

山东省地方标准

DB37/T 4447—2021

水利工程输水管道施工质量验收评定规范

Specification for acceptance and evaluation of construction quality of hydraulic
engineering water pipeline

2021-12-13 发布

2022-01-13 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 1

5 工程施工质量检验与评定 2

 5.1 一般规定 2

 5.2 沟槽开挖与地基处理 2

 5.3 管道基础 3

 5.4 管道安装 4

 5.5 管道阴极保护工程 8

 5.6 沟槽回填 9

 5.7 顶管工程 10

6 管道功能性试验 12

 6.1 一般规定 12

 6.2 压力管道的水压试验 13

附录 A（资料性） 单元工程施工质量验收评定表 14

附录 B（规范性） 水压试验 15

参考文献 17

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。

本文件由山东省水利厅提出、归口并组织实施。

水利工程输水管道施工质量验收评定规范

1 范围

本文件规定了水利工程输水管道施工的基本规定、项目划分、施工质量验收与评定等工作内容和实施程序。

本文件适用于大中型水利工程输水管道的施工质量验收评定，小型水利工程输水管道参照执行。

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 50268—2008 给水排水管道工程施工及验收规范

SL 52—2015 水利水电工程施工测量规范

SL 176—2007 水利水电工程施工质量检验与评定规程

SL 223—2008 水利水电建设工程验收规程

SL 631—2012 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——土石方工程

SL 632—2012 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准——混凝土工程

3 术语和定义

GB 50268—2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预应力钢筒混凝土管 prestressed concrete cylinder pipe (PCCP)

在带有钢筒的混凝土管芯外侧缠绕环向预应力钢丝并制作水泥砂浆保护层而制成的管子。包括内衬式预应力钢筒混凝土管（PCCPL）和埋置式预应力钢筒混凝土管（PCCPE）。

[来源：GB/T 19685—2017，3.1.1]

3.2

玻璃纤维增强塑料夹砂管 glass fiber reinforced plastics mortar pipes

以玻璃纤维及其制品为增强材料，以不饱和聚酯树脂等为基体材料，以石英砂及碳酸钙等无机非金属颗粒材料为填料，采用定长缠绕工艺、离心浇铸工艺、连续缠绕工艺方法制成的管道。简称玻璃钢夹砂管。

[来源：GB/T 21238—2016，3.1]

4 基本规定

4.1 施工前，建设单位组织有关单位进行现场交桩，施工单位对所交桩进行复核测量，监理单位应对相关施工测量成果进行审核，确认基点坐标数据。施工测量应符合 SL 52—2015 的有关规定，对有特定要求的管道还应遵守相应特殊规定。

4.2 工程所用的管材、管道附件、构（配）件和主要原材料等产品的品种、规格、性能应符合国家、行业现行有关标准的规定和设计要求，进入施工现场时应进行进场验收，查验产品合格证、许可证、检验报告、发货单、进场数量及外观质量等，并按国家有关标准规定进行复验，验收合格后方可使用。

4.3 质量检验、验收中使用的计量器具和检测设备，应经计量检定/校准合格后使用。承担材料和设备检测的单位，应具备相应的资质。

4.4 输水管道工程完工验收前应按照第6章要求完成功能性试验。

4.5 水利工程输水管道工程项目划分为单位工程、分部工程、单元工程等三级，项目划分原则遵守SL 176—2007第3章的原则，工程验收按照SL 223—2008有关规定执行。

5 工程施工质量检验与评定

5.1 一般规定

5.1.1 单元工程施工质量验收评定程序应符合SL 631—2012中第3章的规定。单元工程施工质量验收评定表见附录A。

5.1.2 单元工程施工质量评定分为合格和优良两个等级，其标准应符合下列规定。

a) 合格等级标准：

- 1) 主控项目全部合格；
- 2) 一般项目中检查项目全部合格，检测项目逐项检测点的合格率均不小于80%，且不合格点不集中分布；
- 3) 各项报验资料符合要求。

b) 优良等级标准：

- 1) 主控项目全部合格；
- 2) 一般项目中检查项目全部合格，检测项目逐项检测点的合格率均不小于90%，且不合格点不集中分布；
- 3) 各项报验资料符合要求。

5.1.3 单元工程施工质量验收评定未达到合格标准，按照SL 631—2012中3.3.6的规定处理后，重新组织验收评定。

5.1.4 分部工程、单位工程施工质量检验与评定应符合SL 176—2007中5.1、5.2的规定。

5.2 沟槽开挖与地基处理

5.2.1 单元工程划分

5.2.1.1 结合构筑物及自然界线，按施工长度划分，每个单元工程长度不宜大于300m。

5.2.1.2 单元工程量：土方开挖量。

5.2.2 沟槽开挖

5.2.2.1 施工单位按照设计文件进行基准点校核、测量放样，并报送监理单位审核；原始地貌联合测量完成后，进行土方开挖。

5.2.2.2 沟槽的开挖断面应符合设计和施工规范的要求，边坡平顺，槽底平整，原状地基土不应扰动。

5.2.2.3 沟槽槽底挖完后，进入下一工序施工前，保证槽底不受水浸泡或受冻。

5.2.2.4 不良土地地段沟槽开挖时，应采取必要的护坡和防止沟槽坍塌的安全技术措施；槽底土层为杂填土、腐蚀性土时，应全部挖除并按设计要求进行地基处理。

5.2.2.5 沟槽开挖至设计高程后应由建设单位组织勘察、设计、施工、监理单位共同验槽；发现岩、土质与勘察报告不符或有其他异常情况时，由建设单位组织研究处理措施。

5.2.3 地基处理

5.2.3.1 管道地基应符合设计要求，对天然地基强度不能满足设计承载力要求的应按设计要求加固处理。

5.2.3.2 槽底局部超挖或发生地基土扰动时，超挖深度不超过 150 mm，可用挖槽原土回填夯实，其压实度不应低于原地基土的密实度；超挖深度超过 150 mm 时按照设计要求进行处理。

5.2.4 施工质量标准

沟槽开挖与地基处理施工质量标准应符合表1的规定。

表1 沟槽开挖与地基处理施工质量标准

项次		检查项目	质量标准		检查方法	检查数量
主控项目	1	沟槽开挖	原状地基土不应扰动、受水浸泡或受冻		观察	全数检查
	2	地基承载力	地基承载力应满足设计要求		观察、检测	全数检查
	3	地基处理	进行地基处理时，压实度、厚度满足设计要求		观察、检测	全数检查
一般项目	1	槽底高程	土方	允许偏差±20 mm	测量	每 10 m 检测 1 断面， 每断面不少于 3 点
			石方	允许偏差-200 mm～20 mm		
	2	槽底中线每侧宽度	不小于设计要求		测量	每 10 m 检测 1 点，且 不少于 3 点
	3	沟槽边坡	不陡于设计要求		测量	
注：“+”表示超挖；“-”表示欠挖。						

5.3 管道基础

5.3.1 单元工程划分

5.3.1.1 结合构筑物及自然界线，按施工长度划分，每个单元工程长度不宜大于 300 m。

5.3.1.2 单元工程量：基础铺设工程量。

5.3.2 一般要求

5.3.2.1 管道基础应符合设计要求，基面平整密实，且无松土、碎渣、软泥、杂物等。

5.3.2.2 管道基础采用原状地基时，应做好基底原状土层保护，避免超挖、扰动、受水浸泡或受冻，其承载力应符合设计要求。

5.3.2.3 管道基础采用砂石基础时，槽底高程及槽宽应符合设计要求，不应有积水和软泥；砂石材料的质量及砂石基础的厚度、压实度应符合设计要求。

- 5.3.2.4 非永冻土地区，管道不应铺设在冻结的地基上；管道安装过程中，应防止地基冻胀。
- 5.3.2.5 管道有效支撑角范围应按设计要求填充、插捣密实，与管道基础紧密接触、无空隙。

5.3.3 施工质量标准

管道基础的施工质量标准应符合表2的规定。

表2 管道基础施工质量标准

项次		检查项目	质量标准		检查方法	检查数量
主控项目	1	基 面	基面平整密实，无松土、碎渣、软泥、杂物等		观察、检测	全数检查
	2	基础材料	原材料类型及质量符合设计要求		观察、检测	全数检查
一般项目	1	基础中线每侧宽度	不小于设计要求		测量	每 10 m 检测 1 点，且不少于 3 点
	2	基础厚度	不小于设计要求		测量	
	3	基础高程	压力管道	±30 mm	测量	
			无压管道	-15 mm~0 mm		
	4	基础压实度	不小于设计要求		观察、检测	每 50 m 检测 1 点，且不少于 5 点
5	支撑角填充	按照设计要求填充插捣密实，且与管道基础接触紧密、无空隙		观察	全数检查	

5.4 管道安装

5.4.1 单元工程划分

- 5.4.1.1 按管道安装长度划分，每个单元工程长度不宜大于 300 m（管节长度的整倍数）。
- 5.4.1.2 单元工程量：管道安装长度。

5.4.2 一般要求

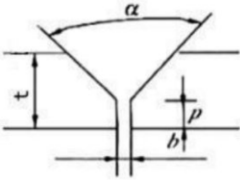
- 5.4.2.1 管道工程安装管材为钢管、预应力钢筒混凝土管和玻璃钢夹砂管等常用管材，其他材质管道安装应符合产品使用和设计的要求。
- 5.4.2.2 管道应在沟槽地基、管基质量检验合格后安装；安装时宜自下游开始，承口应朝向上游。
- 5.4.2.3 管道铺设安装应稳固，安装后应线形顺直，埋设深度、轴线位置应符合设计要求。
- 5.4.2.4 刚性管道应无结构贯通裂缝和明显外观缺损情况；柔性管道的管壁不应出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况。
- 5.4.2.5 管道内外防腐层完整，无破损现象；管道内应光洁平整，无杂物、油污；管道无明显渗水和水珠现象。

5.4.3 钢管安装

- 5.4.3.1 管节及管件、焊接材料等的质量应符合国家、行业现行相关标准及设计要求，质量保证材料齐全。

- 5.4.3.2 施工单位应在施焊前按设计要求和有关规定进行焊接试验，并根据试验结果编制焊接工艺指导书；管径大于 800 mm 时，应采用双面焊。
- 5.4.3.3 管道安装前，管节应逐根测量、编号，宜选用管径相差最小的管节组对对接。
- 5.4.3.4 管节组对焊接时应先修口、清根，管端端面的坡口角度、钝边、间隙应符合设计要求，设计无要求应符合表 3 的规定；不应在对口间隙夹焊帮条或用加热法缩小间隙施焊。

表3 电弧焊管端倒角各部尺寸

倒角形式		间隙 b mm	钝边 p mm	坡口角度 α °
图示	壁厚 t mm			
	4~9	1.5~3.0	1.0~1.5	60~70
	10~26	2.0~4.0	1.0~2.0	60±5

- 5.4.3.5 焊缝外观不应有熔化金属流到焊缝外未熔化的母材上，表面不应有裂缝、气孔、弧坑、灰渣、焊瘤、飞溅等质量缺陷；表面光滑、均匀、焊道与母材应平缓过渡。
- 5.4.3.6 焊缝宽度应焊出坡口边缘 2 mm~3 mm；错边应小于或等于壁厚的 20%，且不应大于 2 mm；不允许未焊满；当壁厚 $\delta \leq 25$ mm 时，表面余高 $h=0$ mm~2.5 mm；当 25 mm<壁厚 $\delta \leq 50$ mm 时，表面余高 $h=0$ mm~3 mm；当壁厚 $\delta > 50$ mm 时，表面余高 $h=0$ mm~4 mm。
- 5.4.3.7 不同壁厚的管节对口时，管壁厚度相差不宜大于 3 mm。不同管径的管节相连时，两管径相差大于小管管径的 15 %时，可用渐缩管连接。渐缩管的长度不应小于两管径差值的 2 倍，且不应小于 200 mm。
- 5.4.3.8 其他规定：
- a) 纵向焊缝应放在管道中心垂线上半圆的 45° 左右处；纵向焊缝应错开，管径小于 600 mm 时，错开的间距不应小于 100 mm；管径大于或等于 600 mm 时，错开的间距不应小于 300 mm；
 - b) 直管管段两相邻环向焊缝的间距不应小于 200 mm，并不应小于管节的外径；
 - c) 管道任何位置不应有十字形焊缝；
 - d) 管道上任何位置不应开方孔，焊缝处、短节或管件上不应开孔。
- 5.4.3.9 管道焊接完成，焊缝外观质量检查合格后，应按照设计要求和相关标准的规定进行无损探伤检测。不合格的焊缝应返修，返修次数不应超过 3 次。
- 5.4.3.10 焊缝内、外侧防腐材料、防腐工艺及防腐质量应符合设计要求和相关标准的规定。

5.4.4 预应力钢筒混凝土管（PCCP）安装

- 5.4.4.1 管节及管件、橡胶圈的产品质量应符合国家有关标准规定和设计要求，质量保证资料齐全。
- 5.4.4.2 清理管道承口内侧、插口外部凹槽的连接部位和橡胶圈，安装时，接头和管端应保持清洁，将橡胶圈套入插口上的凹槽内。
- 5.4.4.3 接口安装时，将插口一次插入承口内，达到安装标记为止；承口、插口无破损、开裂；橡胶圈位置正确，无扭曲、脱槽、挤出、外露等现象。

5.4.4.4 双道橡胶圈的管节单口水压试验应合格，试验压力应符合设计要求；管道单口水压试验压力应为管道设计压力的2倍，且不应小于0.2 MPa；采用手提式打压泵将压力升至试验压力，恒压2 min，无压力降为合格。

5.4.4.5 管道沿直线安装时，插口端面与承口底部的轴向间隙应大于5 mm，且不大于表4规定的数值。

表4 管口间的最大轴向间隙

公称内径 mm	内衬式管（PCCPL）		埋置式管（PCCPE）	
	单胶圈 mm	双胶圈 mm	单胶圈 mm	双胶圈 mm
400~1 400	15	—	—	—
600~1 400	—	25	—	—
1 000~4 000	—	—	25	25

5.4.4.6 管道曲线铺设时，接口的最大允许偏转角应符合设计要求，设计无要求时，应不大于表5规定的数值。

表5 曲线安装接口的最大允许偏转角

管子品种	公称内径 mm	接头允许相对转角（°）	
		单胶圈接头	双胶圈接头
内衬式管（PCCPL）	400~500	1.5	—
	600~800		1.0
	900~1 000	1.0	
	1 200~1 400	0.7	
埋置式管（PCCPE）	1 000~1 600	1.0	1.0
	1 800~2 400	0.7	
	2 600~3 400	0.5	0.7
	3 600~4 000		0.5

5.4.4.7 管道接口的填缝应符合设计要求，密实、光洁、平整。

5.4.5 玻璃钢夹砂管安装

5.4.5.1 管及管件、橡胶圈的产品质量应符合国家有关标准的规定和设计要求，质量保证资料齐全。

5.4.5.2 清理管道承口内侧、插口外部凹槽的连接部位和橡胶圈，安装时，接头和管端应保持清洁，将橡胶圈套入插口上的凹槽内。

5.4.5.3 接口安装时，将插口一次插入承口内，达到安装标记为止；承口、插口部位连接紧密，无破损、变形、开裂等现象；橡胶圈位置正确，无扭曲、脱槽、挤出、外露等现象。

- 5.4.5.4 双道橡胶圈的管节单口水压试验应合格，试验压力应符合设计要求；管道单口水压试验压力应为管道设计压力的 1.5 倍，且不应小于 0.2 MPa；采用手提式打压泵将压力升至试验压力，恒压 2 min，无压力降为合格。
- 5.4.5.5 承插式接口的插入深度应符合要求，相邻管口的纵向间隙应不小于 10 mm，环向间隙应均匀一致。
- 5.4.5.6 管道曲线铺设时，接口的允许转角不应大于表 6 的规定。

表6 沿曲线安装的接口允许转角

管内径 D mm	允许转角 °
400<D≤500	3.0
500<D≤1 000	2.0
1 000<D≤1 800	1.0
D>1 800	0.5

5.4.6 施工质量标准

管道安装的施工质量标准应符合表7的规定。

表7 管道安装施工质量标准

项次	检查项目		质量标准		检查方法	检查数量
主控项目	1	管材	规格型号、外观质量符合设计及规范要求；质量证明材料齐全		观察、查阅资料	全数检查
	2	橡胶圈	材质符合相关规范的规定，外观应光滑平整，不应有裂缝、破损、气孔、重皮等缺陷，且每个橡胶圈的接头不应超过 2 个		观察、查阅资料	全数检查
	3	钢管安装	焊缝外观质量满足规范要求；焊缝内部质量无损探伤检测满足设计及相关规范的要求；管道安装稳固，线形平直		观察、检测	逐口检测
	4	玻璃钢夹砂管、PCCP 管安装	插口插入深度满足要求；承口、插口部位连接紧密，无破损、变形、开裂等现象；插入后胶圈位置正确，无扭曲、外露等现象；管道安装稳固，线形平直		观察、测量	逐口检测
	5	单口水压试验	加压至试验压力，恒压 2 min，无压力降为合格		观察、检测	逐口检测
一般项目	1	钢管焊缝防腐	防腐材料、防腐工艺及防腐质量应符合设计要求		观察、检测	逐口检测
	2	PCCP 接头密封	接口填缝应符合设计要求，密实、光洁、平整		观察	
	3	水平轴线允许偏差	压力管道	30 mm	测量	每节管检测 1 点
			无压管道	15 mm		
	4	管内底	D≤1 000 mm	压力管道	±30 mm	
					测量	

		高程允许偏差		无压管道	± 10 mm		
			D>1 000 mm	压力管道	± 30 mm		
				无压管道	± 15 mm		

5.5 管道阴极保护工程

5.5.1 单元工程划分

5.5.1.1 按施工长度（不宜大于 300 m）或部位划分单元，每个测试桩划为一个单元。

5.5.1.2 单元工程量：阴极保护施工主要工程量。

5.5.2 一般要求

5.5.2.1 管道阴极保护工程应与主体工程同时设计、施工和投入运行。管道阴极保护可分别采用牺牲阳极法、强制电流法或两种方法的结合，设计时应视工程规模、土壤环境、管道防腐层质量等因素，经济合理的选用。

5.5.2.2 管道阴极保护系统的种类、性能、数量、分布与连接方式，以及测试装置和电源设备应符合国家有关标准的规定和设计要求。

5.5.2.3 管道阴极保护电位（即管/地界面极化电位）应为-850 mV（CSE，即为参比电极）或更负。

5.5.2.4 阴极保护状态下管道的极限保护电位不能比-1 200 mV（CSE）更负。

5.5.2.5 在土壤电阻率 100 Ω·m~1 000 Ω·m 环境中的管道阴极保护电位宜负于-750 mV（CSE）；在土壤电阻率大于 1 000 Ω·m 环境中的管道阴极保护电位宜负于-650 mV（CSE）。

5.5.3 牺牲阳极阴极保护系统

5.5.3.1 牺牲阳极阴极保护系统主要包括牺牲阳极、填包料、连接电缆以及参比电极和测试桩组成的测试装置。

5.5.3.2 牺牲阳极常用的有锌合金牺牲阳极和镁合金牺牲阳极，细分为棒状锌阳极、带状锌阳极、棒状镁阳极、带状镁阳极。

5.5.3.3 牺牲阳极埋设位置一般距管道外壁 3 m~5 m，不宜小于 0.5 m；埋设深度以阳极顶部距地面不小于 1 m 为宜，在地下水位低于 3 m 的干燥地带，应适当加深埋设。

5.5.3.4 填包料由石膏粉、膨润土和工业硫酸钠按比例配置而成，其厚度不应小于 50 mm，并应保证阳极四周的填包料厚度一致、密实；预包装的袋子须用棉麻织品，不应使用人造纤维织品。

5.5.3.5 电缆应采用铜芯电缆，测试电缆和用于牺牲阳极的电缆的截面积不宜小于 4 mm²，埋设深度不应小于 0.7 m，埋设电缆应保持一定松弛度；电缆与管道连接宜采用铝热焊，连接要牢固可靠，焊接位置不应在弯头上或管道焊缝两侧 200 mm 范围内。

5.5.3.6 测试装置应沿管道线路走向进行设置，相邻测试装置间隔宜 1 km~3 km。参比电极、测试桩埋设位置及深度应符合设计要求，测试桩顶部应高出地面 400 mm 以上；电缆、引线铺设应符合设计要求，保持一定松弛度，并连接可靠牢固。

5.5.3.7 所有连接点应按规范做好防腐处理，与管道连接处的防腐材料应与管道相同。

5.5.4 施工质量标准

阴极保护工程的施工质量标准应符合表8的规定。

表8 阴极保护工程施工质量标准

项次	检查项目	质量标准	检查方法	检查数量
----	------	------	------	------

主控项目	1	牺牲阳极、参比电极、测试桩	符合国家有关标准的规定和设计要求；质量证明材料齐全	观察、检测	全数检查
	2	保护电位检测	-1200 mV~-850 mV	检测	逐个检测

表 8 阴极保护工程施工质量标准（续）

项次		检查项目	质量标准		检查方法	检查数量
一般 项目	1	牺牲阳极安装	埋设位置	（参考设计要求）	观察、测量	逐个检测
			埋设高度	（参考设计要求）		
	2	参比电极安装	埋设位置	（参考设计要求）	观察、测量	逐个检测
			埋设深度	（参考设计要求）		
	3	测试桩安装	埋于参比电极旁边，露出地面约 400 mm		观察、测量	逐个检测
	4	电缆、引线铺设	电缆及引线应符合设计及规范要求；采用铝热焊焊接，电缆及引线保持一定松弛度，连接牢固可靠		观察、检测	全数检查
5	连接点防腐处理	满足设计要求		观察	逐个检查	

5.6 沟槽回填

5.6.1 单元工程划分

5.6.1.1 按施工长度划分，每个单元工程长度不宜大于 300 m。

5.6.1.2 单元工程量：土方回填量。

5.6.2 一般要求

5.6.2.1 沟槽土方回填材料应符合设计和规范要求。回填前，施工单位应按设计要求和有关规定进行回填碾压试验，确定压实机具、压实遍数、每层回填料虚铺厚度及含水量等参数，并根据试验结果编制沟槽回填施工方案。

5.6.2.2 压力管道分段水压试验前，除接口外，管道回填高度不应小于管顶以上 0.5 m；水压试验合格后，应及时回填沟槽的其余部分。

5.6.2.3 沟槽回填前，沟槽内砖、石、木块等杂物应清除干净，不应有积水。

5.6.2.4 管道两侧和管顶以上 500 mm 范围内的回填材料，应由沟槽两侧对称运入槽内，不应直接回填在管道上；回填其他部位时，应均匀运入槽内，不应集中推入；需要拌合的回填材料，应在运入槽内前拌合均匀，不应在槽内拌合。

5.6.2.5 管道埋设的管顶覆土最小厚度应符合设计要求，且满足当地冻土层厚度要求；管顶覆土回填压实度达不到设计要求时应与设计协商进行处理。

5.6.2.6 回填压实应逐层进行，且不应损伤管道；分段回填压实时，相邻段的接茬应呈台阶型，且不应漏夯。

5.6.2.7 管道两侧和管顶以上 500 mm 范围内胸腔夯实，应采用轻型压实机具，管道两侧压实面的高差不应超过 300 mm。

5.6.2.8 同一沟槽中有双排或多排管道的基础底面位于同一高程时，管道之间的回填压实应与管道与槽壁之间的回填压实对称进行；同一沟槽中有双排或多排管道但基础底面的高程不同时，应先回填基础较低的沟槽，回填至较高基础底面高程后，管道之间的回填压实应与管道与槽壁之间的回填压实对称进行。

5.6.2.9 柔性管道回填至设计高程时，应在 12 h～24 h 内测量并记录管道变形率，管道变形率应符合设计要求；设计无要求时，钢管变形率应不超过 2%，化学建材管道变形率应不超过 3%；当超过时，应按照有关规范规定处理。

5.6.2.10 沟槽回填其他方面技术要求应符合 GB 50268—2008 中 4.5。

5.6.3 施工质量标准

沟槽回填的施工质量标准应符合表9的规定。

表9 表沟槽回填施工质量标准

项次		检查项目	质量标准		检查方法	检查数量
主控项目	1	回填材料	材料符合设计及规范要求，不应含有机物、冻土及大于 50 mm 的砖、石等硬块		观察	每铺筑 1000m ² 取样一次，每次取样至少做两组测试
	2	沟槽清理	沟槽内无砖、石、木块等杂物；不应有积水		观察	全数检查
	3	沟槽回填	降排水系统正常运行，不应带水回填；管道两侧应对称回填，分层夯实，且不应使管道位移或损伤；管道两侧压实面的高差不应超过 300 mm；相邻段的接茬应呈台阶形		观察、测量	全数检查
一般项目	1	回填压实度	管道支撑角及两侧	压实度≥95%	检测	每层每侧一组，每组 3 个点
			管顶以上	压实度≥90%		
	2	柔性管道变形率	钢管变形率不超过 2%，且管壁不应出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况		观察、测量	每 100m 取起点、中间点、终点近处各一点，每处平行量测 3 个断面取平均值作为检测值
化学建材管道变形率不超过 3%，且管壁不应出现纵向隆起、环向扁平和其他变形情况						

5.7 顶管工程

5.7.1 单元工程划分

5.7.1.1 单元工程划分：按顶进长度划分，每个单元工程长度不宜大于 100 m；工作井、接收井各划为一个单元工程。

5.7.1.2 单元工程量：填写顶进管道长度或井室混凝土方量。

5.7.2 工作井

5.7.2.1 工作井的围护结构、井内结构施工质量验收标准应按照 SL 632—2012 第 4 章的相关规定执行。

- 5.7.2.2 工程原材料、成品、半成品的产品质量应符合国家相关标准规定和设计要求。
- 5.7.2.3 工作井结构的强度、刚度和尺寸应满足设计要求，结构无滴漏和线流现象。
- 5.7.2.4 混凝土结构的抗压强度等级、抗渗等级符合设计要求。
- 5.7.2.5 工作井的后背墙应坚实、平整；后座与井壁后背墙联系紧密。
- 5.7.2.6 两导轨应顺直、平行、等高，盾构基座及导轨的夹角符合规定；导轨与基座连接应牢固可靠，不应在使用中产生位移。
- 5.7.2.7 工作井的施工质量标准应符合表 10 的规定。

表10 工作井施工质量标准

项次		检查项目		质量标准	检查方法	检查数量
主控项目	1	工作井结构及尺寸		满足设计及相关规定的要求	观察、测量	长度、宽度、深度 各测两个断面
	2	工作井混凝土结构质量		混凝土的强度、抗渗等级符合设计要求，且无明显渗水现象	观察、检测	全部
一般项目	1	井内导轨 安装	顶面高程	允许偏差 +3 mm	测量	每根导轨 2 点
			中心水平位置	允许偏差 3 mm	测量	每根导轨 2 点
			两轨间距	允许偏差 ±2 mm	测量	2 个断面
	2	井尺寸	矩形井每侧长、宽	不小于设计要求	测量	每座 2 点
			圆形井半径			
	3	进、出井 预留洞口	中心位置	允许偏差 20 mm	测量	每个洞口竖、水平 各 1 点
			内径尺寸	允许偏差 ±20 mm	测量	每个洞口垂直向各 1 点
	4	井底板高程		允许偏差 ±30 mm	测量	每座 4 点
	5	工作井后 背墙	垂直度	允许偏差 0.1 %H mm	测量	每座 1 点
			水平扭转度	允许偏差 0.1 %L mm		
注：H为后背墙的高度(mm)，L为后背墙的长度(mm)。						

5.7.3 顶管

- 5.7.3.1 顶管所用管节及附件等工程材料的产品质量应符合国家有关规定和设计要求。
- 5.7.3.2 接口橡胶圈安装位置正确，无位移、脱落现象；钢管的接口焊接质量应符合国家有关规定和设计要求，焊缝无损探伤检验符合设计要求。
- 5.7.3.3 管道接口端部应无破损、顶裂现象，接口处无滴漏。

5.7.3.4 管道与工作井出、进洞口的间隙连接牢固，洞口无渗漏水。

5.7.3.5 钢管防腐层及焊缝处的外防腐层及内防腐层质量验收合格，应符合国家有关规定和设计要求。

5.7.3.6 顶管工程的施工质量标准应符合表 11 的规定。

表11 顶管工程施工质量标准

项次		检查项目		质量标准		检查方法	检查数量	
主控项目	1	管材		规格型号、外观质量符合国家有关标准的规定和设计要求		观察、检测	全数检查	
	2	橡胶圈安装		接口橡胶圈安装位置正确，无位移、脱落现象		观察	全数检查	
	3	钢管焊接		钢管焊缝、防腐层质量符合设计及规范要求		观察、检测	全数检查	
	4	管道接口		接口端部应无破损、无顶裂，接口处无滴漏		观察	全数检查	
一般项目	1	直线顶管水平轴线	顶进长度<300 m		允许偏差	50 mm	测量	每管节 1 点
			300 m≤顶进长度<1 000 m		允许偏差	100 mm		
			顶进长度≥1 000 m		允许偏差	L/10 mm		
	2	直线顶管内底高程	顶进长度<300 m	D<1 500	允许偏差	-40 mm~30 mm	测量	
				D≥1 500	允许偏差	-50 mm~40 mm		
			300 m≤顶进长度<1 000 m		允许偏差	-80 mm~60 mm		
			顶进长度≥1 000 m		允许偏差	-100 mm~80 mm		
	3	相邻管间错口	钢管、玻璃钢夹砂管		允许偏差	≤2 mm	测量	
			钢筋混凝土管		允许偏差	15 %壁厚，且≤20 mm		
	4	钢管、玻璃钢夹砂管道竖向变形		允许偏差	≤0.03D mm			
	5	对顶时两端错口		允许偏差	50 mm			
	注：为管道内径(mm)，L为顶进长度(mm)。							

6 管道功能性试验

6.1 一般规定

6.1.1 压力管道工程应进行压力管道水压试验，试验分为预试验和主试验阶段；试验合格的判定依据为允许压力降值，若设计有要求，则按设计要求执行。

6.1.2 无压力管道应进行管道的严密性试验，严密性试验宜采用闭气试验，若设计有要求，则按设计要求执行。

6.1.3 管道功能性试验涉及水压、气压作业时，应有安全防护措施，作业人员应按相关安全作业规程进行操作。

6.1.4 压力管道水压试验时，向管道内注水应从下游缓慢注入，注入时在试验管段上游的管顶及管段中的高点应设置排气阀，将管道内的气体排除。

6.1.5 冬季进行压力管道水压或闭水试验时，应采取防冻措施。

6.1.6 单口水压试验合格的大口径玻璃钢夹砂管、预应力钢筒混凝土管等，设计无要求时应符合下列要求：

- a) 压力管道可免去预试验阶段，而直接进行主试验阶段；
- b) 无压管道应认同严密性试验合格，无需进行试验。

6.1.7 管道采用两种（或两种以上）管材时，宜按不同管材分别进行试验；不具备分别试验条件且设计无具体要求时，试验压力应采用不同管材试验压力的最小值。

6.1.8 管道的试验长度除设计有要求外，压力管道水压试验的管段长度不宜大于 1.0 km，长度大于 1.0 km 时，应由建设单位组织论证。

6.2 压力管道的水压试验

压力管道工程安装完成后，建设单位应组织设计、监理、施工、供货商等单位组成水压试验验收工作组，现场进行压力管道的水压试验，参加水压试验的人员应为各单位项目技术负责人等。水压试验应符合附录B的规定。

附 录 B
(规范性)
水压试验

- B.1** 水压试验前，施工单位应编制水压试验方案，其内容主要包括：后背及堵板的设计；进水管路、排气孔及排水孔的设计；加压设备、压力计的选择及安装的设计；排水疏导措施；升压分级的划分及观测制度的规定；试验管段的稳定措施和安全措施。
- B.2** 水压试验管道内径大于或等于 600 mm 时，试验管段端部的第一个接口应采用柔性接口，或采用特制的柔性接口堵板。
- B.3** 水压试验采用的压力计精度不低于 1.6 级，最大量程宜为试验压力的 1.3~1.5 倍，使用前经校正并具有符合规定的检定证书；水泵、压力计应安装在试验段的两端部与管道轴线相垂直的支管上。
- B.4** 水压试验前的排查准备工作：
- a) 非隐蔽管道的固定设施已按设计要求安装合格；
 - b) 管道附属设备已按要求紧固、锚固合格；
 - c) 管件的支墩、锚固设施混凝土强度已达到设计强度，未设置支墩、锚固设施的管件，应采取加固措施并检查合格；
 - d) 管道安装检查合格后，清除管道内的杂物，并按 5.6.2.2 的规定回填土；
 - e) 试验管段所有敞口已封闭，无渗漏水现象；
 - f) 试验管段不应含有消防栓、水锤消除器、安全阀等附件。
- B.5** 水压试验时注意事项：
- a) 管道升压时，管道的气体应排除；升压过程中，发现弹簧压力计表针摆动、不稳，且升压较慢时，应重新排气后再升压；
 - b) 升压时应分级升压，每升一级应检查后背、支墩、管身及接口，无异常现象时再继续升压；
 - c) 水压试验过程中，后背顶撑、管道两端不应站人；
 - d) 水压试验时，不应带压修补缺陷；遇有缺陷时，应做出标记，卸压后修补。
- B.6** 试验管段注满水后，宜在不大于工作压力条件下充分浸泡后再进行水压试验，浸泡时间应符合表 B.1 的规定。

表B.1 压力管道水压试验前浸泡时间

管材种类	管道内径 D (mm)	浸泡时间 (h)
钢管（有水泥沙浆衬里）	D	≥24
玻璃钢夹砂管	D	≥24
预应力钢筒混凝土管	D≤1 000	≥48
	D>1 000	≥72

- B.7** 水压试验应符合下列规定：
- a) 试验压力应按表 B.2 选择确定；
 - b) 预试验阶段：将管道内水压缓缓地升至试验压力并稳压 30 min，期间如有压力下降可注水补压，但不应高于试验压力；检查管道接口、阀门配件等处有无漏水、损坏现象；有漏水、损坏现象时应及时停止试压，查明原因并采取相应措施后重新试压；

- c) 主试验阶段：停止注水补压，稳定 15 min；当 15 min 后压力下降不超过表 B.2 中所列允许压力降数值时，将试验压力降至工作压力并保持恒压 30 min，进行外观检查，若无漏水现象，则水压试验合格。

表B.2 压力管道水压试验的试验压力及允许压力降

管材类型	工作压力 P (MPa)	试验压力 (MPa)	允许压力降 (MPa)
钢管	P	$P+0.5$ ，且不小于 0.9	0
玻璃钢夹砂管	≥ 0.1	$1.5P$ ，且不小于 0.8	0.02
预应力钢筒混凝土管	≤ 0.6	$1.5P$	0.03
	> 0.6	$P+0.3$	

B.8 水压试验完成后，及时填写表 B.3。

表B.3 压力管道水压试验记录表

工程名称		试验日期	年 月 日
桩号及部位			
管道内径（mm）	管材种类	管道接口种类	
试验段长度（m）	工作压力（MPa）	试验压力（MPa）	
预试验阶段	注水升压开始的时间 t1		
	达到试验压力的时间 t2		
	试验压力恒压 30min， 检查管道接口、配件等外观情况		
主试验阶段	试验压力稳压 15min 降压值（MPa）		
	降至工作压力恒压 30min，检查管道 接口、配件等外观情况		
评语			

施工单位：

供货厂家：

监理单位：

设计单位：

代建单位（如有）：

建设单位：

记录员：

参 考 文 献

- [1] GB 50766—2012 水电水利工程压力钢管制作安装及验收规范
 - [2] GB/T 3091—2015 低压流体输送用焊接钢管
 - [3] GB/T 19685—2017 预应力钢筒混凝土管
 - [4] GB/T 21238—2016 玻璃纤维增强塑料夹砂管
 - [5] GB/T 21448—2008 埋地钢质管道阴极保护技术规范
 - [6] CECS 246—2008 给水排水工程顶管技术规程
-