ICS 27.140
CCS H 48

# 团 体 标 准

T/CWEC 31—2022

# 埋地输水钢管设计与施工技术规范

**Technical code for design and construction of buried water transmission steel pipes**

2022-10-24 发布　　2022-12-01 实施

中国水利企业协会　发布

# 中国水利企业协会

# 关于发布《埋地输水钢管设计与施工技术规范》团体标准的公告

2022 年　第 4 号

根据中国水利企业协会团体标准制定计划，由宁夏青龙管业集团股份有限公司主编的《埋地输水钢管设计与施工技术规范》团体标准，经组织审查，现批准发布，自 2022 年 12 月 1 日施行。

| 序号 | 标　准　名　称 | 标准编号 | 批准日期 | 实施日期 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 埋地输水钢管设计与施工技术规范 | T/CWEC 31—2022 | 2022.10.24 | 2022.12.1 |

中国水利企业协会

2022 年 10 月 24 日

# 目　　次

前言 …… Ⅴ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 2
4　符号 …… 3
4.1　材料性能 …… 3
4.2　管道上的作用及其效应 …… 3
4.3　几何参数 …… 4
4.4　计算系数 …… 4
5　管线及建筑物布置 …… 5
5.1　管线布置 …… 5
5.2　建筑物及附属设施布置 …… 6
6　水力设计 …… 6
6.1　一般规定 …… 6
6.2　恒定流计算 …… 6
6.3　非恒定流计算 …… 7
7　材料 …… 7
7.1　钢材 …… 7
7.2　止水、钢筋和混凝土材料 …… 8
8　结构设计 …… 8
8.1　一般规定 …… 8
8.2　结构设计 …… 8
8.3　管道接口形式 …… 12
8.4　构造要求 …… 13
9　钢管制作 …… 14
9.1　一般规定 …… 14
9.2　技术要求 …… 14
9.3　焊缝质量要求 …… 15
9.4　无损检测 …… 16
9.5　水压试验 …… 16
9.6　焊缝修补 …… 16
10　防腐 …… 17
10.1　一般规定 …… 17
10.2　钢管内防腐 …… 17
10.3　钢管外防腐 …… 18
10.4　防腐补口 …… 19
10.5　阴极保护 …… 20
11　管道施工 …… 20

11.1 一般规定 …… 20
11.2 施工准备 …… 21
11.3 钢管装卸和堆放 …… 21
11.4 管材运输 …… 21
11.5 沟槽开挖 …… 21
11.6 管道基础 …… 22
11.7 管道安装 …… 22
11.8 沟槽回填 …… 23
12 管道功能性试验 …… 24
12.1 一般规定 …… 24
12.2 管道水压试验 …… 24
12.3 承插接口密封试验 …… 25
13 验收 …… 25
13.1 一般规定 …… 25
13.2 验收资料 …… 26
附录 A（资料性） 作用在管道上的地面车辆荷载 …… 27
附录 B（资料性） 钢管管道竖向变形系数 …… 29
附录 C（资料性） 管侧土的综合变形模量 …… 30
附录 D（资料性） 土壤反力模量 $E'$ 的确定 …… 32
附录 E（资料性） 搭接焊圆角焊缝的设计计算 …… 34
条文说明 …… 35

# 前　言

本标准按照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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国水利企业协会提出并归口。

本标准起草单位：宁夏青龙管业集团股份有限公司、中国水利水电科学研究院、宁夏水务投资集团有限公司、宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司、山西省水利水电勘测设计研究院有限公司、云南省水利水电勘测设计研究院、安徽省水利水电勘测设计研究总院有限公司、武汉大学、宝鸡石油钢管有限责任公司、山西省水利建筑工程局集团有限公司、河北维立方科技有限公司、山东龙泉管道工程股份有限公司、青岛豪德博尔实业有限公司、德州黄河建业工程有限责任公司、松辽水利水电开发有限责任公司、廊坊艾格玛新立材料科技有限公司。

本标准主要起草人：宋克军、崔卫祥、孟晋忠、窦铁生、伍鹤皋、田建林、刘文、童保林、王梅芳、南彦波、张浩、宋涛、陈炀、石长征、赵宏涛、陈建、毕士君、李向东、毕宗岳、孙芹先、赵丽君、王伟、崔志刚、陈忠、杨志静、樊琨、信永达、李晨晨、孙兆斌、邹希文、刘莉。

# 埋地输水钢管设计与施工技术规范

## 1 范围

本标准规定了埋地输水钢管结构设计方法与施工技术，确保工程质量、做到技术先进、经济合理、安全适用。

本标准适用于对接焊钢管不大于 DN5000、承插搭接焊钢管 DN800～DN4000、承插柔性接口钢管 DN100～DN1800（工作压力不大于 1.6MPa）埋地输水钢管的设计、施工和验收。

## 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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 3091 低压流体输送用焊接钢管

GB/T 5117 非合金钢及细粒钢焊条

GB/T 5313 厚度方向性能钢板

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 9711 石油天然气工业管线输送系统用钢管

GB/T 14957 熔化焊用钢丝

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准

GB/T 21448 埋地钢质管道阴极保护技术规范

GB/T 23257 埋地钢质管道聚乙烯防腐层

GB 50013 室外给水设计标准

GB 50235 工业金属管道工程施工及验收规范

GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB 50289 城市工程管线综合规划规范

GB 50332 给水排水工程管道结构设计规范

GB 50698 埋地钢质管道交流干扰防护技术标准

GB 50766 水电水利工程压力钢管制作安装及验收规范

GB/T 50991 埋地钢质管道直流干扰防护技术标准

CECS 141 给水排水工程埋地钢管管道结构设计规程

CJ/T 120 给水涂塑复合钢管

SL 105 水工金属结构防腐蚀规范

SL 176 水利水电工程施工质量检验与评定规程

SL 191 水工混凝土结构设计规范

SL 223 水利水电建设工程验收规程

SL/T 281 水利水电工程压力钢管设计规范

SL 432 水利工程压力钢管制造安装及验收规范

SY/T 0457 钢制管道液体环氧涂料内防腐层技术标准

SY/T 4106 管道无溶剂聚氨酯涂料内外防腐层技术规范

SY/T 5037　普通流体输送管道用埋弧焊钢管

SY/T 6423.1　石油天然气工业 钢管无损检测方法　第1部分：焊接钢管焊缝缺欠的射线检测

SY/T 6423.5　石油天然气工业 钢管无损检测方法　第5部分：焊接钢管焊缝缺欠的数字射线检测

T/CECS 492　给水排水工程埋地承插式柔性接口钢管管道技术规程

T/CECS 10159　给水用承插柔性接口钢管

ISO 10802　球墨铸铁管道——施工安装后的水压试验（Ductile iron pipelines——Hydrostatic testing after installation）

## 3　术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

**3.1**

**埋地输水钢管　buried water transmission steel pipe**

埋入管沟内，并回填土石等回填料的输水压力钢管。

**3.2**

**工作压力　working pressure**

输水钢管在正常工作时的运行压力。

**3.3**

**瞬态压力　transient pressure**

封闭管道中因流速变化导致弹性波沿管线传播时压力升高或降低，这些压力变化称为瞬态压力，包括工作压力和水锤压力。

**3.4**

**现场试验压力　field test pressure**

现场进行水压试验时的试验压力。

**3.5**

**水压试验　hydrostatic test**

按规定进行的充水加压试验。

**3.6**

**屈曲压力　buckling pressure**

埋在土壤中的管道因载荷和变形导致的弹性不稳定性而塌陷或弯曲的压力。

**3.7**

**承插搭接焊　socket lap welding**

钢管在使用承插式连接有部分重叠的地方，在重叠处进行单面或双面焊接的方法。

**3.8**

**对接焊　butt welding**

将焊件固定，使其端面对准，在接触处进行单面或双面焊接的方法。

**3.9**

**柔性接口　flexible interface**

埋地输水管道采用承插式柔性连接时，可有单胶圈承插连接和双胶圈承插连接两种接口方式。

**3.10**

**流填料　flow packing**

用土或细骨料、胶凝材料、水组合而成的一种低强度回填材料。

## 4 符号

下列符号适用于本标准。

### 4.1 材料性能

$E_d$——管侧土的综合变形模量；
$E_e$——管侧回填土在要求压实密度下的变形模量；
$E_S$——钢管钢材弹性模量；
$E'$——土壤反力模量；
$EI$——管的刚度；
$E$——弹性模量；
$I$——单个管壁构件单位长度的横向惯性矩；
$I_s$——钢管管壁纵向截面单位长度的截面惯性矩；
$P$——水压试验压力；
$p_1$——管道内部工作压力；
$p_2$——管道内部瞬态压力或现场试验压力；
$p_v$——内部真空压力；
$q_a$——允许屈曲压力；
$S$——水压试验环向应力；
$s_1$——工作压力下钢材的允许应力；
$s_2$——瞬态压力或现场试验压力下钢材的允许应力；
$\gamma_s$——回填土的容重；
$\gamma_w$——单位水重量；
$\sigma_l$——纵向应力；
$\sigma_h$——环向应力；
$\sigma_T$——轴向热应力；
$\sigma_{T+v}$——热应力和泊松应力的最大允许应力；
$\sigma_U$——钢材的最小规定抗拉强度；
$\sigma_\gamma$——钢材的最小规定屈服强度；
$\sigma_T+\sigma_v$——角焊缝中许用应力。

### 4.2 管道上的作用及其效应

$F_{fk}$——管道单位长度摩擦力值；
$F_{fw,k}$——作用在管道单位长度上的浮托力值；
$\sum F_{GK}$——作用在管道单位长度上的全部向下的竖向荷载；
$h_j$——管道局部水头损失；
$h_y$——管道沿程水头损失；
$h_z$——管道总水头损失；
$i$——单位长度管道的水头损失（水力坡降）；
$Q_{vk}$——车辆的单个轮压值；
$q$——设计流量；
$q_{ik}$——地面车辆荷载或地面堆积荷载；
$q_{vk}$——地面车辆荷载传至管顶单位面积上的竖向压力荷载值；

$W_c$——管道单位长度上管顶竖向土荷载值；

$w_{d,\max}$——管道在外部荷载作用下的最大竖向变形；

$\delta_f$——管道竖向变形。

### 4.3 几何参数

$A$——钢管的过流面积；

$a$——单个车轮着地长度；

$b$——单个车轮着地宽度；

$\beta$——管道转角；

$D_c$——钢管外径；

$D_0$——钢管计算直径，可按管壁中心计算；

$d_i$——相邻两个轮压间的净距；

$d_j$——钢管内径；

$d_{j1}$——钢管变形后的竖向内直径；

$g$——工程所在地重力加速度；

$H_s$——覆土深度；

$H_w$——管道上方水的高度；

$h_d$——管底以下部分人工土弧基础厚度；

$L$——柔性接头距敷设方向改变处的距离；

$l$——管段长度；

$N$——轮压数量；

$R$——水力半径；

$r_0$——钢管的计算半径；

$t$——钢管管壁厚度；

$t_1$——内部工作压力下的计算钢管管壁厚度；

$t_2$——瞬态压力或现场试验压力下的计算钢管管壁厚度；

$t_3$——搬运的计算钢管管壁厚度；

$t_j$——管道壁厚；

$v$——管道内平均流速；

$\varphi$——变形百分率；

$\Delta T$——温度的增量。

### 4.4 计算系数

$\alpha$——钢材的线膨胀系数；

$C$——谢才系数；

$C_h$——海曾—威廉系数；

$C_n$——经验矫正系数；

$C_\Delta$——考虑预测的管道挠度极限；

$D_L$——变形滞后效应系数；

$FS$——安全系数；

$K_b$——竖向压力作用下柔性管的竖向变形系数；

$K_f$——管道的抗浮稳定安全系数；

$K_s$——管道的抗滑稳定安全系数；

$K_\upsilon$——土壤泊松比 $\upsilon_s$ 的模量修正系数；
$n$——管道的粗糙系数；
$R_H$——回填深度的校正系数；
$R_w$——水浮力因子；
$\xi$——管道系统局部水头损失系数；
$\varphi_s$——考虑压实土壤反力模量变化因素的系数；
$\mu_d$——车辆荷载的动力系数；
$\mu_s$——钢管管道与土壤间的摩擦系数；
$\psi_c$——动荷载组合系数。

## 5 管线及建筑物布置

### 5.1 管线布置

**5.1.1** 管线布置应与工程区域的相关规划相协调，并符合工程总体布置。布置时应充分考虑地形、地质、环境、施工、建设征地、水力学、交通、运行管理、既有地面及地下设施等因素，经技术经济综合比较后确定。

**5.1.2** 管线布置应选择地形、地质条件较好的地段，宜避开崩坍、滑坡、地矿采空区等不稳定地层，以及活动断层、流沙、淤泥、人工填土、湿陷性黄土、永久性冻土、膨胀土、地下水位高和涌水最大的地段。无法避开时，应采取保证管道施工及运行安全的工程措施。

**5.1.3** 管道条数应根据工程供水对象的规模、重要性、供水保证率、受水区水源数量、调蓄能力及建设分期检修等因素，经技术经济综合比较后确定。如采用两条或多条管线输水时，管道之间的连通管数量及断面应按相关要求确定。多条管线平行埋设在同一管槽中时，相邻两条管线之间的净距应符合 SL/T 281 的规定。

**5.1.4** 输水管线布置应考虑控制内压流态，正常运行条件下，应保证管顶以上不少于 2m 水头。

**5.1.5** 管道的埋设深度应根据地质、外荷载、地下水位、冻土深度、地表植被、环境温度、交通、抗浮、抗冲刷等因素确定。寒冷地区，管顶埋设深度应位于冻土层以下，覆土深度小于冻土深度的管道应采取保温措施。

**5.1.6** 管道的平面布置和竖向布置、管道与建（构）筑物、铁路和其他管道的水平净距、管道与其他管线交叉时的最小垂直距离应符合 GB 50013 和 GB 50289 的规定。

**5.1.7** 埋地输水钢管转弯半径可采用 2～3 倍管径。位置相近的立面和平面转弯宜合并为空间弯管，位置相近的弯管和渐缩管宜合并成渐缩弯管。

**5.1.8** 埋地输水钢管在转弯、三通、检修阀等存在动静水推力处，应根据管线布置通过稳定计算确定是否设置镇墩。埋地输水钢管敷设于地震区或穿过活动断裂带时，宜设置伸缩变形设施。

**5.1.9** 管线敷设于河底时，应选择在稳定河段，管线高程应按不妨碍河道的整治、通航和管线安全的原则确定，并应符合下列规定：

a）在Ⅰ～Ⅴ级航道下面敷设，其顶部高程在远期规划航道底标高 2.0m 以下；
b）在Ⅵ级、Ⅶ级航道下面敷设，其顶部高程在远期规划航道底标高 1.0m 以下；
c）在其他河道下面敷设，其顶部高程至少在河道设计洪水冲刷线以下 0.5m，必要时采用防护措施。

**5.1.10** 一侧邻近冲沟或陡坎的埋地输水钢管，应对冲沟和边坡、沟底和陡坎采取加固措施。必须穿越冲沟的埋地输水钢管，应综合设计沟顶的截水、排水、导水工程、坡面的防护工程、沟底的稳管及防冲蚀工程，导水沟宜将水导入天然泄水沟中。

### 5.2 建筑物及附属设施布置

**5.2.1** 设置于管线上的调流调压设施、检修阀、排水阀、通气阀（孔）及水锤防护等设施，其型式和数量应根据管线布置、运行管理和水力过渡过程分析成果要求确定。

**5.2.2** 结合地形条件和运行管理要求，在管线上每间隔 5～10km 宜设置一座检修阀室（井）。穿越河（渠）道、铁路、高等级公路可根据相关要求设置检修阀。检修阀前或后设置通气设施和检修孔时，两者宜结合布置。

**5.2.3** 在输水管线低点宜设置排水设施，其数量、直径应结合管道系统自排能力和管段放空时间及外部河道设施的安全泄放能力计算确定。

**5.2.4** 输水管线高点或隆起点和长平缓段应设通气设施。平缓管段每间隔 1km 宜设置通气设施。

**5.2.5** 在管径大于等于 DN 1000 的输水管道平缓段上必要位置宜设置直径为 800mm 的检修人孔，检修人孔宜与通气设施结合布置。

## 6 水力设计

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 有压输水系统的水力计算包括恒定流计算和非恒定流计算。其中，恒定流计算包括管道过流能力、上下游水流衔接、水头损失计算及水力坡降线等内容；非恒定流计算即水力过渡过程计算，应按工程运行过程中启泵、开阀、关阀、可能出现的事故停泵、正常运行及流量调节等工况，对管道系统进行水锤计算和综合防护设计。水力计算应符合下列规定：

a）压力管道和附属设备的水头损失，宜进行下列部分计算：

——沿程水头损失；

——进水口段、渐缩段、渐扩段、弯管、岔管以及阀门等引起的局部水头损失。

b）水锤计算应结合工程实际合理确定计算工况，并提供下列计算成果：

——最高压力线；

——最低压力线。

**6.1.2** 应根据设计阶段、工程规模等选用解析法、数值分析法等计算水锤压力，必要时，应进行模型试验。在计算分析、试验的基础上，应根据工程重要性及输水系统布置特点，结合工程实践经验综合分析后确定。

### 6.2 恒定流计算

**6.2.1** 管道的总水头损失，可按公式（1）计算：

$$h_z = h_y + h_j \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

$h_z$——管道总水头损失，m；

$h_y$——管道沿程水头损失，m；

$h_j$——管道局部水头损失，m。

**6.2.2** 管道沿程水头损失宜采用海曾-威廉（Hazen－Williams）公式（2）或谢才（Chezy）公式（3）计算。

$$i = \frac{h_y}{l} = \frac{10.67 q^{1.852}}{C_h^{1.852} d_j^{4.87}} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

$i$——单位长度管道的水头损失（水力坡降），m/m；

$l$——管段长度，m；

$q$——设计流量，$m^3/s$；

$C_h$——海曾-威廉系数，可参照表 1 取值；

$d_j$——钢管内径，mm。

$$i=\frac{h_y}{l}=\frac{v^2}{C^2R} \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

$v$——管道内平均流速，m/s；

$C$——谢才系数；

$R$——水力半径，m；对于圆管道，$R=\frac{d_j}{4}$。

其中，谢才系数 $C$ 采用曼宁（Manning）公式（4）计算：

$$C=\frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}} \quad \cdots\cdots (4)$$

式中：

$n$——管道的粗糙系数，可参照表 1 取值。

**表 1　钢 管 阻 力 系 数**

| 钢管种类 | 钢管内衬形式 | 海曾-威廉系数 $C_h$ | 粗糙系数 $n$ |
|---|---|---|---|
| 新钢管 | 水泥砂浆内衬 | 120～130 | 0.011～0.012 |
| | 涂料内衬 | 130～140 | 0.0105～0.0115 |
| 旧钢管 | 无内衬 | 90～100 | 0.014～0.018 |

**6.2.3**　管道的局部水头损失可按公式（5）计算：

$$h_j=\sum\xi\frac{v^2}{2g} \quad \cdots\cdots (5)$$

式中：

$v$——管道内平均流速，m/s；

$\xi$——管道系统局部水头损失系数；

$g$——工程所在地重力加速度，$m/s^2$。

**6.2.4**　管道过流能力及水力坡降线等其他恒定流计算均应结合管道水头损失及边界条件进行。

### 6.3　非恒定流计算

**6.3.1**　对于设计流速和运行压力较低且管道较短的简单有压重力流输水系统，水锤分析及防护设计可采用水锤经验公式计算或参照同类工程进行；对于管道较长的输水系统，水锤分析及防护设计应该进行水力过渡过程数值模拟计算分析，确定水锤防护措施；对于重要的（如泵站）或较复杂的长距离输水系统，还应进行对比分析计算，确定水锤防护措施。

**6.3.2**　有压输水系统经水锤计算分析采取水锤综合防护设计后，瞬态特性参数应满足下列要求：

a）包括最不利工况下最高压力不超过管道正常工作压力的 1.3～1.5 倍。

b）输水系统任何部位不应出现水流气化、水柱分离现象。

## 7　材料

### 7.1　钢材

**7.1.1**　钢管所用钢材的性能及技术要求应符合国家现行有关标准的规定。

**7.1.2** 钢管管壁、支承环、岔管加强构件等主要受力构件应使用镇静钢，宜采用的碳素结构钢有Q235的B、C、D级钢板；低合金高强度结构钢有Q355、Q390的B、C、D、E级钢板；压力容器用钢板有20R、16MnR、15MnVR、15MnNbR等。

**7.1.3** 用作主要受力构件的钢材，除应符合相应标准的要求外，还应满足下列条件：

a）应具有良好的焊接性能，焊后强度不低于母材；

b）沿板厚方向受拉的构件用材，应符合GB/T 5313的规定。每张钢板均应进行检查。

**7.1.4** 主要受力构件用钢材夏比冲击试验（V形缺口）的温度和取样方向，应根据工程具体运行条件提出要求。

**7.1.5** 钢材的物理性能指标应符合下列要求：

a）弹性模量 $E_S=2.06\times10^5\ \mathrm{N/mm^2}$；

b）容重 $\gamma_{st}=7.85\times10^{-5}\ \mathrm{N/mm^3}$；

c）线膨胀系数 $\alpha=1.2\times10^{-5}/℃$；

d）泊松比 $\upsilon_s=0.3$。

**7.1.6** 钢管的焊接材料应符合下列要求：

a）手工焊选用的焊条型号应与钢管管材力学性能相适应，焊条应符合GB/T 5117的规定；

b）自动焊或半自动焊选用的焊丝应与钢管管材力学性能相适应，焊丝应符合GB/T 14957的规定。

### 7.2 止水、钢筋和混凝土材料

**7.2.1** 所用止水、钢筋和混凝土材料应符合国家现行有关标准的规定。

**7.2.2** 伸缩节止水材料可用油浸麻、橡胶、石棉、聚四氟乙烯等制作；法兰及人孔止水材料可采用橡胶、聚四氟乙烯、石棉、铅等。

**7.2.3** 管周、镇墩和支墩所用混凝土和钢筋材料应符合SL 191的规定。

## 8 结构设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 埋地输水钢管结构计算应采用单一安全系数表达的方式。

**8.1.2** 埋地输水钢管结构应按柔性管道进行计算，结构内力分析应按弹性体系计算，结构计算应同时满足竖向变形和强度要求。

**8.1.3** 埋地输水钢管结构设计应提出埋设条件的要求，包括管道基础、管道连接、沟槽回填土的类别与压实度等。

**8.1.4** 埋地输水钢管，当其敷设方向改变处的一侧或两侧设有柔性接头时，应对敷设方向改变处进行抗滑稳定验算，抗滑稳定性抗力系数 $K_s$ 不应小于1.5。

**8.1.5** 埋地输水钢管的地基应满足地基承载力的要求，镇墩应符合相关标准规定。

### 8.2 结构设计

**8.2.1** 埋地输水钢管管道结构上的内部荷载主要有工作压力、瞬态压力、现场试验压力、真空压力等；外部荷载主要有竖向土荷载、地面堆积荷载、车辆荷载、外水压力等。

**8.2.2** 埋地管道的管顶竖向土荷载值，应根据管道的敷设条件和施工方法计算确定。

**8.2.3** 对开槽敷设的埋地钢管，管顶竖向土荷载值应按公式（6）计算：

$$W_c=\gamma_s H_s D_c \quad \cdots\cdots (6)$$

式中：

$W_c$——管道单位长度上管顶竖向土荷载值，kN/m；

$\gamma_s$——回填土的容重，kN/m³；

$H_s$——覆土深度，m；

$D_c$——钢管外径，m。

**8.2.4** 管道上的动荷载应包括作用在管道上的地面车辆荷载或堆积荷载。车辆荷载与堆积荷载不应同时考虑，而应选用荷载效应较大者。车辆荷载等级应按实际行车情况采用。

**8.2.5** 作用在管道上的地面车辆载荷见附录A。

**8.2.6** 地面堆积荷载应不小于10kN/m²；动荷载组合系数 $\psi_c$ 可取0.5。

**8.2.7** 在设计内部荷载作用时，应计算管壁厚度。以将环向应力限制在允许的水平。设计中使用的内部荷载是管道在使用寿命期间可能会承受的实际工作压力和瞬态压力或现场试验压力。

**8.2.8** 钢管管材在工作压力下的允许应力取钢材规定最小屈服强度的50%；在瞬态压力或现场试验压力下的允许应力取钢材规定最小屈服强度的75%。

**8.2.9** 钢管壁厚 $t$ 按下列方法确定，取所有管道计算壁厚值的最大值：

a）在已知工作压力情况下，钢管壁厚可按公式（7）计算：

$$t_1=\frac{p_1 D_c}{2s_1} \quad \cdots\cdots (7)$$

b）在已知瞬态压力或现场试验压力的情况下，钢管壁厚可按公式（8）计算：

$$t_2=\frac{p_2 D_c}{2s_2} \quad \cdots\cdots (8)$$

——在搬运条件下，钢管壁厚可按公式（9）计算：

$$t_3=\frac{D_0}{240} \quad \cdots\cdots (9)$$

——钢管壁厚可按公式（10）确定取值：

$$t \geqslant \max(t_1,t_2,t_3) \quad \cdots\cdots (10)$$

式中：

$p_1$——管道内部工作压力，MPa；

$p_2$——管道内部瞬态压力或现场试验压力，MPa；

$D_c$——钢管外径，mm；

$D_0$——钢管计算直径，可按管壁中心计算，mm；

$s_1$——工作压力下钢材的允许应力，MPa；

$s_2$——瞬态压力或现场试验压力下钢材的允许应力，MPa；

$t_1$——内部工作压力下的计算钢管管壁厚度，mm；

$t_2$——瞬态压力或现场试验压力下的计算钢管管壁厚度，mm；

$t_3$——搬运的计算钢管管壁厚度，mm；

$t$——钢管管壁厚度，mm（在任何情况下，钢管管壁厚度不应小于3mm）。

**8.2.10** 埋地输水钢管管道在外部荷载作用下，最大竖向变形限值应符合下列规定：

a）当内外防腐采用水泥砂浆时，最大竖向变形不应超过 $0.02D_0$；

b）当内防腐为水泥砂浆，外防腐为涂料时，最大竖向变形不应超过 $0.03D_0$；

c）当内外防腐为延性良好的涂料时，最大竖向变形不应超过 $0.04D_0$。

**8.2.11** 埋地输水钢管管道在外部荷载作用下的最大竖向变形验算，应符合下列规定：

a）钢管在外部荷载作用下的最大竖向变形验算，应按公式（11）计算：

$$w_{d,\max} \leqslant \varphi D_0 \quad \cdots\cdots (11)$$

式中：

$w_{d,\max}$——管道在外部荷载作用下的最大竖向变形；

$D_0$——钢管计算直径，可按管壁中心计算，mm；

$\varphi$——变形百分率，按 8.2.10 的规定采用。

b）钢管在外部荷载作用下的最大竖向变形 $W_{d,\max}$，应按公式（12）计算：

$$w_{d,\max}=\frac{D_L K_b r_0^3 (W_c+\psi_c q_{ik} D_c)}{E_S I_s+0.061 E_d r_0^3} \quad \cdots\cdots (12)$$

式中：

$D_L$——变形滞后效应系数，取 1.0～1.5；

$K_b$——竖向压力作用下柔性管的竖向变形系数，见附录 B；

$W_c$——管道单位长度上管顶竖向土荷载值，N/mm；

$q_{ik}$——地面车辆荷载或地面堆积荷载，应根据设计条件采用其中较大值，$N/mm^2$；

$D_c$——钢管外径，mm；

$E_S$——钢管钢材弹性模量，$N/mm^2$；

$E_d$——管侧土的综合变形模量，见附录 C，MPa；

$\psi_c$——动荷载组合系数，可取 0.5；

$r_0$——钢管的计算半径，mm；

$I_s$——钢管管壁纵向截面单位长度的截面惯性矩，$mm^3$。

**8.2.12** 埋在土壤中的钢管可能会因荷载和变形导致的弹性不稳定性而塌陷或弯曲。外部荷载的总和应等于或小于允许的屈曲压力。允许屈曲压力应按公式（13）计算：

$$q_a=\frac{1.2 C_n (EI)^{0.33} (\varphi_s E' K_\upsilon)^{0.67} R_H}{(FS)(D_c/2)} \quad \cdots\cdots (13)$$

其中

$$EI=E_S I_S+E_C I_L+E_C I_C$$

$$R_H=11.4/(11+2r_0/H_s)$$

式中：

$q_a$——允许屈曲压力，MPa；

$FS$——安全系数，$FS=2.0$；

$EI$——管的刚度；

$E$——弹性模量［$2.06\times10^5 N/mm^2$（钢）（$E_S$）和 $2.7\times10^4 N/mm^2$（水泥砂浆）（$E_C$）］；

$I$——单个管壁构件单位长度的横向惯性矩，$mm^3$［用于钢筒（$I_S$）、水泥砂浆衬里（$I_L$）和水泥砂浆涂层（$I_C$）］；

$C_n$——经验矫正系数=0.55；

$D_c$——钢管外径，mm；

$\varphi_s$——考虑压实土壤反力模量变化因素的系数，建议值为 0.9；

$K_\upsilon$——土壤泊松比 $\upsilon_s$ 的模量修正系数=（1+$\upsilon_s$）（1−2$\upsilon_s$）/（1−$\upsilon_s$），在缺乏具体信息的情况下，通常假设 $\upsilon_s=0.3$，给出 $K_\upsilon=0.74$；

$E'$——土壤反力模量，MPa，见附录 D；

$R_H$——回填深度的校正系数；

$r_0$——钢管的计算半径，mm；

$H_s$——覆土深度，mm。

考虑内部真空压力，则通过公式（14）计算满足屈曲要求：

$$q_a \geqslant \frac{\gamma_w H_w}{1000}+\frac{R_w W_c}{1000 D_0}+p_v \quad \cdots\cdots (14)$$

式中：

$H_w$——管道上方水的高度，m；

$\gamma_w$——单位水重量，$\gamma_w=10\text{kN/m}^3$；

$p_v$——内部真空压力，MPa，等于大气压力减去管道内绝对压力；

$R_w$——水浮力因子，$R_w=1-0.33(H_w/H_s)$，$0\leqslant H_w\leqslant H_s$；

$D_0$——钢管计算直径，可按管壁中心计算，m；

$W_c$——管道单位长度上管顶竖向土荷载值，kN/m，见8.2.3。

若同时考虑活荷载，则通过公式（15）计算满足屈曲要求：

$$q_a \geqslant \frac{\gamma_w H_w}{1000}+\frac{R_w W_c}{1000D_0}+\frac{q_{ik}}{1000} \quad \cdots\cdots (15)$$

式中：

$q_{ik}$——地面车辆荷载或地面堆积荷载，根据设计条件采用其中较大值，$\text{kN/m}^2$；

$D_0$——钢管计算直径，可按管壁中心计算，m。

**8.2.13** 对埋设在地表水或地下水以下的管道，应根据设计条件计算管道结构的抗浮稳定。

**8.2.14** 埋地输水钢管的抗浮稳定可按公式（16）计算：

$$\sum F_{GK} \geqslant K_f F_{fw,k} \quad \cdots\cdots (16)$$

式中：

$\sum F_{GK}$——作用在管道单位长度上的全部向下的竖向荷载，kN/m；

$F_{fw,k}$——作用在管道单位长度上的浮托力值，kN/m；

$K_f$——管道的抗浮稳定安全系数，取1.10。

**8.2.15** 当埋地输水钢管在敷设方向改变处一侧或两侧有柔性接头时，柔性接头距敷设方向改变处的距离，应按公式（17）和公式（18）计算：

$$L \geqslant \frac{K_s p_2 A(1-\cos\beta)}{F_{fk}} \quad \cdots\cdots (17)$$

$$A=\frac{\pi}{4}d_j^2 \quad \cdots\cdots (18)$$

式中：

$L$——柔性接头距敷设方向改变处的距离，m；

$A$——钢管的过流面积，$\text{m}^2$；

$p_2$——管道内部瞬态压力或现场试验压力（取大值），$\text{kN/m}^2$；

$K_s$——管道的抗滑稳定安全系数，取1.50；

$F_{fk}$——管道单位长度摩擦力值，kN/m；

$\beta$——管道转角；

$d_j$——钢管内径，m。

**8.2.16** 管道单位长度摩擦力值可按公式（19）计算：

$$F_{fk}=\frac{\pi}{2}\mu_s\gamma_s D_c\left(H_s+\frac{1}{3}H_s+\frac{D_c}{2}\right)+\frac{\pi\mu_s\gamma_w}{4}d_j^2 \quad \cdots\cdots (19)$$

式中：

$F_{fk}$——管道单位长度摩擦力值，kN/m；

$\mu_s$——钢管管道与土壤间的摩擦系数，应根据试验确定；当缺乏试验资料时，可采用0.2～0.4；

$H_s$——覆土深度，m；

$\gamma_s$——回填土的容重，$\text{kN/m}^3$；

$D_c$——钢管外径，m；

$\gamma_w$——单位水重量，$\gamma_w=10\text{kN/m}^3$；

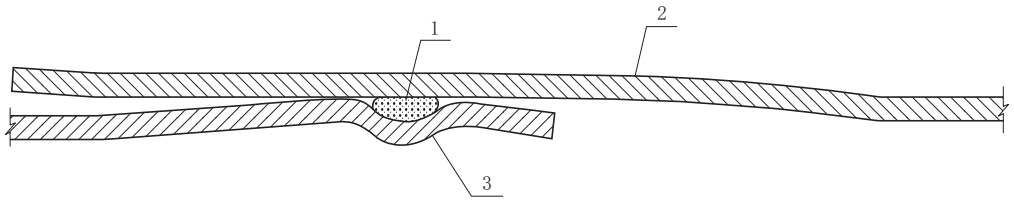
$d_j$——钢管内径，m。

**8.2.17** 承插搭接焊接的圆角焊缝的设计计算，应符合附录 E 的规定。

### 8.3 管道接口形式

**8.3.1** 埋地输水钢管可采用承插式柔性接口、承插搭接焊或对接焊连接，连接部位应满足结构强度、变形和密封性要求。承插式柔性接口适用于不大于 DN1800 的埋地输水钢管。

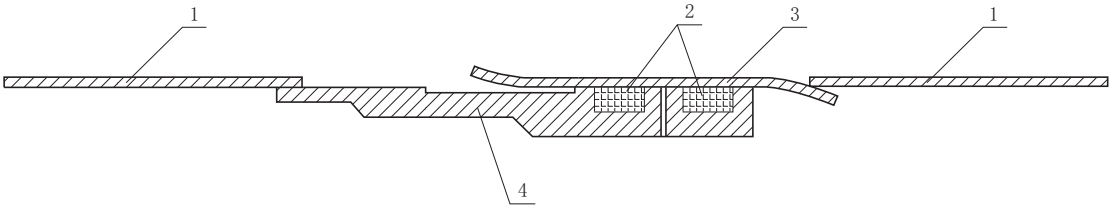
**8.3.2** 承插式柔性接口分为单胶圈承插式柔性接口和双胶圈承插式柔性接口两种型式，单胶圈承插式柔性接口示意图见图 1，双胶圈承插式柔性接口示意图见图 2。接口密封试验可参照 T/CECS 10159 的相关规定执行。




标引序号说明：

1—橡胶密封圈；2—承口；3—插口。

**图 1 单胶圈承插式柔性接口示意图**

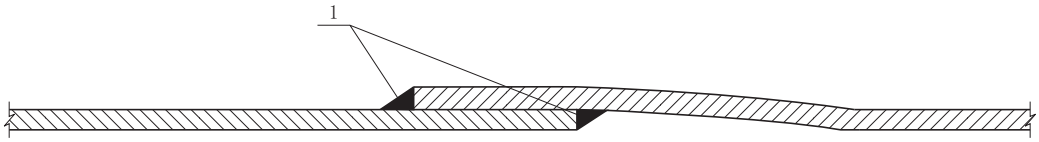



标引序号说明：

1—钢管；2—橡胶密封圈；3—承口；4—插口。

**图 2 双胶圈承插式柔性接口示意图**

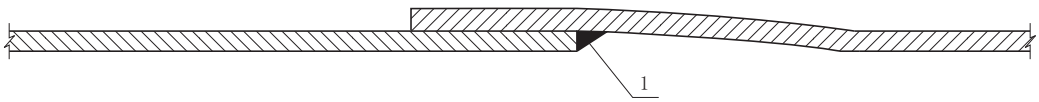
**8.3.3** 承插式搭接焊分为承插搭接内外焊接口和承插搭接内焊接口两种形式，承插搭接内外焊接口示意图见图 3，承插搭接内焊接口示意图见图 4。




标引序号说明：

1—焊缝。

**图 3 承插搭接内外焊接口示意图**

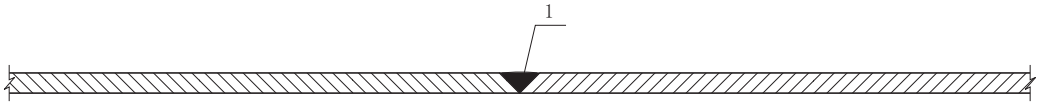



标引序号说明：

1—焊缝。

**图 4 承插搭接内焊接口示意图**

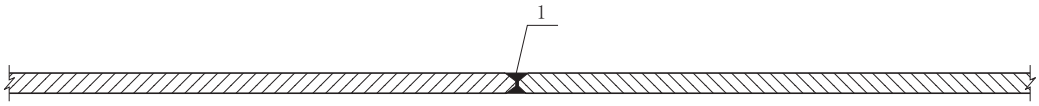
**8.3.4** 对接焊接口分为单面焊和双面焊两种形式，对接焊单面焊接口示意图见图 5，对接焊双面焊接口示意图见图 6。




标引序号说明：

1—焊缝。

**图 5　对接焊单面焊接口示意图**




标引序号说明：

1—焊缝。

**图 6　对接焊双面焊接口示意图**

### 8.4　构造要求

**8.4.1** 埋地输水钢管的管壁最小厚度，除满足结构分析要求外，还应考虑制造工艺、安装、运输等要求，保证必需的刚度。

**8.4.2** 埋地输水钢管依靠足够的土壤侧支撑和足够的土壤覆盖层来分配施工设备的荷载和管道上方的其他荷载。当钢管内径大于等于 DN600 且钢管内径与壁厚之比大于 120 时，钢管两端内壁应加设支撑。支撑应放置在距离每段管道长度 15％～20％的位置，但距离端口不小于 1200mm。装运支架应位于支撑附近。对于内部裸露的水泥砂浆衬里管道，通常木支撑尺寸为 50～100mm。然后使用木垫或楔子顶紧支柱，使其紧密贴合。

**8.4.3** 对接焊焊接时，钢管壁厚宜保持内径不变，当对焊钢管的壁厚差大于 4mm 时，应将钢管壁厚较大的接口坡口按照 1∶3 比例制作。

**8.4.4** 纵向焊缝不应布置在横断面的水平轴线和垂直轴线上，与其夹角应大于 10°，相邻管节纵缝弧线错距不应小于 300mm。环向焊缝间距直管不宜小于 500mm，岔管、弯管等结构不宜小于下列各项之大值：

——10 倍管壁厚度；

——300mm。

**8.4.5** 弯管段相邻管节转折角不宜大于 10°。直径改变的渐变圆锥管，锥顶角不宜大于 7°。

**8.4.6** 焊缝按重要性可分为下列三类：

a）一类焊缝，主要包括下列类型：

——钢管管壁纵缝；

——人孔颈管的对接焊缝、人孔颈管与颈口法兰盘和管壁的连接焊缝；

——闷头焊缝及闷头与管壁的连接焊缝；

——支承环对接焊缝和主要受力角焊缝。

b）二类焊缝，主要包括下列类型：

——除列入一类环缝的其他钢管管壁环缝；

——阻水环、止推环的对接焊缝。

c）三类焊缝，不属于上列范围的其他焊缝。

**8.4.7** 符合下列情况之一者，应进行消除残余应力处理。如采取其他消应措施，则应进行有关试验论证。

a）钢管壁厚超过下列数值：

——Q235、Q245R，钢管壁厚大于 42mm；

——Q355、Q345R，钢管壁厚大于 38mm；

——Q390、Q370R，钢管壁厚大于 36mm；

——高强钢，钢管壁厚大于 32mm；

——其他钢种经研究后确定。

b）冷加工成型的钢管壁厚超过下列数值：

——Q235、Q355、20R、Q345R，壁厚大于等于 $D/33$；

——Q390、Q370R，壁厚大于等于 $D/40$；

——高强钢，钢管壁厚大于等于 $D/57$；

——其他钢种经研究后确定。

## 9 钢管制作

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 钢管制造工艺可采用螺旋埋弧焊或直缝埋弧焊工艺，焊接方式应采用对接焊。

**9.1.2** 制管标准可按设计要求选用 GB/T 9711、SY/T 5037、GB/T 3091、SL 432 的规定执行。直缝埋弧焊工艺制作直管和管件时，应符合 SL 432 的相关要求。

**9.1.3** 不同焊接工艺对应的管径范围应符合以下要求：

a）直缝埋弧焊工艺 DN150～DN5000；

b）螺旋焊埋弧焊工艺 DN200～DN4000。

**9.1.4** 钢管制作材质应符合设计要求。

### 9.2 技术要求

**9.2.1** 钢管外径偏差见表 2：

**表 2 钢 管 外 径 偏 差** 单位：mm

| 钢管外径 $D_c$ | 允 许 偏 差 | |
|---|---|---|
| | 管 体 | 管 端 |
| $219<D_c\leqslant630$ | $\pm1.0\%D_c$ | $\pm0.75\%D_c$ 或±2.5，取小值 |
| $630<D_c\leqslant1420$ | $\pm0.75\%D_c$ | $\pm0.50\%D_c$ 或±3.5，取小值 |
| $D_c>1420$ | 依照协议 | |
| 注 1：管端为距钢管端部 100mm 范围内的钢管。 | | |

**9.2.2** 距管端 100mm 范围内钢管的椭圆度应不大于 $1.5\%D_c$。

**9.2.3** 根据规定钢管外径，管道外周长与标称外周长的允许偏差为±1%，最大不得超过 19mm。

**9.2.4** 板材、薄板的厚度负公差应小于 0.25mm 或钢管公称厚度的 6%两者中的较小值。

**9.2.5** 标准管定尺长度为 6000～12000mm，允许误差为±500mm。非标准长度管由生产厂家按照施工单位提出的尺寸进行加工。三通及弯管等长度按照实际所需要长度及详细施工图确定。

**9.2.6** 钢管直度偏差不大于钢管长度的 0.2%，每个管端 1.0m 长度范围内的钢管相对于直线的局部偏离应小于等于 4.0mm。

#### 9.2.7 对接管及钢板对头焊缝

**9.2.7.1** 不应以对接管的形式交付货物，钢管上可存在钢板对头焊缝，每根钢管对头焊缝小于等于1处，且钢板对头焊缝距管端不应小于300mm。

**9.2.7.2** 钢板对头内外焊缝焊接各不应少于1道，且焊接应采用埋弧焊。

**9.2.7.3** 允许对头焊缝的余高去除，但去除后的焊缝表面不应低于钢板原始表面。

#### 9.2.8 管端

**9.2.8.1** 钢管管端应加工焊接坡口。

**9.2.8.2** 钢管壁厚大于3.2mm的平端钢管的管端应加工焊接坡口。坡口角度为$30^{+5^\circ}_{0^\circ}$，钝边为$1.6^{+8}_{-8}$mm，以钢管轴线的垂线为基准测量坡口角。

**9.2.8.3** 坡口加工应在制造厂内采用机械倒棱方式加工，严禁使用火焰切割。

**9.2.8.4** 管端也可采用承插型式交货，承插口可在管端直接成型。

**9.2.9** 按本标准交货的钢管应为平端或承插接口钢管。平端钢管应切直，切斜应符合以下规定：

a）外径小于820mm的钢管，切斜偏差为1.6mm；

b）外径大于等于820mm的钢管，切斜偏差为3mm。

**9.2.10** 经购方与制管厂协商，钢管可以其他角度的坡口或以平头交货。

### 9.3 焊缝质量要求

#### 9.3.1 外观

**9.3.1.1** 钢管焊缝外观应逐节进行检查。

**9.3.1.2** 表面光顺、均匀、焊道与母材应平缓过渡。

**9.3.1.3** 表面不应有熔化金属流到焊缝外未熔化的母材上，焊缝和热影响区表面不应有裂纹、气孔、弧坑和灰渣等缺陷。

#### 9.3.2 摔坑

钢管管壁上不应有深度超过6.4mm的摔坑。摔坑长度在任何方向不应超过$0.5D_c$。凹陷部分带有尖锐划伤时，凹陷深度不应超过3.2mm。当凹陷部分带有尖锐划伤时应将尖锐划伤磨去，但磨后的凹坑深度、长度应符合上述规定，修磨处剩余壁厚也应符合相应要求。

注：摔坑深度是指凹陷处最低点与钢管原始轮廓延伸部分之间的距离。

#### 9.3.3 宽度

焊缝宽度每边应覆盖坡口边缘2～3mm。

#### 9.3.4 焊偏

无损检测的结果表明焊缝完全焊透和熔合，焊偏不应成为拒收的原因。

#### 9.3.5 表面余高

应小于等于1＋0.2倍坡口边缘宽度，且不大于4mm，钢管的焊缝与管体应平滑过渡。

#### 9.3.6 咬边

深度应小于等于0.5mm，焊缝两侧咬边总长不得超过焊缝长度的10%，且连续长不应大

于 100mm。

#### 9.3.7 错边

应小于等于 0.2 倍的钢管管壁厚度，且不应大于 2mm。

#### 9.3.8 分层

**9.3.8.1** 管端面上不允许存在分层，距管端 25mm 范围内以及距焊缝两侧 25mm 范围内的分层均视为缺陷，有这种缺陷的钢管应切除，直到除去这种分层为止。

**9.3.8.2** 如果发现管口有分层现象，应对整条管道进行分层检查。其余部位上的分层的限值为任何方向不允许存在长度超过 50mm 的分层。

**9.3.8.3** 长度在 30～50mm 的分层相互间距应为大于 500mm；长度小于 30mm、相互间距小于板厚的若干小分层构成连串性分层，该连串性分层中的所有小分层长度总和不得大于 80mm。

**9.3.8.4** 应在厂内对管端的分层夹杂进行抽检（抽检比例≥20%，且每班不少于 2 次）。

#### 9.3.9 未焊满

钢管所有焊缝不允许出现未焊满。

### 9.4 无损检测

**9.4.1** 对接焊焊缝全长应按 SY/T 6423.1 或 SY/T 6423.5 要求进行 X 射线工业电视检测。

**9.4.2** 允许对无损检测出的缺陷按修补要求进行修补，不应出现两次以上的修补，最终要确保所供货管道焊缝 100%射线无损检测合格，确保焊缝无裂缝、未融合及未焊透及直径超过 5mm 的夹渣气孔缺陷。

### 9.5 水压试验

**9.5.1** 钢管应在出厂前进行水压试验抽检，水压试验抽检的取样频率应按照相关标准规定执行。

**9.5.2** 钢管的水压试验压力保持时间不应小于 15s，并同时有水压压力曲线记录存储功能，试验过程管道及焊缝应无渗漏现象。

**9.5.3** 试验压力应按公式（20）计算，计算结果精确到 0.1MPa：

$$P = 2St/D_c \quad \cdots\cdots (20)$$

式中：

$P$——水压试验压力，MPa；

$S$——水压试验环向应力，按 SY/T 5037—2018 表 3 所示百分数与钢管规定的最小屈服强度的乘积，MPa；

$t$——钢管管壁厚度，mm；

$D_c$——钢管外径，mm。

### 9.6 焊缝修补

**9.6.1** 钢管焊缝上的缺陷均可修补。修补处应彻底清理，清理后应符合施焊要求。

**9.6.2** 焊缝修补可采用埋弧焊、电弧焊（手工焊）等方法进行补焊。

**9.6.3** 间隔小于 100mm 的多个焊缝缺陷应当作一个连续单个焊缝进行修补，单个焊缝至少应补两层。

**9.6.4** 补焊焊缝的最小长度应为 50mm。

**9.6.5** 单节钢管补焊焊缝总长度不应超过管节长度的 20%。

**9.6.6** 修补位置检测合格后应对修补位置进行打磨处理，修磨位置应平缓过渡到钢管及焊缝原始表面，高度不应超过 1.5mm。

**9.6.7** 焊缝修补后应再次进行无损检测。

**9.6.8** 符合以下任一条件的不允许修补：

a）距管端 300mm 范围内；

b）同一部位的返工次数不宜大于 2 次，高强钢不宜大于 1 次。

## 10 防腐

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 埋地输水钢管防腐设计应根据使用条件、输送介质、腐蚀环境、结构尺寸等要求合理选用。

**10.1.2** 埋地输水钢管现场焊接后焊缝两侧的表面处理和补涂技术工艺，应按钢管出厂前相同的技术要求进行，其技术要求及设计寿命应不低于管道主体防腐标准。

**10.1.3** 与生活饮用水直接接触的防腐材料应符合饮用水卫生标准 GB/T 17219 要求。

**10.1.4** 埋地输水钢管涂装表面应进行除锈预处理，达到规定的清洁度和粗糙度要求后进行涂装。

**10.1.5** 埋地输水钢管金属表面处理应符合 GB/T 8923.1—2011 的规定，其中喷射清理等级为 Sa2½ 级，热喷涂金属涂装应不低于 Sa3 级，外壁与混凝土接触表面应达到 Sa2 级，手工和动力工具清理等级为 St3。

**10.1.6** 埋地管道设计前应对周围环境进行腐蚀等级综合评价。对于腐蚀等级为“中”“强”区域宜采用阴极保护与涂装联合保护，对于腐蚀等级为“弱”区域采用防腐涂料，也可采用阴极保护。腐蚀等级评价按照 GB/T 50021—2001 中 12.2 的规定执行。

**10.1.7** 涂层类别与表面粗糙度取值范围见表 3。

**表 3 涂层类别与表面粗糙度取值范围** 单位：mm

| 涂层类别 | 非厚浆型涂料 | 厚浆型涂料 | 超厚浆型涂料 | 金属热喷涂 |
|---|---|---|---|---|
| 粗糙度 $R_z$ | 0.04～0.07 | 0.06～0.1 | 0.1～0.15 | 0.06～0.1 |

**10.1.8** 其他技术要求按 SL 105 执行。

### 10.2 钢管内防腐

**10.2.1** 埋地输水钢管内壁防腐可分为离心水泥砂浆、机械喷涂、热熔涂层等防腐方式。内防腐层厚度取值如下：

a）无溶剂聚氨酯内防腐层厚度应按表 4 的规定取值；

b）水泥砂浆内防腐层厚度应按表 5 的规定取值；

c）液体环氧涂料内防腐层厚度应按表 6 的规定取值；

d）熔结环氧粉末、聚乙烯粉末内防腐层厚度应按表 7 的规定取值；

e）环氧树脂内防腐层厚度应按表 8 的规定取值。

**表 4 无溶剂聚氨酯内防腐层厚度** 单位：mm

| 涂层结构 | 涂层种类 | 涂层干膜厚度 |
|---|---|---|
| 一次成型 | 无溶剂聚氨酯涂料（用于供水工程） | 0.5 |

**10.2.2** 钢管水泥砂浆内防腐层宜采用皮带离心机成型。

**10.2.3** 无溶剂聚氨酯涂料性能指标应符合 SY/T 4106 要求，环氧树脂粉末性能应满足 CJ/T 120。

**表 5　水泥砂浆内防腐层厚度**　　单位：mm

| 公称直径 DN | 厚　度 | |
|---|---|---|
| | 机械喷涂 | 手工涂抹 |
| 500～700 | 8.0 | — |
| 800～1000 | 10.0 | — |
| 1100～1500 | 12.0 | 14.0 |
| 1600～1800 | 14.0 | 16.0 |
| 2000～2200 | 15.0 | 17.0 |
| ＞2200 | 16.0 | 18.0 |

**表 6　液体环氧涂料内防腐层厚度**　　单位：mm

| 内防腐层等级 | 干膜厚度 | 内防腐层等级 | 干膜厚度 |
|---|---|---|---|
| 普通级 | ≥0.2 | 特加强级 | ≥0.45 |
| 加强级 | ≥0.3 | | |

**表 7　熔结环氧粉末、聚乙烯粉末内防腐层厚度**　　单位：mm

| 内　防　腐　层 | 厚　度 |
|---|---|
| 普通级（熔结环氧粉末） | ≥0.3 |
| 加强级（熔结环氧粉末） | ≥0.5 |
| 公称直径 DN80～DN150（聚乙烯粉末） | ＞0.5 |
| 公称直径 DN150～DN300（聚乙烯粉末） | ＞0.6 |

**表 8　环氧树脂内防腐层厚度**　　单位：mm

| 公称直径 DN | 厚度 | 公称直径 DN | 厚度 |
|---|---|---|---|
| 400～800 | ＞0.4 | ≥900 | ＞0.45 |

### 10.3　钢管外防腐

**10.3.1**　埋地输水钢管外壁防腐可分为无溶剂聚氨酯、三层结构聚乙烯、熔结环氧粉末和聚烯烃胶黏带等防腐方式。外防腐层厚度取值如下：

a）无溶剂聚氨酯外防腐层厚度应按表 9 的规定取值；

b）三层结构聚乙烯外防腐层厚度应按表 10 的规定取值；

c）熔结环氧粉末外防腐层厚度应按表 11 的规定取值；

d）聚烯烃胶黏带外防腐层厚度应按表 12 的规定取值。

**表 9　无溶剂聚氨酯外防腐层厚度**　　单位：mm

| 外防腐层厚度 | | |
|---|---|---|
| A 级 | B 级 | C 级 |
| ≥0.65 | ≥1.0 | ≥1.50 |
| 注：焊缝处防腐层的厚度，不应低于规定厚度的 80％。 | | |

**表 10　三层结构聚乙烯外防腐层厚度**　　单位：mm

| 钢管公称直径 DN | 构　造 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 环氧粉末涂层 | 胶黏剂层 | 聚乙烯层 | |
| | | | 普通级 | 加强级 |
| ≤100 | ≥0.12 | ≥0.17 | 1.8 | 2.5 |
| 100～250 | | | 2.0 | 2.7 |
| 250～500 | | | 2.2 | 2.9 |
| 500～800 | ≥0.15 | | 2.5 | 3.2 |
| 800～1200 | | | 3.0 | 3.7 |
| ≥1200 | | | 3.3 | 4.2 |
| 注：不适应于二层结构聚乙烯防腐层。 | | | | |

**表 11　熔结环氧粉末外防腐层厚度**　　单位：mm

| 类　型 | 构　造 | 厚　度 | |
|---|---|---|---|
| | | 普通级 | 加强级 |
| 单层 | — | ≥0.30 | ≥0.40 |
| 双层 | 底层 | ≥0.25 | ≥0.30 |
| | 面层 | ≥0.35 | ≥0.50 |

**表 12　聚烯烃胶黏带外防腐层厚度**　　单位：mm

| 类　型 | 构　造 | 总　厚　度 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 普通级 | 加强级 | 特加强级 |
| 聚丙烯胶黏带 | 底漆 | ≥0.7 | ≥1.2 | ≥2.0 |
| | 厚胶型聚丙烯胶黏带 | | | |
| 聚乙烯胶黏带 | 底漆 | | | |
| | 防腐黏胶带（内带） | | | |
| | 保护黏胶带（外带） | | | |

**10.3.2**　钢管与混凝土接触部分可采用不含苛性钠水泥浆或无机改性水泥浆防护。

**10.3.3**　无溶剂聚氨酯涂料性能指标应符合 SY/T 4106 的要求，环氧粉末涂料、胶黏剂和聚乙烯性能应符合 GB/T 23257 的规定。

### 10.4　防腐补口

**10.4.1**　埋地输水钢管的防腐施工应符合现行国家标准的相关要求。

**10.4.2**　现场钢管焊缝无损检测合格后，应及时进行防腐补口。现场钢管、管件的防腐补口、补伤施工应符合设计要求和现行有关标准的规定。

**10.4.3**　埋地输水钢管补口防腐层应选择与主体管道防腐层等级相匹配的类型和等级。

**10.4.4**　主体管道防腐层为无溶剂聚氨酯涂料防腐层时，内补口防腐层的等级和厚度应符合表 4 的规定；外补口防腐层的等级和厚度应符合表 9 的规定。

**10.4.5**　主体管道外防腐层为聚烯烃防腐层或环氧类防腐层时，采用无溶剂聚氨酯外补口防腐层分为

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/707134021044010044