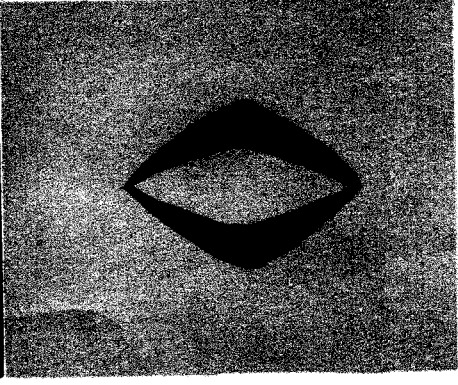
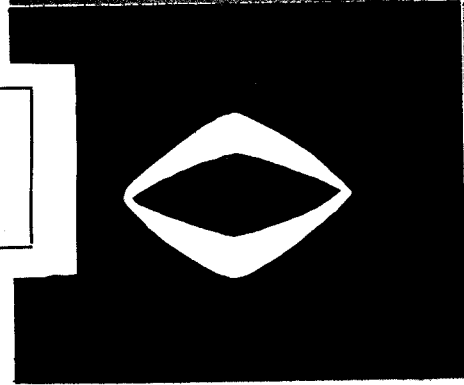
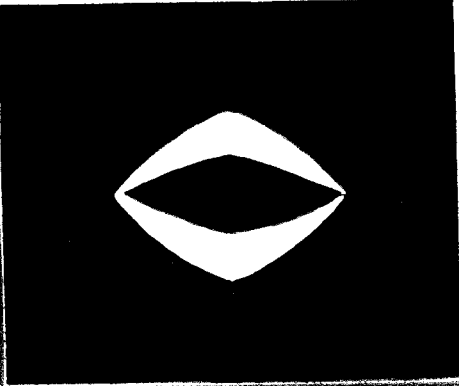
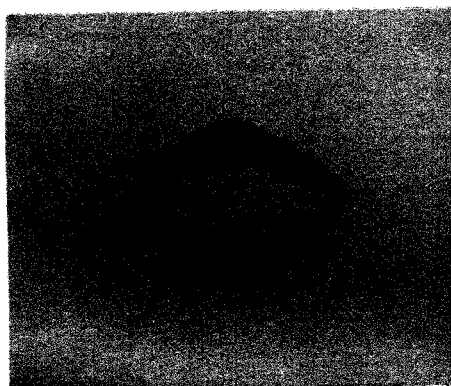


新穎的科學

第一編 洪法範 著

中國科學技術出版社



口腔科粘结学

施长溪 洪法康 著

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 平凉地区印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 9印张 插页4 200千字

1986年8月第1版 1986年8月第1次印刷

印数: 1—6,300

统一书号: 14202·138 定价: 2.15元

序

近代医用高分子材料的发展，出现了复合树脂，即在树脂内，加入一定量经特殊处理的无机填料，使其呈化学性结合，成为一种性能优良的由有机树脂与无机填料共同组成的，有粘结性的复合材料。近二十年来，口腔医务工作者将复合树脂用于经酸蚀处理后的牙面上，取得了突出的粘结效果，从而使此项酸蚀——复合树脂技术在口腔临床工作上，得以广泛应用。

作者自七十年代初期，即进行此项研究，从复合树脂的材料性能和酸蚀牙面的理论，粘结技术以及两者结合的机制等方面，作了大量的实验室与临床工作，取得较好的成果。在临床上逐步扩大应用，从充填到修复，并应用到正畸治疗，牙周夹板和骨折固定等方面，积累了大量有关理论和临床经验，在全军和全国多次进行了技术推广，深受欢迎。

本书系统地介绍了酸蚀——复合树脂技术的有关理论和临床应用。粘结技术是口腔医学的一项新课题，国内外学者正在大量地作有关基础理论、新材料研制和临床应用等方面的研究工作，此项技术正在蓬勃发展。

徐君伍

一九八五年三月于西安

目 录

第一章 粘结技术的理论和应用	(1)
第一节 酸蚀、复合树脂修复.....	(2)
第二节 酸蚀、粘合剂、复合树脂修复.....	(16)
第三节 直接粘结修复.....	(19)
第四节 粘合剂与其他牙科材料的粘结.....	(22)
第五节 粘结技术在临床应用中的若干问题.....	(26)
第二章 单一树脂和复合树脂	(34)
第一节 单一树脂.....	(34)
第二节 复合树脂.....	(40)
第三章 龋病治疗和预防	(61)
第一节 Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ类洞修复.....	(61)
第二节 I、Ⅱ类洞修复.....	(73)
第三节 钉固位、复合树脂修复.....	(76)
第四节 常见并发症、失败及其防治.....	(82)
第五节 粘结性复合树脂修复.....	(84)
第六节 防龋涂料(点隙裂沟封闭剂).....	(90)
第四章 非龋性牙体病的修复	(93)
第一节 楔形缺损的不磨牙修复.....	(93)
第二节 牙齿结构异常的涂层修复.....	(95)
第三节 牙齿结构异常的贴面粘结修复.....	(98)
第四节 牙折的少磨牙粘结修复.....	(101)
第五节 过小牙加大牙冠修复.....	(103)

第六节	前牙稀疏的修复·····	(104)
第五章	牙体严重缺损的修复·····	(106)
第一节	前牙严重缺损的修复·····	(106)
第二节	后牙残冠、残根的修复·····	(115)
第三节	根面修复·····	(121)
第六章	断牙再接·····	(124)
第一节	外伤性断牙再接·····	(124)
第二节	正畸性前牙人工断牙再接·····	(139)
第三节	断牙再接疗效及其有关问题·····	(145)
第七章	粘结固定桥·····	(149)
第一节	概 述·····	(149)
第二节	粘结桥粘结固位强弱的有关因素·····	(151)
第三节	粘结桥的一般要求·····	(154)
第四节	粘结桥的制作·····	(156)
第八章	正畸治疗·····	(176)
第一节	儿童前牙反骀矫治·····	(177)
第二节	错骀畸形的贴钩橡皮圈正畸治疗·····	(183)
第三节	常规固定矫治器附件粘结·····	(212)
第九章	牙周病松动牙固定·····	(214)
第一节	概 述·····	(214)
第二节	酸蚀、复合树脂夹板·····	(215)
第三节	尼龙丝、复合树脂夹板·····	(217)
第四节	上前牙塑料薄唇面牙列牙周夹板·····	(226)
第五节	用金属材料制作的几种夹板·····	(228)
第十章	牙齿、牙槽骨和颌骨损伤的粘结治疗·····	(235)
第一节	牙齿损伤·····	(235)

第二节	乳前牙、新生恒前牙和牙槽骨损伤·····	(245)
第三节	牙槽骨和颌骨骨折·····	(250)
第十一章	粘結技術在其他方面的应用·····	(267)
第一节	可摘义齿的咬合加高和修理·····	(267)
第二节	常规固定义齿修复中的应用·····	(269)
第三节	下颌骨和颞颌关节病的辅助治疗·····	(271)
第四节	复合树脂、金属冠桥唇面的制作·····	(272)
参考文献	·····	(277)

第一章 粘结技术的 理论和应用

牙齿粘结技术是口腔医学中一门新科学。虽然口腔界早就重视和探求此课题，但由于牙齿组织结构特性和口腔特殊环境，例如牙釉质高度钙化，活性低，牙本质界面水分，唾液，口腔温度变化，微生物和酶作用，咀嚼力等等，使粘结条件很苛刻，一直未能很好解决此难题。Buonocore (1955)首先提出酸蚀牙釉质，提高丙烯酸酯与牙齿的粘结。六十年代初增原英一研究烷基硼作为甲基丙烯酸甲酯的引发剂，发现它对牙本质和牙釉质有化学粘结力。随后经各国学者不断实验研究和临床试用，加上酸蚀术，医用高分子材料，偶联剂的进展，近十余年来，才使牙齿粘结技术有了新的突破，开始广泛应用于口腔医学各学科，取得良好的临床效果。

牙齿和异种物质的粘结力，可分为化学和物理结合力。物理性主要是机械力；化学性有共价键，离子键，配位键的静电引力，氢键引力和分子间引力。目前，牙齿粘结是以物理机械力为主，结合化学力粘结。但从粘结理论看化学键的粘结力是最理想的。当前临床应用粘结技术，可分为酸蚀、复合树脂修复；酸蚀、粘合剂（单一树脂、偶联剂）、复合树脂修复和直接粘结修复三类。第二类应用最广泛。

第一节 酸蚀、复合树脂修复

酸蚀术 (Acid-etch Technique) 是指用牙齿酸处理剂酸蚀牙釉质、牙本质, 使牙釉质表层脱钙, 形成无数微小的孔隙, 呈凹凸不平粗糙面, 牙本质小管管径增宽, 增加了粘结有效表面积; 改善牙釉质和牙本质表面的可湿性 (Wettability), 使树脂渗入酸蚀后的牙釉质和牙本质中, 形成树脂突 (Resin Tag), 产生嵌合力; 酸蚀牙齿表面极性化, 与树脂的极性基团, 产生氢键或静电引力作用, 而增加粘结力。

一、牙齿酸处理剂

自 Buonocore 提出 85% 磷酸处理剂以来, 一些有机酸, 无机酸, 例如磷酸、柠檬酸、乳酸、草酸、甲酸、稀盐酸, 稀硝酸等均被学者加以评价。选择理想的牙齿酸处理剂是要使酸蚀后釉质表层经脱钙形成微细的孔状空隙, 并有一定浸蚀深度。同时, 要求尽量对口腔软组织损伤小, 酸蚀作用时间要快, 1 ~ 2 分钟。Retief 分析 10 ~ 85% 七种不同浓度的磷酸, 处理牙面 1 分钟, 结合观察粘结强度, 浸蚀深度和粗糙度三指标, 认为 50% 磷酸效果最好, 其粘结强度为 9.4N/mm^2 , 浸蚀深度 $7\mu\text{m}$, 粗糙度 $4.8\mu\text{m}$ (最大峰—谷高)。10 ~ 20% 磷酸粗糙度仅 $1.2\mu\text{m}$ 和 $1.6\mu\text{m}$, 而 85% 磷酸粗糙度为 $0.4\mu\text{m}$, 出现较光滑新的表面。Rahemtulla 报导 10 ~ 70% 七种不同浓度磷酸的牙齿脱钙量随着磷酸浓度而增加, 达到 40% 磷酸浓度时是最大量, 而进一步增加磷酸浓度, 造成脱钙总量减少; 其浸蚀深度 20 ~ 50% 磷酸是 $18 \sim 22\mu\text{m}$ 。多数学者报导酸蚀釉质浸蚀深度为 $20 \sim 50\mu\text{m}$, 微孔为 40000个/mm^2 。Jørgensen 用 35%, 37%, 50% (含 7%

氧化锌)磷酸作对比试验,发现三者酸蚀效果是没有差异的。目前,最常用的牙面酸处理剂为30~50%磷酸,50%(含7%氧化锌)磷酸,50%柠檬酸。如Nuva—system、EB型复合树脂酸处理剂是50%(含7%氧化锌)磷酸,Concise酸处理剂是37%磷酸,Durafill酸处理剂是35%磷酸。

酸蚀时间一般为1~2分钟,Pahlavan用50%磷酸酸蚀牙釉质1或2分钟,发现二者的树脂突长度是相似的,约为5~10 μ m。斑釉、釉质发育不全的牙齿酸蚀时间,可适当延长至2~4分钟。Brännström提出治疗牙齿过敏症,酸蚀牙本质时间不超过5秒钟。

二、酸蚀牙齿的模式

酸蚀前,牙面的处理是重要的。一般主张酸蚀前,牙齿用软橡皮杯轮,蘸浮石粉打磨,清除牙面上的污垢。关于磨去一层釉质表面,是否有利于酸蚀效果,Pahlavan实验研究证明被磨除釉质表面形成树脂突与未磨除釉质表面是相似的。Gwinnett提出无釉柱区釉质概念,即釉柱从牙釉牙本质界向釉质表面放散,但一些釉柱不能放散至釉质表面。无釉柱区釉质厚度约25 μ m左右,乳牙中多见,它影响酸蚀效果,此时应先磨去无釉柱区的釉质,以利于达到酸蚀效果。

(一)酸蚀牙釉质模式:国外一些学者认为有三种基本酸蚀模式。第一类模式,釉柱中心被优先除去,留下釉柱周围相对地正常;第二类模式,釉柱周围区域被优先除去,留下釉柱中心相对地未被浸蚀;第三类模式,釉质形态不能辨认。浸蚀深度20~40 μ m左右。作者等提出酸蚀釉质的模式,基本上可分为四类:釉柱中心脱钙溶解;釉柱周围脱钙溶解;釉柱中心周围均匀表浅脱钙;釉柱无法辨认不规则脱钙(图1—1、1

— 2、1—3、1—4)。上海市、四川省防龋涂料协作组用

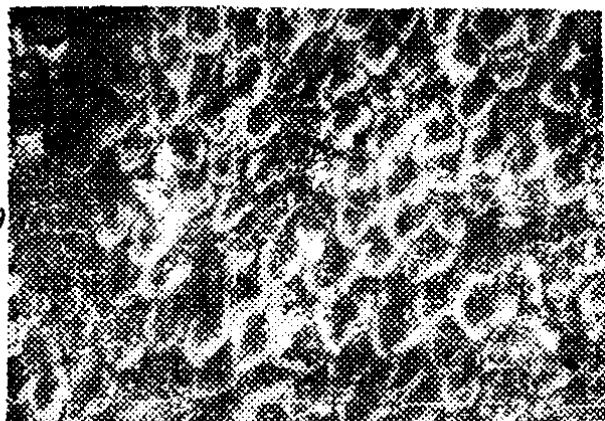


图 1—1 釉柱中心脱钙溶解

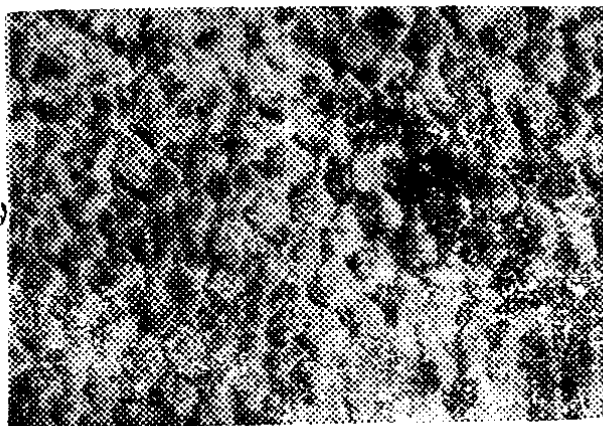


图 1—2 釉柱周围脱钙溶解

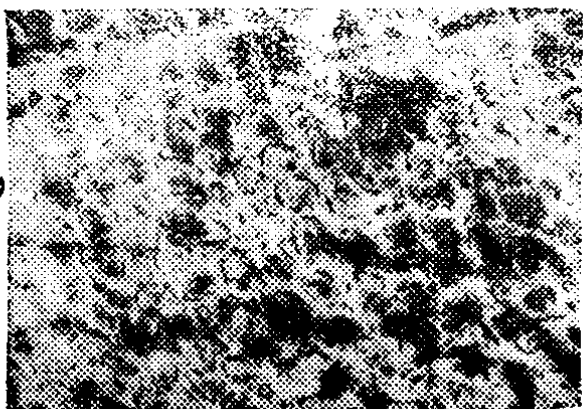


图 1—3 釉柱中心、周围均匀
表浅脱钙

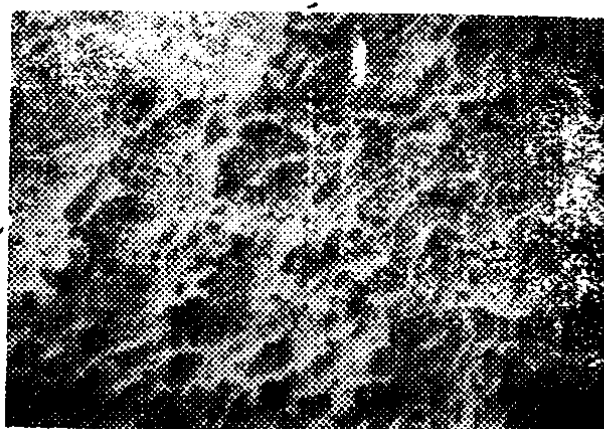


图 1—4 釉柱无法辨认不规则
脱钙

50% (含 7% 氧化锌) 磷酸处理双尖牙合面, 可见到四种酸蚀模式: 蜂窝状, 脱钙主要发生在釉柱中央; 鱼鳞状, 脱钙主要发生在釉柱周围; 斑纹状, 脱钙比较均匀发生在釉柱的中央和周围; 漏斗状, 釉柱中央和周围脱钙粗糙, 伴少数釉柱中央漏斗状溶解外观。酸蚀釉质的几种模式, 通常可以在酸蚀的同一牙面上见到, 这是与釉柱在牙面各区域排列方向有关。前牙唇面釉柱中心或釉柱周围脱钙溶解模式多见, 而前磨牙、磨牙颊面则釉柱无法辨认不规则脱钙模式多见。Jørgensen 用磷 酸

处理牙面显示釉质酸蚀的模式，观察到各牙之间，同一牙齿的不同区域的酸蚀釉质模式是不同的，而对称的同名牙的相同区域的酸蚀釉质模式，几乎是相同的。指出今后酸蚀法的实验，必须用成对同名牙的同一区域作对比，以免造成误差。

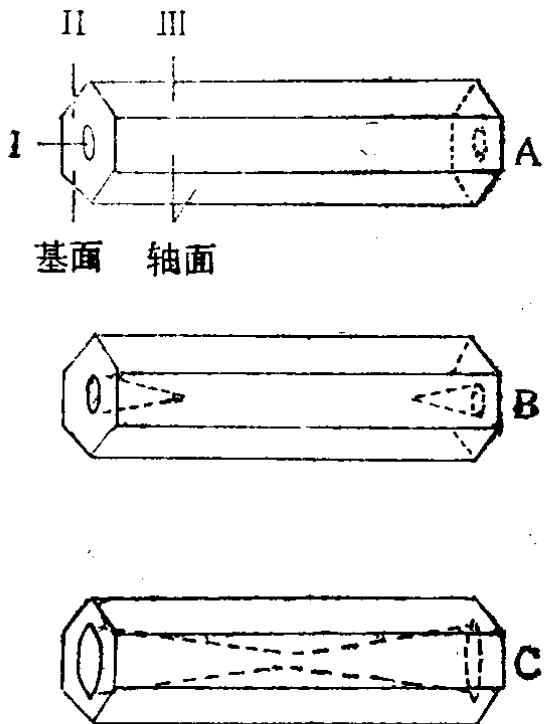


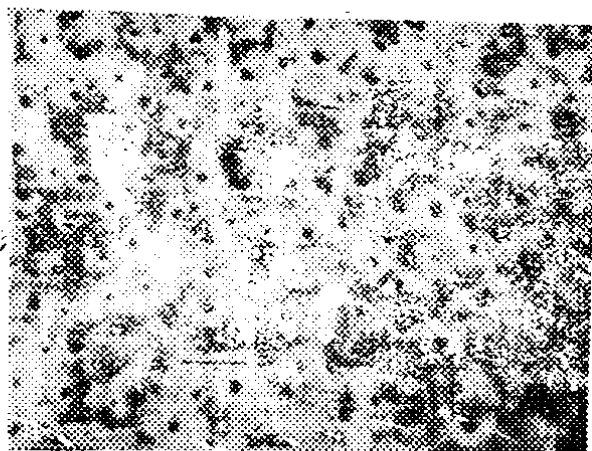
图 1—5 六角形磷灰石晶体溶解
A、基面和轴面
I 处最易溶解 II 次之 III 难溶
B、初期酸蚀孔的形成
C、晶体中心已沿C轴溶解

Meckel提出人的釉柱在横切面上有圆形的头和一小尾巴，外形相似于锁孔，釉柱头中晶体的c轴与釉柱长轴是平行的，向着头部四周扩散和向尾部放散。Poole认为酸蚀模式取决于修复治疗时釉柱割切表面，制备的表面垂直于釉柱方向比平行于釉柱方向更易被酸蚀，并指出酸蚀模式是由釉柱中晶体方向来决定的。Scott观察到酸蚀作用在釉柱周围和尾部区域中是不同的，他设计实验来显示这些不同是与这些

区域中晶体方向有关，沿着它的整个c轴晶体的中心最脆弱。Arends曾用磷灰石晶体作酸溶解实验，结果首先溶解部位是柱中心，后沿C轴进展(图 1—5)，OH位于磷灰石晶体的中心，与C轴一致，故釉柱溶解是由于晶体中部OH被取代结果。

(二) 酸蚀牙本质模式：作者等用50% (含7%氧化锌) 磷酸酸蚀近牙釉牙本质界处牙本质1分钟，扫描电镜观察牙齿横切面标本，牙本质小管周围管周牙本质脱钙溶解，小管管径增宽，由正常1 μm增至3 μm左右，牙齿纵切片上牙本质小管

管径剖面同样增宽至 $3\mu\text{m}$ 左右，管径增宽延伸范围 约 $20\mu\text{m}$ 左右（图 1—6、1—7、1—8、1—9）。Brännäström 报



1—6 正常牙本质的模式
（横切面）

←牙本质小管 p. 管周牙本质
I. 管间牙本质

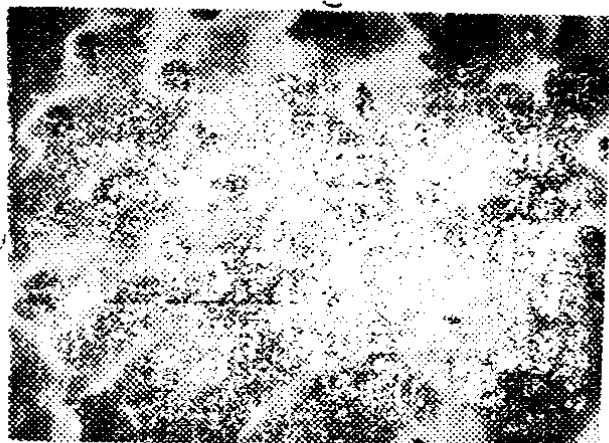


图 1—7 酸蚀牙本质的模式
（横切面）

←牙本质小管

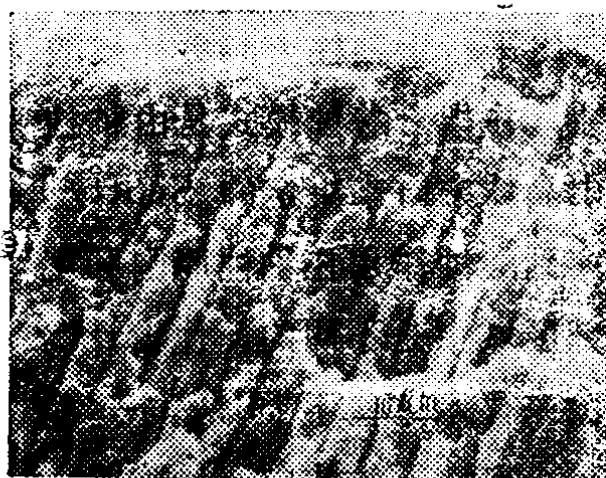


图 1—8 正常牙本质的模式
（纵切面）

←牙本质小管



图 1—9 酸蚀牙本质的模式
（纵切面）

←牙本质小管

导是相似的，指出酸蚀牙本质，牙本质小管管径增宽，管周牙本质被除去，管径由正常 $1\sim 2\mu\text{m}$ 增至 $3\sim 5\mu\text{m}$ ，呈漏斗状，增宽延伸范围 $10\sim 20\mu\text{m}$ 。Barnes 认为酸蚀牙本质机制不同于牙釉质，牙本质含有 29% 有机质和水，主要是胶原，酸蚀能溶

解牙本质小管周围无机质，使小管末端增宽，而牙本质小管内暴露的胶原则干燥和收缩。酸蚀牙本质的效果同样与牙本质小管排列方向有关，制备表面垂直于牙本质小管方向，比平行于牙本质小管方向更易酸蚀。

三、树脂渗入酸蚀牙齿情况

树脂类材料，可分为单一树脂（或称无填料树脂 unfilled Resin）和复合树脂（Composite Resin）。依其固化方式，又可分为自凝和光固化二类。早期研究着重于单一树脂渗入酸蚀釉质的观察，考虑到单一树脂粘度小，流动性好，易于渗入酸蚀釉质；反之，复合树脂粘度大，流动性差，不易渗入。随后，从临床应用简便考虑，不少学者观察复合树脂渗入酸蚀釉质情况，发现其渗入酸蚀釉质效果是相似于单一树脂的。

（一）单一树脂渗入酸蚀釉质情况：各国学者公认单一树脂可渗入酸蚀釉质，形成树脂突，与牙齿产生机械粘结力，但是报导树脂突形态和渗入深度是有差异的。作者用扫描电镜观察自凝和紫外光固化单一树脂渗入活体牙和离体牙酸蚀釉质情况，在牙齿纵切片样品上树脂突呈窄长三角形或线条状，其长度为 $8 \sim 15 \mu\text{m}$ 左右，最短的约 $4 \mu\text{m}$ ，长的约 20 余 μm 。在树脂样品上，其形态完全与酸蚀釉质模式相对应，恰好是酸蚀釉质模式的印模，有很强的立体感（图 1—10、1—11）。Pahlavan 报导树脂突呈锯齿形、杯形，锥形，其长度平均为 $7 \mu\text{m}$ 。Voss 报导垂直于釉柱方向的树脂突呈杯形或锥形，长度 $5 \sim 10 \mu\text{m}$ ，平行于釉柱方向的树脂突呈波浪状沟槽形或嵴形，长度 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ ，Jørgensen 报导全脱钙标本树脂突与酸蚀釉质的模式相对应，牙齿纵切片上树脂突长度为 $8 \sim 9 \mu\text{m}$ ，Gwinnett 报导用透射和偏振光显微镜观察，树脂突平均长度

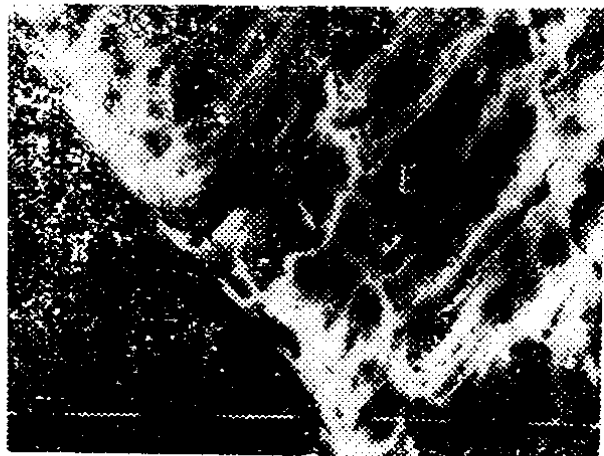


图 1—10 单一树脂渗入酸蚀牙
釉质（纵切面）

R树脂 E牙釉质 ←树脂突

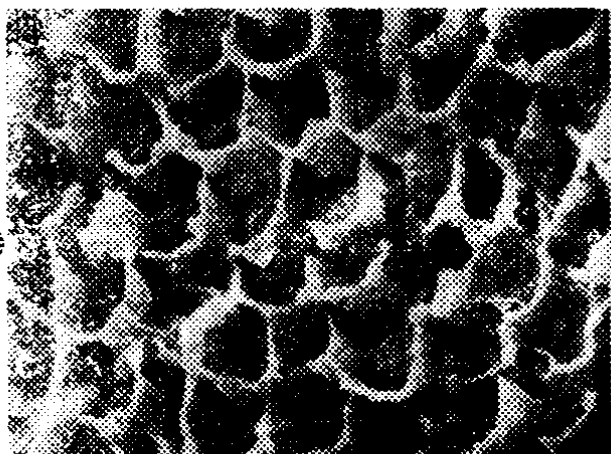


图 1—11 单一树脂 渗入酸蚀牙
釉质的树脂突全貌（树
脂样品）

为 $10\mu\text{m}$ ，在活体研究中用扫描电镜和偏振光显微镜观察树脂突平均长度为 $25\mu\text{m}$ ，偶而有 $50\mu\text{m}$ 。Dogen证明低粘度树脂突可达 $50\mu\text{m}$ 。徐恒昌报导树脂突长度 $100\sim 120\mu\text{m}$ 。Lee报导树脂突长度，自凝固化为 $120\mu\text{m}$ ，紫外线固化为 $40\mu\text{m}$ 。各学者对树脂突的形态分歧较少，而对其长度报导相差甚远。所以产生这些差异，因素是很多的，如选用牙齿不一，酸处理的品种，浓度不一，牙齿标本制备中切割部位、方向、酸蚀刻剂品种、时间不同，观察仪器不一等等，故在方法上确有改善的必要，以期更精确些。

（二）复合树脂渗入酸蚀釉质情况：复合树脂能否象单一树脂一样渗入酸蚀釉质，形成树脂突，是人们普遍关注的。因为复合树脂如能同单一树脂一样很理想的渗入，则应用中可省略涂单一树脂层，简化临床操作。有关此问题是有争论的。Dogen指出渗透到酸蚀釉质的树脂突的多寡和长度，是随着树脂粘度的减少而增加的。Draugh发现应用低粘度树脂固位力可增加50%。Hembree证实只有在应用低粘度涂层，可防止和减少边缘缝隙。而Jorgensen将低粘度单一树脂和三种复合

树脂，在人的对称前牙同一区域作实验对比，发现树脂突长度是一致的，均为 $8 \sim 9 \mu\text{m}$ 。Asumussen 提到单一树脂和复合树脂的树脂突均为 $50 \mu\text{m}$ 。作者用扫描电镜观察自凝和紫外光固化复合树脂渗入酸蚀釉质的树脂突，发现与单一树脂是相似的，牙齿纵切片样品上树脂突形态为窄长三角形或线条形，长度为 $8 \sim 15 \mu\text{m}$ ；树脂样品上树脂态形态和酸蚀釉质相对应，有很强立体感（图 1—12、1—13）。



图 1—12 复合树脂渗入酸蚀牙釉质（纵切面）

R树脂 E牙釉质 ←树脂突



图 1—13 复合树脂渗入酸蚀牙釉质的树脂突全貌（树脂样品）

为何单一和复合树脂的树脂突相似呢？从扫描电镜观察中见到，凡渗入酸蚀釉质中树脂突，均为折光一致的树脂，而没有无机填料的颗粒。故无论单一或复合树脂其渗入釉质能力，均取决于树脂的粘度。作者所采用单一和复合树脂中树脂成分相似的，因而二者树脂突也就相近似了。Jørgensen、Asmussen 均提出过类似见解，认为复合树脂的树脂突是不含无机填料颗粒的，因此渗入酸蚀釉质不取决于复合树脂的粘度，而取决于其中树脂成分的粘度。

（三）树脂渗入酸蚀牙本质情况：作者用扫描电镜观察单一和复合树脂渗入活体牙和离体牙酸蚀牙本质的情况，发现二

类树脂渗入情况是相似的，而和体牙和离体牙图象有明显差异。活体牙的树脂样品上可清晰见到树脂突的全貌，其形态和酸蚀牙本质小管管径相对应，呈圆管状线条，立体感强，约长 $10\sim 20\mu\text{m}$ （图1—14、1—15）。离体牙的树脂样品上也可



图1—14 单一树脂渗入酸蚀牙
本质的树脂突全貌
（活体牙）



图1—15 复合树脂渗入酸蚀牙
本质的树脂突全貌
（活体牙）

清晰见到树脂突，低倍放大呈密集管状线条，层次重叠不够清晰，其最长长度约 $400\mu\text{m}$ 左右，高倍放大层次分明，立体感强，呈圆管状线条，与牙本质小管吻合（图1—16、1—17）。



图1—16 单一树脂渗入酸蚀牙
本质的树脂突全貌（离
体牙） $\times 100$



图1—17 复合树脂渗入酸蚀牙
本质的树脂突全貌（离
体牙） $\times 2500$

活体牙和离体牙牙齿纵切片样品上均可见到树脂渗入牙本质，形成树脂突。由于样品制备缘故，树脂和牙本质分离，此时反而可更清晰见到与树脂相连的树脂突，脱离了酸蚀牙本质；而部分断裂树脂突仍在酸蚀牙本质中（图1—18、1—19）。

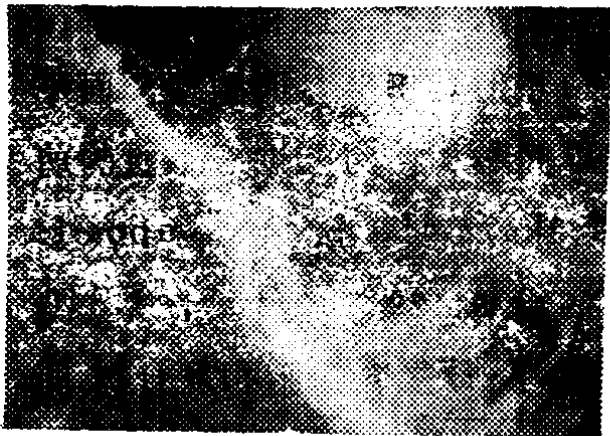


图1—18 单一树脂渗入酸蚀牙本质（纵切面、活体牙）

图1—19 复合树脂渗入酸蚀牙本质（纵切面、离体牙）

R. 树脂 D. 牙本质 ←树脂突

R. 树脂 D. 牙本质 ←树脂突

Nordenvall曾用五种单一树脂作活体牙酸蚀牙本质渗透试验，37%磷酸蚀牙本质5秒钟，树脂能渗入酸蚀牙本质，形成树脂突，长度20—40 μm 。Barnes指出离体牙复合树脂渗入酸蚀牙本质中，树脂突长度达1mm。

何以活体牙和离体牙树脂渗入酸蚀牙本质，有那么显著差异呢？活体牙中牙本质含有30%有机质和水，牙本质小管中有流动的液体，虽经酸蚀，冲洗和吹干，此时牙本质小管外端液体蒸发，呈干燥空端，树脂通过毛细管作用可渗入牙本质小管，但牙本质小管外端呈干燥空端是极短的，而且牙本质小管内液体阻碍树脂渗透。相反，离体牙牙本质小管内无流动液体，经酸蚀，冲洗，干燥后，牙本质小管呈干燥空端，树脂极易渗入。