



南开大学
Nankai University

南开大学

计算机学院和密码与网络空间安全学院

《软件工程》课程作业

需求分析

姓名：陆皓喆

学号：2211044

专业：信息安全

指导教师：刘健

2025 年 4 月 16 日

目录

1	引言	3
1.1	编写目的	3
1.2	项目背景	3
2	任务概述	4
2.1	任务目标	4
2.2	用户特点	4
2.3	假定与约束	5
2.3.1	假定	5
2.3.2	约束	5
3	业务描述	6
3.1	系统总业务流程图及其描述	6
3.2	各个子业务流程图及其描述	9
3.2.1	在线访客	9
3.2.2	普通注册用户	10
3.2.3	养殖户	11
3.2.4	专业科研人员	12
3.2.5	政府机构人员	13
3.2.6	系统管理人员	14
4	数据需求	15
4.1	数据需求描述	15
4.1.1	用户数据	15
4.1.2	环境数据	15
4.1.3	气象数据	16
4.1.4	生物数据	16
4.1.5	设备数据	17
4.2	数据流图	17
4.2.1	顶层数据流图	18
4.2.2	用户信息数据流图	19
4.2.3	养殖信息数据流图	20
4.2.4	大模型辅助分析数据流图	21
4.2.5	风险管理与预警数据流图	22
4.3	数据字典	22
4.3.1	用户数据	22
4.3.2	环境数据	23
4.3.3	气象数据	24
4.3.4	生物数据	25
4.3.5	设备数据	26

5 功能需求	27
5.1 功能划分	27
5.2 功能描述	27
5.2.1 用户信息模块	27
5.2.2 数据分析处理模块	28
5.2.3 可视化展示模块	29
5.2.4 风险管理与预警模块	29
5.2.5 系统管理模块	30
5.2.6 用户管理模块	31
5.2.7 大模型辅助分析模块	31
6 性能/非功能需求	32
6.1 准确性	32
6.2 及时性	32
6.3 可扩充性	33
6.4 易用性	33
6.5 易维护性	33
6.6 标准性	34
6.7 先进性	34
6.8 安全性	34
6.9 美观性	34
6.10 兼容性	34
7 系统运行要求	35
7.1 硬件配置要求	35
7.2 软件配置要求	36

1 引言

1.1 编写目的

本文档基于实验资料编写，主要目的是为了给本小组在开发《软件工程》大作业——《智慧海洋牧场可视化系统》时，提供一个准确、详细、具体、全面的需求文档，来帮助我们更好地完成本次大作业的项目开发。

在以往的项目团队开发中，我常常遇到这样的问题：

- 团队成员对于**项目需求**不明确；
- 代码开发较为“**私人化**”，无法看懂别人编写的代码，也无法对别人的代码进行调用；
- 对于组内**公份私份任务**，无法做到明确的区分，代码编写效率低，团队沟通成本大；
- 没有使用**目标分解**和**目标放大**来牵引整个项目，导致编写的项目功能有时会偏离目标功能；
-

我发现，追根究底，是我们对于**大型项目开发经验**的欠缺。因此，本学期在学习了《软件工程》课程后，我们初步了解到了一个大型项目的开发流程，明白了在开发前，首先需要进行初步的**需求分析**和**软件设计**。

因此，本次作业，我们在开发我们的项目之前，首先对整个项目进行详细的需求分析，以上就是我们对于本文档的编写目的。

1.2 项目背景

中国是全球渔业养殖的领头羊，水产养殖产量连续多年位居世界第一，占全球总产量的 60% 以上，为国民经济发展和食品安全提供了重要保障。然而，传统的水产养殖模式普遍依赖人工经验管理，存在**环境监控滞后**、**病害频发**、**资源浪费**等问题。例如，2022 年数据显示，我国因水质异常导致的渔业损失高达 **20 亿元**，且养殖效率仅为发达国家先进模式的 **60%-70%**。

在国际上，挪威、日本等渔业强国已广泛应用现代信息技术优化养殖管理。例如，挪威的深海网箱养殖系统通过水质传感器、自动化投喂设备和实时监控平台，实现了养殖环境精准调控，将病害发生率降低至 5% 以下，生产效率提升 40%。这些成功案例表明，**智能化、数据驱动**的管理模式是水产养殖可持续发展的核心方向。

为应对国内水产养殖的挑战并响应全球渔业技术革新趋势，中国在“十四五”规划中明确提出建设“**物联网 + 海洋牧场**”的战略目标，旨在通过**物联网 (IoT)**、**大数据分析**、**云计算**等新一代信息技术，构建覆盖全产业链的智能化管理系统。

在此背景下，我们团队准备开发一个智慧海洋牧场可视化系统。该系统不仅是国家战略落地的关键载体，更是推动我国水产养殖从“**经验驱动**”向“**数据驱动**”跨越的核心工具。我们的目标是通过构建一个现代化的智能可视化系统，来有效**提升养殖效率**、**降低运营成本**，并为全球渔业智能化发展提供“中国方案”。

2 任务概述

2.1 任务目标

本项目的核心任务目标是通过构建我们的智慧海洋牧场可视化系统，实现从人工转向自动化，实现水产养殖全流程**智能化、数据化和可视化管理**。具体来说，主要包含以下这些目标：

1. **风险管理与预警**：通过设定固定的阈值（比如水域的溶解氧低于 4mg/L）来对我们的水域进行自动化风险管理，覆盖水质异常、病害爆发、设备故障等一系列常见问题；实现自动化预警机制，在监测到风险时实现多级报警机制，并将历史报警记录写入到预警日志中。
2. **数据自动化分析处理**：记录下全部的数据，并提供历史数据分析的功能，通过横向纵向数据对比，可以提供给用户或者科研人员、政府部门一些数据相关的规律和结果，为该系统的持久化发展提供了良好的基础。
3. **数据可视化展示**：将各项数据和自动化分析得到的结果进行可视化展示，将枯燥无味的一个个数字转化为图像来进行展示，让科研人员 and 用户都能轻松地通过可视化展示来进行总体的概括与分析。
4. **规范用户权限管理**：对于不同类型的用户，我们计划提供不同的权限，比如对于普通用户，我们提供查看数据的查看和编辑权限；但是对于科研人员，我们可以为其提供数据的导出权限；对于政府人员，我们直接为其提供只读的可视化分析报告即可。
5. **引入大模型进行智能决策**：随着大模型的迅速发展，我们可以通过在系统中引入大模型（如 deepseek, Qwen 等）来进行辅助决策，帮助科研人员、普通用户以及养殖户做出更加科学的决策，进一步优化养殖策略和调控手段。

2.2 用户特点

在前期对项目进行了简单的调研后，我们大致将使用者分为了以下几个类别：**在线访客、普通注册用户、养殖户、专业科研人员、政府机构人员以及系统管理人员**。

考虑到本系统各类用户的**使用需求和技能水平**有着较大的差异，我们按照不同用户的特点和需求，对我们的系统进行了精准化设计，下面我们分别进行用户特点的介绍，以及对应设计出所提供的功能内容与特点。

1. **在线访客**：对于在线访客来说，他们可能是通过网址简单的对本项目进行访问与查看，所以我们需要为其提供简单的页面，清晰的数据以及注册窗口的链接。考虑到在线访客可能来自各行各业，不一定具有计算机基本技术或者数据分析能力，所以我们不需要为其提供详细的数据展示。
2. **普通注册用户**：对于该类用户，一般通过在线访客进行注册即可得到账号。对于该类用户，我们需要为其提供更加详细、完整的数据和图表，以便用户完成对应的操作。但是，对于一些隐私级别的数据，比如具体养殖环境的数值，或者是整个管理系统的操作权限，我们都不能开放给普通用户，防止用户错误操作而导致的系统崩溃。
3. **养殖户**：该类用户相当于是整个系统的“拥有者”，可以实时访问、监控有关具体养殖环境、具体水质情况、具体环境等详细数据。同时，我们需要对该类用户开放编辑修改权限，使其能够正常对水质和温度进行调控。但是，我们不能将普通用户的具体信息透露给养殖户，对于用户之间的隔离性需要做好。

4. **专业科研人员：**这一类人员往往是一些具有计算机能力、数据分析能力的专业人员，我们只需要为其提供具体的数据，让他们完成对应的分析即可，他们对于项目具体的内容并不是特别需要，所以我们不需要提供给他们可视化的页面，只需要将原始的数据和需要分析的需求提供给他们，让他们来完成即可。
5. **政府机构人员：**这一类人员往往对于数据如何分析、如何可视化、如何修改系统没有什么很大的兴趣，大部分时候还是起到一个宏观、上层的指导。所以我们需要将数据进行可视化，将我们的可视化结果以及分析报告提供给他们就可以了。由于该类用户一般不会对系统上的内容进行修改，所以我们只需要为其提供只读权限即可。另外，我们还需要严格保护该类用户的隐私，一旦政府人员信息被泄露，后果不堪设想。
6. **系统管理人员：**该类人员负责整个系统的维护与管理，包括用户信息管理、权限设置、系统配置、数据库管理、隐私安全保障等。管理员需要熟练掌握技术与管理能力，可以提供给管理员全部的数据。注意，此处默认管理员是可信的，因此我们对于数据库隐私这一部分也是准备开放给管理员。当然，根据后期的实际开发，我们可以做一些微调。

总体来说，首先，系统需要恰当处理**用户的权限分配**，对于各类用户需要开放不同的权限；系统还需要保护用户的**数据隐私安全**，对于编写代码进行合理的审计，避免出现低级逻辑漏洞，导致用户数据被窃取；系统还需要处理**高并发访问**，包括对于一些高速高量的注册或者访问申请，进行适当的限制，这样可以避免一些不良人士的攻击。

2.3 假定与约束

下面，我们对于该项目给出一些简单的假定与约束。

2.3.1 假定

1. **用户访问条件：**用户无需身处养殖现场，仅需具备互联网连接的设备（PC/移动端）及主流浏览器（如 Chrome、Firefox），即可对本系统进行远程访问，实时监控与管理养殖环境。
2. **基础设施稳定性：**云服务提供商保障数据中心的高可用性，保证网络延迟处在合理的范围内，且传感器网络与自动化设备通过高速互联网稳定传输数据。
3. **技术支持保障：**对于本小组成员来说，在完成项目开发并上线后，持续提供对数据库的维护、故障的处理等服务。
4. **用户能力适配：**我们假设普通用户与养殖户通过培训（提供在线教程与操作手册）可熟练掌握系统核心功能，完成对系统中数据的提取和对文档的阅读；同时假设专业科研人员对系统有足够的了解，可以自行对数据进行提取与分析；同时假定政府部门人员有正常的阅读能力，对于项目分析报告可以正常进行阅读。

2.3.2 约束

1. 系统访问控制：

- 所有用户必须通过登录认证后方可访问系统具体数据，禁止匿名操作。
- 同一账户仅允许单地点登录，异地登录需二次验证（如人脸识别）。

- 系统自动对异常访问项目的用户进行限制或封号处理。

2. 数据安全和合规：

- 对于一些用户的个人信息，或者是系统相关的敏感数据，都需要加密进行传输和存储，防止用户隐私或者系统数据泄露。
- 对于数据库进行合理的加密，防止在代码中出现简单的漏洞，导致数据库中的信息被异常访问。

3. 安全认证有效性：

- 多因素认证（短信验证码 + 密码）可有效防止未授权访问。
- 用户密码符合复杂度要求（至少 8 位含大小写字母、数字及特殊符号），防止被口令猜测攻击或者口令爆破攻击。
- 设置人机验证，防止大规模爬虫或者机器人访问，防止系统受到类似于 DDos 之类的攻击，维护系统的安全性。

4. 用户体验与功能：

- 由于技术团队能力有限，仅提供中英文的语言设置，可以覆盖绝大部分的用户需求。
- 设计项目指导文档，但是对于一些基本的操作，我们假定了用户已经掌握，所以用户的网页简单访问能力也是本项目的一个约束。

5. 系统可扩展性：

- 后端暂定使用 C++ 或者 java 来进行构建，前端使用当前主流框架来进行搭建，确保系统的可扩展性；
- 为了保证项目的后续发展，对于数据库大小的约束，我们可以首先开放到最大，同时初步完成多数数据表的构建，为后续的发展做好兼容准备。

6. 运维与成本：

- 由于本小组成员时间与精力都有限，所以我们仅提供简单的运维服务。
- 暂定完成开发后，一段时间之内进行项目的管理。
- 对于成本的分配，目前初步暂定将 60% 的成本分配到硬件环境上，40% 的成本分配到软件环境上。

3 业务描述

3.1 系统总业务流程图及其描述

下面是我们设计的本系统总业务流程图：

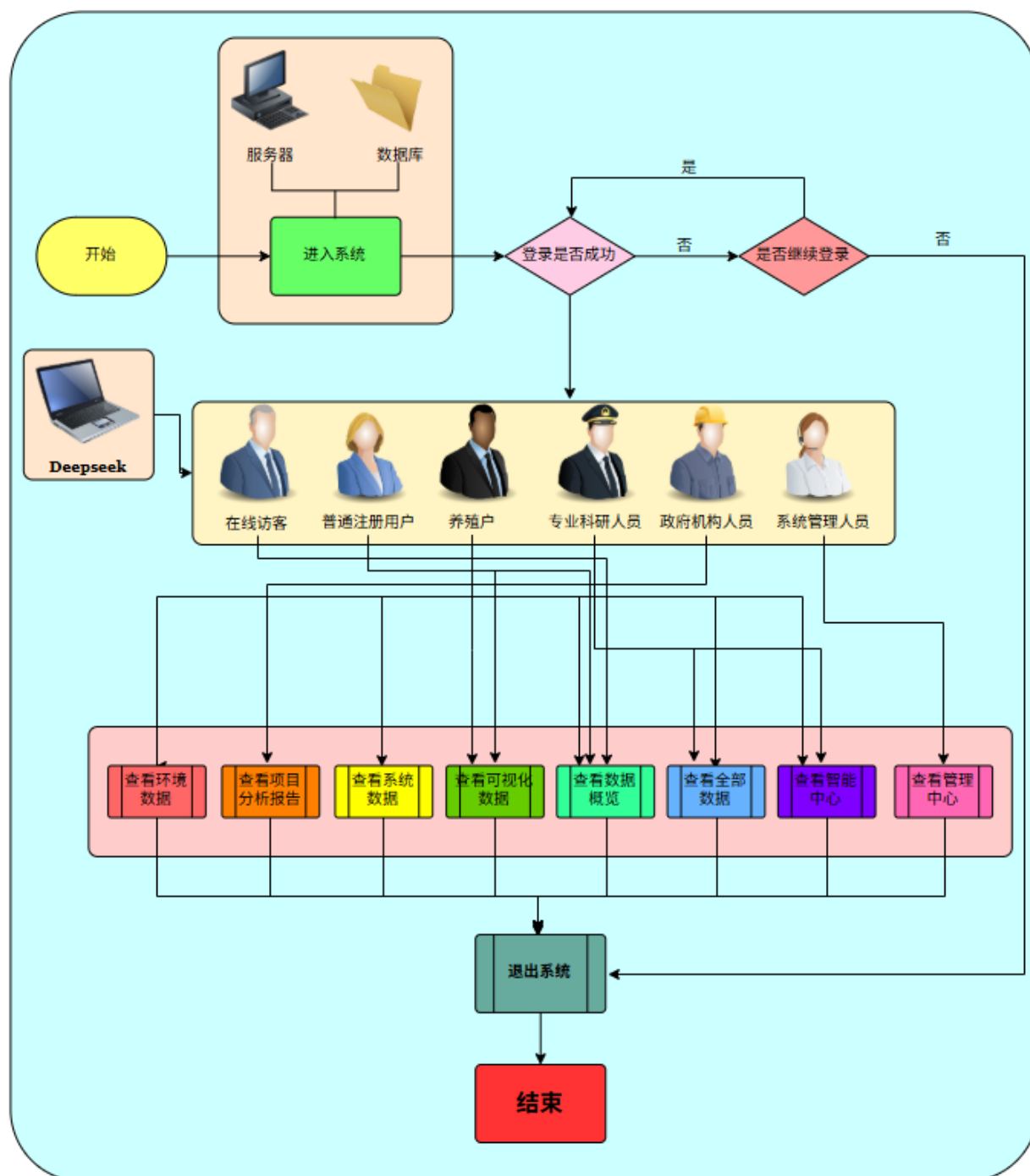


图 3.1: 系统总业务流程图

下面我们简单做一下介绍。

当我们的海洋牧场监测系统启动后，用户需要进入系统，进行登录操作。若登录成功，则直接跳转到我们的功能页面；若登录不成功，则询问用户是否需要继续登录，若需要继续登录，则继续跳转到登录是否成功的页面；若不需要继续登录，就直接退出系统，程序结束。

登陆成功后，系统中的服务器中的数据库内部存储着该用户的个人信息，包括其身份类别。我们共设计了六个身份类别，分别为在线访客、普通注册用户、养殖户、专业科研人员、政府机构人员和系统管理人员。他们分别具有以下的这些功能：

- **在线访客**：查看数据概览；
- **普通注册用户**：查看可视化数据、查看数据概览；
- **养殖户**：查看环境数据、查看系统数据、查看可视化数据、查看全部数据、查看数据概览、查看智能中心；
- **专业科研人员**：查看全部数据、查看智能中心；
- **政府机构人员**：查看项目分析报告；
- **系统管理人员**：可以查看全部的内容。

除此之外，我们还设计了大模型辅助分析，通过 Deepseek 对我们的行为进行辅助指导。在下一个小节中，我将会对**各子业务流程图**进行设计与描述。

3.2 各个子业务流程图及其描述

3.2.1 在线访客

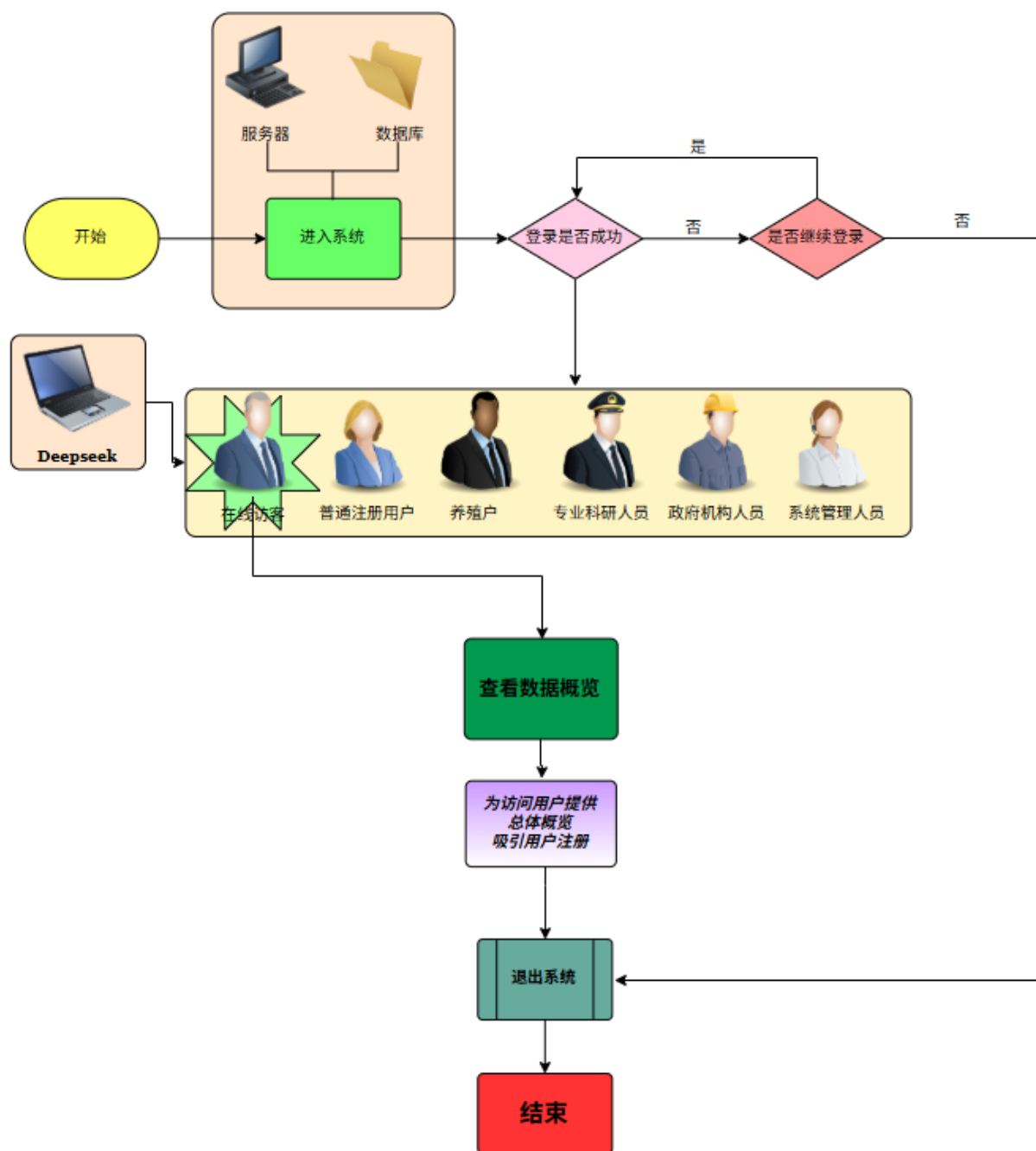


图 3.2: 在线访客流程图

在线访客在进入系统后，由于没有登录，所以我们需要为其提供一个登录的界面，让在线访客可以进行正常的注册操作。同时，由于在线访客人数较多，我们就不需要为其提供数据可视化了，只需要为其提供数据概览即可，这样也可以做到吸引用户来进行注册。

3.2.2 普通注册用户

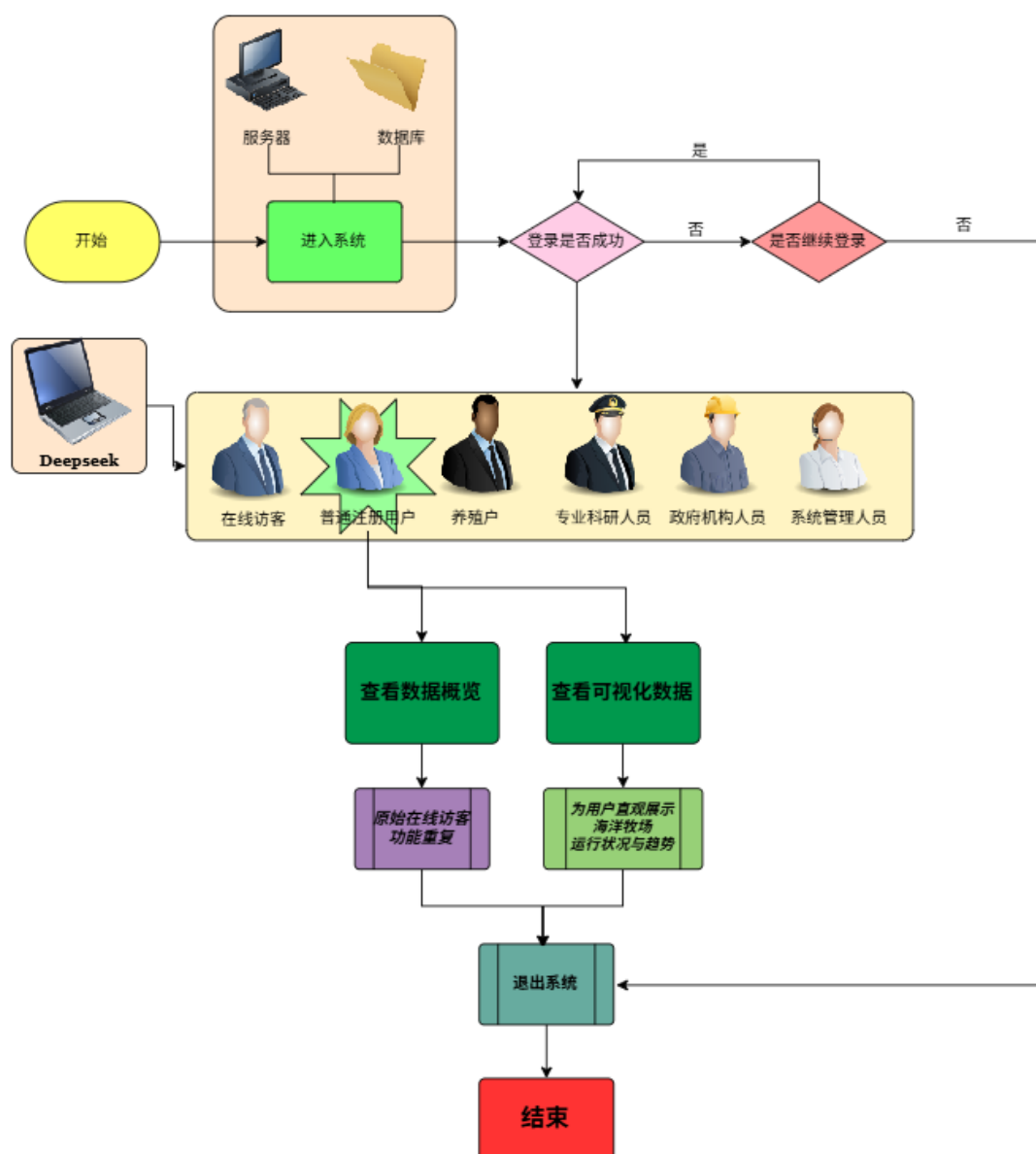


图 3.3: 普通注册用户流程图

作为普通用户，在登录成功后，进入到项目的主页面，系统会为普通用户展示当前海洋牧场所搜集到的一些数据的**可视化结果**。同时，我们还能观察到在线访客也可以观察到的信息，也就是数据概览。通过这样的设计，我们可以保证已经注册的用户可以通过观察可视化结果，**直观地**了解到海洋牧场目前的运行状况和趋势。

但是，我们默认普通用户没有专业的计算机知识和数据分析能力，因此为他们展示全部数据或者详细数据内容会比较多余，因此我们不进行展示。当用户观看完毕后，便可以选择退出系统，结束整个流程。

3.2.3 养殖户

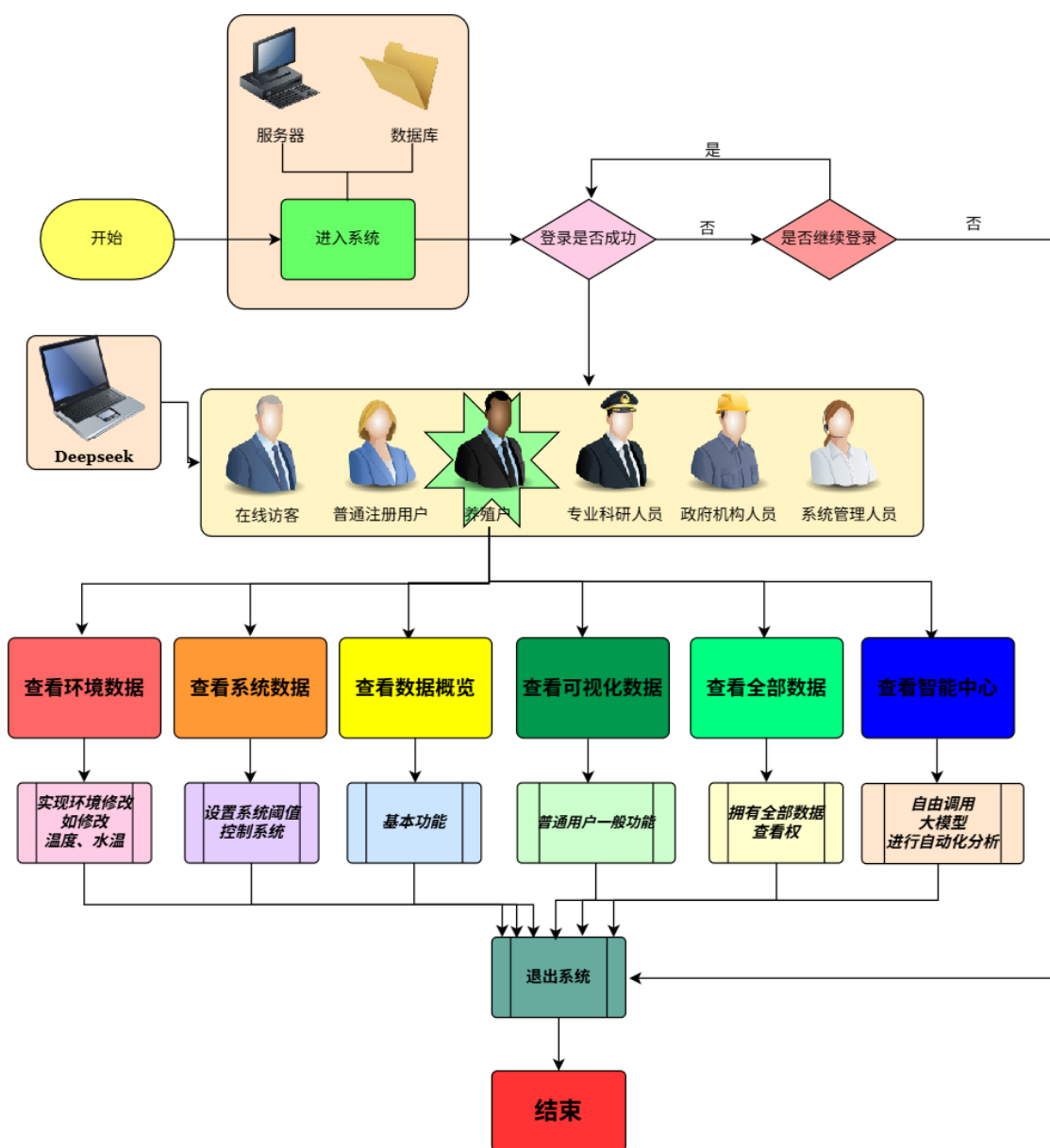


图 3.4: 养殖户流程图

作为养殖户，有权限打开以上列举的六类数据内容。首先，养殖户有权限对数据概览与可视化数据进行查看，这都是普通用户的基本功能。然后，作为主要的核心用户，养殖户拥有查看环境数据的权限，可以通过查看环境数据，了解当前的**渔场环境**，并且根据自己的经验进行微调；还可以查看系统数据，通过设置**系统阈值**来对系统的风险与安全进行控制与保证；还可以对全部的数据进行查看，这样养殖户就可以了解到某些**单独的异常的数据**，从而对系统进行合适的调整；同时，养殖户还可以通过**大模型来进行自动化分析**，因此我们把智能中心的权限也给了养殖户。最后，用户可以选择退出系统，结束当前的流程。

3.2.4 专业科研人员

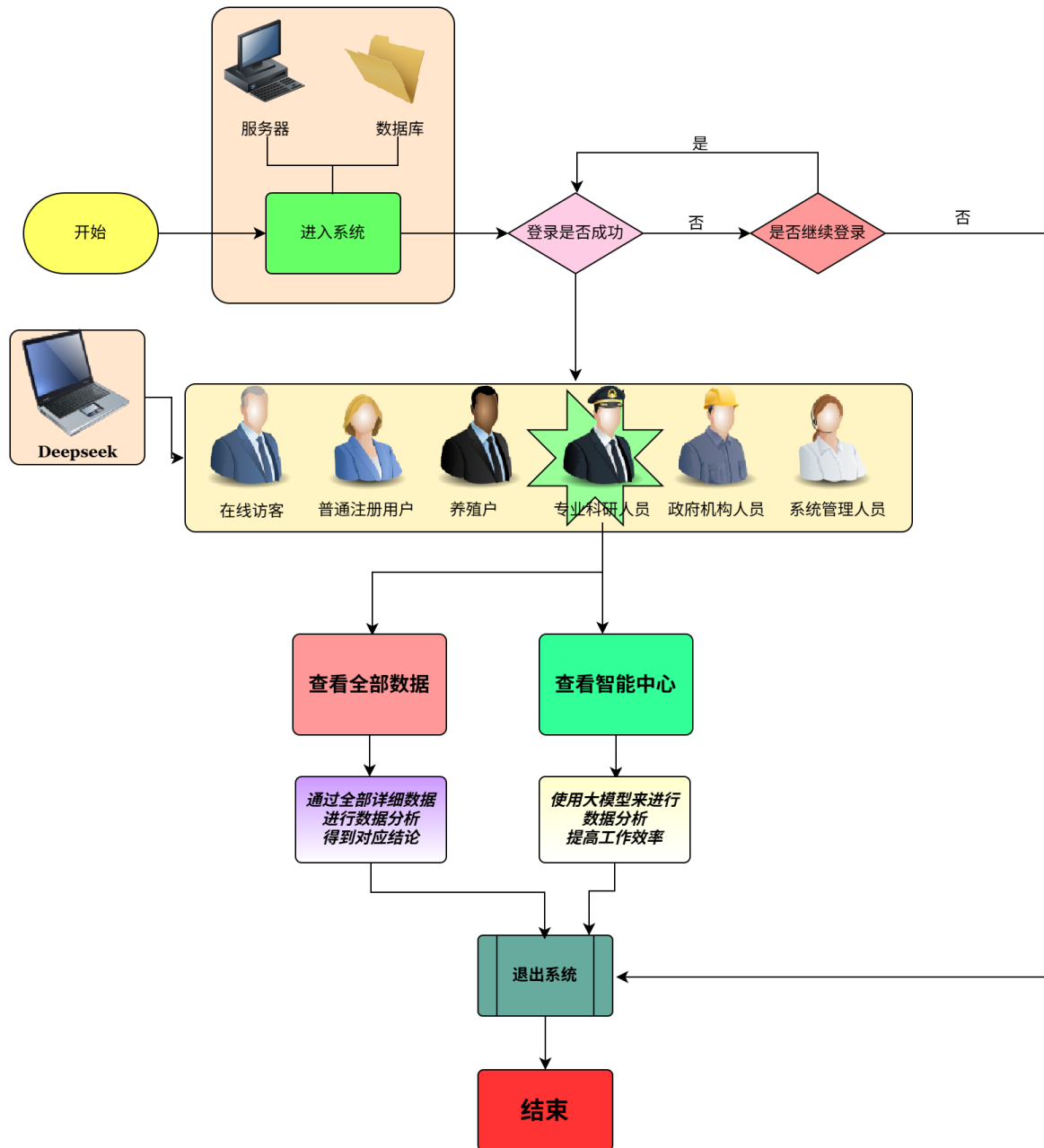


图 3.5: 专业科研人员流程图

对于专业科研人员来说，最重要的就是该系统全部的数据。可视化对于科研人员来说是没有用的，科研人员需要通过**查看全部数据**来进行**详细、完整**的数据分析，还可以通过大模型进行辅助分析。因此我们给专业科研人员分配查看全部数据和查看智能中心的功能。

3.2.5 政府机构人员

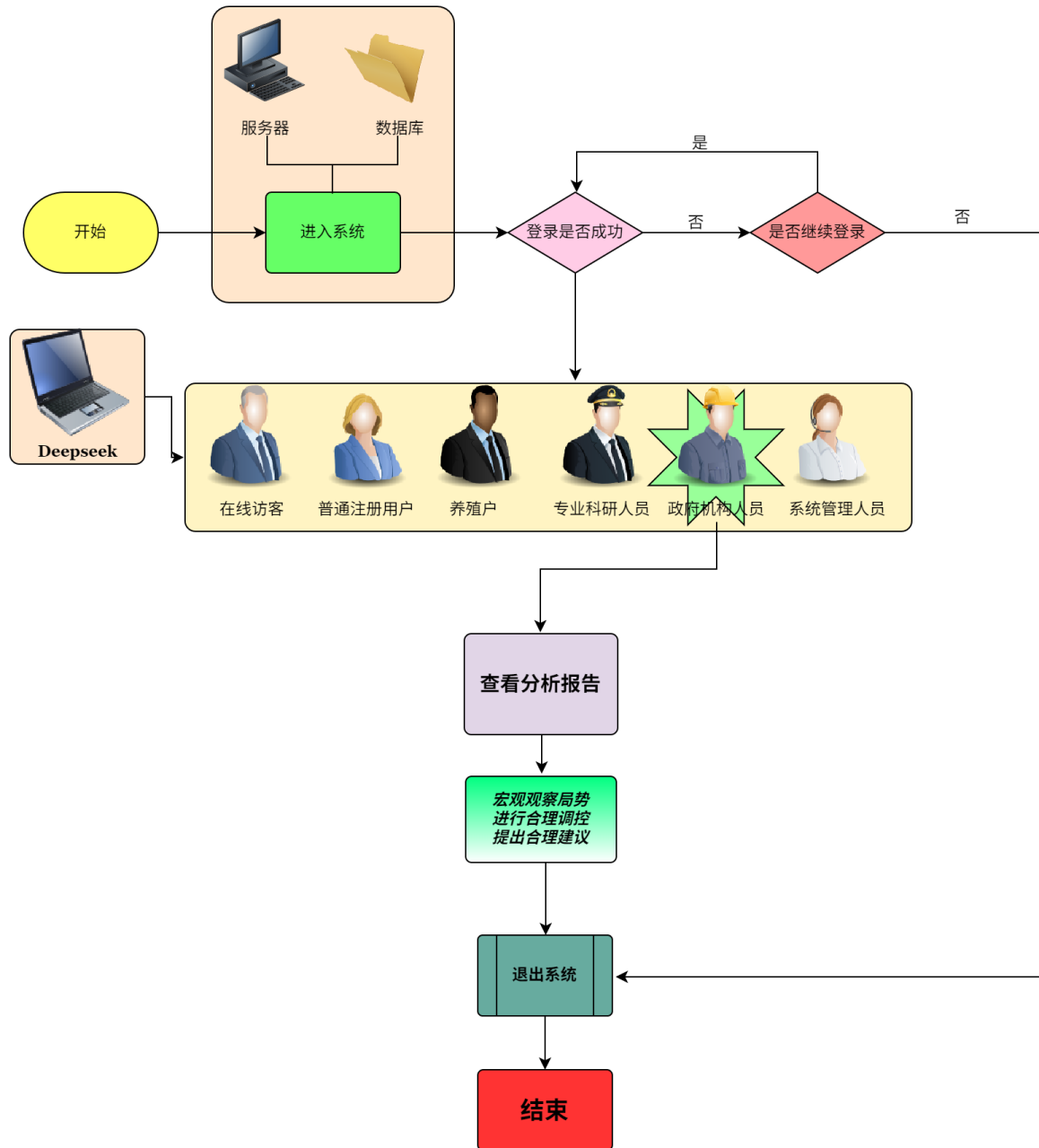


图 3.6: 政府机构人员流程图

对于政府机构人员来说，他们不需要知道具体的数据内容，也不需要进行可视化的查看，他们只需要查看对应的分析报告，从而提出对应的**建议和调控方法**。因此，我们设计将专业科研人员分析得到的**分析报告**提供给政府机构人员，通过宏观查看分析报告，就可以对我们的系统提出一些可靠的建议。

3.2.6 系统管理人员

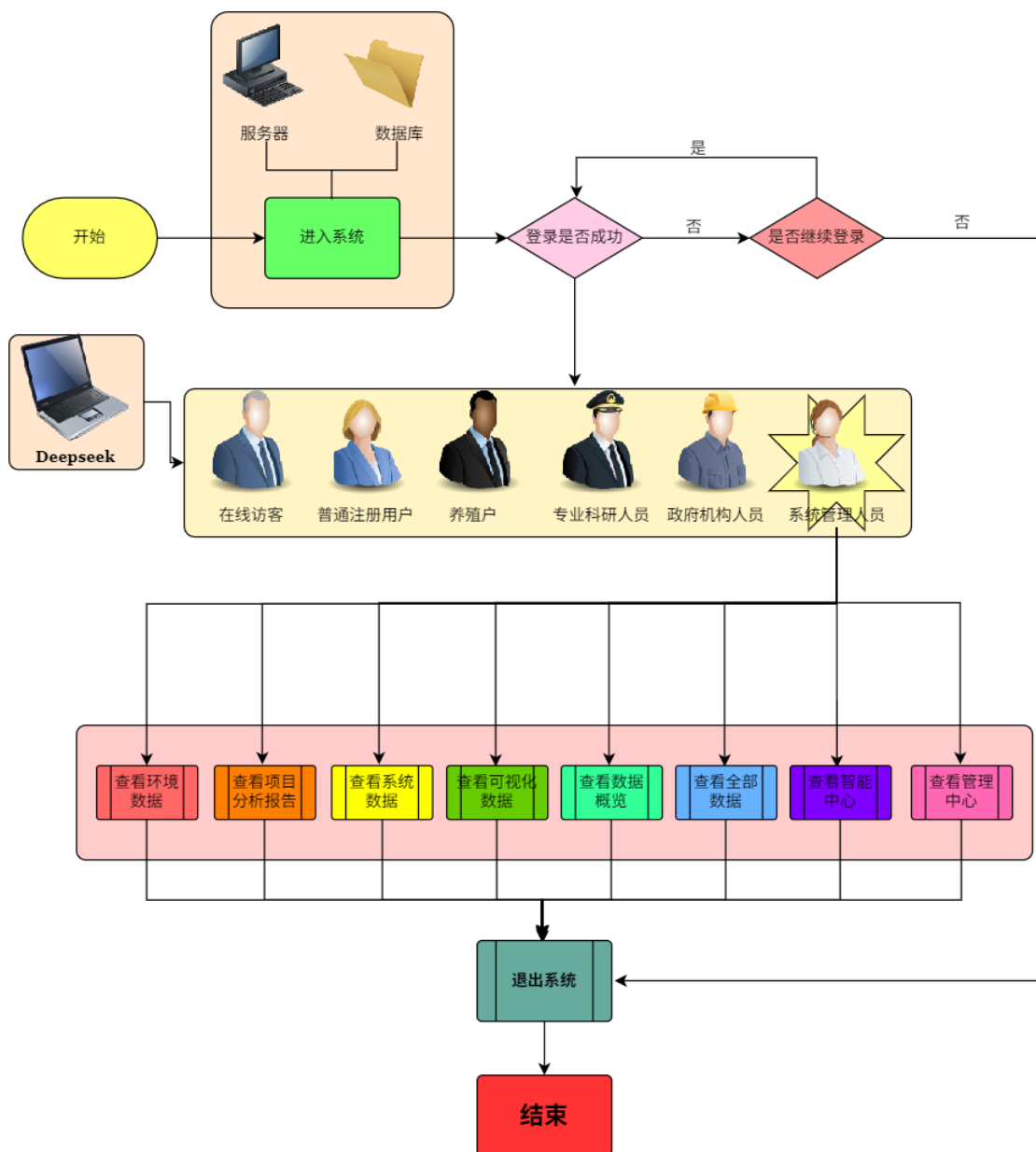


图 3.7: 系统管理人员

对于系统的管理人员，也就是拥有**最高权限**的用户，对于养殖户可以查看的数据，我们的管理人员都可以进行查看。另外，我们也分配给管理人员智能中心，使其通过大模型进行高效率的决策。对于管理人员来说，我们单独将管理中心的权限分配给他们，在管理中心中，我们有管理人员、管理渔场等管理功能。管理人员代表着可以对数据库进行**增删改查**，管理渔场代表着可以对**环境数据**、**系统阈值**等内容进行更换与修改。所以，我们的管理人员实际上权限是非常高的，我们需要保证这些人员不会对系统造成损失。

4 数据需求

4.1 数据需求描述

下面，我们首先对本项目所需要的数据进行一一列举，方便我们后期进行数据库的构建以及数据的搜集。一般来说，我们的项目有以下主体：**使用用户、渔场环境、气象、生物（渔场）、设备等。**

4.1.1 用户数据

1. 基础信息

- 用户名
- 用户 ID(唯一标识)
- 联系方式
- 用户角色
- 用户的邮箱
- 用户的性别
- 用户的年龄
- 用户的电话号码

2. 安全权限

- 用户的密码的哈希值
- 用户的登录 ip 地址
- 用户的职位

3. 附加信息

- 用户操作日志
- 用户访问记录

4.1.2 环境数据

1. 水质参数

- pH 值
- 溶解氧 (mg/L)
- 水温 (°C)
- 浊度 (NTU)
- 氨氮浓度 (mg/L)
- 盐度 (ppt)
- 电导率 (S/cm)

2. 地理信息

- 监测点经纬度
- 渔场分区编号

3. 时间与来源

- 数据采集时间戳
- 传感器设备 ID（关联设备数据）
- 数据录入方式（自动/手动）

4.1.3 气象数据

1. 核心指标

- 气温 (°C)
- 相对湿度 (%)
- 风速 (m/s)
- 风向 (角度/文字描述)
- 降水量 (mm/h)
- 气压 (hPa)
- 光照强度 (lux)
- 紫外线指数

2. 时空关联

- 气象站位置
- 数据时间粒度（每小时/每日）

3. 灾害预警

- 极端事件标记（如台风、冰雹）

4.1.4 生物数据

1. 养殖对象信息

- 物种名称
- 生长阶段（鱼苗/幼体/成体）
- 种群密度（尾/m³）
- 平均体长/体重

2. 健康管理

- 病害记录（类型、发病时间、用药方案）
- 死亡率统计（日/周/月）

3. 生产管理

- 投喂记录（饲料类型、用量、时间）
- 收获批次（时间、重量、规格）
- 繁殖数据
- 产卵量
- 孵化率
- 幼苗成活率

4.1.5 设备数据

1. 设备档案

- 设备 ID
- 名称
- 型号
- 生产厂商
- 设备类型（传感器、增氧机、水质监测仪等）
- 安装位置（关联渔场分区）

2. 运行状态

- 实时状态（在线/离线/故障）
- 电量/能耗数据（针对无线设备）
- 校准记录与维护周期

3. 数据流关联

- 设备与数据归属关系
- 预警配置
- 阈值设置

4.2 数据流图

这一部分，我们通过展示各模块的**数据流图**来对我们的系统进行进一步的设计与分析。

4.2.1 顶层数据流图

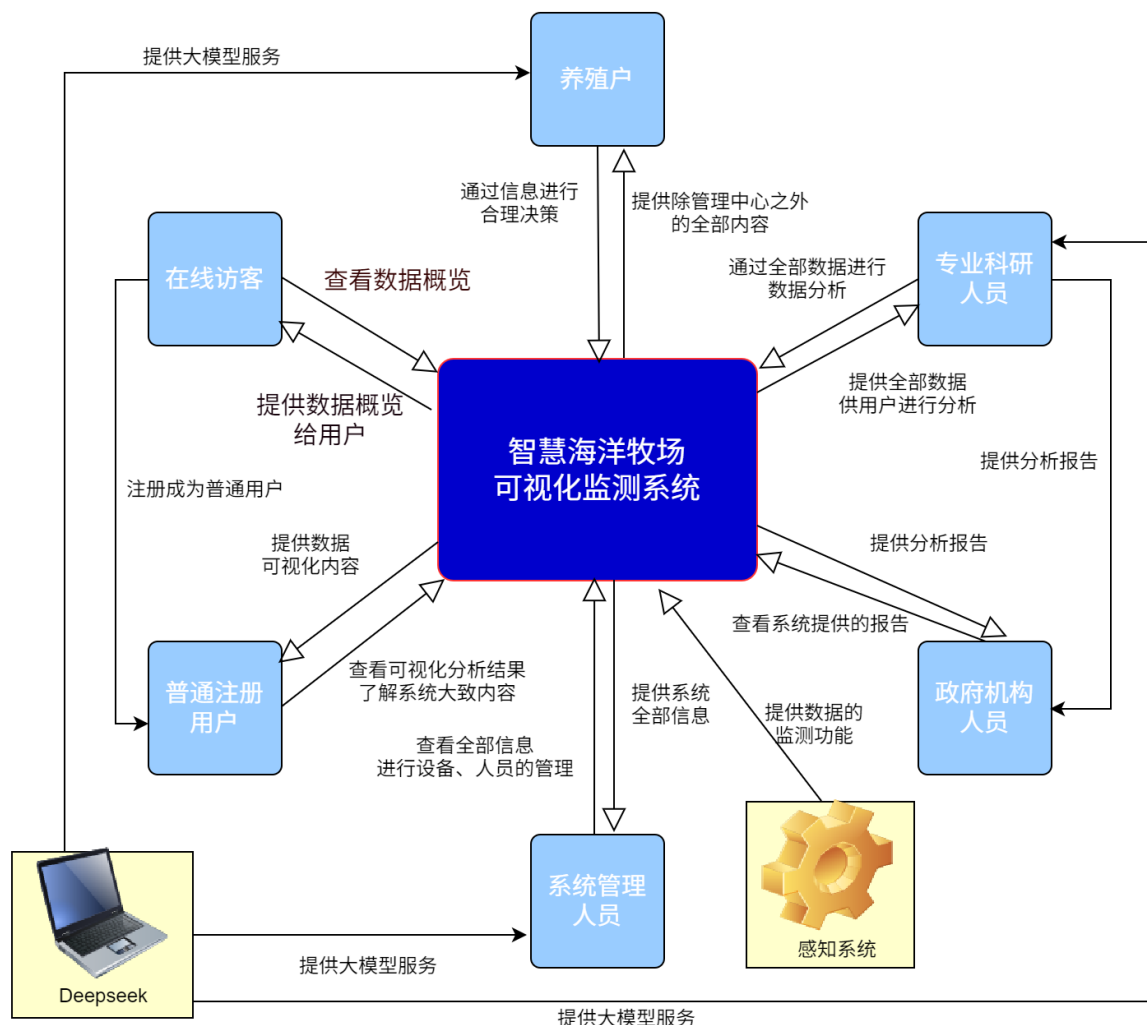


图 4.8: 顶层数据流图

我们简单介绍一下我们的顶层数据流图设计。首先，我们拥有六个用户类型主体。其中，在线访客可以通过注册成为普通用户，专业科研人员可以通过数据分析，提供给政府机构人员对应的报告。当然这个报告是存储在我们的系统之中的，不是由专业科研人员直接提供的。然后有关用户与系统的交互，我们在前面的内容中都已经提及了，所以此处不再阐述。我们系统中的感知系统为整个系统提供了实时的数据监测，系统得到数据后再传给其他用户。当然，养殖户有权利调整对应的感知系统的阈值等内容。对于大模型辅助，我们给养殖户、系统管理人员、专业科研人员提供了该功能，后续开发中可能还会根据实际需求进行微调。

4.2.2 用户信息数据流图

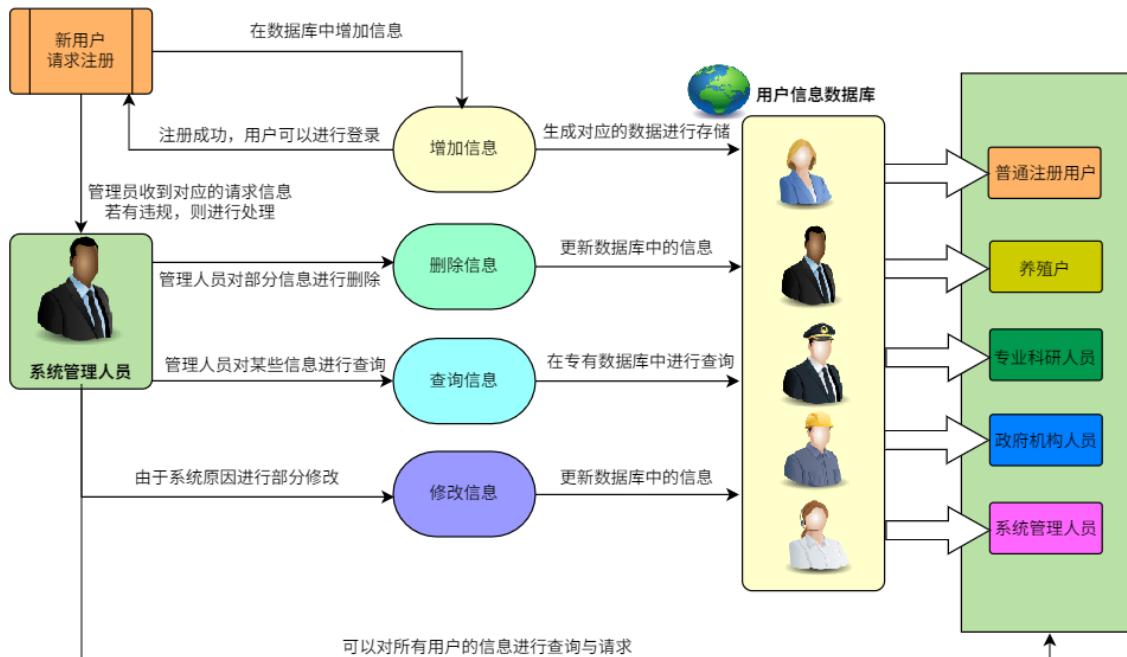


图 4.9: 用户信息数据流图

上面是我们的**用户信息流图**，我们对其进行简单的分析：

1. 首先当新用户请求注册的时候，请求数据库中的额添加信息操作，在数据库中写入相应的信息；然后系统返回给新用户注册成功的信息，并将注册的信息记录在注册日志中，系统管理人员可以随时查看，若发现有异常注册情况，管理人员可以及时地溯源和处理；
2. 管理人员可以对系统信息进行修改和查询，还可以对用户的信息进行查询；
3. 对于数据库的增删改查操作都可以反馈到数据库中，并分块存储到用户信息数据库中，保证用户信息的安全；
4. 各级用户权限分明，只能拿到有关自己的数据。

4.2.3 养殖信息数据流图

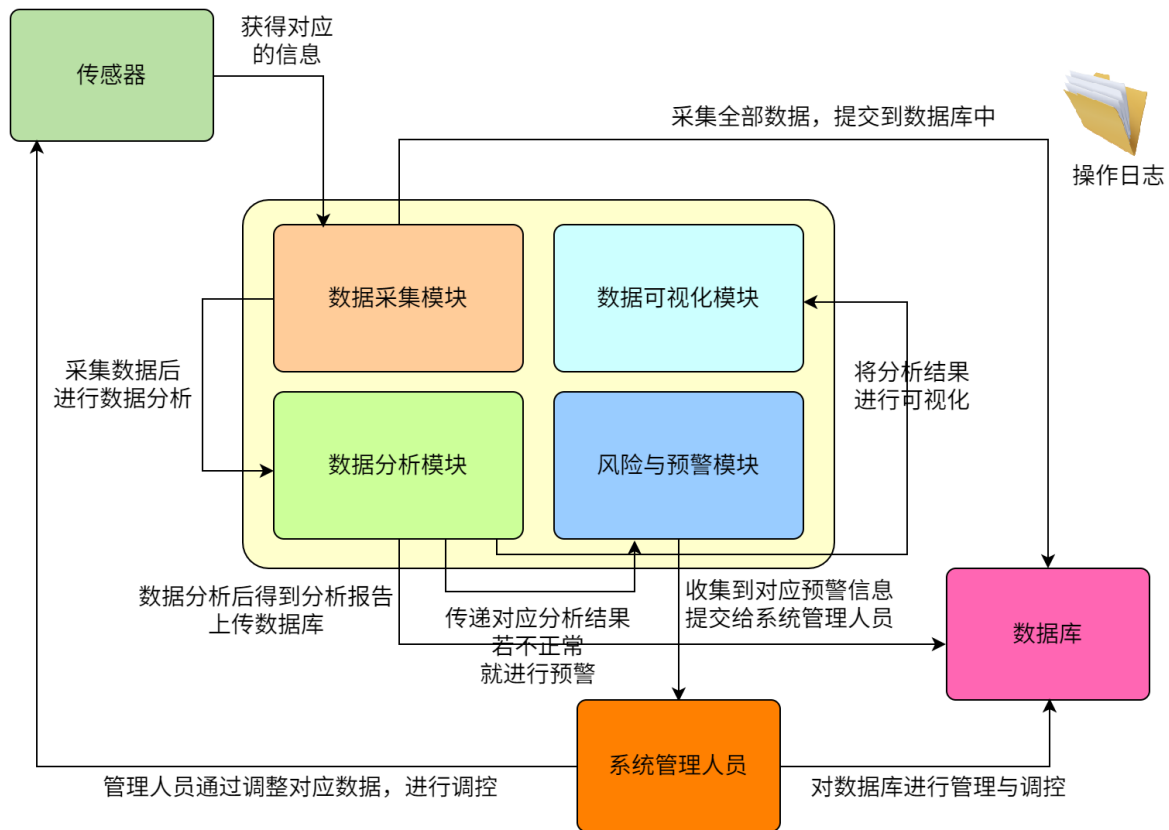


图 4.10: 养殖信息数据流图

上面是我们的养殖信息数据流图，我们对其进行简单的分析：

1. **传感器**可以获得对应的环境、天气等信息，传递给我们的数据采集模块；
2. **数据采集模块**采集数据后，提供给数据分析模块，进行数据的分析；采集全部数据，将数据提交到数据库中；
3. **数据分析模块**将分析结果传输到数据可视化模块中，将分析结果进行可视化；传输到数据库中，存储到库中；传输到风险与预警模块中，传递对应分析结果，若不正常的话，就进行对应的预警操作；
4. **风险与预警模块**收到预警信息后，就会将预警信息传递给系统管理人员和养殖户等，让其做出对应的反映；
5. **数据可视化模块**得到可视化分析报告后，将报告传输给政府机构人员。

4.2.4 大模型辅助分析数据流图

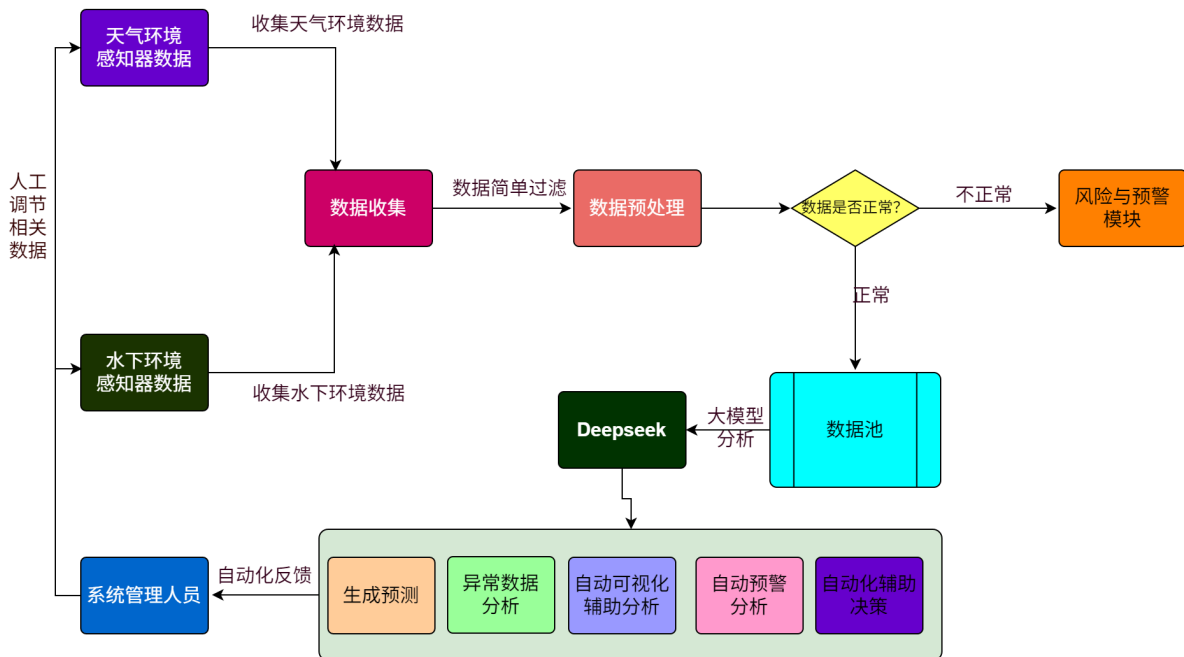


图 4.11: 大模型辅助分析数据流图

上面是我们的大模型辅助分析数据流图，我们对其进行简单的分析：

1. **数据收集器**收集天气环境感知器数据和水下环境感知器数据，得到完整的数据集；
2. **数据预处理器**对数据做了简单的过滤，并判断数据是否正常。若数据不正常，则反馈到风险与预警模块；若正常，则传输到数据池中；
3. **数据池**主要完成基于大模型的分析，具有以下功能：生成预测、异常数据分析、自动可视化辅助分析、自动预警分析、自动化辅助分析等；
4. **大模型**自动将各类异常数据和情况反馈给系统管理人员，让具有权限的管理人员对天气环境感知器和水下环境感知器进行简单的调整。

4.2.5 风险管理与预警数据流图

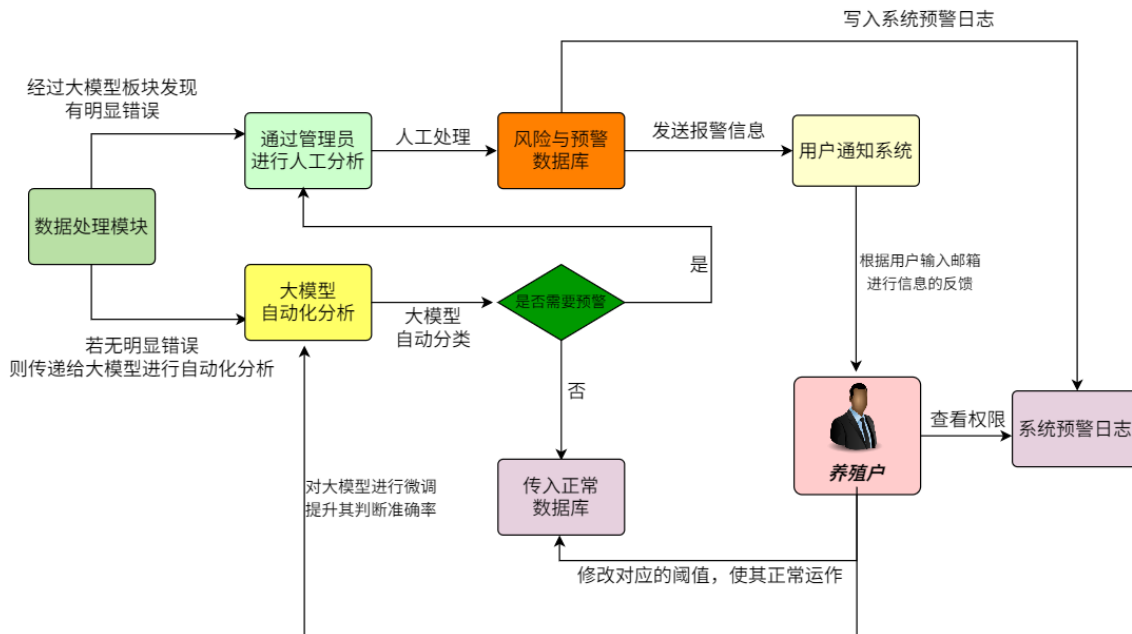


图 4.12: 风险管理与预警数据流图

上面是我们的**风险管理与预警数据流图**，我们对其进行简单的分析：

1. **数据处理模块**首先对输入信息进行筛选，若有明显问题的数据，就直接通过管理员进行分析；若无明显错误，则交给大模型进行自动化分析；
2. 管理员对明显错误的数据和大模型自动化分析得到的危险数据进行人工的处理，并将这些数据存入**风险与预警数据库**；
3. **数据库**接收到信息后，向用户通知系统发送信息，通过用户输入的邮箱或者联系方式进行进一步反馈；
4. **养殖户**具有系统预警日志的查看权限，可以进行对应的调控。

4.3 数据字典

本部分，我们就前面章节中提到的数据需求来对我们的数据进行具体的解释与说明，以便后期进行统一编程。

4.3.1 用户数据

1. 数据项

- **用户名**：用户自定义的名称，用于标识身份，字符串类型。
- **用户 ID**：系统分配的唯一标识，字符串类型。

- **联系方式**：可包含电话、邮箱等多种形式，字符串类型。
- **用户角色**：如管理员、普通用户、操作员等，字符串类型。
- **用户邮箱**：用户的电子邮箱地址，字符串类型。
- **用户性别**：取值为男、女或其他，字符串类型。
- **用户年龄**：以整数表示用户的年龄数值。
- **用户电话号码**：用户的联系电话，字符串类型。
- **用户密码哈希值**：对用户密码进行哈希处理后的字符串值，用于安全验证。
- **用户登录 IP 地址**：用户登录系统时的 IP 地址，字符串类型。
- **用户职位**：用户在组织或业务中的职位名称，字符串类型。
- **用户操作日志**：记录用户对系统的操作行为、时间等信息，字符串类型。
- **用户访问记录**：记录用户访问系统模块、时间等信息，字符串类型。

2. 数据结构

- **用户基本信息**：包含用户名、用户 ID、联系方式、用户角色、用户邮箱、用户性别、用户年龄、用户电话号码。
- **用户安全信息**：包含用户密码哈希值、用户登录 IP 地址、用户职位。
- **用户行为信息**：包含用户操作日志、用户访问记录。

3. 数据流

- **用户信息输入流**：用户注册、信息修改时，数据从用户端输入到系统服务器。
- **用户信息输出流**：系统向用户展示个人信息、操作反馈等数据时，从服务器输出到用户端。

4. 数据存储

- **用户信息数据库**：用于存储用户的各项数据，支持数据的增删改查操作，可按用户 ID 等索引快速检索。

5. 处理过程

- **用户信息录入**：用户注册或更新信息时，系统对输入数据进行格式校验、合法性检查后存入数据库。
- **用户信息查询**：用户或系统管理员可根据条件查询用户信息，系统从数据库获取并返回结果。
- **用户权限验证**：用户登录或访问受限功能时，系统根据用户角色、权限配置等进行验证。

4.3.2 环境数据

1. 数据项

- **水温**：以摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$) 为单位，浮点数类型，反映水体温度。
- **pH 值**：表示水质酸碱度，无单位，浮点数类型。

- **浊度**：单位为 NTU (Nephelometric Turbidity Units)，浮点数类型，体现水中悬浮颗粒物浓度。
- **溶解氧**：单位为毫克每升 (mg/L)，浮点数类型，指水中溶解氧含量。
- **氨氮浓度**：单位为毫克每升 (mg/L)，浮点数类型，指示水中氨或氨水浓度。
- **硝酸盐浓度**：单位为毫克每升 (mg/L)，浮点数类型，反映水体肥沃度和微生物活动。
- **盐度**：以千分比 (‰) 为单位，浮点数类型，代表水中盐分浓度。
- **监测点经纬度**：以字符串形式表示 (如 “经度, 纬度”)，记录环境数据采集点地理位置。
- **渔场分区编号**：字符串类型，标识渔场不同分区。
- **数据采集时间戳**：记录数据采集的具体时间，时间类型。
- **传感器设备 ID**：字符串类型，唯一标识采集数据的传感器设备。
- **数据录入方式**：取值为 “自动” 或 “手动”，字符串类型。

2. 数据结构

- **水质参数信息**：包含水温、pH 值、浊度、溶解氧、氨氮浓度、硝酸盐浓度、盐度。
- **地理信息**：包含监测点经纬度、渔场分区编号。
- **时间与来源信息**：包含数据采集时间戳、传感器设备 ID、数据录入方式。

3. 数据流

- **环境信息输入流**：环境数据由各类传感器自动采集 (自动录入时) 或人工录入 (手动录入时)，传输到中央数据存储系统。
- **环境信息输出流**：数据从存储系统输出到数据分析模块、用户界面，供分析和监控。

4. 数据存储

- **环境信息数据库**：存储环境监测的所有历史和实时数据，支持按时间、监测点等多维度索引。

5. 处理过程

- **环境信息录入**：传感器自动或人工将数据按格式要求录入数据库，系统进行数据格式校验。
- **环境信息查询**：用户可按时间、监测点等条件查询环境数据，系统从数据库获取并展示。
- **环境信息分析**：利用数据分析算法，对环境数据进行趋势分析、关联性分析等，辅助决策。

4.3.3 气象数据

1. 数据项

- **气温**：单位为摄氏度 (°C)，浮点数类型，代表空气温度。
- **相对湿度**：以百分比 (%) 表示，浮点数类型，反映空气湿度情况。
- **风速**：单位为米每秒 (m/s)，浮点数类型，指示风的速度。
- **风向**：可以角度或文字描述 (如 “东风”)，字符串类型。
- **降水量**：单位为毫米每小时 (mm/h)，浮点数类型，记录单位时间降水情况。

- **气压**：单位为百帕（hPa），浮点数类型，体现大气压力。
- **光照强度**：单位为勒克斯（lux），浮点数类型，衡量光照强弱。
- **紫外线指数**：整数类型，反映紫外线强度。
- **气象站位置**：以字符串表示（如经纬度、地址描述），标识气象站地理位置。
- **数据时间粒度**：取值为“每小时”“每日”等，字符串类型，说明数据采集时间间隔。
- **极端事件标记**：记录如台风、冰雹等极端气象事件，字符串类型。

2. 数据结构

- **核心指标信息**：包含气温、相对湿度、风速、风向、降水量、气压、光照强度、紫外线指数。
- **时空关联信息**：包含气象站位置、数据时间粒度。
- **灾害预警信息**：包含极端事件标记。

3. 数据流

- **气象信息输入流**：气象数据由气象站设备自动采集，传输至气象数据存储中心。
- **气象信息输出流**：数据从存储中心输出到气象分析系统、用户终端，用于分析和展示。

4. 数据存储

- **气象信息数据库**：存储气象相关的历史和实时数据，支持按时间、地理位置等检索。

5. 处理过程

- **气象信息录入**：气象设备采集的数据自动录入数据库，系统进行数据质量检查。
- **气象信息查询**：用户可按时间、地点等条件查询气象数据，系统返回查询结果。
- **气象信息分析与预警**：对气象数据进行分析，当数据达到极端事件阈值时，触发灾害预警机制。

4.3.4 生物数据

1. 数据项

- **物种名称**：养殖生物的种类名称，字符串类型。
- **生长阶段**：取值为鱼苗、幼体、成体等，字符串类型。
- **种群密度**：单位为尾/m³，浮点数类型，体现单位体积内生物数量。
- **平均体长/体重**：以长度单位（如厘米）和重量单位（如克）表示，字符串类型。
- **病害记录**：记录病害类型、发病时间、用药方案等信息，字符串类型。
- **死亡率统计**：按日、周、月统计的生物死亡比例，浮点数类型。
- **投喂记录**：包含饲料类型、用量、投喂时间等信息，字符串类型。
- **收获批次**：记录收获时间、重量、规格等信息，字符串类型。
- **繁殖数据**：涉及产卵量、孵化率、幼苗成活率等，字符串类型。
- **产卵量**：生物产卵的数量，整数类型。

- **孵化率**：卵的孵化比例，浮点数类型。
- **幼苗成活率**：幼苗存活的比例，浮点数类型。

2. 数据结构

- **养殖对象信息**：包含物种名称、生长阶段、种群密度、平均体长/体重。
- **健康管理信息**：包含病害记录、死亡率统计。
- **生产管理信息**：包含投喂记录、收获批次、繁殖数据、产卵量、孵化率、幼苗成活率。

3. 数据流

- **生物信息输入流**：养殖人员或自动化设备记录生物数据，传输到生物数据管理系统。
- **生物信息输出流**：数据从管理系统输出到养殖决策支持系统、用户界面，辅助养殖决策和展示。

4. 数据存储

- **生物信息数据库**：存储生物养殖过程中的各类数据，支持按物种、时间等维度查询。

5. 处理过程

- **生物信息录入**：人工或设备自动将生物数据录入数据库，系统进行数据完整性校验。
- **生物信息查询**：养殖人员可按需求查询生物数据，系统返回相应结果。
- **生物信息分析**：分析生物生长、健康、生产等数据，为养殖策略调整提供依据。

4.3.5 设备数据

1. 数据项

- **设备 ID**：设备的唯一标识，字符串类型。
- **名称**：设备的名称，字符串类型。
- **型号**：设备的型号规格，字符串类型。
- **生产厂商**：设备的生产厂家名称，字符串类型。
- **设备类型**：如传感器、增氧机、水质监测仪等，字符串类型。
- **安装位置**：标识设备安装所在渔场分区等位置信息，字符串类型。
- **实时状态**：取值为在线、离线、故障等，字符串类型。
- **电量/能耗数据**：针对无线设备，记录电量或能耗数值，浮点数类型。
- **校准记录与维护周期**：记录设备校准时间、维护计划等信息，字符串类型。
- **设备与数据归属关系**：说明设备采集数据的关联关系，字符串类型。
- **预警配置**：设备预警条件、通知方式等配置信息，字符串类型。
- **阈值设置**：设备运行参数的阈值，如温度、压力等阈值，字符串类型。

2. 数据结构

- **设备档案信息**：包含设备 ID、名称、型号、生产厂商、设备类型、安装位置。

- **运行状态信息：**包含实时状态、电量/能耗数据、校准记录与维护周期。
- **数据流关联信息：**包含设备与数据归属关系、预警配置、阈值设置。

3. 数据流

- **设备信息输入流：**设备自身状态数据自动采集或人工录入设备管理系统，相关配置信息可由管理员录入。
- **设备信息输出流：**数据从管理系统输出到设备监控界面、预警系统，用于监控和预警。

4. 数据存储

- **设备信息数据库：**存储设备相关的各类数据，支持按设备 ID 等快速检索。

5. 处理过程

- **设备信息录入：**设备数据录入系统，系统对设备档案信息进行完整性检查，对运行状态数据进行格式校验。
- **设备信息查询：**用户可按设备 ID、类型等条件查询设备信息，系统返回结果。
- **设备状态监控与预警：**实时监控设备运行状态，当数据达到阈值时，根据预警配置触发预警。

5 功能需求

5.1 功能划分

经过调研与规划，我们初步将海洋牧场监测可视化系统进行如下的划分：

1. 用户信息模块
2. 数据分析处理模块
3. 可视化展示模块
4. 风险管理与预警模块
5. 系统管理模块
6. 用户管理模块
7. 大模型辅助分析模块

下一小节我们将围绕以上**七个功能**板块进行具体的功能描述。

5.2 功能描述

5.2.1 用户信息模块

用户信息模块负责所有用户账户的管理，包括用户的注册、身份认证、信息维权、权限分配及日志记录等，确保各类用户的操作安全、数据准确和权限隔离。细分功能如下：

- **用户注册与基础信息采集：**系统支持用户用手机号或邮箱注册账号。注册时需填写姓名、联系方式、性别、年龄、角色类型（在线访客、普通用户、养殖户、科研人员、政府人员、系统管理员），并设置密码。系统为每个用户分配唯一 ID，所有信息实时写入数据库。注册过程需通过短信或邮箱验证码，防止恶意注册。注册完成后系统自动生成初始化操作日志。
- **登录与身份认证：**用户可用账号和密码登录，系统会校验状态和密码是否正确。养殖户和系统管理员等高权限账户登录时需进行双因素认证（短信、邮箱验证码或人脸识别），普通用户可选择是否开启。系统也支持企业 SSO、微信等第三方登录。检测到异地或异常设备登录时，要求额外认证并记录设备、位置等信息。
- **密码与账号安全管理：**用户可通过验证手机号或邮箱找回密码，重置链接有有效期。修改密码时需输入原密码，系统会检查密码复杂度。后台定期检测弱密码并提醒用户更换。多次登录失败会自动冻结账号，并通知用户和管理员。
- **个人信息维护与权限管理：**用户登录后可在个人中心查看和修改联系方式、头像、偏好等个人信息（唯一 ID 不可更改）。如需修改手机号、邮箱或角色类别等敏感信息，系统会要求再次验证身份。用户可自助查询近期登录记录和设备信息。不同用户类型只能访问、编辑自己权限范围内的数据。管理员可分配或调整普通用户权限，所有操作都有日志和审批记录。
- **用户操作日志与行为审计：**系统会自动记录用户的注册、登录、信息修改、密码重置、权限变更和异常操作等，日志不可篡改。管理员可以查询、导出和审计日志，方便追踪。普通用户也可自查个人操作历史，保障账号安全。
- **用户隐私保护与数据合规：**所有敏感信息（如联系方式、认证信息、日志等）都加密存储和传输。系统遵守相关数据保护政策，向用户公开隐私政策和数据用途。用户可以随时提出数据导出、修改或注销请求。注销后，相关数据都做脱敏处理，不再参与业务流程。

用户信息模块为后续海洋牧场监测可视化系统的数据访问、权限控制、业务流转和安全审计等方面打下基础，保障整个系统在多用户、多角色、高安全要求场景下的稳定运行。

5.2.2 数据分析处理模块

数据分析处理模块是智慧海洋牧场可视化系统的数据核心，围绕水质环境、气象、生物养殖和设备等多源数据展开全流程分析，直接服务于养殖管理、风险控制和科学决策。结合前述数据需求，具体细化如下：

- **多源数据采集与标准化处理：**系统自动接收各类传感器上传的水质、气象、生物和设备原始数据，按传感器、时间、分区归档。模块自动检测空值、异常、重复项，对超出阈值的监测数据及时剔除并通知养殖户或管理员。所有数据经过格式标准化和单位统一，方便后续分析和比对。
- **历史数据对比与横向分析：**用户可灵活选择任意时间段和监测分区，系统自动生成多时段、多区域对比图表。科研人员可以对比今年与往年、不同季节、不同养殖区的环境和生物指标，分析养殖效果和环境变化趋势，辅助科学研究和经验积累。
- **异常检测与智能预警：**系统内置阈值和异常检测算法，自动识别数据异常波动。当出现溶解氧持续过低、氨氮超标、气象极端变化等情况时，系统推送分级预警信息至养殖户和管理员，同时记录完整预警日志。对高频异常点，系统建议现场核查和设备维护。

- **智能分析与多角色结果输出：**继承大模型辅助分析，对多维历史数据进行模式识别和风险预测，如预测蓝藻爆发概率、建议合理投喂量。养殖户可获得日常管理建议，科研人员能导出原始及处理后数据，政府用户获取汇总报告。分析全程自动记录参数与操作人，管理员可追溯分析过程。模块开放 API 接口，方便科研团队和第三方系统数据集成与共享。

数据分析处理模块为各类用户提供及时、准确、智能的数据支持，提升智慧海洋牧场系统的管理效率和智能化水平。

5.2.3 可视化展示模块

可视化展示模块负责将系统采集和分析得到的各类数据，以直观、友好的方式呈现给不同类型的用户。该模块可以提升了数据的可读性和交互性，也帮助用户快速理解养殖环境、运行状态及潜在风险。结合本系统实际需求，具体细化如下：

- **多类型数据图表支持：**系统支持折线图、柱状图、饼图、热力图、地理信息地图、箱线图等多种可视化形式，能够分别展示水质参数、气象指标、生物养殖数据、设备状态等核心内容。养殖户可以一键切换不同图表类型，直观对比各项环境指标的变化趋势。
- **实时与历史数据动态展示：**模块能够展示实时采集到的环境数据、设备状态和生产数据，同时也支持用户自定义时间段进行历史数据回溯与趋势分析。所有图表均可按分区、监测点、时间粒度灵活筛选，有效帮助用户把握全局和细节。
- **综合大屏与个性化仪表盘：**为养殖户、科研人员、管理员等不同用户提供定制化的数据大屏或仪表盘，用户可根据自身关注点自由拖拽、拼接常用图表。系统首页可一览全局运行状态、主要预警、关键趋势等核心信息。
- **地理空间与分区展示：**集成 GIS 地理信息模块，支持将各监测点和设备状态实时映射到渔场地图上，直观反映不同区域的环境参数、设备分布、异常预警等情况。养殖户可快速定位异常分区，科学安排巡检和维护。
- **数据导出与报告生成：**用户可将任何可视化结果或自定义报表一键导出为图片、PDF 或 Excel 等格式，便于存档、交流和备查。政府及科研人员可直接下载系统自动生成的分析报告，支持数据溯源与成果分享。
- **交互友好与响应式设计：**模块界面简洁明了，支持多终端自适应，无论 PC 还是移动设备均可流畅访问。图表可缩放、筛选、悬停显示详细数据，提升用户操作体验。对重点预警和异常，系统会在可视化界面醒目标注，便于第一时间发现问题。

可视化展示模块让各类用户能够直观、高效地掌握渔场整体运行状况和细节变化，为养殖管理、科学研究和政府决策提供有力的数据支撑和视觉依据。

5.2.4 风险管理与预警模块

风险管理与预警模块是智慧海洋牧场可视化系统的安全保障核心，旨在通过对环境、气象、生物、设备等多维度数据的实时监控和智能分析，及时发现潜在风险并主动发出预警，帮助养殖户和管理人员防范突发事件、减少损失、提高管理效率。具体细化如下：

- **多源风险监测与自动判别：**模块持续监测水质（如溶解氧、pH、氨氮、温度等）、气象（如极端降雨、台风、强风等）、生物（如异常死亡率、病害爆发）、设备（如故障、离线、电量低等）等多类数据。系统内置灵活的风险阈值配置，支持按分区、养殖类型、季节等个性化设定。数据一旦超过预设阈值，自动触发风险判别流程。
- **风险类型与分级预警机制：**支持多种典型风险类型的自动识别，如水质恶化风险、设备故障风险、极端气象风险、生物疫情风险等。系统采用多级预警机制（如一般预警、严重预警、紧急预警），根据风险级别自动选择不同的通知方式和响应策略。例如，溶解氧轻度偏低时推送一般预警，持续恶化则升级为红色紧急预警。
- **多渠道主动通知与联动：**对于不同类型和级别的风险，系统可通过 APP 推送、短信、邮件、微信等多渠道实时通知养殖户、管理员及相关责任人。紧急情况下，系统自动联动可控设备（如增氧机、投饵机等）进行初步应急处理，或通过界面指导用户快速响应。
- **预警日志与追溯管理：**所有触发的预警事件均自动生成完整日志，包括风险类型、发生时间、触发数据、响应记录、处理结果等，便于后续追溯、复盘和责任认定。系统支持对历史预警数据的统计分析，帮助管理者评估风险发生频次、分布和改进措施效果。
- **智能辅助与动态优化：**结合大模型和数据分析能力，模块可根据历史风险处理结果和最新数据，动态优化风险阈值和预警策略，实现精准预警和个性化防控建议。例如，经常发生超标的监测点系统会建议调整阈值或增加现场巡查频率。对于复杂风险，系统可给出科学的应急处置建议和操作指导。
- **可配置化与角色分级响应：**管理员可通过后台灵活配置预警规则、通知对象和响应流程。不同用户根据权限接收不同级别和内容的预警信息，确保信息安全和响应高效。养殖户可自助调整个人关注的风险类型和通知方式。

风险管理与预警模块为智慧海洋牧场系统构建了可靠的第一道防线，预计能提升养殖安全性和运营可控性，减少人为疏漏和损失，为智能化、自动化的现代渔业管理提供有力支撑。

5.2.5 系统管理模块

系统管理模块为系统管理人员（管理员）设计，用于保障智慧海洋牧场可视化系统高效、安全、稳定运行。该模块面向具备技术背景和管理能力的管理员，提供全系统级的配置、维护和安全管理功能。具体细化如下：

- **系统配置与参数维护：**支持对系统全局参数进行配置和维护，包括但不限于数据采集周期、告警阈值默认设置、可视化展示模板、数据存储策略、接口接入配置等。管理员可根据业务变化随时调整参数，系统实现参数实时生效或定时生效，保障灵活性与稳定性。
- **数据库与数据安全：**管理员拥有渔场全量数据的检索、备份、恢复、清理及归档权限。支持定期与手动数据备份、历史数据的批量导出、敏感数据脱敏处理等，确保数据安全和合规。对数据库访问、数据导出等高风险操作进行多重确认与日志记录，防止误操作和数据泄露。
- **隐私与安全策略配置：**支持对用户隐私策略、数据加密机制、访问控制规则等进行集中配置。管理员可设置和更新密码复杂度要求、登录安全策略（如多因素认证、登录黑/白名单）、API 访问权限、敏感操作二次确认等，防止未授权访问和恶意攻击。

- **系统运维与健康监控：**集成系统运行状态监控仪表盘，实时展示服务器资源占用、各模块服务状态、数据流转延迟、接口健康等信息。支持自动故障报警、日志告警、资源预警，管理员可远程重启服务、调度任务、升级系统等，保障平台持续稳定运行。

系统管理模块为管理员提供了全方位、高权限、精细化的后台操作平台，确保能为系统管理员提供丰富且强大的工具来保障牧场系统的稳定运行。

5.2.6 用户管理模块

用户管理模块专注于对系统内所有用户的生命周期、角色分配、信息维护等进行集中化管理，确保用户结构清晰、权限分明、信息安全。该模块主要为系统管理员和具备一定权限的管理人员设计，具体功能包括：

- **用户账户管理：**支持新增、编辑、冻结、注销和删除用户账号。管理员可通过手机号、邮箱、用户名等多条件检索用户，快速定位并处理异常或违规账号。批量操作功能便于高效管理大规模用户群体。
- **角色与权限分配：**为每个用户分配具体角色（如养殖户、科研人员、普通用户、政府机构人员等），灵活调整其访问权限。支持一键切换用户角色，并自动应用对应的功能和数据访问范围，保障权限最小化和安全隔离。
- **用户信息维护：**集中管理和维护所有用户的基础信息，包括联系方式、所属单位、登录历史等。支持修改非敏感信息及重置密码，敏感信息变更需二次验证。管理员可查看用户的近期操作记录和重要行为日志。
- **状态监控与审计：**实时监控用户活跃状态、登录情况及异常行为。自动记录用户的注册、登录、权限变更、注销等操作，便于后续追溯和安全审计。对频繁异常操作或安全风险用户可自动触发预警。
- **数据导出与统计分析：**支持用户数据按需导出为表格或报告，便于数据备份、统计分析和外部合规检查。管理员可生成用户活跃度、角色分布、历史变更记录等统计报表，辅助后续管理和优化决策。

用户管理模块保障系统用户结构的规范性和安全性，确保整个牧场系统可以高效、稳定运营。

5.2.7 大模型辅助分析模块

大模型辅助分析模块旨在利用先进的人工智能与大语言模型（如 DeepSeek、Qwen 等）对多源复杂数据进行深入挖掘、趋势预测及决策支持，提升系统智能化水平。该模块面向养殖户、科研人员、系统管理人员，具体功能包括：

- **智能数据问答与解析：**集成大模型能力，用户可通过自然语言向系统提出数据相关问题（如“近三个月溶解氧变化趋势？”“哪个分区最易发生蓝藻爆发？”），系统自动理解意图，调用底层数据分析，生成结构化答案和可视化结果，降低数据门槛。
- **复杂趋势预测与风险评估：**基于历史水质、气象、生物等多维数据，自动建模并预测未来一段时间的环境变化、病害风险、设备故障概率等。为养殖户提前提供预警建议，为科研和管理提供科学依据。

- **智能决策与优化建议：**结合大模型推理能力，根据实时与历史数据，自动生成养殖优化建议（如投喂量调整、水体调控、设备维护计划等）。养殖户可快速获得个性化管理建议，系统管理人员可获取宏观优化方向。
- **辅助科研与报告生成：**为科研人员和政府机构自动生成数据分析报告、趋势图表和摘要结论。支持自定义分析主题，自动汇总关键发现，提升科研效率和分析深度，减少人工整理负担。
- **异常解释与知识推送：**当系统检测到异常（如环境参数超标、设备频繁故障等），大模型可自动分析原因、提供知识解释和处理建议，并推送相关科普知识或养殖经验，帮助用户做出科学响应。
- **灵活扩展与模型更新：**支持多种大模型集成，管理员可根据实际需求接入或切换不同模型。系统定期更新知识库与模型参数，确保分析能力与行业前沿同步，适应新业务需求。

大模型辅助分析模块可以丰富系统的数据智能应用场景，为养殖管理、科学研究和决策支持提供高效、智能和个性化的服务。

6 性能/非功能需求

为了智慧海洋牧场可视化系统的高效、稳定运行，除了上述的功能需求外，我们还需要考虑并实现以下性能需求，具体包括准确性、及时性、可扩充性、易用性、易维护性、标准性、先进性、安全性、美观性和兼容性。

6.1 准确性

系统需确保各类数据的全流程准确无误，具体措施如下：

- **传感器数据校验：**自动对接入系统的水质、气象等传感器进行周期性自校验与比对，支持数据多点冗余校验，及时发现并隔离异常传感器。
- **数据传输完整性：**采用数据包校验、断点续传、重传机制，确保弱网或不稳定环境下数据不丢失、不重复、不变形，所有数据传输过程有完整日志。
- **数据录入验证：**手动录入（如生物健康、设备维护）时，系统强制输入值范围校验、类型校验，关键数据需二次确认，降低操作失误。
- **分析与报告准确性：**关键算法和分析流程内置单元测试和交叉验证机制，报告自动与原始数据回查，确保分析结果与现场实际高度一致。
- **用户反馈修正：**用户可直接在界面标记疑似错误数据，管理员后台审核后支持溯源、修正和恢复，系统自动记录所有修正操作和原因。

上述措施实现从采集、传输、存储、处理到展示的全流程数据准确性，确保养殖户和管理者能充分信赖系统输出。

6.2 及时性

系统需保障数据和业务的实时性，满足养殖场动态管理需求。具体措施如下：

- **实时监控与数据刷新：**水质与设备状态采集周期 5 分钟，核心风险点支持秒级上报，前端页面数据自动刷新，支持手动一键刷新。
- **预警响应速度：**异常检测与预警推送全流程 1 分钟，关键预警通过多渠道（APP、短信、邮件）同步送达用户。
- **操作交互延迟：**常用操作（查询、切换、控制）在网络正常情况下响应时间 2 秒，后台批量任务结果可异步通知。
- **报告生成时效：**用户发起的数据分析或报告生成请求，1 分钟内返回分析结果或下载链接。

这些措施确保风险和异常能被及时发现、及时响应，保障生产安全和高效管理。

6.3 可扩充性

系统需具备良好的扩展性以适应未来业务发展和技术演进，具体措施如下：

- **模块化设计：**各业务功能模块（如数据采集、分析、展示、预警等）均解耦实现，新增或升级模块不影响主系统。
- **多渔场/多租户支持：**支持多渔场、多分区接入和独立管理，未来能灵活扩展到更多项目或地理区域。
- **接口与协议开放：**预留标准接口，支持多种传感器协议和外部平台数据集成。
- **存储弹性扩展：**支持分布式存储与分库分表，便于海量历史数据的长期保存与检索。

6.4 易用性

系统需确保所有用户易于上手和高效使用，具体措施如下：

- **界面友好：**首页、功能入口清晰分区，图表、地图交互直观，重要操作有明确提示与引导。
- **操作便捷：**支持一键查询、快捷筛选、智能跳转，常用功能无需多步操作即可直达。
- **分级帮助系统：**不同用户（如养殖户、科研人员、管理人员）有针对性的帮助文档、视频教程和在线客服。
- **多终端适配：**界面自动适配 PC、平板、手机，移动端支持触屏优化操作。

6.5 易维护性

系统设计应易于维护、升级和故障定位，具体措施如下：

- **全面日志与监控：**自动记录系统运行、用户操作、错误事件，支持图形化监控与实时告警。
- **自动化备份与恢复：**核心业务数据每日自动备份，支持一键全量或增量恢复。
- **热升级与灵活配置：**主要模块支持不停机升级，系统参数、告警规则等通过后台界面灵活配置。
- **问题快速定位：**支持按模块、时间、用户等多维度检索和溯源，便于迅速定位故障。

6.6 标准性

系统需严格遵守国家及行业标准，保障平台长期可持续发展。具体措施如下：

- **数据与接口标准：**采用通用数据格式（JSON、CSV）和标准 API 接口，便于与各类物联网设备和政府平台互通互认。
- **合规与法规：**严格按照《网络安全法》《数据安全法》《个人信息保护法》等相关法律法规设计与部署。
- **文档标准化：**所有开发、运维、用户和接口文档齐全，便于后续项目交付和维护。

6.7 先进性

系统需保持技术和功能的先进性，适应行业发展。具体措施如下：

- **技术架构先进：**采用微服务、容器化、分布式等架构，便于业务调整和弹性伸缩。
- **智能算法集成：**引入大模型、机器学习等自动化分析与预测模块，提升系统智能化水平。
- **持续技术演进：**预留新技术（如 5G、区块链等）接入接口，满足未来升级需要。

6.8 安全性

系统需多层次保障数据和用户的安全性。具体措施如下：

- **认证与权限管理：**用户分级权限控制，核心操作需多因素认证，重要操作有日志和审批机制。
- **数据安全：**全程 SSL 加密传输，数据库敏感字段加密存储，定期脱敏处理。
- **防护与审计：**集成防火墙、人机验证、恶意请求检测，出现异常自动告警，所有操作可追溯。
- **隐私保护：**用户可自主查看与管理个人隐私数据，平台自动遵循数据最小化原则。

6.9 美观性

系统界面需美观专业，兼顾信息层次与视觉体验。具体措施如下：

- **统一风格：**全平台采用一致的配色、图标和交互风格，保证页面美观统一。
- **自适应展示：**图表、地图等可视化组件随终端分辨率自动调整，保证不同设备下展示效果。
- **高可读性：**合理字体、色彩和布局，重要信息突出，弱化背景和装饰，提升信息获取效率。

6.10 兼容性

系统需兼容多种软硬件环境，保障广泛适用。具体措施如下：

- **操作系统兼容：**支持 Windows、Linux、macOS 等主流操作系统部署和访问。
- **浏览器兼容：**完美适配 Chrome、Firefox、Edge 等主流浏览器，支持多版本兼容。
- **设备与协议兼容：**支持 PC、手机、平板等多终端访问，兼容主流物联网设备和传感器通信协议，便于与现有基础设施对接。

7 系统运行要求

根据智慧海洋牧场可视化系统的业务需求、功能需求和性能需求，为保障系统能在实际生产环境下的高效、稳定、安全运行，系统对硬件和软件提出如下最低及推荐配置要求。如未达标，系统可能出现性能瓶颈、卡顿、数据延迟、甚至功能异常。

7.1 硬件配置要求

为保障智慧海洋牧场可视化系统的高效、稳定、安全运行，系统对服务器端、数据采集端和终端访问设备提出如下硬件配置要求：

1. 服务器端（云服务器/本地机房）

- 最低配置：
 - CPU：4 核及以上，主频 ≥ 2.5 GHz
 - 内存：8 GB 及以上
 - 存储：500 GB SSD（支持 RAID 1/5/10，保障数据安全）
 - 网络：带宽 ≥ 100 Mbps，公网 IP 支持多用户并发
- 推荐配置：
 - CPU：8 核及以上，主频 ≥ 2.8 GHz
 - 内存：16 GB 及以上
 - 存储：1 TB SSD + 2 TB HDD，支持定期备份
 - 网络：带宽 ≥ 1 Gbps，支持多地远程接入
 - 其他：支持双电源冗余，UPS 不间断电源

2. 数据采集端（物联网传感器与边缘设备）

- 传感器：具备水质（pH、溶解氧、温度、盐度等）、气象（温湿度、风速、降水等）、生物与设备运行状态实时监测能力
- 边缘网关：支持数据缓存、断点续传、与主服务器安全加密通信，最低配置建议为双核 1.5 GHz CPU，内存 2 GB，支持 4G/5G/Wi-Fi/有线网络
- 电源：具备市电或太阳能供电，建议配备备用电池或不间断电源

3. 终端用户设备

- 普通用户和养殖户访问：
 - PC 端：CPU \geq 双核 2.0 GHz，内存 ≥ 4 GB，主流浏览器（Chrome/Firefox/Edge）最新版
 - 移动端：Android 8.0+/iOS 13.0+，内存 ≥ 2 GB，支持 4G/5G/Wi-Fi
- 管理运维终端：推荐使用高性能 PC 或工作站，双屏显示器便于多模块同时操作

4. 其他建议

- 具备数据备份存储设备（NAS/外接硬盘），定期异地备份
- 机房环境支持恒温、恒湿、防尘、防火、防雷等安全措施

7.2 软件配置要求

结合系统的多模块、数据分析、可视化、权限安全等需求，提出如下软件配置要求：

1. 操作系统

- 服务器端推荐使用 Linux (Ubuntu 20.04 LTS/CentOS 7.9/AlmaLinux 8.9 等)，支持长期安全更新
- 管理与开发可支持 Windows 10/11、macOS Ventura 及以上
- 终端用户无需特定操作系统，支持主流桌面与移动终端

2. 数据库

- 支持关系型数据库 (MySQL 8.0+/PostgreSQL 13+)，用于用户、日志、权限、业务数据管理
- 支持时序数据库 (如 InfluxDB/TimescaleDB)，用于高频环境与传感器数据高效存储与检索
- 支持 Redis/Memcached 等缓存系统提升并发性能

3. 应用服务环境

- 后端开发：支持 C++17/GCC 9+ 或 Java 17+，推荐结合 Spring Boot、Django/FastAPI
- 前端框架：支持 Vue.js 3/React 18+，兼容移动端响应式设计
- 中间件：Nginx/Apache 用于反向代理与负载均衡
- 消息队列（可选）：RabbitMQ/Kafka 用于异步任务与预警消息推送

4. 数据分析与可视化

- 支持 Python 3.8+/R 4.0+ 环境，用于数据分析与大模型集成
- 内置 ECharts、D3.js、Highcharts 等主流可视化库
- 支持大模型推理接口（如深度学习框架：PyTorch/TensorFlow，本地或云端 API 接入 DeepSeek/Qwen 等）

5. 安全与合规

- 支持 HTTPS (SSL/TLS) 全程加密
- 集成主流验证码（如 reCAPTCHA）、多因素认证 SDK
- 数据库与应用日志合规备份，支持自动化脚本与任务计划

6. 兼容与扩展

- 支持 RESTful API/GraphQL/OpenAPI 标准，便于第三方集成与数据共享
- 支持多语言切换（中英双语），可扩展其他语种
- 支持容器化部署（Docker/Kubernetes），便于弹性扩展与运维

7. 其他

- 推荐使用自动化运维工具（Ansible、Jenkins、Prometheus 等）提升上线与监控效率
- 具备详细的系统运维、使用与开发文档