



北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

“冯如杯”创意大赛论文

无死角牙刷

摘要

无死角牙刷是为了更加方便地清洁口腔内部通常情况下容易被忽略的死角部位，全方位地对各颗牙齿进行刷洗。在日常生活中，最深部牙齿由于与口腔壁贴合较紧，使得普通牙刷无法对其进行较为彻底的清洁，无死角牙刷为此设计了突起结构在牙刷柄中，可以解决此问题。为使牙刷毛与牙齿贴合的面积更大，无死角牙刷专门将传统的平面刷毛改为具有适度坡度的斜面刷毛，以及设计锯齿形刷毛来清洁牙齿缝中的残留物。无死角牙刷还设计了连杆传动装置，利用齿轮转动，使得刷牙过程中牙刷头部可分离，使刷毛形成一个斜面而可以套在牙齿上对牙齿内部进行清洁。无死角牙刷外部整体覆盖清洁橡胶，可以对口腔壁进行清洁和增加刷牙时口腔壁与牙刷触碰时的舒适度。

关键词：斜面贴合，突起支撑结构，连杆传动装置，齿轮转动，清洁橡胶。

Abstract

No Dead Angle toothbrush is much more convenient for cleaning dead angle position inside the mouth which is often easily neglected, and providing an all directions of tooth brushing. In daily life, because of the deepest teeth which are fitted with the oral cavity wall tightly, so ordinary toothbrush cannot thoroughly clean the teeth, No Dead Angle toothbrush for the design of the bulge structure in the toothbrush handle can solve this problem. In order to make the bristles and the teeth attached to the greater area, No Dead Angle toothbrush bristles designed to plane of a traditional inclined bristles with moderate slope, as well as the design of serrated bristles clean teeth in the residue. No Dead Angle toothbrush is designed to link gear, the gear to rotate, so that the process of brushing teeth brush head can be separated, so the bristles form an inclined surface and can be set in the teeth of the internal cleaning teeth. No Dead Angle toothbrush outside is covered with cleaning rubber, which can clean better than oral brushes and the toothbrush comforts when touching oral cavity wall.

Key words: slope fit, protuberant support structure, connecting rod drive, gear revolve, cleaning rubber.

目录

引言..... - 1 -

1、设计方案..... - 1 -

 1. 1 工作原理..... - 1 -

 1. 2 具体结构..... - 2 -

 1. 3 材料及其规格..... - 4 -

 1. 3. 1 PA 塑料..... - 4 -

 1. 3. 2 PS 塑料..... - 5 -

 1. 3. 3 PC 塑料..... - 5 -

 1. 4 部件部位材料使用情况：..... - 6 -

 1. 5 产品规格..... - 7 -

2、创新性分析..... - 7 -

3、 方案优劣性分析..... - 7 -

引言

日常生活中我们在早晚刷牙的时候，往往容易忽略清洁深处部位以及牙齿内侧，会造成口腔里留有残留物等问题。大多数普通牙刷在使用过程中很难清理内侧牙齿以及口腔深处的牙齿。为解决此问题，在无死角牙刷中我们设计了曲柄结构来扩大口腔活动空间，以清洁根部牙齿。我们设计了斜面刷毛来最大面积地使刷毛与牙齿贴合。无死角牙刷还具有连杆传动装置与齿轮转动装置，使得前部牙刷能够随基座转动，清理牙齿内侧。此外，无死角牙刷外部覆盖了清洁橡胶来对口腔壁进行清洁，增加舒适感。

1、设计方案

1. 1 工作原理

1. 传统的牙刷一般都是直柄的，用起来较容易。弯曲手柄能深入口腔较难刷到的地方。将牙刷柄的直柄改为了弯柄，在清洁内侧牙齿时，玩牙刷柄将内侧口腔壁微微撑开，扩大了刷毛的活动空间。
2. 刷毛：刷毛的选择应软硬适中，或稍软的。但要注意，太软的牙刷毛容易刷不干净。目前的刷毛多用尼龙丝（nylon）制成。可分为两种——普通丝和杜邦丝。杜邦丝弹性较好，不容易倒。磨毛过程也很重要。刷毛在切割后，如果没有经过圆滑处理，容易因太过尖锐而造成伤害。刷毛尖部磨圆的磨毛牙刷，可防止这种伤害，对牙龈保护作用更强。缩短刷毛，并将刷毛做得有坡度，更加贴合牙齿排布曲线，使牙刷与牙齿有更大的接触面积，有效去除牙龈残留。
3. 利用物理中简单的齿轮结构使牙刷头分开，可以清除牙齿内部的污垢。在无死角牙刷的内部结构设计中，采用了连杆传动装置，使用了三个圆盘以及各连杆，在第一个连杆转动的过程中，可以依次使得另外两个圆盘转动，而使牙刷头部转动，形成与后半部分刷头的斜刷面，可以使牙刷头部套在牙齿上面，而通过横向移动来使得对牙齿的内外两个面都能进行有效的处理。
4. 改进牙刷头的几何构造：，刷头的形状一般为方形和钻石型。方形刷头能有效清洁牙齿的每一个表面。钻石形这类刷头的末端较方形设计为尖，更容易深入口腔内清洁。牙刷具备任何形状的刷头，都能清洁牙齿，不过刷头的大小就必须需要综合考虑口腔大小、张口程度及个人习惯等因素。尽量使用小巧的刷头，以便能深入口腔深处，保证灵活转动，清洁后部牙齿。但并没有统一的标准。儿童口腔应选择适合其年龄的儿童牙刷。但市面上的牙刷头构造无论是方形还是钻石型，都存在牙刷头过大的问题，在有限的口腔空间内，大大限制了牙刷在口腔内的活动范围，因此将牙刷头改为半椭圆型并减小刷头面积，能改善清洁牙齿的效果，在刷牙时更舒适，不伤害牙龈。

1. 2 具体结构

1. 牙刷毛面不同于普通牙刷的平面结构，而采用曲面以及锯齿状的结构，如图 1-外观结构图所示。在分析牙齿咬合曲线后，根据函数分布规律，我们将牙刷毛面设计为与牙齿咬合曲线相适应的曲面，以求得牙刷面与牙齿最大程度的贴合，牙齿清洁更为彻底。牙齿咬合曲线如图 2-牙齿咬合曲线所示。

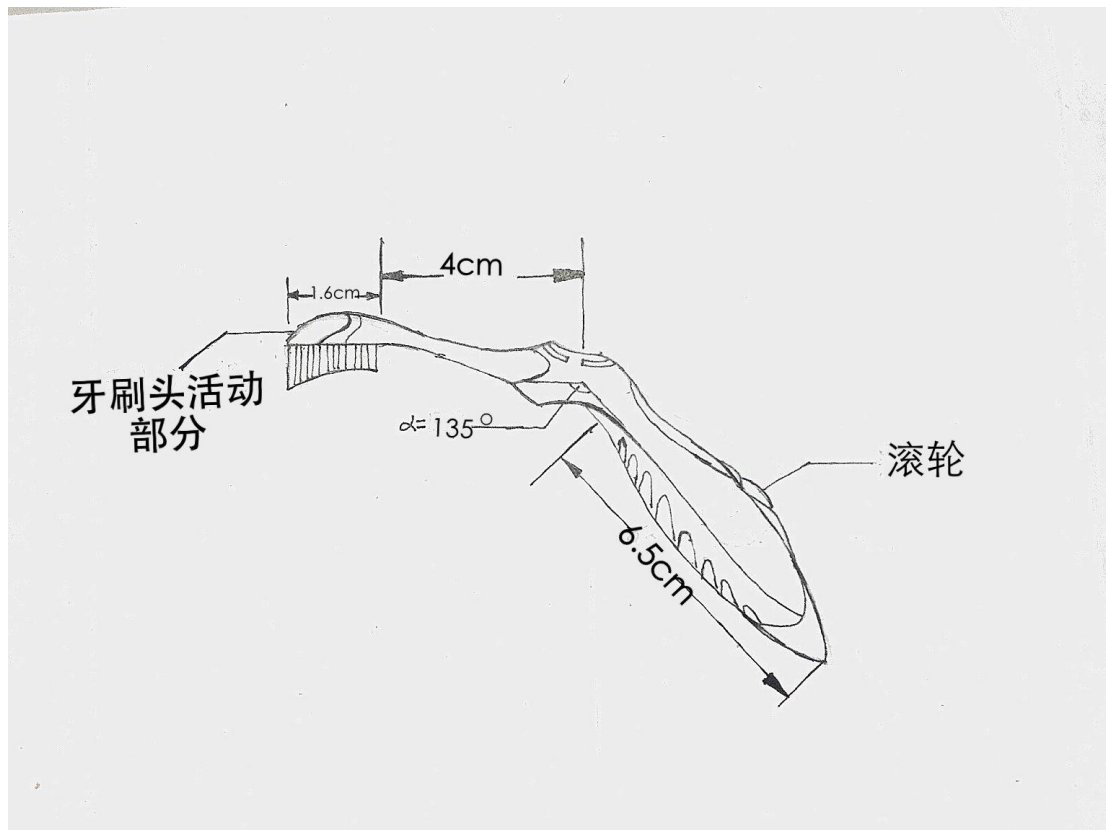


图 1 - 外观结构图

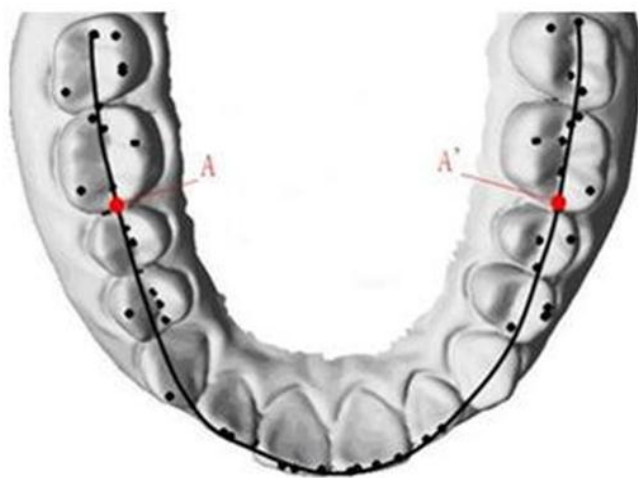


图 2- 牙齿咬合曲线

2. 牙刷整体结构不同于普通牙刷的直柄结构，在图 1-外观结构图中可看出无死角牙刷将直柄结构改为弯柄结构，图示的突起可将口腔壁撑开，而获得

牙刷头在其中活动的更大空间，刷牙时更为便捷。

3. 如图 3-内部结构图所示，在工作过程中，用手转动滚轮 c，带动连杆 c、d。在连杆 c、d 的带动下，位于突起位置的滚轮 b 开始转动，从而连杆 a、b 发生传动，使得位于牙刷头部前半部分位置的滚轮 a 转动。滚轮 a 两侧分别与牙刷头部前半部分固连，在滚轮 a 转动的过程中，带动前部分牙刷头发生转动，而形成与后半部分的斜面结构。在滚轮 a 转动最大程度后，可形成一个两刷毛面形成的相交面，套在牙齿上面后，可以通过水平移动来对牙齿内部与外部同时进行清洁。转动效果图如图 4-转动效果图所示。

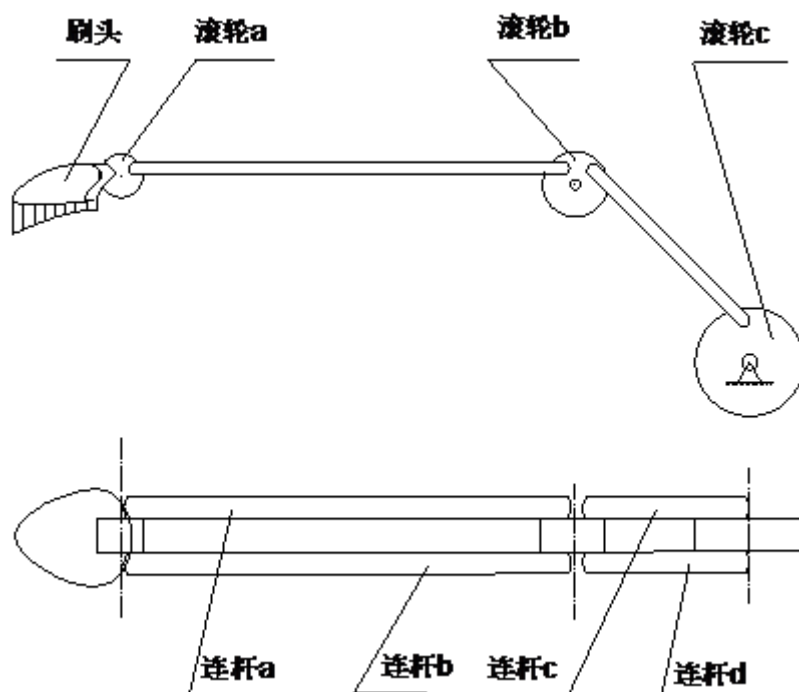


图 3- 内部结构图

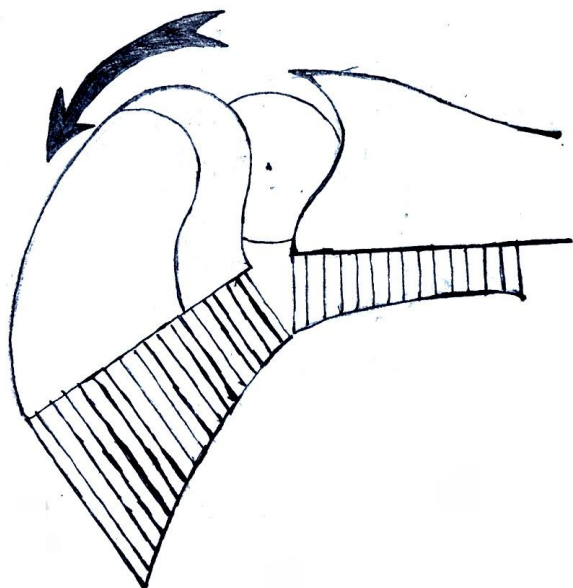


图 4-转动效果图

1. 3 材料及其规格

1. 3. 1 PA 塑料

刷毛采用 PA 塑料，牙刷把采用 PS 塑料，齿轮连杆传动装置采用 PC 塑料

PA 塑料：

物料性能：坚韧，耐磨，耐油，耐水，抗酶菌，但吸水大。

成型性能：

1. 结晶料，熔点较高熔融温度范围窄，热稳定性差，料温超过 300 度、滞留时间超过 30min 即分解。较易吸湿，需干燥，含水量不得超过 0. 3%。
2. 流动性好，易溢料。宜用自锁时喷嘴，并应加热。
3. 成型收缩范围及收缩率大，方向性明显，易发生缩孔、变形等。
4. 在 20-90 度范围内选取，注射压力按注射机类型、料温、塑件形状尺寸、模具浇注系统选定。树脂粘度小时，注射、冷却时间应取长，并用白油作脱模剂。
5. 模具浇注系统的形式和尺寸，增大流道和浇口尺寸可减少缩水。

不足之处：由于热膨胀和吸水性所至的尺寸精度不够，耐酸性差，硬度和弹性模量不够。

1.3.2 PS 塑料

PS 塑料:

物理性能: 聚苯乙烯 (PS) 是产量最大的热塑性工程塑料之一, 它无色、无味、无毒、透明, 不孳生菌类, 透湿性大于聚乙烯, 但吸湿性仅 0.02%, 在潮湿环境中也能保持强度和尺寸。电绝缘性 (尤其高频绝缘性) 优良, 无色透明, 透光率仅次于有机玻璃, 着色性耐水性, 化学稳定性良好, 强度一般, 但质脆, 易产生应力脆裂, 不耐苯、汽油等有机溶剂。适于制作绝缘透明件、装饰件及化学仪器、光学仪器等零件。

成型性能:

无定形料, 吸湿小, 不须充分干燥, 不易分解, 但热膨胀系数大, 易产生内应力。流动性较好, 可用螺杆或柱塞式注射机成型。宜用高料温, 高模温, 低注射压力, 延长注射时间有利于降低内应力, 防止缩孔、变形。可用各种形式浇口, 圆弧连接, 以免去处浇口时损坏塑件。脱模斜度大, 顶出均匀。塑件壁厚均匀,

聚苯乙烯耐辐射性强, 表面易着色、印刷和金属化处理, 容易加工, 适合于注射、挤塑、吹塑、发泡等多种成型方法。缺点是不耐冲击、性脆易裂、耐热性和机械强度较差, 改性后, 这些性能有较大改善。聚苯乙烯具有优良的电性能, 特别是高频特性。它介电损耗小 ($1 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-5}$), 体积电阻和表面电阻高, 热变形温度为 $65 \sim 96^\circ\text{C}$, 制品最高连续使用温度为 $60 \sim 80^\circ\text{C}$ 。有一定的化学稳定性, 能耐多种矿物油、有机酸、碱、盐、低级醇等, 但能溶于芳烃和卤烃等溶剂中。

1.3.3 PC 塑料

PC 塑料

理化性质:

聚碳酸酯 (PC) 耐弱酸, 耐中性油。聚碳酸酯不耐紫外光, 不耐强碱。比重: $1.18 \sim 1.20$ 克/立方厘米 成型收缩率: $0.5 \sim 0.8\%$ 成型温度: $230 \sim 320^\circ\text{C}$ 干燥条件: $100 \sim 110^\circ\text{C}$, 4-5 小时 可在 $-60 \sim 120^\circ\text{C}$ 下长期使用。

物料性能:

冲击强度高, 尺寸稳定性好, 无色透明, 着色性好, 电绝缘性、耐腐蚀性、耐磨性好, 但自润滑性差, 有应力开裂倾向, 高温易水解, 与其它树脂相溶性差。适于制作仪表小零件、绝缘透明件和耐冲击零件

材料特性:

1. 强度高, 抗拉伸强度 69MPa、抗弯曲强度 96MPa。
2. 耐高温, 长期使用可耐 130 摄氏度温度环境。
3. 透明性好, 无毒。
4. 原料配色及表面涂覆不如 ABS。

成型性能

1. 无定形料, 热稳定性好, 成型温度范围宽, 流动性差。吸湿小, 但对水敏感, 须经干燥处理。成型收缩率小, 易发生熔融开裂和应力集中, 故应严格控制成型条件。

2. 熔融温度高，粘度高，大于 200g 的塑件，宜用加热式的延伸喷嘴。
3. 塑胶流动性差，模具浇注系统以粗、短为原则，浇口宜取大，模具宜加热。
4. 料温过低会造成缺料，塑件无光泽，料温过高易溢边，塑件起泡。温度低时收缩率小、伸长率小、抗冲击强度低，抗弯、抗压、抗张强度低。温度超过 120 度时部件冷却慢，易变形。
5. 部件壁不宜太厚，应均匀，避免有尖角和缺口
- 此外，可以在牙刷把和刷头上适当位置衬上橡胶，可起到防滑、按摩及保护牙龈的作用。

1.4 部件部位材料使用情况：

牙刷部件	使用材料	物料性能
刷毛	PA 塑料（尼龙）	坚韧，耐磨，耐油，耐水，抗霉菌，吸水大.
牙刷把	PS 塑料（聚苯乙烯）	电绝缘性(尤其高频绝缘性)优良, 无色透明, 透光率仅次于有机玻璃, 着色性耐水性, 化学稳定性良好, 强度一般, 但质脆, 易产生应力脆裂, 不耐苯. 汽油等有机溶剂. 适于制作绝缘透明件. 装饰件及化学仪器. 光学仪器等零件.

齿轮连杆传动装置	PC 塑料（聚碳酸酯）	冲击强度高，尺寸稳定性好，无色透明，着色性好，电绝缘性、耐腐蚀性、耐磨性好，但自润滑性差，有应力开裂倾向，高温易水解，与其它树脂相溶性差。适于制作仪表小零件、绝缘透明件和耐冲击零件
----------	-------------	--

1.5 产品规格

部件	圆盘半径（cm）			连杆长度（cm）		夹角 α
	a	b	c	a (b)	c (d)	
尺寸	0.2	0.3	0.5	4.0	2.0	135°

2、创新性分析

该牙刷功能的实现不违背自然规律，合理应用牙刷的物理结构及联动装置，理论上可以达到所要求的效果。实际在制作过程中，无论是刷毛使用的尼龙材料，牙刷把使用的聚苯乙烯材料，还是牙刷的联动装置的聚碳酸酯，均是工业制作的普通材料，因此，该牙刷的制作是很容易实现的。且这些材料常见且成本可接受，因此亦不会太大地提高牙刷的成本，从这方面看，该牙刷也是可实现的。

3、 方案优劣性分析

优点：由上述数据可知，该牙刷能有效的清洁后牙，且连杆传动装置能够有

效地实现牙刷头的转动，更灵活的清洁内侧的牙齿。

缺点：不适宜工厂化的生产，因为普通牙刷的牙刷把制作使用的是挤出成型的工艺，简单而成本低。但是该牙刷由于加入了传动装置，使牙刷的制作过程复杂化，会大大增加规模生产的成本。对于牙刷之类的日用品来说不经济。

参考文献

1. 杨东武，秦玉.《塑料的概念及分类》轻工业出版社，[2011-03](#)
2. 樊新民 车剑飞《工程塑料种类》机械工业出版社，[2006-04](#)
3. 吕庸厚 沈爱红《齿轮-连杆机构的应用》，机械工业出版社，[2010-03](#)