

中华人民共和国行业标准

# 城镇地道桥顶进施工及验收规程

Specification for construction and acceptance

of underpass bridges in town

by jacking method

**CJJ 74—99**

1999 • 北 京

中华人民共和国行业标准  
城镇地道桥顶进施工及验收规程

**Specification for construction and acceptance  
of underpass bridges in town  
by jacking method**

**CJJ 74—99**

主编单位：河北省石家庄市市政建设总公司  
批准部门：中华人民共和国建设部  
施行日期：1999年7月1日

1999 • 北 京

# 关于发布行业标准《城镇地道桥顶进施工及验收规程》的通知

建标 [1999] 19 号

根据建设部《关于印发一九九三年工程建设行业标准制、修订项目计划（建设部部分第二批）的通知》（建标 [1993] 699 号）要求，由石家庄市市政建设总公司主编的《城镇地道桥顶进施工及验收规程》，经审查，批准为强制性行业标准，编号 CJJ74—99，自 1999 年 7 月 1 日起施行。

本标准由建设部城镇道路桥梁标准技术归口单位北京市市政工程设计研究总院归口管理，由石家庄市市政建设总公司负责具体解释。

本标准由建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版。

中华人民共和国建设部  
1999 年 1 月 25 日

# 目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	一般规定	4
4	顶进施工方法	5
4.1	一次顶入法	5
4.2	中继间法	5
4.3	顶拉法和半顶拉法	6
4.4	多个单体桥顶进法	7
5	顶进工艺设计	8
5.1	现场调查	8
5.2	降水	8
5.3	工作坑	9
5.4	滑板	10
5.5	润滑隔离层	10
5.6	顶力计算	11
5.7	后背	12
5.8	钢刃脚及中平台	13
5.9	顶进设备	14
6	顶进施工	17
6.1	施工放线	17
6.2	施工排水与降水	17
6.3	工作坑开挖	18
6.4	滑板施工	18
6.5	润滑隔离层施工	19
6.6	后背施工	19
6.7	桥体预制	20
6.8	顶进设备安装	23

6.9	顶进作业	23
6.10	测量监控	28
6.11	恢复线路	28
7	铁路线路加固	30
8	工程质量检查与验收	33
8.1	工作坑	33
8.2	滑板及润滑隔离层	33
8.3	后背	34
8.4	桥体预制	35
8.5	桥体防水	38
8.6	桥体顶进	39
8.7	施工测量	39
附录 A	工作坑渗水量计算	41
附录 B	滑板抗滑移稳定性验算	46
附录 C	后背墙的稳定性验算	47
附录 D	地道桥顶进施工记录表	50
附录 E	本规程用词说明	51
	附加说明	52

# 1 总 则

**1.0.1** 为了统一全国城镇地道桥顶进施工技术要求,做到技术先进,经济合理,安全可靠,确保施工质量,使工程施工规范化,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于在铁路运营条件下,道路穿越铁路而修建的地道桥工程。

**1.0.3** 地道桥顶进施工,应进行工艺设计和施工组织设计。

**1.0.4** 城镇地道桥顶进施工及验收,除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 地道桥 **underpass bridge**

道路从铁路下穿过的立体交叉。

### 2.0.2 顶入法 **jacking method**

利用顶进设备将预制的箱形构筑物逐渐顶入路基，以构成立体交叉通道的施工方法。

### 2.0.3 箱形桥 **box-bridge**

采用顶进施工的地道桥，其桥体结构采用框架形式而成为箱形桥。

### 2.0.4 工作坑 **working pit**

预制和顶进桥体的工作场地。

### 2.0.5 滑板 **bed-way**

工作坑底板，又是顶进中的滑道。

### 2.0.6 后背 **reaction pedestal**

承受桥体结构顶进反力的临时构筑物。

### 2.0.7 吊轨 **hanging bridge of track**

在铁路线路加固范围内，行车钢轨的两侧，用 3 根或 5 根钢轨叠束后，藉 U 形卡子和扣板与枕木紧固联成一体，组成悬吊式轨束梁，使加固线路具有一定的整体刚度。

### 2.0.8 顶铁（顶柱） **jack blick**

用型钢制成的传力设备。

### 2.0.9 顶力 **jacking force**

桥体顶进时，为克服桥体与土之间的土抗力、摩阻力和铁路线路及加固材料的摩阻力所施加的力。

### 2.0.10 顶力系数 **jacking force factor**

桥体顶力与桥体自重之比。

### **2.0.11 中继间 intermediate jack station**

多节桥体在节间设置的用于布置顶进设备的工作间。(见图 4.2.1)

### **2.0.12 顶拉法 pull and push method**

三节或三节以上桥体顶进，将后节与前节以钢拉杆相连，使前后节桥体互为后背，交替顶进的施工方法。(见图 4.3.1)

### **2.0.13 半顶拉法 semi-pull and push method**

顶拉法施工，由于前后节静摩阻力不足，顶进仍需设置后背时，称为半顶拉法。

### **2.0.14 扎头 downward heading**

当桥体顶进时的重心移向滑板前方边缘附近时，桥体前部进入未经压实的土基，并在铁路活荷载作用下产生变形下沉。



## 3 一般规定

**3.0.1** 城镇地道桥孔数和跨径、净高应符合城市规划及国家现行的《城市道路设计规范》(CJJ37)《铁路桥涵设计规范》(TBJ2)等有关规范的规定。

**3.0.2** 应根据土质情况组织施工组织设计或制定有针对性的施工技术方案。当有地下水时,地下水位应降至基底以下 0.5~1.0m 后,方可施工。雨季不得顶进地道桥。

**3.0.3** 应与铁路有关部门签订施工配合协议。在顶进作业前,并应依据设计图纸及施工组织设计由铁路部门对施工范围内的铁路线路进行加固。

**3.0.4** 地道桥采用整体顶进时,其长度不宜大于或等于 30m;当大于 30m 时,宜在纵向分节。第一节长度宜为桥高的 1.5~2.0 倍。纵向分节的接缝宜设在铁路线间。

**3.0.5** 多孔地道桥的宽度超过 45m 时,宜横向分解为多个单体桥,根据工期和顶进设备情况采用分开顶进或同步顶进。

**3.0.6** 桥体顶力作用面应垂直于道路中心线,并应设置钢垫板,当斜桥顶进时,在受力部位应设置桥体底板顶进三角块(见图 5.6.3),并应采取纠偏的技术措施。

**3.0.7** 桥体尾墙长度不宜小于桥高的 0.4 倍。

**3.0.8** 在地道桥顶进过程中,应对线路加固系统、桥体各部位、顶力体系和后背进行测量监控。测量监控方案应纳入施工组织设计或施工技术方案中。

**3.0.9** 地道桥体结构可采用箱形框架结构,亦可采用拱形结构或分解式结构。

## 4 顶进施工方法

### 4.1 一次顶入法

**4.1.1** 采用一次顶入法(图 4.1.1)施工,桥体应整体预制,桥尾部设置千斤顶,借助后背反力,将单孔或多孔桥体一次顶入铁路路基。

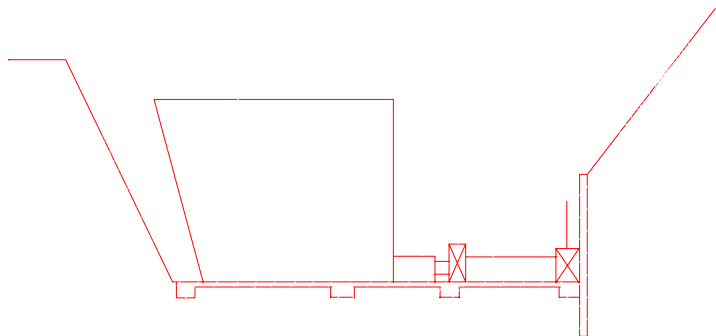


图 4.1.1 一次顶入法

1—桥体; 2—滑板; 3—千斤顶; 4—横梁; 5—顶柱; 6—后背

### 4.2 中继间法

**4.2.1** 多节桥体采用中继间法(图 4.2.1)顶进时,应在多节桥体分节处的中继间内和桥体尾部设置千斤顶,按顺序各节依次逐节顶进。顶进前节的顶力应依靠以后各节的静摩阻力和后背反力提供。当后背综合抗力的条件允许时,可采用组合顶进。

**4.2.2** 中继间的位置和尺寸,应根据采用的千斤顶的外形及其数量确定。

图 4.2.1 中继间法

1、2、3—桥体；4—千斤顶；5—顶柱；6—后背；  
7—钢横梁；8—剪刀铰；9—中继间

**4.2.3** 在场地预制桥体中，各节桥体可采用串联预制或并联预制。

### 4.3 顶拉法和半顶拉法

**4.3.1** 采用顶拉法（图 4.3.1）施工时，桥体不应少于三节。在常用几种润滑隔离层中宜选用摩阻系数偏大的材料，其节间应设传力支墩、拉杆、拉梁等作为传力设备。千斤顶应设在中继间、桥体尾部及传力墩处。

**4.3.2** 设计顶力应根据桥体分节、各节的长度和各节静摩阻力，按最不利情况进行计算。

**4.3.3** 采用半顶拉法施工时，桥体不应少于两节，常用几种润滑隔离层宜选用低摩阻材料，并应充分利用各节静摩阻力，并应通过传力墩和拉杆等转变为顶进节所需的反力，其不足部分应由后背提供。

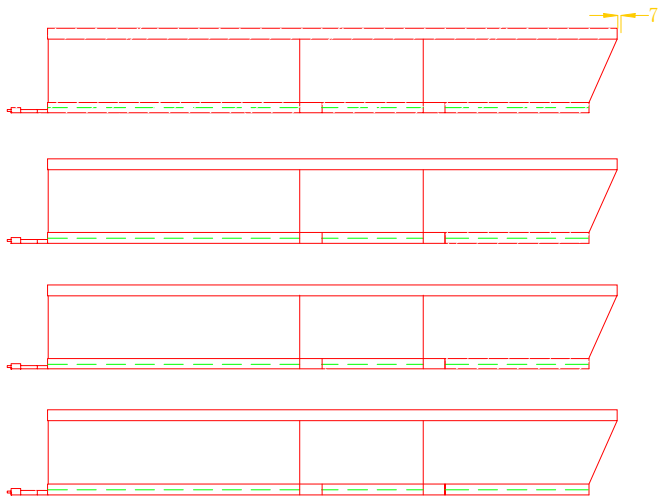


图 4.3.1 顶拉法

1—前节桥体；2—中节桥体；3—后节桥体；4—千斤顶；  
5—拉杆；6—钢拉梁；7—进尺

## 4.4 多个单体桥顶进法

**4.4.1** 多个单体采用分次顶时，桥体间净距不宜小于 0.2m。顶进时应计入一侧土压对桥体偏移受力的影响。

**4.4.2** 多个单体桥采用同步顶进应视同多孔桥整体顶进，并应随时调整顶进中的相关位置。

## 5 顶进工艺设计

### 5.1 现场调查

**5.1.1** 地道桥顶进地点的调查应包括：地形、地貌，地基土种类及其物理力学性质、地下水位、含水层的渗透系数、流量，周围地区地面排水情况，当地气象资料，以及影响地道桥稳定和施工中可能发生的地质不良现象等。

**5.1.2** 施工范围内的调查应包括：地上、地下各种设施及管线的种类、结构、位置、用途、产权单位的拆迁方案，以及要采取的施工防护或施工过渡措施等。

**5.1.3** 调查附近道路和铁路交通的情况应包括：铁路容许的限速条件，列车通过次数及间隔时间；既有铁路股道数、道岔及每股道的使用情况；股道间距及标高；现有平交道口的交通状况及临时改移道路的可能性。

**5.1.4** 现场调查应包括：水源、电源、料源、施工运输道路及施工场地。

### 5.2 降 水

**5.2.1** 地道桥顶进施工范围内，应保持干槽施工。工作坑底四周应设排水沟和集水井，坑顶周围应有防、排地表水的措施。

**5.2.2** 根据水文地质情况，进行降水设计，通常可采用排水沟、集水井或井点降水等；降水除满足顶进施工要求外，对降水后出现路基和周围建筑物下沉，应有预防措施。各类井点降水的适用范围应符合表 5.2.2 的要求；工作坑渗水量计算应符合本规程附录 A 的规定。

表 5.2.2

各类井点降水的适宜范围

井点类别	土层渗透系数 (m/d)	降低水位 深度 (m)	井点类别	土层渗透系数 (m/d)	降低水位 深度 (m)
一级轻型井点	0.1~80	3~6	电渗井点	<0.1	5~6
二级轻型井点	0.1~80	6~9	喷射井点	0.1~50	8~20
管井井点	20~200	3~5	深井井点	10~80	>15

### 5.3 工 作 坑

**5.3.1** 预制和顶进地道桥的工作坑,应根据线路情况,现场地形、地物及施工需要,在保证排水和安全的前提下,选择在施工场地宽敞、供料方便和顶进距离短的铁路一侧。

**5.3.2** 靠铁路一侧的工作坑边坡坡顶与最外侧铁路中心线的距离不得小于 3.2m,边坡的坡度应小于 1:1,其余边坡坡度宜为 1:0.50~1:1.25。对不稳定土层或雨季施工的工作坑边坡应进行抗滑稳定性验算,边坡不稳定时应先加固,后开挖。当坑边的建筑物基底压力线进入工作坑内,或工作坑的边坡不能按规定开挖时,应采取加固措施。

**5.3.3** 工作坑的尺寸应根据地道桥的长度、宽度、后背尺寸和操作空间确定。并应在桥体底板前留出承重支架位置或空顶长度,在底板和后背间宜留出 2~3m 布置顶进设备的位置。桥体两侧可视结构高度模板支设方法、混凝土浇筑方案、排水情况等预留 2m 及以上的工作宽度。并应绘制出工作坑平面图及剖面图。

**5.3.4** 工作坑基底的承载力应满足顶进地道桥的要求;当土质松软时,应对基底进行加固处理。

**5.3.5** 工作坑运土的坡道位置,宜避开后背路基土的顶进受力范围,当受条件限制、不能避开时,坡道边坡应进行支护。

## 5.4 滑 板

**5.4.1** 滑板应满足预制桥体所需的强度、刚度和顶进时稳定性要求。可根据地基承载力、桥体重量和顶进方法选用钢筋混凝土滑板、混凝土滑板、砌筑片石滑板和灰土滑板等。混凝土滑板厚度宜为 0.2m；根据土质情况，滑板底部可设碎石和灰土垫层。

**5.4.2** 滑板中心线应与地道桥设计中心线一致。根据土质及线路使用情况，滑板宜做成前高后低的仰坡。仰坡的坡度应根据设计确定，可取 1‰~5‰。

**5.4.3** 滑板顶面应平整光滑，可用水泥砂浆抹面。滑板底面与土基接触部分应有防滑锚固措施，亦可在滑板下设锚梁，并应验算地道桥在顶进起动时的滑板抗滑移稳定性，滑板抗滑移稳定性验算应符合本规程附录 B 的规定。

**5.4.4** 当控制地道桥顶进入土方向时，在滑道两侧应设置钢筋混凝土或钢制方向墩，其间距宜为 3~4m，并应深入滑板以下 0.6~0.8m，且在滑板以上外露 0.2m，与桥体间预留出导梁垫片位置。方向墩和滑板应浇筑成一体，并应满足强度和稳定性的要求。

**5.4.5** 当后背反力不能满足地道桥顶进要求时，可将混凝土滑板和后背梁用受力钢筋连成一体。

**5.4.6** 地道桥采用气垫起动时应在桥体底板或滑板中预留输气管道并设置充气空气压缩机。

## 5.5 润 滑 隔 离 层

**5.5.1** 润滑隔离层由润滑剂和隔离层两部分组成。润滑剂可采用石蜡、滑石粉、机油和黄油等；隔离层可采用塑料薄膜、油毡纸、油毡布和水泥砂浆抹面等。在桥体底板施工过程中，应采取使润滑隔离层不被损坏的措施。

**5.5.2** 润滑隔离层可根据顶进方法选用。当采用顶入法施工时，

润滑隔离层宜选用摩擦系数低的材料；当采用顶拉法施工时，润滑隔离层宜选用油毡纸等摩擦系数偏大的隔离材料。常用润滑剂摩擦系数可按表 5.5.2 采用。

**表 5.5.2 常用润滑剂摩擦系数**

介质名称	规格	摩擦系数 $\mu$
无介质	—	0.52~0.69
石蜡	厚度 2~4mm	0.17~0.34
滑石粉	厚度 3mm	0.30
机油滑石粉浆	厚度 1~2mm	0.20

注：无介质指混凝土与混凝土之间。

## 5.6 顶力计算

**5.6.1** 地道桥顶进起动时，应克服桥体自重产生于滑板上的粘结力、真空吸附力及静摩阻力。起动顶力系数可取 0.6~1.0；对顶拉法，顶力系数宜大于 1.0。在滑板上空顶顶力系数宜为 0.2~0.6。

**5.6.2** 地道桥全部入土后的最大顶力可按式计算：

$$N = K (q_1 \mu_1 + (q_1 + q_2) \mu_2 + 2F \mu_3 + RA) \quad (5.6.2)$$

式中  $N$ ——最大顶力 (kN)；

$q_1$ ——地道桥顶上荷载 (包括线路加固材料荷载) (kN)；

$\mu_1$ ——地道桥顶面与其上荷载的摩擦系数，应视顶上润滑处理情况经试验确定，当无试验资料时宜采用下列数值：涂石蜡为 0.17~0.34；涂机油滑石粉浆为 0.20；无润滑处理为 0.52~0.69；覆土为 0.60~0.80；

$q_2$ ——地道桥自重 (kN)；

$\mu_2$ ——地道桥底板与基底土的摩擦系数，应视基底土的性质经试验确定，当无试验资料时可采用 0.6~0.8；



$F$ ——地道桥两侧土压力 (kN);

$\mu_3$ ——侧面摩擦系数,应视土的性质经试验确定,当无试验资料时可用 0.6~0.8;

$R$ ——刃角正面阻力,应视刃角构造、挖土方法、土的性质经试验确定,当无试验资料时,可采用:砂质粘土为 500~550kPa;卵石土为 1500~1700kPa;

$A$ ——刃角正面积 ( $m^2$ );

$K$ ——系数,宜采用 1.2。

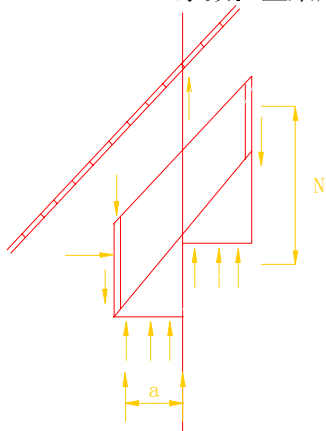


图 5.6.3 斜桥顶进顶力布置

- 1—桥体; 2—顶进三角块;
- 3—千斤顶; 4—纠偏千斤顶;
- 5—顶进方向; 6—最大顶力;
- 7—纠偏顶力; 8—铁路

**5.6.3** 当斜桥顶入路基后产生水平偏转时,应调整中轴线两侧顶力(图 5.6.3)。并可按入土深度分阶段计算防止偏转的顶力,且编制纠偏程序。最大纠偏顶力可按下式计算:

$$N_0 = FZ/a \quad (5.6.3)$$

式中  $N_0$ ——最大纠偏顶力 (kN);

$F$ ——侧向土压力 (kN);

$Z$ ——两侧土压合力的中心距离 (m);

$a$ ——纠偏顶力合力中心距桥体轴线距离 (m)。

**5.6.4** 当采用气垫减阻或触变泥浆减阻时,应根据有无气垫裙及化学成分等情况,其顶力需另行计算。气垫摩阻系数宜取 0.1~0.2, 钠钙

膨润土触变泥浆摩阻系数宜取 0.1~0.3。

## 5.7 后 背

**5.7.1** 顶进地道桥的后背应包括后背梁、后背墙和后背填土。后背应满足强度和稳定性的要求,并按最大顶力进行后背设计,和

按一次性使用验算各种受力状态下的稳定性。

**5.7.2** 后背型式可根据设计顶力、现场条件、地质、地形及材料设备的情况选择板桩式、埋桩式或重力式。

**5.7.3** 后背的设计抗压强度应符合下列规定：

**5.7.3.1** 顶进前，后背应能承受背后填土的水平推力。

**5.7.3.2** 顶进时，后背应能承受传递到后背梁的最大顶力。

**5.7.4** 重力式后背墙可按浆砌片石挡土墙或混凝土挡土墙进行设计，土体的被动土压力线应与顶力作用线一致。

**5.7.5** 板桩式后背可按顶端锚固板桩进行设计，最大顶力发生时应保持板桩墙稳定。后背墙的稳定性验算应符合本规程附录 C 的规定。

**5.7.6** 后背的设置应留有补强余地。当后背的水平反力不足时，可将后背梁和滑板联成整体，其设计顶力应从地道桥的最大顶力减去滑板的抗拉力；亦可采用串联式后背，其整体反力应满足最大顶力要求。

**5.7.7** 后背的布置宽度应根据其单位宽度提供的土坑力和设计顶力确定(包括斜桥纠偏顶力)，其位置应与千斤顶的布置相对应。

## 5.8 钢刃脚及中平台

**5.8.1** 桥体前端周边应设置钢刃脚。桥体高度大于 4.5m 且砂土路基高度超过 6m，挖方坡度大于 1 : 0.75 时，宜设置中间钢刃脚和中平台。

**5.8.2** 钢刃脚宜划分为侧刃脚、底刃脚、中刃脚和顶刃脚。侧刃脚应设置在钢筋混凝土刃角墙前端，刃角墙墙端线与水平线的夹角应视土质确定，宜取 60°，底刃脚应设置在底板前端，并可采用垫板调整坡度。中刃脚应设置在中平台前；当土质较好时，要不设中刃脚和底刃脚。中刃脚应设置在前悬臂端部；当桥体顶面覆土小于 1m 或无覆土时，要不设顶刃脚。

**5.8.3** 钢刃脚应按位置的不同分别进行设计，并按施工荷载进

行结构计算，和验算预埋螺栓的强度以及端部混凝土的局部承压力。

**5.8.4** 钢刃脚可采用厚 10~20mm 的钢板焊成块体，挑出长度宜为 0.5~0.8m，并应与桥体前端预埋螺栓进行拼装固定，顶进就位后拆除。

**5.8.5** 中平台应按施工垂直荷载和刃角正面阻力进行设计。顶进方向的宽度可采用 1.5~2m，高度应按装土机械作业确定。中平台可采用型钢支架设置在桥体预埋螺栓上，并应满足强度和稳定性的要求；桥孔较大时，中平台应设置中柱或支架。

## 5.9 顶进设备

**5.9.1** 顶进设备应包括液压系统及顶力传递部分。顶力传递设备应按传力要求进行结构设计，并应按最大顶力和顶程确定所需规格及数量。

**5.9.2** 高压油泵宜采用柱塞泵。柱塞泵的工作压力可选择在额定压力的 60%~70%。高压油泵输出流量应符合顶进速度的要求，并可根据供油量计算，确定高压油泵台数。泵房宜设置在桥体中间，使桥体中线两侧负荷均衡。

**5.9.3** 千斤顶的工作顶力可按额定顶力的 70%进行计算，并应按最大顶力和纠偏顶力综合确定配备数量。正向顶进的千斤顶应按桥体中轴线对称布置，当型号不同时，应对称组合；纠偏千斤顶应布置在斜桥锐角一侧三角顶块的边部，并可加大纠偏顶力的力臂，减少千斤顶用量。

**5.9.4** 液压系统油管内径应按流量确定；回油管路主油管的内径不得小于 10mm，分油管的内径不得小于 6mm。油路应按工艺要求进行布置(图 5.9.4)，并应安全稳固、密封良好、便于操作。液压油介质宜采用稠化液压油或合面锭子油。

**5.9.5** 地道桥分节顶进时，油路宜采用电液和电磁换向联动控制系统。

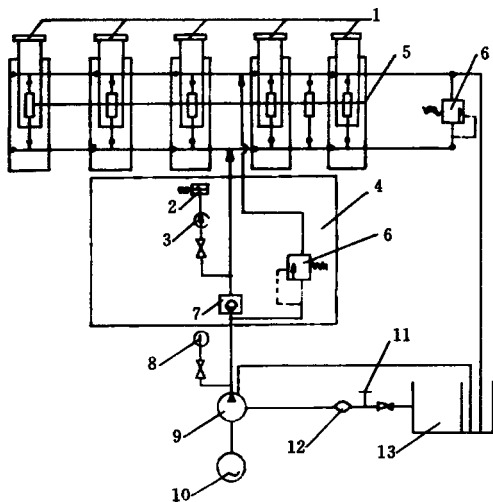
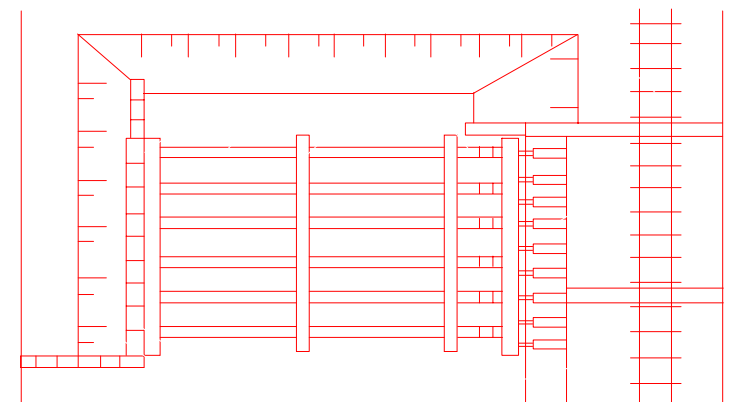


图 5.9.4 液压系统布置

- 1—千斤顶；2—压力继电器；3—远传压力表；4—集油板；  
 5—电磁换向阀；6—电磁溢流阀；7—单向阀；  
 8—电接点压力表；9—高压油泵；10—交流电动机；  
 11—放气孔；12—网式滤油器；13—油箱

**5.9.6** 顶入法传力设备中的顶柱和顶铁可采用型钢组焊，按长度 6、4、2、1 (m) 和 0.6、0.3、0.2、0.1 (m) 等几种规格，并根据其传递能力，按千斤顶和后背位置进行布置。顶柱和顶铁可每 4~8m 长设置一道钢横梁，其间距离应便于操作。当顶程较长时，顶柱与横梁应用螺栓联结成受力框架，并可根据需要，在其顶上压重或填土，填土高度宜为 1.0~1.5m，并碾压密实；在滑板中部可设置地锚梁。

**5.9.7** 顶拉法传力设备可采用明拉杆和暗拉杆两种，拉杆可采用钢筋、钢绞线或型钢等制成。暗拉杆应设置在桥体底板的预留孔道内，拉杆前端应用螺母（锚具）紧固在前节底板端部的锚块上，尾端通过千斤顶和拉梁后用螺母（锚具）与拉梁紧固。明拉杆应设置在桥体底板顶面，穿过前后节传力支墩预留孔和拉梁后，两



5.9.9-1 顶进传力设备平面布置

1—桥体；2—铁路；3—千斤顶；4—顶铁；5—横梁；  
6—顶柱；7—后背梁；8—后背填土；9—后背墙；10—滑板

端用螺母（锚具）紧固。两种拉杆亦可结合使用；桥体顶进就位后根据标高要求应将传力支墩凿除。

**5.9.8** 当地道桥顶进时，在滑板分段处可设置地锚梁；当桥尾顶过时，在其预埋钢板上设置钢支墩和钢横梁，并与顶柱楔紧。

**5.9.9** 根据桥体尺寸和工艺设计应绘制出顶进传力设备平面布置图（图 5.9.9-1），和顶拉传力设备平面布置图（图 5.9.9-2）。

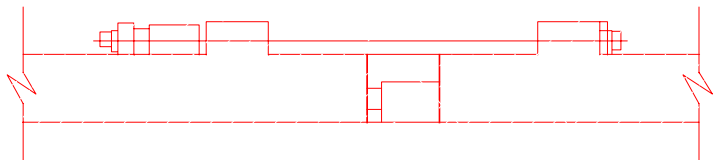


图 5.9.9-2 顶拉传力设备平面布置

1—底板；2—传力支墩；3—螺母；4—拉杆；5—钢垫板；  
6—千斤顶；7—拉梁；8—护板；9—中继间

## 6 顶进施工

### 6.1 施工放线

**6.1.1** 施工放线使用的经纬仪、水准仪、钢尺等仪器，施工前应经过检查校正，其精度应符合现行国家标准《工程测量规范》GB50026 中等级要求的有关规定。且各项测量精度尚应符合本规程第 8.7.2、8.7.3 和 8.7.4 条有关规定。

**6.1.2** 对地道桥的中线桩和水准基点应进行检查核对。

**6.1.3** 应以桥体中线作为测量基准线，测出桥体预制端线和墙身位置线，并分别用控制桩固定在工作坑施工范围以外的可靠位置。

**6.1.4** 施放工作坑开挖边线，可撒石灰线示出。

**6.1.5** 施放桥体顶进就位线，可在路基开挖线以外的可靠位置设定控制桩。

**6.1.6** 在工作坑开挖线以外的可靠位置宜设置临时水准点。工作坑开挖后，在坑底前后端也宜设置临时水准点。

**6.1.7** 各道工序施工放线都应建立复核制度。

### 6.2 施工排水与降水

**6.2.1** 施工降水应在工作坑开挖前进行；同时应采取工作坑周围积水的排除和防涝措施。

**6.2.2** 当工作坑浅，土质为粘性土，四周渗水量小，且具备自流排水条件时，可挖排水沟以自流方式排除地下水和雨水。

**6.2.3** 当工作坑浅，土质较好，地下水流量小，不能自流排水时，可在工作坑周边设置排水沟和集水井，采用水泵抽提排水。集水井可采用直径为 1.0~1.5m 的钢筋混凝土管，并可采用下沉法施

工。

**6.2.4** 当含水层为砂、砂砾和卵石层，渗水量较大时，可采用井点降水，并在工作坑中线位置设观测井。

**6.2.5** 各类井点的技术要求应按现行的国家标准《地基与基础工程施工及验收规范》(GBJ202)中的有关规定进行施工。

### 6.3 工作坑开挖

**6.3.1** 工作坑应采用机械分层开挖，挖到边坡及底部土方时应预留 0.3m，并应采用人工跟随机械削坡、清底、整平，但不得超挖。当采用人工开挖时，宜用阶梯分段倒土，台阶宽度不得小于 0.8m。

**6.3.2** 滑板设有锚梁时可与工作坑一次挖成。当选定钢板桩后背时，可先打桩，后挖工作坑。

**6.3.3** 当工作坑底土质较弱，需进行加固时，宜采用夯填砂砾石或石灰（水泥）稳定土进行坑底处理。

**6.3.4** 当工作坑坡顶需堆置土方料具，或有机械运行时，应有安全距离。

### 6.4 滑板施工

**6.4.1** 混凝土滑板宜沿顶进方向支立模板进行浇筑，并应在平整的粒料垫层上支立模板、绑扎钢筋、浇筑混凝土，且采用振捣器振实，振动梁整平、压光、养护。当混凝土强度达到 2.5MPa 及以上时，方可放线，将施工缝凿毛并冲洗干净，支立模板，浇筑方向墩外露部分。其水压施工缝宜设置连接短钢筋。

**6.4.2** 滑板应采取防滑锚固措施，当一次浇筑顶面不易整平时，其顶部可采用厚度为 30mm 的 1:3 水泥砂浆抹面，并沿顶进方向用冲筋法抹平、压光、养护。

**6.4.3** 灰土滑板可采用 12% 灰土分层压实，密实度应达到 95% 及以上。在浇筑锚梁和方向墩混凝土之后，应将灰土顶面划毛，并

可采用厚度为 30mm 的 1 : 3 水泥砂浆抹面。

## 6.5 润滑隔离层施工

**6.5.1** 当滑板混凝土强度达到 1.2MPa 以上时,应将板面清扫干净,并将桥体预制位置线标定后,方可进行润滑隔离层施工。

**6.5.2** 润滑隔离层施工应符合下列规定:

**6.5.2.1** 当采用石蜡和滑石粉润滑剂时:石蜡宜加热到 150℃,熔化后用扁嘴壶倒至度板上的两道 10 号铅丝之间,用刮板刮平后拆除钢丝;亦可用毛刷纵横均匀涂刷熔化后的石蜡。石蜡凝固后,用刮板均匀摊铺滑石粉。

**6.5.2.2** 当采用石蜡机油润滑剂时:将石蜡加热熔化后掺入 10%~25%废机油,按上述方法均匀摊铺在底板上。

**6.5.2.3** 当采用机油滑石粉润滑剂时:将废机油与滑石粉按体积比 1 : 1.5 加热拌匀后,按上述方法均匀摊铺在底板上。

**6.5.3** 润滑剂摊铺后可在其上平行顶进方向覆盖一层塑料薄膜做为隔离层,薄膜间应相互搭接 0.2m 并粘结成一体,两边应宽出桥体 0.15m 及以上。

**6.5.4** 焊接桥体钢筋时,应在焊接地点铺一块石棉布或石棉板,并随焊接位置移动。

## 6.6 后背施工

**6.6.1** 预制钢筋混凝土拼装式后背,当混凝土强度达到设计强度的 75%及以上时,方可吊运;在挖好的基槽内,应垂直轴线方向挂线拼装。两侧支撑牢固后,宜采用砂砾石或石灰(水泥)土前后对称分层夯填至要求高度。内侧板缝可设置油毡挡土,距顶端 0.2m 处应采用拉杆锚固。后背填土密实度应达到 95%及以上。

**6.6.2** 钢板桩后背可采用钢轨、工字钢、槽钢和钢板桩等。打桩后桩顶端应拉锚,然后开挖工作坑,亦可在工作坑形成后埋桩。钢



板桩的技术要求，应按现行的《公路桥涵施工技术规范》(JTJ041)中有关规定施工。浇筑后背梁混凝土时应采用油毡与板桩隔离。后背梁受力面应垂直平整，并与桥体轴线垂直。

**6.6.3** 重力式后背可采用浆砌片石结构，并应在工作坑形成后，放线、挖槽和采用挤浆法砌筑。墙背填土应按本节第 6.6.1 条的方法分层夯填密实，顶进完毕后拆除。

**6.6.4** 采用钢后背梁时，与后背墙接触面应保持平直，并可采用塑料薄膜隔开；应采用高强度等级早强细石混凝土将空隙填实，并垂直于桥体轴线。

## 6.7 桥体预制

**6.7.1** 桥体预制可采取先底板，后墙身及顶板两阶段施工。当浇筑的混凝土量较大，两阶段施工有困难时，亦可分三个阶段施工，但应缩短分段的间隔时间。

**6.7.2** 钢筋作业应符合下列规定：

**6.7.2.1** 钢筋应根据设计要求进行检验和配料，并严格按配料单下料、焊接、弯制成型，分类挂牌，堆放整齐。

**6.7.2.2** 按照滑板顶面放出的桥体底板及墙身位置线，在控制位置应设置定位钢筋；在定位筋上应按设计尺寸依次标出下层钢筋位置，由端部按顺序绑扎。下层钢筋绑扎守后，可安装上层定位架立钢筋，在其下部设置砂浆垫块，其纵横间距不宜大于 1m，并采用同样方法绑扎上层钢筋。最后绑扎上下层拉结钢筋，位置应准确，绑扎应牢固，浇筑混凝土时不应变形。

**6.7.2.3** 墙体竖筋可采用定位支架由端部依次安装，随后绑扎水平及中间拉结钢筋。用斜撑或拉线将竖筋稳固后，方可绑扎上部水平钢筋。最后应绑扎加腋钢筋。墙体钢筋与模板之间应设置砂浆垫块，其间距宜为 1m×1m 呈格网状。

**6.7.2.4** 顶模板安装后，顶板钢筋应采用本条第 6.7.2.2 款的方法绑扎。

**6.7.2.5** 接缝护板、导向及传力设施和各种预埋件等，应按设计要求安装牢固。

**6.7.3** 模板支架应根据结构形式、荷载大小、地基承载力、施工设备、浇筑方法和材料等情况进行设计，绘出施工图，并应符合下列规定：

**6.7.3.1** 模板宜采用钢模或木模包铁皮或木模包薄塑料板，并使焊缝平整、严密、当浇筑混凝土时不应漏浆。

**6.7.3.2** 支模时，在箱体两侧前端 **2m** 范围的外模，可向外放宽 **10mm** 或使前端保持正误差，尾部为负误差，形成楔形，不得出现前窄后宽现象。

**6.7.3.3** 底板前端下部（图 **6.7.3**）宜设置坡度为 **5%** 的船头坡，其长度宜为 **1~1.2m**；当在软弱地基中顶进时，船头坡坡度可为 **10%**。

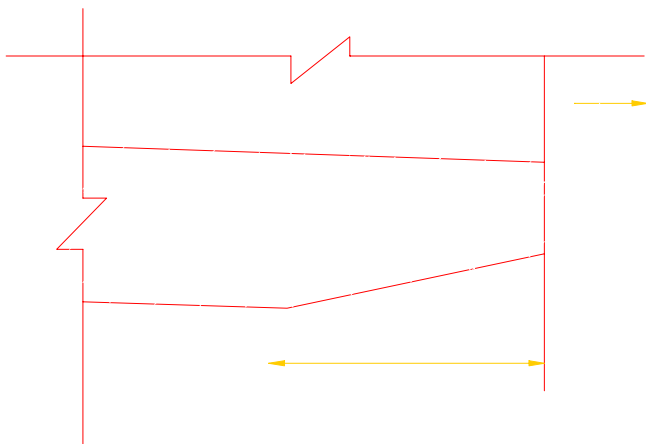


图 6.7.3 船头坡

1—底板；2—顶进方向

**6.7.4** 混凝土浇筑应进行施工组织设计，并应符合下列规定：

**6.7.4.1** 桥体预制分阶段施工时，施工缝的位置宜留在墙体下加腋的上部或上加腋的下部。各边墙施工缝不得在同一平面上，并

宜增加连接短钢筋。

**6.7.4.2** 桥体混凝土分阶段施工时,其底板或顶板混凝土应一次浇筑,顶面应整平并按施工要求选用外加剂。浇筑底板混凝土时,应严格控制振捣深度,防止振坏隔离层。

**6.7.4.3** 高温季节浇筑混凝土应在室外气温较低时进行,并采取降温措施,或采用低水化热水泥,混凝土入模温度不宜超过 $28^{\circ}\text{C}$ 。

**6.7.4.4** 混凝土浇筑完毕,应覆盖洒水,养护时间不得少于14d。

**6.7.5** 桥体防水应按设计要求进行施工,且应符合下列规定:

**6.7.5.1** 桥体达到要求的强度后,应拆除承重支架,顶面作防水层,桥顶面应平整、干燥、洁净。防水层完工后,应随即浇筑混凝土保护层,其顶面应按设计流水坡度整平压光。防水涂料应涂刷均匀,厚度应符合设计要求。防水卷材应粘结紧密、牢固、平整,其搭接长度不得小于100mm。

**6.7.5.2** 桥体分节接缝防水应按图6.7.5要求施工。止水带可结合桥体预制和顶进施工进行安装,其位置应准确、安装应牢固。桥体顶进就位后接缝应采用弹性防水材料密封抹平,接缝不应渗水。

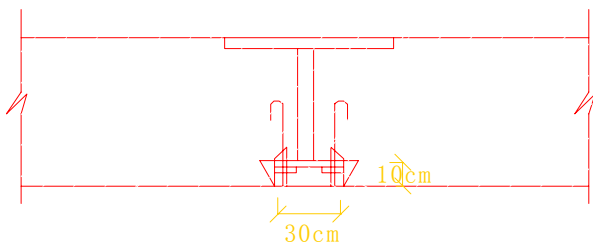


图 6.7.5 桥体接缝防水构造

- 1—边墙; 2—防水; 3—扁钢; 4—橡胶止水带; 5—预埋螺栓;  
6—弹性防水材料; 7—钢护板; 8—防水层

**6.7.6** 顶进前，桥体顶面及外墙应涂润滑剂，减小桥体顶进摩擦力。

**6.7.7** 桥体拆模后应安装钢刃脚，侧刃脚应向外保持 5mm 正误差；并应安装中平台和运土便桥等。桥体混凝土强度达到设计要求后方可进行顶进施工。

## 6.8 顶进设备安装

**6.8.1** 千斤顶用的钢垫板、钢托盘和油路等，应按工艺设计安装。安装前，管路应清洗干净，安装后应采取防护措施。使用的液压油应过滤。

**6.8.2** 液压系统的千斤顶、高压油泵、电液控制阀、电控箱、各种仪表等各部件，经检修后应进行单体试验，合格后方可安装。全部安装完毕应接通线路进行试运转，油路、控制阀门、千斤顶、油泵、电路和操纵箱等应符合技术要求。

**6.8.3** 传力用的顶柱、顶铁、垫板、横梁、拉杆等应按设计规格及数量备齐，经检修后安装。同一节桥体用的拉杆安装应松紧一致；顶柱位置应与顶力线一致，并应与横梁和后背垂直；接缝处应采用钢板楔紧，各行顶铁的松紧度应保持一致。

**6.8.4** 方向墩和桥体间宜设置导梁或垫板，并应楔紧，前后各墩与导梁垫板间的松紧度应保持一致。

**6.8.5** 安装桥体顶进测量用的观测尺、水准仪和经纬仪，定位后应对准零点。

## 6.9 顶进作业

**6.9.1** 桥体顶进前的准备工作应符合下列规定：

**6.9.1.1** 对桥体结构和后背应进行全面检查验收，桥体和顶面保护层混凝土强度应达到设计要求。

**6.9.1.2** 顶进设备和现场照明安装完毕，顶进液压系统经试运

转应符合要求。

**6.9.1.3** 观测仪器及观测标点、标尺安装完毕，经校正后应对准基准点，并测出初读数。

**6.9.1.4** 顶进范围内的管线和障碍物迁移防护完毕。线路加固应经有关单位检查验收。

**6.9.1.5** 顶进施工涉及的铁路各有关业务部门应按协议作施工配合准备，派驻现场的值勤人员应上岗。

**6.9.1.6** 挖土顶进和线路加固应签订施工配合协议，明确各自的工作范围和职责，确定双方联络人员；并应规定挖土方法，每次挖掘进尺、作业联系信号；备用的抢险物资等应落实；应接通与就近车站联系专用电话，安排值班人员。

**6.9.1.7** 应建立现场指挥机械，编制跟班作业人员表，且应明确其分工和职责，责任落实到人。

**6.9.1.8** 申报的铁路慢行应办理批准手续，并应确定线路加固、桥体顶进和线路恢复作业时间，防护人员及防护设施等措施应落实到位。

**6.9.1.9** 顶进作业需用的机械设备、劳力和物资应进入现场，各种人员应到岗并应做好顶进前的技术交底工作。

**6.9.2** 顶进作业可分为桥体起动、空顶到线路加固梁下、挖土顶进、顶进就位、拆除顶进及加固设备、恢复线路等几个阶段。顶进作业一旦开始应连续施工，各工序间应密切协调配合，并应采取施工及铁路运营安全的措施。

**6.9.3** 顶进挖运土方应符合下列规定：

**6.9.3.1** 挖土应在列车运行的间隙时间内进行，每米工作面上宜布置 1~2 人；按照侧刃脚坡度及规定的进尺应由上往下开挖，侧刃脚进土应在 0.1m 以上。开挖面的坡度不得大于 1 : 0.75，并严禁逆坡挖土，不得超前挖土，应设专人监护。严禁扰动基底土壤。挖土的进尺可根据土质确定，宜为 0.5m；当土质较差时，可按千斤顶的有效行程掘进，并随挖随顶防止路基塌方。

**6.9.3.2** 装动土方可视作业面配备施工机械,应将土运至工作坑以外妥善位置。装土机械作业时,不得扰动路基下坡脚土层以免造成塌方。顶进时底板前端不得存土或停放机械。

**6.9.3.3** 设有中刃脚时,上下两层,不得挖通;平台上不应存土,并宜设置扶手和上下扶梯。

**6.9.3.4** 列车通过时,挖土人员和施工机械应避至安全地带。

**6.9.3.5** 挖上方土时,工具不得接触钢轨,防止联电干扰铁路信号。

**6.9.3.6** 当发生路基塌方影响行车安全时,应立即与有关单位联系迅速组织抢修加固。必要时,应提前对列车发出停车信号。

**6.9.4** 地道桥顶进应符合下列规定:

**6.9.4.1** 桥体起动时,各部位及观测点应设有专人观察情况。开泵后,每当油压升高  $5\sim 10\text{MPa}$  时,应停泵检查一次,发现异常应及时处理。

**6.9.4.2** 桥体在滑板上空顶时,应根据偏差及时调整轴线两侧顶力,使桥体沿设计轴线方向入土。

**6.9.4.3** 桥体吃土顶进和挖运土方应循环交替进行,并按联系信号在列车运行的间隙时间内完成。列车通过时应停止顶进。

**6.9.4.4** 在每次顶进前应检查液压系统、传力设备、刃脚、后背与滑板等变化情况,发现问题应及时处理。顶进时,作业人员应站在安全地带,顶进设备严禁在受力情况下进行维修和调整,严禁在顶铁上站人,以防高压油喷出或顶铁崩起伤人。

**6.9.4.5** 每次顶进后接换顶铁和顶柱时,应按轴线方向调直,并应与横梁及后背垂直,其接触面应用钢板楔紧。顶柱上方应及时压土,确保传力设备的稳定性。

**6.9.4.6** 顶进中,观测人员应对每一顶程的进尺、轴线的高程偏差、千斤顶开启数量、油泵压力、即时顶力等进行记录,并应

将顶进偏差用报表及时通知现场指挥人员采取措施矫正。顶进过程中停顶时间不宜超过 **24h**，以免增大阻力。顶进施工记录表的格式应符合本规程附录 **D** 的规定。

**6.9.4.7** 地道桥顶进前，应将线路加固梁下的木楔松动，或采取钢柱滚动等措施以减小桥体顶面阻力，防止线路横移，并在列车通过前楔紧；应及时将路基开挖断面前已进入破坏棱体内的横梁支承垫木前移，以免塌方。

**6.9.4.8** 在顶进过程中，每顶一次或列车通过一次都应及时检查和校正铁路线路的水平位置、轨距、轨顶标高和行车动态下的挠度变化，并应在下一次列车到达前调整好。应有专人经常检查吊轨与枕木、吊轨与横梁、横梁与纵梁的连接螺栓和支承垫的稳固程度，发现松动应立即紧固。所有加固部件和料具不得侵限，确保行车安全。

**6.9.4.9** 桥体分节顶进时，应经常检查布镐槽、顶拉传力设备、钢护板、钢搭樨、剪力铰和导向设施等的工作状况，发现问题应及时处理。在桥体入土前应利用方向墩严格控制多节桥体轴线一致；入土后应及时调整桥体四周接缝的宽度，使其保持一致；运土车道处的接缝应采用钢板遮盖，防止桥体偏转或接缝进土增大阻力。桥洞长度超过 **60m**，采用机械挖运土时，宜安装排烟通风设备。

**6.9.5** 地道桥顶进纠偏应符合下列规定：

**6.9.5.1** 顶进轴线偏差的调整：

(1) 正桥顶进产生偏差时，可调整轴线两侧顶力或两侧刃脚切土量进行矫正；

(2) 斜桥顶进可采用调整轴线两侧顶力纠偏，按照纠偏操作程序和千斤顶的即时工作顶力，结合实测偏差进行矫正。当超过允许偏差时，应在顶进中跟踪监测，并试调两侧顶力逐渐矫正归位；

(3) 当桥体斜度较小时，可采用动态自动纠偏，按监测的偏差自动调整轴线两侧油压矫正。

### 6.9.5.2 顶进高程偏差的调整：

#### (1) 偏高的调整

1) 偏高时应向下调整底刃脚的角度或将前端超挖略低于底板，应逐渐调整归位；

2) 当因挖土宽度不够，或侧刃脚切落土方多而造成底部切土量过大而抬高桥体时，应按断面挖土到位，减小侧刃脚切土量，及时清除塌落土方。

#### (2) 偏低的调整

1) 在土质中顶进地道桥产生扎头现象时，宜增加底刃脚向上翘的角度；增大侧刃脚的上部切土量；加大墙体附近船头坡的吃土量；在挖土坡面上支顶；

2) 在软弱土质中顶进地道桥产生扎头现象时，除可采用取上述 $\alpha$ 项措施外，还可设置中刃脚切土；应将施工机械停在桥体后端临时配重；在底板前换铺片石、砂砾石或浇筑升坡的速凝混凝土；亦可在底板前打桩。

### 6.9.6 地道桥顶进中的结构变形控制应符合下列规定：

**6.9.6.1** 对宽度大于45m，顶程大于40m的桥体，在设计和施工中应有变形和裂缝的控制要求，必要时宜作顶进受力变形模拟试验。

**6.9.6.2** 施工单位应按设计部门对墙体、底板和顶板等提出的变形要求，经常观测桥体变形和开裂情况，并作出记录。当观测变形值发展较快时，应停止顶进，并与设计部门研究制订出控制措施后方可继续顶进。桥体就位后的最终变形，不应超过设计允许值。

**6.9.6.3** 纠偏应小纠、勤纠，防止大偏大纠，减少因纠偏而引起的非正常变形。

**6.9.6.4** 宽大箱形桥底板在坚硬的地基中顶时时不宜设置船头坡。顶进时，可在底板跨中临时配重，以减小挠曲变形。当地基土壤较弱时，为了防止桥体顶进中的扎头现象，可在跨度 $1/4$ 处到墙边的底板前端设置船头坡。



**6.9.6.5** 挖土应严格控制高程，底部应清理平整；当发现底板隆起变形时，应采取措施，减小隆起变形。

**6.9.7** 地道桥顶进就位后，应由有关单位组织检验，经测量复核，确认地道桥位置符合设计要求后终止顶进。就位后应及时进行刃脚补墙、四角翼墙和桥上栏杆等项施工。

## 6.10 测量监控

**6.10.1** 地道桥顶进施工时应应对桥体各部位、顶力体系和后背不断地进行观测、记录、分析和控制。

**6.10.2** 发现变形和位移时，应立即调整，以确保顶进施工安全。

**6.10.3** 应测量监控桥体轴线、高程和桥体结构变形。桥体轴线和高程观测点宜设在边墙内侧前后端的上方；结构变形观测点除应按设计要求布置外，尚应观测桥体底板  $1/4$  跨和跨中的竖向变形和诸墙的变形。观测仪器应设在后背受力影响区以外，并应设置防雨照明设施。

**6.10.4** 在顶进过程中应观测顶柱轴线方向的变形和横向稳定情况。对联系横梁应观测着力点附近的变形，确保传力结构体系工作正常。

**6.10.5** 在顶进过程中，应观测后背变形和受力影响区内土体的裂缝。

## 6.11 恢复线路

**6.11.1** 地道桥顶进就位后，应及时拆除加固设备，立即恢复线路，桥体与路基之间的空隙应及时回填密实。

**6.11.2** 桥顶上枕木间的空隙，宜采用道碴全部填实后拆除线路加固设备，并恢复原有轨枕。

**6.11.3** 撤出横梁时，每撤一根工字钢，应随即穿入轨枕，填满

捣实道碴。横梁拆完后，应全面整修线路，补充捣实道碴，最后拆除吊轨，并加设护轨。在整修线路达到标准并经验收后，方可恢复正常运行。

## 7 铁路线路加固

**7.0.1** 在地道桥顶进施工中，必须对铁路线路进行加固。应根据铁路线路、桥体尺寸、材料设备、施工季节等因素确定加固形式。列车通过时，行速应小于  $45\text{km/h}$ 。

**7.0.2** 根据铁路运输和施工条件，宜采用吊轨横梁和吊轨纵横梁加固方式。横梁宜采用工字钢，纵梁宜采用工字钢束梁，其轨底至桥体顶面净高宜为  $0.65\sim 0.85\text{m}$ 。拆装式桁梁或特殊设计的便梁也可做为纵梁或横梁，其轨底至桥顶面净高可视加固便梁高度确定。

**7.0.3** 跨度小于  $3\text{m}$ ，桥位处路基密实，覆盖厚度大于  $4.5\text{m}$ ，可采用单一的吊轨加固方式，并在限速条件下进行施工。

**7.0.4** 吊轨应将  $43\text{kg/m}$  或  $50\text{kg/m}$  钢轨组合成 3—5—5—3 或 3—7—7—3 轨束梁后进行线路加固。吊轨应与枕木用  $\text{Ø}22\text{U}$  型螺栓和用宽度为  $80\text{mm}$ 、厚度为  $16\text{mm}$  的扣板连成一体，轨束本身应每隔  $1.5\text{m}$  用  $\text{L}63\times 63\times 6$  角钢和  $\text{Ø}22\text{U}$  型螺栓固定。吊轨组数、纵横梁设置、以及 U 型螺栓、扣板多少等均应进行强度、刚度、稳定性计算后确定，或在施工前进行验算。吊轨长度应伸出桥体每侧  $5\text{m}$  及以上。

**7.0.5** 在道岔区加固时，应采取使尖轨不跳动；并应采取防止整个道岔下沉和防止电器设备发生故障的措施。岔区的线路加固方法应符合道岔的整体刚度和稳定性的要求。

**7.0.6** 横梁工字钢可选用  $\text{I}50\sim\text{I}56$ ，其间距不得大于  $1.5\text{m}$ ，并与枕木间距相匹配，桥体边墙外侧应加铺  $3\sim 5$  根。工字钢的连接可采用搭接或焊接，接缝强度应进行强度计算并满足受力要求。横梁工字钢与吊轨应用 U 型螺栓和扣板连成一体；行车轨与工字钢之间应加设绝缘胶垫，防止干扰铁路信号。桥顶上横梁支点宜采

取减阻措施。

**7.0.7** 吊轨加纵横梁(图 7.0.7),应在吊轨横梁的基础上,在横梁两端的上面各加一组与铁路方向一致的工字钢纵梁(I50~I56),并应用 U 型螺栓和扣板与横梁连成一体。

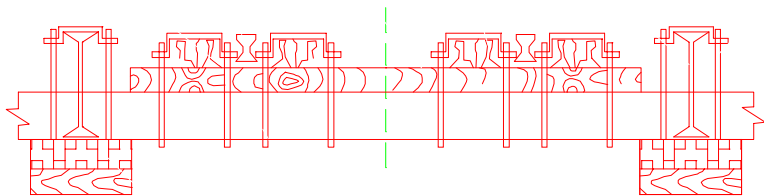


图 7.0.7 吊轨加纵横梁

1—路轨; 2—木枕; 3—吊轨; 4—工字钢横梁; 5—工字钢纵梁;  
6—扣板; 7—U 型螺栓; 8—枕木垛

**7.0.8** 当加固材料符合要求,且铁路限速为 45km/h 时,可采用支墩加便梁临时承载,但桥体设计应与加固方式相适应。

**7.0.9** 地道桥顶进时,应防止铁路线路横向位移,可采取以下措施:

(1) 在顶进方向的背后埋设地锚、锚桩,用卷扬机、绞磨或倒链等机具通过 U 型卡、钢丝绳等牵拉固定和调整吊轨及横梁位置;

(2) 在顶进方向的前方,桥体就位线在 3m 以外,垂直埋设桩柱(钢轨或枕木)通过平卧枕木、方木排架支顶横梁;

(3) 覆土大于 1m 时,可采用桥顶拖带钢板顶进;当钢板进入预定位置后应与桥体脱离并留在覆土下,或在桥体顶面顶入小直径钢管排束以支撑和稳定覆土。

**7.0.10** 无缝线路加固,应先对线路进行锁定或改造,并应设置锚固支挡设施。

**7.0.11** 线路加固时,应先将加固地段的钢筋混凝土轨枕换成木枕,并在轨底增设垫木或胶垫板。

**7.0.12** 安装横梁时，相邻横梁的接头应错开 1.5m 及以上。扣板螺栓不得高出行车轨面。两轨间的吊梁、螺栓和扣板等不得侵占护轮轨轮缘槽位置。

**7.0.13** 桥体顶进时，施工单位应配合铁路有关部门，采取铁路行车安全的措施。当遇有铁路险情时，应在铁路部门统一部署下进行抢险。

## 8 工程质量检查与验收

### 8.1 工作坑

- 8.1.1** 工作坑开挖不得扰动基底土；当发生超挖，严禁用土回填。
- 8.1.2** 施工时应采取使边坡稳定，防止塌方的措施。
- 8.1.3** 基底不得被水浸泡或结冻，其承载力应符合设计要求。
- 8.1.4** 工作坑开挖允许偏差应符合表 8.1.4 的规定。

表 8.1.4 工作坑开挖允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
坑底高程	±30	每座	5	用水准仪测量
轴线位移	50	每座	2	用经纬仪测量
工作坑尺寸	不得小于设计要求	每座	4	用尺量
边坡坡度	不得大于设计要求	每座	4	用尺量

### 8.2 滑板及润滑隔离层

- 8.2.1** 滑板及润滑隔离层使用的原材料、配合比、强度或密实度应符合设计要求。
- 8.2.2** 方向墩的位置、尺寸应符合设计要求。
- 8.2.3** 润滑隔离层应摊铺均匀、平顺，厚度应符合设计要求。
- 8.2.4** 滑板允许偏差应符合表 8.2.4 的规定。

表 8.2.4

滑板允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
平面尺寸	不得小于设计要求	每座	4	用尺量
平整度	±3	每座	6	用 3m 直尺测量
厚 度	不得小于设计要求	每座	4	用尺量
顶面高程	±5 0	每座	6	用水准仪测量
中心线	30	每座	2	用经纬仪测量

## 8.3 后 背

- 8.3.1** 后背使用的原材料、配合比、强度应符合设计要求。
- 8.3.2** 后背墙后回填土的土质和密实度应符合设计要求和本规程第 6.6.1 条的要求。
- 8.3.3** 后背梁的顶力作用面应平直，并应垂直于桥体中心线。
- 8.3.4** 各种形式后背墙允许偏差应符合表 8.3.4-1、表 8.3.4-2 和表 8.3.4-3 的规定。

表 8.3.4-1

钢筋混凝土后背墙允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
混凝土抗压强度	符合设计要求			压试块
断面尺寸	+5	每构件	2	用尺量
长 度	±20	每构件	1	用尺量
顶面高程	±20	每座	4	用水准仪测量
墙面垂直度	不得大于 0.5%H	每座	4	用垂线或经纬仪测量
麻 面	每侧不得超过 该侧面积 1%	每构件	1	用尺量麻面总面积
墙面平整度	±5	每构件	1	用 2m 直尺或 小线量最大值
桥面水平线与桥 中心线垂直度	不得大于 0.3%L	每座	2	用尺量
缝 宽	不得大于 20	每座	4	用尺量

注：表中  $H$  为构筑物高度 (mm)， $L$  为构筑物长度 (mm)。

表 8.3.4-2

钢板桩后背墙允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
桩垂直度	不得大于 $1\%H$	每根桩	1	用垂线量
墙面水平线与桥中心线垂直度	不得大于 $0.3L$	每根桩	1	用尺量

注：表中  $H$  为构筑物高度 (mm)， $L$  为构筑物长度 (mm)。

表 8.3.4-3

砌筑后背墙允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
砂浆强度	符合设计要求			压试块
断面尺寸	不得小于设计要求	每座	6	用尺量，长、宽高各量 1 点
顶面高程	$\pm 20$	每座	4	用水准仪测量
墙面垂直度	不得大于 $0.5\%H$	每座	4	用垂线量
墙面平整度	20	每座	4	用 2m 直尺或小线量最大值
桥面水平线与桥中心线垂直度	不得大于 $0.3\%L$	每座	2	用尺量

注：表中  $H$  为构筑物高度 (mm)， $L$  为构筑物长度 (mm)。

## 8.4 桥体预制

**8.4.1** 模板及支撑不应有松动、跑模、漏浆或下沉等现象；模内必须洁净；预留拱度应符合设计要求。模板安装允许偏差应符合表 8.4.1 规定。



表 8. 4. 1

模板安装允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
表 面 平 整 度	刨光模板	3	每节每孔 或每墙	4	用 2m 直尺检验
	不刨光模板	5			
	钢模板	3			
垂直度		0.1%H 且 不得大于 6		2	用垂线或经 纬仪检验
模内尺寸		+3~-8		3	用尺量长、宽、 高各计 1 点
轴线位置		10		2	用经纬仪测量纵、 横各计 1 点
支撑面高程		+2~-5	每个支承面	1	用水准仪测量
底面高程		+10	每孔	1	用水准仪测量
螺栓、 锚筋等 预埋件	位 置	10	每个 预埋件	1	用尺量
	外露长度	±10		1	
预留 孔洞	位置	15	每个预留 孔洞	1	用尺量
	高程	±10		1	用水准仪测量

注：表中  $H$  为构筑物高度 (mm)。

**8. 4. 2** 钢筋、焊条和预埋件，其品种、规格和质量应符合设计要求；钢筋的各种焊接接头，应按规定取样试验，其机械性能应符合设计要求；骨架同一截面受力钢筋的接头数量与搭接长度应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的要求。钢筋加工及安装允许偏差应符合表 8. 4. 2 的规定。

表 8. 4. 2

钢筋加工及安装允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
受力钢筋顺长度方向 的全长净尺寸	±10	每孔底、顶板、墙	4	用尺量

续表

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
弯起钢筋的位置	±20	每孔底、顶板、墙	4	用尺量
箍筋内边距离尺寸	±3	每孔底、顶板、墙	5	用尺量
主筋横向位置	±7.5	每孔底、顶板、墙	4	用尺量
箍筋位置	±15	每孔底、顶板、墙	5	用尺量
箍筋的不垂直度 (偏离垂直位置)	15	每孔底、顶板、墙	5	用吊线和尺量
钢筋保护层	±5	每孔底、顶板、墙	6	用尺量
其它钢筋位置	±10	每孔底、顶板、墙	4	用尺量

**8.4.3** 水泥混凝土的原材、配合比、强度和抗渗应符合设计要求。桥体预制允许偏差应符合表 8.4.3 的规定。

表 8.4.3 桥体预制允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
混凝土抗压强度	符合现行《铁路桥涵工程质量评定验收标准》(TBJ415)			按《普通混凝土力学性能试验方法》(GBJ81)要求检验
宽 度	±50	每节	5	用尺量,沿全长端部, L/4 处和中间各计 1 点
高 度	±50	每节	5	用尺量,沿全长端部, L/4 处和中间各计 1 点
轴向长度	±50	每节	4	用尺量,两侧上、下各计 1 点
顶、底板厚度	±20 —5	每节	8	用尺量,端部顶、底板各计 2 点
中、边墙厚度	±20 —5	每节 每墙	2	用尺量,端部各计 1 点
梗 肋	±3%	每节 每孔	2	用尺量

续表

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
侧向弯曲	$L/1000$	每节 每孔	2	沿构件全长拉线,量最大矢高,左右各1点
墙面垂直度	不得大于0.15% $H$ 且不得大于10	每节 每孔	4	用垂线或经纬仪测量,前后各计1点
麻 面	每侧不得超过 该面积1%	每节		用尺量麻面总面积
墙面平整度	5	每节 每孔	4	用2m直尺或小线量取最大值,每侧前后各计1点
桥面平整度	5	每50m <sup>2</sup>	1	用2m直尺量取最大值

注:表中 $H$ 为构筑物高度(mm), $L$ 为构筑物长度(mm)。

## 8.5 桥体防水

**8.5.1** 防水层应坚固、耐久、弹韧性强、防水性能好,并应符合与桥面粘结性的要求。

**8.5.2** 防水涂料应涂刷均匀,厚度一致。防水层应平整,粘贴牢固,不应有皱折、破损、鼓疤、翘边、脱层、滑动和封口不严等缺陷。

**8.5.3** 保护层应符合设计要求和本规程第6.7.5.1款的规定。

**8.5.4** 接缝防水应符合设计要求和本规程第6.7.5.2款的规定。

**8.5.5** 桥面防水层允许偏差应符合表8.5.5的规定。

表 8.5.5 桥面防水层允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
搭接宽度	不小于100	每20延米	1	用尺量
保护层平整度	5	每50m <sup>2</sup>	1	用2m直尺量取最大值

## 8.6 桥体顶进

**8.6.1** 桥体顶进中应及时检查顶力系统和桥体各部位的受力状态，确保安全顶进就位。

**8.6.2** 桥体顶进就位线应符合设计要求。

**8.6.3** 桥体顶进就位允许偏差应符合表 8.6.3 的规定。

表 8.6.3 桥体顶进就位允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
			范 围	点 数	
中 线	一端顶进	200	每座或每节	2	测量检查
	两端顶进	100	每座或每节	2	测量检查
高 程		1%顶程并 偏高 $\leq 150$ 偏低 $\leq 200$	每座或每节	2	测量检查
相邻两节高差		50	每孔	1	用尺量每个接头计 1 点

## 8.7 施工测量

**8.7.1** 地道桥施工前，应对设计单位所交付的有关测量基线与水准基点进行核对。

**8.7.2** 导线方位角闭合差应符合 $\pm 40\sqrt{n}$ （"）的要求（式中  $n$  为测站数）。

**8.7.3** 水准点闭合差应符合 $\pm 12\sqrt{L}$ （mm）的要求（式中  $L$  为水准点之间的水平距离，单位 km）。

**8.7.4** 直接丈量测距允许偏差应符合表 8.7.4 的规定。

表 8.7.4

直接丈量测距允许偏差

项 目	精 度	
固定桩间距和桥各部位间距离	<200m	1/5000
	200~500m	1/10000
	>500m	1/20000

## 附录 A 工作坑渗水量计算

**A. 0. 1** 用排水沟自流降水, 当工作坑基底为不透水层时, 工作坑渗水量应按下列公式计算。

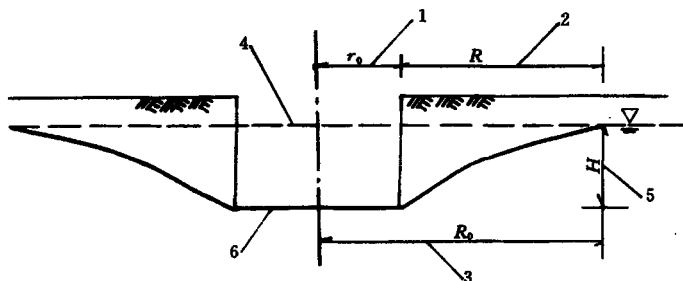


图 A. 0. 1 自流降水

1—引用基坑半径; 2—影响半径; 3—从基坑中心算起的影响半径;

4—地下水位; 5—含水层厚度; 6—不透水层

$$Q = \frac{1.336KH^2}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (\text{A. 0. 1-1})$$

$$r_0 = n(L+B)/4 \quad (\text{A. 0. 1-2})$$

$$r_0 = \sqrt{A/\pi} \quad (\text{A. 0. 1-3})$$

式中  $Q$ ——工作坑渗水量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$K$ ——渗透系数, 应经抽水试验确定。当无试验资料时, 可按表 A. 0. 1-1, 表 A. 0. 1-2 数值选用;

$H$ ——含水层厚度 (m);

$R$ ——影响半径 (m), 应经抽水试验确定。当无试验资料时, 可按表 A. 0. 1-3 的数值选用;

$R_0$ ——从基坑算起的影响半径 (m);

$r_0$ ——引用基坑半径 (m), 对于矩形基坑按公式 (A. 0. 1-2)

进行计算。对不规则基坑可按公式 (A. 0. 1-3) 进行计算；

$L$ ——基坑 (或井点群) 长度 (m)；

$B$ ——基坑 (或井点群) 宽度 (m)；

$n$ ——系数，可按表 A. 0. 1-4 数值选用；

$A$ ——基坑面积 ( $m^2$ )。

表 A. 0. 1-1 土层渗透系数

土层名称	$K$ (m/d)	土层名称	$K$ (m/d)
粘土	$<0.001$	细砂	1~5
重砂粘土	0.001~0.050	中砂	5~20
轻砂粘土	0.05~0.10	粗砂	20~50
砂粘土	0.10~0.50	砾石	50~150
黄土	0.25~0.50	卵石	100~500
粉砂	0.50~1.00	漂石	500~1000

表 A. 0. 1-2 土层渗透系数实验数值

土层名称	土层颗粒		$K$ (m/d)
	粒径 (mm)	所占重量 (%)	
粉砂	0.05~0.10	$<70$	1~5
细砂	0.10~0.25	$>70$	5~10
中砂	0.25~0.50	$>50$	10~25
粗砂	0.50~1.00	$>50$	25~50
极粗砂	1.00~2.00	$>50$	50~100
砾石夹砂			75~150
带粗砂的砾石			100~200
清洁的砾石			$>200$

注：当含水层夹泥量多时取小值。

表 A. 0. 1-3

影响半径  $R$  值

土层名称	粒 径 (mm)	所占重量 (%)	$R$ (m)
极细砂	0.05~0.10	<70	25~50
细 砂	0.10~0.25	>70	50~100
中 砂	0.25~0.50	>50	100~200
粗 砂	0.50~1.00	>50	200~400
极粗砂	1.0~2.0	>50	400~500
小砾石	2.0~3.0	—	500~600
中砾石	3.0~5.0	—	600~1500
大砾石	5.0~10.0	—	1500~3000

表 A. 0. 1-4

系数  $n$  取值

$B/L$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
$n$	1.00	1.12	1.14	1.16	1.18	1.18

**A. 0. 2** 井点降水, 当井底穿过潜水层到达不透水层时, 工作渗水量, 应按下列无压完整井的公式计算。

$$Q = \frac{1.336K(H^2 - h^2)}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (\text{A. 0. 2})$$

式中  $h$ ——降水后稳定水位至不透水层的深度 (m)。

**A. 0. 3** 井点降水, 当井底进入潜水层而未到达不透水层时, 工作坑渗水量, 应按下列无压非完整井的公式计算。

$$Q = \frac{1.336K(H_0^2 - h_0^2)}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (\text{A. 0. 3-1})$$

式中  $h_0$ ——降水后稳定水位至有效带深度 (m);

$H_0$ ——计算有效带厚度 (m), 宜由图 A. 0. 3-2 查取。

查图步骤: 先求,  $S = D + I \frac{B}{2}$  算出  $n$ , 再在图上查得相应的  $n'$ , 即  $H_0$  可按公式 (A. 0. 3-2) 进行计算。



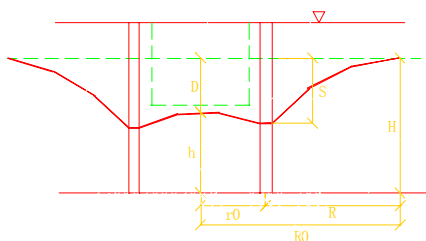


图 A. 0. 2 无压完整井

- 1—原地下水位线；2—工作坑；3—降水后稳定水位线；4—井点；  
 5—不透水层；6—工作坑降水深度；7—稳定水位至不透水层深度；  
 8—引用基坑半径；9—影响半径；10—从基坑中心算起的影响半径；  
 11—地下水位深；12—含水层厚度

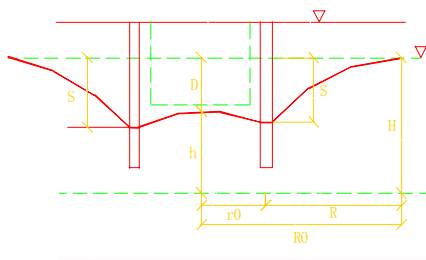


图 A. 0. 3-1 无压非完整井

- 1—原地下水位线；2—工作坑；3—降水后稳定水位线；4—井点；  
 5—不透水层；6—工作坑降水深度；7—稳定水位至有效带深度；  
 8—引用基坑半径；9—影响半径；10—从基坑中心算起的影响半径；  
 11—地下水位降深；12—计算有效带厚度

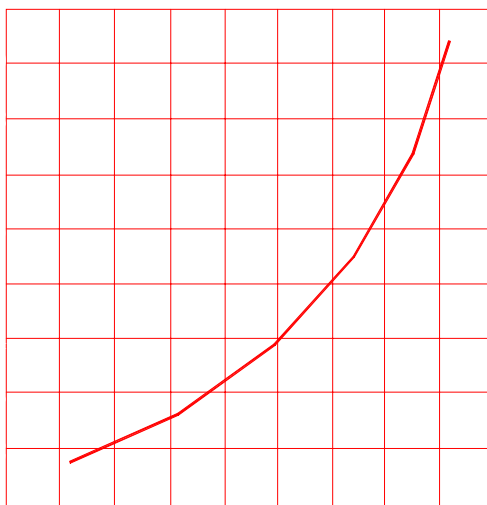


图 A. 0. 3-2

$$H_0 = n' (S + L) \quad (\text{A. 0. 3-2})$$

式中  $S$ ——地下水位的降深 (m);

$L$ ——滤管长度 (m);

$D$ ——要求工作坑中心的降水深度 (m);

$B$ ——井点群宽度 (m);

$I$ ——渗流平均水力坡度, 宜按表 A. 0. 3 查取。

表 A. 0. 3 不同含水层中渗透系数及渗流平均水力坡度值

含水层土壤	渗透系数 (m/d)	渗流平均水力坡 $I$
粗 砂	10~100	0. 003~0. 006
砂类土	0. 1~10. 0	0. 006~0. 020
泥 炭	0. 1~1. 0	0. 020~0. 120
粘砂土	0. 01~1. 00	0. 020~0. 050
砂粘土	0. 001~0. 01	0. 050~0. 100
粘 土	0. 0001~0. 001	0. 100~0. 150
重粘土	<0. 0001	0. 150~0. 200

## 附录 B 滑板抗滑移稳定性验算

**B. 0. 1** 混凝土滑板在桥体起动时的抗滑移稳定性可按式 (B. 0. 1) 进行验算。

$$\frac{G\mu+nAR}{N} \geq 1.3 \quad (\text{B. 0. 1})$$

式中  $N$ ——桥体启动顶力 (kN), 宜取桥体自重的 0.6~1.0 倍;  
 $G$ ——滑板自重及其顶面上荷载 (kN);  
 $\mu$ ——滑板底面与土基间的摩擦系数, 应视基底土的性质经验确定, 当无试验资料时, 可采用下列数值: 粘性土宜为 0.25~0.30; 亚粘土宜为 0.30~0.40; 砂类土宜为 0.40; 砾石类土宜为 0.50;  
 $R$ ——锚梁正面土基抗力 (kN), 可采用土壤的允许承载力;  
 $A$ ——锚梁正面受力面积 (m<sup>2</sup>);  
 $n$ ——锚梁数量。

## 附录 C 后背墙的稳定性验算

**C. 0.1** 当墙顶上面有填土，墙背面垂直时后背每米宽度上土壤的主动土压力可按下列公式计算。

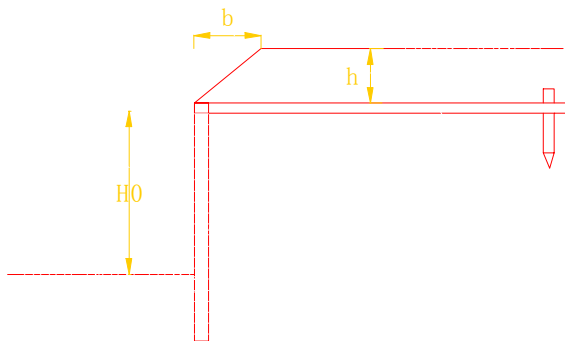


图 C. 0.1 主动土压力

- 1—板桩墙；2—拉杆拉锚；3—工作坑基底；  
4—墙外露高度；5—墙顶上填土高度；  
6—填土坡宽度

$$F = \frac{1}{2} \rho (H_0 + h)^2 \frac{\operatorname{tg} \theta - \beta}{\operatorname{tg} \theta + \varphi} \quad (\text{C. 0.1-1})$$

$$\beta = \frac{hb}{(H_0 + h)^2} \quad (\text{C. 0.1-2})$$

式中  $F_A$ ——主动土压力 (kN/m)；  
 $\rho$ ——土的密度 (kN/m<sup>3</sup>)；  
 $H_0$ ——基底以上墙的外露垂直高度 (m)；  
 $h$ ——墙顶上填土高度 (m)，切土坡度宜为 1 : 1~1 : 1.5；

- $\theta$ ——墙后土壤的破裂角 ( $^{\circ}$ );  
 $\varphi$ ——墙背土的内摩擦角 ( $^{\circ}$ );  
 $\beta$ ——系数;  
 $b$ ——墙顶填土切土坡宽度 (m)。

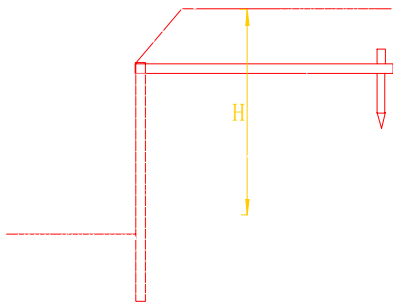


图 C. 0. 2 被动土压力

1—板桩墙; 2—拉杆拉锚; 3—工作坑基底; 4—后背高度

**C. 0. 2** 当墙顶上面有填土, 墙背面垂直时, 后背每米宽上土壤的被动土压力可按式计算。

$$F_B = \frac{1}{2} \rho \left( H^2 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2CH \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \right) \quad (\text{C. 0. 2})$$

式中  $F_B$ ——被动土压力 (kN/m);  
 $H$ ——天然土壁后背的高度 (m);  
 $C$ ——后背土壤的粘结力 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )。

**C. 0. 3** 抗倾覆稳定系数应按式计算:

$$K_t = \frac{M_s}{M_t} \geq 1.5 \quad (\text{C. 0. 3})$$

式中  $K_t$ ——抗倾覆稳定系数;  
 $M_s$ ——稳定力矩之和 ( $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ );  
 $M_t$ ——倾覆力矩之和 ( $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ )。

**C. 0. 4** 抗压稳定系数应按式计算:

$$K_j = \frac{N_t}{N_j} \geq 1.1 \sim 1.3 \quad (\text{C. 0. 4})$$

式中  $K_s$ ——抗压稳定系数；  
 $N_r$ ——后背墙的极限抗力 (kN)；  
 $N_d$ ——设计最大顶力 (kN)。

# 附录 D 地道桥顶进施工记录表

顶进 顺次	时 间 (h、min)	本 次 进 尺 (m)	累 计 进 尺 (m)	油 泵 压 力 (MPa)	千 斤 顶 台 数	顶 力  (kN)	轴线偏差 (mm)				高程偏差 (mm)				结构变形 (mm)		
							左 边 孔		右 边 孔		左 边 孔		右 边 孔		底 板 竖 向 位 移  (位置数值)	墙 体 横 向 位 移  (位置数值)	
							前	后	前	后	前	后	前	后			

注：中线偏差填“左”、“右”；高程偏差，抬头填“+”，扎头填“-”；  
 底板位移向上填“+”，向下填“-”；墙体位移沿顶进方向顺时针为“+”，  
 逆时针为“-”。注明具体位置。

## 附录 E 本规程用词说明

**E. 0. 1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

(1) 表示很严格，非这样做不可的用词

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

**E. 0. 1** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：

“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。



## 附加说明

### 本规程主编单位、参加单位 和主要起草人名单

**主编单位：**石家庄市市政建设总公司

**参加单位：**石家庄市市政公用事业管理局

石家庄市市政设计研究院

北京市市政工程局

天津市市政工程设计研究院

**主要起草人：**张吕钟、吕书臣、张长生、毕科富、曹淑芬、

孙尚田、冯生华、魏亚辉、刘玉中、封建存、

张志清、张绪恩