分布式消息系统 Kafka

课程讲义

主讲：Reythor 雷

2019

分布式消息系统 Kafka

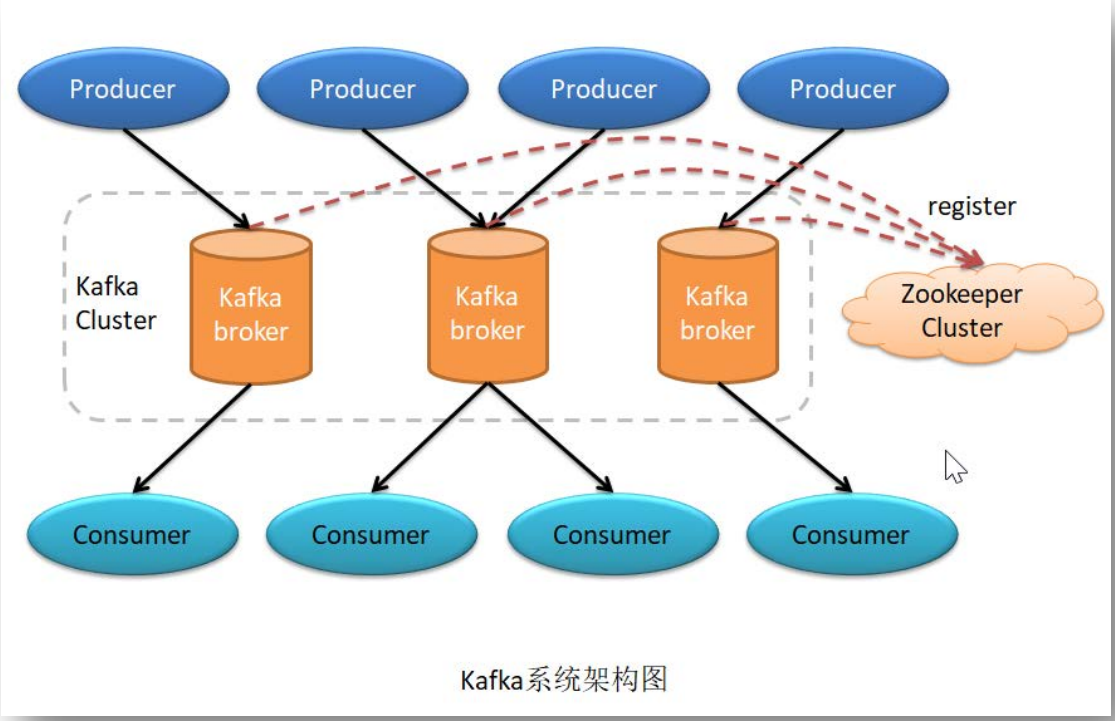
第1章 Kafka 概述

1.1 kafaka 简介

Apache Kafka 是一个快速、可扩展的、高吞吐的、可容错的分布式“发布-订阅”消息系统，使用 Scala 与 Java 语言编写，能够将消息从一个端点传递到另一个端点，较之传统的消息中间件（例如 ActiveMQ、RabbitMQ），Kafka 具有高吞吐量、内置分区、支持消息副本和高容错的特性，非常适合大规模消息处理应用程序。

Kafka 官网： http://kafka.apache.org/

1.2 Kafa 系统架构



Kafka系统架构图

1.3 应用场景

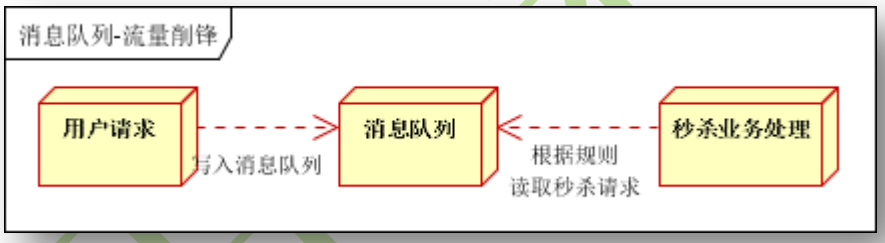
Kafka 的应用场景很多，这里就举几个最常见的场景。

1.3.1 用户的活动追踪

用户在网站的不同活动消息发布到不同的主题中心，然后可以对这些消息进行实时监测实时处理。当然，也可加载到 Hadoop 或离线处理数据仓库，对用户进行画像。像淘宝、京东这些大型的电商平台，用户的所有活动都是要进行追踪的。

1.3.2 日志聚合

1.3.3 限流削峰



1.4 kafka 高吞吐率实现

Kafka 与其它 MQ 相比，其最大的特点就是高吞吐率。为了增加存储能力，Kafka 将所有的消息都写入到了低速大容的硬盘。按理说，这将导致性能损失，但实际上，kafka 仍可保持超高的吞吐率，性能并未受到影响。其主要采用了如下的方式实现了高吞吐率。

- 顺序读写：Kafka 将消息写入到了分区 partition 中，而分区中消息是顺序读写的。顺序读写要远快于随机读写。
- 零拷贝：生产者、消费者对于 kafka 中消息的操作是采用零拷贝实现的。
- 批量发送：Kafka 允许使用批量消息发送模式。
- 消息压缩：Kafka 支持对消息集合进行压缩。

第2章 Kafka 工作原理与工作过程

2.1 Kafka 基本术语

对于 Kafka 基本原理的介绍，可以通过对以下基本术语的介绍进行。

2.1.1 Topic

主题。在 Kafka 中，使用一个类别属性来划分消息的所属类，划分消息的这个类称为 topic。topic 相当于消息的分类标签，是一个逻辑概念。

2.1.2 Partition

分区。topic 中的消息被分割为一个或多个 partition，其是一个物理概念，对应到系统上就是一个或若干个目录。

partiiton 本身是一个 FIFO 队列，其中的消息是有序的。但，在 Partition 间无法保证消息的顺序性。

2.1.3 segment

段。将 partition 进一步细分为了若干的 segment，每个 segment 文件的最大大小相等。

2.1.4 Broker

Kafka 集群包含一个或多个服务器，每个服务器节点称为一个 broker。

假设某个 topic 中有 N 个 partition，集群中有 M 个 Broker，broker 与 partition 间的数量关系：

若 N>=M，且（N%M=0），则每个 broker 上会平均存储 N/M 个 partition。

若 N>M，且（N%M!=0），这其中会出现 broker 上分配的 partition 不平均的情况。这种情况要避免。

若 N<M，这种情况会出现有的 broker 上没有分到 partition 的情况。

2.1.5 Producer

生产者。即消息的发布者，其会将某 topic 的消息发布到相应的 partition 中。

2.1.6 Consumer

消费者。可以从 broker 中读取消息。
一个消费者可以消费多个 topic 的消息。
一个消费者可以消费同一个 topic 中的多个 partition 消息。
一个 partition 允许多个无关消费者同时消费。

2.1.7 Consumer Group

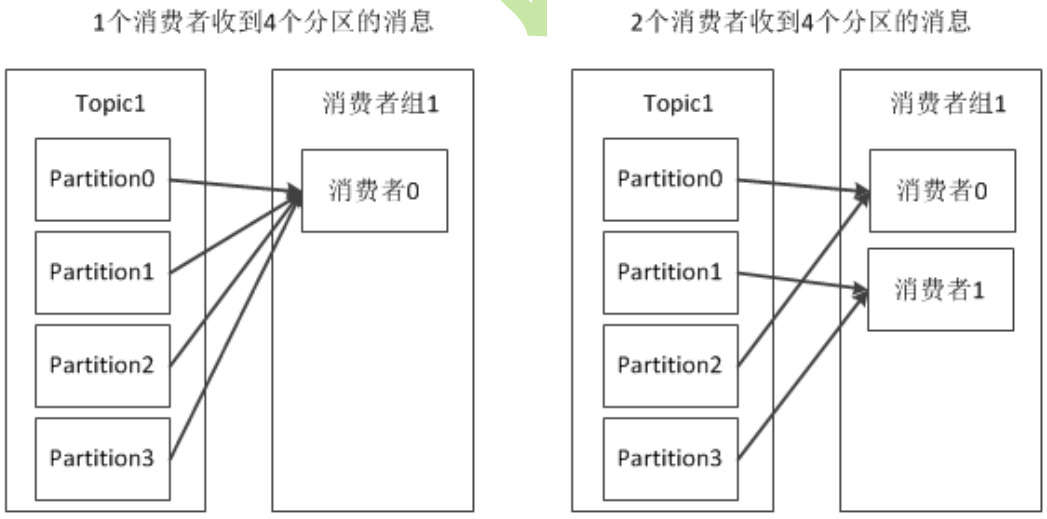
consumer group 是 kafka 提供的可扩展且具有容错性的消费者机制。组内可以有多个消费者，它们共享一个公共的 ID，即 group ID。组内的所有消费者会协调在一起平均消费订阅主题的所有分区。

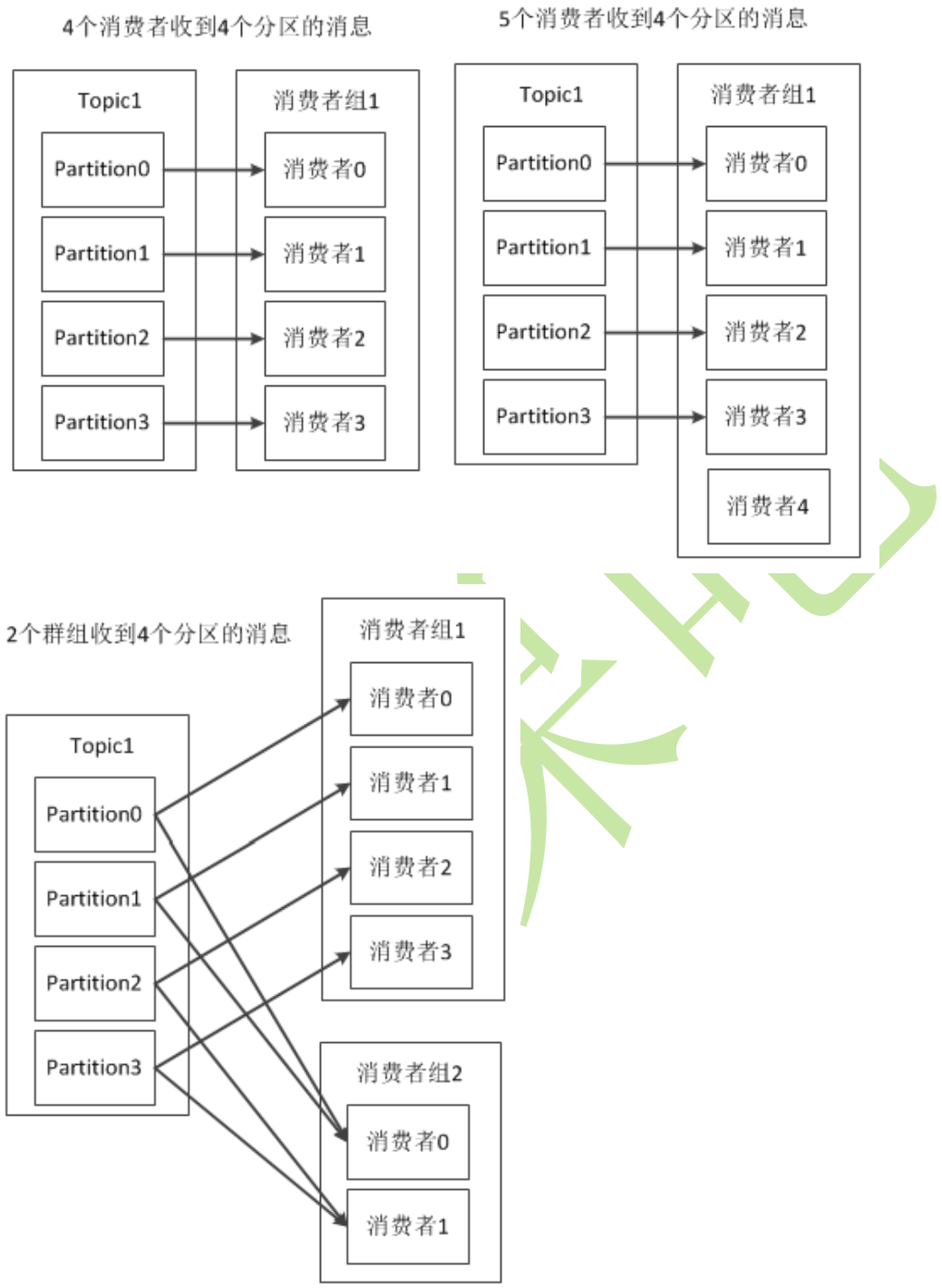
Kafka 可以保证在稳定状态下，一个 partition 中的消息只能被同一个 consumer group 中的一个 consumer 消费，而一个组内 consumer 只会消费某一个或几个特定的 partition。当然，一个消息可以同时被多个 consumer group 消费。

总结：
组内 consumer 与 partition 的关系 1:n
partition 与组内 consumer 的关系 1:1

这种设计方式的好处是：实现简单，弊端是：消息分配不均。

组中 consumer 数量与 partition 数量的对应关系如下。





2.1.8 Replicas of partition

分区副本。副本是一个分区的备份，是为了防止消息丢失而创建的分区的备份。

2.1.9 Partition Leader

每个 partition 有多个副本，其中有且仅有一个作为 Leader，Leader 是当前负责消息读写的 partition。即所有读写操作只能发生于 Leader 分区上。

2.1.10 Partition Follower

所有 Follower 都需要从 Leader 同步消息，Follower 与 Leader 始终保持消息同步。
partition leader 与 follower 是主备关系，而非主从。

2.1.11 ISR

ISR，In-Sync Replicas，是指副本同步列表。
AR，Assigned Replicas
OSR，Outof-Sync Replicas
AR = ISR + ORS

2.1.12 offset

偏移量。每条消息都有一个当前 Partition 下唯一的 64 字节的 offset，它是相对于当前分区第一条消息的偏移量。

2.1.13 offset commit

Consumer 从 partition 中取出一批消息写入到 buffer 对其进行消费，在规定时间内消费完消息后，会自动将其消费消息的 offset 提交给 broker，以让 broker 记录下哪些消息是消费过的。当然，若在时限内没有消费完毕，其是不会提交 offset 的。
提交的 offset 被写入到了一个特殊的主题__consumer_offsets 中。
中 kafka0.9 版本之前，offset 是由 zk 负责保存管理的，之后版本由 kafka broker 负责保存管理。

2.1.14 Rebalance

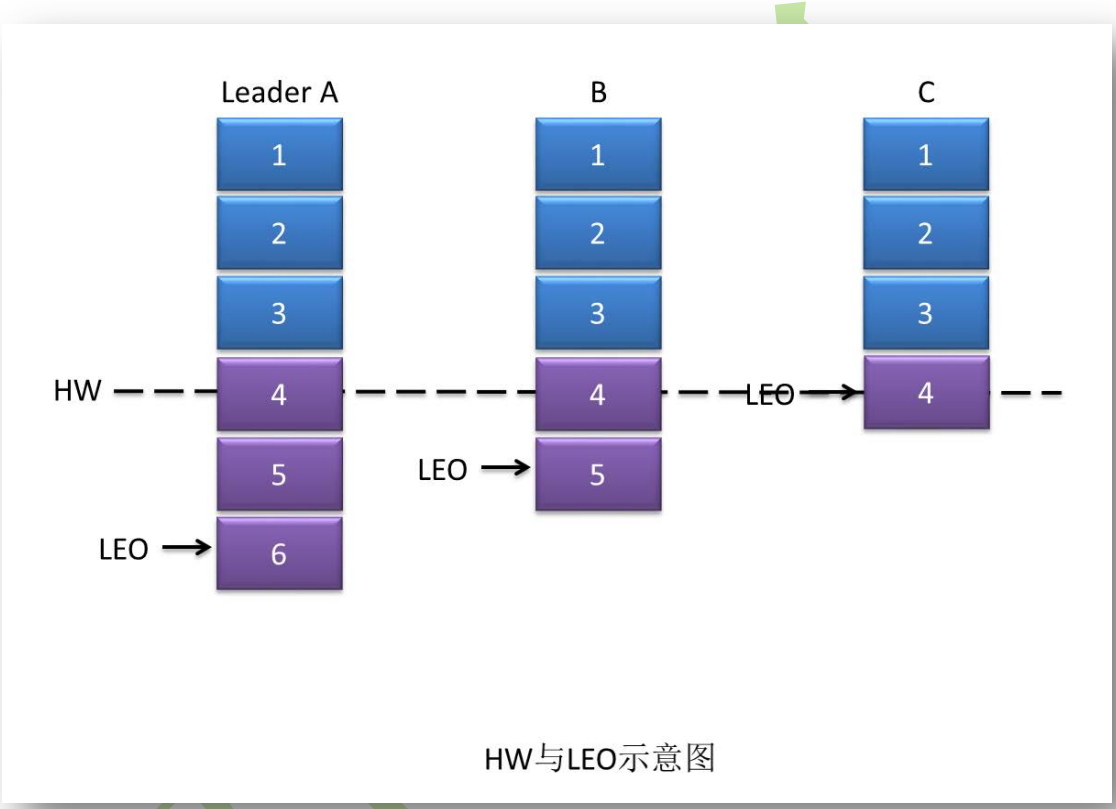
当消费者组中消费者数量发生变化，或 Topic 中的 partition 数量发生了变化时，partition 的所有权会在消费者间转移，即 partition 会重新分配，这个过程称为再均衡 Rebalance。
再均衡能够给消费者组及 broker 集群带来高可用性和伸缩性，但在再均衡期间消费者是无法读取消息的，即整个 broker 集群有一小段时间是不可用的。因此要避免不必要的再均衡。

2.1.15 HW 与 LEO

HW，HighWatermark，高水位，表示 Consumer 可以消费到的最高 partition 偏移量。HW 保证了 Kafka 集群中消息的一致性。确切地说，是在 broker 集群正常运转的状态下，保证了 partition 的 Follower 与 Leader 间数据的一致性。

LEO，Log End Offset，日志最后消息的偏移量。消息是被写入到 Kafka 的日志文件中的，这是当前最后一个写入的消息在 Partition 中的偏移量。

对于 leader 新写入的消息，consumer 是不能立刻消费的。leader 会等待该消息被所有 ISR 中的 partition follower 同步后才会更新 HW，此时消息才能被 consumer 消费。



HW与LEO示意图

2.1.16 Broker Controller

Kafka 集群的多个 broker 中，有一个会被选举为 controller，负责管理整个集群中 partition 和副本 replicas 的状态。

当 partition leader 宕机后，broker controller 会从 ISR 中选举出一个 Follower 做为新的 leader。所谓选举就是从 ISR 中找到第一个 Follower，直接让其当选新的 leader。

Broker Controller 是由 zk 选举出来的。

2.1.17 Zookeeper

Zookeeper 负责维护和协调 broker，负责 Broker Controller 的选举。

2.1.18 Coordinator

Coordinator 一般指的是运行在每个 broker 上的 group Coordinator 进程，用于管理 Consumer Group 中的各个成员，主要用于 offset 位移管理和 Rebalance。一个 Coordinator 可以同时管理多个消费者组。

2.2 Kafka 工作原理与过程

2.2.1 消息路由策略

在通过 API 方式发布消息时，生产者是以 Record 为消息进行发布的。Record 中包含 key 与 value，value 才是我们真正的消息本身，而 key 用于路由消息所要存放的 Partition。消息要写入到哪个 Partition 并不是随机的，而是有路由策略的。

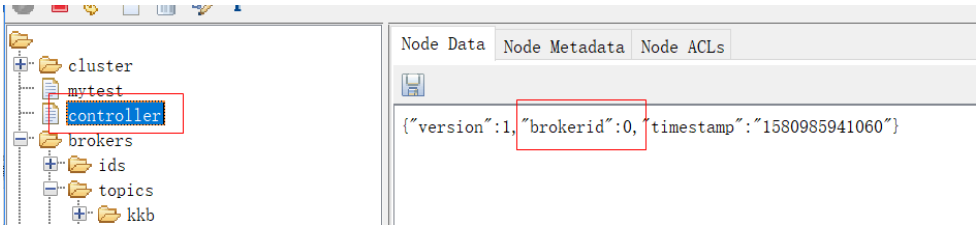
1) 若指定了 partition，则直接写入到指定的 partition；
2) 若未指定 partition 但指定了 key，则通过对 key 的 hash 值与 partition 数量取模，该取模结果就是要选出的 partition 索引；
3) 若 partition 和 key 都未指定，则使用轮询算法选出一个 partition。

2.2.2 消息写入算法

消息生产者将消息发送给 broker，并形成最终的可供消费者消费的 log，是一个比较复杂的过程。

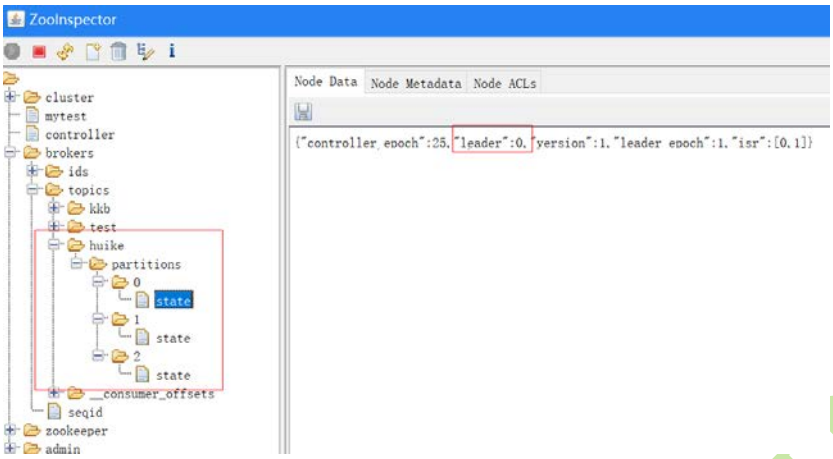
注意：producer 不是 zk 的客户端，其是不能直接访问 zk 的。

1) producer 向 broker 集群提交连接请求，其所连接上的任意 broker 都会向其发送 broker controller 的通信 URL，即 broker controller 主机配置文件中的 listeners 地址
broker 是 zk 的客户端可以直接访问 zk，从/controller 节点就可以读取到谁是当前 broker 集群的 controller。



2) 当 producer 指定了要生产消息的 topic 后，其会向 broker controller 发送请求，请求当前 topic 中所有 partition 的 leader 列表地址
3) broker controller 在接收到请求后，会从 zk 中查找到指定 topic 的所有 partition 的 leader，并返回给 producer

broker 可以从 zk 的/brokers/topics/huike/0/status 节点中可以读取到该 0 号 partition 的 leader



4) producer 在接收到 leader 列表地址后，根据消息路由策略找到当前要发送消息所要发送的 partition leader，然后将消息发送给该 leader
5) leader 将消息写入本地 log，并通知 ISR 中的 followers
6) ISR 中的 followers 从 leader 中同步消息后向 leader 发送 ACK
7) leader 收到所有 ISR 中的 followers 的 ACK 后，增加 HW，表示消费者已经可以消费到该位置了
8) 当然，若 leader 在等待的 followers 的 ACK 超时了，发现还有 follower 没有发送 ACK，则会将该 follower 从 ISR 中清除，然后增加 HW。

2.2.3 HW 截断机制

如果 partition leader 接收到了新的消息， ISR 中其它 Follower 正在同步过程中，还未同步完毕时 leader 挂了。此时就需要选举出新的 leader。若没有 HW 截断机制，将会导致 partition 中 leader 与 follower 数据的不一致。

HW 机制解决的是 broker 集群正常运转过程中 partition 的 leader 与 follower 的一致性问题。而 HW 截断机制解决的是 broker 集群运行异常情况下，partition 的 leader 与 follower 的一致性问题。

当原 leader 宕机后又恢复时，将其 LEO 回退到其宕机时的 HW，然后再与新的 leader 进行数据同步，这种机制称为 HW 截断机制。

此时是无法保证消息不丢失的。

2.2.4 消息发送的可靠性机制

生产者向 kafka 发送消息时，可以选择需要的可靠性级别。通过 acks 参数的值进行设置。

（1） 0 值

异步发送。生产者向 kafka 发送消息而不需要 kafka 反馈成功 ack。该方式效率最高，但可靠性最低。其可能会存在消息丢失的情况。

在传输过程中，由于网络抖动等原因，生产者发送的消息 kafka 并没有收到，但由于生活者无需等待 kafka 的确认 ACK，所以该消息并不会被生产者重新发送，那也就意味着，这个消息丢失了。

（2） 1 值

同步发送，默认值。生产者发送消息给 kafka，broker 的 partition leader 在收到消息后马上发送成功 ack（不需等待 ISRael 列表中的 Follower 同步完成的），生产者收到后知道消息发送成功，然后会再发送消息。如果一直未收到 kafka 的 ack，则生产者会认为消息发送失败，会重发消息。

问题 1：该方式能否使生产者确认它发送的消息发送成功了？不能。或者这样来问：若生产者收到了 kafka 回复的 ack，能否确认该消息已经成功被接收了？不能。

若 partition leader 在接收到消息后，其马上向 producer 回复 ack，在 ISR 中的 follower 还未同步该消息时，leader 挂了。那么这条消息对于新的 Leader 来说，根本就不存在，即该消息丢失了。

问题 2：该方法能否使生产者确认其发送的消息发送失败了？能。只要在超时时限内没有收到 ack，那么该消息一定没有被 kafka 成功接收。

总结：生产者接收到了 ack，不能保证消息就一定被成功接收了，但没有收到 ack，一定是没有被成功接收的。简单说就是“收到 Ack 不一定成功，没收到 ack 一定失败”。

（3） -1 值

同步发送。其值等同于 all。生产者发送消息给 kafka，kafka 收到消息后要等到 ISR 列表中的所有副本都同步消息完成后，才向生产者发送成功 ack。如果一直未收到 kafka 的 ack，则认为消息发送失败，会自动重发消息。

该方法可能会出现部分 follower 重复接收消息的情况（注意，重复接收不同于重复消费）。

当 follower 还没有同步完成时，leader 挂了。由于还没有同步完成，所以 kafka 不会给生产者回复 ack，所以生产者会重新发送消息给新的 leader。若新的 Leader 曾同步过一部分原来的消息，那么这些消息就是重复接收的消息。

2.2.5 消费者消费过程解析

生产者将消息发送到 topic 中，消费者即可对其进行消费，其消费过程如下：

1) consumer 向 broker 集群提交连接请求，其所连接上的任意 broker 都会向其发送 broker controller 的通信 URL，即 broker controller 主机配置文件中的 listeners 地址
2) 当 consumer 指定了要消费的 topic 后，其会向 broker controller 发送 poll 请求
3) broker controller 会为 consumer 分配一个或几个 partition leader，并将该 partitioin 的当前 offset 发送给 consumer
4) consumer 会按照 broker controller 分配的 partition 对其中的消息进行消费
5) 当消费者消费完该条消息后，消费者会向 broker 发送一个该消息已被消费的反馈，即该消息的 offset
   - 若为手动提交，则可以是每消费完一条消息就提交一个 offset，也可以是消费完这

一批消息后再提交一个 offset。关键看你的代码怎么写。

- 若为自动提交，则是提交最后一个消费消息的 offset。

6) 当 broker 接到消费者的 offset 后，会更新到相应的__consumer_offset 中
7) 以上过程一直重复，直到消费者停止请求消息
8) 消费者可以重置 offset，从而可以灵活消费存储在 broker 上的消息

2.2.6 Partition Leader 选举范围

当 leader 挂了后 broker controller 会从 ISR 中选一个 follower 成为新的 leader。但，若 ISR 中的所有副本都挂了怎么办？可以通过 unclean.leader.election.enable 的取值来设置 Leader 选举的范围。

（1） false

默认值。必须等待 ISR 列表中有副本活过来才进行新的选举。该策略可靠性有保证，但可用性低。

（2） true

在 ISR 中没有副本的情况下可以选择任何一个没有宕机主机中该 topic 的 partition 副本作为新的 leader，该策略可用性高，但可靠性没有保证。

2.2.7 重复消费问题及解决方案

重复消费是同一个消息被同一个消费者/组多次消费。

最常见的重复消费有两种：

（1） 同一个 consumer 重复消费

当 Consumer 由于消费能力较低而引发了消费超时时，则可能会形成重复消费。

在自动提交的情况下，若消费者在超时时限内没有消费完毕读取来的这一批数据，消费者会向 kafka 提交一个异常，而不是 offset。对于消费者来说，由于其没有消费完毕，所以其会再次向 kafka poll 消息消费。而这次 poll 消息的 offset 还是原来的 offset，所以这些消息就被重复消费了。

解决方案有两种：

- 延长自动提交的时限
- 自动提交改为手动提交

（2） 不同的 consumer 重复消费

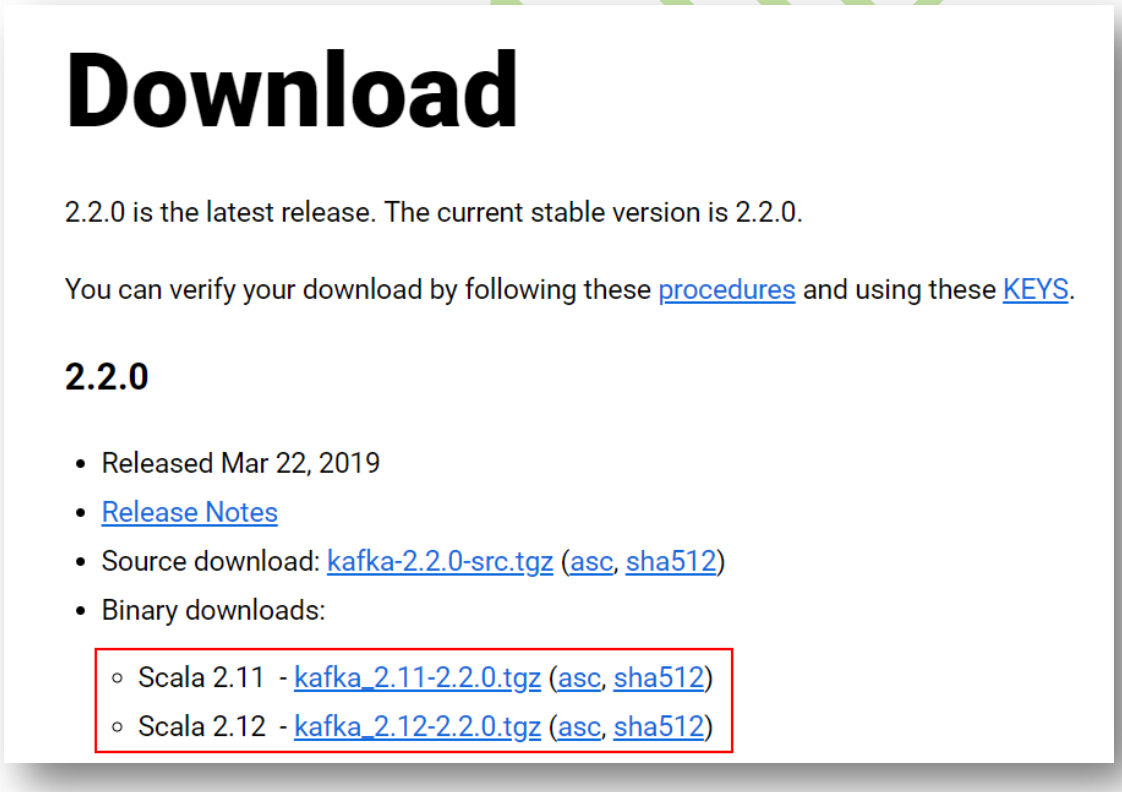
当 Consumer 消费了消息但还未提交 offset 时宕机，则这些已被消费过的消息会被重复消费。

解决方案：自动提交改为手动提交

2.3 Kafka 集群搭建

在生产环境中为了防止单点问题，Kafka 都是以集群方式出现的。下面要搭建一个 Kafka 集群，包含三个 Kafka 主机，即三个 Broker。

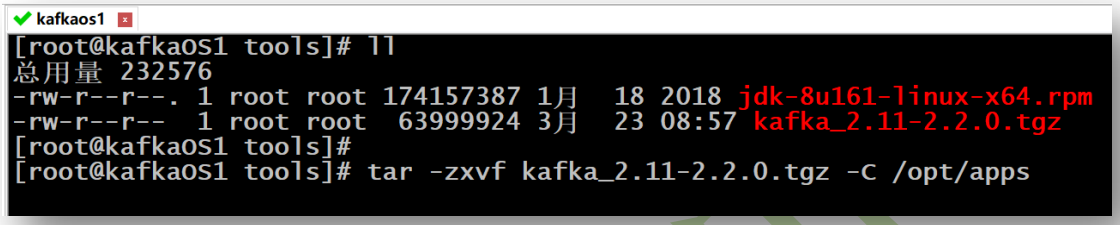
2.3.1 Kafka 的下载



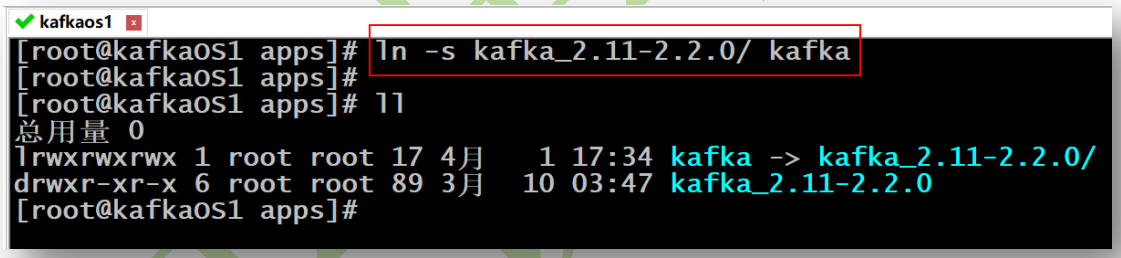
2.3.2 安装并配置第一台主机

（1） 上传并解压

将下载好的 Kafka 压缩包上传至 CentOS 虚拟机，并解压。



（2） 创建软链接



（3） 修改配置文件

在 kafka 安装目录下有一个 config/server.properties 文件，修改该文件。

kafkaos1

```
17
18 ############################# Server Basics #############
19
20 # The id of the broker. This must be set to a unique int
21 broker.id=0
22
23 ############################# Socket Server Settings ###
24
25 # The address the socket server listens on. It will get
26 # java.net.InetAddress.getCanonicalHostName() if not cor
27 #   FORMAT:
28 #     listeners = listener_name://host_name:port
29 #   EXAMPLE:
30 #     listeners = PLAINTEXT://your.host.name:9092
31 listeners=PLAINTEXT://192.168.59.151:9092
32
33 # Hostname and port the broker will advertise to produce
34 # it uses the value for "listeners" if configured.  Othe
35 # returned from java.net.InetAddress.getCanonicalHostNam
36 #advertised.listeners=PLAINTEXT://your.host.name:9092
37
38 # Maps listener names to security protocols, the default
```

kafkaos1

```
56
57 ############################# Log Basics ################
58
59 # A comma separated list of directories under wh
60 log.dirs=/tmp/kafka-logs
61
62 # The default number of log partitions per topic
63 # parallelism for consumption, but this will als
64 # the brokers.
65 num.partitions=1
66
67 # The number of threads per data directory to be
   flushing at shutdown.
68 # This value is recommended to be increased for
   n RAID array.
69 num.recovery.threads.per.data.dir=1
70
```

kafkaos1

```
116 ############################# Zookeeper #########################
117
118 # Zookeeper connection string (see zookeeper docs for details).
119 # This is a comma separated host:port pairs, each corresponding
120 # server. e.g. "127.0.0.1:3000,127.0.0.1:3001,127.0.0.1:3002".
121 # You can also append an optional chroot string to the urls to s
122 # root directory for all kafka znodes.
123 zookeeper.connect=192.168.59.117:2181
124
125 # Timeout in ms for connecting to zookeeper
126 zookeeper.connection.timeout.ms=6000
127
```

2.3.3 再克隆两台 Kafka

以 kafkaOS1 为母机再克隆两台 Kafka 主机。在克隆完毕后，需要修改 server.properties 中的 broker.id、listeners 与 advertised.listeners。

kafkaos1 kafkaos2

```
17
18 ############################# Server Basics ##
19
20 # The id of the broker. This must be set to a
21 broker.id=1
22
23 ############################# Socket Server Se
24
25 # The address the socket server listens on. It
26 # java.net.InetAddress.getCanonicalHostName()
27 #   FORMAT:
28 #     listeners = listener_name://host_name:po
29 #   EXAMPLE:
30 #     listeners = PLAINTEXT://your.host.name:9
31 listeners=PLAINTEXT://192.168.59.152:9092
32
33 # Hostname and port the broker will advertise
34 # it uses the value for "listeners" if configu
```

```
kafkaos1  kafkaos2  kafkaos3
17
18 ############################# Server Basics #######
19
20 # The id of the broker. This must be set to a uniqu
21 broker.id=2
22
23 ############################# Socket Server Setting
24
25 # The address the socket server listens on. It will
26 # java.net.InetAddress.getCanonicalHostName() if no
27 #   FORMAT:
28 #     listeners = listener_name://host_name:port
29 #   EXAMPLE:
30 #     listeners = PLAINTEXT://your.host.name:9092
31 listeners=PLAINTEXT://192.168.59.153:9092
32
33 # Hostname and port the broker will advertise to pr
```

2.3.4 kafka 的启动与停止

（1） 启动 zookeeper

```
zkos  kafkaos1  kafkaos2  kafkaos3
[root@zkOS ~]# zkServer.sh start
ZooKeeper JMX enabled by default
Using config: /opt/apps/zookeeper/bin/../conf/zoo.cfg
Starting zookeeper ... STARTED
[root@zkOS ~]#
```

（2） 启动 kafka

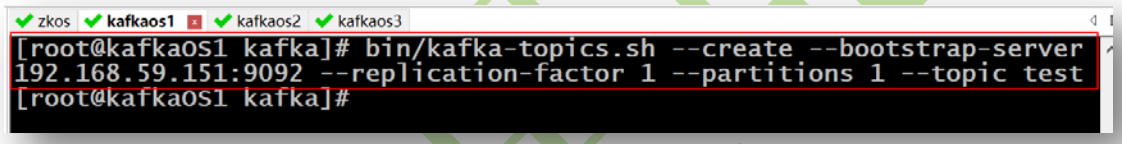
在命令后添加-daemon 参数，可以使 kafka 以守护进程方式启动，即不占用窗口。

```
kafka]# bin/kafka-server-start.sh -daemon config/server.properties
kafka]#
```

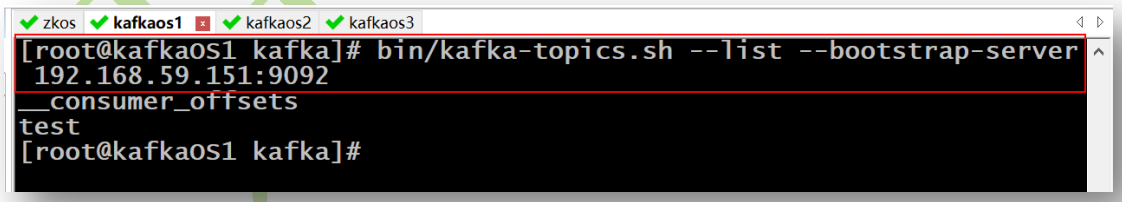
（3） 停止 kafka

2.3.5 kafka 操作

（1） 创建 topic

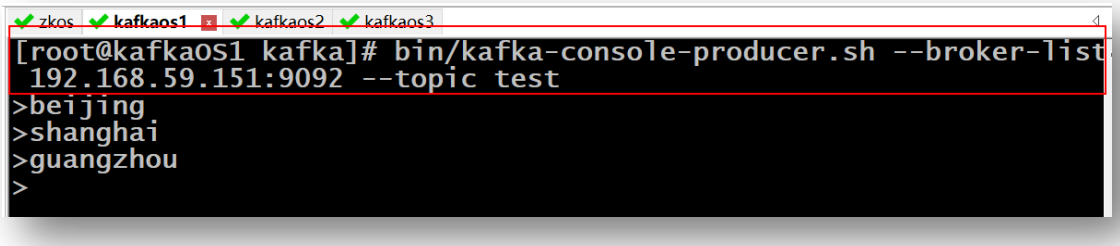


（2） 查看 topic

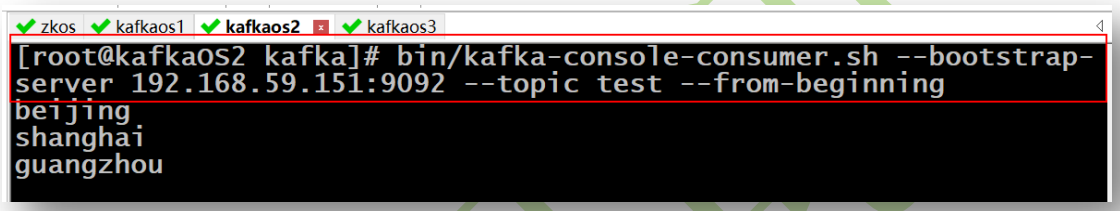


（3） 发送消息

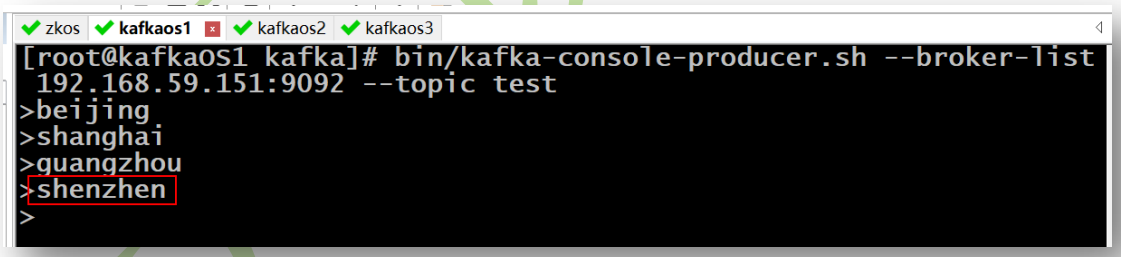
该命令会创建一个生产者，然后由其生产消息。

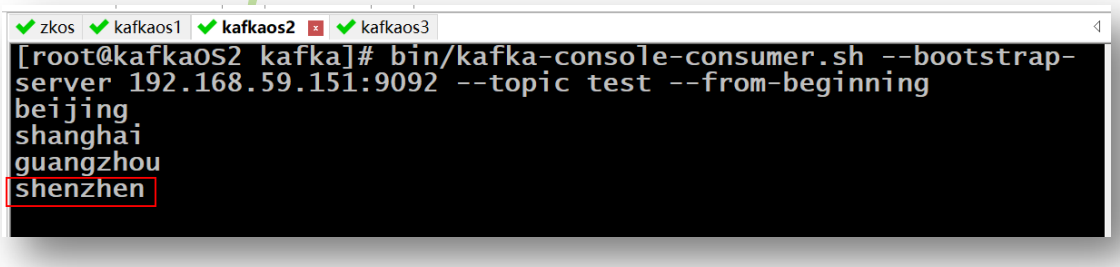


（4） 消费消息

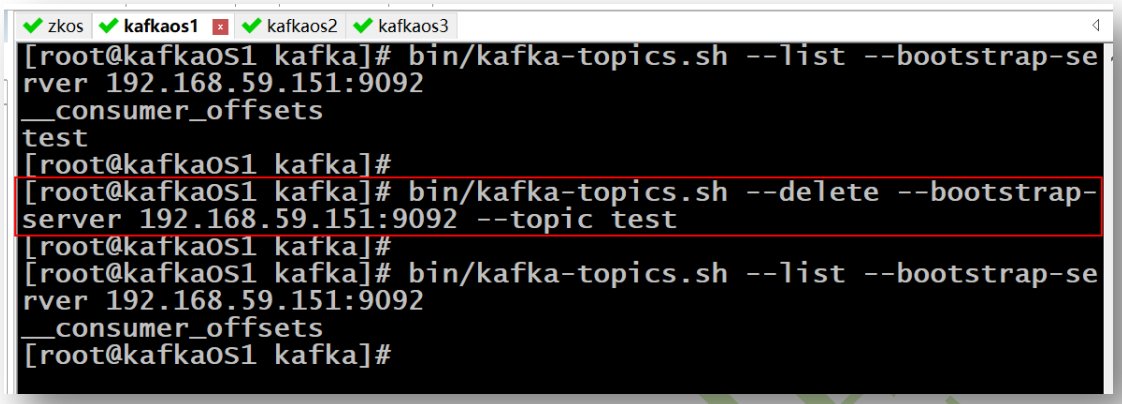


（5） 继续生产消费





（6） 删除 topic



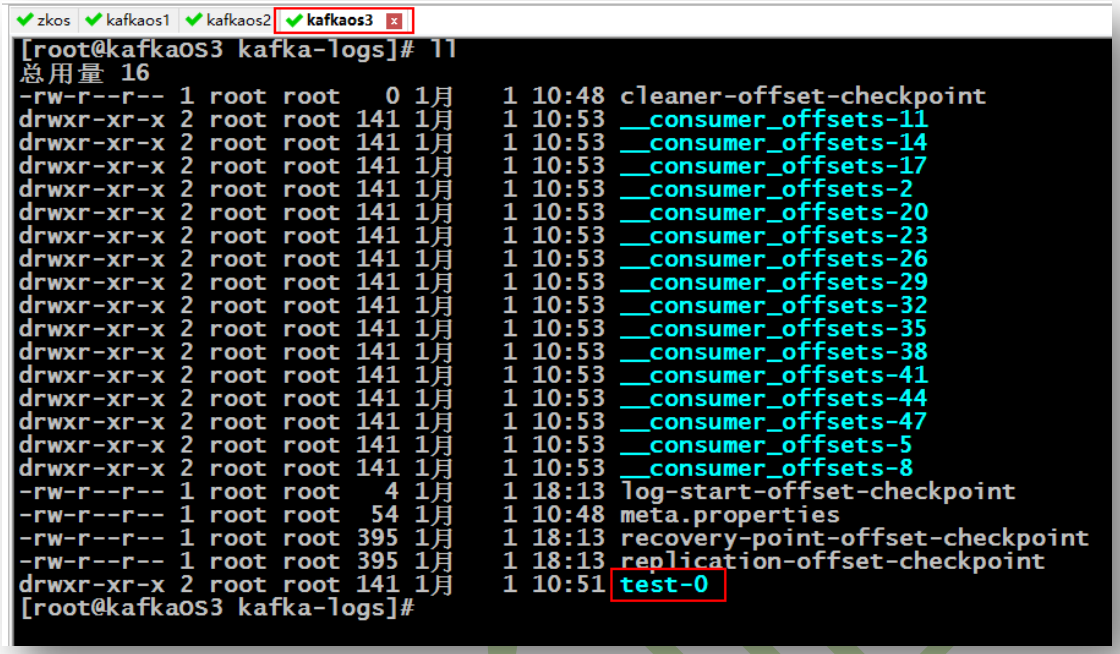
2.4 日志查看

我们这里说的日志不是 Kafka 的启动日志，启动日志在 Kafka 安装目录下的 logs/server.log 中。消息在磁盘上都是以日志的形式保存的。我们这里说的日志是存放在/tmp/kafka_logs 目录中的消息日志，即 partition 与 segment。

2.4.1 查看分区与备份

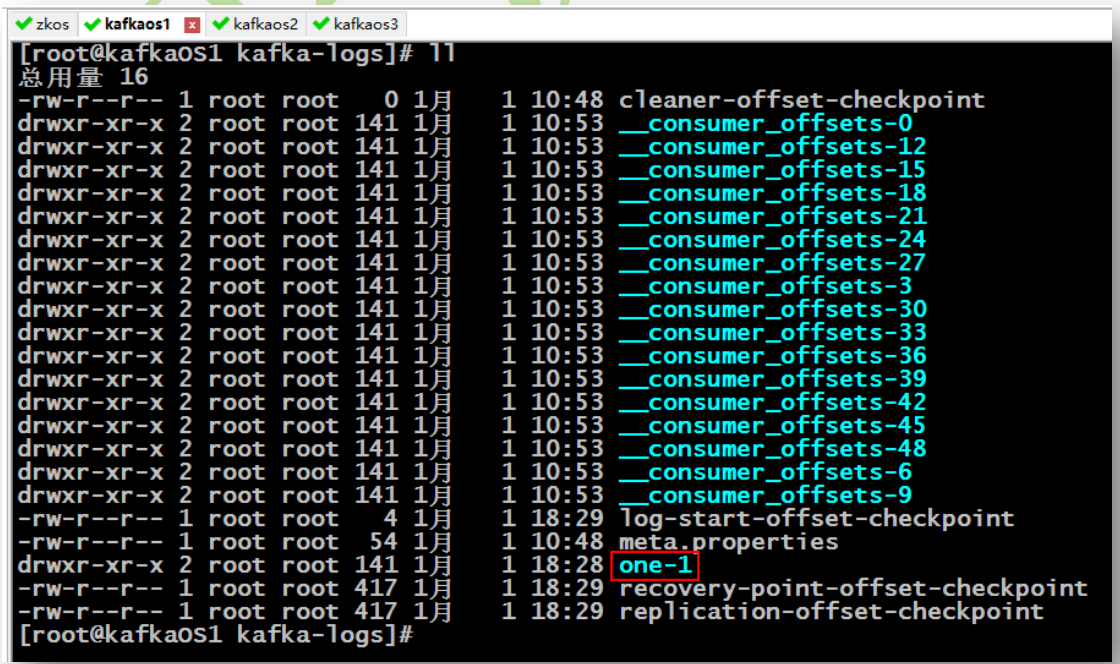
（1） 1 个分区 1 个备份

我们前面创建的 test 主题是 1 个分区 1 个备份。



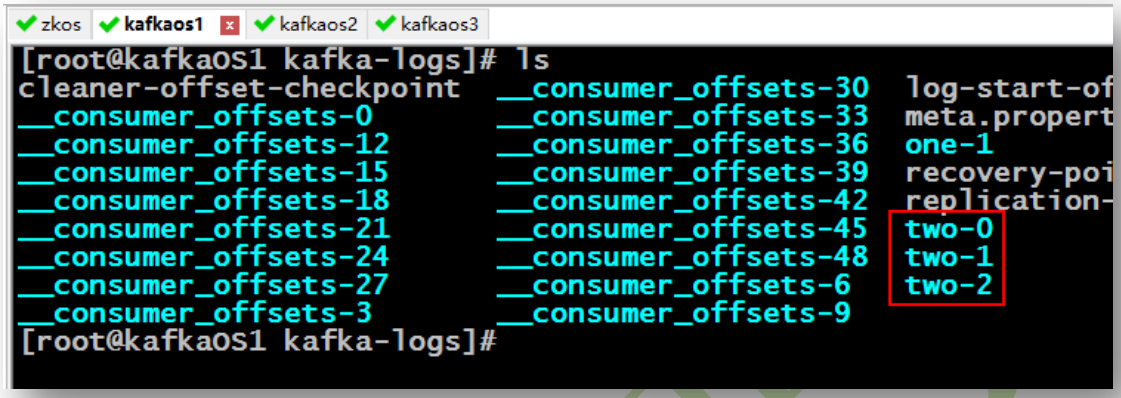
（2） 3 个分区 1 个备份

再次创建一个主题，命名为 one，创建三个分区，但仍为一个备份。 依次查看三台 broker，可以看到每台 broker 中都有一个 one 主题的分区。



（3） 3 个分区 3 个备份

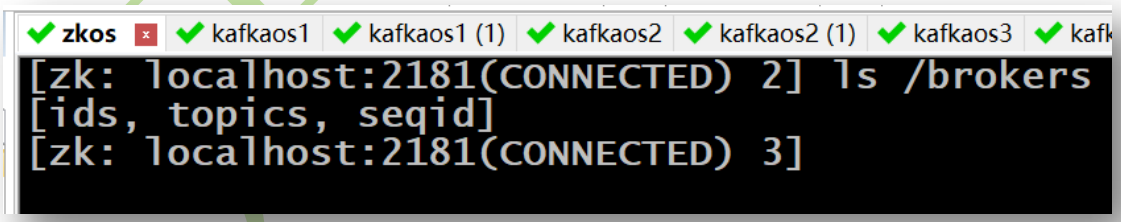
再次创建一个主题，命名为 two，创建三个分区，三个备份。依次查看三台 broker，可以看到每台 broker 中都有三份 two 主题的分区。



2.4.2 查看分区与备份在 zk 中的信息

使用 zkCli.sh 命令连接上 zk，可以查看到 kafka 在 zk 的信息。

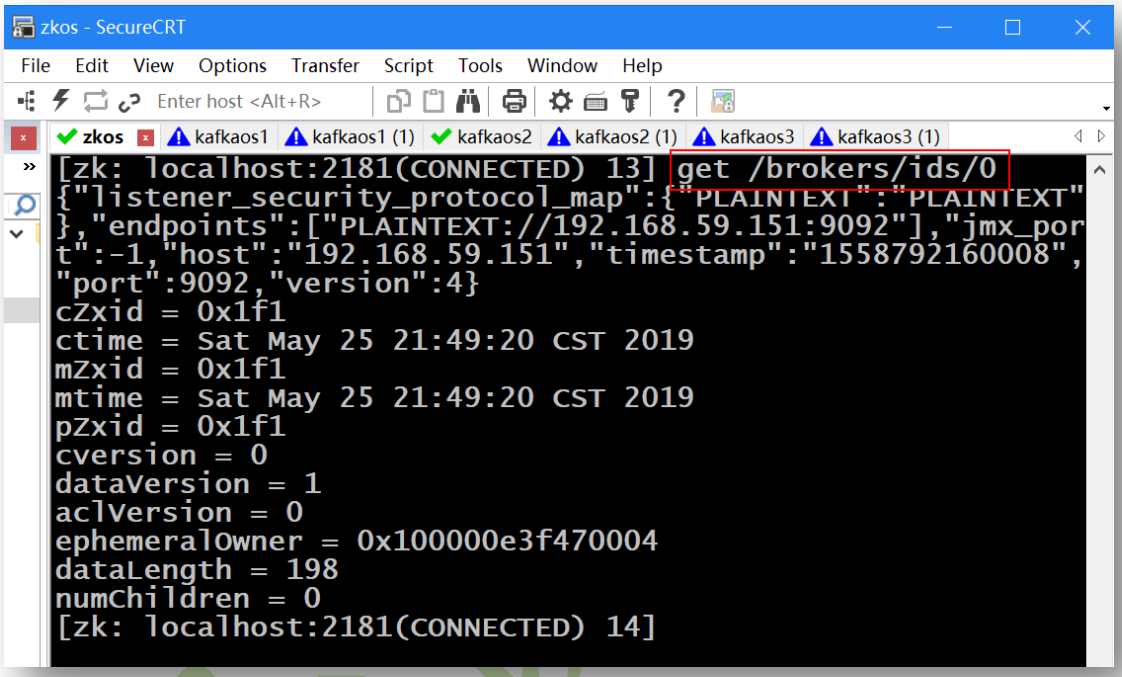
（1） /brokers 目录



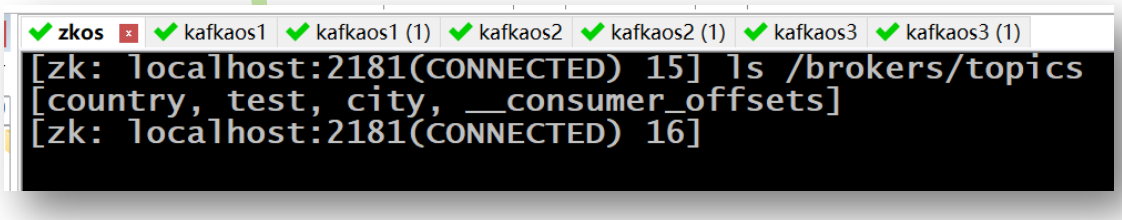
（2） /brokers/ids 目录

存放的是 kafka 集群中各个主机的 broker-id 列表。

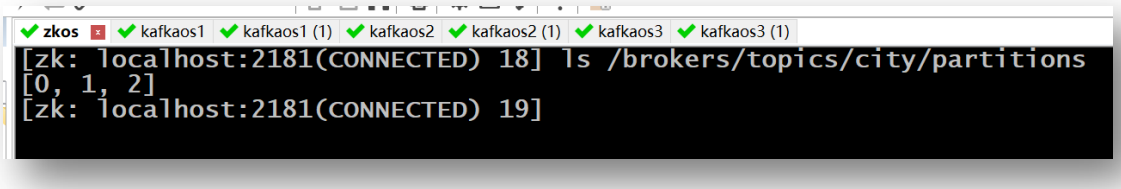
每个 id 的数据内容为当前主机的信息。

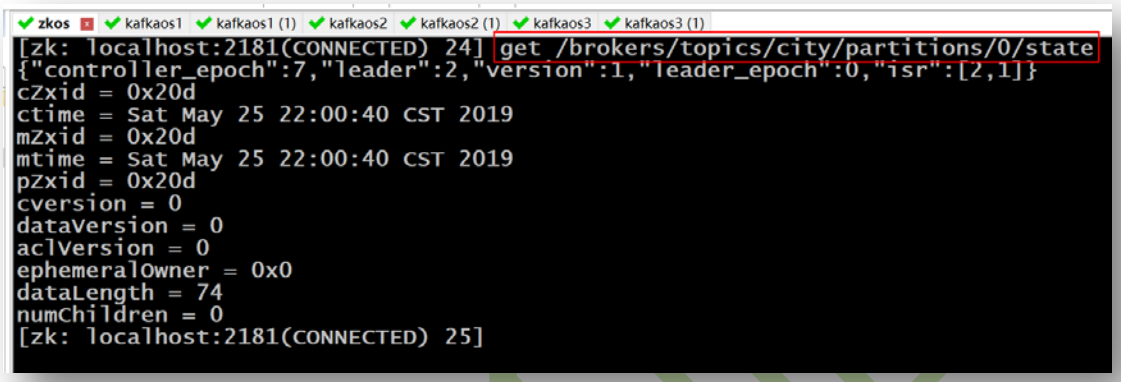


（3） /brokers/topics



/brokers/topics/city/partitions 中存放的是 city 主题下所包含的 partition。这里的 0、1、2，在/tmp/kafka-logs 目录中即为 city-0，city-1，city-2。

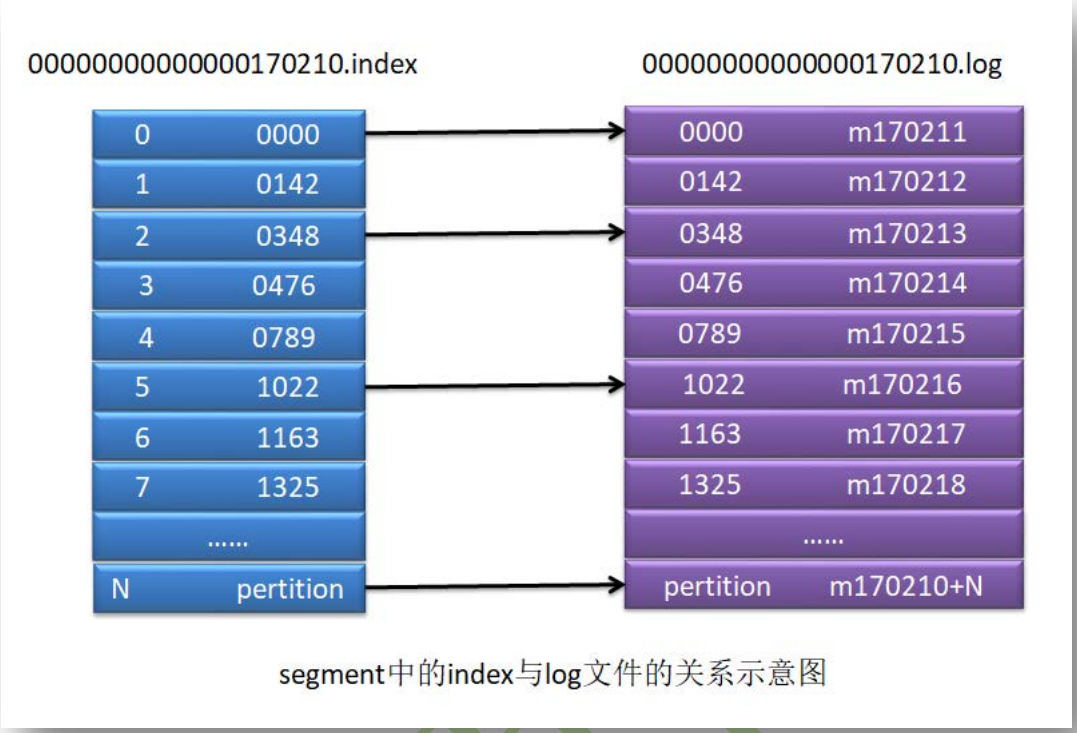




2.4.3 查看段 segment

（1） segment 文件

segment 是一个逻辑概念，其由两类物理文件组成，分别为“.index”文件和“.log”文件。“.log”文件中存放的是消息，而“.index”文件中存放的是“.log”文件中消息的索引。



segment中的index与log文件的关系示意图

（2） 查看 segment

对于 segment 中的 log 文件，不能直接通过 cat 命令查找其内容，而是需要通过 kafka 自带的一个工具查看。

```
bin/kafka-run-class.sh kafka.tools.DumpLogSegments --files
/tmp/kafka-logs/test-0/00000000000000000000.log    --print-data-log
```

一个用户的一个主题会被提交到一个__consumer_offsets 分区中。使用主题字符串的 hash 值与 50 取模，结果即为分区索引。

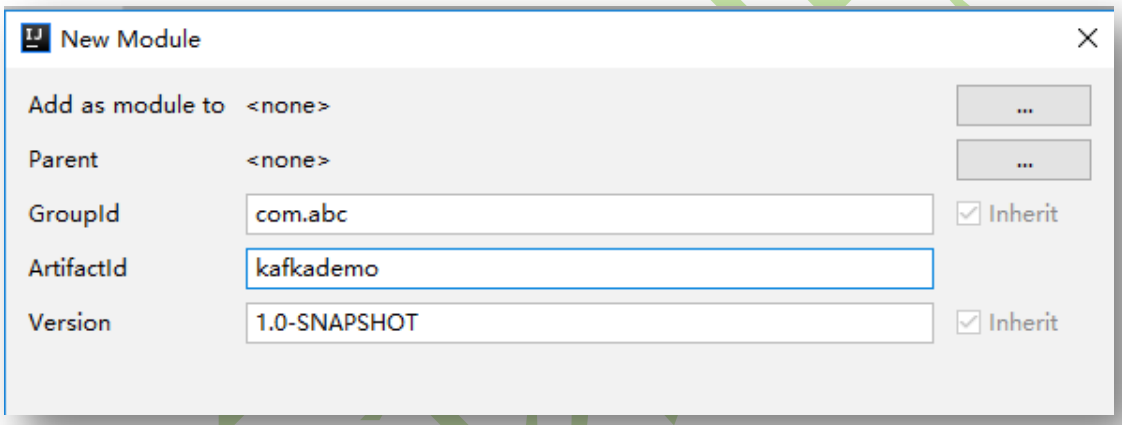
第3章 Kafka API

首先在命令行创建一个名称为 cities 的主题，并创建该主题的订阅者。

3.1 使用 kafka 原生 API

3.1.1 创建工程

创建一个 Maven 的 Java 工程，命名为 kafkaDemo。创建时无需导入依赖。为了简单，后面的发布者与消费者均创建在该工程中。



3.1.2 导入依赖

```
<!-- kafka 依赖 -->
<dependency>
  <groupId>org.apache.kafka</groupId>
  <artifactId>kafka_2.12</artifactId>
  <version>1.1.1</version>
</dependency>
```

3.1.3 创建发布者 OneProducer

（1） 创建发布者类 OneProducer

```
public class OneProducer {
    // 第一个泛型为key的类型，第二个泛型为消息本身的类型
    private KafkaProducer<Integer, String> producer;

    public OneProducer() {
        Properties properties = new Properties();
        properties.put("bootstrap.servers",
                       "kafkaOS1:9092,kafkaOS2:9092,kafkaOS3:9092");
        properties.put("key.serializer",
                       "org.apache.kafka.common.serialization.IntegerSerializer");
        properties.put("value.serializer",
                       "org.apache.kafka.common.serialization.StringSerializer");

        this.producer = new KafkaProducer<Integer, String>(properties);
    }
```

```
    public void sendMsg() {
        // 创建记录（消息）
        // 指定主题及消息本身
        // ProducerRecord<Integer, String> record =
        //                         new ProducerRecord<>("cities", "shanghai");
        // 指定主题、key，及消息本身
        // ProducerRecord<Integer, String> record =
        //                         new ProducerRecord<>("cities", 1, "shanghai");
        // 指定主题、要写入的patition、key，及消息本身
        ProducerRecord<Integer, String> record =
                                new ProducerRecord<>("cities", 0, 1, "shanghai");

        // 发布消息，其返回值为Future对象，表示其发送过程为异步，不过这里不使用该返回结果
        // Future<RecordMetadata> future = producer.send(record);
        producer.send(record);
    }
}
```

（2） 创建测试类 OneProducerTest

```
public class OneProducerTest {

    public static void main(String[] args) throws IOException {
        OneProducer producer = new OneProducer();
        producer.sendMsg();
        System.in.read();
    }
}
```

3.1.4 创建发布者 TwoProducer

前面的方式在消息发送成功后，代码中没有任何提示，这里可以使用回调方式，即发送成功后，会触发回调方法的执行。

（1） 创建发布者类 TwoProducer

复制 OneProducer 类，仅修改 sendMsg()方法。

```
// 发布消息，其返回值为Future对象，表示其发送过程为异步，不过这里不使用该返回结果
// Future<RecordMetadata> future = producer.send(record);
// producer.send(record);

// 可以调用以下两个参数的send()方法，可以在消息发布成功后触发回调的执行
producer.send(record, new Callback() {
    // RecordMetadata，消息元数据，即主题、消息的key、消息本身等的封装对象
    @Override
    public void onCompletion(RecordMetadata metadata, Exception exception) {
        System.out.print("partition = " + metadata.partition());
        System.out.print(", topic = " + metadata.topic());
        System.out.println(", offset = " + metadata.offset());
    }
});
```

（2） 创建测试类 TwoProducerTest

```
public class TwoProducerTest {

    public static void main(String[] args) throws IOException {
        TwoProducer producer = new TwoProducer();
        producer.sendMsg();
        System.in.read();
    }
}
```

3.1.5 批量发送消息

（1） 创建发布者类 SomeProducerBatch

复制前面的发布者类，在其基础上进行修改。

```
public class SomeProducerBatch {
    // 第一个泛型为key的类型，第二个泛型为消息本身的类型
    private KafkaProducer<Integer, String> producer;

    public SomeProducerBatch() {
        Properties properties = new Properties();
        properties.put("bootstrap.servers", "kafkaOS1:9092,kafkaOS2:9092
        properties.put("key.serializer", "org.apache.kafka.common.serial
        properties.put("value.serializer", "org.apache.kafka.common.seri
        properties.put("batch.size ", 16384);  // 16K
        properties.put("linger.ms", 50);  // 50ms
        this.producer = new KafkaProducer<Integer, String>(properties);
    }
```

```
public void sendMsg() {
    for (int i=0; i<50; i++) {
        ProducerRecord<Integer, String> record =
                new ProducerRecord<>("cities", 0, i * 10, "city-" + i*100);

        producer.send(record, new Callback() {
            // RecordMetadata，消息元数据，即主题、消息的key、消息本身等的封装对象
            @Override
            public void onCompletion(RecordMetadata metadata, Exception exception) {
                System.out.print("partition = " + metadata.partition());
                System.out.print(", topic = " + metadata.topic());
                System.out.println(", offset = " + metadata.offset());
            }
        });
    }
}
```

（2） 创建测试类 ProducerBatchTest

```
public class ProducerBatchTest {

    public static void main(String[] args) throws IOException {
        SomeProducerBatch producer = new SomeProducerBatch();
        producer.sendMsg();
        System.in.read();
    }
}
```

3.1.6 消费者组

（1） 创建消费者类 SomeConsumer

```
public class SomeConsumer extends ShutdownableThread {
    private KafkaConsumer<Integer, String> consumer;

    public SomeConsumer() {
        super("KafkaConsumerTest", false);

        Properties properties = new Properties();
        String brokers = "kafkaOS1:9092,kafkaOS2:9092,kafkaOS3:9092";
        properties.put("bootstrap.servers", brokers);
        properties.put("group.id", "cityGroup1");
        properties.put("enable.auto.commit", "true");
        properties.put("max.poll.records", "500");
        properties.put("auto.commit.interval.ms", "1000");
        properties.put("session.timeout.ms", "30000");
        properties.put("heartbeat.interval.ms", "10000");
        properties.put("auto.offset.reset", "earliest");
        properties.put("key.deserializer",
                "org.apache.kafka.common.serialization.IntegerDeserializer");
        properties.put("value.deserializer",
                "org.apache.kafka.common.serialization.StringDeserializer");

        this.consumer = new KafkaConsumer<Integer, String>(properties);
    }
```

```
    @Override
    public void doWork() {
        // 指定要消费的主题
        consumer.subscribe(Collections.singletonList("cities"));
        ConsumerRecords<Integer, String> records = consumer.poll(1000);
        for(ConsumerRecord record : records) {
            System.out.print("topic = " + record.topic());
            System.out.print(" partition = " + record.partition());
            System.out.print(" key = " + record.key());
            System.out.println(" value = " + record.value());
        }
    }
}
```

（2） 创建测试类 ConsumerTest

```
public class ConsumerTest {
    public static void main(String[] args) {
        SomeConsumer consumer = new SomeConsumer();
        consumer.start();
    }
}
```

3.1.7 消费者同步手动提交

（1） 自动提交的问题

前面的消费者都是以自动提交 offset 的方式对 broker 中的消息进行消费的，但自动提交可能会出现消息重复消费的情况。所以在生产环境下，很多时候需要对 offset 进行手动提交，以解决重复消费的问题。

（2） 手动提交分类

手动提交又可以划分为同步提交、异步提交、同异步联合提交。这些提交方式仅仅是doWork()方法不相同，其构造器是相同的。所以下面首先在前面消费者类的基础上进行构造器的修改，然后再分别实现三种不同的提交方式。

（3） 创建消费者类 SyncManualConsumer

A、 原理

同步提交方式是，消费者向 broker 提交 offset 后等待 broker 成功响应。若没有收到响应，则会重新提交，直到获取到响应。而在这个等待过程中，消费者是阻塞的。其严重影响了消费者的吞吐量。

B、 修改构造器

直接复制前面的 SomeConsumer，在其基础上进行修改。

```
public class SyncManualConsumer extends ShutdownableThread {
    private KafkaConsumer<Integer, String> consumer;

    public SyncManualConsumer() {
        super("KafkaConsumerTest", false);

        Properties properties = new Properties();
        String brokers = "kafkaOS1:9092,kafkaOS2:9092,kafkaOS3:9092";
        properties.put("bootstrap.servers", brokers);
        properties.put("group.id", "cityGroup1");

        properties.put("enable.auto.commit", "false");
        // properties.put("auto.commit.interval.ms", "1000");
```

C、 修改 doWork()方法

```
@Override
public void doWork() {
    consumer.subscribe(Collections.singletonList("cities"));
    ConsumerRecords<Integer, String> records = consumer.poll(1000);
    for(ConsumerRecord record : records) {
        System.out.println("topic = " + record.topic());
        System.out.println("partition = " + record.partition());
        System.out.println("key = " + record.key());
        System.out.println("value = " + record.value());
    }
    // 手动同步提交
    consumer.commitSync();
}
}
```

（4） 创建测试类 SyncManulTest

```
public class SyncManualTest {
    public static void main(String[] args) {
        SyncManualConsumer consumer = new SyncManualConsumer();
        consumer.start();
    }
}
```

3.1.8 消费者异步手动提交

（1） 原理

手动同步提交方式需要等待 broker 的成功响应，效率太低，影响消费者的吞吐量。异步提交方式是，消费者向 broker 提交 offset 后不用等待成功响应，所以其增加了消费者的吞吐量。

（2） 创建消费者类 AsyncManualConsumer

复制前面的 SyncManualConsumer 类，在其基础上进行修改。

```
    @Override
    public void doWork() {
        consumer.subscribe(Collections.singletonList("cities"));
        ConsumerRecords<Integer, String> records = consumer.poll(1000);
        for(ConsumerRecord record : records) {
            System.out.println("topic = " + record.topic());
            System.out.println("partition = " + record.partition());
            System.out.println("key = " + record.key());
            System.out.println("value = " + record.value());
        }
        // 手动异步提交
        // consumer.commitAsync();
        consumer.commitAsync((offsets, ex) -> {
            if(ex != null) {
                System.out.print("提交失败, offsets = " + offsets);
                System.out.println(", exception = " + ex);
            }
        });
    }
}
```

（3） 创建测试类 AsyncManulTest

```
public class AsyncManualTest {
    public static void main(String[] args) {
        AsynManualConsumer consumer = new AsynManualConsumer();
        consumer.start();
    }
}
```

3.1.9 消费者同异步手动提交

（1） 原理

同异步提交，即同步提交与异步提交组合使用。一般情况下，在异步手动提交时，若偶尔出现提交失败，其也不会影响消费者的消费。因为后续提交最终会将这次提交失败的 offset 给提交了。

但异步手动提交会产生重复消费，为了防止重复消费，可以将同步提交与异常提交联合使用。

（2） 创建消费者类 SyncAsyncManualConsumer

复制前面的 AsyncManualConsumer 类，在其基础上进行修改。

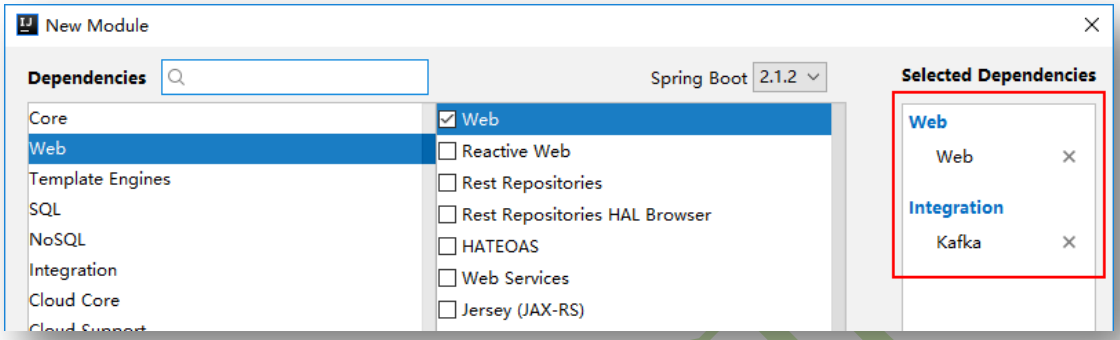
```
    @Override
    public void doWork() {
        consumer.subscribe(Collections.singletonList("cities"));
        ConsumerRecords<Integer, String> records = consumer.poll(1000);
        for(ConsumerRecord record : records) {
            System.out.println("topic = " + record.topic());
            System.out.println("partition = " + record.partition());
            System.out.println("key = " + record.key());
            System.out.println("value = " + record.value());
        }
        consumer.commitAsync((offsets, ex) -> {
            if(ex != null) {
                System.out.print("提交失败, offsets = " + offsets);
                System.out.println(", exception = " + ex);

                // 同步提交
                consumer.commitSync();
            }
        });
    }
}
```

3.2 Spring Boot Kafka

为了简单，以下代码是将消息发布者与订阅者定义到了一个工程中的。

3.2.1 创建工程

创建一个 Spring Boot 工程，导入如下依赖。



3.2.2 定义发布者

Spring 是通过 KafkaTemplate 来完成对 Kafka 的操作的。

（1） 修改配置文件

```yaml
# 自定义属性
kafka:
  topic: cities

# 配置Kafka
spring:
  kafka:
    bootstrap-servers: kafkaOS1:9092,kafkaOS2:9092,kafkaOS3:9092
    producer:   # 配置生产者
      key-serializer: org.apache.kafka.common.serialization.StringSerializer
      value-serializer: org.apache.kafka.common.serialization.StringSerializer
```

（2） 定义发布者处理器

Spring Kafka 通过 KafkaTemplate 完成消息的发布。

```java
@RestController
public class SomeProducer {
    @Autowired
    private KafkaTemplate<String, String> template;

    // 从配置文件读取自定义属性
    @Value("${kafka.topic}")
    private String topic;

    // 由于是提交数据，所以使用Post方式
    @PostMapping("/msg/send")
    public String sendMsg(@RequestParam("message") String message) {
        template.send(topic, message);
        return "send success";
    }
}
```

3.2.3 定义消费者

Spring 是通过监听方式实现消费者的。

（1） 修改配置文件

在配置文件中添加如下内容。注意，Spring 中要求必须为消费者指定组。

application.yml

```yaml
# 自定义属性
kafka:
  topic: cities

# 配置Kafka
spring:
  kafka:
    bootstrap-servers: kafkaOS1:9092,kafkaOS2:9092,kafkaOS3:9092
    producer:   # 配置生产者
      key-serializer: org.apache.kafka.common.serialization.StringSerializer
      value-serializer: org.apache.kafka.common.serialization.StringSerializer

    consumer:   # 配置消费者
      group-id: group0  # 消费者组
      key-deserializer: org.apache.kafka.common.serialization.StringDeserializer
      value-deserializer: org.apache.kafka.common.serialization.StringDeserializer
```

（2） 定义消费者

Spring Kafka 是通过 KafkaListener 监听方式来完成消息订阅与接收的。当监听到有指定主题的消息时，就会触发@KafkaListener 注解所标注的方法的执行。

```java
@Component
public class SomeConsumer {

    @KafkaListener(topics = "${kafka.topic}")
    public void onMsg(String message) {
        System.out.println("Kafka消费者接受到消息 " + message);
    }

}
```