

内部资料

内部资料 第一类

橡胶参考资料

赴英参观考察报告及资料汇编

专辑 2

1975

赴英参观考察报告及资料汇编

目 录

前言

英国几个橡胶制品厂参观情况报告.....	(1)
英国密封件厂家资料.....	(20)
一、道蒂密封件公司资料.....	(20)
1. 道蒂密封件胶料性能简表.....	(20)
2. 道蒂密封件公司部份胶料说明书.....	(27)
3. 道蒂液压支架密封件部份胶料性能测定结果——4470, 4480, 4490, 5615.....	(34)
4. 道蒂密封件成品检查文件.....	(39)
5. 矩形密封件安装槽.....	(46)
6. 复合(橡胶/聚四氟乙烯)同轴密封环.....	(50)
7. 粘着密封件安装资料.....	(55)
8. “O”形圈装配壳体.....	(65)
9. 道蒂宇航用索环.....	(67)
10. “H”形密封圈.....	(70)
11. 粘着板和园形嵌件.....	(72)
12. 伺服楔形密封件.....	(78)
13. 道蒂压盖密封件.....	(83)
14. 道蒂活塞密封件.....	(85)
15. 低摩擦密封橡胶.....	(88)
16. 道普林密封件和垫片.....	(89)
17. 在两个相对旋转面间使用的密封件.....	(94)
二、詹姆斯·沃克公司资料.....	(98)
1. 重型液压衬垫.....	(98)
2. 沃克双组合密封件.....	(102)
3. 沃克山形密封件.....	(110)
4. 沃克诺费尔姆山形衬垫.....	(122)
5. 诺费尔姆山形衬垫的工作特性.....	(125)
6. 沃克塞尔密封件.....	(127)
7. 用于浅壳体的索洛塞尔密封件.....	(139)

8. 沃克海帕克和威克利普液压密封件.....	(143)
9. 沃克复合密封件.....	(149)
10. 复合密封件的工作特性.....	(153)
11. 沃克阿戈塞尔密封件.....	(155)
12. 沃克阿戈塞尔密封件的工作特性.....	(158)
三、乔治·安格斯公司资料.....	(161)
1. GACO 公制“U”形衬垫.....	(161)
2. 旋转轴用油封.....	(170)
3. 旋转轴密封件的改进.....	(185)
四、霍尔和霍尔公司资料.....	(188)
1. 哈赖特三角形密封装置.....	(188)
2. 哈赖特 Hy 型刮擦密封件.....	(190)
3. 哈赖特霍尔普伦干活塞杆 V 形垫, 括擦圈, 防尘圈和皮碗.....	(192)
4. 哈赖特霍尔普伦专利流体密封件.....	(202)

英国几个橡胶制品厂参观情况报告

1974年中国技术进口公司派往英国的采煤综合机械化工作面成套设备监造小组,在进行主要设备中间检验的同时,参观了一些配套橡胶制品生产厂,其中有5个密封件公司、2个高压胶管厂、1个运输带制造厂以及英国橡胶塑料研究协会等单位。现将所见情况整理如下,由于参观时间均很短,也不是专业性的考察,一些情况难免有片面和错误之处,仅供参考。

一、一般情况

随着现代科学技术的发展,各种设备用以输送介质和传递能量的燃料、润滑、液压、气动等系统,需要使用大量的密封制品,泄漏往往会引起严重的后果。在各类密封制品中,橡胶密封件由于其一系列优点,占有十分重要的地位,广泛用于工业、交通运输、农业、国防等各个部门。近年来由于新型合成橡胶、密封件结构和生产工艺的发展,愈益扩大了橡胶密封制品的使用范围。我们在英国参观的密封件生产厂有:

1. 道蒂密封件公司 (Dowty Seal Ltd.)

该公司属道蒂财团,生产航空和一般工业用精密密封件(指外观要求较高,尺寸要求精密的密封件),如‘O’形圈,‘U’形圈,矩形圈,油封,橡胶塑料复合密封件等。全公司有四个厂,约2500人,周(5天,下同)生产能力1500万件左右。公司总部Ashchurch工厂集中掌握全公司的销售,技术,研究发展,全部航空密封件的制造,部分工业密封件制造以及全部配套塑料件和特殊密封件(如印刷密封圈)的制造、模具制造,成品试验等,并向英国的分厂提供合格的混炼胶,经鉴定的模具和各种技术文件。该厂约有1200人,生产能力500万件/周。在英国国内有两个分厂:Milford Haven分厂主要生产油封,中型防尘圈等带金属骨架的橡胶密封件及部分纯胶密封件,约275人,生产能力为100~125万件/周;Newtonw分厂专门生产各种规格的‘O’形圈,80人,生产能力为500~700万件/周。另一分厂在马耳他共和国,该厂在生产上自成系统,有一千余人,生产能力为500万件/周。据介绍,道蒂密封件公司是英国最大的‘O’形圈制造厂。

2. 乔治·安格司公司流体密封件部 (George Angus & Co. Ltd. Fluid Seal Division, 简称GACO)

该厂属邓禄普 (Dunlop) 财团,专业生产油封、各种精密密封件、薄膜等,有2500人(其中500人半天工作),周产600万件。该厂还自己制造油封金属骨架,弹簧、模具;生产出油封试验台。是英国最大的单个橡胶密封件生产厂,也是生产油封最多的工厂。

3. 查理士·韦斯顿公司 (Charles Weston & Co.Ltd.)

该厂专业生产旋轴的密封制品，主要是橡胶油封，皮革油封和各种结构的机械密封。全公司约500人，周产24万件。

4. 詹姆斯·沃克公司，狮子工厂 (Jamer Walker & Co.Ltd. Lion Works)

该公司有2200余人，生产通用密封制品，包括橡胶石棉板、浸油填料，机械密封，氟塑料密封件，金属石棉密封件和橡胶密封制品等。

5. 霍尔和霍尔公司 (Hall & Hall Ltd)

约400人，主要生产橡胶密封件，特别是夹布的密封件及薄膜。在英国北部有新建的分厂，约200人，专业生产高压密封件。

参观这些橡胶密封件制造厂的总的印象是：

1. 专业化大规模生产：在参观的五个公司中三个在2000人以上，两个在500人左右，均专业生产密封制品，而且各公司还有自己的侧重点，品种集中，标准化系列化程度高，生产规模大。大公司的密封件年产量数以亿计，这与汽车工业的高度发展以及整个工业发展水平相适应。值得注意的是一些公司近年来新建一些规模小，专业化很强、生产效率高的分厂，如道蒂公司新建的80人周产数百万件‘O’形圈的专业化分厂。

2. 机械化自动化水平较高：在橡胶密封制品的生产中基本摆脱了纯粹的手工操作，特别是半成品准备和修边工序，由于采用了新型专用装备，机械化和自动化程度有很大提高，不少单机实现了半自动或全自动化。对一些特殊密封件发展了高效率的专用生产工艺。但总的来说，橡胶密封件制造厂使用的劳动力仍然较多。

3. 自行制造模具和配套塑料件：各公司均自己设计模具并制造部分模具，有一定的机械加工能力；生产橡胶塑料复合密封件的公司均有自己的塑料车间或分厂。这有利于产品质量和生产效率的提高。

4. 重视研究试验工作：各公司一般有两个试验室，一个是材料试验室，从事配方，工艺研究，物化测试和生产控制等；另一个是成品试验室，进行密封另件的模拟试验和结构研究。

5. 庞大的质量检验系统：各厂均有独立的质量检验部门，检验人员约占全厂总人数的9-10%。比较重视工艺过程的检查，以防止废品的产生，对成品则根据其重要性区别对待。有的厂用电子计算机汇总和分析质量情况，及时向生产部门提出指导性意见。

6. 重视技术改造：参观过的几个公司都比较老，新旧设备并存，看来各厂均在不断的进行技术改造，大力采用新技术。如各公司无例外地在半成品准备中采用了“精密予成型机，修边中采用了抛射式冷冻去边机。

二、密封另件的制造工艺

1. 胶料制备

各密封件制造厂都主要采用密闭式混炼方法制备胶料（一些小厂或分厂由总厂供给胶料或外购胶料）。除硅橡胶以外的所有胶料，包括氟橡胶和丙烯酸酯橡胶等特殊合成橡胶，都在同一车间混炼。各厂的配合称量，投料和下片都是人工操作，据称是因为配方太多（如道蒂密封件公司生产配方约有200个），难于提高机械化自动化程度，但原材料的输送考虑得较好。以道蒂密封件公司为例，有一台4 F型密炼机，两台开炼机（设备布置成密炼机可排胶至任一开炼机），原材料贮存、配合称量，混炼胶贮存都在同一厂房内；原材料采取高架贮存，用可以大幅度升降的叉车搬运，在配合地点和密炼机之间有滚道和运输带联接，用以输送配好的原材料和返回容器；每班6—7人，周产混炼胶约40吨。该公司生产的混炼胶用硬脂酸锌及有机硅处理的纸隔离，有机硅处理的纸也用于另件半成品的隔离，可以回收重复使用，使胶料中不混入任何粉状或液状隔离剂。

2. 半成品准备

各厂的半成品准备方法相似，主要使用的设备有开放式炼胶机、螺杆压出机（冷喂料或热喂料），柱塞压出机、巴威尔（Barwell）精密予成型机、切圈机、切条机、钻床式划园机、冲切机等等。总的说，根据半成品形状和生产数量，采用不同的设备和方法。

炼胶机用作热炼供压出机，热炼打卷供精密予成型机，出片供切条机和钻床式划园机，也用于存放的母胶加促进剂，经硫化测定仪快速检验后直接供制备各种半成品。压出机挤出胶条、型材切成一定长度作半成品，挤出胶管供蒸汽硫化后切矩形圈，挤出胶带作压机供胶用，挤出胶管或胶棒供切圈机切圈形或园片状半成品。钻床式划园机是在钻床转轴上装一把或两把刀，旋转时把胶片划制成胶圈或园片，刀离转轴中心的距离可任意调整，便于获得不同规格的半成品，缺点是一人看一台，人工操作，效率较低，返回余料多，只适于制备小批量半成品。切条机把胶片切制成胶条。巴威尔精密予成型机和 Max Müller 切圈机是两种专用的半自动半成品制造设备，半成品形状和重量控制精密，适应性强，生产效率高。

巴威尔精密予成型机（Barwell Precision Preformer）是英国巴威尔工程公司生产的。该机的工作原理是：一柱塞式挤出机，把胶料通过口型定量地（定体积）挤出，口型前有可调速度旋转的刀切下半成品；通过调节胶料挤出速度和切刀的旋转速度以获得精确的半成品重量，而挤出口型的形状则规定了半成品的形状。其主要组成部分有挤料筒，推挤油缸、机头和口型、切割刀、接料运输带、热水循环系统、真空系统、液压系统、控制系统等。

（关于精密予成型机的详细构造可参阅《橡胶参考资料》1975年第1期）该设备的主要性能是：能制备多种形状的半成品，最大重量为2.7kg，最小重量0.25克，精确度达 $\pm 1.5\%$ ；料筒中一次加料的最大重量为65kg，最小重量6.8kg；每小时最大生产效率680 kg（以上重量均以比重为1计算），每小时可制备一般半成品10,000至15,000件，可切带后跟的鞋底半成品4000件（配以专用机头），转刀的最高切割速度为332次/分；实现单机半自动操作。整个半成品制备过程是：把热炼的胶料卷成卷，由料筒前端装入料筒（料筒夹套通热水，一般80℃，以保持胶料温度），关闭装有口型的机头，料筒抽真空排气，调整液压系统流量（即柱塞推进速度）和切刀转速，得到合格的半成品后就可转为自动操作，过程结束时能自动停车。半成品切下后经运输带送出，由人工取下排列整齐送硫化备用，或由运输带直接送入冷却水槽。巴威尔公司专门生产一种冷却收集器与此设备配套使用，该公司还生产一种用热水

加热胶片的装置和胶片卷卷装置，以便于没有炼胶机的工厂采用精密予成型机。从上所述，精密予成型机的主要优点是：（1）半自动化，生产效率高，可达到每人每时制备半成品10,000~15,000件；（2）适应能力强，半成品形状准确，有利于快速装模，可提高平板硫化生产效率；（3）半成品重量准确，可节约胶料，使硫化另件胶边薄，有利于去边，并能更精确地保证成品尺寸，提高了产品质量；（4）柱塞式挤出不会引起胶料发热焦烧，没有（或极少）余料返回，也不会造成反复热炼而引起焦烧。据巴威尔公司介绍，该公司目前年产130~140台精密予成型机，从60年代后期生产该机以来已累计生产700余台，销售到30多个国家数百家企业，由于该设备成功曾两次获得英国女皇工业发明奖。我们在英国参观过的几个密封制造厂都有这种设备，少的一台，多的达3~5台。

Max Müller切圈机为德国制造，是另一种高效率半自动制备半成品的设备，其局限性是只能制备规格较小的园圈和园片状半成品，但这在密封件生产中占相当多的数量，最常见的是各种规格‘O’形圈。该机要比精密予成型机简单得多，其工作原理是：把压出机挤出的胶管或胶棒，切成长约半米左右，夹在四个滚中间，其中两个滚是主动的，带动胶棒或胶管高速旋转，另有一刀沿胶管轴向移动，每移动一距离进刀一次，就切出园环或园片状半成品；半成品的内外径由压出机口型控制，而其厚度则由刀每次移动的距离来调节。该设备能半自动工作；操作人员只需装上被切的胶管或胶棒，按动电钮，即开始自动切制，切完后自动停车，操作人员取下切好的半成品就可重新开始过程。一般大的胶管需穿入包胶的金属芯棒，小的胶管可以不穿芯棒，只在端头套一塑料圈，以防止金属滚压扁胶管。有的厂没有这种专门设备，把胶管穿蕊后，用类似车床的简易设备半自动或手动进刀切圈，但这种设备不能切实心的胶棒。总的说，用这种方法切出的半成品，外形和重量也很精确，没有余料返回，设备比较简单，生产效率高。道蒂密封件公司总厂有4台Max Müller切圈机。该机特别适用于中小规格‘O’形圈及类似圈状产品的生产。

从参观过的工厂看，虽然采用各种多样的半成品制造设备，但主要特点是大量采用压出机，同时采用精密予成型机、切圈机等高效设备。

3. 硫化

在我们参观过的工厂中，密封件的硫化主要采用平板硫化，注压机与平板数量之比不到1/10。以道蒂密封件公司总厂为例，有平板约160台，而注压机只有5台（其中一台为5个模台，另一台为双模台，其它均为单模台）。硫化平板大部分为半自动电热油压平板，以中小型为主，水压蒸汽平板趋于被淘汰。工艺上的主要特点是高温短时间硫化，多模腔，加热板面积利用效率高；对有些另件采取热空气或蒸汽二段硫化，进一步缩短模型硫化时间，从而达到更高的效率，以下分别介绍几个问题。

（1）硫化条件

英国密封零件的硫化温度普遍较高，大量在170℃左右。当然硫化温度与所用胶料类型，零件大小及是否带骨架有关。一般说，纯胶，小尺寸零件硫化温度高，接近注压硫化的温度，带金属或夹织物的橡胶件硫化温度要低些，厚制品和天然胶制品硫化温度更低。各厂由于产品的区别，硫化条件也不尽相同。以道蒂密封件厂为例，混炼胶检验用试片的硫化温度大部分为182℃，硫化时间5'左右；少量试片硫化温度为171℃，160℃；天然胶试片硫化温度为

140℃。大部分胶料采用180℃×6'的条件画正硫化曲线作为快速检验手段。在硫化车间看到的零件硫化条件：一般小零件（如“O”圈，“H”圈等）为171℃、182℃、193℃，1'，2'，3'，4.5'，5'等。大一些的零件（如大的“U”形圈等）为171℃×10'、15'。厚制品为液压支架用丁苯胶纯胶复位胶块，半成品微波予热3~6'，硫化171℃×30'；许多油封的硫化条件为171℃×1.5~2'。道蒂密封件公司的不少零件还采取二段硫化。韦斯顿公司的油封硫化条件，大部分为171℃×5'。总之，使用171℃硫化温度是普遍的，硫化时间一般为5'左右；小零件的硫化温度则更高，时间可短至1'。

(2) 硫化平板和模具

采用高温短时间硫化工艺必然带来一系列问题。硫化平板，模具和操作方法都要采取相应的措施。平板主要为半自动的电热油压平板。在所参观的几个厂中，用得最多的是丹尼尔·哈密尔顿公司（Daniels Hamilton Ltd）生产的平板，也有少量Heller平板和意大利的Saspol平板。硫化密封零件的平板大部分为中小型，总压力为20、40、80、100吨的最多，100吨以上的平板很少。在生产中用的平板单层和多层（2、3、4层）的都有，比较新的平板，多为单层和双层，以便于快速操作，或把模型固定到平板上。电热温度可达200℃以上，每块热板单独指示和控制温度。每台平板单独带泵或几台平板用一台泵。每台泵所带平板数量与一个工人能操作的平板数量有关，一般平板均自动控制操作顺序和时间，包括合模，连续放气数次，加压，保持、开启平板等。操作人员在放上模型后，只需按一次电钮即可完成整个硫化过程。据了解，英国Daniels平板液压系统的控制形式是：电→风→液压，即：由时间继电器控制电磁风阀，由风推动风控液压阀，从而控制液压系统。风控液压阀也可以手动控制，是平板制造厂专门设计制造的，达到既能自动控制，又能手动控制。20吨平板热板面积仅25×25cm，一般为双层，5至6台并排成一组，用一台泵，多用于生产数量少的单腔模具，平板前即为工作台，人工搬动模具。对于较大的平板，所用模具较大，较重，在平板前都有风动升降台或滑道，操作人员只需要把模具拉出，减轻了劳动强度。比较新的设备（或改装的设备），可以不用人工搬模具，模具和平板要互相配合，结合成一体。一种办法是把模具固定在热板上，一般用行程较大的单层平板，以便于操作，也有专门为此设计的热板斜张开的平板，更有利于操作，如Shaw Mc Nell平板，斜开的形式或类似内胎硫化机；Daniels生产的Hydramold 100/111斜开平板，则采用辅助油缸，使上热板斜开。另一种方法是用机械把模具从平板中推出。用得较多的推出机构是风动作动筒，作动时上、下模均被推出，上模同时斜开，以便操作。一般在这平板前还装有零件顶出装置。

在英国所见密封件模具的特点是尽量采用多模腔，以提高生产效率，如直径为十余mm的“O”形圈，一模可达154件之多，一些油封模具，把不同尺寸的油封组合在一起，每模18件或更多。一些多模腔模具采用组合式结构，可以方便地更换单个型腔，特别是当模具固定在平板上时，组合式模具可迅速更换生产的品种和规格，如油封模具更换规格所需时间到半小时。用手工搬动操作的模具，结构上的一个特点是较多地采用活页式，模具的一边有手柄，相对的一边则类似活页联接在一起，翻开就象书本一样，启模合模很方便，操作时不易发生差错，也不需要使用撬棒。有的模具还带有弹簧，可帮助把模具顶开，便于启模。锥形定位销用得较普遍，定位销一般带有银套。模具设计的另一特点是考虑到模具与平板的配合（固定在热板上或被推出），对较厚的零件和带金属骨架难于出模的零件用模具，在结构上考虑了

零件的顶出问题。在模具用材方面,据介绍,一般镶块用高碳钢制造,热处理至洛氏硬度44—50Rc,模具板用低碳钢或中碳钢。总之,模具要能满足下列要求:(1)保证密封零件形状和尺寸的准确性;(2)保证高的生产效率和操作方便;(3)模具要有长的寿命,以适应高温下频繁的操作;(4)材料易得,制造方便。综上所述,为适应这些要求,英国密封件模具的一些特点则是:多模腔、活页式、组合式、与平板的配合、零件的顶出等。因为模具对产品质量和生产效率有很大影响,在一定条件下甚至是决定性的,同时模具的造价也比较高,一付一百余件的‘O’形圈多模腔模具,价值达1000英镑。因此各厂十分重视模具问题,均自行设计并制造部分或大部分模具。模具在多次使用后型腔积垢,我们见到的清洗方法有两种,对一般模具用含玻璃小球的高压水喷射清洗,对精密的模具则用超声波清洗。

(3)操作方法

由于平板实现了半自动化,操作内容主要是添加半成品,上下模具和取成品。添加半成品都是人工操作,如零件大而模腔数少,则一个个模腔加半成品,如零件小而模腔数很多,则采用抽板加半成品,也有加整块胶片或胶条(胶条预先架在框子上),采用后一方法时型腔必需十分密集。采用各种方法加半成品,力求迅速准确,以防止胶料在高温下焦烧而失去流动性。从模型中取出零件都采用压缩空气,操作比较迅速,对于固定在平板上的模具,有时直接用压缩空气把零件吹出至平板后面的容器中。随平板层数,模型数和硫化时间,一个工人可看管一台至数台平板,如:对于硫化时间为1~2',模具固定在单层平板上,可以用压缩空气吹出零件,一个工人要看2台平板;对于硫化时间为4~5'的100吨三层平板,每层平板三块模具,需人工拖出模具,启模取件,一个工人看管一台平板,采用只上两层平板,而另一层平板的模具在工作台上进行操作,每一半硫化时间上下一次模具,即工人每两分钟操作一层模具;对于硫化点为10~15'的较大零件,一般为单腔模具,需人工上下模和取件,一个工人看管6台20吨平板组成的平板机组;对硫化点为5'的单层平板,模具固定,一个工人看管三台平板。总的说,工人操作比较紧张。

(4)二段硫化

除了氟橡胶、硅橡胶、丙烯酸酯橡胶等特种橡胶制品需要进行高温长时间硫化外,有些厂对丁腈、丁苯等一般橡胶制品也进行二段硫化,以缩短模型硫化时间。所用设备为电热烘箱和蒸汽硫化罐。二段硫化条件与零件形状和胶种有关,用得较多的二段硫化条件为 $170^{\circ}\text{C} \times 15'$ 。道蒂密封件公司有一连续电热三段硫化装置,该装置为一矩形断面的电热筒,长约10米,有一粗钢丝编的运输带通过其中,电热元件布置在筒的上部,有两个风扇搅拌热空气,入口和出口处有排风,可自动调节并记录温度,无级调节运输带通过速度(常用通过时间范围为10~40')。零件从一端加于运输带上,可堆积成一定厚度,从另一端出来即完成二段硫化。

(5)注压硫化

在我们参观的几个工厂中,注压硫化用得较少,从设备数量不超过1%。道蒂密封件公司总厂有5台注压机:其中1台Daniels公司生产的两个锁模位置的螺杆柱塞式注压机(hyperjet rubber injection Press),注射能力为 1000cm^3 ,专用来生产液压支架用的天然橡胶制的金属板剪切复位胶件,硫化点为 $145^{\circ}\text{C} \times 8'$;此外有一台德国造的五个锁模位置的旋转注压机(Circomat,德国Eckert & Liegler C.m.b.H, Weissenburg /Bayer Type CIRCO),锁模力350吨,注射能力 $2\frac{1}{2}$ 磅,专用于生产纯胶薄膜(汽车用),一模8件,硫化

时间约7'，另有3台奥地利生产的Engel ES 250 500S型螺杆注塑机，最大注射量约1.45磅，也用于生产汽车用纯胶薄膜，一模一件，硫化点70"，班产约300个，每台一人操作。据介绍，采用平板硫化或注塑硫化工艺，取决于许多因素，包括零件类型，生产的数量，模具制造成本，现有设备条件等，要综合考虑，选取技术经济上合理的方法。而据道蒂密封件公司的经验，一般小密封件还是用平板硫化比较合算。

4. 去边

英国密封件厂普遍采用冷冻去边法，然后还进行切削、磨削、冲切、抛光、打磨等机械或半机械修边。我们参观各厂所见冷冻去边设备绝大部分为抛射式冷冻去边机，而并都是由美国进口的称为“Wheelabrator”的设备。参观中只见到了一台转鼓式冷冻去边机尚在工作，看来转鼓式冷冻去边机在大规模生产中已趋淘汰。抛射式冷冻去边机的生产效率很高（关于这种设备的详细情况可参阅《橡胶参考资料》1971年第5期），其基本原理是，在冷冻室内有一腰形运输带，零件加于其上，当运输带向上运动时，零件在运输带上翻滚，通入液氮或干冰使零件冷却至一定低温，然后在设备上部由一高速旋转的盘（最高转速为4000转/分）抛出镀铬的铁砂，铁砂把冷脆的胶边打掉，以后打开门，运输带反转，胶件被卸到振动筛上，筛去铁砂和碎屑，从实际观察中见到该设备的一般工作参数是：冷冻温度-70℃左右，随胶料而定，冷冻约1.5'后开始抛射铁砂，转盘速度2500转/分，抛射铁砂时间约2.5'，整个去边过程约4~5'。据介绍硅橡胶零件也可用此法去边。如果零件数量较少，则把不同零件分别装入铁丝网制的小筒投于运输带上，也可起同样的作用。零件去边情况良好，为进一步改善外观，还增加洗涤工序。零件装入大网眼的口袋中，用一般洗衣机洗涤。有的厂还用装有陶瓷块磨料（锥形、立方形等），水和胶件的转鼓，除去粘贴在胶件上的薄边。

除冷冻去边外，还大量采用切割、磨削等机加工办法保证一些精密密封件的尺寸，同时也起到去边作用。如油封尖唇部的切削，‘U’形圈，矩形圈的斜角，一些密封件外径的磨削，用胶管车切矩形圈等等。为此目的发展了各种专用设备，一些已有专门制造厂定型生产，不少则由各厂自行制造或改制。常用的设备如下：

（1）外园磨：矩形圈或其它零件，如需要精密的尺寸，往往用磨削保证外径。切矩形圈用的胶管，模压的矩形圈等套在精确尺寸的蕊棒上，磨至所需外径，精密度可达0.075mm。

（2）切矩形圈机：这类设备形式很多，有些类似车床，把套有胶管的蕊棒夹上，旋转时，移动刀架和进退刀，就切出矩形圈。操作有手动，也有半自动，后者只要上下套胶管的蕊棒。有一种定型的专用半自动设备，同时可切割4根胶管。穿芯和脱芯用压缩空气进行，所用芯子表面有橡胶复盖层。此外有两种专用半自动设备，可不用芯子，用来连续切特细的和壁厚的胶管，但切的精密度较差。

（3）磨边机：类似车床，床头带真空吸盘夹具，以固定另件，在托板上代替刀架的是一砂轮磨头，由底座、电机、传动带和砂轮等组成。采用园柱形或锥形砂轮，改变底座在托板上的位置和角度，就可以磨另件多部位的平面或唇角。

（4）切边机：用于切唇和倒角，使用十分广泛，一些原来磨削的另件也逐步改成切削。其工作原理也是用真空夹具吸住另件并作高速旋转，然后进刀切削。比较老的设备，人工上下另件，手动机械进退刀，改进后的设备一般采用风动自动进退刀，最新的设备还带有上下

另件的装置,实现了完全自动工作;为了进一步提高效率,有的设备带有几个固定另件的夹具。我们在参观中见到的这类定型设备有:Wercester Automation半自动和自动切边机(有双夹具和四夹具两种)和Soar Valley自动切边机。这些定型设备自动化程度高,生产效率也高。

(5) 冲床:用冲刀冲去胶边,特别是夹布制品的毛边,如夹布薄膜的冲边冲孔,夹布U形圈、V形圈的冲毛边。冲切法也用于夹布制品半成品的制造和某些成品的制造。有一种制造冲刀的简易办法,把约0.8mm厚的钢条用砂轮在一边磨出刃口,然后弯曲成所需形状装入木板,即成一冲刀。

(6) 其它的修边机:根据另件具体情况,采用不同机械修边方法及专用设备。如道蒂密封件公司的粘合密封件有专用自动去边机,油封唇部的切削也有多种专用设备。

除了冷冻去边和机械去边外,在去边中还有一部分机械化程度较低的工作,如另件的抛光或磨修。一般的简易工具为一马达(多为风动),带有专用夹具,另件旋转时,操作人员手工用砂纸或砂条磨去残余的胶边。采用剪子进行修边,基本上已消除。

各厂的修边工人仍占有相当大的比例。以道蒂密封件公司总厂为例,周产近400万件,有一台抛射式冷冻去边机,有一个40余人的机械修边工段(进行磨削、切削等),另外一个手工操作较多的工段,也是40余人,进行修边和作标记。总计约100人左右。

5. 一些另件的生产流程

以上介绍了一般情况,以下简要介绍一些另件的生产工艺流程。

(1) “O”形圈,“U”形圈及类似另件

混炼胶→半成品制造(①冷喂料压出机压出胶管、穿芯、用切圈机切圈、适用于大量生产的中小形“O”形圈;②开炼机热炼打卷,巴威尔精密予成型机出半成品胶圈,适用于大量生产的大中型“O”形圈;③压出机出条,围成圈,适用于大型“O”形圈;④开炼机热炼出片,用钻床式划片机划圈,适用于小批量生产;⑤开炼机出片和压出机出胶条,成片成条作半成品,适用于型腔密集的大批生产的小“O”形圈)→模型硫化(①固定模型、机械推出模型或手工拖出模型;②手工加半成品,抽板加半成品,框子加条或加成片半成品;③用压缩空气手工取另件,压缩空气吹出另件)→冷冻去边(抛射式冷冻去边机)→二段硫化(烘箱或连续二段硫化装置→检查。有的另件还进行抛光、清洗和做标记。

(2) 油封及类似另件

成卷钢带→自动冲床冲金属骨架→金属骨架清洗除油脂→金属骨架表面磷化处理→浸胶粘剂并干燥;弹簧钢丝→自动卷弹簧→弹簧成圈;混炼胶→半成品制造(①压出胶管切圈,②压出胶条围成圈,③精密予成型机出半成品,④钻床式划片机划圈)→加金属骨架硫化(①固定模具的机械推出模具,手工搬模具;②压缩空气取出另件,机械顶出另件)→冷冻去边或机械去边→专用自动设备切削尖唇部→上弹簧→检查。有些油封还要磨外圈、清洗和喷油。

大批生产油封的工厂有不少高效率的工艺装置和自动化单机。如金属骨架的清洗和化学处理,是把金属件成批装在带孔的塑料园筒中,然后依次浸入一系列槽中,转动处理,由吊车从一个槽转至另一个槽。金属件的浸粘合剂采用磁性运输带和电磁振动给料器(或单用后

者)组成流水线,连续浸胶和干燥。见到的自动化单机有:自动冲床,自动卷弹簧机,自动弹簧成圈机,自动切唇机,自动装弹簧机等。但并不是所有工厂都有这些自动化单机。

(3) 粘合密封圈

粘合密封圈是一种密封垫圈,在金属垫圈的内侧粘有梯形断面的橡胶部分,用于高压管路接头的密封。(参阅《橡胶参考资料》1974年第1期)道蒂密封件公司每周生产50万件以上,发展了一套专用生产工艺,流程如下:金属圈→喷砂(航空用)或化学处理(工业用)→涂粘合剂→硫化→机械去边。涂粘合剂和机械去边都有专用设备,基本上是自动的。模具不是一般的两开模,而具有特殊的结构形式,主体为一园筒,其中放入金属件和模片,插入芯棒,与底盖和上盖等组成整个模型。硫化时,在模筒内交替装入金属骨架和模片,然后拧上模盖,装入一胶条(或用传递模料筒注入一定胶料),然后用压机把芯棒压入,胶料就流到各部分,把模具放入电热筒中硫化,以后打开模具取出另件即成。

(4) 蕾形圈、鼓形圈及类似夹布制品

蕾形圈、鼓形圈由“U”形夹布圈和纯胶部分组成,用作高压液压系统的密封(参阅本期有关资料介绍)。这类制品的制造工艺过程如下:①织物涂胶,如果所用织物为合成纤维(尼龙),则在涂胶前用含粘合剂的稀浆子浸胶;②夹布圈成型:涂胶布用小型自动裁断机裁成所需形状,然后围在成型棒上搓卷成型,该工序有一专用设备,风动机械操作,裁断和成型只需一人操作;成型好的夹布胶圈再在一类似车床的设备上纵向划一开口;③夹布圈在模型中定型硫化;④冲去定型夹布圈的毛边,并用砂轮在凹面(即与纯胶部分的结合面)上打磨,然后在凹面上喷粘合剂并在运输带上通过一电热筒连续干燥;⑤混炼胶压出成所需断面胶条,在热板上搭接成圈,再与已定型的夹布圈配成半成品;⑥蕾形圈或鼓形圈的模型硫化;⑦修边和检查。

综上所述,密封另件生产工艺上的总的优点是:(1)密闭式混炼制备胶料;(2)机械化和半自动化准备半成品;(3)高温短时间硫化和二段硫化;(4)冷冻去边和机械去边;(5)机械加工保证密封另件的精密尺寸;(6)对一些大批量另件发展专用的生产工艺和装备。

三、密封另件生产的质量控制

(1) 胶料的检验:各厂对胶料所用原材料、配合和混炼工艺过程、混炼胶性能、以及成品用胶的正确性,均进行不同程度的质量控制和检验。进厂原材料的检验都比较简单,主要由供应厂保证质量。据介绍:对生胶主要测定其门尼粘度,对炭黑测定杂质含量,对有机固体和液体粘合剂测定熔点,比重,折光率等物理性能,原材料检验中很少作化学分析,如道蒂密封件公司总厂仅有两名化验人员。

混炼胶性能的检查都采用逐滚快速检验和分批全项性能检验相结合的方法。最大的特点是广泛采用孟山都流变仪和Wallace-Shawbury硫化测定仪作为快速检验手段,代替了原来可塑性,门尼粘度和门尼焦烧的测定。一般只需5'左右时间,做到快速,高效率和准确。据道蒂密封件厂介绍:一般密封件用胶胶料每10滚为一批(航空胶料4滚为一批),每滚作快速试验,项目为:硬度、比重、硫化开始时间(用硫化测定仪绘140℃硫化曲线得),

此外还有40~50%的胶料(包括所有航空胶料)要用孟山都流变仪作硫化曲线,条件为 $180^{\circ}\text{C} \times 6'$,与标准曲线范围进行对比。对一批十滚胶料的每滚取样混合,测定强度和伸长率,并对混合的胶样进行全项性能试验。全项性能由厂部试验室测试,其它性能由与混炼车间在一起的快速试验室进行。易焦烧的胶料,以未加促进剂的母胶形式贮存,由快速试验室取样加硫化剂进行与一般混炼胶相同的检验。母胶在使用前加硫化剂,只作硫化曲线检查硫化开始时间,不再作其它性能试验,就投入生产使用。各厂对混炼胶性能的检验方法大同小异,只是分批方法不同和一些检验项目的差异。混炼过程中除密炼机仪表记录各种参数备查外,有专人检验配合和投料情况。为了检查成品用胶料是否正确,对每批胶件抽样检查比重和微型硬度。

(2) 半成品检查:主要是在调整半成品制造设备(如精密予成型机调整口型,挤出速度,切割速度,切圈机试验切割宽度等)时检查半成品的重量和尺寸,符合要求后进行连续生产,以后则进行抽查,每次检查均进行记录。

(3) 硫化过程的检查:模压硫化过程中,各厂均十分重视对模具的检验,新模具投入生产前,首先按模具图纸检查模具,然后压制样件,对每一模腔的样件均按另件图纸要求检查所有尺寸,断面尺寸由橡胶件切取断面薄片在投影仪上放大检查,记录所有实测结果,连同样件,切的断面薄片及图纸保存备查。如有尺寸不符合图纸要求,由总检验师决定此模具是否可投入生产。各厂大多数平板能自动控制温度和时间,在开始生产各种另件时,有的厂设专人试验硫化温度和时间,按装和试验模具(如需要把模具固定到上下热板,或在固定板上交换模腔块等)。调整硫化的产品经检查员认可后才能开始生产。在生产过程中,检查员定时抽检整模产品,每次检查均记录时间和合格、不合格数量及原因,发现问题随时通知处理。硫化过程中对抽样的检查,主要是检查外观,断面及胶边情况等,为此有的厂在硫化车间也设有投影仪。

(4) 机械去边的检查:经常用切削或磨削保证另件的精密尺寸并去边。同样由专人调整设备,另件检验合格后才开始生产。在生产过程中,操作工人进行经常性的自检,检查员进行巡回抽检,除检查橡胶件外还要检查所用工具。

(6) 成品检查:主要是外观和重要尺寸的检查。一些密封件厂的成品检查部分为一般工业用密封件检查和特殊用(主要是航空用)密封件检查两部分,也有分得更细些。随另件用途不同,检查的严格程度有十分悬殊的差别。道蒂密封件厂把另件分为三类:①关键性的:这种另件的失效会影响人身和整机的安全,如一些航空密封件,汽车刹车皮碗等;②重要的:这种另件的失效会影响设备工作性能;③一般的:失效时无显著影响。随重要性不同,另件检查分为100%检查和抽检两类。抽检的方法大部分是参照英国国防部产品验收方法中的规定进行,对每种另件预先确定可以验收的质量水平(AQL),该水平分0.25 0.40 0.65 1.0 1.5等等,这一数字表示每100件中允许的最高不合格数。如符合AQL 1的一批另件,表明该批另件中的不合格件数不超过1%。根据批量及质量水平要求,确定应该抽检数量以及其中允许的最大不合格数,具体方法可参阅本期有关资料介绍。采用这一抽检方法,可大大减少检验工作量,如对1.0AQL的另件,其批量在3201至10,000件间,只需检验200件,如不合格数不超过10件,则整批另件符合要求。根据产品重要性和生产数量的不同,外观检查方法有运输带检查法(密封件在运输带上从检查员面前通过,只能检查出有显著缺陷的产品),一般观察法和灯光、放大镜下观察法。据介绍,一个运输带检查台(由电磁振动给料器和双层

运输带组成), 两个人看, 每班可检查150,000件, 而灯光放大镜检查随检查人员熟练程度不同, 每班检查1000~2000件。尺寸检查除用一般量具外, 较多的采用投影仪和一些专用设备, 如汽车用刹车皮碗100%检查内外径, 采用带旋转夹具的投影仪, 每班可检查8,000余件, 又如大量生产的小矩形圈, 其厚度检查有一专用设备, 使矩形圈连续地在两个相背旋转的滚上沿轴向通过, 滚距为一端大一端小, 另件从一端走向另一端时, 厚度不合格的均被分出。在油封检验中还采用灯光检查, 唇部开启压力检查, 唇部接触投影检查等方法进行抽检。在外观和尺寸检验中, 一些厂还采取检查员检查后由检查工头进行复核抽检的措施。对一些有特殊要求的另件还进行成品的模拟试验。道蒂密封件厂把所有另件及缺陷均分类编号, 每周用电子计算机处理检验结果, 提出质量报表, 下表列出该厂1974年5月份第一周的质量情况

道蒂密封件厂成品检查部周报 (记录) 1974.5.8

密封件类型	检验总数	不合格率%	允许不合格率%
1、航空用“O”形圈	100,203	23.04	19.0
2、100%检查工业用“O”形圈	2,380	7.4	15.0
3、抽检工业用“O”形圈	200,197	7.8	14.0
4、分厂生产的“O”形圈	2,877,402	0.2	5.0
5、航空用“U”形圈	26,569	0.2	14.0
6、工业用“U”形圈	118,856	9.0	8.0
7、航空用粘合密封圈	87,405	9.1	6.0
8、工业用粘合密封圈	517,897	0.5	6.0
9、航空用另件	31,576	10.6	9.0
10、100%检查工业用另件	66,038	7.8	15.0
11、抽检工业用另件	285,194	4.0	5.0
12、特殊用矩形圈	627,300	0	2.0
13、工业用矩形圈	1,090,831	0.4	2.0
14、航空用金属橡胶件	4,719	7.2	20.0
15、工业用金属橡胶件	69,347	9.0	5.0
16、剪切式复位胶块	695	32.2	10.0
17、薄膜	14,947	9.0	8.0
18、帽形密封件	70,596	12.1	10.0
19、航空用硅橡胶件	10,485	17.3	5.0
20、工业用硅橡胶件	94,450	2.2	5.0
21、航空用氟橡胶件	19,612	9.4	10.0
22、工业用氟橡胶件	18,733	2.4	10.0
23、印刷密封件	41,739	7.0	2.0

除去印刷密封件及分厂生产的“O”形圈, 道蒂密封件总厂成品检查部该周检验总数为3,458,031件, 总不合格率为3.1%。在实际报表中还包含有不合格的件数, 以价格计算的废品损失及不合格率。一些厂的质量检验部门还定期提出书面的质量报告, 并按期召开质量会议。

总的说，在质量检验中重视工艺过程的检查，以防止废品的产生；而在成品检查中则根据另件的工作要求区别对待，同时尽可能采用高效率的检验装备。

四、密封另件的结构

密封另件的结构，包含与之相配合金属件的尺寸，对工作性能有十分重要的影响，结构不正确，甚至在装配时就发生问题。从实践中知道，许多问题是由结构不正确引起的。一个好的结构要保证有良好的工作性能，长的工作寿命；另一方面要保证与之相配合的金属件结构简单，便于加工，装配，维修；同时也要考虑密封件本身的生产，尽量降低成本。英国各密封件厂对结构问题都比较重视。首先是重视密封件结构的研究工作，不断发展新结构，有专人负责进行这方面的工作，有模拟试验室和模具加工力量等必要的物质条件，有一套新结构研究和转产的程序；其次是在生产中重视结构尺寸的控制，从新模具投产时首件的鉴定，到成品尺寸的检查，关键性尺寸控制严格；第三是重视标准化系列化工作，大大促进了生产效率的提高和便于使用方选用；第四是各厂重视对结构的宣传工作，印发专门的技术资料和样本，介绍所生产密封另件结构特点，系列尺寸和与此相配合的金属件尺寸，使生产厂和使用方能衔接；第五，各厂结构相互有专利制约，客观上造成结构形式的多样化，当然也必然形成大量的浪费。

我们看到的结构方面的主要动向是：（1）旋转轴密封中双向动力油封的推广使用，在技术上已经成熟并已进行大批量生产；（2）在高压往复运动密封件中橡胶与塑料的广泛结合，发展了多种橡胶塑料复合密封件；（3）往复密封件结构设计中不仅考虑密封问题，而且综合考虑抗挤出、导向、简化金属件结构等问题，出现了一些双向密封单件柱头（即柱头金属件不需组装）用的新结构密封件；（4）采用一些特殊结构的密封件，如粘合密封圈，印刷密封件等。以下作一些简单的介绍。

（1）流体动力油封的结构

对于油封工作机理的研究表明，油封经过短时间工作后，尖唇部与轴形成一个稳定的接触面，对油的密封，并不是一般想像的那样绝对地不让油道过唇部，而是在唇部和轴的接触面间形成一层油膜，而在空气侧形成一个凸面，由于油的表面张力防止了泄漏。如果由于某种原因（如唇部缺陷，轴的偏心，跳动过大等）引起油继续向外流，则当油滴重量超过表面张力时，就发生泄漏。从实践中还知道，如果轴表面的加工痕迹形成一定方向的螺纹，可能引起大量泄漏，这是由于轴旋转时产生了泵的效应，油从油腔被打出。这从而启发人们设计一种油封结构，利用流体动力原理，把漏出的油反推回油腔。曾经在油封唇部或轴上设计了各种结构。安格斯公司曾研制出一种S.G型螺纹油封（Spiro Seal Type S.G.），具有流体动力效应，曾投入批生产。据介绍，英国的汽车工业曾成功地使用了这种油封，在轴偏心和严重跳动情况下（典型用例如汽车发动机曲轴油封），普通的尖唇油封只能勉强满足要求或不能满足要求。而这种流体动力油封能较好地满足汽车制造的要求。但是这种带螺纹的油封带来一个后果，就是流体动力效应是单向的，轴向一定方向旋转时才起作用。当轴反向旋转时螺纹反而起有害的作用，只能在几分钟内保持密封。这时乘用车辆可以满足要求，但不

适用于其它车辆，此外对装配也带来很大的不便。所以研究双向工作的流体动力油封是近年来油封结构研究中的重要课题。我们见到了几种结构的双向流体动力油封，已正常生产使用。

①道蒂密封件厂的SDR油封，如图1所示。这种结构的主要特点是在尖唇部的空气侧有与唇相切的小园柱体，这种园柱体均匀地分布在园周上（相距约10 mm 左右）。弹簧断面中心线与唇口的距离R取正值，即弹簧偏向唇部的空气侧，这样小园柱体与轴表面接触形成如图2所示的图形和接触应力分布。这些园柱突起就起泵的作用，轴旋转时就能把漏出的油反推回油腔。据介绍，园柱体的长度，即L约为0.75mm，R值为L值的 $\sim 2/3$ ，与唇口相切的园柱体的半径约7.5mm。这些尺寸并不是十分关键的，比较关键的是园柱体与唇部园周相切必需准确，误差应在0.025mm范围内。这种油封已大量生产应用。

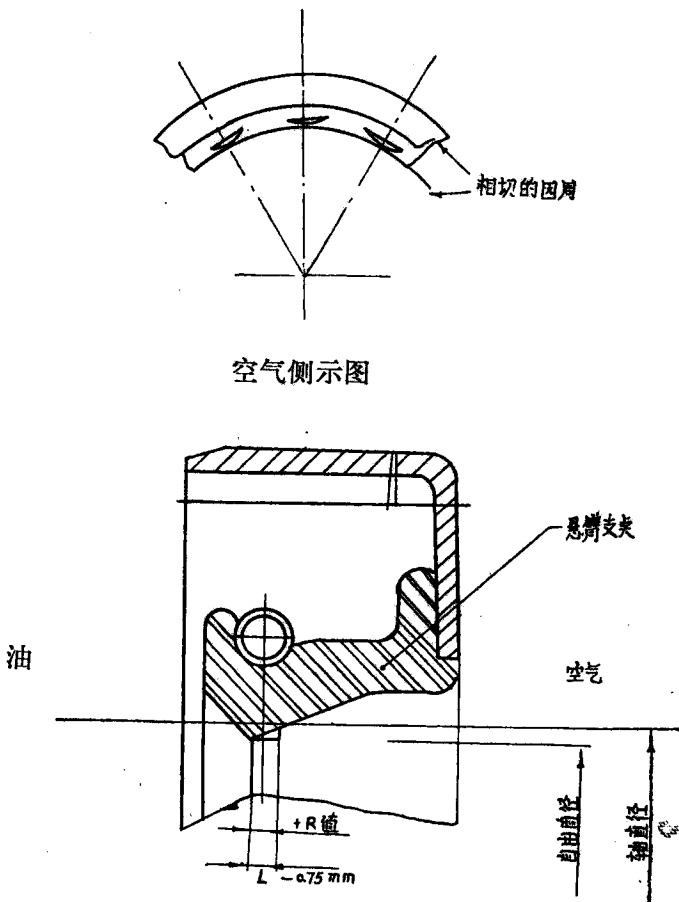


图1 典型的2DR油封断面

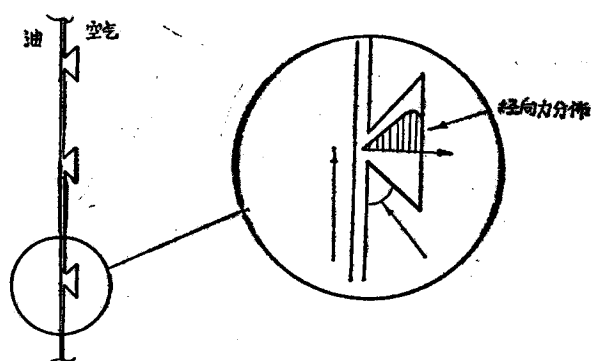


图2 2DR油封唇部与轴接触图形及接触应力分布

②安格斯公司的双向螺纹油封 (Angus Spiroseals DP)。该公司曾发展了单向工作唇口空气侧带螺纹突起的油封。为了解决双向工作问题，该公司把螺纹改成一个个单独的园，与油封轴的垂直面成一微小的角度，当用刀切出尖唇时，与唇口园周相交的每一个园，就形成两个相反方向与唇口相交的凸棱，与轴接触的图形与工作原理如图3所示，起到两个方向旋转都有流体动力效应的作用。安格斯公司已把这种结构油封作为标准公制系列油封成批生产，以代替原来一般结构油封，看来是把原有油封模具略加改造实现的。

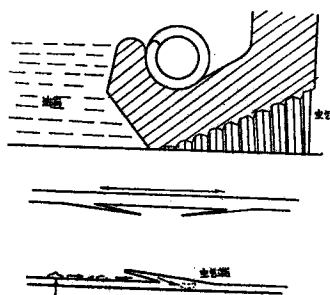


图3 双向螺纹油封唇部与轴接触图形及工作原理示意

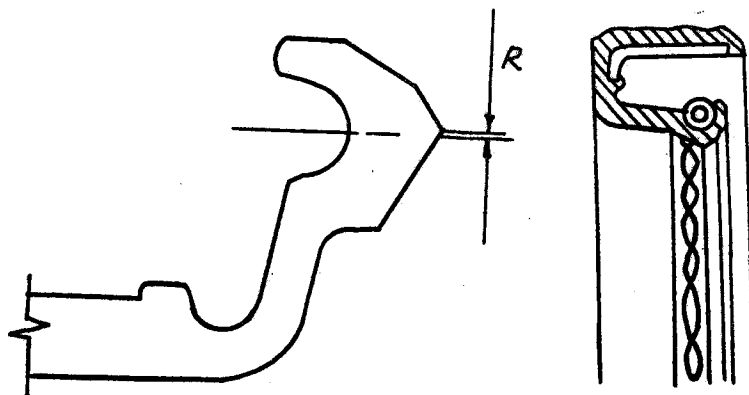


图4 高速双向流体动力油封断面