

# 前言

channel是Golang在语言层面提供的goroutine间的通信方式，比Unix管道更易用也更轻便。channel主要用于进程内各goroutine间通信，如果需要跨进程通信，建议使用分布式系统的方法来解决。

本章从源码角度分析channel的实现机制，实际上这部分源码非常简单易读。

## 2. chan数据结构

`src/runtime/chan.go:hchan` 定义了channel的数据结构：

```
1 type hchan struct {
2     qcount    uint          // 当前队列中剩余元素个数
3     dataqsiz  uint          // 环形队列长度，即可以存放的元素个数
4     buf       unsafe.Pointer // 环形队列指针
5     elemsize  uint16        // 每个元素的大小
6     closed    uint32        // 标识关闭状态
7     elemtype *_type        // 元素类型
8     sendx    uint           // 队列下标，指示元素写入时存放到队列中的位置
9     recvx    uint           // 队列下标，指示元素从队列的该位置读出
10    recvq    waitq         // 等待读消息的goroutine队列
11    sendq    waitq         // 等待写消息的goroutine队列
12    lock     mutex          // 互斥锁，chan不允许并发读写
13 }
```

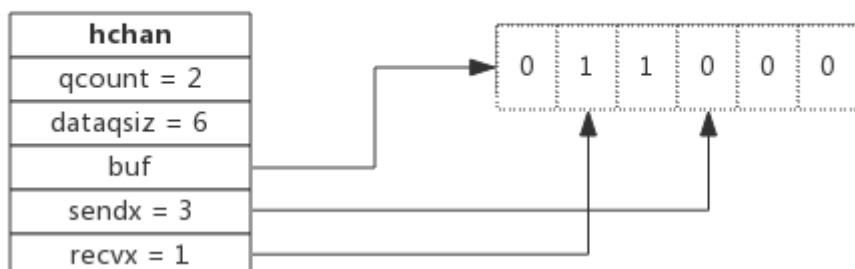
从数据结构可以看出channel由队列、类型信息、goroutine等待队列组成，下面分别说明其原理。

### 2.1 环形队列

chan内部实现了一个环形队列作为其缓冲区，队列的长度是创建chan时指定的。

下图展示了一个可缓存6个元素的channel示意图：

`make(chan int, 6)`



- `dataqsiz`指示了队列长度为6，即可缓存6个元素；
- `buf`指向队列的内存，队列中还剩余两个元素；
- `qcount`表示队列中还有两个元素；
- `sendx`指示后续写入的数据存储的位置，取值[0, 6)；
- `recvx`指示从该位置读取数据，取值[0, 6)；

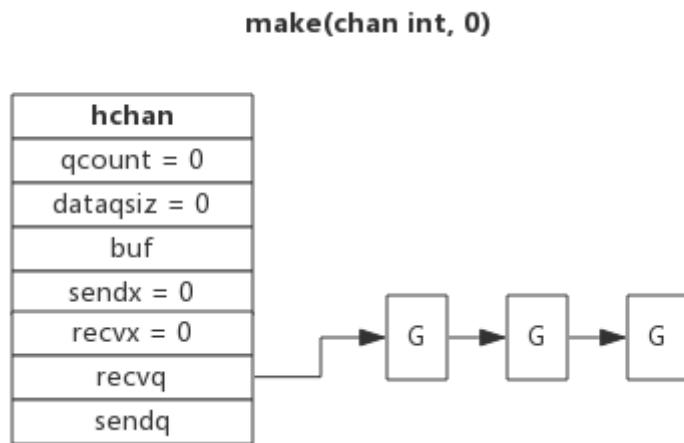
## 2.2 等待队列

从channel读数据，如果channel缓冲区为空或者没有缓冲区，当前goroutine会被阻塞。向channel写数据，如果channel缓冲区已满或者没有缓冲区，当前goroutine会被阻塞。

被阻塞的goroutine将会挂在channel的等待队列中：

- 因读阻塞的goroutine会被向channel写入数据的goroutine唤醒；
- 因写阻塞的goroutine会被从channel读数据的goroutine唤醒；

下图展示了一个没有缓冲区的channel，有几个goroutine阻塞等待读数据：



注意，一般情况下`recvq`和`sendq`至少有一个为空。只有一个例外，那就是同一个goroutine使用`select`语句向channel一边写数据，一边读数据。

## 2.3 类型信息

一个channel只能传递一种类型的值，类型信息存储在`hchan`数据结构中。

- `elemtype`代表类型，用于数据传递过程中的赋值；
- `elemsize`代表类型大小，用于在`buf`中定位元素位置。

## 2.4 锁

一个channel同时仅允许被一个goroutine读写，为简单起见，本章后续部分说明读写过程时不再涉及加锁和解锁。

# 3. channel读写

## 3.1 创建channel

创建channel的过程实际上是初始化`hchan`结构。其中类型信息和缓冲区长度由`make`语句传入，`buf`的大小则与元素大小和缓冲区长度共同决定。

创建channel的伪代码如下所示：

```

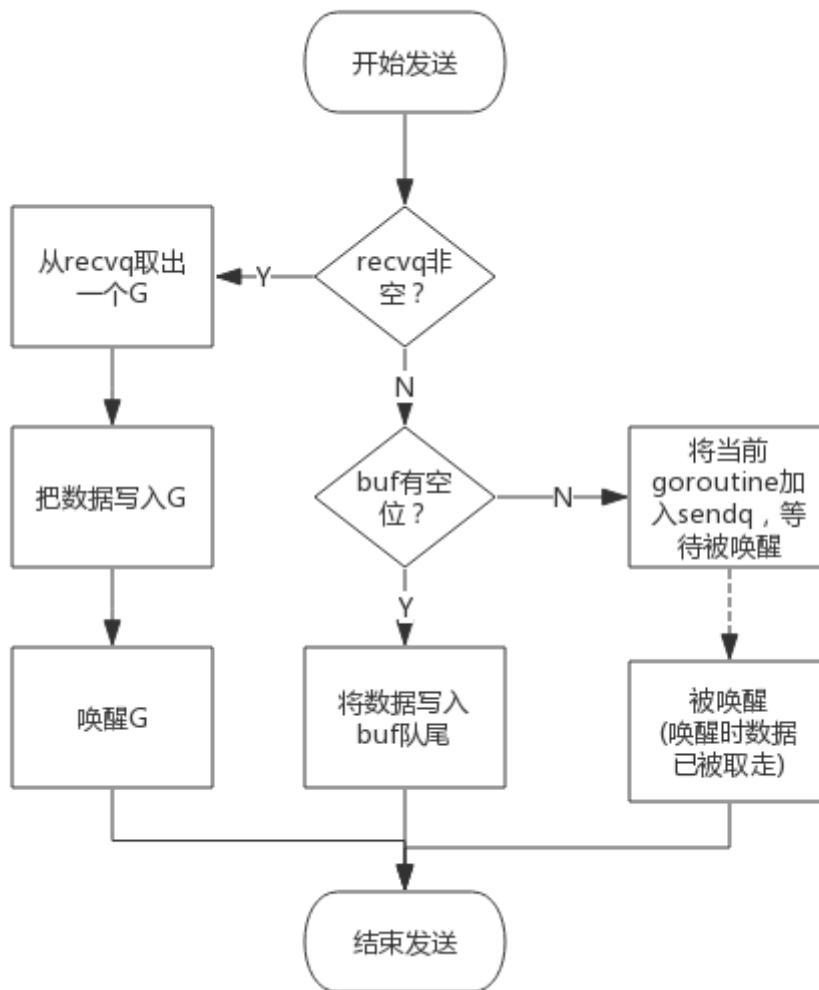
1 func makechan(t *chantype, size int) *hchan {
2     new(hchan)      c.buf = malloc(元素类型大小*size)
3     c.elemtype = 元素类型    c.datasiz = size
4     return c

```

## 3.2 向channel写数据

向一个channel中写数据简单过程如下： 1. 如果等待接收队列recvq不为空，说明缓冲区中没有数据或者没有缓冲区，此时直接从recvq取出G，并把数据写入，最后把该G唤醒，结束发送过程； 2. 如果缓冲区中有空余位置，将数据写入缓冲区，结束发送过程； 3. 如果缓冲区中没有空余位置，将待发送数据写入G，将当前G加入sendq，进入睡眠，等待被读goroutine唤醒；

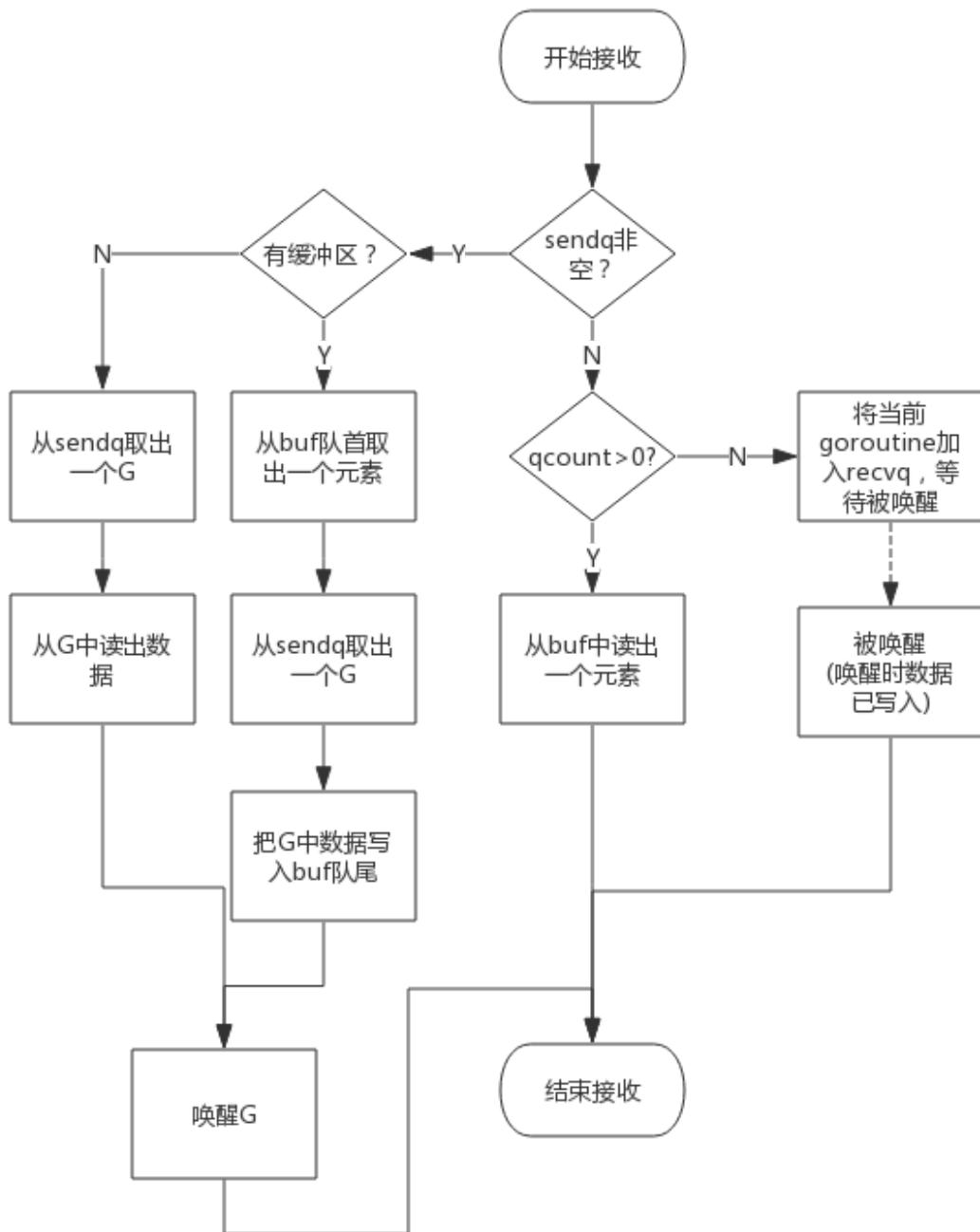
简单流程图如下：



## 3.3 从channel读数据

从一个channel读数据简单过程如下： 1. 如果等待发送队列sendq不为空，且没有缓冲区，直接从sendq中取出G，把G中数据读出，最后把G唤醒，结束读取过程； 2. 如果等待发送队列sendq不为空，此时说明缓冲区已满，从缓冲区中首部读出数据，把G中数据写入缓冲区尾部，把G唤醒，结束读取过程； 3. 如果缓冲区中有数据，则从缓冲区取出数据，结束读取过程； 4. 将当前goroutine加入recvq，进入睡眠，等待被写goroutine唤醒；

简单流程图如下：



## 3.4 关闭channel

关闭channel时会把recvq中的G全部唤醒，本该写入G的数据位置为nil。把sendq中的G全部唤醒，但这些G会panic。

除此之外，panic出现的常见场景还有： 1. 关闭值为nil的channel 2. 关闭已经被关闭的channel 3. 向已经关闭的channel写数据

## 4. 常见用法

### 4.1 单向channel

顾名思义，单向channel指只能用于发送或接收数据，实际上也没有单向channel。

我们知道channel可以通过参数传递，所谓单向channel只是对channel的一种使用限制，这跟C语言使用const修饰函数参数为只读是一个道理。

- func readChan(chanName <-chan int): 通过形参限定函数内部只能从channel中读取数据
- func writeChan(chanName chan<- int): 通过形参限定函数内部只能向channel中写入数据

一个简单的示例程序如下：

```
1 func readChan(chanName <-chan int) {    <- chanName}
2 func writeChan(chanName chan<- int) {    chanName <- 1}
3 func main() {    var mychan = make(chan int, 10)
4     writeChan(mychan)    readChan(mychan)}
```

mychan是个正常的channel，而readChan()参数限制了传入的channel只能用来读，writeChan()参数限制了传入的channel只能用来写。

## 4.2 select

使用select可以监控多channel，比如监控多个channel，当其中某一个channel有数据时，就从其读出数据。

一个简单的示例程序如下：

```
1 package main
2 import ("fmt" "time")
3 func addNumberToChan(chanName chan int) {    for {        chanName <- 1
4     time.Sleep(1 * time.Second)    }}
5 func main() {    var chan1 = make(chan int, 10)    var chan2 = make(chan int,
10)
6     go addNumberToChan(chan1)    go addNumberToChan(chan2)
7     for {        select {            case e := <- chan1 :
8         fmt.Printf("Get element from chan1: %d\n", e)            case e := <- chan2 :
9             fmt.Printf("Get element from chan2: %d\n", e)            default:
10                fmt.Printf("No element in chan1 and chan2.\n")                time.Sleep(1 *
11 time.Second)        }    }}
```

程序中创建两个channel：chan1和chan2。函数addNumberToChan()函数会向两个channel中周期性写入数据。通过select可以监控两个channel，任意一个可读时就从其中读出数据。

程序输出如下：

```
1 D:\SourceCode\GoExpert\src>go run main.go
2 Get element from chan1: 1
3 Get element from chan2: 1
4 No element in chan1 and chan2.
5 Get element from chan2: 1
6 Get element from chan1: 1
7 No element in chan1 and chan2.
8 Get element from chan2: 1
9 Get element from chan1: 1
10 No element in chan1 and chan2.
```

从输出可见，从channel中读出数据的顺序是随机的，事实上select语句的多个case执行顺序是随机的，关于select的实现原理会有专门章节分析。

通过这个示例想说的是：select的case语句读channel不会阻塞，尽管channel中没有数据。这是由于case语句编译后调用读channel时会明确传入不阻塞的参数，此时读不到数据时不会将当前goroutine加入到等待队列，而是直接返回。

## 4.3 range

通过range可以持续从channel中读出数据，好像在遍历一个数组一样，当channel中没有数据时会阻塞当前goroutine，与读channel时阻塞处理机制一样。

```
1 func chanRange(chanName chan int) {
2     for e := range chanName {
3         fmt.Printf("Get element from chan: %d\n", e)
4     }
5 }
```

注意：如果向此channel写数据的goroutine退出时，系统检测到这种情况后会panic，否则range将会永久阻塞。