



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110364228 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 31

(21) 申请号 201910550961.2

(22) 申请日 2019.06.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110364228 A

(43) 申请公布日 2019.10.22

(73) 专利权人 安徽佳通乘用车子午线轮胎有限公司  
地址 230601 安徽省合肥市经济技术开发区始信路18号

(72) 发明人 季军胜 徐檬 王嘉俊 郑念磊

(74) 专利代理机构 合肥天明专利事务所(普通合伙) 34115  
专利代理师 娄岳

(51) Int. Cl.  
G16C 20/10 (2019.01)

G16C 60/00 (2019.01)

G06F 30/23 (2020.01)

G06F 119/08 (2020.01)

G06F 113/22 (2020.01)

### (56) 对比文件

CN 103128887 A, 2013.06.05

CN 105437431 A, 2016.03.30

JP 2015182294 A, 2015.10.22

CN 101963610 A, 2011.02.02

JP 2007044916 A, 2007.02.22

成海龙等. 半钢子午线轮胎的硫化测温.《轮胎工业》.2005, (第11期), 第686-689页.

姚钟尧等. 3.2版轮胎硫化测温仪.《橡胶工业》.2003, (第12期), 全文.

审查员 李召卿

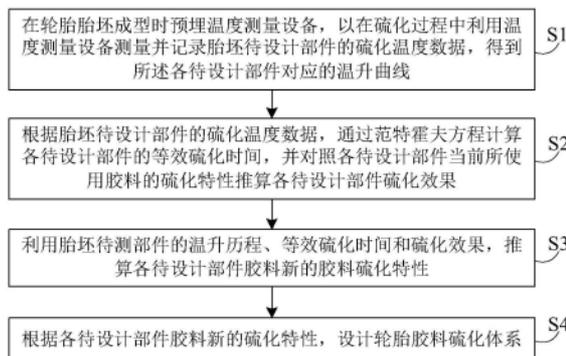
权利要求书2页 说明书12页 附图9页

### (54) 发明名称

一种轮胎胶料配方硫化体系设计方法及系统

### (57) 摘要

本发明公开了一种轮胎胶料配方硫化体系设计方法及系统,属于轮胎橡胶加工技术领域。包括:采用热电偶预埋设硫化测温方法,在轮胎胎坯成型时,在轮胎各部件预埋设热电偶,测量并记录硫化过程中待测部位的硫化温度历程;根据范特霍夫方程对所记录的硫化温度数据进行处理,计算各部件的硫化效应(即等效硫化时间)并对照所用胶料硫化特性推算其硫化效果;根据各部件硫化效果需求,设计轮胎胶料配方的硫化体系,使得轮胎各部件胶料的硫化特性满足工艺和性能要求。通过优化并设计轮胎所有部件胶料的硫化体系,使得其均满足工艺和性能要求,即可达到轮胎同步硫化即均匀硫化效果。



1. 一种轮胎胶料配方硫化体系设计方法,其特征在于,包括:

在轮胎胎坯成型时预埋温度测量设备,以在硫化过程中利用温度测量设备测量并记录胎坯待设计部件的硫化温度数据,得到所述各待设计部件对应的温升曲线;

根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件的等效硫化时间,并对照各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性推算各待设计部件硫化效果;

利用所述胎坯待测部件的温升历程、等效硫化时间和硫化效果,推算各待设计部件胶料新的胶料硫化特性;

根据所述各待设计部件胶料新的硫化特性,设计轮胎胶料的硫化体系;

所述温度测量设备在成型胎坯的预埋位置包括胎面、胎里、胎侧、胎肩、带束层端点以及三角胶中的至少一个,所述根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件的等效硫化时间,并对照各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性推算各待设计部件硫化效果,包括:

根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件开模时刻的等效硫化时间和硫化全程时间的等效硫化时间;

将所述各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性数据代入所述各待设计部件对应的温升曲线,得到所述各待设计部件在开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果;

所述利用所述胎坯待测部件的温升历程、等效硫化时间和硫化效果,推算各待设计部件胶料新的胶料硫化特性,包括:

分析所述各待设计部件的温升曲线,对轮胎硫化工艺硫化薄弱的部件胶料的硫化速度进行增加;

根据所述各待设计部件开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果,推算所述各待设计部件胶料所需的硫化特性;

所述根据所述各待设计部件胶料新的硫化特性,设计轮胎胶料的硫化体系,包括:

根据所述各待设计部件的温升曲线,调整配方活化剂和防焦剂配合份数,以加快对硫化薄弱的部件胶料的起硫速度;

调整对硫化速度有影响的试剂的配合份数,以使得所述各待设计部件在全程硫化后达到同步硫化。

2. 如权利要求1所述的轮胎胶料硫化体系设计方法,其特征在于,所述对硫化速度有影响的试剂包括配合剂、硫磺、促进剂和抗硫化返原剂中的至少一种。

3. 如权利要求1或2所述的轮胎胶料硫化体系设计方法,其特征在于,还包括对所述硫化体系中胶料的硫化性能进行验证,具体为:

将所述各待设计部件开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果代入所设计的硫化体系中胶料的硫化特性曲线中,并判断开模时刻硫化效果达到 $T_c50$ 以及硫化全程的硫化效果落入平坦期这两个条件是否同时满足;

若否,则重新进行硫化体系设计;

若是,则判断所述硫化体系中胶料的物理机械性能是否达到设定的设计目标;

若是,则将所述硫化体系作为设计结果;

若否,则重新进行硫化体系设计。

4. 一种轮胎胶料硫化体系设计系统,其特征在於,包括:温度测量设备、硫化效果推算模块、胶料硫化特性推算模块以及硫化体系设计模块,温度测量设备预埋在轮胎胎坯成型时各待设计部件处;

温度测量设备用于在硫化过程中利用温度测量设备测量并记录胎坯待设计部件的硫化温度数据,得到所述各待设计部件对应的温升曲线;硫化效果推算模块用于根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件的等效硫化时间,并对照各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性推算各待设计部件硫化效果;

胶料硫化特性推算模块用于利用所述胎坯待测部件的温升历程、等效硫化时间和硫化效果,推算各待设计部件胶料新的胶料硫化特性;

硫化体系设计模块用于根据所述各待设计部件胶料新的硫化特性,设计轮胎胶料的硫化体系;

所述硫化效果推算模块包括温升曲线计算单元和硫化效果推算单元;温升曲线计算单元用于根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件开模时刻的等效硫化时间和硫化全程时间的等效硫化时间;硫化效果推算单元用于将所述各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性数据代入所述各待设计部件对应的温升曲线,得到所述各待设计部件在开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果;

根据所述各待设计部件的温升曲线,调整配方活化剂和防焦剂配合份数,以加快对硫化薄弱的部件胶料的起硫速度;

调整对硫化速度有影响的试剂的配合份数,以使得所述各待设计部件在全程硫化后达到同步硫化。

## 一种轮胎胶料配方硫化体系设计方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及轮胎和橡胶加工技术领域,特别涉及一种轮胎胶料配方的硫化体系设计方法及系统。

### 背景技术

[0002] 橡胶硫化作为轮胎制造的最后工序,也是轮胎胶料获得物理机械性能的重要过程。众所周知,欠硫会导致轮胎无法使用,直接报废;过硫轮胎橡胶的物理机械性能和耐久力下降,生热和滚动阻力升高,燃油经济性变差。为了保证轮胎硫化工艺的安全性,行业内一般都本着“宁过不欠”的原则进行硫化生产。轮胎硫化时间也大多通过“硫化发泡试验”和“硫化测温试验”进行判定。

[0003] 另,由于轮胎内部复杂的硫化反应使得胶料硫化特性参数不易明确界定,而且影响轮胎硫化的因素较多,且在轮胎胶料硫化体系设计时,通常偏重于各独立部件物理机械性能的要求,以至于轮胎硫化时极易出现轮胎内各部件硫化特性不匹配,硫化不同步,造成局部过硫或欠硫等问题,容易在消耗更多能源同时反而导致轮胎综合性能下降。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种轮胎胶料配方的硫化体系设计方法,以提升硫化过程中轮胎各部件间的硫化均匀性,降低轮胎过硫,保证轮胎各部件胶料均硫化到最佳状态。

[0005] 为实现以上目的,本发明采用一种轮胎胶料配方的硫化体系设计方法,包括如下步骤:

[0006] 在轮胎胎坯成型时预埋温度测量设备,以在硫化过程中利用温度测量设备测量并记录胎坯待设计部件的硫化温度数据,得到所述各待设计部件对应的温升曲线;

[0007] 根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件的等效硫化时间,并对照各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性推算各待设计部件硫化效果;

[0008] 利用所述胎坯待测部件的温升历程、等效硫化时间和硫化效果,推算各待设计部件胶料新的胶料硫化特性;

[0009] 根据所述各待设计部件胶料新的硫化特性,设计轮胎胶料的硫化体系。

[0010] 进一步地,所述温度测量设备在成型胎坯的预埋位置包括胎面、胎里、胎侧、胎肩、带束层端点以及三角胶中的至少一个。

[0011] 进一步地,所述根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件的等效硫化时间,并对照各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性推算各待设计部件硫化效果,包括:

[0012] 根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件开模时刻的等效硫化时间和硫化全程时间的等效硫化时间;

[0013] 将所述各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性数据代入所述各待设计部件对

应的温升曲线,得到所述各待设计部件在开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果。

[0014] 进一步地,所述利用所述胎坯待测部件的温升历程、等效硫化时间和硫化效果,推算各待设计部件胶料新的胶料硫化特性,包括:

[0015] 分析所述各待设计部件的温升曲线,对轮胎硫化工艺硫化薄弱点的部件胶料的硫化速度进行增加;

[0016] 根据所述各待设计部件开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果,推算所述各待设计部件胶料所需的硫化特性。

[0017] 进一步地,所述根据所述各待设计部件胶料新的硫化特性,设计轮胎胶料的硫化体系,包括:

[0018] 根据所述各待设计部件的温升曲线,调整配方活化剂和防焦剂配合份数,以加快对硫化薄弱点的部件胶料的起硫速度;

[0019] 调整对硫化速度有影响的试剂的配合份数,以使得所述各待设计部件在全程硫化后达到同步硫化。

[0020] 进一步地,所述对硫化速度有影响的试剂包括配合剂、硫磺、促进剂和抗硫化返原剂中的至少一种。

[0021] 进一步地,还包括对所述硫化体系中胶料的硫化性能进行验证,具体为:

[0022] 将所述各待设计部件开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果代入所设计的硫化体系中胶料的硫化特性曲线中,并判断开模时刻硫化效果达到 $T_c50$ 以及硫化全程的硫化效果落入平坦期这两个条件是否同时满足;

[0023] 若否,则重新进行硫化体系设计;

[0024] 若是,则判断所述硫化体系中胶料的物理机械性能是否达到设定的设计目标;

[0025] 若是,则将所述硫化体系作为设计结果;

[0026] 若否,则重新进行硫化体系设计。

[0027] 另一方面,提供一种轮胎胶料硫化体系设计系统,包括:温度测量设备、硫化效果推算模块、胶料硫化特性推算模块以及硫化体系设计模块,温度测量设备预埋在轮胎胎坯成型时各待设计部件处;

[0028] 温度测量设备用于在硫化过程中利用温度测量设备测量并记录胎坯待设计部件的硫化温度数据,得到所述各待设计部件对应的温升曲线;

[0029] 硫化效果推算模块用于根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件的等效硫化时间,并对照各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性推算各待设计部件硫化效果;

[0030] 胶料硫化特性推算模块用于利用所述胎坯待测部件的温升历程、等效硫化时间和硫化效果,推算各待设计部件胶料新的胶料硫化特性;

[0031] 硫化体系设计模块用于根据所述各待设计部件胶料新的硫化特性,设计轮胎胶料的硫化体系。

[0032] 进一步地,所述硫化效果推算模块包括温升曲线计算单元和硫化效果推算单元;

[0033] 温升曲线计算单元用于根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件开模时刻的等效硫化时间和硫化全程时间的等效硫化时间;

[0034] 硫化效果推算单元用于将所述各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性数据代

入所述各待设计部件对应的温升曲线,得到所述各待设计部件在开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果。

[0035] 进一步地,所述硫化体系设计模块具体用于:

[0036] 根据所述各待设计部件的温升曲线,调整配方活化剂和防焦剂配合份数,以加快对硫化薄弱点的部件胶料的起硫速度;

[0037] 调整对硫化速度有影响的试剂的配合份数,以使得所述各待设计部件在全程硫化后达到同步硫化。

[0038] 与现有技术相比,本发明存在以下技术效果:本发明将温度测量设备预埋在成型的胎坯各待设计的部件处,用于测量各待设计部件在整个硫化历程中的温度数据,分析轮胎部件在硫化过程中的温升情况,并计算轮胎部件在硫化过程中的硫化效应(即等效硫化时间)和硫化效果。再以这些参数作为轮胎胶料硫化体系的设计依据,设计部件胶料配方的硫化体系。整个设计过程不改变现有硫化设备、也未增加新设备,即可做到轮胎部件的同步硫化,使其同时达到性能最优的硫化平坦期,降低能源消耗,同时能保证轮胎各部件胶料达到性能高点。

## 附图说明

[0039] 下面结合附图,对本发明的具体实施方式进行详细描述:

[0040] 图1是一种轮胎胶料配方硫化体系设计方法的流程示意图;

[0041] 图2是配方硫化体系设计原理框图;

[0042] 图3是硫化测温胎侧热电偶埋设位置示意图;

[0043] 图4是硫化测温胎侧热电偶测量记录的温升历程;

[0044] 图5是原胎侧配方硫化特性曲线;

[0045] 图6是应用原胎侧配方硫化特性推算得的胎侧硫化效果图;

[0046] 图7是原胎侧配方和新设计硫化体系胎侧配方硫化特性对比曲线;

[0047] 图8是应用原配方硫化特性和新设计硫化体系胎侧配方硫化特性推算得的胎侧硫化效果对比图;

[0048] 图9是硫化测温上三角热电偶埋设位置示意图;

[0049] 图10是硫化测温上三角热电偶测量记录的温升历程;

[0050] 图11是原上三角配方硫化特性曲线;

[0051] 图12是应用原上三角配方硫化特性推算得的上三角硫化效果图;

[0052] 图13是原上三角配方和新设计硫化体系上三角配方硫化特性对比曲线;

[0053] 图14是应用原配方硫化特性和新设计硫化体系上三角配方硫化特性推算得的上三角硫化效果对比图;

[0054] 图15是硫化测温胎体热电偶埋设位置示意图;

[0055] 图16是硫化测温胎体热电偶测量记录的温升历程;

[0056] 图17是原胎体配方硫化特性曲线;

[0057] 图18是应用原胎体配方硫化特性推算得的胎体硫化效果图;

[0058] 图19是原胎体配方和新设计硫化体系胎体配方硫化特性对比曲线;

[0059] 图20是应用原配方硫化特性和新设计硫化体系胎体配方硫化特性推算得的胎体

硫化效果对比图。

### 具体实施方式

[0060] 为了更进一步说明本发明的特征,请参阅以下有关本发明的详细说明与附图。所附图仅供参考与说明之用,并非用来对本发明的保护范围加以限制。

[0061] 如图1所示,本实施例公开了一种轮胎胶料硫化体系设计方法,包括如下步骤S1至S4:

[0062] S1、在轮胎胎坯成型时预埋温度测量设备,以在硫化过程中利用温度测量设备测量并记录胎坯待设计部件的硫化温度数据,得到所述各待设计部件对应的温升曲线;

[0063] 具体地,本实施例采用热电偶预埋设硫化测温,在轮胎胎坯成型时,在需要进行温度测量的部位预埋热电偶,将埋入有热电偶的胎坯装置于硫化机内,接通测温仪,从模具合模时开始计时,等待轮胎硫化一个周期后卸胎,置于卸胎架自然冷却一个硫化周期,切断热电偶,从而测量胎坯待设计胶料配方硫化体系部位的硫化温度数据并保存测温数据。

[0064] S2、根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件的等效硫化时间,并对照各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性推算各待设计部件硫化效果;

[0065] 需要说明的是,该处根据测得的待设计部位的温度数据,应用范特霍夫方程计算该部件的硫化程度(即等效硫化时间)和硫化效果。再以此为依据,有目的的设计胶料配方硫化体系。相较于传统的只注重部件物理机械性能的硫化体系设计方法更具有方向性和目的性。

[0066] S3、利用所述胎坯待测部件的温升历程、等效硫化时间和硫化效果,推算各待设计部件胶料新的胶料硫化特性;

[0067] S4、根据所述各待设计部件胶料新的硫化特性,设计轮胎胶料的硫化体系。

[0068] 需要说明的是,根据上述步骤S2和步骤S3的计算结果调整和设计部件胶料理论需求的硫化特性;依据胶料所需要硫化特性,设计新的胶料配方硫化体系并通过新的硫化体系调整胶料配方体系,主要包括生胶体系、补强体系、粘合体系、软化体系和防老体系等,维持当前部件所需的物理机械性能。

[0069] 本实施例通过分析所述测试部件温度数据,绘制所述测试部件硫化温升曲线,可判断出轮胎硫化薄弱部位,后续胶料配方硫化体系设计时需格外注意该部位胶料硫化特性需起硫速度快,正硫化时间短等特点;对于温升较快部件则适当减慢硫化速度,以期与薄弱部件可以同步硫化。

[0070] 根据范特霍夫公式计算硫化开模时刻各部件的硫化效应(等效硫化时间)和硫化全程(包括轮胎冷却时在模外的后硫化效应)各部件的硫化效应(等效硫化时间)。对照所测部件使用胶料硫化特性,推算所测部件开模和全程时刻硫化效果。胶料配方硫化体系设计时需将所测部件开模时刻硫化效果不低于所设计硫化体系配方胶料硫化特性 $T_c50$ ;且全程硫化效果落入所设计硫化体系配方胶料的硫化平坦期内。

[0071] 进一步地,热电偶预埋成型胎坯的位置包括胎面、胎里、胎侧、胎肩、带束层端点以及三角胶中的至少一个。

[0072] 具体地,硫化测温热电偶的埋设位置具体有成型胎坯的胎冠中心表面、胎冠花纹

块中部、带束层与基部胶界面中心点、带束层端点(边缘)、胎侧外表面、胎里中心点、软硬三角胶界面中心、硬三角胶根部、胎体反包端点等位置。应当理解的是,具体埋设位置以每次配方硫化体系设计关注点为准。

[0073] 具体地,上述步骤S2:根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件的等效硫化时间,并对照各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性推算各待设计部件硫化效果,包括如下细分步骤S21-S22:

[0074] S21、根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件开模时刻的等效硫化时间和硫化全程时间的等效硫化时间;

[0075] S22、将所述各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性数据代入所述各待设计部件对应的温升曲线,得到所述各待设计部件在开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果。

[0076] 需要说明的是,由于橡胶是热的不良导体及距离热源的远近距离不同,硫化时各部件温升速度也各不相同。通过分析各待设计部件的温升曲线可判断出轮胎硫化工艺薄弱点(即硫化最迟点);根据范特霍夫公式计算硫化开模时刻各部件的硫化效应(即等效硫化时间)和全程时刻(包括轮胎冷却时在模外的后硫化效应)各部件的硫化效应(等效硫化时间);运用EXCEL vlookup公式,将每分钟等效硫化时间匹配胶料硫化特性曲线,从而推算出开模和全程时刻的硫化效果。

[0077] 进一步地,上述步骤S3:利用所述胎坯待测部件的温升历程、等效硫化时间和硫化效果,推算各待设计部件胶料新的胶料硫化特性,包括如下细分步骤S31-S32:

[0078] S31、分析所述各待设计部件的温升曲线,对轮胎硫化工艺硫化薄弱的部件胶料的硫化速度进行增加;

[0079] S32、根据所述各待设计部件开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果,推算所述各待设计部件胶料所需的硫化特性。

[0080] 需要说明的是,利用所述胎坯待设计部位的硫化温度数据和所述胎坯待测部位的整个硫化历程,对所述待设计部件胶料的硫化特性进行调整,得到部件胶料新的硫化特性。具体包括:根据各待设计部件的温升曲线,适度提高硫化薄弱点部件胶料的硫化速度,包括较快的起硫速度和较短的正硫化时间;根据各部件开模时刻硫化效果和全程硫化效果,推算各部件胶料所需的硫化特性,使得各部件胶料全程硫化效果均达到平坦期,满足轮胎性能要求,开模时刻硫化效果均能满足工艺安全性需求。

[0081] 进一步地,上述步骤S4:根据所述各待设计部件胶料新的硫化特性,设计轮胎胶料的硫化体系,包括如下细分步骤S41-S42:

[0082] S41、根据所述各待设计部件的温升曲线,调整配方活化剂和防焦剂配合份数,以加快对硫化薄弱的部件胶料的起硫速度;

[0083] S42、调整对硫化速度有影响的试剂的配合份数,以使得所述各待设计部件在全程硫化后达到同步硫化。

[0084] 具体地,对硫化速度有影响的试剂包括配合剂、硫磺、促进剂和抗硫化返原剂中的至少一种。

[0085] 需要说明的是,根据各部件温升曲线,对于硫化薄弱的部件,通过调整配方活化剂和防焦剂配合份数,适度加快薄弱部件胶料的起硫速度,使得其在开模时刻具有良好的工

艺安全性。通过调整对硫化速度有影响的配合剂、硫磺、促进剂和抗硫化返原剂配合份数使得各部件在全程硫化后均到达硫化平坦期,达到同步硫化,轮胎具有良好的综合性能。

[0086] 进一步地,在上述步骤S4之后还包括步骤S5:对所述硫化体系中胶料的硫化性能进行验证,具体为:

[0087] 将所述各待设计部件开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果代入所设计的硫化体系中胶料的硫化特性曲线中,并判断开模时刻硫化效果达到 $T_c50$ 以及硫化全程的硫化效果落入平坦期这两个条件是否同时满足;

[0088] 若否,则重新进行硫化体系设计,即只要有一个条件不满足就重新进行硫化体系设计;

[0089] 若是,则判断所述硫化体系中胶料的物理机械性能是否达到设定的设计目标;

[0090] 若是,则将所述硫化体系作为设计结果;

[0091] 若否,则重新进行硫化体系设计。

[0092] 需要说明的是,本实施例小配合试验并测试试验胶料的硫化特性,判断待设计部件等效硫化时间是否落在试验胶料硫化平坦期内,确保所设计的胶料硫化体系是否最佳,以提升硫化过程中轮胎各部件间的硫化均匀性,降低轮胎过硫,保证轮胎各部件胶料均硫化到最佳状态。

[0093] 本实施例还公开了一种轮胎胶料硫化体系设计系统,包括:温度测量设备、硫化效果推算模块、胶料硫化特性推算模块以及硫化体系设计模块,温度测量设备预埋在轮胎胎坯成型时各待设计部件处;

[0094] 温度测量设备用于在硫化过程中利用温度测量设备测量并记录胎坯待设计部件的硫化温度数据,得到所述各待设计部件对应的温升曲线;

[0095] 硫化效果推算模块用于根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件的等效硫化时间,并对照各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性推算各待设计部件硫化效果;

[0096] 胶料硫化特性推算模块用于利用所述胎坯待测部件的温升历程、等效硫化时间和硫化效果,推算各待设计部件胶料新的胶料硫化特性;

[0097] 硫化体系设计模块用于根据所述各待设计部件胶料新的硫化特性,设计轮胎胶料的硫化体系。

[0098] 进一步地,硫化效果推算模块包括温升曲线计算单元和硫化效果推算单元;

[0099] 温升曲线计算单元用于根据所述胎坯待设计部件的硫化温度数据,通过范特霍夫方程计算各待设计部件开模时刻的等效硫化时间和硫化全程时间的等效硫化时间;

[0100] 硫化效果推算单元用于将所述各待设计部件当前所使用胶料的硫化特性数据代入所述各待设计部件对应的温升曲线,得到所述各待设计部件在开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果。

[0101] 进一步地,胶料硫化特性推算模块具体用于分析所述各待设计部件的温升曲线,对轮胎硫化工艺硫化薄弱的部件胶料的硫化速度进行增加;

[0102] 根据所述各待设计部件开模时刻的硫化效果和硫化全程的硫化效果,推算所述各待设计部件胶料所需的硫化特性。

[0103] 进一步地,硫化体系设计模块具体用于:

[0104] 根据所述各待设计部件的温升曲线,调整配方活化剂和防焦剂配合份数,以加快对硫化薄弱点的部件胶料的起硫速度;

[0105] 调整对硫化速度有影响的试剂的配合份数,以使得所述各待设计部件在全程硫化后达到同步硫化。

[0106] 需要说明的是,本实施例公开的一种轮胎胶料硫化体系设计系统对应与上述实施例工改的一种轮胎胶料硫化体系设计方法,其技术要点及效果与方法相同,该处不再赘述。

[0107] 需要说明的是,本实施例方案借助热电偶埋线测温试验和有限元分析轮胎硫化仿真模型,计算轮胎部件在硫化过程中的等效硫化时间和硫化效果,再以这些参数作为轮胎胶料硫化体系的设计依据,进行部件胶料的硫化体系,设计时可以做到不改变现有硫化设备和不增加新设备条件下轮胎部件同步硫化并同时达到综合性能最优的硫化平坦期。这种由“结果”反推“设计”的硫化体系设计方法可为配方工程师提供硫化体系的设计依据。

[0108] 以下对轮胎胶料配方硫化体系设计方案的具体实现过程进行举例说明:

[0109] 实施例1

[0110] 以胎侧配方硫化体系设计(胎侧过硫改善)为例,对本实施例方案进行说明。

[0111] 此次改善的为12R22.5规格产品胎侧,主要从配方层面降低其过硫程度,过程为:

[0112] (1)热电偶埋线测温:在胎坯胎侧部位埋入事先校准好的热电偶,热电偶埋设位置如图3所示。

[0113] 测量并记录硫化过程中的温度变化历程,如图4所示。

[0114] (2)等效硫化时间和硫化效果计算:根据范特霍夫方程计算开模和全程时刻等效硫化时间。将原配方 $SW_0$ 硫化特性(如图5所示)数据代入温升曲线计算,得应用原配方 $SW_0$ 的胎侧硫化效果,如图6所示。

[0115] 其中,图5部分数据即开模和全程胎侧硫化效应(即等效硫化时间)和硫化效果如下表1:

[0116] 表1

部件	开模时刻		全程时刻	
	等效硫化时间	硫化效果/ $T_n$	等效硫化时间	硫化效果/ $T_n$
胎侧	/min		/min	
	30.70	Toc95.21	33.15	Toc93.77

[0119] 由表1数据可知,该产品胎侧部件开模时刻等效硫化时间为30.70min,硫化效果为Toc95.21。全程时刻等效硫化时间为33.15min,硫化效果为Toc93.77,其全程硫化程度已超过平坦期Tc95-Toc95区间,严重过硫。

[0120] (3)对现行胎侧配方 $SW_0$ 进行调整,重新设计硫化体系(配方代号 $SW_t$ ):

[0121] 在 $SW_0$ 基础上, $SW_t$ 调整了配合剂增粘树脂、硫磺及其它配合剂的用量,降低其硫化速率。重新设计的硫化体系如表2所示:

[0122] 表2

[0123]	配方	SW <sub>0</sub>	SW <sub>t</sub>
	增粘树脂	3	
	石油树脂		2
	.....		
	S	1.6	1.2
	NS	1.1	1.1
	CTP	0.2	0.2

[0124] 调整前后的硫化体系的流变特性对比曲线如图7所示。将SW<sub>t</sub>流变特性曲线代入此前测温数据,计算得应用试验配方SW<sub>t</sub>的胎侧硫化效果如图8。

[0125] 图8部分数据即开模和全程胎侧硫化效果如下表3:

[0126] 表3

[0127]	部件	开模时刻		全程时刻			
		等效硫化时间/min	硫化效果/Tn		等效硫化时间/min	硫化效果 /Tn	硫化效果 /Tn
			SW <sub>0</sub>	SW <sub>t</sub>		SW <sub>0</sub>	SW <sub>t</sub>
[0128]		30.70	Toc95.21	Tc99.42	33.15	Toc93.77	Tc99.65

[0129] 由表3可知,试验配方SW<sub>t</sub>胎侧部件开模时刻硫化效果为Tc99.42,全程时刻硫化效果为Tc99.65,在硫化平坦期内。

[0130] 调整前后SW<sub>0</sub>、SW<sub>t</sub>配方胶料物性分别如下表4所示:

[0131] 表4

[0132]	配方代号		SW <sub>0</sub>	SW <sub>t</sub>
	物性	H ShoreA	51	52
		M100 Mpa	1.37	1.41
		M300 Mpa	5.67	5.50
		Ts Mpa	22.4	23.3
		Eb %	703	716
		Sp.Gr	1.092	1.090

[0133] 因此,在保持原有物性条件下,通过重新设计胎侧胶料硫化体系,调整其流变特性以符合预期设计要求。胎侧胶料硫化体系设计成功。

[0134] 实施例2

[0135] 以上三角配方硫化体系设计(上三角过硫改善)为例,对本实施例方案进行说明。  
 12.00R20规格上三角配方硫化体系设计,改善现有上三角过硫问题。过程为:

[0136] (1)热电偶埋线测温:在胎坯软硬三角胶之间部位埋入事先校准好的热电偶,热电偶埋设位置如图9所示。

[0137] 测量并记录硫化过程中的温度变化历程,如图10所示。

[0138] (2)硫化效应计算:将原配方 $UA_0$ 硫化特性(如图11所示)数据代入温升曲线计算,得应用原配方 $UA_0$ 上三角硫化效果,如图12所示。

[0139] 其中图12部分数据即开模和全程上三角硫化效应(即等效硫化时间)和硫化效果如下表5:

[0140] 表5

	部件	开模时刻		全程时刻	
[0141]	上三角	等效硫化时间/min	硫化效果/Tn	等效硫化时间/min	硫化效果/Tn
		11.11	Tc96.86	28.39	Toc91.11

[0142] 由表5数据可知,该产品上三角部件开模时刻等效硫化时间为11.11min,硫化效果为Tc96.86。全程时刻等效硫化时间为28.39min,硫化效果为Toc91.11,其全程硫化程度已超出平坦期Tc95-Toc95区间,严重过硫。

[0143] (3)对现行上三角配方 $UA_0$ 进行调整(配方代号 $UA_t$ ),重新设计硫化体系:

[0144] 在 $UA_0$ 基础上, $UA_t$ 调整了配合剂硫磺、促进剂及其它配合剂的用量,降低其硫化速率。重新设计的硫化体系如表6所示:

[0145] 表6

	配方	$UA_0$	$UA_t$
		.....	
[0146]	HDOT20	3.0	2.5
	CZ	1.0	0.8
	CTP	0.15	0.2

[0147] 调整前后的硫化体系的流变特性曲线如图13所示。将 $UA_t$ 流变特性曲线代入此前测温数据,计算得应用试验配方 $UA_t$ 上三角硫化效果如图14。

[0148] 图14部分数据即开模和全程上三角硫化效果如下表7:

[0149] 表7

	部件	开模时刻		全程时刻		
[0150]	上三角	等效硫化时间/min	硫化效果/Tn		等效硫化时间/min	硫化效果/Tn
			$UA_0$	$UA_t$		$UA_0$

[0151]	11.11	Tc96.86	Tc74.26	28.39	Toc91.11	Tc99.58
--------	-------	---------	---------	-------	----------	---------

[0152] 由表7可知,试验配方UA<sub>t</sub>上三角部件开模时刻硫化效果为Tc74.26,全程时刻硫化效果为Tc99.58,在硫化平坦期内。

[0153] 调整前后UA<sub>0</sub>、UA<sub>t</sub>配方胶料物性分别如下表8所示:

[0154] 表8

配方代号		UA <sub>0</sub>	UA <sub>t</sub>
[0155]	H ShoreA	57	55
	M300 Mpa	9.97	9.56
	Ts Mpa	26.4	26.3
	Eb %	560	602
	Sp.Gr	1.092	1.090

[0156] 因此,在保持原有物性条件下,通过重新设计上三角胶料硫化体系,调整其流变特性以符合预期设计要求。上三角胶料硫化体系设计成功。

[0157] 实施例3

[0158] 以胎体配方硫化体系设计(子口胎体反包端点欠硫改善)为例,对本实施例方案进行说明。12.00R20胎体配方硫化体系设计。经硫化测温分析发现,胎体反包端点为胎体部件硫化最迟点且存在欠硫风险。为降低现行胎体反包端点欠硫风险,对胎体配方硫化体系进行重新设计。过程为:

[0159] (1)热电偶埋线测温:在胎坯子口胎体反包端点部位埋入事先校准好的热电偶,热电偶埋设位置如图15所示。

[0160] 测量并记录硫化过程中的温度变化历程,如图16所示。

[0161] (2)硫化效应计算:将原配方CC<sub>0</sub>硫化特性(如图17所示)数据代入温升曲线计算,得应用原配方CC<sub>0</sub>胎体反包端点硫化效果,如图18所示。

[0162] 其中图18部分数据即开模和全程胎体反包端点硫化效应(即等效硫化时间)和硫化效果如下表9:

[0163] 表9

[0164]	部件	开模时刻		全程时刻	
		等效硫化时间/min	硫化效果/Tn	等效硫化时间/min	硫化效果/Tn
	胎侧	8.52	Tc50.22	21.70	Tc89.88

[0165] 由表9数据可知,该产品胎体反包端点开模时刻等效硫化时间为8.52min,硫化效果为Tc50.22。全程时刻等效硫化时间为21.70min,硫化效果为Tc89.88,其硫化程度未能落入平坦期Tc95-Toc95区间内,严重欠硫。

[0166] (3)对现行胎体配方 $CC_0$ 进行调整(配方代号 $CC_t$ ),重新设计硫化体系:

[0167] 在 $CC_0$ 基础上, $CC_t$ 调整了硫磺、促进剂及其它配合剂的用量,加快其硫化速率。重新设计的硫化体系如表10所示:

[0168] 表10

配方	$CC_0$	$CC_t$
.....		
HD0T20	1.1	1.0
DZ	5.1	4.5
CTP	0.05	0

[0170] 调整前后的硫化体系的流变特性曲线如图19所示。将 $CC_t$ 流变特性曲线代入此前测温数据,计算得应用试验配方 $CC_t$ 胎侧硫化效果如图20。

[0171] 图20部分数据即开模和全程胎体反包端点硫化效果如下表11:

[0172] 表11

部件	开模时刻		全程时刻			
	等效硫化时间/min	硫化效果/Tn		等效硫化时间/min	硫化效果/Tn	硫化效果/Tn
$CC_0$		$CC_t$	$CC_0$		$CC_t$	
胎侧	8.52	Tc50.22	Tc58.59	21.70	Tc89.88	Tc99.00

[0175] 由表11可知,试验配方 $CC_t$ 胎体反包端点开模时刻硫化效果为Tc74.26,全程时刻硫化效果为Tc99.58,在硫化平坦期内。

[0176] 调整前后 $CC_0$ 、 $CC_t$ 配方胶料物性分别如下表12所示:

[0177] 表12

配方代号		$CC_0$	$CC_t$
物性	H ShoreA	76	74
	M300 Mpa	19.2	18.6
	Ts Mpa	24.3	25.3
	Eb %	452	485
	Sp.Gr	1.178	1.176

[0179] 因此,在保持原有物性条件下,通过重新设计胎体胶料硫化体系,调整其流变特性以符合预期设计要求。胎体胶料硫化体系设计成功。

[0180] 本实施例使用热电偶测温埋线方法计算部件的等效硫化时间,以及其在现行配方流变曲线上对应的区间位置,判断该部件的硫化程度。设计部件胶料硫化体系,在不改变原有物性条件下使其硫化特性满足该部件的硫化要求,即在流变曲线平坦期内。同时,通过热电偶埋线测温和硫化仿真计算数据与胶料流变曲线相对应,判断部件的硫化程度,欠硫、正硫或过硫。其基于硫化平坦期T95-Toc95的定义,试验验证该区间硫化程度胶料物理机械性能最优。通过对硫磺、促进剂以及其他影响胶料硫化速度的配合剂份数和使用种类调整,在原有物性的基础上调整胶料的硫化特性。

[0181] 需要说明的是,本实施例所公开的轮胎胶料配方硫化体系设计方案主要应用于外胎硫化机硫化轮胎,同样也适用于硫化罐等其他硫化设备。故对其权利要求范围也不只局限于外胎硫化机应用范畴,同样也要求硫化罐等其他硫化设备应用范畴。

[0182] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

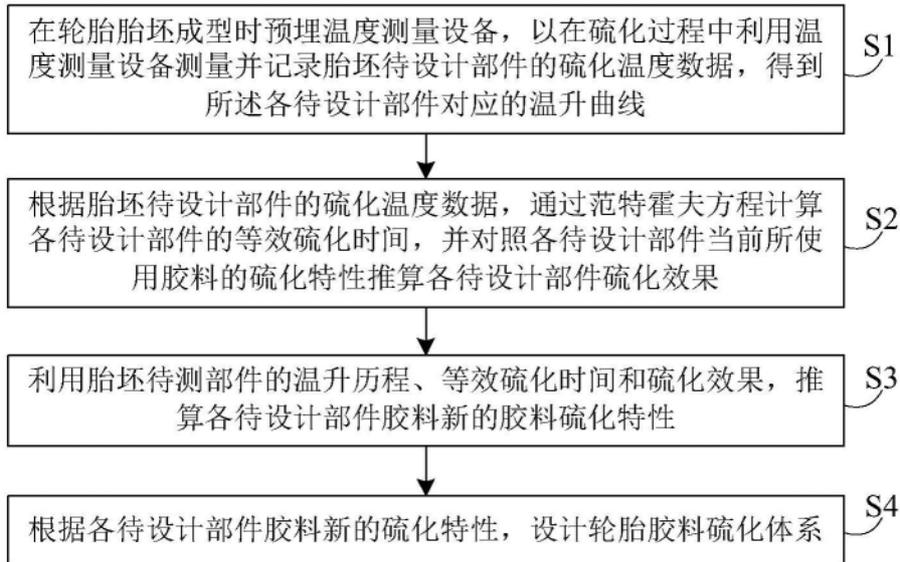


图1

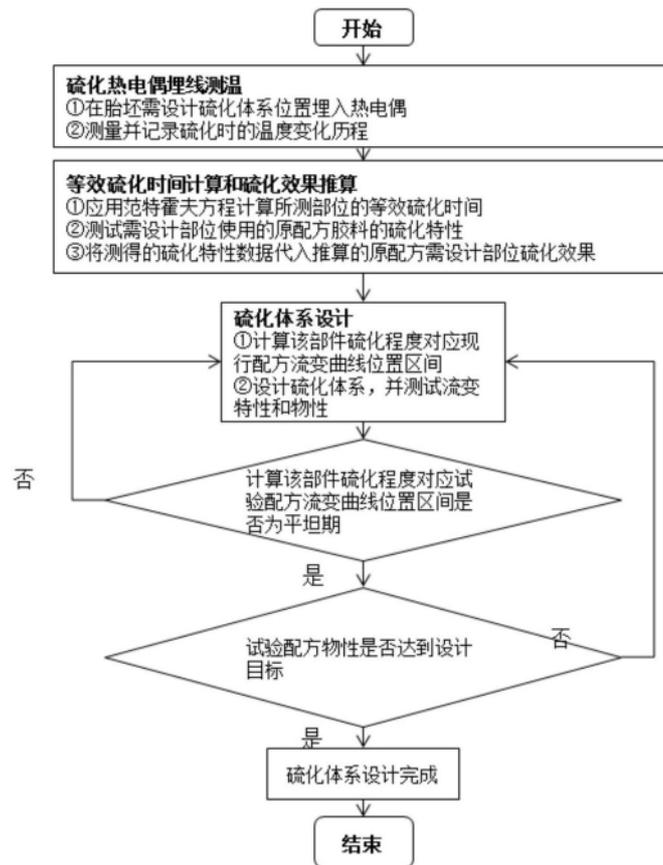


图2

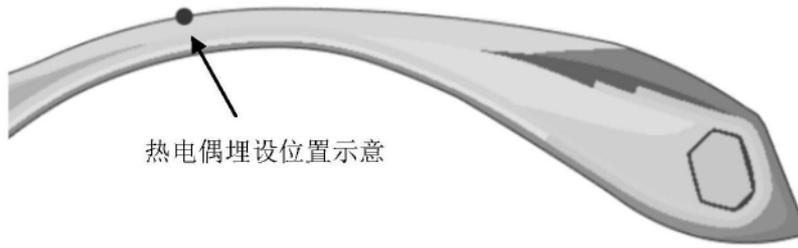


图3

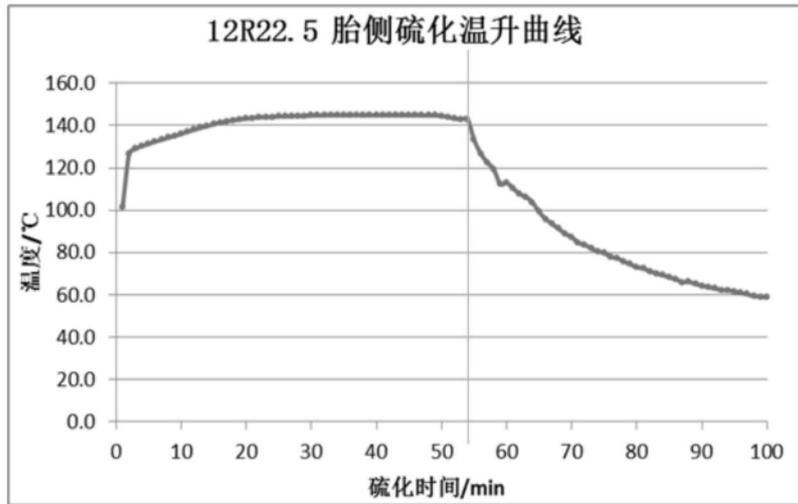


图4

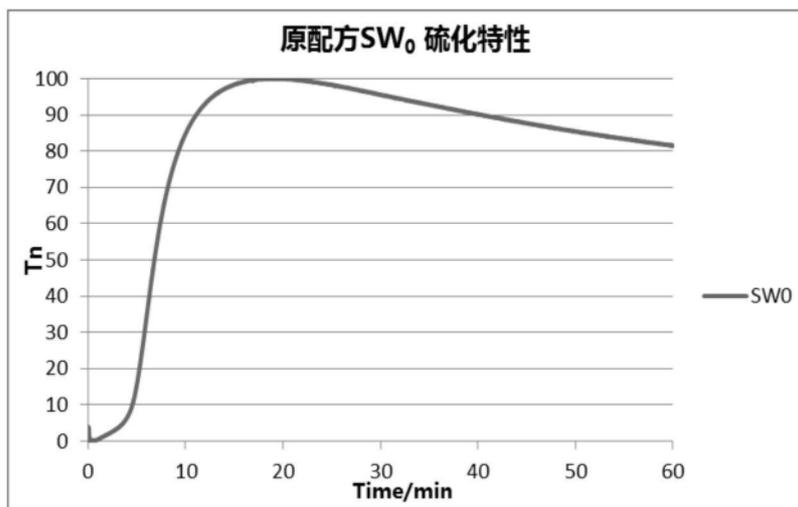


图5

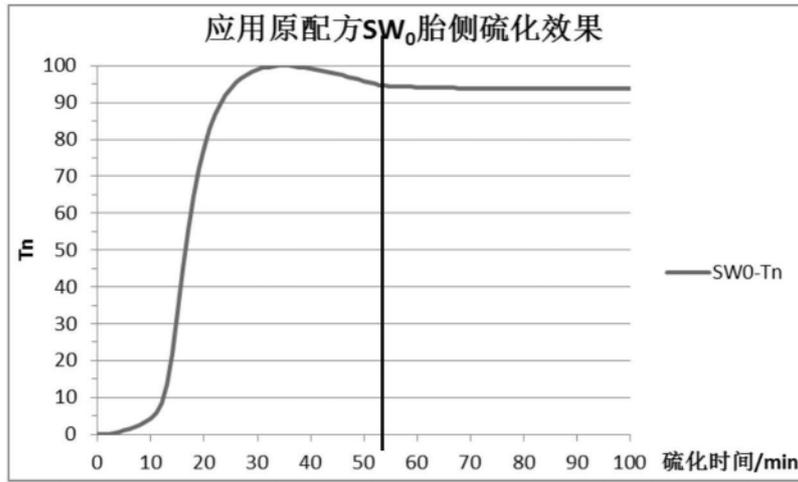


图6

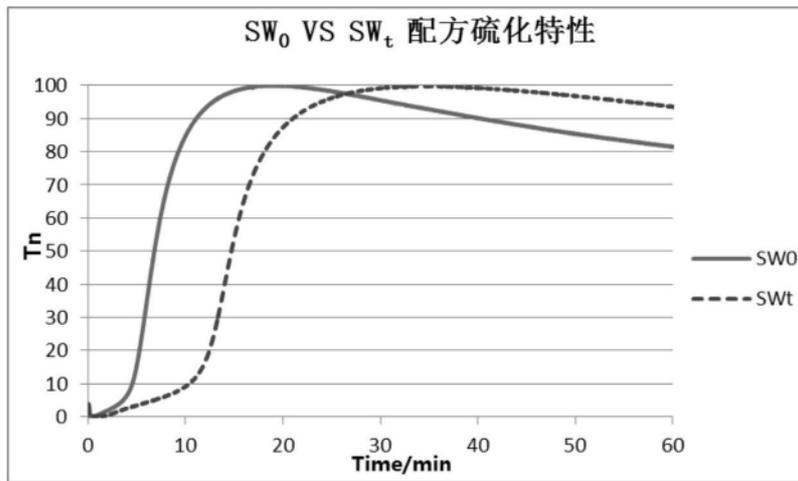


图7

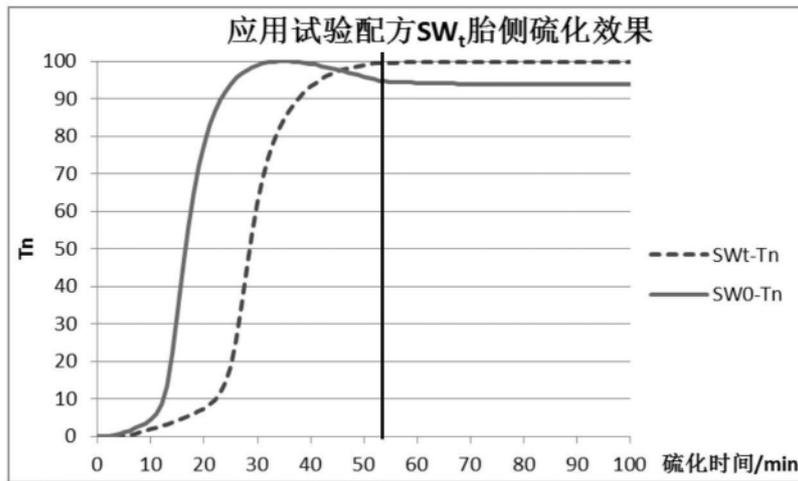


图8

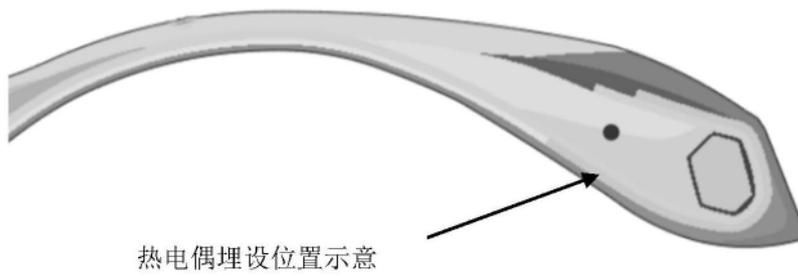


图9

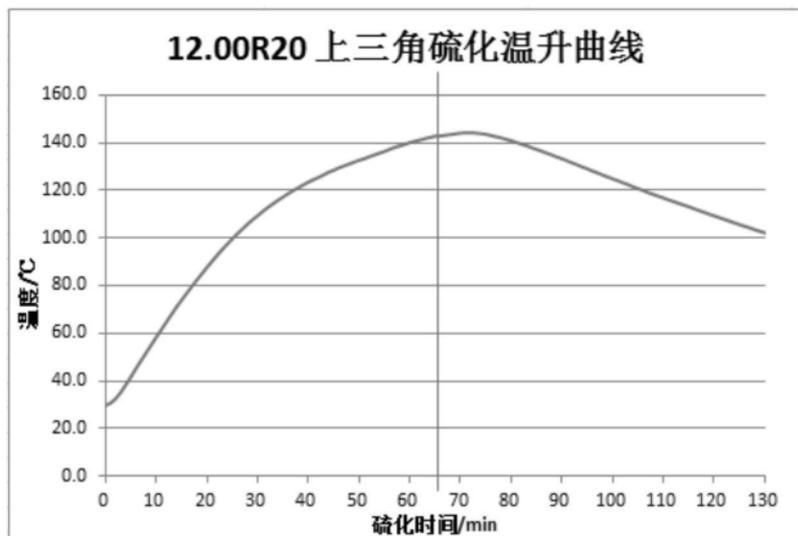


图10

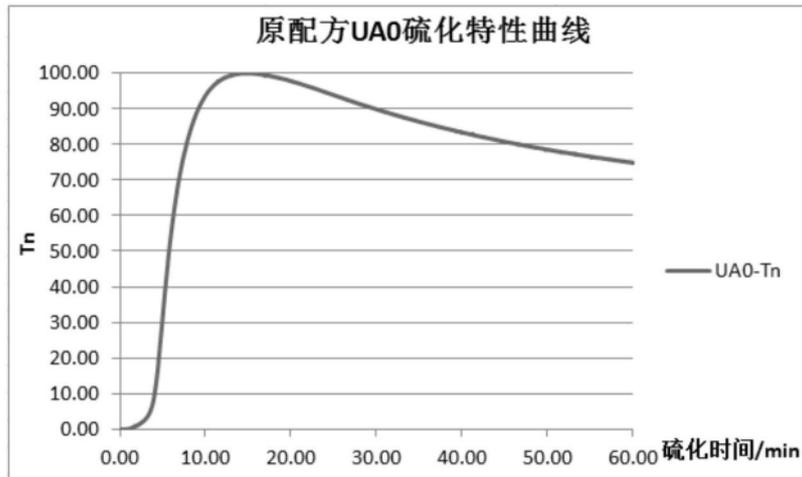


图11

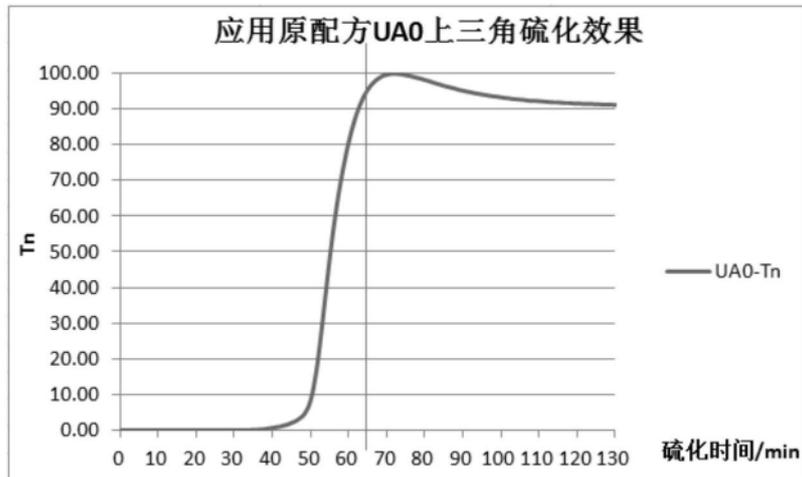


图12

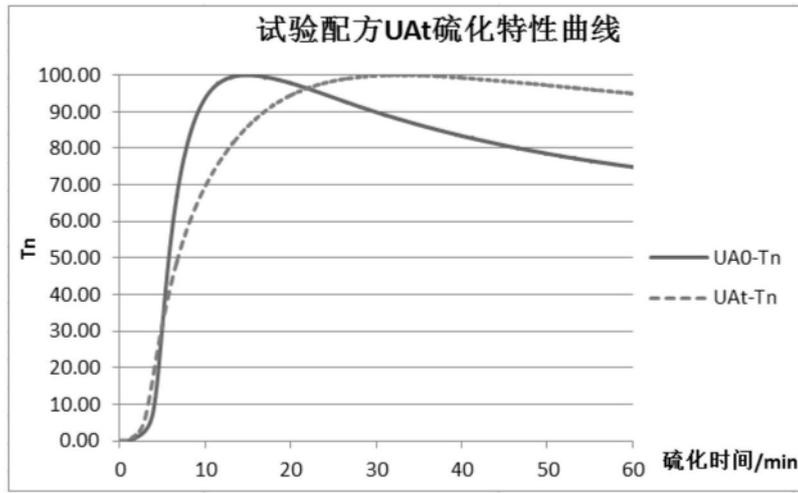


图13

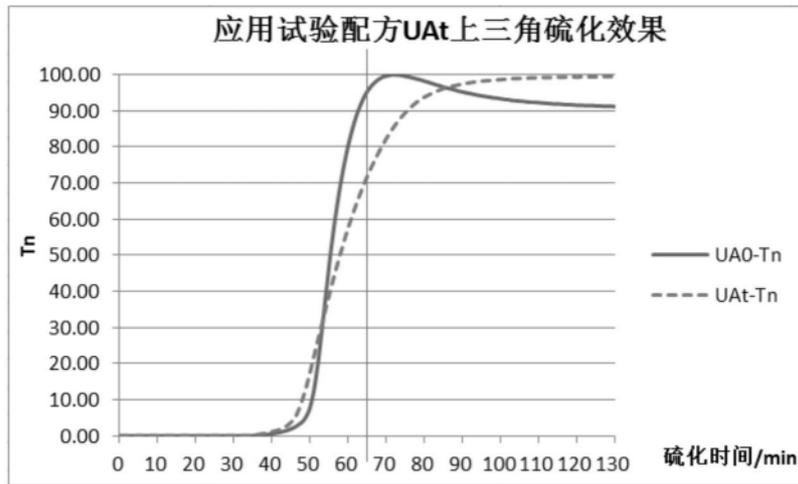


图14

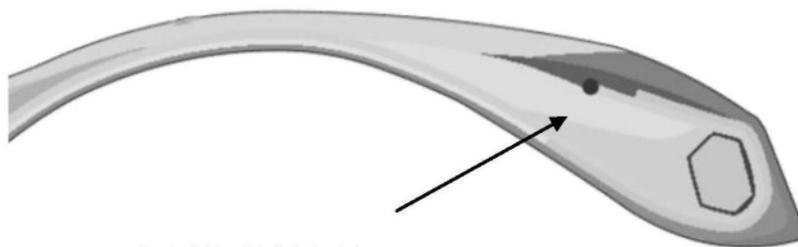


图15

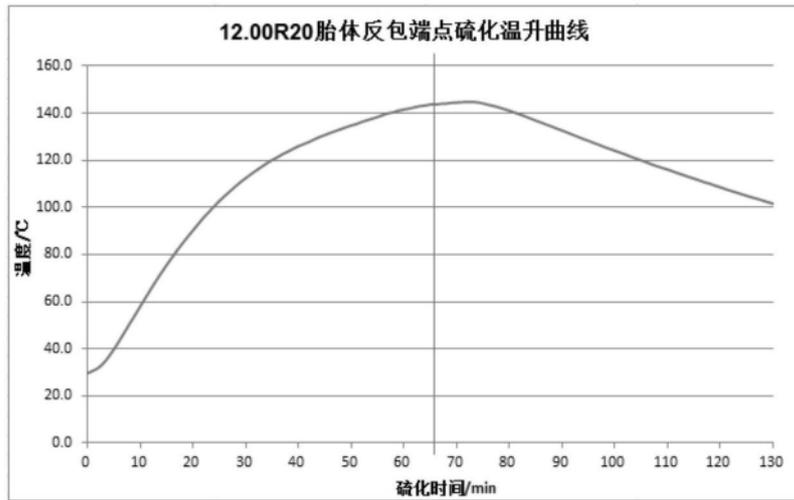


图16

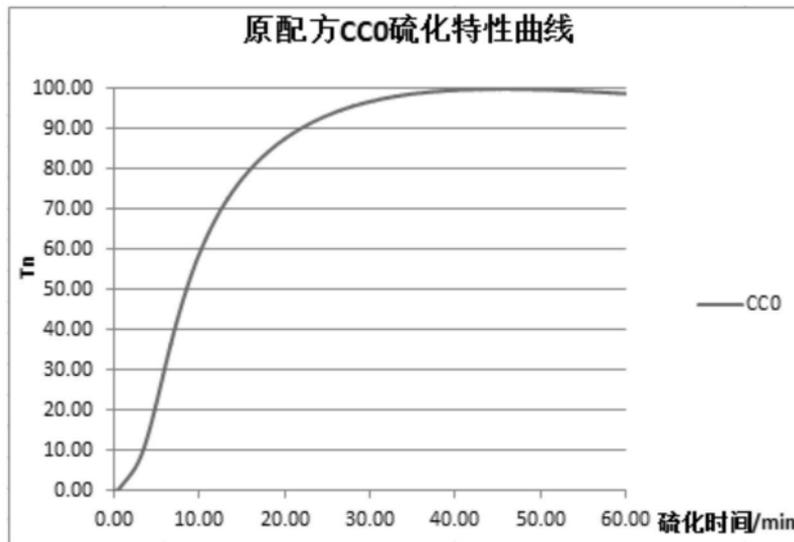


图17

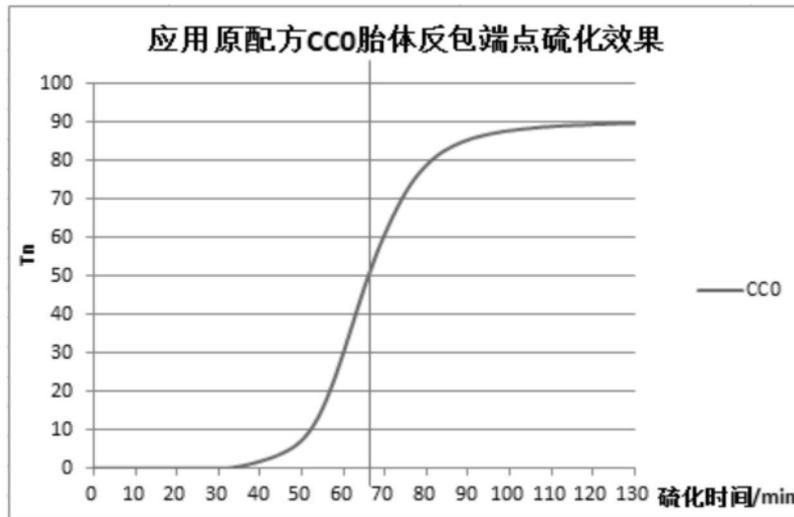


图18

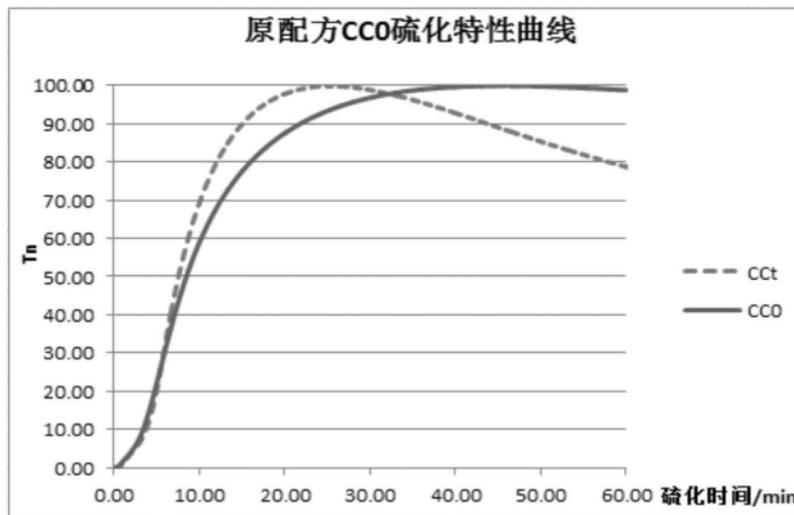


图19

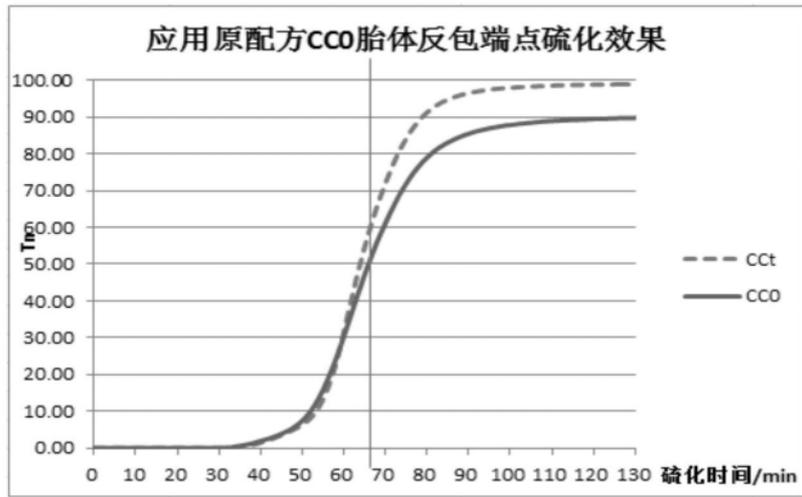


图20