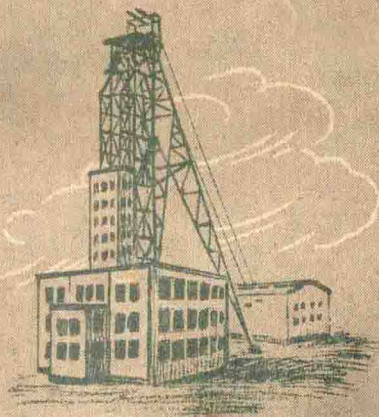


開鑿礦井的司泵工讀本

蘇聯 穆·斯·卡爾皮列維赤 穆·伊·切略穆內赫著

金 則 雅譯



燃料工業出版社

開鑿礦井的司泵工讀本

蘇聯 穆·斯·卡爾皮列維赤 穆·伊·切略穆內赫著

金 則 雍譯

蘇聯煤礦工業部工人幹部管理局審定
作為技工訓練班教材

燃 料 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書闡述開鑿立井時使用的各種水泵設備的構造、使用方法、以及安裝和修理的知識。

本書簡明地引述了有關水文地質和開鑿礦井工作的概念，其範圍是司泵工掌握水泵設備所必需的。

本書是蘇聯煤礦工業部培訓技工的教材。

* * *

開 鑿 礦 井 的 司 泵 工 讀 本

МАШИНИСТ ПРОХОДЧЕСКОГО ВОДООТЛИВА

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社 (УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1953年列寧格勒俄文第一版翻譯

蘇聯М. Ш. КАРПИЛЕВИЧ М. И. ЧЕРЕМНЫХ著

金 則 雍譯

燃 料 工 業 出 版 社 出 版

地址：北京東長安街燃料工業部

北京市書刊出版業營業許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：白懋恬 校對：呂哲人 汪立群

書號355 * 煤135 * 850 × 1092 1/16開本 * 3 1/4印張 * 85千字 * 定價7,700元

一九五五年二月北京第一版第一次印刷 (1—3,000冊)

目 錄

前言	1
第一章 關於開鑿立井井筒的概念	4
第二章 關於水文地質的一些概念	6
1. 岩石和地下水的性質和它們的生成	6
2. 井筒開鑿中的湧水量	9
第三章 開鑿立井井筒時排水上的幾個基本問題	12
1. 排水工作的組織	12
2. 對於鑿井用水泵的要求	14
第四章 鑿井用水泵	16
1. 水泵的分類和動作原理	16
2. 活塞泵和柱塞泵	18
3. 離心水泵	19
離心水泵的構造和動作原理	20
吸程(吸水高度)	20
揚量、揚程、功率和水輪轉數的關係	21
揚量的調節方法	22
離心水泵的主要零件	23
附屬裝置和儀器	26
4. 螺旋水泵	32
5. 離心式臥泵的構造	34
共青團員型水泵	34
АЯП 型水泵	37
6. 鑿井用離心吊泵的構造	40
ППН-50с 型水泵	40
ППН-30 型水泵	51
ППН型各種水泵的電力裝備	52
7. ПН-24×200 型鑿井用螺旋水泵的構造	55
8. НПП-1 氣動潛水泵的構造	59

第五章	幾種補助排水工具	67
第六章	排水設備的潤滑	69
1.	ППН 型鑿井用吊泵的潤滑	69
2.	НПП-1 型潛水泵的潤滑	72
第七章	鑿井用水泵在井筒中的安裝	73
1.	準備工作	73
2.	出水管和固定零件	75
3.	水泵的安裝	78
4.	電力設備的安裝	81
5.	水泵的試驗	82
第八章	鑿井用水泵的使用法	84
1.	水泵的開動和停止	84
2.	鑿井用吊泵工作時的維護	86
3.	НПП-1 型潛水泵的維護	88
4.	水泵工作中的毛病和消除的方法	89
第九章	修理工作	94
1.	修理的工作組織	94
2.	在井筒中水泵的安裝和拆下	96
3.	水泵的拆解	98
4.	零件的檢查和修理	101
5.	水泵的裝配	104
6.	電氣設備的修理	109
第十章	司泵工的職權和責任	110
1.	總則	110
2.	交接班的手續	112
第十一章	安全技術	113
1.	總則	113
2.	被電流打傷時施行的緊急救護	114
附錄		115

前 言

烏·依·列寧於1920年在第一次全俄礦工成立大會上說過：
「……沒有煤礦工業，那麼，任何現代工業，任何工廠與製造廠都是不可想像的。煤是工業的真正食糧……」^①。

煤是應用最廣的一種燃料；經過加工，可以煉製焦炭、各種化學產品、顏料、藥劑、炸藥、液體燃料和許多其它在工業上和人類生活中具有重大價值的產品。

在第十九次黨代表大會關於蘇聯發展國民經濟的第五個五年計劃指示草案中規定，為實現綜合機械化、進一步進行煤礦工業的技術再裝備和保證勞動生產率的增長，要廣泛推廣最新式的礦山機器和機械。投入生產的新煤礦礦井的生產能力，應比第四個五年計劃大約增加30%。

對於煤井的建設者們，提出了提高立井井筒開鑿速度以提前把礦井移交生產的任務。

精確的排水工作，在提高立井開鑿速度上，是會起極大作用的，因此，有關排水系統和排水設備的構造和功用的知識，水泵設備的正確利用和使用等。在目前，實具有絕對重要的意義。

編寫本書的用意，是為培訓開鑿立井時從事排水工作的工人和技術人員和提高其技能。

在本書中，闡述各種現代的鑿井用吊泵以及排水的工作組織。如能在技術上正確地運用，則有可能提高開鑿井筒的速度。

① [列寧全集]，1950年第四版，第30卷，第461頁。

目 錄

前言	1
第一章 關於開鑿立井井筒的概念	4
第二章 關於水文地質的一些概念	6
1. 岩石和地下水的性質和它們的生成	6
2. 井筒開鑿中的湧水量	9
第三章 開鑿立井井筒時排水上的幾個基本問題	12
1. 排水工作的組織	12
2. 對於鑿井用水泵的要求	14
第四章 鑿井用水泵	16
1. 水泵的分類和動作原理	16
2. 活塞泵和柱塞泵	18
3. 離心水泵	19
離心水泵的構造和動作原理	20
吸程(吸水高度)	20
揚量、揚程、功率和水輪轉數的關係	21
揚量的調節方法	22
離心水泵的主要零件	23
附屬裝置和儀器	26
4. 螺旋水泵	32
5. 離心式臥泵的構造	34
共青團員型水泵	34
АЯП 型水泵	37
6. 鑿井用離心吊泵的構造	40
ППН-50с 型水泵	40
ППН-30 型水泵	51
ППН型各種水泵的電力裝備	52
7. ПН-24×200 型鑿井用螺旋水泵的構造	55
8. НПП-1 氣動潛水泵的構造	59

第五章	幾種補助排水工具	67
第六章	排水設備的潤滑	69
1.	ППН 型鑿井用吊泵的潤滑	69
2.	НПП-1 型潛水泵的潤滑	72
第七章	鑿井用水泵在井筒中的安裝	73
1.	準備工作	73
2.	出水管和固定零件	75
3.	水泵的安裝	78
4.	電力設備的安裝	81
5.	水泵的試驗	82
第八章	鑿井用水泵的使用法	84
1.	水泵的開動和停止	84
2.	鑿井用吊泵工作時的維護	86
3.	НПП-1 型潛水泵的維護	88
4.	水泵工作中的毛病和消除的方法	89
第九章	修理工作	94
1.	修理的工作組織	94
2.	在井筒中水泵的安裝和拆下	96
3.	水泵的拆解	98
4.	零件的檢查和修理	101
5.	水泵的裝配	104
6.	電氣設備的修理	109
第十章	司泵工的職權和責任	110
1.	總則	110
2.	交接班的手續	112
第十一章	安全技術	113
1.	總則	113
2.	被電流打傷時施行的緊急救護	114
附錄		115

第一章 關於開鑿立井井筒的概念

井筒的功用 開拓煤礦礦體，時常用兩個立井井筒——主井和副井。

通過主井把煤提到地面。

副井用以進行地下巷道的通風、提出矸石、上下材料和機械設備、排水和人員的上下及其它等等。副井又是主井的備用井，當井的產量增加或修理主井的時候，副井即負起主井的任務。

井筒斷面 井筒斷面最普遍採用的形狀是圓的。具有輔助性質的井筒，有時也採取長方形的斷面。

斷面採取圓形或長方形，決定於井筒的用途、開採年限和井筒所穿過的岩層的性質。

圓形斷面的井筒，井壁用金屬(鑄鐵弧瓦)、磚、混凝土或鋼筋混凝土砌築，其壽命實際上是無限的。

井筒斷面當然還有其他形狀的(如橢圓形和曲線形)，但是很少採用。

井筒斷面直徑的大小，取決於該井所用的提昇容器和井的提昇量以及為進行井下巷道通風而必需送進井內的風量。

在蘇聯，井筒直徑有4.5、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5和8.0公尺各種。

井口地面的裝備 劃作建設礦井的區域，叫做建設場地。在這個區域上，修建臨時的和永久的房屋，如風泵房、絞車房、機修廠、淋浴室、礦燈室、辦公室和其它。在開始建設以前，先將場地四周圍住，並進行必要的平場工作，修築場內道路。通常是往廣場鋪設一條標準軌距的鐵路。

為存放建設材料，要修建必要的倉庫和卸貨場。

在準備修建礦井的場地期間，裝設臨時水道和變電所及架空電線。

井口構造 井筒上部(即井口)的開鑿工作,從安置大樣座框開始;座框的內圍尺寸,和井筒的開鑿直徑相符。大樣座框的用途是,控制井口於掘進中保持一定斷面,另一方面是爲了懸掛井圈。岩石^①的開鑿,使用鍬、鎬或風鎬。

從井底向井外提運岩石,使用吊罐並利用叉腳式吊車、[俾王聶爾]式起重機或裝有抓斗的 AK-3Г 型汽車起重機進行。

井口開鑿到堅實的岩層(本生岩)時,在那裏修築永久井壁的基脚,並砌築永久井壁。井口砌壁的斷面,比其餘部分大些。

砌築好井口的永久井壁以後,在地面上安設基本開鑿座框、井架(圖 1)和所有必要的開鑿設備:如絞車、提升機和其它等等。

用普通方法開鑿井筒
依照井筒所穿過岩層性質,井筒可用各種不同的方法開鑿。

當通過堅固的岩層而湧水量比較不大時,井筒可用所謂普通方法來開鑿,在煤礦方面是最普遍的一種方法,這種方法是在井底打眼,然後放炮,使岩石碎裂,用機械或氣力抓岩機把岩石裝進吊罐。隨着井底的向下推進,同時架設臨時井壁。爲此,要使用鐵圈,用特製的鈎子把一個圈掛在另一個圈上。在鐵圈的後面,插進半圓木或板子,以防止岩石在砌築永久井壁之前脫落。當井底深入 20—25 公尺時,開擴幫石,以便砌築基脚和永久井壁(圖 2)。在砌築永久井壁的時候,停止在井底挖取岩石的工作。像這樣的開鑿工作組織,叫做單行作業。

還有叫做平行作業的另一種方法,在這個方法中,井底挖取

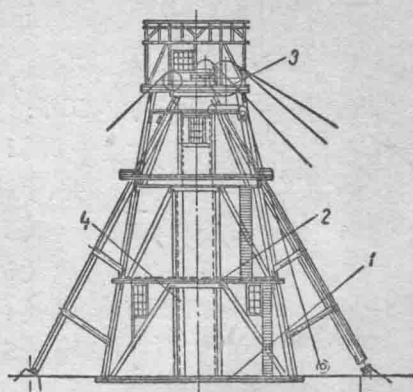


圖 1 開鑿井架

1—下受納台; 2—卸貨台; 3—天輪台;
4—井架的內套架。

①岩石——語的含義包括各種土壤,下同。——譯者

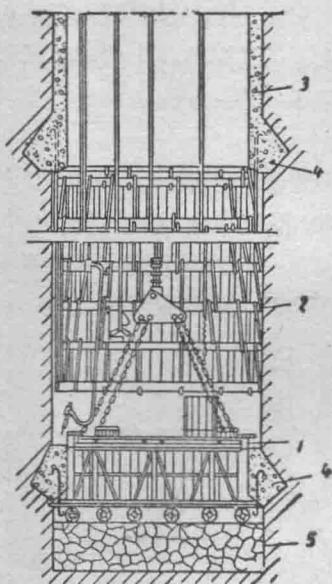


圖2 砌築永久井壁

1—大樣座框；2—臨時井壁鐵圈；
3—永久井壁；4—基脚；5—井底。

岩石和砌築永久井壁兩項工作同時進行；這時，除去用作砌壁的吊盤外，還需有保護吊盤。

在放炮以後，必須經過工作面（井底）的通風和安全整頓，然後才許可開鑿井筒工下井裝出岩石。

現今，岩石的裝出利用抓岩機БЧ-1 或 БЧ-3 進行。

用普通方法開鑿立井井筒時的全部打眼放炮工作，可分為下列各工序：

- (1) 上下班工人和工具的入井、出井；
- (2) 打眼的準備和打眼；
- (3) 裝藥和放炮；
- (4) 放炮後的井筒通風；
- (5) 工作面的安全整頓；
- (6) 用氣力抓岩機把岩石裝進吊罐，然後提出井外；
- (7) 整刷井底；
- (8) 掛井圈。

在整個井筒開鑿時間內，除去進行放炮、通風和安全整頓等時間外，都用吊泵將湧入井底的水排出。

第二章 關於水文地質的一些概念

1. 岩石和地下水的性質和它們的生成

水文地質學是研究地下水的生成過程、流動、物理化學成分和出現在地表面上的情形。所有存在於地面之下、地殼之內的水，都叫做地下水。

研究地下水的生成和它的主要流動規律，使我們有可能決定一些措施，來進行井巷的排水，並當礦井內出現大量的湧水時，與之作鬥爭。

按透水性能，岩石可分為不透水岩石和透水岩石兩大類。

由獨立的小粒和小塊構成的鬆散岩石是典型的透水性岩石。屬於這一類的有沙子、礫石和塊狀岩石的天然石堆和人工填基。水穿過這類岩石自由滲透。在細粒的沙子裏，各個沙粒之間的空隙很小，以致水難以通過。實際上，沙粒直徑約為0.1—0.2公厘時，即是不透水的岩石了。

石灰紀的石灰岩，緻密的砂岩，堅實的泥質頁岩和其它岩石，如單拿來一塊，則實際上是不透水的，即所謂不透水岩石。但是由這些岩石構成的地層，由於層中具有裂隙而水能通過時，那麼，這些岩層便是透水層了。

粘土是不透水的岩石。實際上凡是沒有裂隙的、緻密堅硬的岩石，不論是水成岩或火成岩，都是不透水的。

構成地殼的岩石，分為表土和本生岩。

本生岩都賦存在它們原來生成的地方。

表土是由岩石在風、水的作用下(或因其他原因)破壞而產生的。

本生岩依照它們的生成，分為水成岩、火成岩和變質岩。

水成岩(砂岩，泥質岩頁，石灰岩及其他)主要是風化岩石在湖海的底中沉積而成的。

火成岩，例如花崗岩，是由灼熱的液狀物質——岩漿凝成的；就是當火山噴火時，岩漿順着地殼中的裂隙溢出地面而成。

變質岩是由水成岩或火成岩在高熱和大的壓力下造成的。

在採礦業方面，水成岩分成堅實的和鬆散的兩種。砂岩、頁岩和石灰岩是堅實的水成岩。

砂岩多半堅實地結在一起，因此它可以算作不透水岩石，但由於具有大量裂隙，可能含有大量的水，所以，這種岩石實際上是透水的。

泥質和砂質頁岩，本身也是不透水的，但是當有裂隙時則可能含水。石灰岩不僅在裂隙中含水，即在岩體中形成的大空洞中也有水。

石灰岩層在地面上有露頭時，則在這裏尤其有大的容水所。情形是這樣的：地面上的雨雪水順着石灰岩裏的縫隙滲入，同時洗去細粒分子，並把它們溶化在水中，因此形成地下容水所，有時簡直就是個湖。這種現象叫做溶洞(喀斯特)。在開鑿和維持井筒工作中，遇有溶洞時，將造成極為困難的條件，因為地下水庫(容水所)和水流造成的湧水量是大的。

在吉澤洛夫煤田、莫斯科近郊煤田以南和列寧格勒附近戈多夫區域，都有石灰岩溶洞。

煙煤層，只在裂隙裏含水；褐煤是透水的，所以在煤層體內各部都含水。

表土(沖積土)一般是鬆散的，由土壤、沙、粘土和它們的混合物構成。在表土和岩石接觸的地方，有小礫石層。

泥沙混合物和沙相比，具有較低的透水性。如果含有小礫石或漂石，而層下又有不透水層時，則可能含有大量的水，並大量向井巷湧出。

研究岩層應該注意流沙。這個具有代表自己性質的名稱，是因為它具有流入井巷的可能性(指井巷在流沙中掘進時而言)而獲得的。水從流沙中流出是困難的；有些流沙乾脆不往外淋水。流沙中因有水而具有流動性。

落在地面上的雨雪水通過表土鬆散岩石而滲進地中，一直達到不透水岩層而被阻止。

從地面起向下的第一層帶，對於人類生活具有重大意義，因為從這一層帶可用水井以取得飲用水。

在進行採掘工作時，要知道地下水滲入地殼的深度，這是很重要的。在多數煙煤礦井裏，在數百公尺的深度上，地下水量即顯着地減少。

流進井巷的水，大家把它叫做礦井水。礦井水的特點是它的

化學成分是各式各樣的，差不多都不能飲用，而有時甚至不能做爲工業用水。

煤礦及頁岩礦保安規程中規定：向井外排出的水，應進行化學細菌定性分析和定量分析。在礦井水中含有有害夾雜物時，礦井的領導，應徵得國家衛生技術監督署的同意，採取必要的措施，以保證礦井水不至爲害。

礦井水中也含有各種處於懸游和溶解狀態的物質。

懸游分子可能是無機物質也可能是有機物質。這些物質，經過靜置或過濾，便能從水裏分離出來。當用水泵排水時，懸游物質可能成爲使水泵零件迅速磨損的原因。由於這些分子的存在，便會使泵的內部積存泥垢，以致壽命縮短。

在開鑿井筒和砌築井壁的時候，如果在排出的水裏含有水泥小粒，則對於水泵工作是極有影響的。除固體分子而外，礦井水還含有瓦斯，後者呈氣泡狀含在水裏，或者溶解在水裏。

礦井水一般是硬的、酸性的，有時是鹹性的。水中含有鈣鹽或鎂鹽時，則是硬水。水中含鈣鹽和鎂鹽越多，它的硬度越大。含有少量鈣鹽和鎂鹽時，則叫做軟水。

水的硬度分爲臨時的和永久的。水的臨時硬度乃是由於含有上述的鹽類，但是當加熱時便會分解和沉澱。因此臨時硬度容易消失。

基於上述礦井水的性質，說明礦井水，特別是開鑿中要加排出的水，在作爲工業用水時（如風泵的冷卻、供給汽鍋），應該十分謹慎。這些水，應當經過澄清，並除去有害夾雜物。

2. 井筒開鑿中的湧水量

在開鑿井筒時會遇到若干含水層，並且開鑿工作是伴隨着地下水的湧出而進行的。當工作面交叉着表土含水層的地下水水面時，湧水即行出現。在繼續穿進頂底板都是不透水層的含水層時，在井底可能出現著有壓力的水。開鑿井筒時，湧水的數量、性質和時間的長短是極其多種多樣的。由於影響湧水的原因複雜，

所以在開鑿工作組織中造成相當大的困難。當井底穿過某一含水層時，其在預料中的湧水量，可根據井筒所在地區的水文地質、地質、水文氣象等的調查材料，根據勘探礦體時由經驗確定的湧水量和鄰近井筒的開鑿資料來預行計算。

當用普通方法在堅固的岩層中掘進時，流入井筒的湧水量，對於某一個煤礦區域來說，是在一個比較不大的範圍裏變動的，其平均值由 5—10 到 50—60 立方公尺/小時。

流向地層深處的水量，取決於降水的多寡、雨雪的蒸發量、和當地生長的植物和地勢起伏情況。

在夏季的幾個月，大雨對於湧水量的影響，事實上只能達到約 100 公尺的深度。秋天的雨水，深深地滲進地中，對於湧水量的影響大得多。

在冬季的幾個月裏，湧水量最小。在這個時候，地面上以積雪的形式積存很大的降水量，當春季積雪一起融化時，井裏的湧水量急劇增大。

受秋天降雨和春天積雪融化的影響，湧水量會立即增大，或經過若干時日才增大，這要看井底所在的深度而定，井筒越深，水滲過岩層的時間越長。

在頓巴斯，發現有這樣情況：如以秋季的湧水量為 1，則深度在 100 公尺以下的井筒，其春季湧水量是 1.5—1.6；對於深度在 100—200 公尺井筒為 1.35；而深 200 公尺以上的井筒，則為 1.15—1.2。

在烏拉爾、莫斯科和庫茲涅茨等煤田，春季湧水量增到三倍以上。

繁茂的樹木，能够從土壤中吸收大量的雨雪水；例如，針葉樹林吸收並保持雨雪水量可達到總降水量的 68%。

如果地勢不平坦，對於地下水增加的變化是有極大影響的。一切其它條件相同時，位於低地的礦井中的湧水量，比位於高地的礦井的湧水量為大。

岩層的地質構造，對於湧水量也有很大影響。當岩層有裂隙

或為鬆散的岩石時，湧水量則增加。遇有岩石空洞和流沙，則說明礦井是多水的。

在開鑿井筒時，開鑿的方法，在某種程度上是會影響地下水湧出量的。例如，當用普通方法掘進時，由於放炮的結果而岩石發生裂隙，有時會順着這些裂隙增大湧水量。當同時開鑿兩個位置相近的井筒時，如果位於下方（按含水層的傾斜說）的井底超越了位於上方的井底，則後者的湧水量將會小得多。這是因為數量一定的地下水，將流進位置較低的井筒，從而使高處的井筒乾燥。

為了正確地組織開鑿時的排水工作，必須不斷地確定流入井筒的水量。湧水量的計量有兩個方法（就是計量由水泵抽出的水量和井筒部分浸水法）。

第一個方法是在水泵的抽水量和湧水量相等的條件下（就是在單位時間內，水泵抽出了等於在同一時間流入井底的水量），確定水泵的揚量。

第二個方法是停止水泵抽水，使水在工作面上面形成水面，然後量測某一定時間內水位上漲的高度。

在這個場合，流入井筒的水量按下式計算：

$$Q = \frac{3.14 D^2}{4T} \cdot H \text{ 立方公尺/小時}, \quad (1)$$

式中 D ——井筒開鑿直徑，公尺；

H ——井筒中水面上漲高度，公尺；

T ——井筒中水面上漲 H 公尺時所佔時間，小時。

例題 井筒開鑿直徑 $D = 7$ 公尺。想在開鑿井筒時確定湧水量。從停止水泵時起 30 分鐘功夫，水位比第一次量測時上漲 0.32 公尺。求井筒湧水量是多少。

把這些數值代進公式(1)得：

$$Q = \frac{3.14 D^2}{4T} \cdot H = \frac{3.14 \times 7^2}{4 \times 0.5} \times 0.32 = 24.6 \text{ 立方公尺/小時}.$$

第三章 開鑿立井井筒時排水上的 幾個基本問題

開鑿立井井筒時，通常伴隨着地下的流進井底，而這些水的流入，在數量上是很大的；在個別情況下，竟達到 120—150 立方公尺/小時。

在實際工作中，認為湧水量在 30 立方公尺/小時以下時，許可用普通的方法開鑿井筒。井底有水，會降低開鑿井筒工的工作效率，如在進行開鑿循環的某些工序時（打眼、裝藥及其它），造成阻礙；在開鑿時所使用的機器和機械的構造複雜化等等。

排水設備的工作，若不嚴整俐落，會大大打亂開鑿循環各工序的進行，拖長井筒開鑿時間，從而造成無謂的大浪費；相反，能使開鑿時的排水工作可靠，保證及時排水的正確而可靠的鑿井排水工作，在很大程度上，幫助鑿井工作順利進行。

開鑿井筒時和水鬥爭，要依照水的湧出量和井筒深度用以下的兩個方法進行：

1) 當湧水量在 30 立方公尺/小時以下、用普通方法開鑿井筒時，把流集在井底的水直接排出；

2) 當湧水量在 30 立方公尺/小時以上和遇有流沙時，採用特殊方法開鑿井筒。這些方法是利用壓氣沉箱、地層凍結、降低水位和灌漿等。

近年來，廣泛應用降低水位法，就是用特殊的噴水泵和潛水泵從鑽井裏抽水，以預行降低水位。

1. 排水工作的組織

開鑿立井井筒時，排水工作所夙有的一些特點，就是引起使用專門化水泵或其他工具（關於這些，將在第五章裏說到）的相應的工作組織。最普及和最能滿足這些特點的要求的是立式水泵。這種水泵，是用鋼繩吊在井筒裏。過去，甚至現在還有時使用臥