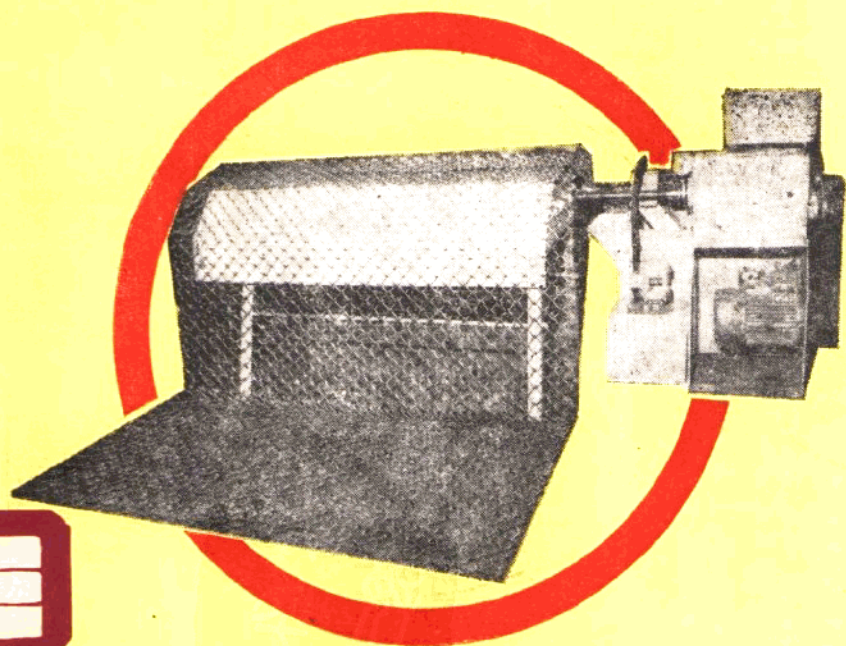


矿用菱形格子金属网

陈维国 朱鹤勇 编著



煤炭工业出版社

矿用菱形格子金属网

陈维国 朱鹤勇 编著

煤炭工业出版社

内 容 简 介

本书共分五章,系统介绍了我国开采厚煤层金属网假顶的使用现状,金属网假顶受力初步分析,菱形格子金属网实验研究,以及菱形格子金属网的编织和应用。另外还讲述了菱形格子金属网在矿山以外的应用范围。本书可供煤矿生产现场工程技术人员和工人阅读,也可供煤炭院校师生参考。

责任编辑:刘 瑾

矿用菱形格子金属网

陈维国 朱鹤勇 编著

*

煤炭工业出版社 出版
(北京安定门外和平里北街21号)
北京京辉印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092 \text{mm}^1/32$ 印张 $2^{1}/_1$

字数46千字 印数 1—600

1990年2月第1版 1990年2月第1次印刷

ISBN 7-5020-0395-9/TD-361

书号 3185

定价 1.15 元

引 言

煤炭开采受地质因素等客观条件影响，常常遇到很多困难，尤其是厚煤层开采尚缺乏经济有效的方法。历史上采用的高落法，不仅落后、不安全，且资源丢失严重。我国大于3.5m的厚煤层工业储量约占统配煤矿总工业储量的46%左右。新中国成立后，绝大多数缓倾斜或倾斜厚煤层采用走向长壁倾斜分层全部陷落法开采，这就给煤矿工作者提出了人工假顶及其材料等一系列新课题。

对于厚煤层分层开采的假顶技术，长期以来，人们未能重视。近年来，随着其它科学技术的高速发展，采煤技术也得到了迅速发展，因而也带动了厚煤层分层开采假顶技术的发展和革新。

人们知道厚煤层走向长壁倾斜分层全部陷落法对人工假顶的要求是：

(1) 假顶必须适应岩层塌落时所产生的冲击力和之后的承托隔矸性能。也就是说必须适应顶板岩石的冒落规律；

(2) 假顶整体性要好，要能适应各种装备的回采工作面，搬运及联接方便，有利于保证网和联网强度，节约材料，提高效率；

(3) 耐高温耐腐蚀；

(4) 取材方便经济。

建国初期采用木板人工假顶。由于资源有限又不经济，后改为竹笆假顶。竹笆材料来源比木材较容易又经济，但我

ABA34/06

国地域辽阔，温度、湿度差别变化很大，竹材从产竹区运到煤矿，往往变干变脆，不能使用。于是，又就地取材，以荆条编成荆笆做为人工假顶。然而随着煤炭产量的大幅度增长，荆条来源亦感不足（部分煤矿曾使用棉花杆做假顶），而且荆笆假顶厚度大，每片之间联接后仍有较大的空隙，撒柱放顶极容易搓动，使下分层工作面顶板破碎，矸石下漏，影响安全生产，影响煤炭质量。

近30年来金属网人工假顶被普遍采用，主要是经纬编织的格子网，它比木板、竹笆、荆笆假顶有了进步，使用中取得了许多成熟的经验。但技术上仍带有较大的盲目性，存在不少问题，尤其是经纬格子网结构本身的弊端所引起的技术经济效果值得研究探讨。

菱形格子金属网作为一种网型，早就存在，在日常生活里司空见惯。但是，应用于矿山采掘工业，在我国还是首次。因采掘工业的特点，菱形金属网必须能够满足承受很大的压力、拉力和不同的支护设备，而且还必须使结构参数尽可能合理、经济，在这个意义上说它又不是简单的代替和移植，必须具备用于煤炭工业的自身特性。

本书试图对厚煤层分层开采人工假顶的受力情况作定量分析，使人工假顶技术有比较明晰的理论依据，能够成为一项实用的技术。

本书还将讨论菱形格子金属网各项参数的选择，目的在于尽最大可能满足矿山采掘工业安全、经济、可靠的要求。

另外，本书对菱形格子金属网在破碎岩层中开拓岩石（或半煤岩）巷道、硐室、隧道工程的锚喷支护，以及高层建筑物的隔墙，筛选设备的筛网等其它许多场合的应用也做

了简单的阐述。

本书在编写过程中，曾得到有关部门领导的大力支持。对给予合作和提供帮助的同志深表谢意。另外，感谢董振华同志对本书所作的修改。

由于笔者水平有限，缺点错误难免，恳请广大读者批评指教。

编 著 者

一九八九年元月

目 录

引 言

第一章 我国金属网假顶使用现状	1
一、金属网假顶使用概况	1
二、经纬格子金属网假顶在使用过程中 存在的主要问题	4
三、改进金属网及铺网工艺的途径	9
第二章 金属网受力的力学分析	12
一、经纬格子金属网受力分析	12
二、菱形格子金属网受力及承力指标分析	16
三、菱形格子金属网与经纬格子金属网的 承力指标比较	23
第三章 菱形格子金属网实验研究	25
一、采煤工艺对假顶网的要求	25
二、金属网假顶实际型式的选择	25
三、合理的菱形格子金属网参数的选择	32
四、经纬格子金属网与菱形格子金属网的比较	33
第四章 菱形格子金属网的编织	38
一、菱形金属网编织机	38
二、编织机结构	43
三、编织机特点及操作	48
第五章 菱形格子金属网的应用	51
一、菱形格子金属网规格的选择	51
二、采煤工作面的铺网方法	51
三、菱形格子金属网的联接	62

四、菱形格子金属网在锚喷支护巷道中的应用.....	63
五、菱形格子金属网在其它方面的应用.....	65
參考資料	65

第一章 我国金属网假顶使用现状

在我国,大于3.5m的厚煤层工业储量非常丰富,产量约占统配煤矿总产量的一半以上。目前厚煤层分层开采普遍使用金属网假顶,并且已经取得了许多成熟的经验,但是还存在许多问题,需进一步深入研究探讨,以便进一步改善金属网假顶的使用现状。

一、金属网假顶使用概况

通过对开滦、鹤壁、潞安、平顶山、新密、大同、沈阳等矿务局的综采、普采、炮采及水采工作面的调查了解,对目前金属网使用的情况归纳如下:

1. 金属网规格及网丝型号

由于各矿的煤层厚度、开采分层数目、矿压活动规律及顶板岩石性质不尽相同,其所采用的网型规格、网丝直径也有所差别。除平顶山一矿采用直径2.0mm不退火低碳钢丝编织的经纬格子网外,其它各矿一般都采用3.5mm及2.8mm镀锌低碳钢丝编织的各种规格的经纬格子网(表1-1)。

2. 金属网铺网工艺

开采厚煤层使用金属网作为假顶,从50年代便在开滦赵各庄矿开始应用。随着广大技术人员和工人同志的不断总结,尤其是综合机械化采煤技术的发展,铺网工艺得到不断的改进和完善。目前各局、矿使用的金属经纬格子网铺网工艺主要有以下几种:

表 1-1 部分矿使用金属经纬格子网规格

矿 名	网片规格 (m)	网孔规格 (mm)	网丝直径 (mm)	单位重量 (kg/m ²)
潞安王庄矿	1.1×10	25×30	3.5	5.85
鹤壁矿务局	1.15×10	25×25	2.8	4.44
平顶山一矿	1×10	25×25	2.0	2.38
			(不退火丝)	
新密米村矿	1×10	20×30	2.8	4.03
开滦唐山矿	1.2×10	40×40	3.5×2.8	3.47
开滦赵各庄矿	1.1×10	25×25	2.8	4.25

注：单位重量为理论重量。

(1) 单层金属经纬格子网对接铺顶网：多数铺单层网的矿井均采用该铺网工艺，其特点是：在走向方向搭接 300~500mm，每隔 25~200mm 联一扣，在倾斜方向搭接 500mm，采煤机每进二刀或三刀铺一次网。铺单层网工艺简单，劳动强度较小。缺点是普采、炮采放顶时网易被扯破，使用液压支架时网也易被扯破，网破之后难以弥补，顶板管理效果较差。

(2) 双层金属经纬格子网对接铺顶网：由于单层网强度不够，受力状态不理想，所以有的局、矿变单层网为双层网，搭接 100mm 联网。由于增加了一层网，铺网工作量及成本相应增加一倍。该方法的主要缺点是联网处厚度大，放顶、移架易扯坏网，每层网受力不均，不是成倍增加承托能力。开滦唐山矿、赵各庄矿总结以往的铺网经验，创造了鱼鳞式搭接的铺网方法，即 1200mm 宽的网片互错 600mm，炮采 1000mm、机采 600mm（进一刀）联一次网，每隔 80mm 联一扣，这种铺网方法的主要优点是网片富有整体性，改善了网的受力状态。

(3) 炮采工作面铺顶网：开滦赵各庄矿在炮采工作面铺顶网，使用得非常成功。当工作面煤壁放炮后，迅速将网展开，每隔1.5m左右先联一扣与顶梁吊挂着的网片联上，然后挂梁、支柱再补联网扣。该铺网方法的主要特点是，网片铺成一个整体，易于保证铺网质量，但是由于网的延伸率小，回柱后出现张紧现象。出现这种情况时，赵各庄矿的做法是将绷紧部分人工剪开，由下而上补上一片较长的网。这样，改善了网的受力状态，避免了因绷破网而造成下分层回采漏矸冒顶。

(4) 炮采及普采工作面铺底网：其铺设方法为，在两排支柱之间，将金属网卷沿倾斜方向展开，然后联网。这种方法无论是铺单层网或者是双层网只能对接，铺联网难于保证质量，并且柱根处有空隙，给下分层开采破网漏矸留下隐患，这是该方法的致命弱点。

(5) 综采工作面铺底网：综采工作面铺底网，受到液压支架形式的限制，目前适应于铺设底网的支架品种不多。

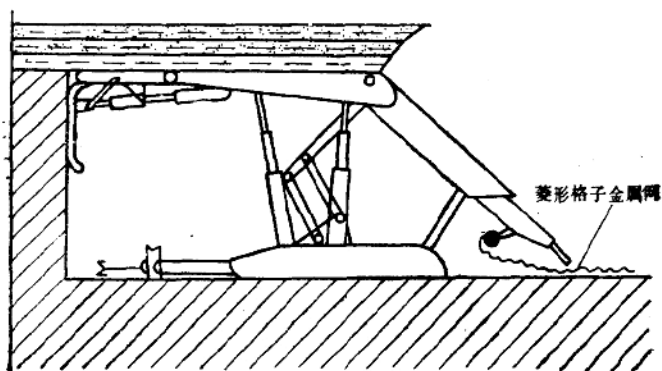


图 1-1 综采工作面底网铺设示意图

鹤壁矿务局六矿试验并已通过部级鉴定的FZ300—15/30支撑掩护式支架，在后掩护梁下较大空间内进行自动铺网，人工联网，效果较好（见图1-1）。大同矿务局一矿在垛式支架工作面铺底网，效果也比较好，其铺网方法为：将网卷挂在液压支架前后柱中间，在支架下部装一压轴，人工前后联网，液压支架迈步前进，展网顺走向方向。这两种方法的主要优点是克服了支架前梁挂破网的缺点。综采使用液压支架，设计上应当考虑需具有铺网功能和联网空间，使铺网与其它工序互不干扰。

二、经纬格子金属网假顶

在使用过程中存在的主要问题

经纬格子金属网假顶比起竹笆、荆笆假顶有了很大的改进，但目前仍有许多问题有待研究解决。

1. 网的结构方面的问题

在我国的厚煤层开采中，几乎全部采用经纬编织的格子金属网做人工假顶。这种网的致命弱点是：网的延伸率小；结构不合理而导致受力状态不理想。在使用过程中，即使铺上几层网，也往往是一层网甚至是几根金属丝受力，放顶、移架时常常易撕破网片或将网丝推成一堆（并丝），网片在受到大块尖棱岩石等集中压力时，网丝不能自锁，造成大面积破网、漏矸，甚至冒顶，影响工作面正常生产。

2. 联网质量问题

联网质量是保证网片完整和强度的关键之一。由于经纬格子网本身结构的问题加上联网丝不可能太粗（一般采用直径2.2mm、2.0mm退火钢丝。联网处的强度，根据试验测定，是原网强度的20%左右），并且联网处厚度大，不平整，

所以放顶、移架时，金属网常常在这里被扯破。调查发现，几乎 3/4 的破网都发生在联网处。综采多在沿倾斜方向联网处，炮采多在柱窝空隙处破网。另外，铺网、联网工作量很大，工人劳动强度较高，一卷重达 40kg 左右的金属网，搬运、展开、挂网、联网全部手工操作，井下工作空间有限，生产中铺联网占去相当多时间，对回采工作干扰较大。因此，改进网的结构与联网方法，减轻劳动强度，节省材料和铺联网时间，是提高工作面煤炭产量、回收率，保证安全生产的迫切需要。

3. 矿井水及采空区高温对金属网的影响

调查发现，矿井水的 pH 值在 6.2~8.1 时对网的影响不大，而采空区高温对网的锈蚀则有着极大的影响，尤其是淋水区域。沿工作面倾斜长度，下部二十余米及上部十几米，网的锈蚀比中部严重得多。我们知道，工作面端头附近是容易出现氧化反映的地段，而且矿压显现又比较剧烈，铺网联网质量难于保证，机械性损伤也多，因此网的氧化锈蚀及破坏比较严重。

4. 煤层分层数目与铺网层数

网的铺设层数直接影响金属网的消耗量、工人的劳动强度及吨煤成本。现在在这个方面全国煤矿很不一致。有的矿 6m 厚的煤层分两层采只铺一层网，如潞安王庄矿；有的矿 1.3~3m 厚的煤层也铺一层护顶网，如开滦范各庄矿、赵各庄矿；有的矿 8.5m 左右厚的煤层铺两层（或 3 层）网，分 4 层采，如鹤壁各矿；有的矿则 4 个分层铺四层网，如开滦唐山矿。由于各矿铺网层数及铺设顺序不尽一致，技术经济效益也差别较大（见表 1-2）。有的矿第一分层铺两层网，以下三个分层不铺网，网受到动压冲击次数多，间隔时间

表 1-2 部分局、矿金属(经纬)网假顶成本分析

局、矿名	规格 (mm)	网片面积 (m ²)	每卷价格 (元/卷)	铺网 层数	煤厚 (m)	分层 数目	每平方 价格 (元/m ²)	占吨煤 成本 (元/t)
潞安王庄矿	10号丝 25×30	10.5	46.83	1	7	2	4.82	0.9
鹤壁六矿	12号丝 25×25	11.0	56.43	2	8~8.5	4	10.26	1.19
开滦唐山矿	12号丝 40×40	11.0	33	4	10~12	4	13.47	1.25
平顶山一矿	14号丝 25×30	10.0	20	2	6~7	3	4.47	0.50
新密米村矿	12号丝 20×30	10.0	35	2	10	4	7.87	0.70
开滦范各庄矿	12号丝 50×30	11.4	34	2	6~8	2	7.16	0.73

注：表内占吨煤成本为1983年统计，其中鹤壁六矿为1987年统计。

长，网破坏锈蚀很严重，到四分层不得不丢掉1m多厚的顶煤；有的矿铺网层数过多，过迟，直至采完煤层全厚，网仍十分完好，造成巨大浪费；有的矿，上分层铺一层网，二分层补一层网，中间夹有碎煤碎矸，实际上只起一层网的作用。因此合理地确定铺网层数和铺网时间顺序是一个十分重要的问题。

5. 金属网破坏的主要原因

前面已经提到，金属网的锈蚀及破坏受多方面的因素影响，如矿山压力显现规律、埋址时间和次数、采空区高温及矿井水酸碱度等。但何者为主要原因呢？网的锈蚀与它们的关系如何呢？不同地点网的破坏程度有何区别及如何确定最合理的铺网技术措施？为此，调查了鹤壁六矿7个工作面不同铺网时间及地点的金属网假顶，取得数据如下（见表1-3）。

一般说来，强度的改变，标志着在锈蚀过程中钢丝的内

表 1-3 銷壁六可部分工作面采后网丝取样数据之一

取 样 地 点	原网层数	锈 蚀 后 网 丝				对 比 率			备 注
		埋址时间 (月)	直 径 (mm)	破 断 力 (kN)	强 度 (MPa)	直 径 (%)	破 断 力 (%)	强 度 (%)	
213工作面上部	2	22	2.74	2.471	461.76	0	9.70	11.48	二分层
262工作面上部	2	25	2.58	2.442	466.86	5.83	13.26	10.50	三分层
251工作面上部	2	28	2.70	2.687	469.12	1.46	1.80	10.07	四分层
274工作面上部	1	29	2.70	2.255	450.0	1.46	11.56	13.73	二分层
222工作面上部	2	38	2.50	2.569	522.25	8.76	6.10	1.00	四分层切眼
251工作面上部	1	50	2.50	2.226	453.33	8.76	16.63	13.10	四分层
262工作面上部	1	51	2.00	1.363	433.82	27.00	50.17	16.84	三分层
213工作面中部	2	22	2.70	2.510	438.33	1.46	8.24	16.10	二分层
262工作面中部	2	25	2.65	2.873	574.80	3.28	-5.01	-10.10	三分层
251工作面中部	2	28	2.70	3.138	547.64	1.46	-14.67	-5.01	四分层
274工作面中部	1	29	2.74	2.813	461.76	0	-3.94	11.48	二分层
222工作面中部	2	38	2.74	2.452	368.04	0	10.39	23.21	四分层切眼
251工作面中部	1	50	2.60	1.669	347.55	5.11	42.63	33.37	四分层

取样地点	原网层数	锈蚀后网丝				对比率			备注
		埋址时间(月)	直径(mm)	破断力(kN)	强度(MPa)	直径(%)	破断力(%)	强度(%)	
262工作面中部	1	29	2.50	2.157	439.31	8.76	21.15	15.79	三分层
213工作面下部	2	38	2.00	2.079	465.49	27.00	24.06	-26.80	二分层
262工作面下部	2	50	2.12	1.942	550.00	22.60	29.03	-5.40	三分层
251工作面下部	2	51	2.60	2.620	474.51	5.11	7.89	9.04	四分层
274工作面下部	1	51	2.50	2.569	519.61	8.76	6.10	0.40	二分层
222工作面下部	2	22	2.60	1.530	288.04	5.11	44.08	44.78	四分层
251工作面下部	1	25	2.60	2.157	458.33	5.11	21.14	12.14	四分层
262工作面下部	1	28	2.32	0.882	208.73	15.33	67.74	59.61	三分层

注: 对比率 = $\frac{\text{原-锈}}{\text{原}} \times 100\%$

部性质发生了改变,而破断力的降低则反映锈蚀程度以及其他诸因素综合影响的结果。

钢丝的锈蚀不仅仅受埋压时间长短、采空区温度、湿度、淋水、水质等的影响,还受到多次放顶等各种机械活动的破坏,分层越多,机械活动次数越多,破坏也越严重(见表1-4)。

表 1-4 鹤壁六矿部分工作面采后网丝取样数据之二

工作面 编 号	埋 址 时 间 (月)	工作面上部		工作面中部		工作面下部	
		破断力 (kN)	强 度 (MPa)	破断力 (kN)	强 度 (MPa)	破断力 (kN)	强 度 (MPa)
213	22	2.471	461.8	2.51	438.3	2.08	405.5
262	25	2.44	466.86	2.87	574.8	1.94	550.0
251	28	2.69	469.12	3.14	547.8	2.52	474.5
274	29	2.26	450.0	2.84	461.8	2.57	519.2
262	51	1.36	433.8	2.16	439.3	0.88	208.7

三、改进金属网及铺网工艺的途径

经调查获得的网及铺网过程中的问题,有下述改进途径:

1. 改进网型和合理选取钢丝直径

改进网的结构形式,是从根本上改变网的力学性质及金属网假顶受力状态的最好办法。调查发现,经纬格子金属网的破坏,并不是单纯由于其强度不足,主要是由于经纬格子金属网结构、延伸率的问题以及遭受动压冲击,折曲而破坏。因此,对金属网的要求,既要有一定强度,更主要的是对放顶、铺设、移架等过程的适应性,因为任何一种网都不可能刚性地承托顶板。另外,在改进网的结构的同时,应选择