

ICS 27.100

F 23

备案号: 13614-2004

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 440 — 2004

代替 DL 440 — 1991

在役电站锅炉汽包的检验及评定规程

**The code of inspection and evaluation for existing boiler drum
in fossil-fuel power plants**

2004-03-09 发布

2004-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 总则 1

4 检验人员及评定单位 1

5 汽包检验 1

6 强度校核与缺陷评定 4

7 低周疲劳寿命估算 5

8 缺陷处理措施 5

前 言

为了加强火力发电厂在役锅炉汽包的安全监督，保证安全运行，延长使用寿命，保障人身安全，根据原国家经贸委电力司《关于确认 1998 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔1999〕40 号），对 DL 440—1991《在役电站锅炉汽包的检验、评定及处理规程》进行了修订。

本标准与 DL 440—1991 相比有以下一些主要变化：

- 标准名称改为《在役电站锅炉汽包的检验及评定规程》；
- 对在役汽包状态检验的项目、周期、检验内容及质量标准做了增补，以利于操作执行，进一步提高检验质量；
- 增加了汽包“检验记录”条款；
- 对汽包强度校核和缺陷评定的条件、采用的标准以及评定报告的内容等项要求做了适当的补充；
- 对汽包需要焊接修复的条件及采用的标准做了明确的规定；
- 取消了原标准中有关汽包修复的章节，汽包的修复按 DL/T 734《火力发电厂锅炉汽包焊接修复技术导则》执行；

本标准实施后代替 DL 440—1991。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站金属材料标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准主要起草单位：国电热工研究院、兰州西固热电有限责任公司。

本标准主要起草人：李益民、杨百勋、王金瑞、蔡连元。

在役电站锅炉汽包的检验及评定规程

1 范围

本标准规定了火力发电厂在役锅炉汽包的检验、安全性评定及缺陷修复处理等基本要求。

本标准适用于额定蒸汽压力不小于 3.8MPa（表压）的火力发电用在役锅炉汽包。外置式汽水分离器和额定蒸汽压力小于 3.8MPa（表压）的在役锅炉汽包可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 9222 水管锅炉受压元件强度计算

CVDA—1984 压力容器缺陷评定规范

DL 612 电力工业锅炉压力容器监察规程

DL 647—1998 电力工业锅炉压力容器检验规程

DL/T 675 电力工业无损检测人员资格考核规则

DL/T 734 火力发电厂锅炉汽包焊接修复技术导则

DL/T 869 火力发电厂焊接技术规程

JB/T 1609 锅炉锅筒制造技术条件

JB 4730 压力容器无损检测

国质检锅〔2003〕248 号 关于印发《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》的通知 中华人民共和国国家质量技术监督检验检疫总局 2003—08—08

3 总则

有关汽包设计、制造、安装、运行、设备改造及缺陷的检验、修复等必须符合现行有关技术标准的规定。

4 检验人员及评定单位

4.1 检验人员

从事火力发电厂锅炉汽包检验、无损检测、理化检验等人员均应取得相应的资格证书。个人的资格审查、考核发证，按电力行业或国家有关部门的有关规定执行。

参与对汽包进行缺陷安全性评定的无损检验人员，必须由按 DL/T 675 或《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》考试合格，并取得Ⅱ级以上技术资格证书的锅炉压力容器无损检验人员进行。

4.2 评定单位

锅炉汽包超标缺陷的断裂力学评定和缺陷疲劳扩展寿命估算，以及低周疲劳寿命的计算工作，应由具有评定和计算经验的单位承担，主要工作人员应具备高级工程师及以上（含高工）的资格。

5 汽包检验

5.1 检验项目

——外部检验；

- 技术资料的审查;
- 宏观检验;
- 几何尺寸检验;
- 材料检验;
- 无损探伤检验;
- 安全阀、仪表及调节装置的检验;
- 水压试验。

5.2 检验项目的内容

5.2.1 外部检验

外部检验内容包括:

- a) 汽包保温应无开裂、鼓凸、脱落、潮湿等;
- b) 汽包膨胀指示器应装置完好、膨胀畅通、有定期检测膨胀的记录。

5.2.2 技术资料审查

5.2.2.1 设计、制造技术资料

设计、制造技术资料包括:

- a) 制造单位和日期;
- b) 产品质量证明书(包括产品合格证、汽包材料、焊接和热处理工艺、焊缝无损探伤、水压试验合格证明等);
- c) 汽包图纸(包括汽包尺寸、焊缝和开孔位置及焊缝坡口形状等);
- d) 汽包强度计算书(包括汽包壁厚和焊缝强度计算结果等);
- e) 汽包安全阀排放量计算书;
- f) 汽包安全阀质量证明书;
- g) 汽包设计更改资料;
- h) 焊缝返修及其检验报告。

5.2.2.2 汽包的制造质量监造检验资料

5.2.2.3 安装技术资料

安装技术资料包括:

- a) 安装单位和日期;
- b) 安装验收记录、报告及签证件;
- c) 工程监理部门的监理记录和报告。

5.2.2.4 运行及监督检验技术资料

运行及监督检验技术资料包括:

- a) 运行规程、事故处理规程及检修工艺规程;
- b) 运行记录及事故记录;
- c) 检修及缺陷处理记录;
- d) 设备的重大改造文件和图纸;
- e) 定期检验报告及停用保养记录;
- f) 锅炉投运至检验时的累计运行时间、启停次数;
- g) 锅炉自投运以来的启动(冷态、热态、温态等)、停炉方式,每种启、停工况下汽包的压力、温度随时间的典型记录或曲线;
- h) 使用登记证件等。

5.2.3 宏观检验

宏观检验用肉眼进行,必要时用5~10倍放大镜检查。宏观检验的主要内容为:

- a) 汽包支架或吊架安装应符合要求、无歪斜，吊杆螺母无松脱，吊杆无裂纹和腐蚀。U 形吊杆与汽包在 90° 接触角圆弧处吻合良好，个别间隙不大于 2mm，不影响膨胀。
- b) 人孔与人孔盖密封面密封良好，无明显的伤痕或腐蚀斑点，人孔铰链座连接焊缝应无裂纹等外观缺陷。铰链无腐蚀，活动自如。
- c) 筒体和封头内侧纵、环焊缝，人孔门加强圈角焊缝和预埋件焊缝等可见部分表面去锈后，进行 100% 的宏观检验，表面质量和外形尺寸应符合设计和工艺技术标准要求，焊缝表面应无裂纹及其他超标缺陷。
- d) 下降管、进水管、加药管和再循环管等管孔周围不应有裂纹和严重的腐蚀缺陷。管内无堵塞，疏通良好。
- e) 内部装置安装正确、牢固，焊缝无裂纹及漏焊，内部无杂物。汽水分离器销钉无脱落。
- f) 汽包外壁应进行 100% 外观检查，不允许有裂纹、重皮等缺陷；深度为 3mm~4mm 的疤痕、凹陷、麻坑应修磨成圆滑过渡；深度大于 4mm 的缺陷应补焊并修磨。其他缺陷不超过 JB/T 1609 的规定。

5.2.4 几何尺寸检查

5.2.4.1 汽包人孔、管接头及焊接件的尺寸与布置位置应符合设计图纸要求。

5.2.4.2 测量筒体和封头的壁厚，每块钢板至少测两组（每组测 3 点）；测量管接头壁厚，每种管接头至少选一个，每个至少测两组。其平均值应满足强度设计要求。

5.2.4.3 不等厚钢板对接焊缝厚侧钢板的减薄应符合汽包设计图纸要求。

5.2.4.4 测量汽包筒体圆度和纵、环焊缝错边量。

5.2.4.5 测量汽包筒体水平度。

5.2.5 金属材料检验

5.2.5.1 检查筒体、封头、集中下降管等部件的化学成分、力学性能及热处理工艺等资料应齐全，并符合相应的国家标准。

5.2.5.2 对于汽包材质资料不全或对质量有怀疑时，应以汽包每块钢板和每个管接头进行光谱检验。

5.2.5.3 对汽包筒体和封头母材，纵向焊缝和环向焊缝（包括热影响区）进行硬度测量。筒体和封头母材测两组；纵、环焊缝各选两条，每条焊缝至少测 1 组。其硬度验收标准按 DL5007 执行。

5.2.5.4 对汽包筒体和封头母材，纵向焊缝和环向焊缝（包括热影响区）进行金相组织检查。筒体母材检查两点，两封头各检查一点；纵、环焊缝各选两条，所查焊缝至少检查一点。

5.2.5.5 对怀疑由于温度或介质腐蚀作用可能引起材质变化或损伤（如产生应力腐蚀裂纹或疲劳裂纹）的部位，应进行金相检验、硬度测量及无损探伤。

5.2.6 无损探伤

5.2.6.1 对汽包人孔加强圈角焊缝、插入式集中下降管管内壁和外部角焊缝或翻边式集中下降管内壁圆弧过渡区进行表面探伤，检查数量不少于同种焊缝的 50%。除表面探伤外，对集中下降管角焊缝还应进行不少于 50% 的超声波探伤检验。

5.2.6.2 对汽包封头环焊缝及封头拼接焊缝进行表面探伤，检查数量不少于同种焊缝的 50%。

5.2.6.3 对汽包纵、环焊缝（包括 T 形接头）进行超声波探伤抽查。抽查比例为：纵向焊缝 25%，环向焊缝 10%。

5.2.6.4 对汽包接管座对接焊缝进行超声波探伤或射线探伤抽查，抽查比例为：直径不小于 159mm 的抽查 1~2 个；直径小于 159mm 的至少抽查 1 个。

5.2.6.5 对汽包安全阀及向空排汽阀管座角焊缝进行表面探伤，对接管对接焊缝进行超声波探伤。

5.2.6.6 对于宏观检查发现或怀疑有裂纹（如应力腐蚀裂纹和疲劳裂纹）存在的部位进行无损探伤检验。

5.2.6.7 在役锅炉汽包的无损探伤按 JB 4730 标准进行。

5.2.6.8 对引进锅炉汽包的无损检验，按照引进国的有关标准或订货有关技术条款执行。

5.2.7 安全阀、仪表及调节装置的检验

汽包安全阀、仪表及调节装置的检验与要求，按 DL 647 与 DL 612 执行。

5.2.8 水压试验

5.2.8.1 汽包工作压力水压试验按 DL 647—1998 中 7.13.14 执行。

5.2.8.2 汽包的超压水压试验按 DL 647—1998 中 7.14 执行。

5.2.9 检验记录

a) 汽包每一检验项目的检验，必须认真做好记录。记录或报告中必须有检验日期、检验人员、校对或审核人员签名。

b) 所有检验记录或报告应按电厂的档案管理要求归档。

5.3 汽包的检验周期

5.3.1 汽包的定期检验

a) 汽包的外部检验每年不少于 1 次，结合安全检查或计划检修进行。

b) 汽包设计、制造技术资料，汽包制造质量监造检验资料和安装技术资料应在现场安装汽包时的第一次检验完成；运行及监督检验技术资料在每次检查时完成。

c) 汽包几何尺寸检查和 5.2.5.1~5.2.5.4 应在现场安装汽包时完成。

d) 汽包的宏观检验在安装现场和每次大修时均应进行。

e) 锅炉安装现场和运行 5 万 h 后汽包焊缝的无损探伤按 DL 647—1998 中 5.15.2、7.13.1 有关汽包焊缝探伤的要求执行。以后每隔 1~2 次大修进行一次，结合大修进行并写出检验大纲。

f) 安全阀、仪表及调节装置的检验周期按 DL 647 要求执行。

g) 汽包工作压力下的水压试验每次大修进行一次，超压试验一般每两次大修（6~8 年）进行一次。根据设备的具体实际状况，经电厂锅炉监督工程师、并经总工程师批准，必要时需经上一级锅炉安全监督管理部门同意，亦可适当延长或缩短超压试验时间间隔。超压试验应结合计划大修进行，可作为大修中的一个特殊项目列入。

h) 对发现存在较严重缺陷以及缺陷修复处理过的部位，在发现或修复后的前两次大修期间，应进行 100% 的无损检验。以后的检验周期视检验结果，经电厂锅炉监督工程师、并经总工程师批准，必要时需经上一级锅炉安全监督管理部门同意，可适当延长或缩短。

i) 重点监督检查的超标缺陷，每次大修应予以复查。

5.3.2 汽包的不定期检验

除定期检验外，有下列情况之一时，也应该对汽包进行内外部宏观检验、无损检验和超水压试验：

a) 汽包停用一年以上恢复运行前；

b) 发生有可能影响汽包强度的事件（如地震、基础变化）后；

c) 对汽包进行重大修复处理后；

d) 根据运行情况对汽包安全可靠性有怀疑时。

6 强度校核与缺陷评定

6.1 强度校核

6.1.1 汽包有下列情况之一时，应进行强度校核：

a) 存在大面积严重腐蚀或局部深度腐蚀时；

b) 汽包表面或内部存在严重超标缺陷需要进行修复或挖补处理时；

c) 汽包实测壁厚小于设计制造壁厚；

d) 对强度有怀疑时。

6.1.2 汽包的强度校核，按 GB/T 9222 进行；对于引进的锅炉汽包的强度校核，应按制造公司或引进

国的有关标准进行。

6.2 缺陷评定

6.2.1 发现锅炉汽包存在有裂纹或其他超标缺陷时，应分析缺陷产生的原因和发展趋势，对缺陷的严重程度做出评估，制订出具体可行的处理方案。

6.2.2 当难以确定裂纹或超标缺陷的严重程度和发展趋势时，或因特殊情况，暂时不具备修复处理条件，现有缺陷应该焊补而不能及时焊补时，应该用断裂力学方法进行缺陷的安全性评定。

6.2.3 对于引进锅炉按引进国有关标准不超标而按国内有关标准超标的缺陷，亦应用断裂力学对缺陷进行安全性评定。

6.2.4 对于需要进行缺陷安全性评定的在役锅炉汽包，应通过无损探伤给出缺陷存在的位置、缺陷指示长度和在汽包壁厚方向的自身高度，并对缺陷性质做出明确判断。

6.2.5 汽包缺陷的安全性评定和缺陷疲劳扩展寿命的估算，推荐按 CVDA—1984 或国外相关标准进行。

6.2.6 汽包超标缺陷的评定需经电厂锅炉监督工程师、并经总工程师批准，必要时需经上一级锅炉安全监督管理部门同意。

6.2.7 缺陷评定报告。缺陷评定报告应包括以下主要内容。

- a) 锅炉制造、运行参数、运行历程、事故工况、超标缺陷发现日期等；
- b) 汽包状态检验结果（包括内外部宏观检验、几何尺寸测量、无损探伤和材料检验结果）；
- c) 评定的基本理论、方法和分析结果；
- d) 评定结论（包括能否继续安全运行，能够继续安全运行的时间）；
- e) 汽包继续使用的建议与监督措施（包括运行方式、参数限制、重点监督的部位及缺陷检验周期等）。

6.2.8 汽包缺陷的无损探伤报告必须经检验人员、审核人员签字后妥善保存。

6.2.9 汽包缺陷的安全性评定和裂纹疲劳扩展寿命估算报告，应有评估单位、评估人员、审核、批准人签名。

7 低周疲劳寿命估算

7.1 有下列情况之一的锅炉汽包应进行低周疲劳寿命估算。

- a) 按基本负荷设计但现已参加调峰运行的锅炉汽包或频繁启停、参数波动较大的锅炉；
- b) 调峰机组运行超过设计规定的启停循环周次的汽包；

7.2 汽包的低周疲劳寿命估算按 GB9222—1988 附录 D 进行；

7.3 汽包的低周疲劳寿命估算技术报告应有评估单位、评估人员、审核、批准人签名。

8 缺陷处理措施

8.1 缺陷评定结果为以下情况之一者，应尽快清除缺陷后用焊接方法进行修复处理。

- a) 局部表面缺陷打磨消除后，经强度校核不满足强度设计要求的部位；
- b) 断裂力学评定为不可接受的缺陷；
- c) 断裂力学评定认为缺陷不会发生失稳破坏，但疲劳扩展寿命较短、不能保证安全运行到下一个检修期的缺陷。

8.2 特殊情况下，暂时不具备修复条件，现有缺陷应该焊补而不能及时焊补时，可根据断裂力学评定结果适当降参数运行。

8.3 汽包因应力腐蚀造成的大面积损伤，不宜用焊接方法修复。

8.4 对于需要用焊接方法修复的汽包，按 DL/T 734 执行。