

# 软质密封填料

〔苏联〕И·М·鲍罗霍夫 А·С·甘申 著

中国工业出版社

# 軟 质 密 封 填 料

〔苏联〕И.М.鮑罗霍夫 A.C.甘申 著

汪子云 译

中 国 工 业 出 版 社

本书叙述软质密封填料、密封碗和填料环的生产工艺、装填规则、试验方法以及貯运注意事项，提供了在现代化机器设备中于各种不同的工作条件下使用密封填料的数据资料。

本书的对象为各个工业部门中从事填料操作工作的工长、机械师和技术员。本书亦可供科学研究部门和设计部门的工程技术人员参考使用。

И. М. Борохов А. С. Ганшин  
ВОЛОКНИСТЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ  
САЛЬНИКОВЫЕ НАБИВКИ  
МАШГИЗ Москва 1959

\* \* \*

軟 质 密 封 填 料  
汪子云 译

\*

化学工业部图书编辑室编辑 (北京安定门外和平里七区八号楼)

中国工业出版社出版 (北京左门内大街10号)

北京市书刊出版业营业许可出字第 110 号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

开本850×1168 $\frac{1}{32}$  8 张 57/8 · 插页1 · 字数144,000

1965年7月第一次版，1965年7月北京第一次印刷

印数301—3,710 · 定价(科四)0.70元

\*

统一书号：15165·3778(化工-355)

## 序 言

石棉制品企业給国民經济各个部門提供了許多种編結的（干的和浸漬的）和涂胶的（卷制的和压制的）密封填料、填料繩、填料环和密封碗，这些产品系由石棉、棉花、大麻、亚麻和其他材料制成。

根据主体材料和浸漬材料的不同，填料分成很多类型，它們分別用于各种机器、設備、机构和裝置的填料箱，来密封过热蒸汽、飽和蒸汽、气体、油脂、油、空气、碱、冷的和热的盐水、溶剂、石油产品、盐溶液、碳氢化合物、酒精、食品和其他工作介质。近年来，石棉制品企业掌握并生产了許多新型結構的专用填料，这标志着石棉制品工业的迅速发展。这些专用填料已用于各种專門的机器、飞机发动机、汽車发动机、离心泵、反应器、水压机和其他复杂的設備的填料箱中承受极为苛刻的工作条件，并且已在工作条件为高压和高溫，介质为高溫石油产品、强溶剂、中等浓度和高浓度的酸、气体和蒸汽的新技术中应用。

但是，各工业部門的企业在使用填料时常未能充分考虑到填料的特点、性能及其原材料的性质，这就导致填料和填料箱构件过早地磨損、設備生产能力降低、大量物料經填料箱洩漏而損耗，从而也恶化了工人的劳动条件。

本书的目的是向各工业部門的科学研究和設計单位，以及工厂企业中各生产車間和总机械师室的广大工作人員介紹下列內容：

- （1）各类填料的特性、用途和使用条件；
- （2）根据不同的生产条件选择和装配填料的規則；
- （3）填料的操作和維護方法；
- （4）填料的試驗台試驗和實驗室試驗的方法；

#### IV

(5) 制造填料所用的各种材料。

本书有助于上述工作人员以更高的技术水平从事填函密封工作。

# 目 次

## 序 言

## 第一章 填料箱 ..... 1

1. 总論 ..... 1
2. 軟填料填料箱 ..... 2
3. 硬填料填料箱 ..... 9
4. 迷宫密封填料箱和端面密封填料箱 ..... 11
5. 密封填料的分类 ..... 13

## 第二章 制造軟质密封填料用的原料、半制品和各种材料 ..... 16

1. 石棉概述 ..... 16
2. 溫石棉的物理机械性能 ..... 19
3. 角閃石棉的物理机械性能 ..... 22
4. 溫石棉和角閃石棉的化学性质 ..... 23
5. 石棉半制品 ..... 24
  - 石棉紗 ..... 24
  - 石棉綫 ..... 30
  - 石棉布 ..... 31
6. 植物纖維紡織材料 ..... 33
  - 靱皮纖維紗 ..... 34
7. 有色金属 ..... 34
8. 潤滑材料 ..... 35
9. 橡皮制品和胶漿 ..... 37

## 第三章 一般工业用軟质密封填料 ..... 41

1. 总論 ..... 41
2. 干填料 ..... 41
3. 自潤滑（浸漬）填料 ..... 48
4. 涂胶填料繩和涂胶填料 ..... 60
  - 硫化的涂胶石棉繩、銅絲石棉繩、棉繩和亞麻繩 ..... 61
  - 不硫化的涂胶棉繩、亞麻繩、石棉填料和銅絲石棉填料 ..... 61

# VI

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 5. 压制的涂胶填料               | 69  |
| 人字形棉密封碗                  | 72  |
| 人字形密封碗的尺寸                | 76  |
| 异形截面的棉密封碗                | 76  |
| 复合密封碗                    | 80  |
| 人字形和异形截面的石棉密封碗和铜丝石棉密封碗   | 84  |
| 截面为方形、矩形、锥形和圆形的涂胶密封环     | 86  |
| 第四章 专用密封填料               | 90  |
| 1. 石油产品用的密封填料            | 90  |
| KPA石棉-铝填料环               | 91  |
| KPA-1a石棉-铝填料环            | 93  |
| ACH-1石棉-铅填料环             | 94  |
| PAH橡皮-铝填料环               | 94  |
| E3石棉-铜填料环                | 96  |
| E3-1石棉-铜填料               | 97  |
| AMБ-1耐苯耐油石棉填料            | 98  |
| AMБ-2耐苯耐油石棉填料            | 102 |
| 2. 耐强溶剂密封填料              | 104 |
| 结晶器用1-HP-Б 填料            | 104 |
| 密闭型真空过滤筒用1-HP-A 填料       | 105 |
| 3. 耐酸密封填料                | 107 |
| KHП-4耐酸填料                | 107 |
| 1-KC-C 耐酸填料              | 109 |
| КСП-1耐酸填料                | 111 |
| 蓝石棉耐酸填料                  | 113 |
| 复合耐酸填料                   | 114 |
| 4. 高压和高温密封填料             | 115 |
| 耐腐蚀的阀门填料                 | 116 |
| HB ДТ 石墨石棉阀门填料           | 119 |
| 5. 中压、高温蒸汽阀门填料           | 123 |
| 6. 运输机器的发动机用的密封填料        | 124 |
| 型压石棉填料 (零件M-6700)        | 124 |
| 3ИЛ-123发动机曲轴主轴承填料箱用的石棉填料 | 126 |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| ΓА3 发动机曲軸主軸承填料箱用的石棉填料 .....             | 128 |
| 汽艇螺旋桨軸填料箱用的石棉填料 .....                   | 129 |
| 汽艇排水管閘門填料箱用的石棉填料 .....                  | 130 |
| 无軌电車輪穀填料箱用的密封碗 .....                    | 131 |
| 起动預热器噴灯調节螺釘用的密封填料 .....                 | 132 |
| 7. 其它专用密封填料 .....                       | 133 |
| 牌号为СД-12的聚合釜用密封填料 .....                 | 133 |
| 薄膜閘用环状填料 HMK-1 .....                    | 135 |
| 船舶加料泵用复合填料 .....                        | 136 |
| 第五章 填料箱的装填和維護 .....                     | 138 |
| 1. 干梳成纖維填料的装填規則 .....                   | 140 |
| 2. 塑性填料的装填規則 .....                      | 141 |
| 3. 拈合填料、編結填料、卷制填料和填料环的装填規則 .....        | 143 |
| 4. 异形截面的填料、整填料环、半填料环和密封碗的装<br>填規則 ..... | 148 |
| 第六章 密封填料的試驗台試驗和實驗室試驗 .....              | 156 |
| 1. 試驗台試驗 .....                          | 156 |
| 旋轉軸填料試驗台 .....                          | 159 |
| 往复运动軸杆填料試驗台 .....                       | 165 |
| 2. 實驗室試驗 .....                          | 172 |
| 3. 密封填料的驗收、包裝、标記、貯存和運輸規則 .....          | 176 |
| 参考文献 .....                              | 179 |

# 第一章 填 料 箱

## 1. 总 論

充分有效而且經濟地利用全部已有和新制設備的能力是国民經濟一个极为重要的任务。

科学家、工程师、設計師、生产革新者和斯达汉諾夫工作者广泛地参加了現有机器的改良和改造工作，力求更有效地利用設備，提高生产能力和改善产品质量，并且降低主要材料和輔助材料的消耗。

但是，那些与工作介质（各种温度和压力下的蒸汽、气体、水、石油产品、酸、碱和其它液体）接触的设备之能否經濟而有效地利用往往要取决于一些简单机构的是否能正常工作，用来密封各种机器和设备运动部分的填料箱就是其中之一。

在汽缸、轉筒、化工設備、攪拌器、閥門、閘門、軸承等的固定零件和运动零件之間形成一个环形縫隙，填料箱的功能就是要防止或尽可能减少工作介质經過这种縫隙洩漏入大气之中。

在某些特殊情況下，由于軸和缸体零件經過精磨（这种結構在某些潤滑油泵和燃料泵中常遇到），它所形成的縫隙极小，因此不需要采用填函密封結構。

在其余的情況下，为了要使填料箱正常地發揮作用，就必須在填料箱中放入各种專門的密封材料，这多半是各种成分和截面尺寸不同的密封环。这些由工厂生产的密封环总称为密封填料。

現有的填料箱結構依其所采用的填料形式不同，主要分为下列三类：

Ⅰ类——軟填料填料箱；

Ⅱ类——硬填料填料箱；

Ⅲ类——迷宫密封和端面密封填料箱。

不管属于那一类，所有填料箱的作用都是将运动部件密封，如：旋轉軸、作往复运动的活塞杆和柱塞、作旋轉运动和往复运动的閥杆等。

## 2. 軟填料填料箱

軟填料填料箱是装有軟质填料的填料箱，由于其构造简单并容易很快地更换密封材料，因此它是一种被最常采用的密封结构。

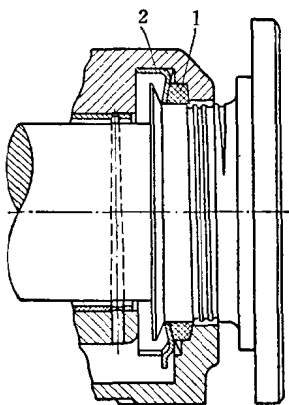


图 1 不受压紧力的軟填料填料箱

1—填料；2—彈簧

在各个工业部門中为数众多的泵、設備和机器一般采用軟填料填料箱，其工作介质常常处于高温和高压状态，而且軸和杆的运动速度很快。有不少机器上軟填料填料箱与硬填料填料箱联合应用或者軟填料填料箱与迷宫密封或端面密封填料箱联合应用。在这情况下，軟填料填料箱被称为預填料箱。

軟填料填料箱分为：

- (1) 不受压紧力的填料箱和
- (2) 受軸向压紧力的填料箱。

**不受压紧力的軟填料填料箱**（图 1）是一个装在联接件的运动的或不动的零件上的金属壳体，壳体内开有几个同心沟槽，其中放有密封材料。

沟槽一般均为方形、矩形、三角形、梯形和半圓形，很少采用其他更为复杂的几何形状。

填料箱內一般开有 1—8 个沟槽，沟槽的数量必須根据温度、压力、介质性质、允許洩漏量和其它条件来确定。

不受压紧力的填料箱在滾珠軸承、滑动軸承、发动机活塞、泵、压缩机和其他液压系統的密封结构中得到极为广泛的应用。

此种填料箱之是否能成功地發揮作用完全取决于密封材料的好坏。密封材料必須具有良好的消震性能和足够的密致性。

一般都以有色金属环，以皮革、橡皮、塑料和涂胶織布做成的密封碗或密封环，以及粘合的、編結的或卷制的繩作为密封材料。

有时将不受压紧力的填料箱和其他結構的填料箱結合使用，以更可靠地保証密封作用。

**受軸向压紧力的軟填料填料箱**（图2）除了运动零件（軸杆）外，填料箱由填料箱本体1、衬套2、压盖3、活节螺釘4和填料5（可更換部分）組成。

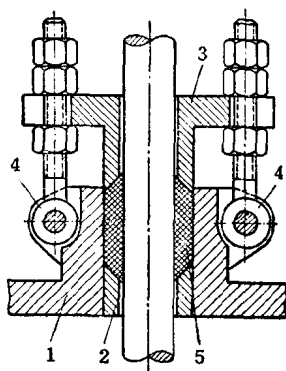


图2 受軸向压紧力的軟填料  
填料箱

在填料箱本体工作面的一側內放有底衬套，其內径比軸杆直径稍大。底衬套一般由青銅制成，目的是使軸杆不是与鑄鉄或鋼的本体，而是与較軟的青銅接触。

底衬套磨損后，就更換新的。为了更換方便，而避免抽出整个軸杆，所以将衬套做成剖分的。

对于臥式机器，底衬套还起一些軸杆的导向作用，这时衬套应做得比立式机器的长一些、厚一些。对于在高溫下工作，以及在烈性工作介质或含有磨粒的介质中工作时，应将底衬套做得特别长，其目的是将填料与介质隔开得远一些，以免填料受到介质的有害作用。

底衬套靠近填料的一端做成錐形，以使填料更好地与軸杆貼紧。

在填料本体的外側有一法兰，以固定压盖螺栓。

在大多数情况下，法兰都做成圓形，只有当压盖用两个螺栓压紧时，才做成橢圓形。

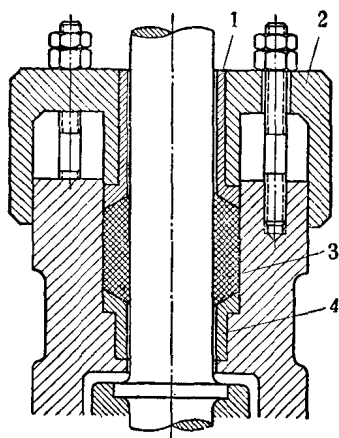


图 3 压盖内有青铜衬套的填料箱 偏斜，必须交替拧紧螺栓，沿着轴杆中心均匀地将压盖压紧。因而，具有两个螺栓的压盖结构只有在填料箱很小的和不太重要时才采用。在其余情况下，填料箱的压盖螺栓都不少于三个，以能可靠地保证压盖法兰处于正确的位置。为了缩短填料箱的长度，可采用活节螺栓（图 2）或双头螺栓。

螺栓在压盖法兰的两侧均套有螺母（图 2），以使压盖的位置是由螺母，而非由密封材料决定。此外，利用下面一个螺母，就能轻易地将压盖从填料本体内取出。

压盖螺母由于经常被转动，因此它的高度要做得比标准螺母高一些。螺栓上部还套有锁紧螺母，其作用是使压盖可靠地固定。

在图 4 所示的结构中，在填料本体 2 上有外螺纹，而在压盖锁母 3 上有内螺纹，这样就能保证压盖 4 处于正确的位置。往左右转动锁母时，就可调整填料 1 上所受的压紧力。此种结构主要用于小直径的杆，如阀门、闸门等。

与前述结构比较，图 3 所示的结构的特点是压盖能沿着经车光的本体外表面上下滑动。

当轴杆直径更大时，在三个或四个压盖螺栓上装有齿轮形螺

除了某些个别的情况以外，压盖全部用青铜制成，或者于压盖内压入一个青铜衬套 1（图 3）。带衬套的压盖（件 2），由于能节省稀缺的有色金属，并且严重磨损时易于更换，因而得到更为广泛的应用。

压盖或压盖衬套靠填料的一端也与底衬套 4 一样做成锥形，以增加填料对轴杆的贴紧程度。

为了防止压盖对轴杆的中心

母，而在压盖上装有可自由轉动的齿圈1(图5)，轉动齿圈就带动所有齿輪形螺母2，使压盖均匀无偏斜地移动，从而将密封材料压紧。

在机器上采用有压紧力的填料箱时，工作介质仍会或多或少地洩漏。

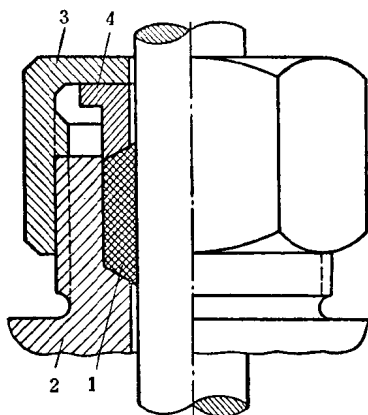


图4 用螺紋擰紧的填料箱

1—填料；2—有外螺紋的本体；3—有內螺紋的压盖鎖母；4—压盖

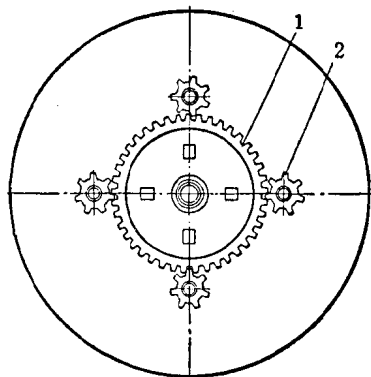


图5 齿圈簡图

有两种方法能使填料箱起更可靠的密封作用，一种是帶有液封环的填料箱(图6)，它几乎能完全杜絕工作气体或液体的洩漏，这是一种最常应用的而且是最可靠的方法。液封环1，通常装在填料之中靠近压盖的地方。絲孔2与压力泵或压縮机相連，有压力的中性液体由此通入环內，液体的压力須比填料箱的工作压力高1—3个大气压力。中性液体必須遵循下述原則选择：它既不会弄脏工作介质，而同时又能作为填料箱的潤滑剂，使填料3的使用寿命延长。

高速迴轉軸的填料箱，装上液封环，更为有利。

除了上述潤滑填料箱的方法外，也可采用图7所示的潤滑結構。

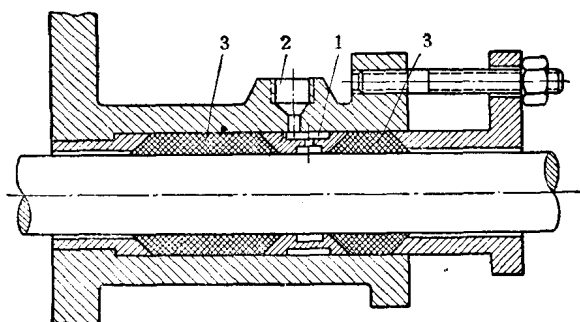


图 6 有液封装置的填料箱

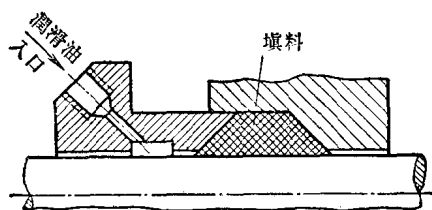


图 7 潤滑結構

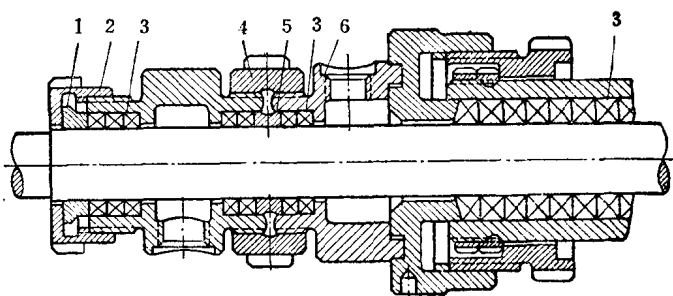


图 8 多段軟填料填料箱

1—压盖；2—外套螺母；3—填料；4—连接螺母；5—中间环；6—冷却室

采用多段填料箱（图 8）可以改善填料的操作性能。多段填料箱实际上是一个多级密封结构，其中依次装设 2 至 4 个塞有软填料 3 的填料箱。

此种密封结构，较少采用，它主要是用来密封作往复运动的

軸杆。

对于在高温介质中工作的填料箱，为了将其冷却，填料箱本体可局部或全部装设冷却夹套。水或盐水等冷却液体在夹套与本体之间流过。

采用软填料的填料箱所用的密封材料有：拈合的或编结的繩，由涂胶織布制成的填料或环、复合填料，以及由纖維与金属（或橡皮）制成的环。

**軟填料填料箱的結構选择** 在設計各种机器、泵和设备的軟填料填料箱的結構以及选择密封材料时，必須仔細地考虑到所有影响填料箱工作的各个因素。在設計填料箱和选择填料时所产生的疏忽和錯誤会导致工厂内设备和运输设备过多地停車，降低劳动生产率，增加材料、半制品和燃料的消耗，恶化劳动条件和生产出质量不好的产品。

对填料箱工作产生直接影响的因素有：

（1）机器的型式及其工作性能，其中包括机器的連續工作周期；

（2）填料箱的立置或臥置；

（3）軸杆的运动方式（旋轉、往复运动或两者联合的）；

（4）軸杆的运动速度；

（5）軸杆直径；

（6）軸杆和填料箱零件的材料；

（7）填料箱的冷却和潤滑方式；

（8）工作介质的性质（化学性质和浓度）；

（9）工作介质的压力或真空度；

（10）工作介质的温度；

（11）工作介质的允許洩漏量。

机器制造业中，在設計填料箱方面，尚无具有充分根据的技术数据。因此，軟填料填料箱的計算及其各个零件的尺寸关系，其中包括密封材料的尺寸，只能在考虑影响运动部件工作的各个因素后根据經驗公式进行計算。

填料的寬度  $S$  (即填料箱本體內徑與軸杆直徑之差的一半) 按下式確定:

$$S = 1.5\sqrt{d} \sim 2.5\sqrt{d}$$

在閥門製造業中:

$$S = 1.4\sqrt{d} \sim 2\sqrt{d}$$

式中  $d$  —— 軸杆直徑, 毫米。

在這個寬度範圍內, 再按下列標準填料寬度  $S$  (毫米) 來選擇最接近的尺寸: 3、4、5、6、8、10、13、16、19、22、25、28、32、35、38、42、45 和 50。

填料箱本體的高度  $h$  根據工作壓力和工作介質的性質來確定, 一般採取  $h = 6S \sim 8S$ , 而在閥門製造業中  $h = 5S \sim 8S$ 。

用於各種氣體的填料箱與用於液體的相比,  $h$  值要大一些, 因為只有這樣, 才能使填料箱具有較高的密封性能。但是, 如果把填料箱本體做得過高, 則將增大機器的外形尺寸, 並且增大填料與軸杆之間的摩擦。

填料壓蓋的圓筒部分的長度如下選擇: 當擰緊壓蓋時, 填料的高度應能充分保證必須的密封程度。一般壓蓋的圓筒部分的長度  $L = 0.4h \sim 0.5h$ 。

採用軟的編結填料時, 填料本體的底部 (或底衬套的上部) 和壓蓋的下端必須做成錐形。軸杆中心綫與底衬套和壓蓋的端部錐面所成的夾角為  $45 \sim 60^\circ$ 。

採用塗膠填料和密封碗時, 底衬套的上端和壓蓋的下端都做成平面。

軸杆與底衬套或壓蓋之間的間隙取為軸杆直徑的  $1/200$ , 但不得超過 0.8 毫米。壓蓋與本體內表面的間隙也與上述數據相同。壓蓋法蘭的厚度以及螺栓的直徑則根據介質的壓力確定。

密封填料的品種很多, 要在各種不同工作條件下選擇最合適的填料牌號是相當困難的。

因而, 應根據填函密封材料的現行技術條件和國家標準來選擇合適的填料牌號。

对填料的主要要求是对工作介质的化学稳定性和耐热性。不考虑这些性能是无法正确地选用填料的。

对填料的第二个极为重要的要求是在填料箱内只产生最小的摩擦。因为摩擦的大小决定了密封材料的使用寿命。

填料箱内产生的摩擦是半液膜摩擦，因此介质压力愈高，摩擦损失愈小。

在轴的转速很高的填料箱中，由于填料或填料颗粒很快地被轴带走，因而无论是填料本身或是转轴都会迅速地产生润滑不足的现象，结果，填料就被剧烈地磨损。

在离心泵、加料泵和压缩机等机器中，轴的转速都很高，而其摩擦表面比柱塞或活塞桿作往复运动的机器更难润滑，因而必须对填料箱的结构和密封材料给以重大注意。

### 3. 硬填料填料箱

在现代化的工厂企业中，设备往往在高速、高温、高压下工作。因此，在很多机器、泵和设备中都装有硬填料填料箱。

在此类填料箱中，填料是一种带有切口的圆环，大多数是用有色金属制成，也可用硬质塑料和压制的石墨做成。

根据填料环的结构不同，硬填料分为以下三类：

I 类——径向压紧填料；

II 类——轴向压紧填料；

III 类——双向压紧填料（受径向和轴向压紧力）。

受径向压紧的“普列尔”填料环应用得最广、用于蒸汽机、一氧化碳压缩机和氨压缩机以及许多其他机械的填料箱（图 9）中，使用情况良好。

一般，在此类密封结构中，填料环 I 由有色金属合金制成，它切成三和六个部分，每两个填料环放在一个由铸铁环形成的空间内（铸铁环的外径等于填料箱本体的内径）。

螺旋形弹簧象手鐲一样套在每一个填料环的周边上，使填料环的工作表面与轴桿貼紧。油环放在填料环的中间，润滑油在压