

大道沟门萤石矿矿体地质特征及找矿标志

郑丙谦^{*1},段晓炉²,邓 军³,吴丽强²,吴 伟³,杨菲菲²

(1.山西华冶勘测工程技术有限公司,山西太原 030000; 2.中晋环境科技有限公司,山西太原 030000;

3.中国冶金地质总局内蒙古地质勘查院,内蒙古呼和浩特 010000)

摘要:以大道沟门萤石矿为研究对象,对矿体地质特征进行了分析,主要为矿(化)体特征、矿石质量、矿石类型、矿体围岩及夹石、矿床成因及找矿标志等,得出大道沟门萤石矿矿床类型为热液充填型脉状萤石矿床,矿床成因类型为与燕山期浅成酸—中酸性岩体有关的低温充填型萤石矿床。矿区内共圈定4条萤石矿体,矿体赋存于侏罗系张家口组流纹质凝灰岩及粗面岩地层的北东向构造破碎带中,矿体形态及产状严格受构造破碎带控制,矿体呈脉状产出,与围岩界线清晰。综合分析,该区具有良好的形成萤石矿的地质条件,矿区内沿断裂构造线走向尚具一定的找矿潜力。

关键词:大道沟门萤石矿;矿体地质特征;矿石质量;矿石类型;矿床成因;找矿标志

中图分类号:P619 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2024)04-0097-05

区域内矿产分布较单一,主要为非金属矿产(萤石矿),如十家窝铺大东沟萤石矿、头道沟萤石矿、半截沟萤石矿、万胜永开源萤石矿、大东沟萤石矿、木太沟萤石矿等萤石矿山,各矿区都经过勘探并开采,其中,与本矿床关系密切的为十家窝铺大东沟萤石矿、头道沟萤石矿,属同一矿化带,以上这些矿产地积累了较为丰富的矿产地质资料,是今后寻找同类型矿的重要参考模式。国内外学者对于萤石矿矿体地质特征及成矿条件进行了大量的研究,文献[1]通过矿区成矿地质背景及矿床地质特征综合分析,认为该萤石矿矿床的最终形成属于岩浆期后中—低温热液充填型脉状矿床,为构造—岩浆活动的产物;文献[2]以丰宁县木太沟萤石矿为例,通过对矿区成矿地质背景及矿区所处地质位置和矿体特征综合研究,得到,矿体分布在近东西向的构造带内,由近东西向构造派生的北西、近南北、北东向次级构造为主要的储矿构造。基于此,本文对大道沟门萤石矿矿体地质特征及找矿标志进行了研究,研究结果能指导矿山找矿方向,进一步增加可采储量,为矿山开采延长年限,既能带动了当地经济的发展,又可为当地百姓提供就业机会。

1 区域地质背景

大道沟门萤石矿区位于河北省丰宁满族自治县万胜永乡干沟尧村东侧,距县城运距90km,行政区划隶属于丰宁满族自治县万胜永乡管辖。区域大地构造区

划:位于中朝准地台(I_2)、内蒙地轴(II_2^2)、沽源陷断束(III_2^2)、大滩中断凹(IV_3^2)构造单元北部边缘,内蒙—大兴安岭褶皱系(I_1)和中朝准地台(I_2)两个一级构造单元的接合部位。区域内出露的地层主要为中生界侏罗系上统张家口组(J_3z)、白垩系下统大北沟组(K_1d)及新生界第四系全新统(Q_4)。

区域内构造以断裂构造为主,中侏罗世为燕山构造旋回的发展期,构造变形激烈。受上黄旗岩浆岩亚带影响,北东向构造较发育,表现为隐伏断裂带。区域内非金属矿多属于构造成矿。

区内岩浆活动频繁,侵入岩较发育,岩体多呈北东向展布,并受深断裂带控制。燕山期主要侵入岩有:二长斑岩($\eta\pi_3^{(1)}$)、燕山期次火山岩类的次粗面流纹岩($C\lambda\tau_3^{(2)}$)、燕山期次粗安岩($C\tau\alpha_3^{(2)}$)、燕山期次流纹岩($C\lambda_3^{(3)}$),区域内岩浆岩具体分布范围详见图1。

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区内出露地层由老到新分别为:中生界侏罗系上统张家口组三段($J_3dn^{b(3)}$)及新生界第四系全新一上更新统($Q_{3+4}^{pal+col}$)。

侏罗系上统张家口组三段($J_3dn^{b(3)}$):在矿区内大面积出露。地层呈单斜构造,走向北东 $35^\circ\sim 65^\circ$,倾向北西,倾角平缓,一般在 $3^\circ\sim 8^\circ$ 之间。主要岩性为粗面岩、流纹岩、流纹质凝灰岩、岩屑长石砂岩、含砾长石岩屑

* 收稿日期:2023-01-29 修回日期:2023-01-31

第一作者简介:郑丙谦(1986-),男(汉族),河北衡水人,工程师,现从事固体矿产资源勘查工作。

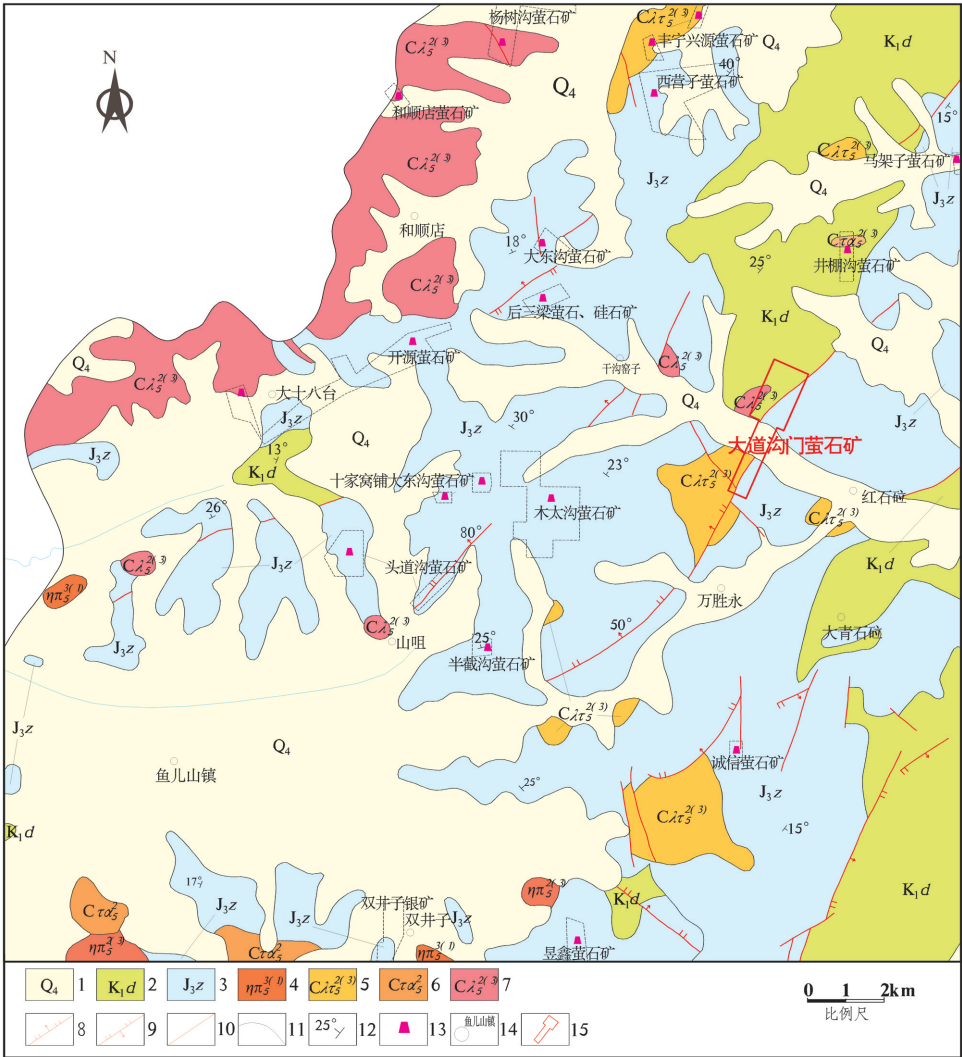


图1 大道沟门萤石矿区区域地质简图及各萤石矿点位置图

1.新生界第四系全新统:冲洪积含砾亚砂土、亚粘土及砂砾石层;2.中生界白垩系大北沟组:凝灰质砾岩、凝灰质砂岩、粉砂岩、页岩、泥灰岩及砂砾岩;3.中生界侏罗系张家口组:流纹岩、流纹质凝灰岩、流纹质凝灰角砾岩,夹少量少量砾岩及黑曜岩、松脂岩;4.燕山晚期二长斑岩;5.燕山期次粗面流纹岩;6.燕山期次粗安岩;7.燕山期次流纹岩;8.正断层;9.逆断层;10.性质不明断层;11.地质界线;12.地层产状;13.萤石矿床(点);14.居民点;15.大道沟门萤石矿区

砂岩。萤石矿矿体赋存于流纹岩或流纹质凝灰岩的构造破碎带中。

第四系全新—上更新统($Q_{3+4}^{pal+col}$):主要分布于山间沟谷及地势低洼处,为一些洪积、冲积及残坡积物。洪冲积为砂砾石或河卵石,厚度0~2m;残坡积层为灰黑色、土黄色亚砂土、砂粘土及岩石碎块,厚度0~15m。

2.2 构造

矿区内构造以断裂构造为主,受山咀—干沟窑正断层的影响,形成了近东西向及北西向的次级断裂构造格局,次级断裂构造与主断裂构造呈羽毛状展布,为萤石矿提供了导矿和储矿空间。矿区主要有3组断裂构造,分别为 F_1 、 F_2 和 F_3 断裂,均属于正断层。各断裂均表现为张性断裂,构造岩主要为张裂角砾岩、碎裂

岩。张裂角砾岩呈角砾状结构,角砾大小不一,多为0.3~5cm,呈棱角状,角砾成分沿断裂带随围岩的不同而变化,主要有粗面岩、球粒流纹岩、流纹质凝灰岩等构造角砾,含量一般70%~80%。角砾间被小于2mm的同成分碎块、碎粉充填、胶结,后期有硅化石英脉交代穿切上述矿物,并伴有强烈的萤石矿化、硅化、高岭土化和碳酸盐化;碎裂岩以脆性碎裂为特征,原岩成分及结构基本被保留,碎块裂隙充填少量硅质、铁质及绢云母、绿泥石和碳酸盐矿物。

矿区内共存在三条断层,分述如下:

F_1 为正断层:位于大道沟门采区南部,地表出露长350m,产出于张家口组粗面岩中。北侧被第四系黄土层所覆盖,通过已有坑道工程揭露判断该断层走向上

仍有延伸,破碎带宽0.5~5m,走向北东22°,倾向北西向295°,倾角65°~80°。I号矿体产于F₁断层之中(底板附近),其产状严格受该断层控制。

F₂为正断层:位于大道沟门采区中部,控制II、IV号矿体走向,断层南端地表出露长380m,北端地表出露长150m,两段中间被第四系堆积物所覆盖,推测覆盖长度约300m。破碎带宽1~5m,走向北东10°~18°,倾向南东,倾角65°~88°。II、IV号矿体产于F₂断层之中(底板附近),其产状严格受该断层控制。其中II号矿体地表采坑内两侧岩石见擦痕面。围岩硅化强烈。

F₃为正断层:位于大道沟门采区中部,地表出露长300m,南北两侧被第四系堆积物所覆盖,破碎带宽1~10m,走向北东34°,倾向北西,倾角60°~75°,III号矿体产于F₃断层内。围岩硅化强烈。

2.3 矿区岩浆岩

矿区内只有张家口组火山岩大面积分布,主要为粗面岩、球粒流纹岩及流纹质凝灰岩。其中粗面岩与本区的萤石矿化、硅化有密切关系,为萤石矿形成提供了矿源和热源。

粗面岩岩性特征如下:

粗面岩主要分布在矿区南部及中部。岩石呈灰褐、灰紫色,岩石斑晶以钾长石为主,少量黑云母,钾长石呈自形一半自形板状,粒径1~5mm,黑云母呈片状,粒径0.5~2mm。基质主由钾长石组成,少量斜长石、石英、暗色矿物、磁铁矿等,斜长石呈自形一半自形板状,粒径0.01~0.5mm,钾长石呈半自形板状、束状,粒径0.01~0.3mm,它们杂乱分布,粒间充填石英、暗色矿物、磁铁矿,石英呈他形粒状,粒径0.01~0.2mm,暗色矿物蚀变绿泥石化,粒径0.05~0.2mm,磁铁矿呈半自形—他形晶粒状,粒径0.01~0.3mm,它们构成粗面结构,铁质分布于上述矿物之间。沿间隙、裂隙充填硅化石英。

2.4 围岩蚀变及蚀变类型

矿体围岩为粗面岩、流纹岩或流纹质凝灰岩,矿体与围岩界线明显,围岩蚀变不强烈,见有高岭土化、硅化、绿泥石化、碳酸盐化,近矿岩石轻微破碎,普遍存在断层角砾。

3 矿床地质

3.1 矿体特征

本区萤石矿属低温热液矿床,矿体赋存于侏罗系张家口组流纹质凝灰岩及粗面岩地层的北东向构造破碎带中,矿体形态及产状严格受构造破碎带控制,矿体呈脉状产出,与围岩界线清晰。矿区内划分为4条萤石

矿体,编号为I、II、III、IV。

I号矿体:位于矿区南部,产于F₁构造破碎带中,矿体赋存于侏罗系张家口组流纹质凝灰岩及粗面岩地层的北东向构造破碎带中,呈脉状产出,地表出露长度约540m,矿体产状:总体倾向295°,局部矿体反倾,倾角62°~83°。赋存标高1419~1140m。矿体厚度1.05~3.47m,平均厚度约1.80m,厚度变化系数为28%,矿体厚度稳定程度属简单,矿体品位CaF₂品位为31.88%~95.08%,矿体平均品位为65.09%,品位变化系数为46%,有用组分分布均匀程度属较均匀。

II号矿体:位于矿区中部,产于F₂构造破碎带中,矿体赋存于侏罗系张家口组流纹质凝灰岩及粗面岩地层的北东向构造破碎带中,矿体地表已采空,地表出露长度731m。矿体呈脉状,产状:倾向105°,倾角80°,局部较缓。赋存标高1450~1255m。厚度1.01~2.57m,平均厚度1.36m,厚度变化系数为13%,矿体厚度稳定程度属简单,矿体品位CaF₂品位为42.05%~89.88%,矿体平均品位为67.62%,品位变化系数为14%,有用组分分布均匀程度属均匀。

III号矿体:位于矿区中部,产于F₃构造破碎带中,矿体赋存于侏罗系张家口组流纹质凝灰岩及粗面岩地层的北东向构造破碎带中,矿体地表基本已采空,地表出露长度约380m。产状:倾向310°,倾角54°~74°。赋存标高1504~1238m。矿体厚度1.03~1.54m,平均1.24m,厚度变化系数为44%,矿体厚度稳定程度属简单,矿体品位CaF₂品位为33.41%~97.64%,矿体平均品位为79.53%,品位变化系数为24%,有用组分分布均匀程度属均匀。

IV号矿体:位于矿区中部,III号矿体西部,产于F₂构造破碎带中,矿体赋存于侏罗系张家口组流纹质凝灰岩及粗面岩地层的北东向构造破碎带中,矿体地表基本已采空,地表出露长度约128m。产状:倾向89°~116°,倾角75°左右。赋存标高1504~1428m。矿体厚度0.70~1.69m,平均1.17m,厚度变化系数为33%,矿体厚度稳定程度属简单,矿体品位CaF₂品位为28.95%~95.65%,矿体平均品位为73.33%,品位变化系数为35%,有用组分分布均匀程度属较均匀。

各矿体主要特征见表1。

3.2 矿石质量

3.2.1 矿石结构、构造

根据野外肉眼观测及镜下岩矿鉴定,矿石结构、构造类型如下。

表1 矿体特征一览表

矿体编号	矿体规模(m)			矿体平均品位	矿体产状	
	走向长度	倾向延深	平均厚度	CaF ₂ (10 ⁻²)	倾向(°)	倾角(°)
I	600	280	1.80	65.09	295	85~90
II	600	85	1.36	67.62	105	80~85
III	380	266	1.24	79.53	310	54~74
IV	128	76	1.17	73.33	89~116	75

(1)矿石结构。①半自形—他形粒状结构:是角砾状矿石所具有的一种结构。②自形—半自形粒状结构:单一萤石晶体彼此镶嵌紧密堆积而成。

(2)矿石构造。①块状构造:多发育在矿体中心及较宽大的矿脉之中。由质量较纯的萤石组成,晶粒粗大,彼此紧密镶嵌。色调单一,其矿石质量最佳。②角砾状构造:萤石、石英等矿物沿围岩角砾裂隙之间呈细脉状、网脉状充填,此类矿石质量较差。③皮壳状构造:主要由硅质矿物形成,质地细腻,由细窄的硅质韵律层组成。分布在矿脉与围岩的接触带上。呈壳层状产出。在与萤石接触界面上,萤石与其呈锯齿状相嵌。④条带状构造:矿液从断裂的两壁向中心部位周期性的连续沉淀,形成平行脉壁的对称或不对称的条带状构造。由不同色调(绿色、紫色、灰白色)的萤石组成。其单条的宽窄与矿脉的宽度有关。一般从十几厘米到几十厘米不等。

3.2.2 矿石矿物成分

矿石自然类型为石英—萤石型,矿石矿物成分为萤石、石英及少量方解石、长石。脉石矿物为石英、方解石、长石,还有少量黄铁矿等。萤石含量28.95%~97.64%,石英含量小于30%。

萤石不透明,玻璃光泽,呈绿色、白色、浅黄色,局部见暗紫色条带,萤石结晶颗粒1~5mm。生成顺序为绿色颗粒萤石—白色透明梳状萤石—乳白色皮壳状萤石—浅黄色梳状萤石,萤石多色彩、结构构造的差异反映了成矿的多期性和成矿温度的差异性。

石英:粒状、团块状和细脉状,粒径0.01~0.07mm。

3.2.3 矿石化学成分

矿石中有用组分为CaF₂,全区平均品位71.39%;经光谱分析得知矿石中其它有益组分含量太低,暂不能被利用。矿石工业用途为萤石粉矿,主要有害组分为Fe₂O₃和SiO₂、S、P(见表2),各组分均低于有害组分指标要求。

3.2.4 矿石风化特征

矿体氧化带不太发育,分带不明显。一般风化氧

表2 矿石有害组分含量表

名称	相对含量(%)
SiO ₂	10.14~18.23
P ₂ O ₅	0.009~0.014
Fe ₂ O ₃	0.36~1.02
S	0.014~0.025

化带厚度1~3m,其下矿体均为原生矿石。

3.3 矿石类型和品级

(1)矿石类型:属于石英—萤石型。

(2)品级:矿体平均品位65.09%~79.53%,全区平均品位71.39%。矿石工业用途为萤石粉矿,产品粒度为60目,按照YB/T 5217-93《萤石粉矿》品级划分标准,属于五级品。

3.4 矿体围岩和夹石

矿体顶底板围岩为粗面岩、球粒流纹岩及流纹质凝灰岩,矿体与围岩界限清晰,通过坑内钻孔控制性的边样分析,CaF₂品位在0.91%~19.15%之间。围岩蚀变见有高岭土化、硅化、绿泥石化、碳酸盐化,近矿岩石轻微破碎,普遍存在断裂角砾岩。矿体内无夹石。

4 矿床成因及找矿标志

4.1 矿床成因探讨

矿体赋存在粗面岩、流纹岩及流纹质凝灰岩内的断裂带中,呈脉状产出,为简单规则的单脉状,产状与裂隙基本一致,矿体与围岩界线清楚。矿床空间位置与大的断裂构造有直接关系,是在大的构造断裂所形成的次一级构造中所形成的。受山咀—干沟窑正断层的影响,形成了近南北向和北东向的次级断裂构造格局,为萤石矿提供了导矿和储矿空间。

矿区及附近岩浆活动强烈,区内及外围有次石英斑岩和粗面岩出露。岩浆活动带来的大量氟,为萤石矿的形成提供丰富的物质来源。矿床的物质属多源的,主要物质来源为燕山期的酸性—中酸性岩浆的浅成侵入活动,部分来源张家口组火山岩地层。

矿床类型为热液充填型脉状萤石矿床,矿床成因

类型为与燕山期浅成酸—中酸性岩体有关的低温充填型萤石矿床。

4.2 找矿标志

(1)含萤石硅质脉及硅质脉:从已知的矿体出露情况可以看出,地表一般都是硅质较多,表现为含萤石硅质脉或硅质脉,向深部硅质逐渐降低,萤石含量升高。硅化不仅是一种重要的找矿标志,而且一般形成于早期阶段,成为一种天然隔挡层,对含氟气液的成矿作用有利,随着硅化强度的增加矿体加厚,规模增大,地表有一定规模的硅化时,指示下部有萤石矿体的存在。

(2)构造裂隙:断裂构造带为萤石矿提供了导矿和储矿空间,直接控制着萤石矿体或硅质脉的分布。是直接的找矿标志,本区萤石矿体均产在构造裂隙中。

4.3 找矿方向

构造是本矿区重要的控矿因素,区内矿体严格受近南北和北东向构造裂隙控制。构造是本区萤石矿形成的运移通道和充填空间,成为有利的导矿和容矿构造。 F_1 、 F_2 和 F_3 断裂为山咀—干沟窑正断层两侧形成的次级断裂,这些次级断裂被含矿热液所充填,形成具有一定工业价值的萤石矿脉。

综合上述找矿标志和矿床成因分析,对照本矿区及

外围地质环境、特征来看,矿区沿断裂构造线走向尚具有一定的找矿潜力。

参考文献:

[1] 王政,齐新国,王立考,等.河北丰宁头道沟萤石矿地质特征及找矿方向[J].中国非金属矿工业导刊,2022(4):12-14.

[2] 刘仲光,刘韧,王日光.丰宁县木太沟萤石矿地质特征及找矿前景[J].中国新技术新产品,2017(9):104-105.

[3] 金涛.冀北地区萤石矿地质特征及成因初探[J].化工矿产地质,2021,43(4):297-306.

[4] 王恒,崔岩,袁鹏.我国萤石矿分布特征及规律探索[J].冶金管理,2021(21):100-101.

[5] 于宝安,杨勇,王晓磊.中国萤石矿床分类及其成矿规律[J].冶金管理,2021(21):90-91.

[6] 赖木收,刘仲光.内蒙古正蓝旗民乐北山萤石矿成矿地质特征及找矿方向[J].现代矿业,2021,37(9):61-63,79.

[7] 刘亨,齐艳妮,牟业龙,等.内蒙古阿巴嘎旗某萤石矿矿床成因与找矿思路[J].甘肃冶金,2021,43(3):111-113.

[8] 唐利,张寿庭,王亮,等.浅覆盖区隐伏萤石矿找矿预测:以内蒙古赤峰俄力木台为例[J].地学前缘,2021,28(3):208-220.

[9] 代晓光,商朋强,张成信,等.冀北招素沟萤石矿地球化学特征及矿床成因探讨[J].岩石矿物学杂志,2021,40(1):27-38.

[10] 刘高杰.冀西北康保—沽源地区萤石矿地质特征与成矿规律[J].新疆有色金属,2020,43(6):91-94.

(上接第96页)

安装完成后,将拉绳轮槽和同一侧的拖绳轮槽对齐,误差不得超过2mm;钢丝绳接头编结为钢丝绳直径的1000倍,其安全系统不小于6;在钢丝绳安装完成后,在使用之前,应空转8h,使其保持基本的平衡;最后,乘员设备包括悬挂和悬挂的座位,安装必须牢固可靠。

4 结束语

总而言之,在煤炭矿井作业中,架空乘人装置的质量直接关系到矿井的生产和人员的安全。与其他机械式乘人装置相比,该装置具有使用安全、维修方便、可靠等优点。并通过多年的乘人架空设备的运用进行详细的分析,提出了相应的解决方法,从而大大提高了乘人装置的安全性,对架空乘人装置的安全进行

及时的管理与控制,以保证施工过程的安全。

参考文献:

[1] 汪磊.浅析矿井用架空乘人装置存在问题及解决措施[J].世界有色金属,2021(17):225-226.

[2] 崔潞.煤矿用架空乘人装置存在问题及解决方法[J].矿业装备,2021(4):248-249.

[3] 翟政凯.煤炭井下架空乘人装置的设计[J].机械管理开发,2021,36(7):26-27,119.

[4] 王晓强.斜井架空乘人装置安全保护监控系统的设计[J].陕西煤炭,2021,40(3):181-184.

[5] 高姗.煤矿架空乘人装置选型计算方法[J].煤炭与化工,2020,43(5):92-93,96.

[6] 计海鑫.智能型矿用卡钳式可摘挂抱索器架空乘人装置的设计与应用[J].现代矿业,2020,36(2):96-98.