

# 团 体 标 准

T/TMAC ×××—202X

## 高韧性混凝土井盖技术规程

Technical specification for high-toughness concrete manhole cover

(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。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国技术市场协会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人均可提出制修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本文件著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本文件。第三方机构依据本文件开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市海淀区复兴路甲 23 号城乡华懋大厦 12 层 1217 室。

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：[www.ctm.org.cn](http://www.ctm.org.cn) 电子信箱：[136162004@qq.com](mailto:136162004@qq.com)

目次

前言..... III

引言..... IV

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总则..... 4

5 材料..... 4

    5.1 水泥..... 4

    5.2 集料..... 5

    5.3 矿物掺合料..... 5

    5.4 钢筋及纤维..... 6

    5.5 拌和用水及外加剂..... 6

    5.6 高韧性混凝土..... 7

6 极限状态计算..... 7

    6.1 一般规定..... 8

    6.2 极限承载能力计算..... 8

7 构造..... 9

    7.1 一般规定..... 9

    7.2 井盖构造..... 9

    7.3 井座构造..... 9

    7.4 连接路基过渡段..... 9

8 制造与安装..... 9

    8.1 一般规定..... 9

    8.2 制造..... 10

    8.3 养护与运输..... 11

    8.4 安装..... 12

9 质量检查验收..... 12

    9.1 基本规定..... 12

    9.2 质量验收项目..... 12

    9.3 质量检验报检项目..... 14

# 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。

本文件由四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省公路院宏途新材料科技有限公司提出。

本文件由中国技术市场协会归口管理。

本文件起草单位：四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省公路院宏途新材料科技有限公司、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX、XXXXXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX。

## 引 言

中国城镇化建设包含地下排水、排污、送气、送油等各种管道网络，检修管网需要竖井，为确保地面通行安全和美观，需设置井盖、井座与连接路基过渡段等地面结构。根据井盖等地面结构使用状况调研和总结，结合四川交通运输科技项目和企业自主科技项目研究成果，提出了高韧性混凝土井盖、井座和预填碎石混凝土连接路基过渡段等构造，依托工程应用表明社会经济效果显著。为了更好推广应用技术成果，特提出本规程。

本规程提出了术语、符号、极限状态计算、构造、制造与安装、质量检查验收等技术内容，用于指导高韧性混凝土井盖、井座及连接路基过渡段等设计、施工和验收。

本规程主要应用场景包括：城市人行道、城市车行道、生活区、体育场和服务区等地下管网设置的井盖、井座、连接路基过渡段。

# 高韧性混凝土井盖技术规程

## 1 范围

本文件规定了高韧性混凝土井盖、井座及连接路基过渡段等部位的极限状态计算、构造、制造与安装、质量检查验收要求。

本文件适用于高韧性混凝土井盖、井座及连接路基过渡段等部位设计、施工与质量检查验收。

## 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/T 23858 检查井盖

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50108 地下工程防水技术规范

GB 50763 无障碍设计规范

GB/T 50805 城市防洪工程设计规范

CJJ 69 城市人行天桥与人行地道技术规范

CJJ 193 城市道路设计规范城市道路路线设计规范

CJJ 221 城市地下道路工程设计规范

JTG 472 钢纤维混凝土

JTG/T 3050 公路桥涵施工技术规范

JTG/T 3310 公路工程混凝土结构耐久性设计规范

CECS 38 纤维混凝土结构技术规程

SCGF 51 桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南

T/TMAC XXX-2025 高韧性预制混凝土薄构件技术标准

T/TMAC XXX-2025 高品质再生集料规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**检查井盖** manhole cover

检查井口可开启的封闭物，由井盖和井座组成。

### 3.2

**井盖** cover

检查井盖中可开启的部分，用于封闭井口。

### 3.3

**井座** frame

检查井盖中固定于检查井口的部分，用于支承井盖。

### 3.4

**韧性指数** toughness index

韧性指数用于评价混凝土在裂缝出现后继续承受荷载的能力，通常用试件继续承受荷载时所能吸收的能量与试件达初裂条件时的能量之比。

**注：**韧性指数具体数值通过抗折试验、记录试验数据后分析得出：

(1) 以相同配合比、不采用增韧技术制备的普通混凝土作为基准组，进行抗折试验，记录其极限荷载作为混凝土材料的开裂荷载  $F_{cr}$ ；

(2) 对采用增韧技术增韧的混凝土进行抗折试验，记录加载过程的完整“荷载-位移”曲线  $f(w)$ ；

(3) 在“荷载-位移”曲线中标记出  $F_{cr}$  对应的位移  $\delta$ ，求得由坐标零点至点  $(\delta, F_{cr})$  对应的面积  $S_0$ ，即达初裂条件时混凝土试件吸收的能量。

(4) 在“荷载-位移”曲线中标记  $3\delta$ 、 $5.5\delta$ 、 $10.5\delta$  对应的荷载  $F_3$ 、 $F_{10}$ 、 $F_{20}$ ，并求得由坐标零点至  $(3\delta, F_3)$ 、

$(5.5\delta, F_{10})$ 、 $(10.5\delta, F_{20})$  对应的曲线下覆面积  $S_5$ 、 $S_{10}$ 、 $S_{20}$ ，即混凝土试件达初裂条件后继续承载、变形过程中吸收的能量。

(5) 采用  $S_5$ 、 $S_{10}$ 、 $S_{20}$  分别除以  $S_0$  得到  $I_5$ 、 $I_{10}$ 、 $I_{20}$ 。

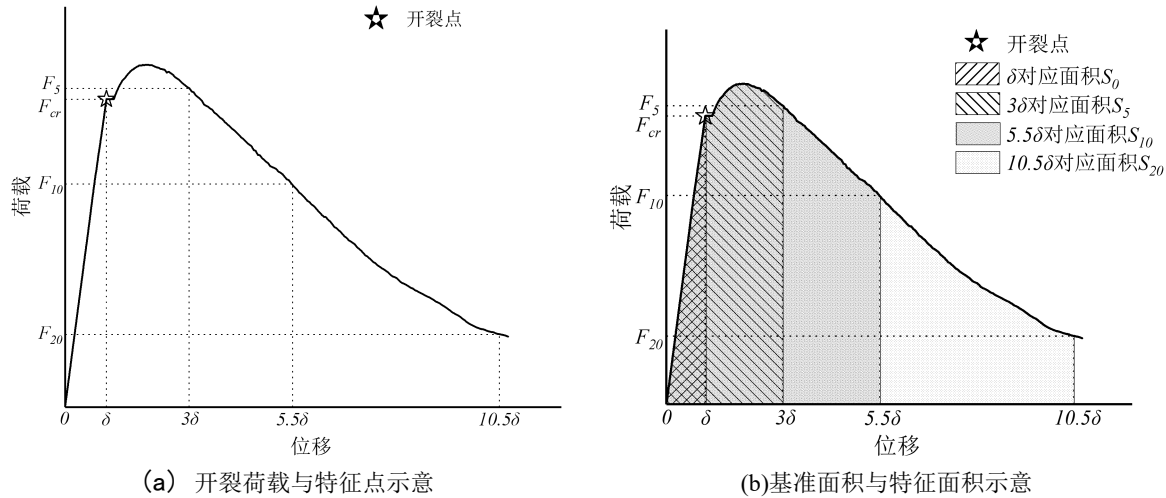


图 1 韧性指数计算图示

3.5

高韧性混凝土 high-toughness concrete

通过不同程度的增韧技术，使混凝土 28 天龄期韧性指数  $I_{20} \geq 3.0$ ，并呈现出不同抗弯荷载-位移曲线表现的混凝土。高韧性混凝土根据力学特征分为 T<sub>3</sub>、T<sub>8</sub>、T<sub>20</sub> 三类，其主要力学特征满足下列要求：

- a) T<sub>3</sub> 高韧性混凝土，通过合理的增韧技术，使混凝土 28 天龄期韧性指数  $I_{20} \geq 3.0$ ；抗弯荷载—位移曲线具有明显的弹性阶段、屈服阶段和至少二阶破坏阶段等三个阶段。
- b) T<sub>8</sub> 高韧性混凝土，通过合理的增韧技术，使混凝土 28 天龄期韧性指数  $I_{20} \geq 8.0$ ；抗弯荷载—位移曲线具有明显的弹性阶段、屈服阶段、强化阶段和二阶破坏阶段等四个阶段。
- c) T<sub>20</sub> 高韧性混凝土，通过综合增韧技术，使混凝土 28 天龄期韧性指数  $I_{20} \geq 20.0$ ；抗弯荷载—位移曲线具有明显的弹性阶段、屈服阶段、强化阶段和接近线形破坏阶段等四个阶段。

注：T<sub>3</sub> 高韧性混凝土开裂后存在明显下降段，并在下降段后仍表现出部分承载力，不会出现立刻断裂。

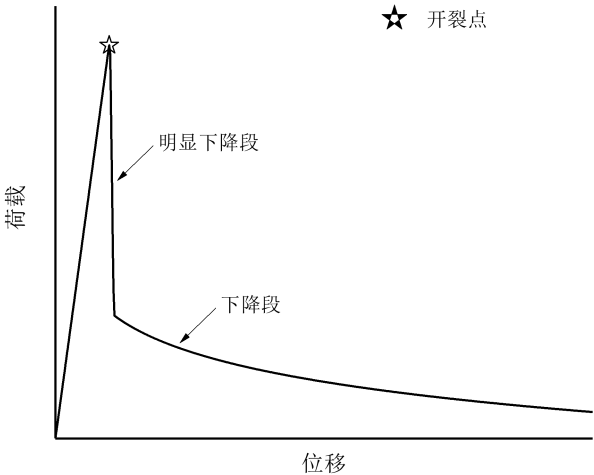
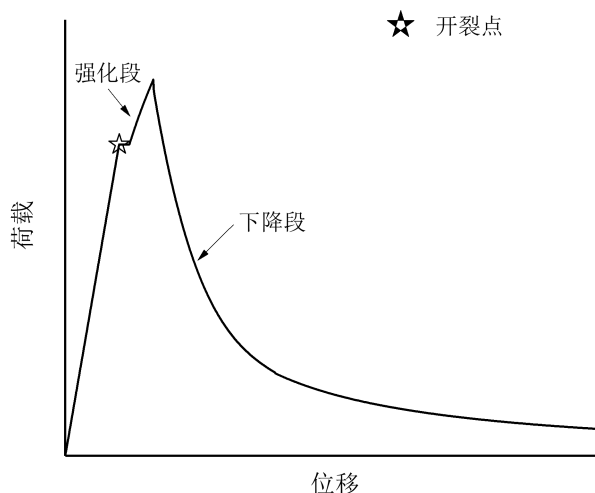


图2 T<sub>3</sub>高韧性混凝土荷载-位移曲线示意

T<sub>8</sub> 高韧性混凝土开裂后，其荷载会短暂下降，而后荷载上升，呈现出一定的“强化”特征，荷载第二次达峰值后才开始出现下降段。

图3 T<sub>9</sub>高韧性混凝土荷载-位移曲线示意

## 3.6

**高韧性混凝土井盖 high-toughness concrete cover**

采用混凝土韧性指数  $I_{20} \geq 8.0$  预制生产的超高性能混凝土构件。

## 3.7

**高韧性混凝土井座 high-toughness concrete frame**

采用混凝土韧性指数  $I_{20} \geq 3.0$  预制生产的超高性能混凝土构件。

## 3.8

**附属构件 appurtenance**

配套井盖、井座所设置的防坠落网、防气兴起装置、排水装置等构件，统称附属构件。

## 3.9

**连接路基过渡段 transition section of the subgrade**

检查井盖的井座与周边连接路基的强度、刚度均匀过渡的结构段。

## 4 总则

4.1 为规范高韧性混凝土井盖、井座及连接路基过渡段等部位的设计、施工与质量检查验收，满足安全可靠、适用耐久、经济合理、绿色低碳等要求，制定本规程。

4.2 高韧性混凝土井盖应采用以概率理论为基础的极限状态设计法，进行以下两类极限状态设计：

a) 承载能力极限状态：对应于井盖达到最大承载能力或出现不适于继续承载的变形或变位的状态。

b) 正常使用极限状态：对应于井盖达到正常使用或耐久性的某项限值的状态。

4.3 高韧性混凝土井盖应根据不同种类的作用（荷载或所处的环境条件）对结构的影响，考虑以下状况进行相应的极限状态设计：

a) 持久状况：构件承受自重、车辆等荷载的状况。应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。

b) 短暂状况：构件承受临时性作用的状况。应进行承载能力极限状态设计，必要时进行正常使用极限状态设计。

c) 偶然状况：构件在服役期内可能偶然出现异常的状况。应进行承载能力极限状态设计。

4.4 本规程指导生产的井盖产品，属于住房和城乡建设部《房屋建筑和市政基础设施工程禁止和限制使用技术目录（第二批）》（2024 年 第 186 号）第 13 项提出的关于超高性能混凝土技术要求的范畴。

4.5 井盖的分类及其使用场所应符合 GB/T 23858 的要求。

4.6 高韧性混凝土井盖、井座及连接路基过渡段等部位设计、施工与质量检查验收等，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家、行业和团体有关标准的规定。

## 5 材料

## 5.1 水泥

5.1.1 选用的普通硅酸盐水泥应符合下列要求：

- a) 水泥中  $C_3A$  含量一般不宜超过 8%；
- b) 水泥细度（比表面积）不宜超过  $350m^2/kg$ ；
- c) 游离氧化钙不得超过 1.5%；
- d) 氯离子含量不得超过水泥质量的 0.06%；
- e) 水泥含碱量不宜超过水泥质量的 0.6%，混凝土内总含碱量（包括所有原材料）不得大于  $3.0kg/m^3$ 。

5.1.2 水泥入场后应按品种、标号、厂家、出厂日期分别存放，同时应采取防潮措施。

5.1.3 水泥应分批检验，质量应稳定，存放期超过 3 个月应重新检验各项质量控制指标。

5.1.4 水泥使用时温度不宜超过  $55^{\circ}C$ 。

注：水泥温度过高，吸附外加剂的能力强，水泥水化速度快，混凝土坍落度损失大，影响其工作性能。

5.2 集料

5.2.1 集料应选择质地坚硬、级配良好的人工集料、石英砂、高品质再生集料等，并应满足下列规定：

- a) 集料由最大粒径小于 4.75mm 的细集料和 4.75mm~9.5mm 的粗集料两级配组成，细集料细度模数宜为 2.3~3.5。
- b) 细集料含泥量不应大于 2.0%，泥块的含量不应大于 1.0%。
- c) 当采用机制砂时，石粉含量不宜大于 7%。

5.2.2 预制构件厚度小于或等于 25mm 时，集料最大粒径宜小于或等于 4.75mm；预制构件厚度大于 25mm 时，集料最大粒径宜小于或等于 9.5mm。

5.2.3 应对集料进行碱活性检测，并应符合相应规范要求。

5.3 矿物掺合料

5.3.1 高韧性混凝土的掺合料宜采用Ⅰ级粉煤灰，条件受限时可采用Ⅱ级粉煤灰，其技术性能应符合表 1 要求。

表 1 粉煤灰技术性能指标

| 项目                 |        | 级别及技术性能指标 |     |
|--------------------|--------|-----------|-----|
|                    |        | I级        | II级 |
| 细度（45μm 方孔筛筛余）（%）≤ | F 类粉煤灰 | 12        | 25  |
|                    | C 类粉煤灰 |           |     |
| 需水量比（%）≤           | F 类粉煤灰 | 95        | 105 |
|                    | C 类粉煤灰 |           |     |
| 烧失量（%）≤            | F 类粉煤灰 | 5.0       | 8.0 |
|                    | C 类粉煤灰 |           |     |
| 含水量（%）≤            | F 类粉煤灰 | 1.0       |     |
|                    | C 类粉煤灰 |           |     |
| 三氧化硫（%）≤           | F 类粉煤灰 | 3.0       |     |
|                    | C 类粉煤灰 |           |     |
| 游离氧化钙（%）≤          | F 类粉煤灰 | 1.0       |     |
|                    | C 类粉煤灰 | 4.0       |     |

5.3.2 当采用粒化高炉矿渣、硅灰、矿粉等其它矿物掺合料时，其性能指标应符合相应规范要求，或通过专题试验研究确定。

5.4 纤维及钢筋

5.4.1 纤维种类、纤维掺量、混杂纤维掺配比例和钢筋种类、配筋率等指标的确定，应与设计构件的抗压、抗拉、抗折强度相匹配。

#### 5.4.2 钢纤维的技术性能应满足下列要求：

- 宜采用多锚固点的碳素冷拔钢丝切断型，表面应有明显的压痕；其长度宜为 30mm～35mm，直径或等效直径为 0.6mm～0.9mm，抗拉强度大于 600MPa。
- 表面不得有锈蚀、油污等杂质。加工不良的粘连片、铁屑等杂质含量不得超过总重量的 1.0%。
- 长度、直径偏差不应超过长度直径公称值的 $\pm 10\%$ ，长径比偏差不应超过 $\pm 15\%$ ，每根重量不应超过公称重量值的 $\pm 15\%$ 。
- 应具有良好的外形，形状合格率不应低于 90%。
- 应具有良好的弯折性能，能承受一次弯折 90°而不断裂。
- 在混凝土中不应变“V”形、不结团，具有良好分散性。

注：采用合理的钢纤维掺量和短粗纤维形状，是避免钢纤维在混凝土拌合时成团的技术途径。试验研究表明，多锚固点且带压痕的钢纤维，其锚固强度高、粘结性能好。

#### 5.4.3 镀铜微丝纤维的技术性能应满足下列要求：

- 镀铜微丝纤维长度 12mm～14mm，直径 0.20mm～0.22mm，抗拉强度大于或等于 2750MPa；
- 镀铜微丝纤维直径容许误差 $\pm 0.02$ ，长度容许误差 $\pm 10\%$ ；
- 镀铜微丝纤维反复弯曲大于 125 次、扭转大于 60 次。

#### 5.4.4 镀铜弧丝纤维的技术性能应满足下列要求：

- 镀铜弧丝纤维长度 12mm～14mm，直径 0.18mm～0.33mm，抗拉强度大于或等于 2750MPa；
- 镀铜弧丝纤维直径容许误差 $\pm 12\%$ ，长度容许误差 $\pm 10\%$ 。

#### 5.4.5 聚丙烯腈纤维的技术性能应符合下列要求：

- 应具有良好的亲水性能，且在水中能够均匀分散；
- 采用直径 12 $\mu\text{m}$ ～15 $\mu\text{m}$ ，长度为 6mm～12mm，抗拉强度大于或等于 800MPa，弹性模量 7.0GPa～9.0GPa。

#### 5.4.6 井盖及井座采用的钢筋，应满足 JTG 3362 的相关要求。

### 5.5 拌和用水及外加剂

#### 5.5.1 拌合用水中的氯离子含量不得大于 200mg/L。

#### 5.5.2 采用的外加剂应符合下列要求：

- 高韧性混凝土应采用减缩、增韧和高效减水保塑的聚羧酸系减水剂，其减水率不宜低于 25%，应对混凝土和纤维无害；
- 减水剂供应厂商应提供产品的减水率、推荐掺量、氯离子含量、含碱量和使用注意事项；
- 减水剂中的氯离子含量不得大于混凝土中胶凝材料总量的 0.02%，硫酸钠含量不宜大于减水剂干重的 15%；
- 不得使用含有氯化钠、氯化钙等氯盐的外加剂，不宜使用早强剂。

### 5.6 高韧性混凝土

#### 5.6.1 高韧性混凝土井座，强度等级宜大于或等于 C70、抗折强度应大于或等于 6MPa、抗弯拉强度大于或等于 4MPa、韧性指数 $I_{20}$ 大于或等于 3，且应具有自密实补偿收缩功能。

#### 5.6.2 高韧性混凝土井盖，强度等级宜大于或等于 C70、抗折强度应大于或等于 10MPa、抗弯拉强度大于或等于 7MPa、韧性指数 $I_{20}$ 大于或等于 8，且应具有自密实补偿收缩功能。

#### 5.6.3 高韧性混凝土性能指标应满足下列要求：

- 力学性能：应满足设计要求。
- 体积稳定性能：混凝土自由膨胀率宜大于 0。
- 工作性能：各项指标应满足坍落度大于或等于 150mm、扩展度大于或等于 400mm，初凝时间大于或等于 2h。

#### 5.6.4 高韧性混凝土轴心抗压强度标准值 $f_{ck}$ 、轴心抗压强度设计值 $f_{cd}$ 、轴心抗拉强度标准值 $f_{tk}$ 、轴心抗拉强度设计值 $f_{td}$ 、弹性模量 $E_c$ 应按表 5.6.4 采用。高韧性混凝土的剪切模量 $G_c$ 可按表 2 中弹性模量 $E_c$ 的 0.4 倍采用，高韧性混凝土的泊松比 $\mu_c$ 可采用 0.26。

表 2 高韧性混凝土强度和弹性模量

单位为 MPa

| 混凝土强度等级                      |                               | C70  | C80  | C90  | C100 | C110 | C120 | C130 | C140 | C150  |
|------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 标准值                          | 轴心抗压 $f_{ck}$                 | 44.5 | 50.2 | 60.2 | 66.9 | 73.6 | 80.3 | 86.9 | 93.6 | 100.3 |
|                              | T <sub>3</sub> 轴心抗拉 $f_{tk}$  | 4.5  |      | 5.0  |      | 5.6  |      | 6.1  |      |       |
|                              | T <sub>8</sub> 轴心抗拉 $f_{tk}$  | 6.5  |      | 7.1  |      | 7.5  |      | 8.1  |      |       |
|                              | T <sub>20</sub> 轴心抗拉 $f_{tk}$ | 9.4  |      | 9.8  |      | 10.2 |      | 10.8 |      |       |
| 设计值                          | 轴心抗压 $f_{cd}$                 | 30.5 | 34.6 | 41.5 | 46.1 | 50.7 | 55.3 | 60.0 | 64.6 | 69.2  |
|                              | T <sub>3</sub> 轴心抗拉 $f_{td}$  | 3.1  |      | 3.4  |      | 3.8  |      | 4.2  |      |       |
|                              | T <sub>8</sub> 轴心抗拉 $f_{td}$  | 4.5  |      | 4.9  |      | 5.2  |      | 5.6  |      |       |
|                              | T <sub>20</sub> 轴心抗拉 $f_{td}$ | 6.5  |      | 6.8  |      | 7.1  |      | 7.4  |      |       |
| 弹性模量 $E_c$ ( $\times 10^4$ ) |                               | 3.77 | 3.88 | 3.91 | 3.98 | 4.08 | 4.12 | 4.19 | 4.22 | 4.26  |

## 6 极限状态计算

### 6.1 一般规定

6.1.1 本章节适用于高韧性混凝土井盖的极限承载能力计算。

6.1.2 高韧性混凝土井盖应采用静力方法，进行内力计算和强度与刚度验算。

6.1.3 车行道高韧性混凝土井盖的冲击系数可取  $\mu = 0.3$ ，人行道高韧性混凝土井盖冲击系数可取  $\mu = 0.05$ 。

6.1.4 高韧性混凝土井盖的承载能力应符合表 3 的规定。

表 3 高韧性混凝土井盖的承载能力

| 检查井盖等级 | 裂缝荷载 (kN)   | 破坏荷载 (kN)  |
|--------|-------------|------------|
| A15    | $\geq 7.5$  | $\geq 15$  |
| B125   | $\geq 62.5$ | $\geq 125$ |
| C250   | $\geq 125$  | $\geq 250$ |
| D400   | $\geq 200$  | $\geq 400$ |
| E600   | $\geq 300$  | $\geq 600$ |

**注：**裂缝荷载指对井盖加载时表面裂缝宽度达 0.2mm 时的试验荷载值。

6.1.5 承载能力极限状态计算时，行车道及人行道井盖构件安全等级应为一类，构件承载能力极限状态计算应按公式 (1) 确定。

$$\gamma S \leq R \dots\dots\dots (1)$$

式中：S——作用效应的组合设计值；

R——构件承载力设计值；

$\gamma$ ——构件的重要性系数，取值 1.1。

### 6.2 极限承载能力计算

6.2.1 高韧性混凝土井盖正截面抗弯计算承载能力宜按下列规定计算：

a) 截面受压区高度  $x$  按公式 (2) 计算。

$$f_{sd}A_s + f_{pd}A_p = f_{cd}b_f x + f'_{sd}A'_s + (f'_{pd} - \sigma'_{p0})A'_p \quad \dots\dots\dots (2)$$

b) 正截面抗弯承载能力应满足公式 (3) :

$$\gamma_0 M_d \leq f_{cd}bx \left( h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_{sd}A'_s (h_0 - a'_s) + (f'_{pd} - \sigma'_{p0})A'_p (h_0 - a'_p) \quad \dots\dots\dots (3)$$

在计算出来的混凝土受压区高度  $x$ , 应该满足公式 (4) 的要求。

$$x < \xi_b h_0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $\gamma_0$  —— 构件的重要性系数, 取值1.1;
- $M_d$  —— 弯矩设计值;
- $f_{cd}$  —— 混凝土轴心抗压强度设计值;
- $f_{sd}$ 、 $f'_{sd}$  —— 纵向普通钢筋抗拉强度设计值和抗压强度设计值;
- $f_{pd}$ 、 $f'_{pd}$  —— 纵向预应力钢筋抗拉强度设计值和抗压强度设计值;
- $A_s$ 、 $A'_s$  —— 受拉区、受压区纵向普通钢筋截面面积;
- $A_p$ 、 $A'_p$  —— 受拉区、受压区纵向预应力钢筋截面面积;
- $b$  —— 矩形截面宽度或 T 形截面腹板宽度;
- $h_0$  —— 截面有效高度,  $h_0 = h - a_p$ , 此处  $h$  为截面全高,  $a_p$  为受拉区预应力钢筋重心到受拉边缘的距离;
- $a'_s$ 、 $a'_p$  —— 受压区普通钢筋合力点、预应力钢筋合力点至受压区边缘的距离;
- $\sigma'_{p0}$  —— 受压区预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时预应力钢筋的应力;
- $\xi_b$  —— 相对界限受压区高度,  $\xi_b = 0.40$ 。

#### 6.2.2 高韧性混凝土井盖正常使用极限承载能力宜按下列规定:

- a) 正常使用极限状态应采用标准组合验算;
- b) 高韧性预制混凝土井盖应进行变形验算, 井盖在动荷载作用下的最大挠度不超过计算跨径的 1/400;
- c) 高韧性预制混凝土井盖的应力应满足设计规定要求。

#### 6.2.3 高韧性混凝土井座、附属构件及连接路基过渡段的强度和刚度验算, 应按照相应规范执行。

### 7 构造

#### 7.1 一般规定

7.1.1 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座、附属构件及连接路基过渡段的总体布置设计应满足使用要求和标准化目标。

7.1.2 高韧性混凝土预制构件设计, 应考虑井盖、井座、附属构件及连接路基过渡段的耐久性影响。

7.1.3 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座、附属构件及连接路基过渡段的结合部位应密贴可靠。

7.1.4 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座、附属构件及连接路基过渡段设计荷载应用满足工程技术标准要求。

注: 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座、附属构件及连接路基过渡段设计荷载标准, 应经过工程可行性总体论证后采用。

7.1.5 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座的外观色彩、图案等内容应进行专项设计, 应与街道的总体设计协调、特色人文景观融合。

7.1.6 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座应进行表面防滑构造设计, 防滑花纹或图案的凹槽深度应不小于 2mm; 凹槽部份面积与井盖面积之比应不小于 10%且不大于 70%。

#### 7.2 井盖构造

7.2.1 井盖与井座表面应光洁、色彩应均匀、标记应清晰，井盖与井座的单边间隙应小于或等于1mm、周边支承面应平整、均衡密贴。

**注：**高韧性混凝土预制井盖、井座一般采用匹配预制生产，井盖与井座应一一对应。

7.2.2 井盖应设置开启孔，开启孔大小应满足操作设备抓取的要求。

7.2.3 井盖的钢筋宜采用焊接钢筋网片，钢筋直径小于或等于12mm、钢筋最大间距小于或等于100mm、钢筋最小间距大于或等于40mm，钢筋网片距离受力面的最小净保护层厚度大于或等于5mm。

**注：**高韧性混凝土致密程度高、碳化速度低，韧性好、抗裂能力强，试验研究表明，一般地区高韧性混凝土净保护层厚度为5mm时的抗裂性能、耐久性能与普通钢筋混凝土相当。

7.2.4 钢筋网片的净保护层厚度应设置定位构造措施。

### 7.3 井座构造

7.3.1 井座钢筋构造应满足构造配筋要求。

7.3.2 井座与连接路基过渡段应平顺，不积水、不渗水、牢固可靠。

7.3.3 井座的防坠落预埋装置位置应准确、锚固可靠，经久耐用。

### 7.4 连接路基过渡段构造

7.4.1 连接路基过渡段宜采用预填碎石混凝土，置换深度宜大于或等于30cm，再灌注强度等级 $\geq$ A30的高性能灌浆材料。

7.4.2 井座基础宜采用预填碎石调平，校正后定位安装，再灌注强度等级大于或等于A50的高性能灌浆材料进行固化处理。

7.4.3 井盖周边顶面应预留铺筑沥青混凝土路面（或水泥混凝土路面、铺装砖）厚度。

## 8 制造与安装

### 8.1 一般规定

8.1.1 井盖、井座的生产车间（预制场）宜满足下列要求：

- a) 宜选用具有相应资格等级的技术工人；
- b) 运输、起吊、堆放和排水等设施应齐全、完备；
- c) 与混凝土拌合楼连接道路应通畅，应具备应急通道；
- d) 用电、用水安全设施应完善。

8.1.2 井盖、井座的生产车间（预制场）应具有专用养护车间，应储备厚型塑料薄膜、保温装备等养护设施。

8.1.3 混凝土的原材料数量储备应满足一批生产需要，相同批次的原材料质量应稳定。

8.1.4 高韧性混凝土井盖宜采用自动化生产线。

### 8.2 制造

8.2.1 原材料的检验频率和试验方法应按照JTG/T 3050相关规定执行。

8.2.2 高韧性混凝土拌合用砂含水率、拌合物工作性能的检验频率，每工作班不应少于两次。

8.2.3 钢筋、预埋件等应加工精良，预埋位置准确。

8.2.4 高韧性混凝土井盖与井座的生产需满足下列要求：

- a) 高韧性混凝土井盖与井座应采用匹配预制生产，也可采用井盖与井座的模具匹配生产，模具的刚度应满足井盖与井座的匹配精度要求。
- b) 高韧性混凝土井盖与井座的预制生产，根据生产规模、生产条件，应编制完成专门的生产组织文件。
- c) 宜采用智能化生产线制造，采用自动化拌和、出料、摊平、振捣、装运与养护的工艺流程。

8.2.5 高韧性混凝土生产装备，原材料分料、拌合楼、传输线、分料装备、整平装备、装运装备、养护条件、脱模打包等应采用自动化设备。

8.2.6 高韧性混凝土原材料的干料拌和应充分，拌和时间宜根据拌和设备的拌和能力确定。混凝土原材料的称量精度应满足相关规范要求。

8.2.7 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座的预制件模具应满足下列要求：

- a) 井盖和井座模具应一体化设计、匹配制造；
- b) 井盖和井座模具设计应满足单边间隙不超过 1mm 的要求；
- c) 井盖和井座模具应满足浇筑振捣的刚度要求；
- d) 井盖和井座模具设计应兼顾脱模简单和构件不易折损的要求；
- e) 井盖和井座搬运、起吊、安装应设置专门的起吊孔。

8.2.8 预制井盖的高韧性混凝土拌和、浇筑和振捣时间应根据设备性能，通过试验确定。

8.2.9 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座预制构件，浇筑振捣后表面不宜有浮浆和水纹。

8.2.10 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座预制构件的模板应平直、顺畅、清洁，模板漆涂抹应均匀。

8.2.11 产品生产过程中应做好检验资料的记录和管理，应实现产品可追溯的目标要求。

### 8.3 养护与运输

8.3.1 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座浇筑振捣后应水平静置，重叠高度应满足模板强度与刚度需要。

8.3.2 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座浇筑振捣完成后，5min 内覆盖密闭的厚型塑料薄膜，薄膜内部湿度应大于 95%。

8.3.3 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座宜带模板养护，养护环境温度不宜小于 15℃，自然养护龄期应大于 72h。

8.3.4 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座采用蒸气养护时，需满足下列要求：

- a) 环境温度大于 30℃时，宜采用自然养护；
- b) 蒸气养护时，室内温度小于或等于环境温度+20℃，最高蒸养温度宜小于 40℃；
- c) 蒸气养护时，室内湿度应大于 90%；
- d) 试件进出蒸气养护室升降温速率宜小于或等于 2℃/h。

8.3.5 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座等成品构件，转运包装的支垫应平稳、运输时构件受力应均衡。

### 8.4 安装

8.4.1 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座预制构件达到设计强度的 80%且龄期大于 5d 时，方可运输搬运。

8.4.2 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座预制构件，支垫和防侧倾装置不应增加预制构件的应力峰值。

8.4.3 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座预制构件，安装精度应满足规范要求，支承面应平整密贴。

## 9 质量检查验收

### 9.1 基本规定

9.1.1 本规程适用于高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座及连接路基过渡段。在原材料、生产预制、运输安装的质量管理和检验评定中，除应符合本规程外，尚应符合现行国家、行业和团体颁布的相关规范的规定。

9.1.2 根据建设规模、施工管理和质量检验评定需要，在施工准备阶段可将建设项目划分为单位工程、分部工程、分项工程。

### 9.2 质量验收项目

9.2.1 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座及连接路基过渡段的质量检查验收，应包括几何尺寸、材料强度、材质和外观鉴定等内容；连接路基过渡段包括路基基层夯实密实度、碎石灌浆饱满度及强度、排水设施通畅、与井盖和井座连接的平顺度、平整度等内容。

9.2.2 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座及连接路基过渡段等部件的质量检验应满足表 4 的要求。

表 4 检查验收质量要求

| 序号 | 检验项目                       |                 | 规定值或<br>允许偏差 | 检验方法          | 检验频率                                                                       |
|----|----------------------------|-----------------|--------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 高韧性混凝土<br>拌合物工作性能及<br>力学性能 | 1h 稠度经时损失 (min) | $\leq 10$    | 稠度法           | 每班不少于 2 次                                                                  |
| 2  |                            | 初始稠度 (min)      | $\geq 60$    |               |                                                                            |
| 3  |                            | 弯拉强度 (MPa)      | 满足设计要求       | 力学试验机         | 每 50m <sup>3</sup> 检验一组；<br>不足 50m <sup>3</sup> 时按<br>50m <sup>3</sup> 考虑； |
| 4  |                            | 抗压强度 (MPa)      | 满足设计要求       |               |                                                                            |
| 5  | 自然养护                       | 及时覆盖薄膜时间 (min)  | $\leq 5$     | 记录仪           | 升/降温阶段每 1h 检测<br>1 次；恒温阶段每 2h<br>检测 1 次                                    |
| 6  |                            | 薄膜养护时间 (d)      | $\geq 3$     | 记录仪           |                                                                            |
| 7  | 蒸汽养护                       | 及时覆盖薄膜时间 (min)  | $\leq 5$     | 记录仪           | 升/降温阶段每 1h 检测<br>1 次；恒温阶段每 2h<br>检测 1 次                                    |
| 8  |                            | 室内温度 (°C)       | $\pm 1$      | 温度计           |                                                                            |
| 9  |                            | 最高蒸养温度 (°C)     | $\pm 2$      | 温度计           |                                                                            |
| 10 |                            | 室内湿度 (°C)       | +2           | 湿度计           |                                                                            |
| 11 |                            | 升降温速率 (%)       | +0.5         | 温度计           |                                                                            |
| 12 | 井盖<br>与<br>井座              | 厚度 (mm)         | $\pm 0.5$    | 卡尺            |                                                                            |
| 13 |                            | 直径 (mm)         | $\pm 1$      | 卡尺            |                                                                            |
| 14 |                            | 井盖和井座表面平整度 (mm) | $\pm 1$      | 直板靠尺          |                                                                            |
| 15 |                            | 井座底面平整度 (mm)    | $\pm 2$      | 直板靠尺          |                                                                            |
| 16 |                            | 井盖和井座单边间隙 (mm)  | $\pm 0.5$    | 卡尺            |                                                                            |
| 17 |                            | 井盖和井座图案和色彩饰面    | 优、良等级        | 类比目测          |                                                                            |
| 18 |                            | 井盖极限承载力 (kN)    | 满足设计要求       | 压力机           |                                                                            |
| 19 | 路基                         | 基层夯实度 (%)       | 92           | 灌砂法           |                                                                            |
| 20 |                            | 碎石灌浆饱满度 (%)     | 98           | 试件抽检法         |                                                                            |
| 21 | 平整度                        | 路面平整度           | 满足路面<br>规范要求 | 按路面平整度<br>法检查 |                                                                            |

9.2.5 出厂检验项目应包括表 4 中序号的第 1 条~第 17 条。

9.2.6 出厂检验的批量和抽样应满足下列规定。

- a) 外观质量、尺寸偏差的检验项目，以同种类、同等级生产的 500 个井盖为一批，但在一个月生产不足 500 个井盖时仍作为一批，随机抽取 10 个井盖进行外观质量与尺寸偏差检验。
- b) 混凝土强度的检验项目，相同配合比的混凝土每一工作班取样不应少于 1 次。

9.2.7 出厂检验的判定规则应满足下列规定。

- a) 外观质量和尺寸偏差检验项目中，若所抽 10 个井盖样品中，不符合要求的样品不超过 2 只，则判该批井盖外观质量合格；否则，判该批井盖外观质量和尺寸偏差不合格。
- b) 混凝土强度检验项目中，混凝土抗压强度、抗弯强度每组均符合要求时，判该批井盖混凝土强度为合格；否则，判该批井盖混凝土强度为不合格。
- c) 总判定，当井盖外观质量、尺寸偏差和混凝土强度均为合格时，则判该批井盖合格。

9.2.8 当出现下列情况时，应进行型式检验。

- a) 产品转厂生产或首次投入生产的试制定型鉴定时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能时；
- c) 产品停产半年以上再恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

- e) 正常生产时，每年至少进行一次。
- 9.2.9 出厂检验项目应包括表 4 中序号的第 1 条～第 18 条。
- 9.2.10 井盖型式检验的批量和抽样应满足下列规定。
  - a) 外观质量、尺寸偏差的检验项目，在不少于 100 个同种类、同等级的井盖中，随机抽取 10 个井盖进行外观质量和尺寸偏差检验。
  - b) 混凝土强度检验项目，相同配合比的混凝土每天取样不应少于 1 次。
  - c) 承载能力检验项目，在外观质量和尺寸偏差检验合格的井盖中，随机抽取 2 个井盖进行承载能力检验。
- 9.2.11 型式检验的判定规则应满足下列规定。
  - a) 外观质量和尺寸偏差检验项目中，若所抽 10 个井盖样品中，不符合要求的样品不超过 2 只，则判该批井盖外观质量和尺寸偏差合格；否则，判该批井盖外观质量和尺寸偏差不合格。
  - b) 混凝土强度检验项目中，混凝土抗压强度、抗弯强度每组均符合要求时，判该批井盖混凝土强度为合格；否则，判该批井盖混凝土强度为不合格。
  - c) 承载能力检验项目中，若所抽 2 个井盖的承载能力检验结果全部符合规定时，则判该批井盖承载能力合格；若 2 个井盖均不符合规定时则判该批井盖承载能力不合格。若有 1 只不符合规定时，应在原抽取的 10 只中再抽取 2 个井盖进行复检，复检结果均符合规定时，则判该批井盖承载能力合格；若仍有 1 个井盖不符合规定时，则判该批井盖承载能力不合格。
  - d) 总判定，当井盖外观质量、尺寸偏差、混凝土强度和承载能力均为合格时，则判该批井盖合格。

9.3 质量检验报检项目

9.3.1 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座及连接路基过渡段验收时应按本规程及国家、行业检验评定标准的要求提交表 5 所列文件。

表 5 质量检查验收项目文件表

| 编号 | 文件名称                              |
|----|-----------------------------------|
| 1  | 工程项目设计文件、变更文件                     |
| 2  | 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座和连接路基过渡段的外观检验报告  |
| 3  | 高韧性混凝土原材料质量检验报告                   |
| 4  | 高韧性混凝土拌合物性能检验报告                   |
| 5  | 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座匹配制造精度验收报告       |
| 6  | 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座弯拉强度检验报告         |
| 7  | 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座抗冲击检验报告          |
| 8  | 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座运输与安装检验报告        |
| 9  | 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座及连接路基过渡段安装精度验收报告 |
| 10 | 路基基层填料和夯实度、碎石颗粒度及灌浆饱满度等检验报告       |
| 11 | 路面与井盖、井座表面平整度检验报告                 |
| 12 | 井盖外观装饰图案质量检查验收报告                  |

9.3.2 高韧性混凝土井盖、高韧性混凝土井座、连接路基过渡段验收时应提交交工和竣工专项验收报告。

[1]DB51/T 1995 机制砂桥梁高性能混凝土技术规程

---