

山东省地方标准

DB37/T 4611—2023

在用铸铁烘缸安全运行评估技术规范

Technical specification for safe operation evaluation for in-service cast iron dryer

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 评估前准备 1

 4.1 使用单位的准备工作 1

 4.2 评估人员 1

5 现场评估的基本要求 1

 5.1 原始资料审查 2

 5.2 宏观评估 2

 5.3 几何尺寸测量 2

 5.4 壁厚测定 3

 5.5 无损探伤 3

 5.6 硬度测定 3

 5.7 强度校核 4

 5.8 耐压试验 4

 5.9 评估等级、评估结论及评估周期的确定 4

6 评估报告 6

附录 A（规范性） 工作压力≤0.5 MPa 时最小法兰厚度 7

附录 B（规范性） 工作压力>0.5 MPa 时最小法兰厚度 8

附录 C（规范性） 不同直径规格缸体的计算厚度和设计厚度 9

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

本文件是在贯彻落实《固定式压力容器安全运行技术监察规程》基础上针对在用铸铁烘缸安全评估项目的具体和细化的技术规范。

在用铸铁烘缸安全运行评估技术规范

1 范围

本文件规定了在用铸铁烘缸安全评估前准备、评估实施、评估结论、记录与评估报告的具体要求。

本文件适用于具备以下条件的在用铸铁烘缸安全评估机构为确保安全运行进行评估：造纸机、纸板机及浆板机用的外径不大于4 600 mm，设计压力不大于1.1 MPa的烘缸和烘毯缸（以下简称“烘缸”）。

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。

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

烘缸 drying cylinder

用铸铁制成的两端有盖的空心圆筒状压力容器，在运转过程中，内通蒸汽将输送的表面物质烘干烫光。

4 评估前准备

4.1 使用单位的准备工作

4.1.1 设备应停机，用盲板隔断蒸汽来源，同时设置明显的隔离标志，不应用关闭阀门代替盲板隔断，应切断与烘缸有关的电源，采取有效措施，保证烘缸在评估期间不发生转动。

4.1.2 拆除妨碍评估工作的导布、传动侧虹吸管等物件。

4.1.3 卸掉排气、排水螺栓，清除烘缸内部冷凝水，拆除蒸汽入口与烘缸的连接面，必要时打开人孔或手孔，清理烘缸内部，并进行通风。准备好安全照明设备。

4.1.4 还应参照 TSG 21 的要求做好评估的其他准备工作。

4.2 评估人员

4.2.1 评估人员应取得压力容器检验员或以上及相关无损检测Ⅱ级以上资格。

4.2.2 评估人员应认真负责，并了解铸铁烘缸可能产生的缺陷及其部位。

5 现场评估的基本要求

评估机构应根据铸铁烘缸的损伤模式识别，逐台制定评估方案，确定评估项目，实施评估。

铸铁烘缸的评估项目主要有原始资料审查、宏观评估、几何尺寸测量、壁厚测定、无损探伤、硬度测定、强度校核、耐压试验等步骤。

5.1 原始资料审查

5.1.1 参照 TSG 21 的规定审查出厂资料（产品合格证、质量证明书、竣工图、监检证书等）、注册登记资料，历次评估、维修改造资料，运行记录等资料。

5.1.2 缸体和端盖的材质应符合表 1 要求。

表1 烘缸和端盖材质

序号	设计压力	材质
1	$\leq 0.3 \text{ MPa}$	不低于 HT200
2	$> 0.3 \text{ MPa}$ 、 $\leq 0.5 \text{ MPa}$	不低于 HT250
3	$> 0.5 \text{ MPa}$ 、 $\leq 0.8 \text{ MPa}$	不低于 HT300
4	$> 0.8 \text{ MPa}$ 、 $\leq 1.1 \text{ MPa}$	不低于 QT500

5.1.3 灰铸铁烘缸的设计压力不应大于 0.8 MPa，球墨铸铁烘缸的设计压力不应大于 1.1 MPa。

5.1.4 企业无法提供出厂资料，应由企业提供相应的见证资料证明容器的制造单位、制造时间、投用年月、使用状况等情况，并对所提供资料的真实性负责。设计压力不清楚的，准许工作压力按 0.3 MPa 处理。

5.2 宏观评估

5.2.1 采用目视、放大镜或视频内窥镜对内外表面缸体、封头及应力集中部位仔细观察，重点观察烘缸内外表面有无裂纹、腐蚀、划伤、铸造缩孔等缺陷，特别是缸体内表面锥颈过渡结构或圆弧过渡结构、缸盖大 R 过渡等部位，发现可疑痕迹，应对其进行表面探伤，确定是否存在缺陷，并判定缺陷的大小及危害程度。

5.2.2 检查烘缸内疏水管及疏水阀是否完好。

5.2.3 检查缸盖螺栓及人孔螺栓是否齐全、完好。

5.2.4 检查缸盖、人孔盖与缸体连接处的密封情况。

5.2.5 缸体表面不允许任何裂纹存在，裂纹消除后还应重新检查，并应缩短评估周期。

5.2.6 机械损伤、腐蚀、铸造缺陷允许深度，应满足安全使用最小厚度的要求。

5.2.7 检查缸体有无补孔等缺陷。补孔应符合下列规定：

- a) 铆钉直径不大于其长度，且不超过 8 mm，铆钉不松动脱落；
- b) 相邻两补孔的中心距不小于两补孔直径之和；
- c) 补孔的深度不超过壁厚的 40 %；
- d) 缸面的补孔总数以每平方米计算，不超过 8 个，且在任意 100 mm×100 mm 面积内的补孔数不超过 8 个；
- e) 不焊接补孔。

5.3 几何尺寸测量

现场测量直径、长度、圆弧过渡结构、锥颈与缸壁夹角、锥颈长度等。圆弧过渡结构的缸体 r 值应大于等于 30 mm，并与缸体和法兰光滑过渡；对于锥颈过渡结构，锥颈与缸壁夹角 α 应大于等于 8° ，锥颈长度 l 应大于等于 80 mm，锥颈与缸体和法兰光滑过渡。（见图1）

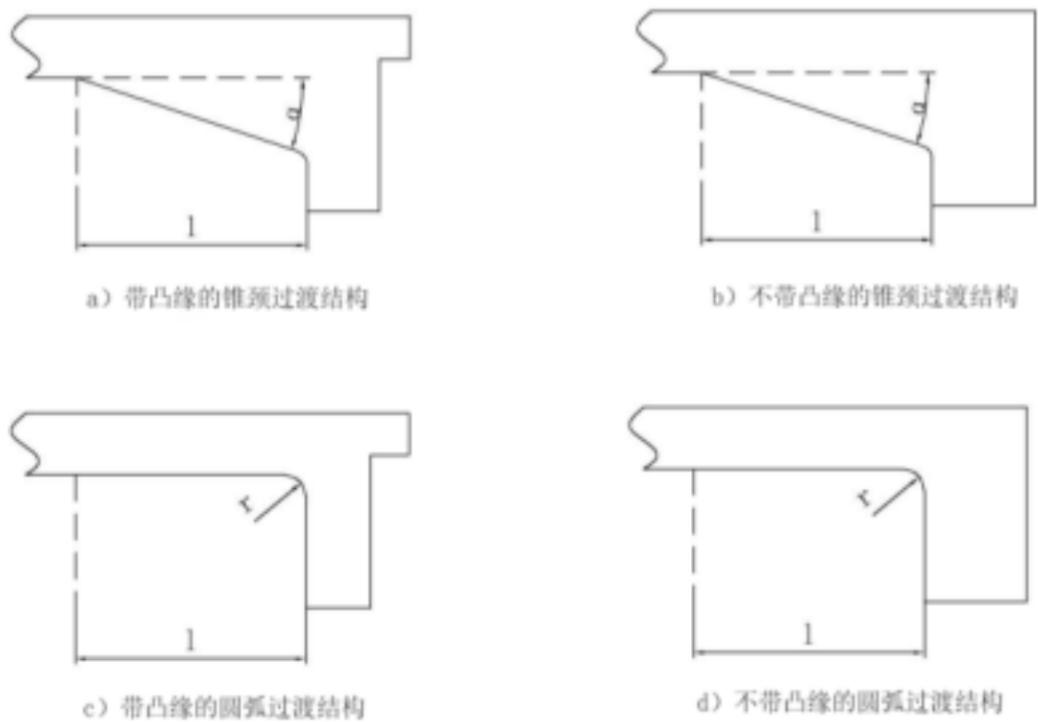


图1 各种不连续结构的形状

5.4 壁厚测定

测定烘缸的壁厚，每只烘缸缸体测点应不少于12点，在距离缸体两端200 mm处及缸体中央部位选取三个截面，缸体三个截面上各均布四点。必要时两端盖各测一点，人孔盖或手孔盖上测一点。对有疑问的可增加壁厚测定点数。最小壁厚应满足设计图纸或附录A、附录B、附录C。

5.5 无损探伤

对宏观检查发现的可疑痕迹及评估人员认为有必要处应进行渗透探伤或磁粉探伤，重点探伤部位为缸盖轴间、凸缘、轴头及缸体圆弧过渡处。

其他探伤方法。如评估人员认为必要时，可采用超声波探伤等方法进行无损探伤。

5.6 硬度测定

5.6.1 存在以下情况之一时应进行硬度测定：

- a) 对无原始资料的烘缸；
- b) 首次进行评估时；
- c) 两个评估周期中，至少进行一次硬度测定。

5.6.2 硬度测定方法：测定点在离缸体两端 80 mm～100 mm 范围内，每端各测两点，所测四点的硬度算术平均值为缸面硬度值。

所测硬度值应符合表2的要求。

表2 缸体硬度要求

制造日期	外径 mm	硬度 HB
2002 年 12 月以前	≤2 000	≥170
	>2 000	≥190
2002 年 12 月以后	≤2 000	≥HB170、≤HB220 且缸面两端硬度差不大于 HB24
	>2 000	≥HB190、≤HB240 且缸面两端硬度差不大于 HB24

5.7 强度校核

烘缸厚度经测定必须满足相关标准及出厂资料的要求，对因裂纹、划痕、腐蚀等原因需打磨消除造成缸体及缸盖的减薄后壁厚小于图纸规定的，应进行强度校核，其中缸体最小壁厚满足表C. 1的规定，缸盖最小厚度满足表A. 1、表B. 1的规定。

5.8 耐压试验

5.8.1 需进行液压试验的条件

下列几种情况均应做液压试验：

- a) 对于评估过程中发现内外部缺陷较多，并经过维修、改造的烘缸；
- b) 评估人员认为有必要时。

5.8.2 液压试验要求

压力按最高工作压力确定，液压试验压力系数取2.0。液压试验时要支撑好缸体，使轴承不受力或卸下来进行液压试验，具体试验方法及要求应符合相关规定。

5.8.3 液压试验合格标准

进行液压试验的压力容器，符合以下条件为合格：

- a) 无渗漏；
- b) 无可见的变形；
- c) 试验过程中无异常的响声。

5.9 评估等级、评估结论及评估周期的确定

5.9.1 安全状况等级评估

评估原则：

- a) 安全状况等级根据铸铁烘缸各项评估结果综合评定，以其中项目等级最低者为评估等级；
- b) 需要改造或者修理的铸铁烘缸，按照改造或者修理结果进行安全状况等级评估。

5.9.1.1 材料问题

主要受压元件材料与原设计不符、材质不明或者材质劣化时，按照以下要求进行安全状况等级评估：

- a) 用材与原设计不符，如果材质清楚，强度校核合格，经过评估未查出新生缺陷（不包括正常的均匀腐蚀），评估人员认为可以安全使用的，不影响定级；如果使用产生缺陷，并且确认是用材不当所致，可以评估为4级或者5级；

- b) 材质不明, 对于经过评估未查出新生缺陷 (不包括正常的均匀腐蚀), 强度校核合格的, 可以评估为 3 级或者 4 级;
- c) 发现存在表面脱碳、渗碳、石墨化等材质劣化现象以及蠕变现象, 并且已经产生不可修复的缺陷或者损伤时, 根据损伤程度, 评估为 4 级或者 5 级; 如果损伤程度轻微, 能够确认在规定的操作条件下和评估周期内安全使用的, 可以评估为 3 级。

5.9.1.2 结构问题

有不合理结构的, 按照以下要求评估安全状况等级:

- a) 封头主要参数不符合相应产品标准, 但是经过评估未查出新生缺陷 (不包括正常的均匀腐蚀), 可以评估为 2 级或者 3 级; 如果有缺陷, 可以根据相应的条款进行安全状况等级评估;
- b) 如果开孔位置不当, 经过评估未查出新生缺陷 (不包括正常的均匀腐蚀), 可以评估为 2 级或者 3 级; 如果开孔的几何参数不符合产品标准的要求, 其计算和补强结构经过特殊考虑的, 不影响定级, 未作特殊考虑的, 可以评估为 4 级或者 5 级。

5.9.1.3 表面裂纹及凹坑

内、外表面不允许有裂纹。如果有裂纹, 应打磨消除, 打磨后形成的凹坑在允许范围内的, 不影响定级; 否则, 应补焊或者进行应力分析, 经过补焊合格或者应力分析结果表明不影响安全使用的, 可以评估为 2 级或者 3 级。

裂纹打磨后形成凹坑的深度, 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, 将凹坑按照其外接矩形规则化, 计算无量纲参数 G_0 (计算方法参照 TSG 21), 如果 $G_0 < 0.10$, 则该凹坑在允许范围内。

5.9.1.4 变形、机械接触损伤

变形、机械接触损伤等, 按照以下要求评估安全状况等级:

- a) 变形不处理不影响安全的, 不影响定级; 根据变形原因分析, 不能满足强度和安全要求的, 可以评估为 4 级或者 5 级;
- b) 机械接触损伤等, 打磨后按照凹坑的规定定级。

5.9.1.5 腐蚀

有腐蚀的烘缸, 按照以下要求评估安全状况等级:

- a) 分散的点腐蚀, 如果腐蚀深度不超过名义壁厚扣除腐蚀裕量后的 $1/3$, 不影响定级; 如果在任意 200 mm 直径的范围内, 点腐蚀的面积之和不超过 4 500 mm², 或者沿任一直线的点腐蚀长度之和不超过 50 mm, 不影响定级;
- b) 均匀腐蚀, 如果按照剩余壁厚 (实测壁厚最小值减去至下次评估期的腐蚀量) 强度校核合格的, 不影响定级; 经过补焊合格的, 可以评估为 2 级或者 3 级;
- c) 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, 可以按照凹坑的规定定级。

5.9.1.6 环境开裂和机械损伤

存在环境开裂倾向或者产生机械损伤现象的烘缸, 发现裂纹, 应打磨消除, 并且按照表面裂纹及凹坑的要求进行处理, 可以满足在规定的操作条件下和评估周期内安全使用要求的, 评估为 3 级, 否则评估为 4 级或者 5 级。

5.9.1.7 鼓包

使用过程中产生的鼓包，应查明原因，判断其稳定状况，如果能查清鼓包的起因并且确定其不再扩展，不影响压力容器安全使用的，可以评估为3级；无法查清起因时，或者虽查明原因但是仍然会继续扩展的，评估为4级或者5级。

5.9.1.8 耐压试验

属于烘缸本身原因，导致耐压试验不合格的，可以评估为5级。

5.9.2 评估结论

综合评估安全状况等级为1级至3级的烘缸，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。

5.9.3 评估周期

铸铁烘缸的评估周期由评估机构根据铸铁烘缸的安全状况等级，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。

6 评估报告

评估报告应具备下列内容：

- a) 设备名称、注册代码、使用登记证号、设计单位、制造单位、制造日期、投用日期、材质、容积、内径、长度、介质等基本参数；
- b) 原始资料情况；
- c) 评估依据，参考标准；
- d) 上次评估问题记载；
- e) 宏观结果；
- f) 壁厚测定结果；
- g) 无损探伤结果；
- h) 硬度测定结果；
- i) 强度校核结果；
- j) 液压试验结果；
- k) 评估结论；
- l) 评估周期；
- m) 评估日期，参加评估人员和报告人签字。

附 录 A
(规范性)

工作压力≤0.5 MPa 时最小法兰厚度

烘缸工作压力≤0.5 MPa时，不同缸体外径的烘缸端盖的最小法兰厚度见表A. 1。

表A. 1 工作压力≤0.5 MPa 时最小法兰厚度

单位为毫米

缸体外径	800	1 000	1 250	1 500	1 800	2 000	2 500	3 000	3 660	3 800
法兰厚度	30			35		45		55	60	68

附 录 B
(规范性)

工作压力>0.5 MPa 时最小法兰厚度

烘缸工作压力>0.5 MPa时，不同缸体外径的烘缸端盖的最小法兰厚度见表B. 1。

表B. 1 工作压力>0.5 MPa 时最小法兰厚度

单位为毫米

缸体外径	800	1 000	1 250	1 500	1 800	2 000	2 500	3 000	3 660	3 800
法兰厚度	30		35	40		50		60	70	76

附 录 C
(规范性)

不同直径规格缸体的计算厚度和设计厚度

不同直径规格缸体的计算厚度和设计厚度见表C. 1。

表C. 1 不同直径规格缸体的计算厚度和设计厚度

烘缸缸体外径 mm	设计压力 MPa	材料	计算厚度 mm	设计厚度 mm
Φ800	0.3	HT200	7.2	14
	0.5	HT250	9.6	16
Φ1000	0.3	HT200	9.0	15
	0.5	HT250	12.0	18
Φ1250	0.3	HT200	11.3	16
	0.5	HT250	15.0	21
Φ1500	0.3	HT200	13.5	20
	0.5	HT250	18.0	24
	0.8	HT300	24.0	30
Φ1800	0.3	HT200	16.2	23
	0.5	HT250	21.6	28
	0.8	HT300	28.8	35
Φ2000	0.3	HT200	18.0	24
	0.5	HT250	24.0	30
	0.8	HT300	32.0	38
Φ2500	0.3	HT250	18.0	24
	0.5	HT250	30.0	36
	0.8	HT300	40.0	46
Φ3000	0.3	HT250	21.6	28
	0.5	HT250	36.0	42
	0.8	HT300	48.0	54
Φ3660	0.3	HT250	26.4	33
	0.5	HT300	36.6	43
	0.8	HT300	58.6	65
Φ3800	0.3	HT250	27.4	34
	0.5	HT300	38.0	44
	0.8	HT300	60.4	67
Φ4600	0.3	HT250	33.2	40
	0.5	HT300	46.0	52
	0.8	HT300	73.6	80