

地面沉降监测站运行维护技术规程

Technical code of operation and maintenance for land subsidence monitoring station

2021 - 12 - 31 发布

2022 - 02 - 01 实施

目 次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 总则 4

 4.1 目的 4

 4.2 内容 4

 4.3 流程 4

 4.4 工作方案 4

5 地面沉降监测站运行 4

 5.1 一般规定 4

 5.2 仪器设备 5

 5.3 分层标监测 5

 5.4 地下水位和孔隙水压力监测 5

 5.5 监测数据录入整理汇总 5

6 地面沉降监测站维护 5

 6.1 一般规定 5

 6.2 分层标（组）设施维护 6

 6.3 自动监测设备维护 6

 6.4 监测信息系统维护 6

7 成果编制 6

 7.1 监测数据分析 6

 7.2 成果编制与资料汇交 6

附录 A（资料性） 静力水准监测系统原理图 7

附录 B（资料性） 地面沉降监测站运行维护工作流程图 8

附录 C（资料性） 地面沉降监测站运行维护工作方案编制提纲 9

附录 D（资料性） 地面沉降监测站基本信息 10

附录 E（资料性） 地面沉降监测站野外观测记录表 12

附录 F（资料性） 地面沉降监测仪器校验记录表 14

附录 G（规范性） 地面沉降监测站分层标组监测成果表 15

附录 H（资料性） 地面沉降监测站监测数据汇总表 16

附录 I（资料性） 地面沉降监测站巡查维护表 19

附录 J（资料性） 监测成果报告编制提纲 20

前 言

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

本文件由天津市规划和自然资源局提出并归口。

本文件起草单位：天津市地质环境监测总站、天津市地质事务中心、天津市地质调查研究院。

本文件主要起草人：白晋斌、王家兵、于强、吕潇文、贾晓青、杨书畅、张娇娇、李兆楠、易长荣、黄猛、郑飞、刘杰、李佳琦、苑巍。

地面沉降监测站运行维护技术规程

1 范围

本文件规定地面沉降监测站运行和维护的总则、地面沉降监测站运行、地面沉降监测站维护、监测成果编制等内容。

本文件适用于天津地区地面沉降监测站的运行与维护。

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/T 12897 国家一、二等水准测量规范
- CECS 55 孔隙水压力测试规程
- DZ/T 0133 地下水动态监测规程
- DZ/T 0154 地面沉降测量规范
- DZ/T 0273 地质资料汇交规范
- DZ/T 0283 地面沉降调查与监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地面沉降监测站 land subsidence monitoring station

为获取地面沉降监测数据而建设的综合性监测设施，包括地面标、基岩标、分层标、地下水位观测孔、孔隙水压力观测孔、静力水准监测系统及其他设施和监测系统等。

3.2

地面标 ground benchmark

埋设在冻土层以下稳定地层的地面水准观测标志。

3.3

基岩标 bedrock benchmark

埋设在稳定基岩的地面水准观测标志。

3.4

分层标 benchmark fixed on different stratum

埋设在不同深度松散土层分界面位置的地面水准观测标志。

3.5

分层标监测 monitoring of benchmark fixed on different stratum

通过测量各分层标获得不同土层压缩量和回弹量以及不同土层的变形量之和。

3.6

地下水位监测孔 groundwater level monitoring hole

用于监测地下含水层（组）水位动态变化的管井设施。

3.7

地下水位监测 monitoring of groundwater level

监测含水层地下水位受人为或自然因素影响随时间的动态变化规律。

3.8

孔隙水压力监测孔 pore water pressure monitoring hole

用于监测粘性土层渗流压力的管井设施。

3.9

孔隙水压力监测 monitoring of pore water pressure

监测粘性土层孔隙水压力变化及规律。

3.10

静力水准监测系统 liquid static leveling monitoring system

采用连通管原理将地面沉降监测设施关联起来，通过自动测量各测量点处容器内液面高度变化，精确获得相对垂直位移，自动采集数据并通过网络传输到管理系统，实现自动实时远程监测的设备系统，系统原理图参照附录A。

4 总则

4.1 目的

对地面沉降监测站设施的运行和维护提出规范的工作流程和技术要求，确保监测站的稳定运行，获取持续稳定可靠的分层变形、地下水位、孔隙水压力等监测数据，分析地面沉降变化，为开展科学研究和制定防治地面沉降决策提供数据依据。

4.2 内容

4.2.1 对地面沉降监测站内的分层标（组）设施进行周期性监测，获取监测数据。

4.2.2 对地面沉降监测站的监测设施、仪器设备及配套设施等定期巡查、及时维护，对信息系统进行维护和更新升级，保障地面沉降监测站正常运行。

4.2.3 对监测数据进行汇总整理，总结地面沉降监测站运维情况，编制监测成果报告，并按规定进行地质资料归档汇交。

4.3 流程

地面沉降监测站运行维护的工作流程，参照附录B。

4.4 工作方案

地面沉降监测站运行维护的工作方案编制，参照附录C。

5 地面沉降监测站运行

5.1 一般规定

5.1.1 地面沉降监测站运行应包括分层标（组）监测和数据整理。

5.1.2 配备自动化监测设备的监测站自动化监测频率应不少于 1 次/日，人工监测频率应不少于 1 次/季度；其他监测站人工监测频率应不少于 1 次/月。

5.1.3 自动化监测成果应使用人工监测成果进行校准，每年校准应不少于 1 次。

5.1.4 监测人员应了解监测站基本情况和环境，并掌握分层标（组）监测方法。地面沉降监测站基本信息参照附录 D。

5.1.5 人工外业观测应记录监测时间、当日天气条件以及地面沉降监测站周边地区发生的人类工程活动等情况，观测数据记录参照附录 E。

5.2 仪器设备

5.2.1 用于分层标监测的水准监测仪器选型、检定校准和技术指标应按 GB/T 12897 执行。宜使用固定的监测仪器，标尺与水准仪相匹配，不宜互换使用。

5.2.2 地下水位人工监测使用的量具宜每季度校核一次，及时消除系统误差。

5.2.3 地下水位、孔隙水压力自动监测仪器根据水位深度、监测精度等进行选型。

5.2.4 静力水准监测系统应按分层标监测精度要求、监测站温度、湿度等条件进行选型。

5.2.5 监测仪器应按使用说明定期校准，保存相关记录，参照附录 F。

5.3 分层标监测

5.3.1 分层标人工监测技术要求和精度应符合 DZ/T 0154 的有关规定。人工监测应观测两个测回，测回间应变动仪器高，变动量不少于 3cm。

5.3.2 分层标监测数据处理应符合 DZ/T 0283 的有关规定。

5.3.3 最深分层标（基岩标）和地面标应纳入区域地面沉降水准监测网，并定期平差计算分层标水准高程。

5.4 地下水位和孔隙水压力监测

5.4.1 监测技术要求应符合 DZ/T 0133 和 CECS 55 的有关规定。

5.4.2 地下水位自动监测精度允许偏差为 $\pm 0.01\text{m}$ ；孔隙水压力监测精度不宜低于 0.5%F.S，分辨率不宜低于 0.2%F.S。

5.4.3 自动监测数据现场核查应每半年至少 1 次。

5.5 监测数据录入整理汇总

5.5.1 在外业监测结束后及时完成监测数据室内计算整理，发现问题及时复测，计算整理参照附录 G。

5.5.2 自动化监测数据应及时传输到数据中心，每月下载整理。

5.5.3 每月及时将监测数据录入数据库和地质环境信息系统中，包括分层标相对升降量数据、地下水位数据和孔隙水压力数据等，录入数据应进行质量检查。

5.5.4 每年对监测数据进行汇总整理，数据汇总表参照附录 H。

6 地面沉降监测站维护

6.1 一般规定

6.1.1 监测站维护包括分层标（组）监测设施、自动化监测仪器、自动化监测信息系统以及配套设施的巡查和维护等。

6.1.2 监测设施应注明编号标识与警示标志，采取稳固耐久、防腐抗蚀等措施对监测设施进行保护。

6.1.3 监测站的监测设施、仪器设备及配套设施等巡检宜 1 次/月，并填写巡查维护记录，参见附录 I。

6.1.4 监测站宜安装安全监控设备，定期进行现场安全检查。

6.1.5 出现可能影响监测站运行的状况，应及时安排问题排查和维护。

6.2 分层标（组）设施维护

6.2.1 检查分层标水准测量标志、标杆、保护管的使用情况，应定期做除锈、防腐等保养。

6.2.2 孔口固定水准标志或孔口保护装置等发生改变时，应及时修复。

6.2.3 分层标组监测数据出现异常时，应及时进行现场核查，并调查标组所在地地质环境条件变化情况。应评估分层标组稳定性。

6.2.4 定期根据井深、监测数据等检查结果对地下水位监测孔的运行状况进行评估，确定地下水位监测井的运行情况。

6.3 自动监测设备维护

6.3.1 自动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。

6.3.2 常规巡查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。

6.3.3 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、干燥剂是否需要更换等。

6.3.4 分层标累计沉降量接近静力水准仪量程时，应及时对静力水准监测系统进行量程调整，量程调整后必须对数据进行修正处理。

6.3.5 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，增加人工监测；维修后仍不能正常运行或者达到设备使用年限的，应予以报废和更换，并填写报废登记。

6.4 监测信息系统维护

6.4.1 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。

6.4.2 系统配备专门运行维护人员进行定期管理、备份、恢复。

6.4.3 每周对信息系统数据库由专门运行维护人员进行日常维护和检测。

7 成果编制

7.1 监测数据分析

7.1.1 分层变形数据内容包括基本情况，每月分层压缩回弹变形情况和全年累计变形情况，与上年度同比变化情况，地下水与地层变形特征和规律、发展趋势及影响原因，并绘制相应图表等。

7.1.2 地下水位监测数据分析内容包括：基本情况、水位标高、水位埋深、每月及年内的水位特征值（最高、最低、平均），地下水位变化幅度和变化趋势、地下水位动态类型及成因特征，绘制地下水位动态变化曲线等。

7.1.3 孔隙水压力监测数据内容包括基本情况，孔隙水压力值，孔隙水压力变化幅度和趋势，孔隙水压力与地层变形规律、绘制孔隙水压力与时间等有关因素图表。

7.1.4 以近 5 年监测数据为主，结合历史和区域的地面沉降情况综合分析，研究地面沉降演变规律、形成机理及影响原因，分析其变化趋势。

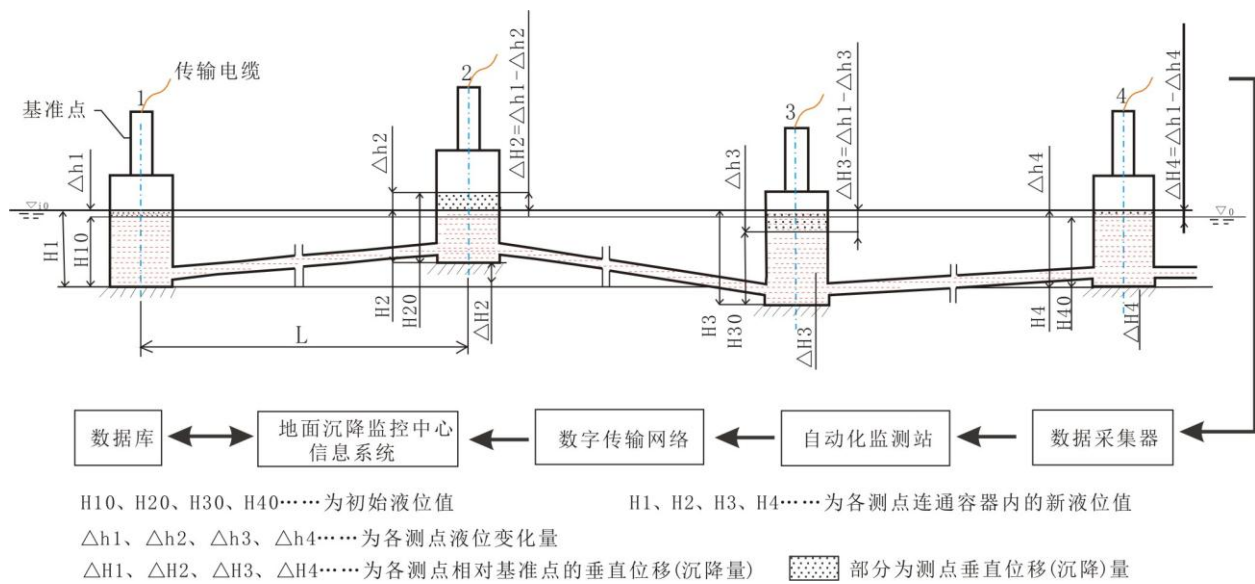
7.2 成果编制与资料汇交

7.2.1 年度监测成果报告应包括地面沉降监测站基本情况、年度运行维护工作完成情况、监测方法、质量评述、监测数据分析、存在问题和结论建议，附图附表等。编制提纲参照附录 J。

7.2.2 地质资料应按规定进行归档汇交，应符合 DZ/T 0273 的相关规定。

附录 A
(资料性)
静力水准监测系统原理图

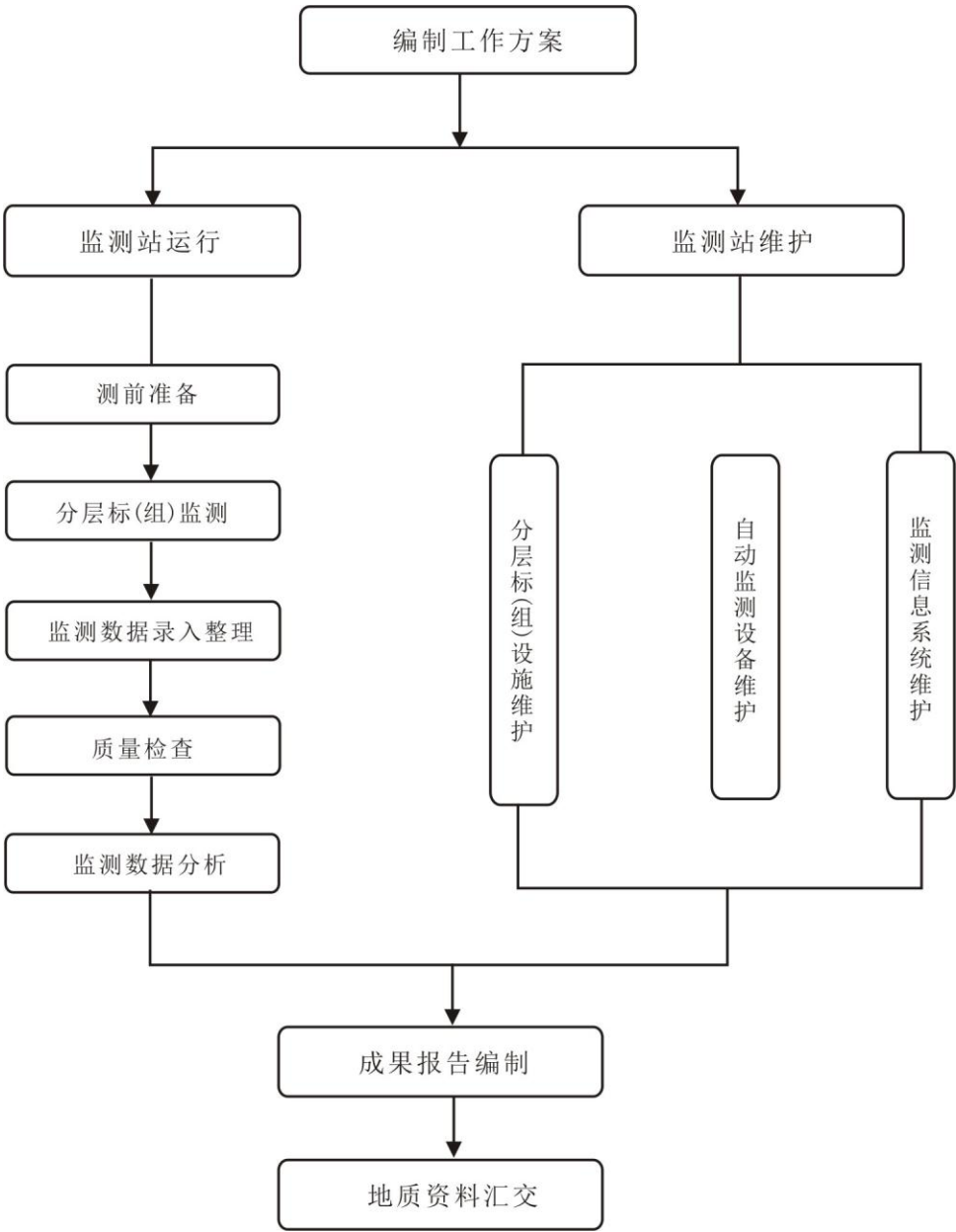
静力水准监测系统原理图见图A. 1



图A. 1 静力水准监测系统原理图

附录 B
(资料性)
地面沉降监测站运行维护工作流程图

地面沉降监测站运行维护工作流程图见图B. 1



图B. 1 地面沉降监测站运行维护工作流程图

附录 C

(资料性)

地面沉降监测站运行维护工作方案编制提纲

地面沉降监测站运行维护工作方案宜按下列提纲要求编制：

C.1 工作概述

包括任务来源、目的任务、工资内容和工作量、工作周期。

C.2 以往工作基础

包括监测站基本情况，以往监测运维工作情况。

C.3 工作部署

包括引用文件（技术标准和相关文件等）、技术要求、工作方法、进度安排。

C.4 保障措施

包括人员构成与分工、仪器设备、质量控制措施（资料成果三级检查、验收方式）、安全生产措施、保密措施等。

C.5 预期成果

包括监测成果报告、野外观测记录、监测成果表、数据汇总表、巡查维护表、仪器校验记录表等。

C.6 经费预算

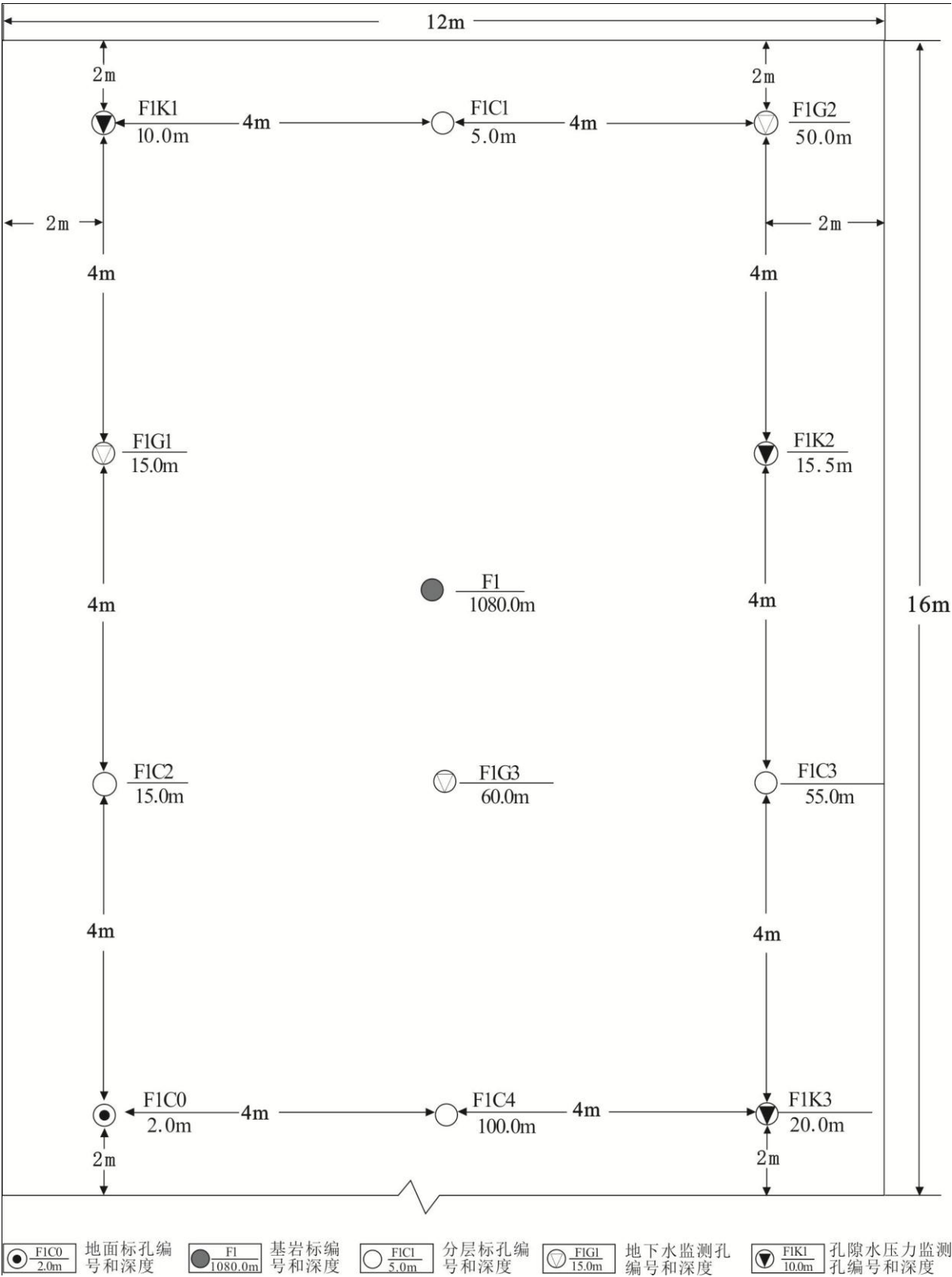
附 录 D
(资料性)
地面沉降监测站基本信息

地面沉降监测站基本信息登记表见表D. 1

表D. 1 地面沉降监测站基本信息登记表

编号			
名称			
地址			
四至坐标（2000天津城市坐标系）			
地面标高（m）			
最大监测深度(m)			
监测设施			
监测内容	类型	编号	深度
	分层标孔	F1C1	
		F1C2	
		F1C3	
		...	
	地下水位监测孔	F1G1	
		F1G2	
		F1G3	
		...	
	孔隙水压力监测孔	F1K1	
		F1K2	
		F1K3	
		...	
占地面积			
交通位置略图			
建设时间			
建设单位			
管理单位			
备注说明			

地面沉降监测设施示意图见图D. 1



图D. 1 地面沉降监测设施示意图

附 录 E
(资料性)
地面沉降监测站野外观测记录表

地面沉降监测站分层标组野外观测记录表见图E. 1

地面沉降监测站分层标组野外观测记录表

标组名称: 编号: 地点:

日期: 时间: 天气: 温度:

序号	分层标号	上标志高程(m)		下标志高程(m)	
		第1次	第2次	第1次	第2次
1					
2					
3					
4					
5					
...					
13	R				

备注:

测量: 记录: 审核:

图E. 1 地面沉降监测站分层标组野外观测记录表

地面沉降监测站地下水位野外观测记录表见图E. 2

地面沉降监测站地下水位野外观测记录表

标组名称:

编号:

地点:

地面标高:

日期:

时间:

天气:

温度:

序号	孔号	水位埋深(m)	孔口距离地面(m)
1			
2			
3			
4			
5			
...			

备注:

测量:

记录:

审核:

图E. 2 地面沉降监测站地下水位野外观测记录表

附 录 F
(资料性)
地面沉降监测仪器校验记录表

地面沉降监测仪器校验记录表见表F. 1

表F. 1 地面沉降监测仪器校验记录表

监测仪器	检测内容	检测结果			校验日期	校验人	单位
水准仪	检定结果	检定项目满足检定规程要求 是□ 否□					
标尺	检定结果	检定项目满足检定规程要求 是□ 否□					
测绳	刻度标签稳固性	全部稳固 □ 部分松动 □					
	测绳刻度校验	误差					
		() /1000cm					
电表	使用功能	使用功能是否正常 是□ 否□					
自动监测设备	自动监测数据	监测成果 (人工)	监测数据 (自动)	差值			
	通液管	是否存在渗漏液情况 是□否□					
		通液管内是否存有气泡 是□否□					
	缆线	电缆护套材料是否存在破损 是□否□					
	通讯	通讯连接是否正常 是□否□					
	防冻液	防冻液是否充足 是□否□					
	干燥剂	干燥剂是否满足使用需求 是□否□					
	地下水位计传感器	检定项目满足检定规程要求 是□ 否□					
	孔隙水压力传感器	检定项目满足检定规程要求 是□ 否□					

附 录 G
(规范性)
地面沉降监测站分层标组监测成果表

地面沉降监测站分层标组监测成果表见表G. 1

表G. 1 地面沉降监测站分层标组监测成果表

名称:		地点:		编号:		时间: 年 月 日 时 分				
顺序	标号	1 测高程值 (m)	2 测高程值 (m)	△差值 (mm)	平均高程 (m)	当月高差值 (m)	上月高差值 (m)	升降量 (mm)	各层变形量 (mm)	备注
1										监测深度内沉降 变形总量
2										
3										
4										
...	R									
分层标观测精度评估										
m1=±SQRT ([△△]/2n)			n=	[△△]=	m1=	变形量合计 (mm)				
m2=±SQRT ([△△]/4n)			n=	[△△]=	m2=					
ΔM=±SQRT (m1^2+m2^2)					ΔM=					
说明: ①△差值= (1 测高程值-2 测高程值) *1000; ②平均高程= (1 测高程值+2 测高程值) /2; ③当月高差值=平均高程-基准点平均高程; ④升降量= (当月高差值-上月高差值) *1000; ⑤各层变形量=标点升降量-下一标升降量;										
测量:		记录:		质量检查记录: 年 月 日						
录入:		校核:								
审核:										

DB12/T 1117 | 2021

附 录 H
(资料性)
地面沉降监测站监测数据汇总表

地面沉降监测站分层标监测数据汇总表见表H. 1

表H. 1 地面沉降监测站分层标监测数据汇总表（ 年度）

监测站名称:		地点:									编号:		
孔号	深度 (m)	1月 (mm)	2月 (mm)	3月 (mm)	4月 (mm)	5月 (mm)	6月 (mm)	7月 (mm)	8月 (mm)	9月 (mm)	10月 (mm)	11月 (mm)	12月 (mm)
F1C1													
F1C2													
F1C3													
F1C4													
F1C5													
...													
填写人: 审核人:													
备注: F1为地面沉降监测站编号, C1位分层标孔编号; 沉降量正值代表回弹, 负值代表沉降													

地面沉降监测站地下水位监测数据汇总表见表H. 2

表H. 2 地面沉降监测站地下水位监测数据汇总表（ 年度）

监测站名称：			地点：								编号：			
孔号	水位埋深 (m)	含水组	1月 (m)	2月 (m)	3月 (m)	4月 (m)	5月 (m)	6月 (m)	7月 (m)	8月 (m)	9月 (m)	10月 (m)	11月 (m)	12月 (m)
G1														
G2														
G3														
G4														
G5														
...														
填写人：							审核人：							

地面沉降监测站孔隙水压力监测数据汇总表H.3

表H.3 地面沉降监测站孔隙水压力监测数据汇总表（年度）

监测站名称：			地点：								编号：			
孔号	埋深 (m)	含水组	1月 (m)	2月 (m)	3月 (m)	4月 (m)	5月 (m)	6月 (m)	7月 (m)	8月 (m)	9月 (m)	10 月(m)	11月 (m)	12月 (m)
K1														
K2														
K3														
K4														
K5														
...														
填写人：							审核人：							

附 录 I
(资料性)
地面沉降监测站巡查维护表

地面沉降监测站巡查维护表见表I. 1

表I. 1 地面沉降监测站巡查维护表

监测站名称			编号	
巡查记录	检查项		记录	
	监测设施使用情况			
	自动监测数据采集设备工作状态			
	静力水准仪是否接近量程			
	存储设备空间使用情况			
	通讯状态			
	供电设施检查			
	配套设施检查（标房、围院、标识和警示标志等是否损坏）			
	安全检查（灭火器状态、有无危险品或杂物、是否关闭照明设备，锁好门窗等）			
	其他			
	巡查人员			巡查日期
维护记录	内容（可附相关材料或照片）			
	记录人			日期
审核	签字： 年 月 日			

附 录 J
(资料性)
监测成果报告编制提纲

J.1 工作概况

包括目的任务、主要依据、工作完成情况及质量评述。

J.2 监测站维护工作情况

包括监测站基本情况、分层标(组)设施、自动监测设备及信息系统维护情况。

J.3 监测成果分析

综合分析分层标(组)分层变形、地下水位动态、孔隙水压力年度监测数据,分析地面沉降变化特征,分析沉降原因,编制成果图件。

J.4 结论与建议

总结监测运维工作主要结论,分析存在问题,提出地面沉降防治和下一步工作建议。
