ICS 91.200

CCS P 30

团　　体　　标　　准

T/CACEC 000X—202X

多晶硅洁净管道施工技术规程

Technical Specification for Clean Piping Installation in Polysilicon Productio

（征求意见稿）

202X-XX-XX 发布　　202X-XX-XX 实施

中国化工建设企业协会 发布

中 国 标 准 出 版 社 出 版

前言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国化工建设企业协会标准化技术委员会归口管理，由中国化工建设企业协会负责解释。请各使用单位在执行本文件过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈至中国化工建设企业协会标准化技术委员会（地址：北京市×××区×××路××号；邮编：××××××；电子邮箱：××××××××××）。

本文件主编单位：中国化学工程第六建设有限公司。

本文件参编单位：××××××、××××××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

引言

多晶硅生产装置输送氯硅烷、高纯氢气、高纯氮气和高纯水等高纯介质，对管道内表面洁净度、粗糙度、焊缝质量及施工过程污染控制提出了严于一般工业管道的要求。微量颗粒、金属离子、水分或焊缝氧化着色均可能影响产品质量和系统安全稳定运行。为统一多晶硅洁净管道施工技术要求，规范洁净预制、材料检验、管道预制与焊接、安装、检查检验和试验、吹扫清洗及工程交接等环节，保证工程质量，在总结工程实践并参考相关标准的基础上，制定本文件。本文件针对奥氏体不锈钢洁净管道特点，重点规定洁净预制环境与人员物资控制、内表面粗糙度和焊缝铁素体数验收、充氩保护与内焊缝褪色度分级评定、气压试验和泄漏性试验等要求。其他行业洁净管道施工可参照本文件执行。

目　次

前言

引言 6

1 范围 6

2 规范性引用文件 6

3 术语和定义 7

4 基本规定 8

4.1 洁净预制厂房 8

4.2 环境隔离与人员物资控制 9

5 管道元件及材料检验 9

5.1 质量证明文件 9

5.2 外观与包装 9

5.3 内表面粗糙度 10

5.4 铁素体含量（焊缝金属） 10

5.5 阀门 10

5.6 化学成分检验 11

6 管道预制与焊接 11

6.1 下料切割 11

6.2 坡口加工 11

6.3 管道组对 12

6.4 管道焊接 13

7 管道安装 16

7.1 安装前准备 16

7.2 洁净管道安装 16

7.3 阀门安装 17

7.4 支吊架安装 18

7.5 静电接地 18

8 管道检查、检验和试验 18

8.1 焊缝外观检查 18

8.2 无损检测 19

8.3 不合格焊缝处理 19

8.4 压力试验 19

8.5 泄漏性试验 20

9 洁净管道吹扫与清洗 20

9.1 吹扫 20

9.2 脱脂 21

9.3 化学清洗 21

9.4 高纯水清洗与干燥 21

9.5 污水排放 21

10 工程交接 21

多晶硅洁净管道施工技术规程

1 范围

本文件规定了多晶硅洁净管道施工的术语和定义、基本规定、管道元件及材料检验、管道预制与焊接、管道安装、管道检查检验和试验、洁净管道吹扫与清洗、工程交接的技术要求。

本文件适用于多晶硅生产装置中输送高纯介质（氯硅烷、高纯氢气、高纯氮气、高纯水等）的奥氏体不锈钢洁净管道的施工。其他行业洁净管道施工可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1031 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值

GB 50235—2010 工业金属管道工程施工规范

GB 50236—2011 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

GB 50591—2010 洁净室施工及验收规范

GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范

GB/T 25146 工业设备化学清洗质量验收规范

GB 8978—1996 污水综合排放标准

GB/T 20801（所有部分） 压力管道规范 工业管道

NB/T 47013.8 承压设备无损检测 第 8 部分：泄漏检测

AWS D18.1 卫生（洁净）应用中奥氏体不锈钢管和管道系统的焊接

AWS D18.2：2020 Guide to Weld Discoloration Levels on Inside of Austenitic Stainless Steel Tube

YB/T 6081—2022 卫生级不锈钢洁净管

T/ZZB 3395—2023 电子洁净流体输送用不锈钢焊接钢管

3 术语和定义

GB/T 20000.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 GB/T 20000.1 中的某些术语和定义。

3.1 洁净管道 clean piping

用于多晶硅生产过程中输送高纯介质，内表面粗糙度、洁净度及焊缝质量满足本文件规定的不锈钢管道系统。

3.2 洁净预制厂房（洁净棚） clean fabrication workshop / clean booth

用于洁净管道切割、坡口加工、组对和焊接的局部受控环境，其洁净度、风速、照度和噪声等参数应满足本文件 4.1 的规定。

3.3 高纯氩气 high-purity argon

纯度不低于 99.999%，氧含量低于 1 μL/L，水分低于 1 μL/L 的氩气，用于洁净管道焊

接的正面保护和背面保护。

3.4 内焊缝褪色度 weld discoloration level（ID）

按 AWS D18.2 规定的褪色度照片标样评定的奥氏体不锈钢管内表面焊缝及热影响区的氧化着色等级，等级编号 1—10 对应背面保护气体中递增的氧含量水平。

3.5 铁素体数 ferrite number（FN）

按 AWS A4.2 或等效方法测定的奥氏体不锈钢焊缝金属中 δ −铁素体含量的当量数值。

4 基本规定

4.1 洁净预制厂房

4.1.1 洁净管道的切割、坡口加工、组对和焊接应在洁净预制厂房或洁净棚内进行。

4.1.2 洁净预制厂房的洁净度等级不低于 ISO 14644−1 的 7 级（万级），0.5 μm 粒径粒子浓度不大于 352 000 个/m³。风速宜控制在 0.36 m/s～0.45 m/s。噪声不应大于 65 dB(A)。工作台面照度不应低于 300 lx。

4.1.3 围护结构应采用防静电垂帘或刚性围壁。防静电垂帘接缝处应重叠不小于 50 mm，底部与地面间隙不应大于 100 mm。玻璃或有机玻璃嵌入框架槽内时，接缝处应采用无硅密封胶填充。

4.1.4 FFU 机组应均匀布置，开启后运行不少于 24 h，经粒子计数器、风速仪和声级计检测合格后方可投入使用。过滤器前后压差不小于 150 Pa 时，应更换过滤器。

4.1.5 洁净预制厂房应每周用无尘布擦拭防静电垂帘及内表面；每月检测 FFU 风速及过滤器压差；每季度校准洁净度、噪声和照度参数；每年检查框架稳定性及电气安全。

4.2 环境隔离与人员物资控制

4.2.1 洁净管道及管件带包装存放时，应置于洁净房间内。

4.2.2 碳钢材料不应进入洁净预制厂房。厂房周边 30 m 范围内不应进行碳钢打磨作业。

4.2.3 进入洁净预制厂房的工器具应经压缩空气吹扫并用干净白布擦拭，去除表面灰尘。焊接设备应在进入前完成检查调试。

4.2.4 应设置人员与物资进出的缓冲间。进入洁净预制厂房的人员应穿着整洁工作服，佩戴洁净鞋套、洁净手套和口罩。

4.2.5 洁净管道焊工应持有特种设备作业人员证（焊接方法为 GTAW，母材类别覆盖奥氏体不锈钢），或持有 ASME BPE/相应洁净管道焊接资质。合格项目的焊接方法、母材类别、管径范围和焊接位置应覆盖实际施焊范围。自动轨道焊操作人员还应提供设备厂家的专项培训证明。焊工施焊前应经本文件 6.4.2 规定的焊接工艺评定合格，方可上岗。

5 管道元件及材料检验

5.1 质量证明文件

洁净管道、管件、阀门和密封件应具有制造厂合格证和材料质量证明文件。管材的牌号、炉批号和规格应与设计文件一致。

5.2 外观与包装

5.2.1 洁净管道和管件表面不应有裂纹、重皮、折叠、起瘤、锈斑和毛刺。

5.2.2 法兰密封面应平整光洁，不应有毛刺、径向沟槽和划痕。

5.2.3 洁净管道和管件应采用双层 PE 膜包覆，管端应设管帽，包装不应有破损。包装破损或管帽脱落的管段应退回清洗厂房重新清洗、重新包装后方可使用。

5.3 内表面粗糙度

洁净管道及管件内表面粗糙度应符合设计文件规定。设计未规定时，按下列要求执行：

a）主管道内表面 Ra ≤ 0.8 μm；

b）输送高纯氢气、高纯氮气及电子级产品的管道内表面 Ra ≤ 0.4 μm；

c）采用电解抛光（EP）管时，内表面 Ra ≤ 0.25 μm。

粗糙度按 GB/T 1031 采用便携式轮廓仪或比较样块进行抽检，每批同规格管材抽检不少于 3 根，每根测 2 个截面。

5.4 铁素体含量（焊缝金属）

奥氏体不锈钢焊缝金属的铁素体数宜控制在 FN 3～FN 10 范围内。铁素体数低于 FN 3 时凝固裂纹敏感性显著升高，高于 FN 10 时在高温服役或消除应力处理后存在 σ 相脆化风险。检验方法按 AWS A4.2 采用铁素体含量测定仪，每道打底焊焊缝至少测 1 点，填充/盖面焊每道焊缝测 1 点，记录最大值。该项检验可在焊接工艺评定试件上进行，以评定结果覆盖实际施焊范围。

5.5 阀门

5.5.1 洁净阀门出厂前应逐台完成压力试验并有合格证明。施工单位安装前不宜对洁净阀门进行压力试验，防止阀腔污染。

5.5.2 安装前应确认阀门为洁净管道用阀门，包装无破损，法兰密封面无划痕。包装破损或密封面有划痕的阀门不应使用。

5.6 化学成分检验

洁净管道和管件应进行化学成分复验，复验项目至少包括 C、Si、Mn、P、S、Cr、Ni、Mo，结果应符合设计选材标准的规定。光谱分析应在洁净预制厂房内或洁净环境下进行，检测后应及时清除检测点的飞溅和污染。

6 管道预制与焊接

6.1 下料切割

6.1.1 洁净管道应使用干净锐利的管子切割器下料。公称直径小于 DN 100 的管道，宜采用 GF 切割机或专用切管机；公称直径大于或等于 DN 100 的管道，宜采用干式锯条切割。不应采用氧—乙炔焰切割。

6.1.2 切口表面应洁净，不应有裂纹、重皮、毛刺、熔渣、氧化物和铁屑。碳钢工具不应与不锈钢管道接触。

6.1.3 对接管口端面应与管子中心线垂直，偏斜度 Δf 不应超过表 1 的规定。

表 1 管口端面与中心线垂直偏斜度

管子外径 D/mm	Δf/mm
≤60	0.5
>60～150	1.0
>159～219	1.5
>219	2.0

6.2 坡口加工

6.2.1 坡口应采用坡口机加工，坡口角度宜为 55° ±5° 。加工不锈钢管和碳钢管的工具不应混用。

6.2.2 坡口表面应平整、无裂纹、无分层，加工后应清除毛刺和氧化皮。坡口两侧内外各约

20 mm 范围内应清理至露出金属光泽。

6.2.3 对接焊壁厚相同的管子或管件时，内壁应平齐，内壁错边量不应超过壁厚的 10%，且不应大于 0.5 mm。壁厚不同时，内壁错边量超过上述规定者，应按图 1 所示方法将内壁修整为圆滑过渡。

[图 1 不同厚度焊件对口处理示意——内壁尺寸不相等 $S_2-S_1 \leqslant 10$ mm，修整角度 15°；外壁尺寸不相等 $S_2-S_1 \leqslant 10$ mm，修整角度 15°；内外壁尺寸均不相等 $S_2-S_1 \leqslant 5$ mm，修整角度 30°]

6.2.4 焊缝坡口型式和尺寸应符合设计文件和焊接工艺规程的规定。设计文件未规定时，可按表 2 选用。

表 2 焊缝坡口型式及尺寸（单位：mm）

坡口名称	坡口形式	板厚 T	间隙 c	钝边 p	坡口角度 α
V 型坡口	—	3～9	2～4	0～2	65°～75°
V 型坡口	—	9～26	2～4	0～3	55°～65°
X 型坡口	—	12～60	0～3	0～3	55°～65°
承插焊法兰坡口	—	—	c=1.6	K=1.4T，且不大于颈部厚度	—
承插焊接头坡口	—	—	c=1.6	K=1.4T，且不小于 3.2 mm	—
补强板	—	—	a：2.4～4；b：-1～1；c：0.8～2.4；d：3～6	θ′=30°±5°；θ=45°±5°	—

6.2.5 管道切割和坡口加工完成后，应使用白色无尘布蘸取异丙醇对管道内外壁进行清理，清理后及时封堵，并经验收合格。

6.3 管道组对

6.3.1 管道预制台或支架应采用不锈钢材质制作。切口、对口和待焊口应及时封堵。

6.3.2 洁净管道焊接保护气应采用高纯氩气。焊接前应对管道内氧气进行充分置换，管内氧含量小于 1%（体积分数）时方可施焊。

6.3.3 现场固定口焊接应搭设焊接帐篷。帐篷应采用钢管框架缠绕胶带、三防布包裹，接缝处用胶带封堵，内部应保持无尘和相对封闭。

6.3.4 不锈钢工器具应做明显标识，不同材质的专用工具不应混用。

6.4 管道焊接

6.4.1 焊机与焊接材料

6.4.1.1 焊机应整洁、功能良好，并按周期进行校准。焊把应随焊机一并校准。施焊前应检查焊把吹扫流量是否正确。

6.4.1.2 焊接材料应具有质量证明书或产品合格证，并经检验和审批合格。焊丝表面不应有油污和锈迹。

6.4.2 焊接工艺评定

6.4.2.1 洁净管道焊接工艺评定除应按 GB 50236—2011 的规定执行外，还应专门评定打底焊背面保护效果。

6.4.2.2 评定试件应在与实际施工相同的充氩方式、相同的背面保护气流量下焊接。焊后按 AWS D18.2 评定内表面褪色度等级，并记录保护气流量、施焊时管内氧含量、收弧后持续吹扫时间。评定结果应明确覆盖的管径范围、壁厚范围和焊接位置。

6.4.2.3 焊接工艺规程应依据评定合格的参数编制，施焊时不应超出评定覆盖的范围。

6.4.3 定位焊

6.4.3.1 定位焊应采用与正式施焊相同的焊材和工艺，氩气保护应按 6.4.5 的规定执行。

6.4.3.2 定位焊焊缝高度不应超过焊件厚度的 70%，且不应大于 6 mm；焊缝长度宜为 5 mm～10 mm，定位焊点数宜为 2 点～5 点。

6.4.3.3 定位焊后应检查各焊点质量，发现缺陷应立即清除并重新定位焊。固定口的定位焊应保证一次成型，不应通过打磨修正。

6.4.4 施焊基本要求

6.4.4.1 不应在坡口之外的母材表面引弧或试验电流，并应防止电弧擦伤母材。

6.4.4.2 焊接时应采取合理的施焊顺序，并应防止管内穿堂风。

6.4.4.3 每条焊缝宜一次连续焊完。因故中断焊接时，再次施焊前应检查焊层表面，确认无裂纹后方可按原工艺继续施焊。

6.4.4.4 不锈钢管道焊接时，不应使用铁质工具敲击管道，不应用火焰直接加热调整。管道与支架之间宜用聚四氟乙烯板隔离。

6.4.4.5 焊接过程中应尽量减少横向摆动，摆动幅度不应大于焊丝直径的 3 倍。宜采用较小的焊接线能量，具体参数按焊接工艺规程执行。

6.4.4.6 环境温度低于 0 ℃，或不锈钢管道环境温度低于 5 ℃时，焊前应预热至 15 ℃以上。预热宜采用电加热，预热范围为焊缝两侧各不小于 75 mm，并应保证焊件温度均匀。

6.4.5 充氩保护

6.4.5.1 不锈钢管道焊接应采用钨极氩弧焊（GTAW），打底焊时管内应充高纯氩气保护。氩气纯度不应低于 99.999%。保护气流量宜控制在 10 L/min～15 L/min。

6.4.5.2 充氩后应将管内空气充分置换，待坡口处有均匀氩气流出，用测氧仪检测管内氧含量小于 1%后，方可开始打底焊。

6.4.5.3 宜采用气室工装进行充氩。固定口不具备气室条件时，不应采用药芯焊丝焊接；高洁净管道固定口宜采用法兰连接。

6.4.5.4 打底焊完成后应继续保持通气，待焊缝表面温度低于 100 ℃后，用不锈钢钢丝刷清理，再进行填充焊和盖面焊。盖面焊完成后应持续吹扫 10 min～15 min，焊缝表面温度低于 100 ℃后方可停止充氩。收弧处焊把应保持吹扫 30 s 以上。

6.4.5.5 施工间断期间（如夜间停工），管内应保持不小于焊接通气量 1/4 的氩气流量，维持正压，防止外部空气侵入。

6.4.6 焊后处理

6.4.6.1 焊接完毕且焊缝冷却至 50 ℃以下后，应采用不锈钢钢丝刷清理焊缝及其附近表面。内焊缝不应进行机械加工，应采用酸洗膏或钝化膏处理。外焊缝的酸洗钝化应采用膏剂涂刷法，处理后用去离子水冲洗至 pH 呈中性。

6.4.6.2 酸洗钝化后的不锈钢表面不应有明显的腐蚀液迹和颜色不均匀斑纹，焊缝及热影响区不应有残留酸洗液。

6.4.7 内焊缝褪色度验收

6.4.7.1 打底焊内表面褪色度应按 AWS D18.2：2020 评定，验收等级为 1 级或 2 级。1 级对应背面保护气氧含量约 10 μL/L，2 级对应约 25 μL/L。

6.4.7.2 评定应在焊接完成、焊缝冷却后，酸洗钝化之前进行。评定方法为目视比对 AWS D18.2 褪色度标样，必要时辅以内窥镜观察和影像记录。每条焊缝的打底焊道应至少评定 1

处，固定口焊缝应沿圆周均布评定不少于 3 处。

6.4.7.3 评定结果应记入焊接记录，作为内焊缝质量验收的依据。

7 管道安装

7.1 安装前准备

7.1.1 管道安装前应使用洁净压缩空气或高纯氮气对管内进行正压保护。

7.1.2 安装现场应搭设临时活动洁净棚，安装人员应穿着整洁，佩戴洁净口罩、洁净手套（PVC 或丁腈），配备无尘布和异丙醇（AR 级）。洁净物资应存放在洁净塑料盒内。

7.1.3 不应使用碳钢工器具。工具外部金属镀层应完整，不应有肉眼可见锈迹。

7.2 洁净管道安装

7.2.1 从清洗厂运至现场的洁净管道，应检查包装无破损、管帽无丢失、内部已清理干净、无杂物，方可使用。包装破损或管帽丢失的管道应退回清洗厂房重新清洗、重新包装。

7.2.2 管子对口时应检查平直度。在距接口中心 200 mm 处测量，公称直径小于 DN 100 时允许偏差为 1 mm，公称直径大于或等于 DN 100 时允许偏差为 2 mm。全长允许偏差为 100 mm。

7.2.3 管道连接时，不应采用强力对口、加偏垫或多层垫等方法消除接口端面的间隙、偏斜、错口或不同心等缺陷。

7.2.4 法兰连接时应保持平行，偏差不应大于法兰外径的 1.5/1000，且不应大于 2 mm。连接应保持同轴，螺栓孔中心偏差不应超过孔径的 5%，螺栓应能自由穿入。

7.2.5 阀门与管道以法兰方式连接时，阀门应在关闭状态下安装；以焊接方式连接时，阀门不应关闭，焊接底层宜采用氩弧焊。

7.2.6 管道上仪表取源部件的开孔和焊接应在管道安装前完成。

7.2.7 管道安装间断时，应及时封闭敞开的管口。

7.2.8 安装前应先通入 99.99%氮气或无油无脂洁净压缩空气进行正压保护。安装处应用 PE 膜保护，待安装位置能感受到正压气体流出后，方可拆除包装进行管道、法兰、阀门的安装。

7.2.9 拆除包装后应检查法兰面，用无尘布蘸异丙醇擦拭至无尘布无变色。

7.2.10 洁净垫片安装应在保护气接通后、安装处的洁净环境内进行。垫片包装应由一人拆除，另一人使用专用手套拿取和安装；拿取垫片的手套不应兼作他用。安装螺栓与安装垫片应使用不同手套。

7.2.11 管道安装允许偏差应符合表 3 的规定。

表 3 管道安装允许偏差（单位：mm）

检查项目	允许偏差
坐标（架空室外）	25
坐标（架空及地沟室外）	±20
水平管道平直度 DN≤100	2L/1000，且≤50
水平管道平直度 DN>100	3L/1000，且≤80
立管铅垂度	5L/1000，且≤30
成排管道间距	15
交叉管外壁或绝热层间距	20

注：L 为管子有效长度；DN 为管子公称直径。

7.3 阀门安装

仪表调节阀和流量计因价格较高、存在碰撞风险，宜采用假接连接，待吹扫和试压合格后再行安装。试压时，应在法兰连接处加装不锈钢盲板隔离。

7.4 支吊架安装

7.4.1 支吊架应按设计文件规定的位置安装，应平整牢固，与管子接触应紧密。

7.4.2 有热位移的管道，吊点应设在位移的相反方向，按位移值的 1/2 偏位安装。导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整，安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移位移值的 1/2。

7.4.3 部分管支架与管道本体焊接时，应在焊接管道的同时完成，焊接要求同 6.4。后期追加的支架与已清洗管道焊接时，应采取局部充氩保护，焊后对内表面进行酸洗钝化并评定褪色度。

7.4.4 管道安装完毕后，所有临时支吊架应拆除。

7.5 静电接地

7.5.1 有静电接地要求的管道，各段管子之间应导电。每对法兰或螺纹接头间电阻值超过 0.03 Ω时，应设导线跨接。

7.5.2 管道系统的对地电阻应符合设计文件的规定。用作静电接地的材料和零件，安装前不应涂漆，接触面应除锈并紧密连接。

8 管道检查、检验和试验

8.1 焊缝外观检查

8.1.1 焊缝外观不应存在下列缺陷：裂纹、未焊透、未熔合、气孔、夹渣、未焊满、咬边、根部凹陷、角焊缝厚度不足、电弧划伤。

8.1.2 错边量不应大于壁厚的 10%，且不应大于 0.5 mm，取两者中的较小值。

8.1.3 焊缝内表面最大凹陷和最大凸起均不应大于 0.3 mm，且不应大于管壁厚的 10%，取两者中的较小值。

8.1.4 焊缝中心偏移不应大于焊缝宽度的 25%。焊缝宽度最大与最小之差不应大于 25%。

8.1.5 内焊缝褪色度应按 6.4.7 的规定评定，验收等级为 1 级或 2 级。

8.2 无损检测

外观检查合格的焊缝，应按设计文件和 GB 50235—2010 规定的比例进行射线检测或超声检测。检测方法和验收等级按设计文件执行；设计未规定时，射线检测按 NB/T 47013.2 的Ⅱ级合格，检测比例不低于 5%，固定口焊缝应全部覆盖。

8.3 不合格焊缝处理

不合格焊缝应切除后重新焊接。打磨和切割产生的飞溅物、切屑掉入管内时，应及时用洁净压缩空气吹扫或用无尘布清理，不应残留于管内。

8.4 压力试验

8.4.1 洁净管道的强度试验应采用气压试验，不应采用水压试验。试验介质应采用洁净度与管道洁净等级匹配的干燥无油压缩空气或高纯氮气。

8.4.2 气压试验压力为设计压力的 1.15 倍。试验时应逐步缓慢升压，升至试验压力的 50% 后，如未发现异常或泄漏，继续按试验压力的 10%逐级升压，每级稳压 3 min，直至试验压力。达到试验压力后稳压 10 min，再将压力降至设计压力，停压 30 min，以压力不下降、发泡剂检漏无泄漏为合格。

8.4.3 试验前应将不参与试验的系统、设备、仪表和管道附件隔离，加盲板处应设明显标志。试验用压力表应经校验合格并在周检期内，精度不低于 1.5 级，满刻度值为被测最大压力的 1.5 倍～2 倍，压力表不少于 2 块。试验方案应经技术交底。

8.4.4 当设计文件明确要求进行水压试验时，试验介质应采用高纯水。试验后应立即用高

纯氮气或干燥无油压缩空气吹扫干燥，并对管内残水进行检测，以露点不高于−40 ℃为干燥合格。

8.5 泄漏性试验

8.5.1 输送氢气、氯硅烷、高纯氮气及其他可燃、有毒介质的洁净管道，应在压力试验合格后进行泄漏性试验。

8.5.2 泄漏性试验宜采用纯度不低于 99.999%的氮气或氦气作为试验介质。氮气检漏试验时间不应少于 24 h，保压期间压力降不应大于 1%。氦气检漏试验时间不应少于 1 h。

8.5.3 对电子级多晶硅装置或洁净度要求极高的系统，应增加氦质谱检漏。最小可检漏率不应大于 1×10^{-10} Pa · m³/s，检漏方法按 NB/T 47013.8 执行。不合格焊口应切除重焊，不应简单补焊。

8.5.4 泄漏性试验合格标准应符合设计文件规定；设计未规定时，以发泡剂检漏无泄漏、保压期间压力不下降且氦检漏率满足 8.5.3 的要求为合格。

9 洁净管道吹扫与清洗

9.1 吹扫

9.1.1 吹扫前应拆除孔板、法兰连接的流量计和减压阀。焊接连接的上述仪表和阀门，应采取流经旁路、卸掉阀头及阀座加保护套等保护措施，或采用假接连接。不参与吹扫的设备及管道系统应与吹扫系统隔离。

9.1.2 吹扫排放的脏液不应污染环境，不应随地排放。

9.1.3 管道吹扫合格并复位后，不应再进行影响管内清洁的其他作业。

9.1.4 系统吹扫应采用洁净无油压缩空气或高纯氮气，吹扫压力不应超过管道设计压力，流

速不应小于 20 m/s。吹扫顺序宜按流程先主管后支管进行。

9.1.5 吹扫过程中，当目测排气无烟尘时，应在排气口设置贴白布或涂白漆的木制靶板检验，5 min 内靶板上无铁锈、尘土、水分及其他杂物为合格。

9.2 脱脂

GB 50235—2010 规定的脱脂要求适用于本文件。氧气管道及附件的脱脂应在远离洁净室的地点进行。

9.3 化学清洗

GB 50235—2010 和 GB/T 25146 规定的化学清洗要求适用于本文件。清洗后应用高纯水冲洗至出口水呈中性，再用高纯氮气将管内水渍吹扫干净。

9.4 高纯水清洗与干燥

高纯水清洗的目的是将管道内残留物冲洗干净。清洗后应使用高纯氮气吹扫干燥，以出口气体露点不高于-40 ℃为干燥合格。

9.5 污水排放

生产污水排放应按 GB 8978—1996 的规定执行。含酸、含碱清洗废液应经中和处理后方可排放。

10 工程交接

10.1 工程交接应按 GB 50235—2010 的规定执行。

10.2 施工单位应向建设单位提交下列技术文件：

a）管道元件及材料的质量证明文件、复验报告；

b）焊接工艺评定报告和焊工资质证明；

c）焊接记录（含充氩参数、管内氧含量、收弧吹扫时间）和内焊缝褪色度评定记录；

d）无损检测报告；

e）压力试验和泄漏性试验记录；

f）吹扫、脱脂、化学清洗和高纯水清洗记录；

g）设计变更及材料代用记录；

h）竣工图。

10.3 工程交接时，管道系统应处于正压保护状态，敞口处应封堵完好，包装和管帽应完整。

交接后至投料前的保管责任应在交接文件中明确。

附件 1：《多晶硅洁净管道施工技术规程》编制说明
附件 2：《多晶硅洁净管道施工技术规程》征求意见表

附件 1：

《多晶硅洁净管道施工技术规程》

编制说明

一．编制《多晶硅洁净管道施工技术规程》的背景、目的和意义

多晶硅是光伏与半导体产业的核心原料，其生产工艺对介质纯度、系统洁净等级要求极高，洁净管道作为高纯物料输送载体，直接决定产品品质与装置运行稳定性。近年来国内多晶硅项目建设规模持续增长，但目前尚无专门适配多晶硅工况的洁净管道施工统一标准，现有规范多为通用洁净管道或其他行业规范，针对性不足。现场施工在管材防护、预制组对、焊接管控、内壁清洁、吹扫检测、成品保护等环节做法差异较大，易产生颗粒物污染、焊缝缺陷、介质泄漏等问题，制约高纯工艺达标，存在质量与安全隐患。

编制本规程，旨在结合多晶硅生产高纯、防交叉污染的工况特点，统一洁净管道施工工艺、质量控制及验收要求，规范现场施工作业流程，严控施工全过程杂质引入风险，保障管道洁净度满足生产工艺要求。本标准的实施，能够提升多晶硅工程施工质量，

减少工程返工，保障装置长周期稳定运行，支撑光伏、半导体产业链高质量发展，同时可为电子、医药等同类高纯洁净管道工程提供技术借鉴，推动我国高纯制造领域施工技术规范化发展。

二．编制原则和编制依据

1．编制原则

本标准在制定工作中遵循“统筹兼顾、协调一致、全面系统、简单适用、及时修订、不断完善”的原则。

本标准在结构编写和内容编排等方面依据GB/T 1.1-2009《标准化工作导则　第1部分：标准的结构和编写》进行编写。

在确定本标准主要技术管理要求方面，统筹兼顾多晶硅项目洁净施工管控要求与洁净施工技术进步等协调一致，力求施工控制要求针对性强、适用且全面。

2.编制依据

本规程的编制以国家多晶硅有关的法律、法规、标准为主要依据，主要有：

GB/T 1031 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值

GB 50235—2010 工业金属管道工程施工规范

GB 50236—2011 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

GB 50591—2010 洁净室施工及验收规范

GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范

GB/T 25146 工业设备化学清洗质量验收规范

GB 8978—1996 污水综合排放标准

GB/T 20801（所有部分） 压力管道规范 工业管道

NB/T 47013.8 承压设备无损检测 第 8 部分：泄漏检测

AWS D18.1 卫生（洁净）应用中奥氏体不锈钢管和管道系统的焊接

AWS D18.2：2020 Guide to Weld Discoloration Levels on Inside of Austenitic Stainless Steel Tube

YB/T 6081—2022 卫生级不锈钢洁净管

T/ZZB 3395—2023 电子洁净流体输送用不锈钢焊接钢管

3．编制计划

1）标准编制前期工作：2025 年 1 月开始进行 “多晶硅洁净管道施工技术” 专题研究；2025 年 1 月 -2025 年 6 月对已完工的多晶硅建设项目（包括但不仅限于高纯硅料、光伏、半导体配套等）洁净管道施工全过程开展实地调研、资料收集与现场核查，梳理典型施工案例，汇总洁净管控难点，开展数据分析，获取有效工程数据，为制定标准提供基础支撑。

2）2)2025 年 6 月，组织编写组，召开标准编写启动会，分工起草标准初稿；

3）2025 年 12 月，完成标准初稿；

4）2026 年 6 月前，完成标准征求意见稿；

5）2026 年 10 月前，完成标准送审稿。

三. 《多晶硅洁净管道施工技术规程》编制主要内容与结构

本标准规定了多晶硅洁净管道施工的术语和定义、基本规定、管道元件及材料检验、管道预制与焊接、管道安装、管道检查检验和试验、洁净管道吹扫与清洗、工程交接的技术要求。

本标准适用于多晶硅生产装置中输送高纯介质（氯硅烷、高纯氢气、高纯氮气、高纯水等）的奥氏体不锈钢洁净管道的施工。其他行业洁净管道施工可参照本标准执行。

本标准编制主要包括以下 12 个方面内容：

前言

引言

1.范围

2.规范性引用文件

3.术语和定义

4 基本规定

5 管道元件及材料检验

6 管道预制与焊接

7 管道安装

8 管道检查、检验和试验

9 洁净管道吹扫与清洗

10 工程交接

四．与国际、国外标准情况的对比

经查，该标准无对应的国际标准或国外先进标准。本标准未采用国际、国外标准。

五．与现行法律、法规及国家标准的关系

本标准与现行相关法律、法规、规章 及相关标准协调一致。

六．实施本标准的管理措施及建议

本标准的制定，将填补多晶硅洁净管道专项施工技术标准的空白。

鉴于本标准为首次编制，在实施过程中可采用先试行一段时间，根据试行情况及反馈信息，进行进一步的修订完善，力争最终形成适用的、精准的多晶硅洁净管道施工控制规范体系及技术管理文件，更好的满足高纯制造领域洁净防污染、稳定生产的需要。

此外，随着洁净施工装备的不断更新及数字化检测技术的不断得到应用，高纯管道施工新工艺、新技术、新管控手段的实践经验的积累，因此《多晶硅洁净管道施工技术规程》通过发布实

施后，通过标准编制组平台建立相关信息的反馈机制，适时解决标准应用中的问题，及时了解和总结洁净管道施工管控中的新动向，根据其变化和发展不断完善、拓展和更新标准的内容。

七．标准水平分析

本标准的编制可以填补多晶硅洁净管道施工技术的空白。标准紧密结合多晶硅高纯生产工况特点，针对洁净管道全过程洁净管控要点制定可落地的技术要求，区别于通用洁净管道相关规范，针对性更强，对提升国内高纯硅产业工程建设质量具有积极作用。

《多晶硅洁净管道施工技术规程》编制组

2025年7月

附件2：

中国化工建设企业协会团体标准征求意见表

标准项目名称：《多晶硅洁净管道施工技术规程》

提出意见单位：

联系人：　　电话：

年　月　日

序号	章条号	提出意见	理由
1			
2			
3			
4			
……			

注：1.请于2026年12月31日前反馈给电子邮箱：ccit2017@126.com

2. 联系人及联系方式：

联系人：张浩楠

联系电话：010-82032187，18519952699（微信同号）