苏州项目靶站预埋管技术要求

1 材料及质量要求

1.1 预埋管材质采用 S30403/ S31603 无缝钢管；无缝钢管的尺寸、外形、重量及允许偏差均须符合 GB/T 17395-2008《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》最高等级规定。

1.2 不锈钢无缝钢管采购、验收执行 GB/T 14976-2025《流体输送用不锈钢无缝钢管》标准。

1.3 中心容器管路需采用内抛光管，内部粗糙度优于 0.8μm。

1.4 预埋管需要进行材料复验合格后方可使用。

2 焊接要求

本项目所有预埋管道焊接施工遵循 GB 50236-2011《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》；预埋不锈钢管道统一采用氩弧焊对接成型，配套焊丝型号 ER308L（304 母材）/ ER316L（316 母材）。

2.1 应对焊缝打磨以满足无损检验要求，且焊缝表面及邻近母材的表面粗糙度 Ra 不超过 12.5μm，并对焊缝及附近表面进行酸洗钝化处理。

2.2 液体介质、气体介质预埋管所有焊缝执行 100% 射线检测，检测标准执行 NB/T 47013.2-2015《承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测》，焊缝 I 级为合格。

3 弯管加工要求

3.1 公称直径 DN＞50mm 不锈钢管道采用成品弯头连接，选用长半径弯头（弯曲半径 1.5D）；同轴套管结构外管可采用短半径弯头。

3.2 公称直径 DN≤50mm 不锈钢管道采用冷弯成型，弯制完成后不做热处理。

3.3 液体介质、气体介质管道弯管弯曲半径不小于管道公称直径 4 倍。

弯管加工统一采用直管坯，优先选用壁厚正偏差管材，弯制后管材外侧壁厚保留最大余量；弯曲角度公差 ±0.5°，常规工况不允许二次回弯；特殊工况仅允许校正 1 次，校正后总弯曲偏差不大于 5° 。管道焊接坡口表面粗糙度 Ra=12.5μm； 成品弯管逐个检测椭圆度，椭圆度≤8%；弯制后管道最小壁厚不得低于同规格直管标准最小壁厚。

4 清洁度要求

管道加工、安装过程，严格按照附件《清洗技术条件》 完成管道整体清洗处理，清洁度要求 A 类。

5 压力试验要求

5.1 气压试验要求（中心容器）

①管道全部焊接施工完成、焊缝无损检测合格后，进行气压强度试验。

②采用室温干燥氮气缓慢打压到0.6MPa，保压 10min 管路外观无明显变形、压力无明显下降（排除温差引起的压力变化）为合格。

③若压力出现明显下降，可以用气泡法检测漏点后修复，同一部位的总修复次数最多不超过两次。

5.2 水压试验要求（除中心容器外）

①管道全部焊接施工完成、焊缝无损检测合格后，进行液压强度试验。

②液压试验介质采用氯离子含量＜25ppm 的去离子水；升压分级缓慢进行，试验压力 1.0MPa，稳压 10min，管道无可见变形、无渗漏为合格。

③液压试验完成后立即排空管内积水，吹干管内水汽。

6 气密性试验要求（中心容器）

6.1 气压试验合格后进行气密性试验。

6.2 中心容器系统所有管道的焊缝处进行正压吸枪氦检。将管路中打入洁净干燥的氦氮混合气体，氦氮体积比 1:5，压力 0.2MPa，在焊缝处采用吸枪检漏，漏率≤$5x10^{-7}pa.m^3/s$ 合格。

6.4 若出现泄漏，需修复后重新进行气压试验、气密性试验，同一部位的总修复次数最多不超过两次。

6.5 气密性试验合格后，采用干燥高纯氮气置换管路中的残留氦氮混合气体，之后立即封堵管路（具体参考本技术要求第 7 部分）。气密性试验和封堵均需留存完整记录。

7 管道封头、管内充氮封存要求

7.1 管道预制、清洗、试压、无损检测全部合格后，采用与主管同材质 S30403/S31603 不锈钢封头对管道两端管口全周满焊封闭；封头壁厚不低于 2mm，坡口规范，氩弧焊满焊成型，焊缝外观无气孔、夹渣、未焊透、裂纹等缺陷。

7.2 两端封头全部焊封完成后，向封闭管体内充入干燥高纯氮气，压力0.05-0.1MPa，预埋转运、钢筋绑扎、混凝土浇筑、土建养护全过程持续保压。

7.3 预埋施工全程对不锈钢封头做好防碰撞、防高温防护，振捣设备不得直接撞击封头及焊缝，避免封头变形、密封焊缝开裂漏气。

7.4 土建结构施工全部结束、具备现场配管条件时，方可切除封头；切割前缓慢泄压排空管内氮气，采用管割刀进行切割，切割后清理管口碎屑、使用坡口机重新打磨坡口。

7.5 封头材质证明、封头焊接充氮施工记录、预埋保压巡检台账、封头焊缝气密检测报告统一归档作为竣工验收资料。

附件 1、预埋管汇总表

序号	管道分类	所属系统	管道名称	数量	起点位置	终点位置	管道规格(mm)	长度（m）	甲乙分工	技术要求
1	水冷系统预埋管	靶站水冷系统	设备区至贮存罐区穿墙预埋管	32	设备区	贮存罐区	2xΦ89x4.5、ΦΦ60x4、4xΦ34x3、15xΦ21x2、6xΦ13x2、4xΦ10x2	48	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》执行，封堵保护，不做充氮氦检
2		靶站水冷系统	设备区至废液处理区穿墙预埋管	21	设备区	废液处理区	4xΦ48x3、10xΦ32x3、Φ21x2、6xΦ10x1.5	64	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》执行，封堵保护，不做充氮氦检
3		靶站水冷系统	设备区至 shutter 驱动室及延迟罐竖井预埋管	33	设备区	shutter 驱动室	4xΦ60x4、3xΦ38x3、13xΦ21x2、3Φ24x2、6x10x1.5、2xΦ89x4.5、2xΦ13x2	270	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》执行，封堵充氮保护，不做氦检
4		靶站水冷系统	设备区至取样间穿墙预埋管	34	设备区	取样间	2xΦ89x4.5、8xΦ21x2、24xΦ13x2	64	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》执行，封堵保护，不做充氮氦检
5		靶站水冷系统	延迟罐间地漏排液管	1	延迟罐间	废液处理区	φ60x4	29	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》执行，封堵充氮保护，不做氦检
6		靶站水冷系统	取样间至废液处理区预埋管	1	取样间	废液处理区	φ34x3	37	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》执行，封堵充氮保护，不做氦检
7		质子束窗系统	质子束窗进出水管	2	靶心内加速器一侧混凝土屏蔽	靶站竖井	φ24x2	11	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
8		质子束窗系统	质子束窗排水管	1	靶心内加速器一侧混凝土屏蔽	靶站竖井	Φ10x1.5	12	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
9		中心容器系统	中心容器排污管	1	中心容器底部	废液处理区	φ89x4	48	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
10		屏蔽体系	靶心排污管	1	靶心靶站基板	地下室污水罐区	φ100x4	20	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》

		统								及施工图相关技术要求执行
11		中子束线开关系统	中子束线开关液压管路	2	靶心混凝土屏蔽围墙内侧	地下室中子束线开关泵房	2xφ57x8	50	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
12		中子束线开关系统	中子束线开关液压管路	2	设备区	取样间	2xφ57x8	2	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
13	特殊气体预埋管	靶站水冷系统	靶站大厅至地下室走廊穿墙预埋管	4	设备间	大厅地面	4xφ32x3	16	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》执行，封堵保护，不做充氮氦检
14		靶站水冷系统	地下走廊至取样间穿墙预埋管	4	贮存罐间	设备间及大厅地面	4xφ32x3	3	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》执行，封堵保护，不做充氮氦检
15	特殊气体预埋管	质子束窗系统	质子束窗氦气管	2	靶心内加速器一侧混凝土屏蔽	设备平台	φ12x1.5	29	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
16		质子束窗系统	质子束窗真空管	2	靶心内加速器一侧混凝土屏蔽	靶心外顶部大厅	φ38x3	2	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
17		中子束线开关系统	中子束线开关插件真空管 1	1	靶心混凝土屏蔽围墙内侧	靶心混凝土屏蔽围墙外侧	φ108x3	3	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
18		中子束线开关系统	中子束线开关插件真空管 1	1	靶心混凝土屏蔽围墙内侧	靶心混凝土屏蔽围墙外侧	φ38x3	3	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
19		中心容器系统	真空管	1	靶心混凝土屏蔽围墙内侧	靶心混凝土屏蔽围墙外侧	φ114x4	8	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
20		中心容器系统	气体净化管及净化检测管	4	靶心混凝土屏蔽围墙内侧	靶心混凝土屏蔽围墙外侧	2xφ114x4、2xφ42x3	7	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
21		中心容器系统	氦气供气、气体检测	8	靶心混凝土屏蔽围墙内侧	延迟罐间后侧	2xφ42x3、6xφ34x3	120	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
22		中心容器系统	气体分析-1	1	靶心混凝土屏蔽围墙内侧	延迟罐间后侧	φ34x3	14	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行

		中心容器系统	气体分析-2	1	靶心底部	shutter 驱动室	φ34x3	5	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
23		中心容器系统	排气管靶站预埋管	1	靶心混凝土屏蔽围墙内侧	靶心混凝土屏蔽围墙外侧	φ159x5	2	乙供甲装	按照《苏州项目靶站预埋管技术要求》及施工图相关技术要求执行
24		中心容器系统	排气管氢设备间预埋管	1	靶站顶部大厅	氢设备间	φ245×5	1	甲供甲装	
25	电缆预埋管	靶站水冷系统	设备区至 shutter 驱动室电缆预埋管	4	设备间	废液处理区	4xφ219x5	23	甲供甲装	
26		靶站水冷系统	shutter 驱动室至延迟罐间电缆预埋管	2	设备间	废液处理区	2xφ219x5	2	甲供甲装	
27		实验工艺系统	设备区至废液处理区电缆预埋管	4	设备间	废液处理区	4xφ140x4	5	甲供甲装	
合计				174				921		