



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109303564 A

(43)申请公布日 2019.02.05

(21)申请号 201811244536.2

(22)申请日 2018.10.24

(71)申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路135号

(72)发明人 罗语溪 曾令紫 周国琳 廖源源 吴欣

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 林丽明

(51)Int.Cl.

A61B 5/08(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

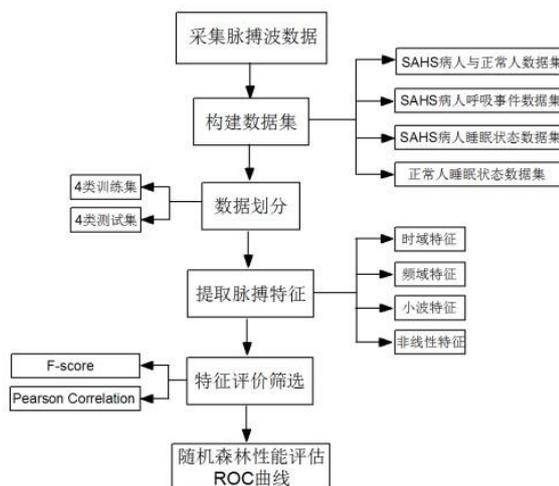
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法

(57)摘要

本发明提供一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,该方法对脉搏波的时域、频域及非线性特征进行提取,并对提取的所有特征值进行评价打分、筛选,用随机森林等机器学习模型进行模式识别。选取最优特征组进行SAHS病人和正常人识别;对识别出来的SAHS病人组,再对原始特征值集进行特征评价打分,并选取最优特征组进行呼吸模态和睡眠状态识别;对识别出来的正常人组,同样对原始特征值集进行特征评价打分,并选取最优特征组进行睡眠状态识别。从而实现级联分类。本发明利用单导脉搏波信号,进行SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态识别,极大减轻病人生理负荷,同时也能实现便携式睡眠监测,具有更广泛的应用范围。



1. 一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1: 构建数据集;

S2: 重采样使样本平衡,对每类数据集进行划分,划分数据集为训练集与测试集以及每个模式对应的标签集;

S3: 提取脉搏波的时域、频域及非线性特征,构建特征集;

S4: 对每类数据集,对特征集进行评价打分,并筛选出最优特征组;

S5: 对每类最优特征组,利用机器学习模型进行训练、预测,达到级联分类效果。

2. 根据权利要求1所述的SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,其特征在于,所述步骤S1的具体过程是:

从多导睡眠图PSG导出病人和正常人脉搏波数据,为第一类数据集;从病人中的脉搏波数据,标定不同呼吸模式,包括正常呼吸、阻塞性呼吸事件、低通气呼吸事件、中枢性呼吸事件、混合性呼吸事件5类,为第二类数据集;从病人中的脉搏波数据,标定不同睡眠状态,包括Weak期、REM期、N1期、N2期、N3期5类,为第三数据集;从正常人中的脉搏波数据,标定不同睡眠状态,同样包括上述5类,为第四数据集。

3. 根据权利要求2所述的SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,其特征在于,构建数据集是以30秒脉搏波为一个数据,区分病人和正常人2种类型,区分正常呼吸、阻塞性呼吸事件、低通气呼吸事件、中枢性呼吸事件、混合性呼吸事件5类呼吸模式,区分Weak期、REM期、N1期、N2期、N3期5类睡眠状态。

4. 根据权利要求3所述的SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,其特征在于,在步骤S2中,先重采样使样本平衡,后对每类数据集划分,对训练集及测试集分别进行归一化处理,归一化在0-1之间。

5. 根据权利要求4所述的SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,其特征在于,在步骤S3中,对脉搏波时域提取的特征有主波上升时间up_time、主波下降时间down_time、主波高度H1peak、上升下降时间比up/down、K值、脉率均值HB_avg、脉率标准差HB_std 7个特征值;用“dmey”小波进行六层小波分解,小波特征有各频带功率Psum1-6、总功率Psum、各频带平均功率Pmean1-6、总平均功率Pmean、各频段能量占比p1-p6、小波熵S_wt 21个特征值;频域提取的特征有脉率变异性的总功率Totalpower、极低频VLF、低频LF、高频HF、极低频最大最小功率和平均功率max_VLF、min_VLF、pVLF、低频最大最小功率和平均功率max_LF、min_LF、pLF、高频最大最小功率和平均功率max_HF、min_HF、pHF、极低频峰值peakVLF、低频峰值peakLF、高频峰值peakHF、比例LF/HF 19个特征值;非线性域的样本熵SampleEntropy、DFA参数AlphaDFA、AlphaDFA1、AlphaDFA2 4个特征值,一共51个特征值。

6. 根据权利要求5所述的SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,其特征在于,在步骤S4中,用F-score和Pearson Correlation算法对特征集进行打分和筛选。

7. 根据权利要求6所述的SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,其特征在于,在步骤S5中,选择的机器学习模型为随机森林,对每类数据集采用5次5折交叉验证,选择最优模型,得到4类最佳模型。

8. 根据权利要求7所述的SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,其特征在于,在步骤S6中,根据4类最佳模型,组合级联识别分类器,达到级联识别目的。

一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及睡眠状态级联识别领域,更具体地,涉及一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法。

背景技术

[0002] 脉搏波所呈现出的形态、强度、速率和节律等方面的综合信息,能反映出人体心血管系统中许多生理病理的血流特征。从脉搏波中提取人体的生理病理信息作为临床诊断和治疗的依据,历年来都受到中外医学界的重视。脉搏信号属于近似周期的非线性、非平稳信号。最初,主要是时域分析为主,如通过脉搏波形图的形态、峰值、角度、上升支下降支的面积等直观参数进行分析,但是大量实践表明,脉搏信号中包含的信息是多方面的,单靠直观分析方法难以发现脉搏信号中所含的丰富信息,因而促进了脉搏信号分析方法更加全面与多样化方向的发展。

[0003] 多导睡眠图(PSG)监测主要用于诊断睡眠呼吸障碍,包括睡眠呼吸暂停综合征、鼾症、上气道阻力综合征,也用于其它睡眠障碍的辅助诊断,如:发作性睡病、不宁腿综合征、失眠分类等。包含:脑电(分析睡眠结构)、眼电、下颌肌电、口鼻气流和呼吸动度、心电、血氧、鼾声、肢动、体位等多个参数。在监测过程中,设专业技术人员进行整夜监控,并对监测结果完全采用手动分析,可匹配个性化治疗方案。但PSG监测,最大的问题是受试者的生理负荷极大,而且需要专业的睡眠技师手工分析数据,耗时耗力。为了监测呼吸事件和睡眠状态,传统的做法是用口鼻气流信号和脑电信号监测,操作难度大,对受试者睡眠动作要求高。也有基于机器学习方法用单脉搏或单血氧饱和度信号监测睡眠呼吸障碍,但并不能监测呼吸事件和睡眠状态,而且所用的特征值也不能包含脉搏波所有信息。

发明内容

[0004] 本发明提供一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,该方法利用单导脉搏波信号多特征值,进行SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别。

[0005] 为了达到上述技术效果,本发明的技术方案如下:

一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,包括以下步骤:

S1:构建数据集;

S2:重采样使样本平衡,对每类数据集进行划分,划分数据集为训练集与测试集以及每个模式对应的标签集;

S3:提取脉搏波的时域、频域及非线性特征,构建特征集;

S4:对每类数据集,对特征集进行评价打分,并筛查出最优特征组;

S5:对每类最优特征组,利用机器学习模型进行训练、预测,达到级联分类效果。

[0006] 进一步地,述步骤S1的具体过程是:

从多导睡眠图PSG导出病人和正常人脉搏波数据,为第一类数据集;从病人中的脉搏波数据,标定不同呼吸模式,包括正常呼吸、阻塞性呼吸事件、低通气呼吸事件、中枢性呼吸事

件、混合性呼吸事件5类,为第二类数据集;从病人中的脉搏波数据,标定不同睡眠状态,包括Weak期、REM期、N1期、N2期、N3期5类,为第三数据集;从正常人中的脉搏波数据,标定不同睡眠状态,同样包括上述5类,为第四数据集。

[0007] 进一步地,构建数据集是以30秒脉搏波为一个数据,区分病人和正常人2种类型,区分正常呼吸、阻塞性呼吸事件、低通气呼吸事件、中枢性呼吸事件、混合性呼吸事件5类呼吸模式,区分Weak期、REM期、N1期、N2期、N3期5类睡眠状态。

[0008] 进一步地,在步骤S2中,先重采样使样本平衡,后对每类数据集划分,对训练集及测试集分别进行归一化处理,归一化在0-1之间。

[0009] 进一步地,在步骤S3中,对脉搏波时域提取的特征有主波上升时间up_time、主波下降时间down_time、主波高度H1peak、上升下降时间比up/down、K值、脉率均值HB_avg、脉率标准差HB_std 7个特征值;用“dmey”小波进行六层小波分解,小波特征有各频带功率Psum1-6、总功率Psum、各频带平均功率Pmean1-6、总平均功率Pmean、各频段能量占比p1-p6、小波熵S_wt 21个特征值;频域提取的特征有脉率变异性的总功率Totalpower、极低频VLF、低频LF、高频HF、极低频最大最小功率和平均功率max_VLF、min_VLF、pVLF、低频最大最小功率和平均功率max_LF、min_LF、pLF、高频最大最小功率和平均功率max_HF、min_HF、pHF、极低频峰值peakVLF、低频峰值peakLF、高频峰值peakHF、比例LF/HF 19个特征值;非线性域的样本熵SampleEntropy、DFA参数AlphaDFA、AlphaDFA1、AlphaDFA2 4个特征值,一共51个特征值。

[0010] 进一步地,在步骤S4中,用F-score和Pearson Correlation算法对特征集进行打分和筛选。

[0011] 进一步地,在步骤S5中,选择的机器学习模型为随机森林,对每类数据集采用5次5折交叉验证,选择最优模型,得到4类最佳模型。

[0012] 进一步地,在步骤S6中,根据4类最佳模型,组合级联识别分类器,达到级联识别目的。

[0013] 与现有技术相比,本发明技术方案的有益效果是:

本发明利用单导脉搏波信号多特征值,进行SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别,极大减轻受试者生理负荷,同时对单脉搏信号的信息进行极大程度挖掘,有效识别SAHS病症、呼吸事件类型、睡眠状态等丰富信息,并达到级联识别效果。

附图说明

[0014] 图1为脉搏特征提取、机器学习模型训练流程图;

图2为呼吸事件分类图;

图3为睡眠状态分类图;

图4为级联识别效果图。

具体实施方式

[0015] 附图仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制;

为了更好说明本实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;

对于本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0016] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案做进一步的说明。

[0017] 实施例1

一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法,包括以下步骤:

(1) 构建数据集,从多导睡眠图(PSG)导出病人和正常人脉搏波数据,为第一类数据集;从病人中的脉搏波数据,标定不同呼吸模式,包括正常呼吸、阻塞性呼吸事件、低通气呼吸事件、中枢性呼吸事件、混合性呼吸事件5类,为第二类数据集;从病人中的脉搏波数据,标定不同睡眠状态,包括Weak期、REM期、N1期、N2期、N3期5类,为第三数据集;从正常人中的脉搏波数据,标定不同睡眠状态,同样包括上述5类,为第四数据集;呼吸事件分类及睡眠状态分类如图2、3所示;

(2) 如图1所示,重采样使样本平衡,对步骤(1)中4类数据集进行划分,随机划分数据集的80%为训练集与20%为测试集以及每个模式对应的标签集,随机划分5次;

(3) 如图1所示,提取脉搏波形的特征值,对脉搏波时域提取的特征有主波上升时间up_time、主波下降时间down_time、主波高度H1peak、上升下降时间比up/down、K值、脉率均值HB_avg、脉率标准差HB_std等7个特征值;用“dmey”小波进行六层小波分解,小波特征有各频带功率Psum1-6、总功率Psum、各频带平均功率Pmean1-6、总平均功率Pmean、各频段能量占比p1-p6、小波熵S_wt等21个特征值;频域提取的特征有脉率变异性的总功率Totalpower、极低频VLF、低频LF、高频HF、极低频最大最小功率和平均功率max_VLF、min_VLF、pVLF、低频最大最小功率和平均功率max_LF、min_LF、pLF、高频最大最小功率和平均功率max_HF、min_HF、pHF、极低频峰值peakVLF、低频峰值peakLF、高频峰值peakHF、比例LF/HF等19个特征值;非线性域的样本熵SampleEntropy、DFA参数AlphaDFA、AlphaDFA1、AlphaDFA2等4个特征值;一共51个特征值;

(4) 用训练集对随机森林模型进行训练,用测试集算出模型预测的准确率、灵敏度、特异性得出ROC曲线,用F-score和Pearson Correlation算法对特征集进行打分和筛选;得出4类最优特征组;随机森林采用的基学习器是决策树,基学习器数量是30个;

(5) 根据4类特征组,用对应4类数据集,进行随机森林模型训练,采用5次5折交叉验证,得到4类最优模型;

(6) 利用训练好的4类最优模型,按照图4组合成级联分类器,得到最终级联分类效果。

[0018] 本发明利用单导脉搏波信号多特征值,进行SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别,极大减轻受试者生理负荷,同时对单脉搏信号的信息进行极大程度挖掘,有效识别SAHS病症、呼吸事件类型、睡眠状态等丰富信息,并达到级联识别效果。

[0019] 相同或相似的标号对应相同或相似的部件;

附图中描述位置关系的用于仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制;

显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

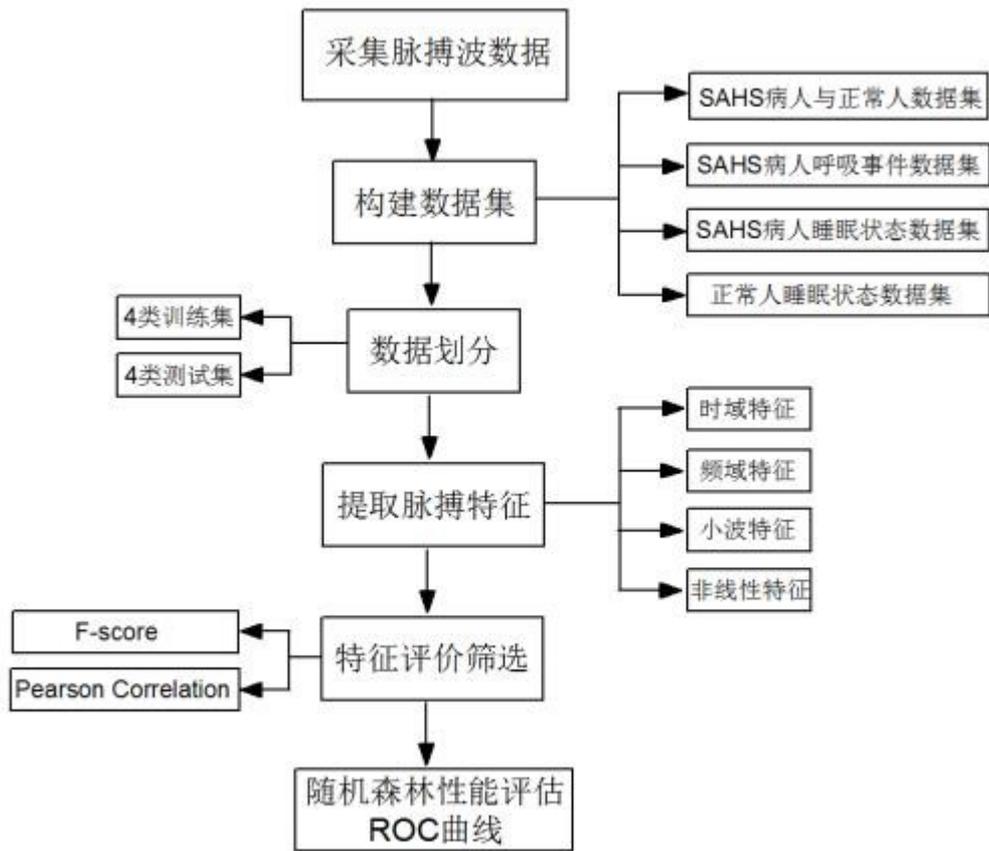


图1

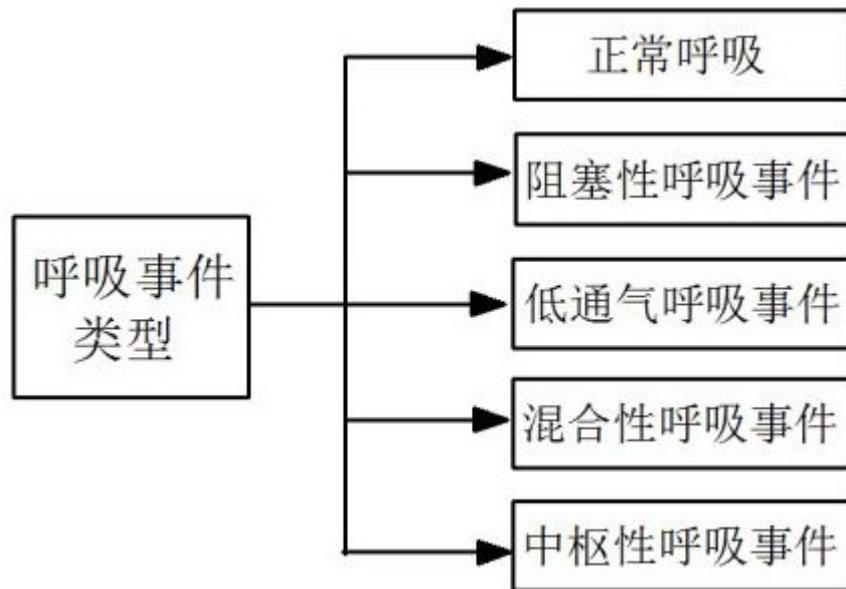


图2

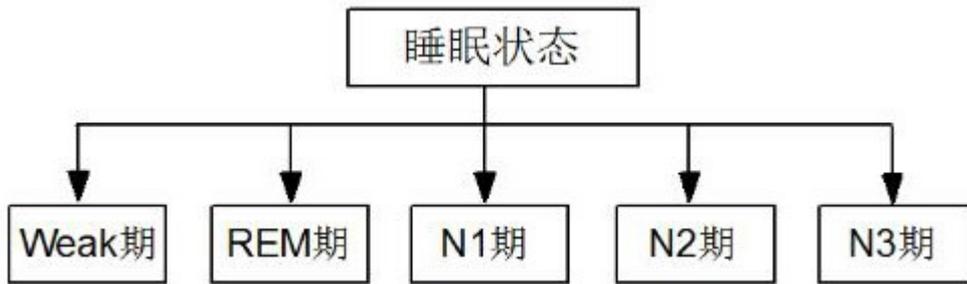


图3

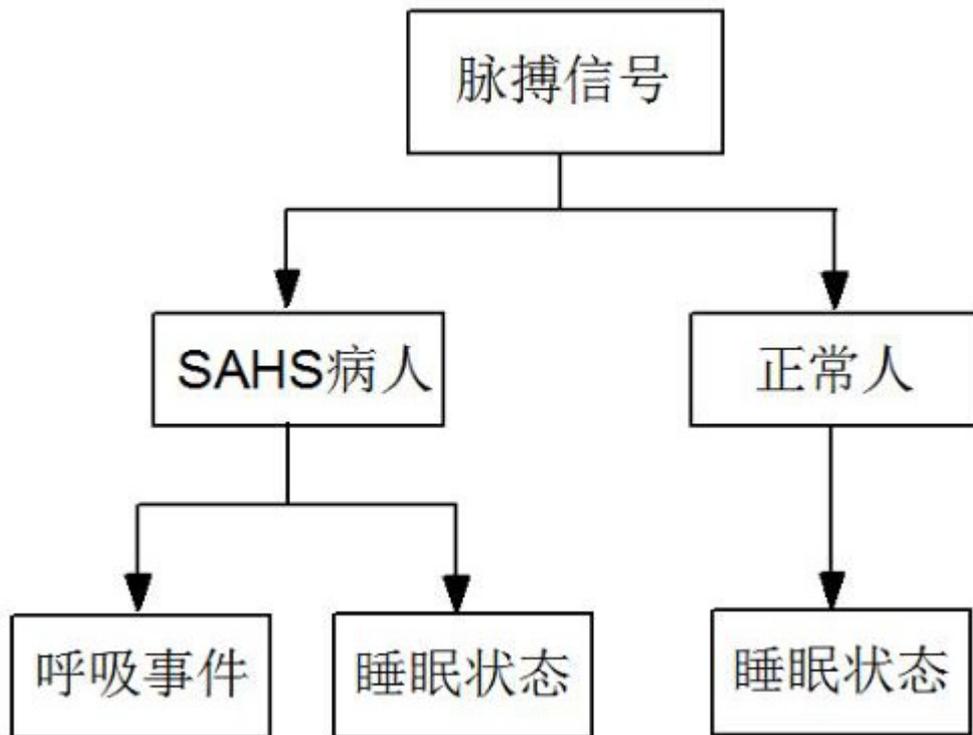


图4

专利名称(译)	一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法		
公开(公告)号	CN109303564A	公开(公告)日	2019-02-05
申请号	CN201811244536.2	申请日	2018-10-24
[标]申请(专利权)人(译)	中山大学		
申请(专利权)人(译)	中山大学		
当前申请(专利权)人(译)	中山大学		
[标]发明人	罗语溪 曾令紫 周国琳 廖源源 吴欣		
发明人	罗语溪 曾令紫 周国琳 廖源源 吴欣		
IPC分类号	A61B5/08 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/08 A61B5/4809 A61B5/4812 A61B5/4815 A61B5/7267		
代理人(译)	林丽明		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态的级联识别方法，该方法对脉搏波的时域、频域及非线性特征进行提取，并对提取的所有特征值进行评价打分、筛选，用随机森林等机器学习模型进行模式识别。选取最优特征组进行SAHS病人和正常人识别；对识别出来的SAHS病人组，再对原始特征值集进行特征评价打分，并选取最优特征组进行呼吸模态和睡眠状态识别；对识别出来的正常人组，同样对原始特征值集进行特征评价打分，并选取最优特征组进行睡眠状态识别。从而实现级联分类。本发明利用单导脉搏波信号，进行SAHS筛查、呼吸模态及睡眠状态识别，极大减轻病人生理负荷，同时也能实现便携式睡眠监测，具有更广泛的应用范围。

