

# 团 体 标 准

T/AI 128.6-2025

## 信息技术 时空图形数据编码 第 6 部分：参考软件

Information technology—Space-time graphical data coding

Part 6: Reference software

2025-12-26 发布

2025-12-26 实施

中关村视听产业技术创新联盟 发布

T/AI 128.6-2025

T/ALI 128.6-2025



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构，除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

T/AI 128.6-2025

## 目 次

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	1
5 点云参考软件.....	1
5.1 概述.....	1
5.2 总体架构.....	1
5.3 模块功能说明.....	2
附录 A（资料性）点云参考软件使用详细说明.....	5
A.1 点云参考软件的编译.....	5
A.2 编码器使用说明.....	5
A.3 解码器使用说明.....	13

T/AI 128.6-2025

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是T/AI 128《信息技术 时空图形数据编码》的第6部分。T/AI 128已经发布了以下部分：

- 第1部分：系统；
- 第2部分：点云；
- 第5部分：符合性测试；
- 第6部分：参考软件。

本文件由数字音视频编解码技术标准工作组提出。

本文件由中关村视听产业技术创新联盟归口。

本文件起草单位：鹏城实验室、北京大学深圳研究生院、腾讯科技（深圳）有限公司、深圳市大疆创新科技有限公司、西安电子科技大学，OPPO广东移动通信有限公司、中山大学、中国电子技术标准化研究院，上海工程技术大学。

本文件主要起草人：李革、刘杉、郑萧桢、王静、朱文婕、张琦、张伟、王东、梁凡、陈悦汝、李璞、魏红莲、孙泽星、马闯、章海华、李鼎权、许晓中、赵海英、李婧欣、赵海武、王贵旗、张宇涵、刘晓宇、黄锐珊。

## 引 言

T/AI 128旨在确立时空图形数据高效压缩的方法，拟由六个部分构成：

——第1部分：系统。目的在于确立点云编码码流文件格式、传输格式与传输信令规范。

——第2部分：点云。目的在于确立高效的点云解码过程和解码规范。

——第3部分：质量评价。目的在于确立点云/网格数据质量评价规范。

——第4部分：网格。目的在于确立高效的网格解码过程和解码规范。

——第5部分：符合性测试。目的在于确立对 T/AI 128.2—2024 的点云位流进行符合性测试的方法。

——第6部分：参考软件。目的在于确立符合T/AI 128.2—2024要求的参考软件。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

联系人：黄铁军（数字音视频编解码技术标准工作组秘书长）

通讯地址：北京大学理科2号楼2641室

邮政编码：100871

电子邮件：tjhuang@pku.edu.cn

电话：+8610-62756172

传真：+8610-62751638

网址：<http://www.avs.org.cn>

T/AI 128.6-2025

T/AI 128.6-2025

# 信息技术 时空图形数据编码 第6部分：参考软件

## 1 范围

本文件确立了符合T/AI 128.2—2024要求的参考软件。

本文件适用于自动驾驶、数字博物馆及虚拟现实等应用系统开发、调试、验收。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

T/AI 128.2—2024 信息技术 时空图形数据编码 第2部分：点云

## 3 术语和定义

T/AI 128.2—2024界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APS	属性参数集（Attribute Parameter Set）
ASH	属性片头（Attribute Slice Header）
GPS	几何参数集（Geometry Parameter Set）
GSH	几何片头（Geometry Slice Header）
SPS	序列参数集（Sequence Parameter Set）
MD5	信息摘要算法5（Message-Digest Algorithm 5）

## 5 点云参考软件

### 5.1 概述

符合T/AI 128.2—2024的实现不一定严格遵循参考软件的算法或者编程技术。解码软件不能超出T/AI 128.2—2024的技术描述文本。

点云参考软件使用的详细说明见**错误!未找到引用源。**。

本文件给出的点云参考软件是按照T/AI 128.2—2024的要求而编制的。本文件所给出的文件位置是相对于参考软件根目录而言。点云参考软件位置及说明情况见表1。

表1 点云参考软件说明

位置	说明
source\lib\common	本软件使用 C++ 语言
source\lib\decode	本软件使用 C++ 语言
source\lib\encode	本软件使用 C++ 语言

### 5.2 总体架构

点云参考软件主要分为编码器和解码器。

编码器采用模块化与流水线式架构设计，如图1所示，整体由参数解析与高层语法管理模块、预处理模块、Slice划分模块、几何编码模块、属性编码模块、熵编码与码流生成模块、后处理与重建模块、质量评价与一致性校验模块组成。各模块之间通过统一的数据结构进行交互，完成从输入点云到输出压缩码流的完整编码流程。

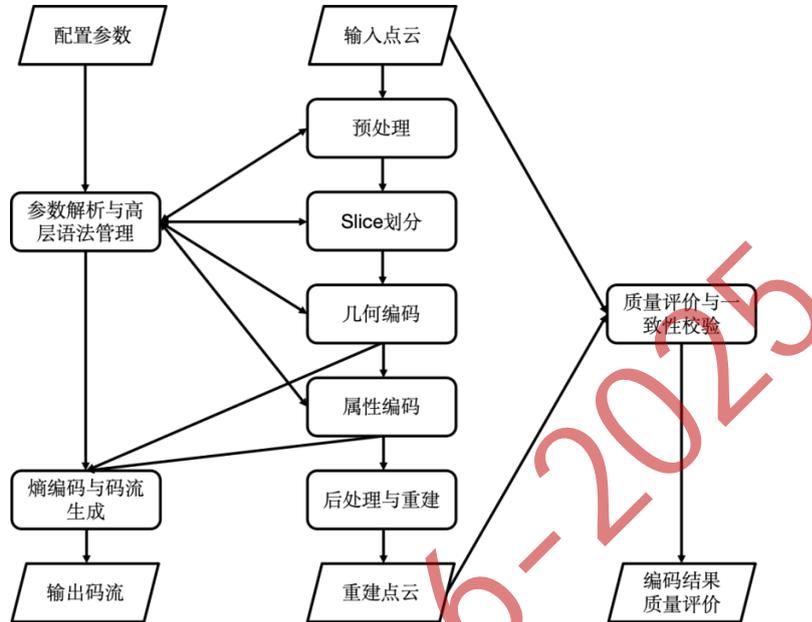


图1 编码器总体架构图

解码器采用模块化与流水线式架构设计，如图2所示，整体由参数解析与高层语法管理模块、码流解析与熵解码模块、几何解码模块、属性解码模块、后处理与重建模块、一致性校验模块组成。各模块之间通过统一的数据结构进行交互，完成从输入压缩码流到输出重建点云的完整解码流程。

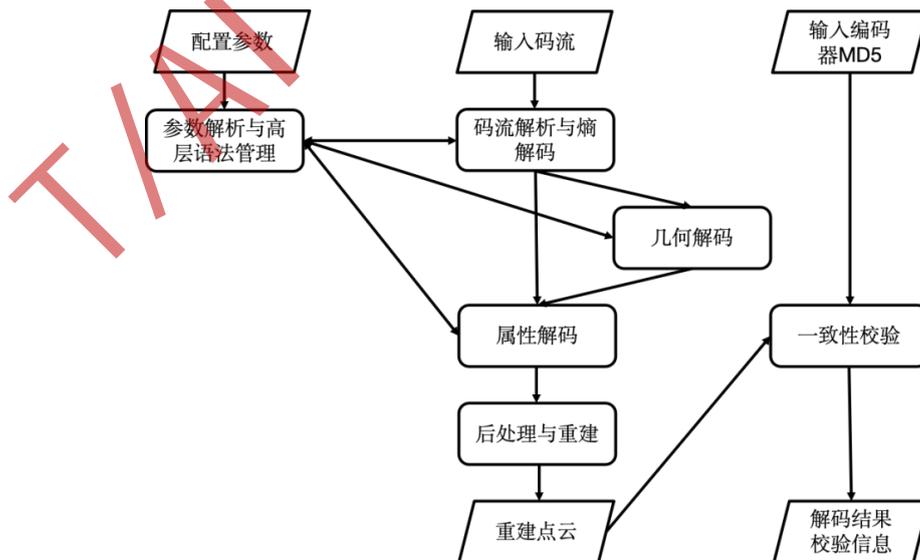


图2 解码器总体架构图

### 5.3 模块功能说明

参考软件编码器各模块功能说明如下。

- a) **参数解析与高层语法管理模块：**解析编码配置参数与命令行输入，完成编码流程控制与模块调度。负责初始化编码环境，并根据编码参数决定几何编码、属性编码等模块的算法选择和Slice划分等工具的启用方式。维护编码过程中所需的各类参数集与头信息，包括序列级（SPS、GPS、APS）以及帧级（FrameHeader）和 Slice 级（GSH、ASH）头信息。根据编码流程状态和配置参数，动态生成或更新对应的语法字段，并将其交由熵编码与码流封装模块进行编码输出。
- b) **预处理模块：**对输入点云进行编码前的标准化处理，包括包围盒计算、坐标平移、几何量化以及颜色空间转换（RGB到YUV）等，为后续几何和属性编码提供统一的数据表示。
- c) **Slice划分模块：**按照slice划分规则对点云进行分组，每个slice之间相互独立编码。
- d) **几何编码模块：**在预处理结果基础上对点云几何进行压缩。支持八叉树、隐式四叉树/二叉树、孤立点编码、宏块结构以及几何预测树等多种编码模式，通过上下文建模实现高效的空占用熵编码，并为属性编码提供几何重建结果。几何编码需依据高层语法进行正确配置并更新相关语法参数。
- e) **属性编码模块：**在几何重建结果基础上对点云属性进行压缩。支持属性重上色、重排序、属性预测、属性预测变换、属性多层变换、基于几何与属性相关性的预测、多属性联合预测和量化、熵编码。属性编码需依据高层语法进行正确配置并更新相关语法参数。
- f) **熵编码与码流生成模块：**对高层语法、几何和属性编码产生的语法元素进行熵编码，并按照标准定义的码流结构进行封装，生成最终压缩码流。
- g) **后处理与重建模块：**对压缩后又重建的点云进行后处理，包括几何反量化、坐标反平移、以及颜色空间转换（YUV到RGB）等，输出重建点云。
- h) **质量评价与一致性校验模块：**支持一致性校验与质量评价。包括：计算编码端重建点云的MD5值；计算几何和属性的质量评价。输出编码结果及质量评价信息，用于算法性能分析与参考软件验证。

参考软件解码器各模块功能说明如下。

- 1) **参数解析与高层语法管理模块：**解析解码配置参数与命令行输入，完成解码流程控制与模块调度。负责初始化解码环境，并维护解码过程中所需的各类参数集与头信息，包括序列级（SPS、GPS、APS）以及帧级（FrameHeader）和 Slice 级（GSH、ASH）头信息。根据码流中语法元素的解析结果更新解码上下文，为后续几何解码与属性解码提供参数支持。
- 2) **码流解析与熵解码模块：**解析输入码流，按起始码读取并缓存数据单元，将数据单元中的语法元素按标准定义进行熵解码。该模块提供统一的码流解析和读取接口，为高层语法管理、几何解码、属性解码提供基础。
- 3) **几何解码模块：**在熵解码获得的几何语法元素基础上完成几何解码。支持八叉树、隐式四叉树/二叉树、孤立点解码、宏块结构以及几何预测树等多种解码模式，通过上下文建模实现高效的空占用熵解码，并为属性解码提供几何重建结果。几何解码需依据高层语法进行正确配置并更新相关语法参数。
- 4) **属性解码模块：**在几何解码输出的重建几何基础上完成属性解码。支持熵解码、反量化和属性预测、属性预测变换、属性多层变换、基于几何与属性相关性的预测、多属性联合预测的逆过程。属性解码需依据高层语法进行正确配置并更新相关语法参数。

5) 后处理与重建模块：对解码重建的点云进行后处理以得到最终输出点云。包括：几何反量化、坐标反平移，以及颜色空间逆变换（YUV到RGB）等，输出重建点云。

6) 一致性校验模块：支持一致性校验。包括：计算解码端重建点云的MD5值，并与配置文件指定的编码端重建点云的MD5值进行比对，输出解码结果及校验信息，用于算法性能分析与参考软件验证。

T/AI 128.6-2025

## 附录 A (资料性) 点云参考软件使用详细说明

### A.1 点云参考软件的编译

#### A.1.1 在Windows环境下使用Visual Studio编译

需要安装开源CMake工具且要求版本号不低于3.0。新建build文件夹，打开build文件夹，运行cmake命令处理根目录下的source文件夹，选择Visual Studio对应的版本号，生成解决方案AVS-PCC.sln。

双击AVS-PCC.sln文件，打开Visual Studio工程，在Debug或Release模式下进行编译，生成的可执行文件位于Debug或Release目录下。

#### A.1.2 在Unix环境下使用gcc编译

需要安装开源CMake工具且要求版本号不低于3.0。新建build文件夹，打开build文件夹，运行cmake命令处理工程根目录下的source文件夹，运行make命令进行编译，生成的可执行文件位于当前目录下。

#### A.1.3 生成通用测试条件的配置文件

需要安装python工具及yaml模块。打开工程根目录下的cfg文件夹下的script文件夹，使用python运行gen\_cfg.py文件，生成配置文件。

### A.2 编码器使用说明

#### A.2.1 编码器语法格式

```
avs-pcc-encoder -c [cfgfilename] -i [infilename] -b [outfilename] -r [recfilename] -mdf [md5filename] [options]
```

-c [cfgfilename]

使用[cfgfilename]中的配置参数设置编码工具对应的参数。

-i [infilename]

使用[infilename]作为点云的输入文件。

-b [outfilename]

使用[outfilename]作为AVS点云编码码流的输出文件。

-r [recfilename]

使用[recfilename]作为编码端的重建点云文件。

-mdf [md5filename]

使用[md5filename]作为编码端的重建点云文件的MD5输出文件。

A.2.3中将给出[cfgfilename]中的参数或[options]的详细说明。

#### A.2.2 编码器的输出信息

编码器运行时，会向标准输出流（默认为屏幕）上打印已经完成编码帧的统计信息。一个典型的编码器输出结果如下：

2. Take reconstruct point cloud as reference:

D1\_MSE\_2 : 52171.523438  
D1\_PSNR\_2 : 47.139301  
D1\_Hausdorff\_2 : 182616.000000  
D1\_HausdorffPSNR\_2 : 41.698250  
MultiData 0 rel\_MSE\_2 : 484.202209  
MultiData 0 rel\_PSNR\_2 : 21.280537  
MultiData 0 rel\_Hausdroff\_2 : 48400.000000  
MultiData 0 rel\_HausdroffPSNR\_2 : 1.282350

3. Symmetric result:

D1\_MSE\_F : 65453.835938  
D1\_PSNR\_F : 46.154285  
D1\_Hausdorff\_F : 189059.000000  
D1\_HausdorffPSNR\_F : 41.547665  
MultiData 0 rel\_MSE\_F : 614.121887  
MultiData 0 rel\_PSNR\_F : 20.248259  
MultiData 0 rel\_Hausdroff\_F : 48841.000000  
MultiData 0 rel\_HausdroffPSNR\_F : 1.242958  
Point cloud evalve processing time (user): 0.17 sec.

All frames number of output points: 16879  
All frames geometry bits: 52456 bits.  
All frames color bits: 0 bits.  
All frames refl bits: 11936 bits.  
MultiData 0 All frames attributes bits: 11936 bits.  
All frames total bitstream size: 65280 bits.  
All frames geometry processing time (user): 0.018 sec.  
All frames recolor processing time (user): 0.035 sec.  
All frames color processing time (user): 0 sec.  
All frames refl processing time (user): 0.015 sec.  
All frames attributes processing time (user): 0.015 sec.  
All frames total processing time (user): 0.082 sec.

All frames metric result

D1\_PSNR\_Ave : 46.154285  
D1\_HausdorffPSNR : 41.547665  
MultiData 0 rel\_PSNR\_Ave : 20.248259  
MultiData 0 rel\_HausdroffPSNR\_Ave : 1.242958

Total processing time (wall): 0.52 sec.

### A.2.3 编码器配置参数

#### A.2.3.1 概述

配置参数可以在配置参数输入文件中给定，也可以由命令指定，主要的配置参数及其含义如下所述。

#### A.2.3.2 文件输入输出参数

**-c [config]**

使用[config]中的配置参数设置编码工具对应的参数。

**-i [input]**

使用[input]作为点云的输入文件。

**-b [bitstream]**

使用[bitstream]作为AVS点云编码码流的输出文件。

**-r [recon]**

使用[recon]作为编码端的重建点云文件。

**-ftbc [frames\_to\_be\_coded]**

设置编码帧数为[frames\_to\_be\_coded]。

**-ctf [color\_transform\_flag]**

[color\_transform\_flag]值为0或1。如[color\_transform\_flag]为1，则进行颜色空间转换；如[color\_transform\_flag]为0，则不进行颜色空间转换。

**-pmap [parse\_multi\_attr\_params]**

[parse\_multi\_attr\_params]值为0或1。如[parse\_multi\_attr\_params]为1，则读取多组属性参数设置；如[parse\_multi\_attr\_params]为0，则不读取多组属性参数设置。

**-nmaps [num\_multi\_attr\_params\_set]**

设置属性参数组数为[num\_multi\_attr\_params\_set]。

**-mapsi [multi\_attr\_params\_set\_idx]**

设置属性参数组数的索引为[multi\_attr\_params\_set\_idx]。

**-awf [ascii\_write\_flag]**

[ascii\_write\_flag]值为0或1。如[ascii\_write\_flag]为1，则重建点云文件为Ascii编码文件；如[ascii\_write\_flag]为0，则重建点云文件为Little Endian编码文件。

**-mdf [md5\_file\_name]**

使用[md5\_file\_name]作为编码端的重建点云文件的MD5输出文件。

**-sf [slice\_flag]**

[slice\_flag]值为0或1。如[slice\_flag]为1，则进行slice划分；如[slice\_flag]为0，则不进行slice划分。

**-spm [slice\_point\_max\_numlg2]**

设置每个slice中的点数不超过2的[slice\_point\_max\_numlg2]次方。

**-sbf [split\_bin\_flag]**

[split\_bin\_flag]值为0或1。如[split\_bin\_flag]为1，则只输出1个码流；如[split\_bin\_flag]为0，则输出多个码流（1个点云1个码流）。

**-gtbpp [geom\_target\_bpp]**

设置码率控制的几何码率为[geom\_target\_bpp]。

-atbpp [attr\_target\_bpp]

设置码率控制的属性码率为[attr\_target\_bpp]。

#### A.2.3.3 编码器控制参数——序列参数

-pi [profile\_id]

设置profile为[profile\_id]。

-li [level\_id]

设置level为[level\_id]。

-frc [frame\_rate\_code]

设置帧率为[frame\_rate\_code]。

-grdf [geom\_remove\_dup\_flag]

[geom\_remove\_dup\_flag]值为0或1。如[geom\_remove\_dup\_flag]为1，则删除几何重复点；如[geom\_remove\_dup\_flag]为0，则不删除几何重复点。

-apf [attr\_present\_flag]

[attr\_present\_flag]值为0或1。如[attr\_present\_flag]为1，则进行属性编码；如[attr\_present\_flag]为0，则不进行属性编码。

-mnam1 [max\_num\_attr\_minus1]

设置属性的种类的个数为[max\_num\_attr\_minus1]+1。

-masf [multi\_attr\_set\_flag]

[multi\_attr\_set\_flag]值为0或1。如[multi\_attr\_set\_flag]为1，则进行多属性编码；如[multi\_attr\_set\_flag]为0，则不进行多属性编码。

-rm [recolor\_mode]

[recolor\_mode]值为0或1。如[recolor\_mode]为1，则使用快速重上色；如[recolor\_mode]为0，则使用常规重上色。

#### A.2.3.4 编码器控制参数——几何参数

-gqss [geom\_quant\_step\_significand]

设置几何量化步长的有效数字为[geom\_quant\_step\_significand]。

-gqse [geom\_quant\_step\_exponent]

设置属性的种类的指数为[geom\_quant\_step\_exponent]。

-gmtslm8 [geom\_max\_tree\_size\_log2\_minus8]

设置几何预测数的最大点数为2的[geom\_max\_tree\_size\_log2\_minus8]+8次方。

-igpf [geom\_im\_qtbt\_flag]

[geom\_im\_qtbt\_flag]值为0或1。如[geom\_im\_qtbt\_flag]为1，则进行QTBT划分；如[recolor\_mode]为0，则不进行QTBT划分。

-smf [geom\_single\_mode\_flag]

[geom\_single\_mode\_flag]值为0或1。如[geom\_single\_mode\_flag]为1，则使用孤立点编码模式；如[geom\_single\_mode\_flag]为0，则不使用孤立点编码模式。

-osrl [occupancy\_search\_range\_log2]

设置occupancy map的大小为2的[occupancy\_search\_range\_log2]次方。

-stf [save\_state\_flag]

[save\_state\_flag]值为0或1。如[save\_state\_flag]为1，则存储编码状态，即熵编码上下文和几何编

码的哈希表信息；如[save\_state\_flag]为0，则不存储。

-ldf [lcu\_dependency\_flag]

[lcu\_dependency\_flag]值为0或1。如[lcu\_dependency\_flag]为1，则几何宏块编码状态具有依赖；如[lcu\_dependency\_flag]为0，则几何宏块编码状态不具有依赖。

-lcu [geom\_lcu\_nzlg2]

设置宏块的几何节点大小为2的[geom\_lcu\_nzlg2]次方。

-lnd [geom\_lcu\_node\_depth]

设置宏块的深度为[geom\_lcu\_node\_depth]。

-ipk [geom\_im\_qtbt\_k]

设置在几何隐式划分中，在八叉树划分之前，四叉树或者二叉树划分被允许的最大数量为[geom\_im\_qtbt\_k]。

-ipm [geom\_im\_qtbt\_m]

设置在几何隐式划分中，四叉树或者二叉树划分被允许的最小划分尺寸为[geom\_im\_qtbt\_m]。

-pse [geom\_planar\_eligible]

[geom\_planar\_eligible]值为0或1。如[geom\_planar\_eligible]为1，则使用平面模式；如[geom\_planar\_eligible]为0，则不使用平面模式。

-gtt [geom\_tree\_type]

设置几何编码方式。如[geom\_tree\_type]为0，则进行几何八叉树编码；如[geom\_tree\_type]为1，则进行几何预测树编码。

-gtsm [geom\_tree\_sort\_mode]

设置几何预测树编码排序方式。如[geom\_tree\_sort\_mode]为0，则几何预测树编码不进行排序；如[geom\_tree\_sort\_mode]为1，则几何预测树编码进行莫顿排序。

-gtdl [geom\_tree\_density\_low]

设置几何预测树密度的下阈值为[geom\_tree\_density\_low]。

-gtdh [geom\_tree\_density\_high]

设置几何预测树密度的上阈值为[geom\_tree\_density\_high]。

#### A. 2. 3. 5 编码器控制参数——属性参数

-cod [color\_output\_depth]

设置颜色属性的输出位深为[color\_output\_depth]。

-rod [refl\_output\_depth]

设置反射率属性的输出位深为[refl\_output\_depth]。

-cqp [color\_quant\_param]

设置颜色属性的量化参数为[color\_quant\_param]。

-rqp [refl\_quant\_param]

设置反射率属性的量化参数为[refl\_quant\_param]。

-os [order\_switch]

[order\_switch]值为0或1。如[order\_switch]为1，则表示颜色残差编码顺序是UYV/GRB；如[order\_switch]为0，则表示颜色残差编码顺序是YUV/RGB。

-crm [color\_reorder\_mode]

设置颜色的重排序模式。如[color\_reorder\_mode]为0，则颜色的重排序模式为原始顺序；如[color\_reorder\_mode]为1，则颜色的重排序模式为希尔伯特排序；如[color\_reorder\_mode]为2，则颜色的重排序模式为莫顿排序。当颜色属性和反射率属性同时存在且跨属性预测存在时，颜色属性和反射率属性必须有相同的重排序。

`-cgn [color_golomb_num]`

设置颜色预测残差或变换系数采用的 K 阶指数哥伦布编码的阶数为`[color_golomb_num]`。

`-ggs1 [golomb_group_size_log2]`

设置属性预测残差或变换系数的自适应指数哥伦布编码滑动窗口大小为 2 的

`[golomb_group_size_log2]`次方。

`-abm1 [axis_bias_minus1]`

设置属性预测值计算中在 Z 方向上的加权因子为`[axis_bias_minus1]+1`。

`-rrm [refl_reorder_mode]`

设置反射率的重排序模式。如`[refl_reorder_mode]`为 0，则反射率的重排序模式为原始顺序；如`[refl_reorder_mode]`为 1，则反射率的重排序模式为希尔伯特排序；如`[refl_reorder_mode]`为 2，则反射率的重排序模式为莫顿排序。当颜色属性和反射率属性同时存在且跨属性预测存在时，颜色属性和反射率属性必须有相同的重排序。

`-rgn [refl_golomb_num]`

设置反射率预测残差或变换系数采用的 K 阶指数哥伦布编码的阶数为`[refl_golomb_num]`。

`-pfpfb [pred_fixed_point_frac_bit]`

设置反射率预测的定点化运算移位精度为`[pred_fixed_point_frac_bit]`。`[pred_fixed_point_frac_bit]`为 0 表示不使用定点化运算。

`-trans [transform]`

设置属性编码方法。如`[transform]`为 0，则属性编码方法为预测方法；如`[transform]`为 1，则属性编码方法为多层变换方法；如`[transform]`为 2，则属性编码方法为预测变换方法。

`-mnnlm7 [max_number_neighbours_log2_minus7]`

设置属性编码搜索的最大已编码邻居点数为 2 的`[max_number_neighbours_log2_minus7]+7` 次方。

`-ccp [cross_comp_pred]`

`[cross_comp_pred]`值为 0 或 1。如`[cross_comp_pred]`为 1，则表示使用属性残差二次预测；如`[cross_comp_pred]`为 0，则表示不使用属性残差二次预测。

`-cqodc [chroma_qp_offset_dc]`

设置预测变换中颜色的色度分量对应的 DC 系数的量化参数偏移量为`[chroma_qp_offset_dc]`。

`-cqoac [chroma_qp_offset_ac]`

设置预测变换中颜色的色度分量对应的 AC 系数的量化参数偏移量为`[chroma_qp_offset_ac]`。

`-npp1 [nearest_pred_param1]`

设置反射率最近邻点预测的阈值的参数 1 为`[nearest_pred_param1]`。

`-npp2 [nearest_pred_param2]`

设置反射率最近邻点预测的阈值的参数 2 为`[nearest_pred_param2]`。

`-pdwgs1 [pred_dist_weight_group_size_log2]`

设置属性值变化统计窗口的大小为 2 的`[pred_dist_weight_group_size_log2]`次方。

`-tss [transform_segment_size]`

设置属性变换点数为`[transform_segment_size]`。

`-kfb [k_frac_bit]`

设置属性变换时的定点化运算的移位精度为`[k_frac_bit]`。

`-atqd [attr_trans_qp_delta]`

设置属性变换系数与属性预测残差的量化参数的差值为`[transform]`。

`-trl [trans_res_layer]`

`[trans_res_layer]`值为 0 或 1。如`[trans_res_layer]`为 1，则进行属性残差补偿；如`[trans_res_layer]`为 0，则不进行属性残差补偿。

`-mncmlm8 [max_number_coefficients_log2_minus8]`

设置变换系数的最大缓存为2的 $[\text{max\_number\_coefficients\_log2\_minus8}] + 8$ 次方。

`-qodc [qp_offset_dc]`

设置预测变换中颜色的亮度分量或是反射率对应的DC系数的量化参数偏移量为 $[\text{qp\_offset\_dc}]$ 。

`-qoac [qp_offset_ac]`

设置预测变换中颜色的亮度分量或是反射率对应的AC系数的量化参数偏移量为 $[\text{qp\_offset\_ac}]$ 。

`-cmtn [color_max_transform_number]`

设置当前颜色预测变换中的最大变换阶数为 $[\text{color\_max\_transform\_number}]$ 。

`-cqocb [chroma_qp_offset_cb]`

设置Cb通道量化参数偏移量为 $[\text{chroma\_qp\_offset\_cb}]$ 。

`-cqocr [chroma_qp_offset_cr]`

设置Cr通道量化参数偏移量为 $[\text{chroma\_qp\_offset\_cr}]$ 。

`-cqpaf [color_qp_adjust_flag]`

$[\text{color\_qp\_adjust\_flag}]$ 值为0或1。如 $[\text{color\_qp\_adjust\_flag}]$ 为1，则使用点云自适应量化；如 $[\text{color\_qp\_adjust\_flag}]$ 为0，则不使用点云自适应量化。

`-rmtn [refl_max_transform_number]`

设置反射率预测变换中的最大变换阶数为 $[\text{refl\_max\_transform\_number}]$ 。

`-rgp [refl_group_predict]`

$[\text{refl\_group\_predict}]$ 值为0或1。如 $[\text{refl\_group\_predict}]$ 为1，则使用反射率同组共用第一个点预测值；如 $[\text{refl\_group\_predict}]$ 为0，则不使用反射率同组共用第一个点预测值。

`-clclm8 [coeff_length_control_log2_minus8]`

设置在属性变换编码中变换参数的最大延迟点数为2的 $[\text{coeff\_length\_control\_log2\_minus8}] + 8$ 次方。

`-aao [attr_encode_order]`

$[\text{attr\_encode\_order}]$ 值为0或1。如 $[\text{attr\_encode\_order}]$ 为1，则先编码反射率，再编码颜色；如 $[\text{attr\_encode\_order}]$ 为0，则先编码颜色，再编码反射率。

`-catp [cross_attr_type_pred]`

$[\text{cross\_attr\_type\_pred}]$ 值为0或1。如 $[\text{cross\_attr\_type\_pred}]$ 为1，则使用跨类型的属性预测；如 $[\text{cross\_attr\_type\_pred}]$ 为0，则不使用跨类型的属性预测。当前点云只存在一组颜色和一组反射率属性时可使用跨类型的属性预测工具。

`-catpp1 [cross_attr_type_pred_param1]`

设置跨类型的属性预测中，计算几何信息距离和属性信息距离的权重参数1为 $[\text{cross\_attr\_type\_pred\_param1}]$ 。

`-catpp2 [cross_attr_type_pred_param2]`

设置跨类型的属性预测中，计算几何信息距离和属性信息距离的权重参数2为 $[\text{cross\_attr\_type\_pred\_param2}]$ 。

`-magid [multi_attr_group_id]`

设置第 $i$ 个维度属性属于第 $\text{multi\_attr\_group\_id}[i]$ 属性维度分组。

`-cigo [color_init_golomb_offset]`

设置属性多层变换中控制构建预测变换树时颜色的初始距离阈值为 $[\text{color\_init\_golomb\_offset}]$ 。

`-rigo [refl_init_golomb_offset]`

设置属性多层变换中控制构建预测变换树时反射率的初始距离阈值为 $[\text{refl\_init\_golomb\_offset}]$ 。

`-dzt [deadZone_Len]`

设置属性预测变换中死区量化的长度为 $[\text{deadZone\_Len}]$ 。

`-cdzf [chroma_deadzone_length_flag]`

[chroma\_deadzone\_length\_flag]值为0或1。如[chroma\_deadzone\_length\_flag]为1，则属性多层变换中使用色度死区量化；如[chroma\_deadzone\_length\_flag]为0，则属性多层变换中不使用色度死区量化。

`-edpp [eligible_dup_point_pred]`

[eligible\_dup\_point\_pred]值为0或1。如[eligible\_dup\_point\_pred]为1，则使用基于重复点的属性预测；如[eligible\_dup\_point\_pred]为0，则不使用基于重复点的属性预测。

`-qpoffset [qp_offset]`

设置颜色亮度属性或反射率属性量化参数的片内偏移量为[qp\_offset]。

`-ciptr [color_init_pred_trans_ratio]`

设置在多层变换中控制构建预测变换树时颜色所用初始距离阈值为[color\_init\_pred\_trans\_ratio]。

`-riptr [refl_init_pred_trans_ratio]`

设置在多层变换中控制构建预测变换树时反射率所用初始距离阈值为[refl\_init\_pred\_trans\_ratio]。

`-cqpas [color_qp_adjust_scalar]`

设置点云自适应量化工具的距离阈值为[color\_qp\_adjust\_scalar]。

#### A.2.3.6 编码器控制参数——质量评价参数

`-m [metrics_enable]`

[metrics\_enable]值为0或1。如[metrics\_enable]为1，则执行质量评价；如[metrics\_enable]为0，则不执行质量评价。

`-cll [cal_lossless]`

[cal\_lossless]值为0或1。如[cal\_lossless]为1，则执行无损质量评价；如[cal\_lossless]为0，则不执行无损质量评价。

`-sy [symmetry]`

[symmetry]值为0或1。如[symmetry]为1，则执行系统质量评价；如[symmetry]为0，则不执行系统质量评价。

`-cc [cal_color]`

[cal\_color]值为0或1。如[cal\_color]为1，则执行颜色属性质量评价；如[cal\_color]为0，则不执行颜色属性质量评价。

`-cr [cal_reflectance]`

[cal\_reflectance]值为0或1。如[cal\_reflectance]为1，则执行反射率属性质量评价；如[cal\_reflectance]为0，则不执行反射率属性质量评价。

`-sy [symmetry]`

[symmetry]值为0或1。如[symmetry]为1，则执行系统质量评价；如[symmetry]为0，则不执行系统质量评价。

`-pk [peakvalue]`

设置几何质量评价的峰值为[peakvalue]。

`-dp [duplicate_mode]`

[duplicate\_mode]值为0或1。如[duplicate\_mode]为1，则处理重复点；如[duplicate\_mode]为0，则不处理重复点。

`-ne [multineighbour_mode]`

[multineighbour\_mode]值为0或1。如[multineighbour\_mode]为1，则处理等距离邻居；如[multineighbour\_mode]为0，则不处理等距离邻居。

`-hau [show_hausdorff]`

[show\_hausdorff]值为0或1。如[show\_hausdorff]为1，则执行哈斯多夫质量评价；如[show\_hausdorff]为0，则不执行哈斯多夫质量评价。

### A.3 解码器使用说明

#### A.3.1 解码器语法格式

```
avs-pcc-decoder -c [cfgfilename] -b [outfilename] -r [recfilename] -mdf [md5filename] [options]
```

**-c [cfgfilename]**

使用[cfgfilename]中的配置参数设置解码工具对应的参数。

**-b [outfilename]**

使用[outfilename]作为AVS点云解码码流的输入文件。

**-r [recfilename]**

使用[recfilename]作为解码端的重建点云文件。

**-mdf [md5filename]**

使用[md5filename]作为编码端的MD5计算结果输入文件。

A.3.3中将给出[cfgfilename]中的参数或[options]的详细说明。

#### A.3.2 解码器的输出信息

解码器运行时，会向标准输出流（默认为屏幕）上打印已经完成解码各帧的统计信息；解码全部完成后，还会打印总结信息。一个典型的解码器输出结果如下：

```
----- frame -----
Geometry processing time (user): 0.01 sec.
Color processing time (user): 0 sec.
Reflectance processing time (user): 0.008 sec.
Attribute processing time (user): 0.008 sec.
Total processing time (user): 0.018 sec.

All frames geometry processing time (user): 0.01 sec.
All frames color processing time (user): 0 sec.
All frames refl processing time (user): 0.008 sec.
All frames attributes processing time (user): 0.008 sec.

All frames total processing time (user): 0.018 sec.
Total processing time (wall): 0.201 sec.
```

#### A.3.3 解码器配置参数

配置参数可以在配置参数输入文件中给定，也可以由命令指定，主要的配置参数及其含义如下所述。

**-c [config]**

使用[config]中的配置参数设置解码工具对应的参数。

**-b [bitstream]**

使用[bitstream]作为AVS点云解码码流的输入文件。

**-r [recon]**

使用[recon]作为解码端的重建点云文件。

**-mdf [md5\_file\_name]**

使用[md5\_file\_name]作为解码端的重建点云文件的MD5输入文件。

**-btbc [bins\_to\_be\_decoded]**

设置解码码流数为frames\_to\_be\_coded。

**-awf [ascii\_write\_flag]**

T/AI 128.6—2025

如[ascii\_write\_flag]为1，则重建点云文件为Ascii编码文件；如[ascii\_write\_flag]为0，则重建点云文件为Little Endian编码文件。

-ctf [color\_transform\_flag]

如[color\_transform\_flag]为1，则进行颜色空间转换；如[color\_transform\_flag]为0，则不进行颜色空间转换。

T/AI 128.6-2025