

固定设备的采购检验和质量监督之指南

前言

业已开发的这本指南为采购检验师提供了资料，目的是为石油、石化和天然气工业提供始终如一的供给方/供应商 (S/V) 的质量监督方法。我们的意图是将此作为考生的学习资源，以协助他们参加“美国石油学会采购检验师证书” (API Source Inspector Certification) 的考试。考生还有必要熟悉这本指南和已出版的《知识体系》(BOK) 中包含的其它参考资料，以能通过考试并令人满意的施行采购检验工作。目前，这本指南还仅是一份草稿。在此基础上我们将应用《美国国家标准学会》(ANSI) 的标准化程序，最终制定和出版《美国石油学会采购检验建议规程》(API Recommended Practice for Source Inspection)。

目录

1	范围/目的	1
2	引言	2
3	参考资料	2
4	定义、缩写和首字母缩写	3
5	培训和证书	10
5.1	综述	10
5.2	培训和经验的级别	10
5.2.1	综述	10
5.2.2	认知阶段/采购检验师入门 1 级	10
5.2.3	采购检验师基础 2 级	11
5.2.4	采购检验师独立 3 级	11
5.2.5	采购检验师专业 4 级	11
6	采购检验管理计划	14
7	特定项目的采购检验计划活动	13
7.1	综述	13
7.2	设备风险评估	13
7.3	采购检验项目计划的开发	14
7.4	检验和试验计划的开发	14
7.5	对检验师的选择	15
7.6	大型检验活动的协调	15
7.7	对报告的审核	15

8	采购检验的绩效.....	15
8.1	检验师的行为和安全.....	15
8.2	项目文件审核.....	16
8.2.1	综述.....	16
8.2.2	合约协议.....	16
8.2.3	工程设计文件.....	16
8.2.4	公司和客户的标准.....	16
8.2.5	工业规范和标准.....	16
8.2.5.1	综述.....	16
8.2.5.2	美国石油学会规范和标准.....	17
8.2.5.3	美国机械工程师协会规范和标准.....	17
8.2.5.4	美国无损检测学会标准.....	21
8.2.5.5	美国焊接协会标准和参考资料.....	21
8.2.5.6	美国保护涂料协会标准.....	21
8.2.6	焊接工艺和评定.....	22
8.2.7	无损检测程序.....	22
8.2.8	项目进程.....	272
8.3	施行采购检验.....	272
8.4	采购检验工作工艺中计划的大型活动.....	273
8.4.1	综述.....	273
8.4.2	预购买会议(合同招聘之前).....	273
8.4.3	预检验会议(生产开始之前).....	283
8.5	报告的书写.....	28
8.6	不合格/偏差.....	294

8.7	采购检验项目的继续改进.....	305
8.8	采购检验师的继续改进.....	305
9	检测方法、工具和设备.....	31
9.1	综述.....	31
9.2	建造材料的审核和确认.....	316
9.3	尺寸检验.....	327
9.4	目视检验.....	327
9.5	无损检测 (NDE) 技术.....	337
9.5.1	综述.....	337
9.5.2	渗透测试 (PT).....	337
9.5.3	磁粉测试 (MT).....	337
9.5.4	射线照相测试 (RT).....	338
9.5.5	超声测试 (UT).....	338
9.5.6	硬度测试 (HT).....	348
9.5.7	材料可靠性鉴别 (PMI).....	348
9.6	破坏性测试.....	28
9.7	压力/泄漏测试.....	348
9.7.1	综述.....	348
9.7.2	压力测试.....	349
9.8	性能/功能测试.....	359
9.9	表面准备/涂层检验.....	359
10	最终接受.....	30
11	制造和生产 (M&F) 工艺.....	31
11.1	综述.....	31

11.2	焊接工艺和焊接缺陷.....	31
11.3	铸造.....	31
11.4	锻造.....	392
11.5	机加工.....	33
11.6	组装.....	33
11.7	与制造和生产工艺关联的冶金问题.....	33
11.7.1	结构和金属.....	33
11.7.2	金属物性.....	34
11.7.3	金属机械性能.....	34
11.7.4	金属的硬度和可硬性.....	34
11.7.5	金属可焊性.....	34
11.7.6	预热和焊后热处理.....	34
11.7.6.1	预热.....	34
11.7.6.2	焊后热处理 (PWHT).....	35
11.7.6.3	其它热处理.....	35
12	压力容器.....	35
12.1	综述.....	35
12.2	容器建造方法.....	36
12.3	容器建造材料.....	36
12.4	容器内部组件.....	37
12.5	容器设计和建造标准.....	37
12.6	压力容器的尺寸检查.....	39
12.7	热交换器.....	39

13	管道.....	40
13.1	综述.....	40
13.2	阀.....	40
13.3	法兰.....	41
13.4	配件.....	43
14	结构组件.....	43
附件 A	46

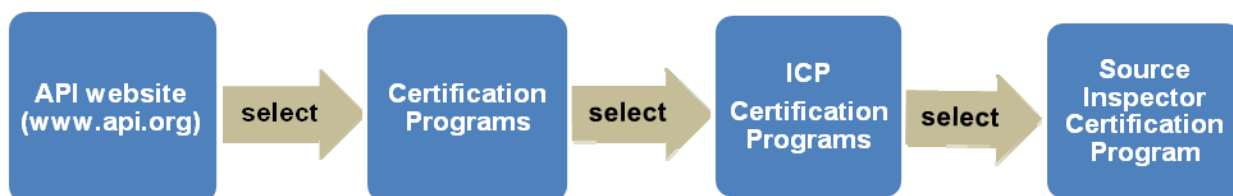
固定设备的采购检验和质量监督之指南

1 范围/目的

这本指南涵括了提供给包括上游、中游和下游作业的石油、石化和天然气工业使用的材料、设备和生产的质量监督流程。这本指南也许可以作为一个基础，为基于风险的采购检验提供一个系统研究法，同时也为确认购买的材料和设备能达到项目文件和合约协议中指定的最低要求提供了信心。这本指南中概括的活动 **没有** 意图代替制造商/生产商自己的质量系统，而仅是为指导采购检验师去代表买方进行工作，以确定制造商/生产商自己的质量系统具有适当功能，及购买的设备和材料能符合合约协议。

这本指南的主要重点是含压和结构设备 (固定设备)，包括：容器、塔器/塔、热交换器、管道、阀、泄压装置、管件和相关的结构生产。这份文件中的假设是，供应商/供货商 (S/V) 已预先具备资格。所用的资格评定方法是一项系统的质量审核程序，即审核供应商/供货商的设施和质量流程，以确认他们的设施具有能力达到合约协议的要求。在签订合同之前，这项程序一般会产出一份预先被批准的、买方供应链管理团队认为可接受的、及认为有能力达到合约要求的供应商/供货商名单。在这种情况下，采购检验的目的仅是核实供应商/供货商的质量流程是否能如期进行，并核实他们在生产完工和/或发货之前是否能令人满意的完成“检验和试验计划”(ITP) 中某些至关重要的步骤。

这本指南的主要目的是协助考生参加《美国石油学会》(API) 的采购检验考试，以使他们成为持有证书的采购检验师。这本指南概括了采购检验的基本原则，也许对所有涉及这类活动的人员都有用，使他们能以胜任和道德标准的方式施行他们的工作。欲知更多如何申请“采购检验证书”(Source Inspection Certification) 的信息，请访问美国石油学会网站: www.api.org/si，并根据下列图中所示流程点击阅读。



美国石油学会网站 (www.api.org)	选择	证书项目	选择	ICP 个人 证书项目	选择	采购检验师 证书项目
---------------------------	-----------	------	-----------	----------------	-----------	---------------

“采购检验师考卷”有 100 道多项选择题，锁定了进行固定设备采购检验所必要的核心知识。考试焦点是采购检验的问题和活动，而不是参考标准中包含的设计或工程知识。这项考试是闭卷考试，通过“电脑化测验” (CBT) 进行。大部分考题涉及机械检验/监督，因此，具有采购检验师工作经验的考生或计划成为采购检验师并学习了这本指南中的材料和相关参考材料的考生，通常会熟悉考试内容。

2 引言

正如大多数商业运营流程，采购检验工作遵循的流程是早在 50 年代就流行的爱德华·戴明 (Edward Deming) 的“计划–去做–检查–行动”(Plan–Do–Check–Act) 循环流程。这本学习指南中第 6 节和第 7 节涵括了采购检验的“计划”部份，涉及采购检验管理系统、采购检验项目计划和“检验和试验计划” (ITP)。第 8 节和第 9 节涵括了“去做”部份，涉及贯彻“检验和试验计划”、参与计划的采购检验工作流程大型活动、提交书面的不合格报告和采购检验报告。第 8.7 节涵括了“检查”部份，涉及回顾“计划和去做”部份中所做的所有采购检验活动，以确认哪些活动进展顺利及哪些活动须在回顾结果的基础上改进。第 8.8 节涵括了最后的“行动”部份 (有时也被称为“调整”部份)，涉及在下次采购检验项目贯彻行动之前，先贯彻“计划和去做”流程中所有需做的改进。

3 参考资料

这本学习指南中引用的这些规范、标准或其它建议规程的最新版本，是采购检验师考卷的开发文件源。

API (美国石油学会)

- 572 建议规程 *压力容器的检验实践*
- 577 建议规程 *焊接检验和冶金工艺*
- 578 建议规程 *新的和现有的合金管道系统的材料检定程序*

598 标准 *阀的检验和测试*

ASME (美国国际机械工程师协会；之前名称为美国机械工程师协会)

锅炉和压力容器规范 (BPVC)

- 第二节 — *材料，零件 A、B、C 和 D*
- 第五节 — *无损检测*
- 第八节 — *压力容器建造规则，第 1 和第 2 部分*
- 第九节 — *焊接和钎接资格*

B31.3 *加工管线*

B16.5 *管子法兰和法兰管件*

ASNT (美国无损检测学会)

SNT-TC-1A *人员资格和无损检测证书*

AWS (美国焊接协会)

D1.1 *结构焊接规范*

焊接检验师手册

美国保护涂料协会 (SSPC)

美国保护涂料协会-PA 2 *与干式涂层厚度要求保持一致的程序确定*

美国保护涂料协会表面准备指南

4 定义、缩写和首字母缩写

下列定义、缩写和首字母缩略，为这本学习指南而应用。下列文件中包括了采购检验师需要知道和理解的更多定义：

- 美国石油学会 577 建议规程第 3 节
- 美国石油学会 578 建议规程第 3 节

- 美国机械工程师协会 B31.3 , 300.2
- 美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范* 第八节第 1 部分附录 3
- 美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范* 第五节分节 A 第 1 条附录 1
- 美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范* 第五节分节 B 第 30 条 SE-1316
- 美国焊接协会 D1.1 附件 K

AARH	算术平均粗糙高度 — Arithmetic Average Roughness Height (对表面粗糙度的测量)
Annealing Heat Treatment	退火热处理 — 将物体加热、保持在指定温度、然后在合适的速率下冷却的工艺。目的是为达到: 降低硬度、改进机械加工性、促进冷加工、产出预期的微结构或取得预期的机械性能。
ANSI	美国国家标准学会 — American National Standards Institute
API	美国石油学会 — American Petroleum Institute
ASME	美国国际机械工程师协会 — ASME International (原名为“美国机械工程师协会” — American Society of Mechanical Engineers)
ASNT	美国无损检测学会 — American Society of Nondestructive Testing
ASTM	美国国际材料试验学会 — ASTM International (原名为“美国材料试验学会” — American Society for Testing and Materials)
BOK	知识体系 — Body of Knowledge (在这本学习指南中是指“采购检验师考试”)
BPVC	<i>锅炉和压力容器规范</i> — <i>Boiler and Pressure Vessel Code</i> (由美国机械工程师协会出版)
C	碳 — carbon , 也许会出现在材料试验报告上的碳的化学符号。
Certification	证书 — 文件化的和签署的资格证据。证书一般指对产品的某些指定特性的确认, 或对个人达到指定资格要求的确认。
Calibration	标定 — 测量之间的比较。用已知量级和正确性 (标准) 与试验下的测量装置做比较, 以建立测量装置的精确性。
Cladding	覆层 — 高压和高温下整体粘合于另一个金属 (即板材) 的金属。这层金属与下层的基金属比较, 其性能更能耐受工艺流体所造成的损坏。

Cold Working	冷加工 — 金属再结晶温度下的金属塑性变形 (形成、轧制和锻造等等)。
Cr	铬 — chromium, 也许会出现在材料试验报告上的铬的化学符号。
Critical Equipment	关键设备 — 做过风险评估的设备。确定了如果此设备在运行中发生故障, 会在工艺安全性、环境或商业运营需求上造成不可接受的影响, 因此须得到更高级别的采购检验关注, 以确认交货的设备确切如所指定。
Cu	铜 — copper, 也许会出现在材料试验报告上的铜的化学符号。
Destructive Testing	破坏性测试 — 在金属上施行的各种各样的试验。破坏性测试涉及取样试件测试 (通常是进行破裂), 目的是为确定机械性能。这类试验的范例包括拉伸测试, 弯曲测试和“夏比”(Charpy) 冲击测试。破坏性测试工作流程涉及从组件中提取取样/试件, 测试无损测试方法不能确定的特性。工作流程涉及做破裂和/或做试件/取样的故障前试验, 因而在做测试后, 通常能声明被提取取样的组件不适于在继续的运行中使用。
Deviation	偏差 — 偏离合约协议中的要求, 或偏离其引用的定单、工程设计、指定规范、标准或工艺。
DFT	干膜厚度 — Dry Film Thickness。(油漆和涂层的) 干膜厚度。用干膜厚度计测量。
Elevation	立视高度 — 容器图纸中所示容器的任何点的高度。如从底板或从其它参考线, 例如从容器底部切线测量的接管、人孔或纵向焊缝的高度点。
Employer	雇主 — 雇用人员并支付工资、薪水、费用或其它报偿的公司、公共或私人实体, 例如采购检验师的雇主。
Engineered Equipment	定制设计设备 — 由客户和/或工程/设计/建造承包公司定制设计和工程监督的设备。目的是为施行特定项目的功能。与非定制设计设备比较, 定制设计设备通常需要更多的采购检验。
EPC	工程/设计/建造承包公司 — Engineering/Design/Construction contract company
Examiner	检测员 — 为评估组件质量, 对组件做指定的无损检测 (NDE)、评价适用接受标准结果的人员。无损检测员 (有时被称为无损检测技术员) 通常须具备《美国无损检测学会》的无损检测人员资格实践, 即 SNT-TC-IA 或 CP-189。

Fe	铁 — iron，也许会出现在材料试验报告上的铁的化学符号。
Ferrous Materials	黑色金属材料 — 以铁为基础的合金，包括不锈钢。
HAZ	热影响区 — Heat Affected Zone。焊缝旁边的薄基金属区，其金属结构受焊接的热度影响。
Hot Working	热加工 — 金属再结晶温度上的金属塑性变形（形成、轧制和锻造等等）。
ICP	(美国石油学会的) 个人证书项目 — Individual Certification Program。采购检验师证书项目从属此项目的管理。
Inspection	检验 — 评价组件或设备，以确认它们是否符合合同中指定的特定产品规格、规范、图纸和/或标准。这里也许会包括测量、测试或计量产品中指定的一个或多个特性，以确定它们的符合性。
Inspection Agency	检验机构 — 雇用的实体机构。机构为施行采购检验目的提供胜任的、具备资格的、持有证书的采购检验人员。例如，检验机构可以是工程/设计/建造承包公司、业主-用户或检验服务公司。
Inspection Coordinator	检验协调员 — 项目的采购检验策略开发、采购检验访问的协调和贯彻采购检验活动的负责人员。
Inspection Waiver	放弃检验 — 在没有买方采购检验代表出席特定活动的情况下，允许开始生产/发货。
ITP	检验和试验计划 — Inspection and Test Plan。采购检验活动的详细计划（一览表），此计划指导采购检验师在供应商/供货商场地，根据适用技术资料、接受标准和报告信息进行他的/她的质量保证活动。供应商/供货商也须具有他们自己的“检验和试验计划”，以在必要的质量步骤和程序中指导他们自己的生产人员和质量保证人员。
Lamination	叠层剥裂 — 具有分离或薄弱现象的不连续性类型，分离或薄弱一般与板材加工面呈平行对齐。在锻造中，这种情况会在表面出现或在内部发生；一般是与在过低温度下进行锻造有关，或也许是由于板材中的杂质元素在轧制过程中聚集在板材中心而造成。
Levelness	水平度 — 与支承板呈水平状态（在公差之内）及与垂直铅垂线呈 90 度的组件或结构表面的位置。《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第

八节第 1 部份中没有提到接管和附件的水平度公差；然而，在压力容器手册中提到，可被允许的公差是 $1/2^\circ$ 。须使用水准仪检查容器接管的水平度。如果气泡处于指定线中间，接管就在水平度上。可使用水准仪来核实和测量周向斜（切线的）接管的角度与容器中线的关系，以确认安装的正确。

MAWP	最大允许工作压力 — Maximum Allowable Working Pressure。用规范计算指定的温度中压力容器的最大允许表压。
M/F	制造商/生产商 — Manufacturer/Fabricator。被承包的机构。制造商/生产商对根据合约协议生产的产品/设备物品负有主要责任，物品包括例如容器、交换器、管道、阀等等。
M&F	制造和生产 — Manufacturing and Fabrication。各种各样的材料工作工艺。这些工艺通常用来生产一个产品，如焊接、连接、热处理、铸造、成型、锻造、弯曲、机加工、组装等等。
Mg	镁 — magnesium，也许会出现在材料试验报告上的镁的化学符号。
Mn	锰 — manganese，也许会出现在材料试验报告上的锰的化学符号。
Mo	钼 — molybdenum，也许会出现在材料试验报告上的钼的化学符号。
MSS	制造商标准化协会 — Manufacturers Standardization Society
MT	磁粉测试 (检测) — Magnetic Particle Testing
MTR	材料试验报告 — Material Test Report 或 工厂试验报告 — Mill Test Report。是证明文件。证明金属/材料产品符合指定工业标准的要求 (如化学和机械性能)，标准包括如《美国材料试验学会》、《美国机械工程师协会》等等。
NB	美国国家委员会 — National Board
Nb	铌 — niobium，也许会出现在材料试验报告上的铌的化学符号。
NCR	不合格报告 — Nonconformance Report。由采购检验师填写的报告。报告详述所发现的、不符合项目合约协议的问题，如定单、工程设计、指定规范、标准或工艺。
NDE Map	无损检测图 — 鉴别在产品/组件上做过无损检测的具体位置的图纸。

NDE/NDT	无损检测 — Nondestructive Examination (“无损检测”是当前首选术语)/无损测试 (过时术语)。无损测试是涉及材料、组件或组装的检测、测试和评价的质量流程。此流程不影响下列功能: 例如目视测试、渗透测试、磁粉测试、超声测试和射线照相测试。
NDT	无损测试 — Nondestructive Testing。与当前的首选术语“无损检测”(NDE) 是同一意思。
Ni	镍 — nickel, 也许会出现材料试验报告上的镍的化学符号。
Nonconformance	不合格 — 违背/偏离项目合约协议, 如定单、工程设计、指定规范、标准或工艺。
Non-engineered Equipment	非定制设计设备 — 供应商/供货商设计和生产的设备。包括的成品如阀、配件及有些撬装装置、仪器、泵和电气设备。这类设备通常是用目录型号等购买。与定制设计设备相比, 非定制设计设备通常需要较少的采购检验。
Non-ferrous Materials	有色金属 — 非铁基的合金, 如镍基和铜基合金。
Normalizing Heat Treatment	正火热处理 — 热处理工艺。在此工艺中将黑色金属材料或合金加热至金属转变范围以上的指定温度, 随之在室温的静止空气中冷却。正火热处理通常细化晶粒尺寸并改进钢材的冲击性能。
NPS	公称管径 — Nominal Pipe Size。标明管径 (英寸)、与壁厚 (序列) 关联的标准。例如, 四英寸管子的公称管径一般以 NPS 4 表示。
Orientation	定向 — 接管或附件的定向是从容器俯视图中附件和接管垂直中线 (圆周度线) 的度数。例如, 可用量角器或数据水平仪检查接管或附件的定向。
Out-of-Roundness	不圆度 — 偏离精确的圆度, 如容器圆周呈椭圆形。《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第八节第 1 部份 UG 80 涉及了容器壁的不圆度。最大允许椭圆度公差 (最大直径 [Dmax] – 最小直径 [Dmin]) 不得超过容器公称直径的 1%。
P	磷 — phosphorus, 也许会出现材料试验报告上的磷的化学符号。
PQR	工艺评定记录 — Procedure Qualification Record。根据《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第九节 QW 200.2 的工艺评定记录。

Pressure Vessel	压力容器 — 为承受指定量的内压或外压所设计的容器。容器压力一般高于 15 表压磅/平方英寸。这项定义包括热交换器、空冷器、塔器、塔、非受火蒸汽发生器（锅炉）和其它蒸汽发生容器。
Procedure	工艺 — 详述如何施行工作工艺的文件，例如焊接工艺。
Projection	突出长度 — 接管或附件的突出长度。是指从接管起的、或附件面至容器壁中线的长度。
Protractor	量角器 — 测量角度的仪器。通常是平面半圆形形状，度数刻在弯曲的边缘上。
PRV/PRD/PSV	泄压阀 (Pressure Relief Valve) / 泄压装置 (Pressure Relief Device) / 压力安全阀 (Pressure Safety Valve)
PT	渗透测试 (检测) — Penetrant Testing
QA	质量保证 — Quality Assurance。积极主动的质量流程。目的是防止出现缺陷，同时也指在质量系统中贯彻的计划的、系统的和预防性的活动，活动目的是为产品会始终如一符合规格而提供置信度。这个流程包括系统测量、与标准做对比、流程监控和关联的反馈渠道，意图是避免偏离规格。
QC	质量控制 — Quality Control。质量保证流程中的特定步骤。目的是为在准许产品发货前找到潜在的缺陷。这些步骤包括如目视测试、渗透测试、射线照相测试、超声测试、尺寸核实等等。质量保证流程将指定在制造/生产产品的过程中必要的特定质量控制步骤。
Qualification	资格 — 施行特定工作职责所需的良好技能、良好知识、具有文件记录的培训和具有文件记录的经验，如具有证书的采购检验师。
Quality Surveillance	质量监督 — 监督或观察与材料、设备和/或组件关联的检验活动流程。目的是要符合合同要求中指定的特定流程、产品规格、规范或标准。在这本指南中，质量监督和采购检验的意思相同 (参见采购检验的定义)。
Quenching	淬火 — 急速冷却已加热的金属。目的是为影响其机械和/或物理性能。
RMS	均方根 — Root Mean Square。法兰表面抛光度的测定方法。
RT	射线照相测试 (检测) — Radiographic Testing (Examination)

Rust Bloom	锈霜 — 此术语是用来描述之前经过喷砂的钢材上发生的表面变色，例如准备要涂覆的接近白色或白色的金属。当发现锈霜时，在涂覆之前一般须对表面用同样的喷砂清理工序做重新清理。
S	硫 — sulfur。也许会出现在材料试验报告上的硫的化学符号。
SDO	标准开发组织 — Standards Development Organization。如美国石油学会、美国机械工程师协会、美国材料试验学会、美国腐蚀工程师协会 (NACE)、制造商标准化协会、管式换热器制造商协会等等。
SI	采购检验师 — Source Inspector 或 采购检验 — Source Inspection
SME	领域专家 — Subject Matter Expert
Solution Anneal Heat Treatment	固溶退火热处理 — 将合金加热至指定温度，在这个温度上保持足够长的时间，使一个或多个元素再次进入固溶液，然后以足够快的速率急速冷却，以在固溶液中保持这些元素。
SOR	供应商观察报告 — Supplier Observation Reports。采购检验师填写的文件。文件注明在产品监督过程中注意到的顾虑或有关其它事实的描述，但不一定就是也许要认作缺陷或写不合格报告的问题。
Source Inspection	采购检验 — 提供质量监督的流程。此流程将监督由供应商/供货商 (S/V) 供应的、或制造商/生产商 (M/F) 在石油、石化和天然气工业上游、中游和下游作业中使用的材料、生产和设备。采购检验的主要组成部份是，核实供应商/供货商自己的质量保证流程是否确实能发挥功能，以能生产符合合约协议的质量产品。
Source Inspector	采购检验师 — 根据适用的“检验和试验计划” (ITP)，在供应商/供货商的设施负责施行实际采购检验活动的人员。
Specification	规格 — 包含制造和生产特定类型设备和组件的要求的文件。
SSPC	美国保护涂料协会 — Society for Protective Coatings
S/V	供应商/供货商 — Supplier/Vendor。负责材料、设备或组件的实际制造和生产 (M&F) 及负责达到合同要求的实体。
TEMA	管式换热器制造商协会 — Tubular Exchanger Manufacturers Association
Tempering	回火 — 将硬化金属重新加热至转变范围之下的温度，以改进韧性。

Ti	钛 — titanium , 也许会出现在材料试验报告上的钛的化学符号。
Tolerance	公差 — 工程公差指所指定的尺寸、物性或组件的其它测量值的限定 (或多种限定)。
Training	培训 — 组织的项目。开发目的是传授取得采购检验师资格所必要的技能和知识。
UT	超声测试 (检测) — Ultrasonic Testing (Examination)。一般是用于寻找组件的瑕疵或测量厚度。
VT	目视测试 (检测) — Visual Testing (Examination)
Weld Mismatch	焊缝不匹配 — 偏离了两块金属之间须达到的精确对准度。《美国机械工程师协会 <i>锅炉和压力容器规范</i> 》第八节第 1 部份 UW-33 指定了焊缝不匹配的公差。重要的是, 在测量焊缝不匹配时, 采购检验师须使用确定焊缝尺寸的用样板, 并知道在类别 A 焊缝上对焊缝不匹配的限制更为严格 (纵向接头和圆周壁至半球形封头)。在这点上的概念是, 纵向接头承受双倍量的应力, 因此检验师须对这些接头做精确的检查。
Weld Reinforcement	焊缝余高 — 焊帽高度。对纵向接头焊缝余高的限制比对圆周接头的更为严格。这是因为纵向接头承受双倍应力, 因此要求最大限度地降低应力集中。《美国机械工程师协会 <i>锅炉和压力容器规范</i> 》第八节第 1 部份指定了最大焊缝余高。
WPQ	焊接技能评定 — Welding Performance Qualification。根据《美国机械工程师协会 <i>锅炉和压力容器规范</i> 》第九节, QW 301.4 的焊接技能评定。
WPS	焊接工艺规程 — Welding Procedure Specification。根据《美国机械工程师协会 <i>锅炉和压力容器规范</i> 》第九节 QW 200.1 的焊接工艺规程。

对采购检验师有用的网站

API	American Petroleum Institute 美国石油学会	http://www.api.org
ASM	American Society for Metals 美国金属学会	http://www.asminternational.org/portal/site/www/
ASME International	Formerly known as American Society for Mechanical Engineers 原名称为美国机械工程师协会	http://www.asme.org
ASNT	American Society for Nondestructive Testing 美国无损检测学会	http://www.asnt.org
ASTM International	Formerly known as American Society for Testing and Materials 原名称为美国材料试验学会	http://www.astm.org
AWS	American Welding Society 美国焊接协会	http://www.aws.org
ISA	Instrument Society of America 美国仪表学会	http://www.isa.org
ISO	International Organization for Standardization 国际标准化组织	http://www.iso.org/iso/home.html
MSS	Manufacturers Standardization Society 制造商标准化协会	http://mss-hq.org/Store/index.cfm
NDT Resource Center	Nondestructive Testing Resource Center 无损检测资源中心	http://www.ndt-ed.org
NEC	<i>National Electric Code</i> 国际电码	http://www.nfpa.org
SSPC	The Society for Protective Coatings 美国保护涂料协会	http://www.sspc.org/
Worldsteel	Worldsteel Association 世界钢铁协会	http://www.steeluniversity.org

5 培训和证书

5.1 综述

这一章节旨在介绍信息。基于此章节的问题将不会包括进考试。

提供检验协调和/或采购检验人员或服务机构的雇主/检验机构，须具有足够胜任的采购检验培训计划。培训须将个人施行采购检验任务所需的经验级别考虑在内。例如，根据与任何特定设备关联的复杂性和质量风险，具有或多或少经验的采购检验师也许会适合所做的工作。

5.2 培训和经验的级别

5.2.1 综述

为采购检验师 (SI) 所做的不同级别的培训和经验的范例，包括在下面。

5.2.2 认知阶段/采购检验师入门 1 级

5.2.2.1 在这个级别上，检验师须接触初级引导级别的采购检验方法和技术，也许需要作为采购检验实习生，跟随更有经验的采购检验师做见习工作。在这个阶段，也许还会提供特定的入门级教室培训。

5.2.2.2 在这个级别上，采购检验师须获得对下列各项的认知：广范围的采购检验师活动、工艺、项目文件、采购检验记录、制造工艺、适用规范和标准等等。这些都是他/她在具有更多经验之后，最终需要知道和理解的更为详尽的细节。

5.2.3 采购检验师基础 2 级

5.2.3.1 在这个级别上，新的采购检验师须在此种工作上大约要有一整年的经验。他/她需要完成大部分认知阶段/入门培训及见习工作，并在具有适当监督的情况下，能自行胜任他/她的一些基本采购检验职责。

5.2.3.2 在这个级别上，新的采购检验师须通过美国石油学会的采购检验师入门级考试，并获取更多有关多种采购检验议题和工艺的知识 and 经验。

5.2.3.3 在这个级别上，采购检验师也许可以着手开始接触更为复杂和不同类型的采购检验议题和设备，包括电气设备、仪器及控制系统和旋转机械 (泵和压缩机)。

5.2.4 采购检验师独立 3 级

5.2.4.1 在这个级别上，赋有更多经验的采购检验师须在此种工作上至少具有 2 至 4 年的经验，良好掌握这份文件和公司程序中包括的有关采购检验师的所有方面的知识，并能在最低限度的监督下，胜任大多数采购检验工作任务。

5.2.4.2 在这个级别上，赋有经验的采购检验师须具备适用工业规范和标准方面的更详尽的知识，对质量问题 and 风险具有更好的理解，不需要有很多直接监督，即能直接处理不同类型的合格和偏差问题。除外，独立采购检验师还须能胜任对较少经验的采购检验师进行采购检验行业培训。

5.2.4.3 在这个级别上，赋有经验的采购检验师须能处理更为复杂和不同类型的采购检验问题和设备，包括复杂的机械固定设备、包装设备、车间生产的管道等等。根据技术专长，采购检验师也许还须胜任处理包装旋转设备和电气设备的工作。

5.2.4.4 在这个级别上，赋有更多经验的采购检验师须开始获取不同类型的证书，以协助他/她的工作绩效，同时也成为较少经验的采购检验师可“前去请教”的人员。这些证书也许要包括：

- 美国石油学会焊接检验师证书
- 美国腐蚀工程师协会涂层检验师证书
- 材料可靠性鉴别培训/证书
- 美国焊接协会认证焊接检验 (或同等证书)
- 美国焊接协会高级认证焊接检验师 (或同等证书)

5.2.5 采购检验师专业 4 级

5.2.5.1 在这个级别上，赋有经验的采购检验师须在此种工作上至少具有 5 至 10 年的全职工作经验，具备这份文件、工业标准和公司程序中包括的有关采购检验师所有方面的广泛和深度的知识，并能监督和协调其他采购检验师的活动。正如标题所指，这个级别的采购检验师须是掌握行业的专家。

5.2.5.2 在这个级别上，专业级采购检验师须能创建采购检验师课程资料并进行教学、创建“在职” (OTJ) 采购检验师培训计划、在采购检验会议上充满信心的发言、改进采购程序和工作流程的效力和效率，及着手新的、非常不同的、具有更高风险的设备的采购检验分派的任务。

6 采购检验管理计划

6.1 被分派担任采购检验协调和/或采购检验活动的雇主或检验机构，须开发一项管理计划，以便向施行特定采购检验工作的各个人员提供必要的资料，使他们能尽到他们的职责。这些采购检验管理计划属于一般性质，为需要做采购检验的所有类型的项目提供采购检验活动的要求和指导。欲知各种特定项目所需的采购检验计划类型，参见第7节。

6.2 采购检验管理计划须涵括这本学习指南中确认的大多数一般性活动，但也需要包括公司的特定资料，如：

- 需要完成哪些活动
- 哪些人员负责完成每项活动，例如人员职称
- 采购检验师所需的培训和能力素质
- 须在何时或以何种频率完成每项活动
- 须如何完成每项活动，例如具体工作程序
- 接受准则和工业标准的应用

6.3 这些管理计划也许会引用许多其它公司的特定采购检验程序、实践和政策，并包含更多特定类型的采购检验活动所需的细节，例如：

- 如何为整个项目准备总体的“采购检验计划”，及如何为每件单项设备准备“检验和试验计划(ITP)”。
- 如何进行设备风险评估，以能确定所需采购检验活动的级别
- 有关选择采购检验师所用标准的指导，以能将他们的技艺和培训与不同类型的、具有不同风险级别的设备匹配
- 有关重大采购检验活动的时序安排和实施的指导，如预检验（生产开始）会议、供应商/供货商质量协调会议、最终接受测试等等。
- 有关在供应商/供货商车间中工作的采购检验师的安全和职业行为的指导
- 如何审核焊接工艺和焊工资格文件
- 如何审核供应商/供货商的检验/检测记录
- 为核实供应商/供货商的检测和试验结果，采购检验师须重复做哪些检验
- 如何处理更改要求
- 如何处理偏差和不合格

- 如何写采购检验报告并填写特定表格
- 在批准产品接受之前，须采取哪些具体步骤等等
- 与司法授权的检验师进行交流

7 特定项目的采购检验计划活动

7.1 综述

在“采购检验管理计划”文件的基础上，检验协调员须开发出一项提到下列活动的“检验计划特定项目”。

7.2 设备风险评估

7.2.1 每一项目的有效采购检验，从以风险为基础的评估开始，目的是评估为项目采购的材料和/或设备。施行这些以风险为基础的评估，是为鉴别在供应商/供货商设施的项目制造和生产阶段中，采购检验活动的工作规模级别。如设备被鉴定为关键设备，将接受周期更为密集的采购检验；而被鉴定为不太关键的设备，将接受周期不太密集的检验，这些都更取决于供应商/供货商的质量保证计划。

7.2.2 这些以风险为基础的评估，通常是在项目早期的设计阶段进行。评估将设备风险鉴定为下列类型的范畴。

- 因设备故障不能达到规格要求、或运行中出现故障所产生的安全或环境问题。
- 设备复杂性；设备越复杂，也许越需要更高级别的采购检查
- 了解供应商/供货商过去操作中按时交付达到规格设备的的能力，例如，对较新的、不太清楚其过去操作史或能力的供应商/供货商，也许需要做更严密的调查
- 潜在交货延误对日程造成的影响或交货后发现的对项目施工的影响，例如长时间交货的物品也许需要更高级别的采购检验
- 设备设计成熟度，例如原型、不同寻常的或每种只有一个类型的设备，也许需要更高级别的采购检查。
- 从先前项目中汲取的教训，例如供应商/供货商过去是否有不能按时达到规格的问题？
- 由于供应商/供货商未能按时交付达到规格的设备，而对项目造成的潜在经济影响

7.2.3 以风险为基础的评估团队，通常由各种公司团组人员组成，包括：质量、工程、采购、建造、项目管理和采购检验。这些拥有和操作设备的人员的投入也使客户受益。如果交付和安装的材料或设备的质量具有不可被接受的水平，这一由各方投入的合作也许会受到影响。

7.2.4 风险评估流程考虑两点在内，即按照指定施行的设备的“故障机率” (POF) 和运行中的潜在“故障后果” (COF)，例如安全、环境和商业影响。因此，与每件单项设备关联的最终风险是“故障机率”和“故障后果”评估的结合。

7.2.5 风险评估为检验协调员提供必要的资料，使其能为每一供应商/供货商设施的采购检验工作指定与双方同意的、风险级别相称的工作规模级别。在供应商/供货商的设施，通常的与风险级别相称的采购检验工作规模级别可包括：

- 不做采购检验 (因故障设备不能达到规格的最低风险；完全依靠供应商/供货商的质量)。
- 最终采购检验 (最终接受)，仅在装运前进行 (材料或设备的较低至中等风险；主要依靠供应商/供货商的质量，须做最低限度的采购检验)。
- 中等级别采购检验 (具有中等至中高风险的设备；在更为关键的停工待检点上，须将依靠供应商/供货商的质量和做些采购检验活动结合使用)。查访车间的次数可高可低，取决于供应商/供货商的绩效程度。
- 高等级别采购检验 (较高风险的设备；须做大量采购检验，例如每周一次，以提供更高级别的质量保证)。查访车间的次数可高可低，取决于供应商/供货商的绩效程度。
- 驻留级别采购检验 [最高风险的设备；分派全日制检验师 (多名检验师)，也有可能是全时倒班]。

7.3 采购检验项目计划的开发

7.3.1 须为各个项目开发一项采购检验计划，并检验这些项目的材料或设备，以确认它们遵从了合约协议、项目规格、图纸、规范和标准。

7.3.2 项目计划须由下列组成：项目细节、须检验设备的清单及项目特定细节，即如何施行检验活动，以达到供应商/供货商和/或设备预期的质量指标级别。

7.3.3 计划的基础，还须是在项目设计阶段以风险为基础评估所确定的风险级别，及与风险级别相称的、对供应商/供货商进行监督所需的适当工作规模级别。

7.4 检验和试验计划的开发

7.4.1 须为将要检验的每种类型的设备提供一项详尽的“检验和试验计划”(ITP)。这项“检验和试验计划”须具体针对将要检验的设备类型、与每件设备关联的风险级别，并鉴别每名指派的采购检验师所必要施行的所有检验活动。在施行之前，此计划还须包括适当的接受标准或参考资料。

7.4.2 采购检验师须遵照“检验和试验计划”，并确保所施行的生产和供应商/供货商质量活动符合下列指定的要求：合约协议、参考的项目规格、图纸、适用规范和/或标准。

7.5 对检验师的选择

7.5.1 采购检验协调员须审核项目计划的细节、供应商/供货商的运营地点和工作持续时间，并为分派的任务选择合适的采购检验师(多名采购检验师)。

7.5.2 被选择的采购检验师(多名采购检验师)须具备必要的经验、培训和资格，以能施行“检验和试验计划”中引用的检验或监督活动。

7.6 大型检验活动的协调

须事先鉴别采购检验计划工作流程的日期，如预检验会议(生产开始)、关键的大型检验活动(工厂接受、性能试验和最终检验)及预期发货日，以能与涉及活动的其他项目成员进行协调。

7.7 对报告的审核

采购检验报告是采购检验师给项目团队或客户的重要交付项。须在“检验和试验计划”中指定数量和类型。在分发之前，须审核每份检验报告的内容、完整性和技术明确性。

8 采购检验的绩效

8.1 检验师的行为和安全

8.1.1 在访问供应商/供货商的设施时，肩负施行采购检验活动责任的个人作为他们雇主和/或买方的代表，行为须具有专业水平。如果在检验活动期间发生冲突，采购检验师须通知他们的主管，以尽快获得解决方案。重要的是，无论手头的问题有多么重要，采购检验师不得对抗或争辩；而须仅用客观话语说明采购检验师如何试图着手解决问题。

8.1.2 施行采购检验活动的人员的安全，是他们工作中最为重要的方面之一。须建立一项安全计划，鉴别与工作关联的特定安全隐患。采购检验师须得到充分培训并具备这些安全计划的知识，以最大限度减少受伤的可能性。此安全计划须包括：

- 潜在的、工作特有的旅行安全问题
- 潜在的车间安全问题和对危险的识别
- 如何处理在车间中观察到的不安全行为

8.1.3 采购检验师须遵守供应商/供货商经营场所的安全程序和政策，或更严格的说，遵守他们自己公司的安全要求。

8.2 项目文件审核

8.2.1 综述

8.2.1.1 通常的项目文件包括但不限于合约协议（定单和/或转包合同）、采购的“检验和试验计划”、项目规格、工程或生产图纸、适用规范、参考资料或标准。

8.2.1.2 采购检验师须熟悉所有的项目文件，并确保在他们做检验查访的整个期间，可以使用合约协议中指定的这些文件的具体版次/版本。开始做“检验和试验计划”中指定的质量监督之前，采购检验师须确认供应商/供货商具有工程设计中指定的最新文件、图纸等等。如果工程设计已指定一个特定标准的先前版本，不得应用之后的工业规范和标准。除外，采购检验师须确认，所有的项目文件已由买方审核/批准。

8.2.2 合约协议

包括有定单、所有指定的工程设计文件、指定的公司标准和指定的工业标准的合约协议，是对买方产品采购检验要求的基础。

8.2.3 工程设计文件

就定制设计设备而言，采购检验师需要熟悉工程设计文件和图纸，这些在鉴定购买产品的质量中至关重要。

8.2.4 公司和客户的标准

采购检验师需要熟悉合约协议中指定的所有公司和客户的标准。这些标准通常增加或补充了工业标准中未能足够完好涵括的工业标准。必须遵循所有的强制性要求，例如包括在公司规格中的“须/必须”声明，否则

即是“不合格报告”的问题。须按标准的买方管理“不合格报告”系统的要求给予处理。指定标准中包含的其它问题，如那些建议的和推荐的，例如“须”声明是供应商/供货商所预期但不是必要的要求，也许会成为要在“供应商观察报告”中报告的问题，并按标准的买方管理系统给予处理。公司和客户的标准也许会涵括定制设计和非定制设计的设备。

8.2.5 工业规范和标准

8.2.5.1 综述

采购检验师需要熟悉合约协议中指定的所有工业规范和标准，熟悉程度须达到这样的认知，即这些规范和标准中的要求和预期结果是合约协议的一部分，因此也是采购检验师责任的一部分。这些工业规范和标准，通常由认可的工业“标准开发组织”(SDO's) 出版，如下列小节中所示。

8.2.5.2 美国石油学会规范和标准

为能向能源工业指定控制和产品质量，合约协议也许会包括多种多样的《美国石油学会规范和标准》。下列小节中展示了采购检验师须熟悉和应用的、当这些标准被指定时中的几个；但这份清单并不包括一切。合约协议中指定的其它标准，对交付产品的质量也许同等重要。对多种多样的产品来说，下列工业标准中包括的资料是一般性资料，因此也须是赋有经验的采购检验师具备的一般知识。

- **美国石油学会 572 建议规程，*压力容器的检验实践***。这项建议规程包括了有关各种类型压力容器的描述、它们的生产材料及标准。采购检验师须熟悉这项建议规程的第 3 节和第 4 节。
- **美国石油学会 577 建议规程，*焊接检验和冶金学***。这项建议规程为采购检验师提供了焊接生产检验的指导。涵括的议题有：焊接工艺、程序、焊工资格、焊接造成的冶金影响、检验技术、焊接术语和符号、如何审核焊接工艺和普通填充金属的指南。采购检验师须完全熟悉这项建议规程中的第 3 节至第 10 节的内容。
- **美国石油学会 578 建议规程，*新的和现有的合金管道系统的材料检定程序***。这项建议规程的目的是为材料和质量系统提供准则，以核实管道合金组件的公称组合成份与材料规格的一致性。涵括的主要题目包括：材料检定试验方法、“材料可靠性鉴别”试验结果的评价、标志和记录的保持。采购检验师须完全熟悉这项建议规程的内容，除去那些说明现有系统材料检定的章节，因为它们已在工厂的操作中。
- **美国石油学会 598 标准，*阀的检验和测试***。这项标准涵括了检验、检测和压力试验介质，及对能源工业中使用的各式各样的阀的要求。这项标准中指定了各式各样的试验和检测，包括：阀壁试验、后座试验、低压关闭试验、高压关闭试验和对铸件的目视检测。采购检验师须查看适当的购买文

件和规格清单，弄清每个阀所需的特性，例如类型、尺寸、材料、压力等级、阀内件等等。无论何时在合约协议中指定《美国石油学会 598 标准》，采购检验师都须完全熟悉这些内容。应用《美国石油学会 598 标准》最多的是标准金属阀（蝶形阀、闸门阀、球心阀、球形阀等等），《美国机械工程师协会》B31.1 或 B31.3 描述了这些应用。

8.2.5.3 美国机械工程师协会规范和标准

合约协议中也许会包括多种多样的《美国机械工程师协会规范和标准》，为能源工业指定设备生产方法和控制产品质量。下列小节展示了这些标准中的几项。一旦它们被指定，采购检验师须熟悉和应用它们；但这份清单并不包括一切。偶尔情况下，也许会给不同项目指定《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》的其它章节，采购检验师须熟悉这些指定章节。

- **美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范* 第二节 — 材料。** 《*锅炉和压力容器规范*》的章节被分为四部份，涵括管道和压力容器的建造材料。
 - **A 部份 — 黑色金属材料规格。** 这一部份包含黑色金属的单独规格，这些规格获准用于根据《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》设计的压力容器和管道的建造。A 部份涵括了所有形式的黑色金属材料产品，如精锻件、铸件、锻件、金属板、管道阀、螺栓连接等等。因材料特性和最终计划的使用，每项黑色金属规格面对的问题均不同。涵括的一些议题范例有：订购资料、热处理、化学成份、机械性能、试验和检测、尺寸和公差及炼钢实践。采购检验师须熟悉合约协议中指定的无论是哪种材料的内容。就考试目的而言，采购检验师所需熟悉的《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》第二节 A 部份中涵括的规格，仅仅是三项：
 - SA-20，*对钢板的一般要求*
 - SA-370，*机械测试钢制产品的试验方法和定义*
 - SA-6，*钢板的厚度公差*
 - **B 部份 — 有色金属材料规格。** 这一部份包含了有色金属材料的单独规格，这些规格被获准用于根据《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》设计的压力容器和管道的建造。B 部份涵括了所有形式的有色金属材料产品，如精锻件、铸件、锻件、金属板、管道阀、螺栓连接等等，这些都获准用于根据《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》建造的设备。B 部份中包括的有色金属材料合金类型有：铝、铜、镍、钛和锆。因材料特性和最终计划的使用，每项有色金属规格面对的问题均不同。涵括的一些议题范例包括：订购资料、热处理、化学成份、机械性能、试验和检测、尺寸和公差及炼钢实践。采购检验师须熟悉合约协议中

指定的无论是哪种材料的内容。然而，核心考试中不会有 B 部份的特定考题，但采购检验师须熟悉此标准涵括的内容。

- **C 部份 — 焊条、电焊条和填充金属规格。** C 部份涵括的有：制造的材料规格、可接受性、化学组成、机械可用性、表面堆焊、测试、操作特性、对焊条、电焊条和填充金属所计划的用途。材料规格由从《美国焊接协会》规格中衍生的 SFA 编号指定。无论在合约协议中指定哪种焊接材料，采购检验师通常会引用这些规格，以确保在生产中使用正确的材料。然而，核心考试中不会有 C 部份的特定考题，但采购检验师须熟悉此标准涵括的内容。
- **D 部份 — 材料性能。** D 部份为 A 部份和 B 部份中包含的所有材料规格提供了设计应力值、拉伸强度、屈服强度、其它重要化学和物理性能方面的图表。这一章节主要是提供给《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》设计者使用的。就这点而论，核心考试中不会有 D 部份的特定考题，但采购检验师须熟悉此标准涵括的内容。
- **美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范 第五节 — 无损检测。** 《锅炉和压力容器规范》的这一章节包含了《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》其它章节和/或合约协议中指定的无损检测技术的要求和方法。第五节涵括了大部分常用的无损检测方法，包括射线照相测试、超声测试、磁粉测试、渗透测试、目视测试和液体渗透测试。第五节的附录 A 展示了一份清单，包括常见的缺欠和损坏机理，及一般能够将它们探测出的无损检测方法。第五节还提供了评价无损检测结果的指导。采购检验师须完全熟悉合约协议和/或“检验和试验计划”中指定的无论是哪种的无损检测方法的内容。就采购检验师考试目的而言，《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第五节涵括的、考生须注重的一些内容包括：
 - A 小节第 1 条附录 1 和 B 小节第 30 条 SE-1316 中的所有定义
 - 第 1 条 无损检测的一般要求
 - 第 4 条 焊缝的超声检测方法
 - 第 6 条 液体渗透检测
 - 第 7 条 磁粉检测
 - 第 9 条 目视检测
 - 第 10 条 泄漏测试
 - 第 23 条第 797 节 超声厚度测试

- **美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范 第八节第 1 部份 — 压力容器的建造规则。** 第 1 部份包含了对下列各项的要求、特定禁令和非强制性指导: 标准设计的非受火压力容器的材料、设计、生产、检测、检验、测试、证书和泄压要求。第 1 部份分为三个小节, 附有强制性或非强制性附录。采购检验师须完全熟悉第 1 部份的内容, 这些内容都与合约协议和/或“检验和试验计划”中指定的生产、检测、检验和测试有关。《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第八节第 1 部份中涵括的一些采购检验师须熟悉的内容包括:
 - A 小节涵括了所有压力容器的一般适用要求。
 - B 小节涵括了压力容器生产的特定方法, 例如焊接
 - C 小节涵括了生产压力容器所使用的各类材料, 例如钢、合金、覆层、衬里、低温材料等等。

就采购检验师考试目的而言, 考生须注重下列章节:

- 附录 3 中的所有定义
 - 材料, UG 4 至 15
 - 生产, UG 75 至 85
 - 检验和测试, UG 90 至 103
 - 标示和报告, UG 115 至 120
 - 焊接综述, UW 1 至 3
 - 焊接材料, UW 5
 - 生产, UW 26 至 42
 - 检验和试验, UW 46 至 54
 - 标示和报告, UW 60
 - 焊后热处理, UCS 56
 - 射线照相检测, UCS 57
- **美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范 第八节第 2 部份 — 压力容器的建造规则 — 备选规则。** 第 2 部份还包含了对下列各项的要求、特定禁令和非强制性指导: 高级设计的非受火压力容器的材料、设计、生产、检测、检验、测试、证书和泄压要求。第 2 部份分为九个部份, 每一部份均附

有强制性或非强制性附录。就核心考试而言，采购检验师不需要完全熟悉第 2 部份的内容，但采购检验师须熟悉此标准涵括的内容。

- **美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范 第九节 — 焊接和钎接工艺、焊工、钎接工、焊接及钎接操作员的评定标准。**《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》的 QW 部份涵括了生产中使用的焊工资格、焊接操作员和工艺。涵括的主要题目包括：一般焊接要求、焊接工艺规程和评定及焊工技能评定。第九节没有涵括生产焊缝的接受标准。第九节还涵括了钎接生产 (QB 部份)，因此采购检验师须意识到还有这一章节，但不需要熟悉它，除非被分派的项目指定做钎接建造。采购检验师须完全熟悉第九节 QW 部份的、在合约协议和/或“检验和试验计划”中指定的有关“焊接工艺规程”、“工艺评定记录”和“焊接技能评定”的内容。就采购检验师考试而言，考生需要注重《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第九节的下列章节：
 - 焊接的一般要求 QW 100 至 190
 - 焊接工艺评定 QW 200 至 290
 - 焊接性能评定 QW 300 至 380
 - 焊接数据 QW 400 至 490
 - 标准焊接工艺规程 QW 500 至 540
- **美国机械工程师协会 B31.3 — 加工管线。** B31.3 涵括了通常用于石化工业、与压力容器关联的加工管线的生产要求。它涵括了加工管线的设计、材料、生产、焊接、安装、测试、检验和检测，包括有法兰、配件、垫圈、螺栓连接、阀和泄压阀。采购检验师须熟悉 B31.3 中与合约协议和/或“检验和试验计划”中指定的检测、检验和测试程序有关的内容。就采购检验师考试而言，考生须熟悉的、《美国机械工程师协会 B31.3》中涵括的一些内容包括：
 - 第一章 范围和定义
 - 第三章 材料
 - 第四章 管道组件标准
 - 第五章 生产、组装和安装
 - 第六章 检验、检测和测试
- **美国机械工程师协会 B16.5 — 管子法兰和法兰管件。** B16.5 涵括了对材料、尺寸、公差、标志、法兰和法兰管件、法兰螺栓连接和垫圈的要求。B16.5 涵括了用于铸造或锻造材料制造的管子的 150、300、400、600、900、1500 和 2500 系统的法兰级别指定，管子的尺寸是从 ½ 公称管径至

24 公称管径。这些压力级别对不同的建造材料具有不同的压力和温度等级。B16.5 还涵括了盲版和减径法兰。采购检验师须使用这一标准核实，所提供的合约协议中指定的法兰和法兰管件是否正确。就采购检验师考试目的而言，考生须熟悉《美国机械工程师协会 B16.5》中的下列章节：

- 第 1 章至第 8 章，引用了叙述信息和有关图表

8.2.5.4 美国无损检测学会标准

- **美国无损检测学会 SNT-TC-1A。** 这项建议规程为无损检测技术员建立了一个资格和证书项目的总体框架。除外，此标准还为不同试验方法提供了建议的教育要求和培训要求。采购检验师须完全熟悉这项标准，包括 3 种级别的、合格的无损检测技术员的每种级别的职责和责任。

8.2.5.5 美国焊接协会标准和参考资料

- **焊接检验手册。** 这份手册提供的资料，是为在与焊接关联的目视及无损检测的技术和应用上，协助焊接检验师和主管的工作。采购检验师须完全熟悉这本手册的内容。
- **美国焊接协会 D1.1 结构焊接规范。** 这项规范涵括了任何类型焊接结构的焊接要求，这些结构是由常用的碳和低合金结构钢制造的。采购检验师须熟悉下列章节：
 - 规模和应用
 - 对焊接检验师的要求
 - 焊接检验操作
 - 有关检验安全的考虑
 - 预热和焊后热处理
 - 焊缝和与焊缝有关的不连续性
 - 焊缝的破坏性测试
 - 无损检测方法
 - 无损检测人员的资格

8.2.5.6 美国保护涂料协会标准

- **美国保护涂料协会-PA 2，涂层应用 2 号标准，确定符合干涂层厚度要求的程序。** 这项标准描述了使用无损检测测厚规，确定符合金属基底上指定的“干膜厚度”(DFT) 范围的程序。采购检验师须熟悉此标准的第 1 节至第 8 节。
- **美国保护涂料协会的表面准备指南。** 这项准则简要说明了 7 种不同的《美国保护涂料协会和美国腐蚀工程师协会的表面准备标准》的范围及在采购检验上的应用。采购检验师须熟悉这本指南中包括的下列 7 项标准的范围，但就考试目的而言，不需要熟悉特定标准的细节。
 - 美国保护涂料协会 - 表面准备 1 — *溶剂清理*
 - 美国保护涂料协会 - 表面准备 3 — *动力工具清理*
 - 美国保护涂料协会 - 表面准备 5 或 美国腐蚀工程师协会 1 — *白金属喷砂清理*
 - 美国保护涂料协会 - 表面准备 6 或 美国腐蚀工程师协会 3 — *商业喷砂清理*
 - 美国保护涂料协会 - 表面准备 7 或 美国腐蚀工程师协会 4 — *刷掉喷砂清理*
 - 美国保护涂料协会 - 表面准备 10 或 美国腐蚀工程师协会 2 — *近白喷砂清理*
 - 美国保护涂料协会 - 表面准备 11 — *动力工具清理至裸金属*

8.2.6 焊接工艺和评定

就固定和机械设备及材料而言，焊接工艺评定是供应商/供货商的责任，也是采购检验师的责任，当评定获得工程批准时，须对其进行核实。施行焊接检验之前，采购检验师须确认手中的“焊接工艺规程”版本已由负责人审核并批准，负责人即工程师/“焊接工艺规程”/“工艺评定记录”领域专家。《美国焊接协会焊接检验手册》、《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第九节、《美国焊接协会》D1.1 和《美国石油学会 577 建议规程》，均是获得“焊接工艺规程”/“工艺评定记录”的知识和理解的适当参考。

8.2.7 无损检测程序

无损检测程序的开发是供应商/供货商的责任，也是采购检验师的责任。当它们被获准使用时，须对其进行核实。在见证无损检测之前，采购检验师须确认手中的无损检测程序版本已由负责人审核并批准，负责人即工程师/无损检测领域专家。《美国焊接协会焊接检验手册》、《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第五节、《美国焊接协会》D1.1 和《美国无损检测学会》SNT-TC-1A，均是获得这些知识和理解的适当参考：无损检测程序、所需培训及无损检测技术员证书。

8.2.8 项目进程

一般来说，建立和监督交货的责任不在采购检验范围内，而按期完成计划的的责任是供应商/供货商的。因此，也许会要求采购检验师报告生产状况或阶段进程中的进度落后情况。如果采购检验师认为，由于进度的压力也许会降低产品质量，他/她须通知检验协调员。

8.3 施行采购检验

8.3.1 被分派施行采购检验活动的人员，必须遵从买方指定的“检验和试验计划”。目视检验、焊接检验、尺寸检验、无损检测的观察和所有其它检测和试验，必须遵从原始“检验和试验计划”、项目规格、适用规范和标准施行，并达到适用的接受标准。欲知检测方法、工具和设备的资料，参见第9节。

8.3.2 采购检验工作流程中的一个重要步骤，是核实证明生产期间施行生产和质量控制步骤的供应商/供货商的人员，是完全经过培训、合格和持有证书的，正如“检验和试验计划”或其它合同文件中所指定。这里也许须包括这样的证书：根据指定标准的供应商/供货商的质量人员资格、对焊工工作日志的检查，及根据指定标准的无损检测技术员的证书。这些标准包括如《美国无损检测学会》SNT TC-1A、《美国电力研究所》(EPRI) 或《美国石油学会》的“工业合格检测员”。

8.3.3 在制造和生产过程中，供应商/供货商也许会建议对工作流程做改动，这也许会影响到成本、计划进程和/或质量。在这类情况下，采购检验师须要求供应商/供货商以书面提交这类改动建议，由买方和/或设备业主-用户审核。

8.4 采购检验工作流程中计划的大型活动

8.4.1 综述

通常的采购检验工作流程中计划的大型活动，包括下列。

8.4.2 预购买会议 (合同招聘之前)

采购检验师也许或也许不须参与预购买会议。这种会议的目的是为全面包括从供应商/供货商处预期的一些特定设计、生产和/或质量保证/质量控制的要求，以确认它们的投标不会无意忽略这些要求，而导致在生产 and 采购检验活动期间造成意外惊讶。

8.4.3 预检验会议 (生产开始之前)

分派给供应商/供货商设施的采购检验师须参加预检验会议。这项会议的目的是为确保在供应商/供货商设施介入制造、生产和监控设备质量的每一名人员，都全面理解工作的特定要求和细节，特别是那些也许是非常规或与供应商/供货商常规质量监督有所不同的要求。重要的是，采购检验师须为预检验会议事先做准备，为的是确保会议包括所有必要的议题要求，正如合约协议和采购检验师公司政策/工作实践中所指定。这些要求也许会包括审核以下列项：

- 定单和合约协议
- 工程、技术和材料要求及状况
- 生产进程表
- 关键途径和长周期设备/材料
- 质量要求，例如“检验和试验计划”、不合格报告和检验频率等。
- 分包供应商及他们的质量要求
- 特殊要求，例如性能或功能测试的要求
- 油漆、防腐措施和加附标记
- 沟通要求，例如有关检验地点的通知、报告的分发、建议的改动、停工待检点、计划造成的影响等等。
- 装运和发货计划
- 最终文件记录要求
- 对任何观察到的情况、例外问题或偏差的记录和报告

这些采购检验工作流程的大型活动，也许还须由除采购检验师以外的其他人员来观察或操作。这些人员包括：项目工程人员、客户代表或第三方检验机构。

8.5 报告的书写

8.5.1 采购检验的一个关键交付项是检验进程报告，报告详述采购检验查访期间所审核的文件、所施行的检验活动、所观察到的和/或见证的事项。报告一般以标准格式书写，并须遵从买方指定的始终统一的方式。

8.5.2 在每份报告中，采购检验师须参考下列最低限度的信息：

- 查访日期
- 匹配的合同编号和关键信息
- 查访目的
- 行动要项或需要关注的方面
- 检验/监督结果
- 用于施行检验/监督的参考图纸/使用数据 (包括图纸编号)
- 参考图纸/数据的修正
- “检验和试验计划”中适用要求的参考资料
- 对不合格或偏差的物品/问题的识别

8.5.3 检验报告中常用的是照片，因为它们协助说明检验结果。在拍摄任何照片之前，采购检验师须获得供应商/供货商的准许。要注意的是，须确保附上适量的照片，因为太多照片会造成文件过大，因而影响报告的分发。照片须注有日期，标明需要关注领域的描述或产品标签参考，使阅读的人员可容易的理解此采购检验报告。

8.5.4 将报告分发给买方之前，须将报告提交给检验协调员，以得到对内容和技术明确性的审核，除非另有指示。

8.6 不合格/偏差

8.6.1 当鉴别合约协议或其引用规格、图纸、规格或标准的偏差时，采购检验师须将它们标识为不合格。一旦鉴定为不合格，在实际可行的情况下，采购检验师须尽快通知检验协调员。

8.6.2 不合格报告须引用下列最低限度信息：

- 检验日期
- 合同编号和资料
- 有关不合格物品和问题的说明
- 如可能的话，提供显示差异问题的照片，
- 涉及的规格、图纸、规范或标准

- 对产品的影响
- 供应商/供货商对不合格问题所建议的处理方案

8.6.3 采购检验师须将不合格报告发给检验协调员，以获得审核并分发，除非另有指示。

8.6.4 对规格的偏差，通常必须由责任工程师/技术人员批准。

8.6.5 对不合格的可接受处置方案 (由责任工程师/领域专家批准) 也许包括:

- 照现状使用
- 重做/根据原始合同文件或已被批准的修理程序进行修理
- 废弃涉及的设备/组件，并开始重做

8.6.6 一旦对不合格问题的处置方案得到所有适当的各方同意并被执行，采购检验师一般有责在各方同意的处置方案的基础上，确定当前的不合格物品是否符合原始或修正的要求。采购检验师的责任是要核实，以确认不合格报告的处置方案已被妥善执行。

8.7 采购检验项目的继续改进

在供应商/供货商的设施完成采购检验活动时，介入“计划和去做”流程的采购检验师、检验协调员和所有其他人员，须审核整个计划和“计划-去做-检查-调整”的“继续改进”(CI) 循环周期中的去做部份，以确定哪些活动进展顺利及在哪些地方可以/须做改进/调整。如果具有可能和有必要改进采购检验管理系统，须做出决定；采购检验项目计划的流程是：“检验和试验计划”的建立和执行；及采购检验工作流程中大型会议的执行。对任何这类改进，须做文件记录并发给采购检验经理和协调员，以使这些改进得到执行。这里须包括对供应商/供货商做绩效评价。

8.8 采购检验师的继续改进

通过回答这样的问题，采购检验师还可/须从继续改进循环周期中学到他/她如何能改进他们的工作绩效:

- 我应该更加熟悉哪些工业规范和标准？
- 我能做哪些任何安全和/或个人行为的改进？
- 我能改进我书写各种采购检验报告的方式吗？
- 在抵达供应商/供货商地点之前，我需要改进我对项目文件的审核吗？
- 我能改进我主持预生产会议的方式吗？

- 在采购检验项目中，我能改进结束我作用的及时性吗？

9 检测方法、工具和设备

9.1 综述

这一章节描述了采购检验师在供应商/供货商处做监督工作期间，须熟悉的通常使用的检测方法、工具和设备。在“检验和试验计划”中，须包括买方的、也许比工业规范/标准更为严格的检测要求，或合约协议中的参考资料，或供应商/供货商的常规程序。

9.2 建造材料的审核和确认

9.2.1 质量监督的一个关键因素，是确保供应商/供货商在设备生产或制造期间使用正确的材料。通常的审核须由下列组成：

- 材料试验报告 (MTRs) — 《美国石油学会 577 建议规程》第 10.8 节和《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第二节 SA-370，涵括了采购检验师有必要知道和理解的有关材料试验报告的资料。
- 须拒收任何经修改的、修正的或已被废弃的报告，因为这些迹象也许表明有潜在的材料或组件伪造。所有的材料试验报告必须清晰易读。
- 通常的采购检验活动，是确认所建议的建造材料是在建造期间使用的实际材料。采购检验师须：
 - 确认正确的材料类型和等级。
 - 确认材料的源产地。
 - 检查材料尺寸和/或厚度。
 - 核实材料的可追溯性，直至证明文件。
 - 核实材料遵从了合同文件中指定的特定化学和/或机械性能。
 - 查核被指定的热处理的证据。
 - 这里通常要做的是，核实材料等级、类型和系列号是否与材料证明文件匹配。一些供应商/供货商和买方的质量保证计划包括有各种各样的方法，使用“材料可靠性鉴别” (PMI)，以确保在制造中使用的是正确材料。采购检验师须熟悉这些方法并确保做到遵从它们。《美国石油学会 578 建议规程》是材料检定和材料可靠性鉴别的好的参考文件。

9.2.2 采购检验师须意识到，会有伪造材料/文件混进供应链的可能。须留心下列的、包括但不限于的关键事项：

- 通用文件，而不是用于特定产品的
- 含有最少的或没有文件记录的材料或设备
- 可疑或已被废除的标记或商标
- 外观不一致的物品
- 被更改的文件
- 缺乏材料可追溯性或产品证书的物品
- 《美国机械工程师协会》或《美国材料试验学会》的钢印也许是伪造的

9.3 尺寸检验

9.3.1 在理解和施行尺寸检验上，采购检验师须做到精通熟练。例如卷尺、千分表、卡尺、量角器、水平仪的设备，均是用于尺寸检验的常用工具。欲知有关行业采购检验工具的更多信息，参见《焊接检验手册》和《美国石油学会 577 建议规程》。

9.3.2 施行尺寸检验时，采购检验师须熟悉尺寸要求和允许公差。在检验参考图纸中，须记录实际尺寸。对超过公差的尺寸，须报告为不合格或偏差。

9.4 目视检验

9.4.1 施行目视检验的重要点，是须有充足照明。采购检验师必须熟悉适用规范、标准或规格中限定的最小照明要求。如果在目视检验过程中照明不足，在有些车间这并不是不常见的，采购检验师必须向供应商/供货商和检验协调员提出这些顾虑，以使问题得到解决。为施行充足的目视检验，采购检验师也许需要在他/她身边携带手提照明，如光笔、大功率手电筒等等。

9.4.2 施行焊接、涂层等等的目视检验采购检验师，须经过完好培训、获得资格和/或根据要求获得证书，以能根据适用规范或标准施行这些工作，这里包括对视觉灵敏度的要求。

9.5 无损检测 (NDE) 技术

9.5.1 综述

9.5.1.1 在适用项目规格中，包括了供应商/供货商在制造和生产中应用的特定无损检测技术的主源。这些文件须为无损检测方法引用其它适合的规范/标准，如《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》第五节，及无损检测技术员资格，如《美国无损检测学会》SNT TC-1A。采购检验师须熟悉《美国无损检测学会》SNT TC-1A 中描述的无损检测资格/证书的流程，特别是一级、二级和三级无损检测技术员应承担的职责和责任。

9.5.1.2 采购检验师须熟悉《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》第五节分节 A 第 1 条的强制性附录 1 和分节 B 第 30 条 SE-1316 包含的无损检测术语。

9.5.2 渗透测试 (PT)

《美国石油学会 577 建议规程》第 9.6 节和《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》第五节第 6 条 T-620，涵括了采购检验师需要知道有关渗透测试的大部分知识。渗透测试中揭示的不连续性，通常记录于无损检测报告。

9.5.3 磁粉测试 (MT)

《美国石油学会 577 建议规程》第 9.4 节和《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》第五节第 7 条 T-750，涵括了采购检验师需要知道有关磁粉测试的大部分知识。磁粉测试中揭示的不连续性，通常记录于无损检测报告。

9.5.4 射线照相测试 (RT)

《美国石油学会 577 建议规程》第 9.8 节和《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》第五节第 2 条 T-220 和 SE-797，涵括了采购检验师需要知道有关射线照相测试的大部分知识。射线照相测试中揭示的不连续性，通常记录于无损检测报告。

9.5.5 超声测试 (UT)

《美国石油学会 577 建议规程》第 9.9 节和《美国机械工程师协会 *锅炉和压力容器规范*》第五节第 4 条 SE 797 和第 5 条 T-530，涵括了采购检验师需要知道有关超声测试的大部分知识。超声测试中揭示的不连续性，通常记录于无损检测报告。

9.5.6 硬度测试 (HT)

《美国石油学会 577 建议规程》第 9.10 和 10.4.3 节及图表 11，涵括了采购检验师需要知道有关硬度测试的大部分知识。

9.5.7 材料可靠性鉴别 (PMI)

《美国石油学会 578 建议规程》，涵括了采购检验师需要知道有关材料检定和材料可靠性鉴别的大部分知识。

9.6 破坏性测试

9.6.1 破坏性测试的定义是，为确定机械性能在金属上做试验，这些试验包括取样试件测试。这类试验的范例包括拉伸测试，弯曲测试和“夏比”冲击测试。

9.6.2 做拉伸测试，是为确定屈服强度（弹性变形成为塑性/永久变形的点）和物品的极限拉伸强度（破裂点）。

9.6.3 弯曲测试通常是在焊接试件上进行，以检查焊缝的延性和完整性。

9.6.4 做“夏比”冲击测试，是为确定金属和焊缝的韧性。对这项测试的指定也许会有多种多样的原因。将测试指定于多种多样的不同温度，是为显示容器或管道系统在发生故障前是否有能力做塑性变形，例如要避免灾难性的脆性断裂。就许多建造规范而言，经常的一项要求，是冲击测试须在 -20°F 的温度下，但工程规格也许要求在其它温度中也做冲击测试。

9.6.5 《美国石油学会 577 建议规程》第 10.4 节，涵括了采购检验师有必要知道和理解的大部分有关金属破坏性测试的资料。

9.7 压力/泄漏测试

9.7.1 综述

压力/泄漏测试，通常由适用规格/标准和合约协议指定。

9.7.2 压力测试

9.7.2.1 对压力测试的指定，通常是用来检查泄漏或确定设计或生产中是否会有严重错误，以致会造成组件在压力下发生故障（破裂、裂缝或变形）。车间中的压力试验通常是用水（水压测试）或空气（气动测试）

或两种的结合 (水压-气动测试)。正如名称所示，压力测试涉及使用高压进行测试，组件在高压上通常还要操作，因此在见证压力试验中至关重要是安全。压力试验必须根据物品原始建造的建造规范或标准进行，如《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第八节的容器或《美国机械工程师协会》B31.3 的加工管线。这些规范一般性的说明了在压力均等和稳定后，须如何安全地见证类似的试验。无论是用水压、水压-气动还是用气动做测试，压力测试设备须具有手段防止设备在试验中发生超压。采购检验师须检查此项。

9.7.2.2 水压测试是压力测试的最常用方法，是使用水的压力应用。至关重要是，在做注水和压力应用前的过程中，须开启高点排气口，以确保系统中没有留存空气。空气是非常可压缩的，而水被认为是不可压缩的。如果测试的商品在试验过程中发生故障，水压试验过程中留存于设备的空气压缩，能导致灾难性的脆性断裂和人员重伤。

9.7.2.3 气动测试一般是用空气，虽然有时也用空气和水的组合进行。更高压力的气动测试具有极大风险，因此在不具备所有知识和责任工程师的许可，即工程师对试验中脆性断裂的潜在性具有足够了解并认为可以忽略，否则永远也不要做这项测试。危险的是设备组件，当它们在气动压力下发生故障时，会被强力推出很远距离，造成许多损坏和/或人员重伤。

9.7.2.4 泄漏测试这个术语，一般用于描述使用空气或气体的低压测试。测试仅仅是检查设备中组件在组装后是否有漏，如法兰和螺纹连接的连接件。泄漏试验通常使用大大低于设备设计压力的低压，以最大限度减少人员的受伤风险。使用氦或其它气体的专门泄漏试验，须由合同文件指定。文件将详述泄漏试验的程序，并一般性的引用必须遵循的工业标准。

9.8 性能/功能测试

性能和功能测试一般不适用于如容器和管道的固定设备，而是更多的与机械、仪器、分析器和控制系统有关，以确定设备是否按照运行中所指定的工作。在采购检验师介入性能/功能测试的情况下，须做出带有接受标准的特定程序。经常的惯例是一名工程师或其它领域专家也将见证试验。除非合同文件中另有指定，容器和管道的性能测试一般限于确保它们没有泄漏。

9.9 表面准备/涂层检验

9.9.1 涂覆系统的性能，通常取决于涂覆应用的基底或表面准备的良好程度。对固定设备来说，通常建议或要求做表面准备的目视检验。检验通常由下列组成：

- 表面轮廓测量

- 目视表面比较
- 喷砂介质检定

9.9.2 合同和工程文件通常指定涂覆系统，并很可能涉及到单涂层或多涂层的涂覆应用。检验这些涂覆系统的方法是根据《美国保护涂料协会》SSPC-PA 2 使用“干膜厚度计”(DFT)，采购检验师须熟悉此方法。

9.9.3 采购检验师须意识到特定的涂覆要求，如焊缝、边缘、角落等等的预涂，这些预涂是为确保粗糙或不平的表面的涂层性能。

9.9.4 除定单要求和公司标准外，涂覆制造商在建议中须提供正确的、需要遵循的涂覆应用细节。

9.9.5 在准许固定设备发货之前，采购检验师须检验涂覆的、或加有衬里的表面是否有：凸起区域、小孔、软斑点、结合剥离、脱层、起泡、漏点、气泡、鱼眼孔、多余涂料条纹和凹陷、均匀度问题、机械损坏、油漆皱皮、粘连、泥滩状开裂和合适的颜色或阴暗色。

9.9.6 采购检验师须对任何需要做涂层修理的区域做合理鉴定，并做文件记录（不合格报告）。修理之后，须做测试和再检验。

10 最终接受

10.1 最终接受固定设备之前，采购检验师须确定下列：

- 供应商/供货商已完成合约协议中指定的所有工作
- 供应商/供货商的质量控制代表和业主的质量保证代表，已完成和解决所有不合格报告的问题。
- 已完成所有剩余工作清单中的列项
- 已完成所有与检验有关的活动，并做了文件记录
- 根据规范要求、标准和项目规格，业主的质量保证代表已认可接受所有的供应商/供货商所做的工作。

10.2 在合同和工程文件中，也许会指定装运准备。重要的是在准许设备发货之前，采购检验师须确认已有效完成所有的支撑、捆扎、安装、覆盖、包装、标志和防风雨物件等等。

10.3 审核供应商/供货商的最终数据。在完成制造/生产之际及运送材料或设备之前，通常是由采购检验师最终审核合同中要求的供应商/供货商数据。这项审核是为确定所有的文件齐全及竣工物品也具有合约协议中鉴明的所有辅助文件。这类文件也许包括但不限于：

- 最终生产图纸。
- 材料试验报告
- 压力试验文件记录
- 无损检测结果
- 产品特定质量控制检查
- 不合格报告的完成
- 证书文件
- 规范遵从的文件记录

11 制造和生产 (M&F) 工艺

11.1 综述

11.1.1 制造商/生产商须对其制造和生产的产品的质量负责，这不仅包括良好的技巧，还包括须遵从合约协议中包含的所有规范、标准和规格。正如“检验和试验计划”中所定义，采购检验师的责任是根据适用的“检验和试验计划”，在供应商/供货商的设施进行采购质量监督活动。

11.1.2 常用的特定制造和生产工艺包括焊接、热处理、铸造、成型、锻造、机加工、组装等等。采购检验师需要熟悉这些制造和生产工艺，以确认它们是否遵从了规范、标准和项目文件的要求。就所有的包括重做和修理的制造和生产工艺而言，下列资料须始终如一并得到确认：

- 制造和生产工艺须具有一项描述如何施行工作的文件记录方法
- 被要求施行制造和生产工艺的人员，须具有培训和资格的证明
- 施行工作的人员，须随时可接触有关的制造和生产工艺
- 须具有文件记录的接受标准，以确定是否能接受制造和生产工艺的结果
- 须已对制造和生产工艺的结果做了文件记录

11.1.3 重做和修理 — 须由买方批准，并由采购检验师核实。

11.2 焊接工艺和焊接缺陷

《美国石油学会 577 建议规程》第 5 节中描述了设备的制造和生产中通常使用的焊接工艺。《美国石油学会 577 建议规程》第 4.5 节中涵括了多种多样的、可能出现的焊接缺陷。采购检验师须熟悉这些章节。不同的焊接工艺会有不同类型的焊接缺陷。重要的是，采购检验师须知道在制造和生产中，应该在设备上用哪些焊接工艺，并须熟悉每种焊接工艺中通常会出现的缺陷。

11.3 铸造

11.3.1 铸造工艺是用任何可熔材料创造简单或复杂的形状。这项工艺由下列步骤组成：熔化材料并将其加热至指定温度，将熔料倒进模子或所需形状的空腔，将材料固化，成型为成品形状。铸造工艺的优势是，可用单步工艺去生产下列具有一个或多个特性属性的组件：

- 复杂形状，例如配件、法兰和阀体
- 空心截面或内部空腔
- 不规则曲面
- 非常大的尺寸
- 难以机加工的材料

11.3.2 用铸件制成的压力组件的劣势是机械性能，如也许没有足够的韧性。采购检验师须意识到的、与铸造工艺关联的通常缺陷包括：

- 缩孔
- 气孔
- 积存夹渣

11.3.3 铸件在铸造工艺中易于产生孔隙，这会在运行期间造成穿壁泄漏。《美国材料试验学会》A703 “钢铸件标准规格和含压零件的一般要求”引用了在石化工业中通常用于泵铸件和阀体的《美国材料试验学会》铸件等级。这项标准禁止对铸件中的缺陷做锤尖敲击、堵塞和浸渍，以阻止泄漏，反之须是要做更多的永久性焊接修理。采购检验师须确认，任何所需的铸件修理均要得到他/她的关注，因而可准备足够的修理程序并由买方批准和执行。《美国材料试验学会》703 还提供了对铸造中材料类型的铸造等级符号的鉴别。

11.3.4 为注明铸造材料的类型，要求阀铸件 (如 WCB、WC9、CF8M 等等) 上均有等级符号。采购检验师须核实产品上的铸造等级符号，例如阀体须符合合同文件中的指定等级。

11.3.5 《制造标准化协会》-SP-55 阀的钢铸件质量标准、法兰和配件及其它管道组件 — 用于表面不平整评价的目视方法。此方法一般是用来施行表面不平整的目视评价的标准，这些不平整也许会在铸造工艺中发生。接受铸造产品的采购检验师须熟悉这项标准。

11.4 锻造

11.4.1 锻造是最老的、已知的金属制作工艺。它由许多使用局部压缩力的特性工艺组成。这些压缩力的施加是通过使用锤子、压力机、模具或其它锻造设备，以导致塑性/永久变形。锻造也许可在所有温度范围中进行，但大多数锻造是在金属的再结晶温度以上进行。在锻造工艺中，晶粒流动跟随组件的一般形状，产生改进的强度和韧性特性。这一改变的优势包括：

- 增加抗磨力，但不增加硬度/延性损失
- 比同等铸件或机加工组件更强/更硬
- 可用较为便宜的合金，生产出高强度组件
- 组件不易受一般铸造缺陷的影响

11.4.2 《美国材料试验学会 A788》*钢锻件标准规格和一般要求*，涵括了一组常见要求。这组要求也许会应用到一般用途的钢锻件。《美国材料试验学会 A788》的关键因素包括下列：

- 购买者也许会指定附加要求
- 必须做拉伸和硬度试验，以评价机械性能
- 除非产品规格准许，否则不得做修理焊接
- 根据供应商和买方的协议，也许可对一般要求做补充；这些要求用 S 字母加一个数字来标明 (例如 S5)

11.5 机加工

11.5.1 机加工是几种金属制作工艺中的任何一种。在这些工艺中，用控制的削除材料工艺将原材料切割成所需的最终形状和尺寸。需要做机加工的固定设备组件通常包括：法兰、阀组件和热交换器管板。三种主要的机加工工艺是车削、钻孔和铣削。其它机加工操作包括成型、刨削、钻孔、拉削和锯削。

11.5.1.1 车削操作的主要方法是使工件旋转，使金属移至切割工具。车床是车削中使用的主要机加工工具。

11.5.1.2 铣削操作是使切割工具旋转，并使切割边缘紧贴工件。铣削车床是铣削中使用的主要机加工工具。

11.5.1.3 钻孔操作是用旋转切割器钻孔并精饰，切割边缘在下部与工件接触。钻孔操作主要由钻进压力器来做，但有时也用车床或铣床。

11.5.2 在机加工操作中，需要关注工件的许多细节，以达到工程图纸或蓝图制定的规格。除去明显的与正确尺寸关联的问题，还有一个问题就是须达到工件正确的终饰或表面光滑度，例如法兰的终饰。当机加工操作正在进行时，采购检验师通常不做检验；然而，采购检验师也许会被要求检查机加工组件的尺寸和公差。

11.6 组装

组装一般更多着重于机械、仪器、控制系统和电气设备，目的是核实装配的适合/形式/功能。然而，就须组装的如撬装装置和其它设备的机械设备而言，例如法兰或其它连接，采购检验师须核实所有连接点是否紧密结合。在做这项工作时，可用扭矩扳手或用用小锤（如除渣锤或圆头锤）轻敲螺栓，使它们“密合”。采购检验师须做检查，以确认在见证水压试验时，螺栓连接法兰和螺旋管件没有漏失。

11.7 与制造和生产工艺关联的冶金问题

11.7.1 结构和金属

冶金学是一门复杂的科学，为这门科学，许多学院提供四种学历的课程。但由于在制造和生产、包括焊接的过程中也许会使用很多种金属和合金，重要的是，采购检验师对主要原则须具有一般的了解。《美国石油学会 577 建议规程》第 10 节中，涵括了大部分采购检验师有必要知道和理解的有关冶金问题的资料，采购检验师须熟悉它们。

11.7.2 金属物性

金属或合金的物性对结构比较不敏感，不用施加压力也可进行测量。金属物性的范例是熔化温度、导热性、导电性、热膨胀和密度。《美国石油学会 577 建议规程》第 10 节中，涵括了大部分采购检验师有必要知道和理解的有关金属物性的资料。

11.7.3 金属机械性能

工程师须选择建造材料，这些材料在操作温度和压力下须能提供足够强度和韧性。对检验师来说，重要的是须确认机械性能可达到设计要求。检验师须了解机械性能的基本原则及所做试验的性质，以核实这些性能的数值。《美国石油学会 577 建议规程》第 10.4 节中，涵括了大部分采购检验师有必要知道和理解的有关金属机械性能的资料。

11.7.4 金属的硬度和可硬性

可硬性的定义是，铁合金性能确定了由淬火引起的硬度深度和分布。要注重的一点是，可硬性和硬度之间没有紧密关系，这只是压痕阻力。硬度主要取决于材料的碳含量，然而硬度极大程度的受合金元素的影响，如铬、钼和钒，而较小程度的受如镍、铜和硅的合金元素的影响。《美国石油学会 577 建议规程》第 10.7 节中，涵括了大部分采购检验师有必要知道和理解的有关金属硬度和可硬度的资料。

11.7.5 金属可焊性

《美国焊接协会》对可焊性的定义是：“在施加生产条件的情况下，可焊成特定的、相符的设计结构及在预定运行中令人满意的工作的金属能量。”《美国石油学会 577 建议规程》第 10.9 节和 10.10 节中，涵括了大部分采购检验师有必要知道和理解的有关金属可焊性的资料。

11.7.6 预热和焊后热处理

11.7.6.1 预热

预热的定义是，在开始焊接前，将焊缝及周围基金属加热至预先确定的温度。预热碳钢和低合金钢的主要目的，是为减少氢致延迟开裂的趋向。为达到此目的，须减缓冷却速率。这有利于防止在焊缝和基金属热影响区中形成马氏体（一种更会有裂缝倾向的微结构）。根据 B31.3，焊接新的加工管线的预热区域，须在管道焊缝边缘至少延伸一英寸。《美国石油学会 577 建议规程》第 10.5 节中，涵括了大部分采购检验师有必要知道和理解的有关预热的资料。

11.7.6.2 焊后热处理 (PWHT)

焊后热处理 (PWHT) 在碳钢和低合金钢中产出机械和冶金效力，这些效力大幅度取决于钢材成份、过去的受热史、温度、焊后热处理的持续时间、及焊后热处理过程中所用的加热和冷却速率。对焊后热处理的需要，取决于许多因素，包括：金属化学、正在连接的零件的厚度、接头设计、焊接工艺及运行或工艺条件。焊后热处理的温度是根据设备或结构中正在进行的变化所选择的。当规范要求做焊后热处理时，碳钢和有些合金

钢通常的正常保持温度是一小时的 1100°F /每英寸厚度，最短为 15 分钟。由于考虑到正在工作的运行的工艺，当要求对设备做焊后热处理时，这些要求最可能在公司标准中或在项目文件指定中找到。“焊接工艺规程”通常会指定适合的焊接设备和管道的焊后热处理。建造规范或项目文件也许会指定焊后热处理的加热和冷却速率。压力设备和管道的通常在 800°F 以上的加热速率，必须控制在每小时不得超过 400°F，在设备 15 英尺的部份内，温度变化不准许超过 250°F。必须设置热电偶，以核实组件上的温度是否均匀分布和确保组件在焊后热处理过程中没有过热或热度不够。《美国石油学会 577 建议规程第》10.6 节；《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第八节第 1 部份 UCS-56 和 B31.3, 331 中，涵括了大部分采购检验师有必要知道和理解的有关焊后热处理的资料。

11.7.6.3 其它热处理

容器和管道的其它热处理，包括退火、正火、固溶退火和回火。欲知这些热处理的资料，参见第 3 节中定义。

12 压力容器

12.1 综述

压力容器是为承受内压或外压而设计的一种容器。压力容器通常是根据《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第八节或其它认可的国际压力容器规范建造，或由管辖机构批准。这些规范通常将设计基础限制在不得低于 15 表压磅/平方英寸 (103 千帕) 的外部或内部的操作压力。然而，容器也能在更低压力下操作。内真空或外护套与容器壁之间的液体压力可能会造成容器的外压。常见类型的工业压力容器包括：塔器、塔、滚筒、反应器、热交换器、冷凝器、空冷器、弹头形容器、球体容器和收集器。

压力容器有各种各样的设计形状。它们可以是圆柱形 (带有扁平、圆锥形、准锥形、半球形、半椭圆形或半球状的封头)、球形或箱形 (带有扁平长方形或方形板封头，如空冷式交换器的封头) 或是叶状形的。它们也许是模块化结构。包括交换器和冷凝器在内的圆柱形容器，可以是立式或卧式的，也许会由附接在容器壁上的钢柱、圆柱形板裙或板极接头来支承。球形容器通常由附接在容器壁上的钢柱或板裙支承。球状容器会部份或全部的座落在地面，以地面为支承。夹套式容器的建造具有铸造外壁，在它和主容器壁之间形成空间。储罐和容器的主要区别是，储罐一般在较低压力下操作，经常是仅仅高于大气压力。

12.2 容器建造方法

有几种不同的用于建造压力容器的方法。大部分压力容器用焊接接头建造。筒节通常是在高温或环境温度下由轧制钢制成。圆柱体的制成是把轧制钢板的末端焊在一起。这就生产出具有纵向焊缝的圆柱体。热锻

造是另一种制造圆柱形容器的方法。有些容器制造商为高压厚壁容器热锻造出圆柱形筒节，如用于加氢器或加氢裂化反应器的筒节。这种方法不会在圆柱体上产出纵向焊缝。

12.3 容器建造材料

12.3.1 碳钢是用于建造压力容器的最常用材料。为特殊目的应用，也许会使用合适的奥氏体或铁素体合金、合金 400、镍、钛、高镍合金或铝。铜和铜合金（合金 400 除外）很少用于炼厂的容器，但常用于换热管，这些使用也许可在石化厂的容器中找到。

选择建造各种各样热交换器部件的材料的目的，是为能安全地操纵运行和操纵所需的热负荷。所选择的，须是在耐预期腐蚀上最经济合算的材料。

交换器的器壁通常由碳钢制造，但也许会由耐蚀合金或耐蚀材料金属保护层制造。交换器的通道和隔板由碳钢制成，或由合适的耐蚀合金材料制成，通常是类似管子的材料。

12.3.2 交换器管束的管子也许由多种多样的材料制成。当用水作为冷却或冷凝介质时，管子一般由铜基合金或钢制成。当铜合金或钢在水应用中不能提供足够的防腐作用时，也许要用更高等级的合金材料，如双相不锈钢，或也许要对管子内径做涂覆（环氧烘漆或类似漆）。钛也许可在海水应用中使用。当交换器处于两种不同的碳氢化合物之间时，管子也许要由钢或合适的耐蚀合金制成。管子会由一种材料的内层和另一种不同材料的外层组成（双金属的），在某些情况下也许要求能对两种不同腐蚀的介质做到耐蚀。

12.3.3 交换器管束的管板由多种多样的材料制成。当用水作为冷却或冷凝介质时，管板一般由海军黄铜或钢制成，也许会由高合金钢（金属保护层或固体）制成。也许可在海水应用中使用钛。当换热处于两种不同的碳氢化合物之间时，管板也许须由钢或合适的耐蚀合金制成。在某些情况下，也许有必要在管板的一面使用一种材料，在另一面使用不同材料，以做到对两种不同腐蚀介质的耐蚀。

如果碳钢不能耐受预期的腐蚀、或侵蚀、或造成产品污染，也许需要在容器中加上其它金属或非金属的衬里。加衬的容器通常比用固体耐蚀材料建造的容器要经济合算得多。然而，当压力容器在高温、高压或两种都有的条件下操作，固体合金钢也许是必要的选择，并且经济合算。

金属内层具有各种各样方式的安装，通常是提供比碳钢基层能提供的更多的耐蚀力。这些层面也许是轧制板材（覆层）的主要部份，或是在容器生产之前的爆炸熔粘。它们也许是用焊接方法连接至容器的分立的金属板。应用各种各样的堆焊工艺，也可把耐蚀金属焊在容器表面。金属衬里也许由下列金属制造：铁素体、奥氏体合金，例如 300 系列不锈钢、合金 400、镍或任何其它耐蚀剂的金属。

12.3.4 奥氏体不锈钢 (300 类型系列) 具有各种各样的铬/钼/镍/铁的含量。最广泛使用的是 18 铬/8 钼系列, 被称为 18/8 不锈钢, 如 304、347 和 321 类型的等级。321 和 347 类型的等级是稳定等级, 在焊接中会避免热影响区的敏化, 因而在生产过程中能保持最大的耐蚀力。321 类型在少量钛中是稳定的; 347 类型在少量铌中是稳定的。

有些 300 类型不锈钢也带有“L”字母, 如 304L、316L 和 317L。“L”代表低碳。在焊接过程中, 这些低碳等级也更能耐受热影响区的敏化。

有些 300 类型不锈钢也带有“H”字母, 如 304H、316H 和 317H。“H”代表高碳。这些高碳等级与低碳等级相比, 在高温下更具强力。

12.3.5 所有使用于建造压力容器的材料须具有可溯性。例如, 可被接受的、用于生产容器的板材可溯性方法包括:

- 板材号
- 批号
- 熔炼炉号

12.3.6 也许可使用非金属衬里来耐受腐蚀和侵蚀, 减少结垢的潜在性 (指换热器管), 或使用绝缘并减少压力容器的壁温。最常用的非金属衬里材料是钢筋混凝土、耐酸砖、耐火材料、绝缘材料、碳砖或大块碳砖、橡胶、苯酚/环氧树脂涂层、玻璃和塑料。

12.3.7 通常是使用纤维增强塑料 (FRP) 作为非金属材料来建造压力容器, 这种材料对一些腐蚀运行条件具有更强的耐蚀力。纤维增强塑料可由不同的树脂作为基质材料而制成, 通常用玻璃纤维作为增强物。增强热固塑料是纤维增强塑料的一种类型, 由于使用热固树脂作为基质材料, 比热固塑料更为坚硬。这两种非金属材料具有不同强度, 取决于使用纤维的类型、纤维编织和纤维层的叠层。

12.4 容器内部组件

许多压力容器没有内部组件。其它压力容器有内部组件, 如隔板、分配管道、托盘、网孔型或条带型填料格栅、催化剂撑体、旋风分离器、盘管、喷雾接管、除沫器和淬火管线。大型球状体容器也许有内部支撑和打结连接, 大部分压力容器在外部或内部均有加强环。有些压力容器在器壁下部区域有热交换器或重沸器。

12.5 容器设计和建造标准

在美国和许多其它国家，压力容器通常根据《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第八节建造。此规范分成三部份，第 1 部份、第 2 部份和第 3 部份。第八节第 1 部份提供了压力容器设计、生产、检验、测试和证书的适用要求。这些压力容器的操作压力不论是内压还是外压，均超过 15 表压磅/平方英寸。与第 1 部份所看到的相比，第八节第 2 部份提供了可选的、更为严格的容器设计、生产和检验的规则。为美国炼厂建造的大部分压力容器，目前均遵从第八节第 1 部份的最新版本。有些高压容器是根据第 2 部份的规格设计和建造。第八节第 3 部份为设计压力一般高于 1 万磅/平方英寸 (70 兆帕) 的高压容器的建造，提供了可选规则。

《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》要求，焊接工艺和建造压力容器的焊工须遵从《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第九节。采购检验师须负责确保工艺和焊工均具备资格。

附件 A 显示了《美国机械工程师协会规范的最常用符号钢印》的类型。在容器或压力安全阀完工时，《美国机械工程师协会》认证车间将这些钢印应用在容器铭牌上，以显示产品遵从了《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》的一个特定章节。采购检验师须熟悉这些规范钢印。

《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》中第八节的第 1 部份和第 2 部份，要求容器制造商具有质量保证系统。在制造商从《美国机械工程师协会》获得授权证书之前，必须提交一份书面质量手册并获得批准，还必须着手执行此质量保证系统。质量保证系统要求具有详细的文件记录，包括有关容器的检测、测试和设计数据，并要求提供容器的建造史。容器置于运行中后，这是做容器评价时必要的文件记录。

《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》列出了建造中也许会使用的材料，提供了计算厚度的公式，提供了制造方法的规则并指定了完工容器的测试程序。在建造和测试容器过程中，要求做检验。规范还规定了施行建造检验的人员的资格，即根据规范的“授权检验师”(AI)。

在管辖部门授权的建造检验师 (AI) 证明，容器已根据《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》的要求建造并测试后，制造商即获得授权在容器上使用《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》的适当符号钢印。采购检验师须意识到，授权检验师仅注重容器是否按照指定的建造规范建造，也就是《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》。授权检验师也许不会关注合同文件中可能指定的、潜在的、比建造规范要求更为严格的附加要求 (通常包括在内)；因此，采购检验师在审核这些不包括在建造规范中的要求时，需要格外当心。

压力容器上的符号钢印是制造商的保证，即保证容器已根据《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》的要求设计、建造、测试和检验。

除《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》(及其它规范)外,有些州、市和许多国家还有自己的法律和规章,这些法律和规章管辖它们地区中使用的压力容器的设计、建造、测试、安装、检验和修理。这些法律也许会取代《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》(及其它规范)的最低要求。

由于压力容器设计的改进、可用的新的及改进的建造材料,须对建造规范做定期修正。然而重要的是,采购检验师须确认容器是根据合约协议中指定的规范版本建造的,这个版本也许不同于当前规范和标准的版本。

12.6 压力容器的尺寸检查

采购检验师须对压力容器做尺寸检查,以确认它们处于规范的要求公差之内。这些检查的最小量须由下列组成:

- 板材和管子的钢厂负公差
- 成形封头的公差
- 容器壁的不圆度
- 接管和附件的定向
- 接管和附件的突出长度
- 接管和附件的高度
- 接管和附件的水平度
- 焊缝不匹配
- 焊缝余高

12.7 热交换器

12.7.1 交换器是在液体不混合的情况下,将热力传输给另一种液体,以降低传输出热力的液体的温度。当蒸汽温度降至一个点,通过将热力传输给经常是水的另一种液体,部份或全部的蒸汽即变为水。这时,交换器被称为冷凝器。当将热力传输给另一种液体时,热液被冷却至较低的需要温度,交换器通常被称为冷却器。当用空气将热液温度降至较低的所需温度时,交换器被称为空冷器(或翅扇器)。

12.7.2 有几种类型的壳式和管束交换器。管子通常是用扩张(轧制)附接到管板上。管子也许是轧制、焊接或用填料压盖附接的。下面描述一些常用交换器的几种类型。

12.7.3 交换器备有隔板或支承板，类型和设计的多样化取决于交换器须承受的运行和热负荷。分程隔板通常安装在通道中，有时安装在浮动管板盖中，以通过管子提供多点流。通过容器壁的流体也许是单程流，或也许会安装纵向隔板，以提供多程流。容器壁中使用的隔板，确定所需容器壁接管的位置和数量。缓冲隔板或折流杆经常是位于容器壁进口接管下面，以防进入的液体冲击邻近的管子。

12.7.4 在管板中，管子也许会按正方形或三角形排列。当液体在管子外部循环时，也许会产生焦结或形成其它肮脏物的沉淀。在这种情况下，一般使用正方形排列。正方形排列为在管子之间做清理提供方便。

12.7.5 空冷式装置(有时被称为翅扇器)类似于暴露的管束装置；然而，使用的冷却介质是空气。钢构架中置有一组管子，管组上方或下方置有风扇，通过钢构架循环空气(管组上方的风扇通常被称为进气通风空冷器，管组下方的风扇通常被称为强制通风空冷器)。这些冷却器也许可用于冷凝或冷却蒸汽和液体，它们可安装在水源稀少或有其它原因的地方。《美国石油学会 661 标准》涵括了空冷器交货的设计、材料、生产、检验、测试和准备的最低要求。

12.7.6 在美国，热交换器和冷凝器的建造是根据《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》、《管式交换器制造商协会标准》、《美国石油学会 660 标准》— *管壁式换热器和管热交换器* 和《美国石油学会 661 标准》— *一般炼厂运行中使用的空冷式热交换器*，(除《美国机械工程师协会》、《管式交换器制造商协会》和《美国石油学会》的要求外，其它国家也许还有设备设计方面的要求)。正如所有固定设备物品，制造商/生产商有责确保，合同文件中指定的所生产的热交换器遵从了《管式交换器制造商协会标准》。用于壳式和管式交换器的《管式交换器制造商协会机械标准》中第 2 节和第 3 节与采购检验相关，涵括了：

- 生产公差
- 车间检验
- 铭牌
- 规范数据报告
- 为装运做准备

13 管道

13.1 综述

就根据《美国机械工程师协会》B31.3 设计和生产的管道而言，采购检验师有责核实所有所需的检测和测试均已完成，有责以必要的使人满意的程度检验管道，并有责确认管道符合《美国机械工程师协会》

B31.3 和工程设计的所有适用规格和检测要求。油气和化学工业的加工管线，须根据 B31.3 设计和生产。动力管道 (与锅炉关联的)，须根据 B31.1 设计和生产。

13.2 阀

13.2.1 有各种各样制造阀的方法。须查看定单文件，以确定应用哪种方法。阀体和阀帽通常由铸造或锻造材料制成。然后根据阀的规格要求，对阀体和阀帽做机加工。阀座和阀体也许是一个整体，或将阀座圈焊入阀体，或用螺纹连接与阀体结合。阀座或阀座圈通常须是硬面。须用钢条或钢板机加工阀盘 (闭合机理)，在机加工之前，这些材料也许还须是硬面。然后将阀组装，添加阀杆填料 (如需要)，然后通常是根据《美国石油学会 598 标准》做测试。

13.2.2 在做阀的采购检验时，采购检验师须审核定单中有关阀的特性的要求 (例如尺寸、材料、压力等级、阀内件等等)，并核实阀是否达到规格要求。

13.2.3 要求做阀的压力测试的部位，一般是阀壳、阀座漏泄、后座和填料。静水压测试通常根据《美国石油学会 598 标准》施行；然而，气动测试通常用于阀座泄漏测试。试验介质、压力和持续时间须遵从合同文件和/或《美国石油学会 598 标准》。

13.2.4 《美国石油学会 598 标准》不适用于每个制造的阀。在大多数情况下，《美国石油学会 598 标准》只适用于在《美国机械工程师协会》B31.1 或 B31.3 应用中使用的标准金属阀 (蝶形阀、闸门阀、球心阀、球形阀等)。其它特种阀 (如泄压阀、控制阀) 也许要根据定单文件中指定的其它标准进行测试。确认定单文件中的要求是采购检验师的责任。

13.2.5 在《美国石油学会 598 标准》中不会找到对阀的无损检测要求 (阀体、阀帽、焊接、焊缝坡口加工)。对阀的无损检测要求，将由适用管道规范 (《美国机械工程师协会》B31.3 或 B31.1) 和/或定单文件来规定。

13.2.6 阀上的最低限度标识须遵从《制造商标准化协会-SP-25 阀、配件、法兰和活接头的标准标志系统》要求，除非定单文件中另有指定。标志须置于阀体或识别牌上。

13.2.7 对符合认可文件/标准的标志 (例如《美国机械工程师协会》、《美国国家标准学会》、《美国给水工程协会》、《美国石油学会》、《美国保险商实验所》[UL] / 《美国工厂相互保险组织》[FM] 等等) 的注明，也许只能由授权的、获得许可的、或被批准的制造商使用。这类标志只能用于全面遵从标准的产品，也许可根据制造商的意愿置于产品主体上或附接牌上。

13.2.8 在单向阀上，须标志流向说明。常用的标志包括箭头，或“进口”或“出口”的字样，这些标志均须标在适当的末端。

13.2.9 其它产品标志可铸、锻或刻在阀体上，或置于永久附接的标签上，包括：

- 制造商名称、商标或符号标志，除非标签的尺寸和形状不允许。
- 压力等级指定是所需标志之一。压力等级可用认可的国家标准压力级别形式来标志（例如 150#、300# 等等）。如果阀不符合一项认可的国家标准，也许可用数字和字母来表示压力等级，说明最高/最低温度下的压力等级。
- 《美国材料试验学会》/《美国机械工程师协会》材料标识（某种铜/黄铜材料和灰铸铁/球墨铸铁，均不需要这种标识）。
- 熔化标识（熔炼炉号）。
- 阀的内件标识（阀杆-阀盘-阀座）。
- 尺寸指定，这里通常是指公称管径。在某些情况下，当关闭尺寸小于进口/出口尺寸时，尺寸就会被显示为（公称管径）x（关闭管径）。例如，如果进口/出口管径是 6 英寸，关闭管径是 4 英寸，阀的尺寸就会被显示为 6X4。
- 特殊标识（例如《美国保险商实验所》/《美国工厂相互保险组织》[UL/ FM]、B16.34、《美国腐蚀工程师协会等等》）。
- 如果形状和尺寸不允许包括所有所需的标志时，也许可省略某些标志，可从最不重要的数据开始，例如尺寸。
- 所需标志如已显示在阀体上，不需要再在标识板上重复。

13.3 法兰

13.3.1 法兰是一种连接管段的方法，也是将管道与阀、泵和容器连接的方法。法兰通常是焊入或拧入这类系统，然后用螺栓连接。采购检验师须熟悉合约文件中用于设备的不同类型。在法兰应用中，必须运用适当的控制，以使连接具有密封性。《美国机械工程师协会》PCC-1 中 *压力边界螺栓法兰接头组装的指导* 描述了特殊技术，如控制螺栓拧紧（加扭矩/张力调整）。

13.3.2 管子法兰须根据标准制造，如《美国机械工程师协会》B16.5（参见 8.2.5.3）或《美国机械工程师协会》B16.47。管子法兰通常由锻造材料制作，垫圈上须是机加工表面。

13.3.3 《美国机械工程师协会》B16.5 涵括了 ½ 英寸至 24 英寸的公称管径。《美国机械工程师协会》B16.47 涵括了 26 英寸至 60 英寸的公称管径。每项规格进一步描述了法兰的压力级别：《美国机械工程师协会》B16.5 包括的压力级别是 150、300、400、600、900、1500 和 2500 磅/平方英寸；《美国机械工程师协会》B16.47 包括的压力级别是 75、150、300、400、600、900。

13.3.4 《美国机械工程师协会》B16.48 涵括了管系管坯(盲板)。

13.3.5 《美国机械工程师协会 锅炉和压力容器规范》第八节第 1 部份附录 2 中指定了一般的垫圈类型和螺栓连接类型。

13.3.6 《美国机械工程师协会管子规范》认可了法兰，如《美国机械工程师协会》B31.1《动力管道》和《美国机械工程师协会》B31.3《加工管线》。《美国机械工程师协会》通常涵括的法兰材料有：SA-105（《应用于管线的碳钢锻件规格》）、SA-266（《用于压力容器组件的碳钢锻件规格》）或 SA-182（《用于高温运行中的锻造或轧制合金钢的管子法兰、锻造配件、阀和零件的规格》）。

13.3.7 常用的法兰类型包括：

- 焊颈法兰：这种法兰是以圆周形式将其颈部焊入系统。这就意味着，用射线照相即可容易地检测对接焊区域的完整性。管子和法兰的钻孔匹配，减少了管道中的紊流和侵蚀。因此在关键应用上，均优先使用焊颈。
- 滑套法兰：这种法兰先滑套在管子上，然后用角焊焊入管子，内径和外径均做焊接。
- 盲版法兰：这种法兰用于封隔管道、阀和泵；也可作为检验盖板使用。这种盲板法兰有时也被称为管口盖板。
- 承插焊法兰：这种法兰在做角焊之前是沉孔钻的，以能接受管子。
- 螺纹法兰：这种法兰或是螺纹连接，或是螺丝连接。在低压和非关键性的应用中，这种法兰用于连接其它螺纹连接的组件。螺纹法兰的优势是，不需要做焊接。
- 活套法兰：这种法兰与连杆端一起使用，连杆端是用角焊焊入管子，法兰在后面可以旋转。这就意味着，连杆端为法兰垫圈形成了密封面。在低压应用中，优先使用的是活套法兰，因为易于组装和对齐。
- 圆环圈式 (RTJ) 法兰：这是一种翻边方法，为高压运行提供防漏法兰连接。在法兰面上将金属环压缩成六角槽，形成密封。颈焊法兰、滑套法兰和盲版法兰均可使用这种连接方法。

- 为某些设备，也许会指定其它类型的专用或专利连接器。如果合同文件中指定了这些类型的连接器，采购检验师须熟悉它们。

13.3.8 法兰具有不同类型的面，例如用于不同运行的密封表面，如凸面、平面、圆环圈式面和活套面。凸面是最常用类型。

13.3.9 用于适合的螺栓法兰接头的法兰垫圈有许多种类型，包括螺旋卷式、压缩石棉垫片、石墨、圆环圈式、波纹金属、双层夹料式、橡胶、铁氟龙 (Teflon , 即“聚四氟乙烯”) 等等。在合适的螺栓负荷下，法兰垫圈使配对的法兰形成密封。

13.3.10 在碳氢化合物生产和加工工业中，螺旋卷式垫圈正在变得越为常用。它们的组成是金属环和填充材料的混合，带有内环和/或外环。螺旋卷式垫圈通常是向外的螺纹金属合金卷式，并具有同样方式的填充材料 (通常是用于聚四氟乙烯 [PTFE] 的柔性石墨) 卷式，但是从反方向开始。这就形成了填料和金属的交互层。由于金属提供了结构支撑，填充材料在这些垫圈中就起到密封材质的作用。在大多数应用中，这些垫圈已被证明功能可靠，与实心垫圈比较，能允许较低的加紧力。在螺栓法兰组装中安装后，可用外缘的颜色编码识别螺旋卷式垫圈的类型和材料。重要的是，采购检验师须核实螺栓法兰组装是否含有指定的垫圈，否则会发生不可预料的垫圈故障，造成泄漏或爆裂。

13.4 配件

13.4.1 有几种类型的管件。根据《美国机械工程师协会》B31.3 设计和生产的管线系统，使用的是锻造、精锻和铸造的配件。常用的配件组件包括弯头、联接器、活接头、减径管、支管、三通、四通、盖帽、管坯 (盲板) 和管塞。

13.4.2 用于制造配件的制造工艺由下列组成：锻件、钢条、板材、无缝或添加填充金属的熔焊管材。

13.4.3 碳钢和合金钢的建造材料，必须遵从适用工业标准规格中的化学要求。

13.4.4 采购检验师必须熟悉对制造配件的质量至关重要的指定资料；热处理、化学组成、机械性能，例如拉伸和冲击试验性能、尺寸、表面质量、检验和测试、证书和产品标志。

13.4.5 在《美国机械工程师协会》B16.9 对口熔接接头和《美国机械工程师协会》B16.11 承插焊缝和螺纹管中，也许可找到广泛使用的精锻管件的制造公差。

14 结构组件

14.1 结构钢生产和安装的基本设计规范是《美国钢结构协会》(AISC)。一般使用的《美国钢结构协会》的主要章节包括(但不限于):

- 美国钢结构协会 303 — *钢建筑和桥梁的标准实践规范*
- 美国钢结构协会 325 — *钢建造手册*
- 美国钢结构协会 348 — *使用《美国材料试验学会》A325 或 A490 螺栓连接的结构接头规格*
- 美国钢结构协会 360 — *结构钢建筑的规格*

以上的引用规范的适用性,可在买方定单文件中找到。就采购检验考试而言,采购检验师不需要熟悉这些标准的内容。

14.2 结构钢的焊接一般列在《美国焊接协会》D1.1 的要求中;然而在某些情况下,《美国钢结构协会》确实提供特定限制或要求,取代了《美国焊接协会》D1.1 的要求。

14.3 需要做无损检测时,定单文件将规定工艺、接受程度和标准。

14.4 除非车间图纸上有特别解说,尺寸公差一般须遵循从《美国钢结构协会 303》。

14.5 《美国材料试验学会》A6 规格涵括了一组对结构钢的常见要求,除非在材料规格中有所指定,否则这项规格可应用于轧制结构条钢、板材、形状和打板桩。此规格为结构形状提供了尺寸和允许变量。

14.6 用于结构钢的材料必须是新的,并须达到《美国材料试验学会》A6 的要求,除非定单文件中另有说明。未获取工程批准,不得做材料替代(等级、尺寸、同等强度的形状)。

14.7 《美国材料试验学会》A325、A325M、A490 和 A490M 是用于高强度螺栓的标准。

14.8 标志:为现场安装目的,所有的结构钢必须具有清晰的标志(构件标识)。所有的标志须以清晰易读的方式置于钢材上。

一般来说,结构构件标识将用下列方法之一实施:

- 在构件上打钢印
- 用金属丝将防腐标签拴系于构件
- 防腐涂层

无论在何种情况下,构件标志在任何镀锌加工后都须显而易见。

如应定单文件要求，也许还需要有装配证号或构件重量标志，以协助现场安装。

14.9 涂层/镀锌:

- 须做镀锌的构件和零件的设计、细节和生产，要能提供酸洗液和锌的流动及排泄，以防封闭零件中的压力升高。
- 镀锌须遵从《美国材料试验学会》A123 或 A153，除非定单文件中另有指定
- 不需要在车间做油漆工作，除非定单文件中另有指定
- 除接触面以外，对在车间组装后难以接近的表面，须在组装前做清理和油漆
- 为使机械修整的表面不受腐蚀，须使用防锈涂料。这种防锈涂料在安装前可以去除，或者是使用带有安装前没必要去除的特征的防锈涂料

附件 A

最常用类型的《美国机械工程师协会》和《国家委员会》规范符号钢印

最左栏的是用于 2013 年以前的符号。第二栏的《美国机械工程师协会》带有下面指示符的符号，是 2013 年的替代规范符号钢印。

压力容器 — 第 8 节第 1 部分		
		压力容器
		压力容器安全阀
压力容器 — 第 8 节第 2 部分		
		压力容器替代规则
压力容器 — 第 8 节第 3 部分		
		高压容器
电力锅炉 — 第 1 节		
		电力锅炉
		压力管线
		电力锅炉安全阀
国家委员会检验规范符号钢印		
	R	修理和改造

	VR	安全阀的修理
--	-----------	--------

