



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108788560 A

(43)申请公布日 2018.11.13

(21)申请号 201810897373.1

(22)申请日 2018.08.08

(71)申请人 经略智能科技(苏州)有限公司

地址 215000 江苏省苏州市吴中区太湖东路9号澹台湖大厦(武珞科技园)505-10室

(72)发明人 樊华

(51)Int.Cl.

B23K 37/00(2006.01)

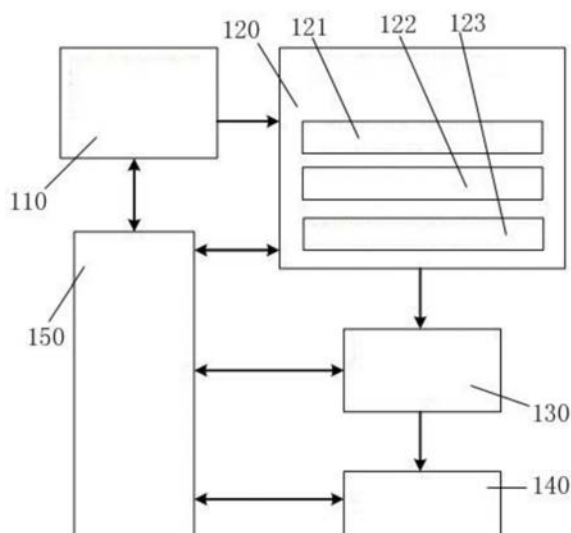
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

基于XGBoost机器学习模型的焊接系统

(57)摘要

本发明提供了一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统。所述基于XGBoost机器学习模型的焊接系统包括焊口质量样本数据采集单元、数据分析单元、参数调整单元、焊接单元、控制单元。利用本发明,能够根据焊口焊接质量样本数据,自动确定焊接系统需要调整的相关参数,并自动进行参数调整,以及时调整不适宜的焊接参数,提高输油管道的管材焊接质量和焊接效率。



1. 一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,包括:

焊口质量样本数据采集单元,用于采集焊口质量样本数据,所述焊口质量样本数据至少包括地理方位参数、环境参数和焊接设备参数;

数据分析单元:用于对所采集的焊口质量样本数据进行数据分析;

参数调整单元:用于根据所述模型特征列表调整焊接参数;

焊接单元:用于根据焊接参数对输油管材进行环绕自动焊接;

控制单元:用于对所述焊口质量样本数据采集单元、所述数据分析单元、所述参数调整单元和所述焊接单元进行统一调控。

2. 如权利要求1所述的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,其特征在于:所述数据分析单元包括:

样本数据分类子单元:用于将所述焊口质量样本数据分为训练集与测试集;

机器学习单元:用于采用集成学习模型XGBoost的机器学习模型;

模型特征列表形成单元:用于根据机器学习模型达到预定效果的模型训练以及模型测试结果的各项参数,确定影响模型预测目标的模型特征列表。

3. 如权利要求2所述的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,其特征在于:所述机器学习单元,还用于根据对所述训练集模型训练的AUC/ROC值以及对所述测试集进行模型测试的准确率、精准率以及召回率,对机器学习模型的效果进行评估。

4. 如权利要求3所述的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,其特征在于:所述模型特征列表形成单元,还用于根据各个模型特征对模型目标的影响程度将模型特征由大到小的进行排序,选取排序在前五的五项特征确定影响模型预测目标的模型特征列表。

5. 如权利要求4所述的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,其特征在于:所述控制单元控制的参数调整方式分为两个工作模式:

1) 通过控制单元进行自动或者人工干预,使得各个工作组件之间的参数正常传递,控制整个系统按照指令工作;

2) 通过连接数据分析单元,获得5个最关键的参数调整指令,自动控制相关组件工作,提高焊接质量。

6. 如权利要求5所述的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,其特征在于:所述焊接单元包括焊接轨道、焊枪、环绕自动焊接装置,所述焊枪固定在所述环绕自动焊接装置上,所述环绕自动焊接装置在所述焊接轨道限定的移动轨迹上沿输油管材的管壁做圆周运动。

7. 如权利要求6所述的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,其特征在于:所述环绕自动焊接装置进一步包括:

行走机构:所述行走机构包括点击和齿轮传动机组;

送丝机构:用于向所述焊枪输送焊丝。

8. 如权利要求7所述的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,其特征在于:所述焊口质量样本数据采集单元包括:

GPS地理定位仪:用于确认管材焊接的地理方位信息;

环境监测仪:用于实施监控并采集管材焊接点的温度、湿度、氧气浓度、二氧化碳浓度;

系统数据监控系统:用于监控环绕自动焊接装置的各项参数。

9. 如权利要求8所述的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,其特征在于:所述系统数据监控系统包括:

电机监测装置:用于监测所述焊接系统各个结构中电子的电流和电压;

送丝监测装置:用于监测所述送丝机构的送丝速度,转动惯量,动态性能,驱动转矩;

焊枪监测装置:用于监测焊枪相对焊缝左右摆动频率、左右端停留的频率、上下左右转动频率,焊枪偏转角度;

轨道监控装置:用于监测环绕自动焊接装置行走的平稳度和位置度。

10. 如权利要求9所述的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,其特征在于:所述数据分析单元根据所述焊口质量样本数据采集单元采集到的各项数据,汇集为信息表,以GPS定位参数为坐标,使用描述性统计方法,分析各项与焊接质量之间的关系,寻找与焊接质量相关的多个因素之间的关系。

基于XGBoost机器学习模型的焊接系统

技术领域

[0001] 本发明涉及输油管道管材焊接技术领域,更为具体地,涉及一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统。

背景技术

[0002] 随着石油天然气及石油化工工业的发展,我国长输管道建设也得到高速发展。用于运送石油及石油产品的管道系统被称之为输油管道系统,主要由输油管线、输油站及其他相关辅助设备组成。原油和石油产品的管道运输方式和同属于陆上运输方式的铁路和公路输油相比,具有运量大、密封性好、成本低和安全系数高的优点。

[0003] 输油管道的管材一般为钢管,使用焊接和法兰等连接装置连接成长距离管道,并使用阀门进行开闭控制和流量调节。其中,管材的焊接质量在输油管道系统建设过程中尤为重要。

[0004] 在现有的输油管道管材焊接过程中,一般采用管道全自动焊接技术,应用微处理计算机实现对焊接机构的控制,来模拟人工操作。一般分为三个基本模块:动力模块、控制模块和辅助设施模块。动力模块由发电机组和焊接电源构成;控制模块包括系统动力供给分配器、焊接参数控制器和焊接机械手三部分、辅助设施模块由保护气体混合器、电子仪器冷却除湿设备、焊枪冷却设备、编程器和打印输出设备等构成。

[0005] 现有的管道全自动焊接技术按照事先规定的焊接工艺流程对输油管管材进行自动焊接,工艺标准容易控制、焊接效率高。但是,面对施工环境、管材铺设情况等各种不确定因素的存在,无法自动调节焊接过程中的相关参数,对于管材焊接的设备管理及焊口质量保障尚存在一些问题。

发明内容

[0006]

鉴于上述问题,本发明的目的是提供一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统。可以根据焊接现场的环境、设备设施等各项因素,实时调整焊接设备的各项参数,以保障管材焊接的焊口质量。

[0007] 技术方案如下:

一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,包括:

焊口质量样本数据采集单元,用于采集焊口质量样本数据,所述焊口质量样本数据至少包括地理方位参数、环境参数和焊接设备参数;

数据分析单元:用于对所采集的焊口质量样本数据进行数据分析;

参数调整单元:用于根据所述模型特征列表调整焊接参数;

焊接单元:用于根据焊接参数对输油管管材进行环绕自动焊接;

控制单元:用于对所述焊口质量样本数据采集单元、所述数据分析单元、所述参数调整单元和所述焊接单元进行统一调控。

[0008] 进一步的,所述数据分析单元包括:

样本数据分类子单元:用于将所述焊口质量样本数据分为训练集与测试集;

机器学习单元:用于采用集成学习模型XGBoost的机器学习模型;

模型特征列表形成单元:用于根据机器学习模型达到预定效果的模型训练以及模型测试结果的各项参数,确定影响模型预测目标的模型特征列表。

[0009] 进一步的,所述机器学习单元,能够根据对所述训练集模型训练的AUC/ROC值以及对所述测试集进行模型测试的准确率、精准率以及召回率,对机器学习模型的效果进行评估。

[0010] 进一步的,所述模型特征列表形成单元,能够根据各个模型特征对模型目标的影响程度将模型特征由大到小的进行排序,选取排序在前五的五项特征确定影响模型预测目标的模型特征列表。

[0011] 进一步的,所述控制单元控制的参数调整方式分为两个工作模式:

1)通过控制单元进行自动或者人工干预,使得各个工作组件之间的参数可以正常传递,控制整个系统按照指令工作;

2)通过连接数据分析单元,获得5个最关键的参数调整指令,自动控制相关组件工作,提高焊接质量。

[0012] 进一步的,所述焊接单元包括焊接轨道、焊枪、环绕自动焊接装置,所述焊枪固定在所述环绕自动焊接装置上,所述环绕自动焊接装置在所述焊接轨道限定的移动轨迹上沿输油管材的管壁做圆周运动。

[0013] 进一步的,所述环绕自动焊接装置进一步包括:

行走机构:所述行走机构包括点击和齿轮传动机组;

送丝机构:用于向所述焊枪输送焊丝。

[0014] 进一步的,所述焊口质量样本数据采集单元包括:

GPS地理定位仪:用于确认管材焊接的地理方位信息;

环境监测仪:用于实施监控并采集管材焊接点的温度、湿度、氧气浓度、二氧化碳浓度;

系统数据监控系统:用于监控环绕自动焊接装置的各项参数。

[0015] 进一步的,所述系统数据监控系统包括:

电机监测装置:用于监测所述焊接系统各个结构中电子的电流和电压;

送丝监测装置:用于监测所述送丝机构的送丝速度,转动惯量,动态性能,驱动转矩;

焊枪监测装置:用于监测焊枪相对焊缝左右摆动频率、左右端停留的频率、上下左右转动频率,焊枪偏转角度;

轨道监控装置:用于监测环绕自动焊接装置行走的平稳度和位置度。

[0016] 进一步的,所述数据分析单元根据所述焊口质量样本数据采集单元采集到的各项数据,汇集为信息表,以GPS定位参数为坐标,使用描述性统计方法,分析各项与焊接质量之间的关系,寻找与焊接质量相关的多个因素之间的关系。

[0017] 跟现有技术相比,本发明的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统,可以根据焊接现场的环境、设备设施等各项因素,进行数据采集和分析,实时调整焊接设备的各项参数,根据调整后的焊接参数对输油管材进行环绕自动焊接,以保障管材焊接的焊口质量。

附图说明

[0018] 图1是发明的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统的逻辑示意图；
图2是本发明的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接方法的流程图。

具体实施方式

[0019] 以下将结合附图对本发明的具体实施例进行详细描述。

[0020] 具体的,作为示例,本发明采用环绕自动焊接装置作为输油管道焊接现场的主要焊接设备,在管道相对固定的情况下,环绕自动焊接装置带动焊枪沿轨道围绕管壁运动。

[0021] 图1示出了本发明一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统的逻辑示意图。

[0022] 如图1所示,一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统主要包括焊口质量样本数据采集单元110、数据分析单元120、参数调整单元130和焊接单元140进行统一调控的控制单元150。

[0023] 焊口质量样本数据采集单元110至少包括地理方位参数、环境参数和焊接设备参数。

[0024] 焊接单元包括焊接轨道、焊枪、环绕自动焊接装置环绕自动焊接装置。

[0025] 其中,环绕自动焊接装置以行走机构作为自动焊接过程的驱动机构,环绕自动焊接装置安装在焊接轨道上,带着焊枪在所述焊接轨道限定的移动轨迹上沿管壁作圆周运动,是实现管口自动焊接的重要设备之一;行走机构由电机和齿轮传动机构组成,根据计算机控制单元发出的位置和速度指令驱动环绕自动焊接装置移动。

[0026] 为焊枪输送焊丝的机构为送丝机构,送丝机构送丝的平稳程度直接影响焊接质量。送丝机构的送丝方式可以简单分为拉丝和推丝两种方式。

[0027] 拉丝方式是将送丝机构安装于焊接小车之内,送丝机离焊枪的安装位较近,焊接过程中焊丝离开送丝机后受到的阻力较小,因此可以保证送丝过程平稳。但送丝集合焊丝盘均须安装在焊接小车之上,增加了焊接小车的重基,给人工装拆增加了困难,而且重量的增加还容易造成焊接小车行走不平稳。在焊接过程中使用直径为0.8mm或1.0mm的小盘焊丝(重量约为5kg),能够减轻了焊接小车的重量和负载,又可以使得焊接过程容易控制,但由于小盘焊丝的量比较小,用时短,对焊接效率有一定的影响。

[0028] 推丝方式是将送丝机构安装于焊接小车之外,送丝机离焊枪较远,这样可以减小焊接小车的体积和重量,可以使用功率的送丝机和直径为1.2ram的大盘焊丝(重量约为20kg),从而提高焊接效率。然而,由于推丝时送丝机离焊枪较远,两者之间须有送丝软管相连,当焊丝被连续推送到焊枪嘴处时,焊丝受到的摩擦阻力较大,而且,焊接过程中送丝软管的弯曲度对送丝的平稳程度有一定的影响,严重时会造成送丝不畅,因此使用推丝时需充分考虑上述因素。

[0029] 焊接轨道是固定安装在输油管道管材上供环绕自动焊接装置行走和定位的专用机构,焊接轨道的结构直接影响到焊接环绕自动焊接装置的移动的平稳度和位置度,进而影响到焊接质量。

[0030] 环绕自动焊接装置的具体机械结构以及焊接小车、焊枪、行走机构、焊接轨道之间的位置、运行关系是本领域熟知技术,本发明的重点在于基于XGBoost机器学习模型对现场

的焊口质量样本数据进行数据分析,并据已调整现场焊接设备以及远程控制设备的焊接参数,根据焊接现场情况实时改进焊接工艺。因此,对于环绕自动焊接装置的具体机械结构及其辅助设备的机械、组成关系,除非不要,不做额外描述。

[0031] GPS地理方位定位仪、环境监控检测仪和系统数据监控系统作为焊口质量样本数据采集单元110的主要设备,用于采集施工现场以及远程调控过程中采用的焊口质量样本数据,焊口质量样本数据至少包括地理方位参数、环境参数和焊接设备参数。

[0032] 具体的,根据GPS地理定位仪确认管道焊接的地理方位,通过数据传输通道与数据分析单元120连接。环境监测仪主要实时监控管道焊接点的温度,湿度,氧气浓度,二氧化碳浓度等,并通过数据传输通道与数据分析单元连接。

[0033] 系统数据监控系统用于监控环绕自动焊接装置的各个参数,包括:

电机监测装置,监测各个结构中电子的电流,电压以保证电机在管道环缝的各个位置准确对位,而且具有较好的速度跟踪功能;

送丝监测装置,监测自动焊丝机的各个参数,如送丝速度,转动惯量,动态性能,驱动转矩等,以保证送丝准确稳定;

焊枪监测装置,监测焊枪摆动调节频率,监测焊枪相对焊缝左右摆动频率、左右端停留的频率、上下左右转动频率,焊枪偏转角度等等;

轨道监控装置,监测环绕自动焊接装置行走的平稳度和位置度;

系统监控数据系统通过数据传输通道与数据分析单元连接。

[0034] 在本发明的一个具体实施方式中,焊口质量样本数据的技术参数包括如下内容:

技术参数-1:

适应管径 $\Phi 610\sim 1420\text{mm}$;输入电压220V;频率50Hz;功率240W;焊丝直径 $\Phi 0.9\sim 1.2\text{mm}$;行走速度 $0\sim 36\text{m/h}$;摆动幅度 $0\sim 30\text{mm}$ 。

[0035] 环绕自动焊接装置的技术参数-2(其中的行走速度、摆动幅度、摆动速度、停留时间和最大偏移均是预设、可调的):

行走速度 $0.08\sim 1.63\text{m/min}$;摆动幅度 $0\sim 3.0\text{cm}$;摆动速度 $0\sim 42\text{mm/s}$;停留时间 $0\sim 2\text{m}$;焊接波形:梯形、三角形、矩形、直线;最大偏移量70mm;小车重量13kg;装载焊丝5kg;焊丝直径 $\Phi 1.0\sim 1.2\text{mm}$ 。

[0036] 技术参数-3:

管材	焊丝	保护气体	气体流量
X52	H08Mn2SiA	Ar75%+CO ₂ 25%	20L/min
X65	JM-58	Ar80%+CO ₂ 20%	20L/min
X70	JM-68	Ar80%+CO ₂ 20%	20L/min

技术参数-4:

	焊接电流(A)	焊接电压(v)	焊速(cm/min)	焊接时间(min)
热 焊	180~190	17~18	30	4.19
填充焊	210~220	18~19	26	4.52
盖面焊	160~180	16~17	20	8.1

将GPS地理定位仪、环境监控监测仪、系统数据监控系统采集到的各项数据输入到数据分析单元,汇集为信息表,以GPS定位参数为坐标,使用描述性统计方法,分析信息表中的各

独立数据项与焊接质量之间的关系,寻找与焊接质量相关的多个因素之间的关系。

[0037] 在本发明中,信息表就是存储在RAM里面的一张数据表,其中的内容包括数据定义、数据类型、数据描述、数据值、关联关系等等。该信息表不是一张单独的表格,而是根据每个收集仪器或者系统的不一样,都会保存单独的表格。把各个信息表链接在一起的就是GPS地理定位坐标轴和时间轴。

[0038] 具体的,作为示例,输入到数据分析单元用于数据分析的数据可以包括如下内容:

1) 焊口信息

焊口信息具体可以包括:焊口编号、施工单位、施工机组、焊工、监理工程师、监理单位、焊接日期、管厂、管径、壁厚、焊条批号、焊丝批号、坡口角度、余高;

2) 检测数据

检测数据可以包括:焊口编号、检测日期、检测方式、检测类型、评定结果;

3) 焊机和焊枪数据

焊机和焊枪数据可以包括:焊口编号、焊接设备、焊接速度、焊接角度、焊接电流、焊接电压、送丝速度。

[0039] 针对影响焊接质量的参数各项指标画出箱线图,参照相应的历史数据,对比相应焊接技术标准对焊接质量合格与不合格焊点的工作参数的范围区间,寻找可能的影响焊接质量的参数异常区间值,并且分别环绕自动焊接装置中各个机构的工作参数与焊接质量合格之间的关系。

[0040] 管道焊口质量的检测结果分为合格与不合格,通过描述性统计分析以及建立机器学习模型,探索与焊口质量不合格的相关因素,包含单个因素以及多因素组合。机器学习模型的预测目标为焊口质量是否合格。

[0041] 在数据分析完成后,可以将数据分析的结果整理为数据分析报告,数据分析报告主要包含以下内容:

1) 描述数据分析结论,并列举两类因素:

1.1) 影响焊口质量不合格的因素;

1.2) 与焊口质量是否合格不相关的因素;

2) 因素以及因素组合与不合格焊口之间相关性描述的方式,其中包括:

2.1) 关于单因素相关的描述:根据单个因素统计不合格焊口的占比;

2.2) 关于多因素相关的描述:列出影响焊口质量不合格的组合因素,并且根据各因素对焊口质量不合格影响程度的大小做降序排序;

3) 列举本项目所用的数据分析方法,含机器学习模型名称。

[0042] 在分析出环绕自动焊接装置中各个机构的工作参数与焊接质量合格之间的关系之后,根据工作参数对焊接质量影响程度由大到小进行排序,最终找到排序前五的影响焊接质量的主要5个因素,通过控制单元150实时调整这5个工作参数,缩小偏离值范围,提高管口焊接质量。

[0043] 控制单元150根据上述5个工作参数对焊接单元进行参数调整。控制单元150的参数调整方式分为两个工作模式,一是通过控制系统的自动或者人工干预,使得各个工作组件之间的参数可以正常传递,控制整个系统按照指令工作;二是通过连接数据分析单元,获得5个最关键的参数调整指令,自动控制相关组件工作,提高焊接质量。

[0044] 数据分析单元120采用XGBoost机器学习模型对焊口质量样本数据采集单元所采集的焊口质量样本数据进行数据分析,将焊口质量样本数据分为训练集与测试集,选用可实现二分类的XGBoost机器学习模型,根据对训练集模型训练的AUC/ROC值以及对所述测试集进行模型测试的准确率、精准率以及召回率,对机器学习模型的效果进行评估;如果模型训练以及模型测试结果的各项参数的指标值表明机器学习模型达到预定效果,则输出影响模型预测目标的模型特征列表。参数调整单元根据该模型特征列表调整焊接参数。

[0045] 其中,将焊口样本质量数据划分为训练集和测试集的过程中,划分的标准分为两部分。一部分是技术文档,例如行业技术规范,例如《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范(GBJ236—82)》;产品设计技术标准,这也是考核产品是否正常工作的标准。另外一部分是有经验的技术专家,介绍真正工作当中那几个数值,样本需要重点关注。基于这两个部分,才能将收集上来的数据,定义数据类型、数据值范围、属性、关联关系等等,为下一步数据分析做准备。最后的结果就是通过历史数据,现场收集的数据对比,找到关键的几个因素,然后对其施加影响。

[0046] 相应的,如图1所示,数据分析单元可以包括:样本数据分类子单元121,用于将所述焊口质量样本数据分为训练集与测试集;机器学习单元122,用于采用集成学习模型XGBoost的机器学习模型,根据对所述训练集模型训练的AUC/ROC值以及对所述测试集进行模型测试的准确率、精准率以及召回率,对机器学习模型的效果进行评估;模型特征列表形成单元123,用于根据机器学习模型达到预定效果的模型训练以及模型测试结果的各项参数,确定影响模型预测目标的模型特征列表。

[0047] 其中,在数据分析单元采用XGBoost机器学习模型对焊口质量样本数据采集单元所采集的焊口质量样本数据进行数据分析的过程中,首先需要进行数据探索,探索样本数据的数据质量,确保各数据项的数据质量满足数据分析以及机器学习建模要求。通过描述性统计分析,探索各数据项的数据分布规律。

[0048] 在分析影响焊接质量的因素的过程中,使用描述性统计方法,分析各独立数据项与全自动管外焊接机焊接质量的关系,寻找影响焊接质量的相关因素关系,找到最关键的5个重要因素。

[0049] 在进行模型特征筛选的过程中,除了直接使用系统数据监控系统数采集得到的信息表,数据中心中的历史数据信息表,焊接技术标准中的焊接质量合格和不合格有相关关系的因素,还需要考虑使用这些数据的参数衍生其他模型特征,例如统计每个焊点焊接过程中焊接的温度、湿度、氧气浓度、二氧化碳浓度、电机的电流电压、送丝速度、转动惯量、动态性能、驱动转矩、焊枪相对焊缝左右摆动频率、左右端停留的频率、上下左右转动频率、焊枪偏转角度、轨道数据监控装置、监测行走的平稳度和位置度等各参数项的方差、均值、众数等统计量。如果这些衍生特征也与焊点质量合格有相关关系,可以一同加入机器学习模型进行模型训练和模型测试。

[0050] 在数据分析单元进行XGBoost机器学习建模的过程中,首先要完成建模目标与模型,然后进行模型训练与模型测试,最后根据模型训练和模型测试结果输出影响焊点质量的相关因素。

[0051] 焊点质量分析机器学习建模的目标为预测焊点质量是否合格,这是一个二分类问题的建模需求。本发明采用集成学习模型XGBoost作为机器学习模型,正是看中了XGBoost

模型的以下优点：

正则项：在模型的代价函数中加入了正则项，避免模型出现过拟合的情况；

并行计算：在模型特征层级进行并行处理和计算，各个特征增益计算以多线程方式并行；

剪枝过程：先从顶到底建立所有可以建立的子树，再从底到顶反向进行剪枝，避免陷入局部最优；

列抽样：支持列抽样，不仅能降低过拟合，还能减少计算量，提升模型计算速度；

缺失值处理：对于特征的值有缺失的样本，可以自动学习出它的分裂方向。

[0052] 在进行模型训练与模型测试的过程中，可以将样本数据分为训练集(70%)与测试集(30%)，选用XGBoost模型进行模型训练以及模型测试，根据模型训练的AUC/ROC值以及模型测试的准确率、查准率以及查全率，对机器学习模型的效果进行评估。另外，样本数据中训练集合测试集的比例还可以根据具体的模型训练与模型测试需求进行调整。

[0053] 在输出影响焊点质量的相关因素的过程中，评估模型训练以及模型测试结果的各项评估参数的指标值，如果评估结果表明机器学习模型有一定的效果，则可以输出与模型预测目标(焊点是否合格)相关的模型特征列表。输出的模型特征列表所代表的含义是，这些因素组合在一起共同作用，与焊点质量是否合格有相关关系。在输出模型目标相关特征时，可以根据各个模型特征(相关因素)对模型目标(焊点是否合格)的影响重要程度由大到小的进行排序。

[0054] 图1描述了本发明的一种基于XGBoost机器学习模型的焊接系统。与该系统相对应，本发明还提供一种基于XGBoost机器学习模型的焊接方法，该方法可以软件和硬件组合的方式实现。

[0055] 如图2所示，本发明提供一种基于XGBoost机器学习模型的焊接方法，包括如下步骤：

步骤S210：采集焊口质量样本数据；

步骤S220：对所采集的焊口质量样本数据进行数据分析，确定影响模型预测目标的模型特征列表；

步骤S230：根据所述模型特征列表调整焊接参数；

步骤S240：根据调整后的焊接参数对输油管材进行环绕自动焊接。

[0056] 其中，在步骤S220中，将焊口质量样本数据分为训练集与测试集，选用可实现二分类的机器学习模型，根据对训练集模型训练的AUC/ROC值以及对所述测试集进行模型测试的准确率、精准率以及召回率，对机器学习模型的效果进行评估；如果模型训练以及模型测试结果的各项参数的指标值表明机器学习模型达到预定效果，则输出影响模型预测目标的模型特征列表。

[0057] 在输出影响模型预测目标的模型特征列表时，确定各个模型特征对模型目标的影响程度，并根据各个模型特征对模型目标的影响程度由大到小的进行排序，选择排序靠前的模型特征作为调整焊接参数的依据。

[0058] 此外，需要说明的是，在上述基于XGBoost机器学习模型的焊接方法中采用XGBoost机器学习模型对焊口质量样本数据进行训练、学习、测试的过程都在前述对基于XGBoost机器学习模型的焊接系统的描述中做了详细的表述，应用上述基于XGBoost机器学习

习模型的焊接方法进行焊接所采用的相关监控、数据分析、参数调整、焊接设备也都在前述对基于XGBoost机器学习模型的焊接系统的描述中做了详细的表述,再此不再赘述。

[0059] 与现有技术相比,本发明能够根据焊口焊接质量样本数据,自动确定焊接系统需要调整的相关参数,并自动进行参数调整,以及时调整不适宜的焊接参数,提高输油管道的管材焊接质量和焊接效率。

[0060] 以上所述的仅是本发明的一些实施方式。对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明创造构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

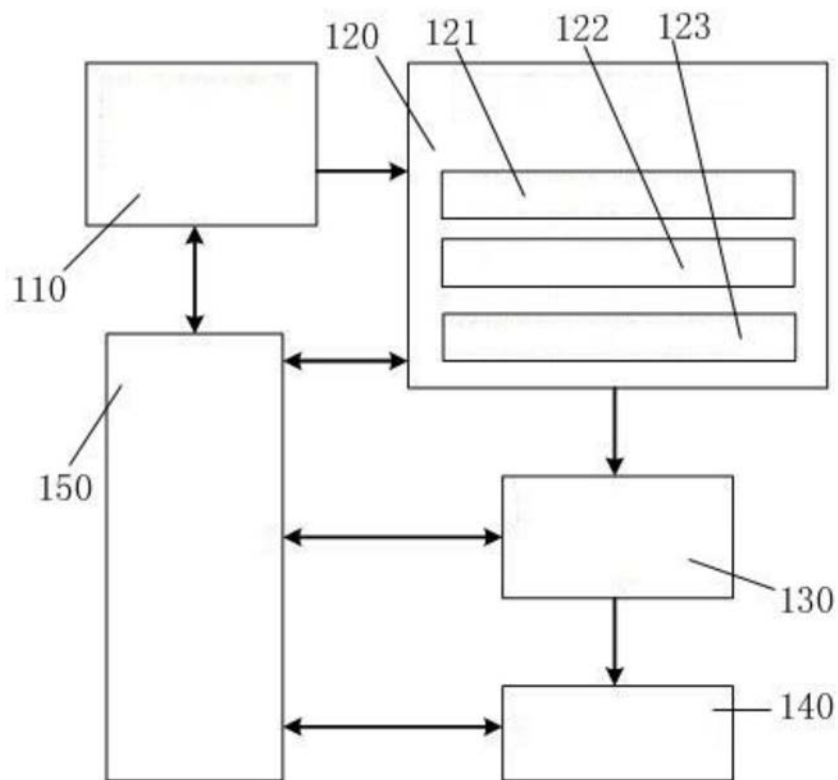


图1

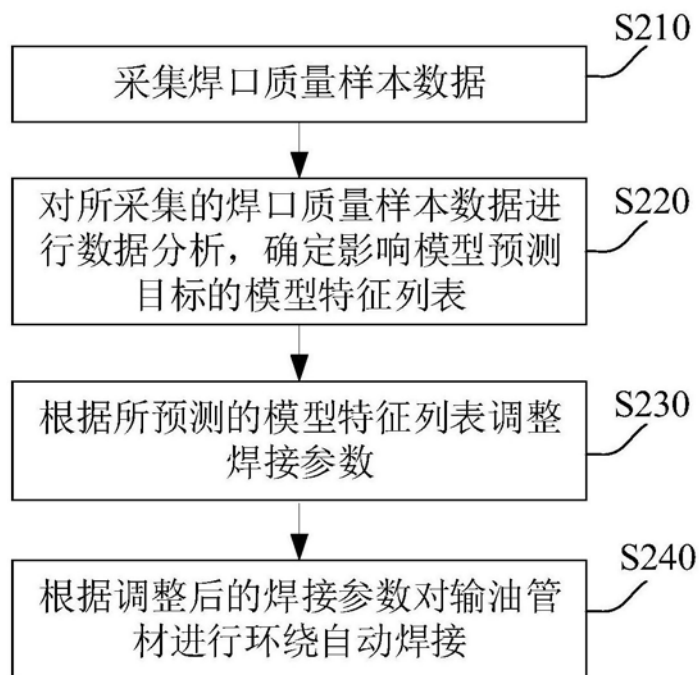


图2