



同濟大學
TONGJI UNIVERSITY

数据库系统原理课程大作业 台风监测预警平台数据库设计

学 号： 2154312
姓 名： 郑博远
专 业： 计算机科学与技术
教 师： 李文根
完成日期： 2023 年 12 月 8 日

(一) 需求分析

1.1. 项目背景

台风作为海滨地区的自然灾害之一，经常给广大人民群众生命和财产安全带来严重威胁。因此，台风监测预警平台的建设具有重要意义。建立一个可靠的台风监测预警平台，能够为气象站官方用户和广大接收消息的用户提供实时、准确的台风信息和预警，以提高对台风灾害的应对能力。此台风监测预警平台的关键功能包括对气象站官方用户和广大接收消息用户的实时通知机制，以及灵活多样的数据可视化工具，使用户能够全面了解台风的发展趋势和可能影响区域。通过科学的数据分析和预测模型，该平台将有效提升对台风灾害的预警准确性。此外，平台的建设还将促进社会各界对于灾害防范的共识，形成更加紧密的合作体系，为公众安全提供更为全面的保障。

1.2. 功能分析

1.2.1. 气象站与卫星连接

气象站与卫星的连接是台风数据库系统的核心功能之一。通过建立这一连接，系统能够实时获取来自卫星的气象数据，为台风监测提供强有力的支持。气象站通过与卫星的通信，可以获取卫星传输的实时气象图像、气压数据等信息，从而准确把握台风的动态变化。这一连接不仅令气象站具备了更全面、准确的观测能力，也为后续的路径监测和预警发布提供了实时数据支持。

1.2.2. 台风路径监测与查询

台风路径监测与查询功能一方面使得气象站能够发布即时的台风路径信息，另一方面同时允许用户灵活地查询与订阅所需信息。气象站发布的台风路径通过数据库实时更新，并向订阅的用户推送相关信息。这一功能保障了用户能够在第一时间获取到台风路径的最新动态，有效提高了应对台风的实时性。用户可以通过系统进行灵活的路径查询，满足不同用户的个性化需求，为公众提供及时、全面的台风信息服务。

1.2.3. 台风预警发布与推送

台风预警发布与推送功能通过数据库基础的多对多关系，实现了全方位的预警信息传递。当气象站发布台风预警时，系统将根据监测范围内的城区与用户的关联关系，将预警信息推送至相关用户。每个用户存储了自身所在城区的

编号，而城区与气象站的多对多关系确保了预警信息能够准确、迅速地传递给所监测城区内的所有用户。这一功能能够有效覆盖受影响区域内的所有用户，从而提高预警信息的覆盖面和实效性。通过精准的信息推送，系统为城市安全管理提供了强有力的支持，使各区域居民能够及时获知并采取必要的预防措施，从而最大程度降低可能的损失。

1.3. 用户划分

1.3.1. 气象站官方用户

气象站官方用户通常是气象站工作人员或气象专家，他们拥有丰富的气象学背景和经验，具备对气象数据和信息的敏感性。他们需要及时获取、分析和发布与台风有关的气象信息，以保障公众的安全。对于气象站官方工作人员，台风监测预警平台需提供以下功能：

- **发布预警：**气象站官方用户能够发布台风预警。预警信息包括预警级别与对应的台风具体信息等气象站官方用户在平台上具备发布台风预警的关键功能。他们可以选择预警级别，详细说明台风的具体信息，以便向公众提供准确、详尽的预警内容；

- **发布台风位置信息：**台风监测平台需要赋予气象站具备记录并实时发布台风路径信息的能力，具体包括经纬度、当前台风级别、气压、风速等详细信息。通过数据库系统支持，气象站能够及时更新并精准记录台风的动态变化，确保发布的路径信息准确全面；

- **查询订阅的卫星：**气象站官方用户可通过平台方便地查询所订阅的卫星相关信息。这一功能的实现使得气象站能够随时获取卫星的状态和实时数据，从而更加有效地监控卫星运行状况。通过平台提供的查询服务，气象站用户能够迅速获取所需的卫星信息，包括卫星的当前位置等关键信息。这不仅有助于气象站及时了解卫星运行情况，提高对气象信息的获取效率，同时也为科研和气象预测提供了可靠的数据支持。

1.3.2. 普通市民用户

普通市民用户是台风监测预警平台的广大用户群体，他们需要及时了解台风的动向、预警信息和可能受影响的地区，以便保护自己和家人的安全。普通市民用户期望获得迅速及时且可靠准确的台风信息，以便采取适当的安全措施。对于广大人民群众，台风监测预警平台需提供以下功能：

• **信息订阅：**接收消息的用户可在平台上订阅特定城市的台风信息，实现台风动向和预警的个性化获取。用户期望获得实时、准确的台风位置和预警信息，以便及时采取安全措施。平台需确保信息的可靠性和实时性，提供直观的用户界面，并支持多种通信渠道，满足用户需求；

• **预警接收：**平台不仅要满足用户的个性化需求，还需对位于台风影响范围内的用户发布重要的预警信息。这些预警信息的发布旨在及时提醒普通市民用户采取必要的防灾和避难措施，以有效降低广大用户在台风影响下的风险，并全面保障他们的生命财产安全。通过平台向特定地区用户发送定制的预警通知，可以实现更精准、及时的信息传递，使用户能够更迅速地做出应对决策，最大限度地减少潜在的损失。

1.4. 可行性分析

1.4.1. 技术可行性

在台风数据库的技术方案中，整体设计清晰、逻辑简练。从台风监测角度，通过卫星云图进行台风路径监测分析已经有较为成熟的深度学习应用实现；从数据库系统与可视化开发角度，该工作难度适中，只需具备足够的编程基础，结合前端开发能力便能很好地完成系统建设。通过深入学习数据库后端开发知识，预计能够成功实现该系统，技术上的可行性得到有效保障。

1.4.2. 经济可行性

台风数据库的服务对象包括气象站与广大民众，数字化管理流程的引入有效提升了决策效率。同时，这一系统显著降低了人力沟通成本，为社会创造了经济效益。通过卫星获取台风云图进行台风监测分析使得数据较易获取，而通过配置稳定可靠的服务器，我们能够以相对较低的经济成本维持系统的运行。因此，从经济角度看，台风数据库的建设具有可行性。

1.4.3. 运营可行性

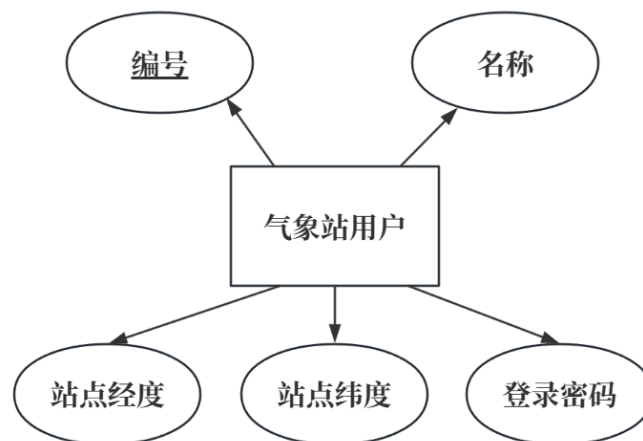
台风数据库的实施不仅极大地提升了城市管理的信息化水平，更显著地提高了管理人员和民众的工作效率。系统交互模块根据用户角色的智能设计，使得用户操作更加简便易行。整体系统轻量化、易于维护，为城市管理信息化注入了新的活力，使得台风数据库具备了长期运营和维护的可行性，为城市的安全管理奠定了坚实的基础。

(二) 概念设计

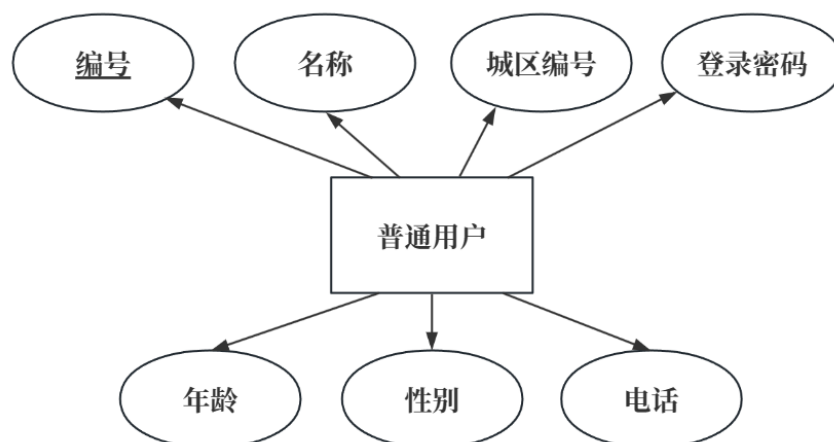
2.1. 实体设计

2.1.1. 气象站用户

气象站用户实体中存储着每个气象站官方用户的具体信息，包括编号、名称。同时，还记录了站点的经纬度等详细信息，以实现气象站在地理空间中的准确定位。此外，实体中还记录了气象站用户的登录密码，从而为气象站用户提供注册与登录服务。



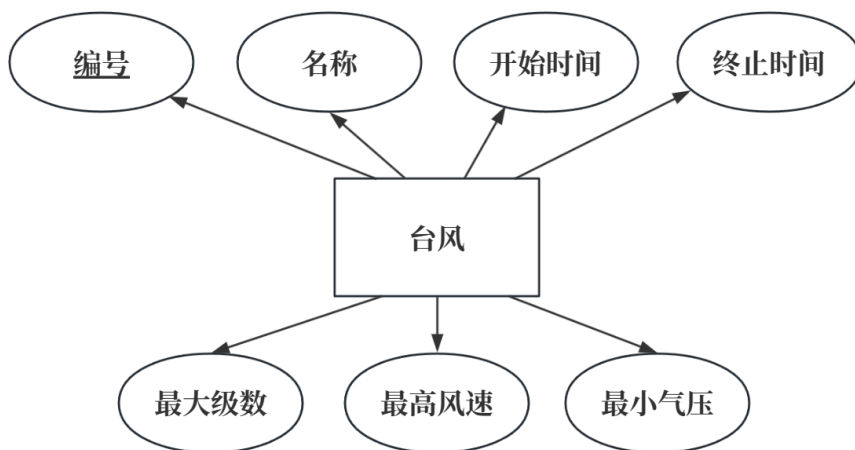
2.1.2. 普通用户



普通用户实体中记载着每位用户的个人信息，包括年龄、性别、联系方式

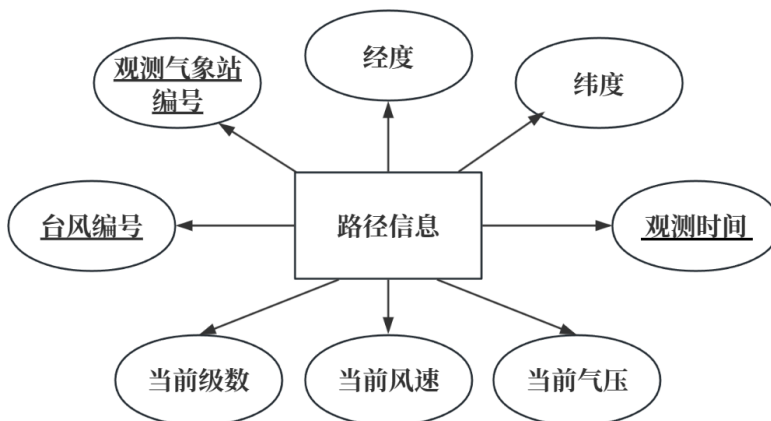
和所在城区的编号。透过年龄和性别的记录，系统能够更深入地了解用户群体的多样性，为提供个性化服务奠定基础。此外，城区编号的关联为系统提供了关于用户所在地区的具体信息，这也是台风监测预警平台能够向台风波及地区的用户发布台风预警信号的基础。

2.1.3. 台风基本信息



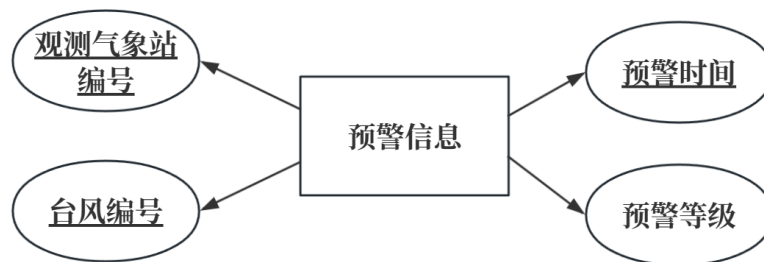
台风基本信息实体在台风监测预警系统中尤为重要，其详细记录了每场台风的基本数据信息。从台风的命名、始末时间到最大级数、最高风速和最小气压，台风基本信息的实体中记载了丰富多样的信息，有助于深度分析每场台风的独特属性，为风险评估提供科学依据。通过该实体记载的信息，用户也能够查询到历史上曾经出现过的台风信息，并通过与其余表的关联查询其轨迹。

2.1.4. 台风路径信息



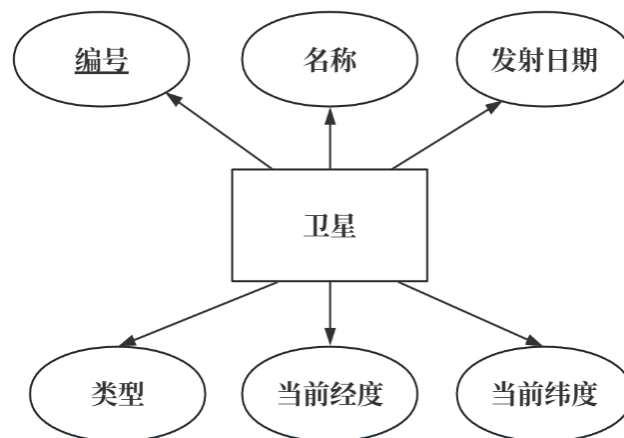
台风路径信息是依附于台风基本信息与气象站用户的弱实体集。通过台风路径信息实体，系统能够追溯每场台风的行进历程。其记录了观测气象站编号、经纬度、观测时间以及当前级数、风速和气压的详实数据，系统可以精准描绘出台风在不同时刻的状态，从而提供全面、动态的台风信息。

2.1.5. 台风预警信息



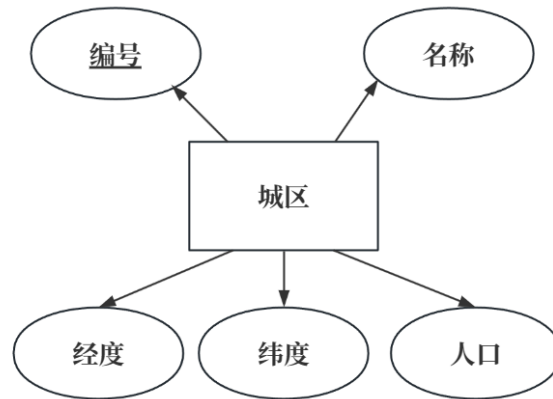
台风路径信息是依附于台风基本信息与气象站用户的弱实体集。台风预警信息实体记录了气象站用户在台风来临时向其所监测区域内普通用户发出的重要预警。该实体能够通过气象站用户实体连接到其所监测的城区，系统可以迅速准确地向对应城区内的相关用户发送包含台风基本信息、预警等级在内的紧急通知，确保他们能够及时采取行动，提高灾害防范效果。

2.1.6. 卫星信息



卫星信息实体记录了系统用于监测台风的重要工具，其能够提供全面而实时的监测数据。从卫星的编号、名称和发射日期到当前的经纬度，这些数据为系统提供了关键的卫星监测信息，为气象事件的及时跟踪提供了可靠支持。通过相应的关系表，气象站用户可以查询到订阅的卫星从而获取台风云图信息。

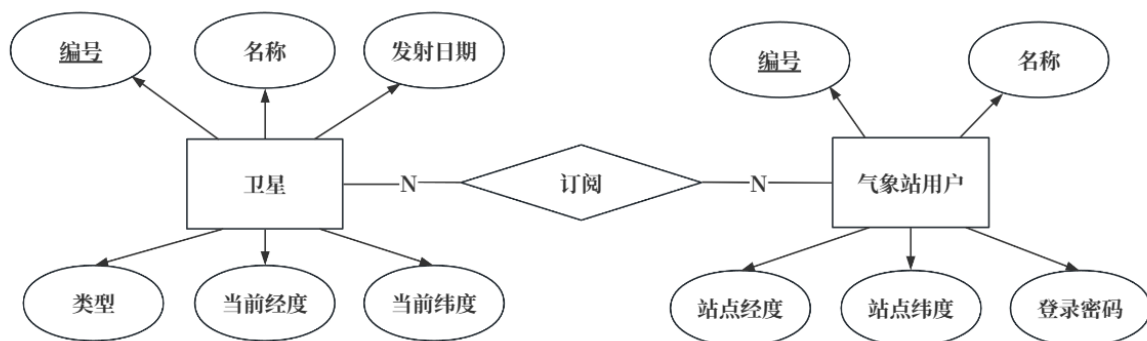
2.1.7. 城区信息



城区信息实体为系统提供了关于城区的详尽信息，包括其名称、经纬度和人口信息。通过该实体记载的信息，系统能够全面地了解城区的地理特征和人口状况，为风险评估提供更为精准的基础。同时通过城区编号与普通用户的关联，提供向区域内用户推送预警信号的基础。

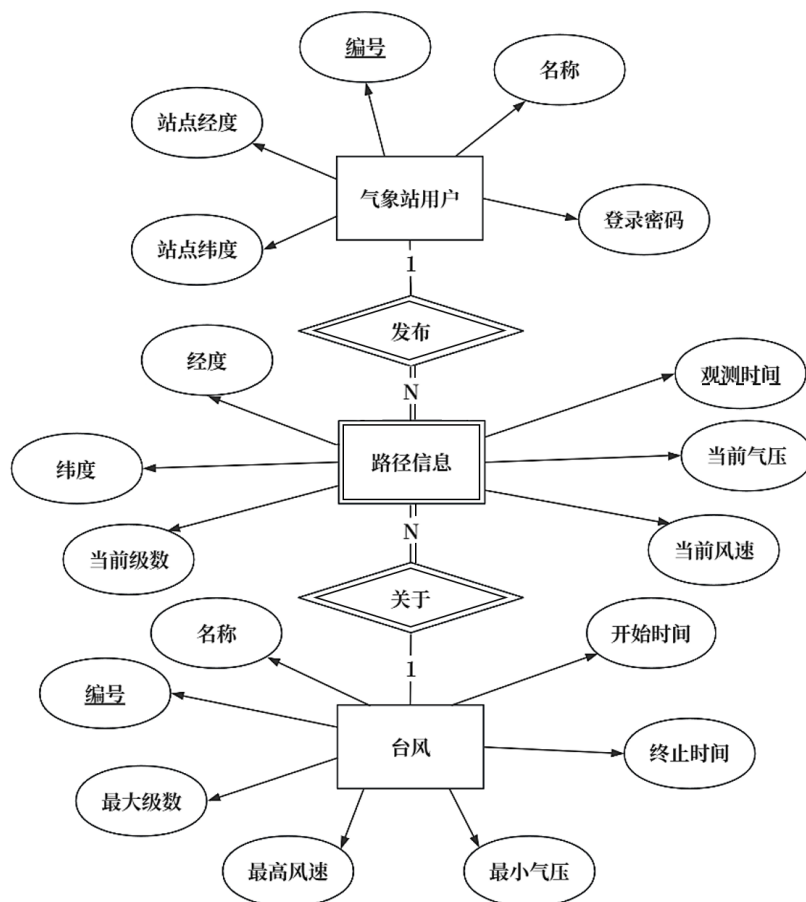
2.2. 实体联系设计

2.2.1. 气象站用户与卫星的联系



在系统设计中，气象站用户与卫星之间存在多对多的联系。这样的关系能够反映实际应用中的真实情况，即一个气象站可能需要同时订阅多个卫星的数据，而一个卫星也可能为多个气象站提供服务。这种关系确保了系统的灵活性，使得气象站用户可以根据需求获取来自不同卫星的数据，同时卫星也能够满足多个气象站的需求，实现更全面的监测。

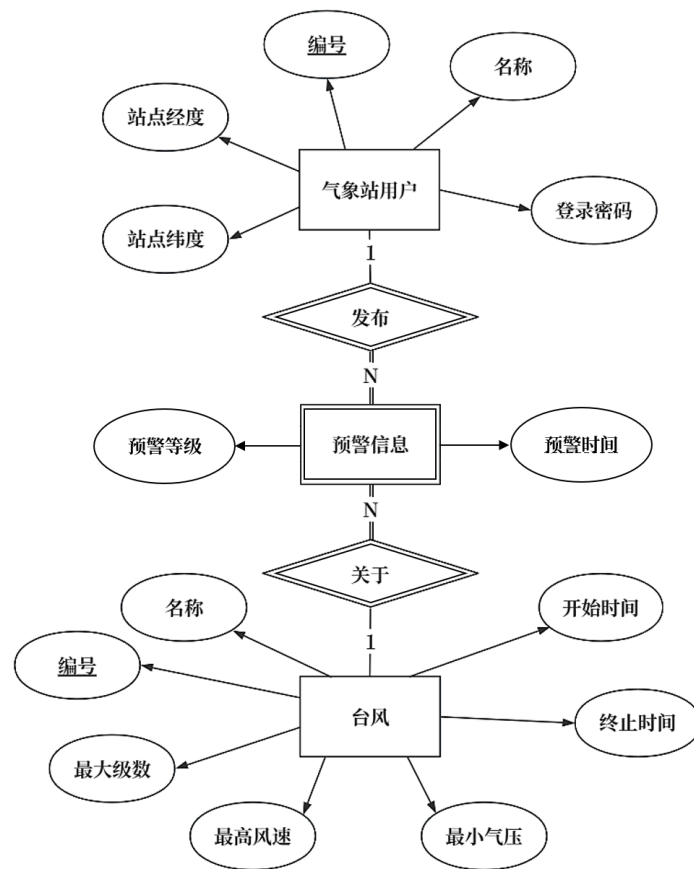
2.2.2. 气象站用户及台风基本信息与台风路径信息的联系



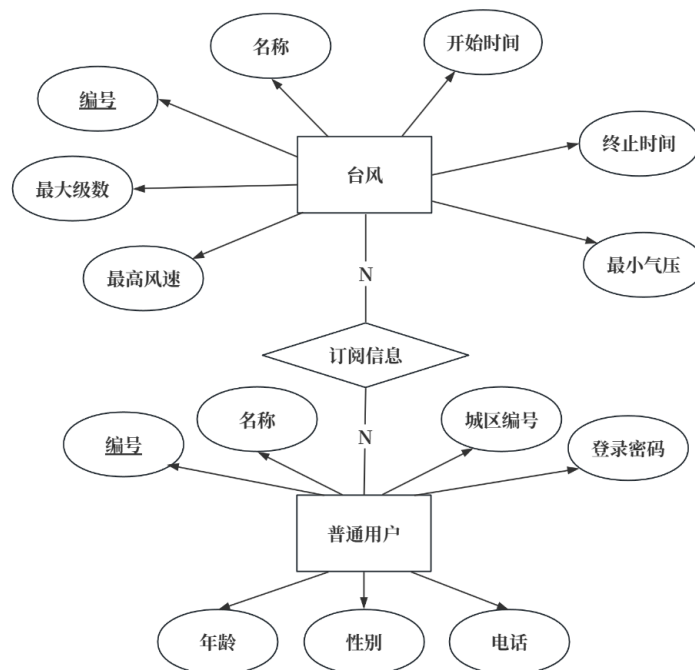
路径信息中原本记录着对应的台风编号与发布的气象站用户编号，与观测时间结合形成唯一的标识，是依赖于后两者的弱实体集。因此，将台风编号与气象站用户编号抽出，将其转换为依赖于台风信息实体、气象站用户实体以及分辨符“观测时间”的弱实体集如上图所示。此外，气象站用户与台风路径信息、台风基本信息与台风路径信息之间均存在一对多的联系。每个气象站都可以观测到多个台风路径信息；同样，每个台风也可能有多个路径信息。

2.2.3. 气象站用户及台风基本信息与台风预警信息的联系

类似于上述联系，气象站用户、台风实体与台风预警信息之间也存在弱实体集依赖强实体集，以及一对多的关系。每个气象站可以接收到多个台风的预警信息，而每场台风也可能引发多个气象站的预警，同时每个气象站也能够及时获知其监测范围内的台风威胁。



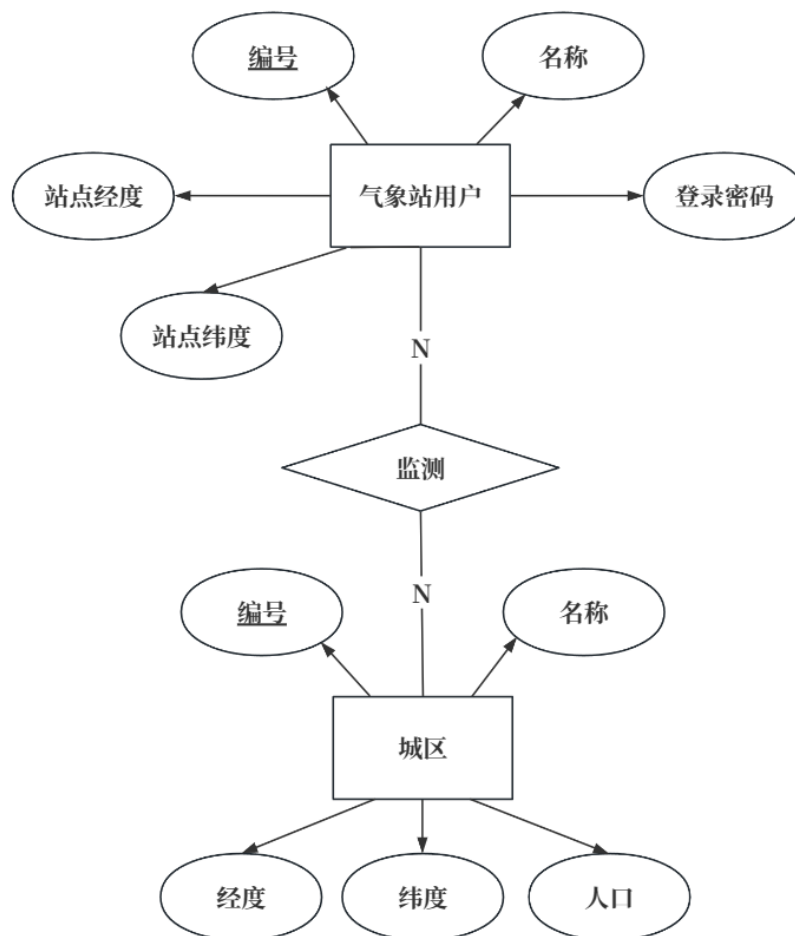
2.2.4. 普通用户与台风基本信息



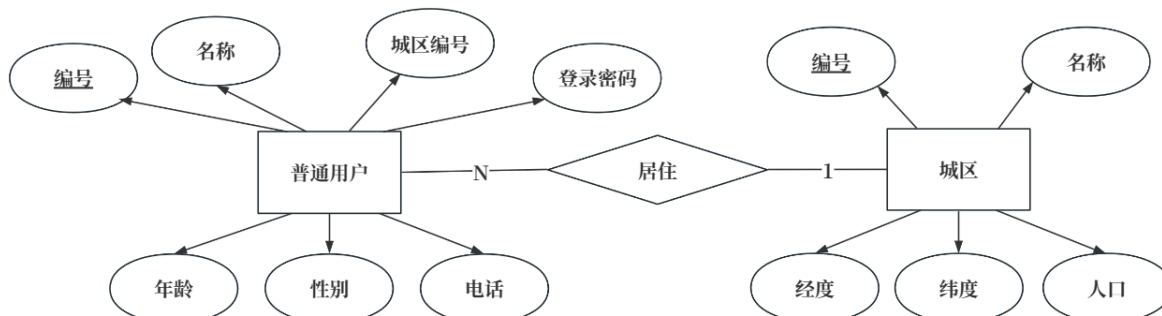
普通用户与台风基本信息之间存在多对多的联系。每个用户可以订阅多个台风的信息，而每个台风也可能被多个用户订阅。这样的联系设计使得用户能够根据个人需求关注多个台风的动向，同时每场台风的信息也能够覆盖到更广泛的用户群体，符合实际使用场景。

2.2.5. 气象站用户与城区信息

气象站用户与城区信息之间存在多对多的联系。首先，一个城区可能由多个气象站进行监测。此外，一个气象站也可能覆盖多个城区。例如，省级或市级气象站能够发布大范围预警，提醒其覆盖的多个城区内的普通用户注意防范台风。上述的联系设计符合实际情况，能够确保系统在城市范围内形成完整的气象监测网络，从而提高监测和预警的全面性和准确性。

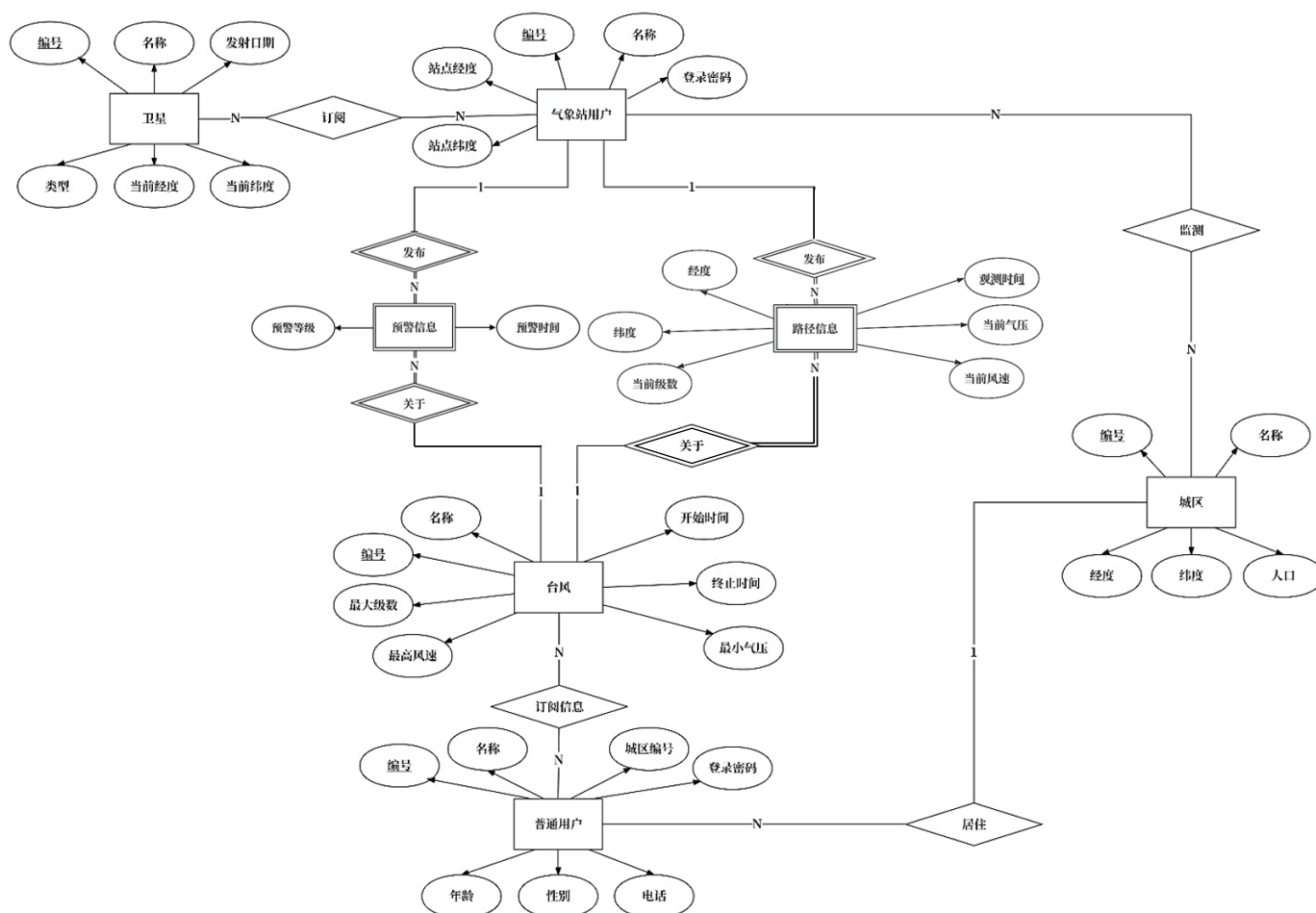


2.2.6. 普通用户与城区信息



在系统中，普通用户与城区信息之间存在一对多的关系。每个用户居住在一个城区，而一个城区可能拥有多个居民用户。这种设计反映了用户的实际生活情境，使系统能够根据城区信息更好地进行用户定位和风险评估。

2.3. 全局 E-R 图设计



(三) 逻辑设计

3.1. 实体设计

进行如下的实体间联系转换：

- 对于弱实体集：将标识其的强实体集的主键加入到弱实体集中的表中，与分辨符共同作为其主键；
- 对于 1 对 1 联系（本次数据库设计中不存在）：在任意一方中加入另一方的主码并设为其外码，并加入联系本身的属性；
- 对于上述联系中的 1 对 n 联系：将 1 方的主码加入 n 方作为外码，同时将联系的属性加入 n 方；
- 对于上述联系中的 n 对 n 联系：将联系本身转换为一个关系模式，将联系双方的主码加入其中设为码，并将联系的属性也加入其中。

设计出的关系 E-R 图可以转换为如下关系模型：

气象站用户实体 Meteorological_Station_User: Meteorological_Station_User(UserID, Name, Longitude, Latitude, Password)

普通用户实体 Regular_User: Regular_User(UserID, Name, DistrictID, Age, Gender, Phone, Password)

台风基本信息实体 Typhoon: Typhoon(TyphoonID, Name, Start_Time, End_Time, Max_Category, Max_Wind_Speed, Min_Pressure)

台风路径信息实体 Typhoon_Path: Typhoon_Path(TyphoonID, StationID, Longitude, Latitude, Observation Time, Current_Category, Current_Wind_Speed, Current_Pressure)

台风预警信息实体 Typhoon_Warning: Typhoon_Warning(TyphoonID, StationID, Warning Time, Warning_Level)

卫星信息实体 Satellite: Satellite(SatelliteID, Name, Launch_Date, Type, Current_Longitude, Current_Latitude)

城区信息实体 District: District(DistrictID, Name, Longitude, Latitude, Population)

气象站用户与卫星的联系关系表 Connect: Connect(UserID, SatelliteID)

普通用户与台风基本信息的联系关系表 Subscribe: Subscribe(UserID, TyphoonID)

气象站用户与城区信息的联系关系表 Monitor: Monitor(UserID, DistrictID)

3NF 范式要求关系中的每一列都必须直接依赖于主键。既不能有部分依赖，即非主属性依赖于部分的主属性；也不能有传递依赖，即更低级别的非主属性依赖于更高级别的非主属性。

在上述关系模型中，大多数实体只有一个主键。台风路径信息与台风预警信息实体将外键台风编号、气象站用户编号与观测时间（预警时间）共同作为主键。实体中的每一列都直接依赖于所有的主键，没有出现部分依赖的情况。此外，在上述关系模型中也没有出现更低级别的非主属性依赖于更高级别的非主属性，即传递依赖的情况。

例如，在普通用户实体中，用户姓名、年龄、性别、联系方式、所在城区以及登录密码都直接依赖于用户编号这一主键，不存在其他属性的间接依赖关系。同样，在台风路径信息实体中，经纬度、当前级数、当前风速、当前气压这些属性不存在间接依赖关系，都直接依赖于全部的台风编号、观测的气象站编号以及观测时间这三个主键，没有对主键的部分依赖关系。

3.2. 实体表设计

3.2.1. 气象站用户实体 Meteorological_Station_User

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

UserID	用户 ID	INTEGER	无	主键、非空、自增
Name	姓名	VARCHAR(50)	无	非空
Longitude	站点经度	DECIMAL(9,6)	无	非空
Latitude	站点纬度	DECIMAL(8,6)	无	非空
Password	登录密码	VARCHAR(50)	无	非空

3.2.2. 普通用户实体 Regular_User

属性名	说明	数据类型	默认值	约束
UserID	用户 ID	INTEGER	无	主键、非空、自增
Name	姓名	VARCHAR(50)	无	非空
DistrictID	城区 ID	INTEGER	无	非空、外键参考 District(DistrictID)
Age	年龄	INTEGER	无	非空
Gender	性别	CHAR(1)	无	非空
Phone	电话	VARCHAR(15)	无	非空
Password	登录密码	VARCHAR(50)	无	非空

3.2.3. 台风基本信息实体 Typhoon

属性名	说明	数据类型	默认值	约束
TyphoonID	台风 ID	INTEGER	无	主键、非空、自增
Name	台风名称	VARCHAR(50)	无	非空
Start_Time	开始时间	TIMESTAMP	无	非空
End_Time	终止时间	TIMESTAMP	无	非空

Max_Category	最大级数	INTEGER	无	非空
Max_Wind_Speed	最高风速	INTEGER	无	非空
Min_Pressure	最小气压	INTEGER	无	非空

3.2.4. 台风路径信息实体 Typhoon_Path

属性名	说明	数据类型	默认值	约束
TyphoonID	台风 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 Typhoon(TyphoonID)
StationID	气象站 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 Meteorological_Station_User(UserID)
Longitude	经度	DECIMAL(9,6)	无	非空
Latitude	纬度	DECIMAL(8,6)	无	非空
Observation_Time	观测时间	TIMESTAMP	无	主键、非空
Current_Category	当前级数	INTEGER	无	非空
Current_Wind_Speed	当前风速	INTEGER	无	非空
Current_Pressure	当前气压	INTEGER	无	非空

3.2.5. 台风预警信息实体 Typhoon_Warning

属性名	说明	数据类型	默认值	约束
TyphoonID	台风 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 Typhoon(TyphoonID)

StationID	气象站 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 Meteorological_Station_User(UserID)
Warning_Time	预警时间	TIMESTAMP	无	主键、非空
Warning_Level	预警等级	VARCHAR(10)	无	非空

3.2.6. 卫星信息实体 Satellite:

属性名	说明	数据类型	默认值	约束
SatelliteID	卫星 ID	INTEGER	无	主键、非空、自增
Name	卫星名称	VARCHAR(50)	无	非空
Launch_Date	发射日期	DATE	无	非空
Type	卫星类型	VARCHAR(50)	无	非空
Current_Longitude	当前经度	DECIMAL(9,6)	无	非空
Current_Latitude	当前纬度	DECIMAL(8,6)	无	非空

3.2.7. 城区信息实体 District:

属性名	说明	数据类型	默认值	约束
DistrictID	城区 ID	INTEGER	无	主键、非空、自增
Name	城区名称	VARCHAR(50)	无	非空
Longitude	城区经度	DECIMAL(9,6)	无	非空
Latitude	城区纬度	DECIMAL(8,6)	无	非空
Population	人口	INTEGER	无	非空

3.3. 关系表设计

3.3.1. 气象站用户与卫星的联系关系表 Connect:

属性名	说明	数据类型	默认值	约束
UserID	气象站用户 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 Meteorological_Station_User(UserID)
SatelliteID	卫星 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 Satellite(SatelliteID)

3.3.2. 普通用户与台风基本信息的联系关系表 Subscribe:

属性名	说明	数据类型	默认值	约束
UserID	普通用户 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 Regular_User(UserID)
TyphoonID	台风 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 Typhoon(TyphoonID)

3.3.3. 气象站用户与城区信息的联系关系表 Monitor:

属性名	说明	数据类型	默认值	约束
UserID	气象站用户 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 Meteorological_Station_User(UserID)
DistrictID	城区 ID	INTEGER	无	主键、非空、外键参考 District(DistrictID)

(四) 物理设计

进行物理设计时，需要根据关系数据库的独特特征对逻辑模型进行存储结构设计。物理设计不仅仅局限于确定数据的存储方式，同时还需要建立起数据库的索引结构。尽管索引结构并非数据库的强制组成部分，但具备灵活性的索引结构却能显著提升数据库查询的效率，因此在物理设计中具有重要的地位。本章节将着重探讨物理设计中数据库索引的建立。

4.1. 索引设计

4.1.1. 分析查询条件

进行索引设计时，为了提升台风监测系统数据库的查询速度，需要针对常作为 where、join by、group by 等查询条件的字段建立索引。此外，还可以根据对台风监测平台的理解添加一些暂时还没有设计的查询条件。例如，考虑到台风监测平台的预警功能需要向整个城区范围内的普通用户发送预警信息，经常需要通过 DistrictID 字段在表中筛选用户，因此适合在普通用户实体表 Regular_User 中对 DistrictID 字段设置索引。

4.1.2. 分析选择字段

在表中选择建立索引的字段时，应该尽量选择区分度高的列作为索引，且尽量建立唯一索引。具体来说，应该将可选择性高的字段放到前面，而将可选择性低的字段放在后面，不对可选择性很低的字段设置索引。例如，在对普通用户实体、气象站用户实体设置索引时，都选择用户编号设置主键索引，这样的索引都是唯一索引，能够唯一区分每名用户，从而提高索引效率。

4.1.3. 联合索引

设置联合索引既能够节省存储空间，也能避免回表从而提高查询效率。在设计联合索引时，可以通过最左匹配原则来合并查询条件，从而让尽可能多的查询条件使用同一个索引，提高索引的利用率。例如，在为台风预警信息实体设置索引时，设置(TyphoonID, ObservationID, Observation_Time)这样的联合索

引，也可以满足 TyphoonID、(TyphoonID, ObservationID)索引的查询效果。这样的设计满足了实际使用场景中用台风编号查询路径信息，以及用台风编号、气象台用户编号共同查询路径信息的需求，能够很好地提高索引的使用效率。

4.2. 数据库索引

表名	属性	索引类型	描述
Meteorological_Station_User	UserID	主键索引	气象站用户唯一标识
Regular_User	UserID	主键索引	普通用户唯一标识
	DistrictID	普通索引	用于发布预警时查询城区内所有用户
Typhoon	TyphoonID	主键索引	台风唯一标识
Typhoon_Path	(TyphoonID, ObservationID, Observation_Time)	联合索引	该联合索引是台风路径唯一标识
Typhoon_Warning	(TyphoonID, ObservationID, Warning_Time)	联合索引	该联合索引是台风预警唯一标识
Satellite	SatelliteID	主键索引	卫星唯一标识
District	DistrictID	主键索引	城区唯一标识
Connect	(UserID, SatelliteID)	联合索引	气象站用户编号与卫星编号是连接关系的唯一标识
Subscribe	(UserID, TyphoonID)	联合索引	普通用户编号与台风编号是订阅关系的唯一标识
Monitor	(UserID, DistrictID)	联合索引	气象站用户编号与城区编号是监测关系的唯一标识