

ICS 71. 120;75. 180. 20;23. 020. 30

G 93

备案号: 48614—2015

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 4754—2014

钢制发酵容器技术条件

Specifications for steel fermentation vessels

2014-12-31 发布

2015-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与符号 2

 3.1 术语和定义 2

 3.2 符号 2

4 要求 3

 4.1 基本规定 3

 4.2 发酵罐范围的界定 3

 4.3 规格参数 3

 4.4 发酵罐的主要零部件 3

 4.5 性能要求 4

5 材料 5

 5.1 一般规定 5

 5.2 钢板 5

 5.3 钢管 5

 5.4 锻件 5

 5.5 型钢 5

 5.6 紧固件 5

 5.7 焊材 5

6 结构与设计 6

 6.1 发酵罐筒体 6

 6.2 封头 6

 6.3 换热设施 6

 6.4 接管、法兰、垫片及紧固件 6

 6.5 人孔、手孔、检查孔及有关测量仪表 7

 6.6 支座 7

 6.7 搅拌系统 7

7 制造、检验和验收 8

 7.1 发酵罐制造、检验和验收一般规定 8

 7.2 筒体、封头外观及尺寸检查项目 8

 7.3 无损检测、耐压试验与产品最终验收 8

 7.4 发酵罐的涂敷、包装与运输 9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国化工机械与设备标准化技术委员会 (SAC/TC429) 归口。

本标准起草单位：安徽丰原化工装备有限公司、中国化工装备协会、天华化工机械及自动化研究院设计院。

本标准主要起草人：马德金、张帆、张俊科、张晓波、胡永兵、唐根生、崔亚放。

钢制发酵容器技术条件

1 范围

本标准规定了钢板及复合钢板制造发酵容器（以下简称发酵罐）的要求，材料，结构与设计，制造、检验和验收的通用要求。

本标准适用于以酶或微生物为主的生物催化剂，采取间歇、半连续（流加）和连续等操作形式，实现生物转化的好氧型通用发酵罐。

特定结构形式的卧式圆环形结构发酵罐、卧式筒体结构发酵罐、自吸式机械搅拌发酵罐、高位塔式发酵罐、环流式发酵罐等发酵罐的建造亦可按本标准的相应规定。

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 150（所有部分） 压力容器
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 9019 压力容器公称直径
- GB 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- GB/T 25198 压力容器封头
- HG/T 20569 机械搅拌设备
- HG/T 20584 钢制化工容器制造技术要求
- HG/T 20592~20635 钢制管法兰、垫片、紧固件
- HG/T 21514~21535 钢制人孔和手孔
- JB/T 4385.1 锤上自由锻件通用技术条件
- JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装
- JB/T 4712（所有部分） 容器支座
- JB/T 4730.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测
- 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 47003.1 钢制焊接常压容器
- NB/T 47008 承压设备用碳素钢和低合金钢锻件
- NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- 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 47018.1 承压设备用焊接材料订货技术条件 第1部分：采购通则
- NB/T 47018.2 承压设备用焊接材料订货技术条件 第2部分：钢焊条
- NB/T 47018.3 承压设备用焊接材料订货技术条件 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝
- NB/T 47018.4 承压设备用焊接材料订货技术条件 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂
- NB/T 47018.5 承压设备用焊接材料订货技术条件 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂
- TSG R0004 固定式压力容器安全技术监察规程

HG/T 4754—2014

3 术语与符号

NB/T 47003.1 和 GB 150 中界定的以及下列术语和符号适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

发酵 fermentation

利用对酶和微生物（或动植物细胞）的生长培养，在有氧或无氧条件下促使生物质进行生物化学反应，产生生物代谢目标产物的反应过程。

3.1.2

生物质 bio-mass

与生物有关的物质的总称，包括所有动物、植物和微生物以及由这些有生命物质派生、排泄和代谢的有机物质。

3.1.3

发酵容器 fermentation vessels

对微生物深层培养，使生物质参与生物化学反应过程的反应容器。按照微生物在生物化学反应过程的需要氧气的特征分为好氧发酵罐和厌氧发酵罐。

3.1.4

好氧发酵罐 aerobic fermentation tank

内部设置机械搅拌、采用压缩空气分布系统和换热系统装置，实现需氧微生物新陈代谢过程的发酵设备。

3.1.5

公称直径 nominal diameter

对于用钢板卷焊制成的筒体，发酵罐公称直径指的是筒体内径。若发酵罐直径较小，其筒体直接采用无缝钢管制作时，发酵罐公称直径指的是钢管外径。它由字母 DN 和量纲为 1 的数字组成。

封头的公称直径与筒体一致。

3.1.6

公称容积 nominal volume

发酵罐的筒体与封头组成密闭型腔的几何容积，即由设计图样标注的尺寸计算（不考虑制造公差）并且圆整。一般不扣除永久连接在发酵罐内部的内件的体积。

3.1.7

搅拌装置 agitators

由搅拌叶轮、搅拌轴、搅拌轴支撑、搅拌轴封、减速机 and 电机等部件组成的总体。

3.1.8

封头 heads

与发酵罐上的筒体端部相连接的端盖。常见的结构形式有凸形封头（椭圆形封头、碟形封头、球冠形封头和半球冠形封头）、锥形壳体、变径段、平盖及紧缩口等。

3.2 符号

C ——厚度附加量，mm；

C_1 ——材料厚度负偏差，mm；

C_2 ——腐蚀裕量，mm；

D_i ——圆筒或球壳的内直径，mm；

DN ——发酵罐公称直径，mm；

H ——筒体高度，mm。

4 要求

4.1 基本规定

4.1.1 本标准范围内的发酵罐除符合本标准的规定外，还应遵守国家颁布的有关法律、法规和安全技术规范；发酵罐内产物作为食品、食品添加剂、药品等最终产品的，应满足良好生产规范（GMP）的要求。

4.1.2 在《固定式压力容器安全技术监察规程》管辖范围内的发酵罐应接受特种设备安全监察机构的监察。

4.1.3 发酵罐的设计、选材、结构形式、制造工艺除符合本标准的规定外，还必须满足发酵工艺的要求。

4.1.4 发酵罐的设计、制造单位应具有健全的质量保证体系。

4.2 发酵罐范围的界定

发酵罐的范围包括：

a) 发酵罐与外部管道连接：

- 1) 焊接连接的第一道环向接头坡口端面；
- 2) 螺纹连接的第一个螺纹接头端面；
- 3) 法兰连接的第一个法兰密封面；
- 4) 专用连接件或者管件连接的第一个密封面。

b) 接管、人孔、手孔等的封头、平盖及其紧固件。

c) 与筒体连接的封头、与封头连接的吊耳、裙座或支座。

d) 与发酵罐配套的搅拌装置、测温仪表、压力表、流量计、液位计、黏度计、溶氧仪等。

4.3 规格参数

4.3.1 发酵罐的规格参数至少包括公称直径、筒体高度、筒体和封头的有效壁厚、公称容积、筒体外（内）部换热面积、电机功率、搅拌叶轮的型式及其几何参数和运转参数、搅拌轴有效功率、管口方位和几何参数、预期使用年限等。

4.3.2 发酵罐常用公称容积（ m^3 ）为 10、20、30、50、60、80、100、120、150、200、250、300、400、500、600、800 等。选取发酵罐公称容积时，应充分考虑发酵醪液装料量、发酵周期、发酵收率、能源消耗、发酵罐顶部的罐内气相空间压力、安全可靠、设计使用年限等主要因素，同时考虑设备布局、制作难易程度、运输与现场组装条件、配套设施投资的经济性等附加因素。

4.3.3 选取搅拌装置时，应充分考虑节能降耗的原则。

4.3.4 对于发酵罐内外部换热装置进行优化设计，提高换热效率，满足能效要求。

4.4 发酵罐的主要零部件

发酵罐的主要零部件包括罐体、搅拌装置、各类仪表及接口、工艺接管、罐体内外部换热装置、人孔、空气分布器等，参见图 1 和表 1。

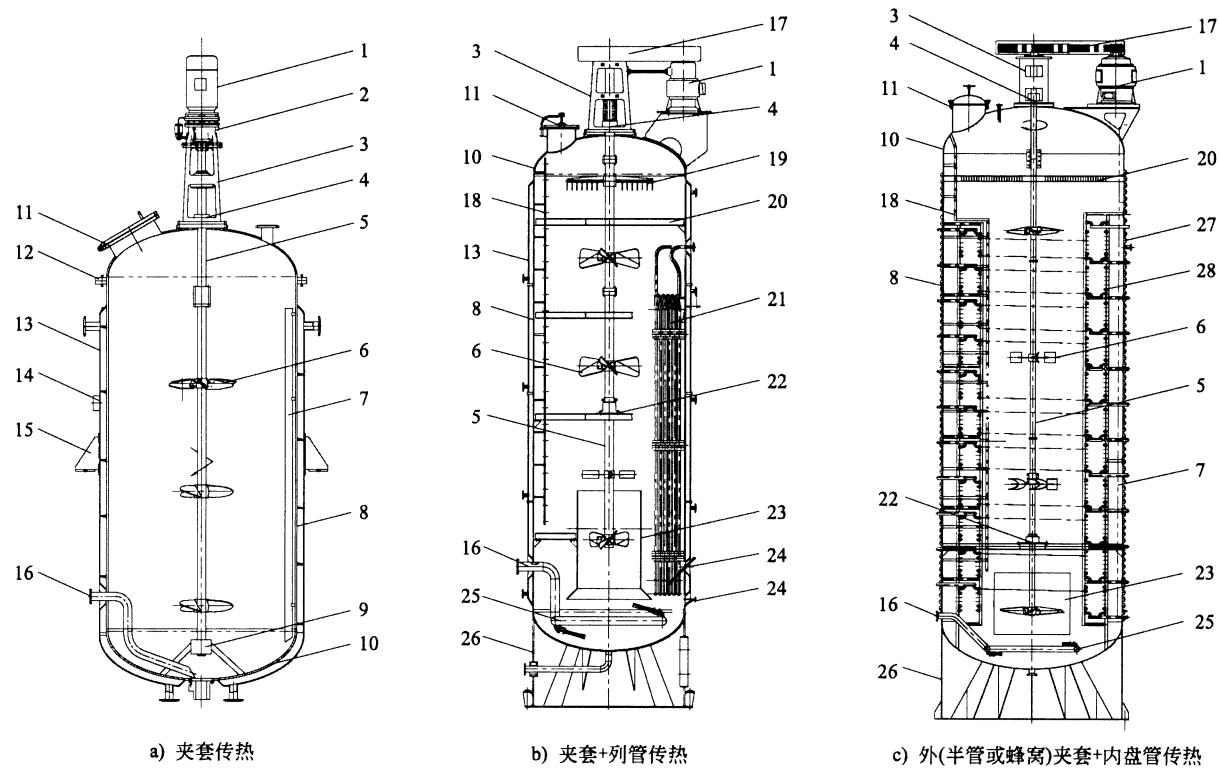


图 1 发酵罐的主要结构形式

表 1 发酵罐的主要零部件

序号	零部件名称	序号	零部件名称	序号	零部件名称
1	电机	11	人孔	21	蛇管
2	减速机	12	容器法兰	22	中间轴承
3	减速机机架	13	U 型夹套	23	导流筒
4	机械密封	14	铭牌	24	仪表接口
5	搅拌轴	15	耳式支座	25	空气分布器
6	搅拌桨叶	16	进气管	26	裙座
7	折流挡板	17	减速带	27	外夹套
8	筒体	18	爬梯	28	内盘管
9	底部轴承	19	消泡除沫器		
10	封头	20	检修平台		

4.5 性能要求

- 4.5.1 发酵罐的设计、制造、运行应满足发酵工艺及其主要控制参数的要求，其结构设计制作应避免染菌的可能。
- 4.5.2 发酵工艺主要控制参数至少包括底料物质配比、菌种培养及接种、流加的营养物质、发酵液黏度、发酵液固形物含量、装料容积、pH 值、发酵液温度范围、发酵周期、产物收率、溶解氧浓度、无菌空气质量及流量要求、发酵罐顶部的罐内气相空间压力、搅拌转速与功率、消毒方式与温度、上述相关工艺参数与时间的关系曲线等。
- 4.5.3 满足本标准的基本安全要求和节能要求。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 发酵罐所用材料的质量、规格与标志应当符合相应材料的国家标准或行业标准的规定，同时还应当考虑材料的力学性能、化学性能、物理性能和工艺性能。材料应具有质量证明文件，质量证明文件应包括标准及合同规定的检验和试验结果，而且具有可追溯性。

5.1.2 常压类发酵罐用材（包括罐内供给蒸汽消毒且工作压力小于 0.1MPa 或进料及出料过程中瞬时承受压力大于或等于 0.1MPa）应当符合 NB/T 47003.1 的规定。

5.1.3 承压类发酵罐用材还应符合 TSG R0004 和 GB 150.2 的规定。

5.1.4 应考虑发酵醪液、流加物以及代谢产物对奥氏体不锈钢材料的晶间腐蚀。

5.1.5 与发酵液直接接触的非受压元件（消泡除沫器、搅拌轴、搅拌桨叶、联轴器、导流筒、筒体内部支撑构件、爬梯、空气分布器等）用材应当与筒体或封头的材料保持同一类别及组别，在同一组别中选用材料性能相近的牌号、级别及型号，符合 NB/T 47014 的规定。

5.1.6 设备法兰、管法兰、人孔、手孔、液面计等标准零部件用材应当符合对应的国家标准或行业标准的要求。

5.1.7 选用标准零部件时，应考虑标准部件中垫片对发酵菌种的毒性危害以及染菌的可能性。

5.2 钢板

5.2.1 发酵罐的筒体或封头用钢板应充分考虑发酵液的腐蚀性。

5.2.2 与发酵液非直接接触的元件（吊耳、裙座、电机与减速机机座、外部爬梯等）应当选用碳素结构钢，这部分元件与筒体或封头之间应当有与筒体或封头材料牌号一致的过渡垫板。

5.2.3 筒体或封头上的开孔需要设置补强圈时，补强圈的材料应当与筒体或封头的材料牌号一致。

5.2.4 选用不锈钢-钢复合板时应符合 NB/T 47002.1 的规定，不锈钢-钢复合板经高于 600℃ 的热加工后，应按 JB/T 4730.3 进行超声检测，符合Ⅲ级要求为合格。

5.2.5 筒体、封头用复合板应沿 200 mm 间距的格子线、板边的 50 mm 区域以及预定开孔边缘外侧的 25 mm 区域内按 JB/T 4730.3 进行超声检测，符合Ⅲ级要求为合格。

5.3 钢管

5.3.1 与发酵液直接接触的钢管应采用无缝钢管，优先选用符合 GB 13296 规定的无缝钢管。

5.3.2 与发酵罐壳体连接的料液接管宜采取整体补强。

5.4 锻件

5.4.1 发酵罐的承压类元件用锻件应符合 NB/T 47008 和 NB/T 47010 的要求，非受压元件用锻件应符合 JB/T 4385.1 的要求。钢锻件的级别由设计文件规定，不应使用低于Ⅱ级的锻件，并在设计图样上的钢锻件材料牌号后附上级别符号。

5.4.2 对有晶间腐蚀的不锈钢锻件，应在工艺技术文件中提出晶粒度要求。

5.5 型钢

与发酵液直接接触的所有型钢采用整体成型或钢板弯制，不宜采用焊接成型。

5.6 紧固件

5.6.1 与发酵液直接接触的发酵罐用紧固件，其材料类别应当与筒体或封头用材料类别保持一致，不宜使用异种钢。

5.6.2 与发酵罐支座连接的地脚螺栓等紧固件应优先选用碳素结构钢。

5.6.3 发酵罐及其配套使用的所有紧固件应按照 HG/T 20592~20635 选用。

5.7 焊材

5.7.1 焊接材料应当满足相应焊材标准，并且附有质量证明书和清晰、牢固的标志。

5.7.2 焊接材料还应满足 NB/T 47018.1~NB/T 47018.5 的要求。

HG/T 4754—2014

5.7.3 所有与发酵醪液接触的焊接接头应采用低氢焊材焊接。

6 结构与设计

6.1 发酵罐筒体

6.1.1 筒体宜采用钢板卷制后焊接，公称直径 DN 应符合 GB/T 9019 的规定，并以内径为准。除现场直接下料、组对、焊接成形外，设计时应当在满足发酵工艺的要求下充分考虑适宜的公称直径和罐体的总长，以符合运输的方便性。

6.1.2 可以采用钢管作为发酵罐的筒体时，公称直径以钢管的外径为准。

6.1.3 筒体高度 H 与筒体内直径 D_i 之间尺寸比例关系宜取 1.7~3。

6.1.4 发酵罐筒体的强度与刚度设计应按照 GB 150 的相关规定。发酵罐的筒体设计应考虑足够的腐蚀裕量 C_2 和料液对筒体冲蚀产生的壁厚减薄。

6.1.5 发酵罐筒体的所有 A、B 类焊接接头应采用全焊透的焊接工艺，发酵罐内部焊缝表面必须打磨光滑或抛光。

6.2 封头

6.2.1 发酵罐的封头形式宜优先选用标准型椭圆封头，符合 GB/T 25198 的要求。

6.2.2 直径较大 ($DN > 4\,000\text{ mm}$) 的封头，可以采用先成型后拼焊方式。

6.2.3 上封头计算时应充分考虑搅拌系统的外载荷对封头稳定性的影响。下封头的设计应考虑足够的腐蚀裕量 C_2 和料液对筒体冲蚀产生的壁厚减薄。

6.2.4 封头与筒体或法兰为焊接连接时，其焊接接头应采取全焊透结构。封头的直边高度应符合法兰连接的要求，否则应增设筒体短节。

6.2.5 设计时给出封头的最小壁厚值。

6.2.6 发酵罐封头的所有 A、B 类焊接接头的质量要求与筒体一致。

6.3 换热设施

6.3.1 对发酵液加热和冷却可以采用罐体外部整体夹套结构 (U 型或圆筒形)，整体夹套的材质可以使用与筒体和下封头不一样牌号的材料。夹套的内径与 D_i 的比值不宜大于 1.2。有关整体夹套的壁厚及与发酵罐筒体的连接处结构及其尺寸参照 HG/T 20569 的有关条款进行计算。

6.3.2 当发酵罐有效容积不小于 50 m^3 时，不宜采用罐体外部整体夹套或蜂窝夹套结构，可以采用罐内换热装置 (蛇管、盘管结构) 或其与罐外半管夹套组合形式等结构。

6.3.3 当不锈钢发酵罐的有效容积大于 200 m^3 时，宜采用蜂窝夹套结构，所用不锈钢材料经模具压制而成。

6.3.4 根据发酵液的升温、降温需要对整体夹套、罐内蛇管及罐外半管夹套的换热面积进行计算，充分考虑发酵液传质效率、发酵醪液组分、发酵液黏度、溶氧水平和冷媒的特性，该计算书应经设计委托方的工艺技术人员书面确认。

6.3.5 罐内蛇管或盘管与支撑件之间应采用非焊接式的 U 型螺栓连接，以符合热胀冷缩的要求；罐内蛇管或盘管的选材、结构、设计、制作等应符合有关标准的规定。

6.3.6 罐外半管夹套、蜂窝夹套宜采用厚度不超过 3 mm 的钢带卷制或冲压成型。

6.3.7 罐外半管夹套覆盖的筒体或封头，应校核筒体或封头在夹套内介质压力下的强度和稳定性。罐体外部夹套的具体计算可以按照 HG/T 20569 的有关规定进行。

6.4 接管、法兰、垫片及紧固件

6.4.1 发酵罐的接管不宜使用焊接钢管或用钢板卷制。

6.4.2 接管与筒体或封头的焊接连接应采取插入式、插入式 (带补强圈) 两种接头形式。伸进罐体的管口端，焊接成形后应与筒体内壁成自然圆滑过渡。与料液接触的接管，其距罐体或封头外壁的最小直管长度应满足焊接结构的需要。

6.4.3 对于间歇进料接管或空气进气管与筒体或封头的连接部位，应分析存在脉动、振动等载荷引起的循环应力，必要时可以改变接管与连接部位的对接焊接接头形式。

6.4.4 发酵罐的筒体与封头连接不宜采用法兰连接，除非特殊工艺或操作要求；接管与接管之间的连接，除采用焊接结构外不宜采用螺纹连接，应采取接管法兰连接。

6.4.5 接管法兰、垫片及其紧固件应符合 HG/T 20592~20635 的规定。

6.4.6 罐内蛇管或盘管的固定用 U 型螺栓，当管径小于 57 mm 时采用直径 10 mm 的圆钢制作，当管径大于或等于 57 mm 时采用直径 12 mm 的圆钢制作；该螺栓必须有可靠的防止脱落或松动措施。

6.4.7 发酵罐上备用管口的接管法兰、法兰盖、垫片、紧固件应当齐全。

6.4.8 对于有严格灭菌实消、不允许泄漏或操作过程中外部污染空气进入罐内要求的，接管法兰密封面应当选用凹凸面型式。选用凹凸面密封面时，发酵罐顶部或侧面的管口应选用凹面法兰，底部管口应选用凸面法兰。

6.4.9 设计时应当充分考虑垫片的毒性对发酵液中微生物的副作用。

6.5 人孔、手孔、检查孔及有关测量仪表

6.5.1 当发酵罐的内直径 $D_i > 1\,000$ mm 时应设置人孔。人孔的设置位置不应与发酵液接触，并宜设置在上封头的适宜位置。人孔的设计与制作应符合 HG/T 21514~21535 等相关规定。人孔与筒体的内部焊接结合处不应有死角。

6.5.2 发酵罐内爬梯、检修平台及罐内件支撑与筒体或封头的连接部位应避免死角。

6.5.3 与发酵液非直接接触部分的开孔，其补强按照 GB 150.3 或 NB/T 47003.1 的规定计算。

6.5.4 选用液面计、pH 计、黏度计、温度计、压力表等测量仪表及视镜时，应当考虑发酵液的物理性质及化学性质对其适宜性。

6.6 支座

6.6.1 好氧型发酵罐支座宜按照 JB/T 4712 的规定选用。

6.6.2 地脚螺栓宜选用符合 GB/T 700 规定的 Q235 或符合 GB/T 1591 规定的 Q345。

6.6.3 选择发酵罐支座时，应考虑与其连接的壳体强度和稳定性计算，按照相应标准的规定进行。在考虑支座遵循标准规定载荷的同时，要充分考虑机械搅拌对发酵罐的附加影响。按照 HG/T 20569 的要求对发酵罐进行应力校核。

6.7 搅拌系统

6.7.1 搅拌系统选型和设计时，应综合考虑下列设计因素和具体参数：

- a) 发酵工艺的主要控制参数；
- b) 溶氧用的洁净空气分布方式、洁净空气流量、发酵罐顶部气相空间压力及其对应时间关系、发酵液的流动状态及雷诺数和弗鲁特数；
- c) 搅拌轴、联轴器、轴封的结构与尺寸；
- d) 搅拌桨叶的层数、每层的结构与尺寸；
- e) 搅拌轴的转速和搅拌桨叶的线速度；
- f) 发酵罐内部的换热设施、折流板、人字梯、支撑件、导流筒等构件对搅拌装置输出功率的变动值；
- g) 减速机装置的选型与优化配套设计；
- h) 电机或变频电机的选型与功率核算；
- i) 核算搅拌轴的有效功率，该有效功率的核定可以按照类似装置的试验参数或工程类比经验进行优化设计；
- j) 运行可靠性和投资经济性。

6.7.2 与发酵液直接接触的搅拌轴、桨叶、联轴器、导流筒、折流板和支架等部件，确定结构尺寸时，应予以强度、刚度和转动部件的静动平衡计算，符合 HG/T 20569 的规定。

6.7.3 发酵罐露天设置时,应选用户外型电动机,并符合不低于 IP54 防护等级、F 级绝缘和 D 级温升的规定。

6.7.4 在缺乏工程对比数据而变更搅拌系统参数或放大发酵罐的容积时,设计时应充分评定空气流量、搅拌转速和系统功率设置对发酵工艺的影响。必要时,设计方宜开展理论计算和模拟试验。

7 制造、检验和验收

7.1 发酵罐制造、检验和验收一般规定

7.1.1 发酵罐整体的制造、检验与验收符合本标准规定和设计文件的要求。常压立式发酵罐壳体的制造、检验和验收还应符合 HG/T 20584 或 NB/T 47003.1 的有关规定;承压立式发酵罐壳体的制造、检验和验收还应符合 GB 150.4 的规定。

7.1.2 发酵罐壳体的结构形式为单层钢板焊接的常压容器或压力容器。对于所使用的碳钢板、不锈钢板或不锈钢-钢复合板,在发酵罐壳体施焊前应按照设计文件要求对材料质量证明书进行有效性审查,材料在分割前应当进行标志移植。

7.1.3 焊接发酵罐的焊工,应当按照有关安全技术规范的规定考核合格并经制造单位的焊接责任工程师书面批准后,方可担任合格项目范围内的焊接工作。

7.1.4 发酵罐壳体施焊前应按照 NB/T 47015 的有关钢制容器焊接基本要求编制发酵罐焊接工艺规程并经评定合格,焊接工艺评定应符合 NB/T 47014 的要求。

7.1.5 对于发酵罐内部表面结构有不允许存在死角或有抛光要求的,焊缝同一部位的返修次数不应超过 2 次,出现首次返修时应采取避免再次可能返修的措施。

7.2 筒体、封头外观及尺寸检查项目

7.2.1 筒体、封头的外观及尺寸检查项目、检查方法及其合格标准按照设计图样和本标准的要求。

7.2.2 筒体、接管和封头的内表面(非焊接处)不允许出现凹坑、皱折、表面裂纹和肉眼可见的缺陷。

7.2.3 筒体和封头的所有 A、B 类对接接头不得出现表面裂纹、腐蚀等因素而导致皮下裂纹外露、未焊透、未熔合、咬边、弧坑、表面气孔、未填满和肉眼可见的缺陷,所有焊缝应圆滑过渡并避免出现积料的可能。

7.2.4 发酵罐筒体与封头的所有焊接接头错边量应不大于 4 mm;复合钢板的对口错边量不大于覆层厚度的 75% 且不大于 1 mm;当发酵罐有效容积超过 800 m³ 时,可以另行规定。

7.2.5 发酵罐筒体与封头的内表面焊接接头的棱角宜用弦长为 $D_i/4$ 的内样板和直尺检查,其对壳体外部凸出的棱角深度不得大于 3 mm 且符合此范围的棱角所占据壳体的面积不得小于 10 mm²。

7.2.6 发酵罐筒体的直线度允差不应超过 $0.5H/1\,000 + 10$ mm,沿筒体圆周的 4 个等分点测量,测量点与筒体纵焊缝中心距离不小于 100 mm。

7.2.7 发酵罐内部带有的加热管、折流板、导流筒等部件,其相同结构的不同位置测量点与搅拌轴中心线之间距离偏差不宜大于 3 mm (有特殊要求的应按图样规定)。

7.2.8 发酵罐搅拌装置的安装以及凸缘法兰与筒体焊接的垂直度、同轴度、安装的水平度等均应符合 HG/T 20569 的有关规定。

7.3 无损检测、耐压试验与产品最终验收

7.3.1 发酵罐的无损检测要求符合 GB 150 的最低规定,必要时应在设计文件中明确提出检测技术等级和合格级别。

7.3.2 发酵罐在耐压试验前必须对罐体内部的杂物进行清理,必要时须对与发酵液接触的罐体及其连接件进行除锈、脱脂和抛光处理;能够满足工艺要求而无需抛光处理时,发酵罐内部的不锈钢材质应进行钝化处理;按照上述工序处理合格的发酵罐应及时封闭保护。

7.3.3 发酵罐搅拌系统的安装应在耐压试验后进行。耐压试验按 GB 150 或 NB/T 47003.1 的规定进行。

7.3.4 发酵罐耐压试验合格后对搅拌装置进行空载试运转，不得出现轴向窜动和径向摆动的异常现象，轴封处轴的径向位移、轴向窜动量、轴封处泄漏量等检验指标应符合 HG/T 20569 的有关规定。

7.3.5 空载试运转合格后，再以水代料进行负荷试运转，进一步对噪声、密封、运转性能进行全面检查。以水代料测试过程按 HG/T 20569 的有关规定执行。

7.3.6 以水代料试车合格后，放空罐内，并再次对发酵罐内部全面检查，直至无任何异常，否则不允许正式投料。

7.3.7 最终验收时，制造方和制造委托方以约定的正式投料批次共同开展发酵罐的运行质量验证，验证数据至少涵盖产品的密封性能、噪声指标、能源消耗、洁净空气指标等。必要时，还应按照工艺设计文件与双方签订的合同对发酵周期、产品收率、能源消耗、产品质量等数据进行验证。各项指标合格后，制造方与制造委托方签发产品验收单。

7.3.8 产品交付时，制造单位向使用单位至少提交以下技术文件和资料：竣工图样、发酵罐质量证明文件（包括筒体及封头的材质证明书、材料清单、结构尺寸检查报告、焊接记录、无损检测报告、耐压试验报告、动静平衡试验报告）、现场组焊竣工资料和产品铭牌的拓印件或者复印件；如果发酵罐属于实施监督检验的压力容器范畴，还应提供特种设备制造监督检验证书。

7.4 发酵罐的涂敷、包装与运输

发酵罐的涂敷、包装与运输除应符合 JB/T 4711 的规定外，还应符合设计文件要求。

中 华 人 民 共 和 国
化 工 行 业 标 准
钢制发酵容器技术条件

HG/T 4754—2014

出版发行：化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

北京科印技术咨询服务公司海淀数码印刷分部

880mm×1230mm 1/16 印张1 $\frac{1}{4}$ 字数17千字

2015年4月北京第1版第1次印刷

书号：155025·1981

购书咨询：010-64518888

售后服务：010-64518899

网址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定价：14.00元

版权所有 违者必究