

# 世界超高清视频产业联盟团体标准

T/UWA XXXX—XXXX

---

## 面向制作域的低复杂度双层视频编码 第 3-1 部分 符合性测试

Low-complexity two-layered video coding for video production domain

Part3-1: -Conformance Testing

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

---

世界超高清视频产业联盟 发布



# 目 次

目 次.....	I
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 编码位流和解码器的符合性测试.....	2
5.1 概述.....	2
5.2 编码位流符合性定义.....	2
5.3 解码器符合性定义.....	2
5.4 编码器及位流的要求与限制.....	2
5.5 编码位流的符合性测试.....	2
5.6 解码器的符合性测试.....	3
参 考 文 献.....	11

## 前 言

本部分按照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。

本文件由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

## 引 言

本标准针对已经发布的T/UWA 041.1—2026，定义了如何测试验证编码位流和解码器是否满足T/UWA 041.1—2026所规定的要求。测试可用于多种目的，例如：

- 可以用来验证编码器编码出的位流是否符合T/UWA 041.1—2026。
- 可以用来验证解码器是否满足T/UWA 041.1—2026的相关规定。

鉴于视频编解码的高度复杂性，本部分规定的测试可能无法完全涵盖T/UWA 041.1—2026所规定的所有参数组合和要求，成功通过本部分测试的编码位流和解码器未必完全符合T/UWA 041.1—2026的所有规定。但本部分已尽可能多地涵盖T/UWA 041.1—2026所规定的参数组合和要求。因此，在本部分中约定，通过本部分测试的产品可认定为符合T/UWA 041.1—2026标准。



# 面向制作域的低复杂度双层视频编码 符合性测试

## 1 范围

本标准规定了对采用T/UWA 041.1—2026的产品的视频编解码进行符合性测试的要求和方法。  
本标准适用于对采用T/UWA 041.1—2026的产品的视频编解码的符合性测试。

## 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，凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

T/UWA 041.1—2026 面向制作域的低复杂度双层视频编码 第1部分：编码码流结构与解码

## 3 术语和定义

T/UWA 041.1—2026界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**符合性测试** conformance testing

用于判断编码器输出的编码位流和解码器及其他产品是否符合T/UWA 041.1—2026的测试。

### 3.2

**测试位流** test bitstream

用于测试解码器是否符合T/UWA 041.1—2026的编码位流，该编码位流应完全符合T/UWA 041.1—2026。本标准中的测试位流即为符合性编码位流。

### 3.3

**被测解码器** decoder under test

通过符合性测试来判断其是否符合T/UWA 041.1—2026的解码器。

### 3.4

**参考解码器** reference decoder

已知的符合T/UWA 041.1—2026的解码器，用来和被测解码器做比较。

### 3.5

**合法解码器** coincident decoder

已通过符合性测试，被判断为符合T/UWA 041.1—2026的解码器。

### 3.6

**位流验证器** bitstream verifier

用于检查位流是否满足T/UWA 041.1—2026中所规定的要求的软件或工具。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

IDCT	反离散余弦变换 (Inverse Discrete Cosine Transform)
QP	量化参数 (Quantization Parameter)
MV	运动矢量 (Motion Vector)
MVD	运动矢量差 (Motion Vector Difference)

## 5 编码位流和解码器的符合性测试

### 5.1 概述

在本章中，除了特别的声明，“编码位流”和“位流”都是指根据T/UWA 041.1—2026生成的视频编码位流；“解码器”是指T/UWA 041.1—2026视频解码器，且不包括显示处理。

### 5.2 编码位流符合性定义

编码位流符合性是指编码位流是否符合T/UWA 041.1—2026的规定，包括T/UWA 041.1—2026附录A中关于档次和级别 (profile/level) 的限制。

5.5定义了编码位流的符合性测试，编码位流应通过该测试。

### 5.3 解码器符合性定义

解码器符合性是指被测解码器是否按照T/UWA 041.1—2026的规定对编码位流进行解码处理，并满足T/UWA 041.1—2026关于档次和级别的要求。

5.6定义了解码器的符合性测试，5.6.2定义了符合性测试所用的测试位流，解码器应通过该测试。

### 5.4 编码器及位流的要求与限制

#### 5.4.1 编码器的要求

本标准中对编码器的符合性测试要求体现在对其编码输出位流的符合性测试上。

#### 5.4.2 保留扩展的相关要求

在T/UWA 041.1—2026中规定了一些“保留”语法元素值和“保留位”。

“保留”语法元素值不应出现在符合T/UWA 041.1—2026的编码位流中，T/UWA 041.1—2026的合法解码器可以不处理“保留”语法元素值。

“保留位”应被T/UWA 041.1—2026的合法解码器忽略。

#### 5.4.3 与档次和级别相关的要求和限制

T/UWA 041.1—2026含有附录A中的表A.1所规定的八个档次以及表A.2所规定的级别，见T/UWA 041.1—2026附录A中的表A.3各个级别下图像格式的限制，按表A.1所规定的档次对解码器进行测试。

### 5.5 编码位流的符合性测试

T/UWA 041.1—2026规定了大量参数，一些参数被规定为特定的值，另一些参数只规定了一个范围，这些参数的值被直接或者间接地编码到了编码位流中。

为了检查编码位流的正确性，有必要分析整个位流的语法，抽取出全部参数并分析这些参数值是否符合T/UWA 041.1—2026中的规定。这就要求使用位流验证器，T/UWA 041.1—2026的参考软件可以作为一个位流验证器。

符合T/UWA 041.1—2026的编码位流应通过位流验证器的测试，当经过位流验证器测试时，位流不应引起位流验证器的任何错误或非一致性消息。

成功通过位流验证器测试的某一档次的编码位流，可认定此编码位流在这个档次上符合T/UWA 041.1—2026的规定。例如，成功通过位流验证器测试的profile\_idc为0x01的档次的编码位流，可认定为符合T/UWA 041.1—2026 profile\_idc为0x01的档次的规定。

## 5.6 解码器的符合性测试

### 5.6.1 概述

解码器的能力决定了解码器所能解码的编码位流。T/UWA 041.1—2026解码器符合性测试就是测试解码器能否正确解码符合T/UWA 041.1—2026的测试位流。

有两种解码器测试类型：静态测试和动态测试。静态测试是对测试位流解码出的图像文件进行逐比特比对。动态测试是对测试位流进行实时解码和图像显示。

静态测试要求测试重建样本，目的在于测试解码处理的准确性。本标准说明当解码输出重建样本时，如何完成这种测试。由于T/UWA 041.1—2026中的IDCT变换为整数变换，因此，当被测解码器与参考解码器从同一测试位流中解码出同一幅编码图像时，这两个解码器产生的重建样本应完全相同。如果被测解码器重建的样本与参考解码器重建的样本不同，则该被测解码器不是合法解码器。

动态测试通过以下步骤检查：

- a) 所有的重建样本都输出显示；
- b) 主观评价输出显示符合预期。

从而验证解码器缓冲区在使用合适的比特传送速率时不会发生上溢或下溢。被测解码器输出的编码帧的重建样本应都能被正确显示。例如，被测解码器应能正确输出重建的B图像和输出整帧给显示处理，否则该被测解码器不是合法解码器。本标准没有规定显示处理的实际输出。

### 5.6.2 测试位流

#### 5.6.2.1 块划分的测试

##### 5.6.2.1.1 测试位流 BlockPartitioning\_1.1

说明：位流中包含YUV422格式的I、P图像，包含亮度8x8和4x4的块，色度中出现4x8的块。

对象：预测单元解码。

目的：测试解码器能否在不同的预测单元尺寸下正确解码预测单元。

##### 5.6.2.1.2 测试位流 BlockPartitioning\_1.2

说明：位流中包含YUV444格式的I、P图像，包含亮度8x8和4x4的块，色度中出现8x8的块。

对象：预测单元解码。

目的：测试解码器能否在不同的预测单元尺寸下正确解码预测单元。

#### 5.6.2.2 变换量化技术的测试

##### 5.6.2.2.1 测试位流 TransformQuan\_2.1

说明：位流中包含4帧YUV422格式的I图像。位流中的QP参数需遍历[0, 39]范围，每帧包含16个子图，每个子图分别设置不同的基准QP（base QP）。位流分辨率为3840×2160。

对象：子图量化参数。

目的：测试解码器能否正确解析和处理不同基准QP值下的量化参数，验证量化参数遍历范围[0, 39]内解码的准确性。

#### 5.6.2.2.2 测试位流 TransformQuan\_2.2

说明：位流中包含6帧YUV422格式的I图像。位流中的HL/LH/HH子带偏移量需遍历[-12, 12]范围，每帧包含8个子图。测试时基准QP取0、5、10、30、35、39，每个子图的HL/LH/HH子带覆盖三种子带偏移量，共计 $8 \times 3 = 24$ 种子带偏移量。位流分辨率为 $1920 \times 1080$ 。

对象：子带量化参数。

目的：测试解码器能否正确处理HL/LH/HH子带偏移量在[-12, 12]范围内的变化，验证不同子带偏移量组合下的解码准确性。

#### 5.6.2.2.3 测试位流 TransformQuan\_2.3

说明：位流中包含6帧YUV422格式的I图像。位流中的HL/LH/HH子带偏移量分别设置为2/3/4，色度偏移量遍历[-12, 12]范围，每帧包含16个子图。测试时基准QP取0、5、10、30、35、39，每个子图的Cb/Cr分量覆盖2种色度偏移量，16个子图共计覆盖24种色度偏移量。位流分辨率为 $3840 \times 2160$ 。

对象：色度分量量化参数。

目的：测试解码器能否正确解析和处理色度分量偏移量在[-12, 12]范围内的变化。

#### 5.6.2.2.4 测试位流 TransformQuan\_2.4

说明：位流中包含6帧YUV422格式的I图像。位流中的高频子带和低频子带需遍历宏块级偏移QP ( $\Delta QP$ ) 所有候选值[-16, 15]范围，测试时基准QP取0、5、10、30、35、39。位流分辨率为 $1920 \times 1080$ 。

对象：宏块量化参数。

目的：测试解码器能否正确处理高频/低频子带宏块级 $\Delta QP$ 在[-16, 15]范围内的变化。

#### 5.6.2.2.5 测试位流 TransformQuan\_2.5

说明：位流中包含1帧YUV422格式的I图像。码流中出现变换跳过。

对象：高频子带变换跳过。

目的：测试解码器对高频子带码流出现变换跳过的解码能力。

#### 5.6.2.2.6 测试位流 TransformQuan\_2.6

说明：位流中包含1帧YUV422格式的I图像，码流中包含经设计的低频系数值，使得反量化和反变换模块出现超出数值范围的极限值。反量化的输出范围为 $[-2^{15}, 2^{15}-1]$ ，反变换的输出范围为 $[-2^{13}, 2^{13}-1]$ ，变换类型有7种组合均验证。

对象：低频反量化反变换。

目的：测试解码器能否正确解码超限的低频反量化反变换值。

#### 5.6.2.2.7 测试位流 TransformQuan\_2.7

说明：位流中包含1帧YUV422格式的I图像，码流中包含经设计的高频系数值，使得反量化和反变换模块出现超出数值范围的极限值。反量化的输出范围为 $[-2^{13}, 2^{13}-1]$ ，反变换的输出范围为 $[-2^{12}, 2^{12}-1]$ ，变换类型有2种组合均验证。

对象：高频反量化反变换。

目的：测试解码器能否正确解码超限的高频反量化反变换值。

### 5.6.2.3 熵编码技术的测试

#### 5.6.2.3.1 测试位流 Entropy\_3.1

说明：位流中包含1帧YUV422格式的I图像，低频系数遍历从-4096到4095的所有值。

对象：低频系数熵解码。

目的：测试解码器能否正确解码低频系数的所有值。

#### 5.6.2.3.2 测试位流 Entropy\_3.2

说明：位流中包含1帧YUV422格式的I图像，高频系数遍历从-256到255的所有值。

对象：高频系数熵解码。

目的：测试解码器能否正确解码高频系数的所有值。

#### 5.6.2.3.3 测试位流 Entropy\_3.3

说明：位流中包括当前档次下熵解码所有可能存在的上下文，每个上下文至少出现5次。

对象：二进制算数熵解码。

目的：测试解码器能否正确根据所有的上下文进行二进制算数熵解码。

#### 5.6.2.3.4 测试位流 Entropy\_3.4

说明：位流中每帧二元符号数尽可能达到级别7.0规定的最大值。

对象：最大二元符号数解码。

目的：测试解码器能否在级别7.0最大的二元符号数情况下正确解码。

#### 5.6.2.3.5 测试位流 Entropy\_3.5

说明：位流中每帧二元符号数尽可能达到级别7.1规定的最大值。

对象：最大二元符号数解码。

目的：测试解码器能否在级别7.1最大的二元符号数情况下正确解码。

#### 5.6.2.3.6 测试位流 Entropy\_3.6

说明：位流中每帧二元符号数尽可能达到级别7.2规定的最大值。

对象：最大二元符号数解码。

目的：测试解码器能否在级别7.2最大的二元符号数情况下正确解码。

### 5.6.2.4 低频帧内帧间预测技术的测试

#### 5.6.2.4.1 测试位流 IntraLF\_4.1

说明：位流中包括一个I图像，使用10bit的YUV422的3840x2160序列，覆盖如下多种场景：

- 1) 4x4大小的亮度块，垂直预测模式，水平变换采用DCT-2变换核，垂直变换采用DST-7变换核；
- 2) 4x4大小的亮度块，水平预测模式，水平变换采用DST-7变换核，垂直变换采用DCT-2变换核；
- 3) 4x4大小的亮度块，直流预测模式，水平变换采用DCT-2变换核，垂直变换采用DCT-2变换核；
- 4) 8x8大小的亮度块，三种预测模式（垂直、水平、直流），水平变换均采用DCT-2变换核，垂直变换均采用DCT-2变换核；
- 5) 4x8大小的色度块，垂直预测模式，水平变换采用DCT-2变换核，垂直变换采用DCT-2变换核；
- 6) 4x8大小的色度块，水平预测模式，水平变换采用DST-7变换核，垂直变换采用DCT-2变换核；

- 7) 4x8大小的色度块，直流预测模式，水平变换采用DCT-2变换核，垂直变换采用DCT-2变换核；
  - 8) 4x8大小的色度块，跨分量预测模式，水平变换采用DST-7变换核，垂直变换采用DCT-2变换核。
- 对象：YUV422低频帧内预测解码。
- 目的：测试解码器对YUV422位流的各种低频预测模式及其绑定变换核的解码能力。

#### 5.6.2.4.2 测试位流 IntraLF\_4.2

说明：位流中包括一个I图像，使用10bit的YUV444的3840x2160序列，覆盖如下多种场景：

- 1) 4x4大小的亮度块，垂直预测模式，水平变换采用DCT-2变换核，垂直变换采用DST-7变换核；
- 2) 划分为4x4大小的亮度块，水平预测模式，水平变换采用DST-7变换核，垂直变换采用DCT-2变换核；
- 3) 划分为4x4大小的亮度块，直流预测模式，水平变换采用DCT-2变换核，垂直变换采用DCT-2变换核；
- 4) 划分为8x8大小的亮度块，三种的预测模式（垂直、水平、直流），水平变换均采用DCT-2变换核，垂直变换均采用DCT-2变换核；
- 5) 划分为8x8大小的色度块，四种的预测模式（垂直、水平、直流、跨分量），水平变换均采用DCT-2变换核，垂直变换均采用DCT-2变换核。

对象：YUV444低频帧内预测解码。

目的：测试解码器对YUV444位流的各种低频预测模式及其绑定变换核的解码能力。

#### 5.6.2.4.3 测试位流 InterLF\_4.3

说明：位流中包含YUV422格式的I、P图像。位流需设置运动矢量（MV）指向图像填充区域，并遍历上下左右及四个角的所有可能位置。运动矢量在遍历过程中需体现变化特征，以测试解码器对边界区域运动补偿的处理能力。位流分辨率为3840×2160，包含2帧内容，确保覆盖多种运动矢量指向边界的情况。

对象：帧间预测模块中的运动矢量边界处理。

目的：测试解码器能否正确解析指向图像边界填充区域的运动矢量，验证运动补偿在图像边缘及角点位置的处理准确性。

#### 5.6.2.4.4 测试位流 InterLF\_4.4

说明：位流中包含YUV422格式的I、P图像。位流强制遍历运动矢量差值（MVD）的各种取值，测试在运动矢量的x、y分量范围分别为[-14, 14]和[-6, 6]的情况下，MVD的x、y分量范围分别为[-28, 28]和[-12, 12]的组合情况。位流分辨率为3840×2160，包含2帧内容。

对象：帧间插值。

目的：测试解码器验证运动矢量插值计算的准确性。

#### 5.6.2.4.5 测试位流 InterLF\_4.5

说明：位流中包含YUV422格式的I、P图像。位流需覆盖10比特低分辨率子图触发数值极值，验证解码器在低分辨率、高比特深度条件下对数值范围的处理能力。位流分辨率为3840×2160，包含2帧内容，确保测试场景能够有效触发数值裁剪机制。

对象：帧间预测模块中的数值范围处理与裁剪机制。

目的：测试解码器能否正确处理10比特低分辨率子图产生的数值溢出问题，验证数值裁剪功能的正确性。

### 5.6.2.5 小波反变换的测试

#### 5.6.2.5.1 测试位流 InverseWavelet\_5.1

说明：位流中包含一帧YUV422格式的I图像，位流中的小波变换系数，使得小波反变换过程中出现超出数值范围的极限值。

对象：小波反变换。

目的：测试解码器能否正确解码小波反变换。

### 5.6.2.6 高层语法的测试

#### 5.6.2.6.1 测试位流 HLS\_6.1

说明：位流包含2帧YUV422格式的I图像。位流中的高频变换跳过标志(HF\_TransformSkip\_Flag)需分别取值为0和1，以测试该语法元素在不同状态下的功能验证。位流分辨率为3840×2160。

对象：高层语法模块中的高频变换跳过标志解析。

目的：测试解码器能否正确解析HF\_TransformSkip\_Flag语法元素，验证该标志取值为0和1时对高频变换跳过功能的控制准确性。

#### 5.6.2.6.2 测试位流 HLS\_6.2

说明：位流包含2帧YUV422格式的I图像。位流中的跨分量线性模型标志(CCLM\_Flag)需分别取值为0和1，以测试该语法元素在不同状态下的功能验证。位流分辨率为3840×2160，确保每种标志取值都能得到充分测试。测试涵盖该语法元素对跨分量线性模型预测功能的影响，验证测试位流中语法元素的正确解析与处理。

对象：高层语法模块中的跨分量线性模型标志解析。

目的：测试解码器能否正确解析CCLM\_Flag语法元素，验证该标志取值为0和1时对跨分量线性模型预测功能的控制准确性。

#### 5.6.2.6.3 测试位流 HLS\_6.3

说明：位流中包括四帧YUV422格式的图像，分别为I/P/I/P图像，每帧位流末尾均有若干0的比特填充，使得每帧码率和压缩率相同。

对象：比特填充。

目的：测试解码器对零比特填充的解码能力。

#### 5.6.2.6.4 测试位流 HLS\_6.4

说明：每个位流包含一帧YUV422格式的I图像，位流中图像的子图最大宽度按照level5.1约束，使得图像出现level5.1所允许的最大子图个数。图像分辨率包括1920x1080、3840x2160、7680x4320。

对象：子图。

目的：测试解码器对level5.1的解码能力。

#### 5.6.2.6.5 测试位流 HLS\_6.5

说明：每个位流包含一帧YUV422格式的I图像，位流中图像的子图按照level5.2约束，使得子图的高度最小是128，宽度不做划分，宽度可以是1920、3840、7680。图像分辨率包括1920x1080、3840x2160、7680x4320。

对象：子图。

目的：测试解码器对level5.2的解码能力。

#### 5.6.2.6.6 测试位流 HLS\_6.6

说明：位流中包含不规则尺寸的图像（长和宽不是16的倍数）。

对象：图像尺寸。

目的：测试解码器对不同分辨率图像的解码能力。

#### 5.6.2.7 档次的测试

##### 5.6.2.7.1 测试位流 Profile\_7.1

说明：位流中包含一个I图像，I图像为10bit的YUV422格式。

对象：档次0。

目的：测试解码器对档次0的解码能力。

##### 5.6.2.7.2 测试位流 Profile\_7.2

说明：位流中包含一个I图像，I图像为12bit的YUV422格式。

对象：档次1。

目的：测试解码器对档次1的解码能力。

##### 5.6.2.7.3 测试位流 Profile\_7.3

说明：位流中包含一个I图像，I图像为10bit的YUV444格式。

对象：档次1

目的：测试解码器对档次1的解码能力。

##### 5.6.2.7.4 测试位流 Profile\_7.4

说明：位流中包含一个I图像，I图像为12bit的YUV444格式。

对象：档次1。

目的：测试解码器对档次1的解码能力。

##### 5.6.2.7.5 测试位流 Profile\_7.5

说明：位流中包含一个I图像和一个P图像，序列为10bit的YUV422格式。

对象：档次2。

目的：测试解码器对档次2的解码能力。

##### 5.6.2.7.6 测试位流 Profile\_7.6

说明：位流中包含一个I图像和一个P图像，序列为12bit的YUV422格式。

对象：档次3

目的：测试解码器对档次3的解码能力。

##### 5.6.2.7.7 测试位流 Profile\_7.7

说明：位流中包含一个I图像和一个P图像，序列为10bit的YUV444格式。

对象：档次3。

目的：测试解码器对档次3的解码能力。

### 5.6.2.7.8 测试位流 Profile\_7.8

说明：位流中包含一个I图像和一个P图像，序列为12bit的YUV444格式。

对象：档次3。

目的：测试解码器对档次3的解码能力。

### 5.6.2.7.9 测试位流 Profile\_7.9

说明：位流中包含一个I图像和alpha通道，alpha通道为8bit数据，I图像为10bit的YUV422格式，使用全I配置。

对象：档次16。

目的：测试解码器对档次16的解码能力。

### 5.6.2.7.10 测试位流 Profile\_7.10

说明：位流中包含一个I图像和alpha通道，alpha通道为16bit数据，I图像为10bit的YUV422格式，使用全I配置。

对象：档次17。

目的：测试解码器对档次17的解码能力。

## 5.6.3 解码器符合性测试的过程

### 5.6.3.1 解码器的静态测试

视频解码器的静态测试需要测试重构的样本的正确性和精确性。

根据T/UWA 041.1—2026附录A中的表A.2各级别下图像格式的限制，使用档次为表A.1各类下任一值的位流对解码器进行测试，见图1。

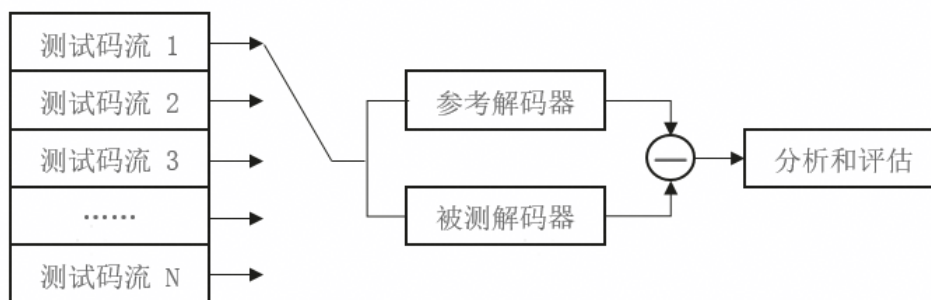


图1 解码器测试方案

因为T/UWA 041.1—2026采用精确的整数变换，故被测解码器解码输出的数据应和参考解码器解码输出的数据完全一致。被测解码器对某一档次的所有位流解码输出的数据与参考解码器输出的数据完全一致，可认定为被测解码器符合T/UWA 041.1—2026这个档次的规定。

### 5.6.3.2 动态测试的实现

动态测试需要显示处理（见图2），但显示处理不包括在T/UWA 041.1—2026标准范围内。动态测试将解码的重建样本输出显示，如输出显示经主观评价符合预期，即判定为通过。



图 2 动态测试框图

参 考 文 献

- [1] T/UWA 041.1—2026 面向制作域的低复杂度双层视频编码 第 1 部分：编码码流结构和解码
-