



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106097126 B

(45)授权公告日 2019.08.06

(21)申请号 201610440614.0

(22)申请日 2016.06.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106097126 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(73)专利权人 中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司

地址 243000 安徽省马鞍山市经济开发区西塘路666号

专利权人 南京梅山冶金发展有限公司矿业分公司  
华唯金属矿产资源高效循环利用国家工程研究中心有限公司

(72)发明人 王星 吴荣高 孙国权 谢从保  
刘海林 杨潘磊 杨家冕 尹裕

(74)专利代理机构 马鞍山市金桥专利代理有限公司 34111

代理人 常前发 奚志鹏

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

(56)对比文件

CN 103216239 A,2013.07.24,

JP H0339521 B2,1991.06.14,

CN 102493399 A,2012.06.13,

审查员 孙国辉

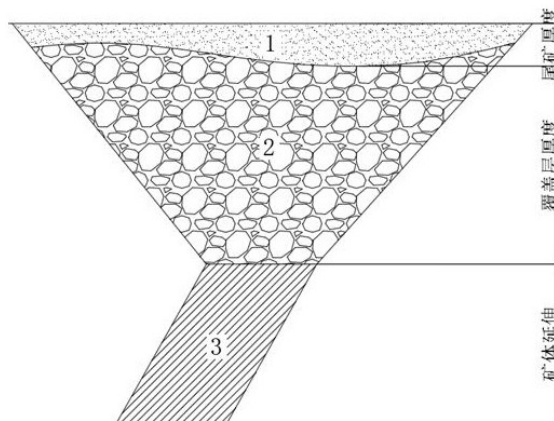
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法

(57)摘要

本发明公开了一种崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法,通过以下方式确定:(1)基于覆盖层崩落时固化尾矿不形成空顶的堆排最大厚度确定;(2)基于覆盖层块度和固化尾矿融合流动以防止细粒尾矿流入工作面的堆排最小厚度确定;(3)根据最大厚度和最小厚度计算确定固化尾矿堆排的厚度区间范围。本发明综合了固化尾矿强度、固化尾矿浆流动扩展半径、固化尾矿浆坍塌落度、近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比和覆盖层块度均匀度系数等因素,充分考虑了固化尾矿和覆盖层特性及其混合流动方式,提出了多因素融合计算方法。可广泛应用与崩落法在生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的计算。



1. 一种崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法,其特征在于:

1) 基于覆盖层崩落时固化尾矿不形成空顶的堆排最大厚度采用以下公式确定:

$$D_1 = \frac{4.635}{\sqrt{\sigma}} e^{0.02R} \quad (1)$$

式中: $D_1$ —固化尾矿单次堆排最大厚度,m,

$R$ —单次堆排固化尾矿扩展半径,m,

$\sigma$ —固化尾矿单轴抗压强度,MPa;

2) 基于覆盖层块度和固化尾矿融合流动以防止细粒尾矿流入工作面的堆排最小厚度采用以下公式确定:

$$D_2 = \frac{0.472 \lg(bT)}{\sqrt{\sigma}} \sqrt[4]{a} \quad (2)$$

式中: $D_2$ —固化尾矿单次堆排最小厚度,m,

$b$ —近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比,

$T$ —固化尾矿塌落度,cm,

$\sigma$ —固化尾矿单轴抗压强度,MPa,

$a$ —覆盖层块度均匀度系数;

3) 固化尾矿单次堆排合理厚度的最终确定

综合1) 计算的覆盖层崩落时固化尾矿不形成空顶的堆排最大厚度和2) 计算的基于覆盖层块度和固化尾矿融合流动以防止细粒尾矿流入工作面的堆排最小厚度,量化确定出固化尾矿单次堆排厚度的区间范围,在此区间范围内进行堆排。

## 崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的确定方法,尤其是涉及到崩落法在生产矿山中地表塌陷坑内堆排尾矿合理厚度的计算。可用于由于尾矿库库容已满或因征地和尾矿库管理困难等原因造成无法外置堆排尾矿问题的崩落法生产矿山进行尾矿的合理处理和生态环境的保护。

### 背景技术

[0002] 目前,国内的绝大多数尾矿还是采用湿式排放,即建设尾矿库,采用尾矿库储存尾矿。根据2012年统计,我国有尾矿库12000多座,尾矿堆存总量已超100多亿吨,每年新增尾矿10多亿吨,其中大多排向尾矿库堆存。这种处理办法虽然方便,但同时带来了种种弊端。首先,尾矿库需要大面积的场地,而且用泵、管道组成庞大尾矿水力输送系统,其动力、设备材料消耗高,造成尾矿输送和处理费用过高;其次,由于土地资源越来越紧张,征地的费用越来越高,导致尾矿库的基础建设费用占整个采选企业费用的比例越来越大,且尾矿库的日常维护和运营也需消耗大量的资金。另外,尾矿库存在很大的安全隐患,尾矿库库区内经常贮存大量澄清水及洪水,导致尾矿上方形成尾矿库悬湖。

[0003] 另一方面,由于地下采矿形成的地面塌陷区,不仅损坏了大量的土地资源,而且存在巨大的安全隐患,这些场地如果能作为尾矿堆置场地,并以形态安全堆置,不仅可以解决尾矿堆场的问题,而且能够消除露天采坑和塌陷区存在的安全隐患和湿式尾矿堆存的环保问题,具有巨大的社会效益和经济效益。

[0004] 将尾矿浓缩后利用露天采矿坑和塌陷区等作为堆置场堆置,节省了大量土地资源和新建尾矿库所需的大量资金,可以消除高坝尾矿库所形成的高势能危险源,大大减少尾矿处置的环境污染,而且,矿山采坑等废弃场地堆满尾矿后也容易进行复垦利用,可以为矿山企业和社会带来巨大的经济效益和社会效益。

[0005] 《中国矿业》2014年8月出版的第23卷增刊中刊登的“尾矿干式堆存技术发展现状与方向”一文中,介绍了“塌陷区尾砂干式排放工艺技术”,该技术的工艺流程是:尾砂首先经高压深锥浓密机浓缩,达到重量浓度为50%左右;然后采用水隔离泵泵送至水平距离约2600m,高差约200m的脱水车间;再经陶瓷过滤机脱水至含水15%的尾矿滤饼,最后经皮带输送机输送至塌陷区堆存,塌陷区内采用电耙倒运。但该技术未明确地表塌陷坑固化尾矿堆存时的堆存厚度问题,且浓缩、过滤设备投资大、能耗高,膏体制备成本高、效率低,在在多雨地区的适应性差等问题,只能是探索性试验应用,不适于大规模推广应用。

[0006] 目前,崩落法生产矿山进行地表塌陷坑固化尾矿堆存时存在以下难点:

[0007] (1) 固化尾矿堆排强度和厚度过大,当覆盖层下降后固化尾矿形成空顶。

[0008] (2) 固化尾矿堆排厚度过小,在随覆盖层一起崩落时产生粉化,优于覆盖层的下降速度到达进路工作面,造成进路内矿石贫化和泥化。

[0009] 上述两个方面是影响在生产矿山塌陷坑固化尾矿堆排的主要问题。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的,就是针对现有技术存在的上述问题,而提供一种崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法,该方法结合固化尾矿强度、固化尾矿浆扩展半径、固化尾矿塌落度、近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比、覆盖层块度均匀度系数等,从而对塌陷坑固化尾矿堆排厚度进行综合量化确定。

[0011] 为实现本发明的上述目的,本发明崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法采用的技术解决方案是采用以下工艺、步骤:

[0012] 1) 基于覆盖层崩落时固化尾矿不形成空顶的堆排最大厚度确定

[0013] 固化尾矿堆排至地表塌陷坑内时,如果一次性堆排强度和厚度较大,则固化尾矿会随着覆岩大块体的间隙形成临时支柱,并在塌陷坑立体范围内形成椎体模型,在平面范围内扩展成似圆形模型,形成强度和规模之后,无法随覆盖层一起崩落破坏而形成空顶,一方面对覆盖层的优化管理造成困难,另一方面,过高强度和厚度的尾矿堆排会增加尾矿处理费用。为此需要确定固化尾矿一次堆排厚度,结合其强度特性,得到保证不形成空顶的单次堆排最大厚度采用以下公式计算:

$$[0014] \quad D_1 = \frac{4.635}{\sqrt{\sigma}} e^{0.02R} \quad (1)$$

[0015] 式中: $D_1$ —固化尾矿单次堆排最大厚度,m;

[0016]  $R$ —单次堆排固化尾矿扩展半径,m;

[0017]  $\sigma$ —固化尾矿单轴抗压强度,MPa。

[0018] 根据公式(1)推导可见,为保证覆盖层崩落后其上堆排的固化尾矿不出现空顶,单次堆排的最大厚度和扩展半径及固化尾矿强度有如下变化关系:当固化尾矿强度一定时,单次堆排最大厚度随着固化尾矿扩展半径的增大而增大;当扩展半径一定时,单次堆排最大厚度随固化尾矿单轴抗压强度的增大而减小。

[0019] 2) 基于覆盖层块度和固化尾矿融合流动以防止细粒尾矿流入工作面的堆排最小厚度确定

[0020] 在已形成地表塌陷坑的生产矿山,其覆盖层基本满足井下进路安全出矿的要求,因此无需考虑覆盖层总体厚度问题。但覆盖层不同大小块度的岩体与固化尾矿碎块融合崩落方式会影响进路放矿方式和地表塌陷坑固化尾矿的堆排方式,如果堆排强度和厚度过小,固化尾矿会在覆盖层岩体崩落过程中细化成粉状,或者其块度远小于覆盖层岩体块度,在覆盖层崩落过程中,其下降速度快于覆盖层岩体,随着放矿过程逐渐到达工作面,造成进路放矿的贫化或泥化。因此,在综合考虑覆盖层块度、覆岩崩落过程、固化尾矿流动特性、固化尾矿经相似外力破坏后的块度等因素的基础上,得到了固化尾矿单次堆排最小厚度的确定方法,即采用以下公式计算:

$$[0021] \quad D_2 = \frac{0.472 \lg(bT)}{\sqrt{\sigma}} \sqrt[4]{a} \quad (2)$$

[0022] 式中: $D_2$ —固化尾矿单次堆排最小厚度,m;

[0023]  $b$ —近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比,

[0024]  $T$ —固化尾矿塌落度,cm;

[0025]  $\sigma$ —固化尾矿单轴抗压强度,MPa;

[0026]  $a$ —覆盖层块度均匀度系数。

[0027] 根据数值拟合分析过程可知,当固化尾矿强度一定时,固化尾矿单次堆排最小厚度随着近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比、固化尾矿塌落度和覆盖层块度均匀度系数的增大而增大;当近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比、固化尾矿塌落度和覆盖层块度均匀度系数一定时,固化尾矿单次堆排最小厚度随固化尾矿强度的增大而减小。

[0028] 3) 固化尾矿单次堆排合理厚度的最终确定

[0029] 综合1) 计算的覆盖层崩落时固化尾矿不形成空顶的堆排最大厚度和2) 计算的基于覆盖层块度和固化尾矿融合流动以防止细粒尾矿流入工作面的堆排最小厚度,量化确定出固化尾矿单次堆排厚度的区间范围,在此区间范围内进行堆排。

[0030] 本发明崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法,采用以上技术方案后具有积极效果:

[0031] (1) 本发明从崩落采矿法工艺特点和回采安全要求方面分析,为崩落法在生产矿山进行固化尾矿塌陷坑堆排的厚度计算提供了定量化的控制方法;

[0032] (2) 本发明综合了固化尾矿强度、固化尾矿浆流动扩展半径、固化尾矿塌落度、近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比和覆盖层块度均匀度系数等因素,充分考虑了固化尾矿和覆盖层特性及其混合流动方式,提出了多因素融合计算方法。

## 附图说明

[0033] 图1为本发明崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法固化尾矿塌陷坑堆排各参数示意图;

[0034] 图2为固化尾矿单次堆排最大厚度随固化尾矿强度的变化关系曲线;

[0035] 图3为固化尾矿单次堆排最大厚度随固化尾矿扩展半径的变化关系曲线;

[0036] 图4为固化尾矿单次堆排最小厚度随固化尾矿强度的变化关系曲线;

[0037] 图5为固化尾矿单次堆排最小厚度随覆盖层块度均匀度的变化关系曲线;

[0038] 图6为固化尾矿单次堆排最小厚度随近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比的变化关系曲线。

[0039] 附图标记:1-固化尾矿,2-崩落法回采覆盖层,3-矿体。

## 具体实施方式

[0040] 为进一步描述本发明,下面结合附图和南京梅山冶金发展有限公司地表塌陷坑固化尾矿堆排实施例,对本发明崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法作更详细的描述。

[0041] 南京梅山冶金发展有限公司采用无底柱分段崩落采矿法开采,由于开采历史悠久,其地表已出现较大的塌陷坑,所以将尾矿固化之后堆排至已有塌陷坑内。

[0042] 由图1所示的本发明崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法固化尾矿塌陷坑堆排各参数示意图看出,该公司采用无底柱分段崩落采矿法开采,在矿体3上

面留设崩落法回采覆盖层2,在崩落法回采覆盖层2上面的塌陷坑内干式排放固化尾矿1。

[0043] 本发明崩落法生产矿山塌陷坑堆排固化尾矿合理厚度的量化方法,在南京梅山冶金发展有限公司地下矿山采用无底柱分段崩落采矿法开采形成的塌陷坑内干式排放固化尾矿1,其合理的堆排厚度确定方法如下:

[0044] 1) 基于覆盖层崩落时固化尾矿不形成空顶的堆排最大厚度采用以下公式确定:

$$[0045] \quad D_1 = \frac{4.635}{\sqrt{\sigma}} e^{0.02R} = \frac{4.635}{\sqrt{0.5}} \times e^{0.02 \times 10} = 8.01m \quad (1)$$

[0046] 式中: $D_1$ —固化尾矿单次堆排最大厚度,m;

[0047]  $R$ —单次堆排固化尾矿扩展半径,为10m;

[0048]  $\sigma$ —固化尾矿单轴抗压强度,为0.5MPa。

[0049] 据此计算的固化尾矿单次堆排最大厚度值为8.01m。

[0050] 2) 基于覆盖层块度和固化尾矿融合流动以防止细粒尾矿流入工作面的堆排最小厚度采用以下公式确定:

$$[0051] \quad D_2 = \frac{0.472 \lg(bT)}{\sqrt{\sigma}} \sqrt[4]{a} = \frac{0.472 \times \lg(6 \times 25)}{\sqrt{0.5}} \times \sqrt[4]{100} = 4.59m \quad (2)$$

[0052] 式中: $D_2$ —固化尾矿单次堆排最小厚度,m;

[0053]  $b$ —近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比,为6;

[0054]  $T$ —固化尾矿塌落度,为25cm;

[0055]  $\sigma$ —固化尾矿单轴抗压强度,为0.5MPa。

[0056]  $a$ —覆盖层块度均匀度系数,为100。

[0057] 据此计算的固化尾矿单次堆排最小厚度为4.59m。

[0058] 3) 固化尾矿单次堆排合理厚度的最终确定

[0059] 综合覆盖层崩落时固化尾矿不形成空顶的堆排最大厚度和基于覆盖层块度和固化尾矿融合流动以防止细粒尾矿流入工作面的堆排最小厚度确定,南京梅山冶金发展有限公司固化尾矿单次堆排厚度的区间范围为4.59m~8.01m。

[0060] 由图2所示的固化尾矿单次堆排最大厚度随固化尾矿强度的变化关系曲线看出,在固化尾矿强度相同的情况下,随着固化尾矿单次堆排最大厚度的增加,固化尾矿浆扩展半径随之增加;而在固化尾矿浆扩展半径不变时,随着固化尾矿单次堆排最大厚度的增加,固化尾矿强度随之减小。

[0061] 由图3所示的固化尾矿单次堆排最大厚度随固化尾矿扩展半径的变化关系曲线看出,在固化尾矿浆扩展半径相同的情况下,随着固化尾矿强度的增加,固化尾矿单次堆排最大厚度随之减小;而在固化尾矿强度不变时,随着固化尾矿单次堆排最大厚度的增加,固化尾矿浆扩展半径随之增加。

[0062] 由图4所示的固化尾矿单次堆排最小厚度随固化尾矿强度的变化关系曲线看出,在固化尾矿强度相同时,随着固化尾矿塌落度的增加,固化尾矿单次堆排最小厚度随之增加;在固化尾矿塌落度不变时,固化尾矿单次堆排最小厚度随固化尾矿强度的增加而减小。

[0063] 由图5所示的固化尾矿单次堆排最小厚度随覆盖层块度均匀度的变化关系曲线看出,在覆盖层块度均匀度系数相同时,随着近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力

破坏后的平均块度之比的增加,固化尾矿单次堆排最大厚度随之增加;在近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比相同时,随着覆盖层块度均匀度系数的增加,固化尾矿单次堆排最大厚度随之增加。

[0064] 由图6所示的固化尾矿单次堆排最小厚度随近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比的变化关系曲线看出,在近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比相同时,随着覆盖层块度均匀度系数的增加,固化尾矿单次堆排最大厚度随之增加;在覆盖层块度均匀度系数不变时,随着近工作面覆岩平均块度与固化尾矿经相似外力破坏后的平均块度之比的增加,固化尾矿单次堆排最大厚度随之增加。

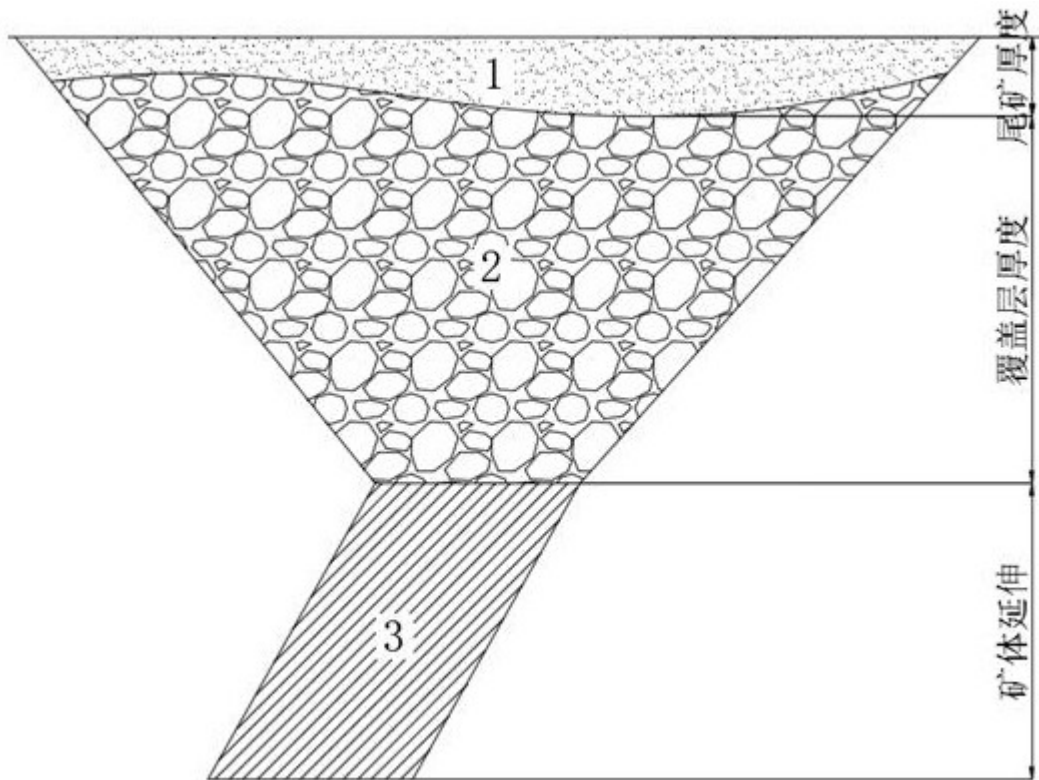


图1

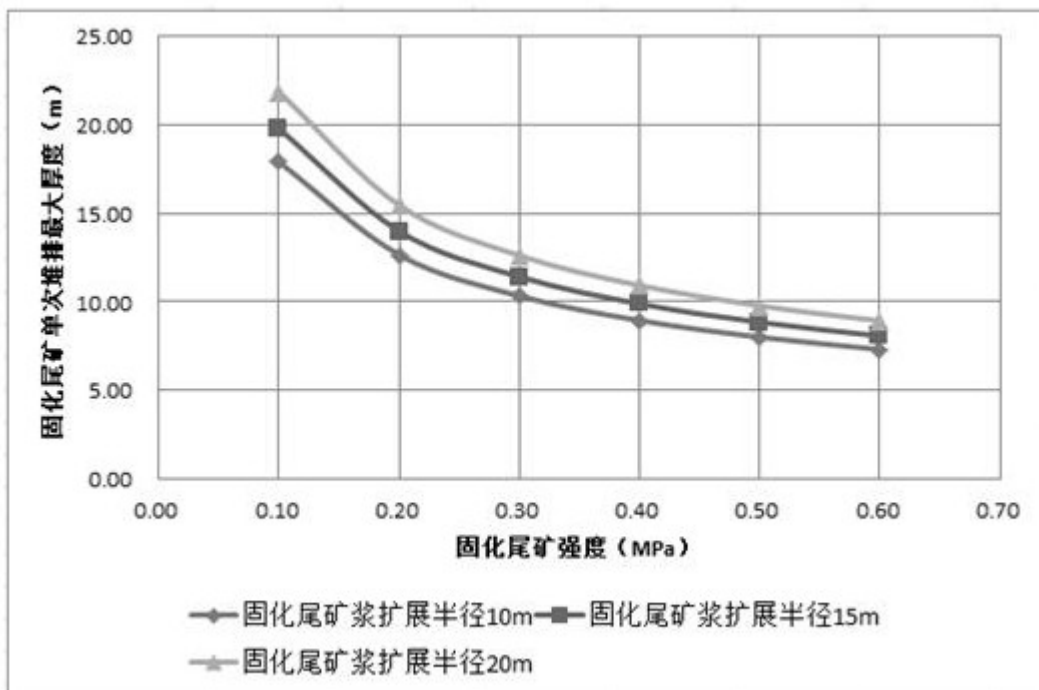


图2



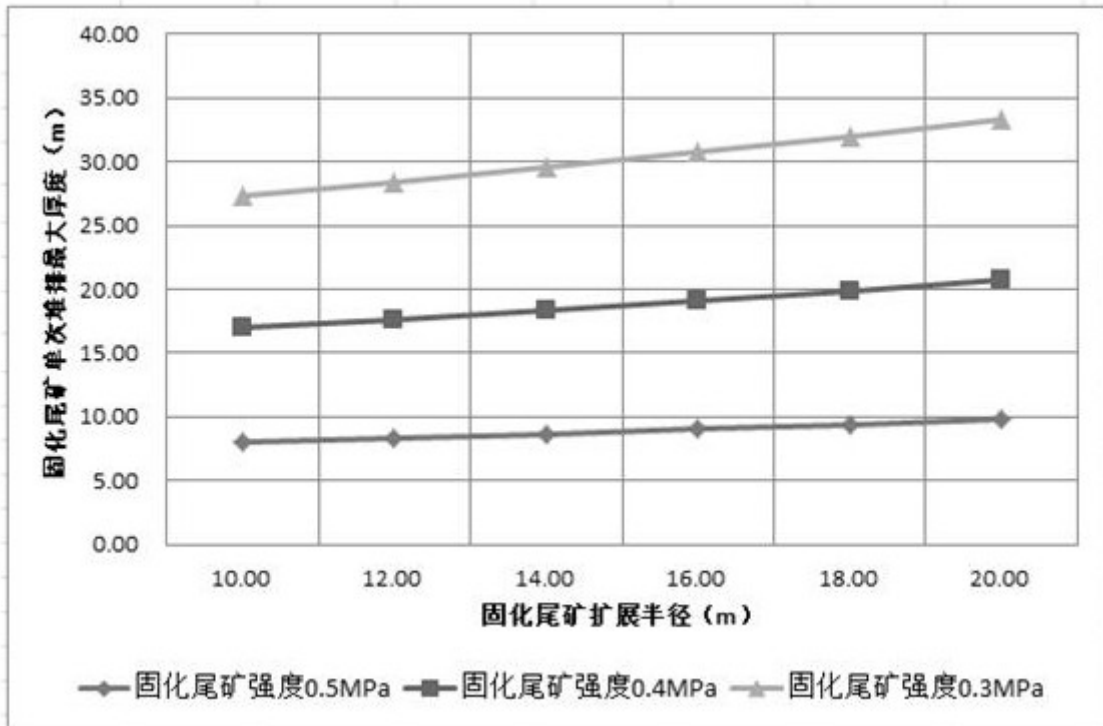


图3

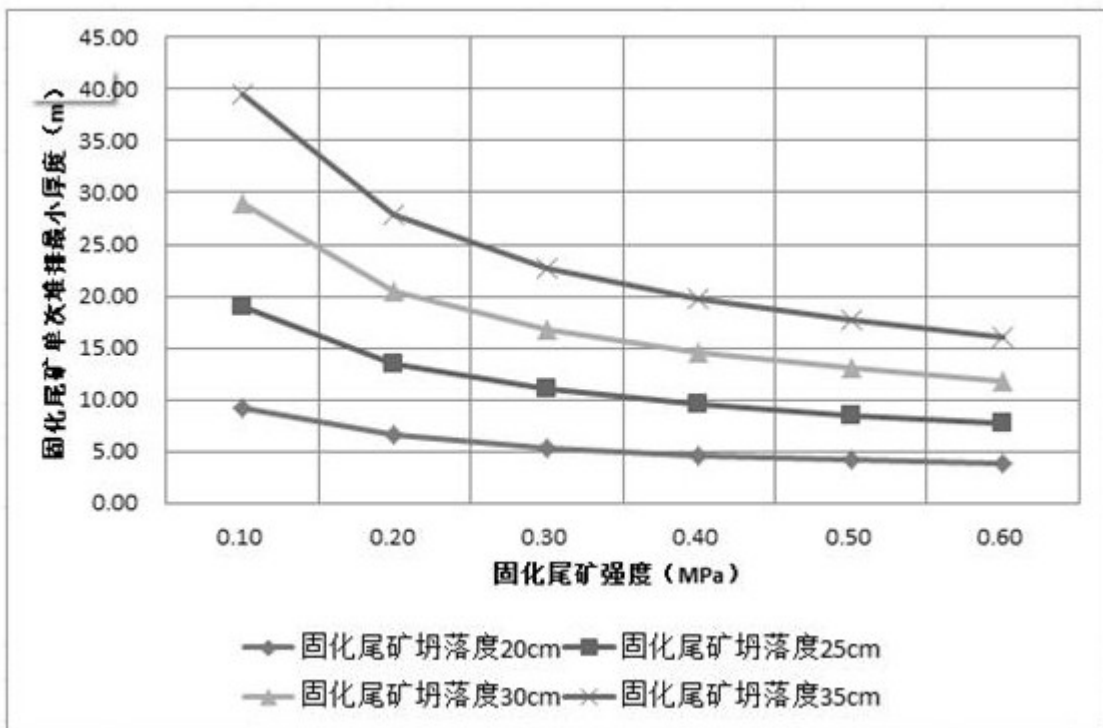


图4

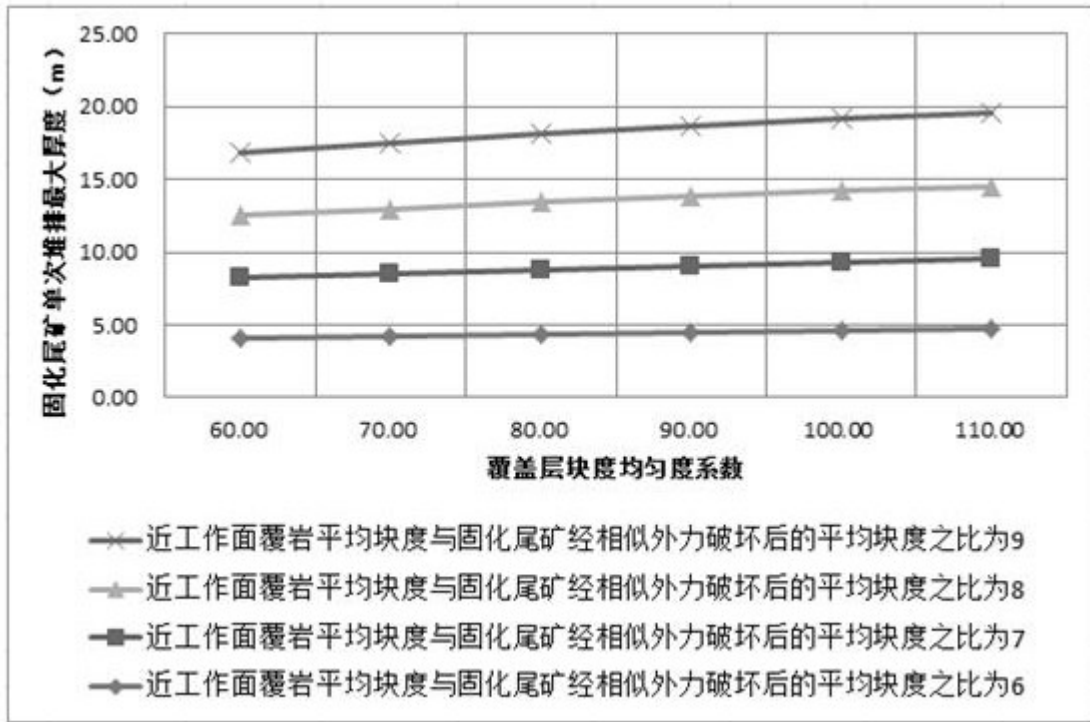


图5

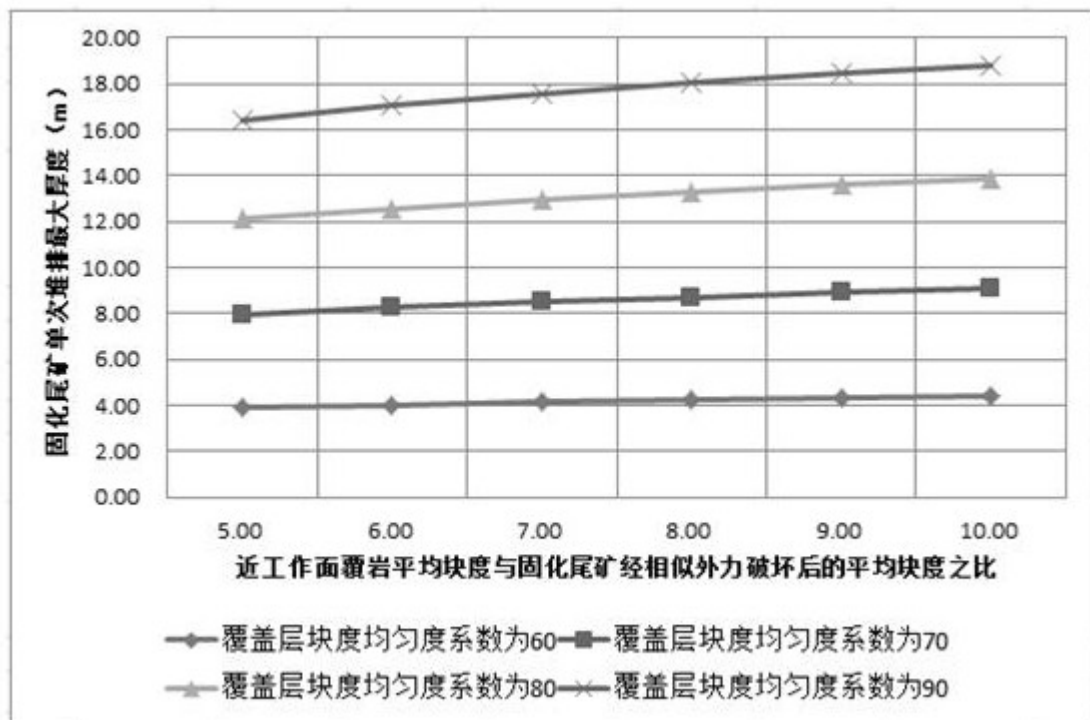


图6