

ICS 25.010
CCS X30

SIACN

中国淀粉工业协会团体标准

T/SIACN

磁力驱动糖氢化反应釜技术规范

Magnetic Drive Sugar Hydrogenation Reactor Technical Specification

(征求意见稿)

2026-09-**-**发布

2026-10-**-**实施

中国淀粉工业协会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 安全要求和措施.....	3
4.1 材料.....	3
4.2 设计.....	4
4.3 制造.....	7
5 安全要求和措施的验证.....	8
5.1 无损检测.....	8
5.2 耐压试验.....	8
5.3 其他试验.....	8
6 随机技术文件.....	9
7 包装防护.....	9
7.1 表面防护.....	9
7.2 螺纹接口防护.....	9
7.3 法兰接口防护.....	9
8 实施与监督.....	10

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。

本标准为首次发布。

本标准由中国淀粉工业协会组织制定。

本标准主要起草单位：威海化工机械有限公司

本标准主要起草人：孙奎峰

本标准由中国淀粉工业协会解释。

磁力驱动糖氢化反应釜技术规范

1 范围

本标准规定了磁力驱动糖氢化反应釜（以下简称氢化釜）的安全要求和措施、安全要求和措施的验证及使用信息。

本标准适用于釜体几何容积为 $0.5\text{m}^3\sim 70\text{m}^3$ 、设计压力为 $0.1\text{MPa}\sim 35.0\text{MPa}$ 和设计温度为所用材料允许使用温度的钢制氢化釜。

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。

TSG21 固定式压力容器安全技术监察规程

GB/T 150(所有部分)压力容器

GB/T 4732(所有部分)压力容器分析设计

GB/T 151 热交换器

GB/T 567（所有部分）爆破片安全装置

GB/T 12241 安全阀一般要求

GB/T 42594 承压设备介质危害分类导则

GB/T 3836（所有部分）爆炸性环境

GB/T 15823 无损检测 氦泄漏检测方法

HG/T 20569 机械搅拌设备

HG/T 3796 搅拌器标准汇编

HG/T 3648 磁力驱动反应釜

HG/T 21570 钢制化工容器法兰和垫片

HG/T 20569~20635 钢制管法兰、垫片、紧固件

HG/T 20580 钢制化工容器设计基础规范

HG/T 20581 钢制化工容器材料选用规定

HG/T 20582 钢制化工容器强度计算规定

HG/T 20583 钢制化工容器结构设计规定

HG/T 20584 钢制化工容器制造技术规范

NB/T 47002.1 压力容器用爆炸焊接复合板 第1部分：不锈钢-钢复合板

NB/T 47013 承压设备无损检测

NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定

NB/T 47015 压力容器焊接规程

NB/T 10558 压力容器涂敷与运输包装

SH/T 0010 润滑脂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 磁力耦合器 magnetic coupler

它主要由内外磁环（或磁盘）以及使它们彼此不接触的隔离罩构件组成，引用于 HG/T 3648。

3.2 自吸式搅拌装置 self-priming agitator

由自吸涡轮式搅拌器与空心轴配套使用，实现将氢气泵入液面下方的搅拌组合。

3.3 最大静磁力矩 maximum static magnetical torque

在常温下，当磁力耦合器组合件的任一磁环（或磁盘）处于固定不动状态时，若对另一磁环（或磁盘）缓慢施以一定的切向力，此时所施加的最大且不发生二磁环（或磁盘）滑脱的力矩称为最大静磁力矩，引用于 HG/T 3648。

3.4 搅拌扭矩 agitation torque

搅拌器在旋转过程中，为克服流体阻力、维持设定转速而需的旋转力矩。

3.5 临界吸氢转速 critical speed of hydrogen circulation

自吸涡轮式搅拌器通过高速旋转在空心轴腔体内形成负压，将液面上方氢气吸入液下的最低转速。

$$\text{临界吸氢转速 } r = \frac{(3.2h+1.5) \times 60}{\pi d},$$

h—自吸涡轮式搅拌器液位深度，

d—自吸涡轮式搅拌器直径。

3.6 装量系数 loading factor

实际操作容积（即物料体积）与设备几何容积（即筒体+封头的总容积）之比。

3.7 设计使用年限 design service life

在正常设计、施工、使用和维护条件下，氢化釜预期能够安全、可靠、经济地完成其预定功能的最低使用时间，主要指压力容器受压元件，不包括搅拌易损件。

3.8 安全泄放量 required relief capacity

在设定的超压工况下（如火灾、冷却失效、化学失控反应等），为防止容器内压力超过设计压力而必须在单位时间内泄放出的流体质量或体积流量，计算按 GB/T150.3 执行。

4 安全要求和措施

4.1 材料

4.1.1 制造单位应对氢化釜和其他受压元件所用材料及材料质量说明书的真实性和一致性负责。

4.1.2 受压元件的材料应符合 TSG 21 的规定，必要时制造单位应对材料进行复验。

4.1.3 壳体所用不锈钢-钢爆炸复合板应符合 NB/T47002.1 的要求，级别不得低于 B2 级，且复层厚度偏差按 NB/T47002.1 执行；

4.1.4 磁力耦合器的密封罩材料应选用奥氏体不锈钢、哈式合金等耐蚀且无铁磁性材料，抗拉强度 $\geq 520\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 205\text{MPa}$ ；

4.1.5 磁力耦合器内转子的永磁体应选用钕铁硼或钐钴类耐高温磁钢，钕铁硼磁钢耐温 $\geq 150^\circ\text{C}$ ，钐钴磁钢耐温 $\geq 250^\circ\text{C}$ ；

4.1.6 搅拌轴应采用不锈钢无缝钢管与不锈钢钢棒焊接后加工，所用钢管与钢棒应为相同牌号；搅拌桨应采用不锈钢或与壳体同等耐蚀金属材料；

4.1.7 联轴器宜选用凸缘式刚性联轴器，应采用不锈钢锻件。

4.2 设计

氢化釜根据釜体结构形式区分为开式和闭式两种设计方案，闭式氢化釜又可根据检修方式分为中心人孔和侧人孔两种设计方案，其主要结构包括釜体、驱动部分、磁力耦合器、自吸式搅拌装置，如图 1；

4.2.1 釜体

4.2.1.1 受压元件应按 GB/T150 进行设计计算。如采用其他方法设计时，应遵循相应标准的规定。

4.2.1.2 釜体的结构型式应优先按 HG/T3648 选用，也允许采用其他可满足搅拌工艺需要的结构型式。

4.2.1.3 全容积低于 20m³ 的氢化釜设计使用年限宜为 10 年，超过 20m³ 可延长至 15 年，设计使用年限内，受压元件腐蚀裕量 $\geq 1.5\text{mm}$ ；

4.2.1.4 应包括换热盘管、冷却夹套、氢气进口分布环管、插入式出料管、安全泄放装置等；

4.2.1.5 设计单位提供安全泄放量计算说明；

4.2.1.6 安全泄放装置应设置在容器本体的气相空间，且爆破片安全装置不得单独使用，可以与安全阀组合使用；当安全阀与爆破片串联使用时，爆破片应设置在安全阀入口侧，且两者之间设置压力表和放空阀；

4.2.1.7 接管法兰应选用带颈对焊法兰，且接管应采用整体补强，与壳体之间应当采用全焊透结构；

4.2.1.8 搅拌口凸缘或法兰不得采用衬层复合结构；

4.2.1.9 釜内应根据传热量需求设置内盘管，且支撑盘管用型钢部件应兼做扰流挡板使用，分布于盘管内侧，盘管圆直径不宜小于釜体内径的 0.65 倍，型钢挡板宽度应大于管外径，不得采用导流筒结构；

4.2.1.10 釜体高径比，即柱体段高度与内径比值，不宜超过 1.5，设计装料系数宜为 65%~75%，不得超过 80%，且柱体段有效液位高度不超过柱体高度的 75%；

4.2.1.11 釜体底部应设置催化剂排净口。

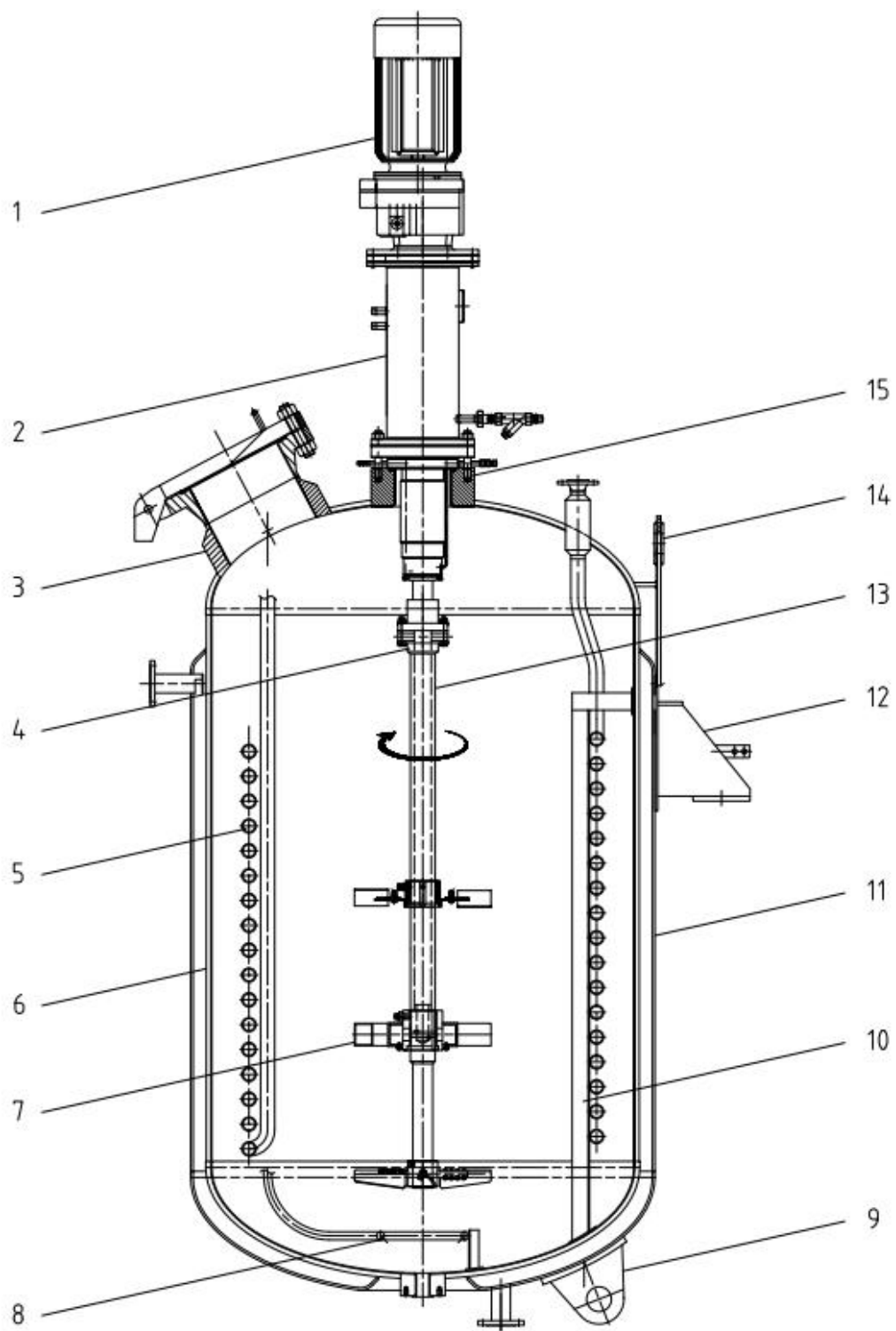


图1 氢化釜结构示意图

1. 驱动部分；2. 磁力耦合装置；3. 人孔组件；4. 凸缘式刚性联轴器；5. 盘管组件；
6. 内容器柱体；7. 自吸式搅拌装置；8. 气体分布环管；9. 辅助吊耳；10. 盘管支撑角钢；
11. 夹套部分；12. 容器支座；13. 搅拌轴；14. 吊耳；15. 搅拌口凸缘。

4.2.2 驱动部分

4.2.2.1 应配备变频防爆电机、防爆加热器及远传电控元件等，防爆等级不低于 IIC 级，防护等级不低于 IP55；

4.2.2.2 搅拌功率应包括搅拌轴功率、机械传动损耗和磁涡流热损耗三部分，电机功率应不小于轴功率的 1.25 倍，且涡流损耗功率单独核算计入总功率；

4.2.2.3 可选用电机减速机和直驱式永磁电机两种型式，采用顶入式磁力耦合传动搅拌系统，严禁采用皮带传动；

4.2.3 磁力耦合器

4.2.3.1 全容积大于 0.5m³ 氢化釜用磁力耦合传动装置应采用冷却水换热，且入口水温不得超过 35℃，需根据磁涡流热损耗计算冷却水流量，外磁转子位置冷却水腔应设置温度监测元件；

4.2.3.2 磁力耦合器的最大静磁力矩不得低于搅拌扭矩的 1.5 倍；

4.2.3.3 符合以下条件的磁力耦合传动装置，内磁转子用磁钢应选用钕钴材质

a. 工作转速超过 250 r/min（不含临界转速区间）；

b. 涡流热损耗功率不低于 10KW；

c. 冷却水入口温度超过 35℃；

d. 无法采用循环水冷却方式。

4.2.3.4 磁力耦合器外磁转子应设有轴承支承结构，应检测转子底部径向跳动公差应不大于 0.5mm，轴向窜动量应为 ±0.2mm。

4.2.4 自吸式搅拌装置

4.2.4.1 自吸式搅拌装置应能够提供强轴流、大排量的同时，实现气体内循环以及高剪切气相分散的效果，运行过程中液下持气量不得低于装料容积的 5%，液下持气量的检测应按 HG/T20569 附录 C 执行；

4.2.4.2 搅拌转速不得低于临界吸氢转速的 1.3 倍，叶端线速度=叶轮外径×π×转速/60，转速核算时需要扣除搅拌轴扰度影响。

4.2.4.3 搅拌转速应符合以下要求：

a. 全容积低于 5m³，搅拌转速应不低于 250r/min；

b. 全容积 5m³ 以上，但低于 15m³，自吸涡轮式搅拌器叶端线速度不得低于 7m/s；

c. 全容积 15m³ 以上，自吸涡轮式搅拌器叶端线速度不得低于 8m/s；

d. 实际转速应根据自吸涡轮式搅拌器液位深度核算。

4.2.4.4 钢管段空心轴抗弯截面系数不得低于耦合器下部轴承处传动轴抗弯截面系数的 1.1 倍。

4.2.4.5 搅拌转子应进行临界转速计算。宜采用刚性搅拌转子设计，工作转速不得大于第一临界转速的 0.75 倍。如采用柔性转子设计，应采取稳定筒、限位环等防护措施，竣工图纸中应标明临界转速，并注明不得于 0.75~1.25 倍临界转速范围内长时间使用。

4.2.4.6 全容积低于 40m³ 的氢化釜搅拌装置不宜设置底轴承。

4.3 制造

4.3.1 釜体

4.3.1.1 爆炸复合板的焊接应遵循 GB/T13148 第 5 章焊接工艺要求。

4.3.1.2 换热管的焊接应采用钨极惰性气体保护焊。

4.3.1.3 不锈钢-钢爆炸复合板制造的釜体以及与釜内物料接触的元件，焊接完工后应对其表面进行酸洗、钝化处理。

4.3.1.4 釜内支撑件与壳体复层之间应增设耐蚀层同材质焊接垫板，厚度不小于 6mm。

4.3.2 磁力耦合器

4.3.2.1 密封罩所有焊接接头须经过焊接工艺评定，严格按照焊接工艺规程的要求施焊。

4.3.2.2 内磁钢外表面应采用非磁性耐蚀包覆层保护，外磁钢内表面应增加非磁性包覆层保护，包覆层与隔离罩表面间隙均不得小于 2.0mm。

4.3.2.3 耦合器外回转体轴承、传动轴支承架轴承应加注反应釜专用耐高温润滑脂。

4.3.3 自吸式搅拌装置

4.3.3.1 搅拌器的制造应符合 HG/T3796 的规定，所有紧固件均应采取可靠的防松措施。

4.3.3.2 搅拌轴加工完成后宜垂直吊装放置，否则应采取其他有效的防变形措施。

4.3.3.3 联轴器的制造应符合 HG/T21570 的规定，通气孔应跨螺栓孔位置，均布于联轴器法兰上。

4.3.3.4 搅拌轴气孔应位于棒材加工位置，内孔大小考虑钻孔补强，不得于管制空心轴处钻孔。

5 安全要求和措施的验证

5.1 无损检测

5.1.1 反应釜本体检测应按 GB/T150.4 的规定；

5.1.2 单层换热盘管的对接接头应随机抽查不少于 20%且不少于两道环焊缝进行射线检测，双层及多层换热盘管的对接接头应全部进行射线检测，按 NB/T47012.2 的规定，技术等级不低于 AB 级，质量等级不低于 II 级；

5.1.3 所有耐压接管对接接头应进行 100%渗透检测，按 NB/T47012.2，质量等级不低于 I 级；

5.1.4 磁力耦合器密封罩对接接头应进行 100%射线探伤，技术等级不低于 AB 级，质量等级不低于 II 级，射线检测底片黑度范围 2.0~4.0，符合 NB/T47013.2 的要求；加工完成后，所有焊缝应进行 100%渗透检测，质量等级不低于 I 级；

5.1.5 搅拌轴焊接接头表面应进行 100%渗透检测，按 NB/T47012.2，质量等级不低于 I 级；

5.1.6 搅拌器浆套与浆叶或支撑浆叶焊接接头表面应进行 100%渗透检测，按 NB/T47012.2，质量等级不低于 I 级；

5.2 耐压试验

5.2.1 换热盘管应于弯制成形后，应进行耐压试验，试验压力为釜体耐压试验压力；与釜体焊接完成后，再进行耐压试验，试验压力为盘管法兰设计压力；耐压试验保压时间均 $\geq 30\text{min}$ ，无渗漏、无可见变形为合格；

5.2.2 釜体加工制造完工后应进行耐压试验，保压时间 $\geq 30\text{min}$ ，试验介质为洁净水，水温 5~50℃，无渗漏，无可见变形，无异常响声为合格；

5.3 其他试验

5.3.1 下搅拌轴加工完成后应进行通气试验；

5.3.2 搅拌器加工完成后进行静平衡试验；

5.3.3 组装后的搅拌转子应按技术要求进行相应的静平衡试验或动平衡试验；

5.3.4 回转体包覆层焊接后应采用氦质谱检漏，检测角焊缝焊接质量；

5.3.5 氢化釜组装完成后，应以水代料进行设计压力下的运转试验，试验时间不低于 4 小时；

6 随机技术文件

设备应提供使用说明书或其他书面说明，内容应包括：

- a. 受压元件强度计算书或应力分析报告；
- b. 无损检测报告、耐压试验报告、氦检漏报告；
- c. 材料质量证明书及复验报告；
- d. 设备运输、搬运和贮存的信息，如尺寸、质量、重心位置、贮存条件、搬运说明；
- e. 设备安装和试运转的有关信息，如装配和安装条件、使用和维护所需的空间、允许的环境条件（如温度、湿度、振动和电磁辐射等）；
- f. 设备自身的信息，如设备配件、防护装置的详细说明、预定的设备全部应用范围、图表（尤其是安全功能的图解表示）、电气设备的技术文件等；
- g. 维护信息，如安全功能检查的性质和频次、需要更换的标准、使用时可能影响操作者健康与安全的全的备件详细说明等；
- h. 关于紧急状态的信息，如发生事故或损坏时应遵循的操作方法、可能排放或泄漏有害物质的警告（如有可能，指明消除影响的措施）。

7 包装防护

7.1 表面防护

7.1.1 碳钢、低合金钢表面涂敷前除锈达 Sa2.5 级；涂敷两道底漆、一道中间漆（干膜总厚 $\geq 120 \mu\text{m}$ ）；

7.1.2 不锈钢表面禁止涂漆，表面应进行酸洗、钝化处理。

7.2 螺纹接口防护

7.2.1 螺纹孔用塑料塞封堵；

7.2.2 外螺纹接口用塑料螺纹护套全覆盖，禁用胶带缠绕（易残留胶渍）。

7.3 法兰接口防护

7.3.1 配对法兰应按照相应标准设置垫片；

7.3.2 单侧法兰（无配对）用与法兰外径一致的金属或塑料法兰盖封闭，法兰盖与法兰间设置垫片。

8 实施与监督

标准实施监督是贯彻执行标准的重要手段,通过督促、检查标准执行情况保障产品质量与经济效益,属于标准化工作核心环节。其主体包括中国淀粉糖工业协会、特种设备检验检测机构,政府标准化行政主管部门负责统筹监管,使用单位负责日常自查。

通过全国标准实施监测网开展效果评估,强化国务院标准化行政主管部门统筹职责。

监督方法创新包括建立标准验证制度、实施信息反馈机制和联动复审修订程序,同时推行形成闭环管理体系。