



高等学校教学用书

竖井特殊开凿法

讲义

北京矿业学院井巷工程教研组译

煤炭工业出版社

9.13-
 13
 9.13
 221
 12
 19.11
 46
 1



高等学校教学用书

竖井特殊开鑿法

(讲义)

苏联 ~~Л. А. 罗金~~
 北京矿业学院井巷工程教研室编

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書是北京矿业学院苏联專家 П. Н. 納索諾夫所編講義的中譯本。書中分別講述了通过不稳定的含水岩層和坚硬的含水岩層开鑿豎井时一般采用的各种特殊方法：插板法、沉箱法、压气沉箱法、降低地下水位法、岩石水泥注浆法、岩石粘土注浆法、岩石瀝青注浆法和鑽井法等。

本書內容簡明扼要，切合实际，适合于采矿專業学校用作教材，并可供建井工程技術人員参考。

本書由北京矿业学院井巷工程教研組龐維貞同志翻譯，并經周文安同志校訂。

497

豎井特殊开鑿法（講義）

苏联 П. Н. НАСОНОВ 編

北京矿业学院井巷工程教研組譯校

*

煤炭工業出版社出版（地址：北京東長安街煤炭工業部）

北京市書刊出版業營業許可證出字第084号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

开本78.7×109.2公分 $\frac{1}{32}$ * 印張6* 字數112,000

1957年2月北京第1版

1957年2月北京第1次印刷

統一書号：15035·292 印数：0,001—3,550册 定价：(10)1.10元

目 录

緒言	2
第一章 插板法	3
第二章 沉箱法	16
第三章 压气沉箱法	27
第四章 降低地下水位法	51
第五章 岩石注浆法	67
第六章 冻结竖井法	101
第七章 鑽井法	120
第八章 特殊条件下的井巷掘进	140
第九章 用掩护筒来掘进水平巷道	150

緒 言

这个学期我們大家要來了解和研究在生产中应用的豎井特殊开鑿法。

在生产中豎井特殊开鑿法無論在不稳定的含水岩層和坚硬的含水岩層中都可采用。

大量含水的岩層常常是極难开鑿的，而在这种岩層中通常都采用特殊开鑿法。但是，有时候这种特殊开鑿法是非常复杂的并且成本是很高的。

选择特殊鑿井法和选择任何巷道的开鑿法都是要根据井筒所应穿过岩層的物理机械性来决定的。

在含水和不稳定的岩層中开鑿豎井的方法通常分为下列两个系統：

- 一、在不稳定的含水岩層中开鑿豎井；
- 二、在坚硬的含水岩層中开鑿豎井。

在第一种情况下(情况 A)，开鑿豎井可以用以下各种特殊开鑿法：

1. 插板法。
2. 沉箱法。
3. 压气沉箱法。
4. 降低地下水位法。

在第二种情况下(情况 B)則采用注漿法，其中包括：

1. 岩石水泥注漿法；
2. 岩石粘土注漿法；
3. 岩石瀝青注漿法。

除上述各种特殊鑿井法外，人工冻结岩石的方法在特殊鑿

井法中佔有特殊的地位。这个方法可以在物理机械性極不相同的岩石中使用，因此这个方法可以認為是万能的。

在特殊鑿井法中还可以列入鑽井法(大断面井筒)和岩石化学加固法以及电化学加固法。由于电化学加固法在生产中只是个别地采用过，而且理論方面又还研究得極不完善，因此我們不准备講它了。

上述各种特殊鑿井法在苏联是广泛采用了的。使用得特別多的是压气沉箱法，岩石注漿法，冻结岩石法和部分地使用鑽井法。

下面我們分別地來講授各种特殊鑿井法。

第一章 插板法

插板法用的板樁可以是木材的，也可以是金屬的。在生产中較常用的是金屬板樁。我們这里講木板樁也講金屬板樁。另外，插板法中的板樁可能是垂直和傾斜放置的(插入的)。因而相应的就有垂直板樁和傾斜板樁之称。

通常插板法是在厚度为 15—20 公尺上下(厚度大于 15—20 公尺时很少用)的松软、松散含水岩層中开鑿井筒用。并且这样的岩層一般离地表不深。

1. 垂直插板法

用这种方法开鑿豎井可按下列方式进行。

用这种方法时，首先要掘进井頸，井頸断面要能容納得下板樁，并且以后又能保持井筒設計断面的大小。

在离含水岩層还有 0.7—1.2 公尺时便应停止井頸的掘进。然后在这層未掘动的岩層上在同一水平面上放置两个导圈(圖 1，圖 2 a, 6，圖 3 a, 6)。

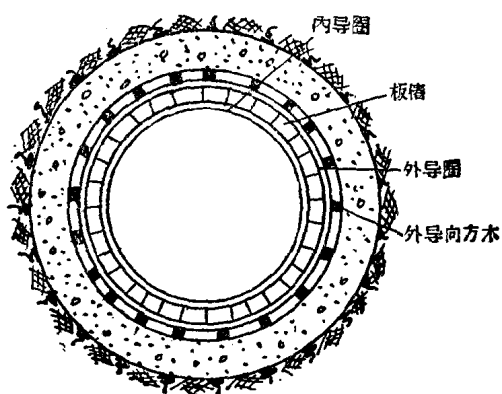


圖 1

內導圈的外直徑應等於井筒的掘進直徑。

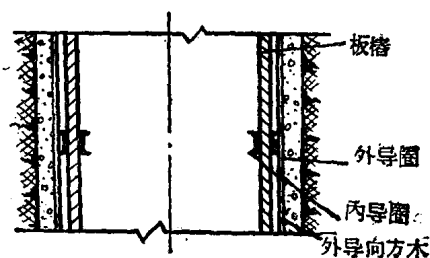


圖 2a

外導圈固定在導向方木上，而內導圈則固定在內導向方木上。內導向方木與安設在井頸內的專門木結構物是相連接的（圖 26）。

有時候還利用岩柱來導向（圖 36）。

外導圈的內直徑等於內導圈直徑加上兩倍的木板厚度，木板也就是打入含水岩層中的所謂板樁。

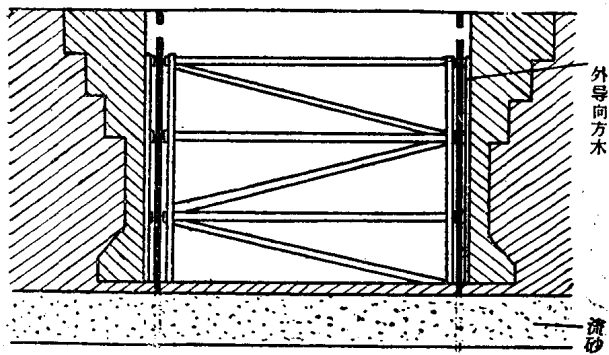


圖 26

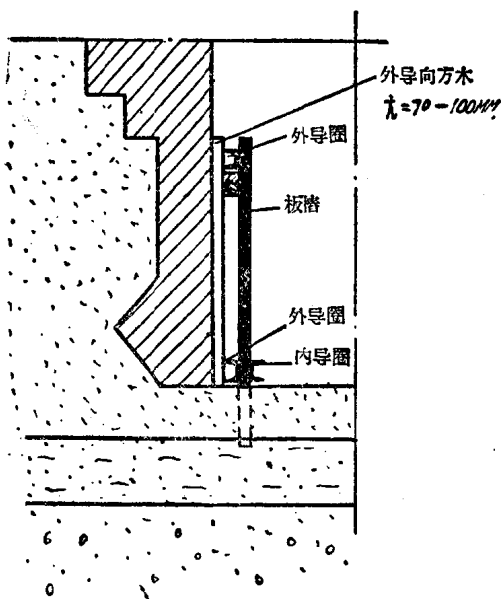


圖 3a

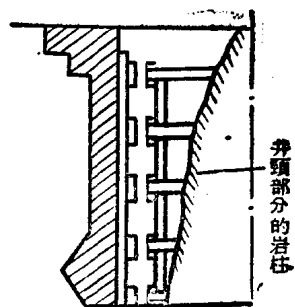


圖 3b

导圈有木材的，也有金屬的。一般多采用槽鋼做的金屬导圈，木导圈也就是木材圓拱架。各种导圈都是用井筒中心垂球来定中心的，而安設导圈时还借助水准仪使其水平。

在內、外导圈間的空隙間垂直地放置下端削尖的木板(板樁)(圖4)。这些木板在导圈空隙間密閉起来而形成一個圓筒。板樁是用寬为150—200公厘，厚为50—100公厘的木板做的。板樁長度为2—6公尺，其長度主要是根据打樁方法、含水岩層的厚度和采用的施工方案来决定。

板樁用材应是平滑、無节和潮湿的(这样便可以避免因板樁的膨脹而發生弯曲——变形)。

常用橡木和松木来作板樁。采用縱木是不好的，因为在打樁时它可能很快裂开。

板樁之間应用槽接紧密地互相咬合着(圖5)。

放置好內外导圈、导向方木(每隔2—2.5公尺放置之)、樁帽和中間导圈，并檢查其位置是否正确以后，就开始打樁(使整个圓筒同时下陷)。通常板樁(木材的)总是沿着周边均匀地用木錘打下0.5

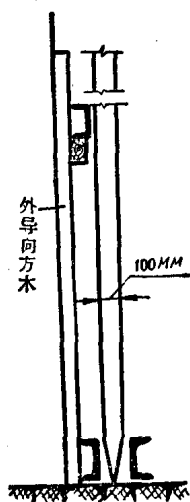


圖4

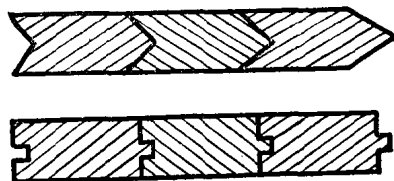


圖5

—0.7公尺的深度。随着板樁逐漸打下，应在井筒中鑿出岩石，然后安設起导向作用的中間导圈，因为板樁由于地压的作

用是可能向井筒內弯曲的。打樁工作要一直进行到板樁穿过整个含水岩層而进到其下部的不透水岩層为止。这样的每一排或每一層打下的板樁叫“一段”。当含水岩層很厚时就要打几段板樁(圖 6)。

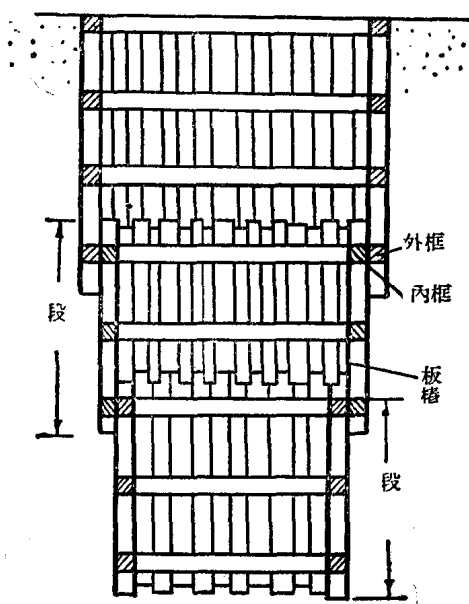


圖 6a

在打第二段板樁时在井筒內距第一段板樁末端不远处要安設金屬導圈或木框(圖 6a)。

当整个板樁筒往下打时，板樁每一次进度

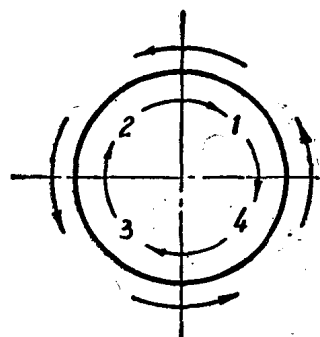


圖 6b

为 0.5—1.0 公尺，而且打樁按 1, 4, 3, 2 的方式分区进行(如圖 6b)。在一次打进 0.5—1.0 公尺以后，就再重复进行原来的工作，但应按相反的方向进行(另一方向)——也就是 1, 2, 3, 4。

根据井筒內掘岩的情况，每隔 1.0 公尺安設中間導圈(圖 7)或隔 0.8—1.2 公尺或更大的距离安設中間框。

中間框(木材的)用扒釘、嵌条或金屬桿懸掛于上部框柱上。

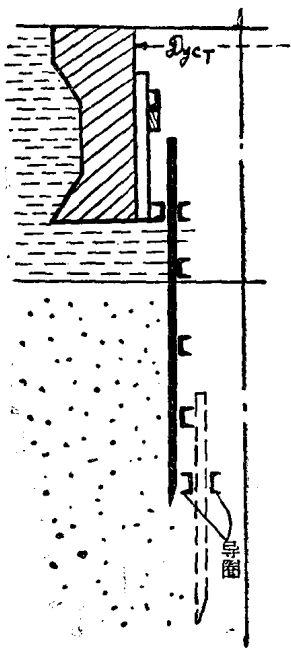


圖 7

在进行第二段打樁工作时，在井筒中距第一段板樁末端不远处安設金屬導圈(圖 7)。而第一段板樁的末端則用打入導圈與板樁間的木楔壓到边上。然後打樁工作就再重複進行。

这里要指出，掘岩工作不是在井筒全断面內同時進行，而是分成几个区域來進行的。

井頸淨直徑根據下式決定之：

$$D_{yct} = D_{ctb} + 2(a + b + c);$$

式中 D_{ctb} ——井筒淨直徑；

a ——永久支架的厚度；

b ——板樁厚度；

c ——連襯木(在用金屬板樁時)在一起的外導圈厚度。

決定好井頸直徑所需尺寸後，就可以開始進行掘進工作了。

在用板樁法掘進井筒時常常發生板樁連接不緊密和出現裂縫等現象。這些缺點可以用緊密填塞裂隙的辦法來克服；而板樁後面的空洞則用粘土或其他軟岩石填塞。要使所發現的空洞不致擴大，一開始時，應立即用稻稈、干草和砂袋等來填塞。

在流砂掘完以後，豎井還要打入不透水層中 1.5—2.0 公尺，再在此地砌築壁座，使其成為混凝土或磚支架的基礎。

用作板樁的型鋼有槽鋼、工字鋼(18—26 號的)及其他特種型鋼等等(圖 8, 9)。

為了使木板樁的下端不致磨壞，應用金屬構件包好，此金



圖 8

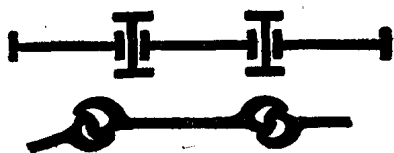


圖 9

屬構件的構造有很多種(圖 10)。

金屬板樁是用裝有樁錘或蒸汽錘的金屬打樁機來打的。

不過垂直板樁有許多嚴重的缺點：

(1) 減少井筒斷面利用率，增加了鑿井的成本；

(2) 不穩定岩層可能從工作面或經過板樁裂隙沖入井筒內；

(3) 井頸可能變形(永久支架周圍的岩石小顆粒流出)。

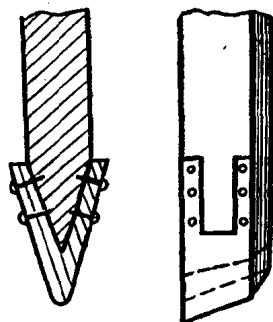


圖 10

木板樁是不夠堅固，也不夠穩定的。

除此之外，用木板樁來隔開含水岩層時要消耗很多的木料，而這些木料通常是不能回收的。

但也要指出，垂直板樁是最適用於開鑿直接在地表下或接近地表的鬆軟含水岩層的。最好是只使用一段板樁。同時木板樁至少應能打入流砂層之下的不透水岩層中 1.0 公尺。使用機械打樁時，板樁長度可達 6 公尺，因此一段垂直板樁通過含水岩層的極限厚度可達到 3—4 公尺。

現在垂直板樁(木材的)，在實際中幾乎不用了，至於金屬板樁的應用範圍也是極其有限的。

現在來談一下金屬板樁，金屬板樁可通過的流砂層厚度大

約为 10—12 公尺。金屬板樁从前在修筑地下鉄道时曾使用过，但如前所述現在是很少使用了。

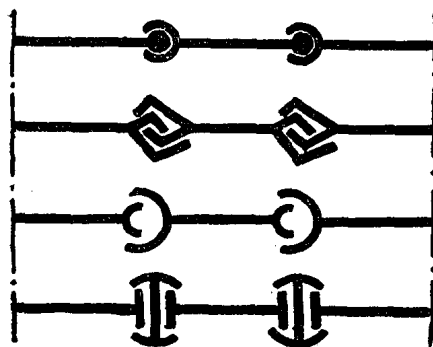


圖 11

金屬板樁按其結構可
分为四种：

- (1) 平板樁；
- (2) 节板樁；
- (3) 槽狀板樁；
- (4) 管狀板樁。

这些金屬板樁的特
点，可以用断面阻力矩
(W) 和每 1 公尺的重量 Q
之比值来表示。

(1) 平板樁(圖11)；

其比值为：

$$\frac{W}{Q} = 1-7;$$

Q ——这种板樁每 1 公尺的重量为 20—60 公斤。



圖 12

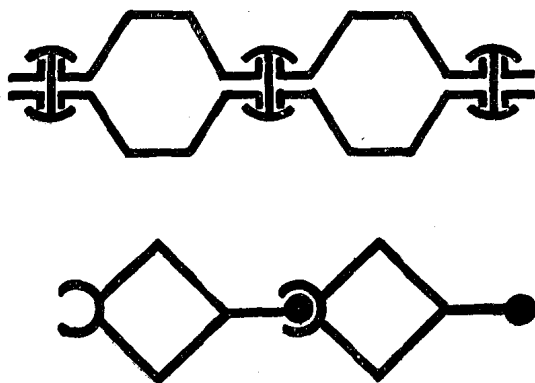


圖 13

除圖11中的平板樁以外，還有帶有加強桿的板樁(圖12)。

(2) 節板樁(圖13)。

節板樁之阻力矩與其每1公尺重量之比值一般大約如下：

$$\frac{W}{Q} = 7-15.$$

(3) 槽狀板樁(圖14)。

槽狀板樁 $\frac{W}{Q}$ 之比为 3—14。

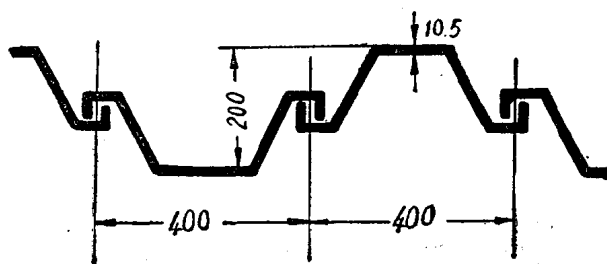


圖 14

(4) 管狀板樁(圖15)。

管狀板樁 $\frac{W}{Q}$ 之比值為 1.5—2.0。

同時管狀板樁可以接長，因而可以一小段一小段地打下去。

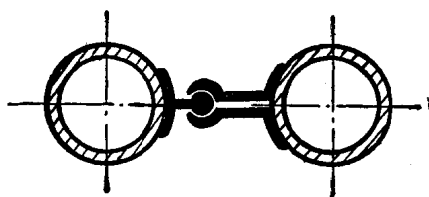


圖 15

我們知道，在打樁時摩擦力對工作影響很大。以下幾種含水岩層的摩擦力大約是：

a) 泥炭——0.7 噸/平方公尺；

6) 流砂——1.5 噸/平方公尺；

Б) 塑性粘土——1.8—2.0 吨/平方公尺。

2. 傾斜插板法

如果在使用垂直插板法时会縮小井筒的断面，那么在用傾斜插板法时就不会發生这种情况了。正像前面所指出的，这种插板法的特点就在于木板樁不是垂直地放置，而是傾斜地放置，它們与水平面大約成 75° 的角度(圖 16, 17)。

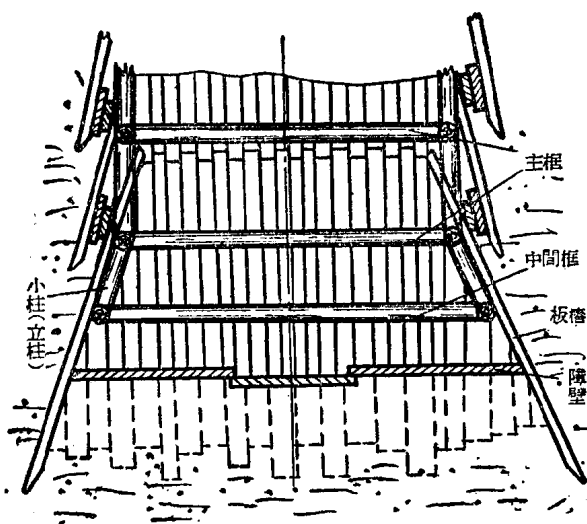


圖 16

在用斜板樁时，中間樑所圍成的断面比主樑的要大一些，因为中間樑在打板樁时是起着导向作用的。一般說来，这种支架从外表看来也就是一种典型的帶撐柱(立柱)的間隔井樑。不同之处只在于此处的背板(圓柱)是打入，而且支架是由上至下地安設的。先將背板打入，然后再安設中間樑。作樑架的木板直徑大約为 25 公分。木材要經過选择(常用橡木和松木)。背

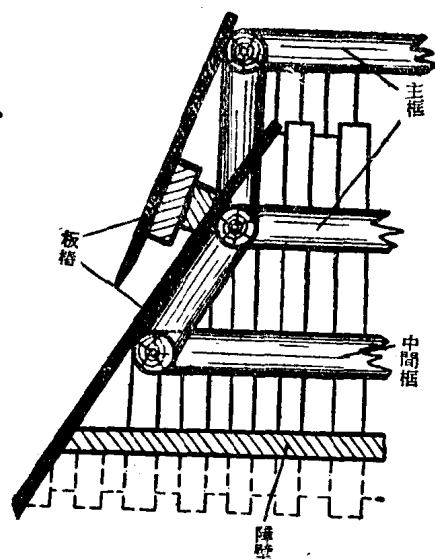


圖 17

板取用長為 1.0—1.5 公尺，寬為 15—22 公厘，厚為 3.5—6 公厘的橡木板或松木板。木板都要刨得很好，預先在水中浸透並且將其一端削尖。上端裝有保護環。而板樁削尖了的下端有時套上加固封帽；這些封帽保護着板樁，使其碰上岩石中硬塊時不致裂開。

方形井筒內角上的板樁是梯形的(圖 18)，因為不這樣相鄰板樁是連不上的。

角樁的下部比上部大。為了更好地阻隔住流砂，最好使用 2—3 塊下部較大的梯形的鄰近角樁。

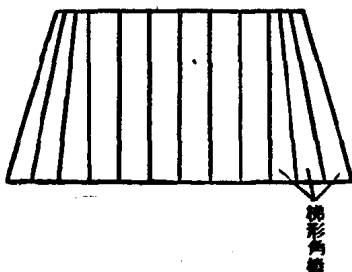


圖 18

为了避免掘进时井壁下陷，所以井颈的支护工作要做得非常小心和可靠。为此在地面上井颈上部至少要重叠地安设四个基框。

用倾斜插板法整井的工作方法如下。在掘到含水岩层以前采用普通整井法掘进，而且用相应的支架支护好。然后预先准备好工作面，在井筒工作面上同一水平面内安设两个框架，外框叫副框，内框叫主框。主框的大小与井筒正常框架的大小一样。副框则稍大一些。在内外框架之间的空隙中倾斜地安置板桩（图 19，20）。常常是首先打进角桩，因为如果把角桩留在最后就会打不进去了。板桩是沿着井筒周边均匀地打下的。板桩应按既定的倾斜度打下。在开始时板桩方向由框架（主框和副框）来控制。

在打木桩时可用 N-37 型的混凝土捣碎锤和 ПЛ-1 型的

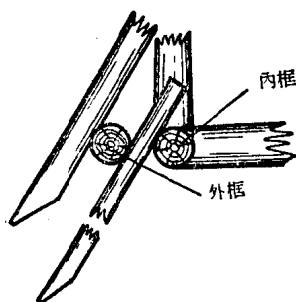


图 19

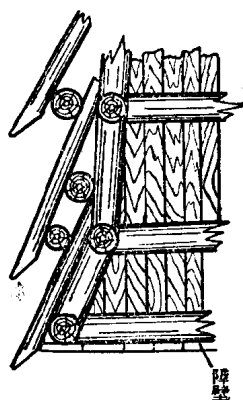


图 20

气锤。前者重为 19 公斤，后者重为 34 公斤。用人力打斜板桩是太困难的并且也是很慢的。

随着板桩的逐渐插入而必须掘出井筒中的岩石；掘进时要注意保持板桩下端插在岩层中 10—15 公厘。