



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103521531 B

(45) 授权公告日 2015.06.10

(21) 申请号 201310546825.9

CN 102107222 A, 2011.06.29, 全文.

(22) 申请日 2013.11.07

US 5961899 A, 1999.10.05, 全文.

(73) 专利权人 天津理工大学

JP 特開平8-238512 A, 1996.09.17, 全文.

地址 300384 天津市西青区宾水西道 391 号

CN 202606511 U, 2012.12.19, 全文.

(72) 发明人 马叙 任春华 祝兴辉

审查员 张荣

(74) 专利代理机构 天津佳盟知识产权代理有限公司 12002

代理人 侯力

(51) Int. Cl.

B21B 38/00(2006.01)

B21B 37/00(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1319035 A, 2001.10.24, 全文.

CN 1772405 A, 2006.05.17, 全文.

CN 201179527 Y, 2009.01.14, 全文.

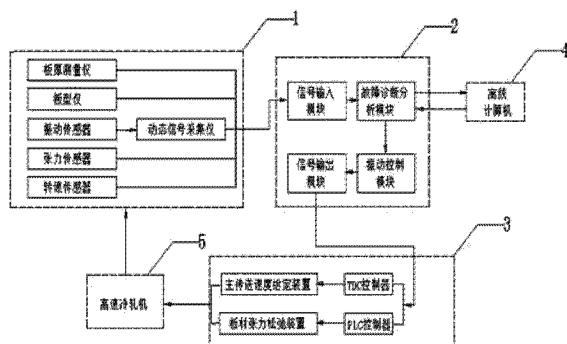
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统

(57) 摘要

一种针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统，涉及轧机的传感信号和计算机自动控制工程领域，主要由轧机信号采集单元，计算机诊断控制单元，轧机振动抑制执行单元和离线模型调整单元组成。主要发明特点是：根据轧机第三倍频程颤振的原理和特点，将采集到的信号引入到计算机诊断控制单元，整理分析后由振动控制模块产生振动抑制信号输出到振动抑制执行单元，从而使轧机在板材张力松弛装置和主传动速度两个方面进行调整来降低轧机的振动的能量，进而消除轧机所发生的自激振动，同时将采集、控制数据流传输到离线模型调整单元的计算机，由专家系统进行离线的故障诊断分析，对故障诊断、控制算法进行改善。



1. 一种针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统，其特征在于该系统包括轧机信号采集单元（1），计算机诊断控制单元（2），轧机振动抑制执行单元（3）、离线模型调整单元（4）和高速冷轧机（5）；

轧机信号采集单元（1），包括板厚测量仪（14）、板型仪（13）、振动传感器（12）、动态信号采集仪、张力传感器（15）和轧机转速传感器（16）；

计算机诊断控制单元（2），包括信号输入模块、故障诊断分析模块、振动控制模块和信号输出模块；

轧机振动抑制执行单元（3），由 TDC 控制器、PLC 控制器、板材张力松弛装置和主传动速度给定装置构成；

离线模型调整单元（4），由内置专家系统的计算机构成；

轧机信号采集单元利用高速冷轧机原有的板厚测量仪、板型仪、轧机转速传感器及张力传感器直接与计算机诊断控制单元的信号输入模块连接，振动传感器与动态信号采集仪通过信号输入线连接，动态信号采集仪再与所述的信号输入模块通过数据线连接；计算机诊断控制单元中的信号输入模块和故障诊断分析模块连接，故障诊断分析模块分别和振动控制模块以及与计算机诊断控制单元之外的离线模型调整单元（4）连接，振动控制模块和信号输出模块连接，信号输出模块再分别与轧机振动抑制执行单元中的 TDC 与 PLC 控制器连接，其中 TDC 控制器与主传动速度给定装置相连，PLC 控制器与板材张力松弛装置连接。

2. 根据权利要求书 1 所述的针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统，其特征是高速冷轧机的垂直振动信号的采集是通过磁力卡座吸在工作辊轴承套上的振动传感器和动态信号采集仪完成。

3. 根据权利要求书 1 所述的针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统，其特征是计算机诊断控制单元中的故障诊断分析模块使用了遗传神经网络算法，以采集的转速参数、振动参数和张力参数为输入量，对比实际测得的板形、板厚，诊断分析高速冷轧机的第三倍频出现下的轧制参数组合；当出现三倍振频时，对振动控制模块实时发出指令进行抑制；所述振动控制模块由张力松弛控制以及主传动速度控制构成。

4. 根据权利要求书 1 所述的针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统，其特征是离线模型调整单元的计算机中装有专家系统，该专家系统由人机交互界面、知识库、推理机构成，推理机能够将每次故障诊断的知识归纳整理后，输入并维护知识库；知识库存储了专家提供的知识与轧机的基本理论，通过改变、完善知识库中的知识内容来提高专家系统的性能；专家系统进行离线的故障诊断分析，并对计算机诊断控制单元中的遗传神经网络算法的计算参数进行调整，主要是通过修正数学模型的非线性函数以提高判断三倍振频发生的准确性。

5. 根据权利要求书 1 所述的针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统，其特征是高速冷轧机（5）的轧制速度的范围是 10 ~ 46m/s；当轧制速度在 10 ~ 20m/s 低范围时，使用张力松弛装置进行微调，当大于 20m/s 时，同时使用主传动速度给定装置和张力控制装置。

针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统

技术领域

[0001] 本发明涉及轧机的传感信号和计算机自动控制工程领域,主要涉及一种针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统。

背景技术

[0002] 钢材在国民经济发展中占有重要地位。在工业生产、交通运输、国防、航空航天等重大领域钢材有着广泛的应用。随着现代化工业的发展,各行各业对钢铁产品特别是冷(热)轧薄带钢的需求量不断增加,同时对其质量要求也越来越高,随着我国汽车制造业和高档家电业等行业的蓬勃发展,这一要求将显着更加迫切。因此提高轧制速度和产品质量被认为是钢铁行业将来发展的重要方向之一。研究轧机垂直振动产生的原因及其对板带厚度精度的影响,对提高钢材的生产质量有重大意义。对提高轧机设备的生产率、提高设备的维护管理水平也具有很好的指导作用。

[0003] 第一类轧机垂直振动的频率范围在 $150 \sim 350\text{Hz}$,又称为第三倍频程颤振,主振型是两工作辊反向运动,会造成明显的带钢厚度差等缺陷,严重时甚至造成断带等事故,其基本机理一般是自激振动,以突发性为特征,在很短的时间内积聚大量的能量使振幅发散,此时降速可以使振动迅速得到抑制,其结果是造成明显的带材厚度波动,严重时可达到目标厚度的 $30\% \sim 50\%$,造成废品、断带并危及设备安全。造成轧机第三倍频程振动的因素很多,根据各因素对振动的影响程度不同将其分为三类:(1)较轻影响因素(0.5 次方),如压下量、轧辊直径等;(2)一般影响因素(1 次方),如入口厚度、间隙和松动、带钢变形抗力、机架间距等;(3)强烈影响因素(2 次方),如轧制速度、带宽、轧辊偏心等。

[0004] 因此,随着轧机向着高速化、智能化的发展,为了避免出现设备的故障,降低人工成本,快速找到故障所在,建立起轧机各部分的状态警示联系,迫切需要发明一种针对高速冷轧机第三倍频程的故障诊断及反馈系统。

发明内容

[0005] 本发明目的是降低第三倍频程颤振对轧制产品质量的影响,提供一种针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统。

[0006] 本发明提供的针对高速轧机第三倍频程的故障诊断及反馈系统,包括轧机信号采集单元,计算机诊断控制单元,轧机振动抑制执行单元、离线模型调整单元和高速冷轧机。

[0007] 轧机信号采集单元,包括板厚测量仪、板型仪、振动传感器、张力传感器、轧机转速传感器以及动态信号采集仪;

[0008] 计算机诊断控制单元,包含信号输入模块、故障诊断分析模块、振动控制模块、信号输出模块;其中,故障诊断分析模块使用了遗传神经网络算法,以采集的转速参数、振动参数和张力参数为输入量,对比实际测得的板形、板厚,诊断分析高速冷轧机的第三倍频出现下的轧制参数组合;当出现三倍振频时,对振动控制模块实时发出指令进行抑制;所述振动控制模块由张力松弛控制以及主传动速度控制构成。

[0009] 轧机振动抑制执行单元,由 TDC 控制器、PLC 控制器、板材张力松弛装置(张力辊)和主传动速度给定装置构成。

[0010] 离线模型调整单元,是由内置专家系统的计算机构成。离线模型调整单元的计算机中装有专家系统,该专家系统由人机交互界面、知识库、推理机构成,推理机可将每次故障诊断的知识归纳整理后,输入并维护知识库;知识库存储了专家提供的知识与轧机的基本理论,通过改变、完善知识库中的知识内容来提高专家系统的性能;专家系统进行离线的故障诊断分析,并对神经网络模型的计算参数进行调整,主要是通过修正网络模型的非线性函数以提高判断三倍振频发生的准确性。

[0011] 轧机信号采集单元利用高速冷轧机原有的板厚测量仪、板型仪、板材张力及轧制速度测量装置直接与计算机诊断控制单元的信号输入模块连接,振动传感器与动态信号采集仪通过信号输入线连接,动态信号采集仪再与所述的信号输入模块通过数据线连接;计算机诊断控制单元的信号输入模块和故障诊断分析模块连接,故障诊断分析模块分别和振动控制模块以及与计算机诊断控制单元之外的离线模型调整单元连接,振动控制模块和信号输出模块连接,信号输出模块再分别与轧机振动抑制执行单元中的 TDC 控制器和 PLC 控制器连接,其中 TDC 控制器与主传动速度给定装置相连,PLC 控制器与板材张力松弛装置连接。

[0012] 高速冷轧机的垂直振动信号的采集是通过磁力卡座吸在工作辊轴承套上的振动传感器和动态信号采集仪完成。

[0013] 高速冷轧机(5)的轧制速度的范围是 $10 \sim 46\text{m/s}$;当轧制速度在 $10 \sim 20\text{m/s}$ 低范围时,启用张力松弛装置进行微调,当大于 20m/s 时,同时使用主传动速度给定装置和张力控制装置进行调整。

[0014] 本发明的基本原理:

[0015] 利用轧机原有的板厚测量仪、板型仪、板材张力及轧制速度测量装置,并在工作辊轴承套上安装振动传感器,将采集到的信号引入到计算机诊断控制单元进行整理分析,当出现三倍振频时,振动控制模块产生抑振信号输出到振动抑制执行单元,从而使轧机在板材张力和主传动速度两个方面进行调整来降低轧机振动能量,消除轧机振动,提高产品质量,提高机器寿命。同时将采集、控制数据流传输到离线模型调整单元的计算机,由专家系统进行离线的故障诊断分析,对故障诊断、控制算法进行改善。

[0016] 本发明的优点和积极效果:

[0017] 本发明的优点:本发明是根据轧机第三倍频程颤振产生的机理而设计的针对第三倍频程颤振一套抑振系统,从对轧机振动产生的信号源进行监测,然后通过计算机诊断控制单元(内含有针对三倍频程颤振的神经网络)对振动信号进行分析并产生轧机振动抑制信号,送到轧机振动抑制执行单元的 TDC 控制器和 PLC 控制器来分别调节轧机的主传动速度以及板材张力来降低高速冷轧机振动的能量,消除轧机所产生自激振动,从而起到抑制轧机振动的效果。

[0018] 另外,还通过软件 ADAMS,并结合现场实际数据对轧机的参数不同轧制速度、和张力对轧机振动的减震效果进行了模拟,如图 5、6 所示,在不同的轧制速度和张力作用下,可以得出减少轧制速度和张力对轧机振动的抑制有良好的效果,尤其是张力,对处于 $150 \sim 250\text{Hz}$ 的第三倍频程颤振能收到良好的抑振效果。

附图说明

- [0019] 图 1 是为本发明的结构框图。
- [0020] 图 2 为本发明的具体结构框图。
- [0021] 图 3 为本发明的框架示意图。
- [0022] 图 4 为轧机振动抑制单元程序图
- [0023] 图 5 为轧制速度不同时的模拟图。
- [0024] 图 6 为张力不同时的模拟图。
- [0025] 图中 : 轧机信号采集单元 1、计算机诊断控制单元 2、轧机振动抑制执行单元 3、离线模型调整单元 4、高速冷轧机 5、轧机牌坊上下横梁 6、液压压下装置 7、支承辊 8、中间辊 9、工作辊 10、板材 11、振动传感器 12、板型仪 13、板厚测量仪 14、张力传感器 15、转速传感器 16。
- [0026] 下面将结合附图详细说明本发明的具体实施方式。

具体实施方式

- [0027] 如图 1 所示,本发明提供的针对高速冷轧机第三倍频程颤振的故障诊断及反馈系统是由轧机信号采集单元 1,计算机诊断控制单元 2,轧机振动抑制执行单元 3,离线模型调整单元 4 和高速冷轧机 5 组成。
- [0028] 轧机信号采集单元 (1),包括板厚测量仪 (14)、板型仪 (13)、振动传感器 (12)、动态信号采集仪、张力传感器 (15) 和轧机转速传感器 (16) ;
- [0029] 计算机诊断控制单元 (2),包括信号输入模块、故障诊断分析模块、振动控制模块和信号输出模块 ;
- [0030] 轧机振动抑制执行单元 (3),由 TDC 控制器、PLC 控制器、板材张力松弛装置 (张力辊) 和主传动速度给定装置构成 ;
- [0031] 离线模型调整单元 (4),由内置专家系统的计算机构成。
- [0032] 如图 2 所示,当高速冷轧机发生第三倍频程颤振时,轧机信号采集单元 1 将信号传入到计算机诊断控制单元 2,经计算分析后产生振动抑制信号,再通过轧机振动抑制执行单元 3 完成对高速冷轧机 5 发生振动的抑制,最后由离线模型调整单元 4 的离线计算机对此次故障诊断进行存储并分析。
- [0033] 如图 2 所示,本发明的原理是冷轧机在高速运行过程中,特别是在轧制超薄板材或变形抗力大的板材时,轧机时常会出现剧烈的颤振现象,尤其是轧机发生第三倍频程颤振时。此时轧机信号采集单元 1 将厚板板型信号、轧机振动信号、轧制速度信号和板材张力信号传入到计算机诊断控制单元 2。
- [0034] 计算机诊断控制单元中的输入模块主要是将采集的信号由电压或模拟信号转化为数字信号并传送到故障诊断分析模块,故障诊断分析模块分别对振动、张力等波动信号进行分析后传到振动控制模块,由振动控制模块产生振动抑制信号,并由信号输出模块将振动抑制信号分别传送到轧机振动抑制执行单元 3 的 PLC 和 TDC,当轧制速度在 $10 \sim 20m/s$ 范围内时,由 PLC 动作控制轧机的张力松弛装置 (张力辊) 对板材张力进行微调,当轧制速度在 $20m/s$ 以上时,则对轧机主传动速度和张力松弛装置 (张力辊) 同时进行调节控制,

张力松弛装置通过 TDC 动作控制主电动机进行调节,通过轧机的主传动速度和板材张力起到改善或甚至消除轧机所出现剧烈的第三倍频程颤振。

[0035] 当轧机抑振结束后,离线模型调整单元 4 收集整个轧机振动调节的各种参数,其中的专家系统由人机交互界面、知识库、推理机构成,推理机可将每次故障诊断的知识归纳整理后,输入并维护知识库。为了弥补故障诊断系统的不足,对一些处理不了的第三倍频程颤振信号可产生预警信号并反馈到计算机诊断控制单元 2,由人直接操作计算机产生抑制信号作用在轧机振动抑制执行单元 3,对高速冷轧机 5 产生的振动进行控制,对抑振的效果再由计算机诊断控制单元 2 反馈到专家系统进行存档、学习、处理和分析。

[0036] 如图 3 所示,轧机信号采集单元 1 包括板厚测量仪、板型仪、振动传感器、张力传感器和轧机转速传感器,其中高速冷轧机的垂直振动信号的采集是由通过磁力卡座吸在工作辊轴承套上的振动传感器和动态信号采集仪完成。

[0037] 高速冷轧机 5 由轧机牌坊上下横梁 6、液压压下装置 7、支承辊 8、中间辊 9、工作辊 10 和板材 11 构成。

[0038] 冷轧机在高速运行过程中,特别是在轧制超薄板材或变形抗力大的板材 11 时,轧机 5 时常发生强烈的垂直振动,常常引发轧机发生第三倍频程颤振,此时板材厚度、张力、轧制速度以及板材的整体形状发生剧烈波动;使得信号采集单元 1 测得的轧机垂直振动信号、板材厚度信号、轧制速度信号、板型信号以及张力信号也出现波动;然后将这些振动信号传入到计算机诊断控制单元 2,经过信号输入模块、故障诊断分析模块、振动控制模块和信号输出模块获得振动抑制信号,再将振动抑制信号传送到轧机振动抑制执行单元 3 中的 PLC 控制器和 TDC 控制器中,再分别由 PLC 控制器动作控制主电动机来调节轧机主传动速度和 TDC 控制器动作控制轧机的张力辊来调节板材张力来参与轧机控制,从而抑制轧机出现的第三倍频程颤振,消除第三倍频程颤振对板材厚度、表面质量的影响和提高轧辊和设备的使用寿命。同时将每次在线振动抑制诊断的数据流传输到离线模型调整单元的计算机,由专家系统进行离线的故障诊断分析,并对神经网络算法进行改善。

[0039] 如图 4 所示,高速冷轧机(5)的振动频率未出现三倍振频时,轧机正常运行,当出现时,将会进行轧制速度的判断,速度在 10~20m/s 低范围时,利用 PLC 控制器对张力松弛装置进行微调,当大于 20m/s 时,同时使用主传动速度给定装置和张力控制装置进行调整,低于 10m/s 属于低速运转,不会引起三倍振频。

[0040] 另外本发明还通过软件 ADAMS,并结合现场实际数据对轧机的参数不同轧制速度和张力对轧机振动的减震效果进行了模拟,如图 5、6 所示,在轧制速度由 30m/s 降到 20m/s 和张力由 0.4MN/m²降到 0.3MN/m²时,可以得出减少轧制速度和张力对轧机振动的抑制有良好的效果,尤其是张力,对处于 150~250Hz 的第三倍频程颤振能收到良好的抑振效果。

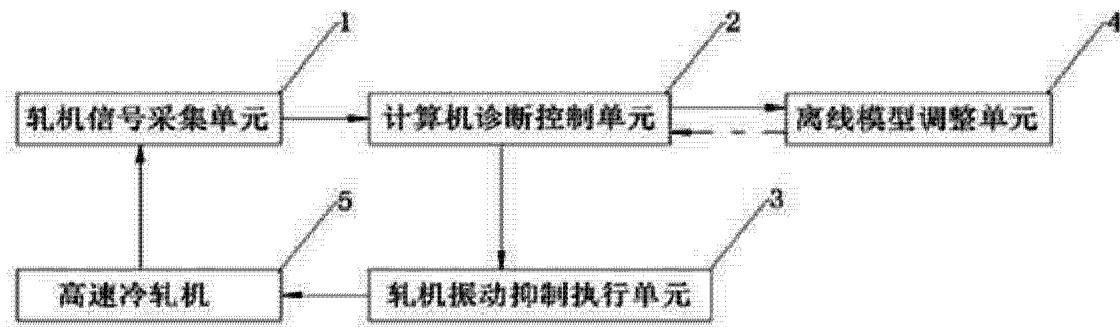


图 1

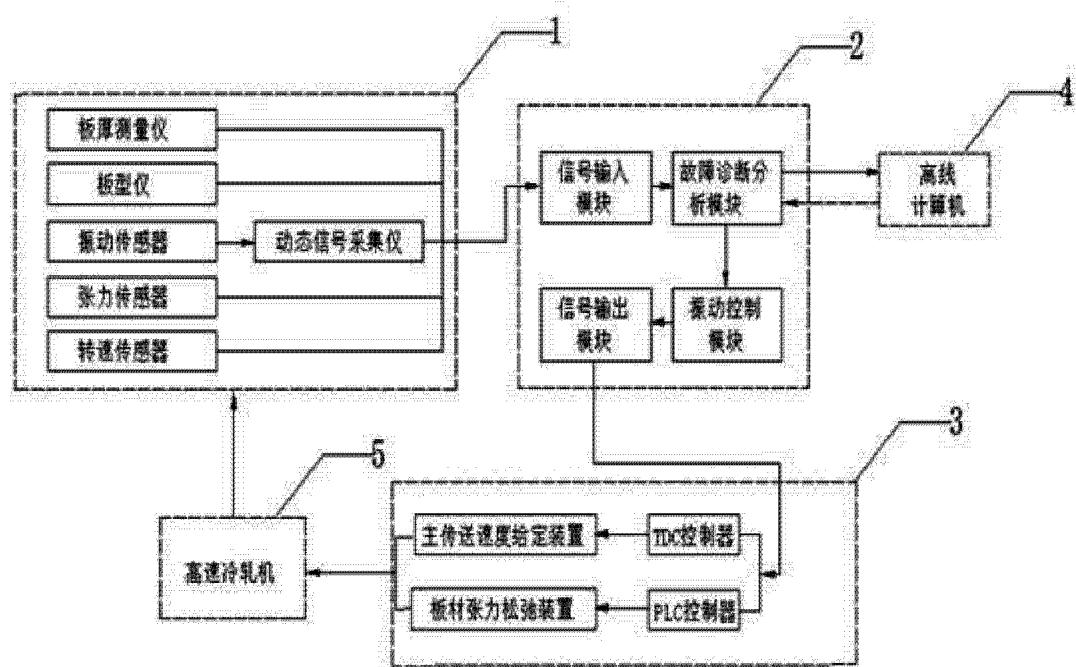


图 2

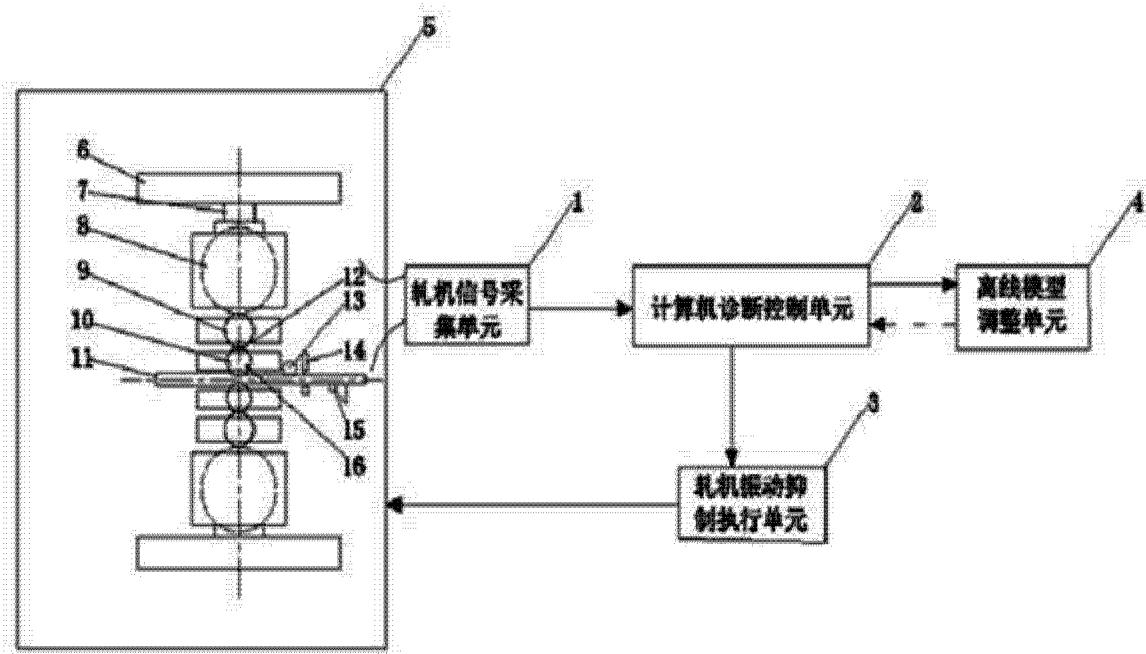


图 3

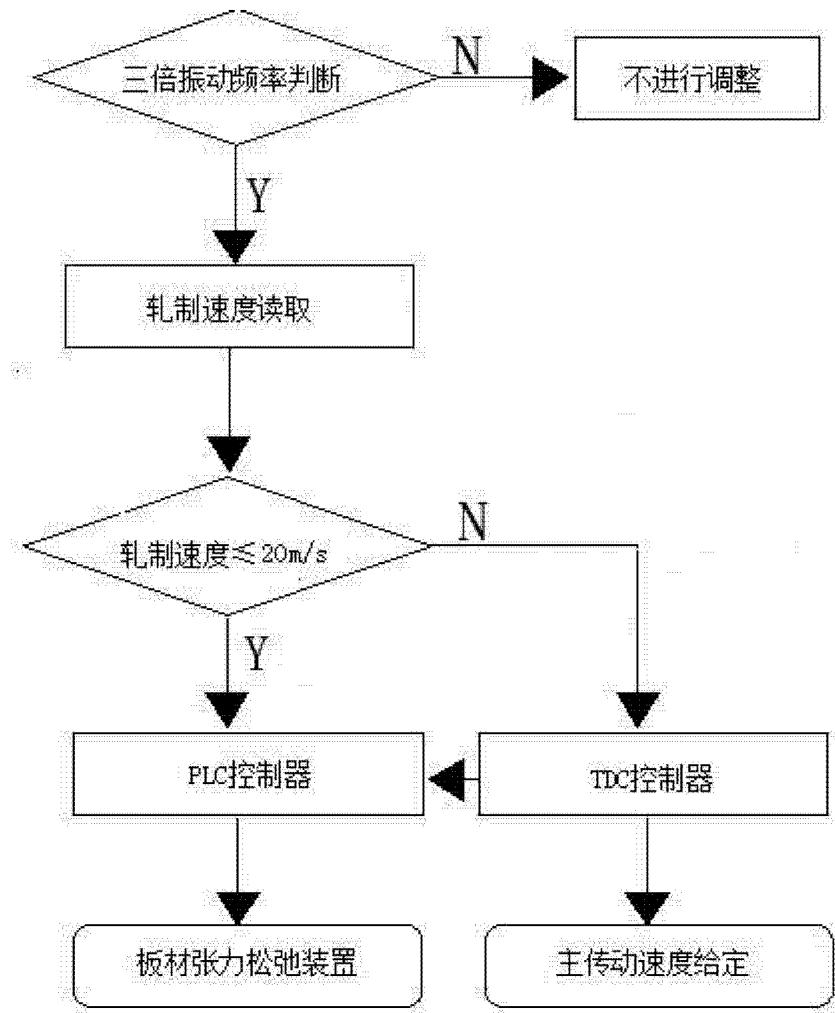


图 4

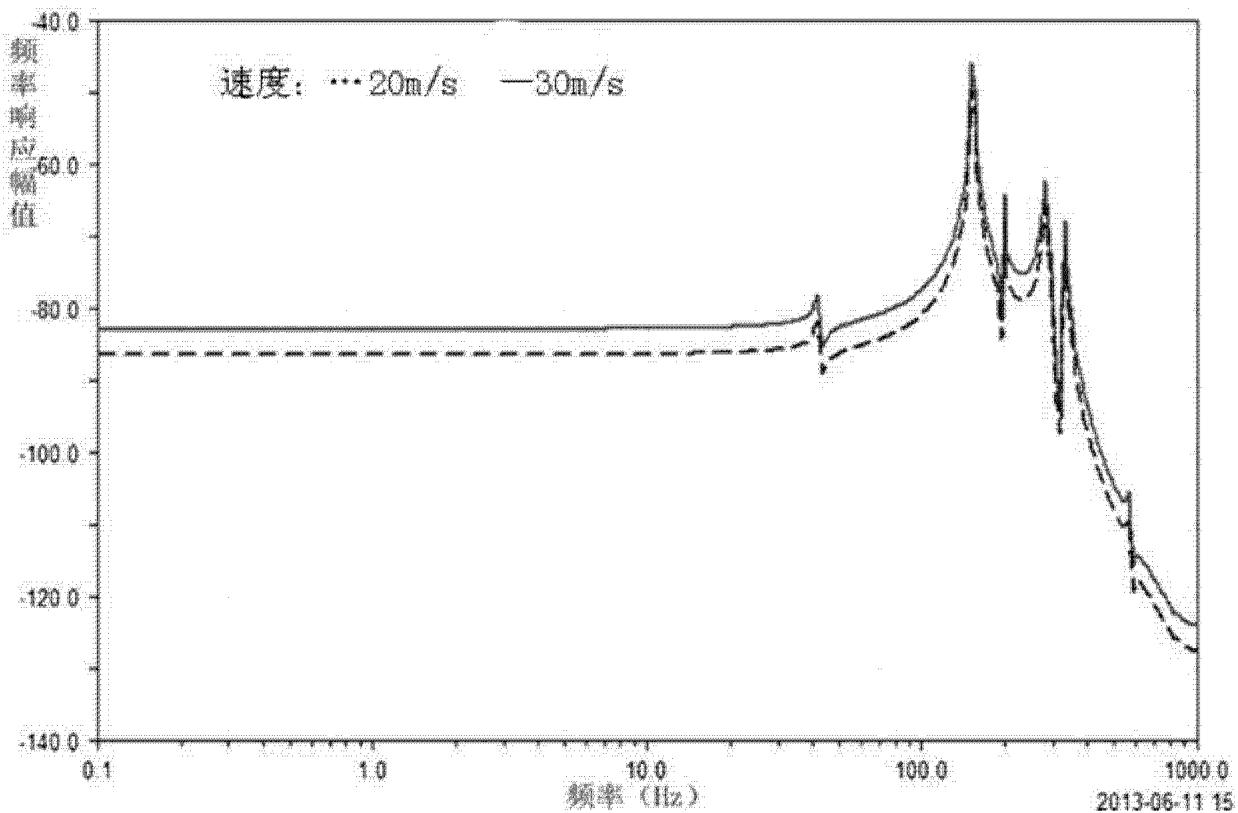


图 5

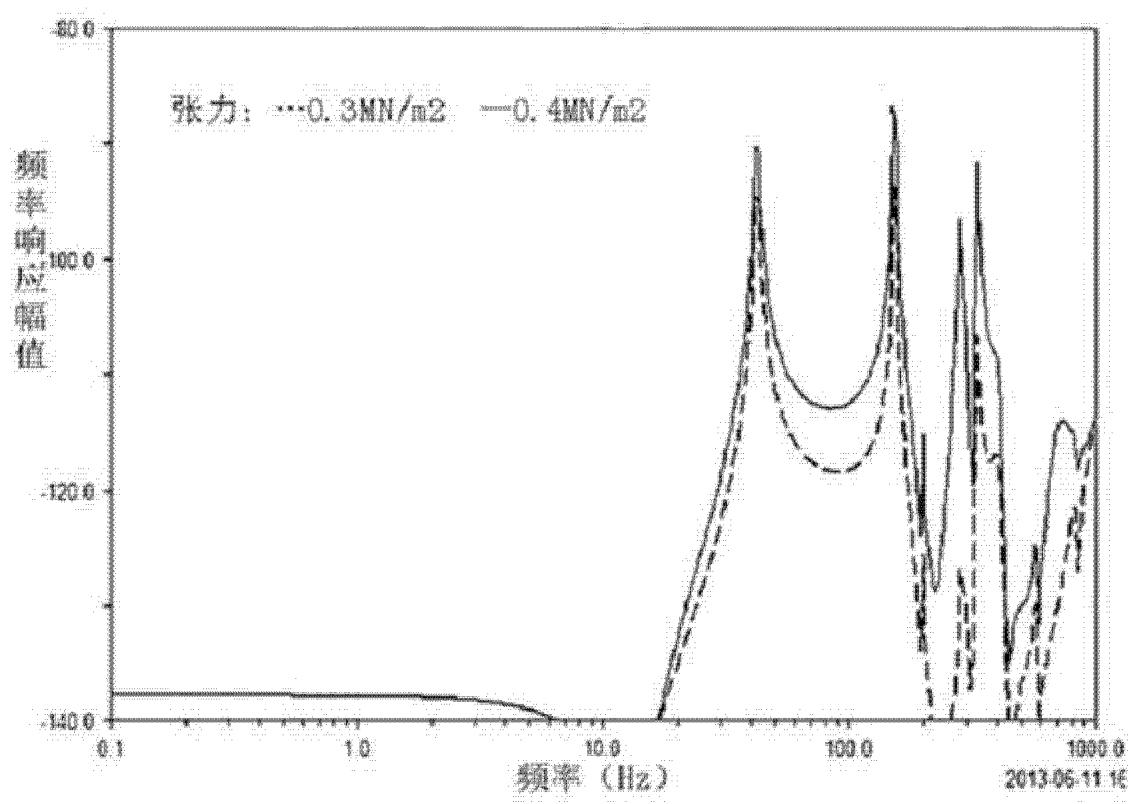


图 6