

附件:

超临界和超超临界机组四大管道规格设计 专题研讨会议纪要

中国电力工程顾问集团公司(以下简称集团公司)于2005年6月29日至6月30日,在长春市主持召开了超临界和超超临界机组四大管道规格设计专题研讨会议,参加会议的有:东北、华东、中南、西北、西南电力设计院,北京国电华北电力工程有限公司,中国大唐集团公司,中国华电集团公司,中国国电集团公司,华能国际电力股份有限公司等单位的代表和特邀专家。

会议期间,代表和专家听取了东北电力设计院所做的《超临界和超超临界机组四大管道规格化设计》专题报告的介绍,并对专题报告进行了详细认真的讨论,会后有关单位根据会议确定的焊接对口裕量的选择原则和近期欧洲蠕变委员会(ECCC)提出的P92材料的许用应力降低问题进行了补充计算工作,并由集团公司召开了多次协调会议,最终达成了一致意见,现将会议讨论的主要意见纪要如下:

一、适用范围

本纪要用于指导集团公司各单位承担工程设计的火力发电厂四大管道设计参数、规格及材料的选用。如用户有特殊要求,可按更高标准执行或与用户协商解决。

二、设计参数

（一）超临界机组

四大管道设计参数按《火力发电厂汽水管道设计技术规定》（DL/T 5054-1996）执行。

（二）超超临界机组

主蒸汽管道的设计压力按锅炉最大连续蒸发量下过热器出口的工作压力加 5% 余量选取；

主蒸汽管道的设计温度和其他管道的设计参数按《火力发电厂汽水管道设计技术规定》（DL/T 5054-1996）执行。

三、管道材料

（一）超临界机组

1、主蒸汽管道和热段蒸汽管道

采用 ASTM A335 P91 材料。

2、冷段蒸汽管道

当设计温度 $\leq 415^{\circ}\text{C}$ 时，采用 ASTM A672 B70 CL32 材料，当设计温度 $> 415^{\circ}\text{C}$ 时，采用 ASTM A691 1-1/4Cr CL22 材料（或性能相当的其他管材）。

3、高压给水管道

高压给水管道采用 EN 10216-2 标准的 15NiCuMoNb5-6-4 材料。

（二）超超临界机组

1、主蒸汽管道和热段蒸汽管道

采用 ASTM A335 P92 或性能相当的其他管材；当热段蒸汽管道采用 ASTM A335 P91 材料时，应在运行中加强金属监督。

2、冷段蒸汽管道

当设计温度 $\leq 415^{\circ}\text{C}$ 时, 采用 ASTM A672 B70 CL32 材料, 当设计温度 $>415^{\circ}\text{C}$ 时, 采用 ASTM A691 1-1/4Cr CL22 材料 (或性能相当的其他管材)。

3、高压给水管道

高压给水管道采用 EN 10216-2 标准的 15NiCuMoNb5-6-4 材料。

(三) 四大管道材料特性数据见附表一。

四、四大管道 (直管) 规格

(一) 四大管道 (非弯管用直管) 推荐规格

四大管道 (非弯管用直管) 推荐规格见附表二。

(二) 使用附表二的说明

应注意核对具体工程四大管道的设计参数, 以及所采用的材料标准、管径和壁厚偏差, 如有出入, 应重新核算。

表中管道壁厚除考虑设计参数、管径偏差、壁厚偏差和腐蚀及磨损裕度外, 还考虑了适当的对口裕量, 即焊接 C 值。

对于内径控制无缝管 (主汽、热段), 考虑焊接 C 值的对口裕量, 壁厚按: 计算最小壁厚 $+ 0.5 \times (\text{内径偏差} + 0.25)$ 。

对于外径无缝管 (给水), 按《火力发电厂汽水管道设计技术规定》(DL/T 5054-1996) 求取计算壁厚, 焊接对口裕量通过计算壁厚向上靠标准壁厚系列考虑, 一般为 2.5mm 左右, 安装时应保证对口处管道壁厚不小于最小壁厚。

对于焊接管 (冷段), 口径较大, 增加壁厚有利于增加管道刚度, 对口裕量较外径无缝管适当加大。

对于 ASTM A335 P92 材料, 采用的许用应力数据为 ASME

Code Case 2179-3 中的数据（见附表一）。欧洲蠕变委员会（ECCC）2005 年 9 月公布了经过评估的 P92 材料 100000 小时的持久强度数据，据此推出 P92 材料的许用应力，600℃时为 75.3MPa，610℃时为 66.6 MPa，按此强度计算的超超临界 600MW 和 1000MW 机组主汽和热段的壁厚列于附表二（超超临界 600MW 和 1000MW 机组主汽和热段规格栏括弧中的数值）。在 ASME Code Case 2179-3 标准没有更新，而 P92 材料又没有列入欧洲标准的“过渡”时期，P92 材料的许用应力建议与业主协商按降低后的数值取用。

附表 1: 四大管道材料特性数据

A672B70CL32 (ASME B31.1)					
温度℃	许用应力 (MPa)	温度℃	弹性模量 (kN/mm ²)	温度℃	平均线胀系数 (10 ⁻⁶ /°C)
343	120.7	21	202	93	11.48
371	114.5	93	197	149	11.88
399	102.0	149	194	204	12.28
427	82.7	204	190	260	12.64
		260	187	316	13.01
		316	183	371	13.39
		371	174	427	13.77
		427	165		
A335P11 (ASME B31.1)					
A691 1-1/4Cr CL22 (ASME B31.1)					
温度℃	许用应力 (MPa)	温度℃	弹性模量 (kN/mm ²)	温度℃	平均线胀系数 (10 ⁻⁶ /°C)
343	103.4	21	204	93	11.48
371	103.4	93	200	149	11.88
399	103.4	149	196	204	12.28
427	103.4	204	192	260	12.64
454	99.3	260	190	316	13.01
482	90.3	316	185	371	13.39
510	75.8	371	181	427	13.77
538	45.5	427	176	482	14.11
566	28.2	482	171	538	14.35
593	20.7	538	165	593	14.62
343	103.4	593	159	93	11.48
A335P91 (ASME B31.1)					
温度℃	许用应力 (MPa)	温度℃	弹性模量 (kN/mm ²)	温度℃	平均线胀系数 (10 ⁻⁶ /°C)
343	141.3	21	213	93	10.87
371	137.9	93	207	149	11.14
399	133.8	149	204	204	11.41
427	128.9	204	200	260	11.70
454	122.7	260	197	316	11.99
482	115.1	316	193	371	12.24
510	106.9	371	188	427	12.53
538	98.6	427	180	482	12.78
566	88.9	482	170	538	13.00
593	71.0 (壁厚小于等于 3 英寸) 66.1 (壁厚大于 3 英寸)	538	157	593	13.18
		593	141		

附表 1: 四大管道材料特性数据 (续)

15NiCuMoNb5-6-4(WB36)壁厚小于 100mm (EN 10216 - 2)					
温度 ℃	许用应力 (MPa)	温度 ℃	弹性模量 (kN/mm ²)	温度 ℃	平均线胀系数 (10 ⁻⁶ /℃)
20	203	20	211	100	12.2
200	203	100	206	200	12.9
250	203	200	200	300	13.4
300	203	300	192	400	14.0
350	203	400	184	500	14.3
400	203	500	175		
410	203				
420	203				
430	200				
440	182				
450	163				
460	140				
470	117				
480	92				
490	68				
500	43				
A335P92 (ASME Coad Case 2179-3)					
温度 ℃	许用应力 (MPa)	温度 ℃	弹性模量 (kN/mm ²)	温度 ℃	平均线胀系数 (10 ⁻⁶ /℃)
371	154	20	191	20	
399	151	100	184	50	11.2
427	147	200	184	100	11.4
454	143	300	173	150	11.6
482	138	500	152	200	11.8
510	132	600	98	250	12.0
538	126	650	98	300	12.1
566	119			350	12.3
593	94			400	12.6
621	70			450	12.8
649	48			500	12.9
				550	13.0
				600	13.1
				650	13.1

附表 2: 四大管道 (直管) 推荐规格

超 临 界 600MW 机 组								
用 途	设 计 参 数		材 料	执 行 标 准		最小内径 × 最小壁厚 外 径 × 壁 厚	偏 差 范 围	
	压 力 (MPa)	温 度 (℃)		尺 寸	材 料		管 径	壁 厚
给 水 阀 前 / 阀 后	38 / 35	193 / 286	15NiCuMoNb5-6-4	EN 10216 - 2		主：OD508 × 50	± 1.0 %	+ 12.5 % - 10 %
						支：OD355.6 × 40 / OD355.6 × 40	± 1.0 %	+ 12.5 % - 10 %
主 汽	25.4	576 (548)	A335P91		ASTM A335	主：ID419.1 × 78 (ID419.1 × 65)	+3.175mm	
						支：ID298.5 × 55 (ID298.5 × 47)	+2.36mm	
冷 段	5.42	342	A672B70CL32	ASME B36.10	ASTM A672	主：OD1016 × 29	± 0.5 %	-0.5mm
						支：OD711 × 22	± 0.5 %	-0.5mm
热 段	5.42	573	A335P91		ASTM A335	主：ID914 × 35	+4.75mm	
						支：ID648 × 26	+3.962mm	
超 超 临 界 600MW 机 组								
给 水 阀 前 / 阀 后	39 / 36	187.6 / 295	15NiCuMoNb5-6-4	EN 10216 - 2		主：OD508 × 55	± 1.0 %	+ 12.5 % - 10 %
						支：OD355.6 × 40 / OD355.6 × 40	± 1.0 %	+ 12.5 % - 10 %

主 汽	27.46	610	A335P92		ASTM A335	主：ID406×83 (100) 见正文四 (二)	+3.175mm	
						支：ID292×60 (73) 见正文四 (二)	+2.36mm	
冷 段	5.7	372	A672B70CL32	ASME B 36.10	ASTM A672	主：OD1016×32	±0.5%	-0.5mm
						支：OD711×24	±0.5%	-0.5mm
		450	A691 1-1/4Cr CL22	ASME B 36.10	ASTM A691	主：OD1016×35	±0.5%	-0.5mm
						支：OD711×27	±0.5%	-0.5mm
热 段	5.7	608	A335P92		ASTM A335	主：ID883×36 (42) 见正文四 (二)	+4.75mm	
						支：ID616×26 (31) 见正文四 (二)	+3.962mm	
			A335P91		ASTM A335	主：ID883×49	+4.75mm	
						支：ID616×35	+3.962mm	
超超临界 1000MW 机组 (哈汽、东方)								
给 水	39 / 36	302	15NiCuMoNb5-6-4	EN 10216-2		主：OD660× 65	±1.0%	+12.5% -10%
						支：OD457× 50 / OD457 ×50	±1.0%	+12.5% -10%

主 汽	27.46	610	A335P92		ASTM A335	主：ID368× 76（91）见 正文四（二）	+3.175mm	
						支：ID260× 55（66）见 正文四（二）	+3.175mm	
冷 段	5.965	385	A672B70CL32	ASME B36.10	ASTM A672	主：OD1219 ×40	±0.5%	-0.5mm
						支：OD863.6 ×30	±0.5%	-0.5mm
热 段	5.965	608	A335 P92		ASTM A335	主：ID749× 32（38）见 正文四（二）	+3.962mm	
						支：ID527× 23（28）见 正文四（二）	+3.175mm	
			A335 P91		ASTM A335	主：ID749× 42	+3.962mm	
						支：ID527× 30	+3.175mm	
超超临界 1000MW 机组（上海 SIEMENS）								
给 水 阀 前 / 阀 后	39 / 36	302	15NiCuMoNb5-6-4	EN 10216-2		主：OD610× 60	±1.0%	+12.5% -10%
						支：OD457× 50 / OD457 ×50	±1.0%	+12.5% -10%
主 汽	28.84	610	A335P92		ASTM A335	主：ID368× 80（96）见 正文四（二）	+3.175mm	

						支：ID260× 57(69) 见 正文四(二)	+2.36mm	
冷 段	7.237	398.8	A691 1-1/4Cr CL22	ASMEB 36.10	ASTM A691	主：OD1067 ×42	±0.5%	-0.5mm
						支：OD762× 32	±0.5%	-0.5mm
热 段	7.237	608	A335P92		ASTM A335	主：ID699× 36(43) 见 正文四(二)	+3.962mm	
						支：ID495× 27(31) 见 正文四(二)	+3.175mm	
			A335P91		ASTM A335	主：ID699× 49	+3.962mm	
						支：ID495× 36	+3.175mm	