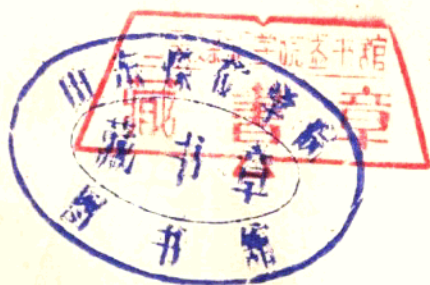

豎井掘進機械裝岩 與掘進提升組織方法

劉憲邦 趙蘭英著



煤炭工業出版社

1651
454
65

小册登记号
15.2

內 容 提 要

本書根据最近几年来国内外先进矿井建設的实践資料，結合理論上的分析，全面地闡明了煤矿豎井井筒掘进机械化装岩工作的組織方法和抓岩机生产率的計算方法，並且論述了豎井井筒掘进提升系統的合理选择。

本書供新井建設施工机构和設計部門的工程技術人員参考，並可作高等和中等矿业学校师生的参考書。

74.6715
191

787

豎井掘进机械装岩与掘进提升組織方法

刘惠邦·赵蘭英 著

煤炭工业出版社出版（社址：北京东长安街煤炭工业部）

北京市書刊出版业营业許可証出字第084号

北京矿业学院教材科排印 新华書店发行

开本 787×1092公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 $2\frac{15}{16}$ 字数 56,000

1959年1月北京第1版 1959年1月北京第1次印刷

統一書号：15035·513 印数：0,001—5,000册 定价：0.40元

序

我國社会主义建設事業的迅速發展，要求國民經濟的先行工業——煤炭工業要更加迅速和大規模的發展。為此，我國煤炭工業就要不斷地擴大新井的建設。

豎井井筒掘進期限佔新井建設期限的20—40%；因此，提高井筒的掘進速度，對於縮短新井建設期限和按時投入生產是具有很大意義的。

在豎井井筒掘進中，裝岩工作是一項最繁重和最費時間（平均佔掘進循環時間65—75%）的掘進作業過程。因此，改進裝岩工作和掘進提升工作便成為提高井筒掘進速度的關鍵性問題。

目前在煤礦新井建設中，所有快速掘進的井筒的裝岩工作和提升工作都實現了機械化，並且裝岩所用機械絕大多數都是現時最廣泛使用而有效的БЧ-1型氣力抓岩機。

1956—1957年蘇聯在井筒掘進中應用БЧ-1抓岩機的裝岩機械化水平達到71.5%。我國第一個發展國民經濟五年計劃期間，在煤礦建設中，在中型以上的礦井井筒掘進的裝岩過程，絕大多數也都使用了БЧ-1型氣力抓岩機。

但是，目前現有文獻對於БЧ-1抓岩機最有效的工作條件，以及裝岩組織工作，研究的尚很不够。

大家都知道，БЧ-1抓岩機和掘進提升設備生產率，在很大程度上決定於井筒掘進工作組織的精確程度。為了

有效的使用抓岩机和掘進提升設備，施工機構和礦井設計機構的工程技術人員是需要正確了解这方面的知識。但是，目前有关 B4-1 抓岩机最有效的工作條件，以及井筒掘進裝岩工作和掘進提升工作的組織方法的技術文獻，不僅很少，並且有的技術文獻又常帶有片面性和錯誤；特別是關於 B4-1 抓岩机生產率的計算方法（公式），大都沒有反映出抓岩机的实际生產技術條件，因而其計算結果也就遠不符合实际，在實踐中不能起着指導最有效的使用抓岩机的作用。

鑒於上述事實，我們根據最近幾年來國內外新井建設的實踐資料，結合理論上的分析編寫了这本小冊子。它全面地闡述了模礦豎井井筒掘進機械化裝岩工作的組織方法和抓岩机生產率的計算方法（公式），以及井筒掘進合理掘進提升系統的選擇，以期對設計部門和施工現場在挖掘生產潛力時有所助益。

本書編寫時曾引用苏联許多採礦科學工作者的研究結果和試驗觀測資料，特在此表示感謝。

刘宪邦 赵兰英

序

我國社会主义建設事業的迅速發展，要求國民經濟的先行工業——煤炭工業要更加迅速和大規模的發展。為此，我國煤炭工業就要不斷地擴大新井的建設。

豎井井筒掘進期限佔新井建設期限的20—40%；因此，提高井筒的掘進速度，對於縮短新井建設期限和按時投入生產是具有很大意義的。

在豎井井筒掘進中，裝岩工作是一項最繁重和最費時間（平均佔掘進循環時間65—75%）的掘進作業過程。因此，改進裝岩工作和掘進提升工作便成為提高井筒掘進速度的關鍵性問題。

目前在煤礦新井建設中，所有快速掘進的井筒的裝岩工作和提升工作都實現了機械化，並且裝岩所用機械絕大多數都是現時最廣泛使用而有效的B4-1型氣力抓岩機。

1956—1957年蘇聯在井筒掘進中應用B4-1抓岩機的裝岩機械化水平達到77.5%。我國第一個發展國民經濟五年計劃期間，在煤礦建設中，中型以上的礦井井筒掘進的裝岩過程，絕大多數也都使用了B4-1型氣力抓岩機。

但是，目前現有文獻對於B4-1抓岩機最有效的工作條件，以及裝岩組織工作，研究的尚很不够。

大家都知道，B4-1抓岩機和掘進提升設備生產率，在很大程度上決定於井筒掘進工作組織的精確程度。為了

有效的使用抓岩机和掘進提升設備，施工機構和礦井設計機構的工程技術人員是需要正確了解这方面的知識。但是，目前有关 B4-1 抓岩机最有效的工作條件，以及井筒掘進裝岩工作和掘進提升工作的組織方法的技術文獻，不僅很少，並且有的技術文獻又常帶有片面性和錯誤；特別是關於 B4-1 抓岩机生產率的計算方法（公式），大都沒有反映出抓岩机的实际生產技術條件，因而其計算結果也就遠不符合实际，在實踐中不能起着指導最有效的使用抓岩机的作用。

鑒於上述事實，我們根據最近幾年來國內外新井建設的實踐資料，結合理論上的分析編寫了这本小冊子。它全面地闡述了模礦豎井井筒掘進機械化裝岩工作的組織方法和抓岩机生產率的計算方法（公式），以及井筒掘進合理掘進提升系統的選擇，以期對設計部門和施工現場在挖掘生產潛力時有所助益。

本書編寫時曾引用苏联許多採礦科學工作者的研究結果和試驗觀測資料，特在此表示感謝。

刘宪邦 赵兰英

目 录

序	
緒 論	4

第一篇 豎井井筒掘进机械装岩的組織方法

一、机械装岩的組織方法	9
(一) 抓岩机装岩一次循环时间	10
(二) 抓岩机装岩器满载系数	16
(三) 抓岩机工作时间利用率	17
(四) 抓岩机装岩器理论容积	31
二、B4-1 抓岩机生产率計算	34
三、結 論	56

第二篇 豎井井筒掘进岩石提升組織方法

一、概 論	59
二、掘进提升設備的选择	61
三、吊桶容積的选择	80
四、結 論	89
附录1 B4-1 型压气抓岩机的技术規格	90
附录2 KC-3 型压气抓岩机的技术規格	91
附录3 豎井井筒掘进时常用的几种型式提升机的 技术規格	92
主要参考文献	93

緒 論

幾年來，煤炭工業基本建設部門為縮短新井建設期限而進行的鬥爭中，對於豎井井筒掘進工程給予了極大的重視。為了提高豎井井筒掘進速度，曾進行了一系列重要的技術裝備和工作組織方法的改革，並在這種基礎上使豎井井筒掘進速度的提高取得了顯著成就。

1953—1955年，蘇聯煤炭工業的新井建設取得了很大的成績。三年里在井筒最高掘進速度方面幾乎提高一倍，並且創造了豎井井筒掘進的世界最高紀錄，達到月進成井202.1公尺^①。

表1所列資料系蘇聯頓巴斯一個煤田的快速掘進井筒的歷年最高成井速度。

從表1的資料看出，蘇聯頓巴斯煤田在1953年3月，豎井井筒掘進的最高月進成井速度為75.2公尺；1954年3月豎井井筒掘進速度的最高紀錄為120.6公尺（“伊格納切夫斯卡亞”礦井箕斗井筒所創造的當時全蘇紀錄）；1955年3月井筒掘進的最高速度為月進成井202.1公尺（煤田加里寧5/6號礦井通風井筒所創造的當時世界最高井筒

●1957年3月，蘇聯斯大林建井公司第七建井管理局，在快速掘進“布托夫斯卡亞-深井”通風井筒中，創造了世界掘井新的最高速度紀錄，達月進成井241.1公尺。該井筒淨直徑7.0公尺（88.46m²），掘進中裝岩工作應用5合KC-8型氣力抓岩機。KC-8型氣力抓岩機操縱方法與BQ-1型抓岩機相同。其技術規格見本書附錄2。

掘進月進成井速度)。

解放后，我國煤炭工業的新井建設，由於党和政府正確的領導，蘇聯的熱情無私幫助及全體煤礦建設者們的忘我勞動，也取得了重大的成就（表2）。新井井筒掘進工程由過去手工業掘進方法的每月几公尺掘進速度，達到現代機械化施工每月几十公尺的速度。

1953年3月，東北阜新平安豎井副井井筒（淨直徑6.5公尺）掘進速度，創造了我國歷史上掘井速度的最高紀錄，達到月進成井74.23公尺；同年5月達到成井85.75公尺。該井筒所創造的掘進速度已接近了蘇聯當時快速掘進井筒的成井速度（見表1）。1955年12月，銅川王家河№1主井（淨直徑4.5公尺）掘進成井速度創造全國單行作業法掘井紀錄達53.42公尺，1956年3月成井速度達到61.12公尺。井筒平均進度達58公尺多，並且掘進速度一直很均衡。1957年3月，我國徐州大黃山№1主井井筒又創造了單行作業法掘井的全國最高紀錄，達月進成井62.02公尺。

現時理論研究和快速掘進井筒的經驗証明，為了進一步獲得更高的井筒掘進速度和最大地降低工程成本，必須從根本上改革現有的施工方法和掘進技術裝備；特別是井筒掘進的裝岩機械和岩石提升設備。

由於爆破岩石的清除工作是井筒掘進最繁重和最費時間的作業（佔掘進循環時間65—75%），因此，目前蘇聯正為創造更完善的裝岩機械，以縮短該項作業時間而進行着巨大的工作。

蘇聯在近幾年里曾在工業條件下，試驗了各種中等容

苏联顿巴斯煤田快速掘进井筒的几个最高成井速度(1953—1955) 表1

井筒名称	直径		井筒设计深度	日期 (年,月)	月进速度, 公尺			作业方法	岩石掘进提升设备		掘进循环数	每日掘进循环数	
	净直径, 公尺	掘进直径, 公尺	井筒设计深度		掘进	砌壁	成井		双卷筒提升机数	单卷筒提升机数			掘进速度, 公尺
紐特卡矿井 №2 罐籠井筒	6.5	7.5	716	1953-3	70.0	83.0	75.2	平行作业方法	2EM-3000	—	2.0	3	1
同上	6.5	7.5	716	1953-6	73.8	104.5	86.1		2EM-3000	—	2.0	3	3
	6.0	7.0	647	1953-9	88.0	119.8	100.7		2EM-3000	EM-3000	1.5	3	2
依金矿井 箕斗井筒	8.0	9.0	822	1954-3	116.8	126.2	120.6	2EM-3000	EM-3000	2.0	4	3	
依格納切夫斯卡亚 矿井罐籠井筒	8.0	9.2	—	1954-8	—	—	140.1	2EM-3000	2EM-3000	2.0	5	3	
东希盛諾夫斯卡亚 矿井通风井筒	4.5	5.5	—	1954-9	140.0	165.0	150.0	2EM-3000	—	1.5	2	3	
加里宁5/6号矿井 通风井筒	5.5	6.4	450	1955-3	190.0	230.4	202.1	—	EM-3000 T月-13V	2.0	3	4	

我国煤矿快速掘进井筒的单个最高成井速度(1953—1957)

表 2

矿井和井筒名称	直 径		井筒设计深度	日期 (年,月)	月进速度,公尺			岩石掘进提升设备		吊桶容积	每日掘进循环数
	净直径,公尺	掘进直径,公尺			掘进	砌壁	成井	双卷筒提升机数	单卷筒提升机数		
阜新井安筒	6.5	7.5	—	1953.3	74.0	74.7	74.28	—	2台 300HP	1.4	2 1
同 上	6.5	7.5	—	1953.5	77.1	85.75	80.56	—	2台 300HP	1.4	2 1
淮南谢家集 №2主井井筒	5.5	6.5	156.0	1954.8	—	—	38.11	—	300HP	1.4	2 1
铜川三里洞 筒井井筒	5.0	5.8	178.0	1954.12	—	—	46.01	—	226HP	0.8	1 1.5
王家河 №1主井井筒	4.5	5.3	328.3	1955.12	53.9	52.7	54.42	—	170HP	1.0	1 1.5
同 上	4.5	5.3	328.3	1956.3	44.6	81.4	59.32	—	170HP	1.0	1 1.5
大 黄 山 №1主井井筒	5.0	5.9	187.7	1957.3	67.94	53.14	62.02	2000 25M1000A	—	1.5	2 3

量的 ($0.3—0.5\text{m}^3$) 和大容量的 ($0.8—1.5\text{m}^3$) 拾岩器类的裝岩机械和各种类型的掘進联合机 (如 ПГА-2С, ПГА-3)。但是直到目前为止, 为实践证明在井筒掘進的实际运用中, 最为可靠而有效的裝岩机仍为 БЧ-1 型气力抓岩机。

БЧ-1 型气力抓岩机是苏联斯大林獎金獲得者, 工程师 Я. И. 巴尔巴强和 А. Ф. 邱公諾夫於 1948 年設計的。目前我國東北鷄西礦山机械制造厂已經成批生產, 並且在我國豎井井筒掘進中獲得了廣泛的应用。

礦井建設經驗証明, 强化机械化裝岩工作的主要途徑有下列几个方面:

- 1) 精確的組織鑽眼爆破工作;
- 2) 正確的組織裝岩工作;
- 3) 增加 БЧ-1 抓岩机数目;
- 4) 正確地選擇掘進提升系統;
- 5) 設計新型的高生產能力的气力抓岩机和掘進提升設備。

本書將詳細地討論上述的 1—4 項。

第一篇 豎井井筒掘進機械裝岩的 組織方法

一、機械裝岩的組織方法

豎井井筒掘進中，井筒工作面抓岩機的裝岩組織精確程度，對抓岩機生產率起着決定性的影響。

大家知道，B4-1 抓岩機生產率受着許多組織技術因素的影響。要判明這許多因素的作用程度，特別是對於人為性的因素，例如抓岩機司機的操作技術熟練程度，往往是非常困難的。但是，為了有效地使用 B4-1 抓岩機，提高井筒的掘進速度和掘進工人的勞動生產率，從所有的組織技術因素中將主要的，起決定性作用的因素劃分出來，結合快速掘進的實踐經驗加以分析，則是必要而且是完全可能的。

為了分析和說明上的系統性，考慮從決定 B4-1 抓岩機生產率的主要技術因素(參數)進行對有關抓岩機裝岩工作組織方法的分析。

決定 B4-1 抓岩機生產率(純裝岩時間)的主要技術因素如下：

- 1) 抓岩機裝岩一次循環時間；
- 2) 抓岩機拾岩器滿載係數；
- 3) 抓岩機工作時間利用率；
- 4) 抓岩機拾岩器理論容積。

(一)抓岩机装岩一次循环时间

提高 B4-1 抓岩机生产率的主要潜力，是缩短抓岩机装岩一次的循环时间。装岩一次循环时间是抓岩机完成下列操作所花费时间的总和：

- 1) 移动抓岩机自岩石吊桶上方到工作面抓岩点；
- 2) 操作抓岩机抓取岩石；
- 3) 移动重载抓岩机自工作面抓岩点到岩石吊桶上方；
- 4) 操作抓岩机把岩石卸入岩石吊桶。

因此，理论上抓岩机装岩一次的循环时间可按下列公式进行计算：

$$t = t_{sa} + \frac{2\sqrt{h^2 + l^2}}{v} + t_p, \text{ 秒} \quad (1)$$

式中 t_{sa} ——抓岩机抓取岩石时间，秒；

t_p ——抓岩机卸岩时间，秒；

h ——抓岩机向吊桶装岩时提升高度，公尺；

l ——抓岩点至吊桶中心的水平距离，公尺；

v ——抓岩机斜向的（抓岩点至吊桶上方）平均移动速度，公尺/秒。

实际观测证明，B4-1 抓岩机在完成上述各项操作时，抓岩机装岩一次循环时间主要决定于抓岩机装岩区域半径，工作面抓岩点至吊桶中心的距离，抓岩机悬挂高度，抓岩机装岩时提升高度，抓岩时拾岩叶片开闭次数，吊桶吊挂中心同抓岩机吊挂中心的位置关系，爆破岩石特征和司机操作技巧等。

下面就各影响因素分別叙述。

抓岩机司机操作技術熟練程度，是決定抓岩机效率的先決條件。苏联 Я. М. 巴尔巴强教授根据苏联“北部——莫格那克”等鑽井的实际經驗証明：如果司机操作抓岩机时，能够在垂直方向和水平方向移动抓岩机的各种操作上尽量取得配合，同时抓岩机每次有效抓岩深度不小於 0.4—0.5 公尺，那么抓岩机生產率能够提高 50%^①。

所說的抓岩机在操作上的配合，就是抓岩机司机在水平方向移动抓岩机的同时並進行垂直方向的提升或下放抓岩机的操作。例如，抓岩机在吊桶上方完成卸岩后，司机水平移动抓岩机自吊桶到工作面抓岩点的同时（此时拾岩器叶片一直保持張开状态），進行下放抓岩机到工作面抓岩点的操作。司机的这种高度操作技術的重要性，要求要特別注意抓岩机司机的訓練和培养。

其次，抓岩机的懸掛高度在井筒掘進實踐中多变动在 16—40 公尺之間。經驗証明，抓岩机懸掛高度对裝岩一次循环時間及司机的体力勞動起着主要影响。降低抓岩机懸掛高度就縮小了抓岩机有效的裝岩区域半徑和裝岩生產率。因为在这种情况下，司机沿工作面移动抓岩机需要更大的体力勞動。

根据苏联 А. Г. 古捷耶夫工程师的觀測資料，БЧ-1 抓岩机懸掛高度与相应的有效裝岩区域半徑如表 3 所列。

由表 3 資料看出，БЧ-1 抓岩机裝岩区域半徑愈大，

① Я. М. 巴尔巴强：改善鑽井技術的途径，苏联“煤”刊，1954，№ 6。

那么为了保证抓岩机有较高生产率和减轻司机的体力劳动强度，则其悬挂高度也就应该愈高。我们根据表2所列的我国几个矿井的实际资料，也说明了表3资料是可以用来指导实践的。

Б4-1 抓岩机悬挂高度

表3

抓岩机悬挂高度，公尺	15—18	18—25	25—30	>30
装岩区域半径，公尺	1.4—1.7	1.7—2.1	2.1—2.8	2.8—2.6

苏联顿巴斯工业学院曾对 Б4-1 抓岩机装硬度系数 $f = 4 - 5$ (按 M. M. 普洛托齐亚柯诺夫教授的岩石分级的岩石时的工作情况，进行了时间观测之后确定：抓岩机在悬挂高度16公尺时，装岩一次的循环时间为25—43秒，而装岩一次循环时间最小(25秒)值是当工作面抓岩点至吊桶中心的距离为1.6—1.8公尺；抓岩机在中等悬挂高度20公尺时，其具有最大生产率是当抓岩机实际担负的装岩区域为15平方公尺的时候。

顿巴斯工业学院的观测资料同样说明了抓岩机的悬挂高度，一般不应低于15—18公尺。因为抓岩机具有最大生产率时占有工作面积是14—16平方公尺，故合理的悬挂高度应该在18—25公尺范围内。

最后应该指出，增加 Б4-1 抓岩机的悬挂高度虽然可减轻司机体力劳动强度和降低装岩一次循环时间。但是不适宜地增加 Б4-1 抓岩机的悬挂高度会降低井筒掘进提升设备的出矸能力，因为过高的增加抓岩机悬挂高度就无益

地增加了提升容器（吊桶）無穩繩段的运行高度。如大家知道的，在技術規程上岩石吊桶在無穩繩段运行的最大速度为 2 公尺/秒（而实际操作远低于此值）。顯然，当掘進提升完成一次提升的循环時間大於抓岩机裝滿一个吊桶花費的时间时，即提升能力小於裝岩能力时，上述过高增加抓岩机懸掛高度的作法是不允許的。

按照 БЧ-1 抓岩机裝岩观点，工作面爆破岩石之重要特征是岩石塊度，破碎的均匀性和岩石硬度。實踐証明，爆破岩石特征是决定抓岩机裝岩一次循环時間的主要條件之一。

井筒工作面爆破岩石一般按其塊度的綫性尺寸，分为三种类型：第一类为爆破岩石之最大橫向尺寸 $\phi \leq 200$ 公厘的，该类爆破岩石在爆破后系呈现在最上面；第二类为爆破岩石塊度 $\phi = 200 - 400$ 公厘的，在爆破后系处于第一类爆破岩石的下面；第三类为爆破岩石塊度 $\phi > 400$ 公厘的，这类爆破岩石在實質上可称为“破碎帶”。因此，第三类爆破岩石的清除工作是必須先要經過人工用風鎚或風鏟完全破碎之后，才能用抓岩机進行裝岩。

抓岩机裝第一类爆破岩石是在爆破后（不需人工破碎岩石）直接進行的，對於第二类爆破岩石則需要人工部分的破碎岩石工作。因而抓岩机裝第一类爆破岩石过程中是处于最緊張状态，裝岩一次循环時間也最小。

在井筒掘進中，在鑽眼爆破工作一般的進行條件下，上述各类爆破岩石的体積是：第一类爆破岩石佔全部爆破岩石量的 70—80%；第二类爆破岩石佔全部爆破岩石量 15