ICS 35.040
L 71

中华人民共和国国家标准

GB/T 23704—2009

信息技术　自动识别与数据采集技术　二维条码符号印制质量的检验

Information technology—
Automatic identification and data capture techniques—
Bar code print quality test specification—
Two-dimensional symbols

(ISO/IEC 15415:2004,MOD)

2009-05-06 发布　　2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

数码防伪

目　　次

前言 …… Ⅲ
引言 …… Ⅳ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　符号 …… 2
5　质量分级 …… 2
5.1　概述 …… 2
5.2　质量等级的表示 …… 3
5.3　符号等级 …… 3
5.4　符号等级的表示形式 …… 3
6　层排式二维条码符号的检测方法 …… 4
6.1　概述 …… 4
6.2　允许跨行扫描的符号 …… 4
6.3　需要逐行扫描的符号 …… 8
7　矩阵式二维条码的检测方法 …… 8
7.1　概述 …… 8
7.2　获取测量图像 …… 9
7.3　参考反射率的测量 …… 9
7.4　扫描的次数 …… 12
7.5　扫描分级的基础 …… 12
7.6　分级过程 …… 12
7.7　在扩展区域内对反射率的附加测量 …… 12
7.8　图像评价的参数和分级 …… 12
7.9　扫描分级 …… 16
7.10　符号等级 …… 16
7.11　印刷增量 …… 16
8　复合码的检测方法 …… 17
9　印刷基底特性 …… 17
附录A（资料性附录）　应用标准选择分级参数指南 …… 18
附录B（资料性附录）　应用于二维条码符号中的参数等级的修正 …… 22
附录C（资料性附录）　矩阵式二维条码符号分级流程图 …… 23
附录D（规范性附录）　用于符号分级的具体码制的专有参数 …… 24
附录E（资料性附录）　对扫描和符号等级的说明 …… 36
附录F（资料性附录）　印刷基底的特性 …… 38
附录G（资料性附录）　二维条码符号检验报告实例 …… 40
参考文献 …… 44

前　言

本标准修改采用 ISO/IEC 15415:2004《信息技术　自动识别与数据采集技术　条码符号印制质量检验规范　二维符号》(英文版)。

本标准与 ISO/IEC 15415:2004 相比,主要技术差异如下:

——对附录的次序作了调整;

——在 7.1 中,对矩阵式二维条码检测过程用项目的方式进行表述,以突出过程的各个步骤;

——增加了"附录 G　二维条码符号检验报告实例";

——修改了各等级分级表格中等级阈值范围的表达方式;

——在一些表述方法上作了一些适合中文习惯的修改。

本标准的附录 D 为规范性附录,附录 A、附录 B、附录 C、附录 E、附录 F、附录 G 为资料性附录。

本标准由中国标准化研究院提出并归口。

本标准起草单位:中国物品编码中心。

本标准主要起草人:赵辰、刘伟、王毅、熊立勇、罗秋科、黄燕滨、郭卫华。

引　言

条码技术是基于编码图形的标识技术。根据规则将字符转换为一定尺寸的条、空或模块阵列构成的条码符号图形，这种规则被称为码制规范。

条码可分为一维条码和二维条码，二维条码又可以分为层排式（堆积式）二维条码和矩阵式二维条码。由一维条码部分和二维条码部分组合形成的、表示一组信息或相关数据的条码称为复合码，其中二维条码部分的位置与一维条码部分的位置保持特定关系。

层排式二维条码符号是由一系列行垂直排列形成的矩形符号，以表示一整段数据信息。其中每行由表示数据和前缀部分的符号字符构成。每个符号字符具有一维条码符号字符的特征，每行也同样具有一维条码符号的特征；因此，每行可以通过一维扫描技术进行识读，但在整段信息传送到应用软件前，符号中所有行的数据都必须识读。

矩阵式二维条码符号通常是由深色浅色模块构成的矩形符号，模块的中心位于网格的交点。为了识读矩阵式二维条码符号，需要知道每个模块的坐标，在译码前应以二维的方式对符号进行分析。点码是矩阵式二维条码的一个子集，点码的单个模块和其他邻近的模块不直接相接，它们之间用空分开。

除非另有说明，本标准中“符号”是指这两种类型的二维条码符号。

作为机器识读的数据载体，条码符号的印制必须保证在其使用时能够被识读。

为了客观评价条码符号的质量，条码设备制造商、条码符号制作者和使用者需要一个共同标准的测试规范，作为开发设备、制定应用标准或评价符号质量的依据。本标准可作为条码设备制造商、条码符号制作者和使用者在设备开发、符号制作过程控制和质量评价的基础。

检测条码符号的检测设备的性能可参照 ISO/IEC 15426《条码检测仪一致性规范》（第 1 部分：一维条码检测仪和第 2 部分：二维条码检测仪）的内容。

本标准遵循一维条码符号印制质量检验标准 GB/T 14258 的一般原则，其质量评价结果和 GB/T 14258 具有一定的可比性。本标准的应用应结合被测条码符号的码制规范，码制规范提供了应用中所需要的符号的具体细节。层排式二维条码符号的检测是根据 GB/T 14258 的方法进行的，在第 6 章对其中的修改进行了说明；对于矩阵式二维条码，所用的参数和方法有所不同。

目前，在符号制作的不同阶段评价条码符号质量有多种方法。本标准给出的方法为符号制作者和贸易伙伴提供了一个在二维条码符号制作后，进行质量评估的通用的标准化的手段，不替代现有的其他质量控制方法。应根据适用的码制规范需要，将参考译码算法以及其他测量细则对本标准所描述的过程给予补充，强制性的码制规范和应用标准也可以对这些过程进行变更或替代。

各参与方可以通过协商采用其他质量评价方法，或将之作为应用标准的一部分。

信息技术　自动识别与数据采集技术 二维条码符号印制质量的检验

1　范围

本标准规定了层排式和矩阵式二维条码符号的检测、分级以及符号整体质量评价的方法，给出了造成偏离最佳等级的可能原因及相应的纠正措施。

本标准适用于二维条码码制规范已给出参考译码算法的二维条码符号印制质量的检验，其方法也可部分或全部应用于其他码制二维条码符号的检验。

2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2828.1　计数抽样检验程序　第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划(GB/T 2828.1—2003，ISO 2859-1：1999，IDT)

GB/T 6378.1　计量抽样检验程序　第1部分：按接收质量限(AQL)检索的对单一质量特性和单个AQL的逐批检验的一次抽样方案(GB/T 6378.1—2008，ISO 3951-1：2005，IDT)

GB/T 11186.2　漆膜颜色的测量方法　第二部分：颜色测量(GB/T 11186.2—1989，eqv ISO 7724-2：1984)

GB/T 12905　条码术语

GB/T 14258　信息技术　自动识别和数据采集技术　条码符号印制质量的检验(GB/T 14258—2003，ISO/IEC 15416，MOD)

3　术语和定义

GB/T 12905和GB/T 14258中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

像素　pixel

在一个图像采集器件(如CCD或CMOS器件)的阵列中的单个光敏单元。

3.2

有效分辨率　effective resolution

测量仪器从被测符号表面采集图像的分辨率，以每毫米的像点数或每英寸的像点数表示。其计算方法为：图像采集元件的分辨率乘以测量仪器光学系统的放大系数。

3.3

纠错容量　error correction capacity

二维条码符号(或纠错块)中用来对拒读错误和替代错误进行纠正的码字数目减去用于探测错误的码字数目。

3.4

检测区　inspection area

包括被测二维条码及其空白区的整个矩形区域。

3.5

分级阈值　grade threshold

区分某一参数等级的分界值，其值本身是上一等级的下限值。

3.6

模块错误　module error

在二值化图像中，模块深色浅色状态和设计的状态发生倒置的情况。

3.7

原始图像　raw image

在 X 和 Y 坐标中，由光敏阵列每个像素所对应的实际反射率值所构成的图像。

3.8

参考灰度图像　reference grey-scale image

在 X 和 Y 坐标中，用圆形的合成孔径对原始图像进行卷积得到的图像。

3.9

二值化图像　binarised image

用整体阈值对参考灰度图像进行处理而得到的黑白两色的图像。

3.10

采样斑　sample area

直径为 $0.8X$ 的圆形图像区域。X 的值为被测符号经参考译码算法计算得到的平均模块宽度。如果具体应用许可的 X 尺寸为一个取值范围，则计算采样斑直径时 X 取其中的最小值。

3.11

扫描等级　scan grade

对矩阵式二维条码符号单次扫描获得的等级，其值为由参考灰度图像和二值化图像得到的参数等级中的最低值。

4　符号

AN	轴向不一致性(Axial Nonuniformity)
E_{cap}	纠错容量(Error correction capacity)
e	拒读错误的数目(number of erasures)
FPD	固有图形污损(Fixed Pattern Damage)
GN	网格不一致性(Grid Nonuniformity)
GT	整体阈值(Global Threshold)
MOD	调制比(Modulation)
R_{max}	最高反射率，在一次扫描反射率曲线中，各单元(包括空白区)的最高反射率值，或者在矩阵式二维条码符号中所有采样斑反射率的最高值。
R_{min}	最低反射率，在一次扫描反射率曲线中，各单元的最低反射率值，或者在矩阵式二维条码符号中所有采样斑反射率的最低值。
SC	符号反差($SC=R_{max}-R_{min}$)(Symbol Contrast)
t	替代错误数目(number of errors)
UEC	未使用的纠错(Unused Error Correction)

5　质量分级

5.1　概述

检测二维条码符号可得出符号质量等级。该符号等级用于符号的质量判定和过程控制，并可预测

在不同环境中的识读性能。

通过对所规定的参数进行测量，对测量值分级得出单次扫描的等级；对多次扫描的等级进行平均得出符号等级。

在实际应用中，由于使用条件不同，识读设备的类型不同，可接受的二维条码符号质量等级不同。应根据附录 A 的 A.4 中的内容，按本标准规定的符号等级形式，定出所需的符号等级。

应根据被测样本批次中统计上有效的样本数量抽样，并确定可接受的最低符号等级。如果在质量控制过程或在双方的协议中没有规定抽样方案，可按 GB/T 2828.1 或 GB/T 6378.1 采用适当的抽样方案。

5.2 质量等级的表示

本标准用 4 到 0 的数字表示不同的质量等级，其中 4 代表最高等级，0 表示失败等级。各参数的质量等级和单次扫描的质量等级也可用字母 A、B、C、D、F 表示，其中 F 表示失败等级。

表 1 给出了数字等级和字母等级的对应关系。

表 1 数字等级和字母等级的对应关系

数字等级	字母等级
4	A
3	B
2	C
1	D
0	F

5.3 符号等级

符号等级按照 6.2.6 或 7.10 的规定进行计算。符号等级值保留一位小数，以 4.0 到 0.0 表示由高到低的质量等级。

符号等级也可以用字母的形式表示。字母符号等级和数字符号等级的关系见图 1。例如，数字符号等级值域在[1.5,2.5)区间时，对应的字母等级为 C。

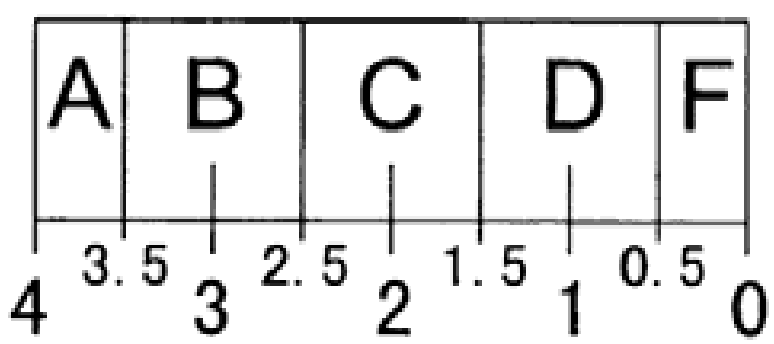


图 1 字母符号等级和数字符号等级的关系图

5.4 符号等级的表示形式

符号等级应与检测的光照条件及孔径相关联。它的表示形式为：等级/孔径/测量光波长/角度，其中：

——“等级”为通过 6.2.6 或 7.10 确定的符号等级值，即各扫描反射率曲线等级或扫描等级的算术平均值，保留一位小数。

——“孔径”为孔径标号[对于一维扫描按 GB/T 14258，或本标准 7.3.3 中规定的合成孔径的直径尺寸(以千分之一英寸为单位并取整)]。

——“测量光波长”指明了照明光源峰值波长的纳米数(对于窄带照明)；如果测量用的光源为宽带照明光源(白光)，用字母 W 表示，此时应明确规定此照明的光谱响应特性，或给出光源的规格。

——“角度”为测量光的入射角，缺省值为 45°。如果入射角不是 45°，那么入射角度应包含在符号等级的表示中。

注：除了默认照明角度为 45°以外，还可选用 30°和 90°的照明角度。

对于矩阵式二维条码符号，在“等级”后面加有星号表示符号周围存在反射率极值。这种情况可能干扰符号的识读，见 7.7。

示例 1：

2.8/05/660 表示符号等级为 2.8，使用的孔径为 0.125 mm(孔径标号 05)，测量光波长为 660 nm，入射角为 45°。

示例 2：

2.8/10/W/30 表示符号设计用于在宽带光条件下进行识读，测量时入射角为 30°，孔径为 0.250 mm(孔径标号 10)。在此情况下，需要给出所引用的对用于测量的光谱特性进行规定的应用标准，或者给出光谱的自身特性。

示例 3：

2.8*/10/670 表示符号等级是在孔径为 0.250 mm(孔径标号 10)、光源波长 670 nm 情况下测量的，并且符号周围存在有潜在干扰作用的反射率极值的情况。

6 层排式二维条码符号的检测方法

6.1 概述

6.2.2 和 6.3 规定了层排式二维条码符号质量评价方法，该方法基于 GB/T 14258 的规定。在符号码制适用的情况下，根据 6.2.3，6.2.4 和 6.2.5 中的方法导出符号等级。检测时应对环境光进行控制，确保其对检测结果不造成影响。测量时使用的波长和孔径应和适用的应用标准的要求一致。测量时，扫描线应和起始字符及终止字符中条的高度方向垂直，并尽量使扫描光束水平扫过行的中心，以避免跨行扫描造成的影响。在使用平面成像技术时，应通过一定的合成孔径对原始图像进行卷积，合成一定数量的、和条高方向垂直的并能足以覆盖符号中所有行的扫描线。

6.2 允许跨行扫描的符号

6.2.1 分级基础

允许跨行扫描符号的特点是扫描线出现跨行时数据仍能被识读。这类符号另一个特征是各行的起始符和终止符(或符号的等效图形，如微四—七条码的行指示符)相同，或这些图形中只有一个边的位置在相邻行间有小于 1X 的变化量。这些符号应根据以下几个方面进行分级：

——扫描反射率曲线分析(见 GB/T 14258 和本标准 6.2.2)；

——码字读出率(见 6.2.3)；

——未使用的纠错(见 6.2.4)；

——码字印制质量(见 6.2.5)。

6.2.2 基于扫描反射率曲线分析的等级

符号的起始符、终止符或等效图形(如行指示符)根据 GB/T 14258 进行评价。对于数据内容所在的区域，按 6.2.3、6.2.4 和 6.2.5 所述的方法进行评价。在起始符和终止符的等级确定中应使用 GB/T 14258 标准中规定的所有参数。测量孔径的大小由适用的应用标准确定，或者取 GB/T 14258 标准中根据符号 X 尺寸给出的默认孔径。

扫描的次数应为 10、符号的高度除以测量孔径所得的商(取整数部分)这两个数值中的较小者。应尽可能使扫描线在符号高度方向上均匀分布。例如，对于一个 20 行的符号，应按一定间隔对其进行 10 次扫描；对于一个两行的符号，对一个行可能需要在条的不同高度位置上进行多达 5 次扫描。针对扫描次数的选择，具体的码制规范可能会给出更详细的指导。

为了辨别条和空，每次扫描都必须确定一个整体阈值。整体阈值等于最高反射率与最低反射率之和的二分之一。整体阈值以上的区域应认定为空(或空白区)，整体阈值以下的区域应认定为条。

单元边缘的位置位于扫描反射率曲线上邻接单元(包括空白区)最高反射率与最低反射率的中间点处。

应使用参考译码算法评价“参考译码”和“可译码度”参数。

每次扫描中各个参数等级的最低等级值作为该次扫描的等级。扫描反射率曲线的等级应为各次扫描等级的算术平均值。

为了生产过程控制，可能需要测量条宽的平均增减量。当印刷方向与起始符和终止符高度方向一致时，印刷增量较小。如果希望全面分析印刷增量的影响，宜分别在两种方向上印制和测试符号。

6.2.3 码字读出率的等级

码字读出率(CY)衡量一维扫描从层排式二维条码中识读数据的能力。码字读出率以有效译码的码字数目占应能够译码(在调整识读角度后)的码字最大数目的百分比来表示。如果某符号其他参数等级高，而码字读出率等级低，则表明在符号的高度方向上印刷质量存在问题。

在完成“未使用的纠错”计算(见 6.2.4)后，可以得出一个正确的符号字符值表。在下面确定正确译码码字的步骤中，此符号字符值表将被用作“最终译码字符值表”。

如果某一次扫描满足下面两条件之一时，便可被纳入到码字读出率的计算。

a) 此扫描没有包括符号顶行或底行。通过此次扫描，至少起始符/终止符(或行指示符)其中之一以及至少一个码字或另一个终止符/起始符(或行指示符)已经被成功译码。

b) 扫描线包含了符号顶行或底行的识读区域，此扫描中的起始和终止符应已被成功译码。

应注意到，符号参考译码算法需要有一个扩展，以便当与起始符/终止符相邻的码字都不能译码时，探测一对起始符和终止符并译码。例如，扫描时参考译码算法本身不对四一七条码符号的起始符和终止符或微四一七条码符号中一对匹配的行指示符译码，在对这两种图形的扫描搜索时，会需要这种扩展；这样，此扩展能将没有码字(匹配的尾部图形除外)被译码的扫描纳入码字识读率的计算。但是应注意到，如果一次扫描仅扫描译码出一个起始符或终止符，而同时没有相应的第二个起始或终止符、任何其他码字或行指示符被译码，这个扫描不能作为合格的扫描。

对整个符号译码并构建符号字符值表。

对于每一次合格的扫描，将实际译出的码字和符号“最终译码字符值表”中的码字作比较，记录匹配的码字数目。累计正确译码的码字的总数，更新符号中每一个码字已被译码的次数，以及每一个行已被探测的次数。同样要记录每次扫描探测到的跨行数目(如果一个扫描线同时出现正确译码的相邻行的码字，则称为跨行)。

在处理完每次扫描后，计算目前应能够被译码的码字的最大数目：合格扫描的数目乘以符号中列单元数的乘积(不包括固定的图形，例如四一七条码的起始符和终止符，以及微四一七条码中的行指示符)。

在满足以下三个条件前，应持续对整个符号进行扫描。

a) 已译码码字的最大数目至少是符号中码字数目的十倍；

b) 符号中最高和最低的可译码行(它们并不一定是第一行和最后一行)至少被扫描三遍；

c) 已被成功识读两遍以上的码字(数据码字或纠错码字)数至少为 $0.9n$ 个，其中 n 为符号中数据码字(非纠错码字)的个数。

示例：

一个四一七条码符号，6 行 16 列，纠错等级为 4，总码字数目为 96 个，其中数据码字为 64 个，纠错码字为 32 个。为了满足第一个条件，码字已被译码的最大数目至少为 960。因为 n 等于 64，为了满足第三个条件，至少应有 58 个码字必须被识读两次以上($0.9\times64=57.6$)。

如果有效译码的码字总数与探测到的跨行数之比小于 10∶1，应放弃所得的测量结果，然后调整扫描线的角度以减少跨行，重复此测量步骤。如果有效译码的码字总数与探测到的跨行数之比大于或等于 10∶1，要从能够识别的码字的最大数目中减去探测到的跨行数目，以补偿倾斜的影响。

码字读出率的分级方法见表 2。

表 2　码字读出率的分级

码字读出率(CY)	等　级
$CY \geqslant 0.71$	4
$0.64 \leqslant CY < 0.71$	3
$0.57 \leqslant CY < 0.64$	2
$0.50 \leqslant CY < 0.57$	1
$CY < 0.50$	0

6.2.4　未使用的纠错的等级

持续扫描整个符号并译码，直至译码的码字数目趋于稳定。按公式(1)计算出未使用的纠错(UEC)。

$$UEC = 1 - (e + 2t)/E_{cap} \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

e——拒读错误数；

t——替代错误数；

E_{cap}——符号的纠错容量。

如果没有使用任何纠错码字，且符号能够译码，则 $UEC=1$；如果$(e+2t)$大于 E_{cap}，则 $UEC=0$。如果一个符号中有多个纠错块，应分别计算每一个纠错块中的 UEC 值，用其中的最小值来进行等级判定。

未使用的纠错的分级方法见表 3。

表 3　未使用的纠错的分级

未使用的纠错(UEC)	等级
$UEC \geqslant 0.62$	4
$0.50 \leqslant UEC < 0.62$	3
$0.37 \leqslant UEC < 0.50$	2
$0.25 \leqslant UEC < 0.37$	1
$UEC < 0.25$	0

6.2.5　码字印制质量的等级

本条款给出了评价可译码度、缺陷度、调制比参数的方法。该方法基于 GB/T 14258 中的扫描反射率曲线参数分级，同时考虑了纠错对符号质量参数可译码度、缺陷度、调制比的修正。修正方法参见附录 B。

使用以下过程对这三个参数中的每一个参数进行质量评价。如果符号中存在不止一个纠错块，对于每个纠错块，都应分别进行这一过程，其中的最小值用于符号分级。

持续扫描整个符号，直到 $0.9n$ 个码字(n 的含义见 6.2.3)已经被译码的次数大于 10，或可以确认，每一个码字至少被扫描了一次而没有受到跨行的干扰。在每次扫描中，可译码度、缺陷度和调制比参数应以符号字符为单位按照 GB/T 14258 的规定进行测量。以上三个参数的计算应基于该次扫描反射率曲线中 R_{max} 和 R_{min} 值所得出的符号反差值。对于每个参数，每个码字的临时参数等级为该码字所有扫描获得的参数等级的最高值。

如果扫描行包括不被纠错的标头字符(除了起始符、终止符及其等效图形之外),例如四一七条码的行指示符,对于每行,首先应结合此行的上下相邻行的相应字符,对这些标头字符进行评价。这六个(对于顶行或底行,为四个)字符中最高的临时码字的等级为标头等级,这个等级用于修正此行中临时的码字等级。如果一个数据码字的临时等级比得到的头部字符的等级高,应将这个数据码字的临时等级降低到标头字符的等级。然后按照下面的方法,对由此得到的这些临时参数等级进行修正,以便将纠错的影响考虑进去。

对于每个参数,按照4级至0级和不译码的次序分别统计各级别的码字数,并累计统计大于或等于各级别的码字总数。按照如下方法将这些数目和符号的纠错能力进行比较:

对于每一个参数等级,假定低于这个等级的所有符号字符都是拒读错误,按照6.2.4的方法,根据表3所给出的阈值,导出一个假定的未使用的纠错(*UEC*)的等级。临时的码字参数等级应为每一个等级与其对应的假定的*UEC*等级的较低值。符号最终的码字参数等级应为所有等级水平中临时的码字参数等级的最高值。

注:此假定等级和根据6.2.4计算出的符号的未使用的纠错参数不相关,也对其不影响。错误纠正能力在一定程度上可以弥补符号缺陷的影响。这种假定等级标志着弥补的程度。如果一个符号比另一个符号的纠错能力高,那么高纠错能力的符号能容忍数目更多的、参数值有问题的码字。附录F对此方法有着更详尽的说明。

表4给出了码字参数分级的示例。此例中,符号包含100个符号字符(码字),其中数据码字为68个,纠错码字为32个。纠错码字中3个码字用于错误探测,29个码字用于错误纠正,纠错能力为29。此符号最终的码字参数等级为1级(表4中最右列中的最高值)。

注:调制比、缺陷度和可译码度三个参数应分别进行此计算。

表4 允许跨行扫描的层排式二维条码符号码字印制质量参数的分级示例

码字调制比的等级 (*a*)	处于该等级的码字数	达到或超过该等级的码字累计数 (*b*)	剩余码字数(按照错误码字对待)(100−*b*) (*c*)	假定的未使用的纠错能力(29−*c*)	假定的未使用的纠错*UEC*	假定的未使用的纠错的等级 (*d*)	*a*和*d*中的较低值 (*e*)
4	40	40	60	超出纠错容量	<0	0	0
3	20	60	40	超出纠错容量	<0	0	0
2	10	70	30	超出纠错容量	<0	0	0
1	10	80	20	9	0.31	1	1
0	7	87	13	16	0.55	3	0
不能译码	13	100					
					最终的码字参数等级(*e*的最高值)		1

6.2.6 符号等级

符号等级为扫描反射率曲线的等级(6.2.2)、码字读出率等级(6.2.3)、未使用的纠错等级(6.2.4)以及码字印刷质量等级(6.2.5)中的最低值。符号等级评定流程见图2。

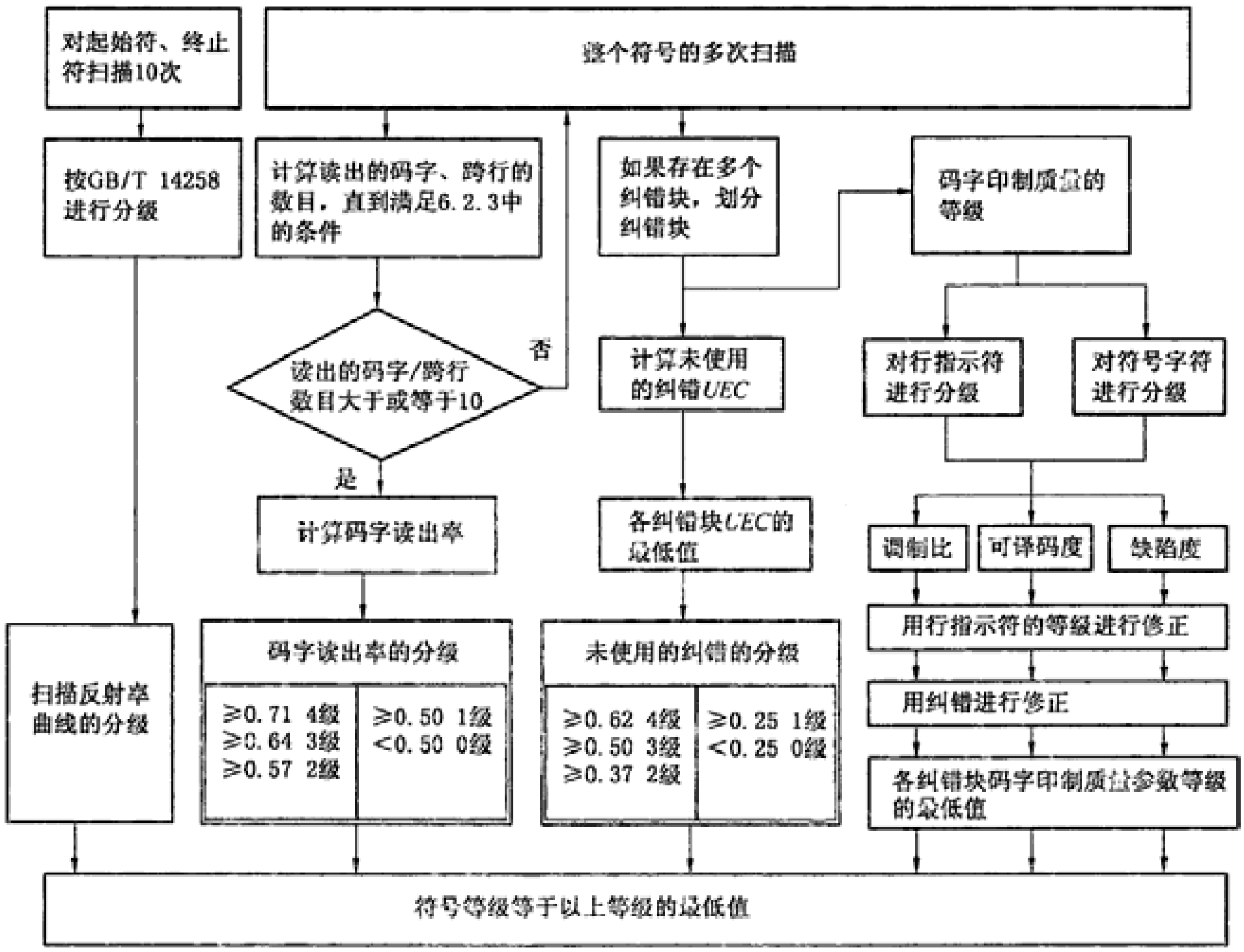


图 2　允许跨行扫描的层排式条码符号的分级流程

6.3　需要逐行扫描的符号

需要逐行扫描的符号要求扫描线从起始符到终止符或者从终止符到起始符扫过完整的一行，中间不能跨行。每一行都被看作是一个独立的一维条码符号，应用 GB/T 14258 进行评价。扫描线应扫过占每行高度 80%的中间检测带，以便尽量避免跨行的影响。扫描的次数取 10 和行高度除以扫描孔径直径之商两个值中的较小者。符号等级应为所有行等级中的最低值。

7　矩阵式二维条码的检测方法

7.1　概述

矩阵式二维条码的检测方法基于符号反射率的测量，同时考虑二维扫描系统所遇到的环境条件因素，以最大限度地提高各种印刷基底上符号反射率测量和尺寸测量的一致性。

矩阵式二维条码的检测过程如下：

——在一定的照明和采集视角条件下获取一个高分辨率的灰度原始图像。

——用合成的圆形孔径对此原始图像进行卷积运算，得到参考灰度图像。

——从参考灰度图像测量出符号反差、调制比和固有图形污损等参数值，并对这些参数进行分级。

——采用整体阈值将参考灰度图像转化为二值化图像，分析二值化图像，得出参考译码、轴向不一致性、网格不一致性、未使用的纠错以及符号或应用标准规定的其他参数值。

——扫描等级是符号反差、调制比、固有图形污损、参考译码、轴向不一致性、网格不一致性和未使用的纠错等7个参数等级以及码制标准或应用标准规定的其他参数等级中的最低值。符号等级是多次扫描得出的扫描等级的算术平均值。

符号的临近区域可能存在反射率极值，这可能干扰符号的识读。对于这种情况可在符号等级的报告中标注。另外，在符号的每个轴向宜对印刷增量或减量进行测量，并将它作为一个非分级的、过程控制的测量值在报告中给出。

7.2 获取测量图像

7.2.1 测量条件

在测量符号时，周围的环境条件应模拟符号典型的扫描环境，分辨率应足够高(见7.3.3)，照明均匀，对焦准确。如果具体应用对此没有特殊的光路要求，应使用7.3.4中规定的参考测量光路。如果其他可选光路(如7.3.4中给出了两个可选的光路)所得的测量值可以和使用参考测量光路得出的测量值相互关联，则可使用这些测量光路。

应使用单峰值波长或具有确定光谱特性的光源，在已知测量孔径的条件下进行测量。光源和测量孔径应由应用标准或按7.3.2和7.3.3的要求来确定。

测量时被测符号宜处于实际应用中被扫描的状态。7.6和附录C给出了测量方法，并防止符号区域外围(例如外围是开放空间或高反射率表面)影响符号反差的测量。

7.3.4中的基本设置适用于许多开放应用。一些特殊的应用(如：对印刷基底表面进行雕刻或蚀刻处理所形成的符号的质量检测)需要对符号的照明角度、照明光颜色及采集符号图像的分辨率进行限定。

光路设计遵循两个原则。第一，测量图像的灰度应是标称线性的，不能以任何方式进行增强。第二，为保证测量的一致性，图像采集的分辨率应足够高，一个模块宽度和高度分别跨越至少5个像素，见7.3.3。

7.2.2 原始图像

原始图像是光敏阵列每个像素对应的实际反射率值组合起来形成的图像。从原始图像可以导出参考灰度图像和二值化图像，以此对符号的印制质量进行评价。

7.2.3 参考灰度图像

通过用7.3.3所述的合成圆形孔径对原始图像上各个像素反射率值进行处理，可以得出参考灰度图像。参考灰度图像用于评价符号反差、调制比和固有图形污损。

7.2.4 二值化图像

按照7.8.3的规定，整体阈值为R_{max}和R_{min}的算术平均值。将此值作为深色和浅色的分界，将参考灰度图像转换为二值化图像，用于评价参考译码、轴向不一致性、网格不一致性和未使用的纠错。

7.3 参考反射率的测量

7.3.1 基本要求

评价符号质量的设备应具备测量和分析印刷基底上检测区内各处反射率的能力。对矩阵式二维条码的所有测量均应在7.3.5中规定的检测区内进行。

测量的反射率值用百分比的形式表示。反射率量值可溯源到GB/T 11186.2中的硫酸钡或氧化镁(此两种物质的反射率为100%)，或者可以溯源到国家计量基准。

7.3.2 光源

应用标准宜指定测量光的峰值波长；对于设计上使用宽光谱照明的应用，应用标准宜指定基准光谱响应特性。如果在应用标准中对这些没有规定，那么测量应使用和实际扫描光最为接近的照明光源。

光源既可以为窄带光源或接近于单色光，也可以采用波长范围比较宽的光源，在后一种情况下，测量系统可通过在光路中安装窄带滤光片，将光谱响应限定在一个特定的峰值波长周围。

注：在宽光谱照明条件下测量时应特别注意，必须设定好、匹配好测量和识读系统的整个光谱响应，以得到和应用系统相关的、精度和重复性较好的采样斑灰度反射率的测量结果。整个光谱响应包含光源的光谱分布、探测器的响应以及各种相关滤光片的特性。

光源的选择指导参见附录 A。

7.3.3 有效分辨率和测量孔径

在评价符号质量时，测量仪器的有效分辨率以及测量孔径可以由使用者的应用标准来指定，以便满足 X 尺寸和实际扫描环境的要求。对矩阵式二维条码符号分级时，应选用直径为 $0.8X$ 的合成孔径。如果应用中 X 尺寸不固定，选用可能遇到的最小的 X 尺寸计算合成孔径，参见 A.2。

有效分辨率应足够高以确保参数分级结果的一致性不受符号旋转的影响。有效的分辨率取决于光敏阵列的分辨率和与之相联系的光学系统放大率。参考的光学设置最低有效分辨率应达到每模块宽度跨越 5 个像素。

7.3.4 光路

测量反射率的参考光路包括：

——相互成 90°角的四个泛光光源，分布于以检测区为中心的圆周上。此圆周所在平面与检测区所在的平面平行，位于检测区上方，其高度应能使照明光以和检测区平面成 45°角入射到检测区的中央，均匀地照亮检测区。

——光接收装置，其光轴应与检测区所在的平面垂直并穿过检测区中心，并将被测符号成像到光敏阵列上。

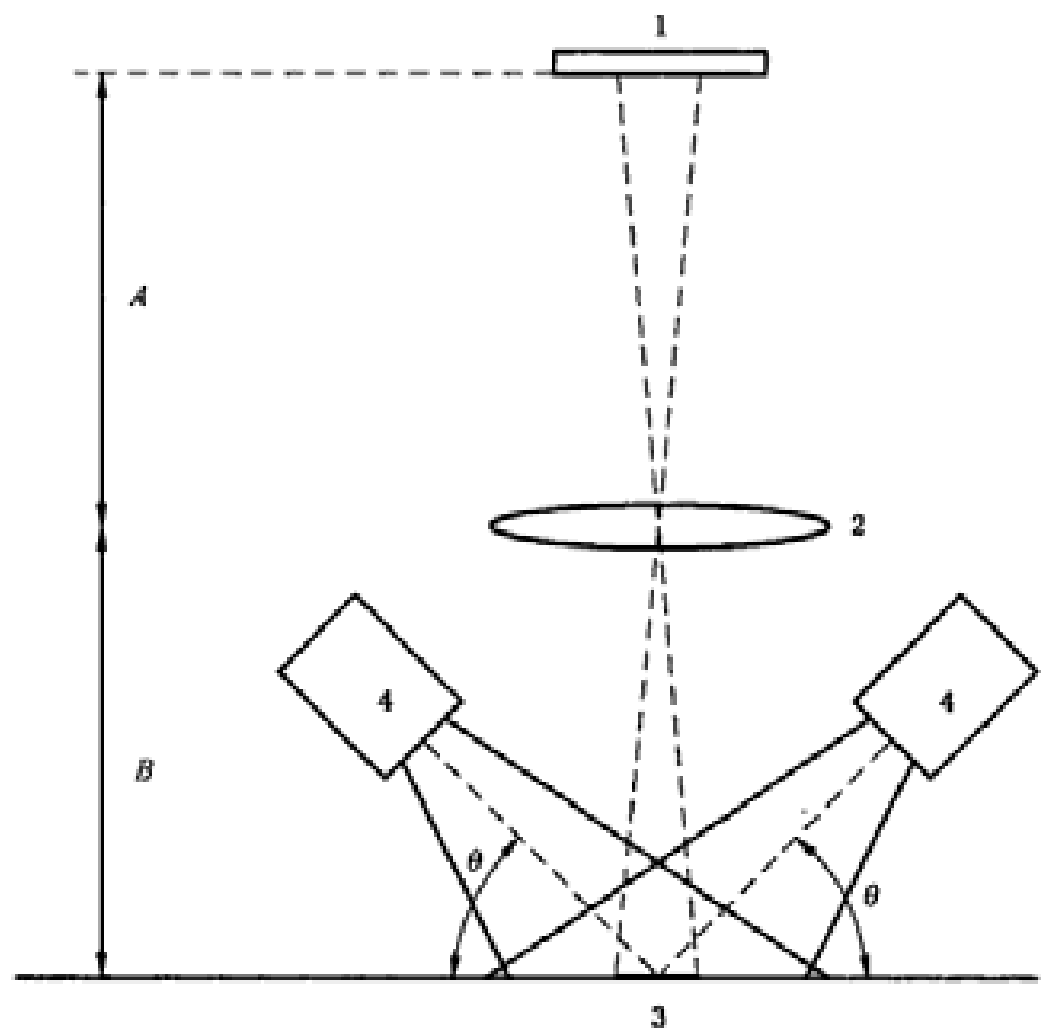
检测区（见 7.3.5）以及 $20Z$ 的扩展区域（见 7.7）的反射光将被采集并会聚在光敏阵列上。

可以使用其他可选光路和组件，但所选光路和组件的性能应能和本条中定义的参考光学结构的性能相关联。图 3 和图 4 对参考光学结构的原理进行了说明，但这并不意味着实际设备即是如此；特别是此类设备的放大倍数很可能不是 1∶1。另外，许多设备还包括调节光谱特性或限制无用光谱成分的滤光片。

参考光路为提高测量一致性提供基础，它有可能和具体扫描系统的光路不一致。正如 7.2 所述，对于一些专业化的特殊应用，特别是通过对印刷基底表面进行物理性改变制作符号图形的应用，需要不同的照明角度。在这种情况下，此测量和参考光路有可能不能严格对应。本标准提供有两种可选的光路，即：照明入射光和符号平面成 30°角；照明采用泛光照明，其入射角接近于 90°。如果使用了其中一种可选角度，当给出符号质量等级时，光的入射角应作为第四个参数（测量条件参数）同时给出，如 5.4 所述。如果此三个设定的可选光路都不能针对某个特殊应用的要求提供一个足够的关联关系，那么应调整检测仪的光路，使其尽可能接近实际应用中扫描设备的光路。

图 3 和图 4 所描述的结构为示意结构，适用于许多开放系统的应用。一个标准的单色成像装置直接对被测符号进行图像采集，光轴位于被测符号的中心，并和被测符号所在平面垂直。使用的透镜能够对整个符号（包括所有的需要的空白区）进行准确对焦、成像。整个符号的视场应足够小，以最大限度地减少符号成像的变形，同时保证成像装置具有的有效分辨率适用于符号的 X 尺寸。照明光以 45°角均匀地照射在符号区域。采用标准的图片采集设备采集测试图像，灰度用 8 位进行数字化，并使用已知漫反射率的物体对此灰度进行计量校准。

附录 A 介绍了如何实现参考光路。



1——光敏阵列；

2——提供光学系统放大比为 1∶1 的透镜(距离 A=距离 B)；

3——检测区；

4——光源；

θ——入射光相对于符号平面的角度(默认为 45°，可选 30° 或 90°)。

图 3　参考光路——侧视图

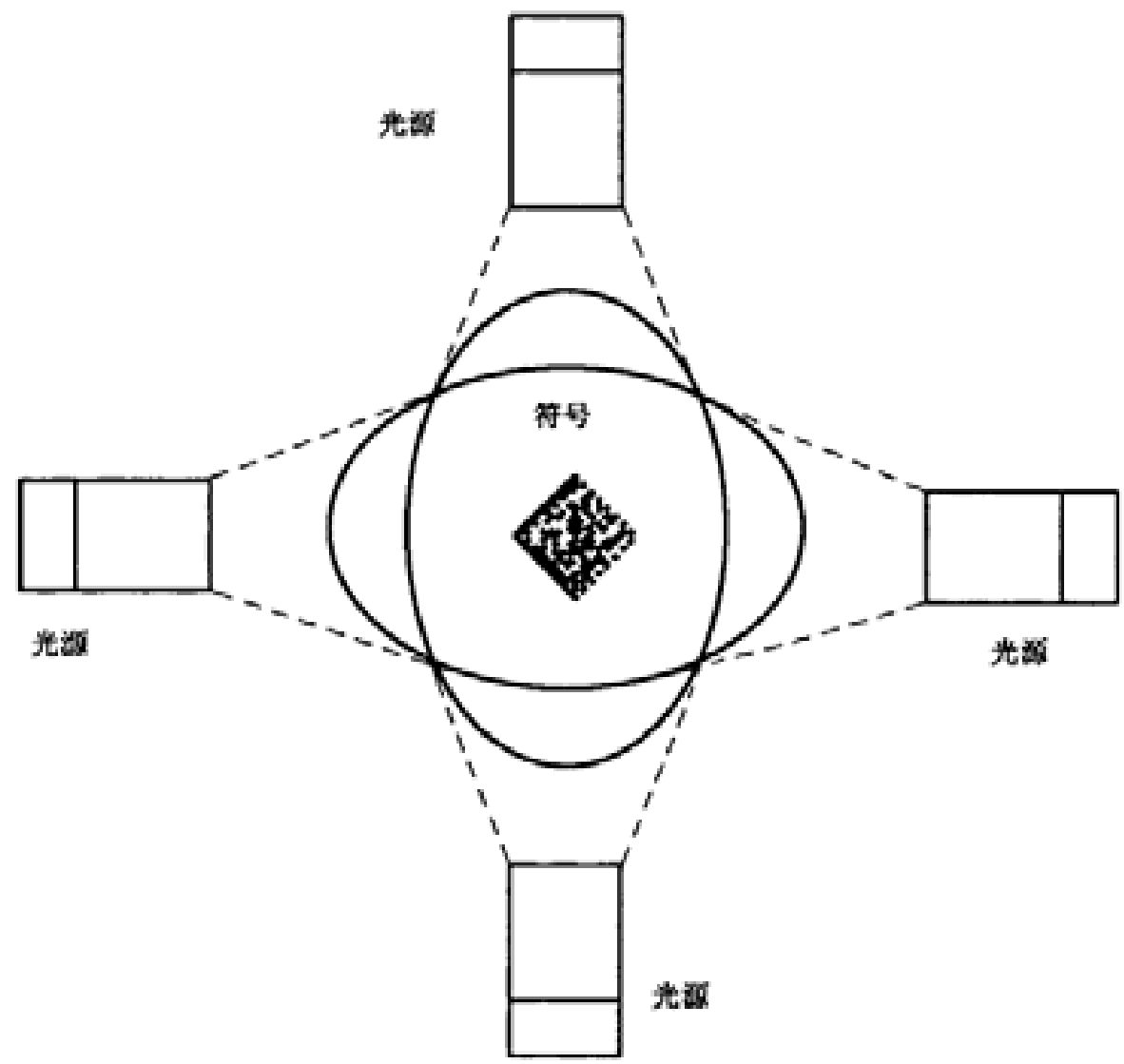


图 4　参考光路——俯视图

7.3.5 检测区

检测区为包含整个符号及空白区的区域。检测区的中心应和视场的中心重合。

注：检测区和检测仪的视场不相同，后者要足够大，至少要在 5 个方向（见 7.4）中的其中一个方向上能包含整个符号以及 20Z 的扩展区域。

7.4 扫描的次数

在相对于测量仪器轴不同方向上识读时，符号呈现出的特性可能会发生变化。应采用合适的测量孔径和光源以不同角度对符号进行 5 次测量。一次测量完成后，将符号绕着仪器的光轴旋转 72°±5°。在第一次测量时，符号的纵轴方向和光敏阵列的纵轴方向成 45°±5°角。按照 7.10 的原则，符号的等级为这 5 次扫描所得的等级的平均值。

7.5 扫描分级的基础

通过对参考灰度图像、由参考灰度图像导出的二值化图像的测量，以及应用参考译码算法得出的参数与等级来评价矩阵式二维条码符号的质量（见 7.8）。在给定测量条件下，这些参数的等级为符号质量提供了一个相对的量度。应对每一个参数进行测量和分级，等级从 4 到 0 递降，4 级代表最高级，0 级代表失败等级。

7.6 分级过程

符号分级流程图参见附录 C。符号分级步骤如下：

——将符号放置到检测仪的视场中央。

——采集原始图像（见 7.2.2）。

——用 7.3.3 中规定的孔径将原始图像转换为参考灰度图像。

——在参考灰度图像中央的、直径为孔径 20 倍的圆形区域中寻找 R_{min} 和 R_{max} 的初始值。使用这两个值确定符号的初始整体阈值，将参考灰度图像转化为二值化图像（见 7.2.4）。在二值化图像中搜索符号并进行初步译码。

——符号被译码后，在参考灰度图像的整个符号检测区范围内（包括空白区）确定修正后的 R_{min} 和 R_{max}，再重新计算整体阈值，这些值将用于重新计算模块的中心。创建一个新的二值化图像。再次进行译码，并计算符号所有参数的等级。在此基础上，确定该图像的扫描等级。

7.7 在扩展区域内对反射率的附加测量

对 5 次测量获得的每个图像，如果调制比、译码和寻像图形污损的等级都大于或等于 1，按下列步骤再次测量反射率：

——在符号每个边空白区向外扩展 20Z 的区域内测量 R_{min} 和 R_{max}。视场足够大，应包含 5 次测量中任意一个方向上扩展区域中的所有点。

——如果扩展区域的 R_{min} 小于修正后的 R_{min} 或扩展区域的 R_{max} 大于修正后的 R_{max}，那么重新测量调制比和寻像图形的污损。如果对 5 次测量的任何一个图像，测量的调制比或寻像图形污损的等级为零，这时，符号等级后面加一个星号，表示符号周围有极端反射率区域，可能会干扰识读。

注：此反射率的再次测量并不改变符号最后得出的等级，也不改变符号反差、调制比或寻像图形污损等级的报告值。

如果应用标准规定的符号的印刷条件和应用条件允许扩展区域中存在反射率极值，则反射率的再次测量可以省略。这时检测仪的视场可以仅包括符号和符号关联的空白区。

7.8 图像评价的参数和分级

7.8.1 参考译码算法的使用

检测过程中使用的参考译码算法可能包含在符号码制规范中。为了简化处理过程，假定待检符号大致处于仪器视场的中央，在检测仪中可以对参考译码算法作一定调整。在对随后的符号质量参数进行测量时，参考译码执行以下 5 个步骤：

——在图像中定位和划定被测符号区域；
——创建一个与数据模块标称中心对应的采样网格；
——确定符号每个轴向上的标称网格交叉点的间距(符号的 X 尺寸)；
——进行纠错，并确定纠正符号污损使用了多少纠错码字；
——对符号译码。

7.8.2～7.8.9 各参数的测量是在上述 5 个步骤中实现的。应按照本标准对 7.8.2～7.8.9 中的图像参数进行评价。

7.8.2 参考译码

参考译码参数，只有通过和不通过两种情况。它衡量符号是否具有正确识读的所有特征。

可译码的符号应在数据编码、纠错编码、模块放置、功能图形(如寻像图形和校正图形)及空白区等方面符合码制规范。

应使用码制参考译码算法对符号进行译码。译码中需使用在处理二值化图像过程中确定的模块中心网格和模块中心位置。

如果用参考译码算法不能对图像进行译码，则参考译码等级为 0，反之为 4。

7.8.3 符号反差

符号反差(SC)衡量符号中深浅两种反射状态的差异是否足够明显。

在符号的参考灰度图像中测量检测区内的 R_{max} 和 R_{min}。符号反差为参考灰度图像中最高反射率和最低反射率值之差。在此所用的反射率值是按在 7.6 中规定的修正后的 R_{max} 和 R_{min}。

应按表 5 对符号反差分级。

表 5 符号反差的分级

符号反差(SC)	等　级
$SC \geqslant 70\%$	4
$55\% \leqslant SC < 70\%$	3
$40\% \leqslant SC < 55\%$	2
$20\% \leqslant SC < 40\%$	1
$SC < 20\%$	0

7.8.4 调制比

调制比(MOD)是反映深(浅)色模块反射率一致性的量度。印刷增量、相对于网格交叉点模块位置的错误摆放、印刷基底的光学特征、印刷的不均匀度都会降低模块反射率和整体阈值的差值。如果调制比不足，会增加错误辨别深色浅色模块的可能性。

将参考译码算法处理二值化图像得到的网格放置到符号的参考灰度图像上，并将合成孔径的中心(其定义见 7.3.3)放置到网格交叉处，然后测量符号每一个码字中各个模块的反射率值。

如果符号包含多个纠错块，应分别对每个纠错块进行评价。符号的调制比等级应取各个纠错块调制比等级的最低值。

模块的反射率值应和整体阈值进行比较，在每一个码字或结构中选取最接近整体阈值的反射率 R。按公式(2)计算出每一个码字的调制比值：

$$MOD = \frac{2 \mid R - GT \mid}{SC} \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

MOD——调制比；

R——在一个码字中最接近整体阈值的模块的反射率；

GT——整体阈值；

SC——符号反差。

按照表 6，根据码字调制比的值得到码字调制比的等级。

表 6　码字调制比的分级

调制比(*MOD*)	码字等级
MOD≥0.50	4
0.40≤*MOD*<0.50	3
0.30≤*MOD*<0.40	2
0.20≤*MOD*<0.30	1
MOD<0.20	0

对所有码字，按照码字调制比 4 级至 0 级和不译码的次序分别统计各级别的码字数。累计大于或等于各级别的码字总数。并按照如下方法将这些数目和符号的纠错能力进行比较：

——对于每一个等级，假定所有低于这个等级的码字都是拒读错误，按 7.8.8 所述导出一个假定的未使用纠错的等级。在这个等级和假定的未使用纠错的等级中取较低的值。

注：这个假定等级和根据 7.8.8 计算出的符号未使用的纠错的等级无关，对后者也没有影响。它只是体现符号纠错修正符号质量问题的一个手段。如果一个符号比另一个符号的纠错能力强，那么纠错能力强的符号要比纠错能力弱的符号能容忍更多的调制比低的码字。有关此方法的更进一步解释参见附录 B。

——符号的调制比等级应为所有码字等级所导出的值的最高值。

表 7 给出了一个示例。在此示例中，符号只有一个纠错块，其中包含 120 个码字，纠错能力为 60 个码字，能够纠正多达 30 个替代错误，最终的符号调制比等级为 2 级(表 7 中最右列中的最大值)。

表 7　矩阵式二维条码符号调制比分级示例

码字调制比的等级 (*a*)	处于该等级的码字数	达到或超过该等级的码字累计数 (*b*)	剩余码字数(按照错误码字对待)(120—*b*) (*c*)	假定的未使用的纠错能力(30—*c*)	假定的未使用的纠错 *UEC*	假定的未使用的纠错的等级 (*d*)	*a* 和 *d* 中的较低值 (*e*)
4	25	25	95	(超出范围)	<0	0	0
3	75	100	20	10	0.33	1	1
2	15	115	5	25	0.83	4	2
1	5	120	0	30	1	4	1
0	0	120	0	30	1	4	0
不译码	0	120					
					调制比等级(*e* 中的最大值)		2

7.8.5　固有图形污损

固有图形污损衡量寻像图形、空白区、定位图形、导引图形以及其他固有图形的污损情况是否严重影响参考译码算法对视场中探测和识读符号的能力。这种污损是由于一个或多个模块由深到浅或由浅到深的反转造成的。这些需考虑的特殊图形以及和各种等级阈值对应的污损量的大小，应根据具体码制规范的规定。

固有图形污损的评价基于在参考灰度图像中这类图形(或图形中的一部分)出现的模块错误(即：模块的颜色是否有反转错误)的数目。符号一般包含若干个此类明显的图形(如寻像图形、定位图形)。对每种图形的评价应分别进行，其中最差的值用于分级。

对于每种码制，应使用相应的阈值进行固有图形污损的分级，见附录 D 和具体的码制规范。如果两者的规定不一致，以码制规范为准。

7.8.6 轴向不一致性

组成矩阵式二维条码符号数据区域的模块在理想情况下位于一个正多边形的网格中。采用参考译码算法译码时应正确绘制出模块的中心位置。轴向不一致性(AN)测量和分级的对象是每个网格轴向上的相邻模块中心点的间距。模块中心点即采样点，是参考译码算法对二值化图像进行处理后得到的网格的交叉点。轴向不一致性衡量符号轴向尺寸不均匀的程度。在某些视角上，这种尺寸不均匀可能妨碍识读。

相邻取样点之间的间距按多边形每个轴向分别处理，计算沿每个轴向的平均间距 X_{AVG} 和 Y_{AVG}。轴向不一致性衡量了一个轴和另一个轴之间采样点的间隔的差异量。轴向不一致性的计算见公式(3)：

$$AN = \frac{2 \mid X_{AVG} - Y_{AVG} \mid}{X_{AVG} + Y_{AVG}} \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

AN——轴向不一致性；

X_{AVG}——X 轴向的平均间距；

Y_{AVG}——Y 轴向的平均间距。

如果符号的主轴多于两个，则轴向不一致性用其中差别最大的两个平均间距进行计算。

轴向不一致性的分级方法见表 8。

表 8 轴向不一致性的分级

轴向不一致性(AN)	等 级
$AN \leqslant 0.06$	4
$0.06 < AN \leqslant 0.08$	3
$0.08 < AN \leqslant 0.10$	2
$0.10 < AN \leqslant 0.12$	1
$AN > 0.12$	0

7.8.7 网格不一致性

网格不一致性(GN)衡量网格交叉位置偏离于其理想位置的最大矢量偏差。网格交叉位置可通过使用参考译码算法对给定符号的二值化图像进行处理后得出。

使用符号的参考译码算法，在符号数据区域内将所有的网格交叉位置画出来。将这些位置和同等尺寸理想符号的理论位置进行比较。对于所有交叉位置，实际的交叉位置和理论的交叉位置之间的距离的最大值应以 X 尺寸为单位进行表示，并用于分级。

网格不一致性分级方法见表 9。

表 9 网格不一致性的分级

网格不一致性(GN)	等 级
$GN \leqslant 0.38$	4
$0.38 < GN \leqslant 0.50$	3
$0.50 < GN \leqslant 0.63$	2
$0.63 < GN \leqslant 0.75$	1
$GN > 0.75$	0

7.8.8 未使用的纠错

未使用的纠错(UEC)衡量为纠正符号局部或点的各种错误所消耗的纠错容量。

用参考译码算法对二值化图像进行译码。

未使用的纠错按公式(1)计算。如果对符号没有使用纠错且对符号成功译码，未使用的纠错值为1。如果$(e+2t)$大于E_{cap}，那么，未使用的纠错$UEC=0$。对于含有多个纠错模块，各模块的纠错参数分别计算，在这些值中取最低值参加分级。

未使用的纠错应按表10进行分级。

表 10　未使用的纠错的分级

未使用的纠错(UEC)	等　级
$UEC\geqslant0.62$	4
$0.50\leqslant UEC<0.62$	3
$0.37\leqslant UEC<0.50$	2
$0.25\leqslant UEC<0.37$	1
$UEC<0.25$	0

7.8.9　附加的分级参数

码制规范或应用标准可以规定其他参与符号分级的附加参数。在计算符号等级时，可以将这些参数的等级考虑进去。

7.9　扫描分级

每次扫描的等级应为按7.8.2～7.8.9对该扫描进行测量而得出的所有参数的等级的最低值。

矩阵式二维条码符号各质量参数和分级见表11。

表 11　测量参数和值

参数等级	参考译码	符号反差	固有图形的污损	轴向不一致性	网格不一致性	调制比	未使用的纠错
4 (A)	通过	$SC\geqslant70\%$	关于阈值见码制规范或附录D	$AN\leqslant0.06$	$GN\leqslant0.38$	见7.8.4	$UEC\geqslant0.62$
3 (B)		$55\%\leqslant SC<70\%$		$0.06\leqslant AN<0.08$	$0.38\leqslant GN<0.50$		$0.50\leqslant UEC<0.62$
2 (C)		$40\%\leqslant SC<55\%$		$0.08\leqslant AN<0.10$	$0.50\leqslant GN<0.63$		$0.37\leqslant UEC<0.50$
1 (D)		$20\%\leqslant SC<40\%$		$0.10\leqslant AN<0.12$	$0.63\leqslant GN<0.75$		$0.25\leqslant UEC<0.37$
0 (F)	不合格	$SC<20\%$		$AN>0.12$	$GN>0.75$		$UEC<0.25$

为了确定质量等级低的原因，有必要检查扫描中每一个有关参数的等级，参见附录E。为了过程控制的需要，各次扫描的每个参数的等级的平均值可以提供一个有价值的参考。

7.10　符号等级

符号等级为多次扫描图像的扫描等级的算术平均值，如果两个扫描产生的译码数据不同，那么不论单次扫描的等级如何，符号的扫描等级为0。符号等级按4.0到0.0的顺序表示符号质量的高低。符号等级值保留一位小数。

注：多次扫描后的等级经过平均计算后，其结果修约到一位小数。

7.11　印刷增量

印刷增量衡量构成符号的图形相对于标称尺寸增大或减小的程度。印刷增量严重时会妨碍识读，尤其是在识读条件比测量条件更差的环境中。印刷增量标志着图形的深色浅色模块边界扩张的程度，它是符号生成过程中与识读性能有关的质量控制参数，可以在多个轴向对印刷增量分别进行测量和评价，例如确定水平增量和垂直增量。印刷增量不分级，可在检测报告中给出，用于生产过程质量控制。

从二值化图像入手，识别符号在每个轴上最能代表印刷增量的图形结构。这些结构通常为固定的结构和独立的图形。根据码制规范和参考译码算法，以模块为单位，在每个轴上为每种图形结构确定其标称尺寸 D_{NOM}。

使用参考译码算法可以确定网格线。沿符号轴上每一个待测图形结构，通过在网格线上对像素进行计数，确定该图形结构两个边缘之间实际的 D 尺寸(以 X 为单位)。

在对符号的每次扫描中，应计算出每个轴向上的印刷增量，其值为所有($D-D_{NOM}$)值的算术平均值。如果其结果为负值，则表示印刷的实际尺寸比设计尺寸小。

8 复合码的检测方法

对复合码的一维部分和二维部分应分别测量和分级。对一维部分的测量和分级依据GB/T 14258。当二维部分为层排式二维条码时，应使用第 6 章的方法测量和分级；当二维部分为矩阵式二维条码时，应使用第 7 章的方法测量和分级。检测报告中应同时给出一维部分的等级和二维部分的等级，以满足只识读一维部分的用户和识读整个符号的用户的需求。

9 印刷基底特性

可能影响反射率测量的因素有：基底的光泽、透明性、印制在纸张等材料上的符号上面的覆盖层，以及符号直接刻印在物品上时，物品表面的质地和对刻印方法的适应性等。如果有这些因素存在，可参见附录 F 推荐的方法。

附 录 A
（资料性附录）
应用标准选择分级参数指南

A.1 测量波长的选择

A.1.1 概述

第6章和第7章要求检测光在特性上和预定识读设备使用的光保持一致。如果应用标准没有指定光源，必须通过判断以确定识读时最可能用到的光源，以便保证测量的有效性以及确保检测的结果能够反映在此应用中符号可能具备的扫描性能。

为了最大限度地提高相关性，不仅要考虑到光源（包括其中可以影响光谱分布的各种滤光片），还要考虑到探测器的光谱灵敏度。这是因为在一个给定的波长段，反射率是光发射强度和探测器接收灵敏度的函数。本附录未就探测器灵敏度作进一步论述。

A.1.2 光源

在条码扫描应用中，光源通常分为两类：

——在可见光谱或红外光谱中的窄带照明；

——覆盖大部分可见光谱的宽带照明。有时候尽管它偏向于某种颜色上，人们仍称其为“白光”；有一小部分应用要求使用特殊光源，例如识读荧光材料印制的符号时需要采用紫外光源。

层排式二维条码识读设备大多使用窄带的可见光，其光源的峰值波长在620 nm到700 nm之间的红色光谱范围内。某些识读设备使用峰值波长在720 nm到940 nm之间的红外光源。

识读矩阵式二维条码符号的照明条件有多种，最常见的为白光。还有一些手持式识读器，使用和扫描一维条码符号以及层排式二维条码符号相同的红色光谱波段。

检测中最常使用的光源为：

a) 窄带
   1) 氦氖激光（633 nm）（只用于层排式二维条码符号）
   2) 发光二极管（接近单色光，峰值波长在可见光和红外光波段）
   3) 固态激光管（大多数为660 nm和670 nm）（仅用于层排式二维条码符号）
b) 宽带
   1) 白炽灯（白光，色温在2 800 K到3 200 K之间）
   2) 荧光灯（白光，色温在3 200 K到5 500 K之间）
   3) 发光二极管（白光，色温在7 000 K的范围之内）
   4) 卤素灯（白光，色温在2 800 K到3 200 K之间）
   5) 气体放电灯（其光的特性有多种）

这些光源的主要特性如下：

a) 氦氖激光器是能够发出高相干性单色光的气体激光管，其峰值波长为632.8 nm（通常取整为633 nm），处于光谱可见光部分的红光区。
b) 发光二极管是低功率的固体元件，它常用于光笔或CCD识读器。在可见光谱中，其工作波长位于620 nm到680 nm之间，最常见的是633/640 nm或者在660 nm附近。在红外光谱中，其工作波长通常位于880 nm到940 nm之间。
c) 激光管也是一个低功率的固体元件，常用于手持激光识读设备和某些固定式识读器。它能发出相干性高的单色光。到本标准颁布之时，在可见光谱中它的典型工作波长为660 nm和670 nm，在红外光谱中，它的常见波长为780 nm。

相对于一维扫描技术而言，宽带光源更常用于二维条码符号成像以及图像处理技术的系统。

白炽灯的光功率分布覆盖了可见光谱的大部分以及近红外光谱。它的光学特性用色温比用峰值波长更容易定义。这是因为在宽带光源的功率分布中，波长范围太宽，相对来说也不存在一个清晰的峰值波长。这种宽的光功率分布意味着从符号测量出来的符号反差值可能随着色温的变化而改变，这种变化程度要比窄带光源在相同色温变化情况下符号反差的变化量要小得多。

卤素灯（准确地讲为卤钨灯）是白炽灯的改进型，它具有更高的色温和平滑的光谱功率分布，并能很好地延伸到近红外区。

荧光灯也产生白光，并具有宽的光功率分布特性。和白炽灯比较起来，它更偏于可见光谱中的蓝端，并含有相当多的紫外光成分，其光谱分布中存在许多峰状波形。一般情况下，这种光的色温在 3 200 K 到 5 500 K。荧光灯具有管状的物理结构。它可以被弯曲成各种形状。以识读设备光轴为中心的环状灯管可以提供一个较理想的泛光照明。

具有白色光特性的发光二极管可以发出“冷色的”白光，其色温一般在 7 000 K 左右。这些光源的实际光谱可能存在多个位于蓝色、黄色和桔黄色区域的峰状波形。

气体放电灯的光谱分布可能含有多个尖峰状波形。这要取决于所用气体的精确混合。例如，钠蒸气发出黄桔色光，其峰值波长在 580 nm 附近；汞蒸气发出绿蓝光，其峰值波长在 520 nm 附近。

照明系统的光谱分布常使用滤光片进行修正。例如，当使用 Wratten 26 滤光片时，色温为 2 856 K 的光源特性会接近于 620 nm 到 633 nm 的光源。红外和紫外吸收滤光片在识读系统中也常使用。通过使用滤光片有可能改变呈现出来的色温。

注：以上所述的波长和色温会随着技术发展而有所变化。

A.1.3 波长改变的效果

印刷基底或条码符号单元的反射率随入射光波长的变化而变化。黑、蓝或绿色的印刷区域会强烈吸收可见光中的红光成分（因此呈低反射率），而白、红或桔黄色的区域会反射大部分的红光。在红外光谱中，单元的反射率由使用颜料的性质（如碳含量的比率）决定，和单元的颜色无关。例如：以波长为 633 nm 测得的反射率作为参照，如果用波长 660 nm 或 680 nm 的光测量，结果会有很大差别，进而可能影响符号等级一到两个单位。如果是打印到一些热敏纸上的条码符号，影响还会更大。

然而，在宽带光源照明的情况下，在光谱功率的分布中存在多个波长的光意味着在来自多个白光光源下测量得出的黑色油墨的反射率值不会有很大区别；而在基于染料（非碳基）的油墨的情况下，如果照明光源含有大量的红外成分，测量得出的黑色油墨的反射率值可能出现一些变化（反射率会增加）。对于彩色油墨，差别会更大。在光路中插入滤光片将会使光谱呈峰状分布，识读器的光谱响应曲线需要更好地和该光源匹配。在光学系统中同时包含吸收红外和吸收紫外的滤光片的情形是常见的。

A.1.4 宽带光源的选择

根据定义，宽带光源发射的光具有一定的带宽，光谱没有明显的尖峰状。不过，在不同的波长上发出的光的强度是不同的。色温在 3 000 K 左右的光被称作暖光。此类光的光谱分布中，在红光和红外谱段集中了比较强的光辐射。色温在 6 500 K 左右的光被称作冷光，它的光谱分布偏向于光谱中的蓝紫区域，并延伸到紫外区域。更高色温的光比低色温的光会在蓝色油墨上产生更多的反射。而对于红色油墨，则是相反。

通过在照明光路中插入适当的滤光片，有可能修改光源的色温。

为了提高二维条码符号质量评价的精度，同样有可能通过将光谱中三个窄带波长（即红、绿和蓝的波长范围，这里假设所有红外光和紫外光都被设定好的滤光片滤掉）的反射率测量结合起来，并通过在每个波长上施加修正对此结果进行修正，对应用中的光谱响应特性进行匹配，以拟合不同宽带光源的特性。

A.2 孔径的选择

孔径大小的选择非常重要。为了使符号等级的测量具有一致性，必须要按照 7.3.3 的要求确定孔

径。应用标准应对要使用的孔径做出规定。按照 5.4 的要求，孔径的大小应连同符号等级以及照明条件在测量结果中给出，以指明测量条件。

测量孔径的大小决定了测量过程中孔径是否能对符号中疵点的影响具有一定的消减能力。因此必须根据标称模块尺寸的范围以及预定的识读环境来选择测量孔径。如果孔径过小，孔径不能消减在直接刻印的符号上单元间随机的污点或间隔的影响，从而导致等级降低或译码失败。另一方面，孔径过大会造成识读出的模块模糊，调制比降低，也会导致符号译码失败。

在本标准中，通常选择孔径尺寸为所允许的最小模块尺寸的 80%。对于包括一系列标称模块尺寸(如范围为 0.25 mm 到 0.40 mm)的应用，应用标准可指定一个可应用于所有情况的测量孔径。这就是说，测量每一个符号不需要考察符号的模块尺寸的大小。例如，如果孔径大小被规定为最小模块宽度 0.25 mm 的 80%，即 0.20 mm，那么在此应用中，包括模块尺寸为 0.40 mm 的所有符号必须在 0.20 mm 的孔径下测量。在应用中应指定并使用唯一的测量孔径，不能随意改动。

如果在应用标准中使用了一系列的模块尺寸，那么应注意测量孔径会限制可接受的疵点、污点的最大尺寸。一般来讲，孔径越大，可以接受的疵点、污点尺寸越大；如果孔径过大，最小模块尺寸的符号的调制比会不足。与之相反，孔径越小，能识读的模块尺寸也越小。因此，一个好的应用标准在选择的一个测量孔径时，必须能够预测对最小和最大模块尺寸的符号的识读性能。

使用唯一的测量孔径将确保对所有符号使用统一的测量条件，而这种测量条件能够反映特定识读条件下的识读性能。在一些情况下，应用识读环境中通用的识读设备会影响到测量孔径的选择。相应地，识读设备也会受标准中测量孔径的影响。在这两种情况下，为了使符号质量等级能很好地反映识读性能，识读环境和检测技术应相互匹配。

A.3 照明角度的选择

45°默认的照明角度能很好地适用于印刷符号以及那些刻印在没有镜向反射平整表面的符号。对于这些符号，在入射角或接收角变化时，其漫反射的光变化不大。然而许多“直接刻印”的符号为达到最佳的识读性能需要调整入射角。因此，相对于照明的光谱特性，对于采用刻印方法生成的符号，入射光和接收光的角度可能要更重要一些。光源的摆放方式应使图像采集设备接收到的反差最大。由于应用的表面特性和刻印技术不同，光源的光谱特性可能对印制符号的反差产生影响。检测直接刻印的符号时，宽带照明比窄带照明更为常见。检测仪使用的光源应和识读符号所用的光源相同。例如，美国电器工业协会在应用标准 EIA706 中规定了这类符号检测设备的光路设置：

“待检的印制或刻印的符号应用白光源照明，如像 Stocker and Yale Model 9 的环形光源(直径为 70 mm 的环状荧光灯)以及与之等效的光源。光源应安装到一定高度以提供相对于符号呈 35°～45°的入射照明光。从荧光灯的底部到符号表面的距离应为 24 mm 左右(给出一个 40°的入射光)。”

“使用 NEC Model T1324A CCD 摄像头，快门速度为 1/2 000 s，一个 20 mm 的外接镜头，当光圈为 f/8，使用 50 mm 的镜头设置，图像的对焦应调好。从镜头到符号表面的距离的推荐值为 160 mm。”

注：上述光路设置仅作为一个具体应用的实例，一般的应用或其他应用中可采用其他光路设置。

A.4 最小可接受等级的选择

在应用标准中，最小可接受等级应综合考虑印制更高等级的符号可能增加的成本、提高符号等级所能改进的识读性能以及应用对数据完整性的要求。

对符号等级要求高可能限制了以下的符号生产商的选择：

——印制符号的油墨和载体(例如，要提高符号反差，就需要印刷基底具有高的反射率以及印刷油墨具有低反射率，这就限制了颜色的选择)；

——印制技术(即：那些对印制点分布不能很好控制的方法可能会被排斥在外)。

这也可能需要放慢生产速度，需要更高的质量控制水平或者导致更高的废品率，所有这些可能导致单品价格更高。

另一方面，符号等级提高后，符号的使用者会获得较高的符号识读率，或者可以使其在选择识读技术方面有更大的余地。

如果指定了一个低的符号等级，符号的接收者可能会承受以下成本：

——安装性能更好的识读设备；

——接受更低的识读率；

——重新处理识读失败的符号。

许多应用要求最小等级为 1.5(C)，这个等级对于这些应用条件来讲，在印制成本和识读性能方面很好地实现了平衡。

识读率不但和成本有关，还和数据完整性要求有关。识读率要求越高，规定的符号质量等级就越高。

附 录 B
（资料性附录）
应用于二维条码符号中的参数等级的修正

由于码字和模块质量对识读性能的影响受到了符号纠错能力和识读器对符号固有图形模块错误容忍度的制约，符号的等级不能仅取决于某一个或某几个码字或模块的等级。考察码字等级和固有图形污损对标志着识读性能的符号等级的影响应综合符号纠错能力和识读设备对固有图形模块错误的容忍度。本附录介绍了这种综合、修正的方法。

在本方法中，针对参数的每一个等级水平，假定只有达到或超过该参数的这个等级水平的模块或码字才实际上能识读，然后基于未使用的纠错或功能性图形污损，评价在该等级以下的、被假定为错误的码字或模块数目可以导出此参数的一个假定等级。

符号的可识读性必须将在每一个等级水平上的码字和模块的可识读性考虑在内，并且要将使用了纠错以及对一些定位图形污损的容忍情况所带来的识读符号的能力考虑进去。

具体过程如下：

a) 在每一个等级水平对码字的数目进行计数（包括更高的等级水平），假设所有余下来的码字为拒读错误，确定未使用的纠错或固有图形污损等级。

b) 对于每一个等级水平，取与相关的未使用的纠错或定位图形污损等级相比的较低的等级。

c) 从 b)得出的数值中选择最高的值作为此参数的符号等级。

最后得到的等级能够保证符号等级反映了识读器的识读性能。这是因为识读器识读该等级或高于该等级的码字或模块后，纠错或定位图形污损在该等级上的容许范围仍然能够覆盖低于此等级的码字或模块数目。

这种方法可以反映对缺陷有容忍能力的符号的缺陷情况。实际上，这种方法对纠错能力强、识读更为容易的符号有利一些。这种方法也使一维条码符号的印制质量的测量方法和二维条码的方法保持一致。从某种意义上讲，一维条码符号的方法是以上规则中没有纠错情况下的一个线性逼近。在这种没有纠错能力的情况下，最低等级的码字指标应避免为 0。如果最低等级码字参数等级为 1，那么符号等级为 1，尽管所有其他码字的参数等级可能为 4。

注：在此计算中使用的假设的未使用的纠错或定位图形污损等级对在 6.2.4、7.8.5、7.8.8 中的 UEC 或未使用的纠错不相关，对后者也不会造成影响。

附 录 C
（资料性附录）
矩阵式二维条码符号分级流程图

矩阵式二维条码符号质量进行分级的步骤见图 C.1。

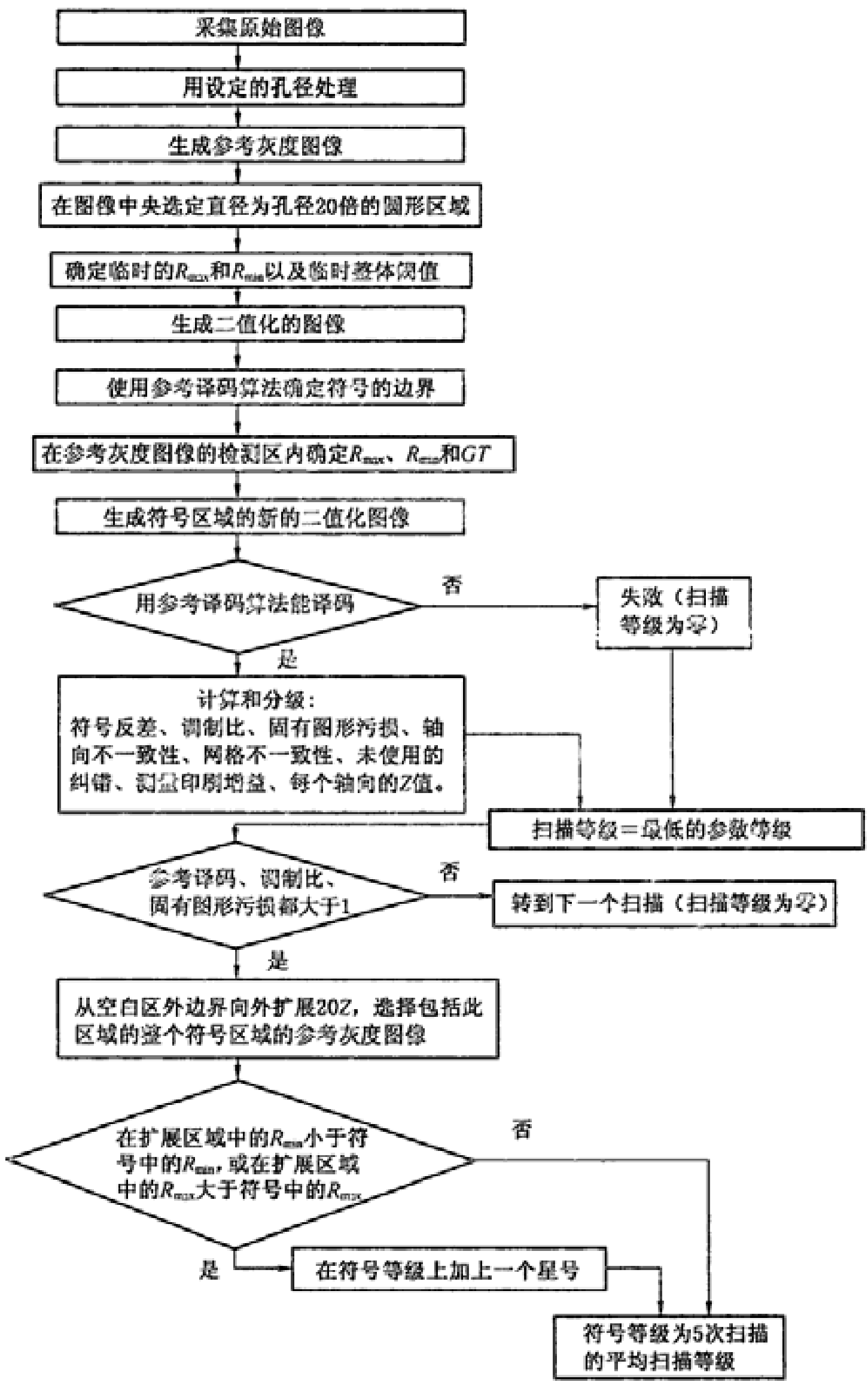


图 C.1 矩阵式二维条码符号分级流程图

附 录 D
（规范性附录）
用于符号分级的具体码制的专有参数

D.1 应用

由于符号结构以及符号参考译码算法的差异，一些参数对符号识读效果的作用有所不同。此附录规定了以下码制的固有图形污损参数的等级阈值（固有图形污损见 7.8.5）：

——数据矩阵码（Data Matrix）（ISO/IEC 16022）；

——Maxi code（ISO/IEC 16023）；

——快速响应矩阵码（GB/T 18284）。

此附录同时也为快速响应矩阵码的分级定义了附加的、该种码制特有的参数。

如果一个码制规范对这些参数指定了分级的基准，并明确引用本标准，则在此码制规范中的值将覆盖此附录所给出的值。

D.2 数据矩阵码（Data Matrix）的固有图形污损

D.2.1 待评价的图形部分

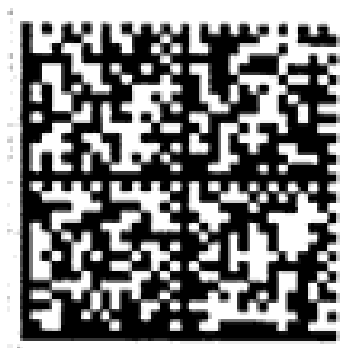
待评价的固有图形包括符号边缘一个模块宽度的区域以及环绕符号的一个模块宽（这种宽度可能由于应用标准的规定而变宽）的空白区。对于内部含有校正图形的大尺寸符号（32×32 模块或者更大的正方形符号，8×32 或 12×36 或者更大的矩形符号），校正图形也是固有图形的一部分。符号的左边和下边，应为一个模块宽度的、颜色深且均匀一致的 L 形图形。符号的右边和上边应包含一组由深浅交替变化的单个模块组成的图形（即定位图形）。校正图形也可视为由单模块宽的单色条和一系列深浅交替变化的单个模块组合而成的图形。固有图形污损的分级不仅要考虑到模块污损的总数，还要考虑到污损的集中程度。

D.2.2 固有图形 L 形边的分级

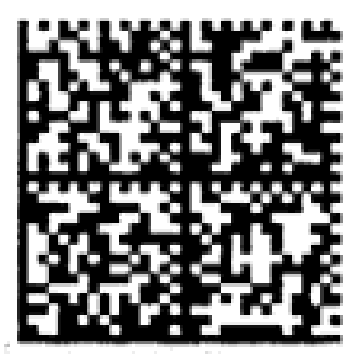
L 形边每边的污损分级应基于构成 L 形边的单个模块的调制比。这些测量实施于 L 边的整个长度以及相连的空白区。

图 D.1 标出了 4 个区域：L1，L2，QZL1 和 QZL2。QZL1 和 QZL2 分别为 L1 和 L2 边缘向外扩展一个模块的区域，在图 D.1 中用灰色表示。L1 和 L2 部分均包括它们之间相交叉的角部模块，QZL1 和 QZL2 在其交叉部分上亦是如此。

图 D.1 L 形边和相关空白区区域



QZL1



QZL2

图 D.1（续）

应将下述的过程应用于每一个区域。

a） 根据表 6，确定每一个模块的等级。由于模块设计上的深色浅色性质是确定的，任何一个模块，如果设计上模块应是深色的，但其反射率高过了整体阈值，以及任何一个模块，在设计上模块应是浅色的，但其反射率低于整体阈值，这时该模块的调制比应为 0。

b） 对每一个调制比等级使用附录 B 描述的参数等级修正技术：

1） 为 L 的每一边（在图 D.1 中的 L1 和 L2）以及每一个空白区段（分别和 L1 和 L2 相邻的 QZL1 和 QZL2），假定所有低于这个等级的所有模块都是错的，根据表 D.1 列出的等级阈值，导出一个假定的污损等级。在调制比等级水平和假定的污损等级中取较低值。

2） 另外，对于 L1 和 L2 区域，如果连续出现三个假定的错误模块，或错误区域之间间隔小于 4 个模块，则在该调制比等级上，由 a）条所得出的等级应减到 0。

表 D.1 假定的污损等级的阈值

污损模块的百分比（*MD*）	等　级
$MD=0\%$	4
$0\% < MD \leqslant 9\%$	3
$9\% < MD \leqslant 13\%$	2
$13\% < MD \leqslant 17\%$	1
$MD > 17\%$	0

c） 此区域的固有图形污损的等级应为所有调制比等级水平的最高等级。

D.2.3 对定位图形和其相邻的同色区部分的分级

此节定义了内部校正图形（如果存在）、外部定位图形以及相关空白区污损的测量。对于内部校正图形、定位图形以及和数据区相连的对应空白区，或者大符号中的单个数据区，测量是分开进行的。每一个区域由定位图形区域和同色区（这个区域可能是空白区或是内部的校正条）组成。定位图形区域以和它相垂直的 L 边或内部校正条上的一个深色的模块为起始，延伸到空白区前或是下一个内部校正条前的一个浅色模块。同色区的起始模块和相连定位图形区域的第一个模块相邻，延伸到和这个相连定位图形区域最后一个模块相邻的模块。图 D.2 展示了这一区域的结构。

注：在一个没有内部校正图形的符号中，此外部的定位图形区域扩展到符号的整个高度和宽度。

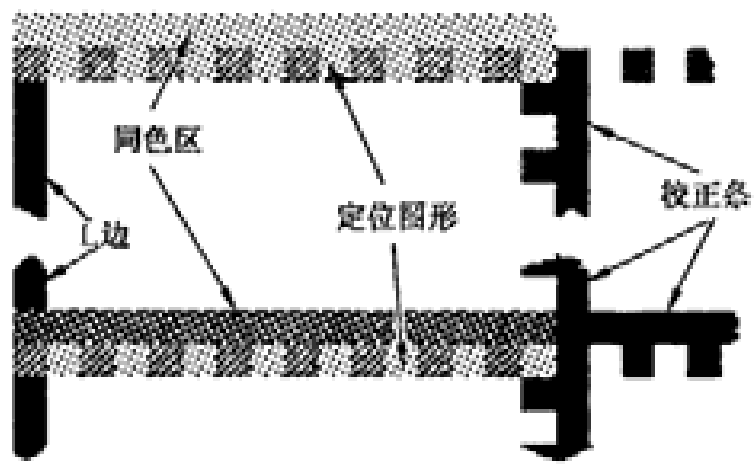


图 D.2 外部定位图形区域和内部校正图形区域的结构

a) 对于符号(适用于多数据段的符号)的每一个外部定位图形区域和内部校正图形区域,根据下列过程测量污损情况。

1) 转变比例测试

在二值化图像中的每一个定位图形区域上,不论是外部(和空白区相邻)还是内部(和同色的内部校正条相邻),计算定位图形一边的转变(深色浅色变化)数目 Tc,并计算同色线边的转变数目 Ts,然后按公式(D.1)和公式(D.2)计算并对转变比率进行分级:

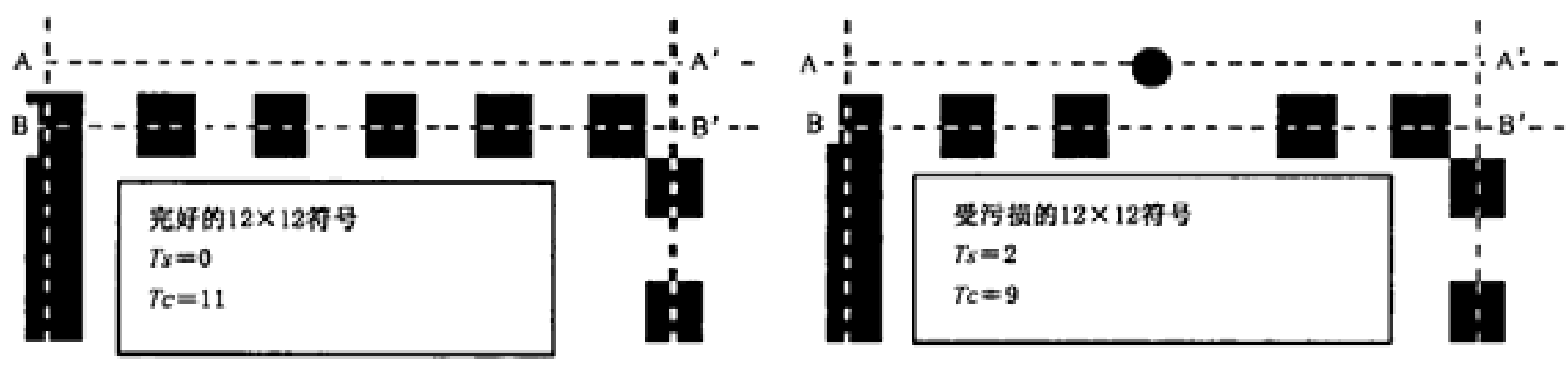
$$Ts' = \mathrm{Max}(0, Ts - 1) \quad \cdots\cdots (D.1)$$

$$TR = Ts'/Tc \quad \cdots\cdots (D.2)$$

表 D.2 转变比率的分级

TR	等 级
$TR<0.06$	4
$0.06\leqslant TR<0.08$	3
$0.08\leqslant TR<0.10$	2
$0.10\leqslant TR<0.12$	1
$TR\geqslant 0.12$	0

注:转变计数之间的端点是根据参考译码算法网绘制的、第一个和最后一个定位图形或同色区的格线的交汇点,如图 D.3 所示。



-------由参考译码算法得出的连接模块中心的网络线

A,A'——指定同色区域头部和尾部的交叉点

B,B'——指定定位图形头部和尾部的交叉点

图 D.3 完好符号的转变计数(左)和受污损符号的转变计数(右)的对比

2) 假定的污损等级

基于表 6 的值,找出每一个模块的调制比的等级。由于模块预想的深色或浅色的性质是确定的,对于任何应为深色,但其反射率值在整体阈值之上的模块,或者应为浅色,但其反射率值在整体阈值之下的模块,其调制比等级应为零。

i) 对于每一个调制比等级水平:

假定所有低于这个等级的所有模块都是错的,基于以下两个评价导出一个假定的污损等级。

(1) 定位图形规则性测量

对于每个定位图形区域,以五个相邻模块为一组,以每步一个模块沿着该区域推进。核实在任意 5 个相邻模块构成的一组中,模块错误的数目不得大于 2。如果满足这个条件,那么定位图形的等级应为 4,否则为 0。

(2) 同色的固有图形测量

对每个区域,在和定位图形相邻的同色区域(内部的校正条和外部的空白区)内,对错误的模块进行计数。应根据此区间整个长度范围内的错误模块的百分比 P 得出以下污损百分比的等级:

表 D.3　同色区域的污损百分比的分级

P	等　级
$P<10\%$	4
$10\%\leqslant P<15\%$	3
$15\%\leqslant P<20\%$	2
$20\%\leqslant P<25\%$	1
$P\geqslant 25\%$	0

ii）在每一个等级水平上，在调制比等级、定位图形规则性等级以及同色的固有图形污损百分比等级中取最低值。

iii）此区域的暂定的污损等级应为所有调制比等级中的最高的等级。

b）此区域的固有图形污损等级应为转变比率等级和此暂定的污损等级中的较低值。

c）定位图形和同色区域的整个固有图形污损等级为每个区域所得等级的最低值。

在图 D.4 中，阴影的区域展示了一个内部校正图形区域的一个实例。此图形包括定位图形区域和同色区域。对这些区域要进行转变比率、规则性以及同色的固有图形的测量。

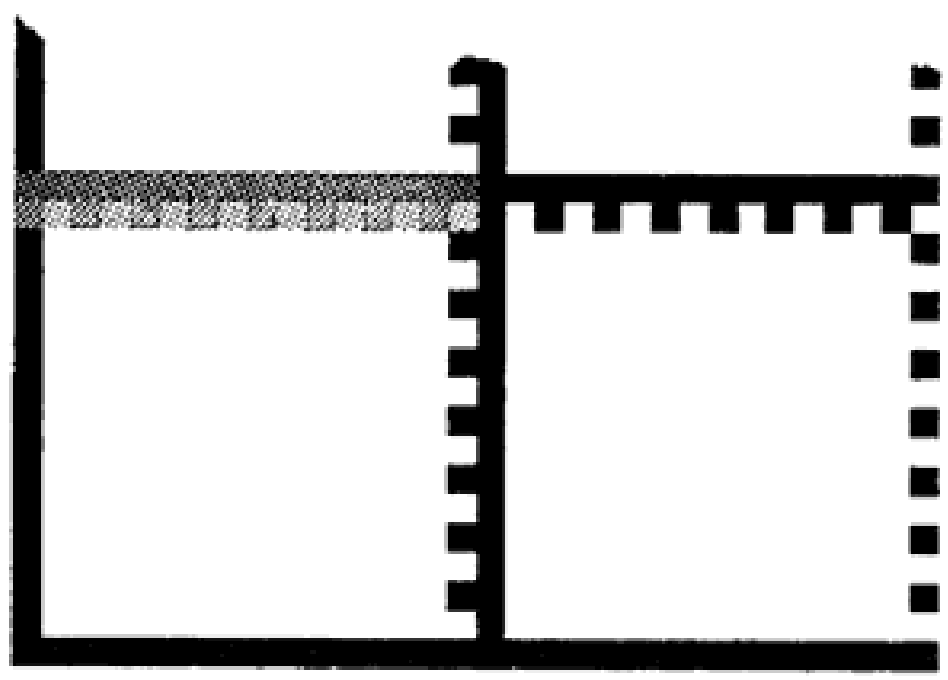


图 D.4　内部校正图形区域

在图 D.5 中，阴影部分展示了一个外部定位图形以及与之相连的空白区的一个实例。对这些部分要进行转变比率、规则性以及同色固有图形的测量。

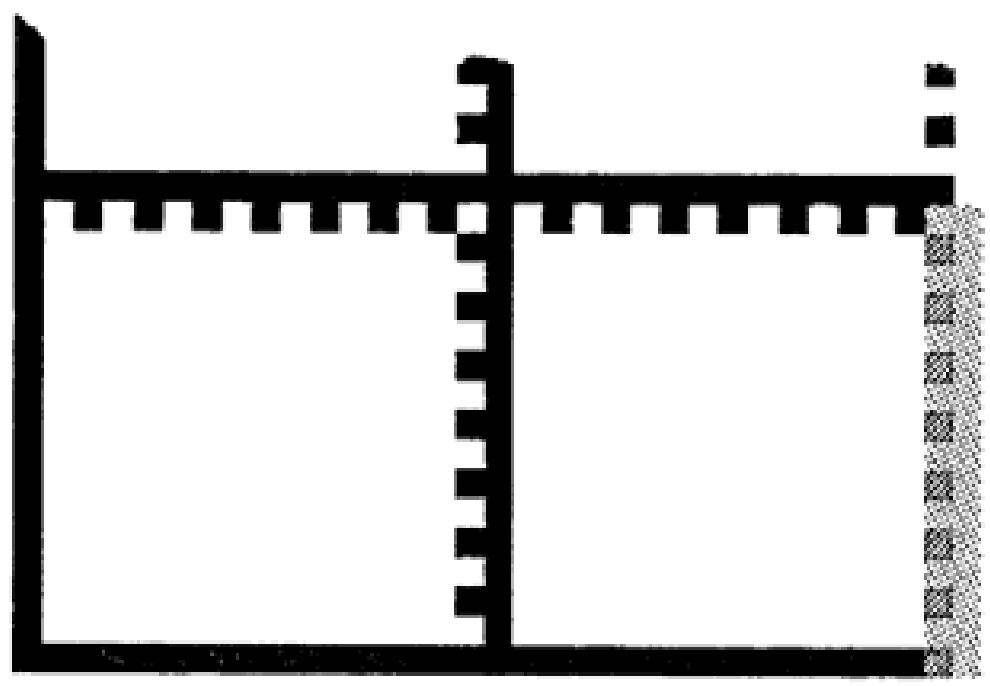


图 D.5　外部定位图形区域

示例：

图 D.6 展示的实例描述了对一个 36×36 区域中 L1 的分级。其中 $SC=89\%$，$GT=51\%$。表 D.4 展示了此区域 36 模块中每一个模块的反射率和调制比的值以及调制比的等级。

图 D.6 为展示调制比效果的 L1 区域的实例

表 D.4 36 模块的区域的调制比分级实例

模块	1	2	3	4	5	6	7	8	9
反射率/%	15	13	13	13	9	11	84	11	10
调制比	80	86	86	86	94	90	(74)	90	92
调制比等级	4	4	4	4	4	4	0	4	4
模块	10	11	12	13	14	15	16	17	18
反射率/%	9	11	70	13	12	15	11	11	11
调制比	94	90	(42)	86	88	80	90	90	90
调制比等级	4	4	0	4	4	4	4	4	4
模块	19	20	21	22	23	24	25	26	27
反射率/%	27	11	14	10	12	50	12	11	14
调制比	54	90	83	92	88	2	88	90	83
调制比等级	4	4	4	4	4	0	4	4	4
模块	28	29	30	31	32	33	34	35	36
反射率/%	13	12	37	13	12	13	11	13	12
调制比	86	88	31	86	88	86	90	86	88
调制比等级	4	4	2	4	4	4	4	4	4

注意，第 7 和第 12 个模块完全是浅色的，第 24 个模块调制比低，第 30 个模块调制比也偏低。

基于这些值，此区域的分级将按表 D.5 进行。

表 D.5 区域分级实例

调制比水平	模块数目	模块积累的数目	剩下的“污损”模块数	污损模块百分比/%	假定的污损等级	等级的较低者
4	32	32	4	11.1	2	2
3	0	32	4	11.1	2	2
2	1	33	3	8.3	3	2
1	0	33	3	8.3	3	1
0	3	36	0	0	4	0
此区域的最后等级——最后一列的最高值						

D.2.4 平均等级的计算和分级

污损对单个区域影响相对较轻，但它会影响多个区域。考虑到污损的累积效果，除了对单个区域进行评价外，也应对平均等级（*AG*）进行计算。平均等级为 L1、L2、QZL1、QZL2、整个定位图形以及相邻单色区域的等级的平均值。

对所有的区域定级后，按公式（D.3）计算平均等级 *AG*：

$$AG = S/5 \qquad \text{(D.3)}$$

其中 *S* 为各区域等级的总和。

根据表 D.6 给 *AG* 定一个等级。

符号的固有图形污损的等级应为五个区域的等级和等级平均值 *AG* 等级中的最低值。

表 D.6 对平均等级的分级

五个区域等级的平均值（*AG*）	等　级
$AG=4$	4
$3.5 \leqslant AG < 4$	3
$3.0 \leqslant AG < 3.5$	2
$2.5 \leqslant AG < 3.0$	1
$AG < 2.5$	0

示例 1：

假设五个区域中有四个区域等级为 4，一个区域等级为 1，那么：

$(4\times4)+(1\times1)=17$

这样 $AG=17/5=3.4$。根据表 D.6，平均等级为 3.4 时，等级将定为 2，6 个等级中最低值为 1，因此符号的固有图形污损等级为 1。

示例 2：

假设 5 区域中有 3 个区域的等级为 4，一个区域的等级为 3，还有一个为 1，那么：

$(3\times4)+(1\times3)+(1\times1)=16$

这样 $AG=16/5=3.2$。根据表 D.6，平均等级为 3.2 时，等级将定为 2，6 个等级中最低值为 1，因此符号的固有图形污损等级为 1。

示例 3：

假设所有这 5 个区域的等级为 3，那么：

$5\times3=15$

这样 $AG=15/5=3.0$。根据表 D.6，平均等级为 3.0 时，等级将定为 2，6 个等级中最低值为 2，因此符号的固有图形污损等级为 2。

D.3 Maxicode 符号的固有图形污损

D.3.1 待评价的特征

Maxicode 符号的固有图形为一个位于符号中部三个间距相等的深色同心圆环以及 6 个围绕圆环放置的三模块定向图形，如图 D.7 所示：

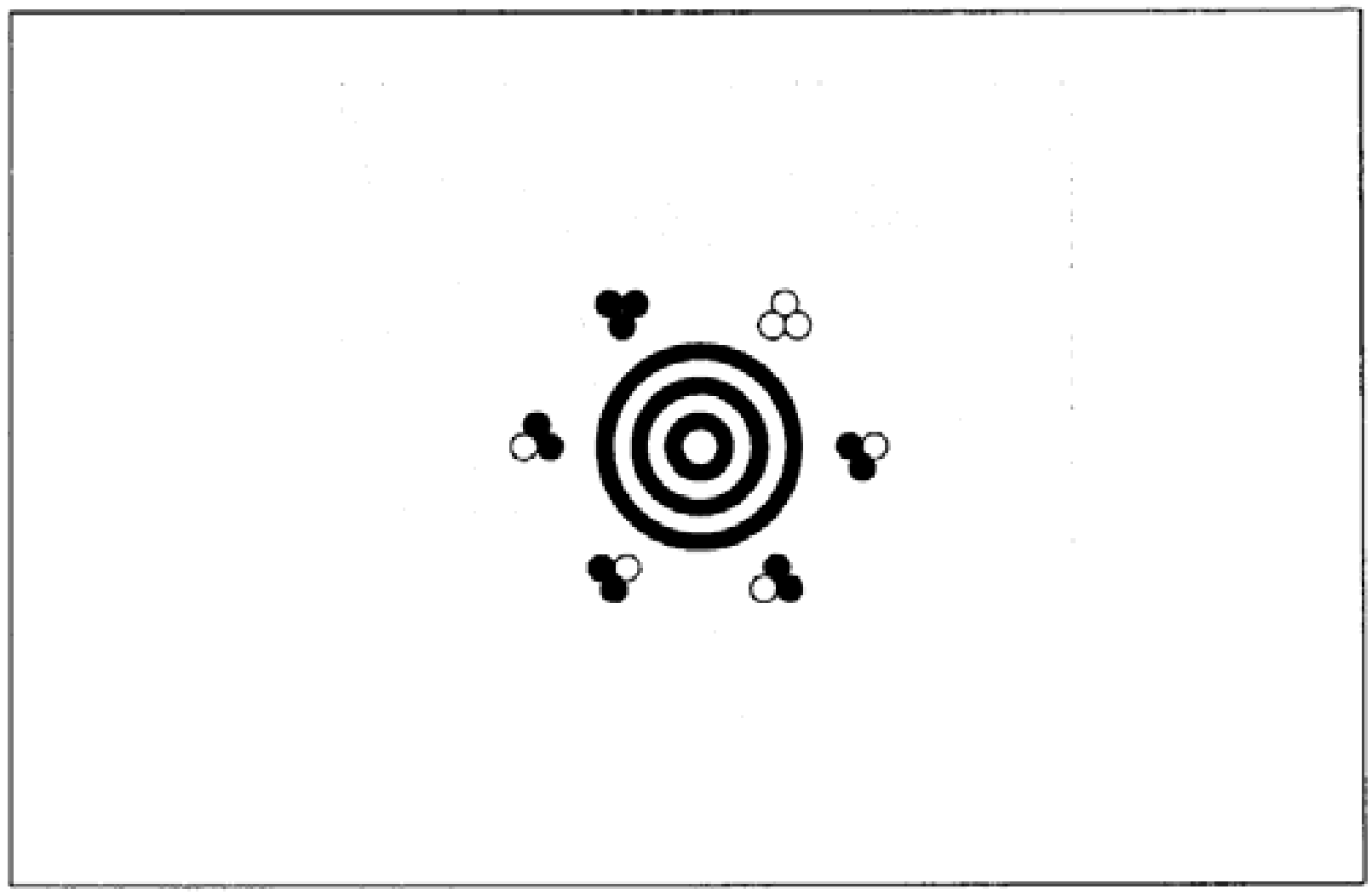


图 D.7　Maxi code 符号中的固有图形

D.3.2　对寻像图形的分级

Maxicode 寻像图形不是由六角形数据模块排列而成，不能通过模块中心取样的方法对其进行分级，其质量评价从以下两方面进行。

a）环的连续性。在寻像图形中有三个深色环带以及两个相间隔的浅色环带，应沿着位于环带中央位置的圆形路径对每一个环带上的每一个像素位置进行取样，见图 D.8 中的点状线。对于中间浅色的圆形区域，也应沿着一个小的环状路径进行采样，该路径的半径为此区域标称的半径的⅓，同样见图 D.8。

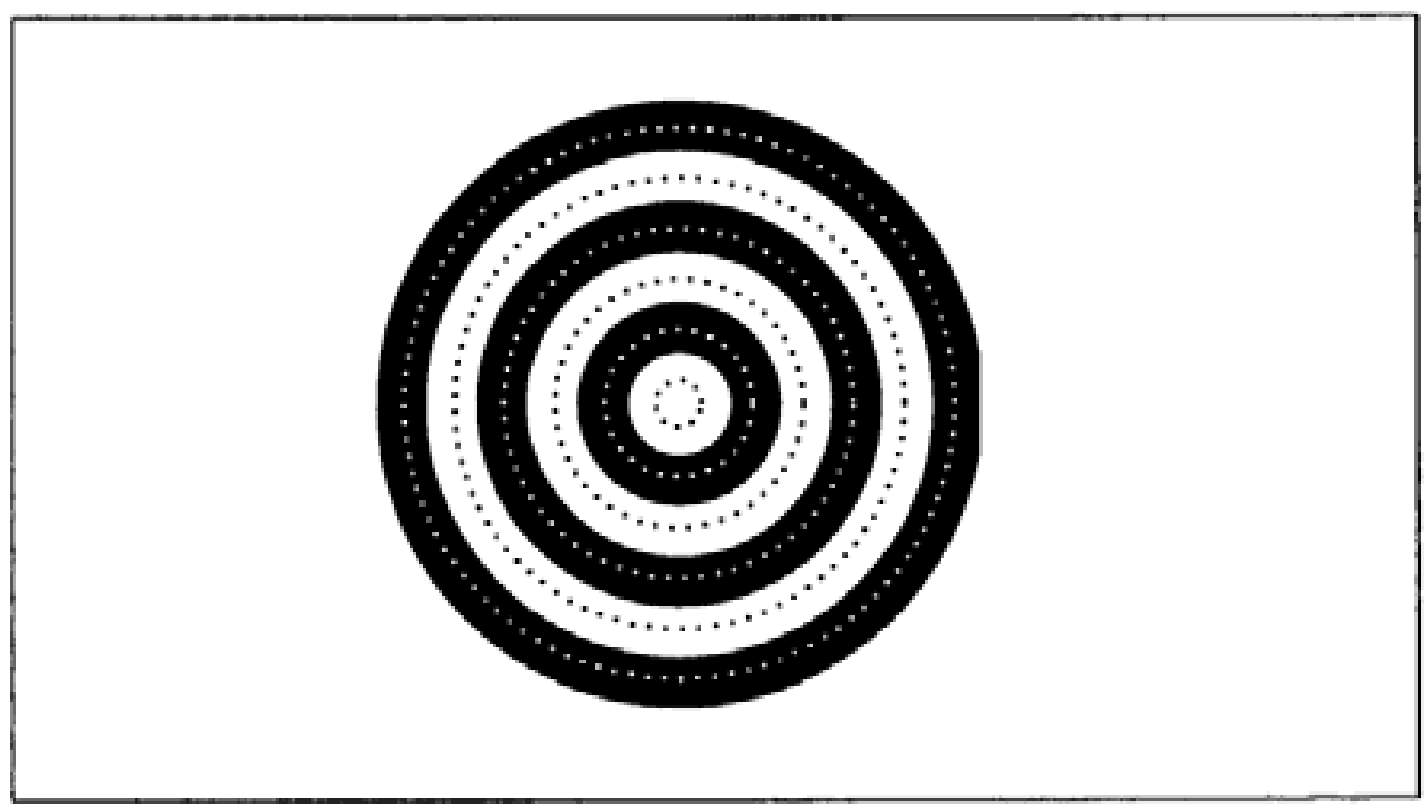


图 D.8　符号环带中的取样路径

对于这 6 组采样点，沿着每组采样点的路径进行采样，根据采样颜色错误的数目占沿着环形路径采样的总数目的百分比，对每组采样点进行分级，具体的分配等级如下：

表 D.7 环连续性的分级

错误采样数目的比率(表中以 SE 代表)	等 级
$SE=0$	4
$0<SE\leqslant 3\%$	3
$3\%<SE\leqslant 6\%$	2
$6\%<SE\leqslant 9\%$	1
$SE>9\%$	0

b) 环增益。应在准确穿过灰度图像圆环中心的水平方向和垂直方向(相对于符号方向)的路径上,测量扫描反射率曲线,如图 D.9 所示,并根据 GB/T 14258 标准确定边缘的位置。

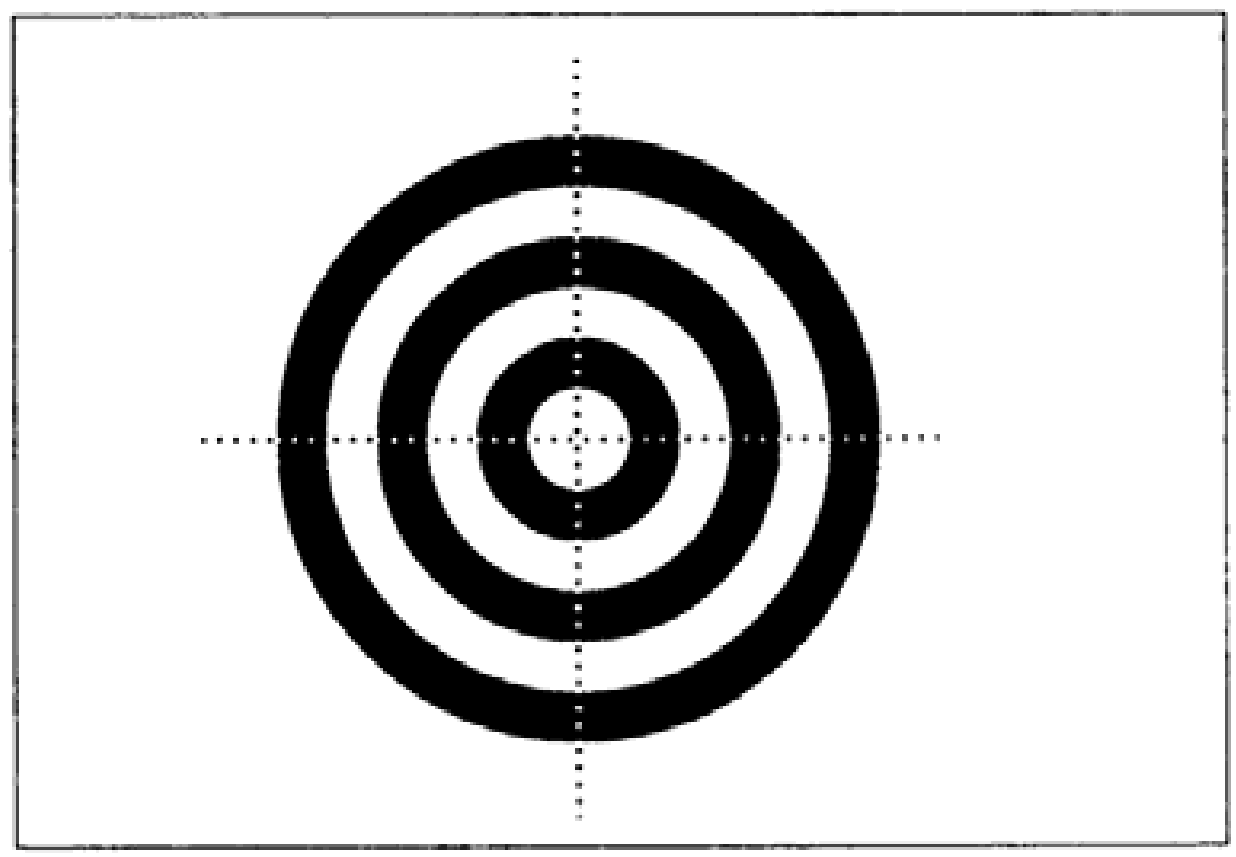


图 D.9 在一个 Maxicode 符号中,环增益的采样路径

分别对每条扫描反射率曲线,按公式(D.4)计算环增益:

$$RG=(S_{bar}-S_{space})/(S_{bar}+S_{space}) \quad \cdots\cdots (D.4)$$

式中:

S_{bar}——条宽度的总和;

S_{space}——空宽度的总和。

以上计算不包括最外部的深色环和中心的空。水平和垂直环增益分别按表 D.8 进行分级。

表 D.8 环增益分级

RG	等 级
$\lvert RG\rvert<0.10$	4
$0.10\leqslant\lvert RG\rvert<0.14$	3
$0.14\leqslant\lvert RG\rvert<0.17$	2
$0.17\leqslant\lvert RG\rvert<0.20$	1
$\lvert RG\rvert\geqslant 0.20$	0

D.3.3 定向图形的分级

将6个定向图形组合在一起，成为一个共有18个模块的组，将它们作为数据区域的一部分进行采样。按照错误模块的数目进行分级，见表D.9：

表D.9 定向图形的分级

模块错误的数目	等 级
0	4
1	3
2	2
3	1
≥4	0

D.3.4 固有图形污损的等级

Maxicode固有图形污损的等级为六个环连续性等级、两个环增益等级以及单个定向图形等级中的最低值。

D.4 快速响应矩阵码的固有图形污损以及附加的参数

D.4.1 固有图形污损

D.4.1.1 待评价的图形

待评价的图形有：

a) 三个角部图形，每一个包括：
   1) 7×7的位置探测图形；
   2) 环绕位置探测图形的两个内边的1X宽的分隔符；
   3) 最小为4个模块宽度的空白区(如果具体应用有要求可以更多)，此部分沿着位置探测图形外围两侧扩展到15个模块长。
b) 两个和位置探测图形的内角连接的、黑白模块相间的定位图形。
c) 5×5的校正图形(存在于模式二或更高版本的快速响应矩阵码中)。

以上所列图形将作为六个区域进行评价，即：

a) 三个角部图形(位置探测图形以及和它们相关的分隔符和部分空白区)(分别对应于A1，A2以及A3区域)；
b) 两个定位图形(分别对应于B1和B2区域)；
c) 包含所有校正图形的单个区域(C区域)。

定位图形穿过校正图形时，有五个模块和校正图形重合。将此五个模块同时作为定位图形和校正图形的一部分进行评价。

以版本为7的符号(45×45个模块)为例，每一个A区域占据168个模块，每个B区域为29个模块长，C区域总共占据150个模块(即：6×25)。

这些区域在版本为7符号中的位置见图D.10。A1、A2、A3为3个角的区域，B1、B2为两个定位图形，C为单个的C区域(有6个校正图形)。

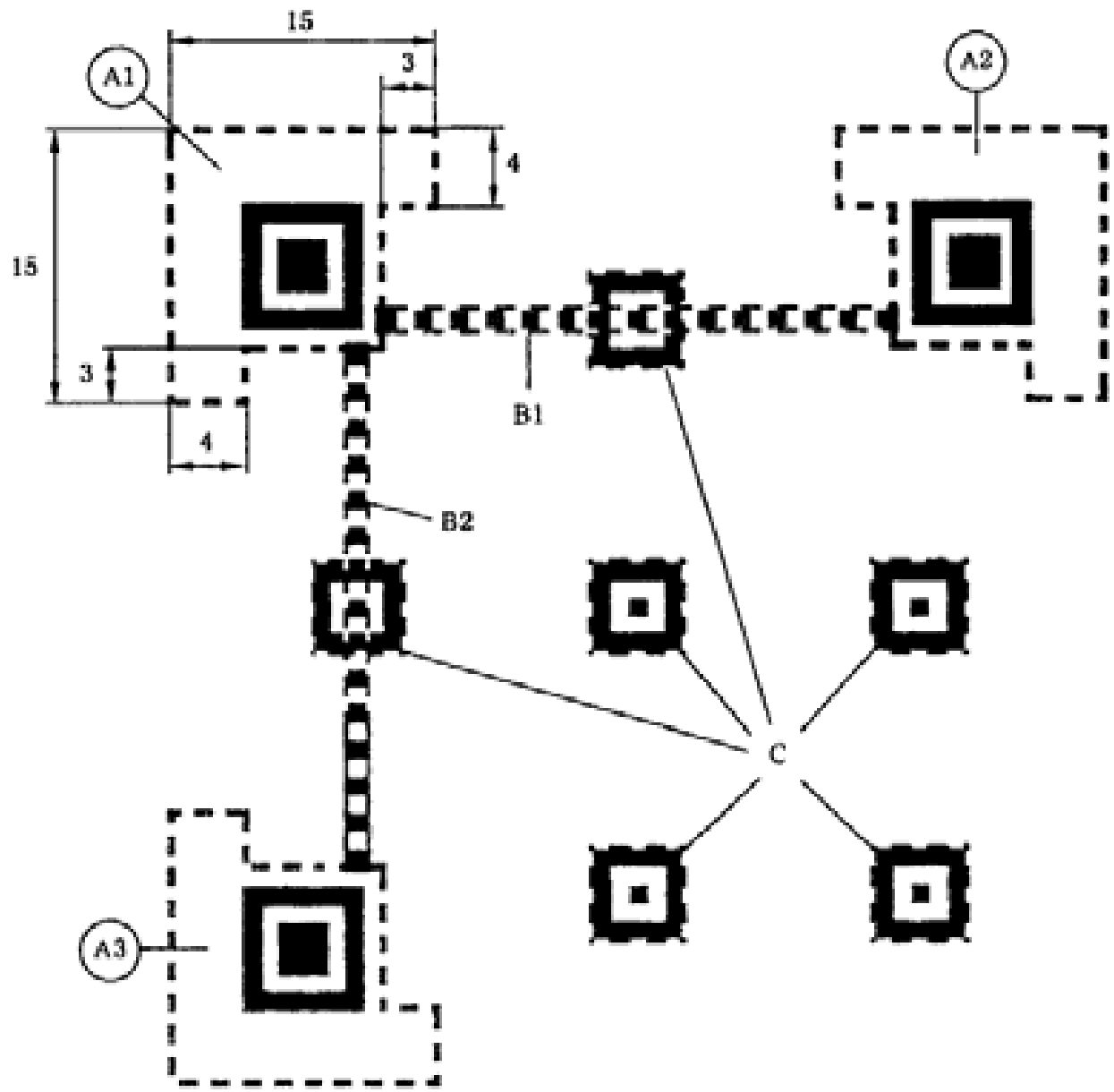


图 D.10 快速响应矩阵码的固有图形

D.4.1.2 固有图形污损的分级

对每一区域污损的分级应基于组成它的单个模块的调制比。应分别对每一个区域进行下述的过程：

a) 对于每一个模块，根据表 6 找到调制比的等级。由于模块的设计深色浅色性质是确定的，对于任何模块，如果设计为深色而其反射率高于整体阈值，或设计为浅色，而其反射率低于整体阈值，则模块的调制比等级为 0。

b) 对于每一个调制比等级水平，假定所有低于这个等级的模块都是错的，基于表 D.10 所给出的等级的阈值导出一个假定的污损等级，取调制比等级水平和假定的污损等级中的较低值。假定的污损等级通过以下进行确定：

   1) 对于 A1、A2 和 A3 每一个区域，对模块的错误进行计数。

   2) 对于 B1 和 B2 区域，计算出模块的错误数，将此数目和此区域中的整个模块数目相比，结果以百分比的形式表示。

   3) 对于 B1 和 B2 区域，取 5 个相邻模块的组，并且沿着此区域以一个模块为单位向前推进，在五个相邻模块组中检查污损的数目是否不大于 2。如果此污损的数目大于 2，这个区域的等级为 0。

   4) 对于 C 区域，对含有模块错误的校正图形的情况进行计数，将这一数值以和符号中校正图形数目百分比的形式表示。

   5) 基于表 D.10 中的等级阈值，将一个假定的污损等级分配给每一个区域。

c) 区域中的固有图形污损等级应为所有调制比等级水平所导出的最高等级。

符号的固有图形污损等级应等于这六个区域等级的最低值。

表 D.10 快速响应矩阵码固有图形污损的等级阈值

A1、A2 和 A3 区域	B1 和 B2 区域	C 区域	等级
模块的错误数目	模块的错误数目和整个模块数的百分比	含模块错误的校正图形的百分比	
0	0%	0%	4
1	(0%,7%]	(0%,10%]	3
2	(7%,11%]	(10%,20%]	2
3	(11%,14%]	(20%,30%]	1
≥4	(14%,100%]	(30%,100%]	0

D.4.2 对附加参数的分级

D.4.2.1 待评价的特性

快速响应矩阵码包含表示确定符号格式信息的两组重复的模块，它们所含的信息用于定义符号的格式。7 到 40 版本的符号还包含表示定义符号版本信息的一组重复的模块。在译码过程的初始阶段需要正确识读这两组数据。如果它不能被译码，符号的其他区域便不能译码。出于这一原因，格式信息和版本信息模块的分级是分别进行的(这种做法类似于固有图形污损的情形)，它的等级被纳入符号等级的确定。

D.4.2.2 格式信息的分级

对于两个格式信息区域，根据以下方法确定各区域等级。

a) 根据表 6 找出每一个模块的调制比等级。由于在译码后，模块设计的深色浅色性质已经知道，如果一个模块设计为深色，而其反射率高于整体阈值，那么其调制比等级应为 0。同样，如果一个模块设计为浅色，而其反射率低于整体阈值，那么其调制比等级应为 0。如果区域中的格式信息不能被译码，那么整个区域的等级应为 0。

b) 对于每一个调制比等级水平：

1) 假定所有低于这个调制比等级的模块都是错的，根据表 D.11 导出一个假定等级。

表 D.11 格式信息假定的等级

模块错误的数目	等　级
0	4
1	3
2	2
3	1
≥4	0

2) 在每一个水平上在调制比等级和假定等级中间选择较低值作为该水平的等级，如表 D.12 所示。

3) 此图区的等级应为以上导出等级的最高值，如表 D.12 所示。

表 D.12 格式信息区域的分级实例

调制比等级	假定的等级	等级的较低值
4	2	2
3	2	2
2	3	2
1	3	1
0	4	0
	选定的等级(最高值)→	2

c) 格式信息等级应为这两个格式信息区域等级的平均值，如果需要可以对该数值取整。

D.4.2.3 版本信息的分级

对于每一个版本信息区域，按以下方法确定等级。

a) 根据表 6 找出每一个模块的调制比等级。在译码后，模块设定的深色浅色性质得到确定，如果一个模块设计为深色，而其反射率高于整体阈值，那么其调制比等级应被定为 0；同样，如果一个模块设计为浅色，而其反射率低于整体阈值，那么其调制比等级应被定为 0。如果版本区域中的版本信息不能被译码，那么整个区域的等级应为 0。

b) 对于每一个调制比等级水平：

1) 假定所有低于这个调制比等级的所有模块都是错的，然后根据表 D.13 导出一个假定等级。

表 D.13 版本信息假定的等级

模块错误的数目	等　级
0	4
1	3
2	2
3	1
≥4	0

2) 在每一个水平上选择调制比等级和假定等级中的较低值作为水平的等级，如表 D.14 所示。

3) 此区域的等级应为以上导出等级的最高值，如表 D.14 所示。

表 D.14 版本信息区域的分级实例

调制比等级	假定等级	等级中的较低者
4	2	2
3	2	2
2	3	2
1	3	1
0	4	0
	选定的等级(最高值)→	2

c) 版本信息等级应为这两个版本信息区域等级的平均值，如果需要可以对该数值取整。

附 录 E
（资料性附录）
对扫描和符号等级的说明

本附录对层排式条码符号或矩阵式条码符号等级低的可能原因作了说明。

表 E.1 列出了造成指定的参数等级低的一些因素，这些因素对于这两种不同的二维符号有可能相似也有可能不同。

表 E.1 造成等级低的可能原因

参 数	层排式符号	矩阵式符号
符号反差	● 背底或浅色单元的反射率低，原因为： ● 印刷基底不合适，例如对于红光识读的符号选用蓝纸 ● 有光泽的覆膜或外包装 ● 照明角度不对（直接刻印的符号） ● 深色单元的反射率高，原因为： ● 油墨吸收入射光的能力低（配方或颜色不对） ● 油墨覆盖不足（例如，喷墨点不重叠） ● 照明角度不对（直接刻印的符号）	● 背底或浅色单元的反射率低，原因为： ● 印刷基底不合适，例如对于红光识读的符号选用蓝纸 ● 有光泽的压层或外包装 ● 照明角度不对（直接刻印的符号） ● 深色单元的反射率高，原因为： ● 油墨吸收入射光的能力低（配方或颜色不对） ● 油墨覆盖不足（例如，喷墨点不重叠） ● 照明角度不对（直接刻印的符号）
参考译码	● 多种因素——见表中的其他参数 ● 印制系统软件错误	● 多种因素——见表中的其他参数 ● 印制系统软件错误
未使用的纠错	● 物理损坏（磨损、撕裂、涂抹） ● 由于缺陷而产生的位错误 ● 一个或两个轴上的印刷增益过大 ● 局部变形 ● 模块位置放错	● 物理损坏（磨损、撕裂、涂抹） ● 由于缺陷而产生的位错误 ● 一个或两个轴上的印刷增益过大 ● 局部变形 ● 模块位置放错
最小反射率（R_{min}）	● 所有条的反射率大于 $0.5R_{max}$——可能的原因见符号反差	
最小边缘反差	● 印刷增益或减少过大 ● 测量孔径过大 ● 印刷基底反射率不规则 ● 油墨覆盖低 ● 透背	
调制比	● 印刷增益或减少 ● 测量孔径过大 ● 印刷基底反射率不规则 ● 油墨覆盖低 ● 透背	● 印刷增益或减少 ● 测量孔径过大 ● 模块位置放错 ● 印刷基底反射率不规则 ● 油墨覆盖低 ● 透背

表 E.1（续）

参　　数	层排式符号	矩阵式符号
缺陷度	● 在背底上有墨点或其他深色标记 ● 在印制区域中有斑点 ● 打印头单元有问题 ● 圆孔孔径太小	
可译码度	● 局部扭曲变形 ● 印刷中像素错误 ● 印刷中出现滑动 ● 喷墨口堵塞 ● 加热单元出故障	
码字读出率	● 扫描线过分倾斜 ● Y 轴方向印刷增益 ● 出现热托曳	
固有图形污损		● 喷墨口堵塞 ● 加热单元出故障 ● 物理损坏（磨损、撕裂、涂抹）
轴向不一致性		● 在印制中传送速度和符号尺寸不匹配 ● 打印软件错误 ● 检测仪的光轴和符号平面不平行
网格不一致性		● 在印刷中出现传送错误（加速、减速、振动、滑移） ● 打印头和印刷基底的距离有变化 ● 检测仪的光轴和符号平面不平行
印刷增益或减少（非分级项目）	● 取决于印刷过程的因素 ● 印刷基底的吸墨性 ● 印点的大小（喷墨，点刻等） ● 热打印头的温度不正确	● 取决于印刷过程的因素 ● 印刷基底的吸墨性 ● 印点的大小（喷墨，点刻等） ● 热打印头的温度不正确

附 录 F
（资料性附录）
印刷基底的特性

F.1 基本原理

在一些条件下，如在含有条码符号印刷包装的设计和生产中，在按此标准对条码符号进行检验之前，应对印刷基底的承印能力及油墨颜色是否满足特定的条码应用进行评估。对于在识读和检测条码符号时存在的光泽的影响以及印刷基底不透明度低的问题，应参见 ISO/IEC TR 17962，以便得到进一步的指导。

F.2 基底不透明度

本标准的方法要求符号按照第 6 章的方法（对于层排式二维条码符号）和第 7 章（对于矩阵式二维条码符号）进行分级。测量分级时，符号的状态应为最终状态，即包装成型的状态。

如果在这种状态下无法对符号进行测量，按下面方法测量的印刷基底的不透明度为 0.85 或更大时，那么高对比的干扰图形透映的影响可以忽略。如果不透明度小于 0.85，测量符号时应在符号的底部衬上均匀的深色平面，其表面反射率要小于 5%。

印刷基底的不透明度按公式（F.1）计算：

$$\text{不透明度} = R_2/R_1 \qquad \cdots\cdots (F.1)$$

式中：

R_1——印刷基底衬上一个反射率为 89%或更高的白平面时的反射率；

R_2——印刷基底衬上一个反射率为 5%或更低的黑平面时的反射率。

F.3 光泽

测量反射率所规定的标准照明条件应能最大限度地削弱镜向反射，并对条码符号和印刷基底的漫反射率给出有效的评价。对于光泽度高的材料以及那些漫反射特性随入射角和/或接收光角度的变化而变化的材料，如果不按照以 45°照明的参考光路进行测量，所获得的条码符号反射率的参数等级可能会出现不一致。因此，为了使测得的符号反差最大，7.3.4 给出了一些可选用的照明角。

F.4 覆膜

对于要加保护膜层的符号，符号应连同膜层一起测量和分级，对于层排式二维条码符号应用第 6 章，对于矩阵式二维条码符号应用第 7 章。膜层（包括其粘结胶）的厚度应尽量小，以减少它对符号识读性能的影响。

F.5 静态反射率的测量

F.5.1 概述

在某些情况下，如条码符号印制前，通过对即将印制条码的色样或油墨印制的样品的测量，可以获得印制基底材料样品的静态反射率。以下过程能够比较精确地预测条码符号印制后达到的、应用于实际扫描的状态。

静态反射率测量使用的波长、孔径尺寸以及光学条件应和具体的应用一致，如果测量层排式二维条码符号，还应和 GB/T 14258 保持一致。

如果没有符合此附录要求的测量设备，可以用标准的光密度计进行光密度的测量，这时候，要选择

合适的光源以及将密度值转换为反射率值。密度(D)和反射率(R)的转换公式如公式(F.2)：

$$R = 100/10^{D} \qquad \text{(F.2)}$$

注：要精确地预测符号反差是不可能的，特别对于边缘反差，这项指标只能在符号印刷后得到。所以在指定等级的最小值时应留有一定的余量。

F.5.2 预测符号反差

预测符号反差需要对能模拟出最终印制条码最高反射率(R_{max})和最低反射率(R_{min})区域的样品进行测量。

在许多条码符号中，R_{max}一般处在空白区内，因此，为了模拟空白区的条件，对待印条码的材料检测时应检测样品的中心区域，区域的大小至少为 10 个 X 尺寸。

一般情况下，R_{min}出现在符号中最宽的条上。因此，要模拟和实际一致的、得到 R_{min}的条件，检测带域应选择 2 倍到 3 倍 X 尺寸的带状区域，并且所选区域的颜色要和将要印的条的颜色一致。

这样符号反差的预测值可以按公式(F.3)计算：

$$SC' = R_{max} - R_{min} \qquad \text{(F.3)}$$

对于不透明度满足不了测试的材料，为了预测符号反差 SC，测试的样品在测试时背底应衬垫上黑色均匀的表面，其反射率不高于 5%。然后再用反射率不低于 89%的均匀表面做衬垫，再进行同样的测量。在深色浅色背底上得出的静态反差的计算值都应大于或等于应用指定的最小等级所对应的反差值。

附 录 G
（资料性附录）
二维条码符号检验报告实例

G.1 层排式二维条码符号检验报告

<table>
<tr><td rowspan="2">样品名称</td><td colspan="2" rowspan="2">×××产品的二维条码符号印制品</td><td>规格/包装</td><td>/</td></tr>
<tr><td>商标</td><td>/</td></tr>
<tr><td>委托方</td><td colspan="2">/</td><td>印刷载体</td><td>复印纸</td></tr>
<tr><td rowspan="2">送检单位</td><td colspan="2" rowspan="2">/</td><td>条码类型</td><td>四一七条码</td></tr>
<tr><td>供人识别字符</td><td>略</td></tr>
<tr><td>单位地址</td><td colspan="2">/</td><td>来样日期</td><td>2008.07.14</td></tr>
<tr><td>送样者</td><td colspan="2">/</td><td>检验日期</td><td>2008.07.14</td></tr>
<tr><td>检验依据</td><td colspan="4">GB/T 23704—2009 信息技术 自动识别与数据采集技术 二维条码符号印制质量的检验
GB/T 17172—1997 四一七条码</td></tr>
<tr><td rowspan="2">检验条件</td><td>温度</td><td>22 ℃</td><td>相对湿度</td><td>45%</td></tr>
<tr><td>测量孔径</td><td>0.152 mm</td><td>测量光波长</td><td>660 nm</td></tr>
<tr><td>检验结论</td><td colspan="4">该样品按所依据的标准进行检验，被检样品的符号等级为 3.0/06/660。所检项目均符合技术要求。

（检验报告专用章）
签发日期：2008 年 7 月 28 日</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="4">/</td></tr>
</table>

批准： 审核： 主检：

检验结果

1. 符号特征

矩阵尺寸 Matrix Size	14 行×2 列	码字总数 Total Codewords	28	数据码字数 Data codewords	20
纠错码字数 Error Correction budget	8	纠正的错误数 Error Corrected	0	最大反射率 R_{max}	76%
最小反射率 R_{min}	6%	Horizontal/Vertical BWG 印刷增益	78 μm	X 尺寸 Nominal X Dim	0.388 mm
数据内容 Data:	（略）				

2. 符号等级参数检测值

参数	参数值	等级	参数	参数值	等级
参考译码 decode		A	码字的印制质量		A
未使用的纠错 UEC	100%	A	起始符/终止符		3.5
码字读出率	73%	A	符号等级		3.5

3. 具体应用标准、符号标准要求的参与分级的其他参数。

参 数	参数值	等 级	参 数	参数值	等 级

注：符号“/”表示无此项或此项不检。

G.2 矩阵式二维条码符号检验报告

<table>
<tr><td rowspan="2">样品名称</td><td colspan="2" rowspan="2">XXX 产品的二维条码符号印制品</td><td>规格/包装</td><td>/</td></tr>
<tr><td>商标</td><td>/</td></tr>
<tr><td>委托方</td><td colspan="2">/</td><td>印刷载体</td><td>复印纸</td></tr>
<tr><td rowspan="2">送检单位</td><td colspan="2" rowspan="2">/</td><td>条码类型</td><td>Data Matrix 码</td></tr>
<tr><td>供人识别字符</td><td>略</td></tr>
<tr><td>单位地址</td><td colspan="2">/</td><td>来样日期</td><td>2008.07.14</td></tr>
<tr><td>送样者</td><td colspan="2">/</td><td>检验日期</td><td>2008.07.14</td></tr>
<tr><td>检验依据</td><td colspan="4">GB/T 23704—2009 信息技术 自动识别与数据采集技术 二维条码符号印制质量的检验
ISO/IEC 16022 Data Matrix</td></tr>
<tr><td rowspan="2">检验条件</td><td>温度</td><td>22 ℃</td><td>相对湿度</td><td>45%</td></tr>
<tr><td>测量孔径</td><td>0.152 mm</td><td>测量光波长</td><td>660 nm</td></tr>
<tr><td>检验结论</td><td colspan="4">该样品按所依据的标准进行检验，被检样品的符号等级为 3.0/06/660。所检项目均符合技术要求。

（检验报告专用章）
签发日期：2008 年 7 月 28 日</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="4">/</td></tr>
</table>

批准： 审核： 主检：

检验结果

1. 符号特征

矩阵尺寸 Matrix Size	32×32	码字总数 Total Codewords	98	数据码字数 Data codewords	62
纠错码字数 Error Correction budget	34	纠正的错误数 Error Corrected	0	最大反射率 R_{max}	75%
最小反射率 R_{min}	5%	Horizontal/Vertical BWG 印刷增益	水平 2%/ 垂直 4%	X 尺寸 Nominal X Dim	0.587 mm
数据内容 Data:	（略）				

2. 符号等级参数检测值

参　数	参数值	等　级	参　数	参数值	等　级
参考译码 decode		A	轴向不一致性 *ANU*	0%	A
未使用的纠错 *UEC*	100%	A	网格不一致性 *GNU*	8%	A
符号反差 *SC*	69%	B	固有图形污损 *FPD*		B
调制度 *MOD*		B	符号等级 Overall ISO 15415		3.0

3. 具体应用标准、符号标准要求的参与分级的其他参数。

参　数	参数值	等　级	参　数	参数值	等　级

注：符号“/”表示无此项或此项不检。

参 考 文 献

[1] ISO/IEC 15438 Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Bare code symbology specifications—PDF417.

[2] ISO/IEC 16022 Information technology—International symbology specification—Data Matrix.

[3] ISO/IEC 16023 Information technology—International symbology specification—Maxi Code.

[4] ISO/IEC 18004 Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Barcode symbology specification—QR Code.

[5] AIM ITS 97/002—Aztec Code.

[6] AIM ITS 98/001—MicroPDF417.

[7] AIM ITS 99/001—Reduced Space Symbology (RSS).

[8] AIM ITS 99/002—EAN. UCC Composite Symbology.

[9] AIM ITS—Aztec Mesas.

[10] AIM ITS—EAN. UCC Composite Symbology.

[11] AIM ITS—SuperCode.

[12] AIM USS—Code One.

[13] AIM USS—Codablock F.

[14] AIM USS—Dot Code A.

[15] ANSI/AIM BC6-1995, USS—Code 49.

[16] EIA-706 Component Marking Standard (Data Matrix).
(Published by Electronic Industries Alliance, 2500 Wilson Boulevard Arlington, Virginia 22201, USA).

[17] EN 12323—Bar Code—Symbology Specifications—Code 16K.