

RocketMQ版本 v4.9.3。

RocketMQ 作为一款消息中间件，以高性能、高吞吐量著称，其由 NameServer、Broker、Producer、Consumer 四部分组成，本文将从 Producer 消息发送的角度分析 RocketMQ 的高性能与高可用。

1 消息发送 Demo

我们先从官网的发送消息的实例代码分析，来从整体查看 Producer 的消息发送过程：

```
//org.apache.rocketmq.example.quickstart.Producer
public class Producer {

    public static void main(String[] args) throws MQClientException {

        //1 创建指定分组名的生产者
        DefaultMQProducer producer = new
        DefaultMQProducer("please_rename_unique_group_name");

        //2 启动生产者
        producer.start();

        for (int i = 0; i < 1000; i++) {
            try {

                //3 构建消息
                Message msg = new Message("TopicTest",
                    "TagA",
                    ("Hello RocketMQ " +
i).getBytes(RemotingHelper.DEFAULT_CHARSET)
                );

                //4 同步发送
                SendResult sendResult = producer.send(msg);

                //5 打印发送结果
                System.out.printf("%s\n", sendResult);
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
                Thread.sleep(1000);
            }
        }

        //6 关闭生产者
        producer.shutdown();
    }
}
```

从官方源码给出的示例看出，消息发送经历了如下阶段，下文也将——介绍。



1 RocketMQ 消息

RocketMQ 的消息通过 Message 类 (`org.apache.rocketmq.common.message.Message`) 承载, 其源码如下:

```
public class Message implements Serializable {
    private static final long serialVersionUID = 8445773977080406428L;

    //主题 topic
    private String topic;

    //消息 Flag
    private int flag;

    //扩展属性
    private Map<String, String> properties;

    //消息体
    private byte[] body;

    //事务id
    private String transactionId;
}
```

其中, properties 可以添加额外的属性。例如:

- tag: 消息TAG, 可以用于消息过滤。
- keys: Message索引键, RocketMQ可根据key快速检索消息。如订单号为key, 快速找到该订单对应的消息。

2 RocketMQ 生产者

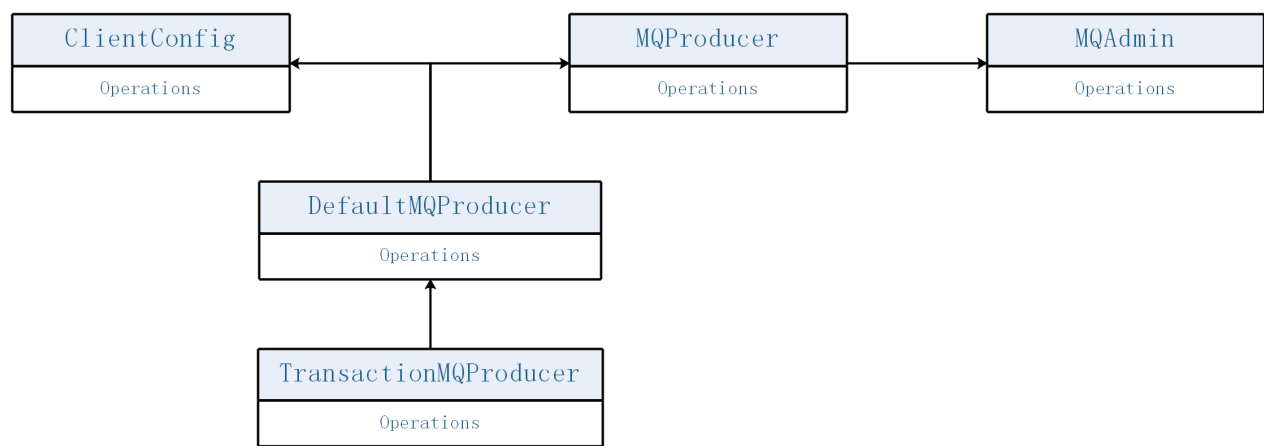
生产者负责消息的发送, RocketMQ 有如下几种生产者:

- (1) 默认生产者 DefaultMQProducer, `org.apache.rocketmq.client.producer.DefaultMQProducer`。
- (2) 事务消息生产者 TransactionMQProducer, `org.apache.rocketmq.client.producer.TransactionMQProducer`, 其继承了 DefaultMQProducer。

因此, 我们可以从默认生产者 DefaultMQProducer 类来了解生产者的基本功能。

2.1 DefaultMQProducer 类

DefaultMQProducer 继承了 ClientConfig 类 (org.apache.rocketmq.client.ClientConfig) , 因此生产者也具有客户端的通用属性。另外还实现了 MQProducer(继承了MQAdmin接口)接口。



```
public class DefaultMQProducer extends ClientConfig implements MQProducer {

    //生产者内部默认实现类
    protected final transient DefaultMQProducerImpl defaultMQProducerImpl;

    //如下返回码将会重试，支持自行添加
    private final Set<Integer> retryResponseCodes = new
CopyOnWriteArraySet<Integer>(Arrays.asList(
        ResponseCode.TOPIC_NOT_EXIST,
        ResponseCode.SERVICE_NOT_AVAILABLE,
        ResponseCode.SYSTEM_ERROR,
        ResponseCode.NO_PERMISSION,
        ResponseCode.NO_BUYER_ID,
        ResponseCode.NOT_IN_CURRENT_UNIT
    ));

    //生产者组，聚合了完全相同角色的所有生产者实例
    private String producerGroup;

    //默认 topicKey
    private String createTopicKey = TopicValidator.AUTO_CREATE_TOPIC_KEY_TOPIC;

    //主题在每一个 Broker 的默认队列数量
    private volatile int defaultTopicQueueNums = 4;

    //消息发送超时时间，默认 3s
    private int sendMsgTimeout = 3000;

    //消息体超过该值则启用压缩，默认 4K
    private int compressMsgBodyOverHowmuch = 1024 * 4;

    //同步方式发送消息重试次数，默认为2，总共执行 3 次
```

```
private int retryTimesWhenSendFailed = 2;

//异步方式发送消息重试次数, 默认为 2
private int retryTimesWhenSendAsyncFailed = 2;

//消息重试时选择另外一个Broker时, 是否不等待存储结果就返回, 默认为false
private boolean retryAnotherBrokerWhenNotStoreOK = false;

//允许发送的最大消息长度, 默认为4M, 该值最大为2^32-1
private int maxMessageSize = 1024 * 1024 * 4;

//异步传输数据的接口
private TraceDispatcher traceDispatcher = null;
}
```

我们在创建生产者时, 可以根据实际需求, 通过 set 方法, 去设置生产者的各种属性。

2.2 生产者的通用能力

2.2.1 父类 ClientConfig

ClientConfig 类为客户端公共配置, 每个参数都可以用 spring 来配置, 也可以在代码中配置。其中, 我们需要关注到 namespace 参数, 该参数将发送者、消费者编入到一个命名空间中, 以支持多环境的测试场景。

```
public class ClientConfig {

    //NameServer 地址列表, 多个地址用分号隔开
    private String namesrvAddr = NameServerAddressUtils.getNameServerAddresses();

    //客户端本机 ip
    private String clientIP = RemotingUtil.getLocalAddress();

    //命名空间
    protected String namespace;

    //省略部分属性...
}
```

2.2.2 MQProducer 接口

提供消息发送基本能力。

<interface> MQProducer	备注
List fetchPublishMessageQueues(final String topic)	根据 Topic 查找该主题下所有的消息队列
SendResult send(Message msg)	同步发送消息, 具体发送到主题中的哪个消息队列由负载算法决定

<interface> MQProducer	备注
void send(final Message msg, final MessageQueue mq, final SendCallback sendCallback)	异步方式发送消息，发送到指定消息队列
void sendOneway(final Message msg, final MessageQueue mq)	单向消息发送，就是不在乎发送结果，消息发送出去后该方法立即返回
Message request(Message msg, long timeout)	request-response 请求模型，就消息发送者发送到Broker，需要等消费者处理完才返回
void start()	启动发送者，在进行消息发送之前必须先调用该方法
void shutdown()	关闭发送者，如果不需要再使用该生产者，需要调用该方法释放资源

2.2.3 MQAdmin 接口

MQ 基本的管理接口，对 MQ 提供基础的管理能力。

<interface> MQAdmin	备注
void createTopic(String key, String newTopic, int queueNum)	创建主题
long searchOffset(final MessageQueue mq, final long timestamp)	根据时间戳从队列中查找其偏移量
long maxOffset(final MessageQueue mq)	查找该消息队列中最大的物理偏移量
long minOffset(final MessageQueue mq)	查找该消息队列中最小物理偏移量
long earliestMsgStoreTime(final MessageQueue mq)	获取消息存储的最早时间
MessageExt viewMessage(final String offsetMsgId)	根据消息偏移量查找消息
MessageExt viewMessage(String topic, String msgId)	根据主题与消息 ID 查找消息
QueryResult queryMessage(String topic, String key, int maxNum, long begin, long end)	根据条件批量查询消息

3 生产者的启动

生产者的启动调用的是 `DefaultMQProducer` 的 `start()` 方法。

```
public void start() throws MQClientException {  
  
    //设置生产者的分组名 producerGroup  
    //这里会将 producerGroup 带上 namespace  
    this.setProducerGroup(withNamespace(this.producerGroup));  
  
}
```

```
//调用生产者默认实现的 start 方法
this.defaultMQProducerImpl.start();

//如果消息轨迹相关的消息分发类不是null，说明需要启动消息轨迹分析
if (null != traceDispatcher) {
    try {
        traceDispatcher.start(this.getNamesrvAddr(), this.getAccessChannel());
    } catch (MQClientException e) {
        log.warn("trace dispatcher start failed ", e);
    }
}
```

启动的总体流程图如下：



3.1 DefaultMQProducerImpl 的 start() 方法

`DefaultMQProducerImpl` 是生产者 `DefaultMQProducer` 内部默认的实现类，其 `start()` 方法封装了生产者的启动细节。

```

public void start(final boolean startFactory) throws MQClientException {
    switch (this.serviceState) {
        case CREATE_JUST:

            //Step1:
            //状态修改为启动失败，避免多次启动
            this.serviceState = ServiceState.START_FAILED;

            //Step2:检查 producerGroup 是否合法
            this.checkConfig();

            //Step3:将生产者的 instanceName 改为进程 ID
            if
(!this.defaultMQProducer.getProducerGroup().equals(MixAll.CLIENT_INNER_PRODUCER_GROUP)) {
                this.defaultMQProducer.changeInstanceNameToPID();
            }

            //Step4:
            //通过 MQClientManager 创建 MQClientInstance 客户端实例
            this.mQClientFactory =
MQClientManager.getInstance().getOrCreateMQClientInstance(this.defaultMQProducer,
rpcHook);

            //Step5:
            //向 MQClientInstance 注册，将当前生产者加入到 MQClientInstance 管理中，
            方便后续调用网络请求、进行心跳检测等
            boolean registerOK =
mQClientFactory.registerProducer(this.defaultMQProducer.getProducerGroup(), this);
            if (!registerOK) {
                this.serviceState = ServiceState.CREATE_JUST;
                throw new MQClientException("The producer group[" +
this.defaultMQProducer.getProducerGroup()
                    + "] has been created before, specify another name
please." + FAQUrl.suggestTodo(FAQUrl.GROUP_NAME_DUPLICATE_URL),
                    null);
            }

            //Step6:保存 topic 的发布信息

            this.topicPublishInfoTable.put(this.defaultMQProducer.getCreateTopicKey(), new
TopicPublishInfo());

            //Step7:
            //启动 MQClientInstance，如果 MQClientInstance 已经启动，则本次启动不会
            真正执行。
            if (startFactory) {
                mQClientFactory.start();
            }

            log.info("the producer [{}] start OK. sendMessageWithVIPChannel={}",
this.defaultMQProducer.getProducerGroup(),
                this.defaultMQProducer.isSendMessageWithVIPChannel());

```

```

        this.serviceState = ServiceState.RUNNING;
        break;
    case RUNNING:
    case START_FAILED:
    case SHUTDOWN_ALREADY:
        throw new MQClientException("The producer service state not OK, maybe
started once, "
            + this.serviceState
            + FAQUrl.suggestTodo(FAQUrl.CLIENT_SERVICE_NOT_OK),
            null);
    default:
        break;
}

//Step8:向 Broker 发送心跳包
this.mQClientFactory.sendHeartbeatToAllBrokerWithLock();

//Step9:定时清除超时请求的任务
RequestFutureHolder.getInstance().startScheduledTask(this);
}

```

3.2 客户端 MQClientInstance

在3.1节Step 4中，生产者在启动时，会通过MQClientManager类获取客户端实例MQClientInstance，并且向这个实例注册自己，方便后续调用网络请求、进行心跳检测等。

```

public class MQClientManager {

    //存储 MQClientInstance 实例
    private ConcurrentMap<String /*clientId*/, MQClientInstance> factoryTable =
new ConcurrentHashMap<String, MQClientInstance>();

    //省略部分属性...
}

```

MQClientManager是个单例类，类里创建了一个缓存表，用来存储MQClientInstance，并且根据clientId复用MQClientInstance。clientId = 客户端IP + 实例名instanceName + (unitname 可选)，其中，实例名instanceName为进程ID。如果在同一个应用程序里启动多个生产者，在未设置unitname时，则clientId相同，即多个生产者将会共用一个MQClientInstance实例。这样做的原因在于MQClientInstance实现的是底层通信功能和获取并保存元数据的功能，没必要每个Producer都创建一个对象，因此一个MQClientInstance对象可以被多个Producer共用。

获取到MQClientInstance后，在3.1节Step 7，如果客户端没有启动，则调用start()方法启动客户端。通过start()方法的源码，我们可以知道，MQClientInstance的功能。

```

public void start() throws MQClientException {

```



```

        synchronized (this) {
            switch (this.serviceState) {
                //刚创建
                case CREATE_JUST:
                    this.serviceState = ServiceState.START_FAILED;

                    //step1: 如果未指定 NameServer 地址, 则从名称服务器查找地址
                    if (null == this.clientConfig.getNamesrvAddr()) {
                        this.mQClientAPIImpl.fetchNameServerAddr();
                    }

                    //step2: 启动客户端, 启动netty客户端
                    // NettyRemotingClient的 start() 方法, 这个方法中先是创建了 Netty 客
                    户端, 然后调用了两个定时执行的任务
                    // 两个任务一个是删除过期的请求, 一个是将没有连接响应的 NameServer 断开
                    连接

                    this.mQClientAPIImpl.start();

                    //step3: 启动各种定时任务
                    // 2分钟更新一次nameServer的地址
                    // 30秒更新一次topic的路由信息
                    // 30秒对Broker发送一次心跳检测, 并将下线的broker删除
                    // 5秒持久化一次consumer的offset
                    // 1分钟调整一次线程池, 这个定时任务其实什么都没有执行。
                    this.startScheduledTask();

                    //step4: 启动消息拉取服务
                    // 调用 PullMessageService 的 run()方法, 里面主要是调用了
                    DefaultMQPushConsumerImpl.pullMessage 方法
                    this.pullMessageService.start();

                    //step5: 启动负载均衡服务
                    this.rebalanceService.start();

                    //step6: 启动消息推送
                    this.defaultMQProducer.getDefaultMQProducerImpl().start(false);

                    log.info("the client factory [{}] start OK", this.clientId);
                    this.serviceState = ServiceState.RUNNING;
                    break;
                case START_FAILED:
                    throw new MQClientException("The Factory object[" +
                        this.getClientId() + "] has been created before, and failed.", null);
                default:
                    break;
            }
        }
    }
}

```

4 消息发送

4.1 消息发送方式

RocketMQ支持3种消息发送方式：单向（oneway）、同步（sync）、异步（async）。

- 单向（oneway）：发送消息后，将直接返回，不再等待发送结果，也没有回调函数。用于发送一些偶尔出现消息丢失，但是对业务不会造成太大影响的消息。
- 同步（sync）：发送消息后，同步等待服务器的返回结果。适用于不过分追求发送速度，但要求消息可靠性高的场景。
- 异步（async）：发送者指定回调函数，在消息发送完后，立即返回，继续运行，直到结束。消息发送成功或失败后，指定的回调任务将开启新线程执行。适用于要求发送速度快，但不过分追求消息可靠性的场景。

4.2 消息发送步骤

主要的步骤：验证消息、查找路由、消息发送（包含异常处理机制）。



消息发送底层调用的是

`org.apache.rocketmq.client.impl.producer.DefaultMQProducerImpl#sendDefaultImpl`方法：

```

private SendResult sendDefaultImpl(
    Message msg,
    final CommunicationMode communicationMode,
    final SendCallback sendCallback,
    final long timeout
) throws MQClientException, RemotingException, MQBrokerException,
    InterruptedException {

    //step1: 验证生产者处于运行状态
    this.makeSureStateOK();

    //step2: 验证消息是否符合相应的规范，会验证消息的最大长度，
    `org.apache.rocketmq.client.producer.DefaultMQProducer#maxMessageSize`
  
```

```

Validators.checkMessage(msg, this.defaultMQProducer);

final long invokeID = random.nextLong();
long beginTimestampFirst = System.currentTimeMillis();
long beginTimestampPrev = beginTimestampFirst;
long endTimestamp = beginTimestampFirst;

//step3: 查找主题发布信息
TopicPublishInfo topicPublishInfo =
this.tryToFindTopicPublishInfo(msg.getTopic());

//step4: 消息发送
if (topicPublishInfo != null && topicPublishInfo.ok()) {
    boolean callTimeout = false;
    MessageQueue mq = null;
    Exception exception = null;
    SendResult sendResult = null;

    //step4.1: 同步方式重试次数,
    `org.apache.rocketmq.client.producer.DefaultMQProducer.retryTimesWhenSendFailed`
    int timesTotal = communicationMode == CommunicationMode.SYNC ? 1 +
this.defaultMQProducer.getRetryTimesWhenSendFailed() : 1;
    int times = 0;
    String[] brokersSent = new String[timesTotal];

    for (; times < timesTotal; times++) {

        //step4.2: 选择消息队列进行发送
        String lastBrokerName = null == mq ? null : mq.getBrokerName();
        MessageQueue mqSelected = this.selectOneMessageQueue(topicPublishInfo,
lastBrokerName);

        if (mqSelected != null) {
            mq = mqSelected;
            brokersSent[times] = mq.getBrokerName();
            try {
                beginTimestampPrev = System.currentTimeMillis();
                if (times > 0) {

msg.setTopic(this.defaultMQProducer.withNamespace(msg.getTopic()));
                }
                long costTime = beginTimestampPrev - beginTimestampFirst;
if (timeout < costTime) {
                    callTimeout = true;
                    break;
                }

                //step4.3: 内核消息发送
                sendResult = this.sendKernelImpl(msg, mq, communicationMode,
sendCallback, topicPublishInfo, timeout - costTime);

                endTimestamp = System.currentTimeMillis();

                //step4.4: 更新 mq.getBrokerName() 的规避时长

```

```

        this.updateFaultItem(mq.getBrokerName(), endTimestamp -
beginTimestampPrev, false);

        //step4.5: 根据消息发送模式, 进行消息发送后处理
        switch (communicationMode) {
            //异步消息, 返回null
            case ASYNC:
                return null;
            //单向消息, 不关心结果, 返回null
            case ONEWAY:
                return null;
            //同步消息
            case SYNC:
                //step4.6: 消息发送不成功, 继续循环重试
                if (sendResult.getSendStatus() != SendStatus.SEND_OK)
                {
                    if
                    (this.defaultMQProducer.isRetryAnotherBrokerWhenNotStoreOK()) {
                        continue;
                    }
                }

                return sendResult;
            default:
                break;
        }

        //step4.7: 异常处理。根据抛出的异常类型, 做针对性处理, 且都会调用
DefaultMQProducerImpl#updateFaultItem, 更新错误项规避时长
    } catch (RemotingException e) {
        //省略部分源码...
    }
    } else {
        break;
    }
}

//发送结果处理
//省略部分源码...
}

//step5: 没找到主题发布信息, 则校验 NameServer 是否为空
validateNameServerSetting();

    throw new MQClientException("No route info of this topic: " + msg.getTopic() +
FAQUrl.suggestTodo(FAQUrl.NO_TOPIC_ROUTE_INFO), null).setResponseCode(ClientErrorCo
de.NOT_FOUND_TOPIC_EXCEPTION);
}

```

4.3 内核消息发送

在4.2节的step4.3, 消息准备工作做完后, 将使用内核消息发送。

```

//org.apache.rocketmq.client.impl.producer.DefaultMQProducerImpl#sendKernelImpl
private SendResult sendKernelImpl(final Message msg,
                                   final MessageQueue mq,
                                   final CommunicationMode communicationMode,
                                   final SendCallback sendCallback,
                                   final TopicPublishInfo topicPublishInfo,
                                   final long timeout) throws
MQClientException, RemotingException, MQBrokerException, InterruptedException {

    long beginStartTime = System.currentTimeMillis();

    //step1: 根据 MessageQueue 获取 Broker 的网络地址
    String brokerAddr =
this.mQClientFactory.findBrokerAddressInPublish(mq.getBrokerName());

    //如果 MQClientInstance 的brokerAddrTable 未缓存该 Broker 的信息, 则从
NameServer 主动更新一下 topic 的路由信息
    if (null == brokerAddr) {
        tryToFindTopicPublishInfo(mq.getTopic());
        brokerAddr =
this.mQClientFactory.findBrokerAddressInPublish(mq.getBrokerName());
    }

    SendMessageContext context = null;
    if (brokerAddr != null) {

        //step2: 消息预处理
        //是否开启vip通道
        brokerAddr =
MixAll.brokerVIPChannel(this.defaultMQProducer.isSendMessageWithVIPChannel(),
brokerAddr);

        //提前保存未被压缩的消息
        byte[] prevBody = msg.getBody();

        try {
            //非批量消息, 则为消息分配全局唯一 ID
            if (!(msg instanceof MessageBatch)) {
                MessageClientIDSetter.setUniqID(msg);
            }

            //topic 具有命名空间
            boolean topicWithNamespace = false;
            if (null != this.mQClientFactory.getClientConfig().getNamespace())
{
                msg.setInstanceId(this.mQClientFactory.getClientConfig().getNamespace());
                topicWithNamespace = true;
            }

            int sysFlag = 0;
            boolean msgBodyCompressed = false;

```

```
//如果消息体默认超过 4K,会对消息体采用 zip 压缩,并且设置消息的系统标记
为 MessageSysFlag.COMPRESSED_FLAG

//`org.apache.rocketmq.client.producer.DefaultMQProducer.compressMsgBodyOverHowmuch`

        if (this.tryToCompressMessage(msg)) {
            sysFlag |= MessageSysFlag.COMPRESSED_FLAG;
            msgBodyCompressed = true;
        }

//如果是事务 Prepared 消息,则设置消息的系统标记为
MessageSysFlag.TRANSACTION_PREPARED_TYPE
        final String tranMsg =
msg.getProperty(MessageConst.PROPERTY_TRANSACTION_PREPARED);
        if (Boolean.parseBoolean(tranMsg)) {
            sysFlag |= MessageSysFlag.TRANSACTION_PREPARED_TYPE;
        }

//step3: 如果注册了拒绝回调通知,逐个执行钩子函数
        if (hasCheckForbiddenHook()) {
            //省略部分代码...
        }

//step4: 如果注册了消息发送钩子函数,则执行消息发送之前的增强逻辑
        if (this.hasSendMessageHook()) {
            //省略部分代码...
        }

//step5: 构建消息发送请求包,封装 Header
        SendMessageRequestHeader requestHeader = new
SendMessageRequestHeader();
        //省略部分代码...

//step6: 根据消息发送方式(异步、单向、同步)进行网络传输
        SendResult sendResult = null;
        switch (communicationMode) {
            //6.1 异步消息
            case ASYNC:
                Message tmpMessage = msg;
                boolean messageCloned = false;

                //6.1.1 如果消息已经被压缩了,使用未压缩的内容存到 body 中
                if (msgBodyCompressed) {
                    //深拷贝一份消息
                    tmpMessage = MessageAccessor.cloneMessage(msg);
                    messageCloned = true;
                    //使用未被压缩的消息
                    msg.setBody(prevBody);
                }

                //6.1.2 topic 使用了命名空间
                if (topicWithNamespace) {
                    //深拷贝一份消息
```

```

        if (!messageCloned) {
            tmpMessage = MessageAccessor.cloneMessage(msg);
            messageCloned = true;
        }
        //去除消息中, topic的命名空间

msg.setTopic(NamespaceUtil.withoutNamespace(msg.getTopic(),
this.defaultMQProducer.getNamespace()));
    }

    long costTimeAsync = System.currentTimeMillis() -
beginStartTime;

    if (timeout < costTimeAsync) {
        throw new
RemotingTooMuchRequestException("sendKernelImpl call timeout");
    }

    //6.1.3 异步发送消息
    sendResult =
this.mQClientFactory.getMQClientAPIImpl().sendMessage(
        brokerAddr,
        mq.getBrokerName(),
        tmpMessage,
        requestHeader,
        timeout - costTimeAsync,
        communicationMode,
        sendCallback,
        topicPublishInfo,
        this.mQClientFactory,

this.defaultMQProducer.getRetryTimesWhenSendAsyncFailed(), /*异步重试次数,
`org.apache.rocketmq.client.producer.DefaultMQProducer#retryTimesWhenSendAsyncFail
ed` */

        context,
        this);

    break;

//6.2 单向消息, 与同步发送机制一致, 只不过同步发送可以重试
case ONEWAY:

    //6.3 同步消息
    case SYNC:
        long costTimeSync = System.currentTimeMillis() -
beginStartTime;

        if (timeout < costTimeSync) {
            throw new
RemotingTooMuchRequestException("sendKernelImpl call timeout");
        }
        sendResult =
this.mQClientFactory.getMQClientAPIImpl().sendMessage(
            brokerAddr,
            mq.getBrokerName(),
            msg,
            requestHeader,

```



```

        timeout - costTimeSync,
        communicationMode,
        context,
        this);
        break;
    default:
        assert false;
        break;
}

//step7: 如果注册了消息发送钩子函数, 执行 after 逻辑
if (this.hasSendMessageHook()) {
    //省略部分代码...
}

return sendResult;

//step8: 异常处理, 并且如果注册了消息发送钩子函数, 执行 after 逻辑
} catch (RemotingException e) {
    if (this.hasSendMessageHook()) {
        context.setException(e);
        this.executeSendMessageHookAfter(context);
    }
    throw e;
} catch (MQBrokerException e) {
    if (this.hasSendMessageHook()) {
        context.setException(e);
        this.executeSendMessageHookAfter(context);
    }
    throw e;
} catch (InterruptedException e) {
    if (this.hasSendMessageHook()) {
        context.setException(e);
        this.executeSendMessageHookAfter(context);
    }
    throw e;

    //step9: 恢复消息的原状态
    //即便try里面有 return, 此处的 finally 中也会被执行
} finally {
    //消息体恢复成未压缩状态
    msg.setBody(prevBody);
    // topic 恢复成无命名空间
    msg.setTopic(NamespaceUtil.withoutNamespace(msg.getTopic(),
this.defaultMQProducer.getNamespace()));
}
}

//step10: 抛出 MQClientException, 提示 Broker 不存在
throw new MQClientException("The broker[" + mq.getBrokerName() + "] not
exist", null);
}

```

内核在发送消息时调用了`org.apache.rocketmq.client.impl.MQClientAPIImpl#sendMessage()`类，该类里使用 Netty 进行通信，即`org.apache.rocketmq.remoting.netty.NettyRemotingClient`发送消息：

```
//ONEWAY
org.apache.rocketmq.remoting.netty.NettyRemotingClient#invokeOneway

//ASYNC
org.apache.rocketmq.remoting.netty.NettyRemotingClient#invokeAsync

//SYNC
org.apache.rocketmq.remoting.netty.NettyRemotingClient#invokeSync
```

4.4 消息发送高可用分析

4.4.1 缓存topic的发布信息

topic的发布信息存放在 TopicPublishInfo 类

(`org.apache.rocketmq.client.impl.producer.TopicPublishInfo`) 中，该类存储了是否是顺序消息、topic对应的的消息队列、用于选择消息队列的自增值、topic路由信息等。

在4.2节 step3中，生产者内部实现类在发送消息前，使用`tryToFindTopicPublishInfo()`方法取查找topic的发布信息。可以看到，为了更快速的获取，该类在内部使用了一个Map来缓存topic发布信息。查找时，如果缓存没有，则从NameServer查询该topic的发布信息。

```
//`org.apache.rocketmq.client.impl.producer.DefaultMQProducerImpl#tryToFindTopicPublishInfo`
private TopicPublishInfo tryToFindTopicPublishInfo(final String topic) {

    //从缓存Map中取发布信息
    TopicPublishInfo topicPublishInfo = this.topicPublishInfoTable.get(topic);

    //如果生产者中没有缓存 topic 的发布信息
    if (null == topicPublishInfo || !topicPublishInfo.ok()) {
        this.topicPublishInfoTable.putIfAbsent(topic, new TopicPublishInfo());
        //从 NameServer 查询该 topic 的发布信息
        this.mQClientFactory.updateTopicRouteInfoFromNameServer(topic);
        topicPublishInfo = this.topicPublishInfoTable.get(topic);
    }

    //如果该发布信息中包含了 topic 路由信息，则直接返回该发布信息
    if (topicPublishInfo.isHaveTopicRouterInfo() || topicPublishInfo.ok()) {
        return topicPublishInfo;
    } else {
        this.mQClientFactory.updateTopicRouteInfoFromNameServer(topic, true,
this.defaultMQProducer);
        topicPublishInfo = this.topicPublishInfoTable.get(topic);
        return topicPublishInfo;
    }
}
```

4.4.2 消息发送失败重投机制

重试机制作用的地方，需要根据发送模式来查看。

(1) 同步发送

在4.2节step4.1中，会通过同步消息发送失败重试次数`DefaultMQProducer#retryTimesWhenSendFailed`来设置消息循环发送次数，该参数在2.1节介绍`DefaultMQProducer`类时提过，可以通过set方法设置。

在step4.6中，消息结果的状态不等于`SendStatus.SEND_OK`，将会继续循环重试。

(2) 异步发送

在异步发送时，捕获到异常或者`RemotingCommand==null`时，均会触发消息重投。具体实现可阅读`org.apache.rocketmq.client.impl.MQClientAPIImpl#onExceptionImpl`类源码。

4.4.3 Broker 故障延迟机制

在4.2节的step4.2中，消息发送前，通过`MQFaultStrategy#selectOneMessageQueue()`方法，选择消息将要发送至的消息队列。

考虑Broker宕机的场景，如果上一次消息发送失败，选择的是宕机的Broker的某个队列，那么在轮询的过程中，可能连续找到的队列都是宕机Broker上的，为了避免轮询时出现这种情况，将会直接从规避的Broker缓存中，随机取出一个Broker。用户可以通过设置开关`MQFaultStrategy#sendLatencyFaultEnable`，来使用Broker的故障延迟机制。

```
//`org.apache.rocketmq.client.latency.MQFaultStrategy#selectOneMessageQueue`
public MessageQueue selectOneMessageQueue(final TopicPublishInfo tpInfo, final
String lastBrokerName) {

    //step1: 启用 Broker 故障延迟机制
    if (this.sendLatencyFaultEnable) {
        try {

            //step2: 计数器+1
            int index = tpInfo.getSendWhichQueue().incrementAndGet();

            //step3: 对消息队列进行轮询，直到获取一个可用的消息队列
            for (int i = 0; i < tpInfo.getMessageQueueList().size(); i++) {
                int pos = Math.abs(index++) % tpInfo.getMessageQueueList().size();
                if (pos < 0)
                    pos = 0;

                MessageQueue mq = tpInfo.getMessageQueueList().get(pos);

                //step4: 该 messageQueue 是可用的，说明故障恢复了
                //isAvailable()实现:
                //(1)判断是否在故障列表中，不在故障列表中代表可用。
                //(2)在故障列表中判断当前时间是否大于等于故障规避的开始时间
                startTimestamp
                if (latencyFaultTolerance.isAvailable(mq.getBrokerName()))
```

```

        return mq;
    }

    //此时, 没有找到可用的 messageQueue
    //step5: 尝试从规避的 Broker 中选择一个可用的 Broker
    final String notBestBroker = latencyFaultTolerance.pickOneAtLeast();
    int writeQueueNums = tpInfo.getQueueIdByBroker(notBestBroker);

    //step6: 如果该 Broker 的 writeQueueNums > 0
    if (writeQueueNums > 0) {

        //找到该 Broker 对应的消息队列
        final MessageQueue mq = tpInfo.selectOneMessageQueue();

        if (notBestBroker != null) {
            mq.setBrokerName(notBestBroker);
            mq.setQueueId(tpInfo.getSendWhichQueue().incrementAndGet() %
writeQueueNums);
        }
        return mq;
    } else {
        //将 notBestBroker 从规避集合 latencyFaultTolerance 中移除
        latencyFaultTolerance.remove(notBestBroker);
    }
} catch (Exception e) {
    log.error("Error occurred when selecting message queue", e);
}

return tpInfo.selectOneMessageQueue();
}

//不启用 Broker 故障延迟机制, 将会从消息队列中, 选择一个不属于上一次的`Broker`的队列
return tpInfo.selectOneMessageQueue(lastBrokerName);
}

```

5 消息发送结果

异步、单向 (oneway) 返回结果都为 null, 只有同步发送消息才会返回结果, 处理类为 `org.apache.rocketmq.client.impl.MQClientAPIImpl#processSendResponse`。

RocketMQ 消息发送的返回结果有如下几种:

- (1) 默认返回结果 `SendResult` 类, `org.apache.rocketmq.client.producer.SendResult`。
- (2) 事务消息发送返回结果 `TransactionSendResult` 类, 继承了 `SendResult`, `org.apache.rocketmq.client.producer.TransactionSendResult`。