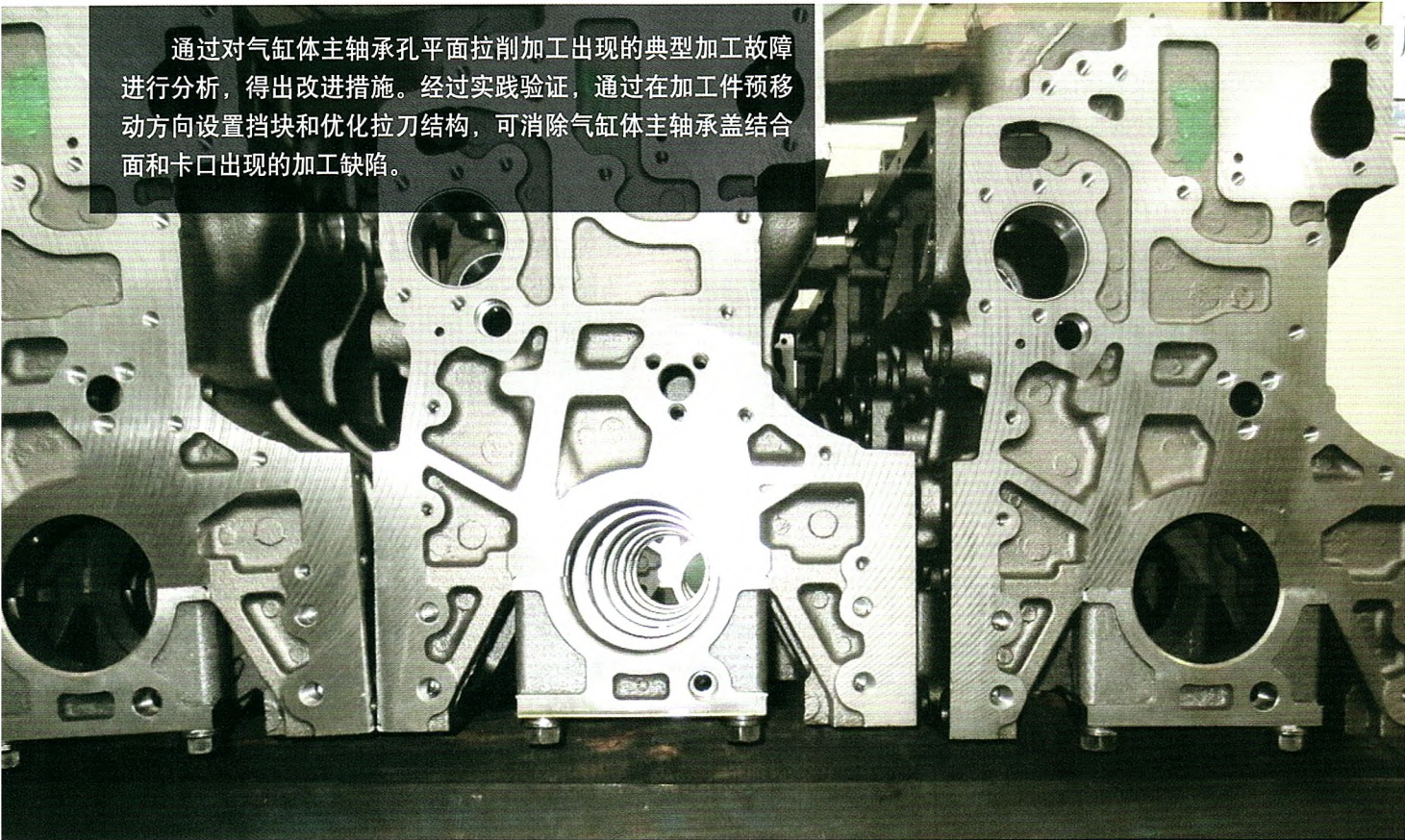


气缸体主轴承孔平面拉削常见问题和对策

□ 广西玉柴机器股份有限公司/李政军



平面拉削应用概述

气缸体主轴承孔主要用来承载曲轴，是柴油机动力来源的有力保证。某气缸体材料为HT250，龙门式结构。主轴承孔是气缸体通过结合面及定位销套或卡口定位，装配主轴承盖，通过螺栓联接而形成的。因此，主轴承孔结合面加工精

度至关重要，要求较高。

采用结合面及销套定位的方式装配主轴承盖，加工相对比较容易，但在装配过程中，易出现轴盖与气缸体错位的现象，导致柴油机工作时出现曲轴抱死转不动的故障发生。为了解决错位问题，采用结合面及卡口定位的方式装配主轴承

盖。但是，需要同时加工结合面和卡口，如采用传统的铣削方式来加工，精度不能保证，且效率较低。

拉削，作为一种成形加工方式，具有生产效率高、加工精度与表面质量高、刀具使用寿命长、应用范围的机床结构简单和操作方便等特点，在制造业中被广泛采用。

故上述气缸体主轴孔的结合面和卡口，可采用平面拉削的方式同时加工（见图1）。

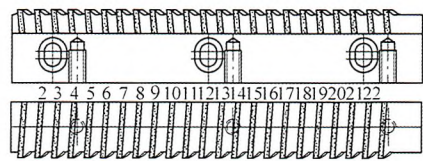


图 1

平面拉刀存在问题分析

然而，在实际加工过程中，拉削加工经常会遇到一些问题，解决起来比较棘手。以加工某柴油机气缸体主轴承盖结合面和卡口经常出现的加工缺陷为例，针对平面拉削过程中所出现问题的形成原因和解决对策进行探讨。

拉削气缸体结合面和卡口过程中，容易出现加工缺陷，主要表现为：表面振纹（波浪纹）和喇叭口（见图2）。

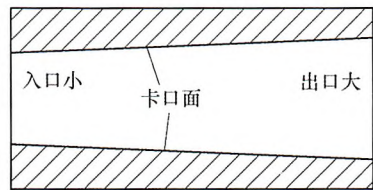


图2 喇叭口示意

随着振纹和喇叭口的出现，卡口的平面度和表面粗糙度等会出现超差的现象。产生以上现象的原因，分别从零件所承受的受夹紧力和拉刀切削力两个方面来分析。

首先，由于被加工零件是龙门式结构，故在夹紧力F的作用下，零件的龙门位置会出现如图3所示的向左右两侧变形。

随着这种变形的增大，零件的高度方向也会出现变化，导致零件高度尺寸变小。忽略其他影响因素，左右两侧由于向外变形，最终的切除量会变少，而高度方向由于变小，最终的切除量会变大。当零件加工完成松夹后，变形恢复，实际的卡口宽度会比理论值小，而高度方向尺寸比理论值大。如果仅仅是这种变形影响，在加工过程中，可以采用预变形的方法进行拉刀的调整，进而使实际的加工尺寸合格。但是，在实际的拉削过程中，除了变形影响，还有拉刀切削力因素的

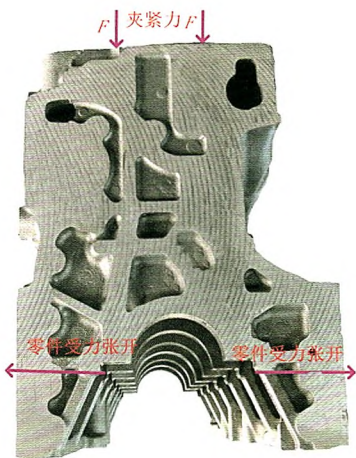


图3 零件夹紧受力示意

影响。而正是这种切削力的影响，使整个零件的受力变形变得复杂。

其次，拉削切削力会引起零件的弹性变形。由于被加工零件的加工面不是一个完整的平面，而是由多个小平面对组成，所采用的拉刀是多齿的刀具。从图4可以看出，拉刀在零件的入口和出口方向，刀齿与零件的接触数量是不一样的。在入口，当第一个小平面对被最后一个精拉刀齿切削完成，形成最终的加工表面时，另外一个小平面对也在同时被切削。加工第一个小平面对时，切削力使零件向左右两侧和高度方向变形。

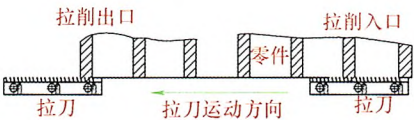


图4 拉刀拉削过程示意

假设卡口宽度（左右方向）的变形量为 σ_{1x} ，高度方向的变形量为 σ_{1y} 。与此同时，另外一个小平面的切削力也在使零件向左右两侧和高度方向变形，变形量分别为 σ_{2x} 和 σ_{2y} 。因此，第一个小平面的最终两个方向的变形量分别为 $\sigma_{1x} + \sigma_{2x}$ 、 $\sigma_{1y} + \sigma_{2y}$ 。而在出口，最后一个小平面的切削变形，只是在与单个小平面的刀齿作用下的变形，假设变形量分别为 σ_{7x} 和 σ_{7y} 。由于小平面的宽度、刀齿的接触数量不一样，进而导致 $\sigma_{7x} < \sigma_{1x} + \sigma_{2x}$ ， $\sigma_{7y} < \sigma_{1y} + \sigma_{2y}$ 。最终的结果就是零件卡口出口的宽度尺寸比入口的小，出口的高度尺寸比入口的大，形成我们通常所说的喇叭口。而在整个的过程中，正是由于这种不断变化的切削力的存在，才导致加

工表面会出现振纹。

改进措施

(1) 在零件的预移动方向设置挡块。首先，减小零件由于夹紧力产生的变形。但是，零件的夹紧力大小和零件的变形量往往是一对孪生兄弟，要做到两者的平衡非常困难。

在拉削的过程中，参与的切削刃比较多，受力非常大。如果仅仅是靠夹紧力，就会出现两个后果，要么夹不紧，要么夹紧后被夹持的零件变形出现如前面描述的现象。既然零件在大的夹紧力下会变形，那就改变思路，从其他方面来考虑如何抵消切削力。

由于拉削是单一的直线运动，其主要的受力方向是机床牵引力的方向，因此在零件的预移动方向设置挡块（见图5），用来抵消零件所承受的切削力。挡块采用带自锁机构的夹紧，确保可靠。在主夹紧方向，所需的夹紧力就可以减小。

(2) 优化设计拉刀结构。在拉削的过程中，刀齿的接触平面不同，根据零件的结构，优化设计拉刀结构，使拉削过程中零件受切削力变形的状态是一致的。具体的方案就是，每个小平面在最终切削完成时，只是当前的小平面在切削，其余的都不在切削状态。

按照上面的思路设计了图6所示的拉刀。图7是拉刀改进前后的拉削示意。

改进后的拉刀与原拉刀相比，总的刀齿数减少了5个，且减少的均为修光齿。原来的修光齿设计的数量为10个。考虑到修光齿过多，

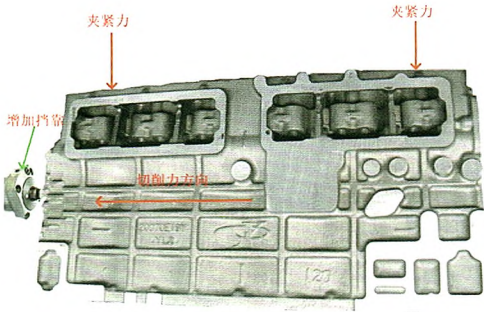


图5 增加挡块

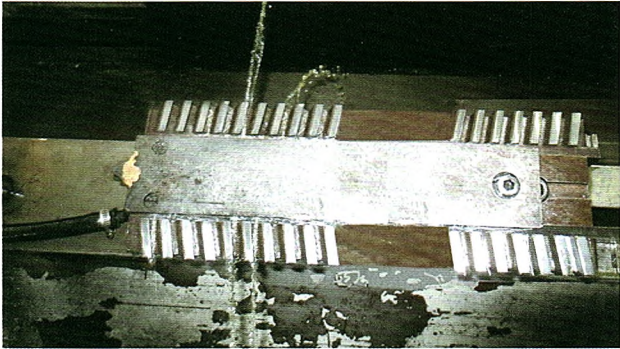


图6 新设计拉刀

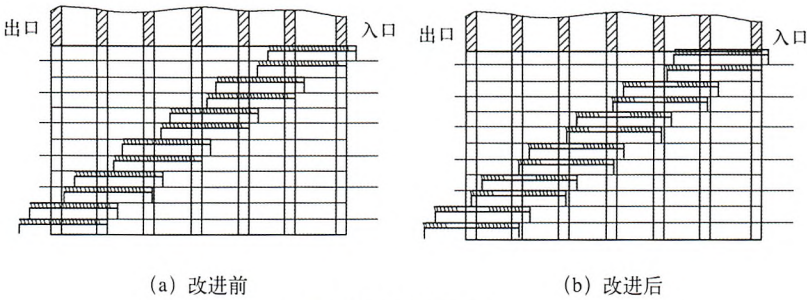


图7 拉刀拉削加工示意

在实际的修光过程中，由于力的变化，容易引起表面的振纹。因此，在重新设计拉刀时，直接将修光齿减少为5个。由于减少的是修光齿，其余的刀齿仍按照原来的齿升量，刀具的各个角度不变。拉刀长度比原来的刀具加长了两个齿间距（13mm）。因刀具的长度加长，拉床的行程也要相应增大。由于拉刀长度变化较小，拉床行程的变化仍在原来拉床的行程范围内。从图

7中可看到，改进后的拉刀明显消除了



李政军
制造技术部 科长
广西玉柴机器股份
有限公司