

水利电力部电力建设总局

火力发电厂汽水管道 设计导则

SD1-DZ/Z-103-64

中国工业出版社

TM621.7

水利电力部电力建設总局
关于頒发“火力发电厂汽水管
道設計导則”的指示

(64)电設字第492号

汽水管道路設計，是火力发电厂設計中的一个重要部分。它对电厂的长期安全經濟运行和便利安装、检修有着极其重要的关系。在管道的設計和計算方面，又是比較复杂的。

为了指导火力发电厂汽水管道的設計工作，我局自1961年以来先后召开了第四、五、六次管道設計专业會議，組織各設計院的管道专业人員，在总结經驗教訓的基础上，編制出“火力发电厂汽水管道路設計导則”(SD1-DZ/Z-103-64)，現頒发試行。

各电力設計院在火力发电厂的汽水管道路設計中，应根据本导則的規定，結合工程的具体条件，因地制宜、实事求是地认真貫徹执行。

在本导則試行过程中，如发现有不尽妥善之处和对本导則的意見，可随时报我局，以便及时修正补充。

1964年8月

目 录

第一章 总则	1
第二章 管子及附件选择与焊接	6
第一节 一般规定	7
第二节 材料选择	8
第三节 管子选择与计算	8
第四节 管件选择与计算	16
第五节 阀件选择	23
第六节 阀件传动装置	26
第七节 焊接	28
第三章 管道布置	30
第一节 一般规定	30
第二节 管道布置的具体要求	31
第三节 汽机室A排柱侧管道的布置	37
第四节 汽机室B排柱侧管道的布置	38
第五节 管道层的布置	39
第六节 除氧层管道的布置	40
第七节 排汽管道的布置	41
第八节 沟内管道的布置	42
第四章 管道补偿	44
第一节 一般规定	44
第二节 波形补偿器的选择与计算	45
第五章 水力计算	48
第一节 一般规定	49
第二节 管径的选择	49
第三节 管道的压力损失计算	55

VI

第六章 支吊架設計	58
第一节 一般規定	60
第二节 支吊架的型式選擇和使用要求	60
第三节 支吊架間距	63
第四节 支吊架結構荷載	64
第五节 支吊架彈簧選擇	69
第六节 支吊架生根結構強度計算	72
第七章 疏水、放水、放氣和鍋爐排污系統	75
第一节 一般規定	75
第二节 管道的疏水、放水和放氣系統	76
第三节 設備的疏水、放水和放氣系統	81
第四节 鍋爐的排污和疏水、放水系統	84
第五节 管子及附件的選擇	85
第六节 布置	88
第八章 工業水系統	89
第一节 一般規定	89
第二节 供水系統	91
第三节 排水系統	92
第四节 管子及附件的選擇	92
第五节 布置	93
附录	95
一、管子及附件的公稱通徑，機標（JB）73—59	95
二、管子及附件的公稱壓力和試驗壓力，機標（JB）74—59	96
三、鋼材物理特性數據	99
四、鋼材額定許用應力	100
五、管道附件的局部阻力系數	102
六、常用的支吊架生根結構構件的強度計算公式	122
七、常用的支吊架生根結構焊接形式的焊縫強度計算公式	136

第一章 总 则

第1条 本导则适用于火力发电厂主厂房内参数为101绝对大气压、540°C及以下的蒸汽管道，以及185绝对大气压、230°C及以下的水管道。

对于参数为141绝对大气压、570°C的过高压蒸汽管道及其相应的给水管道的設計，可参照使用。

对于汽轮机、锅炉本体范围内管道的設計技术要求，除按照本导则外，应与制造厂共同研究决定。

第2条 管道設計时应根据已拟定的热力系统和主厂房布置进行設計。而在进行热力系统和主厂房布置設計时，亦应充分考虑管道設計的要求。

第3条 管道設計应满足下列各项要求：

- (1) 系統简单，满足安全、經濟运行的要求；
- (2) 管道布綫合理，具有良好的热胀冷縮补偿和疏水等条件，耗费材料少，流体阻力小，扩建方便，并尽可能在布置上整齐美观；
- (3) 管道附件、监察装置和测量装置均应有良好的操作、維修和施工条件；
- (4) 管道支吊設計正确可靠；
- (5) 应尽量采用标准元件，选用材料正确合理；
- (6) 保温設計經濟合理，充分考虑施工、运行条件。

第4条 管道設計中必須遵守下列各项規程：

- (1) 电力工业技术管理法規。
- (2) 火力发电厂設計技术規程。

(3) 电力工业锅炉监察规程。

(4) 电力建设施工及验收暂行技术规范。

(5) 部颁的各种安全工作规程和运行规程。

第5条 发电厂汽水管道可按以下两种情况分类：

(1) 根据介质的工作压力可按表1分为高、中、低压三类：

表 1

管 道 类 别	介质的工作压力(公斤/平方厘米)	
	蒸 汽	水
高 压	61~100	100~184
中 压	26~60	41~99
低 压	≤25	≤40

(2) 根据介质的工作参数可按表2分为四类：

表 2

管道类别	介 质 名 称	介 质 工 作 参 数	
		压 力 (公斤/平方厘米)	温 度 (°C)
I	1. 过热蒸汽	不 限	610以上至660
	2. 过热蒸汽	不 限	570以上至610
	3. 过热蒸汽	不 限	450以上至570
	4. 饱和蒸汽、热水	184 以上	120以上
II	1. 过热蒸汽	39及以下	350以上至450
	2. 饱和蒸汽、热水	80以上至184	120以上
III	1. 过热蒸汽	22及以下	250以上至350
	2. 饱和蒸汽、热水	16以上至80	120以上
IV	过热及饱和蒸汽、热水	16及以下	250及以下

第6条 設計工作压力 P ，对于蒸汽管道是指管道在正常运行时所处的最大压力；对于水管道是指管道运行时可能出现最大压力。应按下列原則采用：

(1) 对于采用安全閥（裝于管道上或管道所連的设备上）来防止压力升高的管道，当安全閥动作，其压力升高未超过下列数值时，可不考虑压力升高的影响：

小于14絕對大气压	0.5公斤/平方厘米；
14~61絕對大气压	5%工作压力；
大于61絕對大气压	8%工作压力。

(2) 对于蒸汽管道，其設計工作压力应采用汽源的最大工作压力。如表3所示：

表 3

序号	汽 源	采用的設計工作压力
1	鍋炉过热器	鍋炉过热器出口压力
2	排污扩容器和疏水扩容器	扩容器的最大工作压力
3	减压装置	减压閥后蒸汽的最大工作压力
4	調整抽汽和背压汽輪机排汽	汽輪机技术条件中規定的抽汽和背压排汽的最大工作压力
5	汽輪机各級不調整抽汽	汽輪机各級不調整抽汽的最大工作压力

(3) 对于水泵出口的压力管道，其設計工作压力采用水泵出口可能出现最大压力。

例如：DG-270型高压給水泵最大揚程为1950米水柱，其吸入側水柱标高差18米，除氧器給水箱內蒸汽压力为6絕對大气压。則主給水管道的設計工作压力为最大揚程与吸入側压力之和。即：

$$(1950+18) \times 910 \times 10^{-4} + 5 = 184 \text{ 公斤/平方厘米。}$$

式中910公斤/立方米为158°C时水的比重。

(4) 连接于压力水箱的水管道，其设计工作压力采用水箱内的压力与标高差的静水压力之和。

(5) 给水泵再循环管的设计工作压力，当系统有安全阀泄流时，采用安全阀的动作压力；当无安全阀泄流时，采用主给水管的设计工作压力。

第7条 设计工作温度 t ，是指管道正常运行时介质的最大温度。应按下列原则采用：

(1) 来自锅炉过热器和减压减温器的蒸汽管道，其设计工作温度采用锅炉过热器出口和减压减温器出口的蒸汽额定温度。

(2) 汽轮机抽汽和背压汽轮机排汽管道，其设计工作温度采用汽轮机技术条件中规定的最高温度。

(3) 经加热器加热后的水管道，其设计工作温度采用加热蒸汽所能达到的最高压力下的饱和温度。

第8条 公称压力 P_g ，是代表各种不同介质参数（压力和温度）的相当压力。对于碳素钢、钼钢和铬钼钢，铸铁和可锻铸铁，青铜、黄铜和紫铜等材料制成的管道附件，其公称压力在国家标准尚未颁发之前，应根据第一机械工业部机械工业通用标准机标（JB）74—59的规定采用（见附录二）。此外：

(1) 对介质参数为40绝对大气压、450°C和33绝对大气压、420°C的主蒸汽管道以及相应的主给水管，其公称压力特定为 $P_g < 100$ 和 $P_g < 64$ 。

(2) 对机标（JB）74—59规定以外的其他材料的制件（如12CrMoV钢材的制件），其公称压力级无标准规定之前，可只标示其工作参数。

(3) 公称压力須用符号 P_g 标志, 其后附加压力数值 (以公斤/平方厘米为单位)。

例如: 公称压力为200公斤/平方厘米, 用 $P_g 200$ 表示。

第9条 試驗压力 P_t , 是为驗明管道附件及管道整体的强度或紧密性而規定的。在国家标准尚未頒发之前, 各种材料制成的管道附件, 应按机标 (JB) 74-59 (附录二) 中所規定的試驗压力数值进行强度或紧密性試驗。

对于管道整体, 通常仅进行紧密性試驗, 其試驗压力数值按下述原則确定:

(1) 直接与鍋炉联接的管道, 自鍋炉出口至第一个隔离閘門止 (包括此閘門) 的管段, 其試驗压力采用鍋炉的試驗压力。

(2) 工作压力大于1絕對大气压的管道, 其試驗压力采用設計工作压力的1.25倍, 并应不小于2公斤/平方厘米。

(3) 工作压力低于或等于1絕對大气压的管道, 其試驗压力采用工作压力加1公斤/平方厘米的数值, 并应不小于1.5公斤/平方厘米。

(4) 对于工作压力变动于1絕對大气压上下的管道, 其試驗压力采用第(2)項規定的数值。

(5) 在一般情况下应采用水压試驗, 但当周围空气溫度在 0°C 以下时, 允許用相同試驗压力数值的壓縮空气試驗代替。

第10条 管道及其附件的公称通径 D_g , 是指管道的公称內径, 其等級在国家标准尚未頒发之前, 应按第一机械工业部机械工业通用标准机标 (JB) 73-59 的規定采用 (見附录一)。

公称通径須用符号 D_g 标志, 其后附加公称通径的尺寸

(以毫米为单位)。

例如：公称通径为100毫米，用 D_g100 表示。

第二章 管子及附件选择与焊接

使用符号的单位和意义

符号	单 位		意 义
	名 称	代 号	
P	公斤/平方厘米	kg/cm^2	设计工作压力
P_g	公斤/平方厘米	kg/cm^2	公称压力
P_{JS}	公斤/平方厘米	kg/cm^2	计算压力
t	度(摄氏)	$^{\circ}C$	设计工作温度
t_{JS}	度(摄氏)	$^{\circ}C$	计算温度
D_g	厘米或毫米	cm 或 mm	公称通径
D_w	厘米或毫米	cm 或 mm	管子外径
D_n	厘米或毫米	cm 或 mm	管子内径
D_p	厘米或毫米	cm 或 mm	管子平均直径
d_w	厘米或毫米	cm 或 mm	支管外径
d_n	厘米或毫米	cm 或 mm	支管内径
d_p	厘米或毫米	cm 或 mm	支管平均直径
d	厘米或毫米	cm 或 mm	开孔直径或安全阀内径
R	米或毫米	m 或 mm	弯曲半径
S	厘米或毫米	cm 或 mm	管子壁厚
S_1	厘米或毫米	cm 或 mm	厚壁管壁厚(三通管或短支管)
S_2	厘米或毫米	cm 或 mm	堵头、堵板、孔板厚度
δ	厘米或毫米	cm 或 mm	加强垫板厚度
σ_{xu}	公斤/平方毫米	kg/mm^2	许用应力
σ_{ex}	公斤/平方毫米	kg/mm^2	钢材的额定许用应力
$\sigma_b^{(20)}$	公斤/平方毫米	kg/mm^2	钢材在20°C时的强度极限

續表

符 号	单 位		意 义
	名 称	代 号	
$\sigma_b^{(t)}$	公斤/平方毫米	kg/mm^2	鋼材在計算溫度下的强度极限
$\sigma_s^{(t)}$	公斤/平方毫米	kg/mm^2	鋼材在計算溫度下的屈服极限
$\sigma_D^{(t)}$	公斤/平方毫米	kg/mm^2	鋼材在計算溫度下的长期强度极限
n_D	—	—	計算长期强度极限的安全系数
C	厘米或毫米	cm 或 mm	管子壁厚的附加值
Δ_1	—	—	管子壁厚的偏差系数
η	—	—	許用应力的修正系数
φ	—	—	焊缝系数

第一节 一 般 規 定

第11条 管子及附件（包括管件和閥件）的选择，应当符合汽水管道系統与布置設計的要求。并須根据給定的公称通径、管内介质种类和設計工作参数进行选择。

第12条 管子及附件应尽量地采用标准元件。当需要采用非标准元件时，必須根据正确可靠的原始資料进行强度計算后确定。

选择管道附件时，还应注意减少品种，以相应减少检修用的备品备件种类。

第13条 管子及附件的连接应尽量采用焊接方式。法兰连接的方式只有在与带有法兰的设备和附件连接时，或在設備检修时需要拆卸的管道接口处采用。

絲扣连接的方式只能用在設計工作压力小于13公斤/平方厘米、溫度不高于300°C以及公称通径不大于150毫米的管道上。通常仅用作瓦斯管或絲扣閥件的连接。

第二节 材 料 选 择

第14条 所使用的管子及附件的材料，其化学成分与机械性能必须符合国家技术标准。在国家各项技术标准尚未颁发前，应以冶金工业部部颁标准或其他特定技术条件的各项规定为准。

第15条 管子及焊制管件的材料应根据管内介质种类和设计工作参数按表4的规定选用。

常用规格的管子、管件材料也可按管道零件及部件典型设计选择。

第16条 法兰及其连接件的材料、应根据管道的设计工作参数按表5的规定选用。

第17条 铸钢管件的材料，应根据管道的设计工作温度按表6的规定选用。

蒸汽和热水管道的管件，一般不宜采用铸铁管件。当需要采用铸铁管件时，必须符合铸铁管件使用条件的有关规定。

第18条 锻钢管件的材料，应根据管道的设计工作温度按表7的规定选用（锻钢法兰仍按第16条的规定）。

第19条 高压锅炉安全阀后的排汽管和管件的材料，一般可选用钢20。中低压锅炉安全阀后的排汽管和管件的材料，一般可选用钢10或钢20。

第三节 管子选择与计算

第20条 承受内压力的钢管管子壁厚，应按下列方法计算，

(1) 对于 $\beta \leq 1.6$ 的水管和 $\beta \leq 2.0$ 的蒸汽管，其管子

表 4

管道类别	介质种类	介质工作参数		管子、焊制管件的 材料牌号	管子种类
		压力 (公斤/平方厘米)	温度(°C)		
I	3. 过热蒸汽	不限	570	12Cr1MoV	无缝钢管
		不限	540	12Cr1MoV 12CrMoV 15CrMo	无缝钢管
		不限	510	12Cr1MoV、12CrMoV、15CrMo 12CrMo	无缝钢管
	3. 饱和蒸汽、热水	184以上	120以上	钢20	无缝钢管
II	1. 过热蒸汽	39及以下	350以上至450	钢20、钢10	无缝钢管
	2. 饱和蒸汽、热水	80以上至184	120以上	钢20、钢10	无缝钢管
III	1. 过热蒸汽	22及以下	300以上至350	钢20、钢10	无缝钢管、焊接钢管①
		16及以下	250以上至300	A2、A3、A4、A5 钢20、钢10	无缝钢管、焊接钢管
	2. 饱和蒸汽、热水	16以上至80	120以上	钢20、钢10	无缝钢管、焊接钢管①
IV	过热及饱和蒸汽和热水	16及以下	250及以下	A2、A3、A4、A5、 钢20、钢10	无缝钢管、焊接钢管、瓦斯管②

① 对于公称压力大于25公斤/平方厘米的管道，一般不宜采用焊接钢管。

② 对于设计工作温度大于200°C的管道，一般不宜采用瓦斯管。

表 5

零件名称	公称压力 (公斤/平方厘米)	介 质 在 下 列 温 度 (°C) 时 的 材 料 牌 号						
		300以下	350	400	425	450	530	540~570
法 兰	$P_{\theta} 25$ 及以下	A3	钢20和钢25					—
	$P_{\theta} 40、64、100、200$		钢20和钢25					12CrMo 15CrMoA
	压力不限		—					12Cr1MoV
法 兰 盖	$P_{\theta} 25$ 及以下	A3	钢20和钢25					—
	$P_{\theta} 40、64、100、200$		钢20和钢25					12CrMo 15CrMoA
	压力不限							12Cr1MoV
螺栓和双 头螺栓	$P_{\theta} 25$ 及以下	A5	钢25和钢35		30CrMoA		—	
	$P_{\theta} 40、64、100$		钢35和钢40		30CrMoA 35CrMoA		25Cr2MoVA	
	$P_{\theta} 200$	30CrMoA或35Cr		30CrMoA和35CrMoA		25Cr2MoVA		—
	压力不限		—					25Cr2Mo1V

螺 母	P_g 25及以下	A3	鋼20和鋼30		鋼35 鋼45	—
	P_g 40、64、 100	鋼25和鋼35		鋼35 鋼45	30CrMoA 35CrMoA	—
	P_g 200	鋼35和鋼45			30CrMoA 35CrMoA	
	压力不限		—			25Cr2MoVA
墊 圈	P_g 200及以下	鋼25和鋼35			12CrMo 15CrMoA	—
	压力不限		—			15CrMoA 12CrMo
軟 墊 片	P_g 100及以下	石 棉 橡 胶 板				—
齿形垫片	P_g 100以上	鋼10①				1Cr13②

① 对于 $P=230$ 公斤/平方厘米、 $t=230^{\circ}\text{C}$ 的过高压管道，法兰连接用的齿形垫片材料，应采用1Cr13。

② 对于 $t=570^{\circ}\text{C}$ 的过高温管道，法兰连接用的齿形垫片材料，应采用1Cr18Ni9Ti。

表 6

設計工作溫度 (°C)	鋼 号
$t \leq 450$	ZG15、ZG20、ZG25
$t = 510$	ZG20CrMoV、ZG20CrMo、ZG18CrMo
$t = 540$	ZG20CrMoV、ZG20CrMo
$t = 570$	ZG15Cr1MoV

表 7

設計工作溫度 (°C)	鋼 号
$t \leq 450$	鋼15、鋼20、鋼25
$t = 510 \sim 540$	12Cr1MoV、15CrMo、12CrMo
$t = 550$	12Cr1MoV、15CrMo
$t = 570$	15Cr1MoV、12Cr1MoV

壁厚按下式計算：

$$S = \frac{P_{JS} D_w}{230 \sigma_{xu} + P_{JS}} + C \quad (1)$$

β 的數值按下式計算：

$$\beta = \frac{D_w}{D_w - 2(S - C)} \quad (2)$$

(2) 對於裝有波形或套筒補償器的鋼管，管子壁厚按下式計算：

$$S = \frac{P_{JS} D_{in}}{200 \sigma_{xu} + P_{JS}} + C \quad (3)$$

上列公式中：

- δ ——管子壁厚，毫米；
 P_{js} ——計算压力，公斤/平方厘米；
 D_w ——管子外径，毫米；
 σ_{xu} ——許用应力，公斤/平方毫米；
 C ——管子壁厚附加值，毫米。

按公式(1)或(3)計算所得的管子壁厚，应根据管子产品規格表选择接近于該計算厚度的壁厚，并允許选用比計算厚度小但其差值不超过3%的壁厚。

第21条 許用应力按下式計算：

$$\sigma_{xu} = \eta \cdot \sigma_{ex} \quad (4)$$

式中 σ_{ex} ——鋼材的額定許用应力，公斤/平方毫米；

η ——許用应力的修正系数。

修正系数 η 根据鋼管制作特点选择：

对于无缝鋼管： $\eta = 1.0$ ；

对于焊接鋼管： $\eta = 0.8$ ；

对于螺旋焊接鋼管： $\eta = 0.6$ 。

第22条 鋼材的額定許用应力。

对于附录四中所列的鋼材，可按計算溫度在該附录中选取額定許用应力。

对于未列入該附录內但允許作为汽水管道的鋼材則应根据不同的計算溫度和試驗試样所获得的有关强度特性数据，定出額定許用应力。

对 $t_{js} < 260^\circ\text{C}$ 的碳素鋼，其額定許用应力为：

$$\sigma_{ex} \leq \frac{\sigma_b^{(20)}}{3.75} \quad (5)$$

对 $t_{js} < 420^\circ\text{C}$ 的鋼材，其額定許用应力应采用下列三个公式中的最小值：