



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107774971 A

(43)申请公布日 2018.03.09

(21)申请号 201710984583.X

(22)申请日 2017.10.20

(71)申请人 东北大学

地址 110169 辽宁省沈阳市浑南区创新路  
195号

(72)发明人 陈芝会 王恩刚 邓安元 冯明杰  
贾增立 翟仲馨

(74)专利代理机构 北京易捷胜知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11613

代理人 韩国胜

(51)Int.Cl.

B22D 41/00(2006.01)

B22D 1/00(2006.01)

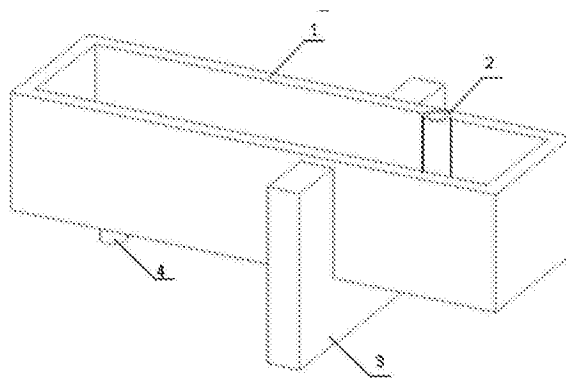
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种借助电磁装置控制金属液流动的连铸  
中间包

(57)摘要

一种借助电磁装置控制金属液流动的连铸中间包,涉及冶金技术领域。本发明利用设置在中间包外壁的稳恒磁场发生装置施加的稳恒磁场,在电磁感应作用下,金属液流股受到与流动方向相反的电磁力作用,从而延长了金属液在中间包内的停留时间,实现了对金属液流动的控制。同时,本发明具有非接触式控制钢液流动、磁极位置可调整和操作灵活等优点,且不占据中间包内的有效容积,消除了金属液冲击腐蚀耐材控流装置引起的金属液附加污染,在实现控流效果的同时可进一步提高金属液的清洁度。



1. 一种连铸中间包,包括一个纵长的中空腔室,所述中空腔室在接近第一端的底部具有中间包出口,在接近另一端的顶部具有中间包入口,其特征在于,所述中空腔室内介于中间包入口和中间包出口之间的区域中设置有稳恒磁场,

所述稳恒磁场的方向自所述中空腔室的一侧壁指向另一侧壁。

2. 如权利要求1所述的连铸中间包,其特征在于,所述稳恒磁场相对于中间包出口而言更靠近中间包入口。

3. 如权利要求1或2所述的连铸中间包,其特征在于,所述稳恒磁场的磁场强度为0.1-3.0T。

4. 如权利要求1所述的连铸中间包,其特征在于,所述稳恒磁场借助于设置在所述中空腔室的两侧壁外部的稳恒磁场发生装置产生。

5. 如权利要求4所述的连铸中间包,所述稳恒磁场发生装置包括从所述中空腔室的一侧壁经由底壁或顶壁延伸至另一侧壁的U型电磁铁。

6. 如权利要求4所述的连铸中间包,所述稳恒磁场发生装置包括一组磁极、线圈、冷却水套和接线盒。

7. 如权利要求4-6任一项所述的连铸中间包的稳恒磁场发生装置,其特征在于,所述的稳恒磁场发生装置与中间包入口在沿所述中间包外壁长度方向上的相对位置可调节。

8. 如权利要求1所述,所述连铸中间包内金属液的流动包括沿所述入口进入垂直向下流动冲击所述中间包的底部后转向水平流动并向所述出口流动的金属液主流股,所述金属液主流股在流动过程中切割所述稳恒磁场的磁力线产生感应电流,所述感应电流与所述稳恒磁场交互作用在金属液中产生与金属液主流股的流动方向相反的电磁力,所述电磁力抑制金属液主流股的流动速度。

9. 如权利要求1所述,所述连铸中间包内金属液沿所述中间包底部向所述出口方向流动形成短路流流股,所述短路流流股流经所述稳恒磁场时受到电磁力的作用形成向上的回流,消除了部分短路流流股,且抑制朝向所述中间包出口的流动速度。

## 一种借助电磁装置控制金属液流动的连铸中间包

### 技术领域

[0001] 本发明属于冶金技术领域,具体涉及一种连铸中间包。主要用于连铸中间包内金属液流动的控制调节,促进夹杂物的上浮去除,提高连铸产品的质量。

### 背景技术

[0002] 连铸中间包是炼钢生产流程的中间环节,而且是由间歇操作转向连续操作的衔接点。中间包作为一种冶金容器在连铸过程中起缓冲作用,并且是提高连铸坯产量和质量的重要一环。无论对于连铸操作的顺利进行,还是对保证钢液品质符合需要,中间包的作用是不可忽视的。随着炼钢技术的不断发展对钢的清洁度要求不断提高,中间包作为钢液凝固之前所经过的最后一个耐火材料容器对钢的质量有极其重要的影响。优化中间包内钢液流动的最终目的是在钢液流过中间包时尽可能多地除去夹杂物,浇铸出洁净钢。

[0003] 在中间包内可通过加强夹杂物上浮去除以提高钢液的清洁度。夹杂物的上浮去除取决于中间包内的钢液流动行为。现在广泛应用流动控制装置改善中间包内的钢液流动行为以加强夹杂物的上浮去除,提高产品的质量。传统的中间包流动控制装置包括坝、堰和抑湍器,流动控制装置引导中间包内的流动,延长钢液在中间包内的平均停留时间,促进非金属夹杂物上浮进入中间包钢液表面渣层中而去除。这些传统的流动控制装置虽然可实现控制流动提高钢液清洁度的目的,但耐材控流装置的配置提高了耐火材料衬里的成本和维修停机时间,同时传统控流装置的配置减小了中间包内的有效容积,使钢液在中间包内的停留时间减少,且会引起由于钢液冲刷耐材控流装置将耐材颗粒带入钢液引起的钢液二次污染。

[0004] 专利中间包控流装置(公告号CN 204934587 U),一种中间包控流装置,包括挡渣堰、挡渣坝和湍流控制器。挡渣堰固定于中间包包壁上,挡渣坝固定于中间包包底上,挡渣堰与包底留有间隙;挡渣堰和挡渣坝上下交错布置且留有间隙;挡渣坝的两端各有一个通孔。中间包上还设有多孔挡墙。该装置的应用可改善中间包内钢水的流动特性,促进夹杂物上浮,提高铸坯质量。

[0005] 专利一种用于薄板坯连铸的中间包控流装置(公告号CN 204052869 U),中间包内设有上挡渣墙和浸入式水口,沿从上挡渣墙到浸入式水口的方向、中间包底部依次设有下挡渣墙一和下挡渣墙二,且上挡渣墙的底部与中间包的底部有间隙,上挡渣墙上设置有多个泄流孔,泄流孔倾角为 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。应用该装置提高了活塞流区体积分数、降低了滞流区体积分数,利于非金属夹杂物的上浮,利于缩短钢流的响应时间及提高铸坯质量。

[0006] 专利中间包坝堰控流装置(公告号CN 101947643 B),包括设置在前部的挡渣堰,设置在挡渣堰后部的挡渣前坝以及设置在挡渣前坝后部的挡渣后坝。挡渣堰的形状为左侧面上下边都是外弧形的横截面为梯形的六面体,挡渣前坝的形状为上底面上下边都是下弧形的横截面为五边形的七面体,挡渣后坝的形状为长方体。该发明抛弃以往直、方形状为主导的坝堰形貌,根据中包内钢液的流速不同,科学设置了更贴近中间包内流场特点的弧形坝堰,从而可以稳定大包湍流区的钢液流速,形成稳定的上升流场,改善夹杂物上浮的条

件,提高钢水质量。

[0007] 专利电磁式中间包挡渣堰(公告号CN 2656051 Y),一种电磁式中间包挡渣堰,包括挡渣堰本体、若干管束过滤器;其中挡渣堰本体一侧凸体设有一止挡块,另一侧上开有若干通孔,挡渣堰本体底部一侧开设有通钢槽,与通孔相连通,另一侧开设有通钢孔,与通钢槽相连通。若干管束过滤器分别设置于挡渣堰本体上的通孔内,其主要由管束、高频交流线圈组成,高频交流线圈配置于管束外围。高频交流线圈和细管束一起被镶嵌在挡渣堰内本体。进入中间包的钢水通过本体通钢槽流入本体内的管束过滤器,导电的钢水受到指向细管中心的电磁力,钢水中的夹杂物因不导电受到电磁反作用力被运送至细管壁处,夹杂物聚集长大后随钢液上浮被中间包覆盖剂吸收,从而达到吸附去除夹杂物的目的。

[0008] 上述有关中间包内流动控制装置的专利都是在中间包内不同位置设置各种形状的耐火材料挡坝、挡墙和抑湍器等,通过对钢液的导流以改变钢液的流动路线,延长钢水在中间包内的停留时间,促进杂物上浮排除,达到通过控制流动提高铸坯质量的目的。但是这些控流装置置于中间包内腔中占据了中间包的空间,减小了中间包内的有效容积。且钢液冲刷耐材所制的挡坝和挡墙等会将腐蚀的耐材颗粒带入钢液中,不可避免会造成对钢液的附加污染。归纳起来,这类传统流动控制装置存在的不利因素为:一是挡坝和挡墙等都为耐火材料所制,会产生由于钢液冲刷腐蚀耐材引起的钢液污染;二是由于控流装置在中间包内腔的占据减小了中间包内的有效容积,相对缩短了钢液在中间包内的平均停留时间,不利于夹杂物的上浮去除。

## 发明内容

[0009] (一)要解决的技术问题

[0010] 为了解决现有技术的上述问题,本发明提供一种新型连铸中间包,能够有效延长金属液在中间包内的停留时间。

[0011] (二)技术方案

[0012] 为了达到上述目的,本发明采用的主要技术方案包括:

[0013] 一种连铸中间包,包括一个纵长的中空腔室,所述中空腔室在接近第一端的底部具有中间包出口,在接近另一端的顶部具有中间包入口,其特征在于,所述中空腔室内介于中间包入口和中间包出口之间的区域中设置有稳恒磁场,

[0014] 所述稳恒磁场的方向自所述中空腔室的一侧壁指向另一侧壁。

[0015] 所述稳恒磁场相对于中间包出口而言更靠近中间包入口。

[0016] 所述稳恒磁场的磁场强度为0.1-3.0T。

[0017] 所述稳恒磁场借助于设置在所述中空腔室的两侧壁外部的稳恒磁场发生装置产生。

[0018] 所述稳恒磁场发生装置包括从所述中空腔室的一侧壁经由底壁或顶壁延伸至另一侧壁的U型电磁铁。

[0019] 所述稳恒磁场发生装置包括一组磁极、线圈、冷却水套和接线盒。

[0020] 所述的稳恒磁场发生装置与中间包入口在沿所述中间包外壁长度方向上的相对位置可调节。

[0021] 所述连铸中间包内金属液的流动包括沿所述入口进入垂直向下流动冲击所述中

间包的底部后转向水平流动并向所述出口流动的金属液主流股,所述金属液主流股在流动过程中切割所述稳恒磁场的磁力线产生感应电流,所述感应电流与所述稳恒磁场交互作用在金属液中产生与金属液主流股的流动方向相反的电磁力,所述电磁力抑制金属液主流股的流动速度。

[0022] 所述连铸中间包内金属液沿所述中间包底部向所述出口方向流动形成短路流股,所述短路流股流经所述稳恒磁场时受到电磁力的作用形成向上的回流,消除了部分短路流股,且抑制朝向所述中间包出口的流动速度。

[0023] (三)有益效果

[0024] 本发明一种借助电磁装置控制金属液流动的连铸中间包具有如下有益效果:

[0025] 1、本发明利用电磁场控制金属液流动是一种非接触方式控制中间包内金属液的流动,操作灵活。

[0026] 2、本发明在中间包内没有任何实际物理设备的存在下起到与中间包内传统挡坝同样的控流功能,不占据中间包内的有效容积,且消除了由于金属液冲刷耐材控流装置将耐材颗粒带入金属液引起的污染。在实现控流效果的同时可进一步提高金属液的清洁度。

[0027] 3、该发明利用电磁力抑制了中间包内金属液的流动,改善了中间包内的流场,延长了金属液在中间包内的停留时间,减少了死区体积分数,促进了夹杂物上浮进入中间包金属液表面渣层中去除,提高了中间包金属液内夹杂物的去除率。该发明可达到传统挡坝的控制流动效果,提高连铸产品的质量。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明一种借助电磁装置控制金属液流动的连铸中间包的结构示意图;

[0029] 图2为本发明稳恒磁场发生装置装备图;

[0030] 图3为无控流装置、传统挡坝控流和电磁流动控制下中间包内的流场图;

[0031] 图4为无控流装置、传统挡坝控流和电磁流动控制下中间包内金属液的停留时间分布曲线。

[0032] 【附图标记说明】

[0033] 1:中间包;2:中间包入口;3:稳恒磁场发生装置;4:中间包出口;5:磁极;6:线圈;7:冷却水套;8:接线盒;9:挡坝。

## 具体实施方式

[0034] 为了更好的解释本发明,以便于理解,下面结合附图,通过具体实施方式,对本发明作详细描述。

[0035] 如图1所示,本发明的一种借助电磁装置控制金属液流动的连铸中间包。其特征是中间包1两侧外壁介于中间包入口和中间包出口的区域设置稳恒磁场发生装置3,稳恒磁场发生装置3产生由一侧壁指向另一侧壁的稳恒磁场。通过中间包入口2流入的金属液主流股在流动过程中切割所述稳恒磁场的磁力线产生感生电流,感生电流与稳恒磁场交互作用在金属液中产生与流速方向相反的电磁力,该电磁力抑制金属液的流动,达到控制连铸中间包1内和中间包出口4处的金属液流动的效果。

[0036] 如图2所示,所述稳恒磁场发生装置3由一组磁极5、线圈6、冷却水套7和接线盒8组

成。所述磁极5的对应位置上缠绕有线圈6,所述磁极5除磁极头没被线圈6缠绕的部分露出外,其余部分都位于冷却水套7内,本发明对所述接线盒的位置没有特殊要求,在本实施例中,所述接线盒8位于磁极5中轴线的正下方处。本发明的稳恒磁场发生装置3可产生磁场强度为0.1T~3.0T的稳恒磁场。实际操作中可根据实际情况调整稳恒磁场发生装置3与中间包入口2的相对位置,以调整磁场区域覆盖中间包1的高度和距离中间包入口2的距离。稳恒磁场发生装置3磁极5的高度为200mm~1500mm,宽度为20mm~300mm,磁极5中心线距中间包入口2中心线的距离为50mm~600mm。

[0037] 以下以本发明在某炼钢厂的连铸单流中间包的应用来进行具体详细描述借助于电磁装置控制金属液流动的连铸中间包的工作状态。

[0038] 本实施例的中间包1底部长为4630mm,底部宽为900mm,工作液面高度为1100mm,中间包入口2钢液流速为1.7m/s。稳恒磁场发生装置3的磁极5高度为1200mm,宽度为200mm,磁极5覆盖中间包1的高度调整到550mm,磁极5中心线距中间包入口2中心线的距离为300mm。

[0039] 对稳恒磁场发生装置3施加直流电流产生0.55T的稳恒磁场。钢液经中间包入口2流入中间包1内冲击包底后向四周扩散流动,流经整个中间包1后从中间包出口4流出进入连铸结晶器。钢液流股经中间包入口2流入后会产生垂直向下运动冲击包底后水平转向并流经整个内腔从中间包出口4流出的主流股和冲击底壁后转成水平流动向四周散开时部分钢液流股沿包底向中间包出口4方向流动形成的短路流流股。其中,短路流流股不利于钢液中夹杂物的去除。钢液主流股流过稳恒磁场发生装置3产生的稳恒磁场时切割磁力线,产生与流动方向相反的电磁力,从而对主流股的流动产生控制作用;同时,在电磁场的作用下,电磁力抑制了短路流流股沿底壁的流动,并形成了向上的回流,减少了短路流,从而延长了钢液在中间包1内的停留时间,且钢液流过磁场区域后由于电磁力对流动的抑制作用,使磁场施加区域后端整个区域的整体平均流速减小,使夹杂物有更充分的时间上浮,促进了夹杂物上浮进入渣层而去除。

[0040] 无控流装置、应用传统挡坝和应用稳恒磁场发生装置3时中间包1内的流场如图3所示。由图3可见,对于无控流装置而言,应用稳恒磁场发生装置3后电磁力的作用抑制了钢液沿包底的流动,使部分钢液流股向上流动,产生了向上的回流,有利于夹杂物的上浮去除;对于应用传统挡坝而言,当流股通过传统挡坝时流股由于挡坝的阻挡作用形成了向上的返流,消除了短路流,且延长了钢液的平均停留时间,但返流后速度加大,当应用稳恒磁场发生装置3后,不但在磁场施加区域产生了向上的返流,将钢液流股引向表面流动,延长了钢液的平均停留时间,同时也抑制了磁场施加区域后端整体平均流速,更加有利于夹杂物的上浮去除。无控流装置、应用传统挡坝和应用稳恒磁场发生装置3时中间包1内钢液停留时间分布曲线(RTD曲线)如图4所示,施加磁场后延长了峰值时间,使峰值浓度减小,增加了中间包1内钢液的平均停留时间。无控流装置、应用传统挡坝和应用稳恒磁场发生装置3中间包1内钢液的平均停留时间分别为536s、546s和586s,无控流装置、应用传统挡坝和应用稳恒磁场发生装置3中间包1内死区体积分数分别为25%、23%和18%。

[0041] 由此可见借助电磁装置控制金属液流动的连铸中间包相比拥有挡坝控流装置的传统中间包可达到更好的技术指标,提高连铸产品的质量。

[0042] 以上仅为本发明的较佳实施例,并非是对本发明保护范围的限制,任何熟悉本专业的技术人员可能利用上述揭示的技术内容加以变更或改型为其他等效实施例。只要未脱

离本发明内容,依据本发明的构思对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与改型,仍属于本发明技术方案的保护范围。

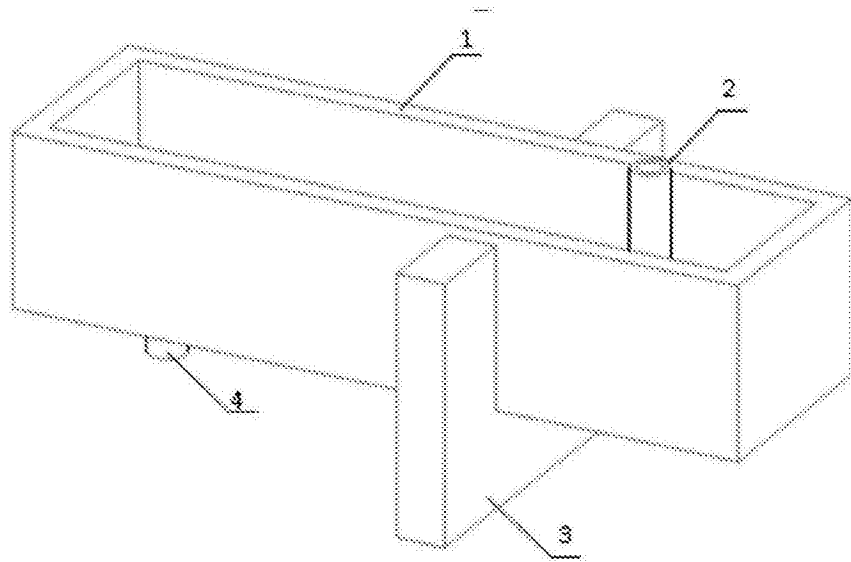


图1

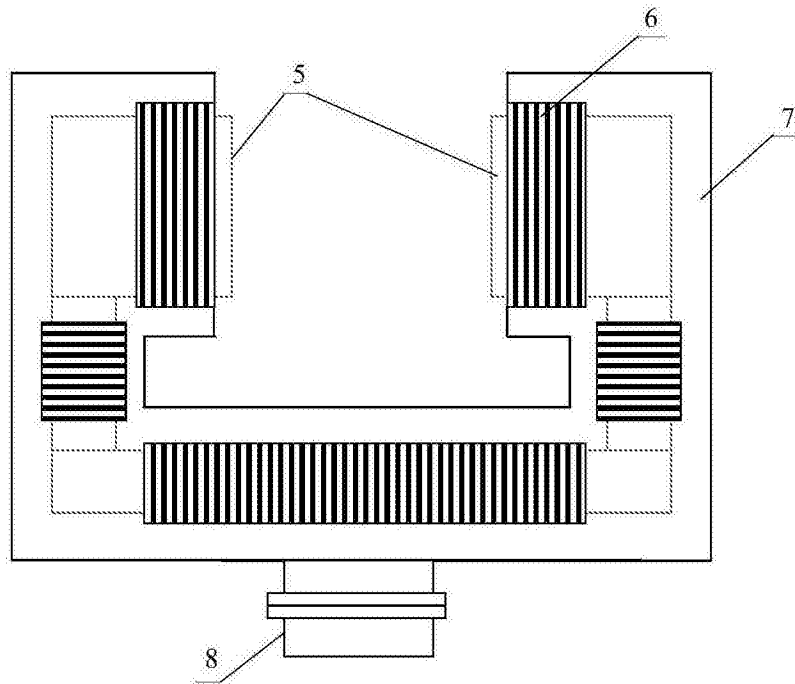


图2



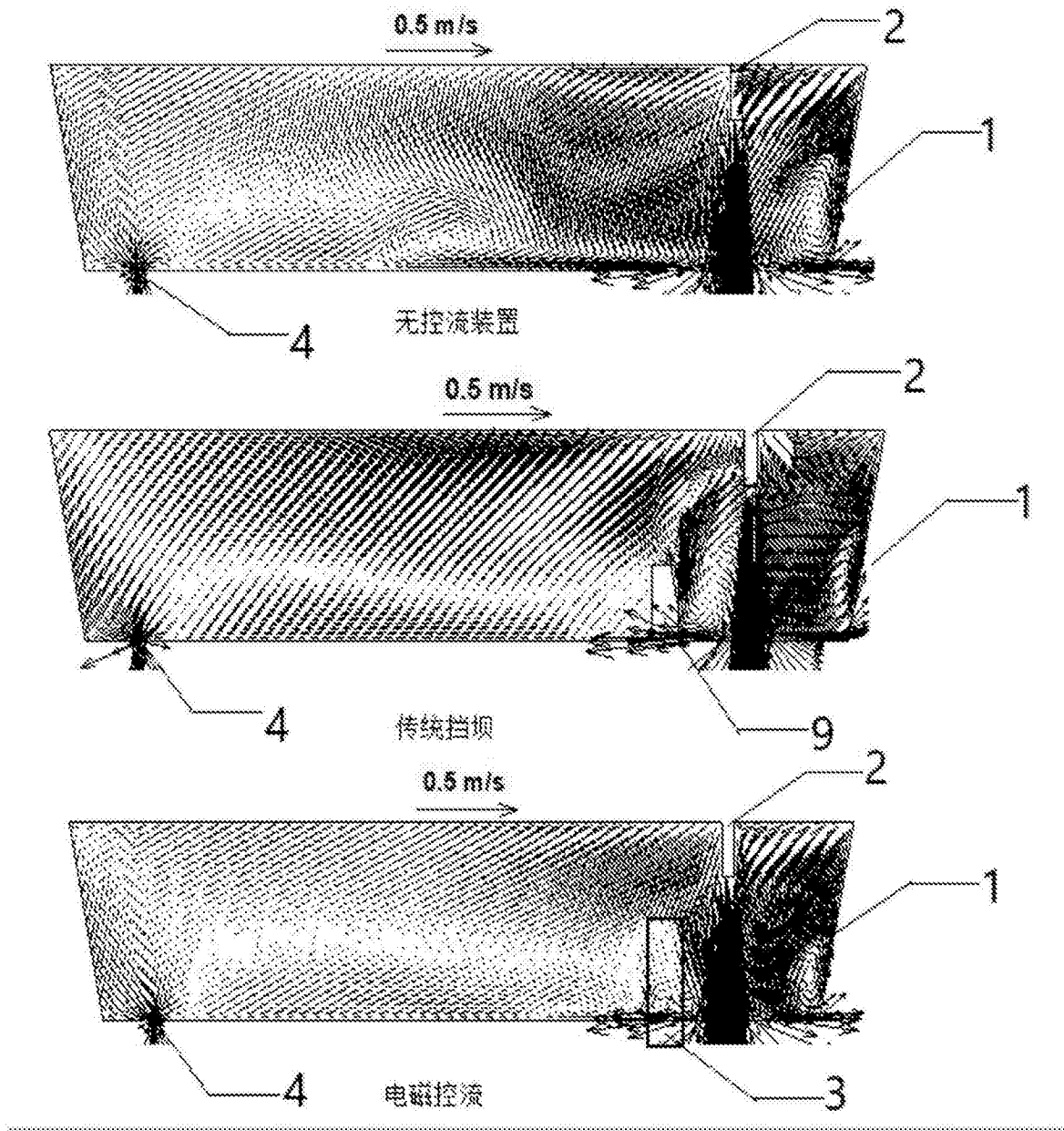


图3

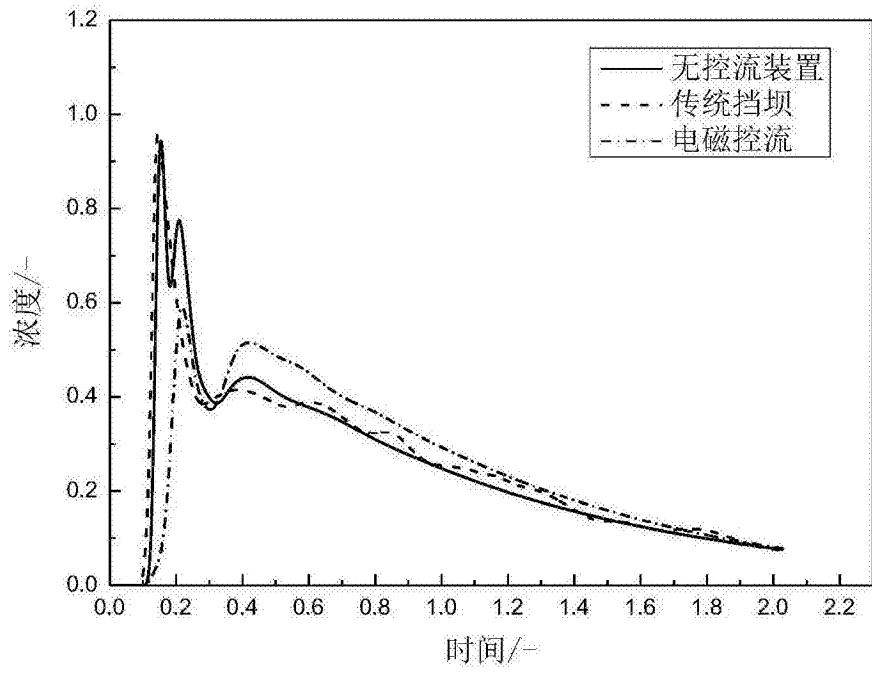


图4