



# 蒙 涛

高级工程师

国家注册公用设备工程师

国电龙源节能技术有限公司  
GD LONG YUAN ENERGY CONSERVATION TECHNOLOGY CO.,LTD.

- ◆ 国电龙源节能技术有限公司副总经理，技术委员会主任；
- ◆ 科技部煤炭清洁高效利用和新型节能技术重点专项核心专家；
- ◆ 中国能源学会/中国工程院能源与矿业工程学部煤炭和电力行业专家；
- ◆ 《煤炭加工与综合利用》、《洁净煤技术》中文技术核心期刊编；
- ◆ 《低阶煤热解技术研究与应用》英文著作作者；
- ◆ 发表论文5篇，其中EI2篇；
- ◆ 获得授权发明专利3项、实用新型专利8项；



## 蒙 涛

シニアエンジニアリング

中国登録公共設備エンジニアリング

- ◆ 国電龍源節能技術有限公司副總經理、技術委員會主任
- ◆ 科学技術部石炭クリーン高効率利用と新型省エネ技術重点特別コアスペシャリスト
- ◆ 中国エネルギー学会/中国工程院エネルギーと鉱業工学部石炭と電力業界専門家
- ◆ 「石炭加工と総合利用」、「クリーンコールテクノロジー」中国技術核心ジャーナル編
- ◆ 「ローランクコール熱分解技術研究と応用」英文著作作者
- ◆ 論文発表5篇、内、EI2篇
- ◆ 発明特許3件、実用新案特許8件

兼顾节能减排与机组灵活性的高效发电及多种余热回收供热节能技术研究和应用  
省エネーと排出削減を兼ねたユニット柔軟性の高効率発電及び諸予熱回収供給  
省エネー技術の研究と応用



国电龙源节能技术有限公司 蒙涛

国電龍源節能（省エネー）技術有限公司 蒙涛

GD LONG YUAN ENERGY CONSERVATION TECHNOLOGY CO.,LTD.

# 目 录

# 目 次

## CONTENTS



01

前言

02

兼顾节能减排与机组灵活性的高效发电技术

03

多种余热回收节能技术解决方案

01

前書き

02

省エネと排出削減を兼ねたユニット柔軟性の高効率発電技術

03

諸予熱回収供給省エネ技術ソリューション

# 01

---

前言

前書き

国家能源投资集团有限责任公司原神华集团和国电集团于2017年合并组建。目前拥有182个火力发电厂。

国家エネルギー投資グループ有限責任会社は従来の神華グループと国電グループが2017年合併され設立した。現在、182箇所の火力発電所を保有している。

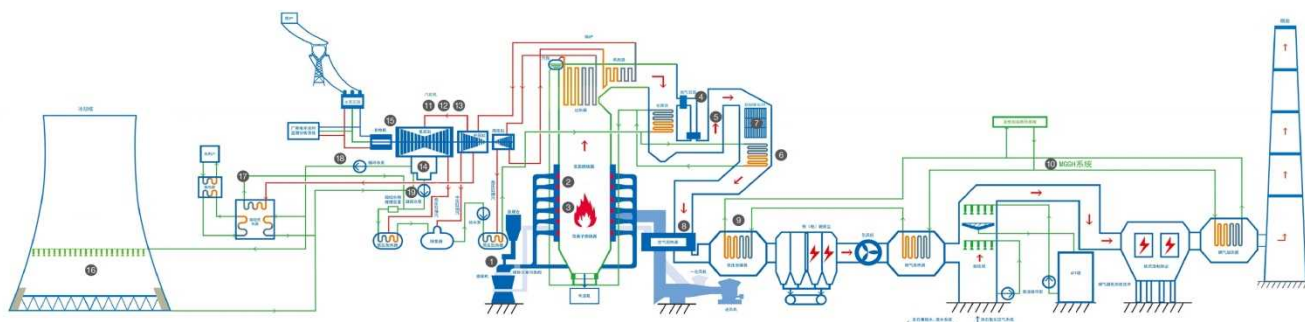




国电龙源节能技术有限公司是国家能源集团最大的燃煤电站综合节能一体化技术服务商，荣获2018年全国百强工业节能企业第一名，在火电厂综合提效改造，以及利用低品质热能供热等方面拥有众多核心节能技术，为客户提供一站式节能改造服务。与日本荏源公司在热泵技术领域有深度合作。

国電龍源節能技術有限公司は、国家エネルギーグループ傘下最大の石炭火力発電所総合省エネ統合技術サービスプロバイダーであり、2018年全国百强工業省エネ企業一位を受賞した企業であり、火力発電総合効率向上改造、並びに低品質熱エネルギー利用において数多くのコア省エネ技術を保有しており、クライアントにはワンストップ省エネ改造サービスをお届けする。日本の荏原株式会社とは、ヒートポンプ技術分野において幅広く協力している。

# 01 前言——火电厂一站式节能改造服务主要内容及流程



- ① 制粉系统提效
- ② 低氮燃烧器改造
- ③ 富氧燃烧改造
- ④ 烟气旁路
- ⑤ 喷氨流场优化

- ⑥ 省煤器分级
- ⑦ 宽温差催化剂
- ⑧ 空预器堵灰密封治理
- ⑨ 低温省煤器
- ⑩ MGGH

- ⑪ 通流改造
- ⑫ 喷嘴改造
- ⑬ 汽封改造
- ⑭ 凝汽器优化改造
- ⑮ 高背压供热改造

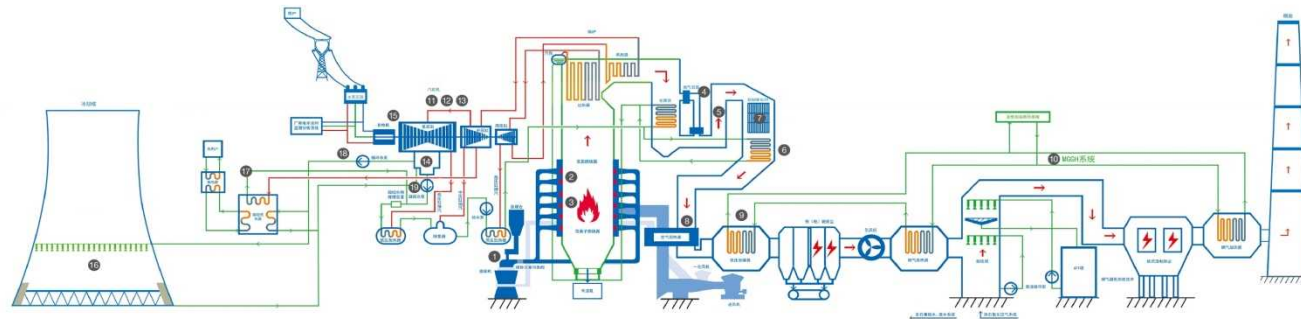
- ⑯ 冷却塔优化
- ⑰ 低温余热利用
- ⑱ 循环水泵优化
- ⑲ 真空泵系统优化运行与改造

## 流-程-图



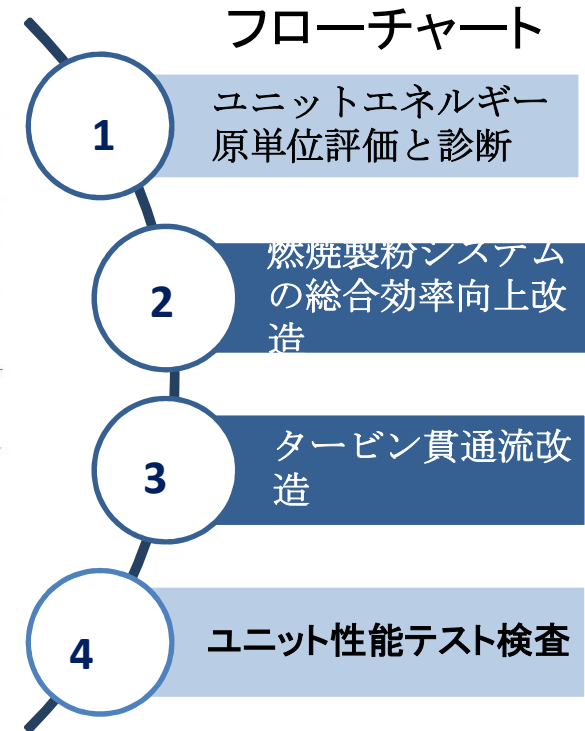


# 01 前書き—火力発電所ワンストップ省エネ 改造サービス主要内容及び手順



- |           |             |           |                |
|-----------|-------------|-----------|----------------|
| ① 制粉系统提效  | ⑥ 省煤器分级     | ⑪ 通流改造    | ⑱ 冷却塔优化        |
| ② 低氮燃烧器改造 | ⑦ 宽温差催化剂    | ⑫ 喷嘴改造    | ⑲ 低温余热利用       |
| ③ 富氧燃烧改造  | ⑧ 空预器堵灰密封治理 | ⑬ 汽封改造    | ⑳ 循环水泵优化       |
| ④ 烟气旁路    | ⑨ 低温省煤器     | ⑭ 凝汽器优化改造 | ㉑ 真空泵系统优化运行与改造 |
| ⑤ 喷氨流场优化  | ⑩ MGGH      | ⑮ 高压供汽改造  |                |

## フローチャート



# 02

兼顾节能减排与机组灵活性的高效发电技术

省エネルギーと排出削減を兼ねたユニット

柔軟性の高効率発電技術

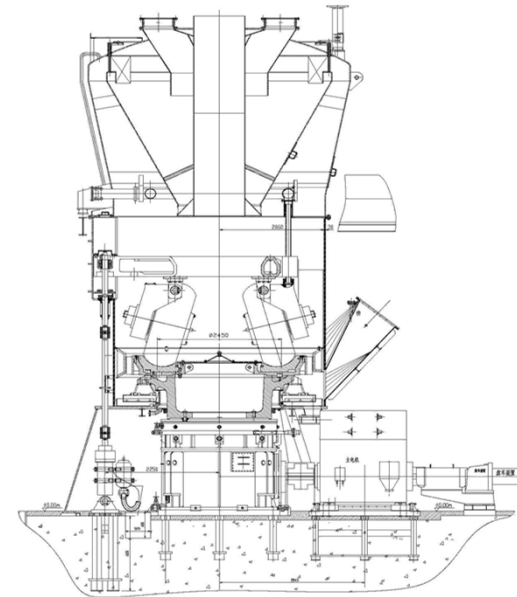
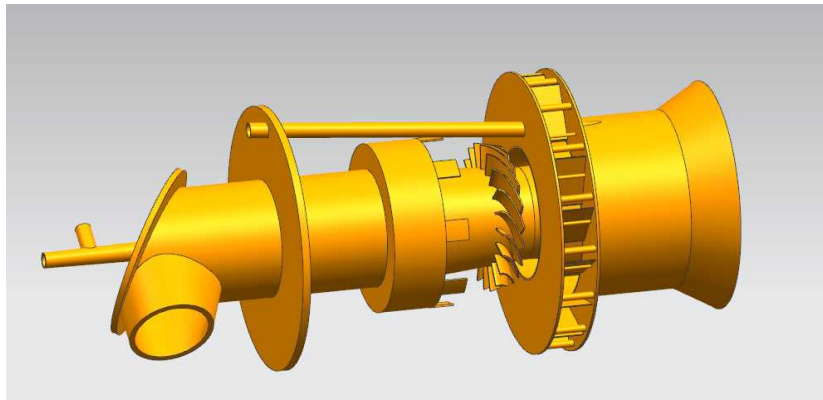
## 02 兼顾节能减排和机组灵活性高效发电技术

### 省エネと排出削減を兼ねたユニット柔軟性の高効率発電技術

#### — 经济煤粉细度下基于快速热解机理的燃烧系统

#### — 廉価粉炭粒度における、高速熱分解メカニズムの燃焼システム

- 制备经济细度的煤粉，在还原性气氛中强化燃烧、减少NO<sub>x</sub>产生，降低大渣和飞灰含碳量，有助于实现超低负荷稳燃及中高负荷提效目标。
- 廉価な粒度の粉炭を造り、還元性雰囲気において燃焼強化し、NO<sub>x</sub>の発生を低減し、スラグとフライアッシュの含有量を下げ、極低負荷安定燃焼及び中高負荷効率向上目標の実現に役に立つ。



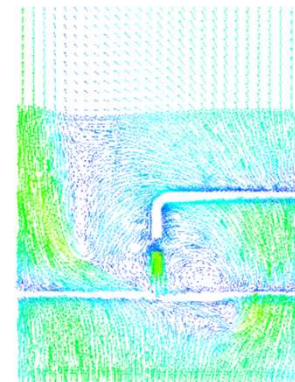
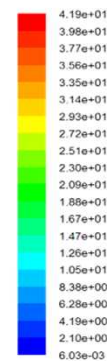
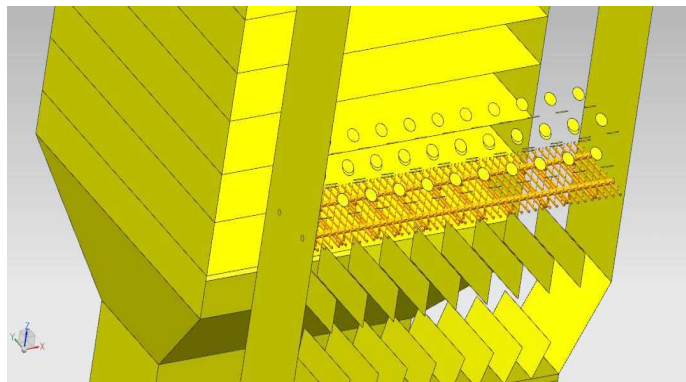
## 02 兼顾节能减排和机组灵活性高效发电技术

### 省エネと排出削減を兼ねたユニット柔軟性の高効率発電技術

— 宽温差催化剂匹配精细分区自动靶向控制喷氨流场优化的全负荷脱硝技术

— 広温度範囲触媒とファインパーテーションアクティブターゲティングのマッチングにより、アンモニアインジェクションフローフィールド最適化の全負荷脱硝技術

- 烟气充分预混，喷氨精细分区，确保脱硝效果并使氨逃逸量最小。
- 宽温差催化剂，SCR全负荷经济高效投运。
- 煙道ガスを充分の予混合し、アンモニアインジェクションのファインパーテーションにより、脱硝効果を確保し、アンモニアスリップ量を最小限に抑える。
- 広温度範囲触媒、SCR 全負荷経済高効率投入運転。



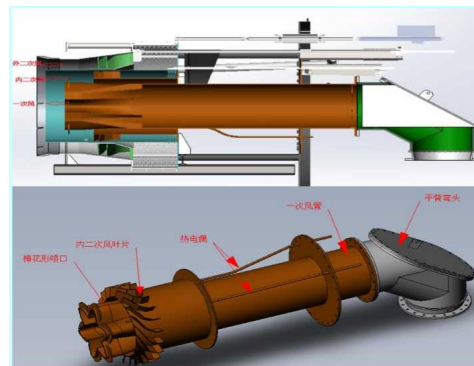
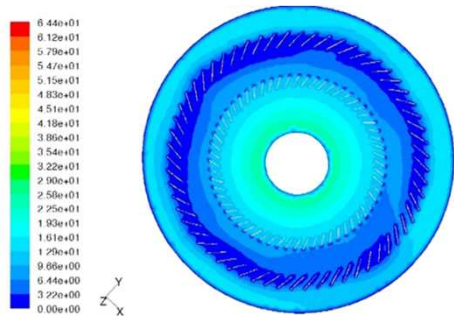
# 02 兼顾节能减排和机组灵活性高效发电技术

## 省エネと排出削減を兼ねたユニット柔軟性の高効率発電技術

### —全负荷动态燃烧调整技术及主要配套技术

### —全负荷ダイナミック燃焼調整技術及び主要サポート技術

- 调控火焰中心，深度调峰燃烧稳定、汽温合理。
- 磨煤机运行、风粉匹配，风量、喷氨等自动控制。
- 实现全负荷经济化燃烧，全负荷AGC投入。
- 火炎のセンターを調整・制御し、ディップピーク燃焼が安定し、ガス温度が適切。
- 微粉炭機運転、エア・パウダーのマッチング、风量、アンモニアインジェクション等自動制御。
- 全負荷経済的燃焼を果たし、全負荷AGC投入。



### 其它主要匹配技术 その他主要マッチング技術

- 具有低污染物生成特性的富氧燃气（油）燃烧技术
- 磨煤机性能提升改造
- 烟气余热利用
- 高温除尘技术
- 储热深度调峰技术
- 煤场自动化
- 低污染物生成特性の酸素富化ガス（油）燃焼技術
- 微粉炭機性能向上改造
- 煙道ガス予熱利用
- 高温集塵技術
- 蓄熱ディップピークシェービング技術
- 石炭ヤード自動化

# 02 兼顾节能减排和机组灵活性高效发电技术

## 省エネと排出削減を兼ねたユニット柔軟性の高効率発電技術

### — 综合节能改造实施要点

#### — 综合省エネ改造实施要点

综合节能改造一站式服务从提高锅炉效率、提高汽轮机内效率、降低厂用电率、提高辅机性能、污染物生成减量化、冷端优化以及余热利用等多方面统筹考虑，合理规划，实现效费比最优。

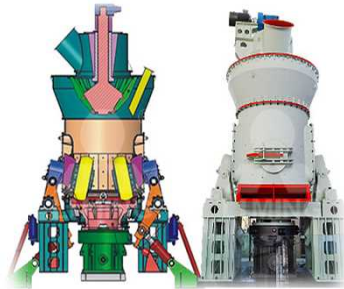
ワンストップ総合省エネ改造サービスは、ボイラーの効率、タービン内効率の向上、発電所電力消費率の低減、補助装置の性能向上、汚染物生成の減量化、冷却側の最適化と予熱利用等多方面に渡って統括して考慮し、合理的に計画して、効率と費用の最適化を果たす。

技术储备充分  
技術備蓄が充分

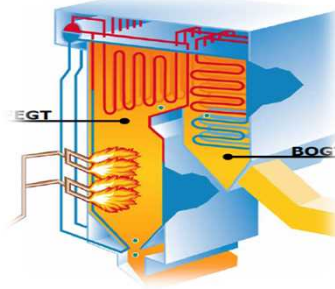
汽轮机改造  
タービン改造



磨煤机等各关键设备的性能提升改造  
微粉炭機等の主要設備の性能向上改造



富氧及燃烧优化、余热利用  
酸素富化及び燃焼の最適化、余熱の利用

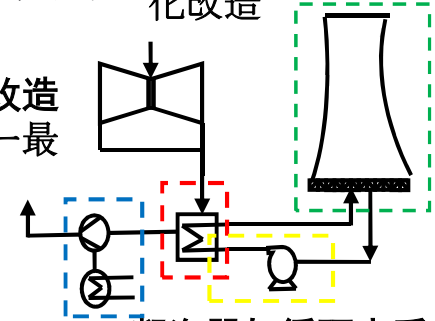


冷端优化技术  
冷却側最適化技術

凝汽器优化改造  
コンデンサー最適化改造

真空系统优化与改造  
真空システム最適化と改造

冷却塔系统优化改造  
冷却塔システム最適化改造



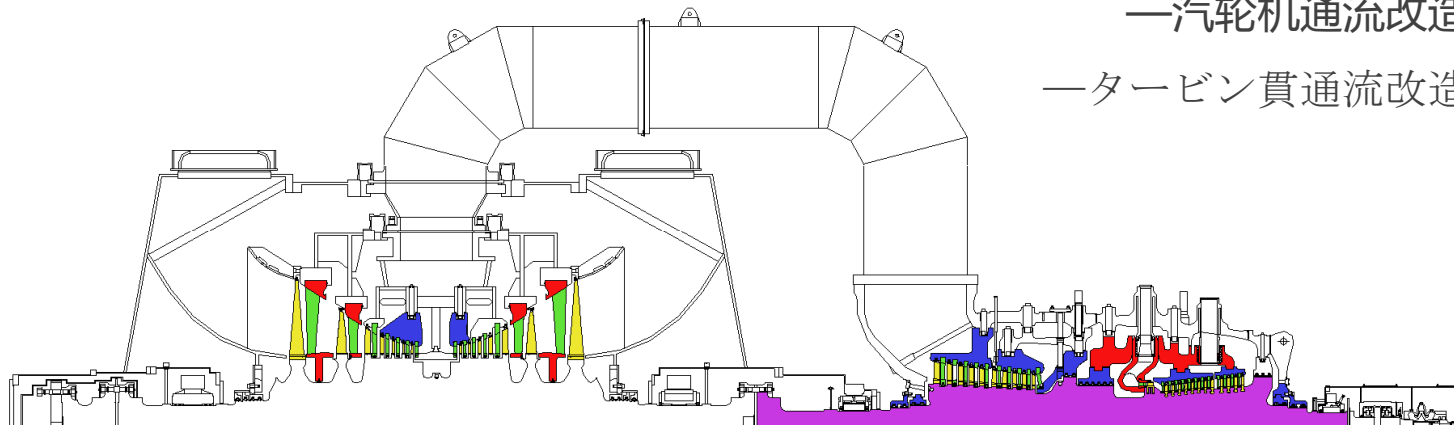
凝汽器与循环水系统运行优化  
コンデンサーと循環水システム運転の最適化

先进的专业化节能技术示例  
先端で専門な省エネ技術事例

# 02 兼顾节能减排和机组灵活性高效发电技术

## 省エネと排出削減を兼ねたユニット柔軟性の高効率発電技術

—汽轮机通流改造技术  
—タービン貫通流改造技術



### 某型汽轮机通流改造范围示意图

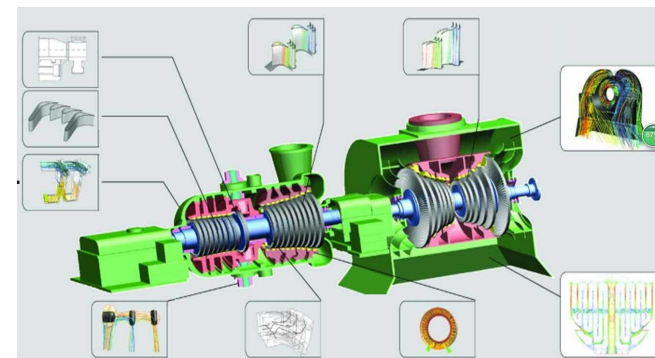
某モデルのタービン貫通流改造範囲イメージ

通流改造技术处于国际先进水平:

- ① 亚临界300MW、600MW级汽轮机热耗可达到7800kJ/kWh;
- ② 超临界600MW级汽轮机热耗可以达到7600kJ/kWh左右。

貫通流改造技術は国際先進レベル達している。

- ① 臨界未満300MW、600MW級タービン熱効率は7800kJ/kWh位まで達することができる。
- ② 超臨界600MW級タービンの熱効率は7600kJ/kWh位まで達することができる。



### 汽轮机整机气动优化分析

タービン本体空気力学最適化分析

## 02 兼顾节能减排和机组灵活性高效发电技术

省エネと排出削減を兼ねたユニット柔軟性の高効率発電技術

—汽轮机本体完善化改造技术

—タービン本体整備改造技術

### 喷嘴组改造技术措施

ノズル改造技術処置

- 优化叶片型线及子午面收缩型线
- 先进的蒸汽泄漏控制技术
- 适当调整喷嘴组出口面积，提高机组经济性
- 定制式设计、加工技术、装配工艺
- 翼のプロファイル及び子午面収縮プロファイルの最適化
- 先進スチームリーク制御技術
- ノズルユニットの出口面積を適切に調整し、ユニットの経済性を向上
- オーダーメイド設計、加工技術、組立てプロセス



600MW超临界喷嘴组

600MW超臨界ノズルユニット

### 喷嘴组改造效果

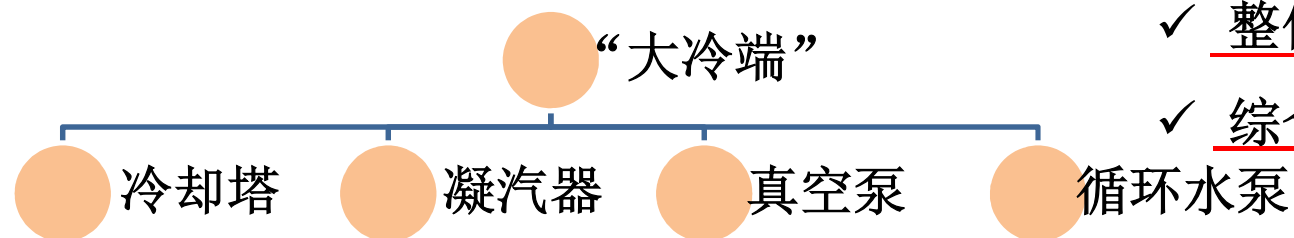
ノズルユニット改造効果

- 全年平均负荷工况下发电煤耗降低降低2g/kWh以上。
- 年間平均負荷運転における発電用石炭消費は2g/kWh以上低減する。



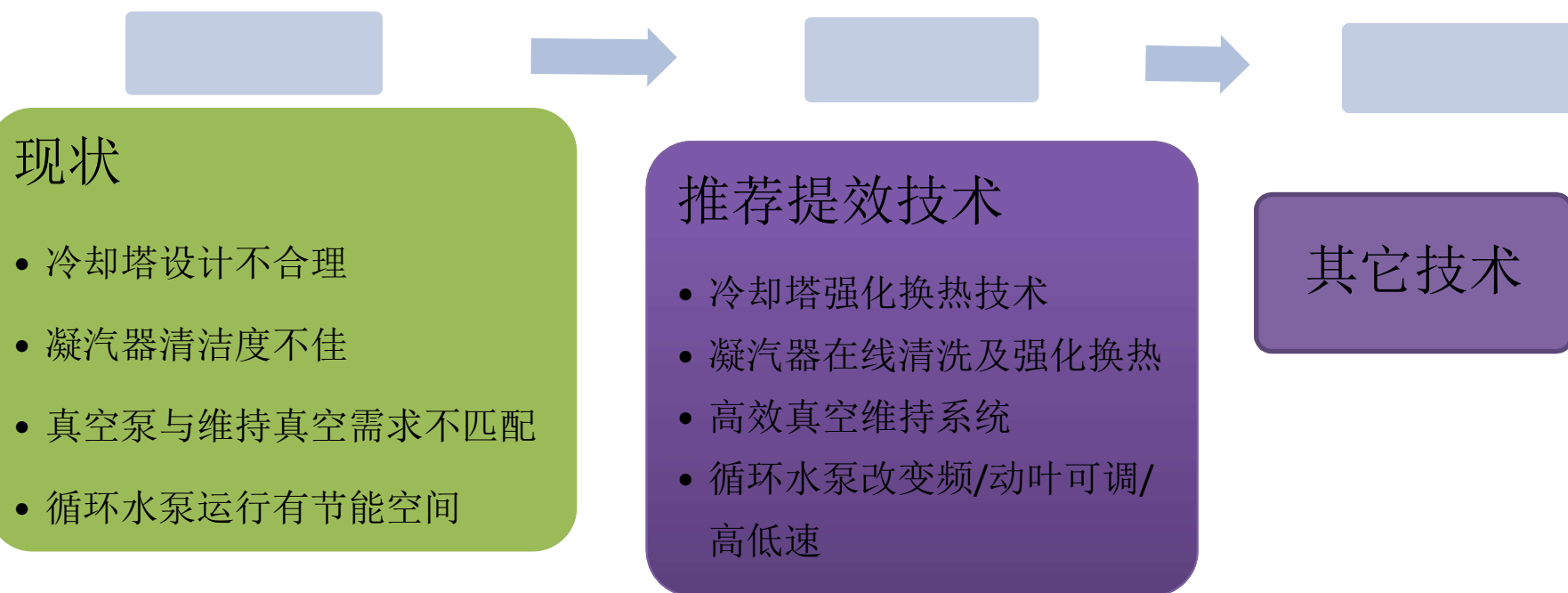
## 02 兼顾节能减排和机组灵活性高效发电技

### ——冷端优化配套技术



✓ 整体诊断，寻找薄弱环节

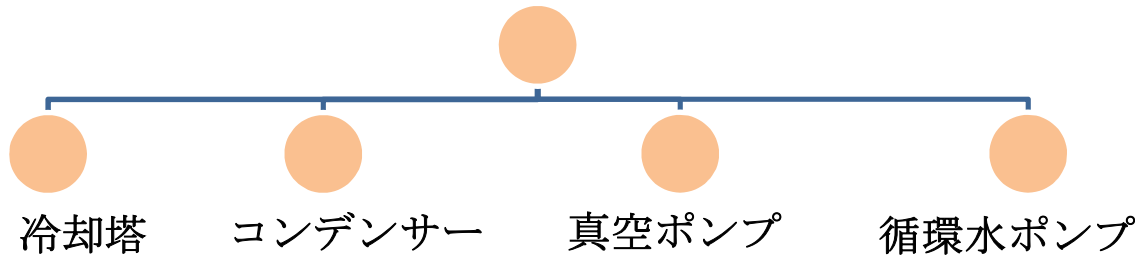
✓ 综合提效，实现最佳真空



# 02 省エネと排出削減を兼ねたユニット柔軟性の高効率発電技術

—冷却側最適化技術

「ビッグ冷却側」



- ✓ 全体診断、ネック工程を見つける
- ✓ 総合的に効率アップ、最適な真空状態を果たす

## 現状

- ・ 冷却塔設計不合理
- ・ コンデンサー清潔度不良
- ・ 真空ポンプと真空保持に必要なニーズがマッチングしない
- ・ 循環水ポンプ運転の省エネの余裕がある

## 推奨効率向上技術

- ・ 冷却塔の熱交換技術の強化
- ・ コンデンサーのインライン洗浄及び熱交換の強化
- ・ 高効率真空保持システム
- ・ 循環ポンプをインバータータイプに交換。動翼の調整可能・高低速

その他技術

# 03

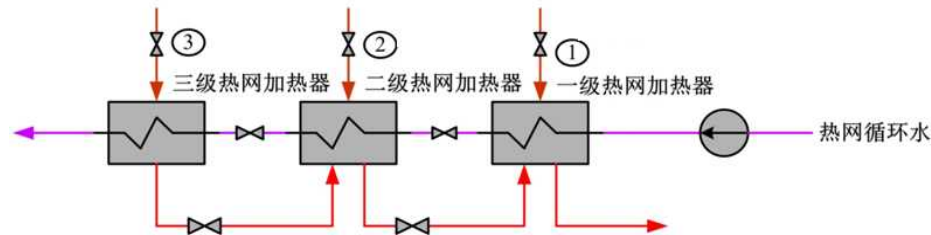
多种余热利用供热节能技术方案

諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

## 諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

低位能分级加热供热技术应运而生  
低エネルギーステップ加熱熱供給技術  
が情勢によって生まれ出る。



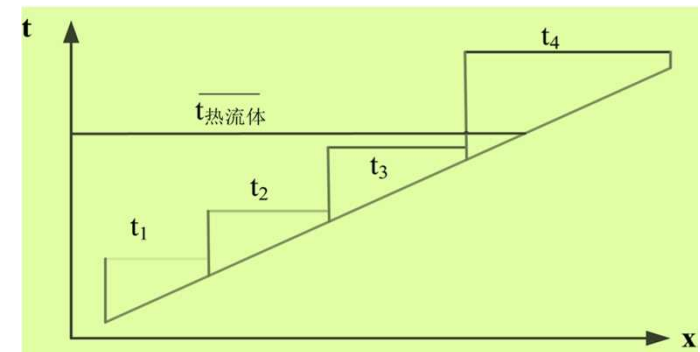
**低位能分级加热供热技术**：利用机组乏汽保证基本热负荷，抽汽进行尖峰加热，可实现**平均热源温度接近甚至低于供水温度**。

**低エネルギーステップ加熱熱供給技術**：ユニットのチーム排出を利用して基本熱負荷を保証して、抽気はピーク加熱を行い、**平均熱源温度が水供給温度に接近し、より低い温度も実現できる**。

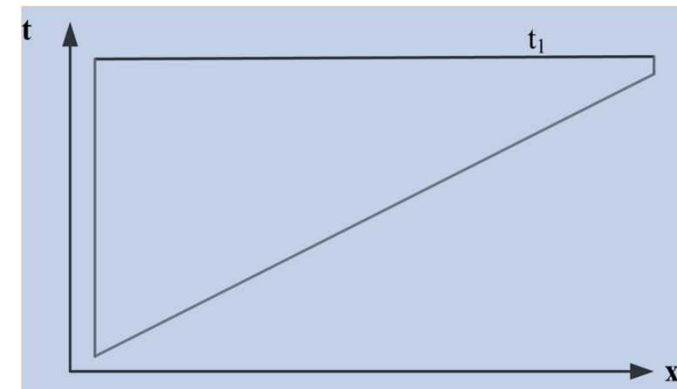
### ——低位能供热系列技术

#### —低エネルギー熱供給シリーズ技術

ム  
ステップ加熱システム  
分級加熱システム



伝統抽汽熱供給システム  
传统抽汽供热系统



分級加熱降低換熱過程中熱流体平均溫度  
ステップ加熱による熱交換における  
熱流体の平均溫度を下げる

# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

低位能供热技术路线

低エネルギー熱供給技術経路

——低位能供热系列技术

—低エネルギー熱供給シリーズ技術

1

研发成果一 湿冷机组低位能分级混合加热供暖技术

研究開発成果一 ウェットクーリングユニット低エネルギーランキング  
混合過熱暖房供給技術

研发成果二 空冷机组低位能分级混合加热供暖技术

研究成果二 空気冷却ユニット低エネルギーランキング混合過熱暖房技術

2

3

研发成果三 纯凝背压切换供暖技术（光轴技术）

研究成果三 ピュアコンデンスング・バックプレッシャ切替暖房供給技術  
（光学軸技術）

# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

## 諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

湿冷机组低位能分级混合加热优质供暖系统  
 ウェットクーリングユニット低エネルギー混合  
 加熱良質暖房供給システム

——低位能供热系列技术

—低エネルギー熱供給シリーズ技術

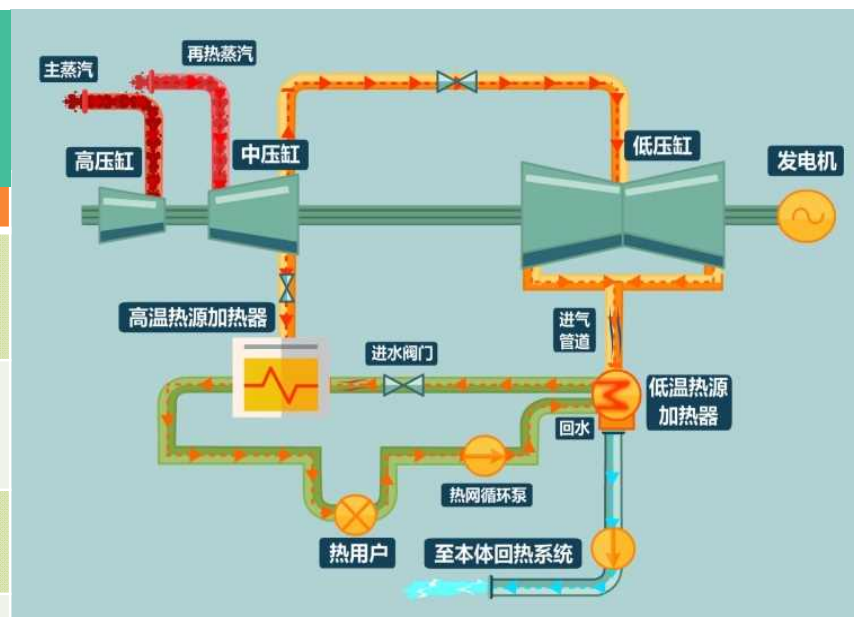
分为**双转子双背压方案**或**宽背压单转子方案**。以热网循环水直接回收机组低品位乏汽余热。

**双ツインローター・ダブルバックプレッシャ案**或いは**ワイドバックプレッシャシングルローター案**と分ける。ヒートネットワーク循環水で、ユニットのローグレード排出スチームの予熱を回収。

### 工程案例 - 某热电厂宽背压单转子方案

#### 工事事例 - 某发电所ワイドバックプレッシャシングルローター案 (2016年)

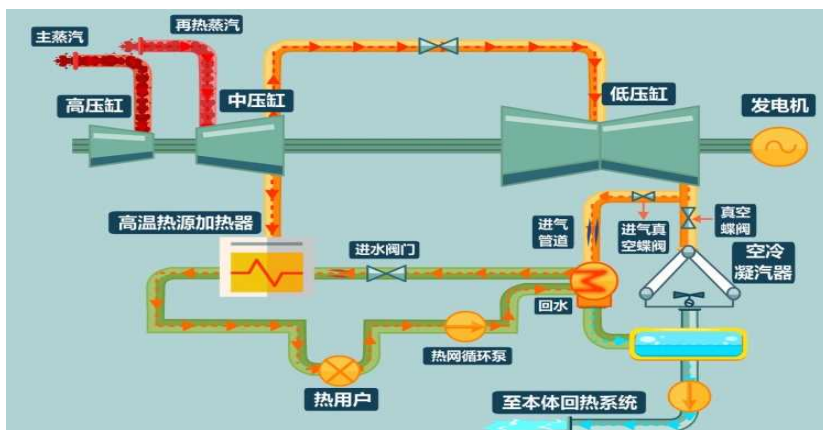
	前	後	変化
平均汽源参数 平均ガス源仕様	0.4MPa、 254℃	0.1MPa、 101℃	-0.3MPa、 -143℃
最高供热负荷 最高熱供給負荷	1271GJ/h	1767GJ/h	提升了39% 39%上がった
发电负荷 発電負荷	270MW	285MW	提升了5.6% 5.6%上がった
发电煤耗 発電用石炭消費	220g/kW.h	136g/kW.h	降低了84g/kW.h 84g/kW. h下がった



# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

## 空冷机组低位能分级混合加热优质供暖系统

## ——低位能供热系列技术



不需本体改造，乏汽直接引至新增的热网凝汽器中，大幅提升供热能力的同时降低供热煤耗。

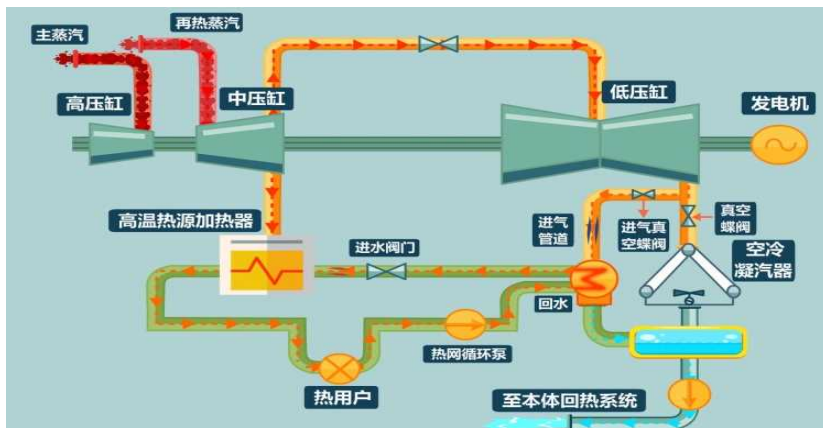
### 古交项目 ( 2x300MW+4x600MW ) 改造效果

	改造前	改造后	变化
全厂最大热负荷 MW	2922	4045	+38.4%
最大热负荷下的全厂电负荷 MW	2479	2644	+6.6%
年平均供热参数	0.93MPa , 354.6℃	0.072MPa , 90.7℃	-0.858MPa -263.9℃
年平均焓效率	29.5%	61.6%	+32.1%
年平均供热煤耗量	27kg/GJ	10kg/GJ	-17

- 供热距离远 ( 最远37.8km )、地势差大 ( 最高地势差 180m ) ;
- 全国供热规模最大、技术最领先的供热工程。

—低エネルギー熱供給シリーズ技術

空冷式冷却ユニット低エネルギー混合加熱良質暖房供給システム



古交プロジェクト ( 2x300MW+4x600MW ) 改造効果

	改造前	改造后	变化
全工場最大熱負荷 MW	2922	4045	+38.4%
最大熱負荷における工場全体電気負荷 MW	2479	2644	+6.6%
年間平均熱供給仕様	0.93MPa , 354.6℃	0.072MPa , 90.7℃	-0.858MPa , -263.9℃
年間平均エクセルギー効率	29.5%	61.6%	+32.1%
年間平均熱供給石炭消費率	27kg/GJ	10kg/GJ	-17

本体改造不要、排出スチームをそのまま新規のヒートネットワークコンデンサーへ引き込ませ、熱供給を大幅に向上させると同時に、**降低供热煤耗熱供給用の石炭の消費を下げ**る。

- 熱供給距離が遠く（一番遠くて37.8km）、地勢が悪い（標高差 180m）；
- 全国最大の熱供給地で、最先端技術を保有する熱供給工事



# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

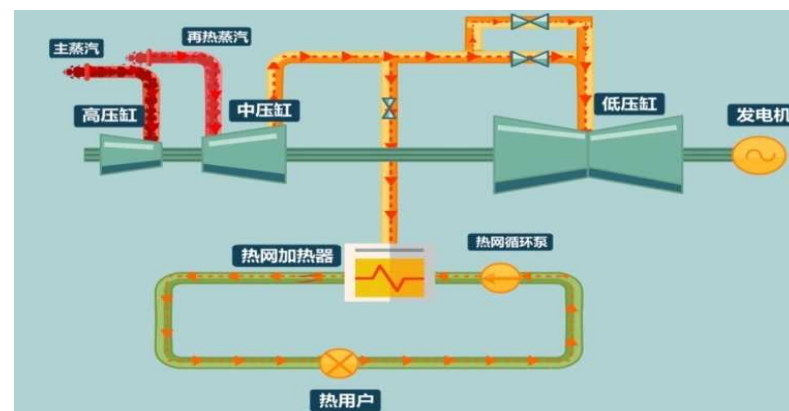
## 諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

純凝背压切换供暖技术（光轴技术）  
 ピュアコンデensing・バックプレッシャ  
 切替暖房供給技術（光学軸技術）

——低位能供热系列技术

—低エネルギー熱供給シリーズ技術

- 采暖期切除低压缸进汽，在低电负荷下**增大供热抽汽量**。
- 适应电网深度调峰的市场需求，**提升了机组热电解耦能力**。
- 暖房供給機関に、低压シリンダーの吸気を切り、低電圧負荷状態にて**熱供給抽気量を増大する**。
- 電力網のピーク調整に関する市場のニーズに適応し、ユニットの**熱デカップリングを上げた**。



供热能力 熱供給能力	每年标煤 年間標準石炭	经济效益 經濟効果
---------------	----------------	--------------

↑ 提升  
アップ  
40%

↓ 节约  
節約  
5.7万吨  
5.7万トン

↑ 可达  
1.2亿元  
1.2億元達する

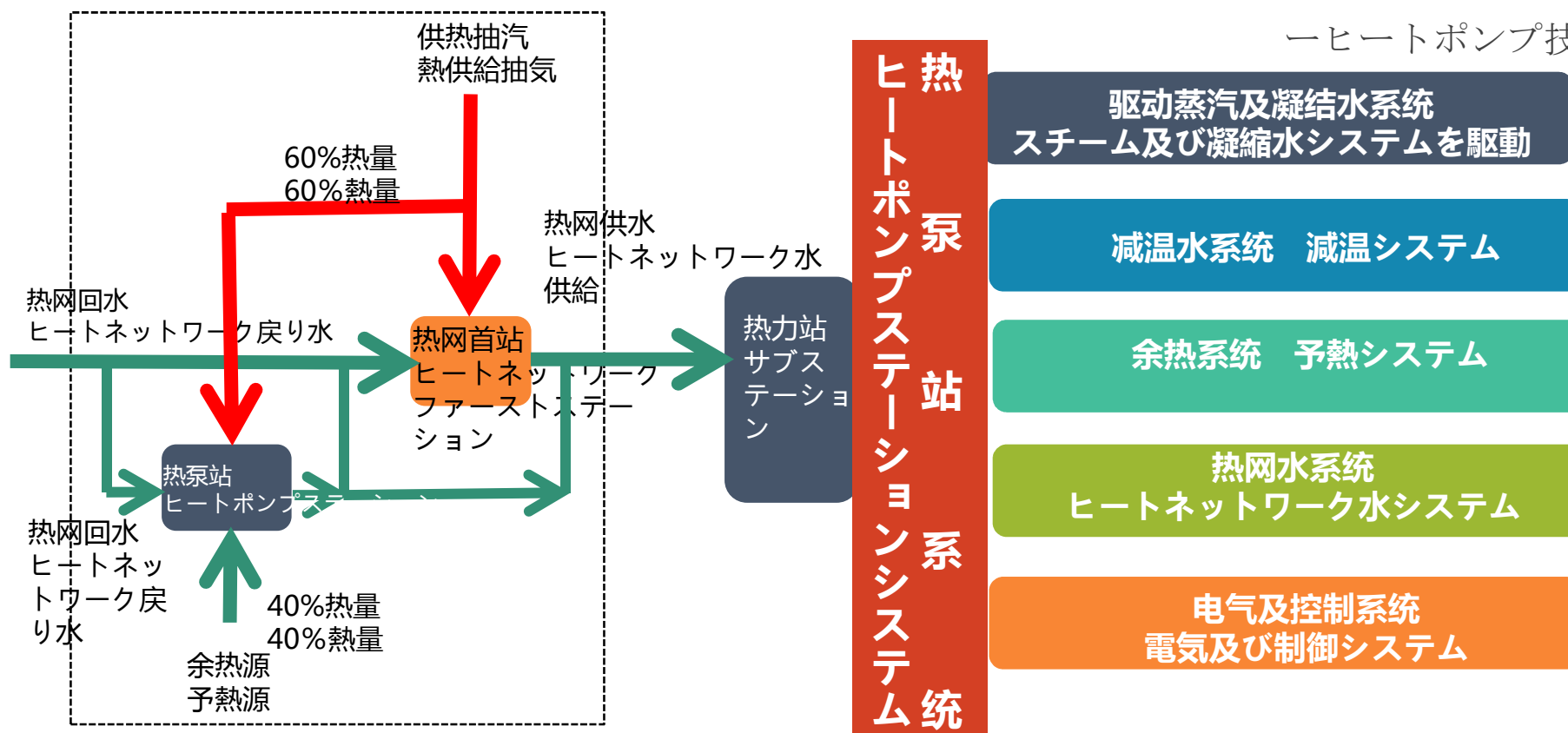


# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

## 諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

### —— 热泵技术

#### — ヒートポンプ技術



# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

—— 热泵技术

—— 一ヒートポンプ技術

## 适用范围 適応範圍

- 纯凝改供热机组
- 供热面积较大的集中供热机组
- 发电负荷较高区域的供热机组
- 供热负荷较大且需要参与深度调峰的供热机组
  
- ピュアコンデンサーを熱供給ユニットに改造
- 熱供給面積の大きい場所の集中熱供給ユニット
- 発電負荷の高い地域の熱供給ユニット
- 熱供給負荷が大きく、且つ、ピーク調整の必要な熱供給ユニット

## 国内首例 国内初

大型熱供給ユニット予熱利用	新型コンデンサーの發明	排汽直の直接利用	冷間インタークーラー	湿冷机组常规背压	实现湿冷机组冷却塔解列
---------------	-------------	----------	------------	----------	-------------

# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

## 諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

—— 热泵技术

— 一ヒートポンプ技術

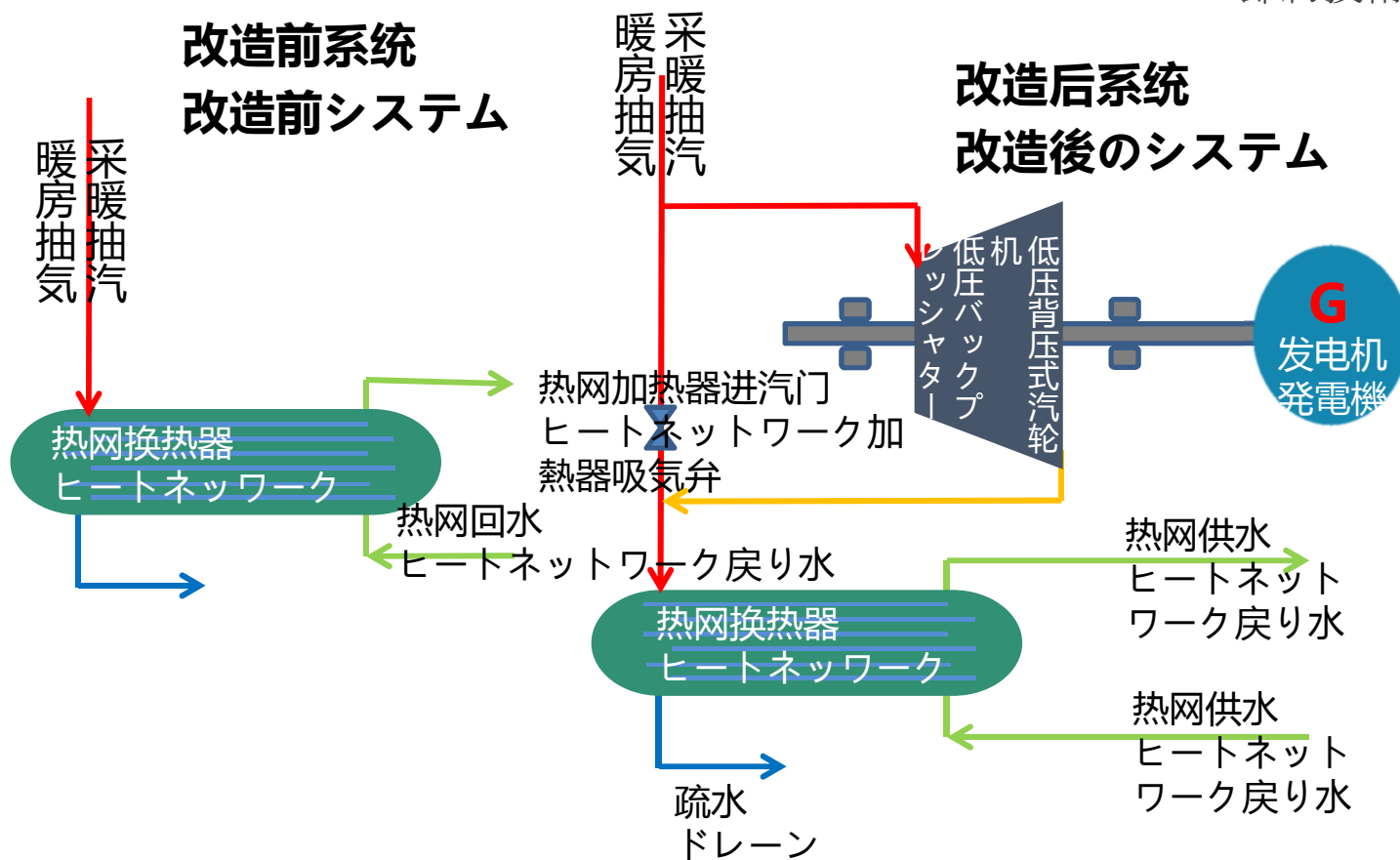


# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

## 创新点与技术难点 イノベーションポイントと技術難点

— 功热电联产节能技术エネルギー  
— 節約技術熱電併給（システム）



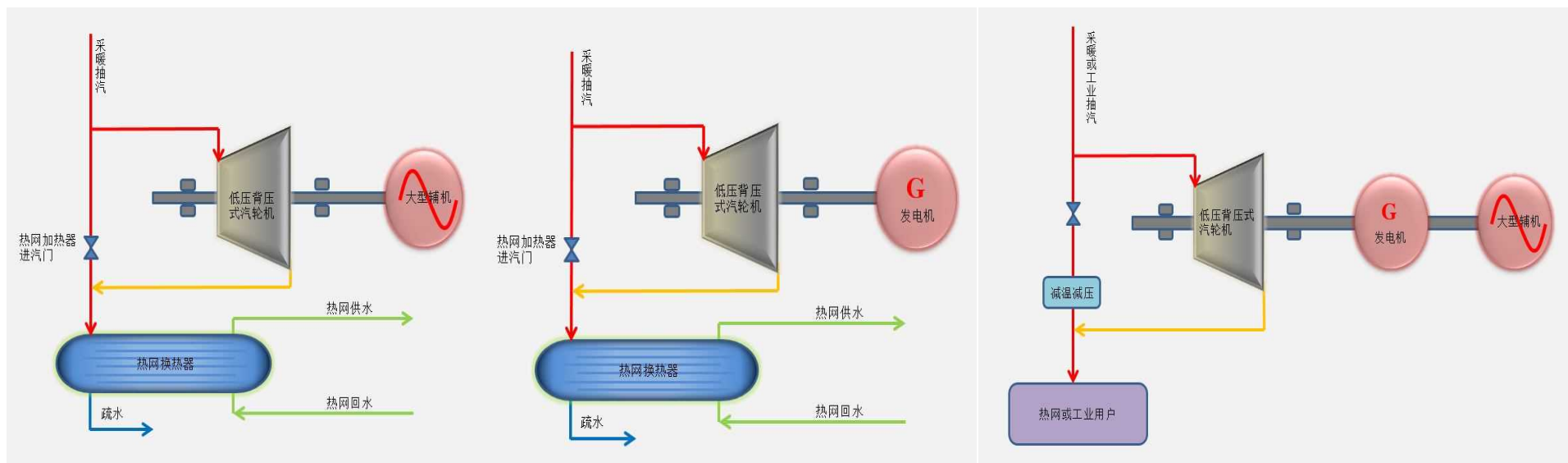
- “实现能量梯级利用” — 蒸汽经功热汽轮机做功进一步降压，提取高品位能量拖动负载或发电，降低厂用电率。
- 「エネルギーカスケード利用を実現」 — スチームはスチームタービンによって更に圧を下げ、高レベルのエネルギーを抽出して、負荷或いは発電をドラッグして、消費電力を下げる。

# 03 多种余热利用供热节能技术改造方案

諸予熱回収供給省エネー技術ソリューション

节能方案--三种拖动方式  
省エネー案--三種類のドラッグ方式

— 功热电联产节能技术エネルギー  
— 節約技術熱電併給（システム）



实施“**压差利用**”与“**蒸汽分级加热**”技术。比小汽机拖动的“电改汽”方案更灵活，节能效果明显。

「**差压利用**」と「**スチームの段階的加熱**」技術を実施。小型タービンでドラッグする「電気からスチームへの改造」より、柔軟で、省エネー効果も明らかである。

感谢关注  
ご清聴有難う  
ございました  
THANKS FOR YOUR  
TIME

国电龙源节能技术有限公司  
GD LONG YUAN ENERGY CONSERVATION TECHNOLOGY CO.,LTD.  
国電龍源節能（省エネ）技術有限公司