

★

礦坑水的研究處理

蘇聯 什車國列夫著 許自新譯



科學技術出版社

礦坑水的研究與處理

蘇聯 什亭國列夫著

許 自 新 譯



科學技術出版社

16 · Kb 07 · 25 K · P.196 · ¥ 11,000

版權所有 不准翻印

原著書名 Рудничные Воды
原 作 者 Д. И. Щеголев
原出版者 蘇聯西區煤礦工業部
原本版次 第一版
出版年月 1948年

責任編輯：高曉楓 校對：婁燕翔

1951 年 2 月發排（北大） 1951 年 7 月付印（新華）

一九五一年七月初版

北京造 0001—5000 册

科學技術出版社 北京盤市口甲46號

三聯·中華·商務·開明·聯魯

聯合組織

中國圖書發行公司總發行

譯 者 的 話

礦山排水在整個礦山工程中，無論就工作的安全性與經濟性來看，都佔有極重要的位置。這是我們大家學探礦工程的人員都知道的。礦山排水問題，單靠個別防水設施與排水機械的良好設計，有時也是不可能得到澈底解決的。

礦區的水力地質條件非常複雜，不但含水岩層的水位壓力與流量是隨着採礦工作的開展而發生變化，而礦坑水本身的難以捉摸，更是問題的癥結所在。假如對於礦坑水的性質、岩石的作用以及地下坑道湧水的各種規律不能澈底地瞭解，那麼要想正確地和有效地掌握地下水的處理，簡直是不可想象的！

目前存在於我們中國礦山開發問題中的困難固然很多，但是譯者認為針對着礦山工程中“安全第一”的原則，在個別煤礦中動輒由於突然湧水而犧牲數以百計的工人生命的災變，對於“礦坑水”的瞭解與掌握，確有刻不容緩的需要。

本書原作者什軍國列夫博士幾乎走遍了蘇聯的各重要礦區，對於各處的礦山水力地質與排水工程進行了多年的實地調查與研究，特別是對於礦坑水本身的處理，根據學理與經驗，作出很多寶貴的結

論。在寫原書時，并曾參證了百數十種有關礦坑水問題的專家著作，其中也包括了一些歐美的水力地質問題的研究文獻。在原書第三第四兩章中把礦坑水的性質、測定方法、坑道湧水原因與各種的最新排水設施，很詳盡地加以說明，極富參考價值！

本書第四章第十一節裏，原版關於測定礦坑進水量的幾個公式，有些積分式的代表符號，前後不符，因為是比較明顯的，譯者認為很可能是排印時的錯誤，所以在譯文中已照改正的排印了。在原書第四章第十一節中的公式： $V = K_0 \sqrt{Fi}$ 也可能是排印錯誤，因此在本書中已改為： $V = K_0 \sqrt{i}$ 。又在第三章第六節中關於測定水平水溝的出水量公式，原版係： $R = \frac{H^2 - h^2}{2Q}$ ，在公式下的說明中，除了 H , h , Q ，所代表的數值，已加以說明外，還有一個符號 L 說明是水平水溝的長度，但是在原計算公式中卻沒有 L ，顯然也是一個錯誤，但是由於原書並未附有正誤表，很難武斷地判定錯在何處，譯者個人管見以為假如把 L 乘以 $\frac{H^2 - h^2}{2Q}$ 可能是正確的，但是並沒有什麼把握，特在這裏附帶說明，希望讀者能够加以指正！

譯者譯述本書的目的，正是針對着目前我們礦山工作中的急切需要，希望把這本書介紹過來，能對我們的礦山工作有所幫助；但是由於譯者的譯述經驗不夠，加以水力地質上若干專門術語還未能統一，在譯述過程中，更增加了困難，譯文雖經校閱，但是可能還有未經發現的遺漏與錯誤，因此懇切地希望讀者們加以指正，以便修改。

許自新 1950年9月15日

原 序

對於在探勘中的礦產地的蓄水量及設計中的礦坑進水量與進水條件的判斷，是應用水力地質學中最複雜的課題。

對於這些課題縱然祇能求得近似的解決，也是非常重要的。因為祇有在這些問題解決了以後，才能正確地作出礦產地開發的計劃，判定礦產地與坑道的蓄水量，是目前特別重要的任務，因為我們的礦山工業正在積極發展，在不久以前好些由於水力地質條件過於複雜，認為沒有開發價值的多水礦區，可是現在都已經進行開採了。

礦坑進水量與進水條件的判定，對於礦產地的開採與礦坑的設計，具有同樣的重要性。

對於剝離、掘進、採礦等工作方法的選擇，常常要決定於礦產地的蓄水程度及坑道的進水條件。假如能夠充分地認識了礦產地的水力地質情況，那麼祇須付出最少的代價，就能夠正確地掌握對抗礦坑進水的方法，並且在宣洩地上與地下水時，可以防止或消滅坑道所受的不良影響；尤其重要的，就是可以大量地減少坑道中突然湧水的災變。可是在探勘過程中，祇能在某種可靠程度內，預測未來坑道的進水量與進水條件；至於比較精密的進水量、進水條件與進水原因，則

須在礦產地的實際開發過程中，才能加以判定。

假如對於現有礦坑的進水條件，能够加以精密的分析，那麼就可以利用類推的方法，對於新設計的礦坑進水條件，在某種可靠程度以內，加以預測，同時并可擬定對抗礦坑水害的方案。

足以決定礦產地蓄水量的一些因素，都是與礦產地發展過程中自然的、歷史的條件及人造的條件有關係的；這兩種條件的類型，可能是各不相同。

本書作者的目的，就是要檢討這些足以影響礦坑水量的自然的與人爲的主要因素。

作者認為，祇要我們能够把現有著作中關於敘述坑道湧水及防止水患方法的豐富資料，加以謹慎的分析，並對於若干礦產地的水力地質條件，進行實地的研究，那麼作者所提出的這個任務，是可能得到解決的。對於礦坑進水條件的研究，不僅需要偶然性的調查，同時也更需要對於礦坑的排水工作，進行有系統的研究。

多少年來，作者曾先後研究過各種礦產地的水力地質。在若干礦產地，作者並曾獨自進行過水力地質勘查過程中的各種工作，或參加了各該工作中的某一階段。此外，作者並且廣泛地利用了很多蘇聯的與外國的關於礦產地蓄水資料的著作與文獻。

目 次

譯者的話

原序

第一章 礦坑水的定義及礦坑水在礦山企業

經濟中的重要性 1

第一節 礦坑水的定義 1

第二節 礦坑水在礦山企業經濟中的重要性 1

第三節 在礦山工程中鬥爭地下水方法的發展簡史 2

第四節 十九世紀以前礦山工作中的治水方法 5

第五節 對於礦坑水的現代看法（對於出版物的評論） 9

第六節 對於研究各地區礦坑水問題的著作的評論 12

第七節 對於礦坑水問題的國外出版物的評論 15

第二章 岩石的水性與地下水簡論 23

第一節 孔隙性 23

第二節 透水性 27

第三節 地下水面的極限深度 28

第四節 飽和地帶的下部邊界 29

第五節	足以決定含水性的礦山岩石物理性質	54
第六節	岩石埋藏條件對於岩石的物理機械性與水性的影響	56
第三章	礦坑的多水性及其原因	46
第一節	氣候條件對於礦產地及礦山坑道湧水的影響	45
第二節	地區的地形及礦產地的多水性	50
第三節	露天水流與水池的水濾過與滲入礦山坑道	52
第四節	透水性弱的掩蓋岩層在坑道湧水中所起的作用	55
第五節	原始岩層外露的程度對於礦山巷道湧水量的關係	60
第六節	坑道進水條件所受坑道通過的岩石成分及石理的影響	62
第七節	與地區的地殼構造有關的礦產地含水量	70
第八節	地層的“相”的耐力與含水量	73
第九節	掩埋的地形與含水量	76
第十節	礦山坑道的深度所引起的含水性的變更	79
第十一節	利用礦山坑道排洩地下水	81
第十二節	廢棄的坑道與礦坑的水量	82
第十三節	探鑽坑道對於有益礦物層及礦山坑道水量的影響	84
第十四節	由於礦山工程進行的錯誤所引起的礦山坑道湧水	86
第十五節	按含水量的大小劃分有益礦產地的等級	89
第十六節	按照含水性程度所區分的有益礦物產地的特徵	92
第四章	礦山坑道的進水條件	95
第一節	在掘進堅坑與水平坑道時的進水及排水（探鑽及井筒的掘進）	95
第二節	水泵的排水工作	97
第三節	在水量極大的礦產地與不堅固的岩層中進行堅坑的掘進工作	99

第四節	礦山工作中的地下水排水·····	107
第五節	從地面掘進傾斜坑道時的進水條件·····	110
第六節	水平坑道掘進時的進水及防止坑道進水的方法·····	112
第七節	探礦工作時坑道的進水·····	115
第八節	礦山坑道的進水·····	119
第九節	坑道進水量在各時期中的變動·····	125
第十節	地下水水平未定時的坑道進水條件·····	125
第十一節	礦山坑道可能進水量的判定 及在工作中的礦坑進水量的測定·····	127
第十二節	礦產地含水性的測定·····	158
第五章	礦坑水的性質·····	141
第六章	斟酌水力地質條件的地下水處理法·····	150
第一節	礦產地採掘過程中的排水·····	151
第二節	礦產地的預先排水·····	156
第三節	在進行礦山工作時保持原有的天然地下水的狀態·····	159
第七章	地面上的排水及礦坑水的利用·····	161
第一節	礦坑水在地面上的流動途徑·····	161
第二節	礦坑水對於河流池沼水質的影響·····	162
第三節	礦坑水在工業技術上的用途·····	164
第四節	作為飲料的礦坑水·····	165
第五節	礦坑水是提取溶於其中的金屬的泉源·····	166
第六節	礦坑水的礦泉治療作用·····	166

第一章

礦坑水的定義及礦坑水在礦山 企業經濟中的重要性

第一節 礦坑水的定義

在一些關於礦產地水力地質學的著作中,所謂“礦坑水”,是指流入礦坑并足以影響礦產地的開採與經營條件的地下水及地面水而言。

在礦山排水課程中,所謂“礦井水”或“礦坑水”,是指流入坑道并經過排水設備所排出的礦坑水而言。

上述礦坑水的第二定義,範圍比較狹窄,但是無論第一定義或第二定義,所謂礦坑水并不是單指開鑿礦坑時所掘出的與進入礦坑的水,而是包括着經過井筒與岩層裂隙流入地下坑道的地上水。

第二節 礦坑水在礦山企業經濟中的重要性

在目前開採中的絕大多數礦山,都具有排水設備;它的作用,就是要把流入坑道的水排出。至於進入礦坑的水量大小,則有極其懸

殊的變動範圍。例如在鹽性礦井中，有些坑道內的岩壁，在炎熱的夏季由於濕氣的凝結，可以產生最小的水量；而在某些礦井中，也有每小時流量達數百以至數千立方公尺的最大的水量，常年不斷地流入坑道。

在國外的礦山工作中，曾經發生過很多事例，當大量的礦山水突然侵入礦坑時，淹死了工人，整個破壞了礦山企業，使投資全部損失。

對於礦山排水設備的投資與維持費用，顯著地加重了生產的成本。

由於鬥爭礦坑水的整個技術的進步，特別是由於排水方法的改進，以至數十年前認為含水量過大而不能開採的很多礦產地，現在都已經進行開發了。但是仍有個別的礦區，由於含水量太大，所用於對抗礦坑水的費用無法取償於採出的礦物所值，還是不能進行開發。

排水設備所需要的動力，佔礦山變電站總能力的 20%，或者說，佔中央變電站能力的 40%。

在對抗礦坑水需要支付費用的條件下，所採礦物的成本不僅包含着直接用於排水設備的費用與維持費用，而在很多的情況下，還包含着潮濕坑道裏勞動生產力降低所受的損失，以及採出礦物的高度含水份所受的損失等等。

第三節 在礦山工程中鬥爭地下水方法的發展簡史

地下水是礦山工程進行中的嚴重障礙。雖然礦業的發展已經有幾世紀的歷史，可是人們能夠有效地克服這種障礙，還是沒有多久的事情。

考古學上所發現的很多石頭和獸骨製器，以及更近時期的銅製、

鐵製礦山工具，不但說明了當時的人類已經能夠進行礦山工作，而且還說明了當時礦山工程所使用的方法。

自古以來保存的許多紀念物，證明了很早就有礦業，例如礦坑的各種殘存物，以及各式各樣的礦業使用工具的大量遺留品。

古代羅馬人對於地下工程的進行，已經具有很好的知識，這一點祇要看他們自克立里河谷到扶青湖間所修建的大排水暗溝，就可以證明了。在無水岩層中開掘地下礦坑，對於古代的文明民族，絕非不可克服的困難工作。就本質來說，古代民族所做地下礦山工程的深度是在地下水的水平限度以內，因為在完全缺乏任何排水技術設備的環境下，要想克服任何較大的水流量，當然是不可能的。

在中世紀，礦山技術很少變革，當時的礦山工程，仍然祇能深到地下水的水平以上；也祇能在某些情況之下，利用水的自流，裝置洩水設備以降低水平，於是才能把礦坑相當地加深。

在十五世紀中葉和末年，人類的各項活動都有了很大的發現，其中礦業也有極大的進展。礦井裏原來使用的手力捲揚，改用了馬力轆轤起重，並且發明了提升礦坑水的機械，於是礦山工作的進行，比較以前容易得多，而礦坑的深度也顯然地加速進展。後來的一些新發現和利用蒸汽為動力，以及在這以後的電力的利用，更使礦山工程的進行，得了莫大的便利，特別是關於鬥爭地下水的工作，減去了很多困難。

雖然近代的技術已經能夠從礦坑中排出無限的水量，或者把大量的地上水與地下水和坑道隔離，但是十八世紀的人類，還未能掌握這種技術，在事實上也就不可能克服大量的礦坑水了。在那個年代，還沒有蒸汽水泵或電力水泵，從坑道裏向地面提水是需要很大的人

力與時間的消耗。

在當時人類所能掌握的方法之下，在礦坑深度低於當地的侵蝕基層面而流入坑道的水量達到每秒鐘一公升時，打算更進一步地增加礦井深度，已經成為不可能。在古代與中世紀的礦山工作中，主要是使用人力或馬力輓驢提升的戽斗作為排水的工具。這種在蒸汽機發明以前所使用的礦坑排水工具，它的笨重與簡陋情形，可以從根據阿格里闊拉所描述的情況而製出的繪圖中看出（圖1）。

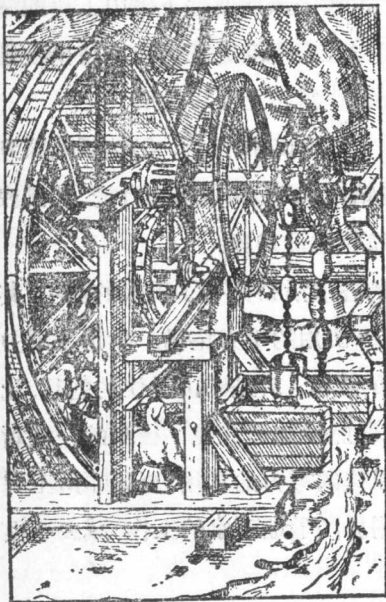


圖1 礦井的排水設備

事實上，在十八世紀以前，關於礦山工作中的地下水處理方法，除了從坑道中提水及洩水以外，並未使用他種方法。一切可能的不透水的堤堰，以及利用種種方法使岩層減少滲水的人工防水法，還是從十八世紀起才開始採用的。

現代排水技術的設施，已經可以從幾百公尺的地下深度排出無限數量的水。因此礦山工人的最危險敵人之一，已被克服了。

但是在國外的礦山工作紀錄中，一直到現在還時常聽到礦坑突然湧水而發生災變的消息。這種現象的發生原因，應當從兩方面來尋找：一方面是由於礦山經營者祇顧取得礦業中的最大利潤，同時他們忽視了最重要的技術保安規則；另一方面，很多礦業的災害與不

幸事件，是由於未能很好地瞭解礦產地的地質構造和水力地質條件，因此可能發生突然的湧水，而成為礦業的災害。

第四節 十九世紀以前礦山工作中的治水方法

關於礦山工作中的治水方法，古代希臘及古代羅馬的歷史家們曾經有若干論述。

即如根據底沃朶爾的說法，在埃及的礦坑中就有很精巧的排水機器。很有名的排水機器，叫做阿爾希蔑德夫螺旋揚水器，這個機器是阿爾希蔑德住在埃及時候所發明的（普立尼把礦坑中的防水工作稱為“Lucernarum mensura”^①）。

底沃朶爾稱贊類似的機器的時候，更使用了“Instrumentum ingenrissime fabricatum”^②一語。他把這個機器稱為“Cochlea”^③。當時的伊比利亞人在庇立弄伊山區^④的礦坑中，就是使用這種機器排水。

底沃朶爾和斯特羅本也曾經描述古代人類如何利用排水的坑道來和地下水鬥爭。這種排水坑道的殘存物已經在古代羅馬的礦坑中被發現了（‘礦山雜誌’1828年第7號）。

水泵也就是用做抽水的機械，在古代早已成為人類所利用的機械中的一種。各種戽斗式的機械正是最古的排水工具。這種機械的外形，就像現在鄉村中還可以看到的水井上提水使用的單個戽斗，或者是一串戽斗安裝在兩端相接的柔軟鏈帶上而套在一個輪子上，

① 拉丁文意，即“光輝的尺度”。——譯者

② 拉丁文原意，即係“最巧妙製造的工具”。——譯者

③ 拉丁文原意，即係“蝸牛”。——譯者

④ 庇立弄伊是法國和西班牙交界的山脈。——譯者

放入井中，用以汲水的機械。也有把一些杓子或葉片裝固在輪子邊緣上用以汲水的（‘絞水車’）。

隨着工業的發達，水泵也有進一步的改良，而礦業中使用的水泵，更較其他的機械超越地向前發展；因為祇有在提水的工具改善了以後，礦山工業才有發展的可能。必須利用強力的水泵，把侵蝕基層下面的大量地下水排出，然後才能進行大規模的礦山工程。

在十八世紀的初期，人類才開始使用機械動力來開動礦山水泵。第一部紐閘門蒸汽發動機，於 1712 年才在礦山使用。當時服務於這部紐閘門蒸汽機的司機，簡直成了這個機器的頃刻不能分離的◆部分。他需要在整個工作時間內毫不間斷地開閉蒸汽龍頭，以便使蒸汽進入汽缸而充滿其中（因為當時的蒸汽機還沒有自動調節進汽的機構，所以時時需要司機連續不斷地把汽管的龍頭忽開忽閉）。所以當時活塞的行程多少是決定於司機動作的遲速，這時候活塞每分鐘祇能動作 10—12 次，於是機器的排水能力也連帶地祇能達到每秒鐘 8—10 公升。

一直到十八世紀末葉，瓦特改良了蒸汽機以後，從這時起，蒸汽的力量才開始在礦山的排水工作中廣泛地被利用起來。

可是因為整個的水泵裝置和蒸汽機的構造究竟還是沒有得到澈底的改進，所以，在當時的礦坑中，遇到每秒鐘 20—30 公升的湧水量的情形，在很長的一個時期裏，仍然成為人類不能克服的障礙。曾經有很多的煤礦與金屬礦，都因為湧水量較大無法開採，而不得不中途停頓了。

即如頓聶次煤田區的開採，雖然在十八世紀中就已經開始，可是由於當時還沒有任何排水機械，所以在很長的一個時期裏，祇能在沒

有水的礦坑內進行採煤。

“在阿列克散德羅夫喀地方，在喀立米烏斯河的右岸，利用着傾斜巷道（即沒有直接通達地面的出口的地下巷道）採礦。採掘面的最大深度是 84 英尺，再深下去就出現了大量的水……”，“在狐狸峽和烏斯邊斯基地方，祇能在水平坑道自然流出的水量不致妨碍礦井的安全的地點建築礦井”，這是‘礦山雜誌’ 1847 年第 4 號中的記載。

但是在這些地區裏，現在的礦坑深度已經達到 400 公尺以上，並且在同時開採中的煤層是 4—5 層，而礦井中的湧水量並沒有超過了每小時 150—200 立方公尺。在上部水平巷道中的湧水量更少，不過每小時 20—30 立方公尺。

斯米爾諾夫談到東部外貝喀爾湖區的金屬礦山時，曾指出大多數的坑道由於大量的湧水而廢棄不做了。我們可以從斯米爾諾夫的著作中看出，在這些礦坑裏，究竟當時使用了些什麼主要工具，來處理坑道中的湧水。我們知道目前該地區內在開採中的各礦，所需要排出的水量，比較上並不算大，那麼我們就可以了解當年所謂的“大量湧水”，究竟能有多大的水量而足以阻止了開礦工作的進行。我們可以肯定地斷言，依據十八、十九世紀人類所能掌握的技術水平來看，克服每小時 20—30 立方公尺的湧水量，已經是達到極限了。

斯米爾諾夫在檢討個別礦山開採歷史的時候，他指出大部礦坑都是由於當時的技術方法不能克服坑道湧水而停閉下來。即如：

1. 聶爾欽斯基區的列贊諾夫斯基礦層開採工作，由於大量湧水而停閉。

2. 在修道院谷與食堂谷間的山脊上的沃茲德維仁斯基礦層深度 70—75 公尺的地點，遇到了極大的湧水量；在 1796 年曾在該礦層開