

# 露天砂矿水枪工

长沙矿山設計研究院 編

冶金工业出版社

# 露天砂矿水枪工

長沙礦山設計研究院 編

冶金工业出版社

露天砂矿水枪工  
长沙矿山设计研究院 编

---

1960年8月第一版      1960年8月北京第一次印刷 2,315册  
开本850×1168•1/32•字数60,000•印张 $2\frac{16}{32}$ •定价0.35元  
统一书号15062•2360      冶金工业出版社印刷厂印  
新华书店科技发行所发行      各地新华书店经售

---

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）  
北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

# 露天砂矿水枪工

長沙礦山設計研究院 編

冶金工业出版社

露天砂矿水枪工  
长沙矿山设计研究院 编

---

1960年8月第一版      1960年8月北京第一次印刷 2,315册  
开本850×1168•1/32•字数60,000•印张 $2\frac{16}{32}$ •定价0.35元  
统一书号15062•2360      冶金工业出版社印刷厂印  
新华书店科技发行所发行      各地新华书店经售

---

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）  
北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

## 目 录

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 序言.....                                   | 5  |
| 第一章 砂矿床和土岩.....                           | 6  |
| § 1 砂矿床的成因.....                           | 6  |
| § 2 砂矿床的类型.....                           | 6  |
| § 3 按水枪冲采的土岩分类.....                       | 8  |
| § 4 土岩的基本特性.....                          | 9  |
| § 5 土岩的可冲采性.....                          | 12 |
| § 6 土岩的运输性质.....                          | 13 |
| 第二章 水枪.....                               | 14 |
| § 7 水枪的基本作用.....                          | 14 |
| § 8 远射水枪.....                             | 14 |
| § 9 水枪的喷嘴.....                            | 17 |
| § 10 稳流装置.....                            | 20 |
| § 11 液压远控水枪.....                          | 21 |
| 第三章 水枪水柱冲运理论知識.....                       | 23 |
| § 12 水枪水柱的结构特性.....                       | 23 |
| § 13 水柱的基本参数.....                         | 24 |
| § 14 水柱破坏土岩的基本理论.....                     | 25 |
| § 15 水柱的工作指标.....                         | 26 |
| § 16 水柱第一段长度的确定.....                      | 26 |
| § 17 水枪工作压头的测定和它的平均单位压力、<br>流速、流量的计算..... | 27 |
| § 18 水柱的功率计算.....                         | 28 |
| § 19 泥浆在沟槽中的运动.....                       | 29 |
| 第四章 冲采工艺.....                             | 31 |
| § 20 冲采的基本方法.....                         | 31 |

|      |                |    |
|------|----------------|----|
| § 21 | 矿山技术因素及其确定     | 35 |
| § 22 | 掏槽             | 48 |
| § 23 | 冲运             | 50 |
| § 24 | 沉沟运输           | 52 |
| § 25 | 残矿的处理          | 52 |
| § 26 | 冲运砂矿           | 56 |
| § 27 | 石湖砂的处理         | 57 |
| § 28 | 水枪操作基本技术规程     | 57 |
| § 29 | 安全注意事项         | 61 |
| § 30 | 冲采工作指标         | 62 |
| 第五章  | 作业布置           | 63 |
| § 31 | 工作面的基本布置方法     | 63 |
| § 32 | 高压供水管的布置       | 65 |
| § 33 | 沉沟的布置          | 66 |
| § 34 | 冲采方法的选择        | 67 |
| 第六章  | 水枪的安装、移设和养护    | 69 |
| § 35 | 安装水枪应注意的事项     | 69 |
| § 36 | 水枪的移设          | 70 |
| § 37 | 管道快速联接         | 71 |
| § 38 | 水枪的养护          | 72 |
| 第七章  | 提高水枪冲采效率和质量的方法 | 74 |
| § 39 | 土岩预先松动         | 74 |
| § 40 | 水枪近封作业         | 76 |
| § 41 | 胶性土岩的处理        | 77 |
| 附表   | 工程单位换算表        | 78 |

## 序 言

水枪—砂泵法开采砂矿床，是水力机械化开采中投资少、收效大、技术设备不复杂，而灵活性极大的一种方式；也是现代水力机械化开采普遍应用的方法。

这种开采方法在我国应用已有二十多年的历史，事实证明了它是适合于我国砂矿资源赋存条件的，在祖国伟大的社会主义建设事业中日益起着更为重大的作用。

水枪工的冲采作业是这一开采方法的主要工艺部份，直接影响开采的经济效果。二十多年来，我国劳动人民在生产过程中积累了不少经验；尤其是建国十年来，在党和政府的正确领导下，苏联专家们热心的帮助和矿山全体职工的努力下，发挥了苦干和巧干，使操作工艺和技术理论水平都有了更大的提高和发展。

本书是把这些成就系统地加以整理，并在这个基础上吸收了一些国外的先进经验和科学理论编写而成。

本书的目的：

1. 作为我国现场工人与基层干部的进修读物或业务学习课本，使实际经验更好地与技术理论结合起来，以利于开展技术革新运动。

2. 供新建矿场参考，促进国内露天砂矿水力开采事业的发展。

3. 作为编写我国砂矿水枪工手册的初步文件。因此本书所介绍的知識，希望通过更广泛的生产实践得到不断补充和修正。

由于执笔人的水平限制，可能存在一些错误，希望读者给以指正。

## 第一章 砂矿床和土岩

### § 1 砂矿床的成因

原生矿床因气温变化的影响，以及风、雨、雪等风化作用而破坏，逐渐变成砂及砾石。这种含矿岩屑一般被小溪或河流带走，并在搬运过程中逐渐分选。较轻的砂粒被水带走得最远，或者最后沉积在上部；比重较大的金属矿物沉积在下部。这样，就形成了砂矿床。

由于砂矿床是经过风化、分解、破碎作用和水流的搬运、冲刷、堆积、研磨以及逐渐分选而形成的，所以能够形成砂矿床的矿物都普遍具有比重较大、硬度较高、不易为酸性或碱性溶剂所溶解，并不溶解于水的性质。通常发现的有金、铂、锡、钨、金刚石、钛铁矿、独居石和绿柱石、等等的砂矿床。

我国中南、西南、西北、东北各地和沿海地区均有砂矿床发现或开采。金属矿物和非金属矿物的种类也很多，目前开采的即有近十种。

### § 2 砂矿床的类型

按砂矿床的形成条件分为如下三种类型：1) 残积砂矿床；2) 坡积砂矿床；3) 冲积砂矿床。

1) 残积砂矿床 原生矿床经风化破碎成为砂粒及砾石之后，较轻的岩石碎屑被水流带走，较重的矿物则仍然留在原地；由于雨水及各种化学作用，重的金属矿物逐渐往砂砾的下部移动，这些含有金属矿物的砂砾层即是残积砂矿床。它产于原生矿床所在地或在原生矿床的附近。

残积砂矿床的经济价值决定于它的原生矿床的经济价值。一般说来，它的规模较小，矿物分布不均匀，矿物单体分离不

良，連生体極多，工業價值不大。以砂錫礦床為例，低品位的原生偉晶花崗岩脈很少能夠形成有工業價值的殘積砂礦床；分散孤立的石英錫石礦脈，風化形成富集極不均勻的殘積砂礦床。

在熱帶氣候地區，化學風化作用很強烈，往往由分布在平緩斜坡或小丘上的原生礦床形成厚的殘積礦床，這種礦床在馬來亞分布甚廣。在我國尚未發現巨大的殘積砂礦床。

2) 坡積砂礦床 殘積層在重力和水流的作用下堆集在山坡上而形成坡積砂礦床。在山坡下部和流經礦床的河流的河谷中能形成較大的坡積-沖積砂礦床。這種砂礦床的工業價值也是直接決定於形成它的原生礦床的價值。通常單純的坡積礦床的工業價值并不大，比較重要的是坡積-沖積砂礦床，因為它經過了一定的水流作用而富集起來的。

坡積砂礦床的分選作用也不佳，表土層很薄或者沒有表土。礦物含量在水平方向的分布很不均勻。岩塊、砂礫與礦粒多呈稜角，礦物的单体分離不完全。

坡積-沖積砂礦床的組成物料的分選程度也差，岩塊和礦物的磨圓度低，這是接近於坡積層性質的。但礦物含量較均勻，一般富集在礦床下層，表土與含礦層分得也較清楚，礦物的单体分離程度也較好。坡積-沖積砂錫礦床的工業價值很大。我國已開采這種類型的大規模砂錫礦床。

3) 沖積砂礦床 為分布最廣、工業價值最大的砂礦床。它分為下面五種：

河床(谷)砂礦床 生在現代河流水位作用範圍內的舊河床或舊河谷中，礦床延長達數公里。河谷礦床成礦過程中經過多次的富集作用，工業意義極大。為我國中南、西南各省主要砂礦類型。

階地砂礦床 生在近代河流水位以上順河的階地上，它是由高水位時形成的很老的河床砂礦床，經河床加深、水位降低剝刷而成；河床被加深幾次就形成幾個階地礦床。

**河灘砂矿床** 在沿河湾里面凸出部份 或在小 島嶼 的前部形成。

**近代河床砂矿床** 在現代河流水面以下形成。

**海岸砂矿床** 由于海岸上的原生矿床被冲瀾或河水把矿物帶入海洋与湖泊而形成，当海水水位下降时，此种矿床 便露出地表，成为可开采的矿床。

冲积矿床的特点是：分选作用良好，矿物分布均匀，矿物或自然金屬单体分离完全，石子和矿物的磨圆度大。为砂矿床主要的工业类型。

### § 3 按水槍冲采的土岩分类

目前我国还没有一种按水槍冲采要求的統一的土岩分类方法。下面介紹苏联的水力法开采砂矿床的土岩分类和水力剝离煤矿表土层的土岩分类。这两种分类法在国内都被采用，分类中包括的土岩种类与性质虽然不完全和我国砂矿情况相同，但基本上是可作参考的。

#### 一、水力法开采砂矿床的土岩分类

| 級別  | 土 岩 性 质                                                                                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I   | 1. 无树根泥炭，松散的腐植土层，泥炭，卵石和泥砂的廢石堆<br>2. 中粒和粗粒非粘結石英和石英长石质矿砂，有时混有少量卵石和碎石<br>3. 非粘結的砂质粘土，間或含有卵石，淤泥或含有少量粘土<br>4. 砂质卵石土壤或粘結的砂质碎石卵石土壤 |
| II  | 含卵石和碎石在30%以下的致密或粘結粘土                                                                                                        |
| III | 1. 含粒徑50厘米的礫石达15%的含砂粘結粘土<br>2. 殘积矿床中被粘土粘結着的碎石、条石和片石<br>3. 含有树根的粘土质片岩，砂质粘土片岩，炭质片岩，含云母片岩和石灰质片岩的风化碎屑                           |

續前表

| 級別 | 土 岩 性 質                                                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|
| IV | 1. 含有粒徑大於50厘米的漂石達30%的含石粘性粘土。2. 裂縫極為發達的火成岩。3. 膠結弱的礫岩。4. 有島形凍粘土層達30%              |
| V  | 1. 含有粒徑大於50厘米的漂石達50%的粘性極強的含砂粘土<br>2. 半破碎的大塊砂岩<br>3. 各個方面裂縫極發達的火成岩。4. 有島形凍粘層達50% |

## 二、水力剥离煤矿表土层的土岩分类

|     |                                      |
|-----|--------------------------------------|
| I   | 細粒砂，輕質砂土（松散的），松散黃土                   |
| II  | 中粒砂，輕質壤母（松散的），緊密黃土                   |
| III | 粗粒砂，重質砂土，砂質粘土，緊密的含砂壤母                |
| IV  | 礫石含量在40%以下的砂，礫石含量在15%以下的粘土半油性粘土（半壤土） |
| V   | 礫石含量在40%以上的砂，油性粘土（壤土），粉砂岩，粘土板岩。      |

按包括的土岩內容，第二種分類法更與我國砂礦相接近，而且在蘇聯按照第二種分類法整理出來的技術資料也比較多，如生產技術經驗和指標，以及各項科學研究資料等，均可供我們的參考。因此，我們主張採用這種分類方法作為我國砂礦水力開采土岩統一分類的基本依據。按照這個分類標準，我國砂礦床表土層土岩多屬於第Ⅰ類或Ⅱ類；砂層土岩多屬於Ⅲ類或Ⅳ類，也有第Ⅴ類的，第Ⅴ類極少。

## § 4 土岩的基本特性

為了有效的進行工作，對於工作對象——土岩的性質必須了解 and 掌握。

需要掌握的土岩的物理機械性質有如下幾種。正確鑑定這些特性，需要由土壤試驗室進行試驗，提供資料。

**容重** 指土岩在自然狀態下的容積重（具有空隙和自然濕

度)，以一立方米土岩的重量（公斤）表示。通常在1850—2050公斤之間。

**比重** 固体土岩体积（除去空隙度）对同体积水的相对重量，通常在2.5—2.8之間。

**孔隙度** 岩石中空隙体积对该岩石总体积之比。砂子多为25—40%，泥土为44—47%。

**湿度** 土岩中所含水分的重量与土岩自然容重之比的百分数。

**容水度** 土岩吸收水分能力的大小称为它的容水度，以在自然状态下的土岩最大吸收水分时的体积与土岩的固体部分体积的比例百分数来表示。由微細顆粒組成的土岩的容水度大，因为它是不容易脫水的。

**粘結力** 表示土岩顆粒間的粘結情况。土岩愈致密，粘結力就愈大，冲采也越困难。粘結力用每平方厘米的公斤表示。

**湿裂性** 或称浸潤性，这是土岩在一定期間內为水所浸透而碎裂的性能。土岩在水中浸透得愈快，它就容易为水枪水柱所冲采。

**安息角** 是維持坡面不致崩塌的最大傾斜角。安息角随土岩的特性（粒度大小和粘結力强弱等）和含水量的不同而改变，开采时的阶段坡面角应大于安息角。

**可塑性** 土岩在附加压力下，体积不变，也不发生破裂，只改变它原有的形状，当外力除去以后，仍然維持所得的变形状态，这种性质称为可塑性。

土岩含水的重量百分数超过某一数值时，土岩就轉变成流动状态。这一含水重量百分数值，称为可塑性的上限或流动性（F）的下限。当土岩含水的重量百分数低于某一数值时，土岩就不能滚压成綫状，这一含水重量百分数值，称为可塑性的下限，或称滚压界限（R）。可塑性上限（F）減可塑性下限（R）之差叫做塑性指数（ $\phi$ ）：

$$\phi = F - R \quad \%$$

塑性指数愈大，土岩的可塑性就愈强，它就愈难冲采。

**机械组成** 即粒度组成，是指土岩中粒径不同的各级颗粒的重量百分比。

按机械分析来确定土岩的机械组成，一般采用如下的分级标准：

<0.005; 0.005—0.01; 0.01—0.025; 0.025—0.05; 0.05—0.1; 0.1—0.25; 0.25—0.5; 0.5—1.0; 1.0—2.0; 2.0—10.0; 10.0—60.0; 60.0—200; >200。均以毫米计算。

机械组成各粒级的分类方法列于表1中。

表 1

| 岩石名称                     | 粒级名称                        | 颗粒尺寸(毫米)                                        |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|
| 巨砾(浑圆的)<br>或<br>块石(棱角的)  | 大粒<br>中粒<br>小粒              | 800<br>800—400<br>400—200                       |
| 卵石(浑圆的)<br>或<br>小碎石(棱角的) | 大粒<br>中粒<br>小粒              | 200—100<br>100—60<br>60—40                      |
| 细砾(浑圆的)<br>或<br>角砾(棱角的)  | 最大粒<br>中粒<br>小粒             | 40—20<br>20—10<br>10—4<br>4—2                   |
| 砂                        | 大粒<br>中粒<br>小粒              | 2—1<br>1—0.5<br>0.5—0.25                        |
| 粉砂                       | 粉砂<br>大粒粉砂<br>细粒粉砂<br>淤泥质粉砂 | 0.25—0.1<br>0.1—0.05<br>0.05—0.01<br>0.01—0.005 |
| 粘土                       | 粗粒粘土<br>细粒粘土                | 0.005—0.001<br><0.001                           |

根据粒度大小，机械组成的粒级具有下列不同的特征。

砂粒级(颗粒尺寸在2.0—0.25毫米之间)透水性强，无可塑性，在水中不膨胀，干燥时不收缩；干燥情况下呈松散状，不易转变为流砂状态，在水中沉积很快，流运性不佳，堆筑性好。

粉砂粒級（顆粒尺寸 0.25—0.005 毫米）透水性不大，可塑性不强；其中一部份（0.25—0.05 毫米）在水中不膨胀，易成为流砂状态，軟泥部份（0.01—0.005 毫米）沉淀慢，不适于堆筑，容易被冲走，因在水中很长时间呈悬浮状态。

根据上述三种粒級的含量的土岩分类列入表 2 内。

表 2

| 土岩<br>分类<br>序号 | 土岩名称  | 平均容重<br>(公斤/米 <sup>3</sup> ) | 各种粒度颗粒的含量              |                          |            |
|----------------|-------|------------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
|                |       |                              | 0.005毫米以下的<br>粘土质颗粒, % | 0.005—0.05毫米的<br>粉砂颗粒, % | 砂颗粒%       |
| 1              | 細粒砂   | 1500                         | 3 以內                   | 50 以上                    | —          |
| 2              | 中粒砂   | 1550                         | 3 以內                   | 50 以內                    | —          |
| 3              | 粗粒砂   | 1600                         | 3 以內                   | 50 以內                    | —          |
| 4              | 亚砂土   | 1600                         | 5—12                   | 50 以下                    | 多于粉砂<br>颗粒 |
| 5              | 輕质亚粘土 | 1600                         | 12—18                  | 粉砂颗粒少于砂颗粒                | 同上         |
| 6              | 重质亚粘土 | 1750                         | 18—33                  | 同上                       | 同上         |
| 7              | 松散黄土  | 1600                         | —                      | 粉砂颗粒在 70% 以內             | —          |
| 8              | 致密黄土  | 1800                         | —                      | 粉砂颗粒占主要成分                | —          |
| 9              | 胶粘土   | 1700                         | 39—40                  | 粉砂颗粒多于砂颗粒                | —          |
| 10             | 半肥粘土  | 1750                         | 40—50                  | 同 上                      | —          |
| 11             | 肥粘土   | 1800                         | 50—70                  | 同 上                      | —          |
| 12             | 特肥粘土  | 1800                         | > 70                   | 同 上                      | —          |

## § 5 土岩的可冲采性

按可冲采性划分，土岩可分为二类：1) 非粘結松散土岩；2) 致密的粘結性土岩。

非粘結性松散土岩是一种松散体，分子間沒有附着力，很容易冲采，工作面上平均水柱单位压力只需 0.5—1.5 公斤/厘米<sup>2</sup>。冲采的耗水比也小。自流运输耗水比多少随工作面到池浆池之間的运输条件而定。

粘結性岩石的各組成分子間有很大的附着力，比松散土岩冲采要难得多，工作面水柱平均单位压力需要很大，在 2—6 公斤/厘米<sup>2</sup>。

冲采耗水比也大。它的可冲采性决定于下述二种特性。

1. 土岩的可塑性：可塑性愈大（即塑性指数较大），可冲采性就愈小。

2. 土岩的空隙度：粘結性土岩愈致密，可冲采性就愈小；在同样的可塑性条件下，土岩的构造越致密，就难于冲采。

土岩的可冲采性随着它的湿度的增加而增加，因为空隙里的水分能减弱各个分子間的附着力。

## § 6 土岩的运输性質

泥浆的运输性质随土岩的机械成分和泥浆比重而定，組成土岩的固体顆粒越大，运输所需的流速也越大。因此，水力运输块状岩石与砾石和砂要比运输粘土质岩石所需要的速度大，在砂质里加入粘土时，就会显著的改善运输条件，降低所需运输流速。

运输岩石所需的流速也随泥浆比重而異。为了运输比重較大的泥浆（即泥浆中含有大量岩石顆粒），就需要很大的流速。

通常在現場中泥浆流束断面尺寸为寬約 60 厘米、深約 20 厘米，在土沟內的运输流速平均約每秒 1.5—2.0 米，沟底坡度約百分之八至百分之十（运输含有 25 毫米砾石的砂质粘土）。

## 第二章 水 枪

### § 7 水枪的基本作用

水枪的作用是把沿高压水管送来的压力水集中为一股强有力的，致密的，远射程的，具有很大射出速度和破碎作用的水柱，并通过对水枪的操纵来控制水柱，进行冲采土岩的工作。

### § 8 远射水枪

砂矿床露天水力机械化开采使用的水枪经过了许多的变革，目前在苏联和我国使用的远射水枪均为ГМН型的。

ГМН型水枪技术规格如表 3。

表 3

| 名 称        | 计算单位 | 水 枪 型 号 ГМН               |                           |                          |
|------------|------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
|            |      | ГМН-250                   | ГМН-200                   | ГМН-200国产                |
| 进水管直径      | 毫米   | 250                       | 200                       | 200                      |
| 喷嘴直径       | "    | 50, 63.5, 76<br>88.5, 102 | 50, 63.5, 76<br>88.5, 102 | 32, 50, 57.5<br>62.5, 75 |
| 射筒长        | "    | 2283                      | 1750                      | 1850                     |
| 水平转角       | 度    | 360°                      | 360°                      | 360°                     |
| 仰角         | "    | 32°                       | 32°                       | 32°                      |
| 俯角         | "    | 28°                       | 30°                       | 32°                      |
| 装配重 (没有滑板) | 公斤   | 182                       | 130                       | 22                       |
| 最大零件重 (射筒) | "    | 50                        | 35                        |                          |
| 许可压力       | 大气压  | 12                        | 12                        | 12                       |

ГМН型水枪的构造示于图 1。水枪的下弯管 1 由托架 2 支撑在固定的木头上，它的端部焊上活节法兰盘 3。用螺栓 5 使上弯管 1' 的法兰盘 4 和可拆卸的外圈 6 相连接；在外圈的下部凸出部和活节法兰盘之间置放二个滚珠轴圈 7 和滚珠 8 (见 A 部图)。

为了封盖孔隙，在外圈和上弯管法兰盘之间放置皮垫 9，在