

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 4288—2020

烟道式余热锅炉定期检验规程

2020 - 12 - 30 发布

2021 - 01 - 30 实施

山东省市场监督管理局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

5 余热电站锅炉以外的锅炉定期检验 2

6 余热电站锅炉定期检验 3

7 缺陷处理 3

8 检验结论 5

9 检验结论复议 5

附录 A（资料性） 常见余热介质的特性 1

附录 B（规范性） 余热电站锅炉以外的锅炉定期检验 1

附录 C（规范性） 余热电站锅炉的检验 9

附录 D（规范性） 特种设备检验意见通知书 22

参考文献 24

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省市场监督管理局提出并组织实施。

本文件由山东省特种设备标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：山东省特种设备检验研究院有限公司、山东省特种设备检验研究院济宁分院、济宁华德环保能源科技有限责任公司、山东省特种设备检验研究院淄博分院、平度市检验检测中心、国家管网集团榆济管道有限责任公司。

本文件主要起草人：杨群峰、曹颖、安娅琳、赵昆、许洋、谭兆强、张明贤、柳长磊、杨轲、王云鹏、高晓哲、矫恒杰、蓝浩杰、刘德明、李以善。

烟道式余热锅炉定期检验规程

1 范围

本文件规定了烟道式余热锅炉的内部检验、外部检验的项目、内容及要求。

本文件适用于《特种设备目录》规定范围内的以水为介质的各类烟道式余热锅炉定期检验工作，对于补燃型余热锅炉除燃烧系统外的部件和设备按本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.48 电工名词术语 锅炉
GB/T 16507.4 水管锅炉 第4部分：受压元件强度计算
NB/T 47013（所有部分） 承压设备无损检测
TSG 08 特种设备使用管理规则
TSG G0001—2012 锅炉安全技术监察规程
TSG G5001 锅炉水(介)质处理监督管理规则
TSG G5002 锅炉水(介)质处理检验规则
TSG G5003 锅炉化学清洗规则
TSG G7001—2015 锅炉监督检验规则
TSG G7002—2015 锅炉定期检验规则

3 术语和定义

GB/T 2900.48界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

烟道式余热锅炉 gas pass heat recovery boiler

利用余热介质（各种工业过程中的废气、废料或废液）中含有的显热或（和）可燃物质燃烧后产生的热量（必要时可加补燃），与烟道（布置在烟道中）的受热面进行热交换，将工质加热输出用于生产或发电的锅炉。

3.2

蒸发受热面 evaporative heating surface

将工质加热并产生饱和蒸汽的受热面

3.3

热管 heat pipe

依靠自身内部工作液体相变来实现传热的传热元件

3.4

热管失效 failure

热管运行后传热能力或等温性能不能满足规定要求。

4 总则

本文件针对烟道式余热锅炉的特点，按照TSG G7002—2015的有关要求，对其检验项目、检验内容和要求进行了具体规定。定期检验的周期、使用单位的义务、检验机构和检验人员职责、监督管理、检验基本要求按参照符合TSG G7002—2015相关规定。

4.1 准备工作

4.1.1 使用单位的准备工作

使用单位内部检验和外部检验的准备工作，按照TSG G7002—2015的规定，还要做好以下工作：

- a) 提供余热介质的主要特性，了解烟气对设备的影响（如磨损、腐蚀、积灰等），常见余热介质可以参考附录A；
- b) 内部检验时，对烟道进出口应进行可靠隔离，对存在有毒、有害物质的锅炉，应将有毒、有害物质清理干净，并对检验人员进入的区域进行检测，确保其环境符合检验要求。

4.1.2 检验机构的准备工作

检验机构的准备工作，按照TSG G7002—2015的规定，还要做好以下工作：

- a) 确定检验人员，确定外协人员或分包单位，保证各项检验工作能顺利完成。
- b) 检验人员应当按照 TSG G7002—2015 要求对锅炉的资料进行查阅。对于按照 TSG G7002—2015 规定，需要制定检验方案的，应制定检验方案，并告知使用单位。
- c) 确定使用单位在检验开始前依据检验方案应完成的现场准备工作，并及时与使用单位进行沟通，确认现场准备工作的完成情况。

4.2 现场配合以及安全监护

4.2.1 内部检验开始前，对检验人员进行安全交底。

4.2.2 内部检验过程中，做好现场配合以及安全监护工作；检验人员进入烟道、锅筒(壳)、水冷壁进口环形集箱等受限空间进行检验时，进行可靠通风，必要时进行有关气体检测。

4.2.3 检验过程中，派专人做好现场配合及安全监护工作。

4.3 检验方法

4.3.1 内部检验应当根据锅炉的具体情况，一般采用宏观检(抽)查、壁厚测量、几何尺寸测量、无损检测、理化检测、垢样分析和强度校核等方法进行。受压部件无损检测方法应符合 NB/T 47013（所有部分）的要求。

4.3.2 外部检验一般采用资料审查、宏观检(抽)查、见证功能试验等方法进行。

5 余热电站锅炉以外的锅炉定期检验

5.1 技术资料的查阅

技术资料的查阅按照附录B中表B.1的要求执行。

5.2 内部检验的基本要求

余热电站锅炉以外的锅炉内部检验的基本要求：

- a) 内部检验的受压部件包括锅筒、水冷壁、蒸发受热面、热管、集箱、过热器、省煤器、外置式汽水分离器、导汽管、下降管和锅炉范围内管道等；分汽(水、油)缸一般随一台锅炉进行同周期的检验；
- b) 内部检验主要是检查锅炉受压部件是否存在裂纹、起槽、过热、变形、泄漏、腐蚀、磨损、结垢等影响安全的缺陷；对于首次内部检验的锅炉还应当增加如下的检验项目：
 - 1) 锅炉各部件、各部位的应力释放情况、膨胀协调情况；
 - 2) 制造、安装过程中遗留缺陷的变化情况；
 - 3) 当运行与设计存在差异时，锅炉的适应情况。
- c) 对于上次检验存在缺陷的部位以及缺陷修复的部位，应当采用相同的检验方法进行复查，必要时增加其他检验方法。

5.3 内部检验的内容以及要求

受压部件的检验、非受压部件的检验按照附录B中表B. 2、表B. 3的要求执行，对有过热器的A级蒸汽锅炉，内部检验内容以及要求按照本文件6.2条执行。

5.4 外部检验的内容以及要求

锅炉房和锅炉本体、安全附件、仪表和安全保护装置的检验按照附录B中表B. 4、表B. 5的要求执行，有过热器的A级蒸汽锅炉，外部检验内容以及要求按照本文件6.3条执行。

6 余热电站锅炉定期检验

6.1 资料的查阅

按照附录B中表B. 1的要求进行查阅。对于高压及以上余热电站锅炉，还应当查阅金属技术监督、热工技术监督、水汽质量监督等资料，了解锅炉存在的问题及状况。

6.2 内部检验内容以及要求

6.2.1 对于首次内部检验的锅炉还应当增加如下的检验项目：

- a) 锅炉各部件、各部位的应力释放情况、膨胀协调情况；
- b) 制造、安装过程中遗留缺陷的变化情况；
- c) 当运行与设计存在差异时，锅炉的适应情况。

6.2.2 锅炉本体部件、锅炉范围内管道和主要连接管道、其他部件的检验按照附录C中表C. 1、表C. 2、表C. 3的要求执行。

6.3 外部检验内容以及要求

按照附录C中表C. 4的要求执行。

7 缺陷处理

7.1 处理基本原则

检验过程中发现的缺陷，按照合于使用的原则进行以下处理：

- a) 对缺陷进行分析，明确缺陷的性质，存在的位置，以及对锅炉安全经济运行的危害程度，以确定是否需要对缺陷进行消除处理；

- b) 对于重大缺陷的处理，使用单位应当组织进行安全评定或者专家论证，以确定缺陷的处理方式。

7.2 内部检验中发现缺陷的处理

7.2.1 余热电站锅炉缺陷处理

电站锅炉部件存在以下缺陷，应当对相关部件及时安排进行更换：

- a) 管子减薄较大，采取其他处理措施不能保证安全运行到下一次检修；
- b) 碳钢受热面管胀粗量超过公称直径的 3.5%，低合金钢受热面管胀粗量超过公称直径的 2.5%，9%~12%Cr 钢受热面管胀粗量超过公称直径 1.2%，奥氏体不锈钢受热面管胀粗量超过公称直径的 4.5%，管道胀粗量超过公称直径的 1%；
- c) 高温过热器管和高温再热器管表面氧化皮厚度超过 0.6 mm，而且晶界氧化裂纹深度超过 3~5 个晶粒；
- d) 集箱、管子腐蚀点深度大于壁厚的 30%；
- e) 碳钢、钼钢的石墨化程度达到 4 级以上；
- f) 已经产生蠕变裂纹或者疲劳裂纹；
- g) 热管失效数量较多已经影响到锅炉的安全运行（如蒸汽温度异常）。

7.2.2 余热电站锅炉以外的锅炉缺陷处理

缺陷处理按如下原则进行，对有过热器的 A 级蒸汽锅炉缺陷处理，按照本文件 7.2.1 条的要求进行。

- a) 裂纹或者开裂。受压部件内部拉撑件存在裂纹或者开裂时，应当进行更换；受压部件上发现的所有裂纹应当进行消除，必要时进行补焊。对于以下裂纹只能采用挖补或者更换部件的方式进行处理：
 - 1) 封头扳边圆弧的环向裂纹长度超过周长的 25%；
 - 2) 多条裂纹聚集在一起的密集裂纹；
 - 3) 管板上呈封闭状的裂纹；
 - 4) 管孔上向外呈辐射状的裂纹；
 - 5) 连续穿过四个以上孔桥的裂纹；
 - 6) 管板上连续穿过最外围二个以上孔桥的裂纹，或者最外一排孔桥向外延伸的裂纹；
 - 7) 因苛性脆化产生的裂纹；
 - 8) 因疲劳产生的裂纹。
- b) 变形。受压部件的变形满足以下规定时可以予以保留监控，否则应当进行修理（复位、挖补、更换）：
 - 1) 筒体变形高度不超过原直径的 1.5%，并且不大于 20 mm；
 - 2) 管板变形高度不超过管板直径的 1.5%，并且不大于 25 mm；
 - 3) 碳钢受热面管胀粗量不超过公称直径的 3.5%；合金钢受热面管胀粗量不超过公称直径的 2.5%，并且局部鼓包高度不大于 3 mm；
 - 4) 水管管子直段弯曲变形量不超过其长度的 2%或者管子公称直径，烟管管子直段弯曲变形量不超过公称直径；
 - 5) 管子直段变形量超过上述范围，但已查明产生弯曲变形的原因，其材质未发生恶化，与其连接的焊缝没有裂纹等缺陷，并且不会对相邻其他锅炉元件造成不利影响。
- c) 过烧组织。受压部件的材质出现过烧组织，应当判定其范围，并且进行挖补或者更换。
- d) 腐蚀或者磨损减薄。受压部件严重腐蚀或者磨损减薄，应依据 GB/T 16507.4 进行强度校核计算，最小实测壁厚小于最小需要厚度时，应当进行修复（堆焊后磨平、挖补、更换）。

- e) 渗漏。受压部件上的渗漏部位应当修理。
- f) 结垢。锅炉内部的结垢，采用化学清洗时应按照 TSG G5003 进行。
- g) 热管失效。热管失效数量较多已经影响到锅炉的安全运行（如蒸汽温度异常）时，应进行更换。

7.3 外部检验中发现缺陷的处理

锅炉外部检验存在以下缺陷，应告知使用单位立即停炉，并签发意见通知书，报送监察机构，并根据缺陷情况，确定是否进行内部检验：

- a) 承压部件出现严重变形、泄漏及其它危及安全运行的严重缺陷时；
- b) 安全附件、仪表和安全保护装置部分或全部失灵，严重影响锅炉安全运行时；
- c) 承重装置、支吊架损坏严重影响锅炉安全运行时；
- d) 炉墙、炉拱损坏严重影响锅炉安全运行时；
- e) 管道、阀门及辅助设备等发现严重影响锅炉安全运行的缺陷时。

8 检验结论

8.1 出具检验意见通知书

现场检验工作完成后，检验机构应及时汇总检验中发现的问题和缺陷，出具《特种设备检验意见通知书1》并下发给受检单位；对检验中发现锅炉存在严重事故隐患的，还应出具《特种设备检验意见通知书2》，并报送当地特种设备安全监察机构。《特种设备检验意见通知书1》和《特种设备检验意见通知书2》的内容和格式应符合附录D的要求。

8.2 问题和缺陷的整改时限

《特种设备检验意见通知书1》中必须明确使用单位的整改期限，检验机构在确定整改期限时应综合考虑缺陷处理的难易程度和使用单位的停炉检修时间。

8.3 检验结论

检验机构根据检验情况，结合使用单位对缺陷和问题处理或者整改情况的书面回复，参考附录E，做出以下检验结论：

- a) 符合要求，未发现影响锅炉安全运行的问题或者对问题进行整改合格；
- b) 基本符合要求，发现存在影响锅炉安全运行的问题，采取了降低参数运行、缩短检验周期或者对主要问题加强监控等有效措施；
- c) 不符合要求，发现存在影响锅炉安全运行的问题，未对问题整改合格或者未采取有效措施。

9 检验结论复议

使用单位对检验结论有异议，可以向锅炉登记机关或者上级特种设备安全监管部门提请复议。

附 录 A
(资料性)
常见余热介质的特性

余热介质特性见表A. 1。
表中数值为参考值，实际因工艺、设备和运行会有差异，以设计说明书和运行情况为准。

表A. 1 烟道式余热气体特性示例

来源	示例	腐蚀性气体	含灰量 g/Nm ³	余热气体温度 ℃	备注
干熄焦	焦化厂	CO ₂	3~6	800	
焦炉	焦化厂	SO ₂ 、SO ₃	较少	280	
碳素煅烧炉	碳材料厂	SO ₂ 、SO ₃	较少	900	
沸腾煅烧炉	硫铁矿、铅锌矿、 铜精矿	SO ₂ 、SO ₃	100~300	800~900	
水泥窑	水泥制造	窑头/	30	350	
		窑尾 CO ₂	80	330	
镀锌炉	镀锌厂	燃料为天然气: CO ₂ 燃料为煤气 SO ₂ 、SO ₃	/	500	
燃煤石灰窑	石灰厂	SO ₂ 、CO ₂	6~20	300~500	

附 录 B
(规范性)
余热电站锅炉以外的锅炉定期检验

技术资料查阅见表B.1。

表B.1 技术资料的查阅

序号	查阅项目	检验内容及要求	备注
1	锅炉使用登记证	审查锅炉使用登记证的内容，了解、记录登记相关信息及使用单位和管理人员情况。	对于首次检验的锅炉，应当对资料进行全面查阅；对于非首次检验的锅炉，重点查阅新增加和有变更的部分。
2	锅炉出厂设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维护保养说明以及制造监督检验证书或者进口特种设备安全性能监督检验证书；	按照 TSG G0001—2012 第 4.6.1 条要求，查阅以下资料： （1）锅炉图样（包括总图、本体图、安装图和主要受压部件图）； （2）受压元件的强度计算书或者计算结果汇总表； （3）安全阀排放量的计算书或者计算结果汇总表； （4）锅炉质量证明书，包括产品合格证（含锅炉产品数据表）、金属材料证明、焊接质量证明和水（耐）压试验证明等； （5）锅炉安装说明书和使用（设计）说明书； （6）受压元件与设计文件不符的变更资料； （7）热水锅炉的水流程图及水动力计算书或者计算结果汇总表； 产品合格证上应当有检验责任工程师和质量保证工程师签章和单位公章。 对照 TSG G7001—2015 附件 D 的要求，查阅监检证书，了解、记录制造相关信息及存在问题。	
3	锅炉安装竣工资料以及安装监督检验证书；	按照 TSG G0001—2012 第 5.5 条要求，查阅以下竣工资料：图样、工艺文件、施工质量证明文件； 对照 TSG G7001—2015 第 3.1.11 条及附件 D 的要求，查阅监检证书，了解、记录安装相关信息及存在问题。	
4	锅炉改造和重大修理技术资料以及监督检验证书；	如果存在改造和重大修理，按照 TSG G0001—2012 第 5.5 条要求，查阅以下竣工资料：图样、工艺文件、施工质量证明文件； 对照 TSG G7001—2015 第 3.1.11 条及附件 D 的要求，了解、记录改造和重大修理相关信息及存在问题。	
5	锅炉历次检验资料，包括检验报告中提出的缺陷、问题和处理整改措施的落实情况以及安全附件及仪表校验、检定资料等；	查阅历次内部、外部、耐压检验资料，锅炉安全附件及仪表校验、检定资料，气体报警检测装置的检定、校准资料（对有毒有害易燃的余热介质），了解历次检验中存在问题。	

表 B.1 技术资料的查阅（续）

序号	查阅项目	检验内容及要求	备注
6	锅炉历次检查、修理资料；	查阅历次检查、修理资料，了解历次检查、修理中存在问题。	对于首次检验的锅炉，应当对资料进行全面查阅；对于非首次检验的锅炉，重点查阅新增加和有变更的部分。
7	锅炉日常使用记录和锅炉及其系统日常节能检查记录、运行故障和事故记录，	查阅锅炉日常使用记录、水汽化验记录和锅炉及其系统日常节能检查记录、运行故障和事故记录，了解锅炉使用中出现过的问题，以便作为检验重点。	
8	余热介质的主要特性；	了解余热锅炉用加热介质（烟气、尾气等）的成分，及各成分的含量，主要是了解加热介质是否会对受热面造成的磨损、腐蚀，排烟温度、受热面壁温对受热面的腐蚀的影响。	
9	锅炉使用管理制度	管理制度至少包括以下内容： (1)特种设备安全管理机构（需要设置时）和有关人员岗位职责； (2)特种设备经常性维护保养、定期自行检查和有关记录制度； (3)特种设备使用登记、定期检验、锅炉能效测试申请实施管理制度； (4)特种设备隐患排查治理制度； (5)特种设备安全管理人员与作业人员管理和培训制度； (6)特种设备采购、安装、改造、修理、报废等管理制度； (7)特种设备应急救援管理制度； (8)特种设备事故报告和处理制度； (9)高耗能特种设备节能管理制度。	外检时查阅
10	锅炉作业人员和锅炉相关管理人员的资格证件	是否符合 TSG 08 的要求，是否持证上岗。	外检时查阅
11	其他技术资料。	检验人员认为需要查阅的其他技术资料。	

锅炉受压部件的检验见表B.2。

表B.2 锅炉受压部件的检验

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
1	锅筒、集箱	宏观检查	(1)抽查内外表面和对接焊缝以及热影响区，是否有裂纹； (2)抽查人孔圈、手孔圈、下降管等处的角焊缝表面，是否有裂纹； (3)抽查锅筒底部、管孔区、水位线附近、进水管与锅筒或者集箱连接处、排污管与锅筒或者集箱连接处、集箱内外表面，是否有明显腐蚀、磨损减薄； (4)从锅筒内部检查水位表、压力表等的连通管，是否有堵塞； (5)抽查受高温辐射和存在较大应力的部位，是否有明显变形或者裂纹； (6)抽查胀接口是否严密，胀接管口和孔桥是否有裂纹或者苛性脆化； (7)抽查受高温辐射热或者介质温度较高部位的受热面，是否有明显过热、胀粗、变形，是否有结垢现象，对结垢的区域检查其结垢厚度； (8)抽查锅筒、集箱介质侧，是否有结垢； (9)抽查热管和套管与集箱的角焊缝、热管与筒体的角焊缝，以及集箱或筒体孔桥是否有裂纹、腐蚀、泄漏或者其他超标缺陷； (10)对于锅筒内采用热管冷凝器作为换热装置的，抽查气管和液管管座以及角焊缝，是否有裂纹或者其他超标缺陷；抽查锅筒内冷凝器管子是否有裂纹或者其他超标缺陷。	
		几何尺寸测量	对锅筒变形部位和集箱变形、胀粗进行测量。	
		壁厚测量	对锅筒和集箱的表面磨损、腐蚀的区域进行测量，通过测量判断腐蚀、磨损的情况，对减薄严重的部位应进行强度校核。	
		强度校核	必要时，根据腐蚀或磨损部位的最小实测壁厚，进行强度校核。	
		无损检测（MT、PT）	对宏观检查怀疑有裂纹的地方，尤其是结垢严重的区域，进行无损检测，予以进一步确认。	
		金相检测	根据过热、胀粗、变形部位的状况，确认是否进行检测，确认材质状况。	

表 B.2 锅炉受压部件的检验（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
2	管子	宏观检查	(1)抽查蒸发受热面管、水冷壁管、省煤器管、热管、吹灰口附近等受烟气高速冲刷部位和易受低温腐蚀的尾部烟道管束，是否有明显腐蚀、磨损； (2)抽查受高温辐射热或者介质温度较高部位的管子，是否有明显过热、胀粗、变形； (3)抽查管子表面，是否有裂纹； (4)抽查管子介质侧，是否有结垢； (5)抽查翅片管翅片表面，翅片与母管结合部位是否完好，翅片是否完好、是否有磨损、烧损现象。间距是否正常，弯头部位挡烟板是否按要求进行了密封； (6)抽查热管是否胀粗、变形、鼓包、磨损、裂纹；是否明显失效；翅片是否有磨损、腐蚀； (7)检查管束积灰情况。	
		壁厚测量	对管子外表面有明显腐蚀、磨损减薄的部位进行测厚，减薄严重的管子应进行强度校核。	
		强度校核	必要时，根据腐蚀或磨损部位的最小实测壁厚，进行强度校核。	
		几何尺寸测量	对有明显过热、胀粗、变形部位的管子进行测量。	
		无损检测（MT、PT）	对上述区域怀疑有裂纹的地方，进行无损检测抽查，确认是否有裂纹。	
		金相检测	根据过热、胀粗、变形部位的状况，确认是否进行检测，确认材质状况。	
3	汽水连接管、主蒸汽管道、主给水管	宏观检查	(1)抽查锅炉范围内管道，是否有明显腐蚀或者裂纹； (2)抽查介质温度较高部位的锅炉范围内管道，是否有明显胀粗、变形； (3)抽查锅炉范围内管道支吊架，是否有松动、裂纹、脱落、变形、腐蚀，焊缝是否有开裂； (4)吊架是否有失载、过载现象； (5)吊架螺帽是否有松动。	
		壁厚测量	对锅炉范围内管道腐蚀、磨损的部位进行测量，对减薄严重的部位应进行强度校核。	
		强度校核	必要时，根据腐蚀或磨损部位最小实测壁厚，进行强度校核。	
		几何尺寸测量	对宏观检查有明显胀粗、变形的管道进行测量。	
		无损检测（MT、PT）	对怀疑有裂纹的部位进行抽查，确认锅炉范围内管道是否有裂纹。	
		金相检测	根据胀粗部位的状况，运行是否超温等情况，确认是否进行检测，确认材质状况。	

表 B.2 锅炉受压部件的检验（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
4	阀门	宏观检查	(1)抽查阀门型式、规格是否满足锅炉运行要求，阀体外表面是否有明显腐蚀、裂纹、泄漏、铸(锻)造缺陷； (2)必要时抽查阀体内表面，是否有明显腐蚀、裂纹、铸(锻)造缺陷，密封面是否有损伤。	
		无损检测（MT、PT）	对怀疑有裂纹的部位进行抽查，确认是否有裂纹。	
5	分汽（水）缸	宏观检查	(1)检查分汽（水、油）缸是否有泄漏或者其他超标缺陷； (2)检查阀门和保温，是否完好； (3)检查安全附件外观，是否有超标缺陷。	
		壁厚测量	对腐蚀减薄部位进行测量，严重的部位应进行强度校核。	
		强度校核	必要时，根据减薄部位的最小实测壁厚，进行强度校核。	

非受压部件的检验见表B.3。

表B.3 非受压部件的检验

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
1	支撑件	宏观检查	抽查承受锅炉载荷或者限制锅炉受压部件变形量的主要支撑件，是否有明显过热、过烧、变形，吊耳、支座与锅筒或者集箱连接角焊缝是否有裂纹或者其他超标缺陷。	
		无损检测（MT、PT）	对连接角焊缝怀疑有裂纹的部件进行检测，确认是否有裂纹。	
		几何尺寸测量	承受锅炉载荷或者限制锅炉受压部件变形量的主要支撑件有明显变形的部位。	
2	烟道	宏观检查	耐火层是否有脱落；烟道隔离闸板是否变形，卡阻；烟道连接是否密封良好。	
3	炉顶、炉墙、保温	宏观检查	抽查炉顶、炉墙，是否开裂、变形，保温层是否破损。	

锅炉房和锅炉本体见表B.4。

表B.4 锅炉房和锅炉本体

序号	检验项目	检验内容	检验要求	备注
1	锅炉安置环境和承重装置	1. 锅炉铭牌	是否齐全，挂放位置是否醒目。	
		2. 安全通道	锅炉周围的安全通道是否畅通。	
		3. 照明设施	是否完好，是否满足操作要求。	
		4. 防火、防雷、防风、防雨、防冻、防腐等设施	是否齐全、完好。	
		5. 承重结构	是否有裂纹、脱落、变形、腐蚀、卡死，吊架。	
		6. 支吊架	是否有失载、过载现象，吊架螺帽是否有松动。	
2	锅炉本体和锅炉范围内管道	1. 受压部件可见部位	从窥视孔、门孔等部位检查受压部件可见部位，是否有明显变形、结焦、泄漏。	
		2. 耐火砌筑、烟道	从窥视孔、门孔等部位检查内部耐火砌筑是否有破损、脱落；从外部检查是否有漏烟、变形等问题，判断耐火砌筑是否完好；烟道密封情况是否良好，是否有开裂、破损、漏烟现象；膨胀节是否伸缩自如，是否有明显变形或者开裂；各门孔是否完好。	
		3. 除灰设备	运转是否正常，是否有卡塞现象。	
		4. 管接头、法兰、各种孔圈等可见部位	检查管接头可见部位、法兰、人孔、头孔、手孔、清洗孔、检查孔、观察孔、水汽取样孔周围，是否有明显腐蚀、渗漏。	
		5. 管道与阀门	抽查是否有泄漏，参数是否相匹配，管道阀门标志是否符合要求，阀门是否有开关方向标志和设备命名统一编号，重要阀门是否有开度指示和限位装置。	
		6. 分汽(水、油)缸	是否有明显变形、泄漏，保温是否脱落。	
		7. 膨胀指示器	是否完好，指示值是否在规定的范围之内。	
		8. 炉墙、炉顶	是否有开裂、破损、脱落、漏烟、漏灰和明显变形，炉墙是否有异常振动。	
		9. 本体及管道的保温	是否有明显变形、破损、脱落。	
		10. 防爆门	是否完好，排放方向是否朝向人行通道。	

安全附件、仪表和安全保护装置见表B.5。

表B.5 安全附件、仪表和安全保护装置

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
1	安全阀	资料审查	(1) 审查控制式安全阀控制系统定期试验记录, 是否符合要求; (2) 审查安全阀定期校验记录或者报告, 是否符合相关要求并且在有效期内, 整定压力等校验结果是否记入锅炉技术档案。	根据现场运行情况, 具备条件时, 可进行实操, 也可模拟, 不具备条件时, 应审查资料。
		宏观检查	(1) 检查安全阀的安装、数量、型式、规格, 是否符合《锅规》要求; (2) 检查弹簧式安全阀防止随意拧动调整螺钉的装置、杠杆式安全阀防止重锤自行移动的装置和限制杠杆越出的导架, 是否完好; 检查控制式安全阀的动力源和电源是否可靠; (3) 检查安全阀, 运行时是否有泄漏, 排汽、疏水是否畅通, 排汽管、放水管是否引到安全地点; 如果装有消音器, 消音器排汽小孔是否有堵塞、积水、结冰。	
		功能试验	在不低于 75 %的工作压力下, 由锅炉操作人员进行手动排放试验, 验证安全阀密封性以及阀芯是否锈死。	
2	压力测量装置	资料审查	审查压力表检定或者校准记录、报告或者证书, 是否符合相关要求并且在有效期内。	
		宏观检查	(1) 检查压力表的装设部位、精确度、量程、表盘直径, 是否符合《锅规》要求; (2) 抽查压力表刻度盘, 是否在刻度盘上有高限压力指示标志; (3) 抽查压力表, 表盘是否清晰, 是否有泄漏, 玻璃是否有损坏, 压力取样管及阀门是否有泄漏; (4) 抽查同一系统内相同位置的各压力表示值, 是否在允许误差范围内。	
		功能试验	由锅炉操作人员进行压力表连接管吹洗, 检查压力表连接管是否畅通。	
3	水位测量与示控装置	资料审查	审查远程水位测量装置与就地水位表校对记录, 其示值是否在允许误差范围内。	
		宏观检查	(1) 检查直读式水位表的数量、装设、结构和远程水位测量装置的装设, 是否符合《锅规》要求; (2) 检查水位表, 是否设有最低、最高安全水位和正常水位的明显标志, 水位是否清晰可见, 远程监控水位图像是否清晰; (2) 检查分段水位表, 是否有水位盲区; 双色水位表汽水分界面是否清晰, 无盲区; (3) 检查就地水位表, 是否连接正确、支撑牢固, 保温是否完好, 疏水管是否引到安全地点; (4) 抽查电接点水位表, 接点是否有泄漏。	

表 B.5 安全附件、仪表和安全保护装置（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
4	温度测量装置	资料审查	审查温度测量装置校验或者校准记录、报告，是否符合相关要求并且在有效期内。	
		宏观检查	(1) 检查温度测量装置的装设位置、量程，是否符合《锅规》要求； (2) 抽查温度测量装置，是否运行正常、指示正确，测量同一温度的示值是否在允许误差范围内； (3) 抽查螺纹固定的测温元件，是否有泄漏。	
5	安全保护装置	资料审查	(1) 审查有关超压报警记录和超压联锁保护装置动作整定值，是否低于安全阀较低整定压力值； (2) 审查有关超温报警记录，验证报警装置是否灵敏、可靠。	
		宏观检查	(1) 检查高、低水位报警和低水位联锁保护装置的装设，是否符合《锅规》要求； (2) 检查蒸汽超压报警和联锁保护装置的装设，是否符合《锅规》要求； (3) 检查超温报警装置和联锁保护装置的装设，是否符合《锅规》要求。	
		功能试验	(1) 对高、低水位报警和低水位联锁保护装置，见证锅炉操作人员进行功能模拟试验，验证其是否灵敏、可靠； (2) 对蒸汽超压报警和联锁保护装置，见证锅炉操作人员进行功能试验，验证报警和联锁压力值是否正确； (3) 对超温报警装置和联锁保护装置，见证锅炉操作人员进行超温报警和联锁保护功能试验。	
6	排污和放水装置	宏观检查	检查排污阀与排污管，是否有异常振动或者渗漏。	
		功能试验	见证锅炉操作人员进行排污试验，验证排污管畅通情况以及排污时管道是否异常振动。	
7	辅助设备及系统	资料审查	审查汽水化验记录和化验项目，是否齐全、有效，水汽品质是否符合相关标准的要求；是否按 TSG G5001 和 TSG G5002 的要求，进行了水质检验。	
		宏观检查	(1) 抽查风机，是否运转正常； (2) 检查水汽取样器配置，是否符合《锅规》要求。	
8	热水锅炉特殊要求	宏观检查	检查热水锅炉的集气装置、排气阀、泄放管、排污阀（放水阀）、除污器、定压和循环水的膨胀装置、自动补给水装置、循环泵停泵联锁装置等，是否符合《锅规》要求。	

附 录 C
(规范性)
余热电站锅炉的检验

锅炉本体部件的检验见表C.1。

表C.1 锅炉本体部件的检验

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
1	锅筒	宏观检查	(1)抽查表面可见部位, 是否有明显腐蚀、结垢、裂纹等缺陷; (2)抽查内部装置, 是否完好; 抽查汽水分离装置、给水装置和蒸汽清洗装置, 是否有脱落、开焊现象; (3)抽查下降管孔、给水管套管以及管孔、加药管孔、再循环管孔、汽水引入引出管孔、安全阀管孔等, 是否有明显腐蚀、冲刷、裂纹等缺陷; (4)抽查水位计的汽水连通管、压力表连通管、水汽取样管、加药管、连续排污管等是否完好, 管孔是否有堵塞; (5)抽查内部预埋件的焊缝表面, 是否有裂纹; (6)检查人孔密封面, 是否有划痕和拉伤痕迹; 检查人孔铰链座连接焊缝表面, 是否有裂纹; (7)抽查安全阀管座、加强型管接头以及角焊缝, 是否有裂纹或者其他超标缺陷; (8)抽查锅筒与吊挂装置, 是否接触良好; 吊杆装置是否牢固, 受力是否均匀; 支座是否有明显变形, 预留膨胀间隙是否足够, 方向是否正确; (9)对于锅筒内带有给水加热器的, 抽查进出水管管座以及角焊缝, 是否有裂纹或者其他超标缺陷; 抽查锅筒内给水加热器管子是否有裂纹或者其他超标缺陷。	
		几何尺寸测量	对变形部位和有怀疑的部位进行测量。	
		壁厚测量	对腐蚀、变形部位进行测量, 判断减薄情况。	
		强度校核	必要时, 根据腐蚀或磨损部位最小实测壁厚, 进行强度校核。	
		腐蚀产物及垢样分析	根据现场检验情况, 需要时, 应进行分析。	

表 C.1 锅炉本体部件的检验（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
1	锅筒	无损检测 (MT、PT、UT)	(1) 对内表面纵、环焊缝以及热影响区进行表面无损检测抽查，抽查比例一般为 20%，抽查部位应当尽量包括 T 字焊缝； (2) 对纵、环焊缝进行超声检测抽查，纵焊缝抽查比例一般为 20%，环焊缝抽查比例一般为 10%，抽查部位应当尽量包括 T 字焊缝； (3) 对集中下降管、给水管管座角焊缝进行 100% 表面无损检测以及 100% 超声检测；对分散下降管管座角焊缝进行表面无损检测抽查，抽查比例一般为 20%； (4) 对安全阀、再循环管管座角焊缝进行 100% 表面无损检测； (5) 对汽水引入管、引出管等管座角焊缝进行表面无损检测抽查，抽查比例一般为 10%。	运行时间 超过 5 万 小时
2	水冷壁集箱和蒸发受热面集箱	宏观检查	(1) 抽查集箱外表面，是否有明显腐蚀； (2) 抽查管座角焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷； (3) 抽查进口集箱内部，是否有异物堆积、明显腐蚀，排污(放水)管孔是否堵塞，水冷壁和蒸发受热面进口节流圈是否有脱落、堵塞、明显磨损；对于内部有挡板的集箱，抽查内部挡板是否开裂、倒塌； (4) 检查环形集箱人孔和人孔盖密封面，是否有径向划痕； (5) 抽查集箱与支座，是否接触良好，支座是否完好、是否有明显变形；预留膨胀间隙是否足够，方向是否正确；抽查吊耳与集箱连接焊缝，是否有裂纹或者其他缺陷； (6) 抽查热管和套管与集箱的角焊缝是否有裂纹、腐蚀或者其他超标缺陷。	
		壁厚测量	对集箱外表面腐蚀部位，进行测量。	
		强度校核	对腐蚀减薄严重部位，根据最小测量壁厚进行校核，确认是否可以安全运行至下一周期。	
		几何尺寸测量	对变形部位和有怀疑的部位进行测量。	
		无损检测 (MT、PT、UT)	(1) 对吊耳与集箱连接焊缝有怀疑的部位，应进行表面无损检测，确认是否有裂纹或者其他缺陷； (2) 对于启动频繁的锅炉，对集箱封头焊缝、环形集箱弯头对接焊缝、管座角焊缝进行表面无损检测抽查，集箱封头焊缝、环形集箱弯头对接焊缝抽查比例一般为 10%，管座角焊缝抽查比例一般为 1%，必要时进行超声检测；条件具备时，应当对集箱孔桥部位进行无损检测抽查。	
			(1) 对集箱封头焊缝、环形集箱对接焊缝进行表面无损检测抽查，抽查比例一般为 20%，必要时进行超声检测； (2) 对环形集箱人孔角焊缝、管座角焊缝进行表面无损检测抽查，抽查比例一般为 5%； (3) 条件具备时，对集箱孔桥部位进行无损检测抽查。	运行时间 超 过 10 万小时
		金相检测	根据宏观检查结果和运行（是否有运行事故、是否超温等）情况，确认是否进行检测，确认材质状况。	

表 C.1 锅炉本体部件的检验（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
3	水冷壁管和蒸发受热面管	宏观检查	(1)抽查锅炉烟道入口以及热负荷较高区域水管，是否有明显结焦、高温腐蚀、过热、变形、磨损、鼓包，鳍片是否有烧损、开裂，鳍片与水管的连接焊缝是否有开裂、超标咬边、漏焊； (2)抽查顶棚管、包墙管，是否有明显过热、胀粗、变形；抽查包墙水冷壁与包墙过热器交接位置的鳍片，是否有开裂； (3)抽查凝渣管，是否有明显过热、胀粗、变形、鼓包、磨损、裂纹； (4)抽查膜式水冷壁吹灰器孔、人孔、打焦孔以及观火孔周围的水冷壁管，是否有明显磨损、鼓包、变形、拉裂，鳍片是否有烧损、开裂； (5)抽查膜式水冷壁，是否有严重变形、开裂，鳍片与水冷壁管的连接焊缝(重点检查直流锅炉分段引出引入管处嵌装的短鳍片与水冷壁管的连接焊缝)是否有开裂、超标咬边、漏焊； (6)抽查起定位、夹持和承重作用的水冷壁管、吊挂管，是否有明显磨损、变形，与膜式水冷壁连接处的鳍片是否有裂纹； (7)抽查水冷壁固定件，是否有明显变形和损坏脱落；抽查水冷壁管与固定件的连接焊缝，是否有裂纹、超标咬边； (8)抽查翅片管翅片表面，翅片是否有磨损、腐蚀。间距是否正常，弯头部位挡烟板是否按要求进行了密封； (9)抽查热管是否胀粗、变形、鼓包、磨损、裂纹；是否明显失效；翅片是否有磨损、腐蚀； (10)抽查吹灰器、机械除灰装置附近的管子，是否有裂纹、变形和明显吹损。	
		壁厚测量	对锅炉烟道入口以及热负荷较高区域水管定点测厚，磨损、腐蚀减薄严重部位进行测量。	
		割管检查	锅炉烟道入口以及热负荷较高区域水管，割管检查内壁结垢、腐蚀情况，测量加热侧、背侧垢量，分析垢样成分。	
		强度校核	对磨损、腐蚀减薄严重部位，进行校核，确认是否可以安全运行至下一周期。	
		几何尺寸测量	对胀粗、变形、鼓包的管子进行测量。	
		无损检测(MT、PT)	对怀疑有裂纹的部位进行检测，确认缺陷情况。	
		金相检测	根据宏观检查、割管检查结果和运行情况，确认是否进行检测，确认材质状况。	
4	省煤器集箱	宏观检查	(1)抽查进口集箱内部，是否有异物，内壁是否有明显腐蚀； (2)抽查集箱短管接头角焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷； (3)抽查集箱支座，是否完好，是否与集箱接触良好；预留膨胀间隙是否足够，方向是否正确；抽查吊耳与集箱连接焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷； (4)抽查烟道内集箱的防磨装置，是否完好，集箱是否有明显磨损； (5)抽查热管和套管与集箱的角焊缝和孔桥是否有裂纹、腐蚀、泄漏或者其他超标缺陷。	

表 C.1 锅炉本体部件的检验（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
4	省煤器集箱	无损检测 (MT、PT)	对有怀疑的部位进行无损检测，确认缺陷情况。	
			对集箱封头焊缝进行表面无损检测抽查，抽查比例一般为 20 % 并且不少于 1 条焊缝。	运行时间超过 10 万小时
5	省煤器管	宏观检查	(1) 检查每组上部管排、弯头附近的管子和存在烟气走廊附近管子的磨损、腐蚀、减薄情况； (2) 抽查管排平整度以及间距，管排间距是否均匀，是否有烟气走廊、异物、管子明显出列以及明显灰焦堆积； (3) 抽查管子和弯头以及吹灰器、阻流板、固定装置区域管子，是否有明显磨损； (4) 抽查省煤器悬吊管，是否有明显磨损，焊缝表面是否有裂纹或者其他超标缺陷； (5) 抽查支吊架、管卡、阻流板、防磨瓦等是否有脱落、明显磨损；防磨瓦是否转向，与管子相连接的焊缝是否开裂、脱焊； (6) 抽查低温省煤器管，是否有低温腐蚀； (7) 抽查膜式省煤器鳍片焊缝，两端是否有裂纹； (8) 抽查省煤器翅片管翅片表面，翅片是否有磨损。间距是否正常，弯头部位挡烟板是否按要求进行了密封； (9) 抽查热管是否胀粗、变形、鼓包、磨损、裂纹；是否明显失效；翅片是否有磨损、腐蚀。	
		壁厚测量	(1) 对每组上部管排、弯头附近的管子和存在烟气走廊附近管子有怀疑的部位进行壁厚抽查； (2) 对管子和弯头以及吹灰器、阻流板、固定装置区域管子，有磨损现象的，进行壁厚测量； (3) 对有磨损迹象的省煤器悬吊管，进行壁厚测量； (4) 对防磨瓦已经转向，有磨损迹象的管子进行壁厚测量。	
		强度校核	必要时，对磨损、腐蚀减薄严重部位，进行校核，确认是否可以安全运行至下一周期。	
		割管或内窥镜 检查	检查省煤器进口端管子内壁，是否有严重结垢和氧腐蚀。	运行时间超过 5 万小时
6	过热器、 再热器集 箱和集汽 集箱	宏观检查	(1) 抽查集箱表面，是否有严重氧化、明显腐蚀和变形； (2) 抽查集箱环焊缝、封头与集箱筒体对接焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷； (3) 抽查吊耳、支座与集箱连接焊缝和管座角焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷； (4) 抽查集箱与支吊装置，是否接触良好；吊杆装置是否牢固；支座是否完好，是否有明显变形；预留膨胀间隙是否足够，方向是否正确； (5) 抽查安全阀管座角焊缝以及排气、疏水、取样、充氮等管座角焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷。	

表 C.1 锅炉本体部件的检验（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
6	过热器、再热器集箱和集汽集箱	无损检测	(1) 对集箱环焊缝、封头与集箱筒体对接焊缝表面，有怀疑时，应进行表面无损检测； (2) 条件具备时，对出口集箱引入管孔桥部位进行超声检测； (3) 对吊耳、支座与集箱连接焊缝和管座角焊缝表面，有怀疑时，应进行表面无损检测； (4) 对安全阀管座角焊缝以及排气、疏水、取样、充氮等管座角焊缝表面，有怀疑时，应进行表面无损检测； (5) 对 9%~12%Cr 系列钢材料制造集箱的环焊缝进行表面无损检测以及超声检测抽查，抽查比例一般为 10%并且不少于 1 条焊缝。	
			(1) 对高温过热器、高温再热器集箱和集汽集箱环焊缝、管座角焊缝进行表面无损检测抽查，一般每个集箱抽查不少于 1 条环焊缝，必要时进行超声检测或者射线检测，管座角焊缝抽查比例一般为 5 %； (2) 对过热器、再热器集箱以及集汽集箱吊耳和支座角焊缝进行表面无损检测抽查，一般同级过热器、再热器集箱抽查各不少于 1 个。	运行时间超过 5 万小时
		硬度和金相检测	对 9 %~12 %Cr 系列钢材料制造集箱的环焊缝、热影响区和母材进行硬度和金相检测抽查，同级过热器和再热器进口、出口集箱环焊缝、热影响区和母材至少分别抽查 1 处。	
			(1) 对高温过热器、高温再热器集箱和集汽集箱环焊缝、热影响区以及母材进行硬度和金相检测抽查，一般每个集箱抽查不少于 1 处； (2) 条件具备时，对高温过热器、高温再热器出口集箱以及集汽集箱引入管孔桥部位进行硬度和金相检测抽查。	运行时间超过 10 万小时
7	过热器和再热器管	宏观检查	(1) 抽查管排间距，是否均匀，是否有明显变形、移位、碰磨、积灰和烟气走廊；对于烟气走廊区域的管子，检查是否有明显磨损； (2) 抽查过热器和再热器管，是否有明显磨损、腐蚀、胀粗、鼓包、氧化、变形、碰磨、机械损伤、结焦、裂纹； (3) 抽查穿墙(顶棚)处管子，是否有碰磨； (4) 抽查穿顶棚管子与高冠密封结构焊接的密封焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷； (5) 抽查吹灰器、机械除灰装置附近的管子，是否有裂纹、变形和明显吹损； (6) 抽查管子的膨胀间隙，是否有膨胀受阻现象； (7) 抽查管子以及管排的悬吊结构件、管卡、梳形板、阻流板、防磨瓦等，是否有烧损、脱焊、脱落、移位、明显变形和磨损，重点检查是否存在损伤管子等情况； (8) 审查氧化皮剥落堆积检查记录或者报告，是否记载有氧化皮剥落严重堆积情况； (9) 抽查水平烟道区域包墙过热器管鳍片，是否有明显烧损、开裂。	
		几何尺寸测量	(1) 抽查高温出口段管子，检查是否有胀粗情况； (2) 对鼓包、变形、胀粗的管子和有怀疑的管子进行测量，确认缺陷情况。	

表 C.1 锅炉本体部件的检验（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
7	过热器和再热器管	壁厚测量	(1) 对于烟气走廊区域的管子和其它有明显磨损、机械损伤的管子，应进行壁厚测量； (2) 对吹灰器附近有明显吹损的管子，应进行厚度测量。 (3) 对胀粗、鼓包、变形的管子，应抽查其壁厚。	
		金相检测	抽查高温出口段管子的金相组织。	
		力学性能试验	根据高温出口段管子的金相组织和胀粗情况，确定是否进行力学性能试验。	
		无损检测	对不锈钢连接的异种钢焊接接头和采用 12Cr2MoWVTiB、12Cr3MoVSiTiB、07Cr2MoW2VNbB 等材质易产生再热裂纹的焊接接头进行无损检测抽查，抽查比例一般为 1 %。	运行时间超过 5 万小时
8	减温器和汽-汽热交换器	宏观检查	(1) 抽查减温器筒体表面，是否有严重氧化、明显腐蚀、裂纹等缺陷； (2) 抽查减温器筒体环焊缝、封头焊缝、内套筒定位螺栓焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷； (3) 抽查吊耳、支座与集箱连接焊缝和管座角焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷； (4) 抽查混合式减温器内套筒以及喷水管，内套筒是否有严重变形、移位、裂纹、开裂、破损，固定件是否有缺失、损坏；喷水孔或者喷嘴是否有明显磨损、堵塞、裂纹、开裂、脱落；筒体内壁是否有裂纹和明显腐蚀； (5) 抽芯检查面式减温器内壁和管板，是否有裂纹和明显腐蚀； (6) 抽查减温器筒体的膨胀，是否有膨胀受阻情况； (7) 抽查汽-汽热交换器套管或者套筒外壁，是否有裂纹、明显腐蚀、氧化，抽查进口、出口管管座角焊缝表面，是否有裂纹或者其他超标缺陷；条件具备时，抽查套筒式汽-汽热交换器套筒内壁以及芯管外壁是否有裂纹。	本文件所指的减温器包括过热器之间的减温器、再热器之间的减温器和再热蒸汽冷段管道上的减温器。
		无损检测	(1) 对减温器筒体环焊缝、封头焊缝、内套筒定位螺栓焊缝表面怀疑有裂纹或者其他超标缺陷，应进行表面无损检测； (2) 对吊耳、支座与集箱连接焊缝和管座角焊缝表面，怀疑有裂纹或者其他超标缺陷，应进行表面无损检测； (3) 对汽-汽热交换器套管或者套筒外壁，进口、出口管管座角焊缝表面，怀疑有裂纹或者其他超标缺陷，应进行表面无损检测。 对筒体的环焊缝和管座角焊缝进行表面无损检测抽查，抽查比例一般各为 20% 并且各不少于 1 条焊缝，必要时进行超声或者射线检测。	运行时间超过 5 万小时
		水压试验	面式减温器还应当对不少于 50 % 的芯管进行不低于 1.25 倍工作压力的水压试验，检查是否有泄漏。	

表 C.1 锅炉本体部件的检验（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
9	外置式分离器、汽水(启动)分离器和贮水罐(箱)	宏观检查	(1)抽查筒体表面,是否有明显腐蚀、裂纹; (2)抽查汽水切向引入区域筒体壁厚,是否有冲刷减薄; (3)抽查封头焊缝、引入和引出管座角焊缝表面,是否有裂纹或者其他超标缺陷; (4)抽查筒体与吊挂装置,是否接触良好,吊杆装置是否牢固,受力是否均匀;支座是否完好,是否有明显变形,预留膨胀间隙是否足够,方向是否正确。	
		宏观检查	抽查内部装置,是否有脱落、缺失。	运行时间超过 5 万小时
		无损检测	对封头焊缝、引入和引出管座角焊缝表面,怀疑有裂纹或者其他超标缺陷,应进行表面无损检测。	
			(1)对纵、环焊缝以及热影响区进行表面无损检测抽查,抽查比例一般为 20%,抽查部位应当包括所有 T 字焊缝; (2)对纵、环焊缝进行超声检测抽查,纵焊缝抽查比例一般为 20%,环焊缝抽查比例一般为 10%,抽查部位应当包括所有 T 字焊缝; (3)对引入管、引出管等管座角焊缝进行表面无损检测抽查,抽查比例一般为 10%。	运行时间超过 5 万小时

锅炉范围内管道和主要连接管道的检验见表C.2。

表C.2 锅炉范围内管道和主要连接管道的检验

序号	检验部件	检验项目	检验内容及要求	备注
1	锅炉范围内管道和主要连接管道(包括锅炉各段受热面集箱、锅筒、汽水(启动)分离器、汽-汽热交换器之间的连接管道;汽水(启动)分离器与分离器储水箱之间的连接管道;分离器储水箱与锅炉蒸发受热面进口之间的循环管道;喷水减温器喷水调节阀(不含)与减温器筒体之间的连接管道等)	宏观检查	(1)抽查主给水管道、主蒸汽管道、再热蒸汽管道和主要连接管道,是否有严重氧化、明显腐蚀、皱褶、重皮、机械损伤、变形、裂纹; (2)抽查主给水管道、主蒸汽管道、再热蒸汽管道和主要连接管道焊缝表面,是否有裂纹或者其他超标缺陷; (3)抽查安全阀管座角焊缝以及排气、疏水、取样等管座角焊缝表面,是否有裂纹或者其他超标缺陷; (4)抽查主给水管道、主蒸汽管道、再热蒸汽管道和主要连接管道支吊装置,是否完好牢固,承力是否正常,是否有过载、失载,减振器是否完好,液压阻尼器液位是否正常,是否有渗油现象; (5)已安装蠕变测点的主蒸汽管道、再热蒸汽管道,审查蠕变测量记录,是否符合有关要求; (6)元件组合装置除进行上述检查外,还要核实结构是否符合要求,是否有监督检验证书或者经核准的检验检测机构检验合格的检验报告。	

表 C.2 锅炉范围内管道和主要连接管道的检验（续）

序号	检验部件	检验项目	检验内容及要求	备注
1	锅炉范围内管道和主要连接管道（包括锅炉各段受热面集箱、锅筒、汽水(启动)分离器、汽-汽热交换器之间的连接管道；汽水(启动)分离器与分离器储水箱之间的连接管道；分离器储水箱与锅炉蒸发受热面进口之间的循环管道；喷水减温器喷水调节阀(不含)与减温器筒体之间的连接管道等)	几何尺寸测量	审查采用中频加热工艺制造并且工作温度大于或者等于 450℃ 弯管的圆度测量记录，必要时进行测量。	运行时间超过 10 万小时
		壁厚测量	抽查主给水管道的、主蒸汽管道、再热蒸汽管道和主要连接管道，直管段和弯头(弯管)背弧面厚度，确认其减薄情况；	
		硬度和金相检测	对主蒸汽管道和再热蒸汽热段管道对接焊接接头和弯头(弯管)进行硬度和金相检测抽查，抽查比例一般各为对接焊接接头数量和弯头(弯管)数量的 5%，并且各不少于 1 点；对于 9%~12%Cr 钢材料制造的主蒸汽管道、再热蒸汽热段管道和蒸汽主要连接管道对接焊接接头和弯头(弯管)进行硬度和金相检测抽查，抽查比例一般各为对接焊接接头数量和弯头(弯管)数量的 10%，并且各不少于 1 点。	启动频繁的锅炉，还应当根据实际情况适当增加检验比例
			对工作温度大于或者等于 450℃ 的主蒸汽管道、再热蒸汽管道、蒸汽主要连接管道的对接焊接接头和弯头(弯管)进行硬度和金相检测抽查，抽查比例一般各为对接焊接接头数量和弯头(弯管)数量的 5%，并且各不少于 1 点。	运行时间超过 5 万小时
			对工作温度大于或者等于 450℃ 的碳钢、钼钢管道进行石墨化和珠光体球化检测。	运行时间超过 10 万小时
		无损检测	(1) 对主给水管道的、主蒸汽管道、再热蒸汽管道和主要连接管道焊缝表面，怀疑有裂纹或者其他超标缺陷，应进行表面无损检测； (2) 对安全阀管座角焊缝以及排气、疏水、取样等管座角焊缝表面，怀疑有裂纹或者其他超标缺陷，应进行表面无损检测； (3) 对蒸汽主要连接管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测抽查，抽查比例一般为 1%，并且不少于 1 条焊缝，重点检查与弯头(弯管)、三通、阀门和异径管相连接的对接焊缝；对蒸汽主要连接管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测抽查，抽查比例一般为弯头(弯管)数量的 1%，并且不少于 1 个弯头(弯管)； (4) 对主蒸汽管道和再热蒸汽热段管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测抽查，抽查比例一般各为 10%，并且各不少于 1 条焊缝，重点检查与弯头(弯管)、三通、阀门和异径管相连接的对接焊缝；对主蒸汽管道和再热蒸汽热段管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测抽查，抽查比例一般各为弯头(弯管)数量的 10%，并且各不少于 1 个弯头(弯管)； (5) 对主给水管道的和再热蒸汽冷段管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测抽查，一般各不少于 1 条焊缝，重点检查与弯头(弯管)、三通、阀门和异径管相连接的对接焊缝；对主给水管道的和再热蒸汽冷段管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测抽查，一般各不少于 1 个弯头(弯管)。	启动频繁的锅炉，还应当根据实际情况适当增加检验比例

表 C.2 锅炉范围内管道和主要连接管道的检验（续）

序号	检验部件	检验项目	检验内容及要求	备注
1	锅炉范围内管道和主要连接管道 (包括锅炉各段受热面集箱、锅筒、汽水(启动)分离器、汽-汽热交换器之间的连接管道；汽水(启动)分离器与分离器储水箱之间的连接管道；分离器储水箱与锅炉蒸发受热面进口之间的循环管道；喷水减温器喷水调节阀(不含)与减温器筒体之间的连接管道等)	无损检测	(1)对主蒸汽管道、再热蒸汽热段管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测抽查，抽查比例一般各为 20%，并且各不少于 1 条焊缝，重点检查与弯头(弯管)、三通、阀门和异径管相连接的对接焊缝；对主蒸汽管道、再热蒸汽热段管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测抽查，抽查比例一般各为弯头(弯管)数量的 20%，并且各不少于 1 个弯头(弯管)； (2)对蒸汽主要连接管道对接焊缝进行表面无损检测以及超声检测抽查，抽查比例一般为 10%，并且不少于 1 条焊缝，重点检查与弯头、三通、阀门和异径管相连接的对接焊缝；对蒸汽主要连接管道弯头(弯管)背弧面进行表面无损检测抽查，抽查比例一般为弯头(弯管)数量的 10%，并且不少于 1 个弯头(弯管)； (3)对安全阀管座角焊缝进行表面无损检测抽查，抽查比例一般为 10%，并且不少于 1 个安全阀管座角焊缝。	运行时间超过 5 万小时

其他部件的检验见表C.3。

表C.3 其他部件的检验

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
1	阀门	宏观检查	(1)抽查阀门阀体外表面, 是否有明显腐蚀、裂纹、泄漏和铸(锻)造缺陷; (2)必要时, 抽查阀体内表面, 是否有明显腐蚀、冲刷、裂纹和铸(锻)造缺陷, 密封面是否有损伤。	
		无损检测	对阀门阀体外表面, 有怀疑时, 应进行表面无损检测。	
		硬度和金相检测	对工作温度大于或者等于 450 ℃ 的阀门阀体进行硬度和金相检测抽查, 抽查数量各不少于 1 点。	运行时间超过 5 万小时
2	炉墙和保温	宏观检查	(1)抽查炉顶密封结构, 是否完好, 是否有明显积灰; (2)抽查炉墙、保温, 是否有破损、明显变形等缺陷; (3)抽查炉内耐火层, 是否有破损、脱落等缺陷。	
3	膨胀指示装置和主要承重部件	宏观检查	(1)抽查膨胀指示装置, 是否完好, 指示是否正常, 方向是否正确; (2)抽查大板梁, 是否有明显变形; (3)抽查大板梁焊缝表面, 是否有裂纹; (4)抽查承重立柱、梁以及连接件, 是否完好, 是否有明显变形、损伤, 表面是否有明显腐蚀, 防腐层是否完好; (5)抽查锅炉承重混凝土梁、柱, 是否有开裂以及露筋现象; (6)抽查炉顶吊杆, 是否有松动、明显过热、氧化、腐蚀、裂纹。	
		几何尺寸检查	首次检验抽查大板梁挠度, 是否大于大板梁长度的 1/850。	以后每隔 5 万小时检查一次;
		无损检测	对大板梁焊缝表面, 有怀疑时, 应进行表面无损检测。	
4	吹灰器及附属设备	宏观检查	抽查吹灰器以及套管, 是否有明显减薄, 喷头是否有严重烧损、开裂, 吹灰器疏水管斜度是否符合疏水要求。	

外部检验内容以及要求见表C.4。

表C.4 外部检验内容以及要求

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
1	锅炉安置环境和承重装置	宏观检查	(1) 检查锅炉铭牌，内容是否齐全，挂放位置是否醒目； (2) 检查零米层、运转层和控制室，是否各设有至少两个出口，门是否向外开； (3) 抽查巡回检查通道，是否畅通、无杂物堆放，地面是否平整、不积水，沟道是否畅通，盖板是否齐全； (4) 抽查照明设施，是否满足锅炉运行监控操作和巡回检查要求，灯具开关是否完好；抽查事故控制电源和事故照明电源，是否完好并且能随时投入运行； (5) 抽查孔洞周围，是否设有栏杆、护板；室内是否设有防水或者排水设施； (6) 抽查楼梯、平台、栏杆、护板，是否完整，平台和楼板是否有明显的载荷限量标志和标高标志； (7) 检查承重结构，是否有明显过热、腐蚀，承力是否正常； (8) 检查防火、防雷、防风、防雨、防冻、防腐设施，是否齐全、完好。	
2	管道	宏观检查	抽查管道，是否有泄漏，色环以及介质流向标志是否符合要求。	
3	阀门	宏观检查	抽查阀门，是否有泄漏，阀门与管道参数是否相匹配，阀门是否有开关方向标志和设备命名统一编号，重要阀门是否有开度指示和限位装置。	
4	支吊架	宏观检查	抽查支吊架，是否有裂纹、脱落、变形、腐蚀，焊缝是否有开裂，吊架是否有失载、过载现象，吊架螺帽是否有松动。	
5	炉墙、密封	宏观检查	(1) 检查炉墙、炉顶，是否有开裂、破损、脱落、漏烟、漏灰和明显变形，炉墙是否有异常振动； (2) 抽查炉膛以及烟道各门孔，密封是否完好，是否有烧坏变形，耐火层是否有破损、脱落，膨胀节是否伸缩自如，是否有明显变形或者开裂； (3) 烟道是否有开裂、破损、漏烟现象；防爆门，是否完好，排放方向是否朝向人行通道。	
6	保温	宏观检查	抽查保温，是否完好；当环境温度不高于 27℃ 时，设备和管道保温外表面温度是否超过 50℃；当环境温度高于 27℃ 时，保温结构外表面温度是否超过环境温度 25℃。	
7	膨胀系统	宏观检查	(1) 检查悬吊式锅炉膨胀中心，是否固定； (2) 抽查锅炉膨胀指示装置，是否完好，是否有卡阻或者损坏现象，膨胀指示器刻度盘刻度是否清晰，指示是否正常，审查膨胀量记录； (3) 抽查各部件膨胀情况，是否有受阻现象。	

表 C.4 外部检验内容以及要求（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
8	安全阀	资料审查	(1) 审查安全阀定期排放试验记录、控制式安全阀和控制系统定期试验记录，是否齐全、有效 (2) 审查安全阀定期校验记录或者报告，是否符合相关要求并且在有效期内，整定压力等校验结果是否记入锅炉技术档案。	
		宏观检查	(1) 检查安全阀的安装、数量、型式、规格，是否符合《锅规》要求； (2) 检查弹簧式安全阀防止随意拧动调整螺钉的装置、杠杆式安全阀防止重锤自行移动的装置和限制杠杆越出的导架，是否完好； 控制式安全阀的动力源和电源是否可靠； (3) 检查安全阀，运行时是否有解列、泄漏，排汽、疏水是否畅通，排汽管、放水管是否引到安全地点；如果装有消音器，消音器排汽小孔是否有堵塞、积水、结冰。	
9	压力测量装置	资料审查	(1) 审查压力表检定或者校准记录、报告或者证书，是否符合相关要求并且在有效期内； (2) 审查炉膛压力测量系统的报警和保护定值，是否符合锅炉运行情况。	
		宏观检查	(1) 检查压力表的装设部位、精确度、量程、表盘直径，是否符合《锅规》要求； (2) 抽查压力表刻度盘，是否在刻度盘上划线指示工作压力； (3) 抽查压力表，表盘是否清晰，是否有泄漏，玻璃是否有损坏，压力取样管以及阀门是否有泄漏； (4) 抽查同一系统内相同位置的各压力表示值，是否在允许误差范围内。	
10	水位测量与示控装置	资料审查	(1) 审查远程水位测量装置与就地水位表校对记录，其示值是否在允许误差范围内； (2) 审查冲洗记录，是否齐全、有效。	
		宏观检查	(1) 检查直读式水位表的数量、装设、结构和远程水位测量装置的装设，是否符合《锅规》要求； (2) 检查水位表，是否设有最低、最高安全水位和正常水位的明显标志，水位是否清晰可见，远程电视监控水位图像是否清晰； (3) 检查分段水位表，是否有水位盲区；双色水位表汽水分界面是否清晰，无盲区； (4) 检查就地水位表，是否连接正确、支撑牢固，保温是否完好，疏水管是否引到安全地点； (5) 抽查平衡容器以及汽水侧阀门，是否有泄漏；抽查平衡容器保温是否正确； (6) 抽查电接点水位表，接点是否有泄漏； (7) 用单个或者多个远程水位测量装置监视锅炉水位时，检查其信号是否各自独立取出，锅炉控制室内是否有两个可靠的远程水位测量装置，运行中是否能保证有一个直读式水位表正常工作。	

表 C.4 外部检验内容以及要求（续）

序号	检验项目	检验方法	检验内容及要求	备注
11	温度测量装置	资料审查	审查温度测量装置校验或者校准记录、报告或者证书，是否符合相关要求并且在有效期内。	
		宏观检查	(1) 检查温度测量装置的装设位置、量程，是否符合《锅规》要求； (2) 抽查温度测量装置，是否运行正常，指示正确，测量同一温度的示值是否在允许误差范围内； (3) 抽查螺纹固定的测温元件，是否有泄漏。	
12	安全保护装置	资料审查	(1) 审查联锁保护投退记录，是否符合相关要求，锅炉运行中联锁保护装置是否随意退出运行； (2) 审查安全保护装置保护定值，是否符合相关要求，审查安全保护装置动作试验记录，是否齐全、有效； (3) 审查备用电源或者气源自投试验记录，是否符合相关规定。	
		宏观检查	检查安全保护装置的设置，是否符合《锅规》要求。	
13	排污和放水装置	宏观检查	检查排污阀与排污管，是否有异常振动或者渗漏。	
14	除灰设备	宏观检查	检查除灰设备，是否运转正常。	
15	吹灰器	宏观检查	抽查吹灰器，是否有损坏，运转是否正常，提升阀门是否关闭严密，是否有泄漏；蒸汽及疏水管道的布置是否利于系统疏水，疏水装置是否良好。	
16	辅助设备以及系统	资料审查	审查水汽化验记录和化验项目，是否齐全、有效，水汽品质是否符合相关标准的要求。	
		宏观检查	(1) 抽查旁通烟道阀门或闸板，是否正常； (2) 抽查鼓风机、引风机，是否运转正常； (3) 检查水汽取样器设置、取样管和取样点布置，是否符合相关要求。	

附录 D
(规范性)
特种设备检验意见通知书

特种设备检验意见通知书 1

编号：

（使用单位名称）：

经检验，你单位（设备型号、种类）（登记证号：设备编号）存在以下问题，请于 年 月 日前将处理结果报送我机构。

检验发现的问题和处理意见：	
检验人员：	年 月 日
受检单位接收人：	联系电话：年 月 日
处理情况：	
(受检单位章)	
受检单位主管负责人：年 月 日	
注：我单位对以上回复及处理情况的真实性负责。	

第一联
受检单位

注：1. 本联络单是检验人员与受检单位就检验发现问题进行沟通的书面材料，一式二份。受检单位应当在要求的期限内，根据缺陷及存在问题填写处理情况报送检验机构。逾期未回复，即视为未整改。
2. 我单位根据检验情况，结合使用单位对缺陷和问题处理或者整改情况的书面回复，做出检验结论。

参 考 文 献

- [1] 《特种设备目录》（质检总局公告2014年第114号，国质检特[2014]679号）
-