、

江苏省市场监督管理局  发布

××××-××-××实施

××××-××-××发布

涵洞工程技术管理规范

Code for technical management of culvert engineering

DB32/T××××—××××

DB32

江苏省地方标准

ICS13.060.10

CCS Z 04

目 次

[前 言 III](#_Toc14061)

[1 范围 1](#_Toc26192)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc30008)

[3 术语和定义 1](#_Toc12198)

[4 总则 2](#_Toc4628)

[5 控制运用 2](#_Toc8211)

[5.1 一般规定 2](#_Toc22254)

[5.2 控制运用依据 2](#_Toc19912)

[5.3 控制运用制度 3](#_Toc7464)

[5.4 控制运用要求 3](#_Toc16562)

[5.5 闸门启闭 3](#_Toc22726)

[5.6 冰冻期运用 3](#_Toc8548)

[6 工程检查和设备评级 4](#_Toc8821)

[6.1 一般规定 4](#_Toc22955)

[6.2 日常检查 4](#_Toc6291)

[6.3 定期检查 4](#_Toc12717)

[6.4 专项检查 5](#_Toc6811)

[6.5 设备评级 5](#_Toc25103)

[7 安全管理 5](#_Toc26663)

[7.1 一般规定 5](#_Toc22261)

[7.2 工程保护 5](#_Toc1014)

[7.3 安全生产 6](#_Toc23205)

[7.4 应急措施 6](#_Toc8112)

[7.5 安全鉴定 6](#_Toc3768)

[8 安全监测 7](#_Toc31446)

[8.1 一般规定 7](#_Toc28622)

[8.2 监测内容和要求 7](#_Toc30239)

[8.3 监测预警管理平台 8](#_Toc16371)

[8.4 监测资料整编和分析 8](#_Toc26321)

[9 养护维修 8](#_Toc21782)

[9.1 一般规定 8](#_Toc20955)

[9.2 洞身段养护维修 8](#_Toc29756)

[9.3 洞身与堤岸连接部位养护维修 8](#_Toc13495)

[10 技术资料和档案管理 9](#_Toc26460)

[10.1 一般规定 9](#_Toc29276)

[10.2 技术资料归档 9](#_Toc11012)

[附录A（资料性）工程检查记录表 10](#_Toc27849)

[附录B（资料性）工程监测记录表 20](#_Toc12421)

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。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省水利厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏省水利科教中心、江苏省灌溉总渠管理处、江苏省淮沭新河管理处、河海大学。

本文件主要起草人：孙明权、孙超君、孙猛、袁聪、徐磊、孙勇、董兆华、韩影、万青、周成洋、祁德丽、王辉、肖国俊、徐臻荣、邵莉、许永平、董于、黎龙凤、沈芳芳、张雪。

涵洞工程技术管理规范

# 1 范围

本文件规定了涵洞工程技术管理的总则、控制运用、工程检查和设备评级、安全管理、安全监测、养护维修、技术资料和档案管理。

本文件适用于级别为1、2、3级的水利涵洞工程，其他涵洞工程可参照执行。

# 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 50026 工程测量标准

GB 50179 河流流量测验规范

GB 50288 灌溉与排水工程设计标准

JTG/T 3365 公路涵洞设计规范

SL 75 水闸技术管理规程

SL 101 水工钢闸门和启闭机安全检测技术规程

SL 240 水利水电工程闸门及启闭机、升船机设备管理等级评定标准

SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准

SL 298 防汛物资储备定额编制规程

SL 768 水闸安全监测技术规范

SL/T 790 水工隧洞安全鉴定规程

DB 32/T3259 水闸工程管理规程

# 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

涵洞工程 culvert engineering

修建在河道、堤坝等下方，与上下游河道相连的输水建筑物，主要由洞身、进口建筑物和出口建筑物组成。

3.2

压力式涵洞 pressure culvert

进、出洞口都被水流淹没，洞身涵长范围内全断面过水且洞内顶部承受水头压力的涵洞。

3.3

半压力式涵洞 semi-pressurized culvert

进口被水流淹没，只有部分洞身承受水头压力的涵洞。

3.4

无压力式涵洞 free-flow culvert

洞身全长范围内水面不接触洞顶的涵洞。

3.5

倒虹吸涵洞 inverted siphon culvert

形似倒虹吸的有压涵洞。

3.6

水下探查 underwater exploration

通过多种方式对涵洞工程水下结构（包括但不限于底板、顶板、伸缩缝、预埋件、门槽）进行的检查。

# 4 总则

4.1 涵洞工程控制运用应遵循局部服从全局、兴利服从防洪、综合利用水资源、统筹兼顾上下游和左右岸的原则。

4.2 管理单位应推进工程标准化、精细化管理，开展安全生产标准化、水利风景区和水情教育基地创建工作。

4.3 管理单位应定期开展工程检查和安全监测，掌握工程变化规律；应定期对洞身进行全面检查，不具备放空检查条件的涵洞工程，应结合安全鉴定对洞身进行全面检查。

4.4 管理单位应根据工程运用、养护维修实际需求和经济技术条件，采用先进、实用的新技术、新设备、新材料和新工艺，推广应用信息化管理技术，提高运行效能和科技水平。

# 5 控制运用

5.1 一般规定

5.1.1 管理单位应根据规划设计要求和所在区域的防汛抗旱调度方案制定涵洞工程控制运用方案，率定水位流量关系曲线；涵洞功能或运用指标发生变化，应及时修订。需按计划供水的涵洞工程，应按年度或分阶段制订用水计划并上报上级主管部门。

5.1.2 涵洞工程控制运用方案主要内容应包括工程概况、承担的任务、规模效益、设计特征值、调度原则和权限、具体控制运用要求等。

5.1.3 涵洞工程运用应按调度指令、用水计划或批准的控制运用方案进行，不得接受其他任何单位和个人的指令。调度指令应详细记录、复核，执行完毕后及时上报，留存操作运行记录。承担水文测报任务的单位应及时发送水情信息。

5.2 控制运用依据

5.2.1 管理单位应根据涵洞设计特征值，结合承担任务和工程条件的变化，确定下列指标，作为控制运用的依据：

a）上游水位、下游水位、流量；

b）最大流量，相应的单宽流量、上游水位、下游水位；

c）最大水位差，相应的上游水位、下游水位；

d）上、下游河道的安全运行水位和流量；

e）兴利水位和流量。

5.2.2 在正常工况下，压力式涵洞前允许较高壅水；半压力式涵洞应控制进、出口水深，洞前壅水高度可略高于进口净高，保证工程在设计工况下运行；无压力式涵洞洞内水面以上应有一定的净空面积和净空高度，净空面积宜不小于洞身横断面面积的10%~30%。

5.2.3 确需超标准运用，管理单位应经分析论证和安全复核，制定超标准运用方案和应急预案，报上级主管部门批准后执行。

5.3 控制运用制度

5.3.1 管理单位应制订涵洞工程控制运用制度，并根据工程实际情况和管理要求适时进行修订。

5.3.2 涵洞工程控制运用制度主要包括调度运用制度、闸门启闭制度和操作票制度。调度运用制度应规定调度运用原则、程序、要求、注意事项等；闸门启闭制度应规定闸门启闭程序、启闭要求、注意事项等；操作票制度应规定操作票使用范围、操作执行和相关的安全措施等。

5.4 控制运用要求

5.4.1 上、下游引河存在影响涵洞工程控制运用的船舶或漂浮物，管理单位应采取相应措施。

5.4.2 应优化闸门开启孔数、高度，充分利用上游来水，合理防淤、减淤、冲淤。

5.4.3 控制运用过程中应注意闸门开启方式和开启高度，避免洞内产生气蚀和水锤，对工程造成损坏。

5.4.4 过洞流量应和上、下游水位相适应，避免洞内长时间处于明满流交替状态，使水跃发生在消力池内，避免发生集中水流、折冲水流、回流、漩涡等不良流态；关闸或减少过洞流量时，防止下游河道水位下降过快。

5.4.5 管理单位可向签订协议的单位通报有关水情。

5.4.6 工程控制运用记录参照DB 32/T 3259附录A表式填写。

5.5 闸门启闭

5.5.1 闸门启闭应执行SL 75、DB 32/T 3259规定。

5.5.2 闸门开启时应按照“始流时闸下安全水位～流量关系曲线”“闸门开高～水位～流量关系曲线”控制运用，曲线的率定应执行GB 50179规定。

5.5.3 上、下洞首均设置闸门控制的涵洞，开启时，宜先开启下洞首闸门，再开启上洞首闸门；关闭时，宜先关闭上洞首闸门，再关闭下洞首闸门。

5.5.4 多孔涵洞的闸门启闭应符合以下要求：

a）闸门宜同时均匀启闭，不能同时启闭的，应由中间孔向两侧依次对称开启，由两侧向中间孔依次对称关闭；

b）双层孔口或布置上、下扉闸门的涵洞，应先开启底层或下扉闸门，再开启上层或上扉闸门，关闭时顺序相反；

c）闸门开启后，应观察上、下游水位和流态，核对流量、闸门开高和孔数；

d）结合排涝、泄洪功能，多孔涵洞可轮流开启1~2孔闸门冲淤、减淤。

5.6 冰冻期运用

5.6.1 准备工作：

a）管理单位应备足备齐防冻、防冰凌所需物资；

b）冬季来临前，应将柴油发电机水箱里的冷却水换成防冻液，长期不使用的发电机，宜将冷却水、机油放净；

c）雨雪后应及时清除危害工程和设备安全的积水、积雪。

5.6.2 运行规定：

a）冰冻期间应采取防冻措施，防止建筑物和闸门受冰压力作用、冰块的撞击；

b）闸门启闭前，应消除闸门周边和运转部位的冻结；

c）解冻期间泄水，应将闸门提出水面或小开度泄水。

# 6 工程检查和设备评级

6.1 一般规定

6.1.1 涵洞工程检查分为日常检查、定期检查和专项检查。

6.1.2 日常检查包括日常巡查和经常检查。日常巡查每日不应少于1次。经常检查，工程建成5年内，每周检查不应少于2次；5年后可适当减少次数，每周不应少于1次；工程在汛期高水位运行或超设计标准运行时，应增加检查频次。

6.1.3 定期检查包括汛前检查、汛后检查和水下检查。汛前检查宜每年4月底前完成，汛后检查宜每年10月底前完成，水下检查可结合汛前检查每2年开展一次。运行状况较差的老旧工程，应每年开展水下检查，必要时应同时开展洞身检查或放空检查。

6.1.4 专项检查主要为发生地震、风暴潮、台风或其他自然灾害、工程超过设计标准运行或发生重大工程事故后进行的检查，着重检查建筑物、设备、设施的变化和损坏情况。

6.1.5 应按照SL 240相关规定要求，定期对闸门、启闭机等设备进行评级，并对评级结果进行分析总结，评级资料应及时归档。

6.2 日常检查

6.2.1 检查管理范围内有无违章建筑，有无影响工程安全运行的障碍物和危害工程安全的活动。

6.2.2 检查负压区通气孔是否通畅，上洞首、下洞首、洞身、洞身与堤岸连接部位是否正常，洞身沿线有无变形、塌陷。

6.2.3 检查建筑物、设备、设施是否受损，工程运行状态是否正常。

6.2.4 放水时洞身有无异常响声，下泄水体是否浑浊或受到污染。

6.2.5 工程日常巡查记录见附录A表A.1，经常检查记录见附录A表A.2。

6.3 定期检查

6.3.1 定期检查流程包括：收集基础资料，调查现场情况，编制检查方案，开展定期检查，编制检查报告，上报主管部门。

6.3.2 汛前着重检查养护维修工程和防汛工程完成情况、安全度汛存在问题及措施、防汛工作准备情况，对建筑物、设备、设施进行详细检查，对闸门、启闭机、备用电源、监控系统等进行试运行，对电气设备进行预防性试验。

6.3.3 水下检查着重检查水下工程的损坏情况，超过设计指标运用后，应及时进行水下检查。

6.3.4 洞身检查着重检查涵洞侧墙、中隔墙、顶板、底板、伸缩缝等部位混凝土有无损坏，洞身有无淤积等，在有水状态下，一般采用潜水检查或水下探查方式。

6.3.5 放空检查应符合以下要求：

a）检查前应收集基础资料，开展安全复核评估，制定专项实施方案，必要时经专家论证；

b）宜采取放置检修门、填筑围堰等工程措施，排空涵洞后进行，着重检查洞内有无淤积，上洞首、下洞首、洞身等部位混凝土是否损坏，伸缩缝填料有无流失，止水有无损坏，埋件是否完好，结构有无明显不均匀位移等；

c）倒虹吸涵洞着重检查洞身有无变形、裂损、露筋、漏水、漏土，洞内有无淤积，基底有无冒水、潜流、淘空，铺砌等河道防护设施有无损坏，节间有无渗漏，井口盖板、垂裙、拦污栅、闸门、沉砂池、溢洪道等设施有无损坏，渠道水流有无挟带大颗粒物质。

6.3.6 汛后着重检查工程、设备、设施度汛后的变化和损坏情况，据此编制次年的养护维修等计划。

6.3.7 定期检查记录见附录A表A.3~表A.5和参照DB 32/T 3259附录B表式填写，水下检查记录见附录A表A.6，洞身检查方式和要求见附录A表A.7，洞身检查记录见附录A表A.8，放空检查记录见附录A表A.9。

6.4 专项检查

6.4.1 专项检查内容应根据所遭受灾害或事故的特点来确定，对重点部位应进行专门检查、检测或安全鉴定，必要时可委托专业单位进行。

6.4.2 检查发现的问题应及时处理，不能立即处理的制定修复方案和计划并上报。

6.4.3 检查发现的安全隐患，应写明地点、部位、危害程度等详细信息，检查结果形成检查报告，并报上级主管部门。

6.4.4 专项检查记录见附录A表A.10。

6.5 设备评级

6.5.1 应按照SL 240相关规定要求，定期对闸门、启闭机等设备进行评级，并对评级结果进行分析总结，评级资料应及时归档。设备评级时间应符合以下要求：

a）设备评级应每2年开展一次，可结合定期检查进行；

b）设备大修时，应结合大修进行全面评级，非大修年份应结合设备运行状况和维护保养情况进行相应的评级；

c）设备更新后，应及时进行评级；

d）设备发生重大故障、事故经修理投入运行的次年应进行评级；

e）投入运行不满3年或正在进行更新改造的工程，不进行设备评级。

6.5.2 评级工作按照评级单元、单项设备、单位工程逐级评定。

6.5.3 单项设备被评为三类设备的应及时整改；单位工程被评为三类单位工程的，应向上级主管部门申请安全鉴定，并落实处置措施。

6.5.4 编写设备等级评定报告，主要内容包括：工程概况、评定范围、评定工作开展情况、评定结果、存在问题和措施、设备等级评定情况表。

6.5.5 设备等级评定情况参照DB 32/T 3259附录C表式填写。

# 7 安全管理

7.1 一般规定

7.1.1 管理单位应按照划定的工程管理范围和安全警戒区，确定管理范围内土地使用权属，领取不动产权证并设立界桩、界牌以及安全警戒区公告牌等。

7.1.2 管理单位应全面落实安全生产主体责任，建立健全安全生产管理体系，改善安全生产条件，建立安全生产台账。

7.1.3 管理单位应编制生产安全事故应急预案，并定期组织开展培训和演练，发生事故后应迅速采取有效措施组织抢救，防止事故扩大，并及时上报。

7.1.4 管理单位应运用水利安全生产监管信息系统，及时上报安全风险、隐患和事故信息及水行政主管部门监督检查信息，强化安全风险分析和监测预警。

7.1.5 管理单位应根据有关规定和要求，开展安全生产标准化建设，并持续改进。

7.2 工程保护

7.2.1 在工程管理范围内从事生产、生活活动，应遵守以下规定：

a）按有关规定对工程管理范围内的生产、生活活动进行安全管理，管理范围内禁止爆破、取土、打井、挖坑、埋葬、建窑、倾倒垃圾或排放有毒有害污染物等危害工程安全的行为；

b）应设立上下游安全警戒标识，不得在安全警戒区内停泊船只、捕鱼、游泳；不得在建筑物边缘及桥面逗留、钓鱼；

c）加强工程管理范围巡查，发现侵占、破坏或损坏工程的行为，立即采取有效措施予以制止，及时报告并依法查处；

d）依法对工程管理范围内批准的建设项目进行监督管理。

7.2.2 工程设施、设备的保护，应遵守以下规定：

a）按要求在工程设施周围设立相应的公告类、名称类、警示类、指引类标识牌，在交通桥两端设立限载、限速、限宽等安全标志，具有通航功能的立交涵洞，应按要求设置助航设施，不满足通航条件时不得通航；

b）妥善保护建筑物、机电设备、水文、通讯、供电、监测设施，防止人为毁坏；非工作人员不得擅自进入工作桥、启闭机房等可能影响工程安全运行或影响人身安全的区域；

c）不得在挡土墙后填土区上堆载重物；

d）应采取有效技术手段和管理措施防止计算机病毒对自动化控制系统的侵害和外来的非法入侵；设备、软件接（装）入系统前应进行病毒检测；闸门自动化监控系统的端口、USB接口、光驱设备等未经同意，禁止接入外部设备。

7.3 安全生产

7.3.1 按规定开展安全生产教育和培训，特种作业人员应持证上岗。

7.3.2 应根据工程运行情况和管理特点，构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制。

7.3.3 机械传动等危险部位应设置防护设施，电气设备等危险场所应设有安全警戒线，安全标志应齐全、规范；扶梯、栏杆、检修门门槽盖板等应完好无损，安全可靠。

7.3.4 按照消防要求配备消防器材，消防通道应保持通畅，定期对消防器材、安全用具进行检查、检验，保证其齐全、完好、有效。

7.3.5 避雷设施及各类报警装置应定期检查维修，保持完好、可靠。输电线路应经常检查，不得私接乱接。

7.3.6 工程施工中管理单位应对相关方开展专项安全生产知识培训和技术交底，检查落实安全措施，规范作业行为。

7.3.7 动火、受限空间、高处、吊装、临时用电、动土等作业应经审批后进行。

7.3.8 按规定开展职业健康体检和工作场所职业危害因素检测，为从业人员提供符合职业健康要求的工作环境和条件。

7.4 应急措施

7.4.1 坚持“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，做好以下事故预防工作：

a）建立健全生产安全事故应急预案体系；

b）结合工程情况制定综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案，报上级主管部门批准，预案一般每3年修订1次，如工程管理条件发生变化应及时修订完善；

c）应急预案演练每年至少组织1次，现场处置方案演练每半年至少组织1次，演练台账记录齐全。

7.4.2 应按照SL 298的规定测算防汛物资品种及数量，现场储备必要的应急物资、抢险器械和备品备件，落实大宗物资储备。

7.4.3 应及时分析研判极端天气可能造成的影响，适时启动应急响应，对工程现场开展全面检查，及时撤离需要避险的人员和设施设备。

7.4.4 突发建筑物险情、设备（设施）故障时，应立即采取应急抢险措施，消除安全隐患。

7.5 安全鉴定

7.5.1 涵洞工程安全鉴定时间应符合以下要求：

a）首次安全鉴定应在新建工程、除险加固工程竣工验收或投入使用后5年内进行，以后每隔10年进行1次安全鉴定；

b）工程运行中遭遇超标准洪水、强烈地震、增水高度超过校核潮位的风暴潮、发生重大工程事故后，如出现影响工程安全的异常现象，应及时进行安全鉴定；

c）闸门、启闭机等单项工程达到折旧年限时，应及时进行单项工程安全鉴定；

d）对影响工程整体安全运行的单项工程，应及时进行安全鉴定。

7.5.2 涵洞工程安全鉴定的具体内容应参照SL/T 790的规定进行，包括现状调査、安全检测、安全复核等。根据安全复核结果，进行研究分析，作出综合评估，确定涵洞工程安全类别，编制工程安全评价报告，并提出加强工程管理、改善运用方式、进行技术改造、加固补强、设备更新或降等使用、报废重建等方面的意见。

7.5.3 闸门和启闭机的安全检测与评价应符合SL 101的规定。

7.5.4 安全鉴定为二类工程的，应编制维修方案，报上级主管部门批准，必要时进行大修；安全鉴定为三类工程的，应及时组织编制除险加固计划，报上级主管部门批准；安全鉴定为四类工程的，应报上级主管部门申请降低标准运用或报废、重建。在三、四类工程未处理前，应制定病险工程安全应急预案，并釆取限制运用措施。

7.5.5 经安全鉴定，工程安全类别发生改变的，应在接到安全鉴定报告书之日起3个月内，向工程注册登记机构申请变更注册登记。

7.5.6 管理单位应按照档案管理的有关规定，及时将工程安全鉴定报告书等资料进行归档，妥善保管。

# 8 安全监测

8.1 一般规定

8.1.1 安全监测包括变形、渗流、应力应变、水力学和环境量等，应执行GB 50026和SL 768规定。

8.1.2 管理单位应根据监测要求，结合工程实际情况，编制监测任务书并报上级主管部门批准后，开展安全监测。

8.1.3 有水文测报任务的管理单位应根据水文测站任务书的要求，开展水文观测、报汛和资料整编工作。

8.1.4 管理单位应加强监测设施维护，保证监测设施的完好和有效，如有损坏应及时修复；对工作基点、监测标点、测压管等监测设施进行考证，并将监测设施变化情况记录在年度监测工作总结中。

8.1.5 有条件的管理单位应积极推广应用先进的安全监测设施和设备，开展常态化安全监测并建立监测数据展示、预警平台。

8.2 监测内容和要求

8.2.1 监测任务书应明确监测项目、监测频次、监测方法和监测精度要求。

8.2.2 管理单位应根据涵洞工程主要建筑物级别和类型，结合工程实际，确定监测项目。其中，洞身段、洞身与堤岸连接部位宜增加以下监测项目：

a）穿堤涵洞洞身段开展位移监测，立交地涵洞身上部渡槽开展水位监测；

b）洞身与堤岸连接部位开展渗流监测。

8.2.3 管理单位应对监测项目在不同时段和条件下的监测频次提出具体要求，参见附录B表B.1的规定。

8.2.4 管理单位应根据监测项目选用合适的监测设施、设备（方法），参见附录B表B.2的规定。

8.2.5 管理单位应根据工程特性、建筑物级别和部位，提出主要监测项目的精度要求，参见附录B表B.3的规定。

8.3 监测预警管理平台

8.3.1 编制监测评价指标体系，包括（但不限于）变形、渗流、应力应变、水力学、环境量和运行状态监测等。

8.3.2 根据工程监测需要选择监测设备，确定监测方法，设定监测频次及报警阈值等。

8.3.3 依据编制的监测评价指标体系，构建监测分析模型，并对设备采集的监测数据进行汇总，建立基于一张图展示的涵洞工程实时监测预警管理平台。

8.4 监测资料整编和分析

8.4.1 资料整理应符合以下要求：

a）每次监测结束后，应及时对记录资料进行计算和整理，并对监测成果进行初步分析，如发现监测精度不符合要求，应重测；如发现数据异常，应立即进行复测并分析原因；

b）资料整理发现工程有异常情况时，应立即报告上级主管部门，并采取必要的措施。异常情况判定参见附录B表B.4的规定。

8.4.2 资料整编应符合以下要求：

a）定期参加由上级主管部门组织的资料整编工作，对监测成果进行全面审查；

b）资料整编内容应包括：工程基本资料、监测任务书、监测工作说明、监测设施布置示意图、成果表、工程运用统计表、水位统计表、工程大事记、监测成果分析和原始监测数据等；

c）监测资料分析的主要内容包括：监测成果与以往成果比较、与相关项目监测成果比较、与设计或理论计算比较，变化规律、趋势是否合理；通过过程线，分析随变化规律和趋势。

# 9 养护维修

9.1 一般规定

9.1.1 涵洞工程洞身段养护维修、洞身与堤岸连接部位养护维修按本文件9.2、9.3执行，混凝土及砌石工程、堤岸及引河工程、闸门、启闭机、电气设备、通信和监控设施及其他设施的养护维修执行DB 32/T 3259规定。

9.1.2 涵洞工程的养护可结合汛前、汛后检查进行。洞首清杂及设备清洁、润滑、调整等应视使用情况经常进行，洞首清淤、洞身清淤清杂可结合涵洞放空检查进行。

9.1.3 工程养护维修资料应建档保存。

9.2 洞身段养护维修

9.2.1 应及时清理、疏通建筑物或部（构）件的通气孔，保持畅通。

9.2.2 具备条件的涵洞工程处理混凝土裂缝时，应考虑裂缝所处的部位和环境，按裂缝深度、宽度和结构的工作性能，选择相应的修补材料和施工工艺，宜在低温季节裂缝开度较大时进行修补。

9.2.3 具备条件的涵洞工程应及时修复混凝土结构局部破损，如有影响安全运用的严重损坏，应拆除并修复损坏部分，同时做好止水。

9.2.4 结合工程调度，及时清理洞身杂物，疏通淤积。

9.3 洞身与堤岸连接部位养护维修

9.3.1 水上部分应与堤顶、堤坡同时进行养护。

9.3.2 临水侧截水设施和背水侧反滤、排水设施如有损坏应及时修复。

9.3.3 支墩与堤防连接部位有沉降、裂缝时，应及时维修；发现渗水情况应查明原因，并采取合理的控制措施。

# 10 技术资料和档案管理

10.1 一般规定

10.1.1 工程技术档案管理应执行DB 32/T3259规定。

10.1.2 管理单位应建立技术档案管理制度，由经过培训取得上岗资格的专职或兼职人员管理档案，积极开展档案工作检查评价。

10.1.3 规范开展档案的收集、整理、归档、保存、保管、保护、鉴定、销毁、利用、开发、统计、移交等工作。

10.2 技术资料归档

10.2.1 对于控制运用频繁的涵洞工程，运行资料整理与整编宜每季度进行1次；对于运用较少的涵洞工程，运行资料整理与整编宜每年进行1次。

10.2.2 资料整理与整编应包括以下内容：

a）有关涵洞工程管理的政策、标准、规定及管理办法、上级批示和有关的协议等；

b）涵洞工程建设和技术改造的规划、设计、施工、监理、设备采购、验收等技术文件；

c）各项控制运用工作原始记录，包括操作记录表格和工程相应效果记录；

d）工程检查、设备评级、安全管理、安全监测、养护维修资料和科学研究等方面的技术文件、资料及成果等；

e）工程运用工作总结；

f）工程开展精细化、标准化、水利风景区和水情教育基地等创建所形成的相关资料；

g）有条件的单位可将对应的影像资料一并整理存档。

# 附录A

（资料性）

# 工程检查记录表

表A.1～表A.10给出了日常巡查记录表、经常检查记录表、定期检查记录表、水下检查记录表、洞身检查方式和要求、洞身检查记录表、放空检查记录表和专项检查记录表等涵洞工程检查记录表。

表A.1 日常巡查记录表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 巡查时间 | | 年 月 日 | 天气 |  |
| 巡查检查内容 | | | 巡查情况 | | | |
| 管理范围内有无违章建筑 | | |  | | | |
| 有无影响工程安全运行的障碍物 | | |  | | | |
| 管理范围内有无危害工程安全的活动 | | |  | | | |
| 负压区通气孔是否通畅 | | |  | | | |
| 洞身与堤岸连接部位是否正常 | | |  | | | |
| 建筑物、设备、设施是否受损 | | |  | | | |
| 工程运行状态是否正常 | | |  | | | |
| 水体是否受到污染 | | |  | | | |
| 其他情况 | | |  | | | |
| 巡查人： 技术负责人： | | | | | | |

表A.2 经常检查记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 时间 | 年 月 日 | 天气 |  |
| 检查项目 | 检查内容 | | | | 检查情况 |
| 上游左岸堤防及道路 | 堤岸顶面有无塌陷、裂缝；背水坡及堤脚有无渗漏、破坏等；道路有无破损、积水 | | | |  |
| 上游左岸护坡 | 护坡是否完好，排水是否畅通，有无雨淋沟、塌陷等 | | | |  |
| 上游左翼（岸）墙 | 砼有无损坏和裂缝，伸缩缝是否完好 | | | |  |
| 上游河面 | 拦河设施是否完好，有无威胁工程安全的漂浮物或船舶 | | | |  |
| 上游右岸堤防及道路 | 岸顶面有无塌陷、裂缝；背水坡及堤脚有无渗漏、破坏等；道路有无破损、积水 | | | |  |
| 上游右岸护坡 | 护坡是否完好，排水是否畅通，有无雨淋沟、塌陷等 | | | |  |
| 上游右翼（岸）墙 | 砼有无损坏和裂缝，伸缩缝是否完好 | | | |  |
| 涵洞上洞首结构 | 砼有无损坏和裂缝，伸缩缝是否完好，栏杆是否完好，桥面排水孔是否正常 | | | |  |
| 下游左岸堤防及道路 | 岸顶面有无塌陷、裂缝；背水坡及堤脚有无渗漏、破坏等；道路有无破损、积水 | | | |  |
| 下游左岸护坡 | 护坡是否完好，排水是否畅通，有无雨淋沟、塌陷等 | | | |  |
| 下游左翼（岸）墙 | 砼有无损坏和裂缝，伸缩缝是否完好 | | | |  |
| 下游河面 | 拦河设施是否完好，有无威胁工程安全的漂浮物 | | | |  |
| 下游右岸堤防及道路 | 岸顶面有无塌陷、裂缝；背水坡及堤脚有无渗漏、破坏等；道路有无破损、积水 | | | |  |
| 下游右岸护坡 | 护坡是否完好，排水是否畅通，有无雨淋沟、塌陷等损坏现象 | | | |  |
| 下游右翼（岸）墙 | 砼有无损坏和裂缝，伸缩缝是否完好 | | | |  |
| 涵洞下洞首结构 | 砼有无损坏和裂缝，伸缩缝是否完好，栏杆是否完好，桥面排水孔是否正常 | | | |  |
| 洞身与堤岸连接部位 | 连接部位是否渗水，伸缩缝是否完好，连接是否平顺 | | | |  |
| 闸门状态 | 开启或关闭 | | | |  |
| 闸门 | 闸门有无振动、有无明显漏水，建筑物下游流态、水跃形式是否正常 | | | |  |
| 启闭机 | 启闭机有无漏油，罩壳是否盖好，钢丝绳排列是否正常，有无明显的变形等不正常情况，限位装置动作是否正常 | | | |  |
| 电气设备 | 电气设备运行状况是否正常，电线、电缆有无破损，开关、按钮、仪表、安全保护装置等是否动作灵活、准确可靠；照明设施及警报系统是否完好，运行状况是否正常 | | | |  |
| 负压区通气孔 | 通气孔是否通畅 | | | |  |
| 监测设施及管理设施 | 监测设施设备是否完好、使用是否正常，有无损坏、缺失等；桥头堡、启闭机房等房屋建筑有无破损、渗漏 | | | |  |
| 通讯设施 | 通讯设施运行状况是否正常 | | | |  |
| 其他 | 管理范围内有无违章建筑和危害工程安全的活动，有无影响涵洞安全运行的障碍物，水体是否受到污染等 | | | |  |
| 检查人： 技术负责人： | | | | | |

表A.3 定期检查记录表

（混凝土工程）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 闸孔编号 |  | 时 间 | 年 月 日 | |
| 分部名称 | 工程现状及存在问题 | | | 检查结论 | | 备注 |
| 交通桥面 |  | | |  | |  |
| 交通桥大梁 |  | | |  | |  |
| 工作桥面 |  | | |  | |  |
| 工作桥大梁 |  | | |  | |  |
| 便桥桥面 |  | | |  | |  |
| 便桥大梁 |  | | |  | |  |
| 门槽 |  | | |  | |  |
| 洞身上部直立墙 |  | | |  | |  |
| 洞身上部顶板 |  | | |  | |  |
| 洞身 |  | | |  | |  |
| 胸墙 |  | | |  | |  |
| 排架 |  | | |  | |  |
| 翼（岸）墙 |  | | |  | |  |
| 挡土墙 |  | | |  | |  |
| 闸门支座 |  | | |  | |  |
| 底板 |  | | |  | |  |
| 伸缩缝 |  | | |  | |  |
| 消力池 |  | | |  | |  |
| 护底 |  | | |  | |  |
| 其他 |  | | |  | |  |
| 检查人： 技术负责人： | | | | | | |

表A.4 定期检查记录表

（堤岸及引河、砌石工程）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 时 间 | 年 月 日 | |
| 分部名称 | 工程现状及存在问题 | | 检查结论 | 备注 |
| 土方工程 |  | |  |  |
| 翼（岸）墙后填土 |  | |  |  |
| 上游河坡 |  | |  |  |
| 下游河坡 |  | |  |  |
| 堤防 |  | |  |  |
| 河床 |  | |  |  |
| 砌石工程 |  | |  |  |
| 翼（岸）墙 |  | |  |  |
| 挡土墙 |  | |  |  |
| 干砌块石护坡 |  | |  |  |
| 浆砌块石护坡 |  | |  |  |
| 干砌护底 |  | |  |  |
| 浆砌护底 |  | |  |  |
| 其他 |  | |  |  |
| 检查人： 技术负责人： | | | | |

表A.5 定期检查记录表

（倒虹吸涵洞）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | 时 间 | 年 月 日 | |
| 分部名称 | | 工程现状及存在问题 | | 检查结论 | 备注 |
| 洞身 | 顶板 | 有无变形、裂损、露筋、漏水、横向开裂等 | |  |  |
| 侧墙、中隔墙 | 有无变形、裂损、露筋、外鼓、漏水等 | |  |  |
| 底板 | 砼有无变形、裂损、露筋、漏水、漏土等 | |  |  |
| 基底 | | 有无冒水或淘空现象 | |  |  |
| 导流及防护设施 | | 是否完好；有无变形、裂损、露筋 | |  |  |
| 排水系统 | | 有无堵塞、破损，排水是否畅通 | |  |  |
| 伸缩缝 | | 有无错缝，缝口有无破损，填料有无流失，止水有无损坏 | |  |  |
| 位移及沉降情况 | | 基础及地基是否牢固；节间有无明显位移、沉降或裂缝；土体与洞身接触是否紧密 | |  |  |
| 淤积情况 | | 洞内有无杂草杂物或其他淤积情况，是否影响工程正常运用 | |  |  |
| 水质 | | 水流有无挟带大颗粒物质 | |  |  |
| 其他 | |  | |  |  |
| 检查人： 技术负责人： | | | | | |

表A.6 水下检查记录表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | 时 间 | 年 月 日 |
| 检查部位 | | 检查内容和要求 | 检查情况及存在问题 | |
| 上、下洞首 | | 闸门前或进出水口处淤积情况，门槽有无树根、块石等杂物 |  | |
| 伸缩缝 | | 有无错缝，缝口有无破损，填料有无流失，止水有无损坏 |  | |
| 底板、护坦、消力池 | | 混凝土有无剥落、露筋、裂缝，有无异常磨损，消力池内有无块石 |  | |
| 水下护坡 | | 有无坍塌 |  | |
| 其 他 | |  |  | |
| 建筑物运行状态及水文、气候情况 | | 上游水位： m 下游水位： m 风向： 风力：  天气： 气温： ℃ | | |
| 作业时间 | | 自 时 分起至 时 分止 | | |
| 作业人员 | | 信号员： 记录员： 潜水班负责人：  潜水员： 其他有关人员： | | |
| 检查人： 技术负责人： | | | | |

表A.7 洞身检查方式和要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检查方式 | | 检查要求 |
| 潜水检查 | | 1.根据涵洞运行状况和检测目的选择合适的检测工具；  2.宜在静水中作业，确需在动水中作业，水流流速不宜大于0.5m/s；  3.潜水员检查连续作业时长不宜超过1h；  4.地面人员（指挥、辅助、监护）不宜少于3人；  5.潜水员遭遇障碍、水情发生变化、自身感觉不适或接收到地面人员停止作业信号时，应立即停止作业并出水返回地面。 |
| 水下探查 | 水下激光 | 1.最大量程不宜低于10m，最大耐压深度不宜小于100m；  2.波长稳定性不宜小于±0.1mm，覆盖角不宜小于45°，可旋转角度不宜小于360°；  3.航迹分辨率0.25m/s时航速不宜大于4m，3m范围内垂直航迹分辨率和旋转分辨率不宜大于1.3mm和0.2mm；  4.数据采集软件宜具备实时记录测站、测深、姿态数据、调节参数和三维空间数字化信息采集等功能。 |
| 水下机器人 | 1.洞内水深不宜小于1m；  2.设备行进方向宜和水流方向一致，水流流速宜小于设备的最大行进速度；  3.过程中的影像资料应连续，无暂停、间断或剪接；  4.宜采用相对定位或绝对定位的方式判断设备位置；  5.设备应具备测距功能，精度不低于1cm。 |
| 声呐 | 1.洞内水深不宜小于0.3m；  2.检测前应对设备进行校准，探头前进方向宜与水流方向、涵洞轴线一致且行进速度不宜大于0.1m/s；  3.普查采样点间距宜为5m，其他采样点间距宜为2m，发现异常时应加密采样；  4.应根据作业需求选择合适的声呐类型，并根据作业环境，确定声呐的量程、工作频率、最大耐压水深以及分辨率等参数。 |

表A.8 洞身检查记录表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 时 间 | 年 月 日 |
| 检查部位 | 检查内容和要求 | 检查情况及存在问题 | |
| 顶 板 | 混凝土有无剥落、露筋、裂缝，有无异常磨损，有无漂浮物 |  | |
| 侧墙、中隔墙 | 混凝土有无剥落、露筋、裂缝，有无异常磨损 |  | |
| 底 板 | 混凝土有无剥落、露筋、裂缝，有无异常磨损 |  | |
| 伸缩缝 | 有无错缝，缝口有无破损，填料有无流失 |  | |
| 洞身淤积 | 洞身是否淤积 |  | |
| 其 他 |  |  | |
| 建筑物运行状态及水文、气候情况 | 上游水位： m 下游水位： m 风向： 风力：  天气： 气温： ℃ | | |
| 作业时间 | 自 时 分起至 时 分止 | | |
| 检查设备 |  | | |
| 检查人员 | 检查员： 检查负责人： | | |
| 检查人： 技术负责人： | | | |

表A.9 放空检查记录表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | 时 间 | 年 月 日 |
| 检查部位 | | 检查内容和要求 | 检查情况及存在问题 | |
| 上、下洞首 | | 混凝土有无剥落、露筋、裂缝，有无异常磨损，埋件是否完好，混凝土强度及碳化情况 |  | |
| 洞 身 | 顶 板 | 混凝土有无剥落、露筋、裂缝，有无异常磨损，混凝土强度及碳化情况 |  | |
| 侧墙、中隔墙 | 混凝土有无剥落、露筋、裂缝，有无异常磨损，混凝土强度及碳化情况 |  | |
| 底 板 | 混凝土有无剥落、露筋、裂缝，有无异常磨损；洞内有无淤积及杂物；混凝土强度及碳化情况 |  | |
| 位移及沉降情况 | | 洞首与洞身间，洞身节间有无明显位移、沉降 |  | |
| 伸缩缝 | | 有无错缝，缝口有无破损，填料有无流失，止水有无损坏 |  | |
| 其 他 | |  |  | |
| 水文、气候情况 | | 上游水位： m 下游水位： m 天气： 气温： ℃ | | |
| 作业时间 | | 自 时 分起至 时 分止 | | |
| 放空检查措施 | | 🞎放置检修门 🞎填筑围堰 🞎其他： | | |
| 检查设备 | |  | | |
| 检查人员 | | 检查员： 检查负责人： | | |
| 检查人： 技术负责人： | | | | |

表A.10 专项检查记录表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 时 间 | 年 月 日 | |
| 灾害或事故概况 |  | | | |
| 分部名称 | 工程现状及存在问题 | | 检查结论 | 备注 |
| 上、下洞首 | 砼有无损坏和裂缝，伸缩缝是否完好，栏杆是否完好，桥面排水孔是否正常 | |  |  |
| 翼（岸）墙 | 砼有无损坏和裂缝，伸缩缝是否完好 | |  |  |
| 护坡 | 护坡是否完好，排水是否畅通，有无雨淋沟、塌陷等 | |  |  |
| 护坦、消力池 | 混凝土有无剥落、露筋、裂缝，有无异常磨损，消力池内有无块石 | |  |  |
| 堤防及道路 | 堤岸顶面有无塌陷、裂缝；背水坡及堤脚有无渗漏、破坏等；道路有无破损、积水 | |  |  |
| 闸门 | 闸门有无振动、有无明显漏水，建筑物下游流态、水跃形式是否正常 | |  |  |
| 启闭机 | 启闭机有无漏油，罩壳是否盖好，钢丝绳排列是否正常，有无明显的变形等不正常情况，限位装置动作是否正常 | |  |  |
| 电气设备 | 电气设备运行状况是否正常，电线、电缆有无破损，开关、按钮、仪表、安全保护装置等是否动作灵活、准确可靠；照明设施及警报系统是否完好，运行状况是否正常 | |  |  |
| 拦河设施 | 是否完好，河面有无威胁工程安全的漂浮物 | |  |  |
| 监测设施及管理设施 | 监测设施设备是否完好、使用是否正常，有无损坏、缺失等现象；桥头堡、启闭机房等房屋建筑有无破损、渗漏 | |  |  |
| 通讯设施 | 运行状况是否正常 | |  |  |
| 其他 |  | |  |  |
| 检查人： 技术负责人： | | | | |

# 附录B

# （资料性）

工程监测记录表

表B.1～表B.4给出了监测频次表、监测设施设备（方法）表、监测精度表和工程异常情况判定表等涵洞工程监测记录表。

表B.1 监测频次表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **监测项目** | | **频次** |
| 变形 | 垂直位移 | 工程完工后5年内，每季度监测一次；以后每年汛前、汛后各监测一次。经资料分析工程垂直位移趋于稳定的可改为每年监测一次 |
| 水平位移 | 工程投入使用后3年内，每月应监测一次，以后每年监测次数应不少于2次，当上下游水位差接近设计值或超标准运用时，应增加测次 |
| 倾斜 | 根据实际需要开展监测 |
| 裂缝开合度 | 混凝土或浆砌石建筑物裂缝发现初期每半月应监测一次，基本稳定后宜每月监测一次。当出现历史最高、最低水位，历史最高、最低气温，发生强烈震动，超标准运用或裂缝有显著发展时，应增加测次，必要时应持续监测 |
| 结构缝开合度 | 工程竣工后3年内，每月应监测一次，以后可每季度监测一次，当发生历史最高、最低水位，历史最高、最低气温，超标准使用以及结构缝变化异常时，应增加测次 |
| 渗流 | 扬压力 | 工程新建投入使用3个月内，每月应监测15次~30次；运用3个月后，每月监测4次~6次；运用5年以上，且工程垂直位移和地基渗透压力分布均无异常情况下，可每月监测2次~3次。当上、下游水位差接近设计值、超标准运用或遇有影响工程安全的情况时，应随时增加测次 |
| 侧向绕渗 |
| 应力  应变 | 结构应力应变 | 工程完工后3年内，每月应监测一次；经资料分析工程趋于稳定后，每季度应监测一次 |
| 地基反力 |
| 墙后土压力 |
| 水力学 | 水流流态 | 根据实际需要开展监测 |
| 水面线（水位） |
| 水流流速 |
| 环境量 | 上、下游水位 | 每天上午8时监测1次，根据需要增加测次 |
| 流量 |
| 气温 | 逐日监测 |
| 降水量 |
| 上、下游河床淤积和冲刷 | 工程投入使用后5年内，每年汛前、汛后各监测一次，以后可在每年汛前或汛后开展一次；遇工程泄放大流量或超标准运用、单宽流量超过设计值、冲刷或淤积严重，应增加测次 |

表B.2 监测设施设备（方法）表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **监测项目** | | **设备（方法）** | **备注** |
| 变形 | 垂直位移 | 几何水准测量、GPS法拟合高程或静力水准法 |  |
| 水平位移 | 活动觇标法、小角度法、三角网前方交会法、静态GPS法、全站仪坐标法、引张线法 |  |
| 倾斜 | 水准测量法、测斜管或测斜仪 |  |
| 裂缝开合度 | 宽度：刻度显微镜  深度：金属丝、超声波探伤仪等 |  |
| 结构缝开合度 | 游标卡尺、三向测缝计 |  |
| 渗流 | 扬压力 | 测钟法、测钎法、电测水位计法、示数水位计法或压力表法 |  |
| 侧向绕渗 | 测钟法、测钎法、电测水位计法、示数水位计法或压力表法 |  |
| 应力应变 | 结构应力应变 | 应变计 |  |
| 地基反力 | 土压力计 |  |
| 墙后土压力 | 土压力计 |  |
| 水力学 | 水流流态 | 文字描述、摄影或录像 |  |
| 水面线（水位） | 沿程水面线：直角坐标网格法、水尺法或摄影法  水跃长度及平面扩散：水尺法、摄影法 |  |
| 水流流速 | 浮标、流速计或毕托管 |  |
| 环境量 | 上、下游水位 | 水尺或水位计 |  |
| 流量 | ADCP或流量计 |  |
| 气温 | 专用气温监测仪器 |  |
| 降水量 | 自计雨量计或自动测报雨量计 |  |
| 上、下游河床淤积和冲刷 | 测深杆、测深锤或测深仪 |  |

表B.3 监测精度表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **监测项目** | | | **精度** | | **备注** |
| 变形 | 垂直位移 | 水准基点-工作基点 | 一等 | 2 | 1. N为测站数，K为单程千米数，不足1km按1km计；  2．1、2级涵洞水准基点-工作基点采用一等监测，工作基点-监测标点采用二等监测；  3．3级涵洞水准基点-工作基点采用二等监测，工作基点-监测标点采用三等监测。 |
| 4 |
| 二等 | 0.3 |
| 0.5 |
| 工作基点-监测标点 | 二等 | 0.5 |
| 三等 | 1.4 |
| 水平位移 | 活动觇标法 | 校测工作基点及增设的工作基点 | 允许误差不大于2mm  （两倍中误差） |  |
| 对监测标点开展监测 | 每测回的允许误差应小于4mm（两倍中误差） | 正镜、倒镜各测一次叫一测回 |
| 小角度法 | 测微仪两次重合读数之差不应超过0.4"，一测回中，正倒镜的小角值不应超过3"，同一测点各测回小角值校差不应超过2" | |  |
| 三角网前方交会法 | 半测回归零差正负6"，二位视准差之互差正负8"，各测回的测回差正负5" | | 应采用J1级经纬仪和全圆测回法，且不少于四个测回 |
| 静态GPS法 | 每一测点应监测两次，两次误差应小于2mm取其平均值 | | 每次作业时长应大于50分钟 |
| 全站仪坐标法 | 四测回的测点水平坐标误差均应小于2mm取其平均值 | | 使用全圆测回法且不少于四个测回 |
| 引张线法 | 相对中误差不应大于1/1000；左右边缘读数差和钢丝直径之差不得超过0.15mm，两测回监测值之差不得超过0.15mm | | 使用两用仪、两线仪或放大镜监测时，不得超过0.3mm |
| 倾斜 | | 测斜仪的气泡格值不应大于5″，位移量中误差应小于±3.0″ | |  |
| 裂缝、结构缝 | | 宽度用游标卡尺测定精确到0.01mm，裂缝深度精确到0.1mm | |  |
| 渗流 | 测钟法、测钎法或电测水位计法 | | 应独立作业两次，最小读数至0.01m，两次读数差不得大于0.02m，取其平均值，成果取至0.01m | |  |
| 示数水位计法 | | 最小读数取0.01m | |  |
| 压力表法 | | 应读至最小估读单位 | |  |
| 应力应变 | | | 应读至最小估读单位 | |  |
| 水力学 | 水流流速 | | 应读至最小估读单位 | |  |

（续）B.3 涵洞监测精度表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 环境量 | 上、下游水位 | 最小读数取0.01m |  |
| 流量 | 应读至最小估读单位 |  |
| 气温 | 监测精度应不低于0.5℃ |  |
| 降雨量 | 应读至最小估读单位 |  |
| 上、下游河床淤积和冲刷 | 最小读数取0.01m |  |

表B.4 工程异常情况判定表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **监测类别** | **监测项目** | **异常情况判定** |
| 变形 | 垂直位移 | 1.垂直位移量、间隔位移量、相邻底板不均匀位移量等数值过大，超过设计、规范所规定的范围；  2.位移量变化规律明显异常；  3.出现持续上浮情况。 |
| 水平位移 | 1.水平位移量、间隔位移量等数值过大，超过设计、规范所规定的范围；  2.位移量变化规律明显异常。 |
| 倾斜 | 数值过大，超过设计、规范所规定的范围 |
| 裂缝和结构缝开合度 | 1.宽度、间隔变化量等数值过大，超过设计、规范所规定的范围；  2.过程线有明显突变。 |
| 渗流 | 扬压力 | 1.上下游同组测压管水位高于上游水位或者低于下游水位；  2.同一断面浸润线上的相邻测压管水位有突变；  3.测压管水位过程线不连续，有突变。 |
| 侧向绕渗 |
| 应力应变 | 结构应力应变 | 1.数值过大，超过设计、规范所规定的范围；  2.过程线不连续，有突变。 |
| 钢筋应力 |
| 地基反力 |
| 墙后土压力 |
| 水力学 | 水流流态 | — |
| 水面线（水位） | — |
| 水流流速 | — |
| 环境量 | 上、下游水位 | — |
| 流量 | — |
| 气温 | — |
| 降水量 | — |
| 上、下游河床淤积和冲刷 | 1.水工建筑物底板、护坦、铺盖等刚性结构高程低于设计值；  2.上下游引河土质河床有明显冲刷坑。  3.河床断面图显示有明显突变。 |