

UDC

中华人民共和国行业标准

TB

TB10XXX—202X

P

J XXX—202X

邻近铁路营业线施工监测技术规程

Technical Specification for Monitoring of Adjacent Railway Construction

（征求意见稿）

202X—XX—XX 发布

202X—XX—XX 实施

国家铁路局发布

目次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 监测项目及测点布置	7
5 常规监测方法及技术要求	12
6 自动化监测方法及技术要求	17
7 监测频率及报警值	22
8 监测质量	25
本技术规程用词说明	26
附录 A	27
附录 B	30
《邻近铁路营业线施工监测技术规程》条文说明	31

1 总则

1.0.1 为统一铁路资产管理单位管辖范围内邻近铁路营业线施工监测技术规定，适应铁路工程运营管理和安全的需要，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于铁路运营设备设施在邻近各类工程施工期间的监测工作。

1.0.3 邻近铁路营业线施工监测应做到方案合理，方法可靠，确保铁路运营安全。

1.0.4 监测工作应严格执行《公路与市政工程下穿高速铁路技术规程》、《高速铁路工程测量规范》、《铁路工程测量规范》、《改建铁路工程测量规范》、《铁路营业线施工安全管理办法》（铁运〔2012〕280号）、《普速铁路工务安全规则》（铁运〔2014〕272号）、《高速铁路工务安全规则》（铁总运〔2014〕170号）和营业线所属单位等现行文件的规定。

1.0.5 监测工作除应执行本技术规程外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 邻近铁路营业线施工 construction of adjacent railway service lines

在铁路营业线两侧一定范围内，新建铁路工程、既有线改造工程及地方工程等影响或可能影响铁路营业线设备稳定、使用和行车安全的施工作业，简称：邻近施工。

2.0.2 邻近工程施工影响区 influence zone of adjacent construction project

根据邻近铁路营业线施工可能引起的铁路基础设施变形、运营设备干扰、行车安全影响程度而进行的区域划分，应在施工前确定该影响区的范围。

2.0.3 铁路运营设备设施 equipment of railway Operations

指铁路线路（轨道、路基、桥梁、隧道、接触网）等工务、供电及电务等设备设施，站台、站房、人行天桥、地道、库房等关系铁路行车运营的固定设备设施。

2.0.4 变形监测 deformation monitoring

对铁路运营设备设施的形状或位置变化进行监测，确定监测对象随时间的变形特征，并进行变形分析的过程。

2.0.5 监测报警值 warning value of monitoring

为确保监测对象的安全，对监测对象变形所设定的监控值。用以判断运营设备是否出现变形超限，影响设备功能发挥甚至失效，产生安全隐患。

2.0.6 常规监测 common monitoring

在安全防护措施完备的情况下可以采用水准仪、经纬仪或全站仪等常规设备对监测对象实施的定期人工量测、检查和巡视等工作。

2.0.7 自动化监测 automatic monitoring

采用全站仪、电水平尺以及静力水准仪、卫星定位等自动化设备对监测对象进行的持续实时监测。

2.0.8 安全控制区 safety control zone

指铁路营业线路基坡脚、路堑坡顶、铁路桥梁(含铁路、道路两用桥)、铁路隧道以及铁路站房等设备竖向投影的区域。

2.0.9 安全保护区 railway protection zone

从铁路营业线路堤坡脚、路堑坡顶、铁路桥梁(含铁路、道路两用桥)、铁路隧道以及铁路站房等设备外侧起向外延伸一定距离的区域。范围由设备管理单位确定。

2.0.10 线上监测点 Monitoring points on railway lines

铁路安全控制区以内需在运营线路天窗或封锁时间内进行布设的监测点。

3 基本规定

3.0.1 在监测方案编制前，监测单位应搜集岩土工程勘察成果文件、邻近工程设计说明书及图纸、施工方案、邻近工程施工影响区范围内的铁路运营设备设施情况以及邻近工程施工对铁路营业线影响的评估报告。

3.0.2 监测单位应综合搜集的资料成果、铁路管理文件及相关规范中的技术要求编制合理可行的监测方案。当邻近工程设计或施工有重大变更时，监测单位应及时调整监测方案。监测结束后，监测单位应向委托方及有关铁路运营管理部门提供总结报告。

3.0.3 一般情况下监测工作可采用独立的平面坐标系统及高程基准，对于特殊要求的项目，平面坐标系统可采用国家大地坐标系或原工程独立坐标系，高程基准可采用国家高程基准。

3.0.4 监测设备应满足监测所需的精度和量程要求，具有良好的稳定性、安全性及可靠性。测量设备应根据国家现行有关标准进行检验校正，且满足作业要求。

3.0.5 监测方法应根据监测对象和项目特点、监测等级、设计要求、精度要求、场地条件和当地经验等因素综合确定，应做到合理可行。

3.0.6 基准点、工作基点布设应符合下列要求：

- 1 基准点应设置在施工影响范围之外的稳定可靠区域，每个工程应不少于3个；
- 2 工作基点应选在相对稳定且方便使用的位置。对于个别工程，可不设立工作基点，直接使用基准点测定监测点；
- 3 基准点和工作基点应在施工前布设，经观测确定其稳定后方可使用；
- 4 监测期间，应定期检测基准点和工作基点的稳定性，并采取有效措施确保正常使用。

3.0.7 监测点的设置应反映铁路设备设施变形特征，且便于观测及更换维修，严禁影响铁路运营安全。线上监测点的布设与拆除应在运营线路天窗或封锁时间内进行。

监测点应布设牢固，充分考虑气象环境影响因素，如温湿度、光照等以及铁

路特定影响因素，如列车通过时的振动与遮挡等对于可观测性的影响。监测

点应标识清晰,编号统一规范,布设后应与相关铁路设备管理单位及时交底,防止线上作业造成损坏。

3.0.8 监测结束后,监测单位应及时拆除基准点、工作基点、监测点及各类监测设备。

3.0.9 变形值正负号应在监测方案内进行明确,可作如下要求:

(1) 竖向位移以向上为正,向下为负;

(2) 顺线路水平位移以线路大里程方向为正,小里程方向为负;垂直于线路水平位移以面向线路大里程方向左为负、右为正。

(3) 其它监测项目根据实际需要定义变形量的正负号。

3.0.10 为剔除温湿度、行车干扰的影响,采用人工监测时,对监测点按照 1 次/天连续采集 3 天,数据稳定后,取平均值作为初始值。采用自动化监测时,对监测点按照至少 4 次/天连续采集 1 周,数据稳定后取平均值作为初始值。

3.0.11 邻近铁路营业线施工监测应由铁路相关管理部门认可且具备相关资质的单位实施。

3.0.12 工程监测方案应根据工程施工特点、铁路营业线特点、风险识别有针对性地进行编制。监测方案宜包括下列内容:

- 1 邻近工程概况;
- 2 铁路营业线概况;
- 3 建设场地水文地质条件、周边环境条件及工程风险特点;
- 4 监测目的和依据;
- 5 监测范围和工程监测等级;
- 6 监测对象及项目;
- 7 邻近工程施工影响区划分;
- 8 基准点、监测点的布设方法与保护要求,监测点布置图;
- 9 监测方法、精度、频率;
- 10 监测控制值、预警等级、预警标准及异常情况下的监测措施;
- 11 监测信息的采集、分析和处理要求;
- 12 监测信息反馈制度;
- 13 监测仪器设备、元器件及人员的配备;

14 信息反馈、质量管理、安全管理等制度。

3.0.13 监测单位应精心组织实施，为各参建单位的信息化施工及铁路运营管理部门提供及时、准确、可靠的监测成果。

3.0.14 监测信息应及时进行处理、分析和反馈，发现影响铁路安全运营的异常情况时，应立即向铁路运营管理部门、施工、设计、建设单位汇报。

3.0.15 监测应积极采用新技术、新材料、新设备、新工艺。工作中采用本规程未涉及的新技术时，其测量精度指标不得低于本规范的要求。

4 监测项目及测点布置

4.0.1 本规程的监测项目仅指铁路营业线上和邻近工程施工影响区范围内的针对铁路运营安全的监测布置，邻近工程自身风险监测和铁路外其它周边环境监测应遵循相关规范要求。

4.0.2 邻近铁路营业线施工需要对铁路的安全控制区和安全保护区范围进行监测。监测项目应全面反映铁路设备设施的变形情况，根据邻近的铁路区段的设备类型，建议实施的监测项目如表 4.0.2 所示。表中分必测与选测项目，具体应根据邻近工程的影响及程度进行针对性选择。

表 4.0.2 监测项目*

铁路监测区段	路基段	桥涵段	站房段(附属设施)	隧道段
必测项目	轨道竖向位移、 轨道水平位移、 路基竖向位移、 路基水平位移、 接触网支柱竖向位移、 接触网支柱倾斜	墩台竖向位移、 墩台顶水平位移、 墩台倾斜	轨道竖向位移、 轨道水平位移、 站房竖向位移、 站房倾斜、 雨棚柱竖向位移、 雨棚柱倾斜、 接触网支柱竖向位移、 接触网支柱倾斜	轨道竖向位移、 轨道水平位移、 隧道结构竖向位移、 隧道结构水平位移、 隧道结构收敛
选测项目	/	接触网支柱竖向位移、 接触网支柱倾斜、 桥涵过渡段差异沉降、 箱涵错台、 结构裂缝	站台雨棚柱水平位移、 结构裂缝	衬砌环间错台、 衬砌环内错台、 结构裂缝、 结构变形缝差异变形、 渗漏水情况

*注：1 监测项目不限于以上种类，以安全评估报告和铁路设备管理单位（部门）的审核为准；2 项目开工前及结束后应对轨道线形进行复测。若施工期间，铁路设备设施变形过大，应加密复测。

4.0.3 邻近工程影响区的划分可根据邻近工程施工对围岩或地层的扰动、铁路营业线设备运营安全影响的大小划分为主要、一般和轻微三个影响区域。邻近工程影响分区的划分界线应根据地质条件、施工工法、铁路等级、工务设备等综合确定。

1 邻近工程为基坑工程时，施工影响分区参见表 4.0.3-1；

表 4.0.3-1 基坑工程对铁路营业线的影响分区*

邻近工程分类	施工影响分区	区域范围	
		基坑与铁路线路相交	基坑与铁路线路未相交
基坑工程邻近普速铁路 (含箱涵顶进)	主要影响区	沿线路方向为基坑周边 H 或防护便梁边缘的较大值, 垂直于线路方向为安全控制区外 3m	基坑周边 H 范围内
	一般影响区	沿线路方向为基坑周边 $H \sim (2.0 \text{ 或 } 3.0) H$, 垂直于线路方向为安全控制区外 3m~10m	基坑周边 $H \sim (2.0 \text{ 或 } 3.0) H$ 范围内
	轻微影响区	沿线路方向为基坑周边 $(2.0 \text{ 或 } 3.0) H \sim (4.0 \sim 5.0) H$, 垂直于线路方向为安全控制区外 10m~30m	基坑周边 $(2.0 \text{ 或 } 3.0) H \sim (4.0 \sim 5.0) H$ 范围内
基坑工程邻近高速铁路 (含箱涵顶进)	主要影响区	沿线路方向为基坑周边 2H、防护便梁边缘或最近桥墩的较大值, 垂直于线路方向为安全控制区外 5m	基坑周边 2H 范围内
	一般影响区	沿线路方向为基坑周边 $2H \sim (4.0 \sim 5.0) H$ 或边跨, 垂直于线路方向为安全控制区外 5m~10m	基坑周边 $2H \sim (4.0 \sim 5.0) H$ 范围内
	轻微影响区	沿线路方向为基坑周边 $(4.0 \sim 5.0) H$ 以外范围, 垂直于线路方向为安全控制区外 10m~30m	基坑周边 $(4.0 \sim 5.0) H$ 范围外

*注: 1 H—基坑开挖深度; 2 基坑开挖范围内存在基岩时, H 可为覆盖土层和强风化层厚度之和, 当边坡外存在外倾结构面时, 还应考虑外倾结构面的影响; 3 对于风险、复杂程度较高的工程应进行专项评估确定区域范围。

2 邻近工程为盾构、顶管、矿山等隧道工程时, 施工影响分区参见表 4.0.3-2;

表 4.0.3-2 隧道工程对铁路营业线的影响分区*

邻近工程分类	施工影响分区	区域范围	
		隧道与铁路线路相交	隧道与铁路线路未相交
隧道工程邻近普速铁路 (含箱涵顶进)	主要影响区	沿线路方向为隧道正上方及竖向位移曲线反弯点 i 范围内; 垂直于线路方向为安全控制区外 3m	隧道竖向位移曲线反弯点 i 以内及距离盾构隧道刀盘 3D 以内 (距离矿山法隧道开挖面 2B 以内) 与铁路保护区相交的范围

	一般影响区	沿线路方向为隧道正上方及竖向位移曲线反弯点 i 至竖向位移曲线边缘 2.5i 处；垂直于线路方向为安全控制区外 3m~10m	隧道竖向位移曲线反弯点 i 至竖向位移曲线边缘 2.5i 以内及距离盾构隧道刀盘 3D~5D 以内（距离矿山法隧道开挖面 2B~5B 以内）与铁路保护区相交的范围
	轻微影响区	沿线路方向为隧道正上方及竖向位移曲线反弯点 i 至竖向位移曲线边缘 2.5i 处；垂直于线路方向为安全控制区外 10m~30m	铁路安全控制区 30m 以内除强烈影响区和一般影响区以外的区域
隧道工程邻近 高速铁路 (含箱涵顶进)	主要影响区	沿线路方向为隧道正上方及竖向位移曲线反弯点 i 范围或被穿越高铁桥跨的较大值；垂直于线路方向为安全控制区外 5m	隧道竖向位移曲线反弯点 i 以内及距离盾构隧道刀盘 3D 以内（距离矿山法隧道开挖面 2B 以内）与铁路保护区相交的范围
	一般影响区	沿线路方向为隧道正上方及竖向位移曲线反弯点 i 至竖向位移曲线边缘 2.5i 处或被穿越高铁桥跨相邻桥跨的较大值；垂直于线路方向为安全控制区外 5m~10m	隧道竖向位移曲线反弯点 i 至竖向位移曲线边缘 2.5i 以内及距离盾构隧道刀盘 3D~5D 以内（距离矿山法隧道开挖面 2B~5B 以内）与铁路保护区相交的范围
	轻微影响区	同普速铁路	同普速铁路

*注：1 i—隧道地表竖向位移曲线 Peck 计算公式中的竖向位移槽宽度系数 (m)，D—盾构隧道直径 (m)，B—矿山法隧道跨度 (m)；2 对于风险、复杂程度较高的工程应进行专项评估确定区域范围。

3 对于大面积降水、桩基施工以及路基填方等工程影响分区由设计或安全评估单位根据工程特点具体分析确定。

4.0.4 根据邻近工程的影响区域、线路的位置交叠关系以及线路等级将监测等级划分为一、二、三等，并根据地质条件、环境情况进行修正。具体参见表 4.0.4。监测点的布置及监测频率应根据监测等级确定。

表 4.0.4 监测等级划分

线路区域 邻近工程影响区	高速铁路			普速铁路		
	安全控制区	安全保护区*		安全控制区	安全保护区*	
		I 区	II 区		I 区	II 区
主要影响区	一等	一等	一等	一等	二等	三等
一般影响区	一等	一等	二等	二等	二等	三等

轻微影响区	一等	二等	三等	二等	三等	三等
-------	----	----	----	----	----	----

*注：安全保护区的 I 区范围为安全控制区外 0~10m 范围，安全保护区的 II 区范围为安全控制区外 10~30m 范围。

4.0.5 当遇到下列情况时，应调整监测范围和监测等级：

- 1 轨下隧道及顶管、基坑周边土体以淤泥、淤泥质土或其它高压缩性土为主时，应扩大监测范围与提升监测等级；
- 2 轨下隧道及顶管穿越基岩时，应按照覆盖土层厚度和岩层的构造及产状等地质条件调整监测范围与监测等级；
- 3 邻近工程处于断裂破碎带、岩溶、土洞、强风化岩石或残积土等对工程施工不利的地质体时，应根据不良地质体的危害程度调整监测范围和监测等级；
- 4 采用锚杆支护、注浆加固等工程措施时，应分析其对地层的扰动范围和影响程度确定监测范围和监测等级；
- 5 施工期间发现严重的涌砂、漏水、冒水、支护结构变形过大、邻近建（构）筑及铁路设施变形过大时，应扩大监测范围与提升监测等级；
- 6 桩基施工应充分重视桩基施工的特点，严格区分挤土桩与非挤土桩对于铁路设备设施的影响。对于挤土桩，宜扩大监测范围与提升监测等级等。

4.0.6 监测点应布设在监测铁路设备设施位移、内力变化最不利部位以及影响工程安全的关键部位。监测点不应影响和妨碍铁路设备设施的正常使用。

4.0.7 无砟轨道轨道监测点宜布设于轨道板侧下方，有砟轨道线路监测点宜布设于轨枕适宜部位。具体布设示意图参见附录 A。线路监测点布设间距参见表 4.0.8。

4.0.8 区间路基段路基监测点宜布设于线路路肩上，布设时应保证其埋入路肩一定深度，并用砂浆固定，确保监测点稳固。路基监测点与轨道监测点宜布设在同一断面。具体布设示意图参见附录 A。监测断面布设间距参见表 4.0.8。

表 4.0.8 路基段监测断面间距*

线路等级 监测等级	高速铁路	普速铁路
一等	3~5m	3~5m
二等	5~8m	5~10m
三等	8~10m	10~15m

*注：邻近工程自身风险等级高的间距取小值，自身风险等级低的间距取大值。

4.0.9 区间桥梁段墩台监测点的布设应结合梁体形式、环境影响因素及监测设备安装方式等进行选择，每个墩台应布置至少 2 个监测点，上部监测点宜布设在墩台顶，具体布设示意图参见附录 A。框架桥及涵洞监测点宜布设于结构顶、底板与侧墙及中隔墙交接处。监测点宜利用铁路设施长期变形监测点。

4.0.10 区间隧道段隧道监测点应按断面方式布设，每个监测断面宜不少于 4 个监测点，隧道拱腰位置布设 1 组收敛监测点。道床两侧侧墙各布置 1 个变形监测点。具体布设示意图参见附录 A，隧道监测断面间距参见表 4.0.10-1、表 4.0.10-2。

表 4.0.10-1 单线隧道监测断面间距*

监测等级 \ 线路等级	高速铁路	普速铁路
一等	3~5m	5~8m
二等	5~8m	8~12m
三等	8~12m	12~15m

*注：邻近工程自身风险等级高的间距取小值，自身风险等级低的间距取大值。

表 4.0.10-2 双线隧道监测断面间距*

监测等级 \ 线路等级	高速铁路	普速铁路
一等	3~5m	3~5m
二等	5~8m	5~10m
三等	8~12m	10~15m

*注：邻近工程自身风险等级高的间距取小值，自身风险等级低的间距取大值。

4.0.11 区间路基段接触网支柱的倾斜和竖向位移监测点应布置于接触网支柱上，其中监测点距接触网带电体距离不得少于 2m，布置位置根据现场监测情况决定，具体布置示意图参见附录 A。

4.0.12 变形较为敏感的无柱雨棚监测应提高一个监测等级。其它铁路设施的监测点布置方式应参考安全评估报告及铁路设备管理部门的建议。

4.0.13 增设其它监测项目由设计及安全评估部门根据具体情况确定。

5 常规监测方法及技术要求

5.1 常规竖向位移监测要求

5.1.1 常规竖向位移监测方法适用于监测频率较低，且可采用人工方式进行监测数据采集的邻近工程监测项目。

5.1.2 常规竖向位移监测可采用水准测量、三角高程测量等方法。

5.1.3 常规竖向位移控制网的布设应符合下列要求：

- 1 控制网在有条件情况下宜与铁路 CPIII 高程系统一致；
- 2 控制网应布设成闭合路线、附和路线或支水准路线；
- 3 每个独立的控制网应设置不少于 3 个稳固可靠的基准点，监测中应定期对基准点进行检测，发现不稳定的基准点应另行补设。

5.1.4 高速铁路竖向位移监测控制网主要技术要求应符合现行行业标准《高速铁路工程测量规范》(TB10601) 的规定，普速铁路竖向位移监测控制网主要技术要求应符合现行行业标准《铁路工程测量规范》(TB10101) 的规定。

5.1.5 常规竖向位移监测应符合下列规定：

- 1 监测精度应与布设的控制网观测精度相一致；
- 2 监测期应每隔 15 天左右对 i 角进行检查校正；水准仪 i 角限值应参考表 5.1.5。

表 5.1.5 水准仪 i 角限值要求

工程监测等级	高速铁路 I 级、II 级、III 级	普速铁路 I 级、II 级	普速铁路 III 级
水准仪 i 角	≤15"	≤15"	≤20"

- 3 采用三角高程测量时，宜采用 0.5" ~1" 级的全站仪和特制觇牌用中间设站、不量仪器高的前后视观测方法。可按现行行业标准《建筑变形测量规范》(JGJ 8) 的规定实施。

5.1.6 监测仪器的选择应满足测站高差中误差和报警值的要求，并符合表 5.1.6 的规定。

表 5.1.6 竖向位移监测精度要求*

工程监测等级	一等	二等	三等
--------	----	----	----

监测点高差中误差	$\leq 0.3\text{mm}$	$\leq 0.5\text{mm}$	$\leq 1.0\text{mm}$
相邻监测点的高差中误差	$\leq 0.1\text{mm}$	$\leq 0.3\text{mm}$	$\leq 0.5\text{mm}$

*注：监测点高差中误差是指相应精度与视距的水准测量单程一测站的高差中误差。

5.2 常规水平位移监测要求

5.2.1 常规水平位移监测方法适用于监测频率较低且可采用人工方式进行监测数据采集的邻近工程监测项目。

5.2.2 测定特定方向的水平位移宜采用小角度法、投点法、激光准直法、方向线偏移法、视准线法等。

1 采用投点法和小角度法时，对经纬仪或全站仪的竖向轴倾斜误差，应进行检验，当竖向角超出 $\pm 3^\circ$ 范围时，应进行竖向轴倾斜改正；

2 采用激光准直法时，必须在使用前对激光仪器进行检校；

3 采用方向线偏移法时，对主要监测点，可以该点为测站测出对应基准线端点的边长与角度，求得偏差值；对其它监测点，可选适宜的主要监测点为测站，测出对应其它监测点的距离与方向值，按坐标法求得偏差值。

5.2.3 测定任意方向的水平位移可视监测点的分布情况，采用前方交会、后方交会、导线测量和极坐标等方法。

1 采用前方交会法时，交会角应在 $60^\circ \sim 120^\circ$ 之间，并宜采用三点交会；

2 采用后方交会法时，宜采用全站仪后方交会，由三个及以上固定点测角、测边求定测站坐标；

3 采用极坐标法时，可用全站仪测定。

5.2.4 当监测点与基准点无法通视或距离较远时，可采用卫星定位法或三角、三边、边角测量与基准线法相结合的综合测量方法。

5.2.5 水平位移监测基准点的布设应按现行行业标准《高速铁路工程测量规范》（TB10601）执行，邻近高速铁路监测项目的测站宜采用强制对中。

5.2.6 水平位移监测点的布设应符合 4.0.6 的要求。

5.2.7 水平位移监测控制网宜采用独立坐标系统，并进行一次布网，定期进行复测。每次变形监测前，宜对其中相邻 4 个控制点进行稳定性检查，并以稳定点为基准点。

5.2.8

测角、测边水平位移监测控制网宜布设为近似等边三角形网。其三角形内角不应小于 30°，当受场地或其它条件限制时，个别角可放宽，但不应小于 25°。边角网具有测角和测边精度的互补特性，可不受网形影响，须合理配置测角和测距的精度。

5.2.9 高速铁路水平位移监测控制网主要技术要求应符合现行行业标准《高速铁路工程测量规范》（TB10601）的规定，普速铁路水平位移监测控制网主要技术要求应符合现行行业标准《铁路工程测量规范》（TB10101）的规定。

5.2.10 监测仪器的选择应满足水平位移监测点坐标中误差和水平位移报警值的要求，并符合表 5.2.10 的规定。

表 5.2.10 水平位移监测精度要求

工程监测等级	一等	二等	三等
监测点坐标中误差	$\leq 0.6\text{mm}$	$\leq 0.8\text{mm}$	$\leq 1.2\text{mm}$

注：监测点坐标中误差是指监测点相对测站点（如工作基点等）的坐标中误差，为点位中误差的 $1/\sqrt{2}$ 。

5.3 常规倾斜监测要求

5.3.1 倾斜监测适用于高架墩柱、接触网支柱和车站侧墙等铁路设备设施的倾斜观测。倾斜监测应根据现场观测条件，可采用投点法、全站仪坐标法、倾斜仪法或差异竖向位移法等观测方法。

5.3.2 投点法适用于每个测站观测一个倾斜方向的偏移量。投点法观测应满足以下规定：

- 1 在结构的上、下部竖向对应设置观测标志；
- 2 测站点设置在倾斜方向的竖向方向线上，与观测点的距离宜为上、下部观测点高差的 1.5~2.0 倍；
- 3 采用经纬仪或全站仪观测，观测时在下部观测点安置水平尺，瞄准上部观测点后投影到水平尺上直接读取倾斜偏移量；观测时应正、倒镜各观测一次取平均值；
- 4 历次倾斜偏移量的变化值与上、下点高差的比值即为倾斜率变化值。当上、下观测标志的连线与结构的竖向轴线平行时，倾斜偏移量与高差的比值即为结构的倾斜率。

5.3.3

全站仪坐标法能在同一测站对监测对象在两个正交方向的倾斜偏移量进行观测。
全站仪坐标应满足以下规定：

1 在结构的上、下部竖向对应设置观测标志，观测标志宜为小棱镜或反射片，采用基于无合作目标测距技术时可为平整的其它标志；

2 测站点应设置在结构边线的延长线或结构边线的垂线上，与观测点的水平距离宜为上、下部观测点高差的 1.5~2.0 倍；

3 以测站点为原点、测站点至下部观测点连线为 X 轴正方向、Y 轴竖向于 X 轴、竖直方向为 Z 轴建立独立坐标系，X、Y 两个坐标分量的变化值分别为两个方向的倾斜偏移量；

4 历次观测应正、倒镜各观测一次取平均值；

5 历次两正交方向的倾斜偏移量的变化值与上、下点高差的比值即分别为相应两个正交方向的倾斜变化率。当上、下点的连线与结构的竖向轴线平行时，倾斜偏移量与高差的比值即为结构的倾斜率。

5.3.4 当采用差异竖向位移法进行倾斜观测时，应在需要观测的倾斜方向上对应设置竖向位移观测点。竖向位移测量应满足本技术规程第 5.1 节的要求。差异竖向位移量与距离的比值视为该连线方向的倾斜变化率。

5.3.5 倾斜测量成果应描述测量位置、倾斜方向、偏移量、倾斜率、倾斜率变化速率。

5.4 裂缝监测要求

5.4.1 裂缝监测应符合下列规定：

1 裂缝监测应测定隧道上的裂缝分布位置和裂缝的走向、长度、宽度及其变化情况，必要时应监测裂缝深度；

2 对需要监测的裂缝应统一进行编号；

3 裂缝宽度监测宜在裂缝的最宽处及裂缝首、末端按组布设，每组 2 个监测点，并应分别布设在裂缝两侧，且其连线应竖向于裂缝。

4 当原有裂缝增大或出现新裂缝时，应及时增设监测点；

5.4.2 裂缝监测宜采用下列方法：

1 裂缝宽度监测可采用裂缝监测仪直接测量，也可在裂缝两侧布设标志采用千分尺或游标卡尺等直接测量，还可采用安装裂缝计、千分表或摄影测量等方

法监测裂缝宽度变化；

2 裂缝长度宜采用直接量测法；

3 裂缝深度监测宜采用超声波法或凿出法。

5.4.3 工程施工前应调查监测对象已有裂缝的情况，对裂缝进行统一编号，记录各裂缝的位置、走向、长度、宽度、深度及初测日期。

5.4.4 裂缝监测点应设置便于量测的标志，标志应具有可供量测的明晰端面或中心，分别布设在裂缝的最宽处和末端。长期监测时，可采用镶嵌或埋入墙面的金属标志、金属杆标志或楔形板标志。监测裂缝纵横向变化时，可采用坐标方格网板标志。

5.4.5 监测标志布设完成后，应拍摄裂缝监测初始照片。

5.4.6 裂缝宽度量测精度宜优于 $\pm 0.1\text{mm}$ ，裂缝长度和深度量测精度宜优于 $\pm 1.0\text{mm}$ 。每次监测时，应记录裂缝的走向、长度、宽度和监测日期等，并拍摄裂缝照片。

5.4.7 当采用测缝传感器自动采集时，其数据的传输、保存应可靠，应与人工监测进行数据比对。

5.4.8 裂缝监测频率应根据裂缝变化速率确定。当发现裂缝变化速率快速变大时，应及时增加监测频率，必要时应实时监测。

6 自动化监测方法及技术要求

6.1 一般规定

6.1.1 邻近铁路营业线施工项目的关键工序施工期间及常规监测不易实施或实施风险较大的区域宜采用自动化监测方法，方法选择宜符合表 6.1.1 的规定。

表 6.1.1 自动化监测方法与适用条件

监测项目 \ 监测方法		全站仪	静力水准仪	电水平尺
高铁	轨道及路基水平位移	宜	--	--
	轨道及路基竖向位移	宜	宜	宜
	桥墩水平位移	宜	--	--
	桥墩竖向位移	宜	宜	--
	隧道水平位移	宜	--	--
	隧道竖向位移	宜	宜	宜
	隧道结构变形缝差异变形	宜	--	宜
	隧道结构裂缝	宜	--	--
	隧道结构收敛	宜	--	--
	框架桥、涵洞竖向位移	宜	宜	--
	框架桥、涵洞水平位移	宜	--	--
	接触网支柱竖向位移	宜	--	宜
	接触网支柱倾斜	宜	--	--
普铁	轨道及路基水平位移	宜	--	--
	轨道及路基竖向位移	宜	宜	宜
	桥墩水平位移	宜	--	--
	桥墩竖向位移	宜	宜	--
	隧道水平位移	宜	--	--
	隧道竖向位移	宜	宜	宜
	隧道结构变形缝差异变形	宜	--	宜
	隧道结构裂缝	宜	--	--
	隧道结构收敛	宜	--	--
	框架桥、涵洞竖向位移	宜	宜	--
	框架桥、涵洞水平位移	宜	--	--
	接触网支柱竖向位移	宜	--	宜
	接触网支柱倾斜	宜	--	--

6.1.2 自动化监测方法采用的设备应性能稳定、传感器量程和精度应满足工程需要，建立独立的通信与供电系统，并采用适当的隔离措施，避免对列车运营产生影响。

6.1.3 自动化监测方法

的设备设施应安装牢固，满足铁路的限界要求，不影响列车运营安全。

6.1.4 自动化监测方法采样频率应满足实际工程监测频率需要。

6.1.5 当监测设备出现故障、通信中断或监测点超过预报警值等情况时，自动化监测系统应具备实时预报警功能。

6.2 全站仪自动化监测方法

6.2.1 高速铁路设备设施的监测应选用 0.5"级全站仪，普速铁路设备设施的监测应选用 1.0"级及以上全站仪。全站仪应具有马达驱动和自动照准功能。

6.2.2 全站仪观测过程中应采用强制对中，其观测墩参见附录 B。后视基准点应不少于 3 个且分布均匀，基准点应设置在施工影响区外且稳固牢靠，不受周边干扰和影响。全站仪自由设站点的精度应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 全站仪监测精度要求

监测点中误差 铁路等级	m_x	m_y	m_h	定向精度
普速铁路	$\leq 1.2\text{mm}$	$\leq 1.2\text{mm}$	$\leq 1.2\text{mm}$	$\leq 3.0''$
高速铁路	$\leq 0.7\text{mm}$	$\leq 0.7\text{mm}$	$\leq 0.7\text{mm}$	$\leq 2.0''$

6.2.3 在监测全过程中，应同步记录气象数据，温度最小读数为 0.2℃，气压最小读数为 50Pa，并及时进行数据的气象修正。

6.2.4 根据水平位移监测、收敛监测、竖向位移监测、倾斜监测等监测项目的具体要求设置监测点或监测点组。监测点应采用固定棱镜的方式布设，做好保护。

6.2.5 自动化监测系统宜能自动剔除异常数据，对未观测的方向自动补测，对观测数据进行观测限差检查，对超限的观测数据进行自动重测。

6.2.6 自动化监测系统宜能根据远程指令，可选取观测方向、设置观测时间、观测频率和观测测回数。

6.2.7 数据处理前应进行基准网稳定性判断，对异常观测值及时补测。

6.3 液体静力水准仪自动化监测方法

6.3.1 静力水准自动化设备测量精度不宜低于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

6.3.2 静力水准线路一般由起算点、观测点、转点组成，宜布设成附合水准线路。静力水准的起算点应位于工程影响范围之外，且应采用水准测量法定期联测。

6.3.3

连通管式静力水准设备，设备安装连通管管路应平顺，管路内不应有气泡，每一点都应低于蓄液罐底部，对于野外有冰冻可能地段，应采用防冻液填充。

6.3.4 连通式静力水准同一测段内静力水准测量的竖向位移观测值可按公式（6.3.4）计算，压差式静力水准可按仪器厂商提供的公式计算。

$$\Delta H_{kg}^{ij} = (h_k^i - h_g^i) - (h_k^j - h_g^j) \quad (6.3.4)$$

式中：

ΔH_{kg}^{ij} — 以第 j 次为计算基准($i > j$)，k 测点相对 g 测点的第 i 次竖向位移值 (mm)；

h_k^i — k 测点第 i 测次相对于蓄液罐内液面安装高度的距离 (mm)；

h_g^i — g 测点第 i 测次相对于蓄液罐内液面安装高度的距离 (mm)；

h_k^j — k 测点第 j 测次相对于蓄液罐内液面安装高度的距离 (mm)；

h_g^j — g 测点第 j 测次相对于蓄液罐内液面安装高度的距离 (mm)；

6.4 电水平尺自动化监测方法

6.4.1 电水平尺传感器量程宜不小于 $\pm 40'$ ，分辨率宜不低于 $\pm 1''$ ，重复测量精度宜不低于 $\pm 3''$ 。

6.4.2 多支电水平尺串联安装构成“尺链”进行竖向位移测量时，应采用水准测量法定期联测尺链的起点与终点，根据水准测量成果修正各测点竖向位移变形测量成果。

6.4.3 单支电水平尺差异竖向位移按式（6.4.3）计算：

$$\Delta S_t = L \times (\sin \alpha_t - \sin \alpha_0) \quad (6.4.3)$$

式中：

ΔS_t — 电水平尺两端点的差异竖向位移值 (mm)；

L — 电水平尺长度 (mm)；

α_t — 第 t 次倾角；

α_0 — 初始倾角。

6.4.4 多支电水平尺竖向位移测量按式（6.4.4）计算：

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

<https://d.book118.com/075103104233011144>