

睡眠呼吸受损指数计算软件 V1.0

用户手册

中国医学科学院北京协和医院

目 录

- 1.简介
- 2.程序原理
- 3.安装说明
- 4.使用说明

1. 简介

目前，阻塞性睡眠呼吸暂停（Obstructive Sleep Apnea, OSA）的诊断和严重程度分级主要依赖于传统的频率指标，如睡眠期间观察到的呼吸暂停低通气指数（Apnea-Hypopnea Index, AHI）和氧减指数（Oxygen Desaturation Index, ODI）。然而，这些指标未能全面考虑通气障碍发生的持续时间，以及后续氧下降事件的持续时间和程度。因此，它们无法充分反映 OSA 患者的病理生理异常，并在预测 OSA 的不良并发症风险方面存在一定的局限性。

多导睡眠监测（polysomnography, PSG）作为 OSA 的诊断金标准，提供了丰富的生理信息和广泛的临床可行性，为创造新的指标提供了机会。近年来，国内外的研究团队提出了一系列新的 PSG 衍生指标，以量化 OSA 的严重程度，例如平均呼吸事件持续时间、与呼吸事件相关的低氧负荷指标等。然而，关于新指标与 OSA 并发症之间的关联，各项研究的结果尚未达成一致的结论。

睡眠呼吸受损指数(Sleep Breathing Impairment Index, SBII)计算软件旨在针对上述问题，综合考虑呼吸事件的频率和持续时间以及相关的氧饱和度下降，更详细的量化了 OSA 的严重程度。本软件实现了自动化和批量处理欧洲数据格式文件（European Data Format, EDF)和其注释文件（XML 格式），适用于大规模评估 OSA，同时也有助于探索和管理与该疾病相关的靶器官损害。

2. 程序原理

SBII 计算程序能够自动从 PSG-EDF 文件及其相应的注释文件 (.xml) 中提取与异常呼吸事件相关的氧饱和度 (SpO₂) 信息。其中, EDF 文件提供原始 SpO₂ 信号数据, 而 XML 文件则提供手动校准的异常呼吸事件 (包括呼吸暂停和低通气) 的注释信息。

SBII 的计算是通过将每个异常呼吸事件的持续时间与其相关的氧下降区域面积相乘而得。我们采用积分法计算异常呼吸事件匹配到的氧下降区域面积, 以提高计算的精度, 并解决在氧下降期间可能出现的伪影问题。具体原理如下:

首先, SBII 识别所有手动校准的呼吸暂停或低通气事件, 并将每个异常呼吸事件开始后的 100 秒确定为氧下降区域的搜索窗口。单个呼吸事件匹配的总氧下降区域是在该 100 秒搜索窗口内累加所有氧下降区域面积的结果 (图 1, a-b)。同时, SBII 还自动检测与氧饱和度事件相关的伪影 (默认阈值: SpO₂<20%), 并通过将其与近邻正常值对齐进行校正 (图 1,c)。然后, 通过将所有呼吸事件及其相应的氧下降区域的乘积之和除以总睡眠时长, 计算了个体特定的 SBII 值。SBII 的计算公式如下:

$$SBII = \sum_{f \in F} \left(T_{(f,duration)} * \int_{t_{(h,start)}}^{t_{(h,stop)}} (S_{t_{(h,start)}} - S_t) dt \right) / T_{totalSleepTime} \quad (1)$$

在上述方程中, "F"代表所有呼吸事件, "f"代表某一特定呼吸事件, "H_f"表示在呼吸事件f开始后的 100 秒搜索窗口内识别的氧下降区域总和。"T_(f,duration)"表示呼吸事件f的持续时间。"t_(h,start)"和"t_(h,stop)"分别指当前氧下降区域的开始和结束时刻。"S_t"表示在时刻"t"时的 SpO₂ 值, 而"S_{t_(h,start)}"表示该氧下降区域的起点 (即基线值)。换言之, "(S_{t_(h,start)} - S_t)"捕捉在某一时刻"t"的氧减深度。通过对呼吸事件f伴随的氧下降区域面积进行积分累加, 并记录最大氧减深度, 我们保留了最大氧减深度≥3%的呼吸事件。对于保留的每个呼吸事件f, 我们将其相应的氧减面积与呼吸事件持续时间相乘, 得到事件f特定的呼吸受损值。将所有保留呼吸事件的呼吸受损值之和除以总睡眠时长, 得到个体特定的 SBII。

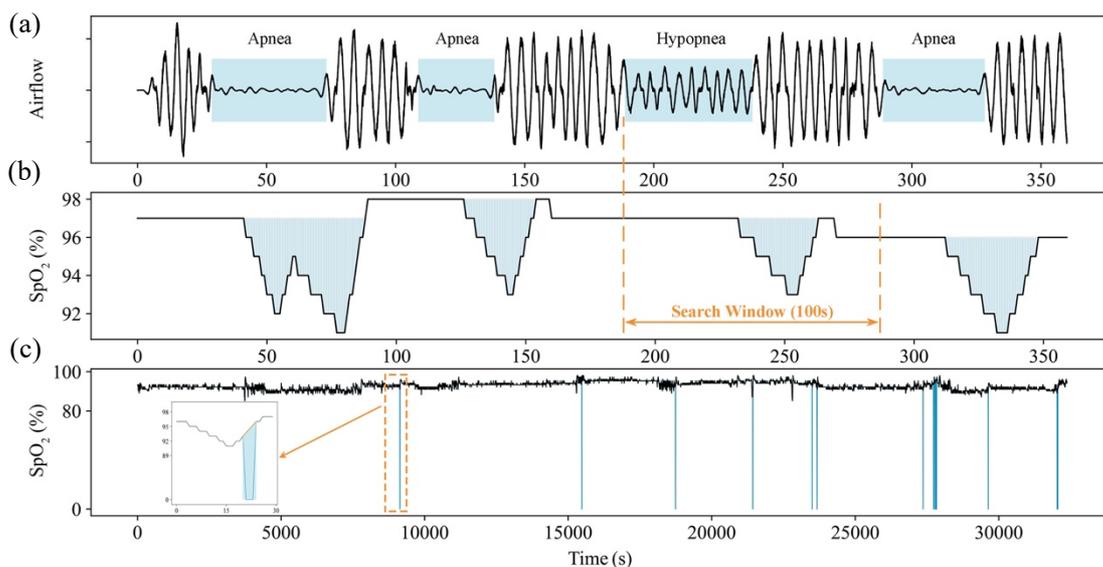
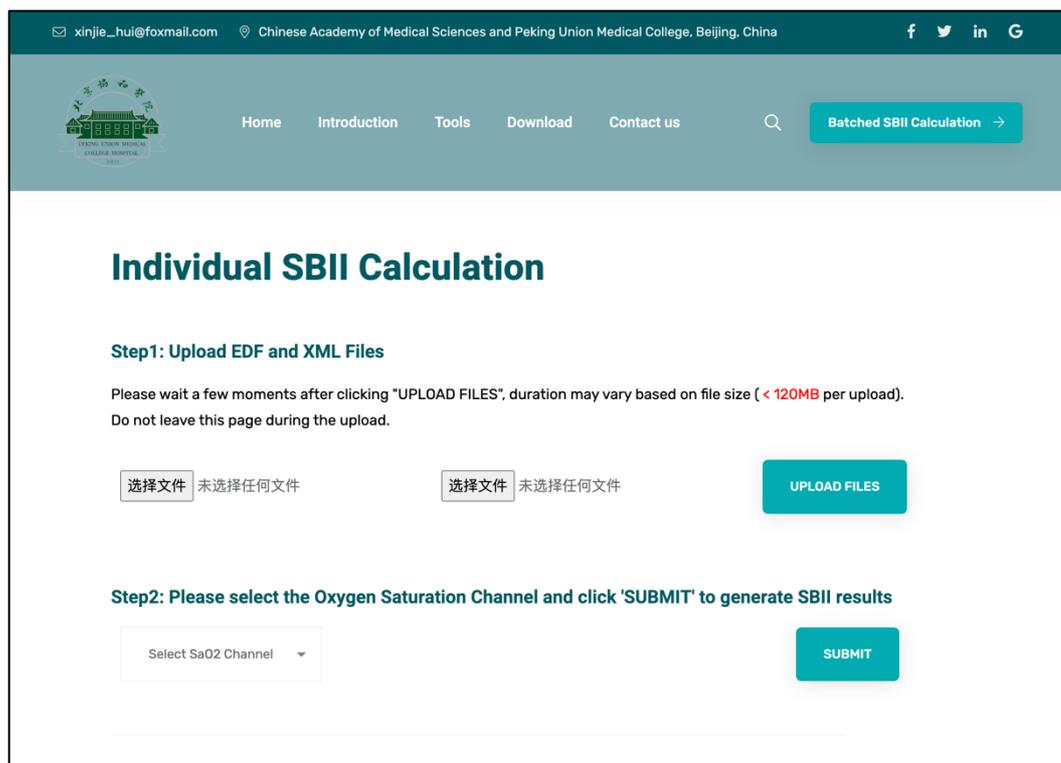


图 1. SBII 算法图示。 (a)表示患者睡眠过程中某一特定时间段的鼻导管气流信号和注释的异常呼吸事件，(b)表示与呼吸事件相关的氧下降深度超过 3%的氧减事件。在异常呼吸事件发生后的 100 秒搜索窗口内，我们累积了所有相关的氧下降区域。然后将这些区域面积之和乘以相应呼吸事件的持续时间，得到个体事件特定的损伤值。累加该患者整夜的所有事件特异性损伤值，再除以总睡眠时长，最终生成 SBII。(c)显示了该患者整夜的氧饱和度信号 (SpO₂)。在橙色虚线框内，蓝色实线表示氧减事件期间出现伪影（即 SpO₂ 突然下降到 20% 以下），伪影之前和之后的正常 SpO₂ 值用于平滑氧减曲线，从而保证精确积分氧减区域面积。

4. 使用说明

SBII 计算软件网页版包含 2 个链接，分别是需**独立上传 EDF 和 XML** 的
次计算网站 (<http://61.160.194.165:3080/SBII>) 和**上传数据库文件 (.db)** 的批量计
算网站 (<http://61.160.194.165:3080/SBII/batchSBII.html>)。

4.1 SBII 单次计算网站介绍



The screenshot shows the web interface for 'Individual SBII Calculation'. The header includes the email 'xinjie_hui@foxmail.com', the institution 'Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing, China', and social media icons. The navigation menu has 'Home', 'Introduction', 'Tools', 'Download', and 'Contact us'. A search bar and a 'Batched SBII Calculation' button are also present. The main content area is titled 'Individual SBII Calculation' and is divided into two steps. Step 1, 'Upload EDF and XML Files', instructs users to wait after clicking 'UPLOAD FILES' and not to leave the page. It features two file selection buttons labeled '选择文件' (Select File) and an 'UPLOAD FILES' button. Step 2, 'Please select the Oxygen Saturation Channel and click 'SUBMIT' to generate SBII results', includes a dropdown menu for 'Select SaO2 Channel' and a 'SUBMIT' button.

- (1) 请分别按照步骤 1 和步骤 2 的顺序操作。
- (2) 在步骤 1 中，请分别使用两个单独的上传按钮上传 EDF 和 XML 文件。
 - 确保两个文件名除扩展名之外完全相同，例如“test.edf”和“test.xml”。
 - 在选择正确的文件后，点击“**UPLOAD FILES**”上传文件。
- (3) 成功上传文件后，您将收到本次的**项目 ID**，以及所有**可选的通道名**。

Step1: Upload EDF and XML Files

Please wait a few moments after clicking "UPLOAD FILES", duration may vary based on file size (< 120MB per upload).
Do not leave this page during the upload.

选择文件 test.edf 选择文件 test.xml **UPLOAD FILES**

Job ID: 8951703804741

Files have been uploaded successfully.

Available signal channels: ['SaO2', 'H.R.', 'EEG(sec)', 'ECG', 'EMG', 'EOG(L)', 'EOG(R)', 'EEG', 'AIRFLOW', 'THOR RES', 'ABDO RES', 'POSITION', 'LIGHT', 'NEW AIR', 'OX stat']

- (4) 在步骤 2 的下拉菜单中，将显示出所有通道名，请选择**氧饱和度通道**（如 **SpO2** 或 **SaO2**）后点击提交。程序将自动计算 **SBII** 并在当前页面上显示结果：

Step2: Please select the Oxygen Saturation Channel and click 'SUBMIT' to generate SBII results

SaO2 ▼ **SUBMIT**

Job ID: 8951703804741

Database has been generated.

SBII result has been generated.

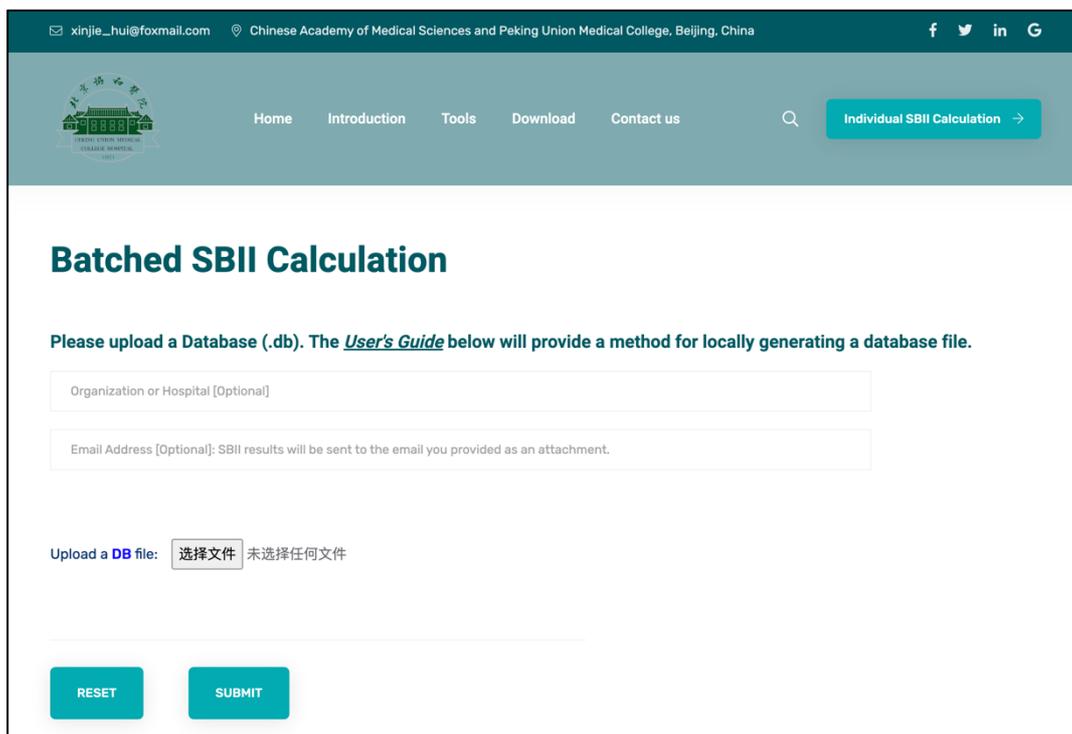
The final **SBII** and **pRED_3p** indices both need to be divided by Total Sleep Time (TST, hours), which can be readily obtained from the PSG report.

id	pRED_3p * TST	SBII * TST
test	0.742	72.316

- (5) 如果忘记选择通道并点击提交，则会出现错误提示。此时，无需重新从步骤 1 上传文件，只需在步骤 2 **选择正确的通道并重新提交** 即可。
- (6) 请注意，一旦 **SBII** 的结果在页面上显示（即计算成功时），原始上传的文件将立即被删除。如果需要重新计算，您将需要在步骤 1 中重新上传文件。**请注意核对步骤 1 和步骤 2 中的项目 ID 是否完全匹配**，以确保准确的计算结果。
- (7) 最终的 **SBII** 需要除以总睡眠时间（TST，小时），该值可以从多导睡眠监测（PSG）报告中获得。

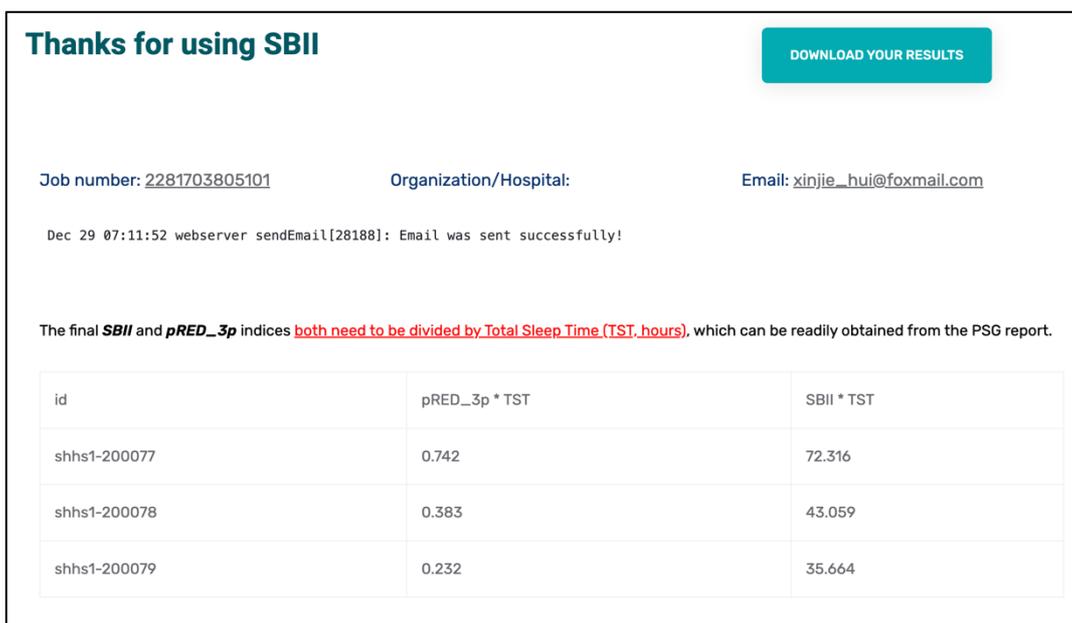
4.2 SBII 批量计算网站介绍

由于 EDF 文件较大，上传和处理时间较长，我们建议用户在本机运行我们提供的 Python 脚本来生成数据库（环境搭建和运行步骤均较简单）。本地数据库生成步骤详见“3.安装说明”。



The screenshot shows the 'Batched SBII Calculation' page. At the top, there is a navigation bar with links for Home, Introduction, Tools, Download, and Contact us. A search icon and a button for 'Individual SBII Calculation' are also present. The main heading is 'Batched SBII Calculation'. Below it, a message states: 'Please upload a Database (.db). The [User's Guide](#) below will provide a method for locally generating a database file.' There are two input fields: 'Organization or Hospital [Optional]' and 'Email Address [Optional]: SBII results will be sent to the email you provided as an attachment.' Below these is a file upload section with the text 'Upload a DB file:' and a button labeled '选择文件' (Select File), followed by the text '未选择任何文件' (No file selected). At the bottom, there are two buttons: 'RESET' and 'SUBMIT'.

- (1) 本地脚本运行完成后，您可以通过此页面上传生成的数据库文件(out.db)，点击“SUBMIT”提交以进行 SBII 批量计算。



The screenshot shows the 'Thanks for using SBII' page. At the top right, there is a button labeled 'DOWNLOAD YOUR RESULTS'. Below this, the page displays job details: 'Job number: 2281703805101', 'Organization/Hospital:', and 'Email: xinjie_hui@foxmail.com'. A message indicates: 'Dec 29 07:11:52 webserver sendEmail[28188]: Email was sent successfully!'. Below this, a note states: 'The final SBII and pRED_3p indices both need to be divided by Total Sleep Time (TST, hours), which can be readily obtained from the PSG report.' At the bottom, there is a table with the following data:

id	pRED_3p * TST	SBII * TST
shhs1-200077	0.742	72.316
shhs1-200078	0.383	43.059
shhs1-200079	0.232	35.664

- (2) 如果您希望通过电子邮件接收 SBII 计算的结果文件，请在提交数据库步骤之前，在[Email Address]文本框中输入您的邮箱地址。SBII 计算完成后，运行结果文件将自动发送至您的邮箱。您无需停留在此页面等待结果。

Please upload a Database (.db). The [User's Guide](#) below will provide a method for locally generating a database file.

Organization or Hospital [Optional]

Email Address [Optional]: SBII results will be sent to the email you provided as an attachment.

Upload a DB file: 未选择任何文件

SBII_Results ☆

hcclab 发给 我

邮件可翻译为中文 [立即翻译](#)

Thanks for using SBII. Your job 2281703805101 is finished! Please check the email attachment.

附件 1

out.txt
166.00B