

火力发电厂冷端模块化组合式 热能综合利用技术交流

大唐（北京）能源管理有限公司

（2016年元月）



大唐（北京）能源管理有限公司简介

大唐（北京）能源管理有限公司是中国大唐集团的全资子公司，隶属于大唐环境产业集团，是一家节能技术研发、创新，节能技术应用及实施的专业公司，是大唐集团节能技术服务、推广的平台。2013年，公司在国家财政部和国家发改委成功备案，具备开展合同能源管理项目的资质。2014年，公司被中电联授予AAA级信誉等级企业。为进一步提高公司核心技术竞争力，公司在设置技术研发部的前提下，组建了“技术创新工作室”，专业从事节能技术研发、创新工作。

联系人：马建忠（技术创新工作室主任）

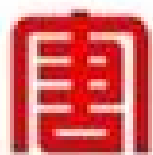
电话：010-58389296

手机：18910981564

地址：北京市海淀区紫竹院路120号-博远大厦

邮编：100097





大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

主要内容

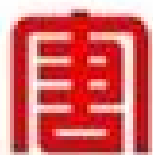
火力发电厂冷端热能回收的必要性

冷端热能利用市场前景预测

火力发电厂冷端典型配置

火力发电厂冷端热能利用相关技术模块及分析

模块化组合式冷端热能综合利用技术方案



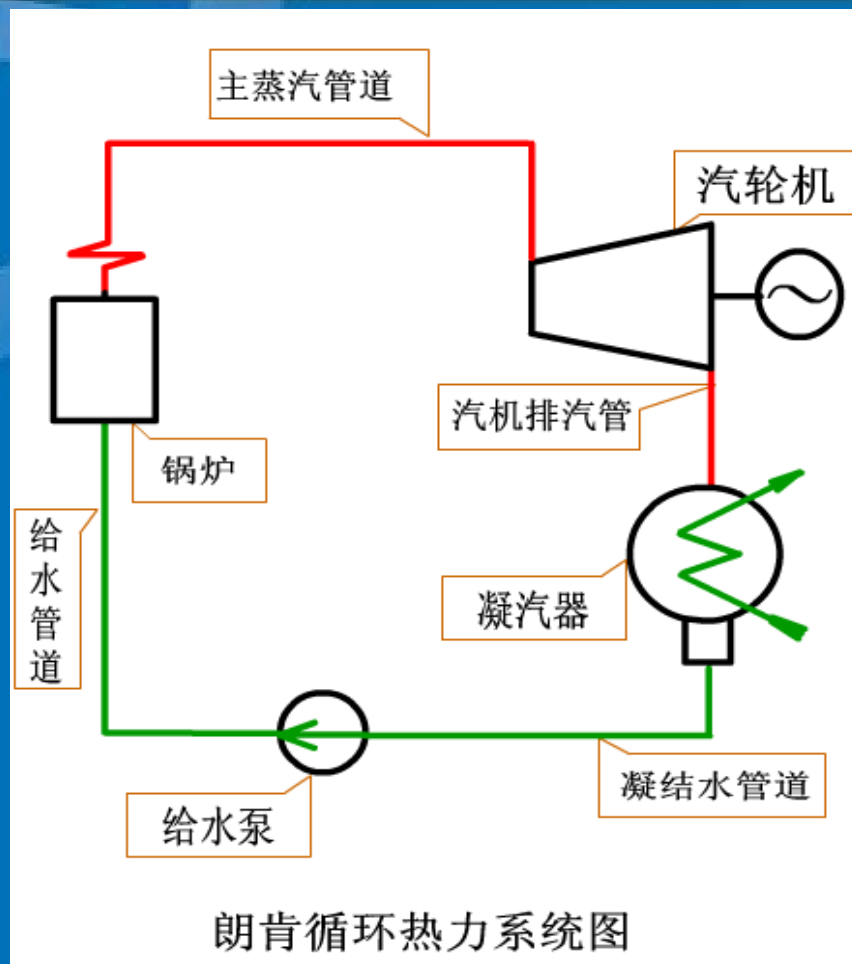
大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

一、火力发电厂冷端热能回收的必要性

众所周知，火力发电厂的热力学基础是朗肯循环。火力发电厂的能量全部源自于燃料燃烧产生的热量。其中，凝汽式机组约56%的热量被冷端散发至大气（无论湿冷还是空冷）。这部分热量极其可观，节能潜力巨大。

我们无法改变朗肯循环的特性，但可以通过改善热力系统、改变运行方式、调整运行参数等技术手段，将冷端散发至大气中的热量进行回收利用，提高能源综合利用效率，实现节能减排的目标。





大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

二、冷端热能利用市场前景

2015年12月30日，国家发改委发布2015年35号公告，公布了最新版的《国家重点节能低碳技术推广目录（2015年本，节能部分）》，目录涉及13个行业，共266项重点节能技术。其中与发电厂冷端热能利用相关的节能技术有7项，约占发供电行业节能技术的20%，充分体现了国家对发电厂冷端热能利用的高度重视和相关技术广阔的市场前景。具体技术如下：

- 纯凝汽轮机组改造实现热电联产技术
- 大型供热机组双背压双转子互换循环水供热技术
- 热泵的双级增焓提效技术
- 热泵节能技术
- 热泵冷、暖、热三联供技术
- 热电协同集中供热技术
- 矽石电厂低真空供热技术

附件2

《国家重点节能低碳技术推广目录》

（2015年本 节能部分）

技术报告

国家发展和改革委员会

2015 年 12 月

2015年12月11日，国家环保部、发改委、能源局印发了环发〔2015〕164号文-关于印发《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》的通知。通知明确要求全国新建燃煤发电项目原则上要采用60万千瓦及以上超超临界机组，平均供电煤耗低于300克标准煤/千瓦时。到2020年，现役燃煤发电机组改造后平均供电煤耗低于310克/千瓦时。要统筹节能与超低排放改造。在推进超低排放改造同时，协同安排节能改造，东部、中部地区现役煤电机组平均供电煤耗力争在2017年、2018年实现达标，西部地区现役煤电机组平均供电煤耗到2020年前达标。2016-2020年全国实施节能改造3.4亿千瓦。进一步提高小火电机组淘汰标准，对经整改仍不符合能耗、环保、质量、安全等要求的，由地方政府予以淘汰关停。优先淘汰改造后仍不符合能效、环保等标准的30万千瓦以下机组，特别是运行满20年的纯凝机组和运行满25年的抽凝热发电机组。列入淘汰方案的机组不再要求实施改造。力争“十三五”期间淘汰落后火电机组规模超过2000万千瓦。

特 急

环 境 保 护 部
国家发展和改革委员会 文件
国 家 能 源 局

环发〔2015〕164号

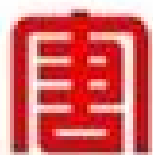
关于印发《全面实施燃煤电厂超低排放和
节能改造工作方案》的通知

各省、自治区、直辖市环境保护厅（局）、发展改革委（经信委、经委、工信厅）、能源局，新疆生产建设兵团环境保护局、发展改革委、能源局，国家电网公司，南方电网公司，华能、大唐、华电、国电、国电投、神华集团公司：

为贯彻落实第114次国务院常务会议精神，我们制定了《全面

— 1 —

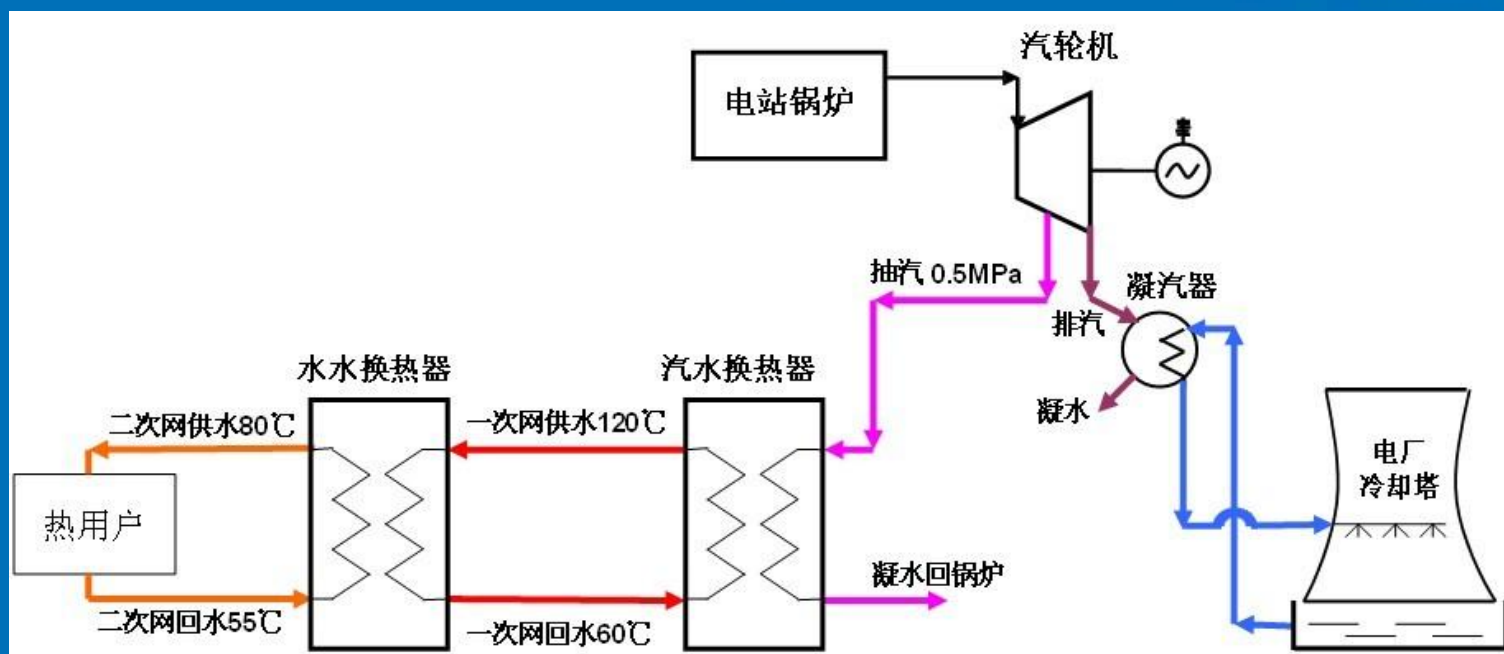
2015.12.14
3209

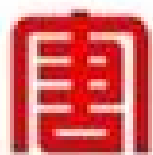


大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

由于城市发展和节能环保保护要求的不断提高，以及新兴开发区、工业园区的不断发展，火电厂集中供热已经成为城市发展的重要组成部分。发电企业将摆脱只承担电力供应的格局，将成为城市集中供热的主要热源点。火电机组容量大，通过合理的供热改造，可以很大程度上实现能源的合理利用，减少能源损失。不仅会增加火电机组的经济效益，对城市发展也带来了巨大的经济效益和便利。





大唐（北京）能源管理有限公司

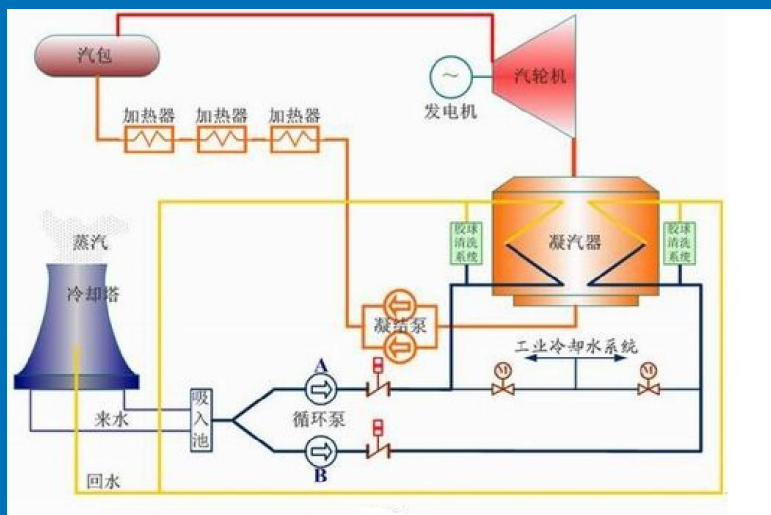
Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

三、火力发电厂冷端典型配置

当前，火力发电厂大型发电机组冷端典型配置有湿冷冷端、直接空冷冷端、间接空冷冷端三类。

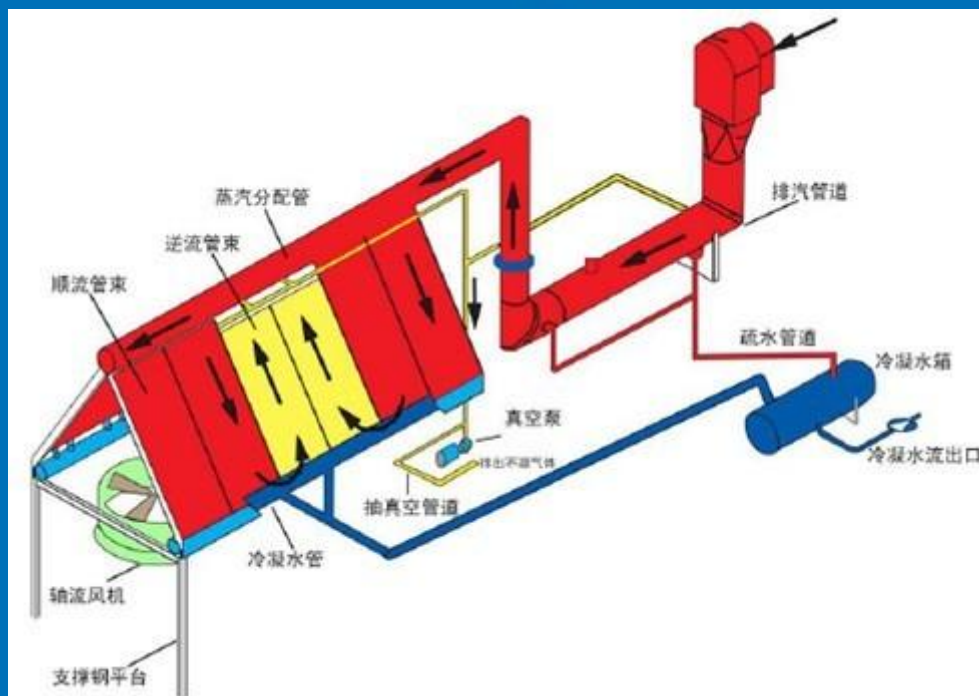
（一）湿冷冷端配置

冷端热力设备主要有：湿冷凝汽器、自然通风冷却塔、循环水泵组、凝水泵组、真空泵组等。其工作原理是：汽轮机排汽进入湿冷凝汽器，被循环水冷却成凝结水，蒸汽的热量传递给了循环水。循环水被加热升温后，送入冷却塔冷却。



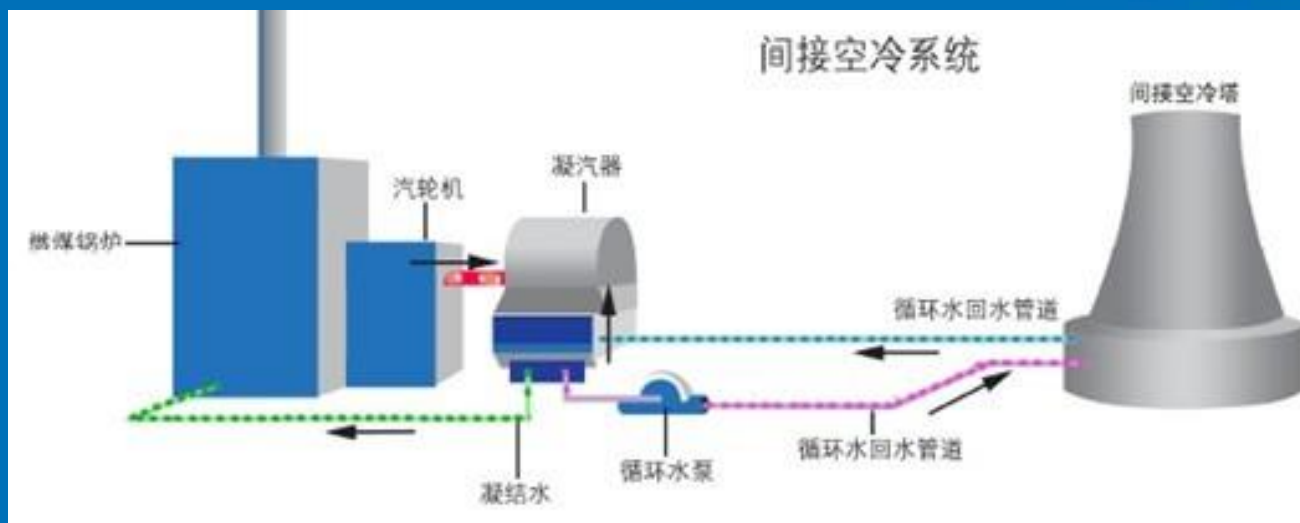
（二）直接空冷冷端配置

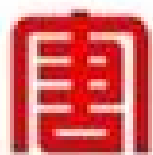
冷端热力设备主要有：排汽装置、空冷岛、风机、凝水泵组、真空泵组等。其工作原理是：汽轮机排汽进入湿冷凝汽器，被闭式循环水冷却成凝结水，蒸汽的热量传递给闭式循环水。闭式循环水被加热升温后，送入间接空冷塔冷却。



（三）间接空冷冷端配置

冷端热力设备主要有：湿冷凝汽器、闭式循环水泵组、间接冷却塔、凝水泵组、真空泵组等。其工作原理是：汽轮机排汽进入湿冷凝汽器，被闭式循环水冷却成凝结水，蒸汽的热量传递给闭式循环水。闭式循环水被加热升温后，送入间接空冷塔冷却。





大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

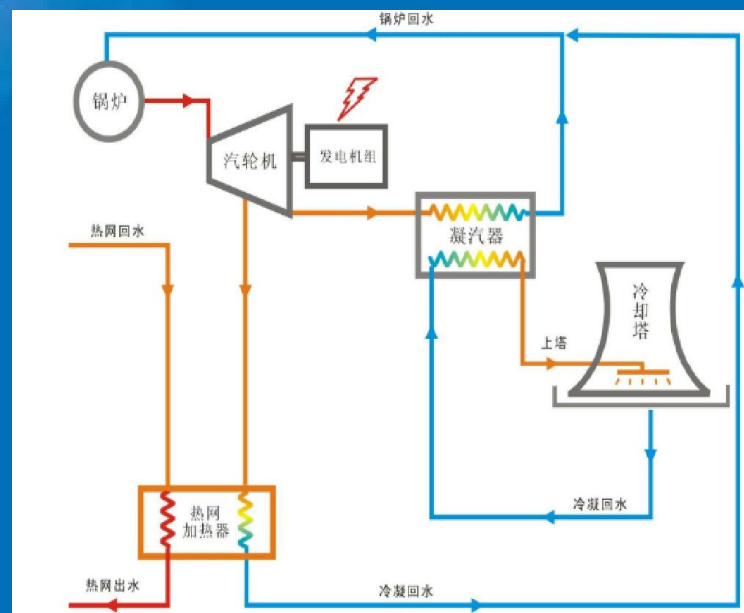
四、火力发电厂冷端热能利用相关技术模块

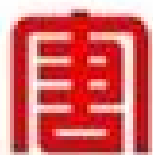
我们将现有的火力发电厂冷端热能利用技术分成若干个模块，并对各技术模块的优缺点进行了分析。

模块一：抽汽供热技术---LD1

抽汽供热技术是目前应用最广泛的供热技术，该技术是从汽轮机某个抽汽段抽汽作为加热热网水的热源或直接为热用户提供工业用蒸汽的一种供热技术。

其优点是系统结构简单、维护量小、便于运行操作控制，施工难度较小，项目前期投资较小。缺点（1）抽汽环节有严重的节流损失，造成高品位能源的浪费（2）凝汽余热排放到大气环境中，造成很大的冷源损失。



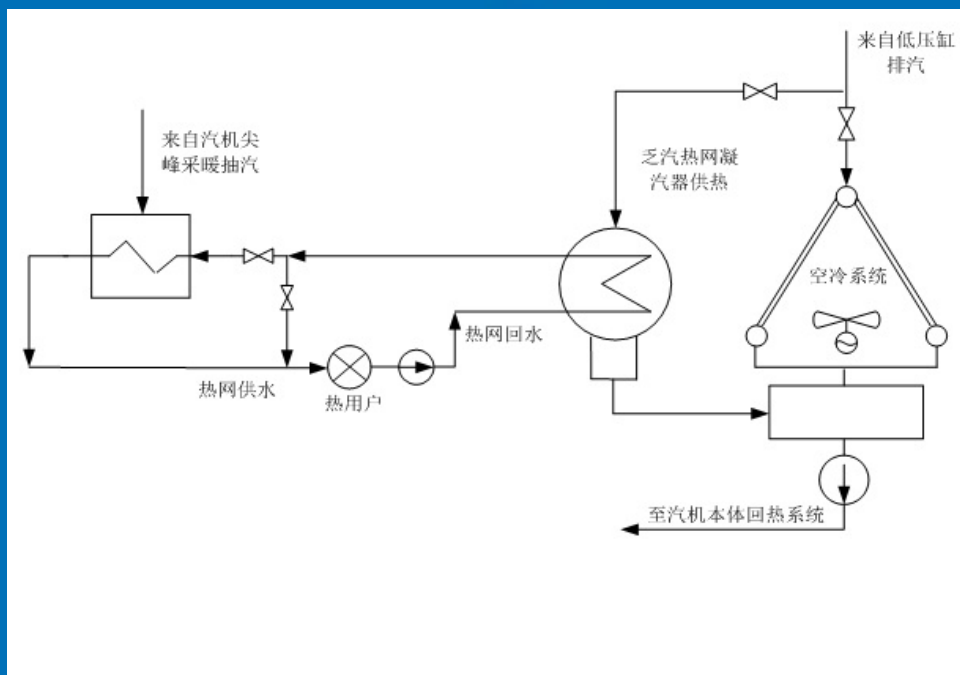


大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

模块二：尖峰凝汽器高背压技术---LD02

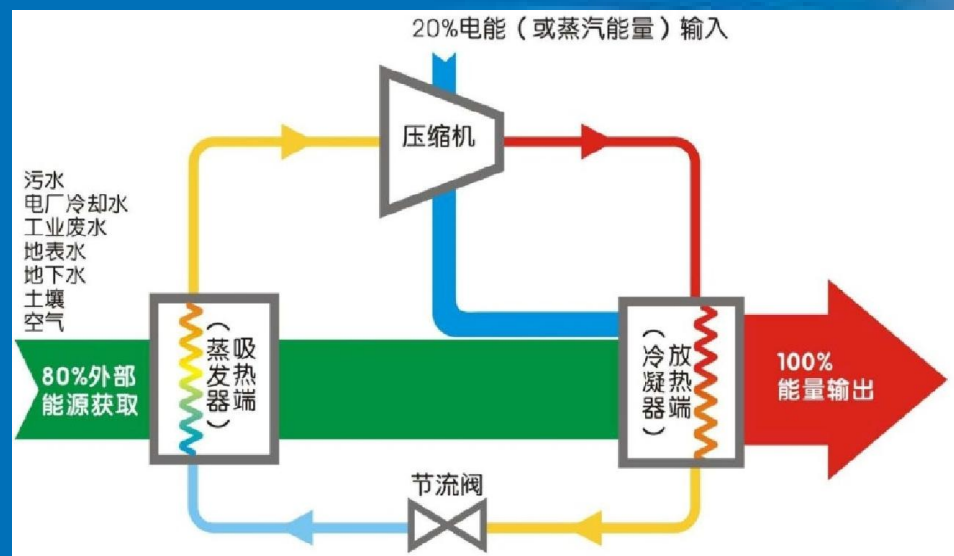
尖峰凝汽器是在空冷机组夏季环境温度升高，导致空冷岛换热能力下降，造成机组背压升高，影响机组效率和发电量的前提下研发的节能技术。在夏季，利用尖峰凝汽器冷却部分汽轮机乏汽，弥补空冷岛换热能力不足的问题，降低机组背压，提高机组出力。在冬季，提高机组背压，将尖峰凝汽器作为前置热网加热器，利用汽轮机乏汽热量加热热网回水，提高机组综合效率。

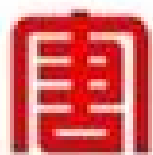




利用热泵从汽轮机出口乏汽中或凝汽器出口循环冷却水中提取余热，可有效减少冷源热损失，提高机组综合热经济性。

该技术的优点是较大限度的利用了冷端余热，以单台300MW机组为例，可回收循环水余热量约100~150MW，提供约200万平米热负荷。同时能够提高机组的热经济性，综合降低发电煤耗10g/kw.h以上。缺点是热泵设备初期投资较高。





大唐（北京）能源管理有限公司

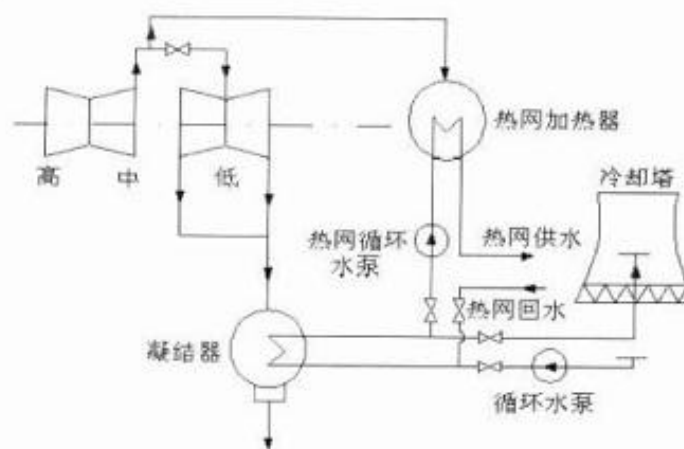
Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

模块四：

双背压双转子技术---LD4

汽轮机双背压双转子供热技术是在春夏秋冬四季采用的满足发电需求的低背压的低压缸转子，冬季将低压缸转子更换为满足供热需求的高背压转子。

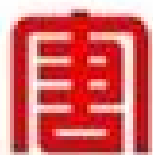
该技术适用于供热需求量较大，其他供热改造方式很难单独满足供热需求而采取的一种供热技术。其优点是夏季可高效率满足发电需求，冬季可大幅度提高供热量。缺点是投资较大、检修维护量较大。



双背压双转子互换循环水供热工艺流程图



双转子示意图

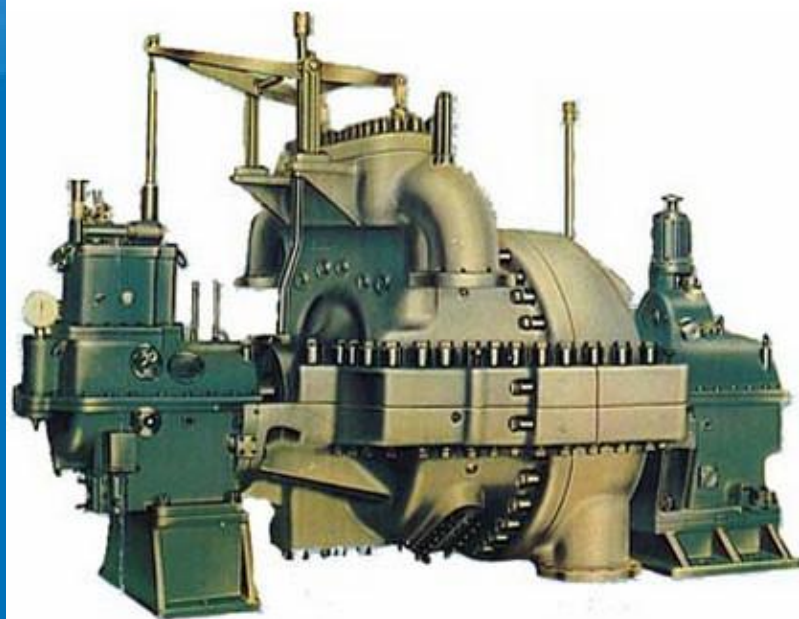


大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

模块五：新增背压汽轮发电机技术---LD5

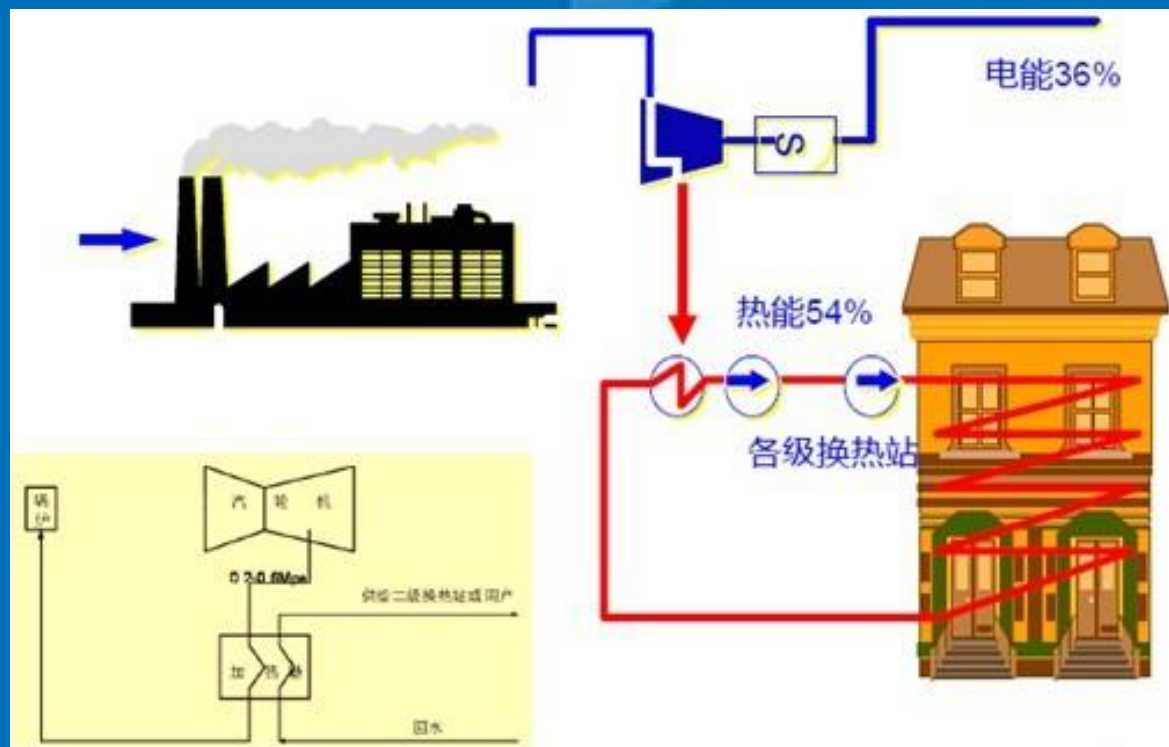
汽轮机某段抽汽进入背压机做功，用背压机替代减温减压器，背压机乏汽加热热网回水。该技术优点：（1）减少了不可逆热损失和节流损失。（2）背压机发电量全部用于厂用电，可以降低厂用电率，增加上网电量。

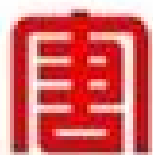


模块六：热网首站--- LD06

热网首站包括热网加热器、热网循环泵等重要设备，是热电厂供热系统热交换的重要设施。

在火力发电厂冷端综合治理项目中，LD01和LD06属于“标准配置”，每一个项目都会涉及到。LD02、LD03、LD04、LD05属于“可选配置”。





大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

其他热能利用技术

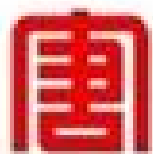
- 1、汽动给水泵、汽动热网循环泵等大容量汽动机械设备乏汽热能利用技术
- 2、锅炉尾部烟气余热利用技术
- 3、定排、连排、除氧器等设备排汽热能利用技术

以上热能利用技术热能利用量偏低，均不能作为主要供热技术，可根据各发电企业具体情况，作为其他供热技术的补充技术。

冷端热能利用技术关键设备

- | | |
|---------------|---------------|
| • 背压式汽轮发电机 | 吸收式热泵及压缩式热泵 |
| • 热网加热器 | 汽轮机中低压联通管 |
| • 汽轮机低压缸转子和隔板 | 凝汽器 |
| • 冷却塔 | 板式换热器 |
| • 大型泵组 | 电气、控制设备等----- |

以上主要设备技术成熟、可靠，基本可以实现国产化。



大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

商 家



客 户

合理性

局 部

单一性

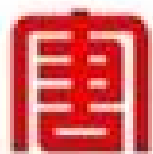
利 润

实用性

整 体

广泛性

效 果



大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

树立为业主服务的理念

站在业主的角度考虑问题

虚心接受业主的意见

满足业主的生产需求

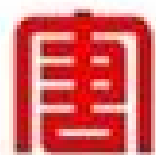
五、模块化组合式冷端热能综合利用技术方案

根据电厂所处地域、机组配置状况、机组运行情况、当地热用户、供热系统等，制定相应的“技术解决方案”。并在充分考虑工程投资、设备造价、经济收益、投资回收期等因素前提下，推荐组合式供热方案。同时，将根据各电厂系统结构、设备配置、供热面积、运行参数等实际情况，对技术方案进行调整。

供热主要基础数据：

供热期负荷率70~80%、年供热期4~6个月、标煤单价300~500元/吨、供热成本18~22元/GJ、综合热指标50~60W/m²、热价28~30元/GJ、抽汽压力0.3~0.4MPa、抽汽温度240~260℃、热网首站出口水温100~120℃、回水水温50~60℃等。

- 1、湿冷机组技术方案
- 2、空冷机组技术方案
- 3、间接空冷机组技术方案



大唐（北京）能源管理有限公司

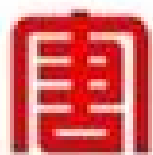
Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd



昵图网 www.nipic.com BY: colson.11.587

NO:20110305152617468393

以较少资金投入 获得较大经济收益



大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

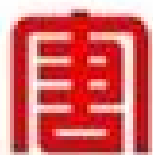
※以单台300MW湿冷机组为例，供热面积均为单台机组平均供热面积。

供热面积小于100万m²：

LD01（汽轮机抽汽）+LD06（热网首站）

供热面积小、热负荷低、供热收益偏低，设备投资不易大，供热系统不易复杂。供热系统基本配置即可解决问题，此推荐方案技术经济性合理。

年回收热费约150～200万元，供热收益约30～50万元。供热期煤耗下降约5～10g/KW.h，节约标煤约5000～10000吨。



大唐（北京）能源管理有限公司

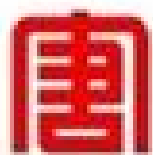
Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

供热面积大于100万 m^2 小于200万 m^2 :

LD01（汽轮机抽汽）+LD05（新增背压机组）+LD06（热网首站）

供热面积较小、热负荷较低、供热收益偏低，设备投资不易大，供热系统不易复杂。通过新增背压机，将抽汽减温减压后排入热网加热器，既可以合理利用抽汽热源，也可以适当抵消厂用电。

年回收热费约300~400万元，供热收益约50~100万元。供热期煤耗下降约10~20g/KW.h，节约标煤约10000~20000吨。



大唐（北京）能源管理有限公司

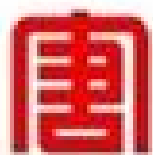
Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

供热面积大于200万 m^2 小于400万 m^2 :

LD01（汽轮机抽汽）+ LD03（热泵机组）或LD04（双背压双转子）+ LD05（新增背压机组）+LD06（热网首站）

供热面积较大、热负较高、供热收益较高，单独抽汽无法满足供热需求或对机组安全性、发电负荷影响较大，供热系统可以较复杂，设备投资可适当增加。通过热泵机组，从循环水中取热。或通过双背压双转子的方式利用凝汽器排汽热量加热热网循环水，使其适当升温，实现热能的梯级利用。

年回收热费约600～800万元，供热收益约100～200万元。供热期煤耗下降约20～30g/KW.h，节约标煤约20000～30000吨。



大唐（北京）能源管理有限公司

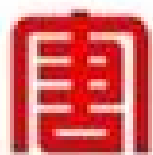
Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

供热面积大于400万m²:

LD01（汽轮机抽汽）+ LD03（热泵机组）+ LD04（双背压双转子）+ LD05（新增背压机组）+ LD06（热网首站）

采取热泵（或双背压双转子）+抽汽方式无法满足供热需求时，通过热泵机组、高背压双转子、新增背压机组，实现能量梯级利用，使得冷端热能利用效果最大化。

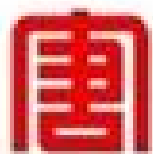
年回收热费约800~1000万元，供热收益约200~300万元。供热期煤耗下降约40~50g/KW.h，节约标煤约40000~50000吨。



大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

本组合式技术方案是在考虑工程投资、设备造价、经济收益、投资回收期等因素前提下，利用汽轮机抽汽、尖峰凝汽器、热泵、高背压双转子、新增背压机组等技术模块，针对空冷、湿冷、间接空冷等机组系统结构差异和供热需求差异，研究并制定不同的技术方案，并形成模块化组合式热能综合利用技术方案，达到降低改造投资、提高火力发电厂冷端热能利用经济效益的目的。



大唐（北京）能源管理有限公司

Datang (beijing) Energy Management Co., Ltd

不妥之处，请各位领导、同事提出宝贵意见。

寻求先进的、具有推广价值的新技术，寻求技术合作伙伴。

欢迎各位领导、同事、朋友们莅临大唐能源公司，检查、指导工作。

谢谢！

大唐（北京）能源管理有限公司