



T/CECS ××××—202×

中国工程建设标准化协会标准

电子工业化学品系统验收标准

(征求意见稿)

Technical specifications for acceptance of chemical systems in the
electronic industry

×××出版社

中国工程建设标准化协会标准

电子工业化学品系统验收标准

Technical specifications for acceptance of chemical
systems in the electronic industry

T/CECS ××××—202×

主编单位： 中国电子工程设计院股份有限公司

批准单位： 中国工程建设标准化协会

施行日期： 2 0 2 4 年 × × 月 × × 日

×××出版社

2024 北 京

前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2023年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2023]50号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结电子工业化学品系统验收实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，规范电子工业化学品系统工程的验收流程、验收对象、验收方法、技术要求，确保工程质量可靠、系统运行安全稳定，制定本标准。

本标准共分7章和2个附录，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、进场验收、施工验收、测试验收、监控和管理系统验收。附录包括：附录A：电子工业化学品系统验收流程、附录B：管道及材料技术要求。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会电子工程分会归口管理，由中国电子工程设计院股份有限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，请反馈给中国电子工程设计院股份有限公司（地址：北京市海淀区西四环北路160号C座，邮编：100142，邮箱：lishuai3@ceedi.cn）。

目 次

1 总则	6
2 术语和缩略语	7
2.1 术语	7
2.2 缩略语	8
3 基本规定	9
4 进场验收	10
4.1 一般规定	10
4.2 机具验收	10
4.3 管道、管件、阀门验收	11
4.4 存储及输配设备验收	13
5 施工验收	15
5.1 一般规定	15
5.2 管道施工验收	16
5.3 设备施工安装验收	20
5.4 流体标识验收	21
6 测试验收	23
6.1 一般规定	23
6.2 管道预检	24
6.3 管道系统压力测试	25
6.4 管道系统泄漏测试	26
6.5 管道颗粒物测试	27
6.6 化学品管道金属元素含量测试	28
7 监控和管理系统验收	23
7.1 一般规定	错误！未定义书签。
7.2 安装检查	错误！未定义书签。
7.3 功能性检查	错误！未定义书签。
附 录 A (资料性) 电子工业化学品系统验收流程	33
附 录 B (资料性) 管道及材料技术要求	34

Contents

1 General	6
2 Terms and Abbreviations	7
2.1 Terms	7
2.2 Abbreviations	8
3 Basic Specification	9
4 Inspection and Acceptance	10
4.1 General Requirements	10
4.2 Equipment Acceptance	10
4.3 Chemical Piping, Fittings, and Valves Acceptance	11
4.4 Storage and Distribution Equipment Acceptance	13
5 Construction Acceptance	15
5.1 General Requirements	15
5.2 Chemical Piping Construction Acceptance	16
5.3 Equipment Installation Acceptance	20
5.4 Fluid Identification Acceptance	21
6 Testing Acceptance	23
6.1 General Requirements	23
6.2 Piping Pre-Inspection	24
6.3 Piping System Pressure Test	25
6.4 Piping System Leakage Test	26
6.5 Piping Particulate Matter Test	27
6.6 Chemical Piping Metallic Element Content Test	28
7 Monitoring and Management System Acceptance	23
7.1 General Requirements	错误！未定义书签。
7.2 Installation Inspection	错误！未定义书签。
7.3 Functional Inspection	错误！未定义书签。
Appendix A (Informative) Electronic Industrial Chemical Systems Acceptance Process	33
Appendix B (Informative) Piping and Materials Technical Requirements	34

1 总则

1.0.1 为规范电子工业化学品系统工程的验收流程、验收对象、验收方法、技术要求，确保工程质量可靠、系统运行安全稳定，制定本标准。

【条文说明】电子工业化学品系统的验收工作是电子工程建设的重要质量保障措施，应通过制定全过程系统验收规程，对电子工业化学品系统验收工作进行统一规定，保障系统质量可靠，运行安全稳定。

1.0.2 本标准适用于电子工业中新建、改建、扩建化学品主系统及二次配的全过程验收，包括管道、设备、焊接机具的进场检验，焊接、测试人员技术考核，施工过程中的设备安装、管道敷设、焊道检验、素材粘接检验，以及系统吹扫、调试、检测、监测系统验证。

【条文说明】本条规定了本标准的适用范围以及标准主要章节内容。

1.0.3 化学品系统的验收除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】本标准未涉及化学品系统验收工作的其他内容应按现行国家标准《电子工厂化学品系统工程技术规范》GB 50781、《电子工厂特种气体和化学品配送设施通用规范》等其他有关规定执行。

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 电子工厂 electronics factory

涉及电子材料、电子元器件以及半导体专用设备的生产、装配、测试的工厂。

2.1.2 化学品供应系统 chemical distribution system

电子工厂中酸碱化学品、溶剂化学品、研磨液等化学品供应系统管道与设备的统称。

2.1.3 化学品桶槽 chemical container

电子工厂中用于储存化学品的小容积容器，放置在化学品储存、分配间的化学品单元内部。

2.1.4 化学品储罐 chemical storage tank

电子工厂中用于储存化学品的大容积容器，固定布置在化学品储存、分配间内。

2.1.5 阀门箱 valve manifold box

指化学品通过供应管道可同时供应一台或多台的生产设备的阀门操作箱。

2.1.6 分支阀箱 tee box

化学品供应系统中供应两个或以上的阀门箱的管道分配箱。

2.1.7 扩充阀箱 future tee box

化学品供应系统中用于系统扩充的設置于系统末端的阀箱。

2.1.8 取样阀箱 sampling box

指化学品系统上用于化学品取样的阀门箱体。

2.1.9 泄漏探测器 leakage detector

用于探测化学品单元、化学品储罐及化学品阀门箱等设备发生化学品泄漏并给出信号的装置。

2.1.10 化学品监控系统 chemical monitor and control system

用来对化学品供应系统和化学品回收系统实现监控、显示、报警、数据收集等功能的远程监控系统。

2.1.11 焊接操作员 welding operator

操作轨道焊机或氩弧焊机焊接的专业人员。

2.1.12 轨道焊接 orbital welding

管道固定不动，焊头按照一定的轨道旋转焊接的自动化机械焊接过程，按照此标准操作的轨道焊接不需要添加焊丝。

2.1.13 角度错口 angular misalignment

管路焊接面有一定角度差，未平整对接。

2.1.14 焊道重叠 bead overlap

在焊道的脉冲焊接过程中，第二个脉冲焊道对前一个脉冲焊道的覆盖范围，通常使用脉冲焊道的直径百分比来衡量。

2.1.15 氧化 oxidation

金属表面氧化层的一种形式，如果焊接中出现了过多的氧化，就会产生变色现象。

2.1.16 点焊 Tack weld

在最终焊接过程开始前，需使用点焊对焊接物进行固定的操作。

2.1.17 咬边 Undercut

焊接完成后，焊缝边缘与母材间未被金属完全填充的焊缝凹槽。

2.2 缩略语

2.2.1 FTB Future Tee Box 扩充阀箱

2.2.2 SB Sampling Box 取样阀箱

2.2.3 PVC Polyvinyl Chloride 聚氯乙烯

2.2.4 C-PVC Clear Polyvinyl Chloride 透明聚氯乙烯

2.2.5 PFA Perfluoro-Alkoxy 四氟乙烯共聚物

2.2.6 PP Polypropylene 聚丙烯

2.2.7 PTFE Polytetrafluoroethylene 聚四氟乙烯

2.2.8 TB Tee Box 分支阀箱

3 基本规定

3.0.1 电子工业化学品系统验收应按照系统工程实施程序进行，每个验收程序应在下一道施工工序开始前完成。

【条文说明】本条规定了本标准的适用范围以及标准主要章节内容。

3.0.2 电子工业化学品系统全过程验收方案应包含特殊工种认证要求、施工用机具要求、管材辅材验收要求，柜体、储罐验收要求，测试验收要求及管道与设备连接要求。验收方案经建设单位评估认可后方可使用。

【条文说明】电子工业化学品系统全过程验收包括特殊工种资质审查、施工用机具投入清单和计划、校准和维护记录及证明文件、管材辅材、柜体、储罐等材料合格准入证明文件（含出厂报告、现场安装验收报告等）、管道与设备需要对连接工艺、标识等进行测试验收，施工单位提交验收方案，建设单位组织专家评估，评估通过后，作为施工质量管控基准。

3.0.3 电子工业化学品系统施工过程中涉及压力容器、压力管道等特种设备的检测、验收工作，应符合国家特种设备监察管理规定。

【条文说明】电子工业化学品系统施工过程中涉及压力容器、压力管道等特种设备，压力容器：符合《TSG 21-2016 固定式压力容器安全技术监察规程》中“容规”定义的设备（工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ 且容积 $\geq 30\text{L}$ ），压力管道：依据《TSG D7005-2018 压力管道定期检验规则》，输送易燃、有毒、高纯化学品且设计压力 $>1.6\text{MPa}$ 的管道，这些设备应由属地特种设备检验机构进行安装过程监督检验（出具《监督检验证书》），设备投入使用前30日内，建设单位需向监管部门办理《特种设备使用登记证》（提交产品合格证、监检报告、操作规程等）。

3.0.4 化学品系统所使用的设备、材料、附件应具有质量合格证明文件，其性能技术指标及规格、型号除应符合本标准外，还应符合国家现行相关标准和设计文件的规定，进场时应进行检查验收，形成验收文字记录。

【条文说明】化学品系统所使用的设备、材料等应提供合格准入证明文件（含出厂报告等），性能技术指标及规格、型号。除应符合本标准第四章相关内容要求外，还应符合《电子工厂化学品系统工程技术规范》GB 50781，各地方标准及有关规定执行。

3.0.5 用于化学品系统施工的机具和检测的设备，进场前应全部检验。

【条文说明】用于化学品系统施工的机具和检测的设备，进场前应审查机具和设备投入清单和计划、校准和维护记录及证明文件等。

3.0.6 焊接、粘接材料、仪表、管配件的采购、储存和使用应符合设计文件要求。

3.0.7 验收机具、设备、管材、管件、管道系统、设备机台、在线检测系统应符合本标准附录A验收流程图。

【条文说明】各项目阶段对应的验收内容应按照附录A中内容参考执行。

4 进场验收

4.1 一般规定

4.1.1 设备及材料进场检验应提供产品合格证和质量保证书，检验应有记录。工程合同约定的其他相关质量、安全要求，供方也应在设备或材料进场时提供相关的文件。

4.1.2 进口设备及材料进场验收应提供海关的商检证明、原产地证明、产品质量证书和产品合格证，进口设备还应提供安装、使用、维护和试验要求的技术手册。

4.1.3 设备材料进场验收、管道清洗，安装安全阀、流量计、过滤器及压力试验、纯度测试、焊接试件鉴定时，建设单位代表或检查员应在现场。

【条文说明】本条提到的建设单位代表或验收技术代表在上述环节到场，是履行质量监督职责、保障工程质量与安全、确保项目符合设计及规范要求的必要措施。

4.1.4 安装和试验用各类计量器具应经技术确认，且在有效期内。

【条文说明】各类计量器具的校准检定报告应对关键技术参数确认，如示值误差、重复性、回程误差等关键指标、修正值或修正因子（如适用）、不确定度分析、扩展不确定度（U）等。第三方校验机构应具备相关校验资质。

4.2 机具验收

4.2.1 所有参与验收及被验收的焊接机械、热熔机械、仪表、仪器、测量和测试设备应确保其在效验期之内。

4.2.2 焊机、量规、仪表、测量设备、测试设备和施工用设备应登记在册持续跟踪，确保其性能在有效范围之内。

4.2.3 校准贴纸应附在工具或仪器上方醒目位置，贴纸内容应包括校准日期、下一次校准到期日期、执行校准的人员姓名。

【条文说明】应确认焊接机械、热熔机械、仪表、仪器、测量和测试设备校准证书，并由建设单位代表或检查员确认并贴校准标签，校准标签的规范化管理是确保工具/仪器可追溯性和状态可视化的关键环节。

4.2.4 被验收机具应至少包括以下信息：

- 1 标识编号；
- 2 设备描述；
- 3 最大读数范围；
- 4 设备精度；
- 5 校准证书编号；
- 6 校准日期；
- 7 再校日期。

【条文说明】被验收机具的校准检定证书应包括以下内容：

1 基础信息：机具名称、型号、出厂编号（与实物铭牌一致）；制造商名称、使用单位名称、证书标识、校准/检定证书编号（唯一可追溯）、签发日期及有效期（注明下次校准/检定时间）、证书页码。

2.技术依据：标准规范、依据的检定规程、或校准规范、使用的计量标准器名称、编号及溯源信息、标准器的有效期及不确定度、校准/检定数据

3 测量结果：被检参数、示值误差、重复性、回程误差等关键指标、修正值或修正因子（如适用）、不确定度分析、扩展不确定度（U）、影响不确定度的主要因素说明（如环境温度波动）。

4.2.5 所有主要施工及测试设备验收材料应在设备使用前提供至建设单位进行审核。

4.3 管道、管件、阀门验收

4.3.1 管道应具有制造厂的质量证明文件或第三方材料检验证明，其特性数据除应符合本标准附录 B 要求外，还应符合工艺和使用要求及国家现行有关标准的规定。

【条文说明】管道应具有制造厂的质量证明文件或第三方材料检验证明，其中氟材料特性要求、PFA 管道特性要求、工艺 EP 不锈钢尺寸要求、不锈钢 316L 成分表含量要求、工艺 EP 不锈钢管道技术要求、工艺 EP 不锈钢隔膜阀/波纹管技术要求见附录 B。

4.3.2 管道在运输过程中应保持包装的完整和清洁，到达现场后进行初次验收，确认外包装的完整性，验收通过后方可卸载和搬运，过程中应保持包装的完整和清洁。

4.3.3 塑料管材应按不同规格放置在不同的货架上，并应采取防止管材弯曲变形的措施，不应靠近日晒、高温或产尘的场所。

【条文说明】针对电子工业化学品系统中塑料管材存储管理的标准化要求，结合洁净环境与材料保护需求制定，不应靠近日晒、高温或产尘的场所，确保从存储到安装过程进行全周期质量控制。

4.3.4 管道外观检查应按全数的 5%抽查且不应少于 1 件，规格尺寸、壁厚、真圆度、端面平整度等应符合本规范要求，且内表面应无刮痕及斑点。有不合格时应加倍抽查，第二次抽查应不低于 10%且不少于 1 件，第二次抽查不合格应全批次退场处理。

【条文说明】管道外观检查应按全数的 5%抽查且不应少于 1 件，规格尺寸、壁厚、真圆度、端面平整度等应符合本规范要求，首次不合格标识隔离，记录不合格项并按同一批次另取 10%加倍抽检，复检不合格即提交退场通知，退货前需双方确认封存样品。

4.3.5 所有被检验的材料应与生产商所提供的规格相符合。

4.3.6 不锈钢管材表面粗糙度应满足表 4.3.6 的要求。

表 4.3.6 不锈钢管道内壁粗糙度要求

管道规格	AP	MP	BA	EP
管道粗糙度 (μm)	$Ra \leq 1.016$	$Ra \leq 0.7$	$Ra \leq 0.5$	$Ra \leq 0.25$

注：EP 级管道管径小于 12.7mm 时，管道内壁粗糙度应不超过 0.127 μm 。

【条文说明】 不锈钢管道等级所适配的气体工艺不同对管道内表面粗糙度要求也不同，结合《大宗气体纯化及输送系统工程技术规范》GB 50724、洁净厂房施工及质量验收规范》GB 51110 特订该条要求。

4.3.7 PTFE 材料的密度、拉伸强度、断裂标称应变等物理性能应满足工艺和使用要求，并符合《聚四氟乙烯管材》QB/T 4877 的规定。

4.3.8 PP、PVC、C-PVC、PFA 材料的物理性能应满足工艺和使用要求，并符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】 针对 PP、PVC、C-PVC、PFA 等管材的抗拉强度、断后伸长率、熔点、玻璃化转变温度、熔融和结晶温度及热焓、分解温度等物理性能的应结合现行标准与工艺使用要求，不同材质的管道关键指标如抗拉强度、断后伸长率、熔点、玻璃化转变温度、分解温度等要求可参见下表要求：

材料	抗拉强度 (MPa)	断后伸长率 (%)	熔点/软化点 ($^{\circ}\text{C}$)	玻璃化转变温度 ($^{\circ}\text{C}$)	分解温度 ($^{\circ}\text{C}$)	主要标准依据
PP	≥ 25 (均聚物)	≥ 200	160~165	-10~0	>300	GB/T 1040.2
PVC	≥ 50	≥ 100	75~85 (维卡软化点)	75~85	>200	GB/T 8804.1
C-PVC	≥ 55	≥ 80	90~110 (维卡软化点)	100~125	>230	ASTM D1784
PFA	≥ 28	≥ 300	305~310	-30	>40	\

4.3.9 对于金属材料的管道组成件，应对材质进行抽样检验，并应做好标识。材料的化学成分应符合工艺或使用要求。

【条文说明】 金属材料管道的化学成分应符合工艺或使用要求，比如电子工业用的化学管道需检测 Cu、Zn 等重金属含量 ($\leq 1\text{ppm}$ ，防止晶圆污染)。

4.3.10 阀门外观应完好，无污渍、锈蚀、局部残损等缺陷。

4.3.11 阀门开启机构应灵活，无歪斜、变形、卡涩现象。

4.3.12 阀门标牌应齐全，标牌信息应与审批文件相一致。

4.3.13 不锈钢阀门应使用光谱设备进行化学成分检测，检测结果应符合标准规范和技术文件要求。

【条文说明】 阀门的阀体、阀杆等应做外观和标识验收，另外不锈钢阀门应使用光谱设备进行化学成分检测，电子工业对阀门有特殊要求，如内表面电解抛光 ($Ra \leq 0.4 \mu\text{m}$)，禁用石墨填料，需要改用 PTFE 材料。

4.3.14 具有防腐涂层的阀门应进行涂层厚度的检测，涂层应无针孔、裂纹，涂

层厚度应符合标准规范和技术文件要求。

4.3.15 阀门应进行压力试验和密封试验，试验不合格者不得使用。

4.3.16 安全阀应委托给有资质的检验机构进行压力调整和密封试验，并出具校验合格报告。

4.3.17 仪表量程和精度应符合技术文件要求。

【条文说明】仪表的校准和检定证书应包括量程、精度、示值误差、重复性、回程误差等关键指标，并应符合技术文件要求。

4.3.18 用于防爆区域的仪表应具有对应等级的防爆认证，并出具合格证。

【条文说明】用于防爆区域的仪表应根据防爆区域的级别、温度要求等进行对应等级的防爆认证，并通过专业部门认证，无证或证书过期的仪表应立即停用并进行认证。

4.3.19 用于腐蚀环境的仪表外壳防护等级应符合技术文件的规定。

4.3.20 所有的验收批次均应有相应的验收记录。

4.4 存储及输配设备验收

4.4.1 化学品输配设备应采用双层包装，外部木箱和内部真空包装均应完好；桶槽或容器各接管应采用盲板法兰密封，且充入的氮气应保持 2 kPa 的压力，有特殊要求的除外。

【条文说明】在化学品输配设备及包装容器的进场验收和存储管理中，需严格遵循防泄漏、防污染和安全性要求，尤其针对高风险化学品（如腐蚀性、易燃易爆或有毒物质），氮气压力需恒定在 2 kPa（表压），并配备压力表或传感器实时监测。

4.4.2 设备应按到货及搬入顺序安排存放位置。

4.4.3 化学品输送用设备检验合格后应放置在通风、干净的仓库内。

4.4.4 阀门、组装箱、阀箱及三通箱等易碎材料应单独设置存放区。

4.4.5 电气材料存放时不应损坏外包装，电缆、光纤等材料不应损坏外部保护层。

【条文说明】在电气材料进场验收及存放管理过程中，需严格确保材料的完整性和防护性能，避免因包装或保护层损坏影响后续施工质量及安全性。

4.4.6 化学品单元柜体进场验收应符合下列要求及《电子工厂化学品系统工程技术规范》GB 50781：

- 1 柜体的设置应符合施工图或设备采购文件的要求；
- 2 柜体应附带出厂检验报告和产品合格证；
- 3 柜体应附带化学品种类、容量、补充日期条形码的读码。

4.4.7 化学桶槽和储罐进场验收，储罐应有检修盖、通气管、防虫网及检修用爬梯及护笼，且应符合《电子工厂化学品系统工程技术规范》GB 50781。

【条文说明】在化学桶槽和储罐进场验收时，需严格按照《电子工厂化学品系统工程技术规范》GB 50781 的要求进行核查，确保储罐的设计和配置符合安全与功能性标准。

5 施工验收

5.1 一般规定

5.1.1 化学品系统输送工程施工前应编制专项施工组织设计。

5.1.2 化学品工程施工验收规范和相关的技术标准应包括管道施工验收、设备施工安装验收、流体标识验收等。

5.1.3 化学品工程施工验收程序应符合以下要求：

1 施工单位在完成工程施工后，首先进行自检，确认工程质量符合要求后，向建设单位提交初步验收申请。建设单位组织设计单位、监理单位等相关方进行初步验收，检查工程是否按照设计要求和合同约定完成，对发现的问题要求施工单位及时整改。

2 在完成初步验收且问题整改合格后，建设单位组织各相关方进行联合验收。联合验收小组对工程的整体质量、性能、安全等方面进行全面检查和测试，确认工程是否符合竣工验收标准。

3 验收完成后，建设单位应编写竣工验收报告，详细记录工程的建设情况、验收过程、验收结果等内容，并由各参与验收的单位签署意见。

4 竣工验收应在施工单位自检合格的基础上进行，并按检验批、分项、分部工程的程序进行验收，同时应做好验收记录。建设单位在接到《工程竣工验收报告》后，应组织施工、监理等单位进行工程竣工验收。

【条文说明】 竣工验收最终完成宜在整改结束后试运行 1-3 个月，一些功能缺陷不一定能靠检测数据完整体现，试运行一段时间可以发现一些未知或隐藏缺失，但不需要过长

5.1.4 化学品工程施工验收过程中，应确保安全措施到位，防止发生安全事故。易燃易爆溶剂化学品供应室内安装的设备、管道、电气工程，应符合现行国家标准《工业自动化仪表工程施工及验收规范》有关电气防爆和接地的规定，且静电接地的材料或零件在安装前不得涂漆。验收人员应熟悉化学品工程的安全知识和操作标准，严格遵守安全规定。防静电接地：易燃易爆溶剂化学品管道防静电接地电阻值检测不得大于 $100\ \Omega$ 。

【条文说明】 强酸，尤其易挥发的化学品（如盐酸，氢氟酸）应更加强安全意识。当验收或施工调试过程中发现漏液时除常规必要的安全措施外，还应处理周围环境，如擦拭，薄膜保护等，以避免挥发的气体对周边设备，人体，洁净室环境造成二次损伤。

5.1.5 设备和主要材料验收时应提供包括合格证、质量保证书、进场检验报告、焊接记录、压力试验记录、管道冲洗、吹扫记录、洁净度（颗粒及金属离子）测试报告、电气设备的绝缘测量记录、防静电接地电阻值检测记录、系统试运转记录、竣工图及设计变更文件、工程质量事故处理记录等。

5.2 管道施工验收

5.2.1 应核对现场管路与施工图纸是否一致，检查内容包括但不限于管径大小、路径方向、设备位置、对应的化学品设备及 VMB 管线布控方向。

【条文说明】施工单位如遇到空间阻碍更改路径走向，验收前应令其提供更新并获准的空间布局图。

5.2.2 管道安装完成后先检查管件的安装位置和方向，弯头煨制，焊接质量和粘接质量的外观检查，焊接质量检查应依据 5.2.3 焊道要求进行。

5.2.3 管道的外观检查应按以下要求进行：

- 1 检查管道、配件、阀门、法兰、螺钉、螺帽、垫片及其附件应与工程图相符，标签符合工艺和使用要求；
- 2 确定各化学品管道外管路支撑管线的支架及内管路支撑套环安装无误；
- 3 确定各化学品的管线与供给设备的连接无误；
- 4 确定配管的工作不会损害其本身维护能力及美观程度；
- 5 检视其检验报告及管线的标记以确认管线的确依照所设计的规格及标准配设；
- 6 目检管道、配件、阀头、法兰、螺钉、螺帽、垫片及其附件的外表，以确定没有遭受外来的损害、表面腐蚀或发生裂痕。

5.2.4 所有不锈钢焊接应符合以下要求：

1 施工单位在工程开工前应对参加该工程的焊工进行认证，并应向建设单位提交管道焊接样品、焊接合格确认单，经建设单位项目技术负责人签字确认后方能进行焊接施工，施工单位应保留合格的焊接样品和记录；

2 管径小于等于 DN150 管道宜使用自动轨道焊机焊接，所用氩气纯度不得小于 99.999 %，焊接用气体应加装可调节流量计显示气体流量，管道内保护气应装压力计监测管内压力；

3 在正式焊接前、更换焊头后、更换钨棒后、改变焊接管径、焊机电源关闭重新启动后都应进行焊接测试，焊接测试样品经质量检验员检查合格并填写焊接合格确认单后方可正式施焊；在结束焊接前也应进行焊接测试，并应检查正式施焊后所焊焊接焊缝是否合格；

4 焊接前应编制焊接工艺标准和绘制系统的单线图，单线图上应对焊接接头进行编号，编号应与焊接记录的焊接焊缝编号一致；

5 应严格按照焊接工艺标准要求进行焊接，焊接过程中应做好焊接记录，焊接焊缝处应标明焊接时间、焊工姓名或焊工钢印号、焊接接头编号、介质名称；

6 对接接头组对时应对称均匀，接头错边量不应大于管壁厚度的 10 %，且管道不得在焊接接头的位置弯曲；

7 管道外径大于或等于 1" 时，焊接前应先点焊预连接，点焊时管内应通入高纯氩气进行保护，点焊后应对焊点进行洁净处理，并应使用洁净胶带密封焊接接头；

8 焊机应采用专用配电箱，当电源电压不稳定时可采用自动稳压装置供电，焊机本体应可靠接地；

9 所有焊缝应在整个内表面周围完全溶透，贯穿整个焊缝，焊道宽度应均匀；放大后的焊缝不得有可见的表面裂纹、气孔或夹杂物；

10 在焊缝的任何点上，不得存在将最小壁厚 T_{min} 降低到母材厚度 T_{min} 以下的外形缺陷（见图 5.2.4-1），不接受咬边和中心线收缩，不允许内焊道凹陷；

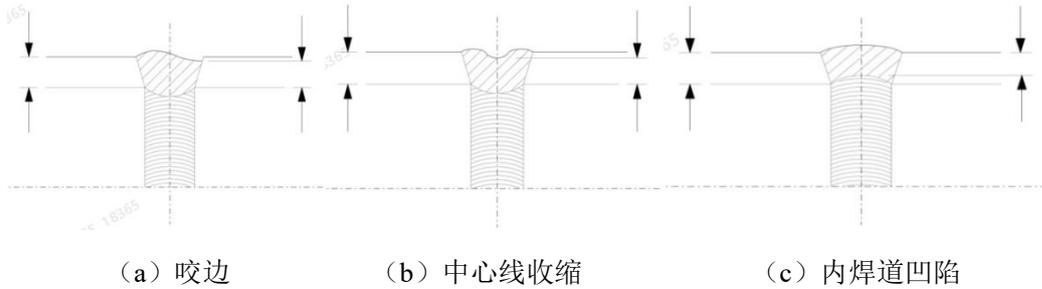


图 5.2.4-1 不合格外线缺陷

11 1" 以上管道的外焊道凹陷度不应超过管道壁厚的 10%，1" 及以下管道的外焊道不应出现凹陷，外焊道凸出度不应超过管道壁厚的 10%（如图 5.2.4-2）；

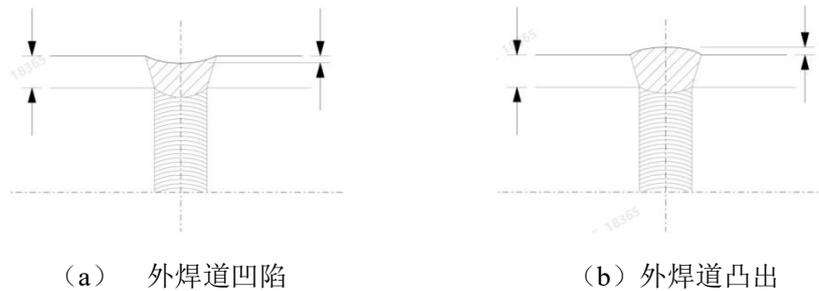


图 5.2.4-2 外焊道凹陷和凸出

12 管道内焊道凸出度不应超过管道壁厚的 10%（如图 5.2.4-3）；

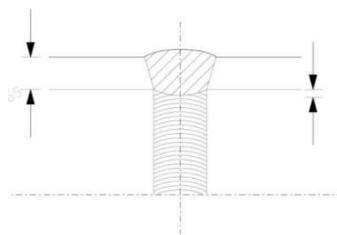


图 5.2.4-3 内焊道凸出

13 内焊道最小宽度为管道壁厚的 1 倍，最大宽度为管道壁厚 2.5 倍，外焊道宽度至少为管道壁厚的 2 倍；

14 任意单独焊道的最大宽度不应大于最小焊道宽度的 1.25 倍（如图 5.2.4-4）；

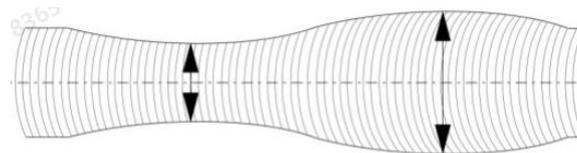


图 5.2.4-4 焊道宽度变化

15 内、外焊道中心线偏离度不得超过管道壁厚的 35%（如图 5.2.4-5）；

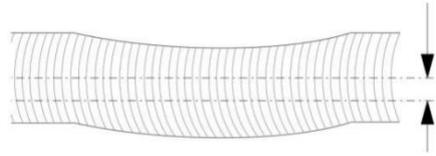


图 5.2.4-5 焊道弯曲

16 焊道的重叠部分（第一道脉冲形成的焊道被后来的焊道覆盖的百分比）除收尾处以外，外焊道至少要覆盖 80%，内焊道至少要覆盖 70%（如图 5.2.4-6）；

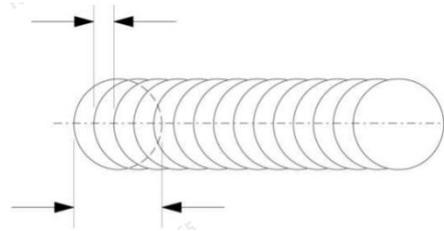


图 5.2.4-6 焊道覆盖

17 点焊应在接下来的焊接过程中被焊缝完全覆盖，内外焊道不得看到点焊痕迹（如图 5.2.4-7）；

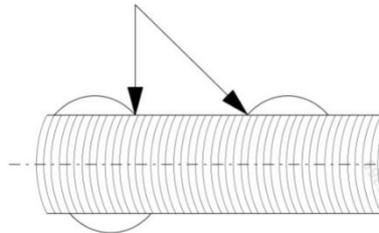


图 5.2.4-7 点焊完全焊接

18 外焊道表面应无氧化，允许有浅棕色，焊接后可以立即用不锈钢刷清除焊道表面的轻微外部氧化；

19 轴向错口宽度不应超过管壁厚度的 10%（如图 5.2.4-8）；

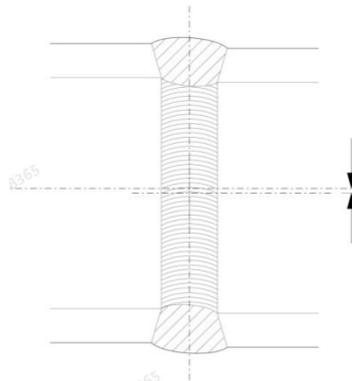


图 5.2.4-8 轴向错口

20 角度错口不应超过 $\pm 1/2^\circ$ （如图 5.2.4-9）；

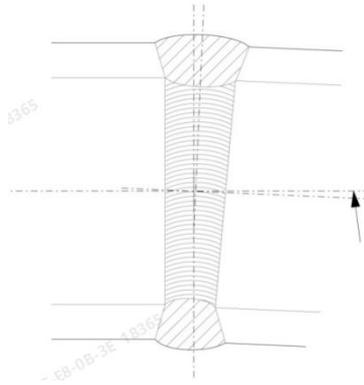


图 5.2.4-9 角度错口

21 焊缝应有收尾，且收尾长度宜足够长，防止末端出现弧坑。内外焊道收尾间距应超过 3 倍管道壁厚（如图 5.2.4-10）。

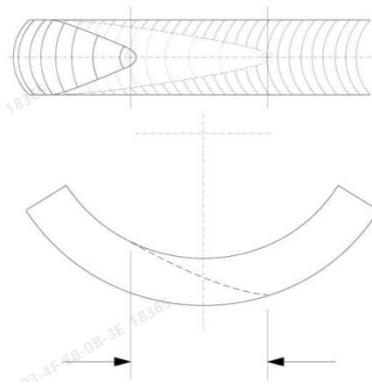


图 5.2.4-10 焊缝收尾

5.2.5 所有 C-PVC 外套管施工应符合以下要求

1 C-PVC 外套管的外观应平整光滑，无明显的凹凸、气泡、裂纹等缺陷。管壁应均匀，无明显的变形或压痕。管口应整齐，无毛刺和裂口，接口连接处胶水均匀无溢胶与漏粘情况。验收人员应仔细观察 PVC 管的外观质量和管路走向整齐度；

2 C-PVC 外套管的最小弯曲半径应符合表 5.2.5

表 5.2.5 C-PVC 外套管最小弯曲半径

尺寸	20A	25A	40A	50A	65A
弯曲最小半径 (mm)	250	300	350	450	550

5.2.6 所有风管施工应符合以下要求：

1 风管表面应平整，无损坏，接管合理，风管的连接以及风管与设备或调节装置的连接，无明显缺陷；

2 风口表面应平整，颜色一致，安装位置正确，风管部件及管道的支、吊架型式、位置及间距符合规范；

3 检查风阀的开启状态，确保设备负压是否在正常范围。

5.2.7 所有烫板焊接应符合以下要求：

1 焊缝外观验收标准:

- 1) 焊缝表面应光滑、平整, 无明显的焊瘤、凹陷、气孔、裂纹等缺陷;
- 2) 焊缝应与母材圆滑过渡, 无明显的咬边、未熔合、未焊透等缺陷;
- 3) 焊缝的形状和尺寸应符合设计要求, 不得超出允许偏差;
- 4) 焊缝表面不应有漏焊、错焊、夹渣等影响使用和美观的缺陷。

2 尺寸验收标准:

- 1) 焊缝高度应不低于母材, 且不应有未熔合现象;
- 2) 焊缝宽度应与母材配合得当, 不得超出本标准允许偏差;
- 3) 坡口角度及钝边应符合设计要求, 且应无明显变形。

3 质量验收标准:

- 1) 焊接应无色差、无咬边、无烧穿、无夹渣、无未熔合等缺陷;
- 2) 焊缝表面及内部应无明显的锈蚀、裂缝等现象;
- 3) 焊接接头的力学性能应符合设计要求。

5.2.8 辅助支架施工应符合以下规定:

1 辅助支架正式验收时, 应提供完整的辅助支架设计图纸, 耗材的材质证明、质量合格证明, 并提供强度试验报告、安装说明、使用说明等技术文件;

2 支架安装位置、标高、间距应符合设计要求, 确保无遮挡、无干扰、布置应合理, 安装时应考虑维护和检修的便捷性;

3 支架安装尺寸应准确, 安装精度应符合《工业金属管道设计规范》GB 50316、《管道支吊架》GB/T 17116 国家相关标准和行业规范;

4 支架焊接、连接处应牢固无裂纹、饱满、光滑, 且棱角处应采取 PP 封堵;

5 支架表面应平整光滑, 无变形、无锈蚀、无油污、无损伤、无气孔、无夹渣等缺陷;

6 检查辅助支架的防腐处理是否符合设计要求, 如涂层应均匀、无剥落, 支架所有零部件应完好、无缺失、无损坏;

7 支架紧固件、支撑件的规格、型号应符合设计需求;

8 支架进行强度测试应包括静载测试, 经过强度测试后的支架所有结构件应完好无损, 无裂纹、无断裂、无明显的塑性变形;

9 支架偏移角度变化量在载荷加载过程中, 变化量应控制在 3° , 支架强度试验后, 支架产生的残余变形量应小于或等于 0.4%;

10 支架强度载荷试验应严格按照经建设方批准的测试方案进行, 加载过程应平稳、均匀、无冲击, 避免对支架造成不必要的损伤。

5.2.9 化学品管道外观检查、焊接质量与粘接质量检查合格后, 宜按规定进行压力测试、泄漏测试、颗粒物测试、金属元素含量测试, 测试结果应满足本标准相关规定。

5.3 设备施工安装验收

5.3.1 设备卸货前应清点数量并检查外包装完整度，卸货时应设置保护装置确保设备遭到损坏，并确认货物数量是否和送货单一致。

5.3.2 设备如需吊装，吊装前应编制吊装方案，并经建设单位审批签字后方可执行。

5.3.3 设备搬运前应做路线规划，并提交建设单位确认。设备搬运过程中应对搬运场地做好安全维护，无关人员不得进入。

5.3.4 设备安装前，应确认其位置并画线标记。

5.3.5 设备安装后，应对横向、纵向和高度进行测量，横向和纵向中心线允许偏差为 5mm-10mm，高度允许偏差为±10mm。横向、纵向、高度的偏差可在设备下方调整地脚高度或垫不锈钢垫片调整。

5.3.6 在基础上固定设备时均应采用不锈钢螺栓，酸碱系统应在不锈钢螺栓上外套 PVC 材质的衬套，并应在安装完毕后打密封胶，或使用镀特氟龙的不锈钢螺栓。

5.3.7 安装三通箱、阀门箱、连接箱应单独设置支吊架，箱上的螺帽应与 C-PVC 外套管连接，并应用螺帽锁紧。阀门箱的接管不应过分弯曲变形。

【条文说明】 安装阀箱后，宜做一次盛水试验，避免外壳及外套管有渗漏之处

5.3.8 设备安装完成后应确保固定螺栓牢固，外壳完好、拼板无裂痕，设备内部阀门、泵、过滤器等部件无松动，管道阀门连接接头无变化。

5.3.9 设备所有接口应与图纸尺寸一致，阀门、泵、过滤器等主材品牌、型号应与送审资料一致并满足使用要求。

5.3.10 设备安装完成后，检查管道和电气连接是否正常，检查无误后，由电气工程师对设备送电。

【条文说明】管道检查应有供应商的压力检测报告，电气检查应有供应商的信号测试报告

5.3.11 设备送电后，应测试自动供应和手动供应功能是否正常，保证系统能够稳定、安全的运行。

5.4 流体标识验收

5.4.1 流体标识应包括文字内容，标签颜色、字体颜色，箭头，尺寸大小协调。

1 文字内容描述管道内流体物质的名称（可以包含分子式）、特性（易燃性、腐蚀性，或者有有毒的性质）描述，可以使用中文、英文及数字描述；

2 标签颜色提醒管道内流体物质的危险性，颜色应醒目；

3 箭头表示管道内流体的流向，不得贴反，箭头大小应与标签大小相匹配；

4 标签的大小尺寸应根据管道外径尺寸的大小而变化。

【条文说明】如有与其他系统一致的类型时，最好做整厂统一规划

5.4.2 流体标识应能清晰描述管路内的流体特性，标识采用粘贴方式，标识表面应有防水、防刮、耐高温、防潮、防腐蚀功能。

5.4.3 流体标识粘贴应遵循整齐原则，水平管道上的标识应边缘对齐，垂直管道

上的标识应底部边缘对齐，间隔根据管道尺寸可做调整。

5.4.4 管道之间的连接处，设备与管道的连接处以及穿墙两侧，管道弯头处附近都应粘贴标识。

5.4.5 管道标识应粘贴于易观察位置，便于识别。

5.4.6 标识粘贴应在设备及管道油漆、清洁与绝缘完成后进行，并应逐点检查每个系统连接的正确性。

5.4.7 化学品标签尺寸及颜色分类应符合现行国家标准《工业管道的基本识别色、识别符合和安全标识》GB 7231 的有关规定。

5.4.8 设备警示标识应标注化学品类别、化学品特性、健康危害、急救措施、灭火方式及泄漏处理。设备应张贴警告标识当心刺激物质、当心中毒、当心腐蚀、当心有毒气体，应张贴在醒目易于辨别位置。

5.4.9 所有手动阀门的流体标识应悬挂开关挂牌，规格宜使用（90*35）亚克力材质，采用双面文字，两头可以穿链方式，如特殊腐蚀环境，悬挂链可更换为防腐蚀材质或扎带。

6 测试验收

6.1 一般规定

6.1.1 在管道安装完成后，施工单位检查人员应自检合格，确认已安装完成管道符合本项目技术要求，方可向建设单位（或第三方管理机构）提交预检申请，预检合格后方可进行管路测试。

【条文说明】应提前让施工方将自检人员资料提交并对其面试，确认预检预约流程，确保自检人员的专业性以及验收效率。

6.1.2 验收人员的职责：完成各管道系统的测试前的预检，应确保被测试管道符合测试前的各项要求；测试过程中，监督测试人员按要求进行测试工作，确认各项测试结果符合测试要求；测试结束后形成可追溯性的台账。

【条文说明】施工方应提前提交测试方案进行审核，并对现场测试人员进行认证，人员认证、测试方案以及测试报告的管控是履行质量监督职责、保障工程质量与安全、确保项目符合设计及规范要求的必要措施。

6.1.3 管路与系统检测的内容应根据电子生产工艺要求确定，并应按标准在工程完工后进行。

6.1.4 电子工业厂房化学品系统应进行压力试验，可进行泄漏测试、颗粒物测试和化学品原液金属元素含量测试。

【条文说明】各种管路测试应按照建设方技术要求进行专项测试。

6.1.5 压力试验应包括强度试验和严密性试验，酸碱化学品、研磨液化学品外套管宜进行压力不小于 0.1Mpa 的严密性测试，其余管道及设备均应按系统压力 1.15 倍或建设方技术要求进行压力试验。

【条文说明】外套管路的严密性测试不做强制要求，如有需求可进行测试，其余管路应按照压力试验标准进行测试，是确保管路安全稳定运行的必要操作之一。

6.1.6 不同种类管道测试项目宜参考表 6.1.6。

表 6.1.6 不同种类管道测试项目

测试管道	压力试验		泄露测试		颗粒物测试	金属含量测试
	强度试验	严密性试验	发泡法	氦检		
酸/碱 PFA 内管	√	√	/	/	√	√
研磨液 PFA 内管	√	√	/	/	√	√
易燃易爆溶剂	√	√	/	/	√	√
有机溶剂 (SUS316EP 管道)	√	√	/	*	√	√
酸/碱/外管	/	√	√	/	/	/

研磨液外管	/	√	√	/	/	/
不锈钢外管	√	√	√	/	/	/
设备	√	√	/	/	√	√

注：1 表格中“√”表示必须测试；

2 表格中“*”表示推荐测试；

3 表格中“/”表示无须测试。

6.1.7 进入密闭空间时，应依据国家有限空间作业安全指导手册进行作业，测试人员应佩戴氧浓度测试仪。

6.2 管道预检

6.2.1 安装完成管路应横平竖直，整齐美观，不得遮挡、阻碍其他系统点位。

6.2.2 已安装完成管道，系统管材、管件等材料的规格型号、材质、连接方式、管道标高、管路方向应与设计相符。

6.2.3 检查管道系统标识是否按照系统、管径、颜色、大小分类张贴，且应符合现行国家标准《工业管道的基本识别色、识别符合和安全标识》GB 7231 的有关规定。

【条文说明】6.2.1-6.2.3 规定了管路施工质量要求，保证管路运行的安全性以及美观性。

6.2.4 管路支架应齐全，不得有缺少和不牢固的状态，双套管路支架要求应符合表 6.2.4。

表 6.2.4 管路间距以及支架间距

外套管规格 DN(mm)	40	50	65~80	100 及以上
支架间距(m)	1.4	1.5	1.7	2
内外层间距(mm)	150	150	200	200
管端间距(mm)	>20	>20	>20	>20

【条文说明】管路间距和支架间距应符合《电子工厂化学品系统工程技术规范》GB 50781，施工方需提前按照标准进行交底培训，提高管路施工质量。

6.2.5 Clear-PVC 管路烘烤煨弯时，煨制完成管道不得出现折痕破损，如煨制完成出现不规则变形，变形量不得超过管径的 10%。

【条文说明】PVC 的软化温度是 105℃，所有的塑料都是高分子结构，属于非晶体，大于这个温度，PVC 就能软化便于弯曲。100℃以上开始分解出氯化氢，故在进行接管作业时要在通风的加工间内进行；由于加热不均或者弯管不到位而需要重新加热，但加热冷却不能超过二次，以免破坏管道的强度和产生不规则变形。

6.2.6 Clear-PVC 粘接应使用对应清洁剂和粘接剂，粘接前应对管端口进行倒角并去除毛刺。

【条文说明】管端口倒角以便承插，去除毛刺避免划伤内管。

6.2.7 焊接/粘接过程中应做焊接/粘接记录，焊道/粘接口应统一编号，并应标明作业时间、焊接/粘接作业人等信息、焊接/粘接系统、同时应与单线图的焊道/粘接口编号一致。

6.2.8 管道系统应保持洁净无污染状态，内外管不得划痕折损，如有破损应立即更换。

6.3 管道系统压力试验

6.3.1 设备与管路安装完成检查合格后，应进行测试准备，外套管的压力试验与准备应在系统设备定位安装之后、内管安装之前进行。

【条文说明】设备安装定位之后管路方可衔接至设备端，避免设备挪动造成管路歪斜，影响系统运行；内管安装长度会超过外管，内管安装完成后会影响外管测试。

6.3.2 压力试验准备应符合以下要求：

- 1 应采用纯度不低于 99.999%的高纯气体作为介质进行压力试验；
- 2 测试前应确认管路及附件未进行绝热作业，管路各路出口应用阀门、堵头或其他措施隔离；
- 3 压力试验前应使用高纯气体进行预吹扫，并进行变压循环吹扫；
- 4 压力试验现场(升压、保压期间)5 米范围内应设置为危险区域，并挂警示标志，无关人员不得进入；
- 5 测试前可进行预压试验，预试验压力宜为 0.2MPa（不包括 Clear-PVC 外套管）；
- 6 测试时宜具备压力释放装置，其设定压力不应高于试验压力的 1.1 倍。

【条文说明】因材料本身性质，压力过高会对材料造成损伤，需安装压力释放装置，避免压力过高对材料造成损伤。

6.3.3 强度测试应按以下步骤进行：

- 1 将圆盘式压力计与压力表通过三通与待测设备或管路连接；
- 2 系统强度测试压力为设计压力的 1.5 倍或按工艺要求设置，时间应保持 30 min；
- 3 逐步缓慢增加压力，当压力升至测试压力的 50%时，进行初始检查，如未发现异状或泄漏，继续按测试压力 10%逐级升压，每级稳压 3 min，直至测试压力，再次检查应无泄漏。

6.3.4 严密性测试应按以下步骤进行：

- 1 严密性测试压力应为设计压力的 1.15 倍，时间应保持 24h；
- 2 测试期间以压力变化在 2%以内、无泄漏为合格。

6.3.5 不锈钢化学品系统压力试验结果可按下列公式进行修正和计算：

- 1 压力试验的压力按公式 6.3.5-1 进行修正：

$$P = [(P_1 + P_0) \times (T_2) / (T_1)] - P_0 \quad (6.3.5-1)$$

- 2 压力下降值 h 按公式 6.3.5-2 进行计算：

$$h = (P - P_1) / P_1 \times 100\% \quad (6.3.5-2)$$

式中： P_0 ——大气压力，通常为0.101MPa；

P_1 ——初始表压，单位为MPa；

P_2 ——最终表压，单位为MPa；

T_1 ——初始环境温度，单位为K($K=^{\circ}C+273.15$)；

T_2 ——最终环境温度，单位为K($K=^{\circ}C+273.15$)；

h ——压力下降值。

6.3.6 压力试验初始温度和结束温度的变化不应超过 $\pm 5^{\circ}C$ 。

6.3.7 系统强度测试不应有压力下降，严密性测试的压力下降值不应超过 2%。

6.4 管道系统泄漏测试

6.4.1 电子工厂非腐蚀性溶剂管道应采用氦检漏法进行泄漏测试。

6.4.2 电子工厂腐蚀性溶剂的外套管宜采用氦检法进行泄漏测试。

6.4.3 电子工厂酸碱化学品、研磨液化学品管道宜采用发泡法进行泄漏测试。

6.4.4 泄漏测试开始前应具备以下条件：

- 1 待检设备或管路已通过压力试验；
- 2 焊缝表面无遮蔽泄漏的污物；
- 3 所有敞口管密闭，设备稳固。

6.4.5 采用发泡法的泄漏性测试应按以下步骤进行：

- 1 采用纯度高于 99.999%的高纯氮气作为介质，测试压力不低于设计压力；
- 2 将发泡剂涂抹于管道、法兰、焊缝、阀门的连接处，检查涂抹处是否发生气泡。

6.4.6 采用氦检漏方法的泄漏测试应按以下步骤进行：

- 1 将氦测试仪与待测设备或管路连接，测试路径阀门开启、末端接口封堵；
- 2 仪器通电预热，预热的最少时间应按照仪器制造厂商的规定；
- 3 将设备或管路的泄漏率抽至小于 $1 \times 10^{-9} \text{mbar} \cdot \text{L/s}$ ，泄漏率处于下降趋势时，开始喷氦；
- 4 按照图纸用氦气喷枪对每一处可能泄漏点进行喷氦，氦气浓度宜为 100%。每一处可能泄漏点应等待 10 秒，确认仪器无波动再对下一可能泄漏点进行测试，喷枪与被检可能泄漏点的距离应保持在 6mm 以内；
- 5 喷氦时遵循由近而远、从上至下的原则；
- 6 检漏过程中泄漏率升高时，所有具备泄露风险点应进行隔离，并确认泄漏点。将氦检仪离线，泄漏点为接口处则更换垫片、泄漏点为焊道处则重新焊接，修补后应重新经过气密性检测合格后，再按规定进行氦检漏；
- 7 氦检完毕后，离线氦检仪，用纯度不低于 99.999%的高纯气体对设备或管路进行吹扫。

6.4.7 化学品系统采用氦检漏方法测定的泄漏率宜不大于 $1 \times 10^{-8} \text{mbar} \cdot \text{L/s}$ 。

6.4.8 化学品系统采用发泡法进行的泄漏性测试应不发生气泡。

【条文说明】各种系统管路应结合建设方技术要求，提前确认是否需要进
行泄漏测试，并严格按照标准进行测试，保证管路的无漏点以及系统运行的安全
稳定性。

6.5 管道颗粒物测试

6.5.1 在进行颗粒物测试之前，应确保管路被充分浸泡及冲洗，并检查管路避免出现倒 U 型位置残留空气，影响测试结果。冲洗宜采用纯水进行系统冲洗，沿化学品流动方向，按化学品储罐、桶槽至管路、阀门箱的顺序分段进行，应从阀门箱出口排放至临时储药桶。冲洗宜符合工艺设备的要求。

6.5.2 纯水冲洗完成后，还应采用氮气对系统进行吹扫。吹扫标准宜符合工艺设备的要求。

6.5.3 不同化学品系统颗粒物测试方式不同，宜参考表 6.5.3-1，不同电子工厂化学品系统颗粒物测试宜符合表 6.5.3-2 要求。

表 6.5.3-1 不同电子工厂化学品系统颗粒物测试内容

测试内容	酸碱类化学品 (PFA+Clear PVC 管)	腐蚀性有机类化学 品 (PFA+SS304 管 道)	有机溶剂类化学品 (SS304LMPEP 管 道)
UPW Particle 测试	√	/	/
N2 Particle 测试	/	√	√
Chemical Metal 测 试	√	√	√

注：1 表格中“√”表示必须测试；

2 表格中“/”表示无须测试。

表 6.5.3-2 不同电子工厂化学品系统颗粒物测试要求

大类	细分	颗粒			
		纯水		高纯气 体	化学品原 液
		酸碱	溶剂		
电子材料 工厂	半导体材料厂	*	/	√	√
	平板显示用玻璃基板厂	*	/	√	*
	偏光片厂	*	/	√	*
	覆铜板及铜箔材料厂	*	/	*	*
	陶瓷及磁性材料厂	*	/	*	*
电子器 件工厂	集成电路厂	*	/	√	√
	显示器件厂	*	/	√	*
	电子元件及其他电子器 件厂	*	/	*	*
半导体专用设备工厂		*	/	√	√

注：1 表格中“√”表示必须测试；

2 表格中“*”表示推荐测试；

3 表格中“/”表示无须测试。

6.5.4 冲洗结束后，宜按照工艺要求进行纯水介质的颗粒物测试：

- 1 在设备取样口或管道取样口连接液体粒子计数器；
- 2 化学品系统测试液体中 0.1 μm 及以上粒径颗粒数不超过 5 颗/毫升。

【条文说明】单位容积内的颗粒数应符合工艺系统的要求，无特殊要求时应符合《电子工厂化学品系统工程技术规范》GB 50781。

6.5.5 颗粒物测试应按以下步骤进行：

- 1 吹扫待测设备或管路，使用高纯气体进行变压循环吹扫；
- 2 测试时将各支路阀门或堵头松开，取最末端点位，连接颗粒仪；
- 3 接入仪器前，应进行预吹扫且不低于 10 分钟；
- 4 进气口压力应满足测试设备对气体压力的要求；
- 5 开机测试，应随时观察测试状况，当出现非标准状态应重新测量，直至达标。

6.5.6 化学品原液介质的颗粒物测试：

- 1 在设备取样口或管道取样口连接液体粒子计数器；
- 2 化学品系统测试液体中颗粒数满足建设方使用要求；
- 3 测试时应注意原液自身的污染造成的颗粒度干扰。

6.5.7 在进行危险化学品取样时，应选择适当的取样点，取样点周围应避免火源、静电等危险因素存在。

6.5.8 取样点应保持现场的通风良好，以防止有毒气体或有害物质的聚集，对操作人员造成伤害。

6.5.9 取样器具应根据具体的化学品性质和取样要求，选择适当的器具。对于易挥发性化学品，宜选用密封性能好的容器，以防止化学品的挥发和泄漏。

6.5.10 取样操作人员在正式工作前应接受相关培训考核，了解危险化学品的特性和取样要求。在取样过程中，应注意避免污染及交叉污染，避免与其他化学品接触影响取样结果。

6.6 化学品管道金属元素含量测试

6.6.1 化学品管道的金属元素含量测试中共性元素应包括铝、锂、镁、铈、锰、钡、镍、钾、镉、钠、钙、锶、铬、钛、铜、锡、铁、钒、铅、锌 20 种，特性元素的测试应按照工艺和使用要求进行。

6.6.2 金属元素含量测试应按照《用电感耦合等离子体质谱法测定硝酸中金属元素的含量》SJ/T 11555 方法进行。

【条文说明】该方法适用于痕量测定，测量浓度范围为 0.1 μg/L-100 μg/L，样品由载气(氯气)带入雾化系统进行雾化后，以气溶胶的形式进入等离子体的轴向通道，在高温和惰性气体氛围中，元素被电离成带正电的离子，质谱仪会根据各元素的质荷比的不同进行分离测定。在一定浓度范围内，元素质量数处所对应的信号响应值与其浓度成正比。

6.6.3 离子取样需要使用 PFA 材质采样瓶取样，取样前应充分冲洗。取样后尽可能排空气泡。

7 监控和管理系统验收

7.1 一般规定

7.1.1 控制系统应包含控制、联动、报警、监视等功能，包括可编程器 PLC、触控屏 HMI、监控控制和数据采集系统 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) 包含各类监测仪器、气动阀、泵控制组件、传感器、供电模块、电源柜、控制柜、监控系统及相关程序。

【条文说明】本条规范控制系统的功能配置与组成要求，确保其具备全面的运行管理能力，实现设备及流程的精准控制与可靠监控。

7.1.2 调试结束应提供各数位及类比信号输入/输出测试表，应包括各类阀门、传感器，监测仪器等。

7.1.3 化学品监控系统(CMS)应根据系统的 P&ID 和输入/输出清单，制定相应的界面，历史数据可查询年限应不低于 2 年。可查询数据宜包含报警、阀门、泵浦动作计数数据、传感器数值。

【条文说明】化学品监控系统（CMS）的界面设计应严格依据系统的管道及仪表流程图（P&ID）和输入 / 输出清单制定，确保界面布局、数据展示及操作逻辑与系统实际流程、信号交互需求一致，提升操作直观性与准确性。

7.1.4 根据系统构成和要求，各系统末端 VMB 应安装压力变送器，确保实时数据传送至监控系统。

7.2 安装检查

7.2.1 施工前应提供触控屏相应选择界面及功能检查表以进行复核，功能部分应包括报警是否联动蜂鸣、是否关联设备停机、是否强制供液。

【条文说明】对本条规范的要求进行功能的逐项复核，确认触控屏的功能设计与实际需求的一致性，避免因功能缺陷影响施工后系统的正常运行。

7.2.2 施工前应提供参数设置界面，参数应包括传感器的延迟时间、压力报警的临界限值、可调整混配系统的投放量与目标值、系统运行供应参数设定。

【条文说明】通过提前提供该界面，确保各项参数可根据实际需求灵活调整，为施工后系统的精准调试、安全运行及功能验证提供可操作的配置基础。

7.2.3 监控系统应与现场泵及阀门联动，触控屏应提供查看使用时间及阀门、泵浦动作计数统计查看界面，便于用户在限值前进行更换或维护。

7.2.4 关键工艺路径控制必须使用冗余 PLC 系统，设备、主控制柜及连接 VMB 之区域控制柜之间的通讯宜采用冗余及硬件线路，防止通讯中断时保持整个系统的正常运行和供液。

7.2.5 触控屏及化学品监控系统应提供分级控制功能，并设计层级密码保护机

制，防止误操作导致的系统异常。

7.2.6 PLC 及 IO 机柜电源，采用双路供电模式可采市电及不断电系统(UPS)并用，柜内设置双电源切换装置。冗余型 PLC CPU 机架电源，两路 CPU 电源需来自不同回路供电电源。非冗余型 PLC 电源，PLC 电源采用双路电源切换后的输出电源供电。

【条文说明】本条供电配置应保障在一路电源中断或异常时，系统能通过切换装置或冗余设计维持正常供电，减少因电源问题导致的系统停机风险。

7.2.7 有机类设备仪控区应设有正压装置且应安装接地。

7.2.8 信号线宜采用多芯屏蔽电缆，强电及弱电线槽应分离，避免信号波动。线槽串接应有短路片并应适当充分接地。

7.2.9 所有带有检测范围的仪器应根据说明书进行定期校验。

7.2.10 所有设备类应在外部明显的地方带有紧急停止按钮，紧急停止按钮应加装防护罩。

7.2.11 报警灯宜采用三色灯，以区分各类报警等级，便于操作人员管理。

7.2.12 电控区的排线应采用 U 形排线，减少意外漏水时出现短路的情况，电控柜体上方加装承漏装置。

7.2.13 电控区应配备 N2 吹扫净化及防静电装置。

7.2.14 控制模式应提供自动运行模式及半自动运行及手动控制三种模式。

7.2.15 有机设备应安装二氧化碳灭火系统，在设备内药液途经分区应安装火焰探测器/温感传感器。

【条文说明】有机设备应配套安装二氧化碳（CO₂）灭火系统，以在火灾发生时能快速启动并实施有效扑救，抑制火势蔓延。同时，在设备内部药液流经的各分区，均应安装火焰探测器或温感传感器，通过实时监测该区域的火焰信号或温度异常变化，实现火情的早期探测与预警。

7.2.16 调试完成后，应提供各端子的信号接线表，包括预留端子的连接点位。预留端子数量可参照后期扩充规划而定。

7.2.17 有机类、酸碱类 VMB 外壳周围应安装压条防泄漏，有机类配件设备设计均需采用防爆规格。

7.2.18 泄漏侦测器应选用耐酸碱浸泡材质，同一区应安装 2 组以免误动作。

【条文说明】泄漏侦测器的材质应选用可耐受酸碱浸泡的类型，以适应可能存在酸碱介质泄漏的环境，保障侦测器在接触腐蚀性液体时仍能保持正常工作性能。同一监测区域应安装 2 组泄漏侦测器，通过冗余配置形成相互验证机制，减少因单一设备故障、环境干扰等因素导致的误动作，确保泄漏信号的真实有效，为及时采取泄漏处置措施提供可靠依据。

7.2.19 电磁阀组需包含手动拨钮且手动拨钮应具有可强制开关锁固模块功能。

7.3 功能性检查

7.3.1 浮球或光学式漏夜传感器宜安装于设备或阀箱内做漏夜检知。

【条文说明】浮球式或光学式漏液传感器应优先安装于设备内部或阀箱内，以实现对上述区域漏液状态的直接检知。该安装方式可通过传感器对液位变化（浮球式）或光线折射变化（光学式）的感知，快速捕捉初期漏液信号，为及时排查漏液源、采取防护措施提供依据，避免漏液扩散导致设备损坏或环境影响。

7.3.2 漏液侦测带或光学式漏液传感器宜安装在承漏盘及槽罐区周围地面上。

【条文说明】漏液侦测带或光学式漏液传感器应优先安装于承漏盘及槽罐区周围地面。承漏盘作为设备漏液的初级收集区域，在此处安装传感器可快速捕捉初期漏液；槽罐区周围地面为漏液可能扩散的关键路径，传感器部署于此能及时监测漏液蔓延情况。

7.3.3 若使用漏液侦测带应设置固定粘接地面方式，粘接应牢固。

7.3.4 号码管信息应依客户要求正确编写且清楚辨识。

7.3.5 漏液控制器应标识正确且安装在易操作与易维护更换位置。

7.3.6 现场安装完成应测试 I/O 信号，信号显示确认包括中控室应能正常接收现场设备(如阀门、泵、传感器)报警信号、现场信号文字数值显示讯息应与中控信息一致、现场信息与软件上方文字数值显示讯息信息一致。

【条文说明】测试需逐项验证并形成记录，确认所有信号显示符合上述要求，确保现场设备与控制系统间信号传输的准确性、一致性及可靠性，验证安装后信号交互功能的有效性。

7.3.7 PLC 与 HML 及 SCADA 间应做点对点功能性测试。

【条文说明】确保可编程逻辑控制器（PLC）、人机界面（HML）及监控与数据采集系统（SCADA）之间的数据交互与功能协同的准确性、可靠性。

7.3.8 含热源箱体应配置通风孔，配置风扇、温控开关与空气滤网以配合通风散热。风扇滤网需加装外罩，避免盘外因滴水经由风扇吸入盘内。易潮湿箱体应安装除湿设备，监控盘应预留人员维修空间及照明灯具或插座。

7.3.9 散热风扇、盘内照明及插座等需独立电源回路，不得与控制线路同一回路。

7.3.10 需设置温控警报开关，过温侦测应纳入 PLC D/I 点监视。

7.3.11 DC 电源压降失效双回路侦测必须纳入 PLC D/I 点监视。

7.3.12 PLC 之 D/I 及 D/O 模块配置上应加保险丝做隔离保护。

7.3.13 PLC 之 D/O 宜加继电器隔离输出保护，当输出点为带电方式应独立端子台。

7.3.14 电源盘内应设置多功能电表，监视各相电源及电流数值并进入图控系统纪录。

7.3.15 图控系统应具有实时/历史警报画面，实时/历史警报画面应包含警报批注、警报发生时间、警报确认时间、警报恢复到正常时间，当使用鼠标点选警报群组按钮时，警报窗口应显示该群组的警报纪录。

【条文说明】此功能设计旨在实现警报数据的精准筛选与快速定位，提升操作人员对特定群组警报的集中监控与管理效率，为故障排查与系统运维提供精准数据支持。

7.3.16 图控系统安全管理应符合下述规范要求：

1 系统需提供操作者密码编辑功能，内容包含权限等级，操作人员密码及姓名设定。当操作者登录之后应显示其姓名于标题栏内；

2 当操作者操作控制点或对相应数值进行调整时应确认登陆者密码权限。

3 警报异常确认需配合操作者密码权限操作，同时记录操作人员姓名。

4 图控警报功能应符合下述规范要求

5 应提供警报看版，供后续查询，历史警报记录需至少能保持 180 天或历史记录至少 10000 笔；

1 当监控点产生新的警报时，监控点像素应能闪烁并发出警报声响提醒操作者，同时应于实时警报广告牌上提供警报确认按钮，信号应经操作人员确认后方可将监控点符号闪烁及警报声响解除，但警报颜色需继续保持到警报解除为止。

7.3.17 图控趋势图功能应符合下述规范要求：

1 历史趋势图显示功能：

1) 画面上可显示监控点名称、最大值、最小值及平均值；

2) 应提供显示数值时间间隔及范围设定。

2 所有历史曲线图背景可使用白色，节省打印碳粉；

3 历史曲线记录资料存放应不低于 6 个月。

7.3.18 图控报表管理程序应提供控制群、监视群状态报表、警报综合报表、设定日志报表、打印时间及功能点数据打印，并能做成信息文本传输。

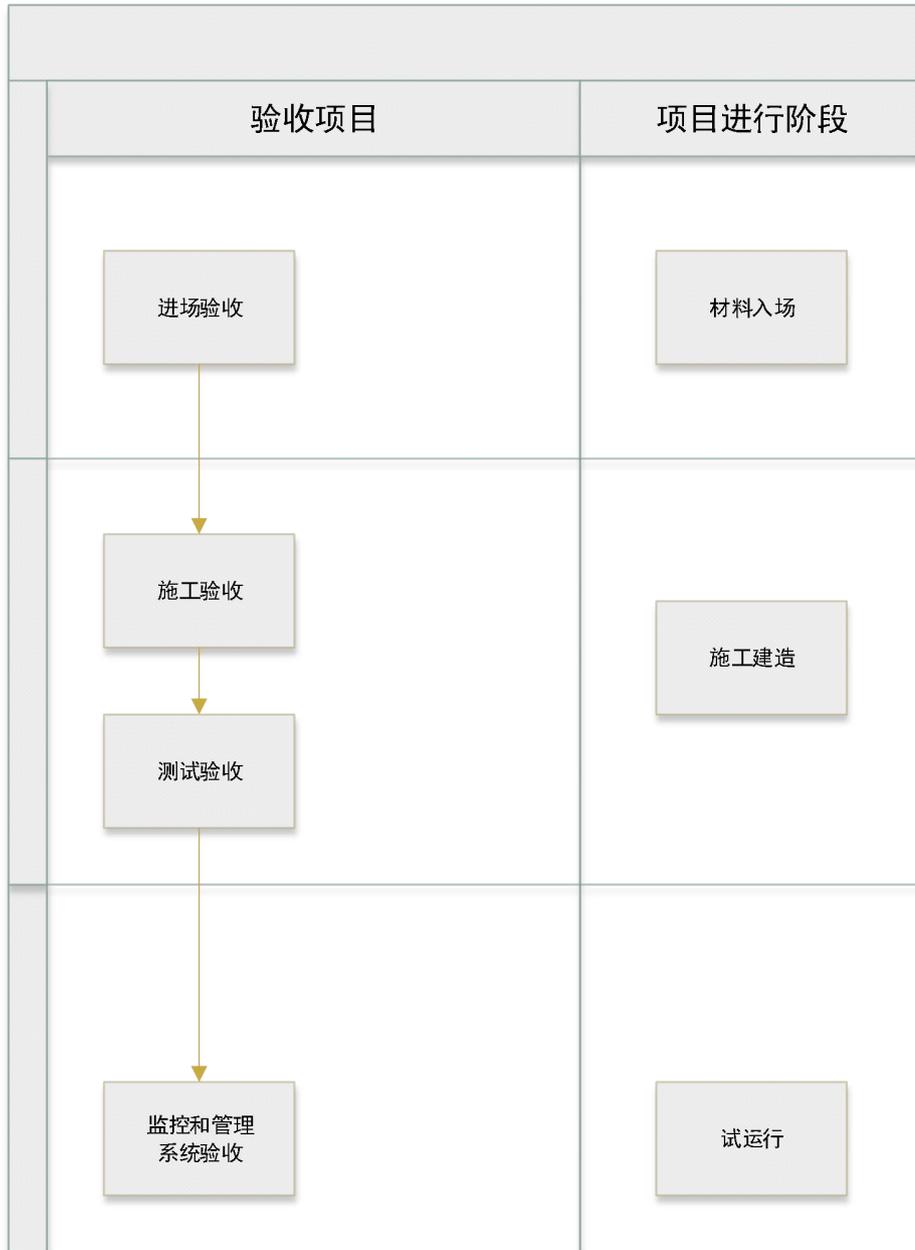
【条文说明】图控报表管理程序通过上述功能的有机整合，覆盖数据采集、报表生成、打印存档、信息传输的全链条管理体系，可为系统的稳定运行、高效管理提供有力保障。

附录 A

(资料性)

电子工业化学品系统验收流程

电子工业化学品系统验收流程见图A.1。



附录 B

(资料性)

管道及材料技术要求

B.0.1 氟材料特性要求见表B.1。

表B.1 氟材料特性要求

特征	PTFE	PFA	FEP	ETFE	EFEP	CPT	PCTFE
耐热性 (°C)	260	260	200	150	120	200	120
硬度	良	良	良	优	优	良	优
绝缘性	优	优	优	优	优	优	优
难燃性 (%)	95	95	95	31	30	95	95
耐化学性	优	优	优	优	优	优	优
耐气候性	优	优	优	优	优	优	优
自润滑性	优	优	优	优	优	优	优
不粘性	优	优	优	优	优	优	优
成型性	差	优	优	优	优	优	良

B.0.2 PFA管道规格要求见表B.2。

表B.2 PFA管道规格

公称尺寸 (mm)	外径 /mm		厚度 /mm	
	标准尺寸/mm	公差/mm	标准尺寸/mm	公差/mm
6.35×9.52	9.52	±0.12	1.59	±0.10
7.52×9.52	9.52		1.00	±0.06
9.52×12.70	12.70		1.59	±0.10
15.88×19.05	19.05		1.59	±0.10
22.22×25.40	25.40	±0.15	1.59	±0.10

B.0.3 工艺EP不锈钢尺寸要求见表B.3。

表B.3 工艺EP不锈钢尺寸要求

管径	管厚	外径容许公差	管厚容许公差	真圆度容许公差
1/4" (6.35mm)	0.89mm	+0.10mm	±10%	—
		-0.00mm		—
3/8" (9.53mm)	0.89mm	+0.10mm		—
		-0.00mm		—
1/2" (12.7mm)	1.0mm	+0.127mm		—
		-0.127mm		—
3/4" (19.05mm)	1.24mm	+0.127mm		—
		-0.127mm		—
1" (25.4mm)	1.65mm	+0.127mm		+0.25mm
		-0.127mm		-0.25mm
1-1/4" (31.8mm)	1.65mm	+0.127mm		+0.25mm
		-0.127mm		-0.25mm
1- 1/2" (38.1mm)	1.65mm	+0.254mm		+0.25mm
		-0.254mm		-0.25mm
2" (50.8mm)	1.65mm	+0.254mm		+0.25mm
		-0.254mm		-0.25mm
2-1/2" (63.5mm)	1.65mm	+0.254mm		+0.25mm
		-0.254mm		-0.25mm
3" (76.2mm)	1.65mm	+0.254mm		+0.25mm
		-0.254mm		-0.25mm
4" (101.6mm)	2.11mm	+0.381mm	+0.25mm	
		-0.381mm	-0.25mm	
6" (152.4mm)	2.77mm	+0.762mm	+0.30mm	
		-0.762mm	-0.30mm	
15A-25A	1.65mm	+0.10mm	+0.25mm	
		-0.10mm	-0.25mm	
32A-40A	1.65mm	+0.30mm	+0.25mm	
		-0.30mm	-0.25mm	
50A	1.65mm	+0.50mm	+0.25mm	
		-0.50mm	-0.25mm	
65A	1.65mm	+0.60mm	+0.25mm	
		-0.60mm	-0.25mm	
80A	1.65mm	+0.70mm	+0.25mm	
		-0.70mm	-0.25mm	
90A	1.65mm	+0.80mm	+0.25mm	
		-0.80mm	-0.25mm	
100A	1.65mm	+1.00mm	+0.25mm	

管径	管厚	外径容许公差	管厚容许公差	真圆度容许公差
		-1.00mm		-0.25mm
125A-200A	2.8mm	±1%管径		+0.30mm
250A	3.4mm			-0.30mm
				±10%管厚
300A-350A	4.19mm			±10%管厚

B.0.4 不锈钢316L成分表含量要求见表B.4。

表B.4 不锈钢316L成分表含量

元素名称	标准		
	GB/T20878	ASTM-A269	JIS-G3459
C	≤0.030%	≤0.035%	≤0.030%
Mn	≤2.000%	≤2.000%	≤2.000%
P	≤0.045%	≤0.045%	≤0.040%
S	≤0.030%	≤0.030%	≤0.030%
Si	≤1.000%	≤1.000%	≤1.000%
Ni	10.0%~14.0%	10.0%~14.0%	12.0%~16.0%
Cr	16.0%~18.0%	16.0%~18.0%	16.0%~18.0%
Mo	2.0%~3.0%	2.0%~3.0%	2.0%~3.0%

B.0.5 工艺EP不锈钢管道技术要求见表B.5。

表B.5 工艺EP不锈钢管道技术要求

分类	要求
基本要求	<ol style="list-style-type: none"> 1 内表面粗糙度:Ru<0.25um。 2 熔炼方式:AOD、VOD、VIM、VAR、ESR 等的一种或结合; 3 锰含量: <2.00%; 硫含量: 0.005%~0.012%(无缝管), 0.005%~0.017%(焊接管); 4 冷拔管制作过程: 冷延→热处理→冷拉→光亮热处理→脱脂→一般水洗(7级洁净环境)→电解抛光中和→钝化处理→一般水洗→冷纯水水洗(7级洁净环境)→温纯水水洗(7级洁净环境)→纯氮吹扫(5~6级洁净环境)→检查→包装(压帽氮封及外创装充气保护)
检测要求	<ol style="list-style-type: none"> 1 外观检查、真圆度检查、尺寸检查、紫外光油质擦拭检查等 2 表面粗糙度检查 3 氮检漏: 内向检漏法$\leq 1 \times 10^{-9}$ mbar·L/s, 或外向检漏法5×10^{-6} mbar·L/s 4 颗粒(可选): ≥ 0.10 um, 且≤ 0.036 颗/L 5 不纯物测试(可选): 水分0.5×10^{-6}; 氧分0.5×10^{-6}; 总碳氢0.5×10^{-6} 6 铬铁比(可选): 1.5:1

	7 氧化层厚度(可选): $2 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ 8 表面缺陷(可选):放大 3500 倍, 40 处
包装要求	1 应在 7 级洁净环境内包装 2 包装前采用清洁氮气吹扫 3 两端用厚度为 $45 \mu\text{m}$ 厚聚乙烯塑料膜覆盖后, 再用管帽封堵 4 密封包装在厚度为 $150 \mu\text{m}$ 聚乙烯塑料袋内(双层)
注: 热处理: 在露点 -40°C 的干燥氢气中, 或 10umHg 真空下, 加热到 1000°C . 然后快速淬火。 钝化处理: $20\% \sim 50\%$ 硝酸溶液, $>30\text{min}$	

B.0.6 工艺EP不锈钢隔膜阀/波纹管技术要求见表B.6。

表B.6 工艺EP不锈钢隔膜阀/波纹管技术要求

等级	EP
阀体材质	SUS316L
Seat 材质	PCTFE or PI
Diaphragm 材质	Ni 合金、Co 合金、Ni-Co 合金
外部侧漏 (External Leakage)	$\leq 2 \times 10^{-9} \text{ atm} \cdot \text{cc}/\text{sec}$
阀座侧漏 (Leakage Cross Seat)	$\leq 2 \times 10^{-9} \text{ atm} \cdot \text{cc}/\text{sec}$
粗糙度	$R_{\text{max}} < 0.7 \mu\text{m}$ 、 $R_{\text{a}} < 0.25 \mu\text{m}$
隔膜阀使用寿命	手动阀开闭回数要在 10000 次以上; 气动阀开闭回数要在 500000 次以上