

ICS 点击此处添加 ICS 号
点击此处添加中国标准文献分类号

DB

陕 西 省 地 方 标 准

DB XX/ XXXXX—XXXX

地面沉降和地裂缝自动化监测规范

Code for Conducting an Automatic Monitor of Ground Subsidence and Ground
Fissure

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语..... 1

4 总则 2

5 前期准备 4

6 自动化监测方法 5

7 自动化监测设施建设与运行维护..... 7

8 自动化监测数据处理..... 10

9 成果编制 11

附 录 A（资料性附录） 自动化监测技术设计书编制提纲 13

附 录 B（资料性附录） 自动化监测方法及监测精度 14

附 录 C（规范性附录） 静力水准仪安装要求及施工记录、监测数据情况 15

附 录 D（规范性附录） 拉线式位移计安装要求及施工记录、监测数据情况 18

附 录 E（规范性附录） GNSS 监测站安装要求及施工记录、监测数据情况 20

附 录 F（规范性附录） 光纤安装要求及施工记录、监测数据情况..... 22

附 录 G（规范性附录） 三维变形测量仪安装要求及施工记录、监测数据情况 26

附 录 H（资料性附录） 自动化监测成果报告编制提纲..... 28

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由陕西省自然资源厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西省地质环境监测总站（陕西省地质灾害中心）、长安大学、西安市自然资源和规划局。

本文件主要起草人：强菲、郝光耀、张少毅、李勇、葛腾、袁喜东、卢全中、朱兴国、郭玉茹、严浩田、樊鹏哲。

本文件由陕西省自然资源标准化技术委员会负责解释。

联系信息：

单位：陕西省地质环境监测总站（陕西省地质灾害中心）

电话：029-87851090

地址：西安市雁塔北路100号

邮编：710054

地面沉降和地裂缝自动化监测规范

1 范围

本文件规定了地面沉降和地裂缝自动化监测工作的前期准备、监测方法、设施建设与运行维护、数据处理和成果编制等内容。

本文件适用于区域性地面沉降和地裂缝缓变型地质灾害的自动化监测，对于工程性（场地性）地面沉降和地裂缝自动化监测，参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50021	岩土工程勘察规范
GB/T 18314	全球导航卫星系统(GNSS)测量规范
DZ/T 0283	地面沉降调查与监测规范
DZ/T 0446	地面沉降和地裂缝光纤监测规程
DZ/T 0154	地面沉降测量规范
DB61/T 1388	地裂缝监测技术规程
DBJ 61/T 182	西安地裂缝场地勘察与工程设计规程

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

地面沉降 land subsidence

因自然因素和人为活动引发松散地层压缩所导致的地面高程降低的地质现象，包括在其发育过程中伴生的地裂缝现象。

3.1.2

地裂缝 ground fissure

地表岩层、土体在自然因素或人为因素作用下产生开裂，并在地面形成具有一定长度和宽度的裂缝的地表破坏地质现象。

3.1.3

人工监测 manual monitoring

通过水准点标石对地面沉降、地裂缝的活动变化情况进行人工测量的监测方法。

3.1.4

自动化监测 automatic monitoring

通过在监测点布设自动化监测仪器进行地面沉降、地裂缝活动变化情况的监测数据自动测量、采集与通信传输的监测方法。

3.1.5**静力水准仪监测 hydrostatic level monitoring**

通过在地面沉降分层标组中或跨地裂缝两盘布设静力水准测量仪，对地面沉降、地裂缝的垂直活动量进行测量的自动化监测方法。

3.1.6**拉线式位移计监测 pull wire displacement meter monitoring**

通过布设拉线式位移计，对埋设在不同深度松散地层分界面位置的观测标志进行垂直活动量测量的地面沉降自动化监测方法。

3.1.7**三维变形自动化监测 automatic monitoring of three-dimensional activity**

通过布设跨地裂缝两盘的地面变形测量仪器，对地裂缝的水平张裂、水平错动、垂直活动等三维位移量进行测量的地裂缝自动化监测方法。

3.1.8**光纤监测 fiber optic monitoring**

通过布设传感光缆，采用光纤感测技术对地面沉降、地裂缝的活动变化情况进行多物理量感测的自动化监测方法。

3.1.9**GNSS 监测 GNSS monitoring**

通过布设 GNSS 接收机，应用 GNSS 技术对地面沉降、地裂缝的地表位移活动变化情况进行测量的自动化监测方法。简称 GNSS 监测。

3.2 缩略语

BOTDR: 布里渊光时域反射技术 (Brillouin Optical Time-Domain Reflectometry)

CCD: 电荷耦合器件 (Charge Coupled Devices)

FBG: 光纤布拉格光栅 (Fiber Bragg Grating)

FBG-TDM: 光纤光栅时分复用技术 (FBG-Time Division Multiplexing technology)

FBG-WDM: 光纤光栅波分复用技术 (FBG-Wavelength Division Multiplexing technology)

GNSS: 全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)

GPRS: 通用分组无线服务 (General Packet Radio Service)

4 总则**4.1 监测目的**

以控制区域性地面沉降和地裂缝活动变化为原则，选取适宜的自动化监测技术进行监测，为地面沉降和地裂缝预警、防治决策和科学研究提供基础数据，为城市地质安全和经济社会可持续发展提供重要支撑。

4.2 基本任务

4.2.1 在已发生地面沉降和地裂缝的区域，选取适宜的自动化监测技术，建立相应的地面沉降和地裂缝自动化监测网络。

4.2.2 运行和维护地面沉降和地裂缝自动化监测网络，采集监测数据，分析地面沉降和地裂缝活动特征和变化规律，预测其发展趋势。

4.3 工作流程

在收集资料的基础上，开展地面沉降和地裂缝野外踏勘或勘查，查明地面沉降和地裂缝的发育特征；选取适宜的监测方法，进行自动化监测网部署，编制监测技术设计书；建设和运行维护自动化监测设施，利用监测信息系统采集、汇总和处理自动化监测数据；综合分析监测数据，编制监测成果报告及图件。工作流程图见图 1。

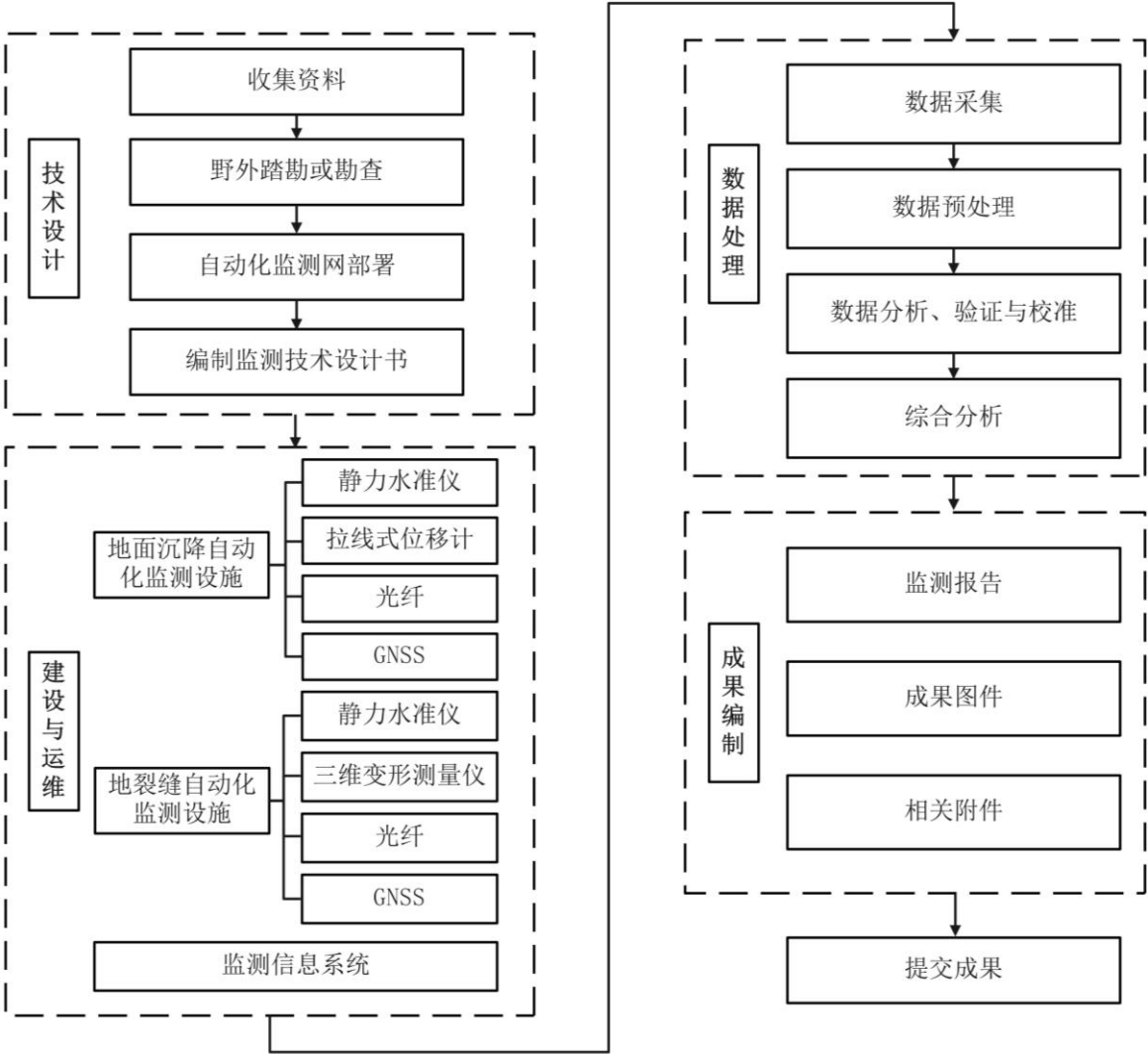


图1 地面沉降和地裂缝自动化监测工作流程示意图

4.4 监测对象

4.4.1 地面沉降监测对象应是由自然因素和人为活动引发的地面（地层）高程变化。

4.4.2 地裂缝监测对象应是由地裂缝活动造成的地面变形。

4.5 自动化监测网部署要求

4.5.1 自动化监测网应根据区域地面沉降和地裂缝监测需要，在地面沉降和地裂缝人工监测网基础上部署，结合场址条件，选择适宜的监测方法布设自动化监测点。

4.5.2 地面沉降自动化监测网应根据监测工作需求，能够控制监测区域的地面形变或沉降地段土体分层沉降变化，宜覆盖地面沉降发育区。

4.5.3 地裂缝自动化监测网应根据监测工作需求，能够控制监测区域地裂缝影响带内地裂缝活动变化，宜覆盖地裂缝沿线及发育区。

5 前期准备

5.1 编制设计书

监测技术设计书的编制应在充分收集资料和野外踏勘或勘查的基础上，明确监测范围，提出监测方法，布置监测点，确定监测精度及频率。监测技术设计书编制大纲参见附录 A。

5.2 监测方法确定

自动化监测方法应根据区域地面沉降和地裂缝的发育特征、历史监测情况、监测目的及精度要求、地质环境、场址条件等综合确定。自动化监测方法选取参见附录 B。

5.3 收集资料

收集资料包括但不限于：

- a) 地面沉降和地裂缝调查及勘查成果资料；
- b) 卫星遥感影像资料；
- c) 气象水文、基础地质、水文地质、工程地质以及人类工程活动对地质环境影响资料；
- d) 地下水开发利用、城市国土空间规划及重大工程建设资料；
- e) 已有的地面沉降和地裂缝监测资料以及地下水动态监测资料。

5.4 野外踏勘

5.4.1 野外踏勘宜在收集资料的基础上，以地面调查为主，适当结合工程地质测绘开展工作。

5.4.2 野外踏勘范围依据地面沉降和地裂缝活动范围、地下水开采范围、区域地质条件等因素综合确定。

5.4.3 野外踏勘包括但不限于地面沉降和地裂缝发育特征调查、控制因素和影响因素调查、现有监测设施运行情况调查、场址条件调查。

5.4.4 地面沉降和地裂缝野外踏勘应符合 DZ/T 0283 的有关规定。

5.5 勘查

5.5.1 当收集的资料和野外踏勘无法查清或掌握地面沉降和地裂缝的分布和发育情况时，可补充开展勘查工作。

5.5.2 地面沉降和地裂缝勘查可采用遥感解译、地球物理勘探、地球化学勘探、钻探、槽探、测试与试验等工作手段详细查明地面沉降和地裂缝的发育特征。

5.5.3 地面沉降和地裂缝勘查应符合 GB 50021、DZ/T 0283、DBJ 61/T 182 的有关规定。

6 自动化监测方法

6.1 概述

6.1.1 同一监测区域，自动化监测宜结合人工监测开展，自动化监测方法也可相互配合使用。

6.1.2 地面沉降自动化监测可采用静力水准仪监测、拉线式位移计监测和光纤监测，重点监测沉降区域不同深度松散地层的垂直形变量；采用 GNSS 监测，重点监测区域地表形变量。

6.1.3 地裂缝自动化监测可采用光纤监测、三维变形自动化监测、GNSS 对点监测，重点监测地裂缝两盘的垂直活动变形、垂直地裂缝走向的水平张裂变形和平行地裂缝走向的水平错动变形。若场地条件允许，可采用静力水准仪监测进行地裂缝自动化监测，获取相对垂直活动变形。

6.1.4 地面沉降和地裂缝自动化监测可采用 GPRS 无线数据传输，将监测数据实时上传至监测信息系统汇总，实现远程自动化在线监测。

6.1.5 自动化监测频率宜不少于 1 次/天，具体可根据监测要求、地面沉降和地裂缝的活动变化速率及季节变化特点等情况进行调整。

6.1.6 自动化监测数据应与人工监测数据进行校准，每年校准应不少于 1 次。

6.2 地面沉降自动化监测

6.2.1 地面沉降静力水准仪监测

6.2.1.1 静力水准仪监测由静力水准仪监测系统、数据采集器和通信传输模块组成。静力水准仪监测系统通常是由两个或两个以上大量程液位式静力水准测量仪和一个储液罐通过液体连通管和气体连通管串联组成。

6.2.1.2 地面沉降静力水准仪监测采用连通管原理将地面沉降分层标监测设施上的静力水准测量仪关联起来，通过自动测量各分层标上容器内液面高度变化，精确获得各分层标的相对垂直位移。

6.2.1.3 地面沉降静力水准仪基准点即水平基准点（相对不动点）的静力水准测量仪和储液罐，应置于一个稳定、不易发生沉降并基本与监测点保持同一水平的分层标上，宜选取基岩标或深层标。当各个分层标监测点发生沉降时，将引起传感器内液体的增加或者减少，通过传感器的读数可获取各测点的垂直活动变形情况。

6.2.1.4 静力水准测量仪应按分层标监测精度要求、温度、湿度等条件进行选型。

6.2.2 地面沉降拉线式位移计监测

6.2.2.1 拉线式位移计监测由拉线、传感器、信号处理器和通信传输模块组成。

6.2.2.2 地面沉降拉线式位移计布设在地面沉降监测孔中，孔内预埋监测地层分层沉降环，不同层深的沉降环均通过拉线一一对应与地表固定的拉线式位移计相连，测量对应层深的相对拉伸变形即为该层的垂直活动变化量。

6.2.2.3 拉线式位移计应按分层标监测精度要求、温度、湿度等条件进行选型，其中的拉线应由高强度、不易风化腐蚀的柔性材料制成，如柔性钢丝绳。

6.2.3 地面沉降光纤监测

6.2.3.1 光纤监测由光纤传感器、信号解调设备、传感光缆、数据采集仪和通信传输模块组成。

6.2.3.2 地面沉降光纤布设在地面沉降监测孔中，当某一地层发生沉降变形时，垂直光纤测量单元会感测该地层沉降量及对应的应力、应变等多种物理量变化，进而获取地层沉降变化。

6.2.3.3 深度大于 20m 的地面沉降监测孔，可采用 FBG-TDM 类准分布式光纤感测技术；深度小于 20m 的地面沉降监测孔，可采用 FBG-TDM 类和 FBG-WDM 类准分布式光纤感测技术。

6.2.3.4 地面沉降光纤监测应符合 DZ/T 0446 的有关规定。

6.2.4 地面沉降 GNSS 监测

6.2.4.1 GNSS 监测由 GNSS 接收机、天线、数据采集、处理软件和通信传输模块组成。

6.2.4.2 地面沉降 GNSS 监测点优先布设在地表沉降变化较明显的区域内，同时在稳固区域建立配套 GNSS 基准站，通过计算监测点与基准站之间的垂直位移变化监测区域地面沉降变化情况，还可获取地表的水平方向活动位移数据。

6.2.4.3 地面沉降 GNSS 监测网中同一区域内的所有监测点应在同一时段内进行同步测量。

6.2.4.4 地面沉降 GNSS 监测和测量应符合 GB/T 18314、DZ/T 0154 的有关规定。

6.3 地裂缝自动化监测

6.3.1 地裂缝光纤监测

6.3.1.1 光纤监测组成见 6.2.3.1。

6.3.1.2 地裂缝光纤监测通过传感光缆或传感器感测地裂缝在垂直和水平方向的位移、应力和应变等多种物理量变化，获取地裂缝活动变化量。

6.3.1.3 地裂缝监测光纤宜垂直于地裂缝布设，监测长度宜覆盖地裂缝的影响带。

6.3.1.4 对于需要确定地裂缝位置和范围的监测，宜采用全分布式光纤感测技术，可选用布里渊光时域反射技术（BOTDR）。

6.3.1.5 对于已知地裂缝和范围的监测，宜采用准分布式光纤感测技术，可选用光纤布拉格光栅（FBG）传感技术。

6.3.1.6 地裂缝光纤监测应符合 DZ/T 0446 的有关规定。

6.3.2 地裂缝三维变形自动化监测

6.3.2.1 地裂缝三维变形自动化监测由地裂缝三维变形测量仪、数据采集系统和通信传输模块组成。

6.3.2.2 地裂缝三维变形测量仪由水平张裂变形测量单元、水平错动变形测量单元和垂直活动变形测量单元组成，分别监测地裂缝水平张裂活动量、水平拉张活动量和地裂缝垂直活动量。

6.3.2.3 地裂缝三维变形自动化监测长度应根据所确定的地裂缝影响带宽度确定。

6.3.3 地裂缝 GNSS 对点监测

6.3.3.1 GNSS 监测组成见 6.2.4.1。

6.3.3.2 地裂缝 GNSS 对点监测用于监测地裂缝影响范围内上、下盘两侧地表的相对垂直和水平活动位移，获取地裂缝活动变化量。

6.3.3.3 地裂缝 GNSS 对点监测应在同一时段内进行同步测量。

6.3.3.4 地裂缝 GNSS 监测对点应沿垂直于地裂缝带发育方向在地裂缝上下盘分别布设，监测点间距应根据所确定的地裂缝影响带宽度确定。

6.3.3.5 地裂缝 GNSS 监测和测量应符合 GB/T 18314、DZ/T 0154 的有关规定。

6.3.4 地裂缝静力水准仪监测

6.3.4.1 静力水准仪监测组成见 6.2.1.1。

6.3.4.2 地裂缝静力水准仪监测可采用连通管原理将地裂缝两侧监测点上的静力水准测量仪关联起来，通过自动测量各监测点上容器内液面高度变化，精确获得地裂缝上下盘的相对垂直位移。

6.3.4.3 地裂缝静力水准仪基准点即水平基准点（相对不动点）的静力水准测量仪和储液罐，应置于一个稳定、易于保持水平的地裂缝一侧；水平基准点和监测点应基本处于同一水平面上。

6.3.4.4 地裂缝静力水准仪监测长度应能控制地裂缝影响带。

6.3.4.5 静力水准测量仪应按地裂缝监测精度要求、温度、湿度等条件进行选型。

7 自动化监测设施建设与运行维护

7.1 概述

7.1.1 自动化监测设施建设包括监测站基础建设、设备安装和监测信息系统。

7.1.2 自动化监测设施建设场地应避开各类在建工程、高大建筑物和地下管线等埋设物，并具备长期保存、日常测量和临时施工条件。

7.1.3 自动化监测设施应根据地面沉降和地裂缝的分布规律及监测目的，结合现场环境排布传感器、数据线和采集器。

7.1.4 同一场地内建设多个自动化监测设施时，各监测设施间距不宜小于 5m，且不同深度的监测设施应宜深浅结合、间隔布设。

7.1.5 自动化监测设备应具有良好的稳定性和可靠性，且满足监测精度和量程要求。

7.1.6 自动化监测设备在投入使用前应进行校准或标定合格，在使用过程中应定期进行检查和校验，并应在规定的校准有效期内使用。

7.1.7 自动化监测设备出现故障时应及时维修或更换，并应在断电状态下进行，更换的设备应与原系统相匹配。

7.1.8 自动化监测设施建设完成后，宜建造保护用房或安装保护装置等防护设施，应在明显位置设置固定、长期的监测设施标牌与警示标识。

7.1.9 自动化监测设备维护包括采集设备、存储设备和传输设备的检测校准、维护维修和更换，应进行常规巡检和定期检查。常规巡检时应确认设备安全和工作状态，包括检查通讯状态、供电情况、存储空间等情况。

7.1.10 监测设施、仪器设备及配套的现场设施巡检和安全检查宜每季度 1 次，并填写巡查维护记录，发现可能影响运行的状况，应及时排查问题和维护。设施维护周期每年不少于 1 次。

7.1.11 监测数据出现异常时，应及时对监测和传输设备进行及时检查和处理，必要时增加人工监测频次；维修后仍不能正常运行或者达到设备使用年限的，应予以更换或报废，并进行记录。

7.2 静力水准仪监测

7.2.1 静力水准仪可安置于人工测量标志底盘上，并保证仪器安装稳固。野外使用时宜安装在保护装置内。

7.2.2 静力水准仪安装位置不宜影响人工测量，便于静力水准仪监测与人工监测数据相互验证和校准。

7.2.3 静力水准仪安装后应测量基准点、监测点的初始高程。

7.2.4 静力水准仪监测设施应采取防晒和防冻措施，户外监测时应建造保护用房或安装坚固的保护装置进行防护。

7.2.5 静力水准仪安装要求及施工记录见附录 C。

7.2.6 静力水准仪监测设备应现场定期检查静力水准监测系统密封情况、液体变化、仪器与标杆的固定状态、连通管是否有残存气泡等、温度和气压差影响等。

7.2.7 分层标累计变化量接近静力水准仪量程时，应及时对静力水准仪监测系统进行量程调整，量程调整后应对数据进行修正处理。

7.3 拉线式位移计监测

7.3.1 拉线式位移计安装时，应根据监测点的运动轨迹，使安装的拉线尽量与传感器出口端面保持垂直；应根据监测对象变化范围合理设置拉线拉出量，拉线拉出时禁止用力过大、扭曲，拉出量应在拉线式位移计传感器的有效长度范围内工作。

7.3.2 拉线式位移计传感器输出线与动力线禁止一起传输，禁止放在配电盘附近使用。

7.3.3 拉线式位移计宜安装保护装置进行保护，在高粉尘等恶劣环境中应设置防护措施。

7.3.4 拉线式位移计安装要求及施工记录见附录 D。

7.3.5 拉线式位移计监测设备应现场定期检查拉线拉张状态、传感器的固定状态、是否接近量程等。

7.3.6 拉线式位移计变化量接近量程时，应及时对拉线式位移计监测系统进行量程调整，量程调整后应对数据进行修正处理。

7.4 GNSS 监测

7.4.1 GNSS 监测应配套建设 GNSS 基准站。

7.4.2 GNSS 接收机应满足符合 DZ/T 0154 的有关规定,接收机天线应配备扼流圈天线或经检定证明其实际相位中心迁移误差小于 1mm 的大地型双频天线。

7.4.3 GNSS 监测点(墩)高度不低于 1.8m,应建立在地面基础坚固、易于保存的位置,底部宜设置水准测量标志。监测点(墩)结构设计应可参考 GB/T 18314 和 DZ/T 0154 的有关规定,也可采取钢筋混凝土浇筑基础底座和镀锌钢管立柱固定安装后组成。

7.4.4 一般地区的 GNSS 监测点至少需经过一个雨季方可使用,冻土地区还需经过一个冻解期。

7.4.5 GNSS 监测站安装要求及施工记录见附录 E。

7.5 光纤监测

7.5.1 光纤监测的仪器设备、传感光缆、传感器主要性能指标(参数)和布设应符合 DZ/T 0446 的有关规定。

7.5.2 地面沉降光纤监测应与地面沉降分层标监测配合使用。

7.5.3 地裂缝光纤监测布设光纤前,应根据地裂缝发育位置和特征开挖基槽,开挖尺寸应根据监测工作需要和现场地裂缝发育情况确定。对于地裂缝准分布式光纤监测开挖深度应以揭露地裂缝为宜。

7.5.4 光纤监测应在回填材料固结稳定后进行。

7.5.5 光纤安装要求及施工记录见附录 F。

7.6 三维变形自动化监测

7.6.1 三维变形自动化监测站基础建设内容包括地基平整、监测墩砌筑、监测仪器安装。监测墩宜设置水准测量标志。

7.6.2 宜将地裂缝相对稳定的一侧设为变形传感器的尾端(标定端),另一侧为变形传感器的首端(测量端)。三维变形传感器的首端(测量端)和尾端(标定端)均应分别垂直地裂缝对应放置在地裂缝两侧的固定监测墩上。

7.6.3 三维变形测量仪两端可配套温度辅助测量设备。

7.6.4 三维变形自动化监测应采取必要的防晒和防冻措施,户外监测时应建造保护用房进行防护。

7.6.5 三维变形测量仪安装要求及施工记录见附录 G。

7.7 监测信息系统

7.7.1 自动化监测应开发监测信息系统作为数据终端,进行自动化监测数据的远程采集、储存、处理、查询和管理。

7.7.2 监测信息系统应具有数据整理和分析功能,能进行监测数据限差检查,过滤和标记异常数据,进行异常情况的预警,以便及时检查系统的运行状态。

7.7.3 监测信息系统的维护对象包括硬件设施、通讯设备、操作系统、应用软件等。系统配备专门运行维护人员进行定期管理、备份、检测；每日对监测设施运行及数据接收情况进行检查，每月定时下载整理监测数据，每年由专门运行维护人员对监测信息系统及数据库进行维护和检测。

8 自动化监测数据处理

8.1 概述

8.1.1 自动化监测数据应及时传输存入监测信息系统数据库，实时备份，每月下载整理不应少于 1 次。

8.1.2 自动化监测数据初始值的采集，应在自动化监测信息系统调试完成且运行稳定后进行。

8.1.3 对自动化监测数据进行分析之前，应考虑温度、气压等外界因素和传感器本身的零漂、温漂等内部因素的影响，还应考虑系统误差、偶然误差的影响，对监测数据进行粗差检验和剔除、局部缺失插补、平滑滤波降噪等预处理。

8.1.4 自动化监测数据分析方法可采用比较法、作图法、特征值统计法和数学模型法。将监测成果用图、表、曲线或经验公式表示，分析沉降变形和地裂缝在时间和空间上的活动实时变化、累计变化及变化趋势，各物理量之间的相关关系等。

8.1.5 同一监测区采用多种监测技术方法取得的监测成果，应进行相互校准、验证及修正才能综合利用。

8.2 地面沉降自动化监测数据处理

8.2.1 地面沉降自动化监测数据主要包括：沉降量的初始测量值、实时测量值、实时变化值、绝对变化值、累计变化值，根据时间顺序统一进行整理分析，并应绘制相应的测量变化曲线图。静力水准仪监测数据情况见附录 C，拉线式位移计监测数据情况见附录 D，GNSS 监测数据情况见附录 E，光纤监测数据情况见附录 F。

8.2.2 地面沉降自动化监测数据应采用人工监测数据进行验证和校准，数据采集周期至少两年以上，应保证校准时间一致性，以人工监测数据为基准数据，建立同一地层沉降人工监测与自动化监测的校准模型，依据校准模型矫正自动化监测数据，保证自动化监测的准确性和适用性。

8.3 地裂缝自动化监测数据处理

8.3.1 地裂缝自动化监测数据主要包括：地裂缝垂直活动、水平张裂、水平错动三维位移的初始测量值、实时测量值、实时变化值、绝对变化值、累计变化值，根据时间顺序统一进行整理分析，并应绘制相应的测量变化曲线图。光纤监测还可包括应力、应变等其他物理量的初始测量值、实时测量值、实时变化值、绝对变化值、累计变化值。静力水准仪监测数据情况见附录 C，GNSS 对点监测数据情况见附录 E，光纤监测数据情况见附录 F，三维变形自动化监测数据情况见附录 G。

8.3.2 地裂缝自动化监测数据应采用人工监测数据进行验证和校准，数据采集周期至少两年以上，应保证校准时间一致性，以人工监测数据为基准数据，建立地裂缝活动人工监测与自动化监测的校准模型，依据校准模型矫正自动化监测数据，保证自动化监测的准确性和适用性。

8.4 综合分析

在自动化监测数据处理的基础上，应总结分析区域地面沉降和地裂缝的活动变化特征与发展规律、诱发影响因素等，并预测地面沉降和地裂缝活动发展趋势。

9 成果编制

9.1 通用要求

9.1.1 自动化监测设施建设完成后，应编制建设报告。监测工作或阶段性监测工作完成后，应编制自动化监测成果；阶段性监测成果周期宜为一年。

9.1.2 自动化监测成果包括监测报告、附图、附件等资料。

9.1.3 监测成果资料提交应符合相关成果资料管理文件的汇交要求，并进行电子文档资料存档保存。

9.2 监测报告

9.2.1 自动化监测成果报告应简明扼要、突出重点，主要反映监测工作周期内地面沉降和地裂缝监测工作情况及其综合分析研究成果，编制提纲见附录 H。主要内容应包括：

- a) 自动化监测工作概况；
- b) 自动化监测技术方法；
- c) 地面沉降和地裂缝动态变化规律；
- d) 自动化监测防治效果评价；
- e) 趋势预测及下阶段防治措施建议等。

9.2.2 预测评价应根据历史地面沉降或地裂缝活动变形情况及研究工作程度，选用事宜的方法进行。常用的评价方法有历史演变趋势分析法、工程地质类比法、统计分析法等。

9.3 成果图件

9.3.1 自动化监测成果图件包括自动化监测网络分布图，地面沉降速率分布图或地裂缝活动量分布图，地面沉降趋势预测图或地裂缝活动趋势预测图等。地理底图应采用标准分幅图件，比例尺应不小于 1:10000。

9.3.2 自动化监测网络分布图，图名应为“XXX（工作区）地面沉降（或地裂缝）自动化监测网络分布图”，内容包括地质环境条件要素和地面沉降或地裂缝监测要素。地质环境条件要素应为地貌、主要地质构造、地质界线等，图件内容根据实际情况进行取舍。监测要素应为地面沉降区域或地裂缝分布位置、监测点位置、监测点号等。可镶嵌自动化监测点基本信息表，内容包括监测点类型、建设时间、监测内容、监测方法、监测单位、建设单位等，并备注或说明出现的异常情况。

9.3.3 地面沉降速率分布图，图名应为“XXX（工作区）地面沉降速率分布图”，内容包括地质环境条件要素和地面沉降监测成果要素。地质环境条件要素应为地貌、主要地质构造、地质界线等，图件内容根据实际情况进行取舍。地面沉降监测成果要素应为地面沉降区域、地面沉降等值线、监测点分布、监测点号、监测点沉降值、沉降速率数值范围、监测时间、监测周期等，可根据监测工作开展情况增加地下水位变化等值线等地下水位监测成果因素。

9.3.4 地面沉降趋势预测图，图名应为“XXX（工作区）地面沉降趋势预测图”，内容包括地质环境条件要素和地面沉降趋势预测成果要素。地质环境条件要素应为地貌、主要地质构造、地质界线等，图件内容根据实际情况进行取舍。地面沉降趋势预测成果要素应包括地面沉降区域、监测点分布、监测点号、监测点预测沉降值、地面沉降预测等值线、地面沉降速率预测数值范围、预测周期等。

9.3.5 地裂缝活动量分布图，图名应为“XXX（工作区）地裂缝活动量分布图”。内容包括地质环境条件要素和地裂缝监测成果要素。地质环境条件要素包括地貌、主要地质构造、地质界线等，图件内容根据实际情况进行取舍。地裂缝监测成果要素应包括地裂缝分布、地裂缝编号、监测点分布、监测点号、地裂缝活动量值、监测时间、监测周期等。

9.3.6 地裂缝活动趋势预测图，图名应为“XXX（工作区）地裂缝活动趋势预测图”，内容包括地质环境条件要素和地裂缝活动预测成果要素。地质环境条件要素应为地貌、主要地质构造、地质界线等，图件内容根据实际情况进行取舍。地裂缝预测成果要素应包括地裂缝分布、地裂缝编号、监测点分布、监测点号、监测点预测活动量、预测周期等。

9.4 附件

9.4.1 附件主要包括监测点基本信息表、监测数据和处理分析成果资料、建立的监测数据库等。

9.4.2 监测数据、监测数据库等提交宜采用信息化方式进行。

附 录 A
(资料性附录)
自动化监测技术设计书编制提纲

区域性地面沉降和地裂缝自动化监测技术设计书可按下列章节进行编制。

A.0 前言

包括项目概况、目标任务、监测范围。

A.1 监测区基本情况

A.1.1 地质环境背景

A.1.2 现有监测基础

A.1.3 地面沉降和地裂缝发育特征

A.1.4 存在问题

A.2 技术路线和监测方法

A.2.1 技术路线

A.2.2 监测方法与技术要求

A.3 监测工作部署

A.3.1 部署原则

A.3.2 监测内容

A.3.3 工作部署及进度安排

A.4 实物工作量

A.5 预期成果

包括各类监测点的点之记，监测设备及其他设备的检验资料；外业观测与校准记录信息；自动化监测网络分布图；数据处理中生成的文件、资料和成果表；监测周期内各监测点的地面沉降量和地裂缝活动量成果表；各类监测成果图；自动化监测数据库电子文档；技术总结和验收报告。

A.6 组织管理及人员安排

包括组织、人员结构，质量管理，任务分工，投入仪器设备清单（包括仪器名称、型号、测读精度、检测证书等）。

A.7 经费预算

A.8 保障措施

附 录 B
(资料性附录)
自动化监测方法及监测精度

地面沉降和地裂缝自动化监测方法选取建议见表B.1。

表B.1 自动化监测方法与人工监测方法对照选取建议表

监测对象	人工监测方法	人工监测内容	人工监测精度	自动化监测方法				
				静力水准仪	拉线式位移计	GNSS	光纤	三维变形测量仪
地面沉降	分层标	监测不同地层沉降变化量	±0.5mm	★★	★		★	
	水准网	监测沉降区域地表形变量	±1mm			★★		
地裂缝	水准对点	监测地裂缝两盘垂直活动量	±0.5mm	★★		★	★	★★
	短水准剖面	监测地裂缝两盘不同位置垂直活动量及地裂缝影响带宽度	±0.5mm	★★		★	★	★★
注：★★优选方法 ★可用方法								

地面沉降和地裂缝自动化监测方法的监测内容及精度见表B.2。

表B.2 自动化监测方法及监测精度选取建议表

自动化监测方法	监测内容	监测精度
静力水准仪	针对地面沉降可监测不同地层的沉降变化量；针对地裂缝可监测地裂缝两侧相对垂直位移变化。	±0.5mm
拉线式位移计	主要监测地面沉降变化，监测不同地层的沉降变化量。	±2.5mm
GNSS	针对地面沉降可监测沉降区域地表形变量；针对地裂缝监测可监测地裂缝两盘的垂直活动变形、垂直地裂缝走向的水平张裂变形和平行地裂缝走向的水平错动变形。	±5mm
光纤	针对地面沉降可监测地层沉降量及对应的应力、应变等多种物理量变化；针对地裂缝可监测地裂缝在垂直和水平方向的位移、应力和应变等多种物理量变化。	±1mm~3mm
三维变形测量仪	主要监测地裂缝活动，监测地裂缝两盘的垂直活动变形、垂直地裂缝走向的水平张裂变形和平行地裂缝走向的水平错动变形。	±0.002mm
注：表中监测精度只针对地面沉降和地裂缝形变量，未规定应力和应变监测精度。		

附 录 C
(规范性附录)

静力水准仪安装要求及施工记录、监测数据情况

静力水准仪的安装应按如下要求进行：

a) 静力水准测量仪和储液罐通常安装在分层标保护装置或地裂缝两侧建好的水泥墩上，并设置相应的保护装置。

b) 采用静力水准仪监测时，传感器安装初始标高差影响消耗的量程不宜大于20%。液体连通管灌液宜采用特殊材质硅油，减弱挥发；液体连通管管路应平顺，管路内不应有气泡，每一测点应低于蓄液罐底部，且不超过0.2m；气体连通管管路平顺，无弯折，避免气体不通畅。

静力水准仪施工记录内容见表C.1，地面沉降静力水准仪监测数据情况见表C.2，地裂缝静力水准仪监测数据情况见表C.3。

表C.1 静力水准仪施工记录表

工程名称				工程地点			
				北斗定位	E	N	H
安装时间段		安装天气		安装员及电话			
仪器名称		仪器测量原理		仪器型号/量程			
传感器厂家							
设备安装情况	施工布点记录：基准点编号、测点编号、测点之间间距；且要求基准点与测点在同一标高。						
	仪器布设情况（文字或者简图）：			施工成果照片：	测点 n 与基准点距离	长度（m）	
					测点 1 与基准点距离		
					测点 2 与基准点距离		
						
						
				测点 n 与基准点距离			
初始施工情况							
记录时间： 月 日 时 分							
测点编号	出厂唯一编码	安装布设位置	初始测量值（mm）	基准点编号	基准点初始测量值（mm）	成活率	
测点 1							
测点 2							
.....							
测点 n							
稳定期后二次调零							
调零时间： 月 日 时 分							
测点编号	出厂唯一编码	稳定测量值（mm）	稳定温度值（℃）	基准点编号	基准点稳定测量值（mm）	备注	
测点 1							
测点 2							
.....							

测点 n						
运维期更换维修				数据链接时间： 月 日 时 分		
测点编号	问题产品出厂编码	断点时间点	断点前测量值（mm）	更换产品出厂编码	更换后稳定测量值（mm）	绑定基准点
测点 1						
测点 2						
.....						
测点 n						

工程负责人： 安装员： 审核员： 填表日期： 年 月 日

表C.2 地面沉降静力水准仪监测数据一览表

工程名称		报表编号				天气			
观测者：		计算者：		校核者：		监测时间段：		年 月 日 时— 年 月 日 时	
测项	测点编号	监测时间	分层标差异沉降变化值						备注
			初始测量值 (mm)	实时测量值 (mm)	实时变化值 (mm)	绝对变化值 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	
XXm 地层 沉降									
XXm 地层 沉降									
XXm 地层 沉降									
.....									
工况									
监测时间段的简要分析及判断性结论：									

工程负责人： 监测单位：

表C.3 地裂缝静力水准仪监测数据一览表

工程名称			报表编号				天气			
观测者：		计算者：		校核者：		监测时间段：		年 月 日 时— 年 月 日 时		
测项	测点编号	监测时间	地裂缝垂直活动量						备注	
			初始测量值 (mm)	实时测量值 (mm)	实时变化值 (mm)	绝对变化值 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)		
1-2 测点 相对 高差										
2-3 测点 相对 高差										
.....										
工况										
监测时间段的简要分析及判断性结论：										

工程负责人：

监测单位：

附 录 D
(规范性附录)

拉线式位移计安装要求及施工记录、监测数据情况

拉线式位移计的安装应按如下要求进行：

a) 拉线式位移计安装朝下，初始安装量程调节宜在量程10%~15%，加装前置弹簧装置，可绷紧钢丝绳且可伸缩。

b) 拉线式位移计宜具备自动排线机构和自动温度补偿功能。

拉线式位移计施工记录内容见表D.1，地面沉降拉线式位移计监测数据情况见表D.2。

表D.1 拉线式位移计施工记录表

工程名称				工程地点		
				北斗定位	E N H	
安装时间		安装天气		安装员及电话		
仪器名称		仪器测量原理		仪器型号/量程		
传感器厂						
设备安装情况	仪器布设情况（文字或者简图）：			施工成果照片：		
初始施工情况 记录时间： 月 日 时 分						
测点编号	出厂唯一编码	深度设计标高	实际安装深度(m)	拉线长度(m)	初始测量值(mm)	成活率
测点 1						
测点 2						
.....						
测点 n						
运行期更换维修 数据链接时间： 月 日 时 分						
测点编号	问题产品出厂编码	断点时间点	断点前测量值 (mm)	更换产品出厂编码	更换后稳定测量值 (mm)	备注
测点 1						
测点 2						
.....						
测点 n						

工程负责人：

安装员：

审核员：

填表日期： 年 月 日

表D.2 地面沉降拉线式位移计监测数据一览表

工程名称		报表编号		天气					
观测者： 计算者： 校核者： 监测时间段： 年 月 日 时— 年 月 日 时									
测项	测点编号	监测时间	土层差异沉降变化值						备注
			初始测量值 (mm)	实时测量值 (mm)	实时变化值 (mm)	绝对变化值 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	
XXm 地层 沉降									
XXm 地层 沉降									
XXm 地层 沉降									
.....									
工况									
监测时间段的简要分析及判断性结论：									

工程负责人：

监测单位：

附 录 E
(规范性附录)
GNSS 监测站安装要求及施工记录、监测数据情况

GNSS监测站的安装应按如下要求进行：

- a) 根据监测区域的实际情况，GNSS监测站的高度宜按照人的平均身高计算，建设高度宜为1.8m以上。监测墩埋入地表深度不小于1m，采用基座和立柱的钢筋混凝土结构，现场浇筑施工。
- b) 基准站要求建立在地基稳定的地点，同时GNSS基准站场地应满足以下要求：
- ①场地稳固，年平均下沉和位移小于3mm；
 - ②视野开阔，视场内障碍物的高度角不宜超过15°；
 - ③远离大功率无线电发射源（如电视台、电台、微波站等），其距离不小于200m，远离高压输电线和微波无线电传送通道，其距离不得小于50m；
 - ④尽量靠近数据传输网络；
 - ⑤天线蹲的高度不低于2m；
 - ⑥观测标志应远离震动源。

GNSS监测站施工记录内容见表E.1，地面沉降GNSS监测数据情况见表E.2，地裂缝GNSS对点监测数据情况见表E.3。

表E.1 GNSS监测站施工记录表

工程名称			安装地点	E	N	H
型号名称			安装日期			
设备安装情况	基墩信息					
	尺寸	材料配比	埋深	结构形式		
	仪器布设					
	仪器布设情况（文字或者简图）：			施工成果照片：		
	参数设置					
	设备安装参数	仪器名称	通道号	方向	基线	安装位置
		GNSS 接收机				
立杆						
太阳能板						
... ..						

	供电系统	
	通讯系统	
	防雷实施	
系统测试	解算软件	
	采集软件	
	平台软件	

施工人：记录人：审核人：填表日期： 年 月 日

表E.2 地面沉降GNSS监测数据一览表

工程名称				报表编号				天气			
观测者：		计算者：		校核者：		监测时间段：		年 月 日 时— 年 月 日 时			
测项	测点编号	监测时间	GNSS 监测位移变化值						备注		
			初始测量值 (mm)	实时测量值 (mm)	实时变化值 (mm)	绝对变化值 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)			
垂直位移											
水平横向位移											
水平纵向位移											
.....											
工况											
监测时间段的简要分析及判断性结论：											

工程负责人：监测单位：

表E.3 地裂缝GNSS对点监测数据一览表

工程名称		报表编号		天气				
观测者：		计算者：		校核者：		监测时间段： 年 月 日 时— 年 月 日 时		
测项	测点编号	监测时间	GNSS 对点计算地裂缝三向位移变化值					备注
			初始测量值 (mm)	实时测量值 (mm)	实时变化值 (mm)	绝对变化值 (mm)	累计变化量 (mm)	
水平张裂位移								
垂直活动位移								
水平错动位移								
.....								
工况								
监测时间段的简要分析及判断性结论：								

工程负责人：监测单位：

附 录 F
(规范性附录)
光纤安装要求及施工记录、监测数据情况

光纤安装应按如下要求进行：

- a) 光纤监测传感系统由光纤传感器、信号解调设备、光合波器、监控主机、光纤、系统软件等组成。
- b) 光纤传感器宜包括裂缝计、应变计、钢筋计（应力计）等，可配套建设温度计等。
- c) 地裂缝光纤传感器布设时应沿垂直地裂缝方向按照一定间隔布设监测断面，间隔距离宜为3m~5m。
- d) 光纤监测应在土体回填材料固结稳定后进行。

地面沉降光纤监测施工记录内容见表F.1，地裂缝光纤监测施工记录内容见表F.2，地面沉降光纤监测数据情况见表F.3，地裂缝光纤监测数据情况见表F.4。

表F.1 地面沉降光纤监测施工记录表

工程名称		安装地点	E	N	H		
设计深度		钻孔深度					
布设深度		钻孔孔径					
传感器类型							
设备安装情况	仪器布设情况（文字或者简图）：		施工成果照片：				
分布式传感光缆布设情况（数量、位置、成活率）							
编号	光缆	头尾标尺记录		布设长度	回路情况	成活断点情况	初始数据记录
		孔底（头）	孔口（尾）				
光纤光栅传感器布设情况（数量、位置、成活率）							

编号	传感器	设计深度	布设深度	出厂编号	线路编号情况	布设后测试数据	初始波长
					第 通道 第 支		
					第 通道 第 支		
					第 通道 第 支		
					第 通道 第 支		

施工人：记录人：审核人：填表日期： 年 月 日

表F.2 地裂缝光纤监测施工记录表

工程名称				安装地点	E N H		
设计长度			挖沟长度			布设长度	
设计深度			挖沟深度			布设深度	
传感器类型							
设备安装情况	仪器布设情况（文字或者简图）：			施工成果照片：			
分布式传感光缆布设情况（数量、位置、成活率）							
编号	光缆	头尾标尺记录		布设长度	回路情况	成活断点情况	初始数据记录
		孔底（头）	孔口（尾）				
光纤光栅传感器布设情况（数量、位置、成活率）							
编号	传感器	设计位置	布设位置	出厂编号	线路编号情况	布设后测试数据	初始波长
					第 通道 第 支		
					第 通道 第 支		
					第 通道 第 支		
					第 通道 第 支		

施工人：记录人：审核人：填表日期： 年 月 日

表F.3 地面沉降光纤监测数据一览表

工程名称:		报表编号:		天气:					
观测者:	计算者:	校核者:	监测时间段:	年 月 日 时— 年 月 日 时					
测项	测点编号	监测时间	光纤各物理量变化值						备注
			初始测量值 (mm)	实时测量值 (mm)	实时变化值 (mm)	绝对变化值 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	
XXm 地层沉降									
XXm 地层应力									
XXm 地层应变									
.....									
工况									
监测时间段的简要分析及判断性结论:									

工程负责人: 监测单位:

表F.4 地裂缝光纤监测数据一览表

工程名称:		报表编号:		天气:					
观测者:	计算者:	校核者:	监测时间段:	年 月 日 时— 年 月 日 时					
测项	测点编号	监测时间	光纤各物理量变化值						备注
			初始测量值 (mm)	实时测量值 (mm)	实时变化值 (mm)	绝对变化值 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	
水平张裂位移									
水平错动位移									
垂直活动位移									
水平张裂应力									
水平错动应力									
垂直活动应力									

水平张裂 应变									
水平错动 应变									
垂直活动 应变									
.....									
工况									
监测时间段的简要分析 及判断性结论：									

工程负责人：

监测单位：

附 录 G
(规范性附录)

三维变形测量仪安装要求及施工记录、监测数据情况

三维变形测量仪安装应按如下要求进行：

a) 进行基础建设时应对测量基线地面进行平整加固，并在监测墩位置按照仪器的安装要求砌筑。

b) 三维变形测量仪的测量基线共两条，基线中部为主裂缝位置区域，对测线下的地面使用砂浆抹平加固，保证设备托架安装稳固。观测室内应同时做好入口、保温、防潮防渗、通风处理，尽量减小室内季节温差变化。

c) 监测墩位于测量基线两边，应安排在地裂缝破碎带以外的原位覆盖层或无扰动、10m深度以上的素填土层中，混凝土建造，墩底部土体应夯实，满足密实度要求。监测墩宜建设3对，分别安装地裂缝垂直活动变形、水平张裂变形、水平错动变形传感器，可配套建设温度计等。

d) 水平张裂变形传感器可包括首端(测量端)、尾端（标定端）、钢筋丝、保护管、支架、摆锤、标志杆等。水平错动变形传感器可包括首端（激光光源端）、尾端（测量端）、保护管、支架等。垂直活动变形传感器可包括两个测量钵体、液管、气管、升降台。

e) 三维变形测量仪可通过线阵CCD传感器监测光缝和阴影的成像位置来感知裂缝两盘的相对位移变化。

f) 三维变形测量仪安装完毕后，应进行人工标定，根据标定结果，相对误差≤5‰表明观测仪器安装成功，性能优越，达到技术指标的有关规定。

三维变形测量仪施工记录内容见表G.1，地裂缝三维变形监测数据情况见表G.2。

表G.1 三维变形测量仪施工记录表

工程名称			安装地点	E	N	H
型号名称			安装日期			
设备安装 情况	基墩信息					
	尺寸	材料配比		埋深		跨度
	仪器布设					
	仪器布设情况（文字或者简图）：			施工成果照片：		

	参数设置					
	设备安装参数	仪器名称	通道号	方向	基线	安装位置
		水平张裂变形测量仪	01			
		水平错动变形测量仪	02			
		垂直活动变形测量仪	03			
			04			
		温度测量仪	05			
	温度测量仪	06				
	数据采集器工作参数	台站:				
		仪器:				
网络参数						
现场标定	监测单元			线性度 (δ)		
	水平张裂变形测量仪					
	水平错动变形测量仪					
	垂直活动变形测量仪 (北端)					
	垂直活动变形测量仪 (南端)					

施工人: 记录人: 审核人: 填表日期: 年 月 日

表G.2 地裂缝三维变形监测数据一览表

工程名称:		报表编号:		天气:				
观测者:	计算者:	校核者:	监测时间段:	年 月 日 时— 年 月 日 时				
测项	监测时间	三维活动变化值						备注
		初始测量值 (mm)	实时测量值 (mm)	实时变化值 (mm)	绝对变化值 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	
水平张裂								
水平错动								
垂向北端								
垂向南端								
垂向差值								
.....								
工况								
监测时间段的简要分析及判断性结论:								

工程负责人:

监测单位:

附 录 H
(资料性附录)
自动化监测成果报告编制提纲

区域性地面沉降和地裂缝自动化监测成果报告可按下列章节进行编制：

H.0 前言

包括项目背景（包括项目来源、目的任务、工作时间与范围）、主要完成工作量、取得的主要成果及质量综述。

H.1 监测区基本情况

H.1.1 地质环境背景

H.1.2 地面沉降和地裂缝发育特征

H.1.3 监测现状及存在问题

H.2 监测站建设与运行维护工作情况

H.2.1 监测工作部署原则

H.2.2 监测级别

H.2.3 监测对象

H.2.4 监测方法

H.2.5 监测设备建设与运行维护

H.2.6 监测信息系统开发与运行维护

H.3 监测成果分析

整理不同监测方法取得的监测数据，分析区域地面沉降变化特征和地裂缝活动变化特征。

H.4 地面沉降和地裂缝成因及活动趋势分析

分析地面沉降和地裂缝活动原因，采用历史演变趋势分析、工程地质类比等方法预测地裂发展趋势。

H.5 结论与建议

H.5.1 结论

给出地面沉降和地裂缝自动化监测及预测结果，总结地面沉降和地裂缝活动变化规律，说明主要诱发因素。

H.5.2 建议

根据地面沉降和地裂缝发育现状、发展趋势及主要诱发因素，分析存在问题，有针对性地提出地面沉降和地裂缝防治和下一步建议。

H.6 附图

附图1：XXX(工作区)地面沉降（或地裂缝）自动化监测网络分布图

附图2: XXX(工作区)地面沉降速率分布图

附图3: XXX(工作区)地面沉降趋势预测图

附图4: XXX(工作区)地裂缝活动量分布图

附图5: XXX(工作区)地裂缝活动趋势预测图