



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111145517 A

(43)申请公布日 2020.05.12

(21)申请号 202010005593.6

(22)申请日 2020.01.03

(71)申请人 上海枫昱能源科技有限公司

地址 200040 上海市静安区平陆路601号
302室

(72)发明人 周群力 黄宏声 黄凤仪

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 胡晶

(51)Int.Cl.

G08B 31/00(2006.01)

G08B 17/00(2006.01)

G08B 17/06(2006.01)

G08B 17/10(2006.01)

G08B 21/18(2006.01)

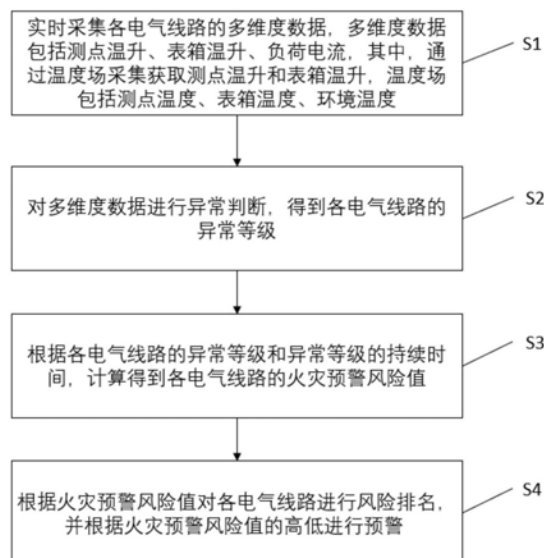
权利要求书2页 说明书13页 附图4页

(54)发明名称

一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法及系统,方法包括以下步骤:实时采集各电气线路的多维度数据,所述多维度数据包括测点温升、表箱温升、负荷电流,其中,通过温度场采集获取所述测点温升和表箱温升;对所述多维度数据进行异常判断,得到各电气线路的异常等级;根据各电气线路的所述异常等级和所述异常等级的持续时间,计算得到各电气线路的火灾预警风险值,本发明的系统包括一个或多个物联网采集感知终端、与所述物联网采集感知终端信号连接的智能网关、与所述智能网关数据通讯的数据处理服务器。本发明具有预警面积广、预警准确度高、预警效率高、实时预警、预警智能化的技术特点。



1. 一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:实时采集各电气线路的多维度数据,所述多维度数据包括测点温升、表箱温升、负荷电流,其中,通过温度场采集获取所述测点温升和表箱温升,所述温度场包括测点温度、表箱温度、环境温度;

S2:对所述多维度数据进行异常判断,得到各电气线路的异常等级;

S3:根据各电气线路的所述异常等级和所述异常等级的持续时间,计算得到各电气线路的火灾预警风险值。

2. 根据权利要求1所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,其特征在于,所述步骤S2具体为:通过火灾风险异常等级判断模型对所述多维度数据进行异常点的判断、异常点和正常区域距离的测定,得到各电气线路的异常等级;其中,

所述火灾风险异常等级判断模型的建立过程为:

根据所述温度场与所述负荷电流的对应关系,建立负荷温升分析模型;

根据所述负荷温升分析模型,通过人工智能电气火灾聚分类算法和人工智能电气火灾分级算法,训练得到火灾风险异常等级判断模型。

3. 根据权利要求2所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,其特征在于,根据所述负荷温升分析模型,通过人工智能电气火灾聚分类算法和人工智能电气火灾分级算法,训练得到火灾风险异常等级判断模型,具体包括以下步骤:

A1:把基于所述多维度数据的大数据按电线规格、环境温度、负荷电流进行数据分组;

A2:对数据分组后的各组数据按照测点温升、表箱温升进行分别分级,每一层级聚成一类;

A3:根据预设的标准分类值对分级后的各组数据进行异常等级标准化分类;

A4:统计异常等级标准化分类后的各组数据的各级别的统计值,并且在各组数据中分别以统计值最大对应的异常等级为基础,分别重新调整各组数据的其余层级的异常等级,得到智能化异常等级判断标准;

A5:根据所述智能化异常等级判断标准得到所述火灾风险异常等级判断模型。

4. 根据权利要求3所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,其特征在于,所述异常等级按严重程度递增方向从0级起划分,所述步骤A4具体包括以下步骤:

若统计值最大对应的异常等级等于0,则根据预设百分比和最大的统计值计算以统计值最大对应的层级为中心的相对安全范围,并且将落入所述相对安全范围且异常等级小于等于1的层级的异常等级调整为0,并且根据层级之间的距离确定剩余层级的异常等级;

若统计值最大对应的异常等级不等于0,则将统计值最大对应的层级之前的所有层级对应的异常等级降一级,0级不动。

5. 根据权利要求3所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,其特征在于,所述步骤A5之后还包括步骤A6:

通过所述火灾风险异常等级判断模型,对实时采集的所述多维度数据进行监督学习,并将所述监督学习的结果每隔预设时间更新至所述智能化异常等级判断标准中,并重新执行所述步骤A4-A5,以获取新的所述火灾风险异常等级判断模型。

6. 根据权利要求1所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,其特征在于,所述步骤S1中,所述多维度数据还包括烟雾信息、湿度信息。

7. 根据权利要求1所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,其特征在于,所述步骤S3中,所述火灾预警风险值risk的计算过程为:

$$\text{risk} = (\text{level} + \text{counts}/n) * 10$$

其中,level为所述异常等级,n为截至目前当日的实时数据采集次数,counts为截至目前当日的所述异常等级为level出现的累计次数。

8. 根据权利要求1所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,其特征在于,所述步骤S3之后还包括步骤S4:

根据所述火灾预警风险值对各电气线路进行风险排名,并根据所述火灾预警风险值的高低进行预警。

9. 根据权利要求8所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,其特征在于,所述步骤S4还包括:

根据所述火灾预警风险值进行时间维度上的纵向、横向分析,纵向分析得到各电气线路的风险走势、同等风险在历史中出现的概率,横向分析得到同等风险在预警区域内所有电气线路中出现的概率、整个预警区域的最大风险情况。

10. 一种人工智能电气线路火灾风险实时预警系统,其特征在于,包括:

一个或多个物联网采集感知终端,所述物联网采集感知终端包括负荷电流检测模块、测点温度检测模块、表箱温度检测模块、环境温度检测模块,用以实时采集电气线路的多维度数据,所述多维度数据包括测点温升、表箱温升、负荷电流,其中,通过温度场采集获取所述测点温升和表箱温升,所述温度场包括测点温度、表箱温度、环境温度;

智能网关,与所述物联网采集感知终端信号连接,用以传输实时采集到的所述多维度数据;

数据处理服务器,与所述智能网关数据通讯,所述数据处理服务器包括异常等级判断模块、风险处理模块,所述异常等级判断模块用以对所述多维度数据进行异常判断,得到各电气线路的异常等级;所述风险处理模块用以根据各电气线路的所述异常等级和所述异常等级的持续时间,计算得到各电气线路的火灾预警风险值。

11. 根据权利要求10所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警系统,其特征在于,所述物联网采集感知终端还包括烟雾检测模块、湿度检测模块。

12. 根据权利要求10所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警系统,其特征在于,还包括预警监控平台,用以根据所述火灾预警风险值对各电气线路进行风险排名,并根据所述火灾预警风险值的高低进行预警。

13. 根据权利要求12所述的人工智能电气线路火灾风险实时预警系统,其特征在于,所述预警监控平台还用以根据所述火灾预警风险值进行时间维度上的纵向、横向分析,纵向分析得到各电气线路的风险走势、同等风险在历史中出现的概率,横向分析得到同等风险在预警区域内所有电气线路中出现的概率、整个预警区域的最大风险情况。

一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于火灾风险预警技术领域,尤其涉及一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法及系统。

背景技术

[0002] 火灾是一种特别严重的灾害现象,对其进行有效的控制,是社会文明进步的一个重要标志。在众多火灾事故中,由于电气线路问题引起的火灾频繁发生,据公安消防局统计显示在2011年至2016年电气线路火灾数量占到火灾总量的30%,并且随着社会建筑电气线路的不断老化,其不断威胁着公众的安全、社会的发展,一旦发生对经济、科技创新、历史文物等会造成不可逆的后果。

[0003] 现有技术中,大都采用单维度监测、阈值报警,如烟雾仪表、温度仪表、断路器、探测漏电等产品,当发生火灾时,能够第一时间监测到火灾信息,以进行火灾报警,但是这些技术经常出现误报、漏报现象或者当出现严重问题时才做出报警处理,若处理不及时,就有可能造成大量的损失,并对人员的生命安全及电力系统的正常运行带来巨大的安全隐患,并且上述现有技术并不能有效地对电气线路火灾进行预警,只能在发生火灾或火灾临近时,才能监测到关键信息,以进行补救措施,不能做到防范于未然。

[0004] 因此,需要提供一种能够对电气线路火灾进行预警的解决方案。

发明内容

[0005] 本发明的技术目的是提供一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法及系统,具有预警面积广、预警准确度高、预警效率高、实时预警、预警智能化的技术特点。

[0006] 为解决上述问题,本发明的技术方案为:

[0007] 一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,包括以下步骤:

[0008] S1:实时采集各电气线路的多维度数据,多维度数据包括测点温升、表箱温升、负荷电流,其中,通过温度场采集获取测点温升和表箱温升,温度场包括测点温度、表箱温度、环境温度;

[0009] S2:对多维度数据进行异常判断,得到各电气线路的异常等级;

[0010] S3:根据各电气线路的异常等级和异常等级的持续时间,计算得到各电气线路的火灾预警风险值。

[0011] 根据本发明一实施例,步骤S2具体为:通过火灾风险异常等级判断模型对多维度数据进行异常点的判断、异常点和正常区域距离的测定,得到各电气线路的异常等级;其中,

[0012] 火灾风险异常等级判断模型的建立过程为:

[0013] 根据温度场与负荷电流的对应关系,建立负荷温升分析模型;

[0014] 根据负荷温升分析模型,通过人工智能电气火灾聚分类算法和人工智能电气火灾分级算法,训练得到火灾风险异常等级判断模型。

[0015] 根据本发明一实施例,根据负荷温升分析模型,通过人工智能电气火灾聚分类算法和人工智能电气火灾分级算法,训练得到火灾风险异常等级判断模型,具体过程包括以下步骤:

[0016] A1:把基于多维度数据的大数据按电线规格、环境温度、负荷电流进行数据分组;

[0017] A2:对数据分组后的各组数据按照测点温升、表箱温升进行分别分级,每一层级聚成一类;

[0018] A3:根据预设的标准分类值对分级后的各组数据进行异常等级标准化分类;

[0019] A4:统计异常等级标准化分类后的各组数据的各级别的统计值,并且在各组数据中分别以统计值最大对应的异常等级为基础,分别重新调整各组数据的其余层级的异常等级,得到智能化异常等级判断标准;

[0020] A5:根据智能化异常等级判断标准得到火灾风险异常等级判断模型。

[0021] 根据本发明一实施例,异常等级按严重程度递增方向从0级起划分,步骤A4具体包括以下步骤:

[0022] 若统计值最大对应的异常等级等于0,则根据预设百分比和最大的统计值计算以统计值最大对应的层级为中心的相对安全范围,并且将落入相对安全范围且异常等级小于等于1的层级的异常等级调整为0,并且根据层级之间的距离确定剩余层级的异常等级;

[0023] 若统计值最大对应的异常等级不等于0,则将统计值最大对应的层级之前的所有层级对应的异常等级降一级,0级不动。

[0024] 根据本发明一实施例,步骤A5之后还包括步骤A6:

[0025] 通过火灾风险异常等级判断模型,对实时采集的多维度数据进行监督学习,并将监督学习的结果每隔预设时间更新至智能化异常等级判断标准中,并重新执行步骤A4-A5,以获取新的火灾风险异常等级判断模型。

[0026] 根据本发明一实施例,步骤S1中,多维度数据还包括烟雾信息、湿度信息。

[0027] 根据本发明一实施例,步骤S3中,火灾预警风险值risk的计算过程为:

[0028]
$$\text{risk} = (\text{level} + \text{counts}/n) * 10$$

[0029] 其中,level为异常等级,n为截至目前当日的实时数据采集次数,counts为截至目前当日的异常等级为level出现的累计次数。

[0030] 根据本发明一实施例,步骤S3之后还包括步骤S4:

[0031] 根据火灾预警风险值对各电气线路进行风险排名,并根据火灾预警风险值的高低进行预警。

[0032] 根据本发明一实施例,步骤S4还包括:

[0033] 根据火灾预警风险值进行时间维度上的纵向、横向分析,纵向分析得到各电气线路的风险走势、同等风险在历史中出现的概率,横向分析得到同等风险在预警区域内所有电气线路中出现的概率、整个预警区域的最大风险情况。

[0034] 本发明还提供了一种人工智能电气线路火灾风险实时预警系统,包括:

[0035] 一个或多个物联网采集感知终端,物联网采集感知终端包括负荷电流检测模块、测点温度检测模块、表箱温度检测模块、环境温度检测模块,用以实时采集电气线路的多维度数据,多维度数据包括测点温升、表箱温升、负荷电流,其中,通过温度场采集获取测点温升和表箱温升,温度场包括测点温度、表箱温度、环境温度;

[0036] 智能网关,与物联网采集感知终端信号连接,用以传输实时采集到的多维度数据;
[0037] 数据处理服务器,与智能网关数据通讯,数据处理服务器包括异常等级判断模块、风险处理模块,异常等级判断模块用以对多维度数据进行异常判断,得到各电气线路的异常等级;风险处理模块用以根据各电气线路的异常等级和异常等级的持续时间,计算得到各电气线路的火灾预警风险值。

[0038] 根据本发明一实施例,物联网采集感知终端还包括烟雾检测模块、湿度检测模块。

[0039] 根据本发明一实施例,还包括预警监控平台,用以根据火灾预警风险值对各电气线路进行风险排名,并根据火灾预警风险值的高低进行预警。

[0040] 根据本发明一实施例,预警监控平台还用以根据火灾预警风险值进行时间维度上的纵向、横向分析,纵向分析得到各电气线路的风险走势、同等风险在历史中出现的概率,横向分析得到同等风险在预警区域内所有电气线路中出现的概率、整个预警区域的最大风险情况。

[0041] 本发明与现有技术相比具有以下优点和积极效果:

[0042] 1) 本发明引入温度场对电气线路进行监测,分别监测测点温度、表箱温度、环境温度,同时通过温度场将三个温度维度变成了两个维度温升,即测点温升、表箱温升,降低了原始数据的维度,对于后期的大数据预警分析,有效降低了数据的处理量,提高了整体火灾预警的效率,并且采用测点温升、表箱温升进行火灾预警,排除了环境温度的干扰,同时基于异常等级和异常等级持续时间进行计算火灾预警风险值,排除了偶然性的异常,提高了火灾预警的准确度;

[0043] 2) 本发明基于多维度数据进行异常判断,得到各电气线路的异常等级,具体通过火灾风险异常等级判断模型进行异常点的判断、异常点和正常区域距离的测定,以确定异常等级,其中,通过负荷温升分析模型将火灾风险转换成异常点的判别、异常点和正常区域距离的测定,从而以便于异常等级的确定,通过聚分类算法和分级算法,可基于多维度数据的大数据进行训练得到火灾风险异常等级判断模型,可实现异常等级的精准确定,并且基于火灾风险异常等级判断模型可实现大面积区域的电气线路实时、快速、精准的火灾预警,达到了预警面积广、预警准确度高、预警效率高、实时预警的技术效果;

[0044] 3) 本发明结合电力行业特点、采集数据特征,采用聚类算法和分类算法融合的聚分类算法、分级算法得到火灾风险异常等级判断模型,其中,基于聚类算法可进行异常点的判断,基于分类算法异常点和正常区域距离的测定,实现了异常等级的量化测量,基于分级算法灵活确定异常等级的划分,此分级算法,异常等级会根据不同的条件自动形成不同的标准,换言之,不同电线规格、不同环境温度、不同电流下,形成的标准不一样,还可以根据实际情况,新增层级,温升取值不会受到限制,如此可得到智能化异常级别判断标准,基于此的火灾风险异常等级判断模型可实现自适应式火灾预警,提高了火灾预警通用性、智能化程度,达到了适用范围广、预警智能化的技术效果;

[0045] 4) 本发明采用通过烟雾信息、湿度信息等其他多维度数据进行辅助异常等级判断,从而提高火灾预警风险值的可靠性和准确性;

[0046] 5) 本发明根据火灾预警风险值不仅可以进行预警,还可以进行多方面的风险分析,其中,通过各电气线路的多维度数据进行纵向、横向分析,可以得到各电气线路的风险走势、同等风险在历史中出现的概率、同等风险在预警区域内所有电气线路中出现的概率、

整个预警区域的最大风险情况,从而可进行单位电气线路的单独性火灾预警分析,以及众多电气线路的区域性火灾预警分析,如此,提高了火灾风险预警的可靠性、全面性,准确性。

附图说明

- [0047] 图1为本发明的一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法的主流程示意图;
[0048] 图2为本发明的一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法的温度场示意图;
[0049] 图3为本发明的一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法的温度场采集示意图;
[0050] 图4为本发明的一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法的模型建立流程示意图;
[0051] 图5为本发明的一种人工智能电气线路火灾风险实时预警系统的架构示意图。
[0052] 附图标记说明:
[0053] 1-物联网采集感知终端;2-智能网关;3-数据处理服务器;4-预警监控平台。

具体实施方式

[0054] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对照附图说明本发明的具体实施方式。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图,并获得其他的实施方式。

[0055] 为使图面简洁,各图中只示意性地表示出了与本发明相关的部分,它们并不代表其作为产品的实际结构。另外,以使图面简洁便于理解,在有些图中具有相同结构或功能的部件,仅示意性地绘示了其中的一个,或仅标出了其中的一个。在本文中,“一个”不仅表示“仅此一个”,也可以表示“多于一个”的情形。

[0056] 以下结合附图和具体实施例对本发明提出的一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法及系统作进一步详细说明。

[0057] 本发明的人工智能电气线路火灾预警方法及系统,利用物联网采集数据、实时传输、大数据存储、大数据分析等现代科技技术,实时分析监测采集到的多维度数据中的重要信息,及时发现并预警电气线路的异常情况,从而能够有效、及时、准确地展示监测线路的实时状况,协助管理人员处理,并且可以把风险控制在安全范围内。

[0058] 实施例1

[0059] 参看图1,本申请提供了一种人工智能电气线路火灾风险实时预警方法,包括以下步骤:

[0060] S1:实时采集各电气线路的多维度数据,多维度数据包括测点温升、表箱温升、负荷电流,其中,通过温度场采集获取测点温升和表箱温升,温度场包括测点温度、表箱温度、环境温度;

[0061] S2:对多维度数据进行异常判断,得到各电气线路的异常等级;

[0062] S3:根据各电气线路的异常等级和异常等级的持续时间,计算得到各电气线路的火灾预警风险值。

[0063] 现对本实施例进行详细说明:

[0064] 根据电气线路的特点,电气线路火灾发生会经历6个阶段:故障发热、升温、高温、高温焦化临界点、自燃、着火,而本实施例的火灾风险实时预警可从故障发热阶段就开始进行预警,可以进行全阶段火灾预警,按照不同阶段,做好相应的处理,把风险控制在合理范围内。从而避免火灾发生。

[0065] 1) 本实施例为形成覆盖火灾全过程,步骤S1中采用了多维度数据采集,多维度数据包括测点温度、环境温度、电表箱温度、负荷电流、烟雾、湿度、时间,其中,本实施例引入了温度场的概念,参看图2和图3,基于测点温度、环境温度、表箱温度共同形成了一个温度场,这三者分别监测的是电气线路的温度、电表箱外部的环境温度、电表箱内部的温度,由三个温度组成了一个面,能更加全面的判断风险。通过温度场,三个温度维度变成两个维度温升,测点温升和表箱温升,测点温升指测点温度减去环境温度的差值、表现温升指表箱温度减去环境温度,对后续的大数据分析中,通过如此对原始数据降维,有效降低了数据的处理量,提高了整体火灾预警的效率,并且去掉了环境温度对风险判断的影响。

[0066] 本实施例引入温度场对电气线路进行监测,分别监测测点温度、表箱温度、环境温度,同时通过温度场将三个温度维度变成了两个维度温升,即测点温升、表箱温升,降低了原始数据的维度,对于后期的大数据预警分析,有效降低了数据的处理量,提高了整体火灾预警的效率,并且采用测点温升、表箱温升进行火灾预警,排除了环境温度的干扰。

[0067] 2) 本实施例的步骤S2具体为:通过火灾风险异常等级判断模型对所述多维度数据进行异常点的判断、异常点和稳定范围之间距离的测定,得到各电气线路的异常等级;其中,

[0068] 所述火灾风险异常等级判断模型的建立过程为:根据所述温度场与所述负荷电流的对应关系,建立负荷温升分析模型;根据所述负荷温升分析模型,通过人工智能电气火灾聚分类算法和人工智能电气火灾分级算法,训练得到火灾风险异常等级判断模型。

[0069] 本实施例根据负荷电流和温度场的对应关系,建立负荷温升分析模型,通过负荷温升分析模型将风险程度转换成异常点的判别、异常点和稳定范围之间距离的测定,其中,基于多维度数据的大数据统计,负荷电流和温度场的对应关系中,大部分电气线路的数据点都处在相对稳定的范围内,可认为是一个相对正常的温度值,但是也有异常点出现,这些异常点,和相对稳定范围的距离不尽相同,如此,折射出不同的相对风险情况,在相同负荷电流下,温升不同,代表不同风险程度,距离稳定范围越远的异常点,风险程度越大,因此此模型可以把风险程度转换成异常点的判别、异常点和稳定范围距离的测定。

[0070] 参看图4,本实施例通过人工智能电气火灾聚分类算法和人工智能电气火灾分级算法训练得到火灾风险异常等级判断模型,具体过程包括以下步骤:

[0071] A1:把基于多维度数据的大数据按电线规格、环境温度、负荷电流进行数据分组;

[0072] A2:对数据分组后的各组数据按照测点温升、表箱温升进行分别分级,每一层级聚成一类;

[0073] A3:根据预设的标准分类值对分级后的各组数据进行异常等级标准化分类;

[0074] A4:统计异常等级标准化分类后的各组数据的各级别的统计值,并且在各组数据中分别以统计值最大对应的异常等级为基础,分别重新调整各组数据的其余层级的异常等级,得到智能化异常等级判断标准;

[0075] A5:根据智能化异常等级判断标准得到火灾风险异常等级判断模型。

[0076] 现举一例子：

[0077] 通过上述人工智能电气火灾聚分类算法对多维度数据的大数据先进行整体数据的分类：1) 把数据按相同电线规格、相同环境温度、相同电流分类，每种维度分类根据实际需要设定固定的大小间隔；2) 温升按照固定温升设置一个层级，每个层级聚成一类，这样可以解决距离测定问题，如此，可以得到如表1所示的数据分布：

[0078] 表1聚分类算法后数据分布

[0079]

t_at	counts	proportion
(0.0,2.0]	1143412	55.6925%
(2.0,4.0]	725189	35.3220%
(4.0,6.0]	133317	6.4935%
(6.0,8.0]	28148	1.3710%
(8.0,10.0]	9380	0.4569%
(10.0,12.0]	5629	0.2742%
(12.0,14.0]	3283	0.1599%
(14.0,16.0]	1857	0.0904%
(16.0,18.0]	1140	0.0555%
(18.0,20.0]	877	0.0427%
(20.0,22.0]	410	0.0200%
(22.0,24.0]	207	0.0101%
(24.0,26.0]	165	0.0080%
(26.0,28.0]	60	0.0029%
(28.0,30.0]	7	0.0003%

[0080] 如表1所示，t_at为温升范围，counts为tat范围对应数据点数量，proportion为tat范围对应的数据分布概率，其中，每个层级温升统计的数量代表了发生该温升的概率，换言之，所代表的不同的风险程度。根据行业特征，温升越高危险程度越大，此分布符合行业特征。合理范围内的数量远远大于异常点的数量，测点温升(-4.0-6.0)范围内占比97.8807%，因此，这种算法能够揭示风险分布的特征，也能够满足异常点判别、异常点和稳定范围距离的测定。基于上述数据分布，可较为容易的进行异常等级的划分，但是在实际数据中经常会出现如表2中的情况：

[0081] 表2其他数据分布情况

[0082]

tat	counts	tat	counts	tat	counts
(-0.001,2.0]	1023	(-0.001,2.0]	4	(-0.001,2.0]	0
(2.0,4.0]	264	(2.0,4.0]	11	(2.0,4.0]	0
(4.0,6.0]	276	(4.0,6.0]	55	(4.0,6.0]	0
(6.0,8.0]	142	(6.0,8.0]	20	(6.0,8.0]	0
(8.0,10.0]	282	(8.0,10.0]	16	(8.0,10.0]	0
(10.0,12.0]	538	(10.0,12.0]	92	(10.0,12.0]	0
(12.0,14.0]	293	(12.0,14.0]	88	(12.0,14.0]	0
(14.0,16.0]	176	(14.0,16.0]	3	(14.0,16.0]	0

(16.0,18.0]	135	(16.0,18.0]	10	(16.0,18.0]	0
(18.0,20.0]	88	(18.0,20.0]	60	(18.0,20.0]	4
(20.0,22.0]	14	(20.0,22.0]	30	(20.0,22.0]	5
(22.0,24.0]	0	(22.0,24.0]	0	(22.0,24.0]	14
(24.0,26.0]	0	(24.0,26.0]	0	(24.0,26.0]	0
(26.0,28.0]	0	(26.0,28.0]	0	(26.0,28.0]	0
(28.0,30.0]	0	(28.0,30.0]	0	(28.0,30.0]	0

[0083] 如表2所示,三列数据分别代表不同条件下测点温升的统计分组数据,由于温升分布并如表1中的理想化,如果单独基于一种异常等级判断标准可能没法满足异常点判别、异常点和稳定范围距离的测定的条件。

[0084] 因此,本实施例还结合人工智能电气火灾分级算法得到异常等级判断标准的智能化异常等级判断标准,具体地,现如果经过上述聚分类算法后的数据分布如表3,其中,tat为温升值,可以为测点温升或表箱温升,counts为tat对应的数据点数量,ambient为环境温度,表中均为30摄氏度,a_port为负荷电流,表中均为21安培,根据实际需求对温升值做一个分类,表中按2℃一个层级,每个层级聚成一类,聚合成30类。

[0085] 表3温升数据分布情况

tat	counts	ambient	a_port
(-0.001, 2.0]	143	30	21
(2.0, 4.0]	360	30	21
(4.0, 6.0]	847	30	21
(6.0, 8.0]	234	30	21
(8.0, 10.0]	44	30	21
(10.0, 12.0]	10	30	21
(12.0, 14.0]	23	30	21
(14.0, 16.0]	21	30	21
(16.0, 18.0]	11	30	21
(18.0, 20.0]	18	30	21
(20.0, 22.0]	8	30	21
(22.0, 24.0]	12	30	21
(24.0, 26.0]	10	30	21
(26.0, 28.0]	4	30	21
(28.0, 30.0]	2	30	21
(30.0, 32.0]	0	30	21
(32.0, 34.0]	0	30	21
(34.0, 36.0]	0	30	21
(36.0, 38.0]	0	30	21
(38.0, 40.0]	0	30	21
(40.0, 42.0]	0	30	21
(42.0, 44.0]	0	30	21
(44.0, 46.0]	0	30	21
(46.0, 48.0]	0	30	21
(48.0, 50.0]	0	30	21
(50.0, 52.0]	0	30	21
(52.0, 54.0]	0	30	21
(54.0, 56.0]	0	30	21
(56.0, 58.0]	0	30	21
(58.0, 60.0]	0	30	21

[0087] 现通过人工智能电气火灾分级算法进行具体分级:

[0088] 根据预设的标准分类值对分级后的各组数据进行异常等级标准化分类,如标准分类值为:

[0089] [0,0,0,1,1,1,2,2,2,3,3,3,4,4,4,5,5,5,6,6,6,7,7,7,8,8,8,9,9,9]

[0090] 如此,可以得到异常等级标准化分类后的判断标准,该判断标准仅为初步的标准,统计每一级别的统计值,在各组数据中分别以统计值最大对应的异常等级为基础,基于距离的测定确定其余级别:

[0091] 若统计值最大对应的异常等级等于0,则根据预设百分比和最大的统计值计算以统计值最大对应的层级为中心的相对安全范围,并且将落入相对安全范围且异常等级小于等于1的层级的异常等级调整为0,并且根据层级之间的距离确定剩余层级的异常等级;

[0092] 若统计值最大对应的异常等级不等于0,则将统计值最大对应的层级之前的所有层级对应的异常等级降一级,0级不动。

[0093] 基于上述,表3确定后对应的智能化异常等级判断标准如表4所示:

[0094] 表4分级情况

tat	counts	ambient	a_port	level	
				1	2
[-0.001, 2.0]	143	30	21	0	0
[2.0, 4.0]	360	30	21	0	0
[4.0, 6.0]	847	30	21	0	0
[6.0, 8.0]	234	30	21	0	0
[8.0, 10.0]	44	30	21	1	1
[10.0, 12.0]	10	30	21	1	1
[12.0, 14.0]	23	30	21	1	1
[14.0, 16.0]	21	30	21	2	2
[16.0, 18.0]	11	30	21	2	2
[18.0, 20.0]	18	30	21	2	2
[20.0, 22.0]	8	30	21	3	3
[22.0, 24.0]	12	30	21	3	3
[24.0, 26.0]	10	30	21	3	3
[26.0, 28.0]	4	30	21	4	4
[28.0, 30.0]	2	30	21	4	4
[30.0, 32.0]	0	30	21	4	4
[32.0, 34.0]	0	30	21	5	5
[34.0, 36.0]	0	30	21	5	5
[36.0, 38.0]	0	30	21	5	5
[38.0, 40.0]	0	30	21	6	6
[40.0, 42.0]	0	30	21	6	6
[42.0, 44.0]	0	30	21	6	6
[44.0, 46.0]	0	30	21	7	7
[46.0, 48.0]	0	30	21	7	7
[48.0, 50.0]	0	30	21	7	7
[50.0, 52.0]	0	30	21	8	8
[52.0, 54.0]	0	30	21	8	8
[54.0, 56.0]	0	30	21	8	8
[56.0, 58.0]	0	30	21	9	9
[58.0, 60.0]	0	30	21	9	9

[0096] 其中,原表3中counts为234对应的层级原为异常等级1,经调整后为异常等级0,以此类推,其之后的异常等级均做了修正,如此,该智能化异常等级判断标准根据当前的条件做了自适应的调整。基于该智能化异常等级判断标准即可得到本实施例的火灾风险异常等级判断模型,执行实时采集各电气线路的多维度数据的异常等级判断。

[0097] 基于上述举例,本实施例基于分级算法得到的智能化异常等级判断标准的异常级别会根据不同的条件自动形成不同的标准,换言之,不同电线规格、不同环境温度、不同电流下,形成的标准不一样,此外,还可以根据实际情况,通过调整预设的标准分类值可新增层级,温升取值不会受到限制。

[0098] 较优地,参看图4,步骤B5之后还包括步骤B6:通过火灾风险异常等级判断模型的智能化异常等级判断标准,对实时采集的多维度数据进行监督学习,分类得到监测的电气线路的信息数量对应表,通过信息数量表,每天会写回到智能化异常等级判断标准中,并根据上述分级算法重新分级,得到新的人工智能测点温升异常级别标准表。

[0099] 通过此番处理,四个维度风险可以做比较。综合风险值计算公式为,测点温升风险值、表箱温升风险值、烟雾风险值、环境温度风险值中的最大值。

[0100] 本实施例结合电力行业特点、采集数据特征,采用聚类算法和分类算法融合的聚分类算法、分级算法得到火灾风险异常等级判断模型,其中,基于聚类算法可进行异常点的判断,基于分类算法异常点和正常区域距离的测定,实现了异常等级的量化测量,基于分级算法灵活确定异常等级的划分,此分级算法,异常等级会根据不同的条件自动形成不同的标准,换言之,不同电线规格、不同环境温度、不同电流下,形成的标准不一样,还可以根据实际情况,新增层级,温升取值不会受到限制,如此可得到智能化异常级别判断标准,基于此的火灾风险异常等级判断模型可实现自适应式火灾预警,提高了火灾预警通用性、智能化程度,达到了适用范围广、预警智能化的技术效果。

[0101] 3) 本实施例的步骤S3中,为了方便理解和表达,本实施例的风险值设计具体风险值范围为0~100,并且考虑到时间的影响,如同样是5级,有的持续10分钟,有的持续30分钟,这两种情况对应的风险值显然存在差异性,故具体根据异常等级和异常等级的持续时间得到火灾预警风险值,火灾预警风险值risk的计算过程为:

[0102]
$$\text{risk} = (\text{level} + \text{counts}/n) * 10$$

[0103] 其中,level为异常等级,n为截至目前当日的实时数据采集次数,counts为截至目前当日的异常等级为level出现的累计次数。

[0104] 为了便于更全面展示具体风险状况,本实施例的火灾预警风险值还根据其他多维度数据进行计算,具体地,对环境温度、烟雾风险分段处理,一定阈值之内,和测点温升、表箱温升的异常级别一致,超过一定阈值,会设定等于某个较高异常级别,例如,烟雾以4异常级别为界限,4以下和测点温升、表箱温升的异常级别同等风险看待。4级以上,5-7级直接等于异常级别的8级,8-9级直接等于异常级别9级。环境温度可以做类似处理。通过此番处理,四个维度风险可以做比较,最后的综合风险值为,测点温升风险值、表箱温升风险值、烟雾风险值、环境温度风险值中的最大值。

[0105] 参看图1,本实施例的步骤S3之后还包括步骤S4:根据火灾预警风险值对各电气线路进行风险排名,并根据火灾预警风险值的高低进行预警;根据火灾预警风险值进行时间维度上的纵向、横向分析,纵向分析得到各电气线路的风险走势、同等风险在历史中出现的概率,横向分析得到同等风险在预警区域内所有电气线路中出现的概率、整个预警区域的最大风险情况。

[0106] 具体地,通过今日风险值排名,可以得到当日某一区域的风险状况。对有风险的电气线路,首先,按风险等级不同,做出相应的预警;其次,从时间维度,横向和纵向分别做分

析,通过历史更全面判断风险状况:

[0107] 通过今日风险值排名,能够得到当日区域风险总体情况,按风险等级及时做出不同预警处理;

[0108] 通过对相同线路时间维度纵向比较,可以得到同等风险在历史中出现的概率(历史占比)、及目前所处风险趋势(风险走势),从中可以看出当前线路此等风险,处于历史风险的高位还是低位,经常出现还是突出现等情况。例如:今日风险较大,历史占比较小,趋势是上升走势,此线路风险程度较高,需要关注;

[0109] 通过对不同线路时间维度横向比较,可以得到同等风险在区域所有监测线路中出现的概率(当日风险占比),及参考区域最大风险情况。从中可以得到本线路风险情况是,普遍存在、还是异常情况。例如:如果风险值和区域最大值相差不大,但是当日风险占比较小。可以确定此线路在本区域风险程度较高,需要关注。

[0110] 通过上述步骤,能够清晰判断每条线路当前和历史的状况,及时、全面的做出评估。最后按照此评估,按照安全级别梯度下降法:风险可控范围内的线路,按风险状况高低持续关注;超出风险可控范围的线路做出处理,把监测线路风险级别降到可控范围之内,如此,把风险始终可以控制在安全范围之内。

[0111] 本实施例根据火灾预警风险值不仅可以进行预警,还可以进行多方面的风险分析,其中,通过各电气线路的多维度数据进行纵向、横向分析,可以得到各电气线路的风险走势、同等风险在历史中出现的概率、同等风险在预警区域内所有电气线路中出现的概率、整个预警区域的最大风险情况,从而可进行单位电气线路的单独性火灾预警分析,以及众多电气线路的区域性火灾预警分析,如此,提高了火灾风险预警的可靠性、全面性,准确性。

[0112] 实施例2

[0113] 参看图5,本申请提供了一种基于实施例1的人工智能电气线路火灾风险实时预警系统,包括:

[0114] 一个或多个物联网采集感知终端1,物联网采集感知终端包括负荷电流检测模块、测点温度检测模块、表箱温度检测模块、环境温度检测模块,用以实时采集电气线路的多维度数据,多维度数据包括测点温升、表箱温升、负荷电流,其中,通过温度场采集获取测点温升和表箱温升,温度场包括测点温度、表箱温度、环境温度;

[0115] 智能网关2,与物联网采集感知终端信号连接,用以传输实时采集到的多维度数据;

[0116] 数据处理服务器3,与智能网关数据通讯,数据处理服务器包括异常等级判断模块、风险处理模块,异常等级判断模块用以对多维度数据进行异常判断,得到各电气线路的异常等级;风险处理模块用以根据各电气线路的异常等级和异常等级的持续时间,计算得到各电气线路的火灾预警风险值。

[0117] 现对本实施例进行详细说明:

[0118] 根据电气线路的特点,电气线路火灾发生会经历6个阶段:故障发热、升温、高温、高温焦化临界点、自燃、着火,而本实施例的人工智能电气线路火灾风险实时预警系统可从故障发热阶段就开始进行预警,可以进行全阶段火灾预警,按照不同阶段,做好相应的处理,把风险控制在合理范围内。从而避免火灾发生。

[0119] 本实施例为形成覆盖火灾全过程,物联网采集感知终端采用了多维度数据采集,

设有负荷电流检测模块、测点温度检测模块、表箱温度检测模块、环境温度检测模块、烟雾检测模块、湿度检测模块,多维度数据包括测点温度、环境温度、电表箱温度、负荷电流、烟雾、湿度、时间,其中,本实施例引入了温度场的概念,参看图2和图3,基于测点温度、环境温度、表箱温度共同形成了一个温度场,这三者分别监测的是电气线路的温度、电表箱外部的环境温度、电表箱内部的温度,由三个温度组成了一个面,能更加全面的判断风险。通过温度场,三个温度维度变成两个维度温升,测点温升和表箱温升,测点温升指测点温度减去环境温度的差值、表箱温升指表箱温度减去环境温度,对后续的大数据分析中,通过如此对原始数据降维,有效降低了数据的处理量,提高了整体火灾预警的效率,并且去掉了环境温度对风险判断的影响。

[0120] 本实施例引入温度场对电气线路进行监测,分别监测测点温度、表箱温度、环境温度,同时通过温度场将三个温度维度变成了两个维度温升,即测点温升、表箱温升,降低了原始数据的维度,对于后期的大数据预警分析,有效降低了数据的处理量,提高了整体火灾预警的效率,并且采用测点温升、表箱温升进行火灾预警,排除了环境温度的干扰。

[0121] 本实施例的智能网关可通过LoRa、LoRaWAN、NB-IoT等技术与物联网采集感知终端信号连接,以接收物联网采集感知终端实时采集的数据,并可通过有线或无线地方式将采集的数据发送给数据处理服务器,智能网关具有多重物联网通讯方式、简易灵活参数配置、多通道数据缓存、可视化运行提示的特点,满足于大数据采集的需要。

[0122] 数据处理服务器具体包括数据存储服务器、人工智能机器学习服务器,配合实现多维度数据的火灾风险实时预警,其中,异常等级判断模块通过火灾风险异常等级判断模型对多维度数据进行异常点的判断、异常点和正常区域距离的测定,得到各电气线路的异常等级;火灾风险异常等级判断模型的建立过程为:根据温度场与负荷电流的对应关系,建立负荷温升分析模型;根据负荷温升分析模型,通过人工智能电气火灾聚分类算法和人工智能电气火灾分级算法,训练得到火灾风险异常等级判断模型。

[0123] 本实施例根据负荷电流和温度场的对应关系,建立负荷温升分析模型,通过负荷温升分析模型将风险程度转换成异常点的判别、异常点和稳定范围之间距离的测定,其中,基于多维度数据的大数据统计,负荷电流和温度场的对应关系中,大部分电气线路的数据点都处在相对稳定的范围内,可认为是一个相对正常的温度值,但是也有异常点出现,这些异常点,和相对稳定范围的距离不尽相同,如此,折射出不同的相对风险情况,在相同负荷电流下,温升不同,代表不同风险程度,距离稳定范围越远的异常点,风险程度越大,因此此模型可以把风险程度转换成异常点的判别、异常点和稳定范围距离的测定。

[0124] 根据负荷温升分析模型,通过人工智能电气火灾聚分类算法和人工智能电气火灾分级算法,训练得到火灾风险异常等级判断模型,具体过程为:A1:把基于多维度数据的大数据按电线规格、环境温度、负荷电流进行数据分组;A2:对数据分组后的各组数据按照测点温升、表箱温升进行分别分级,每一层级聚成一类;A3:根据预设的标准分类值对分级后的各组数据进行异常等级标准化分类;A4:统计异常等级标准化分类后的各组数据的各级别的统计值,并且在各组数据中分别以统计值最大对应的异常等级为基础,分别重新调整各组数据的其余层级的异常等级,得到智能化异常等级判断标准;A5:根据智能化异常等级判断标准得到火灾风险异常等级判断模型。

[0125] 具体地,异常等级按严重程度递增方向从0级起划分,步骤A4具体包括以下步骤:

若统计值最大对应的异常等级等于0,则根据预设百分比和最大的统计值计算以统计值最大对应的层级为中心的相对安全范围,并且将落入相对安全范围且异常等级小于等于1的层级的异常等级调整为0,并且根据层级之间的距离确定剩余层级的异常等级;若统计值最大对应的异常等级不等于0,则将统计值最大对应的层级之前的所有层级对应的异常等级降一级,0级不动。

[0126] 本实施例的异常等级判断模块基于分级算法得到的智能化异常等级判断标准的异常级别会根据不同的条件自动形成不同的标准,换言之,不同电线规格、不同环境温度、不同电流下,形成的标准不一样,此外,还可以根据实际情况,通过调整预设的标准分类值可新增层级,温升取值不会受到限制。

[0127] 本实施例结合电力行业特点、采集数据特征,采用聚类算法和分类算法融合的聚分类算法、分级算法得到火灾风险异常等级判断模型,其中,基于聚类算法可进行异常点的判断,基于分类算法异常点和正常区域距离的测定,实现了异常等级的量化测量,基于分级算法灵活确定异常等级的划分,此分级算法,异常等级会根据不同的条件自动形成不同的标准,换言之,不同电线规格、不同环境温度、不同电流下,形成的标准不一样,还可以根据实际情况,新增层级,温升取值不会受到限制,如此可得到智能化异常级别判断标准,基于此的火灾风险异常等级判断模型可实现自适应式火灾预警,提高了火灾预警通用性、智能化程度,达到了适用范围广、预警智能化的技术效果。

[0128] 具体地,为了方便理解和表达,本实施例的风险值设计具体风险值范围为0~100,并且考虑到时间的影响,如同样是5级,有的持续10分钟,有的持续30分钟,这两种情况对应的风险值显然存在差异性,故具体根据异常等级和异常等级的持续时间得到火灾预警风险值,风险处理模块的火灾预警风险值risk的计算过程为:

[0129]
$$\text{risk} = (\text{level} + \text{counts}/n) * 10$$

[0130] 其中,level为异常等级,n为截至目前当日的实时数据采集次数,counts为截至目前当日的异常等级为level出现的累计次数。

[0131] 为了便于更全面展示具体风险状况,本实施例的火灾预警风险值还根据其他多维度数据进行计算,具体地,对环境温度、烟雾风险分段处理,一定阈值之内,和测点温升、表箱温升的异常级别一致,超过一定阈值,会设定等于某个较高异常级别,例如,烟雾以4异常级别为界限,4以下和测点温升、表箱温升的异常级别同等风险看待。4级以上,5-7级直接等于异常级别的8级,8-9级直接等于异常级别9级。环境温度可以做类似处理。通过此番处理,四个维度风险可以做比较,最后的综合风险值为,测点温升风险值、表箱温升风险值、烟雾风险值、环境温度风险值中的最大值。

[0132] 较优地,参看图5,本实施例还包括预警监控平台4,预警监控平台可以为个体的移动终端、区域的公共事业服务平台、执行的消防执行平台等,数据处理服务器通过Web服务器服务于上述预警监控平台,其中,预警监控平台可根据火灾预警风险值对各电气线路进行风险排名,并根据火灾预警风险值的高低进行预警。预警监控平台还可根据火灾预警风险值进行时间维度上的纵向、横向分析,纵向分析得到各电气线路的风险走势、同等风险在历史中出现的概率,横向分析得到同等风险在预警区域内所有电气线路中出现的概率、整个预警区域的最大风险情况。

[0133] 具体地,通过今日风险值排名,可以得到当日某一区域的风险状况。对有风险的电

气线路,首先,按风险等级不同,做出相应的预警;其次,从时间维度,横向和纵向分别做分析,通过历史更全面判断风险状况:

[0134] 通过今日风险值排名,能够得到当日区域风险总体情况,按风险等级及时做出不同预警处理;

[0135] 通过对相同线路时间维度纵向比较,可以得到同等风险在历史中出现的概率(历史占比)、及目前所处风险趋势(风险走势),从中可以看出当前线路此等风险,处于历史风险的高位还是低位,经常出现还是突发出现等情况。例如:今日风险较大,历史占比较小,趋势是上升走势,此线路风险程度较高,需要关注;

[0136] 通过对不同线路时间维度横向比较,可以得到同等风险在区域所有监测线路中出现的概率(当日风险占比),及参考区域最大风险情况。从中可以得到本线路风险情况是,普遍存在、还是异常情况。例如:如果风险值和区域最大值相差不大,但是当日风险占比较小。可以确定此线路在本区域风险程度较高,需要关注。

[0137] 通过上述步骤,能够清晰判断每条线路当前和历史的状况,及时、全面的做出评估。最后按照此评估,按照安全级别梯度下降法:风险可控范围内的线路,按风险状况高低持续关注;超出风险可控范围的线路做出处理,把监测线路风险级别降到可控范围之内,如此,把风险始终可以控制在安全范围之内。

[0138] 本实施例根据火灾预警风险值不仅可以进行预警,还可以进行多方面的风险分析,其中,通过各电气线路的多维度数据进行纵向、横向分析,可以得到各电气线路的风险走势、同等风险在历史中出现的概率、同等风险在预警区域内所有电气线路中出现的概率、整个预警区域的最高风险情况,从而可进行单位电气线路的单独性火灾预警分析,以及众多电气线路的区域性火灾预警分析,如此,提高了火灾风险预警的可靠性、全面性,准确性。

[0139] 上面结合附图对本发明的实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施方式。即使对本发明作出各种变化,倘若这些变化属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则仍落入在本发明的保护范围之内。

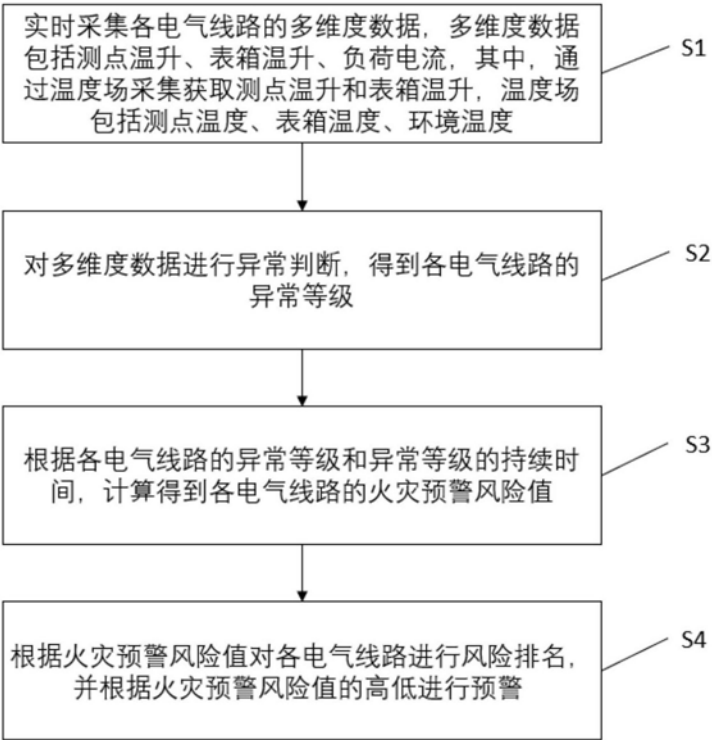


图1

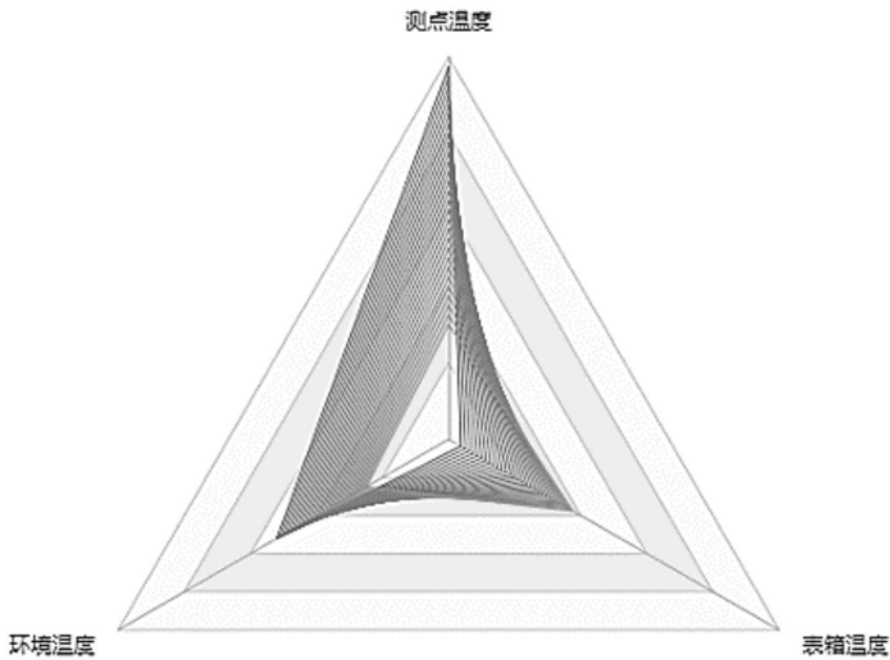


图2

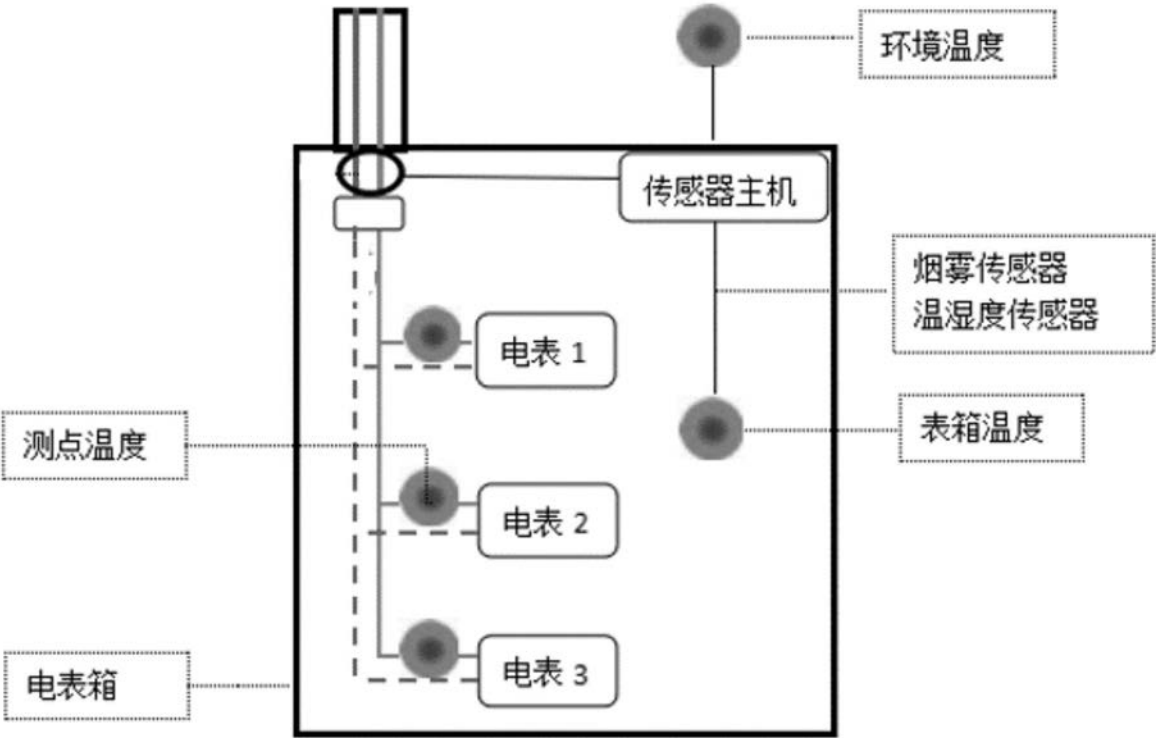


图3

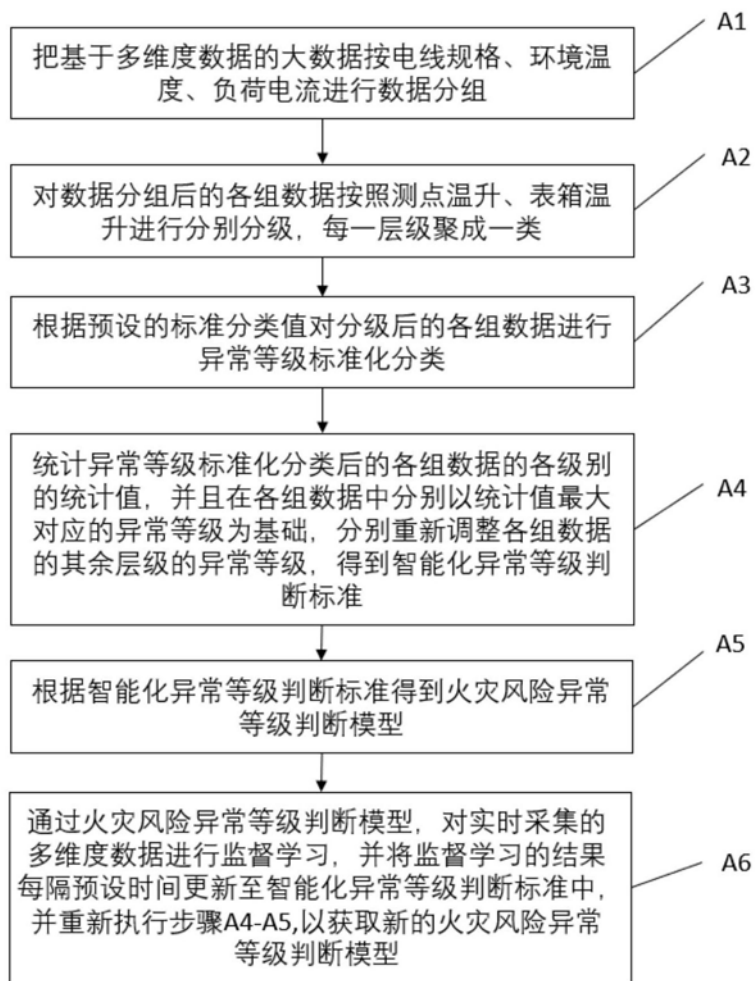


图4

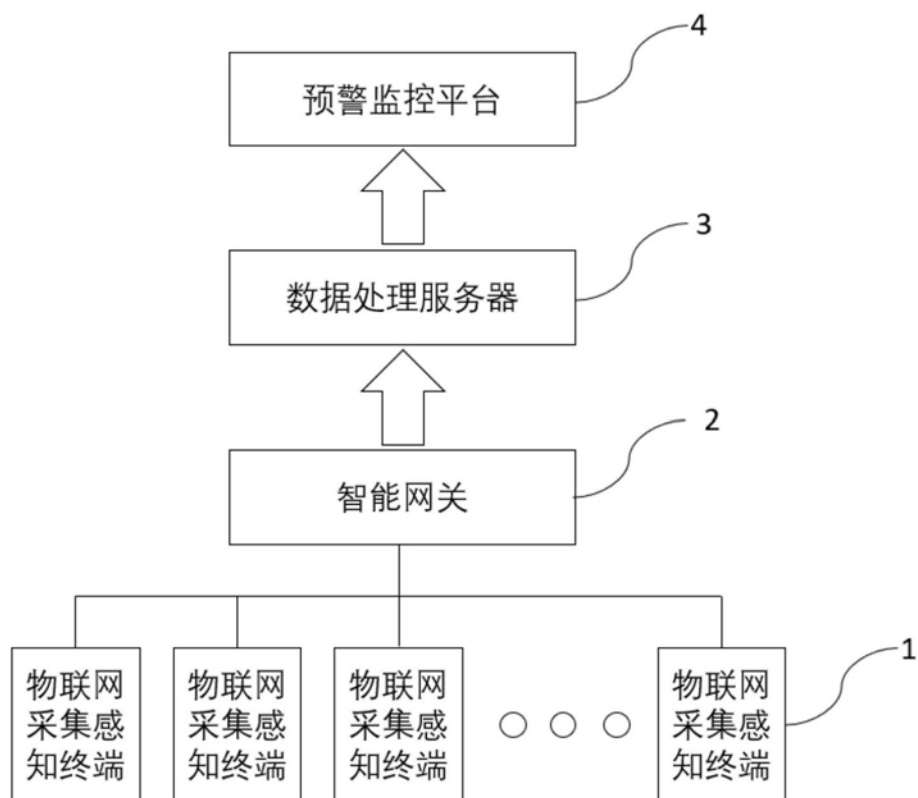


图5