



中华人民共和国国家标准

GB/T 21776—2008

粉末涂料及其涂层的检测标准指南

Standard guide for testing coating powders and powders coatings

2008-05-12 发布

2008-09-01 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

前 言

本标准等同采用 ASTM D 3451:2006《粉末涂料及其涂层的检测标准指南》(英文版)。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由全国危险化学品管理标准化技术委员会(SAC/TC 251)提出并归口。

本标准负责起草单位:海洋化工研究院。

本标准参加起草单位:江苏出入境检验检疫局、中化化工标准化研究所、中国化工建设总公司常州涂料化工研究院。

本标准主要起草人:汤礼军、钱叶苗、梅建、钱进、杨东方、李征伟、沈苏江。

本标准是首次发布。

引 言

本标准对于粉末涂料及其涂层的检测方法作了详细的规定(参见附录 A),可供选择使用。除了特殊要求以外,本标准适用于热塑性和热固性粉末涂料。功能性粉末涂料适用于加固管道和钢筋,但本标准并非为了推荐检测方法和步骤来迎合这一飞速发展的市场而制定。适用于加固管道和钢筋的功能性粉末涂料及其涂层的检测,可以参考 ASTM A01.05 和 ASTM D01.48。

在本标准的实际应用过程中,方法的选择和结果的分析需根据各人的不同需要和经验来确定,同时也要在供求双方达成共识。值得注意的是,许多方法的采用是为了突出粉末涂料的一些特征,例如:凝胶时间和倾斜流动性仅是两种涂料间的一种比较,而不能就此断定优劣。实验结果的分析依赖于细节的分析和所用粉末涂料的化学性质。

11



粉末涂料及其涂层的检测标准指南

1 范围

本标准规定了粉末涂料及其涂层的检测方法的选择和使用程序。

本标准规定了粉末涂料的一些具体检测方法,如:静电喷涂、流化床以及其他一些方法。

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 21782.1—2008 粉末涂料 第1部分:筛分法测定粒度分布
- GB/T 21782.2—2008 粉末涂料 第2部分:气体比较比重仪法测定密度(仲裁法)
- GB/T 21782.3—2008 粉末涂料 第3部分:液体置换比重瓶法测定密度
- GB/T 21782.4—2008 粉末涂料 第4部分:爆炸下限的计算
- GB/T 21782.8—2008 粉末涂料 第8部分:热固性粉末贮存稳定性的评定
- GB/T 21782.10—2008 粉末涂料 第10部分:沉积效率的测定
- ISO 8130-5 粉末涂料 第5部分:粉末/空气混合物流动特性的测定
- ISO 8130-6 粉末涂料 第6部分:在给定温度下热固性粉末涂料胶化时间的测定
- ISO 8130-7 粉末涂料 第7部分:烘烤时质量损失的测定
- ISO 8130-9 粉末涂料 第9部分:取样
- ISO 8130-11 粉末涂料 第11部分:斜面流动性试验
- ISO 8130-12 粉末涂料 第12部分:相容性的测定
- ISO 8130-13 粉末涂料 第13部分:激光衍射法分析粒径
- ISO 8130-14 粉末涂料 第14部分:术语
- ASTM B117 盐雾试验方法
- ASTM D522 用锥形挠曲机试验附着的有机涂层的伸长
- ASTM D523 镜面光泽检测方法
- ASTM D609 试验色漆、清漆、喷漆和有关产品用钢板的制备
- ASTM D610 评定涂漆钢材表面生锈等级
- ASTM D658 用气喷耐磨试验器试验色漆、清漆、喷漆和有关产品的耐磨性
- ASTM D660 外用漆细裂程度的评定
- ASTM D661 外用漆开裂程度的评定
- ASTM D662 外用漆侵蚀程度的评定
- ASTM D714 色漆的起泡程度的评定
- ASTM D772 外用漆片状剥落(鳞片剥落)程度的评定
- ASTM D822 涂料及相关涂料暴露于滤过碳弧棒的方法
- ASTM D870 钢板上与有机涂层浸水试验
- ASTM D968 落砂法试验色漆、清漆、喷漆和有关产品涂层的耐磨性
- ASTM D1005 千分尺法测定有机涂层的干膜厚度
- ASTM D1014 金属底材上涂料及涂层户外暴晒试验方法

- ASTM D1308 日用化学品对清漆和着色有机面漆的影响
- ASTM D1474 有机涂层的压痕硬度检测方法
- ASTM D1535 用孟塞尔颜色系统规定颜色
- ASTM D1654 涂装了色漆或涂料的样板经受腐蚀环境
- ASTM D1729 不透明材料色差的目测评价
- ASTM D1730 涂漆用铝与铝合金表面的处理
- ASTM D1731 涂漆用热浸铝表面的处理
- ASTM D1732 涂漆用镁合金表面的处理
- ASTM D1735 盐雾法测定漆膜的耐水性
- ASTM D1895 塑胶物质的表现密度、紧缩率、流动性检测方法
- ASTM D1898 塑料样品检测
- ASTM D1921 塑胶物质颗粒尺寸测定方法(过滤分析)
- ASTM D2091 喷漆抗流挂性
- ASTM D2092 涂漆用镀锌钢的表面处理
- ASTM D2201 镀锌钢及镀锌合金钢板表面的预处理方法
- ASTM D2244 在颜色坐标系中以分光光度计测定颜色的差别
- ASTM D2247 在100%相对湿度下涂漆的金属试验样板
- ASTM D2248 有机面漆耐去污剂
- ASTM D2369 涂料的挥发分
- ASTM D2454 温度烘烤对有机涂层影响的测定
- ASTM D2616 用灰色标度评定颜色变化
- ASTM D2793 木质样底材上有机涂层的抗粘性能
- ASTM D2794 有机涂层抗快速冲击(冲击)的在用
- ASTM D2803 金属底材上有机涂层的丝状锈蚀性
- ASTM D2967 粉末涂料的角磨能力测定方法
- ASTM D3003 金属底材上有机涂层的抗压力和抗粘性能
- ASTM D3023 在工厂涂装的产品上涂层的耐污染性和耐化学品性的测定
- ASTM D3134 漆膜颜色及光泽差评定方法
- ASTM D3170 涂层的机械裂性
- ASTM D3260 在工厂涂装的压力铝制品上清漆涂层的耐酸性和耐砂浆性
- ASTM D3359 用胶带试验测定附着力
- ASTM D3363 用铅笔试验测定漆膜硬度
- ASTM D3960 涂料及相关产品中有机挥发物检测方法
- ASTM D4017 卡尔·费休法测定涂料及涂料制品中的水含量
- ASTM D4060 硬度研磨器法测定有机涂层的抗磨损能力
- ASTM D4086 位变异构的目测评估方法
- ASTM D4141 漆膜日晒性及黑盒子导电性测试方法
- ASTM D4145 漆膜与预涂层间的适合能力检测
- ASTM D4214 外部涂层的粉化程度评估方法
- ASTM D4217 热固性粉末涂料凝胶时间的测定方法
- ASTM D4242 热硬化粉末涂料的倾斜电镀流动性检测方法
- ASTM D4585 可控浓缩法测定漆膜的防水能力
- ASTM D4587 涂料及相关涂料在紫外/可见荧光下的变化情况

- ASTM D5031 涂料及相关产品在密封的碳弧放电下的变化情况
- ASTM D5382 粉末涂料的光学性能评估方法
- ASTM D5531 产品的预处理、保存、销售方法以及涂料的颜色和几何特征评估
- ASTM D5767 漆膜表面光泽度的仪器分析方法
- ASTM D5861 粉末涂料的粒度分析
- ASTM D5965 粉末涂料的比重测量方法
- ASTM D6132 超声探测仪对有机涂层干膜厚度的无损性测量
- ASTM D6441 粉末涂料的遮盖力测量
- ASTM D6695 涂料及相关产品的氙弧照射检测
- ASTM D7091 用于非磁性含铁金属表面的非磁性涂层及用于不含铁金属表面的非导电涂层的干膜厚度的无损性检测
- ASTM E11 检测所用的金属丝布和丝网详述
- ASTM E284 常见术语
- ASTM E308 用 CIE1931 系统用分光光度法测定和表示颜色
- ASTM E430 用测角光度仪测定高光泽表面的光泽
- ASTM E1164 物体颜色光谱法数据分析
- ASTM E1331 利用半球几何法测定光谱反射比和颜色
- ASTM E1345 反复测量减小颜色变化的影响
- ASTM E1347 利用三色激励测试法测定颜色及颜色差异
- ASTM E1349 利用双向几何法测定光谱反射比和颜色
- ASTM G141 地点改变对曝露的非金属物质的影响
- ASTM G147 非金属物质在自然和人造环境中的处理方法
- ASTM G151 利用实验室光源对非金属物质进行加速曝露实验
- ASTM G152 通过明火碳弧分析仪对非金属物质的曝露进行测试
- ASTM G153 通过封闭火焰碳弧分析仪对非金属物质的曝露进行测试
- ASTM G154 非金属物质在荧光测试仪下的 UV 曝露实验
- ASTM G155 非金属物质在氙弧测试仪下的曝露实验
- PCI #1 加速稳定性测试—粉末涂料
- PCI #2 粉末涂料的兼容性
- PCI #3 对比率—粉末涂料
- PCI #4 粉末涂料物质的密度
- PCI #6 凝胶时间反应
- PCI #7 斜面流动
- PCI #9 热硬化粉末涂料的质量损失补偿

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

对比率 contrast ratio

涂料中所含有的粉末的评估。

注：黑白背景下的反射率需相同厚度的涂层。尽管不够全面，但在涂料工业中，98% 的对比率是指遮盖能力，通过协商定义为可见的不透明性。由于遮盖力非常重要，因此对比率的报告中应该注明涂层的厚度。

3.2

遮盖力 hiding cover

涂料在特定的遮盖水平上的分布能力,通常,若对比率达到 0.98 则认为“完全遮盖”。

注:事实上,遮盖力是指粉末涂料在特定的厚度下对底材颜色的覆盖能力。

3.3

最低爆炸浓度 minimum explosive concentration (MEC)

在空气中能被外来因素点燃的所能承受的有机粒子的最大含量。最低爆炸浓度也叫做 LEL(lower explosive level)。

3.4

橘皮 orange peel

如同橘子表皮一样无规律的表面结构。

3.5

流动性 pourability

干燥的涂料被以均匀或连续的速度从容器中倒出的能力。

3.6

比重¹⁾ specific gravity

在特定的温度和压力下,物质相对于水的密度。

3.7

堆积密度 bulk density

单位体积下的粉末质量(包括颗粒间的空气质量)。

3.8

粉末涂料 coating powder

根据有机聚合物的类型,粉末涂料可分为热塑性涂料和热固性的涂料,它们通常含有颜料、填料、助剂,在合适的储存环境下可以严格区别。

3.9

覆盖率 coverage rate

单位质量的涂料在一定的厚度下所能覆盖的面积,一般以单位平方米/(千克·毫米) $[m^2/(kg \cdot mm)]$ 表示。

3.10

静电沉积 electrostatic deposition

将粉末涂料移动并定向沉积到接地物体表面的一种技术,可以通过以下方法来实现。

3.10.1

云室技术 cloud chamber technique

在一个密闭室中,移动带电或不带电的物体通过带电的或不带电的云雾状粉末涂料云。

3.10.2

流化床技术 fluidized bed technique

移动地面目标越过或通过流化的带电粉末涂料。

3.10.3

喷涂技术 spray technique

通过喷涂将粉末涂料定向沉积在接地带电荷的目标物体上。

1) 比重在我国为已作废的量,其含义为相对密度的一个特例。

3.11

粉末涂料的成膜 film formation of a coating powder

在其他能量的作用下,将粉末涂料颗粒融化并形成连续的薄膜的方法。

注:对于热固性材料,会发生缩合或者加成化学反应。对于热塑性材料,没有化学反应发生。热塑性物质在加热的条件下会流动,冷却后会产生新的性质。若再次加热,便会再次流动。热固性和热塑性涂层的颜色都很均一,有韧性,具有保护性能和装饰性能。

3.12

流度 fluidity

粉末在特定的压力、温度和一定速度的载气的作用下,以稳定连续的速度自由流动的能力。

3.13

凝胶时间 gel time

在特定的温度下,粉末涂料从干燥的固态转变为凝胶态所需要的时间。

3.14

玻璃板流程 glass plate flow

在特定温度下,粉末以熔化状态在光滑倾斜的玻璃板所能流动的距离。

3.15

冲击熔化 impact fusion

在应用过程中,使粉末能够更好地分离并与其他颗粒进行熔合的手段。

3.16

非静电沉积 nonelectrostatic deposition

将粉末涂料移到物体表面,该物体可被加热到粉末涂料熔点以上。

注:现行的应用包括喷涂、流化床技术和静电沉积。

3.17

粒径 particle size

可以通过多种方法测量的颗粒的平均直径。

3.18

粒度分布 particle-size distribution

特定直径的颗粒在涂料中的排列状态。

3.19

粉末涂层 powder coating

将粉末涂料(3.8)作用在目标物体上,再通过加热或辐射使其成膜而形成的具有保护、装饰作用的涂层。

3.20

贮存稳定性 storage stability

在特定的环境中,粉末涂料保持其物理、化学性质不变的能力。

3.21

摩擦起电 tribocharging

粉末粒子在非导体的金属表面上摩擦而产生静电荷的过程。

3.22

挥发物含量 volatile content

在一定的温度和条件下,粉末涂料挥发减少的质量分数。

4 总体要求

所有的测试需要在相同的条件(包括:光源、样本时间、温度、湿度等)下完成。这些条件因人而异,

或在供需双方达成共识的情况下确定。通常条件下温度在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度在 $50\% \pm 5\%$ ，样板要求一致。

5 取样

5.1 粉末涂料的取样按照 ASTM D1898 或 ISO 8130-9 执行。

5.2 样本的制作根据不同的涂料要求而定。

6 装置

实验装置根据各实验方法的不同来选择。

7 环境对于粉末涂料及其涂层的影响

7.1 粉末涂料的性能会受到容器损害、容器尺寸、储存时间、过高的温度、过高的湿度以及温度的变化等的影响，从而发生沉降、结块或化学性质的改变。

7.2 粉末涂料可能受到以下因素的影响：

- a) 粉末涂料所用施工的底材类型、底材寿命、底材环境、质量、合适的金属表面处理等；
- b) 施工环境也会影响，如：温度、湿度、电压、局部接地、喷枪间隔等。

8 粉末涂料的性质

8.1 兼容性

8.1.1 当将不同颜色或不同化学成分的多种粉末涂料混合使用时，就会对粉末涂料的兼容性提出要求。如果将相互不能兼容的粉末涂料进行混合使用，就可能会发生光泽度的变化、表观的变化、物理性质的改变、颜色的污染等各种问题。为了避免这些问题出现在涂料的生产线上，应在使用之前仔细分析粉末涂料的兼容性。

8.1.2 粉末涂料的兼容性测试依据 PCI #2 和 ISO 8130-12 来进行。

8.2 最低爆炸极限

8.2.1 最低爆炸极限是粉末涂料的应用、收集过程中的一个重要指标。为了得到精确、可信的爆炸极限，应该依赖于权威的实验室，利用特定的仪器进行检测。然而，如下所述的快速计算方法，已在涂料生产车间通过实践被证明是安全可行的。

8.2.2 最低爆炸极限的计算可参照 GB/T 21782.4—2008。

8.3 粒径分布

8.3.1 粉末涂料的粒径分布以及其分布的平均值会最终对粉末涂料的应用性质和外观起到非常大的影响。然而，并没有最佳粒径分布的规定。粒径分布受到多方面的影响，如：涂覆部分的结构、涂层的厚度、涂膜的外观、粉末涂料的化学性质以及使用的仪器等。

8.3.2 标准 ASTM D5861 给出了一系列常用的关于粒径分布的测量方法。

8.3.3 颗粒直径的激光分离。

颗粒直径的激光分离可参考 ISO 8130-13 方法来分析。

8.3.4 多重过滤分析

8.3.4.1 多重过滤分析方法参考 ASTM D1921 或 GB/T 21782.1—2008。

8.3.4.2 规范 ASTM E11 可以对特定的一些要求测定。

8.4 加速贮存稳定性

8.4.1 粉末涂料应该易于流动才能很好的应用。另外，粉末涂料必须要能够融化、流动、热固性（热固性粉末涂料），这样才能使得形成的粉末涂料具有装饰和保护的作用。对于热固性粉末涂料，加速贮存稳定性试验可使使用者预知其物理、化学稳定性，从而确定其长期应用的时间和温度。热塑性的粉末涂

料的物理稳定性也同样可以预知。

8.4.2 PCI #1 或 GB/T 21782.8—2008 的方法可以对加速贮存稳定性进行试验。

8.5 可浇铸性

可浇铸性的测试参考 ASTM D1895 进行。

8.6 流动性

8.6.1 粉末涂料的运输和喷洒性,较其他性质更加依赖于其流动性,也就是粉末在特定的压力、温度和一定速度的载气(空气)的作用下,以稳定连续的速度自由流动的能力。

8.6.2 流动性的检测可参考 ISO 8130-5。

8.7 热固性粉末涂料的加热减量

8.7.1 与液态涂料相比,粉末涂料的加热减量相对较小。通常情况下粉末涂料的加热减量主要来源于水分和小分子的有机物或一些阻聚剂。加热减量的检测主要是为了更好地计算烘箱的排放要求,或者为了遵守国家或地区的法规。至今为止,并没有认可的加热减量的 ASTM 标准,但是,以下的方法可以满足检测的需要(参考标准 PCI#9 和 ISO 8130-7)。本方法有的涉及,有的没有涉及 VOC 的加热减量。因此,加热循环过程中减少的物质,应该更加确切地区分哪些含量是有机物,哪些含量是无机物。有机物中也要确认,哪些是 EPA 中规定的 VOC 成分,哪些不是(参见 ASTM D3960 和当地的空气质量管理部)。注: ASTM D4017 是测定未凝固粉末涂料中水分的一种方法。在一些情况下,凝固的 VOC 质量分数可以从凝固后减少的总质量分数中减去水分的质量分数而估算得到。

8.7.2 仪器

8.7.2.1 分析天平,精度 0.1 mg。

8.7.2.2 小型的铝质称重盘,规格:50 mm×15 mm。

8.7.2.3 实验室循环烘箱,温度从 100℃~250℃,偏差在±2℃以内。

8.7.2.4 干燥器。

8.7.3 步骤

8.7.3.1 称量三个铝盘质量,精确到 0.1 mg。将这一质量记为 A。

8.7.3.2 在每个铝盘中,加入 0.5 g±0.01 g 的粉末涂料。使这些涂料均匀地分布在铝盘的底部,精确至 0.1 mg。记录这时的盘子和涂料的总质量为 B。

注:推荐的样品大小为 0.5 g,主要是考虑了 ASTM D2369 中的样品大小的指南和以往的经验表明 0.5 g 的样品可以获得理想的试验结果和很好的重复性。0.5 g 的粉末涂料应该产生一个厚度大约为 0.05 mm 凝固的涂层。

8.7.3.3 在 193℃±2℃ 的温度下加热烘烤。过程中,样品应放在预先加热的烘箱中,保证热量能够在循环中均匀、连续的传播。

8.7.3.4 在干燥器中将样品冷却,称量,精确到 0.1 mg,记为 C。

8.7.4 计算

8.7.4.1 用式(1)计算加热减量的质量分数:

$$\text{加热减量}(\%) = 100(B - C)/(B - A) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

A——盘子质量,单位为克(g);

B——样品和盘子的总质量,单位为克(g);

C——193℃±2℃下加热 20 min 后样品和盘子的总质量,单位为克(g)。

8.7.4.2 计算三份样品的平均值。

8.7.5 报告

报告中应写明样品名称、硬化周期热循环的时间和温度以及加热减量的平均值。

8.8 热固性涂料粉末的凝胶时间

8.8.1 为了使热固性涂料能够更好地发挥其功能,粉末涂料就必须要有很好的凝固性。在知道了化学性

质的前提下,粉末涂料的凝胶时间是可以很好地评判粉末涂料在特定的烘烤环境、时间和温度下是否能够很好的凝固。本测试对于粉末涂料配方的研制非常有用。

8.8.2 方法 ASTM D4217, PCI # 6 或 ISO 8130-6 都可以对凝胶时间进行测试。

8.9 流程测试(倾斜法)

8.9.1 在非凝固状态下,粉末涂料的流程取决于特定的凝固性粉末涂料的应用情况。要得到一个非常光滑的凝固涂层表面,就需要粉末涂料具有相对较高的流程。相反,若要得到一个相对较尖锐的表面,则需要具有相对较低流程的粉末涂料。倾斜法测定流程提供了一种对两种非凝固态下粉末涂料流动特点进行比较的手段。粉末涂料的化学性质也同样会影响凝固涂层的光滑性。本测试对于粉末涂料配方的研制非常有用。

8.9.2 方法 ASTM D4242, PCI # 7 和 ISO 8130-11 都可以用倾斜法对流程进行测试。

8.10 涂料粉末的比重(相对密度)

8.10.1 粉末涂料的比重会直接影响到其覆盖率而不会影响到其粒径和其他性质。粉末涂料的使用应按体积衡量,但通常却以质量来计算。知道了其比重后,已知质量的粉末涂料的覆盖率就可以通过计算来确定了。

8.10.2 粉末涂料的比重的测定可以参考以下方法:ASTM D5965, PCI # 4, GB/T 21782.2—2008 或 GB/T 21782.3—2008。

8.11 熔点的测定

8.11.1 确定粉末涂料的熔点或者软化温度,对许多方面都有帮助,如:估算最高的允许储存温度,估算应用中产生裂纹的最高温度,比较粉末之间熔化的潜在影响。本测试对于粉末涂料配方的研制非常有用。

8.11.2 仪器

8.11.2.1 梯度加热棒,温度由 40℃~100℃。

8.11.2.2 校正物质,见表 1。

表 1 校正物质表

校正物质	熔点/℃
偶氮苯	68±1
萘	80±0.5
安息香酸	122±1

8.11.2.3 刷子,硬毛长度为 12.7 mm。

8.11.3 步骤

8.11.3.1 按照以下步骤校正仪器:将加热棒加热 60 min。将与待测粉末具有相近熔点的校正物质撒到加热棒上,观察由固态转为液态的瞬间变化,记录这两种状态转化时的温度,将仪器读数调整到校正物质的熔点。

8.11.3.2 将待测样品均匀地撒在加热棒上,1 min~2 min 后进行观察。在较低温度下轻轻拂动样品,观察在什么时候,样品颗粒开始出现黏附现象,记录此时温度,单位取摄氏度。

9 施工性能

9.1 粉末涂料在移动目标上的相对沉积效率

9.1.1 沉积效率可定义为粉末涂料直接涂敷在目标上的沉积率,通常用沉积百分率来表述。根据实践经验来看,总体上来说,原始粉末涂料样品的第一道涂装的沉积效率越高,则产品的使用性能就越好。

因此,需要有一种实验室的检验方法来对不同的粉末涂料样品的沉积效率进行比较。以下的检测方法被认为非常有效。如果在检测过程中包括了一种性能已经被广泛认可的涂料,则检测结果就更加的有意义。比较结果必须是同一实验室在同一时间进行的,否则,不同的实验室比较没有意义。

9.1.2 ISO 8130-10 给出了相对沉积效率的检测方法。

10 粉末涂料涂层的物理性能

10.1 样板处理

10.1.1 样板的处理按照以下标准或推荐的方法或双方认可的方法对样板进行清洁和处理: ASTM D609, ASTM D1730, ASTM D1731, ASTM D1732, ASTM D2092, ASTM D2201。

10.1.2 预处理和密封:在许多情况下,表面的预处理和密封是必要的。涂装的类型、应用及处理都必须是双方能够接受的。

10.1.3 粉末涂料的使用:涂料的使用,可采用流化床、静电喷涂或其他的方式。

10.1.4 粉末涂料的加工

10.1.4.1 在特定的温度和固定的时间内,将粉末涂料熔融或烘烤至最佳涂膜,在试验之前,按照双方的要求使样板老化。

10.1.4.2 按照标准 ASTM D2454,粉末涂料应该充分地烘烤,以便测定时间和温度对其物理性质和化学性质的影响。

10.1.5 涂层厚度的测定:由于粉末涂料的性质和其厚度有很大的关系,因此,对其厚度的测定就非常必要。可以参考标准 ASTM D1005、ASTM D6132 或者 ASTM D7091。

10.2 耐磨性

10.2.1 许多粉末涂料的使用要求涂料表面能够耐磨(如:刮擦等),因为其他的物体经常对其造成磨损。有许多种磨损测试试验方法,通常来说,有一种试验方法能够很好地模拟实际使用条件下的耐磨情况。

10.2.2 耐磨性的测定可以按照标准 ASTM D658(气流磨损法)、ASTM D968(落砂法)或者 ASTM D4060(挺度研磨器法)。

10.3 附着力

10.3.1 在双方都接受的特定的漆膜厚度和特定的漆膜表面的情况下,附着力测定可以确定漆膜和底材之间的附着能力,也可以用于确定涂层之间的附着能力。

10.3.2 按照标准 ASTM D3359(胶带法测定附着力),可以测定粉末涂料与特定底材或者涂层间的附着力。

10.4 耐化学品能力

10.4.1 涂层经常要和各种各样的化学品产生接触,这些化学品经常会对其性质产生影响。通常情况下,表面会出现褪色、失光、起泡、软化、发胀、附着力降低等。

10.4.2 耐家用化学品能力:标准 ASTM D1308 可以用来测定家用化学品对粉末涂层的影响。

10.4.3 耐清洁剂能力:按照标准 ASTM D2248,将粉末涂层浸在一定浓度的清洁剂中,看哪个浓度下开始出现破坏,以此来进行测量。

10.4.4 耐酸性(压延铝制品):根据标准 ASTM D3260 测定粉末涂层抗酸能力。

10.4.5 抗沾污性(木制底材):根据 ASTM D3023 可以测定粉末涂层在木制表面的抗沾污性。

10.5 抗裂能力

10.5.1 在许多的终端应用中,粉末涂料要经受石头、砂砾等的冲击,与底材结合不松动非常重要。

10.5.2 检测抗裂能力,可以参照标准 ASTM D3170。

10.6 角覆盖力

10.6.1 在腐蚀环境下,粉末涂料流动、构造、附着到尖锐的拐弯或角的能力在实际应用中是非常重要的,这个能力就是角覆盖力。

10.6.2 两种粉末的相对角覆盖力的比较可以参考标准 ASTM D2967。

10.7 延长性(柔韧性)

10.7.1 通过延长性测试可以得出粉末涂料的柔韧性。也可以看出,涂膜在老化后其柔韧性是否发生改变。延长性测试依赖于底材的质地和漆膜的厚度,有关性质参数的测定需要双方达成共识。对于应用于卷曲的条带或空白处的粉末涂料,其标准的延长性测试方法是 T-弯法。

10.7.2 延长性测试标准可以参考 ASTM D522(圆锥、圆柱轴法)或 ASTM D4145(T-弯法)。

10.8 硬度

10.8.1 粉末涂层的表面硬度可以体现在与其他物体接触时的抗刮擦能力。铅笔硬度法是最为广泛认可的测定方法。然而需要注意的是,铅笔硬度法的重现性不是很好,带有一定的主观性。测试结果和以下因素有关:铅笔的类型、操作者的力度以及所用的铅笔的准备。一些企业(汽车企业)采用努氏压痕硬度法。这两种方法之间没有相关性。

10.8.2 铅笔硬度法可参考标准 ASTM D3363。

10.8.3 努氏压痕硬度法可参考标准 ASTM D1474(方法 A)。

10.9 抗冲击性

10.9.1 在一些终端的应用中,粉末涂料需要面对一些突然的冲击。抗冲击性依赖于底材的类型、处理、底材的厚度以及粉末涂层的厚度。这些相关参数的测定需要双方的认可。抗冲击性也被认定是判断粉末涂层是否充分凝固的方法。

10.9.2 标准 ASTM D2794 给出了测定抗冲击性的方法标准。

10.10 耐色斑能力/抗阻滞能力

10.10.1 这些检测主要是针对粉末涂料在金属卷材和木制底材上的应用。其主要包括在粉末涂料应用于金属卷材和木制底材之前,处于储存状态时的压力色斑、黏性以及耐色斑能力检测。

10.10.2 在金属卷材上的耐色斑能力检测参考标准 ASTM D3003。

10.10.3 在木制底材上的抗阻滞能力检测参考标准 ASTM D2793。

10.11 抗沾污性

10.11.1 沾污性检测可以用来判断涂层的热塑性和溶剂存留性,从而判断产品能否安全的存放,防止热塑性产品在一定的温度下发生沾污或损坏。沾污性试验可以判断一定压力下的损坏程度。

10.11.2 粉末涂层的抗沾污性和热塑性的检测,参考标准 ASTM D2091。

10.12 光学性质

10.12.1 涂料的光学性质指的是涂层表面与可见光之间的相互作用。光学性质的一些词组可参见标准 ASTM D5382,重要的检测方法和步骤如下。

10.12.2 颜色——有色涂料

10.12.2.1 不透明物体(如涂层表面)的颜色可以由目测或者仪器测量而定。在任何一种情况下,颜色的目测或者仪器测量都必须获得供需双方的认可。观测环境包括光源、照明、观测条件(如以 45°照射,正常地观测样品),以及样品的观测背景。仪器测量条件包括:仪器类型、几何尺寸(如 45/0),以及照明与观测者的结合(如 D65/10°观测者)。

10.12.2.2 对于目测,颜色的确定可根据标准 ASTM D1729,如果需要,也可以根据标准 ASTM D1535 孟塞尔坐标来确定涂层表面的颜色。

10.12.2.3 涂层表面颜色的仪器测量可以根据标准 ASTM E1331,ASTM E1347,ASTM E1349,或者

ASTM E308, ASTM E1164, ASTM E1345。分光光度计可以检测在可见光区域内的反射(反射是波长的函数)。分光光度计提供了两种标准的观测模式供选择,分别是 CIE(相干红外能量) 2° 和 10° 。前者当颜色表面比较小,目视不超过 4° 时适用。 10° 观测模式是面向颜色表面比较大的情况,在条件允许的情况下后者都是首选。同时大面积的观测在条件允许的情况下都是推荐使用的。

10.12.3 色差——有色涂料

10.12.3.1 两种均匀的不透明涂层间的色差可以通过目测或者仪器测定来进行分析或者两者同时进行。在任何情况下,色差的目视或者测量条件都必须获得供需双方的认可。

10.12.3.2 色差的目测可以根据标准 ASTM D1729 和 ASTM D2616。

10.12.3.3 标准 ASTM D2244 给出了仪器测定色差的方法。色差的平衡要根据供需双方的协议。当标准样品和待测样品的物理状态(金属或纸制)、光泽、涂层表面状态(粗糙或者光滑)等性质相似时,采用仪器分析的方法更为精确。仪器测定应依据以下标准进行:ASTM E1331, ASTM E1347, ASTM E1349, ASTM E308, ASTM E1164 和 ASTM E1345。

10.12.4 位变异构——有色涂料

位变异构的定义见 ASTM E284,可以根据标准 ASTM D4086 来进行测定。

10.12.5 光泽差异

光泽差异,正如 ASTM E284 中定义所言,是首先在汽车工业领域中提出的,对于高光泽涂层的可见差异的一种测试方法。镜面具有非常高的光泽差异,而不光滑的涂层表面具有低的光泽差异。标准 ASTM D5767 给出了对于涂层的光泽差异的测定方法。标准 ASTM E430 给出了测角光度法对于高光泽表面的反射性质的评估方法。

10.12.6 遮盖力(不透明度)

10.12.6.1 粉末涂料必须是不透明的,用以遮盖底材本身的颜色。了解涂层至少要多少厚度才可以达到不透明的状态也是非常重要的,这样就可以用最少的涂层厚度将底材遮盖。

10.12.6.2 要确定粉末涂料的遮盖力,可以参考 PCI #3 和 ASTM D6441 所给出的方法。

10.12.7 镜面光泽

10.12.7.1 镜面光泽是指与镜面的反射光泽相比的可感知的表面明亮度。照明/观测的角度需要供需双方的认可。一般情况下,在高光泽度的表面选用 20° 角,中光泽度的表面选用 60° 角,低光泽度的表面选用 85° 角。总体上来说,测量的角度越小,表面特征(如橘皮、变暗等)对于光泽读数的影响也就越大。

10.12.7.2 粉末涂层的镜面光泽的测量可以参考标准 ASTM D523。

10.12.8 表面轮廓

10.12.8.1 粉末涂层的表面轮廓(任何不规律或波纹状的外观),往往是粉末涂料的一项特殊要求。表面轮廓的要求可以从非常光滑的表面(如汽车工业中的清漆粉末),到优质的粒状纹理表面(如同在电脑或者通讯设备中所见到的特殊外观)。表面轮廓从非常光滑到纹理表面可以根据橘皮的程度来进行评定(见 ASTM E284)。粉末涂层的表面轮廓主要是由粉末涂料本身来决定的;然而,其他一些因素,如:底材、漆膜厚度、干燥条件、应用环境等也能够影响或者改变粉末涂层的表面轮廓。非常细微的橘皮差异往往很难定量,而且评定本身具有一定的主观性。总的来说,粉末涂料的光泽越低,橘皮或者其他的表面特征也就越不显著。

10.12.8.2 有许多种方法可以用来测定干燥后粉末涂层的表面轮廓的不同。一种方法要求与一套主观可见的 10 块“可见光滑度样板”进行比对。第二种方法是利用便携式的测量仪器,像人眼一样观测表面,对反射系数进行测定(明→暗),然后将这些数据转换成与粉末涂料相关的数字。这两种测量方法的联合使用已经进行过报道。另一种比较复杂的表面轮廓测定仪器,可以精确地测量表面波状(橘皮)的波长和振幅。这种类型仪器所得到的结果很难与主观的可见观测结合使用。

10.12.9 颜色/光泽/外观标准

10.12.9.1 粉末涂层的颜色、光泽、外观(纹理)是其重要的可见品质。因此,粉末涂料的供需双方要达到一种材料标准,确定最终完成的粉末涂刷部分的视觉效果,双方要确定适合的操作标准(目视法或者仪器测量)来对产品的相关部分(颜色、光泽、外观等)进行测定。工作标准最好同时采用目视和仪器两种方法最大程度和范围下对颜色、光泽、外观等进行测定。3/5的样板已经证明满足这样的要求。同时,测量标准要求在同一的底材、同一的漆膜厚度、同一的光泽和外观下进行。例如:应用金属底材时,避免纸质和塑料底材标准的使用,低光泽时,避免高光泽标准的使用。这给长期控制提供了机会,可以将仪器本身每天测量的差异和不同的人对于颜色评估的差异降低到最小。一旦确定了材料标准和操作标准,就必须容许和接受这一标准。能够允许有多大的差异变化必须仔细掂量,而且这种变化取决于底材类型、市场需要和其他一些与终端用户有关的因素。

10.12.9.2 参见 ASTM D5531 给出了颜色、光泽和外观的准备、测量和区分标准。

10.12.9.3 标准 ASTM D3134 颜色和光泽的测定和区分。

10.13 曝晒

10.13.1 虽然本标准中的加速测定方法可以预测粉末涂料的实际使用性能,对用于室外的粉末涂层的露天暴露做出精确的测定是非常必要的。由于涂料的使用非常广泛,没有一套环境系统(暴露的长度和地点)可以涵盖所有的情况。这些环境包括底材的类型、底材的预处理等,应该在供需双方达成共识。然而,在没有特殊的要求下,户外暴露的样板的制作应该依据本标准的 10.1 所述。

10.13.2 标准 ASTM D1014 和标准 ASTM D4141 对于露天暴露的评估很有帮助。在露天暴露过程中,应定期对粉末涂层的大部分性质进行评定。具体可以按照以下步骤进行评定。

10.13.2.1 附着力——测定标准 ASTM D3359。

10.13.2.2 起泡——测定标准 ASTM D714。

10.13.2.3 粉化——测定标准 ASTM D4214。

10.13.2.4 细裂——测定标准 ASTM D660。

10.13.2.5 开裂——测定标准 ASTM D661。

10.13.2.6 锈蚀——测定标准 ASTM D610。

10.13.2.7 侵蚀——测定标准 ASTM D662。

10.13.2.8 剥落——测定标准 ASTM D772。

10.13.2.9 光泽——测定标准 ASTM D523。

10.13.2.10 颜色——测定标准 ASTM D1729, ASTM D2244, ASTM D4086, ASTM E308, ASTM E1164, ASTM E1331, ASTM E1345, ASTM E1347, ASTM E1349。

10.13.2.11 丝状锈蚀——测定标准 ASTM D2803。

10.14 人工加速老化

10.14.1 加速气候试验的目的是加速涂层在各种环境中的老化。户外暴露的涂层老化不仅仅是受到日光的影响,同时也受到潮湿和严酷天气的影响。这三个因素会起到协同作用,使得涂层退化,这种作用与一个方面的影响不同。人工辐射仪器在测试循环中包括热量和湿度(以喷水、浓缩、沉浸或潮湿等形式),能够使得涂层比在自然光照情况下更快地老化,但却不一定是相同的老化类型。需要指出的是,数小时的人工光源辐射与自然光老化的差异不仅仅是因为加速试验装置和强度或者其他参数的不同,同时也和待测物质本身有关。因此,无法确定具体类型的加速试验装置中的加速因素。在进行人工光源(户外暴露)的比较时应该采用相似树脂材料制成的样品,且所用材料应该具有已知的耐久力。

10.14.2 标准 ASTM G151 介绍了各种实验室加速气候装置的要求。标准 ASTM G147 介绍了实验室加速试验或者户外暴露的样板的条件和处理的步骤。标准 ASTM G141 指出了气候试验的可变性来

源,并指出了应对这些变化的措施。对特定试验的条件进行说明是非常重要的。最普通的气候装置可根据光源来确定特征。

10.14.2.1 密封碳精电弧:密封碳精电弧在1918年被首次作为太阳模拟器。从密封碳精电弧上分离出来的这一光谱能量与太阳辐射和其他加速气候装置中的光源辐射都不相同。暴露于碳精电弧的老化速度和类型与暴露于户外环境和实验室其他光源不同。

10.14.2.2 弧焰碳精电弧:具有透紫外过滤的弧焰碳精电弧比密封碳精电弧有了很大的提高。这种光源的光谱与太阳光的UV辐射非常相似,但可见光的辐射不足且长波长的UV辐射过多。在300 nm到350 nm的波长之间,它能够比密封碳精电弧更好地与太阳光辐射匹配,它所发出的光强度弱于太阳光。这些短波长可以引起与自然暴露所不同的非现实的老化。滤光器筛能选出比透紫外玻璃滤光器更多的短波长,以至能更好地模拟太阳光。

10.14.2.3 氙弧:氙弧灯利用滤光器降低了低波长下的UV辐射,使之低于太阳光的波段。标准ASTM G155详细指出了氙弧的能量分布,它能够与气候中太阳光辐射的全波长光谱吻合地很好。氙弧暴露下的温度与物质本身的明暗颜色有关,这一点与自然的户外暴露相似。然而,在这种非现实的强辐射水平下,大量的近红外能量能够造成不同颜色的产生不同的温度。氙弧光源会随着灯源和滤光器的老化而衰减,但可以通过调节灯源的瓦特数来进行控制。

10.14.2.4 紫外可见荧光装置:紫外可见荧光灯作为光源并不能完全地复制太阳光的光谱。然而,一些紫外可见荧光灯可以代替太阳光的UV波长,正是这些波长引起了绝大部分耐用涂料的破坏。标准ASTM G154详细指出了三种不同的UV荧光灯的波长分布,UVA-340荧光灯常被用来对户外暴露的物质检测。在351 nm处有一个发射峰,UVA荧光灯常被用来对窗户玻璃后的物质进行检测。标准ASTM G154也同时给出了在313 nm处有发射峰的UVB荧光灯的波长分布。这些灯能发射出大量UVB辐射,引起非常迅速的非实际的老化反应。由于荧光灯缺少太阳光辐射中的可见光谱和近红外光谱的辐射,它不能像户外暴露那样,根据物质本身的明暗不同而引起温度的变化。

10.14.3 总体上而言,粉末涂料的加速气候试验可以根据标准ASTM D822, ASTM D4587, ASTM D5031, ASTM D690, ASTM G41, ASTM G147, ASTM G151, ASTM G152, ASTM G153, ASTM G154, ASTM G155来执行,或者供需双方共同达成协议。如同户外暴露一样,粉末涂料的许多性质可以通过加速气候试验所需进行周期性的评估。这些性质的评估可参考本标准的10.13所列出的方法。

10.15 模拟加速环境试验

10.15.1 与加速气候试验一样,加速环境暴露试验能够使得粉末涂层比在各种自然环境中更快地老化。选择一种能够很好模拟涂料实际使用的环境条件是非常重要的,据此可以对产品的长期使用性能做出预测。采用已经制定的试验方法(如盐雾试验)或者根据特定的工业制定新的试验方法来模拟环境条件都是可以的。举例来说,器械工业设计了一种加速环境试验来模拟炉子的组成在热循环和食物性污垢等条件下的使用状况。

10.15.2 以下是已经制定好的加速环境暴露试验的方法。大部分涂层性质都需要在试验过程中进行阶段性评估。除了指定的试验方法之外,本标准的10.13.2还给出了其他的方法可以选用。

10.15.2.1 丝状锈蚀:丝状锈蚀是一种发生在涂层在金属底材表面的锈蚀。具有线一般的结构特征,多从暴露金属的边缘部分开始腐蚀。粉末涂料的丝状锈蚀的判定可以参考标准ASTM D2803。

10.15.2.2 盐雾:涂料的盐雾试验可以用来判定其在高湿度和高盐度的环境下的抵抗能力。在实验室的加速试验中,温度、pH值、盐浓度和其他的物理系数都可以控制。底材的选择、涂料、涂装方式、样板在(盐雾)箱中的位置、实验的时间、样板的观测(时间间隔、所遵循的试验),以及最终报告的方法都必须在供需双方中达成共识。盐雾试验方法参见标准ASTM B117。若没有其他方法,可参考标准ASTM D1654对腐蚀结果进行评价。

10.15.2.3 模拟大气衰减锈蚀(SACB):SACB是相对较新的循环腐蚀试验(最初起源于汽车工业),它被认为比盐雾试验更有优势,能够更好地预测涂料在腐蚀环境中,特别是在电镀底材的表面的使用寿命。SACB试验有许多方法,因此试验条件的确定在供需双方间达成一致。典型的SACB腐蚀试验由干热温度60℃、冰湿温度-23℃、5%NaCl溶液的浸泡、室温干燥和高温高湿(温度在60℃左右、相对湿度85%)环境的循环构成。一些SACB试验也包括加速气候试验。

10.15.2.4 耐水性:涂料体系的耐水性试验有助于评价其高湿度或者浸泡于水中时的抵抗能力。耐水性的失败,往往表现为起泡、失光、变软、附着力下降等,这些都是无法随着水分的蒸发而恢复的。

10.15.2.4.1 水雾和100%湿度的耐水性试验可分别参考标准ASTM D1735和标准ASTM D2247。

10.15.2.4.2 在特定浓度下耐水性试验可参考标准ASTM D4585。

10.15.2.4.3 浸入水中的耐水性试验参考标准ASTM D870。

附录 A
(资料性附录)
检测方法

表 A.1 检测方法列表

检测项目	章、条号	ASTM方法标准	PCI标准	ISO标准/ 我国标准
粉末涂料的性质				
取样	5	ASTM D1898		ISO 8130-9
兼容性	8.1		PCI#2	ISO 8130-12
最低爆炸极限	8.2			GB/T 21782.4—2008
颗粒直径和分布	8.3	ASTM D5361		
多重过滤分析	8.3.1	ASTM D1921, ASTM E11		ISO 8130-13
加速贮存稳定性	8.4			
玻璃瓶法	8.5		PCI#1	GB/T 21782.8—2008
可浇铸性	8.5.1	ASTM D1895		ISO 8130-5
流度	8.6			
热硬化粉末涂料的挥发物含量	8.7		PCI#9	ISO 8130-7
凝胶时间	8.8	ASTM D4247	PCI#6	ISO 8130-6
流程试验(倾斜法)	8.9	ASTM D4242	PCI#7	ISO 8130-11
比重	8.10	ASTM D5965	PCI#4	GB/T 21782.2—2008, GB/T 21782.3—2008
熔点	8.11			
施工性能				
粉末涂料过程中的沉积/转移损失	9.1			GB/T 21782.10—2008
粉末涂料涂层性质				
抗磨损性	10.2			
气流磨损试验	10.2.2	ASTM D658		
落砂法	10.2.2	ASTM D968		
挺度研磨器法	10.2.2	ASTM D4060		
附着力	10.3			
胶带法	10.3.2	ASTM D3359		
耐化学品	10.4			
耐去污剂	10.4.3	ASTM D2248		
耐酸性	10.4.4	ASTM D3260		
木质底材上的抗沾污和溶剂性	10.4.5	ASTM D3023		
抗裂能力	10.5			

表 A.1 (续)

检测项目	章、条号	ASTM 方法标准	PCI 标准	ISO 标准/ 我国标准
砂砾计法	10.5.2	ASTM D3170		
角覆盖力	10.6.2	ASTM D2967		
延长性(柔韧性)	10.7			
圆锥/圆柱轴法	10.7.2	ASTM D522		
T-弯法	10.7.2	ASTM D4145		
涂层厚度	10.1.5			
黑色(铁类)金属上的非磁性涂层		ASTM D7091		
非黑色金属上的非磁性非导电涂层		ASTM D7091		
非金属基质		ASTM D6132		
破坏性方法		ASTM D1005		
硬度	10.8			
铅笔硬度法	10.8.2	ASTM D3363		
努氏压痕硬度法	10.8.3	ASTM D1474		
抗冲击性	10.9	ASTM D2794		
抗脱皮/阻滞性	10.10	ASTM D3003		
金属底材	10.10.2	ASTM D3003		
木制底材	10.10.3	ASTM D3003		
抗沾污性	10.11	ASTM D2091		
光学性质	10.12			
参见:	10.12.1	ASTM D5382		
有色涂料	10.12.2			
目测法	10.12.2.2	ASTM D1535		
仪器法	10.12.2.3	ASTM D2244, ASTM E308, ASTM E1164, ASTM E1331, ASTM E1345, ASTM E1347, ASTM E1349		
色差	10.12.3			
目测法	10.12.3.2	ASTM D1535, ASTM D1729, ASTM D2244		
仪器法	10.12.3.3	ASTM D2244, ASTM E308, ASTM E1164, ASTM E1331, ASTM E1345, ASTM E1347, ASTM E1349		
位变异构(目测法)	10.12.4	ASTM D4086		
表面光泽	10.12.5	ASTM D5767, ASTM E430		
遮盖力/不透明性	10.12.6.2	ASTM D6441	PCI#3	

表 A.1 (续)

检测项目	章、条号	ASTM 方法标准	PCI 标准	ISO 标准/ 我国标准
光泽	10.12.7.2	ASTM D523		
结构外观(橘皮)	10.12.8.2			
颜色/光泽/纹理标准	10.12.9 10.12.9.1			
预处理、保存、分类	10.12.9.2	ASTM D5531		
容许量	10.12.9.3	ASTM D3134		
曝晒	10.13	ASTM D1014, ASTM D4141		
附着力	10.13.2.1	ASTM D3359		
起泡	10.13.2.2	ASTM D714		
粉化	10.13.2.3	ASTM D4214		
细裂	10.13.2.4	ASTM D660		
开裂	10.13.2.5	ASTM D661		
生锈	10.13.2.6	ASTM D610		
侵蚀	10.13.2.7	ASTM D662		
剥落	10.13.2.8	ASTM D772		
光泽	10.13.2.9	ASTM D523		
颜色	10.13.2.10	ASTM D1729, ASTM D2244, ASTM D4086		
人工加速老化	10.14.3	ASTM D822, ASTM D4587, ASTM G141, ASTM G147, ASTM G151, ASTM G152, ASTM G153, ASTM G154, ASTM G155		
模拟加速环境试验	10.15			
丝状锈蚀	10.15.2.1	ASTM D2803		
盐雾	10.15.2.2	ASTM B117		
SCAB 锈蚀	10.15.2.3			
耐水性	10.15.2.4			
高湿度/100%湿度	10.15.2.4.1	ASTM D1735, ASTM D2247		
浓缩	10.15.2.4.2	ASTM D4585		
水浸泡	10.15.2.4.3	ASTM D870		

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
粉末涂料及其涂层的检测标准指南
GB/T 21776—2008

*
中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

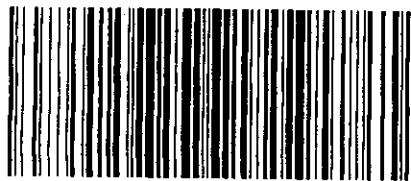
*
开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 35 千字
2008年7月第一版 2008年7月第一次印刷

*
书号: 155066·1-32201 定价 20.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

· 版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 21776—2008