

山东省地方标准

DB37/T 4610—2023

在用超高压水晶釜安全运行评估技术规范

Technical specification for safe operation evaluation of in-service super-high
Pressure Crystal autoclave

2023 – 05 – 11 发布

2023 – 06 – 11 实施

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

5 评估内容与流程 2

6 安全状况等级评估 4

7 评估结论及周期的确定 5

8 评估报告 5

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。

引 言

本文件是贯彻落实《固定式压力容器安全技术监察规程》基础上针对在用超高压水晶釜安全运行评估的具体和细化的技术规范。

在用超高压水晶釜安全运行评估技术规范

1 范围

本文件规定了在用超高压水晶釜安全运行评估的基本要求。对参与评估的人员、设备提出了具体要求，对评估的内容与流程、评估安全等级、评估结论与周期以及评估报告出具作了详细的规定。

本文件适用于设计压力大于或者等于100 MPa（表压，不含液体静压，下同）的在用超高压水晶釜的安全运行评估。

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。

NB/T 47013（所有部分） 承压设备无损检测

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

DB37/T 1030 在役超高压水晶釜超声波检测规程

3 术语和定义

NB/T 47013（所有部分）界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般要求

4.1 人员

4.1.1 水晶釜安全运行评估人员应持有检验检测人员证书。

4.1.2 评估人员应严格按照批准的评估方案开展安全运行评估工作。

4.1.3 评估人员应有压力容器检验师资质，熟悉水晶釜的结构状态、水晶釜的加工制造过程，了解水晶釜的生产工艺，掌握水晶釜的失效损伤模式。

4.1.4 无损检测人员应取得对应检测项目的Ⅱ级及以上资质，并能熟练操作设备，有相应的锻件检测经验。

4.2 评估设备

评估设备应符合NB/T 47013（所有部分）的相关要求。

4.3 评估条件

4.3.1 确定水晶釜处于停工状态，将水晶釜内介质排空，清理干净，水晶釜外侧保温及其附件拆除干净，露出水晶釜本体。

4.3.2 拆除与水晶釜上下端口相连的承压部件，包括上法兰、卡箍、卡箍螺栓、堵底螺栓等。

4.3.3 对釜体外表面以及主要承压部件外表面进行清理，进行无损检测的部位应满足 NB/T 47013（所

有部分)的要求。

5 评估内容与流程

5.1 评估内容

包括资料审查、宏观评估、外观尺寸测量、材料分析、壁厚测定、表面缺陷评估、埋藏性缺陷评估和安全附件检查。必要时增加强度校核、金相评估、耐压试验。

5.2 资料审查

5.2.1 资料审查参照 TSG 21—2016 中 8.2.2 执行。

5.2.2 除 5.2.1 外,还应重点审查以下资料:

- a) 水晶生产工艺以及水晶生长过程中各个时间段水晶釜本体测温记录;
- b) 水晶釜爆破片更换记录。

5.3 宏观评估

5.3.1 检查水晶釜铭牌、釜体钢印号是否一致,釜体内外表面腐蚀情况,主要受压元件裂纹、变形、机械损伤、过热、电弧灼伤等情况。

5.3.2 检查主要受压元件的螺纹有无变形、脱落。

5.3.3 检查釜体高温区域有无测温孔,测温孔位置与大小是否符合设计要求。

5.3.4 内径小于 500 mm 的水晶釜可借助内窥镜检查釜体内表面腐蚀情况。

5.4 外观尺寸测量

5.4.1 外径测量

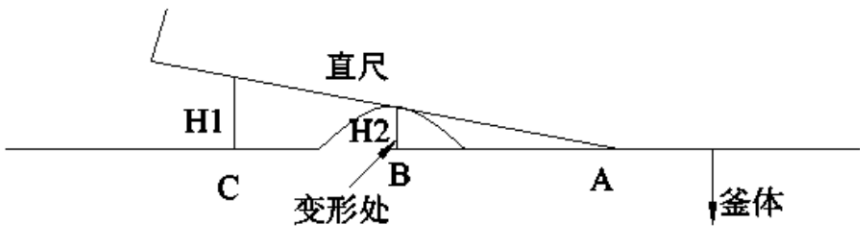
外径测量位置、数量及其他注意事项应符合以下要求:

- a) 外径测量应避免测厚、硬度等打磨位置;
- b) 从距离釜体底部端面 1/5、2/5、3/5 和 4/5 处各取一截面,用螺旋千分尺测量其外径大小,每一截面相隔 90° 交叉测量两组数据;
- c) 对上次评估异常部位及釜体下端部高温区域可适当增加测量截面数。

5.4.2 变形量测量

变形量测量位置及注意事项应符合以下要求:

- a) 变形测量位置在距离釜体下端 500 mm 内选取,并避开釜体的机械加工台阶;
- b) 选用长度 500 mm 以上的直尺沿釜体周向检查,找到釜体和游标卡尺的最大间隙,用塞尺和相似三角形原理测量变形量。原理如图 1 所示。



A表示支点，B表示变形位置，C表示塞尺位置。

图1 变形量测量示意图

利用三角形相似原理计算变形量，计算公式如下：

$$H2 = AB/AC \times H1 \dots\dots\dots (1.)$$

式中：

- H1 —— 塞尺规格，单位为毫米（mm）；
- AB —— 支点至变形位置距离，单位为毫米（mm）；
- AC —— 支点至塞尺位置距离，单位为毫米（mm）；
- H2 —— 变形量，单位为毫米（mm）。

5.5 材料分析

材料分析主要采用硬度测定方法进行。

- 5.5.1 硬度测定点位置选择从距釜体底部端面 1/5、2/5、3/5 和 4/5 处各取一截面，每个横截面从 0°、90°、180° 和 270° 均布 4 点进行测定。
- 5.5.2 测定时发现局部变形、过热时，应在相应点增加硬度测定。
- 5.5.3 发现硬度值异常的测定点时，应扩大测定范围，并增加金相评估。

5.6 壁厚测定

- 5.6.1 测厚测定点位置选择从距釜体底部端面 1/5、2/5、3/5 和 4/5 处各取一截面，每个横截面从 0°、90°、180° 和 270° 均布 4 点进行测定。
- 5.6.2 宏观检查时发现的可疑部位增加测厚测定点。

5.7 表面缺陷评估

- 5.7.1 应从釜体底部端面开始计算，进行不低于 50 %的磁粉探伤（内径小于 500 mm 的可从外表面进行）。
- 5.7.2 主要受压元件如法兰、卡箍、主要紧固螺栓应进行 100 %的磁粉探伤。
- 5.7.3 磁粉探伤不应出现裂纹等缺陷，检测发现缺陷时应扩大探伤比例。
- 5.7.4 磁粉探伤相关灵敏度及方式的选取应符合 NB/T 47013（所有部分）。

5.8 埋藏缺陷评估

- 5.8.1 应对釜体进行 100 %的超声探伤。
- 5.8.2 釜体超声探伤执行 DB37/T 1030。

5.9 安全附件检查

5.9.1 检查是否按设计要求安装爆破片装置。

5.9.2 检查安全阀是否在检验周期内，爆破片是否按期更换。

5.10 金相评估

评估中发现有局部变形、局部过热、硬度值异常情况以及评估人员认为有必要时，应在相应部位进行金相评估。

5.11 强度校核

5.11.1 强度校核参照 TSG 21—2016 中 8.3.11 规定。

5.11.2 对腐蚀（及磨蚀）深度超过腐蚀裕量、名义厚度不明、结构不合理（并且已经发现严重缺陷），或者评估人员对强度有怀疑的超高压水晶釜，应进行强度校核。强度校核由评估机构或者委托有能力的压力容器设计单位进行。

5.12 耐压试验

5.12.1 耐压试验的试验参数、准备工作、安全防护、试验介质、试验过程、合格要求等参照 TSG 21 相关规定执行。

5.12.2 评估人员或使用单位对超高压水晶釜的安全状况有怀疑时进行，耐压试验由使用单位负责实施，评估单位负责评估。

6 安全状况等级评估

6.1 评估原则

6.1.1 安全状况等级根据超高压水晶釜评估结果综合评估，以其中项目等级最低者为评估等级。

6.1.2 需要改造或者修理的超高压水晶釜，按照改造或者修理结果进行安全状况等级评估。

6.1.3 安全附件评估不合格的水晶釜不准许投入使用。

6.2 资料问题

6.2.1 无设计资料和制造资料的定 5 级。

6.2.2 设计资料和制造资料不全且不影响对超高压水晶釜安全状况等级评价的定 2 级或者 3 级。

6.3 外观尺寸及机械损伤

6.3.1 同一截面最大外径与最小外径之差大于 1 % 时，定 5 级。

6.3.2 变形量 ≤ 0.25 mm 的超高压水晶釜定 3 级。

6.3.3 0.25 mm $<$ 变形量 ≤ 1 mm 的超高压水晶釜定 4 级。

6.3.4 变形量 > 1 mm 的超高压水晶釜定 5 级。

6.3.5 机械损伤应圆滑过渡，打磨后按照 6.5 执行。

6.4 材质劣化

6.4.1 材质不明的超高压水晶釜定 5 级。

6.4.2 硬度值比图纸设计值或标准值下降 20 HB~40 HB，定为 2 级或者 3 级，下降 40 HB 但高于 300 HB 定为 4 级，低于 300 HB 定为 5 级。

6.4.3 金相评估发现珠光体中度球化定 4 级。

6.5 表面裂纹及凹坑

6.5.1 内、外表面不允许有裂纹。如果有裂纹，应打磨消除（不能打磨处理的除外）。

6.5.2 打磨形成的凹坑的深度，如果小于壁厚余量（壁厚余量=实测壁厚-名义厚度+腐蚀裕量），则该凹坑允许存在。否则，应参照 TSG 21 或者原设计标准校核，校核结果表明不影响安全使用的，可以定 2 级或 3 级。

6.6 腐蚀

发生局部腐蚀，腐蚀深度超过壁厚余量的，应确定腐蚀坑形状和尺寸，并且充分考虑评估周期内腐蚀坑尺寸的变化，应按照 6.5.2 的规定定级。

6.7 埋藏缺陷

按照 DB37/T 1030 判定为合格的缺陷不影响定级，判定为不合格但是未扩展的埋藏缺陷，按照缺陷的位置、尺寸，应定为 3 级或 4 级，发生扩展的埋藏缺陷定 5 级。

6.8 耐压试验

因水晶釜本体原因，导致耐压试验不合格的定 5 级。

7 评估结论及周期的确定

7.1 评估结论

综合评估安全状况等级为 1 级至 3 级的水晶釜，评估结论为符合要求，可以继续使用；安全状况等级为 4 级的，评估结论为基本符合要求，有条件的监控使用；安全状况等级为 5 级的，评估结论为不符合要求，不应继续使用。

7.2 评估周期

7.2.1 水晶釜评估周期由评估机构根据水晶釜的安全状况等级，按照以下要求确定：

- a) 安全状况等级为 1、2 级的，一般每 6 年评估一次；
- b) 安全状况等级为 3 级的，一般每 3 年至 6 年评估一次；
- c) 安全状况等级为 4 级的，监控使用，其评估周期由评估机构确定，累计监控使用时间不应超过 3 年，在监控使用期间，使用单位应采取有效的监控措施；
- d) 安全状况等级为 5 级的，应对缺陷进行处理，否则不应继续使用。

7.2.2 有以下情况之一的，超高压水晶釜安全状况评估周期应缩短：

- a) 介质对水晶釜的腐蚀情况不明，设计者所确定的腐蚀数据不准确；
- b) 首次评估；
- c) 使用环境恶劣，使用超过 15 年或者运行过程中发生超温的；
- d) 使用单位未按照规定进行年度检查的；
- e) 使用单位或评估机构由于其他原因认为应该缩短周期。

8 评估报告

8.1 评估结束后，评估机构根据综合评估的安全状况等级出具评估报告。

8.2 评估报告格式和内容参照 TSG 21—2016 中 8.7.2 执行。
