



(21) 申请号 202110802963.3

审查员 王立升

(22) 申请日 2021.07.15

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113485268 A

(43) 申请公布日 2021.10.08

(73) 专利权人 深圳市壹佰度科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市福田区梅林街
道梅都社区中康路128号卓越梅林中
心广场(北区)4号楼1506-1508

(72) 发明人 陈运烽

(74) 专利代理机构 深圳市道勤知酷知识产权代

理事务所(普通合伙) 44439

专利代理师 何兵 吕诗

(51) Int. Cl.

G05B 19/418 (2006.01)

权利要求书3页 说明书9页

(54) 发明名称

一种基于工业物联网多场景分布式信息化
控制系统

(57) 摘要

本发明公开一种基于工业物联网多场景分
布式信息化控制系统,包括场景分布获取模块、
场景参数分析模块、虚度加工模拟模块、场景关
联评估模块、追踪校准模块和信息化管控平台,
信息化管控平台对大于故障评估系数阈值的综
合故障评估系数相关联的加工工序中的加工参
数和工序环境参数进行调整,本发明能够分析出
各加工工序下的产品阶段符合度系数,并根据产
品阶段符合度系数以及各加工工序间的关联影
响系数,综合评估出各加工工序受在先加工工序
的综合故障评估系数,并通过综合故障评估系数
的数值大小追踪相关关联的各加工工序中的加
工参数和工序环境参数,为后期加工参数以及工
序环境参数进行优化控制,具有智能化、信息化
的追踪管控特点。

1. 一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统,其特征在于:包括场景分布获取模块、场景参数分析模块、虚度加工模拟模块、场景关联评估模块、追踪校准模块和信息化管控平台;

场景分布获取模块在工业产品生产加工过程中的各加工场景区域所在范围内分布有若干场景检测仪,用于对各加工场景区域内的工序环境参数以及加工过程的视频图像进行采集,采集的各加工场景区域内的工序环境参数以及加工过程的视频图像发布至场景参数分析模块;

场景参数分析模块提取场景分布获取模块发送的分布在各加工场景区域内场景检测仪采集的工序环境参数以及加工过程中的视频图像,提取各加工场景区域内的工序环境参数与该工业产品在该加工场景区域对应的工序加工规定的标准工序环境参数进行对比,筛选出该工序所需检测的工序环境参数种类对应的数值,判断各工序环境参数种类偏离度,并对各场景区域内产品加工过程中的视频图像进行处理,提取出加工过程中视频图像内的产品加工参数;

各工序环境参数种类偏离度的计算公式 $\varepsilon_g^k = \frac{|t_g^k - t_g^k|}{t_g^k}$, ε_g^k 为第g个工序内所需管控的第k个环境参数种类的数值与该工序加工规定的标准工序环境参数种类的数值间的偏离度, t_g^k 表示为第g个工序内所需管控的第k个环境参数种类对应的数值, t_g^k 为工业产品在第g个场景区域对应的工序加工规定的第k个标准工序环境参数种类的数值;

虚度加工模拟模块用于获取加工产品在上一加工工序后所对应的产品阶段符合度系数,并获取各场景区域内产品加工所对应的各工序环境参数种类偏离度 ε_g^k 以及从视频图像中提取出的产品加工参数,提取加工管控数据库中存储的各工序环境参数种类对应的干扰比例因子,根据各场景区域内产品加工所对应的工序环境参数种类偏离度以及产品加工参数模拟出产品经本加工场景区域所在加工工序后的产品阶段符合度系数 ϕ_g ;

各加工工序的产品阶段符合度系数 $\phi_g = \frac{(1+e)\phi_{g-1}}{\beta_1 \sum_{k=1}^n (\varepsilon_g^k * q_g^k) + \beta_2 \sum_{j=1}^j (\frac{w_g^j - \bar{w}_g^j}{\bar{w}_g^j})}$, β_1 表示为产品加工过程中工序环境参数对应的权重数值, β_2 表示为产品加工过程中产品加工参数对应的权重数值, $\beta_1 + \beta_2 = 1$, ϕ_g 表示为经第g个加工工序后的产品阶段符合度系数, ϕ_g 小于1, \bar{w}_g^j 表示为第g个工序中第j个加工步骤对应的加工参数数值中的平均值;

场景关联评估模块用于建立各加工场景区域在加工过程中的相互关联性,并采用样本训练方式评估出各加工工序对后续加工工序的关联影响系数,对评估出的各加工工序对后续加工工序的关联影响系数组建产品在各加工工序的关联影响系数集合 A_g ;

追踪校准模块用于提取虚度加工模拟模块发送的各产品阶段符合度系数,并提取场景关联评估模块建立各加工工序的关联影响系数集合 A_g ,结合各加工工序的产品阶段符合度系数和各加工工序的关联干扰影响集合中的关联影响系数分析出各加工工序受在先

加工工序的综合故障评估系数 S_g ,并将综合故障评估系数与该产品阶段对应的故障评估系数阈值进行对比,筛选出与大于故障评估系数阈值的综合故障评估系数相关联的加工工序中的加工参数和工序环境参数,并将筛选出的相关联的加工工序中的加工参数、工序环境参数发送至信息化管控平台;

所述场景关联评估模块采用样本训练方式分析出各加工工序对后续加工工序的关联影响系数,具体步骤如下:

S1、产品加工人员根据加工经验建立各加工工序间的初始关联集,并分别在各加工工序后依次抽取 r 个产品加工样本,统计 r 个产品样本的产品阶段符合度系数;

S2、对各加工工序后的产品样本所对应的产品阶段符合度系数进行等级划分,划分成第一加工等级、第二加工等级、第三加工等级和第四加工等级;

S3、统计本次加工工序中的各加工等级经下一加工工序后的加工等级损坏率;

S4、提取步骤S3中经相邻加工工序后的加工等级损坏率,计算第 g 个加工工序分别对第 $g+2$ 个和第 $g+3$ 个加工工序的加工等级损坏率 $\eta_g^{g+2} = (1 + \eta_g^{g+1})\eta_{g+1}^{g-2}$ 和 $\eta_g^{g+3} = (1 + \eta_g^{g-2})\eta_{g+2}^{g-3}$,根据S3和S4中的加工等级损坏率计算公式,依次类推,统计出第 g 个加工工序对第 l 个加工工序的加工等级损坏率 η_g^l ;

S5、将步骤S4中获得第 g 个加工工序对第 l 个加工工序的加工等级损坏率 η_g^l 与步骤S1中的初始关联集 b_g^l 中的进行乘积,并采用归一算法 $\hat{\eta}_g^l = \frac{\eta_g^{\max} - \eta_g^l}{\eta_g^{\max}}$ 统计出各加工工序间的关联影响系数集合 $A_g(\hat{\eta}_g^1, \hat{\eta}_g^2, \dots, \hat{\eta}_g^m)$, $\hat{\eta}_g^l$ 表示为第 g 个加工工序与第 l 个加工工序间的关联影响系数, $g=1, 2, \dots, m$, $l=1, 2, \dots, m$, η_g^{\max} 表示为第 g 个加工工序对后续所有加工工序的加工等级损坏率中的最大值;

信息化管控平台提取追踪校准模块发送的与大于故障评估系数阈值的综合故障评估系数相关联的加工工序中的加工参数和工序环境参数,并对筛选出的相关联的加工工序中的加工参数或工序环境参数进行信息化模拟调整,直至模拟调整后的各加工工序的综合故障评估系数小于设定的故障评估系数阈值。

2. 根据权利要求1所述的一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统,其特征在于:所述控制系统还包括加工管控数据库,所述加工管控数据库中存储有加工产品在各工序加工过程中各工序环境参数种类对应的干扰比例因子以及各工序的加工参数集合 $W(w_g^1, w_g^2, \dots, w_g^j, \dots, w_g^f)$, w_g^j 为第 g 个工序中第 j 个加工步骤对应的加工参数数值,工序环境参数对应的干扰比例因子分别为 $q_{g,1}, q_{g,2}, \dots, q_{g,k}, \dots, q_{g,n}$, $k=1, 2, \dots, n$, $q_{g,k}$ 为第 g 个工序中第 k 个工序环境参数种类对应的干扰比例因子,且 $q_{g,1} + q_{g,2} + \dots + q_{g,k} + \dots + q_{g,n} = 1$ 。

3. 根据权利要求2所述的一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统,其特征在于:各加工工序中的各加工等级经下一加工工序后的加工等级损坏率

$$\eta_{\frac{z}{g}}^{z+1} = (1 - \phi_{z+1}) \sum_{z=1}^4 \frac{(c_{\frac{z}{g}} z - c'_{\frac{z}{g}-1} z)}{c_{\frac{z}{g}} z}, \eta_{\frac{z}{g}}^{z-1}$$

为第g个加工工序的产品样本经第g+1个加工工序后的加工等级损坏率, $c_{\frac{z}{g}} z$ 为第g个加工工序的产品样本中第z个加工等级对应的产品样本数量, $c'_{\frac{z}{g}-1} z$ 为第z个加工等级的产品样本中经第g+1个加工工序后剩余的z个加工等级的产品样本数量, z等于1, 2, 3, 4。

4. 根据权利要求2所述的一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统, 其特征在于: 所述信息化管控平台还获取虚度加工模拟模块分析出的经各加工工序加工后的产品阶段符合度系数, 判断产品阶段符合度系数所对应的加工等级是否小于第二加工等级, 若小于, 则筛选出该加工工序的加工参数以及工序环境参数并进行调整, 直至该产品阶段符合度系数所对应的加工等级大于等于第二加工等级。

5. 根据权利要求1所述的一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统, 其特征在于: 所述信息化控制系统还包括应用环境采集模块、故障核实模块和故障追溯管理模块;

应用环境采集模块安装在产品上, 用于获取产品在加工过程中的应用环境参数;

故障核实模块用于人工检测该产品在使用过程中存在的故障类型以及该故障类型在固定时间段内发生的故障频率;

故障追溯管理模块, 用于提取已建立各故障类型与各加工工序间的相对应关系, 并根据故障核实模块发送的故障类型筛选出与该故障类型相对应的加工工序;

所述信息化管控平台用于获取故障核实模块在固定时间段内发生的故障频率, 判断该故障类型在固定时间段内发生的故障频率是否大于设定的故障频率阈值, 若大于, 则获取故障追溯管理模块发送的与该故障类型相对应的加工工序, 管控与该故障类型相对应的各加工工序中的加工参数, 使得管控调整后的各加工工序下的综合故障评估系数小于该产品阶段对应的故障评估系数阈值。

一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统

技术领域

[0001] 本发明属于工业应用领域,涉及到一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统。

背景技术

[0002] 随着电力行业的发展,对电气设备的产品质量以及应用需求越来越大,为了不断地满足行业的要求,需对电气设备的制造过程进行严格的管控,特别针对变压器,变压器的用途非常广,小到家用电气大到大型电力设备和电力运输,变压器均起到至关重要的作用。

[0003] 目前,变压器的制造工序繁多,一旦其中一制造工序出现故障,严重影响变压器的后续加工步骤,并大大降低了变压器的良率,导致成本增加,而变压器的制造工序中很多制造工序是相关联的且各制造工序是否符合加工要求受到加工环境参数以及加工参数的共同影响,但是现有技术无法根据产品加工过程中的环境参数进行加工环境参数的偏离程度分析,进而无法调控产品制造过程中的加工环境条件,同时,现有技术无法分析出各工序下的半成品与该工序下的标准合格的半成品间的匹配程度以及无法分析出各工序下的产品受在先工序的故障影响程度,进而无法根据故障影响程度筛选出相关关联的各加工工序中的加工参数和工序环境参数以进行管控,导致一旦某一加工工序故障将严重影响后续工序步骤的继续,存在产品制造良率低、加工成本大和应用至不同场景下的耐用程度差的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统,解决了现有技术中存在的问题。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现:

[0006] 一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统,包括场景分布获取模块、场景参数分析模块、虚度加工模拟模块、场景关联评估模块、追踪校准模块和信息化管控平台;

[0007] 场景分布获取模块在工业产品生产加工过程中的各加工场景区域所在范围内分布有若干场景检测仪,用于对各加工场景区域内的工序环境参数以及加工过程的视频图像进行采集,采集的各加工场景区域内的工序环境参数以及加工过程的视频图像发布至场景参数分析模块;

[0008] 场景参数分析模块提取场景分布获取模块发送的分布在各加工场景区域内场景检测仪采集的工序环境参数以及加工过程中的视频图像,提取各加工场景区域内的工序环境参数与该工业产品在该加工场景区域对应的工序加工规定的标准工序环境参数进行对比,筛选出该工序所需检测的工序环境参数种类对应的数值,判断各工序环境参数种类偏离度,并对各场景区域内产品加工过程中的视频图像进行处理,提取出加工过程中视频图像内的产品加工参数;

[0009] 虚度加工模拟模块用于获取加工产品在上一加工工序后所对应的产品阶段符合

度系数,并获取各场景区域内产品加工所对应的各工序环境参数种类偏离度 $\varepsilon_g k$ 以及从视频图像中提取出的产品加工参数,提取加工管控数据库中存储的各工序环境参数种类对应的干扰比例因子,根据各场景区域内产品加工所对应的工序环境参数种类偏离度以及产品加工参数模拟出产品经本加工场景区域所在加工工序后的产品阶段符合度系数 φ_g ;

[0010] 场景关联评估模块用于建立各加工场景区域在加工过程中的相互关联性,并采用样本训练方式评估出各加工工序对后续加工工序的关联影响系数,对评估出的各加工工序对后续加工工序的关联影响系数组建产品在各加工工序的关联影响系数集合 A_g ;

[0011] 追踪校准模块用于提取虚度加工模拟模块发送的各产品阶段符合度系数,并提取场景关联评估模块建立的各加工工序的关联影响系数集合 A_g ,结合各加工工序的产品阶段符合度系数和各加工工序的关联干扰影响集合中的关联影响系数分析出各加工工序受在先加工工序的综合故障评估系数 S_x ,并将综合故障评估系数与该产品阶段对应的故障评估系数阈值进行对比,筛选出与大于故障评估系数阈值的综合故障评估系数相关联的加工工序中的加工参数和工序环境参数,并将筛选出的相关联的加工工序中的加工参数、工序环境参数发送至信息化管控平台;

[0012] 信息化管控平台提取追踪校准模块发送的与大于故障评估系数阈值的综合故障评估系数相关联的加工工序中的加工参数和工序环境参数,并对筛选出的相关联的加工工序中的加工参数或工序环境参数进行信息化模拟调整,直至模拟调整后的各加工工序的综合故障评估系数小于设定的故障评估系数阈值。

[0013] 优选地,所述控制系统还包括加工管控数据库,所述加工管控数据库中存储有加工产品在各工序加工过程中各工序环境参数种类对应的干扰比例因子以及各工序的加工参数集合 $W(w_g 1, w_g 2, \dots, w_g j, \dots, w_g f)$, $w_g j$ 为第g个工序中第j个加工步骤对应的加工参数数值,工序环境参数对应的干扰比例因子分别为 $q_g 1, q_g 2, \dots, q_g k, \dots, q_g n, k=1, 2, \dots, n$, $q_g k$ 为第g个工序中第k个工序环境参数种类对应的干扰比例因子,且 $q_g 1 + q_g 2 + \dots + q_g k + \dots + q_g n = 1$ 。

[0014] 优选地,各工序环境参数种类偏离度的计算公式 $\varepsilon_g k = \frac{|tt_g k - tt_g k_{\text{标}}|}{tt_g k_{\text{标}}}$, $\varepsilon_g k$ 为第g

个工序内所需管控的第k个环境参数种类的数值与该工序加工规定的标准工序环境参数种类的数值间的偏离度, $tt_g k_{\text{标}}$ 为工业产品在第g个场景区域对应的工序加工规定的第k个标准工序环境参数种类的数值。

[0015] 优选地,各加工工序的产品阶段符合度系数

$$\varphi_g = \frac{(1+e)\varphi_{g-1}}{\beta 1 \sum_{k=1}^n (\varepsilon_g k * q_g k) + \beta 2 \sum_{j=1}^f \left(\frac{w_g j - \bar{w}_g j}{\bar{w}_g j} \right)}, \beta 1 \text{ 表示为产品加工过程中工序环境参}$$

数对应的权重数值, $\beta 2$ 表示为产品加工过程中产品加工参数对应的权重数值, $\beta 1 + \beta 2 = 1$, φ_g 表示为经第 g 个加工工序后的产品阶段符合度系数, φ_g 小于1, $\bar{w}_g j$ 表示为第 g 个工序中第 j 个加工步骤对应的加工参数数值中的平均值。

[0016] 优选地,所述场景关联评估模块采用样本训练方式分析出各加工工序对后续加工工序的关联影响系数,具体步骤如下:

[0017] S1、产品加工人员根据加工经验建立各加工工序间的初始关联集,并分别在各加工工序后依次抽取 r 个产品加工样本,统计 r 个产品样本的产品阶段符合度系数;

[0018] S2、对各加工工序后的产品样本所对应的产品阶段符合度系数进行等级划分,划分成第一加工等级、第二加工等级、第三加工等级和第四加工等级;

[0019] S3、统计本次加工工序中的各加工等级经下一加工工序后的加工等级损坏率;

[0020] S4、提取步骤S3中经相邻加工工序后的加工等级损坏率,计算第 g 个加工工序分别

对第 $g+2$ 个和第 $g+3$ 个加工工序的加工等级损坏率 $\eta_g^{g+2} = (1 + \eta_g^{g+1})\eta_{g+1}^{g+2}$ 和 $\eta_g^{g+3} = (1 + \eta_g^{g+2})\eta_{g+2}^{g+3}$,根据S3和S4中的加工等级损坏率计算公式,依次类推,统计出第 g

个加工工序对第 l 个加工工序的加工等级损坏率 η_g^l ;

[0021] S5、将步骤S4中获得第 g 个加工工序对第 l 个加工工序的加工等级损坏率 η_g^l 与步

骤S1中的初始关联集 b_g^l 中的进行乘积,并采用归一算法 $\hat{\eta}_g^l = \frac{\eta_g^{\prime \max} - \eta_g^l}{\eta_g^{\prime \max}}$ 统计出各加工工

序间的关联影响系数集合 $A_g(\hat{\eta}_g^1, \hat{\eta}_g^2, \dots, \hat{\eta}_g^l, \dots, \hat{\eta}_g^n)$, $\hat{\eta}_g^l$ 表示为第 g 个加工工序与第 l 个加工工序间的关联影响系数, $g=1, 2, \dots, m, l=1, 2, \dots, m, \eta_g^{\prime \max}$ 表示为第 g 个加工工序对后续所有加工工序的加工等级损坏率中的最大值。

[0022] 优选地,各加工工序中的各加工等级经下一加工工序后的加工等级损坏率

$$\eta_g^{g+1} = (1 - \varphi_{g+1}) \sum_{z=1}^4 \frac{(c_g z - c'_{g+1} z)}{c_g z}, \eta_g^{g+1} \text{ 为第 } g \text{ 个加工工序的产品样本经第 } g+1 \text{ 个}$$

加工工序后的加工等级损坏率, $c_g z$ 为第 g 个加工工序的产品样本中第 z 个加工等级对应的产品样本数量, $c'_{g+1} z$ 为第 z 个加工等级的产品样本中经第 $g+1$ 个加工工序后剩余的第 z 个加工等级的产品样本数量, z 等于1, 2, 3, 4。

[0023] 优选地,所述信息化管控平台还获取虚度加工模拟模块分析出的经各加工工序加

工后的产品阶段符合度系数,判断产品阶段符合度系数所对应的加工等级是否小于第二加工等级,若小于,则筛选出该加工工序的加工参数以及工序环境参数并进行调整,直至该产品阶段符合度系数所对应的加工等级大于等于第二加工等级。

[0024] 优选地,所述信息化控制系统还包括应用环境采集模块、故障核实模块和故障追溯管理模块;

[0025] 应用环境采集模块安装在产品上,用于获取产品在加工过程中的应用环境参数;

[0026] 故障核实模块用于人工检测该产品在使用过程中存在的故障类型以及该故障类型在固定时间段内发生的故障频率;

[0027] 故障追溯管理模块,用于提取已建立的各故障类型与各加工工序间的相对应关系,并根据故障核实模块发送的故障类型筛选出与该故障类型相对应的加工工序;

[0028] 所述信息化管控平台用于获取故障核实模块在固定时间段内发生的故障频率,判断该故障类型在固定时间段内发生的故障频率是否大于设定的故障频率阈值,若大于,则获取故障追溯管理模块发送的与该故障类型相对应的加工工序,管控与该故障类型相对应的各加工工序中的加工参数,使得管控调整后的各加工工序下的综合故障评估系数小于该产品阶段对应的故障评估系数阈值。

[0029] 本发明的有益效果:

[0030] 本发明提供的基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统,能够采用分布式方式对不同电气设备在不同场景下的加工工序进行工序环境参数以及加工参数采集,并结合场景参数分析模块分析各工序环境参数种类对应的偏离度,实现对产品加工环境参数的定量偏离分析,能够反应出加工环境参数是否满足加工的需求。

[0031] 通过对各加工工序进行关联性分析,能够准确分析出产品在加工过程中各加工工序间的相互影响程度,并采用产品阶段符合度系数计算公式分析出各加工工序下的产品经上一加工工序的产品阶段符合度系数、本次加工工序中的工序环境参数以及加工参数的共同干扰下所对应的产品阶段符合度系数,能够直观地反应出产品在加工的过程中经各加工工序后与合格的该产品经该加工工序后产品的匹配符合程度。

[0032] 通过将各加工工序下的产品阶段符合度系数以及各加工工序间的关联影响系数,综合评估出各加工工序受在先加工工序的综合故障影响程度,进而能够准确地预测校准出当前加工工序加工出的产品质量,并能够根据本次加工工序后的综合故障评估系数的数值大小追踪相关联的各加工工序中的加工参数和工序环境参数,为后期加工参数以及工序环境参数进行优化控制,大大提高了制造产品的合格率以及使用的安全性。

[0033] 本发明可对加工后的合格产品应用至不同的应用场景,来分析产品在不同应用场景下的故障类型以及各故障类型对应的故障频率,并筛选出该故障类型相关联的加工工序,以对产品制作过程中的加工参数进行管控,提高了产品在各应用场景下的耐用程度。

具体实施方式

[0034] 下面将结合本发明实施例,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0035] 一种基于工业物联网多场景分布式信息化控制系统,包括场景分布获取模块、场景参数分析模块、虚度加工模拟模块、加工管控数据库、场景关联评估模块、追踪校准模块和信息化管控平台,各模块间的连接方式采用互联网连接,以建立模块间的通信传输网络。

[0036] 以工业制造电气设备为例,可具体对变压器等电气设备的制造加工过程进行划分,划分成工序1、工序2、工序3、...工序g、...、工序m,每个工序均对应一个加工场景区域,即工序不同对应的加工场景区域不同。

[0037] 场景分布获取模块在工业产品生产加工过程中的各加工场景区域所在范围内分布有若干场景检测仪,用于对各加工场景区域内的工序环境参数以及加工过程的视频图像进行采集,采集的各加工场景区域内的工序环境参数以及加工过程的视频图像发布至场景参数分析模块。

[0038] 场景检测仪由若干传感器以及视频采集摄像头组成,传感器的种类包括温度传感器、湿度传感器、灰尘浓度传感器等,对于不同的工序所需控制的工序环境参数也不同,进而各工序中场景检测仪采集的环境参数种类不同,需根据实际的研究对象进行筛选,各工序下的工序环境参数构成环境参数项集合 $T_g(tt_g1, tt_g2, \dots, tt_gk, \dots, tt_gn)$, tt_gk 表示为第g个工序内所需管控的第k个环境参数种类, n为工序1至工序m中所有需管控的工序环境参数种类的总数,当产品加工过程中,第g个工序内不需管控第k个环境参数种类时, tt_gk 取值“0”数字,当第g个工序内需管控第k个环境参数种类时, tt_gk 等于该工序内检测的环境参数种类所对应的数值,另外,针对不同的电气设备,所采用的场景检测仪检测的工序环境参数不同,因此根据具体的电气设备种类筛选出环境参数检测的项目。

[0039] 对于工业产品加工过程中各加工场景区域分别为该产品加工过程中的各工序所在的区域,每个加工场景区域因加工参数或加工步骤不同进行区分。

[0040] 场景参数分析模块提取场景分布获取模块发送的分布在各加工场景区域内场景检测仪采集的工序环境参数以及加工过程中的视频图像,提取各加工场景区域内的工序环境参数与该工业产品在该加工场景区域对应的工序加工规定的标准工序环境参数进行对比,筛选出该工序所需检测的工序环境参数种类对应的数值,判断各工序环境参数种类偏

离度 $\varepsilon_gk = \frac{|tt_gk - tt_gk_{\text{标}}|}{tt_gk_{\text{标}}}$, ε_gk 为第g个工序内所需管控的第k个环境参数种类的数值与该

工序加工规定的标准工序环境参数种类的数值间的偏离度, $tt_gk_{\text{标}}$ 为工业产品在第g个场景区域对应的工序加工规定的第k个标准工序环境参数种类的数值,对于不需管控的环境参数种类,则不统计该工序环境参数种类偏离度,并对各场景区域内产品加工过程中的视频图像进行处理,提取出加工过程中视频图像内的产品加工参数。

[0041] 虚度加工模拟模块用于获取加工产品在上一加工工序后所对应的产品阶段符合度系数,并获取各场景区域内产品加工所对应的各工序环境参数种类偏离度 ε_gk 以及从视频图像中提取出的产品加工参数,提取加工管控数据库中存储的各工序环境参数种类对应的干扰比例因子,根据各场景区域内产品加工所对应的工序环境参数种类偏离度以及产品加工参数模拟出产品经本加工场景区域所在加工工序后的产品阶段符合度系数

$$\varphi_g = \frac{(1+e)\varphi_{g-1}}{\beta 1 \sum_{k=1}^n (\varepsilon_g k * q_g k) + \beta 2 \sum_{j=1}^f \left(\frac{w_g j - \bar{w}_g j}{\bar{w}_g j} \right)}, \beta 1 \text{表示为产品加工过程中工序环境参数}$$

对应的权重数值, $\beta 2$ 表示为产品加工过程中产品加工参数对应的权重数值, $\beta 1 + \beta 2 = 1$,

φ_g 表示为经第 g 个加工工序后的产品阶段符合度系数, φ_g 小于 1, $\bar{w}_g j$ 表示为第 g 个工序中第 j 个加工步骤对应的加工参数数值中的平均值, 即该加工步骤允许的最大加工参数数值和最小加工参数数值的平均值, 在产品加工的过程中, 每经过一个加工工序均有一个产品阶段符合度系数, 通过产品阶段符合度系数能够反应出产品在加工的过程中经各加工工序后与合格的该产品经该加工工序后产品的匹配符合程度, 当产品经加工工序后的产品阶段符合度系数越大, 表明加工后的产品与合格产品所对应的匹配程度越大。

[0042] 加工管控数据库中存储有加工产品在各工序加工过程中各工序环境参数种类对应的干扰比例因子以及各工序的加工参数集合 $W(w_g 1, w_g 2, \dots, w_g j, \dots, w_g f)$, $w_g j$ 为第 g 个工序中第 j 个加工步骤对应的加工参数数值, 例如弯折力度、切割、钻孔等加工步骤对应的加工参数数值, 其中, 工序环境参数对应的干扰比例因子分别为 $q_g 1, q_g 2, \dots, q_g k, \dots, q_g n$, $k=1, 2, \dots, n$, $q_g k$ 为第 g 个工序中第 k 个工序环境参数种类对应的干扰比例因子, 且 $q_g 1 + q_g 2 + \dots + q_g k + \dots + q_g n = 1$, 当第 g 个工序内不需管控第 n 个环境参数时, 即 $q_g n$ 等于“0”时, 该工序环境参数对应的干扰比例因子取值等于 0;

[0043] 另外, 加工管控数据库还存储产品在使用过程中的各故障类型, 以及各故障类型相对应的加工工序。

[0044] 各工序的加工参数集合中的各加工参数按照本工序中加工步骤的先后顺序进行参数排序, 分别为 $1, 2, \dots, f$ 。

[0045] 当产品为原材料且未进行加工时, 该产品的上一加工工序对应的产品阶段符合度系数等于 1, 经第 g 个加工工序后该产品对应的产品阶段符合度系数为 φ_g 。

[0046] 场景关联评估模块用于建立各加工场景区域在加工过程中的相互关联性, 并采用样本训练方式评估出各加工工序对后续加工工序的关联影响系数, 对评估出的各加工工序对后续加工工序的关联影响系数组建产品在各加工工序的关联影响系数集合 A_g 。

[0047] 其中, 采用样本训练方式分析出各加工工序对后续加工工序的关联影响系数, 具体步骤如下:

[0048] S1、产品加工人员根据加工经验建立各加工工序间的初始关联集 $B_g(b_g 1, b_g 2, \dots, b_g l, \dots, b_g n)$, $b_g l$ 表示为第 g 个加工工序与第 l 个加工工序间的初始关联阈值, 初始关联阈值等于 0 或 1, 当 $g = l$ 时, $b_g l$ 等于 0, 当加工人员判断第 g 个加工工序与第 l 个加工工序间不关联时, $b_g l$ 等于 0, 当加工人员判断第 g 个加工工序与第 l 个加工工序间

相关联时, b_g^l 等于1, 并分别在各加工工序后依次抽取r个产品加工样本, 统计r个产品样本的产品阶段符合度系数;

[0049] S2、对各加工工序后的产品样本所对应的产品阶段符合度系数进行等级划分, 划分成第一加工等级、第二加工等级、第三加工等级和第四加工等级, 每个加工等级对应不同的产品阶段符合度系数范围, 采用加工等级的划分, 可对各加工工序后的产品样本进行加工等级的区分, 不同加工工序中相同加工等级对应的产品阶段符合度系数范围相同, 加工等级越大, 对应的产品阶段符合度系数越大。

[0050] S3、统计本次加工工序中的各加工等级经下一加工工序后的加工等级损坏率

$$\eta_g^{g+1} = (1 - \varphi_{g+1}) \sum_{z=1}^4 \frac{(c_g^z - c'_{g+1} z)}{c_g^z}, \eta_g^{g+1} \text{ 为第 } g \text{ 个加工工序的产品样本经第 } g+1 \text{ 个加工}$$

工序后的加工等级损坏率, c_g^z 为第g个加工工序的产品样本中第z个加工等级对应的产品样本数量, $c'_{g+1} z$ 为第z个加工等级的产品样本中经第g+1个加工工序后剩余的第z个加工等级的产品样本数量, z等于1, 2, 3, 4;

[0051] S4、提取步骤S3中经相邻加工工序后的加工等级损坏率, 计算第g个加工工序分别对第g+2个和第g+3个加工工序的加工等级损坏率 $\eta_g^{g+2} = (1 + \eta_g^{g+1}) \eta_{g+1}^{g+2}$ 和

$\eta_g^{g+3} = (1 + \eta_g^{g+2}) \eta_{g+2}^{g+3}$, 根据S3和S4中的加工等级损坏率计算公式, 依次类推, 统计出第g个加工工序对第l个加工工序的加工等级损坏率 η_g^l ;

[0052] S5、将步骤S4中获得第g个加工工序对第l个加工工序的加工等级损坏率 η_g^l 与步

骤S1中的初始关联集 b_g^l 中的进行乘积, 并采用归一算法 $\hat{\eta}_g^l = \frac{\eta_g^{\max} - \eta_g^l}{\eta_g^{\max}}$ 统计出各加工工

序间的关联影响系数集合 $A_g(\hat{\eta}_g^1, \hat{\eta}_g^2, \dots, \hat{\eta}_g^l, \dots, \hat{\eta}_g^n)$, $\hat{\eta}_g^l$ 表示为第g个加工工序与第l个加

工工序间的关联影响系数, $g=1, 2, \dots, m, l=1, 2, \dots, m, \eta_g^{\max}$ 表示为第g个加工工序对后续所有加工工序的加工等级损坏率中的最大值。

[0053] 追踪校准模块用于提取虚度加工模拟模块发送的各产品阶段符合度系数, 并提取场景关联评估模块建立的各加工工序的关联影响系数集合 A_g , 结合各加工工序的产品阶段符合度系数和各加工工序的关联干扰影响集合中的关联影响系数分析出各加工工序受

在先加工工序的综合故障评估系数 $S_x = 1 - \varphi_x^{1+\ln 2} * \sum_{i=1}^{x-1} ((1 + \hat{\eta}_i^l) * \varphi_i)$, $i=1, 2, \dots, x-1, x$

属于2至m的正数值, S_x 表示为第x个加工工序受前x-1个加工工序的综合故障评估系数,

S_x 小于1,综合影响评估系数能够数字化地展示某一加工工序受该加工工序前的若干加工工序的综合干扰影响程度,并将综合故障评估系数与该产品阶段对应的故障评估系数阈值进行对比,筛选出与大于故障评估系数阈值的综合故障评估系数相关联的加工工序中的加工参数和工序环境参数,并将筛选出的相关联的加工工序中的加工参数、工序环境参数发送至信息化管控平台,通过对相互关联的各加工工序对后续加工工序的影响来分析出后续各加工工序加工后的产品综合故障评估系数,能够准确地预测校准出当前加工工序加工出的产品质量,并能够根据本次加工工序后的综合故障评估系数的数值大小追踪相关关联的各加工工序中的加工参数和工序环境参数,为后期加工参数以及工序环境参数进行优化控制。

[0054] 信息化管控平台提取追踪校准模块发送的与大于故障评估系数阈值的综合故障评估系数相关联的加工工序中的加工参数和工序环境参数,并对筛选出的相关联的加工工序中的加工参数或工序环境参数进行信息化模拟调整,直至模拟调整后的各加工工序的综合故障评估系数小于设定的故障评估系数阈值,通过采用信息化分布式管控调节加工过程中的加工参数或工序环境参数,能够避免工业产品加工过程中相关联的加工工序对后续加工工序故障程度的干扰,便于对先前加工工序的追踪调整,进而达到对先前加工工序的校准,提高了产品经后续加工工序后产品的加工符合程度,实现对各场景下的加工工序进行分布式智能化控制,大大提高了经各工序加工后的产品的满意度和成品率,且大大提高电气设备在使用过程中的安全性,保障电力系统的正常运行。

[0055] 另外,信息化管控平台获取虚度加工模拟模块分析出的经各加工工序加工后的产品阶段符合度系数,判断产品阶段符合度系数所对应的加工等级是否小于第二加工等级,若小于,则筛选出该加工工序的加工参数以及工序环境参数并进行调整,直至该产品阶段符合度系数所对应的加工等级大于等于第二加工等级,信息化管控平台能够对各加工工序后的产品进行初步检测分析,以达到对本次加工工序的优先加工过程的控制,提高了各加工工序加工后的产品的满意程度,为降低后续各工序的加工误差空间,并降低产品制作过程中的损坏率。

[0056] 实施例2

[0057] 多场景分布式信息化控制系统还可对加工后的合格产品应用至不同的应用场景进行研究,通过检测合格产品(变压器)在不同应用场景下使用环境以及使用中存在的故障,来判断产品是否符合使用要求,以追踪管控产品加工工序中的加工参数,来动态管控产品在不同应用场景下的耐用程度。

[0058] 所述信息化控制系统还包括应用环境采集模块、故障核实模块和故障追溯管理模块。

[0059] 应用环境采集模块安装在产品上,用于获取产品在加工过程中的应用环境参数,包括额定电压、额定电流、空载电流、变压器内部的温度和外部温度等,因研究的电气产品种类的不同,应用环境采集模块采集的应用环境参数也不同,即根据电气产品种类制定不同的待检测的应用环境参数。

[0060] 故障核实模块用于人工检测该产品在使用过程中存在的故障类型以及该故障类型在固定时间段内发生的故障频率,对于变压器而言,存在的故障类型包括变压器温度过热、冷却装置故障、油位异常以及变压器跳闸等问题。

[0061] 故障追溯管理模块,用于提取已建立的各故障类型与各加工工序间的相对应关系,并根据故障核实模块发送的故障类型筛选出与该故障类型相对应的加工工序,各故障类型与各加工工序间的相对应关系,即当其中某一个或几个加工工序的加工操作会造成加工出的合格产品随着使用时长的累计会存在对应的故障类型,进而导致加工出的合格品耐用程度差。

[0062] 另外,信息化管控平台还用于获取故障核实模块在固定时间段内发生的故障频率,判断该故障类型在固定时间段内发生的故障频率是否大于设定的故障频率阈值,若大于,则获取故障追溯管理模块发送的与该故障类型相对应的加工工序,管控与该故障类型相对应的各加工工序中的加工参数,使得管控调整后的各加工工序下的综合故障评估系数小于该产品阶段对应的故障评估系数阈值,可根据产品在不同应用场景下的使用情况对加工过程进行管控,提高了产品在各应用场景环境下的耐用性,实现电气产品在不同应用场景下的控制。

[0063] 以上内容仅仅是对本发明的构思所作的举例和说明,所属本技术领域的技术人员对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离发明的构思或者超越本权利要求书所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。