光轴（背压机）改造技术

锦州

2018.3

大唐东北电力试验研究院
Datang Northeast Electric Power Test & Research Institute

目 录

1、概述

2、改造示例

3、改造原则

4、系统改造说明

5、涉及的改造部套

6、改造方案说明

7、更换部件清单

8、光轴改造经济性

1 概述

因供热的需要，现多家电厂均对机组进行了汽轮机光轴改造，即低压缸不进汽，主蒸汽由高压主汽门、高压调节汽门进入高中压缸做功。中压排汽（低加回热抽汽切除）全部进入热网加热器供热。低压转子拆除，更换成一根光轴，连接高中压转子与发电机，起到传递扭矩的作用。

机组在运行过程中，光轴转子会与低压缸内的蒸汽（或空气）产生摩擦鼓风热，需要对光轴转子进行冷却，这个冷却方案要结合凝汽器的运行方式进行考虑，有两种情况：一是凝汽器部分负荷运行，蒸汽内循环或通入冷却蒸汽方式；二是凝汽器停用，采用鼓风机冷却。

（1）凝汽器部分负荷运行，采用蒸汽内循环或通入冷却蒸汽进行冷却，建议增加小循环水泵，或变频改造，以降低运行成本。

优点是系统改动量小、厂用电少；缺点是要增加循环泵改造、减温减压器等，同时运行中循环水系统、轴封系统均要运行，维护工作量较大。

（2）凝汽器停用，采用鼓风机冷却（适用于电动给水泵系统）

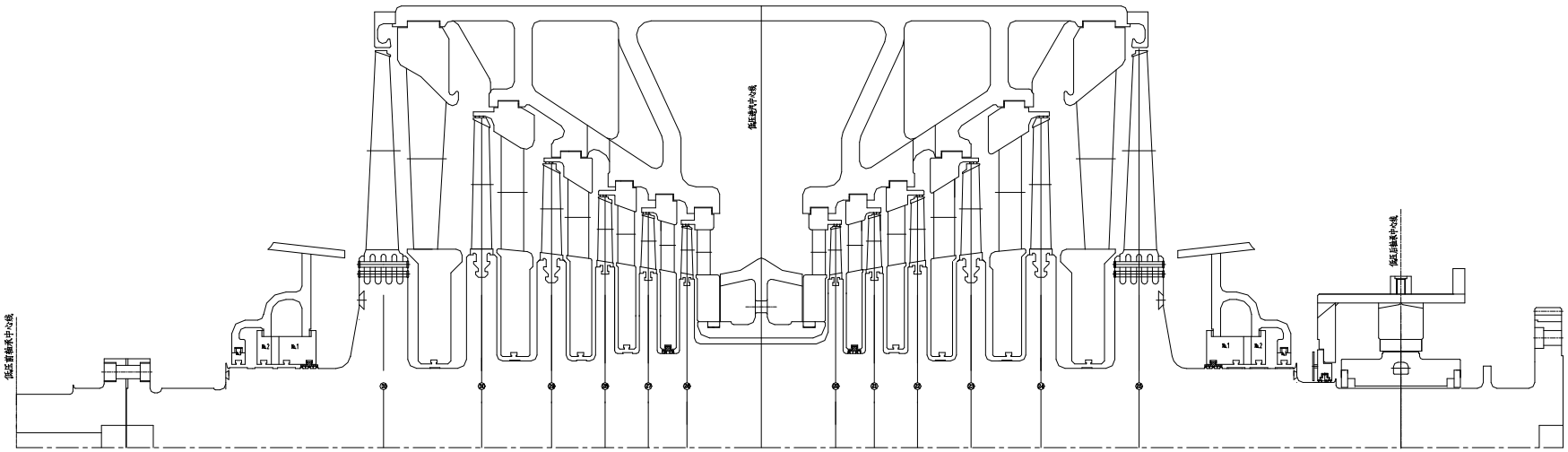
优点是系统简单、维护工作量较小、系统节能；缺点是需要增加少量厂用电。

2 改造示例

示例一

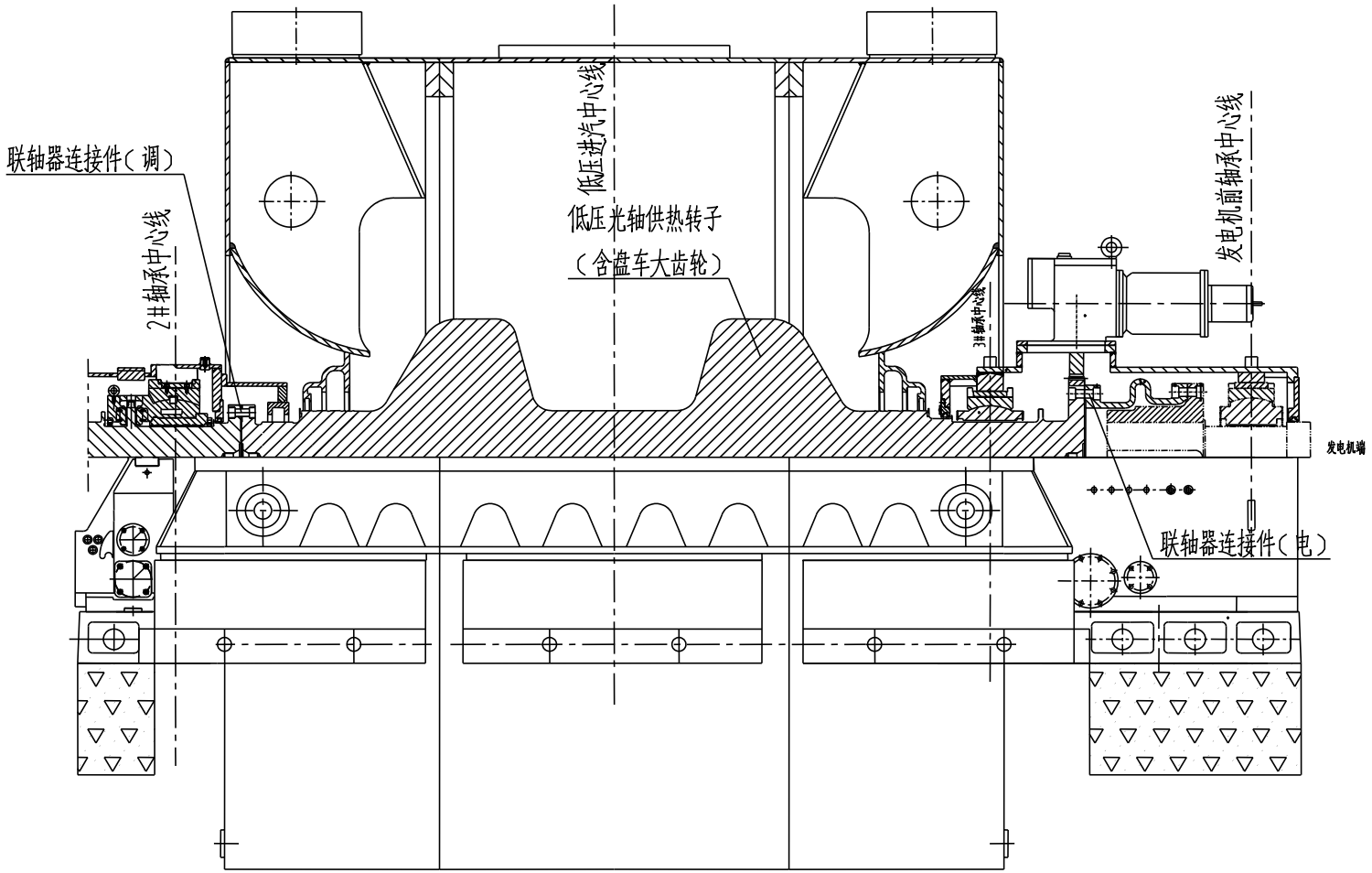
北屯项目（超高压135MW机组，已成功投入运行）

原低压通流：低压缸双分流双层缸结构，2×6级压力级



改造后低压通流

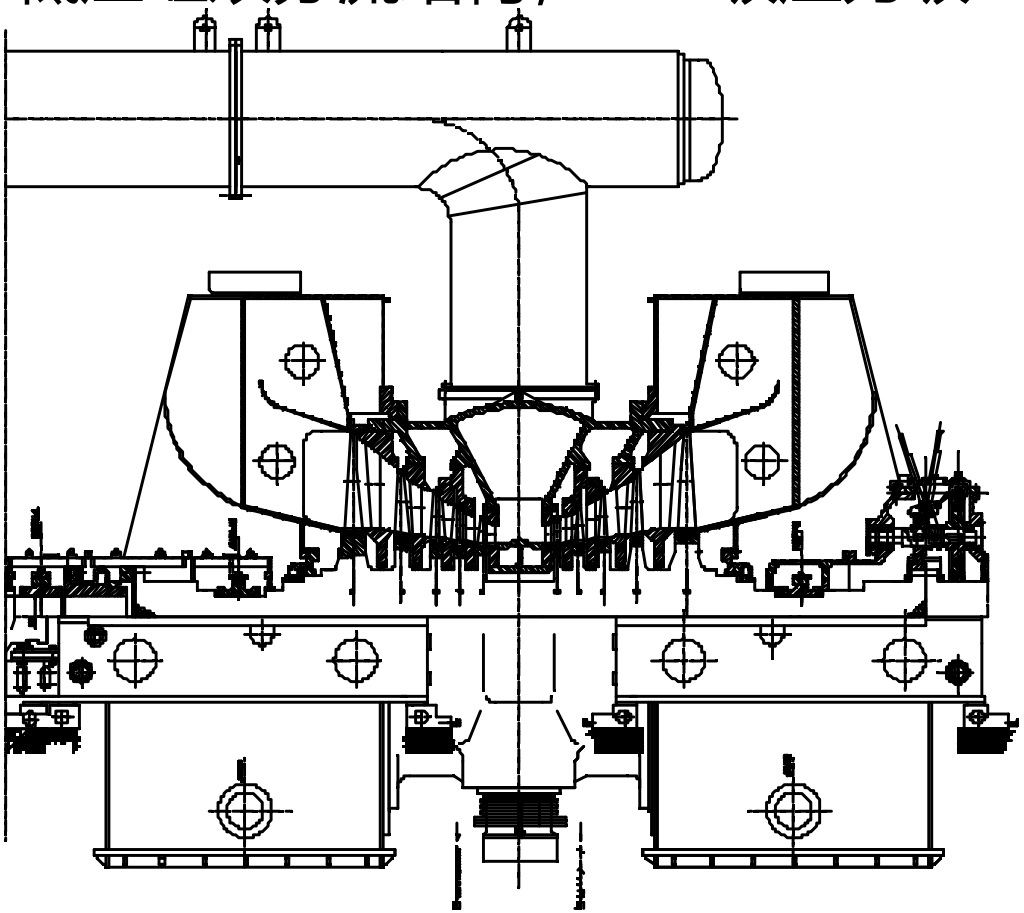
低压内缸、导流环、隔板、端部汽封圈、大气阀等全部拆除。



示例二

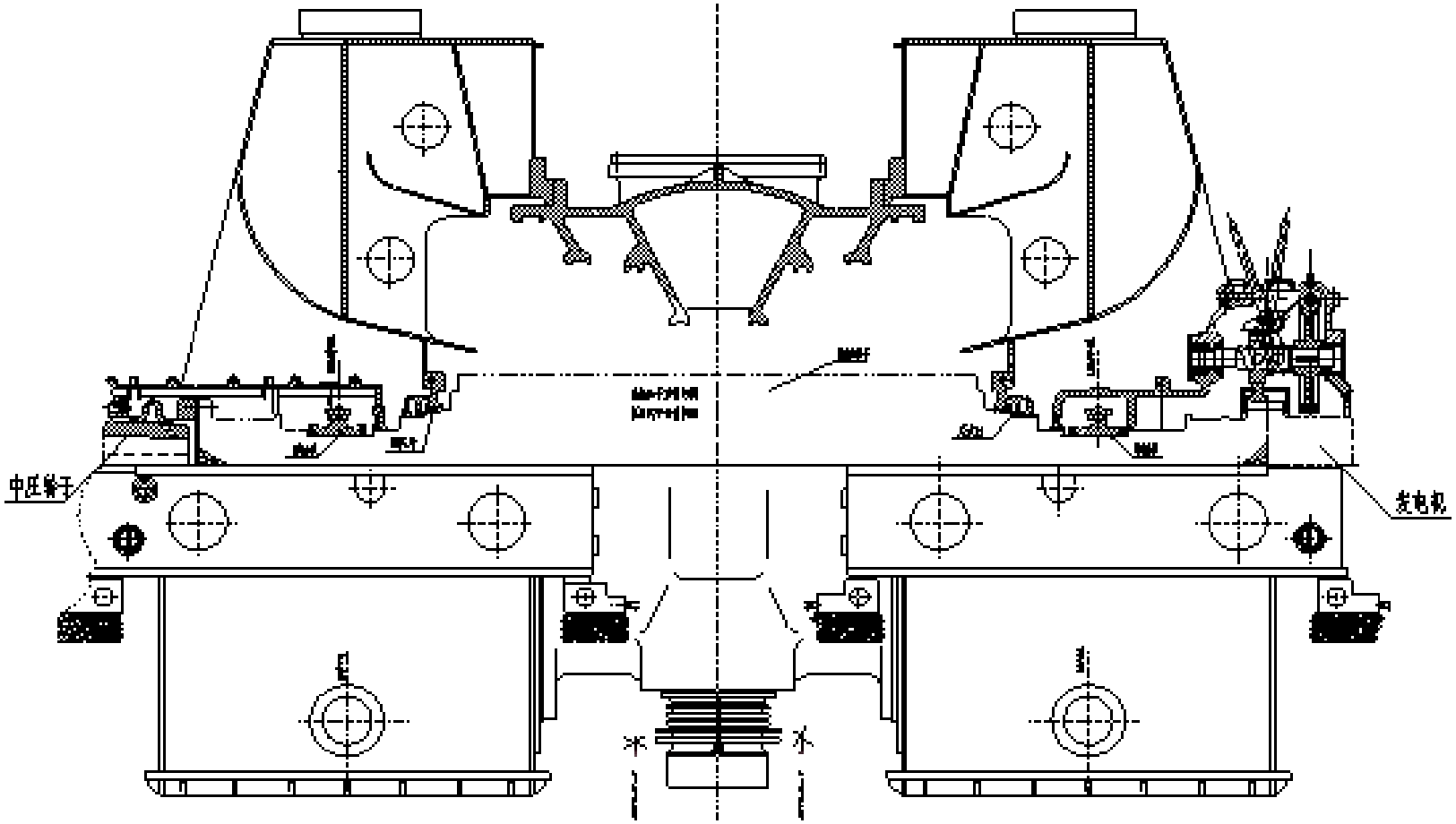
海拉尔项目（超高压200MW机组，已成功投入运行）

原低压通流：低压缸双分流结构，2×5级压力级



海拉尔项目改造后低压通流

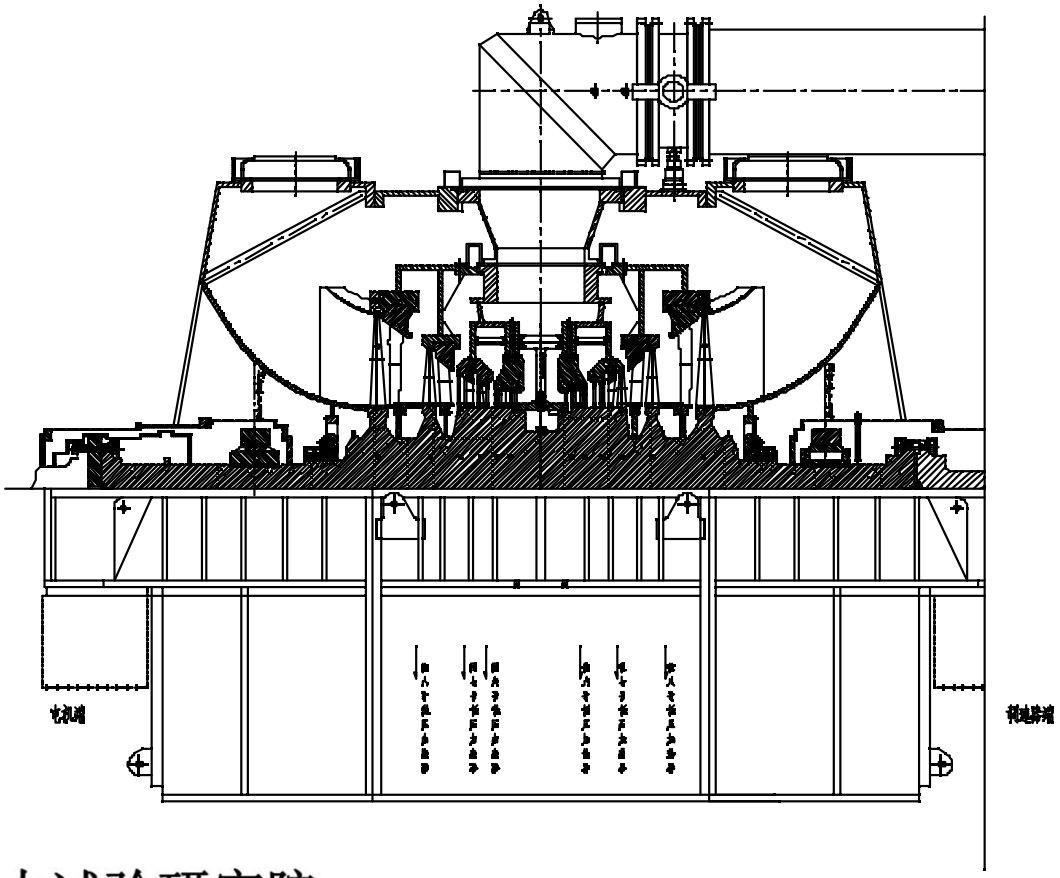
导流环、隔板、隔板套等拆除。



示例三

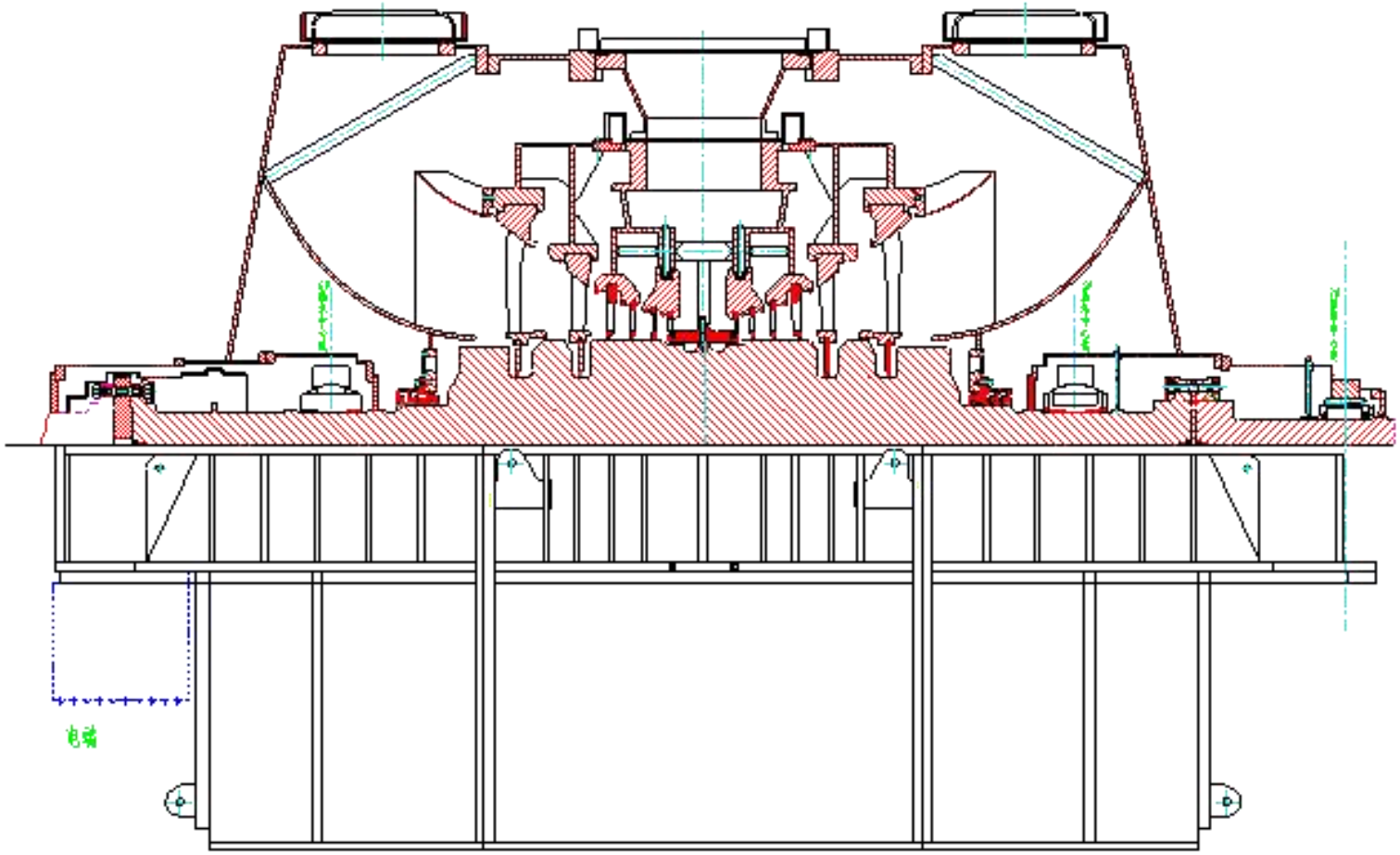
大唐丰润项目（亚临界300MW机组，已成功投入运行）

原低压通流：低压缸双分流双层缸结构，2×6级压力级



丰润项目改造后低压通流

仅更换低压光轴转子，隔板未拆除。



3 改造原则

- 保持原机组设计蒸汽参数不变的前提下进行改造；
- 安全可靠性第一，采用的技术成熟可靠；
- 高中压部分不改造、对低压部分进行改造 ；
- 保证机组支撑、死点位置不改动、推力在设计规范范围内；
- 新设计一根低压供热光轴，光轴转子和纯凝低压转子可每年进行互换使用，其对轮连接按我厂特有工艺方案执行；
- 设计、制造、检验符合现行的国际、国家及行业的标准和要求。

4 系统改造说明

- 疏水系统：若低压缸采用冷却蒸汽或蒸汽内循环进行冷却，即凝汽器正常使用，疏水系统不做变更

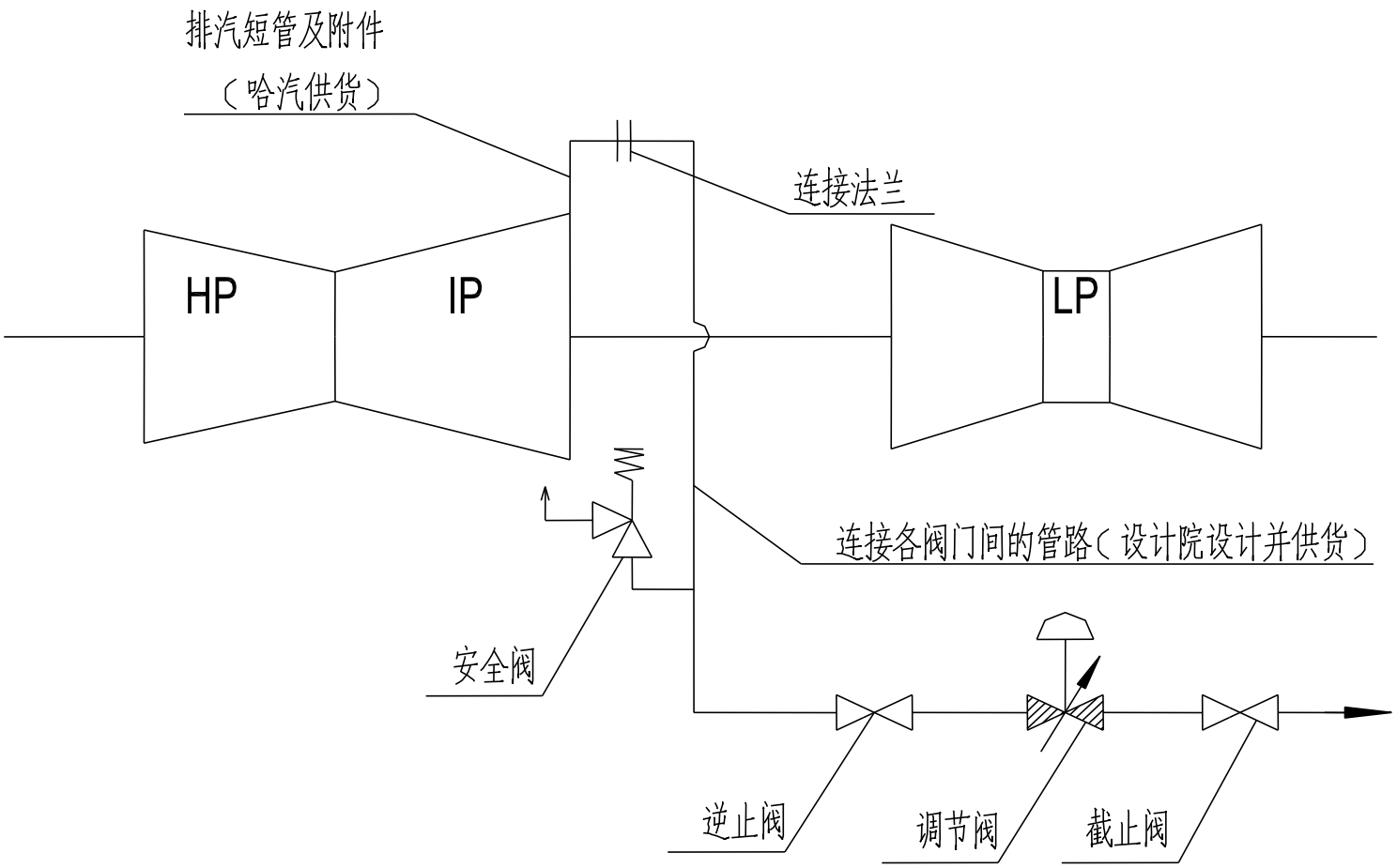
- 若采用鼓风机抽出低压缸空气，以带走低压光轴转子的鼓风热，则凝汽器可停用，需对疏水系统进行全面考虑

- 给水回热系统：切除低压缸抽汽所对应管道及加热器，若有汽动给水泵系统，则给水泵小机排汽进入凝汽器，经过轴加后进入除氧器；采用电动给水泵系统，则建议将凝汽器停用。

- 若机组采用电动给水泵系统，则建议将凝汽器停用。
- 高、中压汽封系统与原汽封系统相同。若采用鼓风机抽出低压缸空气，以带走低压光轴转子的鼓风热，则低压汽封系统可切除；若低压缸采用冷却蒸汽或蒸汽内循环进行冷却，则低压汽封可与原系统相同。

提供供热系统用逆止阀、截止阀、安全阀、快关调节阀及相关执行机构。

若机组不采用抽凝运行，可取消快关调节阀。



5 涉及的改造部件

- 需新设计排汽短管，管道上需加设截止阀、快关调节阀、逆止阀及安全阀。
- 低压光轴不做功，仅传递扭矩，通过联轴器与发电机相联。
- 若低压缸采用蒸汽内循环或冷却蒸汽进行冷却，即凝汽器正常使用，疏水系统和汽封系统不做变更；若采用鼓风机抽出低压缸空气，以带走低压光轴转子的鼓风热，凝汽器可停用，则需对疏水系统进行全面考虑，原低压汽封系统也可切除。

6 改造方案说明

- 排汽短管

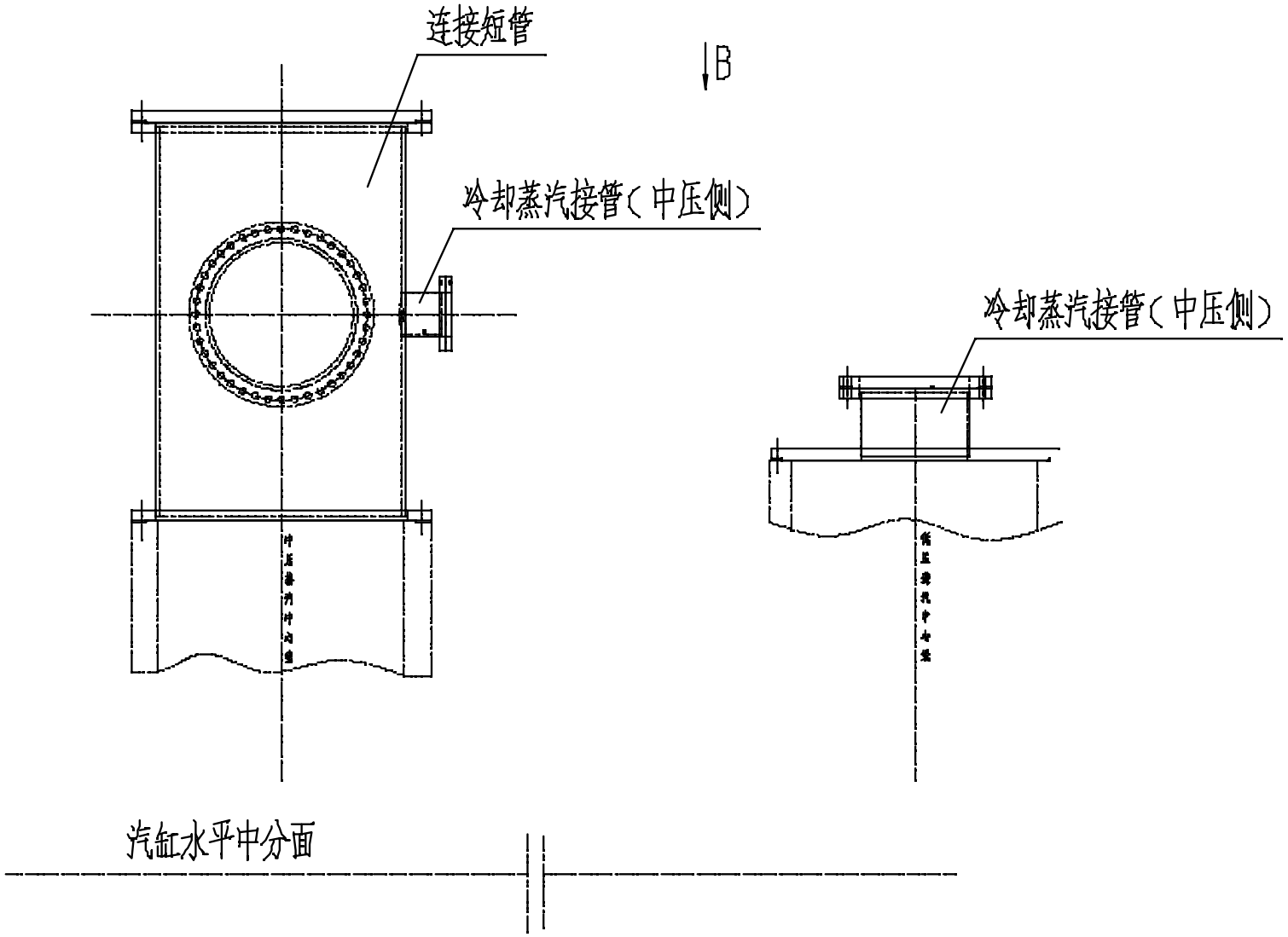
蒸汽从中压缸做功后直接去热网供热用户，原低压缸联通管可以停用，重新设计新的排汽短管，口径与原联通管相同，并在短管上接一根排汽管。

- 机组在运行过程中，光轴会与低压缸内的蒸汽（或空气）产生摩擦鼓风热，需要对其进行冷却。有三种方案：

1. 利用蒸汽内循环，即原低压进汽口用堵板封堵，低压缸端汽封正常供汽密封，凝汽器保持真空，将转子鼓风热带走。

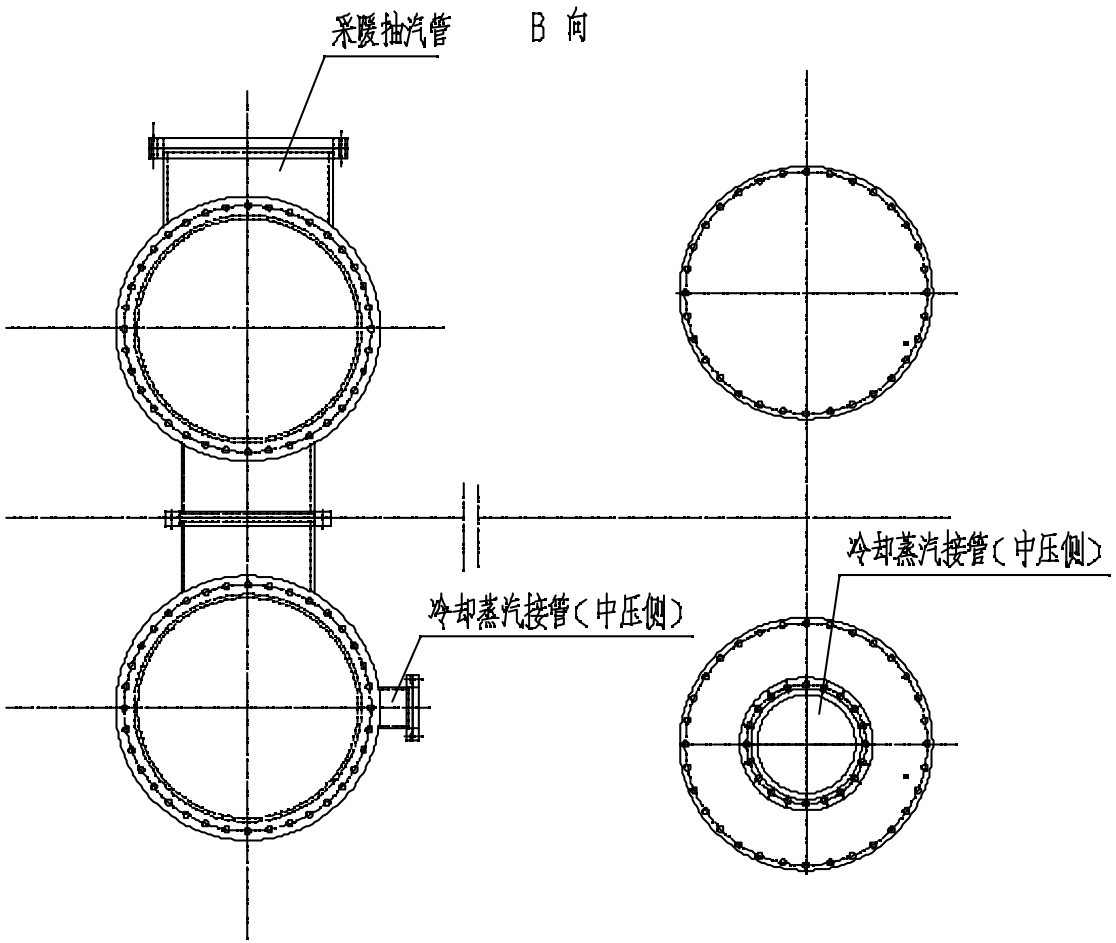
2. 从中排引5-10t/h蒸汽减温减压后进入低压缸，带走热量。在排汽短管上接一根冷却蒸汽管道引至低压缸，冷却蒸汽管道上配有电动闸阀、压力调节阀、减温阀组、疏水管道以及温度压力测点。

3. 低压外缸上的大气阀拆除，低压外缸上面的两个进汽口敞开，使其与外界有足够流通面积，采用鼓风机将光轴摩擦鼓风发热量抽到低压缸外。



冷却蒸汽管道及附件

大唐东北电力试验研究院
Datang Northeast Electric Power Test & Research Institute



冷却蒸汽管道及附件

大唐东北电力试验研究院
Datang Northeast Electric Power Test & Research Institute

- 低压光轴转子

低压光轴转子与原低压转子重量和转动惯量相当，以保证临界转速基本不变。改造后机组推力、低压转子扬度、轴承比压等与原机组相近。

- 双转子互换问题

纯凝转子与光轴转子互换时，能达到不需要现场铰联轴器螺栓孔的程度。

- 低压缸内部结构

1）冬季采暖时根据结构需要，拆除部分部套，例如隔板、隔板套等；低压内缸不动；

2）采用蒸汽内循环或冷却蒸汽冷却转子时：低压两端汽封保留。

采用鼓风机冷却转子时：低压两端汽封拆除。

7 更换部件清单

序号	改后部套名称	数量 (每台机组)
1	低压光轴供热转子	1根
2	低压转子电、调端联轴器螺栓	各1套
4	采暖抽汽管道及附件	1套
5	快关调节阀	1套
6	逆止阀	1套
7	安全阀	2套
8	截止阀	1套
8	供热改造部分控制卡件	1套
9	冷却旁路系统，包括管道、阀门、减温减压装置（凝汽器热备用的情况使用）	1套

8 光轴改造经济性

200MW机组					
名称	单位	抽凝工况	高背压（双转子）	高背压（双转子）	光轴（背压机）
主蒸汽额定流量	t/h	610	610	610	610
发电功率	MW	159	183	164	144
额定抽汽流量	t/h	350	0	230	479
抽汽压力	MPa	0.245	0.242	0.245	0.226
抽汽温度	℃	241.3	248.6	255	242.1
低压缸排汽流量	t/h	110	443	234	10
排汽压力	kPa	4.9	40	30	/
发电热耗率	kJ/kW.h)	5479	3643	3614	3680

300MW机组			
名称	单位	抽凝工况	光轴（背压机）
主蒸汽额定流量	t/h	965	965
发电功率	MW	242.52	213.16
额定抽汽流量	t/h	500	687
额定供热量	MW	334	453.6
凝汽器循环水泵功率	kW	1200	250
热网循环水增加功率	kW	0	1200
冷却塔水耗减少量	万t	基准	-75
供电煤耗率	g/kWh	220	165

感谢各位领导和专家

大唐东北电力试验研究院
Datang Northeast Electric Power Test & Research Institute