

tikz-chemlab

化学实验室仪器绘图 TikZ 宏包（基于 pst-labo 移植）

Aihua Wang（王爱华）

<https://github.com/aihua/tikz-chemlab>

移植自 pst-labo（原作者：Denis Girou, Christophe Jorssen,
Manuel Luque, Herbert Voß）

2026 年 8 月 3 日

摘要

tikz-chemlab 是著名 pst-labo 宏包的 TikZ 重实现版本。它提供了一组高级宏命令，用于绘制化学实验室玻璃器皿——试管、烧瓶、烧杯、滴定管、蒸馏装置、分液漏斗等——使用 TikZ 绘图引擎而非 PSTricks。

与 pst-labo 的主要区别如下：

- 命令名：pst 前缀 → tkz 前缀；法语词汇 → 英语（例如 TubeEssais → TestTube, Eprouvette → GraduatedCylinder, Ballon → RoundFlask）。
- 选项键名：法语 → 英语（例如 niveauLiquide1 → liquidLevel1, tubePenche → tiltAngle, bouchon → stopper）。
- pspicture 环境替换为 tikzpicture 环境。
- \rput 替换为 \begin{scope}[shift={{x,y}}] 或 \node at (x,y)。
- \psset{unit=Ncm} 替换为 tikzpicture[scale=N] 或 \begin{scope}[scale=N]。
- PSTricks 的 \psline、\psframe、\psellipse 替换为对应的 TikZ 命令（\draw、\fill、\filldraw）。
- \newpsstyle 替换为 \tikzset{...}。

本手册描述了所有宏命令、选项、预定义颜色与样式，并提供了可直接编译的示例。

感谢原 *pst-labo* 作者的杰出工作，使本移植成为可能。

代码仓库: <https://github.com/aihua/tikz-chemlab>

技术支持: <https://github.com/aihua/tikz-chemlab/issues>

目录	3
----	---

目录

1 安装与加载	5
2 快速入门	5
3 参数	6
3.1 glassType (玻璃容器类型)	7
3.2 stopper (塞子)	8
3.3 clamp (试管夹)	9
3.4 straightTube (直导管)	9
3.5 elbowTube (直角弯管)	9
3.6 uTube 与 uTubeLong (U 形管)	9
3.7 label 与 Number (标签与编号)	10
3.8 tiltAngle (倾斜角度)	10
3.9 tubeOnly (仅管)	10
3.10 bunsenBurner (本生灯)	11
3.11 bubbling (鼓泡)	11
3.12 substance (物质)	11
3.13 solid (固体)	12
3.14 curvedTube 与 curvedTubeShort (弯管)	12
3.15 doubleTube (双管)	13
3.16 condenserBulbs (球形冷凝器)	13
3.17 gasCollection (气体收集)	13
3.18 burette (滴定管)	13
3.19 buretteLevel 与 buretteColor (滴定管液位与颜色)	14
3.20 MixtureStyle 与 DistillateColor (混合物样式与馏出液颜色)	14
3.21 pHMeter (pH 计)	14
3.22 magneticStirrer (磁力搅拌器)	14
3.23 liquidLevel1/2/3 与 liquidStyle1/2/3 (液位与液体样式)	15
4 预定义颜色与样式	15
5 线宽与样式	16

6 宏命令	17
6.1 <code>\tkzTestTube</code> (试管)	17
6.2 <code>\tkzHeatTube</code> (加热试管)	17
6.3 <code>\tkzRoundFlask</code> (圆底烧瓶)	18
6.4 <code>\tkzHeatFlask</code> (加热烧瓶)	18
6.5 <code>\tkzFunnel</code> (漏斗)	18
6.6 <code>\tkzGraduatedCylinder</code> (量筒)	19
6.7 <code>\tkzPipette</code> (移液管)	19
6.8 <code>\tkzTitration</code> (滴定装置)	19
6.9 <code>\tkzDistillation</code> (蒸馏装置)	20
6.10 <code>\tkzSeparatoryFunnel</code> (分液漏斗)	20
6.11 <code>\tkzStand</code> (支架)	21
7 定位与坐标映射	21
7.1 从 <code>\rput</code> 到 TikZ <code>shift</code>	21
7.2 缩放映射: <code>unit=Ncm</code> 到 <code>scale=N</code>	23
7.3 <code>xunit</code> / <code>yunit</code> 映射	23
8 示例	23
8.1 带标签的滴定装置	23
8.2 带标签的试管架	24
8.3 分液漏斗与烧杯	25
9 从 <code>pst-labo</code> 迁移	26
9.1 迁移清单	26
9.2 命令名映射	27
9.3 选项键映射	27
9.4 <code>glassType</code> 值映射	29
9.5 常见陷阱	29
10 底层对象 (内部)	29
11 版本历史与致谢	31

1 安装与加载

本宏包由三个文件组成，需放在同一目录或 TeX 搜索路径中：

文件	作用
<code>tikz-chemlab.sty</code>	LaTeX 宏包封装（加载 TikZ 和主文件）
<code>tikz-chemlab.tex</code>	主实现（参数系统 + 高级宏命令）
<code>tikz-chemlabObj.tex</code>	形状库（底层绘图原语）

在导言区加载宏包：

```
\usepackage{tikz-chemlab}
```

这将自动加载 `tikz` 及所需库（`arrows.meta`、`calc`、`patterns`、`shadings`、`decorations.pathmorphing`、`decorations.pathreplacing`）。

2 快速入门

最小示例：

```
\documentclass{standalone}
\usepackage{tikz-chemlab}
\begin{document}
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzTestTube
\end{tikzpicture}
\end{document}
```

这会以 50% 缩放绘制一个标准试管。`pst-labo` 与 `tikz-chemlab` 的对应关系如下：

pst-labo	tikz-chemlab
<code>\psset{unit=0.5cm}</code>	<code>tikzpicture[scale=0.5]</code>
<code>\psset{glassType=ballon}</code>	作为选项传入: <code>[glassType=roundFlask]</code>
<code>\rput(x,y){obj}</code>	<code>\begin{scope}[shift={(x,y)}]</code> <code>...\end{scope}</code>
<code>\psline{->}(a,b)(c,d)</code>	<code>\draw[-{Stealth}] (a,b) -- (c,d);</code>
<code>\psgrid</code>	<code>[help lines]</code> 或 <code>\draw[help lines] (0,0) grid (N,N);</code>

3 参数

表 1 列出了 `tikz-chemlab` 识别的所有参数。可通过 `\chemlabset{...}` 全局设置（等价于 `\psset[pst-labo]{...}`），或作为单个宏命令的可选参数传入。

表 1: `tikz-chemlab` 全部参数

参数	默认值	说明
<code>glassType</code>	<code>tube</code>	玻璃容器类型: <code>tube</code> 、 <code>roundFlask</code> 、 <code>beaker</code> 、 <code>erlenmeyer</code> 、 <code>reagentBottle</code> 、 <code>volumetricFlask</code> 、 <code>watchGlass</code>
<code>stopper</code>	<code>false</code>	插入塞子
<code>clamp</code>	<code>false</code>	添加木质试管夹
<code>straightTube</code>	<code>false</code>	插入直玻璃导管
<code>elbowTube</code>	<code>false</code>	插入直角弯玻璃管
<code>uTube</code>	<code>false</code>	插入 U 形玻璃管
<code>uTubeLong</code>	<code>false</code>	延伸至底部的 U 形管
<code>curvedTube</code>	<code>false</code>	创建带本生灯的气体收集装置
<code>curvedTubeShort</code>	<code>false</code>	不带本生灯的气体收集装置
<code>doubleTube</code>	<code>false</code>	两根导管，其中一根带活塞
<code>condenserBulbs</code>	<code>false</code>	球形冷凝器（回流装置）
<code>label</code>	<code>false</code>	显示由 <code>Number</code> 定义的标签
<code>Number</code>	（空）	标签文本（与 <code>label</code> 配合使用）
<code>tiltAngle</code>	<code>0</code>	倾斜角度（度， $-65 \dots +65$ ）

表 1 (续)

参数	默认值	说明
liquidLevel1	50	液位 1 (0–100, 百分比)
liquidLevel2	0	液位 2
liquidLevel3	0	液位 3
liquidStyle1	liquidStyle1	液体 1 的样式
liquidStyle2	liquidStyle2	液体 2 的样式
liquidStyle3	liquidStyle3	液体 3 的样式
substance	(空)	物质宏命令 (如 <code>\tkzChampagneBubbles</code>)
solid	(空)	固体物质宏命令
burette	true	显示/隐藏滴定管 (在 <code>\tkzTitration</code> 中)
pHMeter	false	显示 pH 计
magneticStirrer	true	显示磁力搅拌器/加热板
bunsenBurner	true	显示本生灯
bubbling	false	添加鼓泡试管
gasCollection	false	添加气体收集容器
tubeOnly	false	取消额外容器空间
buretteLevel	20	滴定管液位
buretteColor	VeryPaleOrange	滴定管液体颜色
reagentLevel	2	试剂液位 (移液管)
reagentColor	PaleOrange	试剂颜色
MixtureStyle	BlueDiffusion	蒸馏混合物样式
DistillateColor	yellow	馏出液颜色
TapOpen	false	分液漏斗活塞开/关
buretteReagent	(空)	滴定管试剂标签文本
beakerReagent	(空)	烧杯试剂标签文本

3.1 glassType (玻璃容器类型)

glassType 选择玻璃容器的类型，默认为标准试管。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube
\end{tikzpicture}
```

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[glassType=roundFlask]
\end{tikzpicture}

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[glassType=erlenmeyer]
\end{tikzpicture}

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[glassType=beaker]
\end{tikzpicture}

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[glassType=reagentBottle]
\end{tikzpicture}

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[glassType=volumetricFlask]
\end{tikzpicture}

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[glassType=watchGlass]
\end{tikzpicture}
```

3.2 stopper (塞子)

stopper 选项为玻璃容器加上塞子。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.45]
  \tkzTestTube[glassType=tube,stopper=true]

  \begin{scope}[xshift=3cm]
    \tkzTestTube[glassType=roundFlask,stopper=true]
  \end{scope}

  \begin{scope}[xshift=6cm]
    \tkzTestTube[glassType=erlenmeyer,stopper=true]
  \end{scope}

  \begin{scope}[xshift=9cm]
    \tkzTestTube[glassType=reagentBottle,stopper=true]
  \end{scope}
\end{tikzpicture}
```

```

\end{scope}

\begin{scope}[xshift=12cm]
  \tkzTestTube[glassType=watchGlass,stopper=true]
\end{scope}
\end{tikzpicture}

```

3.3 clamp (试管夹)

clamp 选项添加木质试管夹。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[glassType=tube,stopper=true,clamp=true]
  \tkzTestTube[glassType=erlenmeyer,stopper=true,clamp=true]
\end{tikzpicture}

```

3.4 straightTube (直导管)

straightTube 插入一根细直玻璃导管，通常与 stopper=true 配合使用。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[straightTube=true]
  \tkzTestTube[glassType=roundFlask,straightTube=true]
  \tkzTestTube[glassType=erlenmeyer,straightTube=true]
\end{tikzpicture}

```

3.5 elbowTube (直角弯管)

elbowTube 与 straightTube 类似，但绘制直角弯玻璃管。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[glassType=erlenmeyer,elbowTube=true]
\end{tikzpicture}

```

3.6 uTube 与 uTubeLong (U 形管)

uTube 绘制 U 形玻璃管。uTubeLong 将 U 形管延伸至底部（用于 \tkzHeatFlask）。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzHeatFlask[glassType=roundFlask,uTube=true]
  \tkzHeatFlask[glassType=roundFlask,uTubeLong=true]
\end{tikzpicture}
```

3.7 label 与 Number (标签与编号)

label 开关控制由 Number 定义的标签显示。

重要提示：在 tikz-chemlab 中，\tkzTestTube 每次调用都会将参数重置为默认值。因此即使全局设置了 \chemlabset{label}，也必须显式传入 label 选项。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[label=true,Number=1]
  \tkzTestTube[label=true,Number=2]
  \tkzTestTube[glassType=reagentBottle,stopper=true,%
    label=true,Number={\small Cu$^{2+}$}]
\end{tikzpicture}
```

3.8 tiltAngle (倾斜角度)

tiltAngle 将器皿倾斜到 $-65 \dots +65$ 度范围内的任意角度，同时保持液面水平。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube[straightTube=true,tiltAngle=40]
  \tkzTestTube[tiltAngle=-20,stopper=true]
\end{tikzpicture}
```

3.9 tubeOnly (仅管)

tubeOnly 影响 \tkzHeatTube 的边界框。设置后不保留右侧额外容器的空间。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzHeatTube[bunsenBurner=true,bubbling=true,glassType=roundFlask]
\end{tikzpicture}
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
```

```
\tkzHeatTube[tubeOnly=true,glassType=roundFlask]
\end{tikzpicture}
```

3.10 bunsenBurner (本生灯)

bunsenBurner 切换本生灯的显示。`\tkzHeatTube` 默认为 `true`, `\tkzHeatFlask` 默认为 `false`。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzHeatTube[tubeOnly=true]
\tkzHeatTube[tubeOnly=true,bunsenBurner=false]
\end{tikzpicture}
```

3.11 bubbling (鼓泡)

bubbling 创建一个通过细玻璃管连接的额外试管。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzHeatTube[tubeOnly=true]
\tkzHeatTube[bubbling=true]
\end{tikzpicture}
```

3.12 substance (物质)

substance 选择容器内物质的类型。表 2 列出了可用的宏命令。

表 2: substance 选项可用的宏命令

宏命令	默认值	说明
<code>\tkzChampagneBubbles[N]</code>	25	香槟气泡
<code>\tkzFilaments[N]{color}</code>	5	丝状物
<code>\tkzBalls[N]</code>	50	二维球体
<code>\tkzBubblesThreeD[N]{color}</code>	50	三维球体

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzTestTube
\tkzTestTube[substance=\tkzChampagneBubbles]
\tkzTestTube[substance=\tkzFilaments{red}]
```

```
\tkzTestTube[substance=\tkzBalls]
\tkzTestTube[substance=\tkzBubblesThreeD{white}]
\end{tikzpicture}
```

使用内部循环次数的可选参数时，需将宏调用用花括号括起：

```
\tkzTestTube[substance={\tkzChampagneBubbles[80]}]
\tkzTestTube[substance={\tkzFilaments[20]{black}}]
\tkzTestTube[substance={\tkzBalls[80]}]
\tkzTestTube[substance={\tkzBubblesThreeD[20]{white}}]
```

3.13 solid (固体)

solid 描述固体物质。表 3 列出了可用的宏命令。

表 3: solid 选项可用的宏命令

宏命令	默认值
\tkzCopperTurnings[N]	30
\tkzIronNail[N]	60
\tkzZincGranules[N]	25

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzTestTube[solid=\tkzCopperTurnings]
\tkzTestTube[solid=\tkzIronNail]
\tkzTestTube[solid=\tkzZincGranules]
\end{tikzpicture}
```

3.14 curvedTube 与 curvedTubeShort (弯管)

curvedTube 创建带本生灯的气体收集装置。curvedTubeShort 创建不带本生灯的版本。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzHeatFlask[glassType=erlenmeyer,
               gasCollection=true,substance=\tkzCopperTurnings]
\tkzHeatFlask[glassType=erlenmeyer,
               gasCollection=true,substance=\tkzCopperTurnings,
```

```

        curvedTube=true]
\end{tikzpicture}

```

3.15 doubleTube (双管)

doubleTube 排列两根细玻璃管，其中一根带活塞。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzRoundFlask
  \tkzRoundFlask[doubleTube=true]
\end{tikzpicture}

```

3.16 condenserBulbs (球形冷凝器)

condenserBulbs 输出带球形冷凝器的回流装置。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzRoundFlask[condenserBulbs=true,glassType=roundFlask,substance=\
    ↪ tkzIronNail]
\end{tikzpicture}

```

3.17 gasCollection (气体收集)

gasCollection 添加收集膨胀气体的装置。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzHeatFlask[glassType=reagentBottle,curvedTube=true,
    substance={\tkzFilaments[10]{red}}]
  \tkzHeatFlask[glassType=reagentBottle,curvedTube=true,
    substance={\tkzFilaments[10]{red}},
    gasCollection=true]
\end{tikzpicture}

```

3.18 burette (滴定管)

\tkzTitration 默认显示滴定管，burette=false 可隐藏。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.4]
  \tkzTitration[glassType=erlenmeyer]
  \tkzTitration[glassType=erlenmeyer,burette=false]

```

```
\end{tikzpicture}
```

3.19 buretteLevel 与 buretteColor (滴定管液位与颜色)

这两个参数控制滴定管内液体的量和颜色。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.4]
  \tkzTitration[buretteLevel=25,buretteColor=cyan]
  \tkzTitration[buretteLevel=10]
\end{tikzpicture}
```

3.20 MixtureStyle 与 DistillateColor (混合物样式与馏出液颜色)

MixtureStyle 定义蒸馏瓶中化学混合物的颜色 (必须是渐变样式)。DistillateColor 定义馏出液颜色 (无此限制)。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.4]
  \tkzDistillation
  \tkzDistillation[MixtureStyle=Diffusion,DistillateColor=red]
\end{tikzpicture}
```

3.21 pHMeter (pH 计)

pHMeter 显示 pH 计 (仅用于 \tkzTitration)。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTitration
  \tkzTitration[pHMeter=true]
\end{tikzpicture}
```

3.22 magneticStirrer (磁力搅拌器)

magneticStirrer 默认启用, 显示带磁力搅拌器的加热板。停用时只绘制一个普通矩形。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTitration
  \tkzTitration[magneticStirrer=false]
```

```
\end{tikzpicture}
```

3.23 liquidLevel1/2/3 与 liquidStyle1/2/3 (液位与液体样式)

这些参数定义最多三层液体的液位 (0–100) 和样式, 且 `liquidLevel1 > liquidLevel2 > liquidLevel3`。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.4]
  \tkzTitration[buretteLevel=18,liquidLevel1=30,%
    liquidStyle1=Champagne,pHMeter=true]
  \tkzTitration[buretteLevel=20,liquidLevel1=40,%
    liquidStyle1=Champagne,pHMeter=false,%
    magneticStirrer=false]
\end{tikzpicture}
```

4 预定义颜色与样式

以下颜色和样式在 `tikz-chemlab` 中预定义, 用户可自行重定义。

颜色

```
\definecolor{Beige}{rgb}{0.96,0.96,0.86}
\definecolor{LightGray}{gray}{0.80}
\definecolor{VeryLightGray}{cmyk}{0,0,0,0.1}
\definecolor{VeryPaleOrange}{cmyk}{0,0.1,0.3,0}
\definecolor{PaleOrange}{rgb}{1.00,0.78,0.55}
\definecolor{LightBlue1}{rgb}{0.60,0.80,1.00}
\definecolor{LightBlue}{rgb}{0.68,0.85,0.90}
\definecolor{Copper}{cmyk}{0,0.9,0.9,0.2}
\definecolor{Brown}{rgb}{0.50,0.25,0.00}
\definecolor{woodColor}{rgb}{0.957,0.84,0.69}
\definecolor{AqueousPhaseColor}{cmyk}{0.215686,0.062745,0,0}
\definecolor{OrganicPhaseColor}{cmyk}{0.223529,0.094118,0.501961,0}
```

液体样式 (TikZ `\tikzset`)

```
\tikzset{
  liquidStyle1/.style={fill=cyan,draw=none},
```

```

liquidStyle2/.style={fill=yellow,draw=none},
liquidStyle3/.style={fill=magenta,draw=none},
Ball3D/.style={shading=ball,ball color=cyan,draw=none},
Champagne/.style={fill=Beige,draw=none},
Blood/.style={fill=red,draw=none},
Cobalt/.style={fill=blue,line width=0.2cm},
Oil/.style={fill=yellow,draw=none},
Vinegar/.style={fill=magenta,draw=none},
Diffusion/.style={bottom color={rgb,255:red,0;green,25;blue,242},
                    top color=cyan,draw=none},
MixtureDiffusion2/.style={bottom color=white,top color=red,draw=red},
flameAndGrill/.style={bottom color=PaleOrange,top color=yellow,draw=
    ↪ none},
YellowStripes/.style={pattern=north east lines,pattern color=yellow},
BlueDiffusion/.style={bottom color=green,top color=cyan,draw=none},
AqueousPhase/.style={fill=AqueousPhaseColor,draw=none},
OrganicPhase/.style={fill=OrganicPhaseColor,draw=none},
}

```

自定义样式

使用 `\tikzset` 定义新的液体样式：

```

\tikzset{Nickel/.style={fill=green,draw=none}}
\tkzTestTube[liquidStyle1=Nickel]

```

5 线宽与样式

`tikz-chemlab` 提供了一套完善的线宽系统，可随 `TikZ scale` 自动缩放。通过 `\chemlabset{style=...}` 可使用六种预设样式：

```

\chemlabset{style=publication}
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube
\end{tikzpicture}

```

也可单独设置各类线宽：

```

\chemlabset{outline line width=0.04cm}
\chemlabset{graduation line width=thick}

```

表 4: 预设线宽样式

样式	轮廓	椭圆	管口椭圆	刻度
default	0.053 cm	0.07 cm	0.08 cm	0.02 cm
publication	0.4 pt	0.6 pt	0.8 pt	0.4 pt
presentation	0.8 pt	1.2 pt	1.6 pt	0.6 pt
schematic	0.6 pt	0.8 pt	1.2 pt	0.4 pt
draft	0.4 pt	0.4 pt	0.4 pt	0.4 pt
bold	1.2 pt	1.6 pt	1.6 pt	0.8 pt

```
\chemlabset{line width=0.5pt} % 同时设置四类线宽
```

命名线宽的可选值: `thin` (0.4 pt)、`semithick` (0.6 pt)、`thick` (0.8 pt)、`very thick` (1.2 pt)、`ultra thick` (1.6 pt), 或任意数值 (如 0.04cm、1pt)。

6 宏命令

6.1 \tkzTestTube (试管)

显示最简单的玻璃容器, 默认为试管 (`glassType=tube`)。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTestTube
  \tkzTestTube[glassType=beaker]
  \tkzTestTube[glassType=erlenmeyer,liquidLevel1=80]
  \tkzTestTube[glassType=reagentBottle]
  \tkzTestTube[glassType=roundFlask,liquidLevel1=20,liquidStyle1=
    ↪ BlueDiffusion]
  \tkzTestTube[glassType=volumetricFlask]
  \tkzTestTube[glassType=watchGlass]
\end{tikzpicture}
```

6.2 \tkzHeatTube (加热试管)

在 `\tkzTestTube` 基础上增加加热块、本生灯或第二根细玻璃管。

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzHeatTube[tubeOnly=true]
```

```

\tkzHeatTube[glassType=roundFlask,bunsenBurner=false,tubeOnly=true]
\tkzHeatTube[glassType=erlenmeyer,bunsenBurner=true,clamp=true,
  ↪ tubeOnly=true]
\tkzHeatTube[bunsenBurner=true,bubbling=true,glassType=reagentBottle]
\tkzHeatTube[bunsenBurner=true,elbowTube=true,glassType=roundFlask,%
  liquidLevel1=20,liquidStyle1=BlueDiffusion,%
  tubeOnly=true,clamp=true]
\end{tikzpicture}

```

6.3 \tkzRoundFlask (圆底烧瓶)

与 \tkzTestTube 类似，但增加了回流冷凝器、双管等选项。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzRoundFlask
\tkzRoundFlask[glassType=erlenmeyer]
\tkzRoundFlask[condenserBulbs=true]
\end{tikzpicture}

```

6.4 \tkzHeatFlask (加热烧瓶)

在 \tkzRoundFlask 基础上默认显示本生灯。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzHeatFlask
\tkzHeatFlask[bubbling=true,uTubeLong=true,bunsenBurner=true,%
  substance=\tkzBalls]
\tkzHeatFlask[glassType=reagentBottle,gasCollection=true,%
  curvedTubeShort=true,%
  substance={\tkzFilaments[10]{red}}]
\tkzHeatFlask[doubleTube=true,gasCollection=true,%
  substance=\tkzIronNail]
\end{tikzpicture}

```

6.5 \tkzFunnel (漏斗)

显示漏斗，无参数时与试管组合使用。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzFunnel

```

```

\tkzFunnel[glassType=beaker,tiltAngle=-20]
\tkzFunnel[glassType=reagentBottle,label=true,Number={37},%
            liquidStyle1=BlueDiffusion,liquidLevel1=80]
\end{tikzpicture}

```

6.6 \tkzGraduatedCylinder (量筒)

显示量筒，可通过 TikZ scale 因子改变大小。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzGraduatedCylinder
\tkzGraduatedCylinder[liquidLevel1=100,liquidLevel2=60,liquidLevel3
    ↗ =30]
\end{tikzpicture}

```

```

% yunit=0.5cm -> yscale=0.5 (仅 y 方向, x 保持不变)
\begin{tikzpicture}
  \begin{scope}[yscale=0.5]\tkzGraduatedCylinder\end{scope}
\end{tikzpicture}

```

6.7 \tkzPipette (移液管)

显示移液管，可通过 TikZ 缩放因子调整大小。

```

% unit=0.5cm -> scale=0.5
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
\tkzPipette
\end{tikzpicture}

% yunit=0.5cm -> yscale=0.5 (仅 y 方向, x 保持不变)
\begin{tikzpicture}[yscale=0.5]
\tkzPipette
\end{tikzpicture}

```

注意：tiltAngle 对 \tkzPipette 无效，这与原 pst-labo 行为一致。

6.8 \tkzTitration (滴定装置)

显示带滴定管（最大 25 mL）的滴定装置，可选择 pH 计或加热板。同一 tikzpicture 中多次调用 \tkzTitration 会自动横向排列。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzTitration
  \tkzTitration[glassType=beaker,pHMeter=true]
  \tkzTitration[buretteLevel=10,liquidLevel1=60,%
                liquidStyle1=Champagne,glassType=reagentBottle,%
                magneticStirrer=false]
  \tkzTitration[glassType=erlenmeyer,burette=false]
\end{tikzpicture}

```

6.9 \tkzDistillation (蒸馏装置)

显示分馏装置。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzDistillation
  \tkzDistillation[MixtureStyle=Diffusion,DistillateColor=red]
\end{tikzpicture}

```

6.10 \tkzSeparatoryFunnel (分液漏斗)

在支架上显示分液漏斗。选项：TapOpen (活塞开/关)、stopper (塞子)、liquidLevel1 (水相液位)、liquidLevel2 (有机相液位)。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \useasboundingbox (-2,-6) rectangle (6,16);
  \tkzStand
  \tkzSeparatoryFunnel[TapOpen=false,stopper=true]
\end{tikzpicture}
\quad
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \useasboundingbox (-2,-6) rectangle (6,16);
  \tkzStand
  \tkzSeparatoryFunnel[TapOpen=false,stopper=false,%
                      liquidLevel1=-1,liquidLevel2=10]
  % 下方烧杯
  \begin{scope}[shift={(-0.25,-4.4)}]
    \tkzTestTube[glassType=beaker,liquidStyle1=AqueousPhase]
  \end{scope}
\end{tikzpicture}
\quad

```

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \useasboundingbox (-2,-6) rectangle (6,16);
  \tkzSeparatoryFunnel[TapOpen=true,stopper=false,%
    liquidLevel1=1,liquidLevel2=1]
  \begin{scope}[shift={(-0.25,-4.4)}]
    \tkzTestTube[glassType=beaker,liquidStyle1=OrganicPhase,%
      liquidLevel1=30]
  \end{scope}
  \tkzStand
\end{tikzpicture}

```

6.11 \tkzStand (支架)

显示带夹子的支撑架（铁架台），与 \tkzSeparatoryFunnel 配合使用。

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \tkzStand
\end{tikzpicture}

```

7 定位与坐标映射

7.1 从 \rput 到 TikZ shift

在 PSTricks 中，\rput(x,y){obj} 将 obj 的 **bbbox 中心** 放到 (x,y) (默认 ref=c)。在 TikZ 中，\begin{scope}[shift={(x,y)}] 将局部原点 (0,0) 放到 (x,y)。

转换公式为：

$$\text{shift} = \text{rput 位置} - \text{bbbox 中心}$$

示例：\tkzGraduatedCylinder

\tkzGraduatedCylinder 的 bbbox: (-2,0)(2,6)，中心 (0,3)。对于 \rput(-4.5,4.0)：

```

% pst-labo: \rput(-4.5,4.0){\pstEprovette[...]}
% shift = (-4.5 - 0, 4.0 - 3) = (-4.5, 1.0)
\begin{scope}[shift={(-4.5,1.0)}]
  \tkzGraduatedCylinder[...]
\end{scope}

```

```
\end{scope}
```

示例: \tkzTestTube (烧杯)

\tkzTestTube 的 bbox (烧杯, tiltAngle=0): (-0.5,0)(1,2.8), 中心 (0.25,1.4)。对于 \rput(0,-3):

```
% pst-labo: \rput(0,-3){\pstTubeEssais[glassType=becher,...]}
% shift = (0 - 0.25, -3 - 1.4) = (-0.25, -4.4)
\begin{scope}[shift={(-0.25,-4.4)}]
  \tkzTestTube[glassType=beaker,...]
\end{scope}
```

bbox 中心对照表

表 5: 各命令的 bbox 中心 (用于 \rput 对齐)

条件	Bbox	中心
\tkzTestTube (tiltAngle=0):		
glassType=beaker	(-0.5,0)(1,2.8)	(0.25, 1.4)
其他 (tube, roundFlask, ...)	(-1.5,0)(1.5,4)	(0, 2)
\tkzTestTube (tiltAngle≠0):		
tiltAngle>0	(-3,0)(1,4)	(-1, 2)
tiltAngle<0	(-1,0)(3,4)	(1, 2)
elbowTube=true	(-1,0)(6,4)	(2.5, 2)
\tkzGraduatedCylinder	(-2,0)(2,6)	(0, 3)
\tkzFunnel	(-2,-2)(2,5)	(0, 1.5)
\tkzTitration (滴定管, pH 计)	(-5,0)(3,16)	(-1, 8)
\tkzTitration (滴定管, 无 pH 计)	(-2,0)(2,16)	(0, 8)
\tkzTitration (无滴定管, pH 计)	(-5,0)(3,5)	(-1, 2.5)
\tkzTitration (无滴定管, 无 pH 计)	(-2,0)(2,5)	(0, 2.5)

7.2 缩放映射：unit=Ncm 到 scale=N

PSTricks 的 `\psset{unit=N}` 将单位设为 N cm。在 TikZ 中，`scale=N` 将所有坐标乘以 N 。

当 `scale=N` 应用于包含宏命令的 scope 时，宏命令内部坐标被乘以 N 。`\shift` 值在父级（未缩放）坐标系中。

```
% pst-labo: \rput(3,0){\pstDosage[... ,unit=0.5]}
% tkzTitration bbox 中心 (pHMeter) = (-1,8)
% scale=0.5, 物理中心 = (0.5*(-1), 0.5*8) = (-0.5, 4)
% shift = (3 - (-0.5), 0 - 4) = (3.5, -4)
\begin{scope}[shift={(3.5,-4)},scale=0.5]
  \tkzTitration[... ,pHMeter=true]
\end{scope}
```

7.3 xunit / yunit 映射

PSTricks 的 `xunit` 和 `yunit` 仅缩放一个轴：

PSTricks	TikZ
<code>unit=N</code>	<code>scale=N</code>
<code>xunit=N</code>	<code>xscale=N</code>
<code>yunit=N</code>	<code>yscale=N</code>

8 示例

8.1 带标签的滴定装置

```
\begin{tikzpicture}
  \useasboundingbox (0,-4) rectangle (7,4);
  % \rput(3,0){\pstDosage[... ,unit=0.5]}
  \begin{scope}[shift={(3.5,-4)},scale=0.5]
    \tkzTitration[buretteLevel=25,liquidLevel1=30,%
      liquidStyle1=Champagne,glassType=beaker,pHMeter=true]
  \end{scope}

  \node at (2,3) {B\ "urette};
  \node at (4.7,3.6) {25 mL};
```

```

\node at (5.2,-2.2) {H$_3$O$^{+}$+Cl$^{-}$};
\node at (.8,-3) {PH-Messer};
\node at (5,-2.8) {20 mL};
\node at (5,1) {Na$^{+}$+OH$^{-}$};
\node at (6.4,-3.6) {Heizplatte};
\draw[Stealth] (2.7,2.9) -- (3.4,2.9);
\end{tikzpicture}
\begin{tikzpicture}
\useasboundingbox (-3,-2) rectangle (2,3);
\begin{scope}[scale=0.5]
\begin{scope}[shift={(-4.25,1.5)}]
\tkzGraduatedCylinder[tiltAngle=-60,liquidLevel1=90,liquidLevel2
↪ =50]
\end{scope}
\end{scope}
\begin{scope}[shift={(0.25,-0.75)}]
\tkzFunnel[glassType=reagentBottle,liquidLevel1=30]
\end{scope}
\end{scope}
\node[draw] at (0.25,3.75) {%
\begin{minipage}{3.2cm}Nach der Dekantation
sind die einzelnen Phasen getrennt.
\end{minipage}};
\end{tikzpicture}

```

8.2 带标签的试管架

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5,
Nickel/.style={fill=green,draw=none}]
\tkzTestTube[liquidLevel1=20,liquidStyle1=Champagne,%
Number=1,label=true]
\begin{scope}
\tkzTestTube[liquidLevel1=30,liquidStyle1=Cobalt,%
Number=2,label=true]
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=2cm]
\tkzTestTube[liquidLevel1=40,liquidStyle1=Blood,%
Number=3,label=true]
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=4cm]
\tkzTestTube[Number=4,label=true]

```

```

\end{scope}
\begin{scope}[xshift=6cm]
  \tkzTestTube[liquidStyle1=Vinegar,%
    Number={\footnotesize MnO$_4^-$},%
    label=true,stopper=true,glassType=reagentBottle]
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=8.2cm]
  \tkzTestTube[liquidStyle1=Oil,%
    Number={\footnotesize Ce$^{4+}$},%
    label=true,stopper=true,glassType=reagentBottle]
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=10.5cm]
  \tkzTestTube[liquidStyle1=Nickel,%
    Number={\footnotesize Ni$^{2+}$},%
    label=true,stopper=true,glassType=reagentBottle]
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=13cm]
  \tkzTestTube[Number={\footnotesize Cu$^{2+}$},%
    label=true,stopper=true,glassType=reagentBottle]
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=15.5cm]
  \tkzTestTube[liquidLevel1=30,liquidStyle1=Champagne,%
    Number={\footnotesize NaOH},%
    label=true,stopper=true,glassType=reagentBottle]
\end{scope}
\end{tikzpicture}

```

8.3 分液漏斗与烧杯

```

\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \useasboundingbox (-2,-6) rectangle (6,16);
  \tkzStand
  \tkzSeparatoryFunnel[TapOpen=false,stopper=true]
\end{tikzpicture}
\quad
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \useasboundingbox (-2,-6) rectangle (6,16);
  \tkzStand
  \tkzSeparatoryFunnel[TapOpen=false,stopper=false,%
    liquidLevel1=-1,liquidLevel2=10]

```

```

\begin{scope}[shift={(-0.25,-4.4)}]
  \tkzTestTube[glassType=beaker,liquidStyle1=AqueousPhase]
\end{scope}
\end{tikzpicture}
\quad
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]
  \useasboundingbox (-2,-6) rectangle (6,16);
  \tkzSeparatoryFunnel[TapOpen=true,stopper=false,%
    liquidLevel1=1,liquidLevel2=1]
  \begin{scope}[shift={(-0.25,-4.4)}]
    \tkzTestTube[glassType=beaker,liquidStyle1=OrganicPhase,%
      liquidLevel1=30]
  \end{scope}
  \tkzStand
\end{tikzpicture}

```

9 从 pst-labo 迁移

9.1 迁移清单

1. 将 `\usepackage{pst-labo}` 替换为 `\usepackage{tikz-chemlab}`。
2. 重命名所有命令：pst 前缀 → tkz 前缀；法语词汇 → 英语。完整映射见表 9.2。
3. 重命名所有选项键名：法语 → 英语。见表 9.3。
4. 重命名 `glassType` 的值：法语 → 英语（如 `ballon` → `roundFlask`, `becher` → `beaker`）。
5. 将 `pspicture` 替换为 `tikzpicture`。
6. 将 `\psset{unit=Ncm}` 替换为 `tikzpicture[scale=N]` 或 `\begin{scope}[scale=N]`。
7. 将 `\rput(x,y){obj}` 替换为 `\begin{scope}[shift={(x,y)}] ... \end{scope}`（注意需减去 bbox 中心）。
8. 将 `\psline`、`\psframe`、`\psellipse` 替换为 `\draw`、`\fill`、`\filldraw`。
9. 将 `\newpsstyle{name}{...}` 替换为 `\tikzset{name/.style=...}`。
10. 将 `\psgrid` 替换为 `\draw[help lines] (0,0) grid (N,N)`；或 `help lines` 选项。
11. 显式传入 `label=true` 给每次 `\tkzTestTube` 调用（全局 `\chemlabset`

设置会被 `\tikzchemlabdefaults` 重置)。

9.2 命令名映射

表 9.2 展示了 `pst-labo` 命令名到 `tikz-chemlab` 命令名的完整映射。

表 9.2: 命令名映射 (`pst-labo` $\rightarrow$ `tikz-chemlab`)

<code>pst-labo</code>	<code>tikz-chemlab</code>
<code>\pstTubeEssais</code>	<code>\tkzTestTube</code>
<code>\pstChauffageTube</code>	<code>\tkzHeatTube</code>
<code>\pstChauffageBallon</code>	<code>\tkzHeatFlask</code>
<code>\pstDosage</code>	<code>\tkzTitration</code>
<code>\pstEprouvette</code>	<code>\tkzGraduatedCylinder</code>
<code>\pstpipette</code>	<code>\tkzPipette</code>
<code>\pstBigPipette</code>	<code>\tkzLargePipette</code>
<code>\pstBallon</code>	<code>\tkzRoundFlask</code>
<code>\pstEntonnoir</code>	<code>\tkzFunnel</code>
<code>\pstSeparateFunnel</code>	<code>\tkzSeparatoryFunnel</code>
<code>\pstDistillation</code>	<code>\tkzDistillation</code>
<code>\pstSupport</code>	<code>\tkzStand</code>
<code>\pscolon</code>	<code>\tkzColumn</code>
<code>\pstBullesChampagne</code>	<code>\tkzChampagneBubbles</code>
<code>\pstBULLES</code>	<code>\tkzBubblesThreeD</code>
<code>\pstbulles</code>	<code>\tkzBubbles</code>
<code>\pstFilaments</code>	<code>\tkzFilaments</code>
<code>\pstBilles</code>	<code>\tkzBalls</code>
<code>\pstClouFer</code>	<code>\tkzIronNail</code>
<code>\pstTournureCuivre</code>	<code>\tkzCopperTurnings</code>
<code>\pstGrenailleZinc</code>	<code>\tkzZincGranules</code>
<code>\pstBecBunsen</code>	<code>\tkzBunsenBurner</code>
<code>\pstFlammeGrille</code>	<code>\tkzFlameGrill</code>
<code>\pstThermo</code>	<code>\tkzThermometer</code>

9.3 选项键映射

表 9.3 展示了 `pst-labo` 选项键到 `tikz-chemlab` 选项键的映射。

表 9.3: 选项键映射 (`pst-labo` $\rightarrow$ `tikz-chemlab`)

pst-labo	tikz-chemlab
tubePenche	tiltAngle
niveauLiquide1/2/3	liquidLevel1/2/3
aspectLiquide1/2/3	liquidStyle1/2/3
niveauReactif	reagentLevel
couleurReactif	reagentColor
niveauReactifBurette	buretteLevel
couleurReactifBurette	buretteColor
reactifBurette	buretteReagent
reactifBecher	beakerReagent
CouleurDistillat	DistillateColor
AspectMelange	MixtureStyle
bouchon	stopper
pince	clamp
tubeDroit	straightTube
tubeCoude	elbowTube
tubeCoudeU	uTube
tubeCoudeUB	uTubeLong
tubeRecourbe	curvedTube
tubeRecourbeCourt	curvedTubeShort
doubletube	doubleTube
refrigerantBouilles	condenserBulbs
becBunsen	bunsenBurner
barbotage	bubbling
recuperationGaz	gasCollection
tubeSeul	tubeOnly
tubeDegagementDroit	gasTubeStraight
etiquette	label
Numero	Number
phmetre	pHMeter
agitateurMagnetique	magneticStirrer
OpenTap	TapOpen
solide	solid

9.4 glassType 值映射

glassType 的值也已翻译为英语：

pst-labo	tikz-chemlab
tube（不变）	tube
ballon	roundFlask
becher	beaker
erlen	erlenmeyer
flacon	reagentBottle
fiolleJauge	volumetricFlask
verre	watchGlass

9.5 常见陷阱

`\useasboundingbox` 在 tikz-chemlab 中，顶层宏命令如 `\tkzTitration` 内部使用 `\useasboundingbox`。如果将它们放在也有 `\useasboundingbox` 的 tikzpicture 中，内部的 **不会** 覆盖外部的（scope 局部有效）。但对于嵌套宏命令如 figure 内的 `\tkzGraduatedCylinder`，`\useasboundingbox` 已被有意移除以避免冲突。

`label` 全局 `\chemlabset{label}` **不会** 传递到 `\tkzTestTube` 中，因为 `\tikzchemlabdefaults` 会重置它。务必显式传入 `label=true` 作为宏选项。

`tiltAngle` 对 `\tkzPipette` **无效** 原 pst-labo 的 `\tkzPipette` 不读取 `tiltAngle`，此行为被忠实保留。

`unit` 与 `scale` PSTricks 的 `unit=N` 缩放所有内容包括线宽。TikZ 的 `scale=N` 默认不缩放线宽，但 tikz-chemlab 通过 `\chemlabUpdateLineWidths` 拦截并自动缩放线宽。

10 底层对象（内部）

文件 `tikz-chemlabObj.tex` 包含所有底层形状原语。这些通常不直接由用户调用，但可用于自定义扩展。表 6 给出了概览。

表 6: tikz-chemlabObj.tex 中的底层对象

宏命令	说明
<code>\tkzBuretteBody</code>	滴定管主体
<code>\tkzBuretteStopcock</code>	滴定管活塞
<code>\tkzBuretteGraduation</code>	滴定管刻度
<code>\tkzTitrationPHMeter</code>	pH 计箱体
<code>\tkzTitrationStand</code>	加热板/搅拌器支架
<code>\tkzTitrationStirBar</code>	磁力搅拌子
<code>\tkzPipetteBody</code>	移液管主体
<code>\tkzLargePipetteBody</code>	大移液管
<code>\tkzDrop</code>	液滴
<code>\tkzGraduatedCylinderBody</code>	量筒主体
<code>\tkzGraduatedCylinderRim</code>	量筒边缘
<code>\tkzGraduatedCylinderBase</code>	量筒底座
<code>\tkzGraduatedCylinderGraduation</code>	量筒刻度
<code>\tkzDistillationFractionated</code>	分馏装置
<code>\tkzBunsenBurner</code>	本生灯
<code>\tkzFlameGrill</code>	带格栅火焰
<code>\tkzBunsenBurnerGrill</code>	带格栅本生灯
<code>\tkzRoundFlaskSimple</code>	圆底烧瓶主体
<code>\tkzRoundFlaskGrill</code>	带格栅圆底烧瓶
<code>\tkzTestTubeStopper</code>	试管塞
<code>\tkzTestTubeBody</code>	试管主体
<code>\tkzTestTubeStraightTube</code>	直导管
<code>\tkzTestTubeElbowTube</code>	直角弯管
<code>\tkzTestTubeUTube</code>	U 形管
<code>\tkzTestTubeUTubeLong</code>	延伸至底部的 U 形管
<code>\tkzCurvedTube</code>	弯曲排气管 (带本生灯)
<code>\tkzCurvedTubeShort</code>	短弯曲排气管
<code>\tkzTestTubeDoubleTube</code>	双管组件
<code>\tkzTestTubeClamp</code>	试管夹
<code>\tkzVolumetricFlask</code>	容量瓶
<code>\tkzCrystallizingDish</code>	结晶皿
<code>\tkzBeakerRim</code>	烧杯边缘
<code>\tkzBeakerBody</code>	烧杯主体
<code>\tkzErlenmeyerBody</code>	锥形瓶主体
<code>\tkzReagentBottleBody</code>	试剂瓶主体
<code>\tkzWatchGlassBody</code>	表面皿主体
<code>\tkzWatchGlassBase</code>	表面皿底座
<code>\tkzFunnelBody</code>	漏斗主体

宏命令	说明
<code>\tkzCondenserStem</code>	球形冷凝器杆
<code>\tkzCondenserBulbs</code>	球形冷凝器
<code>\tkzHeaterRoundFlask</code>	烧瓶加热器（加热套）
<code>\tkzRoundFlaskReflux</code>	回流烧瓶组件
<code>\tkzSeparatoryFunnelBody</code>	分液漏斗主体
<code>\tkzSeparatoryFunnelOutlineClip</code>	分液漏斗裁剪路径
<code>\tkzStopper</code>	塞子（漏斗）
<code>\tkzTapOpen</code>	开启活塞
<code>\tkzTapClosed</code>	关闭活塞
<code>\tkzStand</code>	支架

11 版本历史与致谢

`tikz-chemlab` (v1.0.0) 是 `pst-labo` (v2.07, 2025/07/15, 作者 Denis Girou、Christophe Jorssen、Manuel Luque、Herbert Voß) 的 TikZ 移植版。本移植由 Aihua Wang (王爱华) 创建。

代码仓库: <https://github.com/aihua/tikz-chemlab>

技术支持: <https://github.com/aihua/tikz-chemlab/issues>

本移植尽可能保留了原始命令名、选项键名、默认值和视觉外观。所有形状坐标均源自原始 `pst-laboObj.tex`。

与 `pst-labo` 的主要区别:

- 使用 TikZ 而非 PSTricks (无 PostScript 依赖; 支持 `pdflatex`、`xelatex`、`lualatex`、`tectonic`)。
- 线宽通过 `\chemlabUpdateLineWidths` 随 `scale` 自动缩放。
- 提供原版没有的六种预设线宽样式 (`publication`、`draft` 等)。
- 火焰颜色和大小可通过 `\chemlabset{flame outer color=..., flame scale=...}` 配置。