

 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-0003	设 计 阶 段 Design Phase	基础设计	页数 Pages	25	
	01EN25001B-0000-EQ-02-0003					

容器通用设计规定

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	5
1.1 适用范围	5
1.2 条款冲突	5
2 标准规范	5
2.1 一般规定	5
2.2 主要标准规范	6
2.3 常用标准规范	7
2.4 常用设备零、部件标准	8
2.5 境外采购设备使用的标准、规范	9
2.6 梯子平台设计规定	9
2.7 项目规定	9
3 材料	9
3.1 受压元件材料	9
3.2 焊接材料	10
3.3 垫片材料	11
3.4 支座和地脚螺栓材料	11
4 设计一般规定	11
4.1 通用设计要求	11
4.2 设计方法	12
4.3 设计压力、设计温度	12
4.4 介质特性	12
4.5 腐蚀裕量	12
4.6 设计使用年限	12

4.7 最小厚度	12
4.8 强度计算	13
5 结构设计	15
5.1 壳体	15
5.2 人孔和手孔	15
5.3 接管	16
5.4 开孔补强	17
5.5 法兰、垫片及紧固件	17
5.6 支座	18
5.7 铭牌	19
5.8 接地板	19
5.9 内件	19
6 外部附件	19
6.1 塔顶吊柱	19
6.2 吊耳	19
6.3 梯子、平台和预焊件	20
6.4 保温	20
6.5 防火	20
6.6 隔冷要求	20
7 制造、检验与验收	21
7.1 一般要求	21
7.2 焊接	22
7.3 热处理	22
7.4 无损检测	22
8 耐压试验和泄漏试验	23

8.1 耐压试验 23

8.2 泄漏试验 24

9 涂漆、包装和运输 24

9.1 涂漆 24

9.2 包装和运输 24

10 备品备件 25

10.1 安装、调试、开车用备品备件 25

10.2 正常操作作用备品备件 25

1 总则

1.1 适用范围

1.1.1 本规定适用于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中容器的设计、制造、检验和验收以及运输包装等。本规定所述容器包括压力容器、常压容器、塔式容器、球罐和套管式换热器等。本规定包含了上述设备设计、制造、检验和验收以及运输包装等的一般通用最低技术要求。

1.1.2 本规定不适用于以下类型的设备：

直接用火焰加热的设备；

常压储罐（含低温储罐）；

固体料仓；

非金属容器。

1.2 条款冲突

1.2.1 除注明外，所有标准规范，以项目签订时的最新版为准，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，有强制性标准或规范更新的，应从标准或规范实施日期起，执行新版标准或规范。标准规范应包括其所有修改单。

1.2.2 当所引用的标准、规范和工程规定的要求相互矛盾时，供货方应以书面形式反馈给采购方，由采购方确定应该遵循的标准、规范。

1.2.3 相互之间有矛盾的标准规范或工程规定条款，原则上应以严者为准。

2 标准规范

2.1 一般规定

2.1.1 设备的设计、制造、检验和验收应同时满足本规定和相应的法规、标准和规范的要求。除注明外，所有标准规范，以项目签订时的最新版为准，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。

2.1.2 设备的设计、制造、检验和验收应至少符合 2.2 款中的法规、标准和规范的要求，对于 2.2 款所列出的标准、规范中未规定的内容，按照 2.3 款中所引用的标准、规范执行。

2.1.3 常用设备零、部件相关标准按照 2.4 款指定的标准执行。

2.1.4 境外采购的设备材料、设计、制造、检验和验收应符合 2.5 款中的标准和规范的要求。

2.1.5 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。

2.1.6 当以下法规、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。

2.2 主要标准规范

	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 年版）
TSG 21-2016	固定式压力容器安全技术监察规程
GB/T 150.1~150.4-2024	压力容器
GB/T 12337-2014	钢制球形储罐
GB/T 4732-2024	钢制压力容器分析设计标准
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
NB/T 11270-2023	钛制压力容器
NB/T 47013.1~2-2015	承压设备无损检测
NB/T 47013.3-2023	承压设备无损检测
NB/T 47013.4~6-2015	承压设备无损检测
NB/T 47013.7-2012	承压设备无损检测 第 7 部分：目视检测
NB/T 47013.8-2012	承压设备无损检测 第 8 部分：泄漏检测
NB/T 47013.9-2012	承压设备无损检测 第 9 部分：声发射检测
NB/T 47013.10-2015	承压设备无损检测 第 10 部分：衍射时差法超声检测
NB/T 47013.11-2023	承压设备无损检测 第 11 部分：X 射线数字成像检测
NB/T 47013.12-2015	承压设备无损检测 第 12 部分：漏磁检测
NB/T 47013.13-2015	承压设备无损检测 第 13 部分：脉冲涡流检测
NB/T 47013.14-2023	承压设备无损检测 第 14 部分：X 射线计算机辅助成像检测
NB/T 47013.15-2021	承压设备无损检测 第 15 部分：相控阵超声检测
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 713.1~7-2023	承压设备用钢板和钢带
NB/T 47002.1~4-2019	压力容器用复合板

GB/T 13148-2008	不锈钢复合钢板焊接技术要求
GB/T 9948-2013	石油裂化用无缝钢管
GB/T 6479-2013	高压化肥设备用无缝钢管
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 5310-2017	高压锅炉用无缝钢管
NB/T 47008-2017	承压设备用碳素钢和合金钢锻件
NB/T 47009-2017	低温承压设备用低合金钢锻件
NB/T 47010-2017	承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
GB/T 699-2015	优质碳素结构钢
GB/T 700-2006	碳素结构钢
GB/T 3077-2015	合金结构钢
GB/T 1220-2007	不锈钢棒
GB/T 1591-2018	低合金高强度结构钢
GB/T 21832-2018	奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管
GB/T 3274-2017	碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
NB/T 47018.1~3&5-2017	承压设备用焊接材料订货技术条件
NB/T 47018.4&6~8-2022	承压设备用焊接材料订货技术条件
GB 50094-2010	球形储罐施工规范
NB/T 10558-2021	压力容器涂敷与运输包装
WRC537(107), WRC297	用于接管及附件载荷引起的局部应力的计算
GB/T 30583-2014	承压设备焊后热处理规程

2.3 常用标准规范

HG 20652- 1998	塔器设计技术规定
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/T 2650-2011	水冷管式换热器
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

HG/T 20569-2013	机械搅拌设备
SH/T 3074-2018	石油化工钢制压力容器
SH/T 3075-2009	石油化工钢制压力容器材料选用规范
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 3193-2017	石油化工湿硫化氢环境设备设计导则
SH/T 3512-2011	石油化工球形储罐施工技术规范
SH/T 3515-2017	石油化工大型设备吊装工程施工技术规范
SH/T 3522-2017	石油化工绝热工程施工技术规范
SH/T 3524-2009	石油化工静设备现场组焊技术规范
SH/T 3043-2014	石油化工设备管道钢结构表面色和标志规定

2.4 常用设备零、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
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 47065.1~5-2018	容器支座
NB/T 11025-2022	补强圈
SH/T 3088-2012	石油化工塔盘技术规范
NB/T 47017-2011	压力容器视镜
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
HG/T 21594-2014	衬不锈钢人、手孔分类与技术条件
HG/T 21596~21600-2014	衬不锈钢人孔
HG/T 21602~21604-2014	衬不锈钢手孔

HG/T 21574-2018	化工设备吊耳设计选用规范
HG/T 21618-1998	丝网除沫器
HG/T 21514~21535-2014	钢制人孔和手孔
HG/T 21639-2005	塔顶吊柱
HG/T 20615-2009	钢制管法兰
HG/T 20623-2009	大直径钢制管法兰 B 系列
SH/T 3138-2003	球形储罐整体补强凸缘
HG 21588-1995	玻璃板液面计标准系列及技术要求
HG/T 21550-1993	防霜液面计
HG/T 21584-1995	磁性液位计
HG/T 21573-1995	高压螺栓和螺栓液压上紧装置

2.5 境外采购设备使用的标准、规范

ASMEV III, Div.1	压力容器建造规范（包括附录）
ASMEVI II, 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	钢制管子法兰和法兰管件
ASME B16.47	大直径钢法兰（B 系列优先）
WRC537（107）或 WRC297	局部应力计算

2.6 梯子平台设计规定

HG/T 21543-2009	圆形塔平台通用图
-----------------	----------

2.7 项目规定

01EN25001B-0000-EQ-02-0002	设备铭牌统一规定
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

3 材料

3.1 受压元件材料

3.1.1 材料的选用应严格按照采购方提供的工程图或工艺数据表，当采购方没有给出具体材料名称时，供货方应根据工艺数据表中的材料要求，按照 TSG 21-2016、GB/T 150.2、相应产品标准、材料标准规范和项目的相关材料选用规定，选择合适的材料。

3.1.2 当采用国外牌号材料时，应遵守 TSG 21-2016《固定式压力容器安全技术监察规程》的有关许用应力、化学成分、力学性能、技术评审、复验等要求。

3.1.3 当壳体材料选用复合板，不锈钢复合层的厚度不小于 3mm，钛材复合层厚度不小于 2mm（封头为最终成形后厚度）。当采用堆焊结构时，堆焊层应采用过渡层+覆层结构，堆焊层的最终成形厚度不小于 6mm。

3.1.4 不锈钢复合钢板的级别应不低于 NB/T 47002 标准中 B2 级的要求，用于 III 类压力容器的复合板级别应按 NB/T 47002 标准中 B1 级的要求，其他复合板的选用级别设计方应根据具体情况确定。

3.1.5 中高温临氢设备的主体材料应依据容器的操作温度（加 28℃ 的裕量）和氢分压（加 0.35MPa 的裕量）根据 Nelson 曲线选取。

3.1.6 当注明有湿 H₂S 应力腐蚀工况时，材料及制造、焊接等应符合 HG/T 20581 及其它相关规范的要求。

3.1.7 当设备处于高温（ $t \geq 240^\circ\text{C}$ ）含硫油环境、高温（ $t \geq 240^\circ\text{C}$ ）H₂+H₂S 环境或环烷酸腐蚀环境时，设备的材料选择应符合 SH/T 3096、SH/T 3129 的相关规定。

3.1.8 当设备存在液氨应力腐蚀或者盛装 NaOH 溶液等腐蚀介质时，设备的材料和制造等要求应符合 HG/T 20581 中的相关规定。

3.1.9 当考虑介质腐蚀需要采用不锈钢复合平盖时，加工后的不锈钢覆层最小厚度应不小于 12mm，密封面处加工后的不锈钢覆层最小厚度应不小于 6mm。

3.1.10 平盖及长颈法兰应采用锻件。锻件不得拼接焊制。

3.1.11 非受压元件材料

3.1.12 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。

3.1.13 不锈钢设备上的内构件及直接与壳体焊接的外构件应与本体材料相同。

3.1.14 直接焊在低温设备上的内、外构件应与本体材料相同。

3.1.15 直接焊在 Cr-Mo 钢及标准抗拉强度下限值 $R_m > 540\text{MPa}$ 的低合金钢设备上的内、外构件应与本体材料相同。

3.1.16 有垫板的梯子平台预焊件支耳板、管架预焊件支耳板等结构件材料应不低于 Q235B。

3.2 焊接材料

3.2.1 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 47018.1~47018.7《承压设备焊接材料订货技术条件》和 NB/T 47015《压力容器焊接规程》的规定。

3.2.2 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分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。

3.3 垫片材料

3.3.1 垫片的选用应严格按照采购方提供的工程图或工艺数据表，当采购方没有给出具体垫片类型和材料名称时，应根据工艺数据表中的介质特性、设计条件，按照相关标准、规范和项目的相关材料选用规定选择合适的类型和材料，不允许选用柔性石墨金属波齿复合垫和金属包覆垫。

3.3.2 当采用非金属垫片时，不得使用石棉制品。

3.3.3 缠绕垫应为柔性石墨缠绕垫，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。

3.3.4 金属垫片的硬度应比法兰密封面的硬度低 30HBW~40HBW。

3.3.5 对温度、压力波动较大的关键部位应采用具有良好回弹特性或自密封性能的垫片。

3.4 支座和地脚螺栓材料

3.4.1 裙座材料一般按 GB/T 713.2-2023 选用 Q345R 或 Q245R。

3.4.2 鞍座、支腿、支耳和地脚螺栓按 GB/T 700 规定选用 Q235 或按 GB/T 1591 规定选用 Q355 时，Q235 或 Q355 的等级应根据支座、地脚螺栓的设计温度和材料标准中的冲击试验温度选取。本项目地脚螺栓材料一般选用 Q235 或 Q355。当支座选用 Q345R 等材料时，应符合相应标准的要求。

3.4.3 裙座材料与容器底封头材料不一致时，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。

3.4.4 支座垫板材料应与壳体相同。

4 设计一般规定

4.1 通用设计要求

4.1.1 设备设计应完全符合数据表、项目工程规定及相关技术标准规范的要求，当采购方提供设备工程图时，还应符合工程图的要求，采购方的工程图上的厚度为最低要求。当设备数据表与工程图不一致时，供货方应提交采购方进行澄清。

4.1.2 供应商在设备设计过程中对设备的材质、规格、结构等的任何修改，必须得到采购方的书面正式认可。

4.1.3 供货方的设计文件必须经过采购方的评阅批准后方可实施，采购方的评阅批准不解除或减轻供应商对设计质量应承担的所有责任。

4.2 设计方法

4.2.1 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 进行分析设计，设计文件中应按照设计条件写明每一变化周期内温度和压力随时间变化的曲线或数据。

4.2.2 设备最高工作压力和最高工作温度不同时出现时，不应将所有苛刻的设计工况叠加。

4.3 设计压力、设计温度

4.3.1 设备的设计压力、设计温度按工艺数据表和工程图的规定。

4.3.2 当工艺数据表和工程图未规定时，设计温度和设计压力应按照国家标准和规范中的相应规定执行。

4.4 介质特性

4.4.1 介质特性应按照工程图或工艺数据表的要求。

4.4.2 筒体和夹套可以按照其对应的设计数据和介质特性提出不同的技术要求，但设备的分类应为筒体和夹套类别较高者。

4.5 腐蚀裕量

4.5.1 腐蚀裕量按工程图、工艺数据表、工程规定的规定。采购方文件未要求时，应按照相应标准规范的要求确定。

4.5.2 当工程图或工艺数据表中没有规定内件腐蚀裕量时，按 HG/T 20580 中相关章节执行。

4.5.3 地脚螺栓腐蚀裕量取 3mm（直径）。

4.5.4 碳钢和低合金钢制裙座筒体腐蚀裕量取 2mm。

4.5.5 球罐支柱（碳钢和低合金钢制支柱）腐蚀裕量取 3mm。

4.6 设计使用年限

4.6.1 对于 TSG 21-2016 适用范围内的压力容器，应根据设备预期使用年限确定压力容器设计使用年限。

4.6.2 设备总装配图上应注明设计使用年限（疲劳容器标明循环次数）。

4.6.3 除项目另有规定外，各设备类型设计使用年限按工艺数据表和工程图的规定。

4.7 最小厚度

4.7.1 压力容器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。

4.7.2 对于成形封头，图纸中须标注出毛坯厚度和成形后最小厚度。

4.8 强度计算

4.8.1 采购方提供的工程图或工艺数据表中表示的元件厚度仅为采购方确定的最小厚度，供货方应进行详细设计计算确定其厚度，并对最终产品的安全性负责。

4.8.2 设计计算时，应按照相应国家或行业的法规和标准、规范考虑风载、地震载荷、雪载荷、连接管道载荷和其它载荷的影响。

4.8.3 不锈钢材料的平盖、法兰等带密封面密封的部件所用锻件的许用应力应按照 GB/T 150.2 中低应力取值。

4.8.4 法兰计算时应考虑法兰内径的腐蚀裕量及长颈对焊法兰大小端的腐蚀裕量。

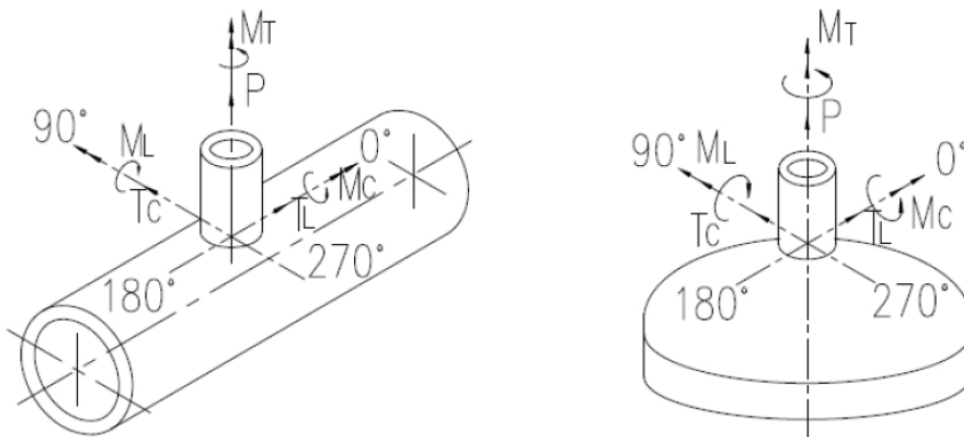
4.8.5 对于高度和直径之比大于 5 的板式塔，操作时，因风载荷引起的最大许用挠度宜为 $H/200\text{mm}$ ，其中 H 为塔器总高(mm)；对于填料塔，最大许用挠度宜为 $H/150\text{mm}$ 。

4.8.6 对外连接的工艺管口，应进行接管根部的局部应力计算。计算原则如下：

(1) 管口载荷按照项目的工程规定（如有）；当项目未规定时，按照如下载荷值：

NPS	DN	P(N)	TL(N)	TC(N)	ML(N-m)	MC(N-m)	MT(N-m)
3	80	2250	2250	2250	900	900	900
4	100	3150	3150	3150	1650	1650	1650
6	150	6900	6900	6900	3600	3600	3600
8	200	9000	9000	9000	6400	6400	6400
10	250	11400	11400	11400	10350	10350	10350
12	300	13800	13800	13800	12000	12000	12000
14	350	16200	16200	16200	13800	13800	13800
16	400	21900	21900	21900	16950	16950	16950
18	450	27750	27750	27750	20250	20250	20250
20	500	33450	33450	33450	23400	23400	23400
24	600	45000	45000	45000	30000	30000	30000
26	650	52800	52800	52800	35210	35210	35210
28	700	61250	61250	61250	40840	40840	40840
30	750	70300	70300	70300	46880	46880	46880
32	800	80000	80000	80000	53340	53340	53340
34	850	85000	85000	85000	72100	72100	72100
36	900	90000	90000	90000	90720	90720	90720
38	950	95000	95000	95000	101080	101080	101080
40	1000	100000	100000	100000	112000	112000	112000
42	1050	105000	105000	105000	123480	123480	123480

44	1100	110000	110000	110000	135520	135520	135520
46	1150	115000	115000	115000	148120	148120	148120
48	1200	120000	120000	120000	161280	161280	161280
52	1300	130000	130000	130000	189280	189280	189280
56	1400	140000	140000	140000	219520	219520	219520
60	1500	150000	150000	150000	252000	252000	252000
64	1600	160000	160000	160000	286720	286720	286720
68	1700	170000	170000	170000	323680	323680	323680
72	1800	180000	180000	180000	362880	362880	362880
76	1900	190000	190000	190000	404320	404320	404320
80	2000	200000	200000	200000	448000	448000	448000
84	2100	210000	210000	210000	493920	493920	493920
88	2200	220000	220000	220000	542080	542080	542080
92	2300	230000	230000	230000	592480	592480	592480
96	2400	240000	240000	240000	645120	645120	645120



(2)筒体上的接管：当开孔补强计算采用 GB/T 150.3 的分析法时，局部应力计算方法优先选用顺序依次为 CSCBPV-TD 001、WRC 297、NOZZLE PRO；当开孔补强不采用 GB/T 150.3 的分析法时，局部应力计算方法优先选用顺序依次为 WRC 297、NOZZLE PRO；接管外径 d 与圆筒中面直径 D 之比大于 0.9,或接管为非径向时,局部应力采用 NOZZLE PRO 进行计算。

(3)封头上的接管：局部应力计算方法优先选用顺序依次为 WRC 537(接管模块)、NOZZLE PRO。

(4)局部应力计算可采用有限元计算方法代替上述计算方法。

4.8.7 塔器计算时，应考虑各个工况下所包含的所有载荷，如设备本体、保温层、防火层、梯子平台、附塔管线设备、塔盘、填料、内件及支撑、操作液等。

4.8.8 对于裙座支撑的立式设备应进行吊装计算，吊装质量应考虑梯子平台、保温层、附属管线、直接焊接在设备内壁的塔盘及填料等内件支撑件的质量，不考虑塔盘及填料等可穿过人孔的可拆内件的质量。吊装计算不仅包含吊耳（含尾耳）强度计算，而且需要校核吊装时筒体刚度、吊耳处的壳体局部应力、尾耳处的裙座应力和刚度。

4.8.9 供货方应考虑采取必要的防护措施，保证设备在运输过程中的强度和刚度。

4.8.10 裙座支撑的立式设备的地脚螺直径应不小于 M24，地脚螺栓个数应为 4 的整数倍，且不少于 8 个。螺栓孔应跨中均布。

4.8.11 复合板中的覆层材料和堆焊层不计入强度计算。

4.8.12 对于按照常规方法设计的碳钢及低合金钢制低温压力容器，除应满足 GB/T 150.1~150.4 及 GB/T150.3 附录 E 的要求外，还应符合相关产品设计标准的规定。对于按照分析方法设计的压力容器应满足 GB/T 4732 的要求。

5 结构设计

5.1 壳体

5.1.1 公称直径小于 400mm 时，可选用无缝钢管作为壳体，但需按 HG/T 20581 中相关要求对钢管进行复验。

5.1.2 采购方提供的工程图或工艺数据表中没有确定封头的类型时，凸形封头一般选用 2:1 标准椭圆封头，考虑经济性时，也可以选用球形封头。

5.2 人孔和手孔

5.2.1 采购方提供的工程图或工艺数据表中确定的开孔及管口，仅为考虑工艺性能要求所必需的，供货方进行设计时还应考虑必要的满足内件的安装、拆卸和检验、试验所需要的开孔，当需要增设开孔时，应得到采购方的确认。

5.2.2 在以下情况下应设置人、手孔：

（1）为检查容器在使用过程中是否产生裂纹、变形、腐蚀等缺陷，容器应开设检查孔，检查孔（人、手孔）的数量按工程图或工艺数据表，未规定时，按下表：

内径 $D_i(\text{mm})$	检查孔最少数量	检查孔最小尺寸 (mm)
$300 < D_i \leq 800$	手孔 1~2 个	1 个 $\phi 250$ 或 2 个 $\phi 150$
$800 < D_i < 1000$	人孔 1 个	$\phi 450$
$1000 \leq D_i \leq 2000$	人孔 1 个	$\phi 500$

Di>2000	人孔 1~2 个	Φ 600
---------	----------	-------

(2) 对于公称直径大于 800mm 的板式塔, 应至少在最顶部塔盘的上部和最底部塔盘的下部设置人孔; 考虑经常进行内部检查或塔盘数量多而装配和拆卸困难等因素, 应增加中间人孔。对于公称直径小于或等于 800mm 的板式塔, 应在顶部和中间部位设置设备法兰用于塔盘等内件的装配和拆卸。

(3) 对于公称直径大于 800mm 的填料塔, 应在每层填料的顶部设置一个人孔, 在支撑格栅的上部设置一个人孔和手孔; 对于公称直径小于或等于 800mm 的填料塔, 应在顶部和中间部位设置设备法兰用于填料、格栅等内件的装配和拆卸, 在格栅的上部设置一个手孔。

(4) 除非另有规定, 人孔应设置平盖吊柱。

(5) 裙座应按照相关标准的规定, 设置检查孔。

(6) 对于裙座支撑的立式设备应进行吊装计算, 吊装计算应考虑梯子平台、保温层、附塔管线、直接焊接在塔内壁的塔盘及填料等内件支撑件的重量, 不考虑塔盘及填料等可穿过人孔的可拆内件的质量。设计时, 应考虑吊耳处壳体的局部应力, 尾耳处的裙座应力和刚度。

5.3 接管

5.3.1 接管的伸出长度应满足补强长度以及安装和操作要求。

5.3.2 对于轴线不垂直于容器壳壁的接管, 其伸出长度应使接管的法兰外缘与保温层之间的距离不小于 25mm, 其中, 对于直径大于 150mm 的接管, 法兰外缘与保温层之间的距离还应适当放大, 以便于现场拆卸。

5.3.3 对设备顶部有操作平台的设备 (例如, 塔器及顶部有人孔或操作阀门的设备), 所有顶部接管法兰密封面宜位于同一标高。

5.3.4 在卧式容器顶部有安全阀口、仪表口等需要为操作人员设置操作平台的情况下, 顶部接管伸出高度可适当加长。

5.3.5 耳式支座下方筒体上的接管伸出长度不宜超出支耳底板的内边缘。

5.3.6 非锻件接管公称直径小于等于 DN1-1/2" 时, 应按照 HG/T 20583 中相关规定设置两个互成 90° 的加强筋 (液位计接管可为跨铅垂线 60°)。

5.3.7 卧式容器底部接管法兰外缘与鞍座底板边缘间距离不得小于 200mm。

5.3.8 除非采购方同意, 接管不得与壳体的纵、环焊缝相干涉。

5.3.9 接管的位置应按照工程图及采购方的管口方位图，供货方不得擅自修改接管位置，如需修改应征得采购方同意。

5.4 开孔补强

5.4.1 开孔补强采用补强圈补强时，应同时满足下列条件：

- (1) 设计温度 $\leq 350^{\circ}\text{C}$ ；
- (2) 壳体开孔处名义厚度 $\leq 38\text{mm}$ ；
- (3) 壳体钢材的标准抗拉强度下限值 $\leq 540\text{MPa}$ ；
- (4) 补强圈厚度 ≤ 1.5 倍壳体开孔处名义厚度。

5.4.2 疲劳分析设计的设备、Cr-Mo 钢设备、低温设备及盛装极度危害或高度危害介质的设备，应采用整体补强结构。

5.4.3 圆筒径向接管开孔补强设计计算采用 GB/T 150.3 的 6.6 分析法时，整体补强结构尺寸应符合 GB/T 150.3 的 6.6.1 规定。接管与壳体的 D 类接头应进行 UT-100%检测，技术等级 B 级，按 NB/T47013.3 中 I 级合格。如果接管存在拼接接头，此接头应进行 RT-100%检测，技术等级 AB 级，按 NB/T47013.2 中 II 级合格。

5.4.4 采用整体补强时，厚壁管和壳体的厚度比宜控制在 0.5~2。

5.4.5 对于公称直径大于或等于 3"的工艺管口，按本规定允许使用补强圈的前提下，无论开孔补强是否必要，考虑管道载荷作用，均应设置补强圈。

5.4.6 补强圈在任何方向上的尺寸应满足开孔补强计算中的要求。

5.4.7 补强圈不得覆盖壳体的焊缝。

5.5 法兰、垫片及紧固件

5.5.1 管法兰应符合采购方在工程图或工艺数据表上确定的管法兰标准、压力等级和密封面型式。

5.5.2 在采购方的工程图或工艺数据表中未确定法兰的类型时，供货方应根据压力、温度、介质特性等，按照如下原则确定，并须得到采购方的批准：

- (1) 管法兰、人手孔法兰优先选用 WN 法兰；
- (2) 除特殊要求外， $\text{DN} \leq 50\text{mm}$ (2") 的法兰优先选用 LWN 法兰；
- (3) 内部法兰允许使用 PL 或 SO 法兰。

5.5.3 法兰在设计温度下的最大许用工作压力应满足设备设计压力的要求，与仪表等连接件直接相连接的法兰的标准、压力等级和密封面形式应与仪表等连接件相同。

5.5.4 没有特殊规定时,当管法兰的密封面为凹凸面(M&FM)或榫槽面(T&G)时,对于方向朝上或水平的设备管口,管法兰密封面应为凹面(FM)或槽面(G);对于方向朝下的设备管口,管法兰密封面应为凸面(M)或榫面(T)。

5.5.5 容器的设备法兰、垫片及紧固件按标准 NB/T 47020~47027 选用,选用非标准设备法兰时,应该进行强度和刚度的校核计算。非标法兰的几何尺寸应符合 GB/T 150.3 的相关要求。

5.5.6 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。

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

5.5.7 对于直径大于 M48 的非标法兰螺栓,宜考虑采用液压拉伸器上紧,当采用液压拉伸器上紧时,应考虑其对法兰及其紧固件设计的影响。

5.5.8 设备法兰与鞍座间的距离应保证法兰螺栓、螺母等的安装所需的空间要求。

5.6 支座

5.6.1 符合以下条件之一时,立式设备裙座筒体应设一段与塔下封头(或筒体)材料相同的过渡短节。过渡段的设计温度应取塔釜封头(或筒体)的设计温度。

(1) 设备设计温度 T: $T > 250^{\circ}\text{C}$ 或 $T \leq -20^{\circ}\text{C}$ 。过渡段长度是保温层厚度的 4~6 倍,且不小于 500mm。

(2) 壳体下封头材料为不锈钢、铬钼钢、低温钢时,应设过渡段,长度不小于 300mm。

5.6.2 立式容器的腿式支座和耳式支座应优先按照 NB/T 47065.2、NB/T 47065.3 选用。

5.6.3 立式容器的耳式支座设计应考虑设备的保温厚度,优先选用 NB/T 47065.3 中的 B 型或 C 型。

5.6.4 立式容器的裙座应按照 NB/T 47041 设计。当裙座支承的容器或塔器设计温度大于或等于 400°C 时,应设置隔气圈。

5.6.5 卧式容器的鞍座应优先按照 NB/T 47065.1 选用,当超出其适用范围时,参照规范进行非标设计。

5.6.6 除非另有规定，裙座内部不得存在法兰连接接头。

5.6.7 预埋地脚螺栓时，裙座支撑的立式设备，供货方应提供基础模板。当模板直径较大时，应考虑采用分块结构。

5.6.8 鞍式支座滑动端应根据需要设置基础滑板。

5.6.9 球罐支柱应设置通气孔，下段支柱应整根交货。

5.7 铭牌

5.7.1 每台容器上应设置一个铭牌。铭牌应按照采购方提供的图样、格式和标准进行设计、制造。铭牌应伸出保温层（防火层）至少 25mm。

5.7.2 铭牌标高（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。

5.8 接地板

5.8.1 每台容器上接地板数量最少为 2 个，球罐的接地板数量至少为支柱数量的一半。

5.8.2 接地板标高（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；
- （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。
- （4）球罐：250mm，焊接在支柱上。

5.9 内件

5.9.1 对于需要进行拆装的内件，其结构及大小的设计应能够保证其顺利穿过人孔进行装卸，单件质量不宜超过 30kg，且应在图纸中注明人孔内径。

5.9.2 格栅的自由流通面积应满足工程图或工艺数据表的要求。

5.9.3 容器内部使用螺栓连接的内件应具备可靠的防松措施，一个检修周期（5 年）及一个检修周期内需要拆卸检查的应使用双螺帽，其他螺栓采用点焊防松方式。

6 外部附件

6.1 塔顶吊柱

除非另有规定，框架外的内部设有塔盘、填料、催化剂等内件的塔器、反应器或干燥器顶部应设置吊柱等辅助设施，吊柱的承载能力不小于 500kg。

6.2 吊耳

6.2.1 立式设备应设置吊装用吊耳；设备质量 ≥ 10 吨的立式设备应考虑设尾部吊耳。

6.2.2 塔体分段吊装拟选择轴式吊耳时，一般每段上部设置两个轴式吊耳，下部同上部轴式吊耳相对 90 度设置一个尾部吊耳，吊装单位应对吊耳处的强度和刚度进行计算，必要时进行加强设计，分段的位置应在图面上清晰表示。

6.3 梯子、平台和预焊件

6.3.1 梯子平台的设计应按照相关标准规范进行设计，当采购方提供平台设计条件时，还应满足采购方的设计条件要求。

6.3.2 无特殊要求时，设备平台应采用镀锌钢格板，钢格板规格统一为：G325/30/100（YB/T4001.1-2019）。

6.3.3 管件预焊件的设计（如有）应按照采购方的设计条件。

6.3.4 循环次数大于 1 万次的承受疲劳载荷的设备不宜在设备本体上焊接外部附件。如有保温预焊件，则应采用抱夹式。

6.4 保温

6.4.1 对于设备本体上的保温或保冷预焊件，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，设备预焊件应含垫板和开螺栓连接孔的连接耳板。

6.4.2 有保温（冷）的设备，设备应按相关规范和规定设计保温（冷）预焊件。

6.5 防火

6.5.1 支座的防火要求应符合项目相关防火工程规定的要求。

6.5.2 立式容器的裙座（或支座）应按规定设置防火层，耐火极限不低于 2 小时。盛装液态烃的球罐，支柱应设置耐火层，其耐火极限应不低于 2 小时。

6.5.3 对于塔等直立设备裙座有防火要求时，裙座内径 $>1200\text{mm}$ 时，裙座内、外表面均做防火，裙座内径 $\leq 1200\text{mm}$ 时，仅裙座外表面做防火。当防火层采用防火水泥时，应考虑设置防火预焊件。

6.6 隔冷要求

6.6.1 当容器操作温度低于 -20°C 时，应满足以下要求：

- （1）鞍座底板下应加 150mm 厚绝热隔冷层，材料为浸沥青的松木、硬杂木或 HDPIR。
- （2）耳座底板下加 10mm 厚聚四氟乙烯板。
- （3）铭牌与托架之间应设置 10mm 厚垫木。

(4) 梯子平台与托架之间应设隔冷层, 操作温度在 $-20\sim-50^{\circ}\text{C}$ 之间时, 加 10mm 厚聚四氟乙烯板, 操作温度低于 -50°C 时, 加 50mm 厚垫木或 HDPIR 隔冷块。

7 制造、检验与验收

7.1 一般要求

7.1.1 低温设备的焊接工艺评定及产品焊接试件, 其低温冲击实验应包括焊缝金属和热影响区, 试验温度和合格指标按图纸要求。

7.1.2 对于不锈钢设备, 介质有晶间腐蚀倾向的, 与腐蚀介质接触的耐腐蚀材料应进行晶间腐蚀倾向试验, 试验方法及合格标准按图纸要求。

7.1.3 图中所标注的复合层厚度为成型后最小厚度, 堆焊层的面层及复合板的覆层焊缝应进行化学成份分析, 面层以下 3mm 内应与面层焊带或焊条的化学成分相同。

7.1.4 对于双相钢堆焊表面或焊接接头应进行铁素体含量的测定, 铁素体含量应控制在 35%~60%之间。

7.1.5 高温临氢铬钼钢制设备的制造、检验等要求, 除满足本规定外, 还应制定专用的特殊制造技术要求。

7.1.6 承受疲劳载荷的设备、低温设备、介质存在应力腐蚀设备、不锈钢设备的耐腐蚀层表面不得采用钢印标记。

7.1.7 试件和试样应符合 GB/T 150.4 和 TSG 21-2016 的规定。

7.1.8 塔器的制造、检验除了要符合标准和图纸的要求外, 还应符合塔内件供货商对设备制造公差的要求。

7.1.9 供货方应按照政府相关法规、相应的标准规范及所附的工程规定、设计文件等进行设备检验、验收。

7.1.10 供货方应依据自己的质量控制体系, 制定具体的、明确的、可操作的质量计划。对于关键控制点, 供货方应提请采购方进行审查及现场见证确认。

7.1.11 供货方应在检查点前 10 个工作日通知采购方, 采购方决定是否委派检验人员亲临供货方车间。

7.1.12 所有检验和试验项目应该记录并反映在制造检验数据报告中, 并在合同生效后规定期限内提交给采购方。

7.1.13 采购方或其指定的第三方可随时在供货方产品制造过程中或制造完毕后, 对其进行检查和验收, 在检查和验收时, 供货方应提供相应的技术资料 and 检验工具。供货方应根据

采购方或其指派的第三方在制造过程中的检验和验收提出的修改意见及时做出相应整改。

采购方或其指定的第三方进行检验和验收，并不解除供货方在合同中所承担的责任。

7.1.14 除非得到采购方书面通知，货物不得发往现场。

7.2 焊接

7.2.1 压力容器的焊接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。

7.2.2 筒体的纵、环焊缝不得被覆盖，接管、补强圈等其它内外附件距筒体纵、环焊缝的距离不得小于 100mm 且不得小于 3 倍筒体名义厚度。

7.2.3 不锈钢复合板设备应先焊基层，待检验合格后，再焊覆层。基层焊接时，应采取措施避免污染覆层材料。

7.3 热处理

7.3.1 需进行焊后热处理的容器，受压壳体上如需焊接梯子平台、管线支架用预焊件、保温保冷等预焊件的，应在热处理前焊接完毕，最终热处理后不得在壳体上施焊。

7.3.2 氢腐蚀环境下的碳钢及低合金钢制压力容器，应进行焊后消除应力热处理。

7.3.3 H₂S 应力腐蚀、碱腐蚀、液氨腐蚀环境下的压力容器的热处理应按相关标准规定执行。

7.3.4 除注明外，设备法兰密封面应在热处理之后进行精加工，接管法兰密封面在热处理时应采取有效的保护措施。

7.3.5 对于钢板冷成形受压元件，当适用范围和变形率满足 GB/T 150.4 中 8.1.1 的规定时，应于成形后进行相应恢复材料性能的热处理。制造过程中因制造工艺需要的热处理，由制造单位确定。

7.3.6 有耐腐蚀要求时，热成形的奥氏体不锈钢成形后，应进行固溶热处理。

7.3.7 对于 $-196^{\circ}\text{C} \leq \text{设计温度} \leq -70^{\circ}\text{C}$ 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。

7.4 无损检测

7.4.1 压力容器的无损检测要求除应满足 TSG 21-2016、GB/T 150.4、GB/T 4732、NB/T 47003.1、GB/T 12337 等相关标准的要求外，无损检测的技术等级还应满足如下要求：

(1) 下列 III 类压力容器的焊接接头射线检测技术等级选用 B 级：

- 抗拉强度下限值 $> 540\text{MPa}$ 的高强钢制设备；
- Cr-Mo 钢制设备；
- 毒性程度为极度或高度危害介质的设备；
- 疲劳分析设计设备；

● 项目定义的关键设备。

(2) 除上述情况外, 其它压力容器、常压容器等的焊接接头射线检测技术等级选用 AB 级。

(3) 疲劳分析设计的压力容器, 焊接接头超声检测技术等级选用 C 级; 其它压力容器、常压容器等焊接接头超声检测技术等级一般选用 B 级。

7.4.2 对于 A、B 类焊接接头进行 100% RT 检测或 100% UT 检测的设备, 设备上公称直径 $DN < 250\text{mm}$ 的接管与接管的对接接头、接管与高颈法兰的对接接头, 应进行 100% MT 或 100% PT 检测, I 级合格。

7.4.3 复合钢板的复合层焊接接头以及堆焊层表面, 应进行 100% PT 检测, I 级合格。

7.4.4 对于标准抗拉强度下限值 $R_m > 540\text{MPa}$ 的低合金钢及 Cr-Mo 钢制压力容器的 A、B 类焊接接头, 应采用与原无损检测方法不同的检测方法进行附加检测, 检测方法、比例、技术等级、合格级别按图纸要求。该类材料容器在耐压试验后, 还应对焊接接头进行表面无损检测。

7.4.5 有延迟裂纹倾向的材料, 应当至少在焊接完成 24 小时后进行无损检测, 有再热裂纹倾向的材料, 应当在热处理后再增加一次无损检测。

7.5 表面处理

7.5.1 有防腐蚀要求的不锈钢设备, 应在水压试验合格后, 对不锈钢设备内表面进行酸洗钝化处理, 并对所形成的钝化膜进行蓝点检测, 无蓝点为合格。

7.5.2 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。

8 耐压试验和泄漏试验

8.1 耐压试验

8.1.1 耐压试验应满足 TSG 21-2016、GB/T 150.4、GB/T 4732、NB/T 47003.1 等标准的有关规定。

8.1.2 管口直连的设备(如塔与再沸器直连), 供货方宜在制造厂进行预组装, 一起进行压力试验(如条件许可)。

8.1.3 确定试验压力时, 应考虑以下因素:

(1) 符合相应法规和标准、规范的规定。

(2) 对于多腔容器, 如果一侧设计压力为负压时, 确定正压侧的试验压力时, 应按照正压侧设计压力与负压侧负压绝对值之和确定其试验压力。

8.1.4 对奥氏体不锈钢制设备，应控制水的氯离子含量不超过 25mg/L，试验合格后，应立即将水排净吹干。

8.1.5 水压试验用垫片应与操作用垫片类型相同。

8.1.6 除特殊要求外，耐压试验应采用水压试验。当需要采用气压试验或气液组合压力试验时，应征得业主同意。

8.1.7 对于立式容器或塔器采用卧置进行液压试验时，试验压力应计入立置试验时的液柱静压力。在耐压试验前，应校核各受压元件在试验状态下的应力水平。

8.2 泄漏试验

8.2.1 耐压试验合格后，对于介质毒性程度为极度、高度危害或者设计上不允许有微量泄漏的压力容器、盛装易爆压缩气体或易爆液化气体的球罐应当进行泄漏试验。

8.2.2 当设备数据表中介质为中度或轻度毒性危害，而介质组分中含有 G1 组致癌物（按 HG/T 20660-2017，如苯等）组分时，应进行泄漏试验。

8.2.3 气密性试验压力为容器的设计压力，气密性试验不得代替耐压试验。

8.2.4 泄漏试验的方法和合格标准，按图纸要求。

9 涂漆、包装和运输

9.1 涂漆

9.1.1 除非有特殊说明，设备的外部防腐涂漆应符合项目的涂漆工程规定。

9.1.2 所有法兰密封面应采用容易去除的涂料进行防锈处理。

9.1.3 对于在安装现场进行焊接的坡口，应在坡口的内外侧不小于 75mm 范围内，采用容易去除且不影响焊接接头质量的涂料进行防锈处理。

9.1.4 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”。

9.2 包装和运输

9.2.1 设备的包装和运输应按照 NB/T 10558 及采购方提供的相关工程规定进行。

9.2.2 对于采用海运方式运输的设备，应采用充氮保护等防护措施。

9.2.3 包装运输前的准备

- (1) 彻底清除内外部的污垢和其他杂质，清除内部水分和潮气，保持干燥。
- (2) 应对所有法兰密封面和其他机加工面进行保护处理。
- (3) 设备外部的检漏孔应进行相应保护。
- (4) 丝网除沫器应在制造厂预组装、做好标记，然后拆装后单独运输。
- (5) 备品备件应与设备分开单独包装运输。

(6) 用螺栓连接的塔盘、支撑梁、隔栅等内件应与设备分开单独包装运输。

(7) 设备的顶部吊柱应与设备分开单独包装运输。

(8) 基础模板、地脚螺栓和滑板等应按照施工现场的进度要求，单独包装运输。

(9) 运输前，必须有采购方检验人员的书面放行单。

9.2.4 供货方应根据运输、安装的要求，对容器进行运输、安装时的强度和刚度校核。如需要，还应进行必要的加强设计。

10 备品备件

10.1 安装、调试、开车用备品备件

10.1.1 除设备外，供货方的供货范围应包含安装、调试、开车用的备品备件，这些备品备件应与设备分开单独报价，供货方报价时应列出详细的清单。

10.1.2 备品备件应该单独包装运输，对于每个备品备件应该有正确完整的标识，包括所在设备的位号、图号、件号、零件标准号、零件名称等。

10.1.3 在采购方的询价文件和采购合同未对备品备件有另外规定和要求时，供货方按照以下数量进行报价和设计：

- (1) 人（手）孔、带盲板管法兰的垫片：200%；
- (2) 设备法兰的垫片：200%；
- (3) 法兰连接用螺栓与螺母：同一规格总量的 5%，最少 2 套；
- (4) 现场安装内件的备品备件：
 - a) 螺栓与螺母：同一规格总量的 5%，最少 2 套；
 - b) 垫圈：同一规格总量的 10%，最少 2 套；
 - c) 卡子：同一规格总量的 10%，最少 2 套。

10.2 正常操作作用备品备件

10.2.1 除设备外，供货方的报价应包含正常操作作用备品备件，供货方应根据自己的经验向采购方推荐正常操作作用备品备件，这些备品备件应与设备分开单独报价，供货方报价时应列出详细的备品备件清单。

10.2.2 备品备件应该单独包装运输，对于每个备品备件应该有正确完整的标识，包括所在设备的位号、图号、件号、零件标准号、零件名称等。