

《公路概论》

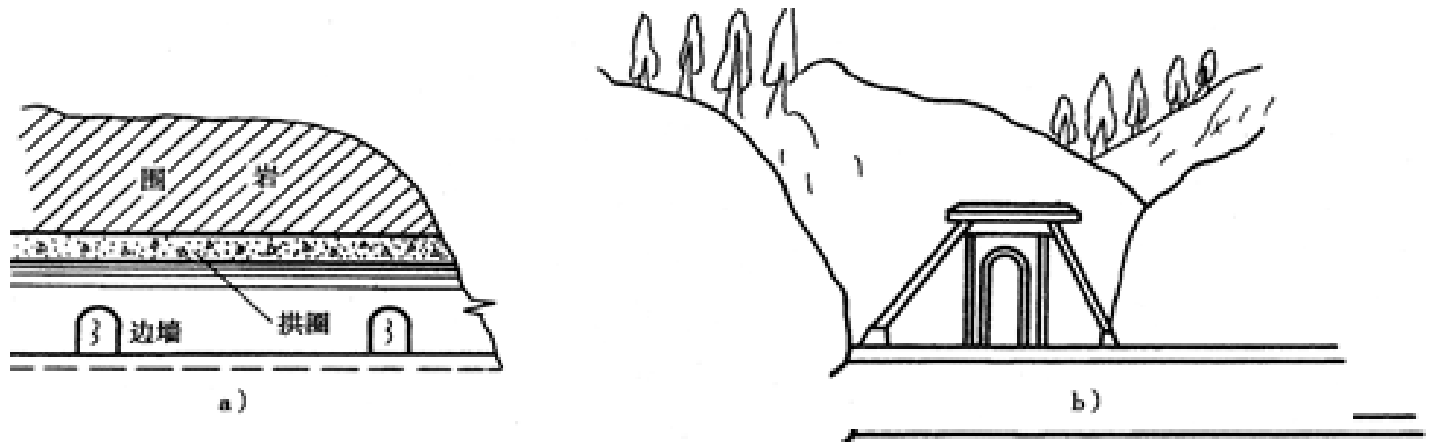
第七章 隧道



一、隧道的概念及作用

公路隧道是指道路从地层内部或水底通过而修筑的建筑物。一般可分为两大类：一类是修建在岩层中的，称为岩石隧道；一类是修建在土层中的，称为软土隧道。

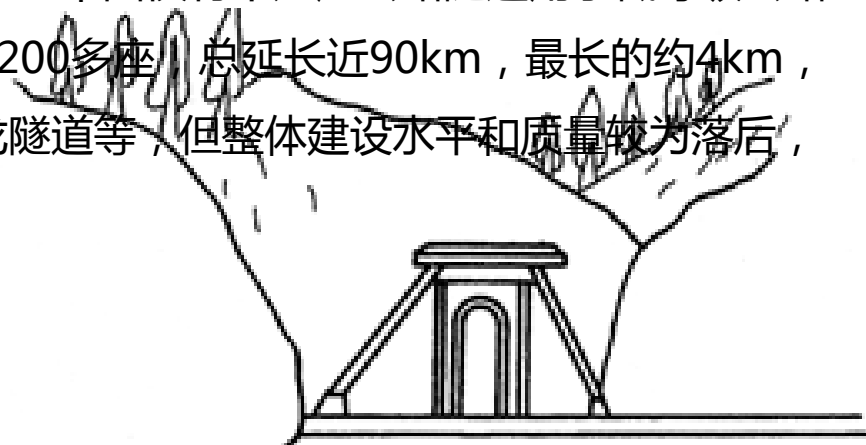
隧道是地下工程建筑物，为保持坑道岩体的稳定，保证行车安全，通常需要修筑**主体建筑物**和**附属建筑物**。前者包括洞身衬砌和洞门，后者包括通风、照明、防排水，安全设备等。



二、隧道工程的发展简况

我国早在汉朝就开凿了世界上第1条人工隧道——石门隧道。之后历代陆续有用于交通、灌溉和军事用途的小规模土洞和岩洞出现，相续衍生于秦驰道汉丝绸之路、唐宋御道以及明清官道的华夏交通网络中。

中国第1条公路是1908年在广西南部边防兴建的龙州至那堪公路，长30km，随后广东、湖南等省相继修建公路。1927年全国公路通车里程仅 2.9×10^4 km。截止到新中国成立前夕，能通车的公路里程也仅为 7.5×10^4 km，全中国仅有十几座公路隧道用于低等级公路穿山越岭，最长不超过200m，但铁路隧道有200多座，总延长近90km，最长的约4km，如滇缅铁路碧鸡关隧道、大转弯隧道、密马龙隧道等，但整体建设水平和质量较为落后，至今几乎全部废弃。



三、我国隧道的发展前景与展望

新中国成立后,公路开始在中华大地迅速延伸。1950-1952年国民经济恢复时期新建公路 3 846km,全中国通车里程近 13×10^4 km。青藏公路于1954年通车。但在五十年代中国仅有公路隧道30多座,总长约2 500m。十年动乱期间,中国公路建设仍有发展,10年增长了 10×10^4 km,其中不乏有**打浦路水下隧道**和挂壁公路**郭亮隧道**等亮点工程,分别长达2.761km和1.25km。

到1978年,全中国公路通车总里程超过 89×10^4 km,1979年公路隧道达375座,通车里程52km,隧道建设规模和数量有所增长,诸如河南S229省道的**愚公洞隧道**和**向阳洞隧道**等。

1990年底,中国已建成十余座千米级隧道,**福建鼓山隧道**成为中国第1座现代化公路隧道

2007年底已建成公路隧道总里程2555km,先后涌现出成渝环线高速**中梁山隧道**(3.16km)、沈海高速**大溪岭隧道**(4.116km)等一批特长或宽体扁坦隧道工程。

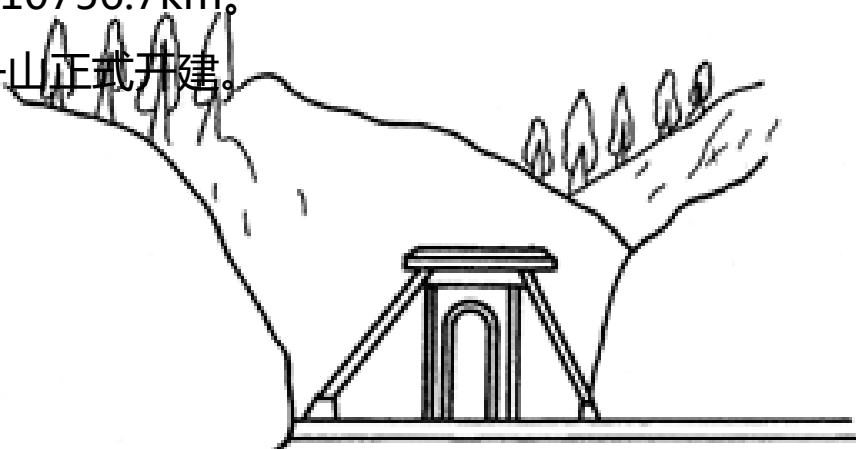


三、我国隧道的发展前景与展望

进入21世纪以来,中国公路隧道年均增长率高达20。前十年公路建设年均隧道里程就高达555km,隧道建设与营运技术得到了长足发展。先后建成了沪蓉高速**华蓥山隧道**(4.706km)、二广高速**雁门关隧道**(5.235km)、福银高速**美荻林隧道**(5.580km)、沪渝高速**方斗山隧道**(7.605km)和**秦岭终南山公路隧道**(18.02km)等一批标志性特长隧道工程。其中,秦岭终南山公路隧道已成为中国目前运营最长的公路隧道。

2014年底,中国已有公路隧道12404座,总长10756.7km。

2017年7月,中国第一条海底公路隧道在舟山正式开建。



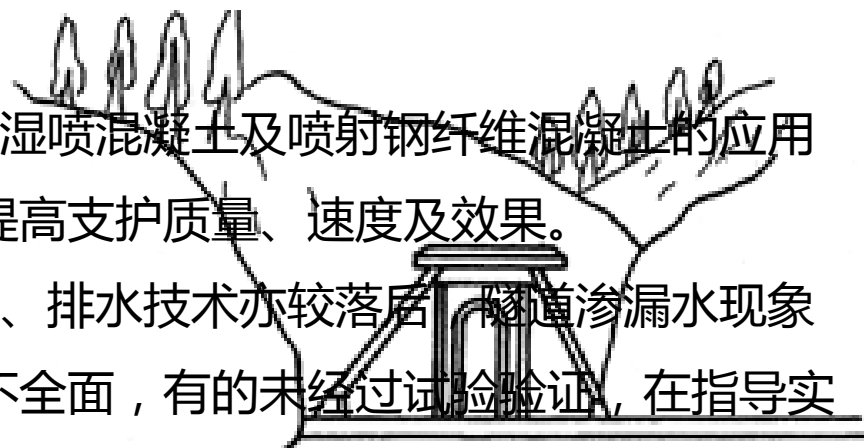
四、存在的问题

(1) 隧道及地下工程理论强国薄弱。许多现代设计理论的依据仍来自西方国家，设计模型、方法还有很多不足之处，数值分析软件开发的能力和国外相比仍然有很大的差距。

(2) 隧道监控量测理论匮乏。一方面隧道施工监控量测仪器的研发投入较少；另一方面，由于中国公路隧道建设起步较晚，在早期的发展过程中，而忽视了监控量测技术的研究；

(3) 喷射混凝土回弹率较高，应加强对湿喷混凝土及喷射钢纤维混凝土的应用研究，完善施工工艺，改善施工条件，提高支护质量、速度及效果。

(4) 对地下水探测手段落后，施工中防、排水技术亦较落后，隧道渗漏水现象严重；隧道渗漏水的理论研究成果有的不全面，有的未经过试验验证，在指导实际工程方面仍有不足。

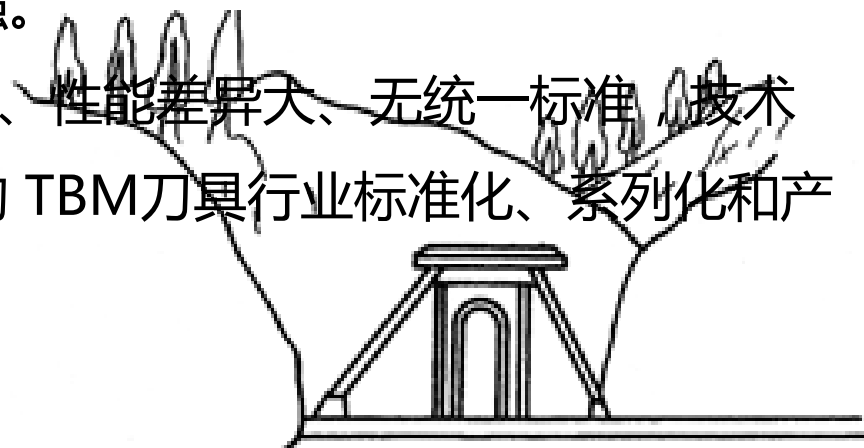


四、存在的问题

(5) 公路隧道内通风、照明、防灾、监控、运营管理等技术比较落后，数值模拟计算软件技术落后。

(6) 现有的隧道抗震计算方法适用范围有限；专门针对隧道结构物的抗震设计规范仍然缺少，亟待制定；现行规范中针对隧道结构抗减震措施的条文数量少、实用性和操作性不强。

(7) 盾构TBM刀具种类多、产品多、性能差异大、无统一标准，技术创新能力较低，建议进一步加快盾构TBM刀具行业标准化、系列化和产业化。



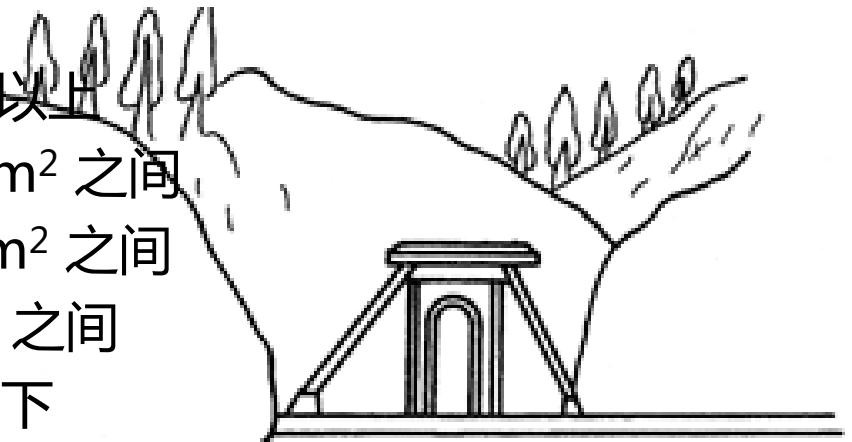
隧道分类

按公路、铁路隧道长度

- (1) 特长隧道： $L > 3000 \text{ m}$
- (2) 长隧道： $3000 \text{ m} \geq L > 1000 \text{ m}$
- (3) 中长隧道： $1000 \text{ m} \geq L > 500 \text{ m}$
- (4) 短隧道： $L \leq 500 \text{ m}$

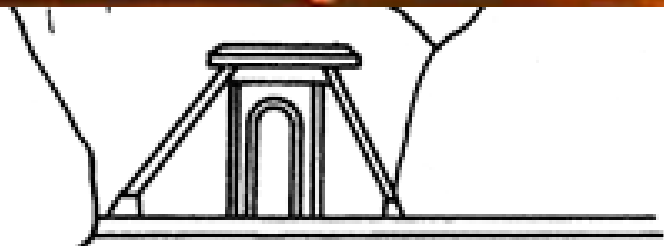
按断面面积分

- (1) 特大断面隧道：断面积在 100m^2 以上
- (2) 大断面隧道：断面积在 $50\sim 100\text{m}^2$ 之间
- (3) 中等断面隧道：断面积在 $10\sim 50\text{m}^2$ 之间
- (4) 小断面隧道：断面积在 $3\sim 10\text{m}^2$ 之间
- (5) 极小断面隧道：断面积在 3 m^2 以下



第二节 公路隧道设计

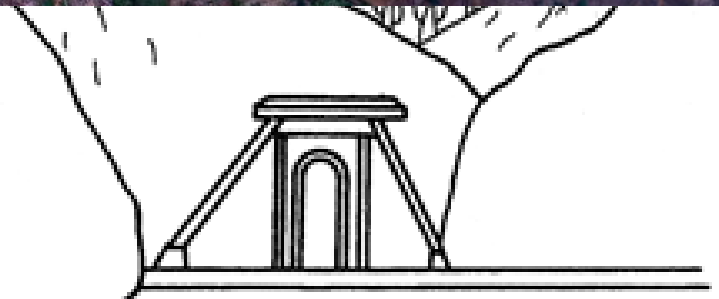
打浦路隧道建成于1970年，位于上海市区西南角，以货运为主。隧道全长2761m，采用全横向通风方式，隧道内设有照明、通讯、监视仪、排水泵房、消防等装置。该隧道是国内第一条水底公路隧道，也是第一条采用盾构法施工的隧道。



第二节 公路隧道设计

郭亮洞是河南省新乡市辉县沙窑乡郭亮村的一条挂壁公路，又称郭亮洞挂壁公路，郭亮隧道。始建于1972年，1977年完工。

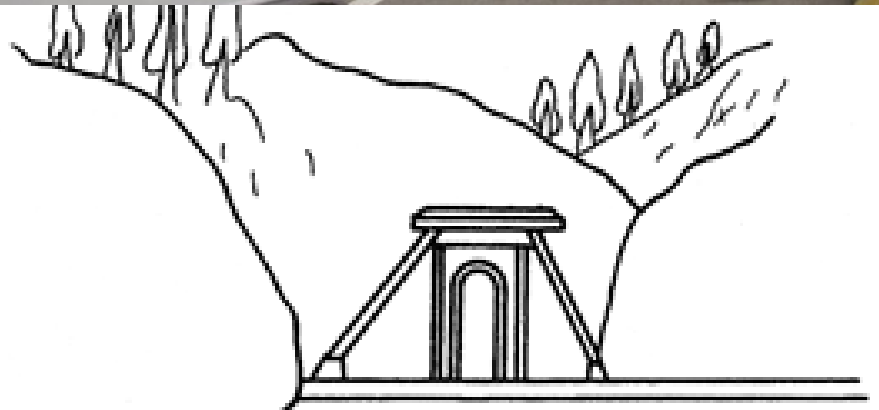
全部由郭亮村村民独立手工完成，其中主要负责开凿的十三位村民被称为郭亮洞“十三壮士”。郭亮洞被称为“世界最险要十条路”之一、“全球最奇特18条公路”之一。



第二节 公路隧道设计

雁门关隧道全长14.085公里。2007年2月开工建设，2013年4月30日上午10点，历时5年5个月通车。

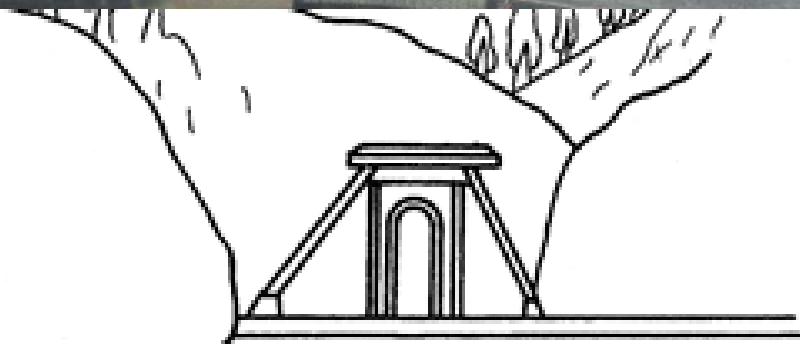
雁门关隧道设计为单洞双线隧道，最大埋深约820m。隧道设计为人字坡，上坡坡度为9‰，DK120+980以后下坡坡度为3‰。



第二节 公路隧道设计

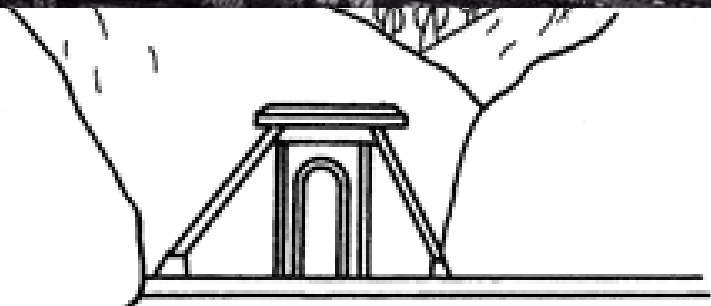
秦岭终南山公路隧道位于陕西省，2007年1月20日建成通车。是世界最长的双洞高速公路隧道。

隧道单洞长18.02公里，双洞共长36.04公里。

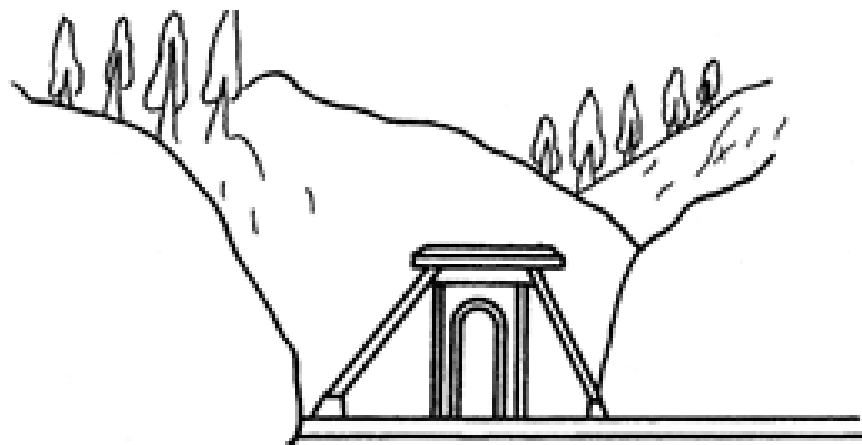


第二节 公路隧道设计

2017年7月，舟山海底隧道正式开工建设。整个工程总投资11.27亿元，采用“海底盾构隧道+山岭隧道”方案，海底盾构隧道长785米，山岭隧道长745米。海底盾构隧道设双洞双向四车道，隧道内宽8.75米，高5米。



第三节、公路隧道的构造



一、隧道衬砌材料

1. 混凝土：这种材料的优点是整体性好，既可以在现场浇注，也可以在加工场预制，而且可以机械化施工。其本身密实性较好，具有一定的抗渗性。

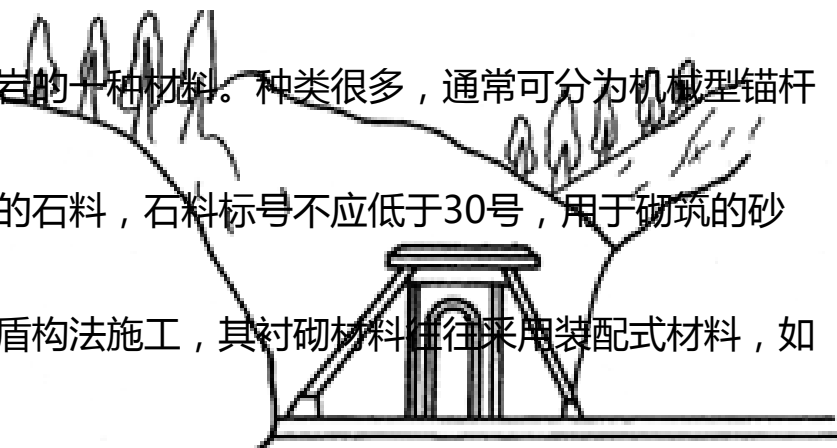
2. 钢筋混凝土：隧道施工时，暗挖部分就地绑扎钢筋比较困难，通常不采用现浇钢筋混凝土。在明挖地段可以采用。通过不良地质地段时，往往采用废旧钢轨或焊接钢筋骨架(花拱)灌注钢筋混凝土。所用混凝土标号为C20。

3. 喷射混凝土：喷射混凝土是将混凝土干拌合料、速凝剂和水，用混凝土喷射机高速喷射到洁净的岩石表面上凝结而成的。其密实性很高，能封闭围岩的裂隙。密贴于岩石表面，早期强度高，能很快起到支护作用，是一种理想的衬砌材料。

4. 锚杆与喷锚支护：锚杆是用机械方法加固围岩的一种材料。种类很多，通常可分为机械型锚杆和粘结型锚杆。

5. 石料：在隧道衬砌中不得使用有裂隙和风化的石料，石料标号不应低于30号，用于砌筑的砂浆为M10。

6. 装配式材料：在软土地区修筑隧道时，常用盾构法施工，其衬砌材料往往采用装配式材料，如钢筋混凝土大型预制块，有加筋肋的铸铁预制块。



二、隧道洞身衬砌类型

1. 直墙式衬砌：直墙式衬砌型式通常用于岩石地层垂直围岩压力为主要计算荷载，水平围岩压力很小的情况。一般适用于V、IV类围岩，有时也可用于Ⅲ类围岩。对于道路隧道，直墙式衬砌结构的拱部，可以采用割圆拱、坦三心圆拱或尖三心圆拱。

2. 曲墙式衬砌：通常在Ⅲ类以下围岩中，水平压力较大，为了抵抗较大的水平压力把边墙也做成曲线形状。当地基条件较差时，为防止衬砌沉陷，抵御底鼓压力。

3. 喷射混凝土衬砌、喷锚衬砌及复合式衬砌

4. 圆形断面隧道

5. 矩形断面衬砌



三、洞门

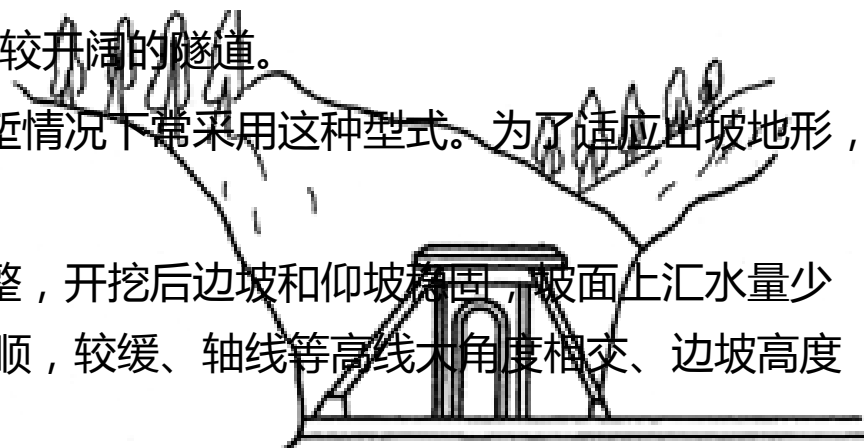
1. 端墙式洞门：或称为一字洞门，是一种最常见的洞门，适应性比较强。其特点是构造简单，施工方便，受力条件明确，但要求洞门有稳定的边坡和仰坡，不致产生很大的土压力。

2. 翼墙式洞门：在岩层破碎，节理发育容易产生坍塌地段修建洞门时，常采用此种式。翼墙可做成端墙形式或八字墙式，翼墙顶根据地形可做成水平式或斜坡式。

3. 柱式洞门：在端墙上增加对称的两个立柱，不但雄伟壮观，而且对端墙局部加强，增加洞门的稳定性。此种形式适用于洞口地形较开阔的隧道。

4. 台阶式洞门：在沿溪线傍山隧道半路堑情况下常采用这种型式。为了适应出坡地形，所以将端墙做成台阶式。

5. 环框式洞门：适用于洞口围岩坚硬完整，开挖后边坡和仰坡稳固，坡面上汇水量少的隧道；而削竹式也适用于洞口自然坡面平顺，较缓、轴线等高线大角度相交、边坡高度很低的洞口。



三、洞门

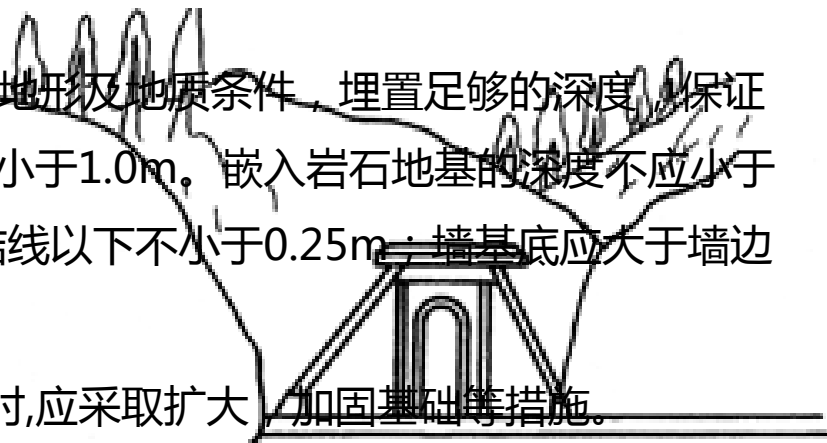
6. 洞门构造及基础设置应按照规定

(1) 洞口仰坡坡脚至洞门墙背的水平距离不应小于1.5m，洞门端墙与仰坡之间水沟的沟底至衬砌拱顶外缘的高度小应小于1.0m,洞门墙顶应高出仰坡坡脚0.5m以上。水沟底下采用填土时，应夯填密实。

(2) 洞门墙应根据实际需要设置伸缩缝，沉降缝和泄水孔；洞门墙厚度可按计算或结合其它工程类比确定。

(3) 洞门墙基础必须置于稳固地基上，应视地形及地质条件，埋置足够的深度，保证洞门的稳定性。基底埋入土质地基的深度不应小于1.0m，嵌入岩石地基的深度不应小于0.5m；地基为冻胀土层时，基底标高应在冻结线以下不小于0.25m；墙基底应大于墙边的各种沟槽基底埋设的深度。

(4) 松软地基上的基础，当地基强度不足时,应采取扩大、加固基础等措施。



四、明洞构造及类型

(一) 拟建明洞的原则

1. 核查地形、地貌和水文地质情况

在拟建明洞的地方，应详细调查该地址的地形、地貌和水文地质情况。在有可能发生大的滑坡和大量塌方的地方不宜修建明洞。

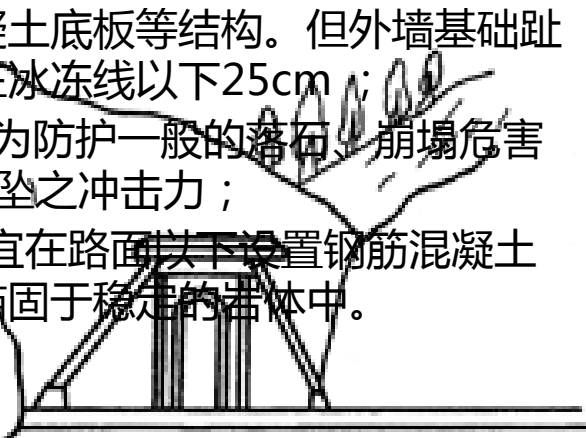
2. 地基和基础处理

明洞所在位置，通常地形、地质条件比较复杂，明洞基础条件差，所以修建明洞时，为确保结构的安全与稳定，应当慎重处理地基与基础。

(1) 明洞基础应置于稳固的地基上。当基岩埋深较浅时，基础可设置于基岩上；当基础位于软弱地基上时，基础可采用仰拱、整体式钢筋混凝土底板等结构。但外墙基础趾部，应保证一定的嵌入深度和护基宽度，基底埋置深度应在冰冻线以下25cm；

(2) 明洞顶填土厚度应视山坡病害和明洞用途而定，为防护一般的落石、崩塌危害时，填土的高度不宜小于2.0 m，以满足缓和边坡上石块下坠之冲击力；

(3) 明洞外边墙基础埋置深度超过路面3 m以下时，宜在路面以下设置钢筋混凝土横向水平拉杆，并锚固于内边墙基础或岩体中，或用锚杆锚固于稳定的岩体中。



四、明洞构造及类型

(一)拟建明洞的原则

3. 明洞拱背和墙背的回填，应符合以下要求：

(1) 拱脚用贫混凝土或浆砌片石回填；

(2) 边墙背后超挖部分，宜用片石混凝土或水泥砂浆砌片石密实回填；

(3) 背后回填料的内摩擦角不应低于围岩的计算摩擦角或设计回填料计算摩擦角。



四、明洞构造及类型

(二) 公路隧道明洞的结构类型

通常根据明洞的用途、地形、地质条件、荷载分布情况、营运安全、施工难易以及经济条件等进行具体分析、比较、确定明洞的型式。公路隧道中明洞的结构类型，一般分为拱式明洞、棚式明洞和箱式明洞三类。

1. 拱式明洞

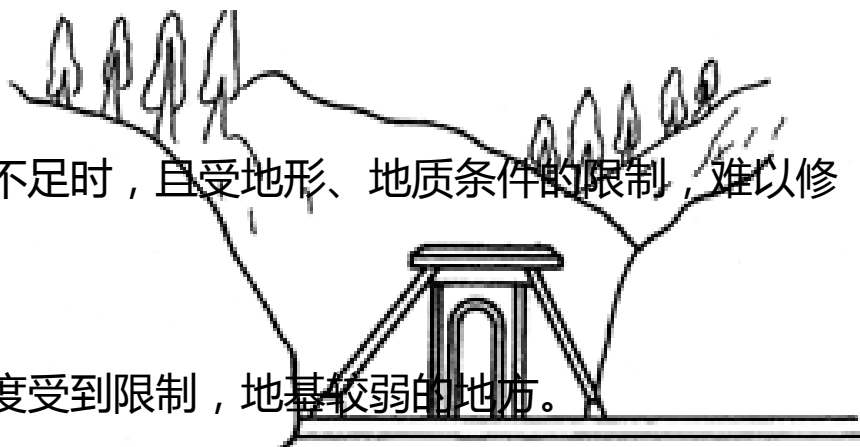
隧道进出口两端的接长明洞或在范围有限的边坡塌方和支撑边坡稳定的地段修建独立明洞，多采用拱式明洞。

2. 棚式明洞

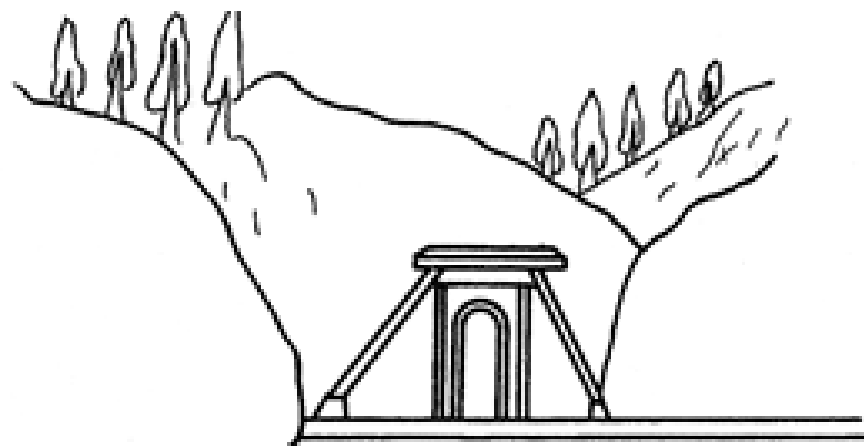
当路线外边坡有小量塌落，地基承载力不足时，且受地形、地质条件的限制，难以修建拱式明洞时，可以采用棚式明洞。

3. 箱式明洞

箱式明洞一般适用于明洞净高、建筑高度受到限制，地基较弱的地方。



第四节、隧道设施



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/337022164145006114>