



Q/320506QF-T01-2020

苏州乔发环保科技股份有限公司企业标准

机械蒸汽再压缩 (MVR)
蒸发与结晶设备

2020年8月发布

2020年8月实施

苏州乔发环保科技股份有限公司 发布



前言

本标准主要依据本产品的质量特性及用户要求而制定。

本标准的编写按 GB/T1.1-2009 的规定进行。

本标准由苏州乔发环保科技股份有限公司起草。

本标准主要起草人：丁治椿 仲文 夏磊。

本标准于 2020 年 8 月 1 日首次发布。

企业标准信息公共服务平台
公开
2020年08月06日 10点31分



目录

1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	5
3.1 机械蒸汽再压缩 (MVR) 蒸发器	5
3.2 沸点升	6
4 产品分类与命名	6
4.1 产品分类	6
4.2 型号编制方法	6
4.3 蒸发器的组成	6
4.4 基本参数 (蒸发量与蒸发温度)	6
5 设计要求	7
5.1 一般规定	7
5.2 材料	8
5.3 (MVR) 蒸汽压缩机	9
5.4 蒸发器主体	9
5.5 分离器、储罐	9
5.6 电器自动化控制系统	9
5.7 总装技术要求	10
5.8 耗电量	10
6 技术要求	10
7 试验方法	11
8 检验规则	12
8.1 产品合格证	12
8.2 产品说明书	12
8.3 质量证明书	13
8.4 蒸发设备的检验	13
9 标志、包装、运输、储存	14
9.1 标志与包装	14
9.2 运输	15
9.3 贮存	15



1 范围

本企业标准规定了机械蒸汽再压缩（MVR）蒸发器的术语和定义、分类和命名、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及储存。

本企业标准适用于机械蒸汽再压缩（MVR）蒸发器（以下简称 MVR 蒸发器）。本产品主要用于化工、制药、食品等行业的蒸发浓缩、溶剂回收、蒸发结晶及高盐废水处理等。

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。

GB150 压力容器

GB151 钢制管壳式换热器

GB713 锅炉和压力容器用钢板

GB13296 锅炉、热交换器用不锈钢管

GB14050 系统接地的型式及安全技术要求

GB24511 承压设备用不锈钢板及钢带

GB3323 金属熔化焊焊接接头射线照相

GB3836.1 爆炸性环境第 1 部分：设备通用要求

GB4806.1 食品用橡胶制品卫生标准

GB/T13306 标牌

GB/T1163 降膜蒸发器

GB/T3274 钛素结构钢和低合金结构钢热轧后钢板和钢带

GB/T3621 钛及钛合金板材

GB/T3624 钛及钛合金无缝管

GB/T3625 换热器及冷凝器用钛及钛合金管

GB/T14976 流体输送用不锈钢无缝钢管

GB/T191 包装储运图示标志



- GB/T1804 一般公差线性尺寸的未注公差
- GB/T9129 管法兰用非金属平垫片技术条件
- GB/T3280 不锈钢冷轧钢板和钢带
- GB/T12706.1 额定电压 1KV~35KV 挤包绝缘电力电缆及附件第一部分：额定电压 1KV~35KV 电缆
- JB/T4127.1 机械密封第 1 部分：技术条件
- JB/T4127.3 机械密封第 3 部分：产品验收技术条件
- JB/T4730.2 承压设备无损检测第 2 部分：射线检测
- JB/T8941 一般用途罗茨鼓风机
- JB/T10216 电控配电电缆桥架
- JB/T4700-4707 压力容器法兰
- JB/T4711 压力容器涂覆与运输包装
- HG/T20592-20635 钢制管法兰、垫片和紧固件（PN 系列）
- HG/T 5224-2017 蒸汽再压缩蒸发器
- HG/T20570 工艺工程系统工程设计规定
- HG/T 5450-2018 蒸汽浓缩工艺用离心压缩机
- SH/T3144-2004 石油化工离心压缩机工程技术规定
- NB/47013 承压设备无损检测
- ISO2852 食品工业用不锈钢管
- ISO 2852-1993 卫生卡箍

3 术语和定义

3.1 机械蒸汽再压缩（MVR）蒸发器

利用蒸汽压缩机或风机压缩蒸发系统中产生的低压二次蒸汽，温度升高作为热源低温的蒸汽经压缩机压缩温度压力提高，热焓增加，然后进入换热器冷凝，充分利用蒸汽的潜热使物料通过蒸发达到浓缩或结晶的成套装置。



3.2 沸点升

指物料在某一压力下并处于沸腾状态时，液相温度与该压力下对应的饱和蒸汽温度的差值，单位为℃。

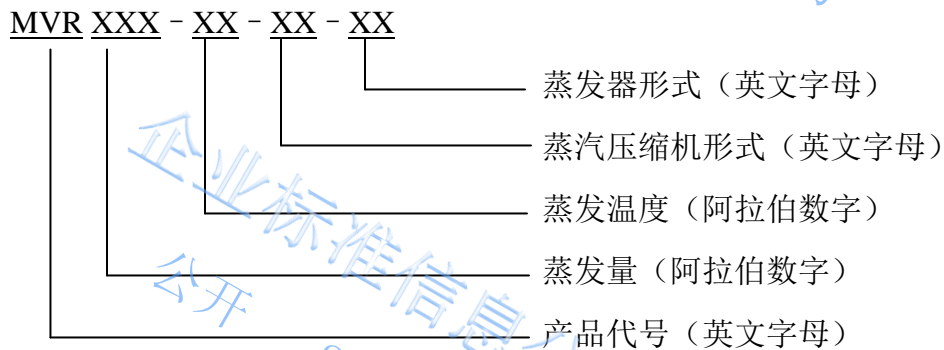
4 产品分类与命名

4.1 产品分类

按产品蒸发功能的不同，分为浓缩型和结晶型两类。

4.2 型号编制方法

MVR 设备型号由产品名称代号及主要规格代号等组成。



其中：产品代号：MVR，机械蒸汽再压缩的英文简写。

蒸发量：MVR 蒸发设备的蒸发水量，t/h。

蒸发温度：MVR 蒸发设备的蒸发温度，℃。

压缩机形式：包括罗茨式 (LC)、离心式 (LX)、轴流式 (ZL)、活塞式 (HS)、螺杆式 (LG) 等。

蒸发器形式：包括降膜蒸发器 (JM)、列管式蒸发器 (LG)、板式蒸发器 (BS)、升膜蒸发器 (SM) 等。

4.3 蒸发器的组成

蒸发器主要由物料进料泵、预热器、蒸发换热器、蒸汽压缩机、气液分离器、物料循环泵、出料泵、储罐、电气控制系统和真空系统等部件组成。

4.4 基本参数（蒸发量与蒸发温度）



4.4.1 蒸发量

MVR 设备按蒸发水量分为：0.5、1、2、5、8、10、15、20、30、50、100、200t/h 等规格。

4.4.2 蒸发温度

MVR 设备蒸发温度范围为 30~150℃。

4.4.3 单位电耗

浓缩型蒸发器设备与结晶型蒸发器单位电耗见下表（1）。

表 1 浓缩型蒸发器设备与结晶型蒸发器单位电耗 (KW·h)

蒸发器 类型 单耗 KW· 沸点升 (°C)	浓缩型蒸发器		结晶型蒸发器	
	罗茨式	离心式	罗茨式	离心式
1	26-35	20-30		
2	30-40	20-30		
3	32-45	22-35	40-50	25-40
4	35-50	22-35	40-50	25-40
5	40-55	30-40	45-55	35-55
6	43-55	35-45	50-65	40-60
7	45-60	40-55	50-65	40-60
8	50-65	45-65	55-75	40-60
10	55-75	45-70	55-75	40-60
12			65-85	45-65
14			70-85	50-70

注：特殊规格蒸发器的参数由供需双方合同约定。

5 设计要求

5.1 一般规定



- 5.1.1 蒸发器应符合本标准的要求，并按照规定的程序和图样、技术文件制造。
- 5.1.2 蒸发冷凝器的设计必须遵守 GB150 及 GB151 的有关规定。
- 5.1.3 蒸发冷凝器凡是与物料接触部分的材料应选用耐物料腐蚀的材料。
- 5.1.4 蒸发器的视镜、灯孔所用玻璃均应采用耐热玻璃。
- 5.1.5 蒸发冷凝器的各接口应采用法兰联接，外接系统联接法兰应符合 HG/T20592-20635-2009 的规定，卡箍式接头应符合 ISO2852-1993 的规定。
- 5.1.6 焊接应符合 GB150.4 中第 7 章的规定并符合设计文件的要求。焊缝局部咬边深度不应大于 0.5mm，咬边连续长度不应大于 100mm，焊缝两侧咬边的总长不得超过焊缝总长的 10%，焊缝质量应符合 NB/T47013.5 中第 8.2.2 条的 III 级的规定。
- 5.1.7 机械加工表面和非机械加工表面除了按图样规定要求外，未注公差尺寸的极限偏差分别按 GB/T1804 标准规定中的 m 级和 c 级精度加工。
- 5.1.8 凡与物料接触的零部件应便于清洗和维修，如有抛光要求的内部所有转角应采用圆弧过渡，并且所有焊缝应打磨只与木材平齐。
- 5.1.9 凡内表面要求抛光的，其粗糙度 Ra 值不大于 0.8 μ m。
- 5.1.10 凡需要涂覆的零部件，涂覆要求按 JB/T4711 中第三章的规定要求。
- 5.1.11 钢板表面不应有机械划痕，周边应去除毛刺。
- 5.1.12 降膜式蒸发器应符合 QB/T 1163 的规定要求。
- 5.1.13 分离器的设计应符合 HG/T 20570.8 的规定。
- 5.1.14 成品设备或部件不应有机械划伤、磕碰、及异常变形等缺陷。
- 5.1.15 除不锈钢、钛材制作的设备或零部件，都应进行防锈处理。

5.2 材料

- 5.2.1 所用原材料、外购件、外协件、和安全附件应有供货单位提供的合格证明文件。
- 5.2.2 不锈钢板材应符合 GB24511 及 GB/T3280 的规定。
- 5.2.3 钛板应符合《GB/T3621 钛及钛合金板材》的规定。
- 5.2.4 碳钢板应符合 GB713 和 GB/T3274 的规定。
- 5.2.5 不锈钢管材应符合 GB/T14976 的规定。
- 5.2.6 不锈钢换热管应符合 GB13296 的规定。



- 5.2.7 钛管材应符合 GB/T3625 的规定。
- 5.2.8 钛换热管应符合 GB/T3624 的规定。
- 5.2.9 用于密封的材料应符合 GB4806.1 及 GB/T9129 的规定，且耐温、耐油、耐腐蚀、无污染。

5.3 (MVR) 蒸汽压缩机

- 5.3.1 蒸发器用罗茨蒸汽压缩机应符合 JB/T8941 一般用途罗茨鼓风机标准中有关的规定。
- 5.3.2 蒸发器用离心压缩机 HG/T5450-2018 蒸汽浓缩工艺用离心压缩机标准中有关的规定。
- 5.3.3 蒸汽压缩机机壳、端面型式必须保证机壳、端面重新装配时方便、准确的对正。
- 5.3.4 蒸汽压缩机传动装置应有可靠的安全防护措施。
- 5.3.5 蒸汽压缩机材料应符合国家有关标准的规定。
- 5.3.6 蒸汽压缩机的密封应符合 JB/T4127.1-1999 和 JB/T4127.3-1999 标准的规定。
- 5.3.7 蒸汽压缩机的电机应符合 JB/T 10391-2002 标准的规定。

5.4 蒸发器主体

- 5.4.1 蒸发室应符合 GB150.1~4 及 GB/T151 的规定。
- 5.4.2 换热器换热管不应有接头，并符合 GB/T151 中第 6.4 条的规定。
- 5.4.3 换热管径向直线度极限偏差不大于 2/1000mm。
- 5.4.4 换热器管板表面应平整、光洁、不允许出现夹层、裂纹等缺陷，表面粗糙度 $Ra \leq 25\mu m$ 。
- 5.4.5 胀接的管板孔内表面不应有贯通的纵向或螺旋向划痕。
- 5.4.6 管板孔径允许偏差应符合 GB/T151 中第 8.4.5 条的规定。

5.5 分离器、储罐

- 5.5.1 分离器、进出料储罐的设计制造必须遵守 GB150 及系统设备部件选型与计算的有关规定。

5.6 电器自动化控制系统

- 5.6.1 动力电源采用三相五线制，380V/220V \pm 10V, 50HZ。
- 5.6.2 开关柜采用 柜体，柜体颜色 RAL7035 柜体高度 2200mm，防护等级 IP40。
- 5.6.3 线缆应符合 GB/T12706.1 第一部分的相关规定。



- 5.6.4 桥架根据现场环境来定, 选用钢制镀锌或玻璃钢桥架, 并应符合 JB/T10216 中第四章的相关规定。
- 5.6.5 电机防护等级不低于 IP54, 绝缘等级 F 级。
- 5.6.6 大于等于 55KW 非变频控制的水泵或电机采用软启动控制, 软启动器及变频器均采用 MODBUS/PROFINET 或 PROFIBUS-DP 通讯协议与 DCS 系统衔接。
- 5.6.7 上位机与数据库系统中包含一操作站, 采用标准的工业 PC 机或 HMI, 实现远程数据传送、自动控制和故障查询等功能。
- 5.6.8 系统采用 II 接地方式, 应符合 GB/T14050 中 4.2 及 5.1 的相关规定。

5.7 总装技术要求

- 5.7.1 蒸发器总装应符合 GB/T151 中第 8.11 条的规定
- 5.7.2 上管板水平极限偏差 $\gt 2/1000\text{mm}$ 。
- 5.7.3 弯制管路应当曲率均匀、无皱折。
- 5.7.4 蒸发器组装时其轴线与上管板平面垂直度极限偏差不大于 1/15 度。
- 5.7.5 不允许强制进行对中、找平或组装等。
- 5.7.6 换热器安装的垂直度允差为总高的 1/1000。
- 5.7.7 组装完毕, 应对设备的主要几何尺寸、管口方位等进行检查, 并应符合图样的要求。
- 5.7.8 组装完成, 设备试验空运行至真空度 $0.04 \sim 0.08\text{MPa}$ 时停止, 保压, 30 分钟内真空度损失不得超过 10%。

5.8 耗电量

- 5.8.1 耗电量应符合表 1 或表 2 的规定。

6 技术要求

- 6.1 MVR 设备应符合本标准的要求, 并按照规定的程序和图样、技术文件制造, 并符合 GB150 及 GB151 的规定。
- 6.2 焊接材料必须按照 GB150 中 10.3.1.1 条及有关标准的规定和保存。



- 6.3 MVR 设备所使用的密封材料必须是对物料不产生明显化学反应的材料。
- 6.4 机械加工表面和非机械加工表面，除按图样规定外，未标注公差的极限偏差分别按照 GB/T 1804 的规定的 m 级和 c 级精度加工。
- 6.5 M 蒸发设备焊接，应符合 GB150 中的 10.3 条规定。
- 6.6 MVR 设备焊缝的检查应按照 GB150 中的 10.8 及 GB 3323、JB/T 4730.2-2005 要求进行。
- 6.7 MVR 设备液压试验应按照 GB150 中的 1.9、10.9 及 GB151 中的 1.9 条要求进行。进行液压试验时，切记将蒸汽压缩机隔离。
- 6.8 图样要求 MVR 设备要进行致密性试验时，具体要求和实验方法应按照 GB150 中的 10.9.6 条的要求进行。
- 6.9 MVR 设备的表面须平整、光滑、无碰伤划痕。
- 6.10 MVR 设备的焊缝表面应做相应处理，不得有残留的焊渣、飞溅物等，应符合 GB 150 中的 10.3.3 条规定。
- 6.11 装配后的 MVR 设备的液压试验或致密性试验应按 6.7 条及 6.8 条规定进行，各联接件之间不得有泄漏现象。
- 6.12 MVR 设备的保温层的保温材料必须按照图样规定填充。保温材料的外保护壳应采用不锈钢装饰板，接缝应采用不锈钢的压条或抽芯铆钉铆接压实。
- 6.13 MVR 设备的应进行真空度保压试验，要求是在 24 小时真空达到要求。

7 试验方法

- 7.1 外观质量用目测方法，质量应符合 6.9 条、6.10 条、6.11 条、6.12 条要求。
- 7.2 结构尺寸偏差用专用检具或通用检具检查，质量应符合 6.1 条、6.5 条要求。
- 7.3 无损检测应符合 6.6 条要求。
- 7.4 液压试验应按照 6.7 条要求进行。
- 7.5 致密性试验应按 6.8 条要求进行。
- 7.6 材料质量应符合 GB 150 及有关标准的要求，并检验原始材质证明资料 and 材料标志。
- 7.7 焊接及焊接材料应按 6.2 条、6.6 条、6.10 条要求检验。
- 7.8 MVR 设备的应进行真空度保压试验，具体要求为：



首先将系统抽真空至真空度为 0.096MPa，24 小时后系统的真空度不低于 0.090MPa。

7.9 耗电量的检测

7.9.1 蒸发量

在单位时间内计量进料量，并检测进、出物料的浓度，按下式（1）进行计算：

$$W = F(1 - C_1 / C_2) / H \quad (1)$$

其中：W——蒸发量，t/h；吨/小时；

F——计量时长内物料累计进料量，t，吨；

H——计量时欧长，h，小时；

C₁——物料进料浓度，wt%；

C₂——物料出料浓度，wt%。

7.9.2 耗电量

在单位时间内计量的电量，按下式（2）进行计算：

$$P = P_1 / H / W \quad (2)$$

其中：P——耗电量，KW.h/t，千瓦时/吨；

P₁——计量时长内物料累计进料量，t，吨；

H——计量时欧长，h，小时；

W——蒸发量，t/h。

7.9.3 其他项目采用目测、手感等方法测量。

8 检验规则

8.1 产品合格证

8.1.1 必须有制造厂质检负责人以及厂技术负责人的印章。

8.2 产品说明书

产品说明书至少应包括 MVR 设备说明书、蒸发冷凝器说明书、蒸汽压缩机说明书、循环泵说明书。



- 8.2.1 蒸发设备说明书应包括 MVR 设备的工艺流程，蒸发介质，蒸发温度，蒸发量。还应该说明蒸发介质的进出口物料的温度、压力、浓度、成分、流量。应包括系统的工艺流程总图以及系统的主要部件表。
- 8.2.2 蒸发冷凝器说明书应该包括蒸发冷凝器特性（包括设计压力、试验压力、设计温度、工作介质）、容器竣工总图、容器主要零部件表。
- 8.2.3 蒸汽压缩机说明书应该包括适用工质、进口热力参数、压比、吸气量等参数，还应有维护保养内容、注意事项、易损件明细等。
- 8.2.4 循环泵说明书应该包括适用工质、进出口参数、流量以及维护保养内容。

8.3 质量证明书

质量证明书至少应该包括以下内容：

- (1) 主要部件的化学成分和力学性能复印件；
- (2) 探伤结果复印件；
- (3) 焊接质量检测结果复印件；
- (4) 液压试验与致密性试验结果；
- (5) 与本标准及设计图样不符项目的说明。

8.4 蒸发设备的检验

包括出厂检验和型式试验。

8.4.1 出厂检验

- (1) 蒸汽压缩机的出厂检查按照_____标准的规定进行。
- (2) 蒸发冷凝器的出厂检验按照 GB 15573-1995 和 QB/T 1163-2000 规定进行。
- (3) 气液分离器的出厂检验按照 GB 150 规定进行。
- (4) 进料储罐的出厂检验按照 GB 150 规定进行。
- (5) 出料储罐的出厂检验按照 GB 150 规定进行。
- (6) 每台产品在检验过程中若发现不合格，则退回进行整理后再检验。

8.4.2 型式试验项目

- (1) 新产品试验成功投产前（包括老产品转厂生产）；



- (2) 正常生产时，每年进行一次；
- (3) 当产品设计、工艺、结构或因所用材料的改变影响到产品性能时；
- (4) 停产一年后，又重新生产时；
- (5) 出厂检验结果与上次型式试验结果有重大偏差时；
- (6) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

9 标志、包装、运输、储存

9.1 标志与包装

9.1.1 MVR 蒸发设备铭牌

MVR 蒸发设备应设置铭牌，铭牌应固定在明显的位置，铭牌应包括以下内容：

- (1) 产品名称；
- (2) 产品型号规格；
- (3) 产品重量；
- (4) 出厂编号；
- (5) 制造厂名；
- (6) 生产日期。

9.1.2 包装箱标志

包装箱上应有“小心轻放”、“防潮”、“向上”等标志和收发货标志。在裸装设备表面或包装箱的明显位置作如下标志，并符合 GB 191-2008 的规定。

- (1) 出厂编号；
- (2) 总共箱（件）数及箱号或捆号；
- (3) 发货站（港）名；
- (4) 到货站（港）名；
- (5) 体积：长×宽×高（mm）；
- (6) 毛重及净重（kg）；
- (7) 发货地址和单位；
- (8) 收货地址和单位；



(9) 出厂或装箱日期。

9.1.3 包装

电动机与随机文件一起装入塑料袋和含有减震材料的包装箱内，包装应牢固可靠。

包装箱内应有下列随机文件：

- (1) 产品合格证；
- (2) 装箱单以及附件清单；
- (3) 使用说明书、随机图纸。

9.2 运输

产品的运输应符合 GB 191-2008 的规定。

包装后的电动机在避免日晒、雨雪直接浇袭，避免跌落、碰撞的条件下，可适用于公路、铁路、水路和空运等各种运输方式。

9.3 贮存

电动机在环境温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于95%（在 25°C 时），无腐蚀性介质，通风良好的仓库内贮存。

蒸发冷凝器的存储应放置在干燥通风、无腐蚀性介质的室内或有遮蔽的场所。制造厂存期超过六个月时，出厂前必须按照本标的相关规定重新进行检验，并对设备内外进行清洗。