

沥青稀浆混合料沸煮试验装置的研制

江苏现代路桥有限责任公司磐石 QC 小组

一、 小组概况

（一） 小组情况

2023 年，小组以“沥青稀浆混合料沸煮试验装置的研制”为课题，活动成果用于提升沥青稀浆混合料配伍性试验检测效率。小组具体情况见表 1-1。

表 1-1 小组情况表

小组名称	磐石			组建日期		2020 年 10 月 15 日	
课题名称	沥青稀浆混合料沸煮试验装置的研制			注册编号		20201001	
联系人	卞加前			联系电话		13912957365	
小组成员	姓名	性别	年龄	文化程度	职务、职称、岗位	接受 QC 教育情况	组内分工
组长	卞加前	男	56	工程硕士	正高	掌握并熟练应用 QC 知识	总体规划
组员	赵 喆	男	38	硕士	高工	熟练掌握 QC 知识	计划实施
	盛海荣	男	42	本科	高工	熟练掌握 QC 知识	质量把控
	王 华	女	43	本科	高工	熟练掌握 QC 知识	现场研究
	石 凯	男	30	本科	工程师	熟练掌握 QC 知识	设备开发
	王 健	男	40	本科	工程师	熟练掌握 QC 知识	设备开发
	濮楚堂	男	50	本科	工程师	熟练掌握 QC 知识	设备开发

制表：卞加前

日期：2023 年 01 月 12 日

（二） 活动规划

QC 小组依据中国质量协会团体标准《质量管理小组活动准则》（T/CAQ 10201-2020），遵循科学的活动程序，运用质量管理理论和

统计方法，有效的开展质量管理小组活动，为持续、有效地开展活动并实现目标，本次课题按照 P（选择课题、设定目标及目标可行性论证、提出方案并确定最佳方案、制定对策），D（对策实施），C（效果检查、达到目标），A（标准化、总结下一步打算）等九个程序策划活动安排，并严格按照里程碑计划开展工作。小组里程碑计划及课题活动程序图见表 1-2 所示。

表 1-2 小组里程碑计划及实施进度表

程序 进度	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
选择 课题												
设定目 标及目 标可行 性论证												
提出方 案并确 定最佳 方案												
制定 对策												
对策 实施												
效果 检查												
标准化												
总结和 下一步 打算												

注：计划用虚线表示“-----”，实际进度用实现表示“—”。

制表：卞加前

制表时间：2023 年 12 月 24 日

二、 选择课题

（一） 检测需求

《稀浆混合料配伍性等级试验》（T 0758-2011）中规定，吊篮采用直径 50mm、高 50mm 的镀锌金属吊篮。沸煮试验时，每个试样需沸煮 30min，一组试样一般不少于 3 个（可为 3、4、5 或 6 个），加

上加热、整理试件等环节，试验检测周期较长，由此也会带来试验人员烫伤的风险，并且由于是分批沸煮存在判别不够准确的问题。为此，急需一种装置来实现所有试样一起进行沸煮，以此提高试验检测效率。

组内人员卞加前通过沸煮试验（图 2-1），验证出原试验方式存在试验周期较长的问题，如下表试验周期统计结果。例如，当试样数目为 6 个时，沸煮试验需要耗时 180min 以上，难以快速准确地评价出试样完整性、裹覆率等检测参数。过长的试验周期也会存在人员烫伤的风险，各试样分开沸煮，试验时间不一致也容易降低判别的准确性。

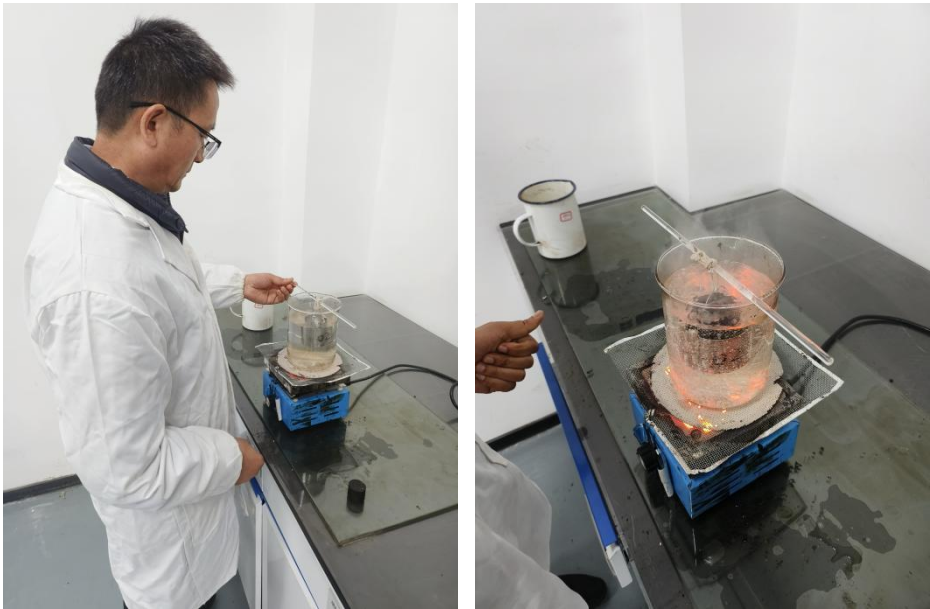


图 2-1 常规沸煮试验

表 2-1 试验检测周期

序号	试样数量（个）	沸煮时间（min）
1	3	90
2	4	120
3	5	150
4	6	180

制表：王华

日期：2023 年 01 月 16 日

（二） 课题思路与方向

1、课题思路

- (1) 如何改进试样沸煮方式，快速评价稀浆混合料的配伍性？
- (2) 如何减少试验人员在沸煮过程中烫伤的几率？
- (3) 是否能采取人工、机械、智能手段或技术去实现？

2、课题方向

小组拟以“沥青稀浆混合料沸煮试验装置的研制”为课题，开展QC 小组活动，研制出一种快速沸煮沥青稀浆混合料试样的装置，在缩短检测所需时间的同时，减少人员烫伤的概率，提高判别准确性。

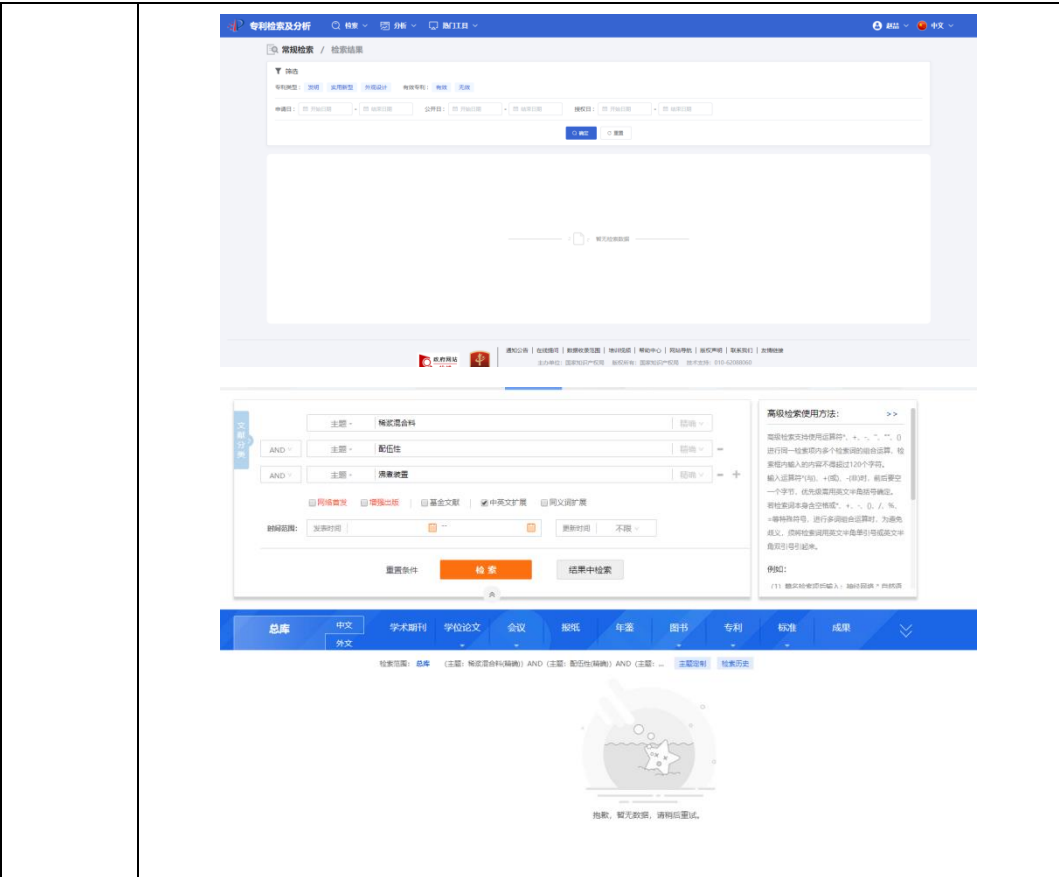
(三) 课题论证

1、技术查新

课题小组成员一致认为以激活思维，创新研究解决沥青稀浆混合料试样沸煮时间过长的问题。小组成员王华负责调研搜索查新类似研发项目及成果。

表 2-2 沥青稀浆混合料沸煮装置查新分析

查新平台	中国公路网、知网、万方数据、维普网、百度、专利检索及分析网站	查新人员	王华
关键词	稀浆混合料、沸煮试验、装置	查新时间	2023. 02. 03
查新要求	有无类似沥青稀浆混合料沸煮试验装置项目或成果		
查新结果	无类似沥青稀浆混合料沸煮试验装置项目或成果 		



制表：王华

制表时间：2023 年 02 月 04 日

2、开拓创新思路

通过技术查新可知，目前没有类似沥青稀浆混合料沸煮试验的装置。因此，小组成员充分发挥创造思维，调研其他行业的相关经验做法，借鉴了圆环式落地晾衣架以及麻辣烫水煮设备对装置进行设计，一个晾衣架可以一次晾 1 件衣服或多件衣服，如图 2-2 所示。而麻辣烫水煮设备，原理与沥青稀浆混合料沸煮试验类似，对于一锅汤底可以同时制作多人份的麻辣烫，如图 2-3 所示。



图 2-2 圆环式落地晾衣架



图 2-3 麻辣烫水煮装置

小组综合圆环形晾衣架和麻辣烫水煮装置，构思设置圆环形吊篮架，再辅以挂钩，以一次性挂设多个试样吊篮，确保一组试样沸煮试样同步完成。

（四） 课题确定

课题小组经调研比选拟定了“沥青稀浆混合料沸煮试验装置的研制”为课题，开展系列创新活动。

三、设定目标及目标可行性论证

（一） 设定目标

通过调研、头脑风暴等方式，设计一个能够一次将多个沥青稀浆混合料试样进行沸煮的装置，根据规范，最多每次需要沸煮 6 个试样，每个试样需要 30min，总时间将在 180min 以上。本次活动期望能够一次性测试 6 个试样，拟将原来长时间的沸煮试验用时降低到 35min 以内（含试验准备时间）。

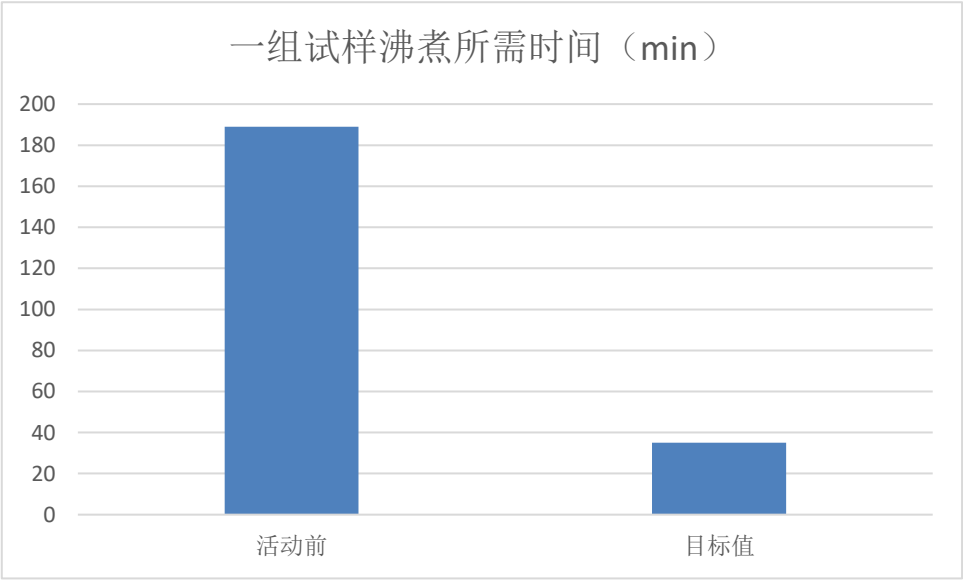


图 3-1 活动目标

（二） 目标可行性论证

1、技术分析

经过调研，目前市面上暂时没有类似的装置或是产品，所以无法借鉴相关试验数据。为此，小组专门咨询了麻辣烫店，为保证食物能

够熟透，每个网篮水煮时间在 2-8 分钟，按照平均 5 分钟计，若有 6 个网篮的食物需要制作，每次水煮一个网篮的总时间为 $5 \times 6 = 30$ 分钟，若同时有 6 个网篮一次水煮，刚只需要 5 分钟左右，时间节约 83.3%。

表 3-1 借鉴装置数据分析

装置 关键参数		借鉴装置		创新装置	备注
		圆环形晾衣架	麻辣烫食物水煮网篮	环形吊篮装置	
一次挂衣物量		1、2、3...20	1、2、3...7	1、2、3...8	
水煮	时间	/	2-8min/网篮，单独水煮耗费时间	30min/吊篮, 180min/6个, 240min/8个	
	数量	/	可根据进食人员确定，7个/次，时间节约 83.3%	每组试验 6 个试样，可一次完成，节约大量时间	

制表：盛海荣

日期：2023 年 02 月 19 日

对照本 QC 活动，在提升试验检测效率上，正常流程中一次只能沸煮 1 个试样。本试验装置通过设计吊篮架和沸煮桶，可以实现所有试样一起沸煮，将原先至少 180min 的试验时间降低到 35min 以内，所以，本次目标是可行的。具体每组沸煮试样所需的时间实测分析如下：

表 3-2 每组 6 个试样单个沸煮试验统计表

日期	试样编号	试样时间 (min)	日期	试样编号	试样时间 (min)
2023. 03. 10	1	33	2023. 03. 15	1	32
	2	33		2	32
	3	32		3	31
	4	31		4	32
	5	31		5	31
	6	30		6	31
	合计	190		合计	189
2023. 03. 18	1	33	2023. 03. 18	1	32
	2	32		2	32
	3	32		3	31
	4	31		4	31

	5	31		5	31
	6	30		6	31
	合计	189		合计	188

制表：石凯

日期：2023 年 02 月 22 日

2、技术力量可行性分析

课题小组成员中有正高级职称 1 人员，高级工程师 3 人，其中，试验研究及报告编制人员 1 人，设备开发人员 3 人，具备开展课题研究、自行研发装置的能力。

3、资源保障分析

①公司领导高度重视：公司领导亲自指挥，QC 小组多次组织召开活动会议，提出 QC 活动新思路，明确目标要求，大力支持，推进课题的高质量进展。

②小组向公司申请创新立项后，特拨款专项研发资金，以解决了项目研发所需的资金。



图 3-2 QC 小组会议

四、提出方案并确定最佳方案

（一）提出总体方案

通过借鉴生活中的相关装置，课题小组创新思路，提出本研究装置的初步设想。

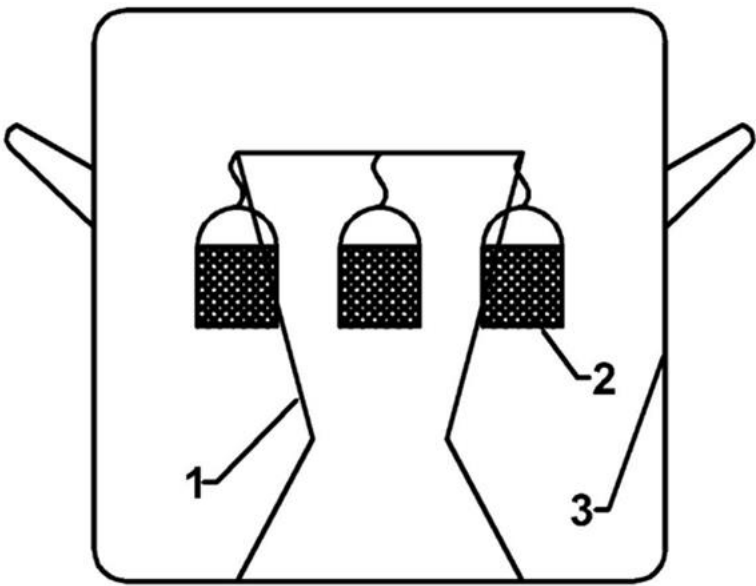
表 4-1 初步设想

装置组成	由吊篮、吊篮架和沸煮桶组成
安装方式	首先,在吊篮架上安装 6 个挂钩,再将吊篮悬挂在吊篮架上,最后将吊篮架放置于沸煮桶中,便可加水进行沸煮试验。
工作原理	常规试验方法,一次只能沸煮 1 个试样,本装置可以将所有试样一次性安置在吊篮架上进行沸煮,节约试验时间。

制表：赵喆

日期：2023 年 02 月 26 日

根据借鉴思路确定总体方案，通过借鉴“圆环式落地晾衣架”和“麻辣烫水煮装置”的工作原理，小组提出“沥青稀浆混合料沸煮试验装置”整体方案，利用沸煮桶一次性试验满足设想方案。具体设想为：沥青稀浆混合料沸煮试验装置由吊篮、挂钩、吊篮架、沸煮桶和电磁炉构成。



1：支架；2：吊篮；3：沸煮桶

图 4-1 沸煮装置设想图

（二） 分级方案

吊篮根据标准要求，采用直径 50mm、高度 50mm 的镀锌不锈钢吊篮。小组根据设想图，对测量装置组成进行了分级方案，如图 4-2 所示。

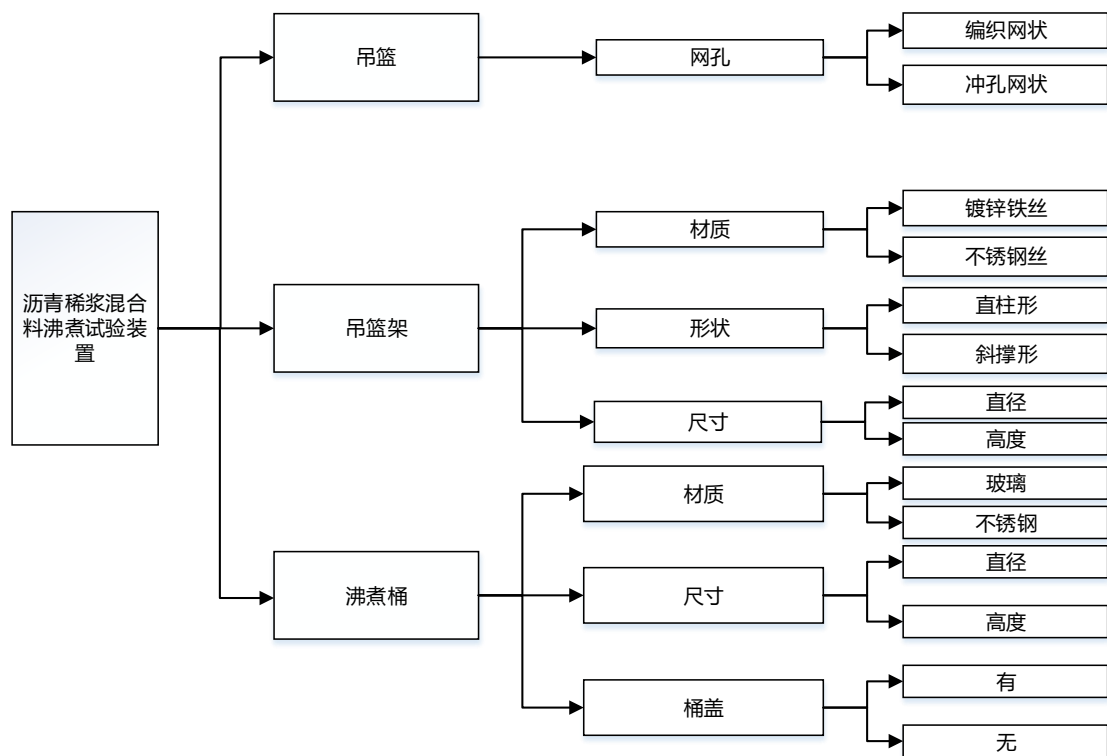


图 4-2 分级方案

1、吊篮的选择

技术要求：试验规程规定了吊篮的直径和高度分别为 50mm，但对于吊篮材质没有规定。试样重量一般为 100-200g，加上沸水的冲击，要求吊篮有一定的坚固性，另外，由于试样为稀浆混合料要求吊篮应具备一定的耐腐蚀性。

表 4-2 吊篮网孔选择

选择材质	编织网状与冲孔网状的选择	
方案需求	不易腐蚀，框架稳定	
可选方案	编织网状、冲孔网状	
选择依据	加工便利性、耐久性	
备选方案	方案一 编织网状	方案二 冲孔网状
		
综合评价	1、考虑到吊篮的采用需要承受一定强度，特采取剪切同尺寸的试样进行检验其抗拉能力,从抗拉强度可知,冲孔网较加固稳定	

	<table><tr><th>试验次数</th><th>设定面积(mm²)</th><th>检验抗拉强度(MPa)</th></tr><tr><td>1</td><td rowspan="4">长×宽 =50×10</td><td>133.2</td></tr><tr><td>2</td><td>133.0</td></tr><tr><td>3</td><td>132.9</td></tr><tr><td>4</td><td>133.0</td></tr></table>			试验次数	设定面积(mm ²)	检验抗拉强度(MPa)	1	长×宽 =50×10	133.2	2	133.0	3	132.9	4	133.0	<table><tr><th>试验次数</th><th>设定面积(mm²)</th><th>检验抗拉强度(MPa)</th></tr><tr><td>1</td><td rowspan="4">长×宽 =50×10</td><td>375.8</td></tr><tr><td>2</td><td>380.0</td></tr><tr><td>3</td><td>382.3</td></tr><tr><td>4</td><td>380.6</td></tr></table>			试验次数	设定面积(mm ²)	检验抗拉强度(MPa)	1	长×宽 =50×10	375.8	2	380.0	3	382.3	4	380.6																	
	试验次数	设定面积(mm ²)	检验抗拉强度(MPa)																																												
	1	长×宽 =50×10	133.2																																												
	2		133.0																																												
	3		132.9																																												
	4		133.0																																												
	试验次数	设定面积(mm ²)	检验抗拉强度(MPa)																																												
	1	长×宽 =50×10	375.8																																												
	2		380.0																																												
	3		382.3																																												
4	380.6																																														
2、试样的防散落及变形测试分析																																															
<table><tr><th>试验次数</th><th>散落(%)</th><th>变形(mm)</th></tr><tr><td>1</td><td>1.8</td><td>3.3</td></tr><tr><td>2</td><td>1.9</td><td>3.4</td></tr><tr><td>3</td><td>2.0</td><td>3.0</td></tr><tr><td>4</td><td>2.2</td><td>3.4</td></tr><tr><td>5</td><td>2.0</td><td>3.2</td></tr><tr><td>6</td><td>1.9</td><td>3.4</td></tr></table>			试验次数	散落(%)	变形(mm)	1	1.8	3.3	2	1.9	3.4	3	2.0	3.0	4	2.2	3.4	5	2.0	3.2	6	1.9	3.4	<table><tr><th>试验次数</th><th>散落(%)</th><th>变形(mm)</th></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>3</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>			试验次数	散落(%)	变形(mm)	1	0	0	2	0	0	3	0	0	4	0	0	5	0	0	6	0	0
试验次数	散落(%)	变形(mm)																																													
1	1.8	3.3																																													
2	1.9	3.4																																													
3	2.0	3.0																																													
4	2.2	3.4																																													
5	2.0	3.2																																													
6	1.9	3.4																																													
试验次数	散落(%)	变形(mm)																																													
1	0	0																																													
2	0	0																																													
3	0	0																																													
4	0	0																																													
5	0	0																																													
6	0	0																																													
由于本次水煮试验均为小于 2.36mm 以下颗粒成型的试样，其颗粒较小，在水煮试验时颗粒易散落至沸煮桶中导致难清理，为此、从测试情况看采用冲孔网可以有效避免细颗粒料散落沸煮桶现象。																																															
技术分析	类似于集料筛，编织网状材料加工方便，但易变形，网孔尺寸控制难度大，耐久性不佳；而冲孔网状虽然加工较为复杂，但网孔尺寸容易制作一致，牢固耐久性好																																														
价格分析	800 元/m ² （含加工费用）		760 元/m ² （含加工费用）																																												
结论	采用冲孔网状																																														

制表：王健

日期：2023 年 03 月 03 日

2、挂钩的选择

技术要求：挂钩应灵活，方便安装与移动，并且悬挂稳定。挂钩形状有 J 型挂钩与 S 型挂钩两种方式。

表 4-3 挂钩形状选择

选择形状	J 型挂钩与 S 型挂钩的选择	
方案需求	安装方便，移动灵活	
可选方案	J 型、S 型	
选择依据	加工性能、适用性、灵活性	
备选方案	方案一 J 型挂钩	方案二 S 型挂钩

			
综合评价	(1) 挂钩固定分析		
	①J 型挂钩加工简单 ②需焊接固定 ③无法移动		①S 型挂钩加工简单 ②悬挂固定 ③移动方便
	试验次数	固定方式	操作性质
	1	焊接	不灵活
	2	焊接	不灵活
	3	焊接	不灵活
	4	焊接	不灵活
	5	焊接	不灵活
	6	焊接	不灵活
	试验次数	固定方式	操作性质
1	悬挂	灵活易拆卸	
2	悬挂	灵活易拆卸	
3	悬挂	灵活易拆卸	
4	悬挂	灵活易拆卸	
5	悬挂	灵活易拆卸	
6	悬挂	灵活易拆卸	
(2) 悬挂稳定性测试			
试验次数	悬挂（kg）	稳定性	
1	1.0	稳定	
2	1.5	稳定	
试验次数	悬挂（kg）	稳定性	
1	1.0	稳定	
2	1.5	稳定	
价格分析	320 元/组（包焊接）		160 元/组
结论	采用 S 型挂钩		

制表：濮楚堂

日期：2023 年 03 月 05 日

3、吊篮架的选择

技术要求：对于吊篮架，应牢固，在沸水中不易倾覆，另外，要考虑吊篮的尺寸。

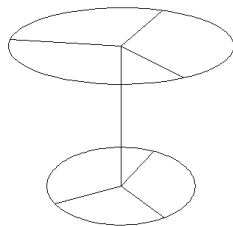
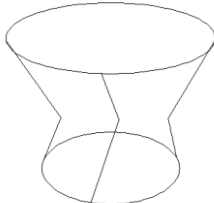
吊篮架的材质，目前市面上有镀锌铁丝与不锈钢两类材料，其中，镀锌铁丝加工方便、塑性好，但刚度一般，并且容易生锈。因此，选择不锈钢的吊篮架；对于吊篮架形状，考虑到直柱型吊篮架在煮沸过程中，容易发生倾倒，因此，选择斜撑型吊篮架；对于吊篮架的尺寸，由于吊篮直径为 50mm，吊篮高度为 50mm，挂钩长度约为 15mm，因此，考虑在煮沸过程中吊篮架应始终浸没在水中，其高度不应超过沸水桶的 3/4，吊篮之间以及与沸煮桶周围有不小于 20mm 的空间，并方便

吊篮安装和吊篮架在沸水中拿取；保证各吊篮之间能与水充分接触；吊篮架应确保稳定。因此，综合考虑吊篮架上部圆环直径为 130mm，下部圆环直径为 115mm，吊篮架高度为 200mm。

表 4-4 吊篮架材质选择

选择材质	镀锌铁丝与不锈钢的选择									
方案需求	对于吊篮架，应牢固，在沸水中不易倾覆，另外，要考虑吊篮的尺寸									
可选方案	14 号 2.2mm 镀锌铁丝、2mm304 不锈钢丝									
选择依据	加工性能、适用性、是否容易生锈、价格									
备选方案	方案一 镀锌铁丝					方案二 不锈钢				
										
技术分析	(1) 防锈测试									
	按照 GB / T 10125-2021 《人造气氛腐蚀试验 盐雾试验》进行中性盐雾试验测试两种材料的防锈性能，测试条件为 35℃ ±2℃，平均沉降率 50g/L ±5g/L。									
	试验次数	盐雾试验	结果评价		试验次数	盐雾试验	结果评价			
	1	48h	未见锈斑		1	48h	未见锈斑			
	2	96h	少许锈点		2	96h	未见锈斑			
	3	168h	锈点增多		3	168h	未见锈斑			
	4	240h	锈点加密		4	240h	未见锈斑			
	(2) 抗拉强度测试									
	试验次数	抗拉强度（MPa）	断裂情况		试验次数	抗拉强度（MPa）	断裂情况			
	1	96	脆断		1	525	延断			
	2	89	脆断		2	516	延断			
	3	96	脆断		3	528	延断			
	4	92	脆断		4	512	延断			
	由上可知，不锈钢丝在耐久性和强度方面要优于镀锌铁丝。									
价格分析	14 号 2.2mm 镀锌铁丝 18 元 /10 米					2mm304 不锈钢丝 26 元/10 米				
	加工费用 150 元					加工费用 150 元				
结论	采用 304 不锈钢丝									

表 4-5 吊篮架形状选择

选择形状	直柱型与斜撑型的选择	形状 直柱形 斜撑形																													
方案需求	便于安装吊篮，能够保证框架的稳定																														
可选方案	直柱型、斜撑型																														
选择依据	结构稳定、不易倾倒																														
技术分析	方案一 直柱型	方案二 斜撑型																													
																															
	1、稳定性测试																														
	<table><tr><td>试验次数</td><td>单侧悬挂 (kg)</td><td>稳定评价</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>稳定</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>稳定</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>倾斜</td></tr><tr><td>4</td><td>4</td><td>倾倒</td></tr></table>	试验次数	单侧悬挂 (kg)	稳定评价	1	1	稳定	2	2	稳定	3	3	倾斜	4	4	倾倒	<table><tr><td>试验次数</td><td>单侧悬挂 (kg)</td><td>稳定评价</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>稳定</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>稳定</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>稳定</td></tr><tr><td>4</td><td>4</td><td>稳定</td></tr></table>	试验次数	单侧悬挂 (kg)	稳定评价	1	1	稳定	2	2	稳定	3	3	稳定	4	4
试验次数	单侧悬挂 (kg)	稳定评价																													
1	1	稳定																													
2	2	稳定																													
3	3	倾斜																													
4	4	倾倒																													
试验次数	单侧悬挂 (kg)	稳定评价																													
1	1	稳定																													
2	2	稳定																													
3	3	稳定																													
4	4	稳定																													
直柱型受力不均匀，在沸水中更易倾倒，而斜撑型结构更为稳定，且吊篮可先安置好后再放入沸煮桶中。																															
价格分析	加工费用 200 元/只	加工费用 200 元/只																													
结论	采用斜撑型																														

制表：赵喆

日期：2023 年 03 月 10 日

表 4-6 吊篮架尺寸选择

选择尺寸	确定吊篮架直径和长度
技术分析	吊篮直径为 50mm，吊篮高度为 50mm，挂钩长度约为 15mm。考虑到以下几个因素：在煮沸过程中吊篮架应始终浸没在水中，其高度不应超过沸水桶的 3/4；考虑沸水桶的直径，确保吊篮与桶周围有不小于 20mm 的空间；方便吊篮安装和吊篮架在沸水中拿取；保证各吊篮之间能与水充分接触；吊篮架应确保稳定。因此，综合考虑吊篮架上部圆环直径为 130mm，下部圆环直径为 115mm，吊篮架高度为 200mm。

制表：赵喆

日期：2023 年 03 月 10 日

4、沸煮桶的选择

技术要求：坚固，加热速度快，并且大小应考虑吊篮架的尺寸规

格。

表 4-7 沸煮桶材质选择

选择材质	玻璃与不锈钢的选择	材质 玻璃 不锈钢																
方案需求	坚固，加热速度快，并且大小应考虑吊篮架的尺寸规格。																	
可选方案	玻璃、不锈钢																	
选择依据	耐高温、耐久性好																	
技术分析	方案一 玻璃		方案二 不锈钢															
																		
	1、加热试验																	
	在试验室分别用玻璃烧杯和不锈钢小桶加热 1L 水，加热工具分别为高温电炉和电磁炉。																	
	<table><tr><td>序号</td><td>时间</td></tr><tr><td>1</td><td>8min</td></tr><tr><td>2</td><td>7min34s</td></tr><tr><td>3</td><td>7min21s</td></tr></table>	序号	时间	1	8min	2	7min34s	3	7min21s		<table><tr><td>序号</td><td>时间</td></tr><tr><td>1</td><td>5min56s</td></tr><tr><td>2</td><td>5min11s</td></tr><tr><td>3</td><td>5min3s</td></tr></table>	序号	时间	1	5min56s	2	5min11s	3
序号	时间																	
1	8min																	
2	7min34s																	
3	7min21s																	
序号	时间																	
1	5min56s																	
2	5min11s																	
3	5min3s																	
玻璃桶要使用高温电炉加热，存在安全隐患，加热速度慢，并且玻璃易破碎，不锈钢桶不易生锈，耐久性好、可用电磁炉加热，更安全。																		
结论	采用不锈钢桶																	

制表：盛海荣

制表时间：2023 年 03 月 18 日

表 4-8 沸煮桶尺寸选择

选择尺寸	直径和高度选择
由于吊篮架上部直径为 130mm，下部直径为 115mm，高度为 200mm。考虑到水沸腾时，容易溢出以及电磁炉的加热范围。因此，按照直径为 220mm，内壁高度为 240mm，选择沸煮桶。	

制表：盛海荣

制表时间：2023 年 03 月 18 日

表 4-9 沸煮桶桶盖选择

选择桶盖	桶盖的选择
由于加热时，水容易溢出，因此，选择带桶盖的沸煮桶。	

制表：盛海荣

制表时间：2023 年 03 月 18 日

综合考虑沸煮桶的材质、尺寸、桶盖问题，因此，选择直径为 220mm，内壁高度为 240mm 并带有桶盖不锈钢桶。

5、电磁炉的选择

技术要求：炉面直径能够合适地摆放沸煮桶。

表 4-10 电磁炉尺寸的选择

选择尺寸	炉面直径的选择	
方案需求	稳定放置沸煮桶，沸煮桶底部直径在 220cm	
可选方案	炉面直径 260mm 以下的电磁炉；炉面直径 260mm 以上的电磁炉	
选择依据	沸煮桶底部直径在 220cm	
备选方案	方案一 炉面直径 260mm 以下	方案二 炉面直径 260mm 以上
		
技术分析	炉面直径 260mm 以下的电磁炉携带方便,但对于直径 220mm 的沸煮桶来说，面积过小，因此，选择炉面直径 260mm 以上的电磁炉，加热面更广，受热更均匀	
结论	采用炉面直径 260mm 以上的电磁炉	

制表：王华

制表时间：2023 年 03 月 26 日

（三） 确定最佳方案

小组通过对总体方案进行层层细分和研究分析，结合检验验证，最终确定了沥青稀浆混合料沸煮试验装置的最佳方案。本方案的创新性在于“快速、安全、准确”地实现沥青稀浆混合料沸煮。其中，快速体现在能将试验时间由 180min 以上降低至 35min 以内；安全体现在能够减少更换试样的过程中，反复地从沸水或热水中提取试样的操作，减少人员受到烫伤的风险；准确主要体现在所有试样在相同条件下一起沸煮，减少试验周期过长对试验准确性造成的影响。

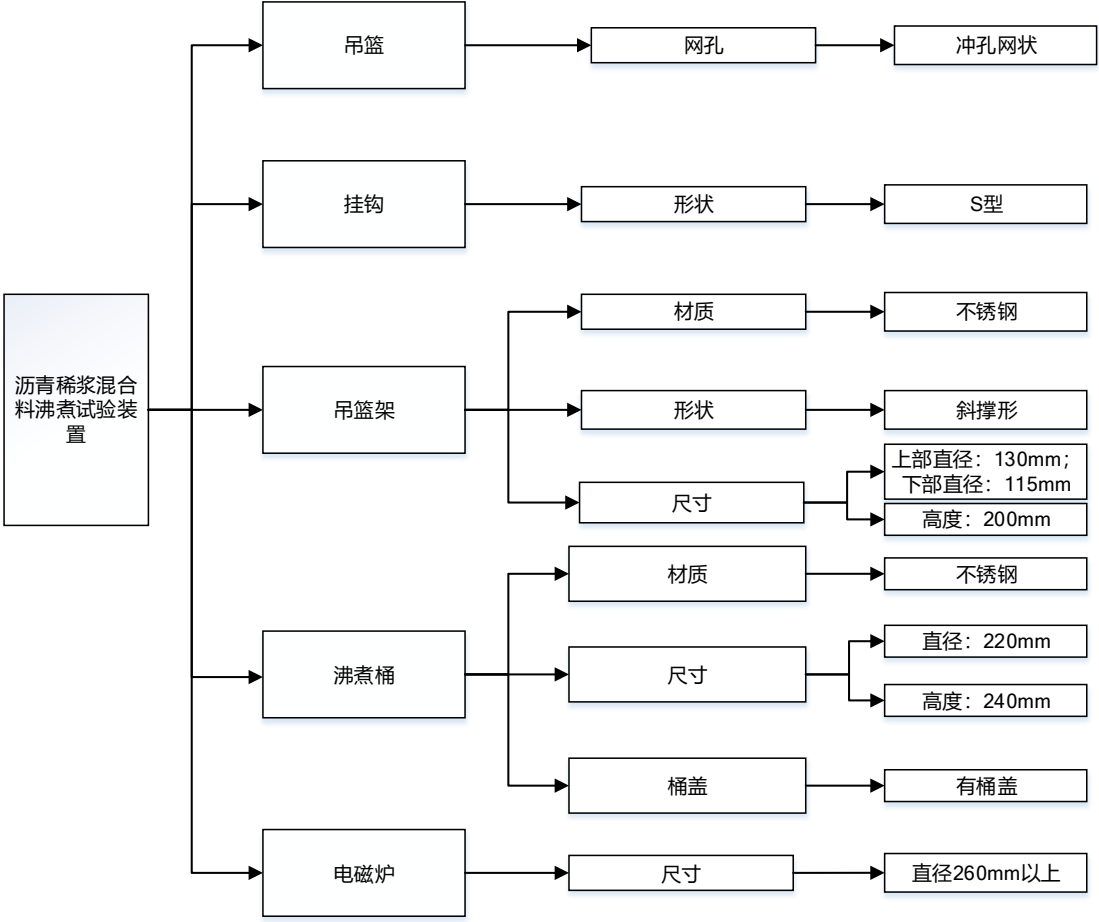


图 4-3 确定最佳方案

五、制定对策

（一） 对策实施流程图

为了方便技术实施，特制定了对策流程图。

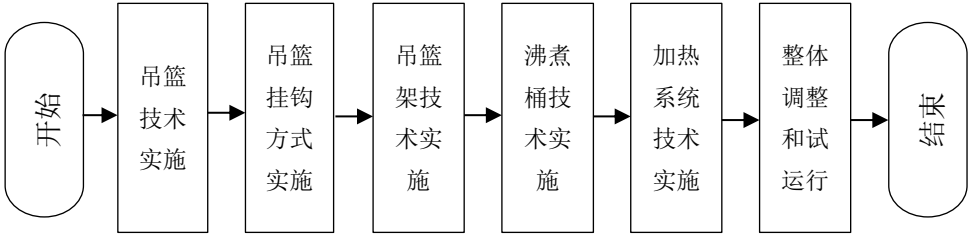


图 5-1 对策实施流程图

（二） 对策表

表 5-1 对策表

序号	对策	目标	措施	负责人	购置及制作地点	时间
1	图纸	确保各部件尺	整理各部件制图	卞加	QC 工作室	2023.

	设计	寸、规格形状 100%准确	清单, CAD 制图	前		04.11 -2023 .04.3 0
2	吊篮 技术 实施	吊篮直径 50mm, 高度 50mm, 网 孔尺寸 1mm	按照直径 50mm, 高度 50mm, 网孔 尺寸 1mm, 采购不 锈钢冲孔网进行 加工, 吊篮数量 为 8 个。加工完 成后, 由小组成员 对吊篮尺寸进行 测量, 确保尺寸 满足要求。	盛海 荣	建材市场 /QC 研制 设备加工 车间	2023. 05.06 -2023 .05.2 0
3	挂钩 方式 实施	吊篮挂钩设置 为 S 型, 成型尺 寸 2-3cm	由小组成员负责 监管吊篮挂钩的 加工过程, 要求 为 S 型, 成型尺 寸 2-3cm, 加工后 及时进行测量。	石凯	建材市场 /QC 研制 设备加工 车间	2023. 05.21 -2023 .05.2 8
4	吊篮 架技 术实 施	上圆圈直径尺 寸满足 130mm, 下圆圈直径尺 寸满足 115mm 高度尺寸满足 200mm	选取不锈钢丝进 行焊接加工, 上 圆圈直径尺寸满 足 130mm, 下圆圈 直径尺寸满足 115mm 高度尺寸 满足 200mm, 加工 后, 对吊篮架进 行尺寸及稳固性 检查	王健	建材市场 /QC 研制 设备加工 车间	2023. 05.21 -2023 .06.0 9
5	煮沸 桶技 术实 施	按照设计尺寸 在建材市场定 制煮沸桶, 直径 为 220mm, 内壁 高度为 240mm	对于制作的不锈 钢桶, 测量其直 径及内壁高度, 查看外观	王华	建材市场 /QC 研制 设备加工 车间	2023. 06.14 -2023 .06.2 1
6	电磁 炉加 热系 统技 术实 施	购置性能优良, 加热稳定的电 磁炉, 面板尺寸 大于 260mm	在超市电器区, 选取电磁炉, 测 量其面板尺寸需 大于 260mm	赵喆	超市电器 区	2023. 06.22 -2023 .06.2 3
7	整体 组装 及试	将各部件组装 牢固, 检查煮沸 效果及时间	在吊篮架上圆环 上按置需要数量 的挂钩, 将吊篮	盛海 荣、 赵喆	QC 研制设 备加工车 间室内调	2023. 06.18 -2023

	验		挂于吊篮挂钩上，形成一体，检查吊篮架稳固情况。将吊篮架移到沸煮桶中，加入规定水量，开始加热，待到水沸腾后，立即用夹具将试样逐个放入相应的吊篮中，盖上沸煮桶盖，设定规定时间进行沸煮试验		试	.06.2 1
--	---	--	---	--	---	------------

制表：赵喆

制表时间：2023 年 04 月 12 日

六、对策实施

（一） 图纸设计

小组成员根据对策表的要求，对装置进行了初步设计，并经过数次讨论，确定整体图如下所示。

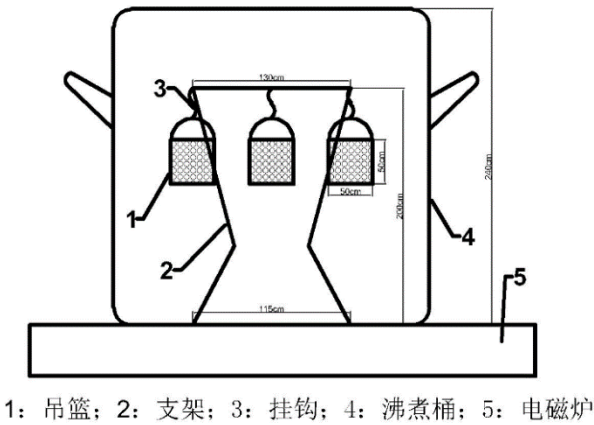


图 6-1 沸煮装置整体图

效果检查：小组于 2023 年 4 月 30 日检查，装置图纸设计完整，设计准确率 100%。

（二） 吊篮加工

表 6-1 吊篮加工实施效果检查

目标	按照设计尺寸完成吊篮的加工
实施过程	2023 年 5 月 18 日，在建材市场购买不锈钢片，不锈钢片经

	过切割、压制和成形加工后，再通过冲孔机进行冲孔。冲孔的孔径大小、孔距和孔型可以根据设计要求进行加工。冲孔后，再将吊篮进行弯曲、焊接。			
实施效果检查	2023 年 5 月 20 日，小组成员盛海荣对加工好的吊篮架进行尺寸检查，具体测试数据如下：			
	尺寸、外观测试表			
	测试内容	设计值	测量值	评价
	直径	50mm	50mm	合格
	高度	50mm	50mm	合格
检查结果	吊篮直径 50mm，高度 50mm，尺寸准确；吊篮光滑无毛刺、破损等瑕疵。强度可靠，不易变形。			

制表：盛海荣

制表时间：2023 年 05 月 20 日

（三）吊篮挂钩加工

表 6-2 吊篮挂钩实施效果检查

目标	按照设计形状完成挂钩的加工
实施过程	QC 小组成员于 2023 年 5 月 23 日-25 日，在建材市场购买铁线，并在现场按照设计的形状、尺寸以进行加工，数量也能满足要求。
实施效果检查	2023 年 5 月 25 日，小组成员石凯对加工好的挂钩进行检查，形状、尺寸满足要求。
检查结果	挂钩形状为 S 型，尺寸约在 2-3cm，满足要求。

制表：石凯

制表时间：2023 年 05 月 25 日

（四）吊篮架加工

表 6-3 吊篮架加工实施效果检查

目标	按照设计尺寸完成吊篮架的加工			
实施过程	1、购买不锈钢丝：2023 年 5 月 22 日，小组成员王健前往建材市场购买了不锈钢丝作材料。 2、加工：2023 年 5 月 22 日-2023 年 6 月 5 日，小组成员在五金店进行了吊篮架的加工，检查尺寸符合设计图纸要求。			
实施效果检查	2023 年 6 月 9 日，小组成员对加工好的吊篮架进行检查，具体测试数据如下：			
	尺寸、外观测试表			
	测试内容	设计值	测量值	评价
	上圆环直径	130mm	130.2mm	合格
	下圆环直径	115mm	115.4mm	合格
	高度	200mm	200.4mm	合格
检查结果	上圆环直径 130mm，下圆环直径 115mm，高度 200mm，尺寸准确；吊篮架光滑无毛刺、破损等瑕疵。强度可靠，不变形。			

制表：王健

制表时间：2023 年 06 月 10 日

（五） 沸煮桶加工

表 6-4 沸煮桶加工实施效果检查

目标	按照设计尺寸完成沸水桶的加工						
实施过程	1、购买不锈钢板材：2023 年 5 月 23 日，小组成员前往建材市场购买了不锈钢丝作材料。 2、加工：2023 年 5 月 23 日-2023 年 6 月 11 日，小组成员到五金工艺加工点，进行了沸煮桶的加工，检查尺寸符合设计图纸要求。						
实施效果 检查	2023 年 6 月 11 日，小组成员王华对加工好的吊篮架进行检查，具体测试数据如下：						
	尺寸、外观测试表						
	测试内容	设计值	测量值				评价
	沸水桶直径（mm）	220	220.5	220.4	220.4	220.7	合格
检查结果	沸水桶高度（mm）	240	240.6	240.3	240.2	240.5	合格
	沸水桶直径 220mm，沸水桶高度 240mm，尺寸准确；沸水桶完好、无瑕疵。						

制表：王华

制表时间：2023 年 06 月 12 日

（六） 电磁炉购买

表 6-5 电磁炉实施效果检查

目标	按照设计要求购买电磁炉
实施过程	在商超购买符合尺寸要求、性价比高的电磁炉。
实施效果 检查	2023 年 6 月 23 日，小组成员赵喆在商超购买了面板尺寸大于 260mm 的电磁炉，并对电磁炉尺寸及加热功能进行检查。
检查结果	沸水桶直径 220mm，能够很好地放置在电磁炉的加热面板中央。

制表：赵喆

制表时间：2023 年 06 月 23 日

（七） 整体组装调整和试验

表 6-6 整体组装调整和试验

目标	装置各部件安装牢固，拆卸方便，可以同时沸煮 6 个试样，用时在 35min 以内。
实施 过程	2023 年 6 月 26 日，小组成员盛海荣、赵喆将采购的 6 个不锈钢吊篮安装在吊篮架上，并放入沸煮桶中央，加水进行沸煮测试。

安装调试 检验测试						
	日期	试样编 号	试样时间 (min)	日期	试样编号	试样时间 (min)
	2023. 06. 26	1	31	2023. 06 . 26	1	30
		2			2	
		3			3	
		4			4	
		5			5	
		6			6	
	2023. 06. 26	1	32	2023. 06 . 26	1	31
		2			2	
		3			3	
		4			4	
		5			5	
		6			6	
实施效果 检查	在沸煮过程中,沸煮 30min 桶中水位下降高度未低于桶高 3/4; 吊篮架能够保持稳定,各试样上、下部以及各试样之间均能与 水充分接触,并且无沸水溢出。					
检查 结果	沸煮试验时间可以控制在 35min 以内, 试验效果较好。					

制表：盛海荣

制表时间：2023 年 06 月 28 日

七、效果检查

（一） 目标检查

在 2023 年 7 月 12 日-2023 年 7 月 15 日四天时间内，小组进行了三组沥青稀浆混合料配伍性等级试验，并对相关数据进行了统计分析。



图 7-1 配伍性等级试验

（二） 实施效果检查

2023 年 7 月 12 日-7 月 15 日，小组成员将磨耗后的试样放置在沸煮桶中进行沸煮试验。从下表可以看出，活动后，沸煮时间有了明显的下降。

表 7-1 沸煮时间活动前后效果对比

活动前			活动后		
日期	试验编号	试样沸煮总时间 (min)	日期	试验编号	试样时间 (min)
2023. 03. 10	1	190	2023. 07. 12	1	34
2023. 03. 15	2	189	2023. 07. 13	2	33
2023. 03. 18	3	189	2023. 07. 15	3	33
2023. 03. 18	4	188			

制表：赵喆

制表时间：2023 年 07 月 16 日

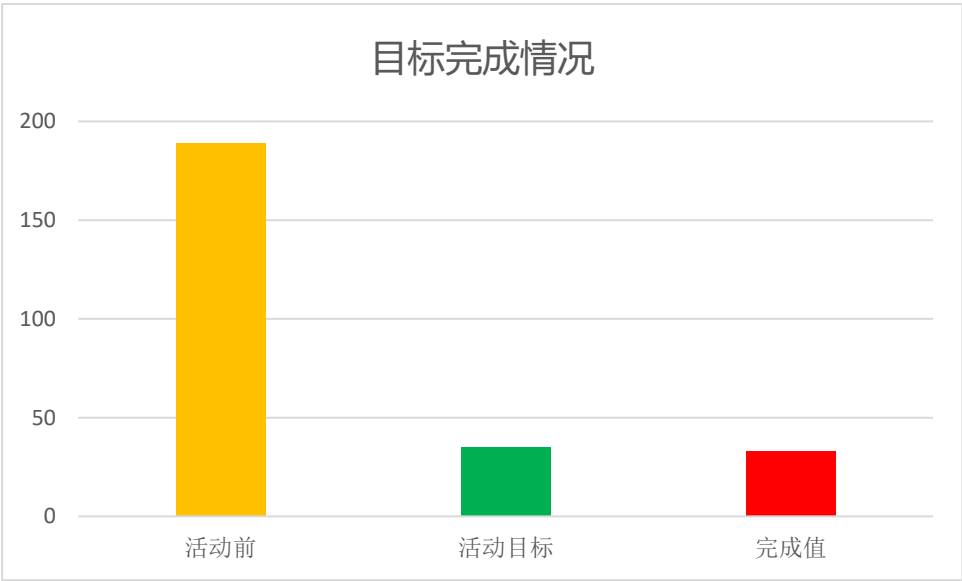


图 7-2 目标完成情况

从所耗时间来看，使用本装置节约时间效果显著，试样沸煮时间由控制在 33min-34min，小组实现了预期目标。

（三） 社会效益

一种沥青稀浆混合料沸煮试验装置的研制，缩短了试验时间，减少试验过程中烫伤风险，提高测量的准确性，解决了日常工作中的实际问题，提高了试验检测工作效率。

（四）经济效益

对比活动开展前后的时间成本来看,可有效节约作业成本 150min 以上,实现了提升工作效率的目的,又减少了沸煮带来的安全隐患,提升了判别的准确性,带来了可观的效益。

表 7-2 经济效益分析

活动对比	设备种类	人工成本	时间成本
活动前	常规吊篮+烧杯沸煮	1 人	185min 以上
活动后	新型沸煮装置	1 人	35min 以内
节省	—	—	150min 以上

制表：赵喆

制表时间：2023 年 07 月 22 日

此外,小组将设备送至其他检测机构进行测试,获得预期效果,用户证明如下图所示。

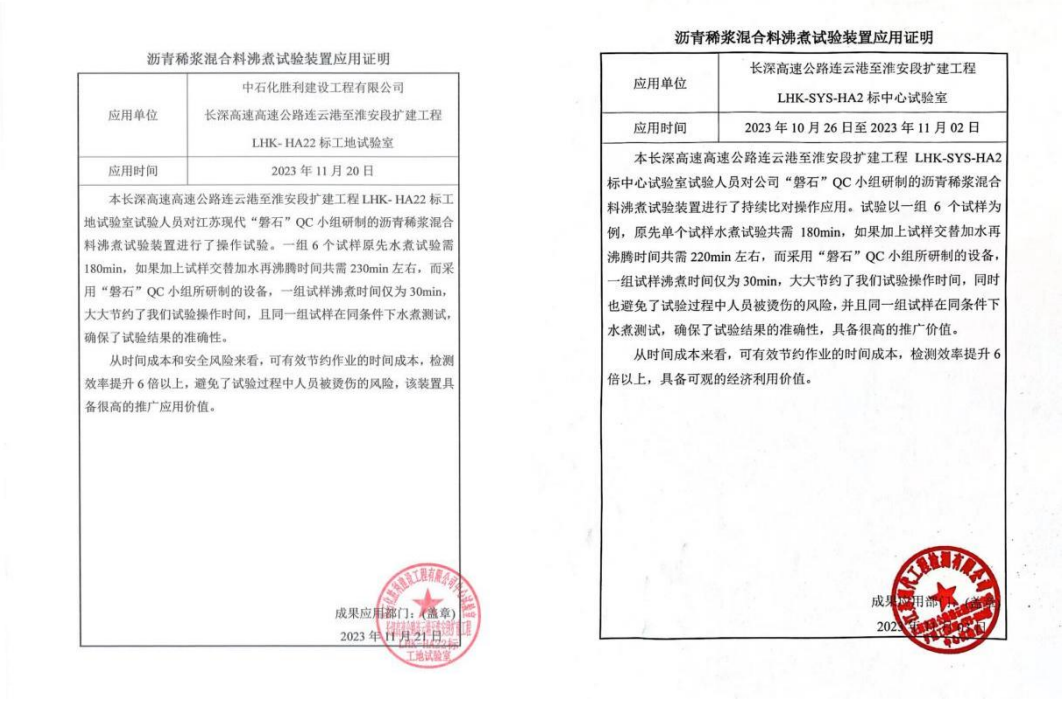


图 7-3 用户证明

八、标准化

（一）推广价值

《稀浆混合料配伍性等级试验》（T 0758-2011）中未明确规定

沸煮试验装置，且沸煮过程耗时太长，不利于对试样的判断，沸煮过程还容易对试验人员安全造成危险。本装置将极大地缩短试验时间，提高判断的准确性，减少人员损伤。因此，小组认为沥青稀浆混合料沸煮试验装置具有很高的推广使用价值。

（二） 资料归档

将研制成功的沥青稀浆混合料沸煮试验装置的设计资料整理归档，经相关部门批准应用到现场工作中。



图 8-1 小组活动资料

（三） 执行跟踪

QC 小组将研制组装的沥青稀浆混合料沸煮试验装置在公司中心实验室中进行多次试验，并进行了检查，情况如下：通过巩固期验证，装置各部件安装方便，沸煮时稳定可靠，无生锈腐蚀现象，同时随着员工对装置的熟练使用，沸煮试验所用时间能维持在 35min 以内。

九、总结和下一步打算

（一） 总结

自 2023 年 1 月以来，充分发挥了小组成员的先进性、创造性，积极运用了 QC 的理论和方法，成功研制了沥青稀浆混合料沸煮试验

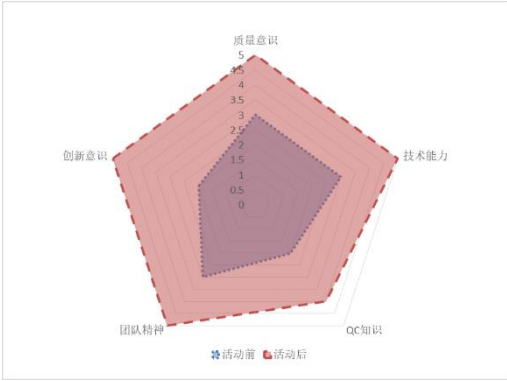
装置，解决了沸煮试验中面临的实际问题，填补了该项试验检测无专用仪器设备的空白，提高了试验检测的工作效率，且提高了试样沸煮后裹覆率、完整率判定准确性，为小组今后工作中解决问题积累了宝贵经验。

1、课题所研制的沥青稀浆混合料沸煮试验装置在试验检测过程中应用效果良好，设备性能稳定，达到所设定目标要求。

2、小组通过系列的研制、检查及评价，一致认为该装置可以在后期道路建设中推广应用。

表 9-1 QC 小组活动评价

解决 关键 问题	1、通过对沥青稀浆混合料沸煮试验装置的研制，解决了沥青稀浆混合料试样沸煮试验耗时过长问题，一组试样由 180min 以上，缩短到 35min 以内。 2、通过对沥青稀浆混合料沸煮试验装置的研制，创造性的解决了公路沥青及沥青混合料试验规程中，沥青稀浆混合料配伍性试样沸煮试验无专用装置问题。 通过对沥青稀浆混合料沸煮试验装置的研制，提高了试验工作效率，提高了试样沸煮后裹覆率、完整率判定准确性，创造出显著的经济和社会效益。
专业 技术 水平	1、设计水平：小组成员能够熟练掌握和运用 CAD 软件，绘制设备图，运用机械原理开发沥青稀浆混合料沸煮试验装置，同时运用各种办公软件进行图表制作和运算。 2、装备制作：熟练使用数字割焊技术，准确切割、焊接加固部件。 3、动手能力：熟练制定吊篮、吊篮架、吊篮挂钩，并进行过程比选及方案实施与检查分析。 4、研制能力提升：小组通过本课题的研制，进一步凝聚团队力量，巩固了专业知识，强化了技术基础，小组成员均能在创新中得到提升，为后续课题活动提供有力保障。
管理 方法	小组成员通过学习，掌握了各种管理工具和方法，图解方案，运用直方图和过程能力指数进行方案比选，PDCA 多路径可实现方案，对管理工具能做到恰当、正确的运用。
人员 素质	通过团队协作，激发了小组成员的积极性和创造性，增进了小组成员之间的交流和了解，提升了小组的凝聚力和战斗力，几位核心小组成员完成了从理论知识向工作实践技术技能的转变。但是小组成员的动手能力及装置的制作水平存在明显不足，需要在后期小组活动中强化学习交流，确保质量小组创造力发挥更加出色。

综合评价	本次 QC 小组活动的开展，充分发挥了小组成员的积极性、创造性，运用了 QC 的理论和方法，成功研制出了沥青稀浆混合料沸煮试验装置，解决了沸煮试验中面临的实际问题，填补了该项试验检测无专用仪器设备的空白，提高了试验检测的工作效率，且提高了试样沸煮后裹覆率、完整率判定准确性，创造了显著的经济和社会效益。在今后的工作中，将运用此理论和方法处理其他问题。同时，小组成员在质量意识、技术能力、QC 知识运用、团队精神、创新意识等方面均得到提高。		
	项目	自我评价	
		活动前	活动后
	质量意识	3	5
	技术能力	3	5
	QC 知识	2	4
	团队精神	3	5
	创新意识	2	5
			

制表：卞加前

制表时间：2023 年 12 月 16 日

（二）创新与不足

1、创新

由于规范未明确沸煮装置的要求，并且市面上也无类似稀浆混合料沸煮试验设备，本小组创新性地借鉴圆环式落地晾衣架以及麻辣烫水煮设备对装置进行整体研制，并对挂钩形式、吊篮架样式、加热方式等进行了充分论证，确保所研制装置经济适用，实现稀浆混合料配伍性等级水煮试验的时效性。

2、不足

在质量活动开展的过程中，由于部分成员需长时间驻场在项目上，导致活动初期存在沟通效率不高、任务分配存在延误现象。此外，对于本次 QC 活动装置的研制，还有进一步深化和提高空间，最好以自

动化、智能化装置呈现给广大客户。

（三）下一步打算

2024 年，本小组计划开展《沥青稀浆混合料智能智慧测试装置研制》，进一步延伸活动范围，推行沥青稀浆混合料试样沸煮试验标准化，提升小组综合实力，提高服务质量水平。