

南热#2 机中压热网系统技术改造

李剑如

（江苏南热发电有限责任公司，江苏 南京 210035）

**摘 要：**南热 600MW 机组是目前国内首台 600MW 超临界燃煤双抽供热机组，调试期间曾出现诸如#2 机组中压供热 150t/h 时，中压供热管路沿线压损高达 1.2MPa，导致汽轮机左侧中调门开度为 50%，再热压力须憋压达 4.3MPa，中调门节流损失大大增加，同时电负荷下线限制在 450MW，这既影响机组安全运行，又严重导致机组经济性下降。为改善情况，对中压网系统实施了技术改造。

**关键词：**超临界；中压供热；中压减温器；压损；节流损失

0 引言

企业要发展必须要技术创新，技术创新涉及到方方面面，作为专业技术人员，首先，必须提高自己分析、判断及处理问题的能力，然后，要深入现场，取得第一手资料，为问题的解决奠定坚实的基础。本文就是从供热管道压损较大这一细节入手，结合现场管道布置实际情况，对管线压损进行分段计算，最终通过技术改造达到了预期效果。

#2 机组中压供热 150t/h 时，机组热再供热出口至热用户压缩机进口沿线压损 1.2MPa，其中我司范围内压损 0.70MPa，导致左侧中调门开度为 50%，再热压力须憋压达 4.3MPa，中调门节流损失增加，同时电负荷下线限制在 450MW；同时，中压减温器内部减温水通流不足，使得二次蒸汽温度达不到厂家的要求；以上问题既影响机组安全运行，又严重导致机组经济性下降。具体见图 1。

1 中压供热调试现状

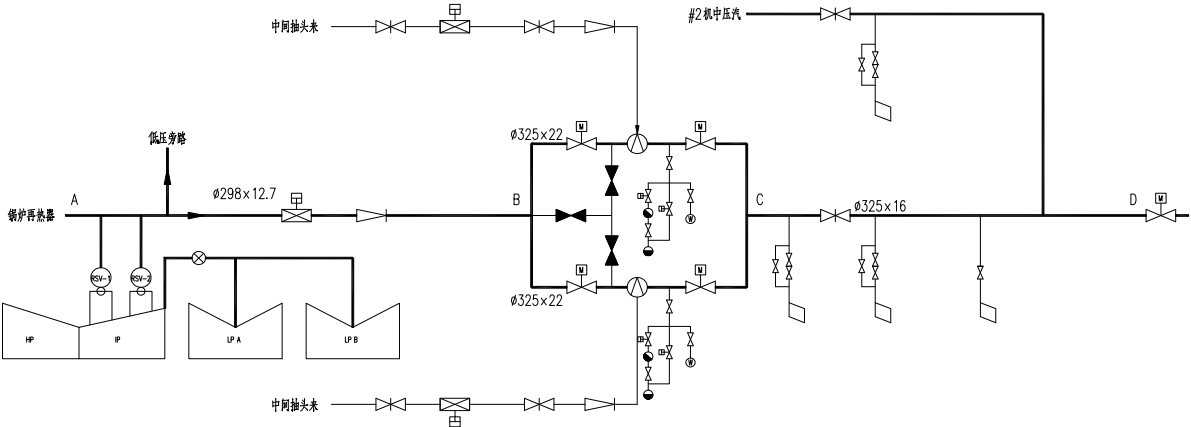


图 1 中压供热系统图

2 中压供热管线压损偏大原因分析

2.1 现场情况

从汽机中调门前热再管道上接出单根 φ298×12.7 中压蒸汽管道分两支 φ325×22 管道经两并联减温减压器后，变径为单根 φ325×16 管道，详

见系统图。管线长度与附件如表 1 所示。

冲管时：

(1) 在流量 $Q_1=130t/h$ 时，管线系统中节点压力 $P_A=4.204MPa$ 、 $P_B=3.86MPa$ 、 $P_C=3.842MPa$ 、 $P_d=3.647MPa$ 。

(2) 在流量 $Q_1=150\text{t/h}$ 时, 管线系统中节点压力  $P_A=4.3\text{MPa}$ 、 $P_B=3.80\text{MPa}$ 、 $P_C=3.840\text{MPa}$ 、 $P_d=3.60\text{MPa}$ 。

(3) 以上显示管线压降集中 A-B 段, C-D 段。

表1 管线长度与附件

位置	管线规格	管线长度	弯头	三通	阀门及附件
A-B	$\phi 298\times 12.7$	45	12		4
B-C-1	$\phi 325\times 22$	13	1	2	3
B-C-2	$\phi 325\times 22$	15	3		3
C-D	$\phi 325\times 16$	140	14	2	6

2.2 管路核算、分析

根据原设计, 本管段设计最大流量 $150\text{t/h}$ 。经计算, 流量达到 $130\sim 150\text{t/h}$ 时, 流速详见表2。虽然管道流速在设计推荐流速范围内 (减温减压前蒸汽管道流速 $60\sim 90\text{m/s}$ , 减温减压后蒸汽管道流速 $35\sim 60\text{m/s}$ ), 但管线流量达到较大值后, 直管段摩擦阻力损失较大。

表 2 管道流速

位置	管线规格	$Q_1=130\text{t/h}$	$Q_2=150\text{t/h}$
A-B	$\phi 298\times 12.7$	58	67
B-C-1	$\phi 325\times 22$	58	67
B-C-2	$\phi 325\times 22$	58	67
C-D	$\phi 325\times 16$	44	50

部分管道 $\phi 298\times 12.7$ , 弯头等管件较多, 局部阻力较大。管线当量长度详见表3。

表 3 管线当量长度

位置	管线规格	弯头	三通	阀门及附件	管线长度	计算长度
A-B	$\phi 298\times 12.7$	12	52.8	4	19.2	45
B-C-1	$\phi 325\times 22$	1	4.4	2	27.8	3
B-C-2	$\phi 325\times 22$	3	13.2	3	15.6	15
C-D	$\phi 325\times 16$	14	61.6	2	27.8	6

现场中压管件弯头未采用煨弯弯头 (4D), 增加了局部阻力。

3 中压供热管网改造方案

(1) 更换低旁进口至中压减温器前  $\phi 298\times 12.7$  P91 材质管道、弯头、三通、快关阀、逆止阀, 通径由 DN273 增至 DN323, 见表 4。

表 4 改造后管线参数

位置	流量/(t/h)	管线规格	始端压力/MPa	末端压力/MPa
A-B	150	DN323	4.204	4.063
B-C-1	150	DN323	4.063	3.997
B-C-2	150	DN323	4.063	3.997
C-D	150	DN400	3.997	3.95

(2) 汽机厂房 A 排外面管道由 DN300 改为 DN400, 20G 材质改为 12CrMoV 管线阀门、流量计、补偿器、支吊架等附件更换, 见表 4。

(3) 中压热网改造后沿线管段压损理论计算, 见表 4。

(4) 管道保温按标准给予更换;

(5) 设备、管道土建施工及支吊架等重新校核;

(6) 原有管道弯头均为 1.5D 热压弯头, 管件局部阻力较大, 可以考虑拆除原管线弯头, 采用 4D 煨弯弯头, 减少管件局部阻力, 降低压损;

(7) 中压减温器 (材质为 P91) 壳体上现场钻孔  $\phi 32\text{mm}$ , 并加装自制的减温水喷嘴。

4 改造后调试情况

4.1 改造前后情况对比

202B 修后不同供热流量 (105、135、150t/h) 管网压降调试对比情况见表 5。

表 5 改造前后管网压降调试对比情况

名称	供热流量 /(t/h)	再热器		减温水泵调门 开度/%	围墙处		公司范围内压降 /MPa	减温水流量 /(t/h)
		压力/MPa	温度/ $^{\circ}\text{C}$		压力/MPa	温度/ $^{\circ}\text{C}$		
改造后, 单减温器运行	105	3.59	566	52	3.44	373	0.15	10
未改造前, 双减温器运行		3.70	566	100	3.33	380	0.37	9
改造后, 单减温器运行	135	3.64	566	66	3.43	375	0.21	16
未改造前, 双减温器运行		4.204	566	100	3.647	417	0.56	9
改造后, 单减温器运行	150	3.74	566	79	3.48	383	0.26	20
未改造前, 双减温器运行		4.29	566	100	3.65	421	0.64	9

注: 1) 流量 105t/h 时, 改造后管网压降比未改造之前减少  $0.37-0.15=0.22\text{MPa}$ ;

2) 流量 135t/h 时, 改造后管网压降比未改造之前减少  $0.56-0.21=0.35\text{MPa}$ ;

3) 流量 150t/h 时, 改造后管网压降比未改造之前减少  $0.64-0.26=0.38\text{MPa}$ 。

4.2 调试结论

#2 机中压热网改造后, 公司范围内中压管网压

降下降明显，并随着供热流量的增加其下降趋势越发明显，基本达到“#1 机中压热网技术改造可行性报告”的压降要求。

## 5 改造后安全、经济性分析

(1) 改造后，中压供热流量 150 t/h 时，公司范围内压损下降约 0.38 MPa，考虑到热用户管道改造压损下降 0.25 MPa，整个管线压损共下降约 0.65 MPa，那么，再热压力在 3.65 MPa 时就能满足 150 t/h 流量要求，同时，电负荷在 500 MW 时，中调门就不需要憋压，360 MW 负荷时中压供热更加安全可靠。

(2) 改造费用约为 420 万元，按机组平均电负荷 470MW 条件、供热量 150 t/h、再热压力按 3.8 MPa 计算，其机组热耗为 7531 kJ/kWh，而再热压力按 4.3 MPa 计算，其机组热耗为 7594kJ/kWh，显然热耗减少 63 kJ/kWh，对应的供电煤耗下降了 2.6 g 标煤/kWh，按机组平均负荷 470 MW、年运营小时

7200 计算，节约标煤  $470000 \times 2.6 \times 7200 \times 10^{-6} = 8800$  t，折合人民币  $8800 \times 1000$  元/t=880 万元，大半年就能收回成本，而且机组安全可靠得到很大提高。

## 6 结束语

大型汽轮机供热机组既能降低机组发电煤耗，同时，也能为企业带来可观经济效益，因此，越来越适合时代潮流，但大机组供热还不成熟，会出现很多意想不到的问题，需要我们技术人员去认真思考，找出问题根源并加以解决，使得供热机组安全、可靠运行。

---

### 作者简介：

李剑如，江苏南热发电有限责任公司技术支持部，汽机专业工程师，E-mail: ljr17909@126.com。