

《《《《《 化学化工节能减排丛书 《《《《《

节能减排

工程技术与应用案例



上海市经济团体联合会
上海市化学化工学会

◎ 编著



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

化学化工节能减排丛书

节能减排工程 技术与应用案例

图书在版编目(CIP)数据

节能减排工程技术与应用案例/上海市经济团体联合会,上海市化学化工学会编著. —上海:华东理工大学出版社,2010.5

(化学化工节能减排丛书)

ISBN 978-7-5628-2786-3

I. ①节… II. ①上…②上… III. ①化学工业—节能—案例 IV. ①TQ

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 065309 号

化学化工节能减排丛书

节能减排工程技术与应用案例

.....

.....

编 著 / 上海市经济团体联合会 上海市化学化工学会

责任编辑 / 周 萍

封面设计 / 陆丽君

责任校对 / 张 波

出版发行 / 华东理工大学出版社

社 址:上海市梅陇路 130 号,200237

电 话:(021)64250306(营销部) (021)64252253(编辑部)

传 真:(021)64252707

网 址:press.ecust.edu.cn

印 刷 / 常熟华顺印刷有限公司

开 本 / 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 / 18.5

字 数 / 470 千字

版 次 / 2010 年 5 月第 1 版

印 次 / 2010 年 5 月第 1 次

印 数 / 1—1 500 册

书 号 / ISBN 978-7-5628-2786-3/TQ.150

定 价 / 78.00 元

(本书如有印装质量问题,请到出版社营销部调换。)

节能减排小组活动丛书编委会名单

主 任 蒋以任

副主任 周 亚 杲 云 吴启洲 杜仁伟
陈祥麟 唐晓芬 陈振浩 孙环葆
胡云芳 张培璋

编 委 赵国通 施明荣 周 强 陈金海
倪前龙 王 珏 陈汝媚 邓 绩
金国强 水从芳

节能减排 JJ 小组活动化学化工篇编委会名单

主 编 张培璋

副主编 房鼎业 徐静安 高 滋

编 委 (以姓氏笔画为序)

乐英红 朱 平 刘少引 刘用华

齐鸣斋 沈丽萍 宋振凯 张培璋

范 杰 房鼎业 贺鹤勇 顾荣良

徐 铉 徐静安 高 滋 葛光耀

潘家楨

序

节能减排已成为我国和上海市经济社会发展的一项紧迫任务。我们一定要从全面贯彻落实科学发展观的高度,充分认识节能减排工作的重要性和紧迫性,把这项工作作为贯彻实践科学发展观的重点,作为结构调整的突破口,作为实现经济又好又快发展的重大举措,切实抓紧抓实抓好。

为了贯彻落实党中央、国务院关于节能减排工作的一系列部署,形成以政府为主导、企业为主体、全社会共同参与的强有力的工作格局和长效机制,上海市经济团体联合会、上海市工业经济联合会根据《上海市节能减排工作实施方案》要求,在调查研究的基础上,倡议在全市开展节能减排小组活动(简称“JJ小组活动”),并拟订了行动计划,为配合开展试点工作,组织编写了《节能减排小组活动通读本》,以推动企业开展节能减排小组活动,把节能减排的任务落实到基层,落实到班组,落实到每个岗位。

节能减排小组活动是全民参与节能减排活动的一项创举。通过开展节能减排小组活动,动员广大企业员工针对生产运行和管理中存在的能耗、污染问题,找出关键原因,运用技术和管理手段,进行改进和组织攻关,以达到节约能源和资源,减少污染物排放的目的,并通过PDCA循环,不断总结提高,不断推动节能减排取得实效。因此,节能减排小组活动是推进节能减排工作的有效形式和重要措施。我衷心希望全市广大企业员工进一步增强责任感和使命感,充分发挥聪明才智和创新精神,扎实有效地开展节能减排小组活动,为努力建设资源节约型、环境友好型城市,使上海真正走出一条可持续发展之路做出贡献。

上海市市长

韩正

2008年11月30日

前 言

正值由美国次贷危机而引发的全球经济形势复杂多变的时刻,上海按照党中央、国务院的决策和部署,充分认识全球“金融海啸”产生的影响,积极应对全球经济新形势,坚持不懈走科学发展之路,以保持上海经济社会良好的发展势头。节能减排作为深入贯彻落实科学发展观的重要举措,已成为本市经济社会发展的一项十分紧迫的工作任务。

为贯彻落实党中央、国务院关于节能减排工作的一系列部署,上海市经济团体联合会、上海市工业经济联合会根据《上海市节能减排工作实施方案》要求,向市政府建议围绕全市和二、三产各企业节能减排的目标和任务,在全市开展节能减排小组活动,把节能减排的任务落实到基层,落实到生产工作第一线,落实到每个岗位。韩正市长为此作出重要批示,号召和支持在全市大力倡导开展节能减排小组活动。

在市节能减排领导小组的领导下,市经团联、市工经联对上海市节能减排小组活动的推进工作进行了总体安排,形成了上海市关于开展节能减排小组活动的行动计划,并为配合开展“节能减排小组活动”试点工作,编写了《节能减排小组活动通读本》。

本书介绍了全球以及我国能源和环境所面临的严峻状况,阐述了我国及上海节能减排的战略举措和目标任务,并且通过大量的事实和数据说明:企业是实现节能减排战略目标的主体;领导在节能减排活动中具有举足轻重的地位;管理在实现节能减排目标中发挥着重要作用。还专门论述了群众性节能减排小组活动(JJ小组活动)是实现企业节能减排目标的有效形式,并介绍了相关的成功案例。

本书由上海市经济团体联合会、上海市工业经济联合会组织,上海市质量协会等参与编写,上海市发展和改革委员会、上海市经济和信息化委员会、上海市环境保护局等部门的领导对本书的编写提出了许多指导性意见,在此表示感谢。

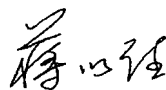
编写这样一本节能减排知识普及性读物,是一次新的探索和尝试。本书力求通俗易懂,但不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

全 国 政 协 常 委

上海市经济团体联合会

上海市工业经济联合会

会长



2008年11月 于上海

绪 论

在资源紧缺日益加剧、环境保护日渐重要的今天,节能减排工作作为调整经济结构、转变经济发展方式的重要着力点,已经上升到国家战略高度。特别是在当前全球经济形势风云突变、宏观调控面临更加复杂局面、更加艰巨任务的情况下,坚持和推进节能减排既是当前我国经济社会发展的一项紧迫任务,也是贯彻科学发展观与社会主义和谐社会理论的重要体现。

上海市是一个高度城市化的特大型城市,人口规模大且高度集中,工业化程度高但资源匮乏。改革开放以来,上海社会经济持续高速发展,经济总量增长率连续十七年超过10%。然而,作为能源匮乏地区,上海消费的一次能源几乎全部从外部调入,其中煤炭全部从外省市调入,原油进口占原油总量的93.2%,外来电力的比重已从2000年的8.20%上升至2007年的31.05%,资源约束非常突出。因此,节能减排对推进上海经济的可持续发展具有十分重要的现实意义,节能减排是上海的一项长期战略任务。

近年来,上海市通过大力推进能源建设,不断提高能源供应能力,积极推动全社会节约能源,努力缓解经济社会发展的能源瓶颈,能源工作取得较大成绩,能源供应基本保障了经济社会快速发展的需求。自2005年能源综合利用率这一发展的“软”指标进入上海百姓视野以后,上海万元GDP能耗逐年下降,已由2005年的0.907吨标准煤降至2008年的0.801吨标准煤,降幅达11.7%。在减排方面,《上海应对气候变化碳减排研究报告2008》指出:上海市万元GDP碳排放量从1985年的3.94吨/万元下降到2007年0.60吨/万元,远低于2007年全国0.79吨/万元的平均水平,直观反映出能源利用效率的提升,说明上海通过调整产业结构、加大节能技术改造、加快落实减排措施、加强能源综合管理,节能减排工作已取得了较好的成绩。

在看到成绩的同时,我们更要看到上海与国际发达国家和地区相比还有很大的差距。目前,上海的万元GDP能耗是日本的4.2倍,是中国香港的3.5倍,是新加坡的3倍,是美国的2.4倍,上海的能源综合利用率约为国外平均水平的80%。

日本的能源状况与上海相似,她既是一个能源资源极度匮乏的国家,也是一个能源消费大国。极度匮乏的能源资源和巨大的能源需求,致使日本能源的对外依存度一直非常高,日本进口能源占总能源消费量的比重一直保持在80%左右。长期以来,为缓解能源压力,日本在节能方面付出了巨大努力,从完善节能法律法规、积极的财税政策、大力开发节能技术到有针对性的节能措施,甚至号召全民挖潜提效,使自身成为目前世界上万元GDP能耗最低的国家,其节能经验值得我们借鉴。

为进一步推进节能减排工作,上海在“十一五”节能减排规划中提出了约束性指标:到2010年,全市万元GDP总能耗比2005年下降20%左右;化学需氧量(COD)排放量比2005年削减15%,二氧化硫(SO₂)排放量比2005年削减26%;城镇污水处理率达到80%;工业固体废弃物综合利用率保持在96%以上。要实现上述目标难度很大。目前,上海能源消费需求仍在上升。从增量看,钢铁、石化、交通运输等高耗能企业用能继续呈快速增长态势,一批大项目陆续进入产能释放期。从存量看,上海已“关停并转”了一批能耗高、污染大的企业,今后依靠结构调整降低能耗的空间将缩小,难度越来越高。因此,只有不断推广先进节能技术,提高能源管理水平,加快产业结构调整,严格行业准入条件,加强技术改造和创新,加大清洁生产全程控制,大力发展产业链和循环经济模式,强化污染物控制和治理,提高各行业资源能源的综合

利用率,建设资源节约型、环境友好型的产业格局,才能实现上海的节能减排目标。

为将节能减排目标落到实处,上海市经济团体联合会、上海市工业经济联合会根据《上海市节能减排工作实施方案》要求,向市政府建议围绕全市二、三产各企业节能减排的目标和任务,在全市开展节能减排小组活动,把节能减排的任务落实到基层,落实到生产工作第一线,落实到岗位。韩正市长对此做出重要批示,号召和支持在全市各行业大力倡导开展节能减排小组活动。

化学化工产业是上海经济发展的支柱产业之一,近年来一直保持着强劲的增长势头。尤其在“十五”期间,适逢全球石化景气周期,上海化工产业把握住机遇,加快发展步伐,在竞争激烈的市场中,做大做强,迅速崛起。

作为国民经济的基础产业,化学工业在高速发展的同时,也消耗了大量的宝贵的能源和资源,其生产过程中排放的“三废”,对生态环境造成了不利影响。据统计,化学工业能源消耗约占全国消费总量的15%,万元GDP能耗仅次于钢铁和冶金工业居第三位,在工业各部门中,化工排放废水居第一位、废气居第三位、废渣居第四位,分别占全国工业“三废”排放量的22%、8%、7%,是国家节能减排行动重点关注的行业之一。

为此,为积极响应市府号召,在市节能减排领导小组的领导下,按照市经团联、市工经联对上海市节能减排小组活动的总体安排,由上海市化学化工学会牵头,承担了《节能减排JJ小组活动化学化工篇丛书》的编辑工作并正式成立了编委会,经过组织相关专家进行慎重、反复和深入的讨论,最终形成本书的指导思想、确定本书的内容结构及应用范围和服务对象。在编纂小组成员们辛勤耕耘下,历经一年的时间,现在终于完成了全部书稿。

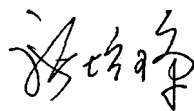
本书是上海市节能减排JJ小组活动系列丛书之一,本书所涉及的技术内容都为目前国内先进的化工节能减排技术,化工企业可以将本书作为节能减排技术培训教材,对具有较高化学工程理论水平的工程师和技术人员实施培训。同时,本书也是一本可操作性很强的实用技术手册,可作为向化工企业推广先进的化工节能减排技术宣传手册,促进上海化工企业整体节能减排水平的提高,体现企业社会责任。

本书的编委和作者在欣慰于祖国强盛而屹立于世界强国之林的同时,也深深地为发展过程中留下的环境隐患而担忧。所以,本书尽管立意于化工产业节能减排技术的推广,其更深远的意义在于提高全民环境危机意识,为政府建言献策,在发展地方经济的同时,兼顾资源整体利用,尽可能地充分利用区域资源,节约开发,减少环境污染,使上海市的化工产业立足长远地科学发展、节约发展。

全书分为上、中、下三册。上册为理论基础与装备技术,以化工装置节能减排应用到的化工原理、化工单元操作系统工程以及化工能量分析实例、新技术研究现状与发展趋势等为重点阐述内容;中册为工程技术与应用案例,在各种节能技术中,通过生产工艺设计改进实现节能,往往是降低产品能耗的非常有效的方法,因而主要介绍公用工程节能减排技术,另外一个部分是利用化工企业24个真实案例,详实介绍企业在装置节能减排改造过程中遇到的问题、使用的关键节能减排设备、典型的工艺流程、应用技术的个性和共性,并通过数据展示节能减排的效果;下册为新途径与新技术,通过对二氧化碳的绿色利用技术、氮氧化物排放控制技术、氢能与燃料电池技术、新型合成技术等前沿技术的介绍和展望,展现了人类友好利用环境和资源的美好前景。

本书在编纂的过程中,编写人员付出了辛勤的劳动与汗水,来自社会各界的友好人士给予我们无私的帮助与关心,在此一并向他们表示衷心感谢!

上海市化学化工学会理事长



2009年12月

编者的话

建国 60 周年之际,回首我国在经济、政治、文化、社会建设中取得的举世瞩目的成就,国人无不为之振奋。特别是改革开放后,我国的经济实力得到了大幅提升,人民生活显著改善,这些都得益于党中央的正确领导,经济政策的逐步完善。可是高速的发展也伴随着严重的环境问题,成为当前发展面临的突出问题。如何有效地解决这个长期困扰国家发展的环境问题,如何在科学发展观的指导下,创造人与人、人与自然、企业与社会和谐,是现代企业家们必须思考的问题,也是企业家们必须承担的社会责任和必须具备的人文关怀。

在这样的历史形势下,上海化工行业响应党中央和市政府关于节能减排的号召,积极倡导“节能减排,化工先行”,希望用我们的手,书写我们的经验,希望用读者的手,创造一片又一片蓝天。节能减排不仅是目标,更是一种坚定的信念,鼓舞我们化工企业在节能减排的道路上越走越远,将祖国的蓝天描绘得越来越蓝。

《节能减排化学化工篇(上、中、下册)》是一部化工企业节能减排理论与实践相结合的丛书,由于本书所涉及的化工节能减排理论及技术既深且广,为便于读者按需阅读,将全书分为上、中、下三册。

中册是“工程技术与应用案例”,内容包括从化工设计的视角阐述节能减排的理论和 技术,并向读者展示了大量化工生产中的节能减排成功案例。书中所列案例是上海化工工作者在化工生产过程中积累下来的丰富经验,很多技术已自主研发成功,有些技术则是消化吸收国外先进技术之后的再创新。案例针对上海石化典型装置,具体介绍项目的背景、具体应用的节能减排技术、投入产出情况等,且每个案例之后附有专家点评。化工企业可以通过对案例的研究,针对企业在生产过程中遇到的问题,进行类比分析,进行装置设备的技术改进,具有非常现实的指导意义。

本册主审为上海化工研究院原院长徐静安,副主审为华谊集团原副总裁沈丽萍、上海化工区原副总经理顾荣良、上海化工工程设计院副总工程师宋振凯。

本册在编写的过程中,上海华谊(集团)公司蒋莉萍同志和上海市化工科学技术情报研究所董松同志协助完成大量编纂、协调与联络工作,在此致以诚挚的感谢。

本册的出版得到了华东理工大学校领导的高度重视,出版和印刷得到了华东理工大学出版社的鼎力支持,在此表示深深的谢意。

《节能减排化学化工篇(上、中、下册)》是一套节能减排专业技术丛书,涉及化工生产各单元的理论 and 应用内容丰富,但由于编纂时间有限,难免有所纰漏,敬请读者批评指正。

编者

2010 年 1 月

撰写者名单

章节	内 容	编 者
第一章	电气节能减排技术	韩语德
第二章	热能系统的节能减排	王 弘
第三章	暖通系统	胡建勇
第四章	水系统的节能减排	张杰峰
第五章	自控专业节能减排技术	何晓明
第六章	案例 1 丙烯酸反应气体吸收系统节能改造	马建学、潘 伟
	案例 2 丙烯酸废气催化焚烧节能改造	马建学、潘 伟
	案例 3 丙烯酸氧化装置尾气循环利用	马建学、潘 伟
	案例 4 夹点理论在 VCM 中的应用	陈 勇
	案例 5 膜回收糊状 PVC 尾气中的 VCM	陈 勇
	案例 6 压缩空气系统节能改造	诸 滢
	案例 7 二次蒸汽回收利用	金玉华
	案例 8 变压吸附回收醋酸废气中的一氧化碳	凌国珍
	案例 9 UGI 炉新型耐高压水夹套的运用	孟庆军、沈 彬
	案例 10 膜分离回收甲醇合成弛放气中的氢气	孟庆军、沈 彬
	案例 11 空分预冷系统节电改造	孟庆军、沈 彬
	案例 12 干熄焦除尘风机变频改造	孟庆军、沈 彬
	案例 13 横式翅片冷却冷凝器在焦炉煤气生产中的应用	俞 捷
	案例 14 焦炉煤气脱苯贫油空气冷却器的应用	俞 捷
	案例 15 灯光节能器节能技术的应用	李丙兴
	案例 16 工业热泵技术在轮胎生产中的应用	马伟强
	案例 17 乙烯裂解炉燃烧器增设空气预热器的工业应用	周玲娟
	案例 18 水泵调速节能技术在石化水厂的应用	干希兵
	案例 19 石化装置循环水场的技术改造	毛春屏
	案例 20 环氧丙烷装置的节能减排改进	杨 骅
	案例 21 过氧化二异丙苯装置含酚废碱处理	杨春宝、顾永明
	案例 22 顺丁橡胶装置节能研究和应用	陈华锋
	案例 23 聚醚废渣综合回收利用	杨正勇、陆华欧
	案例 24 高温分解温室气体 HFC-23	沈雪忠、蔡 慧

目 录

第1章 电气节能减排技术	(1)
1.1 节约用电在节能减排中的作用	(1)
1.2 供配电环节的节能措施	(1)
1.2.1 通过合理的电网规划降低线损	(1)
1.2.2 经济合理地选择导线和电缆	(2)
1.2.3 无功补偿及配置优化	(3)
1.3 推行“电力需求侧管理”,有效利用电力资源	(5)
1.3.1 电力需求侧管理概念	(5)
1.3.2 电力需求侧管理的作用	(5)
1.3.3 改变用户的用电方式,鼓励企业在非高峰期间用电	(6)
1.4 变压器节能改造和节能措施	(6)
1.4.1 按经济容量选择变压器	(6)
1.4.2 推广新型节能变压器	(6)
1.4.3 非晶合金变压器介绍	(6)
1.4.4 在设计及运行环节提高变压器能效的技术措施	(7)
1.4.5 提高变压器能效的政策措施	(8)
1.5 应用变频调速技术推进节能减排	(8)
1.5.1 变频调速技术的优势	(9)
1.5.2 变频调速技术在石油化工行业的应用	(9)
1.6 利用企业余热、废热发电,实现节能减排	(10)
1.6.1 余热利用在我国有着巨大的潜力	(10)
1.6.2 余热发电介绍	(10)
1.6.3 化工企业利用余热发电实例	(11)
1.7 推广高效节能光源,建造绿色照明环境	(11)
1.7.1 常用照明光源介绍	(11)
1.7.2 新型节能光源介绍	(12)
1.7.3 新兴的照明方式——光纤照明	(13)
1.7.4 常用照明光源的性能比较	(14)
1.7.5 高效节能光源的选择	(14)
1.7.6 正确选用节电的照明灯具配件	(15)
1.7.7 照明节能的技术措施	(17)
1.7.8 照明节能的政策措施	(18)



1.8 充分利用可再生能源	(19)
1.8.1 我国风电的现状 & 展望	(19)
1.8.2 太阳能光伏发电技术的特点和前景	(20)
1.9 日常节电常识	(21)
1.9.1 中国能效标识	(21)
1.9.2 合理使用空调	(22)
1.9.3 办公节电	(22)
第2章 热能系统的节能减排	(23)
2.1 化工企业的热能系统	(23)
2.1.1 热能动力装置在化工生产的热能综合利用中的常见模式	(23)
2.1.2 化工企业蒸汽系统的分级合理使用	(26)
2.1.3 化工企业应发展热电联产	(34)
2.1.4 整体煤气化联合循环(IGCC)	(36)
2.1.5 热能回收技术在化工企业中的应用	(39)
2.2 除尘、脱硫、脱硝技术	(50)
2.2.1 常用除尘器的类型与性能	(51)
2.2.2 燃煤的脱硫技术	(54)
2.2.3 烟气的脱硝技术	(84)
第3章 暖通系统	(90)
3.1 概述	(90)
3.2 暖通系统对能源的主要消耗方式	(91)
3.2.1 采暖用能源消耗方式	(91)
3.2.2 空调、制冷用能源消耗方式	(91)
3.2.3 冷、热媒在传输过程中对能源的需求	(92)
3.3 在暖通系统中,节能途径的探讨	(92)
3.3.1 能源消耗过大,造成工程或生产不节能的原因	(92)
3.3.2 解决暖通制冷业高能耗的几种方法	(96)
3.4 化工企业余热余压利用及节能	(117)
3.4.1 氯碱化工的余热利用	(118)
3.4.2 焦化行业的余热利用	(118)
3.4.3 炭素厂余热回收	(119)
3.4.4 橡胶行业	(120)
3.4.5 采用溴化锂吸收式与电压缩式制冷机组的比较	(120)
3.5 暖通系统常见的一些能耗考核指标	(121)
3.5.1 围护结构的节能指标	(121)
3.5.2 新风利用与空调系统方式的考核指标(AHC)	(122)
3.5.3 建筑用能能效系数指标	(123)



3.5.4	用能环节的能量转换效率	(124)
3.5.5	建筑物空调制冷供热环节的能量转换效率	(125)
3.5.6	输配系统的能耗评价指标(TDC)	(127)
3.6	暖通系统的节能诊断方法	(128)
3.6.1	节能诊断(OTI)	(128)
3.6.2	用能指标核查和符合需求合理性诊断	(128)
3.6.3	冷冻机、冷却塔和热源诊断	(130)
3.6.4	冷热水输配系统诊断	(132)
3.6.5	空调及通风系统诊断	(133)
3.6.6	照明和其他用电设备的节能诊断	(135)
第4章	水系统的节能减排	(137)
4.1	概述	(137)
4.1.1	我国的水资源现状	(137)
4.1.2	我国水资源利用状况	(137)
4.1.3	我国水资源主要问题	(139)
4.2	节能	(139)
4.2.1	给水系统中的节能措施	(139)
4.2.2	循环水冷却水系统的节能措施	(141)
4.2.3	其他水系统中的节能措施	(143)
4.2.4	水系统新能源的利用	(143)
4.3	节水、减排	(145)
4.3.1	给水系统中的节水措施	(145)
4.3.2	循环水系统中的节水措施	(146)
4.3.3	中水回用系统及其应用	(148)
4.3.4	废水零排放技术及其应用	(149)
4.4	化工行业节水、减排	(154)
4.4.1	化工行业节水、减排特点及重要性	(154)
4.4.2	氯碱化工行业节水减排措施	(155)
4.4.3	煤化工行业的节水减排措施	(160)
第5章	自控专业节能减排技术	(164)
5.1	在化工工程建设中合理利用自动化仪表及自动控制系统	(164)
5.2	自动化仪表在工程实施中的节能减排作用	(165)
5.2.1	检测仪表	(165)
5.2.2	分析仪表	(165)
5.2.3	温度仪表	(165)
5.2.4	压力仪表	(166)
5.2.5	流量仪表	(166)



5.3 自动控制系统	(168)
5.3.1 人工手动控制的危害因素	(168)
5.3.2 传统控制仪表(系统)	(168)
5.3.3 集散控制系统	(168)
5.4 自控执行机构	(169)
5.4.1 控制阀	(169)
5.4.2 积极推荐工艺系统专业采用变频器	(169)
第6章 节能减排技术应用案例	(170)
案例1 丙烯酸反应气体吸收系统节能改造	(170)
案例2 丙烯酸废气催化焚烧节能改造	(173)
案例3 丙烯酸氧化装置尾气循环利用	(177)
案例4 夹点理论在 VCM 中的应用	(180)
案例5 膜回收糊状 PVC 尾气中的 VCM	(184)
案例6 压缩空气系统的节能改造	(187)
案例7 二次蒸汽回收利用	(191)
案例8 变压吸附回收醋酸废气中的一氧化碳	(196)
案例9 UGI 炉新型耐高压水夹套的运用	(201)
案例10 膜分离回收甲醇合成弛放气中的氢气	(205)
案例11 空分预冷系统节电改造	(209)
案例12 干熄焦除尘风机变频改造	(213)
案例13 横式翅片冷却冷凝器在焦炉煤气生产中的应用	(219)
案例14 焦炉煤气脱苯贫油空气冷却器的应用	(225)
案例15 灯光节能器节能技术的应用	(230)
案例16 工业热泵技术在轮胎生产中的应用	(232)
案例17 乙烯裂解炉燃烧器增设空气预热器的工业应用	(235)
案例18 水泵调速节能技术在石化水厂的应用	(240)
案例19 石化装置循环水场的技术改造	(245)
案例20 环氧丙烷装置的节能减排改进	(251)
案例21 过氧化二异丙苯装置含酚废碱处理	(258)
案例22 顺丁橡胶装置节能研究和应用	(266)
案例23 聚醚废渣综合回收利用	(272)
案例24 高温分解温室气体 HFC-23	(278)

第1章

电气节能减排技术

1.1 节约用电在节能减排中的作用

电作为一种能源,有着持续增长的需求。由于我国 80% 的电力来自火力发电,所以电力在为人们带来光明和便利的同时也对环境造成了巨大的污染。

节能减排是我国“十一五”期间一项重要的社会任务,是构建和谐社会的重要因素。2009 年 11 月 26 日,中国公布了 2020 年降低碳强度目标:单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%,作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划,并制订相应的国内统计、监测和考核办法。一场以新能源革命和低碳经济为主题的绿色浪潮正在席卷全球。发展低碳经济,是每个公民应承担的责任,也是我国可持续发展,转变经济发展模式的难得机遇。

目前中国已经成为仅次于美国的电力消费第二大国,并有可能在近几年内取代美国。电力作为能源消耗和污染排放的“大户”,发电企业二氧化碳、二氧化硫和烟尘排放量分别占到全国排放量的 47%、54% 和 20%。控制住火电厂的排放几乎就控制住了二氧化碳的排放和二氧化硫的污染,也就为实现我国对世界承诺的二氧化碳排放指标提供了保证。因此合理用电和节约用电对完成节能减排指标非常重要。

电力在节能降耗中不仅作用巨大,而且潜力巨大。我国单位 GDP 的电耗是发达国家的 3~5 倍。据有关资料的统计表明:我国从发电到供电,一直到用电过程中,各种电气设备(包括发电机、变压器、电力线路、电动机等)全部的电能损耗约占发电量的 30%。这样,全国一年约有 6 520 亿千瓦时的电能损耗在运行中的电气设备中,相当于 10 个中等省的用电量之和。

工业生产占全国能源使用量的一半多,虽然我们也在不断淘汰落后设备技术,提高能源效率,但大量的低效能技术仍然广泛存在于生产中,节电潜力巨大。提高供电能效、加强用电需求侧管理、发展可再生能源发电,都是提高电能环保水平的重要措施。

1.2 供配电环节的节能措施

目前我国电力线路损失率为 6.03%,远远高于日本的 3.89%,节能潜力十分巨大。合理设计和改造供配电线路,做好无功功率就地补偿,可以有效降低电能损耗。

1.2.1 通过合理的电网规划降低线损

根据实际情况,综合考虑近、远期地区负荷密度,从各个电压等级协调发展的角度,因地制宜地建设高压配电网,大力发展 110 kV 网架及 110 kV 直降 10 kV 方式的供电。

从降损节能的角度考虑电网布局,合理选择供电半径和控制最长电气距离,根据负荷分布并按电压降进行选择供电半径,尽量达到“短半径、多布点、小容量、多供少损、电压合格”的要求,10 kV 配电线路半径控制在 15 km 以内,0.4 kV 的线路半径控制在 0.25 km 以内,推广节



能低耗、符合环保要求的配电网。对于居民小区供电,为减少线损,提高电压质量,可采用中压配电网延伸进住宅小区,压缩低压配电网的范围,做到多布点,近距离供电。

合理选择导线截面,尤其是主干线路,认真按照负荷的大小来选用导线,切实降低主干线路上的电能损耗。

对于新项目,首先要全面统一规划,统一技术标准,选用节电的新技术、新材料、新工艺、新设备,降低能耗,把好设计关。

新项目的供电系统设计应多从安全节能、经济运行方面考虑,虽然一次性投资有所增大,但是系统的容载比大大提高,显著的提高了供电能力,提高了安全供电可靠性及供电质量,大大降低了电网运行中的损耗,大量节约了供电部门与用电企业的供电成本,并为国家节约大量的发电投资。

1.2.2 经济合理地选择导线和电缆

在电气设计中,如何选择导线和电缆,直接影响到有色金属的消耗、线路运行费用及一次性投资的大小。经济、合理地选择导线和电缆,就是要满足其技术性、可靠性、经济性的要求,而其经济性又受物价、电价所支配。在节能降耗越来越受到重视,电价不断上升的趋势下,过去的一些选择依据已不能适应新的要求。

以往选择电缆及导线,一般是按照电缆的载流量选择,这种方法可以使工程投资做到最小,但运行中不一定经济。

从节能和环保方面出发,按追加投资回收期选择导线和电缆更为合理。

例:一条 35 kV 架空输电线路建设工程,输送功率 $S = 10\,000\text{ kV} \cdot \text{A}$, 年负荷平均增长率为 3%,线路长度为 13 km,决定采用 LGJ 型钢芯铝绞线,钢筋混凝土杆塔。线路的有效使用期限 25 年。

根据计算,线路的最大负载电流 $I = 230\text{ A}$ 。进行机械强度、电晕验算后,选取导线截面为 70 mm^2 时可以满足要求。

表 1-1 线路导线截面数据表

导线截面/ mm^2	杆塔结构	$R_0/\Omega \cdot \text{km}$	$X_0/\Omega \cdot \text{km}$	总投资/万元
70/10	单杆	0.422	0.417	169
95/15	单杆	0.306	0.407	182
120/20	双杆	0.250	0.409	221
150/20	双杆	0.198	0.403	240
185/25	双杆	0.154	0.395	273

根据计算得知:选取 LGJ—95/15 型导线截面比选取基准截面 LGJ—70/10 型增加投资 13 万元,电压损耗降低率 17.9%,每年节约电费 78 万元,节电降耗率 33%,输电能力可达 $21\,000\text{ kV} \cdot \text{A}$ (350 A),追加投资回收期仅 0.17 年,但适应负荷增长的承载能力只有 14.4 年,在有效使用期内需进行改造。

选取 LGJ—185/25 型导线线路追加投资 104 万元,每年可节约电费 180 万元,节电降耗率达 76%,不到一年就可收回追加投资,使用年限内收回追加投资后节电产生的利润达 4 533 万元,因负荷增长产生的节电利润达 5 542 万元,线损率水平最好,电压损失率最低,供电能力为 $31\,800\text{ kV} \cdot \text{A}$ (525 A),提高 104%,适应负荷增长的承载能力大于有效使用年限达 28.3