

散装水泥的运输与储存

〔苏联〕И. А. 符拉索夫 著

李海林 陈继兴 魏中田 译

曾宪靖 校

中国工业出版社

本书叙述了国外运输水泥用的汽车、火车和船等专用运输工具的构造及工作原理，并详细介绍了铁路沿线定型机械化的散装水泥库栈，列举了散装水泥库栈的特点和主要技术经济指标，并规定了库栈的使用规程。

这本小册子可供各省、市水泥生产和使用人员参考。

П. А. Власов
ТРАНСПОРТ И ХРАНЕНИЕ
ЦЕМЕНТА
Госстройиздат Москва—1959

散装水泥的运输与储存

李海林 陈继兴 魏中田 译
曾宪靖 校

建筑材料工业部图书编辑部编辑 (北京西郊阜外大街)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $2 \frac{1}{16}$ ·字数50,000

1965年10月北京第一版·1966年4月北京第二次印刷

印数661—2,680·定价(科四) 0.28元

统一书号: 15165·4306 (建材-7)

目 录

第一章 散装水泥的专用运输工具.....	1
1. 水泥的运输容器.....	1
A. 重力卸料式和机械卸料式容器	8
B. 压缩空气卸料式容器	13
B. 水泥运输集装箱.....	29
2. 水泥运输专用船.....	36
第二章 铁路沿线定型散装水泥库栈及其应用范围.....	40
1. 散装水泥库栈的分类.....	40
2. 铁路沿线定型散装水泥库栈.....	42
3. 定型库栈内的水泥输送设备.....	48
4. 铁路沿线定型散装水泥库栈的应用范围.....	60

第一章 散装水泥的专用运输工具

1. 水泥的运输容器

分 类

运输水泥所采用的容器，可分为三大类：

A. 重力卸料式容器和机械卸料式容器（表1）；

B. 压缩空气卸料式容器（表2）；

B. 水泥运输集装箱（表3）。

以上各类容器，按以下的不同特征，还可以分为若干类：

a) 按水泥的卸料系统，可分为：重力卸料式容器、机械卸料式容器和压缩空气卸料式容器；

6) 按容器的形状，可分为：槽仓形、罐形、料斗形、圆筒形、稜角形、圆筒圆锥形等；

B) 按容器的状态可分为：运行时的状态和卸料时的状态两种；

Г) 按有效容积的大小分类（按水泥吨位计）；

П) 按运输方式（汽车、火车、船）分类；

с) 按装料口和卸料口的数量分类；

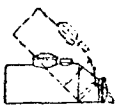
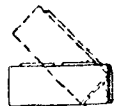
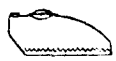
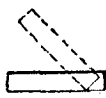
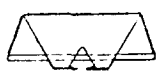
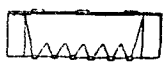
Ж) 按某些运输容器所具有的特殊特征分类。

此外，压缩空气卸料式容器还可以按流态化水泥的浓度（ μ 公斤/公斤）和压缩空气的压力（大气压）来分类。流态化水泥的浓度与水泥卸料系统有着密切的关系。

压缩空气卸料系统分为风动系统、气动系统和风动气动系统。

风动系统的特点是使低压空气透过多孔板进入运输容器中的

重力卸料式容器和机

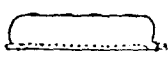
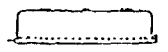
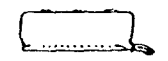
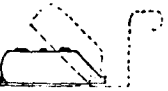
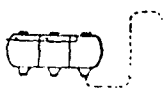
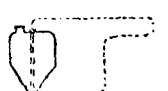
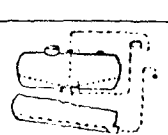
类别	运输容器示意图	容 器 分		
		卸 料 方 式	容 器 形 状	容 器 状 态 A—在运行中 B—在卸料时
1	2	3	4	5
1		重力式加振动	椭圆截面槽仓式	A—水平状态 B—与水平成 45°角
2		重力式	正方截面槽仓式	A—水平状态 B—与水平成 60°角
3		螺旋卸料式	斗式圆筒槽仓式	A, B—水平状态
4		重力式	斗形	A, B—水平状态
5		重力卸料加人工清底	自动卸货车车厢形	A—水平状态 B—与水平成45 ~60°角
6		重力卸料加人工清底	单仓斗形容器	A, B—水平状态
7		重力式	双仓斗形容器	A, B—水平状态
8		重力式	三仓斗形容器	A, B—水平状态

装卸料式容器的分类

表 1

类的特征				制造情况
有效容量 (吨水泥)	运输工具 的类型	料口数量 A—装料口 B—卸料口	特殊特征	
6	7	8	9	10
3.5	汽车	A—1 B—1	容器有一对振 动器	苏联成批生产
20	汽车	A—2 B—1	容器装在自动 卸货卡车上	瑞典、美国成批 生产
3.5 4~12 12~35	汽车	A—1~2 B—2	装在载重汽车 或拖车上的斗 形或槽仓形容 器	苏联生产了试制品 英国、美国、西德 成批生产
水泥—20.8吨 石油—22立方米	汽车	A—2 B—2	综合运输水泥 —石油车	美国生产
3.5 5~15	汽车	—	带有固定或临 时帆布盖的自 动卸货卡车	苏联、英国生产
60 70	火车	A—4~8 B—4~8	仓壁与水平成 50~52°角	苏联成批生产 美国成批生产
60	火车	A—6~8 B—12	卸料溜与水平 成65°角	美国成批生产
25~30	火车	A—3 B—3	仓壁与水平成 70°角	英国、法国成批生 产

压缩空气卸料式

类别	容器示意图	分 类			
		卸料方式	容器形状	容器状态 A—在运行中 B—在卸料时	有效容量 (吨水泥)
1	2	3	4	5	6
1		风动卸料	圆筒形槽仓	A, B—与水平成 $6\sim 8^\circ$ 角	10—12 12—14 16—18 18—20
2		风动卸料	椭圆截面槽仓	A—水平 B—与水平成 $4\sim 6^\circ$ 角	12
3		风动卸料	单风动斗形槽仓	A—水平 B—与水平成 $5\sim 8^\circ$ 角	6—25
4		风动卸料	双风动、多风动斗形槽仓	A, B—与水平成 $5\sim 7^\circ$ 角	8—16
5		气动卸料	球形容器	A, B—中心线 与水平垂直	3.5—8.5 15—40
6		气动卸料	圆筒圆锥形容器	A, B—中心线 与水平垂直	3.5—8 10—20
7		气动卸料	单槽仓圆筒圆锥形容器	A—水平 B—与水平成 $45\sim 50^\circ$ 角	8—12
8		气动卸料	多槽仓圆筒形	A, B—水平	10—25
9		风动—气动卸料	圆筒圆锥形容器	A, B—中心线 与水平垂直	6—13
10		风动—气动卸料	圆筒形槽仓	A, B—水平, 或与水平成 $6\sim 8^\circ$ 角	5—10 7—12 ~ 25

運輸容器的分類

表 2

特 征				制 造 情 况
流 态 化 水 泥 浓 度 (μ)	进 气 压 力 (大气压)	運輸工具类型	特 殊 特 征	
7	8	9	10	11
300—600	1—1.5	汽車	裝在半拖車上	美国、西德成批生产
300—600	1	汽車	用千斤頂調節傾斜度	美国成批生产
300—600	0.7—1.5	汽車和火車	用千斤頂調節傾斜度	英国、美国、西德、 法国成批生产
300—600	0.8—1.5	汽車	有固定斜度	英国、美国成批生产
25—50	1.5—2.5	汽車 火車	下端卸料	英国、法国、西德、 瑞典成批生产
30—60	1.5—2.5	汽車 火車	經噴嘴松散水泥，下端卸料	英国、波兰、美国、 法国、西德、瑞典、 捷克斯洛伐克成批生产
25—50	1—2	汽車	經噴嘴松散水泥	英国、西德成批生产
25—50	1.5—2.5	汽車和火車	下端卸料	英国、美国、西德 成批生产
120—250	0.5—1.5	汽車，火車和 船	上端卸料，下 端卸料	苏联、英国、德意志 民主共和国、美国、 法国、西德、 捷克斯洛伐克成批生产
120—250	0.5—1.5	汽車和火車	上端卸料，下 端卸料	苏联、奥地利、德意志 民主共和国、美国、 法国、西德、 捷克斯洛伐克成批生产

水泥集装

类别	运输容器示意图	分 类		
		水泥的卸料方式	集装箱的形状	集装箱的状态 A—在运行中 B—在卸料时
1	2	3	4	5
1		重力式	棱形	A, B—轴綫与水平垂直
2		重力式	漏斗形棱角集装箱	A—轴綫与水平平行 B—轴綫与水平垂直
3		重力式	圆筒圆锥形	A, B—轴綫与水平垂直
4		重力式	棱角形	A, B—轴綫与水平垂直
5		重力式	圆锥形	A, B—轴綫与水平垂直
6		重力式	圆筒形带锥形漏斗	A, B—轴綫与水平垂直
7		重力式	椭圆截面漏斗形	A, B—轴綫与水平垂直
8		重力式	合成式的金字塔形	A, B—轴綫与水平垂直
9		风动式	斗形	A, B—轴綫与水平垂直

箱的分类

表 3

特 征				制 造 情 况
有 效 容 量 (吨水泥)	运 输 工 具 类 型	料 口 数 量 A—进料口 B—卸料口	特 殊 特 征	
6	7	8	9	10
1) 4.4 2) 6	火 車	1) A—2 B—1 2) A—1 B—1	有绳索牵引	1) 苏联生产試制 品 2) 美国成批生产
2.8	汽 車 火 車 船	A—1 B—1	—	英国、美国、法国、 西德生产
1—4	汽 車 火 車	A—1 B—1	1) 有锥形閘門 2) 有可打开的 調整板	1) 英国成批生产 2) 英国、法国成 批生产
3—5	汽 車 火 車	A—1 B—2	容器中間由垂 直板分为两格	英国成批生产
1—3	汽 車 火 車	A—1 B—1	—	英国生产
2×2.5	火 車	A—1 B—1	集装箱成对的 装在滾子座上	英国、法国、西德、 瑞士成批生产
3.6 5	汽 車	A—1 B—1	可移动	罗马尼亚、西德成 批生产
2.2—2.6 1.7—2.2	火 車 汽 車	A—1 B—1	可拆卸的结构	美国成批生产
3—5	汽 車	A—1 B—2	有一对风动斜 槽	英国生产

水泥堆内部，亦即把水泥充气，使其具有流动性。此系统允许流态化水泥具有很大的浓度（ $\mu=300\sim600$ 公斤/公斤），但它只能在斜度大于4%的条件下才能使水泥向下流动。

气动系统可以直接把水泥从运输容器中输送到分配仓或水泥库内。流态化水泥的浓度（ μ ）依其输送距离和以压缩空气松动水泥（在水泥由容器出来时）的装置结构不同而有25~60公斤/公斤的波动范围。

用风动气动系统卸料时，水泥应预先充气，而后用压缩空气输往任意方向。

苏联的试验研究表明，采用风动气动系统，可以在浓度为120~250公斤/公斤的情况下输送水泥。因此，该系统比气动系统更为经济。

输送粉状物料，特别是输送水泥的风动气动系统的掌握和实际应用，促使了以压缩空气松散和输送粉状物料的技术发生了根本的变化。

下面介绍一些具有代表性的（按表1、表2和表3中的分类法而分类的）运输水泥的容器。

水泥的运输容器的结构及其应用

A. 重力卸料式和机械卸料式运输容器

属于第一种类型的是装在自卸汽车上的椭圆截面槽仓形容器。此类容器可以在倾斜情况下利用重力将水泥卸出。

苏联成批生产的ЛС-1型水泥运输汽车就是属于这一类型的容器。ЛС-1型水泥运输汽车是在ЗИЛ-585型（图1）自卸汽车上装一水泥槽仓形容器而构成的，在结构上类似于КАЗ-601型水泥运输汽车。水泥槽仓的上部有一装料口，尾端收缩部份有一个椭圆形卸料口。卸料口盖子的开闭由汽车上的空气压缩机带动的气缸连杆控制。水泥槽仓装有两个气动振动器，以保证水泥全部卸出。水泥槽仓倾斜度的控制、卸料口盖子的开闭、振动器的连通等，均由水泥运输汽车司机室操纵。

ЛЦ-1 型水泥专用汽車的載重量較小，因此适用于把水泥从铁路沿綫的轉运庫轉运到工地倉庫的短距离运输(15~20公里)。

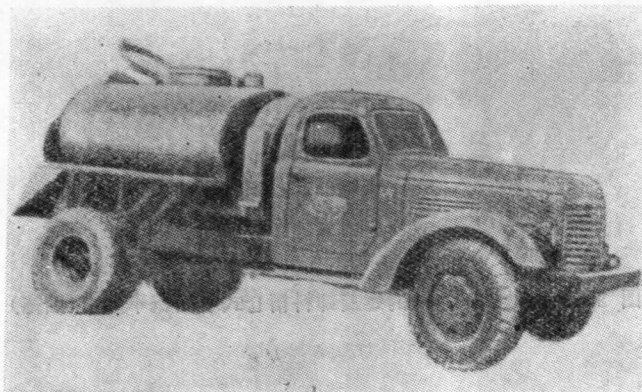


图 1 載重量 3.5 吨的ЛЦ-1 型水泥专用汽車 (苏联)

美国成批生产的槽仓形容器是属于第二种类型的重力卸料式容器。这类容器可装在大型自卸汽車上。

这种槽仓形容器为方形截面，可装15吨水泥。在容器的上部有两个密封的装料口。

这类水泥专用汽車，可直接将水泥卸入散装水泥庫棧的受料仓中。这种汽車的載重量較大，可用于 100 公里以內的运输。

螺旋卸料式容器属于第三种类型，装在汽車上。苏联曾試制过若干个类似的試制品，但没有进一步推广。

国外正成批生产不同结构形式和載重量的这种水泥专用汽車。如：英国生产的半斗形容器水泥汽車；西德生产的臥式圓筒槽仓（安装在汽車或拖車上）水泥汽車，其列車的总載重量为12—25吨（图2），以及斗形容器水泥汽車；美国成批生产的結構类似的斗形容器水泥汽車，載重量达35吨（图3）。但应指出，近年来螺旋卸料式水泥专用汽車已逐渐被风动和气动卸料式水泥专用汽車所代替。

属于第四种类型的是运输水泥、石油用的水泥—石油綜合运

輸汽車拖車（表1）。在美國，這種汽車是用于往返雙向運輸的。

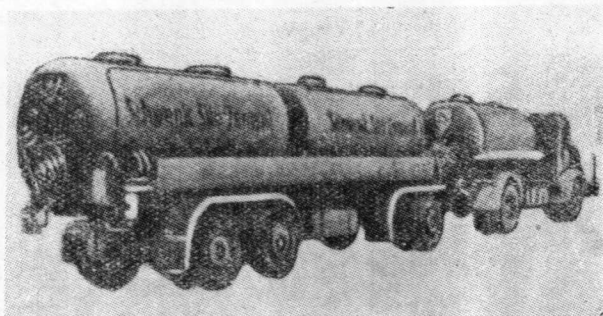


圖2 載重量12—25噸的螺旋卸料槽倉式水泥汽車列車(西德)

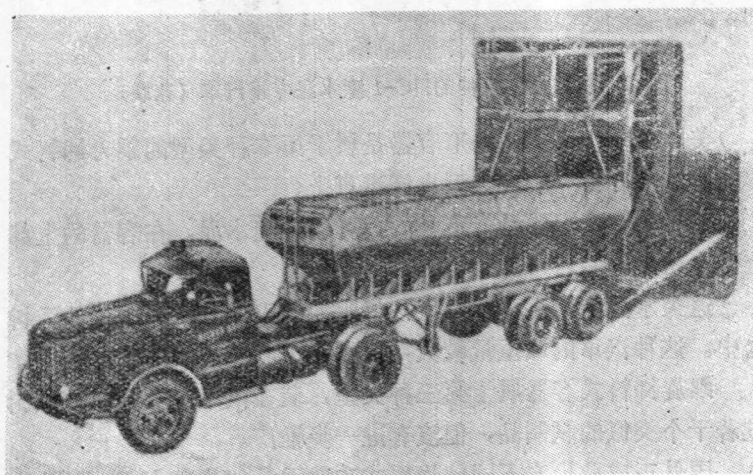


圖3 容積 32.5米^3 的螺旋卸料式水泥專用汽車(美國)

水泥—石油綜合運輸汽車的斗形容器（20.8噸）用于運輸水泥，下部呈圓錐形，有兩個卸料口；回程時用圓筒容器（容積 22米^3 ）運石油。在有專運的條件下，即往返都有貨物運輸時，利用這種綜合運輸汽車進行長距離（200~300公里）運輸是比較理想的。

属于第五种类型的是有固定或临时帆布盖的普通自卸汽車。

这种汽车在苏联仍大量使用，英国也有，但使用范围较小。

应用这种水泥汽车运输水泥时，不论在运输途中或是向受料器中卸水泥，都不可避免地要损失一些水泥。

属于第六种类型的是用火车运输的斗形单仓水泥运输容器。

苏联成批生产的重力卸料式水泥火车厢就是这一类型的运输容器（图4），车厢可装60吨水泥。车厢有四个装料口和两对卸料口，卸料口上装有牙条闸门。实践证明，这种车厢具有很好的经济效益。根据斯大林格勒水电站建筑工地的资料介绍，用这种水泥车厢的时候，一个工人每班可卸150~160吨水泥，与人工卸料相比，效率提高了14倍多，比真空卸料机高2倍多。一吨水泥的卸车成本为一卢布零九戈比，比人工卸车低84%。

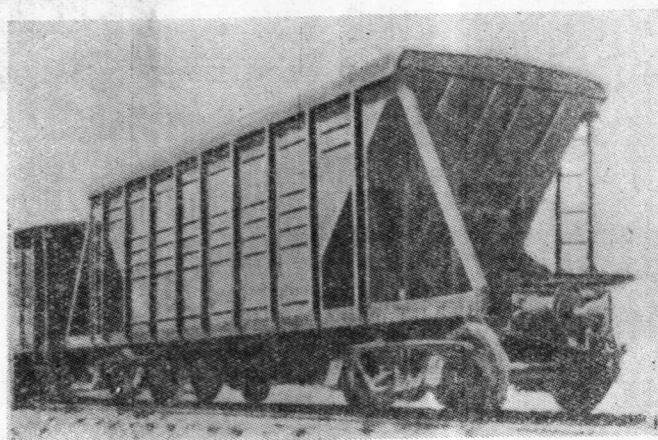


图4 装载量60吨的斗形水泥车厢（苏联）

然而，大部份的车厢利用得不合理。它们没有归固定的施工单位和生产企业管理，而是经常来往于人工卸料的一般的水泥仓库间。另外，车厢在水泥厂的停歇时间也很长，造成了利用上的不合理。

所有这些，加之卸料口闸门的构造还未过关，以致车厢在卸料过程中停留过长，因而从1957年起就已停止这种车厢的成批生产。

不久，將修改重力卸料式水泥車廂的卸料口開門結構，並恢復成批生產和調整車廂的使用。

美國也正在生產結構類似的重力卸料式水泥車廂，但有效載重量略大些。如普爾曼車輛製造公司正在生產容積約為 82 米^3 的 PS-2 型水泥車廂（圖 5）。每個車廂有三對裝開板的卸料口和八個裝料口，這就便於清除車廂中剩餘水泥。車廂中的水泥，可以直接卸到鐵路下面的料倉內，也可以直接卸到裝有螺旋卸料機或風動斜槽的受料倉內。據報導，這種水泥車廂在個別情況下還可作為水泥的臨時儲存庫。

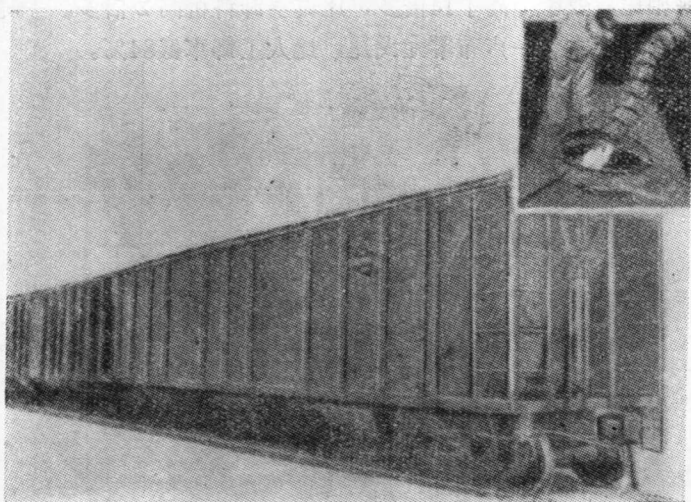


圖 5 容積為 82 米^3 的斗形水泥車廂（美國）

屬於第七種類型的是美國成批生產的載重 60 噸的雙倉水泥車廂。

這種車廂沿長度分為兩個倉，每倉有六個帶開門的卸料口。十二個卸料口，能保證水泥全部卸淨。這是該車廂的優點，但是，這種車廂的結構較複雜，重心位置較高。

第八種類型是法國、英國和瑞士成批生產的重力卸料式《Richard》型三倉水泥車廂（圖 6）。

該車廂的自重為9噸，有效載重量為25~30噸。車廂橫分三倉，每倉有一帶閘門的卸料口；閘門由外部杠杆控制。此外，卸料口還裝有擋板，用以調節水泥的卸出速度。車廂下部側壁的傾斜角為 70° 。每卸完一倉水泥需用三分鐘，且能全部卸淨。這種車廂的缺點是重心位置較高。

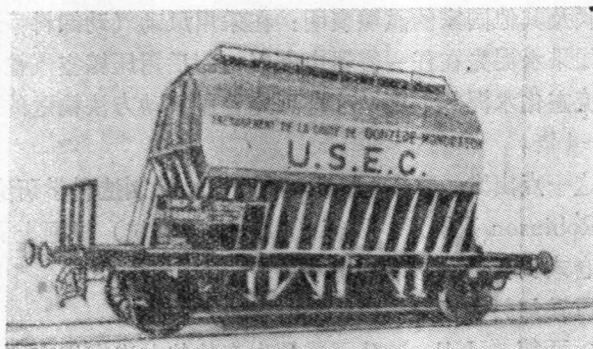


圖 6 載重量25~30噸的斗形三倉水泥車廂（法國）

將一定量的水泥車廂歸固定的水泥廠和大的施工單位管理，如果利用合理，效果更好。

如法國電氣設備公司所用的《Richard》型水泥車廂就是歸許多施工單位支配的，例如65節車廂歸水電站建築工程使用，56節歸水壩建築工程使用等等。

Б. 壓縮空氣卸料式運輸容器

這類容器根據其卸料系統可劃分為三組：第一組（1—4類），帶風動卸料裝置的容器；第二組（5~8類），帶氣動卸料裝置的容器；第三組（9—10類），帶風動氣動卸料裝置的容器。

近年來，用於運輸水泥的帶風動卸料裝置的容器，在國外已得到了極其廣泛的應用。因為，風動槽倉式水泥專用汽車有很多優點，主要是：風動裝置的結構簡單，卸料時水泥充氣用的送風機的電動機所消耗的电量少，並且有可能造出大容積的槽倉。

但是，除上述优点外，这种水泥汽车也存在着极严重的缺点：水泥只能向下卸；如要把水泥提升到必要的高度，尚需其他设备，如斗式提升机等。

气动卸料式水泥专用汽车就没有以上缺点。在卸水泥时，它可以将水泥送到20~25米的高度，同时还可直接把水泥送到水泥储存仓或喂料仓内。因此，国外大量采用了这种水泥专用汽车。

苏联及其他国家的试验表明：在采用风动气动卸料系统的情况下，如果水泥先在任一容器中充气，而后再用压缩空气输送，则可提高流态化水泥的浓度，亦即可比普通气动方法输送的水泥浓度高2—4倍。

从这一点出发，苏联（全苏起重运输机械制造科学研究所）、美国（Robinson 系统）、西德（Pneumex 系统）根据上述原理提出了仓式喂料器的最新式结构。

带风动卸料装置的容器

1. 西德《Haller》公司成批生产的装在汽车拖车上的圆筒形槽仓容器就是属于第一种类型的带风动卸料装置的运输容器。

图7就是装在鞍形牵引车半拖车上的可容13吨水泥的槽仓。

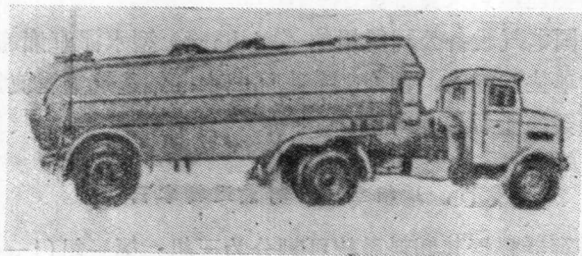


图7 载重量为13吨的带风动卸料装置的水泥专用汽车
(西德)

在槽仓容器的下部有一个开口风动槽（图8），槽上铺有一层陶瓷多孔板，空气（1.5大气压）由一个小型的空气压缩机供给，空气压缩机由牵引车的发动机带动。

槽仓容器向着卸料方向成 $6\sim 8^\circ$ 的倾斜角。卸料口有一个