



EPTCHINA.CN
中国电力科技网

SXEC 苏夏

第十届“大机组供热改造与优化运行技术2018年会”



刘元霖

西北电力设计院热机脱硫室资深设计师，
高级工程师，注册咨询师（投资），毕业于浙
江大学机械与能源工程学院，主要从事火电厂
设计、优化、改造等相关工作。

节能型供热改造技术

2018年10月10-12日

中国·常熟

节能供热改造技术方案探讨

汇报人：刘元霖

时 间：2018.10.11

地 点：常州

序言

- 供热是提高火电机组综合能效的重要手段
- 在供热的同时实现能源更高效的利用，大力推进节能型供热改造是我们努力的方向
- 火电机组节能型供热改造主要有两个方向：
 - 1. 能源梯级利用，在同等资源的投入下，尽可能的提高产出的能量品级
 - 2. 减少机组冷端损失，提高机组综合能源利用效率

1. 中低压缸联接管抽汽+背压发电机方案

- 对大容量机组供热改造项目，利用中低压缸向外抽汽，蒸汽品质较高，若减温减压供热，会造成资源浪费。利用该蒸汽拖动背压机发电做功后再供热，将具有良好的节能效果。
- 将背压发电机接入厂用电母线，为厂用负荷供电，降低了厂用电率

1. 中低压缸联共管抽汽+背压发电机方案

- 我们设计实施的案例：
- 华能宁夏大坝电厂2x330MW机组，配2x6000kW背压机
- 华能铜川电厂2x600MW机组，配4x6000kW背压机
- 华电宁夏灵武电厂2x1000MW机组，配3x12000kW背压机

1. 中低压缸联接管抽汽+背压发电机方案

- 1、某 $2 \times 600\text{MW}$ 机组供热改造项目中采用该方案，选型为每台机组驱动两台新增功率为 0.6MW 背压机同步发电机。经核算，采用背压发电机后两台机冬季平均厂用电率由 5.24% 降为 4.249% 。该工程供热负荷全部投运后，每个采暖期新增发电量 69120MWh ，按照每度电价为 0.3769 元测算，每个采暖期电厂多卖电收益 3100 万元/年。由于采用背压发电机减少对外供热以热价 45 元/ GJ 计少供热约为 1400 万元/年。两者差值即为收益： $3100 - 1400 = 1700$ 万元。
- 2、该方案适用于目前现有的所有大容量机组进行供热改造，经济效益显著。

1. 中低压缸联接管抽汽+背压发电机方案

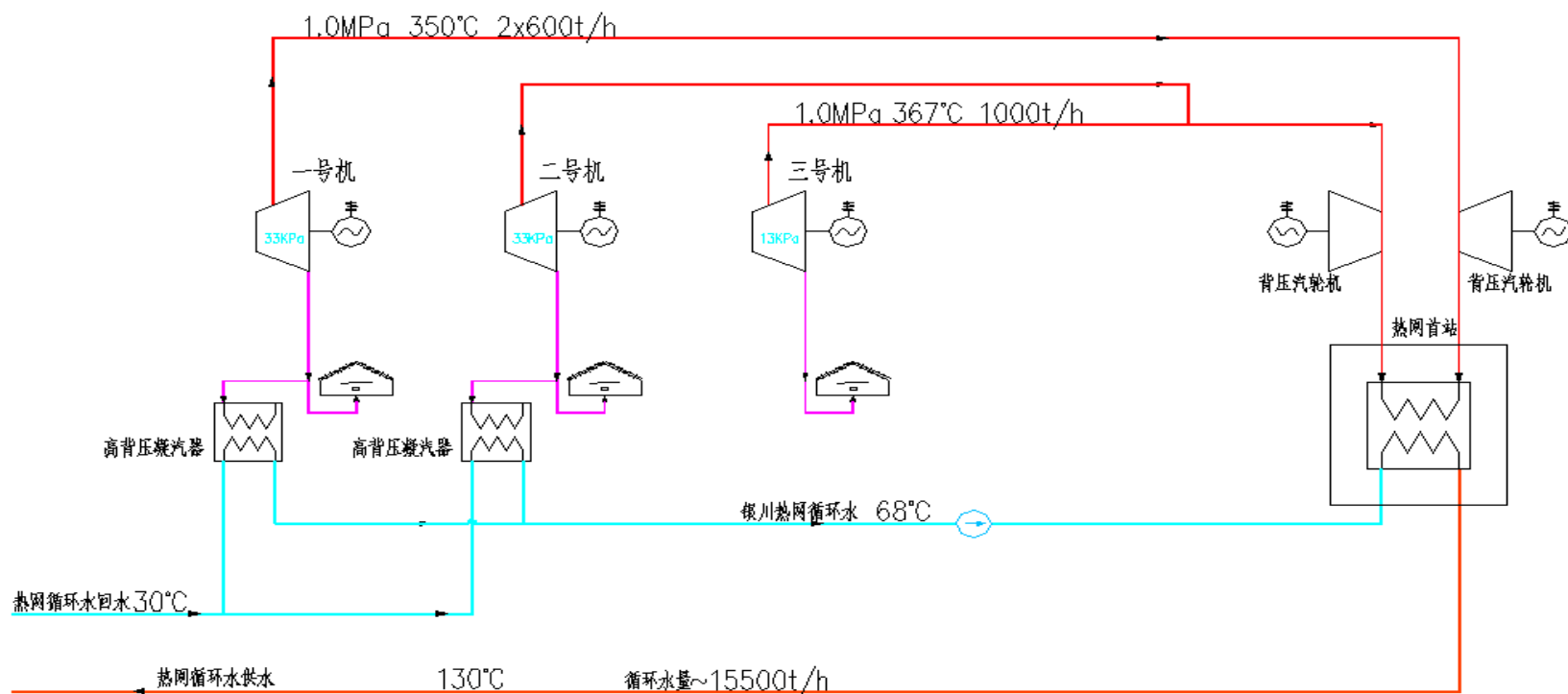
- 1、在随着发电厂向热电厂的转化，热网改造背压机接入方案可为各种类似的改造项目提供方案选择，也为有效的实现供热能源分级利用提供了较好解决方案。
- 2、在对原有机组改动最小的情况下，对机组进行供热改造，并对供热参数较高的蒸汽分级利用，在满足供热负荷的前提下，与常规供热改造项目相比，同时使采暖厂用电率下降，达到能源利用最大化的效果。
- 3、该方案在所有大容量机组供热改造项目组适应性广，经济效益显著，大部分工程均可在3个采暖周期收回投资成本。

现场照片



2. 直接空冷机组高背压供热方案

供热面积~4000万平米供热方案



直接空冷机组高背压供热改造原则性热力系统图

2. 直接空冷机组高背压供热方案

- 以背压从13kPa抬高到33kPa为例，直接空冷机组适用推荐条件如下：

机组等级	热网循环水回温度	热网循环水流量	循环水吸收乏汽量	收益持平供热面积（按50w/平米估算）	直接空冷机组推荐采用高背压方案的参考供热面积
300MW级	≤50℃	≥2350t/h	~75t/h	330万平米	>500万平米
600MW级	≤50℃	≥4700t/h	~150t/h	660万平米	>1000万平米
1000MW级	≤50℃	≥7850t/h	~250t/h	1100万平米	>2000万平米

2. 直接空冷机组高背压供热方案

- 我们参与实施的案例：
- 华电灵武电厂，660MW+1000MW机组，设计
- 内蒙锡林浩特电厂，300MW机组，总承包

现场照片



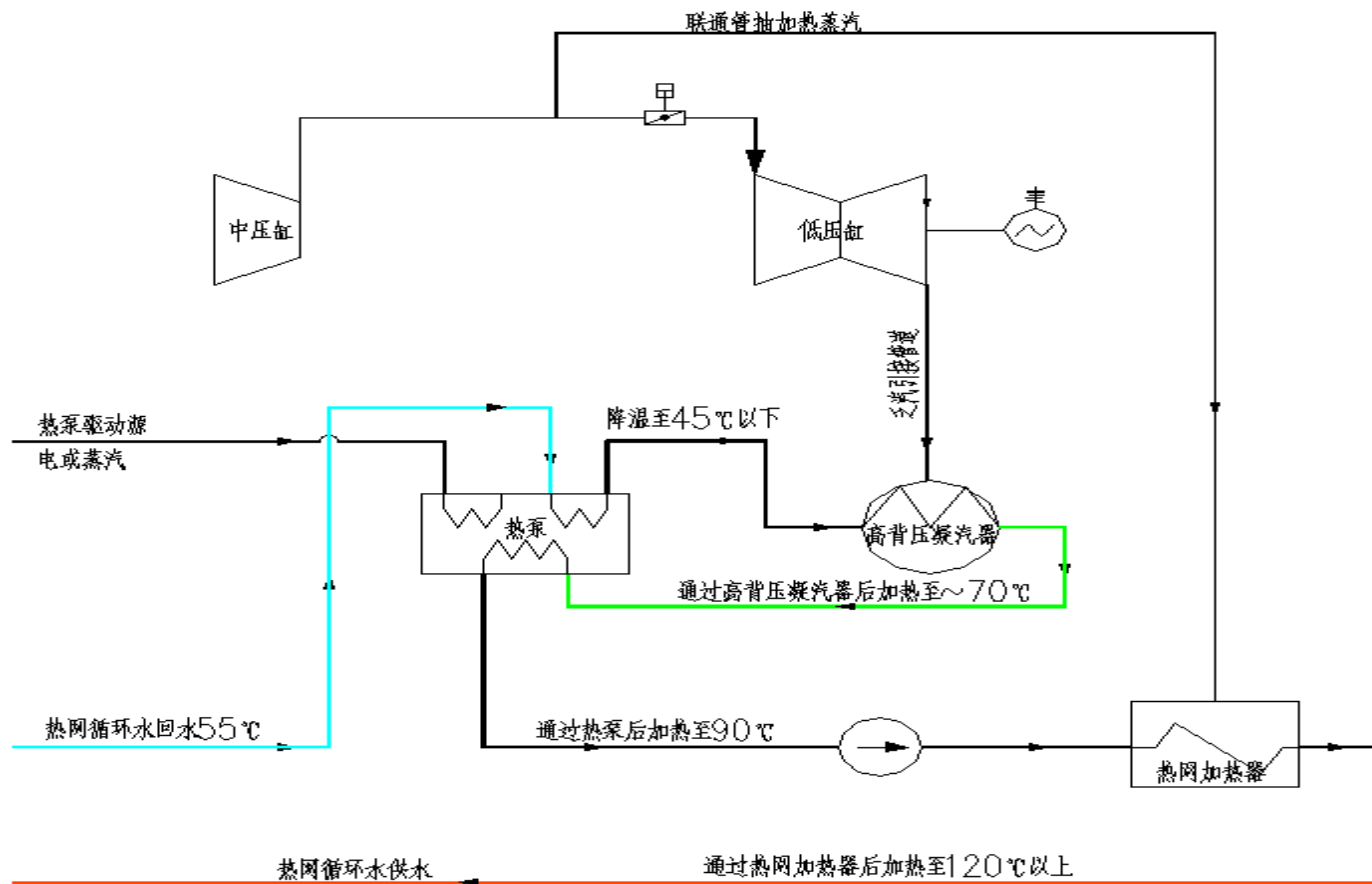
2x660MW直接空冷机组高背压供热改造后热经济指标示例

项目	单位	采暖期	非采暖期	全年
采暖抽汽量	t/h	93		
采暖抽汽压力	Mpa.a	1		
采暖抽汽温度	°C	357		
高背压排汽（用于供热部分）	t/h	546		
供热热效率		0.889		0.889
供热标准煤耗率	kg/Gj	38.375		38.375
锅炉年耗热总量(发电)	Gj/a	14843258	11784015	26627274
发电热效率		0.512	0.405	0.465
发电标准煤耗率	g/KWh	240.09	303.41	264.52
全厂热效率		0.623	0.405	0.545
热电比		0.719	0.000	0.442

3. 热泵与高背压联合运行方案

- 目前已经在工程上有应用的热泵与高背压联合运行方案：
- 通过高背压将热网循环水加热至 65°C 左右，而后再串联热泵进一步将热网循环水加热至 90°C
- 在二级站使用大温差技术，降低热网循环水温度后再送回电厂，使得循环水能吸收更多的乏汽。

3. 热泵与高背压联合运行方案



3. 热泵与高背压联合运行方案

- 优点：
- 热泵可集中布置在电厂内，同时可直接使用电厂发的电或蒸汽作为驱动源泉
- 在使用电厂发电作为驱动源时，可在电网低谷期消纳上网电负荷，增加机组调峰能力
- 热泵可布置在循环水侧，避免直接使用乏汽型热泵对现场场地引接的困难
- 缺点：
- 并不改变电厂出口的热网循环水供回水温度，对管网实际热量的携带能力并未提高

3. 热泵与高背压联合运行方案

- 典型适用场景
- 高背压改造项目，热网回水温度过高，影响乏汽利用
- 高背压改造项目，需要参与调峰

证书号第 6290585 号



实用新型专利证书

实用新型名称：一种热泵与高背压凝汽器联合供热系统

发 明 人：刘元霖；白锋军；樊守峰；陈瑞克；张建业；崔凯平；郑冠捷
高晓频；张方绮

专 利 号：ZL 2016 2 1386544.7

专利申请日：2016 年 12 月 16 日

专 利 权 人：中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

授权公告日：2017 年 07 月 11 日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 16 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



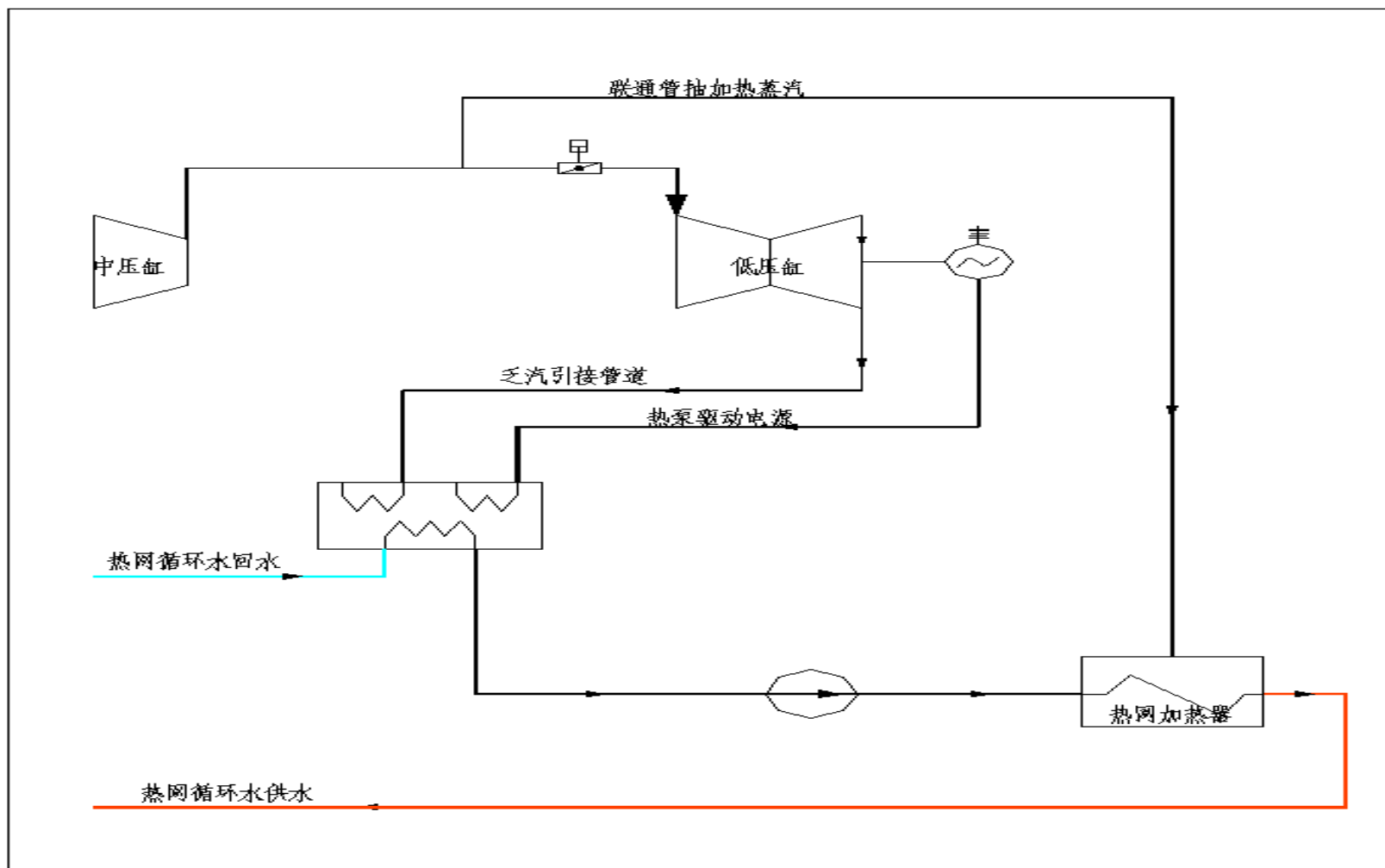
局长
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

4. 热泵与调峰联合运行方案



4. 热泵与调峰联合运行方案

- 以某600MW级机组40%THA工况为例：
- 此时发电负荷为240MW，低压缸排汽约为570t/h
- 假定电驱热泵COP=4
- 理论上能消纳电负荷出力120MW，相当于电厂上网调峰从40%降低到20%
- 同时吸收了汽轮机绝大部分冷源损失的热量，热电机组的热效率在该工况下理论上能达到80%以上

4. 热泵与调峰联合运行方案

- 优点：
- 在利用乏汽的同时，可以增加机组的调峰能力
- 缺点：
- 非低谷调峰时段，使用电驱热泵上网电量将减少
- 该类型热泵需要定向研发

4. 热泵与高背压联合运行方案

- 典型适用场景
- 需要参与调峰的供热项目

20175991

证书号第 7474606 号



实用新型专利证书

实用新型名称：一种适用于热电厂调峰的热泵供热系统

发 明 人：刘元霖；郑冠捷；王进军；马欣强；刘欣

专 利 号：ZL 2017 2 1599097.8

专利申请日：2017 年 11 月 21 日

专 利 权 人：中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

地 址：710075 陕西省西安市高新开发区团结南路 22 号

授权公告日：2018 年 06 月 12 日

授权公告号：CN 207486938 U

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 11 月 21 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

谢谢 Thanks!

10 11 2018

中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

NORTHWEST ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO., LTD. OF CHINA POWER ENGINEERING CONSULTING GROUP

地址：西安市高新技术产业开发区团结南路22号 邮编：710075

邮箱：liuyuanlin@nwepdi.com

电话：029-88358243 手机：18009249027

Add：22 South Tuanjie Road, Hi-Tech Industrial Development
Zone, XI'AN 710075, P.R.China

E-mail：liuyuanlin@nwepdi.com

Tel：+86 29 88358243 Cell Phone：+18009249027

www.nwepdi.com

热烈欢迎各位专家莅临检查指导

2018年10月11日 常州