

破碎筛分机器与设备

上 册

破 碎 机 器

Л.Б.列文遜 П.М.戚格利內 合著

冶金工业出版社

破碎篩分机器与設備

上册 破碎机器

技术科学博士 Л. Б. 列文逊教授 合 著
技术科学碩士 П. М. 威格利內

蔡友梅等 譯

冶金工业出版社

Л. Б. Левенсон, П. М. Цигельный
ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫЕ МАШИНЫ
И УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ
КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ
СТР. и АРХ. (Москва 1952)

破碎筛分机器与设备

上册 破碎机器

蔡友梅 等 译

編輯：徐敏时 設計：陶紹文 校對：童照華

冶金工业出版社出版 (北京市磁市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

北京西四印刷厂印 新华書店發行

1959年7月第一版

1959年7月 北京第一次印刷

印數 3,010 册

開本 850×1168·1/32·字·印張7 1/2

統一書號：15062·1634 定價 1,00 元

本書系根据苏联国立建筑与建筑艺术書籍出版社
1952年莫斯科版本譯出。原書的編輯为技术科学碩士
X. JI. 特罗依茨基。

本書論述石料加工用破碎篩分机器与設備的理論、
計算、設計及使用的基础。

本書系供工程技术人員及破碎篩分机器与設備的設
計師使用，亦可供高等学校及中等学校教学之用。

譯本暫分兩册出版：上册（破碎机器）包括：序
言、緒論、第一篇石料破碎机器的第一章破碎及破碎机
概論、第二章顎式破碎机、第三章圓錐破碎机、第四
章輻式破碎机、第五章鏈式破碎机及輪碾机；下册包
括：第二篇石料篩分、清洗及給料机器的第六章篩分机
器（篩子）、第七章石料清洗机器及破碎机用給料机、
第三篇破碎篩分工厂及設備的第八章固定及半固定工
厂、第九章移动式破碎篩分設備。

序 言

作为建筑工业主要部門的有用矿物的机械加工和选矿，实际上已經建立并用新技术装备起来，而在斯大林五年计划的年代里，又得到了空前規模的發展。

作者力求闡明并总括世界上最先进的苏联科学和技术的資料，以及簡要地說明我国的破碎筛分工厂与設備在石料加工方面的一些实际工作經驗，这些資料和經驗在現代的建筑工业，特别是在斯大林时代大規模的建設工程中，都具有重大的意义。

第一章到第六章（除了10、11、12、16、20、25、34及35各节外）系由Л.Б.列文逊（Левенсон）所著；上述各节及緒論和第七章到第九章系由П.М.威格利內（Цигельный）所著。

作者借此机会向所有供給材料的个人及單位表示深忱的謝意。

目 录

序 言

緒 論 1

 § 1 石料加工概論 1

 § 2 几个历史事实 3

 § 3 岩石及其加工的产品 5

第一篇 石料破碎机器

第一章 破碎及破碎机概論 13

 § 4 机械破碎的原理及方法 13

 § 5 破碎机的型式及其一般性能 22

 § 6 破碎机力学原理 25

第二章 顎式破碎机 39

 § 7 顎式破碎机概論 39

 § 8 顎式破碎机力学 43

 § 9 顎式破碎机的构造及装置 70

 § 10 顎式破碎机的运轉 98

 § 11 顎式破碎机主要零件的磨損 102

 § 12 顎式破碎机的修理 109

第三章 圓錐（旋迴）破碎机 118

 § 13 圓錐破碎机概論 118

 § 14 圓錐破碎机力学 127

 § 15 圓錐破碎机的构造及装置 140

 § 16 圓錐破碎机的运轉、磨損及修理 165

第四章 輓式破碎机 172

 § 17 輓式破碎机概論 172

 § 18 輓式破碎机力学 176

 § 19 輓式破碎机的构造与装置 186

 § 20 輓式破碎机的运轉、磨損及修理 203

第五章 錘式破碎机和輪碾机	208
§21 錘式破碎机的主要性能、构造和装置	203
§22 錘式破碎机力学	221
§23 輪碾机的主要性能、构造和装置	225
§24 輪碾机力学	235
§25 錘式破碎机与輪碾机的运轉、磨損及修理	242

緒 論

§1 石料加工概論

世界上最大的伏尔加河和德涅伯河水电站的建設工程，伏尔加河流域、中亞細亞、乌克兰及克里木的多水运河的建設工程，都需要大量的碎石、卵石和砂子来制造混凝土和鋼筋混凝土。仅仅在古比雪夫这一个水电站的建設工程中，就要澆灌将近 700 万立方米的混凝土。为了对比，我們指出，在伏尔加河建設工程中曾澆灌了将近 30 万立方米的混凝土，在德涅伯河建設工程中用了 111.5 万立方米混凝土，而在莫斯科运河中則用了将近 300 万立方米的混凝土。在河床式及拦河坝式水电站中，混凝土作业的費用比重占水电站建設工程全部費用的 50% 有时甚至超过 50%。

由各种岩石加工成的或在天然条件下采掘到的碎石、卵石和砂子，具有重大的国民經济意义。这些材料在水力工程、道路、工业及民用建筑这些建筑工业的各个部門中，以及鋪設鐵路等等都得到了广泛的应用。我国工业的建筑部門及其他部門每年所需要的碎石、卵石和砂子的体积共达数百万立方米。

公路事业中的建設工程及修理工程，也需要大量的碎石用来鋪設瀝青混凝土或水泥混凝土的路面。建筑 1 公里的瀝青混凝土道路（寬度 7 米）时，制备碎石的費用約为建筑 1 公里瀝青路全部費用的 40~45%。

在最近的一个五年計劃中，联盟和共和国的公路数量增加了 11,500 公里，而有关为这些道路制备碎石的費用則需数千万盧布。铁路運輸每年的碎石需要量也需要数百万立方米。

岩石破碎后得到的碎石道渣，是一种最有效形式的道渣。每鋪設 1 公里鐵路所用碎石和工程的單位成本，为改造鐵路全部費

用的 20~25% 或大修理費用的 30~50%。

我們所引用的这些在建筑工业各个部門中碎石的应用及其比重的簡要資料，足够令人信服地証明碎石在我国国民經济中的重要作用。在革命前的俄国，将石料或其他岩石加工成各种形式建筑工程用的碎石或卵石，主要是用手工方法完成的。

偉大的十月社会主义革命，在科学和技术的所有領域中开辟了实现进步思想的无限的可能性。

在斯大林五年计划的年代里，我們祖国从一个落后的农业国变成一个具有第一流机器制造厂的高度發展的工业国，这就能够在本国工厂中組織破碎筛分机器与設備的生产，以及建立很多机械化的企业用以将岩石和巨礫岩石加工成碎石或卵石。

利用現代构造的破碎筛分机器与設備，可使碎石的破碎工作达到 90% 的机械化。

对今后建設工程所用石料的机械加工的技术进步，具有决定意义的条件之一就是采用綜合机械化。在采用这种工作方法时，所有与制备碎石有关的作业（从开采作业开始到制备好了的产品装車为止），都必須用机械来完成，而在綜合工作的各个机器中間正确的工艺配合及互相联系則具有特殊的意义。

只有在保証及时地向綜合工作的各个机器运送岩石、連續而均匀地給料、以及工作有节奏的情况下，綜合破碎筛分机器在制备碎石时的生产率才能最大限度地增加。

目前我国大量生产的一些新式破碎筛分机器与設備，可以完全保証在需用期間为建筑工业的各个部門，首先是为斯大林时代的偉大建設工程，制备所需数量的碎石及其他混合料。

掌握我国工业現在出产的这些新式的复杂机器，并逐漸积累用先进的苏联技术装备新建起来的大型破碎筛分工厂的生产經驗，就能够在不久的将来总结出一些經過考驗的实际經驗及斯达哈諾夫工作者和生产革新者那些有科学根据的成就。广泛地推广和应用这些經驗，可以使年青的工业部門——石料的机械加工工业企业——在最近的时期內成为我国一个先进的企业。

在制备碎石、破碎好的卵石和砂子方面总的綜合工作中，破碎篩分机器是固定和半固定碎石工厂或移动式破碎篩分設備工艺鏈的主要部分。

任何碎石工厂或碎石设备的生产率，以及按照用戶的要求出产优質产品，都与破碎篩分机器的正确选择及使用有关。

实现人民偉大的領袖約·維·斯大林关于“……必須立即使最繁重的劳动过程机械化，并且大力开展这一工作……”^①的指示，是劳动生产率新的蓬勃高漲、降低建設工程成本、改善产品质量以及在建筑工业中广泛地采用先进工艺过程和劳动方法的保証。

§ 2 几个历史事实

在人类文化的初期就出现了形式最簡陋的破碎过程；例如，石杵和石头研钵在紀元前 8000 年就已經知道了，而磨石則是在紀元前 3500 年知道的；当然，这些都是由人来带动的，而后来則用畜力带动。紀元 16 世紀时，才开始在采矿工程中采用水动搗錘。

在 18 世紀开始，当人力劳动在工业的主要部門中还占有优势时，获得碎石、卵石和砂子的工作也是用手工方法进行的。

俄国的破碎及清洗机器的出現，那还是 1763~1765 年的事，当时俄国的革新者、卓越的工程建筑的創造者柯茲馬·德米特利也維奇·弗罗洛夫 (Козьма Дмитриевич Фролов)，在世界上最先在阿尔泰的茲梅因諾戈尔斯克矿山 (Змеиногорский рудник) 上采用磨碎和清洗矿石的傳动裝置系統。

使用破碎后的石头作为铁路道渣，还是在烏拉尔建設第一条俄国铁路和使用蒸汽牽引車的时期 (1834 年)，也就是在德国鋪設铁路綫的前一年。俄国这条铁路的建造者是著名的机械师^② 朴特尔·柯茲米奇 弗罗洛夫 (Петр Козьмич Фролов, К. Д. 弗罗洛

① 斯大林全集，第 13 卷 31 頁，人民出版社 1956 年版。

② 俄国科学人物。Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники, под редакцией акад. С. И. Вавилова, т. II, М., 1948.

夫的儿子)。俄国第一个铁路工作者 П. К. 弗罗洛夫的工作由下塔吉尔工厂的机械师叶菲姆·阿列克山德罗维奇·切列潘诺夫 (Ефим Александрович Черепанов) 和他的儿子米龙 (Миرون)——俄国第一个蒸汽机车的创造者和矿山及工厂用蒸汽机的建造者——胜利地继承下来。

在 19 世纪的后半期，出现了第一部破碎机——经过不断改善的，并在石料破碎方面获得大量推广的颚式破碎机。

目前已经研究出并正在生产着一些构造新颖的破碎筛分机器与设备；为建筑工业的各个部门及铁路运输提供了一些新的、完善的制备碎石的工艺过程。

在战后时期中，我国工业急剧地增加了破碎筛分机器与设备的生产。例如，1950 年颚式破碎机的生产量与 1946 年相比为 400%。

现在，在大规模的斯大林建设时期，破碎筛分设备具有特别重大的意义。

在破碎筛分机器与设备的理论和计算问题上，苏联的科学和技术与外国相比，无疑地居于第一位。

根据 1874 年 В. Л. 基尔皮切夫 (Кирпичев) 所研究出的科学假说 (破碎理论)，苏联的一些学者们 (В. П. 戈利亚奇金 [Горьчкин]、Л. Б. 列文逊、Г. Г. 叶戈罗夫、[Егоров]、З. Б. 坎托罗维奇 [Канторович]、В. А. 奥列夫斯基 [Олевский]、К. К. 里安多夫 [Линднов]、В. А. 巴乌曼 [Бауман]、В. Я. 别列茨基 [Белецкий] 等人) 对破碎筛分机器与设备又提出了很多新的理论和计算，这些都保证了我国工业的一些实际成就。

苏联的一些设计师和机器制造者成功地创造了一些新型的破碎筛分设备。

由于解决了移动式破碎筛分设备的设计，并掌握了它的生产，一批设计师、科学工作者及工厂工作者 (Е. Н. 波尔菲里也夫 [Порфирьев]、И. А. 弗利德曼 [Фридман]、В. А. 斯特列利佐夫 [Стрельцов]、С. Г. 西连诺克 [Силенок]、К. А. 斯塔罗杜布罗夫斯

基(Стародубровский)等人),曾在1950年被授予斯大林獎金。

在有用矿物勘察和石料研究方面,我国的学者們作出了巨大的并有世界意义的科学工作。曾在1875年組織第一个石料实验站的H.A.別列留勃斯基(Белелюбский),在建筑材料試驗方法方面具有主要的作用。H.A.別列留勃斯基所提出的石料耐寒性能的試驗方法(1886年),即使是現在全世界仍然都在采用。H.K.拉赫琴(Лактин)及我国其他一些学者們,对俄国石料方面也进行了一些巨大的研究工作。我国各种岩石的儲量是非常丰富的,足够建筑工业的需要。我国著名的学者Д.С.別良金(Белякин)、Ф.Ю.列文逊-列辛格(Левенсон-Лесинг)、B.A.奥勃魯切夫(Обручев)、A.E.費尔斯曼(Ферсман)及很多其他学者在各种石料勘探方面的著作,都帮助发现了这些貴重岩石的資源,并将这些岩石利用于国民經济的需要上。

§3 岩石及其加工的产品

A 岩 石

道路建筑材料及道渣材料是将岩石加以机械加工(破碎、筛分,有时还要清洗)之后得到的。在铁路运输中,有些这种材料不用預先加工,就是利用在采石場开采出来的形式鋪設到铁路綫上。砂質道渣、卵石道渣及砂礫道渣都屬於这种材料。

所有适合作为道路建筑材料和道渣材料的岩石,依其地質成因分为三种主要类别①:

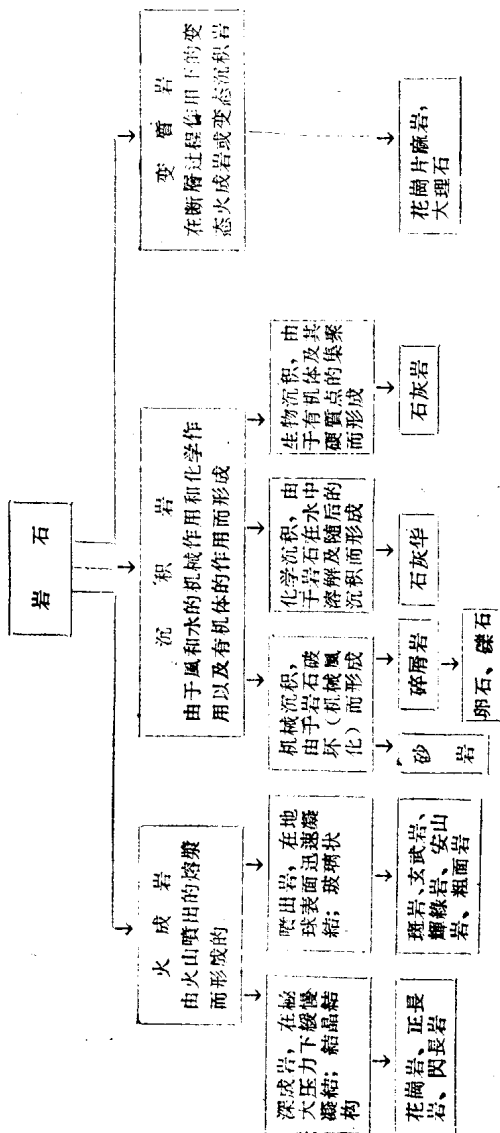
- a) 火成岩(岩漿岩);
- б) 沉积岩(層狀岩);
- в) 变質岩(变态岩)。

下面列举一些可加工成碎石的石料的簡要資料(表1)。

从地球深处升上来成熔化状态,并在地壳上層或在地球表面凝結的岩石叫做火成岩。根据岩石的露出条件及凝結地点,火成

①地球构造的現代科学——地質学——是以苏联学者O.Ю.施米德特(Шмидт)院士所研究出来的隕星理論为基础的。

岩石形成圖解 表1



岩分为深成岩及噴出岩。

花崗岩、正長岩、閃長岩及輝長岩都屬於火山深成岩。斑岩、玄武岩、輝綠岩、安山岩、粗面岩則屬於火山生成的噴出岩。火成岩，特別是花崗岩，是最好的碎石材料。

沉积岩（層状岩）是由于風和水的机械作用及化学作用而形成的一种岩石。

按照沉积岩的組織，沉积岩分为結晶沉积岩和非結晶沉积岩。沉积岩的結構是層状結構。

按照沉积岩的成因，可分为机械沉积岩（碎屑岩）、化学沉积岩和生物沉积岩。

砂岩、松散碎屑岩——卵石、礫石、巨礫都屬於机械沉积岩；这些岩石被广泛地用于混凝土中。化学沉积岩（碳酸盐、硫酸盐、卤化物）是不用来作为建筑材料或鋪路碎石的。生物沉积岩則成一种大塊石灰岩或介壳石灰岩的形式。在沉积岩中最常使用石灰岩、砂岩、巨礫和圓石来制备碎石。

变質岩（变态岩）是由于火成岩或沉积岩在高温高压的影响下，借助于各种不同的地質轉化而形成的。在大多数的情况下，这种岩石的組織都是片状組織。大理石、片麻岩、泥質頁岩都屬於变質岩。变質岩沒有制备碎石的使用价值。

5 对石料及道礫材料的一些基本要求

一般在岩石初步加工以后那些合乎規定尺寸的碎石（一部分）就是制备完了的产品。碎石的使用范围是如此广泛和形形色色，以致于在每种个别情况下，对碎石要提出各种不同的技术要求。对碎石及其他建筑材料总的要求就是这些材料要适合本身的專門用途。生产優質碎石就能够保證使用这种碎石的建筑物的强度指标及其它指标。

固定全苏标准（ГОСТ）对于碎石的形状、尺寸、等級、材料的技术规范，驗收規則、試驗方法，有时連碎石的合理使用范围都作了規定。

現在就簡要地說明一下对各种專門用途的碎石的一些基本要求。

a) 用人工破碎岩石后得到的材料叫作普通混凝土用天然石料碎石^①。坚硬岩石(花崗岩、輝綠岩、石英岩等等)的碎石質量,要比脆性岩石(白云石、石灰岩、砂岩等等)的碎石質量為高。对于用在承受动力載荷的結構上的高强度混凝土,不能使用脆性岩石的碎石。在这种情况下,碎石的抗压强度極限必須比混凝土的强度極限大0.5~1倍,而碎石应当合乎国定全苏标准的要求經受住耐寒性能的試驗。按照塊度,碎石可分为:

	分类的	普通的
小塊碎石	5~20毫米	——
中等塊碎石	20~40毫米	5~40毫米
大塊碎石	40~150毫米	5~150毫米

碎石塊最好的形状要算是立方形或四面体形的;特別不好的則是扁狀碎石(石板),因为扁狀碎石很容易折断。在工业建筑中最通用的碎石塊度尺寸是5~40毫米,鋼筋混凝土制件用5~20毫米的,大塊混凝土則使用40~150毫米的碎石。碎石之間的空洞容积不应超过45%;碎石中应当沒有細砂、泥土、或有机夹杂物。碎石的驗收規則、取样、試驗方法、登記制度、运输及保管,在ГОСТ 2778—44中都有說明。

б) 用于建筑水电站、堤坝、水閘等等水下部分的水力工程混凝土,与普通混凝土相比还要承受附加的物理机械作用和化学作用,因为这种混凝土是浸沒在水之中的。所以用于水力工程混凝土的碎石,必須具有特別高的質量指标。作这种碎石的岩石不仅必須是坚硬的岩石,而且在水的作用下还要不溶解,同时也不失掉本身的强度。除了强度以外,这种碎石还必须滿足一定的粒度組成、耐寒性能及髒污程度^②的要求。在大多数情况下,水力工程

① ГОСТ 2780-44。

② 水力工程混凝土質量的詳細說明,載于B.H.叶弗列莫夫(Ефремов)所著:《Производство бетонных и железобетонных работ при строительстве гидростанций》, Гидроэнергоиздат, 1949。

建筑用的碎石需要較大的塊度——125 毫米以下，有时达到 150 毫米。

Б) 道路建筑工程中采用下列塊度組成的碎石：

	硬岩石	軟岩石
大塊碎石尺寸	35~60毫米	50~75毫米
中等塊碎石尺寸	25~35毫米	35~50毫米
小塊碎石尺寸	15~25毫米	25~35毫米
中粒礫石	5~15毫米	5~15毫米
小粒礫石	2~5毫米	5毫米以下

在道路建筑工程中，采用最广泛的碎石塊度是尺寸較小的 5~15、15~25 和 25~75 毫米的各种塊度；用于瀝青混凝土的則为 15~25 并很少用 25~40 毫米的碎石。用于建筑公路的天然石料的各种試驗方法，在 ГОСТ 3586—47、3588—47 中都有詳細的說明。

在公路建筑工程中，除了由岩石得到的碎石以外，还采用那种用破碎具有結晶組織的廢爐渣或特种鑄造煉鉄爐渣的方法而得到的爐渣碎石。这种碎石可以用在碎石路面、瀝青路面或水泥混凝土路面上^①。根据塊的大小（按照最大尺寸），爐渣碎石屬於下列种类之一：

大塊碎石尺寸	50~75毫米
普通碎石尺寸	35~50毫米
小塊碎石尺寸	25~35毫米
大塊礫石尺寸	15~25毫米
碎爐渣尺寸	5~15毫米

г) 对于建筑或修理鉄路綫时所用的道碴材料，提出下列一些基本要求：在鉄路車輛的动力作用下，在搗固道碴时或在大气（严寒、下雨或刮風）的影响下，碎石的磨損及損耗要最小；列車通过时不起灰塵；保証垂直方向、橫向及縱向的鋼軌支承有最大

① ГОСТ 3344—46。

的稳定性；具有良好的导水性能，即是要保证线路的排水；保证线路上的道碴在工作时材料的胶结作用最小；具有较小的导电性，以保证通讯及自动闭塞各设备的正常工作。

在满足上述要求的岩石中，采用下列各种岩石制备铺路碎石：花岗岩、玄武岩、辉绿岩、斑岩、正长岩、闪长岩、片麻岩、石灰岩、砂岩（石英岩）、巨砾、圆石。

按照交通部对铺路碎石的技术规范^① 碎石块度的大小应为7~25毫米及25~70毫米。

最近，全苏铁路运输科学研究所（交通部中央科学研究院（ЦНИИ МПС））线路设备研究室推荐采用块度为25~40毫米的铺路碎石，并已在许多铁路段上采用了这种块度的碎石。

道碴碎石中含有大于70毫米，但不超过100毫米的碎石数量不准超过5%。碎石必须清洁，没有脏物、垃圾、泥土和砂子的夹杂物。

碎石的磨损试验是在圆筒中进行的；当圆筒迴转10000转以后，材料的磨损率不应超过7~10%。碎石的磨损试验必须按照铁路运输道碴材料的技术规范进行。交通部中央科学研究院线路设备研究室道碴材料实验室提出一种ПМ^②装置用来试验铺路碎石的机械强度。

这个装置能将碎石样品的试验时间大约缩短到用圆筒时的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{12}$ ，以及在野外条件（在勘察地点或开采地点）下也能进行试验。

除了天然岩石以外，也可以利用那些符合交通部技术规范要求的冶炼炉渣作为制备铺路碎石的原料。这种炉渣的储量是非常

① Технические условия на балластные материалы для железнодорожного пути, Трансжелдориздат, 1947.

② С. Н. Попов: Переносная лаборатория для испытания балластных материалов в полевых условиях, Трансжелдориздат, 1947; «Техника железных дорог»杂志 1947年第5期。