**锅炉汽水管道及支吊架检修规程**

**1 设备范围**

锅炉热力系统中承压汽水管道是指锅炉炉墙外的最高工作压力大于等于0.1Mpa（表压）的蒸汽管道和最高工作温度高于等于标准沸点的水管道，包括：

1. 主蒸汽管道及相应母管；
2. 主给水管道及相应母管；
3. 下降管、导汽管、减温水管；
4. 旁路管道；
5. 供热管道；
6. 辅助蒸汽管道、吹灰蒸汽管道以及各种自用蒸汽管道；
7. 连续排污管道、定期排污管道、汽包事故放水管道、加药管道、减温水管道、反冲洗管道等；
8. 疏放水管、取样管、排汽管、放空气管、仪表管；
9. 上述管道上的法兰、弯头、流量测量装置、减温器、支座、支吊架。

**2 设备大修周期及标准检修项目**

2.1 管道大修周期

压力管道的大修周期一般随机组的大修进行，通常为3年至4年，但还需根据管道的使用情况、工作环境等因素而确定大修周期。

在压力管道的检验中，对人员经常经过的部位、弯管（头）、三通、焊缝、易腐蚀、易冲刷减薄部位以及汽水系统中的高中压疏水、排污、减温水管座角焊缝应作重点检查。对于腐蚀、冲刷严重的排污管、疏水管应及时进行更换。

工作温度大于450℃的主蒸汽管道、高温再热管道（含相应的导汽管、抽汽管、联络管）的检验，应按《火力发电厂金属技术监督规程》的要求进行。主给水管（含下降管、联络管）运行达5万小时时，对三通、阀门进行宏观检查，弯头进行宏观和壁厚测量，焊缝和应力集中部位进行宏观和无损探伤检查，阀门后管段进行壁厚测量。以后检查周期为3～5万小时。

高温高压蒸汽管道上各种引出管出现下列情况之一的应更换：

1. 发现有裂纹；
2. 管径有明显胀粗；
3. 腐蚀减薄超过1/3以上；
4. 运行时间超过10万小时的引出管。

2.2 管道支吊架大修周期

压力管道的支吊架在机组投入运行时需做一次全面的冷热态检验、调整，以后结合机组的大修进行。锅炉四大管道及导汽管、下降管等重要管道一般每个大修周期进行检验、调整，通常为六年至八年。其它管道在没有改变管系布置、载荷等因素的情况下，一般每二至三个机组大修周期进行检验、调整。

2.3 大修标准检修项目

标准大修项目清单

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 标 准 检 修 项 目 | 备 注 |
| 1 | 管道更换 | 1. 发现有裂纹；
2. 管径有明显胀粗；
3. 腐蚀减薄超过1/3以上；
4. 运行时间超过10万小时的引出管。
 |
| 2 | 管道拆保温宏观检查、管径测量、壁厚测量、无损探伤 |  |
| 3 | 蠕变监督 | 针对大口径高温高压蒸汽管道 |
| 4 | 高温高压蒸汽管道引出管的管座角焊缝宏观检查、无损探伤 | 3～5万小时抽查30%；5～10万小时抽查50％。 |
| 5 | 高温高压蒸汽管道一次阀门前的弯管、直管宏观检查、管径测量、壁厚测量、无损探伤 | 3～5万小时抽查30%；5～10万小时抽查50％。 |
| 6 | 四大管道及其它重要管道支吊架冷热态检验、调整 |  |
| 7 | 减温器检修 |  |
| 8 | 疏水扩容器等压力容器检查检修 |  |

**3 设备小修周期及标准检修项目**

3.1 管道小修周期

压力管道的小修周期一般随机组的小修进行，通常为二年，但还需根据管道的使用情况、工作环境等因素而确定小修周期，并结合大修情况进行。

在压力管道的检验中，对人员经常经过的部位、弯管（头）、三通、焊缝、易腐蚀、易冲刷减薄部位以及汽水系统中的高中压疏水、排污、减温水管座角焊缝应作重点检查。对于腐蚀、冲刷严重的排污管、疏水管应及时进行更换。

工作温度大于450℃的主蒸汽管道、高温再热管道（含相应的导汽管、抽汽管、联络管）的检验，应按《火力发电厂金属技术监督规程》的要求进行。工作压力大于等于10MPa的主给水管（含下降管、联络管）运行达5万小时时，对三通、阀门进行宏观检查，弯头进行宏观和壁厚测量，焊缝和应力集中部位进行宏观和无损探伤检查，阀门后管段进行壁厚测量。以后检查周期为3～5万小时。

高温高压蒸汽管道上各种引出管出现下列情况之一的应更换：

1. 发现有裂纹；
2. 管径有明显胀粗；
3. 腐蚀减薄超过1/3以上；
4. 运行时间超过10万小时的引出管。

3.2 管道支吊架小修周期

压力管道的支吊架一般不进行小修，主要是根据大修中的检验、调整情况，做些相应的检修。

3.3 小修标准检修项目

标准小修项目清单

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 标 准 检 修 项 目 | 备 注 |
| 1 | 管道更换 | 发现有裂纹；管径有明显胀粗；腐蚀减薄超过1/3以上；运行时间超过10万小时的引出管。 |
| 2 | 管道拆保温宏观检查、管径测量、壁厚测量、无损探伤 |  |
| 3 | 高温高压蒸汽管道引出管的管座角焊缝宏观检查、无损探伤 | 3～5万小时抽查30%；5～10万小时抽查50％。 |
| 4 | 高温高压蒸汽管道一次阀门前的弯管、直管宏观检查、管径测量、壁厚测量、无损探伤 | 3～5万小时抽查30%；5～10万小时抽查50％。 |
| 5 | 支吊架检查 |  |

**4 修前准备**

4.1 管道及支吊架检修符合安全措施要求，并落实到位。

4.2 技术方案已编制完成，图纸资料记录卡准备齐全。

4.3 检修工器具、专用工器具、试验工器具准备就绪，脚手架搭设完成。

4.4 备品材料已准备就绪，备品验收合格，并有相关的材质、质保、试验等合格证。

4.5 新管道到厂后必须进行宏观检查，并对所有管子进行光谱检验，确认材质与质保书相同。

4.6 特殊工种包括起重、焊工、金属试验等工种必须持证上岗。

4.7 高压焊工必须按我厂金属监督要求考核合格。

4.8 检修人员已经落实，并经安全、技术交底，明确检修的目的和任务。

1. **工艺流程**

管道更换

管道检修

修前准备

支吊架检查与调整

支吊架检修与更换

减温器检修

汽水管道检查

压力容器检查检修

1. **检修工艺及质量标准**
* **蒸汽管道、给水管道宏观和无损探伤检查**

**工艺要点及注意事项**

(1)对管件（焊缝、弯头、弯管、三通、大小头、阀体和其他应力集中部位）进行外观和无损探伤。

(2)弯管及弯头进行壁厚、不圆度、金相组织和蠕变损伤检查及对碳钢和钼钢焊接三通和弯头进行石墨化检查。

(3)与主蒸汽管道相联的小管道，应采取如下监督检查措施：

a.主蒸汽管道可能有积水或凝结水的部位(压力表管、疏水管附近、喷水减温器下部、较长的死管及不经常使用的联络管)，大修时应重点检查内壁裂纹。

b.小管道上管件和阀壳应按1、2条的规定进行检查，质量标准按1、2、3要求。

c.对联络管、防腐管等小管道的管子、管件和阀壳，运行10万h以后，根据实际情况，尽可能全部更换。

(4)直管段进行壁厚测量和金相、硬度检查；阀门两侧管道冲蚀减薄检查重点。

(5)监察段进行硬度、金相、蠕变损伤检查。

(6)运行时间达30万小时，管系进行寿命鉴定

**质量标准**

(1)管件、阀壳无裂纹、缩孔、夹渣、粘砂、折叠、漏焊、重皮等缺陷；表面光滑，不允许存在尖锐的划痕；凹陷深度不得超过1.5mm，凹缺最大尺寸不应大于周长的5％，且不大于40mm。

(2)金相复型检查方法按DL／T652规定进行，蠕变损伤检查方法按DL／T551规定进行。

(3)弯头内外表面不允许存在裂纹、分层和过烧等缺陷；弯曲部分不圆度不大于5％(公称压力大于8MPa)；弯管外弧部分壁厚不小于直管的理论计算壁厚；产生蠕变裂纹或严重的蠕变损伤(蠕变损伤不大于3级；碳钢和钼钢焊接三通，石墨化不允许超过4级。

(4)无损探伤检查合格

* **蒸汽管道、再热蒸汽管道、给水管道温度计座**

取出温度计、检查温度计插座: 温度计插座无损伤

* **蒸汽管道、再热蒸汽管道、给水管道管道膨胀指示器检查调整**

(1)检查膨胀指示器有无变形、破损。

(2)调整管道膨胀指示器

**质量标准**

(1)膨胀指示器应齐全、完好。

(2)管道膨胀指示器指针位于指示中心

* **蒸汽管道、再热蒸汽管道、给水管道高温高压蒸汽管道蠕变测量**

(1)过热蒸汽管的蠕变测量按DL441规定进行。

(2)过热蒸汽管道弯头运行5万h,应进行第一次检查，以后检查周期为3万h

**质量标准**

(1)高温高压蒸汽管道应无蠕变裂纹、无严重蠕变损伤、无明显不圆度复原等缺陷，其表面无划痕。

(2)高温高压蒸汽管道须按规定时间定期进行检查

* **蒸汽管道、给水管道消音器及其管道检修**

检查消声器及其管道，应无裂纹及其他超标缺陷

* **蒸汽管道、给水管道管道更换前检验**

(1)管子、管件、管道附件及阀门必须具有制造厂的合格证明书，有关指标应符合现行国家或行业技术标准

(2)管子、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)管子、管件、管道附件及阀门，在使用前应进行外观检查

(4)中、低合金钢管子、管件、管道附件及阀门，在使用前应逐件地行光谱复查并作出材质标记

(5)管子检验:

a.施工前对所使用的管子应确认其化学成分、力学性能试验结果(抗拉强度、屈服强度、延伸率)、管壁厚度大于或等于12mm的高压合金钢管子冲击韧性试验结果、合金钢管的热处理状态说明或金相分析结果；

b.管子表面的划痕、凹坑、腐蚀等局部缺陷应作检查鉴定，凡经处理后的管壁厚度不应小于直管计算壁厚，并作记录及提交检验报告

c.用于高压管道的中、低合金钢管子应进行不少于3个断面的测厚检验并作记录

d.检验合格的钢管应按材质、规格分别放置，妥善保管，防止锈蚀

(6)管件检验

a.中、高压管道，施工前对所使用的管件应确认其化学成分、合金钢管件的热处理状态说明或金相分析结果、高压管件的无损探伤结果

b.法兰检查外观检查

c.法兰使用前，应按设计图纸校核各部尺寸，并与待连接的设备上的法兰进行核对，以保证正确地连接

(7)管道附件检验

**质量标准**

(1)其表面要求为：无裂纹、缩孔、夹渣、粘砂、折叠、漏焊、重皮等缺陷；表面应光滑，不允许有尖锐划痕；凹陷深度不得超过1.5mm，凹陷最大尺寸不应大于管子周长的5%，且不大于40mm。

(2)法兰密封面应光洁，不得有径向沟槽，且不得有气孔、裂纹、毛刺或其他降低强度和连接可靠性方面的缺陷。

(3)带有凹凸面或凹凸环的法兰应自然嵌合，凸面的高度不得小于凹槽的深度。

(4)法兰端面上连接螺栓的支承部位应与法兰接合面平行，以保证法兰连接时端面受力均匀。

(5)螺栓及螺母的螺纹应完整，无伤痕、毛刺等缺陷，螺栓与螺母应配合良好，无松动或卡涩现象。

(6)用于设计温度大于430℃且直径大于或等于M30的合金钢螺栓应逐根编号，逐根进行硬度检查，不合格者不得使用。

(7)法兰的垫片材料应符合设计要求。如无具体要求时，可参照附录A中表A5的规定选用。

(8)石棉橡胶垫片应质地柔韧，无老化变质或分层现象，表面不应有折损、皱纹等缺陷。

(9)金属垫片的表面用平尺目测检查，应接触良好，无裂纹、毛刺、锈蚀及粗糙加工等缺陷，其硬度宜低于法兰硬度。

(10)包金属及缠绕式垫片不应有径向划痕、松散等缺陷

* **蒸汽管道、给水管道管道更换**

(1) 管道安装应具备下列条件：

a.与管道有关的土建工程经检查合格，满足安装要求；

b.与管道连接的设备找正合格、固定完毕；

c.必须在管道安装前完成的有关工序如清洗、脱脂、内部酸洗等已进行完毕；

d.管子、管件、管道附件及阀门等已经检验合格，并具备有关的技术证件；

e.管子、管件、阀门等已按设计要求核对无误，内部已清理干净，无杂物

(2)管道安装若采用组合件方式时，组合件应具备足够刚性，吊装后不应产生永久变形，临时固定应牢固可靠

(3)管子组合前或组合件安装前，均应将管道内部清理干净，管内不得遗留任何杂物，并装设临时封堵

(4)管道水平段的坡度方向与坡度应符合图纸设计要求

(5)管子对接焊缝位置应符合设计规定。否则，应符合质量要求

(6)管道上的两个成型件相互焊接时，应按设计加接短管

(7)除设计中有冷拉或热紧的要求外，管道连接时，不得用强力对口、加热管子、加偏垫或多层垫等方法来消除接口端面的空隙、偏斜、错口或不同心等缺陷。管子与设备的连接，应在设备安装定位紧好地脚螺栓后自然地进行

(8)管子的坡口型式和尺子应按图纸确定

(9)管子或管件的对口质量符合图纸设计要求

(10)管子和管件的坡口及内、外壁10～15mm范围内的油漆、垢、锈等，在对口前应清除干净，直至显示金属光泽。对壁厚大于或等于20mm的坡口，应检查是否有裂纹、夹层等缺陷。管子对口时一般应平直，焊接角变形在距离接口中心200mm处测量，除特殊要求外，其折口的允许偏差符合质量要求

(11)管子对口符合要求后，应垫置牢固，避免焊接或热处理过程中管子移动

(12) 管道冷拉必须符合设计规定。进行冷拉前应满足下列要求：

a.冷拉区域各固定支架安装牢固，各固定支架间所有焊口(冷拉口除外)焊接完毕并经检验合格，要作热处理的焊口应作过热处理；

b.所有支吊架已装设完毕，冷拉口附近吊架的吊杆应预留足够的调整裕量。弹簧支吊架弹簧应按设计值预压缩并临时固定，不使弹簧承担速定值外的荷载；

c.管道坡度方向及坡度应符合设计要求；

(13)管道安装工作如有间断，应及时封闭管口

(14) 管道安装的允许偏差值见质量标准

(15) 支吊架安装工作宜与管道的安装工作同步进行

(16) 在管线上因安装仪表插座、疏水管座等需开孔、且孔径小于30mm时，不得用气割开孔

**质量标准**

(1)管道安装允许偏差：

a.标高：＜±15mm；（2）水平管道弯曲度：1.5/1000且≤20mm；

b.立管铅垂度：≤2/1000且≤15mm；

c.交叉管间距偏差：＜±10mm。

(2)管子对接焊缝位置:

a.焊缝位置距离弯管的弯曲起点不得小于管子外径或不小于100mm；

b.管子两个对接焊缝间的距离不宜小于管子外径，且不小于150mm；

c.支吊架管部位置不得与管子对接焊缝重合，焊缝距离支吊架边缘不得小于50mm，对于焊后需作热处理接口，该距离不得小于焊缝宽度的5倍，且不小于100mm；

d.管子接口应避开疏、放水及仪表管等的开孔位置，距开孔边缘不应小于50mm，且不应小于孔径；

e.管道在穿过隔墙、楼板时，位于隔墙、楼板内的管段不得有接口。

(3)折口的允许偏差

当管子公称通径DN＜100mm时，a≯2mm

当管子公称通径DN≥100mm时，a≯3mm

* **蒸汽管道、给水管道管系严密性试验**

管系试验压力为锅炉本体水压试验压力。试验时，对焊缝及其它应进行检验的部位不应保温。进行管系严密性试验时，阀门及焊缝等无渗水、漏水现象。试验合格后应完善保温。

* **过热蒸汽管道、给水管道修复管道保温**

更换大面积保温材料时，如容重发生变化，则须进行支吊架的计算和调整，禁止在管道上焊接保温拉钩。

**质量标准**

管道保温完好，保温质量符合要求

* **下降管、导汽管、减温水管宏观检查和无损探伤**

对焊缝和应力集中部位进行宏观检查和无损探伤,汽水管道的技术状况应符合主汽管道检修中的规定；检查下降管管口部位及弯管内壁有无裂纹

* **检查导汽管**

**工艺要点及注意事项**

(1)检查导汽管外表腐蚀情况,并进行管座焊缝无损探伤。

(2)检查导汽管变形、损伤、蠕变及裂纹等情况。

(3)检查导汽管不圆度、硬度，进行弯管壁厚测量。

(4)导汽管球化检查

**质量标准**

(1)导汽管表面无严重腐蚀，无损探伤符合要求。

(2)导汽管无裂纹，无变形，无损伤，蠕变不超标。

(3)导汽管不圆度、硬度不超标。

(4)导汽管石墨化达到四级时应更换

* 下降管、导汽管、再循环管、减温水管管道更换

参照过热蒸汽管道、再热蒸汽管道、给水管道更换要求进行

* **检查下降管、导汽管、再循环管、减温水管三通、弯头、阀门后管道**

检查三通、弯头、阀门后管道有无裂纹，管道内壁有无冲蚀减薄情况。

* **下降管、导汽管、再循环管、减温水管管系严密性试验、管道保温**

同主汽管道、给水管道检修

* **排污、疏水、加药、充氮、放气管道外观检查**

(1)检查管子外壁腐蚀、裂纹情况。

(2)检查接管座及管道零件异常情况。

(3)管道减薄测量。

(4)检查碳钢和钼钢焊接三通、弯头球化

**质量标准**

(1)管子外壁无裂纹、列严重腐蚀。

(2)非加强管座必须更换为加强管接管座，管道零件无异常。

(3)管道壁厚应符合强度要求。

(4)焊缝无超标缺陷，弯头石墨化达到四级时应更换

* **排污、疏水、加药、充氮、放气管道内部检查**

(1)拆除阀门或割管检查管内腐蚀结垢情况。

(2)接管座畅通情况。

(3)母管焊缝无损探伤

**质量标准**

(1)管子内壁无裂纹，无严重锈蚀，清洁。

(2)接管座畅通。

(3)焊缝无超标缺陷。探伤检查合格

* **排污、疏水、加药、充氮、放气管道装复**

(1)合金钢管道安装前应做光谱分析。

(2)联箱、接管座及管道内部已清理干净

**质量标准**

(1)光谱分析合格。

(2)联箱、接管座及管道内部无异物

* **排污、疏水、加药、充氮、放气管道更换**

(1)安装疏、放水管时，接管座安装应符合设计规定。管道开孔应采用钻孔。

(2)疏、放水管接入疏、放水母管处应按介质流动方向稍有倾斜，不得随意变更设计，不得将不同介质或不同压力的疏、放水管接入同一母管或容器内。

(3)运行中构成闭路的疏、放水管，其工艺质量和检验标准应与主管同等对待。

(4)疏、放水管及母管的布线应短捷，且不影响运行通道和其它设备的操作。有热膨胀的管道应采取必要的补偿措施。

(5)放水管的中心应与漏斗中心稍有偏心，经漏斗后的放水管的管径应比来水管大。

(6)不回收的疏、放水，应接入疏、放水总管或排水沟中，不得随意将疏、放水接入工业水管沟或电缆沟

**质量标准**

(1)更换新管道时，其材质和规格要符合原设计要求。没有材质证明的管道在使用前应做材质鉴定，有重皮、裂纹的管道不得使用。

(2)管道的质量要求与主汽、再热给水管道要求一致

* **排污、疏水、加药、充氮、放气管道管系严密性试验**

(1)管系试验压力为锅炉本体水压试验压力。试验时，对焊缝及其它应进行检验的部位不应保温。

(2)进行管系严密性试验时，阀门及焊缝等无渗水、漏水现象。试验合格后应完善保温

* **排污、疏水、加药、充氮、放气管道压力水冲洗**

(1)锅炉水压试验后，即进行压力放水冲洗管道。

(2)锅炉升压后，进行多次排污冲洗管道

(3)洗管道的排水中应无沉积物

* **修复排污、疏水、加药、充氮、放气管道保温**

更换大面积保温材料时，如容重发生变化，则须进行支吊架的计算和调整，禁止在管道上焊接保温拉钩；并且管道保温完好，保温质量符合要求

* **安全阀连接管、排汽管外观检查**

(1)检查管子及管道零部件外壁腐蚀、裂纹及异常情况。

(2)管子壁厚测量。

(3)法兰、螺栓套损伤及异常情况。

**质量标准**

(1)管子及管道零部件外壁无裂纹和严重腐蚀。

(2)管子壁厚应符合强度要求。

(3)法兰、螺栓套完好，无损伤

* **安全阀连接管、排汽管内部检查**

(1)拆下安全阀，切断脉冲管与汽包、联箱，脉冲管与主安全阀连接部位，拆开排汽管进行内部检查。

(2)检查管道及接管座内壁腐蚀、结垢情况，有否堵塞。

(3)管道焊缝及管座角焊缝无损探伤抽查。

(4)抽查合金钢金相组织。

(5)修刮、研磨法兰结合面。

(6)清除管内腐蚀物锈垢。

(7)用压缩空气吹扫脉冲管

**质量标准**

(1)管道内壁无腐蚀，无结垢，管内清洁、畅通，不堵塞。

(2)焊缝无超标缺陷。

(3)合金钢金相组织合格。

(4)法兰结合面应平整无径向沟，法兰无变形

* **安全阀连接管、排汽管装复**

(1)检查管内有无异物。

(2)按规定热紧螺栓。

(3)参照过热蒸汽管道、再热蒸汽管道、给水管道管道更换要求进行

**质量标准**

(1)管内无异物。

(2)主安全阀管、脉冲管、排汽管固定牢固，膨胀畅通

* **减温器检修**

(1)外观检查联箱外壁的腐蚀及裂纹情况，对联箱管座角焊缝、内套管定位螺栓焊缝去污、除锈用肉眼进行检查并进行无损探伤检查，联箱封头焊缝运行10万小时厚进行探伤检查。

(2)对喷管及喷水装置部件进行检查修理，重点检查喷水减温器的喷水装置焊缝是否存在裂纹或其它缺陷。

(3)检查喷水管、喷头漩流孔冲刷情况，是否有减薄、破损或孔径冲刷过大超标，是否有堵塞或脱落。

(4)对内套筒定位销螺丝封口焊缝进行磁粉探伤，检查是否存在裂纹。

(5)检查内套是否有移位、转向、裂纹或断裂现象。

(6)顶丝、支撑块、固定块等是否有弯曲、断裂、脱落、扭曲变形等现象。

(7)运行10万小时后用内窥镜检查减温器联箱内壁的腐蚀、裂纹、表面污垢情况

* **压力容器检修**

**(1) 检验分类与周期**

a.外部检验。每年至少一次

b.内外部检验。可结合机组大修进行

c.超压水压试验。每3个大修间隔进行一次，且每10年至少一次

**(2) 有下列情况之一的容器,应缩短检验间隔时间**:

a.运行后首次检验或材料焊接性能较差,且在制造时曾多次返修的

b.运行中发现严重缺陷或筒壁受冲刷壁厚严重减薄的

c.进行技术改造变更原设计参数的

d.使用期达15年以上、经技术鉴定确认不能按正常检验周期使用的

e.材料有应力腐蚀情况的

**(3)检验前应做好以下现场准备工作：**

a.为检验而搭设的内外脚手架必须牢固安全

b.拆除受检范围内的保温材料

c.与压力容器相连接的所有汽水管道必须可靠隔离，并切断与容器运行有关的电源

d.清除压力容器内部的积水和污物

e.检验用灯具和工具的电源，应使用12V行灯

f.在压力容器内部检验时，内部应有良好的通风；容器外应设专人监护，并有可靠的联络措施

**(4) 外部检验项目和质量要求**

a.压力容器外壁保温层应完整,无开裂和脱落,容器无变形,铭牌完好

b.人孔和接管座的加强板检漏孔应无汽水泄漏

c.各接管座的角焊缝,法兰和其他可拆件结合处无渗水、漏汽、壳体外壁无严重锈蚀

d.支座和支吊架完好,基础无下沉或倾斜,活动支座膨胀位移不受阻

e.与压力容器相连的管道无异常振动和响声

f.压力调节和保护以及水位调节和保护，应保持灵敏完好

g.压力容器外部各汽水管路系统符合设计要求

h.安全阀应严密无泄漏、排汽管完好、支吊正常、疏水管路畅通,安全阀有铅封且在校验有效期内

**(5) 内外部检验项目和质量要求**

a.压力容器筒体应无明显汽水冲刷减薄和腐蚀。必要时测量减薄和腐蚀处的深度及面积. **检查重点:** 压力容器进汽管对面的筒壁；进汽管两侧的筒体内壁、进汽和疏水进人处防冲板、水室分隔板及疏水管弯头

b. 焊接接头(包括对接焊缝和角焊缝)检查: 焊缝表面不得有裂纹。应无气孔、弧坑、夹渣和咬边等超标缺陷。必要时应用无损检测方法进行检查。

**检查重点:** 与管道连接的角焊缝；进出口管角焊缝；内件焊缝；加强圈焊缝；鞍座边角处焊缝；储水罐内壁底部1/3范围及水位线附近的焊缝；扩容器切向开孔接管的角焊缝；应力集中部位、变形部位和复合钢板焊缝等部位。

焊缝内部质量应无超标缺陷。每次检验应用射线或超声波探伤，检查比例不少于焊缝总长的10%。检验中发现裂纹时必须扩大检查。

c. 壁厚测量: 每块钢板的测点数不少于2点，封头上不少于3点（直边、过度段及封头顶部各一点）.检查重点：受冲刷减薄部位；受腐蚀部位；液位经常波动部位；制造成形减薄部位；变形鼓包部位；母材分层处。

**(6)** **出现以下情况之一时，在内外部检验合格后应进行超压水压试验：**

a.用焊接方法进行过大面积修理

b.停用二年以上重新使用

c.无法进行内部检验的

**(7)** **超压水压试验方法和合格标准**

a.超压水压试验压力值按1.25倍工作压力进行

b.水压试验时，周围空气温度应高于5℃，否则应有防冻措施

c.水压试验的试验用水应为洁净水，其温度不应低于5℃；对除氧器最高温度不应超过50℃，高低压加热器和扩容器不应高于70℃。对用内衬不锈钢制造壳体的除氧器和不锈钢传热管的高低压加热器,水压试验用水的氯离子含量应不大于0.2mg/L

d.试验过程中,应保持压力容器外表面干燥。试验时应缓慢升压,当压力上升到设计压力时,应暂停升压,进行初步检查。若无漏水或异常现象,可再升压到试验压力,并在试验压力下保持时间3Omin,然后将压力降至设计压力,保压30min,再进行仔细检查。在试验压力和设计压力下的保压时间内,压力应保持不变

e.如有渗漏应修补后重新试验。水压试验完毕后,应将水放尽,并用压缩空气将内部吹干

f.压力容器在试验过程中,各连接部位和焊缝应无泄漏、无异常声响。试验后,如壳体无异常变形,则认为该压力容器水压试验合格

**(8) 报告与总结**

内外部检验结束,应对压力容器安全状况给予评级,并确定下次检验日期

* **管道支吊架检查**

(1)检查螺栓连接部位是否松动。

(2)检查焊缝无裂纹和脱焊。

(3)检查管夹、管卡和套管是否松动、偏斜。

(4)检查吊杆、法兰螺栓连接螺母是否弯曲、损伤。

(5)检查吊杆、弹簧是否卡涩，安装销子是否拆除。

(6)检查导向支座和活动支座无卡涩，活动件是否断裂，磨损与支承面不接触和接触不均匀。

(7)弹簧无歪斜、失效。

(8)查看、敲击根部埋件无松动、脱落。

(9)检查吊架冷热态是否到位，校对与设计值的偏差

**质量标准**

(1)滑动支架要的工作面应平滑灵活，无卡涩现象。

(2)管道支吊架弹簧的外观及几何尺寸检查应符合下列要求：

a.弹簧表面不应有裂纹、折迭、分层、锈蚀、划痕等缺陷；

b.弹簧尺寸偏差应符合图纸的要求；

c.弹簧工作圈数偏差不应超过半圈；

d.在自由状态时，弹簧各圈节距应均匀，其偏差不得超过平均节距的±10%；

e.弹簧两端支承面与弹簧轴线应垂直，其偏差△不得超过自由高度H的25%

* **管道支吊架修理、调整**

(1) 支吊架的冷态调整，对单线管道，应由炉顶向下按顺序进行；对多线管道，还应平行按顺序进行。而且这种调整要反复多次才能达到支吊架各自的安装荷载

(2) 管道冲管前，应拆除弹性支吊架的锁定装置，冲管时对所有支吊架进行一次目视检查，出现问题应及时处理，不能把问题留在机组运行后处理

(3) 汽水管道首次试投运时，在蒸汽温度达到额定值8h后，应对所有支吊架进行一次目视检查，对弹性支吊架荷载标尺或转体位置、减振器及阻尼器行程、刚性支吊架及限位装置状态进行一次记录。发现异常应分析原因，并进行调整或处理

(4) 每次大修应对重要支吊架进行检查，检查内容为：

a.承受安全阀、泄压阀排汽反力的液压阻尼器的油系统与行程；

b.承受安全阀、泄压阀排汽反力的刚性支吊架间隙；

c.限位装置、固定支架结构状态是否正常；

d.大荷载刚性支吊架结构状态是否正常等。

(5)汽水管道，运行 8～12万h后的大修时，应对支吊架进行一次全面检查

(6)变力弹簧支吊架

a.只更换支吊架的弹簧时，订购的弹簧应要求生产厂提供每个弹簧的实测刚度与自由高度，以此确定弹簧安装高度

b.更换变力弹簧支吊架组件，订购时应要求支吊架生产厂逐台按设计的安装荷载标定安装刻度

c.更换被压死或压断的弹簧，若要变更弹簧的规格号，应考虑设计规定的荷载变化系数

d.弹簧组件的标牌，应安置在便于观察的方位。吊杆螺纹旋入长度应适当，吊杆最上方或横担下方的螺纹应留有辅助调整的裕度

e.安装荷载的调整应通过松紧螺母来进行，必要时可用吊杆最上方或横担下方的螺纹作辅助调整。不宜用吊杆连接附件的螺纹作辅助调整

f.变力弹簧吊架的吊杆与垂线间夹角应小于4°，不能满足时，可调整偏装值来实现

g.串联弹簧吊架，应采用同荷载范围的弹簧，调整时以下方吊架的荷载为准

h.并联弹簧支吊架，应采用规格号相同、实际刚度相近的弹簧。热态时左侧荷载PL与右侧荷载PR可能不相同，当| PL－PR|＞0.1(PL + PR)时，对偏离设计值大的一侧弹簧支吊架应进行荷载调整

i.支吊架全部调整结束后，所有六角扁螺母均应锁紧。应逐个检查变力弹簧支吊架的锁定装置是否均已解除

(7)恒力弹簧支吊架

a.更换恒力弹簧支吊架，订购时应要求支吊架生产厂逐台提供恒定度、规定荷载离差和超载三项试验数据

b.并联恒力弹簧支吊架，宜采用规定荷载离差相接近的支吊架。热态时两侧转体位置指示可能不相同，只要在位移量行程范围内，可以不进行转体位置调整

c.恒力弹簧吊架的吊杆与垂线间夹角应小于4°，不能满足时，应调整偏装值来实现

d.支吊架全部调整结束后，所有六角扁螺母均应锁紧。应逐个检查恒力弹簧支吊架的锁定装置是否均已解除

(8) 刚性支吊装置

a.投运后的管道需要增设刚性支吊装置，或要变更刚性支吊装置的位置或约束类型，应请设计单位进行设计

b.单吊杆刚性吊架，冷、热态均不允许失载。双吊杆刚性吊架，冷、热态均不应一侧失载。出现失载现象，应分析原因，并设法纠正

c.刚性支吊架的吊杆与垂线间夹角应小于3°，不能满足时，应调整偏装值或根部标高来实现

d.承受排汽反力的刚性支吊架，必须严格按设计要求进行安装，按规定进行冷、热态间隙调整

(9)滑动支架的工作面应平整、无卡涩或脱空现象；导向装置的工作面应平整、无卡涩、无脱空或管部滑动底板越限，出现上述问题，应分析原因，并设法纠正。 对于带聚四氟乙烯板的滑动支吊或导向装置，其管部的滑动底板在冷、热态均应覆盖着聚四氟乙烯板

(10)限位装置安装，其安装定位、安装工序应严格按设计图纸及技术要求进行，并认真进行调整。定期检查其结构功能状态，发现损坏或异常，应分析原因，及时采取措施纠正

(11)导向装置在预定的约束方向或限位装置在不预定的约束方向，应考虑管道与管部的热膨胀，热膨胀后的最终间隙一般应有2～3mm

(12)固定支架安装，其安装定位、安装工序应严格按设计图纸及技术要求进行。定期检查其结构功能状态，发现螺栓松动、主要受力焊缝产生裂纹或其他异常，应分析原因，及时采取有效措施予以纠正

(13) 减振器与阻尼器

a.投产后防管道需要增设弹簧减振器的，可根据管道直径选择适当的规格，但必须选用可调节型的，以便现场调整防振力。在应力分析中，应考虑减振器在规定工况下对管道和设备的影响

b.弹簧减振器的最大工作行程应比其防振力调整量与管道位移在减振器的轴向分量之和大20％，且至少大20mm

c.投产后的管道需要增设阻尼器的，阻尼器的型式应与管道动荷特性及阻尼要求相适应，阻尼器的规格应按动力荷载选用

d.补装液压或机械阻尼器，必须使冷、热态均有足够的位移裕度，以防阻尼器位移超限损坏

e.减振器与阻尼器一般应在管道处于冷态线时安装。安装前应核对图纸尺寸与管线实际位置，如管线实际位置偏差过大，应对安装尺寸进行适当修正

f.补装减振器后，必须进行热态调整，保证弹簧压缩后的行程裕度大于因管道位移在减振器位置的轴向分量，并使无附加力作用在热态的管道上

g.每次大修要对50％的液压或机械阻尼器进行维护，维护内容按生产厂规定要求进行。对液压阻尼器，要及时更换密封垫及老化的工作液，并定期检查液位及动作行程

h.用于承受排汽反力的液压阻尼器，必须每年检查一次，也可在安全阀动作后及时检查。检查是否漏油、液位及工作行程，并把检查结果记入技术档案

i.管道出现水锤、汽锤冲击后，应对出现冲击部位的所有阻尼器进行一次检查，发现问题应及时处理

**(14) 支吊架全面检查内容**

a.承载结构与根部辅助钢结构是否有明显变形，主要受力焊缝是否有宏观裂纹；

b.变力弹簧支吊架的荷载标尺指示或恒力弹簧支吊架的转体位置是否正常；

c.支吊架活动部件是否卡死、损坏或异常；

d.吊杆及连接配件是否损坏或异常；

e.刚性支吊架结构状态是否损坏或异常；

f.限位装置、固定支架结构状态是否损坏或异常；

g.减振器结构状态是否正常，阻尼器的油系统与行程是否正常；

h.管部零部件是否有明显变形，主要受力焊缝是否有宏观裂纹

1. **常见故障及处理方法**

常见故障及处理方法

| 序号 | 故障现象 | 原因分析 | 处理方法 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 管道泄漏 | 焊口泄漏管道腐蚀引起泄漏管道吹损引起泄漏热应力或膨胀受阻引起泄漏 | 补焊更换管道消除热应力及膨胀受阻系统无法隔离时，可采用带压堵漏技术 |
| 2 | 管道法兰泄漏 | 法兰螺栓紧固力矩偏差垫床老化密封面吹损 | 紧固法兰螺栓更换垫床补焊密封面，并打磨系统无法隔离时，可采用带压堵漏技术 |
| 3 | 管道膨胀受阻变形 | 管道安装错误管系布置不合理 | 增加管道膨胀节改变管道布置 |
| 4 | 恒力吊架卡涩 | 机械卡涩载荷过大 | 调整吊杆螺栓校验管系载荷，核对吊架是否选用合理 |
| 5 | 弹簧吊架过载 | 弹簧调整过紧载荷过大 | 调整弹簧螺栓校验管系载荷，核对吊架是否选用合理 |
| 6 | 恒力、弹簧吊架冷热态未到位 | 安装后调整不到位管道膨胀与设计值存在偏差 | 根据管系设计要求，合理调整吊架冷热态位置，使其达到或接近设计值 |
| 7 | 限位支架卡涩、脱位 | 安装错误，超出管道膨胀范围支架脱焊、变形 | 整安装位置补焊、加强支架焊缝 |

1. **检修前后质量评定**

管道支吊架检修前后质量评定表

|  |  |
| --- | --- |
| 检修前主要存在缺陷 |  |
| 支吊架冷热态情况 |  |
| 管道金相检查情况 |  |
| 质量评定 |  |