

上海市工程建设规范

盾构法隧道结构服役性能
鉴定规范

Code for structural appraisal of
shield tunnel

DG/TJ08-2123-2013
J12360-2013

2013 上海

上海市工程建设规范

盾构法隧道结构服役性能
鉴定规范

Code for structural appraisal of
shield tunnel

DG/TJ08-2123-2013

主编单位：同济大学

批准部门：上海市城乡建设和交通委员会

施行日期：2013年 7月 1日

2013 上海

上海市城乡建设和交通委员会文件

沪建交[2013]409号

上海市城乡建设和交通委员会 关于批准《盾构法隧道结构服役性能 鉴定规范》为上海市工程建设 规范的通知

各有关单位：

由同济大学主编的《盾构法隧道结构服役性能鉴定规范》，经市建设交通委科技委技术审查和我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ08-2123-2013，自 2013年 7月 1日起实施。

本规范由上海市城乡建设和交通委员会负责管理、同济大学负责解释。

上海市城乡建设和交通委员会

二 〇一三年五月五日

前 言

本规范根据上海市城乡建设和交通委员会沪建交 [2011] 1115号文的要求,由同济大学会同本市隧道建设、勘察、设计、施工、运营养护以及工程质量检测单位,本着先进、适用、可靠的原则,共同完成编制工作。

为保障我市交通隧道安全高效的运营,建立科学的隧道结构检测评估工作流程和技术规范势在必行。自 2005年至今,在以上海市城乡建设和交通委员为主的政府和企业单位的支持下,编制组开展了包括建委重大课题在内的 5项与隧道结构服役性能检测评估相关的课题,并对 4条越江隧道和 9条地铁线路的隧道结构实施了现场检查和分析研究工作,为本规范的编制提供了雄厚的理论基础和丰富的实际工程参考。

本规范共分 5章和 8个附录,除第 1章总则和第 2章术语和符号外,第 3章~第 5章分别为基本规定、隧道结构检查和隧道结构服役状态评定。内容涉及本规范的适用范围、技术界定、隧道结构检查工作程序及检测要求、隧道结构服役状态评定工作程序及方法。

在执行本规范的过程中,希望各单位结合工程实践,总结经验,积累资料。如发现需要修改和补充之处,请及时将意见及有关资料寄交同济大学(上海市四平路 1239号 123信箱),以供今后修订时参考。

主 编 单 位 :同济大学

参 编 单 位 :上海黄浦江越江设施投资建设发展有限公司

上海市建设工程管理有限公司
上海申通地铁集团有限公司
上海隧道工程股份有限公司
上海市隧道工程轨道交通设计研究院
上海岩土工程勘察设计研究院有限公司
上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司
上海市城市建设设计研究总院
上海浦江桥隧运营管理有限公司
上海同济建设工程质量检测站

主要起草人:袁 勇 李 剑 姚旭朋

(以下按姓氏笔画排列)

王 莉 王秀志 朱 妍 朱祖熹 刘 涛
刘艳滨 刘朝明 许丽萍 李 林 李家平
张晓沪 张冠军 陆 明 陈 诚 邵志强
范益群 官林星 柳 献 姜 弘 徐正良
陶建民

主要审查人:杨国祥 胡玉银 王晓鸿 王 军 张孟喜
陈海燕

上海市建筑建材业市场管理总站

二。一三年五月

目 次

1	总 则	(1)
2	术语与符号	(2)
2.1	术 语	(2)
2.2	符 号	(3)
3	基本规定	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	鉴定工作程序	(4)
3.3	结构服役状态等级划分	(5)
4	隧道结构检查	(8)
4.1	初步检查	(8)
4.2	详细检查的工作要求	(8)
4.3	隧道使用条件检查	(9)
4.4	隧道结构检查	(10)
5	隧道结构服役状态鉴定	(14)
5.1	隧道结构使用条件核定	(14)
5.2	构件服役状态等级评定	(16)
5.3	结构连接服役状态等级评定	(18)
5.4	结构区段服役状态等级评定	(19)
5.5	隧道整体服役状态等级评定	(21)

附录 A	渗透指数现场快速测试方法	(23)
附录 B	渗漏的位置和程度记录表	(25)
附录 C	表观检测结果记录表	(26)
附录 D	内部损伤检测结果记录表	(27)
附录 E	取样及测试结果记录表	(28)
附录 F	结构构件及连接承载能力核算	(29)
附录 G	结构连接允许变形量参考值	(30)
附录 H	隧道结构区段相对变形控制指标	(31)
	本规范用词说明	(33)
	引用标准名录	(34)
	条文说明	(35)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and notation	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Notation	(3)
3	Basic requirements	(4)
3.1	General	(4)
3.2	Appraisal procedure	(4)
3.3	Service state of structure	(5)
4	Inspection of tunnel structure	(8)
4.1	Preliminary inspection	(8)
4.2	Detail inspection	(8)
4.3	Inspection of service condition	(9)
4.4	Structure inspection	(10)
5	Appraisal of service state	(14)
5.1	Check of operational conditions	(14)
5.2	Service state of components	(16)
5.3	Service state of structural joints	(18)
5.4	Service state of structure portion	(19)
5.5	Service state of global structure	(21)

Appendix A	Field rapid permeating test	(23)
Appendix B	Record of leakage	(25)
Appendix C	Record of surface condition	(26)
Appendix D	Record of internal defects	(27)
Appendix E	Sampling record	(28)
Appendix F	Bearing capacity of structural components and joints	(29)
Appendix G	Allowable value of structure joints	(30)
Appendix H	Relative deformation of structure portion	(31)
	Explanation of wording in this code	(33)
	List of reference codes	(34)
	Explanation of provisions	(35)

1 总 则

1.0.1 为加强运营隧道的安全管理,确定隧道结构服役性能鉴定工作的程序,规范隧道结构服役性能的检测技术及其服役状态评定方法,保障隧道结构性能鉴定评价的科学性,保障运营隧道维护的经济性,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于上海市盾构法隧道主体结构及其附属结构的性能检查与其服役状态评定。

1.0.3 本规范所指的隧道结构性能检查与其服役状态评定包括:

- 1 隧道的定期检查与评定。
- 2 隧道功能改造的检查与评定。
- 3 隧道遭遇突发事件作用后(或非正常工作状态)的检查与评定。
- 4 隧道保护区范围内其他工程建设前与建设后隧道的检查与评定。

1.0.4 隧道结构的性能鉴定及相关工作除应符合本规范的要求外,尚应符合国家现行相关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 运营隧道 operating tunnel

按照设计要求建成并投入使用的隧道。

2.1.2 设计使用年限 designed service life, designed working life

工程设计文件规定的目标使用年限。

2.1.3 使用条件 operational conditions, operating conditions

隧道及其结构在运营期间所受到的荷载作用和环境作用。

2.1.4 服役状态 service state

指运营隧道结构符合预定性能的水平,可用性能指标来表征。

2.1.5 隧道结构 tunnel structure

由主体结构和附属结构构成。主体结构指隧道衬砌结构、连接通道和通风井等;附属结构指烟道板、道床和车道板等结构构件。

2.1.6 结构性能 structural performance, performance of structure

指隧道结构及其组成部分的安全性、适用性、耐久性。

2.1.7 检查 inspection

为鉴定隧道结构的性能所进行的调查及检测技术活动。

2.1.8 评定 assessment

为鉴定隧道结构的服役状态所进行的分析工作。

2.1.9 鉴定 appraisal

确定隧道结构服役状态等级的过程。

2.2 符 号

K — 渗透指数

[K] — 渗透指数允许值

k — 隧道结构区段纵断面变形量

[k] — 隧道结构区段纵断面变形允许值

L₀ — 构件的计算长度

R — 剥落区最大半径

S — 剥落区最大深度

W — 裂缝宽度

[ξ] — 构件安全性控制指标

留 — 错台量

[留] — 错台量允许值

搯 — 接缝张开量

[搯] — 接缝张开量允许值

瑜 — 隧道结构区段横断面变形量

[瑜] — 隧道结构区段横断面变形允许值

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 运营隧道应根据设计规定、使用时间、使用条件和使用状况,进行结构服役性能鉴定。

3.1.2 隧道结构服役性能鉴定的工作内容应包括结构使用条件和结构性能的检查,以及结构服役状态的评定。

3.1.3 隧道结构的检查应查明隧道使用条件及其变化、查验与检测隧道结构及其材料的性能、分析隧道结构及其材料的性能变化。

3.1.4 隧道结构性能评定包括耐久性、适用性、以及安全性三个方面,应采用统一的隧道结构服役状态等级表示。

3.1.5 灾后及突发事件后的应急评定宜根据本规范单独制定专门的鉴定方案。

3.1.6 地震荷载作用下隧道结构的安全性鉴定,宜参照本规范制定专门的鉴定方案进行地基失效和隧道主体结构的动力响应评价。

3.2 鉴定工作程序

3.2.1 隧道结构鉴定工作程序应包括初步检查、详细检查和服役状态等级评定。

3.2.2 初步检查工作宜按如下方式执行:

- 1 资料收集;
- 2 现场踏勘;

3 编写初步检查报告。

3.2.3 详细检查应按如下方式执行：

1 执行详细检查前应根据检查要求和初步检查报告编制详细检查的工作大纲；

2 详细检查工作大纲宜进行技术评审；

3 现场工作；

4 编制详细检查报告。

3.2.4 详细检查过程中若发现预定的工作大纲中存在缺项、采样的代表性不足或测试数据存在较大偏差等情况，应进行补充检查。

3.2.5 提交隧道结构服役状态鉴定报告应进行技术验收。

3.3 结构服役状态等级划分

3.3.1 隧道结构服役状态等级的评定单元应划分为结构整体、结构区段、结构构件三个层次。隧道结构层次划分方式可按表 3.3.1 执行。

表 3.3.1 隧道结构层次划分

结 构 整 体	结 构 区 段	结 构 构 件
盾构隧道	盾构段 明挖段 连接通道 竖井	管片衬砌 结构连接 墙、梁、板、柱

3.3.2 隧道结构构件及连接的服役状态等级由高到低应按表 3.3.2 划分。

表 3.3.2 结构构件及连接的服役状态等级分级标准

分 级	服 役 状 态	分 级 定 义
a	正常	性能完好。
b	退化	性能退化,但不影响正常功能。
c	劣化	性能劣化,功能受损,影响正常使用。
d	恶化	性能恶化,适用性受影响,但暂时不危及安全。
e	危险	性能严重恶化,危及安全。

3.3.3 隧道结构区段的服役状态等级由高到低应按表 3.3.3 划分,宜用表 3.3.3 规定分级色彩分区段标识。

表 3.3.3 结构区段服役状态等级分级标准

分级	服役状态	分 级 定 义	图示色彩
i	正常	结构区段中的构件无安全隐患、无显著变形、无渗漏。	绿色
ii	退化	结构区段中部分构件耐久性退化,个别构件变形较大或结构连接处渗漏,但构件无安全隐患。	蓝色
iii	劣化	结构区段中多数构件的耐久性劣化,整体变形较大或部分结构连接渗漏,但构件无安全隐患。	黄色
iv	恶化	结构区段中整体变形较大或多处结构连接明显渗漏,但无安全隐患。	橙色
v	危险	结构区段中构件安全性不足、或结构区段变形过大或结构连接出现线流、漏泥沙。	红色

3.3.4 隧道结构整体的服役状态等级由高到低应按表 3.3.4 划分。

表 3.3.4 隧道结构服役状态等级分级标准

分 级	服 役 状 态	分 级 定 义
I	正常	性能完好。
II	退化	性能退化,但不影响正常功能。
III	劣化	性能劣化,功能受损,影响正常使用。
IV	恶化	性能恶化,适用性受影响,但暂时不危及安全。
V	危险	性能严重恶化,危及安全。

4 隧道结构检查

4.1 初步检查

4.1.1 资料收集工作宜包括下列内容：

- 1 设计资料：工程勘察报告、设计计算书、建筑和结构施工图等；
- 2 施工资料：施工记录、竣工图、竣工质检及验收文件等；
- 3 运营资料：维护记录、事故处理记录、受灾情况及其处置、加固改造资料等。

4.1.2 现场踏勘工作宜包括下列内容：

- 1 调查隧道的实际使用状况，现场查勘核对文件资料记录；
- 2 征询工程建设和运营管理相关人员的意见。

4.1.3 初步检查报告编制应符合下列要求：

- 1 应包含隧道工程概况、技术文件概要、现场踏勘报告；
- 2 宜提出下一阶段详细检查的原则。

4.2 详细检查的工作要求

4.2.1 隧道结构详细检查的必检范围和抽检范围应按照下列要求执行：

- 1 必检范围应根据隧道检查要求和初步检查成果，对照原设计条件和使用状况确定；
- 2 抽检范围宜根据隧道长度和养护档案选取。

4.2.2 隧道的检查项目宜包括使用条件检查和结构检查：

- 1 使用条件检查宜包括物理环境条件、化学环境条件、荷载

条件和使用历史；

2 结构检查宜包括密闭状态、完整状态、力学性能、材料的耐久性能和变形状态。

4.3.3 应根据检测项目按本规范第 4.3 节至第 4.4 节的要求选取检测方法、仪器设备,并制定现场及室内测试方案。

4.3 隧道使用条件检查

4.3.1 物理环境的检查应按如下要求执行：

- 1 宜对隧道内、外环境进行检查；
- 2 测试项目宜包括温度、湿度、空气流动速度；
- 3 宜按检查要求给出这些物理量的日变化、月变化、或年变化；
- 4 物理量的调查可采用自动监测系统测试。

4.3.2 化学环境的检查应按如下要求执行：

- 1 宜检查隧道内的空气和隧道外水土体中的侵蚀性化学成分,当含有 CO_2 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 时,测定其含量；
- 2 检测项目和检测方法可参照表 4.3.2。取样及测试记录表参照附录 E。

表 4.3.2 隧道化学环境调查表

检测项目		含量	检测方法	备注
空气	CO_2	%或 mg/L	气相色谱法 非分散红外法	《公共场所空气中二氧化碳测定方法》GB/T 18204.24
水、土	Cl^-	mg/L或 mg/kg	硝酸银滴定法	《水电水利工程地质勘察水质分析测试》DL/L 5194
	SO_4^{2-}	mg/L或 mg/kg	硫酸钡重量法 EDTA络合容量法	《土工试验方法标准》GB/T 50123

4.3.3 应查明实际使用的荷载与设计荷载之间的差异,包括地表水和地下水的水位及其变动、使用荷载及其变化、隧道周边的工程活动及荷载变化。

4.3.4 应查明使用历史中与隧道结构原设计使用条件的偏离状况,包括运营隧道所经历的非正常使用条件(如交通事故、爆炸、火灾等)及处置记录。

4.3.5 使用条件的调查成果应汇总统计隧道结构区段所处的环境条件、所受的作用和程度。

4.4 隧道结构检查

4.4.1 隧道结构密闭状态检查应按如下要求执行：

1 隧道密闭状态的检查应记录渗漏发生的位置及程度,检测方法宜按照《地下防水工程质量验收规范》GB50208执行,也可采用其他自动检测设备进行检测;渗透指数检测方法可参照附录 A 执行,渗漏位置及程度记录表可参照附录 B。

2 宜检查隧道结构及结构缝防水构造的有效性。

4.4.2 隧道结构完整状态的检查应按如下要求执行：

1 隧道完整状态的检查宜记录结构损害发生的位置、区域、以及程度。

2 混凝土构件表面受损状态的检测项目,宜包括表面缺损、裂缝、剥落等,可以参照表 4.4.2-1 的要求进行检测,也可采用其他自动检测设备进行检测;表观检测结果记录表参照附录 C。

3 混凝土构件内部损伤的检测包括空洞、裂损、溶蚀体等。检测方法可参照表 4.4.2-2 选用;内部损伤检测结果记录表参照附录 D。

表 4.4.2-1 混凝土构件外观受损状态的检测项目表

检测项目	记录内容	检测方式	备注
起皮 蜂窝 麻面	范围(m ²)	直尺 目视	
剥落	范围(m ²) 深度(mm)	直尺 目视	程度严重时记录剥落深度
裂缝	宽度(mm) 长度(mm) 间距(mm) 深度(mm)	裂缝测宽仪 卷尺 卷尺 超声波	《超声法检测混凝土缺陷技术规程》 CECS21

表 4.4.2-2 混凝土构件内部缺陷检测项目表

检测项目	记录内容	检测方式	备注
空洞	位置 尺寸(mm)	超声回波	《超声法检测混凝土缺陷技术规程》CECS21
		地质雷达	《铁路隧道衬砌质量无损检测规程》TB 10223
钢筋	数量、位置	电磁波	《混凝土中钢筋检测技术规程》JGJT 152

4 钢构件或其他金属结构宜观察与测量保护涂层的完整状态。

5 钢构件或其他金属结构应注意观察构件切断、槽口、以及焊接部位的放射型裂缝,内部损伤检测可按照《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205执行。

6 应记录、统计各类结构连接件松动、缺失的数量及程度。

4.4.3 隧道结构材料力学性能检查应按如下要求执行：

1 材料力学性能宜检测材料的强度、弹性模量、极限应变、延伸率,可采用现场测试或取样室内测试的方法获取。在现场条件允许时应取样测试。取样及测试结果记录表参照附录 E。

2 现场检测混凝土强度可选用表 4.4.3 列出的方法。

表 4.4.3 混凝土强度现场测试方法

检测方法	依据标准	适用性
回弹法	《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 《结构混凝土抗压强度检测技术规程》DG/TJ08-2020	不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的混凝土结构或构件的检测
拔出法	《后装拔出法检测混凝土强度技术规程》CECS 69-94	被检测混凝土的强度不应低于 10MPa。
射钉法	《水运工程混凝土试验规程》JTJ 270	不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的混凝土。混凝土强度等级宜为 C10~ C60

4.4.4 隧道的构件及连接材料的耐久性能检查应按如下要求执行：

1 宜取样分析混凝土材料中氯离子、硫酸根离子的含量,检测方法可按照《水运工程混凝土试验规程》JTJ 270执行。

2 应对混凝土的碳化深度进行检测,采用酚酞酒精溶液喷涂法,检测方法可按照《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344执行。

3 混凝土材料的现场渗透性可参照附录 A 进行检测。

4 应观察钢构件保护层的掉皮、开裂、发泡、粉末化等现象,并可按照《水工金属结构防腐蚀规范》SL 105 测量劣化范围与程度。

5 钢构件的锈蚀可按照《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344,采用剔凿检测法、电化学测定法或综合分析判定法进行检测。

6 金属构件的腐蚀量可采用重量法进行检测,检测方法可按照《工业设备化学清洗中金属腐蚀率及腐蚀总量的测试方法

重量法》GB 25147执行。

4.4.5 隧道结构的变形状态检查应按如下要求执行：

1 应量测和记录隧道横断面的形状,并宜给出随时间的收敛量及变化趋势。

2 沿隧道纵向的水准测量成果应给出竖向差异变化,宜提供隧道轴线的曲线及其变化。

3 应对隧道主体结构重要构件的几何尺寸、挠度、垂直度进行量测。

4 应量测结构连接处的相对错动和张开。

5 应注意检测钢构件或其他金属结构的屈曲或扭曲,检测方法可按照《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205执行。

5 隧道结构服役状态鉴定

5.1 隧道结构使用条件核定

5.1.1 隧道使用中结构所受荷载作用的确认,应按下列规定执行:

- 1 应核定隧道结构所受荷载类型及荷载作用与设计文件规定的一致性。
- 2 应分析温度变化、差异变形等间接作用的组合效应。
- 3 隧道使用历程中非正常使用条件下的作用及效应,应设专项研究。

5.1.2 隧道使用环境类别与作用等级的确认应按如下规定执行:

- 1 一般环境及其环境作用等级可参照表 5.1.2-1 评定

表 5.1.2-1 一般环境及其作用等级

环境作用等级	环 境 条 件
A	室内干燥环境(年平均湿度低于 60%)
B	室内潮湿环境(年平均湿度大于 60%) 或长期湿润环境
C	干湿交替环境

- 2 氯化物环境及其环境作用等级,可参照表 5.1.2-2 评定。

表 5.1.2-2 氯化物环境的作用等级

环境作用等级	氯 离 子 含 量	
	水中 (mg/l)	土中 (mg/kg)
C	100~500	150~750
D	501~5000	750~7500
E	>5000	>7500

3 化学腐蚀环境及其环境作用等级,可参照表 5.1.2-3 评定。

表 5.1.2-3 化学腐蚀环境的作用等级

环境作用等级	硫酸根离子 SO_4^{2-}		二氧化碳 CO_2	酸碱度
	水中 (mg/l)	土中 (mg/kg)	水中 (mg/l)	(pH)
C	200~1000	300~1500	15~30	6.5~5.5
D	1000~4000	1500~6000	30~60	5.5~4.5
E	4000~10000	6000~15000	60~100	<4.5

4 道路隧道处于汽车废气直射环境下的构件,其受到的环境作用等级应评定为 C 级。

5 其他环境类别及其环境作用等级,可按照《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 评定。

6 运输危险品或其他人为因素造成的化学腐蚀不属于正常使用的环境条件,应专门检测评定。

7 当有多种环境共同作用时应取最高环境作用等级。

5.2.2 构件服役状态等级评定

5.2.2.1 结构构件服役状态等级应根据构件所处环境等级、完整状态、密闭状态、变形状态和结构构件极限承载能力状态的子项指标评定。

5.2.2.2 满足表 5.2.2.2 所有情形时,构件的服役状态等级应评定为“a级高”。

表 5.2.2.2 构件服役状态“a级”指标

环境等级	完整状态	密闭状态
A,B,C	保护层无剥落、无起皮;无可见裂缝	$K \geq [K]$
D	保护层无剥落、无起皮;无可见裂缝	$K \geq 0.5[K]$
E	保护层无剥落、无起皮;无可见裂缝	$K \geq 0.2[K]$

5.2.2.3 若出现表 5.2.2.3 中情形之一时,构件的服役状态等级应评定为“b级高”。

表 5.2.2.3 构件服役状态“b级”指标

环境等级	完整状态	密闭状态
A,B,C	剥落深度 $S \leq 5\text{mm}$;裂缝宽度 $W \leq 0.3\text{mm}$	$K > [K]$
D	剥落深度 $S \leq 5\text{mm}$;裂缝宽度 $W \leq 0.2\text{mm}$	$K > 0.5[K]$
E	剥落深度 $S \leq 5\text{mm}$;裂缝宽度 $W \leq 0.2\text{mm}$	$K > 0.2[K]$

5.2.2.4 若出现表 5.2.2.4 中情形之一时,构件的服役状态等级应评定为“c级高”。

表 5.2.4 构件服役状态“c级”指标

环境等级	完整状态	密闭状态
A, B, C	剥落深度 $5\text{mm} < S \leq 10\text{mm}$; 剥落区半径 $70\text{mm} < R \leq 150\text{mm}$ 裂缝宽度 $0.3\text{mm} < W \leq 0.4\text{mm}$; 内部脱空	水珠
D	剥落深度 $5\text{mm} < S \leq 10\text{mm}$; 剥落区半径 $50\text{mm} < R \leq 100\text{mm}$ 裂缝宽度 $0.2\text{mm} < W \leq 0.3\text{mm}$; 内部脱空	渗水
E	剥落深度 $5\text{mm} < S \leq 10\text{mm}$; 剥落区半径 $50\text{mm} < R \leq 100\text{mm}$ 裂缝宽度 $0.2\text{mm} < W \leq 0.3\text{mm}$; 内部脱空	湿渍

5.2.5 构件出现表 5.2.5 情形之一, 构件的服役状态等级应评定为“d级”

表 5.2.5 构件服役状态“d级”指标

环境等级	完整状态	密闭状态	变形状态
A, B, C	剥落深度 $S > 10\text{mm}$; 剥落区半径 $R > 150\text{mm}$ 裂缝宽度 $W > 0.4\text{mm}$	滴漏	$L_0/400 < \text{挠度} < L_0/250$ $1\% < \text{倾斜度} < 4\%$
D	剥落深度 $S > 10\text{mm}$; 剥落区半径 $R > 100\text{mm}$ 裂缝宽度 $W > 0.3\text{mm}$	水珠	
E	剥落深度 $S > 10\text{mm}$; 剥落区半径 $R > 100\text{mm}$ 裂缝宽度 $W > 0.3\text{mm}$	渗水	

5.2.6 构件出现下属情形之一, 构件的服役状态等级应评定为“e级”。

- 1 剥落深度超过保护层厚度, 出现钢筋裸露;

- 2 表面剥落面积超过该构件表面积的 1/3;
- 3 构件出现贯穿裂缝;
- 4 D 环境等级下构件出现滴漏;E 环境等级下构件出现水珠;
- 5 挠度 $> L_0/250$, 倾斜度 $> 4\%$;
- 6 结构构件极限承载能力状态的安全性控制指标 $[R] \leq 0.85$, $[R]$ 的计算方法参照附录 F。

5.3 结构连接服役状态等级评定

5.3.1 结构连接服役状态等级应根据密封件完整性、连接的渗漏水程度、接缝张开量和错台量、衬砌管片间连接螺栓损伤程度、预埋件损伤和钢构件损伤的子项指标评定。

5.3.2 接缝张开量允许值 $[\delta]$ 和错台量允许值 $[\Delta]$ 的取值可参照附录 G 执行。

5.3.3 结构连接符合下列情形之一的,结构连接的服役状态等级应评定为“a 级”:

- 1 结构连接的密封件完整;
- 2 接缝张开量 $\delta \leq [\delta]$;
- 3 错台量 $\Delta \leq [\Delta]$ 。

5.3.4 结构连接符合下列情形之一的,结构连接的服役状态等级应评定为“b 级”:

- 1 结构连接出现渗水;
- 2 接缝张开量 $[\delta] < \delta \leq 2[\delta]$;
- 3 错台量 $[\Delta] < \Delta \leq 1.5[\Delta]$ 。

5.3.5 结构连接符合下列情形之一的,结构连接的服役状态等级应评定为“c 级”:

- 1 结构连接出现水珠、滴漏；
- 2 接缝张开量 $2[\delta] < \delta \leq 3[\delta]$ ；
- 3 错台量 $1 \leq [\Delta] < 2[\Delta]$ 。

5.3.6 结构连接符合下列情形之一的,结构连接的服役状态等级应评定为“d级”:

- 1 结构连接出现线漏；
- 2 接缝张开量 $\delta > 3[\delta]$ ；
- 3 错台量 $[\Delta] > 2[\Delta]$ 。

5.3.7 结构连接出现下列情形之一的,结构连接的服役状态等级应评定为“e级”。

- 1 连接件承载能力极限状态验算的安全性指标 $[\xi] \leq 0.85$ ；
- 2 结构缝出现漏泥沙；
- 3 盾构隧道的衬砌管片间的连接螺栓有拉脱、剪断、较大滑移或严重损坏；
- 4 混凝土构件端节点连接松动,且伴有明显的变形裂缝；
- 5 预埋件的锚板有明显变形或锚板、锚筋与混凝土之间有明显滑移、拔脱现象；
- 6 钢构件连接构造有严重缺陷；
- 7 钢构件连接件有裂缝或锐角切口；
- 8 钢构件的焊缝、螺栓或铆接有拉脱、滑移、松动、剪坏等严重损坏。

5.4 结构区段服役状态等级评定

5.4.1 结构区段服役状态等级应根据构件及连接服役状态等级、结构区段相对变形和防水性能等级的子项指标评定。

5.4.2 结构区段相对变形指标计算和选取可按附录 H 执行;结构区段防水性能等级判定应按照《地下防水工程质量验收规范》

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/278043112054006106>