

ICS 93.06

CCS P 00

备案号:

DB63

青海省地方标准

DB 63/T XXXX—2021

公路隧道防排水工程施工质量检验评定

点击此处添加标准英文译名

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

2020 - XX - XX 发布

2020 - XX - XX 实施

青海省市场监督管理局

发布

目 次

前言 II

引言 III

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 防水工程施工检验 4

6 排水工程施工检验 6

7 竣（交）工验收检测 11

附录 A（规范性） 质量检验评定表..... 14

附录 B（资料性） 红外热成像检查法..... 17

附录 C（资料性） 高压水内窥镜检查法..... 18

附录 D（资料性） 爬行机器人检查法..... 20

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。

本文件由青海省交通运输标准化专业技术委员会提出。

本文件由青海省交通运输厅归口。

本文件起草单位：青海省交通工程技术服务中心、中路高科交通检测检验认证有限公司、青海地方铁路建设投资有限公司。

本文件主要起草人：黄班玛、陈海波、段成龙、祝存芳、张丹峰、王永健、石福林、王志华、李文虎、刘武昊、祁昌林、段炼、杨万田、赵海云、赵薇、马军。

本文件由青海省交通运输厅监督实施。

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到附录D爬行机器人检查法与一种隧道排水管错台的测量装置（申请号：201821456815.0）相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何人在合理且无歧视的条款下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：黄班玛

地址：青海省西宁市城西区五四大街72号

请注意除以上专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

公路隧道防排水工程施工质量检验评定

1 范围

本文件规定了公路隧道防排水工程施工质量检验评定的术语和定义、防水工程施工质量检测、排水工程施工检测检测、竣（交）工验收检测、检测技术与方法等内容。

本文件适用于各等级公路新建、改扩建工程中的隧道防排水工程施工质量的检验与评定。公路工程施工单位、工程监理单位、建设单位质量检测机构和质量监督部门对公路隧道防排水工程质量的管理、监控和检验评定可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件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 50208 地下防水工程质量验收规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

关键项目

分项工程中对安全、耐久性和主要使用功能起决定性作用的检查项目。

注：在本文件中以△标识。

3.2

一般项目

分项工程中除关键项目以外的检查项目。

3.3

外观质量

通过观察和必要的量测所反映的工程外在质量和功能状态。

3.4

湿渍

混凝土结构面呈现明显色泽变化的潮湿斑。

3.5

渗水

混凝土结构面有水渗出，墙壁上可观察到明显的流挂水迹。

3.6

水珠

混凝土结构面的边墙或拱顶，可观察到悬垂的水珠，其滴落间隔时间超过1min。

3.7

滴漏

混凝土结构面的边墙或拱顶，渗漏水的滴落速度至少为每分钟1滴。

3.8

线漏

混凝土结构面呈渗漏成线或喷水状态。

4 总则

4.1 总体要求

公路隧道防排水工程质量检验评定以分项工程为单元，采用百分制进行，按分项工程、分部工程、单位工程逐级进行评定，并按以下内容开展：

- a) 施工单位应对各分项工程按本文件第 5 章、第 6 章规定的内容进行自检，分项工程按附录 A 中表 A.1 的规定填写《分项工程质量检验评定表》；分部工程按附录 A 中表 A.2 的规定填写《分部工程质量检验评定表》；单位工程按附录 A 表 A.3 的规定填写《单位工程质量检验评定表》；并按相关施工技术规范提交真实、完整的自检资料，对工程质量进行评定；
- b) 监理单位应按规定要求对工程质量进行独立抽检，对施工自检评定资料进行签认，对工程质量进行评定；
- c) 建设单位根据工程质量的检查及平时掌握的情况，对监理单位所做的工程质量评定结果进行审定。

4.2 单位工程、分部工程及分项工程的划分及权值

4.2.1 工程质量等级应按分项工程、分部工程、单位工程逐级进行评定，分项工程、分部工程质量等级分为合格、不合格两个等级；单位工程质量等级分为优良、合格、不合格三个等级。

4.2.2 分项工程、分部工程得分大于或等于 75 分，则分项工程、分部工程质量为合格，否则为不合格。

4.2.3 评定为不合格的分项工程，经返工、加固、补强或调测，满足设计要求后，可以重新进行质量检验评定，但计算分项工程评分值时按其复评分值的 90% 计算。经返工或加固处理仍不能满足安全或重要使用功能的分项工程，不应再次评定。

4.2.4 单位、分部、分项工程划分及权值如表 1 所示。

表1 隧道工程划分及权值

单位工程	分部工程		权值	分项工程	权值
隧道工程 (每座或每合同段)	洞口工程 (每个洞口)	防水工程	1	明洞防水层	2
		排水工程	1	洞口排(截)水沟	2
	洞身工程 (200延米, 不足 200延米按200延 米评定)	防水工程	2	洞身防水层, 防水混凝土	3
				施工缝, 变形缝	2
				涂料防水层	1
		排水工程	2	横向排水管, 中心、侧沟排水管(沟)	3
				环向排水管, 纵向排水管, 泄水洞	2
				检查井	1

4.3 工程质量检验评定

4.3.1 基本要求

基本要求应符合下列规定:

- a) 分项工程应对所列基本要求逐项检查, 经检查不符合规定时, 不得进行工程质量的检验评定;
- b) 分项工程所用的各种原材料的品种、规格、质量及混合料配合比和半成品、成品应符合有关技术标准规定并满足设计要求。

4.3.2 实测项目

实测项目检测应符合下列规定:

- a) 对检查项目按照规定的检查方法和频率进行随机抽样检验(有规定的除外), 计算合格率;
- b) 检查项目合格率应按式(1)计算:

$$\text{检查项目合格率}(\%) = \frac{\text{合格的点(组)数}}{\text{该检查项目的全部检查点(组)数}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

4.3.3 外观质量检查

外观质量检查应符合下列规定:

- a) 外观质量应逐项进行全面检查, 如发现外观缺陷, 应进行扣分;
- b) 外观质量存在严重缺陷或不满足规定要求, 该检验项目为不合格。

4.3.4 质量保证资料检查

质量保证资料检查应符合下列规定:

- a) 分项工程的施工资料和图表残缺, 缺乏最基本的数据, 或有伪造涂改者, 不予检验和评定;
- b) 可按下列各项逐项检查资料齐全情况, 资料不齐全的每项扣1分~3分:
 - 1) 所用原材料、半成品和成品质量检验结果;
 - 2) 材料配比、拌和加工控制检验和试验数据;
 - 3) 各项质量控制指标的试验记录和质量检验汇总图表;
 - 4) 施工过程中遇到的非正常情况记录及其对工程质量影响分析评价资料;
 - 5) 施工过程中如发生质量事故, 经处理补救后, 达到设计要求的认可证明文件等。

4.3.5 分项工程的评定

工程实体检测根据本文件第5章、第6章的规定，按抽查项目的合格率加权平均乘以100作为分项工程实测得分；外观质量检查发现的缺陷及质量保证资料审查发现的问题，在分项工程实测得分的基础上使用扣分制，其中外观质量扣分累计不应超过15分，质量保证资料扣分累计不应超过5分。分项工程实测得分按式（2）计算，分项工程得分按式（3）计算。

$$\text{分项工程实测得分} = \frac{\sum \text{抽查项目合格率} \times \text{权值}}{\sum \text{权值}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{分项工程得分} = \text{分项工程实测得分} - \text{外观质量扣分} - \text{质量保证资料扣分} \dots\dots\dots (3)$$

4.3.6 分部工程的评定

根据分项工程得分使用加权平均值计算分部工程得分，分部工程得分按式（4）计算，各分项工程的权值见表1。

$$\text{分部工程得分} = \frac{\sum \text{分项工程得分} \times \text{权值}}{\sum \text{权值}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

4.3.7 单位工程的评定

根据分部工程得分使用加权平均值计算单位工程得分，按式（5）计算。各分部工程的权值见表1。

$$\text{单位工程得分} = \frac{\sum \text{分部工程得分} \times \text{权值}}{\sum \text{权值}} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

5 防水工程施工检验

5.1 一般规定

5.1.1 防水工程施工应满足设计要求并符合相关施工规范的规定。

5.1.2 隧道工程防水材料应满足设计要求，并有出厂合格证明，不应使用有毒、污染环境材料；隧道防水施工不应污染环境。

5.1.3 衬砌背后潜在的含水源及衬砌渗漏水点的检测，检测方法见附录 B。

5.1.4 明洞防水层铺设前应检查并清除拱墙背面露出的尖锐突出物，明洞拱墙背面混凝土表面应平整圆顺，防水层的铺设应保证各方向的搭接宽度。

5.2 防水层

5.2.1 基本要求

基本要求包括以下内容：

- a) 铺设防水层的基面应密实、平整，无裂缝脱落、露筋、空鼓等现象；基面不应有钢筋、凸出的管件等尖锐突出物；
- b) 隧道断面变化处或转弯处的阴角应抹成半径 ≥ 50 mm 的圆弧；
- c) 防水层施工时，基面不宜有明水。

5.2.2 实测项目

防水层检测指标及要求应符合表2的规定。

表2 防水层检测指标及要求

序号	项目		检查方法和频率	权值
1 [△]	搭接宽度 (mm)		尺量法：每 5 环搭接抽查 3 处，每处测 3 个点	3
2 [△]	缝宽 (mm)	焊接	尺量法：每 5 环搭接抽查 3 处，每处测 3 个点。无法采用自动爬焊机焊接的，可采用手持焊枪焊接，缝宽≥20 mm	3
		粘接	尺量法：每 5 环搭接抽查 3 处，每处测 3 个点	
3	固定点间距 (mm)		尺量法：每 20 m 抽查 3 处，每处测 3 个点	1
4	接缝与施工缝错开距离 (mm)		尺量法：每条接缝抽查 3 处，每处测 3 个点	1
5	焊缝密实性 (Mpa)		充气法：每20 m抽查3处。焊缝压力达到 0.25 MPa 时停止充气，保持 15 min，压力下降在 10 %以内	2

5.2.3 外观质量

外观质量检查包括以下内容：

- a) 防水层表面应无折皱、气泡、破损，表面平顺、与壁面密贴、松紧适度、无紧绷；不符合要求时，每处扣 1 分；
- b) 焊接应无脱焊、漏焊、假焊、焊焦、焊穿，粘结应无脱粘、漏粘；不符合要求时，每处扣 1 分。

5.3 防水混凝土

5.3.1 基本要求

混凝土试件的强度及抗渗等级应满足设计要求。

5.3.2 实测项目

防水混凝土检测指标及要求应符合表3的规定。

表3 防水混凝土检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1 [△]	抗压强度 (Mpa)	满足设计要求	回弹法：每 100 m 衬砌检测不少于 10 个测区	3
2 [△]	抗渗等级 (P)	符合设计	制件法：每 200 m 衬砌做一组 (6 个)	3

5.3.3 外观质量

外观质量检查包括以下内容：

- a) 混凝土衬砌表面密实，每延米的隧道面积中，蜂窝麻面和气泡面积不应大于 0.5 %，不符合要求时，每超过 0.5 %扣 0.5 分~1 分；蜂窝麻面深度大于 10 mm 时不论面积大小，每处扣 1 分；
- b) 隧道衬砌混凝土表面出现裂缝，每条裂缝扣 0.5 分~2 分；出现受力裂缝时，钢筋混凝土结构裂缝宽度大于 0.2 mm 的或混凝土结构裂缝宽度大于 0.4 mm 的，每条扣 2 分~5 分。

5.4 施工缝、变形缝

5.4.1 基本要求

中埋式、背贴式止水带基本要求包括以下内容：

- a) 止水带应无松脱、扭曲、位置准确、固定牢固；
- b) 止水带连接缝应无裂口、脱胶；
- c) 不应在止水带上穿钉、打孔；
- d) 环向止水带不应有接头；
- e) 纵向止水带确需接头时，宜根据止水带材质和止水构造按产品规定的方法连接；
- f) 其他止水带的规格和性能指标应符合 JTG/T 3660 的要求。

5.4.2 实测项目

止水带检测指标及要求应符合表4的规定。

表4 止水带检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	纵向偏离 ^a （mm）	±50	尺量法：每衬砌台车检查1环，每环测5点	1
2	偏离衬砌轴线 ^b （mm）	≤30	尺量法：每衬砌台车检查1环，每环测5点	1
3 [△]	固定点间距（mm）	满足设计要求	尺量法：每衬砌台车每环止水带检测5点	3
注：背贴式止水带仅检查“纵向偏离”项目。				
^a 指止水带中线沿隧道纵向偏离施工缝；				
^b 指偏离衬砌厚度的中线。				

5.4.3 外观质量

外观质量检查包括以下内容：

- a) 止水带应无松脱、扭曲；不符合要求时，每处扣1分；
- b) 止水带连接接缝应无裂口、脱胶、打孔、穿钉；不符合要求时，每处扣0.5分。

5.5 涂料防水层

5.5.1 基本要求

基本要求包括以下内容：

- a) 防水涂料应分层涂刷或喷涂，涂层应均匀，不得漏刷或漏涂；
- b) 喷涂施工完毕后，即可对涂层进行检查，不应出现损伤及粘结不牢的涂层，对缺陷部位应使用同等材料进行修补。

5.5.2 实测项目

涂料防水层检测指标及要求应符合表5的规定。

表5 涂料防水层检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1 [△]	涂层厚度 (μm)	满足设计要求	涂层测厚仪法：每 200 m 衬砌检测 9 点	3
2	涂层附着力 (MPa)	满足设计要求	拉脱式粘结力测试仪法：每 200 m 衬砌检测 9 点	2

5.5.3 外观质量

涂层应连续、均匀、平整，不应有漏涂、流挂、针孔、裂纹、气泡等缺陷；缺陷累计面积不大于0.5%，不符合要求时，每大于0.5%扣0.5分~1分。

6 排水工程施工检验

6.1 一般规定

6.1.1 排水工程施工应满足设计要求并符合相关施工规范的规定。

6.1.2 排水工程施工完成后，应清理排水设施中的建筑垃圾，及时疏通排水管道，进行灌水排水试验。

6.1.3 横向排水管、纵向排水管检测方法见附录 C；中心、侧沟排水管（沟）的检测方法见附录 D。

6.2 洞口排水

6.2.1 基本要求

基本要求包括以下内容：

- a) 洞口排水设施与洞外排水设施的连接应符合设计要求；
- b) 中心、侧沟排水管出水口结构型式和位置应符合设计要求。

6.2.2 实测项目

洞口排水沟检测指标及要求应符合表6的规定。

表6 洞口排水沟检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	轴线偏位 (mm)	±50	全站仪：每 200 m 随机测 5 点	1
2	沟底高程 (mm)	±15	水准仪：每 200 m 随机测 5 点	1
3 [△]	纵坡 (%)	±0.5，不积水	坡度尺、水准仪：每 100 m 随机测 5 处	3
4	宽度 (mm)	+30, 0	尺量法：每 200 m 随机测 2 点	2
5	侧墙高度 (mm)	-10	尺量法：每 200 m 随机测 2 点	1
6	壁厚 (mm)	-10	钻孔、尺量法：每 100 m 随机测 5 处	1

6.2.3 外观质量

外观质量包括以下内容：

- a) 水沟实体表面不应有空鼓；不符合要求时，每处扣 0.5 分；
- b) 沟内不应有杂物，无排水不畅；不符合要求时，每处扣 1 分。

6.3 环向排水管

6.3.1 基本要求

基本要求包括以下内容：

- a) 环向排水管的布设应牢固、管身不塌陷；安装位置及间距应严格根据设计文件的要求进行。渗、漏水较多的部位排水管安设数量应自行加密，初喷后安装于出水点位置，复喷后出水点加强设置，集中股流直接安装排水管将水导入中心水沟，喷射混凝土基面无明水；
- b) 环向排水管与纵向排水管的接头应对接牢固，不应出现堵塞。

6.3.2 实测项目

环向排水管检测指标及要求应符合表7的规定。

表7 环向排水管检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1 [△]	内径（mm）	不小于设计值	尺量法：每 200 m 检查 5 处，每处测 2 个断面。	3
2	壁厚（mm）	不小于设计值	尺量法：每 200 m 检查 5 处，每处测 3 个断面。	1
3 [△]	安装间距（mm）	满足设计要求，且根据实际水量加密布置	尺量法：每 200 m 检查 5 处，每处测 3 个点。	3

6.3.3 外观质量

外观质量检查包括以下内容：

- a) 安设不牢固、扭曲、塌陷、与初支不密贴出现漏水等；每处扣 1 分；
- b) 出现堵塞、挤扁情况时，该处环向管安装质量不合格，累计出现数量达 20 %时，该分项工程为不合格；
- c) 环向排水管与纵向排水管的接头应对接牢固，不应出现堵塞；不符合要求时，每处扣 1 分。

6.4 横向排水管

6.4.1 基本要求

基本要求包括以下内容：

- a) 横向排水管安装间距、管身渗漏孔安设角度应满足设计要求，不应出现堵塞，土工布包裹应密实，不应出现漏包或未包裹现象；
- b) 横向排水管与两侧纵向排水管接头应密封牢固，不应出现松动、堵塞；
- c) 横向排水管与中心排水管宜采用内插方式连接，不应出现积水、堵塞。

6.4.2 实测项目

横向排水管检测指标及要求应符合表8的规定。

表8 横向排水管检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1 [△]	内径 (mm)	不小于设计值	尺量法：每 200 m 检查 5 处，每处测 2 个断面。	3
2	壁厚 (mm)	不小于设计值	尺量法：每 200 m 检查 5 处，每处测 3 个断面。	1
3	坡度 (%)	+1	坡度尺：每 200 m 检查 5 处	1
4 [△]	安装间距 (mm)	满足设计要求	尺量法：每 200 m 检查 5 处，每处测 3 个点。	3

6.4.3 外观质量

外观质量检查包括以下内容：

- a) 出现管接头密封不严、错位、管内积水、管壁破损时，每处视情况扣 1 分～3 分；
- b) 出现管壁塌陷、管内堵塞，影响通水使用功能的，该处横向管安装质量不合格，累计出现数量达 20 %时，该分项工程为不合格；
- c) 横向排水管与两侧纵向排水盲管接头应密封牢固，安装位置准确，不应出现松动、堵塞；不符合要求时，每处扣 1 分。

6.5 纵向排水管

6.5.1 基本要求

基本要求包括以下内容：

- a) 管身渗漏孔安设角度应满足设计要求，不应出现孔堵塞，土工布包裹密实，不应出现漏包或未包裹现象；
- b) 管接头应密封牢固，不应出现松动、堵塞；
- c) 管坡度及顺直度应满足设计要求，管内不应出现积水，管位不应侵入二衬。

6.5.2 实测项目

纵向排水管检测指标及要求应符合表9的规定。

表9 纵向排水管检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1 [△]	内径 (mm)	不小于设计值	尺量法：每 200 m 检查 5 处，每处测 2 个断面。	3
2	壁厚 (mm)	不小于设计值	尺量法：每 200 m 检查 5 处，每处测 3 个断面。	1
3	坡度 (%)	满足设计要求	坡度尺：每 200 m 检查 5 处	1
4 [△]	安装位置 (mm)	满足设计要求	尺量法：每 200 m 检查 5 处，每处测 3 个点。	3
5	透水孔孔眼数量 (个)	不小于设计值	目测法：每 200 m 检查 3 段，每段测 1 m。	2
6 [△]	透水孔孔径 (mm)	不小于设计值	尺量法：每 200 m 检查 6 孔。	3

6.5.3 外观质量

外观质量按以下内容开展：

- a) 管接头密封不严、错位、管内积水、管壁破损时，每处视情况扣1分～3分；
- b) 管壁塌陷、管内堵塞，影响通水使用功能的，该处纵向管安装质量不合格，累计出现数量达20%时，该分项工程为不合格；
- c) 纵向管间接头、纵向管与环向管及横向管间接头应密封牢固，不应出现松动、堵塞；不符合要求时，每处扣1分。

6.6 中心、侧沟排水管（沟）

6.6.1 基本要求

基本要求按以下内容开展：

- a) 混凝土排水管（沟）不应出现露筋和空洞现象；不应破损；
- b) 管节铺设应平顺、稳固，管底坡度不应出现反坡。管内不应有泥土、砖石、砂浆等杂物；
- c) 结构形式及埋置深度应符合设计要求，排水保温措施应符合 JTG/T 3660 的要求；
- d) 管底混凝土铺砌厚度应满足设计要求。

6.6.2 实测项目

中心、侧沟排水管（沟）检测指标及要求应符合表10的规定。

表10 中心、侧沟排水管（沟）检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	断面尺寸（mm）	±10	尺量法：每200 m检查5处，每处测3个断面。	1
2	壁厚（mm）	不小于设计值	尺量法：每200 m检查5处，每处测3个断面。	2
3 [△]	纵坡（%）	满足设计要求	水准仪：每10 m测一处。	3
4 [△]	沟底高程（mm）	±20	水准仪：每10 m测一处。	3

6.6.3 外观质量

外观质量检查包括以下内容：

- a) 管壁、管接头出现顺水流错台、破损、露筋且未被水浸泡时，每处视情况扣1分～3分；
- b) 管口封带圈不应开裂脱皮，管口内缝砂浆不应有空鼓，不符合要求时，每处扣0.5分；
- c) 抹带接口表面不应有间断和空鼓，不符合要求时，每处扣0.5分；
- d) 管壁出现逆水流向错台、破损、露筋且被水浸泡的情况，判定为不合格，该分项工程为不合格。

6.7 检查井

6.7.1 基本要求

基本要求包括以下内容：

- a) 井盖材质、尺寸应满足设计要求和规范要求；
- b) 砌筑砂浆配合比准确，井壁砂浆饱满，灰缝平整。检查井内壁应平顺，抹面密实，无裂缝，踏步安装牢固。

6.7.2 实测项目

检查井检测指标及要求应符合表11的规定。

表11 检查井检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1	轴线偏位 (mm)	±50	全站仪：逐个检查。	1
2 [△]	断面尺寸 (mm)	±20	尺量法：逐个检查。	2
3	井底高程 (mm)	±20	水准仪：逐个检查。	1
4	井盖与相邻路面高差 (mm)	+4, 0	水准仪、水平尺：逐个检查。	1

6.7.3 外观质量

外观质量检查包括以下内容：

- a) 井框、井盖安装应平稳，井口周围不应有积水。不符合要求时，每处扣 1 分；
- b) 井内砂浆抹面无裂缝。不符合要求时，每处扣 0.5 分；
- c) 井内平整圆滑。不符合要求时，每处扣 0.5 分。

6.8 泄水洞

6.8.1 基本要求

基本要求包括以下内容：

- a) 泄水洞外观应平顺，排水通畅，无淤积，无砖石、砂浆等杂物堵塞；
- b) 结构形式应符合设计要求，排水保温措施应符合 JTG/T 3660 的要求；
- c) 泄水洞出水口结构形式应符合设计要求；
- d) 主洞排水管与泄水洞的对接应密封牢固，不应出现松动、堵塞。

6.8.2 实测项目

泄水洞检测指标及要求应符合表12的规定。

表12 泄水洞检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1 [△]	抗压强度 (MPa)	符合设计要求	回弹法：每 200 m 检测 10 测区	3
2	断面尺寸 (mm)	+100、-50	尺量法：每10 m量1次。	1
3	洞底高程 (mm)	±50	水准仪：每10 m测高程。	1
4	轴线偏位 (mm)	±100	全站仪：每10 m测位置。	1
5 [△]	纵坡 (%)	±0.5	坡度尺：不少于5处	3

6.8.3 外观质量

外观质量按以下内容开展：

- a) 泄水洞洞壁出现顺水流错台、破损、露筋且未被水浸泡时，每处视情况扣1分～3分；
- b) 泄水洞洞壁不应有空鼓，不符合要求时每处扣0.5分；
- c) 泄水洞应外观平顺，排水通畅，无杂物、淤积堵塞。不符合要求时，每处扣3分；
- d) 泄水洞出现逆水流向错台、破损、露筋且被水浸泡的情况，判定为不合格，该分项工程为不合格；
- e) 泄水洞的泄水孔数量、角度应满足设计要求，孔数量不应小于80%，不符合要求时，每处视情况扣1分～3分。

7 竣（交）工验收检测

7.1 一般规定

- 7.1.1 竣（交）工验收检测应在施工单位自检及监理单位抽检合格后且质量保证资料完备后进行。
- 7.1.2 隐蔽工程，在条件许可的前提下，防水层、施工缝及变形缝、环向排水管、横向排水管、纵向排水管、中心、（侧沟）排水管（沟）等检测宜在施工过程中进行。
- 7.1.3 竣（交）工验收检测内容包括工程实体检测、外观质量检查和质量保证资料审查。
- 7.1.4 实体质量检测、外观质量检查，抽查频率及范围：中、短隧道1处～5处；长隧道5处～10处；特长隧道不宜小于20处，每处长度200m。应根据隧道富水情况，增加检测频率。
- 7.1.5 竣工验收检测时，对交工验收检测遗留问题应进行复测。

7.2 工程实体检测

7.2.1 防水工程

防水工程检测指标及要求应符合表13规定。

表13 防水工程检测指标及要求

序号	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1 [△]	抗压强度（Mpa）	满足设计要求	回弹法：随机抽200m衬砌检测，不少于30个测区	3

7.2.2 排水工程

排水工程检测指标及要求应符合表14规定。

表14 排水工程检测指标及要求

序号	分项工程	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	权值
1 [△]	洞口排水沟	纵坡（%）	±0.5，不积水	坡度尺、水准仪：随机抽100m测5处	3
2	洞口排水沟	宽度（mm）	+30, 0	尺量法：随机抽200m随机测2点	2
3 [△]	检查井	断面尺寸（mm）	±20	尺量法：抽查10%	2
4 [△]	泄水洞	抗压强度（Mpa）	满足设计要求	回弹法：随机抽200m衬砌检测，不少于10个测区	3
5 [△]	泄水洞	纵坡（%）	±0.5	坡度尺：不少于5处	3

7.3 外观质量检查

7.3.1 防水工程外观质量检查项目按以下内容开展：

- a) 混凝土衬砌表面密实，每延米的隧道面积中，蜂窝麻面和气泡面积不应大于 0.5%，不符合要求时，每超过 0.5%扣 0.5 分～1 分；蜂窝麻面深度大于 10 mm 时不论面积大小，每处扣 1 分；
- b) 隧道衬砌混凝土表面出现裂缝，每条裂缝扣 0.5 分～2 分；出现受力裂缝时，钢筋混凝土结构裂缝宽度大于 0.2 mm 的或混凝土结构裂缝宽度大于 0.4 mm 的，每条扣 2 分～5 分。
- c) 衬砌表面存在湿渍现象时，每处扣 0.5 分；存在渗水现象时，每处扣 1 分；存在水珠现象时，每处扣 2 分；存在滴漏现象时，每处扣 3 分；存在线漏现象时，该分项工程不合格。渗漏水几种形式按 GB 50208 执行。

7.3.2 排水工程外观质量检查项目按以下内容开展：

- a) 洞口排水口：水沟实体表面不应有空鼓；不符合要求时，每处扣 0.5 分；沟内不应有杂物，无排水不畅；不符合要求时，每处扣 1 分。
- b) 横向排水管：出现管接头密封不严、错位、管内积水、管壁破损时，每处视情况扣 1 分～3 分；出现管壁塌陷、管内堵塞，影响通水使用功能的，该处横向管安装质量不合格，累计出现数量达 20%时，该分项工程为不合格；横向排水管与两侧纵向排水盲管接头应密封牢固，安装位置准确，不应出现松动、堵塞；不符合要求时，每处扣 1 分。
- c) 纵向排水管：管接头密封不严、错位、管内积水、管壁破损时，每处视情况扣 1 分～3 分；管壁塌陷、管内堵塞，影响通水使用功能的，该处纵向管安装质量不合格，累计出现数量达 20%时，该分项工程为不合格；纵向管间接头、纵向管与环向管及横向管间接头应密封牢固，不应出现松动、堵塞；不符合要求时，每处扣 1 分。
- d) 中心、侧沟排水管（沟）：管壁、管接头出现顺水流错台、破损、露筋且未被水浸泡时，每处视情况扣 1 分～3 分；管口封带圈不应开裂脱皮，管口内缝砂浆不应有空鼓，不符合要求时，每处扣 0.5 分；抹带接口表面不应有间断和空鼓，不符合要求时，每处扣 0.5 分；管壁出现逆水流向错台、破损、露筋且被水浸泡的情况，判定为不合格，该分项工程为不合格。
- e) 检查井：井框、井盖安装应平稳，井口周围不应有积水。不符合要求时，每处扣 1 分；井内砂浆抹面无裂缝。不符合要求时，每处扣 0.5 分；井内平整圆滑，收分均匀。不符合要求时，每处扣 0.5 分。
- f) 泄水洞：泄水洞洞壁出现顺水流错台、破损、露筋且未被水浸泡时，每处视情况扣 1 分～3 分；泄水洞洞壁不应有空鼓，不符合要求时每处扣 0.5 分；泄水洞应外观平顺，排水通畅，无杂物、淤积堵塞。不符合要求时，每处扣 3 分；泄水洞出现逆水流向错台、破损、露筋且被水浸泡的情况，判定为不合格，该分项工程为不合格；泄水洞的泄水孔数量、角度应满足设计要求，孔数量不应小于 80%，不符合要求时，每处视情况扣 1 分～3 分。

7.4 质量保证资料审查

7.4.1 质量保证资料按分项工程进行抽查。抽查内容可按 JTG F80/1 所列各款逐款检查，视资料不全情况，每款扣 1 分～3 分。

7.4.2 基本数据（原材料、标准试验、工艺试验等）、检验评定数据有不真实或伪造现象的，不应检验和评定。

表A.2 分部工程质量检验评定表

分部工程名称：所属单位工程：

所属建设项目：工程部位：（桩号、墩台号、孔号）

施工单位：监理单位：

施工单位	分 项 工 程					备注
	工程名称	质 量 评 定				
		实得分	权值	加权得分	等级	
		合 计				
	质量等级				加权平均分	
评定意见						

检验负责人：计算：复核：

年 月 日

表A.3 单位工程质量检验评定表

单位工程名称：所属建设项目：

路线名称：工程地点、桩号：

施工单位：监理单位：

施工单位	分 部 工 程					备注
	工程名称	质 量 评 定				
		实得分	权值	加权得分	等级	
	合 计					
质量等级				加权平均分		
评定意见						

检验负责人： 计算： 复核： 年 月 日

附 录 B
(资料性)
红外热成像检查法

B.1 一般规定

适用范围和环境条件:

- a) 检测环境需干净、无尘土、无水雾、无电磁波干扰;
- b) 被测结构的温度差异不低于 10° ;
- c) 工作环境温度 25℃ 以下, 对象温度在-40℃ ~ + 150℃ 。

B.2 检测设备

检测设备的基本性能应符合下列规定:

- a) 应具备照相和存储功能;
- b) 应具备等温线命令功能, 能轻松发现红外图像异常;
- c) 应具备能分辨出有水和无水的图像区别, 并能确定出渗水点位置。

B.3 检测方法

检测按以下内容开展:

- a) 使用红外热成像仪沿隧道走向分别对顶板、左边墙、右边墙向外进行初步探测, 寻找并标记衬砌背后可能存在的渗水点位置;
- b) 对初步探测中发现的可能存在渗水点的部位进行详细探测, 确认出相应的位置是否存在渗水, 并做好记录;
- c) 通过后期数据处理, 给出水源位置与无水位置的色温对比图像, 并在图像上标记处渗水点位置、以及该区域的存水面积。

B.4 成果形成

通过红外热成像法对隧道衬砌背后的含水情况检测后, 形成成果报告, 详细记录具体桩号部位的衬砌渗漏水点位、衬砌背后潜在含水情况分布图, 为后期处治和养护提供基础性数据。

附 录 C
(资料性)
高压水内窥镜检查法

C.1 一般规定

C.1.1 适用范围和环境条件:

- a) 管道检测不应满管水作业。当现场条件无法满足时,应采取降低水位措施,确保管道内水位不大于管道直径的 20 %;
- b) 当管道内水位不符合 a) 的要求时,检测前应对管道实施封堵、导流,使管内水位满足检测要求。

C.1.2 当有下列情形之一时应中止检测:

- a) 高压水内窥镜在管道内无法行走;
- b) 镜头沾有污物;
- c) 镜头浸入水中;
- d) 管道内充满雾气,影响图像质量;
- e) 其他原因无法正常检测。

C.2 检测设备

检测设备的基本性能应符合下列规定:

- a) 借助水压力,手动转动线缆使镜头部位的软管转动,摄像镜头具有平扫、转弯的功能;
- b) 借助高压水推力,手动推拽线缆使内窥镜具有前进、后退功能;
- c) 监视器上同步显示在管道内行进距离等信息的功能;
- d) 灯光强度能调节;
- e) 检测设备结构坚固、密封良好,能在-20℃~55℃的气温条件下和潮湿的环境中正常工作;
- f) 检测设备具备测距功能,电缆计数器的计量单位 $\leq 0.1\text{ m}$ 。

C.3 检测方法

检测按以下内容开展:

- a) 适宜检测管径在 110 mm~400 mm;
- b) 检测时摄像镜头移动轨迹应在管道中轴线上,偏离度不应大于管径的 10 %。当对特殊形状的管道进行检测时,应适当调整摄像头位置并获得最佳图像;
- c) 将载有摄像镜头的内窥镜安放在检测起始位置后,在开始检测前,应将计数器归零。当检测起点与管段起点位置不一致时,应做补偿设置;
- d) 每一管段检测完成后,应根据电缆上的标记长度对计数器显示数值进行修正。
- e) 摄影时,应用手拽住线缆,使内窥镜停止行进,以获得最佳图像;
- f) 管道检测过程中,录像资料不应产生画面暂停、间断记录、画面剪接的现象;
- g) 在检测过程中发现缺陷时,应将高压水内窥镜在完全能够解析缺陷的位置至少停止 10s,确保所拍摄的图像清晰完整;
- h) 对各种缺陷、特殊结构和检测状况应作详细判读和量测,并填写现场记录表。

C.4 结果判读

结果判读按以下内容开展：

- a) 缺陷的类型、等级应在现场初步判读并记录。现场检测完毕后，应由复核人员对检测资料进行复核；
- b) 缺陷尺寸的判定可依据管径或相关物体的尺寸；
- c) 无法确定的缺陷类型或等级应在检测报告中加以说明；
- d) 缺陷图片宜使用现场抓取最佳角度和最清晰图片的方式，特殊情况下也可使用观看录像截图的方式；
- e) 直向摄影每一处结构性缺陷抓取的图片数量不应少于 1 张。

C.5 成果形成

通过高压水内窥镜检查法对隧道横向排水管、纵向排水管检测后，形成成果报告，详细记录具体桩号部位的管内病害类型，为后期处治和养护提供基础性数据。

附 录 D
(资料性)
爬行机器人检查法

D.1 一般规定

D.1.1 适用范围和环境条件:

- a) 管道检测不应满管水作业。当现场条件无法满足时,应采取降低水位措施,确保管道内水位不大于管道直径的 20 %;
- b) 当管道内水位不符合 a) 的要求时,检测前应对管道实施封堵、导流,使管内水位满足检测要求;
- c) 在进行结构性检测前应对被检测管道做疏通、清洗。

D.1.2 当有下列情形之一时应中止检测:

- a) 爬行器在管道内无法行走;
- b) 镜头沾有污物;
- c) 镜头浸入水中;
- d) 管道内充满雾气,影响图像质量;
- e) 其他原因无法正常检测。

D.2 检测设备

检测设备的基本性能应符合下列规定:

- a) 摄像镜头具有平扫与旋转、仰俯与旋转、变焦功能,摄像镜头高度可以自由调整;
- b) 爬行器具有前进、后退、空档、变速、防侧翻等功能,轮径大小、轮间距可以根据被检测管道的大小进行更换或调整;
- c) 主控制器具有在监视器上同步显示日期、时间、管径、在管道内行进距离等信息的功能,并可以进行数据处理;
- d) 灯光强度能调节;
- e) 检测设备结构坚固、密封良好,能在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气温条件下和潮湿的环境中正常工作;
- f) 检测设备具备测距功能,电缆计数器的计量单位 $\leq 0.1\text{ m}$;

D.3 检测方法

检测按以下内容开展:

- a) 爬行器的行进方向宜与水流方向一致;
- b) 管径不大于 400 mm 时,直向摄影的行进速度不宜超过 0.1 m/s;管径大于 400 mm 时,直向摄影的行进速度不宜超过 0.15 m/s;
- c) 检测时摄像镜头移动轨迹应在管道中轴线上,偏离度不应大于管径的 10 %。当对特殊形状的管道进行检测时,应适当调整摄像头位置并获得最佳图像;
- d) 将载有摄像镜头的爬行器安放在检测起始位置后,在开始检测前,应将计数器归零。当检测起点与管段起点位置不一致时,应做补偿设置;
- e) 每一管段检测完成后,应根据电缆上的标记长度对计数器显示数值进行修正;
- f) 直向摄影过程中,图像应保持正向水平,中途不应改变拍摄角度和焦距;

- g) 在爬行器行进过程中,不应使用摄像镜头的变焦功能,当使用变焦功能时,爬行器应保持在静止状态。当需要爬行器继续行进时,应先将镜头的焦距恢复到最短焦距位置;
- h) 侧向摄影时,爬行器宜停止行进,变动拍摄角度和焦距以获得最佳图像;
- i) 管道检测过程中,录像资料不应产生画面暂停、间断记录、画面剪接的现象;
- j) 在检测过程中发现缺陷时,应将爬行器在完全能够解析缺陷的位置至少停止 10 s,确保所拍摄的图像清晰完整;
- k) 对各种缺陷、特殊结构和检测状况应作详细判读和量测,并填写现场记录表。

D.4 结果判读

结果判读按以下内容开展:

- a) 缺陷的类型、等级应在现场初步判读并记录。现场检测完毕后,应由复核人员对检测资料进行复核;
- b) 缺陷尺寸的判定可依据管径或相关物体的尺寸;
- c) 无法确定的缺陷类型或等级应在检测报告中加以说明;
- d) 缺陷图片宜使用现场抓取最佳角度和最清晰图片的方式,特殊情况下也可使用观看录像截图的方式;
- e) 对直向摄影和侧向摄影,每一处结构性缺陷抓取的图片数量不应少于 1 张。

D.5 成果形成

通过爬行机器人检查法对隧道中心、侧沟排水管(沟)检测后,形成成果报告,详细记录具体桩号部位的管内病害类型,为后期处治和养护提供基础性数据。
