

 中国昆仑工程有限公司 CHINA KUNLUN CONTRACTING & ENGINEERING CORP		项目名称 Project	福建福海创石油化工有限公司芳 烃装置优化节能改造项目		
		装置名称 Unit Name	芳烃装置优化节能改造		
文件号 Doc. No.	FAP302-00-EQ-SP-0001 01EN25001B-0000-EQ-02-0001	设计阶段 Design Phase	基础设计	页数 Pages	23

设备专业设计统一规定

P1						
版次 REV.	说明 DESCRIPTION	编制 PRE'D	校核 CKD	审核 DISC APP.	审定 APPR.	日期 DATE

目 录

1 总则	4
1.1 目的	4
1.2 适用范围	4
1.3 修订	4
2 项目概况	4
3 设计基础数据	4
4 设计依据和设计原则	5
4.1 设计依据	5
4.2 设计原则	5
5 设计文件要求	5
5.1 设计文件内容和深度	5
6 采用的标准规范	6
6.1 一般规定	6
6.2 主要标准规范	6
6.3 常用标准规范	9
6.1. 零部件标准	11
6.4 境外采购设备使用的标准、规范	12
6.5 项目工程规定	12
7 设计规定	13
7.1 设计一般规定	13
7.2 材料	15
7.3 结构设计	18
7.4 附件	21
7.5 保温及防火	22
7.6 涂漆、包装和运输	22
7.7 备品备件	22
7.8 专用工具	23
7.9 关于超限设备	23

8 文件交付23

1 总则

1.1 目的

为统一静设备专业在福建福海创石油化工有限公司芳烃装置优化节能改造项目设计工作中的设计原则、设计标准，统一设计文件的内容深度，特制定本规定。

1.2 适用范围

本规定适用于腾龙芳烃（漳州）有限公司芳烃装置优化节能改造项目各工艺装置、公用工程和辅助设施的静设备设计文件的编制。本规定适用的静设备包括：反应器、容器（含干燥器、过滤器等）、塔器、换热器、球形储罐、立式储罐、固体料仓和气柜等。不适用于直接火焰加热的容器。

本项目的各装置院均应执行本规定。

1.3 修订

本规定若有不完善之处，可参照执行相关的国家、行业标准、规范和规定，同时本规定将不断加以补充、完善和修订。

本规定执行过程中，若出现下列情况，各设计承包商（装置院）有义务提出修订或补充的建议，经业主确认后生效：

- 1) 完善或修订某些条款时；
- 2) 执行指定规范产生矛盾时；
- 3) 遇特殊情况不能执行某些条款时。

当设计承包商（装置院）必须采用行业标准、规范或习惯做法时，经业主确认，不与本规定产生矛盾时，方可使用。

2 项目概况

项目名称：福建福海创石油化工有限公司芳烃装置优化节能改造项目

项目简称：福海创芳烃装置优化节能改造

建设单位：福建福海创石油化工有限公司（简称福海创）

建设地点：福建省漳州古雷港经济开发区

建设性质：新建、改扩建

3 设计基础数据

厂区气象条件、水文地质条件、公用工程规格、大件运输条件、计量单位等参见项目文件 01EN25001B-0000-GE-02-0001 《设计总体规定》。

其中静设备设计用现场气象及地质条件：

基本风压（离地面 10 米高处）	1020 N/m ²
地面粗糙度类别	A
地震设防烈度（麦卡里）	7 度
设计基本地震加速度	0.15g
设计地震分组	第一组
场地土类别	II 类
历年来月平均最低气温的最低值	3.8 °C
极端最低温度	XX °C
极端最高温度	XX °C
最低日平均温度	XX °C

4 设计依据和设计原则

4.1 设计依据

- 1) 《腾龙芳烃(漳州)有限公司芳烃装置优化节能改造项目可行性研究报告》(REV03) 及《加氢裂化装置一段反应增上精制反应器可行性研究报告》。
- 2) 芳烃装置优化节能项目的可研批复文件
- 3) 扩能涉及的专利商或催化剂厂商提供的工程设计基础数据
- 4) 会议纪要、信函和原设计成品文件等。
- 5) 适用的法律法规及与有关的规范、标准。

4.2 设计原则

- 1) 设备的设计应符合有关标准规范的规定，同时考虑现有工厂中类似或同样设备成功的使用经验及安全可靠性。对于没有成熟使用经验的设备，为保证设备使用的安全可靠，应进行相应级别的技术评审，并得到业主的认可。
- 2) 设备设计中应优先执行相应的国家标准规范，并以行业标准、企业标准及本设计规定作为补充。
- 3) 设备的结构设计应满足工艺设计及安全、环保设计的要求，确保设备的经济合理性。
- 4) 任何对本规定的偏离都必须得到业主的书面认可。

5 设计文件要求

5.1 设计文件内容和深度

1) 基础设计的内容和深度按照SPMP-STD-EM2003-2016《石油化工装置基础工程设计内容规定》

2) 详细设计的内容和深度按照SPMP-STD-EM2005-2016《石油化工装置详细工程设计内容规定》

6 采用的标准规范

6.1 一般规定

6.1.1 在中国境内采购的设备，其材料、设计、制造、施工、检验和验收应同时满足本规定和中国国家法律、法规、技术规范及相关标准的规定。

6.1.2 境外采购的设备，其材料、设计、制造、施工、检验和验收以及包装运输应按合同规定执行 ASME、API、TEMA 等标准。必要时，也可执行专利商或国际工程公司的标准。但这些标准应不低于有关中国标准的规定。同时，境外采购的设备还要执行《关于承压特种设备制造许可有关事项的公告》（国家质量监督检验检疫总局2012年第151号公告）、《市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告》（国家市场监督管理总局2021年41号）、《市场监管总局办公厅关于特种设备行政许可有关事项的通知》（市监特设发2022年17号）、TSG 21《固定式压力容器安全技术监察规程》、TSG 07《特种设备生产和充装单位许可规则》和《中华人民共和国特种设备安全法》等国家颁布的有关法律、法规和安全技术规范。按ASME标准制造的设备无需加盖U钢印。

6.1.3 对于采用国际标准或者境外标准设计的压力容器，除了应符合所选标准外，负责设备设计的单位还应当向国家质检总局提供设计文件与TSG 21基本安全要求的符合性申明及比照表。

6.1.4 境内采购设备的材料、设计、制造、检验和验收应符合6.2款中的法规、标准和规范的要求，对于6.2款所列出的标准、规范及其引用文件中未规定的内容，可按照6.3款中所引用的标准、规范执行，设备的主要零部件应优先选用6.4款中的标准。

6.1.5 境外采购的设备的材料、设计、制造、检验和验收应符合6.5款中的标准和规范的要求。

6.1.6 无国家或行业设计标准的设备，供货方可以选用企业标准，但必须事先征得业主的书面批准方能执行。

6.1.7 当以上法规、标准、规范和工程规定的要求相互矛盾时，应以要求高者或严者为准。

6.2 主要标准规范

除注明外，所有标准规范，按项目主合同签订日的最新版为准，在新旧标准规范的过渡阶段，应优先选用新版标准。对在项目执行过程中，有强制性标准更新的，应从标准实施日期起，执行新版标准。标准规范应包括其所有修改单。

	工程建设标准强制性条文（石油和化工建设工程部分）的相关规定(2013 版)
TSG 21-2016	固定式压力容器安全技术监察规程
TSG 07-2019	特种设备生产和充装单位许可规则
TSG ZF001-2006	安全阀安全技术监察规程
TSG ZF003-2011	爆破片装置安全技术监察规程
AQ 3053-2015	立式圆筒形钢制焊接储罐安全技术规程
GB/T 150.1~150.4-2024	压力容器
GB/T 4732-2024	压力容器分析设计
GB/T 151-2014	热交换器
GB/T 12337-2014	钢制球形储罐
NB/T 47041-2014	塔式容器
NB/T 47042-2014	卧式容器
NB/T 47003.1-2022	常压容器 第 1 部分：钢制焊接常压容器
NB/T 47003.2-2022	常压容器 第 2 部分：固体料仓
HG/T 2650-2011	水冷管式换热器
JB/T 4734-2002	铝制焊接容器
NB/T 11270-2023	钛制压力容器
JB/T 4755-2006	铜制压力容器
JB/T 4756-2006	镍及镍合金制压力容器
NB/T 47004.1-2017	板式热交换器 第 1 部分：可拆卸板式热交换器
NB/T 47004.2-2021	板式热交换器 第 2 部分 焊接板式热交换器
NB/T 11026-2022	板壳式热交换器
NB/T 47006-2019	铝制板翅式热交换器
NB/T 47007-2018	空冷式热交换器
NB/T 47011-2022	锆制压力容器
NB/T 47012-2020	制冷装置用压力容器
NB/T 47048-2015	螺旋板式热交换器
GB/T 9019-2015	压力容器公称直径
GB 50341-2014	立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范
GB 4053.1~3-2009	固定式钢梯及平台安全要求

HG/T 21543-2009	圆形塔平台通用图
HG/T 20569-2013	机械搅拌设备
GB/T 699-2015	优质碳素结构钢
GB/T 700-2006	碳素结构钢
GB/T 713-2023	承压设备用钢板和钢带
NB/T 47002.1~4-2019	压力容器用复合板
NB/T 47008-2017	承压设备用碳素钢和合金钢锻件
NB/T 47009-2017	低温承压设备用合金钢锻件
NB/T 47010-2017	承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
GB/T 5310-2023	高压锅炉用无缝钢管
GB/T 6479-2013	高压化肥设备用无缝钢管
GB/T 9948-2013	石油裂化用无缝钢管
GB/T 13296-2023	锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
GB/T 8163-2018	输送流体用无缝钢管
GB/T 14976-2012	流体输送用不锈钢无缝钢管
GB/T 21833.1-2020	奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管 第 1 部分：热交换器用管
GB/T 21833.2-2020	奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管 第 2 部分：流体输送用管
NB/T 47018.1~3-2017 NB/T 47018.5-2017 NB/T 47018.4-2022 NB/T 47018.6~8-2022	承压设备用焊接材料订货技术条件
NB/T 47019.1~9-2021	锅炉、热交换器用管订货技术条件
GB/T 1591-2018	低合金高强度结构钢
GB/T 1220-2007	不锈钢棒
GB/T 1221-2007	耐热钢棒
GB/T 3077-2015	合金结构钢
NB/T 47013.1~2-2015 NB/T 47013.3-2023 NB/T 47013.4~6-2015 NB/T 47013.7~ 9-2012 NB/T 47013.10~ 12-2015 NB/T 47013.13-2023 NB/T 47013.14-2023 NB/T 47013.15-2021	承压设备无损检测
NB/T 47014-2023	承压设备焊接工艺评定
NB/T 47015-2023	压力容器焊接规程

NB/T 47016-2023	承压设备产品焊接试件的力学性能检验
GB/T 30579-2022	承压设备损伤模式识别
GB 50094-2010	球形储罐施工规范
GB 50128-2014	立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范
GB 50236-2011	现场设备、工业管道焊接工程施工规范
GB/T 50393-2017	钢质石油储罐防腐蚀工程技术标准
GB 50160-2008	石油化工企业设计防火标准（2018 年版）
HG 20660-2000	压力容器化学介质毒性危害及爆炸危险程度分类（储罐除外）
HG/T 20660-2017	压力容器化学介质毒性危害及爆炸危险程度分类标准（仅适用于储罐）
NB/T 10558-2021	压力容器涂敷与运输包装
WRC 537(107), WRC 297	局部应力计算
GB 51160-2016	纤维增强塑料设备和管道工程技术规范
HG/T 20696-2018	纤维增强塑料化工设备技术规范
HG/T 3983-2007	耐化学腐蚀现场缠绕玻璃钢大型容器

6.3 常用标准规范

HG/T 20580-2020	钢制化工容器设计基础规范
HG/T 20581-2020	钢制化工容器材料选用规范
HG/T 20582-2020	钢制化工容器强度计算规范
HG/T 20583-2020	钢制化工容器结构设计规范
HG/T 20584-2020	钢制化工容器制造技术规范
HG/T 20585-2020	钢制低温压力容器技术规范
HG 20652-1998	塔器设计技术规定
HG/T 20678-2000	衬里钢壳设计技术规定
HG/T 2268-2009	钢制机械搅拌容器技术条件
SH/T 3074-2018	石油化工钢制压力容器
SH 3078-1996	立式圆筒形钢制和铝制料仓设计规范
SH/T 3088-2012	石油化工塔盘技术规范
SH/T 3098-2011	石油化工塔器设计规范
SH/T 3119-2016	石油化工钢制套管换热器技术规范
SH/T 3118-2018	石油化工蒸汽喷射式抽空器技术规范
SH/T 3120-2000	石油化工喷射式混合器设计规范

SH/T 3158-2009	石油化工管壳式余热锅炉
SH/T 3010-2013	石油化工设备和管道绝热工程设计规范
SH/T 3022-2019	石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计规范
GB/T 3274-2017	碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
GB/T 3280-2015	不锈钢冷轧钢板和钢带
GB/T 4237-2015	不锈钢热轧钢板和钢带
GB/T 4238-2015	耐热钢钢板和钢带
GB/T 12771-2019	流体输送用不锈钢焊接钢管
GB/T 21832.1-2018	奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管 第 1 部分：热交换器用管
GB/T 21832.2-2018	奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管 第 2 部分：流体输送用管
GB/T 24593-2018	锅炉和热交换器用奥氏体不锈钢焊接钢管
GB/T 4334-2020	金属和合金的腐蚀奥氏体及铁素体-奥氏体(双相)不锈钢晶间腐蚀试验方法
GB/T 21433-2008	不锈钢压力容器晶间腐蚀敏感性检验
GB/T 38343-2019	法兰接头安装技术规定
SH/T 3075-2009	石油化工钢制压力容器材料选用规范
SH/T 3193-2017	石油化工湿硫化氢环境设备设计导则
SH/T 3520-2015	石油化工铬钼钢焊接规范
SH/T 3523-2020	石油化工铬镍不锈钢、铁镍合金、镍基合金及不锈钢复合钢焊接规范
SH/T 3524-2009	石油化工静设备现场组焊技术规程
SH/T 3525-2015	石油化工低温钢焊接规范
SH/T 3526-2015	石油化工异种钢焊接规程
SH/T 3043-2014	石油化工设备管道钢结构表面色和标志规定
SH/T 3508-2011	石油化工安装工程施工质量验收统一标准
SH/T 3512-2011	石油化工球形储罐施工技术规程
SH/T 3513-2019	立式圆筒形料仓施工及验收规范
SH/T 3515-2017	石油化工大型设备吊装工程施工技术规程
SH/T 3522-2017	石油化工绝热工程施工技术规程
SH/T 3530-2011	石油化工立式圆筒形钢制储罐施工技术规程
SH/T 3537-2009	立式圆筒形低温储罐施工技术规程

SH/T 3542-2007	石油化工静设备安装工程施工技术规程
SH/T 3904-2014	石油化工建设工程项目竣工验收规定
Q/SH0774-2021	极度和高度危害介质储运设施技术标准
API 620	大型焊接低压储罐的设计与建造

6.4 零部件标准

GB/T 16749-2018	压力容器波形膨胀节
GB/T 25198-2023	压力容器封头
NB/T 47065.1~5-2018	容器支座
NB/T 11025-2022	补强圈
NB/T 47020-2012	压力容器法兰分类与技术条件
NB/T 47021-2012	甲型平焊法兰
NB/T 47022-2012	乙型平焊法兰
NB/T 47023-2012	长颈对焊法兰
NB/T 47024-2012	非金属软垫片
NB/T 47025-2012	缠绕垫片
NB/T 47026-2012	金属包垫片
NB/T 47027-2012	压力容器法兰用紧固件
GB/T 19066-2020	管法兰用金属波齿复合垫片
SH/T 3430-2018	石油化工管壳式换热器用柔性石墨波齿复合垫片
HG/T 21514~21535-2014	钢制人孔和手孔
HG/T 21594~21604-2014	衬不锈钢人孔和手孔（其中 HG21595,21601 为 1999 版）
HG/T 21574-2018	化工设备吊耳设计选用规范
HG/T 21639-2005	塔顶吊柱
GB/T 12459-2017	钢制对焊管件类型与参数
GB/T 13401-2017	钢制对焊管件技术规范
NB/T 10557-2021	板式塔内件技术规范
NB/T 47017-2011	压力容器视镜
HG/T 21618-1998	丝网除沫器
HG/T 20615-2009	钢制管法兰（美洲系列）
HG/T 20623-2009	大直径钢制管法兰（B 系列优先）

SH/T 3138-2003	球形储罐整体补强凸缘
GB/T 29463-2023	管壳式热交换器用垫片
GB/T 29465-2023	浮头式热交换器用法兰
HG 21588~21592-1995	玻璃板液面计
HG/T 21550-1993	防霜液面计
HG/T 21584-1995	磁性液位计
GB/T 25153-2010	化工压力容器用磁浮子液位计
HG/T 21573.1-1995	螺栓液压上紧装置系列
HG/T 21573.2-1995	大直径双头螺柱
HG/T 21573.3-1995	大直径螺母
HG/T 21573.4-1995	球面垫圈
JC/T 587-2012	玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀立式贮罐
JC/T 718-2012	玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐腐蚀卧式贮罐
YB/T 4001.1-2019	钢格栅板

6.5 境外采购设备使用的标准、规范

ASME VIII, Div.1	压力容器建造规范（包括附录）
ASME VIII, Div.2	压力容器建造规范（包括附录）- 另一规则
ASME II	材料规定
ASME V	无损检测
ASME IX	焊接和钎焊规定
ASME B16.5	钢制管法兰和法兰管件
ASME B16.47	大直径钢法兰（B 系列优先）
TEMA	美国管式换热器制造商协会
WRC 537(107) 或 WRC 297	局部应力计算

6.6 项目工程规定

01EN25001B-0000-EQ-02-0002	设备铭牌统一规定
01EN25001B-0000-GE-02-0001	设计总体规定
01EN25001B-0000-MP-02-0004	管道及设备绝热设计规定
01EN25001B-0000-MP-02-0005	管道及设备涂漆设计规定
01EN25001B-0000-SP-P08-001	外部接管载荷及特定要求

7 设计规定

7.1 设计一般规定

7.1.1 设计方法

1) 压力容器一般按照GB/T 150.1~150.4进行设计，是否按照GB/T 4732采用分析设计方法，应根据具体的设计条件，经过经济性比较后综合考虑决定。符合TSG 21-2016管辖范围的压力容器应按要求进行压力容器类别划分。

2) 对于操作压力或操作温度有周期性交变的设备，根据GB/T 4732不能免除疲劳分析时，应按GB/T 4732进行设计，设计文件中应给出每一变化周期内温度和压力随时间变化的曲线。

3) 大型储罐一般按GB 50341进行设计，超出GB 50341范围的储罐按API 620进行设计。对于盛装石油、石油产品或化工液体介质储罐的材料、设计、施工和验收等还应符合AQ 3053的要求。经业主或承包商的书面许可，大罐的设计可采用变点设计法，仅在规范允许的适用范围内可采用变点设计法。

4) 盛装极度或高度毒性危害介质的常压储罐还应满足Q/SH 0774-2021 的要求，并在设计文件中提出专门的技术要求。

5) 设备最高工作压力和最高或最低工作温度不可能同时出现时，不应将所有苛刻的设计工况叠加。

7.1.2 设计载荷

1) 设计时应考虑的载荷应按照GB/T150.1、GB/T 151、GB 50341、NB/T 47003.1、NB/T 47003.2等有关设计标准的相关规定。

2) 设备壳体的强度计算应考虑工艺接管的管道外载荷。

7.1.3 设计压力、设计温度

1) 设备的设计压力、设计温度按工艺系统专业提出的工艺数据表执行，并满足GB/T150.1、GB 50341、NB/T 47003.1、NB/T 47003.2等相关标准的要求。

2) 常温储存液化气体压力容器的设计压力，应当以规定温度下的工作压力为基础确定。

3) 常温储存压力容器，当正常工作条件下大气环境温度对压力容器壳体金属温度有影响时，最低设计金属温度不得高于历年来月平均最低气温的最低值。

4) 对于既无加热又无保温的大型常压储罐，其最低设计温度取当地最低日平均温度加 13℃。

7.1.4 腐蚀裕量

1) 设备的腐蚀裕量按照工艺数据表。

2) 除工艺数据表规定外，腐蚀裕量按照相关标准的规定选取。当由腐蚀速率计算出的腐蚀裕量超过6mm时，应选用更加耐蚀的材料或复合材料，但覆层金属不应计入强度。如无特殊说明，高合金、有色金属（含复合板）或有耐腐蚀堆焊层时，腐蚀裕量取0mm。

3) 立式圆筒形储罐腐蚀裕量按照GB 50341。

4) 存放固体物料的设备（料仓），除腐蚀裕量外，还应考虑不小于1.0mm的磨蚀裕量。

5) 除注明外，地脚螺栓的腐蚀裕量为3mm。

6) 碳钢和低合金钢制裙座筒体腐蚀裕量取2mm。

7) 球罐支柱（碳钢和低合金钢制支柱）腐蚀裕量取3mm。

8) 梯子平台连接件、保温（冷）支撑件、管架支撑件等不考虑腐蚀裕量。

9) 容器外表面不考虑腐蚀裕量。

10) 内件的腐蚀裕量按HG/T 20580选取。

7.1.5 介质特性

设备的工艺数据表中应提供介质毒性分类，立式圆筒形钢制焊接储罐按照HG/T 20660-2017《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准》进行介质毒性危害程度分级，其它类型设备按照HG 20660-2000《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类》进行介质毒性危害程度分级。

7.1.6 最小厚度

1) 设备壳体的最小厚度应按照其设计标准及其它相关标准中的规定。

2) 对于成形封头，图纸中须标注出成形后最小厚度。

7.1.7 设计使用年限

除设备数据表另行规定之外，设备的设计使用年限按以下规定：

- 厚壁加氢反应器（壁厚 $\geq 50\text{mm}$ ）（包括不可拆卸的内件和催化剂支撑梁）：30年
- 一般反应器：20年
- 塔器、重要容器：20年
- 一般容器：20年
- 热交换器壳体（不包括管束）：20年
- 球形储罐：20年
- 储罐：20年

- 固体料仓：20年
- 板式热交换器：20 年
- 过滤器（不包括滤芯）：20年

注：1）当许用应力由材料10万小时的高温持久强度极限确定时，设计使用年限由设计方与业主协商确定。

2）承受交变载荷需要进行疲劳分析的设备，如无法满足上述要求，应与业主协商确定设备的设计使用年限。

7.1.8 其他设计要求

1）当塔设备的顶部风速超过塔的一阶临界风速时，设计时应根据塔的高径比、高度等情况，确定是否采取防共振措施。

2）对于塔设备，除非另外指明，应在设计文件中规定：塔的梯子、平台等附件及塔体保温、顶管等附件应与塔一起吊装。

3）塔设备下封头与裙座之间的焊缝应进行无损检测。

4）带可拆卸管束卧式换热器，应校核管束抽拉时地脚螺栓和鞍座强度。抽拉力按不小于1.2倍管束重量，地脚螺栓强度不够时，应增加地脚螺栓直径或改变地脚螺栓材料直至满足要求。

5）设备设计时，应充分考虑结构对腐蚀的影响，选择合适的结构，避免设计不合理造成设备腐蚀。

6）工艺或专利商对设备内表面有特殊要求时，应按照工艺或专利商的要求，进行内表面处理。

7）由于氢腐蚀原因而采用Cr-Mo钢制设备，应对材料提出特殊采购技术规定，制造过程中应严格控制中间热处理和最终热处理的温度和时间，热处理后和水压试验后应分别对焊接接头表面再次进行无损检测。

8） $-196^{\circ}\text{C} \leq \text{设计温度} \leq -70^{\circ}\text{C}$ 的奥氏体不锈钢冷加工成形设备，应满足HG/T 20585-2020中3.0.2节第4、5条和6.3.4节的相关要求。

9）在不影响工艺合理性的前提下，设计应充分考虑设备的可运输性，尽量采用新型、高效、高通量的强化设备，使设备结构尺寸、重量尽量不超过运输极限尺寸。必要时，应采用应力分析设计，以减小设备的重量。

7.2 材料

7.2.1 受压元件材料

- 1) 选择压力容器受压元件用钢时, 应考虑容器的使用条件、材料的性能、应力状况、容器的制造工艺以及经济合理性。
- 2) 所选材料应符合现行国家标准、行业标准及工程规定的要求。用中国标准设计的压力容器应尽量选用国产材料。
- 3) 使用未列入GB/T150.2、GB/T 4732等标准的主要受压元件材料时, 应按TSG 21-2016第1.9条的规定通过技术评审后, 方可允许使用。
- 4) 选用境外牌号材料时, 应符合TSG 21-2016第2.1.2条的规定。境外材料应是国外相应最新标准规范所允许使用且国外已有使用实例的材料。
- 5) 当由于耐腐蚀或洁净原因选用不锈钢时, 应考虑经济性, 可采用不锈钢、不锈钢复合板或堆焊结构。
- 6) 不锈钢复合板材料应符合NB/T 47002.1-2019《压力容器用爆炸焊接复合板》B1级的规定检验和验收, 且复合板复合界面的结合剪切强度应不小于210MPa。
- 7) 有色金属制压力容器材料应符合JB/T 4734、JB/T 4745、JB/T 4755、JB/T 4756、NB/T 47011 的规定。
- 8) 中、高温临氢压力容器的主体材料应按容器的操作温度(加28℃的裕量)和氢分压(加0.35MPa的裕量)根据API RP941中的Nelson曲线选取。
- 9) 当设备存在湿硫化氢应力腐蚀、液氨应力腐蚀等腐蚀环境或者盛装NaOH溶液等腐蚀介质时, 设备的材料和制造等要求应符合相关标准规范的规定。
- 10) 当介质对于不锈钢材料具有晶间腐蚀倾向时, 材料(含焊材及焊接接头)应按GB/T 4334进行晶间腐蚀试验, 设计文件中应根据介质环境规定相应的试验方法和评定标准; 若要求做晶间腐蚀敏感性检验的不锈钢制压力容器, 其试件及试样应符合GB/T 21433或相应产品标准的规定。
- 11) 压力容器用法兰(除内部连接法兰外)应采用锻件材料。
- 12) 换热器管板应选用锻件材料, 换热管一般情况下不允许拼接, 如需拼接, 需提交业主批准。
- 13) 与设备主体连接的接管和法兰材料应与主体材料相匹配。
- 14) 压力容器选材时应尽量避免异种钢焊接。对于有应力腐蚀的介质, 与介质接触的焊接接头禁止异种钢焊接。
- 15) 复合板制封头不允许采用旋压成形。
- 16) 对于裂解汽包, 当壁厚 $\geq 50\text{mm}$, 接管尺寸 $\leq 80\text{mm}$ 时宜采用安放式结构, 接管尺寸

>80mm时, 应采用嵌入式结构; 对于壁厚 $\geq 30\text{mm}$ 的压力球罐, 接管尺寸 $\geq 300\text{mm}$ 时, 应采用嵌入式结构。

7.2.2 非受压元件

1) 非受压元件用钢, 当与受压元件焊接时, 应与受压元件材料一致。

2) 无特殊要求时, 设备平台铺板应采用热浸镀锌钢格栅板, 钢格栅板型号为G325/30/100, 平台均布载荷大于 4.0KN/m^2 时, 可采用G355/30/100。钢格栅板应符合YB/T 4001.1-2019的要求。

3) 铭牌材料为S30408, 接地板材料为S30408 (铝制料仓的静电接地板材料选用铝材)。

7.2.3 焊接材料

1) 压力容器的焊接材料除应符合相应焊材标准外, 还应符合NB/T 47018.1~47018.8和NB/T 47015的规定。

2) 对进口钢材, 选用国产或进口焊接材料时, 要求焊接材料与母材的化学成份和力学性能应符合相关标准规范的要求, 经焊接工艺评定合格后, 方可使用。若改变焊接材料或焊接工艺, 则必须重新进行焊接工艺评定。

7.2.4 垫片材料

1) 当采用非金属垫片时, 不得使用石棉制品。

2) 金属垫片的硬度应低于法兰密封面的硬度, 其差值应大于或等于30HBW。

3) 浮头换热器的浮头法兰垫片宜采用柔性石墨金属波齿复合垫, 其余垫片不允许选用柔性石墨金属波齿复合垫和金属包覆垫。缠绕垫一般应选用柔性石墨缠绕垫, 内环材料同金属带材料。内环、外环及金属带材料应至少采用奥氏体不锈钢。

7.2.5 支座材料

1) 裙座材料一般选用Q235C、Q355C、Q245R、Q345R。

2) 除标准规范规定的情况外, 对于裙座支承结构的立式容器, 其下封头材料为高合金钢、Cr-Mo钢、低温碳钢或抗拉强度下限值 $>540\text{MPa}$ 的材料时, 应设置与下封头材质相同的过渡段, 过渡段长度应为保温层厚度的4~6倍, 且不少于500mm。

3) 支座垫板材料应与壳体相同。

4) 支耳、支腿、鞍座材料一般选用Q235C或Q355C, 当容器设计条件苛刻时, 可选用其他材料。

7.2.6 地脚螺栓

地脚螺栓材料一般选用Q235C或Q355C; 对于地脚螺栓承受拉力的立式设备, 地脚螺栓

材料一般选用Q355C。

7.3 结构设计

7.3.1 壳体

1) 压力容器筒体公称直径一般按GB/T 9019的规定, 公称直径小于400mm时, 可选用无缝钢管作为壳体。

2) 除特殊注明外, 设备封头应选用2:1标准椭圆形封头或球形封头, 执行GB/T 25198《压力容器封头》标准。

7.3.2 法兰、垫片及紧固件

1) 管法兰及其配用的垫片、紧固件一般按HG/T20615~20635(美洲系列)《钢制管法兰、垫片、紧固件》选用, 大于DN600的管法兰选用HG/T20623法兰(B系列优先)。境外采购的设备, 按照ASME B16.5, 大于DN600的管法兰选用ASME B16.47法兰B系列。当大直径法兰超出B系列范围时, 也可以选用A系列。

2) 容器法兰及其配用的垫片、紧固件一般按NB/T47020~47027《压力容器法兰、垫片、紧固件》选用, 特殊结构需要可另行设计。

3) 设备内部法兰宜选用板式平焊法兰(HG/T 20592欧洲体系), 管径系列应与外部接管统一。

4) 对于操作温度、操作压力有较大波动的工况, 必要时, 连接法兰的螺柱与螺母之间应增加碟簧。

6) 对于压力容器设备法兰和人孔法兰的螺柱, 设备制造厂应根据实际预紧密封的需要采用定力矩紧固的方式进行安装, 并在竣工资料中注明实际上紧力矩。

7) 设备法兰应使用双头螺柱紧固。符合下列条件之一的设备, 应在施工设计图纸上给出设备法兰、盲法兰的设备管口和人孔、手孔的螺栓预紧力。设备制造厂应根据实际密封的需要采用定力矩紧固的方式进行安装, 并由设备制造厂在竣工文件中列表提供单个螺柱的上紧力矩值。

- a) 螺栓公称直径 $\geq M36$;
- b) 设计温度 $\geq 350^{\circ}\text{C}$;
- c) 介质为极度或高度毒性危害的物料;
- d) 操作温度频繁交变的设备。

8) 一般情况下, 对于直径大于M48的非标法兰螺栓应考虑采用液压拉伸器上紧, 法兰及紧固件结构应满足液压拉伸器的要求。有特殊要求的设备, 可以根据实际情况由设计单

位确定。

9) 除特殊情况并注明外, 管法兰和设备法兰的螺栓孔应跨设备中心线或其平行线。

7.3.3 人孔、手孔及检查孔

1) 压力容器应当根据需要设置人孔、手孔等检查孔, 对需要但是无法开设检查孔进行内部检验的压力容器, 设计单位应当提出具体技术措施。

2) 人孔的公称直径, 应考虑设备内构件的安装需要, 在有关规范允许的情况下, 尽量选用大直径尺寸, 且直径一般不小于DN500mm。容器公称直径小于等于1000mm时, 可选用不大于DN450mm的人孔。除有特殊要求外, 人孔应设置平盖吊柱。

3) 除有特殊要求外, 手孔直径一般采用DN250mm。

4) 容器的人孔和手孔一般按HG/T 21514~21535《钢制人孔和手孔》、HG/T 21594~21604《衬不锈钢人孔和手孔》标准中规格系列选用。

5) 立式容器(疲劳设备除外)内侧在靠近人孔处应设置永久性的爬梯和把手, 以便检修人员出入。内径大于或等于1200mm的卧式容器顶部人孔宜设置内部梯子, 以便检修人员出入。

6) 裙座应按相关标准的规定设置检查孔, 并注意裙座检查孔的方位、标高是否影响地脚螺栓的安装(应保证有安装螺母的空间)。

7.3.4 接管

1) 容器上的工艺接管除应能够承受容器内部载荷外, 还应考虑能够承受外部管道的力和力矩。

2) 对于压力容器, 接管小于或等于DN50mm且壳体名义厚度大于或等于10mm时, 优先选用LWN长高颈法兰(不适用于盘管、内伸接管等结构)。对于DN小于等于40mm且采用无缝管的接管, 应设加强筋加强。

3) 卧式或立式容器有顶平台时, 顶部接管伸出长度应适当加长, 使管口法兰在平台面以上, 便于安装和操作。

4) 除另有规定外, 裙座支承的立式设备下封头上的接管应引出到裙座壳外部, 裙座内部不应留有法兰连接口。

7.3.5 开孔补强

除相关标准规定外, 满足以下要求之一的设备应采用整体补强结构:

- 1) 标准抗拉强度下限值 $>540\text{MPa}$ 的低合金钢制容器;
- 2) Cr-Mo钢制容器;

3) 盛装极度和高度危害介质的容器；

4) 疲劳容器。

7.3.6 支座

1) 鞍式支座、耳式支座、腿式支座等按照NB/T 47065.1~5-2018选用，特殊的可另行设计。

2) 鞍式支座滑动端应根据需要设置基础滑板（除放置在钢结构框架上时，可不设）。

3) 裙座地脚螺栓座结构尺寸及螺栓数量参照HG 20652的规定。地脚螺栓直径不得小于M24，且不宜大于M90，其中M27、M76两档规格尽量不用。地脚螺栓个数通常为4的倍数，且不少于8个，地脚螺栓间距一般不小于6倍的螺栓直径。地脚螺栓应跨中均布。

4) 预埋地脚螺栓时，应根据安装需要（如：裙座支承的立式设备）提供基础模板图。当模板直径较大时，应考虑做成分块结构。

5) 裙座与封头的连接一般采用对接焊，接头应全焊透，并与封头外表面圆滑过渡。

6) 设计温度大于或等于400℃ 时，在裙座上靠近封头处应按NB/T 47041的规定设置隔气圈。

7.3.7 铭牌

每台容器上应至少设置一个铭牌和一个单独铭牌架，铭牌架用于悬挂压力容器注册铭牌。铭牌格式应满足标准规范及01EN25001B-0000-EQ-02-0002《设备铭牌统一规定》的要求，铭牌及铭牌架的标高（从支座底板下表面至铭牌中心距离）一般按下列要求：

1) 立式设备（裙座支承）和套管式换热器：1500mm；

2) 立式设备（腿式支座、耳式支座支承）：在壳体的可视位置上布置；

3) 卧式设备：设备中心线标高。

7.3.8 接地板

每台容器上接地板数量最少为2个，标高（从支座底板下表面至接地板中心距离）按下列要求：

1) 立式设备（腿式支座支承）：150mm，焊接在支腿上；

2) 立式设备（裙座、耳式支座支承）：150mm，焊在地脚螺栓座或耳式支座上；

3) 卧式设备及套管式换热器：150mm，焊接在鞍座或支架上。

7.3.9 吊耳

立式设备应设置吊装用吊耳，设备吊装质量 ≥ 10 吨的立式设备，还应考虑设置吊装尾耳。所有设备吊耳（含尾耳）由施工图设计单位负责设计，吊装重量超过400吨的设备，

吊耳（含尾耳）可由吊装单位负责设计，设计单位除了进行吊耳（含尾耳）强度计算外，还需要校核吊装时的筒体强度、吊耳处的壳体局部应力、尾耳处的裙座应力和刚度等。吊耳（含尾耳）应在出厂前焊接完成。

7.3.10 吊柱

除非另有规定，非框架内塔器或直立设备较高且存在可拆卸内构件或外部附件（如安全阀）时，其顶部应设置塔顶吊柱。塔顶吊柱应符合HG/T 21639的规定，起吊质量一般不宜小于500kg，对于大型塔器，起吊质量一般不宜小于1000kg。

7.3.11 内件

1) 通过人孔装拆的内件，如塔内件（含塔盘、填料、液体分布器等）、除沫器、V型丝网等，应能从人孔进出，单件质量不宜超过30kg。

2) 存储高挥发性石油产品（汽油、航空煤油、石脑油等），以及化工产品（如：苯、甲苯、二甲苯等）的内浮顶罐，宜采用全接液高效浮盘+高效密封结构。

7.3.12 试压装置

对于U形管及浮头换热器，制造厂应设计和提供试压装置及施工图，其中浮头式换热器应提供分体式试压环。

7.3.13 隔冷要求

操作温度低于-20℃设备的支座与基础之间、铭牌与托架之间、梯子平台与托架之间应考虑设置绝热隔冷层。

7.3.14 焊接结构

1) 压力容器的焊缝结构应按照相关标准规定的要求，对接接头应为全焊透型式。

2) 换热管与管板的连接优先采用强度焊+贴胀；密封焊不得单独使用，除工艺包专利商另有规定。

7.4 附件

7.4.1 对于设备本体上的保温或保冷预焊件和塔盘支撑圈等内部预焊件，以及与梯子、平台、管架等外部附件连接的设备上的预焊件，均应与设备焊接后一起供货。原则上，外部附件与设备预焊件之间应为螺栓连接结构，设备预焊件应包括垫板和带螺栓连接孔的耳板。对于需要进行焊后热处理的设备，上述预焊件应在热处理前焊接完毕，最终热处理后不得在受压壳体上施焊。

7.4.2 境外采购设备的地脚螺栓一般不包括在设备供货方的供货范围内。

7.4.3 承受交变载荷的疲劳设备以及Cr-Mo钢制设备，不宜在受压壳体上焊接预焊件。

7.5 保温及防火

7.5.1 保温

- 1) 设备保温（冷）应满足项目绝热工程规定的要求。
- 2) 有保温（冷）的设备，设备应按相关规范和规定设置和配带保温（冷）预焊件。
- 3) 有电伴热的设备，应在电伴热完成后再进行保温。

7.5.2 防火

1) 有防火要求设备的支座（例如：立式容器的裙座）、盛装液态烃球罐的支柱，应按规定设置防火层。其防火设计应符合GB 50160《石油化工企业设计防火规范》及相关工程规定和容器设计标准的要求，耐火极限不低于2小时。

2) 裙座需设防火层时，一般当裙座直径不大于1200mm时，仅在裙座的外侧敷设防火层；当裙座直径大于1200mm时，裙座的内、外侧均应敷设防火层。

- 3) 防火材料采用室外非膨胀型防火涂料，密度按650kg/m³考虑。

7.6 涂漆、包装和运输

7.6.1 设备的外表面处理、涂漆及运输包装除应符合NB/T 10558和SH/T 3022的规定外，还应符合本项目和业主关于涂漆包装和运输的规定。

7.6.2 设备的表面色和标志除应符合SH/T 3043外，还需满足业主关于表面色和标志工程规定的要求。

7.6.3 埋地设备应考虑防腐措施。

7.6.4 储罐防腐除满足项目工程规定外还应满足GB/T 50393的要求。

7.6.5 对有隔热要求的储存设备，应考虑对设备外表面进行隔热涂敷。

7.6.6 对于换热器以及需要海上运输的高合金钢（包括内衬高合金钢或有高合金钢内构件）设备以及合成氨/尿素装置的高压设备，运输和现场存放期间应进行充氮保护，充氮压力为0.05MPa，海运的高合金钢设备外表面也应进行有效防护，并设置警告标识“危险！设备充氮。气体检测安全前不得进入！”。

7.6.7 对已进行整体热处理的设备，应在设备显著位置标识“热处理设备，不得施焊”。

7.6.8 设备出厂前应在设备上采用醒目标志，标识设备重心位置。

7.7 备品备件

设备供货方应提供安装用备品备件，具体按下列规定：

1) 外部用备品备件

- 人（手）孔、带盲板管法兰用垫片：200%

- 设备法兰用垫片：200%
- 法兰连接用螺栓与螺母：同一规格总量的5%，最少2套

2) 现场安装内件的备品备件：

- 螺栓与螺母：同一规格总量的5%，最少2套
- 垫圈：同一规格总量的10%，最少2套
- 卡子：同一规格总量的10%，最少2套

7.8 专用工具

7.8.1 专用工具应包含在设备的供货范围内，随相关设备一起提供。

7.8.2 设备的供货方应注明专用工具的使用对象和场合。

7.8.3 液压拉伸器不在专用工具的范围内。

7.9 关于超限设备

7.9.1 本项目的工程运输限制条件参见文件01EN25001B-0000-GE-02-0001《设计总体规定》。

7.9.2 设计单位应在设计时，与业主（或安装单位）共同协商并确定超限设备的制造运输方案。为保证设备质量，应尽量采用整体制造、整体运输和吊装的方案。

7.9.3 对于长度超限的设备，一般应采取在制造厂整体制造后分段运输，在现场组焊环焊缝。设计时应应对设备分段和现场组焊及热处理（如需要）提出相应技术要求。

7.9.4 对于直径超限的关键设备，应考虑现场建造专用或临时厂房，在厂房内制造，并建造相应热处理设施。

8 文件交付

8.1 本项目的设备供货方应随设备交付完整的竣工资料。设备出厂质量证明文件应符合订单的要求，压力容器竣工资料应符合GB/T 150及TSG 21-2016的规定。

8.2 文件的交付还应满足业主对于资料交付的有关要求。