

旋转活塞发动机

1

1974

陕西省农业机械研究所
西安地区内燃机科技情报站
西安东风车辆厂

毛主席语录

洋为中用。

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸取进步的外国文化，以为发展中国文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。

目 录

1. 从转子发动机看日本情报工作 (1)
2. 转子发动机汽车的历史、现状与前景 (5)
3. 日本东洋工业公司改进转子发动机生产 (32)
4. 日本东洋工业公司的历史现状和特点 (35)
5. 欧美转子发动机发展动向 (52)
6. 用合成金刚石磨轮加工转子发动机零件 (53)
7. 欧洲转子机公司 — Comotor (54)
8. 第二代转子发动机 (57)
9. 往复转子混合发动机 — 沙里希轨道式 (61)
10. 转子压缩机 (64)
11. 阿尼达因转子发动机的进展 (66)
12. 沙里希轨道式转子发动机开始行车试验 (67)
13. 新型 Ryenco 旋转发动机 (68)
14. 一种新型没有活塞的旋转发动机 (71)
15. 用氟化物作润滑剂的自润滑材料 (72)
16. 转子发动机的改进 (73)
17. 自润滑复合材料 (73)
18. 刮片的陶瓷材料 (74)
19. 转子机刮片 (77)
20. 浸渍铝的炭刮片 (79)
21. 铝 — 硅 — 炭素滑动摩擦材料的制造 (85)
22. 铝 — 铜 — 炭素滑动摩擦材料的制造法 (89)

23、降低转子机汽油耗之途径	(91)
24、国外热处理消息	(93)
25、使钢、铸铁表面硬化的新方法	(96)
26、低温耐磨处理新方法	(96)
27、耐磨的低摩擦性钴基合金	(97)
28、内燃机活塞用的铝合金	(98)
29、能与软氮化相竞争的离子氮化法的问世	(100)
30、国外出版新书及会议消息	(112)

国外科技动态

增刊 第十一 期

中国科学技术情报研究所编

1973.8.30

从转子发动机看日本情报工作

——日本是怎样搞科技情报的材料之一

转子发动机是五十年代汽车工业的一项重要发明。六十年代初期，日本得到西德开始研制转子发动机的消息后，紧上跟踪西德转子技术，无孔不入地猎取西德的情报，终于在一九六四年抢先西德前面试制成功，并于一九六七年成批生产。下面就受百情的经过。

一、从一封信中猎到“右发性情报”

一九六〇年一月一日，东洋汽车公司经理松田恒次收到战前在日本工作过的一个法国人伏尔斯塔的一封信。信中这么两句：“你对一种划时代发动机感兴趣吗，希望我们共同技术协作。”松田对“划时代发动机”比较敏感。意识到新型发动机对汽车工业的发展具有战略意义，但苦于无法知道这个“划时代发动机”是指的什么。

二、从文献调查中寻求“确凿情报”

日本组织一批人翻阅西德近年出版的报纸杂志，他们相仿多么保密的东西，也总可以在公开文献中找到蛛丝马迹。后来，终于在一九五九年十二月九日的西德报纸上发现“内克苏姆汽车公司研制成功转子发动机”的消息，证实所谓“划时代发动机”就

是一九五三年西德汪克尔发明的转子发动机。经研究，转子发动机与一般发动机原理虽然相同，但结构不同，因此它具有一般发动机所没有的长处：

1. 动力消耗少。转子发动机是回转运动，没有活塞上下往复的动力消耗。
2. 结构简单。活动零件少，只是一般发动机零件的三分之一或一半。
3. 体积小，重量轻。同样马力，可减重量或体积的一半。
4. 振动小，噪声低。起动力矩平稳，能适应高速行驶的需要。
5. 空气污染物少。氮氧化物只是一般发动机的一半。
6. 成本低，可降低成本百分之二十到四十。

这些长处吸引了日本人，决心进行一次只有四成把握的冒险，与西德争夺专利。

三、研制中搞“技术摸底”

日本人分析了一九五九年十二月九日的报纸和一九六〇年一月一日的报章之后，断定西德人已取得很大成就，但在技术上还难以克服的困难。于是，日本通过“技术摸底”，搞到了西德转子发动机基本结构的情报，开始了转子发动机的初步设计。

这时，日本人认为恰西德国队的时机成熟了，企望通过国队进行一次技术侦察。不久，西德国队表示“我们对此态度消极”，日本人意识到这是西德的一次“封门”举动，当时向西德提出技术协作要求的外国公司已有一百个之多。

四、两次政察取回重大“成功”

一九六〇年五月二十一日，松田廿人拜访了即将回国述职的大使哈斯，请他代问内克苏姆公司的转子发动机“有何长处，以便协作”。一个月后，西德答复：“希望来人面谈”。

于是，日本着手到西德技术政察的准备工作。为了保证这次政察的“成功”，日本企业与日本政府进行种种磋商，当时的首相池田勇人与原首相吉田茂都参与策划，并指示驻西德大使武内作好“准备”，同时让住友银行的堀田以无任所大使身份到西德为这次政察进行安排。池田亲自指示驻西德使馆：政察责任者以“旅行者”身份出现，要给予最大协助。出国前，政察团收拜吉田茂与日法协会会长吉桥龟太郎的兼毛笺。这一系列“准备活动”

对改装工作顺利进行起了重要作用。

一九六〇年九月三十日，日本组织了以汽车公司经理、设计处长、情报调查室主任廿五人的政察团到达西德，第一天参观转子发动机试验室，发现实验台上运转着的转子发动机上直立着的转子始终不倒，尤其在试乘转子发动机汽车时，发现起动加速十分平稳舒服，日本人十分震惊。日本这时候下决心引进这项尚未成熟的技术，回国后把它转成投产。但在技术协作座谈会上西德提出了日本转子发动机汽车不能进入欧美市场的先决条件。日本认为在亚州推销轿车是没有出路的，坚持面向“世界市场”，于是“技术协作”告吹，但日本以高价买了一个不到二百马力的样机，终于以取得实物情报的胜利达到了预期目的。

为了弄清西德不能投产的原因，日本又以“进修”为名，派出了第二个政察团。在政察“进修”期间进行多次探询，西德都以“还有些问题，但很快能得以解决”来搪塞。但日本在几天之内就传遍了这个秘密，即发动机在起动后不久由于外壳里面发生震痕（波状磨耗），使效率急剧下降而不能使用，这个致命缺点使西德不敢投产。日本为得到这个“绝密情报”而高兴。一九六一年七月“出色”完成了这次政察任务。

五、密切注视国内外“技术情况”

完成这两次政察之后，集中了“精锐力量”四十七人（平均年龄二十五岁），组成“转子发动机开发委员会”，以西德情报为基础开始研制工作。经过二十二天紧张工作，在十一月二十五日完成自制第一台转子发动机。但经二百十时的运转之后，由于外壳内壁发生震痕，镀层脱落，试验宣告失败。日本为了解决这个问题采取孤注一掷的办法，把全部研制人员“集宿”，日夜干，除食、寝以外的任何空闲，其中包括塑料、玻璃纤维、陶瓷在内的一切可能应用的材料都试验过了，甚至用牛骨作材料的方案也试过，但都没有成功，毁坏了五千台转子发动机，进行五百次设计，作了五万十时的试验，没有渡过外壳震痕难关，在这进退两难的时刻，一九六四年秋天，注视着国内外技术动态的情报部门在报纸上看到一条消息，即日本三菱公司研制成一种比石墨硬度高十倍的柔性石墨新产品，而且具有润滑、熔点高和不出震痕的长处。转子发动机的研制人员，受这个情报启发在一九六四年十一月研制成功新型密封片，经每分钟五千转的六百七十六小时连续长时间试验，运转十分正常，这相当于一辆汽车跑了十万公里了。

事故，达到了可以投产的水平。这使日本人的转子发动机突破最后一道技术难关，挤到十年前就占据转子王位的西法前面。

一九五八年八月，在十一国共五十九辆名牌汽车马拉松比赛中，日本的转子汽车在不足三百五十米的山谷陡坡坎坷不平的山路上连续急行八十四小时，在大半汽车发生事故的行驶中，日本转子汽车到达终点，名列第一。

一九七二年，日本生产转子汽车二十四万辆，是西法的二十四倍，占世界总产量的百分之九十六。汽车王国的美国却成为日本转子汽车的最大买主。

(根据日本“东洋工业世界的独立宣言”一书
资料摘编)

转子发动机汽车的历史、现状与前景

前 言

世界上第一台转子发动机是西德的工程师汪克尔博士于1957年设计成功的，因此转子发动机又称为汪克尔发动机。五年后，西德的NSU公司开始大批生产，1963年制造了第一辆转子发动机汽车“NSU快車”(NSU-Spacer)。由于转子发动机结构紧凑、体积小、重量轻、排气干净、成本低等，与普通的往复式活塞发动机比较具有更多优点，因此受到资本主义国家许多汽车公司的重视。1958年以来转子发动机技术迅速在各国扩散，到1971年为止，已有七个国家的21家公司买了专利，并投入大量人力和物力进行研究和试制。但目前只有西德NSU公司和日本的东洋工业公司两家成批生产转子发动机汽车，共六种车型，1972年的产量超过25万辆，其中东洋工业生产了24万辆。东洋工业公司在研制转子发动机过程中，花了大笔金钱，从研制到成批生产总共花了六年多的时间，取得了较大成绩。是资本主义世界冒险成功的一个暴发户。

尽管近几年来转子发动机汽车的生产增长速度很快，但在资本主义国家生产的汽车中所占的比例还不到1%。

当前影响转子发动机汽车迅速发展的因素很多，其中最主要的原因是由于生产的批量不大，因而生产成本暂时还比

较迟。在技术方面，由于前一时期的转子发动机的关键问题——密封的可靠性和耐久性没有得到很好解决，因此在一定程度上阻碍了转子发动机汽车的增长速度。随着各大汽车公司对密封材料进行了大量的研制工作，密封的技术问题现已基本上得到解决。

一九七〇年世界上最大的汽车公司——美国通用汽车公司以极大的代价购买了NSU公司的转子发动机专利，这对今后转子发动机汽车的广泛发展，将有巨大的影响。该公司一九七三年将开始成批生产转子发动机轿车，计划一九七五年转子发动机的产量一举达到50~60万台。在通用汽车公司的影响下，美国的福特、日本的丰田、日产和西德的戴姆勒—本茨汽车公司正以更快的步伐进行研制，这些公司的转子发动机轿车亦将在一九七三年内在市场上出现。NSU公司和东洋工业公司正在扩大生产。随着生产批量的增大，成本将会进一步降低。

据美国《纽约时报》一九七二年八月二十七日报导，到一九八〇年美国生产的轿车预计有50%将采用转子发动机，某些美国学者估计还要高，认为将达到75~95%。

转子发动机的基本原理与优点

汽车技术的发展经历了复杂和漫长的道路。汽车工业从采用蒸汽机开始，后来改为采用汽油发动机和柴油发动机。这是汽车动力的两次革命。转子发动机的出现是汽车工业的又一次技术革命，使汽车制造业进入了一个新的主要发展阶

段。

转子发动机的工作原理与一般的活塞发动机并无根本性的区别，燃料的热能为机械能也是通过进气、压缩、点火、燃烧、膨胀和排气来实现的。但是转子发动机的结构与活塞发动机则完全不同，并有许多优点。

转子发动机同活塞发动机的主要区别，就是没有在汽缸中进行往复运动的活塞，也没有曲柄连杆机构。在转子发动机中，用发动机的外壳来代替普通活塞发动机的汽缸体，外壳的内表面是一个双弧曲面，叫做外壳摆线曲面（或叫型面）。转子是一个曲线的三角形，把外壳的内表面分成三个独立的空间（工作腔），转子起着活塞的作用，因此转子在某种意义上来说是一个旋转的活塞。所以转子发动机又叫做旋转活塞发动机。一个三角形转子可以代替活塞发动机的三个活塞。三个独立的空间则相当于活塞发动机的三个燃烧室。随着转子的旋转，每个空间的容积不断发生变化。转子每转一转，三个独立的空间都同时完成一个四冲程（进气、压缩、工作行程和排气）循环，所以采用一个转子的转子发动机就相当于一个四冲程的三缸活塞发动机。这就是为什么转子发动机比活塞发动机的结构紧凑、体积小和重量轻的原因。转子发动机的原理见图1。

转子发动机比活塞发动机有以下几个主要优点：

结构紧凑、体积小、重量轻；在工作参数（功率、效率、耗油量）相同时，转子发动机的体积只有活塞发动机的三分之一到三分之一。转子发动机每马力的重量只有0.3~0.9公斤，而活塞发动机每马力的重量为1~1.5公斤。

(图略)

表1 转子发动机工作优缺点

零件少：转子发动机的零件平均比活塞发动机少40~50%。这样就可以大大提高零件加工和整机装配的自动化水平。同时，由于转子发动机没有往复运动零件和曲柄连杆机构，因此工作平稳，振动比较小，噪音低。例如195马力标准8缸活塞发动机有388个运动零件，而美国研制的185马力双转子发动机的运动零件只有154个。

排气干净：转子发动机排出的含氮化合物比较少，只有活塞发动机的二分之一。最初由于密封技术不够完善，排出的二氧化碳和碳氢化合物含量比较多，但比较容易解决。现在随着密封技术的不断完善和燃烧室的改进，这两种有害物质的含量已大大减少。特别是近几年来转子发动机可以采用不加铅的低辛烷值汽油作燃料，从而进一步减少了对空气的污染。这也是资本主义各国汽车公司对转子发动机感兴趣的

一个很重要的原因。

起得快、速度快：东洋工业公司的“宇宙”1100 转子发动机轿车从 0~100 公里/小时的加速时间只有 10.9 秒，最高时速可达 200 公里。在 1972 年日本举办的赛车比赛中，转子发动机汽车取得了优异成绩，从而使转子发动机汽车的身价大增。

成本低：由于转子发动机的零件少、重量轻，可以节约大量金属材料 and 加工工时，降低生产成本。根据东洋工业公司的资料，转子发动机的生产成本只有活塞发动机成本的 79%，可降低成本 21%，见表 1。

表 1 转子发动机和活塞发动机的成本比较 (美元)

	转子发动机 A (115 马力)	活塞发动机 B (100 马力)	$\frac{A}{B}$ (%)
设备和工具折旧	80.0	87.0	92
材料	50.0	70.0	71
工资	17.5	25.0	70
杂项开支	31.0	44.0	70
合 计	178.5	226.0	79

在整车生产成本中，发动机占 20%。因此采用转子发动机可使整车成本降低 4%。

现将美国通用汽车公司研制的转子发动机和雪佛兰“307”型 8 缸活塞发动机的技术经济指标比较如下：

	转子发动机	3佛兰“307”型 8缸 活塞发动机
功率(马力)	150	130
重量(公斤)	115	209
另件数(件)	698	1,103
运动另件数(件)	154	388
工作容积(毫升)	194	812
长(厘米)	53.3	76.2
宽(厘米)	55.9	71.1
高(厘米)	54.6	78.7
最大功率转速(马力/转/分)	150/6,000	130/4,000
最大扭矩(公斤-米/转/分)	125/4,000	230/2,400
每马力重量(公斤)	0.76	1.60
每马力成本(美元)	1.8~2.2	3

从以上比较可以看出，转子发动机比活塞发动机的重量轻45%，体积小三分之一，另件少37%（其中运动另件少60%），成本低27~40%。

转子发动机技术的扩散

1957年由汪克尔工程师设计、NSU公司制造的第一台转子发动机样机，引起了工业界的极大兴趣。1958年，美国克蒂斯-莱特飞机公司以200万美元的代价，第一个从NSU公司取得了在美国生产和销售转子发动机的权利。到1966年，

有12家公司买了NSU公司的转子发动机专利。其中较大的公司有日本的东洋工业、英国的帕金斯、西德的戴姆勒—本茨和英国的罗尔斯—罗伊斯。

在签订的每一项专利的协议中，都有下列规定：①转子发动机的型式——柴油或汽化回发动机；②采用转子发动机的设备种类——轿车或卡车、二轮运输设备等；③生产转子发动机的最大功率范围。此外，在这一时期内签订的大多数协议中，还对采用转子发动机的设备的销售地区进行限制。例如，1961年7月东洋工业公司同NSU公司签订的专利协议*中规定：只准向东南亚各国出售200马力以下的转子发动机轿车（1968年取消了销售地区的限制）。

购买NSU公司的转子发动机的专利，除了支付一笔现金外，以后还要从转子发动机汽车销售额中进行提成。据NSU公司的一位代表证实，1960~1966年期间购买的专利，支付的现金在2.5~50万美元之间，并从销售额中提成4~7%。

1967年西法和日本开始成批生产汪克尔转子发动机汽车，并在资本主义国家市场上出售。同年，法国的雷诺汽车公司由于同NSU公司签订了一项关于在转子发动机汽车的设计、生产和销售方面进行合作的合同，从而取得了转子发动机汽车的生产 and 销售权。1969年意大利的菲亚特汽车公司控制了雷诺汽车公司的大部分资本，因此也间接地掌握了这方面的最新成就。

1969年西法的伏克斯瓦根汽车公司购买了NSU公司的股

* 协议期间为十年，1971年1月双方决定在无条件下将协议期限延长十年。

票控制额，并将NSU公司与其分公司“汽车联合设计室”合并，成立了“Audi-NSU联合汽车”公司，NSU公司同意合并的条件是：它将获得新公司出售转子发动机专利利润的70%。

日本东洋工业公司在生产和销售转子发动机汽车方面取得了显著成绩。在其影响下，日本最大的两家汽车公司——丰田和日产也采取了一系列步骤。1970年日产汽车公司从Audi-NSU公司购买了转子发动机的生产和销售专利，条件是一次付款250万美元，并从转子发动机销售额中提成4~5%。1971年5月丰田汽车公司以6亿日元（约合167万美元）买了专利。在购买专利的协议中特别规定：未经Audi-NSU公司同意，丰田汽车公司不得把本公司在改进结构和工艺过程方面所制订的技术文件和工艺文件转让给第三方。在购买专利的协议中列入这样的限制条款，这还是第一次。

1971年日本的铃木汽车公司也取得了生产摩托车用的转子发动机专利权，条件是付款27万美元，并从销售额中提成5%。

1970年11月，美国通用汽车公司以5,000万美元的破格代价，从克蒂斯-莱特飞机公司、Audi-NSU公司和汪克尔设计室购买了转子发动机的制造权，这对加强转子发动机的地位和推动转子发动机汽车的迅速发展具有重大的影响。该公司购买专利的范围极广，除了供飞机用的转子发动机外，包括各种陆地运输设备用的各类转子发动机。在支付的5,000万美元中，克蒂斯-莱特公司将获得2,300万美元（占46%），汪克尔设计室——1,080万美元（占21.6%），Audi-NSU公司——1,620万美元（占32.4%）。到1971年通用汽车公司已支

付1,500万美元，其余将在1975年底以前付清（1972年，1973年和1974年每年支付1,000万美元，1975年支付500万美元）。根据签订的协议，通用汽车公司不仅可以在美国，而且可以在其国外的分公司（包括在西德的奥贝尔和在美国的伏克斯康公司）生产所有陆地运输设备用的转子发动机。

通用汽车公司以如此高昂的代价购买转子发动机的专利，一方面说明该公司对转子发动机的发展前途十分重视，另一方面则是出于垄断利润的目的。其他公司购买专利所化的代价虽小，但对自己研究成功的新技术的利益不能垄断，因为还要从生产的每一台转子发动机销售额中支付百分之几的提成费；通用汽车公司虽然暂时所付出的代价很大，由于今后不需要从转子发动机的销售额中支付提成费，就可以独享该公司自己发明的新技术所带来的利益，从资本家的长远利益出发是合算的，因为所化的代价不会超过销售额的提成费。通用汽车公司研制转子发动机的主要着眼点是降低生产成本，该公司曾明确宣称：五年内，如果达不到降低生产成本这一预期目的，将随时中断研制工作，并不再继续付款。

1971年美国福特汽车公司在西德的子公司——福特公司也购买了转子发动机专利，化了800万西德马克（约合219万美元）。协议中规定：只准在西德本土内生产，但在协议的头两年内可以把转子发动机的生产扩大到其他国家。

从1958年到1971年，总共有七个国家的21家公司购买了汪克尔转子发动机的专利，购买专利的年份、公司及专利范围见表2。

在美国通用汽车公司的影响下，购买转子发动机专利的