



中华人民共和国国家标准

GB/T 12763.11—2007

海洋调查规范 第 11 部分：海洋工程地质调查

Specifications for oceanographic survey—
Part 11: Marine engineering geological investigation

2007-08-13 发布

2008-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 1

4.1 调查的目的与任务 1

4.1.1 目的 1

4.1.2 任务 2

4.2 调查内容 2

4.3 基本技术要求 2

4.3.1 调查图幅 2

4.3.2 技术定额 2

4.3.3 测线布设原则 2

4.4 调查阶段的划分与要求 3

4.4.1 海洋工程地质调查阶段的划分 3

4.4.2 调查设计书编写 3

4.5 成果 3

5 工程地球物理调查 3

5.1 导航定位 3

5.1.1 技术要求 3

5.1.2 导航定位作业 3

5.1.3 定位资料整理 4

5.2 水深测量 4

5.2.1 技术要求 4

5.2.2 测量仪器 4

5.2.3 海上测量 4

5.2.4 资料整理 5

5.2.5 成果图件 5

5.3 侧扫声纳调查 5

5.3.1 技术要求 5

5.3.2 调查实施 5

5.3.3 资料整理 5

5.3.4 成果图件 6

5.4 地层剖面探测 6

5.4.1 技术要求 6

5.4.2 仪器设备 6

5.4.3 调查实施 6

5.4.4 资料整理 6

5.4.5 成果图件	7
5.5 多道数字地震调查	7
5.5.1 技术要求	7
5.5.2 仪器设备	7
5.5.3 调查实施	7
5.5.4 资料整理	8
5.5.5 成果图件	8
5.6 磁法调查	8
5.6.1 技术要求	8
5.6.2 调查实施	8
5.6.3 资料整理	8
5.6.4 成果图件	8
6 海底土的物理力学性质调查	9
6.1 工程地质取样	9
6.1.1 技术要求	9
6.1.2 表层取样	9
6.1.3 柱状取样	9
6.1.4 现场编录和样品处理	10
6.2 工程地质钻探	10
6.2.1 孔位布置原则	10
6.2.2 钻探基本要求	10
6.2.3 钻探班报和钻孔编录	11
6.2.4 钻孔成果资料与完井报告	11
6.3 工程地质试验	11
6.3.1 现场测试	11
6.3.2 原位测试	12
6.3.3 室内土工试验	14
7 区域地震安全性分析	16
7.1 主要工作内容	16
7.2 地震构造评价	16
7.2.1 地震构造环境评价范围	16
7.2.2 地震构造环境评价内容	16
7.2.3 工程调查区地震构造评价	16
7.2.4 区域地震构造图编制	17
7.2.5 地震区与地震带划分	17
7.2.6 综合评价	17
7.3 地震活动性分析	17
7.3.1 地震目录编制	17
7.3.2 震中分布图编制	17
7.3.3 地震活动时空特征分析	17
7.4 地震烈度与地震动衰减关系确定	17
7.4.1 地震烈度衰减关系的确定	17
7.4.2 地震动衰减关系的确定	18

7.5 潜在震源区划分	18
7.5.1 潜在震源区划分步骤	18
7.5.2 潜在震源区划分标志	18
7.6 地震活动性参数确定	18
7.6.1 地震活动性参数	18
7.6.2 地震带的地震活动性参数确定原则	19
7.6.3 潜在震源区的地震活动性参数的确定原则	19
7.6.4 潜在震源区地震烈度或地震动衰减长轴方向及其函数和本底震级的确定	19
7.7 地震危险性概率分析	19
7.7.1 场点地震烈度或地震动参数的年超越概率的计算	19
7.7.2 地震危险性概率计算的不确定性校正	20
7.8 地震区划	20
7.8.1 地震区划的基本规定	20
7.8.2 地震区划的表述	20
7.8.3 地震区划分区界限的确定	20
7.9 地震安全性分析成果	20
8 成果	20
8.1 成果	20
8.2 资料汇编	21
8.2.1 基本要求	21
8.2.2 基本内容	21
8.3 成果图	21
8.3.1 基本要求	21
8.3.2 主要图件	21
8.3.3 综合工程地质图	21
8.4 调查报告	22
8.4.1 调查航次报告	22
8.4.2 综合调查报告	22
8.4.3 工程地质分区原则与命名	22
9 质量管理	23
9.1 质量管理目的	23
9.2 质量管理内容	23
9.3 质量管理过程和方法	23
9.3.1 调查设计管理	23
9.3.2 资源管理	23
9.3.3 外业调查实施管理	23
9.3.4 内业资料整理管理	23
9.3.5 报告编写管理	24
9.3.6 数据资料汇交管理	24
9.3.7 档案管理	24
附录 A(规范性附录) 土试样质量等级划分与试验内容	25
附录 B(资料性附录) 取样描述与现场测试记录表	26
附录 C(资料性附录) 箱式/柱状采样记录表	27

附录 D(资料性附录)	粘性土、粉土的现场鉴别表	28
附录 E(资料性附录)	粘性土状态的现场鉴别表	29
附录 F(资料性附录)	工程地质钻探班报表	30
附录 G(资料性附录)	钻孔野外编录表	31
附录 H(资料性附录)	静力触探试验(CPT)班报表	32
附录 I(资料性附录)	标准贯入试验(SPT)记录表	33
附录 J(资料性附录)	原位十字板试验记录表	34

前 言

GB/T 12763《海洋调查规范》分为 11 部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：海洋水文观测；
- 第 3 部分：海洋气象观测；
- 第 4 部分：海水化学要素调查；
- 第 5 部分：海洋声、光要素调查；
- 第 6 部分：海洋生物调查；
- 第 7 部分：海洋调查资料交换；
- 第 8 部分：海洋地质地球物理调查；
- 第 9 部分：海洋生态调查指南；
- 第 10 部分：海底地形地貌调查；
- 第 11 部分：海洋工程地质调查。

其中第 9 部分、第 10 部分和第 11 部分对应于 GB/T 12763—1991 是新增部分。

本部分为 GB/T 12763 的第 11 部分，应与其第 1 部分、第 8 部分和第 10 部分配套使用。

本部分的附录 A 是规范性附录，附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I 和附录 J 是资料性附录。

本部分由国家海洋局提出。

本部分由国家海洋标准计量中心归口。

本部分由国家海洋局第一海洋研究所、国家海洋局第二海洋研究所、国土资源部中国地质调查局、广州海洋地质调查局和中国地震局地球物理研究所共同起草。

本部分主要起草人：李培英、李萍、潘国富、郑志昌、尤惠川、叶银灿、石要红、曾宁烽、刘乐军、杜军、莫建、陈俊仁、王文海。

海洋调查规范

第 11 部分：海洋工程地质调查

1 范围

本部分规定了海洋工程地质调查的内容、方法与技术要求。

本部分适用于 1:10 万、1:25 万和 1:50 万比例尺的区域海洋工程地质调查。大比例尺的海洋工程地质调查可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 12763 本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB 11884—1989 弹簧度盘秤

GB 12327—1998 海道测量规范

GB/T 12763.1 海洋调查规范 第 1 部分:总则

GB/T 12763.8 海洋调查规范 第 8 部分:海洋地质地球物理调查

GB/T 12763.10 海洋调查规范 第 10 部分:海底地形地貌调查

GB/T 15406—1994 土工仪器的基本参数及通用技术条件

GB/T 50123—1999 土工试验方法标准

SL 237—1999 土工试验规程

ASTM D5778—1995 Standard Test Method for Performing Electronic Friction Cone and Piezocone Penetration Testing of Soils

Annual Book of ASTM Standards, Section 4, Soil and Rock (I): D420-D5779, Volume 04.08, 2000

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB/T 12763 的本部分。

3.1

海洋工程地质调查 **marine engineering geological investigation**

在海洋工程规划或建设之前运用地质、工程地质及有关学科的理论知识和相应的技术方法,在预选场址及其附近进行的海洋地质调查。

3.2

区域海洋工程地质调查 **regional marine engineering geological investigation**

大范围小比例尺(1:10 万~1:50 万)的海洋工程地质调查。

4 基本规定

4.1 调查的目的与任务

4.1.1 目的

海洋工程地质调查目的:

- a) 为海洋开发、规划与管理与海洋工程的选址、设计与施工等提供基础资料和图件；
- b) 为海洋工程地质研究积累资料。

4.1.2 任务

海洋工程地质调查任务为：查明调查区内区域工程地质条件和灾害地质要素分布，进行海底工程地质区划和工程地质条件综合评价。

4.2 调查内容

调查内容应包括：

- a) 水深与地形地貌特征；
- b) 地层岩性、结构、层序、厚度、分布等；
- c) 岩土层的物理力学性质及其空间变化等；
- d) 灾害地质要素及分布特征；
- e) 地震地质构造及地震安全性评价；
- f) 海底工程地质区划与工程地质条件综合评价。

4.3 基本技术要求

4.3.1 调查图幅

海洋工程地质调查应按国际图幅分幅，也可根据需要自由分幅。

4.3.2 技术定额

海洋工程地质调查的技术定额取决于调查区工程地质条件的复杂程度、研究程度和调查任务的要求，可参照表 1 执行。

表 1 海洋工程地质调查技术定额

单位为厘米

海区 ^a 类型	水深测量 ^b		侧扫 ^b 声纳	地层剖面 调查	多道地震 ^d	磁力 ^d 调查	底质取样		现场 测试	工程地质 钻探
	单波束 ^c	多波束 ^d					表层	柱状		
	线间距	线间距					线间距	线间距		
简单	5	全覆盖	5	5	5	10	5×5	10×10	10×10	40×40
中等	4		4	4	4	8	4×4	8×8	8×8	30×30
复杂	3		3	3	3	3	3×3	6×6	6×6	25×25
<p>^a 复杂区：是指资料不丰富且海底地形复杂、海洋动力条件变化剧烈的海域。资料较丰富且海底地形复杂，海洋动力条件变化剧烈或海底地层复杂或构造活动发育区。</p> <p>简单区：是指海底地形平缓单调，海洋动力条件变化不大的海区。</p> <p>中等区：介于上述两者之间的海区。</p> <p>^b 水深测量和侧扫声纳如不能满足工作需要，则另计工作量，并在同步作业后调整作业。线间距与点间距均指图上距离。</p> <p>^c 单波束测量按 GB/T 12763.10 执行。</p> <p>^d 选作项目。</p>										

4.3.3 测线布设原则

调查的测线应按下列原则布设：

- a) 主测线在图上 1 cm 长取一测点值计算，主测线与检测线交点数应不少于调查区总点数的 5%；
- b) 多波束测深调查主测线方向应平行于海底地形总体走向；其他方式调查，主测线方向应垂直于海底地形走向。检测线与主测线垂直；
- c) 现场进行初步解释。若发现有特殊或灾害性的地质现象，应在其附近增加测线，进一步查明并确定其性质和分布范围。

4.4 调查阶段的划分与要求

4.4.1 海洋工程地质调查阶段的划分

海洋工程地质调查应分为四个阶段：

- a) 调查设计书编写阶段；
- b) 外业调查实施阶段；
- c) 资料处理与测试分析阶段；
- d) 调查成果编制阶段。

4.4.2 调查设计书编写

调查设计书应按如下要求编写：

- a) 在编写调查设计书之前，应尽量收集调查区的区域背景资料及前人调查研究成果；
- b) 外业工作开始前调查设计书应编写完毕并通过审查，未经主管部门批准不得开展外业调查；
- c) 调查设计书的主要内容应包括：
 - 1) 前言；调查目的、任务、工作范围、工作内容、主要技术要求以及调查中应重点解决的问题等；
 - 2) 区域概况：气候、海洋水文、水深地形、地貌、地质和地震等；
 - 3) 调查内容、工作量和技术指标；
 - 4) 调查船只和主要调查仪器设备；
 - 5) 技术路线；
 - 6) 预期成果；
 - 7) 工作进度；
 - 8) 质量控制与管理；
 - 9) 健康安全与环境保护；
 - 10) 人员组织；
 - 11) 经费预算。

4.5 成果

调查成果应由以下三部分组成：

- a) 原始资料汇编；
- b) 成果图表；
- c) 报告。

5 工程地球物理调查

5.1 导航定位

5.1.1 技术要求

工程地球物理调查导航定位的技术要求为：

- a) 定位方法采用实时差分 GPS 技术；
- b) 同一条作业船上，导航软件应尽可能满足地球物理调查设备同步定位，并作好位置参数改正记录；
- c) 定位准确度不大于 ± 10 m；
- d) 坐标系采用 WGS-84 坐标系，根据需要也可采用其他坐标系；投影采用墨卡托投影，根据需要也可采用高斯-克吕格投影及 UTM 投影等；
- e) 工作前要求在已知点进行 GPS 比测试验。若采用非 WGS-84 坐标系，应在测区附近进行至少三个已知国家等级控制点的比测试验，计算相应的坐标转换参数。

5.1.2 导航定位作业

导航定位作业应根据下列要求进行：

- a) GPS 船台的架设:
 - 1) GPS 接收天线应安装在调查船上净空条件好的部位,远离通信天线和雷达;
 - 2) 计算地球物理调查设备传感器与 GPS 接收天线之间的相对距离,确定各传感器的真实位置。
- b) GPS 定位:
 - 1) 差分 GPS 定位应至少能同时接收四颗 GPS 卫星的信号数据;
 - 2) 用于定位的卫星仰角应大于 5° ,卫星几何图形强度因子(PDOP)值应小于 5;
 - 3) 差分 GPS 数据更新率不大于 1 次每秒。
- c) 调查船导航定位:
 - 1) 调查船应提前上线,延时下线,按要求匀速航行;
 - 2) 航迹与设计测线偏距不大于测线间距的 5%;
 - 3) 值班记录应详细记录测线号、航向、起始与结束点号与时间、定位信号干扰、中断情况及处理方案等。

5.1.3 定位资料整理

定位资料整理按如下要求进行:

- a) 作业资料整理与检查:
 - 1) 值班记录中应记录每日作业情况、设备故障及作业中遇到的问题;
 - 2) 导航定位值班记录应与地球物理调查值班记录和调查记录纸所记的测线号、点号、日期、时间一致;
 - 3) 打印资料应注明内容,不得对其中的任何部分进行涂改或撕贴;
 - 4) 数据电子文件应包括如下要素:线号、点号、日期、时间、经纬度、直角坐标及备注等;对数字记录磁盘/光盘进行标识,包括调查海区、单位、日期、仪器名称和型号、测线号、起止点号/炮号、记录格式等。
- b) 内业资料整理和航迹图绘制:
 - 1) 严禁修改原始数据;
 - 2) 编制工程地球物理调查航迹图。

5.2 水深测量

5.2.1 技术要求

水深测量应按如下技术要求进行:

- a) 测量准确度:水深不大于 30 m 时,误差小于 0.3 m;水深大于 30 m 时,误差小于实际水深的 1%;
- b) 测线布设:
 - 1) 单波束测深系统测深时,主测线应垂直等深线方向,检测线垂直于主测线,且其总长应不少于主测线总长的 5%;
 - 2) 多波束测深系统测深时,主测线应平行等深线的主方向,检测线垂直于主测线;全覆盖水深测量,保证相邻测线间不少于 10% 的重叠;
- c) 基准面:深度基准面采用理论最低潮面,根据需要也可采用其他高程基准。

5.2.2 测量仪器

水深测量应采用单波束测深系统或多波束测深系统。根据需要同时使用单波束和多波束测深系统:

- a) 单波束测深系统:工作频率 10 kHz~220 kHz,应同时采用数字和模拟记录方式;
- b) 多波束测深系统:多波束测深系统应具有姿态校正和声速改正等功能。

5.2.3 海上测量

海上测量应按下列要求进行:

- a) 水位控制:水位控制按 GB 12327—1998 中 6.1 执行;
- b) 测量实施:
 - 1) 单波束测深系统按 GB 12327—1998 的相应要求进行。根据需要使用时浪补偿器;
 - 2) 多波束测深系统按 GB/T 12763.8 的相应要求进行。
- c) 测量记录:
 - 1) 填写值班记录,记录测线开始和结束时间、调查船航行情况、各项仪器参数的变化、中断情况、测量者、数据存贮文件名等;
 - 2) 测深模拟记录上应标注项目名称、调查日期与时间、仪器型号、测线号和测线起止点号及记录人等。

5.2.4 资料整理

海上测量资料整理按如下要求进行:

- a) 单波束测深系统按 GB 12327—1998 的相应要求进行;
- b) 多波束测深系统按 GB/T 12763.8 的相应要求进行。

5.2.5 成果图件

海上测量成果图件应包括:

- a) 编制水深地形图;
- b) 根据需要编制三维地形图。

5.3 侧扫声纳调查

5.3.1 技术要求

侧扫声纳调查应按下列技术要求进行:

- a) 根据调查比例尺和调查区海底地形的复杂程度选择合适的工作频率和量程;
- b) 全覆盖声纳测量时,相邻两测线的扫描重叠率不少于 20%;
- c) 侧扫声纳系统应具有航速校正和斜距校正等功能;
- d) 模拟与数字记录同时进行;
- e) 拖鱼距海底的高度控制在扫描量程的 10%~35%;测区水深较浅及在海底起伏较大的海域,拖鱼距海底的高度可适当增大;
- f) 海底扫描图像清晰;
- g) 漏测超过或等于 3 个定位记点、记录声图无法正确判读时,应进行补测。

5.3.2 调查实施

侧扫声纳调查应按下列要求进行:

- a) 调查开始前,在作业海区附近调试设备,确定最佳工作参数;
- b) 拖鱼入水后,调查船应保持稳定的航速(小于 6 kn)和航向,避免使用大舵角、停车或倒车;
- c) 采用水下定位系统或传统方法进行拖鱼位置改正;
- d) 模拟记录声纳图像标注,其内容包括项目名称、调查日期与时间、仪器型号、仪器参数变化情况、测线号和测线起止点号等;
- e) 值班记录报表填写,其内容包括项目名称、调查海区、作业船只、记录人、海况、海面水体障碍物、突发事件、仪器名称与型号、日期、时间、测线号、点号、航速、航向、量程、工作频率、拖缆投入和入水长度、记录纸卷号和数字记录文件名等。

5.3.3 资料整理

侧扫声纳调查应按下列要求整理资料:

- a) 检查值班记录、声纳模拟图像记录和数字记录是否完整、清晰;测线、点位、点号是否一致;
- b) 剔除声纳图像记录上的干扰信号和噪声;
- c) 结合水深、沉积物等有关资料,解释海底地貌特征,分析海底表面灾害地质要素;

- d) 确定海底目标物的位置、形状和分布范围;
- e) 根据需要进行声纳图像镶嵌。

5.3.4 成果图件

侧扫声纳调查应编制下列图件:

- a) 综合其他有关资料编制海底地貌图;
- b) 根据需要制作调查区局部的声纳图像解译图或镶嵌图。

5.4 地层剖面探测

5.4.1 技术要求

地层剖面探测应按如下技术要求进行:

- a) 根据调查任务需要选择浅地层、中地层或较深地层剖面探测;
- b) 浅地层剖面探测地层分辨率优于 0.3 m, 中地层剖面探测地层分辨率优于 1 m, 较深地层剖面探测地层分辨率优于 3 m;
- c) 记录剖面图像清晰, 没有强噪声干扰和图像模糊、间断等现象。

5.4.2 仪器设备

地层剖面探测的仪器设备应满足以下要求:

- a) 浅地层剖面仪的声源一般采用电声或电磁脉冲, 频谱为 500 Hz~15 kHz;
- b) 中地层剖面仪的声源一般采用电磁脉冲或小型电火花, 频谱为 200 Hz~5 kHz;
- c) 较深地层剖面仪的声源一般采用电火花、气枪、水枪或枪阵组合, 频谱为 60 Hz~2 kHz;
- d) 发射机具有足够发射功率, 接收机具有足够的频带宽和 TVG 增益调节功能, 能同时进行模拟记录剖面输出和数字采集处理与存贮。

5.4.3 调查实施

地层剖面探测应按如下要求实施:

- a) 调查开始前, 在作业海区附近调试设备, 确定最佳工作参数;
- b) 拖曳式声源和水听器阵应拖曳于船尾涡流区外且平行列置; 水听器阵稳定拖浮在海面以下 0.1 m~0.5 m;
- c) 调查船航行要求按本部分 5.3.2 执行;
- d) 水深变化较大时, 应及时调整记录仪的量程及延迟;
- e) 在风浪情况下, 需用涌浪滤波器进行滤波;
- f) 保证测线剖面记录的完整性, 漏测 2 个定位记点、记录图谱无法正确判读时, 应进行补测;
- g) 模拟记录图像标注, 其内容包括项目名称、调查日期与时间、仪器型号、仪器参数变化情况、测线号、测线起止点号和测量者等;
- h) 值班记录报表填写, 其内容包括项目名称、调查海区、测量者、仪器名称与型号、日期、时间、测线号、点号、航速、航向、量程、声源功率、接收增益、工作频率、拖缆入水长度、记录纸卷号和数字记录文件名等。

5.4.4 资料整理

地层剖面探测应按如下要求进行资料整理:

- a) 检查值班记录、地层剖面模拟图像记录和数字记录是否完整、清晰; 测线、点位、点号是否一致;
- b) 识别地层剖面图像记录上的干扰信号;
- c) 根据剖面图像的反射结构、振幅、频率和同相轴连续性等特征, 结合地质钻孔资料等, 划分声学地层层序, 解释海底沉积物结构、地层构造, 并推测其沉积物类型、沉积环境及其工程地质特性等; 分析地层中的灾害地质要素, 确定其性质、大小、形态、走向及分布范围;
- d) 依据钻孔层位对比、声速测井或其他测量方法获取的实际地层声速资料进行时间-深度转换; 没有实际地层声速资料时, 可根据不同地层的深度采用 1 500 m/s~1 700 m/s 的假设声速进

行时间-深度转换,并在图上注明。

5.4.5 成果图件

地层剖面探测的图件应按如下要求编制:

- a) 编制地层剖面解译图,其水平与垂直比例应合理,且纵横比例不应小于 1:25;图面内容包括地形剖面线、地层界面、岩性、灾害地质要素、主要地物标志、取样站位、钻孔位置及其柱状图和测试结果等;
- b) 编制主要层位的地层等厚度图和地层界面埋深图。

5.5 多道数字地震调查

5.5.1 技术要求

多道数字地震调查应满足如下技术要求:

- a) 道数不小于 24 道,道间距不大于 25 m,数据采样率不大于 1 ms;
- b) 不正常工作道数低于 4%或低于 4 道,测线空废炮率低于 5%;
- c) 监视记录的计时线应清晰,道迹均匀,气枪同步信号和激发信号(TB)的断点清楚;每条测线的首、尾炮及每隔 40 炮应显示一套纸质监测记录;
- d) 测线布设尽量与其他地球物理测线一致,尽可能通过已有钻孔位置。

5.5.2 仪器设备

多道数字地震调查的仪器设备应达到如下技术性能:

- a) 主机:
 - 1) 前放一致性:幅度差 $\pm 2\%$;相位差 ± 1 ms;
 - 2) 噪音:前放增益为 2^8 时,噪音不大于 $0.13 \mu\text{V}$;前放增益为 2^6 时,噪音不大于 $0.19 \mu\text{V}$;前放增益为 2^4 时,噪音不大于 $0.66 \mu\text{V}$;
 - 3) 漂移:任何道的漂移 $0 \pm 1 \mu\text{V}$;
 - 4) 串音:主放增益为 1FP 时,串音不大于 -78 dB;主放增益为 2FP 时,串音不大于 -78 dB;
 - 5) 畸变:畸变不大于 0.06% ;
 - 6) 陷波:任何道的衰减大于 40 dB;
 - 7) A/D 转换器纯正性:线性误差不大于 0.02% ;
 - 8) 动态范围:动态范围大于 78 dB;
 - 9) 脉冲响应:振幅差 $-2\% \sim 2\%$;相位差在 2 ms 以内;
- b) 震源:
 - 1) 采用小容量、小排量的气枪、水枪等;
 - 2) 枪工作压力不低于额定压力的 95% 或 $12\,410.6$ kPa;
 - 3) 枪控制器的准确度 ± 0.1 ms;
 - 4) 震源子波的频带应保持足够的宽度,特别要注意低频丰满度;
 - 5) 组合气枪点火同步误差应控制在 0.3 ms 以内,最大不超过 0.5 ms,超过 0.3 ms 的数量不应大于总数的 20% ;
- c) 接收电缆:电缆定深器可控范围 3 m~ 30 m;根据需要配置带 RGPS 的尾标。

5.5.3 调查实施

多道数字地震调查应按下列要求进行:

- a) 采用水平迭加(共深度点)方法,其覆盖迭加次数与排列长度据实际需要而定;
- b) 调查开始前,在作业海区附近调试设备,确定最佳工作参数;
- c) 震源和电缆入水后,调查船保持稳定航速(一般不超过 5.5 kn)和航向。提前上线距离大于后拖电缆长度(包括尾标)的 1.5 倍,以保证在正式放炮前把电缆拖直。每条测线的首炮、尾炮和每盘记录磁带的末炮及每 40 炮,均在作业班报上标记一次水深数值;

- d) 电缆的羽角应记录在现场作业班报上,至少每 40 炮记录一次,羽角不超过左右 7°;
- e) 回放和检查监视记录;
- f) 填写作业班报,记录清楚,一式三份。记录磁带贴上标签,标注项目名称、调查海区、调查船名、日期、测线号、盘号、起始和结束的炮号、坏炮数等。

5.5.4 资料整理

多道数字地震调查应按下列要求整理资料:

- a) 检查仪器调试资料和原始记录资料是否齐全,标识是否清晰、详实;
- b) 地震资料处理包括:野外带解编、单炮与单道显示、坏炮与坏道编辑、叠前去噪、观测系统定义、滤波与振幅补偿、震源子波反褶积、静校正、多次波衰减和速度分析、动校正和迭加、迭后时间偏移、时变滤波、动平衡、成果剖面 and 成果记录带等;
- c) 地震资料解释:根据地震剖面的反射结构、振幅、频率和同相轴连续性等特征,结合地质钻孔资料等,划分地震层序,解释海底沉积物结构、地层构造,并推测其沉积物类型、沉积环境及其工程地质特性等;分析地层中的灾害地质要素,确定其性质、大小、形态、走向及分布范围;
- d) 根据速度分析,提取均方根速度或平均声速、层速度,用于时间-深度的转换。

5.5.5 成果图件

成果图件应编制地震剖面解译图、主要层位的地层等厚度图、地层顶界面埋深图和分层构造图(等 t_0 图或等深度图)等,其要求按 5.4.5 执行。

5.6 磁法调查

5.6.1 技术要求

按 GB/T 12763.8 中相关规定执行。

5.6.2 调查实施

按 GB/T 12763.8 中相关规定执行。

5.6.3 资料整理

磁法调查应按如下要求进行资料整理:

- a) 检查值班记录、模拟记录纸卷、数字记录、地磁日变观测记录等是否完整、清晰,测线、测点号是否一致;
- b) 对模拟记录纸卷、数字记录和地磁日变观测记录等进行标识,其内容主要包括项目名称、调查海区、日期、仪器名称与型号、测线号、船向和航速、测线起止点号和时间等;
- c) 地磁异常计算:

地磁异常按下式计算:

$$\Delta T = T - T_0 - T_d - T_s \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- ΔT ——地磁异常值,单位为纳特斯拉(nT);
- T ——地磁场总磁场测量值,单位为纳特斯拉(nT);
- T_0 ——地磁正常场值,单位为纳特斯拉(nT);
- T_d ——地磁日变偏差值,单位为纳特斯拉(nT);
- T_s ——船磁影响偏差值,单位为纳特斯拉(nT)。

地磁正常场计算采用国际高空物理与地磁协会(IAGA)五年一度公布的国际地磁参考场(IGRF)。

- d) 磁异常解释:进行磁异常的地质解释,识别海底磁性地质体或物体,并确定其位置和范围等。

5.6.4 成果图件

磁法调查的成果图件应包括:

- a) 磁异常(ΔT)平面剖面图;
- b) 磁异常(ΔT)等值线图。

6 海底土的物理力学性质调查

6.1 工程地质取样

6.1.1 技术要求

工程地质取样应按如下技术要求进行:

- a) 取样站位按网格布设,其间距见表 1;
- b) 取样设备及样品质量等级见表 2 和附录 A;

表 2 取样设备及样品质量等级

取 样 器		样品质量等级(土的扰动程度)
表层取样器	蚌式取样器	Ⅳ(完全扰动土)
	箱式取样器	Ⅰ(不扰动土)Ⅱ(轻微扰动土)
柱状取样器	重力取样器	Ⅰ(不扰动土)Ⅱ(轻微扰动土)
	振动取样器	Ⅱ(轻微扰动土)Ⅲ(显著扰动土)
<p>注:不扰动土系指原位应力状态业已改变,但土的结构、密度、含水率基本没变,能满足岩土工程的室内试验的各项要求。</p> <p>轻微扰动土系指所取的原状样土的结构等已有轻微变化,但基本能满足岩土工程的室内试验的各项要求。</p> <p>显著扰动土系指所取的原状样土的结构等,已有明显变化,除个别项目外已不能满足岩土工程的室内试验要求。</p> <p>完全扰动土系指所取土样已完全改变原有土的结构和密度,只可做对土的结构、密度等没有要求的岩土试验。</p>		

- c) 取样时应两次定位,调查船到站和取样器到达海底时各测定一次;
- d) 一次取样样品重量达不到要求时,应重复取样,最多三次;样品重量达不到要求的则视为空站,空站率不大于 5%;
- e) 先测水深,再进行取样;现场测试和编录,填写取样记录表(参见附录 B);按规定数量采集样品,按照 6.1.4 规定程序进行处理。

6.1.2 表层取样

表层取样应按如下要求进行:

- a) 取样方法:粘性土表层取样应主要采用箱式取样器,其次为蚌式取样器;底质为基岩或碎石的区域宜采用拖网取样。
- b) 取样要求:
 - 1) 样品重量不小于 1 000 g;
 - 2) 箱式取样深度不小于 30 cm,达不到 30 cm 的作为扰动样;
 - 3) 箱式取样器到达甲板后,在箱体内插管取原状样。

6.1.3 柱状取样

柱状取样应按下列要求进行:

- a) 取样方法:柱状取样以重力取样为主,振动取样辅之。
- b) 取样要求:
 - 1) 柱状样长度:软(粘)底质不小于 3 m,中等底质 1 m~3 m,硬(砂)底质不小于 0.5 m;
 - 2) 硬(砂)底质区采用振动取样方法,样品长度不小于 2 m;
 - 3) 样品直径不小于 72 mm;

4) 取样管内应放塑料衬管。

6.1.4 现场编录和样品处理

工程地质取样的现场编录和样品处理按如下要求进行：

a) 一般要求：

- 1) 样品取出后立即进行现场编录；
- 2) 现场编录采用表格，一律用 2H/H 铅笔填写；
- 3) 对样品进行照相等。

b) 现场编录内容参见附录 B、附录 C，应包括如下各项内容：

- 1) 颜色和气味；
- 2) 状态和粘性；
- 3) 物质组成；
- 4) 结构构造；
- 5) 土类名称。

c) 样品处理：

- 1) 扰动样装入样品袋，再套 2 层~3 层塑料袋密封，塑料袋之间放样品标签；
- 2) 柱状样品，按 30 cm~50 cm 间距截取；样品两端加盖密封盖，然后用胶带缠裹并蜡封；自上而下编号和标记，按上下直立状态(原始)装入专用样品箱，严禁倒放或平放；
- 3) 箱式插管原状样的处理与柱状样相同；
- 4) 样品应妥善装箱，样品与样品之间和样品与箱壁之间充填缓冲材料(如塑料泡沫)；箱面标注“此面向上”、“防碰”等醒目字样；样品箱置于安全地点；运输途中严格避免震动；
- 5) 样品标注内容：项目名称、作业海区、取样站位、样品编号、取样时间、取样深度及上、下端等。

6.2 工程地质钻探

6.2.1 孔位布置原则

工程地质钻探应按如下原则进行：

- a) 根据地质资料、物探资料确定钻探孔位。选择在地层出露较全且水深相对较浅的地段，并尽量布设在声学地层剖面线上；
- b) 相邻图幅的工程地质钻孔应尽量连成大剖面，并且垂直于调查区的构造线；
- c) 在地质现象复杂区适当增设钻孔。

6.2.2 钻探基本要求

工程地质钻探应符合如下基本要求：

- a) 实际钻探孔位与设计孔位距离图面上小于 0.5 mm；
- b) 开钻前及终孔后均进行水深测量，并做潮位改正；钻进过程中每回次量测水深，以核定孔深；
- c) 同一孔位钻两个孔时，一个孔用于原位测试，另一个孔用于全取芯，两孔间距不大于 10 m；
- d) 孔深：钻探孔深要求钻至目标层或基岩面下 2.0 m；
- e) 取芯方法：淤泥采用压入式法取芯，粘性土采用液压或干钻卡法取芯；砂性土采用锤击法取芯或根据需要采用回转法取芯；风化破碎带与卵石层采用冲击回转法取芯；基岩可采用卡料卡法取芯，对于易破碎岩石采用卡簧取芯。

开孔前，先用液压法(粘性土)或锤击法(砂土)取芯，再下隔水套管。回次进尺不超过岩芯管长度的三分之二，以保证岩芯的完整性；深孔开口直径不小于 108 mm，基岩处应不小于 72 mm；

- f) 钻孔要求全取芯，岩芯直径不小于 72 mm；
- g) 岩芯采取率：粘性土不低于 80%，砂性土不低于 60%，风化破碎带不低于 50%，基岩不低于 70%；

h) 深斜校正:进尺 30 m 及终孔时应进行孔深校正;孔深误差小于 0.3%,孔斜小于 1°。

6.2.3 钻探班报和钻孔编录

钻探班报和钻孔编录应按下列要求进行:

- a) 班报内容:施工日期、船名、海况、水深、孔位、开孔与终孔时间、回次起止时间、回次进尺、工作内容、土层名称、施工情况及钻进异常等,参见附录 F。
- b) 编录内容:土层名称、岩性、照相、取样深度、标贯位置、取样记录和现场测试记录等,参见附录 G。
- c) 岩芯处理:从岩芯管内取出样品后,首先用保鲜纸或锡箔纸包好,然后再放至金属取样盒(铝质或合金等)或硬塑料管封装,最后再用电工胶布缠绕并封蜡;样品应标示清楚编号、取样深度、上下关系等,并垂直放入样品箱中,再将样品箱放置船舱,以减轻震动,低温保存。

6.2.4 钻孔成果资料与完井报告

钻孔成果资料与完井报告应符合下列要求:

- a) 完井资料:
 - 1) 钻孔完井报告;
 - 2) 钻孔工程地质综合柱状图;
 - 3) 钻探班报;
 - 4) 钻孔编录表;
 - 5) 现场测试图表。
- b) 完井报告主要内容:
 - 1) 钻探目的与任务;
 - 2) 施工时间、钻孔坐标、标高和水深等;
 - 3) 钻进方法和钻探工艺;
 - 4) 钻进中的异常情况;
 - 5) 钻孔质量验收情况。

6.3 工程地质试验

6.3.1 现场测试

应按如下技术要求进行现场测试:

- a) 技术要求

现场测试应按以下技术要求进行:

 - 1) 样品取上后,首先进行肉眼鉴定和描述,然后在截取的岩芯样段的顶/底部或箱式原状样中间部位,进行微型十字板剪切和微型贯入等试验;
 - 2) 现场进行样品的含水率(w)、密度(ρ)试验,方法和程序按 GB/T 50123—1999 中的 4 和 5.1 执行;
 - 3) 测试应避开试样中的硬质包含物和裂隙部位;
 - 4) 根据土质的软硬程度,选取不同类型的测头和不同测力范围的仪器。
- b) 微型贯入试验

微型贯入试验应按下列要求进行:

 - 1) 微型贯入仪弹簧的加工精度应符合 GB 11884—1989 一级精度标准的规定;
 - 2) 贯入时应避开试样中的硬质包含物和裂隙部位;
 - 3) 贯入点与试样边缘之间的距离和平行试验贯入点之间的距离应不小于 3 倍测头直径;
 - 4) 测头应匀速地压入土中至测头上刻划线与土面接触为止。压入时测杆与土样应垂直;
 - 5) 平行试验不小于 3 次,剔除偏差较大的值后,取其平均值,作为测试结果。测试数据记录于附录 B 和附录 C 中。

c) 微型十字板剪切试验

该试验适用于均质饱和软粘土,试验操作应按下列要求进行:

- 1) 测试前检查仪器是否正常;
- 2) 用切土刀修平被测土样表面;将剪力板垂直插入被测土样至剪力板翼片的高度;
- 3) 将指针拨至零点,以 1 圈每分的速度匀速旋转剪力仪的扭筒,直至样品被剪断,试验结束;若样品剪切强度超过仪器量程,试验结束;
- 4) 读出样品的试验读数,记录于附录 B 或附录 C 中,同时记录仪器型号和剪切板规格。

6.3.2 原位测试

根据底质特征、各种测试方法的使用条件、准确度和难易程度选择适宜的原位测试方法。

a) 标准贯入试验(SPT)

标准贯入试验应按下列要求进行:

- 1) 除坚硬土层外,测试前应先击入 15 cm,不记击数;
- 2) 试验前清孔时,应避免对土层的扰动。下放贯入器时不得冲击孔底,孔底的废土高度不得超过 5 cm。试验时探杆应拧紧,保持垂直,避免晃动;
- 3) 对不均质土层,应增加试验点密度;
- 4) 对于坚硬密实的土层和风化岩,标准贯入试验击数宜以 50 击为限,并记录其实际的贯入深度,参见附录 H;
- 5) 标准贯入试验击数 N 值应按其测试深度标注于钻孔柱状图或地质剖面图上。绘制标准贯入试验击数 N 与深度关系曲线;
- 6) 根据标准贯入试验击数,结合相关区域资料确定砂土的密实度、内摩擦角和粘性土的无侧限抗压强度,进行地基承载力和土层液化可能性等评价。

b) 静力触探试验(CPT)

静力触探试验应按下列规定进行:

- 1) 一般规定:
 - 钻孔式 CPT,调查船上应装有波浪补偿器或者类似设备;座底式 CPT 电缆应具有足够长度;
 - 触探探头应定期标定,每次试验前也应进行标定,要求标定次数不少于三次。对可测量孔隙水压力的探头,试验前应用硅油或甘油饱和,饱和度不小于 95%;
 - 传感器参数可参照表 3。

表 3 传感器参数规定

传感器准确度	灵敏度	非线性误差	重复性误差	滞后性误差	取零误差	温度漂移	绝缘度	
							新探头	旧探头
≤1%	≤1%	≤1%	≤1%	≤1%	≤1%	<0.000 5℃	≤500 M	≤200 M

2) 测试方法:

- 开始测试时,探头短程贯入,待探头的温度与地温一致后,记录其初始读数。测试结束时,同样标定一次。二次标定数据差值应不大于 1%,否则,废弃试验结果,并要求重新调换或维修探头后再测;再次贯入时,在贯入一定深度后,再记录初始读数;
- 贯入速率应恒定为 2 cm/s,推力应为垂直方向;
- 每次触探连续进行,获得连续完整的锥端阻力、侧壁摩擦力或孔隙水压力等参数的深度变化曲线。保存测试结果,填写测试记录表,参见附录 H;
- 仪器的标定、调试和测试步骤等按照 ASTM D5778—1995 执行。

- 3) 资料处理:
- 原始记录曲线的修正,其内容包括初读数校正、曲线形状校正和深度校正等;
 - 测试完工后需提交测试报告、测试曲线和图表、现场测试记录表和探头标定结果图表等(含电子文本);
 - 标准 CPT 的土层简单分类见图 1。
- 4) 测试报告内容:
- 目的与任务;
 - 坐标、标高、水深;
 - 作业时间;
 - 仪器型号和探头(编号);
 - 测试结果曲线;
 - 试验中的异常情况;
 - 根据锥端阻力和摩阻比等,进行工程地质分层;
 - 测试质量验收。
- c) 原位十字板测试
- 原位十字板测试应按以下要求进行:
- 1) 十字板的规格:
- 十字板头叶片的两端可以是 90° , 可以是带锥度;
 - 十字板的规格按表 4 确定。

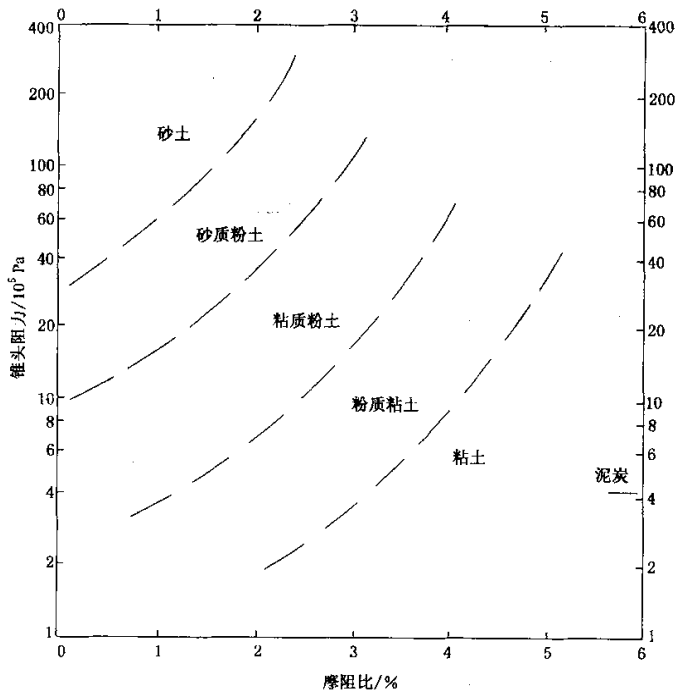


图 1 标准 CPT 的土层简单分类图

表 4 野外十字板尺寸 单位为毫米

钻孔外径尺寸	直径	高度	叶片厚度	十字板钻杆直径
57.2	38.1	76.2	1.6	12.7
73.0	50.8	101.6	1.6	12.7
88.9	63.5	127.0	3.2	12.7
101.6	92.1	184.1	3.2	12.7

- 2) 十字板的实施:
- 在取芯钻孔中作原位十字板测试。凡厚度大于 1 m 的粘土层中均作十字板测试。厚层粘土每隔 2 m 作一次测试;
 - 每次测试,十字板头贯入粘土的深度至少是十字板头直径的 5 倍;
 - 十字板就位后施加的角速度小于 0.6 rad/s。通常土体破坏的时间 2 min~5 min,较硬土中很少变形就达到破坏,要降低角速度,以便应力应变参数能较好地测定;
 - 十字板转动过程中,应保持恒定的标高,记录最大的转矩;
 - 测定最大力矩后,十字板快速转动 10 转以上,待重塑过程后一分钟开始测定重塑强度;
 - 在粉砂、砂或者砂砾与贝壳层中,不做原位十字板测试。
- 3) 十字板的资料应用:
- 抗剪强度(S_u)按公式(2)计算:

$$S_u = K \cdot \xi \cdot \epsilon$$

.....(2)

式中:

K ——十字板头系数;

ξ ——十字板工作前传感器率定系数;

ϵ ——电阻应变仪读数。

灵敏度(S_t)按公式(3)计算:

$$S_t = S_u / S_u'$$

.....(3)

式中:

S_u' ——重塑土的抗剪强度。

6.3.3 室内土工试验

- 土样的室内土工试验按如下要求进行:
- a) 试验内容
- 应根据项目要求和土的性质特点,确定试验内容和项目。
- b) 试验方法

试验操作步骤和试验仪器按照 GB/T 50123—1999 和 GB/T 15406—1994 执行,根据需要可按照 Annual Book of ASTM Standards , Section 4, Soil and Rock (I);D420-D5779,Volume 04.08,2000 执行。

- c) 试样制备
- 按 GB/T 50123—1999 中第 3 章规定执行。
- d) 常规试验
- 1) 试验内容包括:比重、颗粒组成、天然密度、天然含水率、界限含水率、固结和抗剪强度等;
 - 2) 颗粒分析试验首先对溶液进行洗盐处理,当大于 0.075 mm 的颗粒超过试样总质量的 10%时,应先进行筛析法试验,然后经过洗筛,过 0.075 mm 筛,再用密度计法或移液管法进行试验分析;

- 3) 界限含水率可采用液塑限联合测定法、76 g 圆锥仪法、碟式液限法和滚搓法；
- 4) 固结试验的稳定时间以 24 h 为准,为缩短固结试验周期,可采用 1 h 逐级加荷的快速试验法；
- 5) 抗剪强度试验可采用直接剪切试验或三轴压缩试验方法；三轴压缩试验应制备 3 个以上性质相同的试样；根据土质情况选择合适的围压组合进行试验。

e) 动力学试验

应根据工作需要选择相应的动力学试验内容,试验方法按 SL 237—1999 执行。

f) 土的工程分类

1) 适用范围

本部分适用于近海工程非钙质海底土的分类；

2) 一般规定

就下列特征作为分类依据：

- 土颗粒组成特征；
- 土的塑性指标：液限(w_L)、塑限(w_P)和塑性指数(I_P)；
- 土中有机质含量。

3) 土的分类和定名

土的分类和定名按如下要求进行：

- 土按有机质含量可划分为无机土、有机质土、泥炭质土、泥炭。有机质含量小于 5% 的土称为无机土；有机质含量大于 5% 小于 10% 的土称为有机质土；有机质含量大于 10% 小于 60% 的土称为泥炭质土，有机质含量大于 60% 的土称为泥炭；
- 土按颗粒级配或塑性指标可划分为碎石土、砂土、粉土和粘性土。碎石土定名标准见表 5，砂土、粉土、粘性土定名标准见表 6。

表 5 碎石土分类

土 的 名 称		颗 粒 形 状	颗 粒 级 配
漂石	块石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200 mm 的颗粒超过总质量 50%
		棱角形为主	
卵石	碎石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20 mm 的颗粒超过总质量 50%
		棱角形为主	
圆砾	角砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2 mm 的颗粒超过总质量 50%
		棱角形为主	

表 6 砂土、粉土和粘性土的分类

土的名称		颗 粒 组 成		塑性指数 I_P / %	天然含水率 w / %	孔隙比 e
		粒径/mm	含量/%			
砂土	砾砂	>2	25~50			
	粗砂	>0.5	>50			
	中砂	>0.25	>50			
	细砂	>0.075	>85			
	粉砂	>0.075	>50			

表 6 (续)

土的名称		颗粒组成		塑性指数 I_p / %	天然含水率 w / %	孔隙比 e
		粒径 / mm	含量 / %			
粉土	砂质粉土	>0.075 <0.005	<50 <10	$3 < I_p \leq 7$		
	粘质粉土	>0.075 <0.005	<50 >10	$7 < I_p \leq 10$		
粘性土	粉质粘土			$10 < I_p \leq 17$		
	粘土			>17		
	淤泥质粘土			>10	$>$ 液限 w_L	$1.0 \leq e < 1.5$
	淤泥			>10	$>$ 液限 w_L	≥ 1.5

注 1: 定名时根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。
注 2: 当砂土中小于 0.005 mm 的土的塑性指数大于 10 时,应冠以含粘性土定语,如含粘性土粗砂等。

g) 资料整理

按 GB/T 50123—1999 中附录 A 执行。

h) 成果

室内土工试验成果应包括以下内容:

- 1) 土工试验图表:包括土工试验成果表、剪切试验曲线、固结试验曲线、颗粒级配曲线等;
- 2) 物理力学指标统计表;
- 3) 试验报告。

7 区域地震安全性分析

7.1 主要工作内容

海洋工程地质调查的地震安全性分析应包括下列内容:

- a) 地震构造评价;
- b) 地震活动性分析;
- c) 地震烈度与地震动衰减关系确定;
- d) 潜在震源区划分;
- e) 地震活动性参数确定;
- f) 地震危险性概率分析;
- g) 地震区划。

7.2 地震构造评价

7.2.1 地震构造环境评价范围

地震构造环境评价区域应取为对地震安全性有影响的海洋工程调查区域及其外延 150 km 的范围。

7.2.2 地震构造环境评价内容

地震构造环境评价内容应包括:收集已有的地震、地质和地球物理资料,开展必要的工程地球物理调查,分析区域的地质构造与新构造特征、地球物理场与地壳结构特征、主要构造基本特征等地震构造环境,编制区域地震构造图。

7.2.3 工程调查区地震构造评价

应在工程调查区开展必要的地球物理调查,对第四纪地质、断裂构造及其活动性进行分析,确定主

要断层的规模、展布、活动性质、最新活动时代等参数,并判断其最大潜在地震的震级。

7.2.4 区域地震构造图编制

应依据实际调查和已有资料编制区域地震构造图,标注下列内容:

- 第四纪晚期活动断层、第四纪断层、前第四纪断层及其性质、产状和活动性参数;
- 新生代沉积盆地及其第三系和第四系的等厚度线或其底界面的埋深等深度图;
- 破坏性地震的震级和震中位置;
- 现代构造应力场方向。

7.2.5 地震区与地震带划分

应按下列原则划分地震区和地震带:

- 依据地球物理场与地壳结构、地质构造及其演化、地震活动的区域性差异划分地震区;
- 依据构造活动与地震活动在空间分布上的成带性和一致性划分地震带。

7.2.6 综合评价

应依据 7.2~7.3 规定的工作结果,对区域地震构造环境进行综合评价,确定不同震级的具体地震构造条件。

7.3 地震活动性分析

7.3.1 地震目录编制

应依据正式出版的地震目录和地震部门的地震报告,按下列原则编制地震目录:

- 对不同版本地震目录有关参数的差异,特别是震级的系统偏差进行比较分析,确定地震参数的取舍;
- 历史地震应包括区域内自有地震记载以来的全部破坏性地震事件;
- 现代地震应给出区域内自有台网观测以来的全部可定震中位置的地震事件,其震级下限可视地区和工作要求而定,宜为 2 级或 3 级。

7.3.2 震中分布图编制

应依据区域地震目录,按下列规定编制地震震中分布图:

- 以不同颜色区分历史地震和现代地震;
- 以圆圈大小分级标示地震震级;
- 标明大地震具体的发震时间和震级大小;
- 注明地震资料的起止年代。

7.3.3 地震活动时空特征分析

地震活动时空特征分析应包括下列内容:

- 不同空域、不同时段各级地震的可靠性和完整性;
- 地震的空间分布特征及其与活动构造的关系;
- 地震的时间分布特征及未来地震活动趋势。

7.4 地震烈度与地震动衰减关系确定

7.4.1 地震烈度衰减关系的确定

可采用椭圆或圆模型确定地震烈度衰减关系,其形式为:

$$I = C_1 + C_2 M + C_3 \lg(R + R_0) + C_4 R + \epsilon \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

I ——地震烈度;

C_i ——回归常数(其中 $i=1,2,3,4$);

M ——震级;

R ——震中距,单位为千米(km);

R_0 ——近场距离饱和因子,单位为千米(km);

ϵ ——随机变量。

确定具体模型及其参数时,宜采用有仪器记录的地震烈度资料,并应体现近场烈度饱和,且长、短轴衰减关系在震中处的烈度差别应小于半度;区域范围和构造差异较大时,可分区确定地震烈度衰减关系,以体现不同区域的地震烈度衰减差异。

7.4.2 地震动衰减关系的确定

确定基岩地震动衰减关系,应考虑加速度峰值在大震级和近距离的饱和特征,其形式为:

$$\lg Y = C_1 + C_2 M + C_3 M^2 + C_4 \lg(R + R_0(M)) + C_5 R + \epsilon \quad (5)$$

$$R_0(M) = C_6 \exp(C_7 M) \quad (6)$$

式中:

Y ——地震动参数;

$R_0(M)$ ——近场距离饱和因子,单位为千米(km);

$C_i (i=1,2,\dots), M, R$ 和 ϵ 的意义见 7.4.1。

应依据工作区的地震烈度衰减关系以及参考区的地震烈度和地震动衰减关系,换算与确定工作区的地震动衰减关系,其标准差不应小于参考区地震动衰减关系的标准差。

7.5 潜在震源区划分

7.5.1 潜在震源区划分步骤

潜在震源区划分应按以下步骤进行:

- 划分出不同特点的地震区(带);
- 在地震区(带)内,依据构造活动和地震活动特征,确定构造应变能的主要释放带,作为未来破坏性地震的潜在震源带;
- 在潜在震源带内,依据构造类比和地震重复性确定各潜在震源带的分段性特点及高震级潜在震源区所在段落;
- 最终依据不同震级地震发生的构造环境和标志,依次划分出具有不同震级上限的潜在震源区。

7.5.2 潜在震源区划分标志

按下列标志,并依据本章 7.2.5 规定得到的区域地震构造环境评价结果,划分潜在震源区。

- 破坏性地震的震级与震中位置;
- 小震和微震的密集带;
- 地震空间分布的特征地段;
- 大型构造块体和新构造活动的边界;
- 第四纪断陷盆地及其规模、结构和断陷幅度;
- 第四纪断层及其性质、规模、特殊结构和活动性;
- 与地震相关的深部构造和地球物理场异常变化部位;
- 依据地震分布图像和构造几何特征确定潜在震源区边界。

7.6 地震活动性参数确定

7.6.1 地震活动性参数

地震活动性参数应包括地震带、潜在震源区和本底地震的下列参数:

- 地震带的震级上限;
- 地震带的 b 值;
- 地震带的地震年平均发生率;
- 地震带的起算震级;
- 潜在震源区的震级上限;
- 潜在震源区各震级档的地震年平均发生率的权系数;
- 潜在震源区地震烈度或地震动衰减长轴取向及其方向性函数;

h) 本底地震的震级和年平均发生率。

7.6.2 地震带的地震活动性参数确定原则

应按下列原则确定地震带的地震活动性参数：

- a) 依据地震带内历史地震最大震级和地震构造特征，综合确定地震带的震级上限。有古地震资料的地区，可按古地震遗迹所显示的规模进行确定；
- b) 依据地震目录，并考虑地震资料的完整性、可靠性、代表性及必要的样本量，删除前、余震后统计地震带的 b 值；
- c) 依据地震带的 b 值以及当前所处的地震活动时段和未来的地震活动趋势确定地震带的地震年平均发生率；
- d) 各地震带的起算震级宜取为 4.0 级。

7.6.3 潜在震源区的地震活动性参数的确定原则

应按下列原则确定潜在震源区的地震活动性参数：

- a) 潜在震源区震级上限依据潜在震源区内的地震活动性和地震构造特征确定，考虑的因素包括历史地震最大震级、古地震强度、构造类比标志和地震活动图像判别结果；
- b) 潜在震源区震级上限按 0.5 级分档，潜在震源区内各震级档的地震年平均发生率按式(7)确定：

$$v_{i,M_j} = v_{M_j} \cdot f_{i,M_j} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- v_{i,M_j} ——第 i 个潜在震源区、第 j 个震级档的地震年平均发生率；
- v_{M_j} ——地震带内第 j 个震级档的地震年平均发生率；
- f_{i,M_j} ——第 i 个潜在震源区、第 j 个震级档的地震年平均发生率的权系数，采用包括潜在震源区的构造活动及其可靠性程度、历史地震和古地震活动特征、中长期地震预测结果和面积大小等多因素综合确定。

7.6.4 潜在震源区地震烈度或地震动衰减长轴方向及其函数和本底震级的确定

应按下列原则确定潜在震源区地震烈度或地震动衰减长轴方向及其函数和本底震级：

- a) 依据活动构造的几何结构和断层走向确定各潜在震源区地震烈度或地震动衰减长轴的取向及其方向性函数；
- b) 本底地震震级可取为潜在震源区震级上限的最低值减 0.5 级，其年平均发生率依据实际资料统计得到。

7.7 地震危险性概率分析

7.7.1 场点地震烈度或地震动参数的年超越概率的计算

场点地震烈度或地震动参数的年超越概率的计算按式(8)进行：

$$P(Z \geq z) = 1 - \exp(- \sum_{i=1}^{N_s} \int_{A_i} \frac{1}{A_i} \sum_{j=1}^{N_M} v_{i,M_j} P(Z \geq z | E) f_i(\theta) d\theta dA_i) \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- Z ——地震烈度或地震动参数；
- z ——给定的地震烈度值或地震动参数值；
- $P(Z \geq z)$ ——地震烈度值或地震动参数值大于等于某一给定值的概率；
- $f_i(\theta)$ ——第 i 个潜在震源区的方向性函数；
- θ ——可能的主破裂方向；
- A_i ——第 i 个潜在震源区的面积，单位为 km^2 ；
- $P(Z \geq z | E)$ ——第 i 个潜在震源区内发生所考虑的地震时，场点地震烈度值或地震动参数值超过某一

给定值的概率；

N_M ——震级分档数；

N_s ——潜在震源区总数。

7.7.2 地震危险性概率计算的不确定性校正

衰减关系不确定性校正可按式(9)进行：

$$P(Z \geq z) = \int_{-k\sigma}^{+k\sigma} P(Z \geq z | \epsilon f(\epsilon)) d\epsilon \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

k ——常数，可取 3；

σ ——衰减关系的标准差；

ϵ ——回归分析中不确定性的随机变量；

$f(\epsilon)$ —— ϵ 的概率密度函数。

其他不确定性因素的影响可采用多种方案、参数调整进行敏感性分析与校正。

7.8 地震区划

7.8.1 地震区划的基本规定

地震区划应符合如下基本规定：

- a) 依据地震危险性概率分析结果和海底土的物理力学性质分区结果编制地震区划图；
- b) 地震区划图可以以地震烈度或地震动参数表示；
- c) 计算网格场点间距不大于地理经纬度 0.05° 。在结果变化较大的地段，宜适当加密控制点。

7.8.2 地震区划的表述

地震区划的表述应符合下列基本要求：

- a) 地震烈度区划图以整数度分区；
- b) 用超越概率水平表述，超越概率水平应依据工程要求确定，50 年超越概率 10% 的地震烈度为基本烈度；
- c) 地震动区划图用超越概率水平的等值线分区表述，其数值以不大于 50% 的速率递增。

7.8.3 地震区划分区界限的确定

依据计算结果确定地震区划的分区界限时，应考虑下列因素进行适当调整与修饰：

- a) 潜在震源区和地震活动性参数的可变动范围及其对地震区划结果的影响；
- b) 地形地貌差异及其可能影响；
- c) 地震烈度或地震动参数的准确度。

7.9 地震安全性分析成果

海洋工程地质调查的区域地震安全性分析成果应包括：

- a) 地震震中分布图及说明书；
- b) 区域地震构造图及说明书；
- c) 地震烈度(或地震动参数)区划图及说明书。

视海洋工程地质调查要求、比例尺大小和复杂程度，上述三幅图件可以综合编绘成一幅。

8 成果

8.1 成果

海洋工程地质调查成果应包括以下三部分：

- a) 资料汇编；
- b) 系列图件；
- c) 调查报告。

8.2 资料汇编

8.2.1 基本要求

资料汇编应按以下基本要求进行：

- a) 数据准确、资料齐全；
- b) 分门别类、先表后图，并做简要说明；
- c) 图表均应注明编制者、校对者、审核者，图表编制时间；
- d) 成果形式：电子文件和纸质文件。

8.2.2 基本内容

资料汇编应包括如下内容：

- a) 设计测线、站位和实际测线、站位；
- b) 试验成果图表；
- c) 钻孔与柱状岩芯工程地质综合柱状图；
- d) 典型侧扫声纳图像及解译图；
- e) 典型地层剖面图像及解译图；
- f) 灾害地质要素登记表；
- g) 水文气象观测报表与成果表。

8.3 成果图

8.3.1 基本要求

应按以下基本要求编制成果图：

- a) 图面内容数据准确，资料齐全，表述规范；
- b) 图面层次清楚，内容丰富，比例协调，图例清晰；
- c) 涉及陆地的图件标明岸线、主要河流、主要城市和国界等基本地理要素；
- d) 按有关规范要求标注基准面、投影、比例尺、编图单位、责任人和编图日期等；

8.3.2 主要图件

海洋工程地质调查应编制以下成果图：

- a) 实际材料图：标注测线、测线号、测点号、航迹方向、取样站位和工程地质钻孔等；
- b) 水深地形图：标注水深值、等深线；
- c) 海底地貌图：标明海底地貌分区、基本地貌类型以及海底构筑物和障碍物等；
- d) 海底表层岩土类型图：标明海底表层岩土类型分布及分区；
- e) 地层等厚度和埋深图：编制主要层位的顶界面埋深图和地层等厚度图；
- f) 地震震中分布与地震区划图：标明主要地震断裂、地震震中和地震烈度或地震动参数；
- g) 钻孔柱状图：标明层位、岩性、结构构造、接触关系、时代、岩性描述和主要土工试验与原位试验数据等；
- h) 灾害地质图：标明各种灾害地质要素及其分布；
- i) 综合工程地质图：根据上述基础图件编制。

8.3.3 综合工程地质图

综合工程地质图图面应包括工程地质平面图、剖面图、综合柱状图和工程地质分区简表等，并按以下原则编制：

- a) 综合工程地质图的图面配置：

图面中央为工程地质图；主图左侧为综合工程地质柱状图，右侧为图例；主图下方为工程地质剖面图；工程地质分区简表放在合适位置；

- b) 工程地质图图面内容：

- 1) 海底岩土类型；

- 2) 工程地质分区;
 - 3) 钻孔、原位测试站位和工程地质剖面线等;
 - 4) 主要水深等深线;
 - 5) 主要海洋水文要素;
 - 6) 主要灾害地质要素。
- c) 工程地质剖面图:
- 1) 选1条~2条剖面线,应跨越调查区主要岩土类型、地层、钻孔和工程地质分区,能够反映区内海洋工程地质条件的总体规律;
 - 2) 浅层构造、典型灾害地质要素、地层及接触关系等;
 - 3) 钻孔位置、取样站位、原位测试位置及有关参数等;
 - 4) 水平比例尺与主图一致;水平比例尺与垂直比例尺相协调。
- d) 工程地质综合柱状图;
- e) 工程地质分区简表:阐明调查区内工程地质大区、区、亚区基本特征。

8.4 调查报告

调查报告应分别编写调查航次报告和综合调查报告。

8.4.1 调查航次报告

调查航次报告主要内容应有:

- a) 绪言:调查目的与任务;
- b) 调查区域概况:气象与气候、海洋水文、地形地貌和区域地质概况;
- c) 航次计划:调查范围、勘测项目与工作量、工作方法及主要技术指标、调查船、时间安排、人员组织和设计测线与站位等;
- d) 调查船调查设备:调查船、导航定位系统、地球物理调查设备、取样与钻探设备、原位测试和实验室分析设备等;
- e) 调查实施;
- f) 基本认识与建议。

8.4.2 综合调查报告

综合调查报告主要内容应包括:

- a) 绪言:调查任务与目的、区域调查研究史及现状;
- b) 区域概况:气象与气候、水文、区域地质、地形地貌和资源等;
- c) 调查程序与方法:调查设计、调查仪器设备、技术依据、工作量、工作进度、项目组织和分工等;
- d) 地形地貌:地形特征和地貌类型、分布及发育等;
- e) 声学地层及第四纪地层:地层层序、结构构造及空间分布和地质构造特征等;
- f) 海底岩土的基本特征:工程地质层序、岩土物理力学性质及其工程地质特征;
- g) 灾害地质特征及分布规律:种类、规模、分布和可能产生的危害;
- h) 区域地震安全性评价:地震构造环境、地震活动性、地震烈度及区划等;
- i) 工程地质条件综合评价:区域构造背景、第四系岩性、工程地质分区、工程地质单元与岩土特性、灾害地质要素和海底稳定性等;
- j) 结论与建议;
- k) 参考文献。

8.4.3 工程地质分区原则与命名

工程地质分区应在综合归纳测区内工程地质条件基本特征的基础上,根据其相似性和差异性而进行分区,其主要依据是地质构造、地形与地貌单元、岩土地质特征和灾害地质要素等。依次分为大区、区和亚区:

- a) 大区主要依据构造地貌的基本特征,分为大陆架、大陆坡和深海平原等;
- b) 区的划分主要依据区域构造特征、地貌类型、底质类型等。命名原则:构造单元+地貌类型;
- c) 亚区的划分主要依据灾害地质要素、岩土体结构及物理力学性质。命名原则为灾害地质要素特征+岩土特征。

9 质量管理

9.1 质量管理目的

保障海洋工程地质调查全过程规范操作,高质量地完成设计、勘测、试验、资料整理和报告编写等工作,确保数据资料准确可靠,满足要求。

9.2 质量管理内容

包括调查设计管理、资源管理、外业调查实施管理、内业资料整理管理、报告编写管理、数据资料汇交管理和档案管理。

9.3 质量管理过程和方法

9.3.1 调查设计管理

调查设计管理按下列要求进行:

- a) 根据调查的目的与任务,编制调查实施方案。调查实施方案应包括:
 - 1) 调查的质量目标及要求;
 - 2) 确定调查过程、文件和资源的需求;
 - 3) 作业方法;
 - 4) 验收准则;
 - 5) 完成调查所需的记录;
 - 6) 海上现场安全工作程序和应急预案。
- b) 调查实施方案应经技术专家审核。

9.3.2 资源管理

资源管理按下列要求进行:

- a) 根据调查实施方案组织调查队伍,确定项目质量负责人。参与调查人员应取得由合法资质机构颁发的与调查项目相符的上岗资质证书,并经过必要的岗前培训;
- b) 根据调查实施方案确定调查仪器设备,并核实其经过标定或校准,处于适用状态;
- c) 根据调查实施方案确定调查船,并核实其性能及其配置满足调查要求。

9.3.3 外业调查实施管理

外业调查实施管理按下列要求进行:

- a) 应根据调查实施方案,组织人员、设备、船只开展外业调查;
- b) 现场调查时应确保调查仪器设备处于适用状态,操作人员应熟练地使用;
- c) 外业调查过程中应由指定人员进行当日或阶段性现场评估验收;
- d) 现场调查时应保持原始资料、样品和原始记录的清晰、完整;
- e) 外业工作结束后,应由项目质量负责人会同有关专家对获得的原始资料和样品按照合同要求及实施方案进行质量验收,并形成验收报告;
- f) 校对人员应核对原始记录,保证资料的完整性,并指派专人保管。

9.3.4 内业资料整理管理

内业资料整理管理按下列要求进行:

- a) 采取必要的措施确保外业调查资料的完整交接,交接记录应予以保留;
- b) 对资料整理和计算结果进行校对和复核;
- c) 使用计算机进行数据整理、表格和图像绘制的,录入、校对、复核和审核人员均应签字确认;

- d) 项目内业资料整理完成后,应由项目组负责组织对已形成的文件、资料、记录、图件及成果数据作全面的质量审查并形成记录。

9.3.5 报告编写管理

报告编写管理应按下列要求进行:

- a) 分报告应由专业组(课题组)负责人组织编写,成果报告应由项目负责人负责或组织编写;
- b) 报告提纲应符合项目要求;
- c) 分报告应由项目负责人进行审核验收,包括基础资料、图件、实施过程形成的有关记录、文字报告等内容。

9.3.6 数据资料汇交管理

数据资料汇交管理应按下列要求进行:

- a) 最终形成的调查报告应按照合同或项目任务书规定的形式提交调查项目委托单位评审;
- b) 对于调查项目委托单位提出的反馈意见及相应的更改记录应予以保留。

9.3.7 档案管理

属于归档范围的资料按 GB/T 12763.1 的要求进行归档管理。

附 录 A
(规范性附录)

土试样质量等级划分与试验内容

土试样质量等级划分与试验内容如表 A.1 所示。

表 A.1 土试样质量等级划分与试验内容

级 别	扰 动 程 度	试 验 内 容
I	不扰动	土类定名、含水率、密度、强度试验、固结试验
II	轻微扰动	土类定名、含水率、密度
III	显著扰动	土类定名、含水率
IV	完全扰动	土类定名

附录 B
(资料性附录)

取样描述与现场测试记录表

取样描述与现场测试记录内容如表 B.1 所示。

表 B.1 取样描述与现场测试记录

项目名称:		站 号:										
水 深: m		时 间: 年 月										
站 位: E		N										
样品长度/m: 至		样品描述	样品长度/cm	样品编号	微型贯入		微型十字板			剪切强度/kPa		
采样方式: <input type="checkbox"/> 重力活塞 <input type="checkbox"/> 钻进 <input type="checkbox"/> 标准贯入(SPT) <input type="checkbox"/> 2.5-in. liner (54-mm ID) <input type="checkbox"/> 2.25-in. 薄壁 (57-mm ID) <input type="checkbox"/> 3.0-in. 薄壁 (72-mm ID) <input type="checkbox"/>					0.5	修正/kPa	2	10	25			
锤重: 落锤距离: <input type="checkbox"/> 136 kg/(300 lb) <input type="checkbox"/> 0.91 m/(3 ft) <input type="checkbox"/> 79.4 kg/(175 lb) <input type="checkbox"/> 1.5 m/(5 ft)												
击数:					(顶)	10						
贯入深度/m:						20						
取样长度/m:						30						
测试时间:						40						
泥浆容重:						50						
回声测深水深:						60						
测试时间:						70						
取样器到底时水深:		80										
测试时间:		90										
备注:		(底)										
小型十字板剪切												
仪器编号:		天然容重与含水量试验										
常数:		样品编号	环刀号	环刀重量/g	环刀容积/cm ³	样品湿重/g	天然容重/(kN/m ³)					
试验方法: 重塑样/现场原状样												
十字板型号: <input type="checkbox"/> ½"×½" <input type="checkbox"/> 1"×1"												
剪切方式: <input type="checkbox"/> 手动 <input type="checkbox"/> 电动												
试验编号	初始读数	最终读数	剪切强度/kPa									
1				样品编号	盒号	盒重	湿样重+盒重	干样重+盒重	含水量/%			
2												
3												
样品描述												
备注:												

采样者: 记录者: 校对者:

附 录 D
(资料性附录)

粘性土、粉土的现场鉴别表

粘性土、粉土的现场鉴别内容如表 D.1 所示。

表 D.1 粘性土、粉土的现场鉴别

鉴别方法	粘 土	粉质粘土	粉 土
湿润时用刀切	切面非常光滑,刀刃有粘腻的阻力	稍有光滑面,切面规则	无光滑面,切面比较粗糙
用手捻摸的感觉	捻摸湿土有滑腻感,当水分较大时极易粘手,感觉不到有颗粒的存在	仔细捻摸感觉到有少量细颗粒,稍有油腻感,有粘滞感	感觉有细颗粒存在或感觉粗糙,有轻微粘滞感或无粘滞感
粘着程度	湿土极易粘着物体(包括金属与玻璃),干燥后不易剥去,用水反复洗才能去掉	能粘着物体,干燥后容易剥掉	一般不粘着物体,干后一碰就掉
湿土搓条情况	能搓成小于 0.5 mm 的土条(长度不短于手掌)手持一端不致断裂	能搓成 0.5 mm~2 mm 的土条	能搓成 2 mm~3 mm 的土条
干土的性质	坚硬,类似陶器碎片,用锤击才能打碎,不易击成粉末	用锤易击碎,用手难捏碎	用手很易捏碎

附 录 E
(资料性附录)

粘性土状态的现场鉴别表

粘性土状态的现场鉴别内容如表 E.1 所示。

表 E.1 粘性土状态的现场鉴别

稠度状态	坚 硬	硬 塑	可 塑	软 塑	流 塑
粘土	干而坚硬,很难掰成块	1. 用力捏先裂成块后显柔性,手捏感觉干,不易变形 2. 手按无指印	1. 手捏似橡皮有柔性 2. 手按有指印	1. 手捏很软,土块变形,土块掰时似橡皮 2. 用力不大就能按成坑	土柱不能起立,自行变形
粉质粘土	干硬,能掰开或捏成块,有棱角	1. 手捏感觉硬,不易变形,土块用力可打散成碎块 2. 手按无指印	1. 手按土易变形、有柔性,掰时似橡皮 2. 能按成浅坑	1. 手捏很软,有柔性,掰时似橡皮 2. 用力不大就能按成坑	土柱不能起立,自行变形

附 录 G
(资料性附录)
钻孔野外编录表

钻孔野外编录内容如表 G.1 所示。

表 G.1 钻孔野外编录

调查船： 钻机型号： 海况 共 _____ 页 第 _____ 页

孔号：				孔口标高： m	编录人：	现场监督：	
施工地点：				钻孔坐标：X： Y：	开孔水深： m	开孔时间：	
					终孔水深： m	终孔时间：	
层序	深度	厚度	柱状图	岩 性 描 述		取样编号及深度	备 注

编录： 校对： 技术负责： 项目技术总监：

附 录 H
(资料性附录)
静力触探试验(CPT)班报表

静力触探试验(CPT)班报内容如表 H.1 所示。

表 H.1 静力触探试验(CPT)班报

工程名称_____

工程地点_____

试验孔号_____

孔口标高_____m

孔位坐标_____

试验日期_____年_____月_____日

触探回次 编 号	回 次 开始时间	回 次 结束时间	水深/m	初读记录	文件名及 存放位置	备 注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

校准：

记录：

技术负责：

