

汽车发动机大修时的 加工和装配

(第二版)

朱 耀 华 著

人 民 交 通 出 版 社

汽车发动机大修时的 加工和装配

(第二版)

朱 耀 华 著

内 容 提 要

本书主要是对目前一般汽车修理厂(场)在生产中常发生的问题进行分析,找出原因,提供一些正确的解决方法。其主要内容包括发动机的加工、发动机的装配、发动机的竣工检验和故障处理。

本书可供汽车修理厂(场)保修工人在工作中和学习时参考。

汽车发动机大修时的 加工和装配 (第二版)

朱 耀 华 著

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 1.75 字数: 40千

1980年1月 第1版

1980年1月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—63,800册 定价: 0.14元

前 言

我国社会主义建设已经进入一个新的发展时期。全国汽车保修工人的队伍有了迅速的发展。为了把汽车保修工作真正转到质量第一的轨道上来，以适应高速度实现汽车运输现代化的需要，我们对于汽车保修技术应该精益求精。

本书主要是对目前一般汽车修理厂（场），在生产中常发生的技术问题进行分析，找出原因，提供一些正确的解决办法。考虑到一般汽车保修工人都具有一定的技术知识，所以这里没有从基础知识谈起。所谈内容大部分是车间工人经常提出来研究的一些问题，希望能对汽车保修工人提高技术，有所帮助。

由于个人水平所限，可能存有不正确之处，尚请读者指正。

一、发动机的加工

需要大修的发动机，经过解体、清洗及零件鉴定后，其各部分零件基本上可以分成三类：第一类是可以使用的；第二类是需要更换的；第三类是需要加工的。零件的加工，还包括对部分新件因要获得组合零件的装配间隙而进行的加工，实际上也是修复工作的一部分。加工的目的在于恢复已磨损零件的几何形状，达到一定的尺寸和应有的光洁度，从而达到组合件的装配规格，恢复发动机应具有的性能。加工工作可以将各种不同的零件在各种专用的设备上同时进行，也可以逐一加工，这是需要根据生产组织和设备条件来决定的。加工的根据是零件鉴定表、技术标准或工艺卡片。在标准数据不齐全时也可以根据技术员和检验员的意见。

发动机大修时的质量是靠正确的加工工艺和正确的装配工作获得的，因此加工工作是保证发动机质量的基础。

1. 搪 气 缸

发动机解体后，经过技术测定，气缸的椭圆度和不柱度已超过使用标准，就可以进行搪缸加工。搪缸的主要目的是恢复气缸应有的正确圆柱形、光洁度，使发动机工作时能保持足够的气压，这是恢复发动机应具有性能的重要工序。我们通常所说的搪缸，是包括搪缸、镶缸套、磨缸。

搪缸工序应该在更换气门导管、镶气门座和修补气缸之后进行，因为更换气门导管、镶气门座、修补气缸等工作会使缸孔失圆。有些发动机（如解放 CA10B）则应把进气歧

管先清洗安装后再进行搪缸，因为进气歧管螺栓的紧固也能使缸孔有微小的变形。

搪缸时使用的主要工具是搪缸机，搪缸机的形式是多种多样的。使用落地式搪缸机时，是以气缸体安装油底壳的平面为基准面进行加工的，因此对气缸顶部的平面不需要任何加工的。使用移动式搪缸机时，是以气缸顶部的平面为基准面进行加工的，因此在搪缸机固定在气缸体之前，对气缸平面应加以必要的修正（不平度每300毫米长度内不超过0.06毫米），才能保证搪成的气缸孔与气缸体上平面成 90° 角。这种修正工作首先是要铲除聚结在气缸平面上的水污和积炭。可用1号砂布或粗油石磨净，再用汽油或柴油清洗，然后用干净的棉丝或揩布将气缸表面揩擦干净。为了保证以上这些准备工作做得可靠，应该作一次是否确已干净的检查。值得注意的是：由于以前镶套后对于缸套端面（与气缸同一平面）没有作正确的加工，因此缸套的端面略高于气缸体平面。发现这种情况时，应首先对缸套端面进行加工，使其保持与气缸平面同一水平（指干式缸套）。

经过以上的准备工作后，即可进行搪缸机的稳固工作。

在搪缸机稳固前，先要找到一个理想的中心。在找中心的问题上有两种做法的：一是根据已磨损的缸孔圆心为中心；一是尽量根据原来的圆心为中心。前者的方法可以减少切削量，但是它会带来较大的损害，因为发动机工作时，气缸孔磨损时的扩大存有一定方向的偏位，假使每次搪缸时都往最大磨损处扩大，这种不止一次的偏位，将造成镶套时气缸壁与水套穿通的可能性。穿通后的气缸，镶套后虽然可以修复，但总是容易漏水，所以还是应该尽量避免的。同时由于搪缸时所造成的不止一次的偏位，使连杆轴承的端隙偏向一边，连杆在轴上的前后移动受到了限制，严重时会造成拉缸。

同时连杆在轴上的左右偏位，还会引起困缸。所以单纯的为了减少切削量，而根据已磨损的圆心为中心来定位搪缸，其结果是有害的。后者的方法是尽量根据原来缸孔的中心，那就是在活塞环行程以外定中心。这种方法是尽量减少或完全避免气缸壁与水套的穿通。把搪缸机放置在气缸上后，将中心架摇到活塞环行程以下，撑开中心架，使搪缸机环绕缸孔中心移动，然后将螺钉紧固，稳定搪缸机。如跃进NJ130等车型的气缸是有条件可以在活塞环行程以上定中心的。因为利用活塞环行程以上约12毫米左右的缸孔撑开中心架，基本上是不会使缸孔偏位的。利用活塞环行程以上的缸孔面定中心法如图1所示。如活塞环行程以上的位置过小时

（如解放CA10B、北京BJ130等型汽车的气缸），则应在活塞环行程以下找中心。

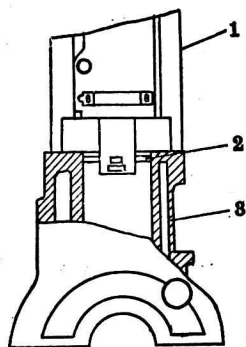


图1 利用活塞环行程以上的缸孔找中心法
1-搪缸机；2-搪缸机中心撑；
3-气缸体

在搪削以前，应量出每一个活塞的实际尺寸，因为同一组活塞内还是有0.02毫米的公差的。测得了每一个活塞的实际尺寸后，就可以按需要的尺寸搪缸。搪缸时的吃刀量大小应根据搪缸机的性能、缸径尺寸和刀头的质量来决定。一般的移动式搪缸机最大吃刀量应不超过0.20毫米（指缸孔直径扩大）；也有的搪缸机（电动机为380伏的）一次吃刀量可以达到0.30毫米（缸径在75~100毫米之间）。

气缸光磨后的表面光洁度、正确圆柱形是否能达到标准，基本上是在搪缸作业中决定的，因此在搪缸作业中缸孔

最后一次切削时的吃刀量，最好不要超过0.20毫米，而在最后一次进刀前应修磨一次刀刃；这样做是为了提高气缸孔的表面光洁度，使磨缸时间缩短，减小缸孔的椭圆度。如果气缸搪成后的表面光洁度差（刀纹深），势必要延长磨缸时间。由于磨削量过大，气缸的正确圆柱形就很难达到标准。因此搪缸时留出的磨削量的大小是同样能影响缸孔的椭圆度和不柱度。如果磨削量大，磨缸时间过长，则椭圆度和不柱度很难掌握。搪成后的气缸表面光洁度应不低于 $\nabla 6$ ，则留的磨削量可以不超过0.025毫米。

制造厂规定气缸孔扩大到一定程度时，不能再继续扩大，而修理厂常用的方法是镶缸套，先将缸体的缸孔扩大，使适合缸套外径。在镶缸套作业中常发生的问题是：缸套压入后在搪缸时发现缩松或有气孔，因而重复换套；发动机发动后缸套外圆漏水；发动机发动后缸套下沉。为了避免这些情况的发生，应当严格按照操作规程进行作业。首先应用20~30倍放大镜检查缸套有无气孔和缩松现象。虽然经过这种检查后还是不能完全避免因缩松而重复换套，但是可以减少到极少数。必要时应检验缸套的硬度，硬度为HB 190~250。如装用镀铬活塞环，则缸套硬度应不低于HB 220。其次对缸套外圆的椭圆度、不柱度应加以检查，一般的要求是椭圆度和不柱度不超过0.02毫米。缸套上端必须留有如图2所示的台阶，保证发动机工作时缸套不致下沉。

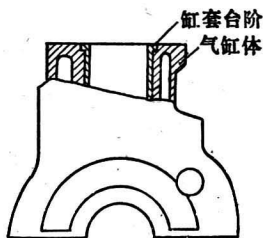


图2 缸套台阶

决定缸套压入的过盈量是很重要的。过盈量过大会使气缸破裂，或发动后由于内应力过大使气缸套变形，破坏了活塞

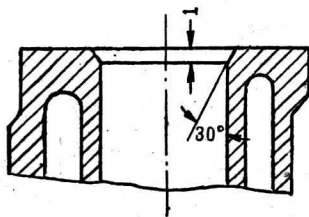


图3 缸孔倒角

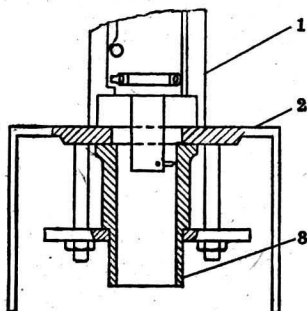


图4 在专用工具上的固定法
1-搪缸机；2-搪缸机平板；3-气缸套

成的气缸孔不能保证垂直于气缸平面，同时吃刀切削时，缸套有随刀头旋转的可能。因此湿式的气缸筒直接在气缸体上搪缸是不允许的。

搪缸工序完毕后就可以磨缸了。磨缸的主要目的是为了提_高气缸表面的光洁度。磨缸用的设备有落地式磨床，或直接在电钻上装磨头。所用的砂条有粒度120、180、240、280的四种，一般都用粒度180、240的砂条磨成基本尺寸后，再用粒度280的砂条光磨。磨缸用的磨头应该用两个，一个装180粒度的砂条，一个装280粒度的砂条，在一个磨头上装用粗细两种砂条是最会影响光洁度和不柱度的。磨缸时间应该尽量缩短，否则气缸的椭圆度和不柱度会增加。磨缸时应用肥皂水或柴油作冷却液，在磨缸工作将要完成时用细油石摩擦一下砂条，使砂条表面洁净。然后作最后一次磨缸，这样对提高气缸表面光洁度是有好处的。

在磨缸作业中最重要的是要决定活塞与缸壁的间隙。间隙的允许互差是很小的，因此需要在磨缸时不断地测量间隙。可以用厚薄规片来测量。将活塞倒置在相关的气缸中，活塞头向下，销子孔的方向要与曲轴平行。在活塞裙部开槽

的对面，用一根长的厚薄规片插在气缸壁与活塞裙中间。再用磅秤在规定的拉力内拉出来，以确定已有的间隙。用来检验这种间隙的厚薄规片的宽度是有规定的，一般的是宽13毫米，长150毫米。但是这种检验工作要在磨缸完毕半小时后才能进行。因为磨缸刚停止的气缸温度比外界空气温度要高，因此如在这种情形下检验，就将有损于正确性。为了要达到检验的准确，必须把缸壁上的冷却液全部擦净。由于活塞销与活塞装配后是容易使活塞变形的，同时，装了活塞销就要带同连杆，使检验时很不方便，因此在最初的间隙检验中应该不装活塞销。

规定的间隙要用超过0.15毫米的厚薄规片时，就不能再用厚薄规片做检验工具，因为厚薄规片过厚，刚度大，使拉力测量间隙不正确，因此只能用内、外径分厘卡测量，测量所得的是实有间隙。

2. 活塞间隙的决定

水冷式汽油发动机工作时，铝合金活塞顶部的温度约为 240°C ，裙部的温度约为 130°C 。活塞受热后必然要膨胀，因此缸孔的实际尺寸必须要比活塞裙部的外圆尺寸大，缸孔直径减去活塞裙部直径的差就是活塞装配间隙（又称活塞间隙）。由于活塞各部的温度是不一致的，铝块的厚薄也是不一致的，所以活塞各部与缸壁之间的间隙也不能是一致的。由于活塞顶部的铝块显然的要比裙部的铝块厚，温度又高，所以顶部的间隙比较小。活塞各部与缸壁之间的间隙如图5所示。修理厂对于这种装配间隙的决定必须是慎重的。因为装配间隙过小，气缸壁上不能得到充分的润滑油，活塞受热膨胀后会使活塞不能在缸壁上滑动，严重时会使发动机不能运转。损坏较轻的也会将活塞的工作表面拉毛。如果活塞装

配间隙过大，则缩短了使用寿命。适当的允许范围是很小的，因为发动机在使用时活塞的正常磨损很小，汽车行驶一万公里（甚至于更多），活塞裙部直径磨损约有0.01毫米。在决定装配间隙时如果偏大0.005毫米，则就等于使这辆汽车少行驶5000公里而提早大修。

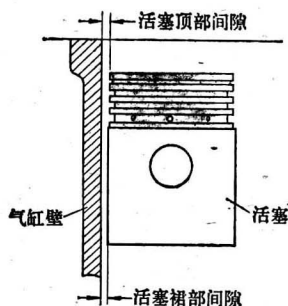


图5 各部间隙

修理厂决定这种装配间隙的依据是：①制造厂规定的技术数据；②修理厂规定的技术标准；③通过实际试验；④根据计算所得。制造厂规定的间隙，可以在制造厂编出的说明书中获得，但是根据制造厂的间隙，只能适用于原制造厂生产的活塞，如果活塞铝合金的成分、活塞的外形等改变时，就只能作为参考。常用汽车原厂规定的装配间隙，见附表。

通过试验确定装配间隙时，可以用同一组活塞（其他的条件完全不变）取两种或三种不同的间隙，组装在同一发动机上，经过满负荷和在各种温度中运转后，拆下活塞观察各个活塞表面的情况。装配间隙过小的活塞，裙部的负荷面（即裙部接触面）大，同时负荷面处一定有线状的痕迹，甚至于有黑色的拉毛痕迹。间隙过大则表现在活塞裙部负荷面小。用试验方法决定活塞装配间隙时，应经过多次试验，这样得出的结论才是准确的。

不论依据来自那一方面，能影响间隙数值的主要因素是：铝合金成分；活塞裙部的防胀槽；活塞的椭圆度；活塞的结构和活塞直径。考虑到了影响活塞间隙的各种因素后，活塞间隙也可以用比较的方法来作经验处理。

要参考同类型活塞来决定装配间隙时，应根据具体情况，找出各种可能影响活塞间隙的因素，经过具体分析才能作出决定。为了正确的运用经验来决定装配间隙，应先分析一下以下的因素，对决定装配间隙是有利的。

①铝合金的成分——目前汽车发动机常采用的活塞铝合金，基本上可以分成两种。第一种Y合金，这种合金的主要成分是铜4.25%、镁1.7%、镍2.3%，其余为铝，这种合金的膨胀系数是0.000022（每°C），其组织为性质较硬的铝铜结晶，虽然加工性能较好，但性质很脆。第二种是铜硅铝合金，这种合金的主要成分是硅4.5~6%、铜6.25~7.75%、镁0.15~0.4%，其余为铝，这种合金的膨胀系数是0.000020。其组织为共晶状硅的结晶，细密而均匀地分布在铝基体内。目前汽车发动机的活塞速度不断提高（较高的是20米/秒），所以国外合金中硅的含量已提高到24%。第一种合金因为膨胀系数比较大，所以已被第二种合金逐渐代替，而在第二种合金中，提高含硅量是现在合金成分的发展趋势。

②活塞防胀槽——虽然活塞裙部的直径略小于气缸孔直径，但是发动机的负荷情况和工作温度是变化多端的，为了使活塞在发动机内在各种情形下不会胀住，所以现在的铝合金活塞都开有各种类型的防胀槽。图6所示的横切槽是左右负荷面上各有一条，其作用是使顶部的热流不能直接导向负荷面而流向活塞的脐部。采用这种防胀槽时，应有较大的椭圆度，而且必须要有脐部与顶部连接的强力肋，保证有足够的抗拉强度。图6所示的具有横切槽的活塞用在我国生产的交通SH142型汽车上。图7所示的防胀槽是切在裙部受力小的一面，由横槽和纵槽组成T型，横槽的作用是使热流不直接导向负荷面。纵槽的作用是在活塞受热后使金属往槽缝处伸胀时有余量。采用这种防胀槽时，裙壁不必太厚，但需要

有较大的椭圆度。有这种防胀槽的活塞，采用比较普遍。

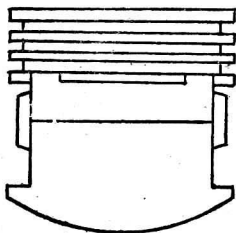


图 6 横切槽

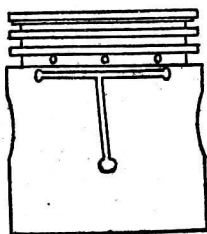


图 7 T形槽

图 8 的活塞防胀槽是纵槽切到底。采用这种防胀槽有较好的防胀效果，但必须要有较厚的裙壁，否则槽缝处会永远凹进，不会弹出。采用这种防胀槽时，当在机床上加工时不应完全切通，待搪缸作业、磨缸作业、活塞销装配等工艺完工要装入气缸时再切开；因为全部切开后会有微小的变形，因此很难进行各种检验工作，也很难检验出活塞装配间隙。这种防胀槽的活塞，在我国的解放牌等汽车上所采用。

图 9 的活塞防胀槽是将负荷面切成 Π 形，这种防胀槽既可以使顶部的热流不直接导向负荷面，而且能保持负荷面有

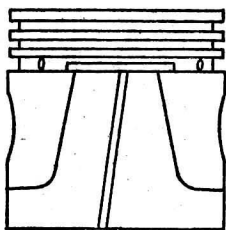


图 8 纵切槽

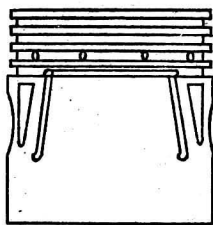


图 9 Π 形槽

足够的强度。采用这种防胀槽时，横槽与纵槽连接的切槽工作，最好在活塞装入气缸时切通。因为横槽与纵槽切通后，

活塞会有微小的变形。采用这种防胀槽的活塞，使用在跃进NJ130型等汽车上。

以上这几种防胀槽，从防胀作用上来看，图8的防胀作用比较好，但是裙部必须要有较厚的裙壁，或者裙部要有加强刚度的肋，否则只能切成如图7的形状。根据经验，有防胀槽的活塞要比无防胀槽的活塞（直径在80~100毫米者）其间隙可以减小0.02~0.03毫米（指厚薄规片的厚度，下同）。

③活塞椭圆度——铝合金活塞唯一的缺点是膨胀系数比较大。在图10的剖面图中可以明显的看出销孔座处的铝块较厚，负荷面的铝块较薄。为了尽量减小活塞装配间隙，现代的活塞裙部都做成椭圆形，其目的是在活塞刚暖时负荷面很小，随活塞受热程度而逐渐扩大。但是为了保证发动机在任何情况下都不会胀住或拉毛，因此制造厂都使活塞裙部不

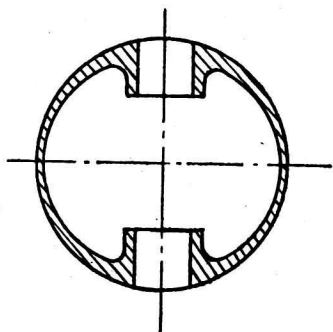


图10 活塞剖面

全和气缸接触。决定铝合金活塞椭圆度大小的主要根据是活塞结构和铝合金成分。总的来说，销孔座的铝块多和裙部壁厚，则椭圆度要求大。裙部的椭圆度大对防胀是有用的，但是椭圆度过大时，由于负荷面减小，单位压力加大，活塞磨损较快。从经验中得来，直径在82~100毫米的铝合金活塞有0.25毫米的椭圆度时，比正圆的活塞其间隙可以减小0.03~0.05毫米。常用车型活塞的椭圆度，见附表。

④活塞结构——为了尽量减小活塞装配间隙，很多活塞用各种方法减少活塞销两端的铝块。图11的活塞是整个活塞

裙部约有50%的面积凹进不受负荷，而有较大的伸胀余量，裙部有较厚的裙壁。我国解放牌汽车的活塞，除了有切通的T形槽以外，也将销座两端凹进不受负荷，防止了销座两端大量伸胀将活塞胀住的可能。

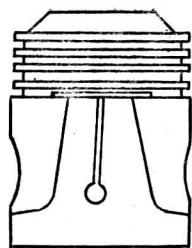


图11 裙部凹进的活塞

图12的活塞是为了减少活塞销孔座两端的铝块，在活塞销两端铸有“恒范”钢片，大量减少铝块，又加大了抗拉强度。这种活塞的优点是顶部与裙部的连接完全靠强力肋和“恒范”钢片来承担，可以大量减少铝块，因而可以缩小活塞装配间隙。

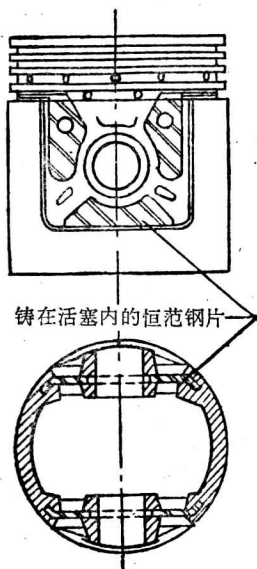


图12 铸有“恒范”钢片的活塞

图13所示的活塞是除了用高硅铝合金外，还把销座部分铝块用“恒范”钢片或钢板代替，并且裙部的有效面积很小，这样既减小了裙部膨胀的可能性，又可使得活塞到达下止点时避让曲轴平衡块，而将整个气缸体的高度和连杆长度减小。

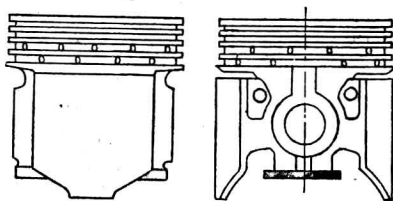


图13 裙部有效面积减小的活塞

图14所示的活塞装用在北京 BJ130型汽车上。这种活塞的裙部两面都有 T 形防胀槽。这种活塞的销孔中心与活塞中心是偏位的，所以在活塞上都铸有“向后”或“向前”的标志，装配时只能按照指示方向装配。

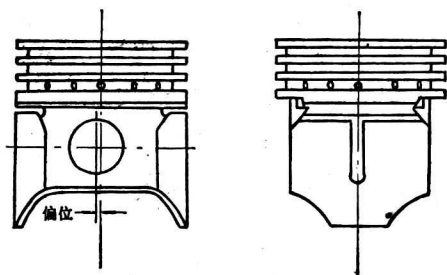


图14 活塞销孔中心与活塞中心偏位

从上面的这些活塞结构来看，总的趋势是减小脐部的面积和铅块，尽量减小膨胀量，缩小活塞装配间隙。前面已提到过，活塞装配间隙过大或过小都是对发动机的工作有害的。发动机活塞装配间隙过大，不但影响使用寿命，而且会使冷发动机运转时有活塞与气缸壁的敲击声；如果活塞装配间隙过小，会使发动机因活塞没有伸胀余量而咬住，使发动机不能运转，或使活塞和气缸的工作表面拉毛。所以决定活塞装配间隙时，应该考虑到活塞结构、防胀槽式样、铝合金的膨胀系数，再参考原厂资料作出决定。使用原厂活塞则根据原厂规定间隙是无误的。如果没有原厂资料时，可以在考虑到了以上的这些因素后与同类型的活塞作比较。例如：现在有一具发动机，缸径是90毫米，活塞结构与图12的活塞相近似，但没有“恒范”钢片，开有不切通的 T 形防胀槽；活塞椭圆度是0.25毫米，现在要决定间隙后搪缸。根据上述情况，我们先在附表中找到比较接近的缸径是交通 SH142型汽车(92)，活塞结构与交通 SH142型汽车的相近似，则基本上就可以仿

照交通 SH142型汽车的活塞间隙(0.07毫米)来确定这具发动机的活塞装配间隙。如果销孔座的铝块厚, 负荷面比交通 SH142汽车的活塞大, 没有其他特殊的影响因素, 那末就可以决定这具发动机的活塞间隙为0.08毫米。

3. 活塞销孔的加工和装配

常用车型的活塞销与活塞的装配方法有两种: 一种是全浮式。一种是半浮式。所谓全浮式是当活塞温度较低时(一般是在 76°C 以下), 活塞销与连杆之间有滑动, 而当活塞温度增高时, 活塞与活塞销之间同时也有滑动。所谓半浮式是不论温度高或低, 只有活塞与活塞销之间滑动或活塞销与连杆之间滑动。半浮式的装配法多数是采取活塞与活塞销滑动。全浮式的活塞销与活塞的配合是轻压配, 活塞直径75~100毫米的活塞与活塞销两者之间的过盈量是0.0075~0.0025毫米, 活塞销与连杆铜套之间是滑动配合, 两者之间的间隙是0.0045~0.010毫米。因为过盈或间隙都是很小的, 所以活塞销孔、活塞销、活塞销铜套的表面光洁度都是要求得很高(活塞销表面应不低于 $\nabla 9$, 活塞销孔应不低于 $\nabla 8$)。对于滑动配合的半浮式活塞销与活塞的装配间隙是0.0045~0.010毫米(表面光洁度也应与全浮式装配的活塞销相同)。

①活塞销锁住法
——全浮式的活塞销锁住法, 一般都是在活塞销孔的两端如图15所示

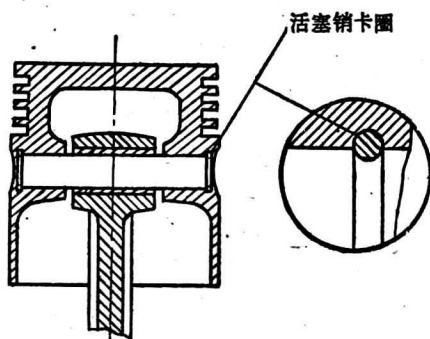


图15 用钢丝卡圈锁住