

铁路隧道结构物设计计算丛书

洞 门

铁道部 专业设计院 第一勘测设计院 合编
第二勘测设计院 第四勘测设计院

中 国 铁 道 出 版 社

1 9 9 0 年·北京

内 容 提 要

本书介绍了铁路隧道洞门的结构形式和作用、计算原理和方法、设计规定和要求等,并通过十个算例对一般地区隧道门、偏压隧道门、斜交隧道门和明洞门的计算方法作具体介绍,书中还附有洞门工点实例和参考式样以及设计计算资料等。本书可供从事各类地下工程的技术人员及有关院校师生参考使用。

本书由铁道部专业设计院和第一、二、四勘测设计院合编,专业设计院负责全书的组织,统一和协调。

参加本书编写人员有王效良、郑天中、刘曼华、陈唯一、马玉芳、陈兆勋、岑玉荣、莫文卿、戴美瑋、邹永尧、杨佐全、韩武钲、王庚尧、郭中岳、徐玉兰。

铁路隧道结构物设计计算丛书

洞 门

铁道部 专业设计院 第一勘测设计院 合编
第二勘测设计院 第四勘测设计院

中国铁道出版社出版、发行

责任编辑 刘曼华 封面设计 王毓平

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 毫米 $\frac{1}{32}$ 印张: 9.625 插页: 1 张字数: 215 千

1990年3月第1版 第1次印刷

印数: 1—1000册 定价: 4.50元

ISBN 7-113-00577-2/TU·138

目 录

第一章 概 述	1
第一节 洞门形式.....	1
第二节 计算原理及方法.....	11
第三节 设计规定及要求.....	17
第二章 一般地区隧道门	24
第一节 结构形式.....	24
第二节 设计及计算方法.....	24
第三节 端墙式隧道门算例(单线、电化).....	27
第四节 柱式隧道门算例(双线、电化).....	35
第五节 翼墙式隧道门算例(单线、电化).....	51
第六节 小 结.....	65
第三章 偏压隧道门	68
第一节 结构形式.....	68
第二节 设计及计算方法.....	68
第三节 单侧挡墙式偏压隧道门算例(单线、电化).....	72
第四节 高低挡墙式偏压隧道门算例(单线、电化).....	80
第五节 小 结.....	92
第四章 明洞门	98
第一节 结构形式.....	98
第二节 设计及计算方法.....	102
第三节 柱式明洞门算例(双线、电化,Ⅴ类围岩).....	110
第四节 翼墙式明洞门算例(单线、电化,Ⅱ类围岩).....	138

第五节	挡墙翼墙式明洞门算例（单线、电化， IV类围岩）	167
第六节	小 结	207
第五章	斜交隧道门	214
第一节	结构设计的特点	214
第二节	结构尺寸的拟定	214
第三节	翼墙式斜交隧道门算例	218
第六章	地震区隧道门	228
第一节	抗震验算	228
第二节	抗震措施	232
第三节	八度地震区翼墙式隧道门算例 （单线、电化）	233
第七章	洞门实例及参考式样	249
第一节	洞门实例	249
第二节	洞门参考式样	259
附录一	洞门土压力计算公式	见书末插页
附录二	洞门土压力系数表	263
附录三	洞门土压力计算常用数值表	275
附录四	倾斜基底洞门墙抗滑稳定系数计算表	277
附录五	重力式挡土墙表	283
附录六	衡重式翼墙表	291
附录七	洞门工程数量计算示例	300
附录八	现行洞门标准设计图纸一览表	304

第一章 概 述

洞门（隧道门的简称，通常也泛指隧道门及明洞门）是隧道洞口用圬工砌筑并加以建筑装饰的支挡结构物。它联系衬砌和路堑，是整个隧道结构的主要组成部分，也是隧道进出口的标志。

洞门的作用在于支挡洞口正面仰坡和路堑边坡，拦截仰坡上方的小量剥落、掉块、保持仰坡和边坡的稳定，并将坡面汇水引离隧道，保证洞口线路的安全。因此，洞门对于确保洞内施工安全和隧道正常运营具有重要的作用。另外洞门是隧道唯一的外露部分，对它进行适当的建筑艺术处理，可起到美化环境的作用，这在城市和风景区附近的隧道尤为需要。

第一节 洞 门 形 式

根据洞口地形、地质及衬砌类型等不同的情况和要求，洞门结构主要有以下几种形式：

一、隧 道 门

（一）洞门框（图 1—1）

洞门框又称洞口环框，即只镶饰隧道衬砌两端部分。它适用于隧道洞口仰坡极为稳固，岩层坚硬整体，节理不发育，不易风化且无特殊排水要求时。其结构似一框形的洞门，厚度 d 一般为30cm，宽度 b 较洞口环节衬砌的厚度为大，以加固洞口。洞门框应与洞口环节衬砌用同一材料整体砌筑

或衔接。

(二) 端墙式洞门 (图 1—2)

端墙式洞门俗称一字式洞门，适用于自然山坡陡峻，洞口地形开阔，岩层较为坚硬完整，山体压力很小，开挖坡度 $1:0.3 \sim 1:0.5$ 的洞口地段。这种洞门具有结构简单、工程量小、施工简便的优点，在岩层较好时使用最为经济，也是最常见的一种洞门。唯洞门顶排水条件稍差，若横向山坡一侧较低时，宜开挖沟槽横向引排。



图 1—1

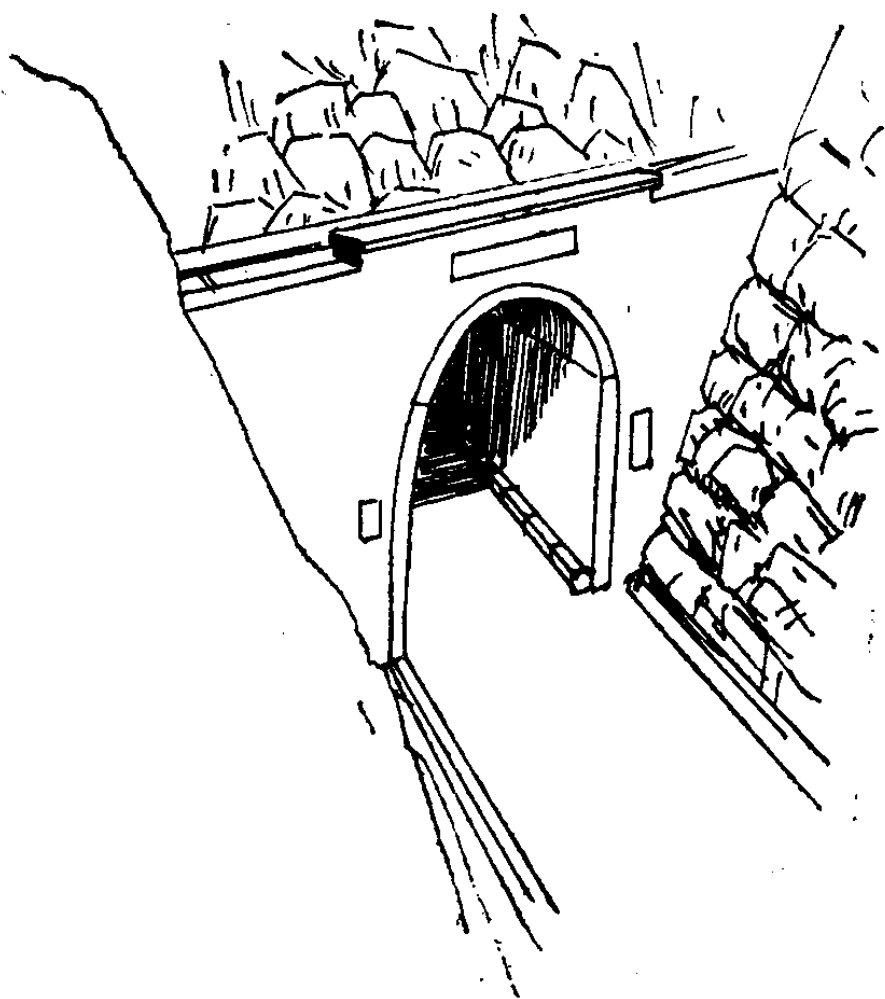


图 1—2

(三) 柱式洞门 (图 1—3(a)、(b))

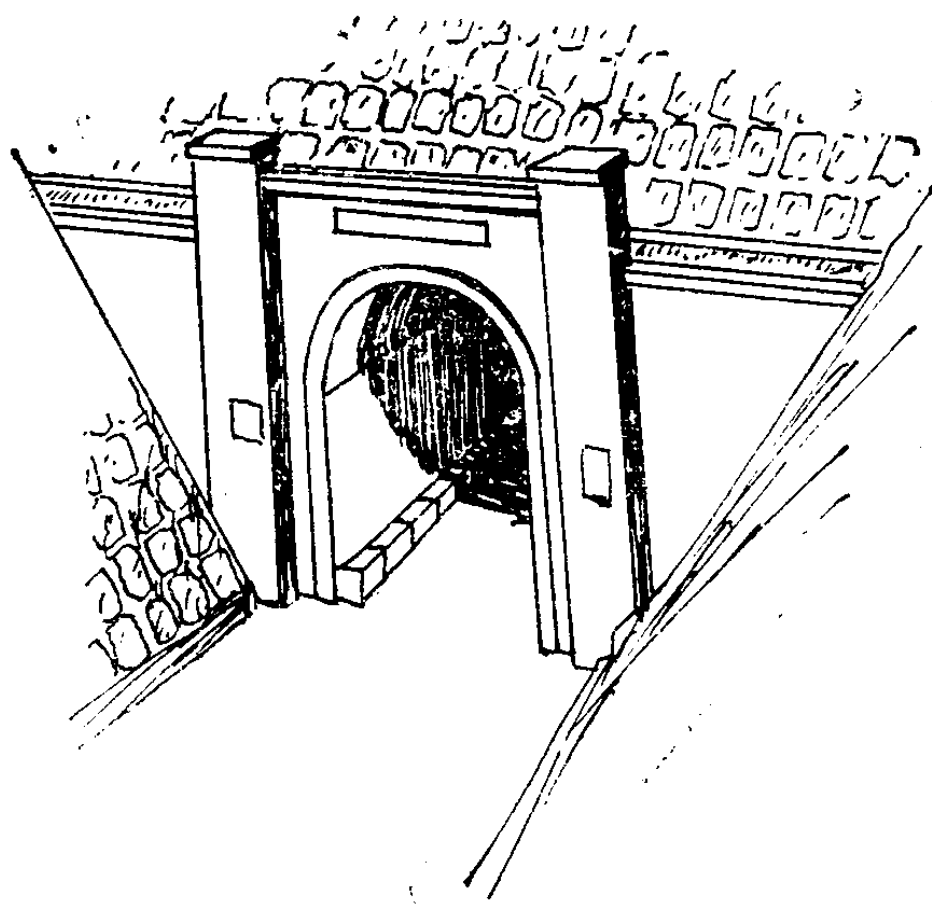


图 1—3(a)

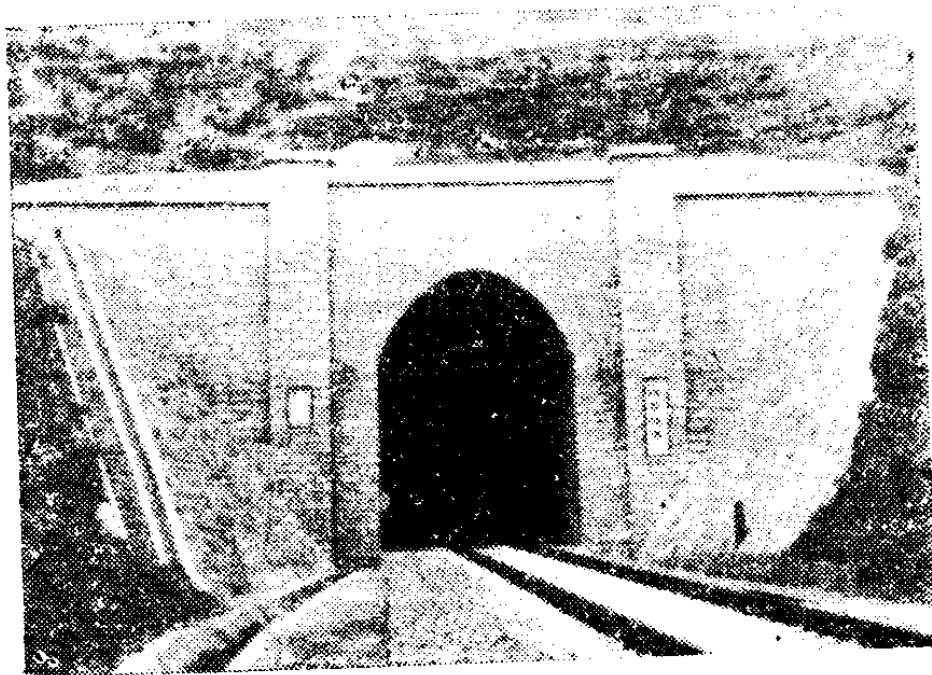


图 1—3(b)

柱式洞门是从端墙式洞门发展起来的，它实际也是一种端墙形式的洞门。当岩层有较大主动侧压力时，如仍象端墙式洞门那样采用同一厚度的端墙，则过于安全、浪费圬工；为此，区别受力大小，设计成横向不等厚、最厚部位即呈柱形的柱式洞门。柱式洞门适用于洞口地形较陡，岩层有较大侧压力的地段，或洞口处地位狭窄，设置翼墙无良好基础时，其仰坡开挖坡度一般为 $1:0.5 \sim 1:0.75$ 。此外，在城市、风景区或有建筑艺术装饰要求的地区，采用柱式洞门较为雄伟美观。柱式洞门工程量较翼墙式洞门大，造价较高，施工也较为复杂，是其缺点。还有柱式洞门两侧与路堑边坡接触处需嵌入岩层内以期稳固，其嵌入深度及形式可视岩层情况确定。

（四）翼墙式洞门（图 1—4）



图 1—4

翼墙式洞门俗称八字式洞门，是在端墙式洞门的两侧或一侧加设翼墙（挡墙）而成。翼墙起支撑端墙及保持路堑边坡稳定的作用，同时对减少洞口开挖高度和压缩端墙宽度均

为有利。翼墙顶面一般与仰坡的延长面一致，其上设置水沟，将仰坡和洞顶汇集的地表水排至路堑侧沟内。

当路堑开挖坡度缓于1:0.75，岩层较差时，如采用端墙式洞门，由于边坡较缓，端墙宽度增加很多，相应须加大工程量，不经济，不如采用翼墙式洞门。这种有翼墙的洞门，由于翼墙与端墙很大一部分面积相接触，设计时考虑其共同作用，可节省大量圬工，且能增加洞门的抗滑和抗倾覆稳定性。因此，当地质条件较差，仰、边坡较缓时，通常均采用翼墙式洞门。

（五）耳墙式洞门

耳墙式洞门即带耳墙的翼墙式洞门（图1—5），它是在工程实践中总结、提高和发展起来的一种洞门类型。翼墙式洞门洞口开挖范围较窄，可节约土石方，减少圬工量；唯其形式似大涵洞，墙顶虽有水沟，因截水面小作用不大，端墙范围外仰坡坡面汇水只能沿翼墙背后的坡面流下，致坡面长期受水冲刷，易出现沟槽，养护部门不得不将边坡全面铺砌，实为不足。为此，1966年以来，铁道部第三设计院的隧道勘测设计人员在华北、东北一些新建铁路隧道设计中，将翼墙式洞门端墙两侧各接出一个耳墙至边坡内，呈带耳墙的结构，形成耳墙式洞门。这种洞门结构形式对于排泄仰、边坡地表汇水，阻挡洞顶风化剥落体，效果良好，并可大大减少对坡面的冲刷，洞口显得宽敞，结构式样比较美观，而且对于边、仰坡坡度不一致的洞口，设计时亦便于处理。耳墙式洞门因增加了耳墙，虽圬工量略有增加，但可减少铺砌范围，在总的造价上与无耳墙的翼墙式洞门相比，增加费用很有限。由于这种洞门形式保持了翼墙式洞门的优点，克服了其不足之处，采用它可减少运营期间很大的养护工程量，故受到现场欢迎，被认为是一种适用、经济、美观的结构形式。

而得到广泛采用，并于1977年纳入铁道部单线铁路隧道门标准图中。

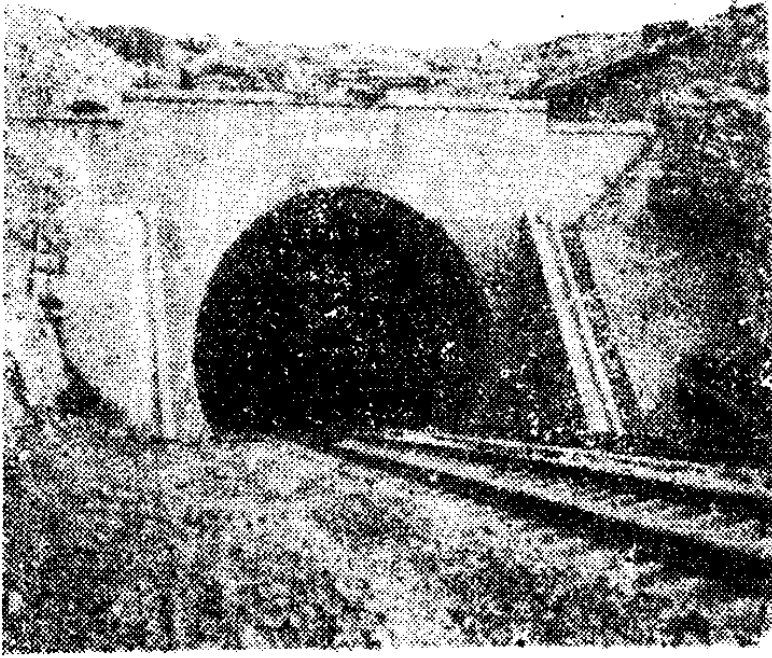


图 1—5

（六）台阶式洞门

傍山隧道洞口，地面横坡较陡，为了适应地形，减少开挖，多采用如图 1—6 所示的台阶式洞门。此种洞门一般配合偏压隧道衬砌使用，故亦称偏压隧道门。它在靠山侧通常需设置挡墙，以降低边坡开挖高度，并压缩端墙宽度。低山坡一侧，如地质较差，地面较高，也可采用矮挡墙。选用台阶式洞门时，通常需要根据洞口地形地质条件，与采用明洞或斜洞门作技术经济比较。

（七）斜洞门

当线路与隧道门斜交时，如采用以上几种正洞门，可能出现低山侧洞门端墙上部露空，或者高山侧因自然坡面陡而开挖很高。为了避免出现此种现象，通常将隧道门近于平行等高线方向设置，修建成斜交隧道门，简称斜洞门（图 1—7）。由于斜洞门与线路中线斜交，因而洞口环节衬砌跨度

加大，受力复杂，为简化设计起见，当前此种洞门仅用于Ⅳ类以及Ⅳ类以上围岩、山体压力较小的洞口地段，并要求洞门端墙与线路的交角不应小于 45° 。斜洞门一般分端墙式和翼墙式两种。个别工点因受地形限制也可采用柱式斜洞门。

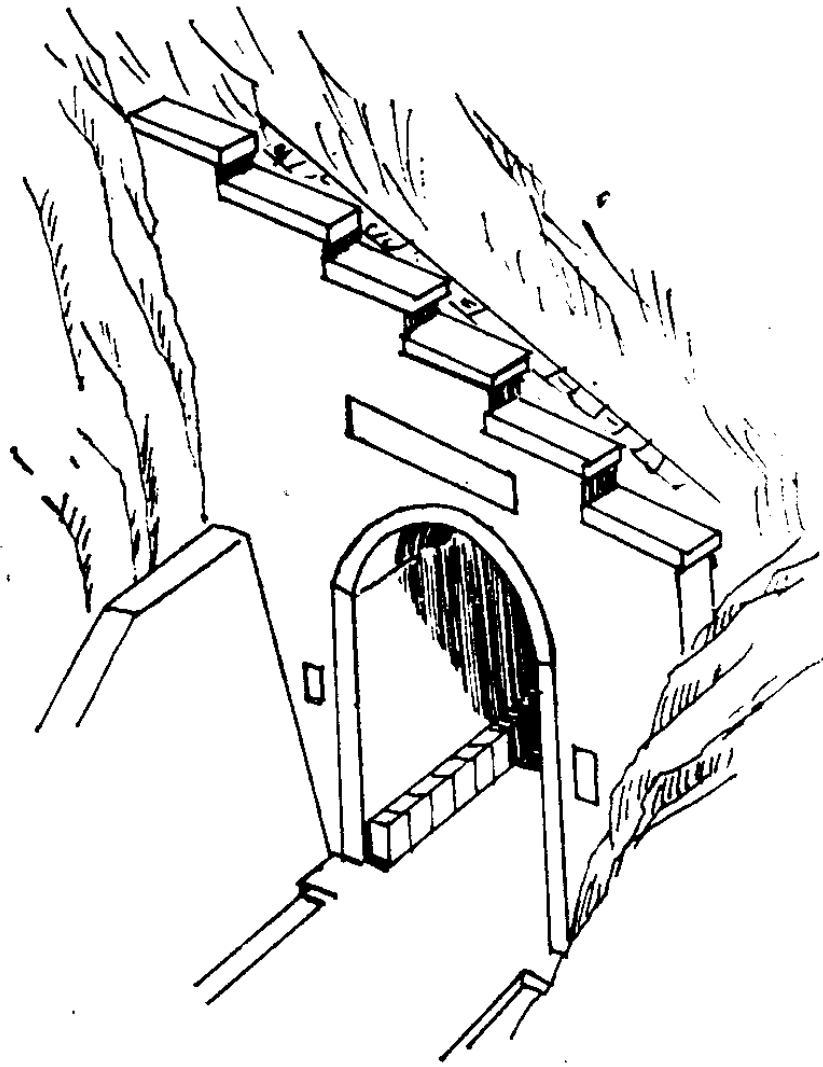


图 1—6

二、明洞门

明洞门主要配合明洞结构类型设计，明洞有拱形明洞和棚洞之分，相应明洞门也分拱形明洞门和棚式明洞门两大类。棚式明洞门并不单独设置，通常即在棚洞洞口端横向顶

梁上，加设端墙，以拦截落石，避免其坠入线路影响行车安全（图 1—8），故一般阐述的明洞门形式多指拱形明洞门而言。

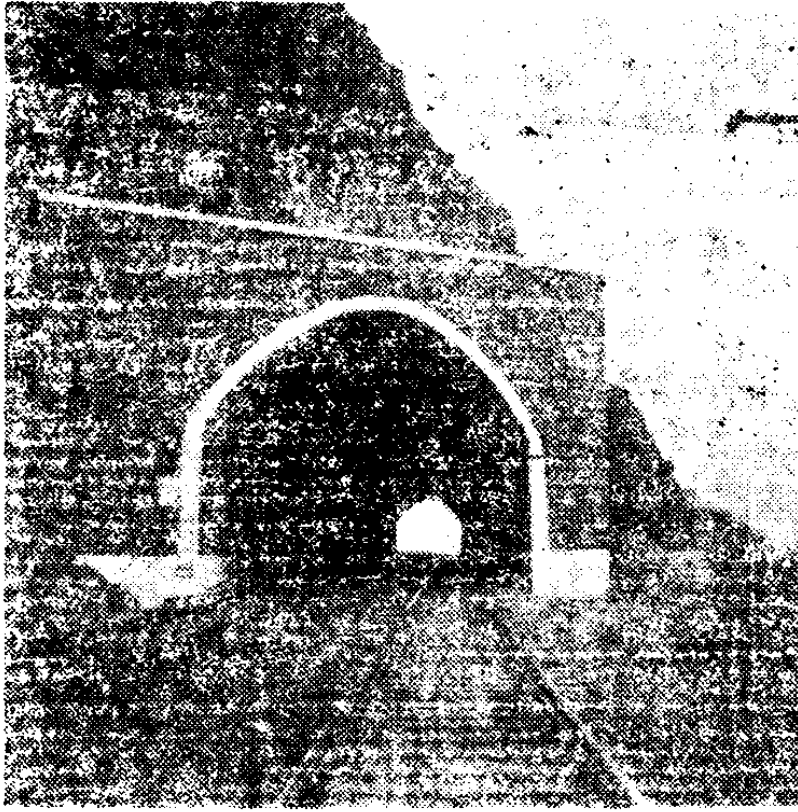


图 1—7

拱形明洞门可分为路堑式和半路堑式两类。路堑式明洞门有端墙式（常用柱式）和翼墙式两种，与一般隧道门形式相类似（图 1—9 和图 1—10）。半路堑式明洞门多用于傍山线路，其山侧与原地层相接，为了适应傍山、横向地面坡陡的地形，一般也多以台阶形式加高端墙，并在山侧设置挡墙支挡边坡，降低开挖高度（图 1—11、图 1—12）。对外侧有覆盖填土的偏压明洞，为了支挡填土，设置了较低的翼墙，并将洞门顶水沟的水经由翼墙顶引排（图 1—12）。

为了争取明洞的有效长度和方便施工，明洞门端墙常做成直立式，端墙墙身设计为衡重式挡土墙形式。

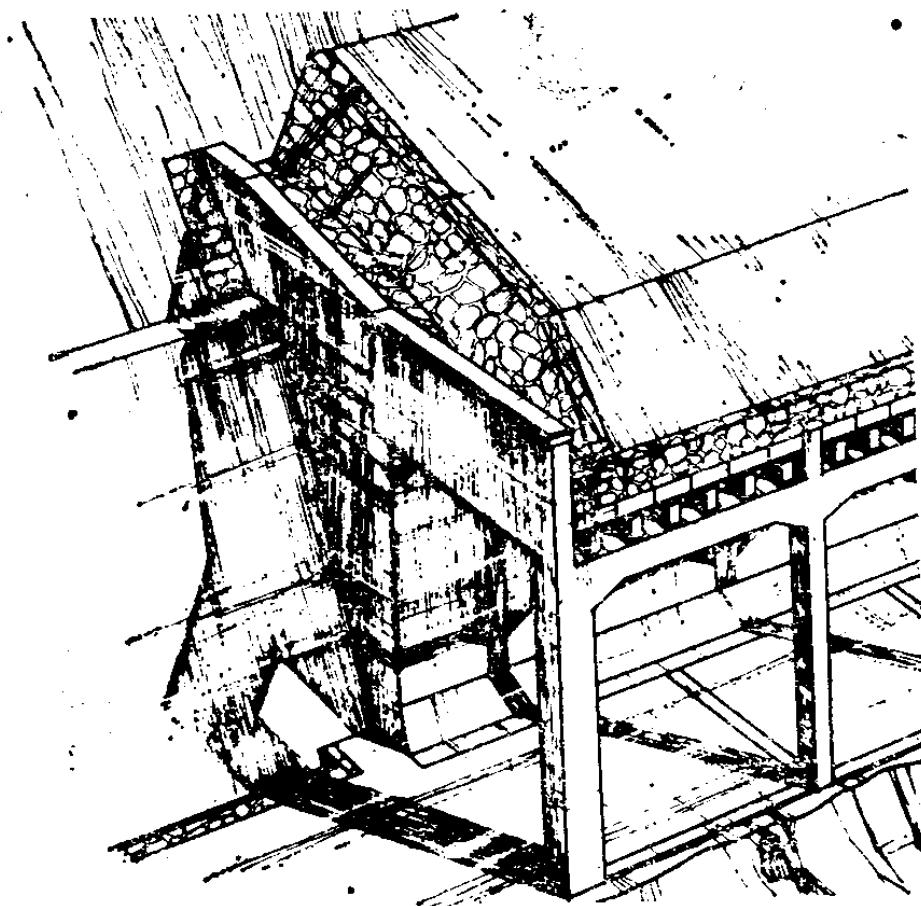


图 1—8

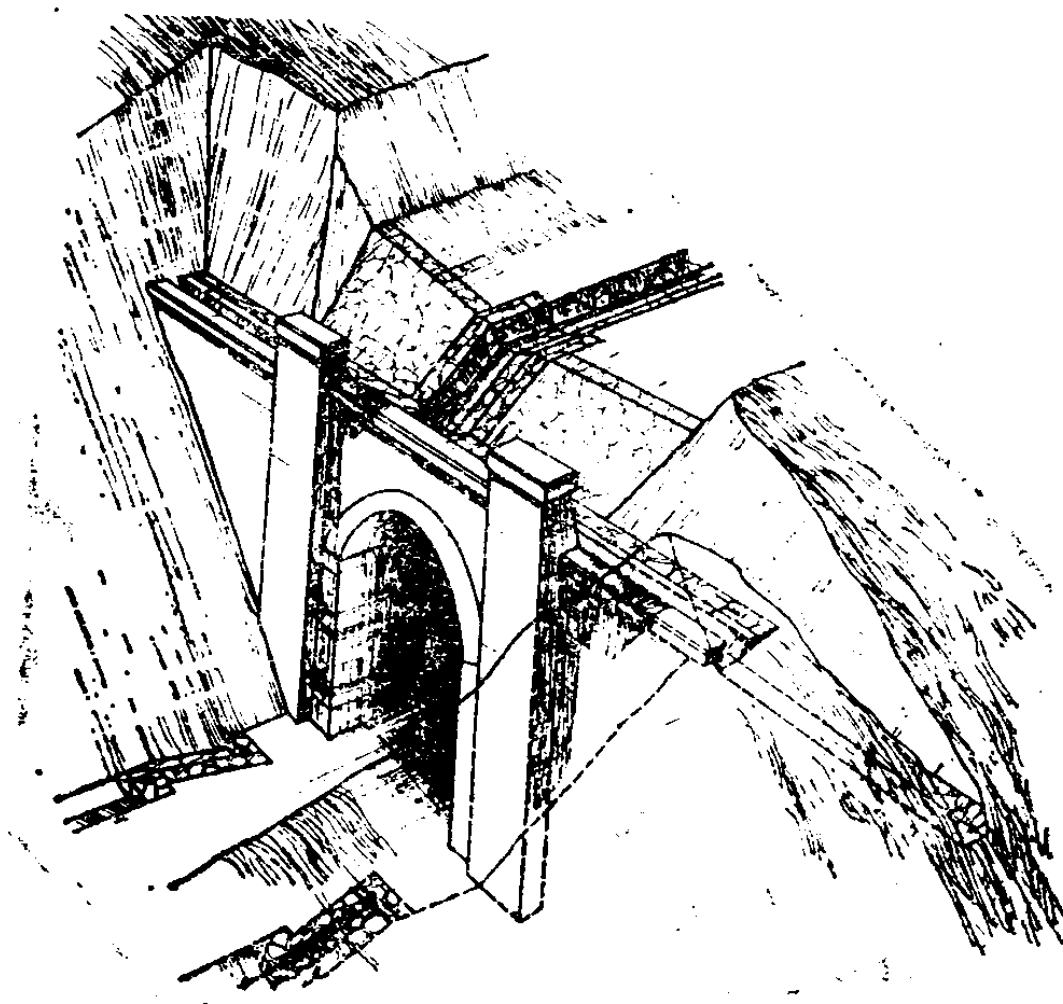


图 1—9

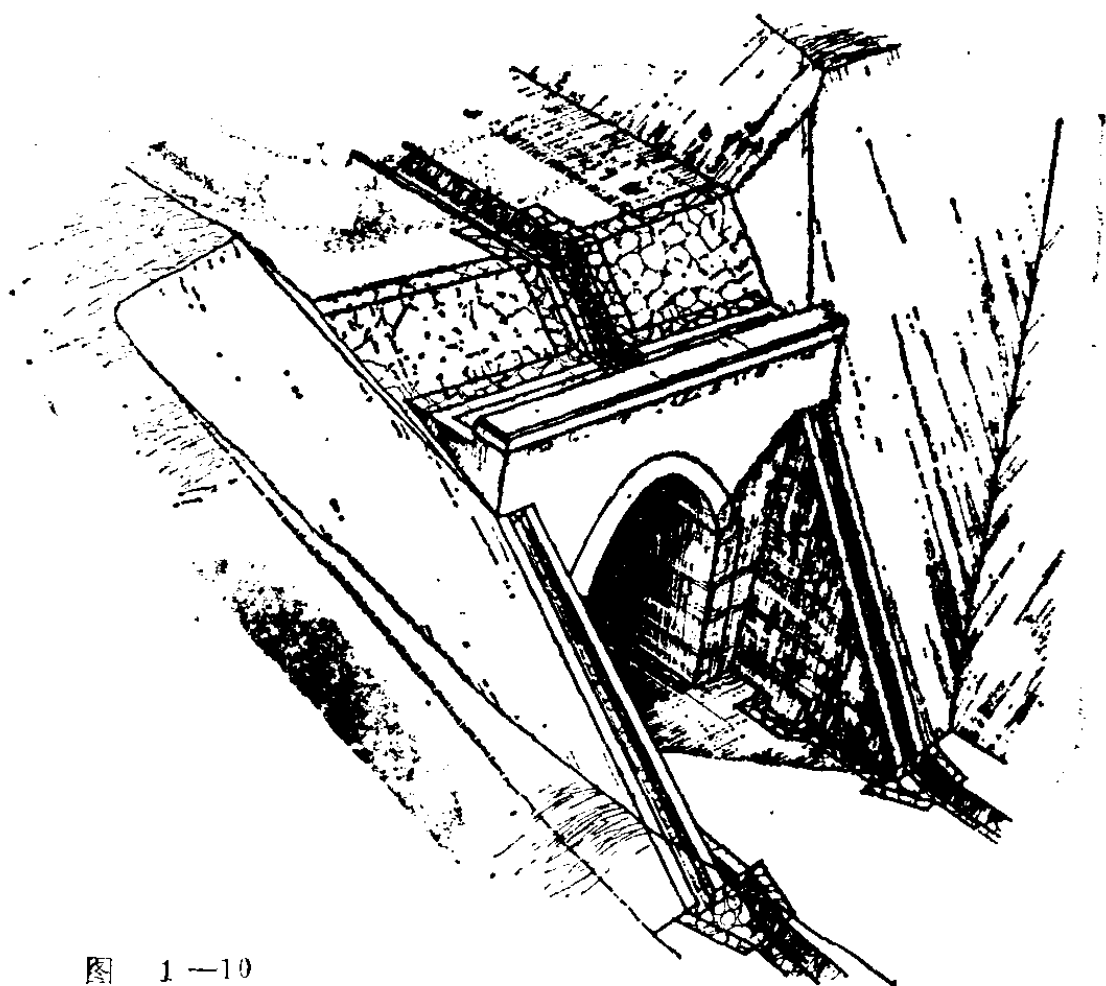


图 1-10

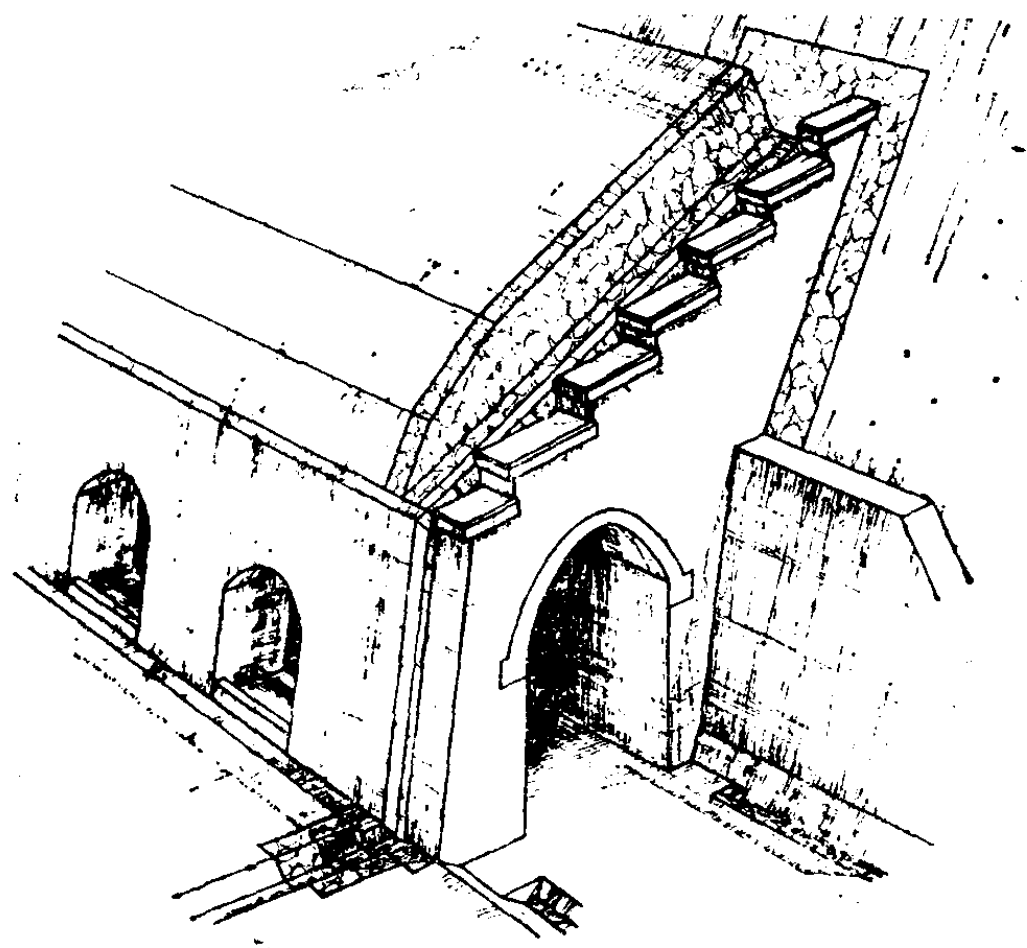


图 1-11

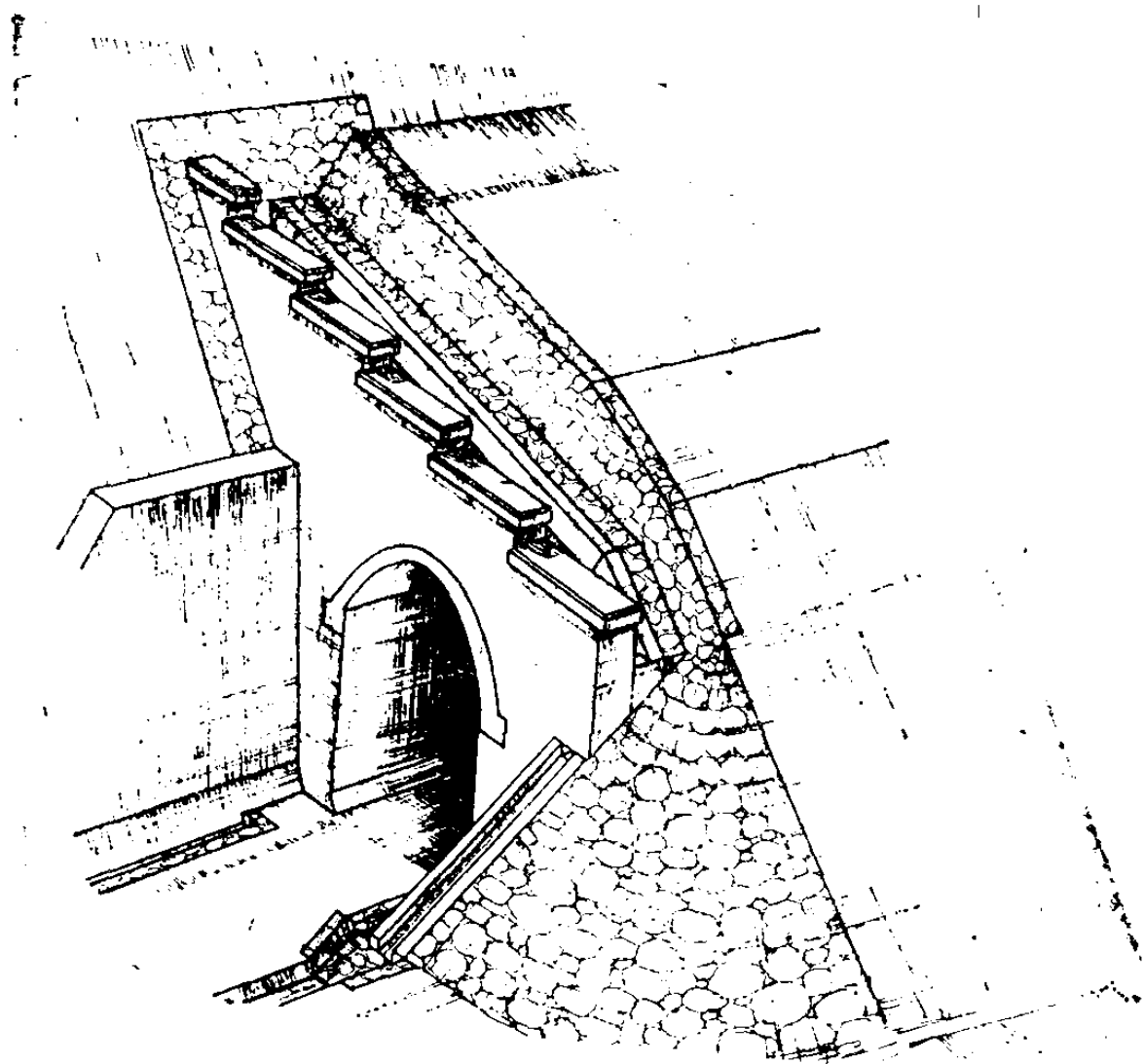


图 1—12

第二节 计算原理及方法

前已提到：洞门是支挡洞口正面仰坡和路堑边坡的结构物，因此，洞门的端墙和翼墙均可视为墙背承受土压力的挡土墙结构，根据挡土墙理论设计。

端墙式洞门可按计算挡土墙的方法分别检算如图 1—13 所示 *A*、*B*、*C*、*D*、*E*、*F*、*G* 各不同墙高截面的稳定性和强度，以此决定端墙的厚度和尺寸。为简化洞门墙的计算方法和便于施工，一般只检算端墙最大受力部位 *A* 的稳定性和强度，据此确定整个端墙的厚度和尺寸，这样虽增加了一些圪土量，但从施工观点看，却是合理的。由于洞门端墙紧

靠衬砌，又嵌入边坡内，故其受力条件较挡土墙为好。此有利因素可作为安全储备，在计算中是不予考虑的。

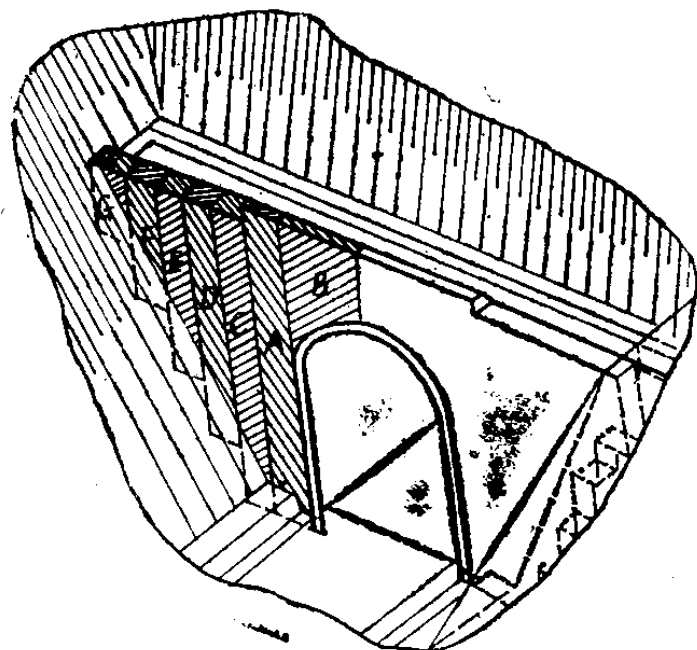


图 1—13

翼墙式洞门与端墙式洞门一样，也可采用分条方法取条带计算（图 1—14）。所不同的是：翼墙式洞门受力时，翼墙与端墙是整体作用的；故在计算端墙时，应考虑翼墙对端墙的支撑作用。即可先检算翼墙本身的稳定性和强度，然后再检算端墙 A 部分的强度及其与翼墙一起的滑动稳定。在计算翼墙时，翼墙与端墙连结面的抗剪作用是不考虑的。此翼墙式洞门的计算原理对其他有翼（挡）墙的洞门也是适用的。

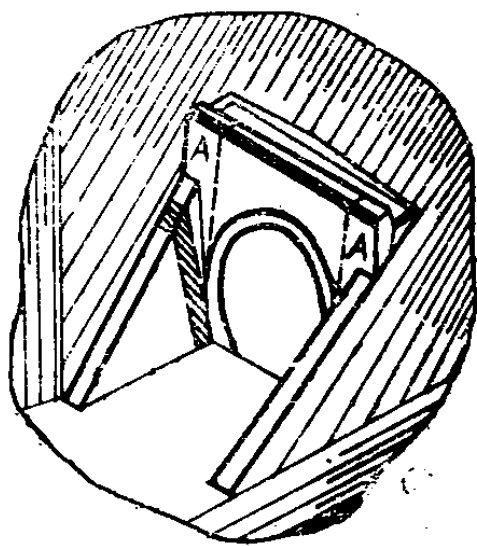


图 1—14

其他如柱式洞门、台阶式洞门、斜洞门和明洞门等均可归入无翼墙洞门或有翼墙洞门两大类，按照上述原理计算。

例如：台阶式洞门的路堑边坡，靠山侧高于端墙，一般均设置挡墙，因此靠山侧半个洞门的计算与翼墙式洞门相同，而另一侧半个洞门的计算，通常与端墙式洞门相同，根据两半洞门计算结果，可采用大者作为端墙厚度，既便于施工，也偏于安全。

我国铁路洞门自50年代编制标准设计起，即将其视作挡土墙，近似采用分条方法计算，所求得的洞门墙厚度，经过大量洞门修建实践的检验，基本是合适的。但也由于取窄条单独计算确定的端墙厚度，没有考虑其整体作用及各种有利因素，所以还存在不合理现象。如仰（边）坡1:0.75及1:1的翼墙式隧道门，配合Ⅲ、Ⅳ类围岩隧道衬砌设计时，因衬砌有直墙和曲墙两种，使端墙所取的计算高度亦不同，算得的端墙厚度相差甚大；而实践说明，仅仅由于配合直墙或曲墙衬砌的不同，端墙采用同一厚度是可以的。还有，以往设计偏压隧道门和明洞门，除取竖向的窄条按挡土墙计算外，同时还取横向窄条作为梁检算，这与一般隧道门单取竖向窄条计算不一致。竖向分条按挡土墙计算，所得截面偏大，就结合工程类比，辅以横向分条来减小竖条计算高度，理论上是不完整的。鉴于用分条计算方法确定洞门墙厚度不够合理，同时窄条取法不同，计算结果差别甚大，故在1977年铁道部批准的《洞门标准图统一设计原则》中仅作原则性规定：“洞门墙可采用以往沿用的分条方法计算，结合工程类比确定其厚度”，而没有对洞门计算方法作具体规定，以利于发挥设计人员的创造性。

根据《铁路隧道设计规范》（TBJ3-85）的规定，洞门墙计算时，应按照表1—1的要求，与挡土墙一样用容许应力法检算其强度，并应检算绕墙趾倾覆及沿基底滑动的稳定。