

数据库系统原理课程设计报告



同濟大學
TONGJI UNIVERSITY

院 系 电子与信息工程学院

专 业 计算机科学与技术

姓 名 庄镇华

学 号 1853790

题 目 高校共享单车管理系统设计

指导老师 李文根

联系方式 17721295617

高校共享单车管理系统设计

摘 要

当今高校内单车盛行，虽然一定程度上解决了高校学生出行难的问题，但也催生了单车浪费严重、乱停乱放、侵占盲道甚至恶意破坏等问题。针对这一现象，本文设计了一款高校共享单车管理系统，以实现高校单车的共享流通。高校学生可以通过该系统进行实名认证，实现日常单车的租借、单车资讯的查看；管理员可以对每辆单车的引入、日常单车的停放、资讯的发布修改进行对应的管理，对用户数量、车辆数量、资讯数量进行统计，并管理用户的借还情况。

本次设计的亮点在于，实现了共享单车热度分析的功能。实时分析共享单车的地理位置，并且在地图上进行热度显示，帮助管理员分析共享单车的密度。

本报告以同济大学共享单车管理为对象，建立了高校共享单车管理系统。从需求与可行性分析、数据库概念设计、逻辑设计、物理设计、系统实现、系统测试六个方面进行了详细介绍。

关键词：高校共享单车，需求与可行性分析，概念设计，逻辑设计，物理设计，系统实现，系统测试

Design of Shared Bicycle Management System in University

ABSTRACT

The popularity of bicycles in colleges and universities nowadays solves the problem of college students' traveling to a certain extent, but it also gives birth to problems such as serious bicycle waste, random parking, infringement of blind roads and even malicious destruction. In response to this phenomenon, this paper designs a university shared bicycle management system to implement the shares and circulation of university bicycles. College students can perform real-name authentication through the system to realize daily bicycle rental and bicycle information viewing; administrators can manage the bring of each bicycle, daily bicycle parking, information release and modification, monitor the number of users and vehicles, and manage the borrowing and repayment of users.

The highlight of this design is that it realizes the function of shared bicycle heat analysis. Analyze the geographic location of shared bicycles in real time, and help administrators analyze the density of shared bicycles.

This report aims at the management of shared bicycles in Tongji University and establishes a management system for shared bicycles in colleges and universities. It contains six parts: demand and feasibility analysis, concept design, logic design, physical design, system implementation, and system testing.

Key words: college bike sharing, demand and feasibility analysis, concept design, logical design, physical design, system implementation, system testing

目录

一、引言.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 系统概述.....	1
1.3 编写目的.....	1
1.4 核心流程.....	1
1.4.1 借车模块.....	1
1.4.2 租车模块.....	2
1.4.3 资讯模块.....	2
二、数据描述.....	2
2.1 数据字典.....	2
2.2 数据流图.....	4
三、需求分析.....	5
3.1 功能需求.....	5
3.1.1 租借车模块.....	5
3.1.2 资讯模块.....	5
3.2 性能需求.....	5
3.2.1 数据精度.....	5
3.2.2 时间特性.....	5
3.3 安全需求.....	5
3.3.1 重要数据加密.....	5
3.3.2 数据恢复.....	5
3.3.3 记录日志.....	5
3.4 其他需求.....	5
3.4.1 易用性与可扩充性需求.....	5
3.4.2 运行环境需求.....	6
3.4.3 维护性需求.....	6
四、可行性分析.....	6
4.1 技术可行性.....	6
4.2 应用可行性.....	6
4.3 经济可行性.....	6
四、概念模型.....	7
4.1 E-R 模型概述.....	7
4.2 概念模型概述.....	7
4.3 概念结构设计方法.....	7
五、实体集.....	8
5.1 定义.....	8
5.2 高校共享单车管理系统实体集设计.....	8
六、联系集.....	9
6.1 定义.....	9
6.2 高校共享单车管理系统联系集设计.....	10
6.2.1 用户与用户卡：拥有.....	10
6.2.2 用户卡与单车：出租、借用.....	10

6.2.3 用户与资讯：发布	11
七、E-R 图	11
7.1 局部 E-R 图	11
7.1.1 实体属性局部 E-R 图	11
7.1.2 实体联系局部 E-R 图	13
7.2 全局 E-R 图	14
八、关系模型设计	15
8.1 概念	15
8.2 E-R 图转化为关系模型	15
8.2.1 规则	15
8.2.2 转化	15
8.3 关系模式的规范化	15
8.4 关系模式的优化	16
8.4.1 极小化数据依赖	16
8.4.2 合并或分解模式	16
九、表结构设计	16
9.1 设计原则	16
9.2 设计实现	16
十、物理设计	19
10.1 物理设计概述	19
10.2 事务数据访问特性	19
10.2.1 查询事务	19
10.2.2 更新事务	20
10.3 数据库索引设计	21
10.3.1 索引概述	21
10.3.2 单索引表	21
10.3.3 用户索引表	21
10.3.4 其他	21
10.4 完整性设计	21
10.5 安全性设计	22
10.5.1 管理员权限	22
10.5.2 用户权限	22
十一、系统实现	22
11.1 系统架构实现	22
11.1.1 开发环境	22
11.1.2 逻辑结构分层	22
11.2 系统详细实现	22
11.2.1 管理员身份	22
11.2.2 用户身份	26
11.2.3 登陆注册页面	29
11.3 系统特色模块	29
11.3.1 热度模块	29
十一、系统测试	30
11.1 测试方法	30
11.2 测试用例	30

11.2.1 界面测试.....	30
11.2.2 功能测试.....	30
11.3 测试结论.....	33
十二、结论与展望.....	33
12.1 结论.....	33
12.2 展望.....	33
十三、参考文献.....	34

需求与可行性分析

一、引言

1.1 项目背景

人人共建、人人共享，是经济社会发展的理想状态。习近平总书记提出的“五大发展理念”，把共享作为发展的出发点和落脚点，指明发展价值取向。而共享单车恰恰是资源共享的应用实践，解决了“最后一公里”的问题，缓解了交通拥堵，真正实现了绿色出行，利国利民。

最近几年，共享单车可以说是非常火热，人们随时都能在地铁口、大街小巷、住宅小区等区域看到各式各样的共享单车。高校也不例外，现在大学生都在追求一种更快捷方便且经济的出行方式，自行车无疑成了首选。但是自行车在校园的盛行也催生了自行车严重浪费的问题。

首先，几家大型共享单车公司例如“OFO”、“摩拜”、“哈啰”为了抢占高校市场，不惜大量过量投入单车，而管理人员有限，运维力量不足，导致不少单车长期停在路边无人问津，成了“僵尸车”，很多故障车也得不到及时维修。

其次，并不是每一位同学都会选择第三方公司的单车。一方面，每一届的部分新生都要买进一批新自行车，另一方面，每一届毕业生因无法处理自行车而选择以非常低廉的价格卖掉自行车。因此造成了校园内自行车资源过剩，无人利用并且丢弃严重的问题。虽然校园内从不缺乏自行车，但是也仍存在学生出行不便的问题。

最后，即使是在高校，人们的素质也是有高有低，大部分人还是很爱护单车的，但是，一小部分人经常乱停乱放、侵占盲道，甚至破坏单车。所以管理如此多的单车比想象中更加困难，大量的单车需要非常多的人去管理，这在财力方面消耗是非常大的。因此，有必要设计一个能方便管理共享单车的系统。

1.2 系统概述

高校共享单车管理系统主要可分为 GPS 定位模块、租车模块、借车模块和资讯模块。其中数据库设计主要涉及后三个模块。

1.3 编写目的

针对背景介绍中提到的问题，设计了一套高校共享单车管理系统。该系统运行于 Internet 环境，设置了针对车主的租车模块和针对使用者一方的借车模块，以及交易、资讯等模块。

借车模块引入高德地图，精确获取经纬度，帮助用户方便快捷地查找车辆。租车模块使车主租出车辆，获取收益。为保证车辆以及用户信息安全性，租借车过程中，严格进行实名认证。

关于资讯模块，借车用户可以在此模块浏览单车及供应商相关信息，供应商可以进行广告宣传，管理员可以对这些信息进行修改操作。

1.4 核心流程

1.4.1 借车模块

该模块主要流程分为：实名认证、查询车辆。因为本系统的服务对象是高校大学生，因此需要严格的实名认证，借车人必须绑定自己的学号以及学校，并且需要实名认证，保证车辆和车主信息的安全性。

1.4.2 租车模块

通过租车模块，车主可以把自己的自行车通过平台发布，供其他同学使用，同时车主可以通过平台查询自己的车辆信息，获取收益。本模块使用的共享单车主要由校内学生提供，我方平台进行共享管理，实现我方与车主互惠互利的目标。

1.4.3 资讯模块

供应商以及有租车需求的同学可以编写文案进行广告宣传，有借车需求的用户可以浏览单车及供应商相关信息，管理员可以对违规信息进行修改删除。

二、数据描述

2.1 数据字典

表 2-1 用户实名认证信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
学号	user_id	varchar	8	主键，not null
姓名	user_name	varchar	20	not null
邮箱	user_email	varchar	20	not null
密码	user_pass	varchar	20	not null
电话	user_phone	varchar	11	not null
居住宿舍	user_dorm	varchar	50	not null

表 2-2 共享单车管理表

属性名	字段	类型	长度	约束
单车编号	bike_id	varchar	50	主键，not null
单车品牌	bike_brand	varchar	20	not null
单车颜色	bike_color	varchar	8	not null
单车型号	bike_size	varchar	1	's'、'm'、'l'
已用年限	bike_age	integer		not null
租借状态	bike_status	varchar	5	'true'或'false'

表 2-3 用户卡信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
用户卡编号	card_id	varchar	20	主键, not null
卡密码	card_password	varchar	30	not null
押金数	card_deposit	money		not null
卡内金额	card_charge	money		not null
卡状态	card_status	varchar	8	‘normal’或‘abnormal’
卡版本	card_version	varchar	8	not null

表 2-4 会员开户表

属性名	字段	类型	长度	约束
用户卡编号	card_id	varchar	50	主键, not null
学号	user_id	varchar	8	外键, not null
开户时间	open_date	datetime	8	not null
有效期	validate	datetime	8	not null

表 2-5 用户借车信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
流水号	Id	bigint		主键, not null
单车编号	bike_id	varchar	50	外键, not null
用户卡编号	card_id	varchar	50	外键, not null
租借时间	rent_time	datetime	8	not null
归还时间	return_time	datetime	8	not null

表 2-6 用户出租信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
流水号	Id	bigint		主键, not null
单车编号	bike_id	varchar	50	外键, not null
用户卡编号	card_id	varchar	50	外键, not null
出租时间	rent_time	datetime	8	not null
收回时间	return_time	datetime	8	not null

表 2-7 资讯信息管理表

属性名	字段	类型	长度	约束
资讯编号	news_id	bigint		主键, not null
资讯名称	news_title	varchar	50	not null
资讯内容	news_content	text		not null
资讯作者	news_author	varchar	20	外键, not null
发布时间	news_date	datetime		not null
更新时间	News_update	datetime		not null
浏览次数	browse_count	int		not null

表 2-8 管理员数据表

属性名	字段	类型	长度	约束
工作编号	work_id	varchar	20	主键, not null
用户名	manager_name	varchar	30	not null
用户密码	manager_password	varchar	20	not null
角色权限	role_authority	varchar	200	not null
用户电话	manager_phone	varchar	11	not null
居住地址	manager_addr	varchar	50	not null

表 2-9 用户资讯信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
资讯编号	<u>news_id</u>	bigint		主键, not null
评论作者	news_author	varchar	20	外键, not null

2.2 数据流图

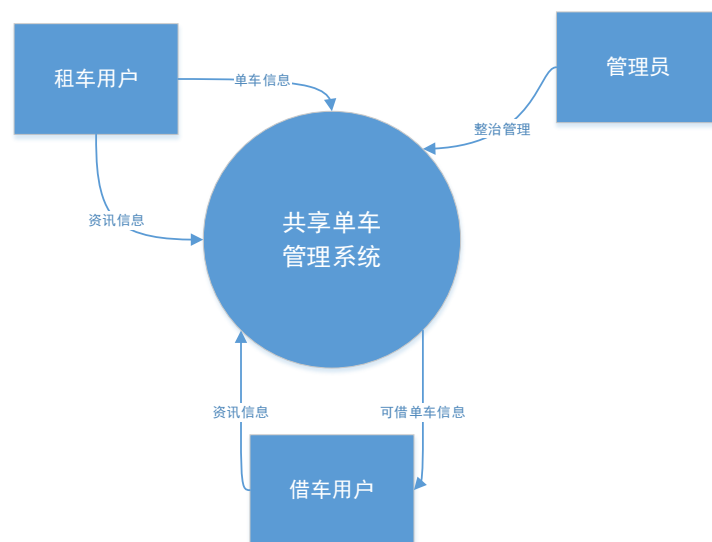


图 2-1 顶层数据流程图

三、需求分析

3.1 功能需求

3.1.1 租借车模块

通过租车模块，车主可以把自己的自行车通过平台发布，供其他同学使用，同时车主可以通过平台查询自己的车辆信息，获取收益。借车模块主要流程分为：实名认证、查询车辆、二维码开锁，借车人需要绑定自己的学号以及学校，并且需要实名认证，以保障系统的安全性。

3.1.2 资讯模块





供应商以及有卖车需求的同学可以编写文案进行广告宣传，有租车或者买车需求的用户可以浏览单车及供应商相关信息，管理员可以对违规信息进行修改删除。

3.2 性能需求

3.2.1 数据精度

输入输出数据要求为三种类型：字符型、整型、double 型。传输过程中除字符型外一律 double 型。这样保证所有的相关数据的精确度都能达到相对较高的标准。

3.2.2 时间特性

-  响应时间：网速在 56 k/s 时每个页面响应时间 < 45 s，关键数据查询响应时间 < 4 s。
-  更新处理时间 < 10 s。
-  数据转换和传送时间 < 8 s。
-  解题时间 < 5 s。

3.3 安全需求

3.3.1 重要数据加密

对一些重要或隐私的数据按一定的算法进行加密，如用户密码、管理员密码、用户电话、用户地址等等。

3.3.2 数据恢复

将各个用户的数据进行备份，允许用户申请本月流水数据的恢复，防止用户数据丢失。

3.3.3 记录日志

本系统应该能够记录系统运行时所发生的所有错误，包括本机错误和网络错误。这些错误记录便于查找错误的原因。日志同时记录用户的关键性操作信息。

3.4 其他需求

3.4.1 易用性与可扩充性需求

高校共享单车管理系统是直接面对计算机和非计算机专业的学生的，因此要求系统能够提供良好的用户接口，易用的人机交互界面。尽量选择用户熟悉的术语和语言界面；针对用户可能出现的问题，提供相应的帮助文档。

高校共享单车管理系统涉及到的数据是高校学生相当重要的信息（比如学号、住址等），系统要提供方便的方式供系统管理人员进行数据的备份，日常的安全管理，以及系统意外崩溃时数据的恢复等操作。

3.4.2 运行环境需求

需要在 windows 7/windows 10 操作系统上运行，后期拟移植到 Android 和 ios 操作系统上。

3.4.3 维护性需求

🔗 源代码格式标准化，各变量、文件、类、函数等命名规范进行统一。

🔗 文档格式标准化，对于软件开发的相关文档的格式进行统一。

四、可行性分析

4.1 技术可行性

本次高校共享单车管理系统的主要模块有三个：租车、借车、资讯，每个模块的核心功能都相对简单，组合在一起具有一定的完备性，因此编程实现虽有一定挑战但总体可控，加之之前高级语言程序设计、软件开发方法等课程的积累以及自己自学的部分内容，对于完成这次系统的设计还是很有信心的。

开发方面，前端拟采用 Bootstrap 框架，使用 JavaScript 和 CSS 来构建完美稳定的移动端应用，符合当下审美需求。后端拟采用 Flask 框架，服务器可使用腾讯提供的实用云服务器，数据库也可使用其提供的灵活性相对较高的云数据库。

综上所述，在技术层面上具有可行性。

4.2 应用可行性

本系统不仅为高校学生提供了便利，同时也响应了习总书记“人人共享”的号召。相比于传统的共享单车系统，本系统增加了学生出租单车的功能，更加方便了同学们日常的出行，提高了资源的利用率。如果经营得当，还可为高校招生宣传增加印象分，提高高校学生的生活幸福感。

加之本软件界面简单，附有详细的使用说明，系统的研制和开发充分考虑了用户的工作流程且界面直观易于学习。系统兼备了以上的优点，用户只需懂得简单的计算机操作知识，就能自由应用本软件。因此，本系统的应用大众化得到了保障。

在系统设计和开发的过程中，应在考虑成本的基础上尽量采用当前主流并有良好发展前途的产品。本系统既符合当下共享经济潮流、又有着良好的发展前景，故综上所述：在应用层面上具有可行性。

4.3 经济可行性

信息化管理可以减少高校后勤管理团队的建设成本，本系统可以很好地缓解高校单车管理难题，因此初期费用可以先由学校承担；然后，通过免费赠送会员卡等活动实现软件快速推广；积累到一定人气之后可以接收第三方单车公司的广告或者引入第三方单车公司的车源，赚取广告费并扩大影响力；还可以将这套系统推广到其他高校，赚取推广费用。

综上所述：在经济层面上具有可行性。

概念设计

四、概念模型

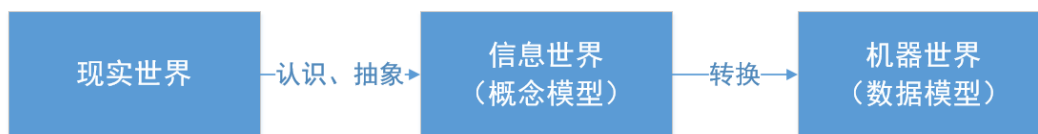
4.1 E-R 模型概述

E-R 模型，全称为实体联系模型、实体关系模型或实体联系模式图（ERD）（Entity-relationship model），是概念数据模型的高层描述所使用的数据库模型或模式图。

E-R 模型主要由实体、属性和联系组成。实体是 E-R 模型的基本对象，是现实世界中各种事物的抽象，凡是可以相互区别，并可以被识别的事、物概念等均可认为是实体。每个实体都具有各种特征，称其为实体的属性，实体的属性值是数据库存储的主要数据。实体间会存在各种关系，如人与人之间可能存在领导与雇员关系等，实体间的关系被抽象为联系。

4.2 概念模型概述

概念模型是对真实世界中问题域内的事物的描述，不是对软件设计的描述概念的描述包括：记号、内涵、外延，其中记号和内涵(视图)是其最具实际意义的。



概念模型表征了待解释的系统的专业领域知识。为了把现实世界中的具体事物抽象、组织为某一数据库管理系统支持的数据模型，人们常常首先将现实世界抽象为信息世界，然后将信息世界转换为机器世界。

概念模型既能够真实充分地反映现实世界中事物与事物之间的联系，又能够清晰地表达概念设计结果。概念模型，简洁明确独立于机器，易于用户接受理解，便于应用人员和数据库人员进行相互交流。同时概念模型容易向层次模型、关系模型以及网状模型数据转变，概念模型有效实现了现实世界到机器世界的过渡转变。

4.3 概念结构设计方法

设计概念结构通常有四类方法：自顶向下：首先定义全局概念结构的框架，然后逐步细化；自底向上：首先定义各局部应用的概念结构，然后将其集成起来；逐步扩张：首先定义核心概念结构，然后向外扩充；混合策略：自顶向下设计全局概念框架，自底向上设计各局部概念结构，其中最常用的方法是自底向上方法。

局部 E-R 图设计方法：选择局部应用；以需求分析中得到的数据元素表为基础，建立实体模型；确定实体之间的联系类型。用 E-R 图表示这些实体与实体之间的联系，形成局部 E-R 图。

综合局部 E-R 图形成总 E-R 图，设计总 E-R 图（全局概念模式）可以有两种方法：多个局部 E-R 图一次集成；逐步集成，用累加的方式一次集成两个局部 E-R 图。

五、实体集

5.1 定义

实体是指现实世界中客观存在的并可以相互区分的对象或事物。就数据库而言，实体往往指某类事物的集合。可以是具体的人事物，也可以是抽象的概念、联系。在划分实体和属性时，首先要按现实世界中事物的自然划分来定义实体和属性。如对职工的描述中，职工是实体，而姓名、年龄和民族等是职工的属性。

5.2 高校共享单车管理系统实体集设计

当我们使用 E-R 模型设计数据库时，通常从确定那些应当包含的实体集开始。当决定好实体集后，我们必须挑选恰当的属性，这些属性要表示我们在数据库中所捕获的不同的值。一旦选择好实体和它们相应的属性，不同实体间的联系集就建立起来了。

对于我们高校单车管理系统的例子，实体集以及他们的属性如下表：

表 5-1 资讯信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
资讯编号	<u>news_id</u>	bigint		主键，not null
资讯名称	news_title	varchar	50	not null
资讯简介	news_intro	text		not null
资讯内容	news_content	text		not null
发布时间	news_date	datetime		not null
浏览次数	browse_count	Int		not null

表 5-2 用户信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
学号	<u>user_id</u>	varchar	8	主键，not null
姓名	user_name	varchar	20	not null
性别	user_gender	varchar	4	‘female’或‘male’
专业	user_dept	varchar	40	not null
电话	user_phone	varchar	11	not null
居住宿舍	user_dorm	varchar	50	not null

表 5-3 管理员信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
工作编号	<u>work_id</u>	varchar	20	主键，not null
用户名	manager_name	varchar	30	not null
用户密码	manager_password	varchar	20	not null
角色权限	role_authority	varchar	200	not null
用户电话	manager_phone	varchar	11	not null
居住地址	manager_addr	varchar	50	not null

表 5-4 单车信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
单车编号	bike_id	varchar	50	主键，not null
单车品牌	bike_brand	varchar	20	not null
单车颜色	bike_color	varchar	8	not null
单车型号	bike_size	varchar	1	‘s’、‘m’、‘l’
已用年限	bike_age	integer		not null
租借状态	bike_status	varchar	5	‘true’或‘false’

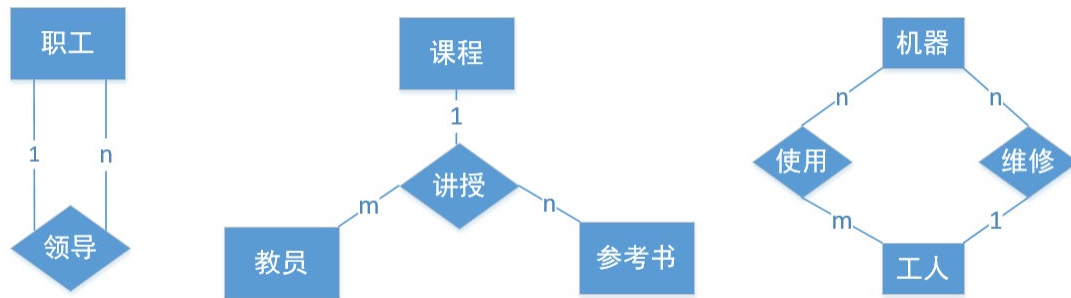
表 5-5 用户卡信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
用户卡编号	<u>card_id</u>	varchar	20	主键，not null
卡密码	card_password	varchar	30	not null
押金数	card_deposit	money		not null
卡内金额	card_charge	money		not null
卡状态	card_status	varchar	8	‘normal’或‘abnormal’
卡版本	card_version	varchar	8	not null

六、联系集

6.1 定义

实体之间的对应关系称为联系，它反映了现实事物之间的相互联系。联系可以归纳为：一对一的联系、一对多的联系和多对多的联系三类。三个或多个实体型间可能具有联系、两个实体型之间可具有多种联系。



6.2 高校共享单车管理系统联系集设计

6.2.1 用户与用户卡：拥有

描述：一对多

关系表

表 6-1 会员开户信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
用户卡编号	<u>card_id</u>	varchar	50	主键，not null
学号	user_id	varchar	8	外键，not null
开户时间	open_date	datetime	8	not null
有效期	valid_date	datetime	8	not null

6.2.2 用户卡与单车：出租、借用

描述：多对多

关系表

表 6-2 用户出租信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
流水号	<u>id</u>	bigint		主键，not null
单车编号	bike_id	varchar	50	外键，not null
用户卡编号	card_id	varchar	50	外键，not null
出租时间	lease_time	datetime	8	not null
收回时间	return_time	datetime	8	not null

表 6-3 用户借车信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
流水号	<u>id</u>	bigint		主键, not null
单车编号	bike_id	varchar	50	外键, not null
用户卡编号	card_id	varchar	50	外键, not null
租借时间	rent_time	datetime	8	not null
归还时间	return_time	datetime	8	not null

6.2.3 用户与资讯：发布

描述：一对多

关系表

表格 6-4 用户资讯信息表

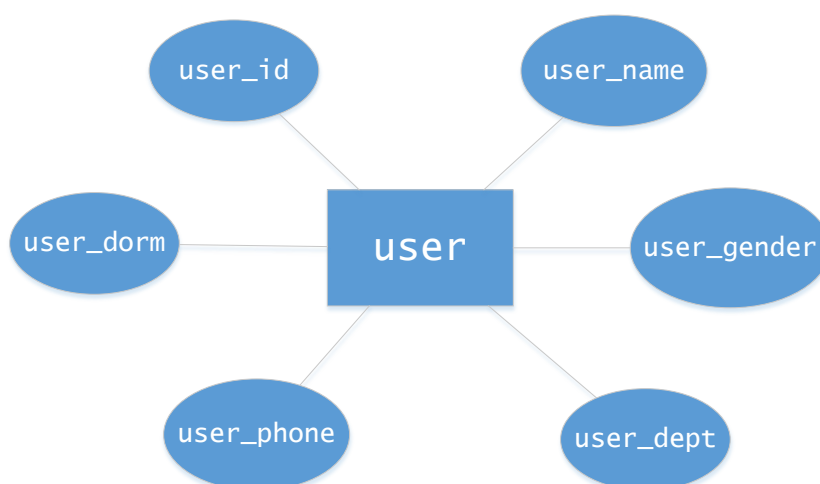
属性名	字段	类型	长度	约束
资讯编号	<u>news_id</u>	bigint		主键, not null
评论作者	news_author	varchar	20	外键, not null

七、E-R 图

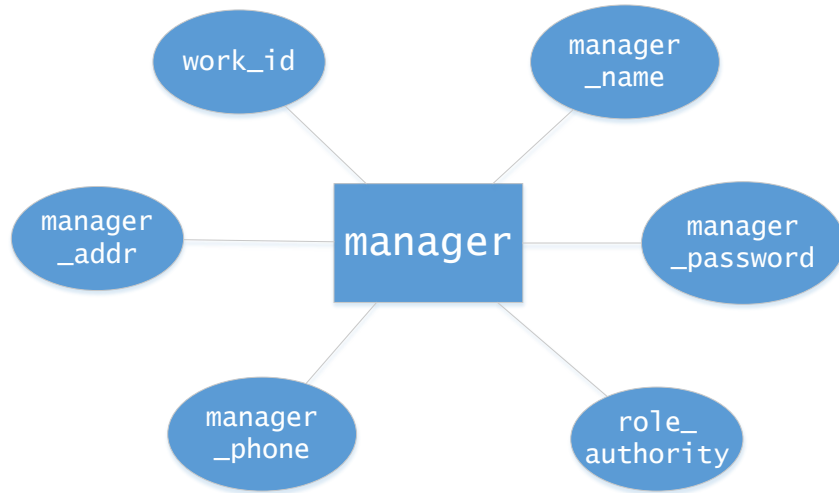
7.1 局部 E-R 图

7.1.1 实体属性局部 E-R 图

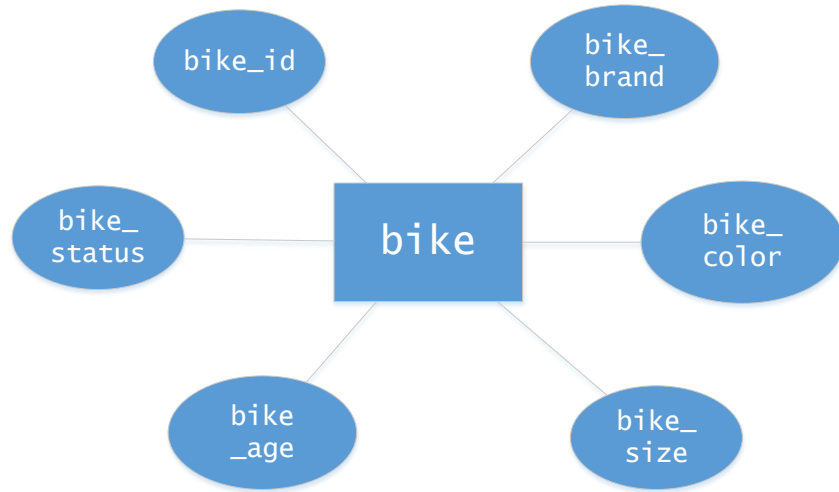
用户实体局部 E-R 图：



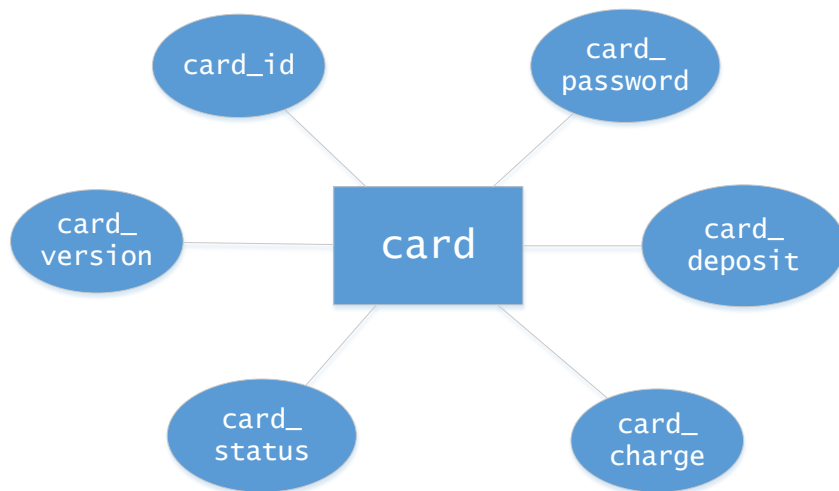
管理员实体局部 E-R 图：



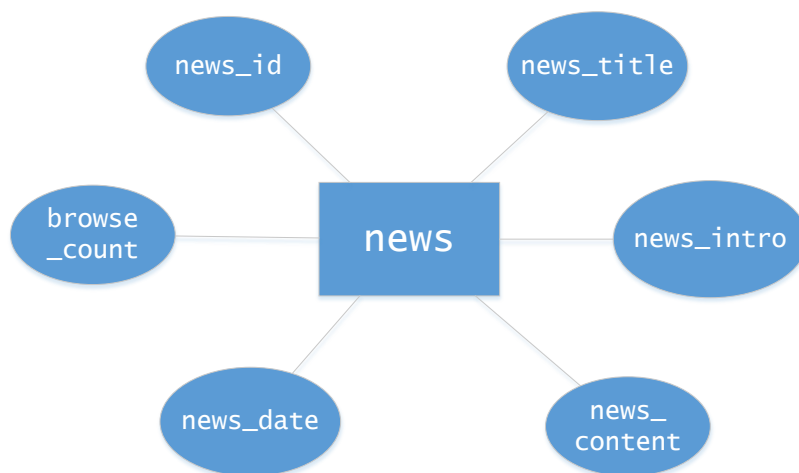
🚲 单车实体局部 E-R 图:



👤 用户卡实体局部 E-R 图:

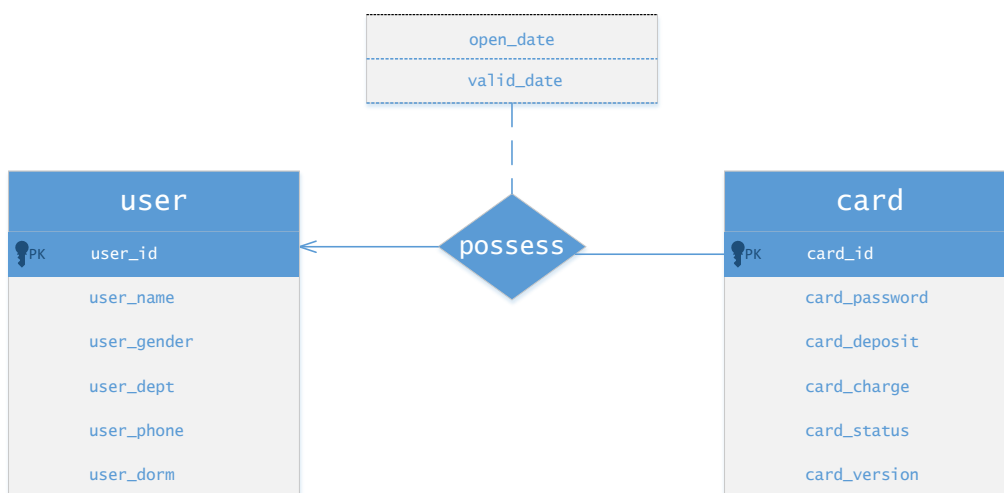


📰 资讯实体局部 E-R 图:

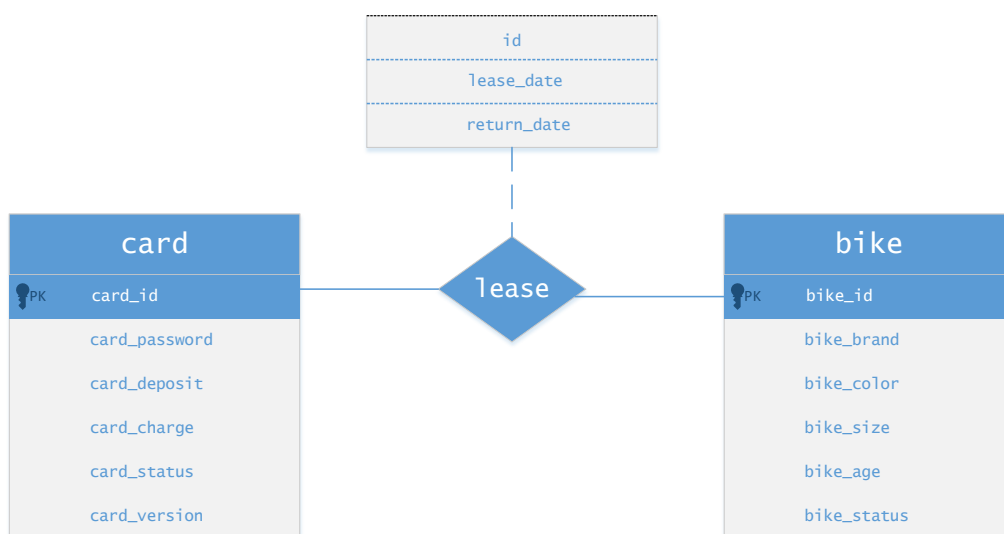


7.1.2 实体联系局部 E-R 图

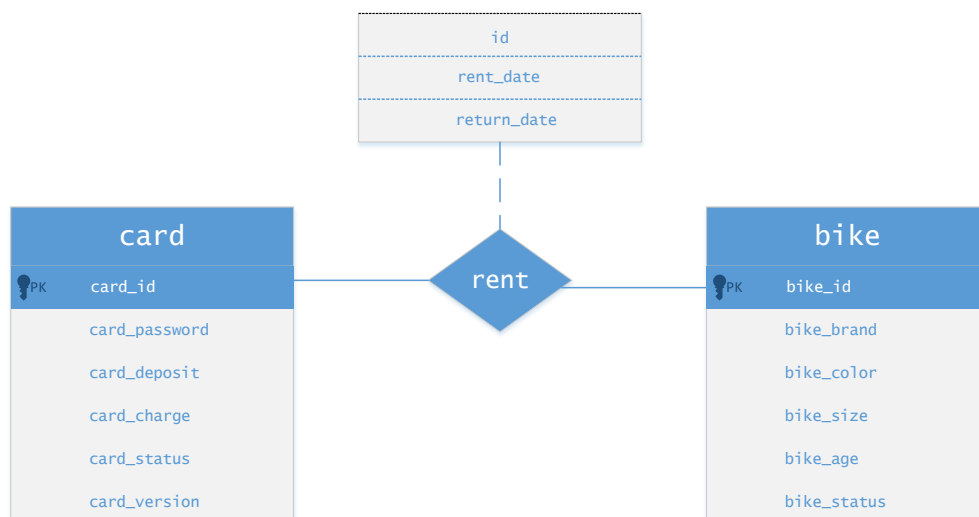
🌈 用户与用户卡: possess 联系局部 E-R 图



🌈 用户卡与单车: lease 联系局部 E-R 图:



🌈 用户卡与单车: rent 联系局部 E-R 图:

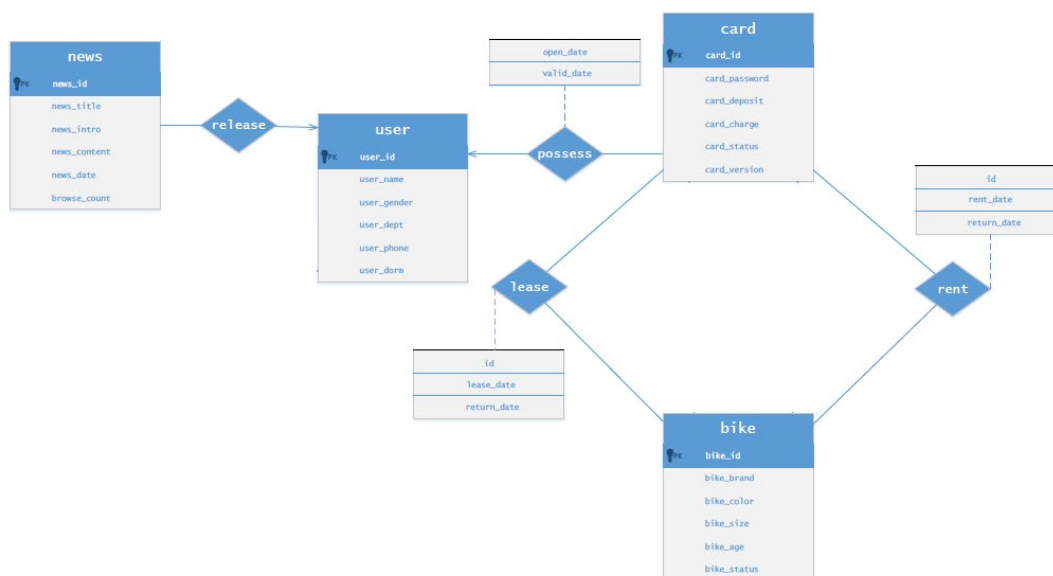


用户与资讯：release 联系局部 E-R 图：



7.2 全局 E-R 图

联系全局 E-R 图：



逻辑设计

八、关系模型设计

8.1 概念

DBMS 采用某种数据模型进行建模，提供了在计算机中表示数据的方式，其包括，数据结构、数据操作、数据完整性三部分。在关系模型中，通过关系表示实体与实体之间的联系，然后基于关系数据集合进行数据的查询、更新以及控制等操作同时对数据的更新操作进行实体完整性、参照完整性、用户自定义完整性约束。

8.2 E-R 图转化为关系模型

8.2.1 规则

1 : 1 联系的转换方法

- 将 1 : 1 联系转换为一个独立的关系：与该联系相连的各实体的码以及联系本身的属性均转换为关系的属性，且每个实体的码均是该关系的候选码
- 将 1 : 1 联系与某一端实体集所对应的关系合并，则需要是在被合并关系中增加属性，其新增的属性为联系本身的属性与联系相关的另一个实体集的码

1 : n 联系的转换方法

- 一种方法是将联系转换为一个独立的关系，其关系的属性由与该联系相连的各实体集的码以及联系本身的属性组成，而该关系的码为 n 端实体集的码
- 另一种方法是在 n 端实体集中增加新的属性，新属性由联系对应的 1 端实体集的码和联系自身的属性构成，新增属性后原关系的码不变

m : n 联系的转换方法

与该联系相连的各实体集的码以及联系本身的属性均转换为关系的属性，新关系的码为两个相连实体码的组合（该码为多属性构成的组合码）。

8.2.2 转化

根据上文中的 E-R 图，可知有如下几种联系：

1 : n 联系：用户与用户卡：拥有、用户与资讯：发布

m : n 联系：用户卡与单车：出租、借用

8.3 关系模式的规范化

第一范式：一个域是原子的，如果该域的元素被认为是不可分的单元。我们称一个关系模式 R 属于第一范式（1NF），如果 R 的所有属性的域都是原子的。

第二范式：如果关系模式 R 是第一范式的，而且关系中每一个非主属性不部分依赖于主键，称 R 是第二范式的。即 2NF 是消除了部分依赖的 1NF。

第三范式：如果关系模式 R 满足第二范式，且不存在非主属性对于码的传递函数依赖，称 R 满足第三范式，简记为 3NF。即 3NF 是消除了传递依赖的 2NF。

规范化:

- ✚ 上述关系模型中每个关系的每个属性都是不可再分的，即满足 1NF。
- ✚ 每一个非主属性都完全依赖于主键，即满足 2NF，而且在每个关系中没有传递函数依赖关系，即满足 3NF。
- ✚ 进一步的，由于各个关系 R 都满足：对于 R 的每个函数依赖 $X \rightarrow Y$ ，若 Y 不属于 X，则 X 必含有超码，即满足 BCNF。

8.4 关系模式的优化**8.4.1 极小化数据依赖**

学号→姓名, 学号→性别, 学号→专业, 学号→电话, 学号→居住宿舍,

单车编号→单车品牌, 单车编号→单车颜色, 单车编号→单车型号, 单车编号→已用年限, 单车编号→租借状态

用户卡编号→卡密码, 用户卡编号→押金数, 用户卡编号→卡内金额, 用户卡编号→卡状态, 用户卡编号→卡版本

流水号→单车编号, 流水号→用户卡编号, 流水号→租借时间, 流水号→归还时间

8.4.2 合并或分解模式

(学号, 姓名, 性别, 专业, 电话, 居住宿舍)

(单车编号, 单车品牌, 单车颜色, 单车型号, 已用年限, 租借状态)

(用户卡编号, 卡密码, 押金数, 卡内金额, 卡状态, 卡版本)

(用户卡编号, 学号, 开户时间, 有效期)

(流水号, 单车编号, 用户卡编号, 出租时间, 收回时间)

(流水号, 单车编号, 用户卡编号, 租借时间, 归还时间)

九、表结构设计**9.1 设计原则**

- ✚ 应该根据系统结构中的组件划分，针对每个组件所处理的业务进行组件单元的数据库设计，而不是针对整个系统进行数据库设计。
- ✚ 不同组件间所对应的数据库表之间的关联应该尽可能减少，为系统或表结构的重构提供可能性。
- ✚ 采用领域模型驱动的方式和自顶向下的思路进行数据库设计，首先分析业务，根据职责定义对象。
- ✚ 应针对所有表的主键和外键建立索引，有针对性地建立组合属性的索引，提高检索效率。

9.2 设计实现

表 9-1 资讯信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
资讯编号	<u>news_id</u>	bigint		主键, not null
资讯名称	news_title	varchar	50	not null
资讯简介	news_intro	text		not null
资讯内容	news_content	text		not null
发布时间	news_date	datetime		not null
浏览次数	browse_count	int		not null

表 9-2 用户资讯信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
资讯编号	<u>news_id</u>	bigint		主键, not null
评论作者	news_author	varchar	20	外键, not null

表 9-3 会员开户信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
用户卡编号	<u>card_id</u>	varchar	50	主键, not null
学号	user_id	varchar	8	外键, not null
开户时间	open_date	datetime	8	not null
有效期	valid_date	datetime	8	not null

表 9-4 用户信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
学号	<u>user_id</u>	varchar	8	主键, not null
姓名	user_name	varchar	20	not null
性别	user_gender	varchar	4	'female' 或 'male'
专业	user_dept	varchar	40	not null
电话	user_phone	varchar	11	not null
居住宿舍	user_dorm	varchar	50	not null

表 9-5 管理员信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
工作编号	<u>work_id</u>	varchar	20	主键，not null
用户名	manager_name	varchar	30	not null
用户密码	manager_password	varchar	20	not null
角色权限	role_authority	varchar	200	not null
用户电话	manager_phone	varchar	11	not null
居住地址	manager_addr	varchar	50	not null

表 9-6 单车信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
单车编号	<u>bike_id</u>	varchar	50	主键，not null
单车品牌	bike_brand	varchar	20	not null
单车颜色	bike_color	varchar	8	not null
单车型号	bike_size	varchar	1	's'、'm'、'l'
已用年限	bike_age	integer		not null
租借状态	bike_status	varchar	5	'true'或'false'

表 9-7 用户卡信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
用户卡编号	<u>card_id</u>	varchar	20	主键，not null
卡密码	card_password	varchar	30	not null
押金数	card_deposit	money		not null
卡内金额	card_charge	money		not null
卡状态	card_status	varchar	8	'normal'或'abnormal'
卡版本	card_version	varchar	8	not null

表 9-8 用户出租信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
流水号	<u>id</u>	bigint		主键，not null
单车编号	bike_id	varchar	50	外键，not null
用户卡编号	card_id	varchar	50	外键，not null
出租时间	lease_time	datetime	8	not null
收回时间	return_time	datetime	8	not null

表 9-9 用户借车信息表

属性名	字段	类型	长度	约束
流水号	id	bigint		主键, not null
单车编号	bike_id	varchar	50	外键, not null
用户卡编号	card_id	varchar	50	外键, not null
租借时间	rent_time	datetime	8	not null
归还时间	return_time	datetime	8	not null

物理设计

十、物理设计

10.1 物理设计概述

数据库的物理设计指数据库存储结构和存储路径的设计,即将数据库的逻辑模型在实际的物理存储设备加以实现,该过程依赖于给定的计算机系统。在这一阶段,需要考虑数据库的存储问题,以保证用户以其所熟悉的方式存取数据以及数据在各个位置的分布方式等。

物理设计可分为五步,前三步为结构设计,后两步为约束和程序设计。各步的具体内容是(1)存储记录的格式设计,对数据项类型特征作分析,对存储记录进行格式化,决策如何进行数据压缩或代码化。(2)存储方法设计,物理设计中最重要的是把存储记录在全数据库范围内进行物理存储安排。(3)访问方法设计。访问方法设计为存储在物理设备上的数据提供存储结构和查询路径。(4)完整性和安全性考虑。(5)应用设计,该设计包括人机界面的设计、输入/输出格式的设计、代码设计、处理加工设计等。

10.2 事务数据访问特性

10.2.1 查询事务

管理员查询用户信息:

事务内容: 管理员在查看用户列表的时候,可以查看用户的具体信息,需要访问用户表用户名、电话、姓名、身份证、密码和 ID。连接的属性为 ID 即用户编号,则可以查询到用户基本信息。

操作频率: 1000 次/天

性能要求: 1s 完成

管理员查看单车信息:

事务内容: 管理员在查看单车的时候,可以查看单车的具体信息,需要访问单车表查询单车的型号、可用性、经度、纬度和 ID。连接的属性为 ID 即单车编号,则可以查询到单车基本信息。如果还想知道这个单车的租借情况,则还需要与租借信息连接,连接属性为单车编号。

操作频率: 5000 次/天

性能要求: 3s 完成

管理员查询租借信息:

事务内容：管理员可以查看租借的具体信息，需要访问租借信息表，查询租借的取车时间、还车时间、租车人和 ID。连接的属性为 ID 即合约编号，则可以查询到租借基本信息。

操作频率：1000 次/天

性能要求：1s 完成

管理员查询资讯：

事务内容：管理员在查看资讯信息的时候，可以查看资讯的内容、标题、发布时间、修改时间、浏览次数和 ID。

操作频率：1000 次/天

性能要求：1s 完成

用户查询单车信息：

事务内容：用户在查看单车的时候，可以查看单车的具体信息，需要访问单车表查询单车的型号、可用性、经度、纬度和 ID。连接的属性为 ID 即单车编号，则可以查询到单车基本信息。如果还想知道这个单车的租借情况，则还需要与租借信息连接，连接属性为单车编号。

操作频率：10000 次/天

性能要求：2s 完成

用户查询租借信息：

事务内容：用户可以查看租借的具体信息，需要访问租借信息表查询租借的取车时间、还车时间、租车人和 ID。连接的属性为 ID 即租借编号，则可以查询到租借基本信息。

操作频率：10000 次/天

性能要求：2s 完成

用户查询资讯

事务内容：用户在查看资讯信息的时候，可以查看资讯的内容、标题、发布时间、修改时间、浏览次数和 ID。

操作频率：5000 次/天

性能要求：2s 完成

10.2.2 更新事务

管理员修改用户信息：

事务内容：管理在修改用户列表的时候，可以修改用户的具体信息，即修改用户名、电话、姓名、身份证和密码。连接的属性为 ID 即用户编号。

操作频率：4000 次/天

性能要求：1s 完成

管理员修改单车信息：

事务内容：管理员可以修改单车的具体信息，即修改单车的型号、可用性、经度和纬度。连接的属性为 ID 即单车编号。

操作频率：4000 次/天

性能要求：2s 完成

管理员修改资讯：

事务内容：管理员可以增加、删除、更新资讯，在修改资讯信息的时候，可以去资讯表修改资讯的时间、内容和标题。

操作频率：1000 次/天

性能要求：2s 完成

用户登陆注销修改用户信息：

事务内容：用户登陆注销的时候，需要修改用户的具体信息，可以访问用户表修改用户名、电话、姓名、身份证和密码。连接的属性为 ID 即用户编号。

操作频率：2000 次/天

性能要求：1s 完成

用户修改资讯：

事务内容：用户可以增加、删除、更新自己的资讯，在修改资讯信息的时候，可以去资讯表修改资讯的时间、内容和标题。

操作频率：1000 次/天

性能要求：2s 完成

10.3 数据库索引设计

10.3.1 索引概述

如果索引声明为唯一索引，那么就不允许出现多个索引值相同的元组。唯一索引可以用于强迫索引属性数值的唯一性，或者是多个属性组合值的唯一性。唯一索引通过在创建索引命令中加上 UNIQUE 关键字来创建。一个多字段唯一索引认为只有两个元组的所有被索引属性都相同的时候才是相同的，这种重复元组才被拒绝。

10.3.2 单车索引表

单车是系统中最庞大的，可能会有上万记录，高效的检索算法对用户体验至关重要。所以需要对单车建立索引。

由于基本表 bike 的主键 bike_id 经常在查询条件和连接操作的连接条件中出现，它的值唯一，考虑在 bike_id 这个属性上建立唯一性索引。

10.3.3 用户索引表

用户在系统也十分最庞大的，可能会有上万记录，高效的检索算法对用户体验至关重要。所以需要对用户建立索引。

由于基本表 users 的主键 user_id 经常在查询条件和连接操作的连接条件中出现，它的值唯一，考虑在 user_id 这个属性上建立唯一性索引。

10.3.4 其他

其他类型的信息都是当前需要使用的信息并且数据量不是很大，因此全都用 B+树储存即可。

10.4 完整性设计

具体约束条件可见 9.2 节[表结构实现](#)约束项，此处不再赘述。

10.5 安全性设计

10.5.1 管理员权限

- 管理员可以修改用户的信息，但不能浏览用户密码信息，在存储时用户的密码储存加密后的密文，而不是密码的原文。
- 管理员无权修改系统记录的流水。

10.5.2 用户权限

- 用户可以用车，还车，续约，发表资讯。
- 用户无权修改其他用户的资讯，包括删除和更新等。

系统实现

十一、系统实现

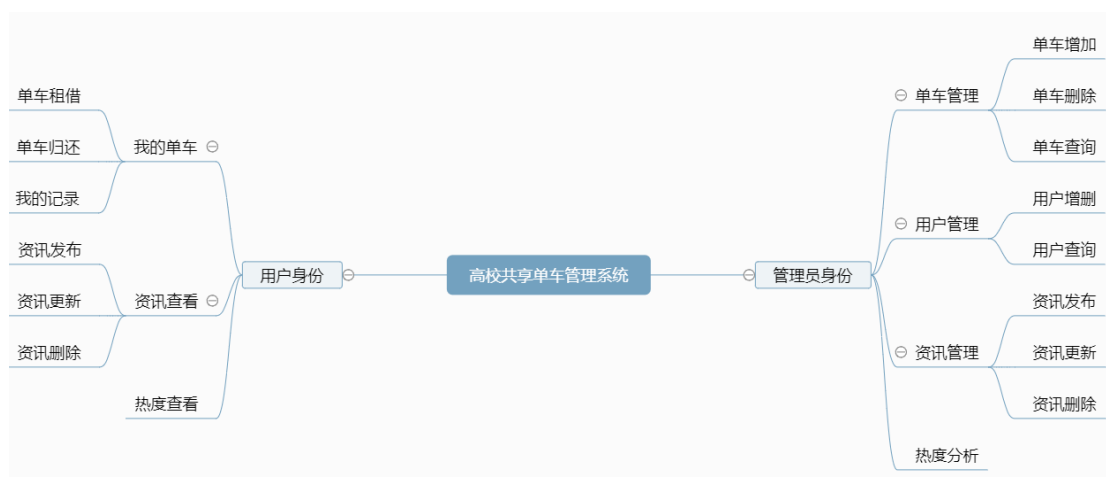
11.1 系统架构实现

11.1.1 开发环境

高校共享单车管理系统的开发环境如下表所示：

分类	名称	语言
操作系统	Windows 10	简体中文
数据库平台	MySQL	英文
前端框架	BootStrap	英文
后端框架	Flask	英文
开发语言	Python 3.8	英文

11.1.2 逻辑结构分层



11.2 系统详细实现

11.2.1 管理员身份

主页：主要包括数据分析模块，例如总用户数、总单车数、总订单量、资讯数量以及上述数据以月为单位的增长曲线。



单车增加：可以根据单车信息增加单车，并可以在下方表格中查看已有的单车信息。

单车管理

增加单车

单车序号

单车品牌

停放经度

停放纬度

插入单车

单车信息

单车序号	单车品牌	使用次数	投放时间	停放经度	停放纬度	使用状态
000001	mobike	0	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT	121.2183303833	31.2929039001	false
000002	Ofo	0	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT	121.2183303833	31.2929039001	false
000003	哈啰	10	Mon, 22 Mar 2021 12:00:00 GMT	121.2188568115	31.2928104401	false
000004	ubike	12	Mon, 22 Mar 2021 12:00:00 GMT	121.2211151123	31.2933826447	false

单车删除：可以根据单车序号删除单车，并可以在下方表格中查看已有的单车信息。

单车管理

删除单车


单车序号

删除单车

单车信息

单车序号	单车品牌	使用次数	投放时间	停放经度	停放纬度	使用状态
000001	mobike	0	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT	121.2183303833	31.2929039001	false
000002	Ofo	0	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT	121.2183303833	31.2929039001	false
000003	哈啰	10	Mon, 22 Mar 2021 12:00:00 GMT	121.2188568115	31.2928104401	false
000004	ubike	12	Mon, 22 Mar 2021 12:00:00 GMT	121.2211151123	31.2933826447	false
000005	mobike	8	Mon, 22 Mar 2021 12:00:00 GMT	121.2215652466	31.2935523987	false
000006	mobike	12	Mon, 22 Mar 2021 12:00:00 GMT	121.2190322876	31.293598175	false

单车查询：可以查询使用特定单车的用户信息，以及使用时间、归还时间。



单车管理

使用某单车的所有用户

用户序号	单车序号	使用时间	归还时间
1853790	000001	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT

显示第 1 到第 1 条记录, 总共 1 条记录 每页显示 6 条记录

用户增加：可以根据权限和用户信息进行用户的增加。

用户管理

增加用户

用户信息

用户编号	用户姓名	用户邮箱	用户密码	创建时间
0000001	test	test@tongji.edu.cn	test	Wed, 01 Jan 2020 00:00:00 GMT
123	123	123	123	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT
1850000	test0	zzy99@126.com	123	Mon, 22 Mar 2021 12:00:00 GMT

用户删除：可以根据用户编号删除用户。

用户管理


删除用户

用户信息

用户编号	用户姓名	用户邮箱	用户密码	创建时间
0000001	test	test@tongji.edu.cn	test	Wed, 01 Jan 2020 00:00:00 GMT
123	123	123	123	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT
1850000	test0	zzy99@126.com	123	Mon, 22 Mar 2021 12:00:00 GMT

显示第 1 到第 3 条记录, 总共 20 条记录 每页显示 3 条记录

用户查询：可以查询特定用户的单车使用信息，包括使用时间、归还时间。



用户管理

用户使用记录查询

用户序号	单车序号	使用时间	归还时间
1853790	000001	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT	Fri, 25 Jun 2021 19:46:16 GMT

显示第 1 到第 1 条记录, 总共 1 条记录 每页显示 6 条记录

资讯查看：可以浏览现所有的资讯。

资讯管理

增加资讯

哈啰出行发布共享出行行业首份碳中和倡议书

在今年全国两会上，碳达峰、碳中和被首次写入政府工作报告，令这一中国对世界的庄严承诺再次成为热点话题。3月10日，专业移动出行平台哈啰出行发布其共享出行行业内的首份碳中和倡议书，呼吁共享出行行业、产业链合作伙伴及相关领域专家学者共商行业碳达峰、碳中和行动路线图，为实现中国“双碳”目标贡献行业力量。我国于2020

test 2021-03-22 12:20:00 2021-03-22 12:20:00 0

可窥汪先生和他的魔力小单车，超期待！85岁院士课后直奔哈单车“溜了”~

同济大学 公选课《科学与文化》开放直播，近10万网友涌入听讲。当晚有雨，课后85岁院士汪品先仍准备回办公室工作。大家追着送伞，老先生却说“雨不大”，骑着车“开溜”，次日又早早骑着小车现身校园可爱可敬，赞！

zzh 2021-04-20 12:10:00 2021-04-20 12:10:00 0

哈啰！你乖嘉定了！

从2019年9月12日开始，“哈啰”单车将在嘉定校区投放，与蓝天相映，为嘉校增一抹蓝，为大家添一份便。“哈啰”单车可在支付宝上关注“哈啰”出行获取，只需芝麻信用达到650就可无须押金骑行，还可以获得一个能量球为森林付出一份力！期待着，眺望着，等待着，有“哈啰”的日子里，相信一切都会变得更美好！哈喽，我是“哈

test 2021-03-20 12:00:00 2021-03-20 12:00:00 0

资讯修改：可以更新资讯信息。

资讯管理

返回

资讯标题

哈啰出行发布共享出行行业首份碳中和倡议书

资讯正文

在今年全国两会上，碳达峰、碳中和被首次写入政府工作报告，令这一中国对世界的庄严承诺再次成为热点话题。3月10日，专业移动出行平台哈啰出行发布其共享出行行业内的首份碳中和倡议书，呼吁共享出行行业、产业链合作伙伴及相关领域专家学者共商行业碳达峰、碳中和行动路线图，为实现中国“双碳”目标贡献行业力量。我国于2020年在联合国大会上明确提出，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。之后，碳达峰、碳中和在多个中央重要会议中高频出现，中央经济工作会议亦将“做好碳达峰、碳中和工作”作为2021年要抓好的重点任务之一。今年全国两会期间，多位代表委员就这一话题发表看法或提交建议和提案，其中，全国政协委员袁振国提出，共享出行行业的社会价值应体现在助力碳达峰目标上，这为行业可持续发展提出了新思路。此次哈啰出行面向行业发布碳中和九条倡议，在素来以低碳绿色为标签的共享出行行业尚属首次。

修改资讯

资讯增加：可以发布新的资讯。

资讯管理

返回

资讯标题

资讯正文

提交资讯

资讯删除：可以删除违规资讯。

资讯管理

返回

作者：test

哈啰出行发布共享出行行业首份碳中和倡议书

删除资讯

修改资讯

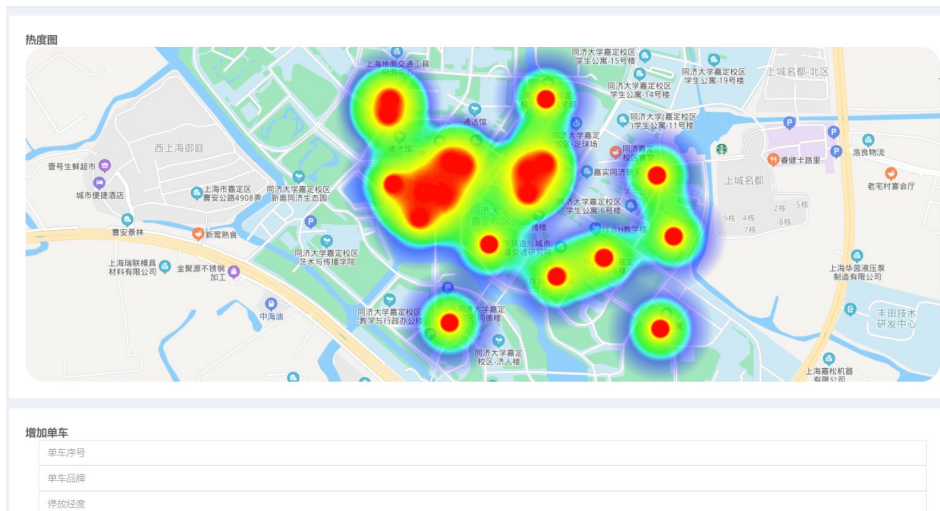
在今年全国两会上，碳达峰、碳中和首次写入政府工作报告，令这一中国对世界的庄严承诺再次成为热点话题。3月10日，专业移动出行平台哈啰出行发布共享出行行业内的首份碳中和倡议书，呼吁共享出行行业、产业链合作伙伴及相关领域专家学者共同行业碳达峰、碳中和行动路线图，为实现中国“双碳”目标贡献行业力量。我国于2020年在联合国大会上明确提出，二氧化碳排放力争于2030年前实现碳中和。之后，碳达峰、碳中和在多个中央重要会议中高频出现，中央经济工作会议亦将“做好碳达峰、碳中和工作”作为2021年重点工作之一。多位代表委员就这一话题发表看法或提交建议和提案，其中，全国政协委员凌振国提出，共享出行行业的社会价值应体现在绿色为标签的共享出行行业尚属首次。

确认删除

确认删除这篇文章吗?

确定

热度分析：可以查看单车热度分布，并在地图上更加方便地插入单车。



11.2.2 用户身份

主页：主要包括数据分析模块，例如总用户数、总单车数、总订单量、资讯数量以及单车品牌占比扇形图。



单车使用：用户可以进行单车使用操作。

单车管理

使用单车

000001

使用单车

我的使用记录

流水号	用户序号	单车序号	使用时间
9	123	000001	Fri, 25 Jun 2021 20:14:42 GMT

显示第 1 到第 1 条记录，总共 1 条记录 每页显示 6 条记录

单车归还：用户可以进行单车归还操作。

单车管理

归还单车

000001

归还单车

我的归还记录

流水号	用户序号	单车序号	使用时间
9	123	000001	Fri, 25 Jun 2021 20:20:11 GMT

显示第 1 到第 1 条记录，总共 1 条记录 每页显示 6 条记录

我的记录：用户可以查看自己的使用记录。

用户管理

我的使用记录

用户序号	单车序号	使用时间	归还时间
123	000001	Fri, 25 Jun 2021 20:14:42 GMT	Fri, 25 Jun 2021 20:20:11 GMT

显示第 1 到第 1 条记录，总共 1 条记录 每页显示 6 条记录

资讯查看：可以进行所有资讯的查看。

资讯管理

增加资讯

哈啰出行发布共享出行行业首份碳中和倡议书

在全国两会上，碳达峰、碳中和首次写入政府工作报告，令这一中国对世界的庄严承诺再次成为热点话题。3月10日，专业移动出行平台哈啰出行发布共享出行行业内的首份碳中和倡议书，呼吁共享出行行业、产业链合作伙伴及相关领域专家学者共商行业碳达峰、碳中和行动路线图，为实现中国“双碳”目标贡献行业力量。我国于2020

test 2021-03-22 12:20:00 2021-03-22 12:20:00 0

可爱汪先生和他的魔力小单车，超酷粉！85岁院士课后雷雨骑单车“溜”了~

同济大学 公选课《科学与文化》开放直播，近10万网友涌入听讲。当晚有雨，课后85岁院士汪品先仍准备回办公室工作。大家追着送伞，老先生却说“雨不大”，骑着车“开溜”，次日又早早骑着小车现身校园可爱可敬，赞！

zzh 2021-04-20 12:10:00 2021-04-20 12:10:00 0

哈啰！你求嘉定了！

从2019年9月12日开始，“哈啰”单车将在嘉定校区投放，与蓝天相映，为嘉校增一抹蓝，为大家添一份便。“哈啰”单车可在支付宝上关注“哈啰”出行获取，只需芝麻信用达到650就可无须押金骑行，还可以获得一个能量球为森林出一份力！期待看，就望着，等待着，有“哈啰”的日子里，相信一切都会变得更好！哈喽，我是“哈

test 2021-03-20 12:00:00 2021-03-20 12:00:00 0

增加资讯：用户可以发布自己的资讯。

资讯管理

返回

资讯标题

资讯正文

提交资讯

资讯修改与删除：可以对自己的资讯进行修改、删除，注意不能更改他人的资讯。

资讯管理

返回

哈啰！你求嘉定了！

删除资讯

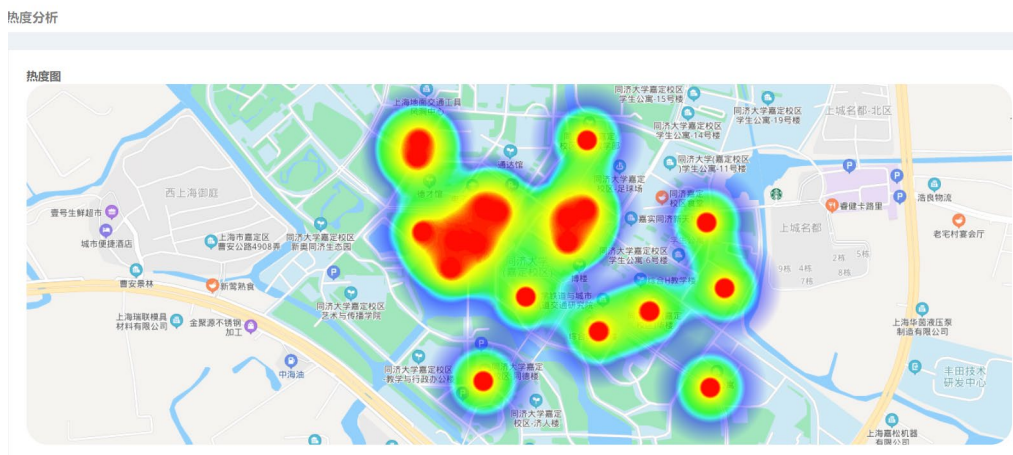
修改资讯

错误提示

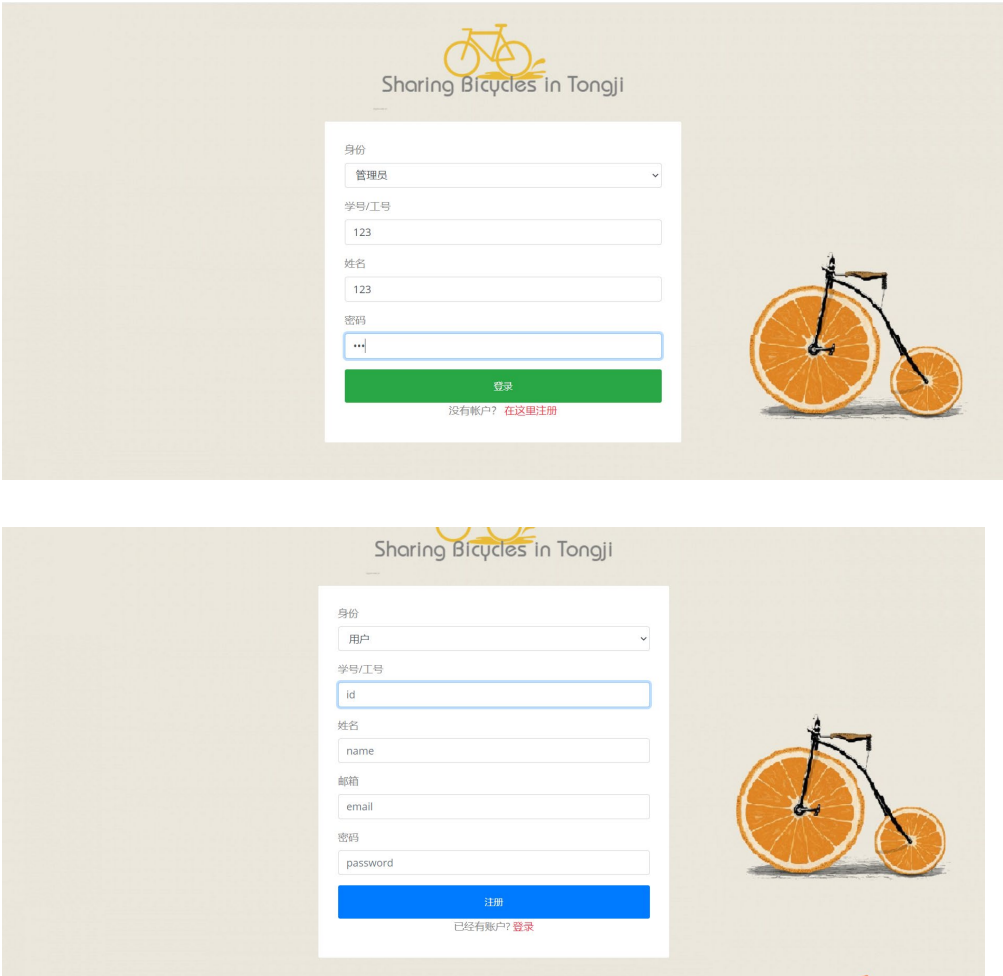
您没有权限删除

确定

热度查看：可以进行单车热度的查看。

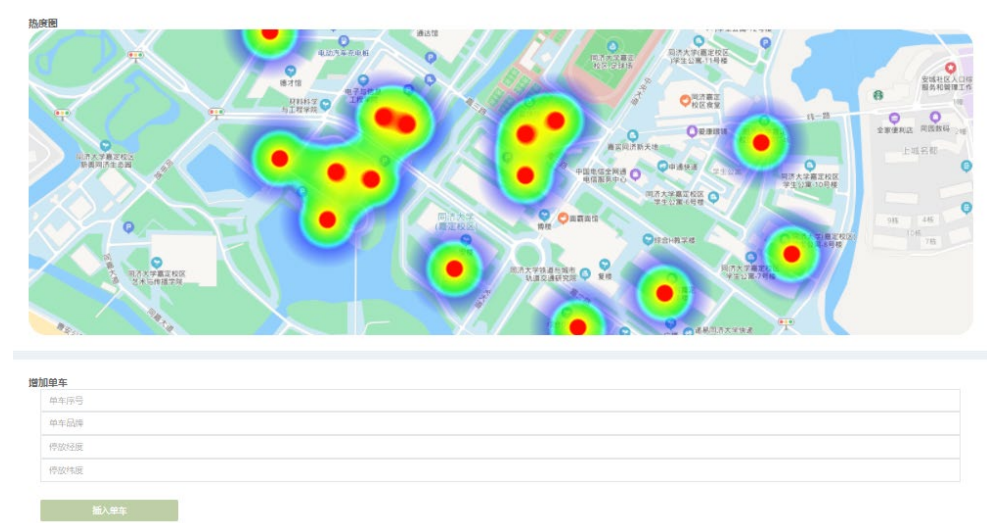


11.2.3 登陆注册页面



11.3 系统特色模块

11.3.1 热度模块



本模块是本次课设最有特色的模块之一。模块采用了百度第三方 API Heat Map，采用 JavaScript 动态交互技术，当使用鼠标在地图点击时，下方增加单车模块的经纬度会被 JavaScript 自动更新为所点击地点的经纬度。之后设置好单车序号就可以实现单车的定点投放，十分方便且具有特色。

十一、系统测试

11.1 测试方法

从是否关心软件内部结构和具体实现的角度划分：黑盒测试和白盒测试；从是否执行程序的角度：静态测试和动态测试；从软件开发的过程按阶段划分有：单元测试、集成测试、确认测试、系统测试、验收测试、回归测试、Alpha 测试、Beta 测试；

(1) 单元测试又称模块测试，是针对软件设计的最小单位——程序模块，进行正确性检验的测试工作。其目的在于发现各模块内部可能存在的各种差错。

(2) 集成测试 (组装测试、联合测试)，通常在单元测试的基础上，需要将所有模块按照设计要求组装成为系统。

(3) 确认测试，任务是验证软件的功能和性能及其它特性是否与用户的要求一致。

(4) 系统测试，是将通过确认测试的软件，作为整个基于计算机系统的一个元素，与其它系统元素结合在一起，在实际运行环境下，对计算机系统进行组装测试和确认测试。

(5) 验收测试，在通过了系统的有效性测试及软件配置审查之后，就应开始系统的验收测试。验收测试是以用户为主的测试。

11.2 测试用例

11.2.1 界面测试

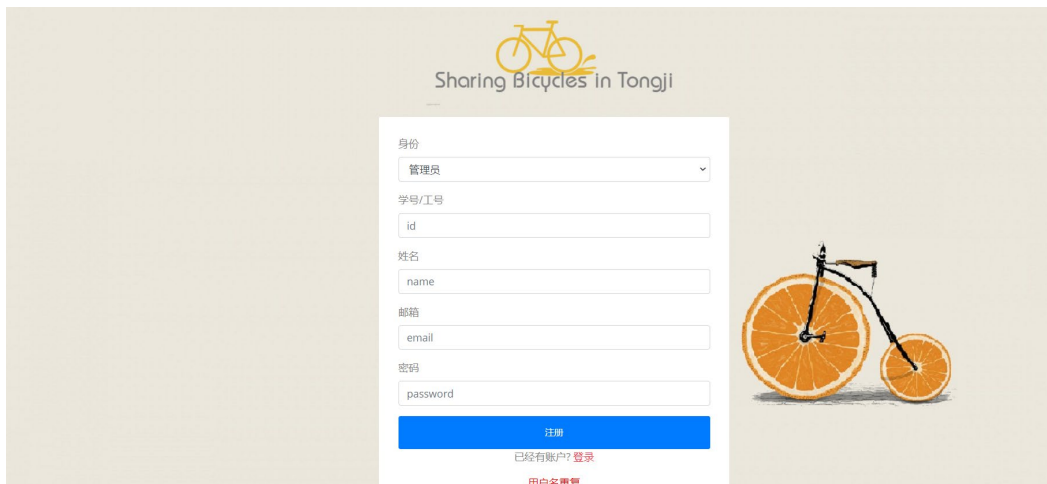
可操作性测试：经过五人组成的专家评测组测试，都得到了不错的可操作效果。

友好性测试：与未参与开发人员进行了交流，最终选定了页面颜色为端庄大方的蓝色和白色。

11.2.2 功能测试

由于功能模块较多，测试内容篇幅较长，所以本文只介绍部分关键功能的测试。

登录注册测试：



上图为重复注册测试，提示错误信息

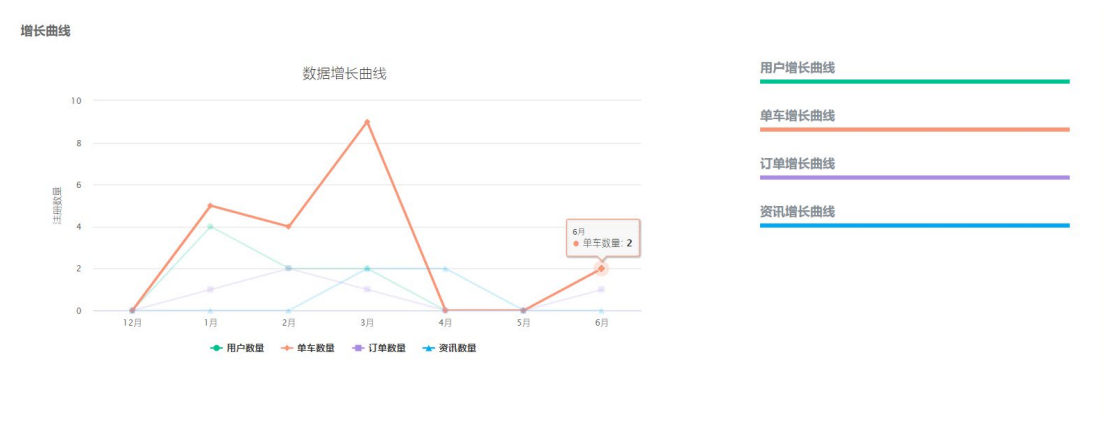


上图为注册，注册成功之后界面跳转到登陆界面。

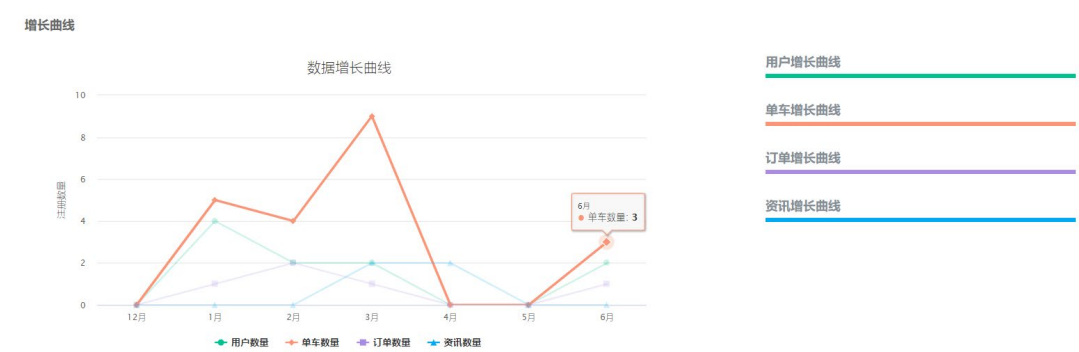


采用刚注册的用户登录，发现成功登录，并自动跳转到了主页。

数据分析测试：



上图为原始的统计图。下面增加一个单车，再次查看统计图。



成功插入新的单车。发现统计图和统计曲线都出现了相应的变化，单车数目增加了1，橙色曲线的六月份数据也增加了1，说明统计图功能是完善的。

热度图测试:

热度图是最有特色的一个功能，这里对热度图进行测试。



点击嘉定校区济事楼附近的位置，发现添加单车的模块自动出现了经纬度。之后输入相应单车号和单车类型，添加后再次查看热度图。



可以看到，济事楼的位置出现了新的热度，说明了热度图模块的正确性。

11.3 测试结论

系统通过了界面可操作性、界面友好性测试，以及重要的功能比如登录注册、数据分析、热度分析等测试，且能够保持稳定的运行状态，完全可以交付用户使用。

十二、结论与展望

12.1 结论

通过本学年数据库课程的学习，我有了很多的收获：上学期主要是关系代数、SQL 基本语句、关系模式的优化、事务以及并发控制与恢复等知识，下学期主要是基于理论知识自己动手设计一个数据库系统。无论是理论学习，还是实践学习，我都觉得收获满满。

我选择的设计主题为高校共享单车管理系统，本次系统的设计是一次理论付诸实践的检验，让我体会到理论知识是非常重要的，虽然说需求分析、可行性分析、概念设计、逻辑设计这些步骤非常的繁琐，尤其是要写很多文档、画很多图，但是在下半学期，我在编程的时候体会到了详细文档带来的好处与优点，我的项目变得更加容易维护，实现起来也更加得心应手。

12.2 展望

对我来说，本次设计产生的影响还远远没有结束，我学到了许多课本上没有的知识。通过自己的学习和努力、老师的指导和教育，我不仅仅在知识水平和解决实际问题的能力上有了很大的提高，还发自内心地体会到，由理论转化为实践这一过程的困难与可贵。

从长远来看，在信息时代，科技发展日新月异，只有培养不断学习的能力，才能适应社会不断发展的需要。因此，我们要有明确的目标和规划，要建立自己的知识结构，要学习更多的知识，用知识装备自己，为人民服务，为祖国争光。

最后，再次感谢李文根老师和助教学长、学姐这一年的辛苦付出！

十三、参考文献

- [1]张静妍. 城市共享单车管理系统的设计与实现[D].大连理工大学,2018.
- [2]王风雷,秦会斌,崔佳冬.共享单车服务器及客户端设计与实现[J].物联网技术,2018,8(02):57-60.
- [3]范开红,赵子真,陈晓.基于二维码和 GPRS 的校园共享单车 APP[J].电脑编程技巧与维护,2018(11):73-75.
- [4]胡园园,唐豪杰.网络共享单车管理系统的设计与实现[J].中国新通信,2018,20(18):48-50
- [5]李志伟,高焕.共享单车管理系统的设计与实现[J].电脑知识与技术,2019,15(29):80-82.