

# 同濟大學

TONGJI UNIVERSITY

## 《数据库系统原理》 数据库系统设计报告

实 验 名 称	海洋放射性物质监测系统
姓 名	
学院（系）	电子与信息工程学院
专 业	计算机科学与技术
任 课 教 师	关 皓 红
日 期	2023 年 12 月 31 日

# 目 录

- 1. 背景信息..... 1
  - 1.1 项目背景..... 1
  - 1.2 项目概述..... 1
- 2. 需求与可行性分析..... 1
  - 2.1 用户需求分析..... 1
  - 2.2 系统功能与流程分析..... 5
  - 2.3 可行性分析..... 8
- 3. 概念设计..... 9
  - 3.1 总体 E-R 图..... 9
  - 3.2 实体设计..... 9
  - 3.3 关系设计..... 13
- 4. 逻辑设计..... 16
  - 4.1 关系模式设计..... 16
  - 4.2 表结构设计..... 17
- 5. 物理设计..... 20
  - 5.1 索引设计..... 20
  - 5.2 安全性设计..... 22
- 6. 系统实现（将于课程设计完成） ..... 22

## 一、背景信息

### 1.1 项目背景

2011年3月11日，福岛第一核电站受海啸影响发生核事故，核反应堆1-3号机熔毁，大量放射性物质进入周边环境包括太平洋当中。该事件造成了周边国家地区居民的巨大恐慌，并对食品安全、饮用水安全、环境辐射安全产生焦虑。

2023年7月24日，日本不顾国际舆论反对，单方面决定向太平洋中排放核污水。经过测算，排放的核污水将在3-6个月内到达我国东海岸，并在1-2年内随洋流扩散到每一个大洲大洋。核污水放射性高、对水域的污染程度远大于普通化学药剂污染，其直接涉及到海洋环境安全、海洋生物安全，将对人体健康产生极大威胁。海洋核污染已经逐渐成为不同国家地区关切的重要话题。

随着海洋计算的兴起，海洋数据管理和海洋大数据分析使得海洋核污染监测成为可能。通过在地球不同地区的不同站点对洋流样本、生物样本、沉积样本采样分析，我们可以了解全球不同放射性物质环境分布信息，同时了解其对周围生物群的影响，为海洋核安全、海洋可持续发展提供决策信息。在此基础上可以为不同国家地区、不同产业从业人员提供必要的核清洁检查信息，从源头保证海洋产品的安全性，并进一步推动海洋核安全的分析工作进行。

### 1.2 项目概述

针对海洋核污染环境问题的关切，本项目基于数据库设计原理中关系型数据库模型，设计了海洋放射性物质检测系统。本项目基于原子能协会组织MARIS项目数据集建立综合海洋放射性监测平台，用于实时追踪、分析和管理海洋中的放射性物质数据。通过站点管理、环境影响评估、实时监测与告警、产品合规性验证等功能，支持用户全面了解海洋环境变化，提供科学决策依据，确保海洋环境、生物和人体健康的安全。数据库整合海洋计算方法，为数据处理、模拟提供支持，旨在解决全球范围内的海洋核安全分析痛点问题。

## 二、需求与可行性分析

### 2.1 用户需求分析

经过对工业产业和科研需求分析，用户类型可以分为：海洋放射污染分析人员、放射源管理人员、海洋产品相关厂家和放射样本检测人员四类（未包括DBA）。每一类数据库用户对数据库使用需求不同，分析如下：

#### 2.1.1 海洋放射污染分析人员

海洋放射性分析专家通过数据库实时监测和深度分析海洋放射性污染数据，可更精准评估海洋环境风险。

分析专家需要海洋核污染检测数据库提供可视化工具，分析专家需要实时追踪数据趋势，制定灵活监测计划，推动科研和决策。同时分析师需要数据库管理系统具备基础的分析功能，确保能从数据库中获取统计分布结果从而发现海洋核污染发展趋势等。同时该角色可能需要查看生物和沉积物放射性信息，进一步分析放射物质对生态系统的影响。

专家可能还会需要该数据库管理系统具备基础预警功能，通过对数据异常值的实时检测，保证海洋放射性物质数据的准确性、为海洋核污染问题的早期诊疗提供原始决策信息。

### **2.1.2 放射源管理人员**

放射源管理人员需要对放射源释放的放射性元素信息进行维护更新，包括但不限于放射源来源、性质和位置等关键数据，为核污染源追溯提供关键信息。

放射源管理人员需要数据库提供开放海洋放射性物质分析数据库的放射源更新接口，确保放射源的状态、性质、位置等关键数据得到即时更新。同时放射源管理人员还需关注数据库中关于海洋核数据的分析，以便对放射性物质浓度进行检测管控。同时放射源管理人员同样需要关注放射源周围的生物和沉积物放射性物质浓度变化，便于检查当前放射物管理是否达到预期效果，若出现异常情况可以即时进行处理。

### **2.1.3 海洋产品相关厂家**

海洋产品相关厂家使用海洋资源如盐分、动植物等资源进行加工，需要保证产品的放射性含量符合国家监管要求。

海产品相关厂家最主要需求在于海洋放射性污染的动态含量变化。其中最重要的是关于有害放射性物质的含量、浓度在指定地区内的变化情况。同时他们可能需要关注放射源的放射性物质种类和含量变化情况，以便对未来可能出现的海产品放射性元素污染做好准备。

### **2.1.4 样本检测人员**

样本检测人员负责对部分站点的样本进行分析和录入，其主要工作包括生物样本和沉积物样本的检测工作以及检测结果的生成。

样本检测人员需要对收集上的样本进行信息录入，数据库开放样本添加、检测结果添加等权限。同时检测人员需要对所分属的检测站点进行管理，保证站点

数据的时空不重复。样本检测人员同时需要关注洋流变化情况，通过洋流的周期性变化对样本选择策略进行即时调整，保证数据来源的可靠性和充足性。

## 2.2 系统功能与流程分析

根据平台的需求分析与用户特征，可以将该海洋放射性信息检测系统划分为以下子功能模块实现。其中子功能模块中调用数据库查询或更新功能或数据库管理系统的分析功能等实现数据库系统设计。

### 2.2.1 海洋放射性物质分布可视化系统

可视化系统适用于所有使用海洋放射性物质分析的用户角色，该功能将数据库中的统计结果通过地图的方式直观展示给用户，供用户查询放射性物质分布使用。该模式便于想要直观快速了解污染数据分布的用户，如水产品厂商或想要了解放射物分布的民众等。

在该模块中用户将自主选择核放射性元素的种类、查询地区、时间范围对指定时空区域进行查询，并以标记的形式直观展示在地图区域内。同时用户可以根据需要将选中的数据导出。同时该模块将为用户提供信息反映渠道，用户将在平台中为后台提交放射性元素监测数据或污染源数据，后台审核完成后将在对应位置添加新数据点同时更新数据库表单。具体功能如图 1 所示。

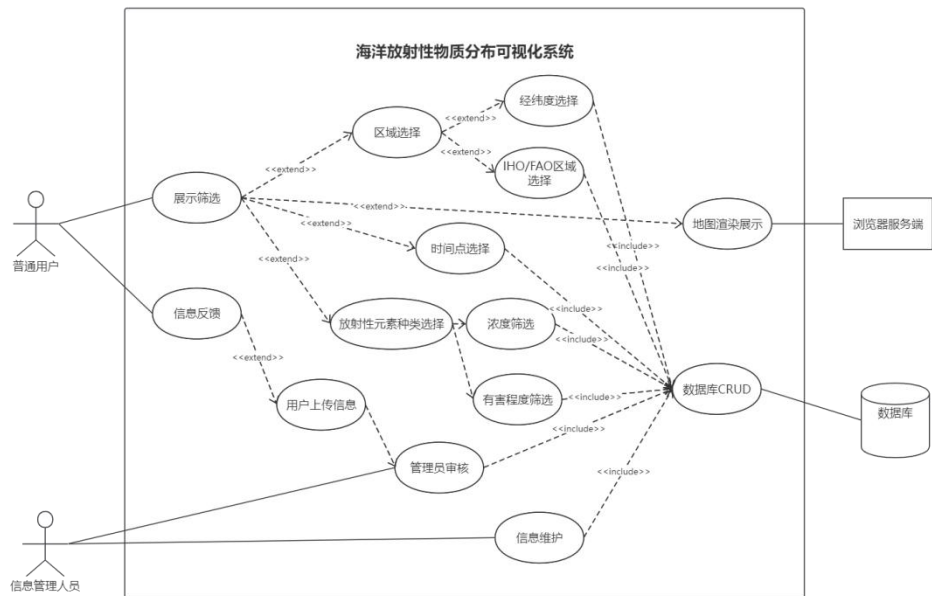


图 1. 海洋放射性物质分布可视化模块用例图

### 2.2.2 放射性样本信息管理系统、放射源信息管理系统

放射性样本管理系统可以对生物检测样本、沉积检测样本的采样位置、采样时间等关键信息以及样本对应的检测结果、样本检测站点信息进行管理保存。该管理系统为数据库维护人员使用，可以用于日常检测信息进行维护更新，从而实现对样本生命周期的完整跟踪。该系统具有修改更新数据库内部样本数据的权限，对样本检测人员开放使用。检测人员需要上传检测结果、样本信息、站点信息等。

该系统信息仍需经过后端信息审核员的二次检查才能对数据库表单进行更新操作，具体功能如图 2 所示：

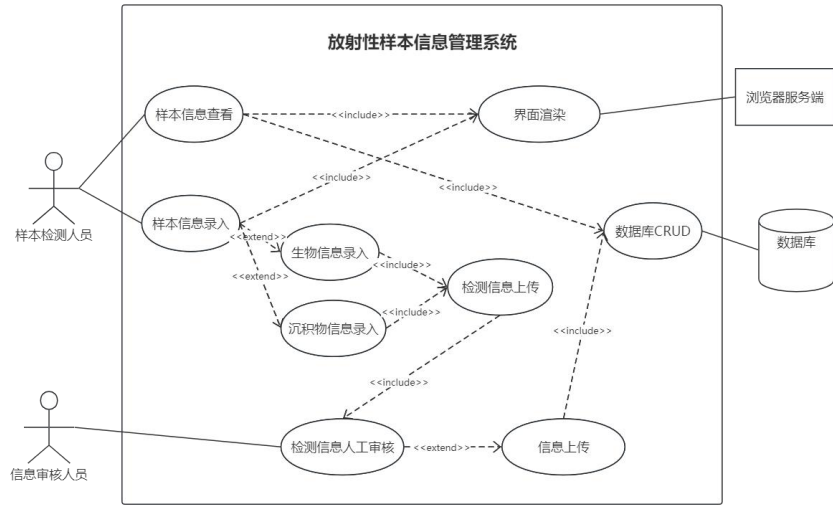


图 2. 放射性样本管理模块用例图

放射源信息管理系统记录了包括人造可控放射源、人造事故放射源、天然放射源、移动放射源等信息，细节主要包括放射源的来源、经纬度、运行状态等。该系统对放射源管理或专业放射源追踪人员开放使用，放射源管理人员需要定期对数据库中放射源属性进行更新，并有权查看过往放射源的数据以及该地区洋流、站点、样本放射性物质浓度数据，从而更好判断当前放射源的变化情况。

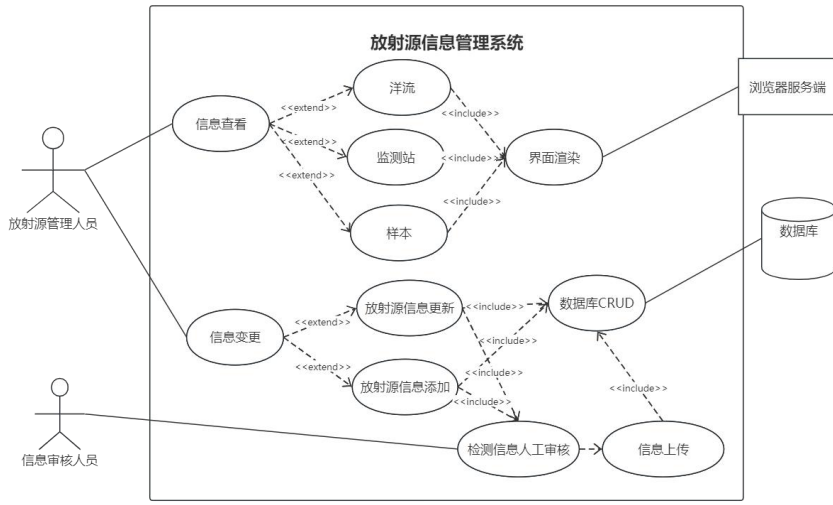


图 3. 放射源管理模块用例图

2.2.3 放射元素基础分析系统

本模块提供简单的统计分析功能，用户选择所属地区国家或洋流后，检索数据库统计周围指定距离内的放射源个数、对应监测站点统计的放射性物质含量等，本模块对所有用户开放，具体功能如图 4 所示：

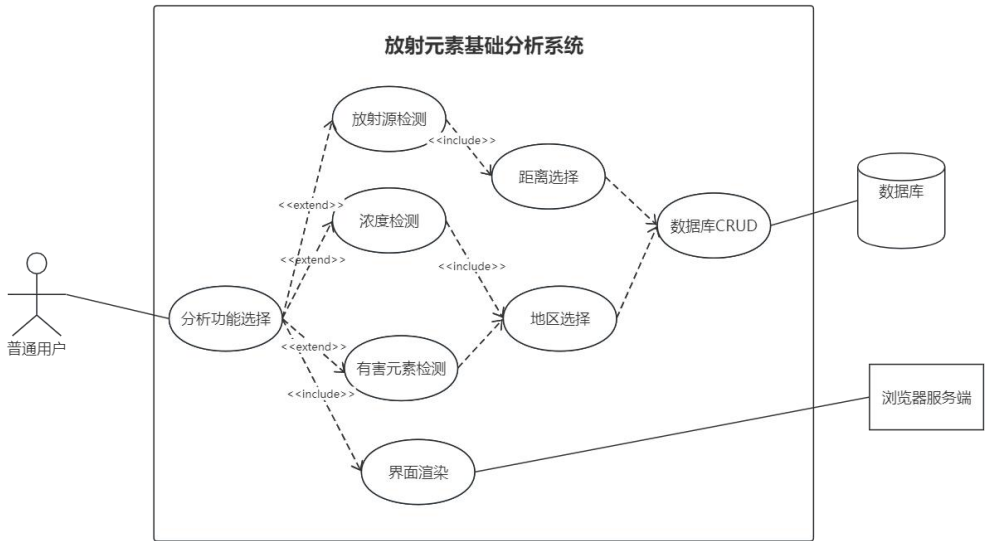


图 4. 放射元素基础分析系统

2.2.4 放射性元素含量异常预警系统

本模块通过检测指定地区或指定洋流的放射性含量指标为用户提供基本预警信息，预警类型包括指定监测区域生物、沉积物放射性元素含量异常、相关洋流放射性元素含量异常（包括流向预警区域的洋流）。同时该系统会同时向信息管理员发送预警信息，系统管理员会进行预警审核，若确认则以同样的预警方式向用户发送预警确认，确保预警不是由某些数据异常等情况引起。具体功能如图 5 所示：

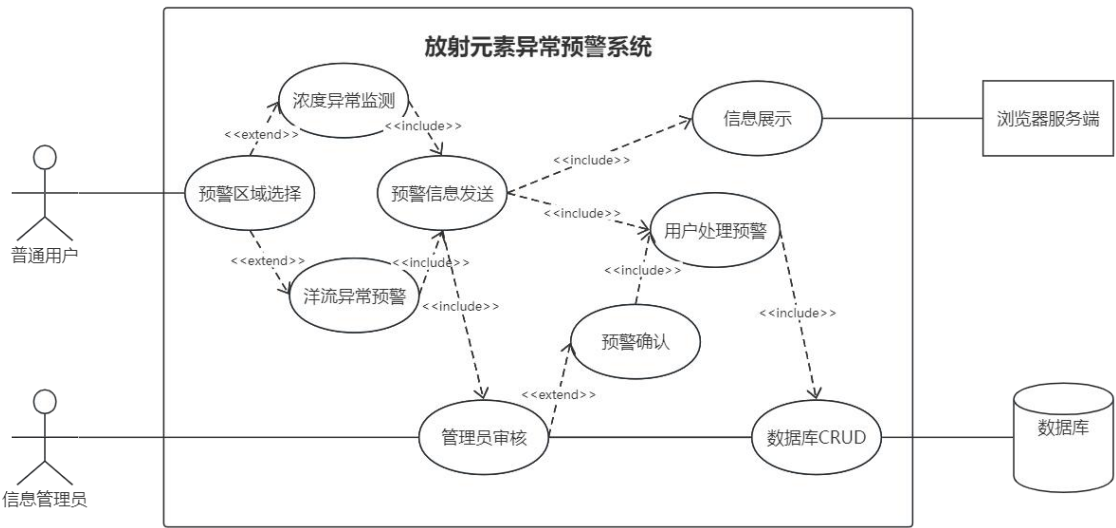




图 5. 放射元素异常预警系统

## 2.3 可行性分析

**技术可行性：**由于数据多样性与复杂性，包括站点、放射性物质、洋流、生物样本、沉积样本等。可以采用关系型数据库如 MySQL 等，从而有效组织管理复杂的数据结构。后端框架采用 Django，从而快速实现各页面之间的切换和页面的快速构建。前端使用基本 HTML, CSS, JS 在 Django 框架中实现，前后端沟通采用 ajax 传输，同时引入第三方库 elementUI 进行前端组件美化，快速构建数据库前端展示界面。技术分析上可行。

**经济可行性：**从数据层面，该数据库运行成本主要来自信息获取与更新，可与相关部分沟通合作，获取基本信息获取权限。从该数据库的实现方面来说，存储地理位置、放射性元素信息、站点信息、监测信息等需要较大的存储空间，可以考虑在云端租用存储设备，同时考虑分布式存储的方式。由于本实验为数据库 demo 版本，数据集样例将来自原子能组织下属 MARIS 项目中所有公开的海洋数据集子集，作为数据库测验使用，存储空间消耗不大。

**性能分析：**若想要完整实现预想中数据库的实时性能，可能需要应用实时流技术，如使用 Apache Kafka 等实时流技术，确保各个站点的信息提交能够安全高效地进行即时更新，同时其容错性和耐久性能够保证某些节点故障情况下数据不会丢失等。但限于系统实现复杂性过高，且实验环境下站点选择不多，则可以暂时自己构建消息缓冲机制，若数据库处理数据较多可后续考虑进一步加强数据库性能。

**安全性分析：**首先对数据传输的加密是关键的安全措施，确保敏感信息在传输过程中不被窃取。同时可以考虑添加身份验证和对相应视图的访问控制并确保只有授权用户能够执行特定的操作。同时要考虑数据库备份和灾难恢复，考虑多地备份多机存储以应对潜在的数据丢失或系统中断等。

## 三、概念设计

### 3.1 总体 E-R 图



本数据库使用 E-R 图构建数据库实体和关系，在 E-R 图中实体为放射性物质、国家/地区、放射源、洋流、监测站点、样本、检测结果。具体关系设计如下。

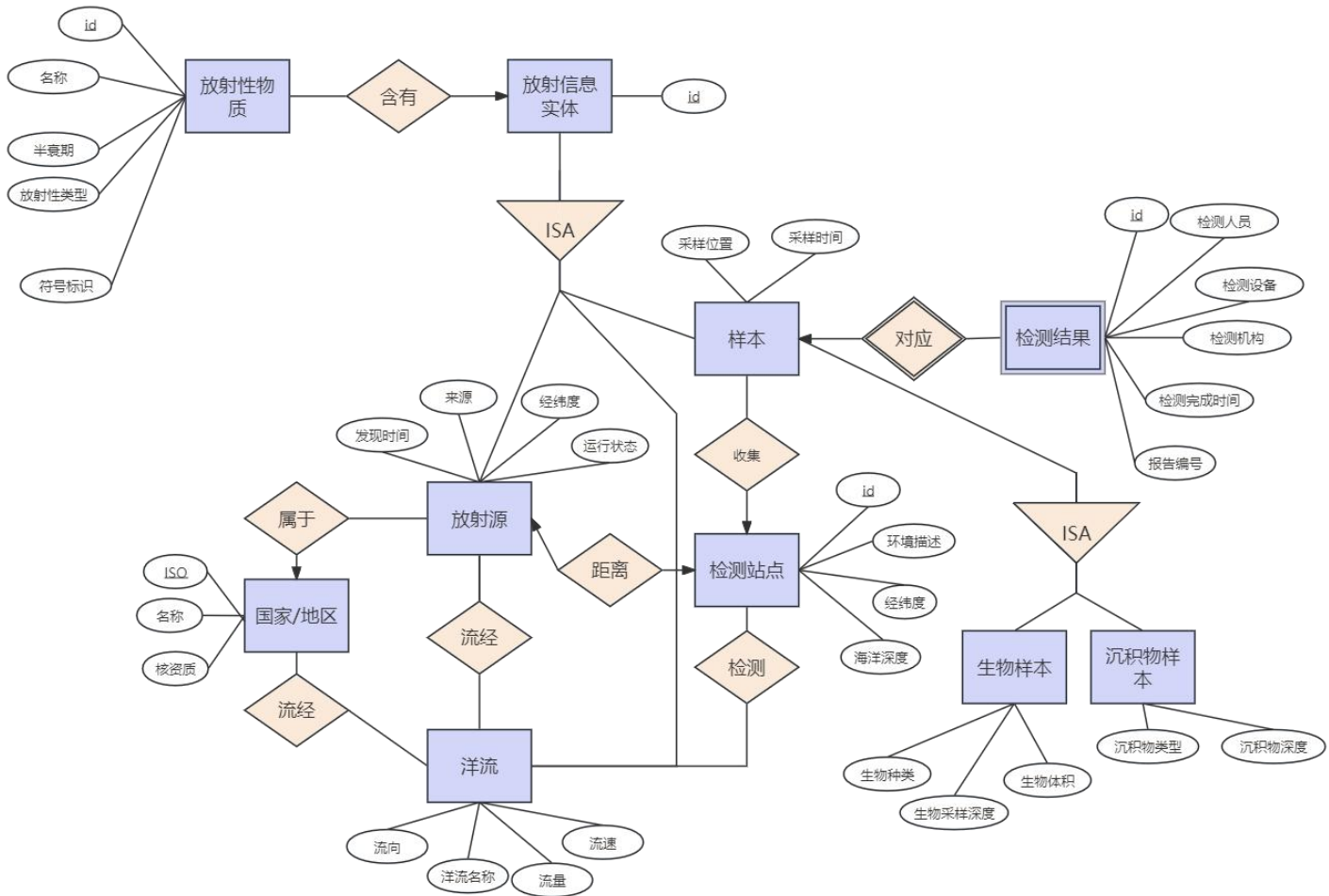


图 6. 总体 E-R 图

### 3.2 实体设计

本实验中实体设计为放射性物质、国家/地区、放射源、洋流、监测站点、样本、检测结果。

#### 3.2.1 放射性物质

放射性物质存储到常见的海洋放射性物质，如 id, 名称、半衰期、放射性类型、符号标识。其中 id 为主键。

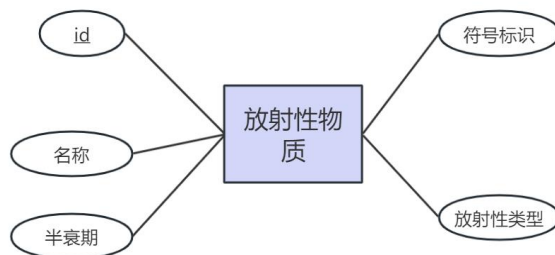


图 7. 实体-放射性物质

### 3.2.2 国家/地区

国家和地区实体属性有国家名称、国家 ISO 代码与核资质，其中 ISO 代码为主键。ISO 3166-国际标准为国际公认的国家地区代码，其中中国数字代码为 156.ISO 代码可唯一映射国家或地区，可以作为主键。核资质用于在放射源检测时为用户提供参考国家核合法性分析。

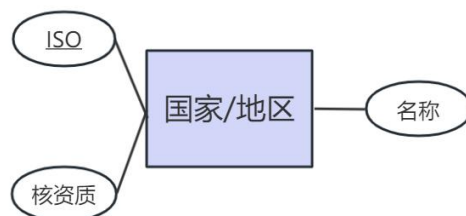


图 8. 实体-国家/地区物质

### 3.2.3 放射源

放射源实体用于存储放射物质产生地区（如核电站、核试验场、核实验室、核事故地区等）的相关属性，包括放射源的发现时间、来源、经纬度、核运行状态等。该实体以 id 作为主键。该部分为进行海洋核污染分析的重要实体，通过与监测站点相关联可以对核污染影响进行准确分析。该实体由放射源管理人员进行更新维护。

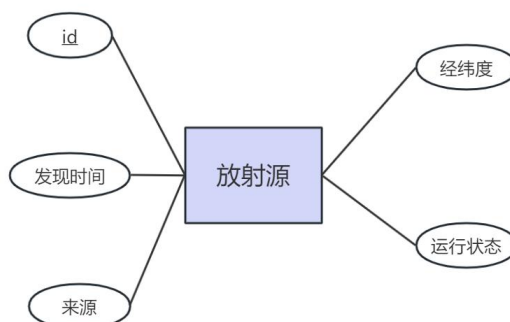


图 9. 实体-放射源

3.2.4 洋流

洋流是放射性物质分析的重要一环，洋流实体主要包括洋流流向、洋流名称、洋流流量、洋流流速等。其中主键为 id 号。洋流流经放射源从而将放射性物质运输到海洋各处，同时洋流会对国家地区产生影响、对检测站点样本产生周期性影响（如生物样本的周期性迁徙行为等）。洋流同时在预警系统中起到重要作用，通过对洋流流向的预测分析能够对海洋放射性物质扩散起到预测作用。

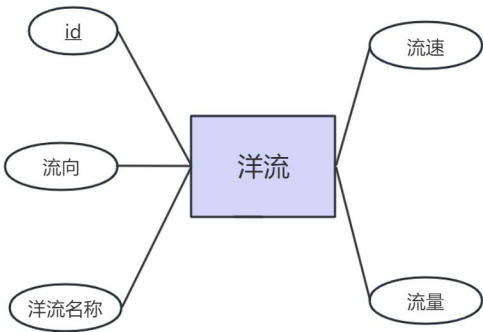


图 10 实体-洋流

3.2.5 监测站点

监测站点是进行样本收集、样本监测的重要信息来源，其分布在洋流主干位置或大洋重要位置。监测站点的属性主要为：环境描述、经纬度、海洋深度。其中主键为唯一 id 号。其中环境描述主要对海洋环境进行简要介绍，海洋深度与生物数据共同分析可了解放射性物质在不同海洋深度的分布情况。

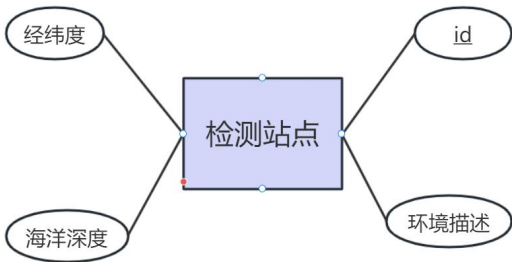


图 11 实体-监测站点

3.2.6 样本

样本设计为一个泛化实体，在高层概念实体中，样本具有唯一 id，采样位置，采样时间。对应具体实体来说，生物样本实体具有生物种类、生物采样深度、生物体积属性；沉积物样本具有沉积物类型、沉积物深度两种属性。其中生物样本

中的生物所处深度用于与监测站点深度联合分析，可以大致推算出放射性物质的层次分布情况。

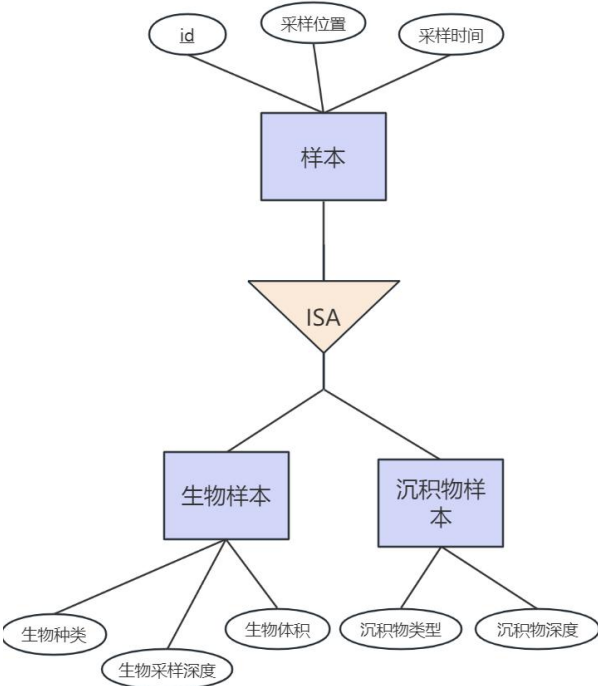


图 12 实体-样本(生物与沉积物)

3.2.7 检测结果

检测结果的属性由检测人员、检测设备、检测机构、检测完成时间、检测报告编号，其中主键为唯一 id 号进行区分。检测结果在这里被设计为弱实体类，其依赖于样本二存在，样本与检测结果之间的关系为弱实体关系。

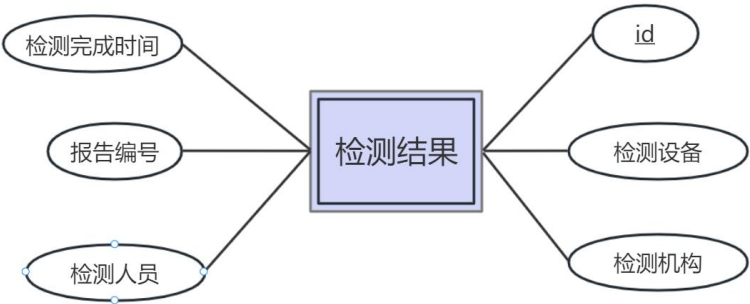


图 13 弱实体-检测结果

3.2.8 放射性物质实体

放射性物质实体为泛化类型，其对应实例有样本、洋流和放射源。该实体存在的意义是将含有放射性元素的物质实体统一起来便于后续表管理。

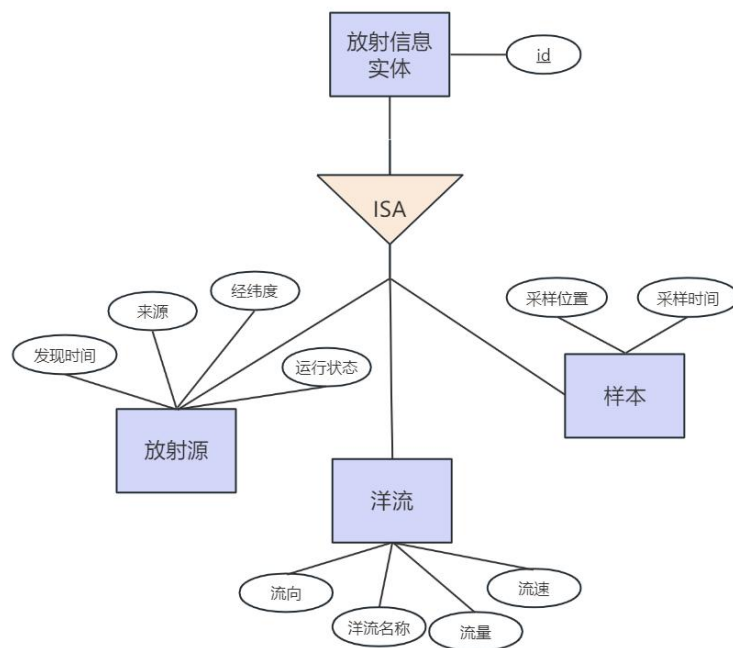


图 14 放射性物质实体

### 3.3 关系设计

#### 3.3.1 放射性物质检测关系

放射性物质属于静态表单，在 E-R 关系图中，样本实体、放射源实体和洋流实体中都会含有放射性物质，在这里为多对一的关系，一个放射源（样本、洋流）可以含有多种放射性物质。

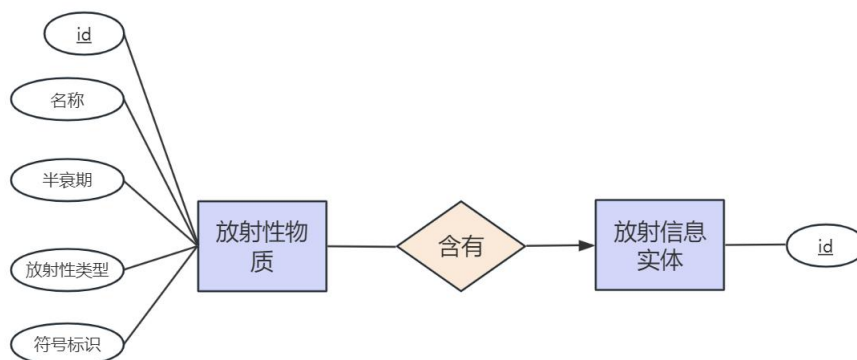


图 15 放射性物质检测关系

#### 3.3.2 放射源与国家地区关系

放射源与洋流之间为多对多的关系，放射源可以处于洋流交汇处从而影响到多个洋流，而洋流可以流经多个放射源，从而造成相互影响的关系。而放射源与

国家与地区之间是多对一的关系。由于放射源的地理位置有且仅有一个，而一个国家可以含有多个放射源，所以此处设计为多对一的关系。而国家与地区和洋流之间为多对多的关系，具体表现在国家与地区可以被多个洋流影响，一条洋流同样可以流经多个国家与地区。

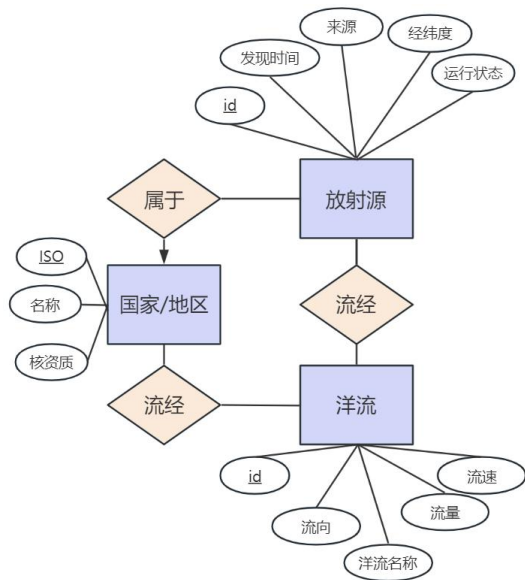


图 15 放射源与国家地区的关系

3.3.3 检测站点与样本关系

检测站点收集样本，而同一个检测站点可能收集到很多样本，包括生物样本、沉积物样本等，而一个样本只能属于一个检测站点，所以此处样本与检测站点之间为多对一关系。

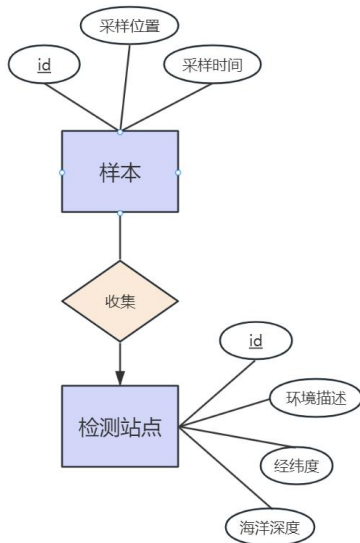


图 16 检测站点与样本的关系

3.3.4 监测站点与放射源关系

检测站点与放射源之间为多对多的关系，一个检测站点周围可以存在很多放射源，同时一个放射源周围可能存在很多监测站点。

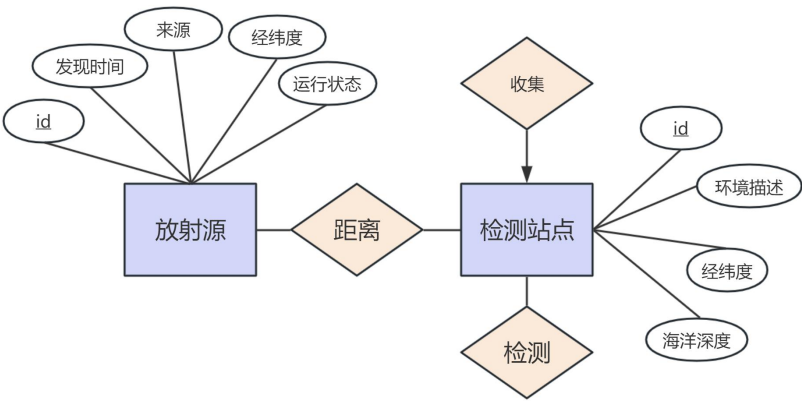


图 17 检测站点与放射源关系

3.3.5 样本与检测结果关系

样本存在检测结果才能够存在，由于这种以来关系存在且检测结果本身没有能够充当主键的属性，我在这里将检测结果设定为弱实体，将检测结果与样本之间的所属关系设置为弱实体集关系。同时注意到检测结果仅属于一个样本，而一个样本可以对应多个检测结果，所以在这里设定为多对一的关系。

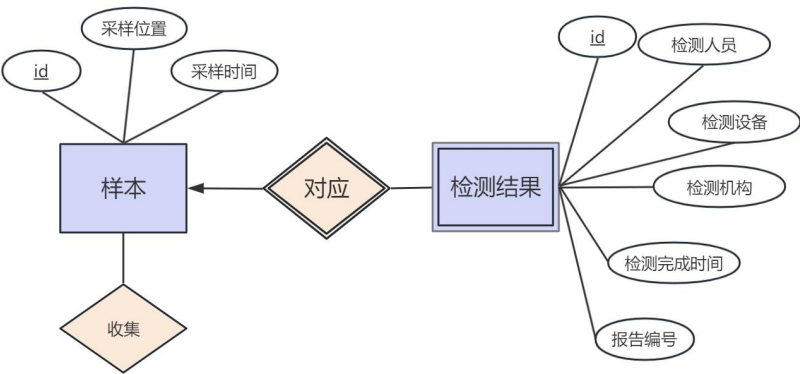


图 18 样本与检测结果的关系

四、逻辑设计



## 4.1 关系模式设计

此处将描述关系进行转化得到关系模型，并对关系模型进行修改调整使其满足 3NF 原则。同时会将关系进行进一步简化去除冗余信息连接。

实体与关系转换：

**放射性物质 (rd\_substances)** = (放射性物质 id, 放射信息实体 id, 放射性物质含量, 放射性物质名称, 半衰期, 放射类型, 符号标识, 危害程度)  
(rd\_sub\_id, rd\_entity\_id, rd\_vol, name, half\_life, ray\_type, sign, danger)

**放射源实体 (rd\_sources)** = (放射信息实体 id, 发现时间, 来源, 经纬度, 运行状态, 国家 ISO 标号)  
(rd\_sub\_id, st\_time, source, lg, at, status, ISO\_country)

**洋流实体 (currents)** = (放射信息实体 id, 流向, 洋流名称, 流量, 流速)  
(rd\_sub\_id, direction, name, current\_vol, velocity)

**检测站点实体 (stations)** = (站点 id, 环境描述, 经纬度, 海洋深度)  
(station\_id, desc, lg, at, depth)

**样本实体 (samples)** = (放射信息实体 id, 采样位置, 采样时间, 站点 id)  
(rd\_sub\_id, location, time, station\_id)

**生物样本实体 (bio\_samples)** = (放射信息实体 id, 生物种类, 生物采样深度, 生物体积)  
(rd\_sub\_id, type, depth, size)

**沉积物样本实体 (sed\_samples)** = (放射信息实体 id, 沉积物类型, 沉积物深度)  
(rd\_sub\_id, type, depth)

**检测结果实体 (detec\_res)** = (结果 id, 检测人员, 检测设备, 检测机构, 检测完成时间, 检测报告编号, 放射性实体 id (样本))  
(detec\_res\_id, emp\_name, equipment, agency, time, report\_id, rd\_sub\_id)

**国家/地区 (regions)** = (国家 ISO 编码, 名称, 核资质)

(ISO\_country, name, qualification)

洋流流经 (passing) = (国家 ISO 编码, 放射性实体 id (洋流、放射源))  
(ISO\_country, rd\_sub\_id)

放射源与站点距离 (distances) = (放射信息实体 id (放射源), 站点 id, 距离)  
(rd\_sub\_id, station\_id, distance)

3NF: 3NF 范式的要求包括: 关系中的每一列都必须直接依赖于主键、不能有传递依赖、不能有更低级别的非主属性依赖于更高级别的非主属性。在此关系模型中, 每个实体都有一 i 个主键, 每一列都直接依赖主键, 没有出现传递以来的情况, 同时没有出现耕地级别的非主属性依赖于更高级别的非主属性的情况。

且该模型中关系不存在插入异常、删除异常核大量冗余, 满足 2NF 以及 3NF 范式要求。

## 4.2 表结构设计

### 4.2.1 放射性物质 (rd\_substances)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
rd_sub_id	放射性物质 id	INT		非空
rd_entity_id	放射信息实体 id	INT		主键, 自增
rd_vol	放射物质含量	FLOAT	0.0	非空
name	放射物质名称	VARCHAR(50)		唯一, 非空
half_life	放射物质半衰期	INT		唯一, 非空
ray_type	Alpha, beta, gamma 射线等	INT		非空, 取值 (0-2)
sign	物质符号标识	VARCHAR(50)		唯一, 非空
danger	对人体危害程度	FLOAT	0.0	非空

### 4.2.2 放射源实体 (rd\_sources)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
----	----	------	-----	----

rd_sub_id	放射信息实体 id	INT		主键，自增
time	放射源发现/成立/产生时间	TIMESTAMP		唯一，非空
source	放射源产生原因	VARCHAR(50)		非空
lg	放射源地理坐标	FLOAT		非空
at	放射源地理坐标	FLOAT		非空
status	运行状态信息	VARCHAR(50)	NORMAL	
ISO_country	国家标准标识符	INT		符合 ISO 标准

#### 4.2.3 洋流实体(currents)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
rd_sub_id	放射信息实体 id	INT		主键，自增
direction	洋流流向	FLOAT		
name	洋流名称	VARCHAR(50)		
current_vol	洋流流量	FLOAT		
velocity	洋流流速	FLOAT		

#### 4.2.4 检测站点实体(stations)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
station_id	站点 id 标识	INT		主键，自增
desc	站点环境概述	VARCHAR(50)		
lg	放射源地理坐标	FLOAT		非空
at	放射源地理坐标	FLOAT		非空
depth	站点位置所在海洋深度	FLOAT		

#### 4.2.5 样本实体(samples)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
rd_sub_id	放射信息实体 id	INT		主键，自增
lg	放射源地理坐标	FLOAT		非空
at	放射源地理坐标	FLOAT		非空
time	样本采样时间	TIMESTAMP		非空
station_id	样本所属站点 id	INT		外键，非空

#### 4.2.6 生物样本实体(bio\_samples)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
rd_sub_id	放射信息实体 id	INT		主键，自增
type	生物种类信息	VARCHAR(50)		非空
depth	生物采样信息	FLOAT		
size	样本生物体积	FLOAT		

#### 4.2.7 沉积物样本实体(sed\_samples)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
rd_sub_id	放射信息实体 id	INT		主键，自增
type	沉积物的类型	VARCHAR(50)		
depth	沉积物采样深度	FLOAT		

#### 4.2.8 检测结果实体(detec\_res)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
detec_res_id	结果标识符	INT		主键，自增
emp_name	检测人员姓名	VARCHAR(50)		
equipment	检测设备名称	VARCHAR(50)		
agency	检测机构名称	VARCHAR(50)		

time	检测完成时间	TIMESTAMP		
report_id	对应检测报告的编号	INT		非空
rd_entity_id	结果对应检测样本 id	INT		外键，非空

#### 4.2.9 国家/地区实体(regions)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
ISO_country	国家标准标识符	INT		主键，符合 ISO 标准
name	名称	VARVCHAR(50)		
qualification	国家持有核能源的资质	VARCHAR(50)		

#### 4.2.10 洋流流经关系(passing)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
ISO_country	国家标准标识符	INT		主键，符合 ISO 标准
rd_sub_id	国家拥有的放射源	INT		外键，非空

#### 4.2.11 放射源与站点距离(distances)

属性	说明	数据类型	默认值	约束
rd_sub_id	放射源 id	INT		主键，非空
station_id	站点 id	INT		外键，非空
distance	放射源与站点的距离	FLOAT		非空

## 五、物理设计

物理设计是数据库构建过程中的关键阶段，其目标是根据所选的关系数据库特性对逻辑模型进行存储结构设计。除了确定数据的存储方式外，物理设计还专注于建立数据库的索引结构。尽管索引并非数据库的强制组成部分，但良好设计

的索引结构可以显著提高数据库查询效率。索引作为一种数据结构，用于加速数据检索，通过在表的列上创建索引，可以降低查询的响应时间。因此在物理设计过程中，需要仔细考虑选择哪些列作为索引列、考虑联合索引的使用、选择适当的索引类型以及定期维护和优化索引。通过合理的索引设计，可以在提高查询性能的同时避免引入过多的额外开销。

### 5.1.1 索引设计

索引设计充分考虑数据量较大且频繁查询的表，建立相应的索引以提高查询效率。重点关注常用作查询条件的字段，如 `where`、`order by`、`group by` 等操作，为这些字段建立索引以优化相关查询。在选择索引列时，优先考虑区分度较高的列，尽量建立唯一索引，以提高索引效率。

对于字符串类型的字段，特别是长度较长的情况，可以考虑使用前缀索引，以适应字段特点。倾向于使用联合索引而不是单列索引，通过减少索引数量来节省存储空间，并在查询时避免回表，提高查询效率。此方法需要谨慎控制索引的数量，因为索引越多，维护索引结构的代价越大，可能会影响增删改查的效率。

在处理 `NULL` 值时，对于不能存储 `NULL` 的索引列，创建表时使用 `NOT NULL` 进行约束来提高优化器的性能。同时设计索引强调对每个表的主键建立索引，对于单一主键或联合主键都考虑建立相应的索引，有助于提高数据检索的效率和整体数据库性能。

基于以上设计理念将设计索引表如下：

表名	属性	索引类型	描述
rd_substances	rd_entity_id	主键索引	放射元素唯一标识
rd_sources	rd_sub_id	主键索引	放射源唯一标识
	ISO_country	唯一索引	外键，查询放射源归属地
currents	rd_sub_id	主键索引	洋流唯一标识
stations	station_id	主键索引	监测站唯一标识
samples	rd_sub_id	主键索引	样本唯一标识
	station_id	唯一索引	外键，查询样本归属站点
bio_samples	rd_sub_id	主键索引	生物样本唯一索引
sed_samples	rd_sub_id	主键索引	沉积物样本唯一索引
detec_res	detec_res_id	主键索引	检测结果唯一索引
	rd_sub_id	唯一索引	外键，查询检测结果所属样本
regions	ISO_country	主键索引	国家地区唯一索引

passing	ISO_country	普通索引	国家地区标识索引
	rd_sub_id	唯一索引	外键，查询国家周边的放射源和洋流
distances	rd_sub_id	主键索引	放射源唯一索引
	station_id	唯一索引	外键，查询监测站与放射源距离

### 5.1.2 安全性设计

**视图访问控制：**针对不同用户角色设置不同访问视图（权限），在本项目中，数据库管理员可以 CRUD 所有表单，而数据分析人员和海产品厂商可以仅可查看不同表单进行分析工作，放射源管理人员和样本检测人员有权查看部分相关表单并可以分别仅对放射源管理相关和样本检测相关表单进行更新、添加操作。

**数据备份恢复：**对数据库中的数据进行多机（多地）容灾备份，防止数据丢失损坏等。同时需要具备数据恢复机制，保证数据意外丢失后能即时恢复数据。

**用户端安全性：**在本项目注册时强制采用强密码，并要求定期更新密码，保证系统登陆安全性；同时可以考虑添加公钥和私钥等保密服务保障数据库数据安全性。

## 六、系统实现

该部分将在课程设计中完成