



高等学校教学用书



井巷工程

下册

苏联 恩·姆·伯克罗夫斯基著

煤炭工业出版社





高等学校教学用书

井巷工程

下册

苏联工学博士 恩·姆·伯克罗夫斯基教授著

北京矿业学院井巷工程教研组译校

苏联文化部高等教育司审定作为
高等矿业学校的教材

煤炭工业出版社

本書中譯本分作上、下兩冊出版。下冊包括后三篇，主要敘述井筒掘進、井筒延深以及井巷修理和改建的有關問題。

本書上冊由北京礦業學院編譯室王其邁同志翻譯，許自新同志校訂并經程義法同志技術審核。下冊由北京礦業學院鄒開征、李迪勳、周文安、丁日照、華安增、鄒用貴、田榮林等同志合譯，并經周文安、鄒開征、潘靜瀾、程義法等同志校訂。

Н. М. Покровский

ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Углетехиздат Москва 1954

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社 1954 年增訂第四版譯

268

井 巷 工 程 下 冊

北京礦業學院井巷工程教研組譯校

*

煤炭工業出版社出版(社址: 北京東長安街煤炭工總部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

開本850×1168公厘 印張15壹 插頁14 字數339,000

1956年1月北京第1版 1956年5月北京第4次印刷

統一書號: 15035·171 印數: 6,451—8,650冊 定價: (10)2.70元

目 錄

第五篇 垂直巷道的掘進

第一部 總論	381
第二十六章 井筒橫斷面的形狀和大小	381
第124節 概論	381
第125節 井筒橫斷面的形狀	382
第126節 決定井筒橫斷面的大小	383
第二十七章 井筒掘進的準備工作	387
第127節 初步的組織措施	387
第128節 井筒掘進的地面設備	388
第二十八章 井頸的鑿建和井口建築物	392
第129節 概論	392
第130節 井頸	393
第131節 井蓋	397
第132節 掘進井架	397
第二十九章 井筒掘進的施工方案	402
第133節 緒論	402
第134節 單行作業法	404
第135節 協同作業法	405
第136節 平行作業法	406
第137節 井筒掘進各種施工方案的比較	407
第二部 在一般條件下掘進井筒	408
第三十章 鑽眼爆破	408
第138節 概論	408
第139節 炸藥和爆破器材	409
第140節 炸藥消耗量和炮眼中的裝填結構	409
第141節 炮眼的數目	410
第142節 炮眼的直徑	411
第143節 爆破後岩石的破碎度	413
第144節 炮眼的深度	414
第145節 工作面上炮眼的排列	420
第146節 炮眼利用係數 (K, И, Ш.)	424

第147節	壓縮空氣	425
第148節	鑽眼	429
第149節	裝藥和放炮	437
第三十一章	井筒掘進時的通風	443
第150節	概論	443
第151節	通風設備	443
第152節	放炮及通風後檢查工作面	446
第三十二章	裝岩和安設臨時支架	447
第153節	緒論	447
第154節	壓氣抓岩機	449
第155節	Π 型掘進抓岩機	459
第156節	掘進抓岩機組	464
第157節	裝岩機生產率的決定	476
第158節	裝岩機型式的選擇	481
第159節	臨時支架	484
第三十三章	在鬆軟岩層中掘進井筒	486
第160節	概論	486
第161節	鬆軟岩石的採掘	487
第三十四章	提昇	489
第162節	掘進井筒時提昇的特點	489
第163節	吊桶提昇	490
第164節	箕斗提昇	492
第165節	提昇的工作組織及其生產率	493
第166節	掘進提昇機，鋼絲繩和天輪	498
第167節	掘進吊桶	501
第168節	聯結裝置	504
第169節	提昇用的穩繩、滑架、穩繩盤和其他設備	504
第170節	地面上吊桶之卸載和將岩石運向矸石堆	511
第三十五章	井筒掘進時的排水	514
第171節	概論	514
第172節	井筒掘進時排水的特點	516
第173節	排水方法	516
第174節	吊桶排水法	516
第175節	水泵排水法	518
第176節	深井掘進時的排水	530
第177節	井筒掘進時的水位降低法	535

第三十六章 建築永久支架和安裝井筒	533
第178節 概論	536
第179節 建築木材支架	537
第180節 建築混凝土支架	545
第181節 建築石材支架	552
第182節 建築金屬弧板支架	562
第183節 建築永久支架時的工具和設備	537
第184節 安裝井筒的施工	573
第185節 掛設井筒中的永久管道	580
第三十七章 井筒掘進時的其他設備	583
第186節 測錘	583
第187節 救護梯	584
第188節 工作面的照明	585
第189節 信號	586
第190節 井筒中掘進設備的佈置	589
第三十八章 掘進井筒時地面的建築物和結構物	589
第191節 礦井地面總平面圖的概述	589
第192節 論臨時建築物及結構物的建築材料和結構	595
第193節 臨時技術建築物	597
第194節 建築工人的居住及文化福利設施	597
第三十九章 井筒掘進的速度及其工作組織	602
第195節 井筒掘進的速度	602
第196節 井筒掘進時的工作循環組織	605
第四十章 勞動組織及工資	611
第197節 概論	611
第198節 勞動組織	613
第199節 工資	614
第四十一章 井筒掘進工作之統計、驗收和費用	615
第200節 工作的統計	615
第201節 掘進井筒工作的合格產品及廢品	616
第202節 井筒掘進的費用	618
第四十二章 定期檢修和工作安全	620
第203節 機器設備的檢查和定期修理	620
第204節 工作的安全	621
第三部 井筒延深	623
第四十三章 豎井的延深	623

第205節	井筒延深的方法	623
第206節	留置保險岩柱自上向下的井筒延深法	625
第207節	在井筒內建築人工保險盤自上向下的井筒延深法	630
第208節	經輔助井巷的井筒延深法	633
第209節	自下向上的井筒延深法	635
第210節	自下向上掘進小断面然後自上向下擴大井筒的延深法	638
第211節	自下向上全断面掘進及臨時支護的井筒延深法	640
第212節	自下向上全断面掘進並同時砌築永久支架的井筒延深法	642
第213節	從兩個工作面同時延深井筒的方法	643
第214節	井筒延深工作的速度	645
第四十四章	斜井的延深	646
第215節	概論	646
第216節	自上向下經延深間的斜井延深法	646
第217節	自中間水平經下山的斜井延深法	648
第218節	自下向上的斜井延深法	649
第四部	井筒及大直徑鑽孔的鑽進法	650
第四十五章	井筒鑽進法	650
第219節	概論	650
第220節	電動機置於地面時的全面鑽進法鑽進井筒	652
第221節	電動機置於井筒工作面的全面鑽進法鑽進井筒	662
第四十六章	大直徑鑽孔的鑽進法	665
第222節	概論	665
第223節	電動機置於地面的鑽進大直徑鑽孔的全面鑽進法	665
第224節	電動機置於近工作面處鑽進大直徑鑽孔的環狀鑽進法 (即留岩心柱法)	671
第225節	利用超前鑽孔法掘進井筒	676
第六篇 在含水的及不穩定的岩層中的井巷掘進		
第226節	概論	683
第一部	在含水的和不穩定的岩層中的豎井掘進	684
第四十七章	在鬆散的及流砂性的岩層中的井筒掘進	684
第227節	概論	684
第228節	用板樁法掘進井筒	685
第229節	用沉箱法掘進井筒	691
第230節	用壓氣沉箱法掘進井筒	703
第231節	用人工降低地下水位法掘進井筒	726

第四十八章	用注漿法掘進井筒	731
第232節	概論	731
第233節	水泥注漿法	733
第234節	黏土注漿法	749
第235節	瀝青注漿法	750
第236節	後注漿法	755
第四十九章	岩石凍結法	758
第237節	概論	758
第238節	影响岩石凍結速度的各种因素	760
第239節	製冷过程	761
第240節	岩石凍結設備	763
第241節	鹽水管路	764
第242節	計算凍結用冷的需要量	766
第243節	凍結和井筒掘進的施工	771
第五十章	在特殊条件下掘進井筒	780
第244節	在有瓦斯噴出的条件下掘進井筒	780
第245節	在穿过具有瓦斯和煤突出危險的煤層的井筒掘進	781
第246節	在永久凍結帶中掘進井筒	783
第二部	在含水的和不穩定的岩層中掘進水平巷道	785
第247節	緒論	785
第五十一章	在鬆散砂岩層或流砂岩層中掘進水平巷道	786
第248節	插板法掘進水平巷道	786
第249節	板樁法掘進水平巷道	787
第五十二章	在特殊条件下掘進水平巷道	792
第250節	在有瓦斯噴出的条件下掘進巷道	792
第251節	在有瓦斯和煤突出的条件下掘進巷道	793
第252節	在永久凍結帶中掘進巷道	798
第253節	在有隆起性的岩層中掘進巷道	802
第五十三章	掩護井筒法掘進水平巷道	805
第254節	概論	805
第255節	掩護筒的構造	805
第256節	掩護筒法掘進水平巷道的岩石採掘工作	807
第257節	安設永久支架	814
第258節	使用掩護法開掘小断面的水平巷道	816
第五十四章	在含水的和不穩定的岩層中開掘井底車場	819

第259節	概論	819
第260節	在壓縮空氣中開掘井底車場	819
第261節	使用凍結岩石法開切井底車場	821
第262節	利用排水水平的降低水位法掘進井底車場	828
第263節	使用掩護筒掘進井底車場	829
第七篇 井巷修理和改建		
第五十五章	井巷修理	830
第264節	概論	830
第265節	水平巷道和傾斜巷道的修理	830
第266節	井筒修理	833
第五十六章	井筒的擴大	841
第267節	概論	841
第268節	預先用岩石充填井筒然後再進行擴大的方法	842
第269節	在井筒照舊保持通風和排水的條件下進行擴大井筒	843
第270節	不停止提昇的井筒擴大	846
第五十七章	水平巷道、傾斜巷道及其連接處的修復	849
第271節	概論	849
第272節	水平巷道坍塌後的重新支護	850
第273節	傾斜巷道(如下山)坍塌後的重新支護和排水	860
第274節	巷道的連接處和交叉處的重新支護	868

第五篇 垂直巷道的掘進

第一部 總 論

第二十六章 井筒橫斷面的形狀和大小

第 124 節 概 論

由於各種井筒的用途不同，所以它們的名稱也不相同，如提昇井、通風井、用作昇降人員和材料的井筒等。

如果一個井筒同時有幾個用途，則應按照它的主要用途來稱呼它。

有時，係以將有用礦物運達地表所用的提昇設備來命名井筒，如箕斗井或罐籠井。

整個井筒分為三部分：上一部分為井頸，它直接通達地表；下一部分為井底水窩（若為罐籠提昇，則其位置低於最下一個井底車場的水平，用以聚水；若為箕斗提昇，則它低於停放箕斗的位置 3—5 公尺）。此外，便是由井頸到井底水窩的一部分井筒，其全部長度的斷面和形狀都是不變的。

從井頸到井底這一部分是井筒的基本部分。豎井的深度決定於有用礦物礦體的埋藏條件，即覆蓋岩層的厚度、傾角等；同時也決定於礦體的開拓方法。

井筒深度的變化範圍是很大的，有數十公尺的，也有一千公尺或一千公尺以上的。

例如：在莫斯科近郊煤田和齊良賓煤田，井筒的深度為 40—

100 公尺；在庫茲巴斯達300—400公尺；而在頓巴斯有些个别礦井則深達1000公尺以上。

第 125 節 井筒橫斷面的形狀

井筒斷面最標準的形狀為矩形(圖244, a)和圓形(圖244, б)。井筒斷面的形狀應根據其用途、服務年限和所穿過岩層的物理機械性來選擇。

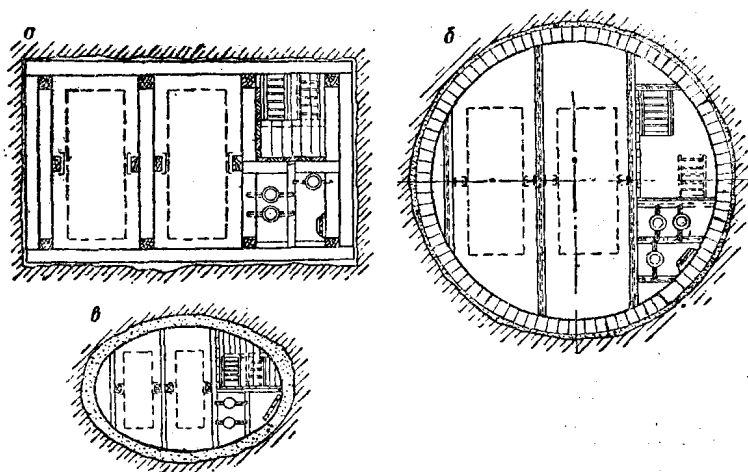


圖 244 井筒橫斷面的形狀

對於矩形井筒來說，最標準的支架材料為木材，但它的应用条件受着地压的限制，至於地压的大小則取決於岩層的穩定性，即是說，將井筒開掘在不甚穩定的岩層中，以木材作支架不能保証其足够的强度，因而，在这种情况下，矩形井筒是不適合的。

矩形井筒的服務年限也是受着一定限制的，一般很少超过10—12年。服務年限之所以这样短是由於修理木材支架的費用很大而造成的，並且礦井存在得愈久，則這筆修理費用增加得愈多。

對於圓形井筒來說，其支架材料可用石材、金屬或其他材料，實際上圓形井筒的運用範圍是沒有限制的，因為無論從岩石性質的觀點，或從地壓大小方面來說，縱然是在最不利的條件下，石材支架或金屬支架都仍能保證井筒的穩定狀況。

因為石材支架或金屬支架都不會因時間的變化而自動損壞的，所以也不需要修理，並且能保證井筒在 50 年或 50 年以上的正常工作情況，故這種井筒的服務年限也是不受限制的。

除了矩形和圓形斷面井筒以外，還有用鼓形的、曲綫形的和橢圓形的（圖 244, 6）。這些比較複雜的井筒斷面是很少用到的，選擇這樣的形狀要根據一些特殊條件來決定，例如，曲綫形斷面通常就是木材支架的矩形井筒用石材支架來重新支撐所得到的變形結果。

如果建築新的主要井筒時（特別是煤礦工業中），則僅用圓形斷面。如果井筒的服務年限很短，深度不大或者開掘在穩定的岩層中，則可用矩形斷面，對於金屬礦來說，就具有這個特點。

第 126 節 決定井筒橫斷面的大小

在決定提昇井筒橫斷面的大小时，应当考慮到提昇容器外形的最大尺寸和佈置，以及它們和支架間的間隔大小。

提昇容器的規格決定於礦井的年產量、提昇設備的用途和總的工作組織。

決定上述各因素時，應遵照保安規程、礦井技術操作規程以及在設計新井中實際資料的若干規定條例，此即：

1. 在井筒中的最大提昇速度不得超過下式所算出的數值：

$$v = 0.8 \sqrt{H} \text{ 公尺/秒,} \quad (72)$$

式中 H ——提昇高度（公尺）。

2. 昇降人員時，罐籠運動的速度不應超過下列提昇高度時應有的值：

提昇高度(公尺).....	50	75	100	200	300	400	和 400 以上
最大速度(公尺/秒).....	5.6	6.9	8.0	10.5	11.5	12.0	

3. 提昇容器同時裝卸時的休止時間為:

用箕斗時:

箕斗容積(噸).....	6 以下	6—12	12 以上
休止時間(秒).....	8	10	12

用翻轉式罐籠時:

礦車容積(噸).....	1	2	3
休止時間(秒).....	10	12	15

用單層罐籠時:

礦車容積(噸).....	1	2	3
休止時間(秒).....	12	15	18

用雙層罐籠時:

礦車容積(噸).....	—	1	2
休止時間(秒).....	—	30	35

4. 礦井採用如下的工作制度:

全年工作日數——300;

採用星期日休息制的工作週;

每班時間——8 小時。

每晝夜的產量以箕斗提昇,在兩班工作的情况下,應於13.5—14小時內提昇完畢,其提昇的不均衡係數為1.15(就最後一個設計水平來說)。如果只有一套罐籠提昇設備,則用它來提昇煤的工作小時數,應進行時間平衡的計算,但每晝夜不得超過13.5小時。

只有一套提昇設備時,罐籠提昇的不均衡係數為1.25;但如有第二套輔助提昇設備時,則主要罐籠提昇的不均衡係數應取為1.15。

計算罐籠提昇設備時,必須顧及到在35—40分鐘內將換班的全部工人昇降完畢。

5. 當按照井筒的橫斷面積來安排提昇容器的時候,所留各間隔的寬度,應根據表 54 所規定的最小值來取用。

表 54

井筒支架種類	佈置和裝配種類	間隔名稱	間隔最小值 (公厘)	備註
木材 混凝土和磚 混凝土和磚	木材和金屬裝配，罐道佈置於罐梁的一面或兩面 金屬裝配，罐道佈置於罐梁的一面或兩面 木材裝配，罐道佈置於罐梁的一面或兩面	提昇容器和支架間的間隔 同 上 同 上	200 150 200	在有木質裝配品的井筒內佈置提昇容器十分拥挤時，假如提昇容器的最突出部分與罐道中繩索之間的距離不大於 1 公尺，無論把罐道安在提昇容器的兩短邊或兩長邊，則此項間隔可以略減，但不得小於 150 公厘
木材、混凝土和磚	在提昇容器間無罐梁	兩提昇容器間的間隔	200	用剛性罐道時
木材、混凝土和磚	不裝罐道的金屬罐梁和木罐梁	提昇容器和罐梁間的間隔	150	非筒中的提昇容器佈置得特別拥挤時，此間隔不得小於 100 公厘
木材、混凝土和磚	罐道佈置於罐梁的兩直	罐梁和提昇容器距離罐道為 750 公厘的某些部分間的間隔	40	當提昇容器上裝有突出的卸載滑輪時，則滑輪與罐梁間的間隔應增加 25 公厘
木材、混凝土和磚	木材裝配，罐道佈置於提昇容器的兩端	裝罐道的罐梁和罐籠間的間隔	50	
混凝土和磚	鋼絲繩罐道	支架和罐籠間的間隔 兩提昇容器間的間隔	200 $250 + \frac{H}{2}$	H——井筒深度(公尺)

6. 木罐道的橫断面为 18×12 或 16×18 公分, 其长度为 6 公尺。

金屬罐道則用 II A 或 III A 型的鋼軌, 其长度为 12.5 公尺。

7. 木罐梁的橫断面为 20×20 或 20×25 公分; 金屬罐梁係用

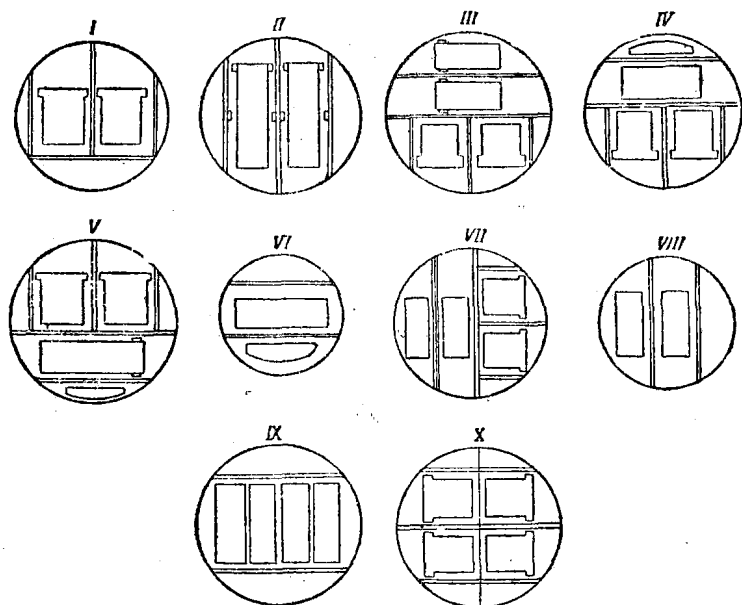


圖 245 圓形橫断面井筒的型式

I—双箕斗和一个梯子間; $\varnothing=4.5; 5.0; 5.5$ 公尺; 箕斗容積为 4; 6; 8 噸; 井筒安裝用木材或金屬; II—翻轉式双罐籠和一个梯子間; $\varnothing=5.5$ 或 6.0 公尺; 礦車容積为 2 噸; 井筒安裝用木材或金屬; III—双箕斗和翻轉式双罐籠; $\varnothing=7.5$ 或 8.0 公尺; 箕斗容積为 4; 6; 8 噸; 礦車容積为 2 噸; 井筒安裝用木材或金屬; IV—双箕斗和一个帶有平衡錘的普通罐籠; $\varnothing=6.5$ 公尺; 箕斗容積为 4; 6; 8 噸; 礦車容積为 2 噸; 井筒安裝用木材或金屬; V—双箕斗和一个帶有平衡錘的翻轉式罐籠; $\varnothing=6.0$ 或 6.5 公尺; 箕斗容積为 4; 6; 8 噸; 礦車容積为 2 噸; 井筒安裝用木材或金屬; VI—一个帶有平衡錘的普通罐籠和一个梯子間; $\varnothing=4.0$ 或 4.5 公尺; 礦車容積为 1; 2 噸; 井筒安裝用木材或金屬; VII—双箕斗和双罐籠; $\varnothing=6.0; 6.5; 7.0$ 或 7.5 公尺; 箕斗容積为 4; 6; 8 噸; 礦車容積为 1; 2 噸; 井筒安裝用木材或金屬; VIII—双罐籠和一个梯子間; $\varnothing=8.0$ 公尺; 礦車容積为 1; 2 噸; 井筒安裝用木材或金屬; IX—四个普通罐籠; $\varnothing=8.0$ 公尺; 礦車容積为 1; 2 噸; 井筒安裝用木材或金屬; X—四个箕斗; $\varnothing=6.0; 6.5$ 公尺; 箕斗容積为 4; 6; 8 噸; 井筒安裝用木材或金屬。

16—32号的工字鋼或槽鋼做成。

8.管子電纜間的規格決定於管道和電纜的數目、直徑和安裝的方法。

9.梯子間的規格應按照保安規程的規定，其中指出：「梯子安裝的傾角不得大於 80° 。梯子間裏梯子孔的尺寸：沿梯子長度不應小於 0.7 公尺，沿寬度不應小於 0.6 公尺。由梯子腳至井筒壁之間的距離不應小於 0.6 公尺」。

10.井筒中風流的運動速度不應超過以下定額：

用以昇降人員和重物的井筒(公尺/秒)	8
僅用以昇隆重物的井筒(公尺/秒)	12
未安裝提昇設備的井筒(公尺/秒)	15

井筒的橫斷面可用作圖的方法來決定之，它需要根據所用提昇容器的種類、容積及其在井筒中的佈置來決定。在煤礦工業中，所用井筒斷面的標準尺寸如下：

圓形斷面井筒的型式.....	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
內直徑(公尺).....	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8

提昇容器和裝備構件的佈置，詳見圖 245。

當確定了井筒的淨斷面尺寸，並用風流的運動速度來校正之後，便以選定的支架材料來計算井壁的厚度。這樣就可以算出井筒的毛斷面了。因為在掘進時的岩壁是不平的，所以應將毛斷面的數值再加上 3—5%，即得井筒的掘進斷面。

第二十七章 井筒掘進的準備工作

第 127 節 初步的組織措施

在井筒掘進工作開始之前，須先完成一系列的準備工作和組織措施。

首先需要詳細了解和精確研究有關井筒掘進和礦井建設的全部設計資料。

同時還要仔細地熟識施工區，並將以下各問題調查清楚：在最近的住宅區有沒有可能容納建築工人，當地有沒有建築材料以及建築材料和構件加工的輔助企業，交通情況和供水條件等。

在搞清了以上這些情況和掌握了設計資料之後，就可以根據它們來編製建井的施工組織設計書。

此外，在設計資料的基礎上，還需要办好下列手續：撥劃工業廣場和住宅場地的地區，對建井工程的撥款，簽訂計劃供應設備和器材等的合同並發出定貨單，此外還要與電業、鐵路、電話等主管機關簽訂接綫合同。

除了在工業廣場的範圍內所進行的這些組織措施以外，還需要進行地形測量，以便將來進行場地的平填工作；並且還要調查土壤的耐壓能力和地下水的情況，以便決定房屋建築和機器的基礎大小。

在開始掘進以前，還需要在將來新井所要穿過的岩層中作檢查性鑽探。鑽孔（一個或兩個）距離將來的井筒位置不得大於25—40公尺，其直徑可用50—75公厘。

與進行一般性組織措施的同時，在工作的初期，就須確定工人的數量，並保證他們的居住、飲食和日用百貨的供應。

第128節 井筒掘進的地面設備

平整工業場地

在劃出的工業建築場地上，必須根據總平面圖與按照地形測量及礦山測量的規劃來進行平整工業場地的工作。

平整工業場地時，應結合當地的地形而解決矸石的捨棄和排水問題。

在掘進井筒、井底車場和石門時，所得到的矸石量是可以很