

筑路工程中的水泥节约法

Φ. M. 伊万諾夫著
趙煜祥譯 黃德瑋校

人民交通出版社

筑路工程中的水泥节约法

Ф. М. 伊万诺夫著

赵煜祥译 黄德琚校

人民交通出版社

目 录

前 言	1
1. 水泥損失的原因	3
2. 水泥的运输和儲藏	8
3. 水泥的用量	17
4. 各种構造物中水泥的选择和用途	20
5. 如何选择最小水泥消耗量的混凝土成份	35
6. 混凝土混合物拌制和澆筑的技术及其对水泥消耗量 的影响	52
7. 混凝土混合物的塑化与水泥的节约	60
8. 作为水泥节约剂的在工地上制造的細磨添料	64
9. 水泥的湿磨和补磨	75
10. 增加構造物的耐久性是一种节约水泥的方法	85
11. 节约水泥的各种措施	87
12. 水泥消耗的定額	95
13. 对施工中水泥合理消耗的監督	98
附 录	100



前 言

苏联的水泥工业在繼續迅速地發展着。仅在最近的一个五年計劃(1951—1955年)內,水泥的生产就將增長到2.2倍。

水泥生产量的增加,使得水泥在各种建筑部門——其中包括公路建筑——內的使用範圍随之扩大。

水泥混凝土在公路構造物中使用範圍的不断扩大,首先是由于它和其他材料比較起来,耐久性要高得多。

在筑路工程中,水泥愈来愈广泛地被用作人工構造物,道路鋪砌層和基層的主要材料。

现代的水泥工厂生产着各种品种和不同标号的水泥,这些水泥被应用于各种工程構造物中,以及应用于構造物中各种不同的混凝土工作条件下。因此,为了順利地使用和節約水泥,建筑人員必須熟悉各种水泥的主要性質。

在許多工程中節約下来的每一公斤水泥、每一吨水泥,积累起来足够建造起許多新的生产企業、公路和桥梁。

虽然水泥的生产在增長着,但在任何情況下都不能忽視水泥的節約問題。Г. М. 馬林科夫同志在苏联共产党第十九次代表大会的報告中指出:「生产資源愈能充分地、合理地加以利用,我們愈能精打細算地管理我們的經濟,那么我們在国民經濟各部門的發展方面获得的胜利就愈大,我們在提高人民物質和文化水平方面获得的成績也就愈大。」(「在第十九次党代表大会上关于联共(布)中央工作的总结报告」第60頁,人民出版社,1953年)。

降低水泥的消耗量，一方面决定于对构造物的混凝土所提出的要求，另一方面则决定于水泥的性质。因此，只有当水泥的性质和对混凝土的要求间达到最良好的适应时，也就是说，当水泥的性质与混凝土构造物中的混凝土的工作条件在最大程度上相适应、并且完成了能更有效地利用水泥的一些操作（混凝土拌制、浇筑和养护）的要求时，才可能使水泥的消耗量达到最经济。

水泥混凝土铺砌层的施工实践表明：我们没有在各个工地上都精打细算地对待水泥的消耗。在对混凝土的正确设计、拌制和浇筑问题不加注意的那些工地，一立方公尺的筑路混凝土要消耗 320—340 公斤水泥，而同时在那些先进的工地上，水泥的消耗量却只有 280 公斤/立方公尺。运用新的劳动组织方法和新的混凝土工程施工操作方法，能使烧块水泥的消耗量降低更多。

降低水泥的消耗量即使只有 10—15%，一年中就能节约下几亿卢布，就能建筑起许多新的混凝土和钢筋混凝土构造物。

本书内介绍了几种使施工人员能够减少水泥消耗，而不降低构造物质量的方法。

Ф. К. 洛曼诺夫和 С. В. 舍斯托别罗夫两位在审阅手稿时曾提出了宝贵的意见，Н. К. 鲁克扬诺夫曾慷慨地提供了有关水泥运输、储藏以及水泥用量等问题的资料，作者在此表示感谢。

1、水泥損失的原因

水泥是用泥灰岩一类或石灰岩与黏土的混合物一类的天然原料在高温（ $1,400-1,500^{\circ}$ ）下煅烧而获得的。煅烧后得到一种黏結材料——水泥燒塊，然后把它磨細。研磨时在水泥內加入石膏和礦物質添料。水泥粉末加水攪拌后，成为有流动性的水泥漿，随着就逐漸硬化。水泥能够在空气中硬化，也能在水中硬化。

水泥磨得愈細，其質量愈高、活性愈大，不过这时水泥在運輸和儲藏过程中跟水和碳酸气相互作用的能力也愈大。所以高标号水泥應該有很好的包裝，并且不應該長時間的儲藏在倉庫里。

对節約水泥有很大影响的是水泥的大量損失，这常發生在这些情況下：水泥在運輸、裝卸和灌筑混凝土时，水泥标号利用得不合理时，鋼筋混凝土結構的設計不周时，以及如上所述，当水泥長期儲藏时。

鋼筋混凝土和混凝土工程施工时，首要的任务是：節約水泥用量，并按照水泥的使用条件有根据地确定水泥的种类。

水泥最經濟的消耗量是这样的：灌筑一立方公尺混凝土所用的水泥数量达到最小，而混凝土的質量能在最大程度上滿足对混凝土構造物所提出的要求。当然，所得到的混凝土的理想程度，是应以現代的技术水平来決定的，并且不能脱离工地的现实可能性。

以下我們便来討論決定这种最經濟的水泥消耗量的可能方

法和为了在施工中节约水泥所必需的生产措施，以及与节约水泥有关的减少水泥损失的方法。这一任务的范围只限于讨论公路工程中应用水泥混凝土的情况。水泥的损失常发生在：运送没有运输工具，储藏没有仓库，搅拌没有搅拌设备等情况下；因为水泥是由能与水和碳酸气起反应的矿物组成，并且是一种粒径为5—100微米（即 10^{-6} 米——译者）的尘土状材料。

在以前，水泥工业运送大批水泥总是不加包装而放在有盖的普通车皮内的，其结果是水泥逸散而造成一部分不可挽回的损失。为了避免运输中的损失，水泥可采取包装——放在多层的纸袋内——运输的方法。这样一来，特别是当多次卸运的情况下，装卸和运送过程中的损失就大大的减少了。但是这种包皮的价值约为水泥价值的3%，并且给水泥装卸及入库等工序的机械化带来很大困难（因为必须剪开纸袋并用手把水泥从袋子里倒出来）。必须指出，普通的水泥袋虽然当运输的时候能预防水泥的逸散，但是防水性差，因此，以敞车运输那些甚至有包装的水泥时都必须预防雨天。从袋子倒出水泥时，往往可能有大量水泥散失掉，并且倒得不干净时还会在袋子内剩留下一部分水泥。

水泥在散装运输的情况下，其在路途上的损失就会增多。在工地上的装卸和转运也会造成一些损失。因此，损失的多少取决于装卸次数和运输距离。一般的损失率约为3—7%。

水泥在运输和储藏的整个期间中，其活性会不断地降低。活性的损失决定于：

1. 水泥的磨细度，即水泥的原始活性。水泥的活性愈高，那么它对储藏的反映也就愈灵敏。图1表明，为什么磨细的水泥储藏时其质量的降低会比较激剧。

2. 水泥堆置的条件：湿度和气温，水泥散装储藏时或包装储藏时的每层厚度。

表 1 所列為關於在各種不同儲藏條件下水泥活性損失的資料。該表是把從其他文獻中援引來的和從實際觀測中得來的資料，經過整理後編制成的。

關於水泥的礦物成份在儲藏時降低水泥的活性方面所起的作用的資料，是不夠的，但是我們可以假定：對長期儲藏反映最靈敏的是矽酸三鈣（阿利特）和鋁酸三鈣含量較高的水泥。

水泥的活性損失，在很大程度上決定於氣候條件，而這時最大的活性損失是在潮濕和溫暖的氣候條件下。

有關水泥儲藏時其活性損失大小的資料充分地指出：水泥使用前在倉庫里儲藏的時間必須設法縮短。水泥的儲備量不應該超過大部分工程 7—10 晝夜的不斷生產所需的數量。

等速流水作業施工法的創造，以及施工季節的盡量延長，應該促使水泥的加工製造加速，以及水泥在工地的儲藏期限減短。

製造混凝土混合物時，水泥損失主要是由於水泥在加入攪拌設備中時的散失，以及量斗調整得不正確所致。

由於下述情況的結果，所浪費水泥的數量也是很顯著的：原規定的水泥的性能沒有完全利用，混凝土的成份選擇不當，混凝土混合物的流動性決定得過高，所採用的石料和砂的質量低劣等。

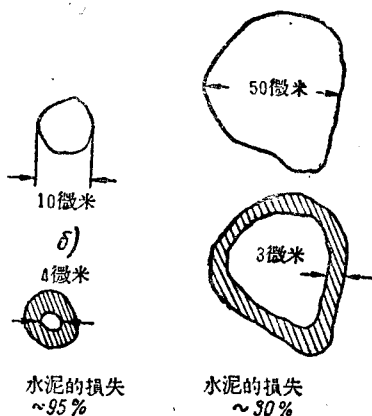


圖 1 各種尺寸之水泥顆粒的活性損失：
a—新研磨好的水泥；b—在空氣中放了三個月後的水泥。斜綫部分是一層已經起水化作用的水泥

矽酸鹽水泥在各种条件下長期儲藏后活性的 表 1
平均損失率(以原始活性的%表示)

包 裝	儲 藏 条 件	500号以上的水泥				中等称号的水泥 (一直到400号止)			
		儲藏的延續時間(月)							
		1	3	6	12	1	3	6	12
不透水的 袋子	有遮蔽的倉庫	—	5	10	15	—	5	10	15
普通的 袋子	有遮蔽的倉庫, 气候干燥	5	10	15	20	5	10	15	20
同 上	有遮蔽的倉庫, 气候潮湿或 在一年的潮湿季节	10	15	20	25	8	12	18	25
散 裝	有遮蔽的倉庫, 气候干燥	10	15	20	25	10	15	20	25
同 上	有遮蔽的倉庫, 气候潮湿或 在一年的潮湿季节	15	20	30	40	12	18	25	30
同 上	箱桶, 工地附近的小倉庫, 或不适于儲藏水泥的倉庫	20	30	40	50	15	20	25	30

附注: 本表是作者根据 Ю. М. 布特、П. П. 布德尼科夫、Г. 克尤列及其他人員的資料, 并对某些地方經過假定計算后編制成的。表內的数值是大概的, 不能作为标准損失率的基础。

公路和桥梁工程中的水泥节约措施一览表 表 2

水泥的各种损失	大概的损失率%	节约水泥的措施
1. 在铁路和公路运输中逸散的损失	2.5—5	1. 把水泥盛在箱桶内进行转运 2. 用专门的车皮和汽车来转运 3. 转运水泥烧块在使用的地方再磨细
2. 在工地的损失	0.5—8	1. 仓库内的所有工序综合机械化 2. 在使用的地方湿磨水泥烧块 3. 严格计算水泥运来的数量和消耗的数量
3. 从水泥制成至应用于工程时, 由于其活性的损失而造成的水泥过量的消耗	达20	1. 组织水泥储藏期间最短的混凝土施工 2. 在专门的仓库内储藏水泥 3. 在使用的地方磨细水泥, 并增加搅拌时间 4. 制造疏水水泥
4. 制造和浇筑混凝土混合物时的损失	1—2	1. 使用重量量斗 2. 运输混凝土混合物的汽车的两侧板应密实 3. 施工的综合机械化
5. 由于不正确的选择材料, 材料的质量低劣, 混凝土的配合比决定得不合理而造成的损失	达15	1. 预先对混凝土各材料的质量进行实验室试验 2. 根据混凝土的标号选择水泥的标号 3. 慎重地决定混凝土的配合比和选择混凝土的材料

对各材料質量的要求，在标准和技术規范內有規定，而只当有足够的技术-經濟論据时才允許不遵守这些标准和規范。当然，对各材料和混凝土的質量監督得不良时，也会导致水泥的过量消耗和損失。

水泥消耗量的減少——水泥的節約，是通过在使用水泥的所有阶段中实行一系列措施后才能达到的。这些措施應該包括从水泥出厂起，一直繼續到水泥澆筑到構造物內为止。表2內提供了許多在施工中節約水泥的措施。由于水泥的生产不足，在許多情况下还限制着工程的規模，因而，給国民經济造成損害的不仅是由于花了很多資金制造出来的材料被直接浪費掉，而且还減少了構造物新建的可能性。

广泛而經常地貫徹那些節約水泥的建議，至少可能降低20%的水泥消耗量。这是一个很巨大的数目，因此必須動員公路工程所有环节中的施工人員，为达到这一指标而努力。

2、水泥的运输和儲藏

水泥在到达工地前，要經過好几次的运输和入庫手續。水泥运输的平均半徑約为600公里。在我国，大部分水泥是鐵路运输。

水泥在运输中所受損失的大概数值，根据M.C.胡托梁斯基^①的資料，列表如后（表3）：

水泥的損失是随着运输和裝卸工作的重复次数而成比例增加的。

利用普通車皮进行搬运的方法，使得裝卸工作的机械化遭

① M. C. 胡托梁斯基：[建筑中的材料節約法]，建筑出版社，1954年。

水泥在运输中所受的损失
(根据 M. C. 胡托梁斯基)

表 3

操 作	损 失 率 %	
	铁 路 运 输	公 路 运 输
用手装运	2.5	2.0
用料斗装运	0.5	0.5
利用设备来搬运	2.0	1.5
没有设备的搬运	—	2.5
用手卸运	2.5	2.0
用气压卸运	0.5	—
人工加工	7.0	6.5
机械加工	3.0	4.0

到困难，并且还使得水泥受到损失。目前已经开始生产专门为运输水泥用的车皮（圖 2）。

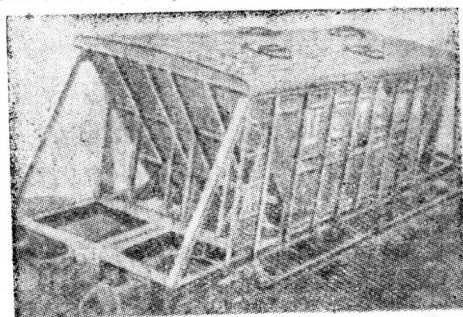


圖 2 运输水泥用的自动卸货的车皮

关于使用运输地沥青时用的料斗来运输水泥的建议，是很有意义的。

散运水泥可能引起大量的损失，所以只有当安放在有蓬盖的盛器内或有专门设置的汽车内才容许散运。不加包装而放在

敞蓬的汽車和車皮里來運輸水泥是禁止的（技術規範101-54）。

運輸散裝的水泥，可以採用專門的水泥運輸車。這種車的結構是根據3ИГ-585型自動卸料車（見圖3）的原理製成的。

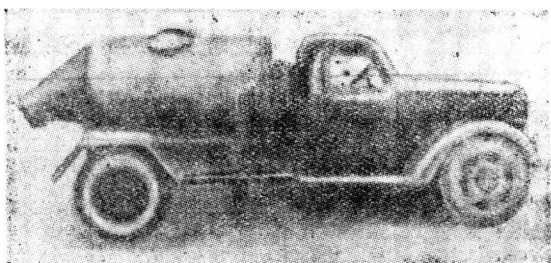


圖 3 運輸水泥的自動卸料車

水泥運輸車是容量為3.5立方公尺的橢圓形槽車。無水泥的車槽淨重490公斤。

在有專門裝置的汽車里運輸水泥，能保證施工人員防止高價材料的損失；用沒有裝置的普通汽車來運輸時，水泥的損失率達4—5%。

當數量不多而又未經包裝的水泥運到某些沒有倉庫的工地去時，水泥最合理的安放是放在有嚴密封閉蓋的、容量為0.5噸的金屬箱或金屬圓筒內，以便有可能用《少先隊員》牌吊車或K-51型自動吊車來卸下水泥。

在水泥工廠內，水泥裝運到車皮中去的工作是機械化的，並且還利用氣壓運輸進行裝運。公路施工人員的主要任務，是迅速而機械化的把水泥從車皮里卸下來，而使水泥的損失率達到最小。混凝土工程在流水作業法施工的情況下，一晝夜間的水泥消耗量能達到150—250噸。為保證混凝土工程的施工速度正常，水泥必須在整個路綫上不斷地進行驗收和卸下，因此水泥倉庫的最小容量在鐵路運輸時應該規定為2,000—3,000噸。

公路工程中，浇筑混凝土路面的地点是时时刻刻在转移着的，因此，当混凝土混合物的运输距离超过经济的运距时，制造水泥混凝土的工厂应该相适应地转移到新的地点去。

通常，工厂在一个地点工作的期限，应打算为一年左右。因而，要求建造这样的仓库，即投资少而能够很快搬移到新地点去的。最近代化的是金属制的装拆式罐式水泥库。

罐式水泥库（图4）^①是由排成一行的四个金属贮罐组成的，每个金属贮罐的容量为500吨。仓库的工作是全部机械化的。材料的横向运送是用螺旋输送机，纵向运用升降机。不用螺旋输送机时，可用空气槽来代替。材料从一个贮库到另一个贮库能够用机械运送。拆卸费及在新地点的安装费不超过本身造价的20%。这些仓库的设计图已由有关部门的科学研究院拟制好了。

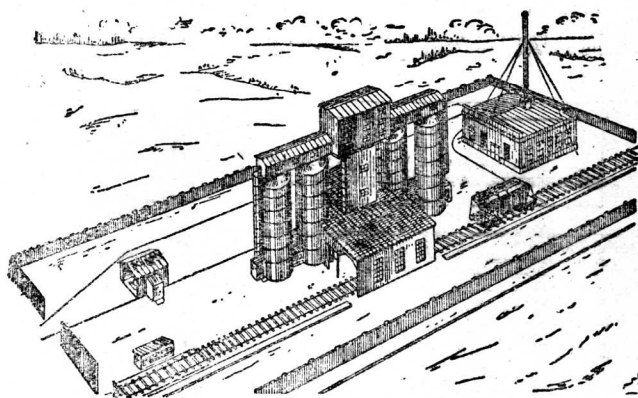


图4 位于轨道附近的容量为2,000吨的罐式水泥库

① A.T.切斯嘉科夫：《水泥运、装和卸机械化中的新事物》，《建筑》杂志第五期，1953年。

如果認為一个工場能为 60 公里（寬为 7 公尺）的路段服务，那么水泥一年的消耗量为 $60 \times 400 = 24,000$ 吨，建筑良好的水泥庫与普通的水泥庫相較，儲藏水泥时其損失率能減少 3 %；因此，一年能節約水泥 720 吨，或約 108,000 盧布，这些錢大大地超过了这种倉庫的折旧費。

这种倉庫能建造容量为 1,000 吨的修筑公路时，應該把裝拆式罐式倉庫包括在水泥混凝土工場的設備內。

目前，在公路工程中谷倉式和料斗式木質倉庫相当普遍。而料斗式倉庫根据其所在位置又可分为在地面上的和半地下的两种。

要使庫存时水泥的損失減少，只有在倉庫完全机械化的情況下才可能达到。

谷倉式倉庫 可以裝置鋼索操縱鏈运机借以在倉庫內轉运水泥，并把水泥供給設在倉庫地板下橫向的螺旋运送机內。水泥由橫向的螺旋运送机再进入主干的螺旋运送机內，然后沿着

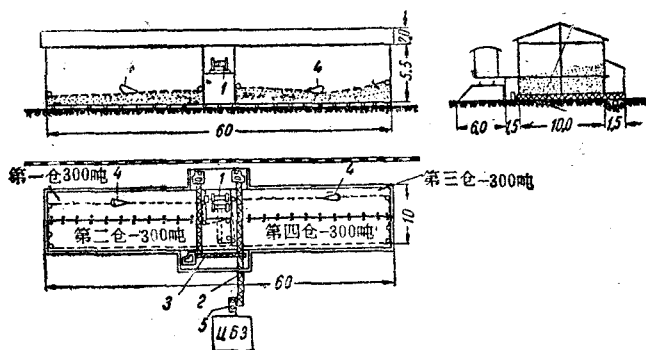


圖 5 谷倉式水泥庫：

- 1-T-97型双筒卷揚机；2-主干的螺旋输送机；
- 3-橫向的螺旋输送机；4-鋼索操縱無底鏈运机；
- 5-混凝土工厂的升降机

主干的螺旋运送机运输到混凝土工厂。圖 5 是双間的谷倉式倉庫的机械化示意图。其主要的設備是一台双筒卷揚机，或者也可以用兩台單筒卷揚机来代替。

谷倉式倉庫的主要优点是簡單。倉庫的容量为 1,000—1,200 吨。在这种倉庫里服务的人一共只要兩個。

料斗式水泥庫 根据当地的条件可分为在地面上的和半地下式的兩種。庫長在 60 公尺的情況下，料斗的位置設在地面上，倉庫的容量为 1,200 吨；料斗位置在半地下的——2,500 吨，而这时建造倉庫用的木材消耗量是一样的。水泥从倉庫里运出来所用的是螺旋运送机或鍊形輸送机。

圖 6 是料斗式倉庫之一種。

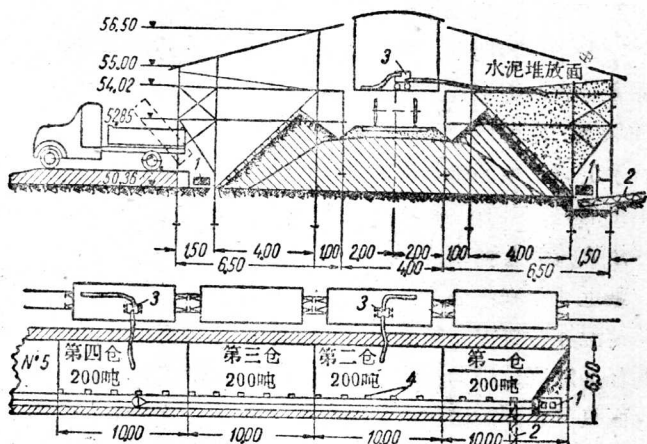


圖 6 支綫尽头路基上的料斗式水泥庫：

- 1—單筒卷揚机和鋼索操縱的簾运机；
- 2—把水泥运入混凝土工厂的螺旋运送机；
- 3—卸水泥車；4—水泥进入簾运机的閥門

倉庫位于卸貨支綫尽头的路基边坡上。

倉庫这样設置时，其容量最大，車皮卸貨的正面長度足夠，并且用 T-97 型双筒卷揚机驅動的鋼索操縱無底鏟运机把水泥从任何一庫中运出来的工作也能够很方便。

卸貨时，由于車皮正对着每一个庫房，因此倉庫有几个庫房，就能卸几个車皮。

水泥粉末在松散状态时具有很高的流动性。只要在倉庫的地板或兩壁有一些小的孔隙，就会散失而浪費掉大量水泥。因此，木質水泥庫的地板和牆壁，在裝料的高度範圍內應該是双層的，并在鋪板之間墊以羊皮紙。水泥庫應該設在干燥的地方，能保証排除暴雨的雨水。

为了避免土壤水的滲入，建議把倉庫的地板提高到离地面 15—20 公分以上使地板和地面之間有一空間。

水泥庫的大門与火車車皮的門相类似，是可以活动的。在水泥庫的大門与車皮的門的上面，应設置伸出来一些的保护遮簷，以保护水泥裝卸时不受潮湿。

水泥庫屋頂的垂簷应做得大一些，以保护兩壁在斜向来雨时不受潮湿。其寬不得小于 0.5 公尺。

用机械卸普通車皮里的水泥是最困难的一个工序。

最近几年来，公路工程中用可以移动的螺旋輸送机来卸水泥的情况非常普遍。但是这种方法未能把卸貨过程的完全机械化的任务解决。因为在車皮內的螺旋輸送机是用人工进行裝載，而只有水泥的輸送是机械化的。水泥車皮的裝卸达到机械化的最有效解决方法，是采用气压运输。在公路工程中，可采用帶有 125 馬力电动机和为轉移用的單独傳动裝置（安放在三輪的小車上）的全苏起重运输机器制造科学研究所式气压进料器。其生产率为 50—70 吨/小时，这在卸混凝土工厂的水泥方面已能符合混凝土道路的施工要求，并且能使水泥从軌道旁的