



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113320167 A

(43) 申请公布日 2021.08.31

(21) 申请号 202110583697.X

(22) 申请日 2021.05.27

(71) 申请人 武汉大学

地址 430081 湖北省武汉市青山区和平大道947号

(72) 发明人 罗明灵 蒋宾辰 刘朕 张云轩
周岐鸿 徐子阳

(74) 专利代理机构 上海精晟知识产权代理有限公司 31253

代理人 孙永智

(51) Int. Cl.

B29C 64/386 (2017.01)

B33Y 50/00 (2015.01)

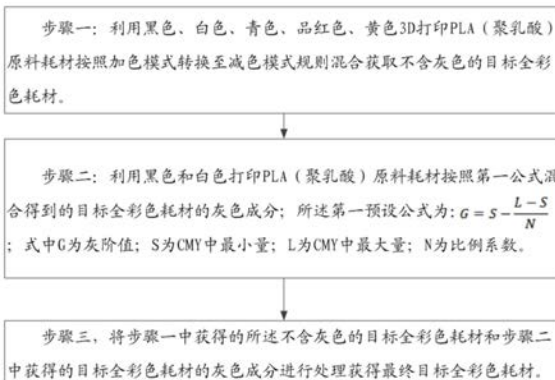
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种全彩色3D打印耗材的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种全彩色3D打印耗材的制备方法,包括:利用黑色、白色、青色、品红色、黄色3D打印PLA(聚乳酸)原料耗材按照加色模式转换至减色模式规则混合获取不含灰色的目标全彩色耗材;利用黑色和白色打印PLA(聚乳酸)原料耗材按照第一公式混合得到的目标全彩色耗材的灰色成分;第一预设公式为: $G = S - \frac{L-S}{N}$;式中G为灰阶值;S为CMY中最小量;L为CMY中最大量;N为比例系数;将获得的不含灰色的目标全彩色耗材和获得的目标全彩色耗材的灰色成分进行处理获得最终目标全彩色耗材。本发明保证了3D打印耗材彩色成分重现的准确性,混色效果较理想,实现了对各颜色的RGB值到五种颜色PLA耗材混合比的转换,满足了全彩3D打印流程中对色彩重现的技术要求。



1. 一种全彩色3D打印耗材的制备方法,其特征在于,包括:

步骤一:利用黑色、白色、青色、品红色、黄色3D打印PLA(聚乳酸)原料耗材按照加色模式转换至减色模式规则混合获取不含灰色的目标全彩色耗材;

步骤二:利用黑色和白色打印PLA(聚乳酸)原料耗材按照第一公式混合得到的目标全彩色耗材的灰色成分;所述第一预设公式为: $G = S - \frac{L - S}{N}$;式中G为灰阶值;S为CMY中最小量;L为CMY中最大量;N为比例系数;

步骤三:将步骤一中获得的所述不含灰色的目标全彩色耗材和步骤二中获得的目标全彩色耗材的灰色成分进行处理获得最终目标全彩色耗材。

2. 按照权利1所述的全彩色3D打印耗材的制备方法,其特征在于,所述第一预设公式中的灰阶值G由黑白混合得到,混合过程使用函数描述为 $G = f(K, W)$,函数f由黑白耗材混色实验拟合得到,式中(K,W)为灰色黑白耗材混合比。

3. 按照权利1所述的全彩色3D打印耗材的制备方法,其特征在于,所述步骤二之后步骤三之前还包括:利用青色、品红色、黄色打印PLA(聚乳酸)原料耗材通过试验获得最灰、最红、最绿、最蓝四极值色点的CMY混合比并利用所述四极值色点的CMY混合比对所述黑色、白色、青色、品红色、黄色3D打印PLA(聚乳酸)原料耗材的色偏进行修正。

一种全彩色3D打印耗材的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及3D打印技术领域,具体涉及一种全彩色3D打印耗材的制备方法。

背景技术

[0002] 3D打印技术又称增材三维制造技术(Additive Manufacturing),属于快速成型技术的一种,在现有技术中,常见的单色3D打印已经不能满足多样化、个性化的用户需求,全彩3D打印技术也因此成为了新的技术焦点。

[0003] 申请号为CN201410226281.2的专利公开了《一种彩色3D打印装置和打印方法》,该方法将喷墨技术与3D打印技术相结合,在打印过程中,使用喷色头对打印物体进行实时上色。但是,该类方案的成本普遍较高,很难进行市场普及。

[0004] 申请号为CN201810977277.8的专利公开了《一种全彩3D打印机及其使用方法》,其获得彩色3D打印耗材的方式是使用印刷颜色模型得到青色、品红色、黄色、黑色的耗材用量,白色耗材的量等于一个素体的耗材总量减去上述耗材用量之和,该方案白色耗材的获得也过于理想化,成色效果不佳。

发明内容

[0005] 针对现有技术中的3D彩色打印中成色效果不佳的问题,本发明提供一种全彩色3D打印耗材的制备方法。

[0006] 本发明提供了一种全彩色3D打印耗材的制备方法,包括:

[0007] 步骤一:利用黑色、白色、青色、品红色、黄色3D打印PLA(聚乳酸)原料耗材按照加色模式转换至减色模式规则混合获取不含灰色的目标全彩色耗材;

[0008] 步骤二:利用黑色和白色打印PLA(聚乳酸)原料耗材按照第一公式混合得到的目标全彩色耗材的灰色成分;所述第一预设公式为:
$$G = S - \frac{L - S}{N}$$
;式中G为灰阶值;S为CMY中最小量;L为CMY中最大量;N为比例系数;

[0009] 步骤三:将步骤一中获得的所述不含灰色的目标全彩色耗材和步骤二中获得的目标全彩色耗材的灰色成分进行处理获得最终目标全彩色耗材。

[0010] 优选的,所述第一预设公式中的灰阶值G由黑白混合得到,混合过程使用函数描述为 $G = f(K, W)$,函数f由黑白耗材混色实验拟合得到,式中(K, W)为灰色黑白耗材混合比。

[0011] 优选的,所述步骤二之后步骤三之前还包括:利用青色、品红色、黄色打印PLA(聚乳酸)原料耗材通过试验获得最灰、最红、最绿、最蓝四极值色点的CMY混合比并利用所述四极值色点的CMY混合比对所述黑色、白色、青色、品红色、黄色3D打印PLA(聚乳酸)原料耗材的色偏进行修正。

[0012] 本发明提供了一种全彩色3D打印耗材的制备方法的有益效果是:使用灰成分替代法将颜色分成“灰色成分”和“彩色成分”,通过实现对两个成分的分别重现,即使用黑色重现灰色成分,三基色重现彩色成分。该方案确保了混色方案的科学性和可行性;使用函数拟

合出黑色与白色PLA耗材混合得到不同灰度的灰色成分的黑白混合比,保证了灰色成分重现的准确性;使用四极值色校准,实现了对三基色PLA耗材色偏的校准,保证了彩色成分重现的准确性,进而达到了较为理想的混色效果,实现了对任意颜色的RGB值到五种颜色PLA耗材的混合比的转换,满足了全彩3D打印流程中对色彩重现的技术要求。

附图说明

[0013] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作以简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0014] 图1为本发明一实施例的流程示意图;

[0015] 图2是灰成分替代法的原理示意图示;

[0016] 图3是黑白PLA耗材混合比与色彩灰色成份的关系曲线;

[0017] 图4是黑白PLA耗材混色的实验结果;

[0018] 图5是PLA耗材色偏校准的原理图示;

[0019] 图6是全彩色3D打印耗材混色的实验结果;

[0020] 图7是混色效果分级表。

具体实施方式

[0021] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0022] 针对现有技术中的3D彩色打印中成色效果不佳的问题,本发明提供一种全彩色3D打印耗材的制备方法。

[0023] 本发明实施例提供了一种全彩色3D打印耗材的制备方法,如图1所示所述方法包括如下步骤:

[0024] 步骤一:利用黑色、白色、青色、品红色、黄色3D打印PLA(聚乳酸)原料耗材按照加色模式转换至减色模式规则混合获取不含灰色的目标全彩色耗材;

[0025] 本步骤中需要将RGB值转换至CMY值,RGB模式是一种典型的加色模式,即通过红色(Red)、绿色(Green)、蓝色(Blue)三个色彩通道的变化,以及它们互相之间的叠加而得到各种各样的颜色,加色模式要求显色单元自身发光。但无论是平面显色还是三维显色,其显色都是基于光的漫反射,在这种情况下RGB模式是不适用的,而需要引入新的显色模式即CMY模式,CMY是一种减色模式,CMY模式下的三基色就是青色(Cyan)、品红色(Magenta)、黄色(Yellow),因此需要首先将RGB模式通过矩阵计算转换至CMY模式,以便后续的进一步调整。

[0026] 步骤二:利用黑色和白色打印PLA(聚乳酸)原料耗材按照第一公式混合得到的目标全彩色耗材的灰色成分;所述第一预设公式为:
$$G = S - \frac{L - S}{N}$$
;式中G为灰阶值;S为CMY

中最小量;L为CMY中最大量;N为比例系数。

[0027] 本步骤采用“CMYK混色法”,黑色(K)的生成依据是灰成分替代法,即在整个色阶范围内由黑色油墨替代部分或全部由黄色、品红色、青色三基色叠印形成的灰色。灰成分替代

法原理如图2所示。

[0028] 所述第一预设公式中的灰阶值G由黑白混合得到,混合过程使用函数描述为 $G=f(K,W)$,函数f由黑白耗材混色实验拟合得到,式中(K,W)为灰色黑白耗材混合比。

[0029] 本实施例中灰色(G)由黑白混合得到,混合过程使用函数描述为 $G=f(K,W)$,函数f由黑白耗材混色实验拟合得到,实验过程简述如下:以0.1为最小步进单位,从零开始逐渐提高白黑混合比((W:K)至1,使用色差仪测量不同混色比得到的新颜色耗材的灰度G,之后在坐标轴上描点并进行函数拟合;同理以0.1为最小步进单位,从零开始逐渐提高黑白混合比((K:W)至1,使用色差仪测量不同混色比得到的新颜色耗材的灰度G,之后在坐标轴上描点并进行函数拟合。黑白混色实验的拟合结果如图3所示,实验结果表明:在色彩的暗色区域,灰色(G)与白黑混合比(W:K)线性相关;在色彩的亮色域,灰色与黑白混合比(K:W)指数相关。根据求解得到的分段函数f,本发明进行了如图4所示的验证实验,使用该方案进行黑白混合获得灰色,其灰色混色准确率为92.2%。

[0030] 步骤三:将步骤一中获得的所述不含灰色的目标全彩色耗材和步骤二中获得的目标全彩色耗材的灰色成分进行处理获得最终目标全彩色耗材。

[0031] 本发明提供的一种全彩色3D打印耗材的制备方法的有益效果是:使用灰成分替代法将颜色分成“灰色成分”和“彩色成分”,通过实现对两个成分的分别重现,即使用黑色重现灰色成分,三基色重现彩色成分。该方案确保了混色方案的科学性和可行性;使用函数拟合出黑色与白色PLA耗材混合得到不同灰度的灰色成分的黑白混合比,保证了灰色成分重现的准确性;使用四极值色校准,实现了对三基色PLA耗材色偏的校准,保证了彩色成分重现的准确性,进而达到了较为理想的混色效果,实现了对任意颜色的RGB值到五种颜色PLA耗材的混合比的转换,满足了全彩3D打印流程中对色彩重现的技术要求。

[0032] 在本发明的进一步实施例中,所述步骤二之后步骤三之前还包括:利用青色、品红色、黄色打印PLA(聚乳酸)原料耗材通过试验获得最灰、最红、最绿、最蓝四极值色点的CMY混合比并利用所述四极值色点的CMY混合比对所述黑色、白色、青色、品红色、黄色3D打印PLA(聚乳酸)原料耗材的色偏进行修正。

[0033] 耗材色偏校准的基本原理如图5所示,引入“颜色坐标”这一概念,简单描述颜色在色环上的位置,规定标准的红色、绿色、蓝色的颜色坐标为:

$$[0034] \quad X_{nr} = (1,0); \quad X_{ng} = (-0.5, -0.5\sqrt{3}); \quad X_{nb} = (0.5, 0.5\sqrt{3}) \quad (\text{式 } 1)$$

[0035] 在实际情况中,三基色的关系是非线性的,上述的标准“颜色坐标”,只是为了对任一色彩进行标准化处理。假定任一色彩(记作E色)的参考坐标以红、绿、蓝为三组基计算得到,需要注意的是,为避免出现负值,需要对E色的 $C_1M_1Y_1$ 进行完全去色 $C'_1M'_1Y'_1$,仅保留占比较大的两个颜色通道(CMY中至少有一个颜色通道将置0),E色的参考平面坐标计算如下式:

$$[0036] \quad Y_E = (1 - C'_1) \times [1,0] + (1 - M'_1) \times [-0.5, -0.5\sqrt{3}] + (1 - Y'_1) \times [0.5, 0.5\sqrt{3}] \quad (\text{式 } 2)$$

[0037] 图5中b所示的混色模型中,CMY三基色也根据上式可计算其参考坐标,记作 XY_{cmy} 。实际由于RGB三基色本身的非线性以及三色耗材本身的偏色问题,需要对标准CMY三基色的参考坐标 XY_{cmy} 进行校准,对此,本发明采用四极点校准法,即使用青色、品红色、黄色三色耗

材按一定比例混合得到最灰、最红、最绿、最蓝四极点,通过数学变换实现从 XY_{cmy} 到 XY'_{cmy} 的转换,表现为图5中b到c的转换过程。根据混色原理,灰色由三色混合得到,红色由品红和黄色混合得到,绿色由黄色和青色混合得到,蓝色由青色和品红混合得到。实验过程中,对于某套五种颜色的PLA耗材,其四极点对应的混合比如下表所示:

	“最灰”	“最红”	“最绿”	“最蓝”
[0038] C:M:Y	0.8:0.36:0.3	0:10:5	10:0:4.5	10.5:5:0
测量值	61.92:-0.52:0.53	60.37:6.74:9.24	72.41:-22.61:16.26	58.95:7.81:-22.02

[0039] 运用式1、2,可计算最红、最绿、最蓝三极色的参考坐标 $[XY_{\text{rgb}}]$,记四极点对应的CMY混色比例为 $[K_{\text{rgb}}]$, $[K_{\text{gr}}]$ ($[K_{\text{gr}}]$ 代表最灰时的三基色混合比)。定义灰阶修正矩阵 $[n_{\text{g}}]$, $[n_{\text{g}}]$ 通过下述方程组求得:

$$[0040] \quad [K_{\text{gr}}]_{(1 \times 3)} \left(\begin{bmatrix} n_{\text{g}1} \times [K_{\text{r}}]_{(1 \times 3)} \\ n_{\text{g}2} \times [K_{\text{g}}]_{(1 \times 3)} \\ n_{\text{g}3} \times [K_{\text{b}}]_{(1 \times 3)} \end{bmatrix}_{(3 \times 3)}^{-1} [XY_{\text{rgb}}]_{(3 \times 2)} \right) = [XY_{\text{gr}}]_{(1 \times 2)} = [0 \ 0]_{(1 \times 2)} \quad (\text{式 } 3)$$

[0041] 式中:矩阵下标 $m \times n$ 分别表示矩阵的行和列

[0042] 修正矩阵仅代表三色耗材的修正比例关系,故可令 $n_{\text{g}1} = 1$,根据上式即可解得 $n_{\text{g}2}$, $n_{\text{g}3}$ 。引入灰阶修正矩阵后,CMY三基色校准坐标计算式如下:

$$[0043] \quad [XY'_{\text{cmy}}]_{(3 \times 2)} = \begin{bmatrix} n_{\text{g}1} \times [K_{\text{r}}]_{(1 \times 3)} \\ n_{\text{g}2} \times [K_{\text{g}}]_{(1 \times 3)} \\ n_{\text{g}3} \times [K_{\text{b}}]_{(1 \times 3)} \end{bmatrix}_{(3 \times 3)}^{-1} [XY_{\text{rgb}}]_{(3 \times 2)} \quad (\text{式 } 4)$$

[0044] 通过式(1)可以求得任一色彩(E色)的“颜色坐标”,再在E色颜色坐标的基础上通过式(3)和校准后的CMY三基色坐标 XY'_{cmy} 可以反解得E色对应的CMY三基色混合比,至此即实现了对于彩色成份的重现。

[0045] 再结合步骤三中对灰色成份的重现结论,本发明进行了如图6所示的验证实验,实验测得本发明使用的混色方法,重现色彩的准确度约为80.00%,较为理想。如图7所示为混色效果分级表。

[0046] 当确定五种颜色的PLA耗材总量,根据上述各步骤得到的五色耗材混合比,即可计算得到任意一个颜色的获得,这五种颜色的PLA耗材的各自用量。进一步控制彩色打印五个进料喷头的转速,最终实现全彩色3D打印耗材的制备。

[0047] 在本说明书的描述中,参考术语“方面”、“优选地”或“一些具体实例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、步骤或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、步骤或者特点可以在任一个或多个具体实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同具体实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合或/和组合。

[0048] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

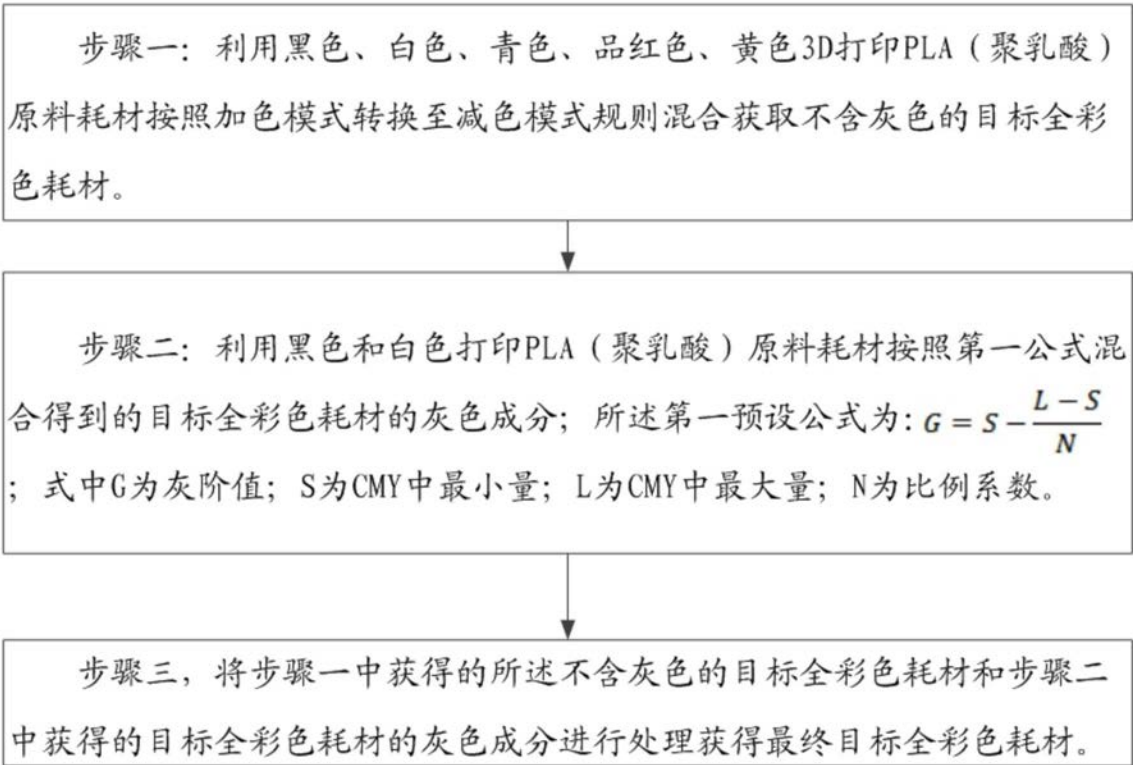


图1

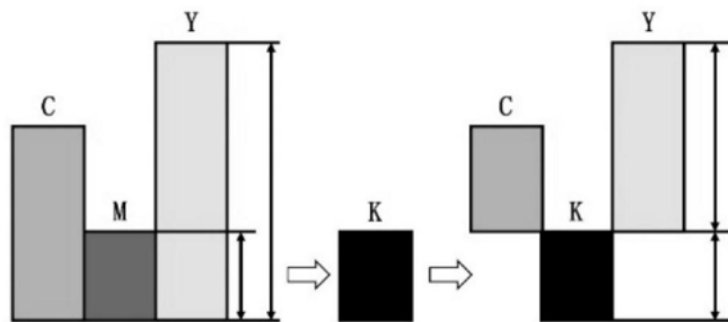


图2

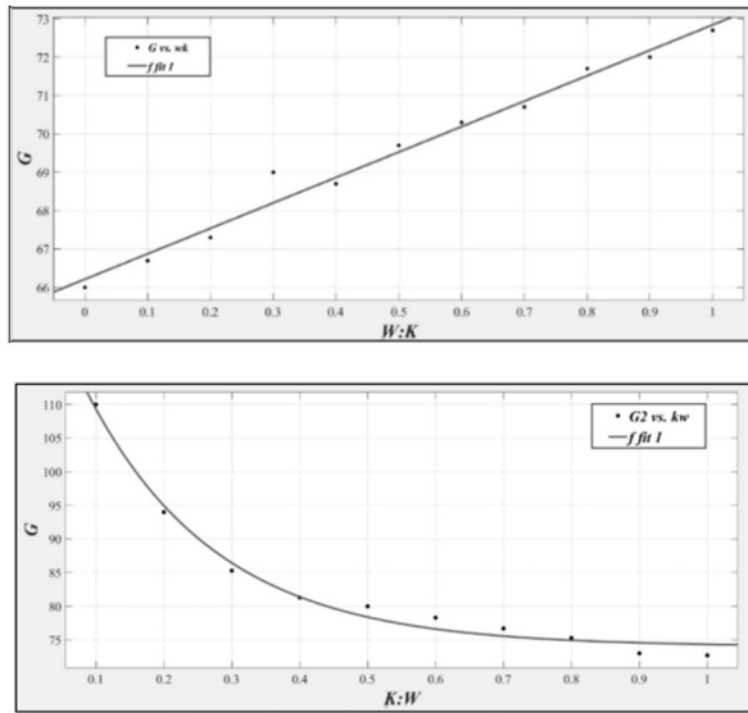


图3

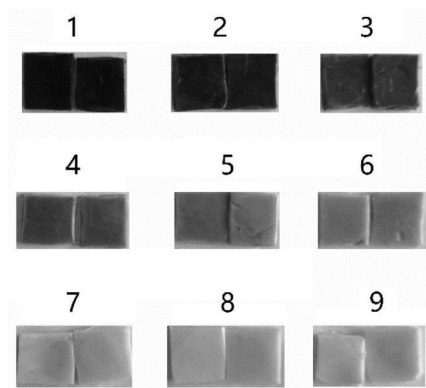


图4

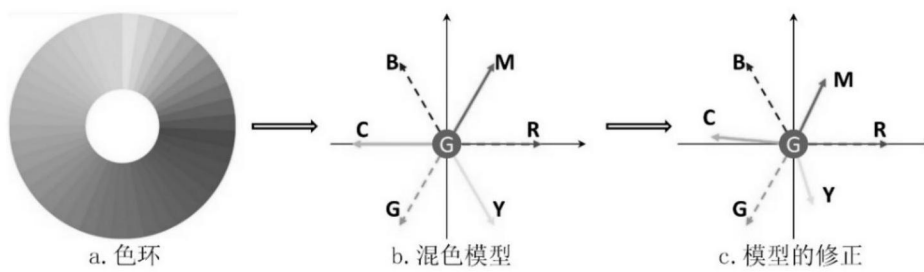


图5

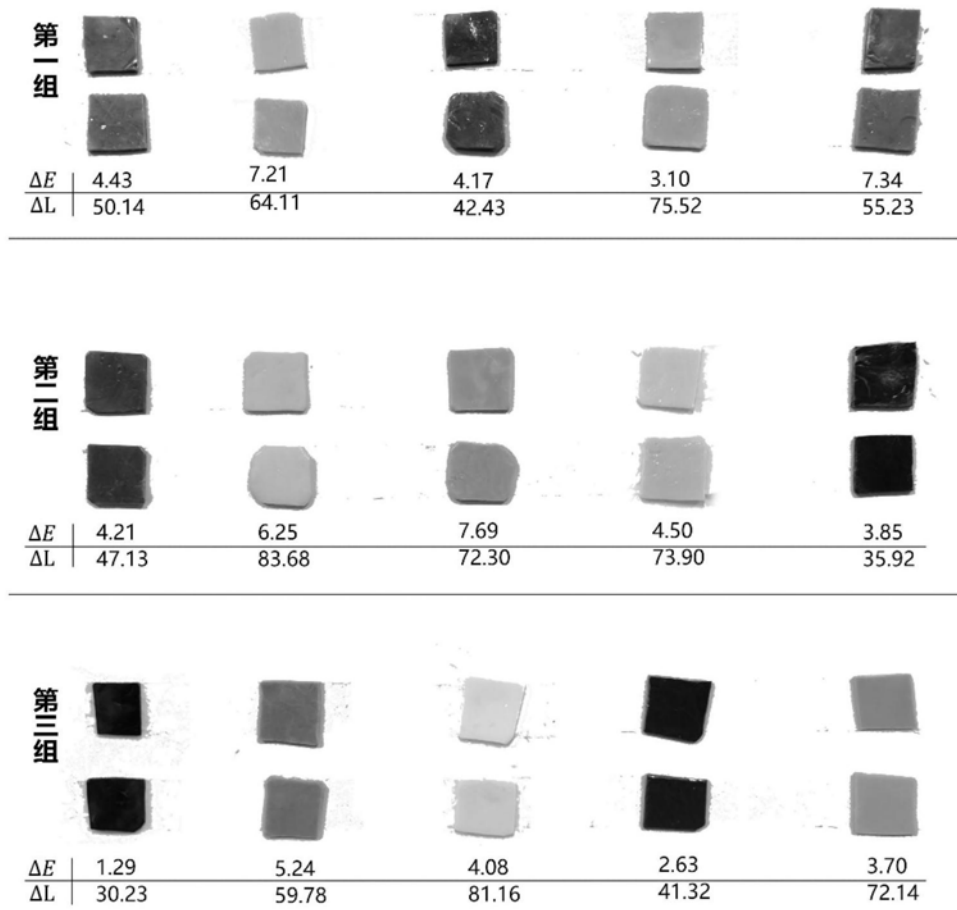


图6

级别	$\Delta L < 50$	$\Delta L > 50$
精细 d=1	$\Delta E \leq 3$	$\Delta E \leq 4$
一般 d=0.8	$\Delta E \leq 5$	$\Delta E \leq 6$
合格 d=0.6	$\Delta E \leq 7$	$\Delta E \leq 8$
不合格 d=0	$\Delta E > 7$	$\Delta E > 8$

图7