

ICS 93.080.01
P 51
备案号: 28402-2010

DB11

北京市地方标准

DB11/T 716—2010

穿越既有交通基础设施工程技术要求

Technical Requirement for Engineering

Passing the Existing Transportation Infrastructure

2010-06-28 发布

2010-10-01 实施

北京市质量技术监督局 发布

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 市政道路与公路	6
4.1 一般规定	6
4.2 既有道路结构类型、保护等级与保护要求	8
4.3 前评估与前加固	9
4.4 第三方监测	11
4.5 后评估与后加固	13
5 道路桥梁	15
5.1 一般规定	15
5.2 对桥梁结构保护类型、保护等级及保护要求	16
5.3 前评估	17
5.4 前加固	19
5.5 第三方监测	20
5.6 后评估	22
5.7 后加固	24
6 城市轨道交通隧道	25
6.1 一般规定	25
6.2 前评估	25
6.3 前加固	27
6.4 第三方监测	27
6.5 后评估	28
6.6 后加固	29
7 城市轨道交通桥梁	30
7.1 一般规定	30

7.2 前评估.....	30
7.3 前加固.....	32
7.4 第三方监测.....	33
7.5 后评估.....	35
7.6 后加固.....	36
8. 城市轨道交通路基	37
8.1 一般规定.....	37
8.2 前评估.....	37
8.3 前加固.....	38
8.4 第三方监测.....	38
8.5 后评估.....	40
8.6 后加固.....	40
9. 城市轨道交通线路	41
9.1 一般规定.....	41
9.2 前评估.....	41
9.3 前加固.....	42
9.4 第三方监测.....	42
9.5 后评估.....	43
9.6 后加固.....	43
本技术要求用词说明	45
引用标准名录	46
条文说明	46

前 言

北京市地方标准《穿越既有交通基础设施工程技术要求》(以下简称“技术要求”)根据《关于印发 2007 年北京市地方标准制、修订项目计划的通知》(京质监标发[2007]92 号)、《北京市交通委员会关于印发 2007 年北京市地方标准制修订项目计划的通知》(京交行发[2007] 220 号)文件要求,由北京市交通委员会路政局组织编制的。

在编写过程中,进行了广泛的调查研究,总结北京穿越既有交通基础设施工程实践经验,征求了道路与桥梁及城市轨道交通工程设计、建设、运营及科研等相关单位和专家的意见,同时参考了交通部、铁道部、北京市和相关行业现行的有关规范和标准。本技术要求结合北京市穿越既有交通基础设施工程的工作特点,规范了穿越既有交通基础设施工程技术工作的程序、内容和方法。

本技术要求共分两大部分,道路交通设施和轨道交通设施。主要内容包括:总则、术语、一般规定、市政道路与公路、道路桥梁、城市轨道交通隧道、城市轨道交通桥梁、城市轨道交通路基及城市轨道交通线路。

为了使本技术要求不断完善,请各单位在执行过程中,注意积累资料、总结经验,如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料反馈至北京市交通委路政局(北京市宣武区广内大街 317 号,邮政编码 100053),以供今后修改参考。

在北京市交通委行业监督处的领导下,由北京市交通委路政局牵头组成技术要求编写组。本标准由北京市交通委员会组织实施。

编写单位:北京市基础设施投资有限公司

北京市轨道交通建设管理有限公司

北京市地铁运营有限公司

北京交通大学

北京建筑工程学院

北京城建勘察设计院

北京市政工程研究院

主要起草人:周正宇 姜帆 杨广武 李荣均 梁青槐 郑凤霞 王佳妮 杨运节 成前锋

王健 倪永军 王锐英 谷爱军 龙佩恒 奚静 安小芬 冉红玲

DB11/T 716—2010

参加起草人：邢文耐 张鹏 闫子权 杨丽明 刘新岗 吴昊 李慧杰 刘涛 李鹏
张伶俐

1 总则

- 1.0.1 为规范北京市新建工程穿越既有交通基础设施工作，保证在穿越工程施工影响下既有交通基础设施结构的安全和正常运营，制定本技术要求。
- 1.0.2 本技术要求适用于北京市行政区域内的穿越工程。
- 1.0.3 穿越工程一般应按照前评估、前加固、第三方监测、后评估、后加固等内容开展工作。
- 1.0.4 新建工程不宜穿越城市轨道交通地下车站。受条件所限必须穿越时，应进行专题技术论证。
- 1.0.5 新建工程穿越既有交通基础设施时，宜采用正交形式。
- 1.0.6 穿越工程除满足本技术要求外，尚应符合国家现行有关法律法规及相关标准的规定。

2 术语

2.0.1 穿越工程 *traversing engineering*

以不同穿越方式穿越既有交通基础设施并对其产生影响的新建工程。

2.0.2 穿越方式 *traversing way*

穿越工程与既有交通基础设施之间的相对空间位置关系，一般可分为：上穿、下穿、邻近、连接及上跨。

本技术要求中，上穿和下穿是指新建工程和既有交通基础设施均在地面以下，新建工程从既有交通基础设施上方或下方穿过。上跨是指既有交通基础设施在地面上或地面下，新建工程在地面以上从既有交通基础设施上方跨过。

2.0.3 前评估 *preceding evaluation*

穿越工程施工前，通过调查、检测等手段，分析、评估既有交通基础设施结构状况，预测其对既有交通基础设施产生的影响的工作。

2.0.4 前加固 *preceding reinforcement*

穿越工程施工前，对既有交通基础设施结构预先采取的防护和增加加固措施。

2.0.5 第三方监测 *the third party monitoring*

独立于穿越工程建设单位和既有交通基础设施管理单位的第三方，在穿越工程施工过程中，对既有交通基础设施结构的位移、沉降、倾斜、裂缝等进行的监测活动。

2.0.6 后评估 *post evaluation*

穿越工程施工结束后，对由于穿越工程施工对既有交通基础设施产生的影响进行分析和评估的工作。

2.0.7 后加固 *post reinforcement*

穿越工程竣工后，根据需要对既有交通基础设施结构进行的功能恢复和补强措施。

2.0.8 应急预案 *emergency response plan*

为保证既有交通基础设施运营安全，对穿越工程施工过程中可能发生各种突发性事件应急处置方案。

2.0.9 控制值 *control value*

由于穿越工程施工造成的既有交通基础设施结构附加变形安全控制指标。

2.0.10 预警值 *warning value*

为保证既有交通基础设施的结构安全和正常运营，当穿越工程施工造成的其附加变形值达到该值时，应及时向有关部门报告。

2.0.11 警戒值 *alarm value*

为保证既有交通基础设施的结构安全和正常运营，当穿越工程施工造成的其附加变形的达到该值时，应立即停止穿越工程施工。

2.0.12 既有交通基础设施 existing traffic infrastructure

已经建设完成或正在建设中的，与交通类相关的建筑物和构筑物统称为既有交通基础设施。主要包括：市政道路与公路、道路桥梁、城市轨道交通隧道、城市轨道交通桥梁、城市轨道交通路基及城市轨道交通线路等相关设施。

3 基本规定

3.0.1 穿越工程技术工作流程如图 3.0.1 所示。

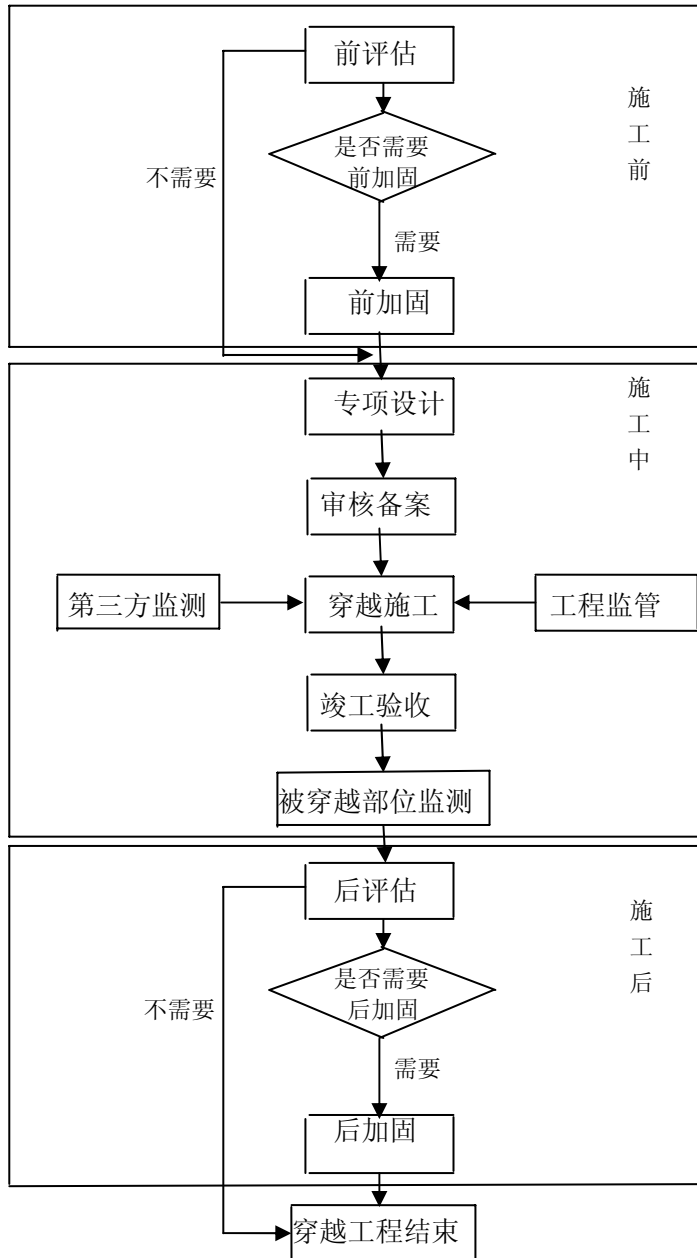


图 3.0.1 穿越工程技术工作流程

3.0.2 穿越工程影响范围的划分的一般为：既有交通设施外 0m~30m 为严格监控区；30m~50m 为一般监控区（其中 30m、50m 均为既有交通基础设施距穿越工程施工边线平面位置最近点的距离，详见本技术要求具体条款规定）。

3.0.3 穿越工程应针对保证既有交通设施正常、安全运营进行专项设计，专项设计内容应包括：设计

依据和规范、设计原则、设计方案、保障既有交通基础设施安全正常运营的技术方案及应急预案等内容。

3.0.4 穿越工程在监测过程中，若监测数值超过警戒值时，应立即通知施工单位停工。并报告上级有关部门。

3.0.5 穿越工程在监测过程中，若连续监测 60 天均不影响运营安全，则可停止监测。

4 市政道路与公路

4.1 一般规定

4.1.1 穿越角度、部位及要求

1 穿越角度（见图 4.1.1）

穿越角度指穿越工程中心线与被穿越的既有道路工程中心线所夹锐角 α 。

- 1) 正交 ($\alpha = 90^\circ$)
- 2) 斜交 ($90^\circ > \alpha > 15^\circ$)
- 3) 平行 ($\alpha \leq 15^\circ$)

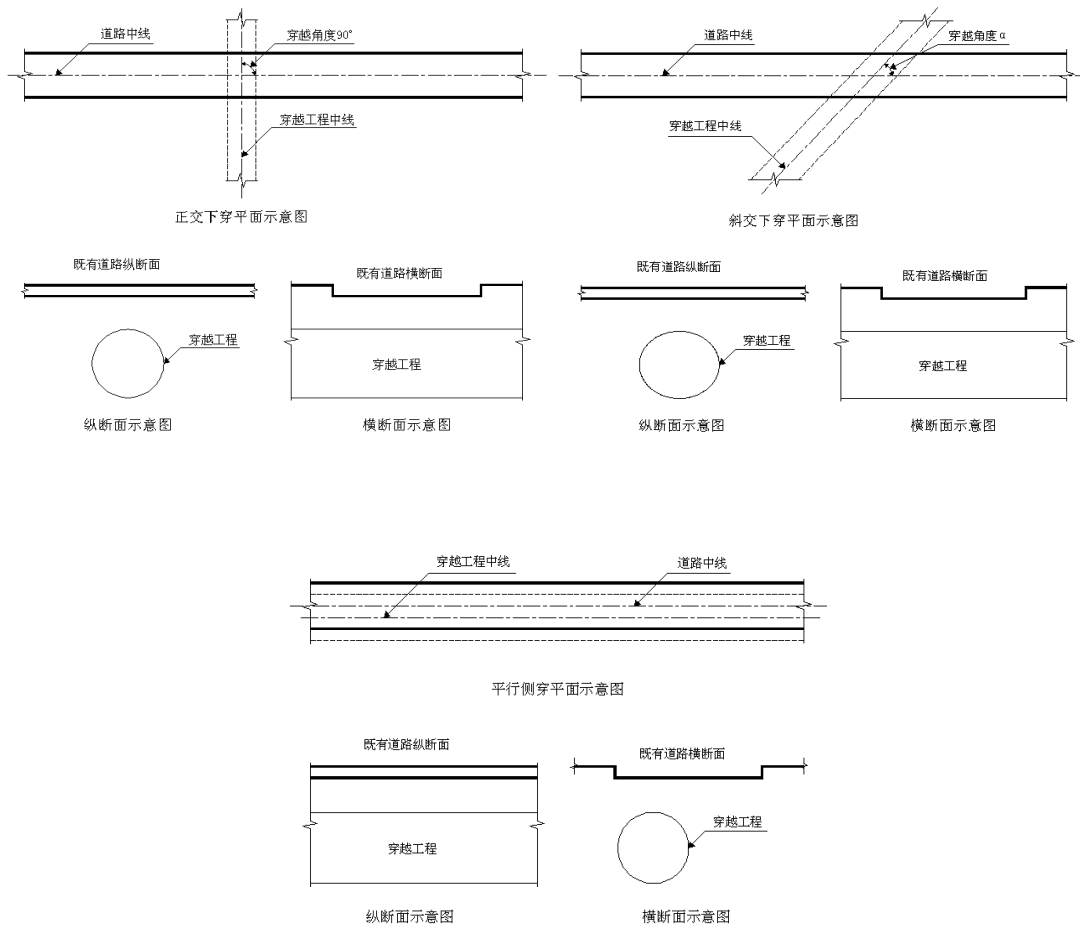


图 4.1.1 穿越角度

2 穿越部位

一般情况下，以穿越工程在穿越部位的平均埋深、最小覆土深度和净空高度确定。

- 1) 埋深：在穿越工程中线与既有道路工程中线相交处，新建地下工程开挖顶板与路面的最小距

离。

2) 最小埋深: 穿越范围内, 穿越工程结构顶板顶面与路面(边缘线)的最小距离。

3) 平均埋深: 穿越范围内, 穿越工程结构顶板顶面与路面(边缘线)的平均距离。

3 穿越要求

1) 当原油管道、天然气输送管道穿越公路时, 应该采用正交方式穿越; 如受条件限制不能采取正交穿越而必须采用斜交穿越时, 则交角不应小于 60° 。

2) 当地下工程穿越高速公路、一级公路时, 按照规定, 应设置地下通道; 当地下工程穿越二级及二级以下公路时, 应埋置套管。通道与套管应按相应公路等级和汽车荷载等级进行设计验算。

3) 地下工程穿越过程中, 应根据相关技术规范, 确保各管线之间的安全距离, 防止管线发生破坏, 对道路造成影响。

4.1.2 对既有道路的影响范围

1 竖向区域

1) 路基工作区域

宜按行车荷载在土基中产生的附加应力为土基自重应力的 $1/10$ 范围, 计算确定路基的工作区深度 Z_a (图 4.1.2), 或根据道路路基工程设计确定。

在缺少数据和设计资料的情况下, 建议参考采用表 4.1.2 数值:

表 4.1.2 路基的工作区深度 Z_a (m)

类别 \ 等级	城市快速路, 高速公路、一级公路, 公路国道和公路二级(含)二级以上的省道	城市主干路、次干路, 二级公路与公路三级省道	其它道路
柔性路面结构	5	4	3
刚性路面结构	4	3	2

2) 路面结构区域。可分为基层和面层两个层次, 见道路路面结构设计。(如图 4.1.2)

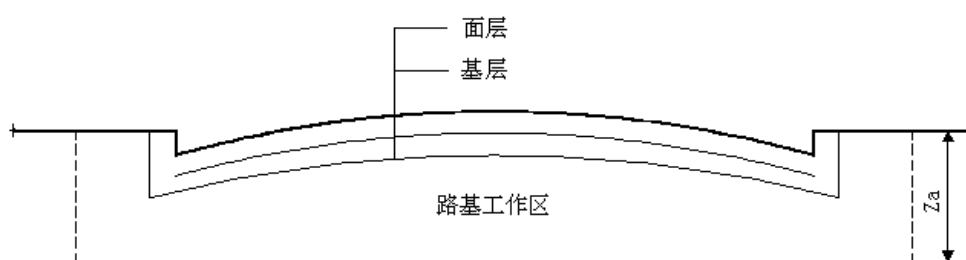


图 4.1.2 路基工作区及路面结构区

2 影响范围

1) 严格监控区（直接影响范围）：

城市道路规划红线外侧，公路用地界外侧，均为 30 米范围内。

沿道路路线方向，新建地下工程的结构外缘线外侧以 $45^\circ + \phi/2$ （ ϕ 为土体平均内摩擦角）向上至路面的交会线范围内。或根据新建地下工程埋深情况，按照假定开槽施工及土质情况确定的放坡线内侧范围。

竖向为路基工作区及以上范围。（如图 4.1.3）

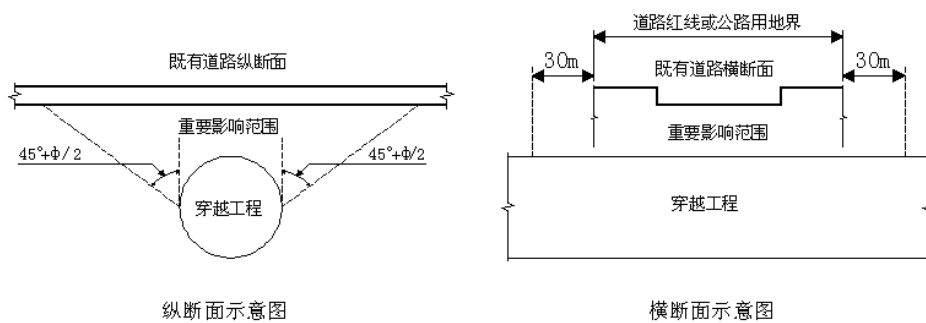


图 4.1.3 影响范围

2) 一般监控区（间接影响范围）：

从既有道路角度考虑：道路路肩外侧（如有边坡为坡脚外侧）30m 到 50m 范围内。

从新建地下工程角度考虑：可根据已有工程经验、具体工程、地质和环境情况，以及特殊要求等评判其安全性范围，一般由有关方面协商确定。

确定重要影响和一般影响范围时，应考虑到超出上述范围地下降水的影响，并根据降水情况适当扩大影响范围。

4.2 既有道路结构类型、保护等级与保护要求

4.2.1 既有道路结构类型

- 1 甲类：柔性路面结构的道路。
- 2 乙类：刚性路面结构的道路。

4.2.2 既有道路保护等级

1 A 级：重点保护等级，包括高速公路、一级公路、公路国道及二级（含）以上省道、快速路、主干路，广场、商业繁华街道，国家级文物保护区、重要的生产区、外事活动区和旅游区内的道路。

2 B 级：一般保护等级，包括二级公路、公路三级省道、次干路、商业街道、步行街、联络线道路，地方文物保护区、重点地区或重点企事业内部的道路。

4.2.3 新建工程规模与既有道路保护要求

新建地下管线口径在 700mm 及以内的顶管工程，当管线位于路基工作区之下时，除特别注意按施工规范要求做好顶管基坑施工对道路的保护外，一般情况下可不予考虑对既有道路的下述全面检测、评估和监测保护要求。但是当穿越高速公路等具有高路堤的公路路段时，宜按要求对既有道路进行全面检测、评估和监测保护。

上跨既有道路的新建小型桥梁、人行天桥、管线工程，在满足相关设计规范和施工规范、做好基础和下部工程施工对道路的保护外，一般情况下可不予考虑对既有道路的下述全面检测、评估和监测保护要求。

4.2.4 道路变形控制指标

1 控制值

1) 控制值为最大允许变形量，应根据相关技术规范和技术要求，由评估报告确定。

2) 一般情况下，甲类道路的控制值指标为高程[H]，乙类道路为高程[H]和相邻板高差[Δ]，挡土墙为顶面高程[H]、竖直度[i]和沉降缝错缝差[Δ]，变形量监测精度为 0.1mm。

3) 对于高速公路，针对其特殊性，由相关部门根据相关技术规范给出具体控制值。

2 预警值应由评估报告确定，一般情况下宜按允许最大变形控制值的 60%确定。

3 警戒值应由评估报告确定，一般情况下宜按允许最大变形控制值的 80%确定。

4 应根据施工方法、施工工序并考虑相关影响因素对道路各项控制指标进行分解，实施分步、分段和分项控制。

4.3 前评估与前加固

4.3.1 路况调查、检测与评价

1 A 级道路

施工前必须对重要影响范围内的现状道路技术状况进行全面检测，对既有道路进行安全性影响前评估，视评估结果决定是否需要前加固，并给出既有道路的最大允许变形量。

如施工过程出现超出预警值情况，必须对道路进行后评估，根据评估结果决定是否需要后加固。

2 B 级道路

施工前宜协商确定对重要影响范围内的现状道路进行安全性影响前评估,并给出既有道路的最大允许变形量。

如施工过程中出现超出警戒值情况,必须对道路进行后评估,根据评估结果决定是否需要后加固。

3 路况调查与评价的指标、内容、方法和技术要求,均应按照《城镇道路养护技术规范》CJJ 36—2006 第4章、《公路沥青路面养护技术规范》JTJ 073.2—2001 第4章、《公路水泥混凝土路面养护技术规范》JTJ 073.1—2001 第5章中的经常性巡查有关规定进行。

4 调查中应特别注意工程地质、地下水、土质和地下管线情况的调查,对与勘察设计不一致情况必须给予说明和提出处理报告。

5 对同一道路的路况调查、检测与评估的单元应与施工监测单元保持相对固定。

4.3.2 前评估内容与评估报告

1 对穿越工程设计方案、既有道路设施保护方案、道路结构的使用状态和安全性评估。

2 按照前评估内容撰写评估报告,评估报告应包括以下内容:

1) 项目情况,对既有道路的穿越方式和影响范围;

2) 既有道路的保护类型、等级、设计寿命和使用年限;

3) 既有道路工程地质、地下管线、路基和路面结构的现状;

4) 对既有道路设施的影响程度、潜在危险进行评估;

5) 对既有道路设施保护方案和安全防护措施的评估;

6) 监测原则与技术标准、分阶段监测任务与控制指标、专项监测技术要求;

7) 评估结论。包括:对道路结构总体的安全性评价;道路设施沉降、位移等变化的初始值;道路设施最大允许变形控制值、预警值与警戒值。评估建议:是否进行前加固(应明确加固部位、内容与要求);对施工工法的建议。

4.3.3 前加固

1 前加固对象为既有道路路基路面结构、地基、地下管线,以及对道路安全有不利影响的周围地层。

2 对于加固设计中关键技术措施,应先进行加固试验,掌握和完善技术要求与检测方法后方可采用。

3 必须进行前加固的结构设计,制定详细的施工方案。

4 道路加固不应损伤原结构,防止加固中造成新的结构损伤或病害。

5 通过前加固，应保证既有道路在新建工程施工期间，能够维持正常运营条件下的承载力水平，保证变形控制在允许范围内。

4.4 第三方监测

4.4.1 一般规定

- 1 对各级道路均必须进行工程施工监测，并按照规定要求进行第三方监测。
- 2 监测单位必须有相应的资质。
- 3 监测单位须制定详细的监测方案，监测方案应以前评估报告和上述技术规范为依据。
- 4 施工过程中，在施工监测的基础上，要严格进行第三方监测。
- 5 历次监测单元，并与前评估调查、检测和评价单元应保持相对固定。

4.4.2 监测项目

- 1 监测项目：裂缝、路面标高、挡土墙标高、地下水位；
- 2 观察项目：路面沉陷、坑洞、拱胀、波浪、翘曲、错台；路基沉陷、变形、空洞；挡土墙沉降、倾斜、裂缝和破损；地下管线破裂、渗漏等；
- 3 检测项目：道路路表回弹弯沉值（含刚性路面板下部脱空情况）、含水量；

4.4.3 道路测点布置原则

1 基准点的布局除应该考虑到基准点的安全性、稳定性、长期性和监测方便的需要外，还必须选定在穿越工程施工影响区域之外的地方。

2 监测点的布局必须考虑穿越工程施工引起的地表沉降规律，同时考虑既有道路设施的结构特点进行布设。

3 路面测点布置

1) A 级道路：

沿道路中心线和左、右路面边缘线，应每间隔 5m~10m，在固定且不受车辆荷载影响位置设一高程（竖向变形）监测点，对于重点区域应适当加密。其它监测项目的测点布置按照 4.4.1.3 相应规范进行。

除在重要影响范围内，还应沿道路纵向延伸至外侧 30m~50m，每间隔 10m 设一高程（竖向变形）监测点。

2) B 级道路：宜只做高程监测，裂缝和沉降变形观察。

4 路基测点布置

1) 在发生特殊情况时,或在路面沉降变形量超过预警值情况下,宜根据需要路基进行必要的基础塌陷和空洞探测。

2) 对重要的、关键的工程部位和必须监控的地下水情况,应根据需要埋设地下监测装置,进行全面持续的监测。

5 附属设施测点布置

1) 挡土墙:一般情况下,宜沿长度方向以最大间隔不超过 6m(并且在沉降缝两侧)各布置 1 个沉降和纵、横向倾斜观测点。对于特殊结构的挡土墙,如锚锭式、加筋土式等,应特别注意其墙面突起、墙背填土结构裂缝和整体失稳现象,应制定专项监测方案,确定测点布置。

2) 其它附属设施:视具体结构情况,应制定专项监测方案,确定测点布置。一般情况下,对于单体结构的不同部位应至少布置 4 个以上有代表性的沉降(或倾斜变形)观测点。

4.4.4 监测时间与频率

1 监测时间由监测方案确定,一般开工前一周至后评估后应不少于 1 年内,为持续监测时间。

2 监测频率由前评估报告和监测方案按施工进度确定,道路结构和附属设施的沉降变形监测频率,一般施工状态平均宜为每 2 小时至 6 小时一次,施工关键期应不少于每 30 分钟一次。

3 其它增设的监测项目,监测频率参照北京市地方标准《地铁工程监控量测技术规程》(DB11/490-2007)规定执行。

4.4.5 监测基本方法与基本要求

1 监测。对重要影响范围内的各级道路均应进行定点定期监测。一般影响范围内的道路沉降变形达到预警值时或在特殊情况下,对一般影响范围之内的道路均应进行定点定期监测。重点部位应 24 小时监测。

2 观察。以目测为主,辅以简要的测量、照相记录,应按规定做好详细文字记录,定期汇总报告。对一般影响范围内的各级道路均应进行观察。A 级道路每日不少于三次,B 级道路每日不少于二次。

3 检测。根据相关技术规范采取相应的检测方法,具体内容和时间由监测方案确定。道路沉降变形达到警戒值,或出现意外的塌方、冒水事故,或引发了周围地上地下管线、建筑物出现异常情况的特殊情况下,以及在异常事故处理前后,对监测结果及影响需要深入分析时,应对埋深范围内的路基路面结构等进行必要的物理技术指标检测。

4 对道路的观察、监测与检测,应与同范围内的桥梁、地下设施和新建地下穿越工程同步进行。

4.4.6 监测报告

1 第三方监测数据经整理分析后，应提交以下成果：

- 1) 监测日报，每日递交一次当日的监测报告及分析；
- 2) 监测周报，每监测一周递交一次周监测报告及分析；
- 3) 监测月报，每监测一月递交一次月监测报告及分析；
- 4) 监测总结，第三方监测结束时递交第三方监测总结及分析报告。

2 监测日报内容应包括：当日监测数值、日变形量、累积变形量、变形是否超限等。

3 监测周报内容应包括：周变形量、累积变形量、周变形规律曲线、周平均变形速率、周最大变形速率、变形是否超限、对下周穿越工程开展的建议等。

4 监测月报内容应包括：月变形量、累积变形量、月变形规律曲线、月平均变形速率、月最大变形速率、变形是否超限、对下月穿越工程开展的建议等。

5 监测总结内容应包括：累积变形量、总变形规律曲线、平均变形速率、最大变形速率、变形是否超限、是否需要后加固的建议等。

4.4.7 监测管理

1 对道路沉降变形应建立每日通报和检查制度。

2 当道路沉降变形量达到预警值时，应及时发出预警，并加强持续监测。

3 当道路沉降变形量达到警戒值时，或出现意外的塌方、冒水事故，或引发了周围地上地下管线、建筑物出现异常的特殊情况下，应及时发出警报，及时报送运营单位建设单位，加强持续监测。

4.5 后评估与后加固

4.5.1 条件

1 A级道路

如施工过程中出现超出预警值情况，必须对道路进行后评估，根据评估结果决定是否需要后加固。

2 B级道路

如施工过程中出现超出警戒值情况，必须对道路进行后评估，根据评估结果决定是否需要后加固。

3 在穿越工程竣工一年或变形稳定后，应对既有道路现状、因施工造成的损失和潜在安全隐患等进行检测评估。

4.5.2 内容

- 1 既有道路及附属结构物外观可识别变化和破坏情况。
- 2 探察和评估施工中发生围岩坍塌和地下空洞的坍塌部位的土体密实程度，对道路结构使用可能发生的潜在安全隐患进行评估。
- 3 评估道路整体及附属结构物的承载力、抗震能力，安全储备及耐久性。
- 4 对可能修复和永久缺陷的损坏提出具体处理意见。
- 5 评估中应特别关注地下管线在施工期间的异动和破损情况，及对道路的潜在影响。

4.5.3 后评估依据和标准

- 1 既有道路工程的设计和维修、养护文件，工程竣工验收资料。
- 2 施工过程中的全部监测资料与监测报告。
- 3 自然环境变化记录，以及对既有道路工程结构现状使用状态的影响资料。
- 4 既有道路工程结构的正常使用寿命与设计年限。

4.5.4 后评估报告

后评估报告应包括以下内容：

- 1 项目概况与评估目的；
- 2 评估标准与依据；
- 3 评估范围、项目和内容（对既有道路工程结构安全性、正常使用状态和潜在风险的评估）；
- 4 评估结论。如果评估结论为既有道路结构存在安全隐患，评估报告应提出隐患存在原因、隐患发展趋势；
- 5 后加固处理意见，包括：是否需要既有道路结构、地下管线和埋深范围内土体采取后加固措施的意见。

4.5.5 后加固

- 1 后加固对象为既有道路路基路面结构、地基、地下管线，以及对道路安全有不利影响的周围地层。
- 2 对于加固设计中关键技术措施，应先进行加固试验，掌握和完善技术要求与检测方法后方可采用。
- 3 必须进行后加固的结构设计，制定详细的施工方案。
- 4 道路加固不应损伤原结构，防止加固中造成新的结构损伤或病害。
- 5 通过后加固，应保证既有道路在新建工程竣工后，能够维持正常运营条件下的承载力水平，保证变形控制在允许范围内。

5 道路桥梁

5.1 一般规定

5.1.1 穿越位置

1 穿越相对位置，宜采用正交穿越方式（图 5.1.1-a）。

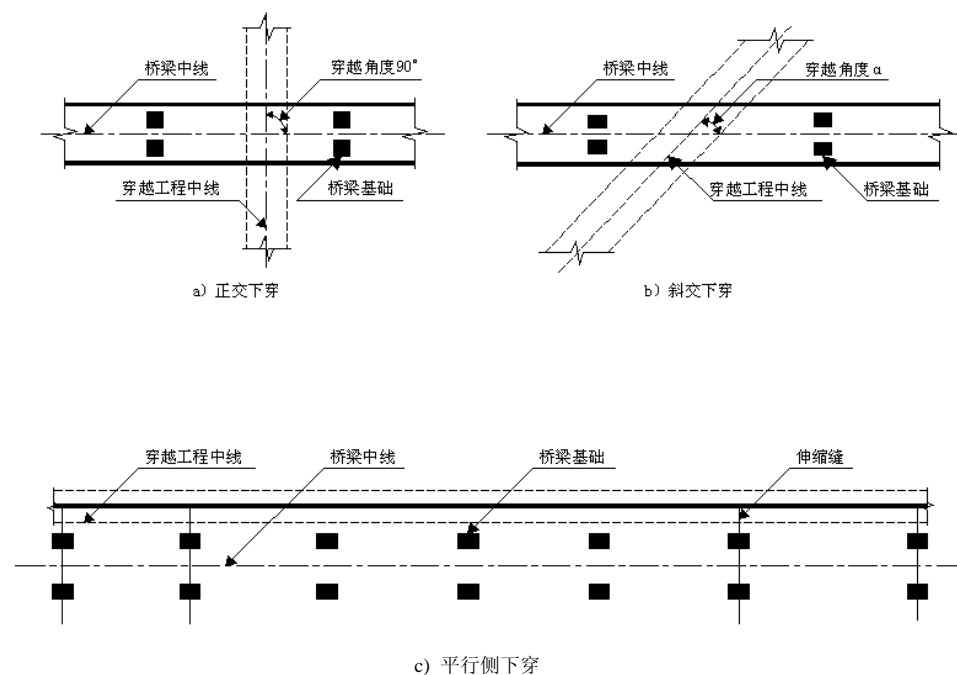


图 5.1.1 穿越位置示意图

2 穿越位置基本要求

除人行过街天桥外，应尽量避免采取从既有交通设施基础下方穿越。从基础侧方和侧下方穿越时应尽可能保持与既有交通设施的安全和运营有较小影响的距离和位置通过。

5.2 对桥梁结构保护类型、保护等级及保护要求

5.2.1 桥梁结构保护类型

表 5.2.1 桥梁结构保护类型

保护类型	结构类型	结构保护要求	沉降保护要求
重点	超静定结构的全预应力构件和 A 类构件。	全预应力构件：不允许出现拉应力。 A 类构件：不允许出现超过《规范》允许的拉应力。	桥跨结构：必须严格控制相邻墩柱间的沉降差。 桥墩桥台：必须严格控制桥墩相邻墩台间的沉降差和墩柱的倾斜度。
一般	超静定结构的 B 类构件和普通钢筋混凝土构件。	不允许出现超过《规范》允许的裂缝宽度。	
	静定结构。	不允许出现超过《规范》允许的结构变形值。	桥跨结构：控制相邻墩柱间沉降差和单独墩柱的沉降量。 桥墩桥台：控制相邻墩台的沉降差和墩柱的倾斜度。

注：A 类构件：不允许出现超过规范允许的拉应力（不允许出现裂缝）。

B 类构件：不允许出现超过规范规定的裂缝宽度（控制裂缝宽度）。

《规范》：为《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D60-2004

5.2.2 桥梁结构保护等级

表 5.2.2 桥梁结构保护等级

保护等级	影响范围	保护类型
A 级	严格监控区	重点
		一般
B 级	一般监控区	重点
		一般

1 A 级：重点保护等级，包括高速公路桥梁、一级公路桥梁及二级（含）以上省道桥梁、快速路及主干路桥梁，国家级文物保护单位、重要的生产区、外事活动区和旅游区内的桥梁。

2 B 级：一般保护等级，包括二级公路桥梁、三级省道桥梁、次干路桥梁、商业街道及步行街天桥，地方文物保护单位、重点地区或重点企业内部的桥梁。

5.2.3 对桥梁结构保护要求

A 级——必须对既有桥梁结构及其使用状态进行全面检测，对既有桥梁结构进行安全性影响前评估，根据评估结果决定是否需要进行前加固。

施工过程中，在施工监测的基础上，必须进行第三方监测。

施工结束后，必须对既有桥梁结构进行后评估，根据评估结果决定是否需要后加固。

B级——应对既有桥梁结构使用状态及结构重点部位进行检测，应对既有桥梁结构进行安全性影响前评估，根据评估结果决定是否需要进行前加固。

施工过程中，在施工监测的基础上，应进行第三方监测。

如施工过程出现超过预警值情况，应对既有桥梁结构进行后评估，根据评估结果决定是否需要后加固。

如施工过程出现超过警戒值情况，必须对既有桥梁结构进行后评估，根据评估结果决定是否需要后加固。

5.2.4 桥梁结构变形控制指标

1 预警值和警戒值应符合表 5.2.4 的规定

表 5.2.4 预警和警戒控制指标（预警值和警戒值）

控制项目		预警值	警戒值
混凝土拉应力	全预应力构件	保持一定压应力，根据前评估结果确定	保持较少压应力，根据前评估结果确定
	预应力混凝土 A 类构件，	≤60%控制值	≤80%控制值
混凝土裂缝宽度	预应力混凝土 B 类构件		
	钢筋混凝土构件		
墩台、基础沉降位移	基础均匀总沉降值		
	墩台顶的水平位移		
	相邻墩台、基础均匀总沉降差值		

2 结构的变形控制

应根据施工方法、施工工序及相关影响因素对桥梁和结构各项变形控制指标进行分解，实施分步、分段和分项控制。

5.3 前评估

5.3.1 对既有桥梁结构的技术要求

穿越工程施工期间，既有结构的工作状态、正常使用性能、安全性、周围地质环境条件及施工安

全应符合以下要求。

1 桥梁结构必须满足《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D60-2004 的要求，包括：强度要求；刚度要求；稳定性要求；耐久性要求；正常使用要求。

2 桥跨结构的技术要求

1) 结构承载力—应力状态。

全预应力混凝土构件不允许出现拉应力；A类构件不超过规范规定的拉应力。

2) 结构刚度—裂缝、挠度。

预应力混凝土 B 类构件和钢筋混凝土构件不允许出现超过相关规范规定的裂缝宽度。桥跨跨中不允许出现超过规范规定的挠曲变形。

3) 墩台的承载力—应力状态。

全预应力混凝土构件不允许出现拉应力；A类构件不超过规范规定的拉应力。钢筋混凝土构件不允许出现超过相关规范规定的裂缝宽度。

4) 墩台、基础的沉降—均匀总沉降值。

5) 墩台的倾斜（不均匀沉降）—墩顶的水平位移。

6) 相邻墩台、基础沉降差—均匀总沉降差值。

5.3.2 既有桥梁调查

1 既有桥梁现状调查。包括：桥梁的名称、位置、建造时间、水文、地质、气象和环境情况；桥梁运营现状，交通量、超载等情况和资料。

2 技术资料调查。包括：设计图纸、设计变更、施工、监理及竣工验收资料等；日常检查，定期检查、专项检查资料。有关桥梁结构损伤、维护维修与改造、耐久性等情况和技术资料。

5.3.3 既有桥梁检测

1 必须对 A 级既有桥梁结构及其使用状态进行全面检测。

2 应对 B 级既有桥梁结构及使用状态即：结构重点部位的应力、变形和沉降现状进行检测。

3 对桥梁现状的检测要符合《公路桥涵养护规范》JTG H1-2004 和《城市桥梁养护技术规范》CJJ99-2003 的要求。

4 经事故处理过的桥梁，应根据事故影响范围、程度，确定是否扩大对桥梁检测范围、内容和项目。

5.3.4 评估内容

结合桥梁建造时期的桥梁设计规范与现行使用的桥梁设计规范的技术标准,对既有桥梁结构进行现状评估。其评估内容包括:桥梁结构的承载能力;桥梁结构的抗变形能力;桥梁的抗震性能;桥梁的耐久性。

5.3.5 评估报告

1 项目背景,评估目的。

2 桥梁结构的保护类型和保护等级,评估项目和内容。

3 评估依据。

4 既有桥梁结构的调查与鉴定。

- 1) 既有桥梁结构的安全工作状态。
- 2) 既有桥梁结构的抗震性能。
- 3) 既有桥梁结构的安全性储备与耐久性能。

5 安全性评估。

1) 在检测结果、工程类比和分析计算基础上,对目前既有桥梁结构正常使用状况、抗震性能、耐久性和其它潜在风险的安全性评估。

2) 确定保证桥梁结构的安全性和正常使用状态的各项控制指标:控制值、预警值、警戒值。

6 评估结论及建议

1) 对桥梁结构总体的安全性评价。

2) 建议应包括:是否对既有交通设施进行前加固。如需加固,加固项目和措施;施工工法及措施;对土体的加固措施;其它。

5.4 前加固

5.4.1 条件

1 依据前评估报告的前加固建议,相关部门组织专家论证会确定是否进行前加固。

2 依据前评估报告提出的前加固项目建议,相关部门组织专家论证会确定加固项目。

5.4.2 要求

1 必须确定具有相应资质的设计单位进行加固设计。

2 应根据桥梁的现有技术状况,存在的病害,车辆通行的需要,以及将来交通发展的趋势,对加固

改造的必要性和可能性做出分析判断。然后对各种加固改造方法的技术经济效益进行比较,选择合理的加固方案。

3 对于加固设计中关键技术措施,应经过试验和鉴定。应掌握质量技术要求和检测方法。应以现行桥梁理论为基础,依照既有相关《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22-2008 和《公路桥梁加固施工技术规范》JTG/T J23-2008 进行桥梁加固设计。

4 桥梁加固应尽可能不损伤原结构,避免不必要的拆除及更换,防止加固中造成新的结构损伤或病害。

5.5 第三方监测

5.5.1 一般规定

1 根据对桥梁结构的保护要求,对既有桥梁结构进行第三方监测。

2 监测单位必须有相应的监测资质。

3 桥梁的监测应按照《地铁工程监控量测技术规程》(DB11/ 490-2007)要求执行,并符合《城市桥梁养护技术规范》(CJJ99-2003)和《公路桥涵养护规范》(JTG H11-2004)等规范的要求。

5.5.2 监测方案内容

1 监测对象、监测项目及部位;

2 穿越监测实施方案与技术保障措施;

3 监测点布置;

4 各监测阶段的任务及控制指标;

5 特殊和关键部位监测技术指标;

6 仪器设备精度与监测方法;

7 监测时间和频率;

8 对可能出现的异常情况和突发情况采取的监测措施和处置预案;

9 监测与检测数据资料的采集、处理、统计、报送、审定程序与方法。

5.5.3 监测项目

1 沉降变形监测。包括:地面沉降监测;地层土体沉降监测。

2 桥跨结构监测。包括:变形及变形形态监测;应力状态监测。

3 桥梁墩台结构监测。包括:墩台顶面标高的监测;墩台的倾斜监测。

4 桥梁基础的监测。包括：基础的位移（竖向和水平）监测；基础的不均匀沉降监测；基础的倾斜监测；相邻基础沉降差的监测。

5 桥梁地基工程地质与水文条件的监测。地下水位的监测；含水量的监测；涌水量的监测。

5.5.4 桥梁测点布置原则

1 基准点必须选在穿越工程施工影响区域以外。基准点的布置还必须考虑基准点的稳定性、长期性和使用方便。

2 监测点的布置必须考虑穿越工程施工引起的地表沉降规律，同时考虑既有桥梁设施的结构特点，应力及变形关键部位，本着突出重点，掌握关键，把握全局，指导施工的原则进行布设。

3 在监测范围内，具体监测点布置部位要求如下：

- 1) 变形量较大、挠度较大的部位；
- 2) 应力较大的部位；
- 3) 变形曲线可能出现最大曲率和反弯部位；
- 4) 对变形敏感及应力集中的部位。

5.5.5 监测时间和频率

1 一般监测时间应早于开工时间，结束时间应在施工结束后经认定土体和结构变形稳定或不少于十二个月。如情况特殊，可适当延长监测时间。

2 对于重要影响范围内桥梁设施的沉降、倾斜、稳定性及结构关键影响部位的监测，应采用实时监测方法。穿越施工期间，数据采集频率应不少于每 20 分钟一次。

3 其他根据实际情况增设的监测项目，监测频率可参照《地铁工程监控量测技术规程》（DB11/490-2007）规定执行。

5.5.6 监测报告

1 第三方监测数据经整理分析后，应提交以下成果：

- 1) 监测日报，每日递交一次当日的监测报告及分析；
- 2) 监测周报，每监测一周递交一次周监测报告及分析；
- 3) 监测月报，每监测一月递交一次月监测报告及分析；
- 4) 监测总结，第三方监测结束时递交第三方监测总结及分析报告。

2 监测日报内容应包括：当日监测数值、日变形量、累积变形量、变形是否超限等。

3 监测周报内容应包括：周变形量、累积变形量、周变形规律曲线、周平均变形速率、周最大变形

速率、变形是否超限、对下周穿越工程开展的建议等。

4 监测月报内容应包括：月变形量、累积变形量、月变形规律曲线、月平均变形速率、月最大变形速率、变形是否超限、对下月穿越工程开展的建议等。

5 监测总结内容应包括：累积变形量、总变形规律曲线、平均变形速率、最大变形速率、变形是否超限、是否需要后加固的建议等。

5.5.7 监测管理

表 5.5.7 第三方监测分级管理表

管理等级	控制指标	管理责任
III	$U < \text{预警值} (0.6 U_0)$	正常施工
II	$U \geq \text{预警值} (0.6 U_0)$	发出预警并及时报告、继续加强监测、
I	$U \geq \text{警戒值} (0.8 U_0)$	发出警报、立即通知施工单位停止施工、并及时报送运营单位建设单位，加强监测、

注：其中 U 为实测值， U_0 为控制值。

5.6 后评估

5.6.1 后评估条件

1 在穿越工程竣工一年或变形稳定后，应根据桥梁结构保护要求和检测、监测结果认定是否进行后评估。

2 在穿越工程对既有桥梁造成较大影响的情况下，应在既有监测资料的基础上进行必要地补充检测。

5.6.2 后评估内容

- 1 引起既有桥梁外观可识别变化和破坏情况。
- 2 桥梁结构混凝土外观及附属结构混凝土发生的明显开裂情况。
- 3 桥梁结构缝、变形缝、防水材料的功能变化情况。
- 4 桥梁支座使用状况发生变化情况。
- 5 分析以上问题发生的原因和发展趋势。
- 6 评估桥梁整体及桥梁结构的承载力。

7 评估桥梁的抗震能力，安全储备及耐久性

5.6.3 后评估依据和标准

- 1 既有桥梁工程结构的设计和维护养护文件，工程竣工验收资料。
- 2 相关桥梁设计、养护规范和《新建地下工程穿越地铁既有设施安全后评估方法》。
- 3 一切检测、监测、加固资料和前评估报告。
- 4 自然环境的改变对既有交通设施工程结构现状使用状态影响的调查报告。

5.6.4 后评估报告

后评估报告应包括以下内容：

- 1 项目背景。
- 2 评估目的及意义。
- 3 评估依据
- 4 评估等级
- 5 评估范围
- 6 现状调查成果
- 7 评估项目和内容
 - 1) 既有桥梁在穿越施工过程中的变形及损伤情况；
 - 2) 既有桥梁的承载力和安全性评估；
 - 3) 既有桥梁的抗震性评估；
 - 4) 既有桥梁的耐久性评估；
 - 5) 如果评估结论为既有桥梁存在安全隐患，评估报告应提出隐患存在原因和发展趋势。
- 8 评估结论
对既有桥梁正常使用状态的安全性、抗震性、耐久性和潜在风险的评估结论。
- 9 建议
 - 1) 是否需要对既有桥梁结构进行后加固，提出措施及建议；
 - 2) 是否需要对土体的进行后加固，提出措施及建议；
 - 3) 针对隐患发展趋势的加固处理建议。

5.7 后加固

5.7.1 条件与对象

- 1 依据后评估报告的后加固建议，由相关部门组织专家论证会确定是否进行后加固。
- 2 依据后评估报告对既有结构后加固项目的建议，由相关部门组织专家论证会确定后加固项目。
- 3 后加固对象为既有桥梁结构、附属设施以及对桥梁安全造成影响的周围地基地层范围。

5.7.2 要求

- 1 必须确定具有相应资质的设计单位进行后加固设计。
- 2 应根据桥梁的现有技术状况、存在的问题、车辆通行的需要以及将来交通发展的趋势，对加固改造的必要性和可能性做出分析判断。然后对各种加固改造方法的技术经济效益进行比较，选择合理的后加固方案。
- 3 通过后加固，必须保证既有交通设施在穿越工程竣工后的安全和正常使用。必须保证既有桥梁恢复正常运营条件下的承载力水平和变形要求。

6. 城市轨道交通隧道

6.1 一般规定

6.1.1 穿越工程对既有城市轨道交通区间隧道的影响主要考虑：对隧道结构的安全性、稳定性与耐久性的影响；隧道断面的限界要求以及隧道内轨道结构平顺性、承载力以及耐久性的影响；对隧道内附属设施使用功能的影响。

6.1.2 不同影响范围的特征及应采取的相应措施见表 6.1.2。

表6.1.2 影响范围特征及相应措施

影响范围分区	特征	应采取的措施
严格监控区	影响较大或会产生危害。	(1) 从施工工法上采取措施 (2) 加强第三方监测 (3) 必要时采取前加固措施
一般监控区	影响较弱，但需注意。	(1) 从施工工法上采取措施 (2) 加强第三方监测

6.2 前评估

6.2.1 调查

既有区间隧道现状评估应调查以下资料：

- 1 建造年代。
- 2 隧道位置、埋深及周围的水文、地质、气象和地震等资料。
- 3 主要工程材料。
- 4 设计标准。隧道功能、隧道设计限界，隧道内线路技术等级，设计列车车速，隧道设计荷载等级，抗震设防水平，基本风速，温度与湿度环境等。
- 5 隧道内通过的列车类型，列车运行间隔。
- 6 区间隧道技术资料。既有城市轨道交通区间隧道技术档案主要包括建造、大修和加固的设计文件，施工记录，设计变更及隐蔽工程检验，施工总结，监理总结，竣工资料，预制构件的出场合格证书，材料试验及抽检资料，日常养护维修资料，定期检测及有关资料等。

6.2.2 检测

应采取必要的检测方法对区间隧道结构进行检测，检测项目应包括：

- 1 车辆限界、设备限界和建筑限界；
- 2 隧道衬砌结构、盾构连接方式与连接构件以及变形缝等；
- 3 各部位防水措施及防水等级；
- 4 混凝土剥落、裂缝及碎裂情况；
- 5 隧道结构漏水情况；
- 6 混凝土强度、衬砌厚度以及混凝土保护层厚度的检测。

6.2.3 评估

- 1 依据调查和检测结果，确定不影响列车正常运行时变形缝允许的差异沉降量；
- 2 依据对混凝土外观及裂缝的调查和检测，判断破坏成因，评估隧道洞体变形可能对裂缝产生的影响；
- 3 依据检测，评估隧道结构当前混凝土强度等级；
- 4 依据检测结果，判断衬砌厚度、混凝土保护层厚度是否满足设计要求，评估既有区间隧道结构的实际应力状态、隧道周围(岩)土体稳定性及抗变形能力。
- 5 依据检测和计算结果，评估穿越工程对既有区间隧道抗震性能的影响。
- 6 结合计算分析，综合确定既有区间隧道变形控制值。

6.2.4 报告

按照前评估内容撰写评估报告，评估报告应包括以下内容：

- 1 评估单位情况；
- 2 既有轨道交通区间隧道概况及评估目的；
- 3 现状评价或鉴定。对既有区间隧道结构现状进行总体评价，分析存在的问题及穿越施工可能引发的变化趋势；
- 4 评估既有隧道结构的承载安全度，预测穿越工程施工过程中隧道结构的变形，并根据允许变化值，确定隧道结构的允许变形及差异沉降；
- 5 对是否需要前加固以及加固的可行性给出结论。

6.3 前加固

6.3.1 条件

依据前评估报告结论，对既有城市轨道交通设施进行相应的前加固与防护。

6.3.2 要求

- 1 根据既有区间隧道结构的变形裂缝、漏水情况及承载能力等进行隧道结构加固。
- 2 前加固对象为既有城市轨道交通区间隧道、隧道内设施以及周围地层。
- 3 根据加固对象，宜选用相应适用规范中的加固技术或经论证可行的加固技术进行加固。

6.4 第三方监测

6.4.1 监测项目

监测项目应包括：隧道结构上浮或沉降以及变形缝差异沉降。依据实际情况，可选择增加其他监测项目。

6.4.2 测点布置

1 基准点的布置除需要考虑基准点的稳定性、长期性、使用方便的特点外，还应选在穿越工程施工影响范围以外的区域。

2 测点应以穿越既有隧道结构的中心位置为中心由密到疏布置，测点间距一般可取 5m~10m。穿越中心区域以及变形缝部位应适当加密。

3 测点选择应具有代表性，能反映隧道结构的变形特征。

4 在监测范围内，既有区间隧道结构的以下部位必须布置监测点：

- 1) 既有隧道距离新建工程边线最近的顶部、底部或侧部等部位；
- 2) 隧道结构变形缝两侧；
- 3) 前评估报告中给出的变形量、挠度、弯矩较大的部位；
- 4) 前评估报告中给出的既有隧道结构变形敏感及应力集中的部位。

6.4.3 监测方法、频率和时间

1 隧道结构的上浮或沉降变形以及变形缝差异沉降等的监测，可采用实时监测方法，穿越施工期间，数据采集频率应不少于 20 分钟。

2 其他根据实际情况增设的监测项目，监测频率参照《地铁工程监控量测技术规程》

(DB11/490-2007) 规定执行。

3 监测时间宜持续到结构变形达到稳定或穿越施工完工一年之后。

6.4.4 监测报告

1 第三方监测应按下列要求提交监测报告：

- 1) 监测日报，每日递交当日的监测报告；
- 2) 监测周报，每周递交一周监测分析报告；
- 3) 监测月报，每月递交一月监测分析报告；
- 4) 监测总结，第三方监测结束时递交监测总结分析报告。

2 监测日报内容应包括：当日监测数值、日变形量、累积变形量、最大变形点位置、变形是否超限等。

3 监测周报内容应包括：周变形量、累积变形量、周变形规律曲线、周平均变形速率、周最大变形速率、变形是否超限、对下周穿越工程施工的建议等。

4 监测月报内容应包括：月变形量、累积变形量、月变形规律曲线、月平均变形速率、月最大变形速率、变形是否超限、对下月穿越工程施工的建议等。

5 监测总结内容应包括：累积变形量、总变形规律曲线、平均变形速率、最大变形速率、变形是否超限、是否需要后加固的建议等。

6.4.5 预警值与警戒值

1 本技术要求采用既有区间隧道上浮或沉降变形控制值作为是否影响既有区间隧道结构正常运营的控制指标，变形控制值 U_0 由穿越工程前评估单位确定。

2 预警值和警戒值分别采用 $0.6 U_0$ 和 $0.8 U_0$ 。

3 当变形值达到预警值时，应发出预警并加强监测；采取相应技术措施之后，未能有效控制变形的发展而达到警戒值时，必须立即停工，进一步采取措施控制变形的发展，当沉降变形稳定后，方可继续施工；当变形超过警戒值后，应重新评估穿越施工方案的可行性，经专家论证确定合理应对措施。

6.5 后评估

6.5.1 条件

在穿越工程竣工一年或变形稳定后，应对既有区间隧道进行后评估。

6.5.2 要求

对施工过程中及施工结束后区间隧道的变形缝、裂缝及渗漏情况、隧道限界等进行评估；对既有区间隧道承载能力及变形能力进行评估；对其他结合实际情况选择的项目进行评估。

6.5.3 报告

按照后评估内容撰写评估报告，后评估报告应包括以下内容：

- 1 后评估单位基本情况。
- 2 根据施工过程中的监测数据以及工后既有区间隧道结构的调查，分析既有区间隧道在穿越工程施工影响下的变形及破坏情况，对其是否满足正常使用和耐久性要求，以及轨道交通运营的安全性等给出结论；
- 3 如果评估结论表明既有区间隧道存在安全隐患，还应分析既有隧道结构存在问题及动态变化趋势、损坏原因及维修处理意见。

6.6 后加固

6.6.1 条件

- 1 依据后评估报告结论，对既有区间隧道进行后加固与恢复。

6.6.2 要求

- 1 后加固对象包括既有区间隧道及周围地层。具体加固项目根据后评估报告确定。
- 2 重点针对既有区间隧道的变形裂缝、漏水及结构变形进行加固。
- 3 既有区间隧道结构沉降量超过既定限度，产生安全影响，导致地铁无法正常运营时，应对既有隧道结构进行加固修复。
- 4 既有区间隧道结构处于安全状态，仅产生限制范围内的裂缝和渗漏，应对裂缝和渗漏进行处理。
- 5 宜采用相关规范中的加固技术或经论证可行的加固技术进行加固。

7. 城市轨道交通桥梁

7.1 一般规定

7.1.1 针对不同的影响范围应按照表 7.1.1 规定的对策制定穿越方案和施工及其监测措施。

表 7.1.1 影响程度分区及相应对策

分区	特征	对策
严格监控区	影响较强或会产生危害。	(1) 从施工工法上采取措施 (2) 加强第三方监测 (3) 必要时采取前加固措施
一般监控区	影响较弱，但需注意。	(1) 从施工工法上采取措施 (2) 加强第三方监测

7.1.2 本章的桥梁结构控制指标仅是从结构自身的安全与稳定性方面给出，运营安全指标由轨道结构控制。

7.2 前评估

7.2.1 调查

1 桥梁概况调查：

- 1) 建造年代。
- 2) 桥位及自然条件。该桥所在的线路名称，桥位处的水文、地质、气象和地震等情况。以及桥全长、桥型及跨径组成，孔数。
- 3) 主要工程材料
- 4) 设计标准。桥梁功能，桥上线路技术等级，桥上设计列车车速，桥面净宽，桥梁设计荷载等级，抗震设防烈度，基本风速，环境温度变化等。
- 5) 桥上通过的列车类型，列车运行间隔及其变化。

2 既有城市轨道交通桥梁技术档案主要包括建造、大修和加固的设计文件，施工记录，设计变更及隐蔽工程检验，施工总结，监理总结，竣工资料，预制构件的出场合格证书，材料试验及抽检资料，日常养护维修资料，定期检测及有关资料等等。

7.2.2 检测

按规范要求对既有城市轨道交通桥梁进行检测，检测的项目、指标及方法参见表 7.2.2。

表 7.2.2 城市轨道交通桥梁检测项目、指标及方法

检测项目		指标	检测方法
桥梁结构外观状态	结构表面裂缝	长度、宽度、位置	测缝计
	混凝土剥落	是否剥落	目测
	结构表面锈迹	是否有锈迹	目测
桥梁结构钢筋混凝土状态	混凝土强度	抗压强度	可采用(超声)回弹法或钻孔取芯法
	混凝土保护层	厚度	可采用钢筋扫描仪进行量测,同时辅以少量小破损(凿除)的方法,用游标卡尺量测
	混凝土碳化	深度	可采用试剂法测量
	钢筋锈蚀	是否锈蚀	可采用钢筋锈蚀仪进行电化学无损检测,对怀疑锈蚀的部位进行小破损试验,用电化学实验结果和小破损实验结果综合判断混凝土内钢筋锈蚀状况
特殊辅助检测项目	高架桥梁结构损伤检测	在外观检测的基础上对结构进行振动分析及测试,通过分析结构模态频率和阻尼比来判定结构刚度的退化情况,进而识别结构的损伤	超声脉冲法、脉冲回波法、雷达扫描法、红外热谱法、声发射法、桥梁结构损伤识别技术等
	静载试验检测	测出变形、挠度、应变、裂缝等,从而分析得出结构的强度、刚度及抗裂性能,据此判断桥梁的承载能力	静载试验检测法
	动载试验检测	①测定桥跨结构在车辆荷载下的强迫振动特性(冲击系数、强迫振动频率、动位移和动应力等) ②测定桥跨结构的自振特性(自振频率、振型和阻尼特性等)	动载试验检测法
附属设施	结构排水设施工作状况	是否完好	目测
	支座检测	①锚螺栓有无剪断,螺母有无松动、锈蚀;②钢件是否锈蚀、有无裂纹、有无脱焊;③支承垫石是否裂损;④横向限位是否失效;⑤与梁体、墩台连接是否密贴,是否存在“脱空”现象;⑥板式橡胶支座有无裂纹、不均匀鼓凸变形、钢板外露;位移、剪切角是否超限;⑦盆式橡胶支座聚四氟乙烯板的外露高度,位移和转角是否超限	目测、测缝计
	梁端横向限位	是否失效	目测

7.2.3 评估

依据桥梁建设年代的规范与现行规范，对既有城市轨道交通桥梁进行现状评估，包括承载能力及变形能力评估，评估内容如下：

1. 既有城市轨道交通桥梁的承载能力；
2. 既有城市轨道交通桥梁的抗变形能力；
3. 既有城市轨道交通桥梁的允许水平位移、沉降和差异沉降；
4. 既有城市轨道交通桥梁的允许净空变化量；
5. 既有城市轨道交通设施断面的允许净空变化量；
6. 穿越工程施工前后其既有桥梁抗震性能的变化。

7.2.4 报告

1 应分别以裂缝控制和强度控制两种工况进行验算，估算出结构的实际承载能力极限值；考虑一定的安全储备系数后，提出既有城市轨道交通设施结构承载能力控制值。

2 应根据对结构承载能力的分析，评估结构抵抗变形的能力，考虑一定的安全储备系数后，提出既有城市轨道交通设施结构变形能力控制值。对于既有城市轨道交通设施，结构变形能力除了受结构的承载能力控制外，还要受线路控制，即结构的变形不能影响安全运营。根据以上两种控制条件，以取小为原则确定既有结构的变形能力控制值。

3 应根据列车安全运营对线路平曲率、纵坡、纵曲率的要求，依据轨道、道床、桥梁结构共同作用的机理，确定结构允许水平变形及差异沉降；考虑一定的安全储备系数后，提出既有城市轨道交通桥梁设施结构的允许水平位移、沉降和差异沉降的控制值。

4 应依据调查结果，按照列车安全运营的要求，考虑一定的安全储备系数后，提出线路的轨道几何形位偏差值。

5 应依据调查结果，按照建筑和车辆限界的要求，考虑一定的安全储备系数后，提出既有城市轨道交通桥梁设施断面的允许净空变化量控制值。

7.3 前加固

7.3.1 条件

依据前评估报告，对既有城市轨道交通桥梁进行相应的前加固与防护。

7.3.2 要求

- 1 进行桥梁加固前，应进行详细设计。
- 2 桥梁加固不宜损伤原结构，避免不必要的拆除及更换，防止加固中造成新的结构损伤或病害。
- 3 桥梁加固改造方案的确定，应首先要根据桥梁的现有技术状况，存在的病害，列车通行的需要，以及将来交通发展的趋势，对加固改造的必要性和可能性做出分析判断。然后对各种加固改造方法的技术经济效益进行比较，选择合理的加固方案。
- 4 宜采用相关规范提供的加固技术或经论证可行的加固技术进行桥梁的加固。

7.4 第三方监测

7.4.1 监测项目

1 桥跨结构

1) 对于超静定结构，应重点监测桥梁各跨支点、跨中和 1/4 跨截面的竖向变形；重点监测：桥梁各跨跨中截面下缘和支点截面上缘的应力。

2) 对于静定结构，应重点监测桥跨支点、跨中截面的竖向变形；重点监测桥梁跨中截面下缘的应力。

2 墩台结构

1) 门式桥墩（超静定结构）。变形监测：各墩柱上下测点的竖向和水平变形；应力监测：墩柱与盖梁上下测点的应力。

2) 独柱式桥墩（静定结构）。变形监测：墩柱上下测点的竖向和水平变形；应力监测：墩柱下测点应力。

3) 桥台。重点监测桥台上下测点的竖向和水平变形以及台背填土的变形。

7.4.2 测点布置

1 基准点的布置除需要考虑到基准点的稳定性、长期性、使用方便的特点外，还应选在穿越工程施工影响范围以外的区域。

2 监测点的布置应考虑穿越工程施工引起的地表沉降规律，同时考虑既有城市轨道交通设施的结构特点，本着突出重点，兼顾全局，正确指导施工的原则进行布设。

3 在监测范围内，既有城市轨道交通设施结构上必须布置监测点的部位如下：

- 1) 距离新建工程中心线最近的桥梁基础或承台部位；

- 2) 结构变形缝两侧;
- 3) 前评估报告给出的桥梁变形量较大、挠度较大、弯矩较大的部位;
- 4) 前评估报告给出的对变形敏感及应力集中的桥梁结构部位。

7.4.3 监测频率与时间

参照《地铁工程监控量测技术规程》(DB11/490-2007)规定执行。

7.4.4 监测报告

1 参照 6.4.4 的要求执行。

2 监测报告中对于变形是否超限,可将观测数值与预警值、警戒值相比较加以判断。宜采用三级管理制度,具体分级参照表 7.4.4。

表 7.4.4 第三方监测分级管理表

管理等级	管理位移	施工状态
III	$U < 0.6 U_0$	正常施工
II	$0.6 U_0 \leq U < 0.8 U_0$	加强监测、发出预警并及时报告
I	$U \geq 0.8 U_0$	加强监测、停止施工并发出警报

注:其中 U 为实测值, U_0 为变形控制值。

7.4.5 预警值与警戒值

1 简支梁桥

对于简支梁桥,预警值与警戒值的控制需要同时满足表 7.4.5 中的 4 项指标。且墩台均匀总沉降及相邻墩台差异沉降每日调整量需小于 3mm。

表 7.4.5 简支梁预警值与警戒值

项目		墩台均匀总沉降	相邻墩台差异沉降	梁端绝对转角	梁端相对转角
预警值	碎石道床	18mm	9mm	$1.2 \times 10^{-3} \text{rad}$	$2.4 \times 10^{-3} \text{rad}$
	整体道床	12mm	3mm	$0.6 \times 10^{-3} \text{rad}$	$1.2 \times 10^{-3} \text{rad}$
警戒值	碎石道床	24mm	12mm	$1.6 \times 10^{-3} \text{rad}$	$3.2 \times 10^{-3} \text{rad}$
	整体道床	16mm	4mm	$0.8 \times 10^{-3} \text{rad}$	$1.6 \times 10^{-3} \text{rad}$

2 连续梁桥

连续梁桥结构的墩台沉降预警值与警戒值除满足上表的要求之外，还应该满足应力要求，结构应力控制值 U_0 由穿越工程前评估单位和既有桥梁原设计单位给出，预警值和警戒值分别取 $0.6U_0$ 和 $0.8U_0$ 。

3 当变形值达到预警值时，应发出预警并加强监测；采取相应技术措施之后，未能有效控制变形的发展而达到警戒值时，必须立即停工，进一步采取措施控制变形的发展，当沉降变形稳定后，方可继续施工；当变形超过警戒值后，应重新评估穿越施工方案的可行性，经专家论证确定合理应对措施。

7.5 后评估

7.5.1 条件

在穿越工程竣工一年或变形稳定后，应对既有城市轨道交通桥梁进行后评估。

7.5.2 要求

后评估应分别从结构承载能力和线路安全运营要求两个方面对既有城市轨道交通设施进行评估。

7.5.3 报告

1 按照前评估内容撰写评估报告，评估报告应包括以下内容：

- 1) 评估单位情况；
- 2) 既有线概况及评估的目的；
- 3) 现状评价或鉴定；
- 4) 评估内容；
- 5) 给出相应指标值，提出是否需要后加固以及加固的可行性的结论。

2 依据后评估结论，指导既有城市轨道交通桥梁进行后加固工作。

7.6 后加固

7.6.1 条件

依据后评估报告，对既有城市轨道交通桥梁进行相应的后加固与恢复。

7.6.2 要求

- 1 重点针对前评估时已经存在的桥梁结构缺陷和穿越施工完成后新产生的安全隐患进行加固。
- 2 进行桥梁加固前，应进行详细设计。对于关键技术措施，应先进行室内试验，掌握技术要求和检测方法。
- 3 桥梁加固应尽可能不损伤原结构，避免不必要的拆除及更换，防止加固中造成新的结构损伤或病害。
- 4 根据加固对象，宜采用相关规范提供的加固技术或经论证可行的加固技术进行桥梁的加固。

8. 城市轨道交通路基

8.1 一般规定

8.1.1 根据不同的影响范围，采取措施见表 8.1.1。

表 8.1.1 影响程度分区及对策

分区	特征	对策
严格监控区	影响较强，或会产生危害。	(1) 从施工工法上采取措施 (2) 加强第三方监测 (3) 必要时采取前加固措施
一般监控区	影响较弱，但需注意。	(1) 从施工工法上采取措施 (2) 加强第三方监测

8.1.2 本章的路基控制指标仅是从路基自身的安全与稳定性方面给出，运营安全指标由轨道结构控制。

8.2 前评估

8.2.1 调查

穿越工程前评估工作应对既有城市轨道交通线路路基概况及相关技术资料进行调查，调查内容包括线路的路基概况调查、线路技术资料调查以及线路使用状况调查。

1. 线路概况调查包括线路位置、路基填筑形式以及线路周围的水文、地质等情况。
2. 线路技术资料调查包括线路功能、路基埋深、断面尺寸，设计行车速度，线路设计
3. 荷载等级，平、纵断面情况，抗震设防水平，温度与湿度环境等。
4. 线路使用状况调查包括运营中的路基排水、路基沉降、加固维修情况及建设年代等。

8.2.2 检测

1 穿越施工前，应采取必要的检测方法对既有城市轨道交通路基结构进行检测。

2 路基检测内容包括：

- 1) 路基结构分层：基床、砂垫层及路堤填土的各层厚度；
- 2) 路基结构的横断面和纵断面状况。
- 3) 路基结构横断面变形(包括竖向变形和横向变形)和纵向变形。
- 4) 基床土的性质与状况，包括基床土的物理力学性质、颗粒组成、含水量、强度等。
- 5) 路基病害的类型、发育程度和分布形式。

8.2.3 评估

- 1 根据调查资料和检测资料评估既有城市轨道交通路基结构的承载能力和结构变形状况。
- 2 评估路基结构的变形是否会影响路基结构的承载力和线路的安全运营，并提出路基结构变形能力控制值。
- 3 评估路基结构的允许横向和纵向水平位移、路肩沉降和差异沉降。

8.2.4 报告

- 1 按照前评估内容撰写评估报告，评估报告应包括以下内容：
 - 1) 评估单位情况；
 - 2) 既有线路基结构概况及评估的目的；
 - 3) 既有线路基结构现状评价或鉴定；
 - 4) 评估结论；
 - 5) 穿越工程是否需要采取前加固措施；
- 2 前评估报告中的评估结论包括：
 - 1) 路基结构的承载能力和变形预测值与控制值；
 - 2) 路基结构的允许横向和纵向水平位移、路肩沉降和差异沉降的预测值与控制值；

8.3 前加固

8.3.1 条件与要求

依据前评估报告及专项设计报告，对既有城市轨道交通路基结构进行相应的前加固与防护。

8.4 第三方监测

8.4.1 监测项目

- 1 监测项目包括：路基变形、工程地质及水文条件。
- 2 路基变形监测指标包括：路基横断面变形、纵断面变形及路肩沉降。
- 3 工程地质及水文条件监测指标包括：土应力、地下水位、空隙水压力。

8.4.2 测点布置

- 1 基准点应在工程地表周边稳定处埋设至少三个，且均匀分布在测区的周边。高程宜采用独立高程系统。在路基上根据路基面的宽度、结构特点等具体情况布设沉降观测点。
- 2 除穿越工程施工影响区域内，穿越工程施工影响区域外也应按照具体工程情况布置监测点。

3 监测点从穿越工程开挖断面向外布置，间距逐渐加宽。测点间距在施工影响范围内根据实际情况取值。

4 既有城市轨道交通路基结构必须布置监测点的部位如下：

- 1) 穿越中心线位置等变形的关键部位；
- 2) 变形量较大、沉降较大、受力较大的部位；
- 3) 变形敏感或应力集中的部位。

5 路基横向和纵向变形观测点、沉降观测点宜布置在线路中心线和路肩位置。

8.4.3 监测频率和时间

1 第三方监测时间为：从穿越工程开工前开始，直至施工结束后，最后连续 3 个观测周期的观测值之差小于观测精度为止。

2 线路横向沉降监测断面、监测频率在穿越施工区域内正常情况下至少每 3 小时测量 1 次，以后根据测量结果适当延长到 6 小时、12 小时、24 小时。施工区域 30m~100m 以远的已完成区段至少每周一次。沉降区域稳定后监测频率至少为每月一次。应根据工程实际的沉降量及沉降速率及时调整监测频率。

3 穿越工程施工断面周边深层土体进行土压力、空隙水压力、分层沉降等监测断面的监测频率不少于每天一次。在变形值超限时要适当增加监测频率。

4 监测频率根据监测断面距穿越工程开挖面的距离和沉降速度而定。当出现特殊情况时应增加监测频率。

5 除必要的长期监测外，第三方监测一般在穿越施工完成变形稳定后结束。

8.4.4 监测报告

1 参照 6.4.4 的要求执行。

2 监测报告中应将观测数值与预警值、警戒值相比较加以判断，给出路基变形是否超标的结论。

8.4.5 预警值与警戒值

1 施工监测的沉降变形预警值应根据沉降变形曲线和稳定沉降值确定。一旦达到预警值，施工方必须采取相应的技术措施，控制沉降变形的继续发展。

2 当沉降量达到预警值，在采取相应技术措施之后，未能有效控制沉降变形的发展而达到警戒值时，必须立即停工，进一步采取技术措施，控制沉降变形的发展。

3 路基面的预警值与警戒值应由前评估单位确定，在前评估单位无法确定预警值与警戒值的情况

下，可参照表 8.4.5.确定。

表 8.4.5 路基面的预警值与警戒值

项目	平整度		路基顶面高程
	纵向不均匀沉降	横向不均匀沉降	
预警值	4.8mm	1.8mm	±15mm
警戒值	6.4mm	2.4mm	±20mm

8.5 后评估

8.5.1 条件

在穿越工程施工完成一年或变形稳定后，均应对既有城市轨道交通线路路基进行后评估。

8.5.2 要求

应分别从路基排水状况、承载能力和变形三个方面对既有城市轨道交通路基结构进行后评估。

8.5.3 报告

后评估报告应包括以下内容：

1. 既有线在穿越施工过程中的变形及破坏情况；
2. 既有线是否满足运营安全和耐久性要求；
3. 如果评估结论为既有线路基结构存在安全隐患，评估报告应提出隐患存在原因、发展趋势以及维修处理意见。

8.6 后加固

8.6.1 条件

依据后评估报告，对既有城市轨道交通路基结构进行相应的后加固与恢复。

8.6.2 要求

- 1 后加固对象为既有城市轨道交通线路路基结构以及周围地层。
- 2 通过对既有线的后加固，达到既有路基结构正常运营条件下的承载力和变形要求。
- 3 对路基进行后加固宜采取的措施有地层注浆加固和在路基两侧布置护坡桩等。

9. 城市轨道交通线路

9.1 一般规定

9.1.1 穿越工程施工时，应保证区间轨道结构的平顺性、安全性、稳定性及耐久性。

9.1.2 穿越工程对既有城市轨道交通区间轨道的影响应考虑：对轨道结构几何形位的影响、对碎石道床稳定性的影响以及对轨道结构及部件状态的影响。

9.2 前评估

9.2.1 调查

穿越工程前评估工作应对既有城市轨道交通轨道结构的概况及相关技术资料进行调查，调查内容包括轨道结构概况调查、轨道结构技术资料调查。

1 轨道结构概况

1) 轨道结构和部件类型及状态：包括轨道结构类型（有砟轨道，整体道床轨道等）；轨道部件类型（钢轨，轨枕，扣件，道床，道岔，轨道加强设备状况，整体道床状态）。

2) 轨道平纵断面情况：包括轨道结构所处的平面位置（直线，曲线）；坡度等。

3) 轨道结构的基础：包括路基、桥梁和隧道等。

4) 无缝线路相关资料：包括无缝线路的锁定轨温，长轨节布置，钢轨焊接状况，防爬设备及观测桩，有无伸缩调节器，穿越工程实施时的轨温资料。

5) 轨道维修状况：包括大中修状况，轨道部件更换状况。

6) 运营条件：包括行车速度、列车轴重、行车密度。

2 轨道结构技术资料

既有轨道结构技术档案主要包括建造、大修和加固的设计文件，施工记录，设计变更，施工总结，监理总结，竣工资料，预制构件的出场合格证书，材料试验及抽检资料，日常养护维修资料，定期检测及有关资料等。

9.2.2 检测

1 穿越施工前，应采取必要的检测方法对既有城市轨道交通轨道结构进行检测。

2 轨道结构检测内容包括：

1) 轨道几何形位。包括轨距，高低，水平，轨向，三角坑，道岔几何形位等。

2) 轨道结构及部件的状态、轨道结构的变形和应力状态、整体道床裂缝及其与基础的连接状态。

9.2.3 评估

在轨道结构下部基础评估的基础上，结合现有轨道结构情况，对轨道结构的变形、受力以及伤损等情况进行评估。

9.2.4 报告

按照前评估内容撰写评估报告，评估报告应包括以下内容：

1. 评估单位情况；
2. 既有线轨道结构概况及评估的目的；
3. 轨道现状评价或鉴定；
4. 轨道结构变形预测值与控制值；
5. 是否需要前对轨道结构进行前加强和处理。

9.3 前加固

9.3.1 条件与要求

依据前评估报告及专项设计报告，对轨道结构进行相应的前加固。

9.4 第三方监测

9.4.1 监测项目

监测项目应包括：几何形位（轨距、水平、方向、高低、曲线正矢和超高）、扣件状态（松动、损坏）、轨枕状态（歪斜、裂纹）、道床状态（断面尺寸变化、密实度），走行钢轨、道岔、接触轨等设备状态；钢轨探伤情况，若为整体道床，道床状态则应检测整体道床裂缝及其与基础的连接状态。无缝线路应力与爬行状况，可依据实际情况选择增加其他监测项目。

9.4.3 测点布置

1 测点布置应根据距离轨道结构变形敏感部位和应力集中部位由近及远，由密到疏布置。应在轨道结构变形敏感部位与应力集中部位加强监测，测点布置应适当加密。

2 测点布置应具有良好的代表性，能反映轨道结构变形的主要特征。

3 穿越曲线和道岔区，应按《城市轨道交通设施养护维修技术规范》要求的检测项目加强监测力度。

9.4.4 监测频率和时间

1 第三方监测时间应为：从穿越工程开工前开始，直至施工结束后，最后连续3个观测周期的观测

值之差小于观测精度为止。

2 监测频率根据监测断面距开挖面的距离和沉降速度而定。出现特殊情况时应增加监测频率。。

3 施工中，应至少每 2 小时监测一次轨道几何形位变化。

9.4.5 监测报告

1 参照 6.4.4 的要求执行

2 监测报告中应将观测数值与预警值、警戒值相比较加以判断，给出轨道变形是否超标的结论。

9.4.6 预警值与警戒值

穿越工程施工时，轨道结构几何尺寸的预警值与警戒值应由前评估单位确定，在前评估单位无法确定预警值与警戒值的情况下，可参照《城市轨道交通设施养护维修技术规范》要求标准确定。

9.5 后评估

9.5.1 条件

在穿越工程施工完成一年或变形稳定后，应对既有轨道交通的轨道结构及部件、几何形位和无缝线路的应力与爬行状态进行后评估。

9.5.2 要求

应分别从轨道的几何形位、轨道结构及部件状态、道床状态等方面对既有城市轨道交通轨道结构进行后评估。

9.5.3 报告

按照后评估内容撰写评估报告，后评估报告应包括以下内容：

- 1 评估单位情况；
- 2 轨道结构在穿越过程中的变形及破坏情况；
- 3 轨道结构是否满足运营安全和耐久性要求；
- 4 是否需要后加固及相应的加固措施。

9.6 后加固

9.6.1 条件

依据后评估报告，对轨道结构进行相应的后加固与恢复。

9.6.2 要求

- 1 后加固对象为既有城市轨道交通轨道结构。
- 2 通过对既有轨道结构的后加固，达到正常运营条件下的承载力和变形要求。
- 3 对轨道结构进行后加固宜采用相关规范提供的加固技术或经论证可行的加固技术进行。

本技术要求用词说明

1. 为便于在执行本技术要求条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
2. 在本技术要求中指明应按其他有关标准、技术要求执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

建设部 2005 年 140 号令	《城市轨道交通运营管理办法》
北京市 2005 年 156 号令	《北京市城市道路管理办法》
京路法制发[2008]64 号令	《北京市路政局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》
京路轨建发[2004]481 号	《关于加强穿越既有城市轨道交通线路工程管理的通知》
北京市 2004 年第 147 号	《北京市城市轨道交通运营安全运营管理办法》
JTJ073.2-2001	《公路沥青路面养护技术规范》
JTJ073.1-2001	《公路水泥混凝土路面养护技术规范》
CJJ36-2006	《城镇道路养护技术规范》
JTG F80/1-2004	《公路工程质量检验评定标准》（第一册：土建工程）
JTJ059-95	《公路路基路面现场测试规程》
JTG F10-2006	《公路路基施工技术规范》
JTG D60-2004	《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》
CJJ99-2003	《城市桥梁养护技术规范》
JTG/TJ22-2008	《公路桥梁加固设计规范》
JTG/TJ23-2008	《公路桥梁加固施工技术规范》
JTGH11-2004	《公路桥涵养护规范》
CECS25:90	《混凝土结构加固技术规范》
JTGD63—2007	《公路桥涵地基与基础设计规范》
DB11/ 490-2007	《地铁工程监控量测技术规程》
GB 50204-2002	《混凝土结构工程施工质量验收规范》
GB 50026-2007	《工程测量规范》
GB 50157-2003	《地铁设计规范》
TB/T 2820.1-2820.8	《铁路桥隧建筑物劣化评定标准》
GB/T 50438-2007	《地铁运营安全评价标准》
DB11/T 311.1-2005	《城市轨道交通工程质量验收标准》（第一部分：土建工程）
TB 10001-2005	《铁路路基设计规范》

北京市地方标准

穿越既有交通基础设施工程技术要求

编 号：DB11/T 716—2010

备案号：28402—2010

条文说明

条文说明

4 市政道路与桥梁

4.1 一般规定

4.1.1 穿越方式和部位

对于横过道路的穿越，不管其角度大小，均造成对道路全断面的影响，故归为一类。未横过道路的穿越往往易导致较长区间的道路横向不均匀沉降，发生纵向裂缝，故归为一类。

相对道路的细长体量特点和穿越工程的微小纵坡，一般不考虑竖向角度变化。

4.1.2 对既有道路的影响范围

按路基工作区确定影响范围是一种简化的方法。从道路结构角度考虑，而不是从穿越工程角度考虑，保证道路本身的完整。同时，给出了确定直接与间接影响分界的简化方法。

路基的工作区深度 Z_a （自路面中线位置向下算起）：将车轮荷载引起的附加应力占路基土自重应力的比例大于 10%---20% 以上深度范围，作为路基工作区的深度。路基工作区深度有两种情况： Z_a 大于路基填土高度； Z_a 小于路基填土高度。考虑到道路性质、等级和地下工程的影响方式，可以根据道路保护等级、路基路面结构和通行重载车辆情况计算确定路基工作区深度，或根据路基路面工程设计确定。

在缺少数据和设计资料情况下，表 4-1 中建议采用的数值为北京市道路一般情况，并考虑到通行重车的影响。

沿道路路线方向，新建地下工程的结构外缘线外侧，以 45° 角向上至路面的交会线范围内确定重要影响范围（直接影响范围），是一个结合北京地区工程地质多为沉积沙性土的简化方法。当具备工程地质资料情况下，应根据新建地下工程埋深情况，按照假定开槽施工及土质情况确定的放坡线确定。

4.2 既有道路结构类型、保护等级与保护要求

4.2.1 既有道路结构类型

因为半刚性路面结构的破坏现象及对交通的影响更接近柔性路面，所以按照道路结构的材料和力学特性、破坏特点，分为柔性路面和刚性路面两种结构类型，既简化工作，并与道路结构类型的划分基本保持一致。

4.2.2 既有道路保护等级

虽然道路设计寿命在十几年到几十年，但因为交通的迅速增长，道路翻修加固周期往往很短，根据

道路性质将道路保护等级分为重点、一般和非保护三级，符合投入产出的技术经济需求和保证重点、照顾一般的原则。

4.2.4 道路变形控制指标

为达到上述保护要求，考虑现有穿越工程实际变形控制情况，本技术要求按允许变形程度，根据道路养护技术规范和公路工程质量检验评定标准，提出以最大允许变形量，即技术指标的极限值为沉降变形控制极限指标。除有特殊规定外，一般情况下，甲类道路极限值指标为平整度 $[\sigma]$ 、 $[h]$ 和高程 $[H]$ ；乙类道路极限值指标为平整度 $[\sigma]$ 、 $[h]$ ，高程 $[H]$ 和相邻板高差 $[\Delta]$ ；挡土墙为顶面高程 $[H]$ 、竖直度 $[i]$ 和沉降缝错缝差 $[\Delta]$ 。

对最大允许变形量的控制，实际要控制变形幅度和变形速率，是在保证既有道路技术要求情况下，所允许发生的可控制、不允许超过的最大沉降变形幅度，故提出预警值和警戒值作为控制值，且应由前评估报告和穿越施工方案确定。

道路变形控制指标只取平整度和高程，不做道路整体的行驶质量和路况评价，不采用相应规范的综合指标，其中任一指标达到控制值，均认为工程总体沉降达到相应控制值。这是因为，因穿越工程可能引发的道路沉降变形绝大多数为局部路段的沉降变形，即使对于较长的平行下穿工程，通常也是从局部的沉降变形开始并应该及时予以控制的。

4.3 前评估与前加固

4.3.1 路况调查、检测与评估

为保证调查数据的科学规范和前后一致，路况调查、检测与评估的指标、内容、方法和技术要求，除有特别规定外，均应按照《城镇道路养护技术规范》(CJJ36-2006)第4章、《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ 073-2-2001)第4章、《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ 073.1-2001)第5章中的经常性巡查有关规定进行。具体指标的选取应在前评估中规定。

为求得各项监测数据的一致性和相互比照印证，对同一道路的路况调查、检测与评估的单元应与施工监测单元保持相对固定。

4.4 第三方监测

4.4.2 监测项目

根据因地下工程导致的道路沉降变形规律，道路的监测项目依据道路养护技术规范，选择了裂缝、沉降变形、平整度、高程值等少数几项关键、代表性指标；明确了观察、检测和监测三种方式，以适应沉降变形的持续发生发展、从微小变形到明显剧烈变形的变化规律，使用中应注意持续观测，根据持续

观测数据，分辨和判断因道路自身还是因穿越工程引起的沉降变形。

4.4.3 路面测点布局

在重要影响范围内并延伸至外侧 30-50 米，沿道路中心线和左、右路面边缘线，每间隔 10 米设一高程（竖向变形）监测点。向影响范围外侧延伸监测的目的，是为了与影响范围内可能发生的沉降变形进行对比分析，以便于在宏观上把握住道路整体或局部沉降情况。

测点的选择应具有良好的控制性和代表性，包括注意适当部位的代表性，还应注意选取稳定的、不受路上交通和周围环境的影响的点位。

4.4.5 监测基本方法与基本要求

监测基本方法、频度和具体技术要求，均以相关道路养护技术规范和路基路面现场测试规程等为依据，针对具体道路情况可通过监测方案加以细化，并加大监测力度。

5. 道路桥梁

5.1 一般规定

5.1.1 穿越方式和部位

新建地下穿越工程与被穿越桥梁基础的空间相对位置和近接程度对被穿越桥梁基础的承载力和位移将产生不同程度的影响。是在充分考虑新建地下工程影响既有桥梁结构的应力分布、大小、程度及范围的基础上，确定两者的近接程度划分标准和影响范围。

桩基础 $z=4/\alpha$ 的位置上下是判断桩身在地面处的水平位移及转角与该位置的边界条件是否有关的理论标准。

5.2 对桥梁结构保护类型、保护等级及要求

5.2.1 桥梁结构的保护类型

对不同桥梁构件对于裂缝的出现与否及程度的要求，将桥梁结构的保护类型分为重点保护、一般保护和无需特殊保护三个等级。

由于超静定结构对基础沉降变形非常敏感，因此，将超静定结构（特别是预应力混凝土结构）作为重点保护对象。

5.2.2 桥梁结构保护等级

根据影响范围（相互位置、及远近）、保护类型（结构类型）将既有桥梁结构分为 A、B、C 类三个保护等级，在保证既有桥梁结构的安全和正常使用状态的前提下，各保护等级桥梁结构必须满足其相应的技术要求。

5.2.3 对桥梁结构的保护要求

在保证既有桥梁结构的安全和正常使用状态的前提下，对各保护等级桥梁结构提出相应的技术要求。

5.2.4 桥梁结构的变形控制指标

由于桥梁结构形式的多样性与复杂性，不同桥梁结构对变形的适应性不同，无法用桥梁基础的沉降（或隆起）变形控制指标直接判定桥梁结构的安全性，但桥梁结构构件自身的强度与刚度控制指标具有唯一性。因此，本技术要求采用桥梁结构构件的强度与刚度指标及墩台位移作为判定桥梁结构安全与否的主要控制指标，进而确定预警值和警戒值。

桥梁结构变形控制指标是在保证桥梁结构安全和正常使用的前提下确定的，沉降变形导致桥梁结构

应力状态重新分布,可能使桥梁局部应力状态出现不满足规范规定的情况。可通过工程类比,结构计算、数值计算并结合相关资料综合分析论证,提出相关施工沉降控制指标。

桥梁变形和承载力极限值、预警值与警戒值应由前评估报告给出,考虑地下工程施工对桥梁结构的直接影响和间接影响,即考虑桥梁基础的沉降(或隆起)变形和桥墩倾斜以及相邻基础的沉降差对桥梁结构构件的承载能力产生间接性影响综合给出。其中预警值、警戒值表格仅供参考。

5.3 前评估

5.3.1 对既有桥梁结构的技术要求

包括满足相关规范规定的桥梁结构强度要求、刚度要求、稳定性要求、耐久性要求和桥梁墩台的位移要求;满足桥梁附属结构的正常工作的要求;不发生不良工程地质与水文问题和确保施工安全的相关要求。

5.5 第三方监测

新建地下工程穿越既有桥梁结构的应力与变形监测是为了保证被穿越桥梁结构的安全。测点布置仅满足桥梁整体承载力及变形控制的要求,对于有特殊要求的桥梁监测,需根据实际情况确定监测内容和测点布置。

6. 城市轨道交通隧道

6.1 一般规定

6.1.1 新建地下工程穿越既有区间隧道，导致沿新建线路前进方向上的地层扰动和土体的损失，这必然会对地表周围环境造成一定的影响。地表的变形和围岩的物理性质有着密切的关系，随着围岩类别的降低，围岩的强度和自承能力降低，围岩松动圈向外扩展，土体间的压密变形增大，从而影响既有隧道结构的安全性、稳定性与耐久性，甚至影响到隧道内轨道结构的稳定性和平顺性。新建地下工程施工，导致围岩变形、沉降，波及既有区间隧道，使既有区间隧道结构发生剪切、拉伸和扭转变形，严重时导致既有隧道结构破坏，无法正常运营，甚至发生安全事故。

6.5 后加固

6.5.1 条件

在新线穿越施工过程中，最理想的情况是能采取有效措施对既有区间隧道结构的沉降和位移控制在不影响地铁正常运营的范围内。如果既有区间隧道结构受新建地铁施工的影响产生的裂缝、渗漏和沉降超过正常运营的既定控制标准，则应该对既有城市轨道交通设施进行相应的后加固与恢复。

6.5.2 要求

既有区间隧道的沉降超过正常运营的既定控制标准，会产生两种情况：一是对地铁区间隧道结构的安全性产生影响，进而导致地铁无法正常运营，这种情况下，既需要对既有地铁区间隧道进行加固修复，同时需要对沉降损失进行恢复；二是隧道结构处于安全状态，仅产生一定的裂缝和渗漏，但由于沉降超限，使轨道结构几何形位发生较大变化，进而影响轨道交通的正常运营，针对这种情况需要对裂缝和渗漏进行处理，同时对沉降损失进行恢复。

既有区间隧道结构沉降量超过既定限度，可以采用抬升技术对既有区间隧道结构进行抬升，按照作用对象的不同，对于隧道结构的抬升措施可分为直接措施和间接措施两类。

直接措施的基本原理就是采用钢筋混凝土桩、柱、梁等结构进行组合，在既有隧道下方施作，以代替新建隧道承受上方构筑物的重量，实现对既有隧道结构的受力托换，在此过程中设置若干支承点，通过对这些支承点的顶升设备（如千斤顶等）的启动，从而使既有隧道沿某一平面向上抬升，减小既有隧道沉降。常用方法有抬梁顶升法和静力压入桩法等。

间接措施的目的就是通过处理土体自身变形来达到恢复沉降的目的，常用措施有注浆等。在土体中注浆就是通过材料的膨胀产生压力从而达到对既有地铁结构的沉降进行恢复的目的。注浆可以分两

种，一种是在既有隧道内向下方注浆，一种在新建隧道内向上方注浆。根据实际情况，采用合适的加固技术。

对区间隧道结构产生的裂缝，根据后评估结果采取相应的处理措施，对于一般的结构裂缝可采用注环氧树脂填充的措施进行处理；对于对结构耐久性和强度影响较大的裂缝除可采用注环氧树脂填充外，根据需要采取措施对结构进行补强处理。

7. 城市轨道交通桥梁

7.1 一般规定

穿越工程对既有城市轨道交通高架桥的作用源于穿越工程施工所引起的地层位移,包括垂直和水平两个分量;桥梁桩基础的承载力由桩侧摩阻力和桩端摩阻力构成,桩是通过与地层的侧摩阻力和桩端阻力把上部荷载传递给地层的。而穿越工程邻近施工,必将影响到桩侧摩阻力和桩端阻力。

如果桩基较靠近穿越工程的开挖面,那么垂直方向的分量将会在桩基础上施加不利的负摩阻力,引起桩基的沉降并降低桩基的承载力。穿越工程水平轴下方的垂直方向的土体位移方向向上,会导致桩基有上抬的趋势,而水平的土体位移分量将向着穿越工程的轴线移动,会在桩基中引起侧向的变形和弯矩,桩基邻近穿越工程这一基本问题的示意图如图 6.1.1.2 所示。实际工程中单桩的情形较少,桥梁桩基几乎都以群桩的形式出现,在桩端顶部有承台。穿越工程施工对邻近群桩的影响较之对单桩的作用更为复杂。

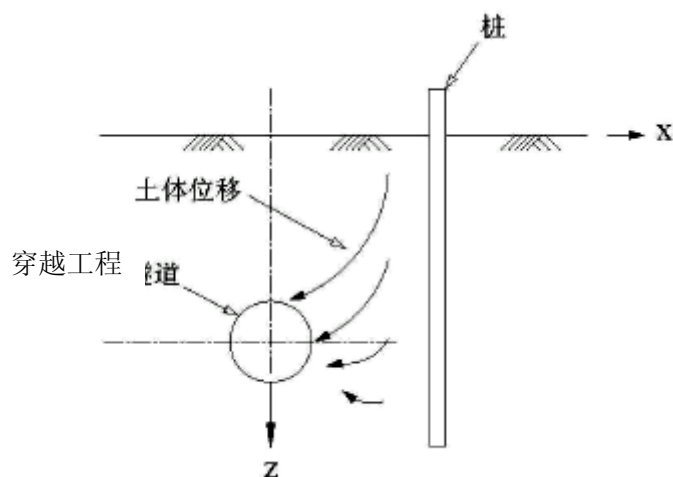


图 7.1 穿越工程施工对邻近桩基的影响示意

8. 城市轨道交通路基

8.1 一般规定

穿越对既有城市轨道交通地面线的影响是通过施工产生地层变形来传递的,改变了既有地层的初始应力状态与地下水状态,造成土层变形、地层损失以及和地层排水,使既有线路结构的外力条件和支撑状态发生变化而产生变形,导致基床和其上轨道结构的承载力、稳定性和耐久性下降,影响结构的功能和安全,进而影响到列车运营的舒适性与安全性。

8.2 前评估

8.2.1 调查

通过调查既有线路原设计图、竣工图、历次加固和改造设计图、事故处理报告、竣工验收文件及检查观测记录等文件资料,确定路基断面尺寸、路基高度、限界情况、路基设计荷载、抗震设防水平、湿度与温度环境等线路情况。

确定线路建成年代及日后变迁改造情况,主要工程材料、运营的列车车辆型号、荷载等级以及列车运行间隔等运营情况。

8.2.3 评估

1 前评估需要评估既有城市轨道交通设施结构承载能力。应按照强度控制进行验算,估算出结构的实际承载能力极限值;考虑一定的安全储备系数后,提出既有城市轨道交通路基结构承载能力控制值。

2 前评估需要评估既有城市轨道交通设施路基结构变形能力。应根据对结构承载能力的分析,评估结构抵抗变形的能力,考虑一定的安全储备系数后,提出既有城市轨道交通设施结构变形能力控制值。对于既有城市轨道交通地面线,结构变形能力除了受路基的承载能力控制外,还要受线路控制,即结构的变形不能影响安全运营。在同时受二者控制情况下,以取小为原则确定既有结构的变形能力控制值。

3 前评估需要评估既有城市轨道交通设施结构的允许水平位移、沉降和差异沉降。应根据列车安全运营对线路平曲率、纵坡、纵曲率的要求,依据轨道、道床、路基共同作用的机理,确定路基结构允许水平变形及差异沉降;考虑一定的安全储备系数后,提出既有城市轨道交通设施路基结构的允许水平位移、沉降和差异沉降的控制值。

8.4 第三方监测

8.4.3 监测频率和时间

长期积累并季节性显现出来的影响是指：已受到扰动的路基及隧道工程本身，随着气温、降水等环境因素的季节变化，隧道和地面线结构及其周围土体的稳定性的变化周期性地显现出来，并导致路基结构出现沉降变形。这是工程竣工后持续监测的内容。通常应按月进行，并持续一年以上（或一个四季轮回），且在雨季应加强监测。如果工程情况特殊，竣工后隐患较大，监测时间应不少于三年。