

鐵路施工新技術彙編

(三)

# 隧 道

鐵道部新建鐵路工程總局編

人民鐵道出版社

## 目 录

隧道爆破炮眼佈置	1
导坑开挖下部掏槽法	24
隧道『拖槽扫底』挖底法	27
边墙开挖方法	32
隧道漏斗棚架开挖法的改进	35
隧道限制超挖經驗	39
流沙地段册方处理的新方法——复式矿坑支撑法	44
隧道出渣調度运输	50
隧道襯砌堵孔器	54
隧道襯砌压漿法	59
活动灌漿架	79
活动脚手架	80
中心供水湿式鑿岩机	83
側式供水湿式鑿岩机	100
風鑽清洗加油器	103

## 隧道爆破炮眼佈置

隧道爆破炮眼佈置，為隧道公司幾年來所積累起來的經驗，實踐證明，該法可以提高工率，節省爆破器材。

過去在隧道爆破中，炮眼佈置及用藥量由工人凭經驗自打自裝，於是造成藥量超耗、断面超挖等現象。

幾年來由於廣大職工發揮了創造性的勞動，湧現出很多先進工作方法，如三角錐、四角錐掏槽、楔形掏槽、錐楔混合式、多次淺眼爆破等方法，因此取得了導坑日進50.2公尺和成洞180公尺的新紀錄。茲將各種炮眼佈置經驗，列表如后，供施工參考。

隧 道 爆 破 炮

名 称	炮 眼 佈 置 形 式	适 用 范 围
<p>一、导坑 1. 角棱中 央掏槽</p>		<p>没有节理的均质坚硬的岩层中，<math>f = 3 \sim 10</math>，掏槽炮眼、辅助炮眼与翻进炮眼的适宜比例为 1:1:3。</p>
<p>(1) 三 角棱掏槽</p>	<p>The diagram illustrates the layout of a three-pronged slot in three views:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>正面 (Front View):</b> Shows a trapezoidal cross-section with a top width of 2.2 and a bottom width of 2.1. It features three main prongs labeled 1, 2, and 3, and two auxiliary prongs labeled 4 and 5. Dimensions include a top height of 0.2, a middle height of 0.3-0.5, and a bottom height of 0.2. A central distance of 1.0 is marked between the two inner prongs.</li> <li><b>侧面 (Side View):</b> Shows the profile of the slot with a width of 1.20. It indicates angles of 5°, 7°, 2°, 3°, and 5° for the different prongs.</li> <li><b>平面 (Plan View):</b> Shows the layout of the slots from above, with a width of 1.20. It shows the arrangement of prongs 1, 2, 3, 4, and 5 with their respective angles (5°, 2°, 3°, 4°, 5°).</li> </ul>	<p>一般在小型导坑使用，<math>f = 3 \sim 6</math>。若导坑断面过大或石质较硬时，可适当增加辅助炮眼。</p>

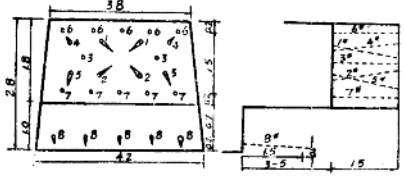
图 1

## 眼 佈 置 介 紹

导坑断面 (M <sup>2</sup> )	預計进度 (M)	炮眼个数 (个)	炮眼总投 (M)	要炮眼長度 每方平均需 (M)	引爆方法	雷管种类	炸药种类	参 考 装 药 量			附 註
								点炮顺序	装 药 量 (公斤)	耗药指标 (kg/M <sup>3</sup> )	
											根据导坑断面的不同，掏槽炮眼可以用3个到5个。
4.95 7 5.85	1.0	14	16.8	2.9 3.4	明火引爆	6# 或8# 雷管	硝酸炸药	1 2 3 4 5 共計	0.75 0.50~0.60 0.50 0.50 0.50~0.60 7.75~8.35	1.43 1.57	掏槽眼有一个雷炮，將影响全部爆破效果。

名称	炮眼布置形式	适用范围
<p>(2) 四眼掏槽</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>正面</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>侧面</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">图 2</p>	<p><math>f=3\sim 10</math>, 是最常用的形式, 可根据石质情况及导坑断面大小, 增减<math>\#2</math>及其他炮眼。</p>
<p>(3) 五眼掏槽</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>正面</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>侧面</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">图 3</p>	<p><math>f=3\sim 10</math>, 是四眼掏槽的变形, 增加<math>\#</math>炮眼是为了免除掏槽眼留炮眼。<math>\#3</math>炮眼视岩层硬度节理情况而增减。适用于任何倾斜岩层或较硬脆、韧性及整体岩体。</p>

导坑断面 (M <sup>2</sup> )	预计进度 (M)	炮眼个数 (个)	炮眼总长 (M)	要炮眼长度 每方平均需 (M)	引爆方法	雷管种类	炸药种类	参 考 装 药 量			附 註
								点炮顺序	装药量 (公斤)	耗药指标 (kg/m <sup>3</sup> )	
5.5 } 7.15	1.2	16	24	2.3 } 3.6	明火引爆	6# 或 8# 雷管	硝铵炸药	1	0.6	0.91	又名商鬥斗 放炮法。
								2	0.45	}	
								3	0.45	1.18	
								4	0.45		
								5	0.45		
								6	0.45		
									共計		
5.06	0.8 } 1.2	17	17	4.2	明火引爆	8# 雷管	膠質炸药	1	0.5	1.37	八庙牌隧道 开挖时用得最 多。
								2	0.5~0.7	}	
								3	0.4~0.5	1.53	
								4	0.5		
								5	0.5		
								6	0.5		
									共計		

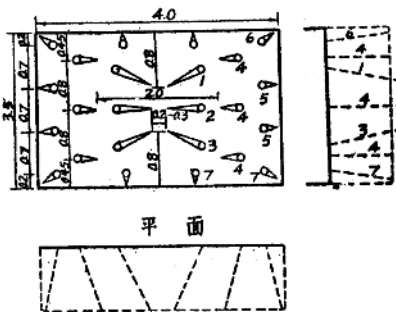
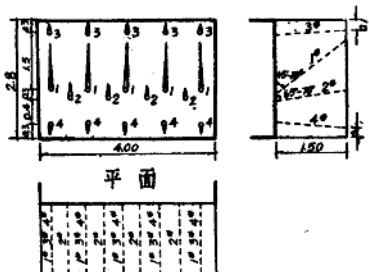
名称	炮眼佈置形式	适用范围																								
<p>(4) 双 层双进四眼 掏槽</p>	<p style="text-align: center;">正面 <span style="margin-left: 150px;">侧面</span></p>  <p style="text-align: center;">图 4</p>	<p><math>f=4\sim 3</math>, 在导坑採用双 层双进开挖时 适用</p>																								
<p>2. 楔形掏 槽</p>	<p>根据实验証明, 要充分發揮掏槽的良好性能, 須注意各炮眼間的距离和正确地選擇炮眼方向与工作面所成的傾角, 一般較适宜的角速度与掏槽眼的間距如下表:</p> <p style="text-align: center;">楔形掏槽炮眼間距与傾角参考表</p> <table border="1" data-bbox="259 1078 725 1309"> <thead> <tr> <th>岩層强度系数 <math>f</math></th> <th>成对炮眼間距 (公分)</th> <th>炮眼方向与工作面所成傾角(度)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16~20</td> <td>20</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>12~14</td> <td>30</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>30~40</td> <td>65~70</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>40~50</td> <td>65~70</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>50~60</td> <td>70~75</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>60~70</td> <td>75~80</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>70~80</td> <td>75~80</td> </tr> </tbody> </table>	岩層强度系数 $f$	成对炮眼間距 (公分)	炮眼方向与工作面所成傾角(度)	16~20	20	55	12~14	30	60	10	30~40	65~70	8	40~50	65~70	6	50~60	70~75	4	60~70	75~80	2	70~80	75~80	<p>适用于各种 不同强度的整体及層狀岩層中。掏槽眼、輔助眼与漏进眼数目比例以 1:1:2 較为适宜。</p>
岩層强度系数 $f$	成对炮眼間距 (公分)	炮眼方向与工作面所成傾角(度)																								
16~20	20	55																								
12~14	30	60																								
10	30~40	65~70																								
8	40~50	65~70																								
6	50~60	70~75																								
4	60~70	75~80																								
2	70~80	75~80																								



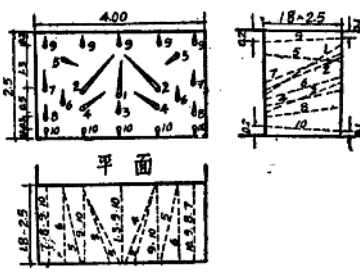
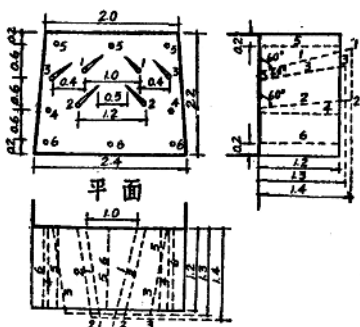
导坑断面 (M <sup>2</sup> )	预计进度 (M)	炮眼个数 (个)	炮眼总长 (M)	要炮眼长度 每方平均需(M)	引爆方法	雷管种类	炸药种类	参考装药量		附 註	
								点炮顺序	装药量 (公斤)		耗药指标 (kg/M <sup>3</sup> )
11.2	1.2	25	37.5	2.8	电力或火力引爆	段装或8#雷管	硝酸炸药	1	0.75	1.10	
								2	0.75		
								3	0.60		
								4	0.50		
								5	0.50		
								6	0.50		
								7	0.70		
								8	0.50		
									共計		
	14.70										
										因掏槽漏斗的体积大，钻空面多，所以爆破效果高。採用很多。	

名称	炮眼佈置形式	适用范围
(1) 臥式楔形掏槽	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>正面</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>側面</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>平面</p> </div> <p align="center">圖 5</p>	<p><math>f = 5 \sim 10</math>, 当岩層为韌性水平層理时較为适宜。如系上导坑或断面較小时, 炮眼个数可減至 12~16个, 即 #2炮眼可完全省去, #1, 3, 4炮眼可減至 3~4个。</p>
(2) 立式楔形掏槽	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>正面</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>側面</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>平面</p> </div> <p align="center">圖 6</p>	<p><math>f = 5 \sim 10</math> 的整体岩層或有裂隙的岩層。</p>

导坑断面 (M <sup>2</sup> )	预计进度 (M)	炮眼个数 (个)	炮眼总长 (M)	要炮眼长度 每方平均需 (M)	引爆方法	雷管种类	炸药种类	参 考 装 药 量			附 注
								点炮顺序	装药量 (公斤)	耗药指标 (kg/M <sup>3</sup> )	
10	1.2	24	36	3.0	电力或火力引爆	段發或普通雷管	硝铵或黑質炸药	1 2 3 4	0.75 0.65 0.65 0.5 共計 15.85	1.32	上部斜炮眼 工作較困难。
9.5 } 11.2	1.2	22	33	2.5 } 2.9	电力或火力引爆	段發或普通雷管	硝铵炸药	1 2 3 4 5 6	0.8 0.7 0.6 0.6 0.6 0.6 共計 14.8	1.1 } 1.3	

名 称	炮 眼 佈 置 形 式	适 用 范 围
<p>(3) 斜 立式楔形掏 槽</p>	<p style="text-align: center;">正 面</p>  <p style="text-align: center;">平 面</p> <p style="text-align: center;">图 7</p>	<p><math>f = 5 \sim 10</math> 的任何岩层</p>
<p>3. 上部掏 槽</p>		<p>中等厚度而带裂隙的层状岩石，层理水平或背斜。掏槽眼与掘进眼比例1:2较为适宜。</p>
<p>(1) 爬 眼放炮</p>	<p style="text-align: center;">正 面</p>  <p style="text-align: center;">平 面</p> <p style="text-align: center;">图 8</p>	<p><math>f = 2 \sim 5</math></p>

导坑断面 (M <sup>2</sup> )	预计进 度 (M)	炮眼个 数 (个)	炮眼总长 (M)		要炮眼 长度 每方平均 需 (M)	引爆方 法	雷管种 类	炸药种 类	参 考 装 药 量			附 註		
			点炮 顺序	装 药 量 (公斤)					耗药指标 (kg/M <sup>3</sup> )					
10	1.2	27	0.5	3.0		电力或火力引爆	段 或 雷 管	硝 酸 炸 药	1	1.05	1.29	寨嶺螺旋隧 道开挖中, 在 4×2.8公尺的 特坚石断面 中, 曾創月进 118 公尺的紀 录。需要技术 較好的炮工。		
?	?		?	?							2		1.05	?
11.2	1.6		54	3.4							3		1.05	1.45
											4		0.54	
											5		0.54	
											6		0.50	
											7		0.62	
											8		0.62	
											9		0.62	
											10		0.62	
									共計					
									17.34					
												不適於硬 質性大的 岩層。		
11.2	1.2	19	32	2.4		明火引爆	*3 雷管	膠質炸 药	1	0.75	0.80			
									2	0.5~0.6	?			
									3	0.5	0.87			
									4	0.5~0.6				
										共計				
										10.75~				
										11.65				

名 称	炮 眼 佈 置 形 式	适 用 范 围
<p>(2) 超 爬眼放炮</p>	<p style="text-align: center;">正 面                      侧 面</p>  <p style="text-align: center;">图 9</p>	<p><math>f = 3 \sim 6</math> 略 带脆性的水平 岩层, 适于深 眼爆破。</p>
<p>(3) 斜 角眼掏槽</p>	<p style="text-align: center;">正 面                      侧 面</p>  <p style="text-align: center;">图 10</p>	<p><math>f = 3</math>, 适 于地質軟的泥 質板岩及泥質 板岩混合層, 节理不發達, 而岩層走向与 地面大致成 <math>30^\circ \sim 35^\circ</math>。</p>

导坑断面 (M <sup>2</sup> )	预计进度 (M)	炮眼个数 (个)	炮眼总长 (M)	每方平均需 要炮眼长度 (M)	引爆方法	雷管种类	炸药种类	参 考 装 药 量			附 注
								点炮顺序	装 药 量 (公斤)	耗药指标 (kg/M <sup>3</sup> )	
10	1.44	24	45	3.2	明火引爆	#3雷管	膠質炸藥	1	0.8—1.0	0.92	郭家城隧道 在f=3~4土 壤等級为八类 的黒云田千枚 岩, 有节理的 条件下, 曾达 到三小班进 11.1公尺的当 时新纪录。
	2	1	}								
	3	0.75	1.07								
	4	0.75									
	5	0.75									
	6	0.6—0.75									
	7	0.75									
	8	0.6									
	9	0.5—0.75									
	10	0.5—0.75									
								共計			
									15.45~		
									18.45		
4.81	1.2	14	17.8	3.1	电力或明火引爆	段發或#3雷管	硝化甘油炸藥	1	0.50	0.95	
								2	0.50		
								3	0.40		
								4	0.40		
								5	0.30		
								6	0.40		
									共計		
									5.70		

名称	炮眼佈置形式	适用范围
4. 下部掏槽	<p style="text-align: center;">图 11</p>	中等硬度， $f=3\sim6$ ，水平或与路基成俯斜岩層，及其他脆性或韌性岩層。
5. 侧面掏槽	<p style="text-align: center;">图 12</p>	松软岩層，有一側夾層松软或节理發达。 $f=2\sim3$
二、扩大 (刷帮)	扩大炮眼位置是否正确，对扩大断面超挖或不够有很大关系。1954年以前，各隧道在炮眼佈置上多偏重於导坑的研究，而對於扩大方面則过問得很少，随便工人乱打，結果隧道不是超挖，就是不够，影响工程进度和水泥的浪費，自1955年在徐家坪实行順帮打眼以后，对压缩超挖取得了良好效果。	



导坑断面 (M <sup>2</sup> )	预计进度 (M)	炮眼个数 (个)	炮眼总长 (M)		要炮眼长度 每方平均需 (M)	引爆方法	雷管种类	炸药种类	参 考 装 药 量			附 註
			点炮眼序	装药量 (公斤)					耗药指标 (kg/M <sup>3</sup> )			
10	0.8	21	24	3.0	明火引爆	8#雷管	膠質炸药	1'	0.8	1.1	又名鑄眼放 炮法，向下鑄 眼困难，使用 不太广泛。	
	}	}	}					1	0.75			
	1.2	22	35					2	0.5			
								3	0.5			
								4	0.6			
									共計			
									13.55			
6.05	1.2	9	12.6	1.7				1	0.8	0.84	爆破后掌子 面不易整齐。	
			}	}				2	0.7			
			13.2	1.8				3	0.5			
									共計			
									6.0			