

TSG G7002—2015

《锅炉定期检验规则》释义

2.5 电站锅炉以外的锅炉内部检验 内容以及要求

李炜 副院长

SSEI 上海市特种设备监督检验技术研究院

锅炉定期检验规则

- 目 录
- 1 总则
- 2 内部检验
- 2.1 使用单位准备工作
- 2.2 检验方法
- 2.3 资料查阅
- 2.4 电站锅炉内部检验内容以及要求
- 2.5 电站锅炉以外的锅炉内部检验内容以及要求
- 2.6 缺陷处理
- 2.7 检验结论

锅炉定期检验规则

- 3 外部检验
 - 3.1 使用单位准备工作
 - 3.2 检验方法
 - 3.3 资料审查
 - 3.4 电站锅炉外部检验内容以及要求
 - 3.5 电站锅炉以外的锅炉外部检验内容以及要求
 - 3.6 检验结论
- 4 水(耐)压试验
- 5 附则
 - 附件A 锅炉内(外)部检验结论报告
 - 附件B 锅炉水(耐)压试验报告
 - 附件C 电站锅炉范围内管道定期检验范围
 - 相关规章和规范历次制(修)订情况

安全责任
重于泰山

生活垃圾焚烧二噁英对检验人员健康的影响

- “1.3.4 检验机构和检验人员的职责”中增加：
- “对垃圾焚烧炉或者其他存在有毒有害物质的锅炉进行检验时，应当采取有效的防护措施”

二噁英的危害

- 随着城市建设的发展，作为实现垃圾无害化、减量化和资源化最为有效的方法，建设垃圾焚烧发电厂已成为各地政府应对垃圾处理难题的普遍选择。
- 然而，垃圾焚烧可能带来污染问题，如汞和其它重金属、有机卤化物、酸性气体、会损害肺功能的微粒和温室气体等等。
- 特别是二噁英污染的危害，已成为社会公众和有关部門高度关心的问题。

二噁英的危害

- 环境保护部、外交部、发展改革委、科技部、工业和信息化部、财政部、住房城乡建设部、商务部、质检总局等九个部委于2010年联合发文（环发〔2010〕123号）《关于加强二噁英污染防治的指导意见》，要求严格控制二噁英的污染，指出二噁英具有很强生物毒性，同时具有难以降解、可在生物体内蓄积的特点，进入环境将长期残留，对人类健康和可持续发展构成威胁。

二噁英及其特性

- 根据《生活垃圾焚烧污染控制标准》GB18485-2001中的定义，二噁英是多氯代二苯并-对-二噁英和多氯代二苯并呋喃的总称。所以二噁英不是一种物质，而是多达210种物质（异构体）的统称。
- 二噁英在标准状态下呈固态，熔点约为303~305℃。
- 二噁英极难解溶于水，但很容易溶解于脂肪，所以它容易在生物体内积累，并难以被排出。
- 二噁英在705℃以下时是相当稳定的，高于此温度即开始分解。
- 二噁英在一般环境温度下不易从表面挥发。这一特性加上热稳定性和在水中的低溶解度，是决定二噁英在环境中去向的重要特性。

二噁英毒性

- 据报导，二噁英是目前发现的无意识合成的副产品中毒性最强的化合物，它的毒性相当于氰化钾的**1000**倍以上。同时它是一种对人体非常有害的物质，即使在很微量的情况下，长期摄取时便可引起癌症等顽症，国际癌症研究中心已将它列为人类一级致癌物。此外二噁英对人体还会引起皮肤痤疮、头痛、失聪、忧郁、失眠、新生儿畸形等症，并可能具有长期效应，如导致染色体损伤、心力衰竭、内分泌失调等。据有关报道，只要**1**盎斯（**28.35**克）二噁英，就能将**100**万人置于死地。
- 二噁英除了具有致癌毒性以外，还具有生殖毒性和遗传毒性，直接危害子孙后代的健康和生活。二噁英又是一类持久性有机污染物，在环境中持久存在并不断富集，一旦摄入生物体就很难分解或排出，会随食物链不断传递和积累放大。因此二噁英污染是关系到人类存亡的重大问题，必须严格加以控制。

二噁英产生机理

- 生活垃圾焚烧过程中二噁英的生成机理比较复杂，主要形成于垃圾燃烧及烟气冷却两个阶段：
- 由于城市生活垃圾中常有含氯有机物，当焚烧温度低于 800°C ，含氯垃圾不完全燃烧，极易生成二噁英。
- 在 850°C 以上、炉膛高温区域停留时间不小于2s时，约99.9%的二噁英会分解形成二噁英前体物质；
- 上述前体物质在 $300-500^{\circ}\text{C}$ 温度区间时，会继续在烟气中所含铜、钴等金属离子的催化作用下，重新生成二噁英。

控制措施

- 从二噁英的生成机理可以看出，影响二噁英形成的主要因素有燃料的含氯量、炉膛燃烧温度及烟气在炉膛内停留时间等，故对二噁英的控制主要从以下几个方面入手：
- (1)控制炉膛温度不低于**850℃**、烟气在炉膛高温区域的停留时间不小于**2s**、使垃圾在焚烧炉得以充分燃烧；
- (2)缩短烟气在处理和排放过程中处于**300-500℃**温度区间的时间，以防二噁英重新合成；
- (3)通过尾气净化处理来控制，包括石灰浆喷淋、活性炭吸附、布袋除尘等措施，进一步吸附二噁英。

评价方法

- 通常评价二噁英时采用每日可耐受摄入量的概念，即从人体健康的角度出发，把人的一生所能耐受的二噁英总量分解为1日/kg体重所能摄取的量。
- 2001年世界卫生组织根据所取得的最新毒理学研究成果，尤其是对神经系统和内分泌系统的毒性效应研究成果，对外公布的二噁英人体安全摄入量的标准TDI值为1—4pg/（kg*d）。
- 按每人生存70年，对人体健康无明显危害的摄入量为：成人体重70公斤体重算，每月摄入量不大于4.9ng，每年摄入量不大于59ng，儿童按15公斤体重算，每年摄入量不大于10ng。

停炉10天以上并经过清理后的二噁英含量检测试验结果:

- 飞灰中二噁英含量

• 位置	单位	含量
• 炉膛	ng/g	0.080
• 烟道	ng/g	9.90

- 空气中二噁英含量

• 位置	取样时间	单位	含量
• 炉膛1	12小时	Pgl-TEQ/m3	0.303
• 炉膛2	12小时	Pgl-TEQ/m3	1.16
• 烟道	12小时	Pgl-TEQ/m3	0.385
• 炉膛外5m处	12小时	Pgl-TEQ/m3	0.152

二噁英对人体健康风险评估计算

- 世界卫生组织(WHO)对人体每日允许摄入量TEQ规定限值为1-4 pg/kg。
- 根据国家环保部、发改委等部门联合下发的《关于进一步加强生物质发电项目环境影响评价管理工作的通知》(环发[2008]82号)规定：“二噁英事故及风险评估标准参照人体每日可耐受摄入量4pg/kg执行，经呼吸进入人体的允许摄入量按每日可耐受摄入量10%执行”，即经呼吸进入人体的二噁英允许摄入量为0.4pg/kg。
- 按人的体重为70 kg计算，则一个人一天最多可耐受280pg,允许吸入28pg。

检验员防护

- 由于锅炉炉膛和烟道飞灰中二噁英含量极高，尤其是烟道飞灰中含量高达9.9ng/g，人只要吸入0.03g即已超标。
- 因此，没有严密可靠的防护措施，检验人员应当避免进入炉膛、烟道等部位，在污染危险区域工作时，应当注意防止**接触污染、呼吸污染和饮食污染**等对人体伤害。

残渣处置

- 炉膛烟道内的焚烧处置残渣被列入国家危险废物名录，环保总局（环发〔2001〕199号）《危险废物污染防治技术政策》规定：
- 生活垃圾焚烧产生的飞灰必须单独收集，不得与生活垃圾、焚烧残渣等其它废物混合，也不得与其它危险废物混合。生活垃圾焚烧飞灰不得在产生地长期贮存，不得进行简易处置，不得排放，生活垃圾焚烧飞灰在产生地必须进行必要的固化和稳定化处理之后方可运输，运输需使用专用运输工具，运输工具必须密闭。生活垃圾焚烧飞灰须进行安全填埋处置。

2.5 电站锅炉以外的锅炉内部检验内容以及要求

- 本节结构：
- 2.5.1基本要求 (修改条款)
- 2.5.2锅筒(壳)、封头、管板、炉胆、回燃室、下脚圈、冲天管和集箱 (修改条款)
- 2.5.3管子 (修改条款)
- 2.5.4锅炉范围内管道 (增加条款)
- 2.5.5阀门 (修改条款)
- 2.5.6分汽(水、油)缸 (增加条款)
- 2.5.7非承压部件 (修改条款)

全责任
金松泰山

2.5 电站锅炉以外的锅炉内部检验内容以及要求

- 主要变化：
- 1. 把对历次检验有缺陷的部位的检验要求调整为基本要求第（3）款，对原“2、锅筒（壳）、封头、管板、炉胆，回燃室和集箱”第（4）款内容进行调整，分为（4）和（5）二款表述；
- 2. 在2.5.1基本要求中明确额定出口温度大于等于450℃的蒸汽锅炉内部检验内容以及要求按照本规则2.4的要求进行；第（2）款增加了对胀粗、苛性脆化、积碳等缺陷的检验要求和对首次检验的重点要求；
- 3. 在2.5.3中增加了对管子结垢、积碳的检验要求；
- 4. 增加了2.5.4锅炉范围内管道和2.5.6分汽（水、油）缸等条款；
- 5. 在2.5.7中增加了对吊耳、支座与集箱角焊缝的检验内容；
- 6. 取消“内部检验重点”的标题；取消了对成型件的检验要求，删除了第18条“（8）安全附件是否有明显缺陷”，将对安全附件的检验划入外部检验范围。

2.5.1 基本要求

- (1) 内部检验的受压部件包括锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、水冷壁、烟管、对流管束、集箱、过热器、省煤器、外置式汽水分离器、导汽管、下降管、下脚圈、冲天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；
- (2) 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、积碳等影响安全的缺陷；对于首次内部检验的锅炉还应当按照本规则2.4.15的要求增加相应的检验项目；
- (3) 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。

2.5.1 基本要求

- 本条款是对电站锅炉以外的锅炉内部检验基本要求的规定。
(修改条款)
- 原条款：《锅炉定期检验规则》（九九版）第十六条、十七条、第十八条。
- **(1) 明确了进行内部检验的承压部件。**
- 锅炉结构不同，其受压部件的型式、数量也不同。锅壳锅炉一般有锅壳、封头、管板、炉胆、回燃室、烟管、下脚圈、冲天管等；水管锅炉一般有锅筒、封头、水冷壁、对流管束、集箱、下降管、导汽管、过热器、省煤器等。这些承压部件都是内部检验范围。同时规定了分汽(水、油)缸一般随一台锅炉进行同周期的检验，与原条款规定一致。

2.5.1 基本要求

- (2) 规定了内部检验的重点。
- 内部检验的重点主要是检验锅炉承压部件是否在运行中出现裂纹、起槽、过热、变形、泄漏、腐蚀、磨损、结垢等影响安全的缺陷，针对有机热载体锅炉，这次修订增加了对积碳情况的检验要求。
- 另外，本次修订增加了首次检验的重点检验项目的规定，即按本规则2.4.15要求增加的检验项目，内容包括锅炉各部件、各部位的应力释放情况、膨胀协调情况；制造、安装过程中遗留缺陷的变化情况；当运行与设计存在差异时，锅炉的适应情况等，使首次检验项目更具有针对性。

2.5.1 基本要求

- **(3) 规定了对历次检验有缺陷或者缺陷修复的部位进行重点复检复测的要求。**
- 此要求在原检规中是“内部检验的重点”中的第（1）款，这次调整为“基本要求”。
- 对于历次检验发现缺陷的部位，主要检验其是否有扩展；对缺陷修复部位，主要检验是否消除缺陷产生原因，是否重复出现缺陷。
- 本条款规定应当采用相同的检验方法进行复查，其原因在于用同样方法有利于做出上述判别。但为了准确判断缺陷是否扩展或重复产生，必要时应当增加其它检验方法。

2.5.2 锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、 下脚圈、冲天管和集箱

- (1) 抽查内外表面和对接焊缝以及热影响区，是否有裂纹；
- (2) 抽查拉撑件、人孔圈、手孔圈、下降管、立式锅炉的炉门圈、冲天管、喉管、进水管等处的角焊缝表面，是否有裂纹；
- (3) 抽查部件扳边区，是否有裂纹、起槽；
- (4) 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、炉胆的内外表面、立式锅炉的下脚圈、集箱内外表面，是否有明显腐蚀、磨损减薄；
- (5) 从锅筒内部检查水位表、压力表等的连通管，是否有堵塞；
- (6) 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；
- (7) 抽查高温烟气区管板，是否有泄漏或者裂纹，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；
- (8) 抽查受高温辐射热或者介质温度较高部位的集箱，是否有明显过热、胀粗、变形；
- (9) 抽查锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、集箱介质侧，是否有结垢或者积碳。

2.5.2 锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、 下脚圈、冲天管和集箱

- 本条款是对锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、下脚圈、冲天管和集箱检验的规定。（修改条款）
- 原条款：《锅炉定期检验规则》（九九版）第十八条 2、锅筒（壳）、封头、管板、炉胆，回燃室和集箱。
- 本规则补充了原条款遗漏的对下脚圈、冲天管的检验要求，并对内容重新梳理，对原第（4）款内容按腐蚀、结垢和堵塞分成（4）、（5）分别表述；对原第（5）款内容，按高温区管板和集箱分别表述，检验要求更加清晰。
- 本条款所列各部件的结构形式、承载情况各不相同，但基本属于筒形结构，主要失效形式基本相同，因此一起描述。

2.5.2 锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、 下脚圈、冲天管和集箱

- (1) 抽查内外表面和对接焊缝以及热影响区
- 锅炉运行时受压力和温度的影响以及受腐蚀性介质的侵蚀，焊缝及其热影响区还有焊接应力的影响，或者存在焊接缺陷，受压部件表面特别是焊缝及其热影响区容易产生裂纹等缺陷。
- 检验时以宏观检查为主，必要时拆除锅内装置、保温层等，做进一步检查。
- 当发现裂纹或怀疑有裂纹缺陷时，要进行无损探伤。探伤方法可采用表面探伤，也可采用超声波探伤或者射线探伤。

2.5.2 锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、 下脚圈、冲天管和集箱

- (2) 抽查角焊缝
- 拉撑件特别是角板拉撑焊缝处由于焊接应力及运行中承受交变的弯曲应力的作用，容易产生疲劳裂纹，在国内锅炉角板拉撑焊缝裂纹发生过多；锅炉的人孔圈、手孔圈、下降管等开孔处的角焊缝，由于存在孔边应力集中、焊接应力及运行中交变应力的联合作用，如果存在焊接缺陷，也容易出现裂纹等缺陷；立式锅炉的喉管、炉门圈等若伸进炉膛内过长，使端部温度过高，产生热疲劳裂纹；对没有套管的进水管，其与锅筒连接部位容易产生热疲劳裂纹。
- 检验时以宏观检查为主，对于一些发生在内部端的裂纹，可以通过反光镜或者内窥镜进行检查，当发现疑点时，应当进行表面无损检测。

2.5.2 锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、 下脚圈、冲天管和集箱

- (3) 抽查部件扳边区
- 在封头、U形圈等部件的扳边区，在制造时往往存在较高的附加应力，而锅炉运行时扳边处又承受弯曲应力，使扳边处出现应力集中，容易因低周疲劳出现内表面裂纹，严重时会出现起槽。虽然近年来随着锅炉结构和材料的改进，这类缺陷已不常见，但检验中对此还是应当多加注意。

安全责任
重于泰山

2.5.2 锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、 下脚圈、冲天管和集箱

- (4) 抽查锅筒底部、管孔区、水位线附近、进水管或者排污管与锅筒集箱连接处、炉胆的内外表面、立式锅炉的下脚圈、集箱内外表面
- 这些部位的水侧主要是氧腐蚀和垢下碱腐蚀，如果酸洗操作不当，还会有酸腐蚀；外侧有泄漏造成的局部腐蚀、高温氧化腐蚀、燃灰腐蚀、烟气露点腐蚀和大气腐蚀等，在与煤灰、炉渣接触的部位也会有磨损。
- 检验时应当判明腐蚀和磨损的原因，对点状的小面积腐蚀一般测量腐蚀深度和范围，而对大面积腐蚀一般测量壁厚和面积，如果腐蚀较严重，应当进行强度校核，必要时，对局部腐蚀或者磨损严重部位可以堆焊修理。
- 需要补充的是检验中应当注意人、手孔圈的密封门是否平整，是否有划痕，否则容易发生泄漏。

2.5.2 锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、 下脚圈、冲天管和集箱

- (5) 从锅筒内部检查水位表、压力表等的连通管
- 这些联通管堵塞会导致安全附件失灵，甚至引发锅炉运行事故。
- 检验时从锅炉内部，可以直观的检查连通管内是否有堵塞，如有堵塞，应当清理。
- (6) 抽查受高温辐射和存在较大应力的部位
- 检查重点在炉膛区，如炉胆、下脚圈火侧、直接受火的锅筒底部等，由于缺水事故、水垢堆积导致传热不良或者热膨胀等原因，容易发生变形、鼓包、裂纹等缺陷。
- 检验时以宏观检查为主，用灯光检查法检查有无明显变形最为有效，当发现疑点时，应当进一步检查，测量变形量和范围，采用表面无损检测确定有无裂纹。

2.5.2 锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、 下脚圈、冲天管和集箱

- (7) 抽查高温烟区管板
- 高温烟区管板发生泄漏和裂纹的情况较为普遍，原因较复杂，如点火运行时升压速度过快、缺水事故、管板表面结垢、胀接管孔自然松弛等都会造成泄漏，焊接管孔有间隙会发生应力腐蚀开裂、管端伸出过长会产生热疲劳裂纹，等等。
- 检验时通过观察表面积灰形状和管口有无结垢和水印痕迹，容易判断是否有泄漏，而这些部位的裂纹，通过宏观检查通常也很容易发现，检验时发现缺陷后要判明原因，并掌握适合的修复方法。

2.5.2 锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、 下脚圈、冲天管和集箱

- (8) 抽查受高温辐射热或者介质温度较高部位的集箱
- 最典型的是炉膛内的防焦箱，如果内部有堵塞，很容易发生过热、胀粗、变形等缺陷，
- 检验时通过灯光、放大镜等宏观检查，可以有效地发现这些缺陷。
- (9) 抽查锅筒、锅壳、炉胆、炉胆顶、回燃室、集箱介质侧
- 水垢对锅炉安全影响很大，不仅影响传热，还影响水循环，容易造成过热、变形、爆管等现象。
- 检验时应当检查结垢程度和范围，较厚的水垢应当及时清除。

2.5.3 管子

- (1) 抽查烟管、对流管束、沸腾炉埋管、循环流化床锅炉水冷壁管、光管省煤器、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、积碳。

安全责任
重于泰山

2.5.3 管子

- 本条款是对管子检验的规定。（修改条款）
- 原条款：《锅炉定期检验规则》（九九版）第十八条 3、管子。
- 相对于原条款，补充了对循环流化床锅炉水冷壁管、光管式省煤器等是否有腐蚀、磨损的检验要求，增加了对管子结垢、积碳的检验要求，检验内容进一步完善。
- **(1) 抽查管子是否有明显腐蚀、磨损。**
- 管子发生腐蚀和磨损是最为常见的缺陷，如烟管表面容易发生的氧腐蚀和垢下腐蚀、沸腾炉埋管及处于受烟气高速冲刷部位的管子容易受到燃灰腐蚀和磨损、水冷壁管和高温管束的外表面容易发生高温氧化腐蚀、位于尾部烟道管束易受烟气结露腐蚀等。
- 检验中主要通过宏观检查来判断有无磨损或者腐蚀，通过测量管径变化或者测厚来判断腐蚀、磨损程度，必要时可以割管检查。

2.5.3 管子

- (2) 抽查管子是否有过热、胀粗、变形。
- 受高温辐射热或介质温度较高部位的管子（如水冷壁管、过热器管等），由于水循环被破坏、管内结垢或者缺水等原因使得冷却条件恶化，壁温在短时间内急剧上升，钢材的屈服强度急剧下降，在压力作用下发生塑性变形，出现胀粗、鼓包、弯曲变形和壁厚减薄等过热典型缺陷，严重时会发生爆管事故。
- 检验时通过灯光、放大镜等宏观检查方法判断有无明显胀粗、变形等缺陷，发现缺陷后测量管径和壁厚变化、变形程度，必要时进行金相检查或者割管检查，以确定过热以及损伤程度。

2.5.3 管子

- (3) 抽查管子表面是否有裂纹。
- 管子出现裂纹的原因较为复杂，材质不合格、焊接缺陷、超温、热应力等都会造成管子表面裂纹。如管内结垢、水循环不好（停滞、倒流或汽水分层）、管子堵塞、缺水及负荷变化等都能造成管壁超温，引起管子鼓包、弯曲、过烧、裂纹直至爆破，而鳍片管、焊接接头、炉门和吹灰器边等部位，由于热应力变化或者焊接缺陷，容易发生裂纹，而且一旦发生裂纹就很容易扩展，导致泄漏或者爆管事故。
- 检验时以宏观检查为主，必要时应当进行无损检查，发现裂纹时应当分析原因，适当扩大检验范围。

2.5.3 管子

- (4) 抽查管子介质侧是否结垢。
- 管子介质侧结垢（对有机热载体炉是积碳），对锅炉安全经济运行影响很大。
- 检验时除了对结垢积碳情况进行检查外，还要注意除垢以后管内碎垢是否清除，必要时应进行通球试验，或者内窥镜检查，防止堵塞。

2.5.4 锅炉范围内管道

- (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；吊架是否有失载、过载现象；吊架螺帽是否有松动。

安全责任
重于泰山

2.5.4 锅炉范围内管道

- 本条款是对锅炉范围内管道检验的规定。（增加条款）
- 增加本条款，是因为《锅规》明确了锅炉范围内管道的具体范围，而这些管道与受热面管子检验要求有所不同，需要明确对锅炉范围内管道的检验要求。
- (1) 抽查锅炉范围内管道
- 《锅规》1.2.2规定，电站锅炉以外的锅炉，分为有分汽（水、油）缸（注1-2）的锅炉和无分汽（水、油）缸的锅炉；锅炉范围内管道，对有分汽（水、油）缸的锅炉**包括**锅炉给水（油）泵出口和分汽（水、油）缸出口与外部管道连接的第一道环向接头的**焊缝内**的承压管道[含分汽（水、油）缸]；对无分汽（水、油）缸的锅炉，包括锅炉给水（油）泵出口和锅炉主蒸汽（水、油）出口阀以内的承压管道。

2.5.4 锅炉范围内管道

- 这些管道容易因为保养不善、阀门泄漏等原因，出现腐蚀、变形，也会因为安装、焊接质量等原因出现裂纹。
- 检验时采取宏观检查方式检查是否有泄漏，拆除局部保温进行局部抽查是否有腐蚀、裂纹等缺陷，对高参数运行的锅炉，必要时还应当进行无损检测等进一步的检查。

2.5.4 锅炉范围内管道

- (2) 抽查介质温度较高部位的锅炉范围内管道。
- 对高参数锅炉的高温段管子，运行中有可能出现蠕变、胀粗、变形等材质劣化现象。
- 检验时应当对这些部位拆除保温进行抽查，测量直径、壁厚的变化情况，必要时进行金相检查，以判断管材劣化程度。
- (3) 抽查锅炉范围内管道支吊架。
- 锅炉范围内管道多是炉外管道，管道支吊架如果维护保养不善，直接影响管道安全。
- 检验时应当注意支吊架是否有松动、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等。

2.5.5 阀门

- (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。

安全责任
重于泰山

2.5.5 阀门

- 本条款是对电站锅炉以外的锅炉阀门检验的规定。（修改条款）
- 原条款：《锅炉定期检验规则》（九九版）第十八条 7、成型件和阀体。
- 相对于原条款，增加了对型号规格、腐蚀、铸造或者锻造缺陷的检验要求，以及必要时抽查阀体内表面的要求。
- 锅炉运行后会经常更换阀门，阀门质量不好，不仅会影响锅炉系统效率，甚至还会发生阀门爆炸事故，因此检验时应当给予足够的重视。
- 检验时应当检查阀门的型式、规格是否满足锅炉运行要求，如排污阀应当采用直通、快开式结构，公称通径为20—65mm；主汽阀、给水阀应当采用截止阀；阀门的压力应当符合锅炉系统压力要求；阀体外表面应当无明显腐蚀、裂纹、泄漏、铸造或者锻造缺陷，必要时抽查阀体内表面，并检查密封面是否有损伤。另外还应当注意阀门安装的方向是否与介质流向一致。
- 本次修订取消了对成型件的检验要求，原因在于对成型件并无明确定义，而原条款中列举的水位示控装置从未发现由于使用原因出现筒体裂纹泄漏等缺陷，故予以删除。

2.5.6 分汽(水、油)缸

- (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;
- (4) 核查分汽(水、油)缸的最高工作压力, 是否低于系统中锅炉出口最高工作压力。

安全责任
重于泰山

2.5.6 分汽(水、油)缸

- 本条款是对分汽(水、油)缸检验的规定。(增加条款)
- 分汽(水、油)缸在运行中一般内部缺陷很少发生,主要为外部缺陷,因此,本规则确定对分汽(水、油)缸检验的内容为:
 - (1) 检查分汽(水、油)缸,法兰式封头(端盖)、检查孔盖是否有泄漏,或者有严重腐蚀、支架不稳等其它缺陷;
 - (2) 检查阀门是否有泄漏、损坏,保温是否完好;
 - (3) 检查安全附件外观,是否完好,压力表是否经过计量检定;
 - (4) 核查分汽(水、油)缸的最高工作压力,是否低于系统中锅炉出口最高工作压力,如果分汽(水、油)缸的最高工作压力低于锅炉出口工作压力,则应采取措施限制锅炉出口压力在分汽(水、油)缸最高工作压力之下。

2.5.7 非受压部件

- (1) 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、锅壳或者集箱连接角焊缝是否有裂纹或者其他超标缺陷；
- (2) 抽查燃烧设备（如燃烧器、炉排等），是否有烧损和明显变形；炉拱、耐火层是否有脱落；必要时由使用单位进行链条炉排空转试验，是否有拱起、卡死、跑偏等；燃油、燃气锅炉是否有漏油、漏气现象；
- (3) 抽查炉顶、炉墙，是否开裂、变形，保温层是否破损。
- 注2-6：有过热器的A级蒸汽锅炉，内部检验内容以及要求按照本规则2.4条执行。

2.5.7 非受压部件

- 本条款是对锅炉非承压部件检验的规定。（修改条款）
- 原条款：《锅炉定期检验规则》（九九版）第十八条 5、承受锅炉本身重量的主要支撑件和 6、燃烧设备。
- 相对于原条款，针对一些承受结构载荷的集箱增加了对吊耳、支座与集箱角焊缝的检验要求；对炉排的检查要求修改为必要时检查。
- (1) 抽查主要支撑件
- 对承受载荷的吊耳、支座与锅筒、锅壳或者集箱连接角焊缝，检查是否有裂纹或者其它超标缺陷。

2.5.7 非受压部件

- (2) 抽查燃烧设备(如燃烧器、炉排等)、炉拱、耐火层
- 燃烧设备损坏不仅影响锅炉正常运行，也会影响安全，尤其是燃油（气）锅炉，如有漏油漏气现象，很容易导致炉膛爆炸事故，检验人员千万不可掉以轻心。
- (3) 抽查炉顶、炉墙、保温层
- 炉墙保温虽然不是承压部件，但如果损坏不仅影响锅炉运行效能，还会影响锅炉安全性能，如下降管保温脱落可能影响锅炉水循环、排污管保温损坏可能造成排污管结垢堵塞甚至损坏、钢架保温损坏可能导致钢架过热等等，检验人员对此应有足够重视。

2.5.7 非受压部件

- 注2-6：有过热器的A级蒸汽锅炉，内部检验内容以及要求按照本规则2.4条执行。
- 增加的说明。
- 对有过热器的**A级蒸汽锅炉**，由于参数较高，往往采用合金钢材料，涉及异种钢焊接，运行管理要求也相对较高，因此内部检验内容以及要求应按照本规则**2.4条**（即电站锅炉检验要求）执行。

2.6 缺陷处理

- 2.6.1 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：
- (1) 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，以确定是否需要缺陷进行消除处理；
- (2) 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。

2.6.1 处理基本原则

- 本条款是对缺陷处理原则的规定。（增加条款）
- 合于使用的原则
- 锅炉运行后，不可避免的会产生缺陷，缺陷的性质、存在的部位、修理的技术难度和费用等均有较大差异，对不同的缺陷在保障锅炉安全运行的前提下应当采用不同的处理方式，并不是所有缺陷均进行消除才可以运行，而是应当在安全前提下，选择经济、合理的处理方案。有些缺陷只要不影响实际安全性能，可以不予处理；有些缺陷一时难以修复，只要处于可控范围，不会立即影响安全，应当允许有条件监控使用；还有一些缺陷，修复的效果可能并不好，不如让其存在。
- 故引入“合于使用”的概念，具体问题具体分析，对缺陷进行有针对性的处理，并对缺陷的处理的程序及要求提出原则规定。

2.6.1 处理基本原则

- (1) 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，以确定是否需要缺陷进行消除处理；
- 由于锅炉各部位、各部件的运行工况不同，缺陷的性质、缺陷的大小、存在的部位（部件）对于锅炉安全运行的影响也不相同，因此应根据缺陷存在的实际情况，具体问题具体分析，以确定缺陷性质，以及是否需要缺陷进行消除处理。

2.6.1 处理基本原则

- (2) 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。
- 根据本规则1.3.3条的规定，锅炉使用单位应当对检验发现的缺陷和问题提出处理或者整改措施并且负责落实，这是锅炉使用单位的义务与责任。
- 对于重大缺陷的处理，应坚持“合于使用”的原则，但如何确定缺陷对锅炉安全运行的影响程度，如何在保证锅炉安全运行的前提下，选择经济、合理的处理方案，锅炉使用单位应当采用组织进行安全评定或者专家论证等适当的方式进行。

2.6 缺陷处理

- 2.6.2 电站锅炉缺陷处理（略）
- 2.6.3 电站锅炉以外的锅炉缺陷处理（注2-7）
- 本条款是对电站锅炉以外的锅炉缺陷处理的规定。（修改条款）
- 在过去的检验实践中，本条款的规定对指导检验人员统一对锅炉缺陷的处理起到了很好的作用，本次修改，将对象表述为电站锅炉以外的锅炉，但有过热器的A级蒸汽锅炉缺陷处理应按照电站锅炉的要求进行，适用范围有所调整。
- 注2-7：有过热器的A级蒸汽锅炉缺陷处理，按照本规则2.6.2条的要求进行。

2.6.3 电站锅炉以外的锅炉缺陷处理

- 本节结构：
- 2.6.3.1 裂纹或者开裂 (保留条款)
- 2.6.3.2 变形 (修改条款)
- 2.6.3.3 过烧组织 (修改条款)
- 2.6.3.4 腐蚀或磨损减薄 (修改条款)
- 2.6.3.5 渗漏 (保留条款)
- 2.6.3.6 水垢 (保留条款)
- 主要变化：
- 1. 将对承压部件内部拉撑件的裂纹和开裂的处理规定与“2.6.3.1 裂纹或者开裂”合并；
- 2. 增加了管子直段变形量超过规定范围时不予处理的判别条件；
- 3. 修改了对过烧组织处理的表述。

2.6.3.1 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) 炉胆或者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) 立式锅炉喉管环向裂纹或者纵向裂纹长度超过喉管长度的50%；
 - (8) 因苛性脆化产生的裂纹；
 - (9) 因疲劳产生的裂纹。

2.6.3.1 裂纹或者开裂

- 本款是对锅炉裂纹或者开裂缺陷处理的规定。（保留条款）
- 原条款：《锅炉定期检验规则》（九九版）第十九条 2、对于承压部件上发现的所有裂纹……
- 相对于原条款，具体内容没有变化，只是将对承压部件内部拉撑件的裂纹和开裂的处理规定合并到本条款。
- 裂纹是各种缺陷中最具危险性的缺陷，锅炉受压元件及其焊缝上不允许有任何裂纹发生。
- 如发现裂纹，应当采用无损检测方法做进一步检查，以查明裂纹的性质、深度和长度，分析裂纹产生的原因。
- 处理裂纹的方法通常有：打磨消除、剔除后补焊、挖补或更换等。

2.6.3.1 裂纹或者开裂

- 本款所列的裂纹和开裂缺陷多与疲劳、过热、应力腐蚀和苛性脆化等相关，或者处于结构特别复杂部位，实践证明对这些裂纹采用补焊方法修理不是影响周围就是重复发生裂纹，难以保证修理质量，因此规定遇到这些情况只能更换或者挖补修理。
- 其中一些裂纹和开裂的形状现在已非常少见，但这些规定是过去多年检验经验的总结，因此仍予以保留。

2.6.3.1 裂纹或者开裂

- 苛性脆化是一种碱应力腐蚀，如锅炉管板采用胀接、焊接之后，管孔之间存在间隙，锅水进入间隙并不能循环，在高温之下不断蒸发浓缩，使水中的碱度不断增大，这种高浓度的碱性溶液对其周围受高应力的金属产生腐蚀，即为苛性脆化。这类裂纹一般从内向外扩展，呈放射状，由于碱应力腐蚀开裂是沿晶间发展的，故苛性脆化又称晶间腐蚀。苛性脆化裂纹的发展速度很快，一般几天内就可贯穿泄漏，因此这是一种十分危险的缺陷。
- 对管孔区出现的渗漏和裂纹应当高度重视，对孔桥裂纹应当采取金相检查方法，查清是否属于苛性脆化所致。

2.6.3.2 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20mm;
 - (2) 管板变形高度不超过管板直径的1.5%，并且不大于25mm;
 - (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3mm;
 - (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，并确定其材质未发生恶化，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。

2.6.3.2 变形

- 本款是对锅炉变形缺陷处理的规定。（修改条款）
- 原条款：《锅炉定期检验规则》（九九版）第十九条 3、承压部件的变形.....
- 相对于原条款，将水管管子直段弯曲变形量和烟管管子直段弯曲变形量的规定合并为一款，并依据一些检验机构的实践经验，增加了当管子直段变形量超过上述范围时可以不作修理的条件要求。
- (1) 筒体变形量控制：主要是对筒体鼓包变形量的限制，同时适用于其他原因造成的局部变形，筒体变形多与过热或者机械碰撞有关，由于筒体材料一般有一定的安全余量，轻微局部变形对安全性能影响不大，因此要求控制变形高度不超过原直径的1.5%，且不大于20mm。

2.6.3.2 变形

- (2) 管板变形量控制：管板作为平板形受压元件，如果拉撑不足，容易发生变形，如果变形量过大，会影响管子与管板的连接，甚至出现失稳，因此需要控制变形量，要求高度不超过管板直径的1.5%，且不大于25mm。
- (3) 管子胀粗量控制：管子胀粗多与蠕变、过热等材质劣化原因有关，由于管子的安全余量较大，少量的变形可以允许存在，但胀粗或者鼓包量超过一定范围，就标志着材料劣化到了一定程度，应当更换，要求碳钢管子胀粗量不超过公称直径的3.5%，合金钢管子胀粗量不超过公称直径的2.5%，并且局部鼓包高度不大于3mm。

2.6.3.2 变形

- (4) 水管、烟管管子直段弯曲变形量：水管发生弯曲变形对管内水循环有一定影响，因此对变形量控制较为严格，要求不超过其长度的2%或者管子公称直径，取小值；而烟管变形对水循环影响较小，因此控制要求较为宽松，管子直段弯曲变形量要求不超过公称直径。
- (5) 管子直段变形量超过上述范围的处理：根据一些检验机构的实践，管子弯曲变形超过管子直径并不一定要更换，在满足已查明产生弯曲变形的原因，并通过增加检测和监控手段，确定其材质未发生恶化，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的条件下，可以继续使用。

2.6.3.3 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。

安全责任
重于泰山

2.6.3.3 过烧组织

- 本款是对锅炉承压部件的材质出现过烧组织的处理规定。（修改条款）
- 原条款：《锅炉定期检验规则》（九九版）第十九条 4、承压部件的材质发生过烧，应判定其范围，必要时进行挖补或更换。
- 过烧组织是指金属材料经过接近熔化的高温后，晶界出现的烧熔组织结构，外观一般会有较厚氧化皮和明显龟裂。金属材料在高温下，晶界出现烧熔后，会形成富硫、磷的熔化层，或伴随着形成硫化物、磷化铁等低熔共晶组织，甚至出现微裂纹，导致材料性能严重劣化，使钢的机械性能严重下降，因此必须进行挖补或者更换。原条款中“必要时”的表述容易造成误解，让人以为过烧组织还有可能继续使用，因此予以删除。

2.6.3.4 腐蚀或者磨损减薄

- 受压部件严重腐蚀或者磨损减薄，应当进行强度校核计算，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）。

安全责任
重于泰山

2.6.3.4 腐蚀或者磨损减薄

- 本款是对承压部件出现严重腐蚀或磨损减薄的处理规定。（修改条款）
- 原条款：《锅炉定期检验规则》（九九版）第十九条 6、承压部件由于严重腐蚀或磨损减薄，应进行强度校核计算，若实测壁厚低于**强度计算值**，应进行修复（堆焊后磨平、挖补、更换）。
- 当承压部件出现严重腐蚀或磨损减薄时，部件承压能力会有所降低，应当通过强度校核计算来确定是否需要修理。所谓**最小需要壁厚**是指实际工作压力下承压部件所需的壁厚，当实测壁厚不能满足所需强度要求时，应当进行堆焊补强，或者挖补、更换。需要注意的是，堆补后一定要磨平，挖补时矩形补板四角必须有圆弧，补焊焊缝应避免与相邻焊缝距离过小，以避免应力集中，并保证焊接质量。

2.6.3.5 渗漏

- 受压部件上的渗漏部位应当修理。

安全责任
重于泰山

2.6.3.5 渗漏

- 本款是对承压部件出现渗漏的处理规定。（保留条款）
- 锅炉承压部件出现渗漏，轻度的泄漏会在周围结盐垢，造成周围金属材料快速腐蚀，管板处的泄漏会使烟管堵塞，炉膛内较严重的泄漏会吹损周围炉管、炉墙，严重的泄漏甚至直接影响设备和人员的安全，因此应当查明原因，及时修理。

2.6.3.6 结垢

- 锅炉内部的结垢，采用化学清洗时应当按照《锅炉化学清洗规则》进行。

安全责任
重于泰山

2.6.3.6 结垢

- 本条款是对锅炉内部出现水垢的处理规定。（保留条款）
- 锅炉内部结垢，对锅炉经济安全运行影响很大，检验中发现水垢，应注意检查水垢的厚度和分布面积，并检查垢下腐蚀情况。
- 锅炉除垢一般采用机械除垢和化学清洗两种方法。根据TSG G5003《锅炉化学清洗规则》规定，锅炉受热面被水垢覆盖80 %以上并且水垢平均厚度达到1 mm以上，或者锅炉受热面有严重的锈蚀时，应当及时进行化学清洗。
- 当采用化学清洗方法时，应当符合TSG G5003《锅炉化学清洗规则》中的相关规定，并且应当根据TSG G5002《锅炉水（介）质处理检验规则》的规定进行锅炉化学清洗过程监督检验。