

浅谈煤矿井巷喷浆造型工艺

李树鹏

华电煤业集团工程技术有限公司 陕西 榆林 719000

摘要：不连沟煤矿6煤辅运延伸大巷受地质条件影响，巷道上中部片帮严重，成型差，不符合煤矿井巷成型要求。掘进过程中已实施锚网支护，现需进行安全生产标准化成巷造型喷浆。喷浆前对片帮深度超过一定数值地段先补打造型锚杆，并按照巷道中线，严格控制锚杆外露长度，然后对巷道初喷，初凝后对片帮超挖处多次复喷，直至喷填至巷道设计毛宽位置，开始补挂造型钢筋网片，最后复喷成型，达到设计的宽度。该种先初喷后挂造型网最后复喷成巷与以往传统先挂造型网，然后连续多次复喷成巷工艺相比，大大减少喷射回弹率，从而节约了材料成本，提高了成巷效率，取得了良好的经济效益，为类似条件巷道喷浆成巷施工提供一定的参考价值。

关键词：造型喷浆；二次挂钢筋网；成型修复

1 应用背景及条件

不连沟煤矿位于准格尔煤田，现开采的6#煤属薄基岩厚松散层特厚煤层，6煤辅运延伸大巷为沿底掘进煤巷，巷道设计宽度5.8m，高度4m，巷道断面较大，因煤层节理发育，掘进过程中片帮严重，锚网支护后，对巷道进行断面写实，两帮中上部大部分片帮深度达到500mm，巷道成型差。

喷射混凝土因其施工机械化程度高，施工速度快，对围岩封闭效果好，被广泛应用于煤矿巷道和硐室围岩封闭和支护工程，单独使用时，喷射混凝土厚度一般为50-150mm，与锚杆、钢筋网片联合使用多次喷射，喷层厚度也可以达到250mm^[1]，但混凝土为脆性材料，实验表明，当喷层厚度超过300mm时，不仅回弹加大、养护期长，而且后期容易开裂，造成施工成本高、工期长。

6煤辅运延伸大巷为永久巷道，服务年限在30年以上，需喷浆封闭，对围岩和支护材料进行封闭保护，大巷成型要求达到优良水平，喷浆后巷道宽度5.5m，表面平整度1m²内允许偏差≤50mm。单纯喷浆施工需多次复喷，喷浆厚度大，中上部达到500mm，复喷过程容易脱落，浪费材料同时增大施工难度，且厚大体积混凝土容易开裂，强度降低，增加后期维护成本。

传统的工艺是在初喷前，在片帮超挖地段补挂造型金属网，然后初喷、多次复喷直至达到设计宽度。原始的施工工艺，每次喷浆喷射体都要穿过造型网孔，回弹量非常大，随着复喷次数增加，造型网孔越来越小，回弹率越来越大，最后可达50%以上，大增加材料成本，施工效率十分低下，为解决上述难题，经研究，决定改进传统造型网施工顺序，在初喷前，对片帮深度超过500mm的位置先只打造型锚杆，过程中改进施工工艺，

然后喷浆，达到巷道设计的毛宽后，安装造型钢筋网片，最后复喷成型，喷后形成钢筋混凝土层，提高喷层的整体性，改善喷层的抗拉性能。

2 施工工艺及技术要求

2.1 施工工艺

施工工序：清理浮矸→断面写实测量→根据巷道中线标记片帮深度超过500mm的位置→打锚杆→保护巷道管路、线缆→拉铁丝设置控制线→清洗巷帮→初喷→安装钢筋网片→复喷→下一循环。

2.1.1 打锚杆

在巷帮距巷道中线的距离超过3250mm的位置（片帮厚度500mm），打设Φ16×1800mm等强螺纹钢锚杆，锚固力不小于50KN，锚杆要成排成行，间排距1000×500mm，外露统一，锚杆端头距巷道中线3100mm，用橡胶套管保护锚杆端头，防止初喷过程损害锚杆端头螺纹，为安装钢筋网片留施工条件。

2.1.2 配、拌料

选用强度等级为P·O 42.5MPa普通硅酸盐水泥，纯净河沙，粒径不大于5mm石子，送质检站做级配试验，要求喷射混凝土的强度不低于C20，实验确定配比为水泥：砂：石子1：2.05：1.97，速凝剂掺入量为水泥重量的4%。

在地面用拌料机将符合要求的水泥、粗、细骨料，按设计配比拌匀，用工程车运至井下施工地点，喷浆料存放时间不宜超过2小时，使用前人工潮拌料，同时加入速凝剂，翻拌3遍，使其混合均匀，拌好的潮料含水率符合使用要求，能用手握成团，松开手似散非散，嘴吹无灰尘。

2.1.3 初喷、挂钢筋网、复喷

喷浆工作开始前，喷浆手操作喷头，在巷道内自上而下用高压风、水冲洗受喷面，保证喷体与受喷面结合

严密；喷浆时，喷浆手分段按自下而上，先帮后顶，由后向前，先填凹补坑、后找平的施工顺序进行喷射，喷头尽可能垂直受喷面，夹角不得小于70°，喷头距受喷面的距离保持800~1000mm，喷浆时，两人配合，一人持喷头喷射，一人辅助照明并负责联络，观察周围环境和喷射质量。

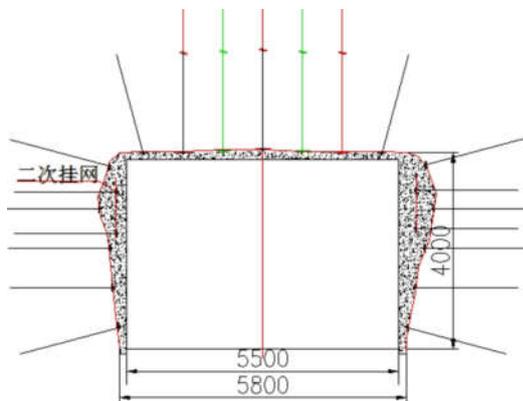
喷射过程中，喷头运行轨迹应呈螺旋形，按直径200~300mm，一圆压半圆的方法均匀缓慢移动，根据出料情况及时调整给水量，保证喷面无干斑，无流淌，粘着力强，回弹料少，每次喷射厚度控制在50~100mm，分段反复喷射，达到距巷道中线3000mm时停止初喷，安装2100×1000×Φ6.5mm的钢筋网片，用螺母拧紧托盘，将网片固定在锚杆上，两片钢筋网搭接之间采用14#镀锌铁丝均匀绑扎，绑扎间距不大于200mm，钢筋网搭接严密、平整，拉紧不松动。

挂钢筋网片后，及时复喷，复喷间隔时间不得超过2小时，否则用高压水冲洗受喷面；在钢筋网上喷浆时，要果断采用近距斜向和快速“点射”的方式喷射，确保钢筋后面喷射密实，不留下空隙^[2]。

2.2 技术要求

喷射前必须清洗巷帮，清理浮矸，挖出墙基础，在巷道顶板和两帮拉好线，安设喷厚标志；要喷射均匀、严密，喷浆后保证无“漏筋、穿裙，赤脚”现象；喷浆巷道净断面尺寸、平整度必须符合设计要求，巷道净宽5500mm，中线至任一帮的偏差为0~+150mm，巷道表面平整度1m²内允许偏差为≤50mm。

不得使用凝结、失效的水泥及速凝剂，以及含泥量超过规定的砂子和石子；喷射工作结束后，应按规定时间进行洒水养护，7天以内，每班洒水一次，7天以后，每天洒水一次，持续养护28天。



巷道断面图

3 二次挂钢筋网喷浆的优点分析

在厚大体积喷射混凝土中间夹入钢筋网，是对锚网喷联合支护原理的二次运用。锚杆与其穿过的岩体形成承载加固拱，混凝土层有效的将锚杆和围岩结合在一起，对锚杆间的表面岩石起支护作用，克服喷层整体性和刚性低的缺陷；喷层中间的钢筋网与混凝土形成复合结构，使支护体变成柔性支护，喷射混凝土与围岩结合更加紧密，最终凝结强度显著增强，既加强了支护体的自身承载能力，又和围岩形成一个整体，加强了围岩的自承能力，改善混凝土的拉力分布，喷射混凝土的整体强度提升10%。

在施工过程创新施工工序，先打锚杆，初喷完成后在安装钢筋网片，减少了因钢筋网片阻挡造成的回弹，经过对6煤大巷整体试验测算，喷射1m³混凝土回弹料由0.3m³减少为0.25m³，回弹率由30%降低至25%，6煤辅运延伸大巷长度1400米，喷浆量达5000m³，有效减少回弹浪费250m³多，节省材料费用11万余元，减少工程车运输喷浆料和回收回弹料70多台班，同时加快了施工速度，降低人工、车辆的费用，风、水、电费相应减少，经济效益明显。如果只对超挖量500mm地段，回弹率可以下降20%，经济效益更加显著。

4 结语

煤矿大巷造型喷浆技术的应用，实现了煤矿大巷标准化施工的要求，有效解决了厚大体积喷射混凝土容易开裂的难题，在保证喷浆质量的同时，降低了后期维护成本，二次打锚杆、挂钢筋网片施工工艺简单，易操作，属成熟技术，与喷射混凝土技术的结合使喷浆支护的有效厚度达到500mm以上，应用效果明显，经济效益好。该技术一方面可应用于煤矿大巷道喷浆封闭，另一方面也可应用于铁路、公路等大断面地下隧道中成型要求高的工程中喷浆支护，具有较高的推广价值。

参考文献

- [1]宋宏伟.井巷工程[M].北京,煤炭工业出版社,2005,172-179.
- [2]高燎原.大巷喷浆技术分析[J].内蒙古煤炭经济,2013(06):91-92.
- [3]Gao Liaoyuan.Technical analysis of Shotcrete in Roadway[J]. Inner Mongolia coal economy, 2013(06):91-92.