

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

T.810

(05/2006)

T系列：远程信息处理业务的终端设备

信息技术 — JPEG 2000图像编码系统：无线

ITU-T T.810建议书

ITU-T



信息技术 — JPEG 2000图像编码系统：无线

摘 要

本建议书 | 国际标准的目的是提供一种语法，可以保护 JPEG 2000 编码后的图像数据在无线信道或网络中传输。保护服务包括对头部和比特流的差错检测和纠正能力，对压缩数据不同部分的差错敏感度的描述，以及对压缩数据中可能的残留差错的描述等。该语法允许将这些保护服务应用到已编码的部分或全部图像数据上。这些服务被设计为当在 JPEG 2000 的固有特性元素上提供保护服务时，可以维持 JPEG 2000 的固有特性，如可扩展性，可访问到不同的空间区域，分辨率级别，色彩分量以及质量层次等。

来 源

ITU-T 第 16 研究组 (2005-2008) 按照 ITU-T A.8 建议书规定的程序，于 2006 年 5 月 29 日批准了 ITU-T T.810 建议书。同一文本还以 ISO/IEC 15444-11 的形式发布。

前 言

国际电信联盟（ITU）是从事电信领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定 ITU-T 各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA 第 1 号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属 ITU-T 研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联已收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2007

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目 录

| | 页码 |
|---|----|
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性参考文献..... | 1 |
| 3 术语和定义..... | 1 |
| 4 符号和缩略语..... | 3 |
| 4.1 缩略语..... | 3 |
| 4.2 符号..... | 3 |
| 5 JPWL 通用描述..... | 4 |
| 5.1 引言..... | 4 |
| 5.2 JPWL 系统描述..... | 5 |
| 6 JPWL 标准部分..... | 7 |
| 7 JPWL 参考部分..... | 7 |
| 附件 A — 码流语法..... | 8 |
| A.1 标记和标记段的定义..... | 8 |
| A.2 本建议书 国际标准中定义的标记代码范围..... | 8 |
| A.3 标记和标记段以及码流规则..... | 8 |
| A.4 标记段中的信息..... | 8 |
| A.5 码流的构造..... | 9 |
| A.6 JPWL 标记段..... | 9 |
| 附件 B — 头部差错保护..... | 17 |
| B.1 引言..... | 17 |
| B.2 预定义的纠错码..... | 18 |
| B.3 用于头部保护的 EPB 的用法..... | 18 |
| 附件 C — 差错保护能力..... | 22 |
| C.1 EPC 标记段的用法..... | 22 |
| C.2 P_{CRC} | 22 |
| C.3 数据长度 (DL)..... | 22 |
| C.4 P_{EPC} | 23 |
| C.5 工具的标识 (ID)..... | 23 |
| C.6 工具的参数 (P_{ID})..... | 23 |
| 附件 D — 差错敏感度描述符..... | 24 |
| D.1 引言和应用..... | 24 |
| D.2 标记定义和在码流中的位置..... | 24 |
| D.3 将码流细分为数据单元..... | 25 |
| D.4 敏感度信息..... | 25 |
| D.5 示例和指南..... | 27 |
| 附件 E — 残留差错描述符..... | 29 |
| E.1 引言..... | 29 |
| E.2 残留差错的标示..... | 29 |
| E.3 示例..... | 30 |
| 附件 F — 在易出错环境的上下文中编码 JPEG 2000 码流的指南..... | 31 |
| F.1 引言..... | 31 |
| F.2 JPEG 2000 第一部分容错工具..... | 31 |
| F.3 JPEG 2000 编码器实现指南..... | 31 |
| 附件 G — 推荐的解码器差错处理行为..... | 33 |
| G.1 引言..... | 33 |
| G.2 JPEG 2000 第一分解码器的推荐行为..... | 33 |
| G.3 JPWL 解码器实现指南..... | 34 |

| | 页码 |
|---|----|
| 附件 H — 容错的熵编码 | 36 |
| H.1 引言 | 36 |
| H.2 语法 | 36 |
| H.3 带有禁止符号的二进制编码 | 37 |
| H.4 容错的分割符号 | 38 |
| H.5 差错检测 | 39 |
| H.6 差错纠正 | 40 |
| 附件 I — 不平等差错保护 | 45 |
| I.1 引言 | 45 |
| I.2 使用差错敏感度描述符作为不平等差错保护系统的输入信息 | 45 |
| I.3 为不平等差错保护使用差错保护块 (EPB) | 45 |
| 附件 J — 与 ISO/IEC 15444 的协同工作 | 46 |
| J.1 与 ISO/IEC 15444-1 的协同工作 | 46 |
| J.2 与 ISO/IEC 15444-3 的协同工作 | 46 |
| J.3 与 ISO/IEC 15444-8 (JPSEC) 的协同工作 | 46 |
| 附件 K — 注册机构 | 48 |
| K.1 概要介绍 | 48 |
| K.2 注册申请者的合格条件 | 48 |
| K.3 注册申请表 | 48 |
| K.4 对申请表的检查和响应 | 49 |
| K.5 维护 | 50 |
| K.6 注册的公布 | 50 |
| 附件 L — 专利声明 | 51 |
| 参考资料 | 52 |

国际标准 ITU-T 建议书

信息技术 — JPEG 2000 图像编码系统：无线

1 范围

本建议书 | 国际标准以一种可扩展的方式定义了语法和方法，用于保护遵循 ITU-T T.800 建议书 | ISO/IEC 15444-1 的 JPEG 2000 码流在传输时不受到可能发生的差错的影响。

在本建议书 | 国际标准中，这些被称为无线 JPEG 2000，“JPWL”，而使用 JPWL 的应用被称为是一个“JPWL 系统”。

JPWL 规定了一系列由加入到 JPEG 2000 码流中的附加数据结构而构成的工具，以及在差错纠正和标示时所需的各种差错保护技术。本建议书 | 国际标准包含了语义的定义，并且给出了这些工具可能如何被使用的建议。

2 规范性参考文献

下列 ITU-T 建议书和其它参考文献的条款，在本建议书 | 国际标准的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有的建议书和其它参考文献均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否有可能使用下列建议书或其它参考文献的最新版本。当前有效的 ITU-T 建议书清单定期出版。本建议书引用的文件自成一体时不具备建议书的地位。IEC 和 ISO 的各成员有目前有效的国际标准的目录。国际电联电信标准化局有目前有效的 ITU-T 建议书的清单。

- ITU-T Recommendation T.800 (2002) | ISO/IEC 15444-1:2004, *Information technology – JPEG 2000 image coding system: Core coding system.*

3 术语和定义

就本建议书 | 国际标准而言，下列术语和定义适用。ITU-T T.800 建议书 | ISO/IEC 15444-1 的第 3 节中规定的定义适用于本建议书 | 国际标准。

3.1 backward compatible 后向兼容：包含可以产生如下比特流的所有技术，即所产生的比特流使得第一部分解码器在无错环境下可以根据 JPEG 2000 第四部分（ITU-T T.803 建议书 | ISO/IEC 15444-4）的规范进行解码/显示。

3.2 backward compatible with extensions 带扩展的后向兼容：包含可以产生如下比特流的所有技术，即所产生的比特流使得第一部分解码器在无错环境下不会失败。而要正确地解码/显示图像，一个 JPWL 解码器是必需的。

3.3 big endian 大端：某个值表示法中比特的出现顺序是从最高有效位到最低有效位。

3.4 bitstream 比特流：对某个符号序列进行编码后形成的比特序列。它不包含主头部和拼贴部分头部中的标记和标记段，也不包含 EOC 标记。但它包含任意包头部和在主头部或拼贴部分头部没有发现的码流内部标记和标记段。

3.5 Bit Error Rate (BER) 误比特率：BER 被定义为是接收数据中的错误比特数与接收数据本身之间的比率的一个统计期望值。

3.6 code-block 码块：来源于某个拼贴组件的同一个子带内的系数的一个矩形分组。

3.7 codestream 码流：一个或多个比特流以及对它们进行解码并扩展为图像数据时所需的主头部、拼贴部分头部、以及 EOC 等的集合。这是一种压缩形式的图像数据，带有解码时所需的所有标示信号。

- 3.8 data partitioning 数据分割:** 数据分割是对码流组织的一种修改, 将压缩数据分离为不同的部分。
- 3.9 decoder 解码器:** 解码过程的某种实现, 可选的可能还包含色彩转换过程。
- 3.10 decoding process 解码过程:** 一种过程, 其输入为全部或部分码流, 输出为全部或部分重建后的图像。
- 3.11 encoder 编码器:** 编码过程的某种实现。
- 3.12 encoding process 编码系统:** 一种过程, 其输入为全部或部分源图像数据, 输出为一个码流。
- 3.13 Forward Error Correction (FEC) 前向纠错 (FEC):** FEC 可包括任何通过向码流中增加冗余信息, 从而可以提供差错检测和/或纠正能力的技术。
- 3.14 interleaving 交织:** 交织是对某个码流中数据的排序进行修改。
- 3.15 JPWL Registration Authority JPWL 注册机构:** 一个组织, 负责为标识一个 JPWL 工具而发放一个唯一的 ID, 并且负责对描述 JPWL 工具的参数列表进行存储。
- 3.16 layer 层:** 压缩图像数据的集合, 这些压缩图像数据来源于某个拼贴组件的一个或多个码块的编码通道。层具有一种编码和解码的顺序, 必须被保持。
- 3.17 little endian 小端:** 某个值表示法中比特的出现顺序是从最低有效位到最高有效位。
- 3.18 marker 标记:** 一个双字节的码, 其中第一个字节为十六进制的 FF (0xFF), 第二个字节为从 1 (0x01) 到十六进制的 FE (0xFE) 之间的一个值。
- 3.19 marker segment 标记段:** 一个标记以及相关联的 (非空的) 参数集。
- 3.20 non-backward compatible 非后向兼容的:** 包含可以产生如下比特流的所有技术, 即所产生的比特流使得 JPEG 2000 第一分解码器即使在无错环境下也会失败。这种类型的技术不在本建议书 | 国际标准的定义范围之内。
- 3.21 packet 包:** 码流中的一部分, 由一个包头和压缩的图像数据组成, 压缩的图像数据来源于一个拼贴组件的一个分辨率级别的一个选区内的一层。
- 3.22 packet header 包头:** 包的一部分, 包含对此包进行解码时所需的信号。
- 3.23 Packet Loss Rate (PLR) 丢包率 (PLR):** PLR 被定义为是传输过程中丢弃的包数与传输过程中发送的包数之间的比率的一个统计期望值。在此定义中, 包被认为是处于传输层的, 而不是组成一个 JPEG 2000 码流的基本实体。
- 3.24 pointer markers and pointer marker segments 指针标记和指针标记段:** 提供了码流中结构位置信息的标记和标记段。
- 3.25 precinct 选区:** 某个转换后的拼贴组件的一个矩形区域, 处于每个分辨率级别内, 用于限制包的长度。
- 3.26 precision 精度:** 分配给某个特定的采样、系数、或其他二进制数字表示法的比特的数量。
- 3.27 systematic codes 系统编码:** 系统编码是指除了原始的输入数据符号外还产生一个给定数量的冗余符号的编码。
- 3.28 tile 拼贴:** 点在参考栅格上的一种矩阵排列, 向参考栅格的原点进行注册并以原点计算偏移量, 通过一个宽和高来定义。相互重叠的拼贴可用于定义拼贴组件。
- 3.29 tile-component 拼贴组件:** 一个拼贴内某个给定组件的所有采样。
- 3.30 tile index 拼贴索引:** 当前拼贴的索引, 其范围为从零到拼贴数减 1。
- 3.31 tile-part 拼贴部分:** 码流的一部分, 携带一个拼贴的某些或全部的压缩图像数据。拼贴部分最少包含组成编码后的拼贴的一个包, 最多包含全部包。
- 3.32 tile-part header 拼贴部分头部:** 码流中每个拼贴部分起始处的一组标记和标记段, 描述了拼贴部分的编码参数。
- 3.33 transcoder 代码转换器:** 代码转换过程的某种实现。

3.34 transcoding process 代码转换过程: 一种过程, 其输入为全部或部分码流, 输出为全部或部分码流, 以及可能附加的其他数据。

3.35 Unequal Error Protection (UEP) 不平等差错保护 (UEP): UEP 指的是这样一种行为, 即为码流的不同部分分配不同级别的差错保护。

4 符号和缩略语

4.1 缩略语

就本建议书 | 国际标准而言, 下列缩略语适用。

| | |
|-------------------|--|
| ITU | 国际电信联盟 |
| ITU-T | 国际电信联盟 — 电信标准化部门 (前称 CCITT) |
| JPEG | 联合图像专家组 — ITU-T ISO/IEC 委员会的联合, 负责为连续色调静态图像编码联合开发文本标准。它还指由本委员会所产生的标准: ISO/IEC 10918 及其相应的 ITU-T 建议书。 |
| JPEG 2000 | 联合图像专家组 — ITU-T ISO/IEC 委员会的联合, 负责为连续色调静态图像编码联合开发文本标准。它还指由本委员会所产生的标准: ISO/IEC 15444 及其相应的 ITU-T 建议书。 |
| JPEG 2000 Part 1 | 指 JPEG 2000 的第一部分, ITU-T T.800 建议书 ISO/IEC 15444-1。 |
| JPEG 2000 Part 11 | 指本建议书 国际标准。 |
| JPWL | 指本建议书 国际标准。 |
| RA | 注册机构。 |

4.2 符号

就本建议书 | 国际标准而言, 下列符号适用。

| | |
|--------------|--|
| 0x---- | 表示一个十六进制数 |
| \nnn | 一个以反斜线开头的三个阿拉伯数字的数, 表示一个字符串中某个单独字节的值, 其中三个数字指定了该字节的八位组值。 |
| ϵ_b | ESD 中定义的差错敏感度值的指数 |
| μ_b | ESD 中定义的差错敏感度值的尾数 |
| BCH | 博斯—乔杜里—霍昆海门码 |
| COC | 编码方式组件标记 |
| COD | 编码方式缺省标记 |
| COM | 注释标记 |
| CRC | 循环冗余校验 |
| CRG | 组件注册标记 |
| EOC | 码流结束标记 |
| EPB | 差错保护块标记 |
| EPC | 差错保护能力标记 |
| EPH | 包头结束标记 |
| ESD | 差错敏感度描述符标记 |
| FEC | 前向纠错 |

ISO/IEC 15444-11: 2006(C)

| | |
|-----|-----------------|
| PLM | 包长, 主头部标记 |
| PLT | 包长, 拼贴部分头部标记 |
| POC | 进展顺序修改标记 |
| PPM | 打包的包头, 主头部标记 |
| PPT | 打包的包头, 拼贴部分头部标记 |
| QCC | 量化组件标记 |
| QCD | 量化缺省标记 |
| RED | 残留差错描述符标记 |
| RGN | 感兴趣区域标记 |
| RS | 里德索罗门 |
| SIZ | 图像和拼贴长度标记 |
| SOC | 码流起始标记 |
| SOD | 数据起始标记 |
| SOP | 包起始标记 |
| SOT | 拼贴部分起始标记 |
| TLM | 拼贴部分长度标记 |
| UEP | 不平等差错保护 |

5 JPWL通用描述

5.1 引言

本建议书 | 国际标准定义了一系列工具和方法, 可以实现 JPEG 2000 第一部分图像在易出错的传输/存储环境中能够有效的传输。本建议书 | 国际标准的主要目标是易于出错的无线应用, 尽管同一工具也可以应用在其他类型的应用上。

无线网络的特征是会频繁地发生传输错误, 因此对数字图像的传输带来了严格的限制。由于 JPEG 2000 提供了很高的压缩效率, 它是无线多媒体应用的一种很好的候选技术。而且, 由于它的高可扩展性, JPEG 2000 可以让网络运营者的服务质量策略有很宽的范围。然而, 为了适应于无线多媒体应用, JPEG 2000 必须对传输差错具有鲁棒性。

ITU-T T.800 建议书 | ISO/IEC 15444-1 定义了一些容错工具来提高噪音信道的性能。然而, 这些工具仅能够检测到比特流中出现了差错, 然后隐藏出错的数据, 并且重新同步解码器。更明确地说, 它们不能够纠正传输差错。此外, 这些工具不能应用到主头部和拼贴部分头部, 而这些部分是码流中最重要的部分。由于这些原因, 它们在无线传输的上下文中是不充分的。

为了能在易于出错的传输/存储环境中进行有效的传输, 本建议书 | 国际标准为差错保护和纠正定义了一些附加的机制。这些机制扩展了 ITU-T T.800 建议书 | ISO/IEC 15444-1 中描述的核心编码系统中的元素。这些扩展是后向兼容的, 或者是带扩展的后向兼容的, 如第 3 节所述。

本建议书 | 国际标准并没有与某个特定的网络或传输协议绑定, 但是为 JPEG 2000 图像在易于出错的信道和网络中健壮地传输提供了一种通用的解决方案。JPWL 一般运行在应用层。然而, 如果合适, JPWL 工具也可被用于在信道的物理层直接传输图像。

5.2 JPWL系统描述

JPWL 系统的主要功能是保护码流不受传输差错的影响，描述码流的不同部分对传输差错的敏感度，以及描述码流中残留差错的位置等。

JPWL 系统既可以应用到一个输入的源图像上，也可以应用到一个第一部分码流上，分别如图 1 和图 2 所示。图 1 中，在发送侧，一个 JPWL 编码器由三个同时运行的模块组成：一个 JPEG 2000 第一部分编码器压缩输入的图像，一个产生差错敏感度描述的生成器，以及一个应用差错保护工具的处理程序。所产生的结果是一个对传输差错具有鲁棒性的 JPEG 2000 第二部分的码流。在接收侧，一个 JPWL 解码器也是由三个模块组成：一个用于纠错的处理程序，一个产生残留差错描述的生成器，以及一个 JPEG 2000 第一部分解码器。另一种替代方案是，如图 2 所示，在发送侧，一个 JPWL 代码转换器处理 JPEG 2000 第一部分的码流，产生差错灵敏度描述，并且应用差错保护工具。在接收侧，一个 JPWL 代码转换器纠正传输差错，生成残留差错的描述，并且产生可以发送到第一部分解码器的第一部分码流，同时携带关于残留差错的信息。

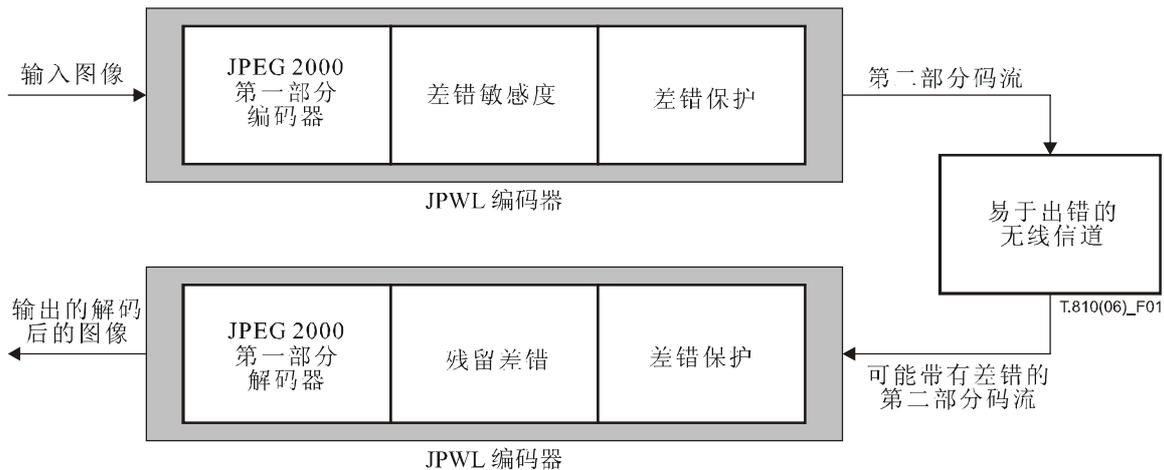


图 1—JPWL系统描述：JPWL编码器和解码器

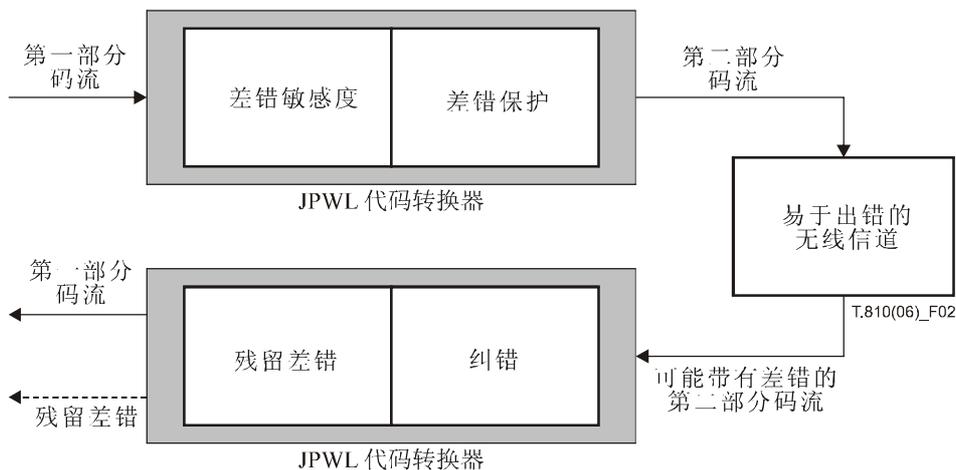


图 2—JPWL系统描述：JPWL代码转换器

另外一种类似的配置也是可能的，如图 3 和图 4 所示。在图 1 和图 2 中，差错敏感度描述的产生和差错保护工具的应用是同时的，而在图 3 和图 4 中，这两个操作是相继执行的。更确切地说，第一步，一个 JPWL 编码器/代码转换器产生一个包含了差错敏感度信息的 JPEG 2000 第二部分的码流。第二步，一个 JPWL 代码转换器使用此信息来优化差错保护工具，生成一个对传输差错具有鲁棒性的 JPEG 2000 第二部分的码流。

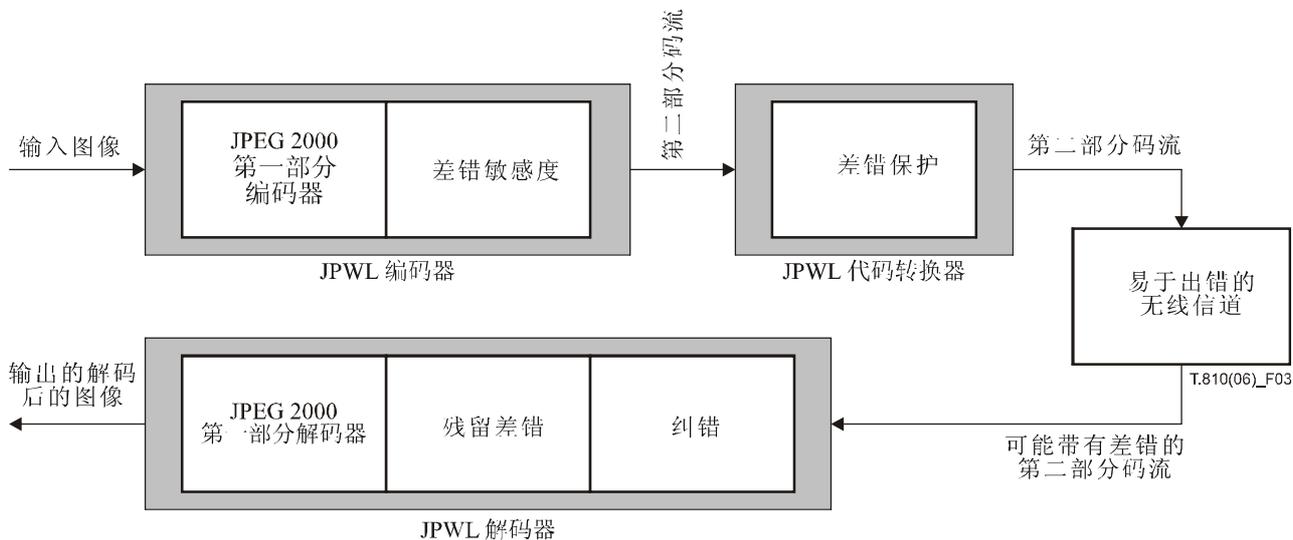


图 3—JPWL系统描述：另一种配置

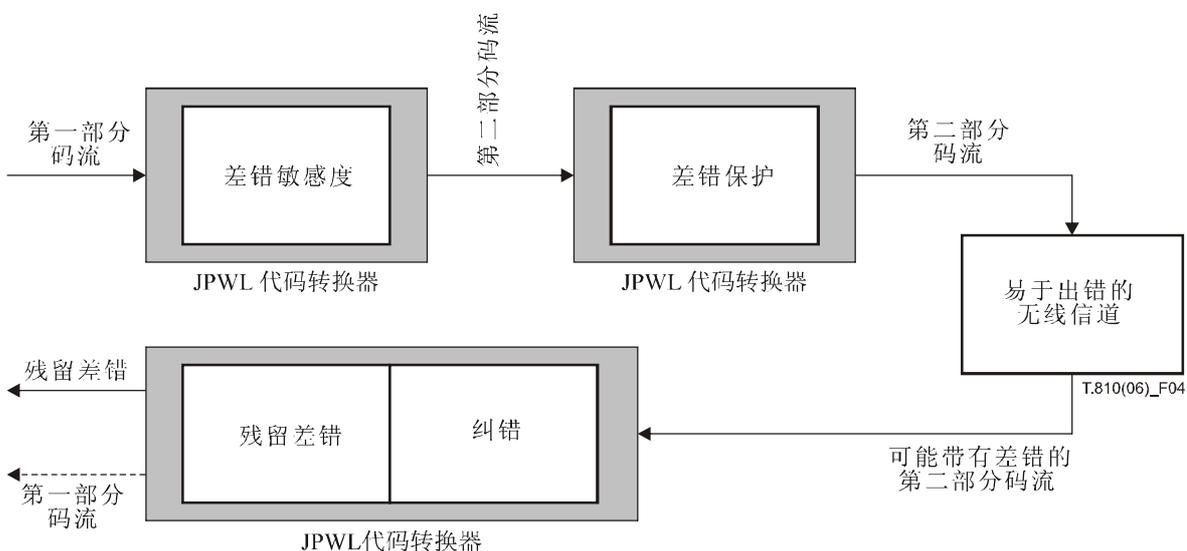


图 4—JPWL系统描述：另一种配置

差错保护过程对码流进行修改，使其更具有容错能力，例如通过增加冗余数据，或者对数据进行分割或交织。纠错过程检测出差错的存在，并且在可能的情况将其纠正。保护码流的技术包括前向纠错（FEC）码，数据分割和交织，健壮的熵编码，以及不平等差错保护等。

差错敏感度描述符描述了码流的不同部分对传输差错的敏感度。这种信息典型地是在使用某个 JPEG 2000 第一部分的编码器对图像进行编码时产生的（例如图 1 和图 3），但它也可以从第一部分码流中直接推导出来（例如图 2 和图 4）。这种信息可在后续保护图像时被使用。更明确地说，码流的敏感部分比次敏感部分需要更强的保护（不平等差错保护）。

残留差错描述符指定了残留差错在码流中的位置。残留差错指的是不能被差错保护工具纠正的那些差错。这种信息典型地是在纠错过程中产生的。这种信息可在后续的 JPEG 2000 第一部分解码器中被使用，用以防止对流中的破坏部分进行解码。

上述描述 JPWL 系统的特性都是示例，其他各种不同的配置也是可能的。

除了本建议书 | 国际标准所描述的技术之外，JPWL 系统还具有对未来技术的指配。新技术的增加过程受注册机构的管理，如附件 K 的描述。

6 JPWL标准部分

一个编码过程将源图像转换为压缩的图像数据。所有的编码过程都被指定为是参考性的。

一个编码器是编码过程的一种实现。为了符合本建议书 | 国际标准，编码器应当将源图像数据转换为符合附件 A 中规定的码流语法的压缩图像数据。

一个解码过程将压缩后的图像数据转换为重建后的图像数据。解码过程中的某些部分是标准的，即对包含在 JPEG 2000 第二部分特定标记段中的信息进行抽取的那些相关步骤，以及涉及对 JPEG 2000 第一部分特性进行解码的那些步骤。而编码过程中的所有其他方面，如为了解决可能出现的差错，解码器应当遵循的过程，以及为了使差错的影响最小化，它应当执行的动作等，都不作为本建议书 | 国际标准的一部分来规定，然而，相关的指南在附件 G 中规定。

一个解码器是解码过程的一种实现。为了符合本建议书 | 国际标准，解码器应当将符合附件 A 中规定的码流语法的压缩图像数据的全部或某些特定部分，转换为重建后的图像。

对于编码器或解码器，都没有任何标准的或必须的实现。在某些情况下，描述时使用了特定的实现技术也仅是出于示例的目的。

附件 A 描述了定义压缩图像数据的编码表示的语法，用以在应用环境之间进行交换。任何压缩的图像数据都应当遵循本建议书 | 国际标准中定义的语法和适用于编码过程的代码分配。

本节的剩余部分概要描述了本建议书 | 国际标准的标准部分，要获得详细的描述请参见各自相应的附件：

- 码流语法（附件A）：定义了每个JPWL码流都必须遵循的码流语法。
- 差错保护块（附件B）：保护图像头部（主头部，拼贴/拼贴部分头部），并且使用FEC码纠正可能出现的传输差错的工具。
- 差错保护能力描述符（附件C）：描述了用于保护码流，并纠正可能出现的传输差错的工具。关于参考性的差错保护技术，此描述符依赖于某个注册机构。
- 差错敏感度描述符（附件D）：描述了码流的不同部分对传输差错的敏感度。这种信息典型地是在对图像进行编码时产生的。它后续可被用于应用不平等差错保护（UEP）技术，该技术考虑了差错敏感度。
- 残留差错描述符（附件E）：描述了残留差错在码流中的位置。残留差错指的是不能被图像保护工具纠正的那些差错。这种信息典型地是在对码流进行解码的过程中产生的。
- 注册机构（附件K）：注册机构（RA）的规范。

7 JPWL参考部分

本节概要描述了本建议书 | 国际标准的参考部分，要获得详细的描述请参见各自相应的附件：

- 编码指南（附件F）：在易出错环境的上下文中，对编码器一侧容错编码的指南。
- 解码指南（附件G）：对解码器一侧差错处理行为的指南。
- 容错的熵编码（附件H）：一种工具，用于保护码流，并且基于容错的熵编码检测和纠正可能的差错。
- 不平等差错保护（附件I）：一种工具，用于根据各自部分的差错敏感度来保护码流的不同部分。
- 与ISO/IEC 15444的协同工作（附件J）：与JPEG 2000家族中的其他规范进行协同工作的指南。
- 专利（附件L）：接收到的应用于本建议书 | 国际标准的知识产权声明。

附件 A

码流语法

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

A.1 标记和标记段的定义

为了保护码流不受差错的影响，本建议书 | 国际标准依赖于使用标记段来定界和标示码流的特性。为了后向兼容，JPWL 标记和标记段必须被包含在 JPEG 2000 第一部分码流的头部，且仅可以是两种类型的码流头部：

- 1) 主头部，出现在码流的起始处；
- 2) 拼贴部分头部，出现在每个拼贴部分的起始处。

主头部和拼贴部分头部都是标记和标记段的集合。

与 JPEG 2000 第一部分定义的其他各种标准的标记一样，本建议中定义每个标记也都是两个字节长度，且第一个字节值为 0xFF。第二个字节规定了标记的用法，且取值在 0x01 到 0xFE 范围之间，并且不同于 ITU-T T.81 建议书 | ISO/IEC 10918-1 和 ITU-T T.84 建议书 | ISO/IEC 10918-3 中已经使用过的那些值（在表 A.1 中重新列出）。

一个标记段包含一个标记和相关的参数，被称为标记参数。根据定义，任意标记段中紧跟在标记之后的前两个字节都必须对应一个无符号的大端整数值，该值指示了标记参数的长度，以字节计数（此长度包括本长度参数的两个字节，但不包括标记本身的两个字节）。当解码器发现某个标记段没有在本建议书 | 国际标准中指定，则它应当根据此长度参数的值丢弃此标记段。

A.2 本建议书 | 国际标准中定义的标记代码范围

遵循 ITU-T T.81 建议书 | ISO/IEC 10918-1 中定义每个标记和标记段所使用的语法，本建议书 | 国际标准保留了一些标记用于标示，如表 A.1 中的规定。表 A.1 重新列出了已经存在的或保留的标记的各种取值。

表 A.1—标记定义

| 标记取值范围 | 标准定义 |
|---|---|
| 0xFF00, 0xFF01, 0xFFFE, 0xFFC0 – 0xFFDF | 在 ITU-T T.81 建议书 ISO/IEC 10918-1 中定义 |
| 0xFFF0 – 0xFFF6 | 在 ITU-T T.84 建议书 ISO/IEC 10918-3 中定义 |
| 0xFFF7 – 0xFFF8 | 在 ITU-T T.87 建议书 ISO/IEC 14495-1 中定义 |
| 0xFF4F – 0xFF65, 0xFF6A – 0xFF6F, 0xFF90 – 0xFF93 | 在 ITU-T T.800 建议书 ISO/IEC 15444-1 中定义 |
| 0xFF66 – 0xFF69 | 在本建议书 国际标准中定义 |
| 0xFF30 – 0xFF3F | 保留仅供标记定义用（没有标记段） |
| | 所有其他值都保留 |

A.3 标记和标记段以及码流规则

本建议书 | 国际标准中描述的标记段遵守 A.1.3/JPEG 2000 第一部分中给出的规则。

A.4 标记段中的信息

正如 JPEG 2000 第一部分所规定的，标记段，以及主头部和拼贴部分头部，都是 8 比特（一个字节）的整数倍。拼贴部分头部中的所有标记和标记段，或者包头部的某个起始点仅能应用于它所属的拼贴或包。

如果码流已经被截短，改变或编辑，则受影响的标记段（如 TLM/PLT 或者 JPWL 标记段）应当进行相应地修改。需要注意的是多个 JPWL 标记段都包含码流的索引信息（例如字节范围）；这些信息必须根据标记段的插入和取消而进行相应的更新。

表 A.2 列出了本建议书 | 国际标准中指定的标记，表 A.3 列出了语法所提供的信息，并指示了包含此信息的标记段。

表 A.2—标记段的列表

| | 名 字 | 代 码 | 主头部 (注) | 拼贴部分头部 (注) |
|---|-----|--------|------------|---------------|
| 差错保护块 | EPB | 0xFF66 | 可选 | 可选 |
| 差错敏感度描述符 | ESD | 0xFF67 | 可选 | 可选 |
| 差错保护能力 | EPC | 0xFF68 | 必须 | 可选 |
| 残留差错描述符 | RED | 0xFF69 | 可选 | 可选 |
| 注 — “必须”的含义是标记段必须在本头部中出现，“可选”的含义是可能被使用。 | | | | |

如果 EPC, ESD 或 RED 标记段既出现在主头部中，又出现在拼贴部分头部中，则出现在拼贴部分头部中的标记将覆盖掉出现在主头部中的与当前拼贴部分相关的标记。在每个头部（主头部或拼贴部分头部）中，EPC 和 RED 标记段都仅被允许最多出现一次。而一个单独头部中出现多个 ESD 是允许的。

A.5 码流的构造

本建议书 | 国际标准中，码流的构造遵循 A.3/JPEG 2000 第一部分中定义的码流构造。要求 EPB 标记段在一个特定的位置，如附件 B 中的规定。

表 A.3—标记段中的信息

| 信 息 | 标 记 段 |
|---|-------|
| 标示 JPWL 被保护数据在头部中的出现。它包括： — 码流中使用的差错保护参数的集合。 — 根据某个系统编码生成的差错保护数据。 | EPB |
| 指示当前码流中使用的用来防止传输差错的方法。它的出现标示着一个事实，即码流遵循本建议书 国际标准。 | EPC |
| 描述当前码流对差错的敏感度。 | ESD |
| 描述当前码流中残留差错的索引。 | RED |

A.6 JPWL 标记段

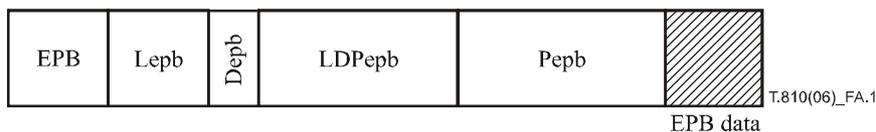
A.6.1 差错保护块 (EPB)

EPB 标记段中包含了关于差错保护参数的信息，以及用于保护码流不受差错影响的数据。EPB 的最主要功能是保护主头部和拼贴部分部分（见附件 B）。然而，它还可被用于保护比特流（见附件 I）。在主头部和/或拼贴部分头部中可以有一个或多个 EPB 标记段。要求主头部中的第一个 EPB 标记段应当紧跟在 SIZ 标记段之后。要求拼贴部分头部中的第一个 EPB 标记段应当紧跟在 SOT 标记之后。

功能： EPB 标记段为它所在的头部包含了必要的纠错数据。关于如何使用 EPB 标记段的更详细信息见附件 B 和附件 I。

用法： 主头部和拼贴部分头部。码流中的第一个 EPB 标记段必须被置于 SIZ 标记段之后。拼贴部分头部中的第一个 EPB 标记段必须被置于 SOT 标记段之后。

长度： 可变的，依赖于用于保护头部的参数和被保护的头部的长度。图 A.1 描述了 EPB 标记段的语法。



EPB: 标记代码。表 A.4 指示了标记符号自身以及标记段中每个参数的长度和参数值。

Lepb: 标记段的长度，以字节计数（不包括标记）。

Depb: EPB 方式（例如它定义了当前的 EPB 是否是当前头部中的最后一个）。

LDPEpb: 当前 EPB 内携带的冗余信息（EPB 数据）所保护的数据的长度。

Pepb: EPB 参数，定义了为保护剩余数据所使用的下一个纠错工具。

EPB 数据: 包含了可以用于纠错的数据（典型的是冗余比特）。

图 A.1—差错保护块的语法

表 A.4—差错保护块参数的取值

| 参 数 | 长度（比特） | 取 值 |
|--------|--------|-----------------------------|
| EPB | 16 | 0xFF66 |
| Lepb | 16 | $11-(2^{16}-1)$ |
| Depb | 8 | 见表 A.5 |
| LDPEpb | 32 | $0-(2^{31}-1)$ |
| Pepb | 32 | 见表 A.6 定义了要使用的下一个差错管理方法。 |
| EPB 数据 | 可变的 | |

当 EPB 包含在一个主头部时，SOC 标记，SIZ 标记段，EPB 标记，Lepb，Depb，LDPEpb 和 Pepb 数据都是被保护的，并具有一个预定义的 RS (N1,K1) 编码。纠错所需的冗余数据置于 EPB 数据的起始处。

当 EPB 包含在一个拼贴部分头部时，SOT 标记，EPB 标记，Lepb，Depb，LDPEpb 和 Pepb 数据都是被保护的，并具有一个预定义的 RS (N2,K2) 编码。纠错所需的冗余数据置于 EPB 数据的起始处。

在主头部或拼贴部分头部中可以有多个 EPB 标记段。如果某个 EPB 不是头部中的第一个 EPB，则使用一个预定义的 RS (N3,K3) 编码。

预定义码为：

- 里德索罗门 RS (160,64) 用于主头部的第一个 EPB 标记段；
- 里德索罗门 RS (80,25) 用于拼贴部分头部的第一个 EPB 标记段；
- 里德索罗门 RS (40,13) 用于主头部和拼贴部分头部的其他 EPB 标记段。

A.6.1.1 EPB 方式参数

表 A.5—Depb 参数的取值

| 取值（比特） MSB LSB | EPB 配置和索引 |
|------------------------------------|---|
| x0xx xxxx | EPB 标记段不是当前头部的最后一个 |
| x1xx xxxx | EPB 标记段是当前头部的最后一个 |
| 0xxx xxxx | EPB 标记段被解包 |
| 1xxx xxxx | EPB 标记段被打包 |
| xx00 0000 – xx11 1111 | EPB 索引值 (0-63)。 某个头部中的第一个 EPB 标记段具有索引值为 0。对于同一个头部中的每个连续 EPB，其索引值都递增 1。当达到最大值时，索引值回卷至零。 |

A.6.1.2 EPB参数

Pepb 参数允许通过描述方法及其相关参数来选择一种纠错/检错方法。这就允许纠错/检错能力可以随着码流而改变，并且可以适应差错条件和/或它所涉及的码流部分对差错的敏感度。任何方法都可以使用，只要它遵守向后兼容，而不论是否具有本建议书 | 国际标准之前所定义的扩展条件（见第 5 节）。

表 A.6 定义了 Pepb 参数的取值范围。与表 A.6 中的代码不同的其他代码定义可以使用一个差错管理方法索引，该索引在某个值范围内，且其用法和注册由注册机构来管理（见附件 K）。

当前 Pepb 中指定的差错管理方法必须用于与当前 EPB 标记段相关联的码流数据，但不包括 EPB 标记和 EPB 标记参数，因为它们已经与预定义代码之一相关联了。

表 A.6—Pepb参数

| 差错管理方法索引 | EPB配置和索引 |
|-----------------------|--|
| 0x00000000 | 预定义代码： 里德索罗门 RS(160,64)用于主头部的第一个 EPB 标记段 里德索罗门 RS(80,25)用于拼贴部分头部的第一个 EPB 标记段 里德索罗门 RS(40,13)用于主头部和拼贴部分头部的其他 EPB 标记段 |
| 0x10000000-0x1FFFFFFF | CRC，见表 A.7 |
| 0x20000000-0x2FFFFFFF | 里德索罗门代码，见表 A.8 |
| 0x30000000-0xFFFFFFFF | 用法和注册由 JPWL 注册机构来管理 |
| 0xFFFFFFFF | 对下一个数据没有使用任何方法 |

表 A.7—CRC类型

| Pepb 取值 | CRC类型 |
|---|----------------------------|
| 0001 0000 0000 0000 | CRC-CCITT (X.25) 16 比特 CRC |
| 0001 0000 0000 0001 | 以太网 CRC 32 比特 |
| 0001 0000 0000 0010 – 0001 1111 1111 1111 | 用法和注册由 JPWL 注册机构来管理 |

表 A.8—里德索罗门缺省代码

| Pepb 取值 | 里德索罗门代码 |
|------------|---------------------|
| 0x20002520 | RS(37,32) |
| 0x20002620 | RS(38,32) |
| 0x20002820 | RS(40,32) |
| 0x20002B20 | RS(43,32) |
| 0x20002D20 | RS(45,32) |
| 0x20003020 | RS(48,32) |
| 0x20003320 | RS(51,32) |
| 0x20003520 | RS(53,32) |
| 0x20003820 | RS(56,32) |
| 0x20004020 | RS(64,32) |
| 0x20004B20 | RS(75,32) |
| 0x20005020 | RS(80,32) |
| 0x20005520 | RS(85,32) |
| 0x20006020 | RS(96,32) |
| 0x20007020 | RS(112,32) |
| 0x20008020 | RS(128,32) |
| 其他 RS 索引值 | 用法和注册由 JPWL 注册机构来管理 |

A.6.2 差错保护能力 (EPC)

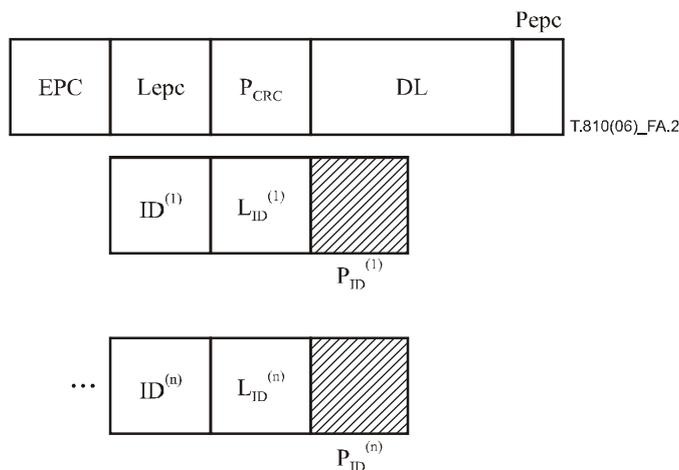
EPC 标记段指示了在码流中使用了哪种 JPWL 标准工具和参考工具。也就是说，它指示了码流中 ESD 标记段，RED 标记段，以及 EPB 标记段的存在。此外，EPC 标示了参考性工具的法，该工具之前已经在 JPWL 注册机构 (JPWL RA, 见附件 K) 中注册。这些参考性工具允许容错和/或纠错，并且包含了诸如容错的熵编码，UEP，数据分割与交织等技术。EPC 还可能包含与这些参考性工具相关的参数。

功能： EPC 标记段标示在码流中使用了 JPWL 工具 (ESD, RED, EPB) 或参考性工具。关于如何使用 EPC 标记段的更详细信息见附件 C。

用法： 主头部是必选的，拼贴部分头部是可选的。在每个主头部和拼贴部分头部中最多不能超过一个 EPC。

长度： 可变的。

EPC 标记段的语法在图 A.2 中定义。数据字段的含义在下面讨论，每个参数的可能取值范围在表 A.9 中定义。关于 EPC 的更详细描述在附件 C 中给出。



EPC: 标记代码。表 A.9 指示了标记符号自身以及标记段中每个参数的长度和参数值。

L_{EPC}: 标记段的长度，以字节计数 (不包括标记)。

P_{CRC}: 奇偶校验比特，用于验证 EPC 标记段是否遭到破坏。

DL: 该字段描述了 EPC 标记段所涉及的全部数据的长度 (码流长度，或拼贴部分长度，起始于 SOC 或 SOT 标记段)。

P_{epc}: 该字段标示了码流中使用了 ESD, RED, EPB 或其他参考性技术。

ID⁽ⁱ⁾: 保护技术 *i* 的已注册 ID，可选的，仅当使用参考性技术时才存在。

L_{ID⁽ⁱ⁾}: P_{ID⁽ⁱ⁾} 的长度，可选的，仅当使用参考性技术时才存在。

P_{ID⁽ⁱ⁾}: 保护技术 *i* 的参数，可选的，仅当使用参考性技术时才存在。

图 A.2—差错保护能力的语法

表 A.9—差错保护能力参数的取值

| 参 数 | 长度 (比特) | 取 值 |
|--------------------------------|---------|---|
| EPC | 16 | 0xFF68 |
| L _{EPC} | 16 | [9, 2 ¹⁶ -1] |
| P _{crc} | 16 | EPC 标记段的循环冗余校验, 不包括 Perc 数据字段。使用 CRC-CCITT (见附件 B)。 |
| DL | 32 | [0, 2 ³² -1] 以字节计数的数据长度, 为无符号整数 0 表示此信息不可用。 |
| P _{epc} | 8 | 见表 A.10 |
| ID ⁽ⁱ⁾ | 16 | [0, 2 ¹⁶ -1] 0 指示为 EPB 技术 关于 EPB 的用法, 请参见附件 B 1-15 被保留 其他值由 RA 注册 |
| L _{ID} ⁽ⁱ⁾ | 16 | [0, 2 ¹⁶ -1] |
| P _{ID} ⁽ⁱ⁾ | 可变的 | 如果 ID ⁽ⁱ⁾ =0, 则指示为 EPB 技术, P _{ID} ⁽ⁱ⁾ 是将所有出现在 EPB 标记段中的 Pepb 都串联起来, 除了那些对应于表 A.8 中的预定义代码和缺省代码的 Pepb, 以及那些对应于表 A.7 中定义的 CRC 代码的 Pepb。 否则, 通过 JPWL RA 来指定 |

如果使用 EPB 来保护码流, 且如果使用的方法是表 A.6 (预定义代码), 表 A.7 (CRC 代码), 或表 A.8 (里德索罗门缺省代码) 中包含的方法之一时, 就不应当出现 EPC 标记段的 ID 参数来描述此技术。

如果 EPC 标记段位于主头部, 则数据长度 (DL) 为码流中从 SOC 标记的第一个字节开始到 EOC 标记的最后一个字节为止的长度, 以字节表示, 为一个无符号的整数值。

如果 EPC 标记段位于拼贴部分头部, 则数据长度 (DL) 为本拼贴部分中从 SOT 标记的第一个字节开始到拼贴部分的最后一个字节为止的长度, 以字节表示, 为一个无符号的整数值。

表 A.10—Pepc 参数

| Pepc | 参数取值 |
|-----------------------|---------------|
| xxx0 xxxx | ESD 不存在 |
| xxx1 xxxx | 存在一个或多个 ESD |
| xx0x xxxx | RED 不存在 |
| xx1x xxxx | 存在一个或多个 RED |
| x0xx xxxx | EPB 不存在 |
| x1xx xxxx | 存在一个或多个 EPB |
| 0xxx xxxx | 没有使用参考性技术 |
| 1xxx xxxx | 使用了一个或多个参考性技术 |
| 0000 0000 – 0000 1111 | 保留供将来使用 |

A.6.3 差错敏感度描述符 (ESD)

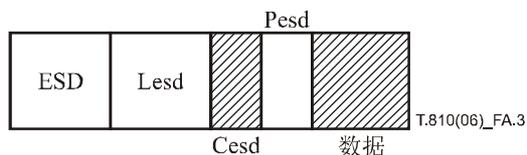
ESD 标记段可置于码流主头部和/或拼贴部分头部的任意合法位置。允许有多个 ESD 标记段可以出现在主头部或拼贴部分头部。

功能: ESD 标记段包含一个给定的码流或拼贴的敏感度信息。关于如何使用 ESD 标记段的更详细信息见附件 D。

用法: 主头部和/或拼贴部分头部。

长度: 可变的, 依赖于差错敏感度描述的用法和粒度。

ESD 标记段的语法在图 A.3 中描述。数据字段的含义在下面讨论; 每个参数的可能取值范围在附件 D 中讨论。关于 ESD 命名法和功能性的详细描述在附件 D 中给出。



ESD: 标记代码。表 A.11 指示了标记符号自身以及标记段中每个参数的长度和参数值。

Lesd: 标记段的长度，以字节计数（不包括标记）。

Cesd: 指定了 ESD 数据涉及哪个组件。

Pesd: 该字段描述了数据结构的用法。

ESD 数据: 差错敏感度值的记录。

图 A.3—ESD 标记段的语法

表 A.11—ESD 标记段的参数

| 参 数 | 长度 (比特) | 取 值 |
|--------|--------------|---|
| ESD | 16 | 0xFF67 |
| Lesd | 16 | $4 \cdot (2^{16} - 1)$ |
| Cesd | 8 或 16 | 0-255, 当 Csiz < 257 0-16383, 当 Csiz ≥ 257 指定了差错敏感度数据所涉及的是哪个组件 |
| Pesd | 8 | 0-255 (见附件 D) |
| ESD 数据 | 可变的 | 本字段包含码流数据相关的敏感度信息，其格式在附件 D 中规定。 |

表 A.12—Pesd 参数的取值。格式: $0xb_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$

| | |
|---|---|
| b_7b_6 | 这些比特指定了码流的寻址模式： 00: 包模式（注） 01: 字节范围模式 10: 包范围模式（注） 11: 保留供将来使用 |
| $b_5b_4b_3$ | 这些比特指定了所应用的差错敏感度描述的类型。 000: 相对差错敏感度。 001: MSE 010: MSE 减少 011: PSNR 100: PSNR 增加 101: MAXERR（绝对峰值差错） 110: TSE（总方差） 111: 保留供将来使用 |
| b_2 | 如果它被设置为 0，则使用一个字节来表示每个敏感度值；如果它被设置为 1，则使用两个字节来表示每个敏感度值。 |
| b_1 | 0: 在字节范围模式中，使用两个字节来指示起始和终止字节，在包范围模式中，使用两个字节来指示起始和终止包。 1: 使用四个字节。 如果使用了包模式，则该比特应当被设置为 0。 |
| b_0 | 如果它被设置为 1，则差错敏感度值为所有组件中的平均值。在这种情况下，Cesd 必须等于 0。 |
| 注 — 当使用了包或包范围寻址模式时，推荐使用 JPEG 2000 第一部分 PLM 或 PLT 标记段。 | |

A.6.4 残留差错描述符 (RED)

RED 标记段可被置于主头部或拼贴部分头部的任意合法位置。RED 标记段标示了残留差错的存在，并可能有助于对其进行处理。

在任何形式的信道解码后，可能还会有一些残留差错仍然影响码流。正如前面小节所描述的，如果这些差错位于 JPEG 2000 第一部分的头部之一，则可能是非常有害的。为了让 JPEG 2000 解码器能够意识到这些差错的存在和所在位置，以及它们的类别（例如比特翻转或比特删除），JPWL 使用 RED 将这些信息嵌入到码流中。RED 标记段可以有三种不同的模式操作，称为字节范围模式，包模式和包范围模式。

- 在字节范围模式中，每个数据单元是通过明确地标识码流的起始和终止字节来描述的；残留差错值指向那些特定的字节范围。起始和终止字节通过两个或四个无符号整数来指定；这就允许处理“常规的”和“长的”码流。码流中的字节编号起始为零。如果 RED 位于主头部中，则字节编号指的是码流的起始处（包括 SOC 标记段）。如果 RED 位于某个拼贴部分头部，则字节编号指的是该拼贴部分的起始处（包括 SOT 标记段）。
- 在包模式中，数据单元是 JPEG 2000 第一部分中定义的包。根据 RED 是包含在主头部中，还是某个拼贴部分头部中，为相应的码流或拼贴部分中的每一个包都指定了残留差错值。
- 在包范围模式中，由一个起始包和一个终止包所定义的 JPEG 2000 包的一个范围标识了一个数据单元，并为该数据单元提供了一个残留差错值。起始和终止包由两个或四个字节的无符号整数来指定。

如果 RED 位于主头部中，且使用了包模式或包范围模式，则包的编号对应于码流中包的顺序。如果 RED 位于某个拼贴部分头部，且使用了包模式或包范围模式，则包的编号对应于 A.8.1/JPEG 2000 第一部分中使用的编号，在每个新的拼贴部分中都从 0 开始。

图 A.4 描述了 RED 数据结构的语法。它包含下列字段：

- RED: 标记代码。表 A.13 指示了标记符号自身以及标记段中每个参数的长度和参数值。
- L_{red}: 标记段的长度，以字节计数（不包括标记）。
- P_{red}: 该字段描述了数据结构的用法。
- RED 数据: 关于残留差错描述符参数的记录。

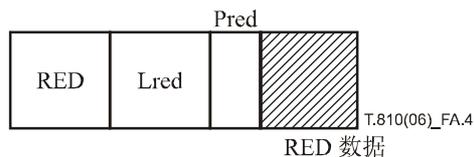


图 A.4—残留差错描述符标记段的语法

表 A.13—残留差错描述符参数的取值

| 参 数 | 长度 (比特) | 取 值 |
|--|---------|--|
| RED | 16 | 0xFF69 |
| L _{red} | 16 | $3 \cdot (2^{16} - 1)$ |
| P _{red} | 8 | <p>$0 \cdot 2^8 - 1$</p> <p>P_{red} 格式: 0xb7b6b5b4b3b2b1b0</p> <p>b7b6 寻址模式</p> <p>b7b6 = 00 包寻址模式 (注)</p> <p>b7b6 = 01 字节范围寻址模式</p> <p>b7b6 = 10 包范围寻址模式 (注)</p> <p>b7b6 = 11 保留供将来使用</p> <p>b5b4b3 残留的破坏级别</p> <p>000 - 111</p> <p>b2 保留供将来使用</p> <p>b1 地址长度</p> <p>b1 = 0 - 2-字节寻址模式</p> <p>b1 = 1 - 4-字节寻址模式</p> <p>b0 无差错码流指示符</p> <p>b0 = 0 无差错码流</p> <p>b0 = 1 码流中有差错/删除存在</p> |
| | 可变的 | 本字段包含了与码流数据相关的残留差错信息, 按照附件 E 规定的格式。 |
| 注 — 当使用了包或包范围寻址模式时, 推荐使用 JPEG 2000 第一部分 PLM 或 PLT 标记段。 | | |

附件 B

头部差错保护

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

B.1 引言

在 JPEG 2000 标准的建立过程中，为了能在易出错的环境中传输 JPEG 2000 压缩的图像，已经为 JPEG 2000 第一部分选择了一系列的容错工具。有两种类型的工具是可用的，一种在包级别，可以进行同步，另一种在熵编码级别，可以进行差错检测。关于 JPEG 2000 第一部分容错工具用法的详细信息，请参见附件 G 和 H。

然而，这些工具都是基于一个重要的假设，即码流语法的头部（主头部和拼贴部分头部）都被保证是无差错的。但是，当头部中出现差错时，码流是不能够以适当方式来解码的，这就可能会导致一种解码器应用失败。最坏的情况是，一般来说，要保证在很多应用中头部无差错是不可能的。本附件的后续部分所详细讨论的头部保护机制描述了一种模式，即在 JPEG 2000 码流中嵌入保护。这种机制与 JPEG 2000 第一部分码流的语法是后向兼容的。

B.1.1 JPEG 2000 第一部分码流语法的后向兼容性

一个 JPEG 2000 第一部分的压缩图像使用标记和标记段来对头部（主头部和拼贴部分头部）和包中组织的压缩信息进行定界和标示。这种模块化的组织允许为渐进式数据表示进行灵活的码流组织，如质量渐进式和分辨率渐进式的数据进展。一个 JPEG 2000 第一部分的码流总是起始于主头部，并在后面跟随一个或多个拼贴部分头部，而每一个拼贴部分头部的后面都跟随压缩后的数据包，并且以码流结束符（EOC）作为结束，如图 B.1 所示。

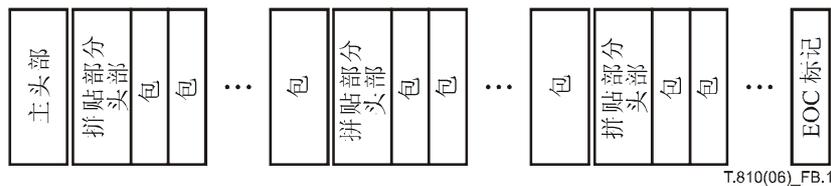


图 B.1—JPEG 2000 码流结构

为了能够满足在插入冗余信息后，仍然能获得一个与 ITU-T T.800 建议书 | ISO/IEC 15444-1 兼容的码流的目的，有必要以这样一种方式来放置这些信息，即任意一个 JPEG 2000 第一部分的解码器都不会尝试去解释它。一种解决方案是将冗余信息插入到一个专门的标记段中。一个 JPEG 2000 第一部分的解码器将会跳过未知的标记段，并且不在意增加的数据，而同时一个 JPWL 解码器将能够解释并使用这些冗余数据来进行头部保护。

这种机制可以工作的条件为：

- 解码器能够定位码流中的这些冗余信息数据块，而不需要产生复杂的数据索引机制（这也必须被保护不受差错影响），也不需要修改最初的标记段，以便保证后向兼容性；
- 标记自身及其长度包含在被保护的数据范围内；
- 使用一个已定义的块差错代码来保护参数数据，最少到差错保护块标记段。

差错保护块标记段（EPB）被放置在紧跟 JPEG 2000 第一部分标记的强制位置：

- 对于主头部而言，紧跟在 SOC 和 SIZ 标记段之后；
- 对于拼贴部分头部而言，紧跟在 SOT 标记之后。

使用一种系统的前向纠错机制可以确保前两个条件能被验证。

B.1.2 前向纠错机制

传统情况下，在易于出错的环境中使用差错纠正和检测代码可以提供前向纠错能力[8]。系统编码指的是那些可以产生一个给定数量的冗余信息，同时又不改变原始数据的编码。

考虑 JPEG 2000 第一部分的码流是字节对齐的，它特别感兴趣与伽罗瓦域 $GF(2^8)$ 一起来提供纠错能力。本上下文中的一种著名的且非常合适的系统编码码家族是里德索罗门 (RS) 编码。下面，我们将考虑以 RS 编码例子作为头部保护的 FEC 码，并将其表示为 $RS(N, K)$ ，其中 N 为码字符号的长度，而 K 为信息符号的个数。

应用到 K 个字节上的 $RS(N, K)$ 将产生 $N-K$ 个冗余字节，并可能被置于 K 个原始 (系统) 字节之后，该过程可以在需要时应用，如图 B.2 所示。

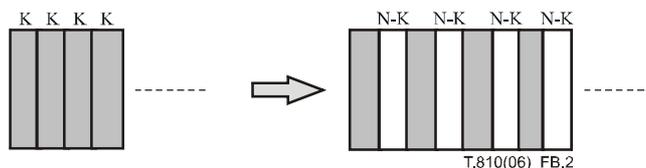


图 B.2—使用一个 $RS(N, K)$ 编码产生冗余的示例

B.2 预定义的纠错码

在某个易于出错的环境中传输时，由于差错可能出现在 JPEG 2000 码流中的任意位置，因此头部保护工具不能够依赖于那些指示了所使用的纠错码的参数信息。为此，已经定义了一系列的预定义码，同时 EPB 标记段语法也允许选择其他码来保护头部的某些部分。可能的系统纠错码列于表 A.6 中。

为了有效地与恶劣的传输条件相斗争，这些预定义码提供了一种强大的纠错能力，而同时又要限制字节的填充。已经定义了三种预定义的纠错码来保护主头部和拼贴部分头部：

- $RS(160,64)$ 用于主头部的第一个 EPB 标记段；
- $RS(80,25)$ 用于某个拼贴部分头部的第一个 EPB 标记段；
- $RS(40,13)$ 用于主头部和拼贴部分头部的其他 EPB 标记段。

这些里德索罗门码总是被用于保护主头部和拼贴部分头部的开始，以及任意 EPB 标记段的参数。也可以通过使用一个适当的 $Pepb$ 值来使用其他码，用以保护头部的其他部分。

通过使用适当的 $LDPe pb$ 数据长度，并且通过使用 $Pepb$ 值来指示差错保护数据范围的终止，这样就可以在当前头部中停止使用差错保护了。

B.3 用于头部保护的 EPB 的用法

B.3.1 主头部差错保护

当遇到一个 EPB 标记段时，JPWL 解码器可能会对它所指向的码流应用纠错功能。对于主头部，当执行此纠错时，首先，JPWL 解码器对 SOC 和 SIZ 标记段应用此纠错，然后对 EPB 标记段参数应用此纠错。此数据范围对应于图 B.3 中的 L1。此纠错所需的冗余信息位于 EPB 冗余数据的起始处，如图 B.3 中的 L2 所示。

一旦 EPB 参数已经被纠正，则这些参数就需要被重视，尤其是 $Depb$ ， $LDPe pb$ 和 $Pepb$ 等参数。这些参数在对主头部中的剩余部分进行纠错时是必须的。它们允许纠错码冗余可以根据差错条件而调整。这种结构可以用来保护各种重要的 JPEG 2000 第一部分标记段，如 QCD，同时也可使用较少的冗余来保护可选的标记段如 PLM，甚至根本不保护这些可选标记段。

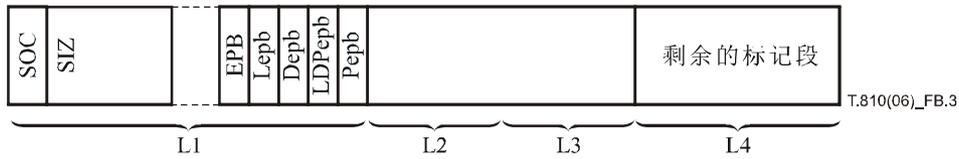


图 B.3—主头部中EPB标记的位置和保护区域

图 B.3 显示了这样一种情况，即使用一个单独的 EPB 标记段来保护主头部。在这种情况下，L1 数据由 EPB 数据中的 L2 部分来保护，并且使用缺省的主头部纠错码。L4 数据使用 L3 来保护，并使用 PePb 参数中指定的纠错码。

LDPePb 参数允许差错保护可在主头部内任意字节对齐的位置停止。LDPePb 给出了使用缺省纠错码和 PePb 参数中指定的纠错码来保护的字节的数量。作为一个示例，如图 B.3 中所示，LDPePb 等于 L1 + L4 个字节。LDPePb 不应当指向主头部外部的数据字段。

主头部中可以包含多个 EPB 标记段，可以是未打包的，也可以是打包的，这就意味着它们出现在剩余的主头部信息之前，并且是一个接着另一个出现。未打包的 EPB 表示它们将正好出现在它们所指向的数据部分之前。打包 EPB 和未打包 EPB 的示例在本附件的后续部分给出。对于每一个新的 EPB，都必须使用预定义码 RS(40,13)来对其自身的 EPB 参数进行纠错。

B.3.2 拼贴部分头部差错保护

当 EPB 出现在拼贴部分头部中时，JPWL 解码器可能会对 SOT 标记段以及 EPB 标记段参数应用纠错。这种数据范围对应于图 B.4 中的 L1。而纠错所必须的冗余信息位于 EPB 冗余数据的起始处，如图 B.4 中的 L2 所示。

一旦 EPB 参数已经被纠正，则这些参数就需要被重视，尤其是 Depb, LDPePb 和 PePb 等参数。这些参数在对拼贴部分头部中的剩余部分进行纠错时是必须的。它们允许纠错码冗余可以根据差错条件而调整。这种结构可以用来保护各种重要的 JPEG 2000 第一部分标记段，如 QCD，同时也可使用较少的冗余来保护可选的标记段如 PLT，甚至根本不保护这些可选标记段。

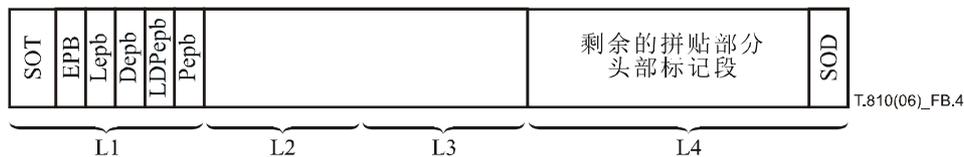


图 B.4—拼贴部分头部中EPB标记的位置和保护区域（单个EPB情况下）

图 B.4 显示了这样一种情况，即使用一个单独的 EPB 标记段来保护拼贴部分头部。在这种情况下，L1 数据由 EPB 数据中的 L2 部分来保护，并且使用缺省的拼贴部分头部纠错码。L4 数据使用 L3 来保护，并且使用 PePb 参数中指定的纠错码。

LDPePb 参数允许差错保护可在拼贴部分头部内任意字节对齐的位置停止。LDPePb 给出了使用缺省纠错码和 PePb 参数中指定的纠错码来保护的字节的数量。作为一个示例，如图 B.4 中所示，LDPePb 等于 L1 + L4 个字节。出现在拼贴部分头部中的 EPB 的 LDPePb 可能会指向拼贴部分头部以外的数据字段。这种特性在出于不平等差错保护的目的是使用 EPB 时是必须的，如附件 I 中的解释。

B.3.3 打包的和未打包的差错保护块

当主头部或拼贴部分头部的长度很长时，如由于包含了多个 PPM 或 PPT 标记段的情况下，有可能使用多个 EPB 标记段。表 A.5 中指定的 Depb 参数允许具备这种功能性。此参数还允许指示 EPB 信息是如何放置在头部中的。有两种可能途径来链接这些信息，同时保持它们之间的差错保护特性：

- 一种途径是在不同的EPB间进行交织，其中头部中的某些标记段被保护。这种结构被称为“未打包的EPB标记段”。
- 另一种途径提供了优化的冗余信息长度，被称为“打包的EPB标记段”，这种途径在剩余的头部标记段之前将所有的EPB标记段共同组成一个组。

在这两种情况下，“最后的 EPB 标记”信息允许标识 EPB 标记段是头部中的最后一个。当使用打包的 EPB 选项时，此标记尤其引人注目，它允许对剩余的头部数据进行定位，即剩余头部数据应当正好在当前 EPB 标记段的后面。

在这两种情况下，对于每一个新的 EPB，除了头部中的第一个之外，都应当使用预定义码 RS(40,13)来对 EPB 参数进行纠错，同时 LDPeqb 参数所考虑的剩余数据应当使用 Peqb 中描述的工具来保护。

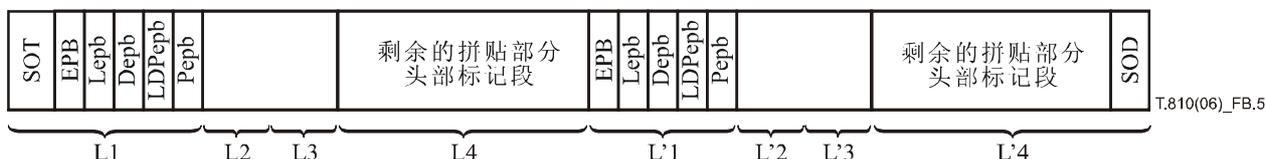


图 B.5—拼贴部分头部中的未打包EPB标记的位置和保护区域（多个EPB的情况下）

图 B.5 显示了这样一种情况，即使用两个未打包的 EPB 标记段来保护拼贴部分头部。在这种情况下，L1 数据由第一个 EPB 数据中的 L2 部分来保护，L'1 数据由第二个 EPB 数据中的 L'2 部分来保护，并且使用缺省的拼贴部分头部纠错码。L4 数据使用 L3 来保护，并使用第一个 EPB 标记段中的 Peqb 参数指定的纠错码。L'4 数据使用 L'3 来保护，并使用第二个 EPB 标记段中的 Peqb 参数指定的纠错码。

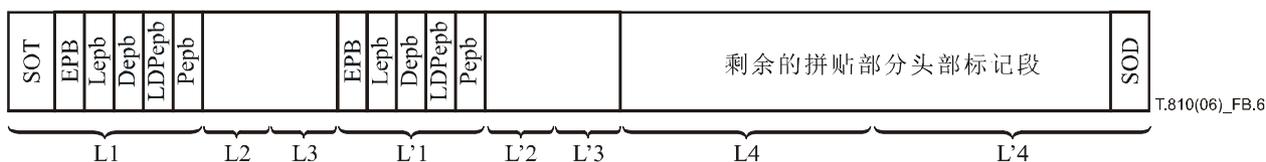


图 B.6—拼贴部分头部中的打包EPB标记的位置和保护区域（多个EPB的情况下）

图 B.6 显示了这样一种情况，即使用两个打包的 EPB 标记段来保护拼贴部分头部。在这种情况下，L1 数据由第一个 EPB 数据中的 L2 部分来保护，L'1 数据由第二个 EPB 数据中的 L'2 部分来保护，并且使用缺省的拼贴部分头部纠错码。L4 数据使用 L3 来保护，并使用第一个 EPB 标记段中的 Peqb 参数指定的纠错码。L'4 数据使用 L'3 来保护，并使用第二个 EPB 标记段中的 Peqb 参数指定的纠错码。

B.3.4 循环冗余校验

Pepb 参数可以描述两种不同类型的技术，循环冗余校验和纠错，同时还可以描述这些技术所使用的参数。为了确保数据在传输中是没有错误的，大多数通信协议都使用了一种称为循环冗余校验（CRC）的奇偶校验过程[11]。CRC 码是线性分组码的一个子集。

CRC 可被用于 EPB 中，用以替代纠错冗余数据，除了 EPB 标记段中总是使用适当的缺省纠错码来保护的那些参数以外。CRC 的使用通过 EPB 标记段中的 Pepb 参数来标示（见表 A.6 和 A.7）。

一个 M-比特的 CRC 具有一种算术特性，即可以检测出 M 个或更少个连续比特中出现的所有差错，以及有 $1/2^M$ 的概率检测不出差错。在一些典型的应用中，CRC 为 16 个比特长度。

一个 M-比特的 CRC 是基于一个 M 级的多项式。JPWL 使用下面两个多项式：

对于 16 比特的 CRC (CCITT-CRC/X25): $x^{16}+x^{12}+x^5+1$

对于 32 比特的 CRC (AUTODIN/ETHERNET): $x^{32}+x^{26}+x^{23}+x^{22}+x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^8+x^7+x^5+x^4+x^2+x+1$

附 件 C

差错保护能力

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

C.1 EPC标记段的用法

EPC 标记段标示了码流中是否出现了 JPWL 定义的其他三个标准的标记段, 分别称为差错敏感度描述符(ESD), 残留差错描述符 (RED) 和差错保护块 (EPB)。另外, 它还标示了为保护码流不受传输差错的影响而使用的参考性工具。这些工具包括的技术如容错的熵编码, FEC 码, UEP 和数据分割/交织等。这些参考性工具没有在本建议书 | 国际标准中定义。而是向 JPWL RA 进行了注册。在注册后, 每种工具都被分配一个 ID, 用以唯一地标识此工具。关于使用 RA 的更多信息可以参见附件 K。EPC 标记段还对如何处理与这些参考性工具相关的参数进行了指配。在遇到一个 JPWL 码流后, 解码器通过对 EPC 标记段进行解析, 并且通过查询 RA 后, 能够识别出使用了哪个/哪些工具来保护此码流。然后, 解码器可以执行适当的步骤来对码流进行解码, 例如获取或下载适当的工具。

EPC 标记段在主头部中是必选的, 在拼贴部分头部中是可选的。在每个主头部和拼贴部分头部中, 最多可以出现一个 EPC。

一个 EPC 标记段可以包含多个 ID (具有相关联的参数), 用以指示有多个差错保护技术被应用在码流上。这些 ID 出现在 EPC 中的顺序, 即是这些技术应用在解码器一侧的顺序。一个 EPC 标记段也允许可以不包含任何 ID。

如果有某个技术是应用在整个码流上的, 则其 ID 必须在主头部的 EPC 中被指示。一个拼贴部分头部中的 EPC 所包含的 ID 是应用于此拼贴部分的技术的 ID。

由编码器来确保两个或多个技术的组合可以导致一致的和有意义的结果, 并且确保解码器有足够的资源来执行解码。为了避免处理上的超负荷, 在多种技术的情况下, 对于解码器而言并不要求能够对所有的技术都解码; 也允许解码器仅对已知技术所保护的那些码流部分进行处理。此外, 值得注意的是两个或多个技术的组合可以向 RA 申请注册为一个单独的新技术。

C.2 P_{CRC}

P_{CRC} 是一个 16 比特的参数, 包含了奇偶校验比特用以验证 EPC 标记是否被差错所破坏。特别地, CRC 是基于一个码字来计算的, 该码字包含了级联的 EPC, L_{EPC}, CL, P_{EPC} 和完整顺序的 ID⁽ⁱ⁾, L_{ID}⁽ⁱ⁾ 和 P_{ID}⁽ⁱ⁾ (即不包含 P_{CRC} 自身的完整的标记段) 等。必须使用 B.3.4 中定义的 CCITT-CRC/X25 来产生奇偶比特。

C.3 数据长度 (DL)

一个压缩的视频序列可被当作一种原始的码流序列来进行传输。在这种情况下, 解码器在每个新帧的起始处都必须小心正确地同步。在一种无差错的情况下, 这不是问题, 因为可以解析 SOC 和 EOC 来定位每个码流的起始和终止, 但在一种易出错的环境中, 就不是这种情况了, 因为这些标记可能被破坏而变得不可用。由于这种原因, 于是插入某些附加的“冗余”信息就是有用的, 这些信息可以由解码器来使用, 以便在某个解码失败后提高自己的重新同步能力。到最后, EPC 标记段包含 DL 参数, 该参数指定了 EPC 何时位于主头部, 以及当前码流的总长度 L, 以字节计数。作为结果的是, 如果 EOC 标记没有出现在它被期望的地方, 则解码器将跳过起始于 SOC 的 L 个字节, 并且验证下一帧的 SOC 标记是否被破坏。否则, 如果当前帧的 SOC 标记也被破坏, 则解码器可以寻找最后一帧的 EOC 标记, 跳过 L+2 个字节, 并且验证下一帧中是否出现 SOC 标记。

DL 参数是一个由四字节表示的无符号整数, 当 EPC 标记段位于主头部时, 它表示了当前码流的长度, 以字节计数, 或者当此信息不可用时取值为零。

DL 参数是一个由 4 字节表示的无符号整数, 当 EPC 标记段位于当前拼贴部分头部时, 它表示了此当前拼贴部分头部的长度, 以字节计数, 或者当此信息不可用时取值为零。

C.4 P_{EPC}

P_{EPC} 是一个 8 比特的参数，指示了码流中 ESD, RED 和 EPB 标记段的存在，以及参考性工具的使用。此信息对于解码器快速获知码流是否能够被解码，以及码流中哪些信息可用是有用的。

C.5 工具的标识 (ID)

用以保护码流不受传输差错影响的参考性工具必须在 RA 中注册（见附件 K）。在注册后，每个工具都被分配一个 ID，用以唯一地标识此工具。

在编码器一侧，当使用某个已注册的参考性工具时，为了标示使用了此工具，则相应的 ID 被插入到 EPC 中。在解码器一侧，解码器解析 EPC 标记段，并能够识别出已经使用的已注册参考性工具。然后，解码器可以查询 RA 关于这些工具的信息，并且执行最适当的动作对码流进行解码（例如获取或下载适当的工具）。

ID 值 0 到 15 被保留。

C.6 工具的参数 (P_{ID})

此参数可被用于标示已经应用到码流上的工具的参数。

P_{ID} 的格式没有在本建议书 | 国际标准中指定，但是在工具注册时已经通过 RA 进行了注册。

附件 D

差错敏感度描述符

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

D.1 引言和应用

差错敏感度信息为码流的不同部分对差错的敏感性程度提供了一种测量方法，即每一部分的丢失对解码后的图像质量的影响程度。差错敏感度的信号化有多种可能的应用；其中的某些应用描述如下：

- 不平等差错保护。在UEP中，更强壮的码将分配给码流中最敏感的部分。典型地，这会比平等保护策略提供更高的平均信噪功率比（PSNR）。为码流中每个部分分配的码依赖于每一部分的敏感度。值得注意的是，对于不平等保护，差错敏感度信息是由编码器提供的，但是对于解码器而言并不是必须的，解码器仅需知道使用了哪些保护参数即可（见附件I中UEP的示例）。
- 速率代码转换。在某些应用中，可能会有一个子系统负责处理将图像和视频从一个源传输到一个或多个用户。该子系统可以知道码流的语法，并且可以执行基本的解析。如果为了使输入的数据速率能够适应当前的传输条件，而必须执行速率代码转换的话，该子系统可以采纳智能的服务质量策略，即不仅仅是将码流截短，而且可以查找差错敏感度表来确保所选择的截短速率提供了一种合理的图像质量级别。
- 选择性重传。该子系统的能力还可以被用来优化重传管理，方法是那些基于差错敏感度信息，从质量观点来看更重要的码流部分分配一个更大的重传尝试次数。
- 智能预取。在流化的视频应用中，该子系统可以决定先预取当前和下一个帧中的最重要包，然后提前将其发出。如果这些包被丢失的话，这就允许执行更多次数的重传。最重要的码流部分可以通过简单地查找ESD内容来选择。

值得注意的是差错敏感度信息比 JPEG 2000 第二部分兼容码流中的其他部分的重要性稍低一些，因为它对于解码而言不是严格必须的。

D.2 标记定义和在码流中的位置

ESD 是一个标记段，包含了与码流或拼贴的不同部分的差错敏感度相关的信息。

ESD 标记段应当出现在主头部和/或拼贴部分头部。如果它出现在主头部中，则其敏感度描述应当应用到完整的码流上，如果它出现在某个拼贴部分头部，则描述信息应当仅应用到此拼贴部分。规定如果某个 ESD 标记段既出现在主头部，又出现在拼贴部分头部，并且出现模棱两可的情况下，则拼贴部分头部 ESD 中的信息将覆盖主头部 ESD 中的信息。在每个主头部和拼贴部分头部，都允许出现多个 ESD；这样可以使用不同的度量方法来提供差错敏感度，例如使用 MSE 和 MAXERR。然而，也可能有两个 ESD 标记段都出现在某个给定的头部，且使用同一种差错度量方法，并且它们还覆盖了码流的相互重叠的部分。为了避免在差错敏感度描述中的模棱两可，规定为一旦涉及到具有同一种测量方法的重叠部分，则使用最后一个 ESD 中的差错敏感度值。

D.3 将码流细分为数据单元

敏感度信息可以提供给码流中的一个或多个特定的数据单元。本附件规定了定义数据单元的三种不同的寻址模式，称为包模式，字节范围模式和包范围模式。

- 在字节范围模式中，每个数据单元都是通过明确地标识码流的起始和终止字节来描述的；敏感度值指向那些特定的字节范围。起始和终止字节通过两个或四个无符号整数来指定；这就允许处理“常规的”和“长的”码流。码流中的字节编号起始为零。如果ESD位于主头部中，则字节编号指的是码流的起始处（包括SOC标记段）。如果ESD位于某个拼贴部分头部，则字节编号指的是该拼贴部分的起始处（包括SOT标记段）。
- 在包模式中，数据单元是JPEG 2000第一部分中定义的包。根据ESD是包含在主头部中还是某个拼贴部分头部中，为相应的码流或拼贴部分中的每一个包都指定了一个敏感度值。
- 在包范围模式中，由一个起始包和一个终止包所定义的JPEG 2000包的一个范围标识了一个数据单元，并为该数据单元提供了一个敏感度值。起始和终止包由两个或四个字节的无符号整数来指定。

如果ESD位于主头部中，且使用了包模式或包范围模式，则包的编号对应于码流中包的顺序。如果ESD位于某个拼贴部分头部，且使用了包模式或包范围模式，则包的编号对应于A.8.1/JPEG 2000第一部分中使用的编号，在每个新的拼贴部分中都从0开始。

D.4 敏感度信息

D.4.1 敏感度值的含义

对于具有多个组件的图像，包含在ESD中的差错敏感度值可以指向某个单独的组件，或者也可以被规定为是所有组件的平均值，如Pesd中的规定。

敏感度值可以采用两种不同的方法来表示，即相对敏感度值和绝对敏感度值。（注意JPWL中相对敏感度的定义与JPSEC中的相对重要性等价。）相对敏感度以一个无符号的整数值来表示，描述了某个给定码流部分与其他部分相比的差错敏感度。绝对敏感度指的是与某个特定的差错度量方法相关的敏感度信息，度量方法如MSE, PSNR或MAXERR（最大的绝对误差）。Pesd参数指定了正在使用的是相对敏感度模式还是绝对敏感度模式。

每个码流数据单元的相对敏感度信息应当采用一个无符号整数来表示，范围从0到 2^P-1 。其中，参数P可以为8或16；这就允许选择是一种粗略但紧凑的描述，还是一种更精确的描述。规定敏感度的最高值应当分配给‘最重要的’码流部分。值 2^P-1 应当专门保留给主头部和拼贴部分头部。确切地说，部分或全部包含某个给定码流的主头部或拼贴部分头部的数据单元可能具有的敏感度信息等于 2^P-1 ；相反地，没有包含主头部或拼贴部分头部的任意部分的数据单元都不应当具有等于 2^P-1 的敏感度。对于没有指定敏感度信息的码流部分，应当使用的值为0。所有其他的值都应当表示所指码流部分的相对重要性，在 $[1, 2^P-2]$ 范围内，其中较大的数指示较高的重要性级别。

绝对敏感度值也可以使用一个或两个字节来表示，如Pesd参数的指示。对于单字节情况，值0xFF（对于双字节情况，则为值0xFFFF）应当专门为主头部和拼贴部分头部保留。确切地说，部分或全部包含某个给定码流的主头部或拼贴部分头部的数据单元可能具有的敏感度值等于零；相反地，没有包含主头部或拼贴部分头部的任意部分的数据单元都不应当具有等于零的敏感度值。对于没有指定敏感度信息的码流部分，应当使用的值为0。所有其他的值都应当表示与所指码流部分相关的度量值。

绝对敏感度值被绑定到一种特定的差错/质量度量方法上，如MSE, TSE, PSNR或MAXERR。可以使用正常的或增长的差错度量方法，如“MSE”和“MSE递减”，或者“PSNR”和“PSNR递增”。“MSE”的含义是“均方差”，是通过直到（并包含）指定了MSE的数据单元进行解码而得到的；“MSE递减”指定了通过对此数据单元进行解码而获得的MSE的改善；类似的还有PSNR。TSE指的是总方差，与均方差相对。

差错/质量度量涉及的是整个图像，还是某个拼贴，依赖于ESD是包含在主头部，还是拼贴部分头部。

由于此信息可能难以预计，因此没有要求特定的精确度级别。这些度量方法应当以线性单元来表示；确切地说，将原始图像的 N 个像素的取值表示为 x_i （其中 $i=1, \dots, N$ ），将解码后图像的 N 个像素的取值表示为 r_i ，则差错度量方法定义如下：

$$\text{MSE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - r_i)^2$$

$$\text{TSE} = \text{MSE} * N$$

$$\text{PSNR} = \frac{M^2}{\text{MSE}}$$

$$\text{MAXERR} = \max_i |x_i - r_i|$$

其中， M 为原始图像在给定的表示法中能够取得的最大值（例如，对于 8 比特的图像， $M=255$ ）；假设该图像使用 Q 个有效位来存储，则如果数据为无符号整数，则 M 应当等于 2^Q-1 ，如果数据为带符号整数，则应当等于 $2^{Q-1}-1$ 。

在双字节格式中，绝对敏感度值应当被表示为一个伪浮点数格式的双字节数字。每个 16-比特的数都包含该度量值的指数（5 个比特）和尾数（11 个比特）。需要注意的是符号比特并不是必须的，因为度量值总是非负的。特别地，度量值的浮点数值 V 由下列公式给出（与 E.1.1.1/T.800 中关于量子化步骤长度的判别式相同）：

$$V = 2^{\varepsilon-15} \left(1 + \frac{\mu}{2^{11}} \right) \quad \text{if } \varepsilon \neq 0$$

$$V = 0 \quad \text{if } \varepsilon = 0$$

其中， ε 为无符号整数，从参数的前五个最高有效位中获得， μ 为无符号整数，从剩余的 11 个比特中获得。 $V = \infty$ 的特殊情况对应于 $\mu = 0$ 和 $\varepsilon = 31$ 。注意如果取值下溢，则将其设置为零。

计算 s , ε 和 μ 的算法在本建议书 | 国际标准中不是一个必选部分。一种可能的技术执行的步骤如下所述（提供了一个转换数字 12.25 的一个示例）。如果 $V=0$ ，则设置 $\varepsilon = \mu = 0$ 。否则：

- 将 V 转换为一个二进制数字（ $12.25_{10} = 1100.01_2$ ）；
- 将此数字规范化：这意味着在二进制的小数点左边应当只有一个数字，并且通过适当的 2 的幂次来表示此原始值。 1100.01 规范化后的格式为： 1.10001×2^3 ；
- 指数即为 2 的幂次，以余数符号来表示。指数的偏移量为 15；因此对于本例，指数表示为 18_{10} （ 10010_2 ）；
- 尾数表示有效位，即除了二进制小数点左面的一个比特之外，由于该比特总是 1，因此不需要被存储；可能还会附加一些 0 以便获得 11 个比特。对于本例，尾数为 10001000000。

单字节格式的定义如下所示，与 JPSEC 中总失真字段的单字节格式完全相同。度量值使用一个单字节失真字段来表示，且采用一个伪浮点类型的表示法。失真字段中可用的 8 个比特被分配给度量值的尾数（ m ）和 16 进制指数（ exp ），以便在精确度和动态范围之间提供一种适当的平衡。需要注意的是同双字节格式一样，符号比特并不是必须的，因为度量值总是非负的。为了涵盖一个足够动态的范围，使用了 16 进制，并且使用 4 个比特表示指数（ exp ）。尾数也使用 4 个比特来表示。因此，度量值 V 如下所示：

$$V = m \times 16^{\text{exp}}$$

其中， m 的取值范围为 $0 \leq m \leq 15$ ，而 exp 的取值范围为 $0 \leq \text{exp} \leq 15$ 。零值表示为 $m = 0$ 和 $\text{exp} = 0$ ，即表示度量字段为零。由于为尾数 m 分配了 4 个比特，则精确度在 $\frac{1}{2} \times (1/2^4) = 1/32$ 之内，或是大约 3% 以内。指数使用 4 个比特，且使用了 16 进制，则动态范围为 0 到无穷，其中无穷表示为 $m = 15$ 和 $\text{exp} = 15$ ，对应于度量值为 $15 \times 16^{15} = 1.7 \times 10^{19}$ 。

需要注意的是，当使用这种格式的度量值时，比较两个度量值哪个更大可以通过简单地比较作为无符号字符的两个值即可实现。确切地说，在执行这种比较时，不需要将伪浮点格式转换为实际的度量值来判断哪个值更大或更小。这种特性可以简化在各种应用中的处理。

D.4.2 ESD数据字段

在 ESD 数据字段的定义中，根据所使用的码流寻址方法，要考虑三种情况。

在包模式中，根据 ESD 是包含在主头部中还是某个拼贴部分头部中，为相应的码流或拼贴部分中的每一个包都提供了一个敏感度值。ESD 数据字段中包含的数据是将每个包的（相对或绝对）敏感度值级联起来。如果 ESD 标记段处于主头部中，则假设这些值是按照 SOP 标记中的包编号所指定的顺序出现的（见 JPEG 2000 第一部分，附件 A.8.1）；如果 ESD 标记段处于某个拼贴部分头部，则 ESD 数据字段中包含的数据是将此拼贴部分中所有包的敏感度值级联起来。注意，Lesd 参数可被用于提前计算包含在 ESD 数据字段中的敏感度值的数量。

在字节范围模式中，ESD 数据字段也是记录的一个级联。每个数据记录的长度依赖于规定每个起始和终止字节时，使用的是两个字节还是四个字节，同时也依赖于敏感度描述使用的是单字节还是双字节。这些参数可以通过 Pesd 推导出来。每个记录都包含数据单元的起始字节，数据单元的终止字节，以及该数据单元的（绝对或相对）敏感度值，并且按照如上所述的顺序。起始和终止字节指的是码流或某个拼贴部分的起始处和终止处，依赖于 ESD 标记段是包含在主头部还是拼贴部分头部。注意，Lesd 参数可被用于提前计算包含在 ESD 标记段中的记录的数量。

在包范围模式中，ESD 数据字段也是记录的一个级联。每个记录的结构与字节范围模式中的结构完全相同，除了一个事实，即定义每个数据单元时使用的是起始和终止包，而不是起始和终止字节。起始和终止包从码流或拼贴部分的起始处开始计算，根据 ESD 标记段是包含在主头部中还是拼贴部分头部中。

D.5 示例和指南

在下列小节中，我们提供了关于 ESD 标记段可能用法的两个示例。第一个示例指的是相对敏感度，而第二个示例指的是绝对敏感度。

D.5.1 示例1 — 使用包模式的相对敏感度

考虑以一种不可逆模式传送一个每像素 0.5 个比特 (bpp) 的灰阶图像。使用一个遵循 JPEG 2000 第一部分的编码器来产生一个适用于在无线信道中传输的码流；并使用 JPWL 为此码流增加差错敏感度信息，确切地说是产生一个 ESD 标记段，以此来优化解码器的性能。一个 JPEG 2000 第一部分编码器可以使用算术编码器终止作为容错工具，并与 SOP 和 EPH 标记一起使用。可以使用一个 PPM 标记段将主头部中的所有包头都打包，这样所有的头部信息就都组织在码流的起始处，可以更容易地被保护。主头部中的 PLM 标记段也是有用的，可以总结码流中的所有包的长度；然而，为了简化，本例中没有使用此标记段。为了可扩展性，使用了层渐进式模式，其中层在 0.25 和 0.5 bpp 之间（即目标比特率）。由此形成的码流包含了 12 个包。在速率分配过程中，编码器收集率失真信息。需要注意的是 ESD 标记段中的质量度量方法以线性单位来表示，而不是以 dB 来表示（以 dB 表示的值是本附件所定义的线性值的 10 的对数的 10 倍）。让我们假设，在 0.25 bpp 速率下进行解码将产生 PSNR = 2355 (33.72 dB)，而在 0.5 bpp 速率下进行解码将产生 PSNR = 5152 (37.12 dB)。对于 JPEG 2000 第一部分的包而言，由速率分配器提供的数据在表 D.1 中给出。本表格中，列“PSNR”表示通过对图像进行解码而获得的 PSNR，并且是解码到该特定的包；列“ Δ -PSNR”包含了对每个包相对贡献的一个计算值，是一个比值，其计算方法是解码到当前包所获得的 PSNR 和解码到之前包所获得的 PSNR 之间的比值（该比值等于以 dB 表示的值之间的差）。相对差错敏感度可以简单地定义，方法是将具有较高 PSNR 贡献的包标记为 $S=0xFE$ ，然后对递减了 Δ -PSNR 的包进行标记，标记为 S 的递减值，直到 0.25 bpp 的第一层。对于处于第二层的所有包，其敏感度相同，且等于 $S=0xF8$ 。

表D.1—差错敏感度的计算

| 包号 | 速率(bpp) | PSNR (线性) | PSNR (dB) | Δ -PSNR | S |
|----|---------|-----------|-----------|----------------|------|
| 1 | 0.024 | 28.1 | 14.48 | 28.1 | 0xFE |
| 2 | 0.04 | 154.2 | 21.88 | 5.50 | 0xFD |
| 3 | 0.077 | 304.8 | 24.84 | 1.98 | 0xFA |
| 4 | 0.142 | 851.1 | 29.30 | 2.79 | 0xFC |
| 5 | 0.227 | 2037.0 | 33.09 | 2.39 | 0xFB |
| 6 | 0.253 | 2355.0 | 33.72 | 1.16 | 0xF9 |
| 7 | 0.254 | 2471.7 | 33.93 | 1.05 | 0xF8 |
| 8 | 0.257 | 2483.1 | 33.95 | 1.00 | 0xF8 |
| 9 | 0.269 | 2546.8 | 34.06 | 1.03 | 0xF8 |
| 10 | 0.312 | 2844.5 | 34.54 | 1.12 | 0xF8 |
| 11 | 0.397 | 3572.7 | 35.53 | 1.26 | 0xF8 |
| 12 | 0.5 | 5152.3 | 37.12 | 1.44 | 0xF8 |

总结一下，我们填写一个 ESD 标记段，使用的是上述为本示例码流计算而来的相对差错敏感度（每一个值占用一个字节），并且使用包模式作为码流的索引模式；而度量方式是为单独的图像组件而指定的。最终形成的 ESD 标记段的十六进制表示如下所示（参数以“|”分隔，而记录以空格分隔）：

FF68 | 0010 | 01 | 00 | FE FD FA FC FB F9 F8 F8 F8 F8 F8 F8

D.5.2 示例2 — 使用字节范围模式的绝对敏感度

在本示例中，我们使用字节范围模式（每个起始字节和终止字节都使用两个字节），并且绝对敏感度采用双字节格式。明确地选择“PSNR 递增”作为差错度量方法。从之前的示例我们回忆一下，在速率为 0.25 和 0.5 bpp 时，PSNR 分别等于 2355 和 5152（注意 0.25 和 0.5 的速率指的是码流速率，而不包括 ESD 标记段）。此外，对码流的解析显示前 554 个字节中包含了主头部和拼贴部分头部。于是可以决定描述三个数据单元，分别被称为头部，码流的前一半，和码流的后一半。确切地说，从字节 1 到字节 544 的数据单元的 $S=0$ ，从字节 555 到字节 8224 的数据单元的 $S=2355$ ，从字节 8225 到字节 16288 的数据单元的 $S=2797 (=5152-2355)$ 。敏感度值被指定为是所有组件的平均值；由于仅有一个组件，因此相当于说这些值指的是组件 1 的值。所形成的标记段，使用伪浮点数来表示 S，如下所示：

FF68 | 0016 | 00 | 65 | 0001 022A 0000 022B 2020 D133 2021 3FA0 D2ED

附 件 E

残留差错描述符

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

E.1 引言

RED 标记段标示了残留差错的存在，这些差错在 JPWL 解码器处理后，可能仍会对码流产生影响。关于这些差错的存在和类型（删除或翻转）的信息可能被一个“知道 JPWL 的”JPEG 2000 解码器使用，用以提高解码能力或者应用某些技术，如：

- 选择性重传；
- 差错隐藏；
- 如果在视觉上不相关，则丢弃被破坏的信息。

E.2 残留差错的标示

RED 标记段可以三种不同的模式进行操作，分别是字节范围模式、包模式和包范围模式。

字节范围模式：

- 在字节范围模式中，每个数据单元是通过明确地标识码流的起始和终止字节来描述的；残留差错值指向那些特定的字节范围。起始和终止字节通过两个或四个无符号整数来指定；这就允许处理“常规的”和“长的”码流。码流中的字节编号起始为零。如果 RED 位于主头部中，则字节编号指的是码流的起始处（包括 SOC 标记段）。如果 RED 位于某个拼贴部分头部，则字节编号指的是该拼贴部分的起始处（包括 SOT 标记段）。如果采纳了一个里德索罗门解码器，则每个数据块的典型长度为所选择的里德索罗门码字的长度。
- 后面跟随的两个字节包含了数据块中差错的数量（如果可用的话）(0x0000 – 0xFFFE)，或者如果差错的确切数量不可用时，也可以包含一个通用的差错存在指示 (0xFFFF)。

包模式：

- 在包模式中，数据单元是 JPEG 2000 第一部分中定义的包。根据 RED 是包含在主头部中，还是某个拼贴部分头部中，为相应的码流或拼贴部分中的每一个包都指定了残留差错值。后面跟随的两个字节包含：
 - 数据块中差错的数量（如果可用的话）(0x0000 – 0xFFFD)；
 - 一个包删除的指示 (0xFFFE)；
 - 如果差错的确切数量不可用时，则包含一个通用的差错存在指示 (0xFFFF)。

包范围模式：

- 在包范围模式中，由一个起始包和一个终止包所定义的 JPEG 2000 包的一个范围标识了一个数据单元，并为该数据单元提供了一个残留差错值。起始和终止包由两个或四个字节的无符号整数来指定。
- 后面跟随的两个字节包含了数据块中差错的数量（如果可用的话）(0x0000 – 0xFFFE)，或者如果差错的确切数量不可用时，也可以包含一个通用的差错存在指示 (0xFFFF)。

E.3 示例

在下面的小节中，我们提供了关于 RED 标记段可能用法的两个示例。第一个示例采用包模式，并且具有较少的零星差错；第二个示例指的是采用包模式配置，并且有删除。

E.3.1 示例1 — 采用包模式并有零星差错的残留差错描述符

让我们考虑以一种不可逆模式来传送一个每像素 0.5 个比特 (bpp) 的灰阶图像。使用一个遵循 JPEG 2000 第一部分的编码器来产生一个适用于在无线信道中传输的码流；并使用 JPWL 为此码流增加差错敏感度信息，确切地说是增加一个 ESD 标记段，以此来优化解码器的性能。一个 JPEG 2000 第一部分的编码器可以使用算术编码器终止作为容错工具，并与 SOP 和 EPH 标记一起使用。可以使用一个 PPM 标记段将主头部中的所有包头都打包，这样所有的头部信息就都组织在码流的起始处，可以更容易地被保护。

让我们考虑使用 EPB 来保护头部和数据，采纳里德所罗门码，并最终采用一种 UEP 模式来考虑 ESD 信息。当工作在包模式时，将 EPB 长度设置为等于包长度可能是很便利的。这样，在整个包都丢失的情况下，这种方式可以简化重新同步。

在接收侧，JPWL 解码器之后，可能还会有这种情况发生，即一个或多个得到较少保护的包中仍然包含差错，因为它们超过了 EPB 中所选择的里德所罗门码的差错保护能力。

如果没有被编码器创建，则 JPWL 解码器将可选地创建 RED 标记来标示这些残留差错的存在。作为一个示例，假设包 7 和 8 中仍然包含差错，则所形成的 RED 标记段的表示如下所示（参数以 "|" 分隔，而记录以空格分隔）：

```
FF69h | 001Ch | 00010X01b | 00h 00h 00h 00h 00h 00h FFh FFh 00h 00h 00h 00h
      RED | Lred | Pred | RED 数据
```

E.3.2 示例2 — 采用包模式并有包丢失的残留差错描述符

让我们考虑与示例 1 中同样的场景，即相同的图像和相同的保护模式。在本示例中，为差错的产生采纳了一种包丢失模式，并假设示例在 UDP 连接中。让我们假设，在本示例中，包含了 JPEG 2000 包 7 和包 8 的一个 UDP 包全部丢失。

如果 RED 标记段尚未存在，则 JPWL 解码器将可选地创建 RED 标记来标示这种情况；所形成的 RED 标记段的表示如下所示（参数以 "|" 分隔，而记录以空格分隔）：

```
FF69h | 001Ch | 00010X01b | 00h 00h 00h 00h 00h 00h FEh FEh 00h 00h 00h 00h
      RED | Lred | Pred | RED 数据
```

应当注意的是，当删除存在时，解码器必须修改出现在标记段中的长度参数，或者使用填充的虚拟数据将缺口填充。

附件 F

在易出错环境的上下文中编码JPEG 2000码流的指南

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

F.1 引言

本附件仅作为参考,为 JPEG 2000 第一部分和 JPWL 工具在易于出错的环境中如何使用提供了一些指南。JPEG 2000 第一部分定义了一系列的容错工具,可被用于在易出错环境中对图像进行编码。这些工具的分类如表 F.1 所示。JPWL 定义了一系列附加的差错保护工具,可以提高码流针对传输差错的容错性,并且可以有助于解码器管理残留差错。

F.2 JPEG 2000 第一部分容错工具

表 F.1—JPEG 2000 第一部分容错工具

| 工具的类型 | 名称 |
|-------|---------------------------------------|
| 熵编码级别 | 码块 算术编码器在每个通道的终止 可预知的终止 分割符号 |
| 包级别 | 短包格式(打包的包头) 具有重新同步标记的包(SOP) 选区 |

由于信道差错(或包丢失)可以表现为不同的模式,一般来说,不可能提前获知容错工具的哪种组合将带来最好的效果。然而,在易出错信道的上下文中,已经进行了一种广泛的研究,主要考虑少数几种现实的应用场景,如 3GPP 网络,数字广播联盟(DRM),以及 IEEE 802.11 无线局域网(WLAN)等。从这些研究中,可以推导出一些通用的指南。

关于 JPEG 2000 第一部分中定义的容错工具,下面的标记是按顺序的。

一般来说,一种途径是希望为主头部和拼贴部分头部分配一个高级别的保护,因为要正确地执行解码,这些头部是必要的。在易出错情况下,包头也是非常有用的,因为它们允许解码器可以跳过被破坏的编码通道,并且重新同步和继续解码。当使用了打包的包头选项时,与主头部和拼贴部分头部一起来保护包头是非常容易的。

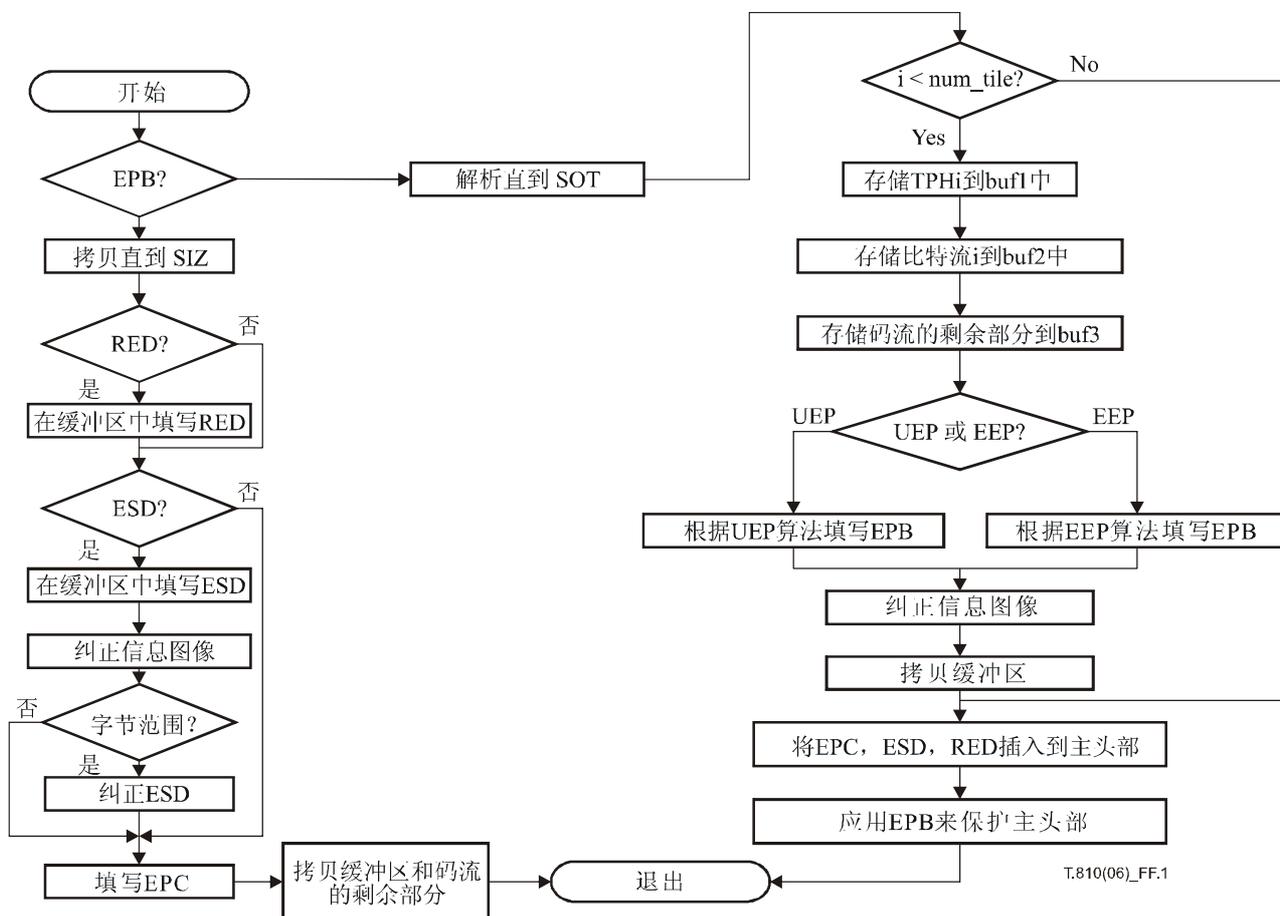
算术编码器的终止可以允许检测到传输差错。如果在每个编码通道后此上下文都被重置,则解码器可以检测到差错,丢弃掉受差错影响的编码通道,并且继续解码。这就强有力地限制了传输差错的范围,并且不会很大地影响编码效率。由于编码通道是能够被丢弃的最基本的数据单元,因此在一个易出错环境中,编码通道应当是“尽可能小”并且不影响编码的效率。这就意味着在无差错情况下使用更小的码块,一般来说会产生增强的性能。

F.3 JPEG 2000 编码器实现指南

本节中,我们对遵循 JPWL 的编码器的实现提出了一些指南。过程的描述以图形方式显示在图 F.1 中。确切地说,要遵循的基本动作为:

- 获取 JPWL 参数;
- 对 JPEG 2000 第一部分进行编码;
- 引入所要求的 JPWL 标记。确切地说:
 - EPC 标记
 - 填写标记(0xFF68),存储此位置,并且跳过8个字节;
 - 读取 JPWL 参数,并填写 Peps;
 - 如果使用了 EPB,则填写 Pepsb;
 - 跳回到标记的后面;

- 计算标记段长度和码流长度;
 - 计算并填写CRC 16-CCITT;
- EPB部分
- 填写标记 (0xFF66);
 - 为EPB数据的第一部分确定EPB类型和保护参数;
 - 填写LDPeqb, Depb, Peqb;
 - 计算标记段长度;
 - 存储保护数据的第一部分, 并计算RS(n1,k1);
 - 如果要求CRC, 则对存储在缓冲区中的数据计算CRC;
 - 如果要求一个RS(n2,k2), 则对存储在缓冲区中的数据计算RS;
- ESD部分
- 填写标记 (0xFF67) 和Cesd及Pesd参数;
 - 根据每个包的失真值计算 Δ -MSE, PSNR和 Δ -PSNR;
 - 确定要使用的度量方法;
 - 确定数据表示模式 (包, 字节范围, 还是包范围模式);
 - 按照选定的度量方法和数据表示模式计算差错敏感度值;
 - 计算标记段长度。
- 更新指针结构 (Psot字段, 字符范围模式的ESD数据等)。



T.810(06)_FF.1

图 F.1—JPWL编码过程指南

附件 G

推荐的解码器差错处理行为

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

G.1 引言

如果在码流中存在 JPEG 2000 第一部分的容错工具，则解码器必须正确地使用它们。本附件是参考性的，目的是定义 JPEG 2000 第一部分解码器以及 JPWL 解码器在差错存在情况下的推荐行为。

G.2 JPEG 2000 第一部分解码器的推荐行为

G.2.1 ISO/IEC 15444-1 码流截取

当码流的结束部分由于传输差错或丢失而不可用时，要求解码器尽可能地解码它所能解码的信息，正如 A.4.4/JPEG 2000 第一部分中所规定的那样。

类似的，如果码流中间的某个包丢失，则后续包中的信息可能是不可用的。虽然如此，解码器还是应当至少将码流解码到丢失的包为止。实际上，已经包含在前一个包中的所有码块有可能是失去同步的。因此，不应当有更进一步的信息被加入到这些码块中。如果相应的标记树被正确检测到的话，则从没有被包含在前一个包中的码块开始的数据可能被正确地恢复。

G.2.2 ISO/IEC 15444-1 码流分割

码流被分割为主头部，拼贴部分头部，包头部和熵编码的数据。

在 JPEG 2000 第一部分中没有特别的工具来检测或纠正主头部中的差错。当主头部中出现差错时，一个标准的 JPEG 2000 第一部分解码器最终将失败。没有特殊的行为可以定义。对主头部保护感兴趣的读者应当参考 JPEG 2000 第 11 部分。

在 JPEG 2000 第一部分中没有特别的工具来保护拼贴部分头部。然而，如果能够声明某个给定的拼贴部分头部是错误的（例如，由于头部中的某个矛盾使得 SOD 没有被正确检测到），则解码器通过扫描码流找到 SOT 标记后，就可能会跳到下一个拼贴部分头部。

在 JPEG 2000 第一部分中没有特别的工具来保护包头部的内容。然而，有工具专门用于防止码流丢失同步。如果 SOP 和 EPH，以及/或 PLM/PLT 标记存在，则解码器可能会检测与解码过程的一致性。在对某个包头进行解码的过程中，如果 EPH 标记没有在期望的位置被检测出来，或者如果在对包头进行解码过程中发现的包长度与 PLM/PLT 标记所指定的长度不符合时，则该包可能会被认为是错误的，并被丢弃。于是 SOP 标记和/或 PLM/PLT 标记就被用于对下一个包进行重新同步。在任何情况下，解码器都应当对尽可能多的信息进行解码。

G.2.3 ISO/IEC 15444-1 熵编码选项的用法

一旦码流已经被正确地分割，则允许有相当数量的选项来更好地为熵编码数据进行容错。

更明确地说，可以使用与每个编码通道终止相关联的可预知终止以及分割符号来检测和定位差错。

当可预知的终止机制检测到一个差错的情况下，解码器应当：

- 如果每个编码通道的终止和分割符号都没有使用，则丢弃整个块。
- 如果使用了每个编码通道的终止，则执行解码，直到最后一个正确解码的终止为止，即解码到检测到差错的某个通道之前的那个通道。
- 如果使用了分割符号，则执行解码，直到最后一个正确解码的分割符号为止，即跳过码块的最后一个比特平面。
- 如果每个编码通道的终止和分割符号都使用了，则执行解码，直到最后一个正确解码的终止为止。

当分割符号机制检测到一个差错的情况下，则解码器应当：

- 如果可预知终止和每个编码通道的终止都没有使用，或者仅使用了可预知终止或仅使用了每个编码通道的终止，则执行解码，直到最后正确解码的分割符号为止，即解码到检测到差错的比特平面之前的那个比特平面。
- 如果可预知终止和每个编码通道的终止都使用了，则执行解码，直到最后一个正确解码的终止为止，即解码到检测到差错的某个通道之前的那个通道。

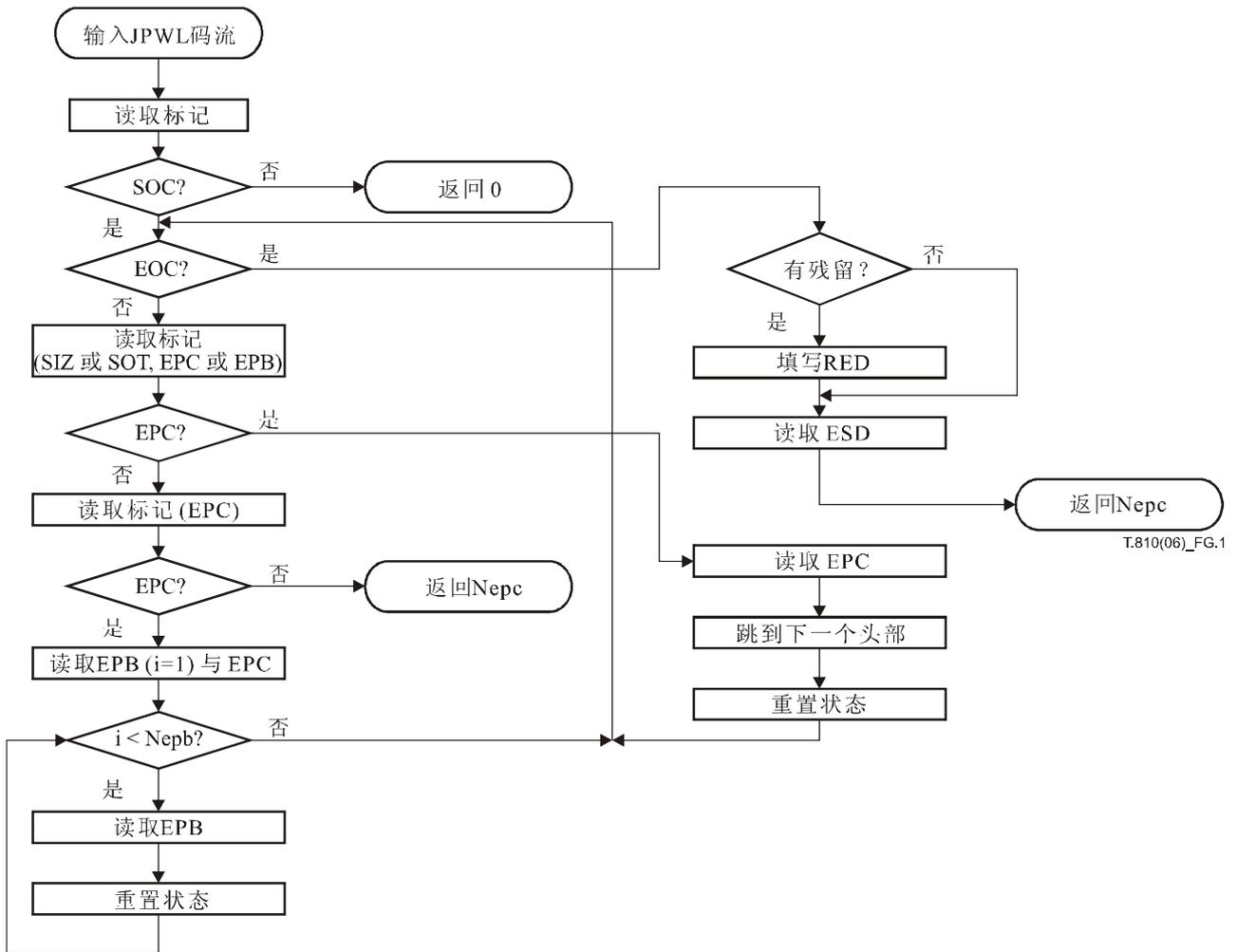
在编码器一侧，明显地推荐将可预知终止和每个编码通道的终止选项结合起来使用。正如在 JPEG 2000 第一部分规定的那样，分段符号和可预知终止/每个编码通道的终止选项可以分开使用，也可以结合在一起使用。

其他容错选项（上下文重置和旁路）在发生差错时，可以限制熵解码器的失同步。本附件中没有定义特殊的行为。

G.3 JPWL解码器实现指南

本节中，对遵循 JPWL 的解码器的实现提出了一些指南。过程的描述以图形方式显示在图 G.1 中。确切地说，要遵循的基本动作为：

- 与标记段EPC同步；
- 读取EPC：
 - 读取Lepc, Pcrc和CL；
 - 读取JPWL工具的Pepc和标签用法；
 - 存储ID结构，并且创建一个带Pepb字段的数组，对EPB解码是有用的；
 - 对调用功能检测CRC和差错存在标记；
- 读取EPB：
 - EPB参数纠正（RS解码）；
 - 读取Lepb, Depb, LDPEpb, Pepb，并检测其是否符合存储在EPC中的Pepb；
 - 确定打包/非打包模式：
 - 使用RS解码纠正后续的数据；
 - 使用CRC解码标识出出错的数据；
 - 存储残留差错位置；
- 填写RED：
 - 到主头部的结尾处，并存储码流直到EOC；
 - 填写RED参数和RED数据：
 - 拷贝解码EPB时产生的结构；
 - 纠正由于在码流中增加RED而引起的位置偏移；
 - 填写码流的剩余部分；
- 读取ESD：
 - 跳到SOC，并且开始码流的解析；
 - 对于每一个碰到的ESD标记：
 - 如果是字节范围模式，则根据Lred纠正敏感度级别的位置；
 - 读取ESD参数和ESD数据；
 - 可选地，创建一个"esdmap"文件。



T.810(06)_FG.1

图 G.1—JPWL解码过程指南

附 件 H

容错的熵编码

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

本附件中，描述了一个熵编码级的 JPEG 2000 第二部分的容错工具。注意这里所描述的所有技术都使用了附件 C/JPEG 2000 第一部分中引入的关于算术熵编码的术语和假设。本附件仅作为参考。

H.1 引言

熵编码，尤其是算术编码，对比特误差非常敏感。实际上，根据技术本身固有的记忆，一个单独的翻转比特可能会引起解码器的失步。因此，所有剩余的符号都可能是错误的。此外，在 JPEG 2000 第一部分熵编码的情况下，错误的符号可以在编码通道引起不可预知的行为，例如错误的上下文生成和系数建模等，因此会很严重地削弱解码后图像的质量。因此，即使是使用 JPEG 2000 第一部分的旁路熵编码选项的原始编码数据也要注意误差的传播。

在 JPEG 2000 第一部分，为了处理内在的熵编码器的差错敏感性，已经设计了一些容错工具。这些技术是基于编码器终止，分段和重新同步标记，允许 JPEG 2000 解码器可以实现差错检测策略；由此引起的结果是，标准的解码器可以具备能力跳过比特流中的出错部分，以避免比特误差在图像级别的传播。这种方法可被看作是一种隐藏技术，一般来说，这种技术可以处理具有中等比特误差率的传输信道。如果出现非常恶劣的传输条件，如在无线环境中，则使用更强大的纠错技术就变得很必要了。

本附件中，定义了一种修改后的算术熵编码器，并具有扩展的特性，称为软重新同步标记和禁止符号 [9][10]，允许在码块级别实现纠错策略，因此与标准的隐藏方法相比较，极大地提高了接收图像的质量。

H.2 语法

使用 EPC（差错保护能力标记）来规范表 A.1 中指定的编码参数。ID=2 被分配给容错的算术编码技术。

在 EPC 标记字段中，相关联的 P_{ID} 由可变数量的 16 比特字组成，这些字表示与每个码块相关联的熵编码参数（见表 A.2）。码块的顺序在附件 B/JPEG 2000 第一部分中指定。 P_{ID} 中的第一个字节为禁止符号参数（FSP），而第二个字节为软同步参数（SSP）。并不要求对所有的码块都指定 P_{ID} 参数。最后一个（FSP, SSP）对将应用到剩余的所有码块。如示例所示，使用一个单独的参数对为所有码流指定了参数。

表 H.1—用于容错熵编码的EPC标记段字段

| EPC标记字段 | 长度（比特） | 内 容 |
|----------|--------|---------------------|
| ID | 16 | 0000 0000 0000 0010 |
| L_{ID} | 16 | 下面 PID 参数的长度 |
| P_{ID} | 可变的 | 参数对（FSP, SSP）的级联 |

表 H.2—用于容错熵编码的 P_{ID} 参数

| 容错算术编码参数 | 长度（比特） | 内 容 |
|----------|--------|-----------------------|
| FSP | 8 | 0000 0000 – 1111 1010 |
| SSP | 8 | xxxx xabc |

H.3 带有禁止符号的二进制编码

带有禁止符号的二进制编码是基于带有禁止符号（MQF）的算术熵编码，该编码起源于标准的 JPEG 2000 第一部分熵编码器。

H.3.1 MQF概率区间的细分

概率区间被细分为三个区域，如表 H.3 中所示。第一个区间对应于禁止符号（FS），该部分永远不被编码，并且作为一种检错工具。FS 的概率为 Q_f ，并被表示为一个 16 比特的字，采纳了与附件 C/JPEG 2000 第一部分中的 LPS 概率 Q_e 所使用的相同约定。FS 概率的取值来源于 EPC 标记段中的 FSP 参数。为了将 FSP 参数（8 个比特）变换为 Q_f （16 个比特），FSP 需要乘以 $0x56$ 。为了计算相应的十进制概率值， Q_f 必须除以 $(4/3)*0x8000$ ，如附件 C/JPEG 2000 第一部分中的规定。可接纳的 FSP 范围为 $0x00$ 到 $0xFA$ 之间，其中 FSP= $0x00$ 为缺省值，保证了与 MQ 的后向兼容性。一些变换示例在表 H.3 中被报道。

表 H.3—FSP变换示例

| FSP | Q_f | FS的十进制概率值 |
|------|--------|-----------|
| 0x00 | 0x0000 | 0.000000 |
| 0x01 | 0x0056 | 0.001968 |
| 0x22 | 0x0B6C | 0.066925 |
| 0xFA | 0x53FC | 0.492096 |

定义了如下的编码区间：

- 禁止子区间 $Q_f \approx A \cdot Q_f$;
- LPS子区间 $Q_e \approx A \cdot Q_e$;
- MPS子区间 $A - Q_e - Q_f \approx A - A \cdot (Q_e + Q_f)$ 。

为了使用 FS，必须根据如下规则对标准的 LPS 概率值 Q_e （在表 C.2/JPEG 2000 第一部分中定义）进行修改，此规则相当于十进制概率值的 $(1 - \text{FS 概率值})$ 倍。

$$Q_e = Q_e - \frac{Q_e * Q_f}{\left(\frac{4}{3}\right) * 0x8000} = Q_e - (Q_e * Q_f * 3) >> 17$$

需要注意的是，要计算上述表达式需要乘以 16 比特的可变 Q_e ， Q_f ，并具有足够的比特精度。 Q_f 值可在组件、拼贴和层级别进行定义/覆盖，因此 LPS 概率表必须保持同步。

由 FS 所引入的编码冗余为 $R_f = -\log_2 \left(1 - \frac{Q_f}{\left(\frac{4}{3}\right) * 0x8000} \right)$ 个比特每输入符号。最后，值得指出的是在 $Q_f =$

$0x0000$ 的情况下，MQF 完全遵循 MQ。

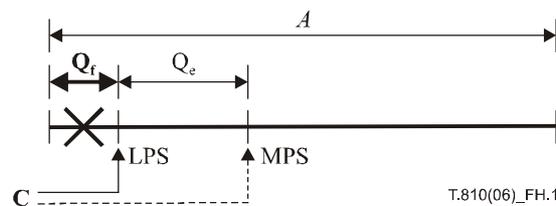


图 H.1—MQF的概率区间

H.3.2 符号编码

FS 的出现意味着要对 JPEG 2000 第一部分的算术编码步骤进行轻微的修改。尤其是, CODELPS 和 CODEMPS 过程必须按照图 H.2 所示进行修改。灰色框表示对 JPEG 2000 第一部分算术编码过程所增加的部分, 虚线框表示必须使用 JPEG 2000 第一部分过程的点。在每一个符号编码, 为了获得 MPS 区间的振幅, Q_f 都必须被 A 寄存器减去, 然后为了跳过 FS 区间, 又必须被加到 C 寄存器中。图中的两个灰色框替代了图 C.6/T.800 中标识为 $[A=A-Q_e(I(CX))]$ 的一个框。虚线框指示的是从图 C.6/T.800 中的 $[A=A-Q_e(I(CX))]$ 后的实线框开始, 过程将继续。

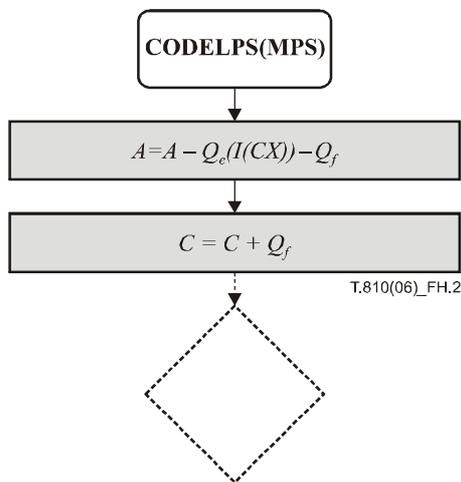


图 H.2—MQF编码器: CODELPS (MPS) 过程

H.4 容错的分割符号

增加的差错检测和同步标记, 定义如下:

- SEGMARK: 原始的标记增加模式: 在每一个比特平面的结尾增加1010, 即在每一个清除通道, 采用统一的概率进行算术编码。
- SEGMARKPASS: 在有效位传播通道和幅度细化通道的结尾增加1010, 采用统一的概率进行算术编码。
- SEGMARKSTRIPE n : 在每一个条纹的结尾增加一个标记, 采用统一的概率进行算术编码。如果 n 为 1, 则标记为10, 否则如果 n 为2, 则标记为1010。 n 的其他取值是不必要的。

SEGMARKPASS 和 SEGMARKSTRIPE 同步符号的存在是通过表 H.4 中的 SSP 标记来指示的。c 比特被设置为 1, 用来指示使用了 SEGMARKPASS 选项。其缺省值为 0。SEGMARKSTRIPE 2 选项是通过将 a 和 b 比特设置为 1 来指示的。如果这两个比特中只有一个比特被设置为 1, 则表示使用了 SEGMARKSTRIPE 1 选项。这两个比特的缺省值为 00。SSP 标记的其他比特都保留。SSP 取值的示例在表 H.4 中提供。

表 H.4—SSP的示例取值

| SSP取值 | 选项 |
|-----------|-------------------------------|
| 0000 0001 | SEGMARKPASS |
| 0000 0010 | SEGMARKSTRIPE 1 |
| 0000 0110 | SEGMARKSTRIPE 2 |
| 0000 0111 | SEGMARKPASS + SEGMARKSTRIPE 2 |

H.5 差错检测

H.5.1 差错存在时的解码

本附件所描述的容错工具可以与 JPEG 2000 第一部分所采纳的那些容错工具一起使用，为解码器提供差错检测能力。差错检测允许解码器将某个给定码块的出错编码通道的解码过程进行适当地截断，从而防止差错在转换系数级进行传播（见 J.7/JPEG 2000 第一部分）。下面，将对基于 MQF 和容错分割符号的差错检测策略进行描述。

H.5.2 MQF 差错检测

MQF 解码要求对标准的 JPEG 2000 第一部分的 DECODE 过程进行修改，如图 H.3 所示。必须使用修改后的 MQF 区间计算方法 $A = A - Q_e - Q_f$ 。FS 解码允许差错检测。实际上，如果接收到的码串正好落在禁止区间 $Chigh < Q_f$ 上，则传输差错将被检测到，并且可以采纳隐藏策略或纠正策略。相反地，如果没有发生 FS 检测，则 C 寄存器将被移动到 LPS 区间 $Chigh = Chigh = Q_f$ 的底部，并且可以使用标准的 MQ 解码。

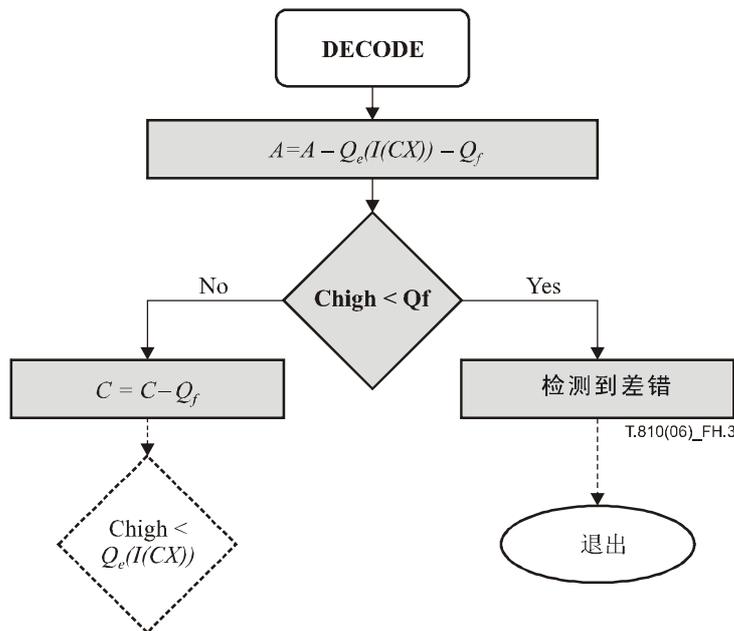


图 H.3—MQF 解码过程

H.5.3 分割符号差错检测

对分割符号的正确解码证实了解码的正确性已经到达码流的这一点。如果分割符号没有被正确地解码，则可能会存在比特差错，并可以采纳适当的对策。

H.6 差错纠正

MQF 和容错的分割符号允许实现一个能够在比特流级别正确纠正比特差错的 JPWL 解码器。

H.6.1 比特块解码

MQ 解码器的描述如图 H.4 所示。压缩数据 **CD** 和一个上下文 **CX** 被输入到解码器，以便允许输出一个二进制结果 **D**。更确切地说，为了在码块中输出第 i 个二进制结果 $d[i]$ ，有必要输入一个相关联的上下文 $CX[i]$ 以及来自压缩数据的一定数量的比特 $CD[n_{i-1}+1;n_i]$ ，其中 i 是一个通用的索引，表示在码块中对符号的扫描顺序，而 n_i 是当结果 $d[i]$ 被解码后，已经读取过的比特的总数量。索引 i 被称为是符号时钟 (*symbol clock*)，而此解码器被称为是受符号时钟驱动的。

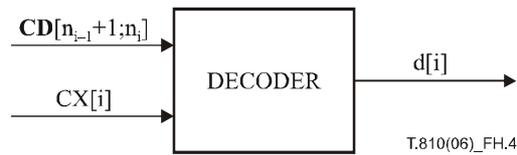


图 H.4—基于符号时钟的JPEG 2000第一部分算术解码器

出于纠错的目的，转换为一个受比特时钟 (*bit clock*) 驱动的解码器是便利的。这种转变仅影响接口，而不会影响解码器的特性。基于比特时钟的算术解码器模块接收一个单独的比特 $CD[n]$ 作为输入，其中 n 表示在比特流中的位置，以及一个可变数量的上下文 CX 对应于可变数量的输出二进制结果 D 。这种新的表示如图 H.5 所示，其中 i_n 表示当压缩数据中已经有 n 个比特被读取时，已经被解码的结果的总数量。

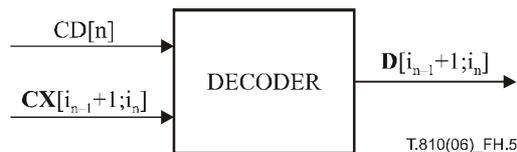


图 H.5—基于比特时钟的JPEG 2000第一部分算术解码器

为了实现这样一种解码器，分别显示在 JPEG 2000 第一部分中的图 C.15, C.18 和 C.20 中的 DECODE, RENORMD 和 INITDEC 功能都要被修改，分别如图 H.6, H.7 和 H.8 中的描述。

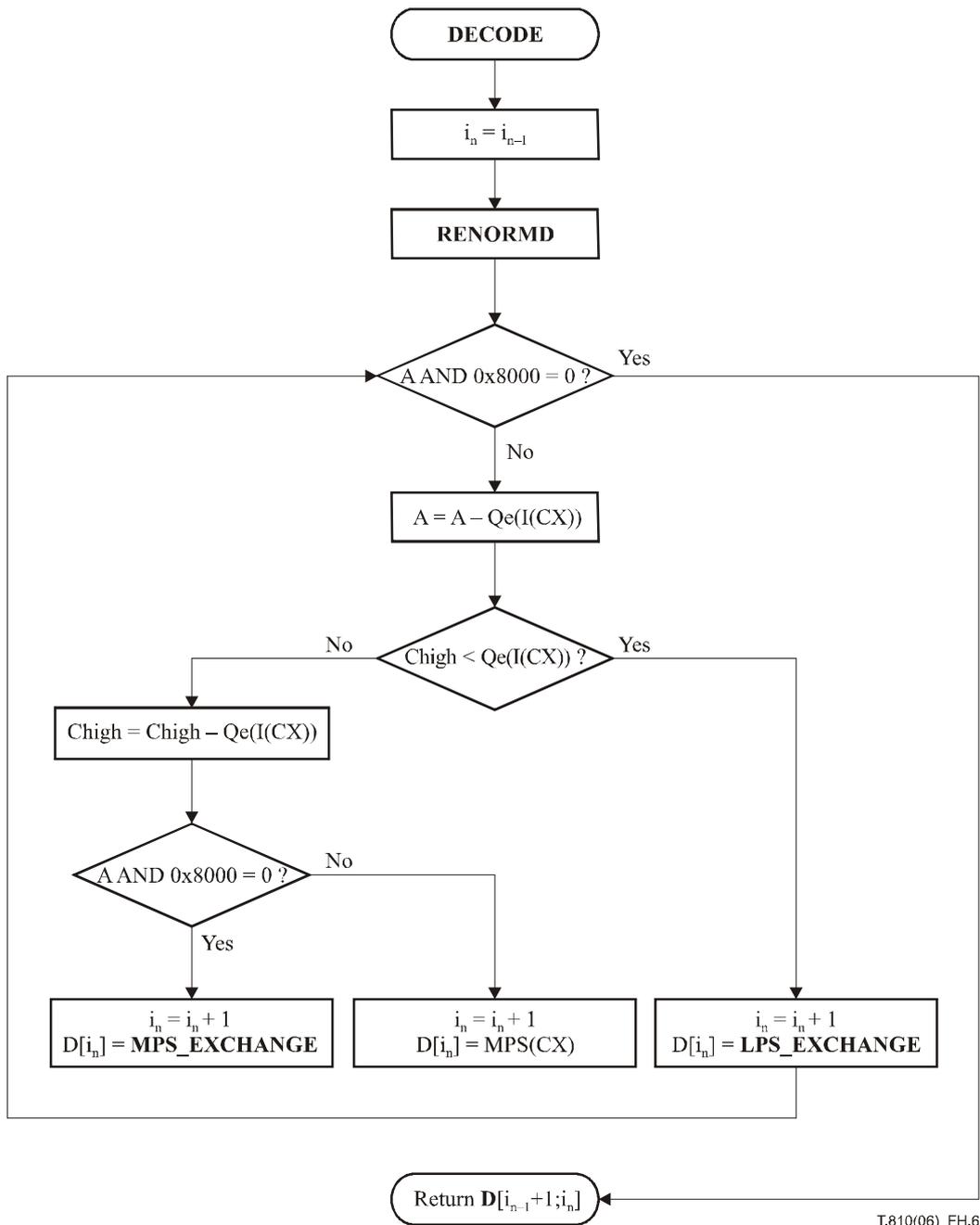


图 H.6—基于比特时钟的DECODE过程

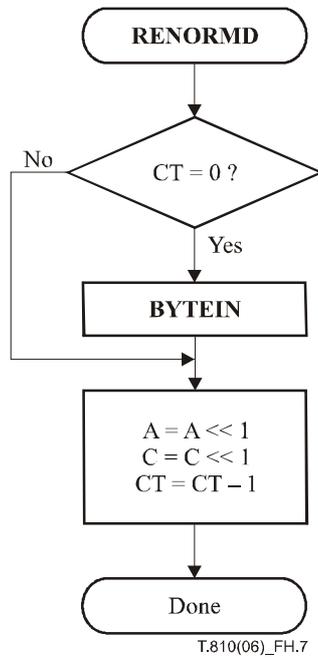


图 H.7—基于比特时钟的RENORMD过程

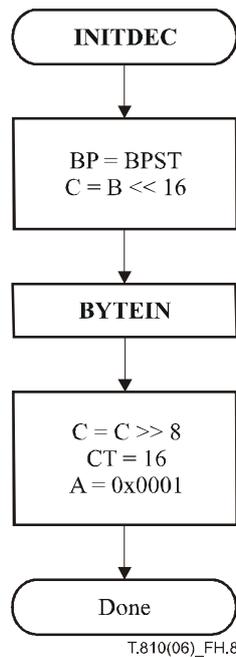


图 H.8—基于比特时钟的INITDEC过程

实际上，给定一个输入比特 $CD[n]$ ，则所有可以被标识的可能符号都会被解码。本方法允许在一个比特时钟基础上执行顺序的解码。它可以被建模为一个状态转换自动机，如图 H.9 的描述。一个状态 $\sigma[n]$ 可能包含所有必须的内部状态信息，例如算术解码器状态。状态 $\sigma[n-1]$ 和状态 $\sigma[n]$ 之间的迁移由比特 $CD[n]$ 来触发。一个可变数量的输出二进制结果 D 与此迁移相关联。

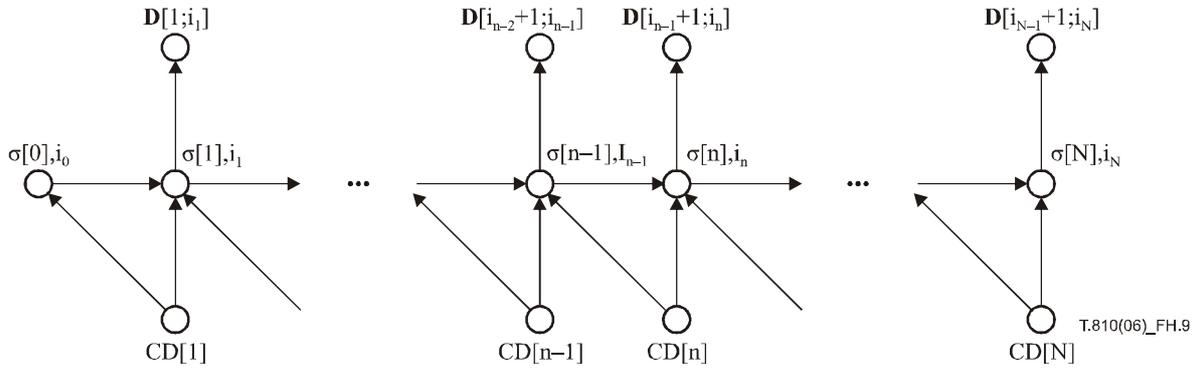


图 H.9—解码过程的状态转换自动机表示

H.6.2 比特流纠错

有一个编码后的比特流 **CD**，该比特流是某个算术编码器编码的结果，当该比特流经过一个噪音信道被传输时，JPWL 解码器会观察到一个受到破坏的比特流版本 **CD**。使用之前描述的差错检测工具来标识出比特差错的存在。在这样一种情况下，JPWL 解码器尝试通过比特时钟解码和顺序搜索技术进行差错纠正。在图 H.9 所示，在解码自动机的每一个比特深度 n ，都需要考虑一系列可能的候选比特流 CD_k 。使用一些由 k 寻址的内存空间来存储这些候选比特流的集合。每一个候选比特流 CD_k 及其相应的解码后结果 D_k ，都根据某种适当的度量标准 $M_k(n)$ 来排序，这就允许根据正确的结果 D 来选择最适当的候选比特流 CD 。

H.6.3 度量标准

H.6.3.1 MAP度量标准

具有比特深度 n 的比特流 CD_k 的最大后验概率（MAP）定义为：

$$P(D_k[1; i_n] | \underline{CD}[1; n]) \propto P(D_k[1; i_n]) \cdot P(\underline{CD}[1; n] | CD_k[1; n])$$

JPWL 解码器使用如下 MAP 度量标准：

$$M_k(n) = \log [P(D_k[1; i_n]) \cdot P(\underline{CD}[1; n] | CD_k[1; n])]$$

当出现一种无内存信道时，并且为结果比特假设一个 order-1 的马尔可夫模型，则度量标准 $M_k(n)$ 可以根据状态转换自动机计算而来，如下所示：

$$\begin{cases} M_{k(0)} = 0 \\ M_k(n) = M_k(n-1) + \sum_{j=i_{n-1}}^{i_n} \log [P(D_k[j] | D_k[1; j-1])] + \log [P(\underline{CD}[n] | CD_k[n])] \end{cases}$$

术语 $P(D_k[i] | D_k[1; i-1])$ 表示结果比特的一个后验概率，它通过系数比特建模的二进制上下文模型计算而来，该值接近于算术编码器定义的具有 Q_e 值的 LPS 概率。源模型概率的日志记录可以提前计算并被存储在一个表中，以便加快度量方法的计算速度。术语 $P(\underline{CD}[n] | CD_k[n])$ 表示信道的迁移概率。明确地说，所定义的度量方法要求定义一个信道模型，其状态在接收侧必须是可用的；不过，如果此信息不可用，也可以使用 H.6.3.2 和 H.6.3.3 描述的简化的度量方法。

H.6.3.2 汉明距离

汉明度量被定义为是接收到的 \underline{CD} 和候选 CD_k 比特流之间的汉明距离。而汉明附加度量被定义为是 $M_k(n) = M_k(n-1) - \underline{CD}[n] \oplus CD_k[n]$ ，其中 \oplus 表示以 2 为模的总和。

当比特流是通过一个二进制输入/二进制输出通道进行传输，并且在解码器处没有任何反馈信息（信道模型，误比特率等）可用时，可以使用这种简单的距离度量方法。

H.6.3.3 欧几里德距离

当比特流是通过一个二进制输入和实数输出通道进行传输时，可以使用欧几里德度量方法。在这种情况下，附加度量方法为 $M_k(n) = M_k(n-1) - |CD^S[n] - \text{模糊}(CD_k[n])|$ ，其中 $CD^S[n]$ 是接收到的对应于比特 $CD[n]$ 的模糊取值，而模糊($CD_k[n]$) 是被传输的对应于比特 $CD_k[n]$ 的模糊值。

H.6.4 顺序搜索示例

本节中，描述了顺序搜索方法的一个示例。顺序搜索是基于图 H.10 所示的一棵解码树。树中的每一个节点都表示一个比特流的候选 CD_k ，解码到比特深度 n 。对于每一个深度，都存储了一个最大数量的候选 MEM 用于未来的递归调用。在每一个迭代过程中，所有存储的候选都向前扩展一个比特。当检测到差错时，该候选被剪除掉（见图 H.10 中，当比特深度 $n=2$ 时的 CD_3 ）。相反地，只要候选比特流是正确的，则解码度量 $M_k(n)$ 会被更新，并且仅有最好的 MEM 候选被存储用于下一个迭代。当已经到达当前比特流的最大比特深度时，根据解码度量方法，最好的候选将被认为是最像的比特流 CD 。

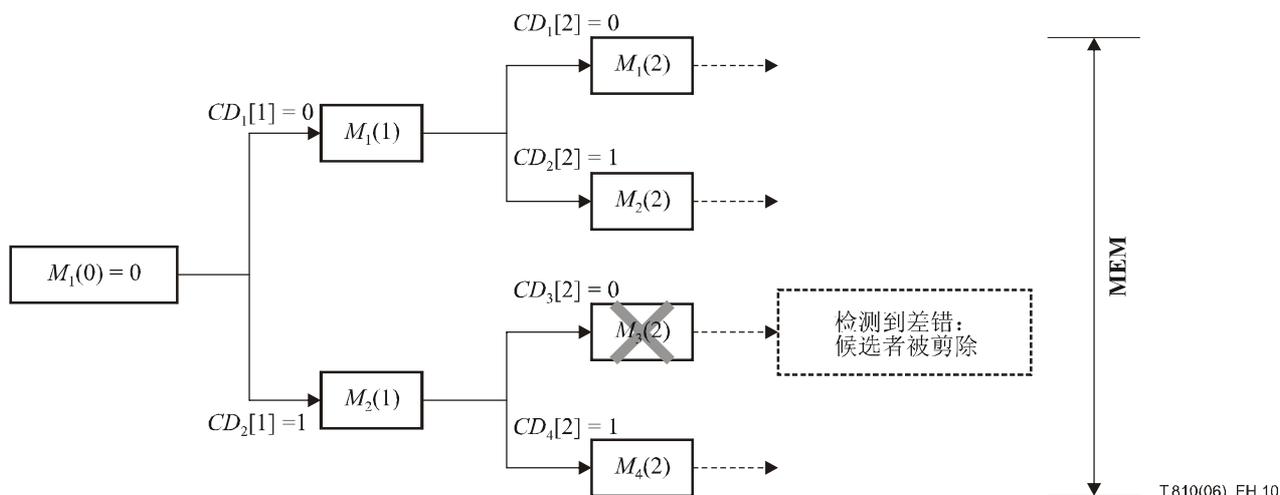


图 H.10—顺序搜索示例

附件 I

不平等差错保护

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

I.1 引言

本参考性附件的目标是解释如何使用标准的 JPWL 工具,使得在一个 JPEG 2000 码流上应用不平等保护(UEP)成为可能。这种 UEP 可以利用差错敏感度描述符信息的优势,来选择最适当的技术保护 JPEG 2000 码流的不同部分。UEP 可以不同的方式来应用:由于差错保护块的灵活结构,可用于码流内部,或者可以通过将 JPEG 2000 码流分为不同的部分来完成,每一部分都被不同地保护,并被发送到不同的易出错环境中。

I.2 使用差错敏感度描述符作为不平等差错保护系统的输入信息

差错敏感度描述符通过标示各自部分的差错敏感度,以便允许选择最适当的技术来保护 JPEG 2000 码流的不同部分。于是码流的最重要部分将比码流的次要部分使用更多的冗余来保护。这种差错保护可以通过一个在本建议书 | 国际标准定义范围之外的过程来应用,或者可以使用第 I.3 节所定义的差错保护块。

I.3 为不平等差错保护使用差错保护块 (EPB)

可能出现在拼贴部分头部的 EPB 标记段中的 LDPEpb 参数,可以将拼贴部分头部边界之外的数据表示出来。这就允许将 JPEG 2000 比特流包含在差错保护数据的范围之内,至于包含或不包含包头部,依赖于 JPEG 2000 第一部分中打包的包特性的用法。

每个 EPB 标记段中的 Pebp 参数都可以描述使用了哪种纠错技术来保护比特流的不同部分。每个连续的 EPB 标记段都可以使用一种不同的 Pebp 配置,这些不同配置或者是在同一个纠错码家族中选择了不同的码,或者是使用了多种技术。作为一种事实,每个 EPB 标记段可能包含各种不同的冗余数据,允许保护它们所指向的比特流的不同部分不受差错的影响。在图 I.1 中给定的示例中,EPB0 保护着拼贴部分头部标记段,而 EPB1 到 EPBn 保护着比特流的 L1 部分到 Ln 部分。

预定义码,连同缺省码都可被用于此目的。如果使用了其他的纠错码,则它们必须在 EPC 标记段中被标示出来。

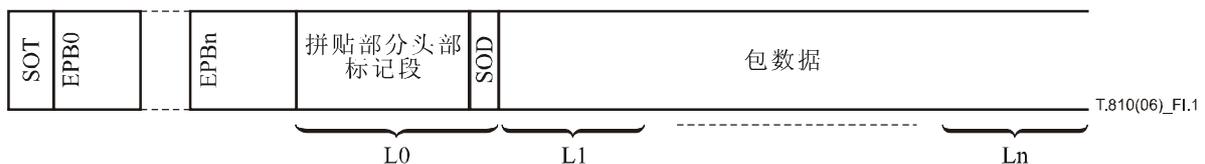


图 I.1—为不平等差错保护使用EPB

附件 J

与ISO/IEC 15444的协同工作

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

J.1 与ISO/IEC 15444-1的协同工作

根据第 3 节定义的后向兼容和扩展的后向兼容, JPWL 工具与 JPEG 2000 第一部分是完全后向兼容的。本附件仅作为参考。

J.2 与ISO/IEC 15444-3的协同工作

所有工作在码流级别的 JPWL 工具, 都可被用于增强运动的 JPEG 2000 在差错出现时的鲁棒性。JPWL 的一种可能用法是保护每个独立的码流。

J.3 与ISO/IEC 15444-8 (JPSEC)的协同工作

安全的 JPEG 2000 或 JPSEC (ISO/IEC 15444-8) 扩展了 JPEG 2000 规范的基线, 以便为安全成像提供一种标准化的框架。这种框架使保护数字图像所需的工具可以被有效地集成和使用, 例如内容保护, 数据完整性检测, 认证和条件访问控制等。这种框架是开放和灵活的, 因此确保为将来的扩展提供一种直接的途径。

JPSEC 可以使用安全工具来支持许多安全服务, 包括:

- 机密性;
- 完整性检测;
- 源认证;
- 条件访问;
- 安全的可扩展流化和安全的代码转换;
- 注册的内容标识。

JPSEC 定义了两种标记段: SEC 和 INSEC。

SEC 标记段出现在主头部, 而且是必选的。它给出了已经用来保护图像的那些安全工具的全面信息。更确切地说, SEC 指示了用来保护图像的 JPSEC 工具, 同时有一些参数指明了所使用的技术。除了其他所指示的内容之外, 这些参数还可以指示码流的哪部分已经被保护。

INSEC 标记段提供了一种附加的方法来为 SEC 中声明的某个安全工具传递参数, 以便补充主头部中的信息。它可被置于码流数据中, 并且是可选的。它使用了这样一种事实, 即当 JPEG 2000 中的算术解码器遇到一个终止标记时 (即取值大于 0xFF8F 的两个字节), 它就会停止读取字节。

J.3.1 JPWL与JPSEC之间的通用关系

无论何时, 只要 JPEG 2000 图像需要被保护, 并且要通过一个易出错的无线信道进行传输时, 就需要将 JPWL 和 JPSEC 组合起来。

在发送一侧, JPWL 差错敏感度典型地是在 JPEG 2000 的编码过程中产生的。于是为了保护它, JPSEC 工具被应用在码流上。最后, 使用 JPWL 编码工具使得码流在应对传输差错方面更具有鲁棒性。

在接收一侧, 首先应用 JPWL 解码工具来纠正可能的传输差错。在此步骤中, JPWL 也可能产生残留差错信息。最后, 使用 JPSEC 工具来完成所选择的安全服务。

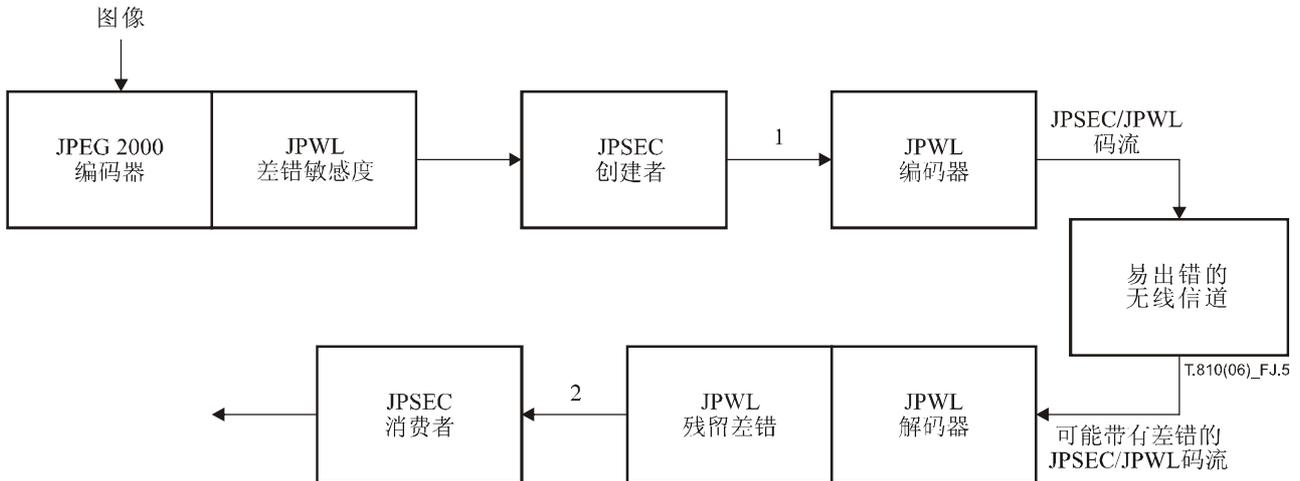


图 J.1—典型的JPWL和JPSEC的组合

J.3.2 关于JPWL与JPSEC协同工作的特定问题

关于 JPWL 与 JPSEC 之间的协同工作，有一系列问题必须被考虑，如下面所详细讨论的：

- 1) JPWL差错保护能力（EPC）：此标记段的出现将会影响字节范围。注意此标记段在一个JPWL码流中是必选的。
- 2) JPWL差错保护块（EPB）：此标记段典型地在发送侧是作为最后一个步骤加入的，而在接收侧是作为第一个步骤被移除的。原则上，它不应当影响JPSEC。
- 3) JPWL差错敏感度描述符（ESD）：此标记段典型地是在JPEG 2000第一部分编码时加入的，在这种情况下，它对后续的JPSEC操作而言是透明的。然而，JPSEC可能会逆向地影响到JPWL中ESD的使用。特别地，无论何时当ESD使用字节范围时，JPSEC都不应当改变字节范围。此外，JPSEC操作不应当影响失真值；否则ESD所携带的信息将变得不相关。在后一种情况下，JPSEC创建者具有选择权来删除ESD标记段。
- 4) JPWL残留差错描述符（RED）：在JPWL解码之后，可以插入此标记段。因此，它可能会影响JPSEC字节范围。它也可能对JPSEC完整性认证技术产生影响。如果一个码流已经受到破坏，则RED信息可能对于一个要正确处理此码流的JPSEC消费者而言是有用的。
- 5) JPSEC SEC：此标记段的出现将会影响字节范围。注意此标记段在一个JPSEC码流中是必选的。
- 6) JPSEC INSEC：此标记段的出现将会影响字节范围。注意此标记段是出现在码流数据中。

在没有残留差错的情况下，理想地说，JPWL 编码器和解码器应当是透明的。换句话说，在这种情况下，图 J.1 中点 1 和点 2 的分支严格意义上应当是相同的。

作为一种通用的建议，当与 JPWL 结合起来一起使用时，推荐 JPSEC 使用字节范围，并起始于 SOD 标记之后，以便最小化字节范围所带来的问题。此外，建议限制 JPWL 标记段出现在主头部中，同时避免 JPWL 标记段出现在拼贴部分头部中。

附 件 K

注册机构

(本附件是本建议书 | 国际标准的组成部分)

K.1 概要介绍

JPWL 注册机制为非标准的安全工具提供了一种无二义性的标识, 这些非标准的安全工具遵循 JPWL 标准, 并且可以进一步被提议或开发为一个非标准的 JPWL 工具。这种注册由一个 JPWL 注册机构来执行。它应当符合 JTC 1 导则的第 18 章。这些新的 JPWL 工具的注册通过本附件所定义的过程来控制。

申请者可能会递交他们希望包含在 JPWL 参考列表中的技术。注意 JPWL 工具的用法是通过出现在码流中的 JPWL EPC 标记段来指定的(见附件 A 和 C)。当某个申请者发现一个未知的 JPWL ID 时, 如果可能的话, 它可以绑定到一个 JPWL 注册机构, 并且获得关于工具的注册信息。

K.2 注册申请者的合格条件

合格的申请者应当是被他们的国家机构所认可的组织。

K.3 注册申请表

注册一个新的 JPWL 工具的申请表应当由 JPWL 注册机构公布出来。这种公布应当包含这样一些表格, 如注册申请, 请求更新, 分配或更新的通知, 以及申请拒绝等。

所有的表格都应包含:

- 申请者组织的名称;
- 申请者组织的地址;
- 该组织内联系人的姓名、职位、信箱/电子邮件地址, 电话号码/传真号码等。

注册申请和请求更新的表格还应当包含如下条目:

- JPWL 工具名称 (必选);
- JPWL 工具类型;
- 描述性的技术摘要 (必选);
- 描述性的工具概述 (必选);
- 操作示例用例描述 (可选);
- 参数语法规范, 包含可能的取值 (可选);
- 最优用法的指南 (可选);
- IPR 状态, 如所有者, 权利持有人 (可选);
- IPR 使用条件 (必选);
- 使用限制, 如输出条件 (可选);
- 关于下载实现工具的信息 (可选);
- 附加的注解、动机、参考... (可选);
- 对所选申请表条目的机密性要求 (可选);
- 工具注册的时间长度要求 (可选)。

JPWL 注册机构也应当提供辅导材料来帮助申请者准备申请表。

K.4 对申请表的检查和响应

本小节定义了 JPWL 注册机构对申请表进行检查和响应的过程，以确保公平性。

应当设立一个技术检查委员会来检查申请表。这个委员会由 ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 1 的成员和 JPWL 注册机构的成员组成。在申请表提交的 9 个月之内，检查委员会应在 WG1 会议上检查申请表。

检查委员会根据 K.4.1 节定义的拒绝标准，对申请表接受或拒绝。

如果被接受，则一个新的 JPWL 工具将被分配一个标识符 (ID)，如附件 C 所述，并可被引用。检查委员会批准 JPWL 工具的描述信息。然后，此 ID 便可用于在使用 EPC 标记段的 JPEG 2000 码流中进行标示 (见附件 A 和 C)。

一旦申请表被检查并被接受，则 JPWL 注册机构应通知申请者，对其注册请求给出肯定响应或否定响应。在给申请者的响应中，应当包括对技术检查结果的一个简短解释，并且应当在申请表提交后的九个月内返回给申请者。

如果登记者相信拒绝响应是有错的，或者有更进一步的信息需要澄清相关问题或利害关系时，可以对否定响应进行上诉。如果登记者要求在注册机构过程之外进行额外检查时，他可以在下一个适当的 WG1 工作组会议中提交此案例，由更广泛的 WG1 委员会来检查。然后，根据专家的要求，他可能会被要求提供更多的信息，这些专家在 WG1 权力机构的领导下，将给出一个最终的、明确的响应是接受还是拒绝。为了能让 WG1 对一个已经被拒绝的申请表进行检查，登记者必须通过其国内组织重新提交此建议，并指明为什么这次提交需要 WG1 来考虑。

K.4.1 申请表的拒绝

拒绝一个申请表的标准如下所述：

- 申请者不符合条件；
- 没有付正当的费用（如果需要时）；
- 已经存在一个已批准的已注册项，包含了与本次提交相同的内容；
- 申请表中的信息不完整，或不可理解；
- 将其包含在注册处的理由不充足。候选 JPWL 工具应当证明它提供了一种有用的安全服务，并给出相关的用例；
- 注册机构认为在提交的工具中不具备足够的创意，可以通过一个现存的已经批准的项目很容易地实现；
- 提交中包含错误，或者不符合 JPWL 的标准部分；
- 技术描述不充分；
- 机密性条件不适当。

K.4.2 标识符的分配和对象定义的记录

检查过程以及上述的语法确保了一个已分配的 ID 在注册处是唯一的，相同的 ID 并没有分配给另一个对象。

在分配完成后，ID 和相关联的信息应被存储在注册处，且 JPWL 注册机构应当在九个月内向申请者通知此分配。

在 ID 分配的同时，JPWL 工具的定义也应当被记录在注册处。

标识符可能由注册机构重用。例如，当标识符过期后，或者它们被自动放弃或被回收后，标识符就变得可被重用了。ID 拥有者可能会通过一个更新请求自动地放弃他们的 ID。

一个 JPWL 注册机构可能会由于技术原因或由于工具误用而回收一个标识符。当这种情况发生时，应当通过一个更新通知向标识符的拥有者发出通知。

K.5 维护

出于维护注册处的目的，JPWL 注册机构应实现机制来维护注册处的完整性，包括对所保存记录的足够备份。

一个 ID 拥有者可能会通过一个更新请求来更新相关的 JPWL 工具的信息。一个 JPWL 注册机构应当提供机制来维护申请表中已批准的条目的机密性。

K.6 注册的公布

一般来说，当注册信息被公布后，信息技术用户团体的利益可以得到最好的服务。然而，在一些情况下，可能对关于某个特定注册的某些数据或所有数据的机密性有所要求，这些要求或者是永久性的，或者是对注册过程中的某些部分有要求。

JPWL 注册机构应当公布注册信息，并按照与 JPWL 工具所要求的机密性相一致的方式。

在需要公布时，电子版和打印的纸质版本都是必需的。如果某个 JPWL 注册机构要提供出版物，则它必须保留其出版物的准确的发行记录。

K.6.1 注册处信息要求

JPWL 注册机构应当在其注册处电子化公布非标准的 JPWL 工具的列表，以及与它们相关的信息，并按照与 JPWL 工具所要求的机密性相一致的方式。

对于每个 JPWL 工具，注册处都应当包含下列信息：

- 所分配的ID；
- 原始申请者的名字；
- 原始申请者的地址；
- 最初分配的日期；
- 最后一次修改分配的日期，如果允许的话（可修改）；
- 目前所有者的名字（可修改）；
- 目前所有者的地址（可修改）；
- 组织内联系人的姓名、职位，邮政编码/电子邮件地址，电话号码/传真号码（可修改）；
- 最后一次修改的日期（可修改）。

它还应当包含申请者所提供的关于 JPWL 工具的信息，如上面 K.3 节所指定的信息。

附 件 L

专 利 声 明

(本附件不是本建议书 | 国际标准的组成部分)

存在这种可能性, 即要遵循或顺从本建议书 | 国际标准中规定的某些过程可能会需要使用一些专利权所涵盖的发明。本建议书 | 国际标准的出版发行, 对这种声明或与此有关的任何专利权不表示意见。关于这些专利的信息可以从任何组织处获取到。下表总结了已经接收到的正式的专利和知识产权声明。

表 L.1—接收到的知识产权声明

| 序 号 | 公 司 |
|-----|--------|
| 1 | Thales |
| 2 | INRIA |

参考资料

- [1] POULLIAT (C.), VILA (P.), PIREZ (D.) and FIJALKOW (I.): Progressive JPEG 2000 Image Transmission over noisy channel, *Eusipco 2002*, Toulouse, France, 3rd-6th September 2002.
- [2] MOCCAGATTA (I.), SOUDAGAR (S.), LIANG (J.) and CHEN (H.): Error-Resilient Coding in JPEG-2000 and MPEG-4, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 18, No. 6, pp. 899-914, June 2000.
- [3] HAGENAUER (J.): Rate-Compatible Punctured Convolutional Codes (RCPC Codes) and their applications, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 36, No. 4, pp. 389-400, April 1988.
- [4] MORELOS-ZARAGOZA (R.H.), FOSSORIER (M.P.C.), LIN (S.) and IMAI (H.): Multilevel Coded Modulation for Unequal Error Protection and Multistage Decoding - Part I: Symmetric Constellations, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 48, No. 2, February 2000.
- [5] NATU (A.), TAUBMAN (D.): Unequal Protection of JPEG 2000 Code-Streams in Wireless Channels, *Proceedings of IEEE GLOBECOM'02*, Vol. 1, pp. 534-538, Taipei, China, 17-21 November 2002.
- [6] SANCHEZ (V.), MANDAL (M.K.): Robust transmission of JPEG 2000 images over noisy channels, *Proceedings of IEEE ICCE'02*, pp. 80-81, 2002.
- [7] NICHOLSON (D.), LAMY-BERGOT (C.), NATUREL (X.) and POULLIAT (C.): JPEG 2000 backward compatible error protection with Reed-Solomon codes, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 49, No. 4, pp. 855-860, November 2003.
- [8] MACWILLIAMS (F.J.), SLOANE (N.J.A.): *The Theory of Error-Correcting Codes*, North-Holland: New York, NY, 1977.
- [9] GRANGETTO (M.), MAGLI (E.) and OLMO (G.): Robust video transmission over error-prone channels via error correcting arithmetic codes, *IEEE Communications Letters*, Vol. 7, No. 12, pp. 596-598, December 2003.
- [10] GUIONNET (T.), GUILLEMOT (C.): Soft decoding and synchronization of arithmetic codes: application to image transmission over noisy channels, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 12, No. 12, pp. 1599-1609, December 2003.
- [11] PRESS (William H.), FLANNERY (Brian P.), TEUKOLSKY (Saul A.) and VETTERLING (William T.): *Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing*, Second Edition, Cambridge University Press, Chapter 20, pp. 896-903.
- [12] FRESCURA (F.), FECI (C.), GIORNI (M.) and CACOPARDI (S.): JPEG 2000 and MJPEG 2000 Transmission in 802.11 Wireless Local Area Networks, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 49, No. 4, pp. 861-871, November 2003.
- [13] NATU (A.), FRESIA (M.) and LAVAGETTO (F.): Transmission of JPEG 2000 Code-Streams over Mobile Radio Channels, *IEEE International Conference on Image Processing*, Vol. 1, pages 785-788, Genoa, Italy, September 2005.

ITU-T 系列建议书

| | |
|------------|-------------------------|
| A系列 | ITU-T工作的组织 |
| D系列 | 一般资费原则 |
| E系列 | 综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素 |
| F系列 | 非话电信业务 |
| G系列 | 传输系统和媒质、数字系统和网络 |
| H系列 | 视听及多媒体系统 |
| I系列 | 综合业务数字网 |
| J系列 | 有线网络和电视、声音节目及其它多媒体信号的传输 |
| K系列 | 干扰的防护 |
| L系列 | 电缆和外部设备其它组件的结构、安装和保护 |
| M系列 | 电信管理，包括TMN和网络维护 |
| N系列 | 维护：国际声音节目和电视传输电路 |
| O系列 | 测量设备的技术规范 |
| P系列 | 电话传输质量、电话设施及本地线路网络 |
| Q系列 | 交换和信令 |
| R系列 | 电报传输 |
| S系列 | 电报业务终端设备 |
| T系列 | 远程信息处理业务的终端设备 |
| U系列 | 电报交换 |
| V系列 | 电话网上的数据通信 |
| X系列 | 数据网、开放系统通信和安全性 |
| Y系列 | 全球信息基础设施、互联网协议问题和下一代网络 |
| Z系列 | 用于电信系统的语言和一般软件问题 |