

采金船矿山技工培训教材

采金船及采选工艺

上册

王孟尝 陈志强 主编



沈阳黄金专科学校

86年8月6日

采金船矿山技工技术培训教材

采金船及采选工艺

上 册

王孟尝 陈志强 主编

沈阳黄金专科学校

内 容 简 介

《采金船及采选工艺》——一书是由王孟尝、陈志强主编,沈阳黄金专科学校出版。该教材由冶金部黄金局训练处指定为采金船矿山技工技术培训的专业教材。

该套教材总结了我国采金船矿山多年的基本经验,并介绍了国外有关采选技术,分上、下两册出版。上册内容包括采金船及船用设备和采金船选矿工艺及设备。下册内容包括采金船采矿工艺和船用电气设备。

该套教材在编写中注意了一般工程技术人员的需要,所以该教材可以作为中等专业学校砂金开采专业的教材;亦可作为从事采金船工作的工程技术人员、生产管理人员和大专院校师生的参考书。

全书包括插图 622幅,表 146个。

采金船及采选工艺

王孟尝、陈志强 主编

沈阳黄金专科学校编辑、出版

中色辽地勘矿产地质研究所制版印刷

1986年3月

出版说明

根据冶金工业部黄金局[83]冶黄训字第240号文“关于积极组织完成《采金船技工读本》教材编写工作的通知”，从一九八四年初由黄金局召集会议。确定了主编单位、主编人员和编写人员；制定了编写大纲和编写计划；明确了出版等事宜。在有关单位的支持下，经过一年多的努力，在一九八五年底完稿。现就有关事项说明如下：

一、本教材编写目的是为配合《采金船主要生产工人技术等级标准》的考核，为采金船矿山培训技术工人，而提供的专业课程的统一教材。这套教材基本上是按照“二二一”制的原则组织编写的，即按初、中级两套教学计划、两套教学大纲，一套教材（以中级教材为主，包括初级内容）。

二、参加教材编写的人员，由在我国船采矿山工作多年的工程技术人员，沈阳黄金专科学校的专业教师和黑河采金船设计院的设计人员组成，教材中总结和反映了我国发展采金船的事业廿多年的生产、教学和设计方面的基本经验，并适当介绍了国外有关船采技术。在编写过程中黑龙江黄金公司、吉林省黄金公司和沈阳黄金专科学校的领导给予了大力支持，使得这套教材能比较顺利地编写出来。

三、经冶金工业部黄金局指定，本书作为船采矿山技工培训的专业教材，亦可作为砂金开采的中等专业学校的专业教材。这套教材的内容比较丰富，是我国采金船方面的第一套专业教材，定名为《采金船及采选工艺》。全书分上下两册，共计70万字，配有插图622幅；表146个。本书除能满足采金船矿山培训技术工人的需要外，还可供采金船专业的工程技术人员、管理人员和大专院校有关专业的师生参考。

四、编写人员及分工：

第一篇 采金船及船用设备

其中：绪论、第八、九章 王孟尝

第一、二章 陈志强

第三章 刘剑钊

第四、五、六、七章 冉庆生

第十章 孟成利

第二篇 采金船选矿工艺和设备

其中：第一、二、三、八、九章 宫守俊

第四、七章 李文杰

第五章 汪景歧

第六章 阴宪卿

第三篇 采金船开采工艺

其中：第一、八、九章 徐敦锡

第二章 徐敦锡、张克振合写

第三、四、六章 董元俊

第五章 万长德

第七章 张克振、董元俊合写

第四篇 采金船的电气设备

其中：第一、二章 金茂勋

第三章 刘龙才

第四章 刘文举

主编 王孟尝、陈志强

编辑 苏明文

五、由于编写人员分散，又是初次编写采金船专业的教材，而且参考资料很少，书中可能存在某些问题，乃至错误。欢迎读者指正并函告沈阳黄金专科学校科教服务公司。

目 录

前 言

绪 论	1
§ 1 采金船的发展概貌	1
§ 2 我国砂金开采史	1
§ 3 我国采金船的发展情况	3
§ 4 采金船的分类	4
§ 5 采金船的生产技术特性	6
§ 6 采金船的使用条件	7
§ 7 采金船的发展趋向	9
第一篇 采金船及船用设备	11
第一章 采金船船舶理论知识	11
§ 1 采金船的主尺度	11
§ 2 采金船的浮性与稳性	14
§ 3 自由液面、散装货载对船舶稳性的影响	16
§ 4 提高船舶稳性的措施	17
第二章 采金船的结构	18
§ 1 平底船	18
§ 2 采金船上部结构	30
§ 3 采金船上层建筑	33
§ 4 桩柱	35
第三章 挖掘设备	38
§ 1 概述	38
§ 2 主驱动装置	39
§ 3 上滚筒轴和上滚筒	44
§ 4 下滚筒	48
§ 5 斗链托辊	52
§ 6 斗架及其悬吊装置	55
§ 7 斗链	57
§ 8 确定采金船主驱动功率的原则	60
第四章 卷扬设备	61
§ 1 概述	61
§ 2 卷扬机结构原理	63
§ 3 卷扬机主要零部件	68
§ 4 钢丝绳	73

§ 5	滑轮及滑轮组·····	79
第五章	起重设备·····	85
§ 1	概述·····	85
§ 2	轻小型起重机械·····	86
§ 3	梁式起重机·····	91
§ 4	通用桥式起重机·····	95
§ 5	迴转起重机·····	99
第六章	胶带运输机·····	103
§ 1	概述·····	103
§ 2	驱动装置·····	106
§ 3	胶带·····	107
§ 4	机架·····	110
§ 5	悬吊装置·····	114
第七章	辅助设备·····	116
§ 1	润滑设备·····	116
§ 2	采暖通风设备·····	124
§ 3	压气设备·····	125
§ 4	液压设备·····	127
第八章	采金船上主要设备和部件的调整·····	131
§ 1	挖斗链的调整·····	131
§ 2	圆筒筛传动装置的调整·····	132
§ 3	胶带运输机的调整·····	134
§ 4	圆柱形齿轮传动的调整·····	134
§ 5	三角皮带传动的调整·····	135
§ 6	轴心的定位·····	136
§ 7	闸瓦式制动器的调整·····	137
§ 8	滚动轴承的装配和调整·····	138
第九章	采金船的主要事故的预防和排除·····	140
§ 1	预防措施和领导职责·····	140
§ 2	平底船渗漏·····	141
§ 3	采池跑漏事故·····	142
§ 4	挖掘设备方面的事故·····	143
§ 5	圆筒筛及其传动机构的设备故障·····	145
§ 6	主胶带机及其悬吊钢绳断裂·····	146
§ 7	排除事故的责任领导·····	147
第十章	采金船的安全技术措施·····	148
§ 1	安全生产的意义和任务·····	148
§ 2	采金船生产过程中的安全措施·····	149
§ 3	在洪水期间的安全措施·····	150

§ 4	排水工作的安全措施	150
§ 5	停船和冬检工作的安全措施	151
§ 6	采金船防火措施	152
§ 7	采金船事故案例与防护措施	154
§ 8	船采矿山的环境保护措施	155
第二篇	采金船选矿工艺及设备	159
第一章	采金船选矿概述	159
§ 1	重力选矿的基本概念	159
§ 2	金与原矿砂的特性和粒度组成	161
§ 3	采金船选矿工艺流程的选择原则	162
第二章	金矿砂的洗矿、碎散与筛分	171
§ 1	选矿、碎散与筛分的作用	171
§ 2	圆筒筛与筛下矿物分配装置	173
第三章	受矿装置及漏矿回收	179
§ 1	受矿装置类型及其特点	179
§ 2	漏矿回收类型及回收效果	181
第四章	溜槽选矿	183
§ 1	概述	183
§ 2	水流沿斜面流动的运动特性	183
§ 3	矿粒在溜槽中的运动	186
§ 4	溜槽选矿原理及影响溜槽选别的因素	188
§ 5	溜槽设备的分类及应用	190
第五章	跳汰选矿	198
§ 1	概述	198
§ 2	跳汰选矿原理	199
§ 3	跳汰选矿机	204
§ 4	影响跳汰机工作的因素	215
第六章	摇床选矿	222
§ 1	概述	222
§ 2	摇床选矿原理和结构	223
§ 3	影响摇床选矿指标的因素	236
§ 4	摇床在采金船上的应用	237
第七章	采金船重砂处理	241
§ 1	重砂的组成及其特性	241
§ 2	重砂下船及其运输	241
§ 3	重砂选别流程及设备	243
§ 4	金精矿的处理	244
第八章	采金船选矿供水及矿浆输送	247
§ 1	水泵及供水管道	247

§ 2	砂泵、矿浆管路及砂泵箱·····	253
§ 3	尾溜槽及砾石溜槽·····	258
§ 4	脱水装置及水力旋流器·····	259
§ 5	水泵、砂泵的检查及故障的排除·····	260
第九章	选矿工艺流程查定及其计算·····	263
§ 1	取样方法及取样工具·····	263
§ 2	取样点的布置·····	265
§ 3	矿样的处理·····	266
§ 4	数据处理及计算公式·····	267

绪 论

采金船是飘浮在水面上的采选联合车间，也可把它看作一种大型的采选联合设备（见图1）；它本身构成一个完整的流水生产线，其技术基础是挖泥船和重力选矿厂的某些设备（见图2）。

这种特殊的采矿工程船，用来开采砂金矿的称采金船；用来开采砂锡矿的称采锡船；这种船还可用于开采含铂、金钢石、锆英石、钛铁矿等贵金属或重矿物的砂矿床。

第一节 采金船的发展概貌

早在一八七〇年，新西兰就开始利用采金船开采砂金矿。随着砂金矿的开发，采金船的数量不断增加。在二十世纪三十年代到四十年代采金船（包括采锡船）在有砂矿的各国发展很快，在一九四〇年前后全世界共有400只，其中：马来西亚有130只；美国有123只；澳大利亚有49只；苏联有近百只。世界上采金船的数量是随着砂金矿的开发和兴衰而增减。目前苏联有各种类型的采金船约160只；美国开采砂金矿的采金船为数不多，但在阿拉斯加还有斗容500升，挖深50米的大型采金船在运转。

在马来西亚、泰国和印度尼西亚等国主要是发展采锡船，用来开采海滨砂锡矿。

我国用采金船开采砂金矿起步较晚，始于一九六〇年。近几年由于党和国家的重视，特别是党的十一届三中全会以来，我国的采金船工业发展很快，至今已有七十余只采金船在生产和建设中，我国拥有的采金船数量已跃居世界的第三位。

第二节 我国砂金开采史

我国是东方的文明古国，开采和利用黄金有悠久的历史；在古代主要是开采砂金矿。“砂里淘金”这个谚语非常形象地概括了开采砂金的特点；至今砂金选矿仍以重力水选淘洗法为主。

在湖南省从汉朝马王堆出土的金缕玉衣有力地说明，远在两千年前我们的祖先已能把黄金加工成高超的艺术品。显然开采黄金的历史要追溯到更久远的年代。

唐代诗人刘禹锡被贬到四川省时曾留下一些描写当地妇女参加淘金盛况的佳作。其中：“日照澄洲江雾开，淘金女伴满江隈。美人首饰侯王印，尽是沙中浪底来。”说明在一千多年前的唐代，四川的很多妇女就参加淘金的劳动；在封建社会，大家闺秀的首饰和达官的金印，都是劳动妇女从沙中浪底淘洗出来的黄金做成。

清代末年在黑龙江省漠河县发现了驰名中外的老沟砂金矿。为了满足官庭挥霍的需要，慈禧太后曾派要员李振镛到漠河县开发金矿，并把老沟命名为胭脂沟。当时黑龙江省所辖矿区淘金工人达十多万名，曾有年产黄金26万两的记载。自清朝末年以來，从山东，河北等省闯关东淘金的人便络绎不绝，他们是开发黑龙江省和吉林省砂金矿的先驱者。

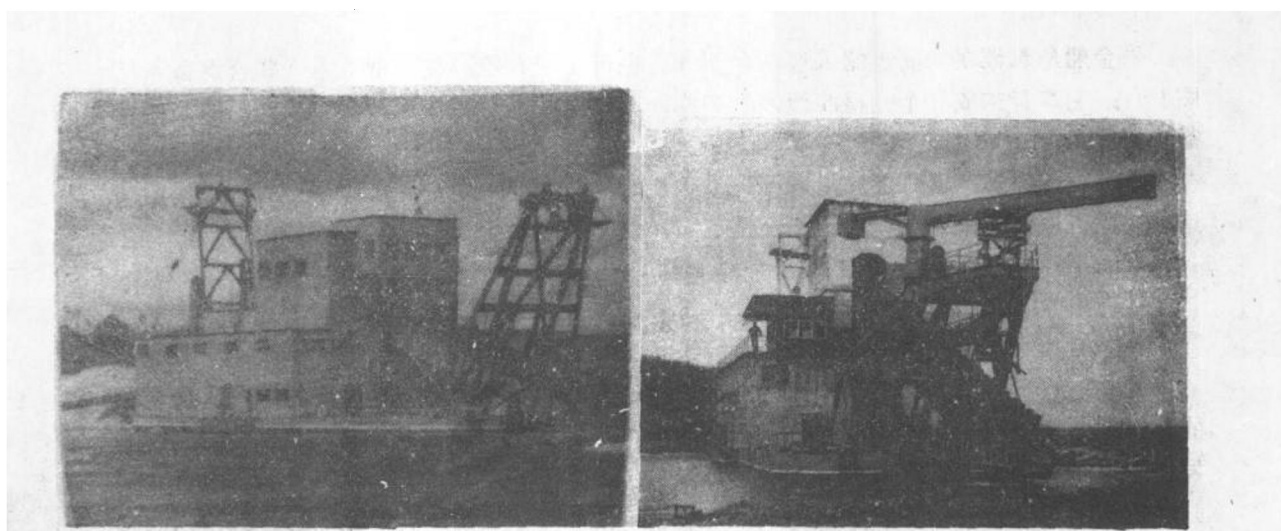
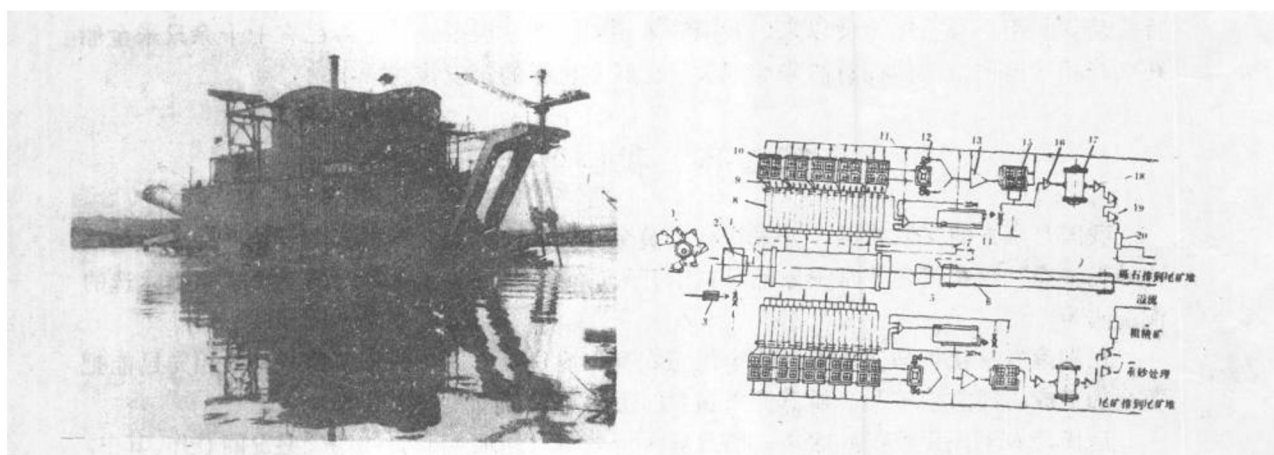


图1 150 升 采 金 船

a —150BW 型

b —150HC 型



a —船体照片

b —流水生产线

图2 250 升 采 金 船

1. 挖斗链 2. 受矿装置 3. 斗下回收装置 4. 圆筒筛 5. 砾石溜槽 6. 主胶带机
7. 土毛胶带机 8. 横向溜槽 9. 跳汰机的分配器 10. 跳汰机 11. 砂泵池
12. 砂泵 13. 脱水斗 14. 摇床 15. 精选跳汰机 16. 脱水斗 17. 混汞筒
18. 集矿槽 19. 水力捕收器 20. 垫衬毛毡的溜槽

在廿世纪卅年代以前,我国开采砂金矿都是一锹一镐的水道开采法,搬帮硝,大尾巴硝开采法等手工作业,劳动强度大,采矿的效率低,损失大;选矿的回收率也很低。手工作业遗留下的尾矿堆遍及黑龙江省和吉林省的很多砂金矿区;这些旧采区大都有复采价值,仍是先人留给我们的一笔巨大财富。

日本占领东北三省后,从一九三九年至一九四三年他们先后在黑龙江省的呼玛、爱辉、桦川和穆稜等矿区和吉林省珲春矿区共兴建卅多只采金船,妄图大规模掠夺我国的黄金资源,除少数几只船未建成外,这些船大都投入了生产。一九四三年因爆发太平洋战争,日本人把这些采金船全都折除了,只留下十几处采过一年、两年或三年的尾矿砂堆和少许采金船另件。

一九四九年以前,为了支援解放战争,在中国共产党的领导下黑龙江省的黄金生产又得到了恢复和发展。当时提出了“一两黄金一个兵”的口号,黑龙江省在一九五〇年前后黄金产量回升到年产近九万两。但在生产方法上仍是土法开采和少数竖井开采法,一直延续到五九年前后。

第三节 我国采金船的发展情况

为了发展黄金生产,一九五八年冬季,我国政府曾派代表团去苏联考察机械化采金生产。当时黑龙江省工业厅的陈玉璞工程师是代表团的成员之一。他从苏联回国后,于一九五九年四月到黑河地区工矿局指导设计了我国第一只斗容50升间断斗链的木结构小型采金船,并亲自指导该船的建造及其配套动力工程的安装。黑河地区开采砂金矿的老前辈张先敬

工程师把这条船选定在泥鳅河河西小沟的沟口,这儿砂金地质品位较高,水源充足,是建造采金船的好地方。

新中国第一只采金船最初是首缆式牵引,用钢板焊接的挖斗组成斗链,用水枪冲洗矿砂,通过固定式平底筛筛分,用大溜槽选矿。船上的全部设备在当时的黑河机械厂制造。该船于一九六〇年夏季在罕达汽金矿建成投入试生产。图3为六二年改造后的1*采金船外貌。第一任船长刘海山同志曾经于伪满时期在罕达汽采金船上当过工人,他为开创和改进我国初期采金船的操作工艺贡献了力量。

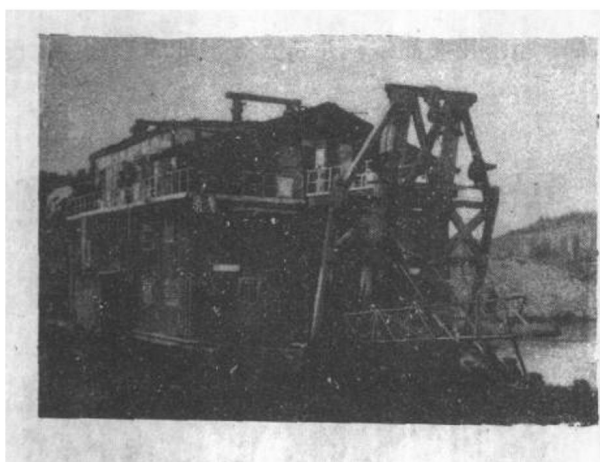


图3 六二年改造后的我国第一只原“黑龙一号”采金船外貌

一九六〇年夏,在这只采金船试生产初期,由黑龙江省工业厅的领导主持在黑河曾召开了机械化采金现场会,出席会议的有来自全国主要砂金矿和设计研究单位的代表;他们肯定了我国采金船事业迈出了可喜的第一步。第一只采金船被命名为《黑龙一号》这便为发展我国的采金船工业奠定了基础。

通过第一只采金船的设计、排建、安装和改造,为我国培养了第一批采金船矿山的工程

技术人员、生产工人和管理干部，在总结一号船经验的基础上，黑河金矿局的工程技术人员在上级党政领导机关的支持下，於一九六三年设计建造了黑龙二号采金船；一九六六年

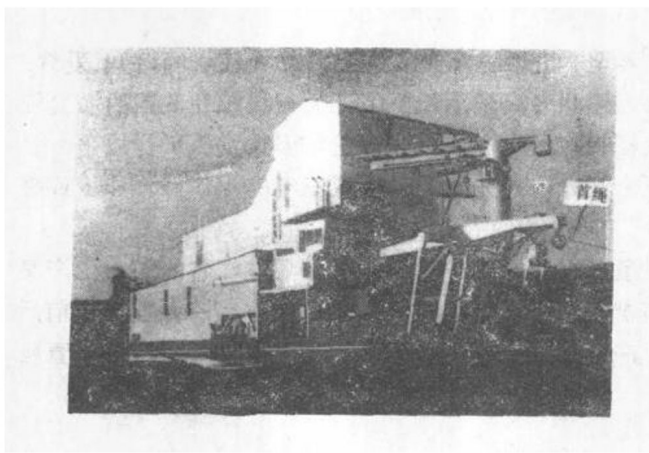


图4 从荷兰引进的斗容300升首绳式采金船

又设计了斗容100升的采金船。最初的几只采金船全建在罕达汽金矿。在一九六九年，于罕达汽金矿又建成了两只100升采金船；一九七〇、七一年先后在吉林省珲春金矿由大连造船厂建成两只250升采金船，该船是由六机部第七设计院八三室和长春黄金设计院设计。

在党和国家有关领导人对黄金生产的关怀下，一九七六年至一九七九年在黑龙江省开始成批建造150升采金船，在四年内共建成150BW型采金船（见图1a）11只。於一九八〇年，在对外开放，引进技术方针的指导下，我国从荷兰引进了

斗容300升首绳式采金船（见图4），建造在呼玛矿区

第四节 采金船的分类

在国内和国外用于开采内陆砂金矿的采金船，几乎都是在斗链式挖泥船的基础上，配以重力选矿设备发展起来的，在这个读本中，也只讲述有关斗链式采金船的有关知识。在采金船的分类这一节也在斗链式船的范围内按各种特征进行分类。

按照不同的特征，斗链式采金船的分类有以下几种方法。

1. 按挖掘设备分类

根据挖掘设备采金船可分为间断斗链式和连续斗链式两种。

1) 间断斗链式（见图3）挖斗用钢板焊接而成，只在采金船发展的早期用于挖掘比较松软的砂矿床。

2) 连续斗链式（见图2a），挖斗用高锰钢整体铸成。现代采金船大都改为连续斗链式，它比间断斗链式的挖掘效率提高近一倍。



图5 桩柱式采金船

2. 按调动方式分类

根据采金船的调动方式可分为以下三类。

1) 桩柱式采金船(见图5), 这种采金船在内陆砂矿用的最广泛。其优点是能挖掘较硬的砂矿床, 操作简便; 缺点是尾矿排弃不合理:

细砂在下层, 大块砾石在上层, 而且尾矿堆高出地面, 凹凸不平, 破坏了原有地貌, 不利于恢复农田和生态平衡。

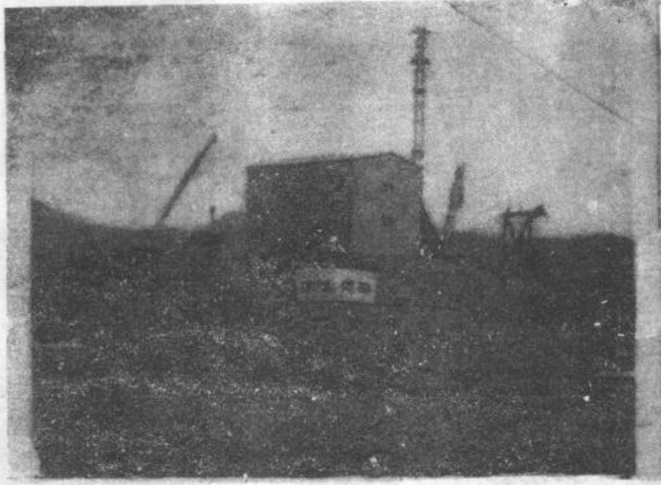


图6 桩柱—首绳式采金船

2) 首绳式采金船(见图4) 这种船多用于海滨砂矿。因用首绳牵引和平衡挖掘阻力, 这种船在内陆宜用来开采较松软的砂矿床。其优点是尾矿排弃比较合理; 大块砾石在下层, 细砂在上层, 尾矿场平坦坚实, 有利于恢复农田和恢复生态平衡。

3) 桩柱—首绳式采金船(见图6), 这种船兼备前两种船的优点, 避免了前两种船的部分缺点。

这种船一般只有一个桩柱, 只用来挖掘采幅两端的角隅区, 而在采幅的中段按首绳式船进行开采, 因而在这种船上的操纵工要具备操作前两种船的技能。在我国四川省的白水金矿新建的300升采金船就是桩柱—首绳式采金船。

3. 按动力方案分类

根据采金船所采用的动力方案可分为岸上供电和船上自备动力两种。

1) 由岸上供电的采金船, 这种电动采金船多建于接近电力网的矿区, 或者在矿区建有自备电站, 以便向矿区内几只采金船供电。

2) 船上自备动力和发电设备的采金船, 在这种船上备有柴油发电机组, 向各个电动机供电。我国从荷兰引进的300升采金船, 其优点在岸上不用兴建发电站和输电线路工程; 在运转中避免了管理上岸电缆的麻烦。苏联在早期建造的蒸汽机采金船, 也属于这一类。

4. 按挖掘深度分类

根据挖掘深度采金船分为以下三类。

1) 浅挖型采金船, 挖深在6米以内;

2) 中等挖深型采金船, 挖深在6~18米的范围内。

3) 深挖型采金船, 挖深在18米以上, 目前挖深达60米的斗链式采金船建造在苏联的西伯利亚。

5. 按挖斗容积分类

对斗链式采金船, 决定其挖掘能力的最重要参数是挖斗容积。根据挖斗容积可分为:

1) 小型采金船, 挖斗容积在100升以内。

2) 中型采金船, 挖斗容积150~250升。

3) 大型采金船, 挖斗容积大于250升。

在国外最轻型的采金船

挖斗容积是25升; 在世界上中型采金船的数量最多; 大型采金船不多, 目前世界上的大型深挖采金船排水量达一万吨; 挖斗的最大容积为800升。

因为斗链式采金船在内陆砂矿的适应能力强, 目前国内的采金船都是斗链式采金船。

在国外, 用于开采海滨砂锡矿的采锡船有少数是铰吸式船, 铰刀结构如图7所示。

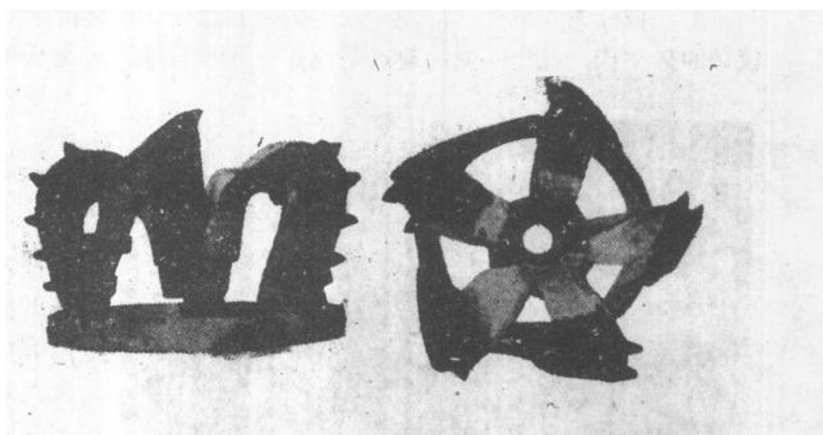


图7 铰吸式船的挖掘设备——铰刀

这种船的特点是生产能力强, 缺点是只能开采松软的砂矿床。铰刀把矿砂铰拌成矿浆, 用大功率的砂泵把矿浆抽送到船上。这种采锡船上的选矿流程与采金船上类似。

至于斗轮式船在国外也少见, 其挖掘斗轮的结构和形状如图8所示。这种船也只适用于开采松软的砂矿床, 尚处于试用阶段, 为数不多。

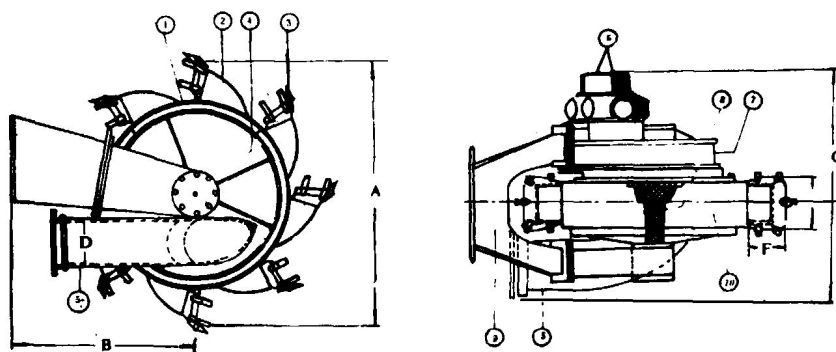


图8 斗轮式船的挖掘设备——斗轮

1. 斗轮轮缘 2. 铸造无底挖斗 3. 斗齿与斗唇 4. 逆转系固定轮 5 吸浆管
6. 高转矩液压马达 7. 减速箱 8. 驱动轴 9 叉形支撑装置 10 受矿槽

第五节 采金船的生产技术特性

采金船的技术基础虽然是挖泥船和重力选矿厂设备, 不过采金船不是两者的简单组合。采金船有其本身的特点: 相对挖泥船来讲, 用于开采内陆砂金矿的采金船, 对其挖掘设备的强

度和耐磨性能要求更高：采金船的钢结构和设备配置很紧凑，相对陆上选矿厂，采金船上的选矿设备高度密集，首尾相连，组成完整的流水生产线。就生产过程而言，采金船的挖掘和处理能力相对其它开采方法，有生产效率高，处理能力大和船外运输量很小，成本较低等特点。

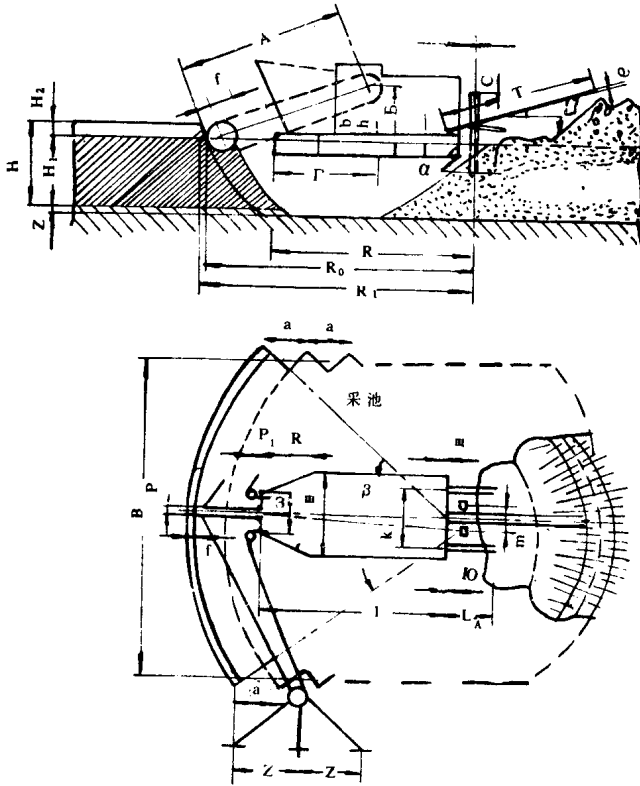


图9 斗链式采金船挖掘示意图

我国现有的采金船都是斗链式采金船，采金船首先建造在基坑中，经初期挖掘自行开拓成采池（见图9）。主驱动带动斗链把矿砂挖上来，在绕过上滚筒时，把矿砂卸到受矿装置中，而后进入圆筒筛。在圆筒筛中矿砂经过高压水流的冲洗、碎散和筛分后，筛下的细粒矿砂经分配器或集矿箱进入选矿设备进行选别；筛上部分的大块砾石，从圆筒筛尾端的砾石溜槽和胶带输送机排弃到尾矿堆。典型的选矿

程如图2b所示。

国内主要型号采金船的技术性能见表1。

第六节 采金船的使用条件

采金船主要用于开采内陆砂金矿，内陆砂矿大多数是河谷冲积砂矿。斗链式采金船可以挖掘各种硬度、由不同含金砂砾层构成的矿体。这种河谷砂矿在黑龙江省一般赋存在二、三级水系中，因而采金船的用水一般是没有问题。对没有现成河水的阶地砂矿床，如果必须用采金船开采，则可用水泵向采池供水。

采金船可适应不同气候条件的地区。从热带的非洲到苏联的北极圈内都建造有采金船：在我国南到四川、陕西，北到黑龙江省的漠河县也都有采金船在建造和运转。但北方的永久冻土和南方的卡斯特构造给采金船开采带来很大困难，必须在开采前事先予以处理。处理方法见第三篇的有关章节。

采金船开采砂矿床的地质条件见表2。

国内主要型号采金船的技术性能

表 1

型 号 或 斗 容	50 升	100 BW	150 HC	250 升	300 升
挖 斗 容 积 升	50	100	150	250	300
斗 链 节 距 毫米	500	615	730	835	900
斗链速度 米/秒	0.267	0.294	0.389	0.557	0.435
每分钟卸斗数 个/分	30	30	32	35 ~ 40	20 ~ 30
平均生产能力 米 ³ /小时	45	90	140	240	280
最大挖掘深度 米	6.5	7.5	9.5	12	17
水上挖掘高度 米	1.5	1.5	1.5	3	2
水下挖掘深度 米	5	6	8.0	9	15
挖斗架长度 米	15	19.5	27.5	31.2	39
平 底 船 尺 寸					
长 米	18	27	38	42.8	48
宽 米	10	13.4	15.4	20.0	18
高 米	1.6	1.9	2.5	2.7	3.4
吃 水 深 度 米	1.1	1.14	1.8	2.2	2.5
总 排 水 量 吨	158	170	765	1450	1500
总装机容量 千瓦	136	378	680	1082	1100
同时开动机容量千瓦	90	220	450	648	740
调 动 方 式	桩柱式	桩柱式	桩柱式	桩柱式	首绳—桩柱式
主 选 设 备	固定溜槽	固定溜槽	圆 型 跳 汰 机	固定溜槽 — 尤巴跳汰机	圆型跳汰机
挖 掘 特 性 (主驱动电机)	交 流	交 流	交 流	直 流	直 流