



图形指南

LUFScale macOS 版 - 版本 2.1.12

快速开始

LUFScale 有什么作用？

LUFScale 测量文件响度；使用“标准化”时，它会在控制真峰值的同时，把感知音量实际调整到 LUFS 目标。每个源文件都会进行全时长分析，输出随后会被重新测量和验证。结果不依赖标签或兼容播放器：文件之间的音量更一致，偏差会被标出，原文件保持不变。

自由软件与再分发

LUFScale 是依据 GNU GPL-3.0-or-later 发布的自由软件。用户可按许可证条款使用、研究、修改和再分发。发行包包含源代码、声明及第三方许可证。本软件不提供担保。



添加音频文件

多选：按住 Command 单击选择分散项目，按住 Shift 单击选择连续范围。

目标位置

单击路径，然后使用方向键、Home/End 或鼠标滚轮浏览。路径可以选择和复制，但不能修改。

设置

一次应用一致的响度目标、最大真峰值和 MP3 质量。任何手动修改都会选择“自定义”。

开始

音频标准化。处理期间每秒更新一次的 Mac 总 CPU 使用率。

主要功能

- 支持 MP3、FLAC、WAV、AIFF、M4A、OGG 和 Opus 的均一化、ReplayGain 或分析。
- 每个文件单独测量并处理到所选目标。
- 保留目录、兼容元数据和封面；原文件不变。
- 并行处理、缓存、续传、质检、CSV、进度、CPU 和 LUFS 历史。
- 十二种语言的界面与 PDF 指南。
- 发布版面向 Apple Silicon Mac。可在运行 macOS 12 或更高版本的 Intel Mac 上尝试构建 Intel 版，但该版本未经验证，也不保证能够运行（第 5 页）。
- macOS 应用已内置 Python、PySide6/Qt、FFmpeg、编解码器、指南和许可证；最终用户无需安装任何额外工具。

设置 - 音频 / 选项

主要功能

预设

一次应用一致的响度目标、最大真峰值和 MP3 质量。任何手动修改都会选择“自定义”。

逐文件处理

每个文件按自身测量计算增益，在 True Peak 上限内接近目标 LUFS。

ITU-R BS.1770

LUFScale 自动使用完整的历史测量方法，这是唯一在参考语料上验证过的方法。

操作

均一化会实际改变音频；ReplayGain 复制音频流并添加标签；仅分析不创建音频。

音量

此设置是响度目标的快捷方式，不会改变 Mac 的播放音量。

- 柔和：-18 LUFS - 更平静，动态余量更大，较少触发限制器。
- 标准：-16 LUFS - 均衡折中，适合作为个人音乐库的起点。

响度目标

响度目标是整首曲目的目标综合响度，以 LUFS 表示。数值越不负，文件听起来越响：-14 LUFS 比 -16 LUFS 响。2 LU 的差值在峰值限制前约等于 2 dB 的电平差。

最大真峰值

最大真峰值是上限，而不是要达到的电平。它以 dBTP 限制重建波形的最高峰值，包括采样点之间的峰值，以减少编码或转码后的削波。

音频质量

设置压缩格式在质量与大小之间的取舍。数字越小，质量和码率越高。此设置不会改变 LUFS 目标或最大 True Peak。

并行进程

决定可以同时处理多少个文件。

• Auto 最多从 4 个任务开始。有 CPU 测量时，每秒检查一次：使用率低于 70% 时增加一个任务，高于 92% 时减少一个。

覆盖现有文件

允许替换目标位置中已经存在的 MP3。源文件绝不会被覆盖。

中断后继续

识别使用相同设置已经完成的文件，不再重复处理。

自动质量控制

重新测量每个输出。校正仍以 ± 0.50 LU 为目标；只有超出 ± 0.60 LU 才显示响度警告。动态 MP3 保留最多三次尝试；True Peak 余量允许时，WAV、AIFF 和 FLAC 可从源文件最多重试两次。关闭后将取消验证、重试和响度表活动。

创建 CSV 报告

只创建包含测量、耗时和警告的 CSV，不再附加诊断 JSON。

拖放或粘贴后自动开始

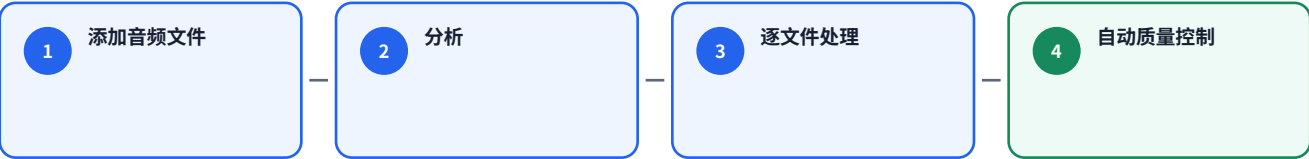
已选择目标位置时，通过拖放或粘贴添加来源后自动开始处理。

不重新编码已符合要求的文件

目标 ± 0.10 LU 内且不超过 True Peak 上限的文件直接复制，不重新编码。

处理过程中发生什么

LUFScale 自动使用完整的历史测量方法，这是唯一在参考语料上验证过的方法。



并行进程

决定可以同时处理多少个文件。· Auto 最多从 4 个任务开始。有 CPU 测量时，每秒检查一次：使用率低于 70% 时增加一个任务，高于 92% 时减少一个。· Auto 不会超过检测到的逻辑 CPU 数，绝对上限为 16。

分析

仅分析每次都用 FFmpeg 完整复测每个源文件。处理前图和进度逐文件更新；没有输出文件和输出质检。

中断后继续

识别使用相同设置已经完成的文件，不再重复处理。

自动质量控制

重新测量每个输出。校正仍以 ± 0.50 LU 为目标；只有超出 ± 0.60 LU 才显示响度警告。动态 MP3 保留最多三次尝试；True Peak 余量允许时，WAV、AIFF 和 FLAC 可从源文件最多重试两次。关闭后将取消验证、重试和响度表活动。

响度变化

每个文件都会在右侧添加一个点。“之前”始终显示测得的源文件。使用标准化时，“之后”显示实际复测的输出。使用 ReplayGain 时，第二个虚线图表估算播放效果：源响度加上写入的 Track Gain。☒...

仅分析

仅分析时，每完成一个文件，处理前图表、日志和进度条都会更新；处理后图表保持不动。

处理日志

每一行描述一个文件或一般处理步骤。· 成功行直接以文件名开头，不再重复“成功”。· 合规、已续传、已跳过、已取消和错误只在能提供有用信息时显示。· 电平显示输入 -> 重新测量的输出，随后显示可能的质量控制结果。

预计总时间：正在计算...

预计总时间：12 分钟 - 约 14:30 完成。“12 分钟”是预计总时长，“14:30”是预计结束时刻。跨过午夜时，会自动在时刻前加入天数，例如“2 天。14:30”。

处理日志颜色说明

成功	处理完成，未检测到异常。
已符合	音频未改动并直接复制：源文件已满足目标值和峰值上限。
警告	输出文件已生成，但有一项测量超出预期容差。
已取消	处理由用户主动停止；这不是错误。
错误	无法完成相关文件的处理。

建议设置和参考值

预设	响度目标	最大真峰值	音频质量
音乐库 - 推荐	-16 LUFS	-1.5 dBTP	0
更响亮的流媒体	-14 LUFS	-1 dBTP	0
动态音乐	-18 LUFS	-2 dBTP	0

这些预设是应用中的实用选择，不是通用标准。

三项实用检查

未开始处理

请确认已选择至少一个受支持的音频源以及不同的输出位置。

未找到 FFmpeg

请重新运行应用程序构建器或安装 FFmpeg，然后重新启动。

峰值警告

请选择更低的真峰值上限或更低的响度目标，然后重新处理文件。

官方技术参考资料

FFmpeg滤镜 - loudnorm / ebur128:
<https://ffmpeg.org/ffmpeg-filters.html>

FFmpeg编解码器 - libmp3lame及音频编码器:
<https://ffmpeg.org/ffmpeg-codecs.html>

ITU-R BS.1770-5 (11/2023) , 节目响度和真实峰值:
<https://www.itu.int/rec/R-REC-BS.1770-5-202311-I/en>

EBU R 128 v5.0 (21/11/2023) :
<https://tech.ebu.ch/publications/r128>

ReplayGain原始规范:
https://wiki.hydrogenaudio.org/index.php?title=Original_ReplayGain_specification

技术附录

源文件绝不会被移动或修改。

操作

均一化逐个处理文件并复测输出。ReplayGain不改变采样。仅分析生成测量和可选CSV，不生成音频。

启用质量控制后，ReplayGain会重新测量交付文件，确认其物理响度和峰值没有变化，然后检查 Track 标签。成功表示音频得到保留且标签存在，并不表示物理响度达到了目标。

关闭QC时，不声明合规，也不进行校正重试。均衡后的输出仍会为日志和CSV重新测量。仅分析不创建输出，因此不执行输出QC。

ITU-R BS.1770

FFmpeg loudnorm依据ITU-R BS.1770测量综合响度L、LRA范围、阈值和真实峰值TP。

基准分析

LUFScale 自动使用完整的历史测量方法，这是唯一在参考语料上验证过的方法。

逐文件处理

每个文件按自身测量计算增益，在True Peak上限内接近目标LUFS。

MP3

不适用线性路径的MP3会采用低1.00 dB的内部真实峰值目标，但不低于-9 dBTP。设定目标仍是用户和QC的参考。

音频质量

MP3使用LAME，M4A使用FFmpeg AAC，OGG使用Vorbis，Opus使用libopus。FLAC保持无损；WAV/AIFF保持与源兼容的PCM。

不重新编码已符合要求的文件

目标 ± 0.10 LU内且不超过True Peak上限的文件直接复制，不重编码。

自动质量控制

启用质量控制时，动态MP3最多可重新计算三次。FLAC/WAV/AIFF最多可校正两次。每次尝试都会重新测量，并保留最佳输出。

并行进程

FFmpeg任务并行运行。累计时间是任务工时之和，不是实际时长。缓存和续传会核对源文件、设置和输出；仅分析会有意忽略缓存。

为Apple Silicon Mac和Intel Mac编译

路径均相对于已解压源代码包的根目录：

Apple Silicon Mac (arm64) - 在macOS 12或更高版本中运行：

```
./Create_Community_Distribution_macOS.command
```

创建的文件：

```
dist/LUFScale.app
dist/LUFScale-2.1.12-macOS-arm64-community.zip
dist/LUFScale-2.1.12-macOS-arm64-community.zip.sha256
```

Intel Mac (x86_64) - 在Intel Mac上运行：

```
./Create_Community_Distribution_macOS.command
```

如果macOS安装Xcode工具，请保持Terminal开启，构建器会自动继续。

创建的文件：

```
dist/LUFScale.app
dist/LUFScale-2.1.12-macOS-x86_64-community.zip
dist/LUFScale-2.1.12-macOS-x86_64-community.zip.sha256
```

.app (用于本地测试或日常使用的自包含应用程序)
.zip (用于共享或发布的压缩包，包含应用程序、源代码、许可证和说明)
.sha256 (.zip文件的SHA-256指纹)

技术附录 - 计算与公式

L = LUFS, TP = dBTP, G = dB

ITU-R BS.1770

$$z_i = (1/T_g) \int x_i^2(t) dt$$
$$L_K = -0.691 + 10 \log_{10}(\sum G_i z_i)$$

将经过K加权的各声道能量合并，用于计算综合响度。

ITU-R BS.1770 - 门限筛选

$$T_g = 400 \text{ ms}; \text{overlap} = 75 \%$$
$$\Gamma_a = -70 \text{ LKFS}; \Gamma_r = \Gamma_{\text{loud}} - 10 \text{ LU}$$

绝对门限和相对门限于选择综合测量所采用的时间块。

逐文件处理

$$G_{\text{file}} = L_{\text{target}} - L_{\text{input}}$$

每个文件按自身测量计算增益，在True Peak上限内接近目标LUFS。

无输出估算

$$G_{\text{est}} = L_{\text{target}} - L_{\text{input}}$$
$$TP_{\text{est}} = \min(TP_{\text{input}} + G_{\text{est}}, TP_{\text{limit}})$$

仅分析可估算结果，但不创建音频或输出质检。

不重新编码已符合要求的文件

$$|L_{\text{in}} - T| \leq 0.10 \text{ LU}$$
$$TP_{\text{in}} \leq TP_{\text{max}}$$

目标±0.10 LU内且不超过True Peak上限的文件直接复制，不重新编码。

自动质量控制

$$|L_{\text{out}} - L_{\text{expected}}| > 0.60 \text{ LU}$$
$$TP_{\text{out}} > TP_{\text{limit}} + 0.25 \text{ dB}$$

重新测量每个输出。校正仍以±0.50 LU为目标；只有超出±0.60 LU才显示响度警告。动态MP3保留最多三次尝试；True…

响度变化

$$\Delta = L - T$$
$$R_{\text{display}} = [-6, +6] \text{ LU}; \tau_{\text{QC}} = \pm 0.60 \text{ LU}$$

“之前”显示物理响度。ReplayGain的第二个图表根据写入的增益估算兼容播放器的播放效果。

ReplayGain - 不重新编码音频

$$G_{\text{tag}} = L_{\text{target}} - L_{\text{input}}$$
$$P_{\text{peak}} = 10^{TP/20}$$

ReplayGain计算增益并写入REPLAYGAIN_TRACK_GAIN/PEAK。音频不重新编码 (-c:a…

技术附录 - 自动质量控制

L_t = LUFS目标； TP_{req} = 设定上限； $TP_g = 0.05$ dB余量

线性loudnorm适用条件

$$\begin{aligned} G &= L_t - I \\ TP_{pred} &= TP_{in} + G \\ m_{TP} &= TP_{req} - TP_{pred} \geq 0.05 \\ m_{LRA} &= LRA_t - LRA_{in} \geq 0.05 \end{aligned}$$

只有预测真实峰值余量和LRA余量都至少为0.05时，才使用线性模式。

初始内部真实峰值

$$\begin{aligned} TP_{safe} &= TP_{req} - 1.00 \text{ dB} \\ TP_{int,0} &= \max(-9 \text{ dBTP}, TP_{safe}) \end{aligned}$$

动态MP3的内部目标从设定上限低1.00 dB处开始，并以-9 dBTP为下限。

严格合规

$$\begin{aligned} |L_{out} - L_t| &\leq 0.50 \text{ LU} \\ TP_{out} &\leq TP_{req} \end{aligned}$$

输出响度在目标±0.50 LU内且真实峰值不超过设定上限时，才严格合规。

峰值校正

$$\begin{aligned} TP_g &= 0.05 \text{ dB} \\ e_{TP} &= TP_{out} - (TP_{req} - TP_g) \\ TP_{int,n+1} &= TP_{int,n} - e_{TP} \end{aligned}$$

若峰值超限，下一个内部目标将降低超出量再加0.05 dB余量。

低响度校正

$$\begin{aligned} r &= \min[(L_t - 0.45) - L_{out}, \\ &\quad (TP_{req} - 0.05) - TP_{out}] \\ TP_{int,n+1} &= TP_{int,n} + r \end{aligned}$$

若响度过低，内部目标在峰值余量允许范围内升向 $L_t - 0.45$ LU；小于0.01 dB的步长不执行。

最佳尝试

$$\begin{aligned} p &= \max(0, TP_{out} - TP_{req}) \\ e_L &= \max(0, |L_{out} - L_t| - 0.50) \\ d_L &= |L_{out} - L_t| \\ \text{score} &= (p > 0, e_L > 0, p, e_L, d_L) \end{aligned}$$

在初始输出和最多三次重试中，评分依次优先峰值、响度容差和绝对误差。

校正次数上限

$$N_{MP3} \leq 3; N_{lossless} \leq 2$$

动态MP3最多重试三次；FLAC、WAV和AIFF最多校正两次。满足条件时可提前停止。

QC警告与重试目标

$$\begin{aligned} \Delta L &= L_{out} - L_t \\ QC_{alert} &\Leftrightarrow |\Delta L| > 0.60 \vee TP_{out} > TP_{req} + 0.25 \\ \text{strict}_{OK} &\Leftrightarrow |\Delta L| \leq 0.50 \wedge TP_{out} \leq TP_{req} \\ \text{retry} &\Leftrightarrow \neg \text{strict}_{OK} \wedge |TP_{int,n+1} - TP_{int,n}| \geq 0.01 \end{aligned}$$

QC在±0.60 LU和+0.25 dB时警告；重试以至少0.01 dB的步长追求严格上限。