

ICS 93.100

P65

备案号:

# DB11

## 北京市地方标准

DB11/T 915—2012

---

### 穿越城市轨道交通设施检测评估及监测技术规范

Technical Code for Detection Evaluation and Monitoring of Urban Rail  
Transit Traversed by Construction of Engineering

2012 - 12 - 12 发布

2013 - 07 - 01 实施

---

北京市质量技术监督局 发布

## 目 次

前言.....	I
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和符号.....	1
3.1 术语.....	1
3.2 符号.....	2
4 基本规定.....	3
5 工前检测评价.....	5
5.1 一般规定.....	5
5.2 检测评价程序.....	5
5.3 资料调查.....	6
5.4 现场外观初步调查.....	6
5.5 评价等级确定.....	6
5.6 工前检测方案编制.....	7
5.7 仪器设备.....	7
5.8 工前现场检测.....	7
5.9 检测结果分析.....	7
5.10 工前检测评价报告.....	7
6 安全评估.....	8
6.1 一般规定.....	8
6.2 评估程序.....	8
6.3 基础资料.....	9
6.4 评估范围及对象.....	9
6.5 评估模型建立及参数设定.....	10
6.6 评估计算与分析.....	10
6.7 监测对象及控制值.....	10
6.8 评估报告.....	10
7 专项设计技术要求.....	11
7.1 初步专项设计.....	11
7.2 施工图专项设计.....	11
8 施工技术要求.....	12
9 监测技术要求.....	13
9.1 一般规定.....	13

9.2 监测项目.....	13
9.3 测点布置.....	14
9.4 监测方法、频率和时间.....	14
9.5 监测数据管理.....	14
9.6 监测报告编制.....	15
10 后评估.....	16
10.1 一般规定.....	16
10.2 评估程序.....	16
10.3 资料调查.....	17
10.4 现场外观初步调查.....	17
10.5 评估等级.....	17
10.6 评估范围及对象.....	18
10.7 工后检测方案编制.....	18
10.8 仪器设备.....	19
10.9 工后现场检测.....	19
10.10 检测结果分析.....	19
10.11 模型建立及参数设定.....	19
10.12 评估计算分析.....	19
10.13 评估报告.....	19
附录 A（规范性附录） 工前检测评价检测项目表.....	21
附录 B（资料性附录） 不同结构形式的城市轨道交通设施安全评估内容表.....	22
附录 C（资料性附录） 安全评估报告格式.....	23
附录 D（资料性附录） 城市轨道交通设施结构变形监测日报表.....	24
附录 E（资料性附录） 城市轨道交通设施应变监测日报表.....	25
附录 F（资料性附录） 城市轨道交通设施裂缝监测日报表.....	26
附录 G（资料性附录） 城市轨道交通设施轨道高低监测日报表.....	27
附录 H（资料性附录） 城市轨道交通设施轨道水平监测日报表.....	28
附录 I（资料性附录） 城市轨道交通设施轨距监测日报表.....	29
附录 J（规范性附录） 偏离系数 $\delta$ 等级划分.....	30
附录 K（规范性附录） 后评估各评估等级评估项目表.....	31
附录 L（资料性附录） 后不同结构形式的城市轨道交通设施后评估内容表.....	32
附录 M（资料性附录） 后评估安全性检算方法.....	33
附录 N（资料性附录） 后评估报告格式.....	34
参考文献.....	35

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由北京市交通委员会提出并归口。

本标准主编单位：北京市交通委员会路政局、北京市市政工程研究院

本标准参编单位：北京建筑工程学院、北京市建设工程质量第三检测所有限责任公司、北京交通发展研究中心

本标准主要起草人员：孙壮志、杨广武、刘长革、刘军、贺美德、邢文耐、刘勇、牛晓凯、王佳妮、李东海、刘立勇、张德欣、俞宏熙、靳璞、郑知斌、丁振明、刘继尧、崔晓青、邹彪、杨三资、张伟、邱荣华、张跃龙、邓小勇、陈锋、赵智涛、蒋新华

## 引 言

北京市地方标准《穿越城市轨道交通设施检测评估及监测技术规范》（以下简称“本标准”）是根据《关于印发2010年北京市地方标准制修订项目计划的通知》（京质监标发〔2010〕53号）、《北京市交通委员会关于启动2010年北京市交通地方标准制修订工作的通知》（京交行函〔2010〕83号）、《北京市交通委员会关于印发2010年交通地方标准制修订工作计划的通知》（京交行发〔2010〕132号）、《关于印发〈地下工程穿越交通设施安全监管暂行办法〉的通知》（京路制法发〔2008〕64号）文件要求，由北京市交通委员会路政局组织编写。

本标准在前期编制过程中，编制组对北京市穿越城市轨道交通设施的检测、评估、实施方案和监测成果等进行了广泛的调查研究，同时借鉴了国内其它城市穿越城市轨道交通设施的相关经验和资料，总结了穿越城市轨道交通设施工程的实践经验。主要以现行国家标准、行业标准和北京市地方标准为依据，积极采纳了穿越既有城市轨道交通设施工程建设、设计、施工、监理、科研等相关单位的意见。对《北京市城市轨道交通运营管理办法》（北京市人民政府第213号令）规定的轨道交通控制保护区内穿越城市轨道交通设施的工前检测评价、安全评估、后评估的评估内容、程序、方法等方面进行了规范；对穿越城市轨道交通设施的专项设计、施工、既有城市轨道交通设施监测提出了技术要求，体现了地方针对性和可操作性。本标准的实施有利于加强对北京市穿越城市轨道交通设施的安全监管，更好地配合城市基础设施建设，保证城市轨道交通线路的安全运行。

# 穿越城市轨道交通设施检测评估及监测技术规范

## 1 范围

本标准规定了穿越城市轨道交通设施的工前检测评价、安全评估、设计、施工、监测、后评估等环节的技术流程和要求。

本标准适用于在城市轨道交通控制保护区中穿越已运营城市轨道交通工程的设计方案、施工方案、检测方案、评估方案和监测方案的编制、论证、实施。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 工程测量规范

GB/T 50344 建筑结构检测技术标准

DB11/490 地铁工程监控量测技术规程

DB11/T718 城市轨道交通设施养护维修技术规范

## 3 术语和符号

### 3.1 术语

#### 3.1.1

穿越城市轨道交通工程 *traversing urban rail transit engineering*

在轨道交通控制保护区内，以不同穿越方式穿越既有城市轨道交通设施并对其产生影响的新建、改建、扩建工程等，简称“穿越城轨工程”。

#### 3.1.2

穿越方式 *traversing mode*

穿越城轨工程与既有城市轨道交通设施之间的相对空间位置关系，包括上穿、下穿、并行、上跨及连接方式等。

#### 3.1.3

工前检测评价 *preceding detection evaluation*

穿越城轨工程施工前，通过调查、检测等手段，分析、评价既有城市轨道交通设施变形、劣化、损伤等状况的工作。

### 3.1.4

安全评估 safety evaluation

根据穿越城轨工程的初步专项设计、施工图专项设计以及既有城市轨道交通设施的工前检测评价情况等，通过建模、计算、分析，评估穿越城轨工程对既有城市轨道交通设施安全影响的工作。安全评估工作宜分初设安全评估和施工图安全评估两阶段进行。

### 3.1.5

后评估 post evaluation

穿越城轨工程施工结束后，对城市轨道交通设施进行检测、分析和评估的工作。

### 3.1.6

双控要求 double control requirements

在穿越城轨工程监测实施中，变形、受力等各监测项目的监测控制值采用累计量控制值和变化速率控制值两个指标进行控制。

### 3.1.7

分步控制值 step control values

将累计量控制值分解到每一个主要的施工工序中，所得到对应的控制值。

### 3.1.8

偏离系数 deviation of ratio

穿越城轨工程监测从开始至后评估前，变形监测项目所监测到的最大值与其监测控制值的比值。

## 3.2 符号

$M$  ——弯矩设计值；

$N$  ——轴向力设计值；

$T$  ——扭矩设计值；

$V$  ——剪力设计值；

$v_{m100}$  ——最后100天的变形速率；

$U_0$  ——监测控制值；

$U_{01}$  ——累计量控制值；

$U_{02}$  ——变化速率控制值；

$d$  ——偏离系数；

$d_{jg}$  ——结构偏离系数；

$d_{gd}$  ——轨道偏离系数；

$\Delta M$  ——附加弯矩值；

$\Delta N$  ——附加轴向力值；

$\Delta T$  ——附加扭矩值；

$\Delta V$  ——附加剪力值；

$\Sigma M$  ——总弯矩值；

$\Sigma N$  ——总轴向力值；

$\Sigma T$  ——总扭矩值；

$\Sigma V$  ——总剪力值；

$[M]$  ——允许弯矩值；

$[N]$  ——允许轴向力值；

$[T]$  ——允许扭矩值；

$[V]$  ——允许剪力值。

#### 4 基本规定

4.1 穿越城轨工程的检测评估及监测实施程序，应按图 1 进行。



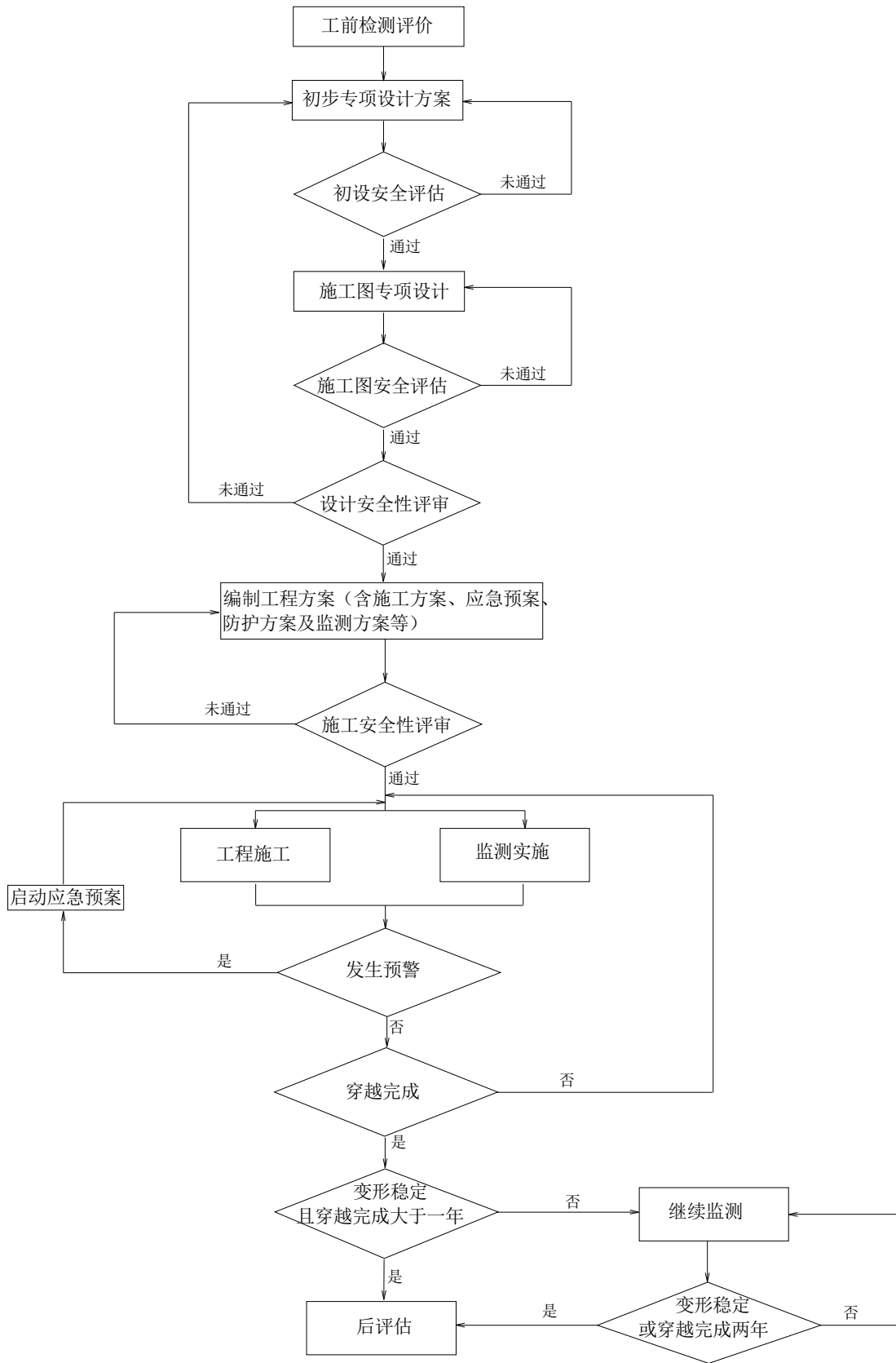


图 1 穿越城市轨道交通设施检测评估及监测实施程序框图

4.1.1 穿越城轨工程的初步专项设计方案应在对被穿越城市轨道交通设施施工前检测评价的基础上进行。

4.1.2 穿越城轨工程的专家评审宜分设计安全性评审和施工安全性评审两个环节进行。设计安全性评审内容包括穿越城轨工程的初步专项设计方案、工前检测评价报告、安全评估报告和施工图专项设计等，施工安全性评审内容包括穿越城轨工程的施工方案、应急预案、城市轨道交通设施轨道防护方案、城市轨道交通设施监测方案等。并经城市轨道交通运营单位及管理部门确认。

4.2 穿越城轨工程应满足城市轨道交通设施及城市轨道交通运营两方面的安全要求。

4.3 设计、施工、工前检测评价、安全评估、监测及后评估工作均应由具有相应资质的单位完成。

## 5 工前检测评价

### 5.1 一般规定

5.1.1 工前检测评价应在穿越城轨工程初步专项设计方案前进行。

5.1.2 工前检测评价应为穿越城轨工程的安全评估和专项设计方案的实施提供既有城市轨道交通设施相关现状基础数据、资料和建议。

### 5.2 检测评价程序

工前检测评价程序，应按图2进行，包括资料调查、现场外观初步调查、评价等级确定、工前检测方案编制、仪器设备确认、现场检测、检测结果分析和工前检测评价报告编制。

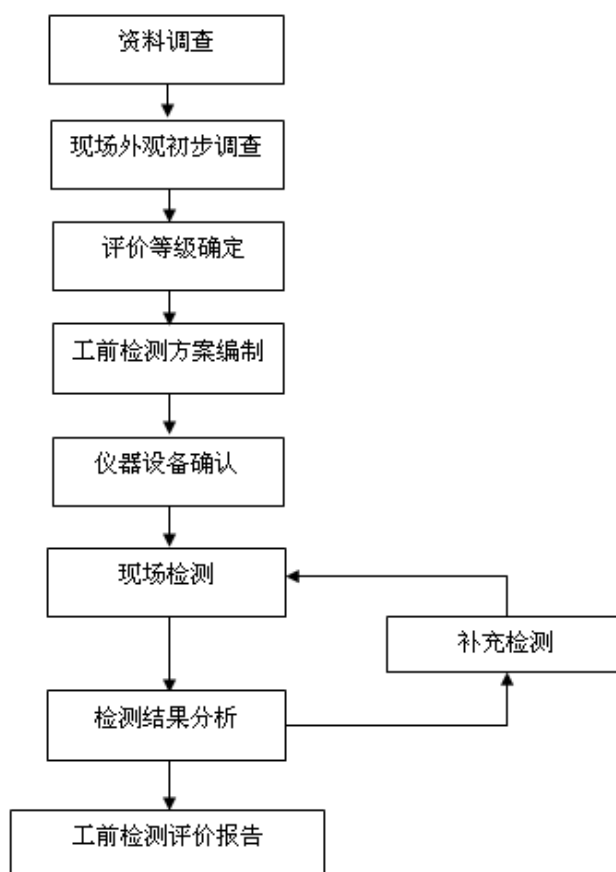


图 2 工前检测评价程序框图

### 5.3 资料调查

资料调查应包含既有城市轨道交通设施的设计、施工、竣工、大修和专项维修、被穿越记录等资料。

### 5.4 现场外观初步调查

现场外观初步调查包括对既有城市轨道交通设施结构的破损、渗漏、裂缝、变形缝张开等情况进行观察或测量。当发现既有城市轨道交通设施存有病害，应以影像记录或检测数据等方式对其发生部位及当前状态进行详细描述。

### 5.5 评价等级确定

5.5.1 工前检测评价等级应在资料调查及现场外观初步调查的基础上，依据 DB11/T718 确定。

5.5.2 评价等级分为三级，一级为轻微病害，二级为一般病害，三级为较重病害。

5.5.3 评价等级划分标准如下：

5.5.3.1 达到下列条件之一，为三级：

- a) 渗漏水达到或超过 DB11/T718 的隧道、车站等项目相应的分项状态评定标准的三级。
- b) 结构裂缝达到或超过 DB11/T718 的隧道、桥梁等项目相应的分项状态评定标准的三级。
- c) 变形缝或伸缩缝达到或超过 DB11/T718 的隧道、桥梁、车站等项目相应的分项状态评定标准的三级。

d) 道床与结构产生剥离。

5.5.3.2 达到下列条件之一，为二级：

- a) 结构裂缝达到 DB11/T718 的隧道、桥梁等项目相应的分项状态评定标准的二级。
- b) 变形缝达到 DB11/T718 的隧道、桥梁、车站等项目的分项状态评定标准相应的二级。

5.5.3.3 未达到二级和三级条件时，可定为一级。

## 5.6 工前检测方案编制

5.6.1 现场检测前应编制检测方案，方案应包括工程概况、检测范围、检测项目、检测依据、检测方法、检测仪器设备、检测人员、检测计划等。

5.6.2 检测范围应由穿越城轨工程的设计单位结合城市轨道交通原设计单位意见根据穿越城轨工程施工主要影响区域确定，并经轨道交通运营单位确认。

5.6.3 各评价等级选取的现场检测项目应按附录 A 进行。

5.6.4 人防门、电梯、屏蔽门、消防管道等重要设施的检测，应按照相关标准进行。

## 5.7 仪器设备

工前检测使用的仪器设备应在检定或校准周期内，仪器设备的精度和量程满足检测需要。

## 5.8 现场检测

5.8.1 现场检测前应对仪器设备当前状态进行检查。

5.8.2 现场检测应根据检测方案进行相关项目的检测。

5.8.3 现场检测人员应遵守城市轨道交通运营单位安全管理规定。

5.8.4 现场检测应做好既有城市轨道交通设施的保护。

5.8.5 现场检测专业技术人员应满足 GB/T 50344 的相关要求。

## 5.9 检测结果分析

应对检测结果的合理性进行分析，当发现现场检测数据不足或异常时，应补充检测。

## 5.10 工前检测评价报告

5.10.1 现场检测完成后应编制工前检测评价报告。

5.10.2 工前检测评价报告应包括项目背景、检测评价范围、评价项目、依据、方法、仪器设备、人员、现状初步调查、现场检测成果、结论及建议等内容。

5.10.3 工前检测评价报告应对工前检测评价工作进行总结，综合评价既有城市轨道交通设施结构、轨道等方面的技术状态，对穿越城轨工程的初步专项设计方案和安全评估提出建议。

5.10.4 工前检测评价结论应在结构、限界、轨道、线路等检测结果的基础上进行综合分析。

5.10.4.1 应明确结构的变形和强度、建筑限界、轨道几何形位、线路平纵断面是否满足相关规范或行车要求。

DB11/T 915—2012

5.10.4.2 应对道床与结构是否存在剥离状况以及剥离程度有明确描述。

5.10.4.3 初步评价存在的病害对既有城市轨道交通设施安全的影响及影响程度。

5.10.5 建议中应明确提出初步专项设计方案中应保护的重要设施和安全评估应评估的主要对象及内容等。

## 6 安全评估

### 6.1 一般规定

6.1.1 安全评估应在工前检测评价及初步专项设计方案完成后、穿越城轨工程设计安全性评审前进行。

6.1.2 安全评估宜采用三维模型进行计算评估。

6.1.3 初设安全评估应明确给出穿越城轨工程对既有城市轨道交通设施安全影响的结论。当需要对既有城市轨道交通设施进行监测时，初设安全评估应明确给出监测对象、项目及控制值 $U_0$ 。

6.1.4 施工图安全评估应对施工图专项设计能否满足既有城市轨道交通设施安全运营进行验算，并给出结论。

### 6.2 评估程序

安全评估程序，应按图3的框图进行，包括资料收集、评估对象确定、评估模型建立、评估参数设定、初设安全评估、施工图安全评估、安全评估报告编制。

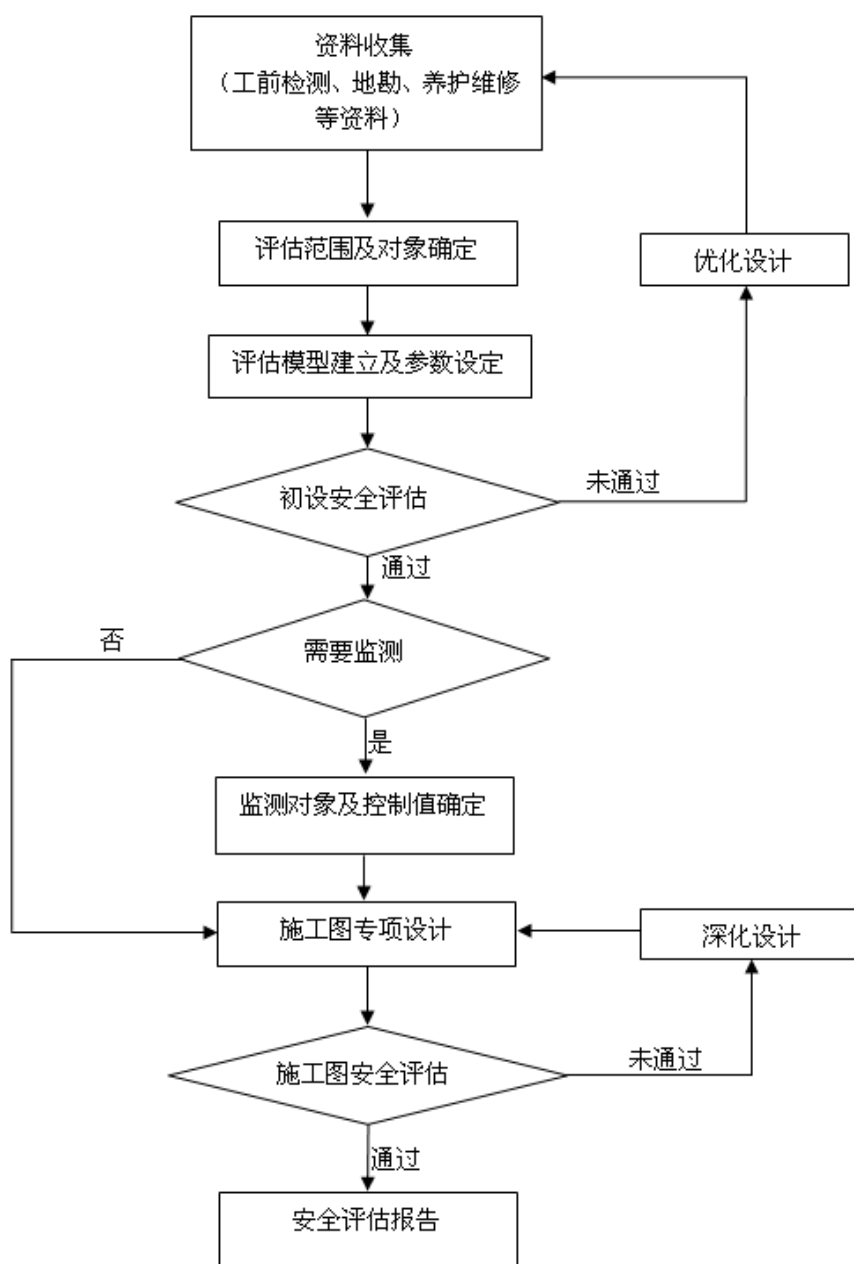


图3 安全评估程序框图

### 6.3 基础资料

安全评估所需的基础资料应包括穿越城轨工程的地勘资料、初步专项设计资料、工前检测评价报告、既有城市轨道交通设施的设计资料、大修或专项维修资料等。

### 6.4 评估范围及对象

6.4.1 安全评估的范围应由评估单位依据工前检测评价报告、初步专项设计方案等，结合穿越城轨工程对城市轨道交通设施的影响程度确定，并经城市轨道交通运营单位及产权单位确认。

## DB11/T 915—2012

6.4.2 安全评估的对象为评估范围内的既有城市轨道交通的隧道、桥梁、涵洞、路基主体结构，出入口、风亭、通道等附属结构，道床、轨道，人防门、电梯、屏蔽门、消防管道等重要设施。

### 6.5 评估模型建立及参数设定

6.5.1 评估模型应包括评估范围内的主要地层、穿越城轨工程、既有城市轨道交通设施、影响范围内重要的既有建筑物及构筑物、既有管线等对象，并能够反映各对象的空间位置关系与结构尺寸。

6.5.2 应对模型中各对象需要设定的物理力学参数、设定依据及其合理性进行说明。

6.5.3 应对评估模型进行验证，并对验证过程及结果的合理性进行说明。

### 6.6 评估计算与分析

6.6.1 评估计算分析应对评估对象的受力及变形情况进行计算。

6.6.2 评估计算模拟工序应与初步专项设计、施工图专项设计中工序一致。

6.6.3 主体及附属结构的评估计算宜按附录 B 进行变形分析、强度及承载力验算，给出主要评估对象的主要工序的应力图、变形图，应力集中部位、最大变形部位、最大变形量及方向等。

6.6.4 轨道、道床的评估计算应进行轨道几何形位，道床变形，道床与结构连接状况评估等，给出最大变形部位、最大变形量及方向等。

6.6.5 重要设施设备的评估计算应进行变形分析，给出最大变形部位、最大变形量及方向等。

### 6.7 监测对象及控制值

6.7.1 初设安全评估应结合既有城市轨道交通原设计与安全运营的要求，根据穿越城轨工程对评估对象的影响程度提出监测范围、对象、项目、频率的要求及主要监测项目的控制值  $U_0$ 。

6.7.2 初设安全评估应按双控要求给出累计量控制值  $U_{01}$  和变化速率控制值  $U_{02}$ 。

### 6.8 评估报告

6.8.1 应对穿越城轨工程的工程概况、与既有城市轨道交通设施的空间位置关系、设计单位、施工单位等情况进行说明。

6.8.2 应对评估依据、评估范围、评估对象、评估内容、评估方法、评估计算分析流程进行说明。

6.8.3 应对穿越施工对城市轨道交通设施安全的影响范围、影响程度给出明确结论。

6.8.4 应对以下内容提出建议：

- a) 对穿越城轨工程专项设计及施工的建议；
- b) 穿越施工期间是否应进行监测，以及监测范围、监测对象、监测项目和监测控制值；
- c) 穿越施工期间是否需采取轨道防护以及相应的措施；
- d) 穿越城轨工程应注意防范的安全风险及应对措施。

6.8.5 安全评估报告格式可参考附录 C。

## 7 专项设计技术要求

### 7.1 初步专项设计

7.1.1 穿越城轨工程初步专项设计所需的基础资料应包括穿越城轨工程的地勘资料、管线调查资料、周边建筑物资料、工前检测评价报告、既有城市轨道交通设施设计及施工资料、大修或专项维修资料等。

7.1.2 穿越城轨工程初步专项设计应考虑对既有城市轨道交通主体及附属设施、道床、轨道及重要设备等的的影响，制定保障轨道交通安全的技术措施与应急要求等。

7.1.3 穿越城轨工程初步专项设计内容应包括：

7.1.3.1 应对穿越方式、穿越位置、结构形式及尺寸进行现场核定。

7.1.3.2 应绘制相应的平面图、断面图，准确反映穿越城轨工程与既有城市轨道交通的空间位置关系。

7.1.3.3 穿越城轨工程初步专项设计应明确施工工法及技术要求。

### 7.2 施工图专项设计

7.2.1 施工图专项设计应在初设安全评估的基础上，对初步专项设计进行深化设计。

7.2.2 遇到下列条件之一时，施工图专项设计范围可适当扩大：

- a) 复杂工程地质及水文地质条件；
- b) 降水对既有城市轨道交通设施影响较大；
- c) 穿越城轨工程结构复杂或采取新工法；
- d) 影响范围内包含部分曲线线路时，应延伸至整条曲线；
- e) 既有城市轨道交通设施复杂或有重要设备。

7.2.3 施工图专项设计应对降水、管线保护措施、施工工法及工艺、既有城市轨道交通设施的加固或拆改移、轨道防护、监测等技术要求，并提出配合穿越城轨工程的运营组织与管理要求。

7.2.4 施工图专项设计应确定穿越城轨工程与既有城市轨道交通设施的空间关系、施工工法及工艺、参数，绘制相应的平面图、断面图、施工工序图、主要施工工艺图等，进行施工风险分析并提出应防范的风险点和防范措施。

7.2.5 对既有轨道交通设施或其周边地层进行加固时，应提出加固的范围、工艺、措施、主要技术指标、预期效果等。

7.2.6 降水设计应给出降水井位置、数量、降水参数及对轨道交通设施的影响。



## DB11/T 915—2012

7.2.7 对城市轨道交通设施进行轨道防护时，防护设计的主要内容应包括轨道概况介绍、防护范围、预防性措施、轨道几何状态调整措施、道床结构整治措施、防护周期、监测范围、监测内容及手段、测点布设要求、监测频率、监测周期及控制指标。

7.2.8 对城市轨道交通设施的周边管线进行改移时，施工图专项设计的主要内容应包括管线改移前后与城市轨道交通设施的位置关系、新管线的施工方法及工序安排。

7.2.9 对城市轨道交通设施进行监测时，施工图专项设计应根据初设安全评估提出监测的范围、对象、项目、方法、测点布置、精度、频率及周期、监测控制值 $U_0$ 及分步控制值等，经设计安全性评审通过后确认。

7.2.10 对于穿越城轨工程中的连接工程，应进行城市轨道交通设施的防水专项设计。

## 8 施工技术要求

8.1 穿越城轨工程施工单位应根据施工图专项设计，结合工程所处地质条件、水文条件和周边环境状况，及既有城市轨道交通运营状况，编制施工方案。

8.2 施工方案应包括施工进度、人员、物资、设备等的安排，降水、管线改移、施工工法及工艺等的具体施工措施，施工监测及巡视实施方案，既有城市轨道交通设施的保护措施和安全应急预案。

8.3 施工方案应满足安全评估、施工图专项设计的要求。

8.4 施工方案应针对施工图专项设计提出的风险点和防范措施给出具体的施工措施及保障措施。

8.5 施工前应对穿越城轨工程影响范围内的不良地质分布、管线分布及渗漏水情况进行探查，并对施工方案进行必要的调整。

8.6 穿越施工过程中，施工单位应根据施工监测及既有城市轨道交通设施监测反馈结果及时调整施工方案，满足既有城市轨道交通设施施工图专项设计提出的监测控制值及分步控制值要求。

8.7 对上跨、上穿、下穿的穿越城轨工程，宜在既有城市轨道交通停运期间穿越通过。

8.8 对上跨、上穿、下穿的穿越城轨工程，应不间断穿越通过。

## 9 监测技术要求

### 9.1 一般规定

9.1.1 监测单位应根据施工图专项设计并结合工前检测报告、安全评估报告、施工方案等编制监测实施方案。

9.1.2 监测实施方案应包括工程概况、监测项目、依据、测点布置、监测方法、仪器设备、人员、频率及周期、监测控制值、监测数据管理、日常巡视内容及要求、监测工作计划、质量安全保证措施等。

9.1.3 应在穿越城轨工程施工前取 3 次稳定观测数据的平均值作为初始值。

9.1.4 监测初始值应在穿越城轨工程施工前反馈至城市轨道交通运营单位和穿越城轨工程建设单位。

9.1.5 监测使用的仪器设备应在检定或校准周期内，仪器设备精度应满足施工图专项设计的要求。

### 9.2 监测项目

9.2.1 监测项目应根据穿越城轨工程的安全评估报告、施工图专项设计及运营管理要求，综合施工安全性专家评审意见确定。

9.2.2 穿越城市轨道交通高架、地面和地下线路的监测项目，宜按但不限于表 1~3 中所列项目。

表1 城市轨道交通高架线路监测项目表

序号	监测项目
1	高架结构变形
2	高架结构变形缝
3	高架结构裂缝
4	高架结构应力
5	道床竖向变形和水平变形
6	轨道几何形位变化
7	桥区地表沉降
8	自动扶梯等重要设备与结构连接状况

表2 城市轨道交通地面线路监测项目表

序号	监测项目
1	路基及其附属构造物的变形
2	道床竖向变形和水平变形
3	轨道几何形位变化
4	地表沉降
5	深层土体变形

表3 城市轨道交通地下线路监测项目表

序号	监测项目
1	隧道结构的竖向变形和水平变形
2	道床竖向变形和水平变形
3	轨道几何形位变化
4	隧道结构变形缝的变化
5	隧道结构裂缝的变化
6	人防门、自动扶梯、屏蔽门等重要设备与结构连接状况

### 9.3 测点布置

9.3.1 基准点布置应选在穿越城轨工程施工影响范围以外的区域，并满足长期监测的要求。基准点的数量不得少于3个。基准点的构造应按GB50026执行。

9.3.2 测点位置选择应具有代表性，应能反映监测对象的变化特征。

9.3.3 测点应以城市轨道交通设施的穿越段中心或影响较大位置为中线，按照近密远疏的原则进行布置，测点间距宜取2m~10m。穿越中心区域可适当加密。

9.3.4 在监测范围内，城市轨道交通设施的以下部位应布置监测点：

- a) 既有设施受穿越工程影响较大部位；
- b) 结构的变形缝两侧各0.5m范围外；
- c) 工前检测、安全评估报告及其它建议进行监测的部位。

### 9.4 监测方法、频率和时间

9.4.1 监测方法、监测频率应按施工图专项设计确定。

9.4.2 当采用人工监测方法时，监测频率可参照DB11/490执行；当采用自动化系统监测时，数据采集频率可采用20~60分钟/次。

9.4.3 当发生预警或既有城市轨道交通运营单位有要求时，监测频率可适当加密。

9.4.4 监测时间宜持续至穿越施工完成1年之后且结构变形稳定后。变形稳定标准为最后100天的平均速率 $v_{m100}$ 不大于0.01mm/d。

### 9.5 监测数据管理

9.5.1 监测数据应真实、有效。

9.5.2 监测数据应定时报送，当发生预警或出现塌方、管涌等突发事件时应实时报送。

9.5.3 监测预警可划分为三个级别，即黄色预警、橙色预警和红色预警。监测预警分级及预警响应见表4。

表4 监测预警分级及预警响应表

序号	预警状态	预警条件	预警响应
1	黄色预警	实测累计值达到累计量控制值 $U_{01}$ 的70%且未达到80%时；或日变化速率达到变化速率控制值 $U_{02}$ 的70%且未达到80%时。	发送预警快报，加密监测并协助分析原因。
2	橙色预警	实测累计值达到累计量控制值 $U_{01}$ 的80%且未达到100%时；或日变化速率达到变化速率控制值 $U_{02}$ 的80%且未达到100%时。	发送预警快报，加密监测、启动会商机制，并采取调整开挖进度、优化支护参数、完善工艺方法等措施。
3	红色预警	实测累计值达到累计量控制值 $U_{01}$ 时；或日变化速率达到变化速率控制值 $U_{02}$ 时；或日变化速率出现急剧增长时。	发送预警快报，加密监测，启动会商机制和应急预案，并立即采取必要的补强或停止开挖等措施。

9.5.4 当监测数据达到预警条件时，应按相应的预警状态发出预警并启动相应的预警响应。预警快报的主要内容应包括发生预警的项目、状态、时间、测点编号、监测数据、建议等。

9.5.5 应对已测数据根据日报、阶段报告要求及时整理，并结合施工进度对监测数据的变化趋势及发生预警的可能性进行分析。

9.5.6 当出现异常监测数据时，应对其原因及风险征兆进行及时分析和报告。

## 9.6 监测报告编制

9.6.1 应编制的监测报告主要包括日报、预警报告、阶段报告和总结报告。

9.6.2 监测日报应在穿越城轨工程监测周期内逐日报送当日监测情况，主要内容应包括施工进度、测点布置图、日常巡视情况、日最大变化量及发生位置、累计最大变化量及发生位置、是否发生预警等，监测数据日报表可参照附录 D~I。

9.6.3 阶段报告可根据穿越城轨工程进度、建设单位或运营单位要求的时间期限提交，统计分析阶段监测数据、预判监测数据变化趋势、提出下步建议。主要内容除日报包含的内容外，还应包括预警分析、监测数据阶段分析、监测结论、施工建议等。

9.6.4 预警报告应在出现监测预警后提交，及时报告发生预警的项目及位置、预警情况、分析原因、提出处置建议。主要内容应包括施工进度、测点布置图、当日巡视情况、超限情况、预警级别、发生预警原因分析、处置建议等。

9.6.5 总结报告应在穿越城轨工程监测工作完成后提交，汇总整理监测资料、记录分析监测数据、总结预警及处置情况、总结监测工作、给出监测结论。主要内容应包括工程概况，监测方案，施工进度，监测实施情况，监测数据报表，数据分析图表，预警及处置情况，监测结论及建议。

## 10 后评估

### 10.1 一般规定

10.1.1 在穿越城轨工程完工一年且既有城市轨道交通设施变形稳定后应进行后评估；当一年后变形仍不稳定时，继续监测达到稳定，且穿越城轨工程完工不超过两年应进行后评估。

10.1.2 后评估应对城市轨道交通设施进行综合分析，并对结构、轨道及限界等使用及安全状态进行评估。

10.1.3 后评估应明确穿越城轨工程实施对既有城市轨道交通设施变形程度、有无损伤及损伤状态的定量描述，并提出是否需继续监测、是否需对既有城市轨道交通设施进行处理及处理措施等建议。

### 10.2 评估程序

后评估程序，应按图 4 的框图进行，包括资料调查、工后现场外观初步调查、评估等级选择、评估范围及对象确定、工后检测方案编制、工后现场检测、检测结果对比分析、评估模型建立、评估参数设定、后评估计算分析、后评估报告编制。

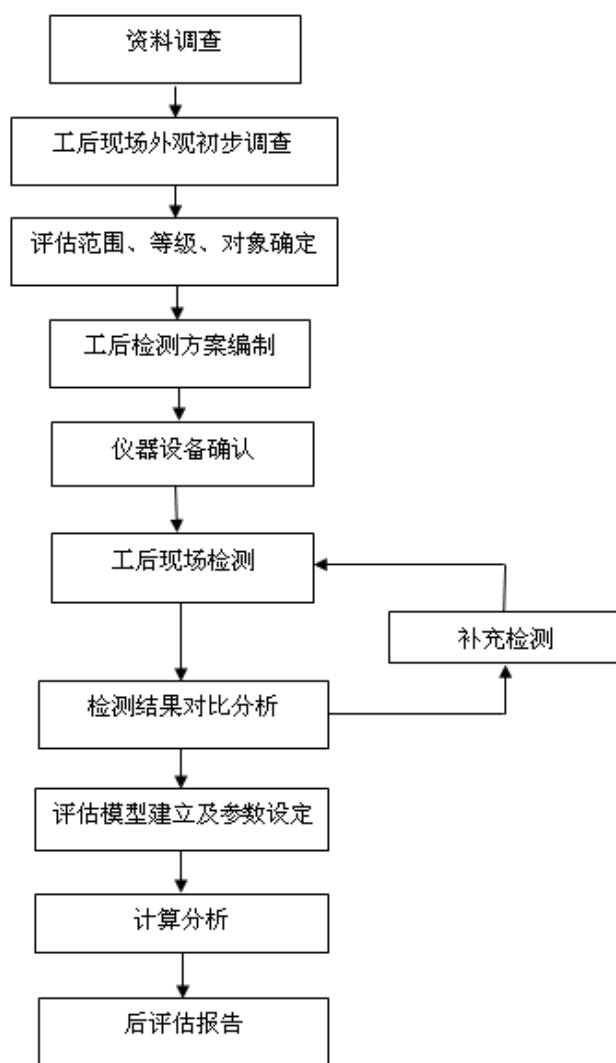


图 4 后评估程序框图

### 10.3 资料调查

后评估所需的基础资料应包含工前检测评价报告、安全评估报告、穿越城轨工程施工图专项设计资料及施工资料、监测成果、既有城市轨道交通设施设计及竣工资料、既有城市轨道交通大修和专项维修资料等。

### 10.4 现场外观初步调查

10.4.1 应对城市轨道交通设施结构的破损、渗漏、裂缝、变形缝张开等情况进行现场外观初步调查，为评估等级确定提供依据。

10.4.2 工后现场外观初步调查成果应与工前检测结果进行对比分析，明确有无新增损伤和原有损伤的变化情况。

### 10.5 评估等级

## DB11/T 915—2012

10.5.1 评估等级应在资料调查及现场外观初步调查的基础上，依据 DB11/T718 确定。

10.5.2 评估等级分为三级，一级为轻微病害，二级为一般病害，三级为较重病害。

10.5.3 偏离系数  $d$  等级划分按附录 J 进行。

10.5.4 评估等级划分标准如下：

10.5.4.1 达到下列条件之一，为三级：

- a) 偏离系数  $d$  达到三级。
- b) 出现新的渗漏，或既有渗漏达到或超过 DB11/T718 的隧道、车站等项目相应的分项状态评定标准的三级。
- c) 出现新的结构裂缝。
- d) 既有裂缝达到或超过 DB11/T718 的隧道、桥梁等项目相应的分项状态评定标准的三级。
- e) 道床与结构产生剥离。

10.5.4.2 同时达到下列条件，为二级：

- a) 偏离系数  $d$  达到二级。
- b) 既有渗漏达到 DB11/T718 的隧道、桥梁、车站等项目相应的分项状态评定标准的二级。
- c) 既有裂缝达到 DB11/T718 的隧道、桥梁、车站等项目相应的分项状态评定标准的二级。

10.5.4.3 未达到二级和三级条件时，可定为一级。

10.5.5 可分别按照结构、轨道计算相应的偏离系数：

- a)  $d_{jg}$ 、 $d_{gd} \geq 1.0$  时，城市轨道交通设施轨道、结构均进行一级评估；
- b)  $d_{jg} \geq 1.0$ ， $d_{gd} < 1.0$  时，城市轨道交通设施结构部分进行一级评估，轨道部分按照相应级别评估；
- c)  $d_{gd} \geq 1.0$ ， $d_{jg} < 1.0$  时，城市轨道交通设施轨道部分进行一级评估，结构部分按照相应级别评估。

## 10.6 评估范围及对象

10.6.1 后评估范围应按施工主要影响区域，结合工前与工后检测评价、安全评估报告、监测报告确定，并经轨道交通运营单位确认。

10.6.2 后评估对象应包括评估范围内受穿越城轨工程影响较大的主体结构、附属结构及重要设施等。

## 10.7 工后检测方案编制

10.7.1 工后检测实施前应编制工后检测方案，应包括工程概况、检测范围、检测项目、检测依据、检测方法、检测仪器设备、检测人员、检测计划等。

10.7.2 工后检测具体项目应按附录 K~L 进行，应包含工前检测现场调查过的结构裂缝、变形缝等。

10.7.3 人防门、电梯、屏蔽门、消防管道等重要设施的检测，应按照相关标准进行。

## 10.8 仪器设备

工后检测使用的仪器设备应在检定或校准周期内，仪器设备的精度、量程应满足检测需要。

## 10.9 工后现场检测

10.9.1 现场检测前应对仪器设备当前状态进行检查。

10.9.2 工后现场检测应根据检测方案进行相关项目的检测。

10.9.3 现场检测人员应遵守城市轨道交通运营单位安全管理规定。

10.9.4 现场检测应做好既有城市轨道交通设施的保护。

10.9.5 现场检测专业技术人员应满足 GB/T 50344 的相关要求。

## 10.10 检测结果分析

10.10.1 应对工后检测结果的合理性进行分析，当发现现场检测数据不足或异常时，应补充检测。

10.10.2 应与工前检测评价结果进行对比，明确变形程度、有无新增损伤及损伤程度、既有损伤的变化情况，评估穿越城轨工程对城市轨道交通设施的影响程度。

## 10.11 模型建立及参数设定

10.11.1 评估模型应包括评估范围内的主要地层、穿越城轨工程、城市轨道交通设施、影响范围内重要的既有建筑物及构筑物、既有管线等对象，并能够反映各对象的空间位置关系与结构尺寸。

10.11.2 应依据穿越城轨工程实施过程中揭示的实际地层及环境情况、城市轨道交通设施实际发生的变形及变形过程，设定模型中所需的物理力学参数，验证评估模型的合理性，并对设定依据及其合理性进行说明。

## 10.12 评估计算分析

10.12.1 评估计算分析应对受穿越城轨工程影响较大的评估对象的变形或受力情况进行检算。

10.12.2 评估计算模拟工序应与穿越城轨工程实际采用的工序一致。

10.12.3 主体及附属结构的评估计算宜按附录 M 进行内力分析、强度及承载力检算，给出主要评估对象的主要工序的应力图、应力集中部位、最大应力值及方向等。

10.12.4 城市轨道交通重要设施设备的评估计算应结合其实际发生的变形，按照该设施设备的相应标准进行评价。

## 10.13 评估报告

10.13.1 应对穿越城轨工程的工程概况、与城市轨道交通的空间位置关系、工前检测结论、安全评估结论、主要施工过程、监测控制标准、监测结论等进行说明。

10.13.2 应对评估依据、评估范围、工后检测对象及范围、工后检测项目及方法、工后检测结果、后评估对象、后评估模型及参数设定、评估方法、评估计算分析流程进行说明。

10.13.3 应对穿越城轨工程对城市轨道交通设施的影响范围、影响程度、损伤及其变化情况进行定量描述，并对城市轨道交通设施后期使用安全状态给出明确结论。



DB11/T 915—2012

10.13.4 应对以下内容提出建议

- a) 是否需对城市轨道交通设施进行继续监测；
- b) 是否应对城市轨道交通设施进行处理，以及相应的处理措施建议。

10.13.5 后评估报告形式可参考附录 N。

附 录 A  
(规范性附录)  
工前检测评价检测项目表

评价内容	评价项目		评价等级			
	项目分类	项目名称	一级	二级	三级	
工前检测评价	结构	渗漏量检测	★	★	★	
		混凝土裂缝检测	★	★	★	
		变形缝调查	★	★	★	
		高架结构支座检测	★	★	★	
		结构周边状况检测		★	★	
		混凝土强度检测		★	★	
		碳化深度		★	★	
		钢筋锈蚀检测			★	
		混凝土保护层厚度检测			★	
		钢筋位置检测			★	
	限界	建筑限界	★	★	★	
	轨道	轨道几何形位调查 (含静态轨距、静态水平)	★	★	★	
		钢轨及零部件调查	★	★	★	
		道床裂缝调查	★	★	★	
		道床、结构剥离调查		★	★	
	线路	线路平纵断面调查	★	★	★	
	<p><b>注:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 根据既有城市轨道交通设施的具体情况, 可对检测项目进行必要调整。</li> <li>2. 二级、三级评价进行现状调查时, 应使用仪器定量检测, 必要时可钻芯取样。</li> <li>3. 一级评价进行现状调查时, 可根据实际情况进行定量、定性相结合检测。</li> </ol>					

附 录 B  
（资料性附录）  
不同结构形式的城市轨道交通设施安全评估内容表

评估内容		结构形式	地下结构			地上结构	
			车站	区间	附属结构	车站	区间
安全 评估	横向承 载力	梁	★			★	★
		板	★				
		柱	★			★	★
		墙	★				
		横断面		★	★		
	纵向承 载力	梁	★	★	★	★	★
		板	★				
		柱	★			★	★
		墙	★				
	挠度						★
	支座					★	★
	整体式道床						★
	<p><b>注：</b></p> <p>1. 同一结构形式的既有城市轨道交通，受修建时施工工艺、施工水平或某些突发事件影响，可能存在不同的受力重点部位或某些受力薄弱部位，必要时，可通过对既有城市轨道交通修建时的设计资料、施工资料的详细了解，找出这些特殊部位，并进行单独验算，如下：</p> <p>① 盾构法施工的结构，管片拼装处为受力重点部位。</p> <p>② 既有城市轨道交通修建时，若某部位发生过坍塌或过大变形并经过后期处理，则该部位可能为受力薄弱部位。</p> <p>2. 地上结构中的“柱”指车站或区间结构下部的墩柱。</p>						

附 录 C  
(资料性附录)  
安全评估报告格式

- 1 项目概况
- 2 评估依据
- 3 评估范围及对象
- 4 评估内容及方法
- 5 评估模型及参数设定
- 6 评估计算与分析
- 7 评估结论
- 8 评估建议















附 录 J  
(规范性附录)  
偏离系数  $\delta$  等级划分

序号	偏离系数等级	数值范围	结构可能出现的状态
1	一级	$d < 0.8$	结构安全性能损伤轻微
2	二级	$0.8 \leq d < 1.0$	结构安全性能产生一定损伤
3	三级	$d \geq 1.0$	结构安全性能损伤严重或较大

**注：**等级划分依据是在对工程实例统计的基础上，结合《既有线路控制保护区作业配合管理办法（暂行）》（QB（G）/BDYJS005-2006）相关内容确定而成的。偏离系数计算公式如下：

$$\text{结构控制值偏离系数 } d_{jg} = \frac{\text{监测最大值}}{\text{监测控制值}}$$

$$\text{轨道控制值偏离系数 } d_{gd} = \frac{\text{监测最大值}}{\text{监测控制值}}$$

附 录 K  
(规范性附录)  
后评估各评估等级评估项目表

评估内容	评估项目		评估等级		
	项目分类	项目名称	一级	二级	三级
工后现状检测	结构	渗漏量检测	★	★	★
		混凝土裂缝检测	★	★	★
		变形缝调查	★	★	★
		高架结构支座检测	★	★	★
		结构周边状况检测		★	★
		混凝土强度检测			★
		碳化深度			★
		钢筋锈蚀检测			★
		混凝土保护层厚度检测			★
	限界	建筑限界			★
	轨道	轨道几何形位调查 (含静态轨距、静态水平)	★	★	★
		钢轨及零部件调查	★	★	★
		道床裂缝调查	★	★	★
		道床、结构剥离调查			★
	线路	线路平、纵断面调查	★	★	★
安全性 评估	阶段检算	工中主要阶段, 结构、轨道等 状态分析及内力计算			★
	总体检算	施工完成后, 结构、轨道等状 态分析及内力计算		★	★
<p><b>注:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 根据既有城市轨道交通设施的具体情况, 可对检测项目进行必要调整;</li> <li>2. 二级、三级评估进行现状调查时, 须使用仪器定量检测, 必要时可钻芯取样;</li> <li>3. 一级评估进行现状调查时, 可根据实际情况进行定量、定性相结合检测。</li> </ol>					

附 录 L  
(资料性附录)

后不同结构形式的城市轨道交通设施后评估内容表

评估内容		结构形式	地下结构			地上结构	
			车站	区间	附属结构	车站	区间
工后现状检测	结构		★	★	★	★	★
	限界			★			
	轨道		★	★		★	★
	线路		★	★		★	★
安全性评估	横向承载力	梁	★			★	★
		板	★			★	
		柱	★			★	★
		墙	★			★	
		横断面		★	★		
	纵向承载力	梁	★	★	★	★	★
		板	★			★	
		柱	★			★	★
		墙	★			★	
	挠度						★
	支座					★	★
	整体式道床						★

注：

1. 同一结构形式的轨道交通既有城市轨道交通设施，受修建时施工工艺、施工水平或某些突发事件影响，可能存在不同的受力重点部位或某些受力薄弱部位，必要时，可通过对既有城市轨道交通设施修建时的设计资料、施工资料的详细了解，寻找出这些特殊部位，并进行单独检算，如下：

① 盾构法施工的结构，管片拼装处为受力重点部位。

② 既有城市轨道交通修建时，若某部位发生过坍塌或过大变形并经过后期处理，则该部位可能为受力薄弱部位。

2. 地上结构中的“柱”指车站或区间结构下部的墩柱。

附 录 M  
(资料性附录)  
后评估安全性检算方法

### M 1 横向承载力检算

进行既有结构横向承载力检算，基本计算步骤如下：

- 1) 按照既有结构修建时采用的设计及施工规范，根据既有结构实际材料、结构尺寸及配筋，对结构横向承载力分别以裂缝控制、强度控制两种工况进行检算，算出这两种工况下结构的允许承载力[M]、[N]、[T]、[V]；
- 2) 按照既有结构修建时的设计外荷载、特殊荷载，算出结构内力M、N、T、V；
- 3) 把实际施工产生的变形施加在既有结构上，算出变形引起的既有结构附加内力 $\Delta M$ 、 $\Delta N$ 、 $\Delta T$ 、 $\Delta V$ ；
- 4) 将所得附加内力 $\Delta M$ 、 $\Delta N$ 、 $\Delta T$ 、 $\Delta V$ 和设计结构内力M、N、T、V对应相加，即得到目前既有结构总内力 $\Sigma M$ 、 $\Sigma N$ 、 $\Sigma T$ 、 $\Sigma V$ ；
- 5) 将结构总内力 $\Sigma M$ 、 $\Sigma N$ 、 $\Sigma T$ 、 $\Sigma V$ 与允许内力[M]、[N]、[T]、[V]比较，若 $\Sigma M < [M]$ 、 $\Sigma N < [N]$ 、 $\Sigma T < [T]$ 且 $\Sigma V < [V]$ ，则结构安全，反之则存在危险。
- 6) 求出目前结构安全系数 $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$ 、 $h_4$ 如下，将目前安全系数与结构修建时设计安全系数比较，可得结构目前状态下的安全损失。

$$h_1 = \frac{[M]}{\Sigma M} \quad h_2 = \frac{[N]}{\Sigma N} \quad h_3 = \frac{[T]}{\Sigma T} \quad h_4 = \frac{[V]}{\Sigma V}$$

注：① 穿越方式为“上穿”或“下穿”时，结构横向一般仅检算弯矩、剪力、轴力即可，若有较大不均匀沉降出现，结构横向则会承受较大扭矩，需要加以检算；

② 穿越方式为“侧穿”或“邻近施工”时，结构在横向上易产生扭转变形，此时须对结构弯矩、剪力、轴力、扭矩均进行检算。

③ 车站结构进行横向承载力检算时，需要对其横断面上的梁、板、柱、墙分别进行检算；

④ 区间结构、附属结构进行横向承载力检算时，由于其横断面结构简单，故对整个横截面进行检算即可。

### M 2 纵向承载力检算

1) 车站结构纵向承载力检算计算步骤同横向承载力检算。

2) 区间结构、附属结构纵向承载力检算时，可将结构简化为弹性地基梁，并把穿越施工产生的变形作为荷载直接施加在结构上，计算出变形引起的结构附加内力，然后将该附加内力与设计内力进行比较，判断结构纵向安全性。

### M 3 显著开裂或贯通（环向）开裂部位检算

既有结构显著裂缝或贯通（环向）开裂部位进行安全性检算时，既有结构可根据隧道设计时的断面形状、构件厚度及构件的设计标准强度等建模，将结构简化为弹性梁，开裂处设定为铰，将地层简化为地层弹簧（法向地层弹簧与切向地层弹簧）。此外，若衬砌背后存在空洞，则将该处地层弹簧去除，建模完成后，利用计算软件对该部位安全性进行检算。

### M 4 挠度检算

按照正常使用阶段进行受弯构件挠度检算，计算方法可依据《地铁设计规范》（GB50157）和《混凝土结构设计规范》（GB50010）相关条文进行。

附 录 N  
(资料性附录)  
后评估报告格式

- 1 项目概况
- 2 评估依据
- 3 评估等级
- 4 评估范围及对象
- 5 工后检测结果
- 7 评估内容及方法
- 8 评估模型及参数设定
- 9 评估计算与分析
- 10 评估结论
- 11 评估建议

## 参 考 文 献

- (1) 《北京市城市轨道交通运营安全运营管理办法》(2004年4月28日北京市人民政府第147号令公布,根据2007年12月23日北京市人民政府第200号令第一次修改,根据2009年6月26日北京市人民政府第213号令第二次修改)
- (2) 《地下工程穿越交通设施安全监管暂行办法》(北京市路政局[2008]64号文件)
- (3) 北京地铁《既有线路控制保护区作业配合管理办法(暂行)》(QB(G)/BDYJS005-2006)
- (4) 《关于新建轨道交通工程穿越既有轨道交通线路相关事宜的函》(京投运字[2005]119号文件)
- (5) 《地铁设计规范》(GB50157-2003)
- (6) 《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB50292-1999)
- (7) 《工业建筑可靠性鉴定标准》(GB50144-2008)
- (8) 《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)
- (9) 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGL/T23-2011)
- (10) 《地下铁道工程施工及验收规范》(GB50299-1999)(2003版)
- (11) 《盾构法隧道施工与验收规范》(GB50446-2008)
- (12) 北京地铁《工务维修规则》(QB(J)BDY(A)XL003-2009)
- (13) 《钻芯法检测混凝土强度技术规程》(CECS03-2007)
- (14) 《建筑结构检测技术标准》(GB/T50344-2004)
- (15) 《钢结构现场检测技术标准》(GB/T 50621-2010)
- (16) 《地铁工程监控量测技术规程》(DB11/490-2007)
- (17) 《城市轨道交通设施养护维修技术规范》(DB11/T718-2010)
- (18) 《穿越既有交通基础设施工程技术要求》(DB11/T 716-2010)