

DB 6101

西安市地方标准

DB 6101/T 3100—2021

城市轨道交通下穿铁路监测技术设计规范

Technical code for monitoring of urban rail transit
line on under crossing railway

2021-03-16 发布

2021-04-16 实施

西安市市场监督管理局 发布

前 言

根据西安市市场监督管理局《关于下达 2019 年第三批西安市地方标准制定项目计划的通知》（〔2019〕421 号）文件的要求，本规范由西安市轨道交通集团有限公司、中铁第六勘察设计院集团有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中电建（西安）轨道交通建设有限公司会同设计、施工、监测等单位共同编制。

本规范的编制经广泛调查研究，在总结西安城市轨道交通工程下穿铁路监测实践经验，参考有关标准，并在广泛征求意见的基础上，进行了讨论、修改和完善，最后经审查定稿。

本规范的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基础资料调查；4. 变形控制标准；5. 盾构法下穿铁路监测；6. 浅埋暗挖法下穿铁路监测；7. 顶管法下穿铁路监测；8. 监测成果及信息反馈。

本规范由西安市住房和城乡建设局归口管理，由西安市轨道交通集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议反馈给西安市轨道交通集团有限公司《城市轨道交通下穿铁路监测技术设计规范》编制组（地址：西安市凤城八路 126 号，邮编：710021，电话：029-89615080）。

本规范主编单位：西安市轨道交通集团有限公司

本规范参编单位：中铁第六勘察设计院集团有限公司

中铁第一勘察设计院集团有限公司

中电建（西安）轨道交通建设有限公司

本规范主要起草人员：宋 扬 杨晓强 刘东坡 王彦臻

周志强 赵 伟 廖 勇 胡自全

刘 斌 惠烨钧 翁木生 白阳阳

冯 辉 郭 辉 吴 升 张 忠

刘犬儒 栗慧珺

本规范主要审查人员：王百发 杨 明 郭荣科 姜雁飞

马 明 秦 宽 宋 娱 刘志千

目 次

1 总 则..... 1

2 术 语..... 2

3 基础资料调查..... 4

4 变形控制标准..... 5

5 盾构法下穿铁路监测..... 8

6 浅埋暗挖法下穿铁路监测..... 12

7 顶管法下穿铁路监测..... 16

8 监测成果及信息反馈..... 19

附录..... 21

本规范用词说明..... 26

引用标准名录..... 27

附：条文说明..... 29

Contents

1 General Provisions.....	1
2 Terms.....	2
3 Basic Data Investigation.....	4
4 Deformation Control Requirements.....	5
5 Monitoring of The Section of Shield Tunneling Method Construction on Under Crossing Railway	8
6 Monitoring of The Section of Shallow Buried Excavation Method Construction on Under Crossing Railway.....	12
7 Monitoring of The Section of Pipe Jacking Method Construction on Under Crossing Railway.....	16
8 Result Arrangement and Information Feedback of Monitoring.....	19
Appendix	11
Explanation of Wording in This Code	26
List of Quoted Standards.....	27
Addition:Explanation of Provisions.....	29

1 总 则

1.0.1 为西安城市轨道交通工程在下穿高速铁路、城际铁路、普速铁路、专用线、站场等监测设计过程中，贯彻执行国家相关技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于西安地区城市轨道交通工程盾构法、浅埋暗挖法、顶管法下穿铁路线路及站场等相关设施的监测设计。

1.0.3 城市轨道交通工程下穿铁路及站场等应进行监测。作业前，应编制合理的监测方案；监测方案，应进行方案论证；论证后，应严格组织实施并为动态设计、信息化施工和安全运营提供及时、准确、可靠的监测成果。

1.0.4 城市轨道交通工程下穿铁路及站场等应与既有铁路权属、运营管理部门沟通协调，结合铁路天窗期进行测点布设，相关单位应积极配合。

1.0.5 城市轨道交通工程下穿铁路及站场的监测设计与监测实施除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准与铁路部门及相关行业的技术规范、规程、养护标准等规定。

2 术 语

2.0.1 城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运系统，包括地铁、轻轨、单轨、有轨电车、磁悬浮、自动导向轨道、市域快速轨道系统。

2.0.2 监测 monitoring

采用仪器量测、现场巡查或远程视频监控等手段和方法，长期、连续地采集和收集反映工程施工、铁路运营线路结构以及周边环境对象的安全状态、变化特征及其发展趋势的信息，并进行分析、反馈的活动。

2.0.3 工程影响分区 influenced zone of construction

根据周围岩土体和周边环境受工程施工影响程度的大小而进行的区域划分。

2.0.4 浅埋暗挖法 shallow buried excavation method

在距离地表较近的地下进行各种类型地下洞室暗挖施工的一种方法。

2.0.5 盾构法 shield tunneling method

在岩土体内采用盾构开挖岩土修筑隧道的施工方法。

2.0.6 顶管法 pipe jacking method

借助顶推装置，将管道在地下逐节顶进的非开挖施工方法。

2.0.7 监测点 monitoring point

直接或间接设置在监测对象上，并能反映监测对象力学或变形特征的观测点。

2.0.8 监测频率 frequency of monitoring

给定时间内对监测点实施监测的次数。

2.0.9 监测控制值 limited value for monitoring

针对各监测项目的监测数据变化量所设定的受力或变形的设计允许值的限值。

2.0.10 监测预警值 forewarning value for monitoring

对监测项目所设定的警戒值。

2.0.11 站场 station yard

以车站为中心，线路的上行线和下行线两侧都设有进站信号机和出站信号机，以两侧进站信号机为界，包括到发场、旅客候车厅、调车场、咽喉区、维修区、检修区、牵出线、机车走行线等。

2.0.12 铁路线路安全保护区 safety protection zone of railway line

为防止外来因素对铁路列车运行的干扰，减少铁路运输安全隐患，保护国家的重要基础设施，在铁路沿线两侧一定范围内对影响铁路运输安全的行为进行限制而设置的特定区域。

2.0.13 监测基准 datum

为进行监测工作所确定和建立的起算点、起算面及其相应参数的总称。

3 基础资料调查

3.0.1 城市轨道交通工程下穿高速铁路、城际铁路、普速铁路、专用线及站场等监测设计前，应对铁路进行相关调查，并应分别包括以下内容：

- 1 搜集铁路竣工资料；
- 2 调查铁路设备设施及养护状况；
- 3 调查铁路构筑物和周边管线等；
- 4 掌握下穿段铁路的行车速度、间隔时间、天窗时间等信息；
- 5 高速铁路监测数据等；
- 6 其他相关数据资料。

3.0.2 城市轨道交通工程下穿铁路及站场前应查明工程地质、水文地质和环境边界条件等，对疑存地下障碍物的区域应进行探查。

4 变形控制标准

4.0.1 城市轨道交通工程下穿铁路及站场的设计方案，应符合下列规定：

- 1 下穿铁路时，线路平面宜与铁路线路正交或近似正交。宜避免下穿道岔区或减少下穿道岔数量。
- 2 下穿铁路应选择有砟道床段、桥梁段或预留的桩板结构段；下穿无砟道床段时，应进行专项设计。
- 3 联络通道等附属结构宜避免设置在主要影响区范围内，若在影响区范围内施工，应参照相应工法的监测技术标准。
- 4 应类比类似工程优化设计方案。

4.0.2 城市轨道交通工程下穿铁路及站场时，应根据下穿设计方案对影响区内铁路路基、桥梁、涵洞等主要建（构）筑物的填筑型式、基础类型、埋设深度等主要设计参数及铁路道床、附属设施进行分析并划分风险等级，制定相应的监测设计方案。

4.0.3 下穿铁路、站场段的预加固措施，应符合下列规定：

- 1 在条件允许时，宜对铁路轨道或地基进行预加固；
- 2 地面不具备预加固条件的，宜采用洞内加固措施；
- 3 下穿铁路及站场影响区前，宜设置试验段进行施工参数优化。

4.0.4 城市轨道交通工程下穿高速铁路、城际铁路、普速铁路、专用线及站场的沉降控制标准，应符合下列规定：

- 1 高速铁路、城际铁路、普速铁路、专用线及站场等的沉降控制标准，应在调查分析地质条件、线路结构形式，轨道结构形式和线路现状情况等的基础上，结合与工程的空间位置关系，进行必要的结构检测、计算分析和第三方安全性评估后确定；
- 2 依据国内及西安下穿铁路的工程实践，沉降控制标准宜分别符合表4.0.4-1和表4.0.4-2的规定；

表4.0.4-1 城际铁路、普速铁路及站场路基沉降控制标准

监测项目		沉降控制值（mm）	变化速率（mm/d）
路基沉降	有砟道床	≤15	≤1.5
	无砟道床	≤10	≤1.5

注：作业前，监测控制值需征得铁路主管部门的确认。

表4.0.4-2 高速铁路路基沉降控制标准

监测项目		沉降控制值（mm）	变化速率（mm/d）
路基沉降	有砟道床	≤10	≤1.5

	无砟道床	≤ 5	≤ 1.5
--	------	----------	------------

注：作业前，监测控制值需征得铁路主管部门的确认。

3 风险等级较低且无特殊要求的专用线路基沉降，可按现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）确定。专用线路基沉降控制值宜符合表4.0.4-3的规定，且路基差异沉降控制值宜小于0.04‰（Lt为沿铁路走向两监测点间距，12.5米 $\leq$ Lt $\leq$ 25米）；

表4.0.4-3 专用线路基沉降控制值

监测项目		累计值（mm）	变化速率（mm/d）
路基沉降	无砟道床	10~20	1.5
	有砟道床	20~30	1.5

4 桥梁监测项目控制值应在调查分析桥梁规模、结构形式、基础类型、建筑材料、养护情况等的基础上，结合与工程的空间位置关系、已有沉降、差异沉降和倾斜以及既有经验，通过结构检测、计算分析和第三方安全性评估后确定。墩台顶控制值应符合表4.0.4-4的规定；

表4.0.4-4 墩台顶控制值（单位：mm）

轨道类型	墩台顶位移		
	横向水平位移	纵向水平位移	竖向位移
有砟轨道	3	3	3
无砟轨道	2	2	2

5 下穿旅客地道及涵洞时，沉降控制标准应与相连的铁路路基相一致；

6 普速铁路轨道几何尺寸容许偏差值，应按铁运印发《铁路线路修理规则》的要求进行控制，见附录；

7 位于城市轨道交通工程下穿影响区内的高速铁路接触网杆支柱水平位移、竖向位移控制值不宜大于10mm，接触网杆倾斜控制值不宜大于0.5%；还应按照《高速铁路接触网运行检修暂行规程》的要求结合铁路部门维修天窗期进行人工巡视；人工巡视时应观察有无侵入限界、有无妨碍机车车辆运行的障碍，有无支柱破损或变形的情况；

8 位于城市轨道交通工程影响范围内的转辙机、信号机因专业性较强，宜根据铁路维护标准确定；

9 铁路灯塔沉降不应超过+10mm~-20mm的范围，倾斜率累计不应大于8%，对其它设备进行监控量测，宜根据铁路维护标准确定。

4.0.5 城市轨道交通工程下穿铁路的监测方法和技术要求，应按现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）执行。

4.0.6 下穿铁路运营线路基段，列车若限速通过，可根据工程需要调整沉降控制标准。

4.0.7 下穿铁路工程监测宜建立监测预警等级和预警标准，监测预警等级划分采用控制值的 70%、85% 和 100%，预警分级标准应符合表 4.0.7 的规定。

表 4.0.7 监测预警分级标准

预警级别	预警级别预警状态描述
黄色预警	变形监测的绝对值和速率值双控指标均达到控制值的 70%；或双控指标之一达到控制值的 85%。
橙色预警	变形监测的绝对值和速率值双控指标均达到控制值的 85%；或双控指标之一达到控制值。
红色预警	变形监测的绝对值和速率值双控指标均达到控制值。

4.0.8 对于已预警监测点位，当变形速率趋于稳定后，可根据现场施工情况逐步降低监测频率，直至恢复正常监测，并及时消警。

5 盾构法下穿铁路监测

5.0.1 变形监测基准点、工作基点的布置，应符合下列规定：

- 1 基准点应布设在施工影响范围以外的稳定区域，且每个监测工程的竖向位移观测的基准点不应少于3个，水平位移观测的基准点不应少于4个；
- 2 当基准点距离所监测工程较远致使监测作业不方便时，宜设置工作基点；工作基点应与基准点联测；
- 3 基准点和工作基点应在工程施工前埋设，并应埋设在相对稳定土层内或沉降影响区以外稳定的建（构）筑物结构上，经观测确定稳定后再使用；
- 4 监测期间，基准点应按要求定期复测。

5.0.2 盾构法下穿铁路段的监测宜根据铁路运营现状、影响范围、天窗期及监测频率等选择合适的监测方式。高速铁路及不具备人工监测条件的区段，宜采用局部自动化监测。

5.0.3 盾构法下穿铁路工程影响区的划分宜根据隧道结构的底板埋深、地质条件和工程经验等综合确定，并应符合表5.0.5的规定。

表5.0.5 盾构法隧道周边影响分区表

受隧道影响程度分区	范围
主要影响区（Ⅰ）	隧道正上方及外侧 0.7H 范围内
次要影响区（Ⅱ）	隧道外侧 0.7H~1.0H 范围内
一般影响区（Ⅲ）	隧道外侧 1.0H~1.5H 范围内

注1：H—盾构法施工隧道底板的埋深。

5.0.4 监测点布置，应符合下列规定：

- 1 轨道监测点，沿轨道纵向宜每3m布置一组监测点，每组监测点分别布设于轨枕、无砟道床或两根轨道上，两根轨道监测点连线垂直于对应轨道，监测轨道的轨距、高低、水平、三角坑等项目。要求测点牢固，不得影响线路行车运行安全；
- 2 道岔监测点，应结合道岔结构形式，在轨枕或道床基础上间距不大于3m布置测点，对于岔心、尖轨位置宜增加监测断面，不得影响线路行车运行安全；
- 3 转辙机监测点，应在转辙机基础上布置1个测点，且不得影响转辙机的正常使用；

4 接触网立柱、高压电杆立柱监测点，应每根立柱均上下各布置1个测点，上部监测点应布设在接触网带电体安全范围之外（一般不少于2m），下部监测点宜布设在基础底座上；

5 信号灯立柱监测点，宜根据形式布置1~2个测点；

6 地面沉降监测点，应监测点应沿隧道轴线上方地表布设，间隔不大于5m；垂直于隧道轴线布设横向监测断面，间隔不大于10m。监测断面内测点位于主要影响区时间距不宜大于5m，位于次要影响区时间距不宜大于10m。布设的范围为从线路中心往外到一般影响区边缘，当与铁路轨行区平面位置冲突时，宜布置在非道床位置；

7 土体分层竖向位移监测，可根据工程需要进行布置；

8 现场条件允许时，轨道监测点与地表监测点宜处于同一里程；

9 监测点应根据现场情况、仪器位置，在满足通视要求的情况下合理布置。

5.0.5 盾构法下穿高速铁路、城际铁路、普速铁路、专用线及站场施工期间，监测应分为试验段监测、下穿施工监测及工后监测等阶段；施工前，应进行初始数据采集。

5.0.6 盾构法下穿城际铁路、普速铁路及专用线前50m，应进行影响区范围内监测项目的初始数据采集。试验段监测，在盾构刀盘至铁路最外边线的距离 $L \geq 5D$ 时，监测频率应分别符合表5.0.6-1和表5.0.6-2的规定。

表5.0.6-1 盾构法下穿城际铁路、普速铁路及专用线时自动化监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$3D < L \leq 8D$	1次/12h
		$L \leq 3D$	1次/6h
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	1次/4h
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq 3D$	1次/6h
		$3D < L \leq 8D$	1次/12h

注：D-盾构法隧道开挖直径（m）；L-开挖面至监测点或监测断面的水平距离（m）；h-小时。

表5.0.6-2 盾构法下穿城际铁路、普速铁路、专用线时人工监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$3D < L \leq 8D$	1次/1d
		$L \leq 3D$	2次/1d
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	3次/1d
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq 3D$	2次/1d
		$3D < L \leq 8D$	1次/1d

注：D-盾构法隧道开挖直径（m）；L-开挖面至监测点或监测断面的水平距离（m）；d-天。

5.0.7 盾构法下穿高速铁路时，距铁路安全保护区前100m，应完成相关监测点的初始数据采集。试验段监测，在盾构刀盘至铁路安全保护区最外边线的距离 $L \geq 5D$ 时，监测频率应分别符合表5.0.7-1、表5.0.7-2的规定。

表5.0.7-1 盾构法下穿高速铁路时自动化监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$3D < L \leq 8D$	1次/8h
		$L \leq 3D$	1次/4h
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	1次/2h
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq 3D$	1次/4h
		$3D < L \leq 8D$	1次/8h

注：D-盾构法隧道开挖直径（m）；L-开挖面至监测点或监测断面的水平距离（m）；h-小时。

表5.0.7-2 盾构法下穿高速铁路时人工监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$3D < L \leq 8D$	2次/1d
		$L \leq 3D$	3次/1d
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	3次/1d
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq 3D$	3次/1d
		$3D < L \leq 8D$	2次/1d

注：D-盾构法隧道开挖直径（m）；L-开挖面至监测点或监测断面的水平距离（m）；d-天。

5.0.8 盾构法下穿站场时，距站场前50m应完成初始数据采集。试验段监测，在盾构刀盘至铁路最外边线的距离 $L \geq 5D$ 时，监测频率应分别符合表5.0.8-1和表5.0.8-2的规定。

表5.0.8-1 盾构法下穿站场时自动化监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$3D < L \leq 8D$	1次/8h
		$L \leq 3D$	1次/4h
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	1次/2h
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq 3D$	1次/4h
		$3D < L \leq 8D$	1次/8h

注：D-盾构法隧道开挖直径（m）；L-开挖面至监测点或监测断面的水平距离；h-小时。

表5.0.8-2 盾构下穿站场时人工监测频率表

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
------	------	-----------------	------

开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$3D < L \leq 8D$	2次/1d
		$L \leq 3D$	3次/1d
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	3次/1d
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq 3D$	3次/1d
		$3D < L \leq 8D$	2次/1d

注：D-盾构法隧道开挖直径（m）；L-开挖面至监测点或监测断面的水平距离（m）；d-天。

5.0.9 铁路接触网杆变形、灯塔、信号机及转辙机变形监测频率，宜与沉降监测频率相同。

5.0.10 铁路轨道监测项目应包含轨道静态几何尺寸，含轨距、水平、高低、轨向及三角坑扭曲等。

5.0.11 监测项目的延续时间，应在下穿通过8D后，连续监测100d，当最后100d的最大沉降速率小于0.01~0.04mm/d时，可认为达到稳定状态，监测频率应符合表5.0.11的规定。

表5.0.11 监测项目延续时间监测频率表

监测次数	间隔时间
第1次~第2次	7d
第2次~第3次	15d
第3次~第6次	30d

注：D-盾构法隧道开挖直径（m）；d-天。

5.0.12 限速条件下，可根据工程需要降低监测频率。

5.0.13 工程施工期间，现场巡查每天不宜少于一次，并应做好巡查记录，在关键工况、特殊天气等情况下应增加巡查次数。

6 浅埋暗挖法下穿铁路监测

6.0.1 变形监测基准点、工作基点的布置，应符合下列规定：

- 1 基准点应布设在施工影响范围以外的稳定区域，且每个监测工程的竖向位移观测的基准点不应少于3个，水平位移观测的基准点不应少于4个；
- 2 当基准点距离所监测工程较远致使监测作业不方便时，宜设置工作基点；工作基点应与基准点联测；
- 3 基准点和工作基点应在工程施工前埋设，并应埋设在相对稳定土层内或沉降影响区以外稳定的建（构）筑物结构上，经观测确定稳定后再使用；
- 4 监测期间，基准点应按要求定期复测。

6.0.2 浅埋暗挖法下穿铁路段的监测宜根据铁路运营现状、影响范围、天窗期、监测频率等选择合适的监测方式。高速铁路及不具备人工监测条件的区段，宜采用局部自动化监测。

6.0.3 浅埋暗挖法下穿铁路工程影响区的划分，宜根据隧道结构的底板埋深、地质条件和工程经验等综合确定，应符合表6.0.3的规定。

表6.0.3 浅埋暗挖法隧道周边影响分区表

受隧道影响程度分区	范围
主要影响区（Ⅰ）	隧道正上方及外侧 0.7H 范围内
次要影响区（Ⅱ）	隧道外侧 0.7H~1.0H 范围内
一般影响区（Ⅲ）	隧道外侧 1.0H~1.5H 范围内

注1：H—浅埋暗挖法施工隧道底板埋深。

6.0.4 监测点布置按本规范5.0.4条的规定执行。

6.0.5 浅埋暗挖法下穿城际铁路、普速铁路及专用线时，监测频率宜满足下列要求：

- 1 浅埋暗挖法下穿城际铁路、普速铁路及专用线时，自动化监测频率应符合表6.0.5-1的规定；

表6.0.5-1 浅埋暗挖法下穿城际铁路、普速铁路及专用线时自动化监测频率表

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$2B < L \leq 5B$	1次/6h
		$L \leq 2B$	1次/4h
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	1次/2h

开挖面后方	初期支护结构、周围岩土体和周边环境	$L \leq 2B$	1次/4h
		$2B < L \leq 5B$	1次/6h

注1：B-浅埋暗挖法隧道或导洞开挖宽度(m)；L-开挖面至监测断面的水平距离(m)；h-小时；

注2：当拆除临时支撑时应增大监测频率。

2 浅埋暗挖法隧道人工监测时，监测频率应符合表6.0.5-2的规定，鉴于施工时主要步序转换或不同工法转换期间风险较大，监测频率宜加大1倍。

表6.0.5-2 浅埋暗挖法下穿城际铁路、普速铁路、专用线时人工监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$2B < L \leq 5B$	1次/2d
		$L \leq 2B$	2次/1d
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	3次/1d
开挖面后方	初期支护结构、周围岩土体和周边环境	$L \leq 1B$	(1次~2次)/1d
		$1B < L \leq 2B$	1次/1d
		$2B < L \leq 5B$	1次/2d
		$L > 5B$	1次/(3d~7d)

注1：B-浅埋暗挖法隧道或导洞开挖宽度(m)；L-开挖面至监测断面的水平距离(m)；h-小时；

注2：当拆除临时支撑时应增大监测频率。

6.0.6 浅埋暗挖法下穿高速铁路，监测频率应符合下列规定：

1 浅埋暗挖法下穿高速铁路时，自动化监测频率应符合表6.0.6-1的规定。

表6.0.6-1 浅埋暗挖法下穿高速铁路时自动化监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$2B < L \leq 5B$	1次/12h
		$L \leq 2B$	1次/6h
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	1次/4h
开挖面后方	初期支护结构、周围岩土体和周边环境	$L \leq 2B$	1次/6h
		$2B < L \leq 5B$	1次/12h

注1：B-浅埋暗挖法隧道或导洞开挖宽度(m)；L-开挖面至监测断面的水平距离(m)；h-小时；

注2：当拆除临时支撑时应增大监测频率。

2 浅埋暗挖法下穿高速铁路时，人工监测频率应符合表6.0.6-2的规定。

表6.0.6-2 浅埋暗挖法下穿高速铁路时人工监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$2B < L \leq 5B$	1次/1d
		$L \leq 2B$	2次/1d
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	3次/1d
开挖面后方	初期支护结构、周围岩土体和周边环境	$L \leq 1B$	2次/1d
		$1B < L \leq 2B$	1次/1d
		$2B < L \leq 5B$	1次/2d
		$L > 5B$	1次/（3d~7d）

注1：B—浅埋暗挖法隧道或导洞开挖宽度(m)；L—开挖面至监测断面的水平距离（m）；d—天。

注2：当拆除临时支撑时应增大监测频率。

6.0.7 浅埋暗挖法下穿站场，监测频率应符合下列规定：

1 浅埋暗挖法下穿站场时，自动化监测频率应符合表6.0.7-1的规定。

表6.0.7-1 浅埋暗挖法下穿站场时自动化监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$2B < L \leq 5B$	1次/12h
		$L \leq 2B$	1次/8h
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	1次/4h
开挖面后方	初期支护结构、周围岩土体和周边环境	$L \leq 2B$	1次/8h
		$2B < L \leq 5B$	1次/12h

注1：B—浅埋暗挖法隧道或导洞开挖宽度(m)；L—开挖面至监测断面的水平距离（m）；h—小时。

注2：当拆除临时支撑时应增大监测频率。

2 浅埋暗挖法下穿站场时，人工监测频率应符合表6.0.7-2的规定。

表6.0.7-2 浅埋暗挖法下穿站场时人工监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$2B < L \leq 5B$	1次/2d
		$L \leq 2B$	2次/1d
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	3次/1d
开挖面后方	初期支护结构、周围岩土体	$L \leq 2B$	2次/1d

	和周边环境	$2B < L \leq 5B$	1次/1d
--	-------	------------------	-------

注1: B-浅埋暗挖法隧道或导洞开挖宽度(m); L-开挖面至监测断面的水平距离 (m); d-天;

注2: 当拆除临时支撑时应增大监测频率。

3 浅埋暗挖法下穿站场时,站场内如存在越行线,监测频率应参考本规范6.0.5条和6.0.6条的规定。

6.0.8 铁路接触网杆变形、灯塔、信号机及转辙机变形监测频率,宜与沉降监测频率相同。

6.0.9 铁路轨道监测项目应包含轨道静态几何尺寸,含轨距、水平、高低、轨向及三角坑扭曲等。

6.0.10 监测项目的延续时间,应在下穿通过5B后,应连续监测不少于100d,当最后100d的最大沉降速率小于 $0.01 \sim 0.04 \text{ mm/d}$ 时,可认为达到稳定状态,监测频率应符合表6.0.10的规定。

表6.0.10 监测项目延续时间监测频率表

监测次数	间隔时间
第1次~第2次	7d
第2次~第3次	15d
第3次~第6次	30d

注: B-浅埋暗挖法隧道或导洞开挖宽度(m); d-天。

6.0.11 限速条件下,可根据工程需要降低监测频率。

6.0.12 工程施工期间,现场巡查每天不宜少于一次,并应做好巡查记录,在关键工况、特殊天气等情况下应增加巡查次数。

7 顶管法下穿铁路监测

7.0.1 变形监测基准点、工作基点的布设应符合下列规定：

- 1 基准点应布设在施工影响范围以外的稳定区域，且每个监测工程的竖向位移观测的基准点不应少于3个，水平位移观测的基准点不应少于4个；
- 2 当基准点距离所监测工程较远致使监测作业不方便时，宜设置工作基点；工作基点应与基准点联测。
- 3 基准点和工作基点应在工程施工前埋设，并应埋设在相对稳定土层内或沉降影响区以外稳定的建（构）筑物结构上，经观测确定稳定后再使用；
- 4 监测期间，基准点应按要求定期复测。

7.0.2 顶管法下穿铁路段的监测宜根据铁路运营现状、影响范围、天窗期、监测频率等选择合适的监测方式。高速铁路及不具备人工监测条件的区段，宜采用局部自动化监测。

7.0.3 顶管法下穿铁路工程影响区的划分，宜根据隧道结构的底板埋深、地质条件和工程经验等综合确定，应符合表7.0.3的规定。

表7.0.3 顶管法周边影响分区表

受顶管影响程度分区	范围
主要影响区（Ⅰ）	顶管正上方及外侧 0.7H 范围内
次要影响区（Ⅱ）	顶管外侧 0.7H~1.0H 范围内
一般影响区（Ⅲ）	顶管外侧 1.0H~1.5H 范围内

注：H—顶管法管节底的埋深。

7.0.4 监测点布置按本规范5.0.4条的规定执行。

7.0.5 下穿普速铁路时，监测应分为下穿施工监测及工后监测等阶段；施工前，应进行初始数据采集。

- 1 顶管法下穿城际铁路、普速铁路及专用线时，自动化监测频率应符合表7.0.5-1的规定。

表7.0.5-1 顶管法下穿城际铁路、普速铁路及专用线时自动化监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$1B < L \leq 2B$	1次/1d
		$L \leq 1B$	2次/1d
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	3次/1d
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq B$	2次/1d
		$1B < L \leq 2B$	1次/1d

注：B—顶管管节总宽度(m)；D—天；

2 顶管法下穿城际铁路、普速铁路及专用线时，人工监测频率应符合表7.0.5-2的规定。

表7.0.5-2 顶管法下穿城际铁路、普速铁路及专用线时人工监测频率表

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$1B < L \leq 2B$	1次/2d
		$L \leq 1B$	1次/1d
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	2次/1d
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq B$	1次/1d
		$1B < L \leq 2B$	1次/2d

注：B—顶管管节总宽度(m)；L—开挖面至监测点或监测断面的水平距离(m)；d—天；

7.0.6 顶管法下穿高速铁路时，监测应分为下穿施工监测及工后监测等阶段；施工前，应进行初始数据采集。

1 顶管法下穿高速铁路时，自动化监测频率应符合表7.0.6-1的规定。

表7.0.6-1 顶管法下穿高速铁路时自动化监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$1B < L \leq 2B$	1次/12h
		$L \leq 1B$	1次/8h
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	1次/4h
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq B$	1次/8h
		$1B < L \leq 2B$	1次/12h

注：B—顶管管节总宽度(m)；h—小时；

2 顶管法下穿高速铁路时，人工监测频率应符合表7.0.6-2的规定。

表7.0.6-2 顶管法下穿高速铁路时人工监测频率表

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$1B < L \leq 2B$	1次/2d
		$L \leq 1B$	2次/1d
开挖通过时	周围岩土体和周边环境	下穿时	3次/1d
开挖通过后	周围岩土体和周边环境	$L \leq B$	2次/1d
		$1B < L \leq 2B$	1次/2d

注：B—顶管管节总宽度(m)；L—开挖面至监测点或监测断面的水平距离(m)；d—天；

7.0.7 铁路接触网杆变形、灯塔、信号机及转辙机变形监测频率，宜与沉降监测频率相同。

7.0.8 铁路轨道监测项目应包含轨道静态几何尺寸，含轨距、水平、高低、轨向及三角坑扭曲等。

7.0.9 监测项目的延续时间，应在下穿通过2B后，连续监测不少于100d，当最后100d的最大沉降速率小

于0.01~0.04mm/d时，可认为达到稳定状态，监测频率应符合表7.0.9的规定。

表7.0.9 监测项目延续时间监测频率表

监测次数	间隔时间
第1次~第2次	7d
第2次~第3次	15d
第3次~第6次	30d

注：B—顶管管节总宽度(m)；d—天。

7.0.10 限速条件下，可根据工程需要降低监测频率。

7.0.11 工程施工期间，现场巡查每天不宜少于一次，并应做好巡查记录，在关键工况、特殊天气等情况下应增加巡查次数。

8 监测成果及信息反馈

8.0.1 监测成果应包括现场实测资料和室内数据处理成果两大类。在阶段性及全过程的监测工作完成后，应形成书面文字报告，并对阶段性及全过程的监测工作进行总结、分析，给出相关分析结论和建议。

8.0.2 现场监测应对不同监测项目的数据准确记录，自动化监测应保存相应的电子数据；应定期进行现场巡查并做好记录；如有远程视频监控，应保存相关视频监控录像资料。

8.0.3 现场作业完成后，应对各类数据进行整理、分析和校对，并应进行质量检查，当发现数据异常时应及时分析原因并进行复测。

8.0.4 监测报告包括日报、警情快报、阶段性报告和总结报告。报告应以表格、图形等形象直观的方式表达监测对象的安全状态，并应符合下列规定：

1 当日监测工作完成后，应及时整理、分析各类监测数据并形成日报，及时反馈给相关单位，做到信息化施工；

2 当出现警情时，应出具警情快报，迅速上报相关部门。警情快报包括时间、地点、情况描述、严重程度等内容，并应进行初步判断，提出相应的处置建议。信息反馈流程应按图8.0.4执行；

3 阶段性报告包括周报、月报等，是一定时间段各类监测成果的总结和分析，应反映工程整体的变化规律、发展趋势，为施工提供阶段性指导；

4 监测工作完成后，应提交监测总结报告，包括监测数据、巡查信息、分析评价、结论与建议等。

5 监测报告应按相关规范及要求编制。

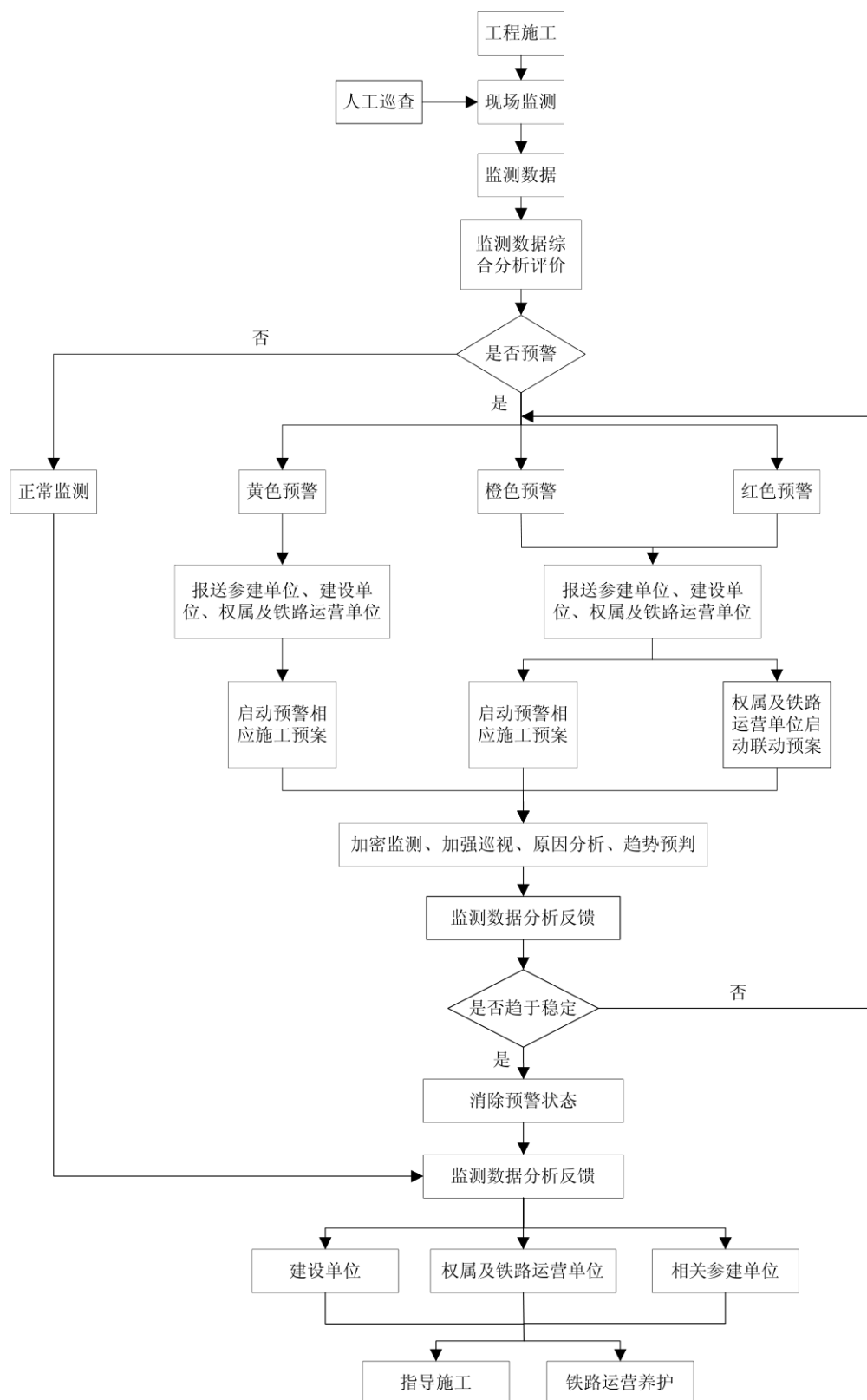


图 8.0.4 监测信息反馈流程图

附 录
(规范性)
《铁路线路修理规则》

表A.0.1 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值 (mm)

项 目		160km / h< v _{max} 正线				120km / h< v _{max} ≤160km / h 正线				80km / h< v _{max} ≤ 120km / h 正线				v _{max} ≤80km / h 正线及到发线				其它站线			
		作业 验收	计划 维修	临时 补修	限速 (160km / h)	作业 验收	计划 维修	临时 补修	限速 (160km / h)	作业 验收	计划 维修	临时 补修	限速 (80km / h)	作业 验收	计划 保养	临时 补修	限速 (45km / h)	作业 验收	计划 维修	临时 补修	封 锁
轨距		+2 -2	+4 -3	+6 -4	+8 -6	+4 -2	+6 -4	+8 -6	+14 -7	+6 -2	+7 -4	+14 -7	+16 -8	+6 -2	+7 -4	+16 -8	+19 -9	+6 -2	+9 -4	+19 -4	+21 -10
水平		3	5	8	10	4	6	10	14	4	6	14	17	4	6	17	20	5	8	11	22
高低		3	5	8	11	4	6	11	15	4	6	15	19	4	6	19	22	5	8	11	24
轨向(直线)		3	4	7	9	4	6	9	12	4	6	12	15	4	6	15	18	5	8	11	20
三角坑 (扭曲)	缓和曲线	3	4	5	6	4	5	6	7	4	5	7	8	4	6	8	9	5	7	8	10
	直线和圆曲线	3	4	6	8	4	6	8	11	4	6	11	13	4	6	13	15	5	8	10	16

注：轨距偏差不含曲线上按规定设置的轨距加宽值，但最大轨距(含加宽值)。

表 A.0.2 道岔轨道静态几何尺寸容许偏差管理值 (mm)

项 目		160km / h < v _{max} 正线			120 km / h < v _{max} ≤ 160 km / h 正线			80 km / h < v _{max} ≤ 120 km / h 正线			v _{max} ≤80 km / h 正线及到发线			其它站线		
		作业 验收	计划 维修	临时 补修	作业 验收	计划 维修	临时 补修	作业 验收	计划 维修	临时 补修	作业 验收	计划 维修	临时 补修	作业 验收	计划 维修	临时 补修
轨距		+2 -2	+4 -2	+5 -2	+3 -2	+4 -2	+6 -2	+3 -2	+5 -3	+6 -3	+3 -2	+5 -3	+6 -3	+3 -2	+5 -3	+6 -3
水平		3	5	7	4	5	8	4	6	8	4	6	9	6	8	10
高低		3	5	7	4	5	8	4	6	8	4	6	9	6	8	10
轨向	直线	3	4	6	4	5	8	4	6	8	4	6	9	6	8	10
	支距	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
三角坑(扭曲)		3	4	6	4	6	8	4	6	8	4	6	9	5	8	10

1 高速铁路无砟轨道平顺性应符合静态几何尺寸容许偏差，按高速铁路无砟轨道线路维修标准进

行，具体详见表A.1.1、A.1.2。

表 A.1.1 200~250km/h 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值 (mm)

项目	作业验收	经常保养	临时补修	限速 (160km/h)
轨 距 (mm)	+1 -1	+4 -2	+6 -4	+8 -6
水 平 (mm)	2	5	8	10
高 低 (mm)	2	5	8	11
轨向 (直线) (mm)	2	4	7	9
扭曲 (mm/3m)	2	4	6	8
轨距变化率	1/1500	1/1000	/	/

注 1: 高低和轨向偏差为 10m 及以下弦测量的最大矢度值;

注 2: 扭曲偏差不含曲线超高顺坡造成的扭曲量。

表 A.1.2 250 (不含) ~350 km/h 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值 (mm)

项 目	作业验收	经常保养	临时补修	限速 (200km/h)
轨 距 (mm)	+1 -1	+4 -2	+5 -3	+6 -4
水 平 (mm)	2	4	6	7
高 低 (mm)	2	4	7	8
轨向 (直线) (mm)	2	4	5	6
扭曲 (mm/3m)	2	3	5	6
轨距变化率	1/1500	1/1000	/	/

注 1: 高低和轨向偏差为 10m 及以下弦测量的最大矢度值;

注 2: 扭曲偏差不含曲线超高顺坡造成的扭曲量。

2 高速铁路无砟轨道道岔区平顺性,应符合道岔区静态几何尺寸容许偏差,按高速铁路无砟轨道线路维修标准进行,具体详见表A.2.1、A.2.2。

表 A.2.1 200~250km/h 道岔静态几何尺寸容许偏差管理值 (mm)

项 目		作业验收	经常保养	临时补修	限速 (160km/h)
轨 距 (mm)		+1	+4	+5	+8
		-1	-2	-2	-6
水 平 (mm)		2	5	7	10
高 低 (mm)		2	5	7	11
轨 向 (mm)	直 股	2	4	6	9
	支 距	2	3	4	/
扭 曲 (mm/3m)		2	4	6	8
轨距变化率		1/1500	1/1000	/	/

注 1: 支距偏差为实际治具与计算支距之差, 导曲线支距测量应从尖轨跟端开始直至道岔导曲线结束;

注 2: 导曲线下股高于上股的限值: 12 号道岔作业验收为 2mm, 经常保养为 3mm, 临时补修为 5mm; 18 号及以上道岔作业验收为 0mm, 经常保养为 2mm, 临时补修为 3mm。

表 A.2.2 250 (不含)~350km/h 道岔静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目		作业验收	经常保养	临时补修	限速 (200km/h)
轨 距(mm)	岔 区	+1	+4	+5	+6 -4
		-1	-2	-2	
	尖轨尖	+1	+2	+3	
		-1	-2	-2	
水 平(mm)		2	4	6	7
高 低(mm)		2	4	7	8
轨 向(mm)	直 股	2	4	5	6
	支 距	2	3	4	/
扭 曲 (mm/3m)		2	3	5	6
轨距变化率		1/1500	1/1000	/	/

注 1: 支距偏差为实际治具与计算支距之差;

注 2: 导曲线下股高于上股的限值: 18 号及以上道岔作业验收为 0mm, 经常保养为 2mm, 临时补修为 3mm。

3 高速铁路有砟轨道静态几何尺寸容许偏差, 应按高速铁路有砟轨道线路维修标准进行, 具体详见表 A.3.1、A.3.2。

表 A.3.1 200~250km/h 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值 (mm)

项 目	作业验收	经常保养	临时补修	限速 (160km/h)
轨 距 (mm)	+2	+4	+6	+8
	-2	-2	-4	-6
水 平 (mm)	3	5	8	10
高 低 (mm)	3	5	8	11
轨向 (直线) (mm)	3	4	7	9

扭曲 (mm/3m)	3	4	6	8
轨距变化率	1/1500	1/1000	/	/

注 1: 高低和轨向偏差为 10m 及以下弦测量的最大矢度值;

注 2: 扭曲偏差不含曲线超高顺坡造成的扭曲量。

表 A. 3. 2 250 (不含) ~300km/h 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值 (mm)

项 目	作业验收	经常保养	临时补修	限速 (200km/h)
轨 距 (mm)	+1	+4	+5	+6
	-1	-2	-3	-4
水 平 (mm)	2	4	6	7
高 低 (mm)	2	4	7	8
轨 向 (直线) (mm)	2	4	5	6
扭 曲 (mm/3m)	2	3	5	6
轨距变化率	1/1500	1/1000	/	/

注 1: 高低和轨向偏差为 10m 及以下弦测量的最大矢度值;

注 2: 扭曲偏差不含曲线超高顺坡造成的扭曲量。

4 高速铁路有砟道岔静态几何尺寸容许偏差, 应按高速铁路无砟轨道线路维修标准进行, 具体详见表 A. 4. 1、A. 4. 2。

表 A. 4. 1 200~250km/h 道岔静态几何尺寸容许偏差管理值 (mm)

项 目	作业验收	经常保养	临时补修	限速 (160km/h)
轨 距 (mm)	+2	+4	+5	+8
	-2	-2	-2	-6
水 平 (mm)	3	5	7	10
高 低 (mm)	3	5	7	11
轨 向 (mm)	直 股	3	4	6
	支 距	2	3	4
扭 曲 (mm/3m)	3	4	6	8
轨距变化率	1/1500	1/1000	/	/

注 1: 支距偏差为实际治具与计算支距之差, 导曲线支距测量应从尖轨跟端开始直至道岔导曲线结束;

注 2: 导曲线下股高于上股的限值: 12 号道岔作业验收为 2mm, 经常保养为 3mm, 临时补修为 5mm; 18 号及以上道岔作业验收为 0mm, 经常保养为 2mm, 临时补修为 3mm;

注 3: 轨距偏差不含构造轨距加宽。

表 A. 4. 2 250（不含）～300km/h 道岔静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目		作业验收	经常保养	临时补修	限速 (200km/h)
轨 距(mm)	岔 区	+1	+4	+5	+6 -4
		-1	-2	-2	
	尖轨尖	+1	+2	+3	
		-1	-2	-2	
水 平(mm)		2	4	6	7
高 低(mm)		2	4	7	8
轨 向(mm)	直 股	2	4	5	6
	支 距	2	3	4	/
扭 曲 (mm/3m)		2	3	5	6
轨距变化率		1/1500	1/1000	/	/

注 1：支距偏差为实际治具与计算支距之差；

注 2：导曲线下股高于上股的限值：18 号及以上道岔作业验收为 0mm，经常保养为 2mm，临时补修为 3mm。

注 3：轨距偏差不含构造轨距加宽量。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，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：

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：

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：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911
- 2 《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308
- 3 《建筑变形测量规范》JGJ8
- 4 《铁路营业线施工安全管理办法》TG/GW 106
- 5 《铁路轨道工程施工质量验收标准》TB 10413
- 6 《高速铁路设计规范》TB 10621
- 7 《普速铁路线路修理规则》TG/GW 102
- 8 《高速铁路轨道工程施工质量验收标准》TB 10754
- 9 《铁路隧道设计规范》TB 10003
- 10 《铁路隧道监控量测技术规程》TB 10121
- 11 《公路与市政工程下穿高速铁路技术规程》TB 10182
- 12 《铁路安全管理条例》（国务院令第639号）
- 13 《高速铁路安全防护管理办法》（交通运输部令2020年第8号）
- 14 《高速铁路无砟轨道线路维修规则（试行）》（铁运〔2012〕83号）
- 15 《高速铁路有砟轨道线路维修规则（试行）》（铁运〔2013〕29号）
- 16 《普速铁路接触网运行维修规则》（铁总运〔2017〕9号）
- 17 国家其他相关技术规范

西安市地方标准

城市轨道交通下穿铁路监测技术设计规范

DB6101/T 3100—2021

条文说明

编制说明

《城市轨道交通下穿铁路监测技术设计规范》DBJ61-XX-2021, 经XXXX批准、发布。

本规范编制过程中, 编制组广泛调研和分析了西安轨道交通下穿铁路监测技术设计要求、经验总结和其他相关技术资料, 总结了西安城市轨道交通建设以来相关科研和下穿高速铁路、城际铁路、普速铁路、专用线、站场等监测设计各类成果。同时参考了国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB 50911)。吸收了国内下穿高速铁路、城际铁路、普速铁路、专用线、站场等相关行业工程监测的先进理念和最新研究成果, 通过调研、征求意见及专家咨询, 取得了适合西安地区下穿铁路的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研和高校有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定, 《城市轨道交通下穿铁路监测技术设计规范》编制组按章、节、条、款顺序编制了条文说明, 对条文规定的目的、依据和执行中需注意的问题进行了说明。但是, 本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则..... 32

2 术 语..... 33

3 基础资料调查..... 34

4 变形控制标准..... 35

5 盾构法下穿铁路监测..... 36

6 浅埋暗挖法下穿铁路监测..... 37

7 顶管法下穿铁路监测..... 38

8 监测成果及信息反馈..... 39

1 总 则

1.0.1 随着西安城市轨道交通的快速发展，下穿既有铁路设施的工程日益增多，从西安轨道交通工程下穿高速铁路、城际铁路、普速铁路、专用线、站场等安全风险控制的需要出发，总结已有下穿铁路监测经验和监测技术设计手段，减少施工对铁路设施的影响，避免铁路线路结构较大变形影响铁路线路运营安全为目标，以有效降低轨道交通工程下穿铁路施工的安全风险。同时为了贯彻执行国家相关技术、安全、质量和环保等政策，中国铁路西安铁路局集团有限公司与西安市轨道交通集团有限公司于2017年6月签署战略合作框架协议，于2020年7月签署战略合作协议，双方本着诚信平等、优势互补、共同发展的原则，同意在地铁建设期，充分利用相互优势，实现资源共享，为地铁与铁路的规划、设计和建设提供便利，并积极配合共同解决地铁下穿铁路的设计和施工问题及其他相关事宜。西安市轨道交通集团有限公司组织设计、施工、监测等单位进行研究立项，并根据西安市市场监督管理局《关于下达2019年第三批西安市地方标准制定项目计划的通知》[2019]421号文的要求，成立编制组，制定本规范。

1.0.2 城市轨道交通工程下穿铁路的监测工作主要包括施工监测、周边环境安全监测及铁路运营安全监测。其中城市轨道交通下穿铁路施工的安全监测尤为重要。本规范主要面向城市轨道交通下穿铁路采用不同施工工法时的监测设计，明确西安地域特点的地质条件下，盾构法、浅埋暗挖法、顶管法下穿铁路沉降监测频率、沉降控制值，为设计提供技术依据。

1.0.3 由于城市轨道交通工程下穿铁路及站场将影响铁路的运营安全，因此规定应对下穿铁路及站场进行相关监测。监测方案论证的目的是为了确定监测方案是否科学经济合理。方案一旦论证通过，应严格执行，确保为动态设计、信息化施工和安全运营提供及时、准确、可靠的监测成果。

1.0.4 城市轨道交通工程下穿铁路及站场等应与既有铁路权属、运营管理部门沟通协调与配合，是为了确保下穿铁路监测设计与施工的顺利进行。铁路天窗期，指铁路部门为施工和维修作业预留的专用时段。

1.0.5 城市轨道交通工程下穿铁路监测设计涉及的标准很多，本规范只是其中之一，因此本条规定除遵守本规范外，尚应符合国家现行有关标准与铁路部门及相关行业的技术规范、规程、养护标准等规定。

2 术 语

本术语中主要列入了与城市轨道交通下穿铁路监测技术相关的术语,主要参考了相关国家标准及其他相关资料,并基于现有研究总结,经过编制组讨论、分析、归纳和整理,相关术语编入本规范中。

本规范术语给出了推荐性英文术语以供参考。

3 基础资料调查

3.0.1 调查和搜集下穿铁路的相关资料是正确制定城市轨道交通工程下穿铁路监测技术设计的前提,是采取经济合理安全应对措施的基础条件,应充分重视资料的调查和搜集工作,并应分别包括以下内容:

1 铁路竣工资料,包括城市轨道交通工程下穿铁路影响区范围内的铁路等级、线路、轨道、道床、路基、桥梁、涵洞、隧道、站场、房屋、电力、通信信号、给排水、绿化、安全防护设施等的结构形式、工程材料、建筑年代、基础形式、竣工图纸等资料;

2 铁路设备设施及养护状况,包括铁路牵引供电接触网杆、灯塔、信号机、转辙机、给排水管网、绿化设施等,以及铁路线路养护和铁路建筑物养护作业资料等;

3 铁路构筑物 and 周边管线等,包括涵洞、通道、支护结构、各类管线等;

5 高速铁路监测数据,搜集高速铁路运营监测及养护维修测量数据,经分析整理,可作为城市轨道交通工程下穿铁路监测技术设计的重要参考。

3.0.2 工程地质、水文地质对城市轨道交通工程下穿铁路设计及施工有重要影响,应高度重视,要求充分进行详细勘查,掌握其对工程的不利影响;若周边环境对城市轨道交通工程下穿铁路施工存在不利影响,要求予以详细查明,掌握其不利影响的边界条件,进行监测技术设计时予以充分考虑;对疑存地下废弃管沟、窖井、构筑物等障碍的区域,要求进行细致的探查,并根据工程需要采取相应的预先加固措施。

4 变形控制标准

4.0.1 本条结合城市轨道交通工程下穿铁路、站场的经验，对下穿铁路设计线路的平面、纵断面、区段的选择、轨道交通联络通道等附属设施位置的设计，对避让主要影响区作了基本的要求；针对目前下穿高速铁路无砟道床案例较少，因此对其可行性提出了专项设计研究的要求。

4.0.2 本条技术要求参照《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》（GB50652）制定。

4.0.3 结合西安轨道交通工程下穿铁路、站场要求及工程实践，对下穿前预加固做了基本的规定，预加固措施应结合工程具体特点进行设计；同时要求在工程实施前应选择合理的试验段，实施过程中及时总结经验，优化施工参数，减小对铁路及站场的不利影响。

4.0.4 由于城市轨道交通工程下穿铁路缺乏统一的监测技术标准，编写组结合西安城市轨道交通下穿铁路工程经验，参照其他城市的工程案例，针对不同的铁路等级制定了变形控制标准。

2 城市轨道交通下穿既有铁路监测项目控制值，通常是在现状调查和专项评估的基础上参照铁路权属及运营单位的意见进行确定。在《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 50911）的基础上，结合国内及西安下穿铁路的工程实践经验，根据铁路等级给出了路基沉降控制标准；

3 专用线路基沉降控制值依《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 50911）的相关要求制定；

4 桥梁监测项目控制值依《公路与市政工程下穿高速铁路技术规程》（TB10182）的相关要求制定；

5 下穿旅客地道及涵洞时的沉降控制标准与其相连的铁路路基沉降控制标准是一致的，根据工程经验不再加以区分；

7 高速铁路接触网杆支柱控制值依《高速铁路接触网运行检修暂行规程》的相关要求制定，同时增加了下穿高速铁路期间人工巡视要求；

9 铁路灯塔沉降与倾斜控制值依《高耸结构设计标准》（GB 50135）的相关要求制定。

4.0.7 监测预警等级和预警标准是依《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 50911）的相关要求，结合西安城市轨道交通下穿铁路工程经验制定。

5 盾构法下穿铁路监测

- 5.0.1 对变形监测基准点、工作基点的布设提出了明确的要求，通常可满足下穿铁路及站场工作需要。
- 5.0.2 因高速铁路通常采用高架桥形式并封闭运行，不宜进行人工监测，因此本条规定采用自动化监测。
- 5.0.3 盾构法工程影响区的划分是在《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 50911）的基础上，参考《北京地铁工程监控量测设计指南》，结合西安地区盾构法工程实践经验确定。
- 5.0.4 地面沉降监测点的布置是依《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 50911）确定，其他监测点的布置参考了铁路维修维护标准及国内、西安地区类似工程案例和工程经验确定。
- 5.0.5 初始数据，是指监测体未受任何变形影响因子作用或变形影响因子没有发生变化的原始状态的观测值。
- 5.0.6 鉴于盾构法在黄土地域施工掘进速度相对较快，结合西安下穿铁路的工程实践经验，将《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 50911）中的“开挖面至监测点或监测断面的距离 $5D < L \leq 8D$ 和 $3D < L \leq 5D$ ”的规定调整为 $3D < L \leq 8D$ 的限值是可行的。监测频率是根据西安盾构法下穿工程实践经验确定。
- 5.0.9 铁路接触网杆变形、灯塔、信号机、转辙机变形监测频率与地表沉降监测频率一致的要求，是根据工程经验确定的，不需加以区分。
- 5.0.11 监测项目的稳定指标与《建筑变形测量规范》（JGJ8）的要求相同。结合西安下穿铁路的工程实践经验，本条对监测项目的延续时间和监测频率给出了规定。

6 浅埋暗挖法下穿铁路监测

6.0.1 见5.0.1条说明。

6.0.3 浅埋暗挖法工程影响区的划分是在《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 50911）的基础上，参考《北京地铁工程监控量测设计指南》，结合西安地区浅埋暗挖法工程实践经验确定。

6.0.5 开挖面至监测点或监测断面的距离依《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 50911）的基础上，结合西安工程实践经验确定。监测频率是根据西安浅埋暗挖法下穿工程实践经验确定。

6.0.10 见5.0.11条说明。

6.0.12 从下穿铁路期间运营安全的角度考虑，本条规定了一般的现场巡查的次数要求，对于浅埋暗挖法下穿铁路的关键工况，灾害性天气在工程实施期间会诱发不利因素的情况要求增加巡查次数，旨在保证铁路运营安全

7 顶管法下穿铁路监测

7.0.1 见5.0.1条说明。

7.0.3 顶管法工程影响区的划分是参照《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 50911）的工程影响范围，结合西安地区顶管法工程实践经验确定。

7.0.5 开挖面至监测点或监测断面的距离参考《给排水工程顶管技术规程》（CECS 246:2008），结合西安工程实践经验确定。监测频率是按西安下穿铁路的近5年的工程实践经验确定的。

7.0.9 见5.0.11条说明。

8 监测成果及信息反馈

8.0.1 本条是监测数据处理、数据分析、监测结论和监测报告的总体要求。

8.0.2 本条给出了监测原始记录的保存要求，无论是人工的、自动化的或者是远程视频监控的记录及人工巡查记录都应认真对待。

8.0.4 关于监测日报、警情快报、阶段性报告和总结报告的说明。

1 日报是最直接、最简单的监测报告形式。要求监测人员及时整理、分析当日的各类数据信息，确保监测成果的准确性，并形成日报，及时反馈给相关单位。

2 警情快报是对监测数据超标或突发状况的紧急反馈。当工程出现监测数据超标或现场巡视发现异常时，要求监测人员及时报警，对发生警情的时间、地点、情况描述、严重程度、施工工况等基本信息进行相对精确的描述，并对警情原因进行初步诊断，并迅速上报相关单位和管理部门进行决策。

3 监测周报和月报属于阶段性监测报告。周报是对一周内的监测成果、巡查记录进行总结和分析，形成报告。月报是对一月内的监测成果、巡查记录进行总结和分析，形成报告。要求监测人员对该阶段的监测工作进行梳理、总结和分析，形成阶段性报告并及时反馈给相关单位，为施工提供阶段性指导。

4 总结报告是对监测工程全过程的总结、分析与评价，并给出监测结论和建议。要求监测人员对监测成果用文字、表格和图形进行形象直观的表达，并对监测对象的稳定性做出准确判断。

5 监测报告的基本编写架构如下：

①工程概况；

②监测目的、监测项目和技术标准；

③实际测点布置图及监测工程量；

④采用的仪器型号、规格和元器件标定资料；

⑤监测数据采集和观测方法；

⑥监测巡视信息，包括巡视照片、记录等；

⑦监测数据汇总，包括监测值、累计变形值、变形速率、变形曲线、时程曲线、必要的断面曲线、等值线图等；

⑧监测数据与巡视信息的分析与说明；

⑨监测结论与建议。