

中国地质调查局地质调查技术标准

DD2012—05

海岸带地质环境监测规范

中国地质调查局

2012年4月

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	1
4.1 监测目的任务	1
4.2 海岸带类型及划分	2
4.3 监测基本内容	2
4.4 监测方法	2
4.5 监测基本要求	2
5 海岸带侵蚀淤积动态监测	3
5.1 海岸带侵蚀淤积动态监测剖面布设	3
5.2 海岸带侵蚀淤积动态监测剖面的标志设置	3
5.3 海岸带侵蚀淤积动态监测内容	4
5.4 剖面测量方法	4
5.5 海岸带遥感测量	4
5.6 海岸带侵蚀淤积动态监测时间与频率	5
5.7 海岸带侵蚀淤积动态监测精度	5
5.8 数据整理和图件编制	5
6 海岸带地下水监测	6
6.1 海岸带地下水监测网布设	6
6.2 海岸带地下水监测内容	6
6.3 海岸带地下水监测方法	6
6.4 海岸带地下水监测要求	7
6.5 海岸带地下水监测时间与频率	7
6.6 海岸带地下水测量精度	8
6.7 海底地下水监测	8
6.8 海岸带地下水监测数据整理	8
7 海（咸）水入侵监测	9
7.1 海（咸）水入侵监测剖面布设	9
7.2 海（咸）水入侵监测内容	9
7.3 海（咸）水入侵监测方法	9
7.4 海（咸）水入侵监测要求	9

7.5	海（咸）水入侵监测时间与频率	10
7.6	海（咸）水入侵测量精度	10
7.7	海（咸）水入侵监测数据整理	10
8	海岸带地面沉降监测	11
8.1	海岸带地面沉降监测网布设	11
8.2	海岸带地面沉降监测内容	12
8.3	海岸带地面沉降监测方法和要求	12
8.4	海岸带地面沉降监测时间与频率	13
8.5	海岸带地面沉降监测精度	13
8.6	海岸带地面沉降监测数据整理	15
9	监测成果的汇交	15
9.1	汇交内容	15
9.2	汇交形式	15
附录 A（资料性附录）	设计编写提纲	16
附录 B（规范性附录）	海岸带地质环境监测表格	18
附录 C（资料性附录）	成果编写提纲	25
参考文献	26
表 1	海（咸）水入侵水化学监测指标与水质分类表	10
表 2	普通沉降水准点布设密度和复测周期	11
表 3	不同 InSAR 监测方法及对比	14
表 4	海岸带地面沉降监测频率	14
表 B.1	海岸带监测剖面水深测量记录表	18
表 B.2	多波束海底地形测量班报表	19
表 B.3	侧扫声呐测量班报表	20
表 B.4	海岸断面监测成果记录表	21
表 B.5	海（咸）水入侵观测井基本特征调查表	22
表 B.6	海（咸）水入侵水位监测记录表	23
表 B.7	海（咸）水入侵水质监测记录表	24

前 言

本规范附录A、附录C为资料性附录，附录B为规范性附录。

本规范由中国地质调查局提出和归口。

本规范起草单位：青岛海洋地质研究所。

本规范主要起草人：高茂生、印萍、李绍全、袁红明、赵广明、严学新、周良勇、丁喜桂、肖菲。

本规范由中国地质调查局负责解释。

引 言

海岸带地质环境监测工作是一项基础性、区域性和公益性的海洋国土资源监测工作。我国海岸带地质环境监测多以项目为依托,进行海岸带地质环境监测工作。由于目前海岸带地质环境监测工作尚处于起步阶段,还没有系统的海岸带地质环境监测网,急需为以后的海岸带地质环境监测工作建立相关规范。

鉴于目前我国在海岸带地质环境监测水平,本规范仅对海岸带侵蚀淤积动态、海岸带地下水、海(咸)水入侵、海岸带地面沉降等的监测工作制定相应规范,力求对其监测网布设、监测内容、监测方法、监测要求、监测频率、监测精度等进行全面制定,并在资料性附录和规范性附录中提供了海岸带地质环境监测设计和成果编制提纲及相应海岸带地质环境监测表格。

海岸带地质环境监测规范

1 范围

本规范规定了海岸带地质环境监测的目的任务、内容、方法和监测工作的基本要求。

本规范适用于海岸带侵蚀淤积动态、海岸带地下水、海（咸）水入侵、海岸带地面沉降等工作的监测；其它类似的地质环境监测工作可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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/T12763.8—2007 海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查

GB/T 12898—2006 国家三、四等水准测量规范

GB 12999—91 水质采样 样品的保存和管理技术规定

GB/T 18314—2009 全球定位系统（GPS）测量规范

DZ/T 0133—94 地下水动态监测规程

DZ/T 0154—95 地面沉降水准测量规范

HJ/T 91—2002 地表水和污水监测技术规范

DD 2008—01 地下水污染地质调查评价规范

3 术语和定义

3.1

海岸带地质环境 Coastal geo-environment

自然环境的一部分，系指与海岸带的形成和演化有关的地质因素构成的由一定边界条件限定的环境系统。海岸带地质环境是一个动态系统，其与水环境、大气环境、生态环境等系统，共同构成影响人类生存与发展的自然环境体系。

3.2

海岸带地质环境监测 Monitoring of coastal geo-environments

运用综合手段对海岸带地质环境中各种地质环境要素进行监视、监控和测定，评价海岸带地质环境质量和预测其动态变化趋势。

4 总则

4.1 监测目的任务

按海岸带地质环境监测工作要求，规范工作程序，统一工作步骤，开展海岸带地质环境的长期动态

监测工作，向国家提交包括海岸带侵蚀淤积动态、海岸带地下水、海（咸）水入侵、海岸带地面沉降等内容的基础监测图件和资料，为海岸带功能区划、管理决策、重大工程建设和减灾防灾提供业务化的监测数据。

4.2 海岸带类型及划分

根据海岸带的物质组成可划分为：基岩海岸、砂砾质海岸、淤泥质海岸和生物海岸带。根据潮位涨落又可将海岸带划分为：潮上带、潮间带和潮下带。

4.3 监测基本内容

4.3.1 海岸带侵蚀淤积动态监测

监测海岸线变化、岸滩和水下地形地貌特征变化、岸滩和水下沉积物特征变化。

4.3.2 海岸带地下水监测

监测地下水位、水质、水量及水温变化。

4.3.3 海（咸）水入侵监测

监测海（咸）水和地下水的水位、水质及水温变化。

4.3.4 海岸带地面沉降监测

监测海岸带地面沉降量和/或回弹量变化。

4.4 监测方法

4.4.1 海岸带侵蚀淤积动态监测

以骨干剖面监测为主，并以辅助剖面监测，遥感测量（航空遥感和卫星遥感）为补充。

4.4.2 海岸带地下水监测

以地下水水位、水质及水温在线监测为主，以人工测量方法为辅。

4.4.3 海（咸）水入侵监测

同4.4.2。

4.4.4 海岸带地面沉降监测

在海岸带地面沉降发育地区应采用地面沉降水准测量、地面沉降GPS监测、地下水动态监测和InSAR监测（合成孔径雷达干涉测量技术，简称InSAR）等方法进行地面沉降监测。注意不同方法的选用。

4.5 监测基本要求

4.5.1 设计编写前的要求

在开展设计编写工作前，广泛收集海岸带地质、自然地理和社会经济等相关资料；尽可能收集不同时期的海岸带地形图或海图、卫片或航片；对历史资料，要进行标准化和质量评估；必要时，对海岸带陆域部分进行补充调查。

4.5.2 设计要求

设计书编写应做到目标任务明确、工作部署合理、监测方法具体，在监测中使用新技术新方法，经费预算合理。海岸带地质环境监测的设计编写提纲参见附录A。

4.5.3 图件编制

图件比例尺1:100 000~1:50 000。局部地段根据专题要求，图件比例尺1:10 000或1:5 000。图件采用自由分幅，更要有针对性和应用性。

4.5.4 质量控制要求

严格控制监测数据质量，对监测数据实行自检和互检。

4.5.5 成果编写要求

监测报告的编写，主要依据监测资料；同时，广泛收集和利用各部门监测和调查资料。监测报告应参照附录C规定。

5 海岸带侵蚀淤积动态监测

5.1 海岸带侵蚀淤积动态监测剖面布设

5.1.1 监测剖面垂直于海岸线方向布设。

5.1.2 监测剖面一般部署在岸线相对平直的自然岸段。监测剖面应远离人类开发活动或岸滩改造活动强烈的地区。监测剖面应与垂直海岸的工程构筑物或自然岬角、礁石等保持一定的距离，减少局部水动力的影响。

5.1.3 设置一条骨干监测剖面，并在两侧 500m~1000m 处各设置一条辅助监测剖面。在平直岸线延伸较长的岸段，可适当增加辅助监测剖面，提高对整个岸段动态变化的监测能力。在剖面线上的监测点要根据地形变化进行重点监测。

5.1.4 在条件允许时，可选择相对独立的小海湾进行剖面加密监测，以全面了解包括潮上带、潮间带和潮下带范围在内的整个海湾沉积物的变化情况，准确评估海岸带侵蚀淤积动态。

5.1.5 海岸带侵蚀淤积动态监测应在周边区域的海岸带侵蚀淤积动态调查的基础上进行，调查内容包括海岸类型、侵蚀淤积岸线长度、海岸动态的发展趋势和变化速率、侵蚀淤积过程、岸滩变化影响因素等。在监测断面部署之前，应开展海岸带开发用途、规划的调研，保证监测断面可以长期进行观测和维护。

5.2 海岸带侵蚀淤积动态监测剖面的标志设置

5.2.1 监测剖面应设立明显的标志，并定期进行维护。

5.2.2 在骨干剖面上应设置水准点标石（志）（执行国家三级水准点标准）或剖面标志桩。

5.2.3 水准点标石（志）最好选择或固定在距离岸线有一定距离的永久性人工地物上。明显标注剖面号、剖面方向、该点高程及相关警示和保护标志。为确保骨干剖面的长期观测，可另选旁侧永久人工地物建立辅助水准点标石（志）备用。并将两个标志点详细位置、距离、方位、高程等记录入档。

5.2.4 标志桩采用经防腐处理的枕木等材料，埋深在 1m 左右，出露高度超过 1m，其上用油漆或金属环标注剖面号和相关警示和保护标志。标志桩应标识在监测剖面上的埋深，连线指示剖面方向。标志桩应埋设在与岸线有一定距离并相对稳定的陆域地段。

5.2.5 辅助剖面可埋设普通的水准标石，标志桩的埋设可参考骨干剖面。

5.2.6 其他辅助剖面可以埋设普通水准标石，或利用自然、永久性人工地物作为剖面标志，以便开展重复监测。

5.2.7 在可能的情况下使用标志设置，否则还用 GPS 定位的方法。

5.3 海岸带侵蚀淤积动态监测内容

5.3.1 监测海岸线位置变化、岸滩和 underwater 地形地貌特征变化、岸滩和 underwater 沉积物特征变化状况等。

5.3.2 对主要河流来水来沙量、海岸带沉积速率、侵蚀速率等进行常规监测。

5.4 剖面测量方法

5.4.1 基准剖面

基准剖面指首次建设的骨干和辅助剖面，作为长期监测数据对比的基础。

5.4.2 水准点引测

水准点引测的方法：

- a) 骨干剖面应进行水准引测。水准引测，应执行 GB/T 12898—2006 的要求，满足国家三级水准测量标准，并埋设水准标石。辅助剖面也应设立水准标石，可从骨干剖面引测，要求应不低于国家三级水准测量标准；
- b) 在邻近地区参考水准点严重缺乏的海岸带地区，可先采用 GPS 高程引点并设立标石，然后逐步补充水准测绘，完善监测剖面数据；
- c) 水准点应定期开展与附近 GPS 水准网的联测，以消除地面沉降的影响。

5.4.3 地形和地貌测量

地形和地貌测量方法：

- a) 低潮线以上岸滩部分，由水准点标石（志）起算，在剖面线上选择地形或地貌变化点，采用水准仪、全站仪等进行海滩高程水准测量，同步观察，记录岸滩地貌形态；
- b) 低潮线以下部分，采用船载单频或双频回声测深仪和侧扫声呐进行水深地形和地貌同步测量；
- c) 岸线、潮间带和 underwater 地形测量数据应统一归算到国家 85 高程，绘制连续的地形剖面。

5.4.4 表层沉积物取样

表层沉积物系海底以下 40 cm 内表层较为松散、饱含水份的沉积物，其取样分析方法：

- a) 在监测剖面上按 100 m 间隔采集表层沉积物，进行粒度分析；
- b) 在地形地貌发生明显变化的部位，可根据实际情况适当加密采样；
- c) 岸滩沉积物取样应采取 5cm 以内的岸滩表层沉积物，潮间带以下的海底沉积物应用箱状取样器或抓斗获取，尽可能避免沉积物的扰动，采取 10cm 以内的沉积物样品；每个沉积物样品重量不少于 1 000 g；
- d) 样品经风干后，取 250 g 作为副样存入样品库保存；
- e) 进行粒度分析的样品应根据实验室测试要求进行分样和处理，砂砾级组分应用筛析法分析，细砂以下组分可使用激光粒度仪进行分析。

5.5 海岸带遥感测量

5.5.1 遥感测量一般要求

5.5.1.1 根据海岸带主要地质环境问题，有针对性的开展多时相遥感测量。

5.5.1.2 使用最新遥感图像和数据，精度以能准确查明海岸带主要地质环境问题为准。

5.5.1.3 遥感解译的范围应适当大于工作区的范围。

5.5.2 遥感测量内容

5.5.2.1 岸线位置、长度和海岸类型。

5.5.2.2 土地利用现状、沉积地貌等。

5.5.2.3 海岸线多时相变迁。

5.5.2.4 红树林、珊瑚礁等特殊海岸的面积及分布状况的多时相变化情况。

5.5.2.5 海面温度、海面水动力状况。

5.5.2.6 海洋水色要素的浓度。

5.5.2.7 各类地质灾害体的分布位置、范围等特征信息。

5.5.2.8 海岸带排污口位置分布。

5.5.2.9 野外实地验证。

5.5.3 技术要求

5.5.3.1 数据源要求

采用多光谱、多时相和高分辨率全色卫星遥感数据。不同时相（年度）的遥感数据应为相同季度的影像。

5.5.3.2 数量要求

同一区域至少要有三个不同时相的数据作对比分析。其中，在人为活动影响相对较小的时期取一个时相；在项目进行当年取一个实时时相；在以上两个时间跨度之间人为活动影响显著变化时期取一个时相。

5.5.3.3 分辨率要求

遥感数据空间分辨率应优于30m。年代较早的卫星遥感数据空间分辨率可适当放宽要求。

5.6 海岸带侵蚀淤积动态监测时间与频率

5.6.1 定期开展监测剖面的地形重复测量。一般开展季节性、年际的重复监测。每年监测不应少于2次。遇台风、风暴潮、寒潮、大风浪、地震、洪水、海啸、海冰等对海岸影响较大的事件时，至少加测1次。

5.6.2 重大工程附近的监测剖面应适当增加监测频次，以反映工程导致海岸带的动态变化特征。

5.6.3 季节性和年际剖面重复监测以潮间带以上的岸滩剖面部分为主。潮间带以下的水下剖面应至少五年重复监测1次。

5.6.4 水下地形变化复杂或海岸带重大工程影响岸段，应适当增加水下剖面的监测次数。

5.7 海岸带侵蚀淤积动态监测精度

5.7.1 海岸带侵蚀淤积动态监测用的滩面地形测量准确度，平面定位精度要达到分米级，高程精度要达到厘米级。

5.7.2 海水水深测量准确度，按照 GB/T 12763.8—2007 中的 9.3 执行。

5.8 数据整理和图件编制

5.8.1 数据整理

5.8.1.1 应在作业现场对所取得的各项资料进行整理，并对测量数据质量做出初步评价。内容包括：

- a) 检查剖面实测数据的精度和各项数据的完整性;
- b) 各种纸质打印资料整理、装订和会签;
- c) 数据备份。

5.8.1.2 除按监测记录要求格式进行测量班报和成果记录以外, 要按附录 B.1、B.2、B.3 和 B.4 进行监测记录和整理。

5.8.1.3 对海岸带侵蚀淤积动态监测数据, 应提交电子数据资料。

5.8.2 图件编制

可根据海岸动态监测内容, 编制海岸带侵蚀淤积监测剖面图和平面图。

6 海岸带地下水监测

6.1 海岸带地下水监测网布设

6.1.1 布设原则

6.1.1.1 海岸带地下水监测, 应充分利用已有的国家级、省级、地区级监测井点。

6.1.1.2 地下水监测网的布设应统筹考虑水文地质条件和地下水开采、地下水水质与污染(包括海咸水入侵)、地面沉降等情况。

6.1.1.3 对于面积较大的监测区域, 应以沿地下水流向为主与垂直地下水流向为辅相结合的原则布设监测网。

6.1.1.4 对于面积较小的监测区域, 可根据地下水的补给、径流、排泄条件布设控制性监测点。

6.1.2 海岸带地下水监测网的建设

6.1.2.1 海岸带各类地下水监测孔(井), 必须具有地层岩性和井管结构资料。孔深、孔径能满足各类监测的要求。监测目的层与其它含水层之间止水良好。

6.1.2.2 海岸带各类地下水监测孔的施工技术要求, 必须符合水文地质钻孔质量标准的有关规定。

6.1.2.3 选择各类地下水监测孔时, 应尽可能利用非开采井, 以做到不受或极少受干扰, 能保证进行常年连续监测工作。

6.1.2.4 每个监测孔必须建立卡片, 作为永久档案资料。卡片内容应包括: 统一编号(代码)、原编码、观测点类别、位置、坐标、井口地面标高、井位示意图、地层岩性柱状图、井结构图、监测目的层的起止深度、孔井安装、建井日期、始测日期、监测记事、其它。

6.1.2.5 监测孔(井)安装: 孔口一般高出地面 0.5 m~1.0 m 左右, 特殊情况也可低于地面。孔口安装保护帽, 井的周围应采取防护措施。

6.1.2.6 监测孔(井)起测处及附近地面必须测高程, 在监测孔(井)附近应选择适当的建筑物建立水准标志, 每隔 5 年应进行部分检测或全部复测。

6.2 海岸带地下水监测内容

海岸带地下水监测内容包括地下水位、水质、水量及水温监测, 同一监测点应尽可能兼顾多项内容的监测。

6.3 海岸带地下水监测方法

6.3.1 应根据海岸带水文地质条件的复杂程度、地下水开采利用、环境地质问题及地下水动态研究程度, 以大比例尺地质图和水文地质图为主要依据, 合理布设监测网点, 因地制宜地选定监测方法。

6.3.2 对于水位、水温监测和统测，可采用自动监测或人工测量方式进行监测，自动监测分为非在线自动监测（不配套在线传输设备，人工定期采集数据）和在线自动监测（配备自动传输设备）等。采用自动化监测时，应根据地下水位监测频率要求设置自动化监测的水位监测频率，并正确安装和使用监测仪。

6.3.3 在水位多年持续下降的海岸带地下水开采区内，选择部分监测点（或附近同一层位的开采井）作为地下水开采量监测点，利用水表或孔口流量计，在水动力条件不变的情况下定期监测，同时取得相应地下水水位资料。

6.3.4 对于泉流量监测按其野外条件，选择容积法、堰测法或流速仪法等进行流量测定。

6.3.5 地下水水质与污染监测，可以视具体情况选用简分析、全分析、专项分析等不同采样监测方法。

6.4 海岸带地下水监测要求

6.4.1 地下水位监测要求

6.4.1.1 海岸带地下水水位监测要求提供监测点坐标、含水层位岩性、地下水埋藏深度与地下水位高程。

6.4.1.2 在海岸带区域地下水位下降漏斗中心地段、重要水源地、缺水地区的易疏干开采地段，还应测量动水位。

6.4.1.3 对与地下水有水力联系的地表水监测，应与地下水水位监测同步进行。地表水监测，应按照 HJ/T 91—2002 执行。

6.4.1.4 应尽量建立专门监测孔（井）。

6.4.1.5 利用生产井监测地下水位时，均应记录观测井近期抽水情况，说明观测井是否曾经抽过水，是否受到附近抽水井的影响。

6.4.2 海岸带地下水水质监测要求

6.4.2.1 依据区域地下水水质分布规律及其动态特征，布设水质监测点。

6.4.2.2 在监测孔中采样，必须在抽出水管内水量的 3 倍~5 倍之后采取水样。遇特殊情况（长期得不到维护，井管锈蚀、井壁及井底滋生微生物等），需延长抽水时间。如果监测孔不能采样，可选用附近同层位的开采井代替。

6.4.2.3 每隔两年应测 1 次监测孔（井）深度，如有淤塞影响正常监测时，应及时处理。

6.4.2.4 采样的容器、洗涤、采取、保存、送样和监控等，应按照 GB 12999—91 执行。

6.5 海岸带地下水监测时间与频率

6.5.1 地下水位监测

6.5.1.1 尽可能利用已有的国家级、省级监测点，每月监测 3 次~6 次。

6.5.1.2 每月监测 6 次时，为逢 5 日、10 日测（2 月为月末日）；每月监测 3 次时，为逢 10 日测（2 月为月末日）。

6.5.1.3 地下水水位自动监测井，可加密监测，监测频率一般每半小时 1 次。

6.5.1.4 海岸带地下水监测频率可根据地下水动态类型与特征及监测工作研究程度等因素，酌情增减。

6.5.2 地下水量监测

6.5.2.1 单井开采量监测

单井开采量监测时：

- a) 利用水表或孔口流量计,在水动力条件不变的情况下定期监测单井开采量,可视水量变化大小,每月监测 1 次,统计地下水开采量;
- b) 选择代表性自流井定期监测开采量,根据流量的稳定程度确定监测频率,一般情况下可每月监测 1 次。

6.5.2.2 泉流量监测

泉流量监测时:

- a) 新建立的泉监测点,3年内应每月观测 1 次;
- b) 在已掌握其动态规律后,3年后可视其稳定程度确定监测频率。

6.5.3 地下水水质监测

6.5.3.1 每年应对地下水水质监测点总量的 50%进行采样监测。其中,浅层地下水和水质变化较大的含水层,每年丰、枯水期各采 1 次水样;深层地下水和水质变化不大的含水层,每年在开采高峰期采 1 次水样;其余 50%水质监测点,可以每 2 年~3 年在开采高峰期普遍采样 1 次。

6.5.3.2 区域地下水污染监测点采样频率,一般每年平水期 1 次。重点区地下水污染监测点采样频率,一般每年丰、枯水期各采样 1 次。特殊地下水污染组分监测,一般每季度或每月采样 1 次。

6.5.4 地下水水温监测

6.5.4.1 地下水水温监测可与水位监测同步进行。对于浅层地下水,当水温变化较大时,应每月监测 1~2 次;对于深层地下水,当水温变化较小时,可以每季度监测 1 次。

6.5.4.2 对于已经开发的地热田,应在地热资源勘查的基础上,重点监测地热井的温度和压力变化,监测频率一般为每月 3 或 6 次。

6.6 海岸带地下水测量精度

6.6.1 地下水水位测量精度为 $\pm 0.01\text{ m}$ 。

6.6.2 地下水水温测量精度为 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.6.3 地下水水量测量精度为 $\pm 0.1\text{ m}^3$ 。

6.7 海底地下水监测

6.7.1 海底地下水监测应针对基岩类、松散类、生物类等不同类型海岸带地下水分布的差异性,有针对性地进行海岸带海底地下水位、水质、水温的监测。

6.7.2 海底地下水排泄监测方法包括水文计算法、现场物理测量法和地球化学示踪法。

6.7.3 海岸带工程建设区地下水监测,要充分利用海洋潮汐监测资料,原则上采用自动化监测。

6.8 海岸带地下水监测数据整理

6.8.1 应在作业现场对所取得的各项资料进行整理,并对测量数据质量做出初步评价。

6.8.1.1 检查实测数据的精度和各项数据的完整性。

6.8.1.2 各种纸质打印资料整理、装订和会签。

6.8.1.3 数据备份。

6.8.2 海岸带地下水监测记录除按监测仪器要求格式进行成果记录以外,要按照 DZ/T 0133—94 和 DD2008—01 中附录进行数据整理。

6.8.3 对无线传输的海岸带地下水监测数据,应提交电子数据资料。

7 海（咸）水入侵监测

7.1 海（咸）水入侵监测剖面布设

7.1.1 监测剖面布设原则

7.1.1.1 在地下水监测孔（井）网布设基础上，布设监测剖面，加密监测海（咸）水入侵。

7.1.1.2 在海岸带咸淡水交替分布区，应垂直于岸边或边界并沿地下水流向布设监测井。监测井应能控制淡水体、海（咸）水楔形体及淡水~海（咸）水过渡带等部位，以监测地下水位和水质动态及地表水体的变化。

7.1.1.3 对不同类型的含水层，特别是有海（咸）水入侵潜在危险的含水层进行监测。监测重点主要是供水目的层和已发生海（咸）水入侵的含水层。

7.1.1.4 监测井布设应控制地下水水位下降漏斗区和海（咸）水入侵区。

7.1.1.5 在因强烈开采中、深层地下水而导致上层海（咸）水下渗的地区，应选择代表性地段，设置海（咸）水与淡水（开采层）分层（段）监测孔，监测海（咸）水下移速度。

7.1.2 监测剖面布设要求

7.1.2.1 为了确定咸淡水交界面的位置及其移动规律，在界面两侧的过渡带内，监测孔（井）的间距应按从界面起向外由密到疏的原则布置。

7.1.2.2 每个断面至少要布设3个监测孔（井），即海（咸）水入侵区、过渡带、未入侵区各一井。

7.1.2.3 为保证在监测期间至少有一井始终在淡水区内，应充分考虑界面移动的速率。

7.2 海（咸）水入侵监测内容

海（咸）水入侵监测内容可分为地下水位、水质及水温监测，一个监测点应尽可能兼顾多项内容的监测。

7.3 海（咸）水入侵监测方法

海（咸）水入侵监测由单一化学指标、多指标综合评判，发展为多化学指标与物探监测指标和同位素指标相结合的高精度监测。可分为以下四种方法：

- a) 单指标化学监测指标中最常用的指标—氯离子（ Cl^- ），是海水中最主要的稳定常量元素，测定方便；另一常用指标是溶解固形物总量（M）。
- b) 多指标化学监测指标作为常用且相对经济有效的方法，代表性指标有：氯离子（ Cl^- ）、溶解固形物总量（M）、溴离子（ Br^- ）、钠吸附比（SAR）、咸化系数（A）等。
- c) 物探方法监测指标是依据咸、淡水两种不同介质对自然或人工电场不同的电导反映（电阻率、充电率差异）来确定海水入侵形成的咸淡水界面。它常和化学指标方法共同使用，相互补充、相互印证。可分为电阻率法（垂向电测深法和瞬变电磁法）和充电率法（激发极化法）。
- d) 同位素方法监测指标是利用同位素地球化学为海（咸）水入侵监测提供最直接的技术手段，主要同位素有 ^2H 、 ^{14}C 、 ^{18}O 、 ^{34}S 、 ^{224}Ra 、 ^{220}Rn 等。

7.4 海（咸）水入侵监测要求

海（咸）水入侵监测要求如下：

- a) 海（咸）水入侵监测中地下水用多种指标进行综合评价（表1）。
- b) 在有条件的地区应尽可能采用专业地下水水质在线监测仪器和无线传输设备，对影响海（咸）水入侵作用的重要指标和数据要进行在线监测和接收。

表1 海（咸）水入侵水化学监测指标与水质分类表

监测分级指标	I	II	III
氯离子 $\text{Cl}^-/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	<250	250~1 000	>1 000
溶解固形物总量 $\text{M}/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	<1.0	1.0~3.0	>3.0
溴离子 $\text{Br}^-/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	<0.55	0.55~3.1	>3.1
$\text{C}(\text{Na}^+)/(\text{Cl}^-)$	>1	0.7~1	<0.7
钠吸附比 (SAR)	<2.0	2.0~5.7	>5.7
咸化系数 (A)	<1.0	1.0~3.5	>3.5
水质	淡水	微咸水	咸水
注：① SAR为 $\text{C}(\text{Na}^+)/\text{C}(\text{Ca}+\text{Mg})/2$ ；②A为 $\text{C}(\text{Cl}^-)/\text{C}(\text{HCO}_3+\text{CO}_3)/2$ ；③CB表示B物质的量浓度，C为量符号，单位符号为 m mol/L 。			

7.5 海（咸）水入侵监测时间与频率

7.5.1 每月监测6次时，逢5日、10日测（2月为月末日）；每月监测3次时，为逢10日测（2月为月末日）。

7.5.2 对于采用专业在线监测设备来监测地下水位、水质（氯离子浓度或溶解固形物总量或电导率）、水温，其监测频率可根据地下水动态类型与特征及监测工作研究程度等因素，可设为每日1次至每半小时1次。

7.6 海（咸）水入侵测量精度

7.6.1 地下水位测量精度为 $\pm 0.01 \text{ m}$ 。

7.6.2 地下水温测量精度为 $\pm 0.1 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

7.6.3 地下水量测量精度为 $\pm 0.1 \text{ m}^3$ 。

7.6.4 氯离子测量精度为 $\pm 1 \text{ mg/L}$ 。

7.6.5 溶解固形物总量测量精度为 $\pm 0.001 \text{ g/L}$ 。

7.7 海（咸）水入侵监测数据整理

7.7.1 应在作业现场对所取得的各项资料进行整理，并对测量数据质量做出初步评价。

7.7.1.1 检查实测数据的精度和各项数据的完整性。

7.7.1.2 各种纸质打印资料整理、装订和会签。

7.7.1.3 数据备份。

7.7.2 海（咸）水入侵监测记录除按监测仪器要求格式进行成果记录以外，要按附录B.5、B.6和B.7进行监测记录和数据整理。

7.7.3 对无线传输的监测数据，应提交电子数据资料。

8 海岸带地面沉降监测

8.1 海岸带地面沉降监测网布设

8.1.1 地面沉降监测网组成

地面沉降监测网由地面沉降监测水准网、地面沉降监测GPS监测网、地面沉降监测地下水动态监测网组成，有条件时可利用InSAR监测技术作为补充。

8.1.2 地面沉降监测水准网布设

8.1.2.1 采用从整体至局部，逐级水准测量的高程控制方法。

8.1.2.2 一等水准网(环线)布设在沉降漏斗外围区；二等水准网在一等水准网环线内布设。在地面沉降明显的漏斗区可选取剖面施测线，加密观测点。

8.1.2.3 根据监测区的水文地质、工程地质特征和年均沉降量的大小，将整个监测区划分成若干个不同的地面沉降结构单元，并按其不同单元设置高程基准标、地面沉降标和分层沉降标(组)。

8.1.2.4 地面沉降监测水准网的网形结构，可以是单个起算点的自由网，也可以是多个控制网的复合网。起算点应是基岩标，其高程一般从国家一等水准网点引测。充分利用已有地质和测绘资料，与已有的国家一、二等水准网接测，并绘制水准网结点接测图。

8.1.2.5 地面沉降标采用测区平均布点与沉降漏斗区加密布点相结合的方法，由沉降漏斗外围区向中心区，布点密度逐渐加大。

8.1.2.6 在监测区内水准点布设密度应当满足监测工作的需要。普通沉降水准点布设密度和复测周期见表2。

表2 普通沉降水准点布设密度和复测周期

年均沉降量 (mm/a)	沉降点间距 (m)	复测周期
10~30	2 000~1 000	3年~5年
30~50		1年~3年
50~100	700~500	0.5年~1年
100~150	500~250	3月~6月
>150	<250	1月~3月

8.1.2.7 地面沉降水准测量测线(在条件具备的情况下)可因标点(基岩标、分层标)的布设而确定长短。但原则上测线不宜过长，一般平均线长8 km~12 km。

8.1.2.8 监测网络布设时，应尽量利用或靠近已有的国家水准点、城市高程网点、地下水动态监测点，以利于利用已有的资料或便于进行水准测量的联测。

8.1.2.9 水准路线应尽量穿越不同方向的构造带、地下水采灌分布密集区、地面沉降和地下水漏斗中心，并沿道路等较平缓、通视条件好的区域布置；并应尽量避开堆土区、河湖、山谷等阻碍观测地带以及可能遭受较大震动和交通影响的区域。

8.1.2.10 地面水准点位应选在地势平坦、坚实稳固、通视条件较好处，并应避免不良地质体或有地下设施地段。

8.1.2.11 各等水准点、基岩标、分层标均应埋设永久性标识或标志，并做好稳固耐久、防腐抗蚀、保持垂直稳定等。

8.1.3 GPS 监测网布设

8.1.3.1 GPS 测量技术应用于海岸带地面沉降监测时应建立相应的 GPS 监测网。

8.1.3.2 地面沉降监测 GPS 测量级别按照 GB/T 18314 测量规范中 B 级网或优于 B 级网的要求执行。

8.1.3.3 根据精度要求、卫星状况、监测区地质、地形和交通状况以及作业效率综合考虑，按照优化的原则进行 GPS 监测网技术设计，合理地布设基岩标、CORS 站、基准点和 GPS 监测点的位置，以便得到最优的布测方案。

8.1.3.4 在布设海岸带地面沉降 GPS 监测网时，必须保持海岸带地面沉降监测基准的可靠、稳定和连续。

8.1.4 地下水动态监测布设

8.1.4.1 地下水动态监测网是为地面沉降监测和研究而专门布设。在基本查明监测区水文地质条件的基础上，在沉降区内不同程度开采利用地下水的范围内布设监测网点，对地下水或主要开采层进行地下水位（水量）动态长期监测。

8.1.4.2 地下水动态监测主要技术要求应符合 6.4 和 DZ/T 0133—94 的有关规定。

8.1.4.3 地下水位（水量）动态监测网应与沉降整体监测网相协调。

8.1.5 InSAR 监测布设

8.1.5.1 选用适宜的 InSAR 影像，满足地面沉降形变监测对点位密度和精度的需要。

8.1.5.2 InSAR 影像的选取范围（包括时间和空间）应根据所需查明水文地质、工程地质、环境地质问题的需要确定。一般在时、空间范围上略大于实际调查工作的时、空间范围。

8.1.5.3 根据所需查明水文地质、工程地质、环境地质问题的需要，对于 InSAR 监测数据导致在时间和空间上产生的空白区域，应添加其它数据或监测方法作为补充，以实现监测成果的完整性。

8.2 海岸带地面沉降监测内容

8.2.1 海岸带地面沉降监测从监测内容上可分为追踪监测、专项监测和分层监测。

8.2.2 对海岸带地面沉降现象发生地区的设施变形破坏情况，应进行追踪监测，如海水倒灌、港口及堤防工程失效、测绘标志失效、桥梁和库房净空减少；追踪监测海岸带地区不均匀下沉造成道路和房屋开裂变形、各种井管上升、倾斜、损坏，滨海与入海河口变迁等。

8.2.3 专项监测包括对海岸带地区地面沉降量和/或回弹量测定以及监测地下水水位、水量的动态变化等。

8.2.4 分层监测主要通过水准测量和应用 GPS 测量来监测地面沉降量的大小，分层监测地下各主要层位的沉降量和孔隙水压力变化量。有条件时可利用 InSAR 监测作为补充。

8.3 海岸带地面沉降监测方法和要求

8.3.1 海岸带地面沉降监测方法

在海岸带地面沉降发育地区应采用地面沉降水准测量、地面沉降GPS监测、地下水动态监测或InSAR监测等方法进行地面沉降监测。

8.3.2 地面沉降水准测量要求

8.3.2.1 在采用独立高程系统时，应选用基岩水准点作为起算基点，对基岩水准点进行稳定性评价，经验收合格后，方可选定使用。

8.3.2.2 在监测区内可以选定一个稳定的国家水准点，有条件时采用 2 个或 2 个以上稳定的国家水准点，作为监测网的起算基点。当监测网与国家水准网联测精度达不到要求，或监测区尚不能与国家高程网直接联测时，必须建立基岩水准点。采用局部的独立高程，作为监测网相对高程起算基点、各土层变形监测相对测量基准点和地下水位高程起算基点，以减少传递误差。

8.3.2.3 地面沉降水准测量前必须进行水准测量技术设计，在技术设计前收集有关水准测量的资料，供技术设计参考。水准测量的技术设计注意事项见 DZ/T 0154—95。

8.3.2.4 在技术设计过程中应设计地面沉降水准测量路线图和有关图件，确定水准网，水准路线和剖面线，选定经过的基岩标和分层标，并在图上标明；编写技术说明书。技术说明书的注意事项见 DZ/T 0154—95。

8.3.3 地面沉降 GPS 监测要求

8.3.3.1 GPS 接收机在开始观测前，应进行预热和静置。具体要求按接收机操作手册进行。

8.3.3.2 GPS 定位测量时，观察数据文件名中应包含：测站名和测站号、观测单元、测站类型（参考站还是流动站）、日期、时段号等信息，具体命名方法可采用 GPS 定位软件确定。

8.3.3.3 各级 GPS 测量的基本技术规定和测量要求见 GB/T 18314—2009。

8.3.4 地下水动态监测方法和要求

8.3.4.1 地下水的动态监测方法和要求见 6.3 和 6.4。

8.3.4.2 在地下水位升降过程中，宜采用仪器对孔隙水压力进行监测，为研究土层的孔隙水压力变化与地面形变的规律提供基础数据。

孔隙水压力监测要求：

a) 孔隙水压力监测宜采用单管敞开式孔隙水压力仪。

b) 大于 10m 的厚层粘性土层中，可采用多层水头监测井测压计。

8.3.5 InSAR 监测方法和要求

8.3.5.1 根据算法不同，InSAR 监测可分为合成孔径雷达差分干涉测量（简称 D-InSAR）、永久散射体干涉测量（简称 PS-InSAR）、地区性广域差分增强系统干涉测量（简称 SBAS）和角反射器干涉测量（简称 CR-InSAR）等四种监测方法。

8.3.5.2 根据算法的不同，InSAR 监测所需要的 SAR 数据量、主要用途、监测精度和应用条件可按表 3 的规定执行。

8.4 海岸带地面沉降监测时间与频率

8.4.1 海岸带地面沉降监测时间与频率按表 4 的规定执行。

8.4.2 海岸带地面沉降监测频率宜根据区域地质情况、年平均沉降量和建设工程具体情况适当调整。

8.5 海岸带地面沉降监测精度

8.5.1 地下水位监测精度为 ± 0.01 m。

8.5.2 地下水量精度为 ± 0.1 m³。

8.5.3 地下水温监测精度为 ± 0.1 °C。

8.5.4 孔隙水压力观测精度为±0.5% (F.S)。

8.5.5 InSAR 监测精度见表 4。

表3 不同 InSAR 监测方法及对比

监测方法	SAR 数据量 (景)	主要用途	精度	监测应用条件
D-InSAR	2	地表形变	1~30 mm	适用时间间隔短和天气/季节接近, 以避免受到过多的时间和大气的影晌。
SBAS	>4	地表形变	1~10 mm	通过较多的 SAR 干涉组合, 获取地表形变时间序列信息。
PS-InSAR	>25	地表形变	5 mm	适用于时间间隔长、天气状况差异大。一般要求 25 景影像。PS 点要求城镇地区平均有 10 点/平方公里; 非城镇地区有 1 点/平方公里。可以获取 PS 点的形变时间序列, DEM 改正值和所有 SAR 影像的大气延迟量。
CR-InSAR	2	相对形变	2 mm	适用于植被覆盖区域的形变监测, 需要按照预定的卫星类型提前安置 CR 点, 尤其可用于对地裂缝等空间突变灾害的监测。

表4 海岸带地面沉降监测频率

监测项目		监测频率	
		人工监测	自动监测
精密水准测量	中心地区	1 次/年	根据需要实时监测
	重点地区	2 次/年或 4 次/年	
GPS 测量	特级 GPS 网	1 次/年	
	一级 GPS 网	1 次/年	
	二级 GPS 网	1 次/年或 2 次/年	
土体分层沉降		1 次/年或 2 次/年	
地下水位		1 次/月	
地下水量		1 次/月	
地下水温		1 次/月	
地下水质		2 次/年	
孔隙水压力		1 次/季度	
InSAR 监测	缓变		
	不均匀形变		

8.6 海岸带地面沉降监测数据整理

8.6.1 一般要求

- 8.6.1.1 应按照数据库建设要求建立地面沉降成果数据库。
- 8.6.1.2 对各种原始资料应分类整理、编目、存档。
- 8.6.1.3 应及时编制各种图件（含附图、插图等）和表格，并为建立地面沉降数据库做好准备。
- 8.6.1.4 不能随意简化数据、取舍参数。

8.6.2 建立地面沉降监测资料数据库

包括地质背景资料库、地质勘探资料库、水文地质数据库、土工试验资料库、水准测量资料库、分层标监测资料库、GPS监测资料库、地面沉降灾害资料库等。

9 监测成果的汇交

9.1 汇交内容

- 9.1.1 海岸带地质环境监测成果报告全部正文(含插图、插照和插表)。
- 9.1.2 海岸带地质环境监测成果报告中除正文插图外的各种图件。
- 9.1.3 海岸带地质环境监测成果报告中除正文插表外的各种表格。
- 9.1.4 海岸带地质环境监测成果报告所附的技术性和说明性材料。
- 9.1.5 数据库及其各种技术性和说明性材料。
- 9.1.6 软件主体、源代码及各种技术性和说明性材料。

9.2 汇交形式

- 9.2.1 原始资料汇交。
- 9.2.2 整编资料汇交。整编资料光盘或磁盘和相同内容的打印件。
- 9.2.3 成果报告及其电子文件光盘或磁盘。

附录 A
(资料性附录)
设计编写提纲

A.1 前言

- A.1.1 任务书，项目目的任务，工作起止时间，主要工作量，成果及提交时间。
- A.1.2 工作区范围，自然地理条件，社会经济概况。
- A.1.3 以往工作程度，包括以往海岸带基础地质、水工环地质工作情况，以往海岸带地质监测工作情况，以往工作存在的问题与不足。

A.2 海岸带地质环境背景

- A.2.1 海岸带地质环境：包括气象水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、地震、水文地质、工程地质、人类工程活动等。
- A.2.2 主要地质环境问题与地质灾害现状：包括种类、分布、数量、规模及防治现状等。

A.3 工作部署

- A.3.1 工作部署原则：工作重点、工作计划、时间安排。
- A.3.2 总体工作部署。
- A.3.3 年度安排：各年度安排的主要内容和工作量。

A.4 技术路线、工作方法和技术要求

- A.4.1 技术路线：依据海岸带地质环境监测特点和调查内容，采用高效实用的技术路线。
- A.4.2 工作方法：采用的工作方法和各自的技术要求。

A.5 实物工作量

为完成目标任务设计实物工作量（附实物工作量一览表）。

A.6 组织管理与保障措施

- A.6.1 组织管理措施。
- A.6.2 质量保障措施。

A.7 预期成果

- A.7.1 提交的最终成果报告及附图。

A.7.2 提交的阶段性报告及附图。基本附图包括：工作区范围图、工作部署图、水文地质略图、工程地质略图、环境地质略图。

A.8 经费预算

包括编制说明和预算表。

附 录 B
(规范性附录)
海岸带地质环境监测表格

海岸带监测剖面水深测量记录表见表B.1。

表B.1 海岸带监测剖面水深测量记录表

调查船: DGPS 接收机: 测深仪: 测线方向: 年度: 航次:

测线号	点号	日期		时 间		经度 (° / ')	纬度 (° / ')	水深 (m)	换能器吃水 (m)	备注
		月	日	时	分					

记录人:

审核:

质量检查:

第

页

共

页

多波束海底地形测量班报表见表B. 2。

表B. 2 多波束海底地形测量班报表

项目： 调查船： 测区： 航次： 海况： 日期：

测线名	时间	水深 (m)	波束数	幅宽 (m)	经度 (° / ')	纬度 (° / ')	航向 (°)	航速 (knt)	声速剖面文 件号 (km)	操作员	备注

记录人： 审核： 质量检查： 第 页 共 页

侧扫声呐测量班报表见表B.3。

表B.3 侧扫声呐测量班报表

项目：

调查船：

测区：

航次：

海况：

日期：

卷号	测线号	时间	定位点号	定位点经度	定位点纬度	航向(°)	航速(knt)	拖缆长度	拖鱼沉放深度	声呐量程	工作频率	TVG增益	操作员	备注

记录人：

审核：

质量检查：

第 页

共 页

海岸断面监测成果记录表见表B.4。

表B.4 海岸断面监测成果记录表

起点位置与坐标:

起点标高:

剖面号:

剖面方向:

站号	点号	方向(°)	距离(cm)	高程(cm)	沉积物/植被	备注

监测人:

记录人:

审核人:

日期:

海（咸）水入侵观测井基本特征调查表见表B.5。

表B.5 海（咸）水入侵观测井基本特征调查表

区域				编号	
坐标	E:	高程		建井日期	
	N:				
观测井地层柱状与井结构图					
备注					

调查人： 记录人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

海（咸）水入侵水位监测记录表见表B.6。

表B.6 海（咸）水入侵水位监测记录表

监测断面	观测井号	观测时间	水位(cm)	水温(℃)	备注

监测人： 记录人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

附 录 C
(资料性附录)
成果编写提纲

C.1 前言

监测任务来源、实施单位、工作区范围、监测时间与频率、合作单位

C.2 自然概况

C.2.1 自然地理条件概况

C.2.2 地质环境监测概况

C.2.3 邻近陆域的社会经济概况

C.2.4 海岸开发利用状况及存在的问题

C.3 实施方案

C.3.1 区域与范围

C.3.2 监测剖面布设

C.3.3 监测内容

C.3.4 监测方法

C.3.5 监测时间与频率

C.4 监测质量与评估

C.4.1 海岸带监测数据分析（包括海岸带沉积速率、侵蚀速率、冲淤趋势性分析、海咸入侵成因分析、地面沉降成因分析等）

C.4.2 海岸带地质环境监测分区

C.4.3 海岸带地质环境动态监测评估

C.4.4 海岸带地质环境预测

C.5 结论与建议

C.5.1 结论

C.5.2 存在的问题和建议

C.6 附图附表附件

参 考 文 献

- [1] GB/T 1.1—2009 标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写
 - [2] GB/T 18190—2000 海洋学术语 海洋地质学
 - [3] DD 2006—02 地面沉降监测技术要求
 - [4] 国家海洋局908专项办公室，2005，海岸带调查技术规程，海洋出版社
-