

大學叢書

鑛業工程學

下 冊

朱華綬著

商務印書館發行

大學叢書
鑛業工程學

下冊

朱華綬著



商務印書館發行

中華民國二十五年六月初版

八七八上

(683124)

大學叢書
（教本）鑛業工程學三册

裝平每部定價國幣肆元
外埠酌加運費匯費

著者 朱 華 綬

發行人 王 雲 五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

* 有 所 權 版
* 究 必 印 翻

（本書校對者王養吾）

大學叢書

鑛業工程學

下 冊

大學叢書委員會

委 員

丁燮林君	王世杰君	王雲五君
任鴻雋君	朱經農君	朱家驊君
李四光君	李建勛君	李書華君
李書田君	李聖五君	李權時君
余青松君	何炳松君	辛樹幟君
吳澤霖君	吳經熊君	周 仁君
周昌壽君	秉 志君	竺可楨君
胡 適君	胡庶華君	姜立夫君
翁之龍君	翁文灝君	馬君武君
馬寅初君	孫貴定君	徐誦明君
唐 鉞君	郭任遠君	陶孟和君
陳裕光君	曹惠羣君	張伯苓君
梅貽琦君	程天放君	程演生君
馮友蘭君	傅斯年君	傅運森君
鄒 魯君	鄭貞文君	鄭振鐸君
劉秉麟君	劉湛恩君	黎照寰君
蔡元培君	蔣夢麟君	歐元懷君
顏任光君	顏福慶君	羅家倫君
	顧頌剛君	

第八章 排水

(Epuisement, Drainage)

[422] 概論 凡在地面水平下開啓空穴者，俱不免有水患，而尤以在鑛內爲最多；因五金鑛產生地帶，坼縫交架，水極易於流入，而煤鑛鑛床之頂底兩板，又多爲沙岩所成，水之滲透，仍復易易，此歐洲各煤鑛內，所以採煤一噸，常排出三四倍重量之水，而占成本之重要部分焉。至作排水工程，當先研究水行之狀況，謀定後動，未可冒昧圖功也。

第一節 水學之研究

(Etude hydrologique, Hydrological study)

[423] 水之本源(Origine des eaux, Origin of water) 水之來源，至爲不一：

(1) 有由「透水岩層」(Roches perméables, Permeable rocks) 例如地面之沙及石卵，與活動地層等，皆爲雨雪最易滲入之區。

(2) 有由「裂縫岩石」(Roches fissurées, Fissure rocks) 來者 例如砂岩石灰石等，常有重要之坼縫，水之來源，多而有恆。

(3) 有由「天然裂口」(Cassures naturelles, Natural fractures) 來者 例如地內斷層，常含有多量之水，源遠流長，危險滋

大。如一鑛內工程，突與此斷層相遇，洪水暴發，足致多所死傷。

(4)有由「人造裂口」(Cassures artificielles, Artificial fractures)來者 人造裂口，多由採取工程得來，如其上部，原有黏土，片岩等，歷久逐漸填塞，水量亦逐漸減稀。

(5)有由舊工作處來者 舊工作處圍集之水，一經透通，每致發洩無餘。如舊工作處，仍與地面之水源相通，為累將永無止境。

總之，水之來源，對於岩石之種類，關係甚大，如近地面，具有不透水之岩層，如黏土片岩等。其足以資保障，自不待言。否則如活動地層，砂岩，石灰石及泥灰岩等，常易為水所滲入，凡排水者，皆當留意及之。

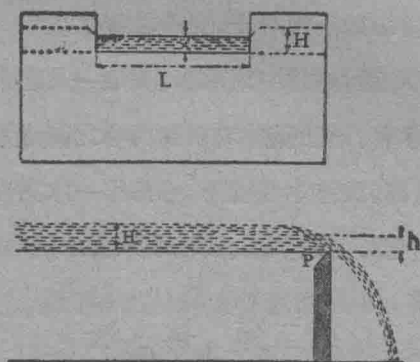
[424] 水之性質 鑛內之水，最為不潔，有含不溶解物，如泥沙塵土殘渣者，對於排水機械，過水曲管，最易使之受傷，有含溶解物，如碳酸氫鈣 $[\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2]$ ，使水變硬，或成「水垢」(Incrustation)，若在五金鑛內，硫化鐵(FeS)，氧化而為硫酸第一鐵 (FeSO_4) ，硫化第一銅(CuS)，氧化而為硫酸銅 (CuSO_4) ，照常溶於水中，而最末一物，人并設法析出焉。

[425] 流量之鑒定 (Jaugeage de débit, Determination of the rate of flow) 水之流量鑒法，有裝桶，壩牆二種，下且分別論之：

(1)用「裝桶」(Entonnement, Tunning) 如能將流來之水，收受於已知容積之大桶中，經過若干分鐘，即行貯滿，再以此數，除其容積，遂得每分之流量D。照法在各季中，繼續試驗（有經

過一年者)，并取其平均率焉。此法甚為簡單，亦甚確實，但以鑛中之水，常流於巷道地面上，收取殊匪易也。

(2)用壩牆法 如在一巷道內，收受全鑛之水，特用木板，作一橫牆，堵之勿使自由。并於橫牆上端之中部，作一槽口，寬等 L （見第五九六圖），上并以一斜面 P 引導之，藉以減少阻力，為求



第五九六圖

流量 D ，自為：

$$D = \text{速率} \times \text{橫截面} = k \sqrt{2gH} \cdot Lh$$

k 為流量係數，常在 $0.60-0.65$ 之間， h ， H 當然如圖所示。惟徵諸實驗，鑛燈視察，亦不甚明，照常以煤塵敷公尺上，插入所欲量之水中，隨即提之外出，自無浸於他畫之患矣。

[426] 水之收取 (Captage des eaux, Collection of water)

如採鑛於山腹內，自可作一流水巷道。以作排洩之資，對於水之收取，當然甚為易易，如用井採鑛，則當使鑛中之水，經過流水巷道

(此巷道之斜度，約等 0.25%)，集於井底附近所作之「儲水洞」(Albraque, Sump)中。此儲水洞之深度，如與井底裝車處相較，不能超過 7-8 公尺，因排水機之「吸入管」(Tuyau d' aspiration, Suction-pipe)，插於洞之底部，為一空氣氣壓，不能超過 10.33 公尺故也，至於洞之容積，至少應能儲蓄此埕內 48 小時流入之水，或因特別關係，且須擴充為 8 日之用。照常儲水洞之建設，應作於堅硬岩石中，否則當以磚石混凝土，完全築砌之。

於儲水洞之一面，應作一堵水牆，安置一具有「浮標」(Flotteur, Float)之水管，以便隨時考察洞內水之高度焉。

又各井之底部，於流水巷道下，應再作一水窩，深亦不過 7-8 公尺。凡井內之水，皆可暫聚於斯，設法引入儲水洞內排出之。

第二節 排水法

(Moyen d' épuisement, Method of drainage)

(一)用流水巷道(Galerie d' écoulement, Drainage level)排水

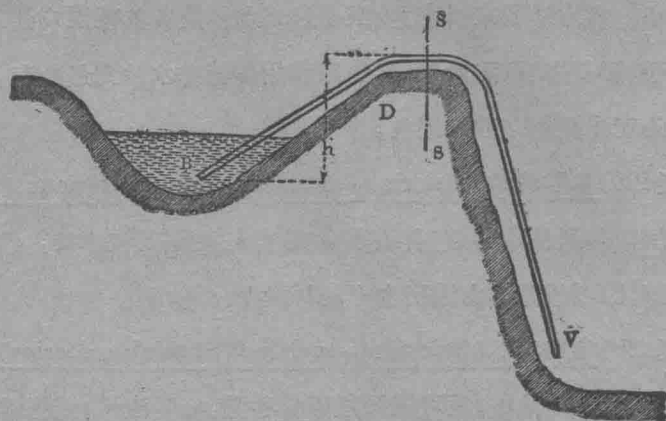
(427)概論 凡開巷道以洩水者，多由山腹採取工程得來，當鑛現露於山腹上時，照常隨脈追尋，作一略為上仰之順槽，水由順槽洩出，自無其他難處；如脈插入山內，探探須用下山，則於工程前進後，鑛內之水，逐漸聚集，自非土法用唧筒者，所能排除罄盡（見 11 段）。人因擬於山腹或山腳處，作一橫峒，以達舊工作處之下部，凡在橫峒上之鑛脈，皆可自由洩水，一律取之外出，惟此橫峒工程

之大小，當以鑛脈之斜度，及無用岩石之厚度與其硬度為衡；若鑛脈過平。無用岩石，過厚過硬，仍以利用機械排水法為最相宜，固不必作此工程艱鉅之洩水峒也。

[428] 外通巷道 (Galerie débauchant à l'extérieur, Adit level) 外通洩水巷道，有順槽橫峒二種，祇須其洩水口，作於河流上部，固可任意自由洩出也（見10段）。

[429] 特別巷道 (Galeries speciales. Special galleries) 如鑛脈甚富，深入地中，並可開掘數重之巷道，以資洩水，如德「哈爾慈」(Harz) 地方，於十六世紀，曾在地面下 76 公尺處，開第一巷道，以後於 120, 146, 398 公尺處，重疊次第作成；最下者名曰「愛能斯特窩駒斯特」(Ernet-auguste)。長共三萬三千六百餘公尺，中有一部，用水行舟，以達一井底部（現已不用）。其他用各流水以生電者，亦復不一而足。若德「薩克斯」(Saxe)，近「佛乃倚伯爾扣」(Freiberg)，所作之流水巷道，長共四萬七千五百公尺，乃巨擘也。

[430] 虹吸 (Siphon) 如鑛中之水，囤集於淺窩 B 中（見第五九七圖），外有低凸出處 D，障蔽阻隔，不能自由洩出，但 D 外之溝，較 B 尤低，處此境地，自無作流水巷道之必要，祇須裝一虹吸鐵管，內具有一洩氣活瓣及一引誘器，其一引誘活瓣，即可使 B 中之水，越 D 至 V，繼續外出，惟其「發動壓力」(Pression motrice, Driving pressure)，在 SS' 橫截面內，實等於 $P_a - h$ ， P_a 為空氣氣壓，常等水柱 10.33 公尺，故 h 高度，亦以在 9 公尺下為宜。



第五九七圖

(二) 用提升機排水

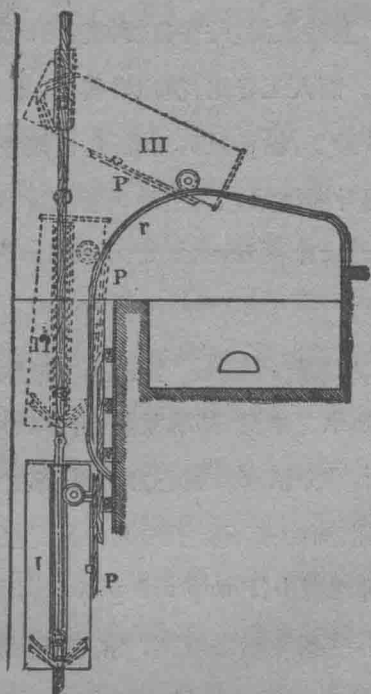
[431] 概論 如一鑛中之水，體量並不甚多，則可利用井口提升機，以作發力升起之用，并使井底水窩，特別擴充，或每日晚間，升水數鐘，或數日升水一次，胥視情形而定，所有水窩或儲水洞之容積，自應與之相傳，至裝貯器具，多為大桶，特別車，及箕斗等；下且分別論之。

[432] 大桶 如以普通木製之「引導大桶」(Tonne guidés, Guiding tun), 降入井底水窩中，對於井之截面，殊未完全利用，惟以鑿井工程所用之特別大桶（見後 483 段），移作固定排水之資，收效則較多也。

[433] 特別車 (Wagonnet spécial, Special mine-car) 特別車之組織，乃以容積較大之車（約 1000 公升），底部安置活瓣，裝

貫籠內，與普通之鑛車相同，如降此貫籠，至水窩底部，活瓣開啓，即可滿載提升，逮至地面，卸出貫籠，并可推至合宜地點，洩水外出焉。

[434] 箕斗 在美「彭洗爾法理」(Pennsylvanis)，採取無煙煤層，常用箕斗，作為升水器具（見第五九八圖），箕斗之引導法，



第五九八圖

於二普通挾槽外，尚另有一滑板 P，行於第三導板 g 中，如箕斗 I 所表示者，乃井內之普通行走狀況也。逮至地面，另以二軌條負載

箕斗之二輪，作為引導之資（如 II 形），設再提之上升，箕斗 III，即顛倒而傾水外出矣，人用此法，曾於 450 公尺處，提水上升，每一箕斗容積，大至 12 立方公尺，每 24 小時，可升水 17000 立方公尺，亦已甚重要矣。

[435] 利弊 用提升機以排水，其利在發動機之建設，可以一舉兩得，即鑛內洪水暴發，亦無機械淹沒之患，其弊在裝貯器之活瓣，萬難關閉嚴密，隨時滲漏，井中自極潮溼，凡橫梁，貫道，金屬繩等，損蝕皆甚易易。而人工費用，復以增多，且提升機之有用效率，甚為低下（見 343 段），猶不如利用蒸汽，直接運動排水機者之為尤佳也（用蒸汽提升機排水，與「地內蒸汽排水機」（*Pompes souterraines à vapeur, Underground steam pumps*）相較，費約等 1.5-1.6 倍）。

(三) 用排水機 (*Pompes, Pumps*) 排水

[436] 概論 如水之來源，甚為重要，自非利用排水機不為功，所有排水機之種類，常分活塞及離心力二種，第二種較第一種為尤適用，然以水量過鉅，有時亦不能不用第一種焉。茲且分論如下：

A. 「活塞排水機」 (*Pompes à piston, Piston pumps*)

[437] 分類 活塞排水機之種類，常隨發動機所處之境地而異，發動機如在地面，則為有主要傳力桿之排水機，發動機如在地內，則為無主要傳力桿之排水機，第一種較第二種為尤陳舊，近時鑛中建設，幾全用第二種，然在特別境地，亦間用第一種焉。

a. 「有主要傳力桿之排水機」 (*Pompes à maîtresse*)

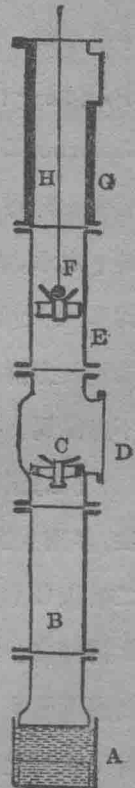
tige, Pumps with main rod)

[438] 活塞類別 凡有主要傳力桿之排水機，如水通過活塞，即行提而上升，則稱此活塞曰「空心活塞」(Piston creux, Hollow piston)。如水不過活塞，反被壓而上升，則稱此活塞曰「實心活塞」(Piston plein, Disk piston)。茲且各舉一例如下：

[439] 吸升排水機(Pomps aspirante et soulevante, Lift pump) 此種排水機，具有空心活塞，其要點所在，應各分別述之：

(1) 全體組織法 此排水機之底部，具有一濾水管 A (見第五九九圖)，隔絕外來之渣，A 上繼以吸入管 B，至高不過 7 公尺，其經常等「排水機本身」(Corps de pomps, Barrel) 之四分三，再上為「節制活瓣」(Secret, Clack) C，其所在地 D，稱之曰「活瓣房」(Chapelle de soupape, Valve-box)，直徑較他處為大，人可自由視察修理之，又上為排水機本身 E，內部削削均勻，任令活塞 F，升降其中，更上為「輸出管」(Tuyau de refoulement, Delivery-pipe) G。主要傳力桿 H，相間升降，每升降一次，排出之水，即與此機本身之容積相傳，然則此機固單效力之排水機也。

此種排水機，可升水高至 45 公尺，普通限於 25 公尺；因空心活塞，抵抗能力，既不甚強，而塞漏

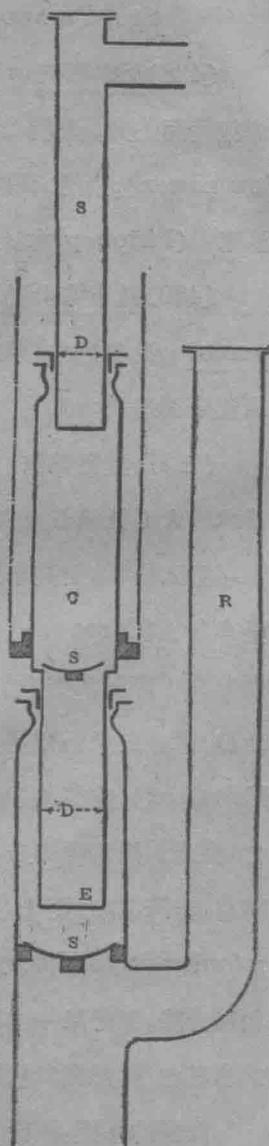


第五九九圖

盒之銷蝕，與壓力成爲正比，水柱愈高者，機械愈易壞故也，惟此機之應用法，常懸於井中，凡各塊件，皆係自上裝置，雖鏽淹沒無妨也。

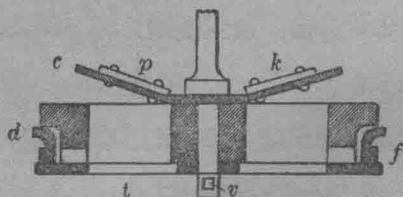
爲增排水能力起見，「瑞丁格」(Rittinger)，特易活塞爲一空筒E（見第六〇〇圖），直徑較輸出管S之直徑爲大。中置活瓣，套於排水機本身及輸出管之中，外備一「積水筒」(Redoublement, Cisterne)R，以收受下面排上之水。當活塞上升時，活瓣上之水，於以輸出，活瓣下之水，於以吸入，但吸入者較輸出者爲多，故於活塞下降時，仍復輸出一部，因成雙效力排水機。惟此機現不復用，茲故不詳錄焉。

(2) 活塞製造法 空心活塞製造法，多用生鐵鑄造。空穴上面，普通具有二革板C（見六〇一圖），上各以鐵圈k撐持之。活塞周邊，另置革圈d，外以金屬箍圈f包圍之，下更以橫梁t及鐵管V執定之。此種活塞，對於鑿井工程，不甚適用，因沙泥石卵，常積於其周邊，

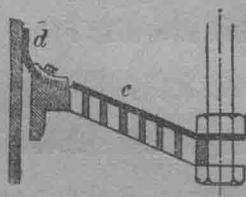


第六〇〇圖

革圈關閉不嚴，銷蝕亦甚易易，「勒特斯地」(Letestu) 乃改活塞爲圓錐形（見第六〇二圖），周邊另具革圈 d ，與中部之四革板 c



第六〇一圖



第六〇二圖

無關， d 如銷蝕，單獨更換可也，如有沙泥石卵，自向中心墜落，由空穴卸出之。

(3) 排出流量計算法 爲計算此種排水機排出之水，特擬 Q 爲每分鐘排出流量（以立方公尺計）； S 爲排水機本身之橫截面（以平方公尺計）； L 爲其長度（以公尺計）； n 爲每分鐘之行程數；因單效力故，尙應以 2 除之； K 爲損失係數（由閉塞不嚴得來），故：

$$Q = KSL \frac{n}{2} \quad (1)$$

徵諸實際， K 常等於 0.8-0.9，機身圓筒，常等 0.25-0.40 公尺，其長度常等 2.0-2.5 公尺， n 常等 6-7，故每分鐘排水流量，常在 1.0-1.3 立方公尺之間，爲量自覺少也。

若地面排出流量，不與計算所得者相傳，或因吸入空氣，或因活塞及節制活瓣等，發生洩漏弊患，如排出之水，發見氣泡，地面之

發動機，并自增加速率，自爲水量減少，吸入空氣之徵。濾水管如能放下，自當移置，始可再爲動作，否則應俟水上漲時爲之，如於活塞上升時，排出水量，獨見減少，則爲活塞洩漏之徵，自非分別修理不可也（照常活塞下降時，應略排水外出，因主要傳力桿下降，占其體積故也）。

(4)用途 此種器械，常用以作「鑿井排水機」(Pompe d'avaleresse, Sinking pump)，或「給養排水機」(Pompe nourricière, Feed-pump)。由上墜下，未有絲毫難處，如作鑿眼工程，以採取未能噴出之石油，仍可用此排水機，放入眼中，或用天然煤氣，或用水蒸汽，發力提起之，設或水柱過高，一機力不能達，並用數具，連貫安置，繼續提升，而成「重疊排水機」(Pompes étagées, Stage pumps)焉。

[440] 推送排水機(Pompe foulante, Forcepump) 此種排水機，具有一實心活塞；其要點所在，亦應分別述之。

(1)全體組織法 此排水機之實心活塞P（見第六〇三圖）。直徑如大，則以生鐵鑄一空筒，底備一眼，以便翻砂，另以螺旋厚底，轉入關閉之。直徑如小，則以「鍛鐵」(Fer forgé, Wrought-iron)，作一實心圓筒，底部形式，或爲半球形，或爲圓錐形，皆以減少入水之阻力爲目的，至排水機本身c，皆用生鐵鑄造，上有一塞漏盒b，及一平衡管t，t上具有活瓣r，於必要時，可藉以洩氣外出（c內如有空氣，水即不能貯滿，且易發生衝突）。c之下部，與一橫列圓筒，具有活瓣房C₁者相連。此活瓣房之上部，置一「輸出