

第六章 工业管道—动力管道 GCD 设计

第一节 火力发电厂设备布置

一、常用标准、规范

6.1.1 火力发电厂设备布置常用的标准、规范有哪些？

答：火力发电厂设备布置常用的标准、规范主要有：

- (1) GB 13223—2011《火电厂大气污染物排放标准》；
- (2) GB 13271—2014《锅炉大气污染物排放标准》；
- (3) GB 50016—2014《建筑设计防火规范》(2018 年版)；
- (4) GB 50029—2014《压缩空气站设计规范》；
- (5) GB 50041—2008《锅炉房设计规范》；
- (6) GB 50049—2011《小型火力发电厂设计规范》；
- (7) GB 50229—2019《火力发电厂与变电站设计防火规范》；
- (8) GB 50265—2010《泵站设计规范》；
- (9) GB 50660—2011《大中型火力发电厂设计规范》；
- (10) DL/T 5174—2003《燃气—蒸汽联合循环电厂设计规定》。

二、大中型火力发电厂设备布置

6.1.2 GB 50660 的适用范围是什么？常见的主厂房布置形式有哪几种？

答：(1) 现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660—2011 适用于蒸汽初参数为超高压及以上、单台机组容量在 125MW 及以上、采用直接燃烧方式、主要燃用固体化石燃料的火力发电厂工程的设计。

(2) 常见的主厂房布置可采用汽机房、煤仓间或除氧煤仓间、锅炉房三列式布置，汽机房、除氧间、煤仓间和锅炉房四列式布置或侧煤仓间布置等多种布置形式。

6.1.3 汽机房布置的原则是什么？

答：(1) 对 200MW 及以上机组，汽轮发电机组宜采用纵向顺列布置。如条件合适，通过技术经济比较也可采用横向布置。

(2) 300MW 及以上机组的汽机房运转层宜采用大平台布置形式，300MW 级以下机组宜采用岛式布置。采用大平台布置时，应满足汽机房的通风、排热、排湿及起吊重物的要求。

6.1.4 给水泵布置的一般要求是什么？

答：(1) 当驱动汽动给水泵的小汽轮机排汽进入主凝汽器时，汽动给水泵组宜就近布置在汽轮发电机组侧面的运转层或底层。

(2) 当驱动汽动给水泵的小汽轮机排汽进入独立的凝汽器时，汽动给水泵组宜布置在汽

机房及除氧间的运转层或中间层。

(3) 当汽轮发电机组采用电动给水泵时，给水泵可布置在汽机房或除氧间的底层。

6.1.5 除氧器给水箱的布置应如何考虑？

答：(1) 除氧器给水箱的安装标高应保证在汽轮机甩负荷瞬态工况下，给水泵或其前置泵的进口不发生汽化。

(2) 在气候、布置条件合适时，除氧器给水箱宜采用露天布置。

(3) 除氧器和给水箱不宜布置在集中控制室上方。如布置在集中控制室上方时，集中控制室顶板应采用混凝土整体浇灌，除氧器层的楼面应采取防水措施。

6.1.6 汽轮机油系统设备的布置有哪些要求？

答：(1) 汽轮机主油箱、油泵、冷油器及油净化装置等设备宜布置在汽机房机头靠 A 列柱侧，并应远离高温管道；汽轮机储油箱宜布置在主厂房外侧。

(2) 汽轮机主油箱、储油箱、油净化装置及油系统应采取防火措施。在主厂房外侧的适当位置应设置密封的润滑油事故排油箱(坑)，其布置标高和排油管道的设计应满足主油箱、储油箱、油净化装置等事故排油畅通的需要。润滑油事故排油箱(坑)的容积不应小于一台最大机组油系统的油量。

(3) 设备事故排油门均应布置在安全及便于操作的位置，其操作手轮应设在距排油设备外缘 5m 以外的地方，并应有两条人行通道可以到达。

6.1.7 锅炉布置原则是什么？

答：(1) 锅炉宜采用露天或半露天布置；对严寒或风沙大的地区宜采用紧身罩封闭。

(2) 采用露天或半露天布置的锅炉，其运转层宜采用岛式布置方式或钢格栅大平台布置方式。当锅炉本体下部或布置于锅炉房底层的附属设备不适宜露天布置时，运转层及以下可采用封闭的形式。紧身罩封闭的锅炉，其运转层宜采用钢筋混凝土大平台布置方式。

(3) 采用露天或半露天布置的锅炉，当需要在运转层上设置炉前操作区时，可采用炉前低封闭方式。

(4) 在满足设备及管道布置、安装、运行和检修要求的条件下，炉前空间宜压缩；在有条件时，可采用炉前柱与煤仓间柱合并的布置方式。

6.1.8 锅炉主要辅助设备的布置原则是什么？

答：锅炉主要辅助设备的布置原则如下：

(1) 除尘器采用露天布置，除尘器灰斗应采取防结露措施；对严寒地区，除尘器设备下部应采用封闭布置；

(2) 对严寒地区，锅炉的引风机、送风机和一次风机应采用室内布置；

(3) 露天布置的辅机应采取防噪音措施，其电动机宜采用全封闭形式。

6.1.9 汽机房内的桥式起重机如何选择？

答：(1) 125MW 级、200MW 级机组装机在 4 台及以上时，300MW 级及以上机组装机在 2 台及以上时，可装设 2 台起重量相同的桥式起重机。

(2) 桥式起重机的起重量应根据检修时起吊的最重件(不包括发电机静子)选择。

(3) 可根据工程具体情况,经技术经济比较,采取加固桥式起重机的方法满足发电机静子起吊的要求。

(4) 桥式起重机的安装标高应按所需起吊设备的最大起吊高度确定。

6.1.10 主厂房区域除设置桥式起重机外,其他设备检修起吊设施的设置应符合哪些要求?

答:(1)起重量为1t及以上的设备、需要检修的管件和阀门应设置检修起吊设施。

(2)起重量为3t及以上并经常使用的设备宜设置电动起吊设施。

(3)起重量为10t及以上的设备应设置电动起吊设施。

(4)主厂房内,在不便设置固定维护检修平台的地方可设置移动升降检修设施。

(5)露天布置的设备可根据周围条件设置移动或固定式起吊设施。

6.1.11 电梯台数和布置方式应符合哪些要求?

答:(1)125MW级机组,每2台锅炉宜装设1台电梯。

(2)200MW级及以上机组,每台锅炉宜装设1台电梯。

(3)电梯的形式宜为客货两用,装载量宜为1~2t,行驶速度应按从首层到顶层的运行时间不超过60s计算确定,且不宜小于1m/s。

(4)电梯宜布置在集中控制室与锅炉之间靠近炉前一侧,宜在锅炉本体各主要平台层设置停靠站。

(5)运行维护需要时,也可在其他生产建筑物内增设电梯。

6.1.12 燃油系统设置加热、吹扫、伴热、降温设施有什么要求?

答:对黏度大、凝固点高于冬季最低日平均环境温度的燃油,其卸油、储油及供油系统应有加热、伴热和吹扫设施。蒸汽吹扫系统应有防止燃油倒灌的措施。当油温高于规定要求时,在油罐或回油管路上应采取降温措施。

6.1.13 燃油泵房、燃油加热器布置原则是什么?

答:(1)燃油泵宜靠近油库区,日用油罐的燃油泵房宜靠近锅炉房。

(2)燃油泵房内,应设置适当的通风、起吊设施和必要的检修场地及值班室,如自动控制及消防设施可满足无人值班要求时,可不设置值班室。

(3)燃油泵房内的电气设备应采用防爆型。

(4)罐外置燃油加热器宜采用露天布置。如条件合适,可布置在锅炉房附近。

6.1.14 汽包锅炉的连续排污和定期排污的系统设计原则是什么?

答:(1)汽包锅炉宜采用一级连续排污扩容系统,连续排污系统应有切换至定期排污扩容器的旁路。

(2)每台锅炉宜设1套排污扩容系统。

(3)定期排污扩容器的容量应满足锅炉事故放水的需要;当锅炉事故放水量计算值过大时,宜与锅炉厂共同商定采取合适的限流措施。

(4)对于亚临界参数汽包锅炉,当条件合适时可不设连续排污系统。

(5)定期排污扩容器宜装设排汽管汽水分离装置。

6.1.15 锅炉向空排汽应满足什么要求？

答：(1) 锅炉向空排汽的噪声防治应满足环保要求。

(2) 向空排放的锅炉点火排汽管及压力控制阀排汽管应装设消声器。

(3) 起跳压力最低的汽包安全阀和过热器安全阀，以及中压缸启动机组的再热器安全阀排汽管应装设消声器。其他安全阀排汽管宜装设消声器

三、小型火力发电厂设备布置

6.1.16 GB 50049 的适用范围是什么？小型火力发电厂主厂房布置的基本要求是什么？

答：(1) 现行国家标准《小型火力发电厂设计规范》GB 50049—2011 适用于高温高压及以下参数、单机容量在 125MW 以下、采用直接燃烧方式、主要燃用固体化石燃料的新建、扩建和改建火力发电厂的设计。

(2) 小型火力发电厂主厂房布置的基本要求如下：

1) 发电厂主厂房的布置应符合热、电生产工艺流程，做到设备布局紧凑、合理，管道连接短捷、整齐，厂房布置简洁、明快；

2) 主厂房的布置应为安全运行和方便操作创造条件，做到巡回检查通道畅通。厂房内的空气质量、通风、采光、照明和噪声等应符合现行国家有关标准的规定。特殊设备应采取相应的防护措施，符合防火、防爆、防腐、防冻、防毒等有关要求；

3) 主厂房的布置应根据自然条件、总体规划和主辅设备特点及施工场地、扩建条件等因素，进行技术经济比较后确定；

4) 主厂房的布置应根据发电厂的厂区、综合主厂房内各工艺专业设计的布置要求及发电厂的扩建条件确定。扩建厂房宜与原有厂房协调一致；

5) 主厂房内应设置必要的检修起吊设施和检修场地，以及设备和部件检修所需的运输通道。

6.1.17 小型火力发电厂主厂房布置有什么要求？

答：(1) 主厂房的布置形式宜按汽机房、除氧间(或合并的除氧煤仓间)、煤仓间、锅炉房的顺序排列。当采用其他的布置形式时，应经技术经济比较后确定。

(2) 主厂房的布置应与发电厂出线，循环水管进、排水管位，热网管廊，主控制楼(室)、汽机房毗屋和其周围环形道路等布置相协调。

(3) 主厂房各层标高的确定应符合下列规定：

1) 双层布置的锅炉房和汽机房，其运转层宜取同一标高。汽机房的运转层宜采用岛式布置；

2) 除氧器层的标高应保证在汽轮机各种运行工况下，给水泵或其前置泵进口不发生汽化。

当气候、布置条件合适，除氧间不与煤仓合并时，除氧器和给水箱宜采用露天布置。

6.1.18 小型火力发电厂主厂房内检修设施的设置原则是什么？

答：(1) 汽机房的底层应设置集中安装检修场地。其面积应能满足检修吊装大件和汽轮机翻缸的要求。每 2~4 台机组宜设置一个零米检修场地。

(2) 汽机房内起重机的设置宜符合下列规定：

- 1) 100MW 级机组装机在 2 台及以上时, 宜设置 2 台电动桥式起重机;
- 2) 50MW 级机组装机在 4 台以上时, 宜设置 2 台电动桥式起重机;
- 3) 50MW 级以下容量机组的汽机房内, 应设置 1 台电动桥式起重机;
- 4) 起重量应按检修起吊最重件确定(不包括发电机定子);
- 5) 起重机的轨顶标高应满足起吊物件最大起吊高度的要求;
- 6) 起重机的起重量和轨顶标高应考虑规划扩建机组的容量。

(3) 主厂房的下列各处应设置必要的检修起吊设施:

- 1) 锅炉房炉顶。电动起吊装置起重量宜为 0.5~1t, 提升高度应从零米至炉顶平台;
- 2) 送风机、引风机、磨煤机、排粉风机、一次风机等转动设备的上方;
- 3) 煤仓间煤仓层。电动起吊装置的起重量宜为 0.5~1t, 提升高度应从零米或运转层至煤仓层;
- 4) 利用汽机房桥式起重机起吊受到限制的地方: 加热器、水泵、凝汽器端盖等设备和部件。

(4) 汽机房的运转层应留有利用桥式起重机抽出发电机转子所需要的场地和空间。汽机房的底层应留有抽、装凝汽器冷却管的空间位置。

(5) 锅炉房的布置应预留拆装空气预热器、省煤器的检修空间和运输通道。

6.1.19 主蒸汽及供热蒸汽系统的设置原则是什么?

答: (1) 主蒸汽管道宜采用切换母管制系统。

(2) 热电厂厂内应设供热集汽联箱。向厂外同一方向输送的供热蒸汽管道宜采用单管制系统; 采用双管或多管制系统, 应符合下列规定:

1) 当同一方向的各用户所需蒸汽参数相差较大, 或季节性热负荷占总热负荷比例较大, 经技术经济比较合理时, 可采用双管或多管制系统;

2) 对特别重要而不允许停汽的热用户, 需由两个热源供汽时, 可设双管输送。每根管道的管径宜按最大流量的 60% 设计;

3) 当热用户按规划分期建设, 初期设单管不能满足规划容量参数要求或运行不经济时, 可采用双管或多管制系统。

6.1.20 蒸汽减温减压器的设置原则是什么?

答: (1) 装有抽汽式汽轮机或背压式汽轮机的热电厂, 应按生产抽汽或排汽每种参数各装设 1 套备用减温减压装置, 其容量等于最大 1 台汽轮机的最大抽汽量或排汽量。

(2) 当任何 1 台汽轮机停用, 其余汽轮机如能供给采暖、通风和生活用热的 60%~75% (严寒地区取上限) 时, 可不装设采暖抽汽或排汽的备用减温减压装置。

(3) 当供热式机组的抽汽或排汽参数不适合作厂用汽源时, 可采用减温减压装置或减压阀, 将较高参数的抽汽或排汽降至所需要的参数。

(4) 经常运行的减温减压装置或减压阀, 应设 1 套备用。

四、余热锅炉和自备热电站设备布置

6.1.21 余热锅炉和自备热电站位置的确定应如何考虑?

答: (1) 余热锅炉和自备电站宜靠近负荷中心。

(2) 除装设背压式或抽汽背压式汽轮发电机的小型自备热电站外, 自备电站应考虑高压线进线方位, 靠近工厂边界布置。

- (3) 应适当留有发展余地。
- (4) 应考虑和其他公用设施, 例如总变电站, 循环水场等的关系。
- (5) 燃煤锅炉房和自备电站应考虑储煤场和排灰场的位置, 并考虑铁路线的接轨方便。
- (6) 燃煤锅炉房和自备电站宜位于厂区全年最小频率风向的上风侧。
- (7) 燃油燃气锅炉房可布置在装置区, 和工艺装置共用一套 DCS 控制系统。

6.1.22 余热锅炉设备的布置应如何考虑?

答: (1) 锅炉宜露天布置。在操作层的炉前宜布置燃料调节、给水调节和蒸汽温度调节阀组, 并适当封闭。

- (2) 除氧器的安装高度应满足锅炉给水泵的汽蚀裕量。
- (3) 锅炉的送、引风机宜与锅炉成单元式布置。
- (4) 燃气管道及其组成件应布置在通风良好处。
- (5) 锅炉的人孔、看火孔、燃烧器和各种阀门应有必要的操作平台。2 台锅炉平台之间应设联系平台。
- (6) 锅炉房内可设有化验室, 负责汽、水的就地化验。
- (7) 锅炉房内可设仪表控制室, 也可与其他单元设集中的仪表控制室(DCS 系统), 锅炉房设有外操作岗位。
- (8) 锅炉房的布置应考虑设备的检修方便, 考虑设备换管抽芯等位置。
- (9) 锅炉房各层的出、入口不应少于 2 个, 安全疏散的门应向外开启。

6.1.23 余热锅炉水处理的布置应如何考虑?

答: (1) 水处理宜靠近锅炉房布置或设在自备电站内。

- (2) 水处理应考虑再生用化学药剂(酸、碱、盐)的运输和卸车的方便。
- (3) 水处理室内应设排酸、碱废水的排水沟, 并应设有酸、碱废水的中和处理设施。
- (4) 水处理应设有就地分析的水质化验室。

五、火力发电厂与变电站防火设计

6.1.24 GB 50229 的目的和适用范围是什么?

答: 现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2019 的目的和适用范围如下:

(1) 为确保火力发电厂和变电站的消防安全, 预防火灾或减少火灾危害, 保障人身和财产安全, 制定本标准;

(2) 本标准适用于下列新建、改建和扩建的火力发电厂、变电站:

- 1) 1000MW 级机组及以下的燃煤火力发电厂(以下简称“燃煤电厂”);
- 2) 燃气轮机标准额定出力 400MW 级及以下的简单循环或燃气-蒸汽联合循环电厂(以下简称“燃机电厂”);

3) 电压为 1000kV 级及以下的变电站、换流站;

(3) 火力发电厂和变电站的消防设计应结合工程具体情况, 积极采用新技术、新工艺、新材料和新设备, 做到安全适用、技术先进、经济合理;

(4) 火力发电厂与变电站的防火设计除应符合本标准外, 尚应符合国家现行有关标准的规定。

6.1.25 燃煤电厂建、构筑物的火灾危险性分类、耐火等级及防火分区如何划分?

答: (1) 生产的火灾危险性应根据生产中使用或产生的物质性质及其数量等因素分类, 储存物品的火灾危险性应根据储存物品的性质和储存物品中的可燃物数量等因素分类, 并均应符合表 6.1.25 的规定。

表 6.1.25 建、构筑物的火灾危险性分类及其耐火等级

建(构)筑物名称	火灾危险性分类	耐火等级
主厂房(汽机房、除氧间、集中控制楼、煤仓间、锅炉房)	丁	二级
吸风机室	丁	二级
除尘构筑物	丁	二级
烟囱	丁	二级
空冷平台	戊	二级
脱硫工艺楼、石灰石制浆楼、石灰石制粉楼、石膏库	戊	二级
脱硫控制楼	丁	二级
吸收塔	戊	三级
增压风机室	戊	二级
屋内卸煤装置	丙	二级
碎煤机室、运煤转运站及配煤楼	丙	二级
封闭式运煤栈桥、运煤隧道	丙	二级
筒仓、干煤棚、解冻室、室内储煤场	丙	二级
输送不燃烧材料的转运站	戊	二级
输送不燃烧材料的栈桥	戊	二级
供、卸油泵房及栈台(柴油、重油、渣油)	丙	二级
油处理室	丙	二级
主控制楼、网络控制楼、微波楼、网络继电器室	丙	一级
屋内配电装置楼(内有每台充油量>60kg的设备)	丙	二级
屋内配电装置楼(内有每台充油量≤60kg的设备)	丁	二级
油浸变压器室	丙	一级
岸边水泵房、循环水泵房	戊	二级
灰浆、灰渣泵房	戊	二级
灰库	戊	三级
生活、消防水泵房, 综合水泵房	戊	二级
稳定剂室、加药设备室	戊	二级
取水建(构)筑物	戊	二级
冷却塔	戊	三级

续表

建(构)筑物名称	火灾危险性分类	耐火等级
化学水处理室、循环水处理室	戊	二级
供氢站、制氢站	甲	二级
启动锅炉房	丁	二级
空气压缩机室(无润滑油或不喷油螺杆式)	戊	二级
空气压缩机室(有润滑油)	丁	二级
热工、电气、金属试验室	丁	二级
天桥	戊	二级
变压器检修间	丙	二级
雨水、污(废)水泵房	戊	二级
检修车间	戊	二级
污(废)水处理构筑物	戊	二级
给水处理构筑物	戊	二级
电缆隧道	丙	二级
柴油发电机房	丙	二级
氨区控制室	丁	二级
卸氨压缩机室	乙	二级
液氨气化间	乙	二级
特种材料库	丙	二级
一般材料库	戊	二级
材料棚库	戊	二级
推煤机库	丁	二级

注：当特种材料库储存氢、氧、乙炔等气瓶时，火灾危险性应按储存火灾危险性较大的物品确定。

(2) 发电厂建筑物构件的燃烧性能和耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定，主厂房的锅炉房可采用无防火保护的金属承重构件。

(3) 主厂房地上部分防火分区的最大允许建筑面积应符合下列规定：

- 1) 600MW 级及以下机组不应大于 6 台机组的建筑面积；
- 2) 600MW 级以上机组、1000MW 级机组不应大于 4 台机组的建筑面积；
- 3) 其地下部分不应大于 1 台机组的建筑面积。

(4) 当屋内卸煤装置的地下部分与地下转运站或运煤隧道连通时，其防火分区的最大允许建筑面积不应大于 3000m²。

(5) 每座室内储煤场最大允许占地面积不应大于 50000m²。每个防火分区面积不宜大于 12000m²，当防火分区面积大于 12000m² 时，防火分区之间应采用宽度不小于 10m 的通道或高度大于堆煤表面高度 3m 的防火墙进行分隔。

(6) 承重构件为不燃烧体的主厂房及运煤栈桥, 其非承重外墙为不燃烧体时, 其耐火极限不限; 为难燃烧体时, 其耐火极限不应小于 0.50h。

(7) 除氧间与煤仓间或锅炉房之间应设置不燃烧体的隔墙。汽机房与合并的除氧煤仓间或锅炉房之间应设置不燃烧体的隔墙。隔墙的耐火极限不应小于 1.00h。

(8) 集中控制室、主控制室、网络控制室、汽机控制室、锅炉控制室和计算机房, 其顶棚和墙面应采用 A 级装修材料, 其他部位应采用不低于 B₁ 级的装修材料。

(9) 发电厂建筑物内电缆夹层的内墙应采用耐火极限不小于 1.00h 的不燃烧体。

(10) 封闭式栈桥、转运站等运煤建筑围护结构应采用不燃性材料, 当未设置自动灭火系统时, 其钢结构应采取防火保护措施。

(11) 室内储煤场采用钢结构时, 应符合下列规定:

1) 堆煤表面距离钢结构构件小于或等于 3m 范围内的钢结构承重构件应采取防火保护措施, 且耐火极限不应小于 2.50h;

2) 堆煤表面下与煤接触的混凝土挡墙应采取隔热措施。

(12) 其他厂房的层数和防火分区的最大允许建筑面积应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

6.1.26 燃煤电厂厂区总平面布置有哪些规定?

答: (1) 厂区应划分重点防火区域。重点防火区域的划分及区域内的主要建(构)筑物宜符合表 6.1.26 的规定。

表 6.1.26 重点防火区域及区域内的主要建(构)筑物

重点防火区域	区域内主要建(构)筑物	重点防火区域	区域内主要建(构)筑物
主厂房区	主厂房、除尘器、吸风机室、烟囱、脱硫装置、靠近汽机房的各类油浸变压器	制氢站、供氢站区	制氢间、氢气罐
配电装置区	配电装置的带油电气设备、网络控制楼或继电器室	液氨区	液氨储罐、配电间
点火油罐区	供卸油泵房、储油罐、含油污水处理站	消防水泵房区	消防水泵房、蓄水池
储煤场区	储煤场、转运站、卸煤装置、运煤隧道、运煤栈桥、筒仓	材料库区	一般材料库、特种材料库、材料棚库

(2) 重点防火区域之间的电缆沟(电缆隧道)、运煤栈桥、运煤隧道及油管沟应采取防火分隔措施。

(3) 主厂房、点火油罐区、液氨区及储煤场周围应设置环形消防车道, 其他重点防火区域周围宜设置消防车道。对单机容量为 300MW 及以上的机组, 在炉后与除尘器之间应设置单车车道。消防车道可利用交通道路。当山区及扩建燃煤电厂的主厂房、点火油罐区、液氨区及储煤场周围设置环形消防车道有困难时, 可沿长边设置尽端式消防车道, 并应设回车道或回车场。回车场的面积应不小于 12m×12m; 供大型消防车使用时, 不应小于 18m×18m。

(4) 消防车道的净宽度不应小于 4.0m, 坡度不宜大于 8%。道路上空遇有管架、栈桥等障碍物时, 其净高不宜小于 5.0m, 在困难地段不应小于 4.5m。

(5) 厂区的出入口不应少于 2 个, 其位置应便于消防车出入。

(6) 厂区围墙内的建(构)筑物与围墙外其他建(构)筑物的间距,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

(7) 消防站的布置应符合下列规定:

1) 消防站应布置在厂区的适中位置,避开主要人流道路,保证消防车能方便、快速地到达火灾现场;

2) 消防站车库正门应朝向厂区道路,距厂区道路边缘不宜小于 15.0m。

(8) 油浸变压器与汽机房、屋内配电装置楼、主控楼、集中控制楼及网控楼的间距不应小于 10m;当符合本章第 6.1.29 条第(10)款的规定时,其间距可适当减小。

(9) 厂区采用阶梯式竖向布置时,可燃液体储罐区不宜毗邻布置在高于全厂重要设施或人员集中场所的台阶上。确需毗邻布置在高于上述场所的台阶上时,应采取防止火灾蔓延和可燃液体流散的措施。

(10) 点火油罐区的布置应符合下列规定:

1) 应单独布置;

2) 点火油罐区四周应设置 1.8m 高的围墙;当利用厂区围墙作为点火油罐区的围墙时,该段厂区围墙应为 2.5m 高的实体围墙;

3) 点火油罐区的设计应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定。

(11) 制氢站、供氢站的设计应符合现行国家标准《氢气站设计规范》GB 50177 的有关规定。四周应设置不低于 2.5m 高的不燃烧体实体围墙。

(12) 厂区内建(构)筑物、设备之间的防火间距不应小于现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2019 表 4.0.15 的规定;高层厂房之间及与其他厂房之间的防火间距,应在表 4.0.15 规定的基础上增加 3m。

(13) 甲、乙类厂房与重要公共建筑的防火间距不宜小于 50m。

(14) 当同一座主厂房呈 U 形或山形布置时,相邻两翼之间的防火间距,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中厂房防火间距的有关规定。

6.1.27 燃煤电厂主厂房的安全疏散有什么要求?

答:(1) 汽机房、除氧间、煤仓间、锅炉房、集中控制楼的安全出口均不应少于 2 个。上述安全出口可利用通向相邻车间的乙级防火门作为第二安全出口,但每个车间地面层至少必须有 1 个直通室外的安全出口。

(2) 汽机房、除氧间、煤仓间、锅炉房最远工作地点到直通室外的安全出口或疏散楼梯的距离不应大于 75m;集中控制楼最远工作地点到直通室外的安全出口或楼梯间的距离不应大于 50m。

(3) 主厂房至少应有 1 个能通至各层和屋面且能直接通向室外的封闭楼梯间,其他疏散楼梯可为敞开式楼梯;集中控制楼至少应设置 1 个通至各层的封闭楼梯间。

(4) 主厂房室外疏散楼梯的净宽不应小于 0.9m,楼梯坡度不应大于 45°,楼梯栏杆高度不应低于 1.1m。主厂房室内疏散楼梯净宽不宜小于 1.1m,疏散走道的净宽不宜小于 1.4m,疏散门的净宽不宜小于 0.9m。

(5) 集中控制室的房间疏散门不应少于 2 个,当房间位于两个安全出口之间,且建筑面积小于或等于 120m² 时可设置 1 个。

(6) 主厂房的带式输送机层应设置通向汽机房、除氧间屋面或锅炉平台的疏散门。

6.1.28 燃煤电厂其他建、构筑物的安全疏散有什么要求?

答: (1) 碎煤机室和转运站应至少设置 1 个通至主要各层的楼梯, 该楼梯应采用不燃性隔墙与其他部分隔开, 楼梯可采用钢楼梯, 但其净宽不应小于 0.9m、坡度不应大于 45°。运煤栈桥安全出口的间距不应超过 150m。

(2) 卸煤装置的地下室两端及运煤系统的地下建筑物尽端, 应设置通至地面的安全出口。地下室安全出口的间距不应超过 60m。

(3) 室内煤场的安全出口不应少于 2 个, 矩形煤场的安全出口的数量尚应与防火分区相对应。

(4) 主控制楼、配电装置楼各层及电缆夹层的安全出口不应少于 2 个, 其中 1 个安全出口可通往室外楼梯。配电装置楼内任一点到最近安全出口的最大疏散距离不应超过 30m。

(5) 配电装置室房间内任一点到房间疏散门的直线距离不应大于 15m。

(6) 电缆隧道两端均应设通往地面的安全出口; 当其长度超过 100m 时, 安全出口的间距不应超过 75m。

(7) 控制室的房间疏散门不应少于 2 个, 当建筑面积小于 120m² 时可设 1 个。

(8) 每座空冷平台的室外楼梯不宜少于 2 个。室外楼梯的设计应符合本章第 6.1.27 条第(4)款的规定。

6.1.29 燃煤电厂对建筑结构有什么要求?

答: (1) 主厂房电梯应能供消防使用并应符合消防电梯的要求。除锅炉房消防电梯外, 消防电梯应设置前室。电梯的载重量不应小于 800kg。

(2) 主厂房及辅助厂房的室外疏散楼梯应符合下列规定:

1) 室外疏散楼梯和平台均采用不燃性材料制作, 其耐火极限不应低于 0.25h;

2) 除疏散门外, 楼梯周围 2m 内的墙面上不应设置门、窗、洞口; 疏散门不应正对楼段;

3) 通向室外楼梯的疏散门应采用乙级防火门, 并应向室外开启。

(3) 变压器室、配电装置室等室内疏散门应为甲级防火门, 电子设备间、发电机出线小室、电缆夹层、电缆竖井等室内疏散门应为乙级防火门; 上述房间中间隔墙上的门应采用乙级防火门。

(4) 主厂房各车间隔墙上的门均采用乙级防火门。

(5) 主厂房煤仓间带式输送机层应采用耐火极限不小于 1.00h 的防火隔墙与其他部位隔开, 隔墙上的门均采用乙级防火门。

(6) 集中控制室应采用耐火极限分别不低于 2.00h 和 1.50h 的防火隔墙和楼板与其他部位分隔, 隔墙上的门窗应采用乙级防火门窗。

(7) 主厂房疏散楼梯间内部不应穿越可燃气体管道, 蒸汽管道, 甲、乙、丙类液体的管道和电缆或电缆槽盒。

(8) 主厂房与天桥连接处的门洞应设置防止火势蔓延的措施, 门应采用不燃性材料制作。

(9) 蓄电池室、充电机室以及蓄电池室前套间通向走廊的门, 均采用向外开启的乙级防火门。

(10) 当汽机房、屋内配电装置楼、主控制楼、集中控制楼及网络控制楼的墙外 5m 以内布置有变压器时，在变压器外轮廓投影范围外侧各 3m 内的上述建筑物外墙上不应设置门、窗、洞口和通风孔，且该区域外墙应为防火墙；当建筑物墙外 5~10m 范围内布置有变压器时，在上述外墙上可设置甲级防火门，变压器高度以上可设防火窗，其耐火极限不应小于 0.90h。

(11) 电缆沟及电缆隧道在进出主厂房、主控制楼、配电装置室时，在上述建筑物外墙处应设置防火墙。电缆隧道的防火墙上应采用甲级防火门。

(12) 丙类特种材料库贴邻一般材料库设置时，应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙与一般材料库分隔并设置独立的安全出口。

(13) 厂房、仓库的外墙应在每层的适当位置设置可供消防救援人员进入的窗口，且每个防火分区不应少于 2 个，设置的位置应与消防车登高操作场地相对应。

(14) 供消防人员进入的窗口的净高度和净宽度均不应小于 1.0m，下沿距室内地面不宜大于 1.2m。窗口的玻璃应易于破碎，并应设置在室外易于识别的明显标志。

6.1.30 燃煤电厂煤粉系统及油系统设备及管道的保温材料有什么要求？

答：(1) 煤粉系统的设备保温材料、管道保温材料及在煤仓间穿过的汽、水、油管道保温材料均应采用不燃烧材料。

(2) 油系统的设备及管道的保温材料应采用不燃烧材料。

6.1.31 燃煤电厂锅炉点火及助燃油系统有什么要求？

答：(1) 锅炉点火及助燃油品火灾危险性分类应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定。

(2) 从下部接卸油罐车的卸油系统，应采用密闭式管道系统。甲、乙类油品油罐车的卸油必须采用密闭方式，并采用快速接头连接。

(3) 加热燃油、燃油管道伴热、燃油管道蒸汽清扫的蒸汽温度应低于油品的自燃点，且不应超过 250℃。

(4) 燃油系统需要加热时，应有控制油品温升的措施。油罐内加热后的燃油温度应低于其闭口闪点 10℃ 以上。

(5) 储存甲、乙类油品的固定顶油罐和卧式油罐的通气管上应装设呼吸阀和阻火器，储存丙类油品的固定顶油罐和卧式油罐应设置通气管，丙_A类油品应装设阻火器。

(6) 油罐应有油位测量装置和高油位报警器。油罐还应设置降温措施。

(7) 油罐的进油管宜从油罐的下部进入，当工艺布置需要从油罐的顶部接入时，进油管宜延伸到油罐的下部。

(8) 油罐区卸油总管和供油总管应布置在油罐防火堤外。油罐的进、出口管道，在靠近油罐处和防火堤外面应分别设置隔离阀。油罐区的排水管在防火堤外应设置隔离阀。

(9) 油泵房应设在油罐防火堤之外，并与防火堤有足够的防火间距。油泵房应设置必要的泄压设施，安装通风设备和可燃气体报警器。

(10) 燃油管道宜架空敷设，且应布置在热力管道的下方。当受条件限制时可采用地沟或直埋敷设。采用地沟敷设时，应进行分段封堵；采用直埋时，必须设置检漏设施，并对管道进行防腐处理。当燃油管道穿越铁路或道路时应敷设在管涵或套管内。

(11) 燃油管道阀门的执行机构宜采用气动。采用电动阀时应采用防爆型的电动执行机构。

(12) 在每台锅炉的供油总管上，应设置快速关断阀和手动关断阀。当多台锅炉的回油接至一根回油总管时，每台锅炉的回油总管上应设置快速关断阀和手动关断阀，

6.1.32 燃煤电厂的汽轮机油系统设计应符合哪些规定？

答：汽轮机油系统的设计应符合下列规定：

(1) 汽轮机主油箱应设置排油烟机，排油烟管道应引至厂房外无火源处且避开高压电气设施；

(2) 汽轮机的主油箱、油泵、冷油器及油净化装置等油系统设备，宜集中布置在汽机房零米层机头靠 A 立柱侧处并远离高温管道；

(3) 在汽机房外应设密封的事故排油箱(坑)，其布置标高和排油管道的设计，应满足事故发生时排油畅通的需要；事故排油箱(坑)的容积，不应小于一台最大机组油系统的油量；

(4) 润滑油管道应减少法兰连接，除必须用法兰与设备和部件连接外，应采用焊接连接；压力油管道应采用无缝钢管；

(5) 润滑油系统应采用钢制阀门，并应按比管道设计压力高一级压力等级选用；润滑油管道阀门应选用明杆阀门，不得选用反向阀门，且开关方向应有明确标识；润滑油管道上的阀门门杆应平放或向下布置；

(6) 200MW 及以上容量的机组宜采用组合油箱及套装油管，并宜设单元组装式油净化装置；

(7) 油管道应避开高温蒸汽管道，不能避开时应将其布置在蒸汽管道的下方；

(8) 在油管道与汽轮机前轴封箱的法兰连接处，应设置防护槽和将漏油引至安全处的排油管道；

(9) 油系统管道的阀门、法兰及其他可能漏油处敷设有热管道或其他载热体时，载热体管道外面应包敷严密的保温层，保温材料应采用不燃烧材料，保温层外面应采用镀锌铁皮或铝皮或彩钢板做保护层；

(10) 油管道法兰接合面应采用质密、耐油和耐热的垫料，不应采用塑料垫、橡皮垫和石棉垫；

(11) 在油箱的事故排油管上，应设置 2 个钢制阀门，其操作手轮应设在距油箱外缘 5m 以外的地方，并应有 2 个以上的通道；操作手轮不得加锁，并应设置明显的“禁止操作”标志；

(12) 300MW 及以上容量的汽轮机调节油系统，宜采用抗燃油；

(13) 容积式油泵出口应设安全阀或泄压阀；

(14) 润滑油区、调节油供油装置应设置防泄漏和防火隔离措施。

6.1.33 燃煤电厂中电缆和电缆敷设应采取哪些防火措施？

答：(1) 建(构)筑物中电缆引至电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位，电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞应采用电缆防火封堵材料进行封堵，其防火封堵组件的耐火极限不应低于被贯穿物的耐火极限，且不应低于 1.00h。

(2) 当电缆竖井中只敷设阻燃电缆或具有相当阻燃性能的耐火电缆时,宜每隔约 7m 设置防火封堵,其他电缆应每隔 7m 设置防火封堵。在电缆隧道或电缆沟中的下列部位应设置防火墙:

- 1) 穿越汽机房、锅炉房和集中控制楼之间的隔墙处;
- 2) 穿越汽机房、锅炉房和集中控制楼外墙处;
- 3) 穿越建筑物的外墙及隔墙处;
- 4) 架空敷设每间距 100m 处;
- 5) 两台机组连接处;
- 6) 电缆桥架分支处。

(3) 防火墙上的电缆孔洞应采用耐火极限为 3.00h 的电缆防火封堵材料或防火封堵组件进行封堵。

(4) 对主厂房内易受外部火灾影响的汽轮机头部、汽轮机油系统、锅炉防爆门、煤粉系统防爆门、排渣孔朝向的邻近部位的电缆区段,应采取防火措施。

(5) 当电缆明敷时,在电缆中间接头两侧各 2~3m 长的区段以及沿该电缆并行敷设的其他电缆同一长度范围内,应采取防火措施。

(6) 靠近带油设备的电缆沟盖板应密封。

(7) 在电缆隧道和电缆沟道中,严禁有可燃气、油管路穿越。

(8) 在敷设电缆的电缆夹层内,不得布置热力管道、油气管以及其他可能引起着火的管道和设备。

(9) 架空敷设的电缆与热力管路应保持足够的距离,控制电缆,动力电缆与热力管道平行时,两者距离分别不应小于 0.5m 及 1m;控制电缆、动力电缆与热力管道交叉时,两者距离分别不应小于 0.25m 及 0.5m。当不能满足要求时,应采取有效的防火隔热措施。

6.1.34 燃煤电厂对消防给水、灭火设施有什么要求?

答:(1)消防给水及灭火设施的一般要求如下:

1) 消防给水系统应与燃煤电厂的设计同时进行;

2) 单机容量 125MW 机组及以上的燃煤电厂消防给水应采用独立的消防给水系统。单机容量 100MW 机组及以下的燃煤电厂消防给水宜采用与生活用水或生产用水合用的给水系统;

3) 消防给水系统应保证任一建筑物的最大消防用水量并保证其最不利点处消防设施的工作压力。消防给水系统可采用具有高位水箱或稳压泵的临时高压给水系统;

4) 厂区内消防给水水量应按同一时间内发生火灾的次数及一次最大灭火用水量计算。建筑物一次灭火用水量应为室外和室内消防用水量之和;

5) 厂区内应设置室内、室外消火栓系统。消火栓系统、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、泡沫灭火系统、固定消防炮灭火系统等消防给水系统可合并设置;

6) 各种容量机组的燃煤电厂的消防设施应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2019 第 7.1.6 条、7.1.7 条和 7.1.8 条的规定;

7) 运煤栈桥及运煤隧道与转运站、筒仓、碎煤机室、主厂房连接处应设防火分隔水幕。

(2) 主厂房、液氨区、露天储煤场或室内储煤场、点火油罐区周围的消防水管网应为环状。

(3) 点火油罐宜设移动式冷却水系统。

(4) 室外消防给水管道和消火栓的布置应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定；液氨区及露天布置的锅炉区域，消火栓的间距不宜大于 60m；液氨区应配置喷雾水枪。

(5) 室内消防给水管道设计应符合下列规定：

1) 室内消防给水管道应为环状管网；室内消火栓不超过 10 个且室外消防用水量不大于 20L/s 时，可布置成枝状；室内消防给水环状管网至少应有 2 条进水管与室外管网连接，每条应按满足全部用水量设计；

2) 主厂房内应设置水平环状管网；消防竖管应引自水平环状管网成枝状布置，竖管上装设 2 个及以上消火栓时，竖管与水平管道连接处应设阀门；

3) 室内水平消防给水管道应采用阀门分段，对于单层厂房、库房，当某段损坏时，可关闭不相邻的 5 个消火栓；非单层建筑可关闭不相邻的 5 根竖管；

4) 消防用水与其他用水合并的室内管道，当其他用水达到最大流量时，应仍能供全部消防用水量；主厂房及超过 4 层的建筑室内消防管网上应设置水泵接合器，水泵接合器的数量应通过室内消防用水量计算确定；

5) 室内消火栓给水管及报警阀组过滤器以前的给水管道可采用经防腐处理的钢管，应根据管道材质、施工条件等因素选择沟槽、螺纹、法兰或焊接等连接方式。

(6) 室内消火栓布置应符合下列规定：

1) 消火栓的布置应保证有 2 支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位；建筑高度小于或等于 24m 且体积小于或等于 5000m³ 的材料库，可采用 1 支水枪充实水柱到达室内任何部位；

2) 水枪的充实水柱长度应由计算确定；对于高层建筑、主厂房和材料库，消火栓栓口的动压不应小于 0.35MPa，消防水枪的充实水柱长度应按 13m 计算；对于其他建筑，消火栓栓口的动压不应小于 0.25MPa，消防水枪的充实水柱长度应按 10m 计算；

3) 消火栓栓口处静压大于 1.0MPa 或自动水灭火系统报警阀处的工作压力大于 1.6MPa 或喷头处的工作压力大于 1.20MPa 时，应采用分区给水系统；消火栓栓口处的出水压力不应大于 0.5MPa，当超过 0.7MPa 时，应设置减压设施；

4) 室内消火栓应设在明显易于取用的地点，栓口距地面高度宜为 1.1m，其出水方向宜向下或与设置消火栓的墙面成 90°角；

5) 室内消火栓的间距应由计算确定，主厂房内消火栓的间距不应超过 30m；

6) 应采用同一型号的配有消防软管卷盘的消火栓箱，消火栓水带直径宜为 65mm，长度不应超过 25m，水枪喷嘴口径不应小于 19mm；

7) 主厂房的煤仓间最高处应设检验用的消火栓和压力显示装置；在室内消防给水管路最高处应设自动排气阀；

8) 当室内消火栓设在寒冷地区非供暖的建筑物内时，可采用干式消火栓给水系统，但在进水管上应安装快速启闭阀；

9) 带电设施附近的消火栓应配备喷雾水枪。

(7) 对消防水泵房设计要求如下：

1) 消防水泵房应设直通室外的安全出口；

2) 一组消防水泵的吸水管不应少于 2 条；当其中 1 条损坏时，其余的吸水管应能满足

全部用水量。吸水管上应装设检修用阀门；

3) 消防水泵应采用自灌式吸水；

4) 消防水泵房应有不少于 2 条出水管与环状管网连接，当其中 1 条出水管检修时，其余的出水管应能满足全部用水量。消防泵组应设试验回水管，并配装检查用的放水阀门、水锤消除、安全泄压及压力、流量测量装置；

5) 消防水泵应设备用泵，备用泵的流量和扬程不应小于最大一台消防泵的流量和扬程；

6) 消防水泵宜采用柴油机驱动消防泵作为备用泵；

7) 稳压泵应设备用泵。稳压泵的设计流量宜为消防给水系统设计流量的 1%~3%。

(8) 燃煤电厂应设消防水池，当消防用水与其他用水共用时，应采取确保消防用水量不作他用的技术措施。消防水池的容积应能满足全厂同一时间火灾次数条件下、不同场所火灾延续时间内供水的需要。容积大于 500m³ 的消防水池应分隔为两个各自独立使用的水池，二者之间应设满足水泵在最低有效水位取水的连通管。不同场所各种消防给水系统的火灾延续时间应符合表 6.1.34 的规定。

表 6.1.34 不同场所各种消防给水系统的火灾延续时间

消防给水系统类别	保护对象	火灾延续时间/h
室外消火栓	直径大于 20m 的点火油罐	6
	直径小于或等于 20m 的点火油罐	4
	露天煤场	3
	液氨区	6
室内、室外消火栓	甲、乙、丙类厂房、仓库	3
	丁、戊类厂房、仓库	2
固定水炮灭火系统	室内储煤场	1

注：自动水灭火系统、泡沫灭火系统的火灾延续时间按相应现行国家标准确定。

(9) 消防水泵房宜与生活水泵房及/或生产水泵房合建，合建后的泵房应为独立建筑。柴油消防水泵的油箱应设置在单独的房间内，泵房内应设置与消防控制室直接联络的通信设备。

(10) 建、构筑物及设备应按现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2019 表 7.11.1 确定火灾类别及危险等级并配置灭火器。点火油罐区防火堤内面积每 400m² 应配置 1 具 8kg 手提式干粉灭火器，当计算数量超过 6 具时，可采用 6 具。

6.1.35 燃煤电厂对火灾自动报警有什么要求？

答：(1) 单机容量为 50~150MW 的燃煤电厂，应设置集中报警系统。

(2) 单机容量为 200MW 及以上的燃煤电厂，应设置控制中心报警系统。

(3) 200MW 级机组及以上容量的燃煤电厂，宜按下列规定划分火灾报警区域：

1) 每台机组为一个火灾报警区域(包括集中控制室/单元控制室、汽机房、锅炉房、煤仓间以及主变压器、启动变压器、联络变压器、厂用变压器、机组柴油发电机、空冷控制楼、点火油罐)；

2) 办公楼、网络控制楼、微波楼和通信楼火灾报警区域(包括控制室、电子计算机房及

电缆夹层)；

3) 运煤系统火灾报警区域[包括控制室与配电间、转运站、碎煤机室、运煤栈桥(隧道)、室内储煤场或筒仓]；

4) 脱硫系统区域；

5) 液氨区。

(4) 消防控制室应与集中控制室合并设置。

(5) 火灾报警控制器应设置在值班所在的集中控制室内，报警控制器的安装位置应便于操作人员监控。

(6) 点火油罐区的火灾探测器及相关连接件应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

6.1.36 燃煤电厂对供暖、空气调节和通风有什么要求？

答：(1) 运煤建筑供暖热媒的供水宜采用温度不高于 130℃ 的热水。严寒地区当采用蒸汽作为热媒时，其散热器入口处蒸汽温度不应超过 160℃。应选用表面光洁易清扫的散热设备。

(2) 甲、乙类厂房或甲、乙类仓库严禁采用明火和电热散热器供暖；蓄电池室、供(卸)油泵房、油处理室、汽车库及运煤(煤粉)系统等产生易燃易爆气体或物料的建筑物或房间，严禁采用明火取暖。

(3) 蓄电池室的供暖散热器应采用耐腐蚀、承压高的散热器；管道应采用焊接，室内不应设置法兰、丝扣接头和阀门；供暖管道不宜穿过蓄电池室楼板；蓄电池室内不应敷设供暖沟道。

(4) 供暖管道不应穿过变压器室、配电装置室等电气设备间。

(5) 室内供暖系统的管道、管件及保温材料应采用不燃烧材料。

(6) 当供暖管道穿越防火墙时应预埋钢套管，管道与套管之间的空隙应采用耐火材料严密封堵，并在穿墙处设置固定支架。

(7) 当集中控制室、电子设备间等房间不具备自然排烟条件时，应设置火灾后的机械排风系统，排风量应按房间换气次数不少于每小时 6 次计算，排风机宜采用钢制轴流风机。

(8) 通风、空气调节系统的送、回风管，当符合下列情况之一时，应设置防火阀，防火阀动作温度应为 70℃。

1) 穿越重要设备或火灾危险性大的房间隔墙和楼板处；

2) 穿越通风空调机房的房间隔墙和楼板处；

3) 穿越防火分区处；

4) 穿越防火分隔处的变形缝两侧；

5) 垂直风管与每层水平风管交接处的水平管段上。

(9) 穿过墙体或楼板的防火阀两侧各 2m 范围内的风道保温应采用不燃烧材料，穿过处的空隙应采用防火材料封堵。

(10) 空气调节系统风道的保温材料、冷水管道的保温材料、消声材料及其黏结剂，应采用不燃烧材料。

(11) 油泵房机械通风应符合下列规定:

- 1) 室内空气不应再循环;
- 2) 通风设备应采用防爆型, 风机应与电机直接连接;
- 3) 排风管不应设在墙体内, 并不宜穿过防火墙; 当必须穿过防火墙时, 应在穿墙处设置防火阀。

(12) 通行和半通行的油管沟应设置通风设施, 并应设置可靠的接地装置。

(13) 含油污水处理站应设置通风设施。

(14) 油系统的通风管道及其部件应采用不燃材料。

6.1.37 燃煤电厂对消防供电和照明有什么要求?

答: (1) 自动灭火系统、与消防有关的电动阀门及交流控制负荷, 应按保安负荷供电。当机组无保安电源时, 应按 I 类负荷供电。

(2) 单机容量为 25MW 以上的发电厂, 消防水泵及主厂房电梯应按 I 类负荷供电。单机容量为 25MW 及以下的发电厂, 消防水泵及主厂房电梯应按不低于 II 类负荷供电。单台发电机容量为 200MW 及以上时, 主厂房电梯应按保安负荷供电。

(3) 发电厂内的火灾自动报警系统, 当本身带有不间断电源装置时, 应由厂用电源供电。当本身不带有不间断电源装置时, 应由厂内不间断电源装置供电。

(4) 单机容量为 200MW 及以上燃煤电厂的主控室或集控室及柴油发电机房的应急照明, 应采用蓄电池直流系统供电。当难以从蓄电池或保安电源取得应急照明电源时, 主厂房出入口、通道、楼梯间及远离主厂房的重要工作场所的应急照明, 应采用自带电源的应急灯。

其他场所的应急照明, 应按保安负荷供电。

(5) 单机容量为 200MW 以下燃煤电厂的应急照明, 应采用蓄电池直流系统供电。

(6) 应急照明与正常照明可同时运行, 正常时由厂用电源供电, 事故时应能自动切换到蓄电池直流母线供电; 主控制室的应急照明, 正常时可不运行。远离主厂房的重要工作场所的应急照明, 可采用应急灯。

(7) 当消防用电设备采用双电源供电时, 应在最末一级配电装置或配电箱处切换。

(8) 爆炸和火灾危险环境电力装置的设计应按现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定执行。

(9) 当正常照明因故障熄灭时, 应按现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2019 表 9.2.1 中所列的工作场所装设继续工作或人员疏散用的应急照明。表 9.2.1 中所列工作场所的通道出入口应装设应急照明。

(10) 当照明灯具表面的高温部位靠近可燃物时, 应采取隔热、散热等防火保护措施。

(11) 主厂房、生产办公楼、脱硫电气楼、有人员值守的辅助建筑物以及电缆夹层应沿疏散走道及其转角处以及安全出口设置灯光疏散指示标志, 标志的设置应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

(12) 建筑内设置的灯光疏散指示标志和火灾应急照明灯具, 除应符合现行国家标准《火力发电与变配电站设计规范》GB 50229 的规定外, 还应符合现行国家标准《消防安全标

志》GB 13495 和《消防应急灯具》GB 17945 的有关规定。

6.1.38 燃机电厂厂区总平面布置有什么要求?

答: (1) 天然气调压站、燃油处理室及供氢站应与其他辅助建筑分开布置。

(2) 燃气轮机或主厂房、余热锅炉、天然气调压站及燃油处理室与其他建(构)筑物之间的防火间距,应符合表 6.1.38 的规定。

表 6.1.38 建(构)筑物之间的防火间距(m)

建(构)筑物、设备名称	丙、丁、戊类建筑耐火等级		燃气轮机(房)或联合循环发电机组(房)、余热锅炉(房)	天然气调压站	燃油处理室		主变压器或屋外厂用变压器单台油量/t		
	一、二级	三级			原油	重油	≥5, ≤10	>10, ≤50	>50
燃气轮机(房)或联合循环发电机组(房)、余热锅炉(房)	10	12	—	30	30	10	10		
天然气调压站	12	14	30	—	12	12	25		
燃油处理室	原油	12	14	30	12	—	25		
	重油	10	12	10	12	—	12	15	20

建(构)筑物、设备名称	屋外配电装置	制氢站或供氢站	氢气罐总容积/ m ³		办公、生活建筑 (单层或多层) 耐火等级		铁路中心线		厂外道路 (路边)	厂内道路 (路边)		
			V≤1000	1000<V≤10000	一、二级	三级	厂外	厂内		主要	次要	
燃气轮机(房)或联合循环发电机组(房)、余热锅炉(房)	10	12	12	15	10	12	5	5	—	—	—	
天然气调压站	25	12	12	15	25		30	20	15	10	5	
燃油处理室	原油	25	12	12	15	25		30	20	15	10	5
	重油	10	12	12	15	10	12	5	5	—	—	—

注: ① 燃油燃机电厂的油罐的防火间距应执行现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074。

② 氢气罐与氢气罐之间的防火间距,不应小于相邻较大氢气罐的直径。

③ 氢气罐总容积应按其水容积(m³)和工作压力(绝对压力)的乘积计算。

(3) 当油浸变压器与燃气轮机(房)或联合循环发电机组(房)、余热锅炉(房)的间距要求符合本章第 6.1.26 条第(8)款规定时,其间距可适当减小。

6.1.39 燃机电厂主厂房的安全疏散有什么要求?

答: 主厂房的疏散楼梯,不应少于 2 个,其中应有一个楼梯直接通向室外出入口,当另一个采用室外楼梯时,室外楼梯的设计应符合本章第 6.1.27 条第(4)款规定。

6.1.40 燃机电厂燃料系统设计有什么要求?

答: (1) 天然气气质应分别符合现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 及燃气轮机制造厂对天然气气质各项指标(包括温度)的规定和要求。

(2) 天然气管道设计应符合下列规定:

1) 厂内天然气管道宜高支架敷设、低支架沿地面敷设或直埋敷设，在跨越道路时应采用套管，不应地沟内敷设；

2) 除必须用法兰与设备和阀门连接外，天然气管道管段应采用焊接连接；

3) 进厂天然气总管应设置紧急切断阀和手动关断阀，并且在厂内天然气管道上应设置放空管、放空阀及取样管；在两个阀门之间应提供自动放气阀，其设置和布置原则应按现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 的有关规定执行；

4) 天然气管道试压前需进行吹扫，吹扫介质宜采用不助燃气体；

5) 天然气管道应以水为介质进行强度试验，强度试验压力应为设计压力的 1.5 倍；强度试验合格后，应以水和空气为介质进行严密性试验，试验压力应为设计压力的 1.05 倍；再以空气为介质进行气密性试验，试验压力为 0.6MPa；

6) 天然气管道的低点应设排液管及两道排液阀，排出的液体应排至密闭系统。

(3) 燃油系统采用柴油或重油时，应符合本章第 6.1.31 条的规定；采用原油时应采取特殊措施；

(4) 燃机供油管道应串联 2 只关断阀门或其他类似关断阀门，并应在两阀之间采取泄放这些阀门之间过剩压力的措施。

6.1.41 燃气轮机的防火有什么要求？

答：(1) 燃气轮机采用的燃料为天然气或其他类型气体燃料时，外壳应装设可燃气体探测器。

(2) 当发生熄火时，燃机入口燃料快速关断阀宜在 1s 内关闭。

6.1.42 变电站的布置有什么要求？

答：(1) 变电站内的建(构)筑物与变电站外的建(构)筑物之间的防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

(2) 变电站内建(构)筑物及设备的防火间距不应小于表 6.1.42 的规定。

表 6.1.42 变电站内建(构)筑物及设备之间的防火间距 m

建(构)筑物、设备名称		丙、丁、戊类生产建筑耐火等级		屋外配电装置 每组断路器 油量/t		可燃介质 电容器(棚)	事故 储油池	生活建筑耐火等级	
		一、二级	三级	<1	≥1			一、二级	三级
丙、丁、戊类生产 建筑耐火等级	一、二级	10	12	—	10	10	5	10	12
	三级	12	14					12	14
屋外配电装置 每组断路器油量/t	<1	—		—	10	10	5	10	12
	≥1	10						10	12
油浸变压器、油浸 电抗器单台 设备油量/t	≥5, ≤10	10		5	10	10	5	15	20
	>10, ≤50							20	25
	>50							25	30
可燃介质电容器(棚)		10		10	—	10	5	15	20
事故储油池		5		5	5	5	—	10	12

续表

建(构)筑物、设备名称		丙、丁、戊类生产建筑耐火等级		屋外配电装置每组断路器油量/t		可燃介质电容器(棚)	事故储油池	生活建筑耐火等级	
		一、二级	三级	<1	≥1			一、二级	三级
生活建筑耐火等级	一、二级	10	12	10	15	10	6	7	
	三级	12	14	12	20	12	7	8	

注：①建(构)筑物防火间距应按相邻建(构)筑物外墙的最近水平距离计算，如外墙有凸出的可燃或难燃构件时，则应从其凸出部分外缘算起；变压器之间的防火间距应为相邻变压器外壁的最近水平距离；变压器与带电电气设备的防火间距应为变压器和带电电气设备外壁的最近水平距离；变压器与建筑物的防火间距应为变压器外壁与建筑外墙的最近水平距离。

②相邻两座建筑较高一面的外墙如为防火墙时，其防火间距不限；两座一、二级耐火等级的建筑，当相邻较低一面外墙为防火墙且较低一座厂房屋顶无天窗，屋顶耐火极限不低于1h，或相邻较高一面外墙的门、窗等开口部位设置甲级防火门、窗或防火分隔水幕时，其防火间距不应小于4m。

③符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2019第11.2.1条规定的生产建筑物与油浸变压器或可燃介质电容器除外。

④屋外配电装置间距应为设备外壁的最近水平距离。

油量为2500kg及以上的屋外油浸变压器或高压电抗器与油量为600kg以上的带电电气设备之间的防火间距不应小于5m。

(3)相邻两座建筑两面的外墙均为不燃烧墙体且无外露的可燃性屋檐，每面外墙上的门、窗、洞口面积之和各不大于外墙面积的5%，且门、窗、洞口不正对开设时，其防火间距可按表6.1.42减少25%。

(4)建筑面积超过250m²的控制室、通信机房、配电装置室、电容器室、阀厅、户内直流场、电缆夹层，其疏散门不宜少于2个。

(5)主控制楼当每层建筑面积小于或等于400m²时，可设置1个安全出口；当每层建筑面积大于400m²时，应设置2个安全出口，其中1个安全出口可通向室外楼梯。其他建筑的安全出口设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

(6)总油量超过100kg的屋内油浸变压器，应设置单独的变压器室。

(7)长度超过100m的电缆沟或电缆隧道，应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃或分隔措施，并应根据变电站的规模及重要性采取下列一种或数种措施：

1)采用耐火极限不低于2.00h的防火墙或隔板，并用电缆防火封堵材料封堵电缆通过的孔洞；

2)电缆局部涂防火涂料或局部采用防火带、防火槽盒。

(8)防火墙上的电缆孔洞应采用电缆防火封堵材料或防火封堵组件进行封堵，并应采取防止火焰延燃的措施，其防火封堵组件的耐火极限应为3.00h。

(9)消防水泵房应设直通室外的安全出口，当消防水泵房设置在地下时，其疏散出口应靠近安全出口。

(10)一组消防水泵的吸水管不应少于2条；当其中一条损坏时，其余的吸水管应能满足全部用水量。吸水管上应装设检修用阀门。

(11)消防水泵应采用自灌式吸水。

(12)消防水泵房应有不少于2条出水管与环状管网连接，当其中一条出水管检修时，

其余的出水管应能满足全部用水量。消防泵组应设试验回水管，并配装检查用的放水阀门、水锤消除、安全泄压及压力、流量测量装置。

(13) 消防水泵应设置备用泵，备用泵的流量和扬程不应小于最大一台消防泵的流量和扬程。

(14) 消防管道、消防水池的设计应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

(15) 水喷雾灭火系统的设计应符合现行国家标准《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219 的有关规定。

第二节 火力发电厂汽水管道

一、一般规定

6.2.1 火力发电厂汽水管道设计常用的标准、规范有哪些？

答：火力发电厂汽水管道设计常用的标准、规范有：

- (1) GB/T 9124.1—2019《钢制管法兰 第1部分：PN 系列》；
- (2) GB/T 9124.2—2019《钢制管法兰 第2部分：Class 系列》；
- (3) GB/T 17116.1~17116.3—2018《管道支吊架》；
- (4) GB 50764—2012《电厂动力管道设计规范》；
- (5) DL/T 441—2004《火力发电厂高温高压蒸汽管道蠕变监督规程》；
- (6) DL/T 515—2004《电站弯管》；
- (7) DL/T 616—2006《火力发电厂汽水管道与支吊架维修调整导则》；
- (8) DL/T 695—2014《电站钢制对焊管件》；
- (9) DL/T 715—2015《火力发电厂金属材料选用导则》；
- (10) DL/T 834—2003《火力发电厂汽轮机防进水和冷蒸汽导则》；
- (11) DL/T 850—2004《电站配管》；
- (12) DL/T 869—2012《火力发电厂焊接技术规程》；
- (13) DL/T 5054—2016《火力发电厂汽水管道设计规范》；
- (14) DL/T 5072—2019《发电厂保温油漆设计规程》；
- (15) DL/T 5366—2014《发电厂汽水管道应力计算技术规程》。

6.2.2 DL/T 5054 的目的和适用范围是什么？

答：国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》的目的和使用范围如下：

- (1) 为了规范火力发电厂汽水管道的设计，保证火力发电厂安全、满发、经济、连续运行，制定本规范；
- (2) 本规范适用于火力发电厂范围内汽水金属管道设计，不适用于给排水管道、消防水管道和直接空冷机组大口径薄壁排汽管道的设计。

6.2.3 汽水管道设计压力的确定应符合哪些规定？

答：设计压力的确定应符合下列规定：

- (1) 除另有说明外，本章第二节中管道组成件的设计压力均指表压；

(2) 管道设计压力不应低于运行中可能出现的最高持续压力。对于水管道,设计压力还应包括水柱静压,当其低于额定压力的3%时,可不计入;

(3) 除本章第二节另有规定外,装有安全阀的管道的设计压力不应小于安全阀的最低整定压力;

(4) 真空管道应按承受外压设计,当装有真空泄放阀等安全控制装置时,设计压力应取1.25倍最大内外压力差或0.1MPa两者中的低值;无安全控制装置时,设计压力应取0.1MPa。

6.2.4 汽水管道设计温度的确定应符合哪些规定?

答:设计温度的确定应符合下列规定:

(1) 管道设计温度不应低于管道运行中内部介质的最高持续工作温度;

(2) 从锅炉的过热器、再热器等引出的蒸汽管道,设计温度应计入设备制造厂所保证的最大温度偏差。当锅炉制造厂未提供温度偏差时,温度偏差值可取用5℃;

(3) 加热器出口管道的设计温度应取用加热器各种工况下的被加热介质的最高温度。

6.2.5 管道组成件的公称压力和公称尺寸应符合什么规定?

答:管道组成件的公称压力和公称尺寸应符合下列规定:

(1) 管道组成件的参数等级可用标注压力和温度的方法来表示,还可用公称压力表示;

(2) 管道组成件的公称压力用符号 PN 表示,公称压力的选用应符合现行国家标准《管道元件 公称压力的定义和选用》GB/T 1048 的规定;

(3) 管道组成件的公称尺寸用符号 DN 表示,公称尺寸选用应符合现行国家标准《管道元件 公称尺寸的定义和选用》GB/T 1047 的规定;

(4) 管道组成件在设计温度下的允许工作压力和公称压力可按下式进行换算:

$$P_i = K_{PN} \times PN \frac{[\sigma]^t}{[\sigma]^s} \quad (6.2.5)$$

式中 P_i ——在设计温度下的允许工作压力,MPa;

K_{PN} ——换算系数, K_{PN} 取0.1MPa;

PN ——公称压力;

$[\sigma]^t$ ——在设计温度下材料的许用应力,MPa;

$[\sigma]^s$ ——公称压力对应的基准应力,是指材料在指定某一温度下的许用应力,MPa;

(5) 常用国产管子及附件的公称压力、试验压力和允许工作压力应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 附录 A 表 A.0.10~A.0.15 的规定;

(6) 阀门的适用压力和温度应符合现行国家标准《钢制阀门 一般要求》GB/T 12224 中关于压力-温度等级的规定;

(7) 与阀门连接的法兰应与阀门的公称压力一致。

6.2.6 汽水管道的材料选择应符合什么规定?

答:汽水管道的材料选择应符合下列规定:

(1) 管道组成件所选用钢材应符合现行国家标准或电力行业标准的规定;

(2) 选用国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054 未列出的国内材料应符合国家或电力行业现行的相应材料标准。选用国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规

范》DL/T 5054 未列出的国外材料应根据国外相关的最新材料标准经分析确认适合使用条件时才能采用；

(3) 钢材的许用应力是指钢材许用拉应力，许用应力取值应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 第 3.1.7 条的规定。

6.2.7 常用国产钢材及其推荐使用温度范围应符合什么规定？

答：常用国产钢材及其推荐使用温度范围应符合表 6.2.7 的规定。

表 6.2.7 常用国产钢材及其推荐使用温度范围

钢材类别	钢号	推荐使用温度范围	备注
碳素结构钢管	Q235A	0℃~300℃	GB/T 3091
	Q235B	0℃~300℃	
	Q235C	0℃~300℃	
	Q235D	-20℃~300℃	
优质碳素结构钢管	10	-20℃~425℃	GB 3087
	20	-20℃~425℃	
	20G	-20℃~425℃	GB 5310
锅炉和压力容器用钢板	Q245R	-20℃~425℃	GB/T 713
	Q345R	0℃~425℃	
低合金高强度结构钢管	Q345A	0℃~350℃	GB/T 8163
	Q345B	0℃~350℃	
	Q345C	0℃~350℃	
	Q345D	-20℃~350℃	
	Q345E	-40℃~350℃	
合金结构钢管	15CrMoG	不大于 510℃	GB 5310
	12Cr1MoVG	不大于 555℃	
	15Ni1MnMoNbCu	不大于 350℃	
	10Cr9Mo1VNbN	不大于 600℃	
	10Cr9MoW2VNbN	不大于 621℃	

二、管道组成件的选择

6.2.8 汽水管道的管道组成件的一般要求有哪些？

答：(1) 管道组成件应根据系统和布置的要求，按公称尺寸、设计参数、介质种类及所采用的标准进行选择。管道组成件应是符合国家标准或行业标准的成熟产品。重要的、新型结构的管道组成件需另行设计制造时，应经鉴定合格。管道组成件的计算应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 第 5 章的要求，选择管道组成件时，还应注意减少品种和规格。

(2) 管道组成件的连接，除需经常拆卸的以外，应采用焊接连接。对于采用衬胶或衬塑的管道，应采用法兰连接。

(3) 设计压力大于 1.6MPa 或设计温度大于 200℃ 的低压流体输送用焊接钢管不应采用螺纹连接方式。

(4) 弯管、弯头、三通和异径管等管道附件的通流面积不应小于相连接管道通流面积

的 95%。

(5) 弯管、弯头、异径管、三通、封头的材料宜与所连接的管子材料一致。

6.2.9 汽水管道用管子的选择应符合什么规定？

答：(1) 管子应根据管内介质的性质、参数及在各种工况下运行的安全性和经济性进行选择。

(2) 无缝钢管适用于各类参数的管道。符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163 标准的无缝钢管可用于设计压力小于或等于 1.6MPa 的管道；符合现行国家标准《低中压锅炉用无缝钢管》GB/T 3087 标准的无缝钢管可用于设计压力小于或等于 5.3MPa 的管道；符合现行国家标准《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310 标准的无缝钢管可用于设计压力大于 5.3MPa 的管道。

(3) 中温高压或高温高压用直缝电熔焊钢管可用于设计压力不高于 10MPa，且不宜持续使用在蠕变范围内。

(4) 低压流体用焊接钢管应符合现行国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 标准，电熔焊钢管可用于设计压力不高于 1.6MPa 且设计温度不高于 300℃ 的管道，电阻焊碳钢管不应用于设计压力大于 1.6MPa 或设计温度大于 200℃ 管道。

(5) 不锈钢管的选用应符合现行国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976 的规定。

(6) 存在汽水两相流的疏水和再循环管道，调节阀后管道宜采用 CrMo 合金钢材料，且壁厚宜加厚一级。

(7) 低压给水管道不宜采用焊接钢管。

(8) 用于输送海水介质的管道，可选用衬胶或衬塑的碳钢管或采取其他防腐措施。

(9) 化学加药、取样管道的选用应满足下列规定：

1) 化学加药系统的管道药液管及低压氧气管、配药用水管道应采用不锈钢管，压力大于 9.8MPa 的高压氧气管道应采用铜管道，并应符合国家现行标准《火力发电厂油气管道设计规程》DL/T 5024 相关要求；

2) 所有取样管材、冷却水管道应采用不锈钢管道，且管材及壁厚应与水汽样品的参数相适应

6.2.10 汽水管道用弯头和弯管的选择应符合什么规定？

答：(1) 主蒸汽、再热蒸汽等主要管道宜采用弯管，弯管弯曲半径宜为管子外径的 3~5 倍。根据布置情况也可采用符合国家标准或行业标准的热压弯头。

(2) 公称压力 PN10 以下、公称尺寸 DN50 以下的管道可采用冷弯弯管。

(3) 弯头宜采用长半径弯头。短半径弯头仅在布置特殊需要时使用。

(4) 公称压力大于 PN16 的管道上应采用无缝热压弯头，且宜带直管段。低温再热蒸汽管道可采用与管子同质量电熔焊钢管热成型弯头。

(5) 焊接弯头的工作压力不应超过 1.0MPa，工作温度不应超过 300℃。

6.2.11 汽水管道用法兰及附件的选择应符合什么规定？

答：(1) 法兰及附件的适用压力和温度应符合现行国家标准《钢制管法兰 第 1 部分：PN

系列》GB/T 9124.1 和《钢制管法兰 第2部分：Class 系列》GB/T 9124.2 中关于压力-温度等级的规定。不同压力等级的法兰相连接时，法兰及附件的使用条件应以较低等级法兰为准。

(2) 法兰的选择应符合下列规定：

1) 管道法兰形式的选择应符合现行国家标准《对焊钢制管法兰》GB/T 9115、《带颈平焊钢制管法兰》GB/T 9116 和《板式平焊钢制管法兰》GB/T 9119 的规定；

2) 设计温度大于 300℃ 或公称压力 $PN40$ 及以上的管道应选用对焊法兰；设计温度在 300℃ 及以下且公称压力 $PN25$ 及以下的管道宜选用带颈平焊法兰。对焊法兰宜采用凸凹面 (MF) 和突面 (RF) 形式，平焊法兰应采用突面 (RF) 形式；

3) 管道系统中不应采用平板式平焊法兰、承插焊法兰、松套法兰和螺纹法兰；

4) 法兰材料的选用应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 附录 A 中规定的温度范围，并应符合表 6.2.11 的规定；

表 6.2.11 法兰材料的选用

公称压力 PN	介质温度/℃						
	0~200	300	350	400	425	510	555
≤16	Q235B, 20		20, Q345B		Q345B	—	
25, 40, 63, 100	20, Q345B				Q345B	12CrMo 15CrMoA	—
压力不限	—					12Cr1MoVR	

5) 当需要选配特殊法兰时，除应核对法兰接口的尺寸外，还应进行耐压强度计算，保证所选用的法兰厚度不小于连接管道公称压力下国家标准法兰的厚度。法兰及法兰连接计算应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 第 5.7 节的规定。

(3) 垫片的选择应符合下列规定：

1) 垫片应根据流体性质、使用温度、压力以及法兰密封面等因素选用。垫片的密封荷载应与法兰的设计压力、设计温度、密封面形式、表面粗糙度、法兰强度和紧固件相适应；

2) 管道法兰垫片宜采用柔性石墨金属缠绕式，并应符合现行国家标准《缠绕式垫片》GB/T 4622.1~4622.3 等相关标准的规定。对公称压力小于 $PN10$ 且设计温度小于 150℃ 的情况也可采用非金属垫片。缠绕式垫片内环材料应满足流体介质和管道设计温度的要求，外环材料应满足管道设计温度的要求；

3) 突面法兰 (RF) 宜采用带定位环或带内环和定位环型，不应采用基本型或仅带内环型；

4) 凹凸面法兰 (MF) 应采用带内环型缠绕式垫片；

5) 非金属垫片的外径可超过突面 (RF) 型法兰密封面的外径，制成“自对中”式的垫片；

6) 用于不锈钢法兰的非金属垫片，其氯离子的含量不得超过 200mg/L。

(4) 紧固件包括六角头螺栓、等长双头螺柱、螺母和垫圈等，紧固件的选择应符合下列规定：

1) 紧固件的选用应符合现行国家标准《压力容器 第2部分：材料》GB 150.2 或《管法兰连接用紧固件》GB/T 9125 等相关标准的规定；

2) 紧固件应符合预紧及运行参数下垫片的密封要求；

3) 高温条件下使用的紧固件应与法兰材料具有相近的热膨胀系数；

4) 公称压力不大于 $PN25$ ，工作温度不大于 250°C ，配用非金属垫片的法兰连接处可采用现行国家标准《六角头螺栓 细牙》GB/T 5785 规定的六角头螺栓，对应的螺母可采用现行国家标准《1 型六角螺母》GB/T 6170 或《1 型六角螺母 细牙》GB/T 6171 规定的 1 型六角螺母；

5) 公称压力不大于 $PN40$ ，工作温度不大于 250°C 的法兰连接处宜采用现行国家标准《等长双头螺柱》GB/T 901 规定的双头螺柱，对应的螺母宜采用现行国家标准《1 型六角螺母》GB/T 6170 或《1 型六角螺母 细牙》GB/T 6171 规定的 1 型六角螺母；

6) 除本条第(4)款的第 4)、5) 项规定外，公称压力不大于 $PN100$ 、工作温度不大于 500°C 的法兰螺栓应采用现行国家标准《管法兰连接用紧固件》GB/T 9125 规定的专用双头螺柱，螺母应采用现行国家标准《管法兰连接用紧固件》GB/T 9125 规定的六角螺母；

7) 配套使用的螺栓、螺母，其螺母的材料硬度应比螺栓的材料硬度低一个等级。

6.2.12 汽水管道用异径管或封头应符合什么规定？

答：(1) 钢管模压异径管可用于各种压力等级的管道上。

(2) 钢板焊制异径管宜用于公称压力不大于 $PN16$ 的管道上。

(3) 异径管可采用同心或偏心形式。

(4) $PN25$ 以上管道宜采用椭圆形封头或对焊封头； $PN25$ 及以下管道可采用平焊封头。

6.2.13 汽水管道的支管连接应符合什么规定？

答：(1) 公称压力 $PN25$ 及以下压力参数，在满足补强要求的前提下可采用直接连接，公称压力 $PN25$ 以上的支管连接应采用成型管件。

(2) 三通不宜采用带加强环、加强板及加强筋等辅助元件加强的形式。

(3) 主要管道的三通形式宜按表 6.2.13 的规定选用

表 6.2.13 主要管道三通形式

管道类别	机组参数			
	超超临界参数	超临界参数	亚临界参数	亚临界以下参数
主蒸汽管道	锻制 热压	锻制 热压	锻制 热压	热压
高温再热蒸汽管道	锻制 热压	锻制 热压	锻制 热压	热压
低温再热蒸汽管道	焊接	焊接	焊接	焊接 热压
高压给水管道	热压	热压	热压	热压

(4) 三通的强度应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 第 5.4 节的规定，接管座、锻制三通和焊制三通强度计算宜采用面积补偿法，热挤压三通强度计算宜采用压力面积法。

(5) 亚临界及以上参数机组的主蒸汽、再热蒸汽管道的合流或分流三通宜采用斜三通或“Y”形三通等。

6.2.14 汽水管道上阀门的选择原则是什么？

答：(1) 阀门应根据系统的参数、通径、泄漏等级、启闭时间等进行选择，并应满足系统关断、调节、运行要求和布置设计的需要。阀门的形式、操作方式应根据阀门的结构和安

装、运行、检修的要求来选择。

(2) 除设计另有规定外，对于公称压力 $PN40$ 及以上阀门的选用应符合下列规定：

1) 阀盖密封不应采用螺纹连接的密封结构，宜采用压力自密封结构；

2) 阀门端部应采用对焊连接。

(3) 下列阀门应采用钢制阀门：

1) 公称压力 $PN16$ 及以上的阀门；

2) 与高压除氧器或给水箱直接相连管道的阀门；

3) 给水泵进口阀门。

(4) 对于双向密封阀门应采取适当的安全措施防止因温度升高导致内部超压。

(5) 流体为饱和蒸汽和汽水两相流时，阀门的阀座及阀芯应采用耐冲蚀材料。

(6) 管道系统中阀门动作时间应满足相应系统功能的要求。

(7) 高压加热器三通阀应以阀门打开或关闭时阀座两侧的最大不平衡压差作为设计压力的基准值，阀座直径不应小于连接管道内径的 90%。

(8) 化学加药和取样管道阀门应采用不锈钢材质。

6.2.15 汽水管道上阀门的选择应符合什么规定？

答：阀门的选择应符合下列规定：

(1) 当要求流动阻力较小或介质需两个方向流动时宜选用闸阀，闸阀不宜做调节用。双闸板闸阀宜装于水平管道上，阀杆垂直向上，单闸板闸阀可装于任意位置的管道上；

(2) 当要求严密性较高时宜选用截止阀，截止阀可装于任意位置的管道上；

(3) 当要求迅速关断或开启时可选用球阀。球阀可装于任意位置的管道上，但带传动机构的球阀阀杆应垂直向上；

(4) 调节阀的选择应符合下列规定：

1) 调节阀应根据介质、管系布置、使用目的、调节方式、调节范围及调节阀的等百分比、线性、平方根、抛物线等流量特性来选用，并应满足在任何工况下对流量、压降及噪声的要求；

2) 调节阀不宜作关断阀使用；

3) 调节阀应有控制噪声，防止闪蒸及汽蚀的措施；

4) 调节阀的选择应根据现行国家标准《电站调节阀》GB/T 10869 和《气动调节阀》GB/T 4213 的规定进行，但当采用国内外不同制造厂的调节阀时，所取的流量系数和相应的计算应与制造厂的要求相符合；

(5) 当调节幅度小且不需要经常调节时，对调节精度要求不高的下列管道可用截止阀兼作关断和调节用：

1) 设计压力不大于 1.6MPa 的水管道；

2) 设计压力不大于 1.0MPa 的蒸汽管道；

(6) 止回阀使流体单向流动。止回阀的选用应符合下列规定：

1) 立式升降止回阀应装在垂直管道上，且介质自下而上流动；

2) 直通式升降止回阀应装在水平管道上；

3) 旋启式止回阀宜安装于水平管道上，当安装在垂直管道上时，管内介质流向应为由下向上；

4) 底阀应装在水泵的垂直吸入管端；

(7) 疏水器可分为机械型、热静力型和热动力型。机械型疏水器有自由浮球式、自由半浮球式、杠杆浮球式、倒吊桶式等；热静力型疏水器有膜盒式、波纹管式、双金属片式等；热动力型疏水器有圆盘式、脉冲式、孔板式等。疏水器应水平安装。根据疏水系统的要求也可采用自动控制的疏水器。疏水器应按疏水量、选用倍率和制造厂提供的不同压差下的最大连续排水量进行选择。单个疏水器容量不足时，可两个并联使用。疏水器宜带有过滤器，或在疏水器前安装过滤器；

(8) 蝶阀宜用于全开、全关的大口径管道上，也可作调节用；

(9) 装于管道上的安全阀，其规格和数量应根据排放介质的流量和参数，按国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 第 11 章的规定或制造厂资料进行选择。

6.2.16 汽水管道上阀门的旁通阀设置应符合什么规定？

答：旁通阀设置应符合下列规定：

(1) 具有下列情况之一的关断阀，制造厂如不带旁通阀时，宜装设旁通阀：

- 1) 蒸汽管道启动暖管需要先开旁通阀预热时；
- 2) 汽轮机自动主汽阀前的电动主闸阀；
- 3) 对于截止阀，介质作用在阀座上的力超过 50kN 时；
- 4) 公称压力不大于 $PN10$ ，公称尺寸不小于 $DN600$ 手动闸阀；
- 5) 公称压力等于 $PN16$ ，公称尺寸不小于 $DN450$ 手动闸阀；
- 6) 公称压力等于 $PN25$ ，公称尺寸不小于 $DN350$ 手动闸阀；
- 7) 公称压力等于 $PN40$ ，公称尺寸不小于 $DN250$ 手动闸阀；
- 8) 公称压力等于 $PN63$ ，公称尺寸不小于 $DN200$ 手动闸阀；
- 9) 公称压力等于 $PN100$ ，公称尺寸不小于 $DN150$ 手动闸阀；
- 10) 公称压力不小于 $PN200$ ，公称尺寸不小于 $DN100$ 手动闸阀；

(2) 关断阀的旁通阀公称尺寸可按表 6.2.16 的规定选用；

表 6.2.16 旁通阀公称尺寸选用表

关断阀公称尺寸 DN	100~250	300 及以上
旁通阀公称尺寸 DN	20~25	25~50

(3) 汽轮机电动主闸阀的旁通阀通径应根据汽轮机启动或试验要求选用。

6.2.17 汽水管道上阀门的动力驱动装置应符合什么规定？

答：阀门的动力驱动装置应符合下列规定：

(1) 在下列情况下工作的阀门，应装设动力驱动装置；

1) 按生产过程的控制要求，需要频繁启闭、远方操作或由连锁控制要求时；

2) 阀门装设在手动难以实现的地方或必须在两个及以上的地方操作时；

(2) 电动、气动或液动驱动方式的选用应根据系统需要、安装地点、环境条件、热工控制和制造厂要求，以及驱动装置特点进行选择；

(3) 电动驱动装置用于有爆炸性气体或物料积聚及高温潮湿雨淋的场所时，应选用相应防护等级的电动驱动装置。采用气动驱动装置时应有可靠的供气系统及气源设施；

(4) 对于驱动装置失去动力时阀门有“开”或“关”位置要求时，应采用气动或液动驱动装置。

6.2.18 汽水管道直管段强度如何计算？

答：当 $\frac{D_o}{D_i} \leq 1.7$ 时，承受内压的直管最小壁厚计算应符合下列规定：

(1) 在设计压力和设计温度下所需的最小壁厚 S_m 应按下列公式计算：

1) 按管子外径确定时应按下式进行计算：

$$S_m = \frac{pD_o}{2[\sigma]'\eta + 2Yp} + C \quad (6.2.18-1)$$

2) 按管子内径确定时应按下式进行计算：

$$S_m = \frac{pD_i + 2[\sigma]'\eta C + 2YpC}{2[\sigma]'\eta - 2p(1-Y)} \quad (6.2.18-2)$$

(2) 管子的设计压力不应超过公式(6.2.18-3)和公式(6.2.18-4)的规定：

1) 按管子外径确定时应按下式进行计算：

$$p = \frac{2[\sigma]'\eta(S_m - C)}{D_o - 2Y(S_m - C)} \quad (6.2.18-3)$$

2) 按管子内径确定时应按下式进行计算：

$$p = \frac{2[\sigma]'\eta(S_m - C)}{D_i - 2Y(S_m - C) + 2S_m} \quad (6.2.18-4)$$

(3) 在蠕变温度下焊接钢管的直管最小壁厚应按下列公式计算：

$$S_m = \frac{pD_o}{2[\sigma]'\eta w + 2Yp} + C \quad (6.2.18-5)$$

式中 S_m ——管子最小壁厚，mm；

D_o ——管子外径，mm，取用包括管径正偏差的最大外径；

D_i ——管子内径，mm，取用包括管径正偏差和加工过盈偏差的最大内径，加工过盈偏差取 0.25mm；

Y ——修正系数， Y 值可按表 6.2.18-1 取用；

η ——许用应力的修正系数，对于无缝钢管 $\eta = 1.0$ ；对于焊接钢管，按有关制造技术条件检验合格者，其 η 值可按表 6.2.18-2 取用；对于进口焊接钢管，其许用应力的修正系数按相应的管子产品技术条件中规定的数值选取；

w ——蠕变条件下纵向焊缝钢管焊接强度降低系数，其值可按表 6.2.18-3 选取；

C ——腐蚀、磨损和机械强度要求的附加厚度；对于一般的蒸汽管道和水管道，可不计及腐蚀和磨损的影响；对于加热器疏水阀后管道、给水再循环阀后管道和排污阀后管道等具有两相流的管道，都应计及附加厚度，腐蚀和磨损裕度可取用 2mm；对于设计温度在 600℃ 及以上的主蒸汽管道和高温再热蒸汽管道，不宜小于 1.6mm；对于腐蚀性介质管道，根据介质的腐蚀特性确定；离心浇铸件 $C = 3.56\text{mm}$ ；静态浇铸件 $C = 4.57\text{mm}$ 。

表 6.2.18-1 修正系数 Y 值

材料	温度/℃					
	≤482	510	538	566	593	621
铁素体钢	0.4	0.5	0.7			
奥氏体钢	0.4				0.5	0.7

注：① 介于表列中间温度的 Y 值可用内插法计算。

② 当管子的 $D_o/S_m < 6$ 时，对于设计温度小于或等于 480℃ 的铁素体和奥氏体钢，其 Y 值应按 $Y = \frac{D_i}{D_i + D_o}$ 进行计算。

表 6.2.18-2 纵缝焊接钢管许用应力修正系数

序号	接头形式		焊缝类型	检 验	系数
1	电阻焊		直缝或螺旋缝	按产品标准检验	0.85
2	电熔焊	单面焊 (无填充金属)	直缝或螺旋缝	按产品标准检验	0.85
				附加 100% 射线或超声检验	1.00
		单面焊 (有填充金属)	直缝或螺旋缝	按产品标准检验	0.80
				附加 100% 射线或超声检验	1.00
		双面焊 (无填充金属)	直缝或螺旋缝	按产品标准检验	0.90
				附加 100% 射线或超声检验	1.00
		双面焊 (有填充金属)	直缝或螺旋缝	按产品标准检验	0.90
				附加 100% 射线或超声检验	1.00

注：电阻焊纵缝钢管管子和管件不允许通过增加无损检验提高纵向焊缝系数。

表 6.2.18-3 蠕变条件下纵向焊缝钢管焊接强度降低系数

材料类型	热处理状态	温 度/℃										
		371	399	427	454	482	510	538	566	593	621	649
碳钢 ^①	正火	1.00	0.95	0.91	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	回火	1.00	0.95	0.91	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
CrMo 钢 ^{①②}	—	—	—	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.77	0.73	0.68	0.64
蠕变强化铁素体钢 ^{①③}	正火+回火	—	—	—	—	—	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.77
	回火	—	—	—	—	1.00	0.73	0.68	0.64	0.59	0.55	0.50
奥氏体钢(包括 800H 与 800HT)	—	—	—	—	—	—	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.77
自熔焊奥氏体不锈钢	—	—	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

注：① NP 表示不允许。

② 蠕变范围的起始温度为国家现行标准《火力发电厂汽水管设计规范》DL/T 5054—2016 附录 A 的许用应力表中粗线右边的温度。

③ 非表中所列材料的纵向焊缝管子不应在蠕变范围内使用。应用此表时，蠕变范围的起始温度是国家现行标准《火力发电厂汽水管设计规范》DL/T 5054—2016 附录 A 的许用应力表中粗线右边的温度。

④ 此表中的 CrMo 钢和蠕变强化铁素体钢焊缝金属碳含量不低于 0.05%，奥氏体钢的焊缝金属碳含量不低于 0.04%；

- ⑤ CrMo 钢和蠕变强化铁素体钢的纵向焊缝应经过 100% 的射线或超声检测合格。其余材料如未 100% 射线或超声检测，同时应按表 6.2.18-2 计及焊缝系数。
- ⑥ 纵缝焊接 C-Mo 钢管子和管件不得在蠕变范围内使用。
- ⑦ 埋弧焊焊剂的碱度不小于 1.0。
- ⑧ CrMo 钢包括 0.5Cr0.5Mo、1Cr0.5Mo、1.25Cr0.5MoSi、2.25Cr1Mo、3Cr1Mo 以及 5Cr1Mo。焊缝必须经过正火、正火+回火或者适当的回火热处理。
- ⑨ 蠕变强化铁素体钢包括 10Cr9Mo1VNbN、10Cr9MoW2VNbBN、10Cr11MoW2VNbCu1BN、11Cr9Mo1W1VNbBN、07Cr2MoW2VNbB 等。

6.2.19 汽水管道的管子壁厚是如何计算的？

答：（1）管子的计算壁厚按下式进行计算：

$$S_c = S_m + C_1 \quad (6.2.19-1)$$

式中 S_c ——管子的计算壁厚，mm；

C_1 ——管子壁厚负偏差的附加值，mm。

（2）管子壁厚负偏差附加值应符合下列规定：

1) 对于管子规格以“外径×壁厚”标识的钢管，可按下式确定：

$$C_1 = \frac{m}{100-m} S_m \quad (6.2.19-2)$$

式中 m ——管子产品技术条件中规定的壁厚允许负偏差，取百分数。管道壁厚允许的负偏差应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 附录 B 的规定。

2) 对于管子规格以“最小内径×最小壁厚”标识的钢管，壁厚负偏差值应等于零。

（3）管子的取用壁厚，对于以“外径×壁厚”标识的管子，应根据管子的计算壁厚，按管子产品规格中公称壁厚系列选取；对于以“最小内径×最小壁厚”标识的管子，应根据管子的计算壁厚，遵照制造厂产品技术条件中有关规定，按管子壁厚系列选取。在任何情况下，管子的取用壁厚均不得小于管子的计算壁厚。管子的取用壁厚应计入对口加工裕量，计入对口加工裕量的取用壁厚应符合下列规定：

1) 对于主蒸汽管道及再热热蒸汽管道等采用内径控制的管子，其取用壁厚宜按下式确定：

$$S_q = S_c + 0.5(A + 0.25) \quad (6.2.19.3)$$

式中 S_q ——管子的取用壁厚，mm；

A ——管子的内径正偏差，mm。

2) 对于以外径控制的管子，取用壁厚宜大于或等于计算壁厚加 0.5 倍外径正偏差值。

（4）管子的管径偏差应取用相应的管子产品技术条件规定值。

（5）确定承受外压的管子壁厚和加强要求应符合现行国家标准《压力容器 第 2 部分：材料》GB 150.2 的有关规定。

三、管道布置

6.2.20 汽水管道布置的一般要求有哪些？

答：（1）管道布置应结合主厂房设备布置及建筑结构情况进行，管道走向宜与厂房轴线一致。在水平管道交叉较多的地区，宜按管道的走向划定纵横走向的标高范围，将管道分层

布置。管道布置不宜使介质的主流在三通内变换方向。

(2) 管道系统中应防止出现由于刚度较大或应力较低部分的弹性转移而产生局部区域的应变集中。当管道中有阀门时, 应注意阀门关闭工况下两侧管道温度差别对管段刚性的影响。管道布置中应避免下述情况:

- 1) 小管与大管或与刚度较大的管子连接, 而此小管具有较高的应力;
- 2) 局部缩小管道断面尺寸或局部采用性能较差的材料; 管系中应力分布不均匀性大, 小部分管段的应力值显著大于其余部分。

当本条第(2)款的第1)、2)项的情况不能避免时, 应采用合理的限位装置或冷紧等措施, 以缓和弹性转移现象。

(3) 大容量机组的主蒸汽管道和再热蒸汽管道宜采用单管或具有混温措施的管道布置, 当主蒸汽管道、再热蒸汽管道或背压机组的排汽管道为偶数时, 宜采用对称式布置。

(4) 存在两相流的管道, 当介质流动方向由下向上时, 宜先水平后垂直布置; 当介质流动方向由上向下时, 宜先垂直后水平布置。

(5) 汽轮机旁路阀前后应有一定的直管段, 其尺寸和布置要求应与制造厂协商确定。

(6) 当蒸汽管道或其他热管道布置在油管道的阀门、法兰或其他可能漏油部位的附近时, 应将其布置于油管道上方。当必须布置在油管道下方时, 油管道与热管道之间应采取可靠的隔离措施。

(7) 除氧器安装高度和下水管管径选择及布置应进行计算, 以满足给水泵或前置泵所需汽蚀余量的要求。

(8) 弯管两端应有直管段。连续弯管两弯管中间应有直管段。其长度应符合弯管标准。垂直管道穿过各层楼板和屋顶时, 在孔洞周围应有防水措施; 穿过屋顶的管道应装设防雨罩。

(9) 以下区域的管道布置不应妨碍设备的维护及检修:

- 1) 需要进行设备维护的区域;
- 2) 设备检修起吊需要的区域, 包括整个起吊高度及需要移动的空间;
- 3) 设备内部组件的抽出及设备法兰拆卸需要的区域;
- 4) 设备吊装孔区域。

(10) 不出图管道现场布置时, 除应符合本章第二节中“三、管道布置”的相关要求外, 还应符合下列规定:

- 1) 各层不出图管道布置宜集中。在水平管道交叉较多的地区, 宜按管道的走向划定纵横走向的标高范围, 将管道分层布置。从上层穿至下层时应集中布置垂直管廊;
- 2) 管道布置应有足够的自补偿能力, 以满足管道热胀冷缩的要求。

6.2.21 汽水管道布置的净空距离怎么考虑?

答: (1) 管道与墙、梁、柱及设备之间的净空距离应符合下列规定:

- 1) 对于不保温的管道, 管子外壁与墙之间的净空距离不应小 200mm;
- 2) 对于保温的管道, 保温表面与墙之间的净空距离不应小于 150mm;
- 3) 管道与梁、柱、设备之间的局部距离可按管道与墙之间的净空距离减少 50mm。

(2) 布置在地面、楼面、平台上的管道与地面之间的净空距离应符合下列规定:

- 1) 对于不保温的管道, 管子外壁与地面的净空距离不应小于 350mm;
- 2) 对于保温的管道, 保温表面与地面的净空距离不应小于 300mm;

3) 管子靠地面侧没有焊接要求时, 上述净空距离可适当减小。

(3) 对于平行布置的管道, 两根管道之间的净空距离应符合下列规定:

1) 对于不保温的管道, 两管外壁之间的净空距离不应小于 200mm;

2) 对于保温的管道, 两管保温表面之间的净空距离不应小于 150mm。

(4) 当管道有冷热位移时, 本条第(1)、(2)、(3)款规定的各项间距, 在考虑管道位移后不应小于 50mm。

(5) 管道的布置应保证支吊架的生根结构、拉杆与管子保温层不致相碰。

(6) 管道跨越各类通道的净空距离应考虑管道位移的影响, 并必须符合下列规定:

1) 当管道横跨人行通道上空时, 管子外表面或保温表面与通道地面或楼面之间的净空距离不应小于 2000mm。当通道需要运送设备时, 其净空距离必须满足设备运送的要求;

2) 当管道横跨扶梯上空时(图 6.2.21), 管子外表面或保温表面至扶梯倾斜面的垂直距离 h 不应小于表 6.2.21 规定的数值。当布置有困难时, 管子外表面或保温表面至管道正下方踏步的距离 H 不应小于 2200mm;

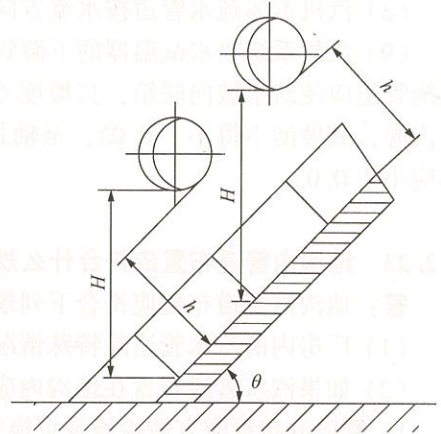


图 6.2.21 管道横跨扶梯时的净空要求

表 6.2.21 管子或管子保温层表面至扶梯倾斜面的垂直距离表

θ	45°	50°	55°	60°	65°
h/mm	1800	1700	1600	1500	1400

3) 当管道在直爬梯的前方横越时, 管子外表面或保温表面与直爬梯垂直面之间的净空距离不应小于 750mm。

6.2.22 水平管道的安装坡度应如何考虑?

答: 水平管道的安装坡度应根据疏放水 and 防止汽机进水的要求确定, 并应计及管道冷、热态位移对坡度的影响, 蒸汽管道的坡度方向宜与气流方向一致。管道的位移可按设计压力下的饱和温度计算。各类管道的坡度应符合下列规定:

(1) 对于顺气流蒸汽管道, 当温度小于 430℃ 时, 其坡度不应小于 0.002; 当温度大于或等于 430℃ 时, 其坡度不应小于 0.004;

(2) 对于水管道, 其坡度不应小于 0.002;

(3) 对于疏水、排污管道, 其坡度不应小于 0.003;

(4) 对于低压给水管道, 其坡度不应小于 0.15;

(5) 对于各类母管, 其坡度宜取值 0.001~0.002;

(6) 自流管道的坡度应按照下式计算:

$$i \geq 1000 \frac{\lambda}{D_i} \cdot \frac{\omega_m^2}{2g} \quad (6.2.22)$$

式中 λ ——管道摩擦系数;

D_i ——管子内径, mm;

ω_m ——管道平均流速，m/s；

g ——重力加速度，取为 9.81m/s^2 ；

(7) 主蒸汽管道、再热蒸汽管道和抽汽管道的疏水坡度方向应顺气流方向，且坡度不应小于 0.005；

(8) 汽机本体疏水管道按水流方向的坡度不应小于 0.005；

(9) 汽封系统喷水减温器的下游管道上应设置自动疏水。汽轮机与汽封联箱之间的汽封系统管道应使疏水坡向联箱，其坡度不得小于 0.02；至汽封系统的外部供汽管道应坡向供汽汽源，其坡度不得小于 0.02，至轴封加热器的轴封漏气管道应坡向轴封加热器，其坡度不应小于 0.02。

6.2.23 地沟内管道布置应符合什么规定？

答：地沟内管道布置应符合下列规定：

(1) 厂房内的汽水管道除特殊情况外不宜布置在地沟内；

(2) 如果汽水管道布置在地沟内应符合下列规定：

1) 管道的布置应方便检修及更换管道组成件；

2) 宜采用单层布置，当采用多层布置时，可将管径小、压力高、有阀门或法兰连接的管道布置在上面；

(3) 地沟内布置的管道(见图 6.2.23)的各种净空应符合下列规定：

1) 对于不保温的管道，管子外壁至沟壁的净空距离 Δ_1 应为 100mm~150mm；管子外壁至沟底的净空距离 Δ_2 不应小于 200mm；相邻两管外壁之间的净空距离，垂直方向 Δ_3 不应小于 150mm，水平方向 Δ_4 不应小于 100mm；

2) 对于保温的管道，在计入冷、热位移条件下，除保证上述净空距离外，且保温后的净空距离

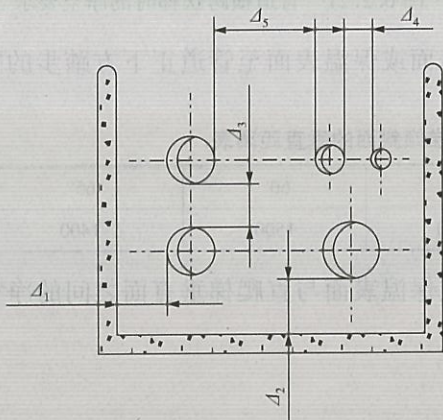


图 6.2.23 沟内管道布置

不应小于 50mm；

3) 多层布置时，上层管道应有一个不小于 400mm 的水平间距 Δ_5 。

6.2.24 厂区直埋管道的布置应符合哪些规定？

答：厂区直埋管道的布置应符合下列规定：

(1) 温度小于或等于 150°C 、压力小于或等于 2.35MPa 的水管道或无压排水管道在必要时可埋地布置，有伴热的管道不应直接埋地；

(2) 直埋管道应按国家现行标准《火力发电厂保温油漆设计规程》DL/T 5072 和《电力工程地下金属构筑物防腐技术导则》DL/T 5394 的规定采取相应防腐措施；

(3) 地下管道交叉布置时应符合下列要求：

1) 热力管道应在其他管道之上；

2) 供、排水应在电力电缆、可燃气体管道、氧气管道的下面；

3) 供水管道应在排水管道上面；

- 4) 供、排水管道应在有腐蚀性介质的管道及碱性、酸性介质的排水管道的上面；
- (4) 直埋管道不应布置在建、构筑物的基础压力影响范围内，且不应穿越设备基础；
- (5) 直埋管道与铁路、道路及建筑物等有关设施的相互水平或垂直净距应符合表 6.2.24-1 规定；

6.2.24-1 直埋管道与其他设施的最小净距 m

设施、管道		最小水平净距	最小垂直净距
厂区给排水管道		1.5	0.15
燃气管道	压力<400kPa	1.2	0.15
	压力<800kPa	1.5	0.15
	压力>800kPa	2.0	0.15
压缩空气、二氧化碳管道		1.2	0.15
乙炔、氧气管道		1.5	0.25
易燃、可燃液体管道		1.5	0.30
管架基础边缘		1.5	—
排水盲沟沟边		1.5	0.5
道路、铁路边坡底脚		1.	0.7(路面)
铁路		3.0(钢轨)	1.2(轨底)
栈桥支座基础		2.0	—
照明、通信电杆中心		1.0	—
建筑物基础边缘		3.0	—
围墙基础边缘		1.0	—
乔木、灌木中心		3.0	—
电缆	通信电缆管块	1.0	0.3
	电力电缆<35kV	2.0	0.5
	电力电缆<110kV	2.0	1.0
架空输 电线杆基础	<1kV	1.0	—
	35kV~220kV	3.0	—
	330kV~500kV	5.0	—

(6) 直埋管道的最小覆土深度应考虑土壤和地面活载荷对管道强度的影响，并保证管道不发生纵向失稳。其最小覆土深度应符合表 6.2.24-2 的规定；

表 6.2.24-2 直埋管道最小覆土深度

管径/mm	50~100	125~200	250~450	500~700
车行道下/m	0.8	1.0	1.2	1.3
非机动车道下/m	0.7	0.7	0.9	1.0

(7) 厂房外埋地管道应考虑防冻。埋深应结合冻土层深度、地下水位和管子自身刚度综合确定，管道埋深应在冰冻线以下，当无法实现时，应有可靠的防冻保护措施；

(8) 管道埋地敷设时，在穿过道路、铁路及其他用途的各种沟槽时，如不能满足本条第(5)款的规定时，应加防护套管。防护套管伸出构筑物外壁、铁路路基、道路路肩长度不应

小于 1m。套管两端应采用防腐、防水材料密封。在穿越重要位置及地沟、管沟处的套管应安装检漏管；

(9) 带有隔热层及外护套的管道埋地敷设时，应有足够柔性，在外套内应有内管热胀的余地；

(10) 直埋管道的坡度不小于 0.002 时，高处宜设放气阀，低处宜设放水阀。

6.2.25 厂区架空管道的布置应符合哪些规定？

答：厂区架空管道的布置应符合下列规定：

(1) 架空管道穿过道路、铁路及人行道等的净空高度应符合表 6.2.25-1 的规定；

表 6.2.25-1 架空管道穿过道路、铁路及人行道等的净空高度 m

序号	项 目	取 值
1	电力机车的铁路，轨顶以上	≥6.6
2	铁路轨顶以上	≥5.5
3	道路	推荐值≥5.0；最小值 4.5
4	管廊横梁的底面	≥4.0
5	管廊下面的管道，在通道上方	≥3.2
6	人行过道，在道路旁	≥2.2
7	管道与高压电力线路间交叉净距	应符合架空电力线路现行国家标准的规定

(2) 在管架上敷设管道时，管架边缘至建筑物或其他设施的水平距离除按以下要求外，还应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160、《工业企业总平面设计规范》GB 50187 及《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。管架边缘与相关设施的水平最小距离应符合表 6.2.25-2 的规定；

表 6.2.25-2 管架边缘与相关设施的水平最小距离 m

序号	项 目	最小水平距离
1	至铁路轨外侧	3.0
2	至道路边缘	1.0
3	至人行道边缘	0.5
4	至厂区围墙中心	1.0
5	至有门窗的建筑物外墙	3.0
6	至无门窗的建筑物外墙	1.5

(3) 多层管廊的层间距离应满足管道安装要求。油管道应布置在管廊下层。高温管道不应布置在对电缆有热影响的下方位置；

(4) 沿墙布置的管道不应影响门窗的开闭。

6.2.26 管道附件的布置有什么要求？

答：(1) 两个成型附件相连接时，宜装设一段直管，其长度应按下列规定选用：

1) 对于公称尺寸小于 DN150 的管道，不应小于管道直径且不应小于 150mm；

2) 对于公称尺寸不大于 DN500 且不小于 DN150 的管道，不应小于管道直径且不应小

于 200mm；

3) 对于公称尺寸大于 $DN500$ 的管道，不应小于 500mm；

4) 当直管段内有支吊架或疏水管接头时，管道对接焊口距支、吊架边缘不应小于 50mm，管道对接焊口距疏水管孔距离为大于孔径且不应小于 60mm。

(2) 在三通附近装设异径管时，对于汇流三通，异径管应布置在汇流前的管道上；对于分流三通，异径管应布置在分流后的管道上。

(3) 水泵入口水平管道上的偏心异径管，当泵入口管道由下向上水平接入泵时，应采用偏心向下布置；当泵入口管道由上向下水平接入泵时，应采用偏心向上布置。

(4) 亚临界及以上参数机组的主蒸汽、再热蒸汽管道的合(分)流处宜采用斜插连接。

(5) 水压试验堵阀或堵板应布置在主蒸汽和再热蒸汽管道上靠近过热器出口和再热器进、出口侧。

6.2.27 汽水管道上阀门的布置有什么要求？

答：(1) 阀门的布置应符合以下规定：

1) 便于操作、维护和检修；

2) 应按照阀门的结构、工作原理、介质流向及制造厂的要求确定阀门及阀杆的安装方式；

3) 重型阀门和规格较大的焊接式阀门宜布置在水平管道上，阀杆宜垂直向上；当必须装设在垂直管道上时应取得阀门制造厂的认可；

4) 法兰连接的阀门或铸铁阀门应布置在管系弯矩较小处；

5) 水平布置的阀门，除有特殊要求外，阀杆不宜朝下；

6) 地沟内的阀门，当不妨碍地面通行时，阀杆可露出地面，操作手轮宜高出地面 150mm 以上。否则，应考虑简便的操作措施；

7) 阀门宜布置在管系的热位移较小位置；

8) 抽汽管道的动力止回阀及电动隔断阀宜靠近汽轮机抽汽口布置，止回阀的布置位置应取得汽轮机制造厂的认可。

(2) 阀门手轮的布置应符合以下规定：

1) 布置在垂直管段上直接操作的阀门，操作手轮中心距地面、楼面、平台的高度宜为 1300mm；

2) 对于平台外侧直接操作的阀门(图 6.2.27)，呈水平布置的操作手轮中心或呈垂直布置手轮平面离开平台的距离 Δ 不宜大于 300mm；

3) 任何直接操作的阀门手轮边缘，其周围至少应保持有 150mm 的净空距离。

(3) 当阀门不能在地面或楼面进行操作时，应装设阀门传动装置或操作平台。传动装置的操作手轮应布置在不妨碍通行的地方，并且万向接头的偏转角不应超过 30° ，连杆长

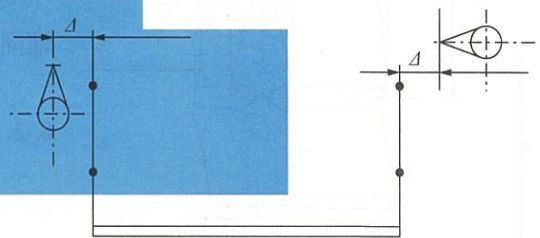


图 6.2.27 阀门手轮与平台距离

并且万向接头的偏转角不应超过 30° ，连杆长

度不应超过 4m。

(4) 存在两相流动的管系，调节阀的位置宜接近接受介质的设备。如果条件许可，调节阀应直接与接受介质的容器连接。调节阀后出现的第一个转向弯头应改用三通连接，三通直通的一端应加设封头。

(5) 汽轮机旁路阀的布置应符合下列规定：

- 1) 旁路阀宜靠近汽轮机布置；
- 2) 旁路阀的阀杆宜垂直向上，并应设置操作、维护平台及检修起吊措施；
- 3) 喷水调节阀应靠近旁路阀的喷水入口。喷水调节阀及阀后管道的布置应符合制造厂的要求。

(6) 不出图管道的组成件布置应符合下列规定：

- 1) 阀门应集中布置在方便操作地方；
- 2) 疏水门应靠近疏水扩容器布置。

6.2.28 高温金属管道的金属技术监督应符合什么规定？

答：高温金属管道的金属技术监督应按照国家现行标准《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 执行，并应符合下列规定：

(1) 介质温度为 450℃ 及以上的主蒸汽和高温再热蒸汽管道应在直管段上设置监督段，监督段应选择该管系中实际壁厚最薄的同规格钢管，其长度宜为 1000mm；监督段应包括锅炉出口第一道焊口后的管段和汽轮机入口前第一道焊缝前的管段；

(2) 对于新建机组蒸汽管道，可不安装蠕变变形测点；对已安装了蠕变变形测点的蒸汽管道，应按照国家现行标准《火力发电厂高温高压蒸汽管道蠕变监督规程》DL/T 441 的要求进行检验。

6.2.29 直埋管道的组成件布置应符合什么规定？

答：直埋管道的组成件布置应符合下列规定：

(1) 直埋的阀门或法兰处应设检修井(图 6.2.29)，检修井的布置尺寸应符合下列规定：

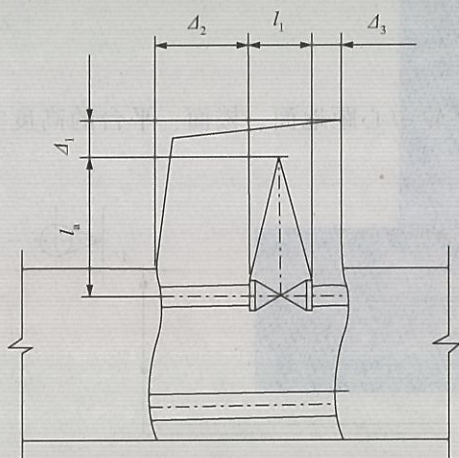


图 6.2.29 检修井内阀门布置尺寸

l_1 —阀门长度； l_n —阀门中心线至开启后门杆或手轮顶端的长度

- 1) 开启后阀杆净空距离 Δ_1 不宜小于 100mm；
 - 2) 阀门与沟壁检修净空距离 Δ_2 宜为 400mm~500mm；
 - 3) 阀门与沟壁检修净空距离 Δ_3 宜为 200mm。
- (2) 直埋供热管道上的阀门应能承受管道的轴向荷载，宜采用钢制阀门及焊接连接。

6.2.30 架空管道的组成件布置应符合什么规定？

答：架空管道的组成件布置应符合下列规定：

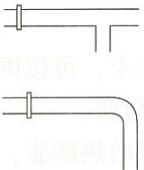
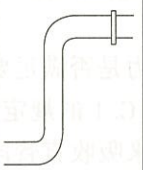
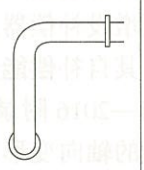
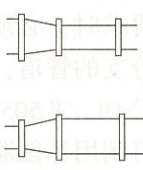
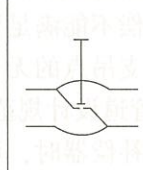
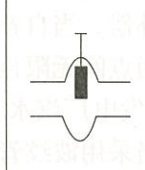
- (1) 在道路、铁路上方的管道不应安装阀门、法兰、螺纹接头及带有填料的补偿器等可能泄漏的管道附件；
- (2) 补偿器布置时应避免环境温度降低时流体冷凝及结冰的影响。

6.2.31 流量测量装置的设置应符合什么规定？

答：（1）流量测量装置的设置应符合下列规定：

1) 流量测量装置前后应有一定长度的直管段。其直管段长度可按表 6.2.31 的规定查取；

表 6.2.31 流量测量装置前后侧的最小直管段长度

流量测量装置前侧局部阻力件形式和最小直管段长度 L_1							
d/D_i							流量测量装置后最小直管段长度 L_2 (左面所有的局部阻力件形式)
	一个 90° 弯头或只有一个支管流动的三通	在同一平面内有多个 90° 弯头	空间弯头(在不同平面内有多个 90° 弯头)	异径管(大变小, $2D_i \rightarrow D_i$, 长度大于 $3D_i$; 小变大, $\frac{1}{2}D_i \rightarrow D_i$, 长度大于或等于 $1\frac{1}{2}D_i$)	全开截止阀	全开闸阀	
1	2	3	4	5	6	7	8
0.20	10(6)	14(7)	34(17)	16(8)	18(9)	12(6)	4(2)
0.25	10(6)	14(7)	34(17)	16(8)	18(9)	12(6)	4(2)
0.30	10(6)	14(7)	34(17)	16(8)	18(9)	12(6)	5(2.5)
0.35	10(6)	14(7)	36(18)	16(8)	18(9)	12(6)	2(2.5)
0.40	14(7)	18(9)	36(18)	16(8)	20(10)	12(6)	6(3)
0.45	14(7)	18(9)	38(19)	18(9)	20(10)	12(6)	6(3)
0.50	14(7)	20(10)	40(20)	20(10)	22(11)	12(6)	6(3)
0.55	16(8)	22(11)	44(22)	20(10)	24(12)	14(7)	6(3)
0.60	18(9)	26(13)	48(24)	22(11)	26(13)	14(7)	7(3.5)
0.65	22(11)	32(16)	54(27)	24(12)	28(14)	16(8)	7(3.5)
0.70	28(14)	36(18)	62(31)	26(13)	32(16)	20(10)	7(3.5)
0.75	36(18)	42(21)	70(35)	28(14)	36(18)	24(12)	8(4)
0.80	46(23)	50(25)	80(40)	30(15)	44(22)	30(15)	8(4)

注：①本表所列数字为管子内径 D_i 的倍数。

② 本表括号外的数字为“附加极限相对误差为零”的数值；括号内的数字为“附加极限相对误差为 $\pm 0.5\%$ ”的数值。

③ 表中 d ——喷嘴或孔板孔径； D_i ——管子内径。

2) 当流量测量装置的孔径未知，且预计该孔径与管子内径之比值在 0.3~0.5 之间时，流量测量装置前后直管段长度可分别取不小于管子内径的 20 倍和 6 倍；

3) 流量测量装置前后允许的最小直管段长度内不宜装设疏水管、测量元件或其他接管座。

(2) 介质温度为 450℃ 以上的主蒸汽和高温再热蒸汽管道宜设置三向位移指示器。

(3) 节流孔板可采用法兰或焊接连接。

6.2.32 管道补偿器的设置有什么要求？

答：(1) 应充分利用管道本身柔性的自补偿来补偿管道的热膨胀，60° 以下的弯头不宜用做自然补偿。当自补偿不能满足要求时，必须增设补偿器。

(2) 两点间无限位支吊点的无分支的管道，其自补偿能力是否满足要求，可按国家现行标准《火力发电厂汽管道设计规范》DL/T 5054—2016 附录 C.1 的规定判别。

(3) 当采用波纹管补偿器时，可利用补偿器的轴向变形来吸收直管段的热膨胀，也可利用补偿器的弯曲变形组成单式或复式补偿器来吸收管道横向的热膨胀。有关补偿能力的判别可按国家现行标准《火力发电厂汽管道设计规范》DL/T 5054—2016 附录 C.2 的规定。在使用波纹管时，必须在支吊系统中保证不使其失稳。在锅炉安全阀排汽管上，可采用套筒式补偿器或疏水盘。

(4) 波纹管补偿器应根据波纹管的类型考虑其推力和力矩对设备接口或管道固定点的影响。有关推力的计算应符合国家现行标准《火力发电厂汽管道设计规范》DL/T 5054—2016 附录 C.2 的规定。

(5) 直埋管道的补偿器设置应符合下列规定：

1) 直埋管道采用补偿器时，应保证在管道可能出现的最高温度下，补偿器应留有不小于 20mm 的补偿余量；

2) 轴向补偿器和管道轴线应一致，距补偿器 12m 范围内管道不应有变坡和转角；

3) 设有补偿器的直埋管道应将其布置在符合安全要求的井室中，井内应有宽度大于或等于 0.5m 的维修空间；

4) 直埋管道采用补偿器时应设置固定墩；

5) 直埋管道采用波纹管补偿器时，设计应考虑安装时的冷紧。冷紧系数可取 0.5。

6.2.33 管道的冷紧有什么要求？

答：(1) 设计温度在 430℃ 及以上的管道宜进行冷紧，冷紧比不宜小于 0.7；对于其他管道，当需要减小工作状态下对设备的推力和力矩时，也可进行冷紧。冷紧有效系数，对工作状态取 2/3，对冷状态取 1。对于多分支管道，各分支的冷紧值应根据节点位移情况和各分支的柔度决定。

(2) 当管道上有限位支吊架及刚性吊架时，冷紧量和冷紧口应以限位支吊点为分隔点进行分段计算和设置。实际施工时，可通过放拉杆、松限位的方式集中进行冷紧。

(3) 冷紧口宜选在便于施工处，如靠近平台、梁柱等和管道弯矩较小处。

四、汽水管道疏水、放水和放气设计

6.2.34 管道疏水、放水系统的设计应符合什么规定？

答：(1) 管道疏水、放水系统的设计应符合下列要求：

1) 蒸汽管道为母管制系统时，疏水系统宜采用母管制。不同压力的蒸汽管道，经常疏

水应分别设置相应的母管，压力相差不大者，可共用一根母管。启动疏水，全厂只设一根母管。各疏水母管应分别引入疏水扩容器，并考虑有旁路措施。当疏水压力较低而进入疏水扩容器有困难时可引入疏水箱。为便于检修，可将每台机组的启动疏水管接成分疏水母管，再汇入总疏水母管。接入一根总疏水母管的机组台数不宜超过 4 台；

2) 蒸汽管道为单元制系统时，疏水系统应按单元或扩大单元设计；

3) 对于启动过程中可能出现负压的蒸汽管道，其疏水应接至汽机本体疏水扩容器或凝汽器；

4) 给水加热器、射汽抽汽冷却器、轴封蒸汽冷却器等连续疏水不应接入疏水总管；

5) 管道的放水宜接入放水母管。

(2) 在下列地点应设置经常疏水：

1) 如减压减温器装置等经常处于热备用状态的设备进气管段的低位点；

2) 蒸汽不经常流通的管道死端，而且是管道的低位点时；

3) 饱和蒸汽管道和蒸汽伴热管道的适当地点。

(3) 在下列地点应设置启动疏水：

1) 按暖管方向分段暖管的管段末端；

2) 为了控制管壁升温速度，在主管上端可装设疏汽点；

3) 管道上无低位点，但管道展开长度超过 100m 处；

4) 在装设经常疏水装置处，同时应装设启动疏水和放水装置；

5) 所有可能积水而又需要及时疏出的低位点。

(4) 管道的放水装置应设在管道可能积水的低位点处。蒸汽管道的放水装置应与疏水装置联合装设。

6.2.35 管道的疏水、放水装置的设计应符合哪些规定？

答：管道的疏水、放水装置的设计应符合下列要求：

(1) 公称压力大于或等于 $PN40$ 的管道疏水和放水应串联装设两个截止阀；公称压力小于或等于 $PN25$ 的管道疏水和放水宜装设一个截止阀。对于防止汽轮机进水的疏水系统管道及亚临界及以上参数机组的主要管道上的疏水阀门，其中一个应为动力驱动阀；

(2) 经常疏水的疏水装置，对于公称压力不小于 $PN63$ 的管道，宜装设节流装置或疏水阀，节流装置后的第一个阀门，应采用节流阀；对于公称压力不大于 $PN40$ 的管道，宜采用疏水阀；当管道内蒸汽压力很低时，可采用 U 型水封装置；

(3) 疏水收集器应由公称尺寸不小于 $DN150$ 的管子制作，长度应满足安装水位传感器的要求。疏水收集器下方引出管公称尺寸不小于 $DN50$ ，应装设一个动力驱动的疏水阀；

(4) 管道放水应经漏斗接至放水母管或相应排水点。疏水、放水装置根据设计参数的不同可采用相应的组合形式(图 6.2.35-1~图 6.2.35-6)，包括带动力驱动疏水阀的疏水形式(图 6.2.35-5、图 6.2.35-6)。经常疏水与放水装置可按需要装设；

(5) 高温管道的局部地方可能因疏水引起较大的温差应力时，应采取适当的措施消除温差应力。

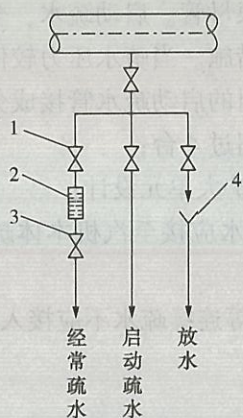


图 6.2.35-1 $PN \geq 63$ 管道的疏水、放水装置
1—截止阀；2—节流装置；3—节流阀；4—漏斗

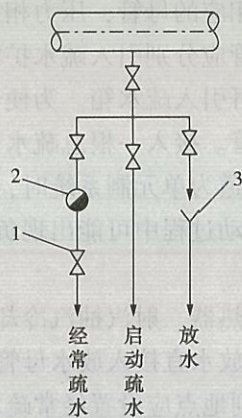


图 6.2.35-2 $PN40$ 管道的疏水、放水装置
1—截止阀；2—疏水器；3—漏斗

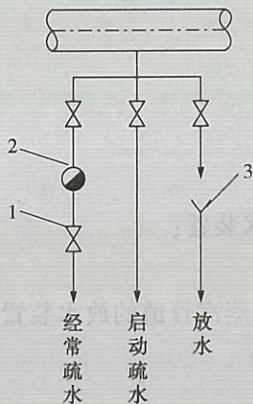


图 6.2.35-3 $PN \leq 25$ 管道的疏水放水装置
1—截止阀；2—疏水器；3—漏斗

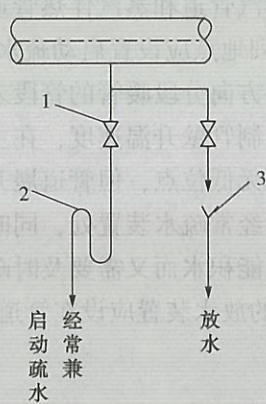


图 6.2.35-4 压力很低的 U 型管疏水、放水装置
1—截止阀；2—水封；3—漏斗

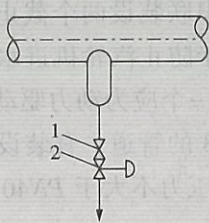


图 6.2.35-5 带疏水收集器的疏水
1—截止阀；2—动力驱动疏水阀

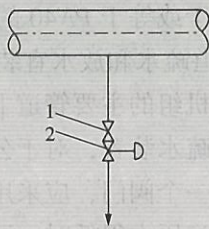


图 6.2.35-6 不带疏水收集器的疏水
1—截止阀；2—动力驱动疏水阀

6.2.36 水管道的最高位点装设放气装置应符合什么规定？

答：(1) 水管道的最高位点应装设放气装置。对于凸起布置的管段，可根据积存空气的可能，适当装设放气装置。

(2) 需进行水压试验的蒸汽管道，其最高位点应装设放气装置。对于凸起布置的管段，可根据需要适当装设供水压试验用的放气装置。

(3) 公称压力不小于 $PN40$ 管道的放气装置应串联装设两个截止阀(图 6.2.36-1)；公

称压力不大于 $PN25$ 管道的放气装置可只装设一个截止阀(图 6.2.36-2)。

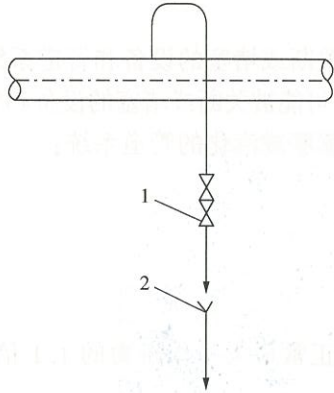


图 6.2.36-1 $PN \geq 40$ 管道的放气装置
1—截止阀; 2—漏斗

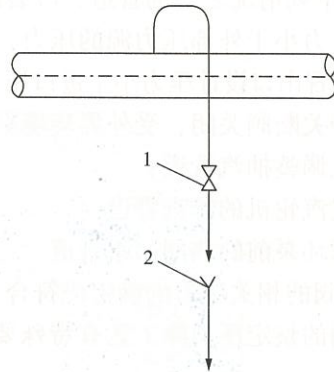


图 6.2.36-2 $PN \leq 25$ 管道的放气装置
1—截止阀; 2—漏斗

6.2.37 设计中应如何合理简化疏水系统?

答: 设计中应结合具体情况, 减少疏水装置的数量, 合理简化疏水系统(图 6.2.37-1~图 6.2.37-4)。

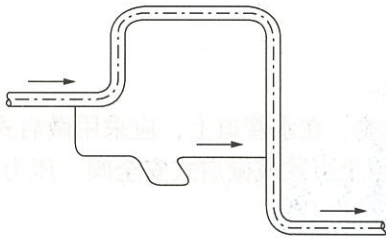


图 6.2.37-1 高位至低位的疏水转注

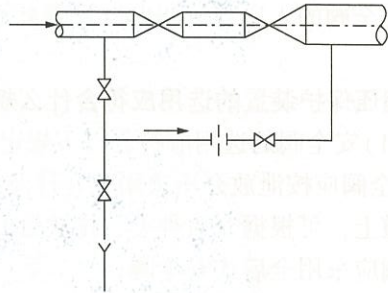


图 6.2.37-2 高压至低压的疏水转注

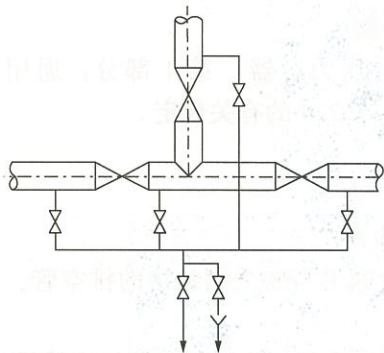


图 6.2.37-3 疏水集中处的疏水合并

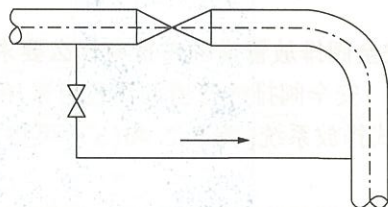


图 6.2.37-4 阀门前后疏水转注

五、汽水管道系统的超压保护设计

6.2.38 管道系统超压保护设计一般规定是什么?

答: (1) 在运行中可能超压的管道系统均应设置超压保护装置, 自动控制仪表和事故连

锁装置不应代替超压保护装置。超压保护装置宜采用安全阀，也可采用爆破片装置。

(2) 符合下列情况之一的管道，应装设安全阀；

- 1) 设计压力小于外部压力源的压力，出口可能被关断或堵塞的设备和管道系统；
- 2) 减压装置出口设计压力小于进口压力，排放出口可能被关断或堵塞的设备和管道系统；
- 3) 因两端关断阀关闭，受外界环境影响而产生热膨胀或汽化的管道系统；
- 4) 汽轮机调整抽汽管道；
- 5) 背压式汽轮机的排汽管道；
- 6) 热网循环泵前的热网回水管道。

(3) 安全阀的相关压力的确定应符合下列要求：

1) 安全阀的整定压力除工艺有特殊要求外，应为正常最大工作压力的 1.1 倍，最低为 1.05 倍；

2) 当管道系统装设一个或多个安全阀时，安全阀的最低整定压力不应大于管道设计压力，其余安全阀的最高整定压力不宜超过管道设计压力的 1.03 倍，且安全阀的最大排放压力不应大于管道设计压力的 1.06 倍；

3) 安全阀的启闭压差宜为整定压力的 4%~7%，最大不得超过整定压力的 10%。

(4) 安全阀入口管道的压力损失宜小于整定压力的 3%，安全阀出口管道压力损失不宜超过整定压力的 10%。

(5) 安全阀的入口管道和出口管道上不应设置切断阀。

6.2.39 超压保护装置的选用应符合什么规定？

答：(1) 安全阀的选用应符合以下规定：

1) 安全阀应按泄放介质选用，并计及背压的影响。在水管道上，应采用微启式安全阀；在蒸汽管道上，可根据介质种类、排放量的大小采用全启式或微启式安全阀，压力式除氧器上的安全阀应采用全启式安全阀；

2) 安全阀的选用应符合现行国家标准《安全阀 一般要求》GB 12241、《压力释放装置性能试验规范》GB 12242 和《弹簧直接载荷式安全阀》GB 12243 的规定；

3) 安全阀不应采用静重式或重力杠杆式的安全阀。

(2) 爆破片装置的选用应符合现行国家标准《压力容器 第 1 部分：通用要求》GB 150.1—2011 附录 B 和《爆破片安全装置》GB 567.1~567.4 的有关规定。

6.2.40 安全阀排放管道的布置有什么要求？

答：(1) 安全阀排放管道的设置可采用以下两种方式：

1) 开式排放系统[图 6.2.40(a)]可将流体排放到不与安全阀相接的排空管，之后排放到大气；

2) 闭式排放系统[图 6.2.40(b)]可通过直接与安全阀连接的排放管把流体排放到大气。

(2) 安全阀出口排放管道的设计应符合下列规定：

1) 当排汽管采用开式系统时，如果阀门和阀管上无支架时，在弯头出口端部应留有一段不小于 1 倍管径的直段，且在排放时使排放管接口与排放弯头出口段中心线一致，排放管与联箱中心线成垂直；

2) 安全阀出口与第一只出口弯头之间无支架时，两者之间宜直接连接，如有直管段时

宜缩短，安全阀的接管承受弯矩时，必要时应核算安全阀接口处强度；

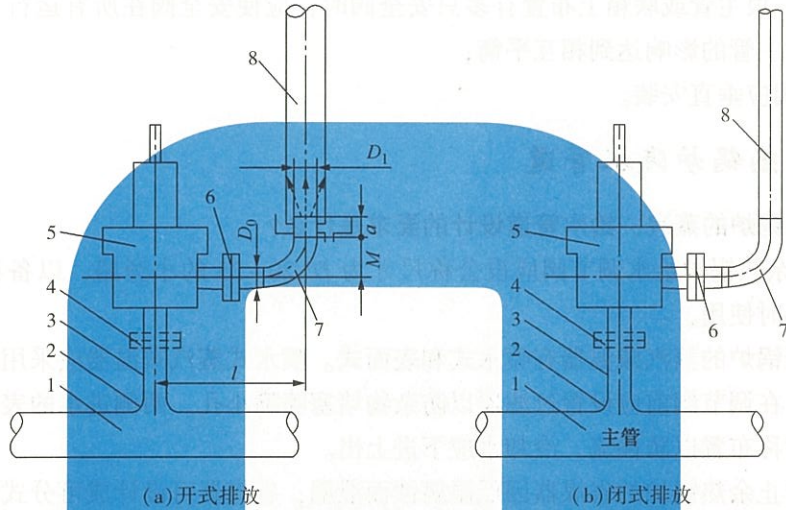


图 6.2.40 安全门装置

1—主管；2—分支接头；3—入口管；4—进口法兰；5—安全阀；
6—出口法兰；7—安全阀出口弯头；8—排汽管

3) 排放管道及其支承应有足够的强度承受排放反力。安全阀的排放管或排空管宜引至厂房外，水侧安全阀除外，排出口不应对着其他管道、设备、建筑物以及可能有人到达的场所。排出口应高于屋面或平台 2500mm；

4) 宜采用单独排放管道，但如果两个或更多个排放装置组合在一起，排放管的设计应具有足够的流通截面，排放管截面积不应小于由此处排放的阀门出口的总截面，且排放管道应尽可能短而直，其布置应避免在阀门处产生过大的应力；

5) 安全阀排放管道的设计应易于疏水，可在蒸汽安全阀出口排放管的低点设置疏放水管道，疏放水管道上不应设置关断阀门；

6) 当装设消声器时，消声器应有足够的通流面积，防止其产生的背压影响安全阀的正常运行和排放。

(3) 闭式排放安全阀排放管的布置不应影响安全阀的排放能力；开式排放安全阀排放管的布置必须避免在疏水盘处发生蒸汽反喷。如果不能满足这些要求应修改排放管或排空管的布置或者规格。安全阀开式排放反喷验算应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 第 11.4.10 条的相关规定。

(4) 安全阀的布置应符合下列规定：

1) 对主蒸汽和高温再热蒸汽管道上的安全阀，阀门应距上游弯管或弯头起弯点不小于 8 倍管子内径的距离；当弯管或弯头是从垂直向上而转向水平方向时，其距离还应适当加大。除下游弯管或弯头外，安全阀入口管距上下游两侧其他附件也不应小于 8 倍管子内径的距离；

2) 两个或两个以上安全阀布置在同一管道上时，其间距沿管道轴向不应小于相邻安全阀入口管内径之和的 1.5 倍。当两个安全阀在同一管道断面的周向上引出时，其周向间距的弧长不应小于两安全阀入口内径之和；

3) 当排汽管为开式排放，且安全阀阀管上无支架时，安全阀布置宜使入口管缩短，安

全阀出口的方向应平行于主管或联箱的轴线；

4) 在同一根主管或联箱上布置有多只安全阀时，应使安全阀在所有运行方式下，其排放作用力矩对主管的影响达到相互平衡；

5) 安全阀应垂直安装。

六、余热锅炉汽水管道

6.2.41 余热锅炉的蒸汽、给水管道设计的要求是什么？

答：(1) 余热锅炉给水调节阀应设公称尺寸为 $DN20\sim 25$ 的小旁路，以备在锅炉开停工时给水流量小时使用。

(2) 中压锅炉的蒸汽减温器有喷水式和表面式。喷水式蒸汽减温器应采用凝结水或二级除盐水减温。在调节阀前应设置过滤器以防杂物堵塞喷嘴小孔。两侧进水的表面式减温器的冷却水管应对称布置以防偏流。冷却水应下进上出。

(3) 为防止余热锅炉的省煤器因低温腐蚀而泄漏，省煤器可设计成可分式或部分低温段可分式。可分式省煤器应设置进出口切断阀、旁路阀和安全阀。安全阀的排水可排至定期排污扩容器或其他安全地点。

(4) 在过热器出口集箱上应设置启动放空管，以防止锅炉启动时过热器超温。在启动放空管上应安装一个闸阀、一个电动截止阀和消声器。在仪表室内应有电动截止阀的开关和阀位指示。

(5) 为停工清洗过热器受热面上的积盐，在启动放空管的闸阀和电动截止阀之间设置给水冲洗管。

(6) 当汽包上设有紧急放水管时，紧急放水管上应设置电动截止阀。在仪表室内应有电动截止阀的开关和阀位指示。

(7) 在汽包和过热器出口集箱上均装有安全阀，如果安全阀为封闭式，则在出口管的下部应开直径为 6mm 的泪孔。出口管的排汽口应排向两侧，以减少排汽反作用力的影响。

(8) 每台锅炉设一根定期排污总管，直接排往定期排污扩容器。省煤器集箱、过热器集箱和水位计冲洗管的排水管可接在定期排污总管上。当在总管上有“液袋”时，在其最低点应设放空阀。

(9) 所有排污管和排水管上均设双阀。

(10) 锅炉出口蒸汽管上应设双阀，一个安装在过热器出口，另一个安装在与蒸汽总管连接的根部，并在阀前设疏水管。

(11) 正压炉的水封式防爆门应接供水和排水管，运行时应能观察到有常流水。

(12) 所有与锅炉连接的管道均应考虑锅炉本体膨胀所产生的端点位移。

6.2.42 余热锅炉蒸汽减温减压器管道设计的要求是什么？

答：(1) 在减温水管道上应设置过滤器，以防堵塞喷嘴。

(2) 在减温减压器安全阀的下部应设置固定支架。安全阀出口管底部应有直径为 6mm 的泪孔，排汽口排向两侧。

(3) 蒸汽减温减压器的出口管道，应有一定长度的直管段，以保证减温水完全汽化。

6.2.43 余热锅炉除氧器管道设计的要求是什么？

- 答：(1) 大气式除氧器应设置安全水封，其排水排汽管宜接至锅炉房的排污降温水池。
- (2) 除氧器应设置水位调节阀和压力调节阀组，阀组应沿水箱纵向布置。
- (3) 多台除氧器之间应设汽平衡管。
- (4) 喷雾式除氧器有时要求 2 个加热蒸汽进口，2 个进口应分别设置阀门，以便调节汽量分配。
- (5) 布置在室外的除氧器，不经常流动的管道，在寒冷地区应采取防冻措施。

6.2.44 余热锅炉给水泵进出口管道设计的要求是什么？

- 答：(1) 锅炉给水泵的工作温度接近水的饱和温度，泵的入口与除氧器水箱之间应有一定的高差。入口管的阻力不应过大。
- (2) 泵的出口应设再循环管，可再循环至除氧器。在水泵启动和低负荷时使用，以免给水汽化使水泵抽空。
- (3) 在再循环管上可设置限流孔板，以限制再循环流量，也可设双阀，其中一个阀起节流作用，另一个阀起关闭作用。

6.2.45 余热锅炉水处理用耐酸管道设计的要求是什么？

- 答：(1) 水处理过程中的酸性水管道一般采用衬胶管或衬塑管或玻璃钢管。
- (2) 衬胶管或衬塑管需分段预制后施工内衬，中间用法兰连接。衬胶管的预制最大长度为 2m，衬塑管的预制最大长度为 6m。弯头、三通等管件也应采用法兰连接的衬胶或衬塑管件。
- (3) 如果采用塑料管或玻璃钢管时，应适当增加支吊架。

七、火力发电厂金属材料选用

6.2.46 DL/T 715 的目的和适用范围是什么？

答：国家现行标准《火力发电厂金属材料选用导则》DL/T 715—2015 的目的和适用范围如下：

- (1) 本标准规定了火力发电设备金属材料选用的原则，重要部件金属材料的主要验收标准和质量要求；
- (2) 本标准适用于火力发电厂新建机组重要部件金属材料的选用和替代，在役机组更换部件金属材料的选用和替代。

6.2.47 高温蒸汽管道、高温联箱及高温管件用钢如何选材？

- 答：(1) 高温蒸汽管道和高温联箱包括服役温度高于或等于 400℃ 的管道、联箱、导汽管和管件(弯头三通、异径管)。
- (2) 高温蒸汽管道、高温联箱及高温管件用钢应具有以下性能：
- 1) 合适的常规力学性能，包括室温、高温拉伸性能、冲击吸收能量；
 - 2) 优异的蠕变强度、持久强度、持久塑性、抗氧化性能和抗高温腐蚀性能；
 - 3) 在高温下长期运行中，组织稳定性好；
 - 4) 良好的工艺性能，特别是焊接性能。

(3) 亚临界 300MW 级、600MW 级机组的主蒸汽管道可选 P91, 再热蒸汽管道可选 P91、P22; 超临界机组主蒸汽管道、高温蒸汽管道可选 P91; 超超临界机组主蒸汽管道可选 P92, 高温再热蒸汽管道可选 P92 或 P91。具有相同温度的高温联箱、高温管件及导汽管的选材可参考主蒸汽管道、高温蒸汽管道的选材。

(4) 壁温小于或等于 520℃/550℃ 的导汽管、联箱可选用 P12/15CrMoG; 500~560℃ 间的蒸汽管道、导汽管、联箱可选用 P22/12Cr2MoG、12Cr1MoVG。

(5) 高温蒸汽管道、高温联箱及高温管件的材质验收, 应满足以下规定:

1) 国产钢管的技术要求及质量检验应满足现行国家标准《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310、《水管锅炉 第 2 部分: 材料》GB/T 16507.2 的规定, 锻造钢管应满足国家现行标准《高温用锻造镗孔厚壁无缝钢管》YB/T 4173 的规定;

2) 国产管道锻件的技术要求及质量检验应满足国家现行标准《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》NB/T 47008、《承压设备用不锈钢和耐热钢锻件》NB/T 47010 的规定;

3) 进口钢管的技术要求及质量检验应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件, 重要的钢管技术标准有美国的《高温用铁素体合金钢制无缝钢管 技术条件》ASME SA-335、欧盟的《承压无缝钢管技术条件 第 2 部分: 高温用碳钢和合金钢管》DIN EN 10216.2, 同时应满足现行国家标准《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310 的规定;

4) 弯管按国家现行标准《电站弯管》DL/T 515 的规定, 钢制对焊管件按国家现行标准《电站钢制对焊管件》DL/T 695 的规定, 大直径三通按国家现行标准《大直径三通锻件技术条件》DL 473 的规定;

5) 9%~12%Cr 钢制高温蒸汽管道、高温再热蒸汽管道、高温联箱及导汽管用无缝钢管的硬度应符合国家现行标准《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 的规定;

6) 进口锻制弯管、大直径三通锻件的技术要求及质量检验可按美国的《中高温用锻制碳钢、合金钢管件 技术条件》ASME SA-234、《高温用锻制或轧制合金钢和不锈钢管道法兰、锻制管件、阀门和部件 技术条件》ASME SA-182、《锻制钢管管件通用技术条件》ASME SA-960 和欧盟的《承压用钢制锻件》DIN EN 10222 执行。

(6) 高温蒸汽管道、高温再热蒸汽管道、高温联箱、高温管件及导汽管常用钢牌号、特性及其主要应用范围见国家现行标准《火力发电厂金属材料选用导则》DL/T 715—2015 附录 A 中表 A.1。

6.2.48 锅炉受热面管用钢如何选材?

答: (1) 锅炉水冷壁/省煤器管用钢应具有以下性能:

- 1) 合适的室温、中温拉伸强度;
- 2) 良好的抗烟气腐蚀性能, 合适的抗汽水腐蚀性能;
- 3) 良好的抗热疲劳性能;
- 4) 良好的冷、热加工工艺性能和焊接性能。

(2) 亚临界锅炉水冷壁可选用 20G、SA-210C; 超临界锅炉水冷壁可选用 15CrMoG/T12/T22; 超超临界锅炉水冷壁低温段可选用 15CrMoG/T12, 较高温度区段可选 12Cr1MoVG。

(3) 亚临界以下锅炉省煤器可选用 20G、SA-178C; 超(超)临界锅炉省煤器可选用 SA-210C。

(4) 锅炉过热器/再热器管用钢相对于高温蒸汽管道、高温联箱用钢，还应具有以下更高的要求：

1) 优异的高温强度，特别是持久强度，良好的组织稳定性；

2) 优异的抗高温氧化性能，良好的抗腐蚀性能；

3) 良好的冷、热加工工艺性能和焊接性能；

4) 对同一牌号的钢材，用于高温受热面管的允许最高服役温度一般可适当高于主蒸汽管道、高温再热蒸汽管道、高温联箱、高温管件及导汽管等部件的最高服役温度，但要在材料抗氧化温度允许范围内。

(5) 超超临界锅炉高温过热器、再热器管可选 TP310HCbN/07Cr25Ni21NbN/HR3C/DMV310N、内壁喷丸的 S30432/10Cr18Ni9NbCu3BN/Super304H/DMV304HCu；屏式过热器可选上述两种材料以及 TP347HFG、内壁喷丸 18-8 奥氏体耐热钢；620℃ 高效超超临界锅炉高温过热器、再热器管可选 TP310HCbN/07Cr25Ni21NbN/HR3C/DMV310N、内壁喷丸的 S30432/10Cr18Ni9NbCu3BN/Super304H/DMV304HCu、Sanicro25/S31035、NF709R；低温过热器、再热器根据不同的温度区域，可选 T92、T91、12Cr1MoVG、12Cr2MoG/T22、15CrMoG/T12、SA-210C、20G。

(6) 超临界锅炉高温过热器、再热器、屏式过热器温度较高的区段可选 TP347HFG、内壁喷丸的 18-8 奥氏体耐热钢，温度较低的区段选 TP304H、TP347H、TP347HFG、TP321H、TP316H、T92、T91；低温过热器、再热器根据不同的温度区域，可选 12Cr1MoVG、12Cr2MoG/T22、15CrMoG/T12、SA-210C、20G。

(7) 亚临界锅炉高温过热器、再热器管根据不同的温度区段，可选 TP347H、TP304H、TP321H、TP316H、T91、12Cr1MoVG、12Cr2MoWVTiB；低温过热器、再热器根据不同的温度区域，可选 15CrMoG/T12、12Cr2MoG/T22、12Cr1MoVG、SA-210C、20G。

(8) 锅炉受热面用钢的材质验收，应满足以下规定：

1) 国产锅炉受热面用无缝钢管的技术要求及质量检验应符合现行国家标准《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310、《水管锅炉 第 2 部分：材料》GB/T 16507.2 的规定，同时参照国家现行标准《锅炉、热交换器用管材订货技术条件 第 3 部分：规定高温性能的非合金钢和合金钢》NB/T 47019.3 的规定；

2) 进口钢管的技术要求及质量检验应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件，重要的钢管技术标准有美国的《高温用铁素体、奥氏体钢制锅炉、过热器和热交换器无缝钢管技术条件》ASME SA213、《中碳钢制锅炉和过热器用无缝钢管 技术条件》ASME SA210、《电阻焊碳钢管和锅炉、过热器用碳-锰钢 技术条件》ASME SA178、欧盟的《承压无缝钢管技术条件 第 5 部分：不锈钢管》DIN EN 10216-5，同时应满足现行国家标准《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310 的规定。

(9) 锅炉受热面常用钢牌号、特性及其主要应用范围见国家现行标准《火力发电厂金属材料选用导则》DL/T 715—2015 附录 A 中表 A.1。

6.2.49 给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢如何选材？

答：(1) 低温蒸汽管道和低温联箱包括服役温度低于 400℃ 的蒸汽管道、联箱和管件(弯头、三通、异径管)。

(2) 给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢应具有以下性能：

- 1) 合适的室温、中温拉伸强度和塑性;
- 2) 良好的冲击吸收能量和断裂韧性;
- 3) 低的断口形貌韧脆转变温度(FATT₅₀)和时效缺口敏感性;
- 4) 良好的冷、热加工工艺性能和焊接性能。

(3) 超(超)临界及亚临界机组给水管道可选用 15NiCuMoNb5-6-4/15NiCuMoNb5/15Ni1MnMoNbCu/P36/WB36、SA-106C。

(4) 超超临界机组再热蒸汽冷段管道可选用 SA-691 1-1/4CrCL22、12Cr1MoVG、SA-672B70CL32、SA-106C; 620℃超超临界机组再热蒸汽冷段管道可选 15CrMoG、12Cr1MoVG 无缝钢管或 SA-691 1-1/4CrCL22; 亚临界、超临界机组再热蒸汽冷段管道可选 SA-672B70CL32、SA-672B70CL22、SA-106C、20G; 低温联箱可选用 SA-106C、20G、SA-106B。所有再热蒸汽冷段管道均可选用成分、性能满足服役要求的无缝钢管。

(5) 给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢的验收, 应满足以下规定:

1) 国产给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用无缝钢管的技术要求及质量检验应符合现行国家标准《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310、《水管锅炉 第 2 部分: 材料》GB/T 16507.2 的规定;

2) 国产管道锻件的技术要求及质量检验应满足国家现行标准《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》NB/T 47008 和《承压设备用不锈钢和耐热钢锻件》NB/T 47010 的规定;

3) 进口钢管的技术要求及质量检验应符合相应牌号的国外标准及订货技术条件, SA-672B70CL32 和 SA-691 1-1/4CrCL22 钢管的技术要求及质量检验应符合美国的《中温高压用电熔焊管技术条件》ASME SA-672 和《高温高压用碳钢和合金钢制电熔焊管 技术条件》ASME SA-691 的规定, SA-106C 应符合《高温用碳钢无缝钢管 技术条件》ASME SA-106 的规定, 同时应满足现行国家标准《高压锅炉用无缝钢管》GB 5310 的规定;

4) 进口管道锻件的技术要求及质量检验可按美国的《管道用碳钢锻件 技术条件》ASME SA-105、《管道用碳钢锻件通用技术条件》ASME SA-181、《高温用锻制或轧制合金钢和不锈钢管道法兰、锻制管件、阀门和部件 技术条件》ASME SA-182、《锻制钢管管件通用技术条件》ASME SA-960 和欧盟的《承压用钢制锻件》DIN EN 10222 执行。

(6) 给水管道、低温蒸汽管道和低温联箱用钢牌号、特性及其主要应用范围见国家现行标准《火力发电厂金属材料选用导则》DL/T 715—2015 附录 A 中表 A. 1。

6.2.50 紧固件用金属材料的性能和选用有什么要求?

答: (1) 紧固件用金属材料应具有以下性能:

1) 高温紧固件用金属材料应具有良好的室温、高温拉伸强度和塑性;

2) 优异的冲击吸收能量、低的缺口敏感性;

3) 高温(碳钢工作温度超过 300~350℃, 合金钢超过 350~400℃) 紧固件用钢应具有良好的抗松弛性能;

4) 高温紧固件用钢应具有良好的持久强度和蠕变强度, 低的蠕变脆化倾向及蠕变缺口敏感性, 且具有良好的持久塑性。一般要求螺栓材料 8000~10000h 以上光滑试样的持久塑性为: 新材料大于 5%; 已运行材料不低于 3%;

5) 高温紧固件用钢应具有高的组织稳定性, 回火脆性和热脆性倾向小;

6) 良好的抗氧化性能;

- 7) 在汽缸内部服役的螺栓, 还应具有合适的抗蚀性;
- 8) 对于承受疲劳载荷的螺栓(如联轴器螺栓), 还应具有良好的抗疲劳和抗剪切能力;
- 9) 良好的冷、热加工工艺性能;

10) 原则上, 螺母材料强度宜比螺栓低一级(低 20HB~50HB), 同一法兰的紧固件应采用相同的钢号、强度等级和结构形式。当在同一法兰上要安装不同材料和强度等级的紧固件时, 应考虑计算由不同线膨胀系数和抗松弛性能引起的影响。

(2) 高温紧固件金属材料的选用主要基于材料的抗松弛性能、高温强度、持久强度、缺口敏感性、组织稳定性, 回火脆性、热脆性以及抗氧化性能、抗热疲劳性能、冲击吸收能量、缺口敏感性和组织稳定性; 室温服役的紧固件主要基于室温拉伸强度、抗疲劳和抗剪切能力。

6.2.51 汽轮机、锅炉铸钢件材料性能和选用有什么要求?

答: (1) 汽轮机、锅炉铸钢件材料应具有以下性能:

- 1) 良好的室温、高温拉伸强度、塑性和冲击吸收能量;
- 2) 在高温及高应力下长期工作的铸钢件用钢, 应具有较高的持久强度和塑性, 并具有良好的组织性能稳定性;

- 3) 承受热疲劳载荷的铸钢件(如汽轮机汽缸和蒸汽室)用钢, 应具有优良的抗疲劳性能;

- 4) 承受高温蒸汽冲蚀的铸钢件用钢, 应具有一定的抗氧化性能和耐磨性能;

- 5) 需要焊接的铸钢应具有良好的可焊性。

(2) 汽轮机、锅炉铸钢件材料的选用主要基于铸钢件的服役温度和压力, 以及材料的高温拉伸强度和持久强度。碳素铸钢宜用于温度小于或等于 430℃、压力小于或等于 5.3MPa 的部件; 合金铸钢宜用于温度大于 430℃ 的部件。

6.2.52 凝汽器管材的性能和选用有什么要求?

答: (1) 凝汽器管材应具有以下性能:

- 1) 合适的室温拉伸强度;
- 2) 良好的抗腐蚀、抗磨损性能;
- 3) 良好的冷、热加工工艺性能。

(2) 凝汽器管材的选用原则参照国家现行标准《发电厂凝汽器及辅机冷却器管选材导则》DL/T 712 执行或由制造厂根据使用状况选材, 按以下原则选材:

- 1) 凝汽器铜管的选用基于水质中的溶解固体、氯离子浓度、悬浮物和沙含量以及允许的流速选择管材牌号, 具体按国家现行标准《发电厂凝汽器及辅机冷却器管选材导则》DL/T 712—2010 中表 6 执行;

- 2) 滨海电厂或有季节性海水倒灌的电厂, 凝汽器及辅机冷却器管应选用钛管。使用严重污染淡水水源的, 也可选用钛管;

- 3) 同牌号不锈钢管的选用以不锈钢管在冷却水中不发生点蚀为主要依据, 并应通过试验验证。在具有代表性的冷却水或在设计时选取的冷却水工况条件下测定不锈钢的点蚀电位与(析)氧平衡电位。如果点蚀电位大于或等于氧平衡电位, 则该型号的不锈钢管在该冷却水中不会发生点蚀, 可以选用。

第三节 火力发电厂油气管道

一、常用标准、规范

6.3.1 火力发电厂油气管道设计常用的标准、规范有哪些？

答：火力发电厂油气管道设计常用的标准、规范主要有：

- (1) GB/T 150.1~150.4—2011《压力容器》；
- (2) GB/T 4830—2015《工业自动化仪表 气源压力范围和质量》；
- (3) GB 50029—2014《压缩空气站设计规范》；
- (4) GB 50057—2010《建筑物防雷设计规范》；
- (5) GB 50058—2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》；
- (6) GB 50074—2014《石油库设计规范》；
- (7) GB 50177—2005《氢气站设计规范》；
- (8) GB 50193—1993《二氧化碳灭火系统设计规范》(2010年版)；
- (9) GB 50229—2019《火力发电厂与变电站设计防火规范》；
- (10) GB 50251—2015《输气管道工程设计规范》；
- (11) GB 50253—2014《输油管道工程设计规范》；
- (12) GB 50764—2012《电厂动力管道设计规范》；
- (13) DL/T 5072—2019《发电厂保温油漆设计规程》；
- (14) DL/T 5174—2003《燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定》；
- (15) DL/T 5204—2016《发电厂油气管道设计规程》。

二、一般规定

6.3.2 DL/T 5204 的适用范围是什么？发电厂油气管道设计原则是什么？

答：(1)国家现行标准《发电厂油气管道设计规程》DL/T 5204—2016 适用于燃煤电厂、燃气-蒸汽联合循环电厂、燃油电厂和核电厂常规部分油气系统管道的设计和选择。不适用于输送液化天然气、液化石油气、煤气等的管道设计。

(2)发电厂油气管道设计原则要求如下：

- 1)天然气管道的抗震设计应符合现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 的有关规定。油管道的抗震设计应符合现行国家标准《输油管道工程设计规范》GB 50253 的有关规定；
- 2)油气管道和设备的安全防火设计应同工程的消防设计相结合，并应符合国家有关的消防规定；
- 3)在油气管道设计中，必须遵守国家有关环境保护法规的规定。油气系统有害物的排放必须经过处理，排放物浓度应符合国家标准和地方标准的排放规定。

6.3.3 发电厂油气管道包括哪些？

答：油气管道是发电厂油管道和气体管道的总称，包括燃油管道、润滑油管道、天然气管道、压缩空气管道、氢气管道、氧气管道、氮气管道、二氧化碳管道和抽真空管道等。

6.3.4 《电厂动力管道设计规范》GB 50764—2012 对可燃介质管道设计有什么要求？

答：(1) 可燃管道设计应符合下列规定：

1) 易燃或可燃气体管道、液体管道宜采用无缝钢管。当采用非金属材料时，其材料应符合现行国家标准《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第1部分：管材》GB 15558.1 和《燃气用埋地聚乙烯(PE)管道系统 第2部分：管件》GB 15558.2 的有关规定；

2) 对于易燃或可燃的气体管道应避免在爆炸上下限之间的浓度输送，当必须输送浓度在爆炸上下限之间的介质，管道的设计压力应大于爆炸压力；

3) 易燃或可燃介质管道附件的选择及布置除符合本规范的规定外，还应根据其介质特性符合相关国家和行业标准的规定；

4) 对于与易燃或可燃介质的管道或设备连接的公用工程管道的阀门设置应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 及《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定；

5) 润滑油供油和回油管道应坡向油箱，供油管道坡度宜为 0.003~0.005，回油管道坡度宜为 0.02~0.03。事故放油管道坡度宜为 0.01；

6) 事故放油管道及管件的材料、型式以及布置等应符合国家现行标准《发电厂油气管道设计规程》DL/T 5204 的有关规定；

7) 管道的补偿严禁采用填料函式补偿器；

8) 为防止静电累积，易燃或可燃介质管道应设计完善的静电接地系统；

9) 氢气管道组成件的材料、型式以及布置等应符合现行国家标准《氢气站设计规范》GB 50177 的规定。

(2) 管道的布置应符合下列规定：

1) 管道宜架空敷设，管道宜布置在管架的上层，且不宜与输送高温介质的管道相邻，并应位于腐蚀性介质管道的上方。管道间距应符合本章第 6.2.21 条的有关规定；

2) 易燃或可燃气体管道可埋地敷设，但不宜布置在管沟内。当易燃或可燃液体管道布置在管沟内时，应采取可靠的防止易燃气体聚集及检测措施；

3) 管道埋地敷设时，除应符合本章第 6.2.24 条和第 6.2.29 条的规定外，在穿过道路、铁路、下水管、管沟、地沟、隧道及其他用途的各种沟槽时，应敷设在套管内。套管伸出构筑物外壁、铁路路基、道路路肩长度不应小于 1m。套管两端应采用防腐、防水材料密封。在穿越重要位置及地沟、管沟处的套管应安装检漏管。

(3) 管道的疏水、放水 and 放气点的设置应符合下列规定：

1) 易燃或可燃介质管道的疏水、放水及放气系统应采取可靠的措施防止泄漏。疏水系统的每一个疏水管道上应设置 1 只止回阀。在严寒地区还应采取防冻措施；

2) 埋地管道的疏水收集器应布置在冻土层以下，其放水管道应有可靠的防冻措施。

(4) 管道的安全排放系统应符合下列规定：

1) 管道应设置安全排放系统，排放口不得设置在室内。管道排气放散管及安全阀排放管宜单独设置，也可接至同压力等级的放散竖管排向大气，排放系统的设计参数应按照输送介质的有关规范计算后确定；

2) 易燃气体管道的排放管宜竖直布置，管口应装设阻火器，不宜在排放口设置弯管或弯头；

3) 在寒冷地区的排放管道应有防冻、防堵塞的措施；

4) 排放管道出口不应直对其他管道、设备、建筑物以及可能有人到达的场所。排出口高于屋面或平台的高度应符合相关标准规定。

(5) 管道应设置清扫系统、检修置换系统。

(6) 严寒地区的易燃或可燃液体管道应根据介质特性设置管道伴热系统。伴热系统宜采用电伴热或热水伴热。

6.3.5 《电厂动力管道设计规范》GB 50764—2012 对有毒气体和液体管道设计有什么要求？

答：(1) 管道的设计应符合下列规定：

1) 管道材料应采用无缝钢管，管道组成件的壁厚选择应按照现行国家标准《电厂动力管道设计规范》GB 50764—2012 第 6 章的要求选取，腐蚀裕量应取上限值；

2) 管道的连接应采用焊接或焊接带颈法兰连接。当必须采用螺纹连接时，应根据介质特性及运行条件采用可靠的密封材料及密封措施；

3) 管道的支管连接应采用成型件；

4) 在工艺管道上引出的仪表管道，应在靠近工艺管道处设置一只便于操作的隔离阀门；

5) 管道的补偿严禁采用填料函式补偿器。

(2) 管道的布置应符合下列规定：

1) 管道宜架空敷设，且宜布置在管架的上层，对有腐蚀性的有毒介质管道应布置在管架的下层。管道不应埋地敷设；

2) 管道的应力分析计算应符合现行国家标准《电厂动力管道设计规范》GB 50764—2012 第 9 章的规定，不得采用简化计算，管系的设计应尽量减少冲击和振动荷载。

(3) 管道系统的疏水、放水和放气点的设置应符合现行国家标准《电厂动力管道设计规范》GB 50764—2012 第 8.2 节的有关规定，所有的排放介质应进行妥善的回收并接入无害化处理系统。

(4) 有毒介质在装置区内严禁设置对空排放管道。气体的安全排放管道应接入火炬排放系统，在厂外管架部分的安全排放管道宜接入火炬系统，如果排放量少且通过环评批准后可以对空排放，排放口应设置在空旷无人地带，排放口应高出管架最高处至少 3m。液体的安全排放管道应有可靠的回收措施。

(5) 管道应设置置换系统。

三、燃油系统及管道布置

6.3.6 燃油系统设计范围包括哪些？燃油厂外运输方式如何确定？

答：(1) 燃油系统设计范围应包括卸油、储油、供(输)油、回油、含油污水处理以及燃油的蒸汽加热、伴热、清扫、疏放等设备和管道。

(2) 燃煤电厂锅炉点火及助燃油系统的设计应符合现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660 和《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定。

(3) 燃气-蒸汽联合循环电厂的燃料系统的设计应符合国家现行标准《燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定》DL/T 5174 的有关规定。

(4) 燃油系统应根据工程的燃油设备、燃油品种、燃油来源及运输方式等实际情况综合确定，并应符合下列规定：

1) 对多种燃油混烧锅炉或燃油燃气锅炉，其燃油系统应按油种分开设置；

2) 对机组启动和正常运行采用不同油品的燃气-蒸汽联合循环电厂,其燃油系统应按油种分开设置。

(5) 燃油厂外运输方式应根据电厂燃油来源、品种和交通运输条件等因素确定。对耗油量大的电厂宜采用铁路油罐车或水路油轮输送;近距离有可靠油源的电厂,宜采用汽车运油到厂,也可采用管道直接输送。

6.3.7 供油泵的数量和型式如何确定?

答:(1) 油泵的形式、台数、流量和扬程选择应符合下列规定:

1) 对于燃煤电厂,油泵的形式、台数、流量和扬程应符合现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660 和《小型火力发电厂设计规范》GB 50049 的有关规定;

2) 对于燃气-蒸汽联合循环电厂,油泵的形式、台数、流量和扬程应符合国家现行标准《燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定》DL/T 5174 的有关规定;

3) 对于燃油电厂,供油泵形式应根据油质和供油参数要求确定,数量和容量应根据锅炉供油要求确定,当其中最大一台油泵停用时,其余油泵的总流量不应小于全厂燃油系统耗油量及其回油量之和的 110%。

(2) 供油泵形式应根据油品和供油参数确定,并应符合下列规定:

1) 当输送的油品黏度小,压头较低且流量较大时,宜采用离心泵;当输送的油品黏度大,压头较高且流量较小时,宜采用螺杆泵;

2) 油燃烧器采用机械雾化方式时,供油泵宜采用定速电机驱动;

3) 燃用奥里乳化油时,应采用螺杆泵输送,变频调节。

6.3.8 离心油泵布置应符合哪些规定?

答:离心油泵布置应符合下列规定:

(1) 油泵出口应设再循环管道,其容量不应小于油泵的最小流量要求;

(2) 油泵中心宜低于油罐底部标高。对于汽车卸油,卸油泵入口管段的最高点应低于汽车卸油口;

(3) 油泵用作卸油泵上卸时,应增设真空泵。

6.3.9 燃油管道设计要求有哪些?

答:(1) 燃油管道设计应根据燃油品质、燃油系统和布置条件进行,做到设计参数和材料选择正确、布置合理,并便于施工和运行维护。

(2) 燃油管道设计压力应符合下列规定:

1) 燃油管道设计压力应高于在运行中管内介质可能出现的最大内压力或外压力,且不得小于介质静止或脉动条件下管内的最大内压力;

2) 当燃油管道设有清扫管道时,管道设计压力不得低于清扫介质最高工作压力。

(3) 燃油管道设计温度应符合下列规定:

1) 燃油管道设计温度应高于管内介质最高工作温度;

2) 对有伴热管或夹套加热的情况应通过热力计算确定管壁温度,即为设计温度;

3) 对设有燃油加热器的管道,加热器的进口段和出口段应分别确定设计温度,出口段管道的设计温度应取为加热器预期产生的最严重工况下的温度;

4) 对不加热燃油的情况应根据环境条件和燃油特性确定最高温度或最低温度, 同时应考虑管道是否有保温;

5) 安装温度可取 20℃。

(4) 燃油管道的材料选择应符合下列规定:

1) 燃油管道的材料选择应考虑设计压力、设计温度、燃油特性和操作特点等使用条件, 材料的焊接性能, 制造加工工艺及经济合理性, 所有钢材的技术要求应符合现行国家标准和行业标准的有关规定;

2) 当采用国外钢材时, 国外钢材的化学成分指标及力学性能应优于国内同类产品, 并应满足设计要求。

6.3.10 燃油管道清扫管如何设置? 清扫介质如何选用?

答: (1) 下列燃油管道应设清扫管:

- 1) 油罐关断阀前的卸油管道;
- 2) 锅炉燃烧器与快关阀之间的管道;
- 3) 管内会长期聚积油的部位;
- 4) 需要检修的管段。

(2) 燃油管道清扫介质宜采用蒸汽。

(3) 燃油管道采用蒸汽清扫时, 蒸汽温度应低于油品的自燃点, 且不应超过 250℃, 并应保证管内燃油不发生碳化变质, 蒸汽压力宜为 0.6~1.3MPa。

用蒸汽清扫的扫线管管径可按表 6.3.10 的规定选用。

表 6.3.10 蒸汽清扫的扫线管管径(mm)

燃油管道外径	扫线管管径	
	燃油管道长度≤100m	燃油管道长度>100m
≤89	25	32
108~219	32	45
≥273	45	57

(4) 燃油管道采用蒸汽清扫时, 应采用固定接头连接方式。扫线管的蒸汽接入端应串联 2 个关断阀、1 个止回阀及检查放油管, 止回阀应安装在关断阀之间, 止回阀前应设检查放油管。当蒸汽压力大于燃油管道设计压力时, 扫线管上应串联 1 个节流装置。

(5) 清扫管路应从油管上部接入, 清扫管上的关断门宜靠近油管。清扫点宜每隔 80~100m 设置一个, 清扫方向宜朝向坡度方向。清扫管道布置应留有足够的热补偿, 管道疏水坡度应大于 0.002。

6.3.11 燃油管道布置的要求有哪些?

答: (1) 燃油管道应架空布置。当受条件限制时, 厂内可采用地沟敷设, 但应分段封堵; 厂外可采用短距离直埋, 但应设置检漏设施, 并对管道进行防腐处理。当燃油管道埋地穿越道路时应加装套管, 且套管内应设支撑。

(2) 油罐区的管道布置应符合下列规定:

- 1) 油罐区卸油总管和供油总管应布置在油罐防火堤之外;

2) 进出油罐防火堤的各类管道、电缆宜从防火堤顶跨越；当必须穿过防火堤时，与防火堤间的缝隙应采用防火堵料紧密填塞，当管道周边有可燃物时，还应在堤体两侧 1m 范围内的管道上采取防火保护措施；当直径大于或等于 32mm 的燃油管道穿过防火堤时，除填塞防火封堵材料外，还应设置阻火圈或阻火带；

3) 防火堤内所有管道不得贴地布置，管子或保温保护层外壁离地净空不应小于 200mm。

(3) 当燃油管路采用 π 形补偿时，管道布置应满足下列规定：

1) π 形补偿对称轴线至管道固定支架的距离不宜超过管道最大允许间距的 0.6 倍；

2) 当管道转弯夹角小于 150° 时，管道应采用自补偿；当大于或等于 150° 时，管道不宜采用自补偿，在管道转弯处应设固定支架；

3) 在燃油管道的热补偿计算中，管材的热态许用应力和弹性模量应选用在燃油管道扫线介质温度下的数值。

(4) 燃油管道应在最高点设置放气管，在最低部位设置排油管，排油出口离地面应有一定的高度，严禁把污油直接排入地沟或全厂排水系统。

(5) 露天布置的燃油管道，其放油管和放空气管的一次门前管段应缩短。

(6) 燃油管道应设置坡度。卸油和供油管道宜坡向油泵房，其坡度不应小于下列规定：

1) 轻油管道为 0.003；

2) 重油管道为 0.004；

3) 其他油管道为 0.005；

4) 回油管道的坡度应比供油管道的坡度大。

6.3.12 在燃油管道上设置安全阀，应符合什么规定？

答：在燃油管道上设置安全阀，应符合下列规定：

(1) 对于有伴热的卸油管道，在进入油罐前的管段上应设安全阀；

(2) 两端均有关断阀且充满液体的管段或容器，如停用后介质压力可能上升，应设安全阀；

(3) 安全阀的泄放量应按操作故障、火灾事故以及其他可能发生的危险情况中最大一种考虑；

(4) 低温介质管道上的安全阀应有在冬季防止冻堵的措施。

四、润滑油和辅助油管道

6.3.13 润滑油管道设计的一般要求有哪些？

答：(1) 润滑油管道设计应按设备厂家的规定执行。汽轮机润滑油管道设计参数应按汽轮机厂家要求选取。

(2) 汽轮机润滑油管道布置应考虑汽轮发电机组轴承座在各种工况下自由膨胀的影响。

(3) 润滑油管道应采用无缝钢管，套装油管的回油管道可采用焊接钢管。润滑油管道应采用不锈钢材料，润滑油处理管道宜采用不锈钢材料。

(4) 润滑油管道设计应考虑油管安装时管内清洗、喷沙喷丸酸洗处理和运行后油管拆卸、清理的措施。

(5) 润滑油管道不宜安装在高温管道附近；当必须安装在高温管道附近时，高温管道应保温良好，且采用密闭的金属保护层。润滑油管道及其阀门和法兰宜布置在高温管道的下

方，若布置在高温管道的上方时，高温管道应保温良好，且采用密闭的金属保护层，并在润滑油管道阀门和法兰的下方设收油盘，把漏油及时排到安全的地方，在热体附近的法兰应装设金属罩壳。

6.3.14 汽轮机润滑油管道设计有什么要求？

答：(1) 大型汽轮机的润滑油管路宜采用套装式油管，进油管套在回油管内。发电机和励磁机轴承的进油管可不采用套装式油管。回油油量宜按套管截面充满一半设计。在回油套管上宜分段设置清洗装置，清洗回油管内壁。

(2) 汽轮机润滑油管道的介质流速应满足汽轮机的要求，供油管道流速可取 $1.5 \sim 2.0 \text{ m/s}$ ，回油管道流速可取 $0.5 \sim 1.5 \text{ m/s}$ 。

(3) 汽轮机润滑油管道应架空布置或管沟敷设。汽轮机轴承座附近的润滑油管道应采用焊接，不得采用法兰连接。

(4) 汽轮机油箱放油管，靠油箱处应设一段带法兰的短管。

(5) 至汽轮机油箱的回油母管可根据热膨胀情况设置补偿器。

(6) 在润滑油管道与汽轮发电机组接口法兰适当处应设置防护槽及将漏油引至安全处的排油管道。

(7) 主油泵、油箱上的所有油泵的出口管道上应设止回阀。

(8) 汽轮机润滑油管道应设置坡度，供油和回油管道应坡向油箱，供油管道坡度宜为 $0.003 \sim 0.005$ ，回油管道坡度宜为 $0.02 \sim 0.03$ 。

(9) EH 供油系统向控制系统管路提供高压油，其油箱和管路应采用不锈钢材料，油泵应布置在油箱的下方。

(10) 润滑油区、EH 供油装置应设置防泄漏和防火隔离措施。

6.3.15 转动机械润滑油管道布置有什么要求？

答：(1) 润滑油系统中的阀门应采用不锈钢材料。

(2) 润滑油油站应采用集装式结构，宜靠近主设备布置。

(3) 润滑油冷却器宜采用可拆卸的支撑结构，应布置在便于维护和检修的地方，且满足检修空间要求，冷却器距墙壁或柱子的净距不应小于 1 m 。

(4) 润滑油管道布置应合理，不挡通道。阀门应布置在便于操作的地方。小管道的弯头应采用火煨弯管。

(5) 转动机械润滑油管道应设置坡度，供油和回油管道应坡向油站，供油管道坡度宜为 $0.003 \sim 0.005$ ，回油管道坡度宜为 $0.02 \sim 0.03$ 。

6.3.16 润滑油管道附件选择有什么要求？

答：(1) 润滑油系统严禁使用铸铁阀门，应采用锻钢或铸钢阀门。

(2) 润滑油管道上的阀门及法兰附件、管件按比管道公称压力高一级压力等级选用。

(3) 润滑油管道上的阀门选择和布置应符合下列要求：

1) 润滑油管道阀门应选用明杆阀门，不得选用反向阀门；

2) 润滑油管道上的阀门的阀杆应平放或向下布置。

(4) 润滑油管道应减少法兰连接，分段法兰应少设。

(5) 润滑油管道法兰应采用内外双面焊接。汽轮机机头下部和正对高温蒸汽管道的润滑油管道法兰应采用止口法兰。

(6) 润滑油管道及阀门的法兰垫片应使用耐油耐热垫片，不得选用塑料垫片、橡皮垫片和石棉纸垫片。

(7) 润滑油用过滤器应采用 Y 形过滤器，滤芯应采用不锈钢材料制作。

五、天然气管道

6.3.17 天然气管道设计的一般规定有哪些？

答：(1) 供给电厂的天然气应经过脱硫、脱水和清除机械杂质的净化处理，净化后的天然气应符合下列规定：

- 1) 天然气水露点应比输送条件下最低环境温度低 5℃；
- 2) 天然气气露点应低于输送条件下最低环境温度；
- 3) 天然气硫化氢含量不应大于 20mg/m³；
- 4) 二氧化碳含量不应大于 3%。

(2) 天然气管道及附件材料应选用符合现行国家标准和行业标准的优质钢材，且应具有良好的韧性和焊接性能，并应在设计上对材料提出韧性要求。

(3) 天然气管道应设清管设施。有条件的地方，天然气管道内壁应喷涂环氧基涂料。

(4) 对于采用管道供应天然气的燃气-蒸汽联合循环电厂，应根据燃气轮机进气压力波动范围和波动速率要求，论证设置稳压储气罐或采取其他稳压措施的必要性。

(5) 天然气管道设计压力和设计温度应符合下列规定：

1) 天然气管道设计压力和设计温度应按各管段内天然气可能出现的最高工作压力和最高工作温度确定；

2) 对于气源压力波动大或运行过程中会产生局部高压者，其管道设计压力可按最高工作压力对应的压力等级高一级确定。

(6) 天然气系统的设计应根据气源状况、用气要求及环境条件等确定。天然气系统及管道的设计应符合现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251、《城镇燃气设计规范》GB 50028 和国家现行标准《燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定》DL/T 5174 的有关规定。

6.3.18 天然气输气调压站的设计原则是什么？

答：(1) 天然气调压站的设计应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 和国家现行标准《燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定》DL/T 5174 的有关规定。

(2) 调压器通过能力取决于调节阀孔径、进出口压力降和天然气性质，调压器通过能力可按国家现行标准《发电厂油气管道设计规程》DL/T 5204—2016 的第 5.2.2 条要求计算。

(3) 在主流量调节阀的旁路管上宜设调节阀和关断阀。

(4) 当需要设置增压机时，增压机宜每套燃机配置一台，不设备用。增压机的选型应符合下列规定：

- 1) 增压机的容量可按该套燃气轮机最大耗气量的 1.1 倍选取；
- 2) 增压机的选型应根据天然气气质条件，燃气轮机燃料技术要求，增压机进、出口压力，燃气轮机耗气量，电厂运行检修条件以及价格等因素，经综合比选而定；

- 3) 增压机宜选用电动机驱动;
- 4) 每个电厂内同一类型的燃气轮机宜选配同一类型的增压机。

6.3.19 天然气管道布置有哪些要求?

答: (1) 天然气管道的布置应根据天然气特性、管径大小和运行维护等因素确定, 天然气管道宜采用架空布置或管道直埋, 不应采用地沟敷设。

(2) 天然气系统应设置换气体的接口, 置换介质宜采用氮气。置换接口应为软管连接, 在正常运行时应拆除软管并检漏。置换接口宜设置两个关断阀。

(3) 在主燃料天然气管路上宜设置成分色谱分析仪。

(4) 在锅炉燃烧器前的输气管道上应设快速关断阀, 阀门的布置应靠近燃烧器。

(5) 厂内调压站宜露天布置或半露天布置。在严寒和风沙地区, 也可采用室内布置, 但应考虑通风防爆措施。

(6) 天然气管道与其他建(构)筑物和管线的最小水平净距和垂直净距以及管道布置敷设应符合国家现行标准《燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定》DL/T 5174 的有关规定。

(7) 天然气管道布置应设置坡度。顺气流方向时, 管道坡度不应小于 0.003, 逆气流方向时, 管道坡度不应小于 0.005。

(8) 天然气管道防腐设计应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。直埋天然气管道应进行防腐处理, 并设置检漏措施。当管道较长或土壤电阻率较低时, 地下敷设的管道还宜有阴极保护等措施, 连接埋地管道处应设置绝缘法兰。

(9) 直埋管线穿越车行道路或设备检修区域时宜采用保护措施。

(10) 天然气管道布置时应满足管道膨胀、变形等因素的影响。

6.3.20 对天然气管道的安全泄放有什么要求?

答: (1) 在天然气管道的放散管上应设快开阀。天然气管道上的放散管设置部位应符合下列规定:

- 1) 天然气管母管;
- 2) 燃烧器前快速关断阀与关断阀之间的管道;
- 3) 燃烧器前集气管母管应设 2 处放散管;
- 4) 调压阀前的快速关断阀之间的管道;
- 5) 进调压站关断阀之前的管道和出调压站关断阀之后的管道;
- 6) 2 个同时关闭的关断阀之间的管道;
- 7) 其他防爆部位。

(2) 天然气的受压设备和容器或与之连接的管道、调压阀后的管道上应设置安全阀。调压站内的安全阀泄放气体可接入同级压力的放散管。

(3) 天然气排气放散管、安全阀泄放管的排放应符合现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 的有关规定。

(4) 天然气调压站放散竖管或放散塔与周围建(构)筑物的距离和高度要求应符合现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 的有关规定。

(5) 放散竖管的设置应符合现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 的有关规定。

(6) 天然气放散竖管排放口宜设置阻火器，可不设火炬装置。

6.3.21 天然气管道附件选择有什么要求？

答：(1) 天然气管道附件宜采用锻钢件，不得采用螺旋焊缝钢管制作，严禁使用铸铁件，其质量应符合有关标准。当管道附件与管道采用焊接连接时，两者材质应相同或相近。

(2) 天然气管道与阀门、设备等连接处宜采用法兰连接，其他不拆卸处应采用焊接连接。法兰连接时宜采用金属缠绕垫片，不应采用石棉橡胶垫片。

(3) 输气管道上的阀门设置应符合下列要求：

- 1) 输气管道干线上应设切断阀，并具有紧急关闭功能；
- 2) 输气管道上的安全阀宜选用先导式安全泄压阀；
- 3) 在防火区内关键部位使用的阀门应具有耐火性能；
- 4) 在燃气轮机天然气供气管道靠燃机侧应设管道阻火器；
- 5) 需要通过清管器的阀门应选用全通径阀门。

(4) 管道附件与没有轴向约束的直管连接时，对附件应进行承受热膨胀的强度校核计算。

(5) 管汇和清管器收发筒应满足压力容器的设计、制造要求。

六、压缩空气管道

6.3.22 压缩空气管道布置的要求是什么？

答：(1) 火力发电厂压缩空气管网布置应符合下列规定：

1) 火力发电厂仪表与控制用和检修用压缩空气系统的供气管道应分开设置，两系统的供气管道可采用单树枝状平行布置；

2) 仪表与控制用压缩空气管道可采用双母管或单母管供气，主厂房区域供气母管宜采用环状管网。检修用压缩空气管道宜采用单母管供气。

(2) 压缩空气管道布置应符合下列规定：

1) 主厂房内压缩空气管道宜沿墙壁或柱子架空布置，其高度不应妨碍通行和开窗，高度不应低于 2.5m，阀门应布置在便于操作的地方或设置操作平台；

2) 火力发电厂厂区压缩空气管道宜利用综合管架采用架空布置，若没有管架的地方可采用地沟敷设或直埋。回填土、湿陷性黄土、终年冰冻以及八级及以上地震地区，不得采用直接埋地敷设，应采用架空敷设。

(3) 架空压缩空气管道与其他热力管道的水平净距不应小于 250mm，交叉净距不应小于 150mm；与电缆的净距不应小于 500mm；与道路的水平净距不应小于 1000mm。

(4) 从压缩空气母管至各用气区域的压缩空气支管上应设关断阀，至各用气点接管应设关断阀。软管接头应选用标准接头，接口布置宜朝下。

(5) 风冷式空气压缩机的吸气风道应有防振措施，避开共振区，风道壁厚度不应小于 5mm，风速不应高于 6m/s，并应在穿墙处设防振套管。

6.3.23 地沟敷设或直埋的压缩空气管道布置应符合哪些规定？

答：(1) 地沟敷设或直埋的压缩空气管道应符合下列规定：

- 1) 严寒地区宜与热力管道共沟敷设或直埋敷设；

2) 直埋管道应减少与道路和地下管道的交叉;

3) 地沟敷设时宜设带人孔的检查井, 直埋的压缩空气管道应设排水器和阀门井。

(2) 直埋压缩空气管道与其他热力管道的水平净距不应小于 1200mm, 交叉净距不应小于 200mm; 与氧气、天然气等管道的水平净距不应小于 1500mm; 与电缆沟道的水平净距不应小于 1000mm。

(3) 直埋压缩空气管道应在地下水位以上, 且管底离地下水位不应小于 500mm; 应在冰冻线以下, 管顶埋深不应小于 700mm; 穿越铁路或道路时其交叉角度不应小于 45°, 且管顶距铁路轨面不应小于 1200mm, 距道路路面不应小于 700mm。

6.3.24 压缩空气管道及附件的材料选择应符合哪些规定?

答: (1) 火力发电厂压缩空气管道及附件的材料选择应符合下列规定:

1) 检修用压缩空气管道可采用普通碳素钢管;

2) 仪表与控制用压缩空气管道应采用不锈钢管或紫铜管, 管道上的附件宜采用不锈钢材料制作。

(2) 火力发电厂压缩空气管道阀门的选择应符合下列规定:

1) 压缩空气管道上的隔离阀宜为全通径式, 其形式可根据通径的大小选择闸阀、截止阀或球阀。当要求迅速开启或关闭时, 宜选用球阀;

2) 压缩空气管道上的止回阀形式应根据布置位置, 选择升降式或旋启式;

3) 压缩空气管道上的疏水阀形式宜选用适用于空气介质的自动疏水阀;

4) 检修用压缩空气管道上宜采用碳钢阀门。

七、其他气体管道

6.3.25 其他气体管道布置的一般要求有哪些?

答: (1) 气体管道的布置应根据气体特性、管径大小和运行维护等因素确定。氢气管道、氧气管道和其他可燃气体管道宜采用架空布置, 不应地沟敷设。

(2) 发电厂氧气、氮气和二氧化碳等气体宜设置气体汇流排集中供气。当氢气有可靠气源供应保证时, 在主机房内可不设氢气汇流排。汇流排中高压气瓶实瓶的气体储量应满足运行或检修用气量的需要, 减压阀的工作范围应满足用气点压力需要。汇流排应设置角阀、高压截止阀、低压截止阀和安全阀。

(3) 气体汇流排的布置应根据用气点分布情况确定, 宜沿墙布置在具有耐火等级的厂房外墙边, 高压气瓶距墙壁不应小于 1m, 汇流排应有不小于 1m² 的操作地面。氢气、氧气的汇流排宜用高度 2.5m 的耐火墙与厂房隔开。

(4) 氢气、氧气的汇流排减压阀后顺气流方向的下流侧应有一段不锈钢管, 对氧气也可采用铜基合金管, 其长度宜为管外径的 5 倍, 但不应小于 1.5m, 阀组范围内的连接管应采用不锈钢管。

(5) 氢气系统放散管的设置应符合现行国家标准《氢气站设计规范》GB 50177 的有关规定, 氧气系统放散管的设置应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 的有关规定。

(6) 气体管道的连接应采用焊接, 但与设备、阀门等接口可采用法兰或丝扣连接。

(7) 输送含湿气体或需要做水压试验的气体管道应设排水坡度, 坡度不应小于 0.003, 在管道最低点应设排水装置。

(8) 可燃气体管道的各连接点处应进行泄漏检查,可采用肥皂水或合格的携带式可燃气体防爆检测仪,严禁使用明火。在可燃气体管道泄漏源附近可装设探测器,探测器宜安装在泄漏源上面的下风向处。

6.3.26 氢气管道的设计有什么要求?

答:(1) 氢气管道的设计应符合现行国家标准《氢气站设计规范》GB 50177 的有关规定,防火设计应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定。

(2) 发电机氢气供给应有可靠的氢气来源,氢气的纯度、湿度、氢压和氢温等参数应满足发电机厂家的要求。

(3) 火力发电厂设置制氢站时,应设氢气干燥、氢气净化装置和储氢罐,并宜采用双母管从制氢站向主厂房供气。当只设一套水电解制氢装置时,在主厂房内宜设置氢气汇流排作备用。

(4) 氢气管道应采用无缝钢管。对氢气纯度高要求的管道宜采用不锈钢管。

(5) 氢气最大输送流速应符合表 6.3.26-1 的规定。

表 6.3.26-1 氢气管道最大流速

设计压力/MPa	最大流速/(m/s)	
	碳素钢管	不锈钢管
>3.0	10	10
0.1~3.0	15	25
<0.1	按允许压降确定	按允许压降确定

(6) 氢气管道上的阀门和附件应保证其严密性,宜采用球阀、截止阀,严禁使用闸阀,不应采用铜基合金材料制作阀门部件。阀门及附件材料应符合表 6.3.26-2 的规定。

表 6.3.26-2 氢气管道阀门及附件材料

工作压力/MPa	阀门材料		法兰密封面形式	垫片材料
	阀体	密封面		
<0.1	阀体	铸钢	突面式	聚四氟乙烯板
	密封面	合金钢		
0.1~2.5	阀体	铸钢	突面式	聚四氟乙烯板
	阀杆	碳钢		
	密封面	合金钢		
2.5~10	全不锈钢		凹凸式或榫槽式	金属缠绕式垫片
>10	全不锈钢		凹凸式或梯形槽	二号硬钢纸板、退火紫铜板

(7) 氢气管道穿过墙壁或楼板时,应采用套管敷设,并应在套管的缝隙填充保温材料。

(8) 氢气管道与其他管道平行敷设时,氢气管道应布置在外侧并在上层。架空敷设时,与其他热力管道的净距不应小于 250mm。

(9) 发电机工作氢压高于冷却水压时,发电机氢气冷却器的水管道上应设置氢气监测器和报警器,以及安全放氢措施。

(10) 发电机氢气管道应设置换气体系统,置换介质可采用二氧化碳气体。

6.3.27 氧气管道的设计有什么要求?

答: (1) 氧气管道的设计应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 的有关规定, 防火设计应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定。

(2) 主厂房内宜设置氧气汇流排, 作为氧气储存和供应机组检修气焊、气割用气。氧气汇流排的氧气实瓶储量不宜超过 24h 的检修用气量。

(3) 氧气管道宜采用无缝钢管。管材的选用应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 的有关规定。

(4) 氧气管道最大流速应根据氧气输送压力、管道材料选择, 并应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 的有关规定。

(5) 氧气管道上的阀门和附件应保证其严密性, 宜采用截止阀, 严禁使用闸阀。阀门及附件材料应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 的有关规定。

(6) 氧气管道与其他管道平行敷设时, 氧气管道应布置在外侧, 并宜布置在燃油管道的上方。架空敷设时, 与其他热力管道的净距不应小于 250mm, 与燃油、燃气管道的净距不应小于 500mm。

(7) 供切焊用氧气管道与切焊工具用软管连接时, 供氧嘴头及关断阀应装在金属保护箱内, 金属保护箱上应有自然通风孔。

6.3.28 氮气管道的设计有什么要求?

答: (1) 火力发电厂锅炉汽水系统、给水加热除氧系统、发电机水系统等设备和管道宜设置氮气充气系统, 并应符合设备厂家提出的技术要求。

(2) 对高压汽水系统充氮, 充氮管道应串联两个高压截止阀。

(3) 火力发电厂管道充氮系统应由氮气汇流排供气, 再由分支管道供气至各用气点。

(4) 天然气管道的置换用氮气系统应符合设备厂家的要求。

6.3.29 二氧化碳管道的设计有什么要求?

答: (1) 发电厂二氧化碳灭火系统设计应符合现行国家标准《二氧化碳灭火系统设计规范》GB 50193 及《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定。

(2) 燃煤电厂二氧化碳系统宜设置汇流排集中供气。

(3) 二氧化碳管道应采用无缝钢管。

(4) 两关断阀门之间的封闭管段应设置二氧化碳泄压装置。

(5) 设置在有粉尘空间的喷头应增设不影响喷射效果的防尘罩。

6.3.30 抽真空管道的布置有什么要求?

答: (1) 抽真空管道设计压力按承受外压考虑。当管道上装有真空破坏阀时, 设计压力应取 1.25 倍最大内外压力差或负压 0.1MPa 二者中的最小值; 当没有安装真空破坏阀时, 设计压力可取负压 0.1MPa。

(2) 抽真空管道应考虑能承受作用其上的外压力与内压力之间的最大压差, 并考虑受力状态下的稳定性。对于大口径管道宜设置必要的加固肋或内撑杆。

(3) 抽真空管道上的阀门应选用真空阀或水封式阀门。

(4) 抽真空管道布置应平直、短捷、不宜出现凹兜, 阀门应布置在便于操作和维护的地

方。管道应采用焊接连接，设备、泵体或阀体进气口宜采用凹槽法兰连接，出气口可采用平面法兰连接。

(5) 抽真空管道材质宜采用碳钢。

八、油气管道安全防护

6.3.31 油气管道的油漆防腐有什么要求？

答：(1) 油气管道油漆防腐设计应符合国家现行标准《发电厂保温油漆设计规程》DL/T 5072 的有关规定。

(2) 油气管道外表面油漆应采用涂刷底漆、中间漆和面漆防腐，油漆品种可采用环氧涂料、聚氨酯涂料。油气管道漆膜总厚度不得低于 220 μm 。

(3) 不保温油罐的外壁可选用耐候性热反射隔热涂料；油箱的内壁可选用环氧耐油涂料；油罐内壁应采用耐油环氧防静电涂料。

(4) 对埋地的天然气管道应采用特强防腐。可使用熔结环氧粉末防腐层、环氧粉末复合防腐工艺或其他成熟可靠的技术。

(5) 对埋地的天然气管道，输送介质温度在 50~120 $^{\circ}\text{C}$ 的管道保温可按国家现行标准《高密度聚乙烯外护管聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管》CJ/T 114 的有关规定执行；输送介质温度高于 120 $^{\circ}\text{C}$ 的管道保温可按国家现行标准《城镇供热预制直埋蒸汽保温管技术条件》CJ/T 200 的有关规定执行。

6.3.32 油气系统设施的防火间距应符合哪些规定？

答：(1) 油气系统设施的设计防火间距应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 及《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的有关规定。

(2) 油罐区内地上油罐之间的防火间距及建筑物、构筑物之间的防火间距应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的有关规定。

(3) 在油罐区内预留将来扩建增设油罐的位置时，已建油罐与预留油罐之间的防火间距应比新建油罐之间的防火间距增加 0.15 倍~0.25 倍油罐直径，并满足预留油罐施工防火隔离的要求。

6.3.33 油气管道及油罐区的防火防爆有哪些要求？

答：(1) 油罐区储存油品的火灾危险性分类应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的有关规定。

(2) 油罐区域的电气设施均应选用防爆型，电力线路必须采用电缆或暗敷，不得采用架空线。

(3) 油罐区周围应设有环形消防通道，应设置满足要求的消防设施。油罐区域应设置隔离围墙或栅栏。

(4) 油泵房应设置泄压设施，且应安装通风设备和可燃气体报警装置。

(5) 油气系统及管道的防火防爆设计应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229、《石油化工企业设计防火标准》GB 50160、《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 及其他相关设计标准的有关规定。

6.3.34 油气管道及油罐等设备的防雷和静电接地有什么要求？

答：（1）油气管道和油罐、储气罐等设备应进行防雷及接地设计，并符合现行国家标准《建筑物防雷设计规定》GB 50057、《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 及其他相关设计标准的有关规定。

（2）燃油系统的卸油设施、油罐等必须设置避雷装置和接地装置。燃油管道、输油软管应设接地。

（3）架空布置的燃油管道应设置可靠的接地装置。不能保持良好电气接触的阀门、法兰等管道组成件应设跨桥。

（4）架空布置的氢气管道应有防雷电感应接地。不能保持良好电气接触的阀门、法兰等管道组成件应设跨桥。

（5）氧气管道应有防静电接地。不能保持良好电气接触的阀门、法兰等管道组成件应设跨桥。

（6）天然气管道应设置防静电接地。

（7）有爆炸危险环境内，可能产生静电危害的设备和油气管道应设置防静电接地。

九、余热锅炉油气管道

6.3.35 余热锅炉的燃料油管道设计的要求是什么？

答：（1）燃料油的凝固点高，黏度大。进燃料油泵和燃烧器前应加热至一定温度，在管道的设计中应防止燃料油凝固在管道和设备中，可采取下列措施：

1）燃料油管道设计成循环系统，使介质在管道中不停地流动，并能保持介质温度在凝固点以上。经常有部分燃料油返回燃料油罐，以维持燃料油的压力和温度的稳定。为维持部分备用设备内的燃料油不致凝固，可使少量燃料油在其中流动。例如在燃料油泵的出口单向阀设置小旁路，当作为备用时，少量燃料油可经过泵返回入口管道；

2）设蒸汽伴热管或电伴热，使管道的温度保持在介质凝固点以上；

3）设蒸汽扫线管，在介质不流动时用放空或蒸汽、压缩空气扫线的方法清扫管道中的介质。应考虑个别燃烧器停用时，燃烧器的进油管或回油管扫线，以防喷嘴结焦。个别锅炉停用时，为本锅炉服务的燃料油管应扫线，以便检修。全部锅炉停工时，燃料油系统应扫线。

（2）为防止燃料油可能携带的杂质堵塞喷嘴和损坏油泵，在燃料油泵入口应设置粗过滤器，在燃烧器前应设置细过滤器。

（3）为保持燃料油压力的稳定，在回油管上应装设压力调节设施。

（4）为锅炉安全的需要，在每台锅炉的进油总管上应设快速切断阀。

（5）为防止高压燃料油进入扫线用蒸汽管道，在扫线管上应设置双阀，双阀之间设放空阀。

6.3.36 余热锅炉的燃料气管道设计的要求是什么？

答：（1）为防止燃料气中可能存在凝液进入燃烧器，燃料气（天然气除外）管道应有蒸汽伴热线。

（2）为在锅炉启动时，置换燃料气管道中的空气，在每台锅炉的燃料气管道的末端应设置放空管，放空口应引出室外，高于屋顶。露天锅炉应高于炉顶。

（3）在靠近锅炉燃烧器处应设置管道阻火器以防止回火，管道阻火器与燃烧器距离不宜大于 12m。

(4) 为锅炉安全的需要,在每台锅炉的进气总管上应设快速切断阀。

(5) 如果燃烧器上设有点火器和“常明灯”,点火器和“常明灯”用燃料气应从快速切断阀前引出。

第四节 火力发电厂管道施工及验收

6.4.1 管道施工及验收常用的标准、规范有哪些?

答:火力发电厂、小型火力发电厂、自备电站常用的管道施工与验收应遵循的标准规范有:

- (1) GB 50764—2012《电厂动力管道设计规范》;
- (2) DL/T 819—2019《火力发电厂焊接热处理技术规程》;
- (3) DL/T 820—2002《管道焊接接头超声波检验技术规程》;
- (4) DL/T 821—2017《金属熔化焊对接焊接接头射线检验技术和质量分级》;
- (5) DL/T 869—2012《火力发电厂焊接技术规程》;
- (6) DL/T 5054—2016《火力发电厂汽水管道设计规范》;
- (7) DL 5190.2—2012《电力建设施工技术规范 第2部分:锅炉机组》;
- (8) DL 5190.3—2012《电力建设施工技术规范 第3部分:汽轮发电机组》;
- (9) DL 5190.5—2012《电力建设施工技术规范 第5部分:管道及系统》;
- (10) DL/T 5210.5—2009《电力建设施工质量验收及评价规程 第5部分:管道及系统》;
- (11) DL/T 5210.7—2010《电力建设施工质量验收及评价规程 第7部分:焊接》;
- (12) DL/T 5210.8—2009《电力建设施工质量验收及评价规程 第8部分:加工配制》。

6.4.2 DL 5190.5 的适用范围是什么?

答:国家现行标准《电力建设施工技术规范 第5部分:管道及系统》DL 5190.5—2012的适用范围是:

(1) 本规范适用于新建、扩建或改建的1000MW级及以下火力发电、燃气轮机、生物质能发电、垃圾发电等电站和核电常规岛工艺管道的施工;

(2) 本规范不适用于以下材质的工艺管道:

- 1) 铸铁及钢筋混凝土管道;
- 2) 非金属管道(塑料、玻璃钢等);
- 3) 有色金属管道(钛、铜等);
- 4) 衬里管道;
- 5) 复合材料管道;
- 6) 其他特殊材料的管道;

(3) 各类管道的特殊施工,除执行本部分技术要求外,尚应符合国家标准和电力建设施工技术规范中有关专业部分的规定。

6.4.3 火力发电厂管道施工应具备什么条件?

答:管道施工应具备下列条件:

- (1) 设计及其他技术资料齐全,施工图纸应经会检并经设计单位技术交底;

- (2) 应编制管道施工组织设计或施工方案并经审批；
- (3) 劳动力、材料、机具和检测设备宜基本齐全；
- (4) 施工环境应满足施工需要；
- (5) 施工用水、电、气等应满足施工需要。

6.4.4 管道、管件、管道附件及阀门的检验的一般要求有哪些？

答：(1) 管道、管件、管道附件及阀门必须具有制造厂的合格证明书及有效的产品质量检验证明文件，有关指标应符合现行国家标准或行业标准。

(2) 管道、管件、管道附件及阀门在使用前，应按设计要求核对其规格、材质及技术参数。

(3) 管道、管件、管道附件及阀门在使用前，外观检查应符合下列规定：

- 1) 不得有裂纹、缩孔、夹渣、粘砂、折叠、漏焊、重皮等缺陷；
- 2) 表面光滑，不得有尖锐划痕；
- 3) 凹陷深度不得超过公称壁厚的负偏差，清理后实际壁厚不得小于壁厚所允许的最小值。

(4) 合金钢管道、管件、管道附件及阀门在使用前，应逐件进行光谱复查，并作材质标记。

(5) 设计压力大于 0.1MPa 的有缝管道、管件，制造厂应提供焊缝检验报告。

(6) 管道施工前，管道、管件、管道附件应对照厂家提供的质量证明文件确认化学成分分析结果，应符合现行国家标准或行业标准，可按照国家现行标准《电力建设施工技术规范 第 5 部分：管道及系统》DL 5190.5—2012 附录 B 的规定执行。质量证明文件不全或对质量有疑问时，应要求供货单位补齐或复检。

(7) 厂家供货的导汽管、油管等定型管道到货后，应确认运输过程未受损，管内壁清洁无锈蚀，并露出金属光泽。

6.4.5 管道施工前应进行哪些检验？

答：(1) 工作压力不小于 5.88MPa 或工作温度不小于 400℃ 的管道在施工前，应对照厂家提供的质量证明文件确认下列项目符合现行国家标准或行业标准：

- 1) 抗拉强度、屈服强度、延伸率等力学性能试验结果；
- 2) 冲击韧性试验结果；
- 3) 合金钢管的金相分析结果。

(2) 管道表面存在划痕、凹坑、腐蚀等局部缺陷的应做检查鉴定，鉴定不合格的不得使用。

(3) 中、低合金钢的高压管道应进行不少于 3 个断面的测厚检验并做记录。

(4) 检验合格的钢管应按材质、规格分别放置，并作标识，妥善保管，防止锈蚀。

6.4.6 管道施工前，对所使用的管件应进行哪些检验？

答：(1) 工作压力不小于 5.88MPa 或工作温度不小于 400℃ 的管道在施工前，应对照厂家提供的质量证明文件确认下列项目符合现行国家标准或行业标准：

- 1) 合金钢管件的金相分析结果；

2) 高压管件的无损探伤结果。

(2) 法兰密封面应光洁、平整，不得有贯通沟槽，且不得有气孔、裂纹、毛刺或其他降低强度和连接可靠性的缺陷。

(3) 带有凹凸面或凹凸环的法兰应自然嵌合，凸面的高度不应小于凹槽的深度。

(4) 法兰端面上连接螺栓的支承面应与法兰接合面平行，紧固后受力应均匀。

(5) 应校核法兰与设备上待连接法兰各部尺寸。法兰的尺寸公差应符合现行国家标准《钢制管法兰 第1部分：PN系列》GB/T 9124.1和《钢制管法兰 第2部分：Class系列》GB/T 9124.2的规定，其中法兰厚度 C 的公差应符合表6.4.6的规定。

表 6.4.6 法兰厚度公差

	mm		
法兰厚度	$C \leq 18$	$18 < C \leq 50$	$C > 50$
法兰公差	0~+2	0~+3	0~+4

(6) 法兰的垫片材料应符合设计要求。设计未明确时，按照国家现行标准《电力建设施工技术规范 第5部分：管道及系统》DL 5190.5—2012附录C的规定选用。

(7) 金属垫片表面不得有裂纹、毛刺、贯通划痕、锈蚀等缺陷，其硬度应低于法兰硬度。

(8) 外圈包金属垫片、缠绕式垫片不应有径向划痕、松散等缺陷。

6.4.7 管道施工前，对所使用的管道附件应进行哪些检验？

答：(1) 螺栓、螺母的螺纹应完整，无伤痕、无毛刺等缺陷，螺栓与螺母应配合良好，无松动或卡涩。螺栓、螺母规格应符合现行国家标准《管法兰连接紧固件》GB/T 9125的规定，公差应符合现行国家标准《普通螺纹 公差》GB/T 197中螺纹精度等级6H的规定。

(2) 用于工作温度大于400℃且规格不小于M32的合金钢螺栓应逐根编号并检验硬度。不合格者不得使用。

(3) 管道支吊架各部件应符合下列规定：

- 1) 管道支吊架的类型、材质应符合设计图纸的要求；
- 2) 焊缝不得漏焊、欠焊、焊缝及热影响区表面不得有裂纹、明显咬边、变形等缺陷；
- 3) 杆件直径、长度符合设计图纸要求，表面无锈蚀、无弯曲、无伤痕；
- 4) 支架的滚动、滑动工作面应平整光滑，无卡涩；
- 5) 各部件应采用机械加工，并进行防锈处理；
- 6) 弹簧应符合下列规定：
 - a) 应有出厂合格证件及质量证明文件，类型、型号符合设计图纸的要求；
 - b) 外观检查不应有裂纹、变形、锈蚀、划痕等缺陷；
- 7) 弹簧组件应按设计要求销锁定位，指示的标记刻度清楚，指针完好。

6.4.8 对高压管道的弯管和三通有什么规定？

答：(1) 弯管制作宜采用加厚管，或应选取管壁厚度带有正公差的管道。

(2) 弯管弯曲半径应符合设计要求。设计无要求时，弯管的最小弯曲半径应符合国家现行标准《电站弯管》DL/T 515的规定。

(3) 采用中频加热弯管时,应符合下列规定:

1) 弯制低碳钢管的加热温度宜为 850~1000℃,当管壁厚度不大于 25mm 时,可采用喷水冷却或强迫风冷的冷却方式,弯管后可不进行热处理;

2) 弯制低合金钢管时,管道背弧处加热温度不得超过 900℃,采用强迫风冷方式冷却,弯管后应进行正火加回火处理;

3) 弯制新钢种钢管时,应符合制造厂家规定;制造厂无规定时,必须先对该钢种弯管背弧的最大变形处进行试验,确认无晶间裂纹等缺陷后方可确定弯管工艺。

(4) 合金钢管弯制、热处理后应进行金相组织和硬度检验,并符合国家现行标准《火力发电厂金属技术监督规程》DL/T 438 的规定。

(5) 高压弯管应提供产品质量检验证明书。

(6) 高压焊接三通应符合下列规定:

1) 高压焊接三通不得采用承插式焊接;

2) 焊缝质量应符合国家现行标准《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的规定;

3) 热处理经过检查应合格。

6.4.9 阀门安装前应进行哪些检验?

答:(1) 阀门安装前检查应符合下列规定:

1) 开关灵活、指示正确;

2) 阀体外观无明显制造缺陷;

3) 阀腔内部应清洁,阀门密封面及法兰接合面应完好,无毛刺、无贯通沟槽;

4) 操作机构和传动装置应按设计要求进行检查调整,应动作灵活,指示正确。

(2) 高压阀门及输送易燃、易爆、有毒、有害等特殊介质的阀门应做 100% 严密性试验。

(3) 中、低压阀门应从每批(同制造厂、同规格、同型号)中按不少于 10%(至少一个)的比例进行严密性试验;若发现不合格,再抽查 20%,如仍有不合格,则此批次阀门不得使用。

(4) 阀门进行严密性水压试验的方法和要求应符合制造厂的规定。制造厂无规定时,严密性试验压力为设计压力的 1.25 倍,并至少是阀门在 20℃ 时最大允许工作压力的 1.1 倍;如阀门铭牌标示最大工作压差或阀门配带的操作机构不适宜进行上述密封试验时,试验压力应为阀门铭牌标示的最大工作压差的 1.1 倍。截止阀试验时,水应从阀瓣的上方引入;闸阀试验时,应将阀门关闭,对各密封面进行检查。

(5) 安全阀及不小于 DN600 的大口径阀门,可采用渗油或渗水方法代替水压严密性试验。

(6) 安全阀冷态检定报告由制造厂提供,并应由有资质的检定单位进行安全阀的热态整定,并提供有效的整定报告。

(7) 阀门进行严密性试验前,必须将接合面上的油脂等涂料清理干净。并应检查阀盖与阀杆之间的密封填料,如不符合要求应予以更换。阀门密封填料的选用应符合国家现行标准《电力建设施工技术规范 第 5 部分:管道及系统》DL 5190.5—2012 附录 D 的要求。

(8) 阀门严密性试验合格后;应将体腔内积水排除干净,作出明显标识,端口临时封堵严密,并分类妥善存放。

6.4.10 管道安装应具备哪些条件？

答：管道安装应具备下列条件：

(1) 地理管道的沟道开挖，标高、坐标、放坡角度、管道垫层等应符合图纸要求，必要时应有排水措施；

(2) 地沟管道的管沟预埋件埋设应符合图纸要求；

(3) 混凝土柱、梁、墙、楼板预埋件及预留孔洞应符合图纸要求；

(4) 需预埋的管道套管规格及接口的位置应符合图纸要求；

(5) 与管道有关的钢结构安装质量应符合图纸要求；

(6) 与管道连接的设备已找正固定；

(7) 管道、管件、管道附件及阀门应检验合格；

(8) 需在管道安装前完成的有关工序如喷砂、内外部防腐、管内清洗、脱脂等已完成。

6.4.11 管道焊缝位置应符合哪些规定？

答：管道焊缝位置应符合设计要求，无设计要求时，应符合下列规定：

(1) 焊缝位置距离弯管的弯曲起点不得小于管道外径且不小于 100mm，定型管道除外；

(2) 管道相邻焊缝间的距离应大于管道直径且大于 150mm；

(3) 焊缝距离支吊架边缘应大于 50mm，焊后需热处理的焊口，该距离应大于 100mm；

(4) 疏、放水及仪表管等开孔边缘距管道焊缝应大于 50mm，且不应小于孔径；

(5) 管道在穿过墙壁、楼板时，穿墙处应有套管，位于隔墙、楼板内的管段不得有焊口。

6.4.12 管道或管件的对接口应符合哪些规定？

答：管道或管件的对接口应符合下列规定：

(1) 组对前应将坡口表面及附近母材清理干净，直至露出金属光泽，清理范围应符合下列规定：

1) 对接接头：坡口每侧各 10~15mm；

2) 埋弧焊接头：坡口每侧各 15~20mm；

(2) 组对时应做到内壁根部齐平，错口值应符合下列规定：

1) 对接单面焊的局部错口值应不得超过壁厚的 10%，且小于 1mm；

2) 对接双面焊的局部错口值应不得超过焊件厚度的 10%，且小于 3mm；

(3) 公称直径大于 $DN500$ 的管道对口间隙允许误差为 2mm，局部超过部分的总长度不得多于焊缝总长度的 20%；

(4) 坡口内及边缘 20mm 内母材应无裂纹、无重皮、无坡口破损、无毛刺等缺陷。

6.4.13 管道冷拉应符合哪些规定？

答：管道冷拉应符合下列规定：

(1) 冷拉区域各固定支架安装牢固，除冷拉口外，各固定支架间的所有焊口焊接完毕，并经检验合格，需热处理的焊口应完成热处理；

(2) 所有支吊架已安装完毕，冷拉口附近吊架的吊杆应预留调整裕量；

(3) 管道坡度方向、坡度、冷拉值应符合设计要求；

(4) 法兰与阀门的连接螺栓已拧紧。管道焊接后，焊口应经检验合格；

(5) 安装管道冷拉口所使用的加载工具需待整个对口焊接和热处理完毕后,方可卸载。

6.4.14 高压管道的安装应符合哪些规定?

答:高压管道的安装应符合下列规定:

- (1) 对口时,对口质量应符合本章第 6.4.12 条的规定;
- (2) 对口时,管组件上有接管座或孔、卡块的,要保证其方向、位置符合图纸要求;
- (3) 合金钢管道表面上不得引弧、试电流或焊接临时支撑物;



(4) 厚壁大口径管对口时,管道对口符合要求后,尽可能采用同质填加物点固在坡口内,见图 6.4.14。若无同质填加物,则应在填加物与母材接触部位堆焊同质焊接材料,堆焊不得少于 2 层。当去除临

图 6.4.14 填加物点固位置示意图

时填加物时,不应损伤母材,并将其残留焊疤清理干净、打磨修整;

(5) 若设计有管道调整段,安装时将两侧的管道调整到图纸要求,以实际测量尺寸下料、对口安装,不得强力对口;

(6) 在整个系统安装完毕后,应核对合金钢管道光谱复查标识;无标识时,应重新进行光谱检验,并出具检验报告。剩余的合金管段也应及时作出材质标识。

6.4.15 阀门和法兰的安装有哪些要求?

答:(1) 阀门安装前应清理干净,法兰或螺纹连接的阀门应在关闭状态下安装,焊接阀门可保持微开状态。安装和搬运阀门时,不得以手轮作为起吊点,且不得随意转动手轮。

(2) 阀门应按图纸设计的型号、介质流向,根据阀壳上的流向标识正确安装。当阀壳上无流向标识时,应根据厂家图纸标定的阀门结构、工作原理分析确定。一般要求如下:

- 1) 截止阀和止回阀:介质应由阀瓣下方向上流动;
 - 2) 单座式节流阀:介质由阀瓣下方向上流动;
 - 3) 双座式节流阀:以关闭状态下能看见阀芯的一侧为介质的入口。
- (3) 阀门连接应自然,不得强力对接或承受外加应力,法兰紧固应均匀。
- (4) 阀门传动装置安装应符合下列规定:

- 1) 万向接头转动应灵活;
- 2) 传动杆与阀杆轴线的夹角不宜大于 30° ;
- 3) 有热位移的阀门,传动装置应采取补偿措施。

(5) 阀门安装除有特殊规定外,手轮及执行机构不宜朝下,以便于操作及检修。

(6) 阀门安装时,手轮及执行机构不宜朝下,以便于操作及检修。

(7) 对焊阀门与管道连接应在相邻焊口热处理后进行,焊缝底层应采用氩弧焊。焊接时阀门不宜关闭。

(8) 法兰安装前,应对法兰密封面及密封垫片进行外观检查,不得有影响密封性能的缺陷。

(9) 法兰连接时应保持法兰间的平行,其偏差应小于法兰外径的 0.15%,并小于 2mm,不得用强紧螺栓的方法消除歪斜。

(10) 法兰平面应与管道轴线垂直,平焊法兰内、外侧均需焊接,焊后应清除氧化物等杂质。

(11) 法兰所用垫片的内径应比法兰内径大 2~3mm,垫片宜为整圆。

(12) 当大口径垫片需要拼接时,应采用斜口塔接或迷宫式嵌接,不得平口对接。

(13) 法兰连接除特殊情况外,应使用同一规格螺栓,安装方向应一致。连接螺栓应对称紧固且紧度一致。有力矩要求的法兰螺栓力矩误差应小于 10%。

(14) 阀门与法兰的连接螺栓,末端应露出螺母,露出长度以 2~3 个螺距为宜,且长度一致,螺母宜位于法兰的同一侧并便于拆卸。

(15) 合金钢螺栓不得用火焰加热进行热紧。

(16) 连接用紧固件的材质、规格、类型应符合设计要求。

(17) 法兰焊接时,应取出垫片,焊接结束冷却后方可加装垫片。

(18) 工作温度在 250℃ 以上的管道法兰、螺栓和垫片均应涂抹耐高温防咬剂。

(19) 大于 DN1000 的法兰,应配对后一并加工,并作原始标记。

(20) 阀门自密封结构,在管道通入介质时,应进行过程检查和复紧。

6.4.16 管道系统严密性试验前应具备哪些条件?

答:管道系统严密性试验前应具备以下条件:

(1) 管道及系统安装完毕,并应符合国家现行标准《电力建设施工技术规范 第 5 部分:管道及系统部分》DL/T 5190.5 的有关规定及设计要求;

(2) 需要做水压试验的汽、气等管道的支吊架,应经设计单位核算并满足强度要求;

(3) 焊接和热处理工作结束,并检验合格;

(4) 试验用压力表应经检验、校准合格;

(5) 试验方案已经审批;

(6) 承压管道系统膨胀装置完善,指示正确,管道补偿器应按照要求临时锁紧;

(7) 弹性支吊架应用固定销或其他方式锁定;

(8) 参与水压试验的临时管道及管件应满足压力试验强度要求;需要热处理、无损检验的临时焊口应检验合格。管道临时封头的选用应经计算,计算方法可按照国家现行标准《电力建设施工技术规范 第 5 部分:管道及系统》DL 5190.5—2012 附录 G 的规定执行。

6.4.17 高压管道系统试验前应具备哪些项目文件?

答:高压管道系统试验前应具备下列项目文件:

(1) 经审批的水压试验方案;

(2) 制造厂的管道、管件合格证明书;

(3) 合金材料的光谱、硬度复查报告;

(4) 阀门试验记录;

(5) 焊接检验及热处理记录;

(6) 设计修改及材料代用记录;

(7) 施工记录。

6.4.18 管道系统严密性试验有哪些要求?

答:(1) 严密性试验应以水压试验为主。当管道的设计压力不大于 0.6MPa 时,试验介质可采用气体,但应采取防止超压的安全措施。

(2) 不宜做水压试验的管道,可增加无损检验比例;按国家现行标准《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的规定无损检验合格,可免做水压试验。

(3) 严密性试验采用水压试验时,水质应符合规定,充水时应保证将系统内空气排尽。试验压力应符合设计图纸的要求;如设计无规定,试验压力宜为设计压力的 1.25 倍,但不得大于任何非隔离元件如系统内容器、阀门或泵的最大允许试验压力,且不得小于 0.2MPa。

(4) 管道系统在严密性试验前不得保温,焊口部位不得涂漆。

(5) 水压试验宜在水温与环境温度 5℃ 以上,或根据厂家说明书的要求进行,否则应根据具体情况,采取防冻及防止金属冷脆折裂等措施,但水温不宜高于 70℃。水的加热应在进入系统前完成。

(6) 试验前应拆卸安全阀或采取其他措施防止起座。加置堵板的部位应有明显标记和记录。

(7) 管道与容器作为一个系统进行水压试验时,应符合下列规定:

1) 管道的试验压力不大于容器的试验压力时,管道可与容器一起按管道的试验压力进行试验;

2) 管道的试验压力超过容器的试验压力,且管道与容器无法隔断时,管道和容器一起按容器的试验压力进行试验。

(8) 不锈钢管道严密性试验介质氯离子含量不得超过 0.2mg/L。^①

(9) 管道系统水压试验时,应缓慢升压,达到试验压力后应保持 10min,然后降至工作压力,对系统进行全面检查、无压降、无渗漏为合格。

(10) 试验结束后,应及时排净系统内的全部存水,并拆除所有临时支吊架、堵板及加固装置。

(11) 主蒸汽、再热蒸汽、高压给水管道系统焊口检验应符合国家现行标准《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的规定,如焊口径 100% 检验合格,可不做水压试验。

(12) 气压试验应符合以下要求:

1) 气压试验宜用空气进行,试验压力应符合设计要求;

2) 气压试验时,缓慢升压至试验压力,稳压 10min,再将压力降至工作压力,以发泡剂检验无泄漏为合格。

(13) 标高差较大的管路,应考虑试验介质的静压。介质为液体的管道以最高点的压力为准,且最低点的压力不得超过管道组件的承压能力。

(14) 管道试验系统应与试验范围以外的管道、设备、仪表等隔离。采用阀门隔离时,阀门两侧温差不得超过 100℃。

(15) 管道系统试验过程中,如有渗漏,应降压消除缺陷后再进行试验,不得带压处理。

6.4.19 管道吹洗方法有哪些?有什么要求?

答:(1) 吹洗方法应符合设计要求。无设计时,宜采用如下方式:

1) 不小于 DN600 的液体或气体管道采用人工清理;

2) 小于 DN600 的液体管道采用水冲洗;

3) 小于 DN600 的气体管道采用空气吹扫;

4) 蒸汽、氧气、燃油、燃气等管道系统采用蒸汽吹洗。

^①6.4.18 条第(8)款摘自国家现行标准《电力建设施工技术规范 第 5 部分:管道及系统》DL/T 5190.5—2012 第 6.2.8 条,原条文中为 0.2mg/L,而其他标准均为 25mg/L,不一致——编者注。

(2) 不允许吹洗的设备及管道应与吹洗系统隔离。

(3) 管道吹洗前，应对流量测量装置、调节阀、节流阀、安全阀和仪表等采取保护措施。

(4) 吹洗的顺序应按主管、支管、疏放水管依次进行。蒸汽吹洗过程中应对管系统进行检查，无变形和阻碍膨胀等状况。

(5) 清洗废液应经过综合处理达标后排放到指定地点。

(6) 管道吹洗合格，系统恢复后，不应再进行影响管内清洁的作业。如有特殊作业应制定可靠措施保证系统清洁。

(7) 管道系统清洗后，清洗不到的部位应另行采取措施加以清理，并办理隐蔽工程验收签证。

6.4.20 管道系统的清洗有哪些方式？

答：清除管道系统内部的污垢和杂物，宜采用以下方式进行：

- (1) 水冲洗；
- (2) 油清洗；
- (3) 压缩空气吹洗；
- (4) 蒸汽吹洗；
- (5) 化学清洗；
- (6) 人工清洗。

6.4.21 管道系统的清洗如何进行？

答：管道系统清洗应按下列规定执行：

- (1) 主蒸汽、再热蒸汽、轴封供汽和辅助蒸汽系统应进行蒸汽吹洗；
- (2) 锅炉给水、凝结水和锅炉补给水应根据锅炉水质要求进行水冲洗或化学清洗；
- (3) 其他管道系统的清洗可按照本章第 6.4.20 条的方式执行。

6.4.22 管道进行水冲洗时，有什么要求？

答：(1) 水冲洗管道水质应符合设计要求，不锈钢管道冲洗时，水中氯离子含量不得超过 0.2mg/L。^①

冲洗流量应达到系统内可能的最大流量，流速应大于 1.5m/s，宜以系统内水泵供水。

(2) 水冲洗的放水管应接入厂用污水回收处理系统，可利用环保允许的排水井、沟，并应保证排泄畅通和安全。放水管流通面积应大于被冲洗管道的 60%。排水时，不得形成负压。

(3) 水冲洗作业应连续进行，直至出口处目测的水色和透明度与入口处一致时为合格。当管道经水冲洗合格后暂不运行时，应将水排净。

6.4.23 管道进行空气吹扫时，有什么要求？

答：(1) 空气吹扫可利用压缩空气系统设备进行间断性的吹洗。吹扫压力不得超过容器

^①6.4.22 条第(1)款摘自国家现行标准《电力建设施工技术规范 第 5 部分：管道及系统》DL/T 5190.5—2012 第 6.3.3 条，原文文中为 0.2mg/L，而其他标准均为 25mg/L，不一致——编者注。

和管道的设计压力，流速宜大于 20m/s。

- (2) 吹扫忌油管道时，气体中不得含油。
- (3) 空气吹扫过程中，目测排气无烟尘时为合格。

6.4.24 管道进行蒸汽吹洗的临时排汽管应如何布置？

答：蒸汽吹洗的临时排汽管道安装应符合下列规定：

- (1) 临时管道材质应满足吹管参数要求；
- (2) 排汽管的内径应大于被吹洗管道的内径，布置简捷；
- (3) 排汽管道临时吹洗阀前对接焊口标准等同采用正式焊口标准；
- (4) 排汽管管口应朝上倾斜约 30°，排空区域应安全；
- (5) 支架按设计要求安装牢固。

6.4.25 管道进行蒸汽吹洗时，有什么要求？

答：(1) 主蒸汽及再热蒸汽系统的蒸汽吹洗，应结合锅炉过热器、再热器的吹洗进行，并应装设消声装置，噪声排放应符合环保规定。

蒸汽吹洗应符合下列规定：

1) 吹洗参数的选定，应能保证吹洗时蒸汽对管壁的冲刷力大于额定工况下蒸汽对管壁的冲刷力；

2) 吹洗效果用装于排汽管内或排汽口处的靶板进行检查。靶板材料及检验应符合制造厂的规定。制造厂无规定时，靶板可用铝板制成，宽度为临时排汽管内径的 8%，长度纵贯管道内径。在保证上述冲刷力的前提下，连续两次更换靶板检查，靶板上冲击斑痕的粒度不大于 0.8mm，且 0.2~0.8mm 的斑痕不多于 8 点，即为吹洗合格；

3) 吹洗宜分段进行，相邻两阶段吹洗时间间隔宜大于 12h。

(2) 汽、水管道的疏、放水系统在试运前应试通汽、水进行冲洗，并检查应无堵塞，冲洗结束前应检查阀门无泄漏。

(3) 蒸汽管道吹洗前，应对参加吹洗的管道系统先行暖管，及时排水。应在升压至 0.3~0.5MPa 时，对蒸汽管道系统的所有螺栓连接部位进行热态检查。在蒸汽压力达到吹洗压力的 30%、60% 时，宜进行试吹洗，试吹洗后应检查临时管道的安装质量。

6.4.26 《电厂动力管道设计规范》GB 50764—2012 对管道焊接有什么要求？

答：(1) 设计文件中应标明管道和管道附件母材、焊接材料、焊缝系数、焊缝及焊接接头形式，对焊接方法、焊前预热、焊后热处理及焊接检验等均应提出明确要求。对设计选用的新材料，设计文件应提供该材料的焊接性资料。常用焊接材料的选用应符合本规范附录 F 的规定。

(2) 焊接材料的选用及对焊接用气体、焊接设备、焊接人员的要求应符合国家现行标准《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的有关规定。

(3) 管道应采用全焊透结构，焊接接头位置应避开应力集中区，且便于施焊及焊后热处理。焊接接头的设置应符合国家现行标准《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的有关规定。

(4) 焊接接头形式和焊缝的坡口尺寸应按照能保证焊接质量、填充金属量少、减小焊接应力和变形、改善劳动条件、便于操作、适应无损探伤要求等原则选用。

(5) 管道的焊接结构应符合本规范附录 F 的规定。

6.4.27 《电厂动力管道设计规范》GB 50764—2012 对管道的检验和试验有什么要求？

答：(1) 用于输送蒸汽、水、油、气、有毒和腐蚀性等介质管道的施工及验收，除应符合本规范规定外，还应符合国家现行有关标准的规定。

(2) 管道组成件的制造和检验应符合国家现行有关标准的规定。

(3) 除有特殊要求外，管道无损检测应按本规范附录 B 的规定执行，要求如下：

1) 现场管道施工中对于环焊缝、斜接弯管或弯头焊缝及嵌入式支管的对接焊缝应按表 6.4.27 的要求进行无损检测。工程设计另有不同检测的要求时，应按工程设计文件的规定执行；

表 6.4.27 管道施工中的无损检测

无损检测比例	需要检测的管道
100%	外径大于 159mm 或壁厚大于 20mm，工作压力大于 9.81MPa 的锅炉本体范围内的管道
	外径大于 159mm，工作温度高于 450℃ 的蒸汽管道
50%	工作压力大于 8MPa 的汽、水、油、气管道
	工作温度高于 300℃ 且不高于 450℃ 的蒸汽管道
5%	工作温度高于 150℃ 且不高于 300℃ 的蒸汽管道
	工作压力大于 1.6MPa 到 8MPa 的汽、水、油气管道
1%	工作压力为 0.1MPa 到 1.6MPa 的汽、水、油、气管道
不做无损检测	除上述规定外的其他管道

2) 无损检测方法的选择应符合下列规定：

a) 厚度不大于 20mm 的汽、水管道采用超声波检验时，还应进行射线检验，其检验数量为超声波检验数量的 20%；

b) 厚度大于 20mm 但小于 70mm 的管道，射线检验或超声波检验可任选其中一种；

c) 厚度不小于 70mm 的管子，在焊到 20mm 左右时做 100% 的射线检验，焊接完成后做 100% 的超声波检验；

d) 经射线检验对不能确认的面积型缺陷，应采用超声波检验方法进行确认；

e) 需进行无损检验的角焊缝可采用磁粉检验或渗透检验，或按工程设计文件的规定进行检验。

(4) 管道焊接质量的检验应符合国家现行标准《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的有关规定。

(5) 各类管道安装完毕后，应按照设计规定对管道系统进行严密性试验，以检查管道系统及各连接部位的质量。

(6) 管道系统的严密性试验宜采用水压试验，其水质应洁净。充水应保证能将系统内空气排尽。试验压力应按设计图纸的规定，其试验压力不应小于设计压力的 1.5 倍。

(7) 大口径蒸汽管道的严密性试验可按本规范附录 B 的规定采用 100% 无损检测。

(8) 对于气体管道，当整体试水压条件不具备时，可采用安装前的分段液压强度试验及安装后进行 100% 无损检测合格，可替代水压试验，但应进行气密性试验。

6.4.28 《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 对汽水管道的水压试验有什么规定?

答: (1) 水压试验可用于检验管道组成件的强度及管系的严密性。

(2) 管道系统严密性试验除应满足本规范要求外, 还应符合国家现行标准《电力建设施工技术规范 第5部分: 管道及系统》DL/T 5190.5 的相关要求。

(3) 管道组成件的强度试验应符合下列规定:

1) 管道组成件的强度试验压力(表压)应按下列公式计算:

$$P_T = 1.25P \frac{[\sigma]^T}{[\sigma]^t} \text{ 或 } 1.5P \quad (6.4.28-1)$$

$$P_T = 0.1 + P \quad (6.4.28-2)$$

取两者中的较大者。

式中 P_T ——试验压力, MPa;

P ——设计压力, MPa

$[\sigma]^T$ ——钢材在试验温度下的许用应力, MPa;

$[\sigma]^t$ ——钢材在设计温度下的许用应力, MPa。

2) 水压试验下, 试件内周向应力值不应大于材料在试验温度下屈服极限的90%, 周向应力应按式计算:

$$\sigma_t = \frac{P_T [D_i + (S - C - C_1)]}{2(S - C - C_1)\eta} \quad (6.4.28-3)$$

式中 σ_t ——试验压力下管道组成件的周向应力, MPa;

P_T ——试验压力, MPa;

D_i ——管道内径, mm;

S ——管道壁厚, mm;

C ——计及腐蚀、磨损的附加厚度, mm;

C_1 ——壁厚负偏差的附加值, mm;

η ——许用应力的修正系数, 按本章第6.2.18条的规定选取。

6.4.29 《火力发电厂汽水管道设计规范》DL/T 5054—2016 对管道系统的严密性试验有什么规定?

答: 管道系统的严密性试验应符合下列规定:

(1) 管道安装完毕后, 应对管道系统进行严密性检验;

(2) 水压试验的压力为表压, 不应小于1.5倍设计压力, 且不应小于0.2MPa;

(3) 水压试验下管道的周向应力以及试压时的内压力、活荷载和恒荷载引起的轴向应力都不应大于试验温度下材料屈服极限的90%。轴向应力按下式计算:

$$\sigma_L = \frac{P_T D_i^2}{D_o^2 - D_i^2} + \frac{M_A}{W} \quad (6.4.29)$$

式中 σ_L ——试验压力、自重和其他持续外载产生的轴向应力之和, MPa;

D_o ——管子外径, mm;

M_A ——由于自重和其他持续外载作用在管子横截面上的合成力矩, N·mm;

W ——管子截面抗弯矩, mm³。

(4) 水压试验用水温度，不应低于5℃，也不应大于70℃。试验环境温度不应低于5℃，否则应采用防止冻结和冷脆破裂的措施；

(5) 水压试验用水水质应清洁且对管道系统材料的腐蚀性要小。对于奥氏体不锈钢管道，应采用饮用水，且氯离子含量不应超过25mg/L；

(6) 亚临界及以上参数机组的主蒸汽管道和再热蒸汽管道及其他大直径管道的所有焊缝也可采用无损检测代替水压试验进行严密性试验，无损检测的具体要求应符合国家现行标准《火力发电厂焊接技术规程》DL/T 869 的规定；

(7) 对排汽管道或最后一道关断阀门后的疏水管道等通向大气的管道可不需要作严密性试验。