泌生、汤广发、吕文瑚、侯仁贵、李迎建、许亚非等编写的《通用机电设备(变压器、电动机、风机、水泵、压缩机)更新改造与节能》一书,为通用机电设备的更新和改造适时地提供了技术信息。

这本书在总结各方面通用机电设备更新改造经验的基础上,从节能出发,比较全面系统地介绍了这些设备更新改造时所应遵循的原则,所需要的有关设计方法和计算公式(包括图表),节能改造的主要途径和措施,以及改造前后的测试方法,并列举具有代表意义的改造实例作为示范,具有很好的实用价值。本书取材比较广泛,内容比较丰富,可供从事这项工作的工程技术人员参考。

当前,各行各业的技术改造任务很重,这本书的出版,将为机电设备的节能技术改造作出贡献。

岳鹿群 1991年2月

前 言

能源是国民经济发展和人民生活中必不可少的动力源泉,是社会发展的物质基础。它包括一次能源和二次能源。煤炭、石油、天然气、水力、核能等天然资源是一次能源;电能则是由一次能源转化而得的二次能源。电能作为一种优质的二次能源,在当今社会中起着举足轻重的作用,已经成为制约国民经济发展和人民生活提高的重要因素之一。

在我国,电力供需矛盾一直比较突出。要实现党的十二大提出的在本世纪末工农业总产值翻两番的宏伟目标,工农业生产增长速度较快,而能源的开发,特别是电能的开发受到诸多因素的限制,能源增长的速度满足不了工农业生产发展的需要。再者,由于管理落后,某些生产工艺、生产设备及生产技术相对发达国家而言还比较落后,比较陈旧,产品能耗大,能源利用率低,使电力供需矛盾更显突出。

正因为如此,我国制定的能源政策的总方针是“开发与节约并重”。自1982年开始,我国机械制造部门对变压器、电动机、风机、水泵、压缩机等耗电量占全国总发电量70%以上的二十类机电产品有计划、有步骤地更新换代。国家先后已发布了十三批以节能为目标的淘汰落后产品和推广先进节能产品的目录,并规定对目前正在使用的、属于淘汰型的机电产品限期更新改造。淘汰型产品不许转让,不许进行恢复性大修,新建项目禁止使用淘汰产品,如此等等。所有这些,都是从节能角度出发采取的重要措施。为了推动技术进步,节约电能,解决使用中的陈旧设备更新改造的具体技术问题,受湖南省经委的委托,我们编写了《通用机电设备更新改造与节能》一书。我们期望本书的出版能推动我国各地区、各企业通用机电设备的更新改造,把我国电能利用率提高到一个新的水平。

本书较全面、系统地叙述了变压器的设计方法和有关参数的计算,提出了变压器节能改造的措施和改造前、后的测试方法,并运用改造实例说明改造前、后的节电效果、经济效益。较详细地讨论了变压器经济运行,简要地介绍了节能变压器系列产品的特性。从分析电动机损耗产生的原因出发,提出了相应的节能措施,列举了有关企业电动机改造典型实例,介绍了主要的最新节能系列电动机产品特性及应用范围。简要介绍了泵和风机的基础知识、主要参数、管道阻力和效率的计算方法、使用的测试仪表和测试方法,对泵和风机及其系统的效率进行了全面分析,并用实例说明了减少管道阻力损失、提高泵和风机及其系统效率的切实可行的途径和方法。扼要介绍了国家推荐采用的新型节能系列产品。对压缩机的工作原理和有关计算公式进行了较详细的概述,分析研究了压缩机的节能措施,并用实例加以说明。书末附有节能技术性能和参数资料。

本书可供工矿企业从事机电设备管理、运行、维修的工程技术人员阅读使用,或更新改造时的参考;也可作为大专院校和中等专业学校有关专业师生的教学参考书。

本书第一篇由梁学造、邓在德撰写;第二篇由熊芝耀、朱泌生撰写;第三篇由汤广发、

吕文翔、侯仁贵撰写；第四篇由李迎建、许亚非撰写。附录一由梁学造编写；附录二由资狄清编写；附录三由侯仁贵编写；附录四由李迎建编写。全书由朱泌生组织、策划；伍世民主编，对全书进行仔细修改、审订及文字修饰；梁学造、邓在德任副主编，负责全书统稿。

本书的编著承蒙全国节约用电办公室、能源部节能司、湖南省经委能源管理局、湖南省电力工业局、湖南大学、湖南省能源研究所、湖南省节能技术服务中心等单位领导和同志们热情关怀和大力支持。全国节约用电办公室、能源部节能司高级工程师黄荣华、段素芳，华中电业管理局供用电处副处长、高级工程师沈象峰、工程师赵人伟，湖南省电机工程学会理事长、教授级高工敖明松，湖南省电力工业局副局长工程师、教授级高工周绍裕，湖南大学副教授李林清，湖南省经委能源管理局局长陈学军，湖南省电力工业局用电处副处长、高级工程师顾云璧，对本书的编写均作了重要而具体的指导工作，提出了宝贵的意见。冯瑞坚工程师参与了资料搜集工作。在此一并表示衷心的感谢。

由于编著者水平有限，加之时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，殷切期望读者批评指正。

编著者

一九九一年一月

目 录

第一篇 变压器的更新改造与经济运行	(1)
第一章 变压器更新改造的作用与意义	(1)
第一节 变压器分类及变压器型号	(1)
第二节 变压器主要技术参数及损耗计算	(2)
一、变压器的等值电路	(2)
二、变压器电阻与漏抗的计算	(3)
三、变压器电能损耗的计算	(5)
第三节 低损耗变压器	(8)
一、我国低损耗变压器简介	(8)
二、低损耗变压器的技术经济指标、结构特征和工艺改进	(8)
三、降低变压器损耗的发展趋向	(9)
四、建立损耗评价办法	(9)
第四节 更新改造高损耗变压器	(10)
一、我国变压器的状况	(10)
二、更新改造高损耗变压器的意义	(11)
三、改造高损耗变压器技术可行性分析	(12)
第二章 改造高损耗变压器的方法与测试	(13)
第一节 改造前的检查	(13)
第二节 改造前的测试	(13)
一、空载试验	(13)
二、短路试验	(14)
第三节 改造后的试验项目及标准	(14)
一、高损耗变压器改造后试验的基本条件	(14)
二、高损耗变压器改造后出厂试验的项目及标准	(14)
三、出厂文件	(17)
第四节 变压器出厂试验项目的试验方法	(18)
一、线圈直流电阻的测定	(18)
二、变比试验	(18)
三、线圈联接组别的试验	(20)
四、空载试验	(22)
五、短路试验	(25)

六、冲击电压试验	(27)
第五节 改造高损耗变压器的方法	(27)
一、降容法	(27)
二、换导线法	(28)
三、换铁芯法	(28)
四、换部分铁芯和线圈法	(29)
五、换全部铁芯和线圈法	(30)
六、改造方法比较	(30)
第三章 高损耗变压器改造设计和计算	(31)
第一节 电力变压器计算	(31)
一、主要参数的确定	(31)
二、铁芯尺寸的选择	(32)
三、线圈计算	(34)
四、铁芯计算	(45)
五、油箱及散热计算	(51)
六、重量计算	(54)
第二节 高损耗变压器的改造计算	(57)
附表	(61)
第四章 高损耗变压器改造、更新实例	(73)
第一节 高损耗变压器改造实例	(73)
一、将SJL—180/10改造成SJG—160/10	(73)
二、将SJL—1000/10改造成SJG—1000/10	(76)
三、将SJ—240/10改造成SJG—160/10	(80)
四、将SJL ₂ —750/10, SJL—1000/10改造成SZ ₇ —800/10、SZ ₇ —1000/10	(84)
第二节 高损耗变压器更新	(85)
一、变压器更新的原则	(85)
二、用SFZ ₇ —8000/35替换TM—7500/35	(86)
第五章 变压器经济运行	(90)
第一节 变压器有功功率损耗和损耗率的负载特性分析	(90)
第二节 变压器经济容量的确定	(92)
第三节 并列供电变压器的经济运行方式、经济负载系数(或经济负载容量)和经济运行区	(94)
一、变压器并列经济运行方式的确定	(95)
二、变压器运行方式的经济负载系数	(101)
三、变压器运行方式的经济运行区	(103)
第四节 不等容量变压器的经济运行	(107)
一、大负载时, 由大容量变压器运行; 小负载和轻负载时, 由小容量变压器运行	(108)
二、大负载时, 两台不等容量变压器并列运行; 小负载时, 大容量变压器运行; 轻负载时, 小容量变压器运行	(109)

第五节 共用变压器的经济运行	(109)
第六节 调整负载曲线的变压器经济运行	(111)
一、负载曲线	(111)
二、调整小时负载曲线的变压器经济运行	(112)
三、调整日负载曲线的变压器经济运行	(113)
四、躲峰填谷的变压器经济运行	(113)
第七节 分列运行的变压器间负载的经济分配	(114)
第八节 改善负载功率因数与变压器经济运行	(116)
第九节 降低温度和变压器经济运行	(117)
第十节 变压器经济运行实例(二例)	(118)
一、变压器并列经济运行实例	(118)
二、共用变压器经济运行实例	(119)
本篇主要参考文献	(119)
第二篇 异步电动机	(120)
第一章 概述	(120)
第一节 电动机节能的意义	(120)
第二节 电动机节能的措施	(120)
第三节 异步电动机无功补偿	(121)
一、无功补偿的意义	(121)
二、无功补偿的原理	(123)
三、无功补偿计算	(123)
四、补偿电容器的测量方法	(125)
第四节 异步电动机同步化	(127)
一、异步电动机同步化的意义及其优缺点	(127)
二、异步电动机同步化的无功补偿原理	(128)
三、转子绕组的连接方式及综合比较	(128)
四、线绕式异步电动机同步运行操作程序	(131)
五、异步电动机同步化实例	(131)
六、异步电动机同步运行与异步运行的技术经济比较	(133)
第二章 三相异步电动机的效率和损耗分析	(134)
第一节 三相异步电动机的效率	(134)
第二节 三相异步电动机各种损耗的比例关系	(135)
第三节 三相异步电动机的损耗分析	(135)
第四节 降低异步电动机损耗的方法	(135)
附表	(138)
第三章 三相异步电动机损耗与效率的测试方法	(143)
第一节 三相异步电动机损耗与效率的测试原理	(143)
一、铁耗 p_{Fe} 和机械损耗 p_m 的确定	(143)
二、空载电流的确定	(145)

三、输出功率和效率的确定	(145)
第二节 三相异步电动机的损耗与效率的测试方法	(146)
第四章 三相异步电动机节能改造	(148)
第一节 三相异步电动机节能改造的原则	(148)
第二节 三相异步电动机节能改造的方法	(149)
一、改装节能型外风扇	(149)
二、磁性槽泥的使用方法	(150)
三、改造定子绕组	(151)
四、原普通绕组不动, 仅改变接法	(157)
第五章 三相异步电动机的经济运行	(160)
第一节 电源的合理配备	(160)
第二节 电动机负载变化的经济运行	(160)
一、异步电动机节电器	(160)
二、异步电动机 Δ —Y变换	(162)
三、电动机调速运行	(164)
第六章 异步电动机的选择	(168)
第一节 异步电动机新老产品代号对照表	(168)
第二节 异步电动机的选择	(168)
第三节 主要节能型系列电动机介绍	(170)
本篇主要参考文献	(173)
第三篇 风机与泵的更新和改造	(174)
第一章 风机和泵基本知识简介	(175)
第一节 常用风机简介	(175)
一、离心风机	(175)
二、轴流风机	(178)
第二节 常用泵简介	(179)
一、离心式泵	(179)
二、往复式泵	(181)
三、真空泵	(182)
四、深井泵	(182)
第三节 离心式风机与泵的特性曲线和相似律的应用	(183)
一、离心式风机和泵的特性曲线	(183)
二、离心式风机和泵的相似律应用	(184)
三、比转数概念在更新改造中的实际应用	(185)
第二章 风机与泵现场运行效率测试及计算	(187)
第一节 测试项目及方法	(187)
一、现场运行效率公式及测定项目	(187)
二、泵扬程、风机压头的测定及其测试仪表	(188)
三、流量测定	(191)

第二节 风机现场运行效率的测定	(195)
一、测点布置及流量、压头计算	(195)
二、测定的准备及步骤	(196)
第三节 泵的现场运行效率测定	(198)
一、测点布置及流量、压头计算	(198)
二、测定准备及步骤	(199)
第三章 管道系统阻力损失计算	(201)
第一节 沿程阻力损失的计算	(201)
第二节 局部阻力损失计算	(204)
第三节 管道特性曲线和工作点	(210)
附表	(212)
第四章 风机、泵及其系统的节能分析和节能措施	(228)
第一节 风机及其系统节能分析与措施	(228)
一、减少工艺所需要的通风量及漏风	(228)
二、缩短通风时间	(229)
三、降低风压和提高管道输送效率	(229)
四、提高风机机组的效率	(231)
五、合理调整风机的运行工况	(235)
第二节 风机节能改造实例	(247)
一、减少叶轮级(段)数或叶片个数	(247)
二、采用玻璃钢扭曲叶片	(247)
三、老风机换新叶轮	(248)
四、设计新的扭曲叶片取代直立叶片改造By—18型风机	(248)
五、70B ₂ 型风机综合改造	(248)
六、液力耦合器调节风机转速	(249)
七、串级调速节电例及分析	(251)
八、变极调速节电例	(252)
九、定子调压调速节电例	(253)
十、电磁调速电动机节电例	(253)
十一、采用分频调速节电例	(253)
第三节 泵及其系统的节能分析与措施	(254)
一、减少流量	(254)
二、降低输送流体的密度	(256)
三、缩短泵的运行时间	(256)
四、降低扬程损失与提高管网输送效率	(256)
五、提高泵的效率	(261)
六、提高泵及其系统的运行效率	(262)
第四节 泵节能改造实例	(265)
一、无底阀运行实例	(266)
二、双管出水节电例	(266)

三、增大管径节电例.....	(266)
四、12PV型砂浆泵综合改造节电实例	(266)
五、车小叶轮改造实例.....	(268)
六、减少一级叶轮节电实例.....	(268)
七、串级调速节电例.....	(269)
八、液力耦合器调速节电例.....	(269)
九、电磁调速电动机调速节电例.....	(270)
十、变极调速节电例.....	(270)
十一、农业排灌站综合改造实例.....	(270)
十二、深井泵综合改造实例.....	(272)
第五章 节能型泵、风机及其更新原则	(273)
第一节 泵和风机的的发展趋势.....	(273)
第二节 节能型风机产品简介.....	(274)
第三节 节能型泵产品简介.....	(280)
第四节 泵和风机更新与选型原则.....	(288)
第五节 泵、风机更新节能实例.....	(292)
一、风机更新节能实例.....	(292)
二、泵更新节能实例.....	(292)
本篇参考文献	(294)
第四篇 压缩机	(295)
第一章 压缩机的压缩循环与效率分析计算	(295)
第一节 压缩机的现状和节能意义.....	(295)
第二节 活塞式压缩机的压缩循环.....	(296)
一、理论压缩循环.....	(296)
二、实际压缩循环.....	(298)
第三节 活塞式压缩机功率消耗与效率分析计算.....	(299)
一、功率和效率.....	(299)
二、影响压缩机效率的因素.....	(302)
第二章 压缩机更新改造与节能	(306)
第一节 压缩机更新改造的原则.....	(306)
第二节 压缩机组电能平衡测算.....	(306)
一、测试工况的选择.....	(307)
二、压缩机排气量的测量.....	(307)
三、压缩机管网漏损量的测定.....	(316)
四、压缩机效率和电能利用率测算.....	(317)
第三节 提高压缩机电能利用率的途径.....	(320)
一、正确选择压缩机.....	(320)
二、改善压缩机的运行条件.....	(321)
三、加强用气管理, 合理使用压缩气体.....	(324)

四、合理选用电机及传动装置.....	(325)
第四节 压缩机更新改造实例.....	(326)
本篇参考文献.....	(329)

附 录	(330)
-----------	-------

附录1—1 低损耗变压器主要技术参数.....	(330)
-------------------------	-------

1. S_7 —100~1600千伏安、6~11千伏铜线双绕组无励磁调压变压器.....	(332)
2. SL_7 —50~6300千伏安、6~10千伏铝线双绕组无励磁调压变压器.....	(332)
3. SZL_7 —200~1600千伏安、10千伏铝线双绕组有载调压变压器	(333)
4. S_9 —30~1600千伏安、6~10千伏铜线双绕组无励磁调压变压器	(333)
5. S_9 —50~75000千伏安、35千伏铜线双绕组无励磁调压变压器	(335)
6. SZ_7 —2000~20000千伏安、35千伏铜线双绕组有载调压变压器	(337)
7. SL_7 —50~6300千伏安、35千伏铝线双绕组无励磁调压变压器	(337)
8. SZL_7 —2000~16000千伏安、35千伏铝线双绕组有载调压变压器	(339)
9. S_7 —6300~120000千伏安、110千伏铜线双绕组无励磁调压变压器.....	(339)
10. SS_7 —6300~63000千伏安、110千伏铜线三绕组无励磁调压变压器	(340)
11. SL_7 —6300~63000千伏安、110千伏铝线双绕组无励磁调压变压器	(341)
12. SSL_7 —6300~75000千伏安、110千伏铝线三绕组无励磁调压变压器	(341)
13. SZL_7 —6300~63000千伏安、110千伏铝线双绕组有载调压变压器	(342)
14. SSZ_7 —6300~75000千伏安、110千伏铜线三绕组有载调压变压器	(343)
15. $SSZL_7$ —3300~63000千伏安、110千伏铝线三绕组有载调压变压器	(343)
16. SFQ_7 —20000~63000千伏安、110千伏铜线全绝缘无励磁调压变压器	(344)
17. $SFZQ_7$ —20000~63000千伏安、110千伏铜线全绝缘有载调压变压器	(345)
18. SFF_7 —31500~40000千伏安、110千伏及以下分裂变压器	(345)
19. S_{10} —315~630千伏安、10千伏铜线箔式线圈变压器	(346)
20. S_{10} —800~1600千伏安、10千伏铜线箔式线圈变压器	(346)
21. SL_{10} —200~630千伏安、10千伏铝线箔式线圈变压器	(346)
22. SL_{10} —800~1600千伏安、10千伏铝线箔式线圈变压器	(347)
23. SL_{14} —315~1600千伏安、10千伏铝线全密封式变压器	(347)
24. SG系列三相铜线干式变压器	(348)
25. SGZ系列三相铜线干式有载调压变压器	(349)

附录2—1 JO_2 与Y系列电动机外形与安装尺寸对照表及尺寸代号	(350)
---	-------

附录2—2 Y系列(IP44)三相异步电动机主要性能及尺寸、数据	(354)
--	-------

附录2—3 Y系列(IP23)三相异步电动机主要性能及尺寸、数据	(358)
--	-------

附录2—4 YX系列高效率三相异步电动机主要性能及尺寸、数据	(360)
--------------------------------------	-------

附录2—5 YD系列变极多速三相异步电动机主要性能及尺寸、数据	(363)
---------------------------------------	-------

附录2—6 YH系列高转差率三相异步电动机技术数据	(369)
---------------------------------	-------

附录2—7 YR系列(IP44)电动机功率、转速与机座对应关系	(370)
---------------------------------------	-------

附录2—8 YR系列(IP44)电动机技术数据	(371)
-------------------------------	-------

附录2—9 YR系列(IP23)电动机功率、转速与机座对应关系	(375)
---------------------------------------	-------

附录2—10	YR系列(IP23)电动机技术数据	(375)
附录2—11	YR系列(IP23)(IP44)电动机(B ₃)(B ₃₅)(VI)安装及外形尺寸	(378)
附录2—12	YCT系列电磁调速三相异步电动机技术数据	(382)
附录2—13	YCT系列电磁调速三相异步电动机安装及外形尺寸	(383)
附录2—14	YEP系列电动机主要性能指标	(384)
附录2—15	YEJ系列电磁制动电动机性能指标	(384)
附录2—16	YEJ系列电动机(B ₃)(B ₅)(B ₃₅)安装及外形尺寸	(386)
附录2—17	YLB系列深井水泵电动机主要性能指标	(389)
附录2—18	YLB系列深井水泵电动机安装及外形尺寸	(390)
附录2—19	YZC系列电动机功率、转速与机座的对应关系	(391)
附录2—20	YZC系列电动机振动限值	(391)
附录2—21	YZC系列电动机噪声限值	(392)
附录2—22	YB系列与BJO ₂ 系列隔爆型电动机技术数据对应表	(392)
附录2—23	YB系列防爆型电动机B ₅ 、B ₃ 、B ₃₅ 、VI安装及外形尺寸	(395)
附录2—24	YZR系列与JZR系列起重冶金用电动机技术数据对应表	(399)
附录2—25	YZ系列与JZ系列起重冶金用三相异步电动机技术数据对应表	(401)
附录2—26	YZ、YZR系列冶金及起重用三相异步电动机结构及安装型式	(401)
附录2—27	YZ、YZR系列冶金及起重用三相异步电动机安装及外形尺寸	(402)
附录2—28	AO ₂ 系列分马力三相异步电动机主要性能及尺寸、数据	(408)
附录2—29	BO ₂ 系列分马力单相电阻起动异步电动机主要性能及尺寸、数据	(409)
附录2—30	CO ₂ 系列分马力单相电容起动异步电动机主要性能及尺寸、数据	(410)
附录2—31	DO ₂ 系列分马力单相电容运转异步电动机主要性能及尺寸、数据	(411)
附录2—32	AO ₂ 、BO ₂ 、CO ₂ 、DO ₂ 系列电动机外形及安装尺寸	(413)
附录2—33	异步电动机新老产品代号对照表	(414)
附录3—1	淘汰型与节能型风机型号对照表	(416)
附录3—2	淘汰型与节能型泵型号对照表	(417)
附录3—3	9—19系列风机性能表	(419)
附录3—4	9—26系列风机性能表	(423)
附录3—5	10—19系列风机性能表	(427)
附录3—6	新SJ型烧结离心鼓风机性能表	(429)
附录3—7	T35—11系列轴流通风机性能表	(430)
附录3—8	L型新系列罗茨鼓风机性能表	(433)
附录3—9	BKJ66—11型矿井局部轴流通风机性能表	(439)
附录3—10	FZ40—11系列纺织轴流风机性能表	(441)
附录3—11	Y5—48型中压锅炉离心引风机性能表	(449)
附录3—12	C6—48低压排尘离心通风机性能表	(454)
附录3—13	M9—26煤粉通风机性能表	(465)
附录3—14	Y8—39锅炉离心引风机性能表	(466)
附录3—15	Y9—38锅炉离心引风机性能表	(472)
附录3—16	IS系列单级单吸离心泵性能表	(478)

附录3—17	IB型单级单吸离心泵性能表	(479)
附录3—18	S 型单级双吸离心泵性能表	(484)
附录3—19	DG型锅炉给水泵(节能泵部分)性能表	(485)
附录3—20	IH 系列单级单吸化工离心泵性能表	(487)
附录3—21	JC、JC/Q、JC/S深井泵性能表	(489)
附录3—22	QJ系列井用潜水电泵性能表	(493)
附录3—23	6699型深井潜水泵性能表	(497)
附录3—24	6715型深井潜水泵性能表	(499)
附录3—25	6112型深井潜水泵性能表	(500)
附录3—26	AH型及其它渣浆泵性能表	(500)
附录3—27	WB40型微型泵性能表	(501)
附录3—28	YL40型多级微型泵性能表	(502)
附录3—29	HW型混流泵性能表	(502)
附录3—30	WHL微型混流泵性能表	(502)
附录4—1	活塞式压缩机的分类及其型号编制	(503)
附录4—2	节能(新)型压缩机主要性能指标	(505)
附录4—3	主要节能型压缩机简介	(506)

第一篇 变压器的更新改造与经济运行

第一章 变压器更新改造的作用与意义

第一节 变压器分类及变压器型号

变压器作为供电设备广泛应用于国民经济的各个领域，是工矿企业通用的电气设备。由于变压器使用的目的和工作条件不同，其结构和性能有很大差异，可分为很多种类。

1. 根据变压器的用途分类

(1) 电力变压器。主要用于电力系统输变电中，容量由10千伏安到几十万千伏安，甚至更大。

(2) 特种电力变压器。为满足某些工业部门生产工艺的需要，有各种特种电力变压器。如：生产电炉钢、电石（碳化钙）的电炉变压器，交流电焊用的电焊变压器，整流用的整流变压器。这种变压器的特点是副方输出的电流很大（几百——几万安培），输出的工作电压很低，负载时处于短路状态下运行。

(3) 仪用互感器。在电工测量中，往往需要测量交流电压、电流及功率，而高电压电气设备一次系统上电压高、电流大，不能进行直接测量，于是不得不用一种变压器把电压、电流变换成仪表能测量的电压、电流，进行间接测量。这样的仪用变压器，分别称为电压互感器和电流互感器。

(4) 高压试验变压器。这种变压器用以产生高电压作试验用，其电压最高可达750 千伏（工频）。此外，还有调压变压器等等。

2. 按照变压器的结构分类

(1) 单相和三相变压器。在电力系统中，一般采用三相芯式变压器。在单台变压器容量很大，制造成三相且制造和运输有困难时，则制成单相变压器，而用三台单相变压器组成三相变压器使用。

(2) 双线圈和三线圈变压器。双线圈变压器是在铁芯上绕有两个互相绝缘的原、副线圈。较大的变压器（8000千伏安及以上）有时作成三线圈变压器，其中一个线圈接电源为原线圈，另外两个为副线圈（两个副线圈可以作成不同电压或相同电压），也可以将两个线圈作为原线圈，另一个作为副线圈。

(3) 自耦变压器。变压器由一个线圈抽头而形成原、副两个线圈，调压变压器就是自耦变压器。

3. 根据冷却介质和冷却方式分类

有油浸自冷变压器或油浸风冷变压器、干式变压器、充气式变压器之分。

4. 根据铁芯形式分类

可分为铁芯式变压器和铁壳式变压器。铁芯式又有辐射形铁芯式变压器、渐开线式铁芯变压器等。

5. 变压器型号，见表1—1。

表1—1

变 压 器 型 号 说 明

序 号	分 类 方 式	类 别	代表符号		序 号	分 类 方 式	类 别	代表符号	
			新型号	旧型号				新型号	旧型号
1	相数	单相变压器 三相变压器	D S	D S	5	线圈数	双线圈 三线圈 自耦(双圈和三圈)	不表示 S O	不表示 S O
2	线圈外冷 却介质	矿物油 不燃性油	不表示 B	J B	6	调压方式	无激磁调压 有载调压	不表示 Z	不表示 Z
3	箱壳外冷 却介质	空气自冷 风冷式 水冷式	不表示 F W	不表示 F S	7	线圈材料	铝线变压器 铜线变压器	L 不表示	L 不表示
4	循环方式	自然循环 强迫循环 强迫导向循环	不表示 P D	不表示 P 不表示					

例如：型号 SJL₁—1000/35：S——三相；J——矿物油；L——铝线（角注1——表示设计序号）；1000——容量，1000千伏安；35——高压侧电压35千伏。

型号 SFSL₁—15000/110 表示三相，风冷，三线圈，铝线（角注1——表示设计序号），15000千伏安，高压侧110千伏。

第二节 变压器主要技术参数及损耗计算

一、变压器的等值电路

用短路阻抗表示的变压器简化等效电路是工程实际中分析某些问题时常采用的电路，其电路见图1—1。

图中： $r_k = r_1 + r'_2$

$$X_k = X_{\sigma_1} + X'_{\sigma_2}$$

$$Z_k = r_k + jX_k = Z_1 + Z'_2 \quad (Z_1 = r_1 + jX_{\sigma_1}; Z'_2 = r'_2 + jX'_{\sigma_2})$$

式中 r_1 ——变压器原边线圈的直流电阻；
 r'_2 ——变压器副边线圈归算到原边的直流电阻；
 X_{σ_1} ——变压器原边线圈的漏电抗；
 X'_{σ_2} ——变压器副边线圈归算到原边的漏电抗；
 r_k ——变压器的等效电阻或短路电阻；
 X_k ——变压器的等效漏电抗或短路电抗；
 Z_k ——变压器的等效漏阻抗或短路阻抗；
 $I_1(I_2)$ ——变压器的原边（副边）电流；

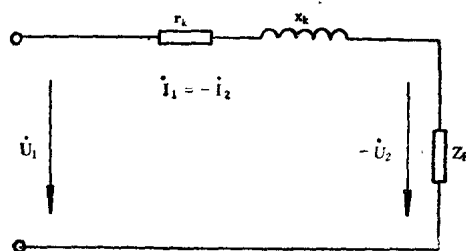


图1—1 用短路阻抗表示的简化等效电路