



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 23704—2017  
代替 GB/T 23704—2009

## 二维条码符号印制质量的检验

Two-dimensional bar code symbol print quality test

(ISO/IEC 15415:2011, Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Bar code symbol print quality test specification—Two-dimensional symbols, MOD)

2017-12-29 发布

2018-07-01 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



## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 符号和缩略语 .....	3
5 质量分级 .....	3
5.1 概述 .....	3
5.2 参数的质量等级 .....	3
5.3 符号等级值 .....	4
5.4 符号等级的表示形式 .....	4
6 层排式二维条码符号的检测方法 .....	5
6.1 概述 .....	5
6.2 允许跨行扫描的符号 .....	5
6.3 需要逐行扫描的符号 .....	9
7 矩阵式二维条码的检测方法 .....	9
7.1 概述 .....	9
7.2 获取测量图像 .....	10
7.3 参考反射率的测量 .....	10
7.4 扫描要求 .....	13
7.5 扫描分级 .....	13
7.6 分级过程 .....	13
7.7 在扩展区域内对反射率的附加测量 .....	13
7.8 图像评价的参数和分级 .....	13
7.9 扫描分级 .....	19
7.10 符号等级 .....	20
7.11 印刷增量 .....	20
8 复合码的检测方法 .....	20
9 印刷基底特性 .....	20
附录 A (资料性附录) 应用标准选择分级参数指南 .....	21
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 .....	25
附录 C (资料性附录) 矩阵式二维条码符号质量分级流程图 .....	26
附录 D (规范性附录) 用于符号分级的具体码制的专有参数 .....	27
附录 E (资料性附录) 对扫描和符号等级的说明 .....	31
附录 F (资料性附录) 印刷基底的特性 .....	33
附录 G (资料性附录) 二维条码符号检验报告示例 .....	35
参考文献 .....	39



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 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》，与 GB/T 23704—2009 相比，主要变化如下：

- 将标准名称改为《二维条码符号印制质量的检验》；
- 增加了 ISO/IEC 19762、GB/T 18284、GB/T 21049、GB/T 35402、ISO/IEC 16022、ISO/IEC 16023 和 ISO/IEC 24778(见第 2 章)；
- 增加了“模校调制比”的术语和定义(见 3.12)；
- 通过一次扫描测量得到符号的等级，不要求对符号进行 5 次测量(见 7.4)；
- 增加反差均匀性、模校调制比参数的定义，增加了“模块调制比”“码字调制比”“符号调制比”“模块的模校调制比”“码字的模校调制比”和“符号的模校调制比”的概念(见 7.8.4)；
- 将“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。”修改为“对于每个参数，每个码字的临时参数等级为所有扫描该码字而获得的参数等级的最高值。”(见 6.2.5)；
- 将有关 Data Matrix 码和快速响应矩阵码的用于符号分级的各码制的专有参数不再详述，仅给出包含这些参数的码制标准(见附录 D)；
- 增加“模校调制比”“格式信息”“版本信息”质量参数(见附录 G)。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO/IEC 15415:2011《信息技术 自动识别和数据采集技术 条码符号印制质量检验规范 二维符号》。

本标准与 ISO/IEC 15415:2011 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件，本标准做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
  - 用修改采用国际标准的 GB/T 14258 代替 ISO/IEC 15416；
  - 用修改采用国际标准的 GB/T 11186.2 代替 ISO 7724-2:1984；
  - 用新修订的 ISO/IEC 19762 代替 ISO/IEC 19762-1 和 ISO/IEC 19762-2；
  - 增加了 GB/T 2828.1、GB/T 6378.1、GB/T 12905、GB/T 18284、GB/T 21049、GB/T 35402、ISO/IEC 16022、ISO/IEC 16023 和 ISO/IEC 24778(见第 2 章)。
- 用项目的方式表述矩阵式二维条码检测过程(见 7.1)；
- 修改了各等级分级表中等级对应的参数范围的表示方式，例如：将表 2 中等级 3 对应的参数范围改为  $0.64 \leq CY < 0.71$ ，ISO/IEC 15415:2011 表 2 中，用  $\geq 64\%$  表示的参数范围是不准确的(见表 2、表 3、图 2、表 5、表 6、表 8、表 9、表 10、表 11)；
- 将“每个参数(调制比、缺陷度和可译码度)的临时码字等级为那个参数所有扫描所获等级的最高值”修改为“对于每个参数，每个码字的临时参数等级为所有扫描该码字而获得的参数等级的最高值”(见 6.2.5)；
- 增加了“模块调制比”“码字调制比”“符号调制比”“模块的模校调制比”“码字的模校调制比”和“符号的模校调制比”的概念(见 7.8.4)。

本标准还做了下列编辑性修改和结构性调整：

- 对 ISO/IEC 15415:2011 标准中附录的次序作了调整，附录 A 为 ISO/IEC 15415:2011 的附录

D,附录 B 为 ISO/IEC 15415:2011 的附录 F,附录 C 为 ISO/IEC 15415:2011 的附录 B,附录 D 为 ISO/IEC 15415:2011 的附录 A,附录 E 为 ISO/IEC 15415:2011 的附录 C,附录 F 为 ISO/IEC 15415:2011 的附录 E。

——增加了附录 G(资料性附录)“二维条码符号检验报告示例”。

本标准由全国物流信息管理标准化技术委员会(SAC/TC 267)提出并归口。

本标准起草单位:中国物品编码中心、上海市质量和标准化研究院、福建省标准化研究院、国家条码质量监督检验中心、山东省标准化研究院、中国自动识别技术协会、北京交通大学、北京网路畅想科技发展有限公司。

本标准主要起草人:刘伟、鄢若韞、苏航、苑静、胡敏、杨子龙、严风、王毅、吴宏、刘彦、王隆、董腾、赵莹、张永沛、唐成、张芑、张铎、侯汉平、张秋霞。

## 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需识读。

矩阵式二维条码符号通常是由深色和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,条码符号的印制需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、条码符号制作和使用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、条码符号制作和使用的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按照 GB/T 26228.1 以及 ISO/IEC 15426-2 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。本标准的应用需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的质量评价方法,或将之作为应用标准的一部分。



## 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验、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错措施。

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适用于其他码制二维条码符号的检验。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

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—2012,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,idt 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 15416:2000,MOD)

GB/T 18284 快速响应矩阵码(GB/T 18284—2000,neq ISO/IEC 18004:2000)

GB/T 21049 汉信码

GB/T 35402 零部件直接标记二维条码符号的质量检验(GB/T 35402—2017,ISO/IEC TR 29158:2011,MOD)

ISO/IEC 16022 信息技术 自动识别和数据采集技术 Data Matrix 条码码制规范(Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Data Matrix bar code symbology specification)

ISO/IEC 16023 信息技术 自动识别和数据采集技术 条码码制规范 MaxiCode(Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Bar code symbology specification—MaxiCode)

ISO/IEC 19762 信息技术 自动识别和数据采集(AIDC)技术 协调的词汇(Information technology—Automatic identification and data capture(AIDC) techniques—Harmonized vocabulary)

ISO/IEC 24778 信息技术 自动识别和数据采集技术 条码码制规范 Aztec 码制规范(Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Aztec Code bar code symbology specification)

### 3 术语和定义

GB/T 12905、GB/T 14258 和 ISO/IEC 19762 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 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

##### **等级阈值 grade threshold**

区分某一参数两等级的分界值,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,模块深色或浅色的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,用圆形的测量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时,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。

### 3.12

**模校调制比 reflectance margin**

用已知模块深浅性质的正确性校正的调制比。

## 4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

AN:轴向不一致性(Axial Nonuniformity)

DPM:零部件直接标记(Direct Part Marking)

$E_{\text{cap}}$ :纠错容量。

$e$ :拒读错误的数目。

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。

MARGIN:模块的模校调制比。

RM:模校调制比(Reflectance Margin)

$R_{\text{max}}$ :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。

$R_{\text{min}}$ :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 =  $R_{\text{max}} - R_{\text{min}}$ )

$t$ :替代错误数目。

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。

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。应参见附录 A 中 A.4 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。

应根据统计上有效的样本数量从被测样本批次中抽样,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 选择适当的抽样方案。

### 5.2 参数的质量等级

参数的质量等级可用数字或字母两种形式表示。数字形式用 4 到 0 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。字母形式用字母 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 参数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 符号等级值

符号等级值按照 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。

符号等级值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。

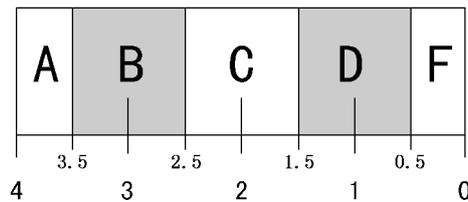


图 1 字母符号等级和数字符号等级的关系图

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 5.3 确定的符号等级值。
- “孔径”为孔径标号(一维扫描方式的孔径标号见 GB/T 14258,矩阵式二维条码的孔径标号见 7.3.3)。
- “测量光波长”为窄带照明光源峰值波长以纳米为单位的整数,如果测量采用宽带照明光源(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°外,还可选用 30°和 90°的照明角度。在 DPM 检测中照明角度需使用结合数字与字母的角度指示符,见 GB/T 35402。

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:

3.0/05/660 表示符号等级为 3.0,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:

3.0/10/W/30 表示符号设计在宽带照明条件下识读,测量光入射角为 30°,孔径为 0.250 mm(孔径标号 10)。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,或给出光谱的自身特性。

**示例 3:**

3.0\*/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,应通过一定的测量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,如微四一七条码的行指示符)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 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 和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,每次扫描都应确定一个整体阈值。整体阈值等于最高反射率与最低反射率之和的 1/2。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。当印刷方向和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(如附录 E 中表 E.1 所示)。

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:

- 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。
- 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 个码字被识读两次以上( $0.9 \times 64 = 57.6$ )。

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
$CY \geq 0.71$	4
$0.64 \leq CY < 0.71$	3
$0.57 \leq CY < 0.64$	2
$0.50 \leq CY < 0.57$	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。按下列公式计算出未使用的纠错(UEC)。

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

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
$UEC \geq 0.62$	4
$0.50 \leq UEC < 0.62$	3
$0.37 \leq UEC < 0.50$	2
$0.25 \leq UEC < 0.37$	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所有扫描该码字而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 1: 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(右边列中的最高值)。

注 2: 调制比、缺陷度和可译码度三个参数需分别进行此计算。

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

调制比/缺陷度/可译码度参数等级 (a)	该等级的码字数	大于或等于该等级的码字总数 (b)	剩余码字数 (按照拒读错误码字看待) [100-(b)] (c)	假定的未使用的纠错容量 [29-(c)]	假定的 UEC	假定的 UEC 的等级 (d)	临时的码字等级 [(a)和(d)的较低者] (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。

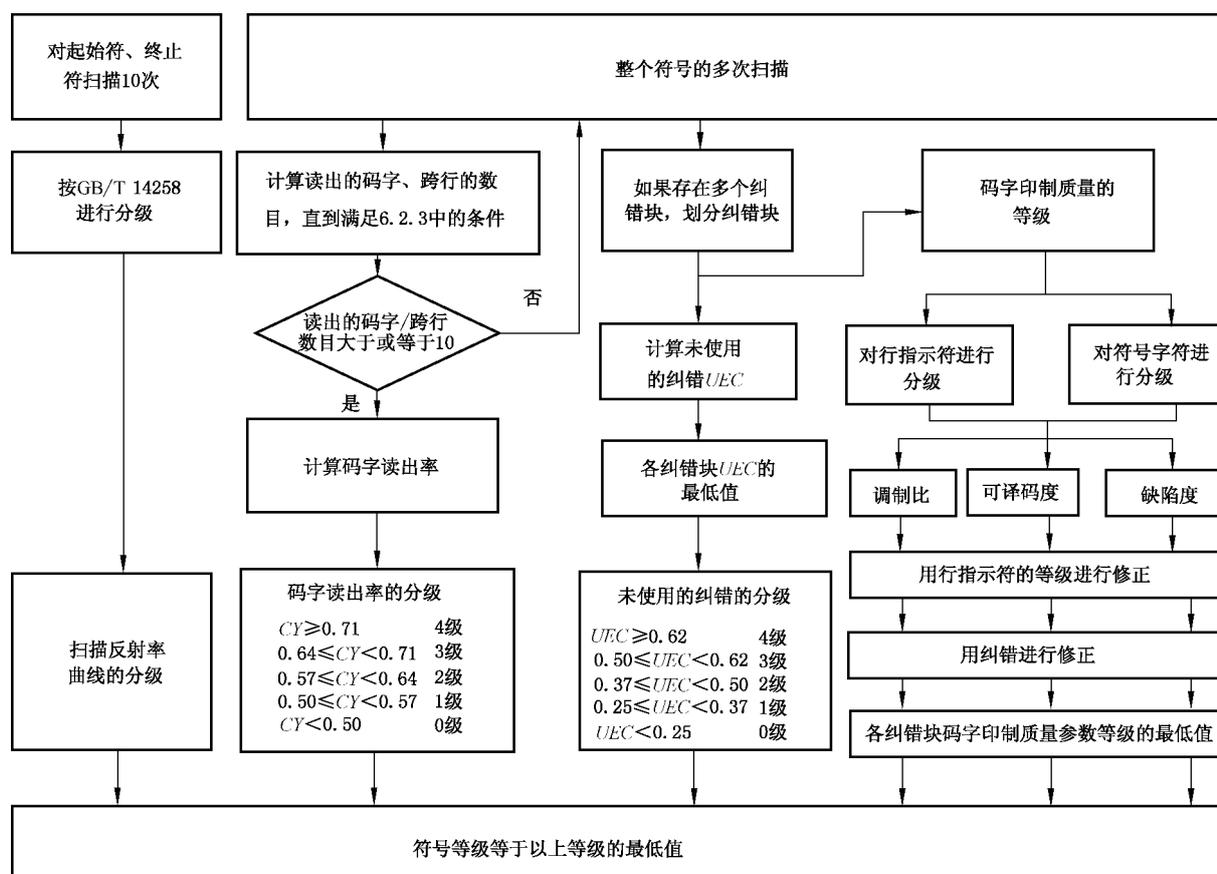


图2 允许跨行扫描的层排式条码符号的分级流程

### 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；

- d) 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;
- e) 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 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。如果具体应用对光路没有特殊要求,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、7.7 和附录 C 给出了测量方法,并防止符号区域外围的极端反射率值(例如,外围是开放空间或高镜向反射表面)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。零部件直接标记的检测可采用 GB/T 35402 规定的方法,同时要考虑相关应用标准的要求。

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以保证识读的一致性,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,用于符号印制质量的评价。

### 7.2.3 参考灰度图像

用 7.3.3 所述的测量孔径对原始图像上各个像素反射率值进行卷积处理,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、模校调制比和固有图形污损。

### 7.2.4 二值化图像

按照 7.6 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。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。

反射率的测量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%），或者溯源到国家计量基准。

### 7.3.2 光源

应用标准宜指定检测时测量光的峰值波长；对于设计上使用宽光谱照明的应用，应用标准宜指定测量光的参考光谱响应特性。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应用最为接近的光源作为测量光。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。

注：在宽光谱照明条件下测量时需特别注意，需设定好、匹配好测量和识读系统的整体光谱响应，以得到和应用系统相关的、精度和重复性较好的采样区灰度反射率的测量结果。整体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  $0.5X \sim 0.8X$  范围内的测量孔径。如果应用中 X 尺寸不固定，选用可能遇到的最小的 X 尺寸计算测量孔径。编制应用标准时，测量孔径选择请参见 A.2。

依据本标准的检测仪的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，并受光学系统像差的影响。参考的光学设置最低有效分辨率应达到每模块宽度跨越 10 个像素。

### 7.3.4 光路

测量反射率的参考光路包括：

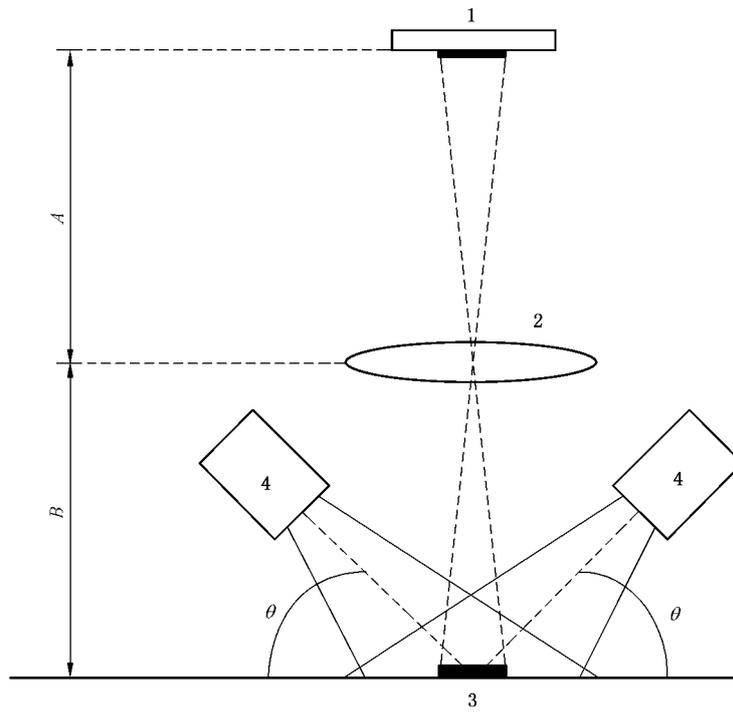
- 相互成  $90^\circ$  角的四个泛光光源，分布于以检测区为中心的圆周上。此圆周所在平面与检测区所在的平面平行，位于检测区上方，其高度应能使照明光以和检测区平面成  $45^\circ$  角入射到检测区的中央，均匀地照亮检测区。
- 光接收装置，其光轴应与检测区所在的平面垂直并穿过检测区中心，并将被测符号成像到光敏阵列上。

采集检测区（见 7.3.5）以及 20Z 的扩展区域（见 7.7）的反射光并会聚在光敏阵列上。

具体检测设备可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节中定义的参考光路结构的性能相关联。图 3 和图 4 给出了参考光路的原理图，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，一些特殊应用，特别是零部件直接标记（DPM），可能需要设置不同的测量光入射角度，如和符号平面成  $30^\circ$  角。如果入射角度不是  $45^\circ$ ，入射角度值应作为符号等级表示形式的第四个参数，见 5.4。

DPM 二维条码符号的质量检测规定了更多的照明选项，见 GB/T 35402。



说明：

1——光敏阵列；

2——提供光学系统放大比为 1 : 1 的透镜(距离  $A = \text{距离 } B$ )；

3——检测区；

4——光源；

$\theta$ ——入射光相对于符号平面的角度(默认为  $45^\circ$ , 可选  $30^\circ$  或  $90^\circ$  漫反射照明)。

图 3 参考光路——侧视图

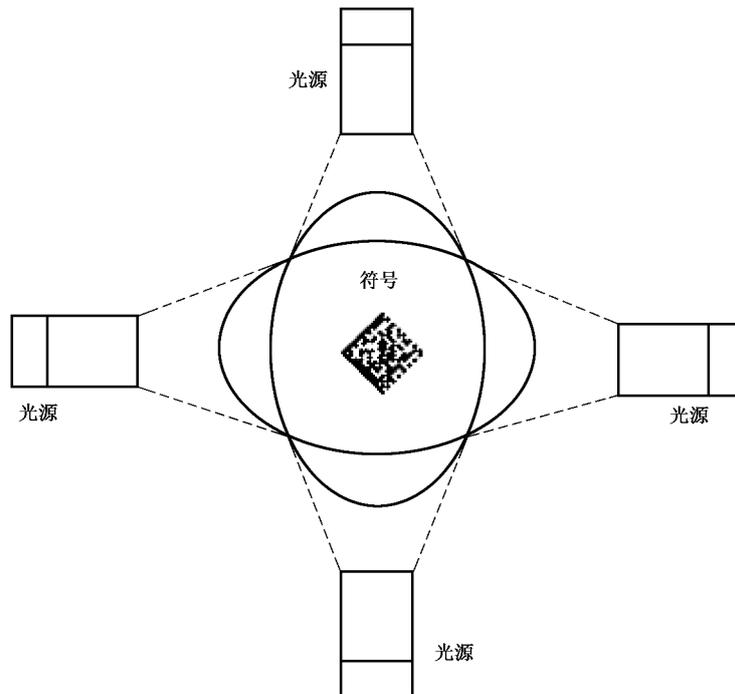


图 4 参考光路——俯视图

### 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，至少能包含整个符号以及如 7.7 所述的 20Z 的扩展区域。

### 7.4 扫描要求

符号平面与成像系统光轴垂直，通过一次扫描测量得到符号的等级。

如果符号的基底或表面对不同方位照明光的漫反射存在不一致，导致符号等级的评价存在能够影响质量判定的显著性差异，此类符号的检验宜依据 GB/T 35402。

### 7.5 扫描分级

通过对参考灰度图像和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：

- a) 将符号放置到检测仪的视场中央。
- b) 采集原始图像（见 7.2.2）。
- c) 将最亮的 0.005% 的像素的亮度值用其周围包括自己 9 个像素的亮度值的中值代替。
- d) 用 7.3.3 中规定的孔径将原始图像转换为参考灰度图像。
- e) 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。
- f) 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

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：

- a) 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，应包含扩展区域中的所有点。
- b) 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

检测应使用码制规范规定的参考译码算法。为了简化处理过程，检测仪在参考译码算法的基础上

假定待检符号大致处于仪器视场的中央。在对随后的符号质量参数进行测量时,参考译码算法执行以下 6 个主要步骤:

- a) 在图像中定位和划定被测符号区域;
- b) 通过符号的固有图形确定参考点,用于构建测量网格不一致性的理想网格;
- c) 创建一个与数据模块标称中心对应的采样网格图;
- d) 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);
- e) 进行纠错,并确定纠正符号污损使用了多少纠错码字;
- f) 对符号译码。

7.8.2~7.8.9 各参数的测量是在上述 6 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

参考译码是衡量使用参考译码算法是否能成功识读符号的参数,只有通过和不通过两种情况。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)是衡量符号中深浅两种反射状态的差异是否足够明显的参数。

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,即:  $SC = R_{\max} - R_{\min}$ 。在此所用的反射率值是按 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
$SC \geq 70\%$	4
$55\% \leq SC < 70\%$	3
$40\% \leq SC < 55\%$	2
$20\% \leq SC < 40\%$	1
$SC < 20\%$	0

### 7.8.4 调制比及相关测量

#### 7.8.4.1 调制比

调制比(MOD)是反映深色模块或浅色模块的反射率一致性的参数。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与整体阈值之差的绝对值。如果调制比不足,会增加错误辨别深色或浅色模块的可能性。获得符号调制比等级的步骤如下:

- a) 计算模块调制比的值

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,测量符号各个模块的反射率值,按下列公式计算每一个模块的调制比 MOD:

$$MOD = \frac{2|R - GT|}{SC}$$

式中：

$MOD$  —— 模块的调制比；

$R$  —— 模块的反射率；

$GT$  —— 整体阈值；

$SC$  —— 符号反差。

b) 模块调制比的等级

按照表 6, 得出每一个模块调制比的等级值。

表 6 模块调制比和模块的模校调制比的分级

模块调制比和模块的模校调制比的值	码 字 等 级
$\geq 0.50$	4
$\geq 0.40, < 0.50$	3
$\geq 0.30, < 0.40$	2
$\geq 0.20, < 0.30$	1
$< 0.20$	0

c) 码字调制比的等级

对于每个码字, 选择码字中所有模块调制比的最低的等级值作为码字调制比的等级值。根据调制比计算公式的绝对值性质, 由表 6 得出的调制比的等级值不能充分确定码字是否能被正确译码。在这一点上, 调制比区别于模校调制比, 见 7.8.4.3。

d) 符号调制比的等级

符号调制比的等级由符号中各码字调制比和符号的纠错能力综合而成, 参与符号质量的等级评定。符号的调制比等级的计算过程如下：

达到每一个等级的码字调制的统计数应和符号的纠错能力做以下对比：

——对于每一个等级, 假定所有低于这个等级的码字都是替代错误, 按 7.8.8 所述导出一个假定的未使用的纠错的等级。在这个等级和假定的未使用的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。

——符号调制比等级应为所有码字等级所导出的值的最高值。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。

表 7(A) 给出了一个示例。示例中, 只有一个纠错块, 符号共 120 个码字, 其中有 60 个纠错码字, 最多可纠正 30 个替代错误, 最终的符号调制比等级为 2 级[表 7(A) 最右边列中的最大值]。其中一些码字可能包含错误, 但不影响计算结果。

表 7(A) 矩阵式二维条码的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	33.3%	1	1
2	15	115	5	25	83.3%	4	2
1	3	118	2	28	93.3%	4	1
0	2	120	0	30	100%	4	0
					调制比等级[(e)中的最大值]:		2

7.8.4.2 反差均匀性

反差均匀性是用于测量局部反射率变化的过程控制的参数。反差均匀性是一个可选的参数,不参与符号分级。

反差均匀性定义为符号数据区内模块调制比的最小值,模块调制比的计算方法见 7.8.4.1 的 a)。

7.8.4.3 模校调制比

模校调制比(RM)是用于衡量每一个模块在和整体阈值比较后能被正确判断为深色模块或浅色模块的可辨识度的参数。印刷增益、模块相对于网格交叉点的位置错误(网格不一致性)、印刷载体的光学特性、墨色不均匀程度等引起的编码错误,都可能降低甚至消除模块反射率和整体阈值之间的容错的余量。模校调制比低说明模块深浅性质判断的出错率高。获得符号的模校调制比及模校调制比等级的步骤如下:

a) 模块的模校调制比

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,测量符号中每个码字的每个模块的反射率值。

由于译码后每个模块深浅的正确性是已知的,对于任何出现深浅错误的模块,模块的模校调制比的值为 0。计算公式如下:

对于深浅设定为浅色的模块:

$$R \geq GT \text{ 时, } MARGIN = \frac{2(R - GT)}{SC}$$

$$R < GT \text{ 时, } MARGIN = 0$$

对于深浅设定为深色的模块:

$$R < GT \text{ 时, } MARGIN = \frac{2(GT - R)}{SC}$$

$$R \geq GT \text{ 时, } MARGIN = 0$$

式中:

MARGIN —— 模块的模校调制比;

R —— 模块的反射率;

GT —— 整体阈值;

SC ——符号反差。

从以上公式可以看出,模块的模校调制比是模块深浅性质正确时的模块调制比,是经模块深浅性质正确性校正的模块的调制比。

b) 模块的模校调制比的等级

按照表 6,得出每一个模块模校调制比的等级值。

c) 码字的模校调制比的等级

对于每个码字,选择码字中所有模块的模校调制比最低的等级值作为码字的模校调制比的等级。

d) 符号的模校调制比的等级

符号的模校调制比等级由符号中各码字的模校调制比和符号的纠错能力综合而成,参与符号质量的等级评定。符号的模校调制比等级的计算过程如下:

达到每一个等级码字的统计数应和符号的纠错能力做以下对比:

——对于每一个等级,假定所有低于这个等级的码字都是替代错误,按 7.8.8 所述导出一个假定的未使用的纠错的等级。在这个等级和假定的未使用的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模校调制比低的码字。有关此方法的更进一步解释参见附录 B。

——符号的模校调制比的等级应为所有等级所导出的值的最高值。如果符号包含多个纠错块,应分别对每个纠错块进行评价。符号的模校调制比等级应取各个纠错块模校调制比等级的最低值。

表 7(B)给出了一个示例。示例中,只有一个纠错块,符号共 120 个码字,其中有 60 个纠错码字,最多可纠正 30 个替代错误,最终的符号模校调制比为 1 级[表 7(B)最右边列中的最大值]。

表 7(B) 矩阵式二维条码的符号模校调制比分级示例

码字模校调制比的等级 (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)] (d)	假定的未使用的纠错 UEC (e)	假定的未使用的纠错的等级 (f)	(a)和(d)中的较低值 (g)
4	15	15	105	(超出范围)	<0	0	0
3	70	85	35	(超出范围)	<0	0	0
2	15	100	20	10	33.3%	1	1
1	5	105	15	15	50%	3	1
0	15	120	0	30	100%	4	0
					模校调制比等级 [(e)中的最大值]:		1

此示例的值与表 7(A)的值来自同一符号。然而在此示例中,10 个等级为 4 的码字以及 5 个等级为 3 的码字中存在和整体阈值比较后模块深浅错误的情况,这些码字是错误的,这些码字的模校调制比的等级被当作 0 来处理,因此得到的符号模校调制比的等级就与符号调制比等级不同。

### 7.8.5 固有图形污损

固有图形污损(FPD)是衡量寻像图形、空白区、定位图形、校正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能力的参数。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)数。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下列公式。

$$AN = \frac{2 | X_{AVG} - Y_{AVG} |}{X_{AVG} + Y_{AVG}}$$

式中:

AN —— 轴向不一致性;

$X_{AVG}$  —— 取样点 X 轴向的平均间距;

$Y_{AVG}$  —— 取样点 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
$AN \leq 0.06$	4
$0.06 < AN \leq 0.08$	3
$0.08 < AN \leq 0.10$	2
$0.10 < AN \leq 0.12$	1
$AN > 0.12$	0

### 7.8.7 网格不一致性

网格不一致性(GN)是衡量网格交叉位置偏离于其理想位置的最大矢量偏差的参数。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 尺寸为单位表示,并用于分级。应通过参考译码算法确定最少数量的固有图形,由固有图形的参考数据构建理论上的等间距网格。

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
$GN \leq 0.38$	4
$0.38 < GN \leq 0.50$	3
$0.50 < GN \leq 0.63$	2
$0.63 < GN \leq 0.75$	1
$GN > 0.75$	0

### 7.8.8 未使用的纠错

未使用的纠错( $UEC$ )是衡量为纠正符号局部或点的各种错误所消耗的纠错容量的参数。用参考译码算法对二值化图像进行译码。未使用的纠错按下列公式计算。

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

式中：

$UEC$  ——未使用的纠错；

$e$  ——拒读错误的数目；

$t$  ——替代错误的数目；

$E_{cap}$  ——符号的纠错容量。

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
$UEC \geq 0.62$	4
$0.50 \leq UEC < 0.62$	3
$0.37 \leq UEC < 0.50$	2
$0.25 \leq UEC < 0.37$	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。

注：例如，一些应用要求  $X$  尺寸在一定范围内。

### 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。

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。

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 (SC)	固有图形污损 (FPD)	轴向不一致性 (AN)	网格不一致性 (GN)	符号的调制比及模校调制比 (MOD), (RM)	未使用的纠错 (UEC)
4(A)	通过	$SC \geq 70\%$	关于等级阈值见码制规范或附录 D	$AN \leq 0.06$	$GN \leq 0.38$	见 7.8.4	$UEC \geq 0.62$
3(B)		$55\% \leq SC < 70\%$		$0.06 \leq AN < 0.08$	$0.38 \leq GN < 0.50$		$0.50 \leq UEC < 0.62$
2(C)		$40\% \leq SC < 55\%$		$0.08 \leq AN < 0.10$	$0.50 \leq GN < 0.63$		$0.37 \leq UEC < 0.50$
1(D)		$20\% \leq SC < 40\%$		$0.10 \leq AN < 0.12$	$0.63 \leq GN < 0.75$		$0.25 \leq UEC < 0.37$
0(F)	不通过	$SC < 20\%$		$AN > 0.12$	$GN > 0.75$		$UEC < 0.25$

### 7.10 符号等级

符号等级为单个参数等级的最低值。如果译码的数据不正确,不论其他参数等级是什么值,符号等级应为 0.0。符号等级的表示见 5.3。

### 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与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  $D_{\text{NOM}}$ 。

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  $(D - D_{\text{NOM}})$  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 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,应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~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~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) 窄带光源

- 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) 宽带光源

- 1) 白炽灯(白光,色温在 2 800 K~3 200 K 之间);
- 2) 荧光灯(白光,色温在 3 200 K~5 500K 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~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气的气体激光管,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~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~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者。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 650 nm~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~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较理想的泛光照明。

具有白光特性的发光二极管可以发出“冷色”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,钠蒸汽发出黄橘色光,其峰值波长在 580 nm 附近;汞蒸汽发出绿蓝光,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~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。黑色、蓝色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),而白色、红色、或橘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,识读者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,应按照 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,应根据模块标称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 50%~80%。对于包括一系列标称模块尺寸(如范围为 0.25 mm~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 的所有符号应在 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,应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。

用户的应用规范宜指定测量孔径的标称直径以适应特定的扫描环境,或参考表 A.1。如果在应用中测量孔径没有指定,宜用表 A.1 作为一个参考。如果应用中  $X$  尺寸有一个变化范围,所有测量应基于能遇到的最小的  $X$  尺寸。

注:应用规范可以指定不同于表 A.1 的一系列  $X$  尺寸范围,并指定一个不同于表 A.1 推荐的测量孔径尺寸。

表 A.1 测量孔径直径选择指南

$X$ 尺寸/mm	孔径直径/mm	孔径参考标号
$0.100 \leq X < 0.150$	0.05	02
$0.150 \leq X < 0.190$	0.075	03
$0.190 \leq X < 0.250$	0.125	05
$0.250 \leq X < 0.500$	0.200	08
$0.500 \leq X < 0.750$	0.400	16
$0.750 \leq X$	0.500	20
注:孔径参考标号为以 mil 为单位孔径直径的取整值,此孔径参考标号和标准 GB/T 14258 保持一致。		

### A.3 照明角度的选择

默认的 45°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,其漫反射光的变化不大。然而许多零部件直接标记二维条码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更重要一些。光源的摆放方式应使图像采集设备探测到的反差和应用中识读符号的过程具有相关性。

由于在具体应用中,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。如果应用规范要求使用和识读符号同样的光源检测,通过检测可以增进对识读器识读性能的预测。标准 GB/T 35402 规定的修正方法可以为零部件直接标记提供一个选择合适照明角度更好的方法。

### 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)。

这可能需要降低印制速度、更高的质量控制水平或导致废品率上升,所有这些可能导致产品单价的提高。

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,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。

本方法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。

符号的可识读性应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质量分级流程图

矩阵式二维条码符号质量分级的步骤见图 C.1。

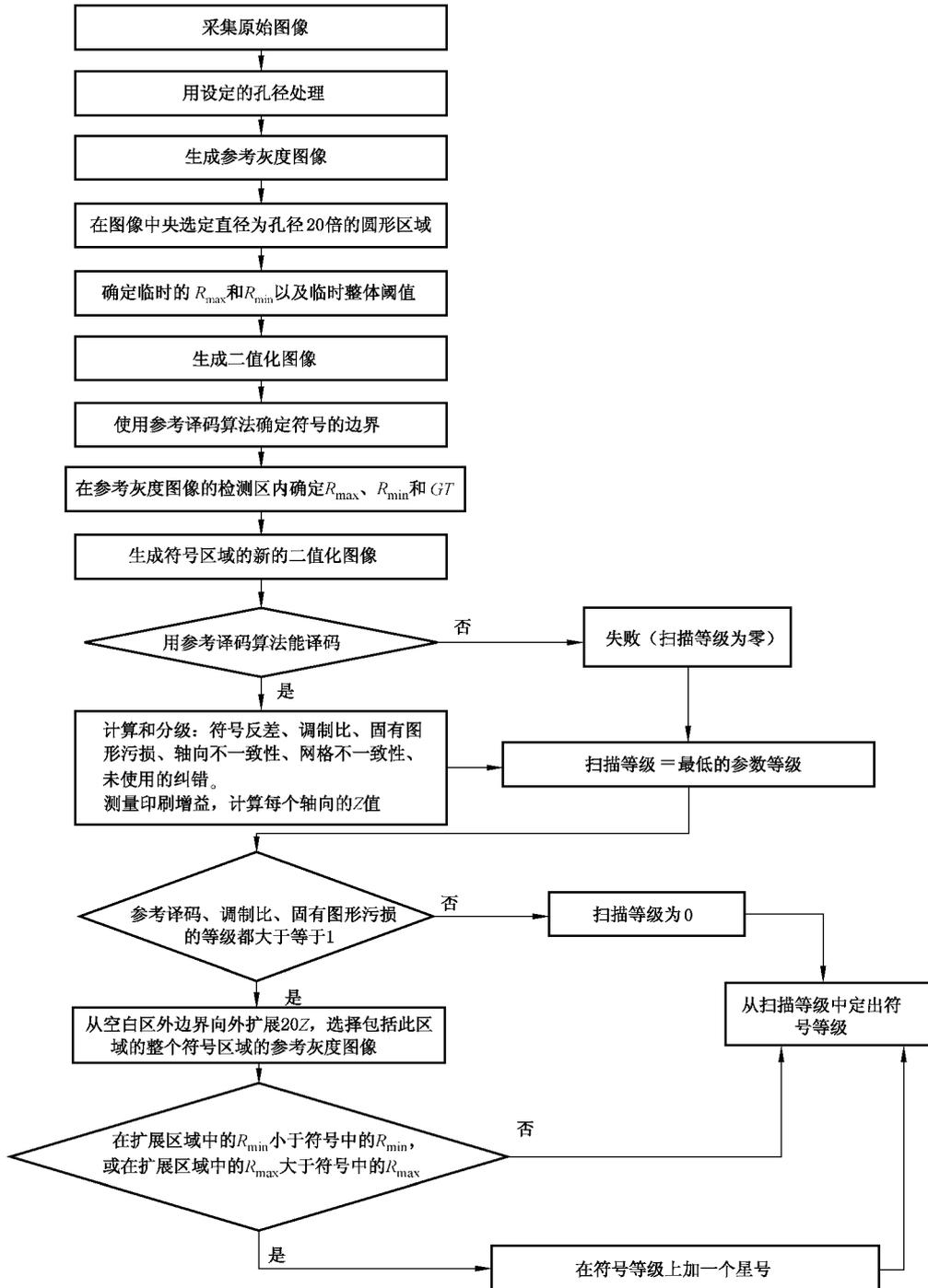


图 C.1 矩阵式二维条码符号分级流程图

## 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,本标准或码制规范针对每种码制应指定特定的分级方法(特别是对固有图形污损)。

本附录规定了 MaxiCode 固有图形污损的等级阈值(ISO/IEC 16023)。如果某个码制标准对这些参数指定了分级的基准,并明确引用本标准,则在此码制标准中的值将覆盖此附录所给出的值。

某些符号可能需要附加的参数,应根据 7.8.9 将这些参数加入质量评价。

#### D.2 Data Matrix 的固有图形污损

应根据 ISO/IEC 16022 评价 Data Matrix 的固有图形污损。

#### D.3 MaxiCode 的固有图形污损

##### D.3.1 待评价的特征

MaxiCode 的固有图形为一个位于符号中心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.1 所示。

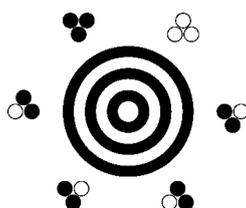


图 D.1 MaxiCode 中的固有图形

##### D.3.2 对寻像图形的分级

Maxi code 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.2 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 1/3,同样见图 D.2。

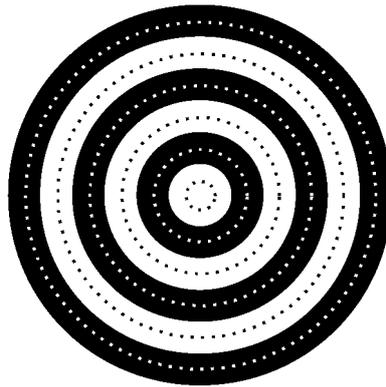


图 D.2 MaxiCode 寻像环连续性的采样路径

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,对每组采样点按表 D.1 分级。

表 D.1 环连续性的分级

错误采样数目的比率( $SE$ )	等级
$SE = 0$	4
$0 < SE \leq 3\%$	3
$3\% < SE \leq 6\%$	2
$6\% < SE \leq 9\%$	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.3 所示,并根据 GB/T 14258 标准确定边缘的位置。

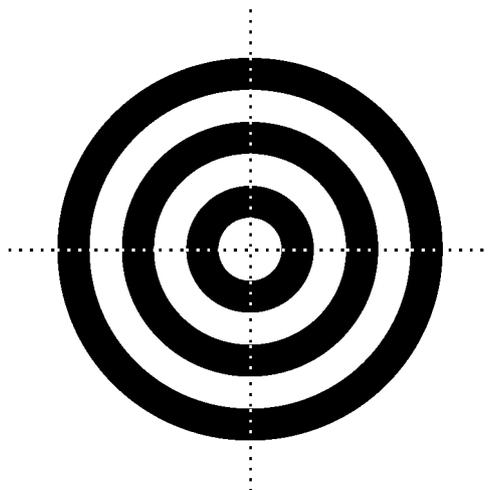


图 D.3 MaxiCode 寻像环的环增益采样路径

分别对每条扫描反射率曲线,按下列公式计算环增益:

$$RG = (S_{\text{bar}} - S_{\text{space}}) / (S_{\text{bar}} + S_{\text{space}})$$

式中:

$RG$  ——环增益;

$S_{\text{bar}}$  ——条宽度的总和;

$S_{\text{space}}$  ——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。水平和垂直的环增益分别按表 D.2 进行分级。

表 D.2 环增益分级

$RG$	等级
$ RG  < 0.10$	4
$0.10 \leq  RG  < 0.14$	3
$0.14 \leq  RG  < 0.17$	2
$0.17 \leq  RG  < 0.20$	1
$ RG  \geq 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,将他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.3。

表 D.3 定向图形的分级

模块错误的数目	等级
0	4
1	3
2	2
3	1
$\geq 4$	0

### D.3.4 固有图形污损的等级

Maxi code 固有图形污损的等级为 6 个环连续性等级、两个环增益等级以及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

应根据 GB/T 18284 评价快速响应矩阵码的固有图形污损以及其他附加参数。

**D.5 汉信码的功能性图形污损以及附加的参数**

应根据 GB/T 21049 评价汉信码的功能性图形污损以及其他附加参数。

**D.6 Aztec 码的固有图形污损以及附加的参数**

应根据 ISO/IEC 24778 评价 Aztec 码的固有图形污损以及其他附加参数。

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的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,这些因素对于这两类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	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 背底或浅色单元的反射率低,原因为:               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 印刷基底不合适。例如对于红光识读的符号选用蓝纸。</li> <li>● 有光泽的覆膜或外包装。</li> <li>● 照明角度不对(直接刻印的符号)。</li> </ul> </li> <li>● 深色单元的反射率高,原因为:               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 油墨吸收入射光的能力低(配方或颜色不对)。</li> <li>● 油墨覆盖不足(例如,喷墨点不重叠)。</li> </ul> </li> <li>● 照明角度不对(直接刻印的符号)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 背底或浅色单元的反射率低,原因为:               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 印刷基底不合适,例如对于红光识读的符号选用蓝纸。</li> <li>● 有光泽的压层或外包装。</li> <li>● 照明角度不对(直接刻印的符号)。</li> </ul> </li> <li>● 深色单元的反射率高,原因为:               <ul style="list-style-type: none"> <li>● 油墨吸收入射光的能力低(配方或颜色不对)。</li> <li>● 油墨覆盖不足(例如,喷墨点不重叠)。</li> </ul> </li> <li>● 照明角度不对(直接刻印的符号)</li> </ul>
参考译码	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 多种因素-见本表中的其他参数。</li> <li>● 印制系统软件错误</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 多种因素-见本表中的其他参数。</li> <li>● 印制系统软件错误</li> </ul>
未使用的纠错	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 物理损坏(磨损、撕裂、涂抹)。</li> <li>● 由于缺陷而产生的位错误。</li> <li>● 一个或两个轴上的印刷增益过大。</li> <li>● 局部变形。</li> <li>● 模块位置放错</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 物理损坏(磨损、撕裂、涂抹)。</li> <li>● 由于缺陷而产生的位错误。</li> <li>● 一个或两个轴上的印刷增益过大。</li> <li>● 局部变形。</li> <li>● 模块位置放错</li> </ul>
最小反射率( $R_{\min}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 所有条的反射率大于 <math>0.5R_{\max}</math>——可能的原因见符号反差</li> </ul>	
最小边缘反差	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 印刷增益或减少过大。</li> <li>● 测量孔径过大。</li> <li>● 印刷基底反射率不规则。</li> <li>● 油墨覆盖低。</li> <li>● 透背</li> </ul>	
调制比	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 印刷增益或减少。</li> <li>● 测量孔径过大。</li> <li>● 印刷基底反射率不规则。</li> <li>● 油墨覆盖低。</li> <li>● 透背</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 印刷增益或减少。</li> <li>● 测量孔径过大。</li> <li>● 模块位置放错。</li> <li>● 印刷基底反射率不规则。</li> <li>● 油墨覆盖低。</li> <li>● 透背</li> </ul>

表 E.1 (续)

参数	层排式符号	矩阵式符号
缺陷度	<ul style="list-style-type: none"> <li>在背底上有墨点或其他深色标记。</li> <li>在印制区域中有斑点。</li> <li>打印头单元有问题。</li> <li>测量孔径太小</li> </ul>	
可译码度	<ul style="list-style-type: none"> <li>局部扭曲变形。</li> <li>印刷中像素错误。</li> <li>印刷中出现滑动。</li> <li>喷墨口堵塞。</li> <li>加热单元出故障</li> </ul>	
码字读出率	<ul style="list-style-type: none"> <li>扫描线过分倾斜。</li> <li>Y轴方向印刷增益。</li> <li>出现热托曳</li> </ul>	
固有图形污损		<ul style="list-style-type: none"> <li>喷墨口堵塞。</li> <li>加热单元出故障。</li> <li>物理损坏(磨损、撕裂、涂抹)</li> </ul>
轴向不一致性		<ul style="list-style-type: none"> <li>在印制中传送速度和符号尺寸不匹配。</li> <li>打印软件错误。</li> <li>检测仪的光轴和符号平面不平行</li> </ul>
网格不一致性		<ul style="list-style-type: none"> <li>在印刷中出现传送错误(加速、减速、振动、滑移)。</li> <li>打印头和印刷基底的距离有变化。</li> <li>检测仪的光轴和符号平面不平行</li> </ul>
印刷增益 或减少 (非分级项目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>取决于印刷过程的因素。</li> <li>印刷基底的吸墨性。</li> <li>印点的大小(喷墨,点刻等)。</li> <li>热打印头的温度不正确</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>取决于印刷过程的因素。</li> <li>印刷基底的吸墨性。</li> <li>印点的大小(喷墨,点刻等)。</li> <li>热打印头的温度不正确</li> </ul>

## 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,在按本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 19782,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,衬底的表面反射率要小于 5%。

印刷基底的不透明度按下列公式计算:

$$\text{不透明度} = R_2/R_1$$

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,通过测量条码色样或油墨印制的样品,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。

如果没有符合本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( $R$ )的转换公式如下:

$$R = 100/10^D$$

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需留有一定的余量。

### 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下列公式计算:

$$SC' = R_{\max} - R_{\min}$$

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。

附 录 G  
(资料性附录)  
二维条码符号检验报告示例

## G.1 层排式二维条码符号检验报告

样品名称	二维条码符号印制品		规格/包装	/
产品名称			商标	/
厂商			印刷载体	复印纸
客户名称	/		条码类型	四一七条码
			供人识别字符	无
客户地址	/		来样日期	2015.07.29
送样者	/		检验日期	2015.07.29
检验依据	GB/T 17172—1997 四一七条码 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			
检验条件	温度	23 °C	相对湿度	50 %
	测量孔径	0.25 mm	测量光波长	660 nm
检验结论	<p>按所依据的标准进行检验,该被检样品的符号等级为 4.0/10/660。</p> <p style="text-align: right;">签发日期:2015 年 7 月 30 日</p>			
备注	/			

批准:

审核:

主检:

检验结果

1. 符号特征。

码制 Symbology	PDF417	行高 Row Height	1.155 mm	X 尺寸 X Dimension	0.373 mm
码字总数 Total Codewords	10	数据码字数 Data Codewords	8	纠错码字数 Error Correction Codewords	0
最高反射率 $R_{max}$ $R_{max}$	79%	最低反射率 $R_{min}$	2%	/	/
数据内容 Data:	SZTMZJZPDF417				

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	/	4.0	左侧空白区	>0.743 mm	4.0
未使用的纠错 UEC	100%	4.0	右侧空白区	>0.743 mm	4.0
符号反差 SC	77%	4.0	码字印制质量	调制比	/
码字读出率 CY	100%	4.0		缺陷度	/
起始符终止符等级	/	4.0		可译码度	/
符号等级 Overall Grade	4.0/10/660				

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。



检验结果

1. 符号特征。

码制 Symbology	快速响应矩阵码	矩阵尺寸 Matrix Size	29×29(模块)	X 尺寸 X Dimension	0.333mm
码字总数 Total Codewords	70	数据码字数 Data Codewords	55	纠错码字数 Error Correction Codewords	15
最高反射率 $R_{max}$	72%	最低反射率 $R_{min}$	4%	反差均匀性 Contrast Uniformity	34%
数据内容 Data	<a href="http://www.12365114.cn:81/w.aspx?u=6576&amp;f=761440200643">http://www.12365114.cn:81/w.aspx?u=6576&amp;f=761440200643</a>				

2. 符号等级参数检测值。

参数	测量值	等级	参数	测量值	等级
参考译码 Decode	/	4	轴向不一致性 ANU	0%	4
未使用的纠错 UEC	100%	4	网格不一致性 GNU	7%	4
符号反差 SC	68%	3	固有图形的污损 FPD	/	4
调制比 MOD	/	4	模校调制比 RM	/	4
符号等级 Overall Grade	3.0/10/660				

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	测量值	等级	参数	测量值	等级
格式信息 Format Information	0	4	版本信息 Version Information	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/

注：符号“/”表示无此项或此项不检。

—————报告结束—————

## 参 考 文 献

- [1] ISO/IEC 15438 Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Bare code symbology specifications—PDF417
- [2] ISO/IEC 24728 Information technology—Automatic identification and data capture techniques—MicroPDF417 bar code symbology specification
- [3] AIM ITS-SuperCode
- [4] EN 12323 AID technologies—Symbology Specifications—Code 16K
- [5] ANSI/AIM BC6-1995, USS-Code 49
- [6] AIM USS Codablock F
- [7] ISO/IEC 24724 Information technology—Automatic identification and data capture techniques—GS1 DataBar bar code symbology specification
- [8] AIM USS-Code One
- [9] AIM USS-Dot Code A
- [10] ISO/IEC 24723 Information technology—Automatic identification and data capture techniques—GS1 Composite bar code symbology specification
- [11] AIM ITS-Aztec Mesas
- 注 1: Specifications published by AIM Global-viz. AIM International Technical Specifications (ITS) and Uniform Symbology Specifications (USS)-are obtainable from AIM Inc., 634 Alpha Drive, Pittsburgh, PA 15238, USA  
要得到国际 AIM 组织颁布的规范,即 AIM 国际技术规范(ITS)和通用符号规范,可以联系 AIM Inc. 地址:20399 Route 19, Suite 203, Cranberry Township, PA 16066, USA
- 注 2: 这不是一个涵盖所有符号规范的列表
- [12] ISO 2859-10 Sampling procedures for inspection by attributes—Part 10: Introduction to the ISO 2859 series of standards for sampling for inspection by attributes
- [13] ISO 3951-1 Sampling procedures for inspection by variables—Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL
- [14] ISO 3951-2 Sampling procedures for inspection by variables—Part 2: General specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics
- [15] ISO 3951-3 Sampling procedures for inspection by variables—Part 3: Double sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection
- [16] ISO 3951-5 Sampling procedures for inspection by variables—Part 5: Sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for inspection by variables (known standard deviation)
- [17] ISO/IEC 15426-1 Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Bar code verifier conformance specification—Part 1: Linear symbols
- [18] ISO/IEC 15426-2 Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Bar code verifier conformance specification—Part 2: Two-dimensional symbols
- [19] ISO/IEC TR 19782 Information technology—Automatic identification and data capture techniques—Effects of gloss and low substrate opacity on reading of bar code symbols
-

中华人民共和国  
国家标准  
二维条码符号印制质量的检验

GB/T 23704—2017

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

服务热线: 400-168-0010

2018年1月第一版

\*

书号: 155066 · 1-58933

版权专有 侵权必究



GB/T 23704-2017