



# 特殊条件下 锚喷支护

煤炭工业出版社

# 特殊条件下锚喷支护

《特殊条件下锚喷支护》编写组编

煤炭工业出版社

## 特殊条件下锚喷支护

《特殊条件下锚喷支护》编写组编

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本 787×1092 1/32 印张 1 3/4 插页 1

字数 37千字 印数 1—12,300

1976年3月第1版 1976年3月第1次印刷

书号 15035·2042 定价 0.18元

## 前 言

锚喷支护是井巷施工中一项多快好省的支护方法。一九七三年原燃化部煤炭开发组曾将锚喷支护纳入《岩巷掘进十六项经验》大力组织推广，一九七四年又以煤开字第416号文下达了“在井巷施工中推广锚喷支护的通知”，得到了各单位领导的重视，一年来有了较大的发展。

实践证明，当前在各类岩石中掘进，除流沙层外，采用锚喷支护都是行之有效的，特别是在松软破碎岩层、底鼓巷道、采区动压巷道采用锚喷支护远比砌碛、架棚的方式优越。

这本小册子例举了锚喷支护在硐室、马头门、交岔点、双轨大巷、立井、斜井、平巷穿过松软破碎岩层和断层带，动压区的煤巷、底板巷道中应用的实例，供有关单位和同志们学习参考，希望通过这本小册子中介绍的实例，能有助于这项新技术的推广。

必须指出，锚喷支护目前在机械化配套方面、降低粉尘、减少回弹和在煤巷中的应用研究的还很不够，这些都是进一步推广锚喷支护极为重要的攻关项目。我们要高举“鞍钢宪法”的旗帜，发扬愚公移山的精神，树雄心立壮志，力争尽快的攻克这些项目。

本书由朱之芳、刘群、黄振宇、王占国、曹孝筦等同志整理编写，经沈季良、王传久同志校阅，对此一并致以谢意。

# 目 录

## 前 言

|     |                           |    |
|-----|---------------------------|----|
| 第一章 | 锚喷支护在硐室、马头门工程中的应用 .....   | 3  |
| 第一节 | 锚喷支护在硐室施工中的应用 .....       | 3  |
| 第二节 | 锚喷支护在马头门施工中的应用 .....      | 9  |
| 第二章 | 锚喷支护在交岔点、双轨大巷中的应用 .....   | 13 |
| 第一节 | 锚喷支护在巷道交岔点中的应用 .....      | 13 |
| 第二节 | 锚喷支护在双轨大巷中的应用 .....       | 23 |
| 第三章 | 锚喷支护在松软破碎岩层和断层带中的应用 ..... | 26 |
| 第一节 | 立井采用锚喷支护通过破碎带 .....       | 26 |
| 第二节 | 斜井采用锚喷支护通过松软破碎岩层 .....    | 27 |
| 第三节 | 平巷施工中采用锚喷支护通过破碎带 .....    | 31 |
| 第四章 | 锚喷支护在采区动压巷道中的应用 .....     | 36 |
| 第一节 | 锚喷支护在回采工作面巷道中的应用 .....    | 38 |
| 第二节 | 锚喷支护在近煤底板岩巷中的应用 .....     | 42 |
| 第五章 | 加强锚喷支护的工程质量 .....         | 49 |

# 第一章 锚喷支护在硐室、马头门工程中的应用

## 第一节 锚喷支护在硐室施工中的应用

在大断面硐室工程中采用锚喷支护施工时，应根据围岩的稳定情况和硐室的断面等因素，选择合理的施工方法。一般可分为以下几种类型：

1. 全断面一次掘进，边掘边锚喷或先掘后锚喷的施工方法。它适用于断面小于  $15 \text{米}^2$  的各类硐室。

2. 台阶工作面掘进，掘锚单行或平行作业的施工方法。适用于围岩比较稳定，断面大于  $15 \text{米}^2$  的硐室。这种施工方法的特点是将工作面分成上、下两个部分，上部（或下部）始终超前下部（或上部）工作面一定距离，形成台阶工作面，同时进行掘进与锚喷作业。

3. 先导硐，后刷大，随掘随锚喷或先掘锚后喷混凝土的施工方法。适用于固岩不太稳定、断面大于  $15 \text{米}^2$  的硐室。

选择施工方法时，还应采取相应的措施，如光面爆破、锚喷跟迎头、取消临时支护、一次成巷等，以保证快速、优质、安全施工。

辽宁省煤矿建设局采用全断面掘锚一次成巷的方法，在较短的时间内，在红阳矿区成功地施工了三个绞车房。抚顺矿务局采用锚喷支护的硐室有 300 马力绞车房 6 个、75~

150 马力绞车房 7 个、中央泵房 4 个、其他硐室 28 个。

下面介绍几个有代表性的硐室的施工情况。

### 一、红阳二井南一采区绞车房

该绞车房采用钢丝绳砂浆锚杆-喷射混凝土联合支护。

1973 年施工，至今支护状况良好。

绞车房断面 36.45 米<sup>2</sup>，跨度 8 米，高度 4.3 米，长为 22 米（见图 1）。

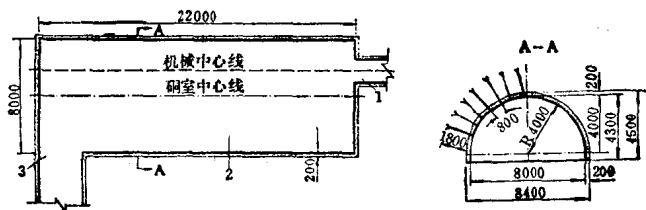


图 1 红阳二井南一绞车房

1—出绳口； 2—绞车硐室； 3—溜道

围岩为粘土质泥岩， $f=4\sim 5$ ，具有遇水膨胀、易风化的特性。

硐室的支护结构原设计为厚 500 毫米的料石砌，后改为锚喷支护。

钢丝绳砂浆锚杆，锚深 1.8 米，间距  $800\times 800$  毫米。

喷射混凝土的厚度：拱顶 200 毫米，两帮 200~250 毫米。

采用全断面一次掘进，边掘边锚喷的施工方法。锚喷顺序根据顶板围岩情况分为先锚后喷和先喷后锚两种方式，若顶板完整，放炮后先打锚杆，然后再喷 20~30 毫米厚的一层砂浆封闭围岩；若顶板破碎，放炮后则先喷一层砂浆做临时支护，待砂浆达到终凝后，再打锚杆。全硐室掘完后，按

设计要求，集中喷射混凝土。

整个硐室采用锚喷支护后，与原设计相比，减少开挖量 40 米<sup>3</sup>，节约木材 100 多米<sup>3</sup>，硐室经受了挖掘基础坑时的爆破振动，喷层未发生变形破坏。

## 二、龙凤矿主暗斜井皮带机机头硐室

该硐室标高为 -520 米，服务年限 40 年以上。掘进断面 56.7 米<sup>2</sup>，宽 7.8 米，高 7.1 米，全长 20 米（见图 2）。

硐室穿过的岩层为节理发育、呈蜡状滑面、易风化、破碎的玄武岩。

硐室的支护结构原设计为厚 800 毫米的三心拱形双筋混凝土碛，碛内每米设一架钢轨棚（45 公斤/米）。后经“三结合”小组反复讨论研究，认为原设计费工费料，施工期

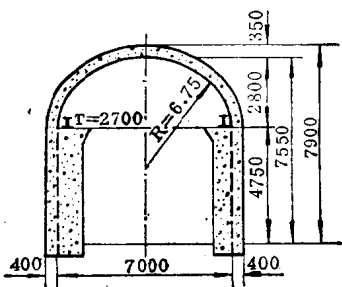


图 2 皮带机机头硐室

长，所以决定改为钢丝绳砂浆锚杆-喷射混凝土联合支护。

硐室主体部分锚喷支护的主要参数为：锚深 1.8 米；锚杆间距 500×600 毫米；喷射混凝土厚度：拱部 350 毫米，两帮 400 毫米。

由于围岩稳定性较差，硐室断面较大，施工时采用了先掘导硐，后刷大的施工方法。如图 3 所示，先在硐室右侧掘一个断面为 15 米<sup>2</sup>的导硐 I、然后掘顶部岩石 II 和中间岩石 III，最后刷帮 IV。

在掘顶部岩石时，为了得到比较符合要求的断面形状，将周边眼的间距减小为 600 毫米左右，周边眼距巷道轮廓线 100~150 毫米，并适当减少周边眼的装药量。这样爆破后



由于震动小，巷道轮廓比较光滑平整。

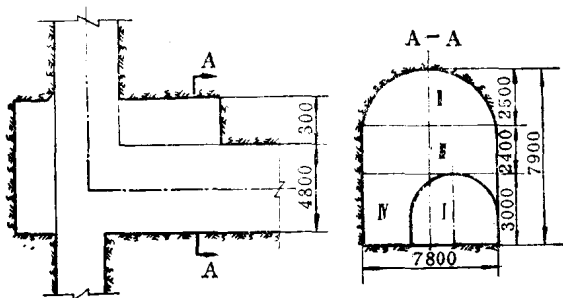


图3 硐室施工顺序图

随着掘进及时打锚杆，钢丝绳锚杆长4.2米，每根插入两个锚杆孔内，呈“U”形布置，锚深1.8~1.9米（见图4）。这样布置锚杆相当于挂金属网。在局部围岩破碎地段，为了防止放炮冒顶，曾打超前锚杆护顶，如图5所示。锚杆安装完毕以后，及时喷一层5~10毫米厚的砂浆封闭岩层，防止围岩风化，起临时支护作用。

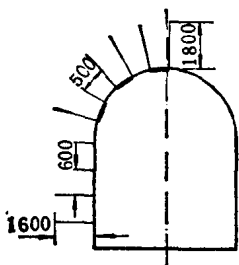


图4 锚杆布置图

在锚杆与初喷砂浆层的掩护下，掘进Ⅲ、Ⅳ部分，随掘随锚，锚杆长1.8米，锚深1.6米，间距为600毫米，呈五花眼布置。

全硐室掘锚工作完成后，集中喷射混凝土至设计要求厚度。这样由于是连续喷射，能够提高效率 and 保证喷射质量。

整个硐室在施工过程中，由于开挖量大，放炮次数多，震动比较剧烈，经现场实际观察，当拱部锚喷4小时后进行爆破工作，一次爆破装药量为7.5公斤，支护质量仍然良好；

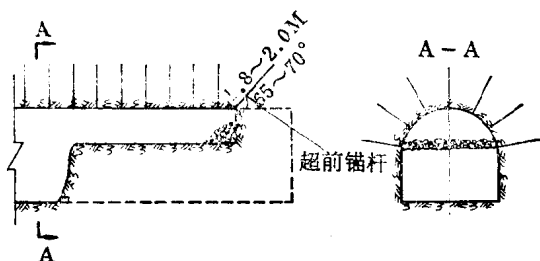


图5 超前锚杆

两带锚喷2~3小时后进行爆破工作，装药量为4.5公斤，爆破后支护质量亦未受影响。拱、帮喷浆部分都没有发现开裂、掉块现象。该硐室于1972年12月建成，至今支护质量良好。

采用锚喷支护后，与原设计相比，支护厚度减少二分之一，材料消耗减少一半，减少开挖量103米<sup>3</sup>，降低工程费用18000余元。

### 三、龙凤矿—635米水平东部水泵房

该硐室围岩为中等稳定的页岩、砂质页岩。掘进断面27.1米<sup>2</sup>，三心拱。跨度5.6米，高度4.5米（见图6）。原设计为厚500毫米的钢筋混凝土砌，后改为锚喷支护。采用钢丝绳砂浆锚杆，锚深1.5米，间距600×600毫米

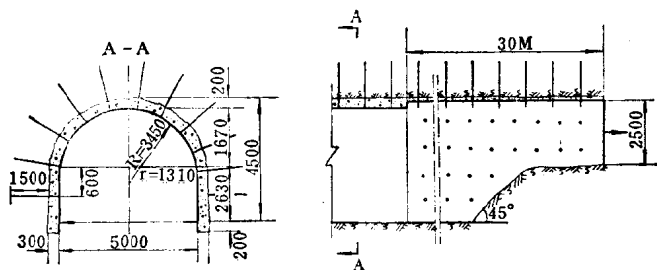


图6 龙凤矿—635米东部水泵房

米；喷射混凝土厚度：拱部 200 毫米，两帮 300 毫米。

施工方法采取正台阶工作面掘进，上部工作面超前 2 米，下部工作面呈 45° 斜坡，以便于上部工作面排矸。

在施工中采取掘、锚单行作业，二掘一锚的作业方式。初喷砂浆层厚度为 5~10 毫米。每掘 20~30 米后，按设计厚度喷射混凝土。

该硐室服务年限在 40 年以上。1973 年 8 月建成，至今支护质量良好。

#### 四、抚顺老虎台矿 -580 米水平中央水泵房

该硐室围岩一般为坚硬、稳定的花岗片麻岩，局部区段不太稳定。掘进断面 46.25 米<sup>2</sup>，三心拱。掘进宽度：拱部 7.5 米，墙部 7.1 米。高度 5.2 米。全长 210 米（见图 7）。

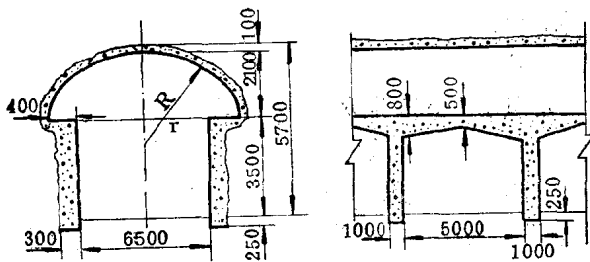


图 7 老虎台矿 -580 米水平中央水泵房

支护方式：该硐室在施工过程中，根据围岩的稳定情况，采用了三种不同的支护结构：

1. 顶板稳定时。采用纯喷射混凝土结构，喷射厚度为 50 毫米。

2. 中等稳定时。采用锚杆-喷射混凝土联合支护，锚深 1.5 米，间距 800×1000 毫米；喷射混凝土厚度 50 毫米。

3. 不稳定时。采用锚杆-金属网-喷射混凝土联合支护。

锚深 1.8 米,间距  $800 \times 800$  毫米;喷射混凝土厚度 100 毫米。

施工方法采用倒台阶工作面掘进,下部工作面超前 3~5 米,边掘边打两帮锚杆。挑顶后站在浮矸堆上打上部锚杆。围岩较稳定的区段,掘锚 15 米后喷射混凝土;围岩不太稳定的区段,边掘边锚,挂金属网后喷射混凝土。

该硐室服务年限为 50 年。1971 年元月建成,至今支护质量良好。

## 第二节 锚喷支护在马头门施工中的应用

马头门施工质量的好坏,对矿井正常生产影响极大。过去常采用混凝土或钢筋混凝土碛作为马头门的主要支护结构。随着锚喷支护技术的发展,抚顺龙凤矿—635米水平马头门和湖南青山立井马头门均采用了锚喷支护,取得了良好的效果。

抚顺龙凤矿—635米水平马头门,服务年限 40 年以上,自 1971 年竣工后,至今未发现任何变形破坏。

该马头门穿过的围岩为抗压强度  $600 \sim 800$  公斤/厘米<sup>2</sup> 的砂质页岩和玄武岩,岩性较稳定,岩层倾角  $65^\circ$ ,局部有小断层。

马头门最大断面为  $56.11$  米<sup>2</sup>,跨度 6.9 米,最大高度 8.56 米,长 91 米(见图 8)。

该马头门支护结构原设计为厚 800 毫米的双筋混凝土碛。后改为除与井筒连接处东侧 12 米,西侧 6 米仍为双筋混凝土碛外,其余部分均为钢丝绳砂浆锚杆-喷射混凝土联合支护。

钢丝绳锚杆锚深 1.6 米,一股七丝,直径 12 毫米,破断力为 9.74 吨。锚杆间距为  $600 \times 600$  毫米,呈方形布置。喷射混凝土的厚度为  $300 \sim 400$  毫米。采用冶建 -65 型混凝土喷射机和立式砂浆注眼器施工。

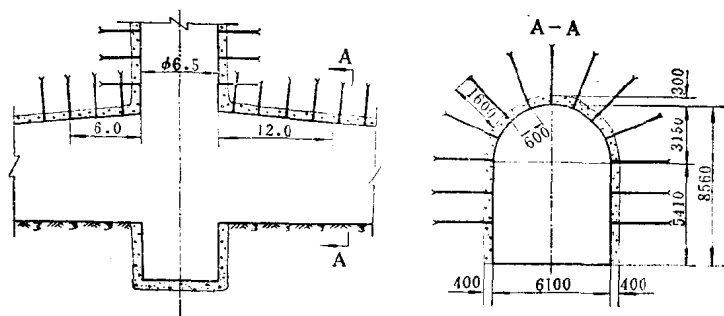


图8 龙凤矿-635米水平马头门

由于马头门断面较大，施工方法采用底部导硐掘进（见图9）。施工时，为了减小围岩暴露面积和暴露时间，先掘导硐Ⅰ，然后挑顶Ⅱ，挑顶后，立即按设计要求打上顶部锚杆，最后刷帮Ⅲ，随刷随锚上两帮锚杆。硐室全部刷好和打好锚杆后，集中喷射混凝土，喷射时按照自下而上先墙后拱的顺序，一次喷够设计厚度。

该马头门仅用三个月的时间就全部完工。而龙凤矿过去施工的-520水平马头门，采用套铁圈棚、双筋混凝土衬支护，衬厚800~1000毫米，工程全长100米，施工工期为一年。这两个马头门施工支护费用对比如表1、2、3所示。

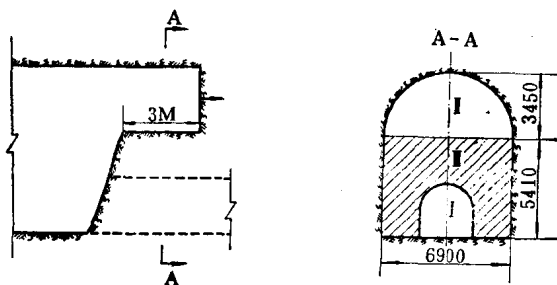


图9 龙凤矿-635水平马头门采用底部导硐掘进施工顺序图

表 1 -520 米水平马头门 每米支护材料消耗及工程成本对照表  
-635 米水平马头门

| 支护形式         | 掘进工程<br>量米 <sup>3</sup> | 方板             |     | 水泥  |     | 钢材   |      | 砂              |     | 坑石             |     | 坑木             |     | 支护工资 |         | 支护成本<br>元 | 每米掘砌成本<br>元 |
|--------------|-------------------------|----------------|-----|-----|-----|------|------|----------------|-----|----------------|-----|----------------|-----|------|---------|-----------|-------------|
|              |                         | 米 <sup>3</sup> | 元   | 吨   | 元   | 公斤   | 元    | 米 <sup>3</sup> | 元   | 米 <sup>3</sup> | 元   | 米 <sup>3</sup> | 元   | 工    | 元       |           |             |
| -520 双筋混凝土套棚 | 60                      | 4              | 132 | 4.5 | 270 | 3100 | 1050 | 25             | 100 | 2              | 120 | 40             | 188 | 1860 | 2223    |           |             |
| -635 单筋混凝土   | 55                      | 4              | 132 | 3.0 | 180 | 210  | 105  | 15             | 60  | 2              | 120 | 30             | 141 | 788  | 1070.75 |           |             |
| -635 喷射混凝土   | 52                      | —              | —   | —   | 2.8 | 168  | 56   | 22.4           | 12  | 97.2           | —   | 10             | 47  | 354  | 669     |           |             |

表 2 -520 米水平马头门 比较, 每延米人工材料、工程成本下降表  
-635 米水平马头门

| 支护形式  | 掘进工程<br>量米 <sup>3</sup> | 方板             |    | 水              |      | 泥   |       | 钢    |     | 材              |    | 砂              |     | 石              |       | 坑木    |   | 支护工资 |   | 掘砌成本<br>元/米 |
|-------|-------------------------|----------------|----|----------------|------|-----|-------|------|-----|----------------|----|----------------|-----|----------------|-------|-------|---|------|---|-------------|
|       |                         | 米 <sup>3</sup> | 元  | 米 <sup>3</sup> | 元    | 吨   | 元     | 公斤   | 元   | 米 <sup>3</sup> | 元  | 米 <sup>3</sup> | 元   | 米 <sup>3</sup> | 元     | 工     | 元 |      |   |             |
| 单筋混凝土 | 5                       | 30.25          | —  | —              | —    | —   | —     | —    | —   | —              | —  | —              | —   | —              | —     | —     | — | —    | — | -1153.25    |
| 喷射混凝土 | 8                       | 48.4           | -4 | 132            | -1.7 | 102 | -2044 | 1022 | -13 | 52             | -2 | 120            | -30 | 141            | -1506 | -1554 |   |      |   |             |

表3 -520米水平马头门比较, 全长100米, 人工、材料、工程成本降低总额表

| 支护形式     | 掘进工程           |           | 方板             |      | 水泥  |      | 钢材     |       | 砂              |      | 坑木             |      | 支护工资 |       | 支护成本元  | 节约砌成本元   |
|----------|----------------|-----------|----------------|------|-----|------|--------|-------|----------------|------|----------------|------|------|-------|--------|----------|
|          | 米 <sup>3</sup> | 元         | 米 <sup>3</sup> | 元    | 吨   | 元    | 公斤     | 元     | 米 <sup>3</sup> | 元    | 米 <sup>3</sup> | 元    | 工    | 元     |        |          |
| 单筋砌30米   | 150            | 907.5     | —              | —    | 45  | 2700 | 56700  | 28350 | 300            | 1200 | —              | —    | 300  | 1410  | 33660  | 34597.3  |
| 喷射混凝土70米 | 560            | 3388      | 280            | 9240 | 119 | 2140 | 143080 | 71540 | 910            | 3640 | 110            | 8400 | 2100 | 9870  | 105420 | 108780   |
| 累 计      | 710            | 4295.5280 | 9240           | 9240 | 164 | 9840 | 199780 | 99890 | 1200           | 4840 | 140            | 8400 | 2400 | 11280 | 139080 | 143377.5 |

## 第二章 锚喷支护在交岔点、双轨大巷中的应用

### 第一节 锚喷支护在巷道交岔点中的应用

巷道交岔点由于跨度大，围岩暴露面积大且断面多变化，支护工作十分困难。过去常用400~800毫米厚的料石碛、钢筋混凝土碛、大直径抬棚、金属棚等支护形式。翻修时不仅工作量大，施工困难，也很不安全，影响矿井正常生产。

近年来，不少矿区在交岔点工程中采用锚喷支护，有的已使用六年以上，经受多次来压考验，至今质量很好。不仅减少了掘进及维修工程量，节约了大量原材料，而且支护可靠，施工及维修方便，有利于矿井正常生产。仅抚顺矿务局统计，最大跨度大于9米的交岔点中采用锚喷支护的就有53个。

列举几个在交岔点中应用锚喷支护的实例如下。

#### 一、湖南永红矿六采区下部甩车场交岔点

交岔点顶板为厚0.3米的灰色页岩，其上为红色砂岩，都具有易风化，遇水膨胀的特点。

交岔点最大跨度5.0米，最大高度3.5米（见图10）。支护方式采用压缩木锚杆-钢丝网-喷射水泥砂浆联合支护。顶板锚杆密度3.3根/米<sup>2</sup>，两帮锚杆密度2.5根/米<sup>2</sup>。锚杆长度1.73米，间距0.5~0.7米，托板为钢筋混凝土预制板。喷浆厚度为30~50毫米。



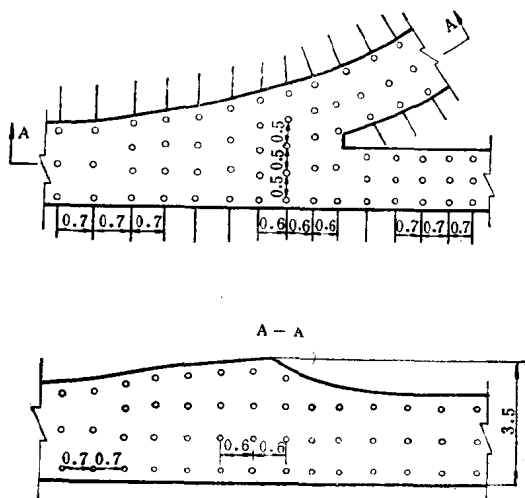


图 10 永红矿六采区下部车场交岔点

该交岔点已使用六年以上，质量良好。从该矿的实践来看，锚杆密度较大，可以适当减小。

## 二、龙凤矿 -520 交岔点

交岔点最大跨度 8.0 米，顶板为砂质页岩。

该交岔点于 1966 年施工，开始采用 43 公斤/米钢轨梯形支架支护，1968 年初，支架被压坏，棚梁以上冒落高度达 3 米，造成巷道堵塞（见图 11）。

翻修时，采用钢丝绳砂浆锚杆-喷浆联合支护。钢丝绳砂浆锚杆锚深 1.7 米。为了使锚杆能支承住较破碎的岩块，采用每根钢丝绳长度为 4 米，插入两个锚杆孔内，呈“U”形布置，组成复式钢丝绳砂浆锚杆。锚杆间距 500×500 毫米。喷浆厚度 30~50 毫米，参见图 11。

该交岔点采用喷锚支护后，至今已使用六年，质量好。