



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119646388 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 18

(21) 申请号 202510181029.2

(22) 申请日 2025.02.19

(71) 申请人 首都医科大学宣武医院

地址 100000 北京市西城区长椿街45号

(72) 发明人 孔娜 刘婷

(74) 专利代理机构 深圳市徽正知识产权代理有

限公司 44405

专利代理师 吕伟

(51) Int. Cl.

G06F 17/18 (2006.01)

G16H 20/40 (2018.01)

A61G 13/12 (2006.01)

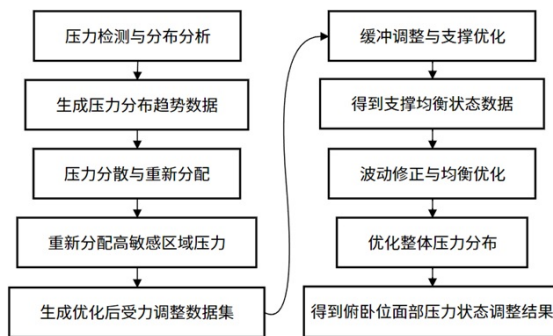
权利要求书3页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称

基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及压力控制技术领域,具体为基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法及系统,包括以下步骤:基于嵌入式微型压力传感器,检测面部关键区域的压力值,分析压力分布情况,通过压力值变化趋势分析面部每个区域的集中受力状态,得到面部区域压力分布趋势数据。本发明中,通过压力传感技术和动态调节机制,能够有效识别并缓解面部在俯卧位手术中出现的压力不均问题,实时监测与分析压力分布,精准调整高敏感区域的压力向低敏感区域转移,实现均匀分布,减少局部长时间受压导致的组织损伤,平衡各受压点支撑力,优化面部压力调节,通过压力波动监控与修正,提升分布稳定性,避免波动导致的不均匀现象,提升手术舒适性与安全性。



1. 基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1: 基于嵌入式微型压力传感器,检测面部关键区域的压力值,包括额头、眉弓、颧骨和下颌区域,采集并分析压力情况,结合压力变化趋势识别集中受力状态,提取压力波动范围,归纳区域压力特性,估计趋势分析区域压力差异和压力集中点,得到面部区域压力分布趋势数据;

S2: 基于所述面部区域压力分布趋势数据,提取高敏感区域压力值和低敏感区域承载容量,分析两区域压力偏差,计算转移可行性,优化压力转移过程,匹配压力分散量与承载容量,重新分配敏感区域压力,得到分散后的区域受力状态,更新区域压力特性,并优化受力区域的调整量,得到优化后受力调整数据集;

S3: 基于所述优化后受力调整数据集,结合柔性支撑材料的弹性参数,提取区域关键受力点,识别高压区域缓冲需求,优化高压缓冲调整,分散压力集中点压力,叠加缓冲调整量与优化后的受力分布值,调整受力点分布均衡性,结合调整后的受力特性,生成柔性调整后的压力分布值,并优化支撑点的均衡分布,得到支撑均衡状态数据;

S4: 基于所述支撑均衡状态数据,结合压力波动幅度提取支撑均衡状态,分析波动变化对柔性压力分布影响,识别压力偏离值,进行分布状态优化,结合压力波动修正幅度,调整时间段分布偏差,提取整体压力均衡状态,优化压力分布动态特性,得到俯卧位面部压力状态调整结果。

2. 根据权利要求1所述的基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,其特征在于,所述面部区域压力分布趋势数据的获取步骤具体为:

S111: 基于嵌入式微型压力传感器,实时记录额头、眉弓、颧骨和下颌区域的压力值,识别每个区域内传感点的压力值,将每个点的压力值作为输入变量,并计算区域的平均压力值,获取面部关键区域的平均压力数据;

S112: 基于所述面部关键区域的平均压力数据,针对区域压力值的波动范围与变化趋势,将传感点压力值的绝对偏差和平方差进行归一化处理,采用公式:

$$\Delta P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (|P_{ij} - \bar{P}_i|)}{n} + w \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n (P_{ij} - \bar{P}_i)^2};$$

得到面部区域的压力波动数据;

其中, ΔP_i 代表区域*i*的压力波动值, P_{ij} 代表区域*i*中第*j*个传感点的压力值, $\bar{P}_i$ 代表区域*i*的平均压力值,*n*代表区域内传感点总数,*w*为调整系数;

S113: 根据所述面部区域的压力波动数据,判断每个区域的压力波动值是否超过集中受力的判定阈值,通过设定阈值标定集中受力状态,针对波动值大于阈值的区域标记为集中受力区域,得到面部区域压力分布趋势数据。

3. 根据权利要求2所述的基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,其特征在于,所述分散后的区域受力状态的获取步骤具体为:

S211: 基于所述面部区域压力分布趋势数据,对高敏感区域的压力分散量进行分析,分析高敏感区域的压力值与标准阈值之间的偏差,采用加权系数调整高敏感区域压力,生成高敏感区域压力分散量和低敏感区域分散容量;

S212: 调用所述高敏感区域压力分散量和低敏感区域分散容量,分析高敏感区域压力

向低敏感区域的转移量,根据低敏感区域的分散容量上限识别可接纳的转移量,采用公式:

$$T = \sum_k \left(\frac{O_k^s \cdot C_k^r}{\sqrt{1 + \alpha \cdot O_k^s}} \right);$$

计算得到压力转移量;

其中, T 表示压力转移量, α 为调节敏感系数, O_k^s 代表高敏感区域的压力值, C_k^r 为低敏感区域的分散容量;

S213:调用所述压力转移量对高敏感区域压力重新分配,根据压力转移后的分布情况,更新每个面部区域的压力状态,进行面部压力的平衡调整,得到分散后的区域受力状态。

4.根据权利要求3所述的基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,其特征在于,所述优化后受力调整数据集的获取步骤具体为:

S221:基于所述分散后的区域受力状态,提取边界点的受力方向、大小的平均值和波动值,通过差分计算确定修正值,调整每个边界点的受力状态,记录修正值和受力参数,得到区域边界受力调整状态表;

S222:基于所述区域边界受力调整状态表,分析内部受力点的分布特性,识别受力变化趋势和相邻点的受力差值,划分区域内部的受力分布范围,更新受力参数并记录变化,得到受力区域内部分布变化表;

S223:基于所述受力区域内部分布变化表,提取区域内部点和边界点的受力调整值,对整体区域的受力数据进行归一化处理,根据全局受力平衡参数重新优化区域调整量,更新受力数据,得到优化后受力调整数据集。

5.根据权利要求4所述的基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,其特征在于,所述柔性调整后的压力分布值的获取步骤具体为:

S311:基于所述优化后受力调整数据集,根据区域受力状态和柔性支撑材料的形变能力,分析高压区域的缓冲调整量,计算支撑材料的弹性形变值,结合区域内关键受力点的分布,生成高压区域的缓冲调整量;

S312:基于所述高压区域的缓冲调整量,分析每个关键受力点的压力分布情况,将缓冲调整量叠加至分散后区域受力状态,采用公式:

$$P_t = P_d + \frac{E \cdot A \cdot d}{1 + \beta \cdot P_d};$$

计算生成关键受力点的总压力值;

其中, P_t 表示关键受力点的总压力值, β 为柔性材料调整系数, P_d 为分散后区域的基础压力值, E 为柔性支撑材料的弹性模量, A 为材料支撑面积, d 为支撑材料的弹性形变值;

S313:根据所述关键受力点的总压力值,识别面部每个区域的总支撑压力,将关键受力点的柔性调整压力值进行区域统计,通过平滑处理优化区域内的压力波动,得到柔性调整后的压力分布值。

6.根据权利要求5所述的基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,其特征在于,所述支撑均衡状态数据的获取步骤具体为:

S321:基于所述柔性调整后的压力分布值,提取压力分布中每个点的压力大小和对应

空间位置,分析相邻点压力变化梯度并比较梯度值,筛选高低梯度区域,调整压力点柔性权重,生成柔性压力分布调整表;

S322:基于所述柔性压力分布调整表,提取调整后区域压力分布数据与支撑点位置,确定压力平衡中心,识别支撑点、压力中心距离和压力贡献值,重新分配支撑点范围,调整支撑点间距,修正位置参数,生成支撑点优化分布表;

S323:基于所述支撑点优化分布表,汇总支撑点优化位置参数,结合压力分布数据,分析每个支撑点全局压力分配比例,调整支撑点空间位置,优化分布均衡性,验证平衡状态,更新压力分布与支撑点位置数据,得到支撑均衡状态数据。

7.根据权利要求6所述的基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,其特征在于,所述俯卧位面部压力状态调整结果的获取步骤具体为:

S411:基于所述支撑均衡状态数据,提取压力波动幅度与柔性压力分布值,分析压力值变化幅度,根据波动幅度筛选关键阈值范围,生成压力波动与柔性分布变化率矩阵;

S412:对所述压力波动与柔性分布变化率矩阵进行交叉修正,通过分析波动幅度对柔性压力分布值的影响,采用公式:

$$W = \frac{|P_w \cdot Q_d - V_1 \cdot Q_b|}{Q_d + V_2};$$

计算生成修正后的压力波动幅度;

其中, W 代表修正后的压力波动幅度, P_w 代表压力波动幅度, Q_d 代表柔性压力分布值, Q_b 代表压力基准值, V_1 代表波动修正系数, V_2 代表柔性分布修正系数;

S413:结合所述修正后的压力波动幅度,按照每个时间段的压力基准值与当前压力分布的差值,分析时间段压力分布的偏离量,优化每个时间段的分布偏差,得到俯卧位面部压力状态调整结果。

8.基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整系统,其特征在于,根据权利要求1-7任一项所述的基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,所述系统包括:

压力检测模块基于嵌入式微型压力传感器,检测面部额头、眉弓、颧骨和下颌压力值,提取每个区域压力变化趋势,分析每个时间段压力幅度差异,提取压力集中分布区域,分析区域压力总量和压力占比,获取面部压力分布特征数据;

压力分散模块基于所述面部压力分布特征数据,对高敏感区域压力值与低敏感区域承压容量进行匹配,提取高敏感区域压力值超出范围的部分,分析高敏感区域压力转移量与低敏感区域剩余容量,分析转移后的压力状态,优化高敏感区域压力分布,获取压力分散调整状态数据;

柔性调整模块基于所述压力分散调整状态数据,调用柔性支撑材料的弹性参数,提取高压区域对应缓冲调整值,对高压区域调整值与分散状态进行叠加,分析叠加后高压区域和低压区域的压力差异,提取柔性支撑点分布参数,获取支撑均衡状态数据;

波动修正模块基于所述支撑均衡状态数据,提取压力值的时间段波动幅度,将波动幅度与区域压力均衡值进行交叉比较,提取压力波动对区域内分布动态值的影响量,将波动幅度与柔性支撑点调整值进行累积分析,得到俯卧位面部压力状态调整结果。

基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及压力控制技术领域,尤其涉及基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法及系统。

背景技术

[0002] 压力控制技术领域包含通过对压力的检测、调节和反馈控制,确保被控物体在特定条件下压力维持稳定或达到特定要求的技术手段,该技术领域的核心内容是通过压力感应装置检测压力变化,利用调节装置调整压力参数,结合反馈控制机制实现压力的动态平衡或分布优化,压力控制技术在医疗设备、工业制造、航空航天等领域有着广泛应用,尤其是在需要高精度、高稳定性压力管理的场景中,例如手术支撑中的压力分布调节、液体流体压力控制等。

[0003] 其中,俯卧位手术面部压力调整方法是指通过压力感应装置检测患者面部的压力分布,并结合动态调整装置对面部支撑区域的压力进行实时调节的一种方法,如公布号为CN 119033562 A、名称为一种俯卧位专用头架及其使用调节方法的中国专利中公开的方法,该方法针对患者在俯卧位手术过程中面部与体位垫接触部位出现的压力不均、局部压力过高等问题,采用压力感应器采集面部不同区域的压力数据,通过控制模块分析数据,调节支撑结构实现面部压力的重新分配,避免局部区域长期受压,具体技术手段包括:与人体面部形状相适配的座架上可升降地设置若干个支垫,其中若干个支垫均为间隔独立设置,支垫的最上方通过软枕与人体面部接触,软枕的下方通过连接件设置在升降机构上,在每个支垫位置对应设置压力感应器,利用升降机构如调节支撑气囊或可形变材料调整面部支撑区域的压力,保证支撑力的动态均匀分布。

[0004] 现有技术虽然通过压力感应装置实现面部压力的检测与反馈调节,但在实际操作过程中,面部的压力分布调节仍然面临一定的局限性,由于压力感应器阵列的布置和调节机制的设计尚不够精确,容易导致某些高敏感区域的压力过大或局部压力分布不均,特别是在面部复杂结构的支撑下,难以避免部分区域受到过度压迫,现有的动态调节装置在实际应用中,无法有效适应面部不同区域压力需求的差异,导致部分区域的支撑调整未能及时响应压力变化,无法有效缓解因长时间受压而产生的不适或组织损伤风险,压力波动的变化未能得到充分控制和修正,这使得面部压力在手术过程中难以保持稳定状态,导致手术期间压力分布时常波动,对患者舒适度产生影响,现有技术在精细化调整和压力波动控制方面仍显不足,无法有效地保证面部在长时间手术过程中的持续稳定支撑和舒适体验。

发明内容

[0005] 本发明的目的是解决现有技术中存在的缺点,而提出的基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法及系统。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,包括以下步骤:

S1:基于嵌入式微型压力传感器,检测面部关键区域的压力值,包括额头、眉弓、颧骨和下颌区域,采集并分析压力情况,结合压力变化趋势识别集中受力状态,提取压力波动范围,归纳区域压力特性,估计趋势分析区域压力差异和压力集中点,得到面部区域压力分布趋势数据;

S2:基于所述面部区域压力分布趋势数据,提取高敏感区域压力值和低敏感区域承载容量,分析两区域压力偏差,计算转移可行性,优化压力转移过程,匹配压力分散量与承载容量,重新分配敏感区域压力,得到分散后的区域受力状态,更新区域压力特性,并优化受力区域的调整量,得到优化后受力调整数据集;

S3:基于所述优化后受力调整数据集,结合柔性支撑材料的弹性参数,提取区域关键受力点,识别高压区域缓冲需求,优化高压缓冲调整,分散压力集中点压力,叠加缓冲调整量与优化后的受力分布值,调整受力点分布均衡性,结合调整后的受力特性,生成柔性调整后的压力分布值,并优化支撑点的均衡分布,得到支撑均衡状态数据;

S4:基于所述支撑均衡状态数据,结合压力波动幅度提取支撑均衡状态,分析波动变化对柔性压力分布影响,识别压力偏离值,进行分布状态优化,结合压力波动修正幅度,调整时间段分布偏差,提取整体压力均衡状态,优化压力分布动态特性,得到俯卧位面部压力状态调整结果。

[0007] 作为本发明的进一步方案,所述面部区域压力分布趋势数据的获取步骤具体为:

S111:基于嵌入式微型压力传感器,实时记录额头、眉弓、颧骨和下颌区域的压力值,识别每个区域内传感点的压力值,将每个点的压力值作为输入变量,并计算区域的平均压力值,获取面部关键区域的平均压力数据;

S112:基于所述面部关键区域的平均压力数据,针对区域压力值的波动范围与变化趋势,将传感点压力值的绝对偏差和平方差进行归一化处理,采用公式:

$$\Delta P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (|P_{ij} - \bar{P}_i|)}{n} + w \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n (P_{ij} - \bar{P}_i)^2};$$

得到面部区域的压力波动数据;

其中, ΔP_i 代表区域*i*的压力波动值, P_{ij} 代表区域*i*中第*j*个传感点的压力值, $\bar{P}_i$ 代表区域*i*的平均压力值,*n*代表区域内传感点总数,*w*为调整系数;

S113:根据所述面部区域的压力波动数据,判断每个区域的压力波动值是否超过集中受力的判定阈值,通过设定阈值标定集中受力状态,针对波动值大于阈值的区域标记为集中受力区域,得到面部区域压力分布趋势数据。

[0008] 作为本发明的进一步方案,所述分散后的区域受力状态的获取步骤具体为:

S211:基于所述面部区域压力分布趋势数据,对高敏感区域的压力分散量进行分析,分析高敏感区域的压力值与标准阈值之间的偏差,采用加权系数调整高敏感区域压力,生成高敏感区域压力分散量和低敏感区域分散容量;

S212:调用所述高敏感区域压力分散量和低敏感区域分散容量,分析高敏感区域压力向低敏感区域的转移量,根据低敏感区域的分散容量上限识别可接纳的转移量,采用公式:

$$T = \sum_k \left(\frac{O_k^s \cdot C_k^r}{\sqrt{1 + \alpha \cdot O_k^s}} \right);$$

计算得到压力转移量；

其中， T 表示压力转移量， α 为调节敏感系数， O_k^s 代表高敏感区域的压力值， C_k^r 为低敏感区域的分散容量；

S213:调用所述压力转移量对高敏感区域压力重新分配，根据压力转移后的分布情况，更新每个面部区域的压力状态，进行面部压力的平衡调整，得到分散后的区域受力状态。

[0009] 作为本发明的进一步方案，所述优化后受力调整数据集的获取步骤具体为：

S221:基于所述分散后的区域受力状态，提取边界点的受力方向、大小的平均值和波动值，通过差分计算确定修正值，调整每个边界点的受力状态，记录修正值和受力参数，得到区域边界受力调整状态表；

S222:基于所述区域边界受力调整状态表，分析内部受力点的分布特性，识别受力变化趋势和相邻点的受力差值，划分区域内部的受力分布范围，更新受力参数并记录变化，得到受力区域内部分布变化表；

S223:基于所述受力区域内部分布变化表，提取区域内部点和边界点的受力调整值，对整体区域的受力数据进行归一化处理，根据全局受力平衡参数重新优化区域调整量，更新受力数据，得到优化后受力调整数据集。

[0010] 作为本发明的进一步方案，所述柔性调整后的压力分布值的获取步骤具体为：

S311:基于所述优化后受力调整数据集，根据区域受力状态和柔性支撑材料的形变能力，分析高压区域的缓冲调整量，计算支撑材料的弹性形变值，结合区域内关键受力点的分布，生成高压区域的缓冲调整量；

S312:基于所述高压区域的缓冲调整量，分析每个关键受力点的压力分布情况，将缓冲调整量叠加至分散后区域受力状态，采用公式：

$$P_t = P_d + \frac{E \cdot A \cdot d}{1 + \beta \cdot P_d};$$

计算生成关键受力点的总压力值；

其中， P_t 表示关键受力点的总压力值， β 为柔性材料调整系数， P_d 为分散后区域的基础压力值， E 为柔性支撑材料的弹性模量， A 为材料支撑面积， d 为支撑材料的弹性形变值；

S313:根据所述关键受力点的总压力值，识别面部每个区域的总支撑压力，将关键受力点的柔性调整压力值进行区域统计，通过平滑处理优化区域内的压力波动，得到柔性调整后的压力分布值。

[0011] 作为本发明的进一步方案，所述支撑均衡状态数据的获取步骤具体为：

S321:基于所述柔性调整后的压力分布值，提取压力分布中每个点的压力大小和对应空间位置，分析相邻点压力变化梯度并比较梯度值，筛选高低梯度区域，调整压力点柔性权重，生成柔性压力分布调整表；

S322:基于所述柔性压力分布调整表,提取调整后区域压力分布数据与支撑点位置,确定压力平衡中心,识别支撑点、压力中心距离和压力贡献值,重新分配支撑点范围,调整支撑点间距,修正位置参数,生成支撑点优化分布表;

S323:基于所述支撑点优化分布表,汇总支撑点优化位置参数,结合压力分布数据,分析每个支撑点全局压力分配比例,调整支撑点空间位置,优化分布均衡性,验证平衡状态,更新压力分布与支撑点位置数据,得到支撑均衡状态数据。

[0012] 作为本发明的进一步方案,所述俯卧位面部压力状态调整结果的获取步骤具体为:

S411:基于所述支撑均衡状态数据,提取压力波动幅度与柔性压力分布值,分析压力值变化幅度,根据波动幅度筛选关键阈值范围,生成压力波动与柔性分布变化率矩阵;

S412:对所述压力波动与柔性分布变化率矩阵进行交叉修正,通过分析波动幅度对柔性压力分布值的影响,采用公式:

$$W = \frac{|P_w \cdot Q_d - V_1 \cdot Q_b|}{Q_d + V_2};$$

计算生成修正后的压力波动幅度;

其中, W 代表修正后的压力波动幅度, P_w 代表压力波动幅度, Q_d 代表柔性压力分布值, Q_b 代表压力基准值, V_1 代表波动修正系数, V_2 代表柔性分布修正系数;

S413:结合所述修正后的压力波动幅度,按照每个时间段的压力基准值与当前压力分布的差值,分析时间段压力分布的偏离量,优化每个时间段的分布偏差,得到俯卧位面部压力状态调整结果。

[0013] 基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整系统,所述基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整系统用于执行上述基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,所述系统包括:

压力检测模块基于嵌入式微型压力传感器,检测面部额头、眉弓、颧骨和下颌压力值,提取每个区域压力变化趋势,分析每个时间段压力幅度差异,提取压力集中分布区域,分析区域压力总量和压力占比,获取面部压力分布特征数据;

压力分散模块基于所述面部压力分布特征数据,对高敏感区域压力值与低敏感区域承压容量进行匹配,提取高敏感区域压力值超出范围的部分,分析高敏感区域压力转移量与低敏感区域剩余容量,分析转移后的压力状态,优化高敏感区域压力分布,获取压力分散调整状态数据;

柔性调整模块基于所述压力分散调整状态数据,调用柔性支撑材料的弹性参数,提取高压区域对应缓冲调整值,对高压区域调整值与分散状态进行叠加,分析叠加后高压区域和低压区域的压力差异,提取柔性支撑点分布参数,获取支撑均衡状态数据;

波动修正模块基于所述支撑均衡状态数据,提取压力值的时间段波动幅度,将波动幅度与区域压力均衡值进行交叉比较,提取压力波动对区域内分布动态值的影响量,将波动幅度与柔性支撑点调整值进行累积分析,得到俯卧位面部压力状态调整结果。

[0014] 与现有技术相比,本发明的优点和积极效果在于:

本发明中,通过压力传感技术和动态调节机制,能够更有效地识别和应对面部在俯卧位手术中出现的压力不均问题,基于压力分布的实时监测与分析,能够精确识别高敏

感区域的压力集中情况,并针对性地将压力从区域转移至低敏感区域,不仅能确保面部不同区域的压力在手术过程中均匀分布,还能显著减少因局部长期受压而导致的组织损伤,结合柔性支撑材料的缓冲能力,对局部高压区域进行精确的缓冲调整,使得每个受压点的支撑力更加平衡,从而实现更加细致和优化的面部压力调节,通过对压力波动的监控与修正,进一步提升压力分布的稳定性,避免因波动幅度过大导致的压力不均,不仅有效改善传统方法中面部局部高压的风险,还通过更加精细的动态调整,实现更加平衡、稳定的面部支撑,有效保障手术中的面部舒适性与安全性。

附图说明

- [0015] 图1为本发明的工作流程示意图;
图2为本发明中面部区域压力分布趋势数据的流程图;
图3为本发明中分散后的区域受力状态的流程图;
图4为本发明中优化后受力调整数据集的流程图;
图5为本发明中柔性调整后的压力分布值的流程图;
图6为本发明中支撑均衡状态数据的流程图;
图7为本发明中俯卧位面部压力状态调整结果的流程图。

具体实施方式

[0016] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0017] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

实施例1

[0018] 请参阅图1,本发明提供一种技术方案:基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,包括以下步骤:

S1:基于嵌入式微型压力传感器,检测面部关键区域的压力值,包括额头、眉弓、颧骨和下颌区域,采集并分析压力情况,结合压力变化趋势识别集中受力状态,提取压力波动范围,归纳区域压力特性,估计趋势分析区域压力差异和压力集中点,得到面部区域压力分布趋势数据;

S2:基于面部区域压力分布趋势数据,提取高敏感区域压力值和低敏感区域承载容量,分析两区域压力偏差,计算转移可行性,优化压力转移过程,匹配压力分散量与承载容量,重新分配敏感区域压力,得到分散后的区域受力状态,更新区域压力特性,并优化受力区域的调整量,得到优化后受力调整数据集;

S3:基于优化后受力调整数据集,结合柔性支撑材料的弹性参数,提取区域关键受力点,识别高压区域缓冲需求,优化高压缓冲调整,分散压力集中点压力,叠加缓冲调整量

与优化后的受力分布值,调整受力点分布均衡性,结合调整后的受力特性,生成柔性调整后的压力分布值,并优化支撑点的均衡分布,得到支撑均衡状态数据;

S4:基于支撑均衡状态数据,结合压力波动幅度提取支撑均衡状态,分析波动变化对柔性压力分布影响,识别压力偏离值,进行分布状态优化,结合压力波动修正幅度,调整时间段分布偏差,提取整体压力均衡状态,优化压力分布动态特性,得到俯卧位面部压力状态调整结果。

[0019] 本发明的基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法是基于现有技术中的面部压力调整结构提出,该面部压力调整结构包括与人体面部形状相适配的座架上可升降地设置的若干个支垫,其中若干个支垫均为间隔独立设置,支垫的最上方通过柔性支撑材料的软枕与人体面部接触,软枕的下方通过连接件设置在升降机构上,整个操作流程从压力检测开始,通过嵌入式微型压力传感器,嵌入式微型压力传感器设置在每个支垫位置,用于监测面部给予支垫的压力,支垫主要用于支撑患者面部,确保患者在俯卧位时,面部的关键区域(如额头、眉弓、颧骨和下颌)得到均衡的支撑,以避免局部过度受压。升降机构则用于调节这些区域的压力分布,配合柔性支撑材料的软枕,通过柔性支撑材料的高弹性特性使其能够根据面部不同部位的压力需求进行适应性变形,从而有效减少对敏感区域的压力。嵌入式微型压力传感器被精准地设置在对应面部支撑的关键区域,通过这些传感器,系统能够实时监测并收集面部各个部位的壓力值,为后续的压力评估和调节提供数据支持。由于人体面部骨骼凹凸不平,采用常规的软质支撑垫支撑过程中必然会造成面部不同区域承受压力的不同,如额部、眉弓、颧骨和下颌等面部骨骼较为突出的区域会承受更大的压力,极易造成此区域皮肤的血液循环受阻,产生压力性损伤,本发明每个区域的传感点均能感知细微的压力变化,数据被记录并分析,首先对压力分布情况进行评估,然后通过变化趋势分析面部每个区域的集中受力状态,生成压力分布趋势数据,针对集中受力区域,通过进一步计算高敏感区域的压力分散量以及低敏感区域的承载容量,分析高敏感区域的压力向低敏感区域转移的可能性及转移量,完成初步的压力再分配。再结合柔性支撑材料(如高弹性材料)的特性,通过升降机构缓冲调整优化高压区域的压力分布,升降机构通过系统自动控制。嵌入式压力传感器实时采集患者面部不同区域的压力数据,系统算法基于这些数据分析高敏感区域的压力集中情况以及低敏感区域的承载容量,通过压力分散公式计算高敏感区域向低敏感区域的压力转移量,同时结合柔性支撑材料的弹性模量和形变能力,动态优化高压区域的压力分布。当高敏感区域压力过高时,升降机构结合柔性支撑材料通过形变缓冲并分散压力至低压区域,实现压力的逐步再分配,同时确保低敏感区域的承载能力不被超限。压力转移过程由算法动态控制,实时监测每个区域的压力状态,结合柔性支垫的动态调整能力,对压力分布进行精细优化。整个系统通过传感器采集数据、算法分析优化、柔性支垫执行调整的方式,实现压力分配的动态均衡,避免面部局部高压带来的组织损伤,确保俯卧位手术的安全性和舒适性。将分散后的压力与柔性支撑材料的调整量叠加,优化每个关键受力点的支撑状态,最终生成柔性调整后的压力分布值,为确保整个压力调整过程的动态平衡,系统还会对支撑均衡状态进行实时检测,对压力波动幅度进行修正,优化每个时间段的压力分布状态,最终实现俯卧位手术面部压力的均衡与稳定支撑。

[0020] 在实施过程中充分考虑了俯卧位手术环境的实际需求,嵌入式微型压力传感器布置在患者与手术支撑面接触的关键区域,确保能够精准感知各区域压力的实时变化,同时

避免患者在长时间手术中因局部压力过高导致组织缺血或损伤,升降机构结合柔性支撑材料的应用提高了压力分布调整的适应性,柔性支撑材料可以根据高压区域的受力情况产生相应的弹性形变,从而减缓局部压力峰值,系统通过动态分析每个区域的受力状态,能有效识别不同面部区域的敏感性差异,将高压区域的负载逐步分散到低敏感区域,确保压力转移过程中不会对低敏感区域造成过度压力积累。整个流程的设计基于手术环境的实际需求和人体解剖特性,从而实现压力均匀分布,提升患者的舒适性和手术安全性。

[0021] 调节压力和分散压力的具体方法,压力调节首先基于压力传感器获取的实时数据,判断高敏感区域的压力集中状态,通过分析压力值的波动范围与集中受力特性,系统对高敏感区域的压力分散量和低敏感区域的承载容量进行匹配,将高敏感区域超出范围的压力逐步向低敏感区域转移,压力的转移与分散主要通过以下方式进行:利用压力传感器实时获取高敏感区域的压力数据,判断压力集中状态,并结合波动范围与受力特性,分析高敏感区域的压力分散需求及低敏感区域的承载容量,将高敏感区域超出阈值的压力逐步转移至低敏感区域,会优先识别低敏感区域的最大承载压力上限,确保转移压力不会对该区域造成负面影响。完成压力转移后,系统利用柔性支撑材料的弹性特性对高压区域进行缓冲调节,将材料形变量与压力值结合,进一步细化压力分配优化,对整个调整过程的压力波动进行监控,修正异常值,平滑压力分布,保障动态稳定性,通过优化关键受力点的支撑状态,实现压力均匀化与长期支撑的稳定性。

[0022] 本发明通过嵌入式传感器监测以及升降机构结合柔性支撑材料的动态调节响应,基于数据分析的压力分配优化,既能有效缓解面部高压区域的受力过大问题,又能确保压力分布的动态均衡,在实际手术场景中具有高度可操作性和实用性,为患者提供更舒适的手术支撑体验,同时降低手术风险。

[0023] 面部区域压力分布趋势数据包括面部压力分布信息、关键区域受力状态、各区域压力集中数据,分散后的区域受力状态包括高敏感区域压力转移结果、低敏感区域承载状态、压力分散平衡结果,优化后受力调整数据集包括优化的区域压力分散值、高敏感区域压力降低值、低敏感区域承载调整值,柔性调整后的压力分布值包括高压区域缓冲参数、柔性支撑点分布状态、区域受力均匀化数据,支撑均衡状态数据包括支撑点均衡分布结果、支撑力优化分布值、整体压力平衡参数,俯卧位面部压力状态调整结果包括优化后的压力分布状态、波动幅度修正数据、整体面部压力均衡指标。

[0024] 请参阅图2,面部区域压力分布趋势数据的获取步骤具体为:

S111:基于嵌入式微型压力传感器,实时记录额头、眉弓、颧骨和下颌区域的压力值,识别每个区域内传感点的压力值,将每个点的压力值作为输入变量,并计算区域的平均压力值,获取面部关键区域的平均压力数据;

通过分区进行数据采集,每个传感点将连续采样的压力信号记录为压力时间序列数据,针对每个区域的时间序列数据进行初步处理,通过计算每个传感点的平均压力值,去除采样信号中的异常点和噪声,异常点的剔除通过设置上下限阈值完成,阈值的范围根据传感器校准数据和压力生理合理区间设定,对剔除异常点后的数据通过线性插值方法补全空缺数据,补全后再计算每个区域的压力均值,最终生成面部关键区域的平均压力数据。

[0025] S112:基于面部关键区域的平均压力数据,针对区域压力值的波动范围与变化趋势,将传感点压力值的绝对偏差和平方差进行归一化处理,采用公式:

$$\Delta P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (|P_{ij} - \bar{P}_i|)}{n} + w \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n (P_{ij} - \bar{P}_i)^2};$$

得到面部区域的压力波动数据;

其中, ΔP_i 代表区域 i 的压力波动值, P_{ij} 代表区域 i 中第 j 个传感点的压力值, $\bar{P}_i$ 代表区域 i 的平均压力值, n 代表区域内传感点总数, w 为调整系数;

公式的有益之处在于, 通过将区域压力波动的绝对偏差与平方差相结合, 并引入调整系数 w 提升对压力波动较大区域的识别能力, 实现了更高的计算精度;

公式中 ΔP_i 代表区域 i 的压力波动值, P_{ij} 代表区域 i 中第 j 个传感点的压力值, $\bar{P}_i$ 代表区域 i 的平均压力值, n 代表区域内传感点总数, w 为调整系数, 用于增加平方差的影响, 通过监测压力数据采样频率和传感点的覆盖范围获取 n , 传感点的压力值 P_{ij} 由传感器直接采集得到, 区域平均压力值 $\bar{P}_i$ 通过 $\bar{P}_i = \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij}}{n}$ 计算得出, 调整系数 w 基于历史数据校正后设定;

假设某区域的传感点数量为 $n = 5$, 采集到的压力值为

$$P_{i1} = 12.5, P_{i2} = 13.8, P_{i3} = 14.1, P_{i4} = 12.9, P_{i5} = 13.2;$$

$$\text{根据公式计算区域平均压力值为: } \bar{P}_i = \frac{12.5+13.8+14.1+12.9+13.2}{5} = 13.3;$$

再根据公式计算区域压力波动值绝对偏差部分:

$$\frac{\sum_{j=1}^n (|P_{ij} - \bar{P}_i|)}{n} = \frac{|12.5-13.3|+|13.8-13.3|+|14.1-13.3|+|12.9-13.3|+|13.2-13.3|}{5} = 0.38;$$

计算平方差部分并引入调整系数 $w = 1.2$:

$$\begin{aligned} w \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n (P_{ij} - \bar{P}_i)^2} \\ &= 1.2 \cdot \sqrt{(12.5-13.3)^2 + (13.8-13.3)^2 + (14.1-13.3)^2 + (12.9-13.3)^2 + (13.2-13.3)^2} \\ &= 1.2 \cdot \sqrt{0.64} = 0.96 \end{aligned}$$

$$\text{最终得到区域压力波动值: } \Delta P_i = 0.38 + 0.96 = 1.34;$$

该结果表明, 区域压力波动值 1.34 反映出该区域压力变化相对较大, 可用于后续集中受力区域的判定。

[0026] S113: 根据面部区域的压力波动数据, 判断每个区域的压力波动值是否超过集中受力的判定阈值, 通过设定阈值标定集中受力状态, 针对波动值大于阈值的区域标记为集中受力区域, 得到面部区域压力分布趋势数据;

将压力波动值与设定的集中受力阈值进行比较, 集中受力阈值通过分析多次实验数据中压力波动值的分布情况设置为上限分位数, 根据压力波动值大于 T 的区域标记为集中受力区域, 首先通过波动值时间序列曲线分析压力波动的变化趋势, 计算各区域波动值的极差, 并对波动值曲线进行局部平滑处理, 平滑方法通过五点滑动均值法完成, 最后将平

滑后的波动值与设定的阈值进行逐点比较,得到集中受力区域,最终得到面部区域压力分布趋势数据。

[0027] 请参阅图3,分散后的区域受力状态的获取步骤具体为:

S211:基于面部区域压力分布趋势数据,对高敏感区域的压力分散量进行分析,分析高敏感区域的压力值与标准阈值之间的偏差,采用加权系数调整高敏感区域压力,生成高敏感区域压力分散量和低敏感区域分散容量;

调用面部区域压力分布趋势数据,分析高敏感区域的压力分散量和低敏感区域的分散容量,通过高敏感区域和低敏感区域的压力值进行分类与计算,高敏感区域的压力值需要根据多次采集的压力时间序列数据进行统计处理,通过去除异常点和噪声后计算均值,进一步提取压力值的最大值、最小值和波动范围,判定高敏感区域的压力是否超过阈值,并以此划分高敏感区域,阈值的选取依据历史数据的高压区间上限,低敏感区域的分散容量则通过其单区域的承压面积与材料应力强度的乘积进行计算,承压面积通过压力传感器在该区域的分布数量和单个传感器的感应范围综合确定,应力强度由材料实验数据提供,完成上述区域划分后,调用压力分布趋势数据进行区域匹配,进一步计算高敏感区域和低敏感区域的压力分布关联度,得到高敏感区域压力分散量和低敏感区域分散容量的匹配数据,用于后续压力转移量的计算与优化。

[0028] S212:调用高敏感区域压力分散量和低敏感区域分散容量,分析高敏感区域压力向低敏感区域的转移量,根据低敏感区域的分散容量上限识别可接纳的转移量,采用公式:

$$T = \sum_k \left(\frac{O_k^s \cdot C_k^r}{\sqrt{1 + \alpha \cdot O_k^s}} \right);$$

计算得到压力转移量;

其中, T 表示压力转移量, α 为调节敏感系数, O_k^s 代表高敏感区域的压力值, C_k^r 为低敏感区域的分散容量;

公式的有益之处在于,通过将高敏感区域压力值 O_k^s 与低敏感区域分散容量 C_k^r 关联,并引入非线性调节系数 α ,在压力转移计算中有效平衡了高敏感区域的压力转移速率与低敏感区域的分散接受能力,从而提高了压力分配的精确度与稳定性;

α 为调节敏感系数,用于调整高敏感区域压力转移时对分散容量的影响程度, O_k^s 表示第 k 个高敏感区域的压力值,通过多次采集压力传感器的时间序列数据,去除异常值后计算均值得出,低敏感区域分散容量 C_k^r 通过该区域的承压面积与材料承载极限的乘积计算得到, $\sqrt{1 + \alpha \cdot O_k^s}$ 为非线性调节项,通过控制转移速率降低高敏感区域压力值过高时对低敏感区域分散容量的影响,最终得到压力转移量 T ;

设定高敏感区域压力值 O_k^s 为10、12、15,低敏感区域分散容量 C_k^r 为20、25、30,调节系数 $\alpha = 0.5$,压力传感值由传感器测量,低敏感区域容量根据区域面积为100、125、150平方单位,材料承载限值设为2单位压力,通过区域压力值采集和容量计算;

$$\text{代入公式: } T = \frac{10 \cdot 20}{\sqrt{1+0.5 \cdot 10}} + \frac{12 \cdot 25}{\sqrt{1+0.5 \cdot 12}} + \frac{15 \cdot 30}{\sqrt{1+0.5 \cdot 15}};$$

$$\text{第一项计算: } \frac{10 \cdot 20}{\sqrt{1+0.5 \cdot 10}} = \frac{200}{\sqrt{6}} = 81.65;$$

$$\text{第二项计算: } \frac{12 \cdot 25}{\sqrt{1+0.5 \cdot 12}} = \frac{300}{\sqrt{7}} = 113.40;$$

$$\text{第三项计算: } \frac{15 \cdot 30}{\sqrt{1+0.5 \cdot 15}} = \frac{450}{\sqrt{8.5}} = 154.00;$$

$$\text{总压力转移量: } T = 81.65 + 113.40 + 154.00 = 349.05;$$

该结果表明,总转移压力量为349.05,表明高敏感区域的压力经过计算后可以平衡分散到低敏感区域,确保压力分配在合理范围内,为后续分散状态提供支持。

[0029] S213:调用压力转移量对高敏感区域压力重新分配,根据压力转移后的分布情况,更新每个面部区域的压力状态,进行面部压力的平衡调整,得到分散后的区域受力状态;

通过结合高敏感区域的初始压力分布情况,进一步对其压力重新分配,分配过程中需考虑低敏感区域的分散容量和高敏感区域的压力释放标准,调用压力分布趋势数据和压力转移量,进行逐区域压力分配,通过设定区域的承压上限和下限,采用压力转移迭代方式完成重新分配,首先设定每个高敏感区域的最大压力释放比例,根据转移量计算每次释放后的剩余压力值,并更新低敏感区域的承载状态,通过压力释放公式完成压力的实时分配,将高敏感区域的剩余压力逐步转移到低敏感区域,同时更新每个区域的压力状态,针对未完全转移的高敏感区域压力,再次调整剩余压力转移量直至所有区域的压力趋于平衡,通过区域压力分布图对分散后区域受力状态进行评估,判定分散后是否达到预设的平衡状态,最终生成分散后的区域受力状态。

[0030] 请参阅图4,优化后受力调整数据集的获取步骤具体为:

S221:基于分散后的区域受力状态,提取边界点的受力方向、大小的平均值和波动值,通过差分计算确定修正值,调整每个边界点的受力状态,记录修正值和受力参数,得到区域边界受力调整状态表;

通过对边界点数据的逐点分析,获取每个边界点在三维空间中的具体受力信息,将每个边界点的受力值分解为沿不同方向的分量,并对所有边界点的分量数据求算平均值和标准差,作为边界整体受力的基础统计特性,通过差分计算比较相邻点之间的受力差值,识别异常变化的点并计算点的修正值,修正值通过设定受力平衡条件进行迭代调整,初始修正值可以根据设定的阈值比例初始化,并在后续迭代中更新,对修正值的应用按照比例分配至受力方向的分量中,并实时调整每个边界点的受力状态,直至整体波动值小于预设的稳定值,最终记录每个边界点的修正值和调整后的受力参数,输出区域边界受力调整状态表。

[0031] S222:基于区域边界受力调整状态表,分析内部受力点的分布特性,识别受力变化趋势和相邻点的受力差值,划分区域内部的受力分布范围,更新受力参数并记录变化,得到受力区域内分布变化表;

对区域内部的受力点,计算各点在不同方向上的受力总值,并结合边界点的调整值进行整体趋势的统计分析,将区域划分为若干子区域,并通过逐点分析每个子区域内部的受力分布特性,识别相邻点间受力差值较大的区域范围,利用边界点和内部点之间的关联受力模型,推断出子区域的集中受力中心点,并根据其对整体区域的影响权重进行归类,

对每个子区域内的受力参数进行调整,结合受力变化趋势对参数值进行多次迭代修正,直至子区域内部的波动值满足设定条件,最终得到每个区域的内部受力分布范围和变化记录,并生成受力区域内部分布变化表。

[0032] S223:基于受力区域内部分布变化表,提取区域内部点和边界点的受力调整值,对整体区域的受力数据进行归一化处理,根据全局受力平衡参数重新优化区域调整量,更新受力数据,得到优化后受力调整数据集;

首先对所有区域点的受力值进行无量纲化,去除受力大小单位的影响,使不同区域间的受力数据具有可比性,根据受力调整值和全局受力平衡参数,确定每个点的最终调整量,调整量的计算结合整体区域的受力平衡条件,并在调整过程中对每个点的历史受力状态进行权重分配,确保数据的连续性和优化效果,通过全区域数据的逐步迭代优化,最终在满足全局平衡条件的基础上,更新所有点的受力数据,并生成优化后受力调整数据集,完成压力感应俯卧位手术面部压力调整的整体优化。

[0033] 请参阅图5,柔性调整后的压力分布值的获取步骤具体为:

S311:基于优化后受力调整数据集,根据区域受力状态和柔性支撑材料的形变能力,分析高压区域的缓冲调整量,计算支撑材料的弹性形变值,结合区域内关键受力点的分布,生成高压区域的缓冲调整量;

通过分析优化后的区域受力状态和柔性支撑材料的形变能力,对高压区域的缓冲调整量进行计算,根据每个高压区域的压力值从优化后受力调整数据集中提取其关键受力点,结合支撑材料的弹性模量、支撑面积和形变量,将支撑材料的缓冲能力定义为材料受压时的形变乘以有效支撑面积,根据每个受力点的区域归属和压力集中程度,判断区域内压力值超出或接近弹性临界值的受力点,计算其形变引起的压力释放量,进一步结合支撑材料的力学参数和区域内受力点分布情况,将支撑材料的缓冲效果分散至各受力点,最终生成高压区域的缓冲调整量,为后续压力叠加计算提供支持。

[0034] S312:基于高压区域的缓冲调整量,分析每个关键受力点的压力分布情况,将缓冲调整量叠加至分散后区域受力状态,采用公式:

$$P_t = P_d + \frac{E \cdot A \cdot d}{1 + \beta \cdot P_d};$$

计算生成关键受力点的总压力值;

其中, P_t 表示关键受力点的总压力值, β 为柔性材料调整系数, P_d 为分散后区域的基础压力值, E 为柔性支撑材料的弹性模量, A 为材料支撑面积, d 为支撑材料的弹性形变值;

公式的有益之处在于,通过结合支撑材料的弹性模量 E 、支撑面积 A 和形变量 d 的缓冲能力,对分散后区域的基础压力值 P_d 进行优化,同时引入非线性调整系数 β ,有效增强了计算的灵活性和精确度,使得柔性支撑材料的形变调节作用在不同压力分布下均能体现出动态调整能力;

β 为柔性材料的调整系数,用于描述柔性材料在不同基础压力值 P_d 下的动态调整能力,该值通过柔性材料的实验数据拟合得到, P_d 为分散后的基础压力值,从优化后区域受

力调整数据集中提取, E 为支撑材料的弹性模量, 通过实验室力学测试直接获取, A 为支撑材料的有效受力面积, 通过支撑点几何分布和材料接触面积计算得出, d 为形变量, 根据材料的弹性模量与压力关系计算得到, 最终得到 P_t 即为关键受力点的总压力值;

设分散后区域基础压力值 P_d 为 12, 柔性材料弹性模量 E 为 50, 支撑面积 A 为 2, 形变量 d 为 0.1, 调整系数 β 依据实验拟合确定为 0.05;

$$\text{代入公式: } P_t = 12 + \frac{50 \cdot 2 \cdot 0.1}{1 + 0.05 \cdot 12};$$

$$\text{计算缓冲调整项: } \frac{50 \cdot 2 \cdot 0.1}{1 + 0.05 \cdot 12} = \frac{10}{1 + 0.6} = \frac{10}{1.6} = 6.25;$$

$$\text{计算总压力值: } P_t = 12 + 6.25 = 18.25;$$

该结果表明, 关键受力点的总压力值为 18.25, 表明柔性支撑材料对分散后压力的优化效果显著, 通过该公式对所有关键受力点的压力值进行计算后, 可得到每个受力点的柔性调整后压力值, 为进一步生成柔性调整后的压力分布值提供了准确的压力优化依据。

[0035] S313: 根据关键受力点的总压力值, 识别面部每个区域的总支撑压力, 将关键受力点的柔性调整压力值进行区域统计, 通过平滑处理优化区域内的压力波动, 得到柔性调整后的压力分布值;

通过逐区域对压力点进行统计和分布分析, 计算面部区域的总支撑压力值, 将所有关键受力点的调整压力值归属到其对应的面部区域, 提取每个关键受力点的区域坐标, 并根据受力点的分布对区域压力进行整合, 将每个区域的压力值加权求和得到区域总压力值, 针对压力值波动较大的区域, 进一步通过滑动平均方法对压力分布进行平滑处理, 采用五点移动均值法对区域内压力值进行局部调整, 避免因个别受力点压力异常值导致的压力偏差, 将区域压力值调整至平稳后, 结合区域压力的总量与分布范围, 进一步通过区域分布图验证最终分布状态, 最终生成柔性调整后的压力分布值, 为进一步改善面部支撑状态提供完整的优化压力分布数据。

[0036] 请参阅图6, 支撑均衡状态数据的获取步骤具体为:

S321: 基于柔性调整后的压力分布值, 提取压力分布中每个点的压力大小和对应空间位置, 分析相邻点压力变化梯度并比较梯度值, 筛选高低梯度区域, 调整压力点柔性权重, 生成柔性压力分布调整表;

按照压力值逐点记录其在三维空间中的具体位置坐标, 并计算各点之间的压力梯度, 通过差分计算的方式, 获取相邻点的压力梯度变化值, 并对比梯度值的大小, 筛选出高梯度和低梯度区域, 高梯度区域通过计算每个点的梯度累积值, 确定压力变化最剧烈的核心点, 低梯度区域则通过压力值的均值和波动范围进行筛选, 确定稳定分布点, 对每个区域的柔性权重进行调整, 权重调整以点的空间位置和周围梯度值为依据, 在高梯度区域赋予较低柔性权重以降低压力差异, 同时在低梯度区域赋予较高柔性权重以增强支撑能力, 记录每个点调整后的柔性权重值, 并结合压力分布梯度特性, 生成柔性压力分布调整表, 为后续支撑优化提供基础数据。

[0037] S322: 基于柔性压力分布调整表, 提取调整后区域压力分布数据与支撑点位置, 确定压力平衡中心, 识别支撑点、压力中心距离和压力贡献值, 重新分配支撑点范围, 调整支

撑点间距,修正位置参数,生成支撑点优化分布表;

计算每个支撑点对压力的贡献值,并确定区域压力的平衡中心,压力平衡中心的确定以每个点的压力值及其空间位置的加权平均为基础,通过遍历支撑点周围的压力数据,识别支撑点与压力平衡中心的距离值,并结合每个支撑点的实际压力贡献值计算区域内支撑点的优化分布,对支撑点的分布范围进行重新划分,根据压力贡献值和平衡中心距离的关系,将支撑点向压力集中区域适当靠拢,以减小压力中心偏移,调整支撑点之间的间距,间距的修正以柔性权重为权衡依据,适当增大低梯度区域的支撑点间距,减小高梯度区域的支撑点间距,确保支撑点的分布更加均匀,最终修正支撑点的具体位置参数,并生成支撑点优化分布表。

[0038] S323:基于支撑点优化分布表,汇总支撑点优化位置参数,结合压力分布数据,分析每个支撑点全局压力分配比例,控制升降机构工作,升降机构带动支撑点移动,调整支撑点空间位置,优化分布均衡性,验证平衡状态,更新压力分布与支撑点位置数据,得到支撑均衡状态数据;

计算每个支撑点在全局压力分配中的比例值,进一步优化支撑点的空间位置,通过对全局支撑点压力分配比例的统计分析,确定过高或过低压力的分布范围,对支撑点进行必要的空间位置调整,控制升降机构工作,升降机构带动支撑点移动,调整的原则是增强压力过大区域的支撑效果,同时减少压力过小区域的支撑冗余,优化分布的均衡性通过每个支撑点周围压力的逐点检查实现,对未达到平衡状态的区域继续调整支撑点位置,并验证整个区域的压力平衡状态是否符合设计要求,更新每个支撑点的优化后位置和柔性压力分布数据,形成最终的压力分布与支撑点位置的均衡优化结果,输出支撑均衡状态数据,为俯卧位手术中面部压力分布的精准调整提供支持。

[0039] 请参阅图7,俯卧位面部压力状态调整结果的获取步骤具体为:

S411:基于支撑均衡状态数据,提取压力波动幅度与柔性压力分布值,分析压力值变化幅度,根据波动幅度筛选关键阈值范围,生成压力波动与柔性分布变化率矩阵;

首先拆分各时间段内的压力波动幅度,通过计算每个时间点的压力值与相邻时间点的压力差异值,得到每个时间段的波动幅度数据序列,提取对应时间段内柔性压力分布值的变化情况,计算柔性压力分布值与基准压力之间的比值作为柔性压力偏差因子,随后对所有时间段的波动幅度数据与柔性压力偏差因子进行筛选,剔除波动幅度较小或偏差因子与基准值差异不显著的时间段数据,生成压力波动与柔性分布变化率矩阵。

[0040] S412:对压力波动与柔性分布变化率矩阵进行交叉修正,通过分析波动幅度对柔性压力分布值的影响,采用公式:

$$W = \frac{|P_w \cdot Q_d - V_1 \cdot Q_b|}{Q_d + V_2};$$

计算生成修正后的压力波动幅度;

其中, W 代表修正后的压力波动幅度, P_w 代表压力波动幅度, Q_d 代表柔性压力分布值, Q_b 代表压力基准值, V_1 代表波动修正系数, V_2 代表柔性分布修正系数;

公式的有益之处在于,通过柔性压力分布值与压力波动幅度的乘积关系修正柔性压力对波动影响的平衡性,同时引入压力基准值的权重参数以优化波动范围的修正效率;

首先获取波动幅度参数 P_w 的数据序列,通过分析时间序列压力值并计算每个时间

段内的波动范围(例如,1秒内最大压力值与最小压力值的差值作为波动幅度),得到 P_w 的具体数值,柔性压力分布值 Q_d 通过压力传感器数据获取,将各时间段的柔性压力值分布与基准压力值 P_b 进行比较,基准压力值 Q_b 由历史数据的均值获取,同时权重参数 V_1 和 V_2 通过柔性压力与基准压力变化的关联性计算得出,最终代入公式进行计算;

设定: $P_w = 8, Q_d = 6, Q_b = 10, V_1 = 0.5, V_2 = 1.2$;

带入公式计算: $W = \frac{|8 \cdot 6 - 0.5 \cdot 10|}{6 + 1.2} = \frac{|48 - 5|}{7.2} = \frac{43}{7.2} \approx 5.97$;

该结果表明,修正后的压力波动幅度为5.97,该数值表征压力波动对柔性压力分布的修正值,并在后续计算中可作为波动修正输入项以优化调整系数。

[0041] S413:结合修正后的压力波动幅度,按照每个时间段的压力基准值与当前压力分布的差值,分析时间段压力分布的偏离量,优化每个时间段的分布偏差,得到俯卧位面部压力状态调整结果;

首先分析修正后的压力波动幅度与基准压力差值的偏离量,针对修正后的压力波动幅度数据序列,通过计算每个时间段压力分布与基准值之间的标准差来获取压力分布的偏离范围,同时优化每个时间段压力分布偏差值,将修正后的波动幅度作为权重参数对分布偏差值进行加权处理,以进一步计算分布偏差值的调整系数,调整系数根据分布偏差值的变化率进行归一化处理,最终对各时间段的柔性压力分布状态进行平滑优化,生成俯卧位面部压力状态调整结果。

[0042] 基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整系统用于执行上述基于压力感应的俯卧位手术面部压力调整方法,系统包括:

压力检测模块基于嵌入式微型压力传感器,检测面部额头、眉弓、颧骨和下颌压力值,提取每个区域压力变化趋势,分析每个时间段压力幅度差异,提取压力集中分布区域,分析区域压力总量和压力占比,获取面部压力分布特征数据;

压力分散模块基于面部压力分布特征数据,对高敏感区域压力值与低敏感区域承压容量进行匹配,提取高敏感区域压力值超出范围的部分,分析高敏感区域压力转移量与低敏感区域剩余容量,分析转移后的压力状态,优化高敏感区域压力分布,获取压力分散调整状态数据;根据压力分散调整状态数据获取各个升降机构的调节参数,根据调节参数分别控制多个升降机构工作,多个升降机构带动分别带动各个支撑点移动,从而对压力值进行分散。柔性调整模块基于压力分散调整状态数据,调用柔性支撑材料的弹性参数,提取高压区域对应缓冲调整值,对高压区域调整值与分散状态进行叠加,分析叠加后高压区域和低压区域的压力差异,提取柔性支撑点分布参数,获取支撑均衡状态数据;分别控制多个升降机构工作,多升降机构带动分别带动各个支撑点移动,而各个升降机构由于调整位置距离不一定,在整体的调节区域形成柔性调节。

[0043] 波动修正模块基于支撑均衡状态数据,提取压力值的时间段波动幅度,将波动幅度与区域压力均衡值进行交叉比较,提取压力波动对区域内分布动态值的影响量,将波动幅度与柔性支撑点调整值进行累积分析,得到俯卧位面部压力状态调整结果。

[0044] 以上,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作其他形式的限制,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等同变化的等效实施例应用于其他领域,但是凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上

实施例所做的任何简单修改、等同变化与改型,仍属于本发明技术方案的保护范围。

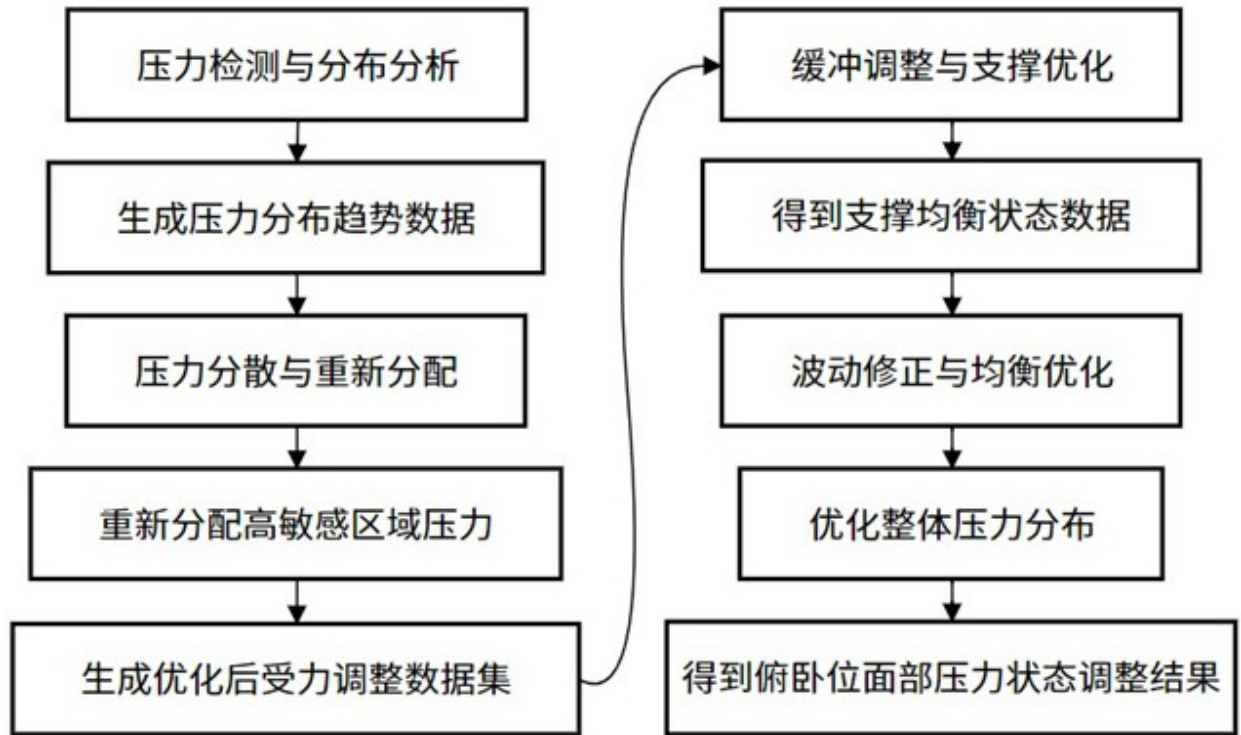


图 1

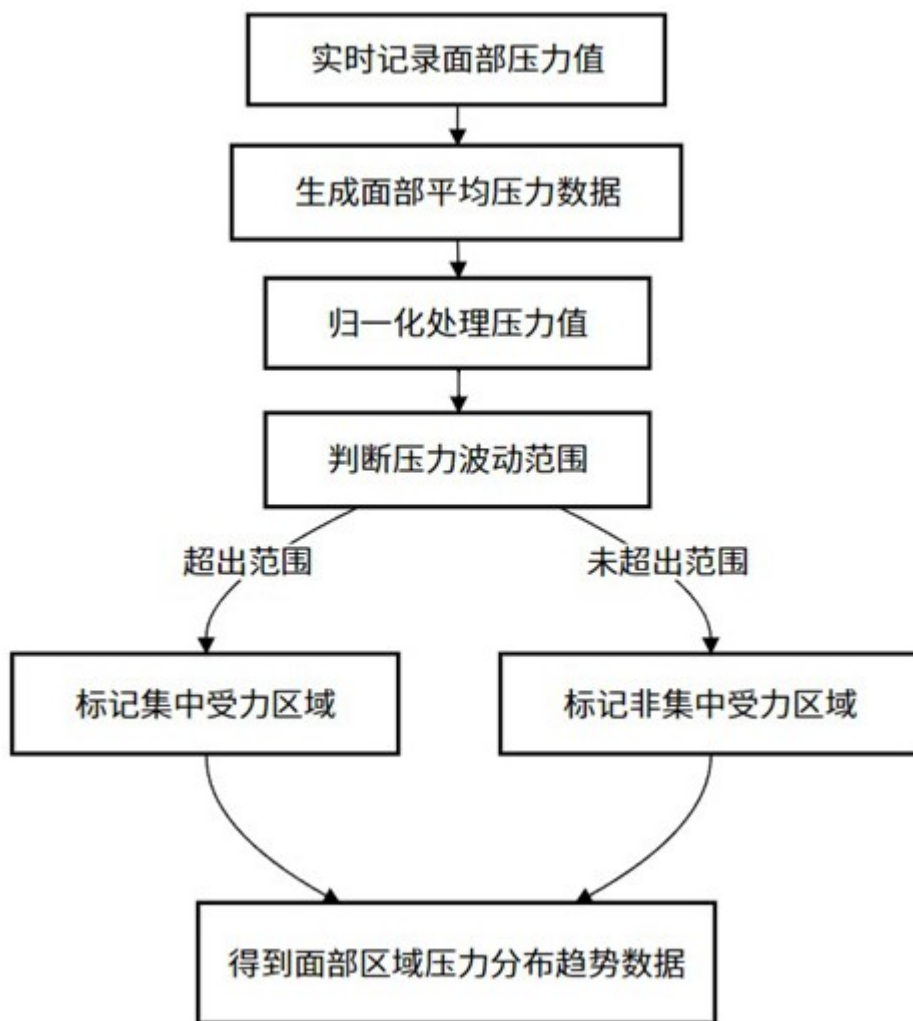


图 2

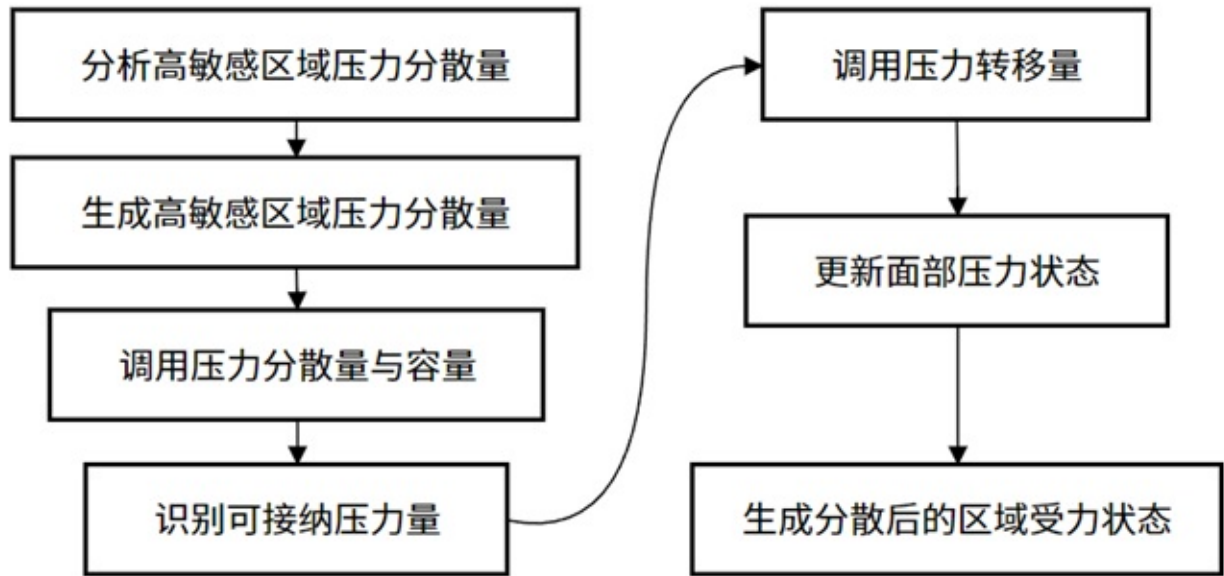


图 3

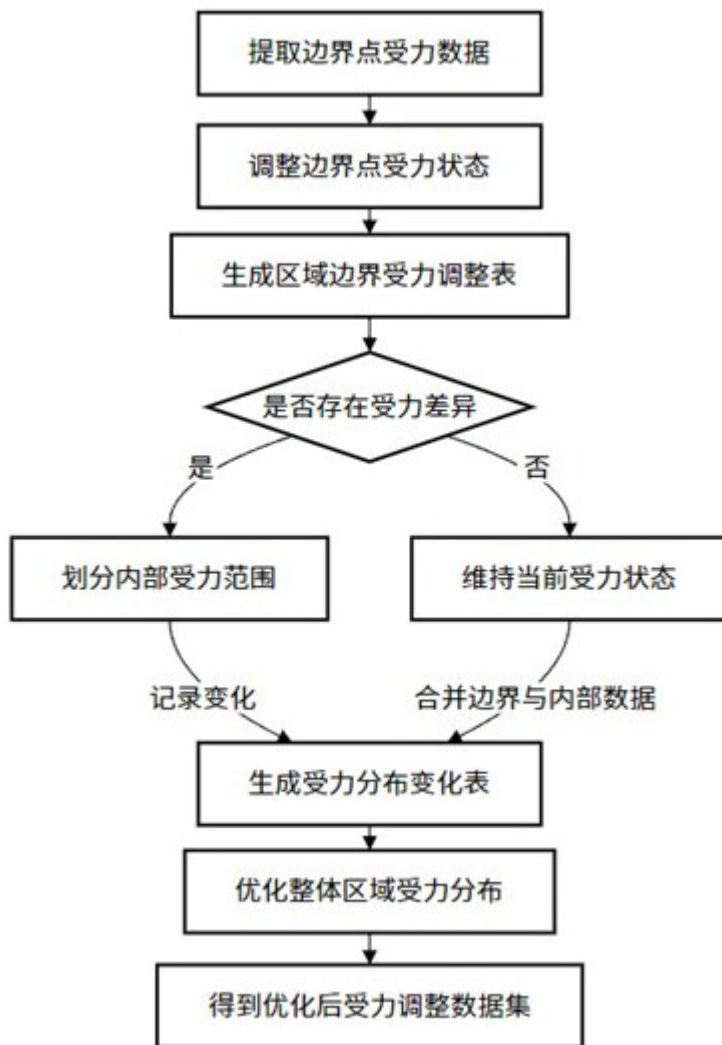


图 4

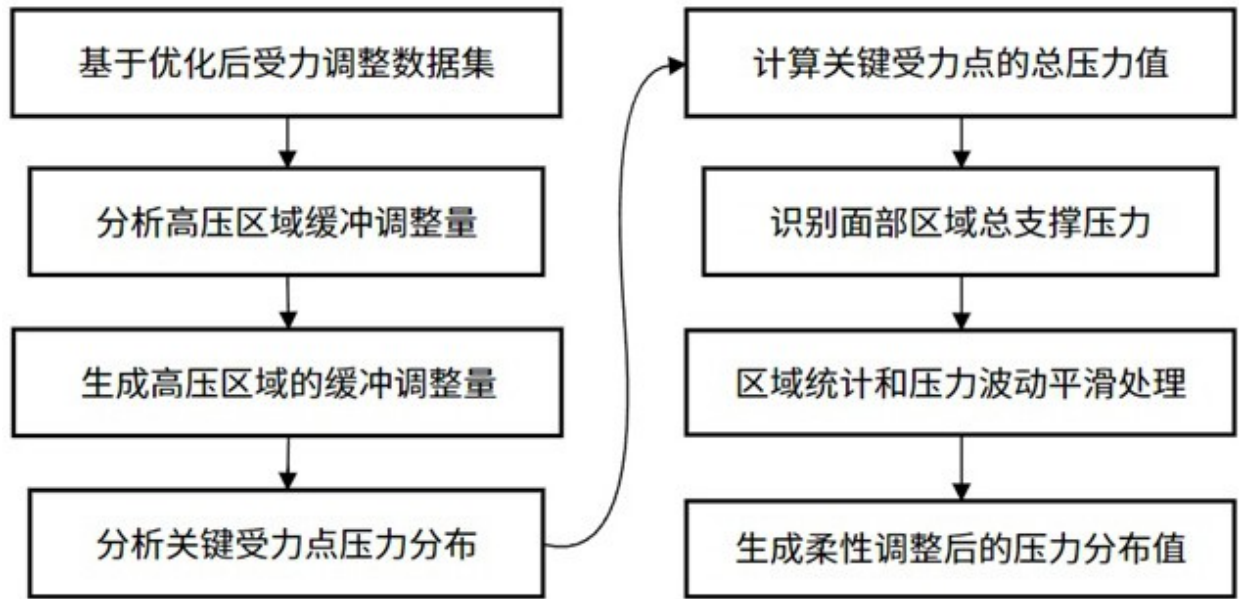


图 5

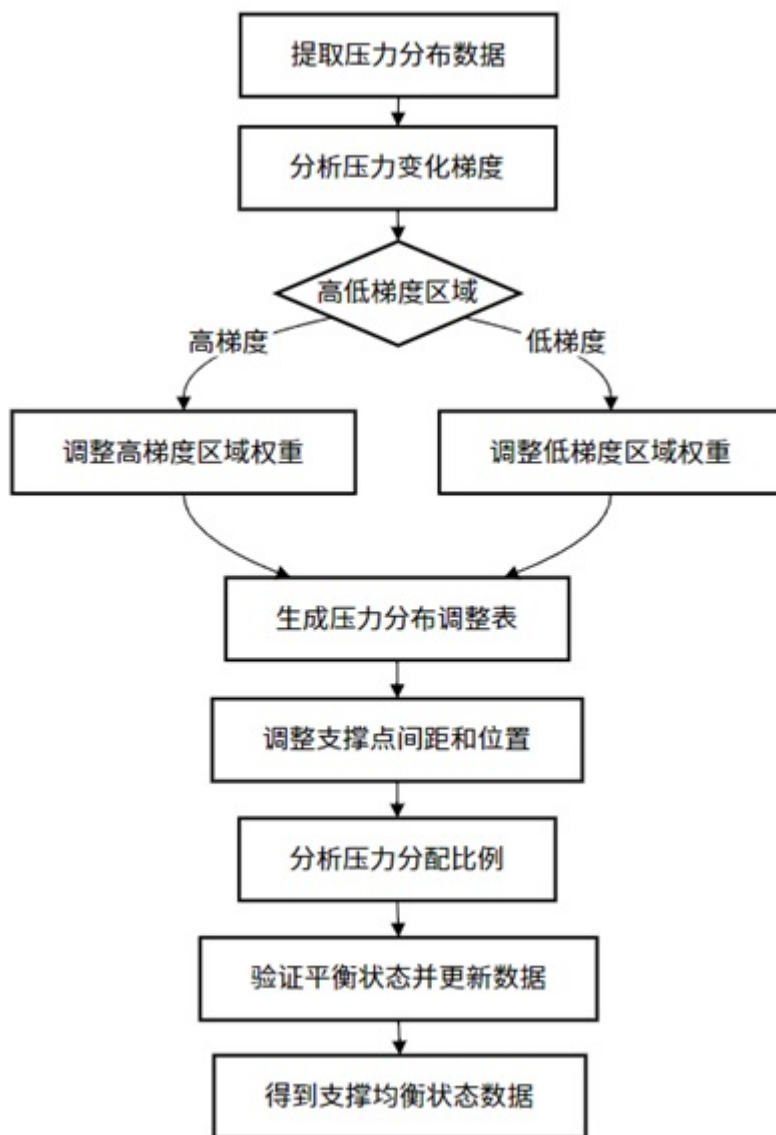


图 6

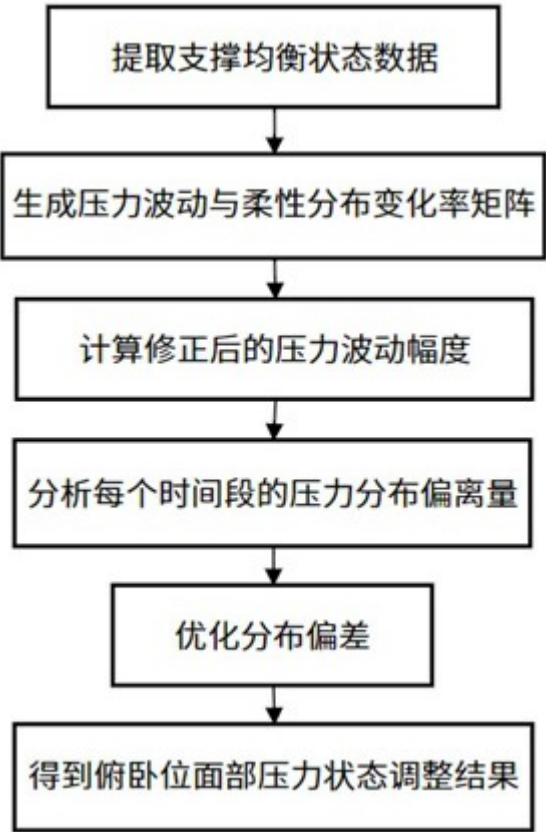


图 7