

团体标准起草单位证书

标准编号：T/CPPC 1076—2024

标准名称：《倒虹吸工程施工技术规程》

起草单位：江西省金力水利工程有限公司

本标准归口单位由：
中国生产力促进中心协会
2024年01月29日发布
2024年02月01日实施

团体标准编制工作组
工作专用章
2024年1月30日

ICS 93.160

CCS P59

T/CPPC

团 体 标 准

T/CPPC 1076—2024

倒虹吸工程施工技术规程

Technical specification for construction of inverted siphon engineering

2024-01-29 发布

2024-02-01 实施

中国生产力促进中心协会 发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构,除非有其他规定,否则未经许可,此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用,包括电子版、影印版,或发布在互联网及内部网络等。使用许可可与发布机构获取。

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总则	3
5 技术要求	3
5.1 一般规定	3
5.2 工程标准	3
5.3 技术指标	4
6 前期准备	4
6.1 一般规定	4
6.2 水文气象资源搜集	4
6.3 现场施工用图测绘	5
6.4 地质勘探	5
7 工程布置	5
7.1 一般规定	5
7.2 进出口段布置	6
7.3 倒虹吸管身段布置	6
7.4 指标控制	6
8 施工质量技术控制	7
8.1 一般规定	7
8.2 土方工程质量控制	7
8.3 石方工程质量控制	8
8.4 混凝土工程质量控制	9
8.5 倒虹吸基础工程质量控制	10
8.6 护坡工程质量控制	10
8.7 特殊问题质量控制	11
9 配套工程技术要求	12
9.1 一般规定	12
9.2 金属结构工程	12
9.3 输配电工程	12
10 施工质量验收	13
10.1 基本要求	13

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。

本文件由中国生产力促进中心协会提出并归口。

本文件主要起草单位：安徽省淮河河道工程有限公司

新疆北方建设集团有限公司

中化学生态水利建设有限公司

新疆鼎恒建设工程有限公司

江西省金力水利工程有限公司

湖北海河水利水电工程有限公司

本文件起草单位：长江水利水电开发集团(湖北)有限公司

中国水利水电科学研究院

淮河水利水电开发有限公司

湖北盛达泰水利水电工程有限公司

石家庄市漳滏水利工程有限公司

广州粤水建设有限公司

安徽凯瑞水利水电工程咨询有限公司

新疆兵团水利水电工程集团有限公司

广东兴广建设工程有限公司

盐山县水务局

广东韶禹建设工程有限公司

河南省地矿建设工程(集团)有限公司

中铁七局集团第三工程有限公司

国水未来科学技术(北京)有限公司

通标华夏(北京)标准化技术有限公司

中禹华夏(北京)工程技术有限公司

杰森企业管理(北京)有限公司

本文件主要起草人：丁伯根 杜天彪 张 强 石体伟 李 军 杨 路 李思慎 贺建龙

罗丽霞 姜敏敏 史立钢 史明昊 杨 义 汪厚森 李 华 罗旭涛

汪 杰 房仁河 王 敏 赵凤华 王俊霞 司新悦 刘双进 范 燕

本文件起草人：李国儒 罗立博 王 凯 邹 国 杨伟才 袁俊周 史红亮 刘涛平

刘 标 刘建辉 古集贤 黄润泽 胡前胜 齐美江 郭 辉 张 伟

刘宏峰 卓燕标 谭建军 熊传煜 李 仁 李向增 冯飞鸿 郝俊峰

王 涛 文东红 文亚军 王 杰 贾华英 逢 楠

倒虹吸工程施工技术规程

1 范围

本文件规定了国家水系连通系统中输水渠道倒虹吸工程技术指标、前期准备、施工布置、施工质量控制措施及技术要求、相应配套工程设备设施等技术规定。

本文件适用于倒虹吸工程建设项目施工技术管理。

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 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50201 防洪标准
- GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
- GB 50487 水利水电工程地质勘察规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
- GB/T 14173 水利水电钢闸门制造、安装及验收规范
- 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 203 水工建筑物抗震设计规范
- SL 211 水工建筑物抗冰冻设计规范
- SL 223 水利水电建设工程验收规程
- SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准
- SL 260 堤防工程施工规范
- SL 265 水闸设计规范
- SL 285 水利水电工程进水口设计规范
- SL 328 水利水电工程设计工程量计算规定
- SL 379 水工挡土墙设计规范
- SL 432 水利工程压力钢管制造安装及验收规范
- SL 631 水利水电单元工程施工质量验收评定标准 土石方工程
- SL 632 水利水电单元工程施工质量验收评定标准 混凝土工程
- SL 633 水利水电单元工程施工质量验收评定标准 地基处理与基础工程
- SL 634 水利水电单元工程施工质量验收评定标准 堤防工程
- SL 635 水利水电单元工程施工质量验收评定标准—水工金属结构安装工程
- SL 654 水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
- SL 23 渠系工程抗冻胀设计规范

- SL/T 381 水利水电工程启闭机制造安装及验收规范
SL/T 619 水利水电工程初步设计报告编制规程
JGJ 79 建筑地基处理技术规范
JTG D60 公路桥涵设计通用规范
JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
TB 10017 铁路工程水文勘测设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

渠系建筑物 canal system structures

在灌溉或排水渠道系统上为了控制、分配、量测水流,通过天然或人工障碍,保证渠道安全运用而修建的建筑物的总称。

3.2

倒虹吸工程 inverted siphon

渠道通过河渠、溪谷、洼地或道路时,敷设于地面或地下的具有虹吸作用的下凹式压力输水管道工程。

3.3

倒虹吸进口段 inverted siphon inlet section

引导上游水流平顺进入倒虹吸管道及排除泥沙和多余来水的建筑物,一般包括渐变段、拦污栅、节制闸、连接段、沉沙、冲沙及泄水设施等。

3.4

倒虹吸管道段 inverted siphon pipe section

下凹式压力输水管道,通常为钢筋混凝土管、钢管、预应力钢桶混凝土管、玻璃钢夹砂管、球磨铸铁管,一般包括管身、镇墩、管座、进人孔、通气管、冲砂孔等。

3.5

倒虹吸出口段 inverted siphon outlet section

引导管道水流平顺进入下游渠道的建筑物,一般包括节制闸、消力池、渐变段等。

3.6

建设质量 construction quality

国家现行的法律、法规、技术标准和设计文件对建设项目的安全、使用、环保、经济、美观等特性的综合要求。

3.7

工程质量 engineering quality

通过项目建设,工程应满足相关标准、规划设计及其合同约定的程度。

3.8

质量检验 quality inspection

通过检查、量测、试验等方法,对工程质量特性进行的符合性评价。

3.9

质量评定 quality assessment

将质量检验结果与国家 and 行业技术标准以及合同约定的质量标准进行的比较活动。

3.10

单元工程 separated item project

依据建筑物设计结构、施工部署和质量考核要求,将分部工程划分为若干个层、块、区、段,每一层、块、区、段为1个单元工程,通常是由若干个工序组成的综合体,是施工质量考核的基本单位。

3.11

工序 working procedure

按施工的先后顺序将单元工程划分成的若干个具体施工过程或施工步骤。对单元工程质量影响较大的工序称为主要工序。

3.12

主控项目 dominant item

对单元工程的功能起决定作用或对安全、卫生、环境保护有重大影响的检验项目。

3.13

一般项目 general item

除主控项目以外的检验项目。

4 总则

4.1 为贯彻落实国家水网建设战略部署,加强输水渠道倒虹吸工程建设质量管理,统一渠道倒虹吸施工标准和技术要求,做到安全适用、技术先进、经济合理,使得倒虹吸工程施工标准化、规范化,特制定本规程。

4.2 本规程适用于由中央、地方财政全部投资或部分投资建设的输水渠道倒虹吸工程建设工程施工质量管理。

4.3 建设管理单位及项目法人(含代建机构,下同)、勘测设计单位、监理单位、施工单位等倒虹吸工程建设参建单位,应按国家和行业有关规定,落实质量管理责任,建立健全工程质量管理体系,保证倒虹吸工程建设施工质量。

4.4 本规程所规定的倒虹吸工程建设施工质量标准,是施工质量应达到的基本要求,不符合本规程规定的合格要求标准,工程不应通过验收。

4.5 倒虹吸工程建设施工中,本规程未涉及的新技术、新材料、新工艺、新设备时,应制定相应的施工办法及技术要求,并由项目法人报项目主管部门批准后执行。

5 技术要求

5.1 一般规定

5.1.1 渠道倒虹吸工程,应执行现行国家标准 GB 50201、GB 50288、SL 252 相关规定。

5.1.2 渠道倒虹吸工程施工中,如工程设计指标不符合施工现场实际,应根据施工现场情况进行适当调整,但应经设计单位进行相关分析、论证,并经监理单位审核,项目法人批准后方可实施。

5.2 工程标准

5.2.1 倒虹吸工程自进口到出口依次包括:输水渠道连接段、进口渐变段、进口检修闸、管身段、出口工作闸(节制闸)、出口渐变段、渠道连接段等建筑物,其中倒虹吸管身段是关键性重要建筑物。

5.2.2 渠道倒虹吸工程主要建筑物工程等级应与输水渠道工程等级相等。

5.2.3 输水渠道工程规模,按自大到小的顺序依次分为大(1)型、大(2)型、中型、小(1)型、小(2)型,倒虹吸工程等级对应的工程等级,应分别划为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级、Ⅴ级。

5.2.4 本规程倒虹吸工程施工技术要求,适用于Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级倒虹吸工程施工,Ⅳ级、Ⅴ级倒虹吸工程施工参照执行。

5.2.5 渠道倒虹吸管身段、连接段及渐变段为主要建筑物。河道控导与防护工程为次要建筑物,次要建筑物工程等级可适当降一等级进行设计、施工。

5.2.6 渠道倒虹吸工程各部位防洪标准,均与输水渠道工程防洪标准等同,防洪标准有特殊要求的倒虹吸工程依据其特殊相关规定。

5.3 技术指标

5.3.1 倒虹吸工程施工,采用普通钢筋混凝土强度等级和弹性模量等指标,应执行 SL 191 规定;预应力钢筋混凝土材料指标,应执行 SL 191 相关规定。

5.3.2 倒虹吸工程管身段,预应力混凝土强度等级应 $\geq$ C40,普通混凝土强度等级应 $\geq$ C25,连接段混凝土强度等级应 $\geq$ C20。

5.3.3 倒虹吸工程混凝土应满足抗冻要求和耐久性要求,抗冻等级应 $\geq$ F150。为了提高钢筋混凝土的耐久性,应根据结构所处的环境类别明确混凝土的抗渗等级。

5.3.4 倒虹吸工程设计烈度为 6 度时,应采取适当的抗震措施;地震基本烈度 $\geq$ 7 度时,现场应进行砂基震动液化试验,应有地震加速度、卓越周期以及岩(土)的动力学参数,并对地基进行抗震设防处理。

5.3.5 倒虹吸管身,宜采用矩形多孔断面型式。矩形孔,应根据地质及荷载条件,选择适当的高宽比,正常情况下,宜采用 2 孔一联或 3 孔一联。

5.3.6 倒虹吸管上下游渠道的设计流量及水位、加大流量及水位、堤顶高程、渠底高程、渠底宽、边坡、糙率、流速及渠道纵坡等技术指标,应采用倒虹吸工程初步设计成果,执行初设批复文件相关规定。

6 前期准备

6.1 一般规定

6.1.1 渠道倒虹吸工程施工前,项目法人应组织勘测设计单位、监理单位、施工单位等倒虹吸工程建设参建单位,对倒虹吸工程施工图纸进行会审,深刻领会设计意图。

6.1.2 在项目法人主持下,勘测设计单位,应组织对监理单位、施工单位进行倒虹吸工程设计交底,主要交待倒虹吸工程主要建筑物的功能与特点、设计意图与施工过程质量控制要求。

6.1.3 渠道倒虹吸工程施工前,应做好水文气象资料搜集,测绘施工现场必要用图,进一步勘测倒虹吸工程地质等工作。

6.2 水文气象资源搜集

6.2.1 倒虹吸工程施工前,应搜集倒虹吸工程建设周围区域气温、负气温指数、降雨、风速等资料。寒冷地区,应收集历史最大冰冻深度及历时、冰冻压力、冻胀力、冰厚尺寸等。

6.2.2 搜集倒虹吸工程穿越河道河床、河道冲淤观测资料。有管理及资料观测条件的河道,应搜集洪水含砂量、输砂率及颗粒级配等资料。

6.2.3 对于采用水面线法和二维非恒定流数学模型的河流,应收集交叉建筑物所在河段不同断面过流量、过砂量、冲淤深度等要素资料。

6.2.4 查阅历年水文资料,搜集河道设计洪水与校核洪水过程线、水位~流量关系曲线、建筑物下游断

面水位流量关系曲线、水位~容积曲线、天然坡降、糙率、断面要素及历史洪水调查资料。

6.2.5 为了复核建筑物长度与当地排涝适应程度,应搜集5年、10年、20年、50年相应频率的洪水过程线。

6.3 现场施工用图测绘

6.3.1 现场地形图:穿越河道的倒虹吸工程,输水渠道总干渠与河流交叉的建筑物施工场址,自进口渐变段前100m至出口渐变段后延100m,轴线两侧外扩应 $\geq 100\text{m}$,绘制1:500~1:1000地形图,范围应满足渠道倒虹吸工程总体布置和施工总体布置需要。

为便于施工布置,对有防洪要求的倒虹吸或布置有退水闸的建筑物,应适当扩大施工用图测绘范围;对有河道归并的建筑物,应实测归并河道范围内1:1000地形图。

穿越其他工程设施的倒虹吸工程现场地形图测绘参照执行。

6.3.2 工程所处位置地形纵断面图:倒虹吸工程所处位置地形纵断面图测绘范围,应从倒虹吸进口渐变段前延100m至出口渐变段后延100m,位置为倒虹吸中轴线剖面。

6.3.3 工程所处河道河床纵断面图:倒虹吸工程穿越河道时,应绘制河道纵断面图。沿河道中泓线、主河槽最深处,测绘河道河床纵断面图长度500m,即在渠道倒虹吸中轴线左右侧河道上下游各250m。

6.3.4 工程所处河道河床横断面图:倒虹吸工程穿越河道时,应绘制河道横断面图。在倒虹吸工程中轴线左、右两侧河道上下游各100m处,测绘2个横断面,横断面长度与倒虹吸轴线纵断面等长。

6.3.5 地质勘探图:应根据倒虹吸工程建设需要,垂直河向,在建筑物轴线位置,布置1个纵剖面;顺河向,布设至少5个横剖面图,其中1个横剖面应布置在河道中泓线位置,测绘精度应 $\geq 1/1000$ 。

6.3.6 建筑材料图:应根据倒虹吸工程所需各类天然建筑材料的产地、位置,绘制天然建筑材料分布图及交通路线图。

6.4 地质勘探

6.4.1 倒虹吸工程施工前,应根据倒虹吸工程建设需要,进一步开展地质勘探工作,获取准确、翔实、健全、符合实际的工程地质资料。

6.4.2 地质勘察,应包括建筑物所在位置地下地质钻探工程周边地质勘察和工程建筑材料现场考察。按照地质勘探图确定的位置,在倒虹吸工程建筑物轴线进行地质勘探;在倒虹吸管身进出口岸坡,对岸坡稳定性进行地质勘察和评价;在工程周边,对工程所需各类天然建筑材料的产地、储量、质量与开采、运输条件,建筑材料物理力学性能,进行现场考察。

6.4.3 倒虹吸工程地质勘探报告,应包括下列内容:

- 1) 工程范围内岩层的岩性、产状、构造、软弱夹层的分布状态。
- 2) 基岩裂隙的性质及其分布状态。
- 3) 高压缩性粘土或膨胀性岩(土)、黄土类土、淤泥、流砂的分布状态。
- 4) 轴线附近区域的水文地质条件。
- 5) 各岩(土)层地基承载力标准值、重度、内摩擦角、凝聚力、弹性模量(压缩模量)、泊桑比、孔隙比、摩擦系数等物理力学性质。

7 工程布置

7.1 一般规定

7.1.1 倒虹吸工程整体布置,应充分考虑工程所在地的地形、地貌、地质条件,施工放线时,应因地制宜,尽量考虑降低工程造价,方便施工及建成后运行管理等因素。

7.1.2 倒虹吸工程整体布置时,在地形、地质条件允许下,倒虹吸整体工程轴线应尽可能与主河床成正

交线布置;穿越铁路、公路及城镇的倒虹吸工程,应根据相关部门的要求,综合考虑其布置和管顶埋深。

7.1.3 倒虹吸工程管身水平管段布置,应考虑便于施工、检修和排水等因素综合确定,纵向应设置一定坡度。管身应结合地形、水文地质条件及河道冲刷深度等因素确定埋深。

正常情况下,倒虹吸水平段管身,应埋置于校核洪水冲刷深度以下 0.5m,当顶板位于河道校核洪水位冲刷线以上时,宜采用混凝土或钢筋混凝土等防护措施,管顶回填土应恢复至原河床高程。

7.1.4 河道左右两岸导流堤、裹头形状和长度,应按工程防洪校核标准要求与设计进行布置,并结合工程现场实际情况确定。

7.1.5 倒虹吸设有节制闸时,节制闸应布置在出口闸室段内。

7.2 进出口段布置

7.2.1 倒虹吸工程进、出口段建筑物布置,应根据设计确定的体型及结构型式,在满足工程稳定、防渗的前提下,达到水力条件良好,运行可靠要求。

7.2.2 进口段包括进口渐变段、进口检修闸室段两部分。倒虹吸工程穿越多泥沙河流时,进口渐变段应设置沉沙池。渐变段尾部、倒虹吸管身进口处设检修闸门,拦挡渠道上游来水,方便倒虹吸管身检修。

7.2.3 出口段包括出口工作闸室段(节制闸)、出口渐变段两部分。出口工作闸室段布置工作闸门和检修闸门。倒虹吸需要设置节制闸的,检修闸门与节制闸门布置应相互协调。闸室应布置在出口渐变段之前。出口渐变段不布置消力池。

7.3 倒虹吸管身段布置

7.3.1 倒虹吸工程管身建筑物的布置,包括斜管段、水平管段。管身段布置应考虑倒虹吸轴线纵坡、地形、地质、施工以及水平管顶埋深等条件确定。

7.3.2 倒虹吸管身下方,应在开挖基面上平铺 10~20cm 厚碎石垫层(岩基除外),上铺 0.1m 厚 C10 素混凝土,涂抹沥青后再浇筑管身。垫层应在管身两侧外延宽度应 ≥ 50 cm。

7.3.3 倒虹吸管身横向缝间距,应根据地基特性、断面尺寸、温度变幅等条件确定。土基上,现浇钢筋混凝土管横缝间距,应采用 15~20m;岩基上,应采用 10~15m,若设置垫层时,应采用 15~20m。

7.3.4 倒虹吸斜管段,应每隔一定距离设一排齿墙,以增加抗滑稳定性。

7.3.5 倒虹吸管身穿越堤防工程时,应从堤基部位穿过,不允许穿越堤身,并复核堤基渗透稳定性,采取相应截渗措施。

7.3.6 倒虹吸管身铺设的长度,应满足下列规定:

- 1) 穿越河道时,应不降低河道现有防洪排涝标准,水平管段的长度不小于河道行洪口门宽度。
- 2) 穿越其他工程时,应考虑该工程安全、稳定等要求。
- 3) 应尽量减少施工的工程量。

7.4 指标控制

7.4.1 倒虹吸工程布置,指标控制的主要任务,是确保倒虹吸工程尺寸、高程、布置形式等各种设计指标完整实现。

7.4.2 倒虹吸工程整体布置,应首先满足设计指标要求,并充分考虑工程所在地的地形、地貌、地质条件,因地制宜,严格控制工程关键技术指标。

7.4.3 倒虹吸工程应按加大流量及给定的设计断面尺寸,以一定的安全余量进行控制;管身段孔口高度比、孔壁尺寸,在满足过流能力条件下,应考虑结构受力、配筋的合理性和施工条件。

7.4.4 倒虹吸结构尺寸控制误差应 ≤ 5 mm,管身轴向控制误差应 ≤ 5 mm,高程控制误差应 $< \pm 3$ mm,土石方开挖、填筑控制误差应 $< \pm 50$ mm。

8 施工质量技术控制

8.1 一般规定

- 8.1.1 倒虹吸工程质量控制标准,应按照 SL 176、SL 631~SL 635 及其它相关标准执行。
- 8.1.2 倒虹吸工程施工质量评定验收,按照小、中、大层次逐级从小到大进行。首先评定验收单元工程,然后在单元工程验收基础上评定验收分部工程,再从分部工程验收基础上评定验收单位工程。
- 8.1.3 倒虹吸单元工程,施工单位应按“三检制”要求完成自检,即对单元(工序)工程施工质量,进行“班组自检、施工队复检、施工单位质检机构终检”的三级质量检验。
- 8.1.4 倒虹吸单元工程检验项目,分为主控项目和一般项目;倒虹吸工程项目施工质量评定等级分为“合格”和“优良”两级,合格等级是工程基本验收标准,优良等级是为工程项目质量创优而设置的质量标准。
- 不合格工程必须进行处理且达到合格标准后,才能进行后续工程施工或验收。
- 8.1.5 倒虹吸工程质量控制、等级评定的主要依据,应满足下列要求:
- 1) 国家及有关部门颁布的相关法律法规、规程规范、技术标准等。
 - 2) 有关建设规划、初步设计文件、施工图纸等批复文件以及项目变更调整、批复文件。经批准的设计图样与技术条件、设计修改通知书。
 - 3) 项目建设双方约定、施工合同及工程承包合同中约定的技术标准。
 - 4) 厂家提供的设备安装说明书及有关技术文件。
 - 5) 按有关规定应取得的项目建设其他审批手续。
 - 6) 工程施工期及试运行期的试验和观测分析成果。

8.2 土方工程质量控制

- 8.2.1 土方单元工程质量检验,应按照 SL 176、SL 223、SL 631 及其它相关标准执行。
- 8.2.2 土方开挖施工单元工程分为表土及土质岸坡清理、软基和土质岸坡开挖 2 个工序,其中,软基和土质岸坡开挖为主要工序;土料碾压单元工程分为土料摊铺与土料碾压两个工序,其中土料碾压工序为主要工序。
- 8.2.3 土方开挖单元工程检查项目与质量标准,应符合表 1 规定:

表 1 土方开挖单元工程检查项目与质量标准 (单位:cm)

项次	检验项目		质量标准
1	土方开挖	土方清理与不良土质处理	无树木、树根、草皮、乱石、坟墓、淤泥、腐殖土等,水井、泉眼、地道、坑窖等洞穴处理应符合设计要求
2		土质岸边坡度开挖	风化岩石、坡积物、滑坡体等处理应符合设计要求
3	土质洞室开挖	初期支护表面平整度	允许偏差为:—5~5
4		洞、井轴线	允许偏差为:—5~5
5		底部标高	允许偏差为:0~10
6		径向尺寸	允许偏差为:0~10
7		侧向尺寸	允许偏差为:0~10
8		开挖平整度	允许偏差为:10
备注		检验频次数量执行 SL 631 有关规定	

- 8.2.4 软基与土质边坡开挖单元工程检查项目与质量标准,应符合表 2 规定:

表2 软基与土质边坡开挖单元工程检查项目与质量标准

(单位:cm)

表 2 软基与土质边坡开挖断面尺寸允许偏差		
项次	检验项目	质量标准
1	基坑断面尺寸及开挖面平整度 (无结构要求或配筋)	长或宽 ≤ 100 ,允许偏差为: $-10\sim 20$
		长或宽 > 100 ,允许偏差为: $-20\sim 30$
		坑(槽)底部标高,允许偏差为: $-10\sim 20$
		垂直或斜面平整度,允许偏差为: ≤ 20
2	基坑断面尺寸及开挖面平整度 (有结构要求或配筋)	长或宽 ≤ 100 ,允许偏差为: $0\sim 20$
		长或宽 > 100 ,允许偏差为: $0\sim 30$
		坑(槽)底部标高,允许偏差为: $0\sim 20$
		斜面平整度,允许偏差为: 15
备注		检验频次数量执行 SL 631 有关规定

8.2.5 土方填筑碾压单元工程检查项目与质量标准,应符合表3规定:

表3 土方填筑单元工程检查项目与质量标准

(单位:cm)

项次	检验项目	质量标准
1	触面处理质量	建基面地基压实,符合设计要求
		土质地基面,刨毛 3~5
		岩面或混凝土面,涂刷泥浆或黏土水泥浆 3~5;裂隙岩面 5~10
2	铺填搭接宽度	碾压搭接宽度:平行堤轴线方向应 ≥ 50 ,垂直堤轴线应 ≥ 150
		夯击搭接宽度:夯迹搭接宽度应 $\geq 1/3$ 夯径
		铺填边线宽裕度:人工施工 ≤ 10 、机械施工 ≤ 30
3	铺料厚度	厚度:试验确定;偏差:厚度 ≤ 5 、超填 $\leq \pm 20$ 、轴线 $\leq \pm 30$
		机械铺料:5~10t 平碾,厚度 20~25;12~15t 平碾、斗容 2.5m ³ 铲运机、5~8t 振动碾,厚度 25~30;斗容 ≥ 7 m ³ 铲运机、10~16t 振动碾、加载气胎碾,厚度 30~50
		人工铺料:夯击厚度 15~20
4	压实质量	压实度:1 级应 $\geq 94\%$;高 ≥ 600 的 2、3 级,应 $\geq 92\%$;高 < 600 的 3 级,应 $\geq 90\%$
		干密度:符合设计要求。无粘性土的土方填筑应 ≥ 0.65 ; 填筑高度 ≥ 600 的土方填筑应 ≥ 0.65 ;筑高度 < 600 的土方填筑应 ≥ 0.60
		取样合格率 $\geq 80\%$
备注		检验频次数量执行 SL 631 有关规定

8.3 石方工程质量控制

8.3.1 石方单元工程质量检验,应按照 SL 176、SL 223、SL 631 及其它相关标准执行。

8.3.2 岩石开挖单元工程检查项目与质量标准,应符合表4规定:

表4 岩石开挖单元工程检查项目与质量标准

(单位:cm)

项次	检验项目	质量标准
1	岩石基坑断面尺寸及开挖面平整度 (无结构要求或配筋)	长或宽 ≤ 100 ,允许偏差为: $-10 \sim 20$
		长或宽 > 100 ,允许偏差为: $-20 \sim 30$
		坑(槽)底部标高,允许偏差为: $-10 \sim 20$
		垂直或斜面平整度,允许偏差为: 20

续表 4

项次	检验项目	质量标准
2	岩石基坑断面尺寸及开挖面平整度 (有结构要求或配筋)	长或宽 ≤ 100 ,允许偏差为:0~10
		长或宽 > 100 ,允许偏差为:0~20
		坑(槽)底部标高,允许偏差为:0~20
		斜面平整度,允许偏差为:15
3	岩石洞及岩石井轴线	允许偏差为: -5~5
4	岩石壁面局部超、欠挖及平整度 (无结构要求或无配筋预埋件)	底部标高,允许偏差为: -10~20
		径向尺寸,允许偏差为: -10~20
		侧向尺寸,允许偏差为: -10~20
		开挖平整度,允许偏差为:15
5	岩石壁面局部超、欠挖及平整度 (有结构要求或有配筋预埋件)	底部标高,允许偏差为:0~15
		径向尺寸,允许偏差为:0~15
		侧向尺寸,允许偏差为:0~15
		开挖平整度,允许偏差为:10
备注		检验频次数量执行 SL 631 有关规定

8.3.3 砂砾料铺填单元工程检查项目与质量标准, 应符合表 5 规定:

表 5 砂砾料铺填单元工程检查项目与质量标准

(单位: cm)

项次	检验项目	质量标准
1	砂砾压实质量	压实度,符合设计要求
2	填筑规格尺寸	超填允许偏差 $\leqslant\pm 20$
		厚度:试验确定;偏差 $\leqslant 10\%$
		轴向允许偏差 $\leqslant\pm 30$
		铺填宽度宽裕度偏差:0~10
备注		检验频次数量执行 SL 631 有关规定

8.3.4 砌体单元工程质量检查的项目与标准, 应符合表 6 规定:

表 6 砌体单元工程质量检查项目与标准

(单位: cm)

项次	检查项目	质量标准
1	干砌石砌体	表面平整度偏差 $\leq \pm 5$, 厚度偏差 $\leq \pm 10\%$, 坡度偏差 $\leq \pm 2\%$
2	浆砌石砌体	轴线偏差 $\leq \pm 1$, 顶面标高偏差 $\leq \pm 1.5$, 厚度偏差 $\leq \pm 2$
3	砌体质量	砌体垫层稳固, 大块压边, 咬扣紧密, 上下错缝
4	水泥砂浆砌体平缝	缝宽: 粗料石 1.5~2、预制块 1~1.5、块石 2~2.5; 偏差 $\leq \pm 10\%$
5	水泥砂浆砌体竖缝	缝宽: 粗料石 2~3、预制块 1.5~2、块石 2~4; 偏差 $\leq \pm 10\%$
备注		检验频次数量执行 SL 631 有关规定

8.4 混凝土工程质量控制

8.4.1 倒虹吸混凝土单元工程质量检验按照 SL 176、SL 223、SL 632 及其它相关标准执行。

8.4.2 倒虹吸工程所选用的混凝土浇筑设备的浇筑能力, 应与倒虹吸混凝土工程的混凝土浇筑强度相适应, 工程混凝土建筑物需要不间断浇筑时, 混凝土浇筑设备应能确保混凝土施工的连续性。

8.4.3 混凝土浇筑单元工程质量检查的项目与标准, 应符合表 7 规定:

表 7 混凝土浇筑单元工程质量检查项目与标准 (单位:cm)

项次	检查项目	质量标准
1	砂浆铺筑厚度	铺设均匀,厚度宜为 2~3
2	混凝土入仓料	无不合格料,温度、坍落度、配合比满足设计要求
3	混凝土分层厚度	铺设均匀,厚度应≤振捣棒有效长度的 90%
4	受力钢筋间距偏差	排架、柱、梁≤±0.5d;板、墙、箍筋≤±0.1 倍间距
5	混凝土保护层厚度	局部偏差≤±1/4 净保护层厚度
6	混凝土形体尺寸	符合设计要求,偏差≤±2
7	混凝土外观质量	无裂缝、蜂窝、麻面、错台、变形等质量问题蜂窝麻面累计面积≤0.5%,孔洞面积≤0.01/个,裂缝深度<钢筋保护层厚度
备注		检验频次数量执行 SL 632 有关规定

8.5 倒虹吸基础工程质量控制

- 8.5.1 倒虹吸基础清理单元工程质量检验,应按照 SL 176、SL 223、SL 634 及其它相关标准执行。
- 8.5.2 倒虹吸基础清理单元工程,应分为基面清理与基面平整压实两个工序,其中基面平整压实工序为主要工序。
- 8.5.3 倒虹吸基础清理范围,应包括协管段、水平段管身基础及倒虹吸进出口工程基础,其边界应在设计基面边线外延 0.3~0.5m。
- 8.5.4 倒虹吸基础清理后应对发现的问题进行处理:倒虹吸基础内的井窖、墓穴、树坑、坑塘及动物巢穴,按土石方填筑要求回填处理;倒虹吸基础清理后应平整、压实,表面无显著凸凹,无松土、弹簧土,符合设计及 SL 260 要求。
- 8.5.5 倒虹吸基础清理单元工程质量评定标准,应满足下列规定:
- 1) 外观质量:无淤泥、腐殖土、泥炭等不合格土及草皮、树根、建筑垃圾等杂物。
 - 2) 合格标准:清理范围检测合格率应≥70%、压实质量检测合格率应≥80%。
 - 3) 优良标准:清理范围与压实质量检测合格率应≥90%。

8.6 护坡工程质量控制

- 8.6.1 护坡工程,包括倒虹吸管身段河道左右岸堤防护坡、倒虹吸进出口与输水渠道连接处的渠道护坡工程等,其单元工程,质量检验按照 SL 176、SL 223 及其它相关标准执行。
- 8.6.2 护坡工程构造,自内到外,依次铺设土工织物、砂砾石垫层、护坡砌筑体。
- 8.6.3 护坡工程形式,包括石笼、毛石粗、干砌石、浆砌石、预制块、现浇混凝土、模袋混凝土、灌砌石、草皮等。
- 8.6.4 护坡单元工程质量检查的项目与标准,应符合表 8 规定:

表 8 护坡单元工程质量检查项目与标准 (单位:cm)

项次	检查项目		质量标准
1	砂石垫层		砂(石)级配、厚度及垫层表面平整度、坡度,符合设计要求
2	土工织物		锚固、平整度、坡度及垫层连接方式和搭接长度符合设计要求
3	护坡形式	石笼	厚度、绑扎点间距允许偏差±5;坡度平顺允许偏差±8;网片间距允许偏差±10
		毛石粗	厚度<50 允许偏差±5,厚度>50 允许偏差±10;平整度允许偏差±10;块重符合设计要求;石块稳固、无松动

表 8 护坡单元工程质量检查项目与标准

(单位:cm)

项次	检查项目		质量标准
3	护坡形式	干砌石	厚度 <50 允许偏差 ± 5 ;厚度 50 允许偏差 ± 10 ;平整度允许偏差 ± 8 ; 石料块重符合设计要求;缝宽 <1.5 ,缝长 <50 ;石块砌筑稳固、 大块压边、咬扣紧密、无松动
		浆砌石	厚度、平整度允许偏差 ± 5 ;顶面标高偏差 $\leq \pm 1.5$; 座浆饱满度 $>80\%$;排水孔连续贯通,孔径、孔距允许偏差 $\pm 5\%$ 设计值; 变形缝勾填无开裂、脱皮现象
		预制块	混凝土预制块外观表面平整,无掉角断裂,允许偏差 ± 0.5 ; 铺筑平整、稳固、缝线顺直,平整度允许偏差 ± 1
		现浇混凝土	厚度、平整度允许偏差 ± 1 ;排水孔连续贯通, 孔径、孔距允许偏差 $\pm 5\%$ 设计值;变形缝符合设计要求
		模袋混凝土	模袋搭接和固定方式符合设计要求;厚度允许偏差 $\pm 5\%$ 设计值; 排水孔连续贯通,孔径、孔距允许偏差 $\pm 5\%$ 设计值
		灌砌石	细石混凝土填灌均匀密实、饱满;排水孔连续贯通,孔径、孔距允许偏差 $\pm 5\%$ 设计值;厚度允许偏差 ± 5 ;平整度允许偏差 ± 8 ;变形缝符合设计要求
		草皮	坡面清理、铺植密度、排水沟设置符合设计要求; 铺植长度允许偏差 ± 30 ,宽度允许偏差 ± 20

8.7 特殊问题质量控制

8.7.1 雨水冲刷问题:倒虹吸进、出口连接的总干渠外坡,应采用浆砌块石、砌石、钢筋笼等措施进行加强防护。护砌长度、宽度及深度视地质及布置位置应经计算确定。

8.7.2 洪水冲刷问题:为保护倒虹吸工程斜管段及进、出口不受洪水冲刷,应采取工程措施进行适当防护。

8.7.3 河岸冲刷问题:为稳定河岸,与河岸平顺联接,河道左右岸应根据局部冲刷深度,采用浆砌块石、铅丝石笼、干砌块石和防冲槽等措施加强防护,防止河水在倒虹吸进口、出口处倒灌倒虹吸管身。

8.7.4 河道冲刷问题:倒虹吸穿越河道是输水渠道常见的工程措施。当倒虹吸管顶未在埋置冲刷线以下时,应对管身上、下游段河床及管身下地基进行抗冲刷护砌,加强防护;当河道缩窄时,应对河道两岸导流堤端头进行抗冲刷加固处理。

8.7.5 抗滑稳定问题:倒虹吸水平段管身在河床部位布置,均按一定纵向坡度埋置于河床下,纵向坡度较小,无需考虑抗滑稳定问题;斜管段抗滑稳定,应按最易失稳的一节管段参照 SL 265 规定进行处理。

8.7.6 管身沉降问题:倒虹吸管身地基沉降差和沉降量应符合相关要求,当管身间、管身与闸室间、闸室与渐变段间等相邻构筑物间沉降量,超过止水结构允许的数值时,应对地基进行加强处理。

8.7.7 地震损害问题:地震烈度 ≥ 7 度地区,应对软弱地基进行处理,软弱地基的判别与处理应执行 GB 50007 相关规定。

8.7.8 地基失稳问题:当地基承载力、沉降量、渗透稳定性、砂土的抗液化能力等指标之一不能满足建筑物安全要求时,即需采用适当的工程措施进行处理,以保证建筑物的安全和正常使用。地基处理执行 SL 265 相关规定。

8.7.9 管身失稳问题:当倒虹吸管身段单节可能出现下述情况之一时,应对管身纵向结构进行加固处理:

- 1) 管节周围地质条件不同,周围土物理力学参数有明显差异者。
- 2) 因河床冲淤作用或地基下卧层引起不均匀沉降。
- 3) 管节上方回填土层厚度变化较大或因衔接建筑物的影响不能忽略者。
- 4) 管节较长者。

9 配套工程技术要求

9.1 一般规定

9.1.1 倒虹吸配套工程质量控制标准,应执行 SL 176、SL 631~635 及其它相关标准。

9.1.2 倒虹吸配套工程很多,本规程仅列出金属结构工程、输配电工程两个关键工程,并提出相关技术控制指标与措施。

9.2 金属结构工程

9.2.1 倒虹吸工程中所含钢管、钢闸门及拦污栅等金属结构焊接单元工程质量无损检验,应根据施工图样和相关标准进行。一类、二类焊缝的射线、超声波、磁粉、渗透探伤等检测方法,分别执行 GB/T 11345、相关规定。

9.2.2 金属结构中钢闸门及拦污栅焊接单元工程质量检验,应执行 GB/T 14173 相关规定;启闭机焊接单元工程质量检验,应执行 SL/T 381 相关规定;压力钢管焊接单元工程质量检验,应执行 SL 36、SL 432 相关规定。

9.2.3 金属结构表面防腐单元工程质量,应执行 SL 105、SL 432 相关规定。

9.2.4 金属结构焊接单元工程质量检查的项目与标准,应符合表 9 规定:

表 9 金属结构焊接单元工程质量检查项目与标准 (单位:mm)

项次	检查项目	质量标准
1	一类焊缝	外观:无夹渣、表面气孔、缺焊、飞溅、电弧擦伤、焊瘤、连续绕角断焊等现象;咬边深 <0.5 ;焊脚高度 <12
		内部:应 $>$ Ⅱ级标准(合格);一次合格率 $>90\%$ (优良)
2	二类焊缝	外观:无夹渣、缺焊、飞溅、电弧擦伤、焊瘤、连续绕角断焊等现象;咬边深 <0.5 ;直径 1 的表面气孔 <3 个/m;焊脚高度 <12
		内部:应 $>$ Ⅱ级标准(合格);一次合格率 $>95\%$ (优良)
3	三类焊缝	外观:无飞溅、电弧擦伤、焊瘤、连续绕角断焊等现象;夹渣深 $<0.1\delta$ 、长 $<0.3\delta$;咬边深 <1 ;直径 1.5 的表面气孔 <5 个/m;缺焊深 <1 ,且 $<4\%$ /m;焊脚高度 <12
		内部:应 $>$ Ⅲ级标准(合格);一次合格率 $>90\%$ (优良)
注	δ 钢板厚度	

9.3 输配电工程

9.3.1 倒虹吸工程的输配电工程,包括高、低压输电线路和变配电装置。

9.3.2 倒虹吸工程输电线路、塔杆、塔基的材质、标识、安全防护设施应满足安全用电需要。

9.3.3 倒虹吸工程的输配电设施应符合电力系统安装与运行相关标准,布设应与倒虹吸工程位置、管身走向、使用功能及效果等相结合,保证倒虹吸工程运行期间用电质量和安全。

9.3.4 输电线路,采用埋地敷设电缆时,在电缆上应设铺砖等保护层,地理线土层厚度应满足最大冻土深度及其他相关规定;室外明敷时,应尽量避免日光直射。

9.3.5 变压器应装设在地面变台上或装设在杆上,金属壳外缘与有关设施最小间距应符合安全距离;变压器绝缘子最低瓷裙距地面高度小于安全高度时,应设置固定围栏。

9.3.6 倒虹吸工程变配电装置,应采用适合的变台、变压器、配电箱(屏)等设备设施及断路器、互感器、

- 起动机、避雷器、接地等保护装置,并应设置安全防护设施及名称、代号等警示标识。
- 9.3.7 倒虹吸工程信息化、现代化建设,应根据倒虹吸工程管理要求,宜布设弱电设施。
- 9.3.8 倒虹吸工程输配电装置单元工程质量检查的项目与标准,应符合表 10 规定:

表 10 输配电工程单元工程质量检查项目与标准 (单位:m)

项次	检查项目	质量标准
1	输电线塔杆	拉线塔杆或钢筋混凝土杆
2	塔基	混凝土或钢筋混凝土基础
3	高低压输电线路	钢芯铝绞线,线距由运行经验确定
4	低压输电电缆	地埋冻土层下且应>0.7
5	台上变压器	外壳距地建筑物净高度应>0.8
6	杆上变压器	无遮拦导电部分距地面高度应>3.5
7	变压器绝缘子	最低瓷裙距地面高度应>2.5;固定围栏高度应≥1.5

10 施工质量验收

10.1 基本要求

- 10.1.1 倒虹吸单元(工序)工程施工质量验收,应执行 SL 176、SL 223、SL 631~SL 635 及其它相关标准、或合同约定。
- 10.1.2 倒虹吸分部工程施工质量验收,应执行 SL 223 及其它相关标准。
- 10.1.3 倒虹吸单位工程施工质量验收,应执行 SL 223 及其它相关标准。



团体标准
倒虹吸工程施工技术规程
Technical specification for construction of inverted siphon engineering
T/CPPC 1076—2024

*

中国建材工业出版社 出版
各地新华书店经售
北京印刷集团有限责任公司印刷
版权所有 不得翻印

*

开本：880mm×1230mm 1/16 印张 1.25 字数 32 千字
2024 年 3 月第一版 2024 年 3 月第一次印刷

定价：48.00 元

统一书号：155160·4609

本社网址：www.jccbs.com 电话：(010)57811389
地址：北京市海淀区三里河路 11 号 邮编：100831