京能集团

内蒙古岱海发电有限责任公司

Inner Mongolia Daihai Electric Power Generation Co.,Ltd.

# 岱海发电亚临界机组“跨代”升级暨节能减排改造项目介绍

京能集团

# 内蒙古岱海发电有限责任公司

Inner Mongolia Daihai Electric Power Generation Co.,Ltd.

一 项目背景

二 可研及方案论证

三 系统设计

四 设备质量控制

五 施工难点

六 改造后性能指标及分析

# 一、项目背景

19/08 2014 10:13 #5186 P.001

## 国 家 能 源 局

### 关于请报送燃煤发电节能减排综合升级改造计划的函

中国华能、中国大唐、中国华电、中国国电、中电投集团、神华集团、华润集团、国投公司，京能集团、浙能集团、粤电集团：

2014 年 5 月 23 日《国家能源局综合司关于燃煤发电节能减排综合升级改造的会议纪要》明确，力争实现全国新建燃煤发电机组平均供电煤耗低于 300 克/千瓦时、大气污染防控重点地区和其它地区地市级以上城市的污染物排放接近燃机排放标准；5 年内通过实施煤电节能减排综合升级改造，使全国在役 60 万千瓦及以上燃煤发电机组（除空冷机组外）平均供电煤耗达到 300 克/千瓦时左右、全国在役燃煤发电机组平均供电煤耗达到 310 克/千瓦时水平、大气污染防控重点地区的污染物排放水平接近燃机排放标准。

为确保实现上述目标，请研提你单位燃煤电厂综合升级改造计划，并按要求填写表格（详见附件），于 6 月 23 日下班前传真我司，电子版发送至 power68555073@163.com。

## 北京能源投资（集团）有限公司公司传真发送单

Beijing Energy Company Limited

| | |
|---|---|
| 收件单位：各发电公司 | 收 件 人： |
| 电 话： | 传 真： |
| 发件部门：生产管理部 | 发件部门负责人： |
| 发 件 人：周向涛 | 电 话：85218671 传 真：85218660 |
| 发送日期：2014 年 6 月 30 日 | 总 页 数：1 页 |
| 文件标题：关于根据《国家能源局关于请报送燃煤发电节能减排综合升级改造计划的函》的要求制定改造计划的通知 | |

各发电公司：

现将《国家能源局关于请报送燃煤发电节能减排综合升级改造计划的函》转发你公司，请你公司按照文件的要求（至 2020 年，60 万千瓦及以上机组（空冷机组除外）供电煤耗达到 300 克/千瓦时，其他机组供电煤耗达到 310 克/千瓦时）制定本公司的改造计划，请于 7 月 3 日前将改造计划报送至集团生产管理部。具体见附件。

联系人：周向涛

zhouxiangtao@powerbeijing.com

北京能源投资（集团）有限公司

2014 年 6 月 30 日

地址：北京市朝阳区永安东里 16 号 CBD 国际大厦 21 层 邮编：100022
电话：010-85218688 传真：010-85218660

## 北京能源投资（集团）有限公司文件

### 北京能源投资（集团）有限公司
### 关于召开燃煤机组节能改造计划讨论会的通知

各发电公司：

《国家能源局关于请报送燃煤发电节能减排综合升级改造计划的函》已转发至各发电公司。为完成文件的相关要求，集团计划召开燃煤机组节能改造计划讨论会。现通知如下：

**一、会议内容**

讨论各发电公司2015-2020年的节能目标及改造计划。

**二、会议地点**

地点：京能集团本部2615会议室

# 一、项目背景

中华人民共和国国家发展和改革委员会 办公厅

请输入关键字

热门搜索： 油价 产业结构调整指导目录 特色小

首页 > 政策发布

## 关于印发《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020年）》的通知

发改能源[2014]2093号

各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团发展改革委（经信委、经委、工信厅）、环保厅、能源局，国家电网公司、南方电网公司，华能、大唐、华电、国电、中电投集团公司，神华集团、中煤集团、国投公司、华润集团，中国国际工程咨询公司、电力规划设计总院：

为贯彻中央财经领导小组第六次会议和国家能源委员会第一次会议精神，落实《国务院办公厅关于印发能源发展战略行动计划（2014—2020年）的通知》（国办发〔2014〕31号）要求，加快推动能源生产和消费革命，进一步提升煤电高效清洁发展水平，特制定了《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014—2020年）》，现印发你们，请按照执行。

附件：《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014—2020年）》

国家发展改革委
环 境 保 护 部
国 家 能 源 局
2014年9月12日

文件要求

## 技术路线

因厂制宜采用汽轮机通流部分改造、锅炉烟气余热回收利用、电机变频、供热改造等成熟适用的节能改造技术，重点对30万千瓦和60万千瓦等级亚临界、超临界机组实施综合性、系统性节能改造，改造后供电煤耗力争达到同类型机组先进水平。

# 二、可研及方案论证

1. 扬州第二发电有限责任公司
2. 国电浙江北仑第一发电有限公司
3. 上海外高桥第三发电公司
4. 浙江浙能嘉华发电有限公司
5. 华能国际电力股份有限公司福州电厂
6. 国电福州发电有限公司
7. 浙能兰溪发电有限责任公司
8. 浙能乐清发电有限责任公司
9. 浙江浙能嘉华发电有限公司
10. 浙江浙能中煤舟山煤电有限责任公司
11. 神华国华舟山发电有限责任公司
12. 广东珠海金湾发电有限公司
13. 神华国华惠州热电分公司
14. 华能石洞口第一发电厂
15. 华能威海电厂

- 北京北重汽轮机厂
- 上海电气电站服务公司
- 上海电气汽轮机厂
- 上海电气锅炉厂
- 上海电气发电机厂
- 上海电气电站辅机厂
- 北京巴威电站技术服务分公司
- 阿尔斯通技术服务（上海）有限公司北京分公司

# 二、可研及方案论证

## 一期机组

### 节能

#### 节煤

**炉侧**

- 改造更换各高温受热面、集箱、减温器及锅炉范围内连接管道，以材质升级和增加换热面积为主；更换主汽、再热蒸汽全部管道及附件，材质升级为P92
- 为实现深度调峰，需对应实施分级省煤器、旁路烟道改造
- 为进一步降低煤耗，实施余热深度利用

**机侧**

- 由于主汽、再热蒸汽参数升高，同时，为进一步降低汽耗，需更换汽轮机高、中、低压内外缸及转子，采用百万超超临界筒型缸技术实施通流改造，配套的抽汽、旁路、高加系统也需改造更换
- 汽轮机低压部分基础需加宽以满足低压转子轴承落地要求，凝汽器更换为排汽装置

#### 节水

- 主机冷却改为直接空冷，循环冷却水系统停运
- 辅机冷却改造为干湿联合冷却塔系统

### 减排

- 脱硝装置加装备用层催化剂
- 脱硫系统GGH拆除，加装MGGH

# 二、可研及方案论证

## 二期机组

### 节能

#### 节煤

##### 炉侧

- 改造更换各高温受热面、集箱、减温器及锅炉范围内连接管道，以材质升级和增加换热面积为主；更换主汽、再热蒸汽部分管道及附件，材质为P91，壁厚较改造前有所增加
- 为实现深度调峰，需对应实施分级省煤器、C（A）层等离子改造
- 为进一步降低煤耗，实施余热深度利用

##### 机侧

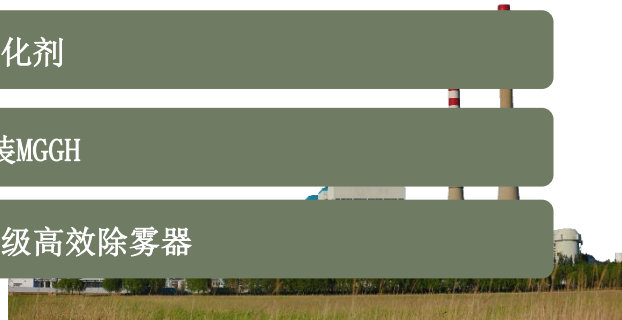
- 由于主汽、再热蒸汽参数升高，同时，为进一步降低汽耗，需更换汽轮机高、中、低压内外缸及转子，保留低压外缸和轴承座，配套的抽汽、旁路、高加系统也进行改造

#### 节水

- 辅机冷却改造为干湿联合冷却塔系统

### 减排

- 脱硝装置加装备用层催化剂
- 脱硫系统GGH拆除，加装MGGH
- 吸收塔除雾器改造为四级高效除雾器



# 三、系统设计

## （一）、主要设计原则

以“节能减排”为本次改造的主要目标。结合机组性能诊断试验结果，对机组现有的运行经济性能作出客观分析与评价，找出与先进水平之间的技术差异，在此基础上，提出以下设计原则：

1、在蒸汽压力不变的前提下，提高蒸汽初温；实施通流部分改造；采取增设3号高加外置式蒸汽冷却器和增加烟气余热利用等多项有效措施最大限度地降低机组能耗

2、在保证改造效果的前提下，现有机组的热力设备系统尽可能保持不变，最大限度利用现有部套，降低资金投入，土建基础尽量利旧，设备接口等位置尽量保持不变

3、保持汽包本体不变，最大限度提高锅炉出口蒸汽的温度

4、发电机及主变不进行增容，并尽可能优化厂用电

5、对现有环保设施进行优化和改造，使机组排放指标满足国家最新要求

# 三、系统设计

## （二）、汽轮机本体设计特点（以一期为例）

汽轮机进汽参数变化16.7MPa/538℃/538℃→16.7MPa/596℃/596℃，进汽温度达到超超临界温度参数

由于进汽温度、焓值的升高，主蒸汽携带的能量增强。为了减小容积时间常数，高、中压模块均采用了进汽阀门与汽缸直连的结构型式，取消了阀门与汽缸之间的导汽管

高、中压模块部件及其材料需进行彻底更换，同时考虑进汽温度升高对机组各部件的热膨胀的影响

为了保留现有土建机座的高中压缸部分，汽轮机必须按基础边界全新设计适用于本项目的高、中压模块，包括各部件的使用强度校核、流场模拟评估、差胀水平校核工作，以确保设计质量。具体模块的结构设计之中，还需考虑与原机组#1、#2轴承座进行匹配

# 三、系统设计

## （三）、汽机本体辅机系统设计特点（以一期为例）

因汽机参数和冷却方式变化

- 润滑油系统更换主油泵-油涡轮和油箱内部油管路，油箱其余部分和冷油器保留，此外更换机座运转层以上部分套装油管道。顶轴油系统增加高中压模块轴承顶轴油管路
- 轴封供汽系统取消原有主蒸汽供汽，保留轴封供汽母管减温器、轴封供汽安全阀、轴封加热器，轴封系统阀门及其管路（包括轴封溢流）以及接口等全部重新设计
- 凝汽器更换为排汽装置， 7、8号低加由内置式组合更改为独立布置， 6号低加总换热面积和疏水冷却段换热面积不足，更换
- 汽机一、二、三、四、五、六段抽汽逆止阀、高排逆止阀和高排通风阀全部更换
- 低压缸喷水、疏扩喷水和三级减温减压器减温水系统阀门和管道全部更换
- 汽机本体疏水系统全部更换

# 三、系统设计

## （四）、热力系统及其辅机系统设计特点（以一期为例）

由于参数提高，再热（冷段）蒸汽管道和再热（热段）蒸汽管道由原来的“2-1-1”连接方式变更为“2-1-2”连接方式，即锅炉再热器进、出口管道原设计均为单侧管道，现均改为双侧进出管。“2-1-2”方式可以减小由于锅炉两侧受热不均匀所引起的蒸汽温度的偏差，有利于机组的安全运行。主蒸汽管道还采用原来的“2-1-1”连接方式没有变化，为了防止温度偏差，主蒸汽管道从联箱中心接出

汽机进汽参数提高较多，主蒸汽、再热蒸汽及旁路蒸汽管道原材料不能满足设计温度的要求，全部更换

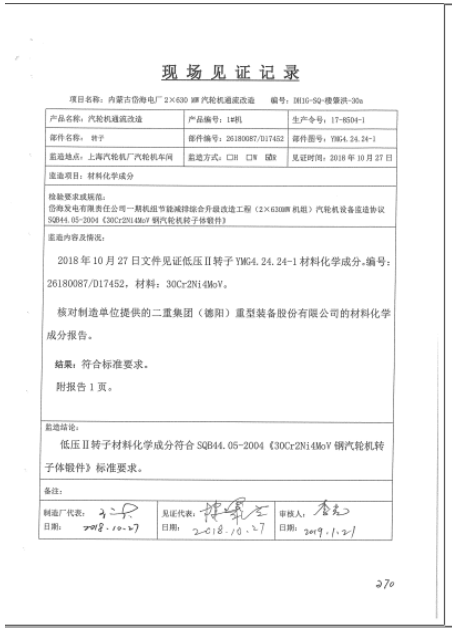
# 三、系统设计

## （五）、凝结水系统设计特点（以一期为例）

- 针对大机湿冷改空冷，化学精处理增加一级除铁器
- 疏水扩容器和三级减压减温器的减温水以及低压缸喷水系统全部更换
- 新设置烟气余热利用系统，在6号低加进、出口引出部分凝结水混温后去烟气余热利用装置回收部分烟气热量后再返回5号低加出口。利用较高的排烟余热加热部分凝结水，减少回热系统抽汽量，降低煤耗
- 新增凝结水暖风器加热系统
- 增加空冷凝汽器至排汽装置的凝结水管道系统

# 四、设备质量控制

为了保证汽轮机出厂前各项指标合格，在设备制造中质量控制严格按照DL/T586《电力设备监造技术导则》执行。在设备出厂前根据DL/T 438-2016《火力发电厂金属技术监督规程》对高中压缸内外表面、结合面、转子及叶片、主再热汽门、M≥32 mm的高温螺栓进行磁粉探伤、渗透探伤、超声波探伤、硬度检验等检查。未发现缺陷。


现 场 见 证 记 录

项目名称：内蒙古岱海电厂2×630 MW 汽轮机通流改造　　编号：DH16-SG-德肇洪-30a

| | | |
|---|---|---|
| 产品名称：汽轮机通流改造 | 产品编号：18机 | 生产令号：17-8504-1 |
| 部件名称：转子 | 部件编号：26180087/D17452 | 部件图号：YMG4.24.24-1 |
| 监造地点：上海汽轮机厂汽轮机车间 | 监造方式：□H ☐R ☐W | 见证时间：2018 年 10 月 27 日 |

监造项目：材料化学成分

检验要求或描述：
岱海发电有限责任公司一期机组节能减排综合升级改造工程（2×630MW 机组）汽轮机设备监造协议 SQB44.05-2004《30Cr2Ni4MoV 钢汽轮机转子体锻件》

监造内容及情况：

2018 年 10 月 27 日文件见证低压Ⅱ转子 YMG4.24.24-1 材料化学成分.编号：26180087/D17452，材料：30Cr2Ni4MoV。

核对制造单位提供的二重集团（德阳）重型装备股份有限公司的材料化学成分报告。

结果：符合标准要求。

附报告 1 页。

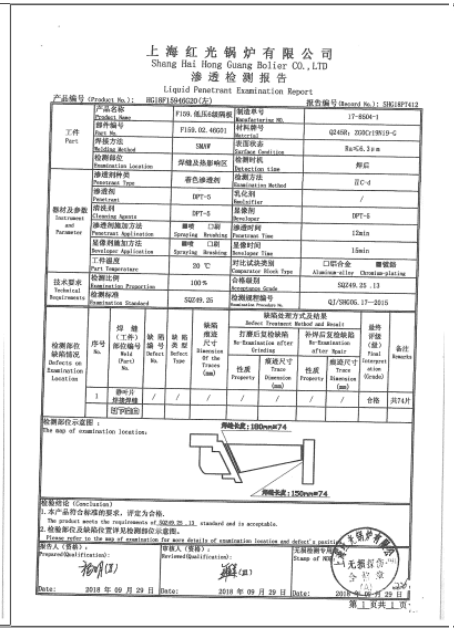
监造结论：

低压Ⅱ转子材料化学成分符合 SQB44.05-2004《30Cr2Ni4MoV 钢汽轮机转子体锻件》标准要求。

备注：

| 制造厂代表： | 见证代表： | 审核人： |
|---|---|---|
| 日期：2018.10.27 | 日期：2018.10.27 | 日期：2019.1.21 |

270


上海红光锅炉有限公司
Shang Hai Hong Guang Boiler CO.,LTD
渗透检测报告
Liquid Penetrant Examination Report

产品编号 (Product No.): HG18SF15040G20(左)　　报告编号 (Record No.): SHG18PT412

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 工件 Part | 产品名称 Product Name | F109.低压Ⅱ缸钢板 | 制造单号 Manufacturer No. | 17-8504-1 |
| | 部件编号 Part No. | F109.02.40501 | 材料牌号 Material | Q245R; Z20Cr13NiG-G |
| | 焊接方法 Welding Method | SMAW | 表面状态 Surface Condition | Ra<6.3um |
| | 检测部位 Examination Location | 焊缝及热影响区 | 检测时机 Detection time | 焊后 |
| 材料及参数 Instrument and Parameter | 渗透剂种类 Penetrant Type | 着色渗透剂 | 检测方法 Examination Method | Ⅱ C-d |
| | 渗透剂 Penetrant | DPT-5 | 乳化剂 Emulsifier | / |
| | 清洗剂 Cleaning Agents | DPT-5 | 显像剂 Developer | DPT-5 |
| | 渗透剂施加方法 Penetrant Application | 喷嘴 ☐刷 ☐浸 Spraying ☐brushing ☐Soaking | 渗透时间 Penetrant Time | 12min |
| | 显像剂施加方法 Developer Application | 喷嘴 ☐刷 ☐浸 Spraying ☐brushing ☐Soaking | 显像时间 Developer Time | 15min |
| 技术要求 Technical Requirements | 工件温度 Part Temperature | 20 ℃ | 对比试块类型 Comparator Block Type | ☐铝合金 ☐镀铬铝 Aluminum-alloy ☐Chrome-plating |
| | 检测比例 Examination Proportion | 100 % | 合格级别 Examination Grade | SQ249.25 .13 |
| | 检测标准 Examination Standard | SQ249.25 | 检测规程编号 Examination Procedure No. | QJ/SHGDG.17-2015 |

| 检测部位缺陷情况 Defects on Examination Location | 序号 No. | 焊缝（工件）部位编号 Weld (Part) No. | 缺陷编号 Defect No. | 缺陷类型 Defect Type | 缺陷痕迹尺寸 Dimension of the Traces (mm) | 缺陷处理方式及结果 Defect Treatment Method and Result | | | | 最终评级（级） Final Evaluation (Grade) | 备注 Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 打磨后复检缺陷 Re-Examination after Grinding | | 补焊后复检缺陷 Re-Examination after Repair | | | |
| | | | | | | 缺陷尺寸 Trace Dimension (mm) | 性质 Property | 缺陷尺寸 Trace Dimension (mm) | 性质 Property | | |
| | 1 | 筋板/封堵焊缝 | / | / | / | / | / | / | / | 合格 | 共74片 |
| | | 母材区域 | | | | | | | | | |

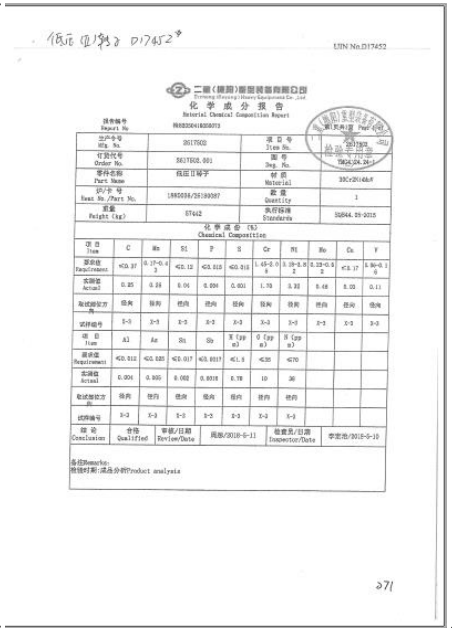
检测部位示意图：
The map of examination location:




检测结论 (Conclusion)：
1.该产品符合标准的要求，评定为合格。
The product meets the requirements of SQ249.25 .13 standard and is acceptable.
2.检验部位及缺陷处置详见检测部位示意图。
Please refer to the map of examination location and defect's position for more details of examination location and defect's position.

| 操作人（资格）： Prepare(Qualification): | 审核人（资格）： Reviewed(Qualification): | 无损检测专用章 Stamp of NDT |
|---|---|---|
| Date: 2018 年 09 月 29 日 | Date: 2018 年 09 月 29 日 | Date: 2018 年 09 月 29 日 |

第 1 页共 1 页


低压缸转子 D17452

UIN No.D17452

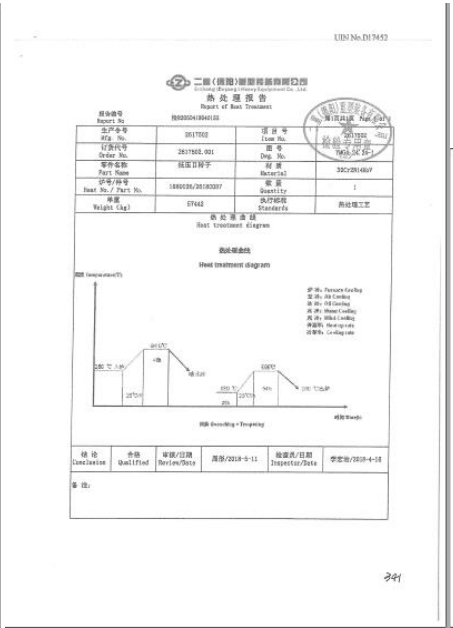
二重（德阳）重型装备股份有限公司
化学成分报告
Material Chemical Composition Report

| 报告编号 Report No | 8888820414000103 | | |
|---|---|---|---|
| 生产令号 Mfg. No. | 26177003 | 项目号 Item No. | 2017202 |
| 订货代号 Order No. | 2817503.001 | 图号 Dwg. No. | YMG4.24.24-1 |
| 零件名称 Part Name | 低压Ⅱ转子 | 材质 Material | 30Cr2Ni4MoV |
| 炉号/件号 Heat No./Part No. | 18850036/26180087 | 数量 Quantity | 1 |
| 重量 Weight (kg) | 57462 | 执行标准 Standards | SQ844.05-2015 |

化学成分 (%)
Chemical Composition

| 项目 Item | C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | Mo | Cu | V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 要求值 Requirement | ≤0.37 | 0.17~0.42 | ≤0.12 | ≤0.010 | ≤0.010 | 1.65~2.00 | 3.90~4.30 | 0.35~0.55 | ≤0.17 | 0.06~0.12 |
| 实际值 Actual | 0.35 | 0.34 | 0.04 | 0.004 | 0.001 | 1.78 | 3.92 | 0.48 | 0.02 | 0.11 |
| 取样部位 Position | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 |
| 试样编号 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 |
| 项目 Item | As | Sn | Sb | Pb | H Cpp (ppm) | O Cpp (ppm) | N Cpp (ppm) | | | |
| 要求值 Requirement | ≤0.012 | ≤0.025 | ≤0.017 | ≤0.0015 | ≤1.5 | ≤30 | ≤70 | | | |
| 实际值 Actual | 0.004 | 0.005 | 0.002 | 0.0010 | 0.78 | 10 | 36 | | | |
| 取样部位 Position | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | 径向 | | | |
| 试样编号 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | 3-3 | | | |
| 结论 Conclusion | 合格 Qualified | 审核/日期 Review/Date | 周彦/2018-9-11 | 检查员/日期 Inspector/Date | 李宏池/2018-9-10 | | | | | |

备注Remarks:
熔炼时间:适合分析Product analysis


UIN No.D17452

二重（德阳）重型装备股份有限公司
热处理报告
Report of Heat Treatment

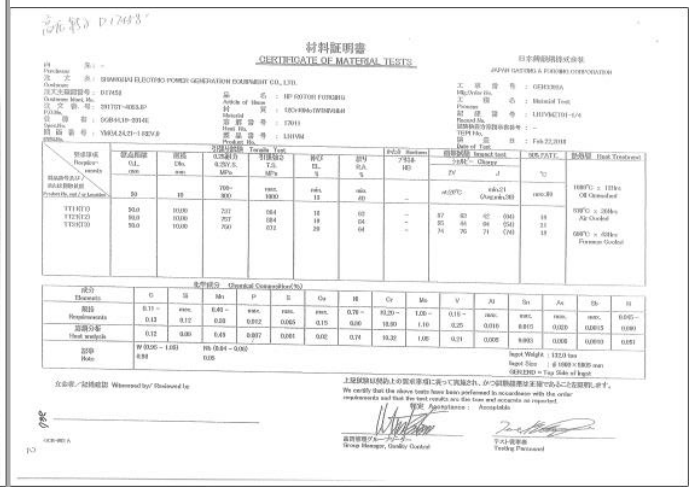
| 报告编号 Report No | 8888820414000103 | | |
|---|---|---|---|
| 生产令号 Mfg. No. | 26177003 | 项目号 Item No. | 2017202 |
| 订货代号 Order No. | 2817503.001 | 图号 Dwg. No. | YMG4.24.24-1 |
| 零件名称 Part Name | 低压Ⅱ转子 | 材质 Material | 30Cr2Ni4MoV |
| 炉号/件号 Heat No./Part No. | 18850036/26180087 | 数量 Quantity | 1 |
| 重量 Weight (kg) | 57462 | 执行标准 Standards | 热处理工艺 |

热处理曲线
Heat treatment diagram




| 结论 Conclusion | 合格 Qualified | 审核/日期 Review/Date | 周彦/2018-9-11 | 检查员/日期 Inspector/Date | 李宏池/2018-9-10 |
|---|---|---|---|---|---|

备注:


低压缸转子 D17452

材料证明書
CERTIFICATE OF MATERIAL TESTS

DONGFANG ELECTRIC POWER GENERATION EQUIPMENT CO., LTD.
JAPAN CASTING & FORGING CORPORATION

| | | | |
|---|---|---|---|
| 注文先 Purchaser | : | 品名 Article of Name | : NP-607000 F109DH1G |
| 注文番号 Purchaser's Order No. | : D17452 | 材質 Material | : SEPA30Cr2Ni4MoV(SQ844.05-2004) |
| 工事番号 Purchaser's Work No. | : 2017DT-4DEL&P | 熱処理番号 Heat No. | : L18YM6710-1/4 |
| 注文者 Purchaser | : | 製品番号 Product No. | : YM64.24.23-1 02EVP |
| 納入先 Destination | : | 数量 Quantity | : 1 Set |
| 検査要求 Inspection Requirements | : DGB-0139-2014E | 試験番号 Test No. | : 17011 |
| 材料番号 Material No. | : SEPA30Cr2Ni4MoV(SQ844.05-2004) | 製造番号 Manufacturing No. | : - |
| 熱処理番号 Heat No. | : L18YM | 日付 Date of Test | : Feb.22,2018 |

機械的性質 Mechanical Tests

| 試片採取位置 Position of Test Piece | 試験温度 Temperature | 降伏点 Yield Point | 引張強さ Tensile Strength | 伸び El. | 絞り RA. | 衝撃値 Impact Value | 熱処理 Heat Treatment |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ℃ | N/mm² MPa | N/mm² MPa | % | % | J | |
| T1T1T2 T1T2T2 T1T3T2 | R.T. | 700~900 | min. 1000 | min. 10 | min. 40 | ~ | 690℃ × 40hr Air Cooled |
| T1T1T2 T1T2T2 T1T3T2 | 50.0 | 1000 | 1000 | 14 | 50 | ~ | 690℃ × 40hr Air Cooled |
| T1T1T2 T1T2T2 T1T3T2 | 50.0 | 1000 | 1000 | 14 | 50 | ~ | 690℃ × 40hr Furnace Cooled |

化学成分 Chemical Composition(%)

| 成分 Elements | C | Si | Mn | P | S | Cu | Ni | Cr | Mo | V | Al | Sn | As | Sb | B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 製品 Requirements | 0.33 ~ 0.37 | max. 0.12 | 0.40 ~ 0.60 | max. 0.010 | max. 0.010 | max. 0.15 | 3.70 ~ 4.00 | 1.65 ~ 2.00 | 0.35 ~ 0.55 | 0.06 ~ 0.12 | max. 0.015 | max. 0.020 | max. 0.015 | max. 0.0015 | 0.0005 ~ 0.0050 |
| 溶鋼分析 Heat analysis | 0.32 | 0.04 | 0.49 | 0.007 | 0.001 | 0.02 | 3.74 | 1.78 | 0.48 | 0.11 | 0.008 | 0.003 | 0.008 | 0.0010 | 0.0051 |
| 許容 Note: | W 0.05 ~ 1.00 Mo 0.04 ~ 0.08 | | | | | | | | | | | | | | |

Input Weight : 132.0 ton
Ingot Size : φ 1600 × 3300 mm
(SEN)2ND = Top Side of Ingot

上記試験は契約上の要求事項に従って実施された。かつ試験結果は正確であることを証明致します。
We certify that the above tests have been performed in accordance with the order requirements and that the test results are the true and accurate as reported.

Witnessed by/ Reviewed by:

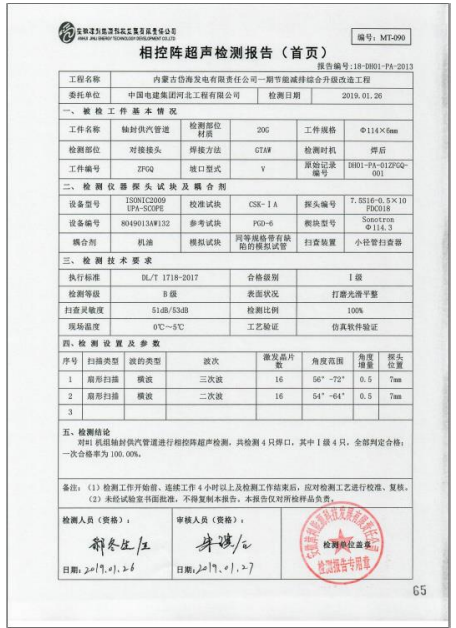
Acceptance : Acceptable

日本鋳鍛鋼株式会社
Group Manager, Quality Control

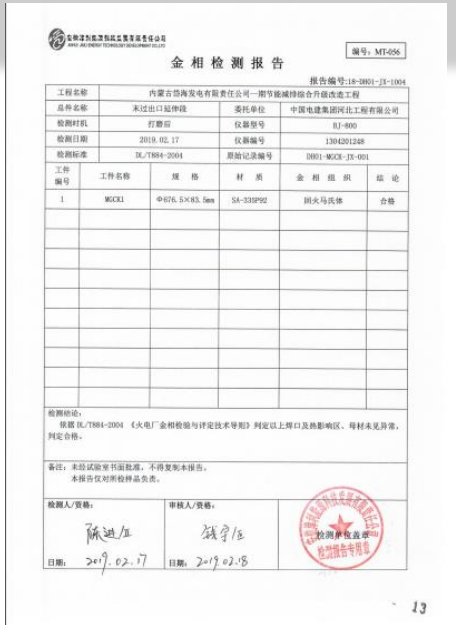
Testing Personnel

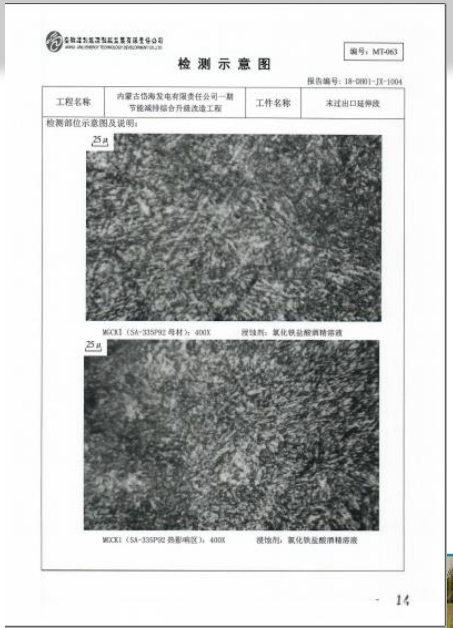
# 四、设备质量控制

锅炉受热面处于高温高压的运行环境，必须消除受热面焊口、母材缺陷才能保证其长周期运行。锅炉改造工程制造厂焊接部分严格执行DL/T 869-2012《火力发电厂焊接技术规程》，无损检测严格执行DL/T 438-2016《火力发电厂金属技术监督规程》。制造厂自检合格后由第三方检验单位进行复检，除了采用射线、超声、磁粉、渗透、硬度、金相等检测手段外，还引进相控阵技术对集箱管座角焊缝进行检测，大大提升了缺陷的检出率。


相控阵超声检测报告（首页）

产品合格证明书

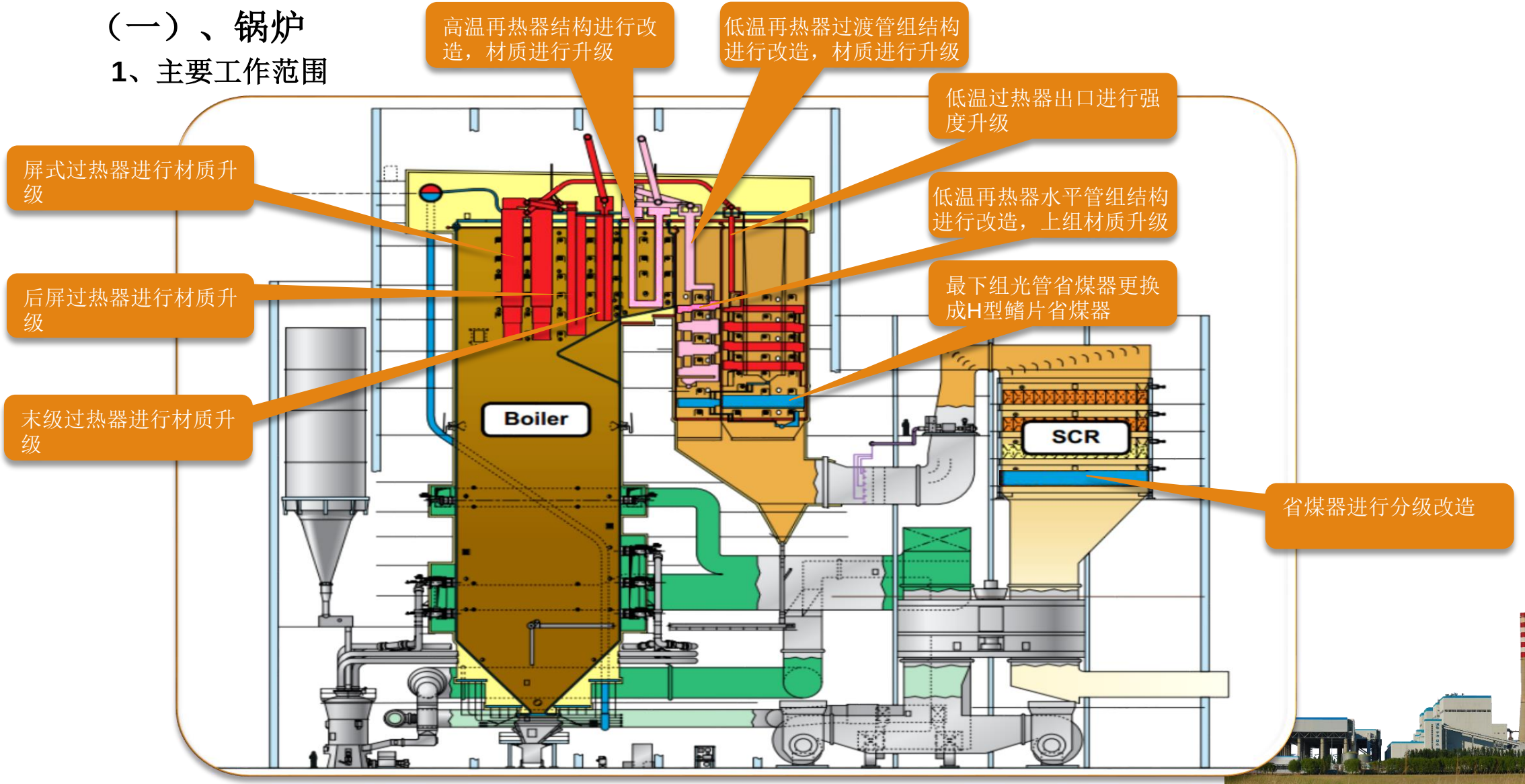

金相检测报告


检测示意图

# 五、施工难点（以一期为例）

## （一）、锅炉

### 1、主要工作范围



# 五、施工难点

## 2、工作中的重点难点问题

**旧设备拆除：**

锅炉受热面拆除工作量大，锅炉本体拆除工程量1675 t，安装工程总量达2601t。吊装钩数约1834钩，吊装最大高度100米；为配合锅炉各部件吊除，安装50T平臂吊一台，臂长60m，主要进行锅炉前炉膛管组、集箱和四大管道的吊装工作。炉顶后部大板梁上布置10T汽车吊一台，以缓减轻主吊车的使用压力。在低温再热器、原省煤器及分级省煤器区域安装电动葫芦，尽可能减少手动吊装工具的使用，提高工效，保证工期。

平臂吊安装封闭拆除

平臂吊安装

省煤器拆除用电动葫芦

# 五、施工难点

3、工作中的重点难点问题

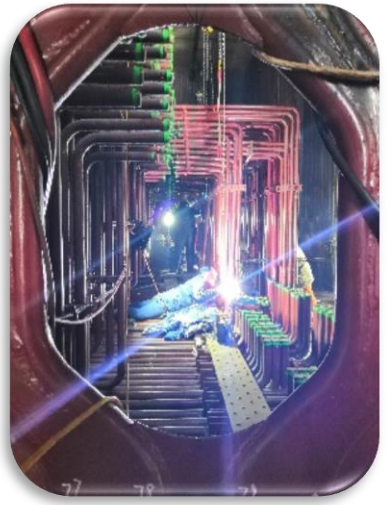
**新设备安装：**

分级省煤器施工从除尘器通道打开紧身封闭，安装电动葫芦进行烟道拆除和管组的回装。
低再管组和集箱从锅炉房61米打开紧身封闭，安装电动葫芦进行管组集箱拆除和回装。
降低施工作业面互相影响，尽可能避免交叉作业，无法避免交叉作业则做好可靠隔离措施，提高作业过程安全性。

吊装

就位

焊接



检验

# 五、施工难点

## （二）、汽轮机

### 1、工作中的重点难点问题

**旧设备拆除：**

旧设备拆除中凝汽器的拆除是重中之重，直接影响下一步的土建施工，影响主线工期。且其体积庞大，施工空间小，拆除工作量极大，光钛管数量就达77832根。施工中采用架设卷扬机配合滑轮的方法进行抽钛管工作，大大提高了拆除效率。

低压外缸拆除

循环水管拆除

钛管拆除

# 五、施工难点

2、工作中的重点难点问题

低压缸基础施工：

为满足热机部分改造后的整体安装要求，同时考虑原有汽轮机基座尽可能利旧，需要对原有汽轮机基座与低压缸相关的Ⅲ轴、Ⅳ轴和Ⅳ轴梁柱进行如下相应改造：

1、在原基座Ⅲ轴柱左侧新增梁、柱门型框架。

2、在原基础Ⅳ轴柱左右两侧分别新增梁、柱门型框架。

3、在原基础Ⅴ轴柱右侧新增梁柱门型、框架。

其难点在于：

1、新旧梁柱连成一体进行利旧加固改造，加固改造后的基座对安全稳定运行存在的不确定因素。

2、新增柱主筋与原基础底板连接方式，新增柱底混凝土与原基础底板混凝土连接强度。

3、使新旧梁、柱形成一个统一的受力结构。

# 五、施工难点

## 2、工作中的重点难点问题

**低压缸组合：**

此次改造汽轮机的低压外缸与以往不同，均是散件发至现场，需在现场进行组合焊接。排汽装置组合完成后进行低压外缸的组合。低压外缸主要由端板、侧板、端盖、腹板、中分面法兰以及低压缸钢架等零件组成。组合的难点在于外形尺寸的控制及防止焊接变形。在组合过程中制作了多个专用卡具以控制其外形尺寸，同时焊接方法采用了二氧化碳保护焊，以防止焊接变形。

低压外缸结构

端板吊装

侧板吊装

组合后焊接

# 五、施工难点

## 2、工作中的重点难点问题

**高、中压外缸吊装：**

本次改造汽轮机的高压缸采用圆筒形缸结构，厂内装配好后整体发运。中压缸为中分结构，可在现场进行拆卸组装。但考虑到现场工期紧，为节省现场装配时间。中压缸也采用了整体装配后发至现场的方法。高压缸运输重量140吨，中压缸运输重量超出160吨。由于汽机房行车为80/20吨行车，中压缸总重超出了两台行车额定吊装量。经过商讨决定采用中压缸运至现场后，将中压外缸上半拆除，等吊装就位后再扣上半缸的方法来解决此问题。两台行车抬吊制作了专用的吊装工具。

高压外缸试吊

高压外缸吊装

中压外缸吊装

低压外缸扣缸

# 六、改造后性能指标及分析

供电煤耗改造前后对比（单位：g/kWh）

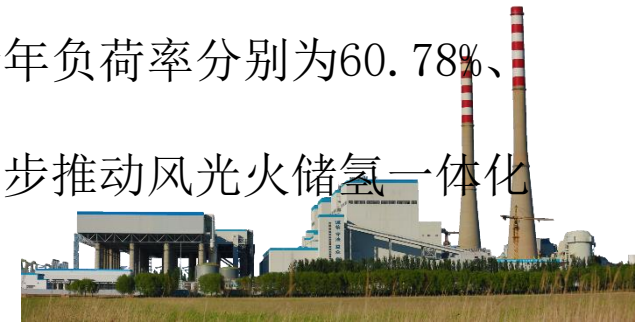
| 机组 | 改前<br>性能试验值 | 改后<br>性能试验值 | 改后<br>性能试验值<br>（投入余热利用） | 改前运行实际值<br>（2017年） | 改后当前实际运行值<br>（2021年） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 一号 | 320.2 | 306.95 | 302.6 | 328.61 | 330.8 | 湿冷改空冷 |
| 二号 | 322.2 | 308.7 | 304.3 | 327.27 | 325.42 | 湿冷改空冷 |
| 三号 | 332.83 | 313.1 | 307.66 | 338.77 | 327.76 | |
| 四号 | 333.25 | 313.7 | 308.58 | 338.81 | 319.51 | |

1、机组负荷率降低，深度调峰次数增加，影响机组煤耗增加。

2、入炉煤热值较设计值降低，影响机组煤耗增加，以2021年为例，全年入炉煤热值4007.8kkal/kg，较设计值低292.2kka/kg。

3、#1-#4机组改造前全年负荷率分别为75.33%、76.4%、81.66%、81.91%，改造后全年负荷率分别为60.78%、61.12%、58.94%、59.3%。

4、下一步将实施厂内自发自用分布式光伏项目，以降低机组厂用电和煤耗指标，同步推动风光火储氢一体化项目实施，利用既有500kv输电线路外送上网。



谢谢聆听