



中文版本

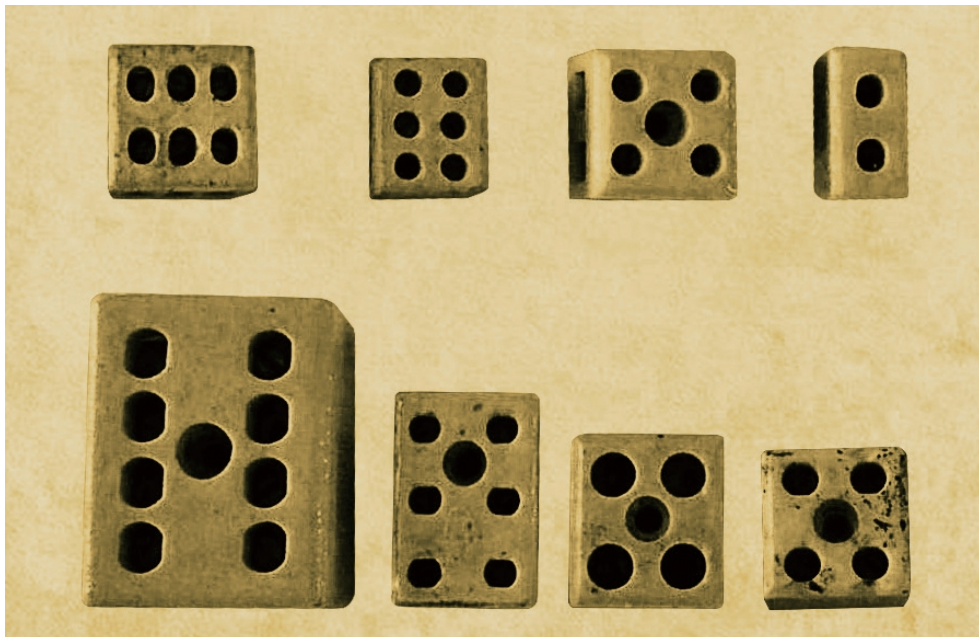


朱茂雅克

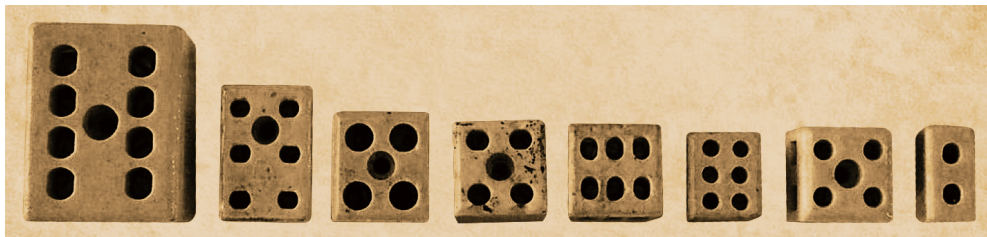
与加热相关的技术历史

第6章

陶瓷接线柱的历史



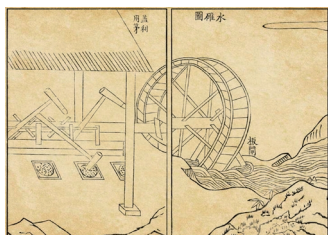
陶瓷接线柱的历史



高频瓷接线柱，1930-1950 年的 (Ultimheat 收藏)

高频瓷

硬的高频瓷，源自中国，其制造工艺已被严密地保护了几个世纪，因其具有洁白、精致、耐温和硬性等特点，使用两种特殊矿物形成，高岭土（中文为“高岭镇的粘土”，位于江西省景德镇东北部）和普通瓷。高岭土相当易碎的，而普通瓷是一种硬石头。提取成块，然后用水车和头部带有硬石头的杵锤打碎成砂砾，然后通过滚动来减少细粉末，石球跌落到旋转木桶或砂轮里。这两台机器通常通过浆轮上的瀑布进行操作。然后将粉末倒入流注的水箱中，通过沉积减少颗粒尺寸来除去杂质。最细的粉末是用于制作搪瓷。粉团，不同颗粒尺寸的混合物，然后捏合并放置于称为气球的块件中。这是“发酵”阶段，并且持续数天，在此期间面团发生化学变化。根据马可波罗的说法，中国的高频瓷制造商让发酵动作持续了好几代……



用于碾矿物质的水车和杵锤（水碓）
（《天工开物》，作者宋应星，1637 年出版）



用一头牛拖动研磨机来研磨高岭土
（1939 年，Vienam，印度支那半岛经济期刊）



传统的生产机械（水碓），生产用于制作电高频瓷的粉末（私人收藏）



传统的中国龙窑，填充口及用电高频瓷填充的方法（私人收集）



在欧洲，制造硬的高频瓷的秘诀，首先是化学家 Boeticher 在 17 世纪的最后几年在萨克森宫发现的，通过混合不同的矿石来制造耐热坩埚。它的制造立即转移到德累斯顿附近的易北河的迈森。国家的秘密，制造这种瓷器，自“萨克森州的瓷器”以来一直受到特别的控制。

然后，在 1712 年和 1722 年的两封信中，耶稣会传教士 François Xavier d'Entrecolles 描述了（有些不准确）他在中国发现的瓷器制造。

当他谈到高岭土时，这种矿石在法国是不知名的。该白粘土矿石可含有高达 80% 的高岭土，分子式 $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ，这是有效成分。特别是它的高浓度铝土使其具有高熔化温度、洁白度和硬度。但是纯高岭土几乎是不熔化的，并不是唯一的成分，欧洲的科学家将它进口进来后，却制造瓷器失败，因为他们不了解第二种的重要性。他们欠缺这块由石英和长石制成的坚硬石头“普通瓷”。

1727 年和 1729 年，M. de Réaumur，在巴黎科学院读到的两本回忆录当中，提出了这样的一种观点，不熔化的高岭土只是其中的一种成分，而第

陶瓷接线柱的历史

二种成分普通瓷则可以用作粘合剂并且通过降低熔化温度来帮助熔化。在此基础上，他成功地生产了瓷器。由于当时这两种材料在法国并不为人所知，所以这种情况仍然存在。

约 40 年后，在 1766 年，Comte de Lauragais 在学院展示了硬瓷，但不希望公开这成分。

1767 年，Darcet 博士的妻子在里摩日附近的 Saint Yrieix la Perche 偶然地发现了高岭土场。1768 年，在科学院完成材料的检查后，并于 1769 年进行了测试，于 1771 年在利摩日开始了第一批的生产。这是利穆赞瓷器工业的起源。然后 Milly 的 Nicholas Christiern De Thy 从德累斯顿带回来，在那里他能够参观许多的工厂，确切的生产程序。于 1771 年 2 月 13 日他在皇家科学院进行了详细的描述。于是，他于 1777 年编著了一本书《瓷器的艺术》。从那时起，硬瓷在法国开始生产。它是皇室特权 Sèvres 制造商所独有而被保留了下来。

1789 年的革命终结了这一特权，但高频瓷仍然局限于陶器和奢侈的装饰物。直至 1840 年在法国有了小小的发展，直至 1840 年高频瓷的生产，采用了第一台蒸汽机和用煤炭烧制来代替木材，这才真正实现了工业化。

首个用于电路： 电报和瓷绝缘子的到来

1729 年，Stephen Gray 定义了导体和绝缘子的概念。当时静电机和实验室设备要求电绝缘子。首先，玻璃被广泛使用。第一块电池也使用玻璃作为容器，并且用作绝缘子。

1855 - 1860 年电报的到来，用于支撑电报电线杆的搪瓷硬质高频瓷绝缘子的起源。其结果是陶瓷的比玻璃的更绝缘。在英格兰，象牙绝缘子进行了试验，并发现它非常适用于此用途。幸运的是，除了也被考虑的骨头绝缘子外，它们不再被推广。

早在 1860 年，电报线就使用了数以万计的高频瓷绝缘子。两年后，是成千上万。然后对电高频瓷进行了多次测试，每个生产商都有他的秘方，通常与附近现有矿石的成分有关。一般来说，它是高岭土、粘土、石英和长石的混合物，在约 1400°C 烘烤。高岭土和粘土提供了其粘性，而石英是脱脂元素。长石的熔点远低于其他成分的熔点，确保了混合物的透明化。含量基本上是 50% 的高岭土，25% 的长石，25% 的石英。优良的电绝缘子，大多数防水、耐酸，可承受大的温度变化而不开裂。其搪瓷提供一个光滑并且无孔的表面。

在 1878 年的世界博览会上，两家巴黎高频瓷绝缘子的生产商已经参加展览。

三年后，在 1881 年的巴黎国际电力展览会上，已有十几家绝缘高频瓷片的生产商，是应用于电报，但也开始出现电气了电网和电路。1888 年，高频瓷绝缘子普遍用于街道照明用的公共电线杆。

在 19 世纪末，它的使用在大多数家用电器中逐渐普及：用于灯泡的灯座、开关盒和插座、插头、加热电阻器的底座和支架、接线盒，保险丝座等。

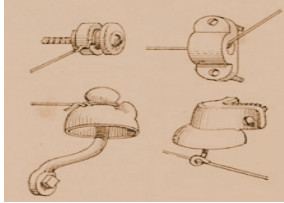
1892 年在巴黎 rue des Arquebusiers 成立，Pertus 公司开始生产用于电力的高频瓷配件。（该公司于 2004 年关闭）

在 1900 年的世界展览会上，电陶瓷以多种形式存在：绝缘件，还有绝缘瓷漆（Godin to Guise），烧结的加热棒包含导电粉末、高频瓷绝缘件（ParvilléeFrères）。

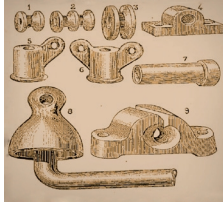
值得注意的是，Achille 和 LouisParvillée 兄弟在电阻陶瓷领域的开创性工作早在 1900 年就在德国和美国的国际技术期刊上得到了广泛的评论。他们在巴黎 Gauthey 街 26 号以及 1898 年后在 Cramoisy（瓦兹河）的新工厂

陶瓷接线柱的历史

研发的高温烧结粉末技术，产生了非常高温的碳化硅加热电阻，如 Silite，约 1913 年，Globar，约 1926 年。



1881 年用于配电和电
池底座钟电路的高频瓷
绝缘子 (Dictionnaire des
termes employés dans la
construction, Pierre Chabat)



1885 年高频瓷电绝
缘子 (La physique
moderne: l'électricité
dans la maison,
É.Hospitalier)



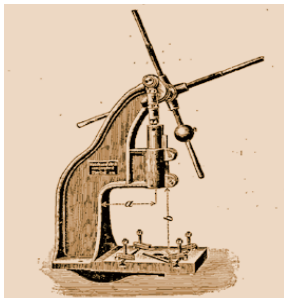
1918 Parvillée 的绝缘子和加热应用
(Revue Générale de l'électricité)

电绝缘高频瓷端子接线柱的到来

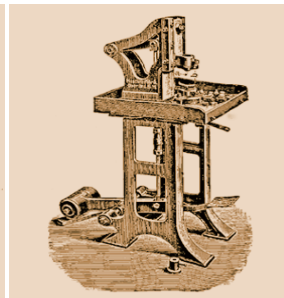
1905 年，高频瓷电气应用的增加，使竞争变得非常重要，价格急剧下降。与德国和奥地利生产商的竞争非常激烈。

在德国，小型电绝缘高频瓷的生产是通过手动冲击或踏板踩压湿的粉末压制而成的。

在法国，这项技术是由 Gardy 公司于 1890 年发明的，在阿让特伊使用钢模制造的电高频瓷。该工序包括有油和水混合物的湿的颗粒：0.2 至 0.3 份的植物油，1.0 至 1.5 份石油和 2 至 3 份油，水。在 100 份糊状物中加入 12 至 17 份该混合物。(后来这混合物被柴油所取代)。然后用手将湿粉末通过筛子过筛；将所需粉末的量放入模具中，在那里可通过冲击压力机进行压实。在更多手工制作的版本中，是通过闭合模具并用锤子敲击模具来压制这些配件。脱模后，在涂上一层搪瓷并炼制之前，将端子接线柱放置干燥数天。该方法制出了许多不合格品：由于粉末的不均匀性，放置在模具中的量的不规则性和所施加的压力的不规则性导致产生了裂缝，并且高频瓷是多孔的。鉴于这些原因，当时的电工认高频瓷是一种不好的绝缘子，只有搪瓷层是绝缘的。在 1902-1905 年，电高频瓷的绝缘特性没有得到完全的分析理解。(Watts 女士在美国陶瓷学会事务所的研究，IV, 1902, 86; La Ceramique, 1903, 第 3 页和第 19 页; Sprechaal, 1903, 第 519 页和第 557 页)。



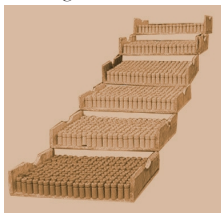
用于电高频瓷的德国电瓷
手动冲击压力机 (1905 La
Céramique Industrielle, A.
Granger, Ultimheat 博物馆)



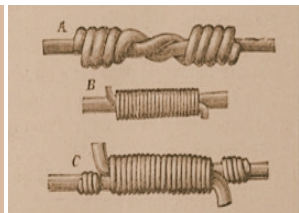
用于电高频瓷的德国脚踏板
(1905 La Céramique
Industrielle, A. Granger,
Ultimheat 博物馆)



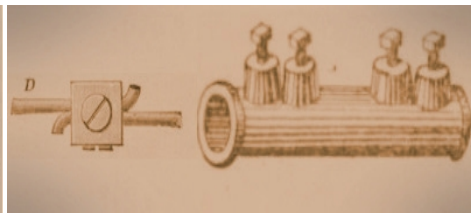
高频瓷端子接线柱手工锤子压制：手动
填充湿的颗粒 (私人收藏)。压制后电
高频瓷的干化 (私人收藏)



手工锤子压制后高频
瓷绝缘子的干化
(私人收藏)



1892 年通过绞接电线进行接合
(Manuel pratique de l'installation
de la lumière électrique.
Installations privées, 由 J.-P.
Anney 提供的)



1892 年螺丝端子
(Manuel pratique de l'installation
électrique. Installations privées, 由 J.-P. Anney 提供)

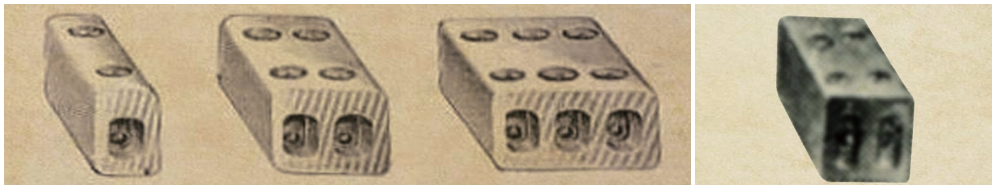
陶瓷接线柱的历史

1911年印刷了一本制作高频瓷绝缘件经常参考的书：《Les substances isolantes et les méthodes d'isolement utilisées dans l'industrie électrique》，由 Jean Escard 编著。如果作者指定电高频瓷的平均成分，其关于电阻率随温度作用而变化的数据是零碎的并且是有限的，并且还表明在建造者的思想当中，覆盖物比高频瓷的成分更重要。在开关底座、灯座和其他小型元件中，用于高频瓷的仅是3条专用线。

1919年，在巴黎，在“Comptoir des fabricants de produits réfractaires”的鼓动下，创建了一个陶瓷测试实验室。

同年，来自里摩日的装饰瓷器制造商 Frédéric Legrand 与 Mondot 公司的负责人 Jean Mondot，以及自 1905 年开始已在多尔多涅河的 Exideuil 生产家用照明高频瓷电开关的生产商一起合作。从此，协会将启动罗格朗的电气部门。1920-1930年，随着电气化的发展，将会看到电气配件行业的一个巨大发展，许多其他的制造商将会把高频瓷端子接线柱放到他们的目录书当中：Moor, Fournet, Bouchery, Samet, Pétrier, Thomson etc 等。高频瓷端子接线柱，其尺寸小，有时没有固定孔，主要用于照明网的家用布线，代替用 chattering 覆盖绞接。有些会为每个驱动器配备2个固定螺丝。

1923年12月，在巴黎附近的 Ivry-Port 为一个实验室举行了开幕仪式，该实验室用于测试能产生达100万伏特放电的绝缘陶瓷。(1923年12月12日的期刊)



1925年端子：单线，双线，三线无安装孔
(Pétrier 目录书, Ultimheat 博物馆)

1933 高频瓷接合处没有孔
(Fournet 目录书, Ultimheat 博物馆)



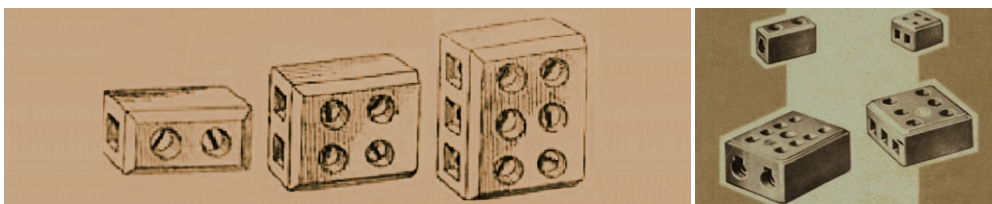
1950年带安装孔的端子
(Moor 目录书, Musée Ultimheat)

1931年接线盒及高频瓷接合端子
(Maure 目录书, Musée Ultimheat)



1933年高频瓷接合端子，带和不带安装孔
(Bouchery 目录书, Ultimheat 博物馆)

1933 高频瓷接合处没有孔
(Fournet 目录书, Ultimheat 博物馆)



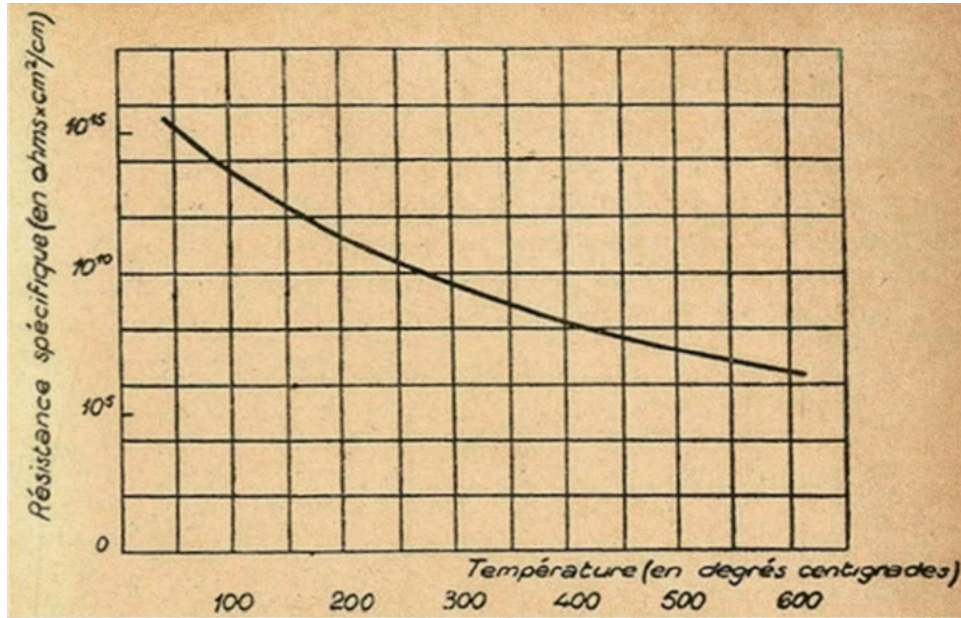
1936年高频瓷接合端子，没有安装孔
(Samet 目录书, Ultimheat 博物馆)

1963年高频瓷接合端子，带和不带安装孔
(Legrand 目录书, Musée Ultimheat)

于它们的相似性，特别是用于 Legrand 的双线系列，高频瓷端子接线柱被电工称为“多米诺骨牌”。由于它们的形状和白度，它们也被称为“方糖”。

陶瓷接线柱的历史

它们被广泛用于 20 世纪 30 年代强烈发展起来的电炉和烤箱的连接。然后出现了固定孔，可将端子接线柱组装在金属板上。但是这种新的应用，特别是用于电炉烤箱中，显示出它们的耐温性受到限制：在 150°C，随着温度的升高，高频瓷逐渐失去其介电性能。高于 300°C，它经受了化学转化，使其成为一种不良的绝缘子，特别是对于含有低百分比高岭土的电高频瓷。



根据温度 (对数曲线图), 高频瓷的电阻率以 ohms.cm/cm² 为单位的变化的。在 20° C 和 300° C 之间, 其电阻除以 10, 000 (1945 年 Matériaux électrotechniques modernes, Ultimhea 博物馆)

电导体直径和横截面的演变

section des câbles en millimètres carrés	COMPOSITION	DIAMÈTRE		C = Constitution du conducteur.												D = Ampère par °C.											
		du fil employé millimètres	des câbles millimètres	S = Section en °C.				A = Ampères totaux.				f = 20° C				f = 40° C				f = 60° C							
5,0	5 fils	1,14	3,2																								
10,0	10 —	1,14	4,0																								
19,0	19 —	1,14	5,7																								
30,0	20 —	1,14	6,9																								
35,1	19 —	1,3	6,5																								
31,4	10 —	2,0	8,8																								
34,2	11 —	2,0	8,0																								
40,7	13 —	2,0	8,6																								
44,0	14 —	2,0	8,8																								
50,2	16 —	2,0	9,4																								

1907 年电线的直径 (Agenda Dunod de l'électricité, Ultimheat 博物馆)

1933 年电线的直径 (Bouchery 目录书, Ultimheat 博物馆)

在红铜电缆生产的早期, 优选的是给出限制电线直径的范围, 电缆的截面单位为 mm², 这仅是电线直径的结果, 而不是电缆截面的基础。1910 年, 提出了一系列与现行标准相同的导体截面: 0.75mm²; 1; 1.5; 2.5; 4; 6; 10, 16; 25; 35; 50mm². (Aide-mémoire de poche de l'électricien par Ph. Picard, et A. David)

但是这种标准化的尝试并没有持续下去, 根据他们的制造要求, 电缆制造商固定了横截面。在 1933 年的 Bouchery 目录书中, 回答了第 137 期刊中所提及的关于 “Union des Syndicats de l'Electricité” 的规格,

它不再是该系列中作为参考的部分, 而是导体的直径, 已制定以 10 为分母, 单位为 mm 的数值: 7/10; 9/10; 12; 10; 16; 10.20 / 10; 25/10; 30/10; 34/10 等。

在 1954 年, 标准化的开始是根据出现在用于电线导体的以 mm² 为单位的截面: 5.5mm²; 8mm²; 10mm²; 14mm²; 18mm²; 22mm²; 30mm²; 40mm²; 50mm² 等, 但是刚性导体线经常是以 10 为分母, 单位为 mm 的数值给出: 12/10; 16/1; 20/10, 25/10; 31.5 / 10。

1963 年, Legrand 仍然给出关于其高频瓷端子接线柱的以下的关系:

陶瓷接线柱的历史

直径 2.5 用于 3mm^2 的导体
直径 3.5 用于 5.5mm^2 的导体
直径 4.5 用于 10mm^2 的导体
直径 5.5 用于 18mm^2 的导体
直径 8.5 用于 40mm^2 的导体
直径 9.5 用于 50mm^2 的导体

1983 年，电线的截面已标准化， 3mm^2 变为 2.5mm^2 ， 5.5mm^2 变为 6mm^2 ， 18mm^2 变为 16mm^2 ， 40mm^2 变为 35mm^2 。并且创建了 4mm^2 和 25mm^2 。

目前，IEC 60228 标准定义了电缆中导体的标准尺寸。

滑石

滑石以许多名字而闻名

- 以 ollare 石或 potstone 为名，（来自拉丁语“ollarius”：用于制作陶盆），因为它的颗粒细度，它有少许硬度，其对火的不变性，可在盆和大锅周围转动。目前使用它的艺术家仍然懂得这个特性，因为它柔软并且易于雕刻。

- 以云母为名，用于其接触柔软的粉末的版本。

- 以滑石为名，描述其火 - 硬化的版本。在这种形式中，Johann Heinrich Pott¹ 描述了在 1700 年前，Fichtelberg 山的居民通过用火烤来硬化这石头，使其处于抛光状态以制作小球、按钮，并在纽伦堡装满运货马车发送，(1) "Lithogéognosie, ou Examen chymique des pierres et des terres en général et du talc, de la topaze et de la stéatite en particulier". 1753 年法国版本。

在 19 世纪初，它被用于制造浮雕宝石和其他装饰物。

但是，纽伦堡地区的工业家们早在 1854 年至 1855 年就利用这种矿物的特性，为新的应用在烹饪后提供了一种坚硬并且耐热的陶瓷：燃气炉。主要的供应商是来自纽伦堡的 Johan Von Schwarz 和 Jean Stadelmann，他们都是当时唯一已知的滑石矿的主要所有者。他们被归类成一个名为“燃气炉”联盟，包括纽伦堡的 6 个生产商，加上 Lauboeck 和巴伐利亚的 Hitpert de Wunsiedel。

早在 1856 年 1 月，Johan Von Schwarz 对关于硬化滑石和硅酸盐铝土的方法在法国申请了专利。

40 年来，滑石并没有找到其他的工业机会。约 1894 年，乙炔照明开始发展，不利于产生非常热的火焰，破坏了燃烧器的喷嘴。在 1900 年的世界博览会上，一位巴黎工程师 Louis M. Bullier 凭借其在 1895 年 3 月获得专利的滑石气体乙炔气体喷嘴赢得了一枚金牌。（Henri Moissan 的合作伙伴 Louis Bullier 参与了第一台电炉的生产，该电炉是用于电石的生产并且已发明，除了用于生产电石的工业方法之外，还发明了用于乙炔照明的第一个功能性火炉喷嘴）。

鲜为人知的是，除了这种应用之外，在 1955 年在工业陶瓷教授 A. Granger 的课程中仅在回忆录中提到了滑石。它最近在电热和照明方面的应用仍然是太有限了并且是最新的。

不久之后，大约在 1907 年，“Société Française d'Articles en Stéatite”，10 place des Vosges，也开始了制造用于电热应用的配件。

汽车火花塞绝缘子和电加热用的高温绝缘子提供了新的机会。

为了在这个新的急速发展的市场进行自我介绍，1908 年，国内高频瓷制造商 Philipp Rosenthal & Co. AG 获得了位于 Marktredwitz 的 Thomaswerke 工厂，开始了其对电技术高频瓷的活动。

1911 年 Jean Escard (*) 视皂石为一种良好的绝缘子，它仅在电绝缘板和火花塞中使用了很短的时间，但不是它原始的形状，易于加工滑石，但

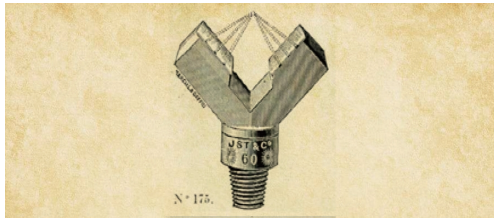
陶瓷接线柱的历史

机械强度有限，不如高频瓷和大理石。其在高温烤制成形的使用，就像高频瓷一样，很明显地他并不知道。（*：电气行业使用的绝缘物质和绝缘方法）

由于其技术的进步和来自其矿山的皂石的质量，直至 1914 年德国纽伦堡工会保持了近乎全球的垄断并控制了滑石配件、燃烧器喷嘴、汽车火花塞绝缘子和耐热绝缘子的生产价格。

对第一次世界大战的封锁加剧了对德国以外的矿石的搜索，并结束了垄断，但德国生产商的大堂保持完整，并为德国在电子技术陶瓷行业的发展做出了贡献。

1921 年，Rosenthal 开始与 AEG 制造商合作，是关于技术高频瓷的生产，1936 年，两人共同创建了 Rosenthal Isolatoren GmbH，成为该领域的主要参与者之一。



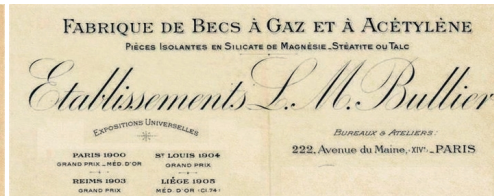
SSadelmann 的气体燃烧器的头部是用滑石制成的 (1906 年，目录书 des becs Hella, Ultimheat 博物馆)



纽伦堡 Jean Stadelmann 巴黎办事处 (1908 年的信头, Ultimheat 博物馆)



Pertus 的电热滑石 (Ultimheat 博物馆)



1912 年 L.M. Bullier, 巴黎, 绝缘滑石配件 (信头, Ultimheat 博物馆)

1916 年 11 月 21 日，由于封锁剥夺了法国汽车火花塞所需的德国滑石，它们成为了一个重要的军用零件。工业家 Jules-Edouard Delaunay, 88, boulevard du Port-Royal 和化学家 Georges-Louis Dimitri, 7, Victor Considérant, 从法国获取，专利号为 505.386，用于制造压缩的滑石。该专利于 1918 年 7 月 16 日瞬间完成，号码为 498.015。该材料很快被认为是汽车火花塞的完美绝缘子，也是用于燃气照明的加热器和燃烧器喷嘴。它主要由 61.8% 的二氧化硅、28.1% 的氧化镁和 5.1% 的铝土组成。它结合了硬度、在高温和高频下的电绝缘以及耐高温性。

1919 年成立了一家竞争公司“工业滑石，Ets E. Robert and Co.”位于 Montreuil-sous-Bois，专门从事电热设备的压缩绝缘配件的生产。

Jules-Edouard Delaunay 和 Georges-Louis Dimitri 于 1920 年 8 月 3 日申请了 Isolantite 商标，并且由于战争期间与美国实业家 Major De Caplane 的密切关系，还成立了美国 Isolantite 公司，几年后，在急速发展的无线电行业中成为美国最大的陶瓷绝缘专家。

1927 年 10 月 18 日，随着 Isolantite 的成功，在巴黎的 52, boulevard Garibaldi 创建了 S.A. L'Isolantite。

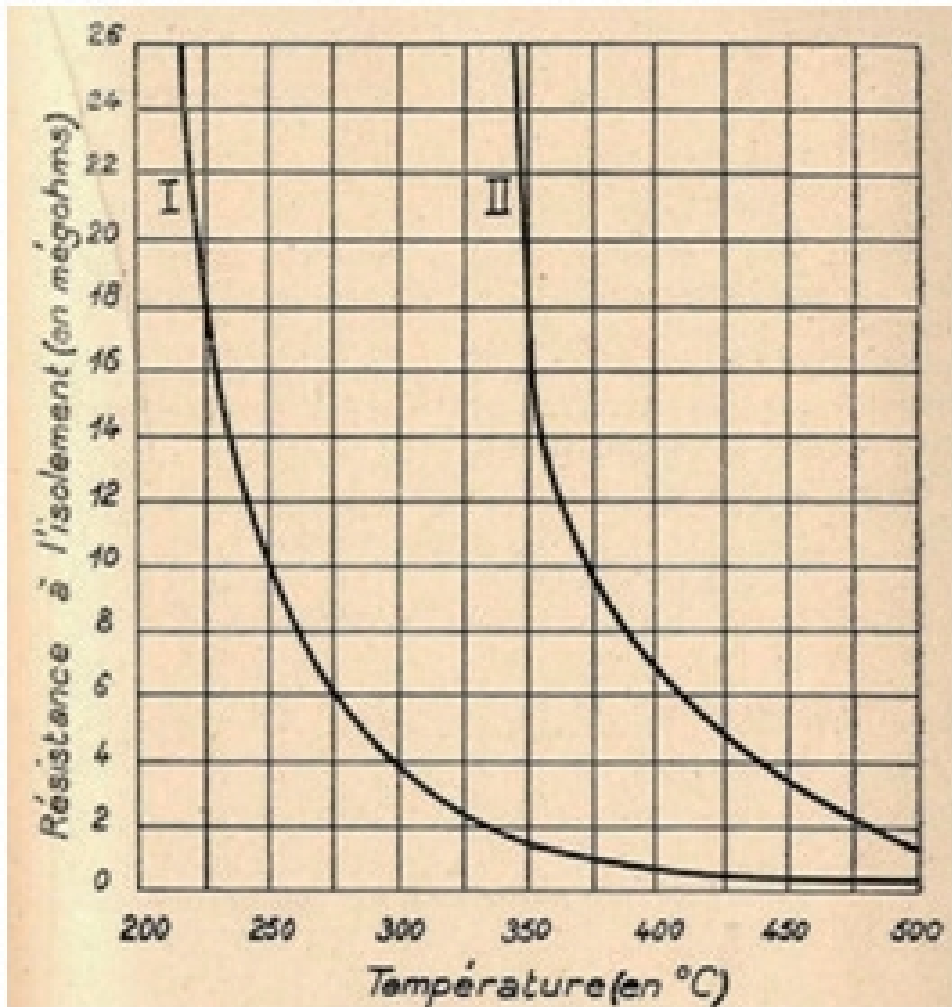
在 1925 年至 1930 年间，德国的滑石和工业的高频瓷行业掌握在一个主要群体中：“Steatit-Magnesia AG” (Stemag AG) 于 1921 年在巴伐利亚佩格尼茨的劳夫附近的 Hollenbrunn 成立，传统的陶瓷和滑石中心。该公司在欧洲的发展中，于 1928 年掌控位于伍斯特郡 Stourport-on-Severn 的英格兰滑厂和高频瓷产品公司。

在法国，该集团在巴黎的 206 rue Lafayette 成立了 Steatit-Magnesia 工厂。1970 年，该集团加入了 AEG，然后于 1971 年与 Rosenthal 一起成为

陶瓷接线柱的历史

Rosenthal Stomag Technische Keramik GmbH。

在欧洲和美国，1930 - 1940 年间开发了许多类型的具有各种特性的电工陶瓷，其中我们可以提到：Sinterkorund, Isomar, Pyranite, Pyrodur, Calite, Calan, Frequenta, Ardostan, Sipa, Condensa, Kérafar, Rheostite, Calodure, Aloska, Morganite, Global 每家技术陶瓷的制造商都给出了一种产品的名称。法国公司 L. Desmarquest et Cie 自 19 世纪初开始专注于带有高比例的铝土陶瓷坩埚，开始以 Ohmolithe 品牌生产耐热绝缘子。



1945 年在高频瓷 (I) 和滑石 (II) 之间的绝缘电阻变化，在相同的样板上进行测量 (1945 Matériaux électrotechniques modernes, Ultimheat 博物馆)

经第二次世界大战之后，由于缺乏燃料，加热以及特别是烹饪方面优先考虑电力，滑石将成为高温首选的电气绝缘材料。耐热和耐机械性，(振动和冲击)，在高温（高达 600°C）下仍保持良好的绝缘性能，它将继续用于火花塞、开关设备、加热元件、铁路散热器、液体加热器、加热开关、绝缘珠、电炉连接器基座等的一大系列的电气工业应用。

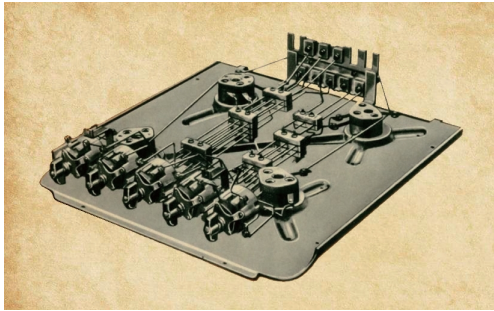
它顺理成章地被选择用于制造接线端子以承受 250-300°C 以上的温度。

在 1949 年 Arthur Martin 电炉目录书中，人们可以看到使用了数十个滑石配件。

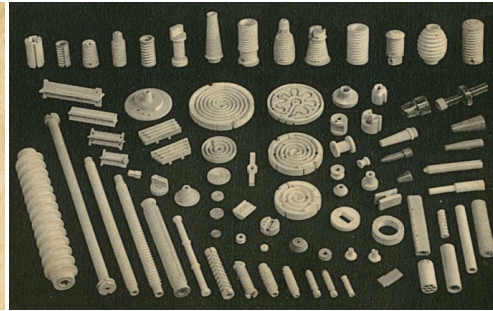
在某些可能会出现由水分凝结引起灰尘的应用当中，有时会上釉。

根据火炉所用的大气的类型，它可以是白色的(减少空气)或黄色的(氧化气)。

陶瓷接线柱的历史



Arthur Martin 电炉顶部的电线（1949 年的目录书，Ultimheat 博物馆）。滑石和高频瓷在绝缘件中是无所不在的



1938 年用于电热的滑石绝缘配件（1938 目录书 La Stéatite industrielle, Ultimheat 博物馆）

陶瓷压铸件的自动操作

1930 年，美国 Isolantite 开始通过改良药片压制机来自动化操作滑石的压缩成型（James Millen, 1937 年 8 月，QST 杂志发布的第 65 页）。

在 20 世纪 60 年代早期，P.O. Brobosky 在俄罗斯发明了一种新的滑石注射成型的，以及常用的陶瓷技术，称为低压注射。（P. O. Gribovsky: '热铸陶瓷产品'，1961 年，莫斯科列宁格勒，GosEnergoIzdat）。

注射成型技术依赖于陶瓷混合物的性能，配备有用特定的聚合物粘合剂并且加热到一定的温度有成型粘土的稠度，并在压力下流入金属模具中。当配件在模具中冷却时，它凝固了，然后可以脱模和烧制。然后在烧制过程中使粘合剂蒸发。在 20 世纪 70 年代，开发了两种主要的注射成型的方法。它们的主要区别在于临时粘合剂的类型和施加的相关压力。由于这些差异，在用于成型的陶瓷配件的设备和用于去除粘合剂的工艺之间存在有差别。第一种方法，称为高压注射成型，依赖于使用热塑性有机化合物，其在 150 至 300°C 的温度下变为流体（聚丙烯，聚苯乙烯）。在这种情况下，陶瓷粉末在其熔化、冷却及切成颗粒的温度范围内使用该粘合剂使其成为可塑体。然后将这些小颗粒加热并引入注射机中。在均匀的高压下（5-70MPa）在金属模具中压制成型。脱模后，在随后的烧制过程中使制成的配件能经受粘合剂的燃烧。

另一种方法，被称为低压注射成型，依赖于热塑性有机化合物的使用，其在相对低的温度下变为约 60-70°C 的流体。该粘合剂的主要成分是硬石蜡，在这种低温下熔化。因为硬石蜡基底的陶瓷聚合物的成份在相当低的温度下具有相当低的粘度和良好的流动性，非常柔软并且有可塑性，这些组合物仅需要低压力（0.2-0.7MPa）。在这种情况下，将陶瓷粉末混合，用硬石蜡粘合剂在 60-70°C 进行塑化，并将制备好的组合物注入金属模具中。当模具冷却时，配件被射出。接着硬石蜡在高温的烤箱汽化，然后烧制陶瓷。

用于通过低压注射成型的陶瓷配件的特殊自动机的制造商诞生于 70 年代。最古老的似乎是 1978 年美国 Peltsman 公司。这些方法彻底改变了陶瓷技术零件的生产。

热固塑料和热塑性塑料的出现

20 世纪 30 年代热固塑料的出现，允许通过热压制造许多电工部件，但没有取代端子接线柱中的陶瓷。在其 1932 年的目录书中，它将自己描述为“目前仅一家法国的公司生产一套小型的设备 Bakelite”，Maure 公司仅将 Bakelite 用于盖子和盒子，并保留用于端子基座和支撑的陶瓷。

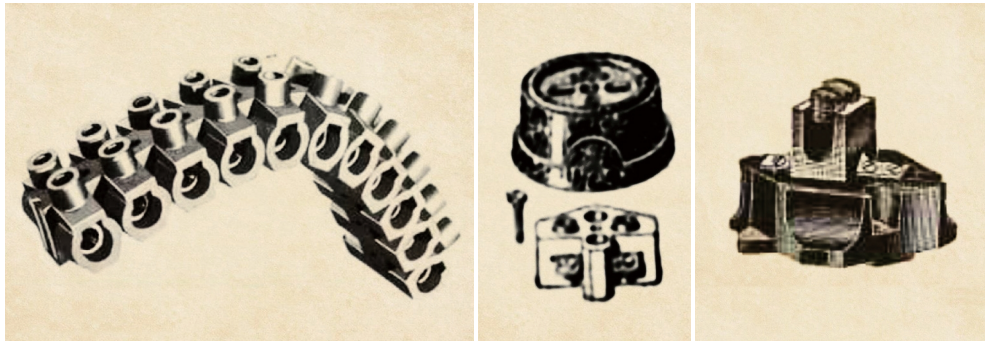
但是，对于所有的结构元件来说，Bakelite 是小型电器的革命。

“在过去的二十年中，电气工程中使用的或可用材料的倍增使得工程师很难了解它们的所有特性 ... 将所谓的塑料材料用作绝缘子或电介质，我

陶瓷接线柱的历史

们看到电工应用经历了深刻的变化”。(1945年 Matériaux électrotechniques modernes, , Ultimheat 博物馆)

热塑性塑料在约 1955 年的到来使得发明了柔性尼龙端子接线柱。但是这些材料均不允许在高于 150°C 的温度使用。

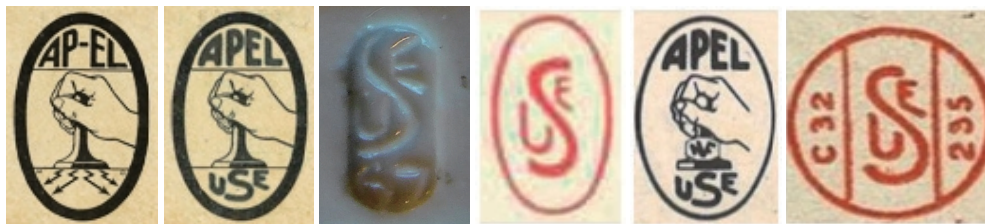


"Nylbloc" 端子接线柱
(1963 年 Legrand 目录书, Musée Ultimheat)

带高频瓷基座和酚醛塑料盖的电源插座 (1932 年 Maure 目录书, Ultimheat 博物馆)

酚醛塑料端子
(1933 Bouchery 目录书, Ultimheat 博物馆)

电气标准的发展



1926 年标记有 AP-EL (Société pour le Développement des Applications de l'Électricité)

1932 年标记有 APEL-USE (Société pour le Développement des Applications de l'Électricité et Union des syndicats de l'électricité)

约 1932 年在 Maure 高频瓷接线柱上标记有 USE

1932 年在小的电气配件上标记有 USE

1956 年标记有 APEL-USE-NF

1957 年 USE 标记印有标准号 (C32) 和生产厂商鉴别号 (295)

早在 1887 年, 在一家保险公司的鼓动下, “Journal du Gaz et de l'Electricité” 就安装电气照明的安全指令发布了第一条已知的规定。该规定明确了“电线的尺寸必须与电流成比例, 该电流必须能通过它们, 以使温度不超过 80 摄氏度, ... 电线的接合点必须在电气和机械方面要完美接合”, 但没有详述更多的内容。

1906 年 6 月 13 日在能量分配方面增加了一项附加的安全规定, 详述了通过绝缘层的电流损耗不能超过在那里流通的电流的 1 / 10,000. (对于 230V 10A 的电路, 这给出了 230kΩ 的绝缘电阻值)。

1907 年, 成立了一个电气技术标准化机构: “l'Union des syndicats de l'électricité” (U.S.E.), 在电气工业专业联盟和电厂专业联盟的倡议下成立的。该机构逐步实现设备、配件、电线和电缆的标准化。

1915 年, 内部联合品牌 UNIS-France 成立, 授予制造商保证其产品的法国原产地。

1922 年, 由巴黎的电力分配公司和巴黎地区的部门成立了“Société pour le Développement des Applications de l'Électricité (AP-EL)”, 该公司建立了第一个质量标志, 当时称为“手的标记”, 用于家用装置。但是, 它不适用于配件或小型的设备。

1925 年, 电气设备制造商联盟已创建 U.S.E 质量标记。

陶瓷接线柱的历史

它适用于小型电气设备，包括端子接线柱。由于制造商之间的竞争越来越激烈，这已经成为必要，这降低了产品的质量。

1927 年它成为 USE-APEL 标志。

这些组件的第一个标准的规定出现在 1928 年 USE 的第 67 号出版物中。“最大电流为 25 安培的小型电气设备的制定规则”。第三部分，定义了陶瓷端子接线柱的一系列规格：绝缘、带电部件的间距、分隔、端子孔直径、夹线、红铜横截面、电触点表面。

一些端子接线柱开始带有这个“USE”标记。

这些设备同时受到第 184 号出版物的管制：“为授予 USE-APEL 质量标志而设立的通用的及和私人技术法规”。

随着塑料材料的出现，USE 于 1935 年出版了第 46 号小册子“模塑绝缘子的试验方法”，该试验于 1941 年通过“塑料试验方法”进行修改和完成。用于电气施工。这些试验定义了目前标准直接衍生出来的方法和样板。

于 1938 年 U.S.E. 更名为 U.T.S.E "Union Technique des Syndicats de l'Electricité"

1939 年出现了归属于 Afnor 的质量标志 NF，它仅在第二次世界大战后才生效。然后 APEL 在其徽标上添加 NF 标记。

1947 年，"Union Technique des Syndicats de l'Electricité" 变成 "Union Technique de l'Electricité (UTE)"。配件用的 USE 标识没变。

1951 年，红铜电导体的尺寸由标准 NF C19 使其标准化，小型设备的结构规定通过第 67 号通告规范化，国内设施按规则 USE 11 和第 11 号通告标准化。

1957 年，标准 NF C11 在家用装置中有注明，导体的接合点和引出最好用螺丝连接装置或等同物制成，试图以这种方式终止用“Chatterton 带”覆盖的粘接，这种接合被广泛使用的。当它们在 20 世纪 70 年代初首次出现时，家用电器的国际电气安全标准（IEC 60730 和 IEC 60335 系列）明确区分了陶瓷和热塑性塑料以及热固绝缘子，给陶瓷提供了最佳的绝缘特性，包括 600 以上的 CTI，并且许多测试豁免。它们还给出了内部黄铜配件 (210°C)，镀镍黄铜 (185°C)，镀镍钢 (400°C) 和不锈钢 (400°C) 的上限温度。它们最近的演变更有利于陶瓷。

1990 年出现了最新的电气端子接线柱标准：IEC (EN) 60998，特别是第 2 部分，“家用和类似用途的低压电路连接装置 - 第 2-1 部分：用于 16mm² 的安全装置的特殊要求”。使用螺丝夹紧装置作为单独的配件连接。此标准特别重新定义了几项关键参数：

1/- 根据电流，通过焦耳效应 (45°C) 对端子进行最大的加热。

2/ - 根据通路截面的电流测试，可在某些制造商的端子接线柱找到。(24mm 适用于 2.5mm²，32A 适用于 4mm²，41A 适用于 6mm²，57A 适用于 10mm²，76A 适用于 16mm²，101A 适用于 25mm²)。

3/- 泄漏线及在空气中的距离，其对于 > 250 并 ≤450V 的电压为 4mm，对于 > 450 并 ≤750V 的电压为 6mm。这些距离应用于不同的极性导体、导体和安装支架以及覆盖端子的可用的金属盒之间。

4/- 绝缘隔离的最小值必须大于 5MΩ，

5/ - 介电测试电压的数值为 1 分钟，对于设计用于从 > 250 至 ≤450V 操作的端子接线柱必须为 2500V，而用于从 > 450 至 ≤750V 操作的端子接线柱是 3000V。

对于截面大于 35mm² 的，它由 IEC (EN) 60999 补充。

用于端子接线柱的第二个参考标准同时出现：EN 60947-7-1 标准于 1989 年首次发布，现在是 2009 年 8 月的版本，其描述了工业应用中红铜导体的端子接线柱。它包含了上述标准的一大部分，但包含了一项特别的条款，就是在端子处限定了 3.2mV 的最小电压下降，用于强度等于在最高

陶瓷接线柱的历史

温度条件的最大测试强度的 1/10。

对于 6mm² 的端子和 4.1A 的电流，这对应于例如 0.78 毫欧正常状态的电阻。对于 50mm² 的端子，在 15A 的电流下，该电阻变为 0.21 毫欧。

如果端子接线柱在高温下工作，此该规格是至关重要的。

在这标准当中，不存在空气距离和 450V 爬电距离的临界值。临界值为 250V，400V 和 600V。

这两项标准中，除了 T 标记后跟随一个温度之外，在常规操作的端子接线柱的最高环境温度为 40°C，也没有任何预测的温度等级高于 200°C，了解这些是有好处的。

陶瓷标准

早在 1900 年，除了滑石之外，德国工业已经开始开发含有高百分比铝土的高温陶瓷（1900 Quincke，用于非常高温度的陶瓷绝缘子。XL，第 101-102 页）。

如果第一次世界大战结束了德国技术陶瓷的出口，那么这个行业的发展很快就使德国成为世界领先的生产商。因此，从逻辑上讲，这个国家是第一个为技术陶瓷的成分和特性制定标准的国家。

1974 年出现了德国标准 VDE 0335-1（DIN 40685-1）：陶瓷绝缘材料规格、分类、限制、类型。

根据其普遍的组成及其绝缘特性，陶瓷分为几类。特别是温度电阻率的演变已明确定义了。

1997 年，此德国标准在 IEC 60672-3 标准中采用：陶瓷及玻璃绝缘子，材料的规格。