# 热水循环温控装置对橡胶加工过程的影响

吕柏源
（青岛化工学院　266042）

随着时间的推移，热水循环温控装置在橡胶工业中的应用越来越普遍。究竟是什么原因使橡胶加工中传统的强制冷却方法转向恒温热水加热方法？下面就热水循环温控装置对橡胶冷喂料挤出机、密炼机和压延机生产的产品质量、生产效率以及节能效益方面的影响作一讨论，以便了解热水循环温控装置在橡胶工业推广应用是势在必行的。

## 1　对产品质量的影响

热水循环温控装置可以使密炼机、挤出机和压延机等设备在所选择的最佳温度下进行加工。由于胶料对温度很敏感，其粘度直接受温度的影响，因而温度的波动将导致胶料加工过程的波动，使批料之间、不同时刻之间的胶料或半成品质量产生波动，很难保证半成品质量的一致性。因此，在要求高质量产品的今天，无论是密炼机、挤出机，还是延压机，都应该使用热水循环温控装置。

实验表明，混炼过程采用恒温热水比采用冷却水的混炼胶分散度有明显提高。在混炼周期相同条件下，用冷却水和循环恒温热水进行混炼得到的显微分散度不同：采用47℃恒温热水比采用26℃冷水混炼的胎面胶料的显微分散度提高3级，子午线轮胎帘布层胶提高2—3级，子午线轮胎胎面胶提高2级。

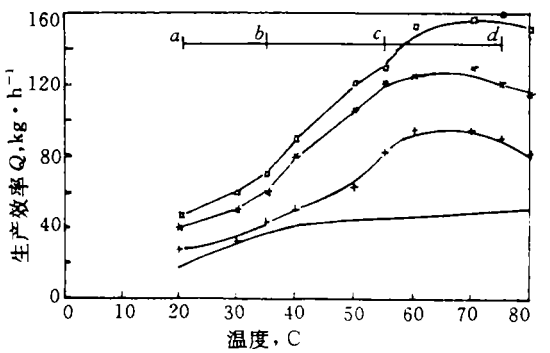
对冷喂料挤出机，当挤出过程采用强制冷却时，由于机筒温度低，其界面的胶料温度也相应较低，造成胶料塑化程度较低。实验表明，可以通过调节挤出机各段的加热温度来得到不同塑化程度的半成品。通常在较高热历程中挤出胶料的收缩率较低。子午线轮胎对胎面重量和尺寸偏差都有严格要求，甚至要达到金属加工所要求的精度。因此，稳定挤出过程的条件是十分必要的，尤其是恒定的加工温度。

对压延加工的半成品（主要是胶片和帘布层），恒定的辊筒温度能使胶料的粘度、厚度保持一致，使帘布层擦胶、贴胶容易，并可保证其尺寸的一致性。华南橡胶轮胎有限公司原使用一台没有恒温控制的XY-4Г1730型四辊压延机，用手动来控制辊筒的温度，温差高达±5—±7℃，而且温度在辊筒工作长度上的分布也是不均匀的。该公司自1992年年初将该机改成热水循环恒温控制后，满足了子午线轮胎帘布压延工艺的要求，保证了产品的质量。

## 2　对生产效率的影响

使用热水循环温控装置能提高密炼机和冷喂料挤出机的生产效率，因为密炼机、冷喂料挤出机筒壁与胶料间的摩擦系数均随着加热温度（一定范围内）的提高而增大，使胶料不易打滑而提高了吃料能力。摩擦系数增大的主要原因可归纳成两点：一是受热的混炼室及筒壁与胶料接触的界面产生了物理变化，使胶料表面产生不同程度的微观“熔膜”，因而胶料与金属在接触界面产生不同程度的“结合”，从而导致摩擦系数的变化；另一方面是金属表面随着加热温度的提高，残存在金属表面的水分蒸发的程度也随之提高，因此导致胶料表面打滑程度降低，而摩擦系数增

大。有鉴于此，在密炼机和冷喂料挤出机上使用热水循环温控装置是提高生产效率的重要手段。试验表明，密炼机一般可提高生产效率25%；冷喂料挤出机提高生产效率的情况比较复杂，在不同的恒温加热条件下，胶料、转速不同，生产效率提高程度也有所不同，小到10%，大到300%。下面所举的例子是在冷喂料挤出机挤出纯胶胶管时，喂料段的加热温度与生产效率的关系，其曲线如附图所示。




**附图 喂料段加热温度与生产效率的关系曲线**

1—60r·min$^{-1}$；2—45r·min$^{-1}$；
3—30r·min$^{-1}$；4—15r·min$^{-1}$

该曲线表明：喂料段加热温度对生产效率($Q$)的影响十分显著，生产效率随加热温度的提高而增大。具体有如下两种情况：(1)随着螺杆转速的提高，喂料段温度的变化对生产效率的影响增大。47 C恒温热水与26 C冷水两种对比：15r·min$^{-1}$时前者生产效率提高1.2倍；30r·min$^{-1}$时提高2倍；60r·min$^{-1}$时提高2.4倍。(2)在中高速条件下，喂料段加热温度-生产效率关系曲线基本可分成3段：从$a$点到$b$点为第1段，生产效率约提高0.5倍；从$b$点到$c$点为第2段，这一段生产效率随喂料段加热温度的提高而急剧提高(约提高1.2倍)；从$c$点到$d$点为第3段，生产效率基本上保持恒定。在中高速条件下，从上述3段中可找到两个临界点：当介于两个临界点之间时(即第2段)，生产效率随温度提高而明显上升。

由上述分析可知：橡胶密炼机和冷喂料挤出机使用热水循环温控装置对提高生产效率有着重大意义。

## 3 节能效益

热水循环温控装置是一种辅助橡胶设备，是实现高质、高效、低耗的一种装置，它的使用意味着改变密炼机、冷喂料挤出机使用强制冷却的传统加工工艺，使有关橡胶设备明显地节能节水。

密炼机和冷喂料挤出机使用温控装置节省电能是通过提高生产效率来实现的。在密炼机中由于提高效率，缩短了混炼周期。通过1.7L密炼机试验得知：在相同的冷却水混炼条件下，混炼周期120s比90s的分散度约高2级；采用循环热水90s混炼周期的分散度相当于采用冷水120s混炼周期的分散度。这就是说，在相同分散度质量条件下，采用循环热水比使用冷水混炼周期缩短了25%。而密炼机的能耗与混炼时间约成正比，故能耗亦应降低25%，但因为循环热水需要使用循环泵以及需要使用电热器加热水，这样实际降低的能耗就小于25%，本试验实际节省能源12%。在大中型密炼机中，这方面的节能将更加明显。

在冷喂料挤出机中，生产效率的提高与挤出胶料配方关系很大，因此能耗也有很大差别，一般约节省10%—30%。

热水循环温控装置的特点就是可以使热水在系统中循环，而不像传统的温控装置将热水(蒸汽)直接排到系统外。热水不断重复使用可达到节省热能的目的。还有一点值得一提的是，在密炼机和冷喂料挤出机工作过程由于胶料与胶料间以及胶料与设备接触面之间的摩擦会产生大量热，而这部分热量将传递到循环介质中，因此在工作过程中循环介质消耗热能比较少，其热能可以由设备放出的热量补充。

密炼机和冷喂料挤出机使用温控装置节省冷却水是通过循环使用冷热介质来实现的。传统的强制冷却方法平均每台设备耗水量约10—30t·$h^{-1}$。但在热水循环温控系统中，使用冷却水只是为调配系统中的温度，根据温控装置的特点，在一个加热冷却周期中，需加水冷却的时间是很短的，一般在1h 内，加冷却水的时间最多不超过10min，因此，其冷却水的最大消耗量也只有原来的1/6。在密炼机和冷喂料挤出机中补充冷却水的量不超过1.5—5t，比原来节约冷却水80%以上。

在压延机中我们采用的是一种新型的汽电复合直接加热冷却恒温循环系统。为了满足工作前快速升温以及工作时恒定保温的要求，设计了工作前蒸汽加热快速升温，工作时电加热保温，这既满足了工艺要求，提高了效率，同时也大大节约了能源。原有纯蒸汽加热式温控方法是通过列管式换热器进行热交换的，是一种间接的换热，虽然也能利用蒸汽的汽化潜热，但它存有凝结水和0.05—0.1MPa的蒸汽背压，这部分热能会从疏水器中白白损失掉，而纯电加热，因其能源转化率只有40%左右，利用率太低。新型汽电复合直接加热冷却恒温系统，是用直接热交换方式，它除在管道上少量热量损失外，蒸汽的热能几乎全部转入水中，达到设定温度时切换成电加热保温。因为压延过程是一个生热过程，所以整个压延过程消耗的电能很少，因而节能效果十分可观。

## 4　对密炼机排胶温度的影响

在密炼机中使用热水循环温控装置，最令人担心的是排胶温度是否会太高。为了解这一问题，我们在1.7L 密炼机上做了试验，所测数据见附表。

**附表　排胶温度实测数据**

| 混炼时间，s | 排胶温度，℃ | |
|---|---|---|
| | 26℃冷却水 | 47℃循环热水 |
| 胎面胶 | | |
| 90 | 109 | 118 |
| 120 | 113 | 120 |
| 带束层胶 | | |
| 90 | 113 | 123 |
| 120 | 118 | 127 |
| 胎体胶 | | |
| 90 | 99 | 106 |
| 120 | 102 | 107 |

由表中数据看出，不同胶种、不同混炼周期以及不同温度的冷却介质对排胶温度都有影响。在相同混炼周期的条件下，采用循环热水的排胶温度高于采用冷却水的排胶温度：胎面胶平均高出7.2%；带束层胶平均高出8.2%；胎体胶平均高出6%。然而在相同分散度条件下，用循环热水混炼周期短，在47℃条件下90s 混炼出的胶料相当于在26℃下120s 混炼出的胶料。因此，从混炼周期的角度来看，热水循环降低了排胶温度。这一升一降的结果，使排胶温度上升并不显著，其综合排胶温度如下：胎面胶由113℃上升到118℃，排胶温度升高了4.4%；带束层胶由118℃上升到123℃，排胶温度升高了4.2%；胎体胶由102℃上升到106℃，排胶温度升高了4%。由上述分析可知，循环热水提高了排胶温度，但并不显著，一般 在5%以下。

综上所述，采用热水循环温控装置对提高产品质量、提高生产效率以及节省能源都有显著效果，同时也有充分的可行性。在国内推广热水循环温控装置是大势所趋。

收稿日期　1994-11-05