汽车橡胶减振件加工工艺流程优化

□ 东风商用车有限公司发动机厂/黄硕

工艺流程是生产加工的关键，其合理性直接影响到现场的生产效率。本文对汽车橡胶减振件各个工序工艺流程的分析，结合生产操作人员的反馈信息，发现生产过程中主要存在炼胶、硫化、二次硫化和模具设计4个方面的问题导致了产品生产周期较长、生产效率不高等问题。通过对问题调查研究、与生产操作人员面对面交流沟通、结合现有工艺流程，提出了从炼胶工序、硫化工序、二次硫化工序和模具设计4个方面对工艺流程优化的方法，并且完成了理论优化效果分析。

问题描述及分析

1.炼胶工序问题

炼胶工序参考硫化成型作业来安排生产计划，该生产方式依然延续了以前大批量生产的运营模式，其优点在于不需要频繁改变设备参数和设备校正，有效减少切换胶料而衍生出来的其他问题。但随着顾客的需求向多品种、小批量方向转变，该生产方式的瓶颈已日渐凸显，如图1所示。往往一周前已经制定好的半成品计划被切换或打乱，导致半成品炼好后不能迅速使用，无形中增加了仓库堆放库存和积压区域，降低了仓库的使用效率。由于对已经编排好的炼胶计划进行更改很难实现，所以如果需要临时更改或增加新的生产计划，就会延长产品的生产周期。

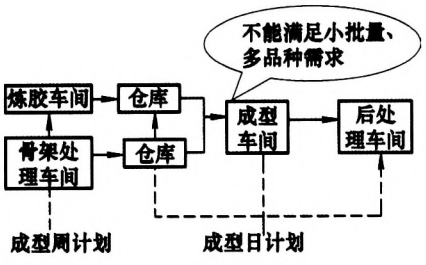

图1 炼胶工序控制局限性

2.二次硫化问题

有些橡胶产品尤其是硅橡胶制品，在硫化完成后的冷却过程中具有很大的收缩量，通过二次硫化的方法用以改善其力学性能和压缩

永久变形能力，同时将产品经过硫化成型工序后剩余的硫化剂和防老剂，以及其他辅助材料通过高温处理，将橡胶产品所特有异味去除，同时防止产品喷霜等其他衍生的质量问题。在产品进行二次硫化时，采用大功率电加热设备对产品进行定点定量集中作业，如图2所示。

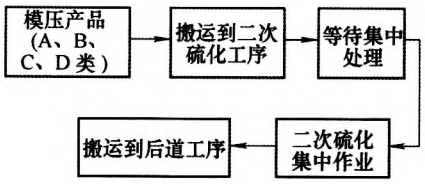

图2 二次硫化集中作业

此种作业方式导致硫化成型产品在二次硫化区严重堆积的现象，不仅使现场生产区域拥挤和物流运输困难，还使后工序很难快速消化集中于二次硫化区域的堆积产品，导致在正常工作时间段无事可做、休息时间加班的情况。不同种类的橡胶往往对温度要求存在极大的差异，导致大多数堆积的产品很难在同一时间投放进设备进行处理，这会加剧产品在该工序积压的现象。

3.硫化作业效率瓶颈

硫化工序是减振件生产的最后一个工序，同时也是核心工序，但该工序生产时间非常长、生产效率不高的问题一直困扰着制造企业。生产操作人员生产技能不娴熟和生产辅助设备的放置不合理是主要原因。

生产操作人员由于自身技能不娴熟，在操作过程中广泛存在做出无用动作和动作重复现象，这无疑加长了整个操作时间，同时过多的动作也使操作人员疲劳程度加剧，陷入动作迟滞的恶性循环。

此外，生产辅助设备的摆放也对硫化工序生产时间和效率有着较大的影响。例如，周转箱置于操作人员身后，操作人员每次取出模具内产品后都要完成转身和伸手动作才能将产品放到周转箱内。由于周转箱放置位置的不合理，操作人员便要完成更多的动作，才能进行硫化作业，从而延长了工序的生产时间。

4.模具设计不合理

造成产品生产时间过长，效率值低下的因素还有模具自身的设计缺陷。在设计模具时，模具车间采用的是胶料条状投料（见图3），之后再进行模压成型。在模压硫化成型时，生产操作人员需要剪料并称量，投料的外操作时间约为40s。

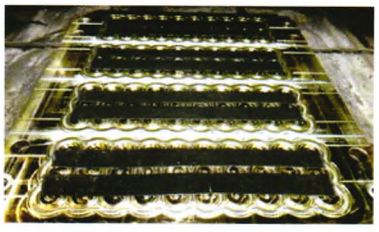

图3 条状投料

生产操作人员的劳动强度过大，每模所用时间长，而且每模经常出现缺料现象，生产效率不高，产能实现率低下。

工艺流程优化

1.炼胶工艺流程优化

针对目前炼胶车间面临的无法满足小批量、多品种生产的问题，对胶工序控制方法进行分析，得出了炼胶工序优化方案。通过调查和研究后改变了炼胶生产计划，将生产计划调度由按月计划进行生产，改为由车间主任直接下达日生产任务，直接安排炼胶工序和骨架处理工序，如图4所示。

对硫化成型和后处理工序的节点进行控制，细化各工序产能和节拍，通过硫化成型日计划的生产模式来控制炼胶生产骨架处理计划，可以使炼胶工序之后的制成品和已经处理好的骨架直接放到成型车间的货架上，后续工序能直接使用，避免了将成品从仓库运送至成型车间，节省了仓库存储空间，并且省去了办理入库和领料等相关手续。同时降低了由于物流往返造成的质量问题。

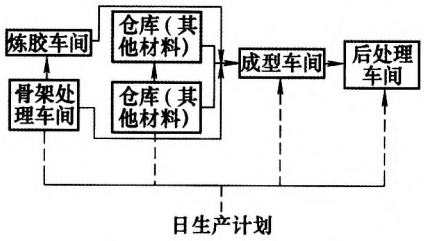

图4 优化后的炼胶工序

通过调整炼胶、骨架处理车间的生产计划，使两车间逐渐适应产品切换，同时确保两车间的生产数量和产品质量。

炼胶工艺流程优化效果见附表。

炼胶工艺流程优化效果

	炼胶工序优化前	炼胶工序优化后	提高率（%）
半成品切换时间/天	5	0.5	90
仓储率（%）	60	0.1	100
混料率（%）	0.33	0.02	94
月生产能力/kg	70 000	71 000	14.2

2.二次硫化工艺优化

从表中可以看出，产品切换时间由原来的5天提高到0.5天，提高率90%；仓储率优化前为60%，混料率0.33%，优化后为0.1%，炼胶

车间基本不用储存胶料，混料现象基本不存在；预计生产能力可由优化前的70 000kg/月提高到71 000kg/月，提高率14.2%。

对生产节拍规律的捕捉、产品特性的研究，将不同产品之间的二次硫化时间进行对比，结合避峰时间特性，以“将大批量集中硫化，分解成小批量针对产品特性进行二次硫化”的方针对现有的二次硫化设备进行编组，对特性产品使用特定二次硫化设备作业，对待定产品以待定二次硫化设备作业，既节省了设备参数更改和调试时间，减少了产品在二次硫化工序中的集中堆积问题，又缩短了后工序的等待时间，降低了硫化成型产品的报废和混料问题，让产品顺利地在流水线上进行工序节点流动，如图5所示。

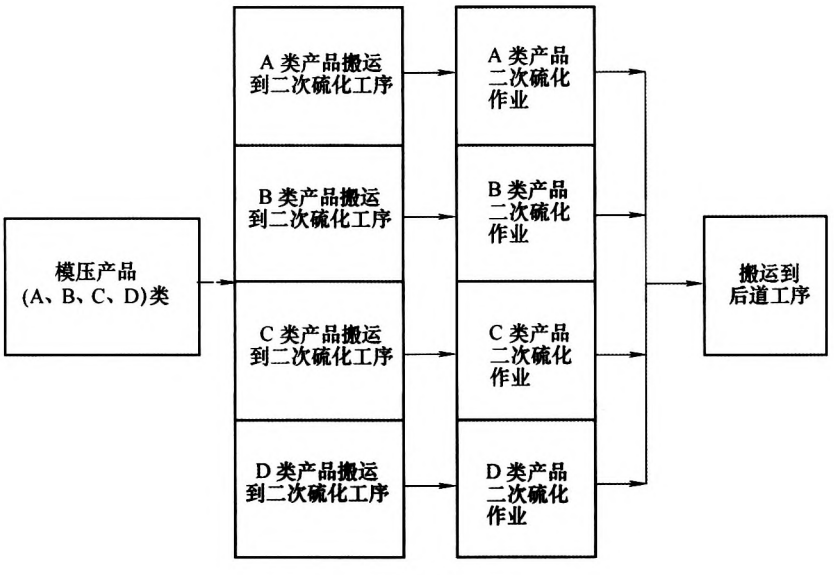

图5 二次硫化优化后

对二次硫化生产工序流程的优化，合理地避免了不同类产品相互等待硫化作业的瓶颈，用小批量、不同类型产品特性进行分体式二次硫化作业替代大批量集中硫化作业，加快了半成品在二次硫化生产工序中的流动节拍，减少了等待时间，达到了缩短生产周期、提高生产效率的目的。

硫化成型工艺流程为：剪料→合模→喂料→注胶→硫化成型→出模→后处理。

3.模具设计优化

通过与生产操作人员的有效沟通，对设备和模具进行数据分析和调查研究后，对模具和配套治具重新进行了改造。模具由之前的条状投料变为颗粒状投料，重新试制了一套新的能活动的带有双层夹板治具，如图6所示。

改善模具后，胶料颗粒在预成型机内自动完成。在硫化成型工序内，现场操作人员只需将胶料颗粒放置在治具夹板中，这样一来，极大程度地缩短了外操作时间并且降低了操作人员的劳动强度。由于使用预成型机，每颗胶料颗粒的质量基本一样，缺料现象几乎不存在，产品生产效率随着产品质量的提高而提高。

对改善效果进行理论分析，从时间测定参数上有明显的反应，每模的合计外操作时间由150s下降至110s，节省了40s；作业员的开料时间由改善前的80s下降到10s，大大提升工序所用时间；同时，由于操作人员的外操作时间节省到硫化时间的一半以内，一个现场操作人员便可同时操作2台模压成型机，并且能在保证质量的前提下的完成作业要求，这样的改善无疑是对生产效率一次变革性的提升。

图6 颗粒状投料

结语

生产车间是企业创造利润的地方，生产车间的效率直接影响到企业的利润，缩短产品生产周期、提高生产效率就是车间效率改善的直接体现，因此，对车间生产工艺流程的研究是非常必要的。本文完成了对汽车减振件的分类及加工方法的介绍，针对生产现场“产品生产周期较长、生产效率不高”的问题，进行了生产现场的调查研究和工艺流程的分析，找出了生产过程中导致问题的关键因素，并且从炼胶工序、硫化工序、二次硫化工序及模具设计四个方面提出了优化方案，通过实际与理论结合分析得出的优化效果是良好的，达到了改善企业生产效率、提高竞争力的目的。AME