# 目的

加强锅炉水（耐）压试验工作，保证检验工作符合国家相关法规、安全技术规范、标准的规定，确保锅炉水（耐）压试验工作质量。

# 适用范围

适用于《特种设备目录》范围内的蒸汽锅炉、热水锅炉、有机热载体锅炉整体水（耐）压试验、零部件水（耐）压试验。水（耐）压试验一般在锅炉内部检验后进行。因为结构原因无法进行内部检验的锅炉应每三年进行一次水（耐）压试验。检验人员或者使用单位对受检设备安全状况有怀疑时，也应当进行水（耐）压试验。

# 检验依据

1. 《锅炉安全技术规程》（TSG 11-2020）
2. 《电力行业锅炉压力容器安全监督规程》（DL/T 612-2017）
3. 《电站锅炉压力容器检验规程》（DL 647-2004）
4. 设计文件及图样等
5. 相关法规标准

# 职责及能力要求

4.1检验人员职责

对受检单位进行的锅炉水（耐）压试验过程是否满足法规、安全技术规范、标准要求的符合性验证。

4.2检验人员能力要求

进行A级锅炉水（耐）压试验检验人员，须持有锅炉检验师证。其他级别锅炉水（耐）压试验检验人员，须至少持有锅炉检验员证。

# 设备及环境要求

5.1 试验锅炉的状态要求

1. 在进入烟道或燃烧室检验前，必须进行通风，并将与总烟道或其他运行锅炉的烟道相连的烟道可靠隔断，以防毒、防火、防爆。
2. 用油或气体作燃料的锅炉，必须可靠地隔断油、气的来源。
3. 在锅筒（锅壳）和潮湿的炉膛、烟道内检验而使用电灯照明时，照明应当使用安全电压，禁止明火照明。
4. 锅炉受压元件应当在无损检测和热处理后进行水压试验。

5.2 试验环境条件要求

1. 试验场地应当有可靠的安全防护设施；
2. 试验应当在环境温度高于或等于5℃时进行，低于5℃时应当有防冻措施；
3. 试验应选用适宜的试验用介质，且介质不应对锅炉用材料造成腐蚀。有机热载体锅炉试验介质宜选用相应的有机热载体，电站锅炉试验介质应采用除盐水。
4. 试验所用的水应当是洁净水，水（介质）温度应当保持高于周围露点温度以防止表面结露，但也不宜温度过高以防止引起汽化和过大的温差应力；
5. 合金钢受压元件水（耐）压试验水（介质）温度应当高于所用钢种的脆性转变温度，一般为20℃～70℃；
6. 试验用水中的氯离子浓度一般不应超过 25mg/L，电站锅炉试验用除盐水应加有一定剂量的氨，调节 PH 值至 10.5 以上；使用奥氏体材料的过热器、再热器溢出液中的氯离子含量应小于 0.2mg/L。
7. 试验后，奥氏体材料的受压部件应当立即将水渍去除干净；有机热载体锅炉采用水为试验介质时，试验后应立即将设备中的水排净，并且使用压缩空气将受压部件内部吹干。

5.3 检验安全措施要求

1. 检验人员应严格遵守《承压类特种设备定期检验安全工作守则》、《电站锅炉检验工作安全守则》或《工业锅炉检验工作安全守则》的相关安全要求以及企业的规章制度；
2. 需要进入锅炉内部进行检查时，受检单位应当采取措施保证受检设备与涉及可能造成燃料、烟气、有机热载体、水和蒸汽输入设备的完全隔离，清除锅炉内有毒有害物质、气体，并进行安全监护。
3. 检验人员应严格遵守有关试压安全规定并要保持一定的安全距离；
4. 检验人员应配备和穿戴合适的个人防护用品，采取必要的安全预防措施保证人身安全。进入受限空间进行检验应办理相关的出、入手续，而且应当注意避免接触或吸入残留有毒有害物质、气体造成损伤。
5. 任何情况下，检验人员不应操作受检设备。

5.4 检验检测设备及其技术性性能参数要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **技术性能参数** | **备注** |
| 1 | 钢板尺 | L=500mm，±1mm |  |
| 2 | 游标卡尺 | L=250mm，±0.02mm |  |
| 3 | 放大镜 | 10倍 |  |
| 4 | 测厚仪 | ±0.01mm |  |
| 5 | 手电筒 |  |  |
| 6 | 测氧测爆仪 |  |  |

# 检验过程

## 检验前准备事项

6.1.1 水（耐）压试验前受检单位的准备工作：

1. 准备锅炉的技术资料，包括最近一次的锅炉内、外部检验或者修理、改造后的检验记录和报告、上次水（耐）压试验的试验报告。
2. 电站锅炉水压试验前，应当编制水压试验方案。
3. 试验现场有可靠的安全防护设施。
4. 采取可靠隔断措施隔绝受检锅炉与其他正在运行锅炉系统相连的供汽（液）管道、排污管道、给水管道、燃料供应管道以及烟风管道。
5. 采取可靠的隔断措施隔绝不参加水（耐）压试验的安全阀、水位计等部件，对有可能产生泄漏的阀门（特别是排污阀、排气阀等）要采用可靠的隔断措施。
6. 安装参加水（耐）压试验的管道支吊架的定位销。
7. 准备安全照明和必要的工作电源。
8. 搭设检查必要的脚手架、平台、护栏等，吊篮和悬吊平台应当有安全自锁装置。
9. 清除受压部件表面的烟灰和污物，拆除需要重点进行检查的部件的炉墙和保温层。
10. 在锅筒上（直流锅炉时为出口集箱上）至少装设两支表盘，直径一般不小于 100mm、精确度等级不低于 1.6 级，最小分度值能满足识别允许压降△P 的要求，且经检定合格的压力表，压力表量程一般选用试验压力的 1.5 倍～3 倍，最好为 2 倍。
11. 确保所试验设备周围的环境温度不低于 5℃，否则应采取有效的防冻措施。
12. 保持试验水温高于周围露点的温度，对合金材料的受压元件，水温应当高于所用钢种的脆性转变温度或者按照锅炉制造单位规定的数据进行控制。
13. 调试压力试验泵，确保压力按照规定的速率上升。
14. 参加试验的各个受压部件内充满试验介质，升压前各受压部件内部不得残留有气体。

6.1.2 检验人员准备工作及要求

1. 检验人员在接到受检单位提交的检验申请正式文件后，开始进行检验准备工作。
2. 检验人员应认真查阅待检验的锅炉或零部件的安全技术档案及相关技术资料，确定检验项目和检验工作方式，当检验人员认为有必要时还应准备检验方案。
3. 检验方案由检验项目负责人编制、报告审核人审核、授权签字人或分管领导或技术负责人审批。
4. 检验人员应按照《承压类特种设备定期检验安全工作守则》、《电站锅炉检验工作安全守则》或《工业锅炉检验工作安全守则》安全管理要求进行个人劳保用品准备及现场安全状况确认。

## 检验流程

1. 检验人员在水（耐）压试验前查检查技术资料完整性、锅炉的现场试验条件及安全防护情况、试验用介质分析报告是否符合法规、标准要求；
2. 现场监督水（耐）压试验，检查升（降）压速度、试验压力、保压时间是否符合规程要求；检查在工作压力下受压元件表面、焊缝、胀口、人孔、手孔、密封等处的状况以及泄压后的状况。

## 检验项目及方法

6.3.1 检验内容

水（耐）压试验检验是通过资料核查、实物检查等检验工作，对受检单位进行的锅炉水（耐）压试验过程是否满足法规、安全技术规范、标准要求的符合性评定，应当包括以下内容：

1. 水（耐）压试验设备、压力测量装置的数量、量程、精度及校验情况；
2. 水（耐）压试验条件、安全防护情况，试验用水（介）质情况；
3. 现场监督水（耐）压试验，检查升（降）压速度、试验压力、保压时间，在工作压力下检查受压元件有无变形及泄漏情况。

6.3.2 检验方法

水（耐）压试验一般采用资料核查、宏观检（抽）查、现场见证试验过程等方法进行。必要时采用壁厚测量、几何尺寸测量等检验检测方法。

6.3.3 检验项目

6.3.3.1 锅炉技术资料审查

检验人员在水（耐）压试验前应认真查阅锅炉的技术资料，尤其是本次内部检验或修理、改造后检验的记录和报告。

6.3.3.2 试验前核查

检验人员应在水（耐）压试验前核查试验前准备工作是否符合法规、标准要求，主要检查上述第5条各项工作是否落实到位。

6.3.3.3 试验压力和保压时间

水（耐）压试验时，受压元件的薄膜应力不应当超过元件材料在试验温度下屈服点的90%。水（耐）压试验压力及保压时间应当符合本条要求。

6.3.3.3.1 锅炉制造整体水压试验

整体水压试验保压时间为20min，试验压力按照下表执行：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **名称** | **锅筒（壳）工作压力（MPa）** | **试验压力（MPa）** |
| 锅炉本体 | ＜0.8 | 1.5倍锅筒（壳）工作压力，但不小于0.2 |
| 锅炉本体 | 0.8～1.6 | 锅筒（壳）工作压力加0.4 |
| 锅炉本体 | ＞1.6 | 1.25倍锅筒（壳）工作压力 |
| 直流锅炉本体 | 任何压力 | 介质出口工作压力的1.25倍，并且不小于省煤器进口工作压力的1.1倍 |
| 再热器 | 任何压力 | 1.5倍再热器的工作压力 |
| 铸铁省煤器 | 任何压力 | 1.5倍省煤器的工作压力 |

注：上表中的锅炉本体的水压试验，不包括表中的再热器和铸铁省煤器。

6.3.3.3.2 零部件制造水压试验

1. 以部件型式出厂的锅筒、启动（汽水）分离器及储水箱，为其工作压力的1.25倍，并且不低于其所对应的锅炉本体水压试验压力，保压时间至少为20min；
2. 散件出厂锅炉的集箱类部件，为其工作压力的1.5倍，保压时间至少为5min；
3. 对接焊接的受热面管子及其他受压管件，为其工作压力的1.5倍，保压时间至少为10s～20s；
4. 受热面管与集箱焊接的部件为其工作压力的1.5倍，保压时间至少为5min。

注：敞口集箱（含带有三通的集箱）、无成排受热面管接头以及内孔焊封底的成排管接头的集箱、启动（汽水）分离器以及储水箱、管道、减温器、分配集箱等部件，其所有焊缝经过100%无损检测合格，以及对接焊接的受热面管及其他受压管件经过氩弧焊打底并且100%无损检测合格，能够确保焊接质量，在制造单位内可以不单独进行水压试验。

6.3.3.3.3 有机热载体锅炉制造过程耐压试验

1. 整装出厂的锅炉、锅炉部件和现场组（安）装完成后的锅炉，应当按照1.5倍的工作压力进行液压试验，或者按照设计图样的规定进行气压试验；气相锅炉在液压试验合格后，还应当按照工作压力进行气密性试验；
2. 液压试验应当采用有机热载体或者水为试验介质，气压（密）试验所用气体应当为干燥、洁净的空气、氮气或者惰性气体；采用有机热载体为试验介质时，液压试验前应当先进行气密性试验；采用水为试验介质时，水压试验完成后应当将设备中的水排净，并且使用压缩空气将内部吹干。
3. 锅炉的气压试验应当符合6.3.3.6的要求。

6.3.3.3.4 铸铁（铝）锅炉整体验证性水压试验

1. 新设计的铸铁锅炉、铸铝锅炉应当进行整体验证性水压试验，并且由设计文件鉴定机构现场进行见证并出具报告。保压时间应当符合上述有关规定。
2. 整体验证性水压试验压力为2p，并且不小于0.6MPa。

6.3.3.3.5 铸铁（铝）锅炉制造耐压试验

锅片毛坯件、机械加工后的锅片、修理后的锅片及其他受压铸件应当逐件进行水压试验，也可以采用气压试验。锅炉组装后应当整体进行耐压试验，试验压力及保压时间应当符合下表规定。气压试验应当符合6.3.3.6的要求，气压试验压力为额定工作压力。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **名称** | **水压试验压力（MPa）** | **在试验压力下保压时间（min）** |
| 受压铸件 | 2p，并且不小于0.4 | 2 |
| 锅炉整体 | 1.5p，并且不小于0.4 | 20 |

6.3.3.3.6 水（耐）压试验定期检验的试验压力

试验压力一般同制造时水（耐）压试验压力，当实际使用的最高工作压力低于锅炉额定工作压力时，可以按照锅炉使用单位提供的最高工作压力确定试验压力；当锅炉使用单位需要提高锅炉使用压力（但不应当超过额定工作压力）时，应当按照提高后的工作压力重新确定试验压力进行水（耐）压试验。

6.3.3.4 试验过程

6.3.3.4.1 升（降）压速率与保持压力时间要求

锅炉水（耐）压试验过程中的升（降）压速率与保持压力时间一般应满足以下要求：

1. 水（耐）压试验升压过程应缓慢进行，升压速率不超过每分钟 0.5MPa，至工作压力后暂停升压。
2. 保持工作压力，检查是否有泄漏或者异常现象。
3. 以升压速率不超过每分钟 0.2MPa 的速率升压至试验压力。
4. 保持试验压力 20 分钟。
5. 以不超过每分钟 0.5MPa 的降压速率缓慢降压至工作压力。
6. 维持工作压力，检查所有参加水（耐）压试验的受压部件表面、焊缝、胀口等处是否有渗漏、变形，检查管道、阀门、仪表等连接部位是否有渗漏。
7. 继续泄压至零。
8. 检查所有参加试验的受压部件是否有明显残余变形。

6.3.3.4.2 检查内容

检验人员在水（耐）压试验过程中应采用宏观检（抽）查、现场见证试验过程等方法检查，检查包括的内容如下：

1. 检查水压试验压力是否符合要求；
2. 检查水(耐)压试验设备、压力测量装置的数量、量程、精度及校验情况；
3. 抽查水(耐)压试验条件、安全防护情况；
4. 检查试验用水（介）质情况；
5. 现场监督水(耐)压试验，核查试验环境温度和试验水温、检查升(降)压速度、试验压力、保压时间；
6. 在工作压力下检查受压元件有无变形及泄漏情况；
7. 确认水（耐）压试验的最终结果。

6.3.3.5 其他要求

1. 电站锅炉水压试验用水质应当满足相关行业标准的要求；
2. 亚临界及以上电站锅炉主蒸汽管道和再热蒸汽管道的水压试验按照相关标准执行；
3. 有机热载体锅炉和因结构原因不能进行内部检验的锅炉，在保持试验压力期间不允许有压力下降。
4. 其他锅炉在保压期间的压力下降值 ΔP 应当满足下表要求。

|  |  |
| --- | --- |
| **锅炉类别** | **允许压降Δp** |
| 高压及以上A级锅炉 | Δp≤0.60 MPa |
| 高压以下A级锅炉 | Δp≤0.40 MPa |
| ＞20t/h（14MW）B级锅炉 | Δp≤0.15 MPa |
| ≤20t/h（14MW）B级锅炉 | Δp≤0.10 MPa |
| C、D级锅炉 | Δp≤0.05 MPa |

6.3.3.6 气压试验

6.3.3.6.1 气压试验程序

1. 气压试验时，制造单位应当制定应急预案并且派人进行现场监督，撤走无关人员；
2. 气压试验时，应当先缓慢升压至规定压力的10%，保压足够时间，并且对所有焊接和连接部位进行初次检查；如无泄漏可继续升压到规定试验压力的50%；如无异常现象，按照规定试验压力的10%逐级升压至试验压力，保压足够时间后降至设计压力进行检查，检查期间压力应当保持不变。

6.3.3.6.2 气压试验合格要求

气压试验过程中，压力容器无异常响声，经过肥皂液或者其他检漏液检查无漏气、无可见的变形即为合格。

6.3.3.7 检验后续工作

检验人员应将检验情况进行汇总，并确定是否增加检验项目，若发现问题，应与受检单位主管人员协商，分析原因，提出处理意见。

## 检验结果

6.4.1 问题处理

以《锅炉定期检验联络单》的形式通知使用单位在检验过程中发现缺陷和问题；当发现严重事故隐患时，由检验机构以《锅炉定期检验意见通知书》的形式通知使用单位，并向登记机关报告。

6.4.2 检验结论

现场检验工作完成后，检验人员应当根据检验情况，做出检验结论。

6.4.2.1 水压试验合格要求如下：

1. 受压部件表面（焊接接头）没有水珠和水雾；
2. 额定工作压力后胀接接头，铸铁（铜、铝等）锅炉锅片的密封处无水珠滴落；
3. 压力降到零后，锅炉各部件没有明显残余变形。

6.4.2.2有机热载体锅炉耐压试验合格要求如下：

1. 受压部件表面（焊接接头）没有渗漏；
2. 压力降到零后，锅炉各部件没有明显残余变形。

6.4.2.3试验结果符合 6.4.2.1、6.4.2.2 的水（耐）压试验结论为符合要求，否则为不符合要求。

6.4.3 出具检验报告

现场检验工作完成后，检验人员应当及时填写《锅炉水（耐）压试验记录》，按台出具《锅炉水（耐）压试验报告》。

6.4.4 存档

检验工作结束后，检验人员应当及时将相关检验资料送相关部门存档，检验资料一般包括以下内容：

1. 《锅炉水（耐）压试验记录》；
2. 《锅炉水（耐）压试验报告》；
3. 《锅炉定期检验联络单》；（如有）
4. 《锅炉定期检验意见通知书》；（如有）
5. 检验人员认为必要的其它资料。

# 相关文件

1. 《记录管理程序》
2. 《报告管理程序》
3. 《承压类特种设备定期检验安全工作守则》
4. 《工业锅炉检验工作安全守则》
5. 《电站锅炉检验工作安全守则》

# 专用表格

1. 《锅炉水（耐）压试验记录》
2. 《锅炉水（耐）压试验报告》

# 共用表格

1. 《锅炉定期检验联络单》
2. 《锅炉定期检验意见通知书》

# 质量体系文件制修订说明页

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 修订单位 | 修订时间 | 修订位置 | 修订原因 | 修订前内容 | 修订后内容 |
|  | 东莞检测院 | 2021.6 | / | 第三次换版修订 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |