

ICS 11.060.10

C33

备案号:

YY

中华人民共和国医药行业标准

YY/T ××××-××××/ ISO 5139:2023

牙科学 可切削聚合物基复合材料块

Dentistry — Polymer-based composite machinable blanks

(ISO 5139:2023, IDT)

(征求意见稿)

(本稿完成日期: 2025年5月)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家药品监督管理局

发布

目 录

目 录	1
前 言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 性能	4
5 取样	4
6 试验方法	4
7 包装和标签	6
8 使用说明书	6
附录 A	8
附件 B	11
附件 C	12
参考文献	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用 ISO 5139:2023《牙科学 可切削聚合物基复合材料块》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家药品监督管理局提出。

本文件由口腔数字化医疗器械标准化技术归口单位（SMD/TU 010）归口。

本文件起草单位：北京大学口腔医学院口腔医疗器械检验中心、爱尔创、沪鸽

本文件主要起草人：

牙科学 可切削聚合物基复合材料块

1 范围

本文件规定了可切削聚合物基复合材料块在切削过程中的特性,并提供了解决这些材料特有临床问题的试验方法。此外,本文件还规定了包装和材料上要描述的项目,以及使用说明中要包含的描述。

本文件适用于通过切削工艺制造永久性牙科修复体(例如,单个牙冠或嵌体)的可切削聚合物基复合材料块。本文件不适用于大型块(例如圆盘),这些大型块允许从一个块中制造两个或更多的牙冠或桥体单元,也不适用于制作临时修复体使用的材料。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 6682-2008 分析实验室用水规格和试验方法(ISO 3696:1987,MOD)

注:GB/T 6682-2008被引用的内容与ISO 3696:1987被引用的内容没有技术上的差异;

GB/T 7408.1 日期和时间 信息交换表示法 第1部分:基本原则(GB/T 7408.1-2023,ISO 8601-1:2019,IDT)

GB/T 9258.3 涂附磨具用磨料 粒度分析 第3部分 微粉 P250~P2500 粒度组成的测定(GB/T 9258.3-2017,ISO 6344-3:2013,MOD)

GB/T 9937 牙科学 名词术语(GB/T 9937-2020, ISO 1942:2009, MOD)

GB 30367-2025 牙科学 陶瓷材料(ISO 6872:2024,IDT)

YY 1042-2023 牙科学 聚合物基修复材料(ISO 4049:2019,MOD)

YY/T xxxx-xxxx 牙科学 可切削瓷块(ISO 18675:2022,IDT)

3 术语和定义

GB/T 9937 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 在以下网址维护用于标准化的术语数据库:

— ISO 在线浏览平台: <http://www.iso.org/obp>

— IEC 电子百科: <http://www.electropedia.org/>

3.1

可切削聚合物基复合材料块 polymer-based composite machinable blank

固体聚合物基复合材料块(3.2),该复合材料经过减材加工方法以从该块中去除材料,从而留下最终所需的部分。

3.2

聚合物基复合材料 polymer-based composite

聚合物基牙科材料,包括有机填料或无机填料,或以上两种填料,经偶联剂处理与聚合物基质进行化学结合。

3.3

夹持柄 holding jig

定位轴

用于切削机安装复合树脂块的柄。

4 性能

4.1 要求

根据 6.2 中描述的方法测量五个产品坯块。所有坯块的尺寸与第 8 d) 条中规定的尺寸的偏差，不得小于 0.25 mm 和大于 1.00 mm。

4.2 建议

4.2.1 加工损伤

坯块的加工损伤应按照 6.3 中描述的方法进行评估。

4.2.2 可加工性

坯块的可加工性应使用 YY/T xxxx-xxxx 第 8 条中给出的悬壁断裂试验法进行评估。

4.2.3 坯块与夹持柄间的粘接性能

应评估坯块和夹持柄之间的粘接性能。附录 C 中描述了粘接性能试验方法的一个示例。

5 取样

试验样品应由一个或多个包装组成，选定一种零售色调，对于同一试验项目，应使用同一批次样品，且包含足够的材料进行规定的试验，以及必要的重复试验所需样品。

6 试验方法

6.1 总则

试样应在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不小于 30% 的环境下制备和试验。

6.2 坯块尺寸

6.2.1 器具

千分尺，精度 0.01 mm。

6.2.2 步骤

使用千分尺在制造商使用说明 8d) 中，规定尺寸的点测量 5 个样品。

6.3 加工损伤

6.3.1 总则

根据 YY/T xxxx-xxxx 第 7 条的方法进行加工损伤试验。具体而言，测量通过切割和研磨制造的对照试样和使用切削机制造的机加工试样的三点弯曲强度，并比较这些试样之间的结果。

6.3.2 器具

6.3.2.1 烘箱，设定 $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ 。

6.3.2.2 万能力学试验机，加载速度 $(1.0 \pm 0.5) \text{ mm/min}$ ；例如见 ISO 7500-1。

6.3.2.3 三点弯曲试验装置，由支撑辊（直径 1.5 mm-2 mm，公差为 $\pm 0.2 \text{ mm}$ ）组成，中心相距 $(12.0 \pm 0.1) \text{ mm}$ 。应通过第三个辊（直径为 1.5 mm-2 mm，公差为 $\pm 0.2 \text{ mm}$ ）在支撑辊之间的中点施加负载。辊应由硬度大于 40 HRC（洛氏 C 级）的硬化钢或其他硬质材料制成，表面光滑，粗糙度 R_a 小于 $0.5 \mu\text{m}$ 。建议测量支撑辊中心之间的实际间距， l ，以确保其为 $(12.0 \pm 0.1) \text{ mm}$ 。

6.3.2.4 千分尺，精度为 0.01 mm。

6.3.2.5 CAD/CAM 切削机

6.3.3 水

水应符合 GB/T 6682-2008，2 级。

6.3.4 试样制备

6.3.4.1 试样尺寸

宽度为： $w = (4.0 \pm 0.2)$ mm（与施加载荷方向成直角的侧面尺寸）。

厚度为： $b = (1.2 \pm 0.2)$ mm（平行于施加载荷方向的侧面尺寸）。

长度应至少比试验跨度（ 12.0 ± 0.1 ）mm 长 2 mm。

当需要进行边缘倒角时，应按照 GB 30367-2025 条款 7.3.1.2.1 中描述的方法进行制备。

注：本文件中规定的试样尺寸不适用于复合树脂材料弯曲强度绝对值的测量。在一些已发表的科学论文中，对这种尺寸的可切削复合树脂块进行了弯曲强度试验。

6.3.4.2 试验参数

试验跨度为： $l = (12.0 \pm 0.5)$ mm（支撑辊之间的中心距）。

6.3.4.3 对照样品

制备试样，打磨试样表面，直至达到所需厚度。使用 P1000 或更细的碳化硅防水砂纸进行最终抛光。确认中心部分没有缺口。

弯曲试验时，试样应与平面平行。准备五个样本。将试样在（ 37 ± 1 ）℃ 的水中储存 $7 \text{ d} \pm 4 \text{ h}$ ，直至开始试验。

注：详细方法示例见附录 A。

6.3.4.4 机加工试样

用切削机制作上述尺寸的试样。

可采用一种切削设计和加工路径，避免在切削过程中弯曲试样。也可在切削设计中为此目的设置适当的支撑。设置支撑时，确保支撑位于试样的三点弯曲试验区域外部。

在加工过程之后，使用适当的方法（例如金刚石盘）切掉支撑部分。

准备五个上下表面平行的试样。报告因加工失效而无法试验的试样数量。

将试样在（ 37 ± 1 ）℃ 的水中储存 $7 \text{ d} \pm 4 \text{ h}$ ，直至试验开始。对试样进行弯曲试验，不进行与对照试样相同的进一步表面抛光。

注：附录 B 给出了试样的具体切削设计示例。

6.3.5 步骤

测量每个试样的横截面尺寸精确至 ± 0.01 mm。然后，将试样放在试验机支撑辊的中心，使载荷沿着垂直于试样长轴的线施加到 4 mm 宽的面上，并确定破坏试样所需的最大载荷。使用（ 1.0 ± 0.5 ）mm/min 的试验速度。对剩余的试样重复该步骤。

6.3.6 结果表达

6.3.6.1 计算

计算弯曲强度 σ ，单位为 MPa：

$$\sigma = \frac{3Fl}{2wb^2} \quad (1)$$

式中：

F 是最大施加载荷，单位为 N；

l 是支撑辊之间的距离，单位为 mm，即 12 mm；

W 是试样的宽度，单位为 mm；

b 是试样的厚度，单位为 mm。

计算对照试样和机加工试样的弯曲强度的平均值和标准偏差，然后计算机加工组与对照组相比弯曲强度的变化百分比。

6.3.6.2 试验报告

加工损伤的试验报告应符合 YY/T xxxx-xxxx 第 7.3 节的要求。试验文件应至少包括以下信息：

- a) 制造商名称、品牌名称、色调（如适用）；
- b) 坯块的尺寸；

- c) 坯块的批号；
- d) 对照试样的制造条件，包括切片方法和表面精加工；
- e) 棒材试样的长度、宽度和高度；
- f) 千分尺或用于所有必要尺寸测量设备的描述（制造商、品牌名称、精度等）；
- g) 用于制造试样的切削机的描述（制造商、品牌名称、精度等）包括加工条件（毛刺尺寸、毛刺粒度、进给速度，如已知）以及加工软件（制造商和版本）；
- h) 用于力学试验的设备（制造商、品牌、精度等）和试验条件（如加载速度、力学传感器）；
- i) 每个试样的弯曲强度值以及每组的平均值和标准偏差——对照组和机加工组；
- j) 与对照组相比，机加工组的弯曲强度变化百分比；
- k) 因加工失效而无法试验的试样数量；
- l) 进行适当的统计分析，以确定显著差异；
- m) 使用的国际标准（包括其出版年份）；
- n) 推荐试验步骤与观察到的异常特征的任何偏离；
- o) 试验日期。

7 包装和标签

7.1 包装

可切削聚合物基复合材料块的组件应装在容器中供应，以确保内容物得到充分保护，并且在包装和容器上标记的失效日期之前，可切削聚合物基复合材料块质量不会发生不利变化[见 7.2.2 f)]。

7.2 标签

7.2.1 总则

相关信息应在外包装、可切削聚合物基复合材料块上提供，或包含在使用说明书中。

7.2.2 外包装标签

每个外包装应至少标有以下信息：

- a) 制造商的名称和地址；
- b) 可切削聚合物基复合材料块的商品名；
- c) 与制造商的色板或制造商推荐的颜色相对应的色号或描述；
- d) 尺寸和包装数量；
- e) 任何特殊的储存条件；
- f) 按照推荐条件储存时的失效日期，根据 GB/T 7408.1 表示为年和月；
- g) 批号（批次代码）；
- h) 如果声称材料符合 YY 1042-2023 中 5.5 节的要求，则应标出“X 射线阻射性”这一术语。制造商可自行决定是否包含其他信息。

7.2.3 可切削聚合物基复合材料块的标签

可加工坯块（树脂部件或夹持柄）应至少标有以下信息：

- a) 允许识别产品名称或产品的声明；
- b) 与制造商的色板或制造商推荐的颜色相对应的色号或描述；
- c) 批号（批次代码）。

8 使用说明书

制造商应向用户提供使用说明书和产品说明，并在每套或每包可切削聚合物基复合材料块上附上，至少包括以下信息：

- a) 制造商或分销商或两者的名称和地址；
- b) 可切削聚合物基复合材料块的商品名；

- c) 预期用途;
 - d) 坯块尺寸;
 - e) 无机填料颗粒的尺寸范围和总无机填料的体积百分比;
 - f) 加工 (CAD/CAM 切削) 条件 (根据需要推荐切削机等);
 - g) 有关粘接剂的信息 (包括处理方法和推荐的粘接剂或水门汀, 或两者都有); 如果在使用说明中要规定粘接强度, 则需指明指定的粘接剂和试验方法;
 - h) 推荐的精加工和抛光程序以及使用的抛光剂;
 - i) 任何特殊的储存条件;
 - j) 如果声称具有 X 射线阻射性, 则应按照 YY 1042-2023 中的 7.14 条款以及说明中所规定的数值来确定; 如果具有 X 射线阻射性的材料中有几种色调的材料不具有 X 射线阻射性, 应做出特殊说明。如果材料中某一个或几个色调的材料的 X 射线阻射值为“通用型”色调的 X 射线阻射值的两倍以上, 应做出特殊说明, 同时生产厂家应定性或定量给出该差异; 对 X 射线阻射值应做出说明, 如铝和牙本质具有等同的 X 射线阻射性; 因此 1 mm 材料的 X 射线阻射性与牙本质等效 1 mm 铝板 X 射线阻射性相当, 与牙釉质等效 2 mm 铝板 X 射线阻射性相当;
 - k) 使用说明书的发布日期。
- 制造商可自行决定是否包含其他信息。

附录 A (资料性)

弯曲强度对照试样的制备方法

A.1 总则

本附录介绍了通过从坯块中切割无边缘倒角的弯曲强度试样的制备方法。根据这种方法制备的弯曲试样可以用作加工损伤试验的控制试样。

本附录说明了从 14.5 mm×14.5 mm×18 mm 的坯块中制作 8 个尺寸为 4 mm×1.2 mm×14 mm 的试样的方法。

A.2 器具

A.2.1 切割机。

切割机应配备一个能够固定坯块的固定装置和一个冷却水循环装置，并且能够使用金刚石刀片制作具有平行面的试验试样。

例：以下型号是适用于此用途的切割机示例¹⁾。

型号名称：IsoMet[®]1000 (BUEHLER)

注：IsoMet[®]是 BUEHLER 的产品名称，地址为美国伊利诺伊州莱克布拉夫沃基根路 41 号，邮编 60044-1699。提供此信息是为了方便本标准的用户，并不意味着标准化组织对这一系统予以认可。

刀具零件号：IsoMet[®] 金刚石刀片

粒径等级：15LC 金刚石、15HC 金刚石

刀杆尺寸：12.7 mm，直径 102 mm×刀刃厚 0.3 mm，型号：11-4254

刀杆尺寸：12.7 mm，直径 152 mm×刀刃厚 0.5 mm，型号：11-4276

A.2.2 千分尺，精度为 0.01mm。

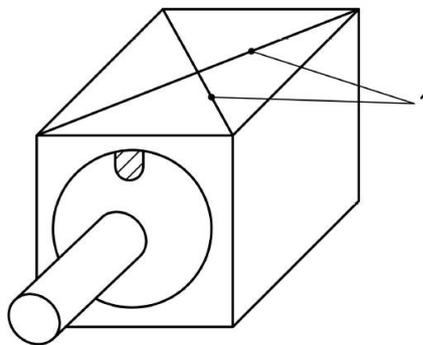
A.2.3 碳化硅砂纸，防水和粒度符合 GB/T 9258.3 的 P1000 和 P2000 碳化硅。

A.3 步骤

A.3.1 纵向（长度）试样切割

选择坯块的 14.5 mm×18 mm 边中的任何一个，并使用永久性油基记号笔等划线，以准备坯块切割试样的 4 mm 宽平面（见图 A.1）。

将坯块的夹持柄安装到切割机的夹持装置上，沿标记线切割坯块，使其长度至少为 14.2 mm（见图 A.2）。



标引序号说明：

1 标记线

图 A.1 试样 4 mm 宽平面位置规范

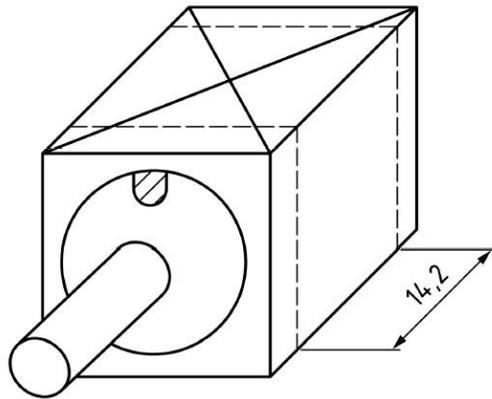


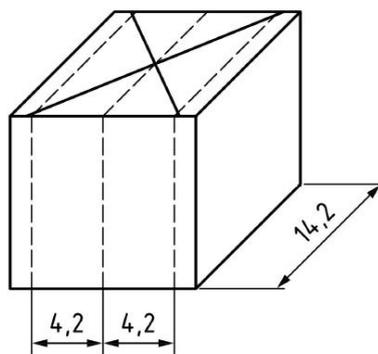
图 A.2 纵向（长度）试样的切割

A.3.2 沿宽度， w ，方向切割试样

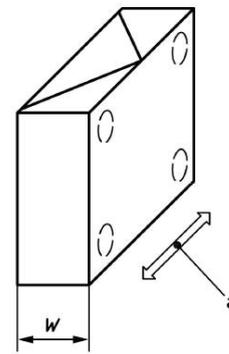
将坯块的长边安装到切割机的固定装置上，在流水下沿长轴方向切割至 4.2 mm 厚（见图 A.3）。接下来，使用 P1000 和 P2000 防水砂纸，在长轴方向上抛光图 A.3 所示的表面及其相对表面，使在四个位置测量的试样宽度 w 在 (4.0 ± 0.2) mm 的范围内，测量值之间的差异在 0.05 mm 以内。

用至少 P1000 的砂纸抛光后，目视检查切割或抛光过程中是否有任何缺陷。

单位为毫米



a) 切割平面



b) 抛光方向和试样宽度测量点

^a图中未填充的箭头表示抛光方向。

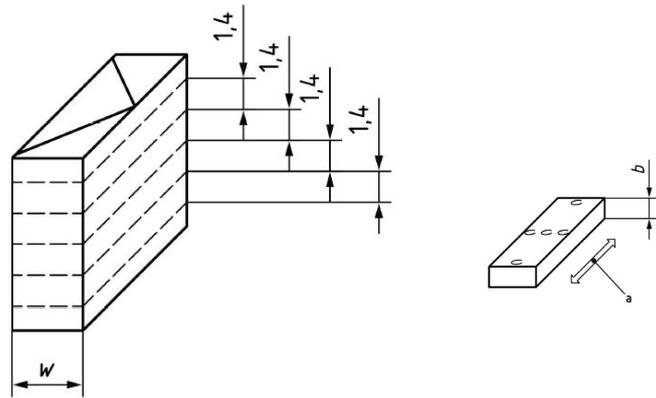
注：图 A.3 b) 中的虚线圈表示试样宽度测量点。

图 A.3 沿宽度， w ，方向切割试样

A.3.3 沿厚度， b ，方向切割试样

将试样沿纵向（长度）侧固定在切割机的固定装置上，并在流水下切割，使其厚度约为 1.4 mm（虚线所示）（见图 A.4）。随后，使用至少 P1000 或更细的防水砂纸抛光切割件，并在长宽平面（前后两侧）和长厚平面（前后双方）上沿长轴方向进行干抛光。在短轴方向上，包括中心在内的三个点处测量的厚度应在 (1.2 ± 0.2) mm 的范围内，测量值之间的差异应在 0.01 mm 以内。在长轴方向上，包含中心在内的四个点处测得的厚度应处于 (1.2 ± 0.2) mm 的范围内，测量值差应在 0.02 mm 以内（见图 A.4）。

单位为毫米



a) 切割平面

b) 抛光方向和厚度测量点

^a图中未填充的箭头表示抛光方向。

注：图 A.4 b) 中的虚线圈表示厚度测量点。

图 A.4 沿厚度, b , 方向切割试样

使用 P1000 或更细的砂纸抛光后, 剔除目视检测到的任何缺陷的试样。

确认试样边缘没有明显的缺口 (见图 A.5)。



a) 边缘有缺口的试样



b) 边缘无缺口的试样。

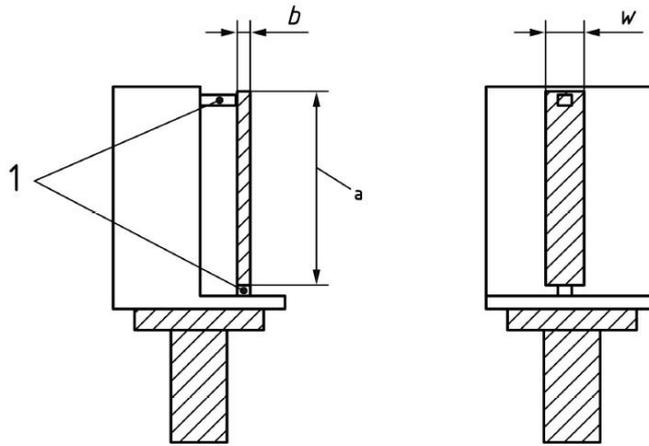
注：所标注线段的长度表示的是 100 μm 的刻度。

图 A.5 试样边缘

附件 B
(资料性)

加工损伤试样切削设计

图 B.1 展示了一个制作弯曲试验试样的切削设计示例，并用于确定坯块的加工损伤情况。



标引序号说明：

w 宽度， $w = (4 \pm 0.2)$ mm

b 厚度， $b = (1.2 \pm 0.2)$ mm

1 支撑

^a 图中的箭头表示试样的长度。

图 B.1 切削设计示例

附件 C
(资料性)

确定坯块和夹持柄之间粘接性能的试验方法

C.1 总则

在切削过程中，坯块不应剥落或从柄中脱落。在本附录中，脱粘试验和冲击试验被用作测量粘接性能的方法

C.2 脱粘试验

C.2.1 总则

本条款描述了通过进行脱粘试验来测量坯块和夹持柄之间粘接性能的方法。为了进行测量，将夹持柄放置在脱粘试验夹具上，以便向夹持柄施加垂直于纵轴的载荷（见图 C.1）。该试验是一种剥离试验，模拟了将切削机的车刀接触坯块的初始步骤。

C.2.2 器具

C.2.2.1 万能力学试验机，加载速度为 (1.0 ± 0.5) mm/min；例如参见 ISO 7500-1。

C.2.2.2 负载施加压头，由硬质材料（如金属）制成，其与坯块接触的部分形状为直径为 (2.0 ± 0.2) mm、长度等于或大于坯块宽度的杆。通过从坯块上方加载，压头应可在平行于夹持柄和坯块之间的粘接面的方向上移动。

C.2.2.3 脱粘试验夹具，一种由硬质材料（如金属和塑料）制成的夹具固定装置，能够将夹持柄和坯块之间的粘接面与压头移动方向保持平行。

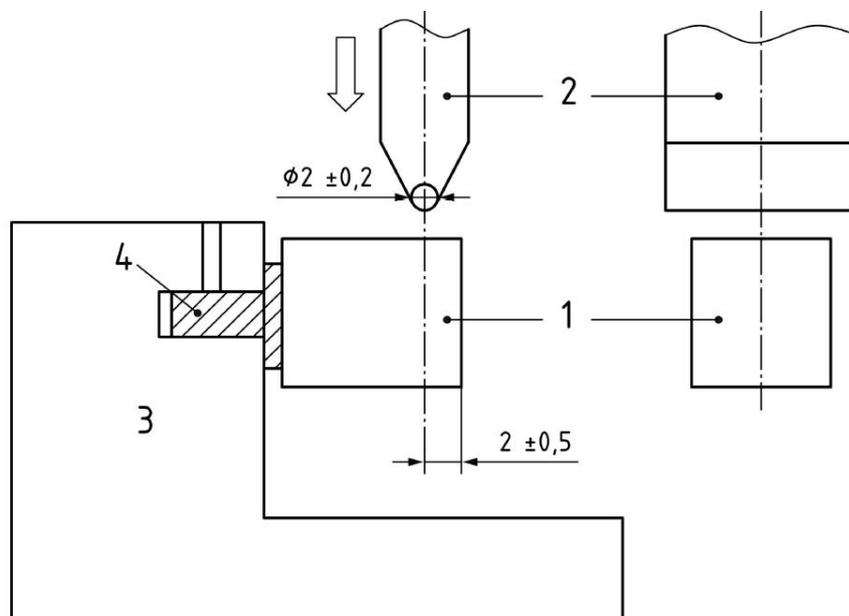
C.2.3 步骤

将夹持柄设置在脱粘试验夹具上并安装，使压头能够施加垂直于夹持柄纵轴的载荷。

在此步骤中，将压头放置在块体总长度减去坯块和夹持柄之间的粘接面 (2.0 ± 0.5) mm 处。

以 (1.0 ± 0.5) mm/min 的加载速度对试样施加负载（脱粘试验）。记录脱粘时的载荷。

单位为毫米



标引序号说明：

- 1 复合材料可加工坯块
- 2 负载施加压头
- 3 脱粘试验夹具
- 4 夹持柄

注：图中未填充的箭头表示加载方向。

图 C.1 脱粘试验装置

C.3 冲击试验

C.3.1 总则

本试验方法基于 ISO 20126:2022 条款 5.5。具体来说，应将坯块垂直安装，如图 C.2 所示。

C.3.2 器具

C.3.2.1 2 夹持夹具，用于固定坯块的夹持柄（见图 C.2）。应能牢固地固定坯块的柄，这样当被摆锤撞击时，不会产生移动。

C.3.2.2 冲击试验机，带有摆锤冲击刃。

C.3.2.3 摆锤冲击刃，由硬化钢制成，圆柱形表面曲率半径为 (0.80 ± 0.20) mm，其轴线水平并垂直于摆锤的摆动平面。

C.3.3 步骤

将夹持柄放入冲击试验机中。

夹持夹具安装部分的上表面和夹持柄的底面之间不允许有间隙。

为了避免用摆锤击打产生的扭转力或其他力（反作用力），击打方向的定位应使摆锤在撞击时接触到坯块宽度或厚度的整个表面。

粘接线应在垂直于冲击方向长轴的 $\pm 2^\circ$ 范围内。

摆锤冲击位置在距离坯块上表面 (2.0 ± 0.5) mm。

注 1：冲击刃的冲击速度取决于试验开始时冲击刃的高度，或冲击刃冲击边缘的垂直下落距离。该高度是摆臂长度和试验开始时摆臂角度的函数。冲击时冲击刃边缘的速度可以通过以下公式计算：

$$V = (2gh)^{0.5} \quad (2)$$

式中：

V 是冲击瞬间冲击刃的速度，单位为 m/s；

g 局部重力加速度，单位为 m/s^2 ；

h 是冲击刃冲击边缘的垂直下落距离，单位为 m。

注 2：参考文献[8]将冲击刃冲击边缘的垂直距离设置为 (610.0 ± 2.0) mm，这将使冲击边缘在冲击时刻的速度约为 3.5 m/s。

确保冲击刃冲击边缘的接触线与摆锤撞击中心之间的距离小于 2.54 mm。

ISO 13802 规定，冲击长度应在摆动长度的 1% 以内。由于摆动长度可能因机器而异，因此参考[8]选择 ± 2.54 mm 的公差值在实验室之间保持一致，而不是 ISO 13802 中规定的 1% 值。

根据振荡周期 T_p （秒），使用以下公式确定摆锤长度 L_p （米）：

$$L_p = (g/4\pi^2)T_p^2 \quad (3)$$

式中：

T_p 是摆的振荡周期，单位为 s；

g 是局部重力加速度，单位为 m/s^2 ；

$4\pi^2$ 等于 39.48。

注 3： T_p 和 L_p 分别在 ISO 13802:2015 的 3.3 和 3.5 中定义。

施加 (2.75 ± 0.10) J 的能量（初始势能）。

试验结果分为断裂（F）或未断裂（NF）。当坯块断裂或脱粘时，如果坯块从夹持柄上脱落，则测量摆锤的角度，并使用以下公式计算吸收的能量 E_a ：

$$E_a = WR(\cos \beta - \cos \alpha) \quad (4)$$

式中：

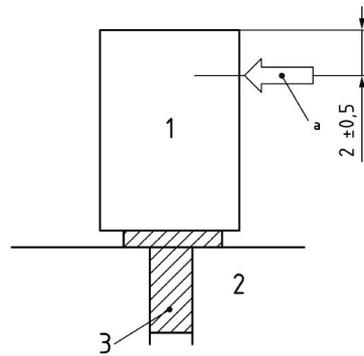
W 是摆锤重量，单位为 N；

R 旋转轴和重心之间的距离，单位为 m；

α 试验开始位置的角度，单位为 $^\circ$ ；

β 样品断裂位置的角度，单位为 $^\circ$ ；

单位为毫米



标引序号说明：

1 复合材料可加工坯块

2 夹持夹具

3 夹持柄

夹持夹具的上表面应与夹持柄的底面接触，不得有任何间隙。

^a图中未填充的箭头表示冲击方向。

图 C.2 冲击试验示意图

参考文献

- [1] ISO 7405, Dentistry — Evaluation of biocompatibility of medical devices used in dentistry
 - [2] ISO 7500-1, Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system
 - [3] ISO 10477, Dentistry — Polymer-based crown and veneering materials
 - [4] ISO 10993-1, Biological evaluation of medical devices — Part 1: Evaluation and testing within a risk management process
 - [5] ISO 13116, Dentistry — Test method for determining radio-opacity of materials
 - [6] ISO 13802:2015, Plastics — Verification of pendulum impact-testing machines — Charpy, Izod and tensile impact-testing
 - [7] ISO 20126:2022, Dentistry — Manual toothbrushes — General requirements and test methods
 - [8] ASTM D256-10, Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics
 - [9] JDMAS, (Japan dental materials association standards) 245:2019, Resin blocks for dental restoration using CAD/CAM system
 - [10] Lauvahutanon S., Takahashi H., Shiozawa M., Iwasaki N., Asakawa Y., Oki M. et al., Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. Dent. Mater. J. 2014, 33 (5) pp. 705–710
-