

11195

就地取材的小橋與涵洞工程

A. A. 德羅諾夫, A. H. 戈吉克, E. H. 什契利曼原著
中央人民政府交通部公路總局譯



人民交通出版社



就地取材的小橋與涵洞工程

人民交通出版社

102

土 大 系

公路技術叢書之十三

就地取材的小橋與涵洞工程

作 者 A. A. 德羅諾夫等

譯 者 中央交通部公路總局

出版者 人民交通出版社
(北京·北兵馬司·一號)

發行者 中國圖書發行公司
(全國各地)

版 面 $32 \times 840 = 102,480$ 字

1963年12月26日初版·印數1~5000冊·(1)

定價9,500元

目 錄

序	(1)
第一章 主要的建築材料及其製造	(3)
§ 1. 天然石料及人工石料	(3)
§ 2. 簡單製磚工廠中磚及窯製品的製造	(8)
§ 3. 礦物質結合料及其種類	(13)
§ 4. 石灰的製造	(15)
§ 5. 水硬石灰及羅馬水泥	(19)
§ 6. 爐渣混凝土及其製件的製造	(22)
§ 7. 乾磨和半乾磨製的粒狀高爐爐渣結合料的製造	(30)
§ 8. 所用石料及結合料的標號	(35)
§ 9. 當地材料應用示例	(37)
第二章 就地取材的小橋的式樣及構造	(41)
§10. 混合式構造的橋梁	(41)
§11. 用乾砌墩台的橋梁	(43)
§12. 石拱橋	(45)
§13. 上部構造鑄固於石橋台的橋梁	(49)
§14. 用輕型橋台的四鉸式橋	(50)
§15. 密製塊做成的橋梁欄杆	(52)
第三章 涵洞的式樣及構造	(61)
§16. 不用基礎的四鉸式圓涵	(61)
§17. 方形涵洞	(65)
§18. 石拱涵	(69)
§19. 石版涵	(71)
§20. 涵洞的洞口建築	(73)

第四章 透水路堤和漫水槽 (79)

§21. 無壓力式和壓力式的透水路堤..... (79)

§22. 與涵洞或橋梁相配合的透水路堤、漫水路堤
及漫水槽..... (82)

第五章 施工特點 (87)

§23. 建築工地..... (87)

§24. 調製砂漿的操作技術..... (91)

§25. 用當地結合料製成的砂漿..... (96)

§26. 墩台的砌築..... (96)

§27. 拱橋拱圈的砌築..... (98)

§28. 用常備模型板砌築拱圈..... (99)

§29. 不用模型板以階梯形塊砌築拱圈..... (103)

§30. 在活動模型板上用楔形塊砌築拱圈..... (109)

§31. 在活動模型板上用長方形塊石砌築拱圈的經驗..... (114)

§32. 修築鉸式涵洞的特殊條件..... (115)

參考書目 (117)

序

在蘇聯汽車公路的建設正在一年比一年加速地發展。

蘇聯共產黨第十九次代表大會關於1951—1955年蘇聯發展五年計劃的指示中預定有「修築和改建硬面的汽車路比1946—1950年大約增加百分之五十，特別是在南部地區，南高加索及波羅的海地區」。

現代建設的特點是道路結構的高質量，高級路面的採用，用永久性材料（鋼、鋼筋混凝土、石料）建築的永久式橋梁和其他人工構造物。在道路橋梁建設中更加廣泛的採用着機械化和工業化施工。建立起來了很多的機械築路站，機械化的採石場和工業性質的其他附屬生產。目前的問題是關於建立製造鋼筋混凝土上部構造桿件的綜合工廠和在地方道路施工中廣泛的推廣築路的快速流水作業法。

在共和國道路和地方道路上建築橋梁的特點就是在儘量少用金屬和熟料水泥，儘量少用鐵路運輸的條件下，在工程中廣泛地採用當地的石料和結合料以及防腐過的木料。

本書中敘述了用當地石料和結合料建築的小型橋梁和涵洞的一般技術經濟條件，構造上的答案和施工方法以及這些材料的生產技術操作方法。

本書中只講述在共和國和地方意義的道路工程中最普通的一些小型人工構造物的主要類型—橋梁、涵洞和透水路堤。

橋梁和涵洞是技術上複雜的，造價昂貴的人工構造物，其造價約佔用高級路面的道路造價的7—10%，佔土路造價達40%。涵洞和小型橋梁是最常見的人工構造物。

根據道路統計資料，按跨徑分，橋梁的分佈情況示於表1。

按跨徑分小型橋梁的分佈表

表 1

分、佈 性 質	橋 梁 的 數 量 (以百分數計)				
	總 計	跨 徑			
		3公尺以下	3~4公尺	4~5公尺	5公尺以上
按橋梁的數量	100	79.7	17.0	2.24	1.06
按長度	100	55.0	27.8	12.25	6.95

由上表可見小型橋梁佔橋梁總數的99%，佔所有橋梁長度的93%。

同時也得知小型橋梁的建築費用約佔橋梁全部建築費用的50%。

跨徑不大於五公尺的小型構造物可充分地考慮大量採用當地的建築材料，這樣就能在不使用配發材料的情況下解決整個橋梁建築的問題。

本書是根據近年來烏克蘭蘇維埃社會主義共和國部長會議公路總局道路系統所進行的試驗性工程和建設工程編寫的。

第一章

主要的建築材料及其製造

§ 1 天然石料及人工石料

天然石料

天然石料包括火成岩、沉積岩和變質岩石(砂、礫、天然石屑)。

在建築品質上最有價值的天然石料就是有明顯結晶構造的火成岩，這裡面最有名最普通的就是：(1) 火成岩—花崗岩、正長岩、輝長岩、閃長岩、拉長岩；(2) 噴出岩—安山岩、玄武岩、斑岩；(3) 變質岩，即在溫度、壓力和化學變化的作用下遭受強烈變化的岩石，例如片麻岩。沉積岩分為下列幾種：(1) 砂岩—薄層砂岩、砂質砂岩、鐵質砂岩、石英岩等；(2) 石灰岩—大理岩、普通密實的石灰岩、介殼石灰岩和多孔質石灰岩或凝灰岩等；(3) 白雲石。

火成岩在蘇聯分佈得很廣，主要的是分佈在烏克蘭、烏拉爾、卡列里、柯里斯基半島、高加索、西伯利亞東部、庫頁島等地方。

花崗岩—是良好的建築材料，強度很高，對各種不同的氣候的穩定性也很高，並且很容易加工。

比重為2.7，單位體積重量為2.6噸/立方公尺。抗壓極限強度在1200—2000公斤/平方公分之間。

變質片麻岩與花崗岩類似，但由於其層狀結構，很容易分成石板。片麻岩的機械強度並不次於花崗岩。抗壓極限強度約1700公斤/平方公分。比重2.2—2.8。

其他的火成岩及噴出岩也和花崗岩一樣，有很良好的建築品質。

沉積岩也分佈的很廣。

砂岩就是古代風化的和破壞的岩石碎屑的次生沉積岩。

砂岩的一般缺點就是加工比較困難。

除開抗壓極限強度為300—2100公斤/平方公分的堅硬砂岩外，在小型橋涵工程中值得注意的是，也可用較弱的且容易加工的砂岩，例如極限強度為200公斤/平方公分和其以下的鐵質砂岩。

石英岩是一種變質岩，其結構很像砂岩，但石英岩中的石英顆粒是由石英質結合料緊密地、直接地結合在一起的。

石英岩堅硬而耐久，但很脆，加工比較困難。

自然界中所遇見的「礫石」是一種由稜角尖銳的岩石碎屑或礦料膠結而成的砂岩。有時也可作建築之用，例如，加固工程。

石灰岩是一種方解石質砂岩的細結晶體構造，常有機械的和化學的攪合料。機械的攪合料為粘土、砂、矽酸鹽、石灰、氧化鎂；化學的攪合料為某些金屬的碳酸鹽類等。

石灰岩多為大理岩，普通的或密實的石灰岩、泥灰岩、介殼石灰岩、多孔質石灰岩或凝灰岩和白堊。

普通的或密實的石灰岩是方解石細結晶體組成的，而大部分是由不同的含粘土（粘土質石灰岩）、砂（砂質石灰岩）、矽酸（矽質石灰岩）、白雲石（白雲石灰岩）膠結攪合料的貝殼碎片組成的。

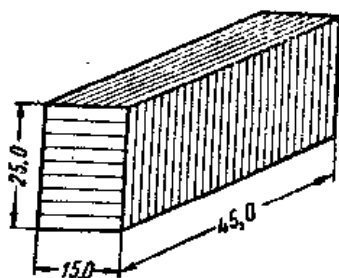
大理岩和密實石灰岩屬於抗壓極限強度很高的堅硬石料，其抗壓極限強度在900至1500公斤/平方公分之間。

介殼石灰岩和凝灰岩大多屬於中等強度和低強度的石料，其極限強度在3—10至200公斤/平方公分之間。

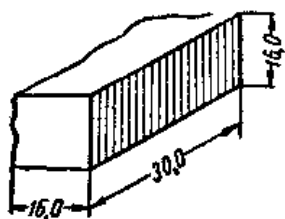
介殼石灰岩是含其他攪合料（如粘土、石英等）的天然石灰質水泥膠結的石灰質介殼組成的。

介殼石灰岩是多孔的，強度不高，單位體積重量也較小，但容易加工。

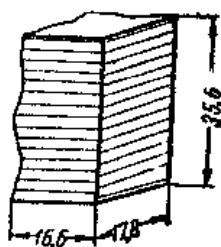
а) 莫爾達維亞方料石



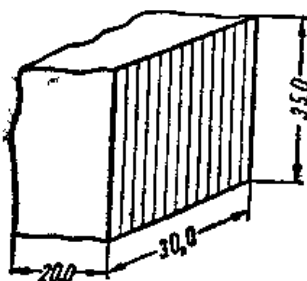
б) 阿塞爾拜疆鑿頂粗料石



細料石



в) 阿爾明尼亞鑿面料石



鑿頂料石

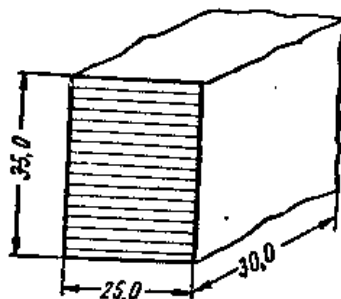


圖1. 介殼石灰岩及凝灰岩石料在工業上的分類：
а——莫爾達維亞的方料石； б——阿塞爾拜疆的鑿頂粗料石和細料石； в——阿爾明尼亞的料石

雖然介殼石灰岩是多孔的，但有若干種介殼石灰岩對風化及冰凍仍有很高的穩定性。介殼石灰岩多做成石塊廣泛地採用於房屋建築及工業建築中用以砌築牆壁，但在橋梁建築上還用得很少。用瀝青材料處治能使這種石料更堅固，更耐久。水泥抹面也能可靠地保護較弱的介殼石灰岩免受氣候的影響。

介殼石灰岩在蘇聯南部（莫爾達維亞，克里木，高加索及烏克蘭）分佈得很廣。

在莫爾達維亞，強度 25—50 號的介殼石灰岩加工做成各種尺寸（圖 1, a）的規則形狀的方料石。

在阿塞爾拜疆，25—200 號的石灰岩及介殼石灰岩加工做成規則形狀（立方體）的石料，或做成頂面及底面細鑿的粗琢料石，或做成細鑿料石（見圖 1, b）。

在克里木 25—100 號的介殼石灰岩加工做成規則形狀和不規則形狀（塊石）的料石。

在烏克蘭蘇維埃社會主義共和國南部地區出產很多 3—10 號至 200 號^①的介殼石灰岩。

應該指出在一個採料場中同一類岩石的石料標號（強度）常是參差不齊的。

多孔質石灰岩或凝灰岩是由多孔的碳酸鈣塊體在富含二氧化碳的泉水中失去鈣質而形成的。

溫泉中的凝灰岩硬度與強度都不同，抗壓強度可達 800 公斤/平方公分。

火山凝灰岩和凝灰質熔岩也屬多孔質石灰岩。

在阿爾明尼亞分佈有很多 35—200 號的凝灰質熔岩和 200—800 號的堅硬細凝灰岩，這些石料常加工做成規則形狀的料石或粗鑿頂面及底面的不規則形狀的料石。

① [建築工業] 雜誌，1950 年第 10 期。

白雲石——是一種由碳酸鈣和氧化鎂組成的含粘土質，微質，砂質等摻合料的岩石，為結晶狀和粒狀結構。它比石灰岩略硬。各種密實的白雲石，堅固而耐久；可作為當地材料和石灰岩一樣用於公路橋梁工程中。

疏鬆岩石——蠶石、砂、礫、天然石屑、浮石及粘土岩。這些岩石在公路橋梁工程中有很重大的意義。

蠶石是一種粗大的碎屑狀石，這種岩石是岩石破壞後由河川或冰川運積而成。置放於野外地面的蠶石，一般都是遭受過風化作用的。

由於蠶石形成的特殊，必須嚴格注意岩石成份及風化程度。蠶石料與本生岩一樣的應用。

蠶石在蘇聯歐洲部分分佈最廣（北部地區和白俄羅斯）。

其他的疏鬆岩石——砂、礫、天然石屑和粘土是熟知的及廣泛應用的當地材料。

天然石屑是產地的岩石風化後的，細粒的，類似碎石的產物。天然石屑或成不同厚度的風化表面層，或成距表面若干深度的間層或礦袋，或成疏鬆的碎石堆。

天然石屑的質量隨其原生岩石的性質和風化程度而異。由堅硬礦物質組成的火成岩形成足夠強度的天然石屑。在橋梁工程中，天然石屑可用作透水路堤中的透水層和防滲層，可用作在護坡工程中鋪砌層的墊層，可用作裝配式橋墩台的管式及箱式結構中的填料或混凝土中的填料，最後，亦可用作路面和基層等。

人 工 石 料

蘇聯不產石料地區在大規模建設中大多採用當地天然原料或工廠廢料在工廠中加工製成的人工石料。用以製造人工石料的最普通的天然原料就是粘土和砂，而最普通的工廠廢料就是爐渣。目前在橋梁工程中應用的有下列幾種人工石料：(1)喜製石料（磚，缸磚），由粘土

坯燒製而成；(2) 矽酸鹽磚，由石英砂與5—8%的熟石灰的混合物在大壓力下塑製，並在蒸氣爐中壓力下硬化而成；(3) 爐渣混凝土和水泥混凝土的石料；(4) 鑄製的爐渣石料，是在冶金工廠中將熔化的高爐爐渣在模型內鑄製而成。蘇聯近年來在莫斯科和耶里溫的試驗工廠鑄製石料製件，是由熔化的岩石(玄武岩和輝綠岩)在模型內鑄製而成。

此外，作為低模量的輕混凝土中的集料可採用下列的人工石料：

1. 鑄製碎塊——將粘土煅燒到熔融程度的產品，為有封閉熔孔的鑄製碎石或砂；

2. 鉛筆——全聯建築材料學院提出的，由處理石板片岩的廢品製成的產品及其他類似產品①。

下面將引叙關於用「爐渣混凝土」做成的鑄製石料和磚塊的製造技術的資料，鑄製石料和磚塊在橋梁工程中是有重要意義的。

§ 2 簡單製磚工廠中磚和鑄製品的製造

在橋涵工程中最常用的人工石料就是磚和缸磚。但是，這就需要有適於燒製的粘土和廉價的當地燃料。

除磚和缸磚外，為建築人工構造物還採用企口的楔形塊以在活動模型板上砌築拱圈(見圖68)和各種不同式樣的磚塊作橋梁的欄杆(見圖30)。這些式樣的磚塊可在任何製磚工廠中製造，因為它們的原料是跟普通磚所用的原料一樣，只是磚坯的形狀不同。

為建築地方道路上的人工構造物需要有發達的磚和其他鑄製品的生產。

目前，在集體農場的建設中簡單的製磚企業建設的最多，在這些企業裡也可以為道路工程製造鑄製品。

這種式樣的企業可以由固定的集體農莊道路工作隊的力量來建設和經營。

① K. C. 札夫烈也夫：輕混凝土大體積拱圈，莫斯科1948年版。

簡單製磚工廠有很多種類，其中最成功的一種就是有地下式磚窖的工廠，生產出來的磚有相當高的質量。

烏克蘭道路科學研究院(И. Я. 斯羅波捷尼克及 А. И. 波達連科)進行了這種工廠的詳細研究工作。

選擇製磚工廠的廠址取決於：靠近粘土採料場，保證水源，儘量靠近燃料開採地點。

工廠包括：磚窖和煙囪，煤氣發生爐，製坯機、乾燥棚、燃料倉庫和成品倉庫(圖2)。

這種工廠的生產過程包括原料的整理(採集，配料，混合)，磚坯的製造，磚坯的乾燥和煨燒。

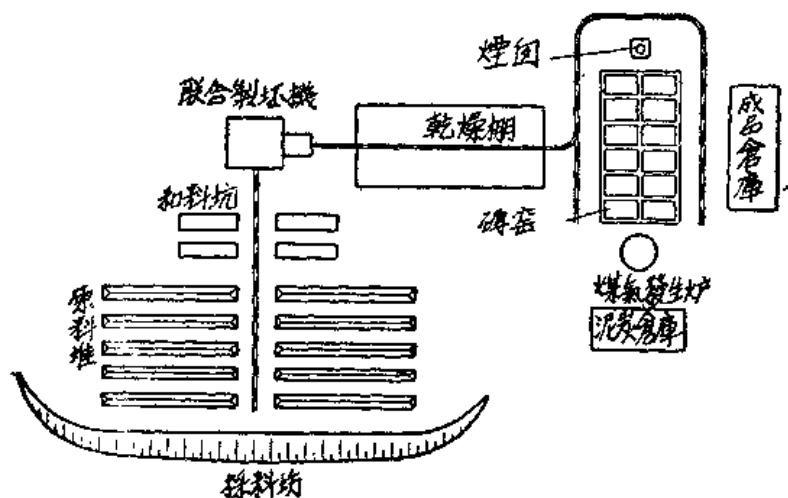


圖3. 簡單製磚工廠佈置略圖

普通在秋天從採料場採集粘土。在冬天時粘土在堆中經過霜凍的天然加工，能促使粘土碎成細粒。

在原料中除粘土外，尚加砂料，且為難燒製的粘土另加入相當的摻劑。這種混合料就叫做坯料。

然後將原料在和料坑中浸漬2—3天。

由此即將坯料用手推車運到粘土拌合機中或運到搗碎和混合用的壓製設備中去。

製造磚坯可用任何壓坯機。但最適合的是「集體農莊」牌聯合製坯機（圖3），這種製坯機是由輸送帶、粘土拌合機、帶式壓力機和切坯機組成的。

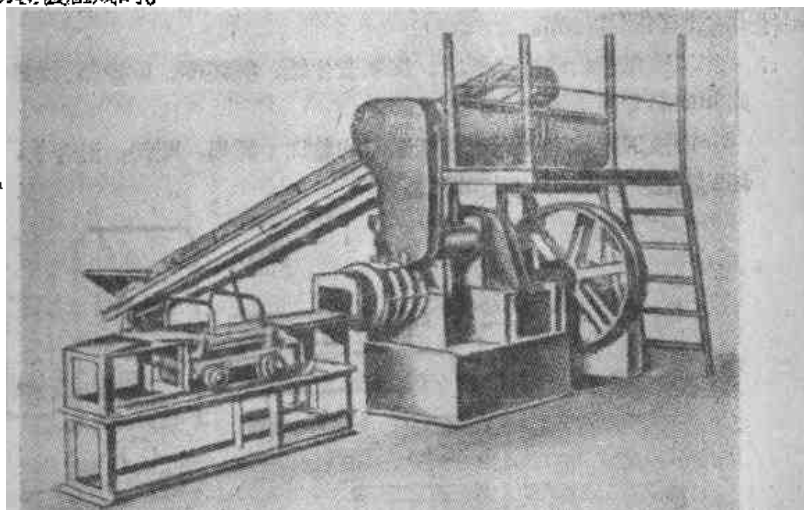


圖3. 「集體農莊」牌聯合製坯機

輸送帶將粘土運到粘土拌合機中，從這裏再將搗碎的粘土放入帶式壓力機中。從帶式壓力機用螺旋輸送機將土料運出並壓實，然後送到壓形機中，在壓形機中做成壓實的土條。土條從壓形機中出來即放在切坯機上，在切坯機上切成磚坯。欲製作一定形狀的磚塊時，可在壓力機口聯上一個相應形狀的壓形機。其餘的操作過程跟製磚的操作過程一樣。

聯合製坯機的生產率為每小時800—1200塊磚坯。發動機需要能力為20匹馬力。

磚坯切成後，即用小手推車送到乾燥棚中，擺在架上乾燥6—8天。

磚坯經過乾燥後，即從架上取下，堆置成堆，保存至煅燒時。

將磚坯從堆中取出，送到磚窖中煨燒（圖4）。磚窖是由12個小窖室組成。窖室的整個高度都埋在土中，窖牆用耐火磚襯砌（沒有耐火磚時也可用普通磚）。

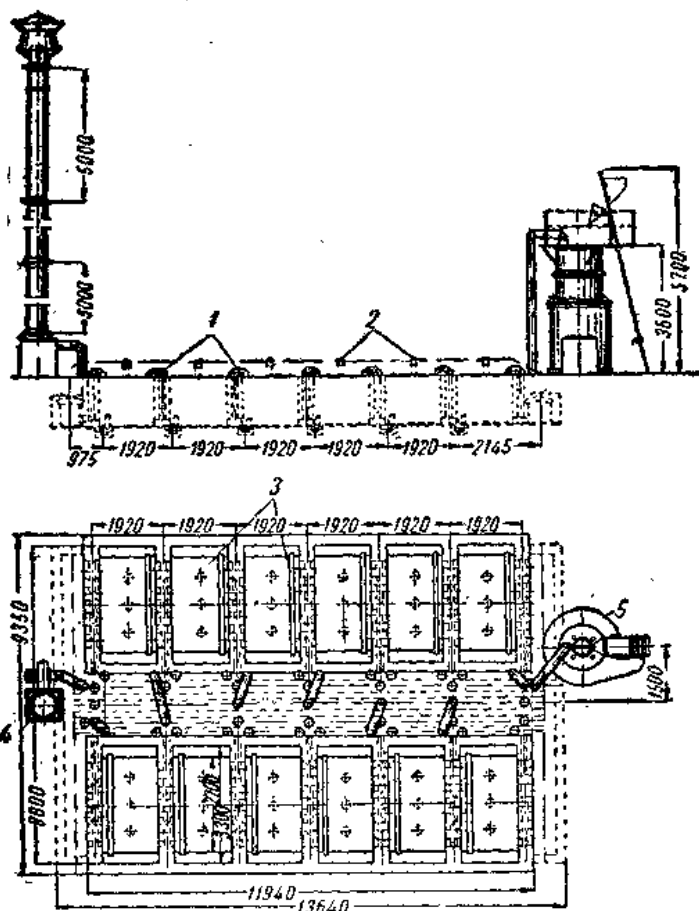


圖4. 磚窖和煤氣發生爐

- 1——連接管；2——觀察孔；3——窖；4——烟囱；
5——煤氣發生爐

煤氣經過密窖中的管道由一個密室進入另一密室。密底做成實體式的。

各小密室沿整個磚窖連有用鐵皮做的進氣管和出氣管。進氣管以鐵皮做成能彎曲的可拆卸的管子與煤氣發生爐相連接，出氣管則與煙囪相連接。

每個小密室進氣和出氣係利用可拆卸的，能彎曲的金屬管子。

在窖中磚坯堆置的形式有很多種。一般經驗採用斜行、豎置的形式，磚坯與磚坯之間距離30—50公厘。在每個小密室的各角落的磚堆中留有垂直空洞，以觀察煨燒情況。在垂直空洞上設置鑄鐵的觀察孔，並在窖頂填25公分厚乾土。

為取得煤氣，泥炭或其他燃料的氣化過程係在煤氣發生爐中進行的。

煤氣發生爐是由金屬外殼和耐火磚爐襯組成的。這種煤氣發生爐便於在工廠集中製造和運往各地。煤氣發生爐也可以做成磚牆的。

煤氣發生爐內部是一個 0.7×0.7 公尺大小的豎井，燃料的氣化就在這裏面進行。

每次密窖開始點火時，在第一個小密室內用磚坯堆置成爐竈形，約佔這密室的 $\frac{2}{3}$ 的地方；以次各小密室則按所規定的堆置形式堆置磚坯。

爐竈形磚坯堆用長火焰燃料（乾柴，枯枝）煨燒到裏面的磚開始現紅色為止（ 600° — 700° ）。然後將磚堆頂用磚封閉，塗上粘土，通入煤氣，使煤氣在爐竈形磚堆中燃燒。其他的3—4個小密室內，因這個爐竈內燃燒的煤氣而受熱和受煙燻染。

當第一個密室內磚坯溫度達到 600 — 700° ，即將煤氣通到第二個密室內。

在第一個密室內煨燒時間約12小時。煨燒最高溫度為 1150 — 1200° 。

在第二個密室煨燒完畢後，煤氣通到下面的（第三個）密室內。