

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—2026

水利工程隧洞防渗加固改造技术规范

Specification for anti-seepage reinforcement and reconstruction
technology of water conservancy project 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。

2026 – XX – XX 发布

2026 – XX – XX 实施

中国西部开发促进会 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 总体要求 2

5 调查与评估 3

6 防渗加固设计 5

7 防渗加固施工 7

8 质量检验与验收 8

9 监测与运行维护 10

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XXX提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

水利工程隧洞防渗加固改造技术规范

1 范围

本文件规定了水利工程隧洞防渗加固改造的总体要求、调查与评估、防渗加固设计、防渗加固施工、质量检验与验收、监测与运行维护。

本文件适用于已建水利工程中1级～4级水工隧洞的防渗加固改造工程的勘察、设计、施工及验收。

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 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法
- GB 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋
- GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋
- GB/T 8076 混凝土外加剂
- GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
- GB 50487 水利水电工程地质勘察规范
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- SL/T 191 水工混凝土结构设计规范
- SL/T 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 279 水工隧洞设计规范
- SL/T 352 水工混凝土试验规程
- SL/T 631.1 水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第1部分：土石方工程
- SL/T 631.2 水利水电工程单元工程施工质量验收标准 第2部分：混凝土工程
- 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

防渗加固改造 seepage prevention and reinforcement renovation

对存在渗漏缺陷或结构损伤的已建水工隧洞，采取注浆、衬砌修复、结构补强等技术措施，恢复或提高其防渗性能和结构安全性的工程活动。

3.2

化学灌浆 chemical grouting

以化学材料为主剂配制的浆液，通过压力注入岩体或混凝土裂缝中，达到封堵渗漏通道、加固结构目的的灌浆工艺。

3.3

水泥基渗透结晶型材料 cementitious capillary crystalline waterproofing material

以硅酸盐水泥、石英砂为主要成分，掺入活性化学物质制成的粉状材料，通过与水作用后在混凝土孔隙中生成不溶性结晶体，堵塞毛细孔道，提高混凝土抗渗性能的材料。

3.4

结构补强 structural strengthening

采用粘贴钢板、碳纤维复合材料、增大截面等方法，提高既有衬砌结构承载能力的加固措施。

3.5

渗漏量 leakage quantity

单位时间内隧洞衬砌或围岩的渗漏水体积。

3.6

防渗等级 seepage prevention grade

根据隧洞渗漏程度、运行条件及环境要求，划分的防渗处理标准等级。

4 总体要求

4.1 隧洞防渗加固改造工程的等级划分，应按照 SL 252 的规定执行。直接与水库连通的隧洞封堵体设计级别应与挡水建筑物一致。

4.2 隧洞防渗加固改造不应降低原设计的安全标准和防洪标准。涉及结构安全的加固改造，其结构安全系数应不低于原设计标准。

4.3 隧洞出现下列情况之一时，应进行防渗加固改造：

- a) 衬砌渗漏量超过设计允许值或影响正常运行；
- b) 衬砌出现裂缝、剥落、露筋、碳化等损伤，影响结构安全；
- c) 围岩渗漏导致衬砌外水压力增大，危及结构稳定；
- d) 原防渗系统失效或老化，无法满足防渗要求；
- e) 隧洞运行条件改变，原防渗标准不满足新要求；
- f) 地震或其他灾害造成隧洞结构损伤。

4.4 隧洞防渗加固改造应收集下列基本资料：

- a) 原设计文件、竣工资料及历次检修记录；
- b) 隧洞运行期间的渗漏观测资料；
- c) 工程地质和水文地质资料；
- d) 衬砌及围岩的检测评估报告；
- e) 隧洞周边环境及相邻建筑物资料。

4.5 隧洞防渗加固改造应根据工程重要性、渗漏危害程度及环境要求，划分为三个防渗等级：

- a) 一级防渗：有压隧洞、泄洪隧洞及失事后将造成严重损失的隧洞，防渗处理后渗漏量应控制在设计允许值以内，衬砌表面无渗水痕迹；
- b) 二级防渗：一般输水隧洞及发电隧洞，防渗处理后渗漏量应控制在设计允许值的 1.5 倍以内，衬砌表面允许有少量湿渍；
- c) 三级防渗：导流隧洞、施工支洞等临时性隧洞或低水头隧洞，防渗处理后渗漏量应控制在设计允许值的 2.0 倍以内，衬砌表面允许有少量渗水。

4.6 防渗等级的确定应综合考虑下列因素：

- a) 隧洞的工程等级和运用条件；
- b) 渗漏对工程安全和正常运行的影响程度；

- c) 渗漏对周边环境及相邻建筑物的影响；
 - d) 技术经济比较结果。
- 4.7 隧洞防渗加固方案应根据渗漏类型、成因及严重程度，经技术经济比较后确定。主要防渗加固措施包括：
- a) 注浆防渗：水泥灌浆、化学灌浆、水泥-化学复合灌浆等；
 - b) 衬砌修复：裂缝修补、表面封闭、局部拆除重建等；
 - c) 结构补强：粘贴钢板、碳纤维复合材料加固、增大截面加固等；
 - d) 内防渗层：防水涂料、防水卷材、防水板材等；
 - e) 排水减压：设置排水孔、排水盲沟、减压井等；
 - f) 综合防渗：上述两种或多种措施的组合应用。
- 4.8 防渗加固方案选择符合下列原则：
- a) 针对渗漏成因，标本兼治；
 - b) 优先采用对原结构扰动小、施工便捷的方案；
 - c) 注浆防渗宜用于围岩及衬砌内部渗漏通道的封堵；
 - d) 内防渗层宜用于衬砌表面防渗及裂缝封闭；
 - e) 结构补强宜用于衬砌承载能力不足的情况；
 - f) 排水减压宜用于外水压力过大的情况，且不应影响防渗效果。

5 调查与评估

5.1 一般规定

5.1.1 隧洞防渗加固改造应进行全面的现状调查与检测评估，查明渗漏原因、范围及程度，评估结构安全状态，为防渗加固设计提供依据。

5.1.2 现状调查与检测评估应包括下列内容：

- a) 隧洞运行状况调查；
- b) 渗漏情况调查；
- c) 衬砌结构检测；
- d) 围岩地质条件复查；
- e) 水文地质条件检测；
- f) 结构安全复核计算。

5.2 渗漏调查

5.2.1 渗漏调查应查明下列内容：

- a) 渗漏部位、范围及形态；
- b) 渗漏量及其随时间的变化规律；
- c) 渗漏水质及携带物；
- d) 渗漏与水位、降雨、气温等环境因素的关系；
- e) 渗漏发展趋势。

5.2.2 渗漏量测量应符合下列规定：

- a) 应在典型渗漏点设置观测点，进行定期观测；
- b) 观测周期应不少于一个水文年，重要隧洞应进行长期观测；
- c) 渗漏量测量精度应符合 SL 734 的规定。

5.2.3 渗漏类型应按下列方式分类：

- a) 按渗漏部位分为：衬砌渗漏、施工缝渗漏、变形缝渗漏、围岩渗漏、接缝渗漏；
- b) 按渗漏形态分为：渗水、滴水、线流、涌水、射流；
- c) 按渗漏原因分为：材料老化裂缝、温度裂缝、干缩裂缝、受力裂缝、施工缺陷、溶蚀破坏、冻融破坏。

5.3 结构检测

5.3.1 衬砌结构检测应包括下列项目：

- a) 衬砌厚度及强度检测；
- b) 衬砌裂缝调查与检测；
- c) 衬砌碳化深度检测；
- d) 钢筋锈蚀检测；
- e) 衬砌与围岩接触状况检测；
- f) 衬砌变形及位移检测。

5.3.2 裂缝检测应查明下列内容：

- a) 裂缝位置、走向、长度、宽度及深度；
- b) 裂缝形态及发展趋势；
- c) 裂缝渗漏情况；
- d) 裂缝成因分析。

5.3.3 衬砌强度检测宜采用回弹法、超声回弹综合法或钻芯法，检测方法应符合 SL/T 352 的规定。

5.4 地质与水文地质复查

5.4.1 围岩地质条件复查应包括下列内容：

- a) 围岩风化程度及完整性；
- b) 断层、破碎带、软弱夹层等不良地质体分布；
- c) 岩溶发育情况；
- d) 围岩渗透性。

5.4.2 水文地质条件检测应包括下列内容：

- a) 地下水位及变化规律；
- b) 围岩渗透系数；
- c) 外水压力分布；
- d) 水质分析。

5.4.3 地质与水文地质复查方法应符合 GB 50487 的规定。

5.5 安全评估

5.5.1 应根据调查检测结果，对隧洞结构安全状态进行评估，划分安全等级：

- a) A 级：结构安全，仅存在轻微渗漏，可采取一般维护措施；
- b) B 级：结构基本安全，存在局部渗漏或轻微损伤，应进行防渗处理；
- c) C 级：结构存在安全隐患，存在严重渗漏或明显损伤，应进行防渗加固改造；
- d) D 级：结构不安全，存在严重破坏或危及安全运行的渗漏，应进行除险加固或重建。

5.5.2 安全评估应进行结构复核计算，计算内容应包括：

- a) 衬砌结构承载力复核；
- b) 抗浮稳定复核；
- c) 抗裂或裂缝宽度验算；

d) 外水压力作用下的结构安全复核。

5.5.3 结构复核计算应符合 SL 279 和 SL/T 191 的规定。

6 防渗加固设计

6.1 一般规定

6.1.1 隧洞防渗加固设计应根据现状调查与检测评估成果,针对渗漏成因和结构损伤特点,制定技术可靠、经济合理的防渗加固方案。

6.1.2 防渗加固设计应包括下列内容:

- a) 防渗加固范围及标准;
- b) 防渗加固措施及工艺参数;
- c) 材料选择及性能要求;
- d) 施工组织及安全措施;
- e) 质量检验标准;
- f) 安全监测方案。

6.1.3 防渗加固设计不应改变原隧洞的水力流态。有压隧洞不应出现明满流交替的流态,在最不利运行条件下,全线洞顶处最小压力水头应不小于 2.0 m。

6.2 注浆防渗设计

6.2.1 注浆防渗设计应包括下列内容:

- a) 注浆范围及深度;
- b) 注浆孔布置及孔深;
- c) 注浆材料及配比;
- d) 注浆压力及速率;
- e) 注浆量计算;
- f) 注浆效果检验标准。

6.2.2 注浆材料选择符合下列规定:

- a) 水泥基材料宜用于宽度大于 0.2 mm 的裂缝及渗透系数较大的围岩;
- b) 化学灌浆材料宜用于宽度小于 0.2 mm 的细微裂缝及潮湿环境;
- c) 水泥-化学复合灌浆宜用于复杂渗漏条件;
- d) 注浆材料应与被灌体相容,不对结构产生腐蚀或劣化作用。

6.2.3 注浆压力符合下列规定:

- a) 注浆压力应根据围岩条件、衬砌强度及防渗要求确定;
- b) 衬砌背后注浆压力宜不超过衬砌设计外水压力的 1.2 倍;
- c) 围岩注浆压力宜不超过围岩最小主应力的 0.5 倍;
- d) 注浆压力应分级递增,初始压力宜为 0.2 MPa~0.5 MPa。

6.2.4 注浆孔布置符合下列规定:

- a) 注浆孔应根据渗漏分布情况布置,重点布置在渗漏集中区域;
- b) 孔距宜为 1.0 m~3.0 m,排距宜为 1.0 m~2.5 m;
- c) 孔深应穿透渗漏通道进入相对不透水层,且宜不小于衬砌厚度的 2 倍;
- d) 注浆孔方向宜垂直于主要渗漏面或裂缝面。

6.3 衬砌修复设计

6.3.1 衬砌裂缝修补设计符合下列规定：

- a) 宽度小于 0.2 mm 的非贯穿性裂缝，宜采用表面封闭处理；
- b) 宽度为 0.2 mm~0.5 mm 的裂缝，宜采用压力注浆处理；
- c) 宽度大于 0.5 mm 的裂缝或贯穿性裂缝，宜采用凿槽嵌填或注浆处理；
- d) 活动性裂缝应先进行稳定性处理，再实施封闭。

6.3.2 衬砌表面防渗层设计符合下列规定：

- a) 防渗层应与基层粘结牢固，不应起皮、脱落；
- b) 防渗层厚度应根据材料性能及防渗要求确定，水泥基渗透结晶型涂层厚度宜不小于 1.0 mm，聚合物水泥防水涂料厚度宜不小于 1.5 mm；
- c) 防渗层应设置保护层，保护层厚度宜不小于 20 mm；
- d) 防渗层与相邻结构交接处应做好密封处理。

6.3.3 衬砌局部拆除重建设计符合下列规定：

- a) 拆除范围应超出损伤区域，边缘应整齐；
- b) 新旧混凝土交接面应凿毛处理，并设置接茬钢筋；
- c) 重建衬砌厚度应不小于原设计厚度，混凝土强度等级应不低于原设计等级；
- d) 重建衬砌应做好与原结构的防水连接。

6.4 结构补强设计

6.4.1 粘贴钢板补强设计符合下列规定：

- a) 钢板厚度宜为 4 mm~10 mm；
- b) 粘贴面积应根据补强计算确定，且应覆盖主要受力区域；
- c) 胶粘剂性能应满足粘结强度要求，正拉粘结强度应不小于 2.5 MPa；
- d) 钢板表面应进行防腐处理。

6.4.2 碳纤维复合材料补强设计符合下列规定：

- a) 碳纤维布层数应根据计算确定，宜不超过 10 层；
- b) 碳纤维布应沿受力方向粘贴，搭接长度应不小于 150 mm；
- c) 胶粘剂应与碳纤维布相容，浸润性良好；
- d) 粘贴完成后应进行防护处理。

6.4.3 增大截面补强设计符合下列规定：

- a) 新增混凝土厚度宜不小于 100 mm；
- b) 新增混凝土强度等级应不低于原衬砌混凝土强度等级；
- c) 应设置足够的连接钢筋，确保新旧混凝土协同工作；
- d) 应做好新增截面的防水处理。

6.5 排水减压设计

6.5.1 排水减压设计符合下列规定：

- a) 排水减压措施应在保证防渗效果的前提下，降低衬砌外水压力；
- b) 排水系统应便于检查和维护；
- c) 排水能力应满足最大外水压力的排水需求；
- d) 排水出口应做好反滤和防护。

6.5.2 排水盲沟设计符合下列规定：

- a) 排水盲沟应沿隧洞纵向或环向布置，间距宜为 5 m~15 m；
- b) 盲沟断面尺寸应根据排水量计算确定，宜不小于 100 mm×100 mm；

- c) 盲沟应填充级配碎石或专用排水材料，外包土工布；
- d) 盲沟应与排水孔或排水管连通。

6.6 封堵体防渗设计

6.6.1 封堵体防渗设计应符合 SL 279 的规定。封堵体位置应根据地质条件、施工条件及运行要求确定。

6.6.2 封堵体防渗应符合下列规定：

- a) 封堵体与围岩及原衬砌接触面应进行灌浆处理，形成防渗帷幕；
- b) 封堵体混凝土抗渗等级应不低于 W8；
- c) 封堵体与隧洞衬砌搭接长度应不小于 2.0 m，搭接范围内应设置环向止水；
- d) 封堵体抗滑稳定安全系数应不小于 3.0。

7 防渗加固施工

7.1 一般规定

7.1.1 隧洞防渗加固施工应编制详细的施工组织设计和专项施工方案，明确施工工艺、技术参数、质量控制及安全措施。

7.1.2 防渗加固施工应遵循“先排水、后防渗，先围岩、后衬砌，先结构、后表面”的原则。

7.1.3 施工过程中应加强监测，发现异常情况应及时处理，必要时调整施工方案。

7.1.4 防渗加固材料进场应进行检验，合格后方可使用。材料性能应符合本文件及相关标准的规定。

7.2 注浆施工

7.2.1 注浆施工前应进行试验段施工，确定注浆参数，验证注浆效果。

7.2.2 注浆施工应符合下列规定：

- a) 注浆孔应按设计要求钻孔，孔位偏差应不大于 50 mm，孔斜偏差应不大于 1%；
- b) 注浆前应进行压水试验，了解岩层吸水性和可灌性；
- c) 注浆应自下而上、分段进行，段长宜为 2 m~5 m；
- d) 注浆压力应逐级递增，最大压力应不超过设计值；
- e) 注浆过程中应做好记录，包括注浆压力、注浆量、吸浆量等。

7.2.3 化学灌浆施工应符合下列规定：

- a) 化学灌浆材料应按产品说明书配制，配比准确；
- b) 化学灌浆宜采用低压、慢速灌注，防止浆液流失；
- c) 化学灌浆材料应妥善保管，剩余材料应按规定处理；
- d) 施工人员应做好个人防护，施工现场应通风良好。

7.2.4 注浆效果检查应符合下列规定：

- a) 注浆后应进行压水试验或钻孔取芯检查；
- b) 检查孔数量宜不少于注浆孔总数的 5%；
- c) 注浆后岩体透水率或衬砌渗漏量应符合设计要求；
- d) 不合格区域应进行补充注浆。

7.3 衬砌修复施工

7.3.1 裂缝修补施工应符合下列规定：

- a) 修补前应清理裂缝表面，去除松散物、油污及积水；
- b) 表面封闭应采用专用封闭材料，涂刷均匀，覆盖完整；

- c) 压力注浆应采用专用注浆嘴，间距宜为 200 mm~400 mm；
 - d) 注浆后应清除表面溢浆，修整平整。
- 7.3.2 表面防渗层施工符合下列规定：
- a) 基层应平整、坚实、清洁、无浮灰；
 - b) 水泥基渗透结晶型材料应按产品要求配制，涂刷应均匀，不应漏涂；
 - c) 聚合物水泥防水涂料应分层涂刷，每层厚度宜不超过 1.0 mm，层间应干燥后再涂下一层；
 - d) 防渗层施工完成后应进行养护，养护时间宜不少于 7 d。
- 7.3.3 衬砌局部拆除重建施工符合下列规定：
- a) 拆除应采用人工或机械方式，不应损伤保留部分结构；
 - b) 拆除面应凿毛，露出坚实混凝土，并清洗干净；
 - c) 接茬钢筋应按设计要求设置，连接牢固；
 - d) 混凝土浇筑应按 GB 50666 的规定执行，加强振捣和养护。

7.4 结构补强施工

- 7.4.1 粘贴钢板施工符合下列规定：
- a) 粘贴面应凿除表层松散物，露出坚实基层；
 - b) 钢板应除锈、打磨，表面粗糙度应符合要求；
 - c) 胶粘剂应均匀涂刷，厚度宜为 2 mm~3 mm；
 - d) 粘贴后应加压固定，直至胶粘剂固化；
 - e) 固化后应进行外观检查和粘结强度检测。
- 7.4.2 碳纤维复合材料施工应符合下列规定：
- a) 粘贴面应平整、清洁、干燥；
 - b) 碳纤维布应按设计尺寸裁剪，避免褶皱；
 - c) 胶粘剂应均匀涂刷，使碳纤维布充分浸润；
 - d) 粘贴后应滚压密实，排除气泡；
 - e) 多层粘贴时，应在上一层固化后再粘贴下一层。

7.5 排水减压施工

- 7.5.1 排水孔施工应符合下列规定：
- a) 排水孔应按设计要求钻孔，孔位偏差应不大于 100 mm；
 - b) 排水孔内应安装排水管，管周应设置反滤层；
 - c) 排水管出口应做好保护和防堵塞措施。
- 7.5.2 排水盲沟施工应符合下列规定：
- a) 盲沟开挖应规整，底部应平整；
 - b) 盲沟内应填充洁净的级配碎石，粒径宜为 10 mm~40 mm；
 - c) 盲沟外侧应包裹土工布，搭接宽度应不小于 200 mm；
 - d) 盲沟顶部应覆盖保护层，防止堵塞。

8 质量检验与验收

8.1 一般规定

- 8.1.1 隧洞防渗加固改造工程的质量检验与验收应按 SL/T 223、SL/T 631.1、SL/T 631.2 及相关标准执行。

8.1.2 质量检验应包括原材料检验、工序检验和成品检验。

8.1.3 防渗加固工程验收应提供下列资料：

- a) 设计文件及设计变更文件；
- b) 原材料出厂合格证及检验报告；
- c) 施工记录及隐蔽工程验收记录；
- d) 质量检验报告；
- e) 安全监测资料；
- f) 竣工图。

8.2 原材料检验

8.2.1 水泥检验应符合 GB 175 和 GB/T 1346 的规定，进场后应按批次进行复检。

8.2.2 外加剂检验应符合 GB/T 8076 和 GB/T 8077 的规定。

8.2.3 防水材料检验应符合相应产品标准的规定。

8.2.4 钢材检验应符合 GB 1499.1 和 GB 1499.2 的规定。

8.3 工序检验

8.3.1 注浆工序检验符合下列规定：

- a) 注浆孔位置、深度、角度应符合设计要求；
- b) 注浆材料配比应准确；
- c) 注浆压力、注浆量应符合设计参数；
- d) 注浆效果应符合设计要求。

8.3.2 衬砌修复工序检验符合下列规定：

- a) 裂缝处理应彻底，无遗漏；
- b) 防渗层厚度应符合设计要求；
- c) 新旧混凝土结合应紧密，无空鼓。

8.3.3 结构补强工序检验符合下列规定：

- a) 粘贴面处理应符合要求；
- b) 粘贴材料性能应符合设计要求；
- c) 粘贴质量应通过敲击法或拉拔试验检验。

8.4 成品检验

8.4.1 防渗效果检验应符合下列规定：

- a) 防渗加固后应进行渗漏量观测，观测时间应不少于 7 d；
- b) 渗漏量应符合设计防渗等级要求；
- c) 衬砌表面应无渗漏或仅有少量湿渍。

8.4.2 结构安全检验应符合下列规定：

- a) 补强后结构承载力应符合设计要求；
- b) 衬砌变形应稳定，无异常变化；
- c) 新增结构与原结构应协同工作，无脱开现象。

8.4.3 外观质量检验应符合下列规定：

- a) 表面应平整，无明显的凹凸和缺陷；
- b) 防渗层应均匀，无漏涂、起泡、脱落；
- c) 排水设施应通畅，无堵塞。

9 监测与运行维护

9.1 一般规定

- 9.1.1 隧洞防渗加固改造后，应建立安全监测系统，进行长期监测，及时掌握隧洞运行状态。
- 9.1.2 安全监测内容应包括渗漏监测、变形监测、应力监测及环境量监测。
- 9.1.3 监测设施应在防渗加固施工期间埋设，并保证其正常运行。

9.2 监测项目与要求

9.2.1 渗漏监测符合下列规定：

- a) 应在典型渗漏部位设置渗漏量观测点；
- b) 观测频次应根据渗漏稳定情况确定，初期宜每日观测，稳定后可适当延长；
- c) 渗漏量突然增大或水质变化时，应加密观测并分析原因。

9.2.2 变形监测符合下列规定：

- a) 应在衬砌典型断面设置收敛变形观测点；
- b) 观测频次宜为每月 1 次~2 次；
- c) 变形速率超过预警值时，应及时预警并采取措施。

9.2.3 应力监测符合下列规定：

- a) 结构补强部位应设置应力监测点；
- b) 观测频次宜为每季度 1 次；
- c) 应力异常时应分析原因并处理。

9.3 运行维护

9.3.1 隧洞防渗加固改造后，应制定运行维护规程，明确维护内容、周期及标准。

9.3.2 运行维护应包括下列内容：

- a) 定期检查隧洞渗漏情况；
- b) 检查防渗层及排水设施的完好性；
- c) 清理排水孔及排水盲沟，保持通畅；
- d) 检查结构补强部位的完好性；
- e) 记录并分析监测数据。

9.3.3 发现下列情况之一时，应进行专项检查和处理：

- a) 渗漏量明显增大；
 - b) 衬砌出现新的裂缝或变形；
 - c) 防渗层损坏或脱落；
 - d) 排水设施失效；
 - e) 监测数据异常。
-