

T/XXXX

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工要求

Construction requirements of molded concrete lining of hydraulic conveyance tunnel

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 – XX – XX 发布

2024 – XX – XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 发 布

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 总则 2

5 施工准备 2

6 初期支护及基础面质量检查与处理 5

7 钢筋制作与安装 5

8 预埋件安装 7

9 模板制作与安装 9

10 混凝土衬砌施工 10

11 隧洞回填灌浆 15

12 质量检验 16

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。

本文件由浙江钱塘江水利建筑工程有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：浙江钱塘江水利建筑工程有限公司、浙江省环保集团有限公司、浙江省环保集团生态环保研究院有限公司、浙江钱塘江海塘物业管理有限公司、浙江企听科技发展有限公司。

本文件主要起草人：马小康、石宝锁、徐兴英、陆黎阳、沈盼军、章科锋、颜一凡、王旭、刘坚、郑哲鹏、吴刚、杨虎林、邓强、李磊、曾秋宇、令兆祥、梁军、单丹娜、王帅、吴法东、高静、徐霄果、龚雪萍、陈骏、王周康、杨帆。

水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工要求

1 范围

本文件规定了水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工的总则、施工准备、初期支护及基础面质量检查与处理、钢筋制作与安装、预埋件安装、模板制作与安装、混凝土衬砌施工、隧洞回填灌浆和质量检验。

本文件适用于水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工。

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/T 1596—2017 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 2059 铜及铜合金带材
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 10171 建筑施工机械与设备 混凝土搅拌站（楼）
- GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 18173.2 高分子防水材料 第2部分：止水带
- GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂
- GB/T 50113 滑动模板工程技术标准
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB/T 50214 组合钢模板技术规范
- GB/T 50662 水工建筑物抗冰冻设计规范
- JGJ/T 128 建筑施工门式钢管脚手架安全技术标准
- JGJ 130 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范
- JGJ 166 建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范
- SL 32 水工建筑物滑动模板施工技术规范
- SL 52 水利水电工程施工测量规范
- SL 191 水工混凝土结构设计规范
- SL/T 352—2020 水工混凝土试验规程
- SL 632 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
- SL 633 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准-地基处理与基础工程
- SL 677 水工混凝土施工规范
- SL 734 水利工程质量检测技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

模筑混凝土衬砌 **molded concrete lining**

为防止围岩变形或坍塌、降低隧洞输水糙率，沿隧洞洞身周边现场支模、整体浇筑而成的永久性混凝土或钢筋混凝土支护结构。

3.2

初期支护 primary support

隧洞开挖后立即施作的第一次支护。

3.3

首件验收 first acceptance

隧洞混凝土衬砌和回填灌浆在首次施工或间隔较长时间重新施工时，为验证施工工艺的合理性和质量管理的适宜性，由项目法人组织设计、监理、施工等单位进行的检查和验收。

3.4

回填灌浆 backfill grout

为保证顶拱密实，用水泥浆液填充隧洞顶拱混凝土与围岩间的空隙，以增强结构物的整体性。

4 总则

4.1 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工应严格执行国家法律法规、相关技术标准，按照设计文件施工，满足工程结构安全、耐久性能及使用功能要求。

4.2 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工宜推广使用新技术、新工艺、新材料，并经过试验论证后使用，保证衬砌施工安全可靠、技术先进、经济合理。

4.3 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工过程中，应及时开展混凝土衬砌实体质量检测，发现问题应分析原因，改进施工工艺，完善施工质量保证措施。

4.4 施工过程中应及时收集整理混凝土衬砌施工的原始数据和资料，做到与工程建设过程同步，资料应系统、完整、真实、可追溯。

5 施工准备

5.1 一般规定

5.1.1 施工单位应根据设计文件、合同文件和现场实际进行施工组织准备、技术准备和现场准备，合理配置施工机具与设施。

5.1.2 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工应编制施工方案、作业指导书，并组织技术交底和人员培训。

5.1.3 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工前应进行工艺试验，验证施工工艺的合理性和可靠性，实现施工作业的标准化和规范化。

5.2 技术准备

5.2.1 施工单位应熟悉设计文件，做好现场调查和设计文件的核对工作。

5.2.2 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工方案应结合工程特点、施工难点、工期要求、施工条件等因素编制。主要内容应包括：

- a) 编制依据；
- b) 工程概况；
- c) 施工总体安排、施工进度计划及施工总平面布置；
- d) 施工准备与资源配置；
- e) 主要施工工艺、施工方法和技术要求；

- f) 质量目标、控制要点和保证措施；
- g) 质量检验方法和验收标准；
- h) 质量通病及防治措施；
- i) 施工期安全监测；
- j) 施工安全保证措施；
- k) 计算书及相关图纸。

5.2.3 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工应针对主要工序编制作业指导书，明确作业流程、施工方法、质量标准、控制要点和保证施工质量与安全的具体措施。主要工序应包括：

- a) 初期支护及基础面质量检查与处理；
- b) 钢筋制作与安装；
- c) 预埋件安装；
- d) 模板制作与安装；
- e) 混凝土衬砌施工；
- f) 隧洞回填灌浆。

5.2.4 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工应实行分级技术交底制度，并形成书面记录。

5.2.5 施工单位应根据施工技术标准和现场施工质量控制需要，制定工程质量检测计划，明确检测项目、检测频次、检测数量等内容。

5.2.6 在技术准备阶段，施工单位应制定水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工质量通病防治措施。

5.3 施工测量

5.3.1 施工单位应编制测量方案，复核测量控制网，复核精度应符合 SL 52 的有关规定。

5.3.2 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工测量应包括下列内容：

- a) 施工放样；
- b) 变形监测；
- c) 施工断面测量。

5.3.3 施工中应定期对洞内控制点点位进行检查复核，形成校核成果。

5.4 工地试验室

5.4.1 施工单位宜在施工现场设置工地试验室。

5.4.2 工地试验室应根据工程规模由相应资质的检测单位设立。

5.4.3 工地试验室人员和设备的配备应与所承担的任务相适应，环境条件应符合有关标准要求。

5.4.4 工地试验室应建立健全岗位责任制和各项管理制度，主要包括仪器设备、检测环境、样品、试验检测、检测报告审核签发、混凝土施工配合比审核发放、不合格样品等管理制度。

5.4.5 工地试验室应在搅拌站（楼）设立现场试验区，配备满足原材料及拌合物质量控制需要的设备和人员，主要工作内容包括：

- a) 对砂石骨料的常规项目进行检测；
- b) 出具混凝土配料单；
- c) 对混凝土配料情况进行抽查；
- d) 检测混凝土拌合物性能；
- e) 按规范要求频次制作混凝土试件等。

5.4.6 工地试验室应建立检测台账、混凝土施工配合比发放台账、不合格样品台账等。

5.4.7 工地试验室投入使用前应经过项目法人组织的检查、验收。施工过程中，项目法人、监理单位

应对工地试验室检验结果进行抽查和复验。

5.5 机械设备

5.5.1 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工应根据隧洞长度、断面大小、地质条件、施工方法、工期要求、施工场地等因素，按照技术先进、安全适用、节能环保的原则合理配置施工机械设备。

5.5.2 混凝土拌和、运输、泵送、振捣等设备，应备有余量。

5.5.3 大断面长隧洞宜配置模板台车、钢筋台车和灌浆台车，便于钢筋绑扎、混凝土浇筑、灌浆等工序平行交叉作业。

5.5.4 施工机械的安装、使用、管理、维修和保养应严格执行有关规定，保证机械使用安全、正常运转。

5.6 混凝土搅拌站（楼）

5.6.1 混凝土搅拌站（楼）布置应根据现场地形因地制宜，合理布局，划分拌和作业区、试验检测区、材料库及运输车辆存放区等，各功能区应紧密配合，人、物、机流便捷顺畅。

5.6.2 混凝土搅拌站（楼）主要负责人、技术主管、操作手等关键岗位人员应具有相应的管理和操作经验，并经岗前培训，满足上岗要求。

5.6.3 混凝土搅拌站（楼）应建立健全岗位责任制和质量管理制度，主要包括混凝土生产、原材料检查验收、混凝土质量检验、计量设备标定、设备操作、维修保养等管理制度。

5.6.4 混凝土搅拌站（楼）设备应符合 GB/T 10171 的规定，具备自动计量、记录存储、显示等功能，能对混凝土拌和物生产过程进行监控。

5.6.5 混凝土搅拌站（楼）的生产能力应根据施工高峰期作业面数量、运距、混凝土需求量等因素综合确定。

5.6.6 混凝土搅拌站（楼）计量器具应经检定，并定期（每月不少于 1 次）自校。使用前，应对搅拌站（楼）称量控制系统进行标定。

5.6.7 混凝土搅拌站（楼）投入使用前应经过项目法人组织的检查、验收。

5.7 工艺试验

5.7.1 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工工艺试验包括钢筋连接、止水带连接、混凝土衬砌浇筑、回填灌浆等。

5.7.2 工艺试验前，施工单位应编制工艺试验方案并报监理单位审批，工艺试验方案应包含下列内容：

- a) 工艺试验目的、编制依据和原则；
- b) 主要施工方法、工艺参数及施工流程；
- c) 施工机械配置和人员投入、计划节点安排；
- d) 施工质量检测内容、方法；
- e) 质量控制要点和质量保证措施；
- f) 安全保证措施、应急预案等。

5.7.3 施工单位应按照批准的工艺试验方案进行工艺试验。工艺试验完成后，应整理分析试验成果，编制工艺试验成果报告，报监理单位审批。工艺试验成果报告应包含下列内容：

- a) 工艺试验概况；
- b) 工艺试验成果分析比选；
- c) 检测试验数据及相关报告；
- d) 确认的施工方法；

- e) 工艺参数和施工流程;
- f) 质量控制要点。

5.7.4 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌施工应实行首件验收制度, 后续工程质量不应低于首件工程质量标准。

6 初期支护及基础面质量检查与处理

6.1 一般规定

- 6.1.1 初期支护及基础面的轴线、高程和尺寸应符合设计要求, 不应侵占混凝土衬砌结构断面。
- 6.1.2 初期支护应与围岩紧密贴合成为整体的支护体系, 共同承受山岩压力, 之间不应留有空隙。
- 6.1.3 混凝土衬砌施工前, 施工单位应对隧洞初期支护及基础面的质量进行检查, 发现问题及时处理。

6.2 初期支护质量检查及处理

- 6.2.1 隧洞初期支护质量应符合设计和规范要求, 无明显凸起、凹陷、空鼓、脱落、裂纹、渗水等。
- 6.2.2 初期支护断面尺寸检查, 直线段断面间距不宜大于 5 m, 曲线段断面间距不宜大于 3 m, 结构变化或特殊部位应适当加测断面。
- 6.2.3 不良地质洞段的侵限部位处理应在保证安全的前提下, 按照先加固、后拆除和分部处理的原则进行凿除或拆除。凿除应自上而下进行, 未经安全技术论证或批准, 不应采用自下而上或造成岩体倒悬的处理方式。
- 6.2.4 初期支护与围岩贴合质量可采用简易锤击、无损检测、钻孔等方式检查。发现存在空穴、空鼓、松酥等问题, 应按照设计要求采用补喷、灌浆等方式处理。
- 6.2.5 初期支护渗水宜采取堵、防、截、排等措施综合治理, 保证混凝土浇筑过程无外部水进入仓内。

6.3 基础面处理

- 6.3.1 混凝土衬砌基础面高程、尺寸应符合设计要求。
- 6.3.2 岩石洞段基础面应清理至基岩面, 无松动岩石、虚渣、杂物、泥浆和积水等。
- 6.3.3 隧洞超挖部位可采用与衬砌相同强度等级的混凝土回填。除设计要求外, 严禁用其他方式回填。
- 6.3.4 隧洞内避车洞、集水井、施工设备安装间等应按设计要求封堵、回填。

6.4 质量控制要点

- 6.4.1 初期支护及基础面质量应符合 SL 632、SL 633 的规定。
- 6.4.2 项目法人应组织勘察、设计、监理、施工等单位组成联合验收小组, 共同检查核定初期支护及基础面质量, 填写联合验收签证表, 留存测量、地质编录、影像等相关资料。

7 钢筋制作与安装

7.1 一般规定

- 7.1.1 钢筋的牌号、规格、性能应符合国家现行标准和设计要求。
- 7.1.2 钢筋宜在加工棚内集中加工, 统一配送运至作业现场安装成型。
- 7.1.3 钢筋安装前应设置定位筋, 安装后的钢筋骨架应有足够的刚度和稳定性。
- 7.1.4 钢筋的安装位置、数量、规格、尺寸、接头连接质量, 应符合设计图纸和规程规范要求。

7.2 材料

- 7.2.1 钢筋应分批检验，同一牌号、同一炉号、同一规格的钢筋为一批，每批重量不大于 60 t。
- 7.2.2 进场钢筋应逐批检查其外观质量、力学性能、工艺性能和重量偏差，检验结果应符合相应标准的规定。
- 7.2.3 钢筋应平直、无损伤，表面无裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。
- 7.2.4 钢筋需要代换时，应得到设计单位的书面认可。
- 7.2.5 钢筋宜存放在仓库（棚）内，按不同品种、规格，分批堆置整齐；露天存放时，应垫高并遮盖。

7.3 钢筋制作

- 7.3.1 施工单位应根据设计图纸、施工组织和相关规范要求，编制钢筋下料表，经监理工程师审核后，交由钢筋加工厂统一制作。
- 7.3.2 钢筋的调直、清除污锈、弯折及端头加工应符合 SL 677 的有关规定。
- 7.3.3 加工成型的钢筋应挂牌、编号，按序堆放整齐。出厂前，施工单位应对其外观质量及规格尺寸进行检查验收。

7.4 钢筋连接

- 7.4.1 钢筋的连接方式应根据设计要求和施工条件选用。
- 7.4.2 钢筋焊接或机械连接前，应在现场施工条件下进行工艺试验，确定工艺参数。
- 7.4.3 钢筋连接及接头布置应符合 SL 677 和 SL 191 的规定。

7.5 钢筋安装

7.5.1 钢筋安装应遵循下列步骤：

- a) 测量放样；
- b) 安装径向定位钢筋；
- c) 安装纵向定位钢筋；
- d) 安装环向主筋、分布筋；
- e) 钢筋连接；
- f) 安装混凝土垫块。

7.5.2 钢筋安装应符合下列规定：

- a) 钢筋安装前，在安装范围内放设隧洞中线点、横断面十字线方向点，标出拱顶、起拱线和边墙的设计位置；
- b) 径向定位钢筋布置在隧洞横断面轮廓线（弧）段的转折点、中点等位置，与洞壁锚固牢靠，环向间距不宜大于 2 m，纵向间距不宜大于 3 m；
- c) 纵向定位钢筋焊接在径向定位钢筋上，焊接位置准确，保证环向主筋层间距及保护层厚度符合设计要求；
- d) 衬砌内、外层环向主筋按设计间距均匀绑扎于纵向定位钢筋上，也可使用卡槽控制钢筋安装间距；
- e) 分布筋与环向主筋的交叉点全部绑扎或焊接，焊接不损伤钢筋截面。

7.5.3 钢筋与模板之间应设置混凝土垫块，垫块的制作、设置和固定应符合下列规定：

- a) 混凝土垫块的耐久性和抗压强度不低于衬砌混凝土；
- b) 垫块相互错开、分散设置在钢筋与模板之间，布设数量不宜少于 4 个/m²，关键部位适当加密；
- c) 垫块与钢筋绑扎牢固，绑丝的丝头不进入保护层内。

7.5.4 隧洞铺设防水板时，径向定位钢筋不应穿破防水板设置。

7.5.5 混凝土浇筑前，应在底板（底拱）钢筋上搭设施工操作平台作为施工作业通道，避免直接踩踏钢筋。

7.5.6 当预留钢筋外露时间较长且环境湿度较大时，宜对钢筋采取防锈措施。

7.6 质量控制要点

7.6.1 钢筋进场时，施工单位应逐批检查钢筋合格证、出厂检验报告和外观质量，按规定进行复检，并经监理工程师核验合格。

7.6.2 钢筋制作及安装质量应符合 SL 632 的规定。

7.6.3 模板安装前，监理工程师应对钢筋安装质量进行隐蔽工程验收，其内容包括：

- a) 钢筋的牌号、规格、数量、尺寸、位置等；
- b) 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度等；
- c) 垫块的位置、数量、紧固程度、预留的钢筋保护层厚度等；
- d) 钢筋骨架的刚度、稳定性等。

8 预埋件安装

8.1 一般规定

8.1.1 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌中的预埋件主要包括止水、伸缩缝填料、管路、安全监测设施等。

8.1.2 预埋件的结构型式、位置、尺寸及材料的品种、规格、性能等应符合设计要求和有关技术标准。

8.1.3 预埋件安装完成后，应做好保护，避免移位、变形、损坏、堵塞等。

8.2 止水

8.2.1 止水带各项指标应符合 GB/T 2059 和 GB/T 18173.2 的规定。

8.2.2 金属止水带宜采用专门的成型机按设计形状、尺寸加工成型。表面应平整光滑，不应有机械加工引起的裂纹、孔洞等损伤，表面浮皮、锈污、油渍等污物应清除干净。

8.2.3 非金属止水片应塑化均匀，不应有气孔、变形、裂纹和撕裂等。

8.2.4 止水材料不应露天存放，以防日光直晒和雨雪浸淋，避免与油脂、酸、碱等物质接触。

8.2.5 伸缩缝止水带安装应符合下列规定：

- a) 止水带宜采用钢筋卡夹持固定，如图 1 所示；钢筋卡可采用 $\Phi 10$ 的钢筋弯制而成，安装间距不宜大于 50 cm；
- b) 止水带安装位置符合设计要求，与混凝土接缝面垂直，其中线位于衬砌接缝中心线上；
- c) 止水带固定牢靠，浇筑过程中不发生移位或扭曲。

8.2.6 施工缝纵向止水带（片）可采用钢筋卡与角钢组合的方式固定，钢筋卡的间距不宜大于 50 cm。

8.2.7 施工缝止水条安装应符合下列规定：

- a) 止水条宽度、厚度符合设计及规范要求；
- b) 预留槽槽身平直、槽面干净无杂物，槽深为止水条厚度的 1/2；
- c) 安装前先在预留槽内涂抹一层胶黏剂，使止水条与混凝土面黏结牢固；
- d) 止水条顺槽拉紧嵌入，与槽底密贴，无空隙，并用水泥钉固定，间距不宜大于 60 cm。

8.2.8 止水连接应符合下列规定：

- a) 止水连接前进行工艺性试验；
- b) 金属止水片连接宜采用搭接双面焊，搭接长度不小于 20 mm；经试验能满足质量要求亦可采用对接焊接；

- c) 橡胶止水带接头宜采用硫化热粘接，搭接长度不小于 100 mm；
- d) 止水带接头的抗拉强度不低于母材强度的 75%；
- e) 止水接头选在衬砌结构应力较小的部位。

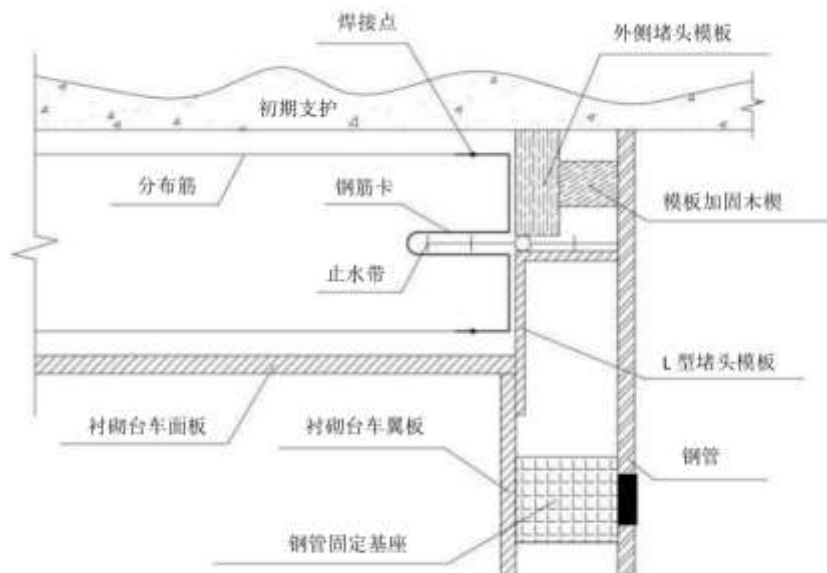


图1 止水带安装示意图

8.2.9 施工过程中，应对已安装的止水采取保护措施，防止止水被污染、刺破。

8.3 伸缩缝

8.3.1 环向伸缩缝应在同一平面内，不应错开。

8.3.2 伸缩缝缝面应平整、洁净，缝面填料应粘贴牢靠。

8.4 管路

8.4.1 灌浆导向管安装的位置、方向、数量应符合设计要求。

8.4.2 在围岩超挖较大、塌陷、溶洞等部位，应预埋灌浆和排气管路。埋管数量应不少于 2 根，埋设管路应通向回填部位的最高处。

8.4.3 排水、冷却等管路应按设计要求埋设。

8.4.4 埋设的管路应固定牢靠，管口应妥善保管，防止堵塞、移位。

8.5 观测仪器

8.5.1 观测仪器安装前应经测试、校正和率定。

8.5.2 观测仪器安装应符合下列规定：

- a) 观测仪器安装时，保证安装位置、方向和角度准确；
- b) 仪器安装定位后，经检查合格和校正，并读取初始值后方可浇筑混凝土；
- c) 混凝土浇筑时剔除仪器周围粒径大于 40 mm 的骨料，采用人工或小功率振捣器振捣密实，浇筑过程中由专人看护；
- d) 观测仪器埋入后应记录仪器编号、坐标和方向、埋设日期、埋设前后观测数据及环境情况等，及时成图；
- e) 观测仪器电缆采用专用电缆，接头绝缘、不透气、不漏水。

8.6 质量控制要点

8.6.1 止水带、伸缩缝填充材料、观测仪器进场时，施工单位应逐批检查产品合格证、出厂检验报告和外观质量，按规定进行复检或校准，并经监理工程师核验合格。

8.6.2 止水、伸缩缝（填充材料）、管路、观测仪器等预埋件安装质量应符合 SL 632 的规定。

8.6.3 模板就位前，监理工程师应对预埋件安装质量进行隐蔽工程验收，其内容包括：

- a) 预埋件的形状、尺寸、外观等；
- b) 预埋件的安装位置、角度、数量、固定及保护等；
- c) 止水带的连接方式、搭接长度、接头质量、接头位置等。

9 模板制作与安装

9.1 一般规定

9.1.1 模板工程应编制专项施工方案。对于超过一定规模的危险性较大的模板工程及支撑体系，施工单位应组织专家对专项施工方案进行审查论证。

9.1.2 模板和支架应符合下列规定：

- a) 模板和支架的选用与隧洞倾角、断面形状、施工条件和浇筑方法相适应；
- b) 具有足够的强度、刚度和稳定性，能够承受施工过程中产生的各类荷载，并保证变形在允许范围内；
- c) 模板板面平整、光洁，接缝严密、不漏浆；
- d) 安装和拆卸方便、安全，能够多次使用。

9.1.3 模板和支架投入使用前，监理工程师应组织检查、验收。

9.2 模板制作

9.2.1 平洞混凝土衬砌施工宜优先选用模板台车，竖井混凝土衬砌施工宜优先选用滑模或滑框倒模，斜井混凝土衬砌施工可采用滑模、模板台车等。

9.2.2 圆形平洞衬砌宜优先选用针梁模板等模板台车。异形断面宜采用组合钢模板。

9.2.3 组合模板、滑动模板的设计、制作及验收应符合 GB/T 50214、GB/T 50113 和 SL 32 的规定。

9.2.4 采用定型钢管脚手架作为模板支架材料时，支架的设计应符合 JGJ/T 128、JGJ 166、JGJ 130 的规定。

9.2.5 模板台车制作应满足下列要求：

- a) 有效衬砌长度宜为 6 m~12 m；
- b) 使用的材料、电气、液压等设备符合国家现行标准，电气系统具有防漏电、防触电装置；
- c) 模板撑张、收缩自如，具有定位微调 and 锁定机构，定位准确、支撑稳固；
- d) 边墙作业窗口分层设置，层高不宜大于 2 m，每层相邻窗口间距不宜大于 3 m，窗口净空不宜小于 45 cm×45 cm，顶部浇筑口不宜少于 3 个；
- e) 台车附着式振捣器布置合理，振捣间距与其有效工作范围相匹配，相邻振捣器宜错开布置，振捣范围覆盖全部浇筑面，振捣器的频率、功率满足施工需要；
- f) 模板接缝平整、严密；
- g) 台车行走自如，制动系统安全、可靠；
- h) 全断面或底拱台车具有抗浮装置。

9.3 模板安装

9.3.1 模板安装前应进行测量放样，根据隧洞中线、标高及断面设计尺寸，确定衬砌立模位置。

9.3.2 模板台车安装应符合下列规定：

- a) 轨道宜安装在衬砌混凝土表面或枕木上，不损伤混凝土衬砌；轨道中心线与隧洞中心线偏差小于 1 cm；
- b) 模板台车与已浇筑混凝土面接触紧密，搭接平顺，搭接长度不宜小于 10 cm；
- c) 模板台车就位后，对其安装位置、尺寸进行复核，复测无误后锁紧行走系统，紧固模板支撑体系。

9.3.3 滑模、滑框倒模安装应符合 GB/T 50113、SL 32 的规定。

9.3.4 组合模板安装应符合 GB/T 50214、SL 677 的规定。

9.3.5 模板安装应定位准确，支撑稳固，堵头模板应封堵严密。

9.3.6 模板涂刷脱模剂前，应对模板表面进行清理、打磨。涂刷的脱模剂不应污染钢筋及混凝土的施工缝，严禁使用废机油作模板脱模剂。

9.3.7 模板安装中，不应擅自移动或割除钢筋。

9.4 质量控制要点

9.4.1 模板及配件进场时，施工单位应对其质量证明文件和外观质量进行检查，模板台车、滑模等模板应经过拼装、调试，并经监理工程师核验合格。

9.4.2 混凝土浇筑前，监理工程师应对模板安装质量进行验收，其主要内容包括：

- a) 模板的位置、断面尺寸、支撑的稳定性等；
- b) 板面的平整度、错台、外观、接缝的严密性等；
- c) 脱模剂的质量、涂刷等。

9.4.3 模板制作及安装质量应符合 SL 632、SL 32 的规定。

9.4.4 模板台车每衬砌 500 m~600 m，施工单位应进行一次全面检验。

10 混凝土衬砌施工

10.1 一般规定

10.1.1 混凝土衬砌应在围岩与初期支护变形基本稳定后施作。

10.1.2 浅埋段、不良地质条件等特殊环境洞段，混凝土衬砌可按设计要求适度提前施作，衬砌结构应有足够的强度和刚度。

10.1.3 混凝土衬砌浇筑前，应根据初期断面测量成果计算每仓混凝土浇筑方量，并在浇筑过程中与混凝土实际浇筑方量作对比，以指导混凝土浇筑施工。

10.1.4 混凝土衬砌施工应从原材料、配合比、混凝土拌和、运输、浇筑、养护等方面，加强混凝土温度控制，预防温度裂缝的产生。

10.1.5 施工过程中应对混凝土衬砌实体质量检测数据进行统计分析，评价混凝土衬砌施工质量状态持续监控工程质量。

10.2 原材料

10.2.1 水泥的选用应符合 SL 677 的规定。混凝土有温度控制要求时，宜采用水化热低的水泥。环境水对混凝土有硫酸盐侵蚀时，宜选用抗硫酸盐硅酸盐水泥。

10.2.2 掺合料可选用粉煤灰、硅粉、细矿渣等。粉煤灰应符合 GB/T 1596—2017 中 I 级或 II 级的要求，粉煤灰硅粉的品质应符合 GB/T 18736 的规定，细矿渣的品质应符合 GB/T 18046 的规定。

10.2.3 骨料应质地坚硬、级配合理、清洁、吸水率低、空隙率小，品质应符合 SL 677 的规定。未经论证，不应使用碱活性骨料。

10.2.4 外加剂的质量和使用要求应分别符合 GB 8076、GB 50119 的规定。

10.2.5 不同品种外加剂之间、外加剂与水泥及矿物掺合料之间应具有良好的相容性。

10.2.6 混凝土拌和用水、养护用水应符合 SL 677 的规定。

10.2.7 混凝土原材料的运输、储存、使用应符合下列规定：

- a) 水泥、掺合料、外加剂按生产厂家、品种，分别储存到有明显标志的储罐或仓库中，不混装；
- b) 粉状材料在运输和储存过程中注意防水防潮，液体外加剂采取防晒和防冻措施，并不混入杂物；
- c) 骨料存放场地较周边地面高，排水通畅，并有遮阳防雨设施；料仓之间设置隔墙，隔墙高度保证不同规格骨料不发生混料；
- d) 各种材料明确标识材料的名称、产地、规格、数量、批号、进场时间、检验状态等信息；
- e) 使用前，对原材料外观质量进行检查，不使用受污染或变质的材料。

10.3 混凝土配合比

10.3.1 混凝土配合比应按 SL/T 352—2020 中附录 A 的规定进行设计。

10.3.2 混凝土配合比应满足设计对强度、耐久性的要求，满足现场施工条件、施工工艺对工作性能的要求，采用的混凝土强度标准差应与现场施工水平相适应。

10.3.3 混凝土坍落度应根据运输距离、浇筑方法、浇筑部位、施工环境等因素合理确定。

10.3.4 混凝土配合比设计中宜掺入适量的粉煤灰、外加剂等，以减少水化热，提高混凝土和易性、耐久性。

10.3.5 混凝土的水胶比应经试验确定，且应不超过 SL 191、SL 677、GB/T 50662 规定的最大允许值。

10.3.6 混凝土配合比在满足设计要求及工作性能的前提下，应合理降低水泥用量，但应不少于 SL 191 规定的最小水泥用量。采用泵送混凝土时，胶凝材料用量宜不少于 300 kg/m^3 。

10.3.7 有抗冻要求的混凝土，应掺用引气剂，其掺量应根据混凝土的含气量要求通过试验确定。大中型水利工程，混凝土最小含气量应通过试验确定。没有试验资料时，混凝土的含气量可参照表 1 选用。

表1 抗冻混凝土的适宜含气量

骨料最大粒径/mm		20	40	80
抗冻等级	$\geq F200$	$(6.0 \pm 1.0) \%$	$(5.5 \pm 1.0) \%$	$(4.5 \pm 1.0) \%$
	$\leq F150$	$(5.0 \pm 1.0) \%$	$(4.5 \pm 1.0) \%$	$(3.5 \pm 1.0) \%$
注：如含气量试验需湿筛，按湿筛后骨料的粒径选用。				

10.3.8 有抗冲要求的混凝土，应掺用粉煤灰、硅粉、细矿渣等活性掺合料，选用质地坚硬耐磨的骨料和低收缩的高效减水剂。通过配合比试验，选择抗蚀性、和易性、体积稳定性较优的配合比。

10.3.9 混凝土配合比首次使用或使用间隔时间超过 3 个月的，施工单位应组织开盘鉴定。开盘鉴定应符合下列规定：

- a) 生产使用的原材料与配合比设计一致；
- b) 混凝土拌和物性能满足施工要求；
- c) 混凝土强度、耐久性能符合设计要求。

10.3.10 混凝土配合比使用过程中，应根据混凝土质量信息动态调整。当出现下列情况时，应重新设计配合比：

- a) 混凝土性能指标发生调整;
- b) 混凝土生产使用的原材料产地或质量有显著变化;
- c) 施工环境条件或施工工艺发生较大变化;
- d) 施工现场混凝土强度标准差与配合比选用的强度标准差发生较大差异。

10.4 混凝土拌和

10.4.1 混凝土拌和前,应按混凝土配合比进行生产性试验,根据混凝土均匀性试验结果确定最佳投料顺序和拌和时间。

10.4.2 混凝土掺合料宜采用现场干掺法。外加剂宜配成水溶液,使用前应搅拌均匀。

10.4.3 混凝土拌和应严格执行混凝土配料单,不应擅自更改。

10.4.4 混凝土配料单的签发、调整和标识应符合下列规定:

- a) 混凝土拌和前,试验人员测定砂石骨料的表面含水率,检测细骨料的细度模数和粗骨料超逊径含量,根据试验结果调整混凝土施工配合比,出具混凝土配料单,经监理工程师审核后签发;
- b) 生产过程中每 4 h 检测 1 次砂石骨料的表面含水率,雨雪天气等特殊情况加密检测;当砂石骨料表面含水率发生较大变化或混凝土和易性不好时,试验人员查明原因,需对混凝土配料单进行调整时,经监理工程师审核后重新签发;
- c) 在搅拌机操作房醒目位置悬挂配合比标识牌,标识内容包括混凝土配合比、骨料表面含水率、材料用量、坍落度、含气量等。

10.4.5 每盘混凝土拌和量应在拌和机额定容量的 110% 以内,最少拌和时间应满足 SL 677 的规定。添加掺合料、外加剂或低温季节施工时,应适当延长拌和时间。

10.4.6 混凝土由预拌混凝土生产厂家提供时,应符合下列规定:

- a) 选择具有预拌混凝土专业承包资质的生产厂家;
- b) 预拌混凝土配合比由具有水利工程质量检测资质的试验检测机构设计或复核验证,并经监理工程师审核;
- c) 预拌混凝土进入施工现场后,施工单位对混凝土进行检查和验收。

10.5 混凝土运输

10.5.1 混凝土运输应合理选择运输方式、缩短运输时间、减少转运次数,降低温度回升和坍落度损失,保持混凝土拌和物的均匀性。在运输过程中,不应发生分离、漏浆、严重泌水等现象。

10.5.2 混凝土运输应与混凝土浇筑速度相适应,保持施工现场混凝土浇筑的连续性。

10.5.3 混凝土拌和物从搅拌机卸出至施工仓面的时间间隔不宜大于 90 min。

10.5.4 混凝土运输、卸料及浇筑全过程严禁加水。

10.5.5 采用搅拌车运输混凝土时,应符合下列规定:

- a) 运输道路保持平整;
- b) 装料前拌筒内积水已清理干净;
- c) 运输途中,拌筒保持 3 r/min~6 r/min 的慢速转动,不停转;
- d) 卸料前,搅拌运输罐体快速旋转搅拌 20 s 以上后再卸料。

10.5.6 混凝土自由下落高度宜不大于 2 m,超过时应采取缓降或其他措施,防止骨料分离。

10.5.7 采用搅拌车运输混凝土,当混凝土坍落度损失较大不能满足施工要求时,可在试验人员的指导下,在运输车罐内添加适量与配合比相同成分的减水剂改善混凝土工作性能,达到要求的工作性能后方可继续浇筑。减水剂添加量应事先由试验确定。

10.5.8 混凝土拌和物出现初凝、塑性降低较多已无法振捣、被水淋湿、失水较多、受冻等情况之一应按不合格料处理，不应入仓。

10.6 混凝土浇筑

10.6.1 基础面、施工缝经验收合格后，方可进行混凝土浇筑。

10.6.2 混凝土浇筑前应通过工艺试验，确定混凝土入仓、振捣、封拱的施工工艺及参数。

10.6.3 混凝土衬砌施工缝应设置在衬砌结构拉应力及剪应力均较小的部位。受力复杂的结构，施工缝设置应经设计单位认可。

10.6.4 底板（底拱）、矮边墙混凝土浇筑，应符合下列规定：

- a) 混凝土分层、按序浇筑，先浇筑底板（底拱）未覆盖模板区域混凝土，再浇筑底拱反弧段或矮边墙混凝土，浇筑过程不使底板（底拱）混凝土隆起；采用整体模板时，由中间向两边逐窗对称浇筑；
- b) 混凝土采用振捣棒振捣，采用整体模板时可辅以附着式振捣器振捣；振捣棒插入间距不超过其有效半径的 1.5 倍，振捣上层混凝土时宜插入下层混凝土 5 cm 左右，每一位置振捣时间以混凝土粗骨料不再显著下沉，无气泡冒出，并开始泛浆为止；
- c) 振捣完成后，底板（底拱）混凝土先整平提浆，再抹平、压光，收面过程中严禁洒水。

10.6.5 施工缝应经毛面处理，处理后缝面无乳皮，微露粗砂，有特殊要求的部位微露小石。

10.6.6 边墙、顶拱混凝土浇筑，应符合下列规定：

- a) 混凝土分层、按序、左右侧交替对称浇筑，台车模板左右两侧混凝土高差控制在 50 cm 内，前后混凝土高差不超过 60 cm；
- b) 边墙宜采用振捣棒振捣或结合附着式振捣器振捣；顶拱宜采用附着式振捣器振捣；混凝土振捣按浇筑顺序依次进行，无漏振和过振现象，振捣棒振捣遵循本文件 10.6.4 的规定；
- c) 顶拱浇筑时宜沿上坡方向逐孔进行，浇筑完成后及时采用封拱器封孔；封拱时机根据混凝土浇筑量，通过观察孔、溢浆管及泵送压力综合判断；
- d) 封拱时适当减缓泵送速度、减小泵送压力，密切观察泵送压力变化和溢浆管排出浆液情况，避免因混凝土浇满后仍强行进料而导致压力过大使模板变形或跑模。

10.6.7 滑模滑升速度应与混凝土强度增长速度相适应，混凝土脱模时应不坍塌、不拉裂。

10.6.8 止水带、钢筋密集处应采用小型振捣器振捣密实，必要时辅以人工捣固密实。振捣棒不应直接碰撞模板、止水带。

10.6.9 混凝土振捣过程中，应有专人负责模板的检查，发生变形、移位、漏浆等现象，应及时采取加固、封堵等措施。

10.6.10 混凝土浇筑过程中，应避免外来水进入仓内，仓内泌水应及时排除。

10.6.11 混凝土浇筑应保持连续性，因故中断超过允许间歇时间，尚能重塑者可继续浇筑，否则应按施工缝处理。

10.6.12 混凝土浇筑完成后应加强成品保护，避免台车、运输车辆等对已浇筑混凝土衬砌造成损坏。

10.7 特殊季节施工

10.7.1 日平均气温连续 5 d 稳定在 5℃ 以下，或最低气温连续 5 d 稳定在 -3℃ 以下时，应采取低温季节施工措施。低温季节施工应符合下列规定：

- a) 宜采用加热骨料、热水拌和等措施，提高混凝土拌和物温度，拌和用水温度不宜超过 60℃；
- b) 洞口加挂门帘，减小外界气温对洞内温度的影响；
- c) 混凝土运输设备采取保温措施。

10.7.2 高温季节施工应符合下列规定：

- a) 宜采用遮盖、预冷、隔热等措施降低混凝土骨料温度；
- b) 混凝土浇筑温度符合设计要求，未明确温控要求的，混凝土浇筑温度不高于 28℃；
- c) 混凝土运输设备采取隔热措施；
- d) 有条件时，避开高温时段浇筑混凝土。

10.7.3 雨季施工时，应增加砂石骨料含水量检测频次，及时调整混凝土配料单。

10.8 拆模及养护

10.8.1 混凝土衬砌拆模应符合下列规定：

- a) 混凝土拆模强度根据隧洞断面形状和尺寸、外部荷载等确定；混凝土拆模时间考虑同条件养护试件强度增长，以及混凝土内外温差等因素；
- b) 底板（底拱）及矮边墙混凝土强度达到 2.5 MPa 以上，保证其表面及棱角不因拆模而损坏时，方可拆模；
- c) 顶拱采用最后一盘混凝土的同条件养护试件强度控制；模板台车脱模，洞径不大于 10 m 的洞顶拱混凝土强度可按 5 MPa 控制；洞径大于 10 m 的隧洞顶拱混凝土需要达到的强度经专门论证；隧洞混凝土衬砌结构承受围岩压力时，经计算和试验确定拆模强度；
- d) 拆模时混凝土内部与表层、表层与环境之间的温差不大于 20℃；
- e) 拆模过程平稳，不可突然用力，防止用力过大导致混凝土结构产生裂缝。

10.8.2 混凝土初凝或拆模后开始养护，养护时间应符合设计要求，不宜少于 28 d。

10.8.3 混凝土衬砌养护期间，宜对有代表性的结构进行温度监控，并根据混凝土温度和环境的变化及时调整养护制度，严格控制混凝土的内外温差。

10.8.4 仓面温度低于 5℃ 时，应按低温季节施工技术措施进行保温养护，不应洒水养护。

10.9 伸缩缝处理

10.9.1 伸缩缝缝槽基面应平整、干燥，无灰尘、浮浆、残渣，缝槽尺寸应符合设计要求。

10.9.2 伸缩缝嵌缝材料配置应符合设计要求，搅拌均匀，无色差。

10.9.3 嵌缝材料嵌填饱满，与混凝土面结合牢固，表面平整。

10.10 质量控制要点

10.10.1 混凝土原材料进场时，施工单位应按规定的批次进行检验，并经监理工程师核验合格。

10.10.2 混凝土拌和物的质量控制与检验应符合下列规定：

- a) 每班混凝土生产前，搅拌站（楼）操作人员对设备性能进行检查，并对称量系统进行零点校核；
- b) 首盘混凝土进行坍落度、含气量、温度等各项性能指标测试，合格后方可继续生产；
- c) 生产过程中，对原材料称量偏差、混凝土拌和物的均匀性、拌和时间进行检查，每 8 h 不少于 2 次；
- d) 混凝土坍落度每 4 h 在出机口检测 1 次～2 次，每 8 h 在仓面检测 1 次～2 次，高温雨雪天气加密检测；掺引气剂混凝土含气量每 4 h 检测 1 次。

10.10.3 混凝土的质量检验与评定应符合下列规定：

- a) 混凝土强度质量检验以标准养护条件下，150 mm 立方体试件的抗压强度为标准；混凝土 28 天龄期每 100 m 成型 1 组抗压试件，设计龄期每 200 m 成型 1 组；每一浇筑块混凝土方量不足 100 m 时，也取样成型 1 组试件；

- b) 混凝土抗冻、抗渗或其他特殊指标，每季度检测 1 组~2 组；
- c) 混凝土强度按月、分强度等级进行评定，当组数不足 30 组时，延长统计时限；
- d) 混凝土质量评定结果符合 SL 677 的规定。

10.10.4 施工过程中，应定期对混凝土衬砌实体强度进行检测，宜计算在等效养护龄期下混凝土衬砌实体强度的平均值、标准差和保证率，评价混凝土衬砌施工质量水平，指导衬砌施工质量管理。

10.10.5 混凝土浇筑及外观质量应符合 SL 632 的规定和设计要求。

10.10.6 混凝土拆模后，应检查其外观质量。发现存在质量缺陷时，施工单位应制定质量缺陷处理方案，并经总监理工程师批准后方可实施，不应擅自掩盖或自行修补。

11 隧洞回填灌浆

11.1 一般规定

11.1.1 施工前应编制回填灌浆试验方案，进行生产性灌浆试验，确定灌浆设备、灌浆区段长度、灌浆工艺及灌浆参数等。

11.1.2 回填灌浆设备应配备能自动测量并记录灌浆压力、注入率、浆液密度等数据的灌浆记录仪。灌浆泵出浆口和灌浆孔口均应安设压力表。灌浆记录仪及压力表、流量计、密度计等计量器具均应定期检定、校准。

11.1.3 回填灌浆应在衬砌混凝土达到 70% 设计强度后进行。

11.1.4 灌浆区段应封堵严密，灌浆前应用压水或稀浆检查，避免被迫中断灌浆。

11.1.5 因浇筑不饱满而造成混凝土衬砌厚度严重不足的部位，应按照设计要求处理后灌浆。

11.2 回填灌浆

11.2.1 回填灌浆应分区段进行，每区段长度不宜大于 3 个衬砌段，区段端部应提前进行封堵处理。

11.2.2 回填灌浆钻孔孔径不宜小于 38 mm，孔深应钻透混凝土背后的空腔或进入围岩不小于 10 cm，并测记混凝土厚度和混凝土与围岩之间的空腔尺寸。在钢筋混凝土衬砌中，灌浆孔应通过预埋的导向管钻进。

11.2.3 制浆材料应按照浆液配比计量，计量误差应小于 5%；水泥浆液宜采用高速搅拌机拌制，水泥浆液的搅拌时间不宜小于 30 s。

11.2.4 回填灌浆应分序进行。先进行 I 序孔灌浆、后进行 II 序孔灌浆。灌浆应符合下列规定：

- a) 灌浆采用纯压式灌浆法；水灰比可采用 1、0.5 两级，I 序孔可直接灌注 0.5 级浆液；II 序孔可灌注 1、0.5 两级浆液；
- b) 灌浆压力视混凝土衬砌厚度和配筋确定，钢筋混凝土衬砌可采用 0.2 MPa~0.4 MPa；
- c) 回填灌浆在规定压力下，灌浆孔停止吸浆，并继续灌浆 10 min，方可结束；
- d) 对于注浆量大的孔，多次间隙灌浆；
- e) 灌浆孔灌浆和检查孔注浆结束后，采用水泥砂浆将钻孔封填密实，并将孔口压抹平整。

11.3 质量控制要点

11.3.1 灌浆材料应经施工单位复检、监理工程师核验合格。

11.3.2 灌浆前，监理工程师应对灌浆孔钻孔的位置、深度进行检查、验收。

11.3.3 灌浆过程中，施工单位应对水泥浆液比重、灌浆压力、灌浆孔序、灌浆结束标准等进行记录，监理工程师应进行检查。

11.3.4 灌浆质量应符合 SL 633 的规定。

12 质量检验

12.1 一般规定

12.1.1 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌实体质量检验内容，应包括混凝土衬砌与围岩接触面脱空，混凝土衬砌的厚度、强度、钢筋布置、内部缺陷、断面尺寸、纵坡以及合同约定的其他项目。

12.1.2 实体质量检验应由监理单位组织施工单位实施，并见证实实施过程。施工单位应制定实体质量检验专项方案，并经监理单位审核批准后实施。

12.1.3 项目法人应按照 SL 734 的规定，对混凝土衬砌实体质量进行检验。检验方案应报质量监督机构备案。

12.2 混凝土衬砌实体质量检验

12.2.1 施工过程中，宜采用无损检测的方法对混凝土衬砌厚度、钢筋布置、内部缺陷、脱空等进行检测。

12.2.2 混凝土实体强度检测可采用同条件养护试件、钻孔取芯及无损检测等方法。混凝土衬砌施工每 100 m 检测同条件养护试件强度 1 组，每 1 000 m 钻芯法检测混凝土强度 1 组，不足以上数量时也应取样检测 1 组；无损法检测混凝土强度应根据实际需要及时进行。

12.2.3 混凝土衬砌竣工断面测绘，直线段断面间距不宜大于 5 m，曲线段断面间距不宜大于 3 m，结构变化或特殊部位应适当增加断面。混凝土衬砌竣工断面尺寸、纵坡应符合设计要求。

12.3 回填灌浆实体质量检验

12.3.1 回填灌浆质量检查可采用检查孔注浆、钻孔取芯、无损检测等方法。

12.3.2 采用检查孔注浆或取芯检查，时间分别在该部位灌浆结束 7 d 或 28 d 以后。检查孔应布置在顶拱中心线、脱空较大和灌浆情况异常的部位，孔深应穿透衬砌深入围岩 10 cm。承受内水压力的隧洞每 10 m~15 m 宜布置 1 个或 1 对检查孔，其他隧洞的检查孔可适当减少。

12.3.3 采用单孔压浆试验检查回填灌浆质量时，向孔内注入水灰比为 2 的浆液，压力与灌浆压力相同，初始 10 min 内注入量不超过 10 L，即为合格。采用双孔连通试验检查回填灌浆质量时，在指定部位布置 2 个间距为 2 m 的检查孔，向其中一孔注入水灰比为 2 的水泥浆，压力与灌浆压力相同，若另一孔出浆量小于 1 L/min 为合格。

12.3.4 采用钻孔取芯法检查时，通过探测钻孔及观察岩芯，浆液结石充填饱满密实满足设计要求为合格。

12.3.5 采用无损检测时，测试成果应反映回填灌浆区域无脱空、不密实等质量缺陷。

12.4 验收资料

12.4.1 水工输水隧洞模筑混凝土衬砌验收时，应提供以下资料：

- a) 设计文件及变更文件；
- b) 原材料出厂合格证和进场复验报告；
- c) 钢筋接头的试验报告；
- d) 混凝土施工记录；
- e) 灌浆记录；
- f) 混凝土试件性能试验报告；
- g) 隐蔽工程验收记录；
- h) 质量评定资料；

- i) 混凝土衬砌实体质量检验报告;
 - j) 回填灌浆实体质量检验记录;
 - k) 质量缺陷处理方案和验收记录;
 - l) 其他必要的文件和记录。
- 12.4.2 施工质量验收合格后, 应将所有验收文件存档备案。
- 12.4.3 当隧洞混凝土衬砌施工质量不符合设计要求时, 应按下列规定处理:
- a) 全部返工重做的, 重新进行验收评定;
 - b) 经过有资质的检测单位检测鉴定实体质量达到设计要求的, 予以验收;
 - c) 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求, 但经原设计单位核算并确认仍可满足结构安全和使用的, 可予以验收;
 - d) 经加固处理满足结构安全和使用要求的, 根据加固设计、施工资料、检测报告进行验收。
-