
天津轨道交通运营期监测技术规程

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

XXX发布

目 录

1	总则	2
2	规范性引用文件	3
3	术语与符号	4
4	基本规定	6
5	长期监测	8
5.1	基本要求	8
5.2	长期沉降监测	9
I	监测点布设要求	9
II	高程控制网	9
III	外业观测	12
5.3	长期收敛监测	12
I	监测点布设要求	12
II	外业观测	13
5.4	数据处理	14
5.5	质量控制与检查	14
5.6	重点区段监测	15
I	重点段认定原则	15
II	监测原则	0
III	退出原则	1
VI	数据处理及成果提交	3
5.7	倾斜监测	3
5.8	桥梁挠度监测	4
5.9	裂缝监测	4
6	自动化监测	6
6.1	一般规定	6
6.2	全站仪自动化监测	6
6.3	静力水准自动化监测	6
6.4	激光测距仪自动化监测	7
6.5	其他自动化监测方法	7
7	控制值	9
7.1	报警机制	9
7.2	控制值	9
8	监测成果提交及信息反馈	11
附录A	长期沉降基准网布设示意图	13
附录B	监测点布设	14
附录C	报告提交要求及内容	15
附录D	监测报告格式要求	16
1	长期沉降报告	16
(1)	线路长期沉降监测成果表(隧道)	18
(2)	立柱沉降监测成果表(高架立柱)	20
(3)	桥梁挠度监测成果表(高架桥梁)	22
(4)	全线历年成果表	23
(5)	指标超限统计表	24
5.1	线路沉降统计	24
5.2	线路跨中点挠度统计	26
5.3	线路长期沉降指标超限统计	27
5.4	区间沉降最大、最小值统计	27
5.5	异常区段统计	27
2	长期收敛报告	28

(1) 区间最大最小平均收敛统计.....	31
(2) 直径测量报表(分区间).....	31
(3) 区间加密报表(分区间).....	32
(4) 综合统计表(1-13表).....	33
4.1 全线变形量统计表.....	33
4.2 实测变形量分布统计.....	33
4.3 实测最大(小)直径统计.....	34
4.4 收敛大于7cm统计.....	34
4.5 收敛大于7cm详细列表汇总.....	34
4.6 收敛大于9cm统计.....	35
4.7 收敛大于9cm详细列表汇总.....	35
4.8 收敛大于10cm统计.....	35
4.9 收敛大于10cm详细列表汇总.....	35
4.10 收敛大于11cm统计.....	35
4.11 收敛大于11cm详细列表汇总.....	35
4.12 收敛大于12cm统计.....	35
4.13 收敛大于12cm详细列表汇总.....	35
4.14 本次变量 $\geq 10\text{mm}$ 环数统计.....	35
4.15 本次变量 $\geq 1\text{cm}$ 环数详表.....	35
5 倾斜监测成果.....	36

前 言

本标准根据《工程测量标准》（GB50026-2020）、《国家一、二等水准测量规范》（GB/T12897-2006）、《测绘成果质量检查与验收》（GB/T24356-2023）、《城市轨道交通工程测量规范》（GB/T50308-2017）、《建筑变形测量规范》（JGJ8-2016）、《城市轨道交通设施运营监测技术规范第2部分：桥梁》（GB/T 39559.2-2020）、《城市轨道交通设施运营监测技术规范第3部分：隧道》（GB/T 39559.3-2020）等文件进行编制。

本标准由天津轨道交通运营集团工务维修分公司安技室编制。在编制过程中，编制组参考各种相关资料规范，广泛调取现场维保建议，认真总结实际工作经验，经反复讨论、研究、修改和完善，最终经审查定稿。

标准编制部门：

标准起草人：

标准主审人：

标准审批人：

1 总则

为规范天津市城市轨道交通长期监测工作，统一技术要求、力求技术先进、经济合理、安全适用、成果准确。在现有国家标准的基础上，结合天津市地质结构特点和周边环境，着眼于天津市目前及将来的监测要求，特制定本规程。

本标准适用于天津市域轨道交通运营期长期监测和重点区段监测。

城市轨道交通长期监测所用仪器设备应检定合格，确保在有效期内使用，各项精度指标应满足监测要求。仪器设备的检校、校验及维护应附合本规程及国家现行相关标准的规定。

城市轨道交通长期监测工作，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

- 1、《国家一、二等水准测量规范》（GB12879-2006）；
- 2、《测绘成果质量检查与验收》（GB/T24356-2023）。
- 3、《城市轨道交通设施运营监测技术规范第2部分：桥梁》（GB/T 39559.2-2020）；
- 4、《城市轨道交通设施运营监测技术规范第3部分：隧道》（GB/T 39559.3-2020）；
- 5、《工程测量标准》（GB50026-2020）；
- 6、《地铁设计规范》（GB50157-2013）；
- 7、《城市轨道交通工程测量规范》（GB/T50308-2017）；
- 8、《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911-2013）；
- 9、《建筑变形测量规范》（JGJ8-2016）；
- 10、《城市轨道交通结构监护测量规范》（DG/TG08-2170-2015）；

3 术语与符号

下列术语与定义适用于本文件。

1、长期沉降监测

长期沉降监测是为了解结构沉降变化趋势对整条线路开展的定期沉降监测。

2、长期收敛监测

长期收敛监测是为了解结构断面几何形态变化趋势而对整条线路定期开展的收敛监测。

3、大直径测量

通过测量地铁隧道水平方向直径的方法来反映隧道结构的变形情况。

4、差异沉降

不同位置在同一时间段产生的不均匀沉降变形。

5、挠度

建筑的基础、构件或上部结构等在弯矩作用下因挠曲而产生的变形。

6、倾斜

包括基础倾斜和上部结构倾斜。基础倾斜指的是基础两端由于不均匀沉降而产生的差异沉降现象；上部结构倾斜指的是建筑的中心线或其墙、柱上某点相对于底部对应点产生的偏离。

7、重点区段监测

对需要着重关注的重点区段，临时加密监测频率。

8、基准点

为测量变形而布设的稳定的、需长期保存的测量控制点。

9、控制网

由基准点、工作基点组成的专用于变形监测而建立的测量控制网。

10、监测频率

在固定时间内开展监测的次数。

11、试运行期

12、试运营期

11、控制值

针对轨道交通结构安全而设定的最大的允许变形量。

12、区间特征点

区间范围内沉降量变化量最大的点。

13、自动化监测

采用自动化监测设备对区间结构开展变形数据的实时采集。

a ——固定误差；

b ——比例误差系数；

D ——视线长度、距离；

i ——水准仪视准轴与水准管轴的夹角；

L ——水准路线长度；

S ——收敛测量的固定测线长度；

ρ ——常数，数值为206265；

n ——几何水准测站数。

4 基本规定

4.1 线路结构长期监测平面坐标应采用天津城市坐标系统，高程基准应与天津市现行本地高程基准保持一致，倾斜监测采用极坐标法时可采用独立坐标系。

4.2 长期监测实施前，应根据岩土工程勘察报告和设计文件的要求，结合工程特点及周边环境调查情况，编制科学合理、风险可控、针对性和操作性强的监测方案。监测方案实施前应通过评审。

4.3 监测点布设应符合下列要求：

a能够反映结构的变形特征；

b不妨碍轨道交通的运营安全；

c标志稳固、明显、结构合理，不易被破坏，并便于观测，标志破坏后或松动后能及时恢复；

d点位编号统一、规范，便于进行数据管理。现场点号书写美观、大方、易于辨认和长久保存。沉降点编号宜采用红油漆涂写于测点附近；

e沉降监测点宜选用不锈钢或铜质材料制作，道床监测点顶部立尺部位呈半球形，点位位于轨枕中间，顶部略高于道床面，直径不宜低于20mm，长度不宜低于60mm；高架立柱监测点立尺部位呈弧形，直径不宜低于15mm，长度不宜低于90mm。监测点标志样式参见附录B.0.1；

f收敛监测点统一为端点标记宜采用8cm*8cm的田字格标记，端点宜布置在混凝土管片的中间位置；

g沉降监测点、收敛测量断面应统一编号，并具备唯一性、连续性。

4.4 监测仪器、设备和元器件应附合下列要求：

a水准测量应采用DS05级及以上的水准仪；收敛测量采用具有无合作目标激光测距功能的全站仪观测时，全站仪测距精度不应低于 $\pm(2\text{mm} + 2 \times 10^{-6} \times D)$ ，当采用手持测距仪观测时，测距仪标称精度不应低于2mm；

b采用全站仪自动化监测时，全站仪应具有马达驱动、自动照准功能，最远监测点自动照准精度不应低于1mm，单次自动照准时间不宜大于10s；

c采用静力水准进行沉降自动化监测时，静力水准采用的传感器标称精度不应低于0.2mm；

d采用激光测距仪进行隧道收敛自动化测量时，宜采用无棱镜反射测量工作模式，测距精度不应低于2mm；

e监测设备应按规定进行检定或校准，并在有效期内使用；

f定期进行维护保养和检校。

4.5 历次观测应采用相同的观测网形、观测路线、观测方法和数据处理方法；宜固定观测人员、仪器和设备，在相近的环境条件下观测。

4.6 监测变形量正负号应在监测方案中明确，并应符合下列要求：

- a 沉降监测的变化量以向上隆起为正，向下沉降为负；
- b 收敛监测的变化量以向外伸张为正，向内压缩为负；
- c 其他测项可根据实际需要定义变形量的正负号。

4.7 城市轨道交通长期监测以测量中误差作为衡量精度的指标，并以二倍中误差作为极限误差。

4.8 城市轨道交通长期监测主要监测项目的测量精度不应超过表4-1规定的数值。

表4-1 主要监测项目的精度要求

监测项目	精度类别	精度要求
沉降监测	监测点高程中误差	0.5mm
	相邻变形监测点的高差中误差	0.3mm
收敛监测	测线长度中误差	3mm
倾斜监测	倾斜率	0.4‰

注：1本表的精度是结合当前主要实施方法确定的，当采用新技术、新方法、新设备时，其相应精度不应低于本表的规定。

2测站高差中误差，对水准测量，为其测站高差中误差；对静力水准、三角高程测量，为相邻沉降监测点间等价的高差中误差。

3坐标中误差指监测点相对于基准点或工作基点的坐标中误差，坐标中误差为其点位中误差的 $\sqrt{2} / 2$ 倍。

5 长期监测

5.1 基本要求

5.1.1 线路结构长期监测为持续进行的周期性监测，主要目的在于掌握线路结构变形程度和长期形变趋势，评估线路结构在运营过程中的健康状况。

5.1.2 长期监测对象应包括正线、联络线、出入线、存车线、停车线等线路的道床结构、盾构法隧道的管片、高架梁和墩柱等。

5.1.3 长期监测内容应包括长期沉降监测、长期收敛监测、墩柱倾斜监测、桥梁挠度监测等。

5.1.4 道床结构形成后应尽快完成监测点布设和初始值测量，初始值应独立测量两次，较差满足要求时取其平均值作为初始值。

5.1.5 存在结构异常或病害、特殊地段、地质不良段、变形异常等情况，应列为重点段按照本规程5.6节要求进行加密监测。

5.1.6 城市轨道交通试运行前，盾构法隧道段宜采用激光扫描技术或近景摄影测量技术，获取隧道逐环椭圆度成果、收敛测量初始成果、隧道影像成果，建立隧道结构长期监测的初始档案。

5.1.7 长期监测的观测频率应遵守以下规定：

a长期沉降和长期收敛监测频率，不应低于表5-1的规定；

b倾斜和挠度监测采用水准测量方法时，监测频率可与长期沉降监测一致；

c试运营期应完成第二期的监测。

表5-1 长期监测的观测频率要求

试运行期监测 频率	运营两年的观测 频率	自运营第三年起监测频率		
		长期沉降监测		长期收敛、挠度 和倾斜监测
		地下段及地面段	高架段	
2次	第一年4次 第二年2次	1~2次/年	1次/年	1次/年

5.1.8 各区段、各观测项目应在各年度大致相同的时段内完成。长期监测数据应在外业完成后及时处理，对异常数据及时进行复测验证。

5.1.9 长期监测的变形量或变形速率等出现异常时，应及时结合现场情况进行分析及成果反馈，根据分析结果加密监测。加密监测的观测频率应根据结构特征、变形量、变形趋势及病害危重程度等因素综合确定。

5.1.10 线路结构长期监测项目，应根据项目委托方要求、结构类型、地质资料、线路设

计资料、已有控制点资料等编写监测方案。监测方案应包括下列主要内容：

- a 工程概况；
- b 监测区域地质条件、周围环境和工程风险特点；
- c 监测目的和依据；
- d 监测范围和监测等级；
- e 监测对象及内容；
- f 监测网的布设方法及保护要求，监测点布置图；
- g 监测方法和精度；
- h 监测频率；
- i 监测控制值、预警等级、预警值控制标准及异常状态应急处理措施；
- j 监测信息的采集、分析、处理及提交；
- k 监测信息反馈制度；
- l 监测仪器设备、元器件完好性证明及人员配备清单；
- m 质量管理、安全管理及其他管理制度。

5.2 长期沉降监测

I 监测点布设要求

5.2.1 线路结构的沉降缝和变形缝，车站与区间、区间与联络通道及附属结构与线路结构等衔接处容易产生竖向位移或差异沉降，道岔区和曲线地段出现沉降会更影响运营安全，不良地质区域容易使线路结构产生变形，因此，这些部位是线路结构监测的重要部位，必须有监测点或监测断面控制。

5.2.2 暗挖区间隧道、盾构隧道监测点间距应不大于25m间距布设。

5.2.3 高架段每个墩柱应布设1~3个监测点，监测点宜埋设于离地面0.5m左右高度的柱身上。高架墩柱监测点埋设示意图参见附录B.0.2。

5.2.4 联络通道位置，在同一横断面上共布设7个观测点。上下行道床中心位置、上下行外侧环片底部位置各设置一个观测点；中间通道位置沿通道走向均匀布设3个观测点。联络通道沉降点的布设参见附录B.0.3。

5.2.5 采取高等减震措施、特殊减震措施（弹簧浮置板）的结构区段，监测点应布设在隧道段、车站的衬砌结构或高架段的上部结构上。

5.2.6 环境变化或差异沉降大时，应加密布设沉降监测点。

5.2.7 长期沉降监测点应在试运行前完成布设，后期监测期过程中发现监测点被破坏应及时修补并做好数据延续工作。

II 高程控制网

5.2.9 高程控制网测量分为地面基准网、高程联系测量、区间（道床和高架墩柱）基准网测量三部分，每条轨道交通线路地面基准网与区间基准网必须闭合成环，并和地面基准网共同构成独立的沉降监测高程控制网。高程控制网可按照本规程附录A布设。

一、地面基准网测量

1) 应选取稳定的天津市一、二等水准点作为起算基准，建立长期、稳定的地面基准网。选用的水准点应建立台账，注明点之记、现场照片等信息，并绘制地面水准路线联测示意图，每期测量应选用相同的水准点和水准路线；

2) 每期测量前，应对选用的一、二等水准点的稳定性进行校核，满足规范要求后方可使用。对经检测判定为不稳定的水准点，不再作为基准点使用，并应存档说明。基准点稳定性检验分析应符合以下规定：

①对所有基准点应分别按两两组合，计算本期平差后的高差数据与上期平差后高差数据之间的差值；

②当计算的所有高差差值均不大于按下列公式计算的限差时，认为所有基准点稳定。

$$\delta = 2\sqrt{2}\sigma_h \quad (5-1)$$

$$\sigma_h = \sqrt{n}\mu \quad (5-2)$$

式中， δ —高差差值限差（mm）；

μ —对应等级的测站高差中误差（mm），本规程取0.15mm；

n —两个基准点之间的观测测站数。

3) 宜在每座车站附近稳定的位置设置一个工作基点，并和一、二等水准点共同组成地面基准网，地面基准网按照《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897中二等水准测量精度执行。

二、联系测量

1) 联系测量是从车站附近的工作基点联测到站台轨行区工作基点，主要通过车站出入口及楼梯进行。

2) 联系测量按二等精度执行。

三、区间基准网

1) 在车站的轨行区或高架墩柱布设工作基点，每座车站轨行区上、下行各布设一个工作基点，同一车站上、下行两个工作基点之间应联测；相邻车站间的工作基点分别通过上、下行隧道或区间墩柱联测；

2) 轨行区基准网测量按二等精度要求执行。

5.2.10 地面基准网、联系测量、区间基准网精度及观测要求见表5-2、5-3、5-4、5-5、5-6、5-7。

表5-2 高程控制网测量精度要求

精度	水准路线类型	误差类型	精度指标 (mm)
二等	地面基准网、区间基准网	每千米水准测量偶然中误差	1.0
		每千米水准测量全中误差	2.0
	高程联系测量	水准点间高差中误差	1.0
		测站高差中误差	0.3

表5-3 高程控制网测量限差要求

精度	水准路线类型	限差类型	限差指标 (mm)
二等	地面基准网、区间基准网	往返较差、附和或环线闭合差	$4.0\sqrt{L}$
		检测已测测段高差之较差	$6.0\sqrt{L}$
	高程联系测量	往返较差、附和或环线闭合差	$0.3\sqrt{n}$
		检测已测测段高差之较差	$0.4\sqrt{n}$

注：L为以km为单位的水准路线长值，n为测站数。

表5-4 地面基准网测量测站设置技术要求 (m)

等级	视线长度		前后视距差		任一测站上前后视距差累计		视线高度		数字重复测量次数
	光学	数字	光学	数字	光学	数字	光学	数字	
二等	≤50	≥3且≤50	≤1.0	≤1.5	≤3.0	≤6.0	≥0.3	≤1.80且≥0.55	≥2次

表5-5 高程联系测量、区间基准网测量测站设置技术要求 (m)

仪器类型	视线长度	前后视距差	任一测站上前后视距差累计
光学水准仪	≤50	≤1.0	≤3.0
数字水准仪	≤50	≤1.5	≤6.0

表5-6 高程联系测量、区间基准网测量视线高度要求

视线长度 (m)	光学水准仪的视线高度 (m)	数字水准仪的视线高度 (m)
D≤15	三丝均能读数	三丝均能读数
15<D≤30	≥0.2	≥0.2且≤1.8
30<D≤50	≥0.3	≥0.55且≤1.8

表5-7 地面基准网、高程联系测量、区间基准网测量测站观测限差 (mm)

等级	基辅分划读数的差	基辅分划所测高差的差	检测间歇点高差的差
二等	0.4	0.6	1.0

注：对于数字水准仪，同一标尺两次读数差不设限差，两次读数所测高差的差执行基辅分划所测高差之差的限差。

III 外业观测

5.2.11 水准仪及水准尺的检定应满足《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897的要求。

水准仪*i*角的日常检测应遵守以下规定：

- a 使用期间应定期检测*i*角，水准仪的*i*角应不大于15"；
- b 数字水准仪每次测量前应进行*i*角的测定；
- c 新购及修理后的水准仪前7d应每天检测*i*角。

5.2.12 监测点的观测遵守以下规定：

- a 监测点的高程测量应起讫于车站附近的工作基点，区间隧道或高架墩柱路线构成水准闭合环或附合水准路线。外业观测应符合二等水准测量要求；
- b 观测前宜编制监测点点位分布图；
- c 应将部分监测点纳入水准路线进行观测，其余监测点作为中视点同步观测，每一测站的第一个和最后一个观测点不应是中视点。历次观测时，应固定测站设置，纳入水准路线的监测点相对固定；
- d 中视点应进行因视距差、仪器*i*角引起的高差改正；
- e 首次沉降观测应进行往返测，除首次以外的各次沉降观测可采用单程观测。

5.3 长期收敛监测

I 监测点布设要求

5.3.1 长期收敛监测点布设遵守以下规定：

- a 收敛监测断面宜按25m间距布设，并宜和沉降监测布设在在同一断面；
- b 盾构法隧道宜沿水平大直径设置固定收敛测线；
- c 固定测线的观测标志应能长期保存，可采用“十”字形刻划标记；
- d 采用激光扫描仪法进行收敛监测时，盾构隧道宜逐环布设断面；

5.3.2 不同拼装方式的盾构法隧道可按照如下方法设置：

- a 单圆通缝隧道

对于内径5.5m单圆通缝隧道，采用简单的直接量取法，分别从两侧直径上方接缝中间位置A或A' 向下量取813mm的弦长即为水平直径一端的位置B和B' 。

b单圆错缝隧道

内径为5.5m的单圆错缝隧道，错缝拼装管片奇偶环不一致，分别由A处接缝中间位置向下量取1597mm至B点，从离水平方向最近的接缝中间位置C向上量取539mm至B' 点，BB' 即为水平直径的理想位置。

不同拼装方式的盾构法隧道设置方法详见附录B.0.4和B.0.5。

5.3.3 收敛点标记样式

长期收敛监测点统一为端点标记可采用 8cm*8cm 的田字格或圆形十字标记，端点宜布置在混凝土管片的中间位置，如原点位破坏则按布点要求重新布设。布设收敛点时被管线或其它设备遮挡的情况特殊情况按以下处理：

a直径端点被遮挡

遇直径AB处被管线或其他设备遮挡的情况下，可根据实际情况将B点向上或者向下移动20cm以内，对侧B' 点则向相反方向，相应往下或者往上移动同等的距离。

b直径端点被钢管片包裹

在有钢管片包裹的情况下，应根据实际情况将收敛点布在两钢管片接缝中间混凝土部位，布点位置依据水平直径端点标记。

II 外业观测

5.3.4收敛监测采用的方法遵守以下规定：

a当需要测量特定位置的对向净空相对变形时，应采用固定测线法；

b当需要测量净空断面的综合变形时，可采用全站仪断面扫描法或激光扫描仪法。

5.3.5当采用具有无合作目标激光测距功能的全站仪观测时，全站仪精度不应低于2" 和 $\pm(2\text{mm} + 2 \times 10^{-6} \times D)$ ， D 为测距。观测前应测定无合作目标测距加常数，并对观测边长进行改正。每次应正、倒镜观测三维坐标1测回，按公式（5-3）计算固定测线长度。正、倒镜测线长度较差绝对值不大于2 mm时取均值，否则应重测。

$$S = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2 + (Z_A - Z_B)^2} \quad (5-3)$$

式中： S ——固定测线长度；

$X_A, X_B, Y_A, Y_B, Z_A, Z_B$ ——观测点的坐标分量。

5.3.6 当采用手持测距仪观测时，应选用测距标称精度不低于2mm的激光测距仪。使用前应检测测距仪无合作目标测距时的加常数。观测时，测距仪应分别对中、瞄准固定测线的两个端点。每条测线应独立观测3次，互差绝对值不大于2mm时取均值作为本次观测成果。收敛监测成果应进行测距加常数改正。

5.3.7 采用激光扫描仪法收敛监测遵守以下规定：

a 激光扫描仪25m测程内的距离测量精度应不低于2mm；

b 激光扫描收敛测量测线长度中误差应不大于 $\pm 3\text{mm}$ ；

c 激光扫描作业宜同步采集激光点云的反射强度信息，并利用点云的反射强度生成灰度影像，灰度影像分辨率不宜低于5mm；

d 采用移动激光扫描法时，扫描螺旋线应垂直于隧道结构中线；应根据分辨率要求，合理设置行进速度和扫描参数，保证螺旋线间隔及每个螺旋线的相邻点间距满足点云分辨率的要求；

e 激光扫描监测作业期间应定期采用传统测量方法检测收敛测量值的正确性，检测周期不宜大于15天。激光扫描测量值与传统测量方法测量值的较差中误差不宜大于4mm；激光扫描测量结果存在明显的常数差时，可采用定期检测的结果对激光扫描测量的结果进行校正。

5.3.8 收敛监测外业结束后，应及时进行外业数据检查，异常数据应及时重测验证。

5.3.9 隧道盾构管片测量周期宜为每年7月~10月，共计4个月时间。

5.3.9 隧道盾构管片测量宜每年在固定时期测量。

5.4 数据处理

5.4.1 监测基准网应采用严密平差法计算，应顾及与前期数据的衔接。

5.4.2 沉降监测点高程计算按测线进行，计算时以经平差后的控制网成果进行。

5.4.3 由同名点的两次高差计算得到各监测点的沉降量。

5.4.4 根据各监测点的沉降量和里程绘制本次、累计沉降曲线图，计算地铁结构的变形，累计差异沉降坡度、差异沉降速率等指标，初步梳理出变形异常的区段后结合结构的损伤、渗漏水状况及线路周边影响等因素综合分析，为后期的维护治理提供依据。长期沉降测量采集的数据成果根据变形量、差异沉降坡度及沉降速率等控制指标进行计算，同时编制长期沉降监测总结报告；

5.4.5 收敛测量将各次测量值与设计值进行比较，得到隧道的直径收敛变形值。根据收敛测量的数据情况统计本次、累积变化量与设计对比值，绘制变形曲线并编制成果报告；

5.4.6 内业模版见附件C。

5.5 质量控制与检查

- 5.5.1 每年至少一次对测量仪器进行检校，收敛测量实施前应对仪器常数进行统一校准。
- 5.5.2 对测量成果应进行仪器i角的影响修正。
- 5.5.3 收敛测量应采用正、倒镜各观测一次，在满足精度要求的情况下，取平均值。
- 5.5.4 收敛测量外业结束后，应对获得的观测数据及时计算和处理，与前次数据比对变化量超5mm的环数应组织复测；大直径收敛与设计比较值超过10cm的应逐环复测。
- 5.5.5 使用不同的仪器对收敛数据进行抽检，抽检比例应为5%~10%。

5.6 重点区段监测

I 重点段认定原则

- 5.6.1 遗留隐患区段：指建设期间或运营期间发生过透水、涌水、坍塌等影响结构质量问题的区段，在病害处置中对主体结构或周边地质做出调整，故将此区域列入重点观测区域。
- 5.6.2 数据超限区段：在每年一次的全线网变形监测中，在沉降、收敛、挠度、倾斜中发现异常变形的区段，开展重点监测。
- 5.6.3 特殊地质区段：下穿河流、湖泊等地铁线路上方有荷载变化的相关区域。
- 5.6.4 保护区范围区段：保护区范围内监测超预警值区段应列为重点关注区段。保护区施工期间引起隧道或桥梁重大抢修区段也应列入重点监测区域。
- 5.6.5 突发灾害区段：对因人为或天灾造成的桥隧结构受损、周边地质异常变化的区域进行重点观测。
- 5.6.6 铁路穿越和交叠区段：地铁线路上方有铁路荷载的相关区域。对交叉穿越或交叠区段的地铁线路进行重点监测。监测范围为穿越或交叠区段向两侧扩展4倍下层线路底埋深的长度。
- 5.6.7 其它特殊结构位置：根据测量实际情况和要求，考虑加入其它特殊结构位置作为重点区段。

II 监测原则

5.6.8 遗留隐患区段监测原则：

①监测区段：建设期上述问题以建设单位提供的问题清单为准。运营期间如发现上述问题，以发现区段前后延伸50米为监测重点区段。

②监测频率：第一年监测频率为每月1次，第二年为每季度监测1次，第三年为每半年监测1次。

③监测点加密：根据实际情况进行点位加密，加密原则为每5米一个点。

5.6.9 数据超限区段监测原则：

①监测原则：重点关注累计差异沉降，数据报警区域为监测重点区域，并在数据超限后持续关注变化趋势。

②监测频率：监测频率视监测数据实际情况确定，可定为每月监测1次、每季度监测1次或每半年监测1次。

③监测点加密：根据实际情况进行点位加密，加密原则为每5米一个点。

5.6.10 特殊地质区段监测原则：

①监测原则：根据下穿范围前后各延伸50米为监测重点区段。

②监测频率：监测频率为正常监测频率的2倍。

③监测点加密：根据实际情况进行点位加密，加密原则为每5米一个点。

5.6.11 保护区范围内监测超预警值区段监测原则：

①监测原则：对于保护区施工引起的保护区监测数据超预警值区段进行重点区域监测，根据实际情况确定监测范围。

②监测频率：对保护区监测期间超预警值区段，每季度监测1次。

③监测点加密：根据实际情况进行点位加密，加密原则为每5米一个点。

5.6.12 保护区施工期间引起隧道或桥梁重大抢修区段也应列入重点监测区域的监测原则：

①监测原则：对于保护区施工引起的隧道、桥梁重大抢修区段进行重点区域监测，根据实际情况确定监测范围，必要时采用自动化检测。

②监测频率：对重大抢修区段第一年监测频率为每月1次，第二年为每季度监测1次，第三年为每半年监测1次。

③监测点加密：根据实际情况进行点位加密，加密原则为每5米一个点。

5.6.13 突发灾害区段监测原则：

①监测原则：根据灾害大小和地铁结构受影响程度开展人工或自动化监测。

②监测频率：监测频率视监测数据实际情况确定，可定为每月监测1次、每季度监测1次和每半年监测1次。

③监测点加密：根据实际情况进行点位加密，加密原则为每5米一个点。

5.6.14 地铁线路上方有铁路荷载的相关区域监测原则：

①监测原则：根据下穿范围前后各延伸50米为监测重点区段。

②监测频率：监测频率为正常监测频率的2倍。

③监测点加密：根据实际情况进行点位加密，加密原则为每5米一个点。

5.6.15 对交叉穿越或交叠区段的地铁线路进行重点监测的监测原则：

①监测原则：对交叉穿越或交叠区段的地铁线路进行重点监测。监测范围分别为穿越区段向两侧扩展4倍下层线路底埋深的长度和交叠区域长度。

②监测频率：新建线路频率在固定监测频率的基础上加倍。运营线路监测频率与新建线路监测频率相同。

③监测点加密：根据实际情况进行点位加密，加密原则为每5米一个点。

5.6.16 对其他特殊结构位置的监测：监测原则、监测频率和监测点加密原则视实际情况而定。

III 退出原则

5.6.17 遗留隐患区段：监测时间不得少于3年，第一年监测月度形变速率平均值小于0.5mm/月，第二年季度形变速率小于1mm/三个月，第三年半年度形变速率小于2mm/六个月。

5.6.18 数据超限区段：按照确定的频次开展监测，在关注一年后，若监测数据呈现稳定状态且未发生超限时退出，若监测数据仍存在超限则继续监测。

5.6.19 特殊地质区段：永久监测，且后期监测频率不得低于2次/年。。

5.6.20 保护区范围内监测超预警值区段：在监测两年后趋于稳定且不在扩大后退出。

5.6.21 保护区施工期间引起隧道或桥梁重大抢修区段：隧道或桥梁重大抢修区段监测时间不得少于3年，第一年监测月度形变速率平均值小于0.5mm/月，第二年季度形变速率小于1mm/三个月，第三年半年度形变速率小于2mm/六个月。

5.6.22 突发灾害区段：隧道或桥梁重大抢修区段监测时间不得少于3年，第一年监测月度形变速率平均值小于0.5mm/月，第二年季度形变速率小于1mm/三个月，第三年半年度形变速率小于2mm/六个月。

5.6.23 铁路穿越和交叠区段：永久监测，且后期监测频率不得低于2次/年。

5.6.24 其他特殊结构位置区段：退出机制视实际情况而定。

VI 数据处理及成果提交

5.6.22 数据处理及成果提交如下：

- a 由同名点的两次高差得到各监测点的沉降量；
- b 根据各监测点的沉降量和里程绘制本次、累计沉降曲线图；
- c 重点区段中的累计沉降值的起算时间应与长期沉降资料中的累计沉降值起算时间一致，确保数据的延续性和可比较性；
- d 由收敛同名监测点计算各环大直径值、本次变化量、累计变化量；
- e 根据各计算值绘制大直径曲线图、本次、累计变化量曲线图；
- g 监测点的点号、本次变形量、累计变形量、监测图表、异常情况分析等；

5.7 倾斜监测

5.7.1 倾斜监测适用于高架墩柱、明挖区间以及车站的侧墙等城市轨道交通结构。

5.7.2 倾斜监测应根据现场观测条件，选用投点法、全站仪坐标法、倾斜仪法或差异沉降法

等观测方法，也可采用精度满足要求的其他倾斜监测方法。

5.7.3 投点法适用于每个测站观测一个倾斜方向的偏移量，投点法观测应满足相关规范要求。应遵守以下规定：

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

5.7.4 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偏移量进行观测，全站仪坐标法应满足相关规范要求。应遵守以下规定：

- a 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表面平整的其他标志；
- b 测站点应设置在结构边线的延长线或结构边线的垂线上，与监测点的水平距离宜为上、下部监测点高差的1.5~2.0倍；
- c 以测站点为原点、测站点至下部监测点连线为X轴正方向、Y轴垂直于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偏移量；历次观测应正、倒镜各观测一次，取平均值；

d当上、下点的连线与结构的竖向轴线平行时，偏移量与高差的比值即为结构的倾斜率。历次两正交方向的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。

5.7.5 当采用差异沉降法进行倾斜观测时，应在需要观测的倾斜方向上对应设置2个以上沉降监测点，对应沉降点间距的丈量应取位至0.01m。采用水准测量方法测量监测点的差异沉降，差异沉降量与距离的比值视为该连线方向的倾斜变化率。

5.8 桥梁挠度监测

5.8.1 梁体挠度监测点应布设在道床上，按照梁体的类型进行布点。点位布设要求如下：

a高架段每跨梁大于等于50米应沿上下行线中心、呈跨中对称布设等距设5个观测点，分别布设在桥墩及梁体的1/4、1/2、3/4处；

b高架段每跨梁小于50米应沿上下行线中心、呈跨中对称布设等距设3个观测点，分别布设在桥墩及梁体的1/2处。

5.8.2 梁体挠度监测采用二等水准测量，通过道床点高程计算桥梁挠度值。具体方法和要求同5.2章节“长期沉降监测”中相关规定。

5.8.3 计算挠度需要用到桥墩对应上方道床点A和B，以及跨中道床点P。对每一跨桥梁均应选择固定的点A、B和P，原则上不得更换计算点。根据挠度的定义，跨中挠度应为P点（即各测点高程）到直线AB的距离，及图中直线PM的长度（图中曲线APB表示梁的挠曲线）。但由于计算较为复杂，且还需要额外判断P点在直线AB的上方还是下方（即为上拱还是下挠），故在实际操作中常用铅垂线的长度PQ代替。

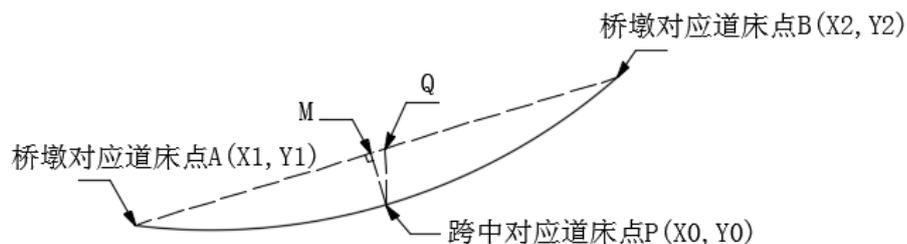


图5-1挠度计算示意图

5.8.4 挠度计算公式见式（4）。

$$PQ = y_0 - y_1 - \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} (x_0 - x_1) \quad (4)$$

式中， x_0 、 y_0 ——跨中对应道床点P的里程和高程；

x_1 ， y_1 ——桥墩对应道床点A的里程和高程；

x_2 ， y_2 ——是桥墩对应道床点B的里程和高程。

5.9 裂缝监测

5.9.1 裂缝、接缝监测应符合以下规定：

a区间隧道、车站侧墙、高架梁体等结构的裂缝监测内容应包括裂缝位置、走向、长度、宽度及其变化情况，必要时还应监测裂缝深度；

b盾构隧道的相邻管片、高架结构的相邻梁等结构的接缝监测应测定接缝宽度和错台变化情况；

c开始监测前应记录监测对象已有裂缝、接缝的分布位置和数量，并对其进行统一编号。应对裂缝、接缝作固定标志进行监测，确保每次量测均是同一位置的变化；

d可采用游标卡尺或读数显微镜进行观测。当采用游标卡尺观测时，还应在裂缝或接缝两侧布设固定标志；

e裂缝宽度、接缝错台变化量测量精度不应低于 $\pm 0.1\text{mm}$ ，裂缝长度和深度测量精度不宜低于 $\pm 1\text{mm}$ ；

5.9.2 裂缝监测成果应描述裂缝的位置、走向、长度、宽度，注明裂缝编号及观测日期等。接缝监测成果应描述接缝的位置、宽度、错台量及其变化情况，注明接缝编号和观测日期等。

6 自动化监测

6.1 一般规定

6.1.1 施工作业项目的关键工序施工期间、轨道交通结构的关键区段或长期监测表明累计变形量较大、变形速率较大的区段，宜采用自动化监测。

6.1.2 自动化监测系统应由传感器、数据采集系统、通信系统和数据处理系统等功能模块组成。自动化监测系统应符合以下要求：

a采用的设备应性能稳定，传感器的量程和精度应满足工程需要，通信及供电系统应与列车通号系统隔离；

b设备设施应安装牢固，满足城市轨道交通运营的限界要求，不影响列车运营安全；

c系统在调试完毕后，应逐日连续观测并取得稳定的初始值；

d自动化监测的采样间隔应满足实际工程需要；

e数据处理软件应测试合格，监测数据准确可靠；

f使用期间应加强系统维护，应采用人工监测方法定期校验，确保自动监测系统有效运行，发现异常时应及时修复自动化监测系统；

g成果以图形和数据的形式展示，可对历史数据进行查询。数据管理系统应能按权限进行网络发布，具有网络安全防护功能。

6.2 全站仪自动化监测

6.2.1 全站仪自动化监测适用于水平位移监测、收敛监测、沉降监测、倾斜监测等观测项目。

6.2.2 全站仪最远监测点自动照准精度不应低于1mm，单次自动照准时间不宜大于10s。

6.2.3 应结合水平位移监测、收敛监测、沉降监测、倾斜监测等观测项目的具体要求，设置监测点或监测点组。监测点宜采用固定棱镜的方式布设，并应做好对监测点的保护。

6.2.4 自动化监测系统宜能根据远程指令，实时选取观测方向、设置观测时间、调整观测频率。

6.2.5 多台全站仪联合组网观测时，相邻测站宜进行联测或设置2个以上的重合观测目标。

6.2.6 自动化监测系统应自动剔除粗差，对未观测到的方向自动补测，自动对观测数据进行观测限差检查，对超限的观测数据进行重测。数据处理前应进行基准网稳定性判断。

6.3 静力水准自动化监测

- 6.3.1 静力水准自动化监测适用于沉降监测。
- 6.3.2 静力水准自动化监测采用的传感器标称精度不应低于0.2mm。
- 6.3.3 静力水准线路一般由起算点、监测点、转点组成，宜布设成附和水准线路。起算点应采用几何水准测量法定期连测。
- 6.3.4 连通管式静力水准设备，其设备安装除遵守6.1.2的规定外，还应遵守下列规定：
- a 同组中所有传感器安装标高差异的影响，不应消耗其量程的20%；
 - b 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，且与罐底高差不超过0.5m。
- 6.3.5 连通管式静力水准同一测段内静力水准测量的沉降观测值可按公式（6）计算，压差式静力水准可按仪器商提供的公式计算。

$$\Delta H_{kg}^{ij} = (h_k^i - h_g^i) - (h_k^j - h_g^j) \quad (6)$$

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次沉降值，单位为毫米（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，单位为毫米（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，单位为毫米（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，单位为毫米（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，单位为毫米（mm）。

6.4 激光测距仪自动化监测

- 6.4.1 激光测距仪适用于隧道收敛监测。
- 6.4.2 激光测距仪宜采用无棱镜反射测量工作模式，测距精度不应低于2.0mm。
- 6.4.3 激光测距仪应布设于固定测线一端的结构内壁，测量的激光束应对准固定测线另一端目标点。
- 6.4.4 应在对应位置设置人工固定测线，并同步完成初始测量。
- 6.4.5 收敛变化量按公式（7）计算：

$$\Delta C_i = C_i - C_0 \quad (7)$$

式中： ΔC_i ——第i次收敛变化量，单位为毫米（mm）；

C_i ——第i次距离读数，单位为毫米（mm）；

C_0 ——初始距离读数，单位为毫米（mm）。

6.5 其他自动化监测方法

根据项目需要，可采用光纤光栅、近景摄影测量等自动化观测技术。采用新技术、新方法代替传统方法时，应进行新技术、新方法与传统方法的比对验证，其观测精度应符合本标准相应的要求。

7 控制值

7.1 报警机制

7.1.1 当监测数据达到预警标准时，必须进行警情报送。

7.1.2 现场巡查过程中发现下列警情之一时，应根据警情紧急程度、发展趋势和造成后果的严重程度按预警管理制度进行警情报送：

a 结构出现明显变形、较大裂缝、断裂、较严重渗漏水、隧道底鼓，支撑出现明显移位或脱落、锚杆出现松弛或拔出等；

b 隧道结构出现涌砂、涌土、管涌，较严重渗漏水、突水，滑移、坍塌，基底较大隆起等；

c 周边地表出现突然明显沉降或较严重的突发裂缝、坍塌；

d 构筑物、桥梁等周边环境出现危害正常使用功能或结构安全的过大沉降、倾斜、裂缝等；

f 周边地下管线变形突然明显增大或出现裂缝、泄漏等；

g 根据当地工程经验判断应进行警情报送的其他情况。

7.2 控制值

7.2.1 城市轨道交通运营期结构安全监测项目控制值，宜按城市轨道交通安全保护专项设计文件确定。

7.2.2 隧道结构年度沉降变形参考控制值：

1 累计沉降曲线曲率半径30000；

2 本次沉降曲线斜率不大于0.12‰；

7.2.3 高架结构沉降变形参考控制值：

1 桥墩累计差异沉降量不大于20mm；

2 桥墩年度差异沉降量不大于8mm；

7.2.4 隧道结构收敛变形参考控制值：

1 隧道收敛变形速率不大于10mm/年；

2 内径 5.5米（外径 6.2 米）单圆通缝隧道水平直径收敛值不大于10cm；

- 3 内径 5.5 米（外径 6.2 米）单圆错缝隧道水平直径收敛值不大于7cm；
- 4 内径 5.9 米（外径 6.6 米）单圆通缝隧道的隧道收敛值不大于10cm；
- 5 内径 5.9 米（外径 6.6 米）单圆错缝隧道的隧道收敛值不大于7cm；
- 6 内径 10.4 米（外径 11.4 米）单圆错缝隧道水平直径收敛值不大于12cm；
- 7 双圆隧道水平直径收敛值不大于5cm。

7.2.5 桥墩倾斜变形控制值：

桥墩倾斜率不大于4‰。

7.2.6 桥梁扰度控制值

表 7-1 桥梁竖向挠度控制值

跨度L (m)	竖向挠度控制值 (mm)
$L \leq 30m$	$L/2000$
$30 < L \leq 60m$	$L/1500$
$60 < L \leq 80m$	$L/1200$
$L > 80m$	$L/1000$

8 监测成果提交及信息反馈

8.1.1 每期变形监测结束后，应及时进行数据处理。项目完成后，应对成果资料进行整理并分类装订。数据整理应符合下列规定：

- a 观测记录内容应真实完整，采用电子方式记录的数据，应完整存储在可靠的介质上；采用纸质记录的原始记录不得涂改、伪造和转抄；
- b 观测后应及时进行整理与校对，监测数据出现异常时，应分析原因，必要时进行现场核对或重测；
- c 数据处理、成果图表及检验分析资料应完整、清晰。

8.1.2 每期变形监测结束后，应依据测量误差理论和统计检验原理对获取的数据及时进行平差计算处理，处理过程应符合下列要求：

- a 应利用稳定的基准点作为起算点；
- b 应利用严密的平差方法和可靠的软件系统；
- c 应确保平差计算所用观测数据、起算数据准确无误；
- d 应剔除含有粗差的观测数据。

8.1.3 监测数据处理中的数据取位要求应符合表15的规定。

表8-1 监测数据处理中的数据取位要求

等级	方向值 (")	边长 (mm)	坐标 (mm)	高程 (mm)	水平位移 (mm)	垂直位移 (mm)
二等	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

8.1.4 每期变形监测结束后，通过比较相邻两期的变形量与测量极限误差来进行变形分析。当变形量小于测量极限误差时，可认为该监测点是在这两期之间没有变形或变形不显著。对于多期监测成果，应综合分析多期的累计变形特征，当监测点相邻两周期变形量小，但多期间变化量呈现出明显变化趋势时，应认为是有变形。

8.1.5 监测数据的变化规律、变化因素及发展趋势应结合设计施工方案、周边工况条件、地质条件、环境条件及各类相关监测项目的监测数据等进行分析。

8.1.6 根据项目具体要求，可按周期或监测项目的实际情况提交下列阶段性成果：

- a 本次或前1~2次观测结果；
- b 本次观测后的当次变形量、累计变形量、变化速率等，必要时绘制相关曲线图；
- c 简要说明、分析及建议；
- d 对达到或超过监测报警值的监测点应有报警标示，并有分析和建议；
- e 对巡视检查发现的异常情况应有详细描述，危险情况应有报警标示，并有分析和建议。

8.1.7当监测项目任务全部完成后，宜提交下列综合成果：

- a 技术设计书或施测方案；
- b 平面位置图或监测点分布图；
- c 反映变形监测结果的图、表；
- d 仪器检定、检校资料；
- e 质量检查报告；
- f 技术总结报告；
- g 相关电子数据文件；
- h 其他需要提交的文件。

8.1.8监测项目技术总结报告应数据真实，内容完整，重点突出，结构清晰，文理通顺，结论明确。技术总结报告应包括下列内容：

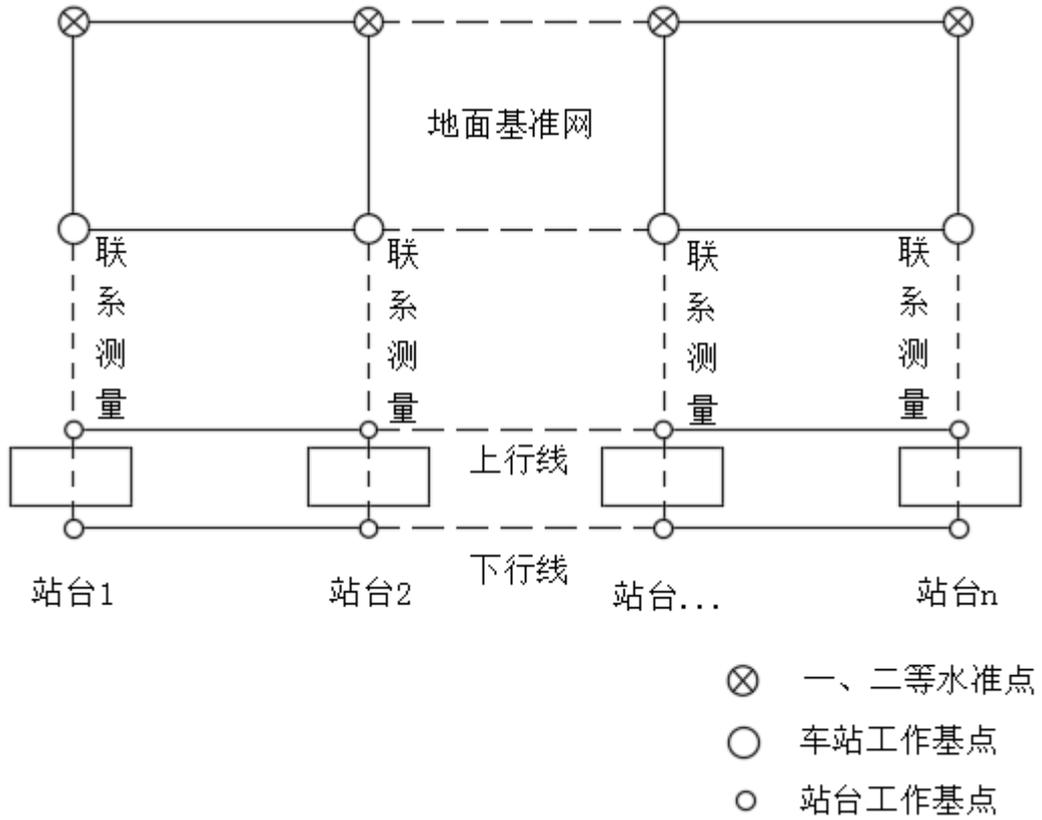
a 项目概况：包括项目来源、监测目的和要求、测区地理位置及周边环境、项目完成的起止时间等；

b 作业过程及技术方法：包括监测作业依据的技术标准、项目技术设计或施测方案的技术变更情况、采用的仪器设备及其检校情况、测点布设情况和观测次数、测量精度等级要求及报警值设置、作业方法及数据处理方法、各周期观测时间等；

- c 成果精度统计及质量检验结果；
- d 变化量统计与分析；
- e 报警等异常情况的出现及作业过程中发生的其他特殊情况；
- f 提交的成果清单及附图附表。

附录A 长期沉降基准网布设示意图

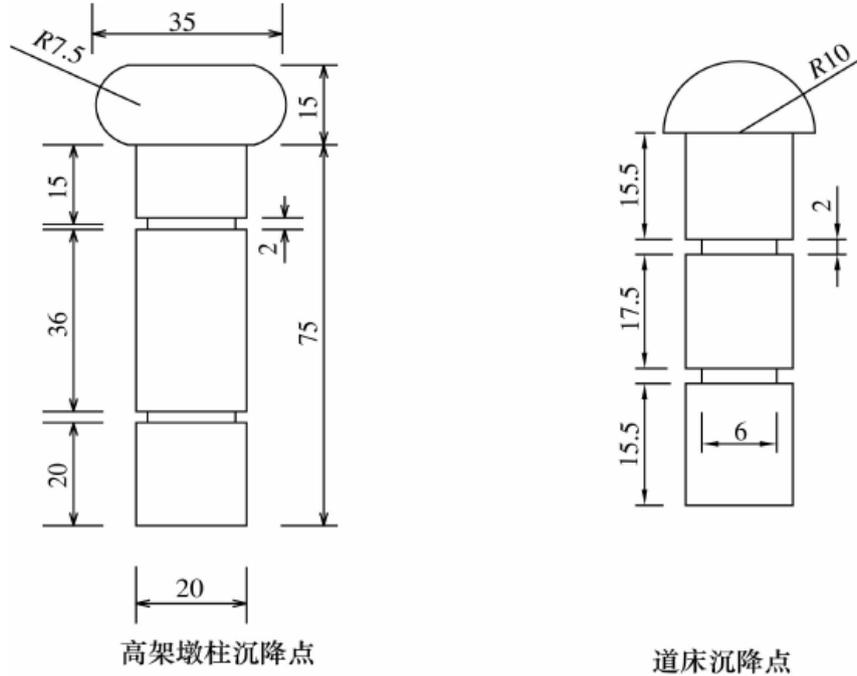
长期沉降监测基准网布设示意图见图A。



图A 沉降监测基准网布设示意图

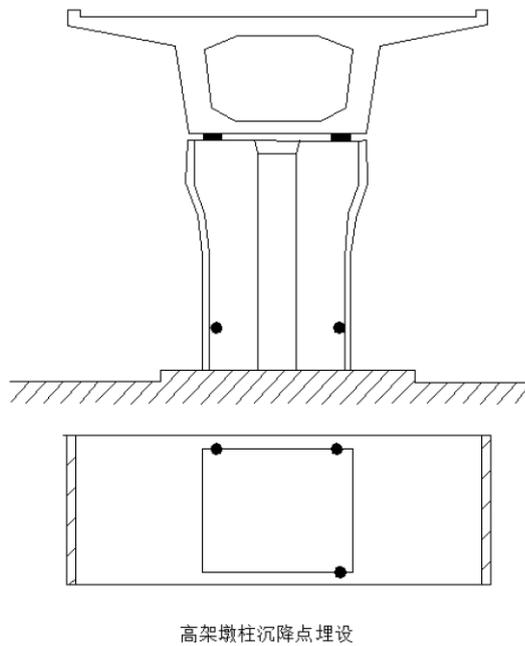
附录B 监测点布设

B.0.1 道床和高架墩柱沉降监测点的布设参见图B.0.1。



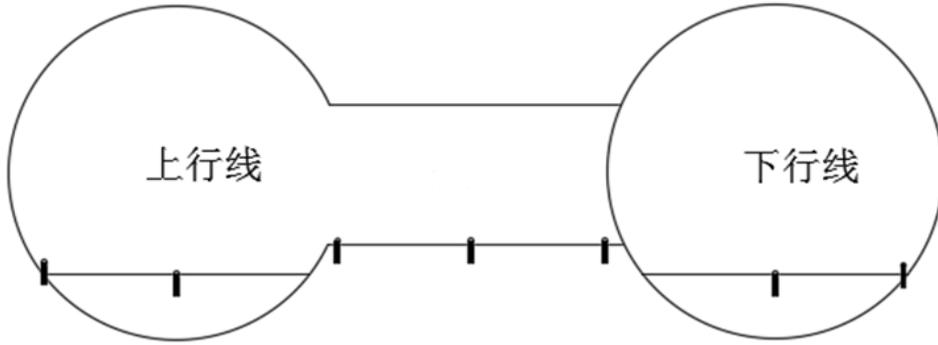
图B.0.1 道床和高架墩柱沉降监测点标志示意图

B.0.2 高架墩柱监测点埋设要求参照图B.0.2。



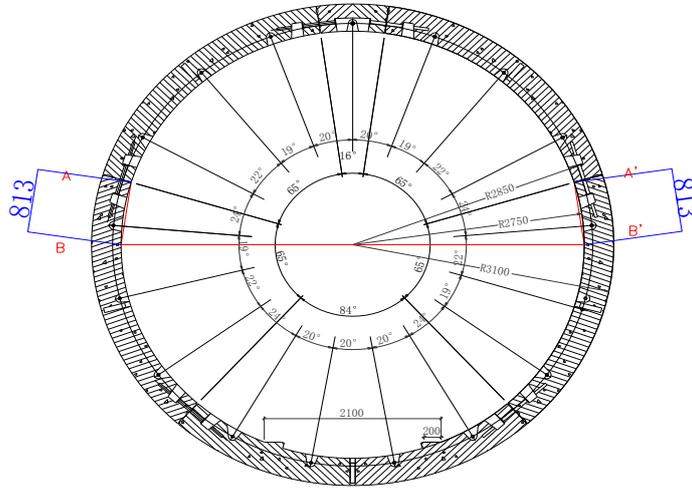
图B.0.2 高架墩柱监测点埋设示意图

B.0.3 联络通道沉降点的布设参见附录B.0.3。



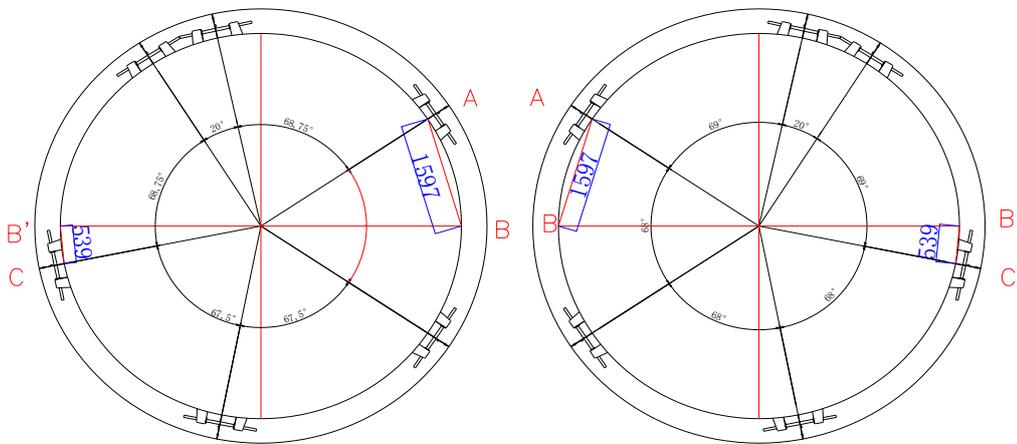
图B.0.3 联络通道监测点埋设示意图

B.0.4 内径5.5m单圆通缝隧道收敛测线的布设参见附录B.0.4。



图B.0.4 通缝拼装管片直径端点位示意图

B.0.5 内径5.5m单圆错缝隧道收敛测线的布设参见附录B.0.5。



图B.0.5 错缝拼装管片直径端点位示意图

附录C 报告提交要求及内容

附录D 监测报告格式要求

1 长期沉降报告

提交的电子版成果以线路为单位，总文件名称为“XX年XX号线长期沉降成果报告”（每条线路一个成果），总文件包括4项内容，4项内容分别建立子文件夹。

（一）、报告

文件夹名称：xx年xx号线长期沉降测量成果报告（word、pdf）

1、工程概况

- （1）工程概况
- （2）工程内容与范围
- （3）工程完成情况

2、沉降数据统计

- （1）总体沉降情况
- （2）隧道段、高架立柱统计
- （3）联络通道位置
- （4）各区间沉降曲线图
- （5）最大、最小沉降量统计
- （6）沉降超标统计分析

3、重点区域区段

- （1）XX站-XX站
- （2）XX环-XX环

4、总结

- （1）结论
- （2）建议

（二）、纸质版成果

纸质版报告封面标题为“XX年XX号线长期沉降成果报告”，纸质版报告打印内容包括电子版报告提交的所有内容。如分册打印则应根据线路将每册编号，便于查找翻阅。

（三）、沉降报表

文件夹名称：沉降报表

- （1）长期沉降监测成果表（隧道）
- （2）长期沉降监测成果表（高架立柱）
- （3）全线历年成果表
- （4）指标超限统计表
- （5）区间沉降最大、最小值统计
- （6）线路沉降平均速率统计
- （7）异常区段统计

（四）原始数据及计算数据

文件夹名称：原始数据及计算数据

（五）其他

文件夹名称：其他

- （1）仪器检定及合格证书；
- （2）参与项目人员名单；
- （3）实测沉降点数统计；
- （4）沉降自检成果表等。

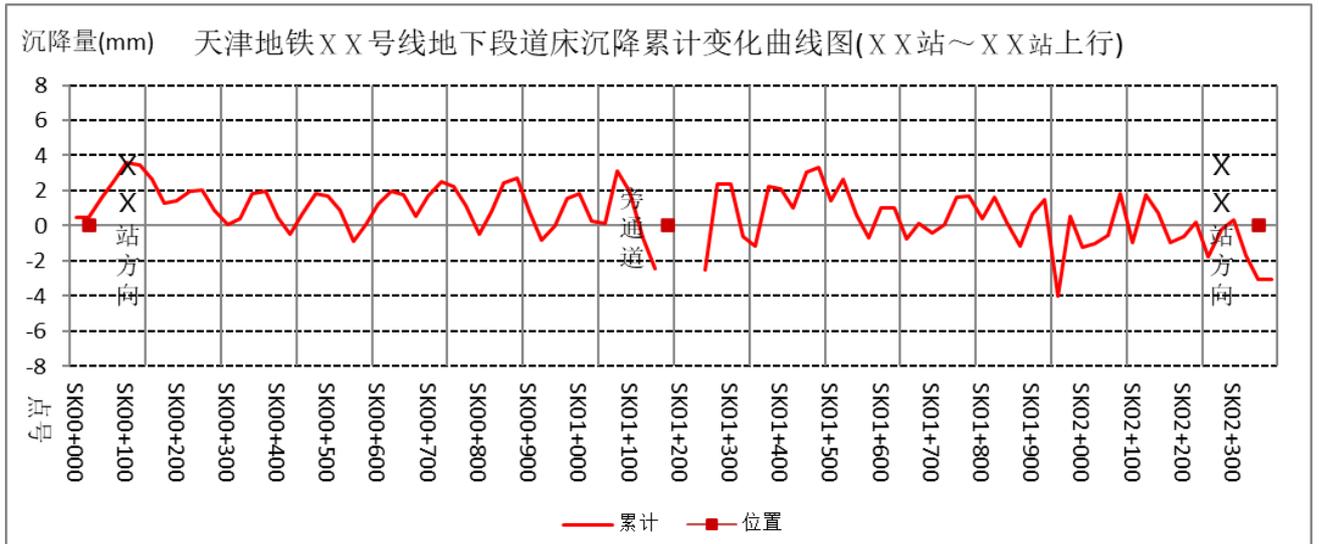
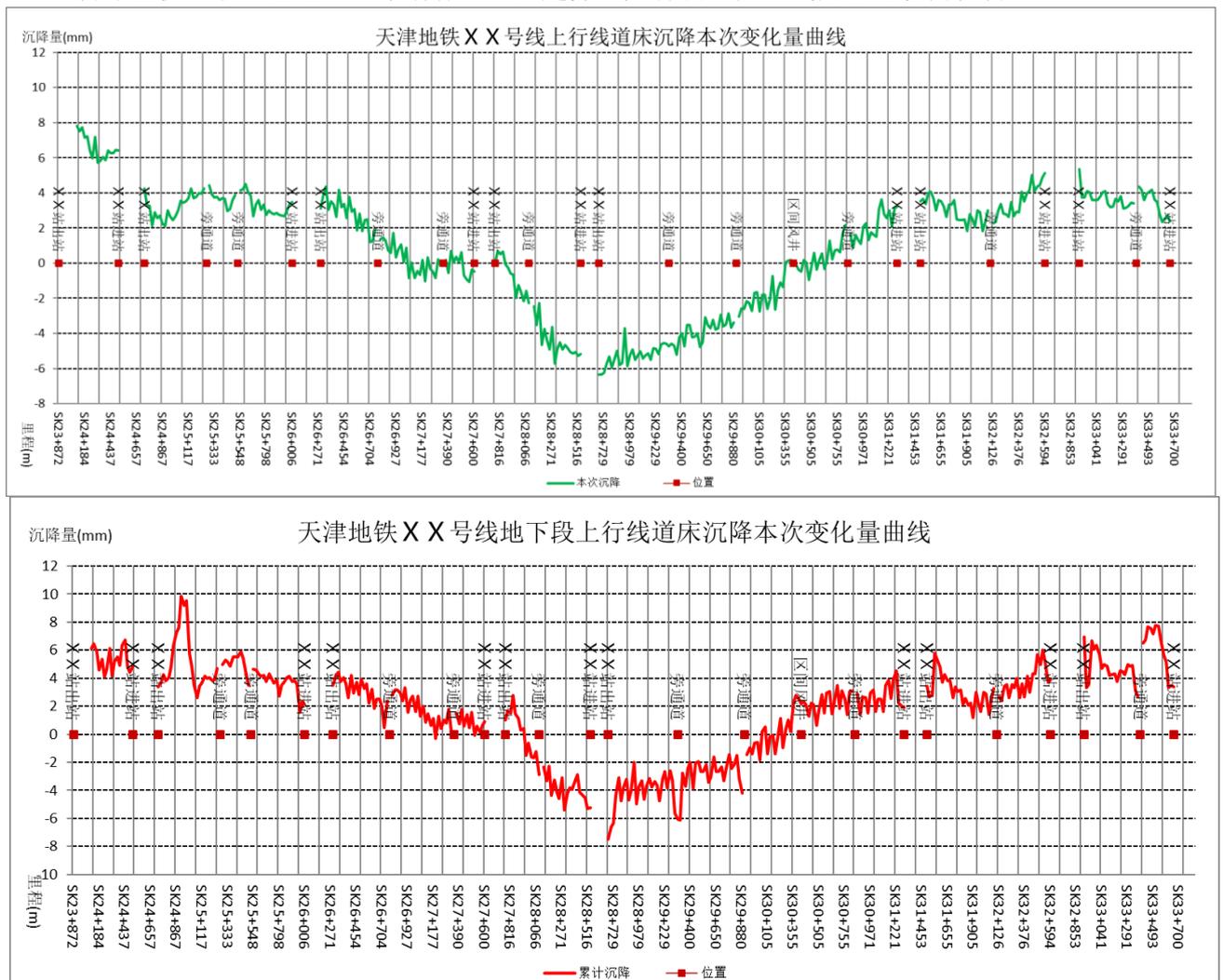


图1-1 隧道道床本次沉降曲线图和累计沉降图（区间）

说明：各监测点的历年高程值隐藏，只显示初始值和最近2次测量数据，同一区间的上下行放在同一个sheet中。sheet中包括上下行各一份数据及上下行本次/累计各两张曲线图；备注中注明浮置板、联络通道、**年新补埋点，起算点如有调整及曲线图不连续需说明。



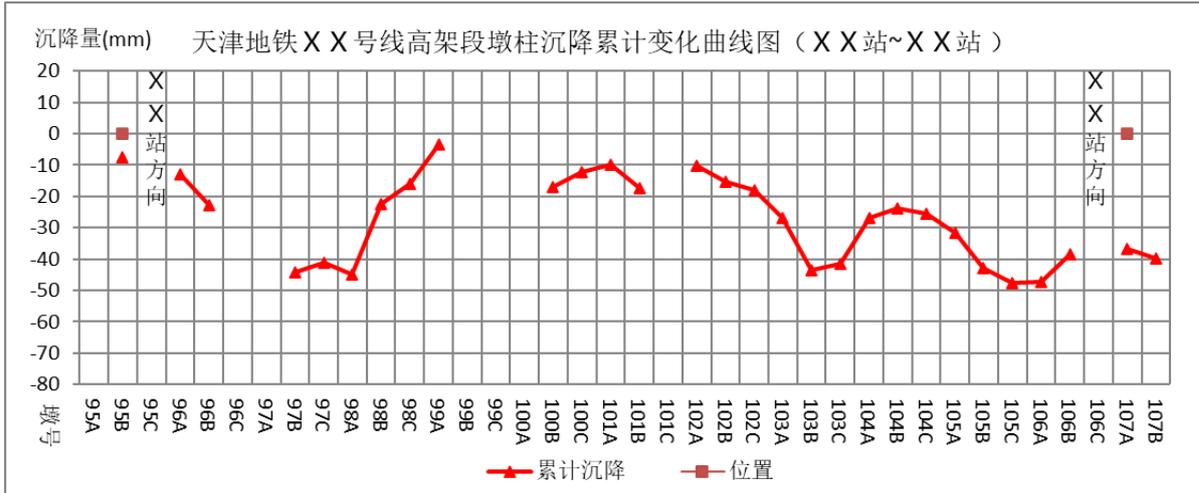


图2-1 高架立柱本次沉降/累计沉降沉降曲线图 (区间)

说明：各监测点的历年高程值隐藏，只显示初始值和最近2次测量数据，同一区间的上下行放在同一个sheet中。sheet中包括上下行各一份数据及上下行本次/累计各两张曲线图；备注中注明浮置板、联络通道、**年新补埋点，起算点如有调整及曲线图不连续需说明。

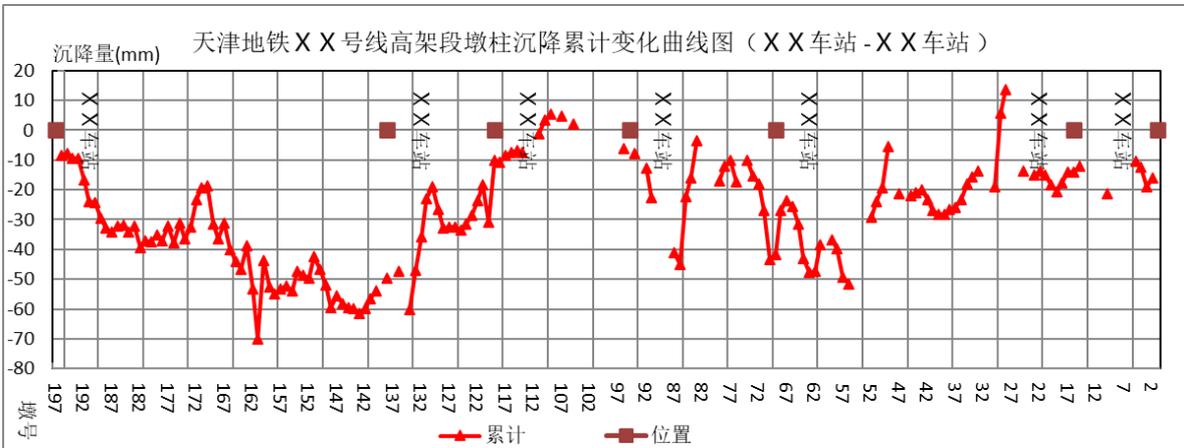
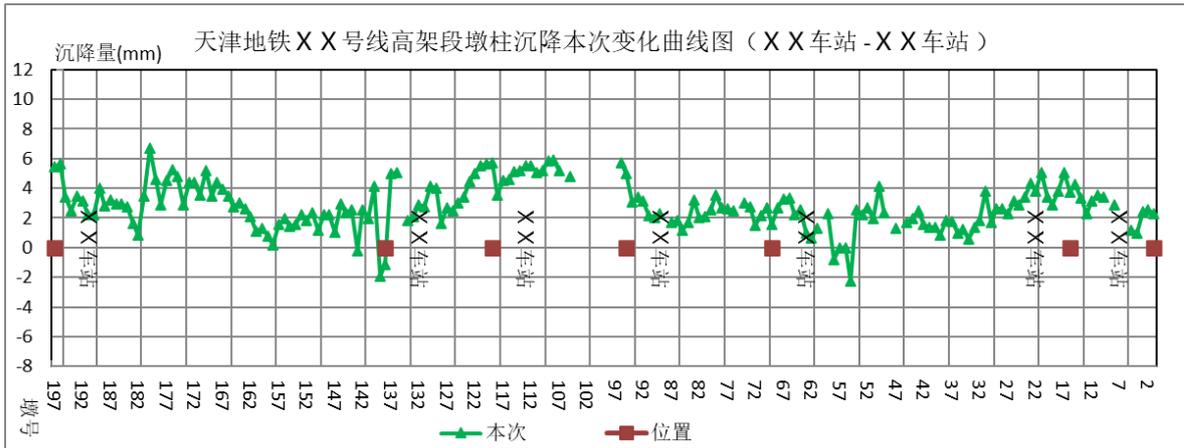


图2-2 高架立柱本次沉降/累计沉降沉降曲线图 (全线)

(3) 桥梁挠度监测成果表 (高架桥梁)

天津地铁 X X 号线高架段桥梁沉降、挠度监测成果表 (X X 站-X X 站 上行)											
测量时间:	****/**/**			校核人员: **				仪器类型: *****			
测量人员:	***			测量方式: *****				仪器编号: *****			
点号	里程	墩号	初始高程**年(m)	**年**月高程(m)	**年**月高程(m)	本次沉降变化量(mm)	累计沉降变化量(mm)	本次挠度变化量	累计挠度变化量	位置	备注
S176	SK125+312.8	1086	5.00763	5.00763	5.00763	0.0	0.0			XX站方向	
S177	SK125+300.3		5.26800	5.26800	5.26800	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S178	SK125+287.8	1085	5.50248	5.50248	5.50248	0.0	0.0				
S179	SK125+275.3		5.79515	5.79515	5.79515	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S180	SK125+262.8	1084	6.03634	6.03634	6.03634	0.0	0.0				
S181	SK125+250.3		6.29277	6.29277	6.29277	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S182	SK125+237.8	1083	6.51223	6.51223	6.51223	0.0	0.0				
S183	SK125+237.8	1083	6.52960	6.52960	6.52960	0.0	0.0				
S184	SK125+225.3		6.80569	6.80569	6.80569	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S185	SK125+212.8	1082	7.04570	7.04570	7.04570	0.0	0.0				
S186	SK125+200.3		7.27773	7.27773	7.27773	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S187	SK125+187.8	1081	7.48057	7.48057	7.48057	0.0	0.0				
S188	SK125+175.3		7.67655	7.67655	7.67655	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S189	SK125+162.8	1080	7.81248	7.81248	7.81248	0.0	0.0				
S190	SK125+162.8	1080	7.84374	7.84374	7.84374	0.0	0.0				
S191	SK125+150.3		7.98587	7.98587	7.98587	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S192	SK125+137.8	1079	8.13086	8.13086	8.13086	0.0	0.0				
S193	SK125+125.3		8.26036	8.26036	8.26036	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S194	SK125+112.8	1078	8.37004	8.37004	8.37004	0.0	0.0				
S195	SK125+100.3		8.46283	8.46283	8.46283	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S196	SK125+087.8	1077	8.54791	8.54791	8.54791	0.0	0.0				
S197	SK125+087.8	1077	8.57650	8.57650	8.57650	0.0	0.0				
S198	SK125+075.3		8.64720	8.64720	8.64720	0.0	0.0	0.0	0.0		跨中点
S199	SK125+062.8	1076	8.68394	8.68394	8.68394	0.0	0.0				

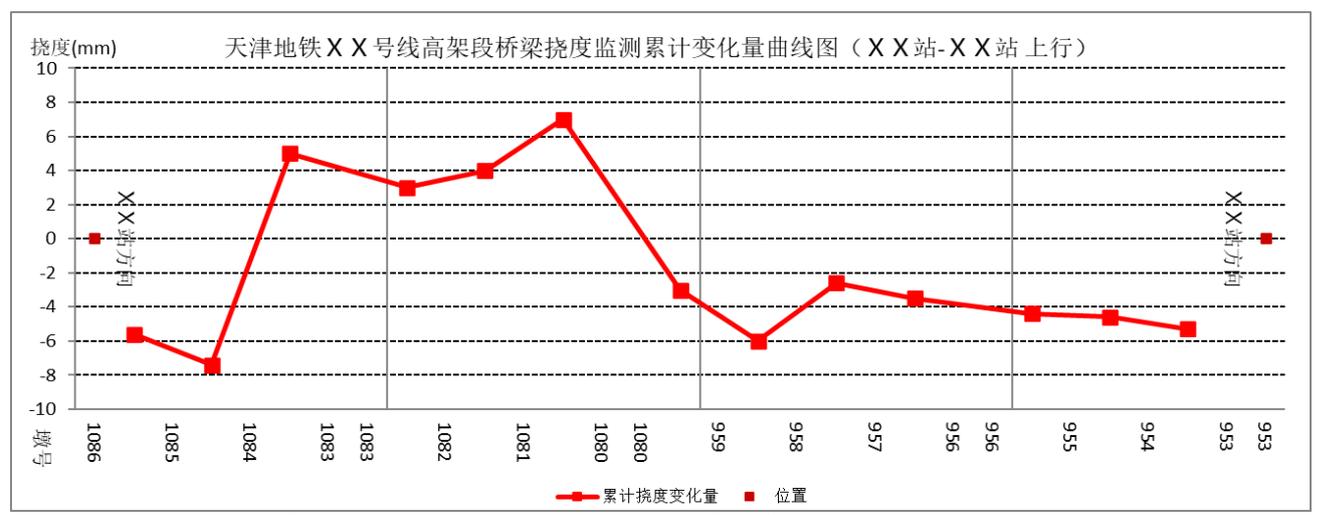
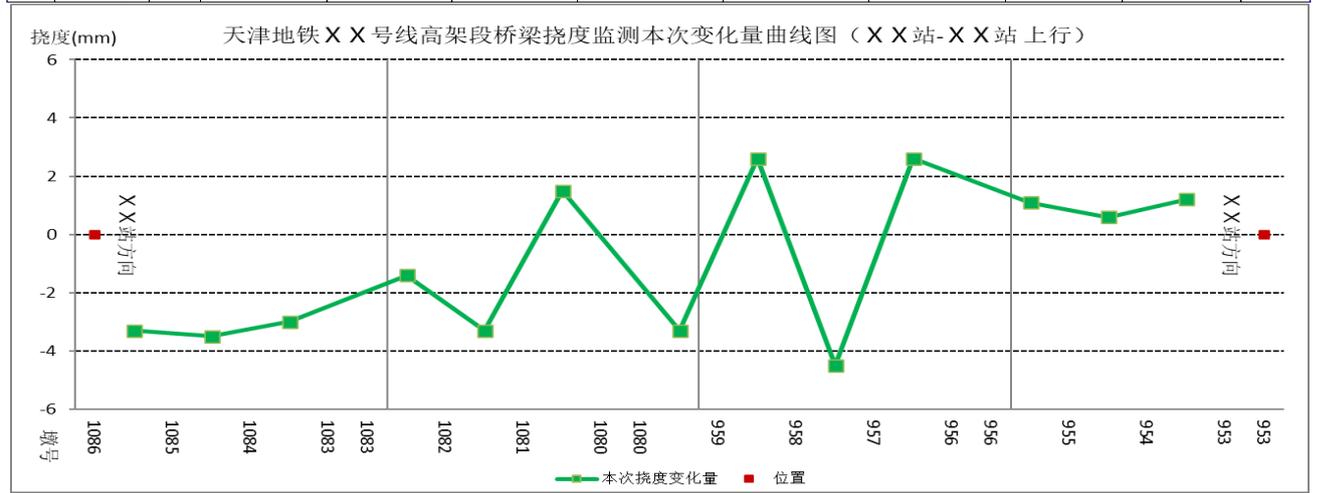


图3-1 桥梁挠度监测本次/累计变化量曲线图 (区间)

5.3 线路长期沉降指标超限统计

****号线桥梁长期沉降超限统计表**

线路	区间隧道年度沉降量大于10mm个数	跨中道床点年度挠度大于10m个数	跨中道床点总度挠度大于30m个数	桥墩年度沉降量大于10mm
5	20	40	3	8
6				

5.4 区间沉降最大、最小值统计

区间道床最大最小值统计（单位mm）

区间	上行线本次沉降量		下行线本次沉降量		上行线累计沉降量		下行线累计沉降量		备注
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	

说明：上述沉降量+表示上抬，-表示下沉。

区间立柱最大最小值统计（单位mm）

区间	上行立柱本次沉降量		下行立柱本次沉降量		上行立柱累计沉降量		下行立柱累计沉降量		备注
	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	

说明：上述沉降量+表示上抬，-表示下沉。

5.5 异常区段统计

天津地铁号线异常区段统计**

区间	上、下行	环号范围	里程范围	本次差异沉降	累计差异沉降	备注

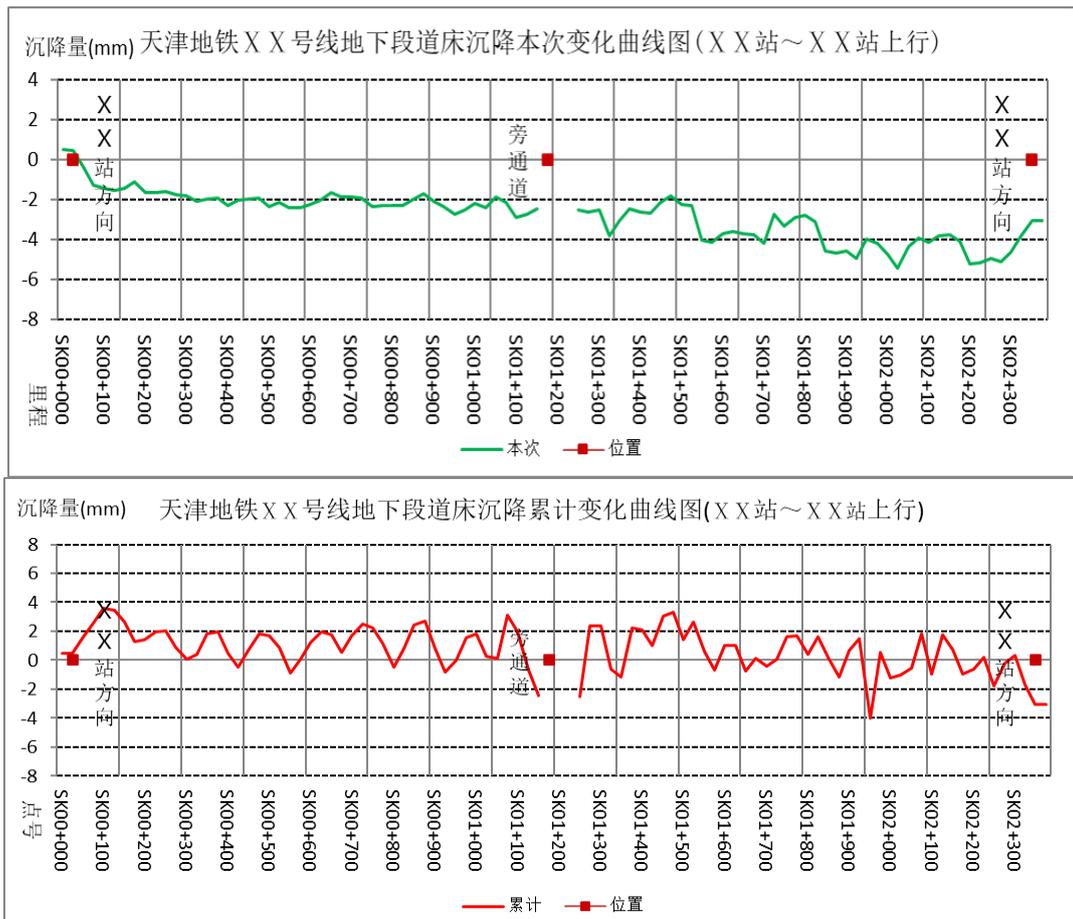


图4-1 隧道道床本次沉降/累计沉降(全线)

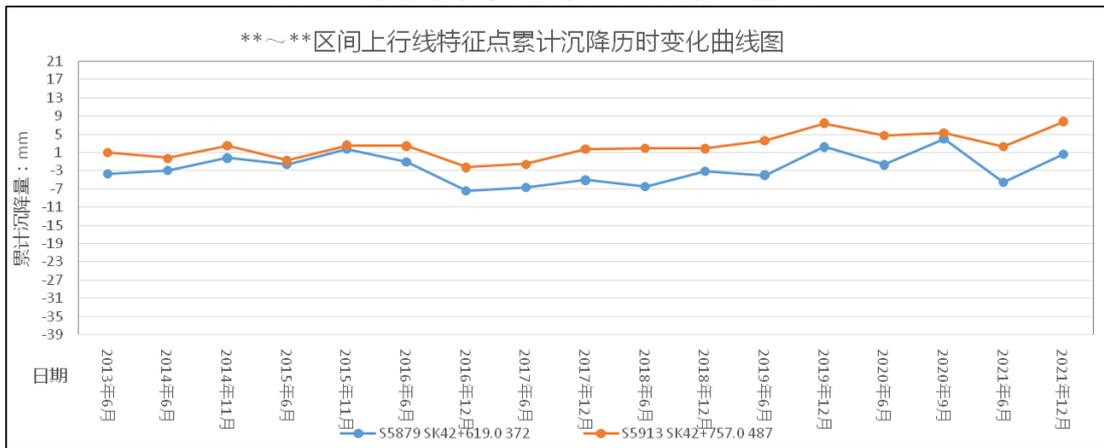


图4-2 特征点累计沉降历时变化曲线图

2长期收敛报告

提交的电子版成果以线路为单位，总文件名称为“XX年XX号线长期收敛成果报告”（每条线路一个成果），总文件包括4项内容，4项内容分别建立子文件夹。

XX年XX号线长期收敛成果报告

(一)、报告

文件夹名称：xx年xx号线长期收敛测量成果报告（word、pdf）

1、工程概况

- (1) 工程概况
- (2) 工程内容与范围
- (3) 工程完成情况

2、水平直径统计

- (1) 总体收敛情况
- (2) 收敛值分段统计
- (3) 联络通道位置
- (4) 各区间大直径收敛曲线图
- (5) 最大、最小直径统计
- (6) 收敛超标统计分析

3、重点区域区段

- (1) XX站-XX站
- (2) XX环-XX环

4、总结

- (1) 结论
- (2) 建议

(二)、纸质版成果

纸质版报告封面标题为“XX年XX号线长期收敛成果报告”，纸质版报告打印内容包括电子版报告提交的所有内容。如分册打印则应根据线路将每册编号，便于查找翻阅。

(三)、收敛报表

文件夹名称：收敛报表

- (1) x号线区间最大最小平均收敛统计
- (2) x号线直径测量报表（分区间）
- (3) x号线区间加密报表（分区间）
- (4) x号线综合统计表（1-16表）

（四）、原始数据及计算数据

文件夹名称：原始数据及计算数据

（五）、其他

文件夹名称：其他

- (1) 仪器检定及合格证书
- (2) 参与项目人员名单
- (3) 实测环数统计
- (4) 收敛自检成果表等

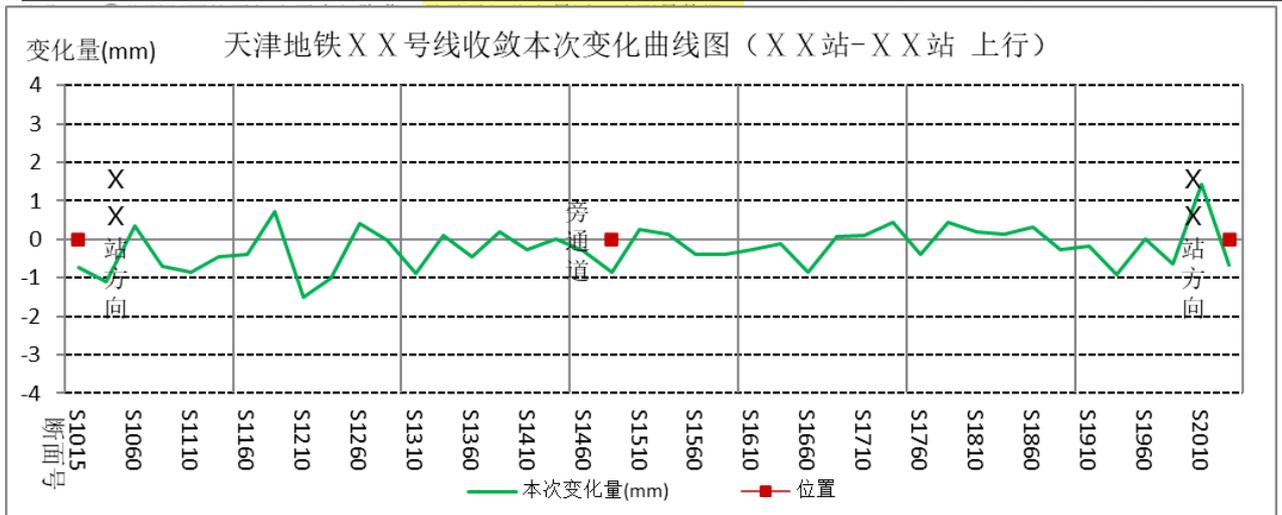
(1) 区间最大最小平均收敛统计

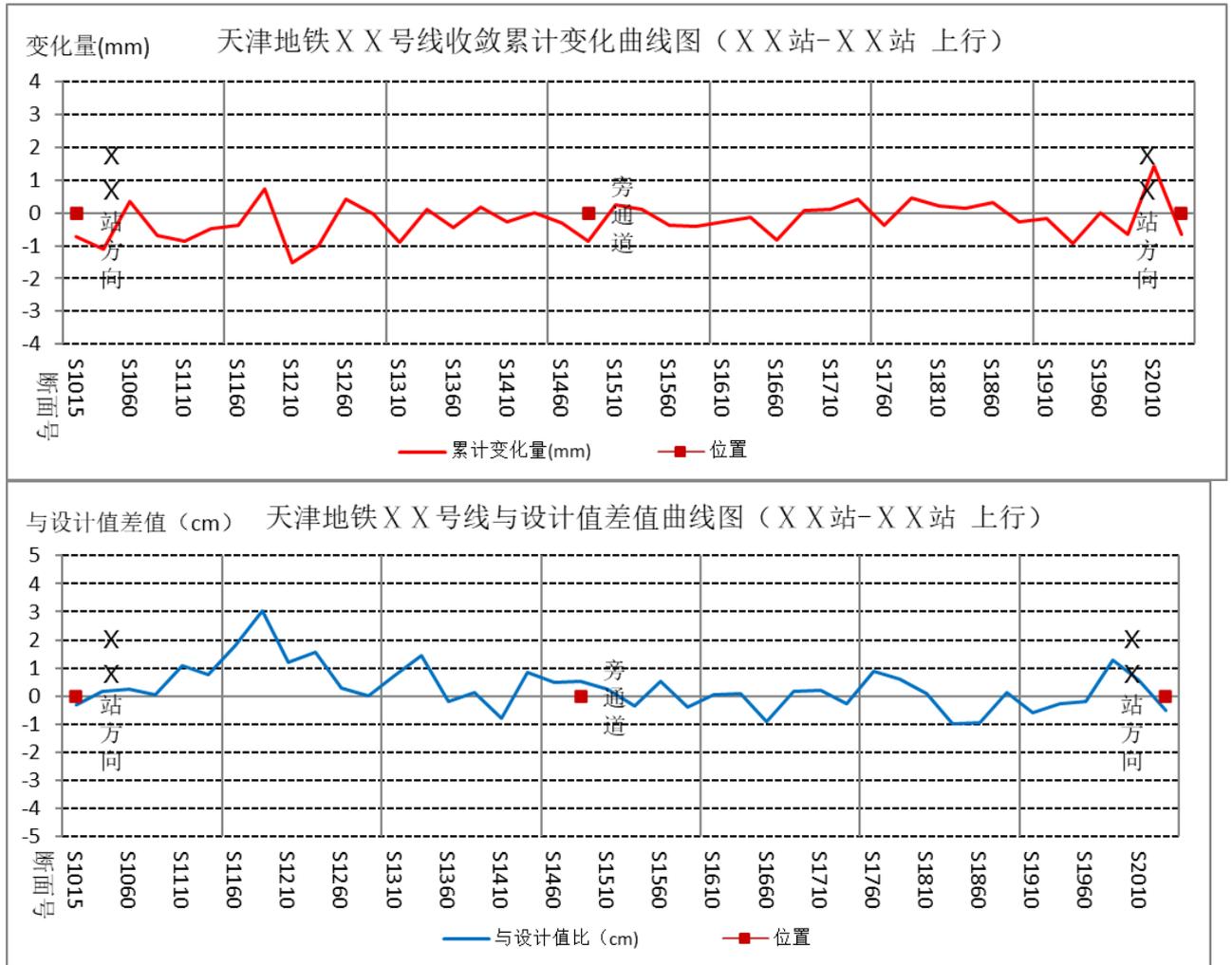
xx年x号线区间最大最小平均收敛统计							
区间	上下行	最小收敛值 (cm)	最大收敛值 (cm)	平均收敛值 (cm)	最大增量 (mm)	平均增量 (mm)	备注
xx站-xx站	上行	1.19	16.11	6.01	3.6	0.5	1环, -0.64cm
	下行	0.33	8.40	4.24	2.9	0.1	5环, -0.13cm

说明：负值不统计在内，备注中写明最小负值及环数。

(2) 直径测量报表 (分区间)

xx年x号线收敛测量成果表 (上/下行线 xx站-xx站)										
测量时间:xx年xx月xx日			仪器类型: xx				拼接类型: 单圆/双圆; 通缝/错缝 /其他			
测量人员: xx			仪器编号: xx				设计直径: R=? m			
对应环号	里程	2011年度	2016年度	2017年度	2018年度	本次变化量 (mm)	累计变化量 (mm)	与设计值比 (cm)	备注	布点
		水平直径 (m)	水平直径 (m)	水平直径 (m)	水平直径 (m)					
1	SK00+334	5.5530	5.5530	5.5550	5.5560	1	3	5.60	xx站	
5	SK00+340	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	芳纶布	
10									旁通道	
									钢环	





(3) 区间加密报表 (分区间)

xx年x号线收敛测量成果表(上/下行线xx站—xx站)加密										
测量时间:xx年xx月xx日		仪器类型:xx				拼接类型:				
测量人员:xx		仪器编号:xx				设计直径:R=?m				
对应环号	里程	2011年度	2016年度	2017年度	2018年度	本次变化量(mm)	累计变化量(mm)	与设计值比(cm)	备注	布点
		水平直径(m)	水平直径(m)	水平直径(m)	水平直径(m)					
10	SK00+334	5.5530	5.5530	5.5550	5.5560	1	3	5.60	xx站	
11	SK00+340	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	芳纶布	
12									旁通道	
									钢环	

说明:①加密报表中包含0-5断面数据;

②上下行共计6张曲线图,图示同直径测量报表(分区间)。

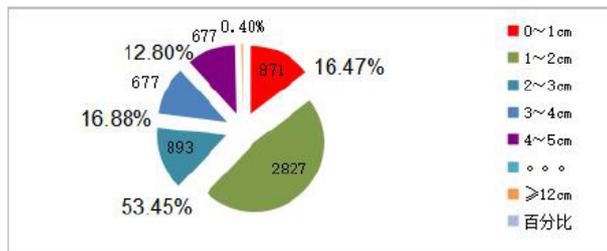
(4) 综合统计表(1-13表)

4.1 全线变形量统计表

xx年x号线全线变形量统计表(0/5断面数)															
线路	与设计值相比变形个数														
	断面数	<0cm	百分比	0~1cm	百分比	1~2cm	...	9~10cm	百分比	≥10cm	百分比	≥11cm	百分比	≥12cm	百分比
				(,]		(,]		(,]		(,]		(,]		(,]	
x号线	xx	xx	xx	xx	xx	xx	...	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx

说明: ①“0~1cm: (,]”中, “[”表示包含0cm; “)”表示不包含1cm。

②同时画出对应的百分比饼状图



4.2 实测变形量分布统计

xx年x号线实测变形量分布统计(断面数)										
线路区间	车站区间			与设计比变形量大小						
				<0cm	0~1cm	1~2cm	2~3cm	...	11~12cm	>=12cm
					(,]	(,]	(,]	(,]	(,]	(,]
10号线	xx站	xx站	上行线	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
			下行线	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	上行线							
			下行线							
	xx出入口线	xx出入口线	出场线							
			入场线							
	合计	合计	上行线							
			下行线							

4.3 实测最大（小）直径统计

xx年x号线实测最大（小）直径统计（上行/下行线）（只统计正值）								
线路区间	区间起止		最大（小）直径	环号	里程	实测直径（m）	设计直径（m）	变形量（cm）
	起	止						
10号线 上行线	xx站	xx站	最大（MAX）	xx	xx	xx	xx	xx
			最小（MIN）					
						
	xx出场线		最大（MAX）					
			最小（MIN）					

4.4 收敛大于7cm统计

xx年x号线长期收敛大于8cm统计表					
序号	线路	区段	>8cm环数	备注（原因分析）	
1	x号线	xx站~xx站	2	个别断面	
2		...		个别断面	
3		...		2011年测量时与设计差值已经大于8cm	
4					
5					
7					
	合计		xx		

4.5 收敛大于7cm详细列表汇总

xx年x号线大于8cm详细列表汇总（环数）											
线路	区间		对应环号	里程	2016年实测直径(m)	2017年实测直径(m)	本次变化量mm	与设计值比较(cm)	环数	是否加装芳纶布	是否加装钢环
x号线	xx站~xx站	上行线	215	K1+576.1	5.582	5.582	0	8.2	2		
			240	K1+606.2	5.589	5.588	0	8.8			
			下行线	...	...	...	...	...	...

4.6 收敛大于9cm统计

4.7 收敛大于9cm详细列表汇总

4.8 收敛大于10cm统计

4.9 收敛大于10cm详细列表汇总

4.10收敛大于11cm统计

4.11 收敛大于11cm详细列表汇总

4.12 收敛大于12cm统计

4.13 收敛大于12cm详细列表汇总

注：表7-14对应表5-6的格式。

4.14 本次变量≥10mm环数统计

xx年x号线长期收敛本次变量统计表				
序号	线路	区段	≥1cm环数	备注
1	x号线	xx~xx	x	
...		
...		
	合计		...	

4.15 本次变量≥1cm环数详表

xx年x号线本次变量≥1cm环数详表												
线路	区间	上行线/ 下行线	对应环号	里程	2016年水 平直径(m)	2016与设计 值比较 (cm)	2017年值水 平直径(m)	2017与设计 值比较(cm)	2018与设计 值比较(cm)	本次变化量 (mm)	是否加装芳 纶布	是否加装 钢环
x号线	xx站-xx 站	上行线										
		上行线										
		下行线										
		下行线										

