

gradbars

L^AT_EX 表格内嵌图形与数据可视化

声明列，填写数据，生成可视化表格。

同一份源码：表格效果与调用代码

Method	Score	Mix	Trend	Heat
Baseline	62	62.0	62.0	62
Model A	78	78.0	78.0	78
Model B	86	86.0	86.0	86
Proposed	94	94.0	94.0	94

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,width=\linewidth,column sep=4pt,row stretch=1.5,label width=7mm]
  \gradcolumn[align=c,header align=c]{name}{Method}
  \gradcolumn[type=bar,options={max=100,precision=0}]{score}{Score}
  \gradcolumn[type=stack,options={max=100,label=none}]{mix}{Mix}
  \gradcolumn[type=spark,options={spark range=fixed,
    min=0,max=100,label=none}]{trend}{Trend}
  \gradcolumn[type=heat,options={min=0,max=100,precision=0}]{heat}{Heat}
  \gradrow{Baseline,62,{20,25,17},{30,45,40,62},62}
  \gradrow{Model A,78,{28,30,20},{40,52,68,78},78}
  \gradrow{Model B,86,{30,32,24},{48,65,72,86},86}
  \gradrow{Proposed,94,{34,35,25},{55,70,83,94},94}
\end{gradtable}
\end{center}
```

数据条 / 堆叠构成 / 趋势线 / 色阶单元格

PGF/TikZ / CSV / Tagged PDF

目录

第一部分 快速开始与数据基础	4
1 安装与快速开始	4
2 按需加载库与公开扩展接口	6
3 第三方库模板与公开后端契约	9
4 选型指南	10
5 数值语义与边界	11
6 命名样式与缺失值	13
7 数字格式与区间背景	14
第二部分 图形与比较方式	15
8 正负双向条与误差标记	15
9 堆叠条	17
10 堆叠图例与分段标签	19
11 双层对比条、棒棒糖与浮动区间	21
12 哑铃对比图	24
13 对比变化标注	25
14 迷你趋势图：折线、柱形与 win-loss	26
15 微型箱线图与分布摘要	28
16 多重参考与区间对比	30
17 Heat 色阶单单元格	32
18 连续色阶、共享图例与参考标记	34
第三部分 外观、标签与评价规则	36
19 主题与内置颜色	36
20 标签、尺寸与正文内嵌	39
21 智能标签与数值列	41
22 圆角、目标线与条尾标签	44
23 越界指示与点标记	45
24 条件配色	46
25 指标优劣方向	47
26 语义配色与稳定类别纹理	49
27 黑白纹理填充	51
28 四套排版预设	52
第四部分 专属数据表格与数据接口	54
29 专属数据表格：gradtable	54
30 更多图形列	55
31 表格对齐与线条样式	57
32 自动列尺度与零点基准	60
33 按总宽度分配列宽	63
34 多级表头与跨列标题	64
35 分组行与最优值标记	65
36 汇总行与统计范围	68
37 报告与黑白表格主题	71
38 复用表格样式与列定义	76
39 领域报告预设	77
40 跨页表格与重复表头	79
41 tabularray 集成与单元格标签对齐	82
42 CSV 数据导入	86
第五部分 完整排版案例	91
43 科研数字列与语义单位	91
44 完整案例：模型对比	94
45 完整案例：数据集概览	95
46 完整案例：主题与标签总览	96
47 完整案例：前后对比与目标评价	98
48 完整案例：收支贡献与黑白打印	99
49 完整案例：等间隔趋势汇总	100
50 真实排版案例	101
第六部分 常见问题与接口参考	107
51 常见问题	107
52 参数速查与使用限制	109

阅读指南

本手册把安装说明、参数、77 个编号示例、选型指南与常见问题集中在同一文档中。其中包括六个应用表格，以及双栏论文、跨页长表、黑白打印和幻灯片的真实排版案例。浅黄色区域展示实际排版效果，浅紫色区域展示生成该效果的源码。全书按入门、图形、外观、专属表格、案例与参考六部分组织。源码中的空行用于区分示例。示例框内的效果与源码来自同一段代码，避免两者脱节。

适用于 gradbars 1.1.0。示例数据仅用于演示，不代表真实实验结果。

第一部分 快速开始与数据基础

1 安装与快速开始

1.1 安装宏包

支持环境为 LaTeX 2025-11-01、expl3 2025-12-29、PGF/TikZ 3.1.11a 或更新版本。较旧发行版应先更新，再安装本版宏包。gradbars 已被 CTAN 收录，并以 gradbars 包名进入 TeX Live。使用由 tlmgr 管理的 TeX Live（包括 MacTeX）时，可在终端安装：

```
tlmgr install gradbars
```

已安装时可更新，或查看宏包信息：

```
tlmgr update gradbars
```

```
tlmgr info gradbars
```

安装后在导言区写入 `\usepackage{gradbars}`，无需把 sty 文件复制到项目。tlmgr 提供所配置 TeX Live 仓库中的版本，新 CTAN 版本可能尚未同步；使用本手册的新功能前请核对版本。需要使用尚未同步的发行包时，把其中 sty/ 目录下的全部 .sty 文件一起放在主文档旁边，包括可选的 tblrllibgradbars.sty 适配库。项目中的同名文件会优先于系统安装版加载。参见 [TeX Live 包管理说明](#)。无需手动创建 tikzpicture，也无需开启 shell escape。宏包依赖 TikZ、xparse、expl3、colcell（含 array）、booktabs、colortbl 和 longtable，不强制加载 ctex。中文文档可自行使用 ctexart；本手册使用 XeLaTeX 编译。

1.2 按需加载库

在导言区通过 `libraries` 选项指定需要的功能库：

```
\usepackage[libraries={stack,spark,heat, csv, table}]{gradbars}
```

这段示例显式加载全部五个功能库，与默认的 `\usepackage{gradbars}` 等效。只需部分功能时可缩减列表，例如：

```
\usepackage[libraries={stack,spark,heat}]{gradbars}
```

`table` 会自动加载 `stack`、`spark`、`heat` 和 `csv` 依赖；`libraries=none` 只加载核心与公开接口。库加载须在导言区完成，详见后面的库加载章节。

1.3 最小完整文档

安装宏包后，将下面代码保存为一个 .tex 文件即可编译；手动安装时将全部运行 sty 文件放在同一目录。

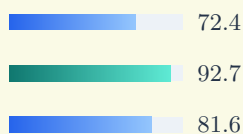
```
\documentclass{article}
\usepackage{gradbars}
\begin{document}
\gradbarssetup{max=100, width=24mm, precision=1}
\gradbar{72.4}

\gradbar{92.7}
\end{document}
```

1.4 统一设置与图形入口

`\gradbarssetup` {参数列表} 设置当前作用域的默认值；`\gradbar` [参数列表]{数值} 绘制一个数据条，其中可选参数只覆盖本次绘制。数值与最大值可用十进制或 e/E 科学计数数字，不接受逗号、单位或计算表达式。

示例 1：统一设置与单次覆盖



```
\gradbarssetup{width=23mm,
  max=100,precision=1,theme=blue}
\gradbar{72.4}

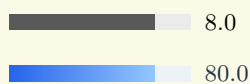
\gradbar[theme=teal]{92.7}

\gradbar{81.6}
```

1.5 作用域

设置遵循普通 TeX 分组规则。在导言区调用会影响整篇文档；在一对花括号中调用只影响该组。表格单元格也有自己的分组，因此整列共用的设置应放在表格环境之前。

示例 2：局部设置不会泄漏



```
{\gradbarssetup{theme=gray,max=10}
\gradbar{8}}

\gradbar{80}
```

2 按需加载库与公开扩展接口

2.1 默认完整加载与最小模式

`\usepackage {gradbars}` 保持默认完整加载，已有文档可继续使用原命令。

也可通过选项显式列出全部功能库：

```
\usepackage[libraries={stack,spark,heat,csv,table}]{gradbars}
```

这与默认完整加载等效；按实际需要缩减列表即可选择部分库。仅需基础图形时可选择 `libraries=none`，再在导言区显式加载需要的库：

```
\usepackage[libraries=none]{gradbars}
\usegradbarslibrary{stack,spark}
```

也可在宏包选项中写 `libraries={heat,spark}`。核心包含普通条、比较与区间、参考标记、评价规则和图例。`stack` 提供正负堆叠，`spark` 提供折线、柱形与 win-loss，`heat` 提供色阶，`csv` 提供文件导入与收集列，`table` 提供专属表格并自动加载前四项依赖。重复加载不重复定义；未知库、缺少文件、循环依赖和未加载的命令均有明确错误提示。库加载只在导言区执行；选择 `formatter=siunitx` 时仍需用户显式加载 `siunitx v3`。

2.2 全部内置可加载库

v1.0.0 注册了以下六个内置库名。核心始终加载，另外五个为功能库：

core 基础数据条、比较条、哑铃、区间、参考标记、评价规则和图例，以及数值处理、设置接口与无障碍标记。始终自动加载，无须单独指定。

stack 正负堆叠条、分段标签与堆叠图例。主要入口为 `\gradstack`，依赖核心。

spark 迷你趋势图，支持折线、柱形和 win-loss。主要入口为 `\gradspark`，依赖核心。

heat 连续色阶与发散色阶单元格，支持中心值。主要入口为 `\gradheat`，依赖核心。

csv CSV 数据导入、单元格读取、CSV 表格及已有表格的收集列。

主要入口包括 `\gradbarsloadcsv` 和 `\gradbarscolumn`，依赖核心。

table 专属 `gradtable` 表格，提供列定义、分组、汇总、共享尺度、排名、样式和跨页布局。自动加载核心及 `stack`、`spark`、`heat`、`csv`。

以下写法列出全部六个库；显式列出 `core` 是允许的，但并非必需：

```
\usepackage[libraries={core,stack,spark,heat,csv,table}]{gradbars}
```

也可以先进入最小模式，再在导言区加载这些库：

```
\usepackage[libraries=none]{gradbars}
\usegradbarslibrary{core,stack,spark,heat,csv,table}
```

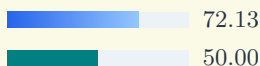
`all` 和 `none` 是宏包选项 `libraries` 的模式值，不是库名。仅需专属表格时写 `libraries=table` 即可，由加载器补齐依赖。`keys`、`numbers`、`render-tikz`、`tagging`、`api`、`table-data`、`table-layout` 和 `model` 是内部模

块，不作为公开库名单独加载。第三方库须先通过 `\gradbarsdeclarelibrary` 注册；本章的 `demo` 是配套示例，不是内置库。

2.3 统一设置与作用域

`\gradbarsset {...}` 与 `\gradbarssetup {...}` 使用相同选项、作用域和覆盖规则。在 TeX 分组中的设置保持局部，单个图形的可选参数只影响该次绘制。

统一设置与局部覆盖



```
\gradbarsset{max=100,precision=2}
\gradbar{72.125}
{\gradbarsset{color=teal}\gradbar{50}}
```

2.4 稳定的图形与格式化器注册

以下公开入口遵循版本 1 的稳定接口契约：

- 图形：`\gradbarsdeclaretype` 与 `\gradgraphic`。
- 格式化：`\gradbarsdeclareformatter` 与 `\gradbarsformatnumber`。
- 库注册：`\gradbarsdeclarelibrary`。

类型回调收到一个验证后的数值或 NA，应通过公开图形接口绘制。格式化器回调收到显示数值、精度和数字格式，仅返回数字排版；单位和百分比后缀由引擎添加。

```
\gradbarsdeclaretype{score}{\gradbar[color=teal]{#1}}
\gradbarsdeclareformatter{boxed}{%
  \fbox{\gradbarsformatnumber[precision=#2,number format=#3]{#1}}}
\gradgraphic{score}{72.125}
\gradbar[formatter=boxed]{72.125}
```

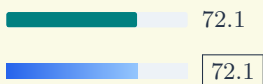
自定义类型用于单个标量图形，尚未扩展原生 `gradcolumn` 的类型枚举；自定义格式化器可用于图形及普通数字列，暂不支持 `number align=decimal`。注册名称为以字母开头的小写字母、数字与连字符；注册为全局，重名报错。

2.5 只使用公开入口的第三方示例

配套文件 `docs/libraries/gradbars-contrib-demo.sty` 声明示例类型、格式化器和表格样式。导言区通过依赖列表注册并加载：

```
\gradbarsdeclarelibrary{demo}{table}{docs/libraries/gradbars-contrib-demo.sty}
\usegradbarslibrary{demo}
```

公开库的图形、格式化与样式复用



Method	Score
A	72.0
B	90.0
Mean	81.0

```

\gradgraphic{demo-score}{72.125}\par
\gradbar[formatter=demo-boxed]{72.125}\par
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=demo-report,width=\linewidth]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=number,formatter=demo-boxed,aggregate=mean]{value}{Score}
  \gradrow{A,72}\gradrow{B,90}\gradsummary{Mean}
\end{gradtable}
\end{center}

```

该示例不访问私有变量。开发者参考见 [docs/developer.md](#)，迁移说明见 [docs/migration-v1.0.0.md](#)。

2.6 安装与发布文件

手动安装时应把发行包 `sty/` 目录中的全部 `.sty` 放在同一目录，而不是只替换主文件。模块版本需要一致。构建入口为 `l3build check`、`l3build doc` 和 `l3build ctan`；完整回归继续通过 `texlua scripts/check.lua` 验证。

2.7 版本 1 的兼容性契约

已文档化的公开命令、选项、默认值与库依赖规则保持稳定。兼容新增采用次版本；删除接口或更改默认值、数据语义采用主版本。弃用接口在版本 1 期间继续可用；私有变量与内部模块文件名不属于稳定承诺。契约范围、覆盖顺序和回调限制见 [docs/stability.md](#)。支持环境为 LaTeX 2025-11-01、expl3 2025-12-29、PGF/TikZ 3.1.11a 或更新版本，安装时须保持全部二十二个运行文件（含可选功能库与适配库）的版本一致。`gradbars.dtx` 和 `gradbars.ins` 可通过 `docstrip` 提取同一套运行模块；`texlua scripts/source.lua --check` 验证两者一致性。源码说明采用 `l3doc`，面向用户的效果与源码手册继续按章节维护。

3 第三方库模板与公开后端契约

`docs/libraries/starter/` 提供独立的第三方库模板，包含仅使用公开接口的源码、示例、三引擎检查器和兼容说明。

```
\usepackage[libraries=none]{gradbars}
\gradbarsdeclarelibrary{starter}{table}{gradbars-contrib-starter.sty}
\usegradbarslibrary{starter}
```

请把第三方文件放在 TeX 搜索路径内。复制模板后统一修改 `starter` 的宏包、图形、格式化器、样式与后端名称，在注册时声明依赖，并在库内检查依赖。`\gradbarsversion` 返回宏包版本，`\gradbarsrequireversion{1.1.0}` 检查最低语义版本。模板的独立检查入口为：

```
texlua docs/libraries/starter/check-starter.lua --gradbars-root .
```

3.1 标量后端的公开契约

`\gradbarsbackendversion` 当前为 `schema 1`，为条形与 Heat 回调提供局部只读记录，私有模型存储仍不作為扩展接口。

```
\gradbarsdeclarebackend{my-backend}
{bar,heat,missing,signed,gradient,print,labels,units,clip,
 decorations,embedded,tagging,artifact}
{\gradbarsbackenddefault}
\gradbar[backend=my-backend]{72.125}
```

回调的第一个参数为 `bar` 或 `heat`；只能声明实际实现或委托实现的能力。`\gradbarsbackendvalue {字段}` 在回调期间读取未舍入数值、归一化位置、物理尺寸、选项与描述；`\gradbarsbackendlabel` 排版原有格式化标签，`\gradbarsbackenddefault` 至多绘制一次捕获的原生续体。`\gradbarsifbackendcapable {名称}{能力}{是}{否}` 查询声明。未知后端、能力不足、递归回调及回调之外读取记录均有诊断。复合图形与图例需显式选择 `backend fallback=tikz`，默认报错以免静默改变输出。默认绘制仍使用 TikZ；本轮提供后端契约，不增加第二套绘图实现。表格试排可能多次调用回调，因此不要在回调中写外部文件或产生其他可见副作用；应尊重暂停标记状态，保留原始数值、单位、裁剪与基线。完整字段和能力说明见 `docs/backends.md`。

4 选型指南

先确定读者需要比较的是数值大小、相对零的变化、组成还是不确定性，再选择条形。同一比较组应共用范围与宽度，并在标题或表头中写明单位。

类型	适用情形	选择与说明
哑铃图	前后值、两组实验对比	用 <code>\graddumbbell</code> 比较位置和差距；两端必须为同一单位。
趋势线	等间隔观测的变化形状	用 <code>\gradspark</code> ；跨行比较绝对波动时共用固定纵向范围。
普通条	准确率、数量、耗时、完成量	用 <code>\gradbar</code> 表示一个非负值。越长表示越大；耗时越低越好，不能把条长直接理解为优劣。
正负条	增减幅度、差值、偏差	用 <code>min<0</code> 和正的 <code>max</code> 显示零点两侧；同列必须共用同一个零点位置。
堆叠条	互斥类别的构成、资源分配	用 <code>\gradstack</code> ；同单位、可相加的数据可分别向零点两侧累计。不同单位或重复计数不应拼成同一组成条。
误差线	点估计及不确定区间	在普通条或正负条上设置 <code>error</code> 或 <code>error minus/error plus</code> 。在表注中明确区间是标准差、标准误还是置信区间。

4.1 组合使用时的语义

`target` 是一个参考值，`band` 是预先给定的参考范围，它们本身不表示估计误差。误差参数表示从点估计向两侧延伸的非负距离，不是区间的绝对端点；例如估计 60、区间 [55,68]，应设置 `error minus=5,error plus=8`。

若希望比较不同方案的总量，保留共同的 `max`；若要比​​较百分比组成，先由数据处理步骤计算各段百分比，再用统一的 `max=100`。仅设置 `segment labels=percent` 会改变标签，不会把原始数据条变成满条。

4.2 窄列与打印的取舍

双栏论文优先使用简短数值标签和共享图例；长类别名可放在左侧文本列。黑白打印同时保留名称、数值或目标位置，避免仅靠颜色表达类别。幻灯片应增大轨道高度与字体；标签外移后，应为其留出额外垂直空间。

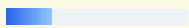
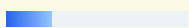
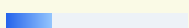
5 数值语义与边界

默认范围为非负数据，条形从零开始，长度遵循

$$L = W \min\left(1, \frac{v}{M}\right), \quad v \geq 0, \quad M > 0,$$

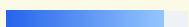
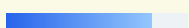
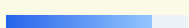
其中 v 是输入值， M 是 `max`， W 是 `width`。标签的舍入与格式不改变条长。

示例 3：原始数值、单位与计算占比

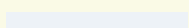
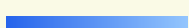
	50.0	<code>\gradbar[max=200]{50}</code>
	50.0 ms	<code>\gradbar[max=200,</code> <code>unit={\,ms}]{50}</code>
	25.0%	<code>\gradbar[max=200,</code> <code>value format=percent]{50}</code>

`unit` 只添加后缀，不换算数值。`value format=percent` 才计算 $100v/M$ ，自动添加百分号，并忽略 `unit`。如果原始数据已经是 86.5 这样的百分数，应使用 `max=100,unit={\%}`。

示例 4：已有百分数与自定义标签

	86.5%	<code>\gradbar[unit={\%}]{86.5}</code>
	8 / 10	<code>\gradbar[max=10,</code> <code>text={8 / 10}]{8}</code>
	8	<code>\gradbar[max=10,</code> <code>text={},precision=0]{8}</code>

示例 5：零值和超出最大值

	0.0	<code>\gradbar{0}</code>
	100.0	<code>\gradbar{100}</code>
	125.0%	<code>\gradbar[max=100,</code> <code>value format=percent]{125}</code>

零值只有空轨道，不会被强制画出最短长度。很小的正值也不会人为放大；实际可见精度受 TeX 长度分辨率限制。超出最大值时默认发出警告，并截断彩色区域，标签仍显示真实值。

`overflow=error` 会把越界改成明确报错。默认范围不接受负数；需要双向条时设置负的 `min`。非数字、零或负的最大值同样会报错。

5.1 科学计数输入与有限精度

普通小数与 $1.2\text{e-}3$ 、 $-2.5\text{E}4$ 共用数值解析，可用于图形、CSV、筛选排序、排名、汇总和尺度。零值有效，非零数值绝对值需位于 10^{-100} 至 10^{100} ；显式范围和显示统计值也适用这一边界。小数点两侧各至多 101 位数字，指数部分至多三位；内部约有 16 位有效数字，更多输入位数不能保证可区分。不接受地区千位分隔、小数逗号、公式、输入单位、NaN 或无穷大。显示精度不会改变计算和排名。

科学计数输入仍保留原始数值

 1.25 · 10⁻³

```
\gradbar[min=0,max=1e-2,number format=scientific,precision=2]{1.25E-3}
```

6 命名样式与缺失值

`\gradbarsstyle {名称}{参数}` 定义可复用的配置；使用 `style=` 名称调用。样式可以引用已定义的样式，后面的参数覆盖前面的设置。定义和调用均遵循普通 TeX 分组，不会改变其他单元格。

示例 6：定义并复用样式



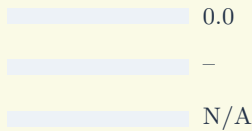
```
\gradbarsstyle{accuracy}{
  max=100,theme=teal,
  rounded=2pt,precision=1,
  unit={\%}
}

\gradbar[style=accuracy]{92.7}

\gradbar[style=accuracy,
  target=95]{94.2}
```

样式在当前作用域内可以重新定义。未知名称会报错；循环引用会触发嵌套深度限制。

示例 7：零值与缺失值



```
\gradbar{0}

\gradbar{NA}

\gradbar[missing text={N/A}] {}
```

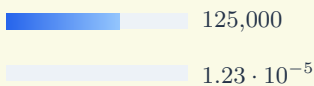
空参数或大写 **NA** 表示缺失值，忽略首尾空格。零值显示数值零；缺失值只显示轨道和缺失标签，默认标签为短横线。宏包不会把其他文字或拼写错误自动当成缺失值。

缺失值不绘制数值填充和误差线，也不附加单位或百分号。目标线和区间背景仍保留，表示这一列的参考尺度。`text` 可以覆盖缺失标签，`label=none` 可以隐藏它。

7 数字格式与区间背景

`value format` 决定显示原值还是计算占比；`number format` 决定数字的排版形式，不改变条长。`fixed` 为默认定点格式，千位使用细空格；`grouped` 使用逗号分组；`scientific` 使用科学计数法。`precision` 指定小数位数，科学计数法中指尾数的小数位数。

示例 8：分组数字与科学计数法

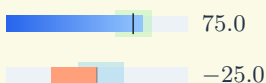


```
\gradbar[max=200000,
  number format=grouped,
  precision=0]{125000}

\gradbar[max=1,
  number format=scientific,
  precision=2]{0.00001234}
```

科学计数法也支持 `e/E` 输入；普通小数输入仍可使用。极小数不会先按定点精度四舍五入成零；标签较长时应增大 `label width`。

示例 9：参考区间与目标线



```
\gradbar[band={60,80},
  band color=lightgreen,
  target=70]{75}

\gradbar[min=-50,max=50,
  band={-10,15},
  band color=skyblue,
  band opacity=0.4]{-25}
```

`band={下限, 上限}` 使用与数据相同的单位，要求两个端点严格递增且位于量程内。背景在轨道上下各延伸 2pt，填充经过区间时仍可看见参考范围。`band color` 默认为 `gold`，`band opacity` 默认为 0.3，取值为 0 到 1。使用 `band={}` 清除区间。

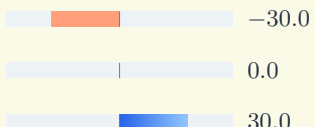
区间背景表示人为给定的参考范围，不代表统计误差。误差区间仍使用 `error`；参考区间的越界端点会直接报错，不自动截断。

第二部分 图形与比较方式

8 正负双向条与误差标记

`min` 默认是零。设置负的下限后，零线位于 $W(-\min)/(\max - \min)$ ，负值向左、正值向右。非对称范围的零线不在轨道中心。显示零点两侧时应让量程包含零；v0.0.8 的一般量程只要求下限小于上限。

示例 10：共用零线的双向条



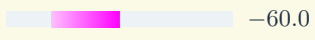
```
\gradbarssetup{
  min=-50,max=50,
  width=30mm,
  negative color=lightred
}
\gradbar{-30}

\gradbar{0}

\gradbar{30}
```

负值默认使用 `negative color=lightred` 的纯色；正值使用所选主题。也可以为负值独立指定渐变：

示例 10a：负值独立渐变

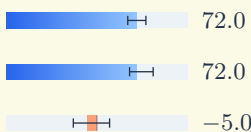


```
\gradbar[min=-100,max=100,width=30mm,label width=3em,
  left color=teal,right color=teal!25,
  negative fill=gradient,
  negative left color=magenta!25,
  negative right color=magenta!60]
```

负值的 `left` 端是远离零点的一端，`right` 端靠近零点；`negative color` 仍是未指定渐变时的后备纯色，条件配色和 `print` 模式继续优先。

跨零范围不接受 `value format=percent`，避免把位置比例当作有意义的百分比；百分数变化可直接使用 `unit`。

示例 11：对称与非对称误差



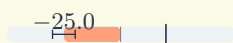
```
\gradbar[error=5]{72}

\gradbar[error minus=4,
  error plus=9]{72}

\gradbar[min=-50,max=50,
  error minus=8,error plus=12]{-5}
```

`error=e` 表示区间 $[v - e, v + e]$ ；`error minus` 和 `error plus` 分别指定非负的上下误差幅度，不是区间端点。只指定一侧时，另一侧默认为零。误差单位与数据相同，`error color` 控制线色；`error={}` 清除两侧误差。误差含义由用户说明，宏包不计算置信区间。

示例 12: 组合效果



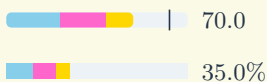
```
\gradbar[  
  min=-50,max=50,width=30mm,  
  rounded=2pt,target=20,  
  error=5,label=end  
{-25}
```

数值及误差端点超出范围时，默认发出警告并截断显示，原始标签保持不变。截断的误差端点不代表真实端点。严谨的区间图建议使用 `overflow=error`，或扩大范围以显示完整误差。

9 堆叠条

`\gradstack` [参数]{数值列表} 将正数向右累计、负数向左累计。含负段时必须设置负的 `min`。所有段共用 `max`，默认 100；不会自动把总量归一化成满条。默认总标签显示代数和（净值），也可以用 `value format=percent` 显示总量占上限的比例。

示例 13：三段组成与未填满的轨道



```
\gradstack[
  stack colors={skyblue,rose,gold},
  rounded=2pt,
  target=90
]{30,25,15}

\gradstack[max=200,
  value format=percent,
  stack colors={skyblue,rose,gold}
]{30,25,15}
```

第一条的三段长度分别占轨道的 30%、25%、15%，总量为 70；第二条沿用相同原始数据，上限改为 200，总量占比为 35%。`stack colors` 依次指定段颜色；颜色少于段数时循环使用。零段不占宽度，但仍保留其颜色序号。所有段均为零时只显示空轨道。

示例 14：表格中的堆叠组成

Plan	A	B	C		Total / 100
Alpha	30	25	15		70
Beta	20	35	35		90

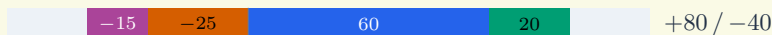
```
\gradbarsstyle{composition}{
  width=42mm,precision=0,rounded=2pt,
  stack colors={skyblue,rose,gold}
}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cccc c@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Plan} & \multicolumn{1}{c}{A} & \multicolumn{1}{c}{B} & \multicolumn{1}{c}{C} & \multicolumn{1}{c}{Total / 100}\\
\midrule
Alpha & 30 & 25 & 15 & \gradstack[style=composition]{30,25,15} \\
Beta & 20 & 35 & 35 & \gradstack[style=composition]{20,35,35} \\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
```

堆叠条不接受缺失段、空列表、条件配色或误差线。含负段时显式设置 `min<0`。目标线、区间背景、圆角、数字格式和标签位置可以组合使用。正负小计分别检查范围，越界时警告并截断相应端，标签保留真实数据；`overflow=error` 改为报错。

9.1 正负混合堆叠与小计

正数和负数分别从零开始累计，输入顺序只决定同一侧的段顺序。净值为零不代表没有活动量；例如 50 与 -50 仍绘制两段。默认总标签为净值；`stack totals=separate` 显示“正小计 / 负小计”。

示例 15：收入与支出分开累计



- Sales
- Materials
- Service
- Operations

```
\gradstack[min=-60,max=100,width=85mm,
height=12pt,precision=0,palette=categorical,
stack totals=separate,
stack names={Sales,Materials,Service,Operations},
segment labels=value,legend=true]{60,-25,20,-15}
```

第 i 段的百分比为

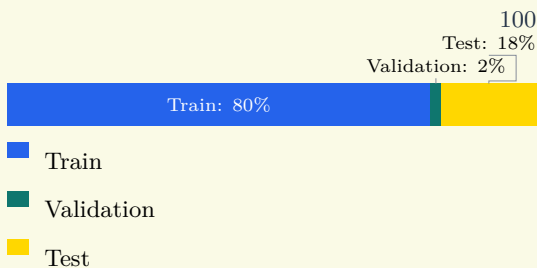
$$p_i = \frac{100|v_i|}{\sum_j |v_j|},$$

其中 v_i 是第 i 段的原始带符号数值， v_j 是第 j 段的原始带符号数值；分母对所有输入分段的绝对值求和，包括被显示范围裁剪的贡献。该百分比表示绝对活动量份额，所有非零段份额相加为 100%。负号由数值标签或左右位置表达。全零数据没有可见段，也不计算百分比。这不同于净值占比：净值可为零，不能拿它作为组成比例的分母。负量程不支持总标签的 `value format=percent`；需要百分号单位可使用 `unit={\%}`。

10 堆叠图例与分段标签

`stack names` 为每一段提供名称，顺序与数值、颜色一致。`legend=true` 在条形下方自动生成图例；名称较长时在轨道宽度内换行。`segment labels` 可显示数值、占比、名称或它们的组合。

示例 16：自动图例与小段标签外移

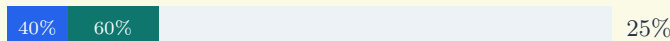


```
\gradstack[
  width=70mm,height=16pt,precision=0,
  stack colors={gradbarsBlue,gradbarsTeal,gold},
  stack names={Train,Validation,Test},
  segment labels=name percent,legend=true,
  label=end
]{80,2,18}
```

段内放不下的标签自动移至条形上方，并添加引导线；水平范围相交的外部标签逐层抬高。

`segment text color=auto` 默认按段颜色选择黑字或白字。`segment font` 默认是 `\scriptsize`，可按版面修改。零值段不绘制标签，但仍保留图例项和配色序号。

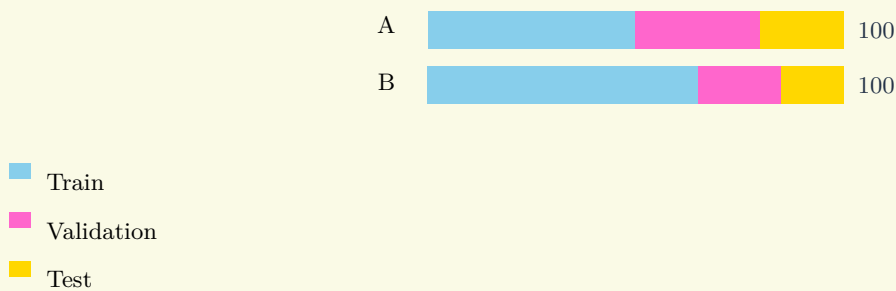
示例 17：分段占比与总量占比采用不同分母



```
\gradstack[
  max=200,width=80mm,height=16pt,precision=0,
  stack colors={gradbarsBlue,gradbarsTeal},
  segment labels=percent,value format=percent
]{20,30}
```

这里总量为 50，条长占量程 200 的四分之一，总标签为 25%。两段标签分别是 $20/50 = 40\%$ 和 $30/50 = 60\%$ 。分段占比以原始段值的绝对值之和为分母；此处均为正数，因而等于原始总量。即使条长被截断，也不会按可见部分重新归一化。`segment labels=value` 显示原始分段值，沿用数字格式及精度，省略总标签的 `unit`。

示例 18: 多个堆叠条共用一个图例



```

\gradbarsstyle{parts}{width=55mm,height=14pt,
  precision=0,stack colors={skyblue,rose,gold}}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cc@{}}
  A & \gradstack[style=parts]{50,30,20}\\[3pt]
  B & \gradstack[style=parts]{65,20,15}
\end{tabular}
\end{center}

\gradbarslegend[style=parts]{Train,Validation,Test}

```

启用自动图例或包含名称的段标签时, 必须提供与段数一致的 `stack names`。`segment labels` 可选 `none`、`value`、`percent`、`name`、`name value`、`name percent`。独立图例需要和数据条使用相同的 `stack colors`, 建议通过命名样式统一设置。

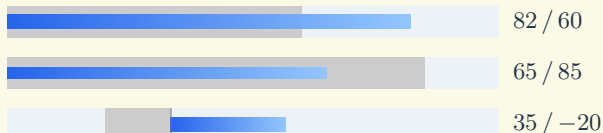
11 双层对比条、棒棒糖与浮动区间

这三种图形沿用现有的 min、max、width、标签格式与命名样式。比较时应保持相同的范围与宽度；图形形状不改变原始数据的意义。

11.1 双层对比条：基准与当前值

`\gradcompare` [选项]{基准值}{当前值} 绘制宽而浅的基准条，并在其中央叠加较细的当前值条。两个值分别从零开始定位，不相加，也不做除法。默认标签按“当前值 / 基准值”排列；斜线是分隔符，不表示比率。

示例 19：共用尺度的双层比较



```
\gradcompare[width=65mm,height=12pt,
  compare color=black!20,precision=0]{60}{82}
```

```
\gradcompare[width=65mm,height=12pt,
  compare ratio=.35,precision=0]{85}{65}
```

```
\gradcompare[min=-50,max=100,width=65mm,
  height=12pt,precision=0]{-20}{35}
```

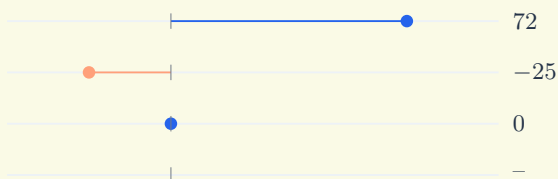
`compare color` 默认是 `black!20`，仅设置基准层颜色。`compare ratio` 是当前层高度与总高度的比值，默认 0.45，必须严格位于 0 与 1 之间。当前层沿用主题、条件配色和纹理；目标线与误差线也仍针对当前值。负值要求显式设置负的 min。任一值越界时，沿用 `clip` 警告并截断或 `error` 报错规则，标签保留原始数值。

基准与当前值可分别使用空值或 NA 表示缺失，对应层不绘制，标签显示缺失标记。总标签放在外部或条尾上方；请求 `inside/auto` 时会移至外部，避免遮挡两层之间的差异。需要简短标签时，可用 `text` 覆盖，但应在表头或表注中说明基准值。

11.2 棒棒糖：数值位置与细线

`shape=lollipop` 直接用于 `\gradbar`，无需换用另一套数据接口。细线从零延伸至数值位置，圆点标出数值；浅色细线表示整个轨道。适合密集表格中需要减少填色面积的场景。

示例 20：棒棒糖的正负值、零值与缺失值



```
\gradbarssetup{shape=lollipop,min=-50,max=100,
  width=65mm,marker size=2pt,stem width=.7pt,
  precision=0}
\gradbar{72}

\gradbar{-25}

\gradbar{0}

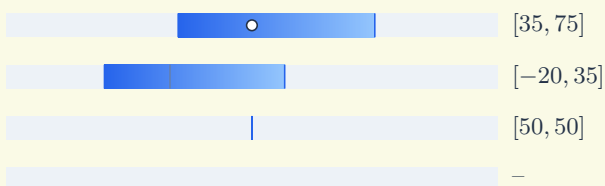
\gradbar{NA}
```

`marker size` 指圆点半径，默认 2pt，并限制在轨道高度的一半以内。`stem width` 默认 0.6pt，控制棒棒糖细线及浮动区间端点线的粗细。零值在零点绘制圆点，缺失值不绘制圆点或数值细线，两者保持区别。端点圆点可以向轨道外伸出一个半径，应给表格边界留出空间。条件配色仍由真实数值决定；使用纯色，不使用渐变或面积纹理。`inside/auto` 标签移至外部，`end` 标签仍可放在端点上方。

11.3 浮动区间：直接填写上下界

`\gradrange [选项]{下界}{上界}` 在两个端点之间绘制区间条，默认标签显示原始端点。`range point` 可显式提供一个区间内的点，以空心圆标出；宏包不会自行计算均值、中位数或置信区间。

示例 21：浮动区间与区间内的点



```
\gradrange[width=65mm,height=9pt,
  range point=50,precision=0]{35}{75}

\gradrange[min=-50,max=100,width=65mm,
  height=9pt,precision=0]{-20}{35}

\gradrange[width=65mm,height=9pt,precision=0]{50}{50}

\gradrange[width=65mm,height=9pt]{NA}{NA}
```

11.4 区间语义与组合规则

下界必须小于或等于上界；相等时绘制端点线，不制造虚假的区间宽度。上下界必须同时有值或同时缺失。`range point` 必须位于原始上下界之间，缺失区间不能包含点。上下界越界时沿用 `overflow` 规则；所有位置使用同一 `min/max` 映射。范围下限仍要求为零或负值，上限仍要求为正值。

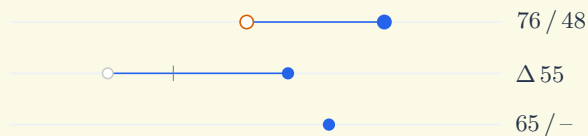
浮动区间本身就是数据区间，不接受 `error` 或 `thresholds`，以免把上界误当作点估计或评价对象。可以添加 `target`、`band`、圆角和纹理。添加 `range point` 后，内部总标签自动外移，避免盖住圆点；默认仍显示上下界，而不是点值。`value format=percent` 分别计算两个端点相对于 `max` 的百分比，仅用于 `min=0`。

需要表达的信息	推荐方式
当前值与基准值	<code>gradcompare</code> ：两条共用零点与尺度，不累加。
单个数值的大小	<code>gradbar</code> 或 <code>shape=lollipop</code> ：填充长度或端点位置表示数值。
已知的两个区间端点	<code>gradrange</code> ：直接填写上下界，可附加区间内的点。
点估计与误差距离	<code>gradbar</code> 的 <code>error/error minus/error plus</code> ：填写相对点估计的距离。
所有观测共用的参考区间	<code>band</code> ：绘制背景参考，不充当单条观测的区间。

12 哑铃对比图

`\graddumbbell` [选项]{基准值}{当前值} 用空心圆表示基准、实心圆表示当前值，连接线只连接两个观测位置。它与双层条共用范围、数值格式、目标与误差参数。误差线针对当前值。默认标签按“当前值 / 基准值”排列；`compare label=delta` 显示当前值减去基准值。

示例 22：位置比较与差值



```
\graddumbbell[width=65mm,palette=categorical,
  marker size=2.5pt,precision=0]{48}{76}

\graddumbbell[width=65mm,min=-50,max=100,
  compare label=delta,precision=0]{-20}{35}

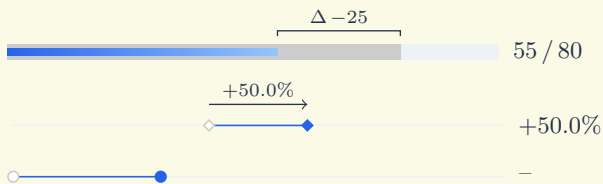
\graddumbbell[width=65mm,precision=0]{NA}{65}
```

缺失一端只绘制另一端，连接线不绘制；差值标签在任一端缺失时显示缺失标记。两端相同会重合，默认数值标签仍保留两个原始值。内部标签自动外移。使用 `compare color` 设置基准圆颜色，`color` 设置当前圆及连接线颜色。`marker size` 和 `stem width` 控制圆点半径与线宽。`compare label=delta` 同样可用于双层条。哑铃与趋势线的专用命令会保留各自图形类型，命名样式中的排版预设不会将它们改回普通条。

13 对比变化标注

`compare annotation=none|arrow|bracket` 在双层条或哑铃上方添加方向箭头或差值括号。默认 `none`。箭头从基准指向当前值；相等时省略箭头，仍可显示零差值。缺失任意一个值时不画变化标注。

示例 23：差值括号与百分比变化



```
\gradcompare[width=65mm,precision=0,
  compare annotation=bracket]{80}{55}

\graddumbbell[width=65mm,precision=1,
  compare annotation=arrow,compare label=percent,
  marker shape=diamond]{40}{60}

\graddumbbell[width=65mm,precision=1,
  compare label=percent]{0}{30}
```

`compare label=percent` 计算

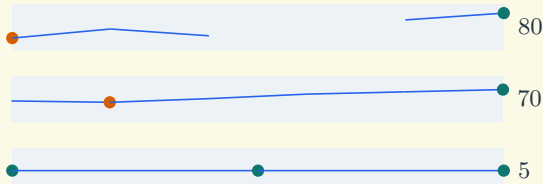
$$100 \frac{\text{当前值} - \text{基准值}}{|\text{基准值}|} \%$$

这是相对基准的变化，区别于 `value format=percent` 的量程占比。基准为零或任一值缺失时，百分比标签显示缺失符号，不生成无穷大或虚构的百分比。负基准使用绝对值作分母；正差值加正号，负差值保留负号。`compare annotation` 的文本跟随 `percent` 模式，其余模式显示原单位差值。标注与参考名称可能占用同一上方区域，密集情况建议保留其中一组名称，或增大行距。

14 迷你趋势图：折线、柱形与 win-loss

`\gradspark` [选项]{观测列表} 按输入顺序绘制等间隔数据，默认标签显示最后一个位置的原始值。空字段或 NA 保留横向位置并断开连接；末项缺失时标签也显示缺失，不回退到之前的值。

示例 24：缺失断点与共享纵向范围



```
\gradspark[width=65mm,height=6mm,precision=0,
  spark range=fixed,min=0,max=100]{25,45,30,NA,65,80}

\gradspark[width=65mm,height=6mm,precision=0,
  spark range=fixed,min=0,max=100]{45,42,50,60,65,70}

\gradspark[width=65mm,height=6mm,precision=0]{5,5,5}
```

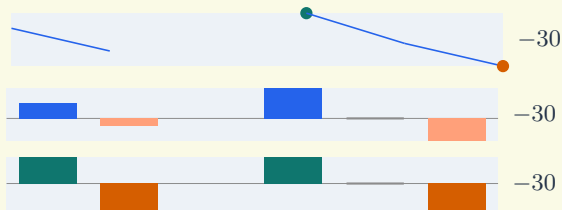
`spark range=auto` 默认使用本行最小值与最大值，只适合看形状；不同自动范围的行不能比较绝对波动。恒定序列居中，单点居中绘制；全缺失序列仅显示轨道与缺失标签。`spark range=fixed` 使用统一的 min/max，遵循越界警告截断或报错规则；固定范围要求 min 小于 max。默认高度为 4ex，可覆盖。自动范围不支持计算百分比标签。

`spark points=extrema` 默认标出全部并列极值及末点；另可选择 all、last、none。最低点用 `spark low color`，最高点用 `spark high color`，两者相同时使用最高点颜色。末点若不是极值则使用线条颜色。点色表示位置特征，不表示指标优劣。`color`、`stem width`、`marker size` 设置线色、线宽与点半径。趋势线不使用面积纹理、柱形目标线、误差线、区间背景或阈值评价；标签始终在外部。

14.1 柱形趋势：保留每期幅度

`spark type=bar` 用等宽观测槽绘制正负柱形。自动范围包含零，柱高表示相对零点的原始幅度。固定范围仍采用 min/max 与越界策略；跨行比较应共用尺度。

同一组观测的折线、柱形与 win-loss



```
\gradspark[width=65mm,height=7mm,precision=0]{20,-10,NA,40,0,-30}
```

```
\gradspark[spark type=bar,width=65mm,height=7mm,precision=0]{20,-10,NA,40,0,-30}
```

```
\gradspark[spark type=winloss,width=65mm,height=7mm,precision=0]{20,-10,NA,40,0,-30}
```

`spark bar width` 设置柱宽占观测槽的比例，默认 0.7，范围为大于 0 且不超过 1。正柱使用普通填色，负柱使用 negative color；零值用基准线上的短横线表示，缺失槽位留空。全零或全缺失的自动柱形采用 [0,1]。

14.2 Win-loss: 只比较正负类别

`spark type=winloss` 将正数映射为胜、负数映射为负、零映射为平。正负柱各采用固定高度，不表达原始幅度；`min/max` 和 `spark range` 不改变分类。`spark win color`、`spark loss color` 和 `spark zero color` 分别设置胜、负、平及基准线的颜色。柱形与 win-loss 均保留每个观测的位置，末项标签仍是原始值；末项缺失时标签显示缺失。win-loss 不支持计算百分比标签。print 使用灰度；`spark points` 及极值点配色只用于折线。在 `gradtable` 中使用 `type=spark`，并在 `options` 中设置 `spark type=bar` 或 `spark type=winloss`。

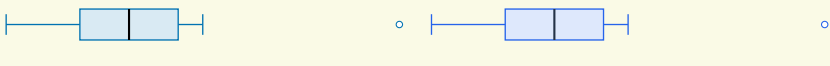
15 微型箱线图与分布摘要

在导言区加载可选 `distribution` 库：

```
\usegradbarslibrary{distribution}
```

输入为逗号分隔的样本列表；空字段与 `NA` 为缺失，真实零值保留。统计使用未舍入值并在内部排序。四分位数固定采用 type-7 线性插值：排序样本为 $x_1, \dots, x_n$ ，令 $h = 1 + (n-1)p$ 、 $j = \lfloor h \rfloor$ 、 $g = h - j$ ，则 $Q(p) = (1-g)x_j + gx_{j+1}$ ； $h = n$ 时取 x_n 。Q1、中位数、Q3 对应 $p = 0.25, 0.5, 0.75$ 。 $IQR = Q3 - Q1$ ；两须取闭区间 $[Q1 - 1.5 IQR, Q3 + 1.5 IQR]$ 内最小与最大的实际观测，不直接画到围栏边界。围栏外用空心点标记，原始数据不会因此被删除。

原始样本与预计算记录

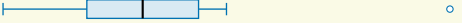


```
\gradboxplot[width=52mm,height=5ex,palette=accessible]{0,2,3,4,5,6,7,8,16}
\quad
\gradboxsummary[width=52mm,height=5ex]{n=9,q1=3,median=5,q3=7,
low=0,high=8,outliers={16}}
```

此例将箱体、两须、中位线和异常点保留在可辨认的尺度内，并用 `height=5ex` 增大绘图高度。若样本为 `0,1,2,3,100`，异常值 100 会将主体 0-3 压缩到全宽的约 3%；这是线性尺度下的真实比例，单纯加宽不能解决。展示时可另列异常值并明确说明，不应静默删去异常点或改变其位置。默认 `box range=auto` 将全部异常值纳入量程；恒定样本只在绘图时扩展范围。跨方法比较请用 `box range=fixed,min=...,max=...` 或显式命名尺度。有效 $n=0$ 时显示缺失； $n=1$ 时分位数与两须重合； $n=2$ 仍按同一公式插值。重叠异常点保留计数和完整描述。箱线须不是置信区间，首轮不接受百分比格式、权重或缺口箱线图。

可读取的统计结果与原生表格列

n=9; median=5; outliers=1

方法	分布
Alpha	
Beta	
缺失	—

```
\gradcomputesummary{0,2,3,4,5,6,7,8,16}{%
  n=\gradstat{n}; median=\gradstat{median};
  outliers=\gradstat{outlier count}}
\par\medskip
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=distribution,width=\linewidth,scale=column]
\gradcolumn{name}{方法}
\gradcolumn[type=boxplot,options={height=5ex,palette=accessible}]{samples}{分布}
\gradrow{Alpha,{0,2,3,4,5,6,7,8,16}}
\gradrow{Beta,{-3,0,2,5,9,12,14}}
\gradrow{缺失,NA}
\end{gradtable}
\end{center}
```

`\gradcomputesummary` 的回调内可用 `\gradstat` 读取 `n`、`missing`、`min`、`max`、`mean`、`q1`、`median`、`q3`、`iqr`、`low`、`high`、`outliers`、`outlier count` 与 `method`。`\gradsummarytext` 可输出主要统计摘要。预计算记录必须给出 `n`、`q1`、`median`、`q3`、`low`、`high`，缺失数与异常值数量未提供时保持未知。没有原始样本便无法验证分位数算法或围栏内极值；宏包仅校验可检查的一致性。表格自动尺度包含异常值，筛选只选择行，不改变每格内部样本，也不隐式合并各行样本。

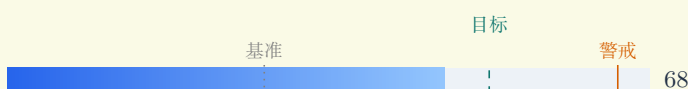
16 多重参考与区间对比

本节介绍多条参考线、子弹图和多组区间对比。所有示例数据仅用于演示；参考标记和背景不改变原始数值及条形尺度。

16.1 多条参考线

`references` 接受一组记录，每条记录按数值/颜色/线型/名称填写，用逗号分隔并分别加花括号。线型可选 `solid`、`dashed`、`dotted`。数值必须在 `min/max` 内；名称可留空，但最后一个斜杠必须保留。名称交替采用两层高度，长名称或密集参考仍需增加 `width`，或在表头解释名称。

示例 25：基准、目标和警戒值



```
\gradbar[width=85mm,height=9pt,precision=0,
  references={{40/gray/dotted/基准},
    {75/gradbarsTeal/dashed/目标},
    {95/gradbarsOrange/solid/警戒}}]{68}
```

`references={}` 清除继承的参考线；原有 `target` 仍可共存。参考线适用于普通条、正负条、堆叠、双层条、哑铃及区间条，不用于趋势线。参考名称不参与数值格式化；名称内不要使用作为字段分隔符的斜杠。

16.2 子弹图：分级背景、实际值和目标

`\gradbullet` [选项]{实际值} 绘制较高的背景和居中的细条。必须提供 `bullet bands`，每条记录为上界/颜色。第一个区间从 `min` 开始，后续区间从前一个上界开始；上界必须严格递增，最后一个必须等于 `max`。背景区间只是参考等级，不会自动改变实际值颜色，也不会自动判定优劣方向。

示例 26：完成度子弹图



```
\gradbullet[width=90mm,max=120,precision=0,
  color=gradbarsBlue,
  bullet bands={{60/black!8},{90/black!16},{120/black!26}},
  references={{90/gradbarsTeal/dashed/目标},
    {110/gradbarsOrange/solid/挑战}}]{82}
```

默认总高为 12pt，实际条占高度的 40%，上下居中。外部数值保留原值；NA 表示缺失，零表示实际值为零。可使用原有条件配色、目标线和误差标记。背景采用显式颜色；黑白打印时请像上例一样选用不同灰度。`bullet bands` 仅用于子弹图，背景等级建议在表头或正文中说明。

16.3 多组区间对比

`\gradintervals` [选项]{记录列表} 将多组区间排列在同一个单元格内。每条记录按名称/下界/点估计/上界/颜色填写。所有行共用 `width`、`min`、`max`；左侧名称自动按最长名称对齐。点估计为 NA 时不画圆点，区间仍保留；上下界同时为 NA 表示整组缺失。

示例 27：同一指标的三组不确定区间

方法 A

[45, 72]

方法 B

[55, 82]

方法 C

[62, 88]

```
\gradintervals[width=72mm,min=0,max=100,
height=5pt,precision=0,row padding=4pt,
references={{70/gray/dashed/}}]{
{方法 A/45/58/72/gradbarsBlue},
{方法 B/55/68/82/gradbarsTeal},
{方法 C/62/NA/88/gradbarsOrange}}
```

圆点为显式提供的点估计，外部标签为原始上下界；不从上下界推断均值或置信水平。若区间表示 95% 置信区间，应在表头或图注中写明。点估计必须位于原始区间内，下界不得大于上界。越界处理继承 `overflow`，所有组必须采用相同单位。

示例 28：正负区间与缺失组

指标

估计区间

组 A

[-25, 5]

变化量

组 B

[5, 35]

组 C

—

```
\begin{center}
\begin{tabular}{cc}
\multicolumn{1}{c}{指标} & \multicolumn{1}{c}{估计区间}\\
变化量 & \gradintervals[min=-40,max=60,width=65mm,
height=4pt,precision=0,row padding=3pt]{
{组 A/-25/-10/5/gradbarsBlue},
{组 B/5/18/35/gradbarsTeal},
{组 C/NA/NA/NA/gray}}\\
\end{tabular}
\end{center}
```

该命令使用内部小表格，整体作为一个单元格排版，不在组间自动分页。名称列、图区及外部区间标签都占用宽度；长名称请缩写，或调小图区 `width`。参考名称会在每组重复，紧凑表格推荐留空，并在共同表头解释参考线。记录名称及颜色字段不应包含斜杠；带逗号的名​​称应加额外花括号保护。

17 Heat 色阶单元格

Heat 用背景颜色表示单个数值，在色块内保留数值标签，适合观察同一指标的高低分布。`\gradheat` [选项]{值} 可在正文、普通表格或已有 TikZ 图形中使用。颜色按 min/max 在线性尺度上连续插值，不改变原始数值。

连续色阶与缺失值

0.0

50.0

100.0

—

```
\gradheat[min=0,max=100]{0}\quad
\gradheat[min=0,max=100]{50}\quad
\gradheat[min=0,max=100]{100}\quad
\gradheat{NA}
```

17.1 配色、文字与缺失值

`heat low color` 与 `heat high color` 指定量程两端的颜色；`better=lower` 反转颜色方向。`heat text color=auto` 按对比度选择黑白文字，也可指定固定颜色。`heat missing color` 定义缺失值底色，缺失不等于零。支持 `precision`、`unit`、`number format`、自定义 `text`、圆角、`print` 灰度及替代文本。标签显示在色块内，独立命令使用 `label=none` 可隐藏标签。Heat 不绘制条形的目标线、误差线、纹理或阈值区间。

17.2 发散色阶与中心值

`heat palette=diverging` 使用橙色、中心色和青绿色分别表示量程两侧与中心。`heat center` 默认是 0，`heat center color` 默认是白色；也可指定目标值作为中心。中心必须位于 min/max 之内，允许等于端点。

不对称量程中的零中心与目标中心

-25.0

0.0

50.0

35.0

50.0

65.0

```
\gradheat[heat palette=diverging,
min=-50,max=100,heat center=0]{-25}\quad
\gradheat[heat palette=diverging,
min=-50,max=100,heat center=0]{0}\quad
\gradheat[heat palette=diverging,
min=-50,max=100,heat center=0]{50}

\gradheat[heat palette=diverging,
min=20,max=80,heat center=50]{35}\quad
\gradheat[heat palette=diverging,
min=20,max=80,heat center=50]{50}\quad
\gradheat[heat palette=diverging,
min=20,max=80,heat center=50]{65}
```

中心两侧分别插值，因此不对称范围也能让中心精确对应中性色。`better=lower` 交换两端颜色，保留中心色；`print` 将两端转换为灰色、中心保留白色。在 `palette` 后设置 `heat low color`、`heat center color`、`heat high color` 可自定义颜色。顺序色阶使用 `heat palette=sequential`，沿用原有蓝色渐变。自动范围不会为中心自动扩张；中心为零时可保留 `include zero=true`，其他中心可设置合适的固定范围。缺失值使用独立的底色；标签与替代文本保留原始数值，替代文本也包含中心值。

17.3 在 gradtable 中声明 Heat 列

在专属数据表格中使用 `type=heat`，每个单元格填写一个数值或 NA。色块占据列内容宽度，保留正常列间距；`mark=best|both` 可标记最佳与次佳值。下面先采用固定量程；自动范围见第 32 章，CSV 数据源见第 42 章。

固定尺度的 Heat 表格列

Method	Score
A	70
B	90
Pending	—

```

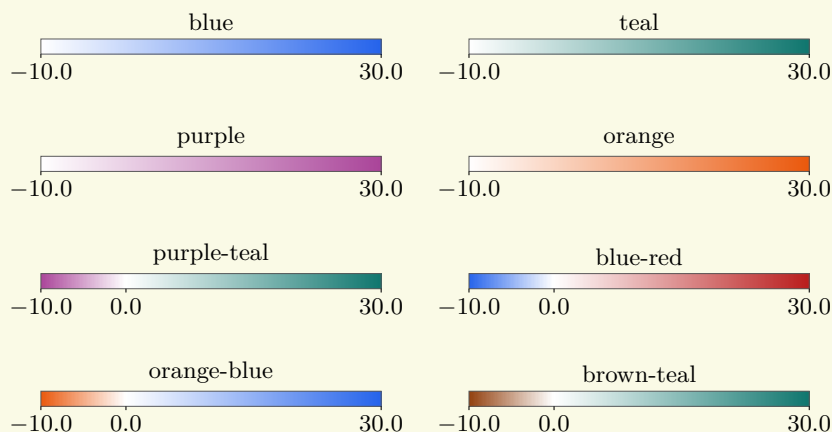
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,width=\linewidth]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=heat,mark=both,
    options={min=0,max=100,precision=0}]{score}{Score}
  \gradrow{A,70}
  \gradrow{B,90}
  \gradrow{Pending,NA}
\end{gradtable}
\end{center}

```


18.1 内置 Heat 配色

用一行 `heat palette=` 名称同时设置两端颜色、白色中心和插值模式。顺序配色为 `blue`、`teal`、`purple`、`orange`，从白色渐变到对应颜色；发散配色为 `purple-teal`、`blue-red`、`orange-blue`、`brown-teal`，颜色顺序对应低值、白色中心、高值。发散模式仍由 `heat center` 指定中心数值。这些名称是配色快捷方式，不等于可访问性认证；原有 `accessible` 配色继续保留。预设之后仍可用 `heat low color`、`heat center color`、`heat high color` 单独覆盖。

内置连续色阶配色



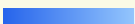
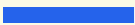
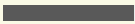
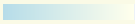
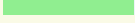
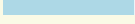
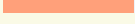
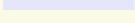
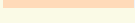
```
\gradheatlegend[width=45mm,height=2mm,min=-10,max=30,heat center=0,
  heat palette=blue,legend title={blue},legend missing=false]\quad
\gradheatlegend[width=45mm,height=2mm,min=-10,max=30,heat center=0,
  heat palette=teal,legend title={teal},legend missing=false]\par\medskip
\gradheatlegend[width=45mm,height=2mm,min=-10,max=30,heat center=0,
  heat palette=purple,legend title={purple},legend missing=false]\quad
\gradheatlegend[width=45mm,height=2mm,min=-10,max=30,heat center=0,
  heat palette=orange,legend title={orange},legend missing=false]\par\medskip
\gradheatlegend[width=45mm,height=2mm,min=-10,max=30,heat center=0,
  heat palette=purple-teal,legend title={purple-teal},legend missing=false]\quad
\gradheatlegend[width=45mm,height=2mm,min=-10,max=30,heat center=0,
  heat palette=blue-red,legend title={blue-red},legend missing=false]\par\medskip
\gradheatlegend[width=45mm,height=2mm,min=-10,max=30,heat center=0,
  heat palette=orange-blue,legend title={orange-blue},legend missing=false]\quad
\gradheatlegend[width=45mm,height=2mm,min=-10,max=30,heat center=0,
  heat palette=brown-teal,legend title={brown-teal},legend missing=false]
```

第三部分 外观、标签与评价规则

19 主题与内置颜色

`theme` 一次设置填充方式、渐变两端、轨道和文字颜色。主题参数之后仍可逐项覆盖颜色；同一选项列表从左向右执行。示例 29 集中展示 19 种内置配色，包括十种主题和九种单色。渐变预设通过 `theme` 调用，内置颜色通过 `color` 设置纯色填充。九种预定义单色为 `lightgreen` (■)、`lightyellow` (■)、`lightblue` (■)、`lightred` (■)、`rose` (■)、`skyblue` (■)、`gold` (■)、`lavender` (■) 和 `peach` (■)。

示例 29：内置主题与颜色

	72.0	<code>\gradbar[theme=blue]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[theme=teal]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[theme=solid]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[theme=gray]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[theme=lbyellow]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[theme=vibblue]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[theme=cyblu]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[theme=violet]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[theme=orange]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[theme=forest]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[color=lightgreen]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[color=lightyellow]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[color=lightblue]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[color=lightred]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[color=rose]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[color=skyblue]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[color=gold]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[color=lavender]{72}</code>
	72.0	<code>\gradbar[color=peach]{72}</code>

主题或颜色	特征与适用场景
blue	默认蓝色渐变，适合通用表格。
teal	青绿色渐变，适合区分另一组指标。
solid	蓝色纯色填充，减少渐变带来的视觉干扰。
gray	灰度填充，适合黑白输出；仍应保留数值标签。
lbyellow	浅蓝至浅黄渐变，适合浅色背景下的柔和展示。
vibblue	浅紫至浅蓝渐变，适合低饱和度的对比表格。
cyblu	青色至浅蓝渐变，适合突出一组重点指标。
violet	紫罗兰至浅紫渐变，搭配淡紫轨道，适合区分另一组实验或指标。
orange	暖橙至浅橙渐变，搭配淡橙轨道，适合突出重点结果。
forest	森林绿至浅绿渐变，搭配淡绿轨道，适合完成度与资源指标。
lightgreen	浅绿纯色，适合展示完成度或达标指标。
lightyellow	浅黄纯色，适合轻量提示；浅色背景下应保留深色标签。
lightblue	浅蓝纯色，适合通用数据和大面积表格。
lightred	浅红纯色，适合标出需要关注的指标。
rose	玫红纯色，适合强调重点数据或区分对照组。
skyblue	天蓝纯色，适合清晰呈现进度和比例。
gold	金黄纯色，适合突出关键结果或优选方案。
lavender	淡紫纯色，适合柔和区分不同类别。
peach	蜜桃纯色，适合暖色风格的辅助指标。

示例 30：自定义渐变与轨道

68.0

68.0

```
\gradbar[
  theme=blue,
  left color=violet!80!blue,
  right color=violet!20,
  track color=violet!5
]{68}

\gradbar[
  theme=teal,
  fill=solid,
  left color=orange!85!black,
  track color=orange!10
]{68}
```

19.1 颜色参数

内置配色无需自行定义。主题和渐变预设使用 `theme`；单色使用 `color`。单色名称也可用于 `left color` 或 `right color`，名称不带反斜杠。

`theme=blue,color=rose` 使用玫红纯色；`color=rose,theme=blue` 则恢复蓝色渐变。

`left color` 是渐变起点，也决定纯色填充的颜色；`right color` 仅在 `fill=gradient` 时生效。`track color` 控制空轨道，`text color` 控制标签。颜色可使用 `xcolor` 的混色表达式。

不要只靠颜色传递关键含义。并列指标应在列标题中写明名称和单位，并保留可读的数值。可设置 `text color=auto` 根据背景选择黑白文字，也可显式指定颜色。

19.2 色觉友好的颜色角色与冗余线索

`palette=accessible` 提供七种 Okabe-Ito 颜色角色与循环堆叠纹理；`theme=accessible` 选用对应实心条形角色。Heat 可用 `heat palette (accessible-sequential, accessible-diverging)`，原生表格可用 `theme=accessible` 和 `style=accessible`，旧默认值保持不变。

颜色、文字、纹理与打印

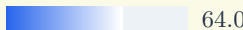
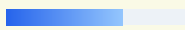


```
\gradstack[palette=accessible,width=45mm,height=16pt,
  stack names={A,B,C},segment labels=name]{30,20,50}
\par\medskip
\gradstack[palette=accessible,print,width=45mm,height=16pt,
  stack names={A,B,C},segment labels=name]{30,20,50}
```

颜色与纹理会循环，超过七类时尤其需要保留名称与不同符号。渐变标签的自动对比度只是中心估计；必要时采用实心填充、外置标签或白底标签。Heat 按实际底色选择黑白文字。缺失标记、空心异常点和打印纹理提供颜色之外的线索。替代文本保留原值、单位和统计口径；长描述可由显式 `alt` 替换，并在邻近文字提供完整数据。配色模拟与结构检查不构成普遍可访问性认证。

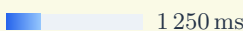
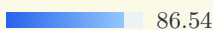
20 标签、尺寸与正文内嵌

示例 31: 标签位置

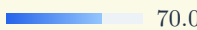
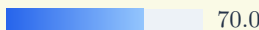
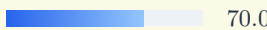
	<code>\gradbar[label=outside]{64}</code>
	<code>\gradbar[label=inside,</code> <code>height=2.5ex,</code> <code>right color=white]{64}</code>
	<code>\gradbar[label=none]{64}</code>

外部标签采用右对齐的槽位，默认在文字过长时扩展；同列应统一设置足够大的槽宽。内部标签位于整条轨道右端附近，不跟随彩色条的末端移动。`label=none` 则只显示轨道和填充。

示例 32: 单位、精度和字体

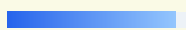
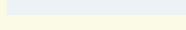
	<code>\gradbar[max=5000,</code>
	<code>width=18mm,label width=6em,</code> <code>precision=0,unit={\,ms}]{1250}</code>
	<code>\gradbar[width=18mm,</code> <code>precision=2,</code> <code>font={\small\bfseries}]{86.537}</code>

示例 33: 宽度与高度

	<code>\gradbar[width=18mm,</code> <code>height=1ex]{70}</code>
	<code>\gradbar[width=26mm,</code> <code>height=2ex]{70}</code>
	<code>\gradbar[width=26mm,</code> <code>label gap=1em,</code> <code>label width=3em]{70}</code>

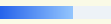
`width` 只指定轨道宽度。带外部标签时，总宽度约为轨道宽度、`label gap` 和 `label width` 三者之和。这些长度支持 mm、pt、em、ex 等单位。

示例 33a: 左侧标签与基线

92.7% 	<code>\gradbar[label=left,unit={\%},baseline=text]{92.7}</code>
— 	<code>\qquad</code> <code>\gradbar[label=left,baseline=bottom]{NA}</code>

`label=left` 把格式化后的标签放在轨道左侧，并在 `label width` 槽位内右对齐。它适合需要“数值在前、图形在后”的紧凑表格列；精度、单位、字体和缺失值规则保持不变。`baseline=text` 按当前标签字体的度量对齐，`baseline=center` 和 `baseline=bottom` 分别按图形中心或轨道下边缘对齐；正的 `baseline shift` 会把图形向上移动。

示例 34: 直接放入正文

Completion:  64%

The task is progressing.

Completion:

```
\gradbar[width=15mm,  
height=1.2ex,  
label width=3em,  
unit={\%},precision=0]{64}
```

The task is progressing.

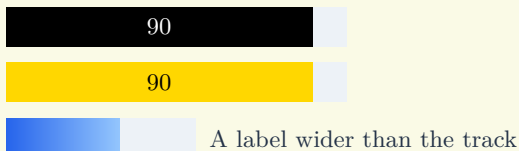
标签默认沿用周围文字的字体。普通表格行高仍由表格本身控制；需要更宽松的行距时设置 `\arraystretch`。宏包不会修改整张表格的行距。

21 智能标签与数值列

21.1 自动黑白文字、长标签与碰撞避让

`label=auto` 优先将总标签放在已填充部分的中央，空间不足时移至轨道右侧。`text color=auto` 根据标签中心处的背景选择黑白文字；渐变按中心颜色估算。主题会设置文字颜色，因此把 `text color=auto` 放在 `theme` 后面。

示例 35：深浅背景与长标签



```
\gradbar[color=black,width=45mm,height=15pt,
  label=auto,text color=auto,precision=0]{90}

\gradbar[color=gold,width=45mm,height=15pt,
  label=auto,text color=auto,precision=0]{90}

\gradbar[width=25mm,height=15pt,label=inside,
  text={A label wider than the track}]{60}
```

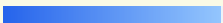
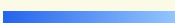
默认 `label overflow=auto` 会将过宽的内部或条尾标签外移，并按实际文字宽度扩展外部标签槽；过高的内部标签也会外移。`label overflow=allow` 允许手工布局时保留越界标签。目标线穿过内部标签时标签外移；带误差线的内部总标签移至右侧。堆叠条启用段标签后，内部总标签也移至右侧，条尾总标签则位于外移段标签上方。

避让发生在同一数据条内部，不会重新排版相邻单元格或相邻数据条。外部文字默认按浅色页面选择黑字；深色页面请显式指定文字颜色。自动颜色基于标签中心，不能保证跨越多种颜色的长标签处处对比度相同。

21.2 单元格只填写数字

`\gradbarscolumn {G}{...}` 定义一个收集单元格内容的数值列。选择尚未使用的单个英文字母作为列名，整列共用范围、样式与标签格式。普通文本表头必须用 `\multicolumn` 绕过数值解析。

示例 36：统一列样式、缺失值和零值

Model	Score / 100
Alpha	 82
Beta	 65
Pending	–
Empty	–
Zero	0

```
\gradbarsstyle{score}{max=100,width=35mm,precision=0}
\gradbarscolumn{G}{style=score}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cG@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Model} & \multicolumn{1}{c}{Score / 100}\\
\midrule
Alpha & 82\\
Beta & 65\\
Pending & NA\\
Empty & \\
Zero & 0\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
```

该接口基于 `array` 与 `colcell`，适用于这里演示的 `tabular` 和 `longtable`。表格命令、文本、单位或已绘制的数条不能直接作为 G 列的数值输入；需要特殊单元格时使用 `\multicolumn {1}{1}{...}`。它不会扫描整列或自动计算最大值，也不是 `siunitx` 的 S 列。

21.3 紧凑数值列：配置一次，单元格只写数字

`\gradbarscolumn *{G}{选项}` 为普通表格提供文字基线、格内居中数字和空白处理。该入口属于默认已加载的 `csv` 库，不需要 CSV 文件，也不需要手写 `collectcell` 或叠加标签。用户选项可继续覆盖默认设置；`\gradbarshead {文字}` 生成居中的单格文字表头并跳过数值转换。

一行定义图形列，数据区只填写数字

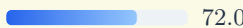
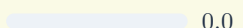
Method	Precision	Recall
Alpha	1.000	0.968
Beta		0.750
Zero	0.000	—

```
\gradbarscolumn*{G}{max=1,width=14mm,precision=3,
  theme=gray,height=3ex,font=\small}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cGG@{}}
\toprule
Method & \gradbarshead{Precision} & \gradbarshead{Recall}\\midrule
Alpha & 1.000 & 0.968\\
Beta & & 0.750\\
Zero & 0 & NA\\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
```

空白单元格保留图形宽度但不绘制；NA 仍明确表示缺失，零值正常显示。不带星号的旧接口保持既有默认值与空白按缺失处理的行为。星号接口会拒绝已占用或保留的列名，请选择未使用的单个英文字母。分组表头继续使用标准 multicolumn；该接口不自动推断范围、排名或汇总。完整的四工具 Precision/Recall 表格见 docs/examples/precision-recall.tex。

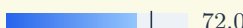
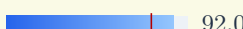
22 圆角、目标线与条尾标签

示例 37: 圆角与真实长度

	72.0	<code>\gradbar[rounded=2pt]{72}</code>
	1.0	<code>\gradbar[rounded=10pt]{1}</code>
	0.0	<code>\gradbar[rounded=10pt]{0}</code>

`rounded` 为圆角半径，默认 `0pt`。实际半径会被限制在轨道高度和彩色条宽度允许的范围内。小数值不被放大，零值仍只显示空轨道。

示例 38: 目标线

	72.0	<code>\gradbar[target=80]{72}</code>
	92.0	<code>\gradbar[target=80, target color=red!70!black]{92}</code>

`target` 使用与输入值相同的单位，不是相对位置。目标线必须位于 `min` 到 `max` 之间，越界会报错。默认不绘制目标线；`target={}` 可清除局部或继承的目标设置。

示例 39: 标签跟随彩色条末端

	15.0	<code>\gradbar[label=end]{15}</code>
	72.0	<code>\gradbar[label=end]{72}</code>
	100.0	<code>\gradbar[label=end]{100}</code>

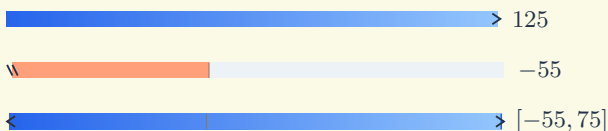
`label=end` 把标签放在彩色条末端上方。靠近左右边界时，会在轨道范围内向内调整标签位置，避免常规数值标签越界。因此它会增加行高，但不为外部标签槽预留水平空间。

很长的自定义标签可能比轨道本身还宽；此时应增大 `width`，或改用 `label=outside` 并设置足够的 `label width`。上方标签不改变正文中的轨道基线。

23 越界指示与点标记

`overflow mark=arrow|slash|none` 控制量程边缘的箭头、双斜线或不标记。单图默认 `none`, `gradtable` 默认 `arrow`。只有严格超出端点时显示；刚好等于上限不显示。`overflow=error` 仍会报错，标记不能绕过校验；裁剪模式保留真实标签。

示例 40：超范围数值和区间



```
\gradbar[max=100,width=65mm,precision=0,
  overflow mark=arrow]{125}

\gradbar[min=-40,max=60,width=65mm,precision=0,
  overflow mark=slash]{-55}

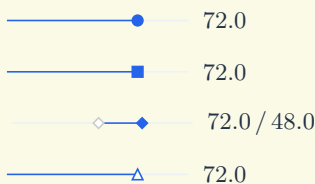
\gradrange[min=-40,max=60,width=65mm,precision=0,
  overflow mark=arrow]{-55}{75}
```

标记检查原始值、区间端点、正负堆叠小计、对比两值和误差端点。固定范围趋势检查所有有效观测，即使末端缺失也保留越界提示。箭头表示数据超出量程，不表示指标好坏，也不表示超出的具体幅度。

23.1 形状与填充

`marker shape=circle|square|diamond|triangle` 对应圆、方、菱形和三角形。`marker fill=solid|hollow` 控制普通点标记填充，`marker size` 为中心到边界的尺寸。哑铃基准点和区间点估计固定为空心，以保留原有语义；当前点、棒棒糖和趋势点可选空心或实心。

示例 41：四种点形状



```
\gradbar[shape=lollipop,marker shape=circle]{72}

\gradbar[shape=lollipop,marker shape=square]{72}

\graddumbbell[marker shape=diamond]{48}{72}

\gradbar[shape=lollipop,marker shape=triangle,
  marker fill=hollow]{72}
```

标记形状便于黑白辨认；同一语义应保持同一形状，不应暗示不同的测量单位。

24 条件配色

`thresholds` 接受两个严格递增的阈值，`threshold colors` 接受三个颜色。颜色选择基于原始输入值，不基于四舍五入后的标签，也不基于截断后的条长。

示例 42：低、中、高三段配色

59.0

60.0

79.0

80.0

92.0

```
\gradbarssetup{
  thresholds={60,80},
  threshold colors={
    lightred,gold,lightgreen
  }
}

\gradbar{59}

\gradbar{60}

\gradbar{79}

\gradbar{80}

\gradbar{92}
```

条件	本例颜色
$v < 60$	lightred
$60 \leq v < 80$	gold
$v \geq 80$	lightgreen

示例 43：与目标和圆角叠加

72.0

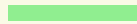
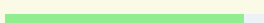
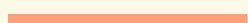
```
\gradbar[
  width=30mm,
  thresholds={60,80},
  rounded=2pt,
  target=80,
  label=end
]{72}
```

启用条件配色后，所选颜色采用纯色填充，并优先于主题或 `negative color`。默认三色为 `lightred`、`gold`、`lightgreen`。用 `thresholds={}` 关闭。阈值代表什么、数值越高是否越好，应在表格标题或注释中说明。

25 指标优劣方向

`better=higher` 表示越大越好，为默认值；`better=lower` 表示越小越好。此参数只影响已启用的 `thresholds` 条件配色，不修改数值、条长、目标位置或误差范围。没有 `thresholds` 时，不会自动推断评价标准，也不会改变主题配色。

示例 44：相同数值，不同评价方向

Value	Higher is better	Lower is better
50		50 
70		70 
90		90 

```
\gradbarssetup{max=100,width=35mm,
  thresholds={60,80},precision=0}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}ccc@{}}
  \toprule
  \multicolumn{1}{c}{Value} & \multicolumn{1}{c}{Higher is better} & \multicolumn{1}{c}{Lower is better}\\
  \midrule
  50 & \gradbar[better=higher]{50} & \gradbar[better=lower]{50}\\
  70 & \gradbar[better=higher]{70} & \gradbar[better=lower]{70}\\
  90 & \gradbar[better=higher]{90} & \gradbar[better=lower]{90}\\
  \bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
```

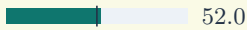
`threshold colors` 的三个颜色始终按“差、中、好”排列。默认是浅红、金黄、浅绿。阈值 $a < b$ 始终从小到大填写：数值区间为 $v < a$ 、 $a \leq v < b$ 、 $v \geq b$ 。higher 依次取第 1、2、3 个颜色，lower 依次取第 3、2、1 个颜色。等于阈值时属于右侧区间；不因方向改变边界归属。

例如耗时使用 `thresholds={70,100},better=lower`：小于 70 为好，70 至小于 100 为中，100 及以上为差。堆叠组成不支持条件阈值，因此 `better` 不用于给各段评判优劣。如果叠加打印预设，建议使用数值、阈值说明或纹理保留含义，避免仅靠灰度表达好坏。

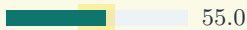
25.1 越接近目标越好、位于区间内最好

`better=target` 与 `quality target` 配合，评价距离 $d = |v - t|$ 。`better=interval` 与 `quality range={a,b}` 配合，评价到闭区间的距离 $d = \max(0, a - v, v - b)$ ，其中 $a \leq b$ 。

示例 45: 目标偏差与合格范围

 52.0

 75.0

 55.0

 68.0

```
\gradbar[better=target,quality target=50,
thresholds={5,15},target=50,palette=diverging]{52}

\gradbar[better=target,quality target=50,
thresholds={5,15},target=50,palette=diverging]{75}

\gradbar[better=interval,quality range={40,60},
thresholds={0,10},band={40,60},palette=diverging]{55}

\gradbar[better=interval,quality range={40,60},
thresholds={0,10},band={40,60},palette=diverging]{68}
```

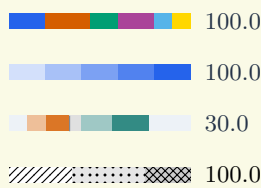
这两种模式必须提供两个非负且严格递增的 `thresholds`，单位与原数据相同。若 $d \leq t_1$ 为好， $t_1 < d \leq t_2$ 为中， $d > t_2$ 为差。`threshold colors` 的顺序仍为差、中、好。例如 `thresholds` 为 0,10 时，区间内（含端点）才判为好，离区间不超过 10 判为中。`quality target/range` 只负责评价；`target/band` 只负责绘制参考，需分别设置。评价不会改变长度、端点或原始标签，也不用于堆叠、浮动区间或趋势线。

26 语义配色与稳定类别纹理

`palette` 管理一组颜色与纹理，与设置单条外观的 `theme` 和排版预设 `preset` 分工不同。选项从左到右执行。配色用于表达数据角色，不能替代单位、名称与数值。

方案	用途
categorical	六种类别色，循环使用；适合没有大小顺序的类别。
sequential	五级由浅到深的蓝色，适合有序类别，不自动把数值映射到色阶。
diverging	橙、浅橙、中性灰、浅青、青五色；同时设置负值、比较色及差中好颜色。
mono	灰度与三种纹理组合；同时设置黑白标签和趋势线极值点色。

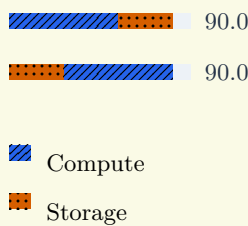
示例 46：四套成组配色



```
\gradstack[palette=categorical]{20,25,15,20,10,10}  
  
\gradstack[palette=sequential]{20,20,20,20,20}  
  
\gradstack[palette=diverging,min=-50]{-20,-15,10,25,30}  
  
\gradstack[palette=mono]{35,40,25}
```

位置调色板按段序号循环。需要类别在不同顺序或子集下保持一致时，使用 `\gradbarscategory {类别名称}{颜色}{纹理}`，并为每条堆叠设置 `stack names`。类别名称按实际文本匹配，定义遵循 TeX 分组作用域；未定义类别回退到序号配色。

示例 47：交换类别顺序后仍保留身份



```
\gradbarscategory{Compute}{gradbarsBlue}{diagonal}  
\gradbarscategory{Storage}{gradbarsOrange}{dots}  
\gradstack[stack names={Compute,Storage}]{60,30}  
  
\gradstack[stack names={Storage,Compute}]{30,60}  
  
\gradbarslegend[width=55mm]{Compute,Storage}
```

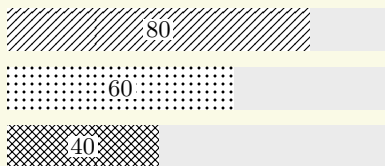
命名类别优先于序号配色，图例与数据段使用同一映射。`print` 或 `palette=mono` 激活时，类别色被灰度方案替代，类别纹理仍保留。纹理可选 `none`、`diagonal`、`reverse`、`dots`、`crosshatch`、`horizontal`、`vertical`。类别数超过

色板长度时会复用颜色；请结合名称或纹理，不能把颜色视为唯一标识。

27 黑白纹理填充

`print` 是一组打印预设：白色填充、浅灰轨道、黑色纹理和文字，普通条默认使用斜线，堆叠条默认循环斜线、点阵、网格。内部标签增加白底，以免纹理穿过文字；可通过 `print labels=false` 取消标签白底。

示例 48：纹理与灰度轨道



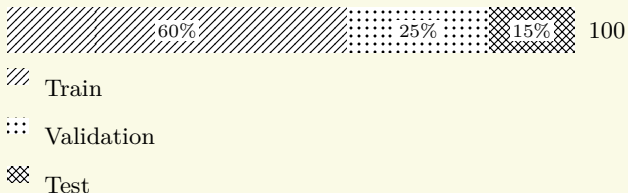
```
\gradbar[print,width=50mm,height=16pt,
  pattern=diagonal,label=auto,precision=0]{80}

\gradbar[print,width=50mm,height=16pt,
  pattern=dots,label=auto,precision=0]{60}

\gradbar[print,width=50mm,height=16pt,
  pattern=crosshatch,label=auto,precision=0]{40}
```

`pattern` 可选 `none`、`diagonal`、`reverse`、`dots`、`crosshatch`、`horizontal`、`vertical`，分别表示无纹理、正斜线、反斜线、点阵、网格、横线和竖线。纹理覆盖在填充色之上，保留原来的条长、圆角和截断边界。`pattern color` 单独指定纹理颜色；纯色或渐变主题也可叠加纹理，不限于打印预设。

示例 49：堆叠条与图例使用一致的纹理



```
\gradstack[print,width=75mm,height=17pt,
  stack names={Train,Validation,Test},
  stack patterns={diagonal,dots,crosshatch},
  legend=true,segment labels=percent,precision=0]{60,25,15}
```

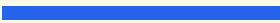
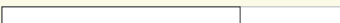
`stack patterns` 与段序号对应，数量不足时循环使用；零段也占用一个纹理序号。

自动图例以及 `\gradbarslegend` 使用相同的纹理列表。共享图例时，让图例与条形引用同一个命名样式，以保持颜色和纹理一致。纹理只能辅助识别，仍需保留类别名称和可读数值。打印缩放后请检查细线是否清晰。

28 四套排版预设

使用 `preset=paper`、`preset=report`、`preset=presentation` 或 `preset=outline` 一次应用一组视觉选项。这些预设不改变量程、数据、目标值或阈值；同一选项列表仍从左到右执行。

示例 50：四套内置排版预设

Preset	Preview
Paper	 82.0
Report	 75.0
Presentation	 92.0
Outline	 70.0

```

\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cc@{}}
  \toprule
\multicolumn{1}{c}{Preset} & \multicolumn{1}{c}{Preview}\\
  \midrule
Paper & \gradbar[preset=paper,width=45mm]{82}\\
Report & \gradbar[preset=report,width=45mm,
  target=90,thresholds={60,80}]{75}\\
Presentation & \gradbar[preset=presentation,
  width=45mm]{92}\\
Outline & \gradbar[preset=outline,width=45mm]{70}\\
  \bottomrule
\end{tabular}
\end{center}

```

预设	特点与设置
paper：论文简洁型	5pt 细条、纯色、浅灰轨道、small 字号和外部数值；标签间隔较小，上下留白各 0.5pt。
report：报告仪表型	12pt 粗条、3pt 圆角、外部数值，上下留白各 2pt；提供目标线颜色与差 / 中 / 好配色，实际目标与阈值由使用者填写。
presentation 演示强调型	18pt 条形、large 字号、高对比纯色、自动黑白文字，优先使用内部标签；上下留白各 4pt。
outline：轮廓节墨 型	7pt 空心轮廓、白轨道、细端点与外部数值，上下留白各 1pt；不绘制大面积填充或纹理。

`row padding` 只增加数据条自身上下的占位，不修改表格或文档的全局行距。`outline=true` 单独开启空心绘制，`outline width` 默认 0.4pt；`outline` 预设将其设为 0.35pt。堆叠条也可使用轮廓，其图例同步显示空心色块，段标签移至外部。

预设会重设主题、`shape`、标签位置、字体、间距与纹理等视觉设置。例如 `preset=paper,shape=lollipop` 保留论文预设并改为棒棒糖；反过来写则恢复普通条。双层条、棒棒糖、带点区间及轮廓条可能把内部标签外移，这是这些图形的避让规则。需要打印纹理时，可在预设之后追加 `print`；`print` 会关闭轮廓绘制。

示例 51：命名样式与新图形共用预设

View	Value
Current / reference	82 / 65
Single value	82
Lower / upper	[70, 90]

```
\gradbarsstyle{compact}{preset=paper,width=55mm,
max=100,precision=0,label width=6em}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cc@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{View} & \multicolumn{1}{c}{Value}\\
\midrule
Current / reference & \gradcompare[style=compact]{65}{82}\\
Single value & \gradbar[style=compact,shape=lollipop]{82}\\
Lower / upper & \gradrange[style=compact]{70}{90}\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
```

第四部分 专属数据表格与数据接口

29 专属数据表格：gradtable

v0.0.8 提供统一的数据表格入口。先声明列，再填写每行数据；不需要手写对齐符号或换行命令。列类型包括 text、number、bar、bullet、interval，以及 compare、dumbbell、stack、spark 和 heat；复合数据的填写方法见“更多图形列”，heat 见第 17 章。`\gradcolumn` [列选项]{标识}{标题} 的标识必须唯一；`\gradrow` {单元格列表} 按声明顺序填写逗号分隔的数据。带逗号的文本应加花括号保护，缺失数值请显式写 NA。

示例 52：论文型，文本、数字与普通条

方法	样本量	得分
方法 A	120	82.4
方法 B	12 500	91.2
方法 C	—	—

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,preset=paper,graphic width=48mm,
text width=24mm,label width=14mm]
\gradcolumn[method]{方法}
\gradcolumn[type=number,options={precision=0}]{n}{样本量}
\gradcolumn[type=bar,options={max=100,precision=1}]{score}{得分}
\gradrow{方法 A,120,82.4}
\gradrow{方法 B,12500,91.2}
\gradrow{方法 C,NA,NA}
\end{gradtable}
\end{center}
```

列选项中的 `options={...}` 接受原有 gradbars 参数，如 min、max、precision、unit、theme、target 和 references。每列共用同一组参数，单元格不单独修改尺度。number 列只排版数值，不使用条形量程裁剪；precision、number format 和 unit 可控制显示。

29.1 宽度和标签对齐

graphic width 为默认图区宽度，text width 为文本列宽度，label width 为数值区的最小宽度。同列所有外部标签预先测量，使用该列最长标签与 label width 中的较大值，统一右对齐。标签加宽不会改变图区尺度。默认仍为右对齐；数字列可用 `number align=decimal` 精确对齐小数点。长文本会在文本列换行；默认按内容确定表宽；设置表格 width 后，可自动分配文字列和图区宽度，详见后文。默认 `graphic width=32mm`、`text width=22mm`、`label width=18mm`。

29.2 数据检查

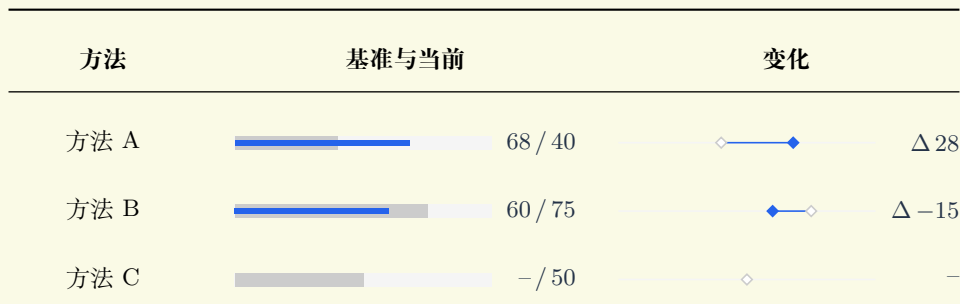
行数据数量必须与列数一致；列标识不能重复，所有列必须在第一个数据行或分组标题之前声明。数字格式、区间端点和点估计的校验沿用单图接口，测量阶段的错误包含行号和列标识。不要用省略字段表示缺失，否则列表会缺少单元格。

30 更多图形列

30.1 双层对比条与哑铃图

新增 `type=compare` 和 `type=dumbbell`，单元格写成“基准值/当前值”。整格 NA 表示两者都缺失，也可使用 40/NA 或 NA/60 表示单侧缺失。颜色、尺度、变化标注和标签选项沿用对应的独立图形命令。输入顺序是基准/当前，默认显示标签的顺序为当前/基准；`delta` 显示当前减基准。

示例 53：同一数据的两种对比表达



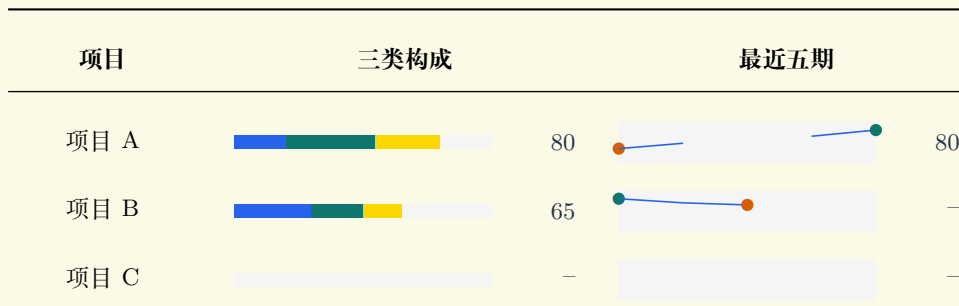
```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,text width=25mm,graphic width=34mm,
  label width=10mm,column sep=7pt,
  row stretch=1.8]
\gradcolumn{name}{方法}
\gradcolumn[type=compare,
  options={max=100,precision=0}]{bars}{基准与当前}
\gradcolumn[type=dumbbell,
  options={max=100,precision=0,compare label=delta,
    marker shape=diamond}]{change}{变化}
\gradrow{方法 A,40/68,40/68}
\gradrow{方法 B,75/60,75/60}
\gradrow{方法 C,50/NA,50/NA}
\end{gradtable}
\end{center}
```

双层条适合保留两组长度，哑铃图适合强调两个端点之间的差异。列标题应说明基准、当前或差值的含义；同一列所有行应采用同一尺度。

30.2 堆叠条与迷你折线

新增 `type=stack` 和 `type=spark`。由于行数据也使用逗号分隔，一格内的数值列表必须用一层花括号包住，例如 `\gradrow {项目,{20,30,50}}`。堆叠列显示各段及总量；迷你折线列显示序列，并在外部标注最后一个观测值。

示例 54：构成与趋势并列展示



```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,text width=25mm,graphic width=34mm,
  label width=10mm,column sep=7pt,
  row stretch=1.8]
\gradcolumn{name}{项目}
\gradcolumn[type=stack,options={max=100,precision=0,
  stack colors={gradbarsBlue,gradbarsTeal,gold}}
]{mix}{三类构成}
\gradcolumn[type=spark,options={spark range=fixed,
  min=0,max=100,precision=0}]{trend}{最近五期}
\gradrow{项目 A,{20,35,25},{35,48,NA,65,80}}
\gradrow{项目 B,{30,20,15},{80,70,65,NA,NA}}
\gradrow{项目 C,NA,NA}
\end{gradtable}
\end{center}
```

三段颜色依次代表类别一、二、三；同一类别在各行保持相同顺序和颜色。堆叠列的整格 NA 表示构成缺失，不能把缺失的一段当作零值参与累计。含负段时应明确设置负的 `min`，正段与负段分别累计。迷你折线在缺失处断开，末次观测缺失时标签仍为缺失符号，不借用之前的值。这里显式设置 `spark range=fixed,min=0,max=100`，使不同项目可按同一纵向尺度比较；默认 `auto` 为各单元格独立缩放，只适合观察形态。

31 表格对齐与线条样式

31.1 单元格对齐

未单独设置时，表头采用对应列的对齐方式。表格级 `align=auto` 时，文本和图形列默认左对齐，纯数字列默认右对齐；列选项优先于表格设置。

示例 55：统一居中与垂直对齐

列 A	列 B	列 C	数量
方法 A	方法 A	方法 A	120
较长的名称会在文本 列内自动换行	短名称	短名称	5

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,rules=grid,valign=c,
  text width=30mm,column sep=5pt,row padding=3pt,
  header color=gradbarsBlue!8,rule color=gradbarsBlue!60!black]
\gradcolumn[align=c]{left}{列 A}
\gradcolumn[align=c]{center}{列 B}
\gradcolumn[align=c]{right}{列 C}
\gradcolumn[type=number,align=c,width=20mm,
  options={precision=0}]{number}{数量}
\gradrow{方法 A,方法 A,方法 A,120}
\gradrow{较长的名称会在文本列内自动换行,短名称,短名称,5}
\end{gradtable}
\end{center}
```

文本列的 `valign=t|c|b` 对应 array 的 p、m、b 段落列，默认 t。

“左对齐且垂直居中”可写 `align=l,valign=c`；“水平和垂直均居中”可写 `align=c,valign=c`。垂直设置只作用于文本列，其对齐参考遵循 p/m/b 的段落盒规则。

31.2 列宽、图区宽度与数值宽度

列选项 `width` 对文本列表示固定换行宽度，默认取表格 `text width`；对数字和图形列表示最小单元格宽度，内容超过时自动扩展。`graphic width` 只控制图区，`label width` 只控制数值区，三者不能相互替代。图形列 `align` 对整个“图形加数值”单元格生效，图形内部数值仍保持统一右对齐。

示例 56：得分列与表头居中

方法	得分
方法 A	82
方法 B	—

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,rules=rows,graphic width=28mm,label width=12mm,
column sep=8pt,row stretch=1.4]
\gradcolumn[width=24mm,header align=c]{method}{方法}
\gradcolumn[type=bar,align=c,width=75mm,
options={max=100,precision=0}]{score}{得分}
\gradrow{方法 A,82}
\gradrow{方法 B,NA}
\end{gradtable}
\end{center}
```

31.3 四种线条样式和间距参数

线条与图形主题独立，可与 `paper`、`report`、`mono` 任意组合。

选项	含义与默认值
<code>rules=booktabs</code>	默认三线表：顶线、表头分隔线、底线。
<code>rules=rows</code>	三线表基础上增加数据行之间的横线。
<code>rules=grid</code>	完整横纵网格与外边框。
<code>rules=none</code>	不绘制表格线条。
<code>column sep</code>	每列左右内边距，默认 6pt；相邻列通常合计为其两倍。
<code>row stretch</code>	基础行高系数；默认 <code>paper/mono</code> 为 1.2， <code>report</code> 为 1.5。
<code>row padding</code>	附加行高，默认 0pt；不缩放单元格图形。
<code>header color</code>	表头底色；默认 <code>report</code> 为 <code>gradbarsTrack</code> ，其余无底色，空值清除。
<code>rule color</code>	表格线颜色，默认 <code>black</code> ，设置只影响当前 <code>gradtable</code> 。

行高系数必须为正，列间距、附加行高及列宽不能为负。`width=0pt` 表示使用默认：文本列采用 `text width`，其余列按内容排版。

示例 57: 无线框、统一居中与数值格式

项目	数量	评分
项目 A	12	82.4 分
项目 B	120	91.2 分

```

\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,rules=none,text width=30mm,column sep=10pt,row stretch=1.5,
header color=gradbarsTeal!8]
\gradcolumn{name}{项目}
\gradcolumn[type=number,width=24mm,
options={precision=0}]{count}{数量}
\gradcolumn[type=number,align=c,width=24mm,
options={precision=1,unit={ 分}}]{score}{评分}
\gradrow{项目 A,12,82.4}
\gradrow{项目 B,120,91.2}
\end{gradtable}
\end{center}

```

这些 align 参数控制单元格，不负责整张表在页面上的位置。整张表居中时，可在外层 table 环境中使用标准的 \centering；左、右放置可使用外层分组中的 \raggedright 或 \raggedleft。

32 自动列尺度与零点基准

列宽控制图形占据多少空间,数值尺度控制相同数值在图形中的位置;两者独立设置。表格与列均可设置 `scale` (`fixed` 或 `column`) 和 `include zero` (`true` 或 `false`)。默认 `fixed` 沿用 `options` 中的 `min/max`; `column` 在排版前扫描整列,覆盖 `options` 中的 `min/max`。列设置覆盖表格设置,文本列不参与尺度计算。手写数据与 CSV 数据源使用相同规则。范围跨页后仍保持一致。CSV 筛选默认仍按完整数据计算;`scale scope=visible` 改为显示行范围。

整列自动范围与单列零点设置

Method	Score	Time
A	70.0	70.0
B	90.0	90.0
Pending	-	-

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,width=\linewidth,scale=column,include zero=false]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=bar,include zero=true]{score}{Score}
  \gradcolumn[type=bar]{time}{Time}
  \gradrow{A,70,70}
  \gradrow{B,90,90}
  \gradrow{Pending,NA,NA}
\end{gradtable}
\end{center}
```

上例 `Score` 列采用 `[0,90]`, `Time` 列采用 `[70,90]`。

32.1 是否包含零与固定范围

缺失值不参与范围计算,零是真实观测;默认 `include zero=true`。不包含零时,正数列可采用正的 `min`,纯负数列可采用负的 `max`。条形的零基准会截到最近的量程边界,因此比较相对零点的量级时应保留零。百分比标签仍要求 `min=0`、`max>0`;跨批次比较时,应使用 `scale=fixed` 和相同的 `min/max`。目标线、参考线与误差幅度不参与自动范围;有这些标注时可采用固定范围。

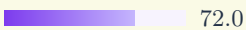
32.2 缺失值、恒定列与复合图形

全缺失或仅表头时范围为 `[0,1]`;包含零的全零列也采用 `[0,1]`。不包含零的恒定列采用 `[值减 0.5, 值加 0.5]`,避免零宽量程。普通数字、条形、子弹图与 `Heat` 按单个数值计算范围。对比与区间按端点和点估计计算;趋势按全部观测共享固定范围;堆叠按每行正负累计值计算,并保留零基准。

32.3 共享尺度组: 跨表采用同一范围

`\gradscale {名称}{min= 下限,max= 上限}` 显式声明量程,要求下限小于上限。通过 `scale group` 引用,可用于独立图形或表格列;重复定义替换当前作用域中的组,普通 `TeX` 分组结束后恢复外层定义。组范围优先于图形 `options` 中的 `min/max`,未知组名会报错,不依赖表格出现顺序。

独立图形与表格共享准确率尺度



Method	Score
A	72.0
B	90.0

```

\gradscale{accuracy}{min=0,max=100}
\gradbar[scale group=accuracy,theme=violet]{72}

\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=academic,theme=violet,width=\linewidth]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=bar,scale group=accuracy]{score}{Score}
  \gradrow{A,72}\gradrow{B,90}
\end{gradtable}
\end{center}

```

表格或列的 `scale group` 要求 `scale=fixed`，不能同时使用 `scale=column`。表格组设置由列继承，列可用空 `scale group` 清除；普通趋势图引用组时采用固定范围，win-loss 仍表示正负类别。本版不隐式收集后续表格的数据计算跨表范围。

32.4 尺度留白、整洁边界与百分比分母

表格和列可以设置 `scale padding` 与 `scale nice`；仅作用于自动列范围，默认分别为 0 和 false。`padding` 的单位是原始范围跨度的百分比，在非零端点向外扩张；零端点保留原位。之后按 1、2、5 的数量级步长向外取整，目标约为五个间隔。列设置覆盖表格设置，固定或命名范围不扩张。

显示范围扩张，原百分比含义保持一致

Method	Score
A	72.4%
B	100.0%
Mean	86.2%

```

\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=compact,theme=forest,width=\linewidth,
  scale=column,scale padding=10,scale nice=true]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=bar,aggregate=mean,
    options={value format=percent}]{score}{Score}
  \gradrow{A,63}\gradrow{B,87}
  \gradsummary{Mean}
\end{gradtable}
\end{center}

```

本例范围先为 [0,87]，留白后为 [0,95.7]，整洁边界为 [0,100]。百分比仍以原上限 87 为分母，原最大值的标签仍为 100%，而不是随绘图范围扩张变小。可用图形选项 `percent base` 显式指定正的分母；不设置留白与整洁边界

时沿用原有 `max` 分母规则。图形百分比仍要求 `min=0`。排序、排名与汇总始终依据原始数值；Heat 中心仍需位于最终范围内。

33 按总宽度分配列宽

表格选项 `width=\linewidth` 将整张表限定为当前可用宽度。宏包先测量该列全部数值标签，保留标签、间距与线条的空间，再为文字列和图形区域分配剩余宽度。图形的数值尺度保持不变，字体不会被整体缩小。

示例 58：固定数值列与可伸缩图形列

实验设置		评估结果	
方法名称		得分	样本量
带有较长名称的改进方法		92.8	12 500
基础方法		84.6	320
待测方法		—	80

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,width=\linewidth,label width=12mm,column sep=6pt,row padding=2pt,
min text width=18mm,min graphic width=15mm]
\gradcolumn[weight=1]{method}{方法名称}
\gradcolumn[type=bar,weight=2,mark=both,
options={max=100,precision=1}]{score}{得分}
\gradcolumn[type=number,width=18mm,
options={precision=0}]{count}{样本量}
\gradheader{\gradspan{1}{实验设置}
\gradspan{2}{评估结果}}
\gradrow{带有较长名称的改进方法,92.8,12500}
\gradrow{基础方法,84.6,320}
\gradrow{待测方法,NA,80}
\end{gradtable}
\end{center}
```

参数	分配规则
<code>width=0pt</code>	默认值，保持按内容排版；正值启用总宽度分配。
<code>weight</code>	列选项，默认 1。无固定宽度的文字、图形列按权重分配剩余空间。
<code>min text width</code>	可伸缩文字列的最低宽度，默认 12mm。
<code>min graphic width</code>	可伸缩图区的最低宽度，默认 12mm，不含外部数值。
列选项 <code>width</code>	总宽度模式下固定文字或图形列的单元格宽度；数字列仍至少容纳全部标签。

权重作用于满足最低宽度之后的剩余空间，因此 `weight=2` 不代表最终列宽恰为另一列的两倍。数字列按标签所需宽度排版，不参与伸缩。图形列的最终图区宽度由分配结果决定，优先于 `graphic width` 或图形 `options` 内的 `width`；同一列的所有行始终共享同一图区宽度。

总宽度不足以容纳固定列、标签、最小图区及间距时，宏包会报错。可以增加表宽、减小 `column sep` 或最低宽度、缩短单位，或减少列数。所有列都固定后若仍有剩余空间，应至少保留一个可伸缩文字或图形列。总宽度模式允许长表头和分组标题换行；文字中的不可断长串仍需自行提供断行位置。

34 多级表头与跨列标题

`\gradheader {...}` 添加一层表头，内部用 `\gradspan {列数}{标题}` 依次声明合并区域。多次调用 `gradheader` 时按声明顺序从上到下排列，最下层仍显示各 `gradcolumn` 的标题。先声明全部列，再声明表头，最后填写分组和数据。每层合并列数之和必须恰好等于总列数。

示例 59：三级表头组织不同指标

模型评估			
方法信息	预测质量		推理耗时
方法	准确率	F1	毫秒
方法 A	91.4	89.7	24
方法 B	93.2	91.5	31

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,rules=grid,header color=gradbarsBlue!8,text width=28mm,
column sep=8pt,row padding=3pt]
\gradcolumn[method]{方法}
\gradcolumn[type=number,width=24mm,
options={precision=1}]{accuracy}{准确率}
\gradcolumn[type=number,width=24mm,
options={precision=1}]{fscore}{F1}
\gradcolumn[type=number,width=24mm,
options={precision=0}]{latency}{毫秒}
\gradheader{\gradspan{4}{模型评估}}
\gradheader{\gradspan{1}{方法信息}}
\gradheader{\gradspan{2}{预测质量}\gradspan{1}{推理耗时}}
\gradrow{方法 A,91.4,89.7,24}
\gradrow{方法 B,93.2,91.5,31}
\end{gradtable}
\end{center}
```

跨列标题默认居中，底色跟随 `header color`，分隔线跟随 `rules`。空标题可写成 `\gradspan {1}{}`，该单元格仍占指定列数。本接口合并同一行中的连续列；各层标题独立排布，不执行跨行合并。命名列定义中也可保存 `gradheader`，但在表头之后不能再追加列声明。

35 分组行与最优值标记

35.1 用分组标题组织数据

`\gradgroup {标题}` 插入跨越所有列的分组行。先声明全部列，再填写分组和数据；每个分组必须至少有一条数据行。分组不占数据列，不参与数值比较，也不会改变列尺度。`group color` 设置标题底色，默认 `gradbarsTrack`，空值表示无底色；`group sep` 默认 4pt，为分组标题增加上方留白，非网格表还增加组前间距。分组行兼容四种 `rules` 样式。标题过长时应缩短文字，避免把整张表撑宽。

示例 60：分组展示与全表最优值

方法		得分	耗时 / 秒
基础方法			
方法 A		82.4	12.8
方法 B		90.2	<u>10.5</u>
改进方法			
方法 C		90.2	9.6
方法 D		<u>86.7</u>	9.6
方法 E		—	—

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,text width=30mm,
  graphic width=38mm,label width=12mm,group sep=4pt]
  \gradcolumn[method]{方法}
  \gradcolumn[type=bar,mark=both,
    options={max=100,precision=1}]{score}{得分}
  \gradcolumn[type=number,mark=both,width=24mm,
    options={better=lower,precision=1}]{time}{耗时 / 秒}
  \gradgroup{基础方法}
  \gradrow{方法 A,82.4,12.8}
  \gradrow{方法 B,90.2,10.5}
  \gradgroup{改进方法}
  \gradrow{方法 C,90.2,9.6}
  \gradrow{方法 D,86.7,9.6}
  \gradrow{方法 E,NA,NA}
\end{gradtable}
\end{center}
```

最佳值加粗，次佳值加下划线。得分的两个 90.2 均加粗，86.7 为次佳值；耗时的两个 9.6 均加粗，10.5 为次佳值。比较覆盖当前整张表的全部数据行，跨越分组。

35.2 排名规则与数据含义

列选项 `mark=none|best|both` 默认为 `none`；`best` 仅标记最佳值，`both` 同时标记次佳值。该选项适用于 `number`、`bar` 和 `bullet` 列，只改变数字标签，不改变条长或原始数据。在列的 `options` 内使用 `better=higher`（默认）或 `better=lower` 指定方向；目标接近度和区间达标不能直接用于本接口的最优值排序。

示例 61：负数、并列值与零值

项目	偏差
方案 A	−2.0
方案 B	−2.0
方案 C	<u>0.0</u>
方案 D	—

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,rules=grid,text width=34mm,column sep=8pt,row padding=2pt]
  \gradcolumn[method]{项目}
  \gradcolumn[type=number,mark=both,width=28mm,
    options={better=lower,precision=1}]{loss}{偏差}
  \gradrow{方案 A,-2}
  \gradrow{方案 B,-2.0}
  \gradrow{方案 C,0}
  \gradrow{方案 D,NA}
\end{gradtable}
\end{center}
```

- 排名采用格式化之前的原始数值；不会按字符串或四舍五入后的标签排序。
- 数值相等即为并列，包括 2、2.0 等写法；次佳值取下一个不同的数值。
- NA 不参与排名，零值正常参与。整列缺失时没有标记，全部相等时没有次佳值。
- 若精度过低，不同原始数值可能显示成相同标签；应提高 `precision`，避免标记难以解释。
- 使用加粗或下划线前，应在表注中解释约定。堆叠、趋势和对比列没有唯一的默认排名指标，请另设 `number` 列明确指标，再标记最优值。

35.3 CSV 自动分组与组内排名

`group by=family` 引用已经声明的文本列标识，而不是 CSV 字段名称。分组标题沿用 `group color`、`group sep`；组序按 CSV 中首次出现顺序，仅显示有数据的组。组内保留全局排序的相对顺序；空组名不会丢弃数据，默认显示 (`ungrouped`)，可用 `group missing label` 修改。文本 NA 及其他缺失标记仍作为独立组名。`group by` 不能与手写 `gradgroup` 混用。`rank scope=group` 在每个显示组内分别排名；默认 `table` 保持整表排名。排名使用原始值，跳过缺失并保留零，沿用并列值、次佳不同值与 `better` 规则。分组统计也支持手写 `gradgroup`；同名标题的手写组分别统计，首个标题之前的数据组成隐式未命名组。

完整案例：算法家族对比

Method	Family	Score	Time / ms
Classic			
Fast	Classic	84.0	8
Stable	Classic	84.0	<u>10</u>
Reference	Classic	78.0	30
Summary			82.0 8
Neural			
Compact	Neural	91.0	12
Wide	Neural	91.0	<u>20</u>
Pending	Neural	–	–
Summary			91.0 12
All visible			85.6 8

```

\gradbarsloadcsv{families}{docs/data/families.csv}
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,data=families,width=\linewidth,style=academic,theme=teal,
scale=column,group by=family,rank scope=group,group summary=true,
sort keys={score/descending,time/ascending}]
\gradcolumn[source=Method]{method}{Method}
\gradcolumn[source=Family]{family}{Family}
\gradcolumn[type=bar,source=Score,mark=both,aggregate=mean]{score}{Score}
\gradcolumn[type=number,source=Time,mark=both,aggregate=min,
options={better=lower,precision=0}]{time}{Time / ms}
\gradsummary{All visible}
\end{gradtable}
\end{center}

```

Classic 的得分均值为 82，Neural 为 91；最快时间分别为 8 和 12。组标题与首行同页，分组汇总只显示一次并与组末行同页；续页不重复分组标题。尺度仍使用整列或命名共享范围，确保不同组之间可比较。

36 汇总行与统计范围

在数字、普通条、子弹图或 Heat 列设置 aggregate，然后在表格中声明一次 gradsummary。aggregate 可选 none、count、sum、mean、min、max，默认 none。汇总行按数字排版，不绘制图形，因此总和超过图区范围也不会被裁剪。

有效观测均值与总耗时

Method	Score	Time
A		72.0 20 ms
B		90.0 30 ms
Missing		– 0 ms
Summary		81.0 50 ms

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=academic,theme=teal,width=\linewidth]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=bar,aggregate=mean,mark=both,
    options={max=100}]{score}{Score}
  \gradcolumn[type=number,aggregate=sum,
    options={precision=0,unit={\,ms}}]{time}{Time}
  \gradrow{A,72,20}\gradrow{B,90,30}\gradrow{Missing,NA,0}
  \gradsummary{Summary}
\end{gradtable}
\end{center}
```

本例得分均值为 81，耗时总和为 50。count 统计有效数值个数，显示整数且不附加单位或计算百分比。缺失值被跳过，真实零仍参与统计；全缺失或没有数据时 count、sum 为 0，mean、min、max 显示缺失。

36.1 显示行与完整数据

\gradsummary [scope=visible|data]{标签} 默认采用 visible，在 CSV 筛选、排序及 limit 后统计显示行。data 使用完整导入数据；手写表格两种范围相同。标签显示在第一个文本列；纯数字表格需采用空标签。文本及复合图形列不支持 aggregate，未选择统计量的列在汇总行中留空。

只显示两行，汇总完整数据

Method	Score	Latency
Model "Plus"	92.7	61.0
Compact, tuned	81.6	88.0
All data	61.7	4

```
\gradbarsloadcsv{results}{docs/data/results.csv}
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=compact,data=results,width=\linewidth,
sort=score,order=descending,limit=2]
\gradcolumn[source=Model]{name}{Method}
\gradcolumn[type=number,source=Score,aggregate=mean]{score}{Score}
\gradcolumn[type=number,width=18mm,source=Latency,aggregate=count]{n}{Latency}
\gradsummary[scope=data]{All data}
\end{gradtable}
\end{center}
```

完整得分均值为 61.675，有效延迟观测为 4 个。汇总不会影响排名、自动尺度或数据行数量。数字列沿用对齐设置，普通条及子弹图的汇总值靠右，Heat 汇总值居中。精度、单位和数字格式沿用列配置；汇总内容在列宽分配之前测量。跨页时只在末尾显示一次，与最后一条数据保持在同页。`summary color` 控制底色，`auto` 跟随表格主题，空值关闭底色；`summary font` 设置字体，默认文字和数学均加粗。

36.2 每组汇总与独立统计范围

`group summary=true` 在每个显示组末尾添加一条数字摘要，复用各列 `aggregate`，不必同时声明整表 `gradsummary`。`group summary label` 默认 `Summary`，显示在第一个文本列。`group summary scope=visible|data` 默认 `visible`；`data` 统计该组完整导入数据，包含被筛选或限行排除的成员。没有显示行的组不产生标题或摘要。手写组两种范围相同；缺失、零值和格式化规则沿用整表汇总。组摘要与整表摘要的 `scope` 独立，颜色和字体共用 `summary color`、`summary font`。两种摘要都不参与排序、排名或自动尺度；整表摘要在最后一个组摘要之后显示。

完整案例：分组实验结果

Run	Batch	Change	Duration
First			
Trial C	First	2.0	10.0
Trial A	First	-4.0	12.0
Pending	First	-	-
Group summary		-1.0	2
Second			
Trial B	Second	6.0	15.0
Trial D	Second	0.0	11.0
Group summary		3.0	2
All visible		1.0	4

```
\gradscale{change}{min=-10,max=10}
\gradbarsloadcsv{experiments}{docs/data/experiments.csv}
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,data=experiments,width=\linewidth,theme=violet,
  group by=batch,group summary=true,group summary label={Group summary},
  sort keys={change/descending,duration/ascending}]
  \gradcolumn[source=Run]{run}{Run}
  \gradcolumn[source=Batch]{batch}{Batch}
  \gradcolumn[type=heat,source=Change,aggregate=mean,scale group=change,
    options={heat palette=diverging,heat center=0}]{change}{Change}
  \gradcolumn[type=number,source=Duration,aggregate=count]{duration}{Duration}
  \gradsummary{All visible}
\end{gradtable}
\end{center}
```

两个组的 Change 均值分别为 -1 和 3；Duration 列摘要为有效观测数量，均为 2。整表 Change 均值为 1，有效 Duration 观测共 4 个。

37 报告与黑白表格主题

表格 preset 可选 `paper`（三线表、纯色细条、紧凑行距）、`report`（浅色表头、较高条形、宽行距）或 `mono`（灰度和纹理）。主题先应用，列 options 随后覆盖。表格主题与单图预设分别设置，单图仍可用于普通 `tabular`。

示例 62：报告型，子弹图与区间列

项目	完成度	估计区间
项目 A		[65, 90]
项目 B		[80, 98]
项目 C		—

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,preset=report,graphic width=32mm,
text width=19mm,label width=19mm]
\gradcolumn{name}{项目}
\gradcolumn[type=bullet,options={max=100,precision=0,
bullet bands={{60/black!8},{85/black!16},{100/black!25}},
target=85}]{actual}{完成度}
\gradcolumn[type=interval,options={max=100,precision=0,
color=gradbarsTeal}]{estimate}{估计区间}
\gradrow{项目 A,78,65/78/90}
\gradrow{项目 B,92,80/92/98}
\gradrow{项目 C,NA,NA}
\end{gradtable}
\end{center}
```

`interval` 列使用下界/点估计/上界，点估计为 `NA` 时仅保留区间。整个字段为 `NA` 表示区间缺失；点估计必须位于原始端点之间。子弹图必须显式提供背景等级，本例 `target` 是完成目标，不表示区间点估计。

示例 63：黑白型，正负变化与区间

组别	变化量	区间
组 A		[-25, 5]
组 B		[15, 45]

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,preset=mono,graphic width=32mm,
text width=19mm,label width=19mm]
\gradcolumn{name}{组别}
\gradcolumn[type=bar,options={min=-40,max=60,precision=0}]{change}{变化量}
\gradcolumn[type=interval,options={min=-40,max=60,
precision=0,marker shape=diamond}]{range}{区间}
\gradrow{组 A,-12,-25/-12/5}
\gradrow{组 B,28,15/28/45}
\end{gradtable}
\end{center}
```

默认 `gradtable` 不分页，可放入 `table`、`table*` 或 `minipage`；`long=true` 模式直接用于单栏正文。表格不自动合计、推断量程或读取数据文件。大量行可使用 `gradtable` 的 `long=true` 模式，或继续使用 `longtable` 与单图命令。

37.1 内置表格样式与独立主题

`style=academic` 使用细线学术风格，`style=compact` 使用紧凑列宽与小号文字，`style=dashboard` 使用较宽间距、较高行距和行分隔线。它们复用 `gradtablestyle` 的注册机制；先设置 `style`，再写显式选项即可覆盖。表格 `theme` 可选 `none`、`blue`、`teal`、`violet`、`orange`、`forest`、`mono`，默认 `none`，不改变已有表格外观。主题控制图形填色、顺序 Heat 配色及自动表头/汇总底色；列 `options` 可覆盖图形颜色或选择发散色阶。

学术样式与紫罗兰主题

Method	Score
A	72.0
B	90.0
Mean	81.0

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=academic,theme=violet,width=\linewidth]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=bar,aggregate=mean]{score}{Score}
  \gradrow{A,72}\gradrow{B,90}\gradsummary{Mean}
\end{gradtable}
\end{center}
```

紧凑样式与森林绿主题

Method	Score
A	72.0
B	90.0
Mean	81.0

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=compact,theme=forest,width=\linewidth]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=heat,aggregate=mean]{score}{Score}
  \gradrow{A,72}\gradrow{B,90}\gradsummary{Mean}
\end{gradtable}
\end{center}
```

报告样式与暖橙主题

Method	Score
A	72.0
B	90.0
Mean	81.0

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=dashboard,theme=orange,width=\linewidth]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=bar,aggregate=mean]{score}{Score}
  \gradrow{A,72}\gradrow{B,90}\gradsummary{Mean}
\end{gradtable}
\end{center}
```

header color 和 summary color 可显式指定颜色或设为空关闭底色。font 控制表格文字；图形标签字体可以通过列 options 设置。已有 preset=paper、report、mono 继续可用。这些样式不会自动改变统计范围、零点设置或图形数值尺度。

37.2 matrix 比较矩阵样式

style=matrix 提供居中单元格、居中表头、逐行细线、row stretch=1.35、column sep=6pt 和 row padding=1pt，适合紧凑的比较矩阵；配色主题仍可独立选择。

matrix 样式与缺失值、汇总

Method	Value
A	-5.0
B	5.0
Pending	-
Mean	0.0

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=matrix,theme=teal,width=\linewidth]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=number,aggregate=mean]{value}{Value}
  \gradrow{A,-5}\gradrow{B,5}\gradrow{Pending,NA}\gradsummary{Mean}
\end{gradtable}
\end{center}
```

37.3 reference 技术参考表格样式

style=reference 采用 booktabs、居中表头和小数点对齐，并设置 row stretch=1.25 与 column sep=6pt。

它不强制颜色主题，也不改变已有样式。

reference 样式与 teal 主题

Method	Value
A	−12.125
B	1.250
Pending	–
Mean	−5.438

```

\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=reference,theme=teal,width=\linewidth]
  \gradcolumn{name}{Method}
  \gradcolumn[type=number,aggregate=mean,options={precision=3}]{value}{Value}
  \gradrow{A,-12.125}\gradrow{B,1.25}\gradrow{Pending,NA}\gradsummary{Mean}
\end{gradtable}
\end{center}

```

37.4 research 科研表格样式

新增 research 采用 booktabs 与居中表头。

间距设置为 row stretch=1.3、column sep=5pt、row padding=1pt 和 group sep=5pt，默认对数字列启用小数点对齐；无强制配色或 siunitx 依赖，可组合现有六种表格主题。原 academic、compact、dashboard 名称与默认行为保持。先选 style，再写显式覆盖。

research 样式与 forest 主题

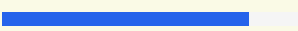
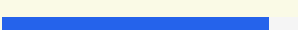
Method	Value	
Experiment	A	-12.125
	B	1.250
	Pending	-
	Summary	-5.438
Overall		-5.438

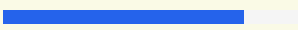
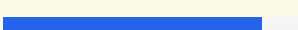
```
\begin{center} \begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=research,theme=forest,width=\linewidth,group summary=true]   \gradcolumn{name}{Method}   \gradcolumn[type=number,aggregate=mean,mark=both, options={precision=3}]{value}{Value}   \gradgroup{Experiment}\gradrow{A,-12.125}\gradrow{B,1.25}\gradrow{Pending,NA}   \gradsummary{Overall} \end{gradtable} \end{center}
```

38 复用表格样式与列定义

`\gradtablestyle` {名称}{表格选项} 保存整张表的外观, `\gradtableschema` {名称}{列声明} 保存列顺序、标题、类型和列参数。在环境选项中使用 `style= 名称`, 在环境内部使用 `\graduschema` {名称}。定义一般放在导言区; 重复定义同名项目会替换之前的定义。

示例 64: 复用同一套样式与列定义

方法	得分
验证集	
方法 A	 81.5
方法 B	 88.2

方法	得分
测试集	
方法 A	 79.6
方法 B	 85.3

```
\gradtablestyle{benchmark}{rules=booktabs,header align=c,
  text width=30mm,graphic width=40mm,label width=12mm,
  row stretch=1.3,group color=gradbarsBlue!8}
\gradtableschema{benchmark}{
  \gradcolumn{method}{方法}
  \gradcolumn[type=bar,mark=both,
    options={max=100,precision=1}]{score}{得分}
}
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=benchmark]
  \graduschema{benchmark}
  \gradgroup{验证集}
  \gradrow{方法 A,81.5}
  \gradrow{方法 B,88.2}
\end{gradtable}
\end{center}

\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=benchmark,rules=grid]
  \graduschema{benchmark}
  \gradgroup{测试集}
  \gradrow{方法 A,79.6}
  \gradrow{方法 B,85.3}
\end{gradtable}
\end{center}
```

选项按从左到右的顺序执行; 放在 `style` 后面的参数覆盖命名样式。样式可以引用其他已定义样式, 列定义也可以组合其他列定义; 循环引用会报告错误。列标识符在一张表内必须唯一, 列定义必须在第一个数据行或分组标题之前调用。每张表分别计算列宽和最优值, 不会把前一张表的数据带入下一张表。默认 `gradtable` 不分页; 设置 `long=true` 可启用跨页模式, 详见后文。默认不生成汇总行, 需显式设置 `aggregate` 并声明 `\gradsummary`。

39 领域报告预设

导言区加载 `\usegradbarslibrary {reports}`，即可使用相关系数矩阵、消融实验与性能指标表的预设。该库复用 `table` 和 `legend` 及其依赖，只排版用户提供的数据，不自行估计统计量。

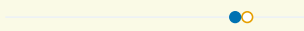
固定尺度的相关系数矩阵

Variable	A	B
A	1.00	-0.38
B	-0.38	1.00

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=correlation]
\gradcolumn{name}{Variable}
\gradcorrelationcolumn{a}{A}
\gradcorrelationcolumn{b}{B}
\gradrow{A,1,-.38}\gradrow{B,-.38,1}
\end{gradtable}
\end{center}
```

独立命令 `\gradcorrelation {r}` 固定使用 `[-1,1]`，零点为白色，显示两位小数并拒绝越界值。NA 表示缺失；矩阵预设不计算相关系数，也不检查对称性、半正定性或统计显著性。

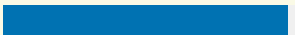
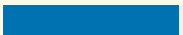
消融实验：参考值与当前值

Variant	Score change
Without feature	 $\Delta -4.00$
With extra data	 $\Delta 4.00$

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=ablation]
\gradcolumn{name}{Variant}
\gradablationcolumn{score}{Score change}
\gradrow{Without feature,80/76}
\gradrow{With extra data,80/84}
\end{gradtable}
\end{center}
```

`\gradablation [选项]{参考值}{当前值}` 可单独绘制哑铃图。标签显示当前值减参考值，沿用输入单位；默认范围为 `[0,100]`，不自动解释为百分比变化或显著性结论。

独立尺度、单位与优劣方向的指标表

Model	Accuracy	Latency
A	 92.00	 35.0ms
B	 95.00	 48.0ms
C	 90.00	 28.0ms

```

\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,style=metrics,width=\linewidth]
\gradcolumn{name}{Model}
\gradmetriccolumn{acc}{Accuracy}
\gradmetriccolumn[options={style=report-metric,
  better=lower,unit={ ms},precision=1}]{lat}{Latency}
\gradrow{A,92,35}\gradrow{B,95,48}\gradrow{C,90,28}
\end{gradtable}
\end{center}

```

`\gradmetric {数值}` 提供独立的 [0,100] 指标条形预设；原生指标列则扫描自身量程并标记最优和次优值。延迟等成本应显式指定 `better=lower`，不同指标不自动合成为总分。列选项可覆盖预设；替换 `options` 字段时，请保留所需的 `report` 图形样式。完整说明见 `docs/reports.md`，三类完整示例见 `docs/examples/domain-reports.tex`。

40 跨页表格与重复表头

`long=true` 使用 `longtable` 排版，允许在数据行之间分页。完整的多级表头会在每一页重复；列宽与最优值在整张表中统一计算，不会逐页改变。分组标题与首条数据保持在同一页，后续数据可以跨页，续页不自动重复分组名称。

选项	用法
<code>long=true</code>	开启跨页；默认 <code>false</code> 。直接放在单栏正文中。
<code>caption={标题}</code>	长表标题；自动编号，续页沿用同一编号。
<code>label={tab:results}</code>	用于标准 <code>ref</code> 引用；须同时提供 <code>caption</code> 。
<code>continued text={ (续) }</code>	续页标题及非末页页脚提示，默认 <code>(continued)</code> ，可设为空。

长表不能放在 `table` 浮动体、`minipage`、双栏模式或不可分页的示例框中。单条数据行本身不能拆分；一个超高单元格应先拆成多条记录。跨页表默认靠左放置，`width` 可设为当前 `linewidth`。页数和引用通常需要编译两次才稳定。

40.1 示例 65：多级表头、自动列宽与跨页的组合

下表直接在手册正文中分页，随后给出产生它的完整源码。图形和标签尺度跨页保持一致；加粗及下划线比较的是全部记录。

表 1: 分组模型评估

实验设置		同一测试集的评估结果			
方法		得分	耗时 / 秒	区间	
实验组 A					
方法 01		70.0	8.0		[66, 74]
方法 02		77.2	11.1		[73, 81]
方法 03		84.4	14.2		[80, 88]
方法 04		<u>91.0</u>	17.0		[87, 95]
方法 05		70.2	20.1		[66, 74]
方法 06		77.4	23.2		[73, 81]
方法 07		84.0	10.0		[80, 88]
方法 08		91.2	13.1		[87, 95]

(续)

表 1: 分组模型评估（续）

实验设置		同一测试集的评估结果			
方法		得分	耗时 / 秒	区间	
实验组 B					
方法 09		70.0	16.0		[66, 74]
方法 10		–	19.1		–
方法 11		84.4	22.2		[80, 88]
方法 12		<u>91.0</u>	<u>9.0</u>		[87, 95]
方法 13		70.2	12.1		[66, 74]
方法 14		77.4	15.2		[73, 81]
方法 15		84.0	18.0		[80, 88]
方法 16		91.2	21.1		[87, 95]
实验组 C					
方法 17		70.0	8.0		[66, 74]
方法 18		77.2	11.1		[73, 81]
方法 19		84.4	14.2		[80, 88]
方法 20		<u>91.0</u>	17.0		[87, 95]
方法 21		70.2	20.1		[66, 74]
方法 22		77.4	23.2		[73, 81]
方法 23		84.0	10.0		[80, 88]
方法 24		91.2	13.1		[87, 95]

表 1 的数据列在续页沿用相同的位置与宽度。

40.2 示例 65 的完整源码

以下源码与上面的实际长表来自同一个内容块，修改数据后再次编译即可更新。

```
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,long=true,width=\linewidth,
caption={分组模型评估},label={tab:gradtable-long},
continued text={ (续) },label width=12mm,column sep=6pt,
row stretch=1.4,row padding=3pt]
\gradcolumn[weight=1]{method}{方法}
\gradcolumn[type=bar,weight=2,mark=both,
options={max=100,precision=1}]{score}{得分}
\gradcolumn[type=number,width=18mm,mark=both,
options={better=lower,precision=1}]{time}{耗时 / 秒}
\gradcolumn[type=interval,weight=1.5,
options={max=100,precision=0}]{range}{区间}
\gradheader{\gradspan{1}{实验设置}
\gradspan{3}{同一测试集的评估结果}}
\gradgroup{实验组 A}
\gradrow{方法 01,70.0,8.0,66/70/74}
\gradrow{方法 02,77.2,11.1,73/77/81}
\gradrow{方法 03,84.4,14.2,80/84/88}
\gradrow{方法 04,91.0,17.0,87/91/95}
\gradrow{方法 05,70.2,20.1,66/70/74}
\gradrow{方法 06,77.4,23.2,73/77/81}
\gradrow{方法 07,84.0,10.0,80/84/88}
\gradrow{方法 08,91.2,13.1,87/91/95}
\gradgroup{实验组 B}
\gradrow{方法 09,70.0,16.0,66/70/74}
\gradrow{方法 10,NA,19.1,NA}
\gradrow{方法 11,84.4,22.2,80/84/88}
\gradrow{方法 12,91.0,9.0,87/91/95}
\gradrow{方法 13,70.2,12.1,66/70/74}
\gradrow{方法 14,77.4,15.2,73/77/81}
\gradrow{方法 15,84.0,18.0,80/84/88}
\gradrow{方法 16,91.2,21.1,87/91/95}
\gradgroup{实验组 C}
\gradrow{方法 17,70.0,8.0,66/70/74}
\gradrow{方法 18,77.2,11.1,73/77/81}
\gradrow{方法 19,84.4,14.2,80/84/88}
\gradrow{方法 20,91.0,17.0,87/91/95}
\gradrow{方法 21,70.2,20.1,66/70/74}
\gradrow{方法 22,77.4,23.2,73/77/81}
\gradrow{方法 23,84.0,10.0,80/84/88}
\gradrow{方法 24,91.2,13.1,87/91/95}
\end{gradtable}
\end{center}
```

41 tabularray 集成与单元格标签对齐

tabularray 适配库需要 2025C (2025-11-27) 或更新版本。在导言区加载，普通 gradbars 文档不必安装或加载此可选依赖：

```
\usepackage{tabularray}
\usepackage{gradbars}
\UseTblrLibrary{gradbars}
```

库文件是 `tblrlibgradbars.sty`，与其余运行文件一起放在 `sty/`。它加载 `Heat`、`stack`、`spark`、`distribution` 和 `tabularray` 的 `hook/varwidth` 支持；重复加载无副作用。只加载 `tabularray` 再调用上述库入口时，也会自动加载最小的 `gradbars` 核心。

41.1 专用列与单元格命令

专用列采用 `G[选项]{宽度}`、`H[选项]{宽度}`、`N[选项]{宽度}` 和 `D[选项]{宽度}`，分别绘制条形、Heat、数字和双层比较条。`D` 的数据为参考值/当前值；整格为空或 `NA` 时表示两个值均缺失。宽度指内容区域，不包含 `colsep` 或竖线；表头用一对花括号保护，避免被当作数值处理。这些列名由本库注册，已有同名自定义列应先改名。

gradtblr 预设与正负单元格

Method	Change	Heat	Number	Before/after
A	0.5	-5.0	1.3	7.0 / -3.0
B	-9.5	5.0	-2.5	- / 4.0
Pending	+	-	-	- / -

```
\begingroup
\gradtblrsetup{min=-10,max=10,precision=1,height=14pt,
  color=gradbarsTeal!45,negative color=red!35,
  track color=white,text color=black}
\begin{center}
\begin{gradtblr}{columns={halign=c},colspec={c G{23mm} H{23mm} N{23mm} D{35mm}}}{
Method & {Change} & {Heat} & {Number} & {Before/after}\\
A & 0.5 & -5 & 1.25 & -3/7\\
B & -9.5 & 5 & -2.5 & 4/NA\\
Pending & NA & NA & NA & NA/NA\\
}\end{gradtblr}
\end{center}
\endgroup
```

`gradtblr` 是提供居中单元格、浅色粗体表头、细横线及适当留白的独立环境；`tblr` 本身的默认样式不会改变。表头仍须保护。`\gradtblrsetup` 在当前 TeX 分组内累积适配器默认设置。覆盖顺序为普通图形设置、适配器初始设置、`\gradtblrsetup`、当前调用选项、最终分配宽度。适配器初始设置是 `baseline=text,label=inside,label align=cell`。

现有 `Q` 或 `X` 列可通过 `cmd` 选择对应命令：

```
cmd=\gradbarTblr      % 条形
cmd=\gradheatTblr     % Heat
cmd=\gradnumberTblr   % 数字
cmd=\gradcompareTblr  % 双层比较条
```

直接调用时，在命令后添加可选设置和数据参数。通用单元格命令的语法为：

```
\gradtblrcell[选项]{类型}{数据}
```

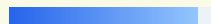
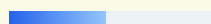
支持的类型为 `bar`、`heat`、`number`、`compare`、`dumbbell` 和 `range`；后三种类型均接受两个斜线分隔值，`range` 为下界/上界。数字列复用精度、格式化器和单位，但不裁剪数值，也不创建图形替代文本。`siunitx` 仍须由用户显式加载。

41.2 以单元格为基准居中及左侧标签

`label align=cell` 配合 `label=inside` 或 `label=auto`，使标签位于完整图形宽度的中心，不跟随当前填充段、正负方向或标签长度改变位置。`label align=graphic` 保留原有图形对齐规则，且是普通图形的默认值。`label=none`、`label=left`、`label=outside` 和 `label=end` 保留各自位置语义。`label overflow=allow` 仅允许越界，不选择居中基准。

`cell width=auto` 使用当前内容宽度；自然列初次测量以原图形宽度为估计，随后使用已分配的宽度。固定列、X 列和跨列单元格均可使用；在表格外直接调用时，建议显式指定 `cell width`。显式宽度不得超过表格实际分配的内容区域。左侧/外侧标签会从总宽度中预留 `label width` 与 `label gap`。文字过长时应增加槽宽、内容宽度或减小字体；默认报错，`label overflow=allow` 可允许有意越界。

左侧百分号与单元格宽度

Decade	Frequency
1700	0.05942% 
1710	0.03044% 

```
\begin{group}
\gradtblrsetup{min=0,max=.065,precision=5,unit=\%,
  label=left,label width=16mm,height=8pt}
\begin{center}
\begin{tblr}{columns={halign=c},colspec={c G{45mm}},row{1}={font=\bfseries}}
Decade & {Frequency}\\
1700 & .05942\\
1710 & .03044\\
\end{tblr}
\end{center}
\end{group}
```

41.3 跨页与无障碍边界

`longtblr` 可复用上述列，用 `rowhead=1` 重复受保护的文本表头。请直接放在单栏正文中，避免不可分页容器：

```

\begin{center}
\begin{longtblr}{columns={halign=c},colspec={c G[min=0,max=100]{40mm}},rowhead=1}
Method & {Score}\\
A & 72\\
B & 94\\
\end{longtblr}
\end{center}

```

本适配层负责单元格图形，不接管 CSV 排序、自动范围、排名和汇总；需要这些流程时采用 `gradtable`，需要自由合并与 `tabularray` 布局时采用本库。显式 `alt`、自动描述及 `accessibility=artifact|off` 沿用图形语义。测量阶段暂停标记，避免重复替代文本；仅使用基本适配器时，重复表头应采用文字。图形表头和完整表格结构应显式启用下文的标记接口。图形描述支持不等于 `tabularray` 表格结构或整份文档满足 PDF/UA。

41.4 更多图形列与显式表格结构

新增 J/R/V/K/U/B 分别对应哑铃、区间、趋势、堆叠、bullet 和箱线图列，均使用可选选项与必填宽度。对应命令为 `\graddumbbellTblr`、`\gradrangeTblr`、`\gradsparkTblr`、`\gradstackTblr`、`\gradbulletTblr` 和 `\gradboxplotTblr`。适配器在导言区加载 `Heat`、`stack`、`spark` 与 `distribution`。含逗号的数据请放在受保护单元格中显式调用助手；趋势和堆叠默认隐藏主标签，bullet 列仍须显式声明分级区间。

区间与箱线图列

方法	区间	样本分布
Alpha		
Beta		

```

\begin{center}
\begin{tblr}{columns={halign=c},colspec={c R{30mm} B{40mm}},hlines}
方法 & {区间} & {样本分布}\\
Alpha & 10/30 & {\gradboxplotTblr[cell width=40mm]{0,1,2,3,100}}\\
Beta & NA & NA\\
\end{tblr}
\end{center}

```

启用文档标记后，可在表格前的局部分组内调用 `\gradtblrtagging`，建立 Table/TR/TH/TD、标题范围、RowSpan/ColSpan 与 Caption。

```

% Before documentclass:
\DocumentMetadata{tagging=on,lang=en-US}

% Inside the document:
{\gradtblrtagging{head rows=1,row headers={1},caption={Scores}}
\begin{center}
\begin{tblr}{columns={halign=c},colspec={c G{30mm}}}
{Method} & {Score}\\
A & 42\\
\end{tblr}
\end{center}}

```

短表支持三个引擎；带重复表头的标记 `longtblr` 仅支持 LuaLaTeX，保留首次逻辑表头，后续视觉副本设为

artifact。显式 `header repeat=describe` 会逐页重新绘制表头并分配新的标记 ID，内容挂在原逻辑单元格下，不增加数据行；表头回调会重新执行，应避免外部副作用。`cell headers` 支持显式多级 Headers-ID 关联，`header cells` 声明不规则标题单元格。地址采用从 1 开始的行 / 列对，引用必须指向真实 TH，未知 / 被合并覆盖的位置与循环引用均报错。普通未标记跨页表仍可用三个引擎；嵌套标记表格和跨页合并单元格不在已验证范围内。需要本版已验证结构时，使用 tagging 的 `caption` 选项，不使用原生重复标题。结构测试不代表特定阅读器的朗读认证，也不等于整份文档符合 PDF/UA。

```
\gradtblrtagging{head rows=2,row headers={1},
  header cells={3/3},cell headers={3/2={1/2,2/2,3/1}}}
```

42 CSV 数据导入

`\gradbarsloadcsv` [选项]{数据集名}{文件名} 将 CSV 读入当前 TeX 作用域，随后可生成数据表、逐行取值，或从指定数值列计算共享量程。文件以 UTF-8 保存，首行是列名；列名区分大小写。以下所有命令从仓库根目录编译，使用配套文件 `docs/data/results.csv`。

示例数据文件

```
Model,Score,Latency
Baseline,72.4,125
"Compact, tuned",81.6,88
"Model "Plus"",92.7,61
Pending,N/A,null
Zero,0,0
```

42.1 绑定 gradtable 原生数据源

先用 `\gradbarsloadcsv` 读取文件，再通过 `data=results` 把数据集绑定到 `gradtable`。`source=Score` 指定精确的 CSV 表头，默认采用列 id；列顺序可以调整，同一字段可以复用。导入表格省略 `gradrow`，数据按文件顺序生成；缺失值采用读取数据时的映射，文本字段保持字面字符。

CSV 字段绑定与多指标表格

Method	Score	Latency
Baseline		72.4 125
Compact, tuned		81.6 88
Model "Plus"		92.7 61
Pending		– –
Zero		0.0 0

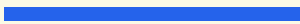
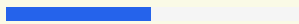
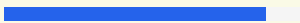
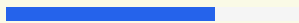
```
\gradbarsloadcsv{results}{docs/data/results.csv}
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,data=results,width=\linewidth,scale=column]
  \gradcolumn[source=Model]{method}{Method}
  \gradcolumn[type=bar,source=Score,mark=both]{score}{Score}
  \gradcolumn[type=number,source=Latency,
    options={precision=0}]{time}{Latency}
\end{gradtable}
\end{center}
```

这里只声明列，不手写数据行；CSV 数据源不能与手写 `gradrow` 混用。未知数据集或字段会报错。列表型字段含逗号时必须用 CSV 双引号包裹，复合字段内的缺失观测或端点使用 NA。原生数据源支持 `long=true`，跨页沿用同一套列宽、尺度、排名与重复表头。自动范围规则见第 32 章；将列类型改为 `type=heat` 可使用第 17 章的色阶显示。

42.2 排序、筛选与显示前几行

`sort` 指定已声明的列标识，`order=ascending` 或 `descending` 选择升序或降序。数值排序使用原始值，缺失值始终置后，并列值保持文件中的先后顺序。`filter` 支持多个用逗号分隔的条件，所有条件同时成立才保留该行。`limit` 为非负整数，0 表示不限行数；处理顺序是筛选、稳定排序、截取前几行。

筛选有效得分，再按延迟选择前两行

Method	Score	Latency
Model "Plus"	 92.7	 61
Compact, tuned	 81.6	 88

```
\gradbarsloadcsv{results}{docs/data/results.csv}
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,data=results,width=\linewidth,scale=column,
  filter={score>=75},sort=time,order=ascending,limit=2]
  \gradcolumn[source=Model]{method}{Method}
  \gradcolumn[type=bar,source=Score]{score}{Score}
  \gradcolumn[type=bar,source=Latency,
    options={better=lower,precision=0}]{time}{Latency}
\end{gradtable}
\end{center}
```

数值条件支持 =、!=、<、<=、>、>=；例如 `filter={score>=75,time<100}`。普通数值比较不保留缺失值，包括 !=；使用 `score=NA` 或 `score!=NA` 检查映射后的缺失状态。文本条件仅支持精确的 = 和 !=；空文本可用 `method=` 匹配。条件包含逗号时保护整个条件，例如 `filter={{method=Compact,tuned}}`。文本排序采用区分大小写的字符顺序，不采用地区排序；空文本置后。这些操作要求 data 数据源，列类型必须是 text、number、bar、bullet 或 heat。排序和筛选不改变已加载的数据集，也不根据舍入后的标签判断。

42.3 多字段排序与分组执行顺序

`sort keys={score/descending,time/ascending}` 先按得分降序，再按时间升序。每个键必须给出列标识和方向；不能同时设置非空 sort 与 sort keys。order 只影响旧版单列 sort，不覆盖多字段各自方向。每个键的缺失值都置后；键相同或均缺失时继续比较下一键，全部相同则保留 CSV 原序。

多指标排序后限制总行数

Method	Family	Score	Time
Classic			
Fast	Classic	84.0	8.0
Neural			
Compact	Neural	91.0	12.0
Wide	Neural	91.0	20.0

```

\gradbarsloadcsv{families}{docs/data/families.csv}
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,data=families,width=\linewidth,
  sort keys={score/descending,time/ascending},limit=3,group by=family]
  \gradcolumn[source=Method]{method}{Method}
  \gradcolumn[source=Family]{family}{Family}
  \gradcolumn[type=number,source=Score]{score}{Score}
  \gradcolumn[type=number,source=Time]{time}{Time}
\end{gradtable}
\end{center}

```

执行顺序为筛选、全局稳定排序、全局 limit、分组排列。例中先选择 Compact、Wide、Fast，再按原文件组序显示 Classic 的 Fast 与 Neural 的 Compact、Wide。limit 始终限制整表数据行数，不是每组行数。分组后整表不再保持全局得分次序，但各组内部保留该次序。

42.4 筛选后的尺度与排名

`scale scope=data` 是默认值：自动范围仍包含完整导入数据。

上例延迟范围仍为 [0,125]；改为 `scale scope=visible` 时按截取后的两行计算，延迟范围为 [0,88]。排名始终依据显示行。筛选后为空且采用 visible 时，自动范围采用 [0,1]。`long=true` 在筛选和排序完成后分页，各页保留同一尺度和排名规则。

42.5 生成简短的双列数据条表格

示例 66: 从 CSV 直接生成数据条表格

Model	Score
Baseline	72.4
Compact, tuned	81.6
Model "Plus"	92.7
Pending	–
Zero	0.0

```
\gradbarsloadcsv{results}{docs/data/results.csv}
\begin{center}
\gradbarscsvtable[width=40mm,precision=1]{results}{Model}{Score}
\end{center}
```

表格按文件顺序显示 Model 与 Score 两列。数值列自动采用同一范围：下限为零和有效值最小值的较小者，上限为零和有效值最大值的较大者。若上限为零，则使用 1，保证全零、全缺失或全负数列仍有有效量程。空值与缺失标记不参与范围计算。

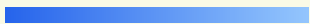
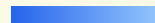
默认缺失标记为 NA、N/A、null，区分大小写；空字段始终表示缺失。加载时可用 `missing={NA,N/A,null,--}` 替换缺失标记列表。映射仅作用于数值读取，文本列中的相同字符串保留原样。零值仍是有效观测，不能用缺失标记替代。

CSV 支持逗号分隔、双引号包裹字段、字段内逗号、用两个双引号表示一个引号，以及文件开头的 UTF-8 BOM。字段首尾空白会被去除，空白行会跳过。不支持字段内换行、分号或制表符分隔；未闭合引号、重复或空列名、行列数不匹配会报错。文件内容按普通字符读取，不执行其中的 TeX 命令。

42.6 按列建立共享样式，保留自己的表格布局

`\gradbarscsvstyle {样式名}{数据集名}{列名}` 扫描指定列，生成包含 min 和 max 的命名样式。生成样式会覆盖同名旧样式，使用时可继续追加宽度、单位等显示选项。`\gradbarscsv [选项]{数据集名}{行号}{列名}` 绘制单个数据条，行号从 1 开始，不包含表头。`\gradbarscsvcell {数据集名}{行号}{列名}` 显示原始文本字段。

示例 67：共享耗时范围与自定义表格

Model	Latency
Baseline	 125 ms
Model "Plus"	 61 ms
Pending	 -

```
\gradbarsloadcsv{results}{docs/data/results.csv}
\gradbarscsvstyle{csvLatency}{results}{Latency}
\gradbarssetup{style=csvLatency,width=40mm,
  unit={\,ms},precision=0}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cc@{}}
  \toprule
\multicolumn{1}{c}{Model} & \multicolumn{1}{c}{Latency}\\
  \midrule
\gradbarscsvcell{results}{1}{Model} &
  \gradbarscsv{results}{1}{Latency}\\
\gradbarscsvcell{results}{3}{Model} &
  \gradbarscsv{results}{3}{Latency}\\
\gradbarscsvcell{results}{4}{Model} &
  \gradbarscsv{results}{4}{Latency}\\
  \bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
```

本例共享范围为 0–125。自动范围包含整个数值列，而不是仅包含表中选取的几行。修改 CSV 后重新编译，数据与范围都会更新。若要跨批次比较，建议明确覆盖固定的 min 和 max，避免每批数据的最大值变化导致视觉尺度漂移。

`\gradbarscsvtable` 生成普通双列表格，适合简短展示；不会自动分页。需要长表、多列或复杂表头时，可使用本章的原生 `gradtable` 数据源；也可保留自己的 `longtable`/`tabular` 布局，通过取值命令逐行填入。数值可用十进制或 e/E 科学计数字量，不支持千位分隔、公式或输入单位后缀。其他非数字内容会报错，不会静默丢弃。数据集名使用英文字母开头，可包含字母、数字、下划线和连字符。

第五部分 完整排版案例

43 科研数字列与语义单位

43.1 可选 siunitx 格式化

默认 `formatter=builtin` 保留现有格式。使用 `siunitx v3` 时，先显式加载宏包，再设置 `formatter=siunitx`。表格与列也有 `formatter` 默认/覆盖接口；列 `options` 中的绘图键仍可覆盖。该适配映射 `precision` 与 `fixed`、`grouped`、`scientific` 输出，只使用 `num` 和 `unit`，不把整幅图交给 `S` 列。缺少依赖或 `v3` 接口时明确报错，不静默更换格式。列默认设置与单图全局设置独立。

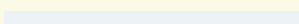
```
\usepackage{siunitx}
\usepackage{gradbars}
\gradbar[formatter=siunitx,precision=3,
  unit code={\milli\second},unit text={milliseconds}]{1.23456e1}
```

旧 `unit` 保持文字后缀语义；`unit code` 使用 SI 单位排版，必须配合 `formatter=siunitx` 和可读 `unit text`。不能同时使用两种单位，也不能为计算百分比附加语义单位。缺失值不附单位，`count` 摘要清除单位。自动替代文本使用未舍入值与 `unit text`，不复制单位排版命令；`alt` 仍可覆盖完整描述。

43.2 小数点、符号和指数对齐

`number align=decimal` 仅用于数字列；表格默认自动应用于数字列，显式用于图形列则报错。测量左右两部分，覆盖显示行、组摘要与整表摘要，再进行列宽分配；`align` 仍控制整个数字块的位置。科学计数法按尾数小数点对齐，并为指数及单位预留空间；`precision=0` 对齐整数末端，缺失标签居中。对齐后的显示采用五入时远离零的规则；统计仍依据原始浮点值。列显式宽度不足时应增加 `width`。跨页表格使用同一组锚点，不能将格式化字符串回流为计算输入。

完整案例：精度与耗时

Method	Family	Score	Time
Classic			
Fast	Classic	 86.00	8.375 ms
Reference	Classic	 81.25	125.000 ms
Summary			83.63 8.375 ms
Neural			
Compact	Neural	 91.50	12.000 ms
Wide	Neural	 91.50	20.250 ms
Pending	Neural	 -	-
Summary			91.50 12.000 ms
Overall			87.56 8.375 ms

```

\gradbarsloadcsv{precision}{docs/data/precision-time.csv}
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,data=precision,width=\linewidth,style=research,theme=teal,
  formatter=siunitx,group by=family,rank scope=group,group summary=true,
  sort keys={score/descending,time/ascending}]
  \gradcolumn[source=Method]{name}{Method}
  \gradcolumn[source=Family]{family}{Family}
  \gradcolumn[type=bar,source=Score,aggregate=mean,mark=both,
    options={precision=2}]{score}{Score}
  \gradcolumn[type=number,source=Time,aggregate=min,mark=both,
    options={precision=3,better=lower,
      unit code={\milli\second},unit text={milliseconds}}]{time}{Time}
  \gradsummary{Overall}
\end{gradtable}
\end{center}

```

组内最小耗时为 8.375 与 12 毫秒；并列得分 91.5 都是 Neural 的最佳值。

完整案例：不同数量级指标

Method	Residual	Count	Rate
A	1.25×10^{-4}	1.20×10^6	0.025 s
B	-2.50×10^{-3}	9.75×10^5	1.250 s
C	0.00×10^0	2.00×10^6	12.500 s
Pending	—	—	—
Summary	-7.92×10^{-4}	4.18×10^6	4.592 s

```

\gradbarsloadcsv{magnitudes}{docs/data/magnitudes.csv}
\begin{center}
\begin{gradtable}[align=c,header align=c,data=magnitudes,style=research,theme=violet,
width=0pt,text width=20mm,column sep=6pt,
row stretch=1.15,row padding=1pt]
\gradcolumn[source=Method]{name}{Method}
\gradcolumn[type=number,source=Residual,aggregate=mean,mark=both,
options={precision=2,number format=scientific,better=lower}]{residual}{Residual}
\gradcolumn[type=number,source=Count,aggregate=sum,formatter=siunitx,
options={precision=2,number format=scientific}]{count}{Count}
\gradcolumn[type=number,source=Rate,aggregate=mean,
options={precision=3,unit={\,s}}]{rate}{Rate}
\gradsummary{Summary}
\end{gradtable}
\end{center}

```

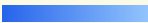
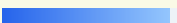
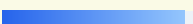
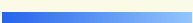
残差均值约为 -7.9167×10^{-4} ，Count 总和为 4.175×10^6 ；摘要显示精度不会改变统计值。

纯数字表采用 `width=0pt` 按内容排版，避免将整行剩余宽度分配给方法列。

44 完整案例：模型对比

这张表使用两个独立的列范围：准确率最大值为 100，延迟最大值为 50。条越长只表示数值越大；准确率通常越高越好，延迟通常越低越好。在下面的宽幅案例中，效果放在上方、源码放在下方，避免缩小表格字体。

示例 68：准确率与延迟

Model	Accuracy (%)	Latency (ms)
Baseline	 72.4	 18.2
Compact	 81.6	 12.5
Transformer	 89.3	 42.8
Proposed	 92.7	 24.1

```
\begin{group}
\gradbarssetup{
  width=27mm, height=1.5ex,
  label width=3.6em, precision=1
}
\renewcommand{\arraystretch}{1.65}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}ccc@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Model} & \multicolumn{1}{c}{Accuracy (\%)} & \multicolumn{1}{c}{Latency (ms)} \\
\midrule
Baseline
& \gradbar{72.4}
& \gradbar[theme=teal,max=50]{18.2} \\
Compact
& \gradbar{81.6}
& \gradbar[theme=teal,max=50]{12.5} \\
Transformer
& \gradbar{89.3}
& \gradbar[theme=teal,max=50]{42.8} \\
\textbf{Proposed}
& \gradbar{92.7}
& \gradbar[theme=teal,max=50]{24.1} \\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
\end{group}
```

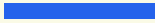
44.1 嵌入自己的论文

在主文档导言区加载 `booktabs` 和 `gradbars`，然后复制上述代码即可。需要标题和交叉引用时，再在外层使用普通 `table` 环境、`\caption` 和 `\label`。同一列应保持相同的最大值、轨道宽度和标签槽宽。

45 完整案例：数据集概览

下面将同一组数据分别显示为样本数和总量占比。两列分母都为 125000；标签格式不同，但相同数据的彩色条长度保持一致。

示例 69：样本量与占比

Split	Samples	Share of total
Training	 87 500	 70.0%
Validation	 18 750	 15.0%
Test	 18 750	 15.0%
Unassigned	0	0.0%

```

\begingroup
\gradbarssetup{
  max=125000, width=29mm,
  label width=4.8em, precision=0
}
\renewcommand{\arraystretch}{1.65}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}ccc@{}}
  \toprule
\multicolumn{1}{c}{Split} & \multicolumn{1}{c}{Samples} & \multicolumn{1}{c}{Share of total}\\
  \midrule
Training
  & \gradbar[theme=solid]{87500}
  & \gradbar[theme=teal,
    value format=percent,precision=1]{87500} \\
Validation
  & \gradbar[theme=solid]{18750}
  & \gradbar[theme=teal,
    value format=percent,precision=1]{18750} \\
Test
  & \gradbar[theme=solid]{18750}
  & \gradbar[theme=teal,
    value format=percent,precision=1]{18750} \\
Unassigned
  & \gradbar[theme=solid]{0}
  & \gradbar[theme=teal,
    value format=percent,precision=1]{0} \\
  \bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
\endgroup

```

本例演示较大数值与真实零值。样本数中的分组空白仅用于可读性，输入仍必须写成 87500，不能在数值参数中加入逗号或单位。

46 完整案例：主题与标签总览

这个案例把四种主题、三种标签位置、自定义标签和正文用法放在一起，可直接复制到文档中比较效果。

示例 70：主题与布局速查

Style	Preview
Blue	72%
Teal	72%
Solid	72%
Gray	72%
Inside	64%
Custom	8 / 10
No label	

Completion: 64%.

```
\begingroup
\gradbarssetup{
  width=30mm, label width=3.8em,
  unit={\%}, precision=0
}
\renewcommand{\arraystretch}{1.6}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cc@{}}
  \toprule
\multicolumn{1}{c}{Style} & \multicolumn{1}{c}{Preview}\\
  \midrule
  Blue & \gradbar[theme=blue]{72} \\
  Teal & \gradbar[theme=teal]{72} \\
  Solid & \gradbar[theme=solid]{72} \\
  Gray & \gradbar[theme=gray]{72} \\
  Inside & \gradbar[label=inside,
    height=2.5ex,right color=white]{64} \\
  Custom & \gradbar[theme=teal,max=10,
    text={8 / 10}]{8} \\
  No label & \gradbar[theme=gray,label=none]{64} \\
  \bottomrule
\end{tabular}
\end{center}

Completion:
\gradbar[width=16mm,label width=3em]{64}.
\endgroup
```

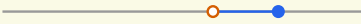
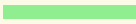
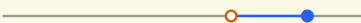
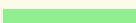
46.1 如何选用

为一组指标选择稳定的样式即可，不必为每个数值选择不同的颜色。需要黑白输出时选择灰度；需要减少视觉装饰时选择纯色。精确比较依靠数值标签，彩色条提供快速浏览的线索。

47 完整案例：前后对比与目标评价

下面用同一尺度比较方法改进前后的得分，并将目标偏差单独表达。数据为演示值；哑铃图例写在表注，避免读者混淆两个端点。

示例 71：实验前后对比表

Method	After / Before	Target 80
A	 76 / 58	 76
B	 84 / 63	 84
C	 65 / 65	 65

```
\gradbarsstyle{study}{preset=paper,width=48mm,
  min=0,max=100,precision=0,palette=categorical}
\gradbarsstyle{study-change}{style=study,
  track color=black!40,stem width=.9pt}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}ccc@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Method} & \multicolumn{1}{c}{After / Before} & \multicolumn{1}{c}{Target 80}\\
\midrule
A & \graddumbbell[style=study-change]{58}{76}
    & \gradbar[style=study,width=23mm,better=target,
      quality target=80,thresholds={5,15}]{76}\\
B & \graddumbbell[style=study-change]{63}{84}
    & \gradbar[style=study,width=23mm,better=target,
      quality target=80,thresholds={5,15}]{84}\\
C & \graddumbbell[style=study-change]{65}{65}
    & \gradbar[style=study,width=23mm,better=target,
      quality target=80,thresholds={5,15}]{65}\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
```

空心圆为 Before，实心圆为 After；目标评价条越长仍表示数值越大。颜色表示到 80 的偏差，而非“越长越好”。

背景轨道采用 track color=black!40 加深，并以 stem width=.9pt 增强连线；灰线表示完整的 0–100 量程，蓝线仅连接前后两个观测值。

48 完整案例：收支贡献与黑白打印

正负分开累计，同一类别跨行保持纹理一致；表头明确显示的是正负小计。这不是瀑布图：每一段不是接着上一段净值往上或往下移动。

示例 72：共享类别图例的贡献表

Period	Positive / Negative (units)
Q1	+80 / -45
Q2	+95 / -45
Q3	+70 / -60

- Revenue
- Materials
- Service

```

\gradbarscategory{Revenue}{gradbarsBlue}{diagonal}
\gradbarscategory{Materials}{gradbarsOrange}{dots}
\gradbarscategory{Service}{gradbarsGreen}{crosshatch}
\gradbarsstyle{ledger}{width=65mm,height=10pt,
  min=-60,max=100,precision=0,palette=mono,
  stack names={Revenue,Materials,Service},
  stack totals=separate}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cc@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Period} & \multicolumn{1}{c}{Positive / Negative (units)}\\
\midrule
Q1 & \gradstack[style=ledger]{80,-35,-10}\\
Q2 & \gradstack[style=ledger]{95,-30,-15}\\
Q3 & \gradstack[style=ledger]{70,-40,-20}\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}

\gradbarslegend[palette=mono,width=65mm]{Revenue,Materials,Service}

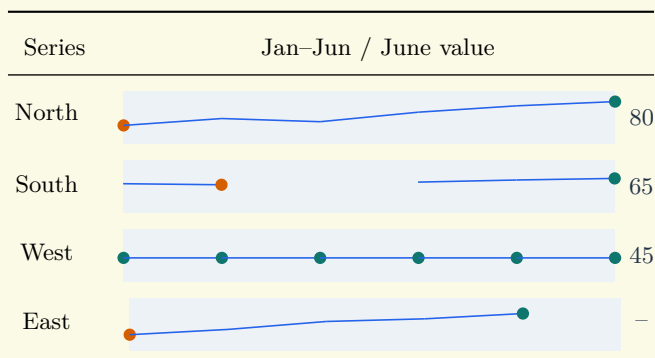
```

所有行都使用 $[-60, 100]$ 范围，零点位置固定。图例在表外只出现一次。

49 完整案例：等间隔趋势汇总

同表采用固定纵向范围，不逐行放大微小波动；缺失月份保留位置。

示例 73：半年观测与末期数值



```
\gradbarsstyle{monthly}{width=65mm,height=7mm,
  min=0,max=100,spark range=fixed,precision=0,
  row padding=3pt,spark points=extrema}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cc@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Series} & \multicolumn{1}{c}{Jan--Jun / June value}\\midrule
North & \gradspark[style=monthly]{35,48,42,60,72,80}\\
South & \gradspark[style=monthly]{55,53,NA,58,62,65}\\
West & \gradspark[style=monthly]{45,45,45,45,45,45}\\
East & \gradspark[style=monthly]{30,40,55,60,70,NA}\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
```

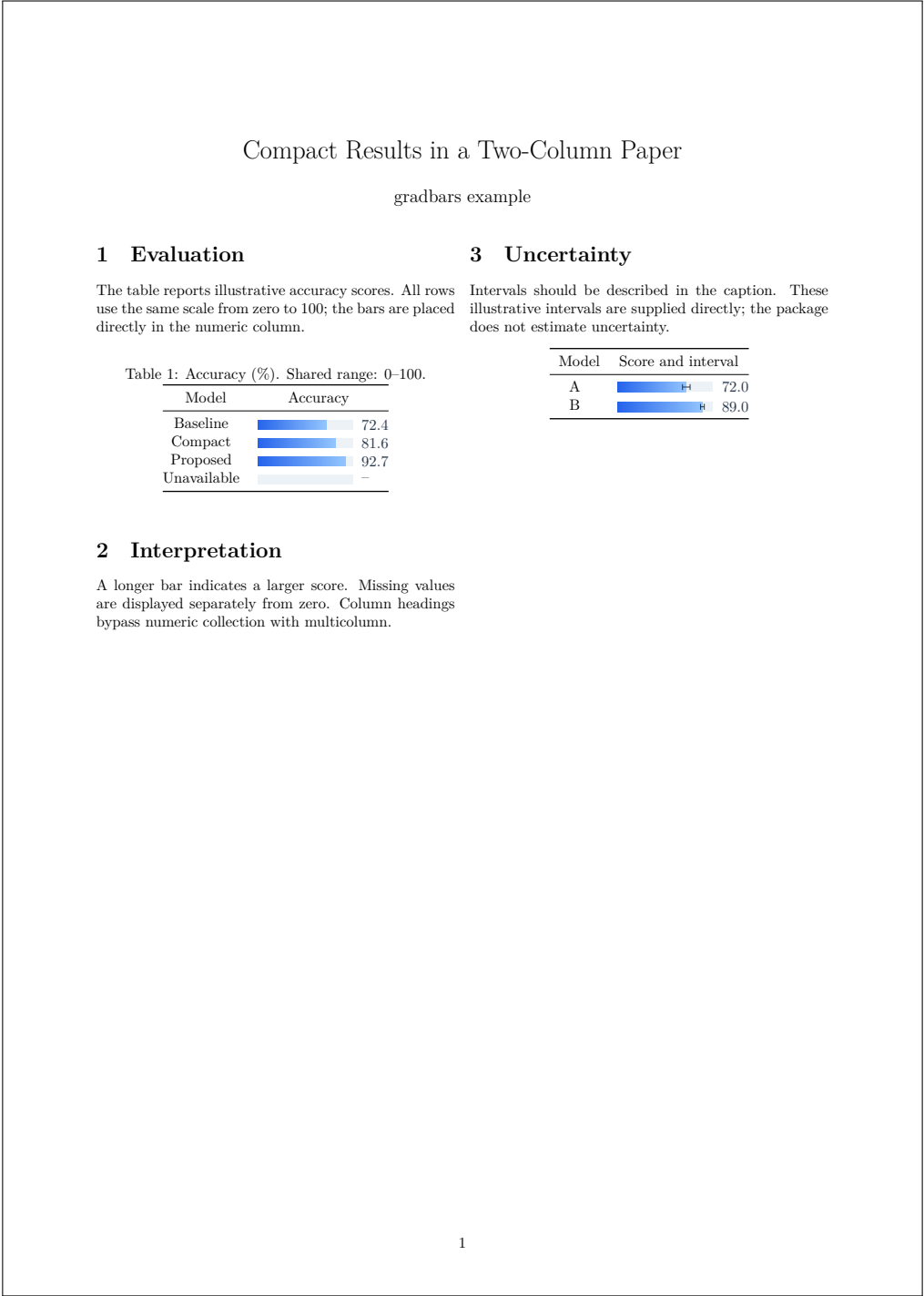
North 与 South 的极值点只表示各自的最高与最低观测，不表示好坏。East 的末期标签为缺失，不能用前一年的 70 代替。不等间隔日期应先整理到公共观测网格；不要直接当作等间距序列。

50 真实排版案例

下面四个案例使用各自的文档类实际编译，效果与完整源码均收录于本手册。配套源码位于 docs/layouts；使用构建脚本编译会自动搜索 sty/gradbars.sty。这些是实际排版环境，所有数值仍为演示数据。

50.1 示例 74：双栏论文

使用 article 的 twocolumn 选项；数据条宽度按单栏分配。下图是完整双栏页面。窄列的总宽度还需加上外部标签槽与间隔。



示例 74 完整源码

```
% Compile with XeLaTeX from the repository root.
\documentclass[twocolumn]{article}
\usepackage[a4paper,margin=20mm]{geometry}
\usepackage{gradbars,booktabs}
\title{Compact Results in a Two-Column Paper}
\author{gradbars example}
\date{}
\gradbarscolumn{G}{max=100,width=22mm,precision=1,label width=3em}
\begin{document}
\maketitle
\section{Evaluation}
The table reports illustrative accuracy scores. All rows use the same scale
from zero to 100; the bars are placed directly in the numeric column.
\begin{table}[ht]
\centering
\caption{Accuracy (\%). Shared range: 0--100.}
\begin{tabular}{@{}cG@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Model} & \multicolumn{1}{c}{Accuracy}\\
\midrule
Baseline & 72.4\\
Compact & 81.6\\
Proposed & 92.7\\
Unavailable & NA\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{table}
\section{Interpretation}
A longer bar indicates a larger score. Missing values are displayed separately
from zero. Column headings bypass numeric collection with multicolumn.
\newpage
\section{Uncertainty}
Intervals should be described in the caption. These illustrative intervals
are supplied directly; the package does not estimate uncertainty.
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cc@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Model} & \multicolumn{1}{c}{Score and interval}\\
\midrule
A & \gradbar[width=22mm,error=4,label width=3em]{72}\\
B & \gradbar[width=22mm,error=2,label width=3em]{89}\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
\end{document}
```

50.2 示例 75：跨页长表

longtable 在单栏文档中自动分页，并在后续页重复表头。该案例包含 60 行，实际输出两页。所有页面使用相同的列定义和 0-100 量程。

A multi-page data table	
Illustrative rows are repeated to demonstrate page breaks. The scale is fixed at 0-100 on every page. A longtable must not be enclosed in a table float.	
Table 1: Repeated observations; shared scale 0-100.	
Region	Score
North	82
South	67
East	91
West	54
Pending	-
Zero	0
North	82
South	67
East	91
West	54
Pending	-
Zero	0
North	82
South	67
East	91
West	54
Pending	-
Zero	0
North	82
South	67
East	91
West	54
Pending	-
Zero	0
North	82
South	67
East	91
West	54
Pending	-
Zero	0
North	82
South	67

Continued on next page

Region (continued)	Score
East	91
West	54
Pending	-
Zero	0
North	82
South	67
East	91
West	54
Pending	-
Zero	0
North	82
South	67
East	91
West	54
Pending	-
Zero	0
North	82
South	67
East	91
West	54
Pending	-
Zero	0
North	82
South	67

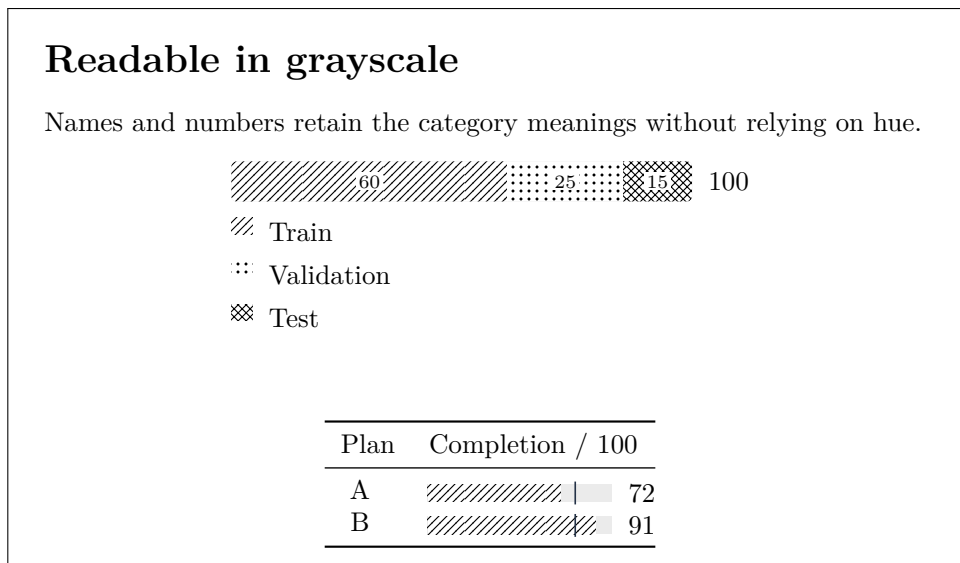
长表不能放在 table 浮动体内，也不能直接用在 article 的双栏模式中。需要跨页时，将这部分切换为单栏或单独编排。

示例 75 完整源码

```
% Compile twice with XeLaTeX from the repository root.
\documentclass{article}
\usepackage[a4paper,margin=22mm]{geometry}
\usepackage{gradbars,booktabs,longtable}
\gradbarscolumn{G}{max=100,width=40mm,precision=0}
\newcommand{\SampleRows}{%
North & 82\\ South & 67\\ East & 91\\
West & 54\\ Pending & NA\\ Zero & 0\\}
\begin{document}
\section*[A multi-page data table]
Illustrative rows are repeated to demonstrate page breaks. The scale is fixed
at 0--100 on every page. A longtable must not be enclosed in a table float.
\renewcommand{\arraystretch}{1.5}
\begin{center}
\begin{longtable}{@{}cG@{}}
\caption{Repeated observations; shared scale 0--100.}\\
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Region} & \multicolumn{1}{c}{Score}\\
\midrule
\endfirsthead
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Region (continued)} & \multicolumn{1}{c}{Score}\\
\midrule
\endhead
\midrule
\multicolumn{2}{r}{Continued on next page}\\
\endfoot
\bottomrule
\endlastfoot
\SampleRows\SampleRows\SampleRows\SampleRows\SampleRows
\SampleRows\SampleRows\SampleRows\SampleRows\SampleRows
\end{longtable}
\end{center}
\end{document}
```

50.3 示例 76：黑白打印

使用灰度主题与不同灰度的分段，同时保留数值、图例名称和目标线。下图截取实际页面的内容区域，堆叠条与图例同时使用黑白纹理。



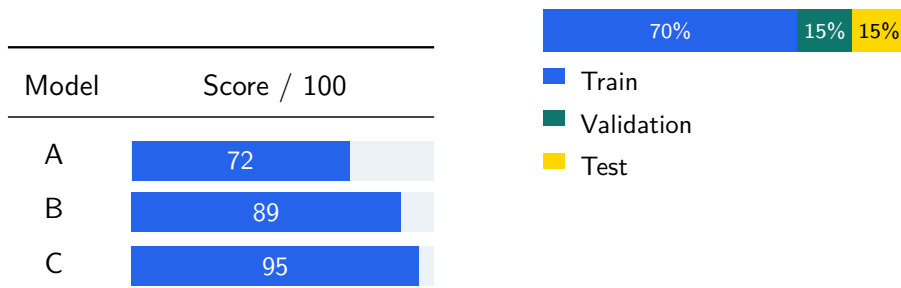
示例 76 完整源码

```
% Compile with XeLaTeX from the repository root.
\documentclass{article}
\usepackage[a5paper,margin=16mm]{geometry}
\usepackage{gradbars,booktabs}
\begin{document}
\section*{Readable in grayscale}
Names and numbers retain the category meanings without relying on hue.
\gradbarsstyle{print}{print,width=60mm,height=15pt,rounded=2pt,
  stack patterns={diagonal,dots,crosshatch},
  stack names={Train,Validation,Test},
  segment labels=value,precision=0,legend=true}
\begin{center}
\gradstack[style=print]{60,25,15}
\end{center}
\bigskip
\gradbarssetup{print,precision=0}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cc@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Plan} & \multicolumn{1}{c}{Completion / 100}\\
\midrule
A & \gradbar[target=80]{72}\\
B & \gradbar[target=80]{91}\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
\end{document}
```

50.4 示例 77: 幻灯片

使用 Beamer 的 16:9 页面。增大轨道高度，并通过 `arraystretch` 增加表格行距，使标签和相邻条形之间保留空隙。若幻灯片内还要显示 verbatim 源码，需给 frame 添加 `fragile`。

Results at a glance



示例 77 完整源码

```
% Compile with XeLaTeX from the repository root.
\documentclass[aspectratio=169]{beamer}
\usepackage{gradbars,booktabs}
\setbeamertemplate{navigation symbols}{}
\begin{document}
\begin{frame}{Results at a glance}
\gradbarscolumn[G]{width=40mm,max=100,height=15pt,
  label=auto,text color=auto,color=gradbarsBlue,
  precision=0,font=\small}
\begin{columns}[T]
\begin{column}{.46\textwidth}
\renewcommand{\arraystretch}{1.5}
\begin{center}
\begin{tabular}{@{}cG@{}}
\toprule
\multicolumn{1}{c}{Model} & \multicolumn{1}{c}{Score / 100}\\
\midrule
A & 72\\
B & 89\\
C & 95\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{center}
\end{column}
\begin{column}{.46\textwidth}
\gradstack[width=48mm,height=16pt,precision=0,
  stack names={Train,Validation,Test},
  segment labels=percent,legend=true,
  label=none,font=\small]{70,15,15}
\end{column}
\end{columns}
\medskip
\footnotesize Illustrative data. Shared score scale: 0--100.
Segment percentages use the total composition.
\end{frame}
\end{document}
```

第六部分 常见问题与接口参考

51 常见问题

51.1 长标签仍然超出页面怎么办？

`label overflow=auto` 防止标签挤在轨道中，但不能突破页面宽度限制。外部槽宽会按文字扩展，因此应缩短文字、减小轨道宽度，或把长说明移到相邻文本列。需要多行说明时，可在 `text` 中提供指定宽度的 `\parbox`，并预留行高。若整列标签必须右对齐，请将 `label width` 设为能容纳该列最长标签的统一宽度。

51.2 条形相贴，或行高太大怎么办？

轨道高度由 `height` 设置。

表格行距可通过 `\renewcommand {\arraystretch }{1.5}` 或 `array` 的 `\setlength {\extrarowheight }{3pt}` 调整。自动外移标签和图例会增加图形高度，这是为文字保留实际空间。密集表格可把自动图例关闭，表外只放一个 `\gradbarslegend`。

51.3 同列的条形为什么不可直接比较？

请检查各行的 `min`、`max`、`width` 是否一致。正负条尤其需要同时统一上下限；仅统一最大值仍可能让零点位置不同。建议用一个命名样式或 `\gradbarscolumn` 定义比较列。手写与 CSV 数据均可通过 `scale=column` 根据整列计算共享范围；默认采用固定范围。

51.4 缺失值和零值有何区别？

空参数、空数值单元格以及大写 NA 表示缺失；默认显示 `--`，可用 `missing text` 修改。0 是有效观测，显示零标签与空轨道。缺失值不应替换为零。堆叠组成不接受缺失段，因为未知段会使总量和占比不明确。

51.5 数值列为什么报 Invalid value？

G 列接收十进制或 e/E 科学计数、能展开为这些数值的宏、空值或 NA。不要在单元格里写百分号、单位或普通表头；单位放到列选项，表头用 `\multicolumn {1}{c}{Score}`。需要手写特殊内容时同样用 `multicolumn` 绕过收集。

51.6 标签占比为什么与条长不相同？

普通条总标签的 `value format=percent` 使用量程上限作为分母（仅支持 `min=0`）。

堆叠段的 `segment labels=percent` 使用分段总和作为分母。二者回答的问题不同；示例 17 将总量占比和组成占比并列展示。

51.7 支持哪些表格和编译方式？

本手册验证 XeLaTeX 下的 `tabular`、`booktabs`、`longtable` 和 Beamer 场景。`tabularray` 的专有列处理、`siunitx` 的 S 列及其他引擎不在当前验证范围。正文中的普通数据条与表格中的数据条使用相同命令。

51.8 正负堆叠的净值为零，为什么仍然有条形？

正负贡献分别累计，50 与 -50 的净值为零但活动量为 100。

需要看到两侧小计时使用 `stack totals=separate`；分段百分比的分母为绝对值之和。

51.9 两条趋势线看起来一样高，数值却不同？

默认 `auto` 范围只比较形状。要比较绝对变化，请共用 `spark range=fixed`、`min`、`max` 和 `height`。

51.10 重排类别后颜色改变怎么办？

位置色板按序号取色。定义 `gradbarscategory` 并提供 `stack names`，可保持类别身份；图例使用相同名称。

52 参数速查与使用限制

参数	默认值	含义与可选值
min	0	范围下限，必须为零或负值。
max	100	范围上限，必须为正值。
width	24mm	正的轨道宽度，不含外部标签。
height	1.5ex	正的轨道高度。
theme	blue	blue、teal、solid、gray、lbyellow、vibblue、cyblu。
label	outside	outside、left、inside、none、end、auto。
label width	4.5em	外部标签最小槽宽；自动溢出模式下可扩展。
label gap	.6em	轨道与外部标签之间的间隔。
baseline	auto	auto、text、center 或 bottom；控制行内图形基线。
baseline shift	0pt	在预设基线上附加垂直偏移。
precision	1	0-6 的整数；保留末尾零。
value format	value	原始数值 value 或计算占比 percent。
unit	空	原始数值的后缀；占比模式忽略此项。
text	空	覆盖整个标签；空值恢复自动格式。
overflow	clip	clip 警告并截断，或 error 报错。
color	未指定	指定单色，并切换为纯色填充。
fill	由主题指定	gradient 或 solid。
left color	由主题指定	渐变起点，或纯色填充的颜色。
right color	由主题指定	渐变终点。
track color	由主题指定	空轨道颜色。
negative fill	solid	负值使用纯色或 gradient。
negative	空	负值渐变两端；设置任一项会启用渐变。
left/right color		
text color	由主题指定	标签文字颜色；auto 自动选黑白。
font	沿用周围字体	标签字体声明。
style	未指定	应用已定义的命名样式。
missing text	--	空参数或 NA 的显示标签。
number format	fixed	fixed、grouped 或 scientific。
band	空	范围内严格递增的两个参考端点。
band color	gold	区间背景颜色。
band opacity	0.3	区间透明度，范围为 0 到 1。
stack colors	蓝、青绿、金黄	堆叠条分段颜色列表，可循环使用。

52.1 数据、标签与图例参数

参数	默认值	含义
stack names	空	与各段一一对应的名称列表。
legend	false	自动在堆叠条下方生成图例。
segment labels	none	none、value、percent、name、name value、name percent。
segment font	\scriptsize	段标签字体。
segment text color	auto	自动黑白或显式颜色。
label overflow	auto	自动外移或 allow 允许越界。
better	higher	higher 越大越好, lower 越小越好; 只影响条件配色。
pattern	none	普通条的纹理名称。
pattern color	black	纹理线条或点阵的颜色。
stack patterns	none	堆叠段和图例的纹理列表, 循环使用。
print	未应用	黑白打印预设。
print labels	false	内部标签白底; print 会开启此项。

`\gradbarslegend` [选项]{名称列表} 生成可共享的独立图例; `\gradbarscolumn` {G}{选项} 定义统一样式的数值列。

CSV 命令包括 `\gradbarsloadcsv`、`\gradbarscsvtable`、`\gradbarscsvstyle` ,

以及 `\gradbarcsv` 和 `\gradbarscsvcell` 。完整参数与范围计算规则见“CSV 数据导入”一节。

52.2 图形与排版参数

图形参数	默认值	说明
shape	bar	bar 普通条; lollipop 棒棒糖。哑铃与趋势使用专用命令。
compare color	black!20	双层条的基准层颜色。
compare ratio	.45	当前层高度比, 严格在 0 与 1 之间。
range point	空	浮动区间内的点, 仅用于 gradrange。
marker size	2pt	圆点半径, 必须为正, 受轨道高度限制。
stem width	.6pt	棒棒糖及区间端点线宽, 必须为正。
outline	false	是否只绘制轮廓。
outline width	.4pt	轮廓线宽, 必须为正。
row padding	0pt	图形上下各增加的留白, 必须非负。
preset	未应用	paper、report、presentation、outline。

52.3 图形与评价接口

接口或选项	说明
<code>\graddumbbell [o]{a}{b}</code>	基准 a、当前 b；空心与实心圆。
<code>compare label</code>	values（默认）、delta 或 percent；也适用于双层条。
<code>stack totals</code>	net（默认净值）或 separate（正小计 / 负小计）。
<code>\gradspark [o]{list}</code>	等间距序列；空字段和 NA 为缺失。
<code>spark range</code>	auto（默认行内范围）或 fixed（公共 min/max）。
<code>spark points</code>	extrema（默认）、all、last、none。
<code>spark high color</code>	默认 gradbarsTeal。
<code>spark low color</code>	默认 gradbarsOrange。
<code>better</code>	higher、lower、target、interval。
<code>quality target</code>	target 模式的数值目标，默认空，必须提供。
<code>quality range</code>	interval 模式的闭区间，默认空，必须提供。
<code>palette</code>	categorical、sequential、diverging、mono，默认不应用。
<code>\gradbarscategory {n}{c}{p}</code>	固定名称 n 的颜色 c 和纹理 p，定义遵循作用域。
<code>references</code>	多条参考记录：数值/颜色/线型/名称；默认空。
<code>\gradbullet [o]{v}</code>	分级背景与居中的实际值条，需设置 bullet bands。
<code>\gradintervals [o]{list}</code>	多组区间：名称/下界/点估计/上界/颜色。

52.4 表格与标注接口

接口	含义
<code>gradtable</code>	表格环境：外观、列宽与分页设置。
<code>\gradcolumn [o]{id}{title}</code>	声明列：type 选择类型，options 接受图形与数字选项。
<code>\gradrow {list}</code>	按列顺序填写逗号分隔的数据。
<code>\gradheader {spans}</code>	添加一层表头，用 <code>gradspan</code> 声明连续的合并列。
<code>\gradspan {n}{title}</code>	在 <code>gradheader</code> 中合并 <code>n</code> 列并设置标题。
<code>\gradgroup {title}</code>	插入跨列分组标题，与首条数据保持在同页。
<code>\gradtablestyle {n}{keys}</code>	保存表格选项，通过 <code>style=n</code> 调用。
<code>\gradtableschema {n}{body}</code>	保存列定义，通过 <code>graduseschema</code> 调用。
<code>mark=none best both</code>	数字、普通条、子弹图与 Heat 列的最佳及次佳值标记。
<code>data / source</code>	CSV 数据集及列字段绑定。
<code>scale / include zero</code>	固定或自动列尺度，控制是否包含零。
<code>type=heat / \gradheat</code>	连续色阶单元格及独立命令。
<code>width / weight</code>	表格总宽度，以及可伸缩列分配剩余空间的权重。
<code>long=true</code>	单栏正文中的跨页模式，重复完整表头。
<code>overflow mark</code>	none（单图默认）、arrow、slash。
<code>marker shape</code>	circle（默认）、square、diamond、triangle。
<code>marker fill</code>	solid（默认）或 hollow。
<code>compare annotation</code>	none（默认）、arrow、bracket。
<code>compare label=percent</code>	相对于基准绝对值的百分比变化。

52.5 Tagged PDF 与替代文本

在支持 tagging 的 LaTeX 发行版中，在 documentclass 之前使用 DocumentMetadata 开启标记。宏包为独立图形自动生成英文替代文本，包括原始数值、单位、量程、参考线、误差距离、对比两端与差值、堆叠分段与正负小计，以及趋势中的每个观测和缺失位置。区间描述保留上下界与显式点估计，不推断置信水平。图例描述类别名称。表格测量过程不生成语义标签，实际图形单元格只生成一次描述。

```
\DocumentMetadata{tagging=on,pdfstandard=ua-2,lang=zh-CN}
\documentclass{ctexart}
\usepackage{gradbars}
\begin{document}
\gradbar{72}

\gradbar[alt={准确率为百分之七十二，满分为百分之百。}]{72}

\graddumbbell[compare label=delta]{58}{76}
\end{document}
```

`alt={描述}` 覆盖自动文本；空值恢复自动生成。原有 `/tikz/alt={描述}` 写法继续可用。

`accessibility` 可选 `auto`、`artifact` 或 `off`。`auto` 是默认值，为图形生成描述；`artifact` 将图形作为装饰，仅用于周围文字已完整表达其信息的情况；`off` 将标记设置交由外层控制。

未开启 tagging 时这些选项不改变视觉输出。自定义描述应解释单位、类别及图形在当前文档中的含义。

在已有 `tikzpicture` 内调用宏包时不会创建独立图形标签，应为外层图提供完整替代文本。自动描述使用原始数据，不随 `precision` 舍入；`text` 仅修改视觉标签，语义描述需通过 `alt` 覆盖。该支持不等于整份文档已符合 PDF/UA；还需检查表头、阅读顺序、字体及其他内容的标记。

52.6 已知边界

CSV 仅支持逗号分隔的单行字段；数值列可自动计算共享范围。

CSV 不支持字段内换行；旧的 `gradbarscsvtable` 不分页，原生 `gradtable` 数据源支持 `long=true`。趋势线使用等间距观测，不解析日期。不要把绘图命令直接放入 `siunitx` 的数值型 S 列或 PDF 书签。宏包已通过 pdfLaTeX、XeLaTeX、LuaLaTeX 的功能检查（包括 CSV）。本中文手册采用 XeLaTeX，英文手册可用 pdfLaTeX 编译。Tagged PDF 支持见上一小节；文档的整体无障碍合规需要独立验证。