

第二届煤电超低排放和节能改造技术交流研讨会



李兴旺

内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司总工程师，高级工程师，一直在从事发电厂生产技术工作，有多年现场工作经历，组织人员创新性地解决了生产过程的实际难题，不断增强了公司的生产过程自动化水平，提高了生产效率，培养了一批优秀的专业人员。针对性地进行技术攻关和科学研究，完成的科技成果和论文多次获奖，其中组织研究的“引入模糊逻辑和外因输入自回归模型新型机组快速负荷控制（URO）技术研究”和“凝汽器真空RB功能在大唐托电600MW空冷机组的研究和应用”技术成果获得中国电力科学技术奖。

致欢迎辞并演讲

600MW亚临界燃煤机组综合升级改造技术应用

2016年7月12-13日 呼和浩特



大唐国际托克托发电
DATANG INTERNATIONAL TUOKETUO POWER

大唐托电600MW亚临界燃煤机组 综合升级改造技术应用

内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司
2016.7



1

亚临界燃煤机组综合升级改造概况

2

对比方案，科学论证，确定综合升级改造主方向

3

严格工艺，过程管控，确保机组指标达设计值

4

综合升级改造成效

托电简介



托克托发电公司于**1995年11月**在呼和浩特市组建成立。是为配合内蒙古准格尔煤矿开发而建设的大型坑口电厂，也是国家“西部大开发”和“西电东送”的重要项目。

公司现有装机容量为 **$8 \times 600\text{MW} + 2 \times 300\text{MW}$** ，其中**1~4号**机组为湿冷凝汽式机组、**5~8号**机组为空冷凝汽式机组、**11~12号**机组为中水湿冷供热机组，正在建设的**9~10**机组为**660MW**空冷凝汽式机组计划年底投产，届时公司总装机容量达到**6720MW**，成为世界最大的火力发电厂。



一、亚临界燃煤机组综合升级改造概况

为了响应国家三部委下发的《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020年）》文件要求，公司决定将3、4号机组作为60万千瓦亚临界示范项目，进行综合升级改造。



为了圆满完成本次改造任务，于2014年11月27日同东方电气集团签订了《高效亚临界燃煤机组节能提效改造项目技术合作框架协议》，2015年2月16日改造方案通过了专家外审，6月8日集团公司批复了托电公司3、4号机组综合升级改造方案，10月20日改造工程正式实施，4号机组于2016年2月20日正式启动运行；3号机组于2016年5月24日正式启动运行。



大唐国际托克托发电
DATANG INTERNATIONAL TUOKETUO POWER

二、对比方案，科学论证，确定综合升级改造主方向

节能减排是我们一直以来追求的目标，而对现有机组开展综合升级改造，能有效提高机组效率及运行可靠性，同时降低大气污染物排放量，实现经济和环保的双赢。





二、对比方案，科学论证，确定综合升级改造主方向

开展全面的设备普查和能耗摸底工作，确认拟改造机组存在的主要缺陷，并组织技术骨干成立3个专业工作组协调解决。

汽轮机通流改造工作组

锅炉受热面改造工作组

超低排放改造工作组

与设计院、制造厂进行充分的协调与沟通，经过反复技术经济性比对，最终确定机组改造方案。

二、对比方案，科学论证，确定综合升级改造主方向

（一）改造前设备基本情况



◆ 汽轮机为东方汽轮机有限责任公司制造的N600-16.7/538/538型，亚临界，中间再热，冲动式，单轴，双背压，三缸四排汽凝汽式汽轮机；



◆ 锅炉为北京巴威锅炉厂制造的B&WB-2028/17.5-M型，亚临界参数汽包炉，采用自然循环、一次中间再热、前后墙对冲燃烧方式、单炉膛平衡通风、固态排渣、全钢悬吊结构、紧身封闭布置的Π型燃煤锅炉。



◆ 烟气脱硫系统采用石灰石石膏湿法脱硫，采取一炉一塔布置，单台脱硫吸收塔设置有一层湍流器和三层浆液喷淋层；除尘系统为五电场静电除尘器；脱硝系统采用（LNB+SCR）技术，催化剂按照2+1层布置。



二、对比方案，科学论证，确定综合升级改造主方向

(二) 3、4号机组综合升级改造改造主要内容：

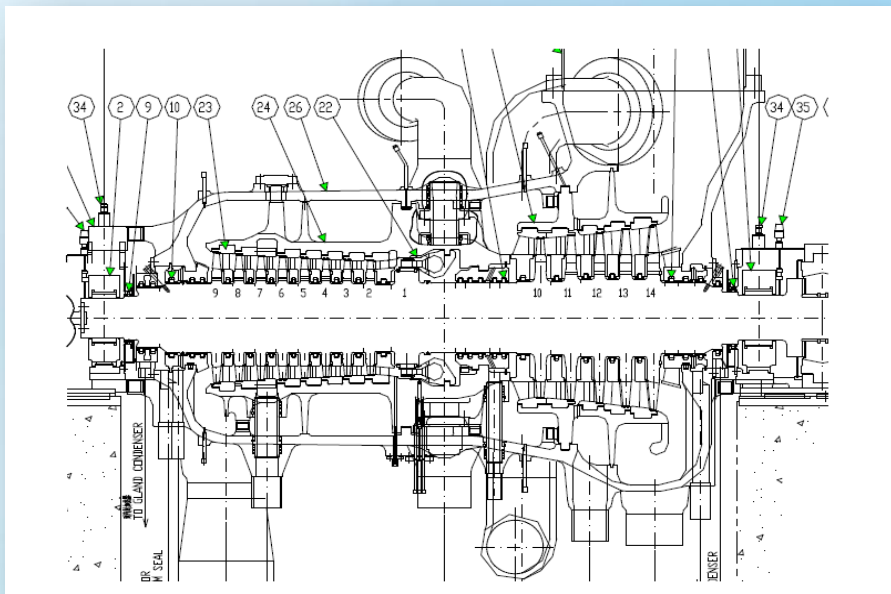


- ◆ 额定功率由**600MW**提高至**620MW**；
- ◆ 机前主、再热蒸汽压力不变，温度均由**538℃**提高至**566℃**；
- ◆ 更换了主蒸汽管道弯管、再热热段全部管道、两台低旁阀以及全部疏水系统；

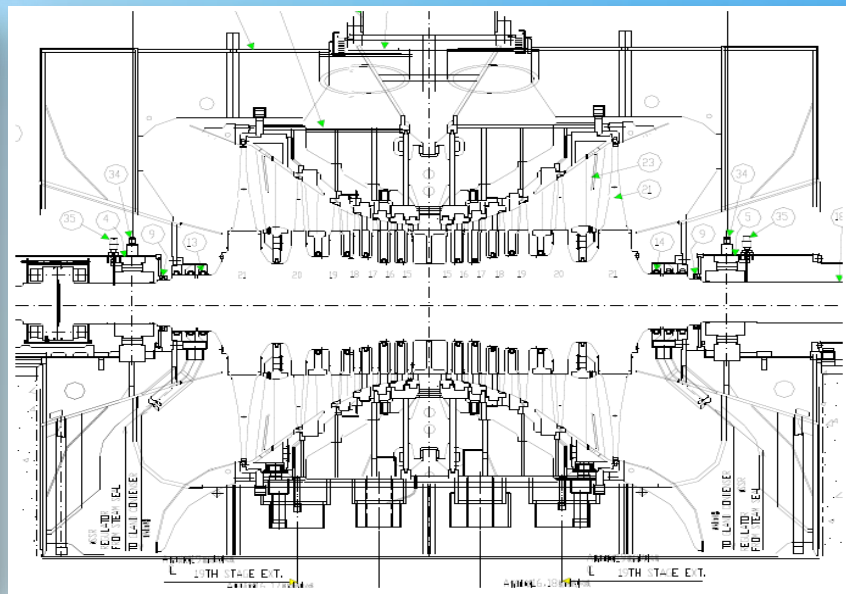
二、对比方案，科学论证，确定综合升级改造主方向

(二) 3、4号机组综合升级改造改造主要内容：

汽轮机通流改造：



高中压通流图



低压通流图

- ◆ 汽轮机高压级数比原机组增加3级，由1+8级增加为1+11级，中压级数比原机组增加1级，由5级增加为6级；低压部分保持原级数不变；



二、对比方案，科学论证，确定综合升级改造主方向

（二）3、4号机组综合升级改造改造主要内容：

锅炉受热面改造：

- ◆ 锅炉主、再热蒸汽温度分别提高至571℃、569℃，对受热面进行改造，更换屏过（含出口集箱）、高过（含出口集箱）、高再（含出口集箱）受热面，并将材质进行升级，但保持结构不变；





二、对比方案，科学论证，确定综合升级改造主方向

（二）3、4号机组综合升级改造主要内容：

超低排放改造：

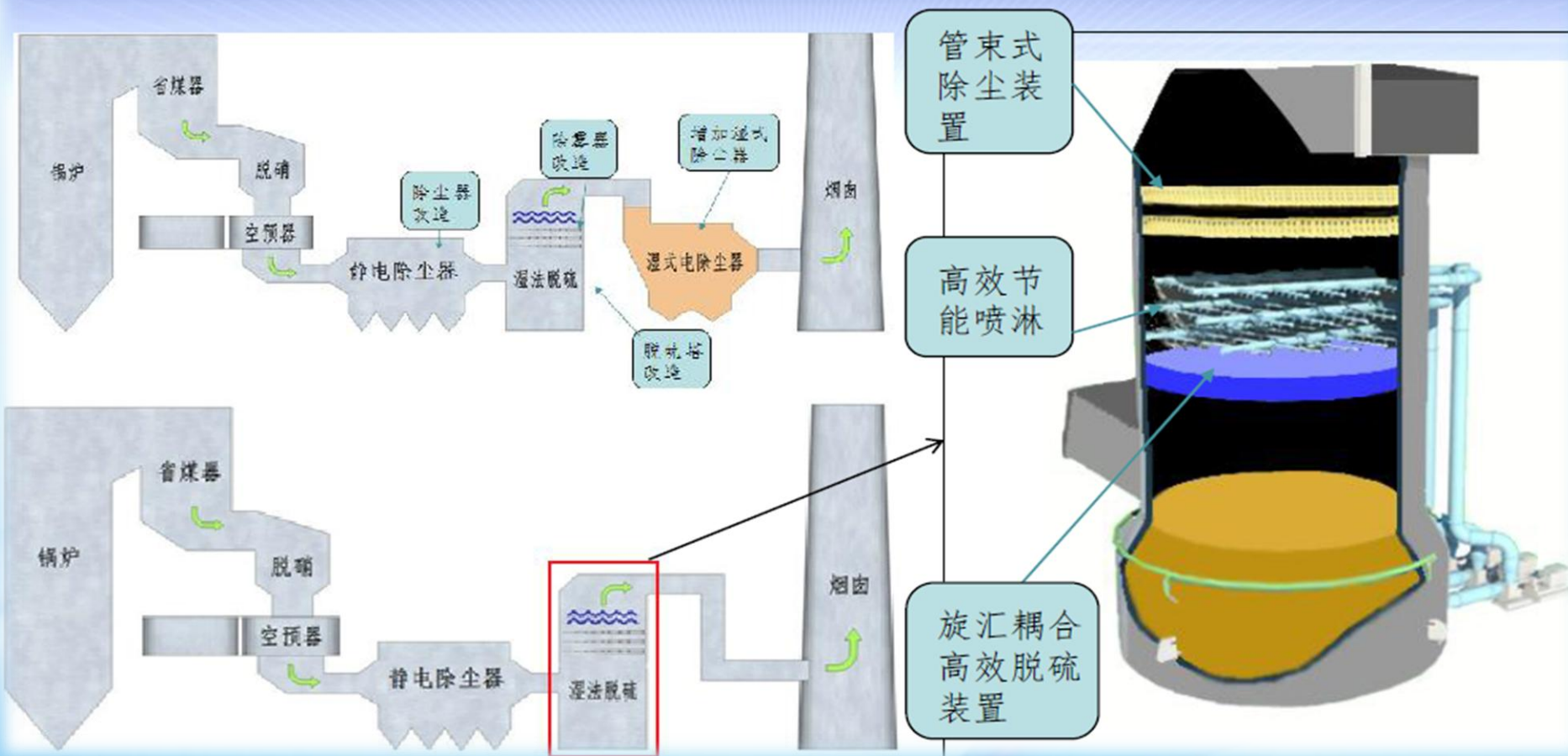
- ◆ 将原有脱硫系统螺旋喷嘴更换为高效离心喷嘴；新增一层喷淋层；将脱硫原有方形烟道改造为圆形烟道；将一台浆液循环泵改为变频式运行；将氧化风喷枪改为管网式布置；
- ◆ 将原有的平板管式+屋脊除雾器更换为最新技术的管式除尘除雾器；
- ◆ 将脱硝系统催化剂层数提升至三层。



二、对比方案，科学论证，确定综合升级改造主方向

(二) 3、4号机组综合升级改造改造主要内容：

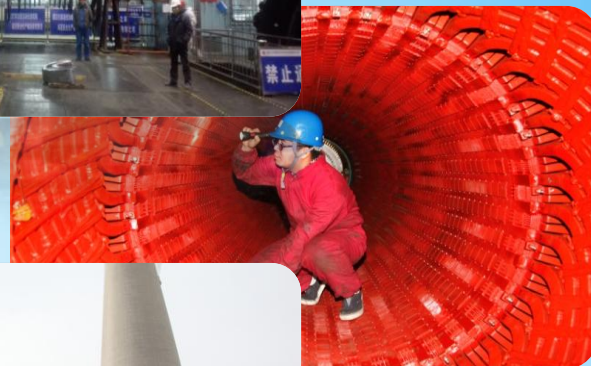
SPC-3D脱硫除尘超净技术





三、严格工艺，过程管控，确保机组指标达设计值

本次结合机组升级改造，同时进行的机组检修标准项目多达**390**项、非标准和技术改造项目**164**项，进出检验**152**项；超低排放综合升级改造现场共**3000**多个工作点，对托电公司的检修质量管控是一次全新的考验。





三、严格工艺，过程管控，确保机组指标达设计值



对影响机组关键能耗的工序节点严格把关，不达标决不让步放行。

检修过程中，点检、监理、质检、制造厂、施工单位五方严把检修工艺，在相控阵超声检测中发现了高中压部分隔板存在焊接缺陷，中压缸进汽隔热罩冷却蒸汽疏水管设计错误，中压第一级叶轮轮毂平衡块设计偏大，易引起动静摩擦等问题。



三、严格工艺，过程管控，确保机组指标达设计值

在调整汽轮机通流间隙时，我们采取按照设计下限调整的原则，在保证机组安全的前提下，最大限度的减小汽封间隙，减少级间漏流。

施工过程中，高中压缸共进行了4次全实缸汽封间隙调整工作，不放过一圈汽封齿，反复对照胶布接触情况进行分析，对汽封块背弧进行调整，对汽封齿进行修刮，最终达到设计下限要求，保障机组能耗水平达设计值。



三、严格工艺，过程管控，确保机组指标达设计值

针对锅炉受热面改造，严格焊工准入和射线检验。

本次改造锅炉共更换受热面管屏**181**组，大小集箱**69**个，进出重量**1800**吨，焊口**5000**多道。在坡口组对、材质鉴定、焊接热处理等过程环节，均设专人检查并签字确认，各级领导不定期现场抽查、评比，督促提高焊接工艺，受热面焊口一次合格率达**99.18%**。



三、严格工艺，过程管控，确保机组指标达设计值

改造过程中，集全公司之力，加强项目管理力度，落实各级人员责任，监理奖惩机制，按照上级公司项目管理要求，严格把好设备验收、施工准备、安装质量、节点验收、现场调试、验收评价等关键环节。整个改造过程中，水压试验、发电机风压试验、汽轮机冲转、带负荷各重要节点均一次成功。





三、综合升级改造成效

机组 综合 升级 改造 后

- 额定功率由**600MW**提高至**620MW**，THA工况机组试验热耗为**7751.47 kJ/kWh**，低于设计热耗**28.53kJ/kWh**，同时较通流改造前下降了**599.65kJ/kWh**；
- 高压缸效率为**88.3%**（设计保证值**88%**），中压缸效率为**92.52%**（设计保证值**92.5%**），低压缸效率为**89.7%**（设计保证值**89.6%**），三缸效率全部优于设计值；
- 各监视段温度与修前对比下降明显，一段抽汽温度下降**6.4℃**，高排温度下降**14℃**，三段抽汽温度下降**22℃**，四段抽汽温度下降**11.8℃**，五段抽汽温度下降**20.9℃**，六段抽汽温度下降**22.6℃**；
- 锅炉过热减温水下降约**100 t/h**，再热减温水量降至**0 t/h**，锅炉热效率达到**93.32%**（设计保证值**93.09%**），高于设计值**0.23**个百分点；
- 三项主要污染物排放浓度：烟尘**3.5 mg/Nm³**、氮氧化物**35 mg/Nm³**、二氧化硫**25 mg/Nm³**，均达到了超低排放标准要求。

通过精心组织与实施，托电公司**3、4号机组综合升级和超低排放改造示范**项目取得了圆满成功。我们要继续总结经验，加强机组运行管理，发挥优势，开拓创新，为节能减排事业作出更大贡献。





大唐国际托克托发电
DATANG INTERNATIONAL TUOKETUO POWER

不妥之处，敬请批评指正！
谢 谢！