

第九届大机组供热改造与优化运行技术2017年会



初立森

供热机组灵活性改造面临的问题及今后发展趋势

吉林省电力科学研究院有限公司汽机所协理员，正高级工程师。长期从事汽轮机主辅设备性能试验及系统分析工作；熟悉火力发电厂节能分析及故障治理，具有很强的分析问题和解决问题能力；熟悉供热机组特性和机组供热改造技术，熟悉供热热网调整和机组运行控制；近些年涉猎风电等清洁能源相关技术方面研究，取得发明专利授权2项，实用新型专利授权4项，获省部级科研成果奖3项。



EPTCHINA.CN
中国电力科技网



SXEC 苏夏

2017年12月12-13日 中国·徐州

供热机组灵活性改造面临的问题及今后发展趋势

初立森

2017年12月徐州



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

一.灵活性改造的意义

- 为什么要进行灵活性改造？
- 灵活性改造出现了哪些未解问题？
- 灵活性改造的利益驱动源是什么？
- 在一个区域内灵活性改造的容量是有限度的。

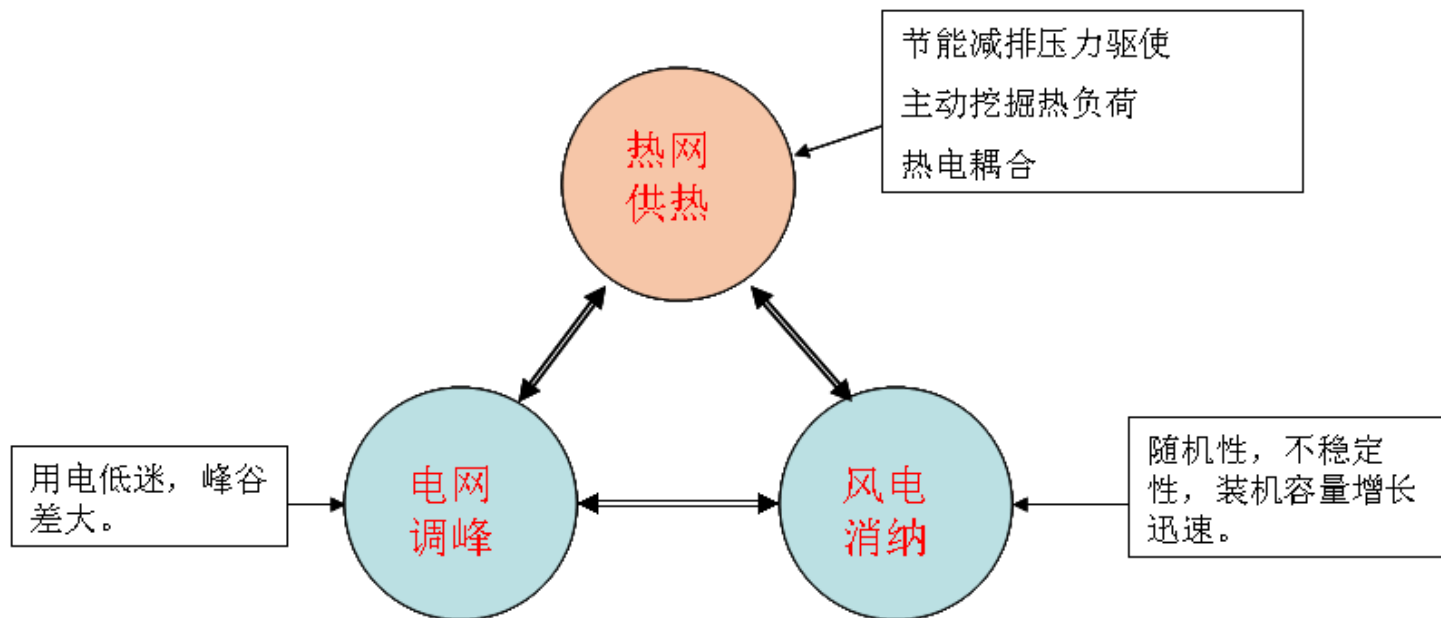


国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

灵活性改造核心目标是热电解耦

- 热电解耦可以在调峰时段实现大机组深度调峰，破解“三角”矛盾，最大程度消纳新能源。



供热、调峰、消纳风电，三者相互影响，耦合紧密



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

供热和电网调峰的矛盾

- 供热机组受热负荷约束调峰能力受限，调幅随着热负荷增大而缩小。
- 在冬季电网低谷时段，风电和供热变化趋势相似，导致矛盾加剧，出现弃风。
- 装机容量过剩，峰谷差大。
- 电源构成不合理。
- 电网构架仍有瓶颈。



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

二.灵活性改造的型式

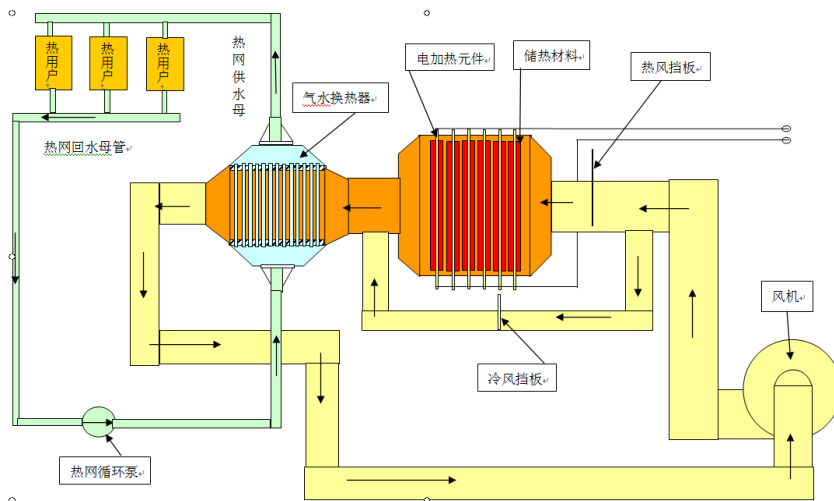
- 蓄热式电锅炉和即热式电锅炉
- 大型蓄热水罐
- 旁路供热
- 低压缸少蒸汽运行
- 热泵技术的应用
- 背压式（低真空）运行方式
- 低负荷稳燃技术

蓄热式电锅炉和 即热式电锅炉

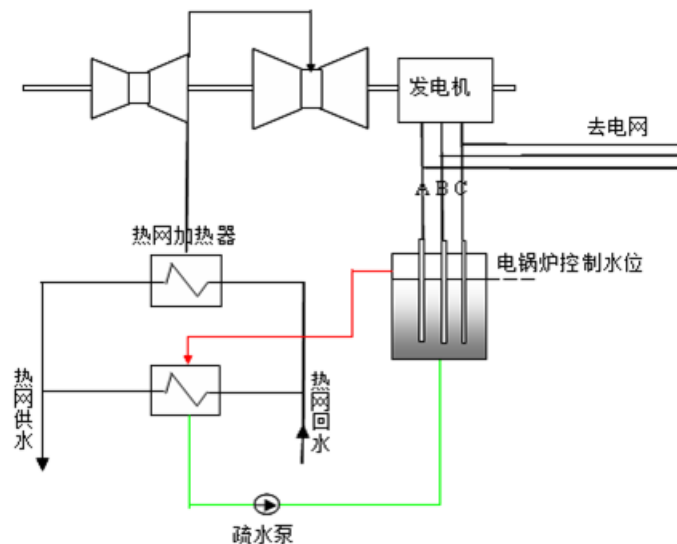


国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED



蓄热式电锅炉系统



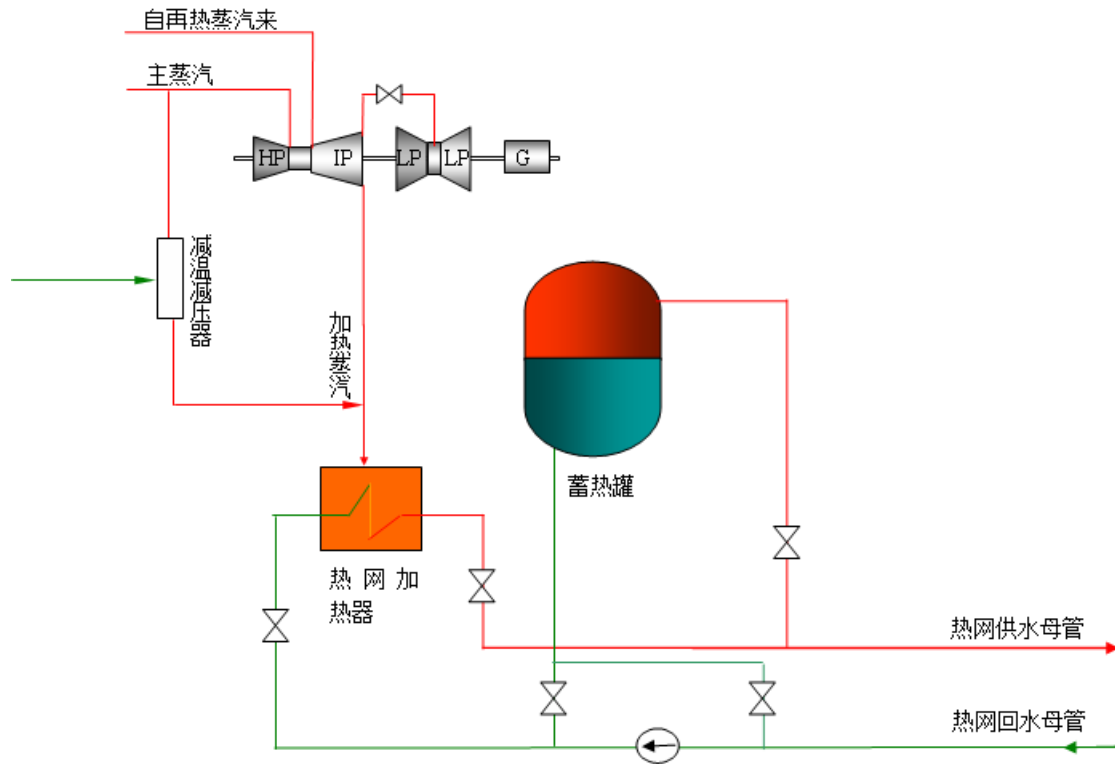
即热式电锅炉系统



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

大型蓄热水罐

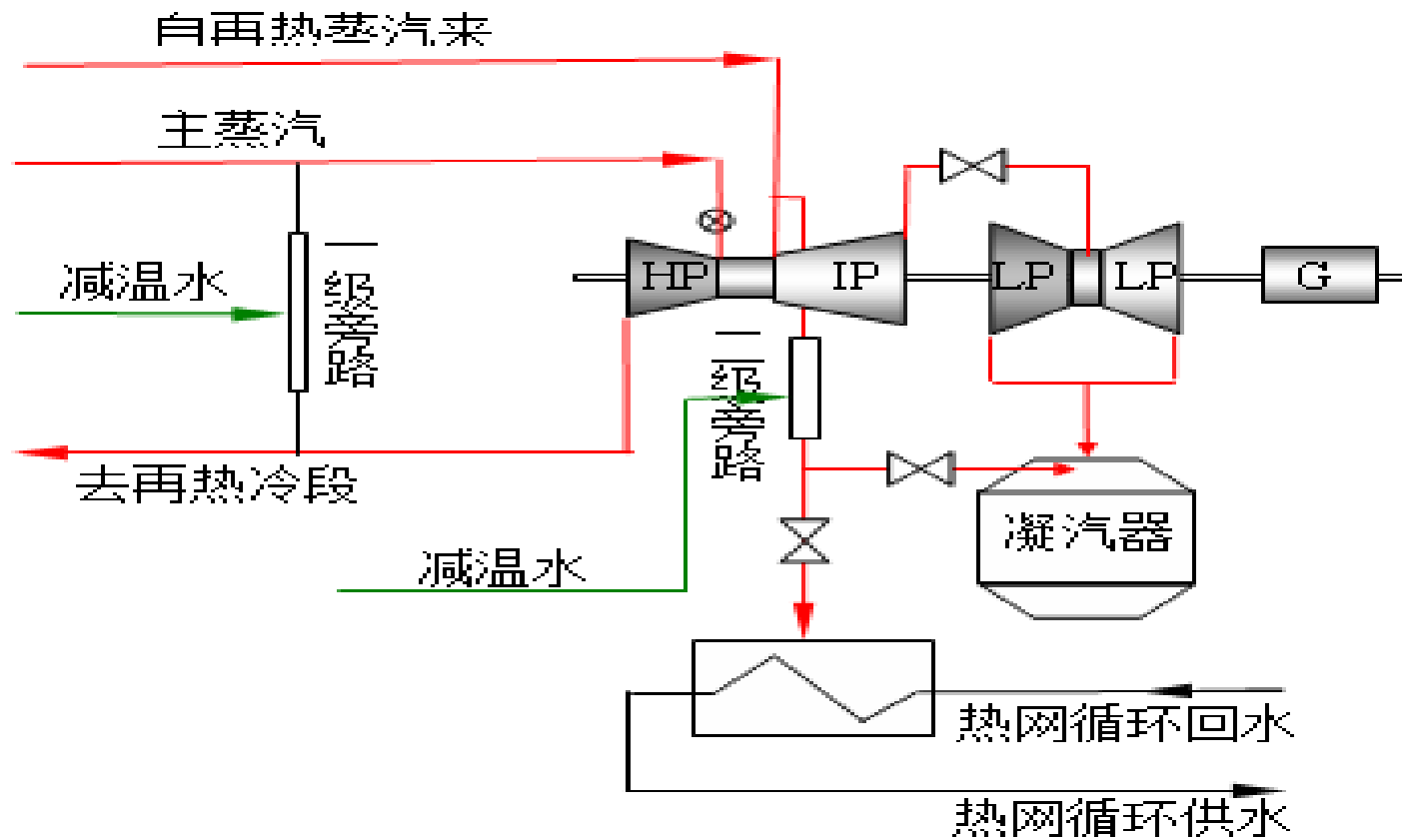




国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

旁路供热

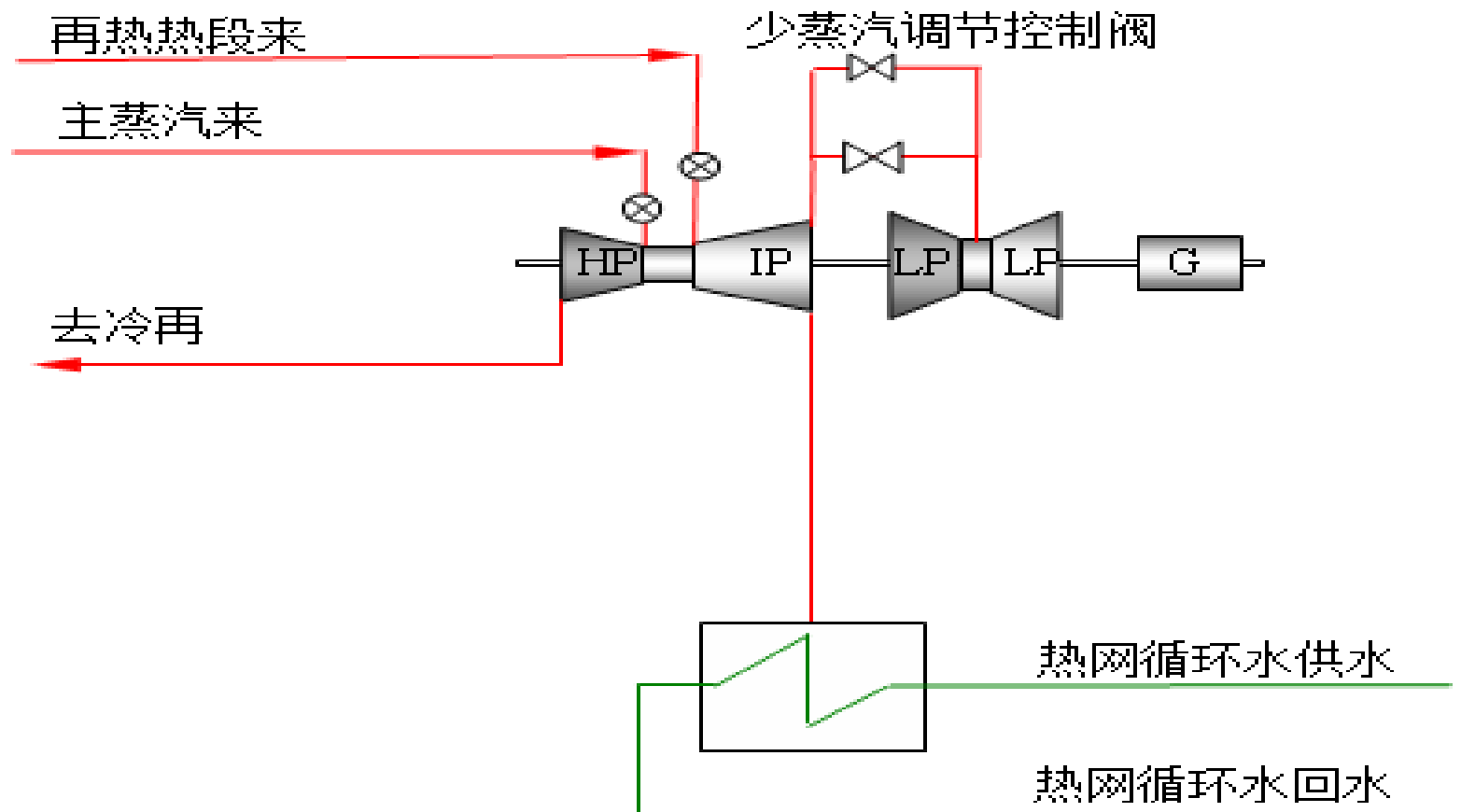




国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

低压缸少蒸汽运行



吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

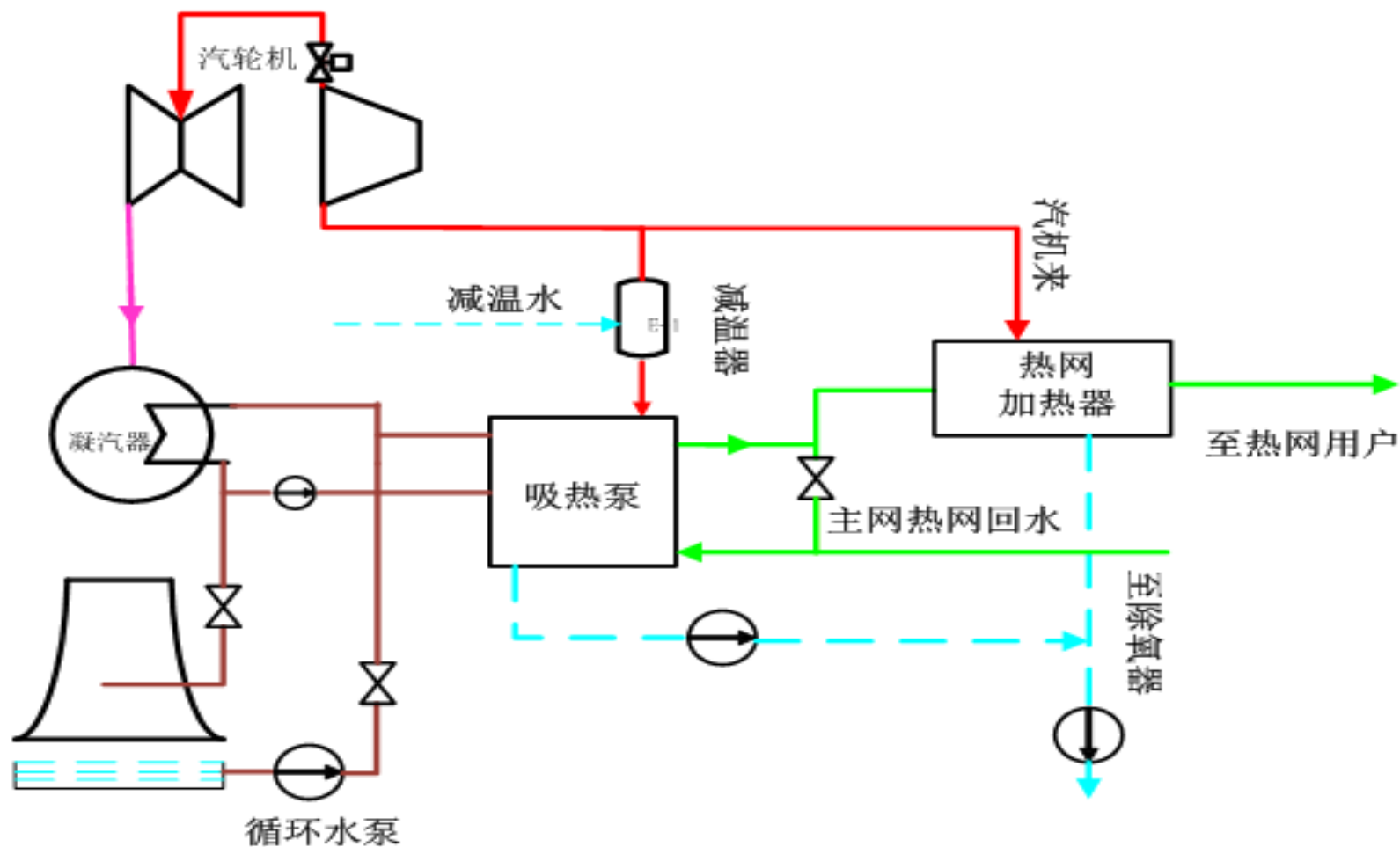




国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

热泵技术的应用



低负荷稳燃技术



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

- 主要用于非供热机组调峰运行
- 燃烧器的改造
- 小油枪稳燃技术
- 等离子稳燃技术
- 燃料混烧（掺烧褐煤）技术



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

三.灵活性改造的诸多关键问题

- 电锅炉（蓄热式电锅炉负荷尚未实现无级调节电负荷；即热锅炉无蓄热功能；投资较大；灵活性较好）
- 蓄热罐（场地、抽汽热负荷富裕度、投资较大，匹配合理有很好的灵活性）
- 旁路供热（多数机组原配旁路容量有限，重新配置增大投资，运行控制有一定安全风险，灵活性较好）
- 少蒸汽切低压缸（方式比较简单，但对末级叶片安全影响尚无可靠实践定论，灵活性仍受限于热负荷）
- 低真空供热（需要更换转子，改造凝汽器，目前应用较多，但灵活性受限于热网）
- 热泵技术（技术趋于成熟，系统改造对机组影响最小，但灵活性也受限于热负荷，目前投资大）
- 低负荷稳燃（用于非供热期深度调峰）
- 与电网协调调度问题

灵活性容量与电网调峰需求匹配，过度匹配仍属浪费投资，使用时间不足预期将使回收期拉长。

- 热网与热源协调参与调峰问题

热网按照热电联产若干规定推荐的热化系数，在热电联产热网中配置尖峰热源，尖峰热源按照现代技术可以是多样化的种类混搭，例如传统热水锅炉，压缩式热泵，吸收式热泵，微型联供机组等，参与电网调峰更具有热电解耦的灵活性，热、电供应的安全稳定性，能源转换的高效运行经济性。



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

四.灵活性改造的外部制约条件

- 技术条件约束

确保机组及系统安全运行的技术约束

确保灵活性匹配合理的技术约束

- 经济条件制约

区域电网灵活性改造容量是有上限的，越接近上限，辅助调峰补助费用的来源越少，依靠这项费用回收投资的改造项目将面临回收困难。

五.供热机组适应调峰运行的安全性保障



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

- 机组安全保障
- 末级叶片的安全
- 中压末级的安全
- 汽水系统水质的安全
- 非供热期抽汽管道积水的危害
- 热网安全保障
- 低负荷调峰供热安全保障
- 蓄热设备及备用热源的必要性
- 热网规模与机组供热能力的匹配合理性



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

灵活性改造的注意事项

- 改造应与电网公司密切协作，适应电网需要；
- 改造应与热力供应相协调，以满足供热质量为前提；
- 改造工程应充分考虑单机故障情况下对供热安全可靠影响及相关应急措施；
- 设置备用热源的必要性；



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

储能技术和热电解耦前景

- **储能技术：蓄电、蓄热、压缩空气、蓄水**

解决了能源生产与应用之间的同时性。

可以实现太阳能，风能大规模消纳。

更好地实现能源的梯级合理应用。

- **热电解耦：**

这是由于火电今后在电网中的作用决定的，是消纳清洁能源的技术保障措施。

清洁、高效、灵活必将是今后发电供热的追求。



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

供热机组的发展趋势

- 根据丹麦的经验，热电联产小型化；
- 大型抽凝式机组热负荷被替代，恢复调峰功能；
- 分散式微小多联供电源和能源互联网的兴起，跨区域能源、信息互联互通，形成坚强智能能源供需网，最大限度消纳清洁能源。



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究所有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

供热机组的发展趋势

关键技术支撑：

- 高效便捷储能技术
- 煤炭等化石燃料的清洁化（气化，油化）
- 自能源配套设施的研发
- 优化控制系统的完善
- 传统发供电模式的系统转化



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

供热机组的发展趋势

自能源：

- 小型燃气联合循环机组
- 太阳能供热与发电机组
- 风能发电及供热机组
- （微小核锥供热）

基础能源：

- 核电
- 火电（这时主要是燃机联合循环）

基础设施：

- 能源互联走廊
- 信息网互联
- 控制及交易互通



国家电网
STATE GRID

吉林省电力科学研究院有限公司
JILIN ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED

最终目标

绿色、便捷、安全稳定、经济高效的能源生产和能源消费！

不当之处欢迎指正

谢谢各位！

初立森

2017.12