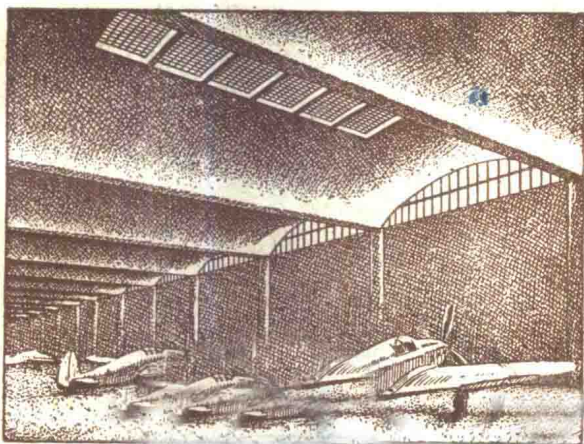


鋼筋混凝土

A. B. 丘伊柯 著



國防工業出版社

鋼筋混凝土

技術科學碩士 A.B.丘伊柯 著

王一坐 馬成沂 譯

國防工業出版社

內 容 簡 介

本書一般地介紹了混凝土及鋼筋混凝土的種類、特性、製造方法及發展歷史等等。最後一章還敘述了鋼筋混凝土作為原子防護器材的作用。

本書以通俗形式寫成，可供建築工作者及有關隊人員參考。

А.В.Чуйко

ЖЕЛЕЗОБЕТОН

Военное издательство

Министерства Обороны Союза ССР

Москва 1956

本書係根據蘇聯國防部軍事出版社

一九五六年俄文版譯出

鋼 筋 混 凝 土

[蘇] 丘伊柯 著

王一生、馬成沂 譯

*

國防工業出版社出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第 074 號

北京新中印刷廠印刷 新華書店發行

*

787×1092 1/32 • 41/4 印張 • 89,770 字

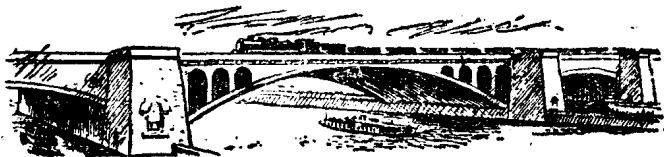
一九五七年三月第一版

一九五七年三月北京第一次印刷

印數：1—5,550 冊 定價：(10) 0.60 元

目 录

序 言	1
第一章 混凝土是什么?	8
§ 1. 人造石	8
§ 2. 怎样制造水泥?	13
§ 3. 胶粉	18
§ 4. 水泥有那几种?	21
§ 5. 混凝土的特性	27
第二章 混凝土有那几种?	31
§ 1. 重混凝土和輕混凝土	31
§ 2. 泡沫混凝土	36
§ 3. 加气混凝土	40
第三章 钢筋混凝土	41
§ 1. 钢筋混凝土的产生和发展史	41
§ 2. 钢筋混凝土的特性	50
§ 3. 钢筋	53
§ 4. 钢筋混凝土结构的配筋	59
§ 5. 什么地方使用钢筋混凝土	66
§ 6. 钢筋混凝土的“外科医疗”	81
第四章 怎样制造混凝土和钢筋混凝土	83
§ 1. 强度的配方	83
§ 2. 混凝土的誕生	88
§ 3. 混凝土的澆捣	92
§ 4. 在钢筋混凝土制件工厂里	104
§ 5. 怎样加固混凝土表面	109
§ 6. 水中澆灌混凝土	115
第五章 应用混凝土及钢筋混凝土 作为对原子的防护器材	119
§ 1. 原子爆炸	119
§ 2. 混凝土和对原子的防护	121
§ 3. 应用混凝土作为“生物”防护	125
結 語	128



序 言

鋼筋混凝土是我們这个时代里采用最广的建筑材料之一。

在軍事工程中，用鋼筋混凝土建造各种火力建築物（机关槍和大炮的火力堡壘）、观察崗、各种反坦克障碍物、隱避所、彈藥庫、燃料庫、給养庫、医疗室和各种掩体等等。

混凝土和其他用矿物胶結物質配制成的建筑材料不同，它在水中很好地硬化。混凝土的这种良好特性，使得能够用来建造海軍建築物：停泊設施、防波堤、船塢、灯塔等。

混凝土及鋼筋混凝土也被应用到机場建筑中。用来建造机庫、起飞着陆場、倉庫和空軍用的其他建築物。

目前，不应用这种材料的建筑領域几乎是沒有的。用混凝土和鋼筋混凝土建造高爐、馬丁爐、軋鋼机、机械錘、压力机和机床等的基础。混凝土和鋼筋混凝土也应用于貯水塔、旅客站台、貨物站台、棧桥、桥梁、运动場和游泳池等的建造方面。現在，房屋的基础、樁、柱、梁、楼梯平台、阳台、窗台板、圍牆、輸电綫和电訊綫的支柱和电杆基本上都是用鋼筋混凝土制造的。

好的道路对我们这拥有辽阔土地的国家来说是何等的重要，这一点是不必要说明的。

我们必须发展水泥混凝土道路，这是最好的道路。瀝青路——这种道路可以使用十年，而水泥混凝土路——可使用一百年。有人说：我们还没有阔气到这种地步，要进行些便宜的道路建设。正如尼·谢·赫鲁晓夫所说：价高的道路，意味着结实、坚固，应当建筑这样的道路，使人忘记它是在什么时候修筑起来的！

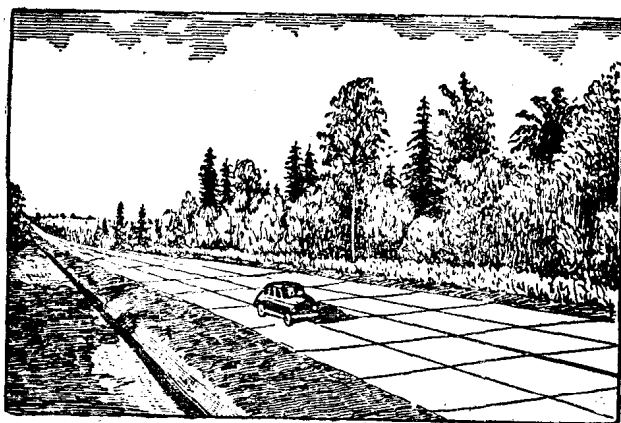


图1 铺设装配式钢筋混凝土板路面的汽车路

在道路建筑中，采用装配式钢筋混凝土板可减少筑路者受天气条件的限制，并且可得到刚一铺好平板立即就适于通车的路面。

在莫斯科和我国（苏联）其他城市中，在多层楼房的基础中用了数万立方米的钢筋混凝土。这些楼房中钢骨架的四面全是用混凝土围起来的。

在莫斯科很深的地下修筑了几十公里的地下铁道的隧

道。在地下鉄道的隧道和車站中用了大量的混凝土和鋼筋混凝土。在運輸工程中采用裝配式鋼筋混凝土橋梁、管道、柱子、枕木等等。

地面下埋有几千公里鋼筋混凝土上水和下水管道。在許多城市中，河床位于巨大的鋼筋混凝土管道中。

鋼筋混凝土也应用于矿井建筑中：建造水平和垂直坑道，修建矿井井筒上方的升降用井架，并用于制造支撐工作面的支柱和標子。

現今，甚至于能用鋼筋混凝土制造駁船和各种类型船只。桥墩、海上石油塔也用混凝土和鋼筋混凝土直接在水中建造（修建在几十米的深处）。

混凝土在水力发电站建筑中的作用非常大。在伏尔加河上——古比雪夫和斯大林格勒地区和在西伯利亚几条河流上的巨大水力发电站工程，是战后时期的重大成就。目前，国内正在建筑的水力发电站的功率，几乎比1954年初全部运行的水力发电站的功率大两倍。

为了建筑水力发电站，需要大量的混凝土。仅仅一个古比雪夫水力发电站工程就要用6百多万立方米的混凝土。那里每一小时就要摺制近千立方米的混凝土。这几乎等于1秒鐘摺制700公斤混凝土——簡直是一條“混凝土河”！

我們应当迅速、堅固和節約地进行建筑。为此，必須徹底地改善建筑事業，提高劳动生产率，全部地过渡到采用工厂条件下制造的裝配式結構和配件的工業化施工方法，把施工現場变成裝配——安裝場地，按照标准設計建筑。最通用的和最耐用的建筑材料——鋼筋混凝土，正适合于这些目的。

为了改善建筑事業，苏联共产党中央委员会和苏联部长會議責成我們在建造房屋和建筑物时要广泛地采用装配式鋼筋混凝土結構、配件和牆壁砌块。装配式鋼筋混凝土是建筑工業化的基础。采用工厂制装配式鋼筋混凝土結構和配件，是保証建筑工業高漲的重要措施之一。我們的任务就是要尽快地执行党和政府的这项指示。

在莫斯科、列宁格勒、基輔、斯維尔德洛夫斯克、諾沃西比爾斯克、卡拉岡达和其他大城市与迅速成长的城市中的一些特殊工厂里，目前正开始用装配式鋼筋混凝土制造房屋的整个部分：基础、柱子、梁、大梁、大型牆板、樓板、現成的楼梯。在施工現場只要把这些构件装配起来，房子就盖好了！

用鋼筋混凝土結構代替鋼結構，能够节省大量机器制造用的和其他方面所必需的鋼材。采用装配式鋼筋混凝土不仅能够节省鋼材，同时也能保証建筑工人劳动生产率大大提高，从而加速施工进度。

采用装配式建筑使我們更可能節約資金，節約建筑材料，提高产量，从而也增加建筑工作者們的工資。例如在单层工業厂房中如能采用鋼筋混凝土結構来代替鋼結構，則鋼材的消耗将减少一半以上，与采用整筑式混凝土相比較，則其劳动量可降低三分之二左右；而应用于住宅建筑上，則木料的需要量又可减少百分之二十到二十五。此外，鋼筋混凝土結構較鋼結構不易腐蝕，既耐久，又防火。

大型砌块建筑的造价比采用磚的建筑要降低百分之十二，而装配程度却要提高百分之三十八到八十五。采用大型砌块的建筑还可大大地提高劳动生产率：两个瓦工八小

時能砌磚牆 3.5 立方米，而在同樣的時間內，兩個安裝工能安裝大型砌塊的牆壁 25 立方米。

列寧格勒城市建設局、“羅斯托夫建築”托拉斯和其他組織的先進經驗表明，一個安裝工花費十五分鐘所安裝的一塊砌塊能夠代替大約 800 塊磚，這等於一個磚石工的日平均工作量。“馬格尼托建築”托拉斯用大型板建造四層的居住房屋約用了四個月時間。在莫斯科，莫斯科文化建設局用大型砌塊建造的学校房屋比用普通磚建造的学校房屋，在每一立方米房屋的勞動消耗量上降低了百分之三十。

在住宅建築中，裝配式鋼筋混凝土能保證房屋的高度耐久性和耐火性，同時也顯著地減少用于整築式鋼筋混凝土的腳手架和模板的木材消耗量。

在蘇聯共產黨中央委員會和蘇聯部長會議的 1954 年 8 月 19 日的著名決議之後，廣泛地開展了裝配式鋼筋混凝土製造廠和露天製造廠的建設。實質上，這就是創立現代建築工業中的一個最重要的部門——裝配式鋼筋混凝土工業。

1955 年蘇聯共產黨中央委員會和蘇聯部長會議通過了“關於建築工程進一步工業化、改善工程質量、降低工程造价措施”的決議。

蘇聯共產黨中央委員會和蘇聯部長會議在決議中指出，徹底改善建築事業的決定性條件是不斷地技術進步和建築的進一步工業化。應以廣泛發展和採用裝配式結構和配件的方法，來徹底地根絕手工業式的施工方法。建築現場應當變成安裝——裝配場地。大規模地採用裝配式結構和配件，首先是採用鋼筋混凝土結構和配件，並且與綜合

机械化施工相结合，这是缩短施工期限、急剧提高劳动生产率和降低工程造价的基本途径。

因此，批准了装配式钢筋混凝土结构和配件的生产计划：1956年生产900万立方米和1957年生产1380万立方米。

象已经讲过的那样，采用装配式钢筋混凝土结构能够大大地节省钢材和木材，减少劳动消耗和缩短施工期限。同时，在工业、水工、运输以及民用住宅等建筑实践中，直到现在主要还是采用整筑式钢筋混凝土、钢结构和木结构，而装配式钢筋混凝土结构采用得很不够。

现代的技术和先进施工与设计组织所积累的良好经验，使得在建筑中可以广泛地采用装配式钢筋混凝土结构，其中也包括预加应力钢筋结构。我们必须尽快地过渡到广泛地采用装配式钢筋混凝土骨架、桁架、梁和房屋的其他结构来代替钢制的。应当大胆地用大尺寸的钢筋混凝土、大型板制做居住、文化生活房屋和工业厂房的楼板，用轻混凝土的大型板制做房屋的屋顶，以及用装配式钢筋混凝土的装饰面和加工的梯段和平台制做楼梯。

在建造工业厂房和居住房屋时，必须采用装配式混凝土和钢筋混凝土结构的基础和地下室墙。莫斯科、列宁格勒和其他许多城市施工组织的工作经验证明，在住宅建筑中如以装配式基础代替毛石基础和毛石混凝土基础，能显著地减少劳动量并降低造价。

必须在施工中广泛地采用大型装饰面和加工的墙砌块和大型板。采用它们能显著地缩短房屋的施工期限。

苏联共产党和政府向党组织、苏维埃机关、农业机关、集体农庄、国营农场和机器拖拉机站、以及全体苏联人民提出了重大的任务——急剧地提高社会主义农业的各

个部門。

在集体农庄、国营农場和机器拖拉机站中，正在大規模地进行着建設。机械作坊、牲畜房、秣草塔和秣草溝、暖房和汽温室——所有这些全都可能采用而且也已开始采用装配式混凝土和鋼筋混凝土构件：石块、砌块、拱形剛架、大型牆板和大型隔牆板、頂盖和楼板。仅1956~1957年，根据党和政府的決議，要用装配式鋼筋混凝土建造几百万平方米的农业房屋建筑。

混凝土和鋼筋混凝土也应用于各集体农庄公用的水力发电站建設上。

現在已經确定，各种型式的鋼筋混凝土房屋和建筑物，在原子彈爆炸时要比磚和天然建筑石材造的坚固，更不必說与木建筑物相比了。混凝土能显著地减弱原子爆炸时由于原子核反应而产生的貫穿性放射，能很好地保护人們免受冲击波和光幅射的伤害。

在原子能的工业应用上，混凝土同样也用作作为原子核反应器（原子鍋爐）的“生物防护”。

什么是混凝土和鋼筋混凝土，它們的特性如何，怎样制造——我們在这本書里就来談这些問題。

我們先介紹什么是混凝土，它是用什么材料制成的，它的特性，以及混凝土有那几种。然后，我們来介紹鋼筋混凝土的产生和发展的历史、它的特性、它的应用以及如何修复受损伤的鋼筋混凝土結構。其次，我們来介紹混凝土和鋼筋混凝土的制造、混凝土工厂的工作、装配式鋼筋混凝土的生产、整筑式鋼筋混凝土結構的施工，以及混凝土的水中搗制。最后，我們来談談应用混凝土和鋼筋混凝土作为一种原子防护器材。

第一章 混凝土是什么？

§ 1. 人造石

混凝土就是人造石。混凝土是由胶結料、水和各种大小不同的石粒骨料（砂、礫石或碎石）按一定比例配成的配料經硬化而形成的。胶結料与水拌合形成膏漿，它能够将石粒互相粘結在一起，形成混凝土。在硬化之前，石粒、胶結料和水的混合物叫做混凝土配料，只是当它硬化成石体时，才叫做混凝土。

在我們这个时代里，混凝土主要是用人造矿物胶結料——水泥制成的。但除了水泥之外，也用其他矿物胶結料——石灰、石膏和粘土来制造混凝土。制造混凝土也利用有机胶結料（瀝青、焦油和各种不同的脂胶）；这些材料通常用于制造地瀝青混凝土，此种混凝土常常叫做地瀝青。

有时冬季，尤其是在我国（苏联）的北部，当建造建筑物时，采用一种所謂冰結混凝土。在这种混凝土中冻结的水——冰起着胶結料的作用。这种混凝土被称为“混凝土”只是假定的（这种混凝土中沒有胶結料，而且它仅仅是在冬季存在），所以在本書內以后我們就不去研究它了。

制造鋼筋混凝土采用水泥混凝土，也就是采用以水泥为主制成的混凝土。

某些天然石有与混凝土相似的结构。例如，砂岩、礫岩、角礫岩等就是这类的天然石。

砂岩主要由細粒砂組成；砾岩主要由較大的圓石粒——礫石和卵石組成；角砾岩主要由破碎的石粒組成。所有这些顆粒都由各种不同的天然胶結料——粘土、石灰、石膏、氧化硅等等胶合和粘結在一起的。

在天然的条件下，天然石要經過几百万年才能形成。然而用水泥制造混凝土，仅仅需要几天的時間，有时在蒸气室或在压热器中养护制造混凝土，甚至只用12~16小时。

現在用为制造現代水泥混凝土的水泥，仅是在不久以前——在十九世紀初叶才发明的。

用其他矿物胶結料制成的混凝土——人工建筑石材，很早就为人类所熟悉。大約6000年以前，在埃及就用人造石修建了尼姆薩金字塔。巴比倫的混凝土建筑物殘骸至今尚存。古希腊人和卡尔法歌人曾采用过用石灰漿制造的混凝土。在当时，用这种混凝土建造了堡壘和房屋的牆壁、蓄水池、水道和道路。

大部分是在紀元前三世紀修建的中国万里长城，也是使用人造石材建成的。

在古羅馬也使用过混凝土。羅馬人在紀元初期建成的著名的潘泰翁庙曾用了直徑40米的混凝土圓頂盖。羅馬人对于建筑物位于水中的部分利用了混凝土。其中某些部分至今尚存，例如，那坡里附近的普查渥里的防水堤（被称为卡利古日桥）及其他等。在梅克西科曾找到几千年以前建造房屋的混凝土基础。

在我們祖国的土地上，也是在很早以前就开始采用了混凝土。远在紀元前八世紀，烏拉图古国在建筑阿尔基需奇西尼利（現在的阿尔馬維爾城）时，就曾采用了混凝

土。在古俄罗斯的城市中，如在諾夫哥羅得、基輔、莫斯科、弗拉基米尔等城市中也采用过各种各样的混凝土。

建築家們在古代用什么胶結磚石呢？

起初他們用粘土制造混凝土，后来随着建筑技术的发展逐渐采用了石膏和石灰。

还是在古代的时候，建築家們就将草或稻秆与粘土拌合，他們发现用这样的配料易于做成石块，放到太阳下晒干后，就具有建造居住房屋的足够强度了。这样就做出了最简单的混凝土——粘土混凝土。就是現在，在苏联的草原地区——烏克蘭、中亚西亚还有采用这种建築材料的。往粘土中掺入切碎的稻草所得到的配料，可用为制造各种不同尺寸的石块——稻草粘土塊。

远在紀元前就會用焙燒方法开始制造人工胶結料了。最初制造成的这种胶結料是由石膏岩中制得的石膏。加有这种胶結料的混凝土叫做石膏混凝土。

就是現在在建筑中依然采用石膏混凝土。用这种混凝土制造各种不同建築配件（房簷、花飾）、包复鋼結構的防火板、隔牆用平板和牆板以及預制抹面板，并在石膏岩产量多和气候长期干燥的地区用它来制造承重牆的砌块。

后来，当人們学会焙燒石灰石和用它制造石灰之后，就开始用石灰作胶結料来制造新品种混凝土——石灰混凝土。現在石灰混凝土主要是用为鋪制地面的墊层。

但是，所有这些胶結料——粘土、石膏、石灰都有着严重的缺点。粘土遭雨很快就被泡脹，結果粘土混凝土石則受到破坏。其他胶結料——石膏和石灰在这方面來說也不算好。石膏混凝土只能在空气中硬化和強化；它怕水，遭雨就要逐漸破坏。石灰混凝土也有这样的缺点。

这就是用粘土、石膏和石灰制成的建筑材料——混凝土在过去未被广泛采用的原因。

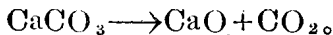
当然，在古代人们就会制造耐水的胶结料，即能在水中胶结砖石的物质。能制造这种胶结料的最早用的材料之一，是稍加焙烧的粘土——陶土制品的废料块（粘土陶器和砖的碎块）。后来，在古罗马建造水工建筑物时，曾以石灰和松散火山岩——“火山灰”的配料作为石胶。火山岩产在靠近那坡里的普查涅里附近。因此，水硬性掺料就得名“火山灰掺料”。很久以后，在西欧开始采用了其他天然水硬性掺料：粗面凝灰岩、凝灰岩、浮石、硬质硅藻土、硅藻土。

为了要了解所有这些掺料的意义，我们来研究一下石灰膏浆在硬化过程中的情况。

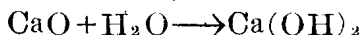
石灰石在焙烧时变成生石灰。假如焙烧过的石灰石用水冲浇，则石灰石会突然“活化”：石灰石破裂，就好象开始沸腾似的，从中有力地冲出一股热蒸汽流。因此，焙烧的石灰石叫做生石灰，有时也叫做“活石灰”。

这种现象产生的原因如下。

石灰石另名碳酸钙（ CaCO_3 ），是三种元素——钙、碳和氧的化合物。在焙烧时（于温度大约为 900°C 之下），从石灰石中散发出碳酸气（ CO_2 ），于是我们得到氧化钙（ CaO ）或生石灰：



在我们用水冲浇这种石灰（或者通常所说的熟化石灰）时，它与水起化合作用：

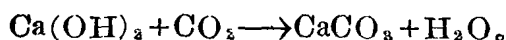


形成白色的细粉末——熟石灰，或如果当水多时，则形成

白色的石灰膏漿。

在熟化生石灰时会放出大量的热。这就是为什么这时石灰石象似在开始沸腾。

石灰膏漿在空气中硬化。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 从空气中吸取碳酸气，于是再变为 CaCO_3 ：



水在这时渐渐地蒸发。

請注意，碳酸鈣的变化过程好象环圈似的(见图 2)。

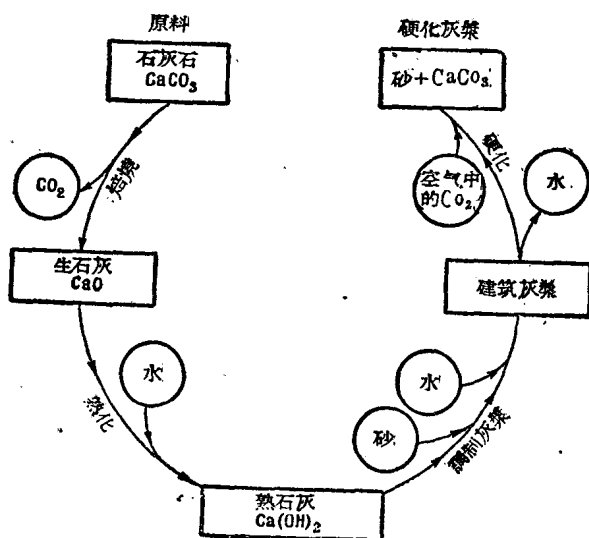


图 2 天然石灰石变成硬化石灰漿的过程图

但是，空气中的碳酸气很少（按体积计算不超过 0.04%），所以 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 变成碳酸鈣（ CaCO_3 ）的过程进行得十分緩慢。因此，甚至长时期放在空气中的石灰漿在水中也会分解的，因为大部分的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是未变的。熟石灰如再吸水，就会失去粘結性能。

但当我们往石灰中掺入某种水硬性掺料时，如掺入硬質硅藻土时，則这些物質的配料就能具有在水中硬化的能力。这种現象的产生是因为石灰与水硬性掺料化合在一起。化合結果形成不溶于水中的化合物。

但是，生石灰和陶土制品的廢料块或火山灰 掺 料 混合，也不能取得十分坚固和耐久的人造石——現代混凝土用的胶結料之前，曾經花費了很大的精力。

这种胶結料就是水泥。很長時間都認為英国人阿斯波金是发明者，但这在历史上是錯誤的。水泥是俄罗斯建筑家Е·切里也夫在前一世紀初叶所发明的。

什么是水泥呢？怎样生产水泥？水泥的特性是什么？

§ 2. 怎样制造水泥？

水泥是混凝土的主要部分。水泥的胶結能力愈高，与骨料表面胶結得愈強，混凝土也就愈加坚固。

水泥又是什么东西呢？它是怎样将骨料胶結成整体——混凝土的呢？

在許多世紀里，人們曾尽量用純石灰石来制造矿物質胶結料。但是在十八世紀初叶，俄罗斯建筑家們确定了，将粘土掺入石灰石中能使得生石灰具有在水中硬化的能力。用这种石灰石所制成的耐水胶結料，在十八世紀将它称为“西門汀”或“水門汀”（即水泥）。

但是，这种胶結物質与現今我們使用的現代水泥很少有相象之处。

在十八世紀末叶，在俄罗斯，科学院士B·M謝維尔基（1765～1826年）的創作奠定了用泥灰岩——除含石灰石