工程技术
我国热电联产的发展道路
晏黎邱大雄刘德顺
清华大学核能技术设计研究院
, 北京
热电联产是一项能源合理利用的有效措施
。它
在提高能源利用效率
, 减缓环境污染
, 缓解电力负
荷紧张
, 为工业热用户或民用采暖提供高水平热源
以及节约城建占地等方面显示出强大的竞争力
。在
国外电力公司正在兴起的电力需求侧管理 , 和包含在内
的综合资源规划户旧
,
旧尸中
, 热电联产是一
、项重要的可替代的分散式能
源生产方案
。
在我国
, 热电联产目前已形成一定规模
。
截止
到年底
, 我国热电机组发电容量兆瓦
,
年供热量万吉焦
, 平均供热厂用电率
千瓦吉焦
, 供热标准煤耗率公斤标煤吉
焦
, 供热耗煤量约万吨标准煤
, 兆瓦包括
兆瓦
, 以下同以上供热机组总发电容量达
兆瓦
, 占同容量火电装机总容量的
。
在役规模最大的热电厂为吉林热电厂
, 装机容
量为兆瓦代表我国热电机组最高水平的
兆瓦
、
兆瓦大型抽汽冷凝两用机组已在北京
、沈
阳
、太原等中心城市投运
。
从黑河
、海拉尔到石河子
、海南岛
, 从城市到农
村乡镇
, 星罗棋布的热电厂得到了蓬勃的发展
。
尽管如此
, 我国热电事业与发达国家相比仍存
在较大差距
。
特别是近年来随着经济的超高速发
展工业用热需求猛增
, 民用采暖和生活用热迅速
增加
, 现有热电机组供热规模已远不能满足需求
,
热电联产存在着巨大的市场潜力
。
仅以民用采暖和
生活用热为例
, 到年底
, 我国城市集中供热面
积为万平方米
, 供热管网总长约公
里
, 但热化率仅为
, 即使在我国热化事业最
为发达的东北
、华化
、西北地区
, 城市热化率也仅为
见表
。而前苏联早在年城市集中供热
热化率已达
。
年北京市热化率为
, 而
莫斯科的热化率已达
。
据预测
,
到。。年
,
我国集中供热热化率将达
到
。东匕
、华北
、西北地区将达。一经济
发达的开放城市将达朽一
。
最近颁布的北京市
总体规划确定
, 年北京市集中供热热化率将上
升到写
。
国家目」 瑞典丹麦芬兰中国
“三北
”地区
苏联华北
、东北
、西北
一覃币供热城市数一热化率写一
统计时间一车只比只夕
一一一一一一一一一
另据初步估算
, 到年我国需要增加热电
机组容量约兆瓦
, 而根据我国实际国情资
’
金状况
、
设备制造及其它原材料
, 仅能实现新增供
热机组一兆瓦
。
如何满足我国日益增长的热电需求热电联产
是主要发展方向
。
一
、
根据热负荷的规模及特点
, 正确选
用热电厂站类型及供热机组类型
,
保证热电联产经济
、
健康地发展
。
目前在我国存在三种形式的热电联产技术型
式
, 区域热电厂或称公用热电厂
, 企业自备热电
站
, 以及介乎二者之间的企业小联片热电厂
。
区域热电厂把热电厂周围一定区域作为
供热范围
, 将较多的工业与民用热用户集中起来集
中供热
, 当前推荐的热力网经济供热半径为蒸汽
热网一公里最远一公里热水网公里以
内实际最长公里
。
其优点是可选用初参数高容量大的机组
, 单
位造价低
, 发电与供热成本较低
, 便于采取环保措
施
, 经济效益较好
。
其缺点为把众多不同热用户组织于一个供热
范围内管理协调困难
, 同时需要一定的热负荷密
度
, 热网建设及运行庞杂
。
, 。。

企业自备热电站在一定热负荷条件下
,
远
离市区的大中型企业
, 区域热电厂供热覆盖不到
,
可建设为其热需求服务或兼顾附近厂矿及居民
区的自备热电站
。这种企业自备热电站有时也称
企业裕压小发电与区域热电厂相比的优势在于
以
“自建
、自发
、自用
”为建设方针
, 电热负荷确凿
,
便于调节
, 由于容量小多为背压机组
, 筹建容易
、
投资省
, 建设期短
。缺点是单位造价高
, 发电与供
热成本高背压机
, 技术水平较低
。
第三种技术型式即企业小联片热电厂可视为
上述企业自备热电站的增强型
, 它除了主要满足企
业用热需求外
, 还兼供附近企业和居民
, 形成小区
联片供热范围
。
对于供热电厂站技术型式的选择
, 在符合总
体热力规划的前提下
, 应首先推荐区域热电厂
, 为
一定热负荷区域内的企业和居民供热
, 作为热电联
产的主力军
。同时
, 在条件适合建自备热电站的情
况下
, 根据具体工艺热需求
, 在可行性研究的基础
上
, 鼓励企业的实行自备热电联供
。
热电机组主要包括背压机和抽汽机两大类
。这
两类机组分别有各自的运行特性
。通常
, 背压机组
在稳定的热负荷下
, 发电煤耗较低因其发电乏汽
全部用于供热
, 但在热负荷率降低时
, 发电出力线
性降低
, 汽轮机内效率也降低
, 发电煤耗显著增大
,
因而发电与供热成本增加
。抽汽机组虽然在额定工
况下发电煤耗相对较高
, 但当热负荷降低时具有良
好的调节性能
, 特别是与背压机配合运行时
, 性能
更优
。因此
, 在确定机组类型时
, 必须根据具体热负
荷特性
, 考虑到不同机组类型特点
, 确定合适的机
组型式或机组配置
。
的发展
, 城市规模逐渐发展
, 今后这种大型两用机
组将会越来越多地为人们所接受
。
三
、
大量推广应用循环流化床锅炉
循环流化床锅炉是下一世纪的主力锅炉
型式
。与传统的煤粉炉相比
, 具有下述优点
第一
, 适合于燃用灰份多
, 挥发份含量低
, 难于
燃烧的劣质燃料
, 如无烟煤歼石
、石焦油
、褐煤等
。
我国是燃煤动力型国家
, 煤炭资源丰富
, 但劣质燃
料所占份额较大
。应用锅炉燃用当地劣质燃
料
, 可以缓解劣质燃料的销售困难处境
, 同时获得
电能和热能
, 满足我国经济持续发展的需要
。
第二
, 适于燃用高硫煤
, 。通常认
为
, 燃烧高硫份煤种时
, 锅炉采用在燃烧中加
人石灰石脱硫要比燃烧后烟气脱硫户经济得
多
, 它可在较低的钙硫摩尔比下“
·
一
·
达到满意的脱硫效果脱硫效率左右
, 因而在
控制排放呼声日益高涨的情况下
, 日锅炉可
为我国大量的高硫煤开辟光明的应用前景
。
第三
, 日锅炉除可脱硫外
, 还能降低闪
,
等污染气体排放
。
因此
, 尽管在现阶段日锅炉的单位造价
, 效
率及大型化方面尚不能完全与常规煤粉炉相匹敌
,
但世界各国普遍把它视为煤粉炉的替代产品而加
以大力研究
。使用 「 锅炉作为热电联产系统中的
蒸汽发生装置
, 是由我国煤炭资源状况所决定的必
然发展趋势
。
四
、
合理发展热
、电
、
冷三联产
二
、
城市发展大型抽汽冷凝两用机组
大型冷凝式抽汽供暖汽轮机组工程上也称冷
凝采暖两用机组或抽汽冷凝两用机组最初发源于
西欧国家
, 后逐渐发展为专供区域供热使用
, 它在
技术上采用了成熟的大型凝汽机组的特点
, 来满足
热电联产所需的抽汽供暖需要
, 供暖抽汽量可根据
外界热负荷的高低作相应调整
, 在非供暖期间机组
可按一般火电厂的纯凝汽方式运行
, 而在最大供暖
负荷期间
, 机组可按背压方式运行
。无论是何种方
式下运行
, 均能获得很高的效率
。如公司的
兆瓦冷凝供暖汽轮机组
, 在纯凝汽式运行期间
,
热效率为
· , 而在背压运行供暖期间
, 机组燃
料利用效率则可达
。
我国目前正在发展一。兆瓦冷凝式供暖
两用机组
, 在北京
、沈阳
、吉林
、长春
、郑州
、
秦皇岛
和太原等北方城市已有一批主要经改造得到的
、兆瓦大型两用机组运行
。随着我国城市化
随着我国经济的持续高速发展
, 人民生活水平
不断提高
, 采暖范围已由北方逐渐向南方扩展
。同
时
, 在南方普遍存在着夏季空调制冷的实际需要
。
相反地
, 常规的热电联产方式由于在夏季采暖热需
求的降低
, 夏季热负荷存在低谷
, 而热负荷不足往
往影响供热机组的节能及经济效益
, 为此
, 南方一
些城市已在发展以热电厂为中心热源的集中供热
与制冷系统主要采用澳化铿吸收式致冷方式
。
热致冷在我国北京
、上海
、广州等地的实践表
明
, 公共建筑和工厂采用吸收式致冷
, 可以增加夏
季热电机组热负荷
, 稳定全年热负荷
, 提高最大热
负荷利用小时数
, 从而降低发电
、
供热煤耗
。所需投
资回收周期短
,
煤价较低时
,
其运行费用低于电动
制冷
。而且安装
、维护
、管理方便
, 运行安全可靠
, 噪
音低
。所以
, 尽管从制冷机性能系数上看
, 使用的热
电联产配合吸收式致冷方式不如电驱动致冷方式
节能
, 而且以高品位热能致冷存在必然的有用能损
失
,
但从热
、电
、冷联产的总体效益看
, 以热电厂为
科枝导报门

中心的热电冷三联供方式仍不失为目前条件下的
有效途径
。七
、
发展煤气
、
热力
、电力三联产
五
、利用现有锅炉发展热电联产
统计表明
, 至年底
, 我国各型工业锅炉装
机总量达万台
, 约万蒸吨时
, 其中容量小于
吨时的小锅炉台数占
, 容量大于吨时
的锅炉占总数的
。平均单台容量仅吨时
。
其中用于分散供热的小锅炉
, 每年约需消费亿吨
标准煤
。这些分散供热小锅炉
,
单台容量小
, 设备陈
日
, 热效率低大部分热效率只有一
, 少部分
仅一
,
造成极大的能源浪费
, 同时消烟除尘
设备差
, 成为城镇
、工业区的重点污染源
。
将有条件的工业小锅炉改造为热电联产是可
行的解决方案
。
根据我国工业锅炉的分布状况
, 适
于作热电联产改造的工业部门包括轻工
、纺织
, 煤
电油生产工业
, 商业服务业
、
建材
、
化工等
。重点
改造对象是单台容量大于吨时的工业锅炉
。我
国目前单台容量大于吨时的工业小锅炉约
万台
, 总容量达万吨时
, 如能将其中的
改造为热电联产
, 则可增加热电机组约
兆瓦
, 可形成多万吨标煤的节煤能力
。由此可
见
, 改造工业锅炉为热电联产的潜力是十分巨大
的
。
值得指出的是
, 改造原有小锅炉加装发电机组
实现热电联产
, 由于能利用现有设备和厂房建筑
,
通常投资较少目前能控制在元千瓦以下
,
而新建热电厂单位综合造价已高达元千瓦
以上
。因此
, 改造现有工业锅炉发展热电联产是一
条具有中国特色的发展道路
。
煤炭是我国最主要的能源载体
, 以煤制燃气是
煤气化的主要技术工艺
。而现有的煤制气工艺
, 如
发生炉煤气
, 焦炉煤气
, 水煤气等由于各种技术或
经济原因
, 推广应用均受到一定制约
。正处于工业
示范阶段的循环流化床煤气一蒸汽一电力
“三联
产
”工艺则另辟捷径
, 利用循环流化床的高温循环
物料作为载热体来满足气化室内煤热解气化过程
所需的外来热源以产生煤气
。由于流化床自身固有
的优点
,
该
“三联产
”工艺对煤种的适应性广
, 热效
率较高
, 煤热解气化后的半焦可直接在流化床锅炉
中燃烬
, 以产生蒸汽实现热电联供
。
已通过国家小型热态试验鉴定的
“三联产
”工
艺结果表明
, 该工艺方案结构简单
, 运行操作方便
,
生产工艺连续稳定
, 为我国以煤制气开创了一条崭
新的技术路线
, 同时也是热电联产技术的发展
。目
前该技术正在进行工程示范试验
, 可以预料
, 它的
试验成功可为日益增长的城乡煤气化
, 热化和电气
化需求展示美好的前景
。
又
、利用新能源或可再生能源
实现热电联产
六
、
改造中低压凝汽机组为
热电联产机组
我国一部分城市在早期五六十年代
, 甚至更
早所建的凝汽式发电厂
, 随着城市化的发展
, 市区
面积不断扩大
, 这些电厂所处的位置逐渐
“靠近
”市
区
。然而
, 这些老旧机组通常容量小
, 效率低
, 发电
煤耗高
, 根据实际情况又不可能立即被高效率大容
量的新机组取代
, 急需进行技术改造
。根据当地的
实际热负荷需求
, 改造为热电联产机组
, 已证明是
一条可行的技术改造方案
。
技术改造方式包括低真空循环水供热
, 凝汽
机组汽缸打孔抽汽供热
, 低压缸前导汽管开孔供
热
, 中压凝汽机组前加装高压前置机迭置运行
, 低
压凝汽机组改造为热电联产背压机组等
。
其中
, 低
真空循环水供热
, 在原中压凝汽机组前迭置高压背
压机组
, 能获得很高的燃料利用效率
。
目前我国热电联产所用的燃料主要是煤炭
。未
来燃料构成必然出现多样化趋势
。
燃料多样化趋势
表现在
工业企业利用其行业特有的可作燃料使用
的余气
, 废渣或废液来满足热电联产的燃料需要
。
如在钢铁企业
, 高炉煤气可作为低热值燃气加以利
用热值一千卡米
, 采用高炉煤气为燃料
的小热电工程内部收益率可高达以上
, 投资回
收期一年
。在制浆造纸企业
, 可利用锯末
, 木材
废料
, 树皮等作动力燃料用
, 造纸蒸煮黑液或红
液具有较高的发热量和较好的燃烧性
, 经蒸发浓
缩回收碱后
, 是很好的替代燃料
。在印度
, 以甘蔗为
原料的糖厂利用甘蔗渣来燃烧
, 为分散的自备热电
联供服务
。
广大农村地区可利用沼气来作为热电联产
的热源
。
丹麦采用沼气来供应分散独立的小型紧凑
式热电联产装置
, 作出了成功的示范
, 越来越多的
燃用天然气的热电站正逐渐转向燃用沼气或其它
生物质燃料
。
核能原子能热电厂在国外特别是俄罗
斯已有广泛应用
, 我国兆瓦低温核供热堆正
在步人商用化阶段
, 预期核能热电厂在不久的将来
也将在我国热电厂家族中占有一席之地
。
责任编辑刘先曙