

高等学校教学用书

选矿厂脱水集尘

中南矿冶学院选矿教研组编



中国工业出版社

74.49
144

高等学校教学用书



选矿厂脱水集尘

中南矿冶学院选矿教研组编

中国工业出版社

前 言

本书是根据1959年修訂的选矿专业指导性教育計劃和“选矿厂脫水集尘”教学大綱，在选矿教研組历年所編写的“脫水集尘”讲义的基础上編写的。在編写中尽量总结了1958年教育革命以来的教学經驗，同时适当收集和补充了我国技术革新和技术革命运动中的先进經驗。

在确定本书內容的深度和广度时，考虑了选矿专业的培养目标和学生的实际水平。在編写过程中，一方面力求反映現代科学技术的水平和本門科学最基本的規律；另一方面也注意了避免庞杂繁瑣，力求簡明扼要的問題。本书教学时数为45学时。

参加本书編写的有李学友（第一章、第二章、第七章）、黄枢（第三章）、徐秉权（第四章）、张国祥（第五章、第六章）、张維高（第八章）等同志，并最后由周忠尙、徐秉权統一审閱。由于編者水平有限，錯誤及遺漏之处在所难免。希望讀者予以批評和指正，以便再版时补充和修改。

中南矿冶学院选矿教研組

1961年4月

目 录

前言

第一篇 选矿产品的脱水

第一章 概述

第二章 粗粒物料的脱水

§ 1	物料的结构和粒度与含水的关系	8
§ 2	脱水提升机	10
§ 3	脱水筛	12
§ 4	脱水离心机	17
§ 5	脱水仓	21
§ 6	选煤产品的防冻	24

第三章 沉淀浓缩

§ 1	沉淀过程的原理	26
§ 2	凝聚与凝聚剂	29
§ 3	间歇作用的沉淀池	36
§ 4	锥形浓缩器	39
§ 5	耙式浓缩机	44
§ 6	离心浓缩机	54

第四章 过滤

§ 1	过滤原理	62
§ 2	加压过滤机	68
§ 3	真空过滤机	70
§ 4	过滤过程的影响因素	82
§ 5	过滤机的选择与计算	87

第五章 干燥

§ 1	蒸汽和气体混合物的性质	91
§ 2	空气干燥机的物料衡算与热量衡算	94
§ 3	干燥速度	101
§ 4	干燥机	104
§ 5	干燥机的选择与计算	117

第二篇 除尘与集尘

第六章 概述

第七章 除尘

§ 1	产生灰尘的原因	132
§ 2	测定含尘量的方法	133
§ 3	喷水防尘	134
§ 4	吸气除尘	136

第八章 集尘

§ 1 降尘室.....	146
§ 2 旋风集尘器.....	149
§ 3 湿法集尘器.....	152
§ 4 布袋除尘器.....	158
§ 5 电气集尘器.....	159
§ 6 超声波汽笛.....	167
§ 7 集尘系统.....	168

参考文献

74.49
144

高等学校教学用书



选矿厂脱水集尘

中南矿冶学院选矿教研组编

中国工业出版社

本书内容包括两个部分。在第一部分中叙述了粗粒物料脱水、沉淀浓缩、过滤、干燥等作业，讨论了各种脱水作业的原理，选矿厂常用脱水设备的构造和操作及其选择和计算。在第二部分中讨论了选矿厂中除尘的方法和常用的集尘设备。

本书是按照高等学校选矿专业的“脱水集尘教学大纲”编出的。可作为高等学校选矿专业的教学用书，亦可供从事选矿工作的工程技术人员参考。

选矿厂脱水集尘

中南矿冶学院选矿教研组编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社印刷三厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 787×1092· $\frac{1}{16}$ ·印张 10 $\frac{1}{4}$ ·插页 1·字数 258,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数 001—833·定价（10—6）1.35元

统一书号：15165·282（52—32）

目 录

前言

第一篇 选矿产品的脱水

第一章 概述

第二章 粗粒物料的脱水

§ 1	物料的结构和粒度与含水的关系	8
§ 2	脱水提升机	10
§ 3	脱水筛	12
§ 4	脱水离心机	17
§ 5	脱水仓	21
§ 6	选煤产品的防冻	24

第三章 沉淀浓缩

§ 1	沉淀过程的原理	26
§ 2	凝聚与凝聚剂	29
§ 3	间歇作用的沉淀池	36
§ 4	锥形浓缩器	39
§ 5	耙式浓缩机	44
§ 6	离心浓缩机	54

第四章 过滤

§ 1	过滤原理	62
§ 2	加压过滤机	68
§ 3	真空过滤机	70
§ 4	过滤过程的影响因素	82
§ 5	过滤机的选择与计算	87

第五章 干燥

§ 1	蒸汽和气体混合物的性质	91
§ 2	空气干燥机的物料衡算与热量衡算	94
§ 3	干燥速度	101
§ 4	干燥机	104
§ 5	干燥机的选择与计算	117

第二篇 除尘与集尘

第六章 概述

第七章 除尘

§ 1	产生灰尘的原因	132
§ 2	测定含尘量的方法	133
§ 3	喷水防尘	134
§ 4	吸气除尘	136

第八章 集尘

§ 1 降尘室.....	146
§ 2 旋风集尘器.....	149
§ 3 湿法集尘器.....	152
§ 4 布袋除尘器.....	158
§ 5 电气集尘器.....	159
§ 6 超声波汽笛.....	167
§ 7 集尘系统.....	168

参考文献

前 言

本书是根据1959年修訂的选矿专业指导性教育計劃和“选矿厂脫水集尘”教学大綱，在选矿教研組历年所編写的“脫水集尘”讲义的基础上編写的。在編写中尽量总结了1958年教育革命以来的教学經驗，同时适当收集和补充了我国技术革新和技术革命运动中的先进經驗。

在确定本书內容的深度和广度时，考虑了选矿专业的培养目标和学生的实际水平。在編写过程中，一方面力求反映現代科学技术的水平和本門科学最基本的規律；另一方面也注意了避免庞杂繁瑣，力求簡明扼要的問題。本书教学时数为45学时。

参加本书編写的有李学友（第一章、第二章、第七章）、黄枢（第三章）、徐秉权（第四章）、张国祥（第五章、第六章）、张維高（第八章）等同志，并最后由周忠尙、徐秉权統一审閱。由于編者水平有限，錯誤及遺漏之处在所难免。希望讀者予以批評和指正，以便再版时补充和修改。

中南矿冶学院选矿教研組

1961年4月

第一篇 选矿产品的脱水

第一章 概 述

在选矿工业中，通常需要从含有水份的固体中除去水份，这种过程称为脱水。

选矿厂的产品，除了极少数干法精选作业以外，都带有大量的水。例如浮选的精矿所带的水份，约为固体重量的4~5倍。而其它如重力选矿，湿法磁选等的精矿，也带着大量的水。在将这些精矿送往冶炼厂之前，需要除去水份，否则无法进行冶炼。而且精矿中的水份过多，在送往冶炼厂时，会造成运输上的困难和增加运费。在严寒地区的选矿厂，在冬季时，含有过量水份的精矿的贮存与运输会发生冻结的麻烦。在水源缺乏的选矿厂，精矿中的水份，甚至是尾矿中的水份，需加以利用。这时，脱水不仅是为了以后精矿冶炼和加工的需要，而且是为了获得返回再用的水。

在选煤厂中，精煤的脱水更属重要。作为炼焦用的精煤，所含水份不能超过规定的含量。若所含水份过高，将使炼焦的时间延长，降低炼焦炉的产量。还有一些工业部门，对原料的含水量有严格的要求。例如，用于制造合成汽油的煤和制造电极用的石墨，含水量不应超过2%，用作橡胶制品填料的滑石粉，含水量应在0.5%以下。所以在选矿厂中精选后的脱水作业是不可少的。

铜精矿的含水量，在夏季不得超过14%，在冬季应小于8%。铅、锌精矿的含水量，在夏季不得超过10%，在冬季应小于8%。

在大规模将矿石磨细后再进行分选的选矿厂，特别是浮选厂，尾矿的含水量通常都在70%以上，若任其流散于山谷中或流入矿区附近的小河内，将会使水源染污，影响附近居民饮水卫生及农田灌溉。且日积月累，将使河床淤塞，因而引起洪水泛滥。所以这些尾矿也需要除去水份，然后弃置于适当的场地。

在选矿过程中，往往由于操作的需要，中间产物也要进行脱水。

脱水的方法可按作用原理的不同区分为三类：

- (1) 机械脱水法即利用机械力(重力、压力等)使水份与固体分离。重力脱水、沉淀浓缩、过滤等属于这一类。
- (2) 热能脱水法即利用热能使水份汽化而与固体分离。
- (3) 物理化学脱水法用吸水性化学品，如生石灰、无水氯化钙等吸收物料中的水份。

在处理含有大量水份的粗粒物料时，利用重力使水自然洩下，能够除去其中大部分水份。若借助于离心力，则效果更好。通常使用的设备有脱水筛，脱水仓、脱水离心机等。这些设备在洗煤厂(重力选煤厂)中应用最广。在重力选矿厂中常将机械分级机用于脱水。

在处理细粒的矿粒时，如浮选精矿的脱水，煤泥的脱水，需要使用比较复杂的设备，其脱水过程通常可分为三个步骤。第一步沉淀浓缩，将很稀的矿浆利用沉降的方法

浓缩至重量含水率（以后称为含水量）为50~30%的矿浆，常用的设备有沉淀池，浓缩机等。第二步过滤，借助于过滤介质，使液体与固体分离，得到含水量为16~8%的产品，常用的设备为过滤机。第三步干燥，将物料用干燥机烘干，使其含水量降低到6%以下。在实际生产中，根据对产品含水量的要求，决定采用那几种脱水方法。

沉淀浓缩是利用矿粒的重力沉降，故消耗能量最少，仅用于克服传动设备的机械阻力。过滤作业消耗能量比较大，因需克服液体通过过滤介质的阻力。通常沉淀浓缩作业除去的水量最多，过滤作业次之，干燥作业最少。设有一液固比为9:1的矿浆，先经浓缩机浓缩至液固比为1:1，再经过滤机得到含水量为15%的滤渣，最后送入干燥机，获得含水量为5%的最终产品。若所处理的矿浆为100吨，则可见浓缩机除去的水量为80吨，过滤机除去的水量为8.24吨，干燥机则仅除去1.23吨水份。正确地运用各种脱水方法和设备，使其充分发挥效能，才能降低生产成本，提高劳动生产率。

在个别情况下，可以应用物理化学脱水法。在选矿厂应用这种方法必须与选矿产品下一步加工的需要结合起来。例如，在过湿的铜精矿滤渣中添加生石灰，既降低了含水量，又满足了铜精矿焙烧作业的需要。

第二章 粗粒物料的脱水

§1 物料的结构和粒度与含水的关系

脱水作业是使含水物料中液体（水份）与固体物料分离的一种作业。因此，含水物料中，液体（水份）与固体物料的性质及其相互作用的关系，对脱水过程起着重大的影响。

水份与物料的结合状态，可以分为如下几种：

一、化合水份

这种水份与物质按固定的重量比率直接化合，生成一种新的化合物，即晶形水化物（如 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）。水份成为新物质的一个组成部分，这是水与物料结合状态中最牢固的一种。只有加热至一定温度，使物质结晶体破坏，才能使这种结晶水释放出来。在干燥过程中，这种水份不能借蒸发来除去，故在干燥过程的计算中不考虑化合水。

二、吸取水份

在两相的界面上，具有与其内部不同的物理化学性质。位于固体或液体表面上的分子具有过剩的能—表面自由能。因而会吸引相邻的相中之分子，这样便产生了吸附作用。固体周围空间中的气体或水蒸汽分子会被吸附在它的表面上，所以在固体表面上形成了一层薄膜水份，其厚度为一个分子至数个分子。通常用肉眼是不能看见的。

当水分子钻入（扩散）到固体内部时，称为吸收。吸附过程进行非常迅速，而吸收过程则进行缓慢。通常将这种借吸附作用和吸收作用而结合的水份统称为吸取。

这种水份与固体物料有紧密的结合，用机械方法脱水是不能将这种水份除去的。借干燥方法也只能除去其中的一部分，但如果再露置于湿度较大的空气中时，所失去的水份却又可能重新吸回来。

三、毛细管水份

在松散物料的颗粒之间存在着许多孔隙，有时固体颗粒内部也存在有孔隙。由于毛细管吸力的作用，水份能保持在这些孔隙之中。如图1所示。设孔隙为圆柱形，直径为 d ，以 θ 表示水与物料之间的接触角， σ 表示水的表面张力，则由于毛细管吸力的作用所能保留的水柱高度 h 可由力的平衡条件求出：

$$\pi d \sigma \cos \theta = \pi r^2 h \rho g$$

$$h = \frac{2 \sigma \cos \theta}{r \rho g} \quad (1)$$

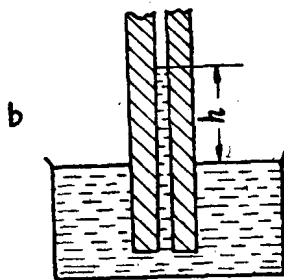
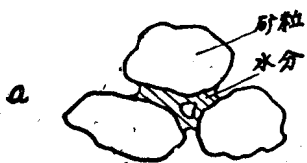


图1 孔隙水份示意图

由式(1)可以看出：第一，若物料顆粒之間的毛細孔隙愈小，則要除去其間的水份便愈困難。對於很細的物料（如煤泥）有時只能借干燥（汽化）的方法，才能達到去水的目的。第二，親水性的物料（與水的接觸角較小， $\cos\theta$ 較大）脫水較難。所以在精礦脫水時，若礦粒表面粘滿了親水性很大的粘土、礦泥等，會使脫水過程的效果降低。試驗證明，在煤中混入0.8~1.0%的油類，使煤的疏水性增加，可使脫水容易。

表面水份的含量與單位體積（或重量）的物料所具有的表面积大小有關。物料的粒度愈小，則其表面积愈大，因而表面水份含量愈大。容積為1米³的各種粒度之顆粒的表面积列舉在表1中。

表1 固體顆粒的粒度與表面积的关系

粒度, 毫米	>5	3—5	2—3	1—2	0.5—1	0—0.5
表面积 米 ² /米 ³	520	730	1240	2090	4190	12560

散粒物料的孔隙水份與其孔隙度有關。孔隙度表示單位體積的散粒物料中，所有空隙的體積，即：

$$m = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \quad (2)$$

式中 m ——散粒物料的孔隙度；

V_1 ——散粒物料的體積；

V_2 ——散粒物料中固體顆粒所佔據的體積；

$V_1 - V_2$ ——散粒物料中空隙所佔據的體積。

通常應用下式計算孔隙度：

$$m = \frac{100(\delta - r)}{\delta} \quad (3)$$

式中 δ ——固體的比重；

r ——散粒物料的比重。

細粒的散粒物料具有極大的表面积及大量的細小的毛細孔隙，因此較粗者能含蓄較多的水份。粒度均勻的物料脫水較不均勻者為易。因為在后者中，細粒會充塞於粗粒的間隙中，這樣便造成較多的細小毛細孔隙，加強了毛細管力。例如，借機械方法脫水後的煤，其粒度為80~12毫米者，水份含量為7~8%。粒度為12~1毫米者，水份含量為11~12%。粒度為1~0毫米者，含水量達30%。

若取定量的各種粒度的煤粒，與水混合置於漏斗中，用不同的方法過濾，直至不再有水份排出為止，然後測定其含水量。以粒度為橫坐標，含水量為縱坐標繪成圖2。曲綫Ⅰ是自然洩水的結果；曲綫Ⅱ是在洩水時加以顫動；曲綫Ⅲ為用離心力（等於重力的78倍）過濾的結果。由曲綫中可見，粒度愈小，含水量愈高。這是因為粒度小者表面积大，吸附於其上的水份多，且顆粒與顆粒間的孔隙小，毛細管作用顯著的緣故。但粒度小，其間能容納水份的孔隙空間亦小。因而，當粒度小至一定數值時，含水量的增加便很少。

从图中比较各曲线可知，含水量因震动及离心力过滤而显著减少。这是因为在洩水时震动，可使颗粒互相挤紧，迫使间隙中的水份洩出。至于用强大的离心力过滤，可以克服毛细吸力而将其间的水份驱出，因而含水量大为减少。

粗粒物料脱水的设备可分为：

- 1) 脱水提升机；
- 2) 脱水筛；
- 3) 脱水离心机；
- 4) 脱水仓。

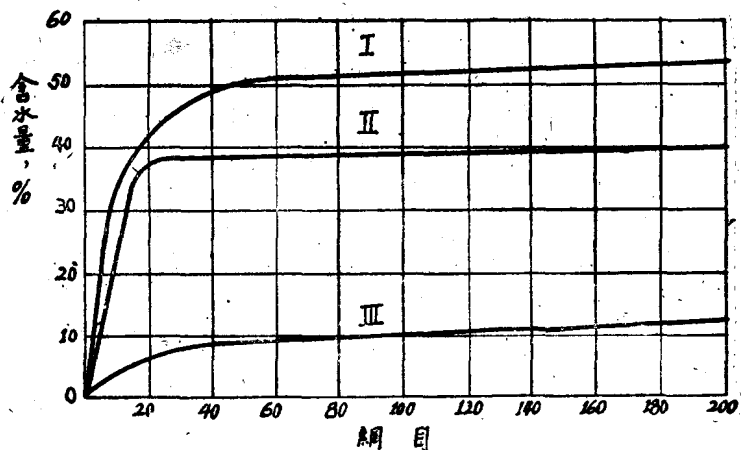


图 2 粒度与含水量的关系

§ 2 脱水提升机

在运输机中脱水，一般作为初步脱水，但有时对容易脱水的产品，如大块或块状的煤炭，也用运输机作最后的脱水。

矸石，中煤和循环料的初步脱水常用吊斗脱水提升机，它兼有运输和脱水的双重作用。通常脱水提升机的装料箱与淘汰机、洗煤槽等选煤机械连在一起，但有时亦将它置于角锥浓缩槽中。脱水提升机（图 3）的构造与一般的吊斗提升机相同，但为了适应脱水工作的需要，又具有下列特点：

第一，脱水提升机的机身倾斜角度不应超过 70° ，两个吊斗之间应有相应的距离（通常相隔一节牵引链）。这样才能避免前一吊斗洩出的水落到下一吊斗中。通常倾斜角度在 $50^\circ \sim 70^\circ$ 之间。

第二，物料在提升机中运出水面后，应该在吊斗中继续停留足够的时间，即应该保证有足够的脱水时间。脱水时间与吊斗运动速度和离开水面后的运输高度有关。处理粗粒物料时，应达到 $20 \sim 25$ 秒，处理细粒物料时应达到 $40 \sim 50$ 秒。实际经验表明，脱水提升机的提升高度至少应高出水面 4 米，对于粗粒物料可选择 $5 \sim 7$ 米，对于细粒物料可选择 $6 \sim 8$ 米。用于粗粒物料脱水时，吊斗运动速度为 $0.25 \sim 0.27$ 米/秒；用于细粒物料脱水时，为 $0.15 \sim 0.17$ 米/秒；用于运输洗煤机的循环再选的中間产品，由于不必計

較脫水效果，脫水提升机的速度可选用0.3~0.5米/秒。

第三，提升机的吊斗應該用帶有長条形孔的鋼板制成（圖4），通常篩孔尺寸為4×20毫米，這種篩孔不易堵塞。

此外，脫水提升机的脫水效果還與物料的粒度和性質有關。粗粒精煤脫水後的含水量為9~10%；粗粒中煤為14~17%；粗粒矸石為15~17%，細粒精煤為18~22%，細粒中煤為20~25%，細粒矸石為25~30%。

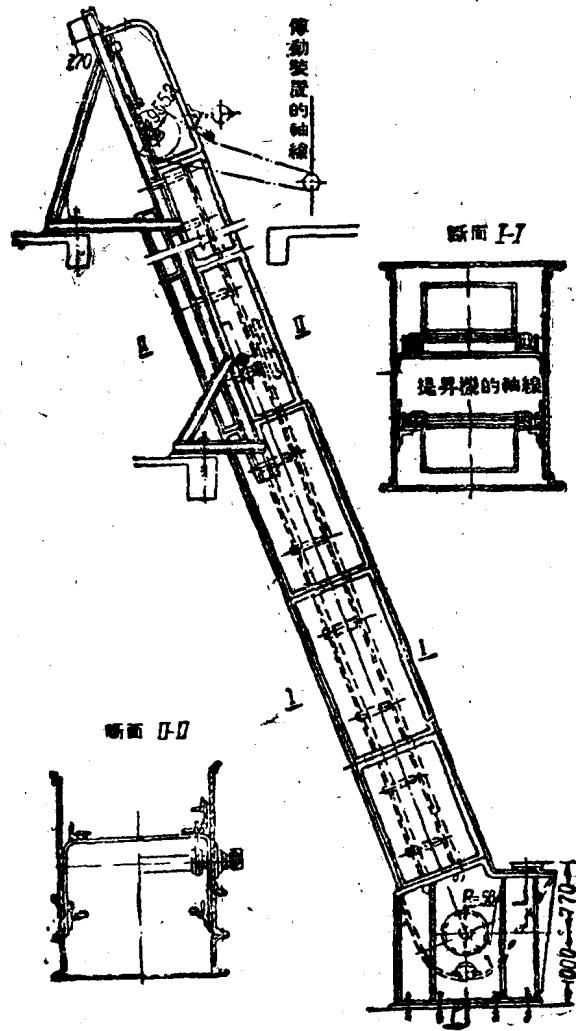


圖3 脫水提升机

最常用的脫水提升机的技術規格列於表2中。

脫水提升机的生產率可由以下公式決定：

$$Q = 3.6 \frac{i}{a} v r \varphi \text{ [吨/时]} \quad (4)$$

式中 Q ——脫水提升机生產率，[吨/小时]；

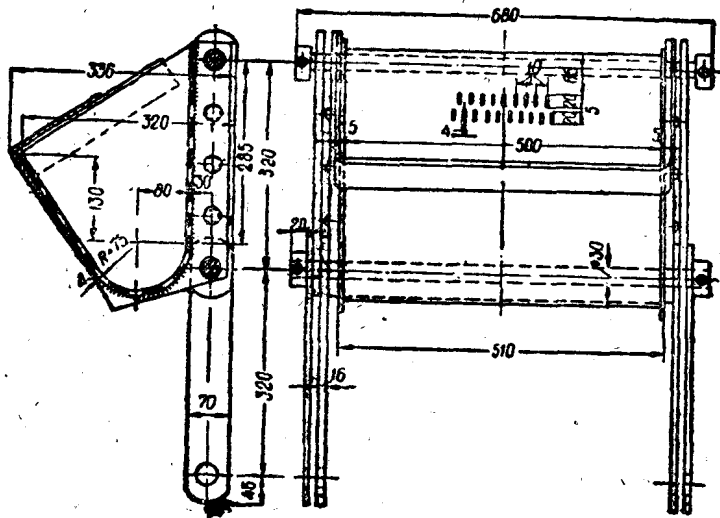


图4 脱水提升机的吊斗

表2 吊斗脱水提升机的技术规格

项 目	数 据						
斗宽, 毫米	300	400	500	600	700	800	1000
链节距, 毫米	300	300	300	300	100	400	400
吊斗容量, 升	17	23	29	34.5	58.5	78	98
提升机的最大高度, 米	27	25	22	20	22	20	18

- i ——吊斗容量 (参看表2), [升];
 a ——提升机牵引链的节距, [米];
 v ——吊斗运动速度, [米/秒];
 γ ——物料的堆比重 (中煤为1.2; 矸石为1.4);
 φ ——吊斗的充满率 (0.6~0.7)。

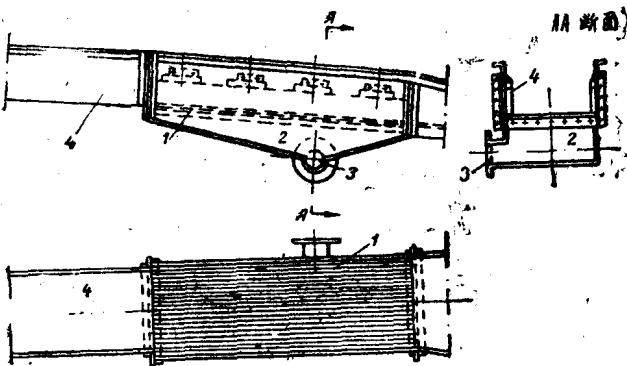


图5 装置在溜槽中的固定脱水筛

- 1—黄铜 (或不锈钢) 制条缝筛; 2—筛下承受煤泥水的容器;
 3—排出煤泥水的管子; 4—槽

§3 脱水筛

自重力选矿机械排出的含有大量水份的粗粒产品, 可在筛分机上脱水。几乎所有用于干法筛分的筛分机, 都能用于脱水, 但筛面的构造要改变, 以利于水与固体颗粒的分离。同时, 筛下需装置锥形斗, 接纳脱除的水。

一、固定条缝筛 常用