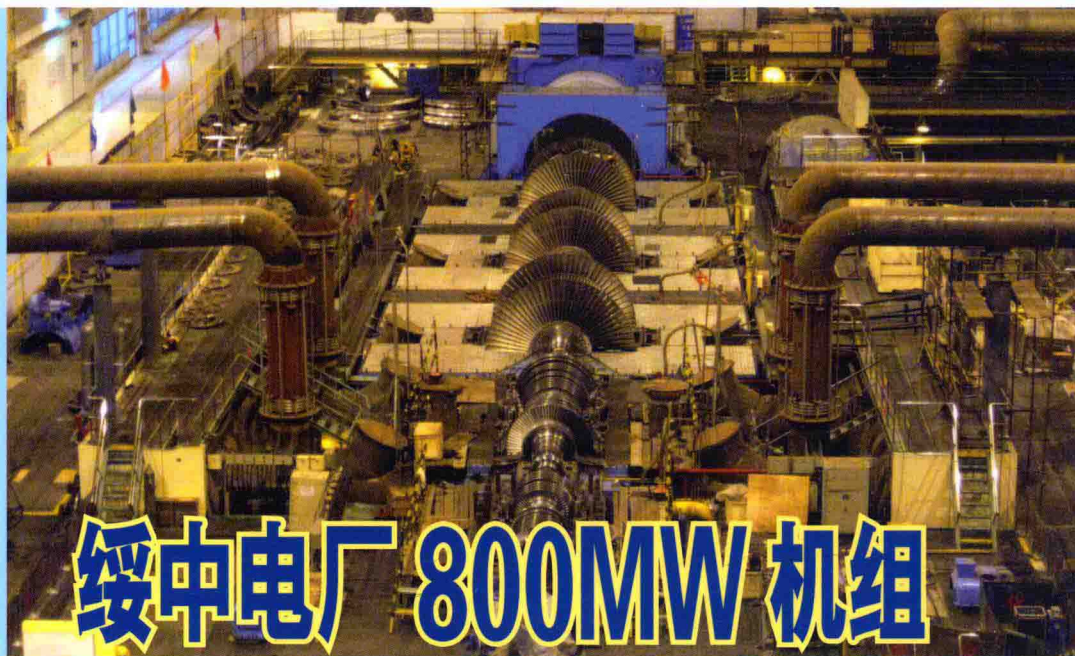




绥中电厂 800MW 机组 节能环保升级改造创新实践

北京国华电力有限责任公司
绥中发电有限责任公司 编
神华国华（北京）电力研究院有限公司



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

绥中电厂 800MW 机组 节能环保升级改造创新实践

北京国华电力有限责任公司

绥中发电有限责任公司 编

神华国华（北京）电力研究院有限公司



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书分概述、技术篇、管理篇、成果篇、启示篇共计5篇。

主要介绍了节能环保升级改造的背景、机组的概况、运行的经济情况和安全情况，以及机组改造的必要性和可行性；项目施工管理和新技术应用；改造具体项目和成功改造之后，解决了哪些问题，有哪些创新；改造的特点、改造总体效果和大型火电机组节能环保升级改造成功经验，以及体会与思考。

本书可供节能环保升级改造机组相关技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

绥中电厂 800MW 机组节能环保升级改造创新实践/北京国华电力有限责任公司，绥中发电有限责任公司，神华国华（北京）电力研究院有限公司编. —北京：中国电力出版社，2015.9

ISBN 978-7-5123-8366-1

I. ①绥… II. ①北… ②绥… ③神… III. ①火力发电—发电机组—电力系统运行—节能设计—绥中县 IV. ①TM621.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 232222 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 9 月第一版 2015 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.75 印张 287 千字

印数 0001—2000 册 定价 108.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编 委 会

主 任 王品刚

副主任 王树民 夏 利 宋 畅 陈寅彪

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 卫	王树民	王品刚	王颖聪
石朝夕	平 恒	闫子政	许山成
许定峰	许建华	孙 平	李广瑞
李立峰	李瑞欣	杨晓东	吴清亮
宋 畅	汪积汇	张旭日	张晓波
陈 宏	陈杭君	陈寅彪	金 强
赵世斌	耿 育	夏 利	黄 斌
黄宗华	黄思林	韩贵生	谢 林
谢小兵			

编 写 人 员

主 编 王树民

副主编 宋 畅 陈寅彪（常务）李瑞欣

杨晓东 孙 平

编 写 （按姓氏笔画排序）

万太浩 王 刚 王九崇 王顶辉

王树民 王海波 孔令宇 石朝夕

付 林 白兆宇 刘 钢 刘志杰

刘启民 刘铁臣 闫卫东 孙 平

李九歌 李立峰 李彦江 李瑞欣

杨晓东 时培章 肖 野 宋 畅

张守恒 张晓波 陈 璟 陈寅彪

国成江 孟林辉 赵东亮 弭忠平

贺桂林 夏玉恒 夏晓红 柴守立

徐 猛 阎洪勇 教富森 韩 举

潘 腾 魏延良

科技创新引领东北老工业基地振兴

——《绥中电厂 800MW 机组节能环保升级改造创新实践》序言

十八大提出“科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑”，并强调要“全面振兴东北地区等老工业基地”，建设“生态文明”的“美丽中国”。2015年7月17日，习近平总书记在长春召开部分省区党委主要负责同志座谈会上指出：“振兴东北老工业基地已到了滚石上山、爬坡过坎的关键阶段”“抓创新就是抓发展，谋创新就是谋未来。”可见，实施创新驱动发展战略、振兴东北老工业基地战略，是党中央立足发展中国特色社会主义全局作出的重大战略部署。神华集团作为国有特大型能源企业，要将思想和行动统一到党中央、国务院的决策部署上来，统一到习总书记的重要讲话精神上来，统一到神华集团“1245”清洁能源发展战略上来，围绕“建设世界一流的清洁能源供应商”这个目标，去转变发展理念、转变发展方式。

国华电力是神华集团推进“1245”清洁能源发展战略的“主体企业”，多年来走出了一条“环保领跑、效益领先、创新领航”的科学发展之路，尤其是创新实施了燃煤机组“近零排放工程”和“高品质绿色发电计划”，擦亮了神华煤电清洁高效的绿色名片。国华绥中电厂地处辽宁省葫芦岛市绥中县，是东北电网单机容量、总装机容量最大的火力发电厂。此次国华绥中电厂两台俄制 800MW 机组节能环保升级改造中，通过与黑龙江、吉林、辽宁三省的电力设计、设备制造、工程施工、调试和试验等单位的携手合作，实现了多项重大技术的创新突破，尤其是在国华研究院、国华绥中电厂

和设备制造厂的协同攻关创新下，自主研发了世界上最大的汽轮机调节级，一举攻克了目前世界最长轴系（59.5m）、国内单机容量最大的汽轮机通流改造技术难题，汽轮机转子也由原来的俄罗斯生产改造为哈尔滨汽轮机厂的“中国制造”；通过将和利时公司自主开发的国产 HOLLIAS-MACSV6.5.2 控制系统，首次在百万千瓦级燃煤机组上的成功应用，为俄制机组换上了“中国芯”。这是落实国家创新驱动发展战略，充分发挥创新对振兴东北老工业基地的“乘数效应”，实现国民经济提质增效升级的创新引领之举，对我国百万千瓦级燃煤机组节能环保升级改造具有重要的示范意义。

进入社会主义生态文明新时代，面对全球新一轮科技革命与产业变革的重大机遇和挑战，国华电力要时时抓创新、处处谋创新，始终做到创新驱动、创新引领，为振兴东北老工业基地，为建设“生态文明”的“美丽中国”添砖加瓦、贡献力量！

神华集团总经理

A stylized, bold black ink signature, likely belonging to the General Manager of Shenhua Group.

2015年9月20日

主动革命 升级改造

——《绥中电厂 800MW 机组节能环保升级改造创新实践》前言

2014年6月13日，习近平总书记在中央财经领导小组第六次会议上，从国家能源安全战略的高度，就推动能源生产和消费革命作出“四个革命、一个合作”的指示。作为有追求、负责任的国有企业，国华电力认真落实习总书记的重要讲话精神，落实神华集团“1245”清洁能源发展战略，遵循“从无到有是发展、从旧到新是革命”的理念，创新实施了旨在推进现役燃煤机组节能环保升级改造的“高品质绿色发电计划”，经过两年多主动革命的创新实践，已有十台现役燃煤机组实现近零排放，开启了我国燃煤机组节能环保升级改造的新纪元。

作为国家能源局“十二五”燃煤机组首批升级改造项目、国内百万千瓦级燃煤机组首个升级改造项目、国华电力“高品质绿色发电计划”首个启动实施项目，国华绥中发电有限责任公司（简称绥中电厂）两台俄制800MW机组节能环保升级改造具有重要的示范意义。在整个改造过程中，坚持解放思想、主动革命，举国华之力、集行业智慧，自主开发了世界最大的汽轮机调节级，攻克了世界最长轴系汽轮机通流提效改造的技术难题，百万千瓦级锅炉低氮旋流燃烧器改造达到了世界先进水平。机组改造后，增容10%达到880MW，供电煤耗下降近40g/kWh，烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度均优于天然气发电排放标准限值，预计每年可节约标煤32.8万t，减排烟尘6490t、二氧化硫8416t、氮氧化物40800t。

创新需要解放思想、与时俱进的超前谋划，更需要主动革命、

自我革命的坚定信念。绥中电厂机组节能环保升级改造过程中，面临的项目之多、涉及的专业之广、实施的难度之大，都是前所未有的，而贯穿升级改造始终的却是主动革命的顶层设计、克难攻坚的辛勤付出、节能减排的责任担当。在神华集团、国华电力、国华研究院、绥中电厂和各参建单位 5000 余名参建人员的共同努力下，最终开创了现役百万千瓦级燃煤机组节能环保升级改造之先河，为辽宁省实施“蓝天工程”，为振兴东北老工业基地，为落实国家《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014—2020 年）》（发改能源〔2014〕2093 号）作出了具有重要意义的革命实践。

功崇惟志、业广惟勤。国华电力将坚持以“生态文明”为旗帜，“美丽电站”为纲领，“清洁高效”为路径，持续进行“高品质绿色发电计划”的创新优化升级，做解放思想、主动革命、技术进步的先行军，做践行神华集团“1245”清洁能源发展战略的领跑者。

神华国华电力公司董事长

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Wang Meng, Chairman of Shenhua Guohua Electric Power Company.

2015 年 9 月 20 日

目 录

科技创新引领东北老工业基地振兴 ——《绥中电厂 800MW 机组节能环保升级改造创新实践》序言	凌 文
主动革命 升级改造 ——《绥中电厂 800MW 机组节能环保升级改造创新实践》前言	王树民

第一篇 概 述

第一章 国内燃煤机组节能环保升级改造概述	3
第一节 800MW 机组节能环保升级改造顶层设计	4
第二节 俄制超临界机组概况	5
第三节 800MW 机组基本情况	6
第四节 800MW 机组可靠性	9
第五节 800MW 机组经济性	10
第六节 800MW 机组环保性	11
第七节 800MW 机组控制系统	11
第二章 机组改造必要性	13
第一节 国家对火电机组节能减排的政策要求	13
第二节 国华电力公司绿色发电计划	15
第三节 国内燃煤机组节能减排状况	16
第四节 国内燃煤机组改造状况	17
第三章 机组改造可行性	18
第一节 机组改造可行性评审论证	18
第二节 机组改造可行性研究目标	20

第二篇 技 术 篇

第四章 总体改造的技术路线与目标	25
第一节 技术路线	25
第二节 总体目标	26
第五章 汽轮机设备及系统改造	28
第一节 汽轮机通流部分改造	28
第二节 汽轮机供热改造	38
第三节 汽轮机配套汽动给水泵组改造	40
第四节 真空系统改造	45
第五节 厂用蒸汽系统改造	48
第六章 锅炉设备及系统	49
第一节 燃烧系统改造	49
第二节 空气预热器改造	55
第三节 引风机改造	57
第四节 锅炉密封系统改造	58
第五节 炉墙保温改造	61
第六节 制粉系统改造	64
第七节 除灰除渣系统改造	71
第七章 电控设备及系统改造	75
第一节 发电机定子技术改造	75
第二节 发电机增容配套改造	77
第三节 主变压器改造	79
第四节 DCS 改造	81
第五节 辅控网改造	88
第八章 环保设施改造	89
第一节 电除尘改造	89
第二节 增设脱硝设施	96
第三节 脱硫提效改造	98

第三篇 管 理 篇

第九章 设计管理	103
第一节 设计管理概述	103
第二节 改造设计方案	107
第三节 改造设计方案策划	108
第四节 改造设计方案总体思路和目标	109
第五节 改造设计方案及评估	111
第十章 施工管理	113
第一节 施工组织管理	113
第二节 国华电力公司技术支持管理	116
第十一章 安全管理	118
第一节 施工安全组织机构	118
第二节 施工安全管理制度	118
第三节 施工安全管理考核	124
第十二章 质量管理	130
第一节 设备监造阶段质量管理	130
第二节 设备安装阶段质量管理	135
第十三章 采购管理	140
第一节 采购总方针	140
第二节 采购责任制	141
第三节 采购过程管理	141
第四节 采购效果评估	142
第十四章 工程监理	143
第一节 监理组织管理	143
第二节 监理基本工作	145
第三节 工程质量控制	146
第四节 工程投资控制	150
第五节 工程进度控制	151
第六节 施工环境和施工安全控制	152

第十五章 生产准备 155

第一节 生产准备工作计划 155

第二节 生产准备工作方案 156

第三节 生产准备工作资料 158

第四节 生产准备工作完善 160

第十六章 工程调试 162

第一节 调试内容 162

第二节 问题及解决方法 164

第四篇 成 果 篇

第十七章 改造实施的主要项目 169

第一节 汽轮机通流部分改造 169

第二节 供热改造 171

第三节 汽动给水泵组改造 171

第四节 真空系统改造 172

第五节 厂用蒸汽系统改造 173

第六节 烟气脱硝改造 173

第七节 锅炉密封风系统改造 179

第八节 炉墙保温改造 179

第九节 脱硫提效改造 179

第十节 电除尘器系统改造 180

第十一节 除灰除渣系统改造 181

第十二节 发电机定子技术改造 182

第十三节 发电机增容电气部分配套改造 182

第十四节 主变压器改造 183

第十五节 DCS 系统改造 184

第十六节 辅助车间集中监控网改造 186

第十八章 节能环保升级改造效果 188

第一节 机组安全性提升效果 188

第二节 机组经济性能提升效果 194

第三节	机组环保性能提升效果	196
第四节	机组控制系统改造效果	198
第五节	机组系统优化及厂容亮化效果	200
第六节	效益评估	206
第十九章	技术创新成果	208
第一节	最长轴系（59.5m）汽轮机通流改造	208
第二节	自主研发世界最大汽轮机调节级	208
第三节	国内单机容量最大的汽轮机中、低压缸连通管抽汽供热改造	210
第四节	国内汽轮机通流部分改造首次应用中压转子切向涡流 冷却技术	211
第五节	低压外缸和轴承支撑新结构	211
第六节	自主研发“燃尽风+还原风”综合配风技术	212
第七节	屋顶贝雷架上行驶履带式起重机的施工工艺	213
第八节	大小沉箱嵌套基础施工工艺	215
第九节	大型机组双层双室六电场电除尘高效改造技术	215
第十节	超临界机组改造首次应用国产 DCS 系统	216
第十一节	国内首次改造俄制 TBB 系列发电机	216

第五篇 启 示 篇

第二十章	大型火电机组节能环保升级改造目标回顾	219
第二十一章	大型火电机组节能环保升级改造可借鉴价值	221
第一节	节能环保升级改造的特点及难点	221
第二节	节能环保升级改造的意义及影响	222
第二十二章	大型火电机组节能环保升级改造成功经验	224
第二十三章	大型火电机组节能环保升级改造体会与思考	230
附录 A	节能环保升级改造大事记	236
附录 B	图片集	238
附录 C	相关文件及附件	246

第一篇

概 述



第一章 国内燃煤机组节能环保升级改造概述

截至 2014 年年底,我国发电设备总装机容量达 1 360 190MW,其中燃煤火力发电机组达 915 690MW,占总装机容量的 67.3%;燃煤火力发电机组的发电量为 43 092 亿 kWh,占总发电量的 78%。据国家发改委预测,到 2030 年,我国燃煤火电机组的发电量,不会低于总发电量的 50%。2014 年我国燃烧了世界上燃煤产量的 51%,而我国煤炭产量的 50%用于燃煤火力发电。煤炭在我国一次能源消费中占 70%以上,过多的煤炭燃烧是造成环境污染、形成雾霾的重要因素。绥中电厂外貌如图 1-1 所示。



图 1-1 绥中电厂外貌

优化我国的能源结构,一方面要尽可能地降低煤炭消费的比重,提高水电、风电和核电等清洁能源的比例,淘汰耗能高的小火电;另一方面要优化煤炭消费结构,提高煤炭清洁高效利用水平,提高煤炭转化效率,特别是提高燃煤发电机组的效率。实践证明,供电煤耗降低 1%,污染排放降低 1.5%,因此,降低供电煤耗,实现“超低能耗”“近零排放”“煤炭清洁燃烧”是燃煤火力发电企业追求的永恒目标。

根据国家能源局、财政部《关于开展燃煤电厂综合升级改造工作的通知》(国能电力〔2012〕25 号文),国家鼓励实施在役煤电机组综合升级改造,鼓励对供电煤耗高出同类机组平均水平 5g/kWh 以上的煤电机组实施综合升级改造。重点支持单机容量大于 100MW、小于 1000MW 机组申报国家燃