

有效版本

ICS 75.180

P 93

备案号: 53343—2016

2133028

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

P

SY 4201.2—2016

代替 SY 4201.2—2007

石油天然气建设工程施工质量验收规范

设备安装工程

第2部分：塔类

Code for quality acceptance
of oil and gas construction engineering—
Equipment installation engineering—
Part 2: Column



2016—01—07 发布

2016—06—01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国
石油天然气行业标准
石油天然气建设工程施工质量验收规范
设备安装工程
第2部分：塔类
SY 4201.2—2016

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 2.75 印张 83 千字 印 1—3000
2016 年 5 月北京第 1 版 2016 年 5 月北京第 1 次印刷
书号：155021·7396 定价：33.00 元

版权专有 不得翻印

中华人民共和国石油天然气行业标准

石油天然气建设工程施工质量验收规范
设备安装工程
第 2 部分：塔类

Code for quality acceptance
of oil and gas construction engineering—
Equipment installation engineering --
Part 2: Column

SY 4201.2—2016

主编部门：中国石油天然气集团公司
批准部门：国家能源局

石油工业出版社

2016 北 京

国家能源局 公告

2016 年 第 1 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52号）有关规定，经审查，国家能源局批准《核电厂常规岛及辅助配套设施建设施工技术规范 第5部分：水处理及制氢系统》等345项行业标准，其中能源标准（NB）54项、电力标准（DL）125项和石油天然气标准（SY）166项，现予以发布。

附件：行业标准目录（节选）

国家能源局
2016 年 1 月 7 日

附件：

行业标准目录（节选）

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采用国际 国外标准	批准日期	实施日期
180	SY 4201.1—2016	石油天然气建设工程施工技术规范 第1部分：机泵类 验收规范 设备安装工程 施工质量	SY 4201.1—2007		2016-1-7	2016-6-1
181	SY 4201.2—2016	石油天然气建设工程施工技术规范 第2部分：塔类 验收规范 设备安装工程 施工质量	SY 4201.2—2007		2016-1-7	2016-6-1
182	SY 4201.3—2016	石油天然气建设工程施工技术规范 第3部分：容器类 验收规范 设备安装工程 施工质量	SY 4201.3 2007		2016-1-7	2016-6-1
183	SY 4201.4—2016	石油天然气建设工程施工技术规范 第4部分：炉类 验收规范 设备安装工程 施工质量	SY 4201.4—2007		2016-1-7	2016-6-1
184	SY 4202—2016	石油天然气建设工程施工技术规范 储罐工程 验收规范	SY 4202—2007		2016-1-7	2016-6-1

前 言

根据《国家能源局关于下达 2013 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2013〕235 号）的要求，本规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，对 SY 4201.2—2007《石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第 2 部分：塔类设备》进行修订。

本规范共分 5 章和 4 个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、塔类设备安装、子分部工程验收。

本规范修订的主要技术内容是：

1 将原规范第 1 章“范围”、第 4 章“总则”合并为现第 1 章“总则”。

2 将原规范第 5 章“基本规定”调整为现第 3 章，并分为“一般规定”、“施工质量验收的工程划分”、“施工质量的验收”、“施工质量验收的程序及组织”4 节。

3 在原“塔体安装”内容基础上增加了耐压试验、基础沉降观测、安全附件安装等质量验收规定。

4 增加了“塔体分段组焊”内容。

5 将原“塔内件安装及压力试验”内容调整为“塔内件安装”，并将与耐压试验相关的质量验收规定调整至“塔体安装”。

6 将原规范第 7 章“交工验收”调整为现第 5 章“子分部工程验收”。

7 对原规范的部分章、节及附录内容及顺序进行了调整、修订和补充。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由国家能源局负责管理和对强制性条文的解释，由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理，由大庆油田建设集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送大庆油田建设集团有限责任公司（地址：黑龙江省大庆市让胡路区昆仑大街 75 号，邮编：163453），以供今后修订时参考。

本规范主编单位：大庆油田建设集团有限责任公司

本规范参编单位：四川石油天然气建设工程有限责任公司
长庆石油勘探局油田建设工程公司

本规范主要起草人员：高安翔 赵洪元 王忠哲 郑贵东
黄美成 董利苹 刘古文 单 凌
徐 可 尹立清

本规范主要审查人员：梁桂海 郑玉刚 韩建成 黄海威
姜俊荣 刘 涛 霍祥华 王 宁
杨 静 周建中 张俊维 徐 进
齐 云 王关祥 虞雪峰 王建和
吴海斌

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	3
3.1 一般规定	3
3.2 施工质量验收的工程划分	3
3.3 施工质量的验收	4
3.4 施工质量验收的程序及组织	5
4 塔类设备安装	6
4.1 塔体安装	6
4.2 塔体分段组焊	10
4.3 塔内件安装	16
5 子分部工程验收	23
附录 A 工程检验器具表	24
附录 B 检验批质量验收记录	25
附录 C 子分部工程质量控制资料核查记录	38
附录 D 平垫铁和斜垫铁	39
标准用词说明	41
引用标准名录	42
附件 石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第 2 部分：塔类 条文说明	43

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirement	3
3.1	General requirement	3
3.2	Division for acceptance of construction quality	3
3.3	Acceptance of construction quality	4
3.4	Procedure and organization for acceptance of construction quality	5
4	Column device installation	6
4.1	Column body installation	6
4.2	Column body subsection assembling and welding	10
4.3	Column internals installation	16
5	Acceptance of sub-subsection project	23
Appendix A	List of inspection equipment	24
Appendix B	Quality acceptance record of inspection lot	25
Appendix C	Check record of sub-subsection project's quality control data-sheet	38
Appendix D	Flat sizing block and diagonal sizing block	39
	Explanation of wording in this code	41
	List of quoted standards	42
	Addition: Explanation of provisions	43

1 总 则

1.0.1 为统一石油天然气建设工程塔类设备安装施工质量验收,加强质量控制,确保工程质量,制订本规范。

1.0.2 本规范适用于石油天然气建设工程整体安装和分段到货现场组焊的塔类设备安装施工质量的验收。

1.0.3 本规范应与现行行业标准《石油天然气建设工程施工质量验收规范 通则》SY 4200 配套使用。

1.0.4 塔类设备安装工程中涂装工程、绝热工程和梯子、平台、栏杆制作安装工程的质量验收应执行现行行业标准《石油天然气建设工程施工质量验收规范 储罐工程》SY 4202 的有关规定。

1.0.5 石油天然气建设工程塔类设备安装施工采用的工程技术文件、承包合同文件对施工质量的要求不得低于本规范的规定。

1.0.6 石油天然气塔类设备安装施工质量的验收,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 塔类设备 column device

化学和石油天然气处理加工中常用的一类钢制塔式容器，其内部可使气—液（汽—液）或液—液两相之间进行紧密接触，达到相际传质、传热、分离等目的。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 承担石油天然气建设工程塔类设备安装的施工单位，应具有相应的安装施工资质等级，工程质量验收人员应具备相应的专业技术资格。

3.1.2 承担石油天然气建设工程塔类设备安装的焊接人员和无损检测人员，应取得相应特种设备作业人员资格证书，并在资格证书有效期内从事与资格相应的作业。

3.1.3 施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、质量管理体系、质量控制及检验制度，施工现场应有经项目负责人审批的施工组织设计、施工方案等技术文件。

3.1.4 工程检验器具的规格和精度见本规范附录 A，计量器具应经过检定、校准或验证合格，并在有效检定期内。

3.1.5 属于压力容器的塔类设备施工单位必须按《中华人民共和国特种设备安全法》的规定进行告知；属于压力容器的分段到货现场组焊塔类设备应接受工程所在地有资质的检验检测机构的监督检验。

3.2 施工质量验收的工程划分

3.2.1 塔类设备安装工程的施工质量验收，应按分项工程、检验批进行划分。

3.2.2 分项工程应由一个或若干个检验批组成；每台塔的安装应划分为一个分项工程。

3.2.3 同一单位工程中的设备安装工程应共同组成一个分部工程，该分部工程中塔类设备安装应共同划分为一个子分部工程。

3.2.4 塔类设备安装工程划分应符合表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 塔类设备安装工程划分

子分部工程	分项工程	检验批
塔类设备安装	塔类设备安装	塔体安装
		塔体分段组焊
		塔内件安装

3.3 施工质量的验收

- 3.3.1 检验批质量验收合格应符合下列规定：
- 1 主控项目经抽样检验，应全数符合本规范合格质量标准的规定。
 - 2 一般项目的质量经抽样检验有 80% 及其以上的检查点（处、件）应符合本规范合格质量标准的规定，其余检查点（处、件）也应基本接近本规范合格质量标准的规定。
 - 3 应具有完整的施工操作依据和质量检查记录。
- 3.3.2 分项工程质量验收合格应符合下列规定：
- 1 分项工程所含的检验批的质量均应验收合格。
 - 2 分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。
- 3.3.3 子分部工程质量验收合格应符合下列规定：
- 1 子分部工程所含分项工程的质量均应验收合格。
 - 2 质量控制资料应完整。
- 3.3.4 塔类设备安装工程质量验收记录应包括下列内容：
- 1 检验批质量验收记录应采用本规范附录 B 的格式。
 - 2 分项工程、子分部工程质量验收记录应采用现行行业标准《石油天然气建设工程施工质量验收规范 通则》SY 4200 规定的格式。
 - 3 子分部工程质量控制资料核查记录应采用本规范附录 C 的格式。
- 3.3.5 本规范检查数量除有特殊要求外，其余均应为全数检查。

3.4 施工质量验收的程序及组织

- 3.4.1 塔类设备安装工程的施工质量验收应在施工单位自检合格的基础上，按检验批、分项工程、子分部工程依次进行，并应作好验收记录。
- 3.4.2 塔类设备的开箱验收，应由建设单位或监理单位组织施工单位、采购单位或设备供应商共同检查验收，并应形成相应的开箱检验记录。
- 3.4.3 塔类设备安装应按规定的程序进行，与设备安装有关的土建工程施工完毕后，应由建设单位或监理单位组织施工单位联合检查。
- 3.4.4 塔类设备安装工程中的隐蔽工程，在隐蔽前应经建设单位代表或监理工程师验收及签字确认。

4 塔类设备安装

4.1 塔体安装

I 一般规定

4.1.1 安装前应按设计图纸或技术文件要求划定安装基准线及定位基准标记；对相互间有连接或衔接的设备，还应按连接或衔接的要求确定共同的基准。

4.1.2 塔本体及直接与塔本体相焊的内件、垫板、平台结构支撑件、配管支架、绝热工程支承件等构件，其焊接、焊后热处理及焊缝检测工作应在耐压试验之前完成；塔的防腐、衬里及绝热工程，应在耐压试验合格之后进行。

4.1.3 对制造厂整体热处理的塔，到货后应检查在热处理前就应焊接好的零部件、预焊件，其零部件、预焊件应齐全、牢固，位置、尺寸符合设计图纸要求。拉运、安装过程中应做好防护工作。

4.1.4 同时符合以下条件的整体到货塔器，现场安装后可不再进行耐压试验：

- 1 质量证明文件证明已作过耐压试验。
- 2 在运输过程中无损伤和变形。
- 3 有气体保护要求，且处于有效保护状态。

II 主控项目

4.1.5 塔类设备及附件的规格、型号、技术参数等应符合设计要求，具有质量证明文件。

检验方法：目测，核验开箱检查记录、技术文件、质量证明文件。

4.1.6 基础复测及表面处理应符合下列要求：

1 基础交付安装时，基础混凝土强度不得低于设计强度的75%。

2 基础施工单位应提交测量记录及技术资料，安装单位应按设计要求及现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461 的相关规定进行相关数据的复测，并办理交接验收手续。

3 基础施工单位应在交付的基础上划出标高基准线和纵、横中心线；有沉降观测要求的基础，应设有沉降观测点。

4 混凝土基础表面不得有油渍及疏松层；放置垫铁处应铲平；放置垫铁处以外应凿成麻面，以100mm×100mm面积内有3~5个深度不小于10mm的麻点为宜。

检验方法：检查基础质量检验记录和混凝土试块强度试验报告，观察检查，现场实测。

4.1.7 地脚螺栓的规格和材质应符合设计要求。

检验方法：检查实物和质量证明文件。

4.1.8 安全附件安装应符合下列要求：

1 安全阀安装前，应经有资质的检验机构校验合格。

2 爆破片装置应符合现行国家标准《爆破片安全装置》GB 567.1~567.4的要求，爆破片安装后不得翘曲或凹陷。

3 压力表、液位计、测量仪表等安装前应经校验合格；安全附件安装应朝向便于观察的位置。

检验方法：观察检查，检查铅封完好性、安全阀调试报告和仪表检定报告。

4.1.9 塔的耐压试验应符合设计要求及现行国家标准《石油化工静设备安装施工质量验收规范》GB 50461的有关规定。

检验方法：观察检查和检查试压记录。

4.1.10 对在基础上作液压试验且容积大于100m³的设备，在充液前、充液1/3时、充液2/3时、充满液后24h时和放液后应作基础沉降观测；基础沉降应均匀，不均匀沉降量应符合设计文件

的规定。

检验方法：检查基础沉降观测记录。

III 一般项目

4.1.11 到货的塔类设备外观质量情况应符合下列规定：

- 1 应无表面损伤、变形及锈蚀。
- 2 工装卡具的焊疤应已清除。
- 3 设备管口应封闭。
- 4 不锈钢及复合钢板材质的塔类设备的防腐蚀面，低温塔类设备表面不应有刻痕和各类钢印标记。
- 5 奥氏体不锈钢材质的塔类设备表面应无铁离子污染。
- 6 防腐蚀涂料应无流坠、脱落和返锈。

检验方法：目测，检查设备开箱检查记录。

4.1.12 地脚螺栓安装应符合下列规定：

- 1 地脚螺栓的螺纹应无损坏、无锈蚀，且应有保护措施。
- 2 预留孔地脚螺栓埋设时，地脚螺栓在预留孔中应垂直；地脚螺栓任一部位与孔壁的距离不应小于 15mm，与孔底的距离应大于 50mm。

3 预留孔中的混凝土达到设计强度后，方可拧紧地脚螺栓。

4 地脚螺栓的螺母和垫圈齐全，锁紧螺母与螺母、螺母与垫圈、垫圈与设备底座间的接触应良好；紧固后螺纹露出螺母不应少于 2 个螺距；螺纹外露部分应涂防锈脂。

检查数量：按数量的 20% 抽查。

检验方法：观察检查，用尺现场实测、用扳手检查，检查灌浆试块强度试验报告。

4.1.13 垫铁安装应符合下列规定：

- 1 垫铁的规格应符合本规范附录 D 的要求。
- 2 每个地脚螺栓近旁至少应有 1 组垫铁，有加强筋的塔底座，垫铁应垫在加强筋下；相邻两垫铁组的中心距不应大于 500mm。

3 每组垫铁的块数不应超过 5 块，斜垫铁下面应有平垫铁；放置平垫铁时，最厚的放在下面，薄的放在中间；斜垫铁应成对相向使用，搭接长度不应小于全长的 3/4，相互间的偏斜角度不应超过 3°；垫铁组高度宜为 30mm~80mm。

4 垫铁直接放置在基础上，与基础接触应均匀，其接触面积应大于 50%。

5 设备找正后，各组垫铁均应被压紧，垫铁之间和垫铁与支座之间应均匀接触，垫铁应露出设备支座底板外缘 10mm~30mm，垫铁组伸入支座底板长度应超过地脚螺栓，垫铁组层间应进行焊接固定。

检查数量：按数量的 20% 抽查。

检验方法：观察检查，尺量检查，用小锤轻击或检查施工记录。

4.1.14 塔体安装允许偏差应符合表 4.1.14 的规定。

检验方法：用水准仪、吊线坠、经纬仪、钢尺现场实测。

表 4.1.14 塔体安装允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)
支座纵、横轴线位置	$D_0 \leq 2000$	5
	$D_0 > 2000$	10
标高		± 5
垂直度	$H \leq 30000$	$H/1000$
	$H > 30000$	$H/1000$ 且不大于 50
方位	$D_0 \leq 2000$	10
	$D_0 > 2000$	15

注：1 D_0 为塔体外直径， H 为塔体两端部测点间的距离。

2 高度超过 20m 的塔，其垂直度的测量工作不应在一侧受阳光照射或风力大于 4 级的条件下进行。

3 方位线沿底座圆周测量。

4.1.15 基础灌浆前应用水将基础表面冲洗干净，保持湿润不少

于 24h；灌浆时预留孔中应无积水、无杂物；二次灌浆应在设备找正找平、隐蔽工程检验合格并且记录经确认后；灌浆材料的强度等级应符合设计要求，如设计无要求宜采用细石混凝土，其强度等级应比基础混凝土强度等级高一级。

检验方法：检查施工记录及混凝土试块强度试验报告。

4.1.16 塔安装完毕后应进行清洗或清理，不得有附着物及杂物；清洗或清理合格后应进行封闭，并进行记录。

检验方法：观察检查，检查设备清理检查封闭记录。

4.2 塔体分段组焊

I 一般规定

4.2.1 分段到货塔类设备在平台上组装时，平台不应有不均匀沉降；不锈钢塔类设备组装平台应有防污染措施。

4.2.2 分段到货塔类设备在基础上组装时，基础复测及表面处理应符合本规范第 4.1.6 条的规定。

4.2.3 复合钢板的组对应以复层为基准，定位板、组对卡具等应设置在基层上。

4.2.4 不锈钢、复合钢板的复层不得采用碳钢制工具直接敲打，且不应与碳钢接触。

II 主控项目

4.2.5 分段到货塔类设备及附件的规格、型号、技术参数等应符合设计要求，并具有合格的质量证明文件。

检验方法：目测，核验开箱检查记录、技术文件、质量证明文件。

4.2.6 分段到货塔类设备筒体坡口表面不得有裂纹、分层、夹渣等缺陷；低温钢、标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢及铬钼钢经火焰切割的坡口表面，应进行磁粉检测或渗透检测；磁粉检测和渗透检测按现行行业标准《承压设备无损检测》

NB/T 47013 的规定进行质量评定，合格级别为 I 级。

检验方法：观察检查，检查磁粉或渗透检测报告。

4.2.7 焊接材料性能应符合设计或焊接工艺文件的要求，并有质量证明文件。

检验方法：检查焊接材料质量证明文件、焊接工艺文件。

4.2.8 现场组焊的塔类设备焊接前应按现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 的要求进行焊接工艺评定，施焊前应根据经批准的焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程。

检验方法：检查焊接工艺评定报告和焊接工艺规程。

4.2.9 属于压力容器的塔类设备现场组焊时，应按现行特种设备安全技术规范《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004 的要求制备产品焊接试件；产品焊接试件的尺寸、试样截取和数量、试验项目、合格标准和复验要求应符合设计文件和现行行业标准《承压设备产品焊接试件的力学性能检验》NB/T 47016 的规定。

检验方法：检查产品焊接试件试验报告。

4.2.10 属于压力容器的塔类设备，其焊接接头外观质量应符合下列规定：

1 100%无损检测的焊接接头不得有裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、外露夹渣、未焊满、咬边、根部收缩（根部凹隐）、弧坑和熔合性飞溅物。

2 下列设备焊接接头表面不得有咬边：

- 1) 标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢制造的设备；
- 2) Cr-Mo 合金钢制造的设备；
- 3) 奥氏体不锈钢制造的设备；
- 4) 低温设备；
- 5) 焊接接头系数为 1 的设备。

3 其他局部无损检测的焊接接头表面不得有裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、外露夹渣、未焊满，咬边深度不得大于

0.5mm，咬边连续长度不得大于 100mm，焊接接头两侧咬边的总长度不得超过该焊接接头长度的 10%。

检验方法：目测，用焊缝检验尺、钢尺测量。

4.2.11 常压塔类设备的焊接接头不得有裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、外露夹渣、未焊满。

检验方法：目测。

4.2.12 现场组焊塔类设备的焊缝需要进行焊后热处理时，应按设计文件及相关规范要求编制热处理工艺文件，并严格按热处理工艺控制热处理过程；热处理结束后，应形成完整的热处理记录，热处理结果应符合设计文件规定。

检验方法：现场检查、实测或检查热处理报告。

4.2.13 现场组焊塔类设备的焊缝无损检测应符合设计要求和现行国家标准《石油化工静设备安装施工质量验收规范》GB 50461 的相关规定。

检验方法：检查无损检测报告。

4.2.14 焊缝返修应按评定合格的焊接工艺进行；压力容器同一部位焊缝返修次数不宜超过 2 次；如超过 2 次，返修措施应经施工单位技术总负责人批准，并应将返修次数、部位和返修情况等记入设备的质量证明文件。

检验方法：检查焊接工艺文件、焊缝返修记录、无损检测报告等资料。

4.2.15 有耐腐蚀要求的奥氏体不锈钢和复合钢设备现场组焊焊缝应进行酸洗钝化处理，焊缝的酸洗钝化应在无损检测和热处理后进行，宜采用酸洗钝化膏一次性完成酸洗和钝化过程。

检验方法：蓝点法检验，检查相关记录。

III 一般项目

4.2.16 分段到货塔类设备半成品验收应对照设备排板图检查分段位置、筒体组装标记。

检验方法：观察检查。

4.2.17 分段到货塔类设备半成品外形尺寸允许偏差应符合表 4.2.17 的规定。

检验方法：用钢尺、拉线、曲率样板测量。

表 4.2.17 分段到货塔类设备半成品外形尺寸允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)
筒体圆度	承受内压	$\leq D_i/100$ ，且不大于 25
	承受外压	$\leq 0.5 D_i/100$ ，且不大于 25
	常压	$\leq D_i/100$ ，且不大于 30
筒体凹凸处凹入深度		以母线为基准测量，不超过该凹凸处长度或宽度的 1%
分段处外圆周长 (mm)	公称直径 <800	± 5
	公称直径 $800 \sim 1200$	± 7
	公称直径 $1300 \sim 1600$	± 9
	公称直径 $1700 \sim 2400$	± 11
	公称直径 $2600 \sim 3000$	± 13
	公称直径 $3200 \sim 4000$	± 15
	公称直径 $4200 \sim 6000$	± 18
	公称直径 $6200 \sim 7600$	± 21
	公称直径 >7600	± 24
分段处端面不平度		$\leq D_i/1000$ ，且不大于 2mm
每段筒体高度及各段筒体累计高度		符合表 4.2.23 的规定
每段筒体直线度 (mm)	任意 3000 长度	3
	全长 $H \leq 15000$	$H/1000$
	全长 $H > 15000$	$0.5H/1000 + 8$

注：1 D_i 为筒体内直径， H 为筒体高度。

2 对接接头两侧外圆周长差应符合本规范第 4.2.18 条对分段到货塔类设备筒体环向焊缝组对错边量允许偏差的要求。

4.2.18 分段到货塔类设备筒体环向焊缝组对错边量允许偏差应符合表 4.2.18 的规定。

检验方法：用焊缝检验尺、钢尺测量。

表 4.2.18 分段到货塔类设备筒体环向焊缝组对错边量允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)
错边量	$\delta \leq 20\text{mm}$	$\leq 1/4\delta$
	$20 < \delta \leq 40\text{mm}$	≤ 5
	$40 < \delta \leq 50\text{mm}$	$\leq 1/8\delta$
	$\delta > 50\text{mm}$	$\leq 1/8\delta$, 且不大于 20
	单面焊接	≤ 2
	复合钢板	以复层表面为基准, 小于或等于复层厚度的 50%, 且不大于 2

4.2.19 定位焊缝焊接时应执行正式的焊接工艺, 并由合格焊工施焊; 定位焊缝尺寸宜符合表 4.2.19 的规定。

检验方法：用钢尺测量。

表 4.2.19 定位焊缝尺寸 (mm)

焊件厚度 δ	定位焊缝厚度	定位焊长度	定位焊间距
$\delta \leq 20$	≤ 6	≥ 30	300~400
$\delta > 20$	≤ 8	≥ 50	400~500

4.2.20 要求焊前预热的焊缝, 预热温度及层间温度应符合焊接工艺文件的规定; 预热时加热范围应符合下列规定:

1 碳素钢和低合金钢对口中心线两侧, 每侧不小于 3 倍壁厚。

2 标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢及铬钼钢对口中心线两侧, 每侧不小于 3 倍壁厚, 且不小于 100mm。

检验方法：红外线测温仪检测, 检查焊接记录。

4.2.21 属于压力容器的塔类设备, 其焊接接头焊缝余高 e_1, e_2 (如图 4.2.21 所示) 应符合表 4.2.21 的规定。

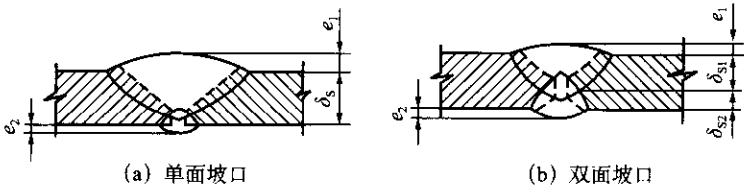


图 4.2.21 焊接接头焊缝余高示意图

表 4.2.21 焊接接头焊缝余高质量标准 (mm)

低温钢标准抗拉强度 下限值大于或等于 540MPa 钢 铬钼钢				其他钢材			
单面坡口		双面坡口		单面坡口		双面坡口	
e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2
$0 \sim 0.1\delta_s$ 且 ≤ 3	$0 \sim 1.5$	$0 \sim 0.1$ δ_{s1} 且 ≤ 3	$0 \sim 0.1$ δ_{s2} 且 ≤ 3	$0 \sim 0.15\delta_s$ 且 ≤ 3	$0 \sim 1.5$	$0 \sim 0.15$ δ_{s1} 且 ≤ 3	$0 \sim 0.15$ δ_{s2} 且 ≤ 3

注: 1 δ_s 为焊接接头处钢材厚度, δ_{s1} 和 δ_{s2} 为焊接接头处坡口钝边两侧的钢材厚度。

2 表中百分数计算值小于 1.5 时, 按 1.5 计算。

检验方法：观察检查, 用焊缝检验尺测量。

4.2.22 常压塔类设备的焊接接头外观质量应符合下列规定:

1 进行局部射线检测或超声检测的焊接接头, 其外观质量应符合表 4.2.22-1 的规定。

表 4.2.22-1 进行局部射线检测或超声检测的焊接接头外观质量标准

检查项目	质量标准
咬边	深度不大于 0.05 δ , 且不大于 0.5mm, 连续长度不大于 100mm, 且焊缝两侧咬边总长度不大于焊接接头全长度的 10%
根部收缩 (根部凹隐)	深度不大于 0.2mm 加 0.02 δ , 且不大于 0.5mm, 长度不限
余高	$\delta \leq 6\text{mm}$ 时, 余高 $\leq 1.5\text{mm}$; $6 < \delta \leq 25\text{mm}$ 时, 余高 $\leq 3.0\text{mm}$; $\delta > 25\text{mm}$ 时, 余高 $\leq 4.0\text{mm}$

注: δ 为母材厚度。

2 不进行局部射线检测或超声检测的焊接接头，其外观质量应符合表 4. 2. 22-2 的规定。

表 4. 2. 22-2 不进行局部射线检测或超声检测的焊接接头外观质量标准

检查项目	质量标准
咬边	深度不大于 0. 1δ，且不大于 1mm，连续长度不限
根部收缩 (根部凹隐)	深度不大于 0. 2mm 加 0. 04δ，且不大于 1mm，长度不限
余高	$\delta \leq 6\text{mm}$ 时，余高 $\leq 2. 0\text{mm}$ ； $6 < \delta \leq 25\text{mm}$ 时，余高 $\leq 4. 0\text{mm}$ ； $\delta > 25\text{mm}$ 时，余高 $\leq 5. 0\text{mm}$

注：δ 为母材厚度。

检验方法：观察检查，用焊缝检验尺、钢尺测量。

4. 2. 23 塔类设备现场组焊完毕后应对设备总体形状尺寸进行下列检验：

- 1 设备筒体圆度、直线度应符合本规范表 4. 2. 17 的规定。
- 2 设备筒体高度允许偏差应符合表 4. 2. 23 的规定。

表 4. 2. 23 筒体高度允许偏差

检查项目		允许偏差值
上下两封头焊缝之间的距离 H	$\leq 30\text{m}$	$\pm 1. 3 H/1000$ ，且不超过 $\pm 20\text{mm}$
	$> 30\text{m}$	$\pm 40\text{mm}$
底座环底面至筒体下封头与筒体连接焊缝的距离 H ₁		$\pm 2. 5 H_1/1000$ ，且不超过 $\pm 6\text{mm}$

检验方法：用钢尺、拉线测量。

4. 3 塔内件安装

I 一般规定

4. 3. 1 塔类设备的内件安装应在塔体耐压试验合格并清扫干净后进行；内件安装时，应按技术文件规定施工。

4. 3. 2 塔盘零部件应编注序号，塔盘安装前应进行预组装，预组装时在塔外按组装图把塔盘零部件组装成层，调整并检查塔盘是否符合图纸要求。

II 主控项目

4. 3. 3 塔内件应符合设计要求，并具有出厂质量证明文件及安装说明等技术文件。

检验方法：目测，核验开箱检查记录、技术文件、质量证明文件。

4. 3. 4 塔盘安装应符合以下规定：

- 1 浮阀、浮舌、浮动喷射塔板的浮动板应上、下活动灵活。
- 2 浮舌、舌片方向应符合设计文件规定。
- 3 浮动喷射塔板的的浮动板应闭合严密。
- 4 同一层塔盘板的泡罩位置应在同一水平面上并紧固均匀、牢固。

检验方法：观察检查及用手托动检查。

III 一般项目

4. 3. 5 塔内件表面不应有油污、挂渣、铁锈、泥沙及毛刺等杂物。

检查数量：按内件总层数的 20% 检查。

检验方法：观察检查。

4. 3. 6 塔类设备内部支撑件安装允许偏差应符合表 4. 3. 6 的规定。

检查数量：按内件总层数的 20% 检查。

检验方法：用 U 形管水平仪、钢尺、拉线测量。

4. 3. 7 降液板的支持板安装允许偏差（如图 4. 3. 7 所示）应符合表 4. 3. 7 的规定。

检查数量：按内件总层数的 20% 检查。

检验方法：用钢尺、拉线测量。

表 4.3.6 塔类设备内部支撑件安装允许偏差

检查项目		允许偏差值 (mm)	每层最少测量点数量	
支撑圈和支撑梁水平度	$D_i \leq 1600\text{mm}$	3	6	
	$1600\text{mm} < D_i \leq 4000\text{mm}$	5	8	
	$4000\text{mm} < D_i \leq 6000\text{mm}$	6	12	
	$6000\text{mm} < D_i \leq 8000\text{mm}$	8	12	
	$8000\text{mm} < D_i \leq 10000\text{mm}$	10	12	
	$D_i > 10000\text{mm}$	12	12	
支撑圈间距	相邻两层之间	± 3	$D_i \leq 4000$ 4	
	20 层中任意两层之间	± 10	$D_i > 4000$ 6	
支撑梁	平面度	300mm 范围内	1	a
		全长范围内	$L/1000$, 且不大于 5	b
	中心线位置		2	b
填料支撑结构件水平度		$2D_i/1000$, 且不大于 4	b	

注：L 为全长， D_i 为塔内径。
a 表示每根支承梁上表面任意 300mm 长度内均应符合此要求。
b 表示应每件检验。

表 4.3.7 降液板的支持板安装允许偏差

检查项目	允许偏差值 (mm)	每层最少测量点数量
螺栓孔水平间距 A	≤ 3	4
支持板安装部位 B	$\leq \pm 2B/100$	4
支持板倾斜度 Q	$\leq \pm 2G/100$	4
支持板安装位置 R_1	$\leq \pm 5R_1/1000$, 且不大于 ± 6	4
支持板安装位置 R_2	$\leq \pm 5R_2/1000$, 且不大于 ± 12	4

4.3.8 降液板、塔盘支撑件安装允许偏差 (如图 4.3.8 所示) 应符合表 4.3.8 的规定。

检查数量：按内件总层数的 20% 检查。
检验方法：用 U 形管水平仪或水准仪、钢尺测量。

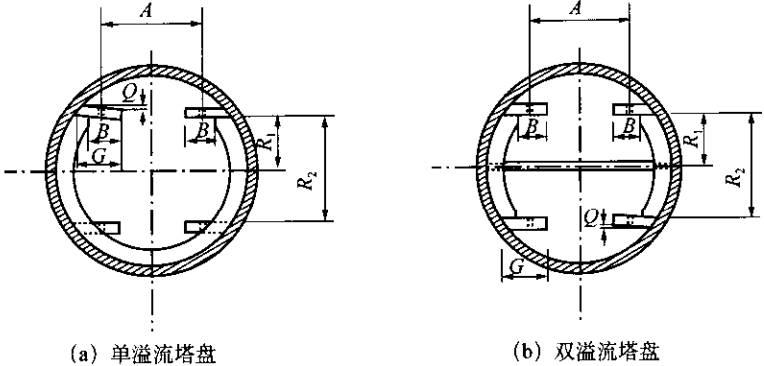
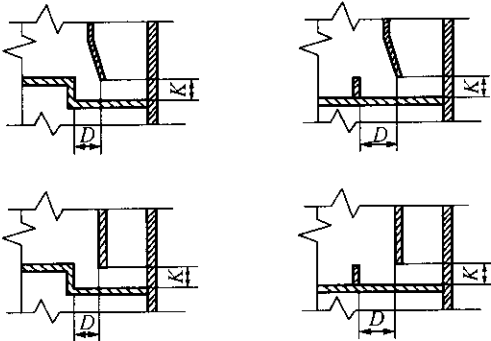
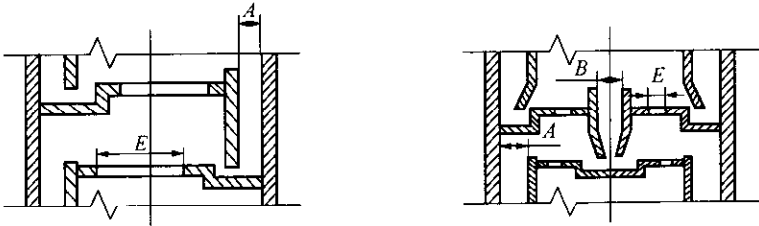


图 4.3.7 降液板的支持板安装偏差检查示意图



(a) 降液板安装偏差检查示意图



(b) 降液板、塔盘支撑件安装偏差检查示意图

图 4.3.8 降液板、塔盘支撑件安装偏差检查示意图

表 4.3.8 降液板、塔盘支撑件安装允许偏差

检查项目	允许偏差值 (mm)	每层最少测量点数量
底部与受液盘上表面距离 K	± 3	6
立边与受液盘立边的距离 D	+ 5 - 3	6
中间降液板间距 B	± 6	2
通过设备中心至塔内壁的距离 A	± 6	1
固定在降液板上的塔盘支撑件与支持圈的水平度偏差	+ 1 - 0.5	4
固定在降液板上的塔盘支撑件间的距离 E	± 3	4

4.3.9 塔盘安装允许偏差应符合表 4.3.9 的规定。

检验方法：用 U 形管水平仪或水准仪、钢尺、拉线测量。

表 4.3.9 塔盘安装允许偏差

检查项目		允许偏差值 (mm)	每层最少测 量点数量	
塔盘板 ^a	300mm 范围内的平面度	2	任意	
受液盘				
塔盘上表 面水平度	$D_i \leq 1600\text{mm}$	4	6	
	$1600\text{mm} < D_i \leq 4000\text{mm}$	6	10	
	$4000\text{mm} < D_i \leq 6000\text{mm}$	9	10	
	$6000\text{mm} < D_i \leq 8000\text{mm}$	12	10	
	$8000\text{mm} < D_i \leq 10000\text{mm}$	15	10	
	$D_i > 10000\text{mm}$	17	10	
溢流堰	堰高	$D_i \leq 3000\text{mm}$	± 1.5	6
		$D_i > 3000\text{mm}$	± 3	6
	上表面 水平度	$D_i \leq 1500\text{mm}$	3	4
		$1500\text{mm} < D_i \leq 2500\text{mm}$	4.5	6
		$D_i > 2500\text{mm}$	6	8

续表 4.3.9

检查项目		允许偏差值 (mm)	每层最少测量点数量
浮动喷射塔盘	梯形孔底面的水平度	$2D_i/1000$	4
	托板、浮动板平面度	1	4
圆形、条形泡罩	与升气管同心度	3	10
	齿根到塔盘上表面距离	± 1.5	10

注：D_i为塔内径。

^a 塔盘板包括筛板塔盘、浮阀塔盘、泡罩塔盘、舌形塔盘等。

4.3.10 塔盘固定螺栓应紧固，卡子安装位置应准确，密封垫垫片搭接应均匀。

检验方法：观察检查，0.25kg 小锤锤击检查和钢尺检查。

4.3.11 塔盘气液分布元件的安装应符合技术文件规定。

检查数量：每一个入孔抽查一层。

检验方法：观察检查，检查安装记录。

4.3.12 颗粒填料（环形、鞍形、鞍环形及其他）安装应符合下列规定：

1 颗粒填料应干净，不得含有泥沙、油污和污物，并清除破碎填料。

2 规则排列颗粒填料应靠塔壁逐圈整齐排列，排列位置允许偏差为其外径的 1/4。

3 随意堆填颗粒填料应均匀填平，且不得出现架桥。

4 颗粒填料的质量、高度和填充体积应符合设计要求。

检查数量：每一个入孔抽查一层。

检验方法：观察检查，尺量检查，检查设备填充记录。

4.3.13 丝网波纹填料安装应符合下列规定：

1 丝网波纹填料波纹片的波纹方向应符合设计文件的要求。

2 丝网波纹填料与塔中心线的夹角，其允许偏差为 ± 5°。

3 网块与筒体内壁、网块与网块应相互紧贴，无缝隙。

4 丝网波纹填料的质量、填充体积应符合设计要求。

检查数量：每一个入孔抽查一层。

检验方法：观察检查，用粉线拉出轴线后用角度尺检查，检查设备填充记录。

4.3.14 液体分布装置安装应符合下列规定：

- 1 喷雾孔径（液流管）的大小和距离应符合设计文件要求。
 - 2 溢流槽支管开口下缘（尺底）应在同一水平面上，允许偏差为±2mm。
 - 3 液体分布装置安装允许偏差应符合表 4.3.14 规定。
- 检验方法：观察检查，用水平仪、钢尺检查。

表 4.3.14 液体分布装置安装允许偏差（mm）

部件名称	水平度		中心线	安装高度
分布管 分布盘	$D \leq 1500$	3	3	±3
	$D > 1500$	4		
莲蓬喷头 宝塔喷头	安装轴线偏斜最大不超过 1		3	±3
溢流盘 溢流槽	$D/1000$ ，且不大于 4		5	±10

4.3.15 除沫器安装的中心标高及水平度应符合设计文件的规定。

检验方法：观察检查，用水平仪、钢尺检查。

5 子分部工程验收

5.0.1 塔类设备安装工程的子分部工程质量验收应在所含全部分项工程质量验收合格后进行。

5.0.2 工程验收时，施工单位应提交下列质量控制资料：

- 1 塔类设备竣工图、图纸会审记录、设计变更及材料代用单等。
- 2 设备出厂质量证明文件。
- 3 设备开箱检查记录。
- 4 设备基础检查验收记录。
- 5 立式设备安装记录。
- 6 塔体分段组对检查记录。
- 7 设备现场组焊记录（附焊缝、焊工布置、无损检测布片示意图）。
- 8 压力容器外观及几何尺寸检查报告。
- 9 压力容器产品焊接试件试验报告。
- 10 无损检测报告。
- 11 焊缝返修记录。
- 12 焊缝热处理记录。
- 13 隐蔽工程检查记录。
- 14 塔盘安装记录。
- 15 设备填充记录。
- 16 设备清理检查封闭记录。
- 17 设备强度和严密性试验报告。
- 18 安全阀调试记录。
- 19 设备基础沉降观测记录。
- 20 锅炉压力容器产品安全性能监督检验证书。
- 21 检验批、分项工程质量验收记录。

附录 A 工程检验器具表

表 A 塔类设备安装工程检验器具表

序号	器具名称	规格	精度	备注
1	钢盘尺	0m~50m	1mm	
2	钢卷尺	0m~5m	1mm	
3	钢板尺	0mm~300mm	0.5mm	
4	刻度直角钢尺	500mm×250mm	0.5mm	
5	水准仪		DS3	
6	经纬仪		±2", ±6"	
7	焊接检验尺	40 型	0.1mm	
8	水平尺	0mm~600mm	0.5mm/m	
9	磁力线坠	3m		

附录 B 检验批质量验收记录

B.0.1 塔体安装检验批质量验收应按表 B.0.1 进行记录。

表 B.0.1 塔体安装检验批质量验收记录

工程名称		分项工程名称	验收部位	
施工单位		专业负责人	项目经理	
施工执行标准名称及编号		检验批编号		
质量验收规范规定			施工单位检查评定记录	监理（建设）单位验收记录
主控项目	1	塔类设备及附件的规格、型号、技术参数等应符合设计要求，具有质量证明文件		
		基础交付安装时，基础混凝土强度不得低于设计强度的 75%		
		基础施工单位应提交测量记录及技术资料，安装单位应按设计要求及现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461 的相关规定进行相关数据的复测，并办理交接验收手续		
	2	基础施工单位应在交付的基础上划出标高基准线和纵、横中心线；有沉降观测要求的基础，应设有沉降观测点		
		混凝土基础表面不得有油渍及疏松层；放置垫铁处应铲平；放置垫铁处以外应凿成麻面，以 100mm×100mm 面积内有 3~5 个深度不小于 10mm 的麻点为宜		
	3	地脚螺栓的规格和材质应符合设计要求		
	4	安全阀安装前，应经有资质的检验机构校验合格		

续表 B.0.1

工程名称	分项工程名称	验收部位	施工单位	专业负责人	项目经理	施工执行标准名称及编号	检验批编号	质量验收规范规定	施工单位检查评定记录	监理(建设)单位验收记录
主控项目	4	爆破片装置应符合现行国家标准《爆破片安全装置》GB 567.1~567.4 的要求,爆破片安装后不得翘曲或凹陷								
	5	压力表、液位计、测量仪表等安装前应经校验合格;安全附件安装应朝向便于观察的位置								
	6	塔的耐压试验应符合设计要求及现行国家标准《石油化工静设备安装施工质量验收规范》(GB 50461) 的有关规定								
一般项目	1	对在基础上作液压试验且容积大于 100m³ 的设备,在充液前、充液 1/3 时、充液 2/3 时、充满液后 24h 时和放液后应作基础沉降观测;基础沉降应均匀,不均匀沉降量应符合设计文件的规定								
	2	应无表面损伤、变形及锈蚀								
	3	工装卡具的焊疤应已清除								
一般项目	4	设备管口应封闭								
	5	不锈钢及复合钢板材质的塔类设备的防腐面、低温塔类设备表面不应有刻痕和各类钢印标记								
	6	奥氏体不锈钢材质的塔类设备表面应无铁离子污染								
一般项目	7	防腐蚀涂料应无流坠、脱落和返锈								
	8	地脚螺栓的螺纹应无损坏、无锈蚀,且应有保护措施								
	9	预留孔地脚螺栓埋设时,地脚螺栓在预留孔中应垂直;地脚螺栓任一部位与孔壁的距离不应小于 15mm,与孔底的距离应大于 50mm								
一般项目	10	预留孔中的混凝土达到设计强度后,方可拧紧地脚螺栓								
	11									
	12									

续表 B.0.1

工程名称	分项工程名称	验收部位	施工单位	专业负责人	项目经理	施工执行标准名称及编号	检验批编号	质量验收规范规定	施工单位检查评定记录	监理(建设)单位验收记录
一般项目	2	地脚螺栓的螺母和垫圈齐全,锁紧螺母与螺母、螺母与垫圈、垫圈与设备底座间的接触应良好;紧后后螺纹露出螺母不应少于 2 个螺距;螺纹外露部分应涂防锈脂								
	3	垫铁的规格应符合本规范附录 D 的要求								
	4	每个地脚螺栓近旁至少应有 1 组垫铁,有加强筋的塔底座,垫铁应垫在加强筋下;相邻两垫铁组的中心距不应大于 500mm								
一般项目	5	每组垫铁的块数不应超过 5 块,斜垫铁下面应有平垫铁;放置平垫铁时,最厚的放在下面,薄的放在中间;斜垫铁应成对相向使用,搭接长度不应小于全长的 3/4,相互间的偏斜角度不应超过 3°;垫铁组高度宜为 30mm~80mm								
	6	垫铁直接放置在基础上,与基础接触应均匀,其接触面积应大于 50%								
	7	设备找正后,各组垫铁均应被压紧,垫铁之间和垫铁与支座之间应均匀接触,垫铁应露出设备支座底板外缘 10mm~30mm,垫铁组伸入支座底板长度应超过地脚螺栓,垫铁组层间应进行焊接固定								
一般项目	8	塔体安装允许偏差 (mm)								
	9	支座纵、横轴线位置								
	10	标高								

续表 B.0.1

工程名称		分项工程名称		验收部位					
施工单位		专业负责人		项目经理					
施工执行标准名称及编号				检验批编号					
质量验收规范规定					施工单位检查评定记录			监理(建设)单位验收记录	
一般项目	4	塔体安装允许偏差(mm)	垂直度	$H \leq 30000$	$H/1000$				
				$H > 30000$	$H/1000$ 且 ≤ 50				
		方位	$D_0 \leq 2000$	10					
			$D_0 > 2000$	15					
	5	基础灌浆前应用水将基础表面冲洗干净,保持湿润不少于24h;灌浆时预留孔中应无积水、无杂物;二次灌浆应在设备找正找平、隐蔽工程检验合格并且记录经确认后;灌浆材料的强度等级应符合设计要求,如设计无要求宜采用细石混凝土,其强度等级应比基础混凝土强度等级高一级							
		塔安装完毕后应进行清洗或清理,不得有附着物及杂物;清洗或清理合格后应进行封闭,并进行记录							
	6								
	施工 单位 检查 评定 结果		项目专业质量检查员: 年 月 日						
	监理 (建设) 单位 验收 结论		监理工程师 (建设单位项目代表): 年 月 日						

B.0.2 塔体分段组焊检验批质量验收应按表 B.0.2 进行记录。

表 B.0.2 塔体分段组焊检验批质量验收记录

工程名称		分项工程名称		验收部位	
施工单位		专业负责人		项目经理	
施工执行标准名称及编号				检验批编号	
质量验收规范规定			施工单位检查评定记录	监理(建设)单位验收记录	
主控项目	1	分段到货塔类设备及附件的规格、型号、技术参数等应符合设计要求,具有合格的质量证明文件			
	2	分段到货塔类设备筒体坡口表面不得有裂纹、分层、夹渣等缺陷;低温钢、标准抗拉强度下限值大于或等于540MPa钢及铬钼钢经火焰切割的坡口表面,应进行磁粉检测或渗透检测;磁粉检测和渗透检测按现行行业标准《承压设备无损检测》NB/T 47013的规定进行质量评定,合格级别为I级			
	3	焊接材料性能应符合设计或焊接工艺文件的要求,并有质量证明文件			
	4	现场组焊的塔类设备焊接前应按现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014的要求进行焊接工艺评定,施焊前应根据经批准的焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程			
	5	属于压力容器的塔类设备现场组焊时,应按现行特种设备安全技术规范《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004的要求制备产品焊接试件;产品焊接试件的尺寸、试样截取和数量、试验项目、合格标准和复验要求应符合设计文件和现行行业标准《承压设备产品焊接试件的力学性能检验》NB/T 47016的规定			
	6	属于压力容器的塔类设备,其焊接接头外观质量应符合本规范第4.2.10条的规定			
	7	常压塔类设备的焊接接头不得有裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、外露夹渣、未焊满			

续表 B.0.2

工程名称		分项工程名称		验收部位	
施工单位		专业负责人		项目经理	
施工执行标准名称及编号				检验批编号	
质量验收规范规定				施工单位检查评定记录	监理（建设）单位验收记录
主控项目	8	现场组焊塔类设备的焊缝需要进行焊后热处理时，应按设计文件及相关规范要求编制热处理工艺文件，并严格按热处理工艺控制热处理过程；热处理结束后，应形成完整的热处理记录，热处理结果应符合设计文件规定			
	9	现场组焊塔类设备的焊缝无损检测应符合设计要求和现行国家标准《石油化工静设备安装施工质量验收规范》GB 50461 的相关规定			
	10	焊缝返修应按评定合格的焊接工艺进行；压力容器同一部位焊缝返修次数不宜超过 2 次；如超过 2 次，返修措施应经施工单位技术总负责人批准，并应将返修次数、部位和返修情况等记入设备的质量证明文件			
	11	有耐腐蚀要求的奥氏体不锈钢和复合钢设备现场组焊焊缝应进行酸洗钝化处理，焊缝的酸洗钝化应在无损检测和热处理后进行，宜采用酸洗钝化膏一次性完成酸洗和钝化过程			
一般项目	1	分段到货塔类设备半成品验收应对照设备排版图检查分段位置、筒体组装标记			
	2	筒体圆度	承受内压	$\leq D_i/100$ ，且 ≤ 25	
			承受外压	$\leq 0.5 D_i/100$ ，且 ≤ 25	
			常压	$\leq D_i/100$ ，且 ≤ 30	
			筒体凹凸处凹入深度	以母线为基准测量，不超过该凹凸处长度或宽度的 1%	

续表 B.0.2

工程名称		分项工程名称		验收部位											
施工单位		专业负责人		项目经理											
施工执行标准名称及编号						检验批编号									
质量验收规范规定						施工单位检查评定记录									
质量验收规范规定						监理单位(建设单位)验收记录									
一般项目	2	分段到货塔类设备半成品外形尺寸允许偏差 (mm)	分段处外圆周长	公称直径<800	± 5										
				公称直径 800~1200	± 7										
				公称直径 1300~1600	± 9										
				公称直径 1700~2400	± 11										
				公称直径 2600~3000	± 13										
				公称直径 3200~4000	± 15										
				公称直径 4200~6000	± 18										
				公称直径 6200~7600	± 21										
				公称直径>7600	± 24										
			分段处端面不平度	≤Di/1 000, 且≤2mm											
				每段筒体高度及各段筒体累计高度	上下两封头焊缝之间的距离 H	≤30m	± 1.3H/1000, 且不超过 ± 20								
					>30m	± 40									
			每段筒体直线度	底座环底面至筒体下封头与筒体连接焊缝的距离 H4		± 2.5 H4/1000, 且不超过 ± 6									
				任意 3000 长度		3									
				全长 H≤15000		H/1000									
			全长 H>15000		0.5H/1000+8										

续表 B.0.2

工程名称		分项工程名称		验收部位			
施工单位		专业负责人		项目经理			
施工执行标准名称及编号				检验批编号			
质量验收规范规定				施工单位检查评定记录		监理(建设)单位验收记录	
一般项目	3	分段到货塔类设备筒体环向焊缝组对错边量允许偏差(mm)	$\delta \leq 20$	$\leq 1/4\delta$			
			$20 < \delta \leq 40$	≤ 5			
			$40 < \delta \leq 50$	$\leq 1/8\delta$			
			$\delta > 50$	$\leq 1/8\delta$, 且 ≤ 20			
			单面焊接	≤ 2			
			复合钢板	复层表面为基准, $\leq$ 复层厚度的 50%, 且 ≤ 2			
	4	定位焊缝焊接时应执行正式的焊接工艺, 并由合格焊工施焊					
		定位焊缝尺寸(mm)	$\delta \leq 20$	厚度 ≤ 6 、长度 ≥ 30 、间距 300~400			
			$\delta > 20$	厚度 ≤ 8 、长度 ≥ 50 、间距 400~500			
	5	要求焊前预热的焊缝, 预热温度及层间温度应符合焊接工艺文件的规定					
		预热时加热范围	碳素钢和低合金钢对口中心线两侧, 每侧 ≥ 3 倍壁厚				
			标准抗拉强度下限值 $\geq 540\text{MPa}$ 钢及铬钼钢对口中心线两侧, 每侧 ≥ 3 倍壁厚, 且 $\geq 100\text{mm}$				
6	属于压力容器的塔类设备, 其焊接接头焊缝余高应符合本规范第 4.2.21 条的规定						
7	常压塔类设备的焊接接头外观质量	进行局部射线检测或超声检测的焊接接头, 其外观质量应符合本规范表 4.2.22-1 的规定					
		不进行局部射线检测或超声检测的焊接接头, 其外观质量应符合本规范表 4.2.22-2 的规定					

续表 B.0.2

工程名称				分项工程名称				验收部位				
施工单位				专业负责人				项目经理				
施工执行标准名称及编号								检验批编号				
质量验收规范规定								施工单位检查评定记录		监理(建设)单位验收记录		
一般项目	8	塔类设备现场组焊完毕后设备总体形状尺寸允许偏差(mm)	筒体圆度	承受内压	$\leq D_i/100$, 且 ≤ 25							
				承受外压	$\leq 0.5 D_i/100$, 且 ≤ 25							
				常压	$\leq D_i/100$, 且 ≤ 30							
			筒体直线度	任意 3000 长度		3						
				全长 $H \leq 15000$		$H/1000$						
				全长 $H > 15000$		$0.5 H/1000 + 8$						
			筒体高度	上下两封头焊缝之间的距离 H	$\leq 30m$	$\pm 1.3 H/1000$, 且不超过 ± 20						
					$> 30m$	± 40						
				底座环底面至筒体下封头与筒体连接焊缝的距离 H_4		$\pm 2.5 H_4/1000$, 且不超过 ± 6						
施工单位检查评定结果		项目专业质量检查员: 年 月 日										
监理(建设)单位验收结论		监理工程师 (建设单位项目代表): 年 月 日										

B.0.3 塔内件安装检验批质量验收应按表 B.0.3 进行记录。

表 B.0.3 塔内件安装检验批质量验收记录

工程名称		分项工程名称		验收部位			
施工单位		专业负责人		项目经理			
施工执行标准名称及编号				检验批编号			
质量验收规范规定				施工单位检查评定记录			
				监理（建设）单位验收记录			
主控项目	1	塔内件应符合设计要求，并具有出厂质量证明文件及安装说明等技术文件					
	2	塔盘安装	浮阀、浮舌、浮动喷射塔板的浮动板上、下活动灵活				
			浮舌、舌片方向应符合设计文件规定				
			浮动喷射塔板的浮动板应闭合严密				
			同一层塔盘板的泡罩位置应在同一水平面上并紧固均匀、牢固				
一般项目	1	塔内件表面不应有油污、挂渣、铁锈、泥沙及毛刺等杂物					
	2	塔类设备内部支撑件安装允许偏差（mm）	支撑圈和支撑梁水平度	$D_i \leq 1600$	3		
				$1600 < D_i \leq 4000$	5		
			支撑圈和支撑梁水平度	$4000 < D_i \leq 6000$	6		
				支撑圈和支撑梁水平度	$6000 < D_i \leq 8000$	8	
			支撑圈和支撑梁水平度		$8000 < D_i \leq 10000$	10	
				支撑圈和支撑梁水平度	$D_i > 10000$	12	
		支撑圈和支撑梁水平度	支撑圈和支撑梁水平度		相邻两层之间	± 3	
				20 层中任两层之间	± 10		
			支撑圈和支撑梁水平度	支撑圈和支撑梁水平度	300m 范围内	1	
					全长范围内	$L/1000$ ，且 ≤ 5	
		支撑圈和支撑梁水平度	支撑圈和支撑梁水平度	中心线	2		
				填料支撑结构件安装水平度	$2D_i/1000$ ，且 ≤ 4		

续表 B.0.3

工程名称		分项工程名称		验收部位			
施工单位		专业负责人		项目经理			
施工执行标准名称及编号				检验批编号			
质量验收规范规定				施工单位检查评定记录		监理（建设）单位验收记录	
一般项目	3	降液板的支持板安装允许偏差（mm）	螺栓孔水平间距 A	≤ 3			
			支持板安装部位 B	$\leq \pm 2B/100$			
			支持板倾斜度 Q	$\leq \pm 2G/100$			
			支持板安装位置 R_1	$\leq \pm 5 R_1/1000$ ， 且 $\leq \pm 6$			
			支持板安装位置 R_2	$\leq \pm 5 R_2/1000$ ， 且 $\leq \pm 12$			
	4	降液板、塔盘支撑件安装允许偏差（mm）	底部与受液盘上表面距离 K	± 3			
			立边与受液盘立边的距离 D	+ 5 - 3			
			中间降液板间距 B	± 6			
			通过设备中心至塔内壁的距离 A	± 6			
			固定在降液板上的塔盘支撑件与支持圈的水平度偏差	+ 1 - 0. 5			
			固定在降液板上的塔盘支撑件间的距离 E	± 3			
			5	塔盘安装允许偏差（mm）	塔盘板、受液盘 300mm 范围内的水平度		2
	塔盘上表面水平度	$D_i \leq 1600$			4		
		$1600 < D_i \leq 4000$			6		
		$4000 < D_i \leq 6000$			9		
		$6000 < D_i \leq 8000$			12		
		$8000 < D_i \leq 10000$			15		
	$D_i > 10000$	17					

续表 B.0.3

工程名称				分项工程名称				验收部位							
施工单位				专业负责人				项目经理							
施工执行标准名称及编号								检验批编号							
质量验收规范规定								施工单位检查评定记录				监理(建设)单位验收记录			
一般项目	5	塔盘安装允许偏差(mm)	溢流堰	堰高	$D_i \leq 3000$	± 1.5									
					$D_i > 3000$	± 3									
				上表	$D_i \leq 1500$	3									
				面水	$1500 < D_i \leq 2500$	4.5									
				平度	$D_i > 2500$	6									
		浮动喷射塔盘		梯形孔底面水平度	$2D_i/1000$										
				托板浮动板平面度	1										
			圆形、条形泡罩	与升气管同心度	3										
				齿根到塔盘上表面距离	± 1.5										
	6	塔盘固定螺栓应紧固、卡子安装位置应准确,密封垫垫片搭接应均匀													
	7	塔盘气液分布元件的安装应符合技术文件规定													
8	颗粒填料安装	颗粒填料应干净,不得含有泥沙、油污和污物,并清除破碎填料													
		规则排列颗粒填料应靠塔壁逐圈整齐排列,排列位置允许偏差为其外径的1/4													
		随意堆填颗粒填料应均匀填平,且不得出现架桥													
		颗粒填料的质量、高度和填充体积应符合设计要求													
9	丝网波纹填料安装	丝网波纹填料波纹片的波纹方向应符合设计文件的要求													
		丝网波纹填料与塔中心线的夹角,其允许偏差为 $\pm 5^\circ$													
		网块与筒体内壁、网块与网块应相互紧贴,无缝隙													
		丝网波纹填料的质量、填充体积应符合设计要求													

续表 B.0.3

工程名称				分项工程名称				验收部位							
施工单位				专业负责人				项目经理							
施工执行标准名称及编号								检验批编号							
质量验收规范规定								施工单位检查评定记录				监理（建设）单位验收记录			
一般项目	10	液体分布装置安装	液体分布装置安装允许偏差（mm）	喷雾孔径（液流管）的大小和距离应符合设计文件要求											
				溢流槽支管开口下缘（尺底）应在同一水平面上，允许偏差为±2mm											
				分布盘、分布管	水平度	$D\leq 1500$	3								
						$D> 1500$	4								
					中心线	3									
					安装高度	+3									
				莲蓬喷头、宝塔喷头	水平度	安装轴线偏斜最大不超过1									
					中心线	3									
					安装高度	±3									
				溢流盘、溢流槽	水平度	$D/1000$ ，且≤4									
					中心线	5									
	安装高度	±10													
11	除沫器安装的中心标高及水平度应符合设计文件的规定														
施工单位检查评定结果		项目专业质量检查员：													

附录 C 子分部工程质量控制资料核查记录

表 C 塔类设备安装子分部工程质量控制资料核查记录

工程名称	施工单位	序号	项目	资料名称	份数	核查意见	核查人
塔类设备安装		1		竣工图、图纸会审记录、设计变更及材料代用单等			
		2		设备出厂质量证明文件			
		3		设备开箱检查记录			
		4		设备基础检查验收记录			
		5		立式设备安装记录			
		6		塔体分段组对检查记录			
		7		设备现场组焊记录 (附焊缝、焊工布置、无损检测布片示意图)			
		8		压力容器外观及几何尺寸检查报告			
		9		压力容器产品焊接试件试验报告			
		10	塔类	无损检测报告			
		11	设备	焊缝返修记录			
		12	安装	焊缝热处理记录			
		13		隐蔽工程检查记录			
		14		塔盘安装记录			
		15		设备填充记录			
		16		设备清理检查封闭记录			
		17		设备强度和严密性试验报告			
		18		安全阀调试记录			
		19		设备基础沉降观测记录			
		20		锅炉压力容器产品安全性能监督检验证书			
		21		检验批、分项工程质量验收记录			

附录 D 平垫铁和斜垫铁

D.0.1 设备垫铁按公式 (D.0.1) 计算所需面积后, 垫铁规格 (如图 D.0.1 所示) 按表 D.0.1 选用。

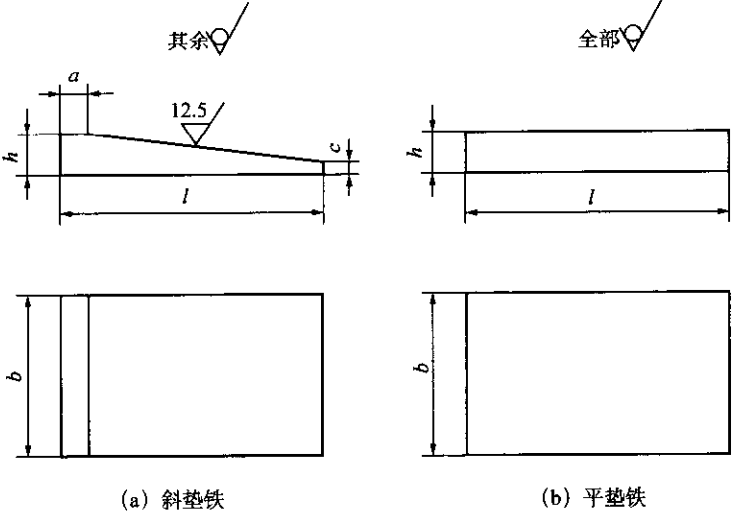


图 D.0.1 垫铁规格

垫铁面积应按公式 (D.0.1) 计算:

$$A \geq C \frac{W_1 + W_2}{P} \tag{D.0.1}$$

式中 A——垫铁组的总面积 (mm²);
C——安全系数, 取 2.3;
W₁——设备试验时的总重量 (N);
W₂——地脚螺栓拧紧所施加在该垫铁组上的压力 (N);
P——基础混凝土抗压强度, 可取混凝土设计强度 (MPa)。

D.0.2 地脚螺栓拧紧所分布在垫铁组上的压力按公式 (D.0.2) 计算:

$$W_2 = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot [\sigma] \cdot N}{4} \quad (D.0.2)$$

式中 d ——地脚螺栓螺纹的小径 (mm);
 $[\sigma]$ ——地脚螺栓材料的许用应力 (MPa);
 N ——地脚螺栓数量。

表 D.0.1 塔类设备安装用平垫铁和斜垫铁规格表

项次	平垫铁 (mm)			斜垫铁 (mm)				材料
	l	b	材料	l	b	c	a	
1	100	50	普通 碳素 钢	110	45	≥ 3	4	普通 碳素 钢
2	100	60		110	50	≥ 3	4	
3	120	50		130	45	≥ 3	6	
4	120	65		130	55	≥ 3	6	
5	140	65		150	55	≥ 4	8	
6	160	65		170	55	≥ 4	8	
7	180	65		200	55	≥ 4	8	
8	180	75		200	65	≥ 5	10	
9	200	75		220	65	≥ 5	10	
10	250	75		270	65	≥ 6	12	
11	300	100		320	80	≥ 6	12	
12	340	100		360	80	≥ 6	14	
13	400	100		420	80	≥ 8	14	

- 注1 厚度 h 可按实际需要及材料情况决定, 斜垫铁的斜度宜为 $1/10 \sim 1/20$ 。
2 斜垫铁应与项次相同的平垫铁配合使用。
3 如有特殊要求, 可采用其他规格或加工精度的垫铁。
4 垫铁面积 $S = b \cdot l$, 选用垫铁时以本表中平垫铁面积为准 (如图 D.0.1 所示)。

标准用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待, 对要求严格程度不同的用词说明如下:
- 1) 表示很严格, 非这样做不可的用词:
正面词采用“必须”, 反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格, 在正常情况下均应这样做的用词:
正面词采用“应”, 反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择, 在条件许可时首先应这样做的用词:
正面词采用“宜”, 反面词采用“不宜”。
 - 4) 表示有选择, 在一定条件下可以这样做的用词, 采用“可”。
- 2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《爆破片安全装置》GB 567.1~567.4
《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461
《承压设备无损检测》NB/T 47013
《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014
《承压设备产品焊接试件的力学性能检验》NB/T 47016
《石油天然气建设工程施工质量验收规范 通则》SY 4200
《石油天然气建设工程施工质量验收规范 储罐工程》
SY 4202
《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004

附件

石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第2部分：塔类

条文说明

修 订 说 明

《石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第2部分：塔类》SY 4201.2—2016 经国家能源局 2016 年 1 月 7 日以第 1 号公告批准发布，2016 年 6 月 1 日起实施。

本规范是在《石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第2部分：塔类设备》SY 4201.2—2007 的基础上修订而成，上一版的主编单位是大庆油田建设集团。主要起草人是王怀庆、纪海涛、姜德学、曲文忠、董利苹、李丽君。本次修订的主要技术内容是：将原规范第 1 章“范围”、第 4 章“总则”合并为现第 1 章“总则”；将原规范第 5 章“基本规定”调整为现第 3 章，并分为“一般规定”、“施工质量验收工程划分”、“施工质量验收”、“施工质量验收的程序及组织”4 节；在原“塔体安装”内容基础上增加了耐压试验、基础沉降观测、安全附件安装等质量验收规定；增加了“塔体分段组焊”内容；将原“塔内件安装及压力试验”内容调整为“塔内件安装”，并将与耐压试验相关的质量验收规定调整至“塔体安装”；将原规范第 7 章“交工验收”调整为现第 5 章“子分部工程验收”；对原规范的部分章、节及附录内容及顺序进行了调整、修订和补充。

在本规范的修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国塔类设备安装工程施工实践经验，同时参考了《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461、《石油化工静设备现场组焊技术规程》SH/T 3524、《石油化工静设备安装工程施工技术规程》SH/T 3542 等现行国家、行业标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本部分时能正确理解和执行条文规定，本规范编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及

执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是，本条文说明不具备与正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握本部分规定的参考。

目 次

1 总则..... 47

2 术语..... 48

3 基本规定..... 49

 3.1 一般规定..... 49

 3.2 施工质量验收的工程划分..... 50

 3.3 施工质量的验收..... 50

 3.4 施工质量验收的程序及组织..... 50

4 塔类设备安装..... 52

 4.1 塔体安装..... 52

 4.2 塔体分段组焊..... 54

 4.3 塔内件安装..... 57

5 子分部工程验收..... 60

1 总 则

1.0.2 本条明确了本规范适用的对象。

1.0.3 本规范主要是对塔类设备安装工程施工质量验收提出具体要求，而《石油建设工程施工质量验收规范 通则》SY 4200对质量因素管理、工程项目划分、工程质量验收程序和组织、检验项目的抽样方案等作出了明确规定、两者互相依存，故提出本条规定。

1.0.5 当工程技术文件、承包合同文件、制造厂的设计图纸和产品说明书等资料对施工质量的要求低于本规范的规定时，应以本规范要求为准。本规范提出的质量要求是保证工程使用功能和安全的基本要求，如低于本规范的质量要求，则导致工程使用功能失效或引发安全事故。

1.0.6 塔类设备安装工程施工涉及较多的专业，本规范不可能包括全部的内容。为满足和完善工程施工质量验收标准，规定除应执行本规范的规定外，尚应符合现行国家、行业有关标准的规定。

2 术 语

本规范使用的术语是从本部分的角度赋予其相应含义的，但其含义不一定是标准术语的定义。对于本规范未列出的术语，可查阅有关国家、行业的规范、标准。

2.0.1 本条对术语“塔类设备”适用的对象进行限定，特指化学和石油天然气处理加工中常用的塔器，从用途分类包括蒸馏、吸收、萃取、脱硫等，从结构分类包括板式塔、填料塔等。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 目前我国按照建筑安装施工企业的施工能力划分企业资质等级，基本能够体现相应层次的工程管理及工程施工的水平。为了更好地保证工程施工质量，本规范规定施工企业应具有相应的资质，符合目前我国建筑安装市场的实际情况。

3.1.2 《中华人民共和国特种设备安全法》第十四条规定：“特种设备安全管理人员、检测人员和作业人员应当按照国家有关规定取得相应资格，方可从事相关工作……”本条参照其规定，对承担塔类设备安装的焊接人员和无损检测人员的资质和作业范围进行要求。

3.1.3 本规范主要对塔类设备安装质量提出要求，而工程施工质量则取决于施工过程工作质量。现行行业标准《石油天然气建设工程施工质量验收规范 通则》SY 4200—2007 第 5.1 条对施工企业质量管理体系建立、质量管理制度、施工技术文件及特殊工种工人资质的管理提出明确要求，因此，本条提出塔类设备安装工程施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、质量管理体系、质量控制及检验制度，施工现场应有经项目负责人审批的施工组织设计、施工方案等技术文件。

3.1.4 工程质量检验中，各种检验器具的准确性是很重要的。设备安装施工使用的计量和检测器具必须是符合国家计量法规规定的器具，同时按规定经检定合格，并在有效期内方能使用。本规范规定了塔类设备安装工程检验器具的规格和精度，但在实际检测中允许使用测量精度高于本规范的其他检验器具。

3.1.5 依据《中华人民共和国特种设备安全法》第二十三条和第二十五条制订。

《中华人民共和国特种设备安全法》第二十三条规定，特种设备安装、改造、修理的施工单位应当在施工前将拟进行的特种设备安装、改造、修理情况书面告知直辖市或者设区的市级人民政府负责特种设备安全监督管理的部门。

《中华人民共和国特种设备安全法》第二十五条规定，锅炉、压力容器、压力管道元件等特种设备的制造过程和锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的安装、改造、重大修理过程，应当经特种设备检验机构按照安全技术规范的要求进行监督检验；未经监督检验或者监督检验不合格的，不得出厂或者交付使用。

3.2 施工质量验收的工程划分

3.2.1~3.2.4 按照塔类设备安装工程的特点，对其施工质量验收的工程划分进行规定。

3.3 施工质量的验收

3.3.1~3.3.3 根据《石油天然气建设工程施工质量验收规范 通则》SY 4200—2007 第 7.2 条至第 7.4 条制订，给出了检验批、分项工程、子分部工程质量验收合格的条件。

3.3.4 本条明确了塔类设备安装工程质量验收记录的内容和格式。

3.3.5 本条对本部分“检查数量”的相关规定进行统一说明，除有特殊要求外均为全数检查，不再另行规定。

3.4 施工质量验收的程序及组织

3.4.1 本条规定了塔类设备安装工程施工质量验收的逻辑顺序只能从小到大、从具体到整体，反之则认为违反验收程序，视为验收无效。

3.4.2 本条规定了塔类设备开箱检验、验收应由建设单位代表或监理工程师组织相关方共同进行见证，并形成记录。

3.4.3 对设备基础进行联合检查和交接验收，共同对设备基础施工质量进行见证，有利于分清质量责任，可避免将土建施工产生的质量隐患带入塔类设备安装施工阶段，有助于保证工程质量。

3.4.4 本条强调了隐蔽工程质量验收的程序，隐蔽前必须获得建设单位代表或监理工程师的正式认可。

4 塔类设备安装

4.1 塔体安装

I 一般规定

4.1.1 塔类设备安装前,应按施工图和有关建筑物的基准线,如轴线、边缘线和标高线,划定安装的基准线。塔类设备安装的平面位置和标高,均应以划定的安装基准线为准进行测量,而不能以梁、柱、墙的实际中线、边缘线和标高为准。因为建筑物之间的距离、位置和标高允许偏差较大,会给塔类设备安装放线带来很大的影响。放线时,对互相有连接、衔接的设备,划线时应先划出一条共同的安装基准线,每台设备均以共同的安装基准线为准去划定其位置。

4.1.2 耐压试验的主要目的之一是查找泄漏处,而焊缝部位是主要的泄漏部位之一,如耐压试验后再进行焊接施工,新焊道未经过耐压试验检验,无法保证焊接处的质量,塔应重新试压,导致工作量增加,所以本条规定所有直接在塔本体上进行的焊接必须在耐压试验前完成;焊缝处防腐、衬里及绝热施工后再进行耐压试验,会影响试验过程泄漏、渗漏的观察和发现,影响试验结果的判定,所以塔的防腐、衬里及绝热工程应在耐压试验合格之后进行。

4.1.4 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 6.1.2 条制订,对整体到货塔器现场安装后可不再进行耐压试验的情况进行说明。

II 主控项目

4.1.5 本条是强制性条文。参照现行国家标准《石油化工静设

备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 3.5.2 条制订。设备及附件的规格、型号、数量是否符合要求关系到塔类设备是否能够成功安装和安装后是否能实现其使用功能;塔类设备的随机文件既代表了产品质量,又是安装、使用的说明书和技术指导资料,如有误漏,会影响塔类设备的生产运行,造成较大的安全风险,所以应予以重视,必须进行仔细核对。

4.1.6 当基础施工完毕交接验收时或验收单位将基础移交给安装单位时,应对基础进行检查。检查内容包括:基础的位置、几何尺寸、预留孔、预埋装置的位置、混凝土试块强度试验报告以及基础表面质量等,目的是事先发现问题和处理存在的问题,保证设备安装的质量。

4.1.7 塔类设备是通过地脚螺栓固定于设备基础上的,地脚螺栓的规格和材质与其所能承受载荷直接相关,所以应进行核对。

4.1.8 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 4.7 节和现行行业标准《石油化工静设备安装工程施工技术规程》SH/T 3542—2007 第 5.10 节制订,对安全附件安装的质量验收规定进行明确。安全附件关系到塔类设备的安全生产运行,应进行重点控制。

4.1.9 本条是强制性条文。对塔类设备耐压试验的执行要求进行明确,耐压试验是确保设备安全运行的可靠保证,是对制造质量、安装质量进行验证的关键环节,必须予以重视。

4.1.10 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 6.2.4 条制订,对塔类设备液压试验基础沉降观测的质量验收规定进行明确。

III 一般项目

4.1.11 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 3.5.3 条制订,对到货的塔类设备外观质量情况的质量验收规定进行明确。

4.1.12 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量

验收规范》GB 50461—2008 第 4.2 节和现行行业标准《石油化工静设备安装工程施工技术规程》SH/T 3542—2007 第 5.6 节制订，对地脚螺栓安装的质量验收规定进行明确。

4.1.13 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 4.3 节和现行行业标准《石油化工静设备安装工程施工技术规程》SH/T 3542—2007 第 5.7 节制订，对垫铁安装的质量验收规定进行明确。

4.1.14 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 4.4.1 条制订。塔体的找正找平应按照基础上的安装基准线（中心标记、水平标记）对应塔上的基准测点进行调整和测量。塔体找正与找平应在同一平面内互成直角的两个或两个以上的方向进行。测量时日照方向与风力对垂直度的影响较大，所以高度超过 20m 的塔其垂直度测量工作不应在一侧受阳光照射或风力大于 4 级的条件下进行。由于不同的位置测得的结果往往不同，测量完成后应在检测点作标记，以便复检时均在原来的测量位置上进行，否则容易发生争论。

4.1.15 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 4.5.1 条和第 4.5.2 条制订，对灌浆的质量验收规定进行明确。

4.1.16 塔在制造、搬运、吊装和内件安装过程中，塔内会残存杂物，故对设备清理及封闭作出规定。

4.2 塔体分段组焊

I 一般规定

4.2.1~4.2.2 现行行业标准参照《石油化工静设备现场组焊技术规程》SH/T 3524—2009 第 7.1.1 条和第 7.1.2 条制订，对分段到货塔类设备在平台上组装和在基础上组装两种情况，明确相应质量验收规定。

4.2.3 现行行业标准参照《石油化工静设备现场组焊技术规程》

SH/T 3524—2009 第 7.1.5 条制订，明确复合钢板的组对要求。

4.2.4 现行行业标准参照《石油化工静设备现场组焊技术规程》SH/T 3524—2009 第 7.1.6 条制订，对不锈钢、复合钢板的复合层组对时的防渗碳要求进行强调。

II 主控项目

4.2.5 本条是强制性条文。设备及附件的规格、型号、数量是否符合要求，关系到塔类设备是否能够成功安装和安装后是否能实现其使用功能；塔类设备的随机文件既代表了产品质量，又是安装、使用的说明书和技术指导资料，如有误漏，会影响塔类设备的生产运行，造成较大的安全风险，所以应予以重视，开箱验收时必须进行仔细核对。

4.2.6 根据现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.2.11 条和第 5.7.8 条制订。低温钢、标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢及铬钼钢淬硬倾向较大，如现场采用火焰切割的方式制作焊接接头坡口，易产生表面裂纹，进行磁粉检测或渗透检测对保证安全使用是十分必要的。

4.2.7 本条强调应对焊接材料质量证明文件的符合性进行检查。

4.2.8 本条明确对现场组焊塔类设备的焊接工艺评定及焊接工艺规程的要求。

4.2.9 本条是强制性条文。现场组焊压力容器属于压力容器制造范畴，现场组焊的焊接质量涉及设备是否能够安全运行并影响使用寿命，对符合《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004—2009 第 4.3.1 条规定需要制备产品焊接试件的，必须制备产品焊接试件，以验证其产品焊接接头的力学性能是否合格，避免造成重大安全隐患。

4.2.10 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.6.1 条和《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683—2011 第 8.1.1 条对

塔类设备属于压力容器时的焊接接头外观不得有、不得存在的缺陷进行明确。

4.2.11 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.6.2 条和《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683—2011 第 8.1.1 条对塔类设备属于常压设备时的焊接接头外观不得有、不得存在的缺陷进行明确。

4.2.12 本条明确现场组焊塔类设备焊缝焊后热处理的要求。

4.2.13 本条是强制性条文。现场组焊焊缝质量涉及设备是否能够安全运行并影响使用寿命，无损检测是对焊缝质量最主要的验证手段，所以应重点控制。

4.2.14 本条对焊缝返修超过 2 次的要求是参照《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG R0004—2009 第 4.2.4 条和《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.4.8 条制订的。

4.2.15 参照现行行业标准《石油化工静设备现场组焊技术规程》SH/T 3524—2009 第 8.7.1 条至第 8.7.3 条制订，有耐腐蚀要求的奥氏体不锈钢和复合钢设备现场组焊焊缝酸洗钝化处理后，采用蓝点法检验表面钝化膜是否完善和表面是否有铁离子污染，无蓝点为合格。

Ⅲ 一般项目

4.2.16 参照现行行业标准《石油化工静设备现场组焊技术规程》SH/T 3524—2009 第 6.1.4 条、第 6.1.5 条、第 6.3.8 条制订，强调分段到货塔类设备开箱检验应对分段位置、组装标记进行核对。

4.2.17 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.2.9 条制订，对分段到货塔类设备半成品外形尺寸允许偏差进行规定。

4.2.18 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.3.1 条至第 5.3.3 条制订，对分段到货塔类设备筒体环向焊缝组对错边量允许偏差进行规定。

4.2.19 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.4.4 条制订。定位焊缝过短、过薄，使定位焊缝在焊接过程中易被撕裂，定位焊道上存在缺陷可能性较大，这些缺陷在焊接过程中常常是不能全部被熔化，而保留在新的焊缝中，形成根部缺陷，因此对定位焊缝应清除药皮进行检验。

4.2.20 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.4.6 条制订，对焊缝焊前预热进行规定。

4.2.21~4.2.22 对塔类设备分别属于压力容器和常压设备时，其分段现场组焊焊接接头外观质量的允许偏差项目进行规定。参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.6.1 条、第 5.6.2 条和《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683—2011 第 8.1.1 条，对两者规定不统一处，取较严格的执行。

4.2.23 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 5.8.1 条制订。

4.3 塔内件安装

I 一般规定

4.3.1 板式塔的内件包括降液板、横梁、受液盘、塔盘板、溢流堰、气液分布元件等，填料塔的内件包括填料支撑结构、颗粒填料（或丝网波纹填料）、填料床压板、液体分布装置、除沫器等。内件安装应在塔体耐压试验合格并清理干净后进行，安装时塔内施工人员须穿干净的胶底鞋，搬运和安装内件时要轻拿轻放，防止碰撞弄脏，避免变形损坏。安装标准按照设计规定或设

备随机文件要求。

4.3.2 对塔盘零部件编注序号是为方便塔内施工人员进行安装。由于塔体内空间狭小,光线不足,施工人员操作十分困难。塔盘安装前应在塔外进行预组装,检查其外形尺寸及质量是否符合设计要求,如有问题及时处理,以避免搬运到塔内后出现问题,从而减少塔内的工作量。

II 主控项目

4.3.3 本条是强制性条文。塔内件是塔实现功能的重要元件,如不符合要求,则塔的使用功能无法实现,会造成较大的经济损失,并可能在塔的生产运行过程中造成较大的安全风险,所以必须进行仔细检查;如无出厂质量证明文件和安装质量说明,则无法判定其是否为质量合格产品,或无法正确进行安装施工,也就不能用于工程中。

4.3.4 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 附录 C 第 C.0.6 条,明确塔盘安装的检查要求。

III 一般项目

4.3.5 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 附录 C 第 C.0.3 条制订,对塔内件表面的清洁提出要求。

4.3.6~4.3.7 与现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 附录 C 第 C.0.1 条内容对应,对塔类设备内部支撑件和降液板的支持板安装允许偏差进行规定。

4.3.8 本条与现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 附录 C 第 C.0.2 条内容对应,对降液板、塔盘支撑件安装允许偏差进行规定。

4.3.9 本条与现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质

量验收规范》GB 50461—2008 附录 C 第 C.0.4 条内容对应,对塔盘安装允许偏差进行规定。

4.3.10 参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 附录 C 第 C.0.5 条,对塔盘紧固件的安装质量提出要求。

4.3.12~4.3.15 为适用于填料塔内件安装的质量验收规定。

4.3.12 参照现行行业标准《石油化工静设备安装工程施工技术规程》SH/T 3542—2007 第 5.9.4.2 条制订,对颗粒填料安装的施工质量进行规定。

4.3.13 参照现行行业标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 附录 C 第 C.0.7 条,对丝网波纹填料安装的施工质量进行规定。

4.3.15 参照现行行业标准《石油化工静设备安装工程施工技术规程》SH/T 3542—2007 第 5.9.4.6 条,对除沫器的安装质量提出要求。

5 子分部工程验收

5.0.1 强调塔类设备安装工程完工后子分部工程验收进行的先决条件。

5.0.2 对塔类设备安装工程子分部工程验收时施工单位应提供的资料进行明确要求，本条规定与本规范附录 C 相对应。本条参照现行国家标准《石油化工静设备安装工程施工质量验收规范》GB 50461—2008 第 7 章“工程交工”对原条文内容进行补充。对工程技术文件的要求主要依据中国石油天然气股份有限公司《油气田地面建设工程（项目）竣工验收手册》（2010 年修订版）的规定，同时也参照了现行行业标准《石油天然气建设工程交工技术文件编制规范》SY/T 6882—2012。