

銅的土法选矿实践

江西冶金局揚眉寺錫矿土法选煉銅工作組

揚眉寺錫矿土法选煉銅試驗工作組是在揚眉寺錫矿矿党委领导下，以揚眉寺錫矿的职工为主，并有贛南冶金局、江西冶金研究所、江西省冶金局有色处的同志参加共同組成。

揚眉寺錫矿对人工选矿原有丰富的經驗，自1958年开始煉銅后，也取得了一些經驗。这次就在这个基础上，學習推广了外地經驗，以一个多月的時間，在牛嶺建成了土法选銅厂，在下壩建成了土法煉銅厂，并且都已经开始投入生产了。这是在矿党委和行政的领导支持下，参加工作的同志們發揚了敢想、敢说、敢做；实干、苦干、巧干，集体劳动集体創造的成果。这也是政治掛帅、解放思想的胜利。

現在把我們搞土法选銅的实践經驗介紹于下，并对土法选銅的技术作法提出一些探討性的意見。

銅选矿的重要性

我省銅矿，据目前所知絕大部分是低品位的，一般含銅在1%以下，有些只在0.5%左右，至今为止还没有發現适于直接冶煉的銅矿。为了生产銅，选矿工作是不可缺少的，也就是說要搞土法煉銅先要土法选矿，否則不但在技术上不合理，在經濟上也不合算。

突破土法生产銅的技术关，关键在于选矿，因为如果能选出銅精矿，冶煉的技术問題就很好解决了。銅精矿含銅3~5%以上即可冶煉；含銅品位愈高，冶煉愈容易。有的地方忽視选矿，把含銅品位很低的矿石直接冶煉，花了很多人工燃料而得不到銅，或者只得極少量銅，甚至于只見到一些銅珠，因而根本不能进行生产。我省及全国許多地方都曾有过的經驗教訓。低品位矿石（如3%以下）直接冶煉，銅混在渣中極难分出，并且耗費大量燃料、熔剂、人工，回收率低成本高。如果把1%的銅矿石經過选矿提高到5%，則100吨銅矿石就只有12吨左右了，这样可以节省大量的燃料、熔剂和人工，同时成本降低了，冶

煉技术也簡易了，冶煉回收率也提高了。虽然选矿要用許多劳动力，但是比生产、运输、燃料、熔剂等所耗費的劳动力要少得多。从100吨矿石选到12吨，可以节省燃料約40~50吨，这个帳就很明显了。

矿石中常共生有其他的有用金屬，也可以通过选矿附帶回收，同时也就除去了雜質，使冶煉工作更順利。

介紹几种土法选矿設備

銅的选矿方法很多，有手揀、重选、浮选等，需要根据銅矿物的种类、結晶大小、脉石性質以及当地技术条件等考虑采用适宜的选矿方法。土法选矿的原理与洋法是相同的。土法选矿沒有机械动力，需要的劳动力多，所以为了大力开展土法选銅并提高土法选銅的效果，寻找有效的土法选矿設備是一个关键問題。我們在牛嶺搞土法选銅的主要任务就是試制并試驗各种土法选矿設備，掌握了設備性能，在各种类型的銅矿中都可以灵活应用。

我們在牛嶺試制并試用了18种簡易选矿設備，这些設備都是以木料为主，不用机械动力（有的利用水力或畜力）。其中有些設備的使用效果良好，有些尚待进一步改善。茲將几种重要項目的經驗介紹如下。

一、破碎磨矿設備

1. 搗矿机：

这种机械适于破碎中等硬度矿石。除傳动軸用鋼材、冲錘和鉄砧用鑄鉄外，其他另件都可以用硬質木材代替（圖2），故一般山区木工都能仿制。其技术性能是：可采用干式或湿式碎矿；每分鐘轉数为50~80；給矿最大粒度100公厘；排矿最大粒度10公厘；处理量可根据具体情况決定。

4个重錘每个重25公斤，冲程15公分，以4公尺直徑的水輪帶动，由于制造和安裝都缺乏經驗，試車結果只能帶动两个錘。当每分鐘打击80次左右，給矿小于25公厘大于15公厘、排矿小于8公厘时，每个錘1小时能破碎65~75公斤，若給矿粒度大則破碎能力小。搗矿机原过去（數十年前）外国常用的破碎机械，可以做粗碎至細碎，容易过粉碎，适用于金矿。这次实践告訴我們搗矿机机械制造必須堅强，基础必須穩固。錘子必須有一定的重量，否則处理能力很小。怀柔東風厂的經驗也是如此：該厂1个搗矿机有4个錘每个重50公斤，冲程20公分，以兩条毛驢帶动，每分鐘打击40次每小时每錘可打碎矿石20公斤（自50公

厘至一6公厘)，每日处理能力約1.6吨。另一个有5个錘，每个重225公斤，冲程20公分，每分鐘打击98次，每錘每小时可打碎矿石125~200公斤（自30厘至5公厘），需用7.5馬力蒸汽机帶动，这样的大錘已經是机械化的了。因此我們認為这种机器用畜力不适当，在有較大水力的地方可以采用。搗矿錘最好略重点如在50~80公斤左右，机器結構需要加强，凸輪等需用铁制，基础需用洋灰。

2. 木制对輓机：

其構造与一般铁制对輓机基本相仿（圖3），除主軸、輓套、滾珠軸承等另件用鋼鉄制作外其余都用木料，輓子直徑40公分，輓面寬40公分。兩人手搖每小时可破碎矿石500公斤（由25公厘左右至10公厘左右），以4公尺直徑的水輪帶动每小时可破碎矿石約500~550公斤，适用于中碎和細碎作業。

此項設備可以說是成功的，值得推广。在以后制造时应注意輓子必須圓，現制的不圓以致破碎不均。用鋼板制輓套太貴最好是用白口鉄鑄成。

3. 水力石碾：

水輪直徑2.3公尺（圖4），新石碾重400公斤。当每小时水量为70吨时可帶动石碾1只，水量达每小时120吨以上时可帶动石碾2只。給矿最大粒度可达50公厘，一般使用为25~5公厘，适用于中碎和細碎作業。按实际生产情况看每班平均处理2~2.5吨。

这一設備構造簡單，所用鉄件極少，如能就地取材制造碾子則維護費用極少。凡有水力的地方应推广此項設備；想法改变一下結構，用畜力帶动也是可以的。

4. 磨矿槽：

磨矿槽（圖5）直徑5公尺，槽深15公分，槽底寬6公分，是用洋灰砌制，槽底为白口鉄垫鉄。有4~8个鉄滾輪直徑50公分边寬2公分，每个重約40公斤，也是白口鑄鉄的，按裝在木制机架上，鉄滾輪在槽內碾磨矿石。适用于細碎磨矿作業，可以把矿石磨至浮选粒度（小于100或200網目）。用一只牛拉大輪每分鐘轉兩圈。用直徑2.5公尺水輪帶动每分鐘3~4轉，用水量及处理量尚未詳細測定，初步估計每小时可磨矿（~5公厘至100目）300公斤左右。可以湿磨或干磨，还可以設法連續給矿，連續溢流排矿。可以解决土法选矿中磨矿的困难。

球磨机磨矿需要动力較大，对制造和材料的要求也高，在土法选矿中很难应用。而磨矿槽制造簡單，只用木料、白口鉄、彈子盤、洋灰等，所需动力也容易解决，可以用畜力或水力帶动。适于遍地开花，土

法选矿中可以推广，特別对于細粒嵌佈需要磨矿浮选的銅矿就更具有試用推广的意义。

二、重力选矿設備

1. 手搖跳汰桶：

这是一种極普通的人工重选設備，簡單、处理能力强，牛嶺所制的是1个人操作两个桶的，每班处理15~5公厘矿石8~12吨。跳汰桶只适用于粗粒嵌佈的矿石，如果矿石結晶不够粗不能得到精矿而能用以排掉一些尾矿，收到中矿再进一步处理，也是可以用的。

2. 搖床：

可以手搖或脚踏，也可以用水力帶动。各地有不少經驗介紹，广东有單人脚踏10台搖床的，不过床面小些只有2×1.2公尺。我們搞土搖床（圖6）实践經驗有以下几点：

（1）吊式搖床比下面承托式的搖床輕便得多，但吊式的缺点是左右摆动影响选别，我們在搖床兩側裝上竹彈片解决了这个問題并帮助了彈簧的作用。

（2）人力搖床冲次少，运动慢，因此搖床面沿縱向应有适当坡度（1度左右，給矿端稍高）；同时横向坡度应比一般机械搖床坡度稍大，否則排矿困难，床面分帶不清。

（3）輔助水要适当，不可过大以免金屬損失。給矿粒度要均匀，对搖床操作的基本要求与机械搖床同，冲程与冲次应当尽量控制均匀。

（4）人力搖床的处理能力比人力浮选机大，对銅矿石（以黃銅矿为例）的选别效果也不差，我們試驗用含銅0.4~0.6%的原矿产出含銅約9%的精矿，中矿品位1.2%，尾矿品位0.2%，精矿回收率为30%以上，如包括中矿則达70%以上。每小时处理能力是200~250公斤。如果改进操作条件，原矿品位高些回收率还会更高。搖床处理粒度范围很寬，自2公厘至0.074公厘可以分作若干級別处理。因此在土法选銅中如果矿石性質适宜，应广泛采用人力搖床，不需药剂，成本比浮选低，对于粗粒或細粒嵌佈的矿石都宜采用。

3. 其他重力选矿設備：

尚有撮槽、摸斗、勻分槽、螺旋选矿机等都是土法重力选矿通用的，这里不再詳細介紹了。

三、粒浮設備

1. 柯斗粒浮槽：

是一种通用的粒浮設備。

2. 阶段粒浮槽:

是把若干部粒浮槽連貫起来进行連續选別。

3. 波浪式粒浮机 (或称槽):

这个設備(圖7)的优点是:能連續作業;經多次充气多次选別;水面安靜,使浮起物不致因振動而沉落,細矿粒不致被冲走;劳动条件好;处理能力大。这个設備值得推广,机械化选厂也需要考虑采用。在制造結構上再改进,就是一个很好的机械化选矿設備。

我們試驗用含銅 0.3% 左右的原礦，經处理后得出含銅 19% 的精礦，回收率達 33.8%。

四、浮选設備

1. 叶片式浮选机:

这是一种成功的土法浮选机，可以手摇，可以脚踏，也可以用水力带动（圖1）。

我們試用含銅 0.2% 的原礦，得到精礦含銅 5%，尾礦含銅 0.069%，回收率在 60% 以上，如果原礦品位高一些，回收率和精礦質量都會更好。

土法（人力）浮选机的浮选原理与浮选机相同，所以效果并无逊色，但起泡少浮选时间要长，因此处理量不够大，0.25 立方公尺的槽子每小时约处理 100 公斤。对处理量小的缺点，可以多做几个槽子，用连贯起来连续作业的办法来克服。

2. 轉子式浮选机:

試驗說明轉子需要有一定的轉速（每分鐘60轉以上），用人力很難達到，踏起來很吃力，因此我們

不推荐这种浮选机。

3. 气昇式浮选机:

我們試制試驗的結論是需要一定的風压 (大于500公厘水柱)，还要相当的風量，用手搖鼓風或手拉風箱很难办到。国内各地应用的多半是土法鼓風，在土法 (人工) 选矿中不适用。

4.高落式浮选机:

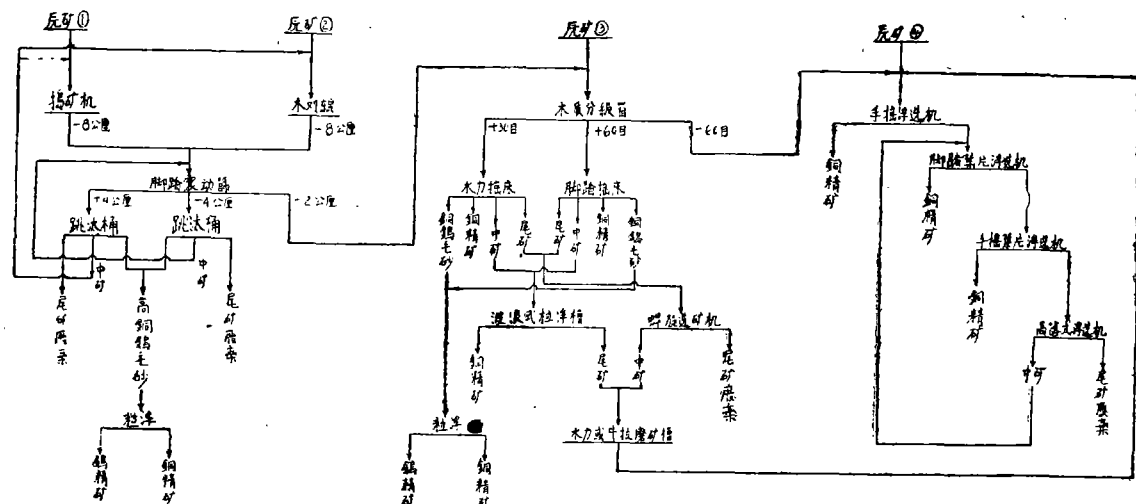
構造簡單，不需要動力，在地形條件允許的情況下最好用以作為浮選尾礦的掃選。

以上所介紹的選礦設備，製造上都很簡單，普通木工、鐵工就可以製造，也不需要甚麼特殊材料，可以說是實用的設備。經初步實踐已可說明利用這些簡易設備是完全可以選銅的，對低品位細粒嵌佈的礦石也能處理。我們所用的試驗原料都是選鎢後的尾礦，所得的精礦品位和回收率都能令人滿意。當前的問題是有些設備的處理能力還不夠大，操作還不夠輕便，製造結構不夠堅固等等還需今後不斷地改進。製造簡易選礦設備要充分利用滾珠軸承，如條件具備則應充分利用水力帶動。牛嶺土法選廠沿山坡連續利用水力是一個很好的經驗。

介紹牛嶺土法選銅廠

牛嶺土法選銅廠是在原有鎢礦人工重力選礦廠基礎上增加上述簡易設備組成的。是一個完全不用機械動力的土法選銅廠。選礦流程如下圖。

原矿是牛嶺錫矿人工重力选厂的中間产品, 包括:



牛嶺土法選銅流程圖

原矿 1 ——手选大塊的貧銅花砂，大于15公厘，0.5~2%銅；

原矿 2 ——原錫系統跳汰桶貧机口砂，5~15公厘，0.3~1%銅；

原矿 3 ——原錫系統摸斗槽洗尾砂，再摸的槽头砂，30~60目，0.2~0.4%銅；

原矿 4 ——原錫矿系統匀分槽尾砂，再分的槽头砂，—60目，0.2~0.4%銅；

以上原矿預計含銅平均品位0.5%左右。

这个选厂当前完成了設備試制試用工作，各选矿作業还没有很好地联貫起来，上述流程和設備还需要在生产中不断的改进提高。

牛嶺錫銅选厂每日处理原矿石約 60 吨，手揀出廢石約 20~30 吨，預計每日送至新建土法选銅厂处理的为 10~15 吨。其中需粒浮的 2~3 吨，浮选的約 5~6 吨，根据各單元試驗結果預計銅选矿厂的銅回收率可达到 70% 以上。

土法选銅中几个应当注意的問題

一、重視手揀作業

手揀工作簡單，效果大，儘早地丟棄廢石可以減輕下一步的破碎選別等工作量，提高生产能力。对粗粒嵌佈的矿石手揀工作更特別重要，含銅較多的富矿塊及其他大塊金屬矿物应及时洗揀出来。要教育工人識別矿物并了解当地矿石特性。为提高手揀工效最好实行分級手揀，“花砂”（含有部分富矿的大塊矿石）破碎后再手揀，如条件允許时最好冲洗。对細粒結晶或浸染狀矿石手揀較困难，但仍可根据矿石特性儘可能揀出貧矿。

二、重視重选、粒浮、浮选联合生产流程

土法选矿，沒有动力，各种簡易碎矿磨矿設備处理能力都比較低。土法重选及粒浮設備較浮选設備处理能力大、制造簡單，操作也容易掌握。因此在土法选銅中应当儘量减少繁重的碎矿磨矿作業量，在选矿方法上应儘可能利用重选及粒浮，采用多段选矿、多种选矿方法的联合流程。在重选过程中設法儘早收回銅精矿，丟棄大量尾砂，只需將少量中矿粒浮，部分磨矿浮选。

对于粗粒嵌佈的矿石这种选矿方法很重要，錫銅共生矿即是最典型的例子，牛嶺銅矿土法选厂每日处理原矿石約 60 吨，手揀出廢石約 20~30 吨，預計送

到新建的土法选銅厂每日約 10~15 吨。其中需粒浮的每日約 2~3 吨，送至浮选厂的每日約 5~6 吨，根据各單元試驗結果預計銅选厂的回收率可以达到 70% 以上。德兴鉛鋅銅矿也是粗粒結晶，采用重选粒浮联合选矿方法效果也好，回收率达 63% 左右（銅鋅分离还不大好）。

对于細粒嵌佈矿石或浸染狀矿石原则上应用浮选方法，但由于土法磨矿困难，土浮选机处理量也低，所以也应考虑重选（搖床）及粒浮选矿方法，或者处理矿石中的一部分，另一部分浮选。如果矿石全部浮选，在不用动力的土法选矿处理能力是很低的。

三、对于多金屬硫化矿的分选

最好用浮选法，重选只能大致解决銅鉛分离問題，銅鋅、銅鋁等的分离則需用粒浮或浮选，技术条件亦較复杂，在当前国家急需銅的情况下，銅鉛鋅的分离应当着重銅的回收率。銅精矿中含鉛在冶炼中尚可回收；銅精矿中含鋅对冶炼不利容易产生結爐，最好設法分选，否則設法在焙燒中儘量去掉。如果銅矿中含有相当多数量的鋁，可先用煤油粒浮或浮选鋁，然后再加黃药等浮銅。銅鋁一併选出再进行分选也可以。如銅矿中含鋁，能分选出固然最好，否則在冶炼时鋁会聚集在粗銅或冰銅中也能收回。金銀也能在冶炼中收回，不过需至精煉电介时才能分离出。銅矿中含砷高时最好用浮选或粒浮分选，冶炼焙燒可以除砷，但有毒害。总之，銅矿石中常含有各种有用金屬，我們在土法选煉銅中也要儘量考虑原料的綜合利用。土法綜合回收也是完全可能的。

四、自小土羣向小洋羣发展可以采取逐步添置机械設備的方法

过去錫矿由“兩大件”、“三大件”逐步从手选轉到机选的经验是值得重視的，首先解决碎矿設備老虎口、对輥；第二步解决磨矿設備球磨，这样可以节省大量劳动力提高产量。选別設備及厂内运输也可以由土逐步到洋。寿王坟會議介紹的小型机械选厂，处理量 50 吨/日，需动力約 70 馬力，設備制造簡單，如条件許可土选厂都应向小机选厂發展。

五、选矿葯剂問題

一方面有条件單位設法自制，各單位协作解决，一方面应展开各种代用品的試用，如：重油代替黃药（实际上在浮选历史上是先重用油后發明用黃药的）

是应当重視推行的。我們也進行了初步試驗，原矿含0.523%銅，用重柴油112克/吨，樟腦油90克/吨，石灰1000克/吨，得精矿含銅6.71%，尾矿0.093%，回收率达83.4%。进一步改善操作条件結果一定能更好些。

將松木鋸末、松針葉放在磨礦機內代替松油作起
泡劑，在下壩機選廠也試驗成功了，每噸礦石只需
0.2 公斤或更少些，泡沫很好，不脆不粘。肥皂也
可以考慮用以做銅的起泡劑，不過要多找一下操
作條件，用量不可太多。

六、土法选矿的铜精矿品位不宜要求高

当前磨矿尾矿应尽可能的保存, 各地铜矿洗炼工

作精矿品位以多少为适宜，应根据各地矿石性质、选矿条件等具体情况而定。粒浮产品一般品位较高，常达15~20%以上。重选及浮选产品精矿品位最好低些（5~8%）以便提高回收率。精矿品位达到5%以上就可冶炼了；如果选矿困难达到3%以上也可以送去冶炼。

对于含鉄高的銅矿（如黃銅矿或矿石中含有大量黃鉄矿）而且脉石为石英时，适当降低精矿品位还可以避免冶煉时加石英。如果矿石中含鉄少而含石英多，或含三氧化二鋁（粘土質）或者是其他硅酸鹽高时，則应在使回收率不致下降太多的条件下，設法提高精矿品位以便冶煉。各种不同矿石的选矿工作应密切結合冶煉要求进行。

土法选矿的回收率毕竟是不高的，因此当前的廢石及尾矿应尽可能保存起来。

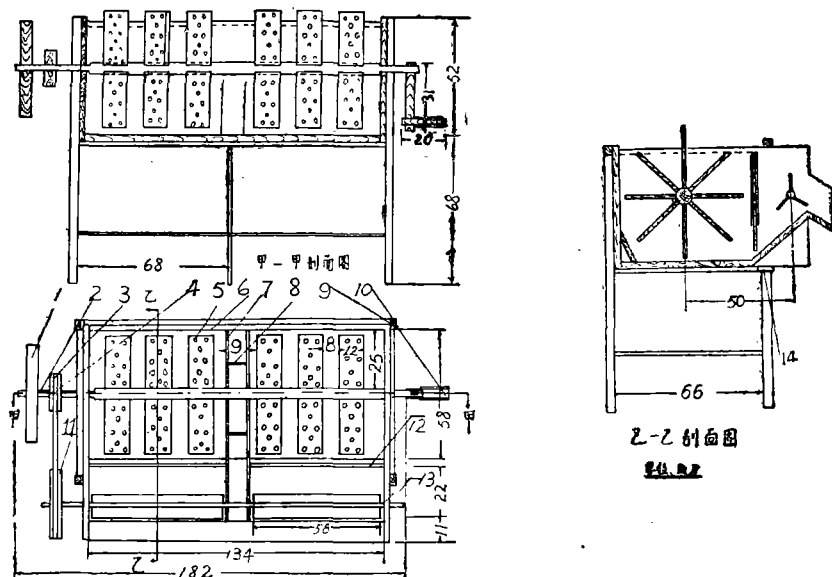


圖 1 叶片式浮选机 (手搖或脚踏)

- 1—飞輪；2—軸；3—皮帶；4—皮帶輪；5—花板；6—槽子；7—隔板；8—調節門；9—支架；
10—搖把；11—皮帶輪；12—調節板；13—括板；14—排礦口

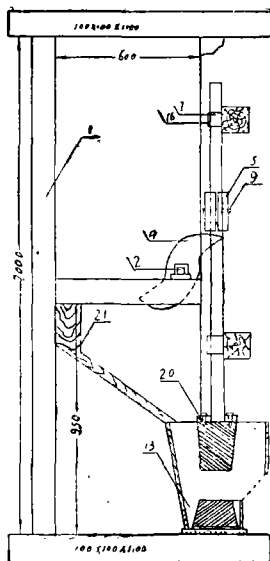
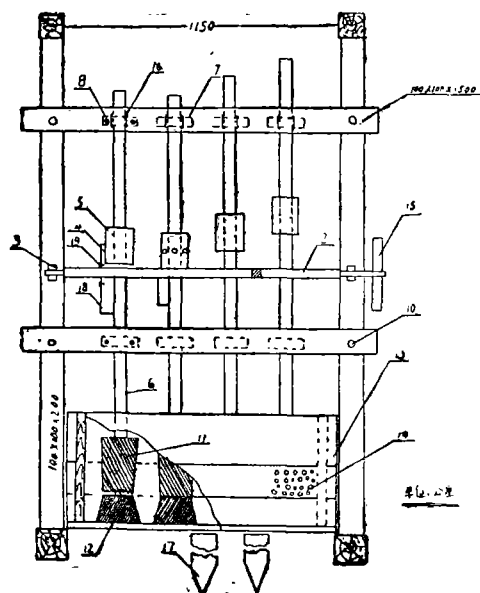


圖 2 捣矿机

- 1—机架；2—傳动主軸；
- 3—滾珠軸承；4—凸輪；
- 5—頂柱；6—錘桿；7—夾
- 鐵；8—螺釘；9—螺釘；
- 10—螺釘；11—冲錘；
- 12—鉄砧；13—碎矿斗；
- 14—篩板；15—傳动輪；
- 16—錘桿套；17—破碎斗
- 座椿；18—凸輪夾板；
- 19—螺釘；20—法蘭盤；
- 21—給矿溜斗

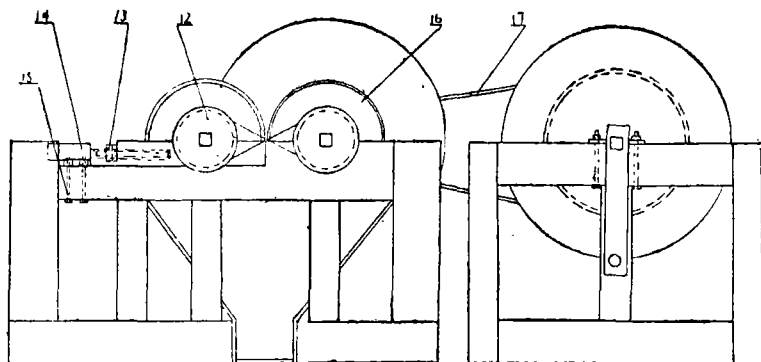
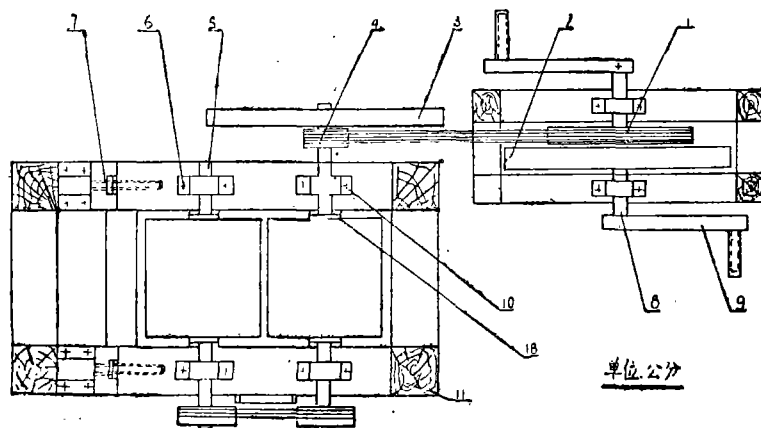


圖 3 木制对輓机

- 1—皮帶輪；2—飞輪；3—
- 飞輪；4—皮帶輪；5—軸；
- 6—滾珠軸承及卡夫；7—机
- 架；8—軸；9—搖柄；10—
- 螺釘；11—軸；12—皮帶輪；
- 13—調節机；14—彈簧；
- 15—螺釘；16—滾心皮套；
- 17—皮帶；18—緊圈



单位: 公分

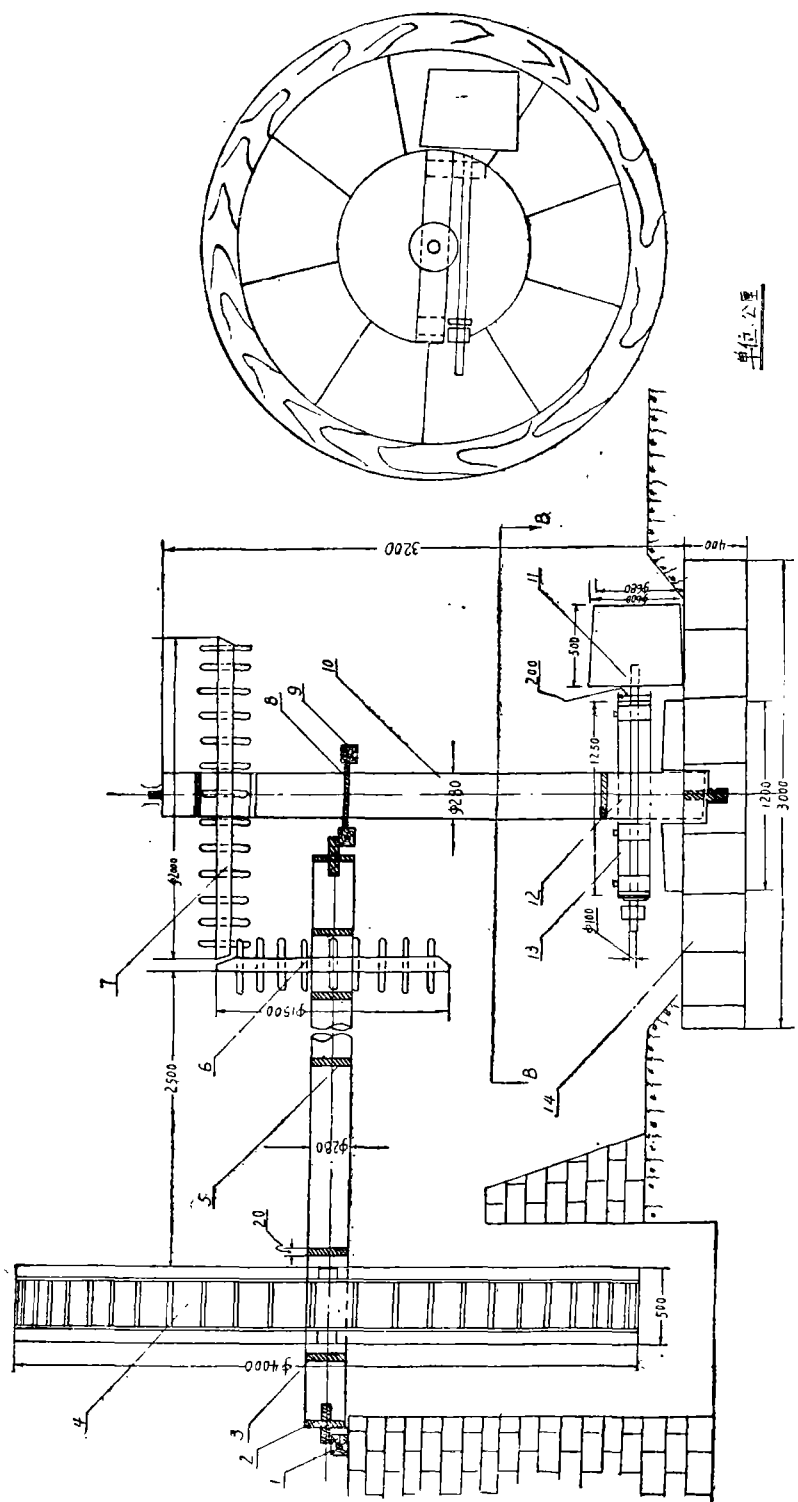


圖 4 水碾

- 1—軸座; 2—十字鉄; 3—鉄圈; 4—水輪; 5—橫軸; 6—橫齒輪; 7—縱齒輪; 8—鉄环; 9—軸支架; 10—豎軸;
11—石圓轆; 12—石轆軸; 13—橫木; 14—碾盤

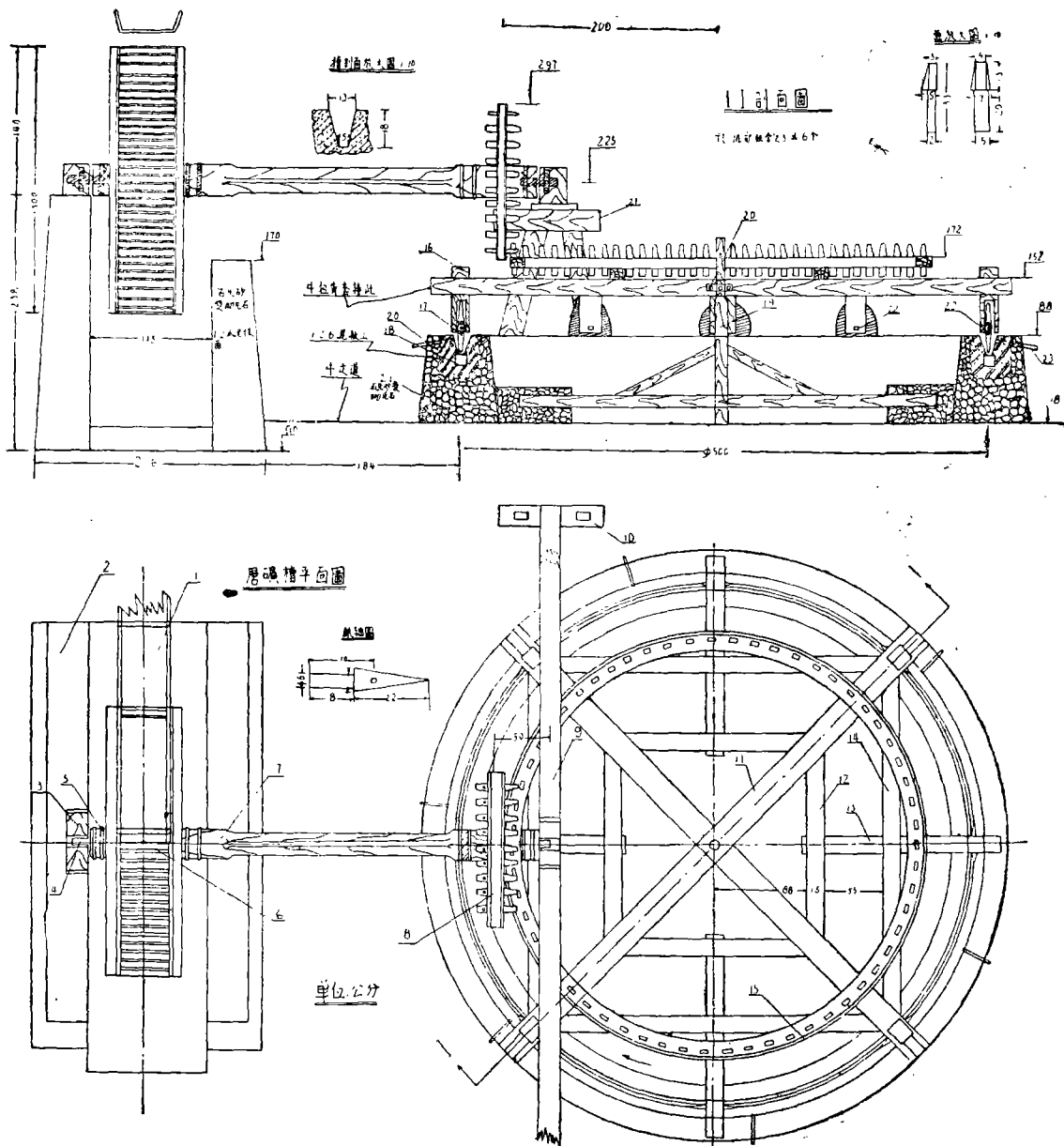


圖 5 牛拉、水力兩用磨矿槽

- 1—水槽；2—水溝；3—木軸承；4—鉄軸；5—鉄簾；6—水輪；7—木軸；8—齒輪；9—橫梁；10—木架；11—机架；12—机架；13—机架；14—机架；15—齒輪；16—机架；17—鉄碾輪；18—墊鉄；19—木軸；20—滾珠軸承；21—机架；22—滾珠軸承；23—溢流管；24—石灰 水泥、片石、河砂



圖 6 脚踏吊式搖床

1—床身；2—水管；3—給
礦槽；4—彈簧；5—螺栓；
6—支架；7—調水伐；8—
來復條；9—拉桿；10—絲
桿；11—螺絲；12—吊桿；
13—鉄絲



圖 7 波浪式粒浮机

0—水槽； 1—水輪； 2—軸承； 3—皮帶輪； 4—皮帶輪； 5—皮帶輪； 6—木槽； 7、8—托輪； 9—皮帶； 10—精礦槽； 11—支架； 12—給礦槽； 13—支架； 14—分砂板； 15—支架； 16—布； 17—滾輪； 18—開門； 19—軸； 20—軸承

