

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/ T 544—2012

工业换热压力容器能效测试与评定

2012 - 04 - 11 发布

2012 - 05 - 10 实施

陕西省质量技术监督局 发布

前 言

本标准由陕西省质量技术监督局提出并归口。

本标准由陕西省锅炉压力容器检验所负责起草。

本标准主要起草人：曹宇、周拴成、刘晓东、张颖、王晓桥、夏锋社、王泉生、辛义山、易菡、徐冉。

本标准由陕西省质量技术监督局负责解释。

本标准为首次发布。

工业换热压力容器能效测试与评定

1 范围

本标准规定了工业换热压力容器能效测试及评定的基本要求。

本标准适用于《特种设备安全监察条例》、《固定式压力容器安全技术监察规程》规定范围的工业过程中进行热交换的压力容器的能效测试及评定。其他类型换热压力容器能效测试可参照本标准。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 2624 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量

GB/T 3369.1 过程控制系统用模拟信号 第1部分：直流电流信号

GB/T 3369.2 过程控制系统用模拟信号 第2部分：直流电压信号

GB/T 17214 工业过程测量和控制装置工作条件

GB 50093 自动化仪表工程施工及验收规范

JB/T 7486 温度传感器系列型谱

JB/T 8207 工业自动化仪表用电源电压

JB/T 9234 工业自动化仪表公称通径值系列

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一次流体

热测流体。

3.2

二次流体

冷测流体。

3.3

进口平均温度

换热器入口点处的平均温度。

3.4

出口平均温度

换热器出口点处的平均温度。

3.5

换热元件

作为被评定单元的换热器中直接参与热量交换的部件。

3.6

换热单元数

是反映换热器的综合技术经济指标，是一个无因次量。

4 能效测试

4.1 测试内容

- 4.1.1 一次流体的进口温度 t_{1i} 和出口温度 t_{1o} 。
- 4.1.2 二次流体的进口温度 t_{2i} 和出口温度 t_{2o} 。
- 4.1.3 一次流体的进口绝对压力 P_{1i} 和出口绝对压力 P_{1o} 。
- 4.1.4 二次流体的进口绝对压力 P_{2i} 和出口绝对压力 P_{2o} 。
- 4.1.5 一次流体的质量流量 G_1 。
- 4.1.6 二次流体的质量流量 G_2 。

4.2 测试要求

4.2.1 基本要求

- 4.2.1.1 对新制换热器，需要进行能效测试时，能效测试在设计工况下进行。
- 4.2.1.2 对在役换热器，能效测试在规定工况，在使用过程中进行。存在以下情况之一的在役换热器，应进行能效测试：
 - a) 定期检验或监督检查时，当发现换热器节能管理和能效状况不符合特种设备安全技术规范和标准要求，且检查结果异常或者偏离设计参数难以判断设备运行效率的；
 - b) 改造、重大维修，可能导致能效指标变化的；
 - c) 不能提供该型号换热器能效测试报告的；
 - d) 其他影响能效指标的情况。

4.2.2 测试单位

- 4.2.2.1 测试机构应取得国家规定的相应资质。
- 4.2.2.2 测试人员应经过专门培训并考核合格。
- 4.2.2.3 保守设备使用单位的秘密。

4.2.3 设备使用单位

- 4.2.3.1 确定能效测试联系人员。
- 4.2.3.2 准备以下相关技术资料：
 - a) 设计、制造、安装、调试、验收等原始资料，修理改造资料；
 - b) 运行参数及介质特性，运行记录及检查记录；

- c) 使用登记资料;
- d) 历次定期检验报告、能效测试评定报告;
- e) 安全附件校验、检定记录。

4.2.3.3 按照测试单位制定的测试方案要求做好测试的各项准备工作。

4.2.3.4 确保设备运行达到规定工况并正常稳定。

4.2.4 测试仪器

4.2.4.1 测试用仪器功能完好,在检定或校准的有效期内,并且具有检定合格证或者检定印记。

4.2.4.2 测量仪器量值准确,量程、准确度符合测试方案要求。

4.2.4.3 测量仪器工装应符合 JB/T 9234、GB 50093 的规定。

4.2.4.4 测量仪器工作条件应满足 GB/T 17214 的规定。

4.2.4.5 测量仪器配电应符合 JB/T 8207 的规定。

4.2.4.6 测量仪器输出信号应符合 GB/T 3369.1 和 GB/T 3369.2 的规定。

4.2.5 测试过程要求

4.2.5.1 确定测试项目负责人。测试项目负责人应当由熟悉本方法并具有测试经验的专业人员担任。

4.2.5.2 编制测试方案。测试方案至少包括测试任务、目的与要求,确定测试项目,测点布置与所需仪表,人员组织与分工,测试操作程序和工作计划。

4.2.5.3 充分辨识测试过程中可能存在的风险及其危害,遵守设备使用单位的安全管理制度,制定、落实安全防护措施和应急救援预案,确保测试工作安全。

4.2.5.4 测试前应检查测量仪表及整个测试装置的可靠性,测试过程中认真核查技术资料,做好测试记录,现场测试完成后及时出具测试报告,并对测试结果的正确性负责。

4.2.5.5 应根据测试方案和设备现场情况合理布置测试仪器。

4.2.5.6 测量仪器的安装应符合 GB 50093 的规定,并应考虑安全因素。

4.2.5.7 测量仪器至设备的管路必须隔热,以保证其漏热量不会影响换热器的性能测试结果。

4.2.5.8 测量仪器的响应时间应小于其达到平衡所需的时间,以确保测试数据稳定。

4.2.5.9 温度测量仪表应直接插入介质中,感温元件必须置于管道的中心位置。在直接测量时,必须保证测量仪器和介质充分接触。

4.2.5.10 测量值读取次数不低于 3 次,每次间隔时间不少于 10 min。

4.3 温度测量

4.3.1 温度的测量可以选用合适的温度计或温度传感器。

4.3.2 温度传感器的选择应满足 JB/T 7486 的规定。

4.3.3 温度测量中,如果周向温度分布不均匀时(管径较大、流量较小、流体进出口温度差较大等情况均可能造成管内流体的周向温度分布不均匀),须在一个测量平面中安装不少于 3 个温度传感器。此时,所测温度应为该断面上各温度传感器的算术平均值。

4.4 压力测量

4.4.1 压力测量可选用合适的压力计、压差计或压差传感器。

4.4.2 测压孔通常应配备截止阀。

4.4.3 在测量气体压力时,应尽量减少流体通道中液体的影响。在测量液体压力时,应尽量减少流体通道中气体的影响。

4.4.4 静压测量时应设置在离变径、弯头、阀门等扰动件下游 5 倍管径、上游 2 倍管径处。

4.5 流量测量

- 4.5.1 流量的测量可以选用合适的流量计或流量传感器。
- 4.5.2 在测量体积流量时，同时测量、计算出测点的密度。
- 4.5.3 差压式流量计可按照 GB/T 2624 的规定测量满管流体的流量。采用其他形式的流量计按相应说明操作。
- 4.5.4 可在换热器介质回路中的任何地方测定质量流量，但在流量计或流量传感器的连接处应无泄漏。
- 4.5.5 对于质量流量与相态无关的流动，可远离换热器进行流量测量。对于质量流量与相态相关的流动，则应采用气液分离器等设备将气液分离，并单独测量液体和气体的质量流量，且流量计或流量传感器不能干扰相平衡（即其与周围环境的换热及引起的压力变化应较小），气液两相可被分离和重新混合。

4.6 测试数据分析及计算

- 4.6.1 测试结果重复测试误差不超过 5%，且累积误差不超过 10%。
- 4.6.2 测试数据计算项目包括换热元件的热效率、相对总压降和换热单元数。
- 4.6.3 换热元件的热效率、相对总压降和换热单元数计算应符合附录 A 规定。

4.7 测试报告

- 4.7.1 测试报告格式应符合附录 B 规定。
- 4.7.2 测试报告封面应加盖测试机构资质印记，如计量资质印记、实验室认可资质印记等。
- 4.7.3 测试报告需经测试单位测试负责人、审核人签字，并经授权签字人批准。
- 4.7.4 测试原始记录、测试报告应当由测试机构负责存档备案。

5 能效评定

5.1 一般规定

- 5.1.1 换热器能效评定分为新制换热器能效评定和在役换热容器能效评定。参加能效评定的人员一般不少于 3 人。
- 5.1.2 换热器能效评定按高低依次分为五级能效水平，分别为：一级能效水平、二级能效水平、三级能效水平、四级能效水平和五级能效水平。
- 5.1.3 换热器能效水平的级别按照表 1 的规定进行划分。

表1 换热器能效水平级别

能效水平级别	一级	二级	三级	四级	五级
能效评定的总分值 Z_t	$Z_t \geq 90$	$80 \leq Z_t < 90$	$70 \leq Z_t < 80$	$60 \leq Z_t < 70$	$Z_t < 60$

- 5.1.4 换热器能效评定的总分值按照如下公式计算：

$$Z_t = C_1 \times Z_1 + C_2 \times Z_2 + C_3 \times Z_3 + C_3 \times Z_3 + C_4 \times Z_4 + C_5 \times Z_5 + C_6 \times Z_6 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Z_t ——总分值；

Z_1 ——热效率测试评定分值（按5.2.1规定选取）；

Z_2 ——压降评定分值（按5.2.2规定选取）；

Z_3 ——设计评定分值（按5.2.3规定选取）；

Z_4 ——制造评定分值（按5.2.4规定选取）；

Z_5 ——安装、改造、维修评定分值（按5.2.5规定选取）；

Z_6 ——使用管理评定分值（按5.2.6规定选取）；

C_1 ——热效率测试权重系数（按5.1.5规定选取）；

C_2 ——压降测试权重系数（按5.1.5规定选取）；

C_3 ——设计权重系数（按5.1.5规定选取）；

C_4 ——制造权重系数（按5.1.5规定选取）；

C_5 ——安装、改造、维修权重系数（按5.1.5规定选取）；

C_6 ——能效管理权重系数（按5.1.5规定选取）。

5.1.5 换热器能效计算权重系数按照表2的规定取值。

表2 换热器能效计算权重系数

权重系数	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
新制换热量	0.3	0.2	0.15	0	0	0
在役换热量	0.3	0.1	0	0.05	0.05	0.2

5.2 换热器能效因素的评定

5.2.1 换热器测试热效率评定分值按照表3确定。相邻热效率数值间的评定分值采用算术内插法确定。

表3 换热器测试热效率评定表

换热单元数 NTU	热效率 η /%				
<2	<40	$40 \leq \eta < 55$	$55 \leq \eta < 65$	$65 \leq \eta < 75$	≥ 75
2~3	<45	$45 \leq \eta < 60$	$60 \leq \eta < 70$	$70 \leq \eta < 80$	≥ 80
>4	<50	$50 \leq \eta < 65$	$65 \leq \eta < 75$	$75 \leq \eta < 85$	≥ 85
测试热效率分值 Z_1	50	51~65	66~80	81~95	96~100

5.2.2 换热器压降测试的评定分值按照表4确定。相邻相对总压降数值间的评定分值采用算术内插法确定。

表4 换热器能效压降评定表

换热单元数 NTU	相对总压降 ψ /%		
<5	<50	$50 \leq \psi < 70$	≥ 70
≥ 5	<60	$60 \leq \psi < 80$	≥ 80
压降测试评定分值 Z_2	100	99~61	60

5.2.3 换热器能效设计因素的评定

5.2.3.1 设计因素对换热器能效的影响按表6规定进行评定。

5.2.3.2 符合表 6 中设计因素评定内容要求的即选项，根据选项的多少得到能效的设计评定分值 Z_3 。评定分值 Z_3 满分为 100 分。

5.2.3.3 设计热效率评定分值按照表 5 确定。相邻热效率数值间的评定分值采用算术内插法确定。

换热器设计热效率一般由设计单位在设计文件中明确。设计文件中未明确时，可按本标准附录 A 的 A.1 规定的公式计算，但参数应按照设计规定数值选取。

表5 换热器能效热效率评定表

换热单元数 NTU	热效率 $\eta/\%$				
<2	<40	$40 \leq \eta < 55$	$55 \leq \eta < 65$	$65 \leq \eta < 75$	≥ 75
2~3	<45	$45 \leq \eta < 60$	$60 \leq \eta < 70$	$70 \leq \eta < 80$	≥ 80
>4	<50	$50 \leq \eta < 65$	$65 \leq \eta < 75$	$75 \leq \eta < 85$	≥ 85
设计热效率分值	5	10	15	20	25

5.2.4 换热器能效制造因素的评定

5.2.4.1 制造因素对换热器能效的影响按表 7 规定进行评定。

5.2.4.2 符合表 7 中制造因素评定内容要求的即选项，根据选项的多少得到能效的制造评定分值 Z_4 。评定分值 Z_4 满分为 100 分。

5.2.5 换热器能效安装、改造、维修因素的评定

5.2.5.1 安装、改造、维修因素对换热器能效的影响按表 8 规定进行评定。

5.2.5.2 符合表 8 中安装、改造、维修因素评定内容要求的即选项，根据选项的多少得到能效的制造评定分值 Z_5 。评定分值 Z_5 满分为 100 分。

5.2.6 换热器能效使用管理因素的评定

5.2.6.1 使用管理因素对换热器能效的影响按表 9 规定进行评定。

5.2.6.2 符合表 9 中使用管理因素评定内容要求的即选项，根据选项的多少得到能效的运行管理评定分值 Z_6 。评定分值 Z_6 满分为 100 分。

5.3 评定报告

5.3.1 能效评定报告格式应符合附录 C 规定。

5.3.2 评定结论应包括：能效水平级别、评定结果说明、存在的问题、建议与措施等。

5.3.3 换热器能效水平根据评分按照 5.1 规定确定。当换热器能效水平评为四级时，应提出存在的问题和改进的建议与措施；当换热器能效水平评为五级时，应予淘汰。

5.3.4 评定报告应存入技术档案。

表6 换热器能效设计因素评定表

序号	设计因素评定内容	分值	评价与取值	
1	符合国家有关节能法律、法规、技术规范及其相应标准的要求	8	符合	8 分
			基本符合，对实际运行无影响	5~7 分
			存在不符合情况，对实际运行有一定影响	2~4 分
			不符合	0 分
2	换热器的设计热效率	25	参照表 5	5~25 分
3	设计单位资质及管理水平	10	设计资质符合规定，设计质量符合有关法规标准规定，文件完整，签字齐全	10 分
			设计资质符合规定，质量基本符合有关法规标准规定，设计文件基本齐全	6~9 分
			设计资质符合规定，但设计文件存在不符合法规标准要求的情况	1~5 分
			无资质设计	0 分
4	结构、型式及选材的经济实用性和节能性	10	采用优化设计，结构先进，型式经济，选材合理，安全、经济、节能，综合性能良好	10 分
			结构、型式及选材基本符合法规标准的规定，综合性能较好	5~9 分
			存在结构不合理、材料浪费严重、经济性差的情况	0~4 分
5	合理设置计量、检测、控制仪器仪表	7	设置类型、数量符合法规、标准要求，位置合理	7 分
			设置类型、数量基本符合法规、标准要求，位置合理	4~6 分
			设置类型、数量、位置存在着不符合法规、标准的情况	1~3 分

表 6 换热器能效设计因素评定表 (续)

序号	设计因素评定内容	分值	评价与取值	
5	合理设置计量、检测、控制仪器仪表		未设置	0 分
6	在满足生产和工艺要求的前提下, 选择的设计的压力和温度值不得与使用的压力、温度值相差过大	10	设计参数与使用参数吻合	10 分
			在满足生产和工艺要求的前提下, 设计参数与使用参数值相差 $\leq 10\%$	8~9 分
			在满足生产和工艺要求的前提下, 设计参数与使用参数值相差 $> 10\%$, $\leq 25\%$	5~7 分
			设计参数与使用参数值相差 $> 25\%$	0~4 分
7	工艺计算传热面积与设计选取的传热面积的差值不应过大	15	工艺计算传热面积与设计选取的传热面积一致	15 分
			工艺计算传热面积与设计选取的传热面积的差值 $\leq 10\%$	11~14 分
			工艺计算传热面积与设计选取的传热面积的差值 $> 10\%$, $\leq 15\%$	7~10 分
			工艺计算传热面积与设计选取的传热面积的差值 $> 15\%$	0~6 分
8	有保温或保冷要求时, 提出有效的保温或者保冷措施	8	保温或者保冷措施有效, 经济、节能、环保, 技术先进	8 分
			保温或者保冷措施有效, 但其经济性能、环保性能尚存在不足	5~7 分
			保温或者保冷措施能起一定作用, 还需改进	1~4 分
			未提出保温或者保冷措施	0 分

表 6 换热器能效设计因素评定表（续）

序号	设计因素评定内容	分值	评价与取值	
9	采用先进的防腐、防垢技术和清洗技术	7	措施完整，技术经济性好，操作性强	7 分
			措施基本完整，较为实用，有一定操作性	4~6 分
			措施不完整，存在较为严重不足	1~3 分
			未提出防腐、防垢和清洗措施	0 分

表7 换热器能效制造因素评定表

序号	制造因素评定内容	分值	评价与取值	
1	执行标准规范是否符合设计要求	10	符合	10 分
			部分符合	1~9 分
			不符合	0 分
2	制造单位的资质	10	有制造资质	10 分
			无资质制造	0 分
3	铭牌标示与出厂文件的规范性和齐全性	20	铭牌标示明确，内容完整；出厂文件符合法规标准规定，签字手续齐全	20 分
			铭牌及出厂文件内容基本完整，基本符合法规标准规定；签字手续齐全	12~19 分
			内容不完整；签字手续不全	1~11 分
			铭牌丢失或无铭牌；无任何出厂文件	0 分
4	制造过程的节能性能应当接受特种设备检验检测机构的监督检查	10	节能性能接受监督检查，符合要求	10 分
			节能性能未接受监督检查	0 分
5	新产品应当进行能效测试（对已定型的产品，应附能效测试报告），测试结果应当符合设计要求	10	测试结果符合设计要求	10 分
			测试结果低于设计要求的 5%以内	7~9 分
			测试结果低于设计要求的 10%以内	5~6 分
			测试结果低于设计要求的 20%以内	1~4 分

表 7 换热器能效制造因素评定表（续）

序号	制造因素评定内容	分值	评价与取值	
5	新产品应当进行能效测试（对已定型的产品，应附能效测试报告），测试结果应当符合设计要求		未进行能效测试	0 分
6	制造工艺技术及制造质量	20	制造工艺技术先进，满足产品质量要求，工序流程合理，制造质量符合法规标准和设计要求	20 分
			制造质量基本符合有关法规标准和设计要求。存在某些缺陷，但经设计、使用单位同意，在设计条件下不影响使用	15~19 分
			制造技术水平、制造质量一般；存在多次返修	10~14 分
			制造技术落后，制造质量差	0~10 分
7	出厂文件应当附有产品能效测试报告、设备经济运行文件和操作说明等文件	10	能效测试报告、设备经济运行文件和操作说明等文件齐全，内容明确，符合要求	10 分
			有能效测试报告，设备经济运行文件和操作说明等文件基本齐全，内容基本完整	6~9 分
			要求的出厂文件不全	1~5 分
			无任何要求的文件	0 分
8	换热元件的材料代用手续（设计修改）及其对换热效率的影响	10	材料代用或设计修改符合规定，经济合理，对换热效率无影响；或者无材料代用或设计修改情况	10 分
			材料代用或设计修改符合规定，但成本有所提高，对换热效率无影响	6~9 分
			材料代用或设计修改符合规定，但成本有所提高，并对换热效率有影响	1~5 分
			材料代用或修改未经设计批准	0 分

表8 换热器能效安装、改造、维修因素评定表

序号	安装、改造、维修因素的评定内容	分值	评价与取值	
1	执行标准规范是否符合设计要求	10	符合	10 分
			部分符合	1~9 分
			不符合	0 分
2	安装、改造、维修单位资质	15	资质符合规定	15 分
			无资质	0 分
3	工艺文件和原始资料的规范性、准确性和齐全性	20	工艺文件内容完整，要求明确，符合法规标准规定，满足产品实际；原始资料规范、齐全签字手续齐全	20 分
			工艺文件、原始资料内容基本完整，基本符合法规标准和体系文件规定；签字手续齐全	12~19
			工艺文件、原始资料内容不完整；签字手续不全；质量控制点签字不全	1~11 分
			无工艺文件和原始资料	0 分
4	安装、改造、重大维修过程的节能性能应当接受特种设备检验检测机构的监督检查	10	接受监督检查，符合要求	10 分
			未接受监督检查	0 分
5	安装、改造、维修可能导致能效降低时，应重新进行能效测试，证明能效状况没有降低	15	评估报告证明对能效不会产生影响，或者能效测试报告证明能效未降低	15 分
			能效测试报告显示能效降低 5%以内，不影响使用	11~14
			能效测试报告显示能效降低 10%以内，对使用有所影响，需采取另外措施	1~10 分
			无评估报告或能效测试报告	0 分

表 8 换热器能效安装、改造、维修因素评定表（续）

序号	安装、改造、维修因素的评定内容	分值	评价与取值	
6	安装、改造、维修单位应当向使用单位移交有关节能技术资料	10	资料齐全，内容完整，有评估报告或能效测试报告，符合规定要求	10 分
			有评估报告或能效测试报告，资料齐全，内容基本符合规定要求	6~9 分
			有评估报告或能效测试报告，资料不全	1~5 分
			无评估报告或能效测试报告	0 分
7	换热元件的材料代用手续（设计修改）及其对换热效率的影响	10	材料代用符合规定，经济合理，对换热效率无影响；或者无材料代用或设计修改情况	10 分
			材料代用符合规定，但成本有所提高，对换热效率无影响	6~9 分
			材料代用符合规定，但成本有所提高，并对换热效率有影响	1~5 分
			材料代用未经设计批准	0 分
8	改造或重大维修时采用能够提高换热效率的新技术、新结构、材料型式	10	采用了新技术、新结构、新材料型式等，节能效果明显，且有相应证明材料；尚无改造或重大维修情况	10 分
			采用了新技术、新结构、新材料型式，节能效果较好	6~9 分
			部分改进了换热器结构、材料型式，节能效果一般	1~5 分
			未采用能够提高换热效率的新技术、新结构、材料型式	0 分

表9 换热器能效使用因素评定表

序号	使用管理因素的评定内容	分值	评价与取值	
1	办理特种设备使用登记	5	办理了使用登记,且在有效期内	5分
			使用登记过期或未办理使用登记	0分
2	按照有关特种设备安全技术规范的要求,建立设备技术档案	10	档案资料齐全,符合规范要求	10分
			资料类别齐全,内容基本符合要求	6~9分
			资料不齐全	1~5分
			未建立设备技术档案	0分
3	建立健全经济运行、能效计量监控与统计、节能管理、能效考核等节能管理制度和岗位责任制度	10	按照设计要求及使用实际建立节能管理制度和岗位责任制,能有效实施,记录完整,内容符合要求	10分
			节能管理制度和岗位责任制基本健全,能有效实施,有实施记录	6~9分
			节能管理制度和岗位责任制不全,且实施情况一般	1~5分
			未建立节能管理制度和岗位责任制	0分
4	根据被加热或被冷却物体的温度、压力及流量等参数要求和节能的原则制定合理的控制指标及运行工艺	5	按照设计要求及运行实际制定了合理的控制指标及运行工艺(操作规程),项目全面,易于操作	5分
			控制指标和运行工艺基本合理、可行	3~4分
			控制指标和运行工艺对节能有一定影响,有待改进	1~2分
			控制指标和运行工艺不合理(或未制定)	0分

表9 换热器能效使用因素评定表（续）

序号	使用管理因素的评定内容	分值	评价与取值	
5	使用单位应当开展节能教育和培训，提高作业人员的节能意识和操作水平并做到持证上岗，确保特种设备安全、经济运行	10	制定了培训、考核管理制度，并有效实施，见证资料齐全	10 分
			基本建立了培训、考核管理制度，实施见证资料基本齐全	6~9 分
			建立了培训、考核管理制度，但实施见证资料不全	1~5 分
			未建立培训、考核管理制度，或虽有制度但未进行培训考核，无培训考核见证资料	0 分
6	对经能效测试热效率过低或能耗过高的换热器，在规定的期限内予以改造或者更换。对国家明令淘汰的，按规定限期淘汰	10	对经能效测试热效率过低或能耗过高的换热器，改进结构、调整操作或者更换，对国家明令淘汰的，进行淘汰，措施得力，整改及时；（无此情况时）	10 分
			对经能效测试热效率过低或能耗过高的换热器，改进结构、调整操作或者更换，对国家明令淘汰的，进行淘汰，整体情况较好	6~9 分
			制定了改造或更换计划，正在实施（或超期未完成）	1~5 分
			存在此类情况，但没有改造或更换计划	0 分
7	被加热或被冷却物体的温度、压力及流量等参数，以及传热介质的操作条件，均应定期定点加以测试并记录其结果，以便实时反映换热压力容器的运行情况	10	制定并执行相应的检查测试制度，记录完整、真实，签字齐全	10 分
			检查测试制度基本齐全，执行情况较好	6~9 分
			检查测试制度不全，执行情况一般	1~5 分
			无制度，或有制度但未执行（无检查测试记录）	0 分

表9 换热器能效使用因素评定表（续）

序号	使用管理因素的评定内容	分值	评价与取值	
8	对设备的热效率或单位产品热耗做出规定，作为评价该类设备是否合理用热的依据；制定能效状况定期检查计划，督促安排落实能效状况定期检查；组织开展能效状况的日常检查，并且进行相应记录	10	设备热效率或单位产品热耗规定明确，符合国家节能政策，制定能效状况的日常检查制度和定期检查计划并能有效实施，相应的日常检查记录和定期测试报告齐全	10分
			设备热效率或单位产品热耗基本符合规定，检查测试制度基本齐全，日常检查记录和定期测试报告基本符合要求	6~9分
			设备热效率或单位产品热耗规定值存在一定的节能空间，检查测试制度不全，执行情况一般	1~5分
			无制度，或有制度但未执行（无检查测试记录）	0分
9	对设备进行定期检修和维修，保持其处于完好状态，及时清洗设备内沉积的污垢或其他附着物，保持其良好的传热性能	10	制定了设备定期检修和维修保养制度并能组织实施，能利用先进技术、设备及时清洗设备内沉积的污垢或其他附着物，有大修清洗记录，清洗效果良好	10分
			设备定期检修和维修保养制度基本齐全并能付诸实施，有大修清洗记录，取得一定效果	6~9分
			制定了设备定期检修和维修保养制度，但未全面实施，清洗技术落后，清洗效果不明显	1~5分
			无制度，或有制度但未执行（无大修清洗记录）	0分

表 9 换热器能效使用因素评定表（续）

序号	使用管理因素的评定内容	分值	评价与取值	
10	对设备的计量、检测、控制仪器仪表、装置等进行定期检查、校正和维护保养，对发现的异常情况，应当及时处理并且记录，建立仪器仪表的检修记录档案，明确检修技术要求	10	制定了设备计量、检测、控制仪器仪表、装置定期检查、校正和维护保养制度，建立仪器仪表档案，档案资料及检修（检定）计划、检修（检定）记录、问题处理记录、检定校准证书等实施的见证材料齐全	10 分
			相应的制度和仪器仪表档案基本建立，并能付诸实施，有实施见证材料，见证材料内容基本符合要求	6~9 分
			相应的制度和仪器仪表档案不全，或全面建立但未全面实施，存在未按期进行定期检查、校正和维护保养的情况，见证材料不全	1~5 分
			无制度，或有制度但未执行（无检查、检定、维保记录）	0 分
11	对设备的保温、保冷设施定期进行检查、维修、测定与分析，在有条件的情况下可与设备的热平衡测定与分析结合进行	10	建立了关于设备保温、保冷设施定期检查、维修、测定、分析制度，并能贯彻执行，保温、保冷设施的检查维修记录、测定分析报告齐全	10 分
			相应管理制度基本建立，实施情况较好，有相应的检查维修记录和测定分析报告	6~9 分
			相应管理制度不全，实施情况一般，检查维修记录、测定分析报告不全	1~5 分
			无制度，或有制度但未执行（无检查维修记录和测定分析报告）	0 分

附 录 A
(规范性附录)
换热器能效测试计算

A.1 换热器换热元件的热效率按如下公式:

$$\eta = \frac{\Phi}{\Phi_{\max}} \times 100\% \quad \text{..... (A. 1)}$$

$$\Phi = (Gc_p)_{\min} \Delta t_{\min} \quad \text{..... (A. 2)}$$

$$\Phi_{\max} = (Gc_p)_{\min} \times (t_{li} - t_{2i}) \quad \text{..... (A. 3)}$$

式中:

- η ——换热器换热元件的热效率, %;
- Φ ——换热器换热元件的实际换热热流量, W;
- $\Phi_{\max}$ ——换热器换热元件的最大理论换热热流量, W;
- G ——换热器换热元件中一次流体和二次流体两流体的的质量流量, kg/s;
- c_p ——换热器换热元件中一次流体和二次流体两流体的平均比热容, J/(kgK);
- $(Gc_p)_{\min}$ ——换热器换热元件中一次流体和二次流体两流体中较小的热容量, W/K;
- $\Delta t_{\min}$ ——换热器换热元件中一次流体和二次流体两流体中热容量较小的流体的进出口温差, K;
- t_{li} ——换热器换热元件中一次流体的进口温度, K;
- t_{2i} ——换热器换热元件中二次流体的进口温度, K。

A.2 换热器换热元件的相对总压降按如下公式:

$$\psi = \left(\frac{\Delta P_1}{P_{li}} + \frac{\Delta P_2}{P_{2i}} \right) \times 100\% \quad \text{..... (A. 4)}$$

式中:

- ψ ——换热器换热元件的相对总压降;
- ΔP_1 ——换热器换热元件中一次流体的进出口压降, MPa;
- ΔP_2 ——换热器换热元件中二次流体的进出口压降, MPa;

P_{1i} ——换热器换热元件中一次流体的进口绝对压力, MPa;

P_{2i} ——换热器换热元件中二次流体的进口绝对压力, MPa。

A.3 换热器换热元件的换热单元数本标准采用下列公式:

$$NTU = \frac{KA}{(Gc_p)_{\min}} \dots\dots\dots (A.5)$$

$$K = \frac{\Phi}{A\Delta t_m} \dots\dots\dots (A.6)$$

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_d - \Delta t_x}{\ln \frac{\Delta t_d}{\Delta t_x}} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

NTU ——换热器换热元件的换热单元数, 无量纲;

K ——换热器换热元件的总换热系数测试值, $W/(m^2K)$;

A ——换热器换热元件的总换热面积, m^2 ;

$(Gc_p)_{\min}$ ——换热器换热元件中一次流体和二次流体两流体中较小的热容量, W/K ;

G ——换热器换热元件中一次流体和二次流体两流体的质量流量, kg/s ;

c_p ——换热器换热元件中一次流体和二次流体两流体的平均比热容, $J/(kgK)$;

Δt_m ——对数平均温差, K ;

Δt_d ——换热器换热元件大温差端一次流体和二次流体间的温差, K ;

Δt_x ——换热器换热元件小温差端一次流体和二次流体间的温差, K 。

附 录 B
(规范性附录)
换热压力容器能效测试报告

编号: _____

换热压力容器能效测试报告

委托测试单位: _____

产品名称: _____

产品型号: _____

使用证号: _____

单位内编号: _____

设备代码: _____

测试任务: _____

测试地点: _____

检验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日至 _____ 年 _____ 月 _____ 日

测试单位: _____

换热压力容器能效测试报告

报告编号:

使用单位				单位代码			
单位地址				邮政编码			
制造单位				产品编号			
产品名称				产品型号			
设备代码				结构形式			
使用证号				单位内编号			
设计 参 数	压 力	壳程（内筒）	MPa	操 作 参 数	压 力	壳程（内筒）	MPa
		管程（夹套）	MPa			管程（夹套）	MPa
	温 度	壳程（内筒）	℃		温 度	壳程（内筒）	℃
		管程（夹套）	℃			管程（夹套）	℃
	介 质	壳程（内筒）			介 质	壳程（内筒）	
		管程（夹套）				管程（夹套）	
设计热效率				测试依据			
测试任务 目的要求							
运行工况 （测试工况）		运行工况应包括如下基本内容：介质类型、相关流体的物理性质与化学组成、辅助设备的要求（诸如通风口、液位控制、泵、风机等）、环境的要求（诸如周围环境温度、湿度、污染等）等。					
测点布置图及测试仪器（仪表）安装说明							
测试热效率				主要测试人员			
测试负责人		年 月 日		机构核准证号： (测试机构专用章) 年 月 日			
审 核		年 月 日					
批 准		年 月 日					

共 页 第 页

测试仪器（仪表）状况表

报告编号：

仪器 测试项目	产品型号	产品规格	测量方式	精度等级	生产单位	生产日期	标定日期
一次流体进口温度							
一次流体出口温度							
二次流体进口温度							
二次流体出口温度							
一次流体进口压力							
一次流体出口压力							
二次流体进口压力							
二次流体出口压力							
一次流体质量流量							
二次流体质量流量							
说明：							
注1：对于测量体积流量的流量计，需说明密度测量、计算的方法。 注2：测量方式指直接接触测量或非直接接触测量。							
检查： 年 月 日 审核： 年 月 日							

共 页 第 页

测试数据及误差分析表

报告编号:

数据及 测试 项目	一次读数	二次读数	三次读数	算术平均值	绝对误差	相对误差	
一次流体进口 温度 t_{1i} /℃							
一次流体出口 温度 t_{1o} /℃							
二次流体进口 温度 t_{2i} /℃							
二次流体出口 温度 t_{2o} /℃							
一次流体进口 压力 P_{1i} /MPa							
一次流体出口 压力 P_{1o} /MPa							
二次流体进口 压力 P_{2i} /MPa							
二次流体出口 压力 P_{2o} /MPa							
一次流体质量 流量 G_1 / (kg/h)							
二次流体质量 流量 G_2 / (kg/h)							
说明:							
注: 对于测量体积流量的流量计, 需说明密度测量、计算的方法。							
测试:	年	月	日	审核:	年	月	日

共 页 第 页

换热压力容器能效测试计算结果表

报告编号:

测试项目 \ 数据及误差	一次读数	二次读数	三次读数	算术平均值
总换热面积 A / m^2				
一次流体热容量 $(Gc_V)_1 / (\text{W/K})$				
二次流体热容量 $(Gc_V)_2 / (\text{W/K})$				
对数平均温差 $\Delta t_m / \text{K}$				
总换热系数测试值 $K / (\text{W/m}^2\text{K})$				
实际换热热流量 Φ / W				
最大理论换热热流量 $\Phi_{\max} / \text{W}$				
一次流体相对压降 $\Delta P_1 / P_{1i}$				
二次流体相对压降 $\Delta P_2 / P_{2i}$				
换热单元数 NTU				
热效率 $\eta / \%$				
相对总压降 φ				
说明:				
注: 取样委托测试结果(汇总表)见附页。				
测试:	年	月	日	审核: 年 月 日

共 页 第 页

换热压力容器能效评定报告

报告编号:

使用单位		单位代码	
单位地址		邮政编码	
制造单位		产品编号	
产品名称		产品型号	
设备代码		结构形式	
使用证号		单位内编号	
测试单位		设计/测试热效率	
换热单元数		相对总压降	
评定完成日期	年 月 日	评定依据	
评定结论			
评定总分		能效水平级别	
存在的问题			
建议与措施			
评定结果说明	评定得分汇总表附后		
测试人员	(不少于 3 人)	(评定单位专用章)	
评定负责人	年 月 日		
审 核	年 月 日		
批 准	年 月 日		

共 页 第 页

附 录 C
(规范性附录)
换热压力容器能效评定报告

换热压力容器能效评定得分汇总表

报告编号:

项 目	符 号	评定分值	备 注
总分值	Z_t		
热效率测试	Z_1		
相对总压降	Z_2		
设计因素	Z_3		
制造因素	Z_4		
安装、改造、 维修因素	Z_5		
使用管理因素	Z_6		
热效率测试 权重系数	C_1		
压降测试权重系数	C_2		
设计权重系数	C_3		
制造权重系数	C_4		
安装、改造、 维修权重系数	C_5		
能效管理权重系数	C_6		
说明:			
编制:	年 月 日	审核:	年 月 日

共 页 第 页