

# 印度斯坦锌业SK铅锌矿斜坡道施工技术

冯广奎

中煤第五建设有限公司第三工程处工程管理科，江苏徐州 221000

**[摘要]** 根据印度SK铅锌矿生产开拓布局及采矿要求、技术特征、地质条件和现场实际情况，在混合井完成井筒装备后，采用南斜坡道下山掘砌、混合井-390m水平上山掘砌的施工方案，通过选择与施工方案和工艺配套、并与施工队伍素质相匹配的机械化配套设备组织快速施工。采用工程项目法管理，按生产、技术、机电、后勤四个部进行人员编制，根据工程需要定岗、定员、定责、定任务，通过内部考核机制，充分调动施工人员的积极性。为了保证施工质量，技术人员根据矿井建设验收标准与规范，制定了一系列质量管理细则。在施工中，从各工序、各环节抓安全，将安全隐患消除在萌芽状态中，确保安全施工无事故。

**[关键词]** 铅锌矿；斜坡道；专业班组；机械化；施工管理

## 引言

斜坡道施工管理的主要模式就是根据现场的实际情况进行机械化配套组织和爆破参数分析，加强施工管理的严密性，通过机械化模式保证施工完工的期限，同时也力求工程的质量保证和整个施工的安全问题。

### 1.工程概况

印度斯坦锌业有限公司SK斜坡道工程合同主要范围：斜坡道掘进、各水平巷道开口掘进、存矸硐室、回风通道、水仓、泵房。斜坡道分两部分施工：1、南斜坡道下山施工，2、混合井竖井上山施工，两个工作面对头施工。斜坡道掘进范围：-105 ~ -382m 水平之间，1/7 坡度施工，断面 5.5m×5m，掘进面积 27.5 m<sup>2</sup>，在斜坡道施工期间会进行施工相关的各水平巷道开口、存矸硐室、回风通道、水仓、泵房等措施巷道，以便于斜坡道施工。巷道断面形状及断面尺寸设计如下：

- ①巷道断面形状：巷道断面为直墙拱形；
- ②断面尺寸：斜坡道宽 5.5m× 高 5m；
- ③每 20m 一个躲避硐室：掘进断面宽 1200x 高 1800x 深 1000mm。

### 2.工程地质与水文地质

#### 2.1 工程地质

根据已施工过的混合井地质资料显示，-105 ~ -382m 水平之间以石墨云母片麻岩、片岩、碳酸钙片岩及钙质硅酸岩为主。

#### 2.2 水文情况

根据揭露岩石水文地质资料显示，此段水文地质类型简单。

### 3.斜坡道布置及支护说明

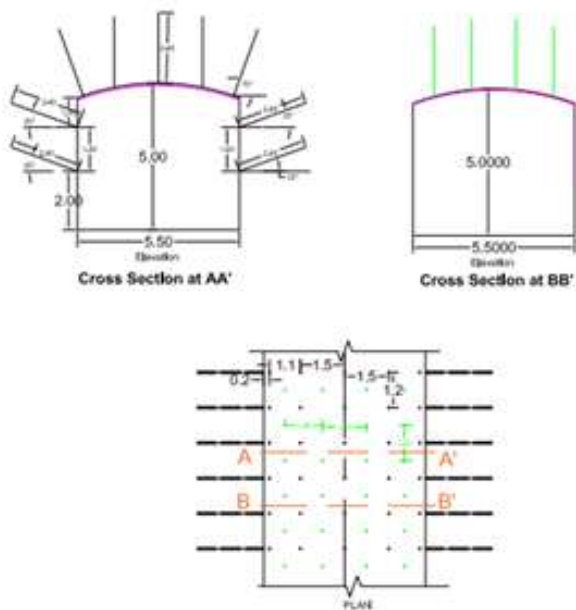
#### 3.1 井巷布置

印度斯坦锌矿 SK 南斜坡道工程斜坡道布置情况见下表：

施工部位	长度 (m)	掘进断面 (m <sup>2</sup> )	工程量 (m <sup>3</sup> )	备注
-105~-382m水平斜坡道	2000	26.59	53180	边勘探边设计边施工边施工

#### 3.2 支护设计

斜坡道设计为锚杆支护，支护参数：锚杆间排距 1200×1500mm，压网锚杆梅花桩布置（详见锚杆布置图）。支护材料：锚杆及锚固剂：锚杆规格 Φ22mm@2400mm 金属锚杆，托盘规格 150×150mm 蝶形托盘；网片：2.4×3.8m，网格 100mm×100mm 的 Φ6.5mm 金属网；锚固剂选用 Φ30mm@2400mm 树脂锚固剂。



#### 4. 斜坡道施工方法及施工工艺

##### 4.1 施工方法

斜坡道施工采用机械化作业线工艺施工，打眼采用山特维克双臂凿岩台车凿岩，装药车装炸药，人工连线爆破，使用 21t、17t 铲运机将矸石装入 30t、50t 排矸汽车，由排矸汽车排至地面，爆破时将凿岩台车及铲运机停至安全范围以外，计划采用山特维克双臂凿岩台车找顶、打锚杆、挂网支护。

##### 4.1.1 施工工艺流程

全断面打眼（双臂凿岩台车凿岩）→装药连线、撤人警戒、爆破（装药车装药）→通风洒水→工作面安全检查、处理隐患→出矸→锚杆支护、画轮廓线（双臂凿岩台车打锚杆眼）→下一循环。

要求：1、交接班，各种所用材料、设备备齐。2、钻眼前先检查工作面情况，敲帮问顶，找净顶、帮的危岩活石。3、检查机械，上足润滑油，检查各连接件是否连接牢固，液压台车按照规定及时保养，并按规定加油及相关部件润滑。4、准备齐打眼钎子和钻头，检查钎子是否透气，钻头是否完好。5、检查水管是否有漏水现象。6、检查水压是否能满足要求。7、检查核对巷道的中腰线，按爆破图表的要求定位打眼。8、作业时，要严格遵守岗位责任制，注意自身及他人安全。9、爆破后及时洒水降尘。10、检查机械设备，安全设施，然后进行出矸运输，清理迎头。11、合理安排各工序时间，尽量平行作业。

##### 4.1.2 不良岩层施工措施

当巷道通过断层、破碎带等不良岩层时，需采取如下措施：1、加强地质预报工作，防止因施工原因导致冒顶和片帮的发生。2、采用浅孔小药量爆破，减小对围岩的扰动，放炮后立即找掉浮矸，刷够断面立即进行锚网支护。3、加强顶板管理，严防片帮冒顶的发生，必要时追加锚索支护措施。4、当巷道过含水岩层坚持有掘必探，先探后掘的原则，由建设方负责地质钻探水。

##### 4.2 凿岩方式

施工中采用普通钻爆法破岩方式，全断面掘进施工方法。

##### 4.2.1 准备工作

- ①提前将台钻加油，工作前检查泵、发动机等正常；并检查管路、接头等无漏油、漏水现象。
- ②工作前应确定各部操纵杆、控制装置及仪表应处于正常。
- ③工作面要求清到底板，尽量保持工作面平整，便于支钻。迎头浮动矸石必须及时找掉，按照巷道设计，用红漆在工作面标定好轮廓线。同时，在适当位置标定出周边眼导向线。

##### 4.2.2 钻眼工作

巷道施工使用山特维克型双臂凿岩台车凿岩，直径  $\Phi 38\text{mm} \times 4800\text{mm}$ （长度）规格钻杆，配用  $\Phi 45\text{mm}$  “柱齿”型钻头湿式打眼。阿特拉斯 M2C 型双臂凿岩台车具有自动定位功能，在技术员确定好中、腰线先后，台钻司机将定位设置好就可以自动钻进。在使用山特维克台钻打眼时，打周边眼时，需要台钻司机手动调整台钻钻臂和标定周边眼导向线重合。打顶部眼时，台钻钻杆高度与轮廓线高度一致，以保证爆破后，达到预定爆破效果。空心眼先用  $\Phi 45\text{mm}$  钻头打好后，然后用  $\Phi 102\text{mm}$  钻头套眼。躲避硐室深度为 1.2m，在巷道施工过程中，一次全断面爆破施工完成。

##### 4.3 爆破作业

采用直眼掏槽。采用延期导爆管配合导爆管、导爆索、电雷管起爆，发爆器起爆。

##### 4.3.1 装药前的准备

放炮员必须在工作面附近围岩完好、避开电气设备和导电体的爆破工作地点附近进行装配引爆药卷，测量炮孔角

度和深度是否满足要求，确认无误后方可装药。

#### 4.3.2 装药

①南斜坡道下山巷道装药时，放炮员将炮头制作好后放入炮眼内，由建设方专业装药人员、装药车把胶状炸药装进处理好的炮眼内。

②混合井斜坡道上山巷道装药时，使用  $\Phi 40\text{mm} \times 300\text{mm}$  的水胶炸药（0.39Kg/卷）进行人工装药，使用黄泥做炮泥充填，放炮员应严格按照爆破图表中的设计装药量进行装药，装药时应小心将药卷放进眼内，并用炮棍将其送到眼底，要防止擦破药卷、折破导爆管脚线。装好药的炮眼必须用炮泥封堵严实。

水胶炸药由建设方配送至井口业主管理的炸药库房，需用时由放炮员领取，做好领退记录。

爆破原始条件

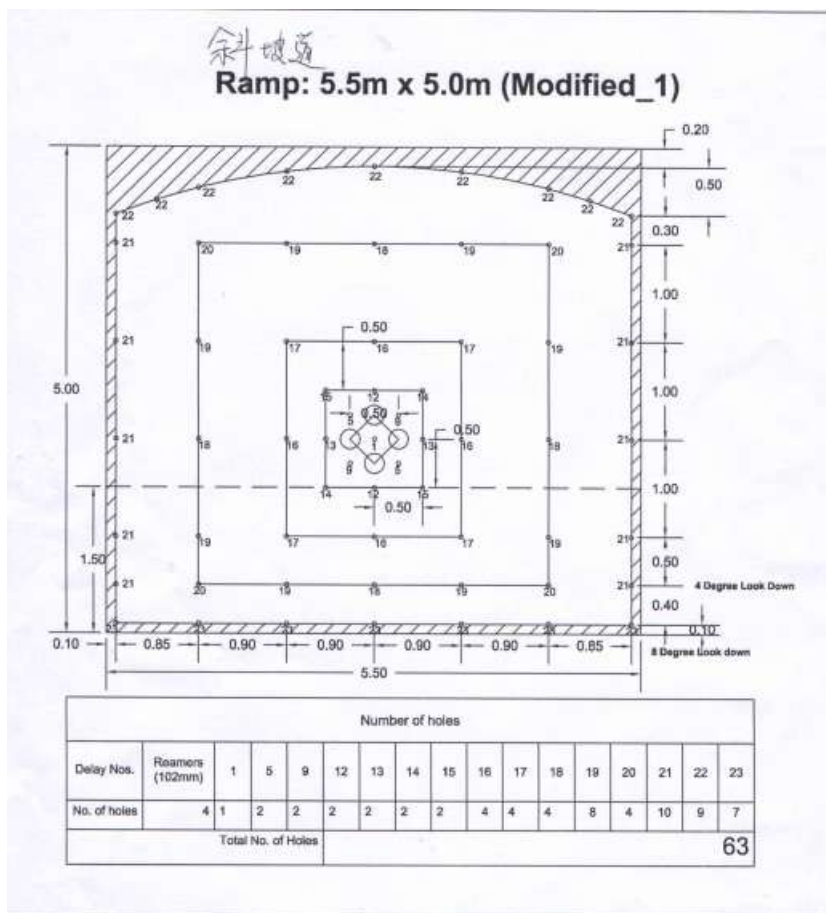
序号	工程名称	名 称	单 位	数 量	备 注
1	斜坡道	掘进高度	m	5	
2		掘进宽度	m	5.5	
3		掘进断面	m <sup>2</sup>	27.5	
4		岩石条件	f	12左右	
5		导爆管/电雷管	个	63/2	
6		炸药（040）	m/卷、kg/卷	0.3、0.39	

装药参数

炮眼 名称	数量 (个)	装药量		炮眼 深度 (m)	数量 (kg)	起爆 顺序	段发	装药 结构	联系 方式
		卷/眼	数量						
掏槽眼	4	空心眼		4.8				反 向 装 药	并 联
掏槽眼	1	13	13	4.8	5.07	1	1		
掏槽眼	2	13	26	4.8	10.14	2	5		
掏槽眼	2	13	26	4.8	10.14	3	9		
掏槽眼	2	13	26	4.8	10.14	4	12		
掏槽眼	2	13	26	4.8	10.14	5	13		
掏槽眼	2	13	26	4.8	10.14	6	14		
掏槽眼	2	13	26	4.8	10.14	7	15		
辅助眼	4	11	44	4.6	17.16	8	16		
辅助眼	4	11	44	4.6	17.16	9	17		
辅助眼	4	11	44	4.6	17.16	10	18		
辅助眼	8	11	88	4.6	34.32	11	19		
辅助眼	4	11	44	4.6	17.16	12	20		
周边眼	10	8	70	4.6	27.3	13	21		
顶部眼	9	8	72	4.6	28.08	14	22		
底部眼	7	8	56	4.6	21.84	15	23		
合计	63+4		631		246.09	备注：单个炸药药卷规格040mm、0.3m/ 卷、0.39kg/卷。			

预期爆破效果

序号	爆 破 指 标	单 位	数 量
1	炮 眼 利 用 率	%	91.3
2	每 循 环 进 尺	m	4.2
3	每循环爆破实体矸石量	m <sup>3</sup>	115.5
4	每循环炸药消耗量	kg	246.09
5	单位原岩炸药消耗量	kg/m <sup>3</sup>	2.13
6	每米巷道炸药消耗量	kg/m	58.59
7	每循环雷管消耗量	个	63
8	单位原岩雷管消耗量	个/m <sup>3</sup>	1.83
9	每米巷道雷管消耗量	个/m	15



#### 4.3.3 连线

采用并联连线方式，连线时须将电雷管脚线的接头刮净并扭结牢固，与放炮母线连接前，两根放炮母线要触碰一下，检查母线是否有电，若发现有电，一定要查明原因，将其电流排除后，才能与雷管脚线相联，连线前远离工作面一端的母线应扭结起来，以防止井下杂散电流经母线而形成通路，连线过程中，无关人员应撤离工作面并设置安全警示牌。

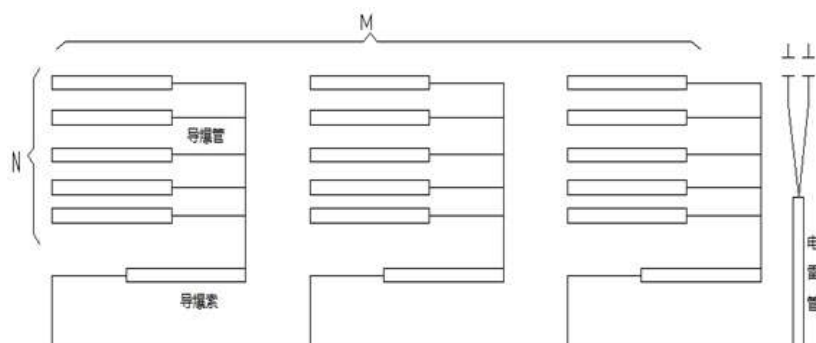
#### 4.3.4 放炮

- ①放炮前，工作面附近的工作机具及设备应撤至安全地点或做好防护工作，防止爆破矸石崩坏设施；
- ②放炮前，必须设专人在所有可能进入放炮地点的通道口上设置警戒；
- ③放炮前，所有人员必须撤至井口或安全距离处，并做好人员的清点工作；
- ④起爆器的钥匙由矿方安全员随身携带，由矿方安全员给起爆器手摇充电，按下起爆按钮；
- ⑤放炮时，如通电不爆，至少要等 15 分钟，方可沿线检查，找出不爆的原因并进行处理；
- ⑦放炮后去掉放炮母线电源，将放炮母线扭接在一起，炮烟吹净后方可进入工作面进行验炮、洒水工作；
- ⑧验炮及安全检查工作由安全员、队长和放炮员同时进行，在确认安全后，方可通知铲运机司机进入工作面出矸；
- ⑨发现瞎炮应及时处理，若为炸药或雷管的质量问题所致，需在距拒爆炮眼 300mm 处另打与拒爆炮眼平行的新炮眼，重新装药放炮来处理，严禁手拉或掏挖瞎炮雷管。

#### 4.3.5 装药结构

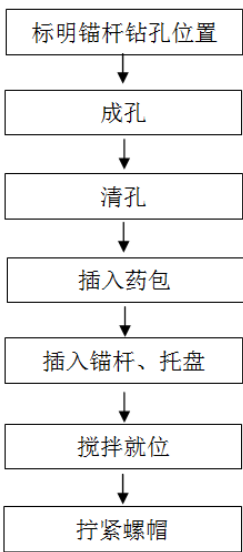
反向装药结构（见下图）。爆破参数详见附图爆破图表。

连线方式如下



4.4 支护形式

4.4.1 永久支护工艺



树脂锚杆施工工艺流程图

4.4.2 树脂锚杆安装与锚固力检验应遵守如下要求：

- ①钻孔：凿岩台车钻孔，孔径为  $\Phi 38\text{mm}$ ，孔深 2.4m。
- ②锚杆安装：人工将装有树脂药包的塑料管装在台钻上，台钻司机将锚固剂送入锚杆眼内，然后用台钻推送锚杆搅动锚固。打锚杆眼前根据设计要求用红油漆标明钻孔的位置，钻孔时注意控制钻孔角度、孔深、钻孔的位置，钻孔结束后用台钻高压水将孔冲洗干净，清除孔内岩碴及孔壁岩粉。
- ③拱顶处 3 个锚杆眼与岩面垂直打眼，两个肩窝处锚杆眼与岩面成  $70^\circ$  夹角，墙部锚杆与岩面成  $20^\circ$  夹角。
- ④安装前测量锚孔深度，要求不小于杆体有效长度。
- ⑤搅拌树脂药卷时，应缓慢推进锚杆杆体，锚杆杆体外露长度不大于 50mm。
- ⑥安装锚杆时前方或下方严禁站人。
- ⑦锚固剂固化后用台钻拧紧螺帽。
- ⑧配合矿方进行锚杆拉拔力试验。

4.5 装载运输

- ①装岩方式：用 21t、17t 铲运机把迎头矸石倒入存矸硐室。
- ②排矸运输：（1）南斜坡道下山施工：由铲运机将工作面矸石倒入存矸硐室，然后由 30/50T 排矸汽车运送至地面或矿方指定地点。（2）竖井上山斜坡道施工：工作面矸石由铲运机倒入存矸硐室内，在距离近时，由铲运机直接将矸石倒入 -395m ~ -490m 废石溜井。在距离远后，用铲运机将矸石装入排矸车，由排矸车将矸石运输、倒入 -395m ~ -490m 废石溜井，通过废石溜井将矸石溜至 -490m 水平，通过 -490m 水平内安装的皮带机运输至箕斗，提升至地面。在 -395m 水平废石溜井上部装有破碎锤、隔筛梁，可将大块矸石破碎后通过隔筛梁，防止堵塞。
- ③人员、物料进出工作面：（1）南斜坡道下山施工：人员由人行车从地面运送至工作面，下放施工材料等由升降车运输。（2）竖井上山施工：人员、材料上下由罐笼运送，罐笼至 -395m 水平，进入巷道后人员乘坐人行车至工作面，物料由升降车运输至工作面。

4.6 管路铺设

风筒、水管、缆线悬挂在拱顶甲方指定位置，风筒距迎头不超过 10m。

5. 辅助系统

5.1 通风系统

5.1.1 斜坡道通风系统方案

下山施工通风路线：-65m（-85m）回风天井→斜坡道工作面；

上山施工通风路线：-395m 回风天井→斜坡道工作面；

随着斜坡道施工深度的不断增加，在其他水平的回风天井施工完成后，考虑将风机挪至近距离点的回风天井，减少供风距离，减少风阻，保证工作面风量满足施工需求。

5.1.2 通风方式

工作面采用压入式通风：在 -65m/-395m 水平回风天井处安装 75KWx2 风机，配 1 路  $\Phi 1400\text{mm}$  胶质风筒，通风至工作面。

5.1.3 局部风机选型

型号	转速 (r/min)	风量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )	风压 (Pa)	最大配用电机功率 (Kw)	备注
SDDFN011.5-III	1480	1254~2283	4123~5739	2×75	斜坡道



5.2 供电

南斜坡道下山施工期间，利用业主 -55m 水平变电所供电，利用电缆硐室将电缆逐层下放，供斜坡道用电，然后在斜坡道安全位置安装配电柜供打钻、排水、照明用电。混合井上山施工期间，利用 -395m 水平变电所供电，在斜坡道安全位置安装配电柜供打钻、排水、照明用电。

5.3 供、排水

5.3.1 供水方式

南斜坡道下山施工用水：由业主现有供水方式供水，衔接甲方原有供水管路敷设距工作面一定位置利用 2 寸软管引致工作面，供施工用水。

混合井斜坡道上山施工用水：利用 -395m 水平水仓内的水作为施工用水。

5.3.2 排水方式

①南斜坡道下山施工排水，工作面将生产用水排至最近阶段临时水仓，临时水仓内电泵将水排至上一级水仓，逐级将水排出至矿方指定水仓。

②混合井下山施工排水：在巷道一侧开挖排水沟，将水引致排水沟，排至 -395m 外水仓，经外水仓沉淀、过滤后流至 -395m 水平泵房，循环使用。当水仓水过多时，利用井筒内永久排水系统，将水排出地面。

5.4 照明、通讯、信号系统

①根据业主照明敷设位置，每隔 20m 往迎头防线敷设一个照明设备。

②信号系统：利用甲方现有系统。

③通讯系统：井下各施工地点均采用电话直接和井上调度室接通。

结束语

本文针对印度 SK 铅锌矿山对斜坡道的开拓与斜坡道全面采矿方法进行分析与研究，其优越性主要包括：斜坡道的开拓工艺比较简单，并且设备的大型化与现代化，能够提高矿山的生产能力，在矿山的每条斜坡道上设置两个出口，能够便于矿上的通风、排水等系统，为矿山的安全性能提供重要保障。并且在斜道破进行开拓的时候，所选用的无轨运输设备，能够方便斜坡道汽车的运输，在缩小启动安装时间的同时，能够从根本上提高矿山的采矿质量与效率。而斜坡道全面采矿法的运用，能够将无轨运输设备应用到采场之中，能够保证采装设备与矿山开拓的一致性，实现矿山开拓与矿山设备的有效结合。除此之外，由于采空区易被雨水淹没，在受到雨水填充的影响下，其围岩的变化程度比较小，会对地压造成大面积的损害，因此，在矿山生产的整个过程中，要对采空区进行胶结填充，如果顶板围岩的稳定性变差的时候，则需要采用喷锚支护对其加固。

[参考文献]

---

[1] 陈金育．矿块崩落法开采丰山铜矿难采矿体的实践 [J]．矿冶。  
[2] 雷学文，肖金发．矿岩可崩性分级的人工神经网络识别 [J]．金属矿山。  
[3] 邓红卫，周科平，高峰，陈庆发．矿岩可崩性的可拓聚类预测研究 [J]．中国安全科学学报。