

4.3 隧道施工

4.3.3 隧道开挖

1. 一般规定

应根据隧道长度、跨度、结构形式、掌子面稳定性、地质条件等选择适宜的开挖方法，并应根据开挖方法选择配套的机械设备。

隧道爆破应采用光面爆破。

隧道对向开挖的两工作面相距达到 4 倍隧道跨度时，两端施工应加强联系，统一指挥；两工作面不得同时起爆。土质和软弱破碎围岩，两开挖面间距达到 3.5 倍隧道跨度时，应改为单向开挖；围岩条件较好地段，两开挖面间距达到 2.5 倍隧道跨度时，应改为单向开挖。

2. 开挖方法

应根据地质条件、隧道开挖断面和围岩稳定情况选择开挖方法。不同围岩条件和开挖断面适宜的开挖方法见表 4.3-2。

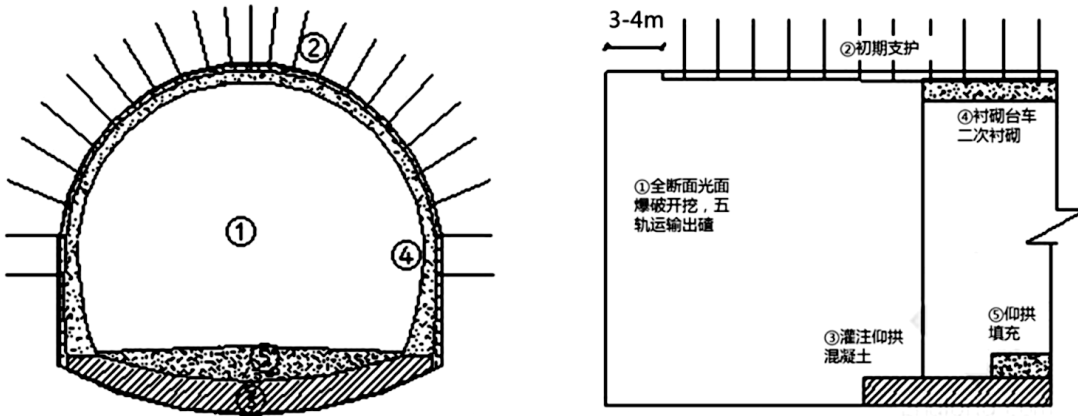
序号	开挖方法		围岩级别
1	全断面法		I~III
2	台阶法	长台阶法	III~IV
		短台阶法	IV~V
		超短台阶法	V
3	分部开挖法	环形开挖留核心土法	V~VI
		中隔壁法（CD 法）	V~VI
		交叉中隔壁法（CRD 法）	V~VI
		双侧壁导坑法	--

补充：标准规范

表 7.2.1 不同围岩条件和开挖断面适宜的开挖方法

序号	开挖方法	围岩级别	
		双车道隧道	三车道隧道
	全断面法	I-III	I- II
2	台阶法	长台阶法	III-IV
		短台阶法	IV-V
		超短台阶法	V
3	分部开挖法	环形开挖留核心土法	V-VI
		中隔壁法	V-VI
		交叉中隔壁法	V-VI
		双侧壁导坑法	V-VI

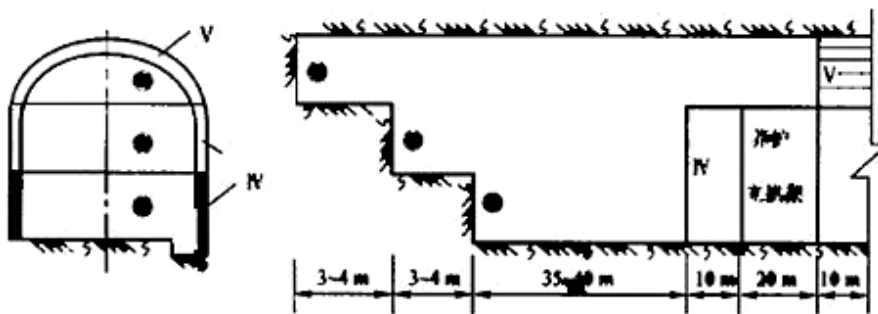
1) 全断面法施工应符合下列规定：



施工工序：①全断面开挖→②支护→③灌注仰拱混凝土→④全断面衬砌→⑤仰拱填充

- (1) 宜采用机械化作业，各种机械设备应合理配套。
- (2) 应控制一次同时起爆的单段最大爆破药量。
- (3) 应根据掌子面围岩稳定情况、爆破振动、钻孔和出渣效率、超挖控制等确定循环进尺；III级围岩宜控制在3m左右，I、II级围岩，使用气腿式凿岩机时可控制在4m左右，使用凿岩台车时可根据围岩稳定情况适当调整。采用特殊设计的其他情况每循环进尺应符合设计规定。

2) 台阶法施工应符合下列规定：

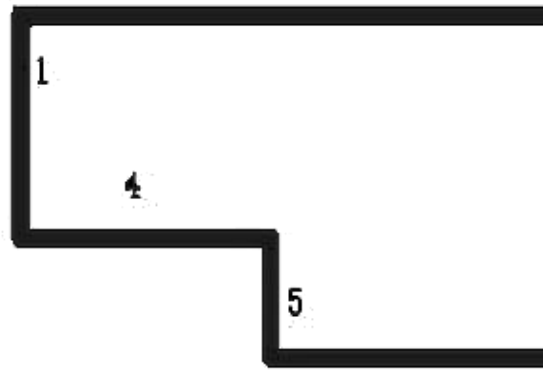
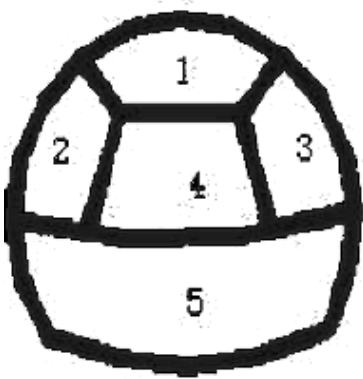


正台阶施工法（下行分层施工法）

- (1) 台阶数量和台阶高度应综合考虑隧道断面高度、机械设备及围岩稳定性等因素确定。台阶开挖高度宜为2.5~3.5m。台阶数量可采用二台阶或者三台阶，不宜大于三个台阶。
- (2) 上台阶开挖每循环进尺，III级围岩宜不大于3m；IV级围岩宜不大于2榀钢架间距；V级围岩宜不大于1榀钢架间距。IV、V级围岩下台阶每循环进尺宜不大于2榀钢架间距。下台阶单侧拉槽长度宜不超过15m。
- (3) 下台阶左、右侧开挖宜前后错开3~5m，同一榀钢架两侧不得同时悬空。
- (4) 下部施工应减少对上部围岩、支护的干扰和破坏。

(5) 下台阶应在上台阶喷射混凝土强度达到设计强度的 70%以后开挖。

3) 环形开挖留核心土法施工应符合下列规定：



环形开挖留核心土法

(1) 台阶开挖高度宜为 2.5~3.5m。

(2) 环形开挖每循环进尺，V 级围岩宜不大于 1 榀钢架间距，IV 级围岩宜不大于 2 榀钢架间距。中下台阶每循环进尺，不得大于 2 榀钢架间距。核心土面积宜不小于断面面积的 50%。

(3) 上台阶钢架施工时，应采取有效措施控制其下沉和变形。

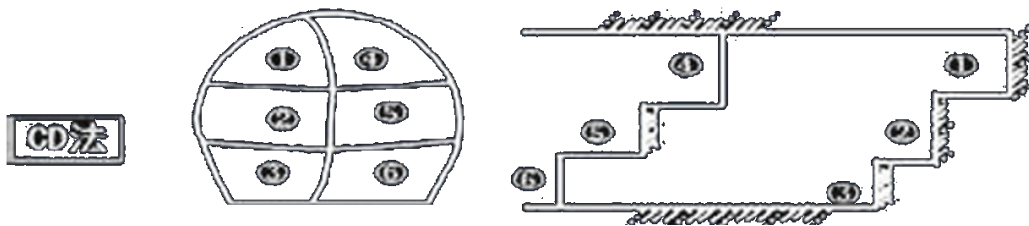
(4) 拱部超前支护完成后，方可开挖上台阶环形导坑；留核心土长度宜为 3~5m，宽度宜为隧道开挖宽度的 1/3~1/2。

(5) 各台阶留核心土开挖每循环进尺宜与其他分部循环进尺相一致。

(6) 核心土与下台阶开挖应在上台阶支护完成且喷射混凝土强度达到设计强度的 70%后进行。下台阶左、右侧开挖应错开 3~5m，同一榀钢架两侧不得同时悬空。

(7) 仰拱施作应紧跟下台阶，以及时闭合形成稳固的支护体系。

4) 中隔壁法施工应符合下列规定：





- (1) 各分部开挖时，周边轮廓应圆顺。开挖进尺不得大于1榀钢架间距。
- (2) 初期支护完成、强度达到设计规定后方可进行下一分部开挖。
- (3) 当开挖形成全断面时，应及时完成全断面初期支护闭合。
- (4) 临时支护拆除宜在仰拱施工前进行，一次拆除长度应与仰拱浇筑长度相适用。临时支护拆除后，应及时浇筑仰拱和仰拱填充、施作拱墙二次衬砌。
- 5) 交叉中隔壁法施工应符合下列规定：



- (1) 各分部开挖时，周边轮廓应圆顺。开挖进尺不得大于1榀钢架间距。
- (2) 初期支护完成、强度达到设计规定后方可进行下一分部开挖。每个台阶底部均应按设计规定及时施作临时钢架或临时仰拱。
- (3) 当开挖形成全断面时，应及时完成全断面初期支护闭合。
- (4) 临时支护拆除宜在仰拱施工前进行，一次拆除长度宜与仰拱浇筑长度相适用。临时支护拆除后，应及时浇筑仰拱和仰拱填充、施作拱墙二次衬砌。
- (5) 临时支护拆除前后，应进行变形量测。
- 6) 双侧壁导坑法施工应符合下列规定：



- (1) 侧壁导坑开挖时，周边轮廓应圆顺。导坑跨度宜为整个隧道开挖宽度的三分之一。
 - (2) 导坑与中间土体同时施工时，导坑应超前 30~50m。
 - (3) 侧壁导坑开挖后，应及时施工初期支护并尽早形成封闭环。
 - (4) 临时支护拆除宜在仰拱施工前进行，一次拆除长度宜与仰拱浇筑长度相适用。临时支护拆除后，应及时浇筑仰拱和仰拱填充、施作拱墙二次衬砌。
 - (5) 临时支护拆除前后，应进行变形量测。
- 7) 仰拱部位开挖应符合下列规定：
- (1) 应控制仰拱到掌子面的距离。必要时，仰拱应紧跟掌子面。
 - (2) 仰拱开挖时，应采取交通安全措施。
 - (3) 仰拱开挖长度：土和软岩应不大于 3m，硬岩应不大于 5m。开挖后应及时施作仰拱初期支护、二次衬砌及填充。
 - (4) 应做好排水措施，清除底面积水和松渣，严禁松渣回填。
- 8) 开挖方法转换应符合下列规定：
- (1) 转换前应进行围岩级别核对，确认开挖方法和支护参数适用于前方围岩。
 - (2) 分部断面变大、支护变弱应在较好的围岩段中进行。
 - (3) 转换前应进行技术交底。
 - (4) 转换应逐渐过渡。
 - (5) 转换过程中各开挖分部应及时支护，及时闭合。