

第7章

FD3/64 涡轮发动机制作指导

7.1 前言

我已经按照这部分描述的方法根据图纸制作了发动机的所有部件，而且它们都经过了飞行测试。我建议你制作自己的发动机之前仔细阅读这部分内容。使用的技术和方法已经是尽可能的减小了复杂性和困难度的。我没有试过使用适合大批量商品生产的方法。如果你想要修改设计或制造方法，使它更合适你，那么你要记住你所做的任何设计、制作方法或是材料的选择都可能导致整个系统的失败。

而且你不可能不用车床制作出转子和机壳部件。机床必须有以下设备：放射式的可调节的卡盘，能够旋转、滑动和调节角度的托盘。攻丝功能很有用但是不是必备的。车床应足够的大以便于能够住或旋转最大的部件。在这个项目中就是机壳，它的直径是 130mm。

某些部件必须有很高的制作精度，但我已经不依靠昂贵的测量工具来达到这个目的。在下边的介绍中，“前”或“前部”指发动机压缩涡轮的进气口。“尾”或“尾部”指喷气口。

7.2 Constructing the components

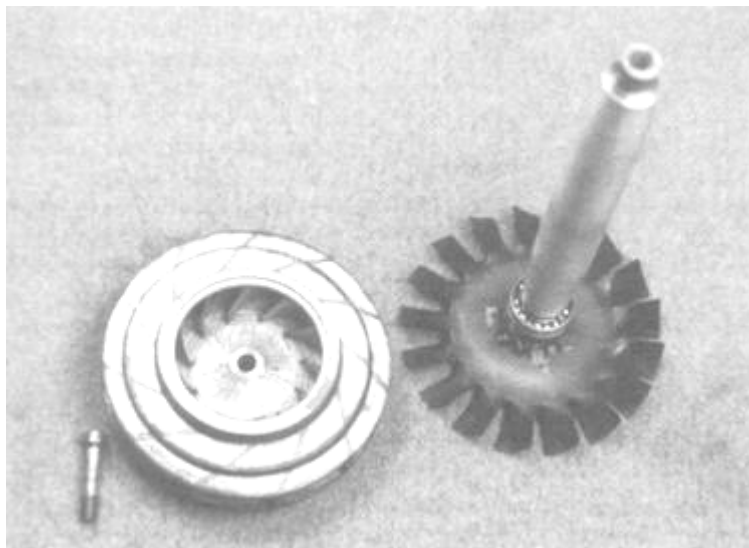
制作与安装

7.2.1 The rotor system

转动系统

转动系统由轴与压气机轮与透平涡轮组成

两轮子要在轴加工完成后才能做，这过程中你要用到卡尺与千分尺，以保证精度。



转动系统见上图，由轴与涡轮组成。

7.2.1.1 The shaft

轴

轴包括轴杆与两个轴承，切一根直径为14.5mm的杆，留0.5mm的余量，在上面钻一个10mm的孔，与攻一个m6的螺纹，以装轴承，注意在车制过程中，要保持轴杆均匀，必须在加工中用刻度盘反复检测。

固定连接由一个M6的螺纹拧入带有与一个10mm直径的阶梯的孔组成。由于轴与螺栓是公差配合，因些螺栓测量实际的直径的基础加0.01mm。将轴车至所需要的直径，并倒角。试着用中等力量的将螺栓拧入轴中，如果不能完全配合好，小心地车小它的直径。在安压缩轮部位的前轴部分钻3.2mm的孔，用来攻m4的螺纹。

车两滚珠轴承座圈轴颈时直径先留约0.5mm的过量，车好m6的螺栓用来装透平轮，两头螺栓装好后。将末端装有透平涡轮毛坯的轴工件，装在卡盘根部，另一头用活顶尖确定中心。(With both bearing spigots screwed to the central shaft, clamp the (uncompleted) turbine end of the workpiece in the chuck, and locate the other end on the live centre.)

如下步骤非常重要，关系到整个系统的正常运行。先将两端车出锥形角，然后将轴中间部分车至直径为14mm。然后车轴承座圈颈，直径约留0.01mm的过量。轴承应该与轴颈是轻压配合，可以通过在卡盘上打磨轴颈来达到目的，用刻度盘表反复检查中心线。攻好m4与m6螺纹，即告完成。

你也可以用一整根钢来做轴，直径在14-12mm,都可不会影响强度。。

7.2.1.2 The compressor wheel

压缩涡轮

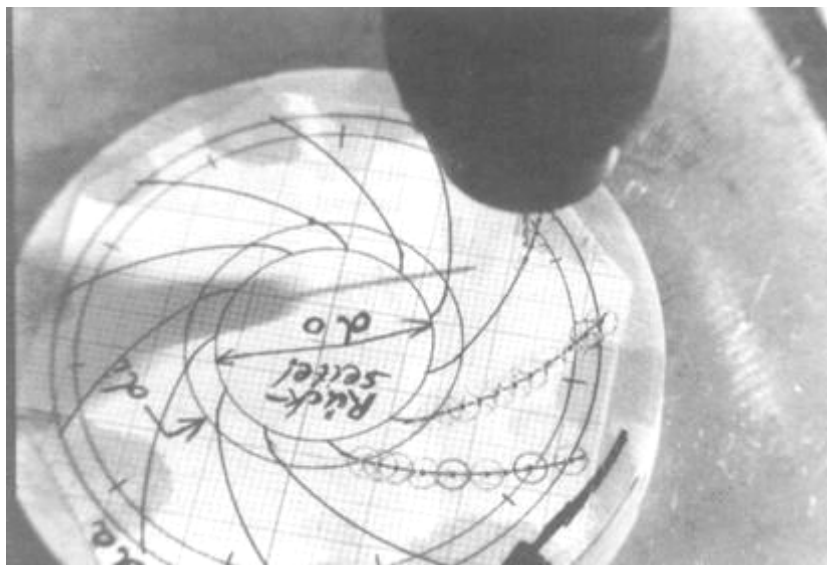
这是最难的一部分加工，有插图表示加工过程。你要一个手持式电磨钻与一个精密的转速达6000转的台钻，你的车床卡盘要能调至直径50mm。

空首先用6mm厚的夹板，做直径80mm的前后盖，打孔后，装上轴，确保轮子安轴的中心线上，保证前后板边缘在一条垂直线上，按图在上面画一个直径50mm的圆，

第一步：是作好压缩轮盘根的衬套，以安在以下用到的毛坯盘上，有一点重要的提醒是，它上面公称直径为8mm的圆孔，是轻压配合在8mm的轴颈上的以及它的10mm直径的圆边要确保压缩轮是完全在轴的中心。

先不要将前衬套打磨到最后的形状，这一步要等到两个衬套都 粘在毛坯盘上时。

用6mm航空层板割出两外径为80mm的圆，中央打出10mm的孔。同样的料割一个直径的50mm的圆板用在盖板上。



标记出叶片分布的内圆与外圆，钻出叶片的定位孔，前后盖板贴在一起，要一次下去钻透两块板，

2.切出叶缝

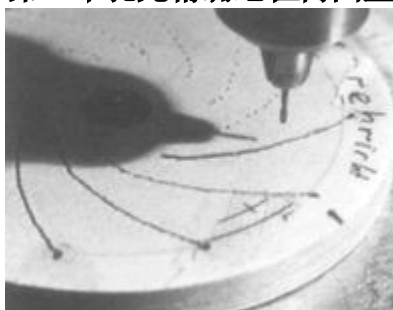
在料板上标好叶片圆弧的中心线，简单的办法是在纸做模板画出线后粘在料板上。

注意：贴的面不同旋转的方向会相反！！因此你必须画好模板镜象图的。

将圆分成11等分，每等分为32.72度，你可以从用量角器从，32.5， 65.5， 98度一直画下去。

将两块80mm料板合在一起，有少量木工胶水粘一些小木条在圆外边缘固定好，用铅笔标好两板的相对位置点。

第一个孔先精确地在内圆直径32mm处钻直径1mm的孔，,穿过两块板，然后每隔2mm一直钻下去，到越过边圆直径66mm处2mm，不要钻到外面80mm处。从内圆26mm的地方。

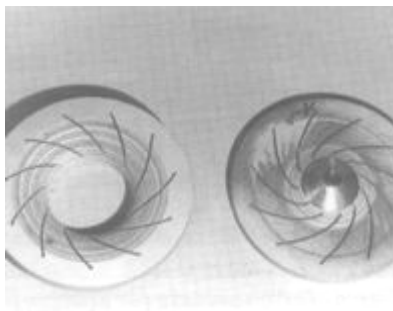


分开两块板，只在一其中的一块底板上，从26mm到32mm钻1mm孔，用线锯沿这一系列的孔锯开。切记不要锯到80mm边圆的地方。

3.给圆盘装上衬套

这时可以用胶水在圆上粘上加工好的衬套，这必须是滑动配合，用耐热环氧树脂胶固定，粘之前注意清理孔与粗糙面，不要用得太多胶水。装上螺丝，按原来标好的位对齐，并加一个螺母将两板轻轻的固定。树脂用120度温度来处理，然后冷却，待胶水干后，你可紧上螺母，装在车床上对好中心，车出衬套的最终弧形面。以及车好后盖板里面直径64mm内弧阶梯。用的砂轮打磨好金属衬套与木板之间的过度弧线放射约直径17mm，在这地方实际加工了出来弧线半径对压气机来说不是至关重要，但一定要光滑与连接不要有晃动。

用木工白乳胶粘一个50mm的圆在前盖板，注意粘之前要让木板的纹理错开。待胶水干后，用车床卡住50mm的圆板，前盖板内面的形装按图车好。并开一个33mm直径的中心孔在前盖板上。



图为

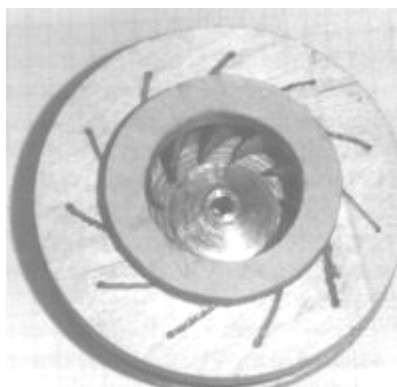
图为胶好衬套与车好内弧面的底板
以及粘好50mm盖板后车好里面弧线的前盖板

c

对于盖板来说，0.5mm精度是非常重要的。

3.准备叶片，叶片只要割成它们如图的形状就可，三层山毛榉夹板来说是一个好的选择，它将近0.88mm的厚，刚好有一定的厚度余量。注意它们的纹理要平行与旋转方向。按图用0.88mm的山毛榉木加工好叶片，并注意不要尝试其他的不结实的木来作。 ，

二. 叶片与前后盖板的安装。



要领是两块板的中心要对齐。把两盖板装在轴上，在车床上夹紧轴，拧上底盘，精确地胶三个6.5mm厚的支撑在盖板边圆，间隔120度。先不要将叶片涂上胶水，挨着三个支撑将三个叶片插进开好的缝中，并检查两板的标记，是否对齐.所用叶片插好后，检查叶片是否稳固，，轻轻的车床活顶针，检查两块板的中心，偏离不能超过0.1mm,调好后，用木工白胶，涂在所有的叶缝中。所有的工作通过前面50mm盖

板的孔来进行。 图为胶好叶片的三块板的集合。

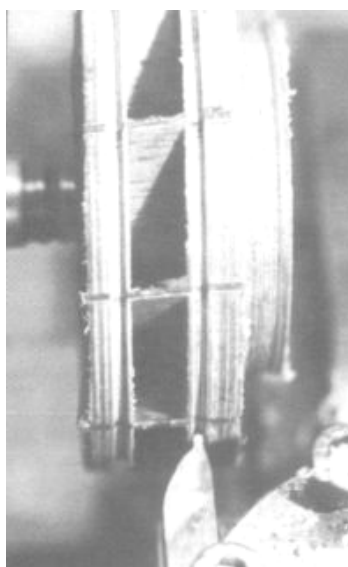
Reinforcing the compressor wheel

加强压缩轮

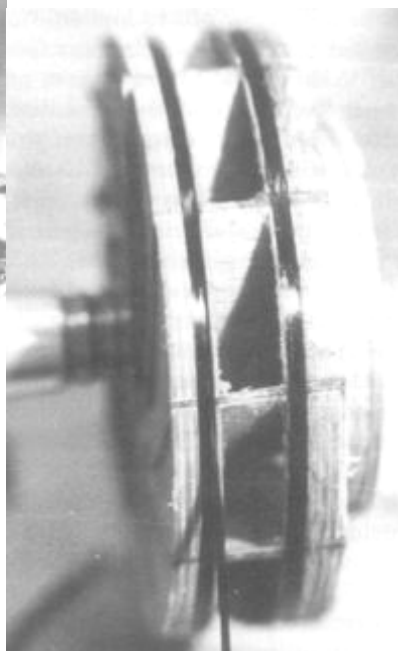
将轮子固定在轴上，装在车床上车至最后的外径，

加强是靠绕三环碳纤在每一块板的边上。要用到环氧树脂来固定，也可用最常见的木工白胶。最主要是让碳纤维能紧密的绕好。

不要用玻璃纤维与尼龙等来代替碳纤，因为它们的伸展性不强，在涡轮工作时强离心力作用下会拉断，使涡轮损坏。缠好碳纤维很重要，因此，事先要先练一下在另一个木头上，并测试强度。。不要有打结现象。夹在车床上绕时，每一圈都 要拉紧。绕好后用胶浸透粘好，用放大镜检查是否都 已浸透。如果不行可能是胶的牌号不适当。



我物需要的厚度。用利刀缠在一起与打结。将轮子将线头用一点粘，让胶水



现在开始讲解如何加强

先用细而利的车刀车出槽，然后用细砂轮打磨光滑，下一步是准备好碳纤维纱线，你可以从模型店买到。由于线由5股组成，面积有1mm²，你要把他拆开，以达到切好纤维头，避免纤维装在卡盘上，用手转动，一直将线头粘半圈，当

线头固定好后，每转一圈点一点胶水，直至完全绕好，粘好尾部，干几小时后，绕另一个加强圈。你可以绕一个干后做破坏性实验，放大镜看截面否胶都分布均匀，如果有大面积不均，说明胶不合用。环氧树脂显然很适合。快干胶渗透性好，用起来也不错。经过加强的轮可以在90000转速下而不损坏。

小窍门:在后盖的阶梯车小一点，然后胶一个比阶梯大4mm的圈。

完成压缩涡轮

所有的步骤完成后，拆点临时的夹板，将叶轮车至最后的所需的形状，用最后用过的胶水，涂刷一遍所有的缝隙，并用砂纸打光，尤其是叶片边。将入口处叶片的边，用一个很小的电磨削尖并磨光后用胶水涂好表面，叶片与盖板过渡部分不要加工，很小心的用车床，切掉叶轮出口外多余的夹板部分，车叶轮时千万别碰坏叶片，与碳纤加强部分，完美的形状是，碳纤加强圈与叶轮内表面隔很薄的一层木，用细砂纸打磨。



最后的过程是车出进气口，过进口的内形状要同进气喉很好的配合，在进气喉管没做好之前先不车，你要等所有的内部部件安好与前壳盖做好后才能进行。

具体过程是，先打出入口使进气喉可以很紧密的配合好，当所有的转子系统与其他部件按安好后，对好中心，这时你才可以慢慢的以0.2mm直径与深度扩大进气口，加工好后表面要浸粘处理打磨。

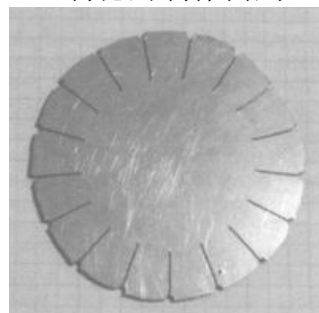
叶轮动平衡测试。

当以上所有的过程都完成后，连轴承一起拆出叶轮。外圈用大母指与食指按住，用一个风扇或压缩空气吹动叶轮至转速10000左右。用食指感觉振动。如果感觉太大，说明不平衡。这时用一小块一平方cm左右的胶布贴在轮盖板的任何位置上。再测，手感振动，反复调胶布的位置与调胶布的大小，反复测，至感觉振动明显最小点。F运气好的话，很快就能找到这一点。，这时在拿下胶布，在刚才的位置上点一点与胶布同重量的胶水，t向外涂薄，再测，至振动最小。你的手指对振动很敏感，因此不会花太长的时间。当平衡做好后这个轮就可以用了。

i

7.2.1 .3 The turbine wheel

涡轮的制作需用上惰性气体保护焊接，与一个小电磨还有车床。



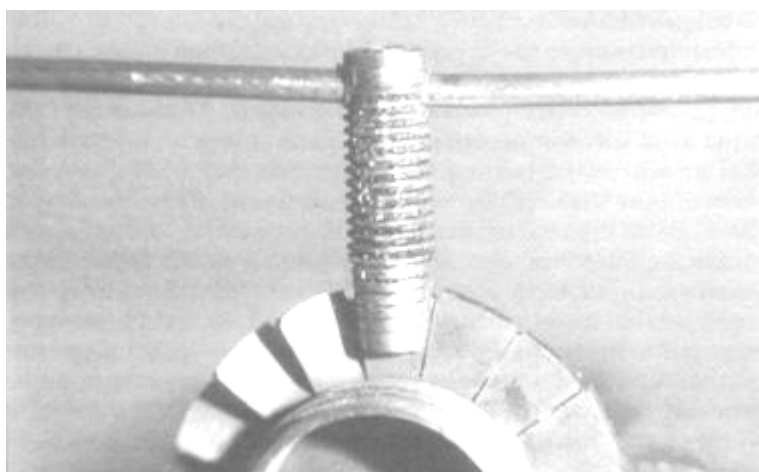
先做一个外径65mm,内径41.5mm纸模板，等分后画叶片，贴在2.5mm钢板上，用来确定涡轮的叶片缝的两端端点，在圆心与叶缝线端点冲小孔，使下面的钢板上能标志出来，外圈部分要冲得很深，内圈要冲得很精密。中心要冲四个点呈90度的形状，用来确定轮毂的位置。，

拿掉纸模板，用划线器划好每条线，注意不要画过圆板中间。

并在钢板外圈边上钻成2.5mm的小孔。钻时要注意好润滑,钻好好打掉毛刺,,这时可以向中间点锯出不锈钢叶缝。用一个好的弓锯大约花30分钟就能完成，使孔各留一半在相邻的叶片上。，在根部用两个直径41mm铁圈夹住保护，用一个大螺丝干开口弯曲叶片至需要的37角度。完成后用700度火退火。注意叶片的扭曲方向为逆时针。

Twisting the blades

弯曲叶片



Twisting the blades with the help of a claw tool.

为了确定角度是否正确，从俯视叶片，这叶片的弯的方向是逆时针，用一个可调量角器，设为37度，当角度对时，量角器另一个角为平行于台钳的一个边，。请注意在弯曲叶片时要垂直用力，而直接用老虎钳时很易偏离，因此要做一个工具来弯，可以使角度精确在 $\pm 1\%$

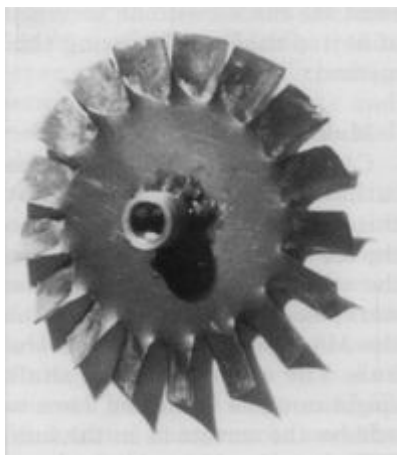
Making the hub

做轮毂



在毂料上钻通孔来装一个m6的螺纹孔，并车6.5mm配合孔，留0.5mm长余量从料上切下，与轴连接不能太紧，为轻压配合。将两部分拧在一起在卡盘上车至所要的直径。别望了车的过程中要用表来测量否对中。

将毂焊在涡轮盘上



将轴与涡轮盘装上车床，用尾顶压住检查是否对中，用原来标好的四个孔看确定是否对齐圆心与轮毂边。用0.6mm丝来点8个点焊好。每个点严格相对180度角，把涡轮车小0.5mm的直径。

Grinding the turbine blades

打磨叶型，这一步要非常仔细，按图做好模板来检查每一块叶片的翼型。

这一步你要一个高速手磨转与护目镜与口罩，做之前先用一块钢试磨下一，

F叶片会接近如图所示的形状，完全相同是不可能的，根部的开口大约有2mm宽，它相对轴的测量角度有40度，在外径41.5mm的地方，如加工图所示。

下一步是叶片的剖面。注意这翼型向外减薄大约1mm，

将叶片前沿磨尖至一点，而后沿留0.2mm厚，圆的叶边不利于气流，因此叶尖上约为10.5mm宽d。

Balancing the turbine wheel

涡轮平衡。

在平衡涡轮之前将涡轮车制成63.5mm的最终直径。方法同上，不过要在找到的胶布位置

处，，很小心地一点点打磨掉对面涡轮叶片的厚度。注意决不要在涡轮盘上打孔与打磨涡轮盘来平衡涡轮，因为带孔的涡轮会是个错误，不适合高速转。。

7.2.2 Jigs

辅助夹具，

在安装15-18时需另作一个夹具来保证加工精度，看图可知。

夹具是有来安装时对中14与15-18部件的，这第一个夹具是直径接近涡轮的盘与18的内径是一样的，你还要两个与燃烧室相同内径的圆，中间打孔装上轴隔70mm连在一起。，你可以用4，5mm的木板来做。看加工图可知。

7.2.3 The internal structure

内部安装

，内部安装从7-13部件，目的是确定好转子轴在燃烧室的中心，以及装上空气分压器前后涡轮。

我们从部件7，轴套开始，轴套有两个轴承窝，前轴座已固定好，要让后轴承很容易在里面滑动。连接部件10，7与10连在一起。

加工方法是，从一根棒料加工出来轴窝，套在轴套管里，坚固地焊在一起。切轴窝至需要的长度，焊6个点与前面部件固定，支这的柱子焊好，加工件夹在车床上，将前表面加工极为光滑，与加工轴窝至图的形状。轴套上的排气孔必须与前端保持正确的距离，入油口35通往7要与之成180度。用铁丝固定在支撑上用千焊焊好。

作好部件10的圆，不要用太轻的金属来作以省重量，要求非常结实，11部件也是一样。 ，

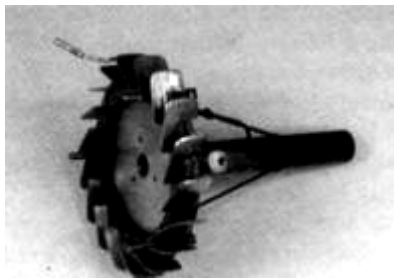
先打一个中心孔用来，将轴座转进去，将近如你的车床不能夹这么大的盘，可以上一个螺栓来夹住。

做部件11，留余量，使它能很好配合燃烧室外壳，部件8上的螺孔先不要钻，直到内部配做好后。用一个卯钉与前底盘连接好，

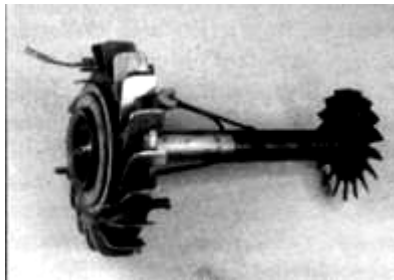
锯开压缩机分离座，（部件12，）开缝，用来装部件13，做的时与做压缩轮相同的模板。用热的环氧树胶将部件10与12粘好。用120度高温处理。

这时可以开始安7，8，9，用轴承圈来定位，下面开始钻螺孔，钻2.5mm的孔在安装点上，开大部件8的孔至3.1mm，将一个m3的自螺丝敲入10与12，用白胶固定好。下一步将两部分螺丝拧在一起，是将轴套夹好在卡盘上，另一头用活顶尖定好中心，将10与12车至最后直径与圆边与形状。 ，

size. 下一步是装上13，



The completed internal structure. The tube projecting at top left is the oil pipe. The fuel and supplementary gas pipes are routed through the same area between the diffuser vanes. Three 3 mm diameter holes are provided at the corresponding points in the front housing. This pipe arrangement saves a lot of work with pipe sockets



The rotor installed in the internal structure. In this state it is possible to check the quality of the bearings before final assembly.

Slots但你需要去掉多余的胶水，用一个1mm钻，定好螺丝孔用来装23，剪好部件13的叶片一样的形状，削尖前沿，有环氧胶水粘好，100度热处理即可以免其他叶分离掉。11与13要在车床上完成，但要在14，与25准备好了才行。。。

先车好部件11与13至14的内径相配，用锉刀修，使配合间隙是很小的滑动配合。 ，

将12车至67mm内径，磨出斜口。有耐油漆刷好，将13外边圆，车至能前盖配好的形状，在车床上很空易做到这一点。

7.2.4 The housing

外壳

外壳可以用一个空的不锈钢CV 470气罐来做。先在阀处画一个直径79mm的圆，然后用小电割工具，割下底盘，留108mm长，



S做好36, 37, 与42, 39, 39用耐高温焊料也可。

7.2.5 Turbine diffuser blade system and turbine housing

分散器与涡轮室

先按图加工好17, 你可以用一个管来做, 里面装一个0.8mm厚不锈钢圆, 与外圈焊上, 外圈的前沿不用管, 用0.8mm不锈钢作好15, 18部件, 用气体保护焊接。安装时中间用一块圆木来支持。先点焊固定好位后, 在外面焊好。叶片要排练均匀, 仔细观看调好就可了。

开15的缝是从外边开, 用的是小磨头与小电钻, 先在纸上画出, 贴在钢板上加工。安叶片时先用一个木模, 。重要的是64mm的外径来压紧配合18,

先第一步, 先作分散叶片, 用一片0.5mm的黄铜片做模板, 尽可能地精确配合离面的柱芯, 将15调离边边线2mm。弯叶片, 这时会有一个稳定的曲面, 当模板做好后, 你可以用这个模板来做真的叶片了, 当你装进叶片, 调好角度, 你可以沿接缝用0.6mm不锈钢线焊接了。

夹好模具, 件18夹在车床上, 17安在叶片上大约0, 2mm间隙, 你可以手电磨打出。

7.2.6 安装分布器到燃烧室

将模具装到外壳离, 把别一个模装到轴上代替涡轮, 将15-18装到14后面, 滑动模板让所有部件对中, 这是可以开始焊到14上了, 焊好后清理接口用铜基千焊料来连接。

7.2.7 Centring the internal structure

对中内部结构

将前轴承装在内部结构上, 从前面放进壳, 将透平涡轮轴承装上, 然后将模具a. 拧上, 从后面装到轴套内上, 装好这一步是要精确地对中轴套与涡轮室, , 仔细量好尺寸, 通过14, 打3.2mm孔用来攻m4螺丝孔固定11, 移走内部结构, 部件14上钻4mm的孔, 穿m4螺丝固定11.

t

7.2.8 Making the front section 加工前部分

这部分包括部件25, 26, 连接28, 进气喉27, 27是由1mm的铝冲成, 很容易学会,

, 你需要用硬木车成27内部的样子, 在车床上夹好模子, 你也可用板堆成, 然后在车刀的地方, 压薄片到模子上, 。金属薄片要先用300度退火, 部件25与27不用退火。具体做法可参考相关的书, 或自己试验, 压的过程中用要到润滑油。如果压破的金属片, 则要从新开始做。

当25做好后，你可粘在加强圈了，26用树脂粘好，热处理，，钻好25，26的孔用来留螺丝，部件41 人现在可以拧上了，根据压气轮对中27，28，25可以胶在一起，压缩轮有一部分很精确地盖住27，。注意不要留树脂在压缩轮与27之间，，

现在压气轮入口处与进气喉之间车出小于0.3mm的,间隙，，完成之后，再做一次动平衡。

7.2.9 The combustion chamber

燃烧室是由29，30，31组成，按图加工好打孔

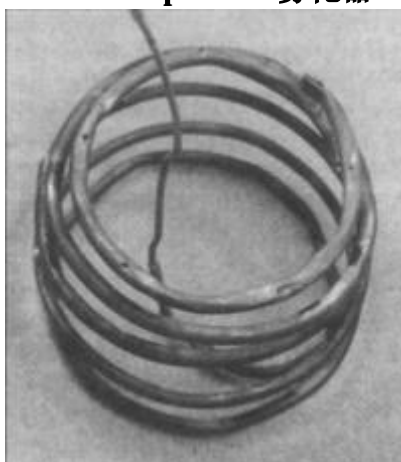
用一个小手磨轮来开小圆，29，为圆锥形，一个方法是木头做一个模子，绕在上面，

另一个方法是用一个15mm直径的木，夹在台钳上，将钢片绕在上面，然后点焊固定。焊好29，到30，然后焊30到31，你可以用一个木板来做模板以对中29与31。象图那样用小电割砂轮割出31的进气缺口，向内弯，这里重要是要让它们指向旋转方向。象图那样使用1mm的薄砂轮来割空气冷却缝。

如果你想装内部点火系统，你必须按一个电火塞在上面。

1

7.2.10 The vaporizer 雾化器



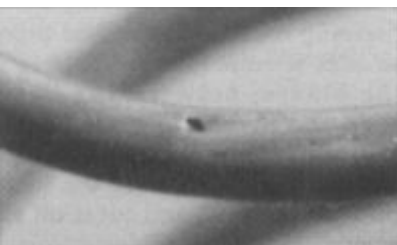
雾化器，由1300mm长，5mm外径壁厚0.3mm的不锈钢管制成，压扁一端，弯成如图的形状，。下一步是将管弯成所要的样子，弯之前先用火焰高温退火，冷却后管内灌满沙，用一根棍压紧沙子，，用木头塞住。将管卷成一个圆，用一个70mm的圆柱来做模型，卷的直径很重要，第一个圈的内径为66mm。然后

取下木模，倒出沙子。

钻5个0.8mm的孔在，分别呈大约72度角，喷口的方向是轴向，朝向压缩轮的底部。为了提高雾化效果，将孔出口处形民漏斗状，用一根0.8mm的钢丝，将其弯成20度角弯在孔里，用钳子将钢丝绕一下，使油喷孔偏向它相邻的孔，这样做的目的是使油呈螺旋状喷淋，使之更好地与空气混合。

焊好图34的部件。将管弯一下，使其接点挨着在29上的开口处。

The vaporiser coil, showing the fuel feedpipe and exitjets. The direction of rotation of the coil is the opposite of the version described in the building instructions.



如果你得不到5mm的管，4mm也可以用，不要让管有接口，一定要用耐高温料焊接。

7.2.1 1 Installing the vaporiser in the combustion chamber

将雾化器装进燃烧室



从底部装入雾化器，最前面一圈用0.6mm不锈钢丝，绕三圈，将其固定。在前盖上开好对应的引出口。割到你认为合用的长度，完成。

7.2.1 2 尾喷口制作

环形喷口用铁线固定，不用焊接，以方便取下。

尾喷由19,,20,21,组成，以及挂钩22,将19用铁丝挂在上18上即可。；尾喷口与燃烧室部分不需要气密。 T

7.3 Final assembly

最后安装

拧3个m4螺栓在中心结构，使其可靠地固定。磨平空气流动部分的螺丝突出，
为了避免燃烧室热后变形，用三个弹簧来支持它。

清掉所有的灰尘等，将前轴承装好，将中心结构用三个螺丝固定。轴夹在车床上，装上涡轮，用布包好以免损伤，

将17推进去，装上燃烧室，转动直到三管对准前盖，对齐14与11的螺丝孔，装上螺丝，不要拧紧先。从尾部将轴与涡轮滑进轴套，用三块0.3mm的薄铁片放120度角，拧紧的螺丝38，调节涡轮在18里面的定位，，拆到三块金属让涡轮能自由转动。如果你发现不能对中，你要仔细地调14上的螺孔，。这时可以将压缩轮用部件40拧在轴上了，试转一下，

装好前盖，转下听到有无杂音。当所有部件正常后，将螺丝有胶固定好。

检查所有的部件是否正常，管是否通你现在可以开始第一次试验了。。

配件编号	材料	直径	图号
1 轴	1	构造群	1
1.1 中轴	1 轻金属合金	圆柱形，15Φ	1
1.2 前部轴承套	1 C45 钢或 sim	圆柱形，12Φ	1
1.3 后部轴承套	1 C45 钢或 sim	圆柱形，12Φ	1
2 压缩轮	1	构造群	2
2.1 前部衬套	1 轻金属合金	圆柱形，25Φ	1
2.2 后部衬套	1 C45 钢或 sim	圆柱形，25Φ	1
2.3 底盘	1 夹板	厚 6，碳纤维加固	2， 3
2.4 盖板	1 夹板	厚 6，碳纤维加固	2， 3
2.5 压缩轮桨叶	11 夹板	厚 0.8-0.9，3 层	2
3 毂	1 C45 钢或 sim	圆柱形，12Φ	4
4 涡轮	1 镍铬钢	厚 2.5	4

5 前部滚珠轴承	1 铬钢	8 I.D. x 16 O.D. x 5, ISO 688	0
6 后部滚珠轴承	1 铬钢	8 I.D. x 16 O.D. x 5, ISO 688	0
7 轴袖	1 钢	18*1 管子，圆柱形，18Φ	5
8 法兰盘	1 37 号钢	薄片，厚 2	5
9 支撑	3 钢	焊接杆，2.5Φ	5
10 底盘	1 轻金属合金	薄片，厚 4	6
11 连接件	3 轻金属合金	薄片厚 10，10*10 或圆柱形，15Φ	5, 6
12 压缩轮桨叶架	1 夹板	厚 6，山毛或白桦	6
13 压缩轮桨叶	18 轻金属合金	薄片，厚 1	5
14 机壳	1 钢	GAS CV 470 弹壳	7
15 涡轮桨叶架	1 钢	薄片，厚 0.8	8
16 涡轮桨叶	11 镍铬钢	薄片，厚 0.8-1	8
17 中央部件	1 37 号钢	圆柱形，42Φ或圆管+薄片，0.8	8
18 涡轮机室	1 钢	薄片，厚 0.8	8
19 环形喷管	1 镍铬钢	薄片，厚 0.5	9, 12
20 扩散锥	1 镍铬钢	薄片，厚 0.8	9, 12
21 支架	3 镍铬钢	薄片，厚 0.8	9
22 环	6 镍铬钢	薄片，厚 0.8	0
23 螺栓	3 钢	圆柱形，4Φ或 M4	5
24 压缩机弹簧	3 弹簧钢	线，0.6Φ或类似	5
25 盖子	1 铝	薄片，厚 1	10
26 加固环	1 轻金属合金	薄片，厚 2	10
27 吸气口	1 铝	薄片，厚 0.8-1	10
28 连接环	1 夹板	厚 6	10
29 内部蜂窝燃烧室	1 镍铬钢	厚 0.5	11
30 燃烧室前部	1 镍铬钢	厚 0.5	11
31 燃烧室外部	1 镍铬钢	厚 0.5	11
32 间隔	1 镍铬钢	厚 0.5	0
33 喷雾器	1 镍铬钢	管 5Φ*0.3，1300 长	13
34 燃料管	1 黄铜	管 2Φ*0.5 和 3Φ*0.5	13
35 油管	1 黄铜	管 2Φ*0.5 和 3Φ*0.5	0
36 前部装备支架	1 钢	薄片，厚 0.8,2M4capt.nuts	7
37 后部装备支架	1 钢	薄片，厚 0.8,2M4ca	7

		pt.nuts	
38 螺丝	3 钢	M4*6 槽头螺丝	0
39 加固	3 钢	薄片，厚 0.5	7
40 保持螺丝	1 钢	M4*16 槽头螺丝	0
41 螺丝	3 钢	M4*12 槽头螺丝	0
42 辅助气体管道	1 黄铜	管 $2\Phi *0.5$ 和 $3\Phi *0.5$	0