



在破碎岩層中工程井(探井)掘進的經驗

· 215 勘 探 隊 ·

215 隊勘探地區部分岩層為破碎帶，深度常在 20—20 公尺以上，岩石極其松散，掘進 1—2 公尺就須要支撐，一般淺井作業是不可能探明這種地區地質情況與含礦變化的。針對這一情況，我們設計了一種吊框支撐法，探井系豎井式，各段井框用鐵鉤連結，專供破碎帶探礦使用，並名之為“工程井”，以示其與一般淺井施工方法有所不同。

這種探井支撐較為堅固，並能掘進較大深度，同時井框的架設和拆卸均極簡便，工程完畢後絕大部份材料都能回收；此外速度快、成本低，並能滿足地質上的要求。

一、施工技术：

1. 規格：形狀為矩形；淨斷面為 $0.8\text{M} \times 1.2\text{M}$ ；掘進斷面為 $1.35\text{M} \times 1.75\text{M}$ ；不分格。

2. 掘進：人工掘進。在松散岩層中，用洋鎚分兩階段循環掘進，如圖 1a 和 b 所示情況。假若井底岩石軟硬不一，或者遇到轉石，則先把軟的一邊挖空，硬岩石則視情況或用手錘打碎，或放砲崩開。在堅硬的岩石中，則打一對砲眼，眼深視岩石硬度而定，約為 $0.3—1.2\text{M}$ ，如圖 1c。

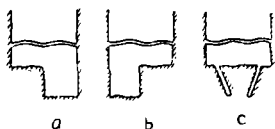


圖 1

在松散岩層中，如果通風良好，掘進在 20M 以內時，平均每班（八小時）工效為 $1.2—1.6\text{M}$ （包括支柱），最高班進尺達到 3M（不包括支柱）；在 20M 以外時，平均每班能掘進 $0.8—1.2\text{M}$ 。

3. 提升：用轆轤提升。滾筒、天輪都用木製，僅在兩端釘上鐵皮，以使耐用。軸用 1" 圓鐵製成；軸承用扁鐵彎成拐形釘在木柱上；用黃干油潤滑；用 $\frac{5}{8}$ " 的麻繩提昇；用普通洋鐵桶作吊桶；吊桶的容積約為 0.015M^3 （20 公斤左右）。只有當井深在 20—25M 以外時才需要兩個工人卷揚；井深在 20M 以內時，提升能力每小時約 0.9M^3 提升設備佈置及規

格如圖 2。

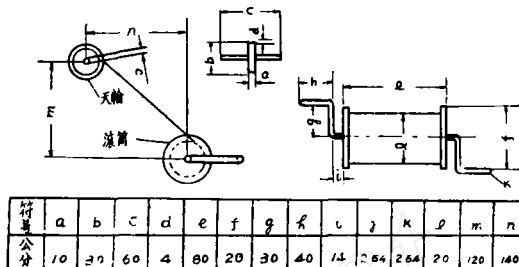


圖 2

井深時，為了防止提升時吊桶擺動，採用 8 號鐵絲作穩繩，用木架作滑架，穩繩穿過滑架，吊桶固定在滑架底端，這樣吊桶就可以沿穩繩升降而不會擺動。穩繩的一端各綁在一根長 1.5 公尺的鋼釘上，這兩根鋼釘預先打進井底。穩繩另一端纏繞在提升木架的梁上，並應留裕余長度。當探井延深，鋼釘外露至不便工作時，則井上工人把穩繩鬆開，待井下工人把鋼釘繼續打進井底後，再將穩繩綁牢（掘進 $0.8—1.2\text{M}$ 時，只須下插鋼釘一次）。穩繩及滑架佈置如圖 3。

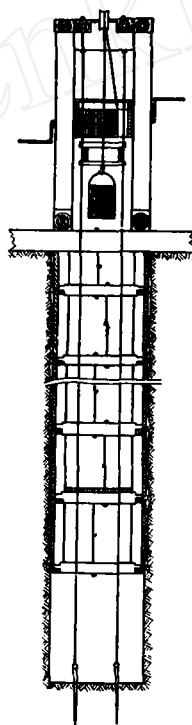


圖 3

4. 支柱：木框用 12—14 公分的方形杉木製成，接頭為咬口式，接合法如圖 4。

框的間距為 0.8M ；插板用 1" 雜木板；鐵鉤用 $\frac{5}{8}$ " 圓鐵製成，如圖 5。墊圈為 5×5 公分；井口基框用 4 根直徑為 25 公分、長度為 400 公分的圓杉木構成。這 4 根基框通過鐵鉤承受了全部支架（框）的大部重量，如圖 6。

支架的架設是從上而下，緊跟着掘進進行。掘進每當足夠架上一個框時，即須馬上架設，其步驟是：

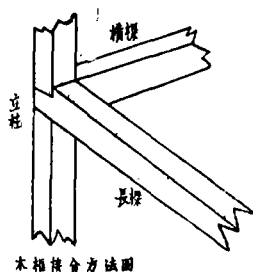


圖 4

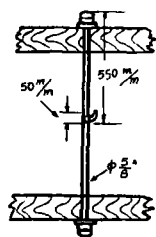


圖 5

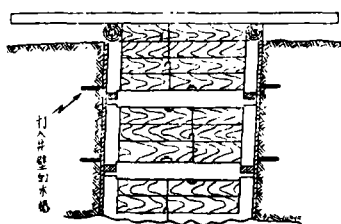


圖 6

(1) 用鐵鉤將兩根長樑和兩根短樑分別懸掛在上面一個已架好的框上；(2) 讓新架設的兩根短樑的兩端各平放在兩根長樑的兩端上这样就形成了一个框；(3) 在上下兩框的四个角之間都裝上立柱；(4) 緊貼着每根樑的兩端的下邊緣，向井壁打進木樁，深度自 0.5—1.5M 不等，視岩石松軟程度而定；(5) 把框的規格校正后，上緊鐵鉤螺絲；(6) 在立柱、井壁之間插上插板，使插板承在木樁上；(7) 插板、井壁間的空隙用草或木板把它填滿。至此一个框的架設就完了。由兩個工人架框，需要 1.5—2 小时；同时还要一个工人从井外向井內送材料。

因为在松散岩層內探井的施工和服务時間均很短促(約 20 天到一个月)，故在井內架設基礎燥盤，由于技术上有困难和經驗不足，因而未予考虑。根据計算，井深在 45M 以內时，鐵鉤可以承受由全部支架重量所产生的拉力而不致發生危險。現探井深度一般为 30M，故由地面基框承受井內全部支架重量，並無多大問題。但为了确保安全及減輕支柱加于基框的拉力和阻抑支柱的下沉，可于每隔 10 架框处，緊貼着該框相对兩根長樑下邊緣向井壁打進 4—6 根各長 1—1.1M 的鋼釘借以分担支柱部分重量。

經驗証明，当地压很大时，沿陷落圈斜面而来的压力(約与井筒呈 40°—50° 交角)，分成兩股分力作用于支柱、一股分力对支柱平推，使框發生变形，另一股分力則促使支柱下沉。当支柱下沉时，由于剪

切力的作用，垫板即陷入樑內，同时框与立柱的接合处即告离开。而当支柱的下沉超过立柱与框的接合深度(2 公分)时，則立柱因受巨大的地压而向井內倒下，插板随之傾倒，井筒垮塌。立柱之傾倒先于鐵鉤之被拉断，故当在立柱与框接合处發現离开形跡时，即須停止作業，以免鐵鉤拉断时肇成事故。所以立柱之离开亦即工程井有危險的訊号，必須經常加以檢查。

5. 通風：在冬季施工时，由于井內外溫度相差

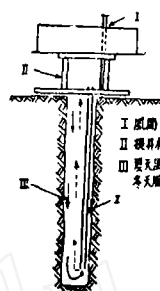


圖 7

較大，井內空气上升，井外空气下降，形成自然風流，可以不借任何通風設備，井內空气仍然良好。据我們的經驗在深約 30M 的井內施工，有时且进行少量爆破作業，但从未發生通風不良現象。然而在春秋兩季，特別是春季梅雨时节井內外溫度差不大，空气不对流，而当井內插板和垫草腐爛时，溫度升高並放出大量二氧化碳，空气異常惡劣。此时，即使掘进深度仅为 10—15M，也將發生新鮮空气严重不足現象。为了解决通風問題，我們曾在井內裝置鉄皮風筒(直徑 3 公寸，是使用旧的，新制的可縮小些)，从离掘进面 3—5m 处一直接至井外离地面 3m 高处如圖 7，使增加風筒內外的溫差，促使空气对流，效果良好。採用这种办法能解决井深在 30m 以內时的通風問題。

6. 照明：利用手提电石灯照明。

7. 排水：因为在不断結岩層內施工，岩層对水渗透性很大，不致存在积水問題，即使偶有积水也可用鉄桶把它提干。

8. 保安：由於岩層極其松散，以及探井本身性質的限制，不可能把井筒規格过分加大，及把井筒分为人行格、提升格等等，而提升岩渣时，井下工人仍須掘进，因而确保井下工人安全作業，是一件極其重要的事情。我們除制訂安全操作規程，及配备劳动保护用具，

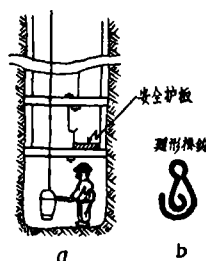


圖 8

教育及督促工人切实遵守执行外，还採取了下列五个措施：

(1) 在井底最下框兩根長樑一側上，擺置安全護板，用 1" 雜木板裁成，如圖 8a，以防止上部石塊或其他物件落下傷人；萬一吊桶繩斷折，井下工人亦有躲避之處。

(2) 採用迴形掛鉤如圖 8b，以防吊桶因碰撞井樞而脫鉤掉下。

(3) 把鐵桶特別是提環與鐵梁連接部分用 12 號鐵絲加固，以防日久銹蝕斷裂；同時，于桶底襯上一塊木板，即使吊桶落下，桶底鐵環也不致把人割傷。

(4) 經常檢查卷揚繩、天輪、滾筒等是否正常。

(5) 井口附近不許堆放雜物，特別是鐵器。

9. 支柱回收：工程井支柱的拆卸與回收工作是利用吊盤來進行的，如圖 9。吊盤尺寸為 750×1150 mm，採用四根 100mm 的方木，上面釘以杉板制成。方木接口用接口式以保證其結合堅固，並用兩根 1" 麻繩把吊盤懸掛在井口基樞上。拆卸工作從下而上進行。首先把鐵鉤的螺絲松开，使框下沉 2—3 公分，然後拿去立柱及擋板，再拿去短樑，最後拆去長樑。每拆完一個框，即把吊盤提升相當距離，以利次一框的拆卸。拆卸下來的支柱、擋板、鐵鉤等，在拆卸的同時便把它們提升到井外。這樣，井內支护所用全部材料，除少數木樁外其他都可以收回。拆卸時需要四個工人，兩個在井內拆卸，兩個在井外提升。經驗證明，一個班的時間能拆卸井筒 10—12 公尺。但當地壓很大，拆卸可能發生危險時。就不應進行支柱回收工作。去年我隊曾因冒險拆卸支柱，而發生陷埋未遂事故。

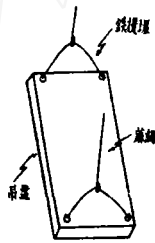


圖 9

二、勞動組織：

1. 每個井工人的配備：探井断面較小，只能容納一個工人負責掘土及裝桶的工作。只有當井內岩石堅硬，必須用手錘打碎或利用炮眼爆破時，才需要兩個工人，這時一人抡鉸，另一人把鉸。井探在 20m 以內時，井外只需一個工人卷揚，另一工人卸桶及傾倒岩渣。井探在 20m 以外時，則需要二個工人卷揚，當吊桶提升至井口時，由一個工人把住滾筒的搖柄，另一工人卸桶和傾倒岩渣。

2. 專業工作組與混合工作組：以前，工程井的

支护工作由支柱工負責，掘進及岩渣裝桶則由掘進工人負責。由於支柱部件都有一定的規格，而且有專人在地面預先制好，各個支柱的連結又是掛鉤式的，架設技術比較簡單，所以掘井工人經過三、四个月的觀摩和學習，就可担負起這種支护工作了。現在我們採取了混合工作的方式，從掘進、裝桶到井壁支护，全由掘進工人担負。這樣有幾個好處：(1) 能省去幾個支柱工人；(2) 消除了支护施工時掘進工人無事可做的現象；(3) 因為各探井間的距离常在 100—200 公尺以外，中間有時還有山溝阻隔，如果探井支护專由支柱工負責，則支柱工來往各井所耗費的工時是很大的；(4) 避免了支护趕不上掘進的現象。

3. 幾個井工人的配備：我們是同時做三個工程井，一般深度為 20—20M。採取二班作業時，每個井只需 20—30 天就可完成。其中平井位、修路，及竣工時支柱的拆卸就佔去 4—5 天，而安裝井面基樞和提昇木架又需要一天。這些時間總共佔去挖一個井所需全部時間的 $\frac{1}{5} - \frac{1}{6}$ ，另外尚須兩個工人專門負責探井支护材料的運搬。為了增加工程井掘進純作業時間，我們組織了一個安裝小組，由四個工人組成，專門負責平井位、修路、安裝新井地面基樞和提昇木架、拆卸竣工井的支柱，以及供應各個正在掘進探井所需支护材料等項工作。這樣一來，掘井工人就可自始至終無間斷地從事掘進工作，從而消除了 $\frac{1}{5} - \frac{1}{6}$ 的配屬時間。而這樣做，只需要多準備 1—2 套地面裝置。

由於採取了這樣的措施，從過去三個井每月完成進尺 65M 而提高到 90 M，工人總數只比過去增加了兩個。

在掘進三個井的時候，需要配備一名施工管理幹部，負責領導這幾個井的掘進，檢查安全情況。對工人的經常教育和登記出勤等項工作。

三、工程井在探礦上所起的作用：

工程井的支护比較堅固，保證了能在破碎岩層中掘進較大深度；它的断面符合了地質上繪圖和剝槽採樣的要求；而在一般情況下，也不致引起很大的地壓。因為断面小，掘進速度也就較快，由於採用了掛鉤式分離支柱。所以不但在掘進中支护需時少，同時拆卸也迅速，絕大部分支护材料都能够在安全條件下收回，並能供數次使用（井面裝置亦然）。整個工程井的特點是：堅固、靈活、成本低（我們的總成本約每公

尺 40 元), 进尺快、深度大、能满足地质上的要求。

四、工程井存在的问题及改进意见:

1. 尽管工程井有着上述这些优点, 但它仍然有很落后的一面, 无论从掘进, 提昇到通风都是采用了最原始的手工业方式, 大大限制了生产力的提高。如果用机械来代替体力劳动, 不仅可以增加掘进速度和深度, 而且也减少了工人的劳动强度, 目前苏联已经有了适合钻进深度为 50—150M、直径为 0.8—1 M 的轻便钻机, 我们认为这就是工程井的施工方向。在目前, 把工程井规格扩大到 $1.2 \times 1.6M$, 采用双吊桶, 用 3—5 HP 多动式小型柴油机作为卷扬和通风的动力, 并采用振动式爆破掘进法, 这样就不但能大大减轻工人的劳动强度而且还可提高掘进速度。

2. 在支护上, 这样的支柱规格和安装方法, 还

不能阻挡很大的地压, 如今年五月下旬连落数天雨之后, 就有三个工程井因地压增大而先后使井框变形, 呈危险状态, 结果只有停止掘进。所以这样的支护形式还不是最稳固的, 但是, 也应当指出, 这样的支护形式在一般情况下, 是足够应付相当大的地压的。

3. 现在采用杉木支柱, 使用次数为 4—6 次。本地杉木价格昂贵, 每立方公尺约 80 元, 只能支护 7 M 左右 (若乘以使用次数, 即每立方公尺能支护 28—42M)。同时, 现在架一个框需 1.5—2 小时, 我们考虑用轻型钢轨制成圆型金属支架来代替。这样做: ①重量比木支架轻; ②圆形井筒地压比矩形小; ③使用次数能增多; ④把金属支架做成折叠式时, 还能缩短安装时间。



加强技术管理保证了坑道工程质量

• 楊 閻 震 •

东北分局 103 队一年多以来, 由于领导和全体工人对坑道质量的重视, 在所完成的坑道中, 一贯地保持了较好的规格、质量, 基本上消灭了开帮、拉底、挑顶等不良现象。

在施工过程中他们的作法是: 加强施工管理; 紧密配合; 互相监督。如区长在下达指令时, 不仅提出当班完成若干任务, 而且还提出保证坑道规格质量的要求。如发现规格不合, 即责成岩工修整, 避免一错再错。爆破手在上班时配合值班长检查掌子面和炮眼布置等。如发现炮眼方向、角度、位置不合要求时, 及时向岩工提出改进性的建议, 对不合要求的炮眼, 爆破手有权不予放炮。坑道的测量工作走在施工前面 (不落后于掌子面 5 公尺), 这对坑道质量起到了重要的保证作用。在凿岩前运工即搞好掌子, 彻底清出坑道底板, 这样就能够避免由于不能见底而使坑道累打累高的现象。

在操作技术上, 凿岩工掌握了以下一些方法:

1. 打眼前对好掌子面中心, 用电石灯熏上一个“中”字, 然后以此为标准进行炮眼排列。
2. 帮眼的布置一定要在一条直线上, 一般规格眼的炮底, 不可越出坑道的轮廓线, 但打中间顶眼时, 为了保持坑道顶板的自然拱形, 就必须使角度稍稍向上加大, 以保证爆破后得到所要求的拱顶高度。
3. 凿岩工保证了每面炮眼深度的一致, 因此爆破后掌子面很整齐。
4. 在坡度的掌握上, 他们采用了两个办法: 第一, 在打完中部夹眼和帮眼后, 就把机器翻转过来打底眼, 而不须上下移动横枋, 这样所打出的坡度最为合适。第二, 在打底眼前, 对好坑道的腰线, 使顶眼和腰线保持一定的距离 (他们采用 1 m)。
5. 打底眼时, 把右面底眼稍稍向下, 这样在爆破以后, 就可以一次将水沟修出 (该队修理水沟是由运工负责的, 坑道打到那里, 水沟就修到那里)。
6. 一旦掌子打歪了, 他们并不采取一次突然地纠正, 而是分在几次的爆破中慢慢地带过来。因而就避免了坑道的急速弯曲。
7. 在坑道遇着节理、裂缝或破碎的地段, 都及时架上支柱或密集支柱, 从而保证了安全。