

# 进一步推广管缝式锚杆的意义

河南省煤矿基建公司 兰培庆

随着“光爆锚喷”技术的推广应用，人们为改善锚杆结构、节约杆体材料进行了多方面的探索和尝试。水泥锚杆、爆破锚杆、水压膨胀锚杆、管缝锚杆以及长锚索等各种新型锚杆相继涌现，这些新型锚杆的试验和推广，为发展和完善“锚喷”技术作出了相应的贡献，特别是管缝锚杆，以其独特的力学性能和结构简单、便于安装的特点，在全国各大矿区迅速推广应用，获得了日益显著的技术经济效益。

## 一、管缝式锚杆的工作原理和优越性

### (一) 基本工作原理

管缝式锚杆利用杆体弹性张力，对孔壁的全长产生径向压力及杆体、孔壁的摩擦力，加上下部托盘的承托力，使围岩小于三向应力状态，从而达到加固围岩和稳定围岩的支护目的。非张拉的砂浆锚杆不能对岩石施加预应力，是一种被动的岩石锚固装置。集中锚固式锚杆，也只能在锚杆轴线方向对岩层施加预应力，而管缝式锚杆则能在平行及垂直于轴线方向同时对岩层施加预应力。

当管缝式锚杆被强制打入比其直径稍小的钻孔中时，管体受到孔壁的约束力而产生环向压缩弹性变形。在试验和现场观测管缝锚杆的纵向和环向应力分布状态，发现当锚杆打入钻孔后，锚杆的环向应变比纵向应变高。由于锚杆是由屈服强度较高及弹性模量较高的材料制成的，锚杆必然在全长范围内对孔壁施加径向压力。经测定这个径向压力一般大于 $39.2\text{K N}$ 。在工程应用中，正是这种径向压力，使锚杆与孔壁间的岩层挤紧，控制岩石离层破碎，阻止岩石滑移和坠落。

此外，安装管缝锚杆时，凿岩机能使托盘紧贴岩面，也对岩石产生较大的支承力，这就使锚杆周围岩石处于三维压缩状态（如图1）。在按设计间距布置锚杆群加固的范围内形成一

个岩石压缩带，使岩层得到补强，成为一个整体结构，支承其自身重量和上部顶板压力，达到了支护目的。

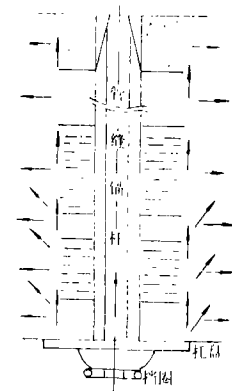


图1  
锚杆与托板作用  
在岩石上的力

### (二) 管缝式锚杆的优越性

1. 安装后能立即提供支承力，有利于及时控制围岩变形

在巷道开挖后，立即打入管缝式锚杆能及时提供径向支承力，对保持围岩强度，抑制围岩进入松弛状态有重要的作用，也是选择锚杆支护类型的准则之一。普通砂浆锚杆虽然有全长锚固的特点，但不能在安装后及时对围岩提供支承力，一般要在两天后砂浆凝固，锚杆才能对围岩提供较高的支承力。其它类型的锚杆如胀阔式锚杆和树脂锚杆，虽然能较快地提供支承力，但又存在安装工艺复杂和锚固力难于保持恒定等缺点。管缝式锚杆则随着安装过程即产生相当高的支承力。不同岩层条件下的管缝式锚杆拉拔结果表明，锚杆初锚固力一般在 $29.1\sim 68.6\text{K N}$ 之间，这就为早期控制围岩变形创造了极为有利的条件。

2. 当围岩有显著位移时，也能够提高和保持其锚固力

管缝式锚杆的一个重要特点是全长锚固，均匀受力。即使受力过大，锚杆与岩层间发生滑动，也不象集中锚固式锚杆或粘结型锚杆那

样, 锚固力急剧下降。焦作矿务局采用如下方法测试锚杆锚固力能否适应岩层移动承载能力: 当初锚固力测定后, 将锚杆继续向外拉拔, 把此时的拉拔力视为围岩顶板相对下沉时的锚固力。经测试锚杆拉出三个不同长度的锚固力值, 从23个钻孔中杆体拉出量10mm时, 锚固力平均51.9KN。从18个钻孔中杆体拉出量25mm时锚固力平均60.7KN, 最大117.6KN。拉出量25~30mm时锚固力达到166.6KN。从以上数据可以看出, 锚固力是随杆体拉出量增加而增加的, 当达到材料屈服点以后才开始衰变, 因而支承围岩的应变能力较强。即使顶板下沉, 锚固力也不会马上减小, 仍能支护顶板, 这种特性是其它锚杆所没有的。

3. 可以灵活调整锚固力, 提高对不同地层的适应性

在对岩层控制中, 由于地质条件和工程性质不同, 对支承力的要求也不相同。管缝式锚杆可以通过调整锚杆长度、钻孔直径以及在上端加“锚塞”、孔内注膨胀水泥等措施, 灵活地控制支承力的大小, 从而可以比其他锚杆更有效的控制岩层。

4. 锚固力随时间延长而增加

集中锚固式锚杆会产生应力集中, 由于岩层断裂, 爆破震动冲击, 锚杆蠕变等因素, 使岩层失去约束力, 从而锚杆锚固力急剧下降, 甚至不起作用。管缝式锚杆在工作条件下, 由于岩层的剪切位移或采掘过程中的爆破震动冲击, 会使钢管弯曲变形, 从而进一步锁紧岩层; 在应力较大或膨胀性围岩中, 钻孔直径会逐渐缩小, 钢管被挤得更紧, 导致锚杆弹性张力的提高; 在潮湿条件下, 锚杆的轻微锈蚀也会增加杆体的摩擦阻力。所有这些条件, 就会使锚杆的锚固力随着时间延长而增加。管缝式锚杆的支护刚度与支承力随着时间延长而增加的特性, 符合“岩石一支护”协同变形所要求“先柔后刚”的原则, 特别对延性流变岩体, 具有良好的适应性。

5. 管缝式锚杆对处理巷道底鼓有独到之处

巷道底板是页岩或松软膨胀岩层时, 遇水容易发生底鼓, 甚至会破坏整个巷道结构, 给安全生产带来严重危害, 在底板上打管缝式锚杆, 在锚杆孔内注上砂浆或树脂, 然后在底板

表面打上一层防水砼, 对抑止巷道底鼓有显著作用。

## 二、管缝式锚杆结构和使用方法

### (一) 管缝式锚杆结构

#### 1. 杆体结构

杆体是用钢板卷制而成的高强度钢管, 沿轴向全长开有一条9~14mm宽的缝口, 杆体前端50mm长呈锥形以利安装, 杆体后端焊有6.5mm钢筋制的环形挡圈或卷边挡卷用以支承托盘(如图2)。根据国内钢材品种, 管缝式锚杆材料一般选用2~2.5mm 16Mn、20MnSi和A<sub>3</sub>钢板, 锚杆直径根据设计可选用31~45mm, 缝宽可选9~14mm, 锚杆抗拉断力98KN以上, 锚杆长度一般为1.2m、1.5m、1.6m、2m、2.5m等, 可按设计选用。

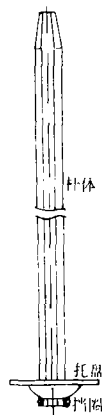


图2

#### 2. 托盘结构

托盘有圆形铸钢件, 有方形钢板冲压件, 圆形托盘由铸钢、玛钢铸造的8~10mm厚的圆饼中间有一穿锚杆的圆孔; 方形钢板托盘是采用4~6mm A<sub>3</sub>、20MnSi、16Mn钢板, 规格有120×120mm, 150×150mm的方形, 中间有直径90~100mm, 高16mm的凸台, 以提高其强度, 板中心冲有大于杆体外径2mm的圆孔, 以便套在杆体上, 从而使锚杆构成一个有机整体。

#### 3. 产品产地及规格(表1)

表1

| 产地   | 杆体   |      |      |                | 挡圈形式  | 托盘规格                  |
|------|------|------|------|----------------|-------|-----------------------|
|      | 外径mm | 长度mm | 壁厚mm | 材质             |       |                       |
| 长沙钢厂 | 39   | 1500 | 2    | 20MnSi         | 钢筋环焊件 | 150×150×6<br>20MnSi   |
| 湘潭钢厂 | 39   | 1500 | 2    | "              | 卷边    | "                     |
| "    | 39   | 1800 | 2    | "              | "     | "                     |
| "    | 41   | 1800 | 2    | "              | "     | "                     |
| 焦作局  | 43   | 1600 | 3    | A <sub>3</sub> | "     | 10mm 玛钢铸件<br>8mm      |
| 鹤壁局  | 31   | 1600 | 2.5  | "              | 钢筋环焊件 | 120×120A <sub>3</sub> |

## 问题探讨

4. 锚杆主要技术参数 (表 2)

表 2

| 项目<br>单位     | 初锚固力<br>(KN) | 杆体拉断力<br>(KN) | 挡圈拉脱力<br>(KN) | 托盘抗压力<br>(KN)       |
|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------------|
| 美国英格<br>索兰公司 | 29.4~58.8    | 109.7         | 71.5~89.2     |                     |
| 长沙钢厂         | 29.4~49      | 127.4         |               |                     |
| 湘潭钢厂         | 29.4~68.6    | 127.4         |               |                     |
| 焦作局          | 29.4         | 127.4         | 117.6         | 10mm 382<br>8mm 294 |
| 鹤壁局          | 39.2         | 78.4          | 78.4          | 137.2               |

### (二) 安装方法

安装工具: 采用风动凿岩机配置一个传递冲击连接棒, 即可方便地将锚杆打入钻孔。连接棒构造如图 3。

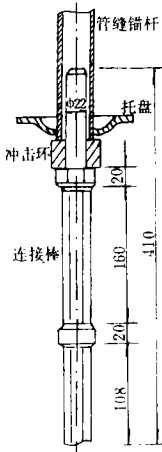


图 3

安装方法: 按照设计打好锚杆钻孔, 安装前需要检查钻孔的深度、直径大小、清洁度, 将托盘的凹面向前套入杆体, 将杆体锥端插入钻孔内, 再戴上冲击连接棒, 套入锚杆后端, 并将凿岩机与联接棒相连, 开动凿岩机, 将锚杆徐徐打入钻孔, 直到把托盘压紧岩石表面为止, 最后按施工要求进行喷浆, 如果先喷后锚, 锚杆打入钻孔后, 用水泥砂浆封住管口, 以减轻锚杆氧化锈蚀, 保证锚杆使用寿命。

### 三、管缝式锚杆推广的意义

管缝式锚杆已在我国的核工业、冶金工业、煤炭工业和铁路隧道工程应用方面取得成功, 特别是在松软围岩的巷道、处理冒顶、处理巷道底鼓、受爆破震动冲击影响的巷道和采面中

应用都取得了满意的效果。其优点概括为“三省一满足”, 即省时、省力、省钱, 锚固力满足国家规程规定的标准。据使用单位介绍使用这种锚杆, 每米巷道比木材支护可节省 200~300 元。比砌碛巷道支护每米可节省 400~500 元, 比普通锚喷支护每米可节省 15~20 元。平顶山矿务局、焦作矿务局、鹤壁矿务局在推广使用管缝式锚杆中都取得了很好的经济效益。

鹤壁矿务局在推广直径 45mm 锚杆的基础上又研制了 31mm 小直径锚杆, 其使用效果和经济效益都比大直径锚杆优越。

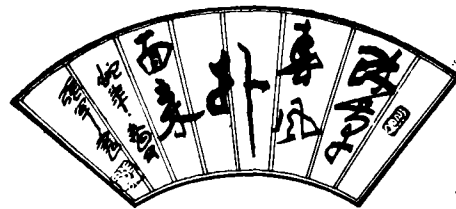
31mm 直径锚杆使用 30mm 钻头打眼可使眼速提高一倍。

31mm 直径锚杆比大直径锚杆每米成本低 0.8 元, 如果加上锚杆体积小、重量轻, 而少付出的运输、搬运、储存等费用所得的经济效果会更好。

31mm 小直径管缝式锚杆比大直径管缝式锚杆每套节省钢材 1.6Kg, 如果鹤壁矿务局每年使用 20 万套, 一年可节省钢材 320t, 价值 30 余万元。

综上所述管缝式锚杆比其它各类支护不仅支护效果好, 而且经济效益高, 如按设计强度需要减小锚杆直径, 其经济效益更加显著。若在全国煤矿推广使用, 不仅节约大量费用, 而且将会为解决煤矿支护材料紧张做出新贡献。

目前管缝式锚杆虽然在核工业、冶金工业、煤炭工业和铁路隧道大量推广应用, 但煤炭系统还有许多地、县煤矿和乡镇煤矿没有推广应用, 如果在地方煤矿也大量使用, 不仅能促进煤炭大力发展, 为改善煤矿安全状况也会起很大作用。



江苏盐城市郊区便仓供销社

张军书