项目名称：tzlOJ

文档名称：数据库设计说明书

*HUSTZL*

*侯皓斐 软件2003班 U202010851*

*刘铭宸 软件2003班 U202010783*

*甘凤轩 软件2003班 U202010822*

版本：V2.1

文 档 信 息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 文件状态：  [ ] 草稿  [√ ] 正式发布  [ ] 正在修改 | 文件标识： | HUSTZL\_007 |
| 当前版本： | V2.1 |
| 作者： | 刘铭宸 |
| 发布日期： | < 2023.4.23 > |

文 档 更 改 记 录

| 版本 | 更改日期 | 更改人 | 更改原因 | 说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| V1.0 | 2023.4.15 | 刘铭宸 |  | 初版 |
| V2.0 | 2023.4.20 | 甘凤轩 | 校对 | 勘误并调整行文语句 |
| V2.1 | 2023.4.23 | 甘凤轩 | 调整格式 | 完善文档大纲，调整段落格式，修改序列编号 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

目录

[1.引言 1](#_Toc133077334)

[1.1编写目的 1](#_Toc133077335)

[1.2背景 1](#_Toc133077336)

[1.3定义 1](#_Toc133077337)

[1.4参考资料 2](#_Toc133077338)

[2.数据库设计的概要 2](#_Toc133077339)

[2.1选用的数据库管理系统 2](#_Toc133077340)

[2.2数据库/数据文件的形式及物理存贮 3](#_Toc133077341)

[2.3数据库分布 3](#_Toc133077342)

[2.4数据库的安全与保密 4](#_Toc133077343)

[2.5数据库的备份与恢复 5](#_Toc133077344)

[2.5.1数据和处理的分布策略 5](#_Toc133077345)

[2.5.2备份和恢复过程中允许的活动 5](#_Toc133077346)

[2.5.3对新的或非标准技术的特殊考虑 5](#_Toc133077347)

[2.6自动磁盘管理和空间回收优化的考虑 6](#_Toc133077348)

[2.6.1自动的磁盘管理和空间回收的考虑 6](#_Toc133077349)

[2.6.2优化的策略和考虑 6](#_Toc133077350)

[2.6.3存储和尺寸考虑 6](#_Toc133077351)

[2.6.4数据库内容的增生和遗产数据的获取 6](#_Toc133077352)

[3.数据库的详细设计 6](#_Toc133077353)

[3.1需求分析 6](#_Toc133077354)

[3.1.1系统功能图 6](#_Toc133077355)

[3.1.2数据流图 7](#_Toc133077356)

[3.1.3数据字典 8](#_Toc133077357)

[3.2数据库概念设计 10](#_Toc133077358)

[3.2.1数据库E-R设计图 10](#_Toc133077359)

[3.2.2E-R设计图说明 10](#_Toc133077360)

[3.3数据库逻辑设计 11](#_Toc133077361)

[3.3.1数据库逻辑模式（逻辑图） 11](#_Toc133077362)

[3.3.2数据库逻辑模式说明 13](#_Toc133077363)

[3.4数据库物理设计 15](#_Toc133077364)

[3.4.1数据库物理模式（物理图） 15](#_Toc133077365)

# 1.引言

## 1.1编写目的

数据库的设计及是在功能性需求和非功能性需求明确之后，并且在详细设计文档里进行了各个模块的设计，以及如何实现，与上下层的接口和各个模块之间如何传递信息等的基础上参考概要设计文档进行的。

数据库设计说明书主要说明数据库的三级结构，包括概念结构设计，逻辑结构设计以及物理结构设计等。同时也说明了数据字典的设计。该设计文档主要是在编码开发阶段，指导开发人员如何进行数据库的搭建与实现，同时在测试阶段，该文档也有重要的参考价值。

该文档的预期读者包括：开发人员，测试人员。

## 1.2背景

* + 任务提出者：侯皓斐
  + 用户：高校师生
  + 待开发系统名称：tzlOJ系统
  + 待开发数据库名称：OnlineJudge数据库
  + 计算站：华中科技大学网络与计算中心

## 1.3定义

* **SQL（Structured Query Language，结构化查询语言）**：SQL是一种用于管理关系型数据库的编程语言。SQL使用户能够创建、查询、修改和控制关系型数据库中的数据和结构。它主要用于数据操纵语言（DML）和数据定义语言（DDL）操作。
* **PostgreSQL**：PostgreSQL是一种强大的开源关系型数据库管理系统，支持高并发、ACID事务特性、数据完整性和安全性等。它具有丰富的数据类型、灵活的查询语言、全文搜索、JSON支持等功能，使得开发者能够满足各种复杂的数据处理需求。PostgreSQL还具有良好的扩展性，可以通过插件、存储过程等方式进行扩展。
* **Navicat Premium**：Navicat Premium是一款功能强大的数据库管理和开发工具，它提供了直观的图形界面，使得数据库的创建、管理和维护变得更加容易。Navicat Premium支持多种数据库管理系统，包括PostgreSQL、MySQL、MariaDB、SQLite、Oracle和SQL Server等。
* **foreign key**：外键，用于与另一张表相关联，是能确定另一张表记录的字段，用于保持数据的一致性。
* **Key**：主键，唯一标识一条记录，不可有重复和空的数据项。
* **Index**：索引，用以提高查询排序的速度。

## 1.4参考资料

[1] 软件工程. （英）萨默维尔著，程成，陈霞译. 机械工业出版社 原书第九版

[2] 软件文档写作. 陈长清著. 清华大学出版社 第一版

[3] tzlOJ需求说明书

[4] tzlOJ架构设计说明书

[5] tzlOJ概要设计说明书

[6] tzlOJ详细设计说明书

# 2.数据库设计的概要

## 2.1选用的数据库管理系统

OnlineJudge数据库采用PostgreSQL（版本号：15.2）作为数据库管理系统。

为了适应需求的改变，在OJ系统的数据库设计时，我们采用了灵活性类型的设计决策，具体包括以下几个方面：

1. 使用关系型数据库管理系统（PostgreSQL）来构建数据库。关系型数据库具有结构化的数据存储和灵活的查询语言，使得数据库的结构可以很容易地进行修改和调整。
2. 使用关系表来组织数据。关系表的结构清晰，可以很容易地添加、删除和修改表格和列，这使得数据库结构的变化非常灵活。
3. 设计数据表时考虑到未来的扩展性和变化，例如采用可变长度字段、使用多态关系、实现子类型等。这些设计决策可以使数据表结构更具灵活性，使其能够轻松地适应未来的需求变化。
4. 避免在设计阶段就决定数据库的具体实现细节，而是采用更高层次的抽象来描述数据的结构和关系。这样可以更好地适应未来的需求变化，并且使得数据库结构的修改更加容易。

## 2.2数据库/数据文件的形式及物理存贮

在tzlOJ系统中，用户面对的数据库/数据文件应该以易于使用和访问的方式呈现，其包括以下设计决策：

1. 使用数据库管理系统（DBMS）来管理和维护数据。DBMS提供了一个抽象层，可以方便地对数据进行访问、查询、修改、添加、删除等操作，同时还提供了许多安全性、一致性和容错性的功能。
2. 采用用户友好的图形用户界面（GUI）来呈现数据库/数据文件。GUI可以使用户更容易地理解和操作数据，例如使用数据表格、图表等直观的界面元素来呈现数据。
3. 将数据库/数据文件存储在可靠的物理媒介上，例如使用硬盘、SSD或云存储等。这可以确保数据的持久性和安全性，并且使得数据可以方便地备份和恢复。
4. 对数据库/数据文件进行定期的备份和恢复操作，以防止数据丢失或损坏。这可以通过使用备份软件或者自动备份机制来实现。
5. 采用合适的数据库/数据文件格式和编码方式。例如选择常见的SQL、XML、JSON等格式，并使用标准的编码方式（例如UTF-8）来保证数据的可读性和可移植性。

## 2.3数据库分布

在tzlOJ系统中，数据库分布的设计决策涉及到如何在客户端和服务器端之间共享和维护数据。以下是相关的设计决策：

1. 采用客户/服务器架构来实现数据库分布，其中服务器端维护主数据库，客户端通过网络连接到服务器，访问和操作数据库。
2. 在主从复制机制中，主数据库是数据的权威源，而从数据库是主数据库的副本。主数据库会记录数据的更新操作，然后将这些操作同步到从数据库中。这可以提高数据的可用性和可靠性，以及减少网络传输的开销。
3. 使用事务机制来确保数据的完整性和一致性。事务是一个原子操作单元，包含一系列数据库操作，可以确保所有操作要么全部执行成功，要么全部回滚。这可以确保数据库更新的正确性和可靠性。
4. 实施业务规则来保证数据的完整性和一致性。在数据库表结构中添加各种约束条件，例如唯一性约束、外键约束、检查约束等，以确保数据的正确性和合法性。
5. 定期进行数据库备份和恢复操作，以确保数据的安全性和可恢复性。可以使用数据库管理系统提供的备份和恢复工具，或者使用第三方备份软件来实现。

## 2.4数据库的安全与保密

1. 为确保数据库的高可用性，采用以下设计决策：
   1. 使用主从复制机制和负载均衡机制来提高数据库的可用性和性能。
   2. 使用高可靠性的硬件设备、网络设备和电源设备来避免系统故障和停机时间。
   3. 定期进行备份和恢复操作，并进行灾难恢复测试以确保系统可用性。
   4. 使用自动化的监控和报警系统，以便在系统故障时及时采取措施。
2. 为确保数据库的安全性，采用以下设计决策：
   1. 设计安全的访问控制策略，包括用户身份验证、权限控制、数据加密等。
   2. 使用防火墙、入侵检测系统等安全设备来保护数据库系统免受恶意攻击和网络威胁。
   3. 定期进行安全漏洞扫描和修补，以确保数据库系统的安全性。
   4. 对于重要数据和敏感数据，采用加密掩码技术来保护数据的安全性。
3. 为确保数据库的私密性，采用以下设计决策：
   1. 对于包含敏感信息的数据，采用数据加密、数据掩码等技术来保护数据的私密性。
   2. 采用安全的数据传输协议和身份验证机制来保护数据在传输过程中的私密性。
   3. 定期进行数据清理操作，删除无用数据，以确保数据的私密性和保密性。
4. 为确保数据库的操作连续性，采用以下设计决策：
   1. 使用事务机制来确保数据操作的原子性、一致性、隔离性和持久性。
   2. 设计完善的错误处理和恢复机制，以确保系统的可靠性和连续性。
   3. 采用高可用性的硬件设备、网络设备和电源设备来保证系统的连续性和稳定性。

## 2.5数据库的备份与恢复

### 2.5.1数据和处理的分布策略

1. 将数据库分布在多个服务器上，以确保备份和恢复的可用性和效率。
2. 采用主从复制机制和数据同步机制来确保备份和恢复的数据一致性。
3. 将数据库分成多个文件组，并在不同的磁盘驱动器上存储，以确保备份和恢复的效率。

### 2.5.2备份和恢复过程中允许的活动

1. 在备份和恢复期间，暂停所有数据库操作，并尽可能减少对数据库的访问，以避免数据的丢失或不一致。
2. 对数据库进行定期备份，并存储在多个位置，以确保数据的可恢复性。
3. 定期测试备份和恢复策略，以确保备份和恢复的有效性。

### 2.5.3对新的或非标准技术的特殊考虑

1. 对于非标准技术，需要使用专门的备份和恢复工具来处理，以确保数据的可恢复性
2. 对于包含视频和音频等大型文件的数据库，需要使用特殊的备份和恢复策略，以确保备份和恢复的效率和可靠性。
3. 对于新技术的数据库，需要对备份和恢复策略进行调整，以适应新技术的特点和需求。

## 2.6自动磁盘管理和空间回收优化的考虑

### 2.6.1自动的磁盘管理和空间回收的考虑

1. 设计合理的数据库结构和索引，以尽可能减少数据库存储空间的占用。
2. 定期进行数据库清理操作，删除无用数据，以释放存储空间。
3. 设计自动的磁盘管理和空间回收机制，以确保数据库的高效性和可靠性。

### 2.6.2优化的策略和考虑

1. 采用合适的数据库引擎和存储引擎，以提高数据库的性能和可靠性。
2. 优化数据库查询和操作，以提高数据库的响应速度和性能。
3. 定期对数据库进行性能监控和调优，以确保数据库的高效和可靠。

### 2.6.3存储和尺寸考虑

1. 设计合理的数据库结构和索引，以尽可能减少数据库存储空间的占用。
2. 采用合适的存储介质和存储设备，以提高数据库的性能和可靠性。
3. 定期进行数据库空间监控和调整，以确保数据库存储空间的充足和合理。

### 2.6.4数据库内容的增生和遗产数据的获取

1. 设计合理的数据库结构和数据模型，以尽可能减少数据库内容的增生和遗产数据的获取。
2. 定期进行数据库清理操作，删除无用数据，以确保数据库内容的合理性和完整性。
3. 采用适当的数据备份和恢复策略，以确保数据库内容的可靠性和完整性。

# 3.数据库的详细设计

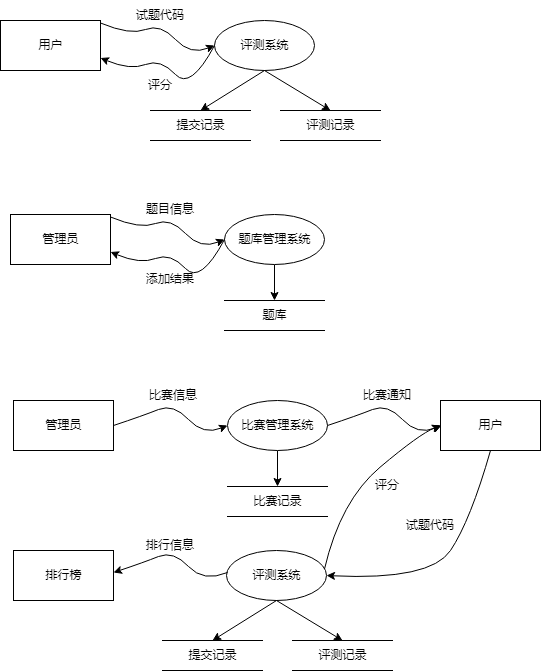
## 3.1需求分析

### 3.1.1系统功能图

图示

描述已自动生成

### 3.1.2数据流图



### 3.1.3数据字典

数据字典是进行详细的数据收集和数据分析获得的主要成果。它是关于数据库中数据的描述，即元数据，而不是数据本身。数据字典是在需求分析阶段建立，在数据设计过程中不断修改、充实、完善的。它在数据库设计中占有很重要的地位。数据字典通常包括数据项、数据结构、数据流、数据存储和数据处理过程几部分。其中数据项是数据的最小组成单位，若干个数据项可以组成一个数据结构。数据字典通过对数据项和数据结构的定义来描述数据流、数据存储的逻辑内容。

1. 数据结构名：**用户信息数据结构**

含义说明：表示用户信息。

组成：用户 ID、用户名、密码、电子邮箱、创建时间、更新时间。

1. 数据结构名：**用户组数据结构**

含义说明：表示用户组。

组成：用户组 ID、用户组名称、创建时间。

1. 数据结构名：**权限信息数据结构**

含义说明：表示用户的权限信息。

组成：用户 ID、权限等级。

1. 数据结构名：**题目信息数据结构**

含义说明：表示题目信息。

组成：题目 ID、题目标题、题目描述、输入格式、输出格式、样例输入、样例输出、提示、创建时间、更新时间。

1. 数据结构名：**题目标签信息数据结构**

含义说明：表示题目标签信息。

组成：标签 ID、标签名称、创建时间、更新时间。

1. 数据结构名：**比赛信息数据结构**

含义说明：表示比赛信息。

组成：比赛 ID、比赛名称、比赛开始时间、比赛结束时间、创建时间、更新时间。

1. 数据结构名：**公告信息数据结构**

含义说明：表示公告信息。

组成：公告 ID、公告标题、公告内容、创建时间、更新时间。

1. 数据结构名：**代码提交信息数据结构**

含义说明：表示用户提交的代码信息。

组成：提交 ID、用户 ID、题目 ID、代码、评测结果、评测时间、评测服务器、编译信息。

1. 数据结构名：**比赛排名信息数据结构**

含义说明：表示比赛的排名信息。

组成：用户 ID、比赛 ID、总分、罚时、排名。

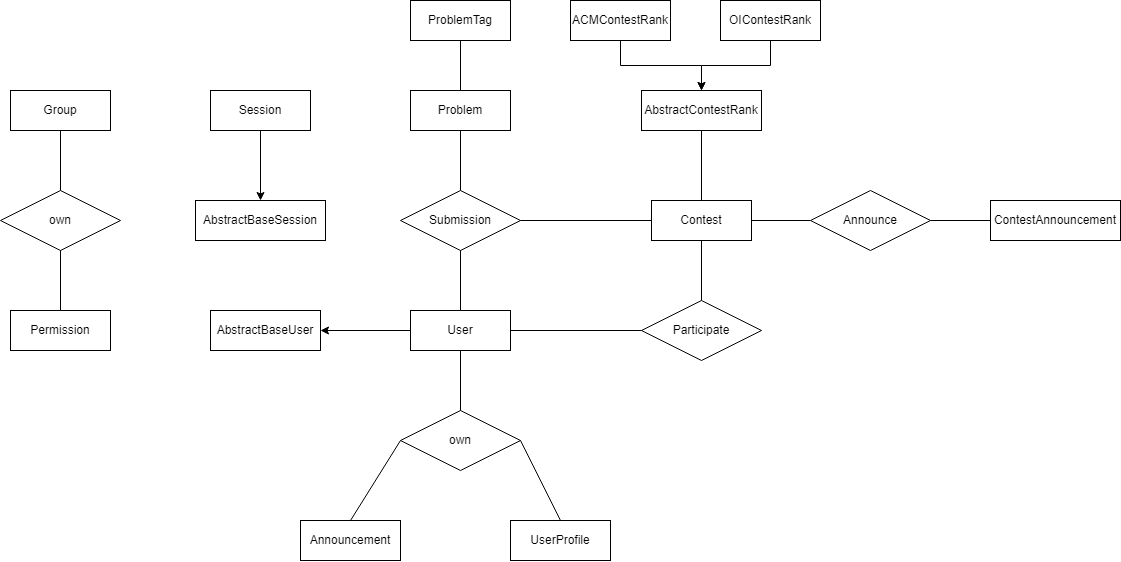
1. 数据结构名：**任务信息数据结构**

含义说明：表示用户在 OJ 系统上提交的任务。

组成：任务 ID、用户 ID、题目 ID、代码、提交时间、评测结果、编程语言、代码长度。

## 3.2数据库概念设计

### 3.2.1数据库E-R设计图



### 3.2.2E-R设计图说明

|  |  |
| --- | --- |
| **实体名称** | **实体描述** |
| 用户(User) | 表示系统中的用户，包括其ID、用户名、密码、电子邮箱、创建时间、更新时间等属性。 |
| 题目(Problem) | 表示OJ系统中的一个题目，包括其ID、名称、时间限制、内存限制、描述、输入格式、输出格式、样例输入、样例输出、提交次数、通过次数、题目来源、难度等属性。 |
| 分组(Group) | 表示用户分组，包括其ID、名称、创建时间、更新时间等属性。 |
| 竞赛(Contest) | 表示OJ系统中的一个竞赛，包括其ID、名称、开始时间、结束时间、状态、是否公开、创建者ID、创建时间、更新时间等属性。 |
| 竞赛公告(ContestAnnouncement) | 表示某个竞赛的公告，包括其ID、竞赛ID、标题、内容、发布时间、更新时间等属性。 |
| 题目标签(ProblemTag) | 表示一个题目的标签，包括其ID、标签名称、题目ID、创建时间、更新时间等属性。 |
| 比赛排名(ContestRank) | 表示某个竞赛的用户排名，包括其竞赛ID、用户ID、总分、排名、创建时间、更新时间等属性。 |
| 提交记录(Submission) | 表示用户提交的一条记录，包括其ID、用户ID、题目ID、语言、代码长度、代码、提交时间、更新时间等属性。 |
| ACM竞赛排名(ACMContestRank) | 表示某个ACM竞赛的用户排名，包括其竞赛ID、用户ID、总分、通过数、提交数、最后一次提交时间、创建时间、更新时间等属性。 |
| OI竞赛排名(OIContestRank) | 表示某个OI竞赛的用户排名，包括其竞赛ID、用户ID、总分、排名、创建时间、更新时间等属性。 |
| 评测服务器(JudgeServer) | 表示OJ系统中的评测服务器，包括其ID、名称、描述、地址、密码、状态、创建时间、更新时间等属性。 |
| 权限(Permission) | 表示系统中的权限，包括其ID、名称、创建时间等属性。 |

## 3.3数据库逻辑设计

### 3.3.1数据库逻辑模式（逻辑图）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表中文名称** | **表英文名称** | **主键定义** | **字段中文名称** | **字段英文名称** | **字段类型** | **字段长度** |
| 用户信息 | UserProfile | user\_id | 用户 ID | user\_id | integer | - |
| 用户名 | username | varchar | 64 |
| 密码 | password | varchar | 128 |
| 电子邮箱 | email | varchar | 128 |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |
| 用户组 | Group | id | 用户组 ID | id | integer | - |
| 用户组名称 | name | varchar | 100 |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 权限信息 | Permission | id | 用户 ID | user\_id | integer | - |
| 权限等级 | permission | integer | - |
| 题目信息 | Problem | problem\_id | 题目 ID | problem\_id | integer | - |
| 题目标题 | title | varchar | 128 |
| 题目描述 | description | text | - |
| 输入格式 | input\_description | text | - |
| 输出格式 | output\_description | text | - |
| 样例输入 | sample\_input | text | - |
| 样例输出 | sample\_output | text | - |
| 提示 | hint | text | - |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |
| 题目标签信息 | ProblemTag | id | 标签 ID | id | integer | - |
| 标签名称 | name | varchar | 100 |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |
| 比赛信息 | Contest | contest\_id | 比赛 ID | contest\_id | integer | - |
| 比赛名称 | title | varchar | 255 |
| 比赛开始时间 | start\_time | datetime | - |
| 比赛结束时间 | end\_time | datetime | - |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |
| 公告信息 | Announcement | id | 公告 ID | id | integer | - |
| 公告标题 | title | varchar | 255 |
| 公告内容 | content | text | - |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |
| 代码提交信息 | Submission | id | 提交 ID | id | integer | - |
| 用户 ID | user\_id | integer | - |
| 题目 ID | problem\_id | integer | - |
| 代码 | code | text | - |
| 评测结果 | result | varchar | 255 |
| 评测时间 | create\_time | datetime | - |
| 评测记录 | JudgeServer | id | 评测记录 ID | id | integer | - |
| 提交 ID | submission\_id | integer | - |
| 评测机名称 | judge\_server\_name | varchar | 100 |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| OI比赛排名 | OIContestRank | id | 排名 ID | id | integer | - |
| 比赛 ID | contest\_id | integer | - |
| 用户 ID | user\_id | integer | - |
| 用户名 | username | varchar | 64 |
| 总分 | score | float | - |
| 排名 | rank | integer | - |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| ACM比赛排名 | ACMContestRank | id | 排名 ID | id | integer | - |
| 比赛 ID | contest\_id | integer | - |
| 用户 ID | user\_id | integer | - |
| 用户名 | username | varchar | 64 |
| 解决题目数 | num\_solved | integer | - |
| 总罚时 | total\_time | integer | - |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 竞赛会话信息 | Session | id | 会话 ID | id | integer | - |
| 会话名称 | name | varchar | 100 |
| 比赛 ID | contest\_id | integer | - |
| 开始时间 | start\_time | datetime | - |
| 结束时间 | end\_time | datetime | - |
| 是否公开 | is\_public | bool | - |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |
| 抽象会话信息 | AbstractBaseSession | id | 会话 ID | id | integer | - |
| 会话名称 | name | varchar | 100 |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |
| 比赛公告 | ContestAnnouncement | id | 公告 ID | id | integer | - |
| 比赛 ID | contest\_id | integer | - |
| 公告标题 | title | varchar | 255 |
| 公告内容 | content | text | - |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |
| 抽象比赛排名信息 | AbstractContestRank | id | 排名 ID | id | integer | - |
| 比赛 ID | contest\_id | integer | - |
| 用户 ID | user\_id | integer | - |
| 用户名 | username | varchar | 64 |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 系统选项 | SysOptions | option\_key | 选项键 | option\_key | varchar | 255 |
| 选项值 | option\_value | text | - |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |
| 抽象用户 | AbstractBaseUser | id | 用户 ID | id | integer | - |
| 用户名 | username | varchar | 64 |
| 密码 | password | varchar | 128 |
| 邮箱 | email | varchar | 100 |
| 创建时间 | create\_time | datetime | - |
| 更新时间 | update\_time | datetime | - |

### 3.3.2数据库逻辑模式说明

#### （1）逻辑模式说明

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **表中文名称** | **表英文名称** | **主键定义** | **字段中文名称** | **字段英文名称** |
| 用户组 | Group | 组 ID | 组名 | name |
| 显示名称 | display\_name |
| 创建时间 | create\_time |
| 更新时间 | update\_time |
| 会话 | Session | 会话 ID | 会话名称 | title |
| 开始时间 | start\_time |
| 结束时间 | end\_time |
| 创建时间 | create\_time |
| 更新时间 | update\_time |
| 题目 | Problem | 问题 ID | 题目名称 | title |
| 时间限制 | time\_limit |
| 内存限制 | memory\_limit |
| 创建时间 | create\_time |
| 更新时间 | update\_time |
| 提交记录 | Submission | 提交 ID | 用户 ID | user\_id |
| 题目 ID | problem\_id |
| 提交时间 | create\_time |
| 代码语言 | language |
| 代码长度 | code\_length |
| 提交结果 | result |
| 提交详情 | info |
| 创建时间 | create\_time |
| 更新时间 | update\_time |
| 用户信息 | UserProfile | 用户 ID | 用户名 | real\_name |
| 昵称 | nick\_name |
| 性别 | gender |
| 出生日期 | birthday |
| 电话号码 | phone\_number |
| 学校 | school |
| 学号 | student\_id |
| 地址 | address |
| 创建时间 | create\_time |
| 更新时间 | update\_time |

#### （2）逻辑模式关系说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **实体 1** | **实体 2** | **关系类型** | **说明** |
| 用户信息 | 抽象用户 | 一对一 | 用户信息是抽象用户的具体实现 |
| 用户信息 | 提交 | 一对多 | 用户信息与提交之间存在一对多的关系 |
| 竞赛 | 抽象用户 | 多对多 | 竞赛与抽象用户之间存在多对多的关系 |
| 题目 | 竞赛 | 多对多 | 题目与竞赛之间存在多对多的关系 |
| 题目 | 题目标签 | 多对多 | 题目与题目标签之间存在多对多的关系 |
| 提交 | 语言 | 多对一 | 提交与语言之间存在多对一的关系 |
| 提交 | 用户 | 多对一 | 提交与用户之间存在多对一的关系 |
| 提交 | 题目 | 多对一 | 提交与题目之间存在多对一的关系 |
| 提交 | 判题服务器 | 多对一 | 提交与判题服务器之间存在多对一的关系 |
| 比赛 | 抽象用户 | 多对多 | 比赛与抽象用户之间存在多对多的关系 |
| 比赛 | 提交 | 一对多 | 比赛与提交之间存在一对多的关系 |
| 比赛 | 用户 | 多对多 | 比赛与用户之间存在多对多的关系 |
| ACM 竞赛排名信息 | 比赛 | 一对一 | ACM 竞赛排名信息是某场比赛的排名信息 |
| ACM 竞赛排名信息 | 抽象用户 | 多对一 | ACM 竞赛排名信息与抽象用户之间存在多对一的关系 |
| OI 竞赛排名信息 | 比赛 | 一对一 | OI 竞赛排名信息是某场比赛的排名信息 |
| OI 竞赛排名信息 | 抽象用户 | 多对一 | OI 竞赛排名信息与抽象用户之间存在多对一的关系 |

## 3.4数据库物理设计

### 3.4.1数据库物理模式（物理图）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表中文名称** | **表英文名称** | **主键定义** | **字段中文名称** | **字段英文名称** | **字段类型** | **字段长度** | **是否索引** | **字段记录构成规则** |
| 用户 | user | user\_id | 用户ID | user\_id | varchar | 32 | 是 | 自增 |
| 用户名 | username | varchar | 30 | 是 | 唯一 |
| 密码 | password | varchar | 128 | 否 |  |
| 电子邮箱 | email | varchar | 100 | 否 |  |
| 创建时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |
| 更新时间 | update\_time | datetime |  | 否 |  |
| 题目 | problem | problem\_id | 题目ID | problem\_id | varchar | 32 | 是 | 自增 |
| 题目名称 | title | varchar | 128 | 否 |  |
| 时间限制 | time\_limit | integer |  | 否 |  |
| 内存限制 | memory\_limit | integer |  | 否 |  |
| 描述 | description | text |  | 否 |  |
| 输入格式 | input\_format | text |  | 否 |  |
| 输出格式 | output\_format | text |  | 否 |  |
| 样例输入 | sample\_input | text |  | 否 |  |
| 样例输出 | sample\_output | text |  | 否 |  |
| 提交次数 | submit\_number | integer |  | 否 |  |
| 通过次数 | accepted\_number | integer |  | 否 |  |
| 题目来源 | source | varchar | 128 | 否 |  |
| 难度 | difficulty | varchar | 10 | 否 |  |
| 分组 | group | group\_id | 分组ID | group\_id | varchar | 32 | 是 | 自增 |
| 分组名称 | group\_name | varchar | 50 | 否 |  |
| 创建时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |
| 更新时间 | update\_time | datetime |  | 否 |  |
| 竞赛 | contest | contest\_id | 竞赛ID | contest\_id | varchar | 32 | 是 | 自增 |
| 竞赛名称 | contest\_name | varchar | 100 | 否 |  |
| 竞赛开始时间 | start\_time | datetime |  | 否 |  |
| 竞赛结束时间 | end\_time | datetime |  |  |  |
| 竞赛状态 | status | integer |  | 否 |  |
| 是否公开 | is\_public | bool |  | 否 |  |
| 创建者ID | creator\_id | varchar | 32 | 否 | 外键(user) |
| 创建时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |
| 更新时间 | update\_time | datetime |  | 否 |  |
| 竞赛公告 | contest\_announcement | announcement\_id | 公告ID | announcement\_id | varchar | 32 | 是 | 自增 |
| 竞赛ID | contest\_id | varchar | 32 | 否 | 外键(contest) |
| 公告标题 | title | varchar | 100 | 否 |  |
| 公告内容 | content | text |  | 否 |  |
| 发布时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |
| 更新时间 | update\_time | datetime |  | 否 |  |
| 题目标签 | problem\_tag | tag\_id, problem\_id | 标签ID, 题目ID | tag\_id, problem\_id | varchar, varchar | 32, 32 | 是 |  |
| 标签名称 | tag\_name | varchar | 50 | 否 |  |
| 创建时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |
| 更新时间 | update\_time | datetime |  | 否 |  |
| 比赛排名 | contest\_rank | contest\_id, user\_id | 竞赛ID, 用户ID | contest\_id, user\_id | varchar, varchar | 32, 32 | 是 |  |
| 总分 | total\_score | float |  | 否 |  |
| 排名 | rank | integer |  | 否 |  |
| 创建时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |
| 更新时间 | update\_time | datetime |  | 否 |  |
| 提交记录 | submission | submission\_id | 提交ID | submission\_id | varchar | 32 | 是 | 自增 |
| 用户ID | user\_id | varchar | 32 | 否 | 外键(user) |
| 题目ID | problem\_id | varchar | 32 | 否 | 外键(problem) |
| 语言 | language | varchar | 20 | 否 |  |
| 代码长度 | code\_length | integer |  | 否 |  |
| 代码 | code | text |  | 否 |  |
| 提交时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |
| 更新时间 | update\_time | datetime |  | 否 |  |
| ACM竞赛排名 | acm\_contest\_rank | contest\_id, user\_id | 竞赛ID, 用户ID | contest\_id, user\_id | varchar, varchar | 32, 32 | 是 |  |
| 总分 | total\_score | float |  | 否 |  |
| 通过数 | accepted\_number | integer |  | 否 |  |
| 提交数 | submission\_number | integer |  | 否 |  |
| 最后一次提交时间 | last\_submission\_time | datetime |  | 否 |  |
| OI竞赛排名 | oi\_contest\_rank | contest\_id, user\_id | 竞赛ID, 用户ID | contest\_id, user\_id | varchar, varchar | 32, 32 | 是 |  |
| 总分 | total\_score | integer |  | 否 |  |
| 排名 | rank | integer |  | 否 |  |
| 创建时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |
| 更新时间 | update\_time | datetime |  | 否 |  |
| 评测服务器 | judge\_server | judge\_server\_id | 评测服务器ID | judge\_server\_id | varchar | 32 | 是 | 自增 |
| 服务器名称 | name | varchar | 100 | 否 |  |
| 服务器描述 | description | text |  | 否 |  |
| 服务器地址 | host | varchar | 50 | 否 |  |
| 服务器密码 | password | varchar | 50 | 否 |  |
| 服务器状态 | status | bool |  | 否 |  |
| 创建时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |
| 更新时间 | update\_time | datetime |  | 否 |  |
| 权限 | permission | permission\_id | 权限ID | permission\_id | integer |  | 是 | 自增 |
| 权限名称 | name | varchar | 50 | 否 |  |
| 创建时间 | create\_time | datetime |  | 否 |  |