

T/CHES XXX-20XX 《半球型承插接口搭接焊钢管》

编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

根据 2025 年 4 月 29 日 在北京召开的中国水利学会《**内衬混凝土外焊加劲环的搭接焊钢管**》团体标准立项审查会审查意见，同意团体标准立项，标准的主编单位为天津友发管道科技有限公司。2025 年 8 月 13 日在北京召开标准大纲审查会，建议把标准名称改为：《**半球型承插接口搭接焊钢管**》。

(二) 主要工作过程

接到制订任务后，在中国水利学会领导下，主编钱乐中和天津友发管道科技有限公司、豪德博尔（山东）智能装备有限公司、上海市工程设计研究总院（集团）有限公司、中国市政工程华北设计研究总院有限公司等单位协调成立了标准编制组。编制组开展了技术资料收集和标准框架结构讨论，并明确了各成员单位的工作分工。查询本项目标准的国内、外标准：GB/T 28708、SY/T 5037、GB/T 3091、GB/T 9711、ASME B31.1 《美国国家标准 工艺管道》、ANSI/AWWA C206-201 美国水工协会标准《输水钢管的现场焊接》、GB/T 19685、GB/T 11836、GB/T 17219、GB/T 20801.3、SL/T 281 《**水利水电工程压力钢管设计规范**》、SL/T 432 《**水利水电工程压力钢管制造安装及验收规范**》、GB/T 11345、GB/T 29712、CECS 140、SL/T 105 《**水工金属结构防腐蚀技术规范**》等。

编制组进行了技术论证和各项质量指标探讨，制定计划、原则、标准框架和主要内容。对主要内容，如适用范围、技术要求、试验和检验、标志、包装和质量证明书等进行了论证和调研，确定了技术指标研究路线，结合收集到的国内外资料进行了研究分析并确定了本标准编制思路和大纲。

2024 年 9 月开展国内外标准情况调研；

2024 年 11 月开始向中国水利学会申报标准编制计划；

2025 年 4 月 29 日 在北京召开专家立项审查会，会议通过标准立项；

2025 年 8 月 13 日 在北京召开标准大纲审查会，修改标准名称，并要求修改标准部分内容；

2025 年 8 月开始向 个单位和专家及网上征求意见，有 个单位和专家回覆意见 条。

2025 年 9-11 月完成送审稿。

2025 年 10-12 月在天津召开 T/CHES XXX-20XX 《**半球型承插接口搭接焊钢管**》团体标准专家审查会

2026 年 2 月 28 日前完成报批稿。

二、 标准编制原则和主要内容

1 范围

本文件规定了半球型承插接口搭接焊钢管（简称钢管）的技术要求、试验和检验、标志、包装、运输与贮存等。

本文件适用于引调水工程中使用的公称尺寸为 DN1000至DN3400 的半球型承插接口搭接焊钢管。

5 技术要求

5.1 基管

5.1.1 基管应符合GB/T 28708和 GB/T 3091或 GB/T20878或 SY/T 5037 或 GB/T 9711的规定。

5.1.2 基管的尺寸应符合表1的规定。

5.1.3 基管生产工艺和质量水平如下：

- 1) 采用热轧钢带经常温成型，采用自动埋弧焊法将对缝焊接在一起。
- 2) 钢管经静水压试验合格。
- 3) 经超声检测，焊缝质量不应低于GB/T 11345 和 GB/T 29712规定的验收等级3级。
- 4) 钢管表面不应有裂纹、结疤，以及其他深度超过公称壁厚下偏差的缺陷。

5.2 管体

5.2.1 钢管公称尺寸、公称壁厚、公称压力、钢的牌号、半球型承插接口尺寸及允许偏差应符合本标准表 1 的规定；

5.2.2 当采用比表 1 压力等级低的管道或采用比本标准 表 1 钢的牌号高的管道时，其公称壁厚应按本标准 表 1 规定执行。

5.2.3 当采用其他外径、钢的牌号、压力等级的钢管时，钢管的壁厚应按 GB/T 20801.3 或 SL/T 281 的规定计算确定。

5.2.4 钢管外径与壁厚之比不大于 240。

5.2.5 应用于其他领域的输水钢管，采用半球型承插接口搭接焊钢管时可参照本文件

5.2.6 对于埋地使用的钢管在确定壁厚后，还应按 SL/T 281 有关规定，进行相关验算。

5.2 钢管壁厚的确定：

按 GB/T20801-3-2020 《压力管道规范 工业管道 第 3 部分：设计和计算》第

6.1.2 直管的内压设计：直管的计算厚度：

$$T=1.1 \times 1.25 \times PD / [2 \times (S\phi + PY)]$$

式中：P---设计压力，单位为兆帕（MPa）本标准为 1.6 MPa；

D---管外径，单位为毫米（mm）

S---许用应力。按 SL281-2020 《水利水电工程压力钢管设计规范》第

6.1.1 条规定：若钢材屈强比 σ_s / σ_b 大于 0.7, 应以 $\sigma_s = 0.7 \sigma_b$ 计算许用应

力：按表 6.1.1 规定： $S = 0.67 \sigma_s$

Q355 许用应力 $S = 470 \times 0.7 \times 0.67 = 220.43$ MPa；

S20013 许用应力 $S = 620 \times 0.7 \times 0.67 = 290.78$ MPa；

ϕ -----焊缝系数，按 SL281-2020 表 6.1.2, $\phi = 0.9$

本文件表 1 用内压法计算钢管壁厚

mm

D	钢管材质	钢管公称压力 P	抗拉强度	许用应力 S	焊接系数 ϕ	高温系数 W	Y	SW ϕ	PY	PD	SW ϕ +PY	2X (SW ϕ +PY)	t=PD/[2X (SW ϕ +PY)]	计算壁厚 X1.1 X1.25
m		Mpa	Mpa	Mpa									mm	mm
1020	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	1632	199.03	398.1	4.1	5.6
1020	S20013	1.6	620	291	0.9	1.0	0.4	262	0.64	1632	262.34	524.7	3.1	4.3
1220	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	1952	199.03	398.1	4.9	6.7
1420	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	2272	199.03	398.1	5.7	7.8
1620	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	2592	199.03	398.1	6.5	9.0
1620	S20013	1.6	620	291	0.9	1.0	0.4	262	0.64	2592	262.34	524.7	4.9	6.8
1820	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	2912	199.03	398.1	7.3	10.1
2020	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	3232	199.03	398.1	8.1	11.2
2020	S20013	1.6	620	291	0.9	1.0	0.4	262	0.64	3232	262.34	524.7	6.2	8.5
2220	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	3552	199.03	398.1	8.9	12.3
2420	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	3872	199.03	398.1	9.7	13.4
2420	S20013	1.6	620	291	0.9	1.0	0.4	262	0.64	3872	262.34	524.7	7.4	10.1
2620	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	4192	199.03	398.1	10.5	14.5
2820	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	4512	199.03	398.1	11.3	15.6
3020	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	4832	199.03	398.1	12.1	16.7
3020	S20013	1.6	620	291	0.9	1.0	0.4	262	0.64	4832	262.34	524.7	9.2	12.7
3420	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	198	0.64	5472	199.03	398.1	13.7	18.9
3420	S20013	1.6	520	244	0.9	1.0	0.4	219	0.64	5472	220.13	440.3	12.4	17.1

本标准表 1 钢管壁厚、公称压力、钢管材质、承插接口尺寸及允许偏差

DN	钢管材质	公称壁厚 S、mm	基管外径 D0	公称压力 MPa	d11 mm		d12 mm		L12 mm	D11 mm		D12 mm		L11 mm	L15 mm
1000	Q355	8	1020	1.6	1048	0.5	1030	0.5	217	1051	2	1051	2	155.4	96.7
	S20013	6				-		-			-		-		
1200	Q355	10	1220	1.6	1252	0.5	1232	0.5	252	1256	3	1256	3	178.8	111.4
	S32001	7				-2		-2			-1		-1		
1400	Q355	10	1420	1.6	1458	0.5	1434	0.5	297	1462	3	1462	3	203.9	131.6
	S20013	7				-2		-2			-1		-1		
1600	Q355	12.5	1620	1.6	1664	0.5	1636	0.5	342	1668	3	1668	3	235.7	151.9
	S20013	8				-2		-2			-1		-1		

本标准表 1 钢管壁厚、公称压力、钢管材质、承插口尺寸及允许偏差 (续)

DN	钢管材质	公称壁厚 S、mm	基管外径 D0、	公称压力 MPa	d11 mm		d12 mm		L12 mm	D11 mm		D12 mm		L11 mm	L15 mm
1800	Q355	12.5	1820	1.6	1885	0.5	1838	0.5	454	1889	3	1889	3	286.5	208.6
	S20013	8				-2		-2			-1		-1		
2000	Q355	14	2020	1.6	2091	0.5	2040	0.5	500	2096	3	2096	3	319.8	229.9
	S20013	10				-2		-2			-1		-1		
2200	Q355	15	2220	1.6	2298	0.5	2242	0.5	549	2303	3	2303	3	346.9	252.2
	S20013	10				-2.5		-2.5			-1		-1		
2400	Q355	16	2420	1.6	2510	0.5	2444	0.5	619	2515	3	2515	3	388.4	285.9
	S20013	12				-2.5		-2.5			-1		-1		
2600	Q355	17.5	2620	1.6	2722	0.5	2646	0.5	688	2727	3	2727	3	429.8	318.9
	S20013	12				-2.5		-2.5			-1		-1		
2800	Q355	18	282	1.6	2890	0.5	2858	0.5	725	2896	3	2896	3	445	342
	S20013	14				-2.5		-2.5			-1		-1		
3000	Q355	20	3020	1.6	3132	0.5	3050	0.5	771	3138	3.5	3138	3.5	460.2	356
	S20013	16				-3		-3			-1.5		-1.5		
3400	Q355	22	3420	1.6	3554	0.5	3456	0.5	923	3560	3.5	3560	3.5	549.2	426
	S20013	18				-3		-3			-1.5		-1.5		

GB/T 30062-2013《钢的术语》规定：钢管的不圆度为同一横截面实测最大外径和最小外径之差与外径之比。

5.4 化学成分

5.4.2 化学成分应符合表 3 的规定：

- a) Q235 应按 GB/T 700 规定验收；
- b) Q355 应按 GB/T 1591 规定验收；
- c) L360 应按 GB/T 9711 规定验收；
- d) S20013 按 GB/T 20878 规定验收。

S20013；是铁素体/奥氏体型双相不锈钢， S20013 耐点蚀指数 $PREN = \%Cr + 3.3\%Mo + 16\%N = 22.69$ ，高于 S30408 不锈钢的耐点蚀指数 19.8，S20013 耐氯离子腐蚀能力高于 S30408 不锈钢，设计中可不考虑腐蚀余量。S20013 设计寿命 100 年，并广泛应用于管道系统、建筑结构、轨道交通、能源化工等领域。Ni 含量才 1.0-3.0%，成本低，与 Q355 相比，屈服强度提高 1.267 倍，壁厚可减薄，相当于钢板价每吨 8000 元。。

5.5 力学性能

基管的力学性能应符合表5的规定，其它钢牌号的力学性能应符合国家现行产品标准的规定。

本标准表 3 力学性能

统一数字代号	牌号	规定塑性延伸强度, $R_{p0.2}$ MPa 不小于	抗拉强度, R_m MPa 不小于	断后伸长率 A %	硬度 不大于
L02413 L02414	Q235C、 Q235D	S≤16mm时为235 S>16mm时为225	370	26	248 HV10
L03613 L03614	Q355C Q355D	S≤16mm时为355 S>16mm时为345	470	20	248 HV10
L43610	L360	360	460	19	248 HV10
S20013	Q22Cr20Mn5Ni2N	450	620	25	HRC 30/290 HBW

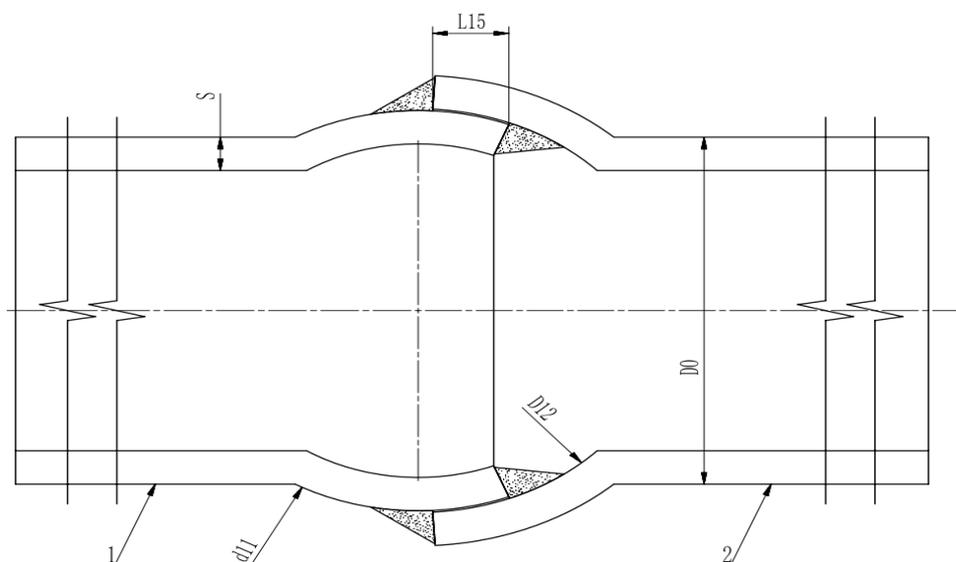
上表中 Q235C、Q235D、Q355C、Q355D 的规定塑性延伸强度依据 SL281

5.6 半球型承插接口压制工艺

5.6.1 基管端口通过压制机模具使整个圆周整体同时径向扩胀、纵向发生塑性弯曲变形，变形后钢管半球型承插接口形状、尺寸与偏差应符合本文件图 1、图 2 和本标准表 1 的规定。

5.6.2 压制机的压力应超过 200MPa。

5.6.3 应制作模板，用于检验承插口形状和尺寸。



标引序号说明:

1— 插口端:

2— 承口端

本标准图 2 承插半球型接口搭接焊钢管

由天津友发管道科技有限公司和豪德博尔（山东）智能装备有限公司开发的【半球型承插接口搭接焊钢管】压制设备，见本文件图 1，压力达到 200MPa，基管承口端通过挤压机模具，使整个圆周整体同时径向扩胀、沿钢管轴纵向弯曲变形加工，使管壁发生塑性变形，钢管承口和插口呈球状形状，端口刚度好，不容易形变，大口径管半球型接口对接方便，详见本文件图 1。



本文件图 1

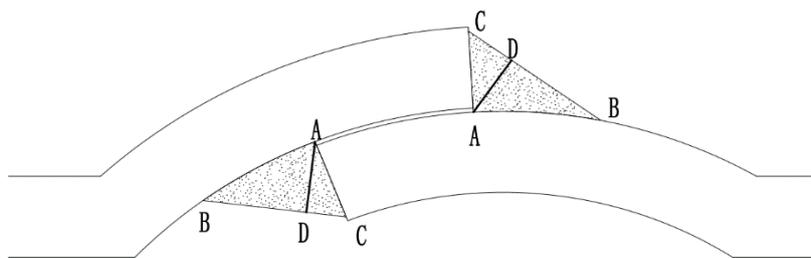
5.7 搭接焊环焊缝

5.7.1 焊接工艺

应符合 SL432 规定的的焊接工艺要求：

- 1) 钢管连接的角焊缝为二类焊缝。
- 2) 焊工、焊接操作工和无损检测人员应经过培训并取得岗位证书。
- 3) 钢管制造安装焊接前，应进行焊接工艺评定，并编制焊接工艺规程。
- 4) 焊接材料应按规定进行烘焙和保管。
- 5) 构件装配尺寸和承插口尺寸应符合要求。
- 6) 施焊前焊接坡口及两侧各 20mm 范围内的铁锈、熔渣、油垢、水迹等清理干净。
- 7) 应按焊接工艺规程规定的参数范围内进行焊接。
- 8) 焊缝外形尺寸或外观质量不符合规定要求时，应修磨或按焊接工艺规程进行局部补焊：
 - 补焊前应对补焊处按施焊要求清理；
 - 可采用埋弧焊、焊条电弧焊（手工焊）等补焊方法；
 - 补焊后的钢管应进行磁粉检测或超声检测；
 - 补焊还应符合 SL432 的规定。

5.7.2 角焊缝



本标准图 3 承插搭接焊角焊缝示意图

按ANSI/AWWA C206-2017 美国水工协会标准《输水钢管的现场焊接》

4.3.2 承插搭接接头：除非买方另有要求，承插搭接接头为**满角单面焊接**。承插重叠量至少为搭接钢管较薄者壁厚的5倍。

4.3.2.1 单面搭接焊接头：由施工方选择，经买方确认，**单面搭接焊可以焊在管外，如果管径足够大也可以焊在管内。**

4.3.2.2 双面搭接焊接头：如果买方提出，应要求双面搭接焊接头（由管内和管外焊接）。

4.6.3 承插搭接焊接头的装配：对于壁厚小于或等于 5/16 in. (7.9 mm) 的钢管上的角焊缝，承插搭接面任何位置的间隙不应超过 1/8 in. (3.2 mm)；对于壁厚大于5/16 in. (7.9 mm) 的钢管上的角焊缝，承插搭接面任何位置的间隙不得超过 3/16 in. (4.8 mm)

按ASME B31.1 工艺管道 328.5.2 角焊缝和承插角焊缝 规定：**允许承插角焊缝**。承插角焊缝截面为直角三角形，直角三角形的长边应等于管壁厚的**1.25倍**，直角三角形的短边应等于管壁厚，直角三角形的斜边宜为直线，或使焊缝凸出，但不应使焊缝凹下；直角三角形斜边与直角顶的距离即为焊缝厚度，不应小于管壁厚的**0.7倍**。

按《ASME B31.1 工艺管道》 328.5.2 角焊缝和承插角焊缝规定：

$$AB \geq 1.25 \times AC = 1.25 \times S$$

式中：

AB---搭接角焊缝长直角边长度，mm；

AC---搭接角焊缝短直角边长度，mm；

S---钢管壁厚，mm. 如图 1：

$$AD \geq 0.7 \times AC = 0.7 \times S$$

式中： AD---焊缝厚度，mm；AC---搭接角焊缝短直角边长度，mm；

S---钢管壁厚，mm。见本标准图3。

由于采用承插半球形接口搭接焊，在内焊缝进行圆周360°环焊外，外焊缝在水平线以上应焊圆周180°的外焊缝；这样，不用进行焊接施工坑的挖掘，不用在坑内仰焊，施工速度快，施工方便，安装成本低。

- 1) **广州刘屋洲水厂** 120万吨/日输水项目，安装 DN2000-DN2400钢管近10公里，采用承插**半球型接口搭接焊钢管**，其中3公里为过河和淤土管段，1999年安装，至今使用情况良好。
- 2) **美国德州达拉斯IPL输水管道一期工程**：管道 80 km 长，管道内径 2643 mm AWWA C200 钢管，压力等级 1.24~1.72MPa，钢管壁厚：11.9~15.1mm AWWA C205 水泥砂浆衬里，AWWA C222 刚性聚氨酯外防腐；接口型式：**承插搭接焊，回填后管内环焊缝焊接**；施工工艺：**流填料或砾石做管侧回填**
- 3) **武汉大学《水资源与水电工程科学国家重点实验室》**：《承插搭接焊埋地钢管接头结构特性研究与应用》①：开展应力分析工作分析结果显示：通常认为单焊接具有足够的强度，内外双焊接相较于单焊接的接头强度大概只需提高10%。

a) 周质炎、夏连宁编译《埋地柔性钢管设计与结构分析》② 6.5《纵向力》：
由内压产生的纵向应力基本上不会超过内压导致的环向应力的50%，

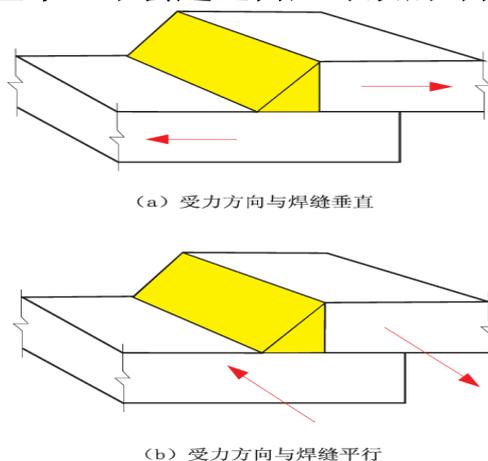


图 3 承插搭接角焊焊缝方向和受力方向的关系

《大直径输水钢管承插搭接焊接口设计与应用》夏连宁，张亮，李琦、明皓③：“承插搭接焊连接方式在国外大直径输水钢管管道工程中已有许多成功的应用，但在国内并没有被广泛采用”“一些试验研究和成功案例提供的管道搭接焊参数表明，单搭接焊接口适用于大多数焊接输水钢管，内外双搭接焊缝强度大约比单搭接提高10%。搭接接内外双环焊接连接的焊缝有效系数只比单环缝焊接提高10%，这是由于失效受应变顺序影响，一个焊缝先于另一个焊缝发生屈服，从而影响了整体的强度。”

“在输水钢管承插搭接角焊缝中作用力是垂直于焊缝的。根据试验和理论分析，垂直受力的焊缝强度是平行焊缝的 1.5 倍。根据全管段试验，搭接单焊的纵向强度是管壁强度的75%以上，由于纵向应力通常不会超过环向应力的一半，因此承插搭接角焊的接口设计是安全可靠的。”见原文图3

4) 纵向应力计算

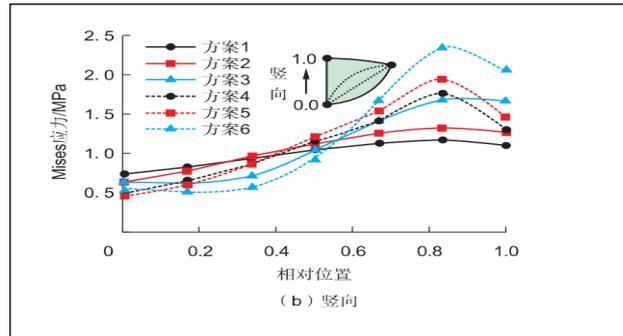
- 从表1可以看出：单个45度角焊缝应力强度计算中考虑了角焊缝厚度为壁厚0.7倍。
 - 单个45度角焊缝针对公称压力的安全系数为:2.51-3.4
 - 单个45度角焊缝针对闭合温差的安全系数为：1.83-2.16，考虑了温差造成的局部应力。
 - 单个45度角焊缝强度和管道母材纵向强度比值为：79.55%-79.71%
 - 钢管壁厚是按环向应力计算，此时的安全系数1为= $(\text{材料抗拉强度}/\text{许用应力}) \times 1.1 \times 1.25 = (470/220) \times 1.1 \times 1.25 = 2.94$
- 式中：1.1为单环焊缝比双环焊缝应力增加10%而加的安全系数。
1.25为角焊缝宽度为钢管壁厚0.7倍，而增加的安全系数。
- 从表1可以看出，钢管公称壁厚比计算壁厚增加的壁厚为107.5%-142%

因钢管壁厚是按环向应力计算而得，这样按纵向应力计算，安全系数 $2=2.94 \times 107.5\%=3.16$ 。

g) 单个45度角焊缝强度和管道母材纵向强度比值为：

79.62%–79.71%，由内压产生的纵向应力基本上不会超过内压导致的环向应力的50%，达到母材50%强度即达到母材抗环向应力相同的安全系数，安全系数 $3=3.16 \times 79.71\%/50\%=4.5$

h) 武汉大学 《承插搭接焊埋地钢管接头结构特性研究与应用》：①，



,

原文图4 内外双焊接与内焊接的接头内焊缝 MISES 应力分布

图4中方案1为内外双环焊接凸角角焊缝，方案4 内单环焊接凸角角焊缝焊缝的应力集中系数没有超过2.0，而搭接焊的综合安全系数已达到4.5，采用钢管搭接焊环焊缝安全上是可靠的。钢管搭接焊环焊缝除应在内焊缝进行圆周360度环焊外，外焊缝不焊，这样可以不挖焊接坑，可以不用易出质量问题的仰焊。

本文件表2 纵向应力计算表

管道公称口径 (DN)	管道实际外径 D (mm)	钢管材质	公称压力P (Mpa)	管材抗拉强度 (Mpa)	许用应力 S(Mpa)	焊接系数 ϕ	高温系数 W	计算系数 Y	安全系数	SW ϕ (Mpa)	PY (Mpa)	PD (N/m ²)	计算壁厚 (mm)	增加安全系数 1.1*1.25	推荐公称壁厚 (mm)	钢材弹性模量 (N/mm ²)	环向刚度计算 (kN/m ²)	公称壁厚 / 计算壁厚	公称压力产生的管道纵向应力 (N/mm ²)	角焊缝的强度设计值 ffw(Mpa)	正面角焊缝的强度设计值增大系数 β_f	单个45度角焊缝应力强度 (N/mm ²)	单个45度角焊缝针对公称压力的安全系数	25℃闭合温差应力 (N/mm ²)	单个45度角焊缝针对闭合温差的安全系数	管道母材纵向应力 (N/m ²)	单个45度角焊缝强度与管道母材纵向强度比值						
1000	1020	Q355	1.6	470	220	0.9	1.0	0.4	1.25	198	0.64	1632	4.10	5.64	8.0	206000	8.28	142%	49.80	200	1.22	169.45	3.40	61.80	1.83	213	79.55%						
1000	1020	S200	1.6	620	291					262	0.64	1632	3.11	4.28	6.0	215000	3.65	140%	66.80	236		200.01	2.99	61.80	2.16								
1200	1220	Q355	1.6	470	220					198	0.64	1952	4.90	6.74	8.0	206000	4.84	119%	59.80	200		169.67	2.84	61.80	1.83	213	79.66%						
1400	1420	Q355	1.6	470	220					198	0.64	2272	5.71	7.85	10.0	206000	6.00	127%	55.60	200		169.59	3.05	61.80	1.83	213	79.62%						
1600	1620	Q355	1.6	470	220					198	0.64	2592	6.51	8.95	10.0	206000	4.04	112%	63.60	200		169.74	2.67	61.80	1.83	213	79.69%						
1600	1620	S200	1.6	620	291					262	0.64	2592	4.94	6.79	8.0	215000	2.16	118%	79.80	236		200.20	2.51	61.80	2.16								
1800	1820	Q355	1.6	470	220					198	0.64	2912	7.32	10.06	12.0	206000	4.92	119%	59.47	200		169.67	2.85	61.80	1.83	213	79.66%						
2000	2020	Q355	1.6	470	220					198	0.64	3232	8.12	11.16	12.0	206000	3.60	107%	66.14	200		169.78	2.57	61.80	1.83	213	79.71%						
2000	2020	S200	1.6	620	291					262	0.64	3232	6.16	8.47	10.0	215000	2.17	118%	79.60	236		200.20	2.52	61.80	2.16								
2200	2220	Q355	1.6	470	220					198	0.64	3552	8.92	12.27	14.0	206000	4.31	114%	62.23	200		169.72	2.73	61.80	1.83	213	79.68%						
2400	2420	Q355	1.6	470	220					198	0.64	3872	9.73	13.38	16.0	206000	4.96	120%	59.30	200		169.66	2.86	61.80	1.83	213	79.65%						
2400	2420	S200	1.6	620	291					262	0.64	3872	7.38	10.15	12.0	215000	2.18	118%	79.47	236		200.20	2.52	61.80	2.16								
2600	2620	Q355	1.6	470	220					198	0.64	4192	10.53	14.48	16.0	206000	3.91	110%	64.30	200		169.75	2.64	61.80	1.83	213	79.70%						
2800	2820	Q355	1.6	470	220					198	0.64	4512	11.34	15.59	18.0	206000	4.46	115%	61.47	200		169.70	2.76	61.80	1.83	213	79.67%						
3000	3020	Q355	1.6	470	220					198	0.64	4832	12.14	16.69	20.0	206000	4.99	120%	59.20	200		169.66	2.87	61.80	1.83	213	79.65%						
3000	3020	S200	1.6	620	291					262	0.64	4832	9.21	12.66	14.0	215000	1.78	111%	85.09	236		200.27	2.35	61.80	2.16								
3400	3420	Q355	1.6	470	220					198	0.64	5472	13.75	18.90	22.0	206000	4.57	116%	60.98	200		169.69	2.78	61.80	1.83	213	79.67%						
3400	3420	S200	1.6	620	291					262	0.64	5472	10.43	14.34	16.0	215000	1.83	112%	84.30	236		200.26	2.38	61.80	2.16								
3600	3620	Q355	1.6	470	220					198	0.64	5792	14.55	20.01	22.0	206000	3.85	110%	64.62	200		169.76	2.63	61.80	1.83	213	79.70%						
4000	4020	Q355	1.6	470	220					198	0.64	6432	16.16	22.22	25.0	206000	4.13	113%	63.12	200		169.73	2.69	61.80	1.83	213	79.69%						
4000	4020	S200	1.6	620	291					262	0.64	6432	12.26	16.86	20.0	215000	2.21	119%	79.20	236		200.20	2.53	61.80	2.16								

K) 实际情况下有更多的安全因素, 如Q355的最低抗拉强度为470MPa, 实际抗拉强度会超过470Mpa; 又如本文件表2所示, Q355的许用应力按S281规定应为220MPa, 焊条中往往加入增加强度的金属元素, 焊缝的强度往往超过管体, 但本文件表2中Q355角焊缝强度设计值取200Mpa; 又如本文件表2中考虑25度闭合温差应力为61.8 Mpa, 实际输水管道正常输水状况下没有这么大的温差应力; 又如内衬混凝土外焊加劲环都具有一定的抗环向和纵向应力的能力, 计算中都没涉及。

L). 按《埋地柔性钢管设计与结构分析》2.2“最小壁厚”规定:“钢管应确保外径与壁厚之比不大于240”。

5.7.3 环焊缝

5.7.3.1 当钢管公称直径在 DN1000-DN1600 时, 半球型承插接口搭接焊应 100%焊接外环焊缝, 内环焊缝可不焊。

5.7.3.2 当钢管公称直径在 DN1800-DN3400 时:

-----半球型承插接口搭接焊应 100%焊接外环焊缝和 100%焊接内环焊缝, 如图 3 所示。钢管公称压力符合表 1 规定时, 公称壁厚应符合表 1 规定值再减薄 10%。

-----半球型承插接口搭接焊应 100%焊接内环焊缝, 外环焊缝不焊, 钢管公称压力和公称壁厚应符合表 1 的规定。

-----半球型承插接口搭接焊应 100%焊接外环焊缝, 内环焊缝不焊, 钢管公称压力和公称壁厚应符合表 1 的规定。

-----半球型承插接口搭接焊应 100%焊接内环焊缝, 外焊缝在水平线以上应焊圆周 180 度的外焊缝, 钢管公称压力和公称壁厚应符合表 1 规定。

据施工区域土质腐蚀性能和含水量, 土质中巨石多少而造成的焊接坑挖掘难易, 施工企业焊接水平, 由设计选择确定。也可选择耐腐蚀性能较好的 S20013 材质钢管。

5.7.3.3 钢管在制造企业出厂时, 在外环焊缝附近, 即承口端部及承口外表面临近端面 50mm 处, 插口外表面临近外环焊缝处 50mm 范围内应无涂层或涂层清理干净; 同样, 在内环焊缝附近, 插口端面及插口内表面临近端面 50mm 处, 承口内表面临近内环焊缝 50mm 范围内应无涂层或涂层清理干净。

5.7.3.3 凡内环焊缝或外环焊缝角焊缝处没有焊接焊缝时, 都应按 SL105 附录 D 的规定, 采用水泥砂浆或聚合物水泥防水砂浆堵塞缝隙; 或采用双组份聚脲分别加热, 同时喷射至没有涂层的冷金属表面, 同时混合同时固化的喷涂工艺, 结合力应超过 30 MPa; 或按本文件 5.11.7 条规定堵塞缝隙, 并通过涂、刷、喷, 恢复环焊缝表面涂层。

因按 ANSI/AWWA C206-2017 美国水工协会标准《输水钢管的现场焊接》

4.3.2 承插搭接接头: 除非买方另有要求, 承插搭接接头为满角单面焊接。

5.7.3.4 水在管内的流向应是从承口, 经管体, 至插口方向。

5.7.3.5 直管与弯头连接时, 应同时进行内焊缝和外焊缝的全圆周进行环焊, 如图 3 所示, 钢管公称压力和公称壁厚应符合表 1 的规定。

5.7.3.6 承插搭接焊钢管当二根钢管的主轴相互间偏转角不超过 3 度时, 半球型承插接口形状、尺寸及偏差经压制符合本文件 5.2 规定时, 可进行承插搭接焊连接, 如本标准图 4。

5.7.3.7 承插搭接焊钢管当基管的外径公差^{+1.25%}不超过外径_{-1.25%}时, 半球型承插接口形状、尺寸及偏差经压制符合本文件 5.2 规定时, 可进行承插搭接焊连接。

5.7.3.8 承插搭接焊钢管允许基管的切斜率不超过 5mm 时, 承插口形状、尺寸及偏差经压制符合本文件 5.2 规定时, 可进行承插搭接焊连接。

5.7.3.9 承插搭接焊接口的承口与插口重叠面轴向长度应超过 5 倍壁厚。

5.7.3.10 基管用于加工承口和插口部位的焊缝余高应按下列规定处理:

1) 覆盖全部加工区域的焊接余高应去除;

2) 去除后的焊缝余高 H 应为 $0\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ ，且焊缝与临近母材表面应平滑过渡；

3) 承口端内角和插口端外角应倒角，并应去除尖角和毛刺。

5.7.3.11 基管承插口加工区域不允许有螺旋缝埋弧焊钢管的钢带对头焊缝，钢带对头焊缝与螺旋焊缝的交点距离承插端口加工区域不应小于 75mm 。

注：半球型承插接口搭接焊钢管在搭接焊后，在纵向受力时钢管承口弧形部位能纵向张缩位移，从而抗震。

5.8 内衬混凝土

5.8.1 内衬混凝土可采用卧式离心法、立式振动法或其他有效方法成型制作。

5.8.2 内衬混凝土层厚度应参照 GB/T 19685 对内衬混凝土层厚度的规定，据施工区域环境设计确定。

5.8.3 制作内衬混凝土层的水泥、细骨料、粗集料、水、混凝土外加剂、活性掺合料、钢筋焊接网、管芯混凝土制作工艺应符合 GB/T 19685 的规定。

5.8.4 内衬混凝土层插口端应从搭接焊钢管插口端后退 50mm ，承口端内衬混凝土层应从钢管承口端向内退本标准图 2 和本标准表 1 规定的 $L15+4S$ 距离；管道搭接焊连接焊接后，应采用二次填充混凝土和水泥砂浆填平缝隙，如本标准图 5 所示。

5.8.5 内衬混凝土应符合下列规定（本标准 图 5）：

5.8.5.1 内衬混凝土强度等级不应低于 C40。

5.8.5.2 填充用的混凝土强度等级应比内衬混凝土高一个强度等级，且应采用收缩补偿混凝土；

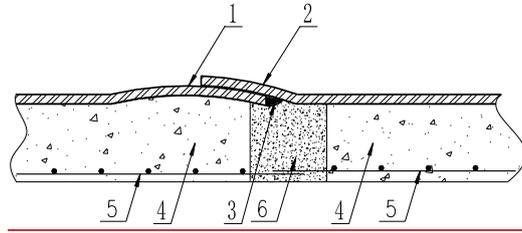
5.8.5.3 混凝土配合比设计应符合 JGJ 55 的规定；

5.8.5.4 混凝土的浇筑、填充施工应符合 GB50204 的规定；

5.8.5.5 外加剂应符合 GB50119 的规定。

5.8.6 内衬混凝土管芯应采用适当的方法进行养护，如采用蒸汽养护或自然养护。采用自然养护时应覆盖保护材料防止混凝土过度失水，在混凝土充分凝固后应及时进行洒水养护。

5.8.7 按 GB/T 19685 规定：内衬混凝土管芯内壁出现的环向裂纹或螺旋状裂纹宽度不应大于 0.5mm ；距管子插口端 300mm 范围内出现的环向裂纹宽度不应大于 1.5mm ；成品管内壁沿管子纵轴线的平行线成 150° 夹角范围内不得出现长度大于 150mm 的纵向可见裂纹。超出以上规定的混凝土裂纹应采用水泥浆或环氧树脂进行修补。



a 标引序号说明：

b 1—半球型插口，

c 2—半球型承口，

d 3—搭接焊钢管内环焊缝，

e 4—内衬混凝土层

f 5—钢筋网骨架

g 6—二次填充混凝土

本标准图 5 内衬混凝土层搭接焊钢管

以上规定依据 GB/T 19685 和 SL/T432 标准。

内衬混凝土层厚度按 GB/T 19685 规定的内衬混凝土层厚度，经下面计算，内衬混凝土层有较好的刚度和抗外压能力。

混凝土管的许用外压

按 GB/T 20801.3-2020 《压力管道规范 工业管道 第 3 部分 设计和计算》

6.1.3 条 《直管的外压设计》:

$$\text{许用外压 } [P] = (2.2/3) \times E \times (T_e/D)^3$$

式中: E——材料弹性模量, 单位为兆帕 (N/mm²) (混凝土为 32500 N/mm²);

T_e——有效厚度, 为名义厚度减去厚度附加量和材料厚度负偏差以后的厚度, 单位为毫米 (mm); 本文件表 3 中钢管材质, 美标 S32001 即国标 S20013.

D 管外径, 单位为毫米 (mm)

本文件表 3 混凝土管许用外压

钢管 外径 DE	混凝土 最小壁 厚T _e	钢管 壁厚	混凝土 管 外 径D	弹性模 量E	T _e /D	(T _e /D) ³	许用外压 =[2.2×E× (T _e /D) ³]/3	钢管材 质
mm	mm	mm	mm	Mpa			Mpa	
1020	90.0	8	1004	32500	0.0896	0.000720322	17.17	Q355
1020	90.0	6	1008	32500	0.0893	0.00071178	16.96	S32001
1220	100.0	10	1200	32500	0.0833	0.000578704	13.79	Q355
1420	100.0	10	1400	32500	0.0714	0.000364431	8.69	Q355
1620	100.0	12.5	1595	32500	0.0627	0.000246444	5.87	Q355
1620	100.0	8	1604	32500	0.0623	0.000242319	5.78	S32001
1820	115.0	12.5	1795	32500	0.0641	0.000262966	6.27	Q355
2020	125.0	14	1992	32500	0.0628	0.000247094	5.89	Q355
2020	140.0	10	2000	32500	0.0700	0.000343	8.17	S32001
2220	140.0	15	2190	32500	0.0639	0.000261247	6.23	Q355
2420	150.0	16	2388	32500	0.0628	0.00024784	5.91	Q355
2420	150.0	12	2396	32500	0.0626	0.000245365	5.85	S32001
2620	165.0	17.5	2585	32500	0.0638	0.000260058	6.20	Q355
2820	175.0	18	2784	32500	0.0629	0.000248374	5.92	Q355
3020	190.0	20	2980	32500	0.0638	0.000259186	6.18	Q355
3020	190.0	14	2992	32500	0.0635	0.00025608	6.10	S32001
3420	220.0	22	3376	32500	0.0652	0.000276733	6.60	Q355
3420	220.0	18	3384	32500	0.0650	0.000274775	6.55	S32001
3620	230.0	22	3576	32500	0.0643	0.000266067	6.34	Q355
4020	260.0	25	3970	32500	0.0655	0.000280898	6.69	Q355
4020	260.0	22	3976	32500	0.0654	0.000279628	6.66	S32001

由于内衬混凝土承插半球型接口搭接焊钢管由钢管承担全部内压, 混凝土层用于提高管道刚度和抗外压能力, 内衬混凝土厚度采用 GB/T 19685 规定的厚度, 看来许用外压很高。

按 GB/T 19685 标准规定的混凝土厚度的许用外压见表 6, 许用外压为 5.78-17.17 MPa, 大大高于 GB/T 13295-2019 K9 级别, DN1000-DN3000 球铁管规定的的径向刚度 0.024-0.012 MPa

5.9 加劲环

5.9.1 公称壁厚按内压确定后, 埋地敷设时, 需按 SL/T 281 确定允许覆土厚度值。

5.9.2 加劲环中心线的纵向距离, 按覆土层的厚度, 可按 SL/T 281 的规定设计确定为 1000mm 或 1500mm 或 2000mm。

5.9.3 加劲环厚度应同基管壁厚。

- 5.9.4 Q355 牌号钢管的加劲环宽度相当于本文件表 1 规定的 D0 的 1/13, S20013 牌号钢管的加劲环宽度相当于本文件表 1 规定的 D0 的 1/11, 加劲环尺寸应按 SL/T 281 的规定设计确定 (本标准 图 6)。
- 5.9.5 加劲环离管承口端的距离应大于表 1 中 L11+100mm,。管插口端的距离应大于表 1 中 L12+50mm。
- 5.9.6 按 SL432 规定: 对于加劲环与钢管管壁的全熔透组合焊缝的角焊缝焊脚, 除设计规定外, 允许为 1/4 环板厚度, 且不大于 9mm。

钢管强度高, 抗内压能力强, 但大口径钢管, 刚度差, 抗外压能力低, 采用外焊加劲环, 可大大提高钢管的刚度和抗外压能力。据 SL/T281 《水利水电工程压力钢管设计规范》附录 A.4 《加劲环抗外压强度及稳定分析》、附录 B2.2 《加劲环式钢管的临界外压计算方法》。采用加劲环可以大大提高钢管的刚度和抗外压能力。目前, 由天津友发管道科技有限公司制造的, 按 SL/T 281 《水利水电工程压力钢管设计规范》设计的, DN3400*25mm, 加劲环厚度 25mm, 加劲环宽度 250mm, 长 6800 米加劲环式钢管在某水库工程正在施工, 刚度和抗外压能力很好, 相对照而规定了本标准的加劲环厚度和宽度,

并规定: 加劲环的厚度应同基管壁厚。这样生产时, 基管和加劲环可用同 1 卷钢带, 从而提高钢带的利用率。

EN1993-4.3 规定: 加劲环宽度大于等于 10%钢管直径; 厚度大于等于钢管壁厚, 间距小于等于 3 倍钢管直径。

对本标准规定的加劲环尺寸, 按 SL/T 281-2020 规定, 计算临界外压:

按 SL/T 281-2020, A4 加劲环抗外压强度和稳定分析规定:

加劲环的临界外压 P_{cr}

$$P_{cr} = \sigma_s \times F_R / (r l)$$

式中: F_R ——加劲环有效截面积 (包括管壁等效翼缘面积) mm^2

l ——加劲环间距, mm ;

σ_s ——材料屈服强度, 按 SL281 为抗强度的 70%

r ——钢管内半径, mm ;

P_{cr} ——临界外压, MPa 。

本文件表 4 加劲环的临界外压

DE	钢管材质	钢管公称压力 P	抗拉强度	屈服强度 σ_s	公称壁厚	加劲环厚	加劲环宽度	加劲环截面积	翼缘面积	两面积和 FR	钢管内半径 r	加劲环间距 l	rl	$\sigma_s \times FR / (rl)$
mm		Mpa	Mpa	Mpa	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm	mm	mm ²	Mpa
1020	Q355	1.6	470	329	8	8	80	640	64	704	502	1500	753000	0.31
1020	S20013	1.6	620	434	6	6	95	570	36	606	504	1500	756000	0.35
1220	Q355	1.6	470	329	10	10	95	950	100	1050	600	1500	900000	0.38
1420	Q355	1.6	470	329	10	10	110	1100	100	1200	700	1500	1050000	0.38
1620	Q355	1.6	470	329	12.5	12.5	125	1563	156	1719	797.5	1500	1196250	0.47
1620	S20013	1.6	620	434	8	8	150	1200	64	1264	802	1500	1203000	0.46
1820	Q355	1.6	470	329	12.5	12.5	140	1750	156	1906	897.5	1500	1346250	0.47
2020	Q355	1.6	470	329	14	14	155	2175	196	2371	996	1500	1494000	0.52
2020	S20013	1.6	620	434	10	10	185	1850	100	1950	1000	1500	1500000	0.56
2220	Q355	1.6	470	329	15	15	170	2550	225	2775	1095	1500	1642500	0.56

本文件表 4 加颈环的临界外压（续）

DE	钢管材质	钢管公称压力 P	抗拉强度	屈服强度 σ_s	公称壁厚	加颈环厚	加颈环宽度	加颈环截面积	翼缘面积	两面积和 FR	钢管内半径 r	加颈环间距 l	rl	$\sigma_s \times FR/(rl)$
mm		Mpa	Mpa	Mpa	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm	mm	mm ²	Mpa
2420	Q355	1.6	470	329	16	16	185	2960	256	3216	1194	1500	1791000	0.59
2420	S20013	1.6	620	434	12	12	220	2640	144	2784	1198	1500	1797000	0.67
2620	Q355	1.6	470	329	17.5	17.5	200	3500	306	3806	1293	1500	1938750	0.65
2820	Q355	1.6	470	329	18	18	220	3960	324	4284	1392	1500	2088000	0.68
3020	Q355	1.6	470	329	20	20	230	4600	400	5000	1490	1500	2235000	0.74
3020	S20013	1.6	620	434	14	14	275	3850	196	4046	1496	1500	2244000	0.78
3420	Q355	1.6	470	329	22	22	260	5720	484	6204	1688	1500	2532000	0.81
3420	S20013	1.6	520	364	18	18	310	5580	324	5904	1692	1500	2538000	0.85

本文件表 5 最小径向刚度、许用外压、临界外压比较

MPa

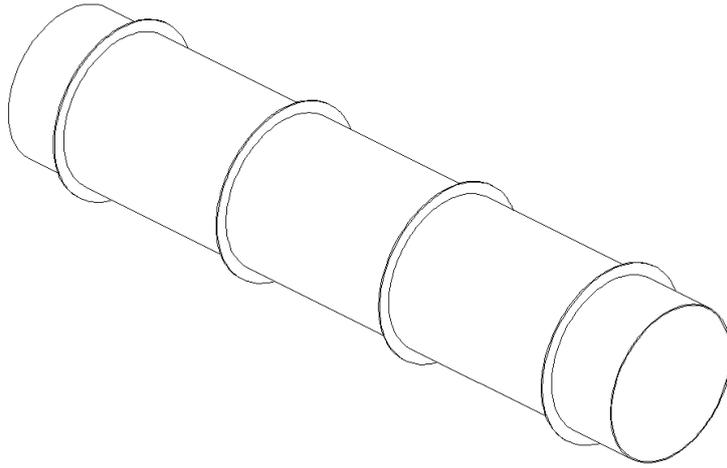
	计算表	最小	最大
GB/T 13295-2019 K9 级别, DN1000-DN3000 球铁管		0.012	0.024
本标准内衬混凝土承插半球型搭接焊钢管	表 7	5.78	17.17
本标准外焊加颈环承插半球型搭接焊钢管	表 8	0.31	0.85

GB/T 13295-2019《输水和燃气用球墨铸造铁管、管件和附件》中“径向刚度”，GB/T 20801-3-2020《压力管道规范 工业管道 第 3 部分：设计和计算》第 6.1 条中“许用外压”，SL281-2020《水利水电工程 压力管道设计规范》A.4 中加颈环“临界外压”其实是 1 个概念，相互间可以比较。

GB/T 13295-2019 K9 级别，DN1000-DN3000 球铁管的径向刚度在 24-12.2 KN/m² 也就是 0.024-0.012 MPa，加劲环的临界外压为 0.31-0.85 MPa，见本文件表 5。K9 级别的球铁管刚度是很好的，按本标准生产的外焊加颈环钢管，其刚度和抗外压能力大大超过 K9 级别的球铁管刚度和抗外压能力。

以上所述，最小径向刚度、许用外压、临界外压比较见本文件表 5。

本标准规定的《内衬混凝土外焊加劲环的搭接焊钢管》，钢管能承担全部内压，内衬混凝土或外焊加颈环其径向刚度，即许用外压，即临界外压都大大高于 GB/T 13295-2019 K9 级别，DN1000-DN3000 球铁管的径向刚度，能满足工程需要。



本标准 图6 外焊加劲环的搭接焊钢管示意图

5.10 外观质量

5.10.1 钢管的内外表面应光滑，不应有折叠、裂纹、分层、搭焊、断弧、烧穿及其他深度超过壁厚下偏差的缺陷存在。深度不超过壁厚下偏差的其他非尖锐、局部缺欠允许存在。

5.10.2 未被判为缺陷的缺欠可不经处置保留在钢管上，可采用修磨方法修整磨除，但剩余壁厚应在规定范围内，修磨处应平缓地过渡到钢管原始表面。

5.10.3 搭接焊焊缝表面应符合SL/T 432规定，不应出现裂纹、未熔合、根部气孔、电弧擦伤、飞溅等缺欠以及根部未焊透、表面气孔、未焊完、角焊缝厚度不足等缺欠。

5.10.4 内衬混凝土表面应平整，不应出现浮渣、露石和浮浆；不应出现直径或深度大于10mm孔洞或凹坑以及蜂窝麻面等不密实现象。

5.10.5 涂层外观应均匀一致，无流挂、皱纹、鼓泡、针孔和裂纹等缺陷。

本条规定依据SL/T 432 和GB/T 19685标准。

5.11 防腐层

5.11.1 应以涂装状态交货。涂装后表面涂层应均匀，粘附牢固，不因气温变化而发生脱胶和加速老化。

5.11.2 涂装前应对钢管外表面和基管内表面进行抛（喷）射丸除锈，除锈表面应达到GB/T 8923中规定的Sa2.5级的要求，内外表面应无铁锈、焊渣、毛刺和杂物。

5.11.3 钢管内外涂层采用熔融结合环氧粉末涂料、无溶剂环氧防腐涂料、无溶剂聚氨酯防腐涂料、溶剂型聚氨酯涂料、环氧沥青涂料、天冬聚脲涂料等的涂料性能、涂层厚度、涂层附着力应符合 SL105 的规定。

5.11.4 对钢管间连接的环焊缝采用双组份聚脲涂料时，可采用双组份分别加热，同时喷涂到没有涂层的冷金属表面，同时混合同时固化的喷涂工艺。如图7、8、9。

5.11.5 采用二层或三层结构的挤压缠绕工艺的防腐钢管，其塑层性能和厚度应符合 GB/T 23257的规定。



图7在管廊内喷涂聚脲



图8 双组份聚脲喷涂车



图9 在管道内喷涂聚脲

6 试验和检验

6.3 水压试验

6.3.1 水压试验压力

按SL281规定，以本文件规定的公称压力为例：公称压力为1.6 MPa；

最高内水压=公称压力×1.2=1.92 MPa

水压试验压力=最高内水压×1.25=2.4 MPa

6.3.2 水压试验应分级加（卸）载，缓慢增（减）压。各级稳压时间及最大试验压力下保压时间，不应短于30min。加减压速度宜不大于0.05 MPa/min。

6.3.3 基管已进行水压试验时，半球型承插接口成型加工后可不再进行水压试验。

6.3.4 半球型承插接口在搭接焊连接后的水压试验与施工工程的水压试验同时进行。

6.5 焊缝检测

按SL/T 432 规定：

a) 承插搭接焊角焊缝、防腐前承插口部位焊缝应进行超声检测，焊缝质量不应低于GB/T 11345和GB/T 29712规定的验收等级3级。

b) 焊缝表面质量无损检测方法可选用磁粉检测（MT）或渗透检测（PT），铁磁性材料宜优先采用磁粉检测。磁粉检测应执行GB/T 26951的规定，按GB/T 26952评定。验收等级为2X 级。渗透检测应执行GB/T 18851的规定，按GB/T 26593评定，验收等级为2X级。

6.8 检验规则

6.8.1 钢管承插接口尺寸、表面质量应逐根检验。

6.8.2 钢管每批应任取一根试样，对承插口焊缝部位进行防腐层检验、无损检测。

6.8.3 钢管每批应任取一根试样，进行水压试验。

6.8.4 钢管每批应任取一根试样，在进行浇灌混凝土时进行混凝土检验。

6.8.5 在钢管进行搭接焊连接后，应进行搭接焊焊缝无损检测抽检。

由于在钢管生产流水线上已进行了水压试验和超声检测，故在压制承口后，水压试验和超声检测为抽查。

三、 主要试验和应用情况分析

（一） 广州刘屋洲水厂120 万吨/日输水项目，安装 **DN2000-DN2400**钢管近10公里，采用**承插半球型接口搭接焊钢管**，其中3公里为过河和淤土管段，1999年安装，至今使用情况良好

（二） 由天津友发管道科技有限公司制造的，**DN3400*25，长 6800 米加劲环式钢管，加劲环厚度 25mm，加劲环宽度 250mm**，在辽宁某水库工程正在施工。

（三） **美国德州达拉斯 IPL 输水管道一期工程**：管道 80 km 长，管道内径 2643 mm；AWWA C200 钢管，压力等级 124~1.72Mpa，钢管壁厚：11.9~15.1mm；；AWWA C205 **水泥砂浆衬里**，AWWA C222 **刚性聚氨酯防腐**；接口型式：承插搭接焊，**回填后在内环焊缝进行焊接**；施工工艺：流填料或砾石做管侧回填

（四） S32001 经济型奥氏体-铁素体（双相）已用于青岛地铁预埋槽道、国铁隧道波纹板、中铁铁路货箱，远大可建装配式建筑、海南“三角梅”建筑、重庆东站等管道系统。

(五) 对 DN2600 半球型承插接口搭接焊钢管进行型式试验。

三、明确标准中涉及专利的情况：

在前言中明确：

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到CN202121355040.X “球型承插式钢管组件”专利的使用。

本文件的发布机构对该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

本专利的持有人：豪德博尔（山东）智能装备有限公司已向本文件的发布机构承诺：通过本文件的制订，CN202121355040.X “球型承插式钢管组件”**专利已公开**，豪德博尔（山东）智能装备有限公司同意在公平、合理、无歧视基础上，**免费许可**任何组织或者个人在实施本团体标准时实施以下专利；CN202121355040.X专利。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

四、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况：

钢管端口通过挤压机模具使整个圆周整体同时径向膨胀、纵向弯曲变形加工，使端口管壁发生塑性变形，并按滑入式承插口的形状和尺寸要求成型。通过北京金河水务建设集团有限公司在北京延庆平原区原水输水工程4条Φ530x5.5mmx5.6公里管道，采用承插柔性接口防腐钢管，在白河隧洞内承插柔性接口防腐钢管进行施工，焊接1个接口需75分钟，安装1个承插口需15分钟，工效提高5倍，确保2021年元旦造雪水输送管道通水，为冬奥会如期召开作出贡献。在管廊内不能挖坑，不能吊起来仰焊，承插连接施工方便。5.5mm厚钢管代替9mm球铁管，重量和价格降低39%，内壁环氧全程涂塑，可输送造雪用水。

与球管相比，钢管的强度和韧性高，壁厚薄，降低工程成本，符合降低碳排放和节材节能的要求。

钢管端口通过挤压机模具使整个圆周整体同时径向膨胀、纵向弯曲变形加工，使端口管壁发生塑性变形，并按半球型承插接口搭接焊钢管的形状和尺寸要求成型，对接口的不圆度、接口偏转角的包容性大。**广州刘屋洲水厂120万吨/日输水项目**，安装DN2000-DN2400钢管近10公里，**采用承插半球型接口搭接焊钢管**，其中3公里为过河和淤土管段，1999年安装，至今使用情况良好。

某工程采用长6800米加劲环式钢管，总重量15100吨，总增值税1500万元，获得较好经济效益，为国家作出了贡献。

由于采用半球型接口承插搭接焊，**允许二根钢管的主轴相互间偏转角不超过3度情况下**，承插口形状、尺寸及偏差经压制符合本文件规定时，进行承插搭接焊连接。**允许基管的外径和不圆度不超过外径的 $\begin{matrix} +1.25\% \\ -1.25\% \end{matrix}$ 情况下**，承插口形状、尺寸及偏差经压制符合本文件规定时，可进行承插搭接焊连接。球形接口承插搭接焊时对接方便，压制的球形接口不用校正。**允许基管的切斜率不超过5mm情况下**，承插口形状、尺寸及偏差经压制符合本文件规定时，进行承插搭接焊连接，大大降低了施工成本和提高了施工速度。

由于采用半球型承插接口搭接焊钢管，在内焊缝进行圆周360°环焊外，外焊缝可不焊；这样，不用进行焊接施工坑的挖掘，施工速度快，施工方

便，安装成本低。球形接口承插搭接焊时对接方便，压制的球形接口不用校正。这样大大降低了安装成本，提高了工效和安装速度，降低了工程的投资。但凡内环焊缝或外环焊缝角焊缝处没有焊接焊缝时，都应按SL105 附录D的规定，采用水泥砂浆或聚合物水泥防水砂浆填塞缝隙；或采用双组份聚脲分别加热，同时喷射至没有涂层的冷金属表面，同时混合同时固化的喷涂工艺，结合力应超过30 MPa。或按本文件5.11.7条规定填塞缝隙，并通过涂、刷、喷，恢复环焊缝表面涂层。

当钢管材质采用022Cr20Mn5Ni2N 即 S20013 时大大提高了耐腐蚀性，钢管内壁不衬混凝土，也不涂防腐涂料，设计时可不留腐蚀余量。

五、 采用国际标准和国外先进标准情况，

与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况；

与本标准相关的国外标准

—— ASME B31.1 美国国家标准 工艺管道 328.5.2 角焊缝和承插角焊缝》

—— ANSI/AWWA C206-2011 美国水工协会标准《输水钢管的现场焊接》

按ANSI/AWWA C206-2011 美国水工协会标准《输水钢管的现场焊接》

4.3.2 承插搭接焊：除非买方另有要求，承插搭接焊为**满角单道搭接焊**。承插**重叠量对于薄壁钢管至少为 5 倍的壁厚**。

4.3.2.1 单道搭接焊：由施工方选择，经买方确认，单道搭接焊可以焊在管外，如果管径足够大也可以焊在管内。

《ASME B31.1 美国国家标准 工艺管道 328.5.2 角焊缝和承插角焊缝》规定：允许承插角焊缝，承插角焊缝截面为直角三角形，直角三角形的长边应等于管壁厚的1.25倍，直角三角形的短边应等于管壁厚，直角三角形的斜边宜为直线，或使焊缝凸出，但不应使焊缝凹下；直角三角形斜边与直角顶的距离即为焊缝厚度，不应小于管壁厚的0.7倍。

国外有承插搭接接口，但国外没有半球型承插接口搭接焊钢管。国外有PCCP管，但国外没有内衬混凝土的半球型承插接口搭接焊钢管。故本标准制造的产品为创新产品，本标准水平达到国际先进水平。

六、 在标准体系中的位置，与现行相关方针、政策、法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性；

本标准完全遵守现行的方针、政策、法律、法规和强制性标准和要求。

七、 重大分歧意见的处理经过和依据；

根据本标准征求意见的反馈情况，整理出《意见汇总处理表》；根据标准专家审查会意见整理出附件《具体修改意见及建议》。标准编制中未发生重大分歧意见。

八、 标准性质的建议说明

本标准为创新产品标准，标准内容全面，主要技术指标设置合理，具有创新性、实用性和可操作性，应尽快形成报批稿上报中国水利学会审批，并尽快推广应用。

参考文献：

- ① 武汉大学 《水资源与水电工程科学国家重点实验室》：《承插搭接焊埋地钢管接头结构特性研究与应用》：王从水、王浣龙、伍鹤皋、于金弘，石长征；
- ② 周质炎、夏连宁编译《埋地柔性钢管设计与结构分析》；
- ③ 《大直径输水钢管承插搭接焊接口设计与应用》夏连宁，张亮，李琦，明皓：，
- ④ T/ CSCS 042-2023《给水排水用承插柔性及搭接焊接口防腐钢管》标准，中国钢结构协会标准，主编 钱乐中，主编单位：天津友发管道科技有限公司。