

内部资料

# 英 国、意 大 利 橡胶工业技术考察报告

化工部西北橡胶工业制品研究所

一九七九年九月

# 前 言

1978年6月至8月，中国化工学会组织了对意大利、英国橡胶密封件和高压胶管生产技术的考察。考察结束后，化工部组织考察小组成员先后在北京、上海、广州、天津、沈阳、杭州、桂林、西安、青岛等地向有关单位汇报了考察情况。按照化工部指示精神，我们把汇报内容作了进一步整理、修改，印发供更多的同志参考。由于我们水平所限以及考察条件的限制，错误和不妥之处难免。如需进一步了解有关情况，请直接与考察组成员联系。参加这次考察的有：张隐西（组长，西北橡胶工业制品研究所），于连惠（石油化工科学研究院），王开刚（沈阳橡胶工业制品研究所），沈运生（沈阳橡胶工业制品研究所），林振炎（桂林橡胶工业设计院），陈钦渭（青岛橡胶六厂），李润林（翻译，西北橡胶工业制品研究所）。

赴英国、意大利橡胶考察小组

1979年5月

# 目 录

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| 前言.....                       | ( i )   |
| 英国、意大利高压胶管和密封另件技术考察报告.....    | ( 1 )   |
| 密封件.....                      | ( 6 )   |
| 高压胶管.....                     | ( 71 )  |
| 中低压胶管和胶带.....                 | ( 93 )  |
| 英国、意大利橡胶工业一些科研和教育机构考察报告 ..... | ( 109 ) |

# 英国、意大利高压胶管和密封 另件技术考察报告

中国化工学会于1978年组织了对英国、意大利高压胶管和密封另件生产技术进行考察。参加考察小组的有石油化工科学研究院、西北橡胶工业制品研究所、沈阳橡胶工业研究所、桂林橡胶工业设计院和青岛橡胶六厂等五个单位七名同志。考察小组于1978年6月21日到8月3日对英国、意大利的高压胶管和密封另件生产、科研情况进行了考察，也参观了一些其它有关单位。总计考察30个单位（意大利11个，英国19个），其中高压胶管厂4个，其它胶管厂3个，密封另件厂7个，汽车配件及胶带厂等6个，有关机械厂4个，研究机关及高等院校6个，意大利的邀请单位是皮雷里集团，英国的邀请单位是液压制造商协会，参加接待的还有英国橡胶制造商协会和中英贸易协会。这是近年来到西欧考察的第一个橡胶工业代表团，所到之处受到了比较热情的接待，各厂特别是大公司都希望与我国建立贸易关系，销售技术装备、产品及生产技术，高等院校和研究单位负责人（均为知名科学家）都表示了发展学术交流，加强个人间直接联系和访问中国的强烈愿望。我们充分利用各种有利条件，争取多了解一些东西。除现场参观，技术座谈外，还利用各种机会索取了一些新产品和新型原材料的样品，工艺过程照片、电影等，还采购了小型仪器。基本上达到了预期的考察目的。对于我们今后如何组织高压胶管和密封另件的生产，采取何种技术路线，应迫切解决那些关键技术问题，引进什么先进技术都有参考意义；同时还了解到一些有关中低压胶管、运输带、三角带、汽车配件等其它橡胶工业制品的生产技术，以及科研单位和高等院校橡胶专业的情况。现将主要考察内容及我们的体会汇报如下，详细的技术报告将分产品另行编写。

## 一、 主要考察内容

在参观的30个单位中，属于皮雷里和邓录普集团的有15个单位。这两个集团在1970年底合并，其规模在欧洲橡胶工业中居首位，都有很大的生产能力和很强的研究发展力量，许多厂的产品有50%以上销售国外，并向苏联、罗马尼亚、南斯拉夫、波兰等国提供了一系列工厂的成套设备和生产技术，日本、西德、美国等资本主义国家也购买他们的一些技术专利，可见这两个集团的生产技术具有一定的代表性。参观的其它工厂也各有特点，有几个工厂属于美国资本。在我们所看到的工厂中，英国和意大利的技术水平相当，英国工厂的规模比意大利大，在内部生产管理方面（指厂内运输、仓库、半成品管理等）意大利要比英国更好些，一些专门技术各有特点。我们与之比较，都有很大的差距，要落后10—15年，密封另件生产工艺的差距可能更大些。他们的主要特点是：

1. 专业化大规模生产 英国和意大利的橡胶制品厂大多数都进行专业化大量生产。我们

参观的四个高压胶管生产厂中产量最大的年产达1100万米，人数最少的也年产450万米（意大利 Itala 厂，309人，包括胶管管头扣压和聚四氟乙烯高压胶管生产），超过我国全国年产量。邓录普集团对高压胶管、中低压胶管、石油和海上用胶管都有专业化生产厂。密封另件厂年产量都在千万件以上，如意大利 Rolf 工厂170人，年产4500万件；英国 Angus 工厂2000人年产2亿余件；道蒂密封件公司四个厂年产25亿件。每个密封件生产厂都有其侧重的密封件品种。专业化生产的好处是便于管理，可以采用先进技术，生产效率高。它是随着生产规模和生产技术的发展逐步形成的。

**2. 工艺路线先进** 给我们很深印象的是国外许多产品生产的工艺路线或方法与我们现采用的不同，这是我们落后的主要表现之一。生产效率、产品质量的稳定性和产品成本在很大程度上决定于采取的工艺路线和方法。国外大长度产品都趋向采用连续生产工艺，一种新的工艺的出现往往淘汰老的工艺方法，引起一系列的变革，大大提高生产效率和降低成本。如国外高压胶管的生产， $\Phi 32\text{mm}$ 以下的均采用软芯法生产和包铅硫化（一般可长达150米）。整个生产过程由软芯包内胶、冷冻编织、包外胶、包铅等连续生产线组成，只有硫化是间歇的。夹布胶管和铠装胶管（吸排胶管）采用40米长硬芯连续缠内胶带、帘线带、钢丝、外胶带及水包布一条线连续成型工艺。棉线增强胶管生产的连续性有达到无芯压出内胶、缠绕、包外胶、包水包布、硫化、非水包布一条线或是软芯包内胶、编织、包外胶、硫化一条线。运输带除用平板硫化外采用了贴合成型，鼓式硫化一条线，钢丝绳运输带有采用钢丝绳经压出机复胶后鼓式硫化的连续生产工艺。胶板、胶毯广泛采用鼓式硫化机连续硫化。汽车门窗密封条采用双机身覆合机头压出（同时压出海绵胶、实心胶并导入钢带骨架）静电植绒，连续热空气硫化或盐浴硫化和裁断一条线。汽车水箱胶管采用内管无芯针织，然后切断套芯连续盐浴硫化新工艺。电梯扶手带由手工成型改革为机械连续成型，目前又改成用钢丝绳增强，直接压出包胶并连续硫化的新工艺。这些新工艺简化了生产过程，减少了中间环节，扩大了工艺过程的连续性和联动化，大大提高了生产效率。三角带采取鼓式成型，成组切割带芯，胶囊硫化工艺。除上述高压胶管和密封另件的生产效率外，其它一些产品的生产效率举例如下：意大利 Treg 工厂，建于1970年，建筑面积3万米<sup>2</sup>，450人，生产中低压胶管，年产 $\Phi 4\sim\Phi 40\text{mm}$ 胶管（无芯编织或缠绕，包铅硫化）2400万米， $\Phi 50\sim 850\text{mm}$ 胶管（40米硬芯连续成型，大口径特种胶管手工成型）130万米，产值2000万美元。意大利 Articoli 工厂共1400人，生产三角带10万根/天（600人），齿形带3万根/天（130~150人），运输带2000米/天（100人），此外有一胶滚车间。混炼车间100人，仓库和维修150人。

**3. 工艺设备先进** 表现为基础工艺设备好，联动性强，专用单机自动化水平等，效率高。如广泛使用冷喂料压出机及其自动连续供料装置，自动连续测厚测直径装置，恒速卷取和自动定中心装置，鼓式硫化机，盐浴硫化槽，硫化平板的温度、压力、时间自动控制等等，这些通用技术的过关和可靠性，构成了各种工艺过程的基础。联动线能适应工艺连续性的要求，各机随动、同步，自动测量和调节都比较好，普遍采用了液压、气动和电子技术。一些专用单机效率很高，如准备模型制品半成品用的精密予成型机1小时准备半成品1万件以上，“O”形圈全自动模压机每小时可出“O”形圈300至400模，以一模16件计，班产量可达约4万件，全自动油封硫化机班产量达4000件以上。自动机械去边机和自动装弹簧机的效率达每小时1000件以上。还正在发展把油封机械去边和装弹簧一起完成的全自动单机。类似的单

机使得年产上亿件密封件的工厂成为可能。在高压胶管生产中，钢丝编织机速度已达到拨齿转速225转/分，比国内现用编织机速度快1倍。

**4.密封另件厂十分重视模具的设计和制造** 各厂都配有设计和制造模具的专门力量，在模具上狠下功夫，认为这是保证密封另件质量和高效率生产的关键所在。模具发展的共同特点是：精密，多模腔，与主机配合好（自动推出，顶出另件等），最近还特别重视薄胶边或无胶边模具的制造。

**5.仓库管理、半成品存放、厂内运输和包装机械化自动化水平高** 这方面意大利皮雷里集团的工厂表现尤为突出。该集团普遍推广了原材料、胶料、帘布卷、金属件、模具、成品等的高架贮存，主要的设备为专门的插车，由该集团所属机械厂制造。高架贮存，充分利用了空间，占地小容量大，机械化水平高，最先进的可做到管理人员在控制台上对指定架位存入或取出货物，并输送到指定地点。皮雷里的都灵汽车配件厂可做到把胶料从贮存库自动送到全厂指定的6个使用点。许多工厂对产品的打标记和包装采用了专用机械。

**6.重视产品质量、成品试验和为用户服务** 各厂都有完整的质量检验体系和制度，如邓录普的液压胶管部的质量控制手册厚达107页。检查人员一般约占全厂总人数的1/10。除原材料和工艺过程控制外，十分重视成品性能试验。各厂都有比较完善的模拟试验手段。如邓录普高压胶管厂有10台脉冲试验台，漂浮输油管有专门的水池综合模拟试验装置，密封件厂有各种模拟试验台，皮雷里集团的三角带和齿形带厂有试验机上百台，试验时用电视监视，还有三台不同型号的汽车发动机在室内试验三角带和齿形带。各厂都有成套产品样本，一方面是宣传推销商品，另一方面也有利于用户挑选产品，熟悉产品性能和使用方法。有的厂还配有应用工程师和专门的小组为用户服务。

**7.重视劳动保护** 一方面为了保护工作人员的健康，另一方面也为了提高劳动生产效率。大部分工厂通风良好，工作环境较好，胶管厂从工艺上革除了浆子和溶剂，编织机加消音罩，大大降低了车间内的噪音（据介绍英国政府用法律规定了允许的噪音量）。

**8.工人操作熟练，管理人员熟悉业务，内部管理集中统一，迅速灵敏。** 我们看到工人的操作紧张，技术熟练，效率高。一些不是技术部门的负责人，如总经理、销售经理等对生产技术比较熟悉，能够回答我们提出的技术问题。皮雷里集团杂品部的研究发展部仅100余人，但研究的新产品、新工艺课题很多，成果推广快，没有集团内部有效的统一协调是不可能做到的。

**9.十分重视经济效益** 各厂或研究部门在购买新设备、新仪器或采取其它措施时都以其产生的经济效益（即能否赚钱）为转移。对于不同批量的产品采取不同机械化自动化程度的生产工艺。虽然在技术上没有困难，各厂仍保留有不少老设备，进行适当改造，有些产品仍是手工操作；相反如能取得经济效益，则立即采取措施。工厂研究部门对研究项目的重视程度也取决于经济效益。如皮雷里集团杂品研究部在介绍了许多有意义的项目后，认为其中汽车座垫生产工艺的改革课题最为重要，因为这是极大量的产品，能带来很大利润。

**10.重视研究发展工作和新技术的引进** 总的看形成了以工厂研究发展部、大集团的研究中心、行业性的研究所以及高等院校四部分组成的研究体系。针对各自的研究内容和任务，都具有良好的研究手段。工厂的研究发展部以改进本厂产品、发展新产品和研究专用新工艺为主；集团的研究中心和行业性研究所则研究带有共同性的技术问题和具有开创性的新

产品新工艺，也进行一些基础研究，并且接受各工厂提出的研究课题；高等院校的研究则侧重于基础研究，也作一些应用研究。这四种力量相互结合，相互补充（除一般交往外，往往以合同作为联系形式），属于专列、合同性新技术在研究过程中则相互封锁，到适当时候才公开。总的说，研究内容着重于发展新产品、新工艺和新设备。新产品一方面是用新材料、新结构提高现有产品质量或适应新的工艺要求，另一方面是开辟橡胶制品新的使用领域。新工艺、新设备的研究则导致许多制品生产工艺的根本改变。如皮雷里杂品研究中心在研究的橡胶水坝防海潮，橡胶浮筒防波，汽车座垫的一次成型新工艺等，还有MRPRA对于橡胶作建筑物的抗地震破坏支承垫的研究等等，一旦获得成功，其效果将十分显著。各厂虽然十分重视研究发展工作，但也重视新技术的引进。一种形式是购进新的工艺设备，如高压胶管厂都采用了美国洛克威尔的高速编织机和缠绕机，此外也引进别的公司的专利，如邓录普Angus密封件厂就引进西德专利生产机械密封件，集团内部各厂间也相互采用新技术。

11. 学会技术活动活跃 英国的塑料橡胶学会，常设机构仅20人，其主要任务有三：培训和考核人材，组织考试，授以学位；出版技术刊物和技术资料；组织国际国内学术交流，每年要进行约200次学术交流会。

## 二、几点建议

我国高压胶管和密封另件生产，虽然有了相当的发展，但是产量和质量远远不能满足各部门发展的需要。这两种产品的使用面十分广泛，渗透到国民经济各部门，进一步迅速发展高压胶管和密封另件的生产具有重要意义。根据这次技术考察了解的情况，我们提出下列建议：

1. 按专业化原则组织生产 目前我国大多数橡胶厂生产品种杂，生产量小。建议有计划有步骤地改变这种状况，进行必要的调整，确定各厂专业化方向，加强专业化程度。

2. 建设专业化样板厂 选择条件好的老厂进行改建和新建，用最先进技术武装，进行专业化大批量生产。高压胶管厂要采用软芯冷冻和无芯法连续生产，包铅硫化。密封另件厂要在有先进的半自动和自动单机，有自己的模具和专用设备设计及制造力量，并且具有配套塑料件生产能力。这样一方面迅速形成大的生产能力，另一方面能促进专业化的发展。

3. 组织有关生产厂、机械制造厂和研究设计单位攻关，切实解决一批关键生产技术和工艺装备。对于高压胶管生产的主要问题是，无芯法生产胶管的尺寸稳定性问题，软芯制造工艺，软芯冷冻法生产胶管工艺的定型，包铅硫化，连续硫化新工艺，包内胶和包外胶压出联动线（包括冷喂料压出机及喂料装置，直径的自动测量等），高速编织机、缠绕机及缠绕胶管生产工艺，新型合股机及脉冲试验台的定型，编织和缠绕设备的消音等。对于密封另件生产的主要问题是，半成品准备用精密予成型机，高效硫化平板及注压机，金属件及弹簧的自动冲制和缠绕，金属管架表面处理联动线，夹布另件用半成品的机械成型，冷冻去边机和高效机械去边机等，然后进一步解决“O”形圈和油封的自动生产技术，以及某些特殊密封件的专用生产工艺。只要能解决十多种工艺装备，掌握相应的生产工艺，就可以大大提高我们的生产技术水平。此外要进行密封另件用胶料、结构及成品试验方法的研究，加强标准化系列化工作。

4. **解决好模具生产技术和组织问题** 当前如果能把模具问题迅速解决,也可使密封另件质量迅速提高,产量成倍增长。如果模具问题不能解决,其它问题即使解决也不能收到应有的效果。要解决的模具制造技术主要是:精密、多模腔、与主机的配合(自动推出和顶出等)以及薄胶边或无胶边。模具生产组织上也要走专业化道路,逐步废止由使用方设计和自带模具的做法,而要在密封另件专业化生产厂配备模具设计和制造力量,同时建设专业化模具厂制造模具及密封另件用非标准设备。

5. **建议引进一批先进的单机和生产线**,在引进同时派遣有关工艺人员及机械和模具设计制造人员出国实习、验收,以便迅速形成生产能力,并作为仿制或研制的借鉴。

6. **目前在高压胶管、特别是密封另件生产的规划方面**,存在军民结合和各部之间的协调问题,希望有关领导部门统一解决。

7. **我们这次技术考察的重点是高压胶管和密封另件**,也了解了一些国外中低压胶管、三角带、运输带、汽车配件等制品的生产技术情况,发现在所用原材料、结构,特别是生产工艺上有许多值得借鉴的地方。建议能及早采用一些新的工艺路线,如吸排胶管的连续成型,三角带芯的鼓式成型和成组切割,胶囊硫化,车辆密封条的连续盐浴硫化,运输带的贴合和鼓式硫化联动线等等。

8. **随着高压胶管等橡胶工业制品生产的迅速发展**,要尽早考虑配套原材料问题,除橡胶及助剂外,主要是安排镀铜钢丝及合成纤维材料的生产。一些新工艺的采用有赖于新型材料的解决。

9. **建议与国外的学校、研究机关、学会建立以学会名义的联系以及人员间的直接接触**,以便迅速了解国外技术动向,为我国所用。

10. **要技贸结合**,单纯的技术考察受到种种限制,要结合贸易进行技术考察。此外可充分利用学会的渠道,进行技术交流和考察。

# 密 封 件

1978年6月20日至8月5日,中国化工学会考察组对英国和意大利的部分橡胶工业制品生产技术进行了考察,共参观了30个单位,其中有密封件生产厂7个。现就密封件生产技术考察所见,分几个问题汇报如下。

## 一、概 况

(一) 参观的7个密封件厂,生产组织上有以下特点:

1. **专业化程度高** 专业化生产的主要原则是产品生产工艺或用途的相似性。在7个工厂中有5个以生产密封件为主,只有两个工厂还生产多量的其它产品。密封件生产专业化分工中有两个值得注意的特点:一是各密封件厂的生产有其侧重的品种,中小厂表现尤为突出,如伍德维尔公司以生产轴承密封件和板式换热器密封件为主,詹姆斯·沃克和霍尔·霍尔公司以生产夹布密封件为主,而道蒂密封件厂不生产夹布制品,生产结构上以橡胶与塑料复合为特长的制品;专业化生产中另一特点是大厂还组织一些分厂,生产单一品种的大批量产品,如道蒂密封件公司有专门生产“O”圈的分厂和生产带金属骨架密封件的分厂。此外,一些公司不仅生产橡胶密封件,也生产其它材料的密封件,如塑料密封件、机械密封件、金属密封件等。

2. **产量大** 在参观的工厂中以职工人数而言,大中小都有,小的仅一百余人,中等的数百人近千人,大的近两千人。但由于专业化强,产量都比较大,从数千万件到数亿件不等。

3. **配套性好** 大部分密封件厂自己生产密封件配套用的塑料件、油封用的金属骨架、弹簧等,向使用方提供成套可直接使用的密封件。同时,各厂有生产密封件必需的模具设计和加工力量,即使是一百余人的小厂也自己设计加工模具。

4. **重视密封件结构和生产工艺的研究**

(二) 参观的7个工厂的概况如下:

1. **罗尔夫公司 (Rolf Spa)**, 属皮雷里集团。厂址在意大利米兰,建于1970年,当时投资为100万英镑。产品分三大类:(1)带金属骨架油封,年产1400万件,(2)“O”圈,年产3000万件,(3)Y型圈,防尘圈等密封件400万件,总产量4700万件。全厂170人(其中检查人员15人,模具加工10人,去边30人)。该厂自己冲制油封用金属骨架,但胶料由皮雷里集团其它厂供给,本厂只炼少量特殊的胶料。该厂蒸汽由两台高压锅炉供给,平时(白班)用一台3吨锅炉运行,包括水处理及分析由一人值班,夜班则由另一台全自动800kg/小时锅炉供汽,无人值班。该厂是我们参观中最小的一个工厂,但生产效率很高。

2. **霍尔·霍尔公司 (Hall & Hall Lt)**。总部工厂在伦敦附近的汉普顿 (Hampton),另有一新厂在苏格兰的East Kilbride。全公司雇有600~700人,厂房面积33,500米<sup>2</sup>。总厂400余人,生产夹布液压密封件,如V型圈、蕾型圈、鼓型圈,纯胶密封件及与塑料复

合密封件,夹布薄膜及纯胶压出制品等。苏格兰的新厂,约200余人,专门生产大批量的夹布密封件蓄形圈和鼓形圈,周产15万件。整个公司总产值650万英镑/年,其中60%为液压密封件。

**3. 乔治·安格斯公司** (Angus fluid Seal division) 属邓录普集团。在纽卡索附近的 Wallsend, 厂房面积5万余平方米, 占地250亩, 全厂约2000人, 年产2亿5千万件, 是世界上最大的密封件生产厂之一。产品品种很多, 以金属骨架油封为特长, 还生产“O”圈, 各种液压和气动密封件、防尘圈、夹布薄膜以及机械密封件(采用西德专利); 另外, 还生产金属骨架、弹簧、模具、油封试验台及径向力测定仪; 还研制密封件生产专用工艺设备, 如自动模压硫化机、机械去边机、装弹簧机等, (研制成的设备由邓录普集团机械厂成批生产)。其密封件生产专利技术售至日本、美国、西德等。

**4. 艾罗奎普公司** (Aeroquip(Uk)Lt) 卡地夫工厂。该厂在威尔斯首府卡地府市, 属美国集团, 有850人, 生产两大类产品, 高压胶管和油封, 其中高压胶管年产360万米, 油封年产4000万件, 包括大量硅橡胶和氟橡胶油封、皮革油封, 还生产机械密封件(水泵密封件)。本厂生产金属骨架, 有专门维修模具的工段。

**5. 道蒂密封件公司** (Dowty Seals Limited)。我们参观了公司总部的 Ashchurch 工厂。在英国还有 Newtown 和 Milford Haven 分厂, 在马耳他有一马耳他橡胶公司, 在 Cheltenham 还有一塑料厂。据介绍总部工厂有1000人, 生产航空, 矿山及工业用批量不大的另件以及印刷密封件, 周产250万件, 同时还给国内两个分厂供应混炼胶; Newtown 分厂170人, 专门生产“O”圈及粘合密封件; Milford Haven 工厂250人, 生产油封、带金属骨架密封件及汽车用密封件; 马耳他橡胶公司有1000余人, 主要生产大批量的“O”圈及其它密封件。道蒂密封件公司生产品种很多, 主要是精密密封件, 如“O”圈、油封、矩形圈、粘合密封件、同轴密封件、印刷密封件、U形圈、防尘圈、橡胶聚四氟乙烯或其它塑料复合密封件等等, 年产25亿件, 其中“O”圈15亿件。与1974年参观情况比较, 总部工厂生产大批量“O”圈及粘合密封件的设备均已搬至专业化生产的分厂。

**6. 伍德维尔橡胶公司** (Woodville Rubber Company Limited)。在英国的特伦特河畔伯顿, 是美国伽洛克 (Garlock) 集团的子公司。全厂600余人, 除生产橡胶密封件外, 还生产声学工业(唱机, 录音机等) 配套用橡胶件(如传动带、磨擦轮、每周20万件, 橡胶垫板等) 及一些特殊橡胶制品。橡胶密封件主要是轴承密封件(每周250~350万件) 和板式换热器密封件, 还生产水泵和洗衣机用机械密封、伐杆密封, 减震器密封等, 总产量约达450万件/周, 耗胶量为35吨/周。

**7. 詹姆斯·沃克公司** (James Walker & Co. Ltd) 狮子工厂。在伦敦附近沃京, 雇用约2000人, 在英格兰西北部有一分厂, 雇用约300人。该公司生产各种材料制的密封件, 如橡胶石棉密封件、塑料密封件, 石棉盘根, 石棉金属密封件, 金属密封件以及橡胶密封件, 在美国与澳大利亚也有生产厂。其橡胶密封件生产部分约有700人, 年产4000吨制品, 主要生产夹布密封件, 品种很多, 大型制品多, 供钢铁、船舶、重型机械、化工等各部门应用。

## 二、密封件的品种和结构

(一) 密封另件的应用十分广泛。作为一种配件, 它是随着其它部门的发展而迅速发展起

来的。现代交通运输（汽车、火车、飞机、船舶）、农业（拖拉机及各种农业机械）、化工（泵、管道、容器及各种化工设备）、矿山、煤炭、石油（各种工程机械、液压支架、钻机）钢铁、机械制造、国防乃至生活（洗衣机、打火机、煤气管路等）各方面都需要大量的密封件。据资料报导，30年代的一辆小汽车只用几十件橡胶制品，而到七十年代，一辆小汽车用300~500件以上的橡胶制品，一架现代大型飞机需用约10,000件橡胶制品，而现代大型船舶则需用数万件橡胶制品，其中密封制品占很大比重。国外密封另件生产在品种结构方面有以下特点：

1. 品种规格多以适应各方面的需要 据邓录普的安格斯公司介绍，该厂用200多种胶料生产49,000余种产品。仅170人的罗尔夫公司介绍有3000付模具，考虑到一种模具可以用几种胶料压制另件，则生产的产品种数也很可观。

2. 标准化系列化强 特别是常用的密封件，如“O”圈、油封以及常用的往复密封件，许多厂都成系列大量生产，供用户选用。如道蒂密封件公司按英国英制、公制标准，美国标准，法国、瑞士、德国公制标准等各国标准生产“O”圈，有2700种规格供用户选用。最小的内径0.74mm，断面直径1.02mm到最大的内径500mm。安格斯公司生产的油封，属公制和英制标准系列的有233种，非标准系列1033种，共计1266种，轴径从6~430mm，这还不包括一些特殊结构和用途的油封，如轧钢机专用的油封直径达 $\Phi 1220\text{mm}$ 。艾罗奎普公司生产各种结构和不同尺寸的油封3782种，其中推荐优先选用的为750种。又如较小的罗尔夫公司，生产油封786种规格，“O”圈320种规格。其它形式的密封件也都成系列生产。

3. 不断改进密封件的结构以发展新品种 简化生产工艺，降低成本，改进密封另件质量，适应新的使用要求。如橡胶塑料复合结构密封件和动力油封已经大批生产，得到了广泛应用。

（二）密封另件的结构繁多，国内已经作了许多工作，对国外情况也作了不少介绍<sup>(1-3)</sup>。在此不可能作全面介绍，就考察所见，针对我们国内情况，认为有一定参考价值的有关密封件结构情况，介绍如下：

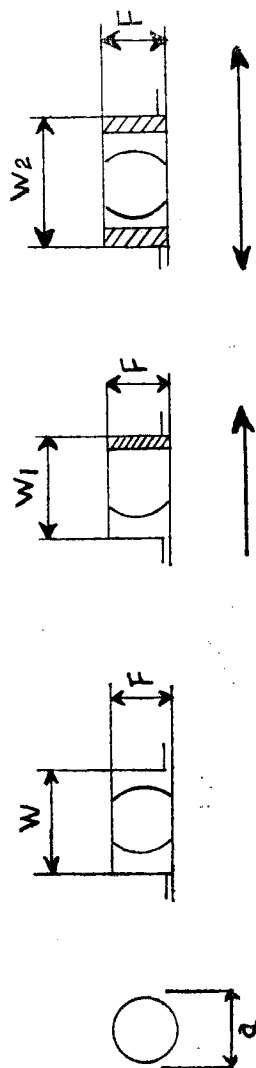
### 1 “O”圈

“O”圈是使用最广泛的密封件，结构形式成熟，标准化系列化程度很高。道蒂密封件公司年产15亿件“O”圈。该公司所用工业标准及配合尺寸归纳于表1和表2<sup>(4-5)</sup>。“O”圈的选择方法如下：2，4和5型使用场合，在“O”圈标准系列中选择“A”等于“C”的“O”圈，如果没有完全相等直径的“O”圈，则选择“A”比“C”小的第一个“O”圈；1和3型使用场合，选择 $A+2a$ 等于“D”的“O”圈，如果没有完全符合的直径，则选择 $A+2a$ 比“D”大的第一个“O”圈。如果A与“C”， $A+2a$ 与“D”的差别大于“A”的3%。则应当选用非标准“O”圈。安格斯公司（GACO）生产的公制“O”圈一些参数如表3、4、5所示<sup>(6)</sup>。氟橡胶“O”圈的内径公差为一般标准规定的两倍。大的“O”圈可用压出胶绳围接，断面公差为 $\pm 0.2$ 。道蒂密封件公司模压长胶绳粘接制大“O”圈，断面公差可达到或接近“O”圈标准规定公差要求。

表1. 各国“O”圈标准采用的断面尺寸

| 标 准 名 称              | 断 面 尺 寸                                                                                                                     |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 国际标准<br>英国英制标准<br>美国 | $1.78 \pm 0.08$ , $2.62 \pm 0.08$ , $3.53 \pm 0.10$<br>$5.34 \pm 0.13$ , $6.99 \pm 0.15$                                    |
| 法国公制标准               | $1.9 \pm 0.08$ , $2.70 \pm 0.08$ , $3.60 \pm 0.10$ ,<br>$5.33 \pm 0.13$ , $6.99 \pm 0.15$                                   |
| 英国公制标准<br>瑞士公制标准     | $1.60 \pm 0.08$ , $2.40 \pm 0.08$ , $3.00 \pm 0.1$<br>$5.7 \pm 0.12$ (英), $8.4 \pm 0.15$<br>$\pm 0.13$ ,                    |
| 西德公制标准               | $1.50 \pm 0.08$ , $2.00 \pm 0.08$ , $2.50 \pm 0.08$<br>$3.00 \pm 0.1$ , $3.50 \pm 0.1$ , $4.00 \pm 0.12$<br>$5.00 \pm 0.12$ |

表2. 各种断面“O”圈在不同使用形式中的配合尺寸(1型和3型)



| a        | F         | W         | F         | W <sub>1</sub> | F         | W <sub>2</sub> | R 最大 | X 最大 |
|----------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|----------------|------|------|
| * D 1.50 | 1.23/1.26 | 2.30/2.50 |           |                |           |                | 0.20 | 0.12 |
| * D 1.60 | 1.31/1.35 | 2.40/2.60 |           |                |           |                | 0.50 | 0.12 |
| S 1.60   | 1.18/1.25 | 2.30/2.50 |           |                |           |                | 0.50 | 0.12 |
| D 1.78   | 1.46/1.52 | 2.40/2.60 | 1.47/1.52 | 4.10/4.23      | 1.47/1.52 | 6.10/6.23      | 0.80 | 0.12 |
| * D 2.00 | 1.64/1.72 | 2.70/2.90 | 1.68/1.72 | 4.10/4.30      | 1.68/1.72 | 5.50/5.70      | 0.50 | 0.12 |
| D 2.40   | 1.97/2.09 | 3.20/3.40 | 2.01/2.09 | 4.60/4.80      | 2.01/2.09 | 6.00/6.20      | 0.50 | 0.12 |
| S 2.40   | 1.84/1.97 | 3.10/3.30 |           |                |           |                | 0.50 | 0.12 |
| * D 2.50 | 2.06/2.19 | 3.40/3.60 | 2.12/2.19 | 4.80/5.00      | 2.12/2.19 | 6.20/6.40      | 1.00 | 0.13 |
| D 2.62   | 2.20/2.30 | 3.17/3.37 | 2.26/2.30 | 4.60/4.73      | 2.26/2.30 | 6.50/6.63      | 0.80 | 0.15 |
| D 3.00   | 2.50/2.65 | 4.00/4.20 | 2.57/2.65 | 5.40/5.60      | 2.57/2.65 | 6.80/7.00      | 1.00 | 0.15 |
| S 3.00   | 2.35/2.50 | 3.70/3.90 |           |                |           |                | 1.00 | 0.15 |
| * D 3.50 | 2.94/3.11 | 4.70/4.90 | 3.01/3.11 | 6.10/6.30      | 3.01/3.11 | 7.50/7.70      | 1.00 | 0.16 |
| D 3.53   | 3.02/3.12 | 4.30/4.50 | 3.04/3.12 | 5.50/5.63      | 3.04/3.12 | 7.40/7.53      | 0.90 | 0.16 |
| * D 4.00 | 3.40/3.57 | 5.30/5.50 | 3.47/3.57 | 6.70/6.90      | 3.47/3.57 | 8.10/8.30      | 1.00 | 0.16 |
| * D 5.00 | 4.30/4.52 | 6.60/6.80 | 4.42/4.52 | 8.40/8.60      | 4.42/4.52 | 10.20/10.40    | 1.00 | 0.17 |

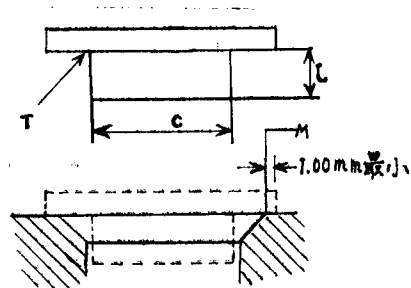
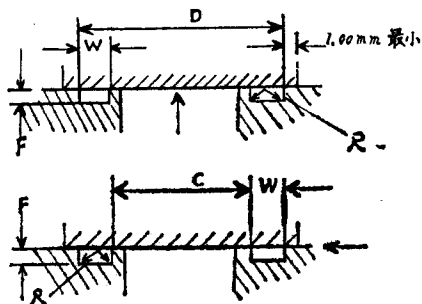
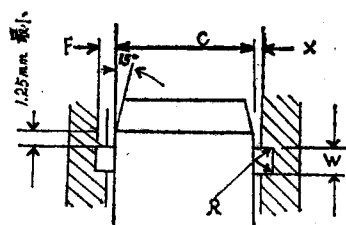
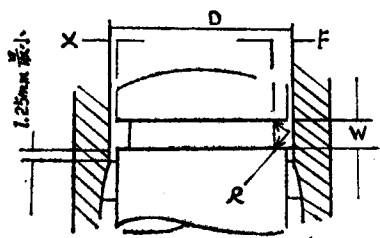
|        |           |             |           |             |           |             |      |      |
|--------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|------|------|
| D 5.34 | 4.66/4.77 | 6.35/6.55   | 4.69/4.77 | 7.60/7.73   | 4.69/4.77 | 10.20/10.33 | 0.90 | 0.18 |
| D 5.70 | 4.95/5.18 | 7.50/7.70   | 5.08/5.18 | 9.30/9.50   | 5.08/5.18 | 11.10/11.30 | 1.00 | 0.18 |
| S 5.70 | 4.70/4.95 | 6.40/6.60   |           |             |           |             | 1.00 | 0.18 |
| D 6.99 | 6.00/6.12 | 8.65/8.85   | 6.05/6.12 | 10.05/10.18 | 6.05/6.12 | 13.50/13.63 | 0.90 | 0.18 |
| D 8.40 | 7.50/7.75 | 11.00/11.20 | 7.63/7.75 | 13.20/13.40 | 7.63/7.75 | 15.40/15.60 | 1.00 | 0.20 |
| S 8.40 | 7.20/7.50 | 9.00/9.20   |           |             |           |             | 1.00 | 0.20 |

D—动态, S—静态

\* 这些沟槽尺寸不属于任何国家标准或国际标准, 但是在一般采用的基础设计参数范围内。

表2(续, 2, 4和5型)

| a      | F         | W           | M           | L最小   | 2和4型<br>“T”半<br>径最大 | 5 型<br>“T”半<br>径最大 |
|--------|-----------|-------------|-------------|-------|---------------------|--------------------|
| * 1.50 | 1.00/1.05 | 2.25/2.55   | 2.08/2.20   | 3.80  |                     | 0.75               |
| 1.60   | 1.08/1.13 | 2.36/2.66   | 2.20/2.32   | 4.00  |                     | 0.80               |
| 1.78   | 1.28/1.37 | 2.54/2.84   | 2.41/2.54   | 4.80  |                     | 0.80               |
| * 2.00 | 1.35/1.45 | 2.89/3.19   | 2.76/2.88   | 4.60  |                     | 1.10               |
| 2.40   | 1.70/1.80 | 3.45/3.75   | 3.30/3.42   | 5.00  |                     | 1.30               |
| * 2.50 | 1.78/1.88 | 3.38/3.68   | 3.44/3.56   | 5.25  |                     | 1.40               |
| 2.62   | 1.90/2.03 | 3.60/3.90   | 4.00/4.13   | 6.35  | 0.90                | 1.00               |
| 3.00   | 2.20/2.30 | 4.00/4.30   | 4.15/4.26   | 6.00  |                     | 1.70               |
| * 3.50 | 2.60/2.70 | 4.50/4.80   | 4.81/4.93   | 6.80  |                     | 1.90               |
| 3.53   | 2.54/2.80 | 4.80/5.10   | 5.00/5.13   | 8.00  | 0.90                | 1.50               |
| * 4.00 | 3.00/3.10 | 5.10/5.40   | 5.51/5.63   | 7.40  |                     | 2.20               |
| * 5.00 | 3.80/3.90 | 6.23/6.53   | 6.86/6.98   | 8.90  |                     | 2.70               |
| 5.34   | 4.19/4.45 | 7.10/7.40   | 7.50/7.63   | 11.00 | 0.90                | 2.30               |
| 5.70   | 4.40/4.50 | 7.00/7.30   | 7.80/7.92   | 10.00 |                     | 3.00               |
| 6.99   | 5.60/5.85 | 8.90/9.20   | 10.00/10.13 | 15.00 | 0.90                | 2.50               |
| 8.40   | 6.60/6.70 | 10.00/10.30 | 11.50/11.62 | 14.00 |                     | 4.00               |



## 2. 油封

油封是另一种广泛使用的密封件,它通常由橡胶部分、金属壳体及弹簧圈组成,用于旋转轴的密封。由于金属环的位置不同,断面形状和尺寸的不同,是否带有付唇等,可以有多种多样的形式。此外橡胶与金属可以是粘结的,也可以是装配式的<sup>(7,8,9)</sup>。

表3. G A C O 公制 “O” 圈的一些设计参数(mm)

| “O”圈断面   | 径 向 压 缩 密 封 |             |      | 轴向压缩密封      |
|----------|-------------|-------------|------|-------------|
|          | 允许最大径向间隙    | “O”圈断面最小压缩量 |      | “O”圈断面最小压缩量 |
|          |             | 静           | 动    |             |
| 1.6±0.08 | 0.12        | 0.27        |      | 0.22        |
| 2.4±0.08 | 0.12        | 0.35        | 0.23 | 0.52        |
| 3.0±0.10 | 0.15        | 0.40        | 0.25 | 0.60        |
| 5.7±0.12 | 0.18        | 0.63        | 0.40 | 1.08        |
| 8.4±0.15 | 0.20        | 0.75        | 0.55 | 1.55        |

表4. G A C O “O” 圈生产内径公差

| “O”圈内径, mm | 公差mm  |
|------------|-------|
| 0—10       | ±0.15 |
| >10—18     | ±0.20 |
| >18—30     | ±0.25 |
| >30—50     | ±0.3  |
| >50—80     | ±0.4  |
| >80—120    | ±0.5  |
| >120—180   | ±0.6  |
| >180—250   | ±0.8  |
| >250—300   | ±1.0  |
| >300—400   | ±1.5  |
| >400—500   | ±2.0  |

表5. G A C O 压出 “O” 圈断面公差

| 公 制 (mm)                             |
|--------------------------------------|
| 1.6, 2.4, 3.0, 5.7, 8.4, ±0.2        |
| 英 制 (吋)                              |
| .070, .103, .139, .210, .275, ±0.008 |

近十多年来流体动力油封得到了迅速的发展,这种油封的特点是在工作中具有流体动力效应,能把漏出的油返回油腔。流体动力油封的工作原理就是一般螺杆泵的工作原理,在油封唇部接触空气的一端表面有某种花纹,从而使唇与轴表面的接触不仅形成一平滑的接触带,而且产生与接触带成一定角度的接触分枝区,在轴高速旋转时造成一定的泵吸作用,把漏到空气端的油返回油腔。流体动力油封结构的产生和发展是大量试验工作的结果<sup>(10,11,12)</sup>。最早是观察到转轴表面的刻痕(轴加工的纹路或损伤)的流体动力效应,从而产生了在油封表面特意制成一定形状的花纹,以造成可防止泄漏的动力效应的思想。从实际应用上来说,1960年左右,一些运动赛车的曲轴后油封,由于轴的高速旋转,轴的震动偏心及高温,普通油封满足不了要求,促进了流体动力油封的发展。曲轴后油封的工作条件如图1所示<sup>(11)</sup>。目前,国外流体动力油封已大批生产,我们参观过的几个工厂生产的动力油封情况如表6所示。这些动力油封大部分取得了样品,安格斯公司的单向动力油封为螺旋沟槽,双向动力油封表面相似,实际为同轴心圆的沟槽,而不是螺旋,其断面和接触花纹如图2所示<sup>(11)</sup>。该公司试验的双向动力油封的效果如下:

试验条件

|     |               |       |         |
|-----|---------------|-------|---------|
| 轴直径 | 1 1/8"        | 3"    | 5 1/16" |
| 轴偏心 | 无和.020" T I R |       |         |
| 轴速度 | 3,000         | 2,000 | 1200转/分 |

表6. 几个工厂生产的流体动力油封类型

| 生产厂名称   | 单 向                          | 双 向                                                             |
|---------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 安格斯公司   | Spiroseal SG 螺旋沟槽油封(小角度多头螺纹) | (1) Spiroseal DP 双向沟槽油封(小角度同轴园沟槽);<br>(2) Spiroseal TG 与唇相切的园突棱 |
| 罗尔夫公司   | 与唇口成约45°角的突斜, 间距很小           | (1) 与安格斯公司(1)相同;<br>(2) 正研究一种新的双向油封                             |
| 艾罗奎普公司  | 与唇口成约30°角的螺旋线突棱, 间距较大        | 几条波纹曲线                                                          |
| 道蒂密封件公司 |                              | 唇口有园柱状突起, 英国专利Pat No 1287416                                    |