

UDC

中华人民共和国行业标准



P

CJJ 74 - 99

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

(2008 年 6 月确认继续有效)

1999 - 01 - 25 发布

1999 - 07 - 01 实施

中 华 人 民 共 和 国 建 设 部 发 布

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

(2008 年 6 月确认继续有效)

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

中国建筑工业出版社

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

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：2 $\frac{5}{8}$ 字数：70 千字

1999 年 6 月第一版 2009 年 6 月第三次印刷

定价：**13.00 元**

统一书号：15112·17297

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

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
条文说明		53

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型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。

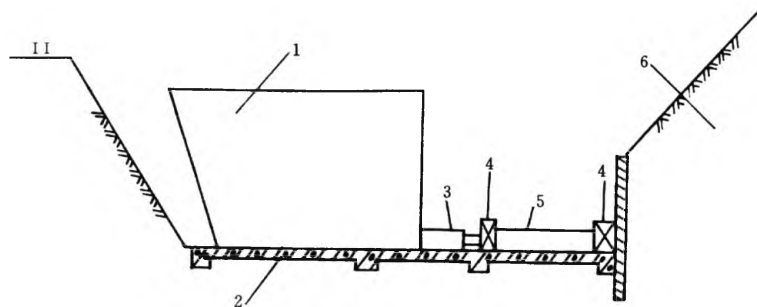


图 4.1.1 一次顶入法

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。

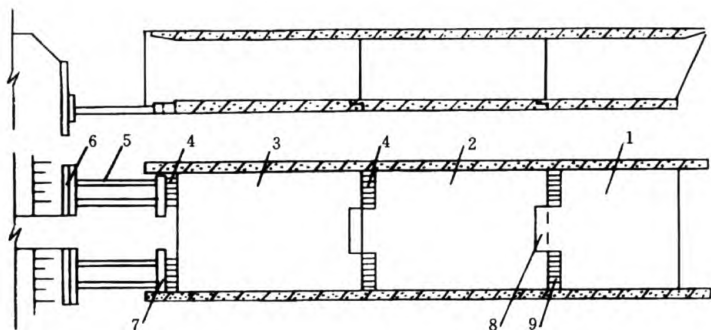


图 4.2.1 中继间法

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 在场地预制桥体时，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。

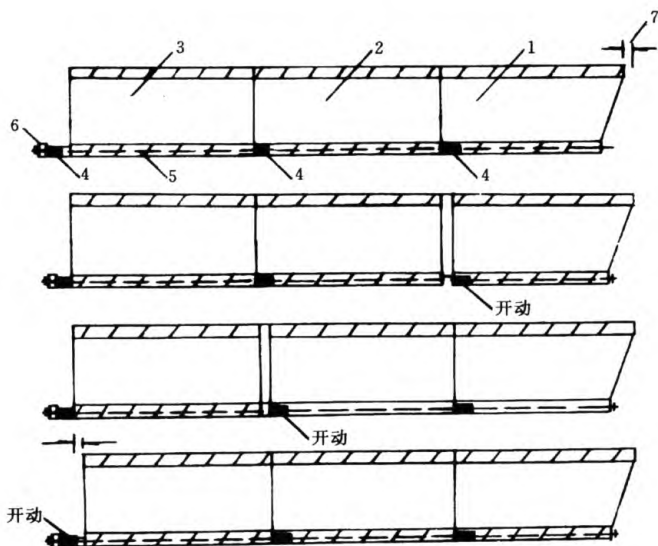


图 4.3.1 顶拉法

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进，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

各类井点降水的适用范围

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、送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 μ
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下式计算：

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

式中 N ——最大顶力 (kN)；

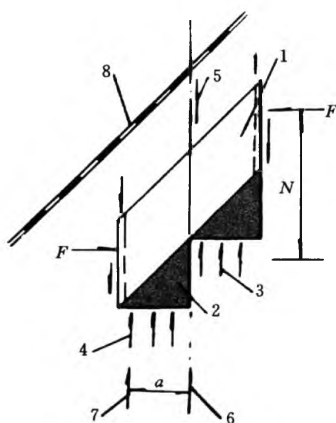
q_1 ——地道桥顶上荷载（包括线路加固材料荷载）(kN)；

μ_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)；

μ_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；

K ——系数,宜采用 1.2。



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

5.6.4 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

12

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抗力和设计顶力确定(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，可不设中刃脚和底刃脚。顶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，可不设顶刃脚。

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。

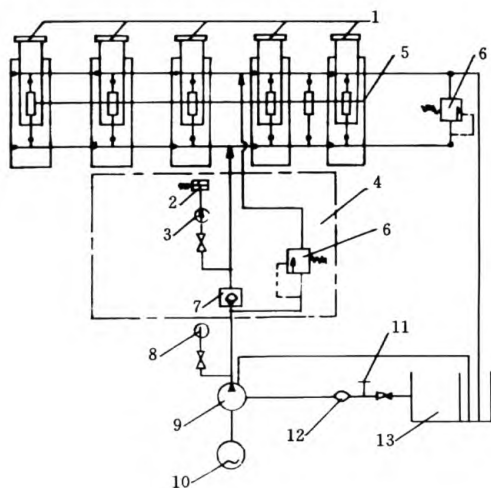


图 5.9.4 液压系统布置

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

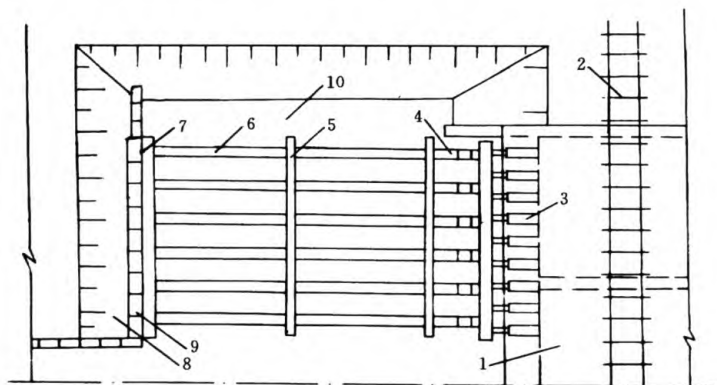


图 5.9.9-1 顶进传力设备平面布置

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）。

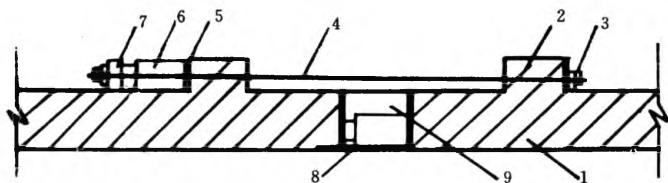


图 5.9.9-2 顶拉传力设备平面布置

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,测出桥体预终端线和墙身位置线,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。其水平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》(JTJ 041)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。下层钢筋绑扎完后,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%。

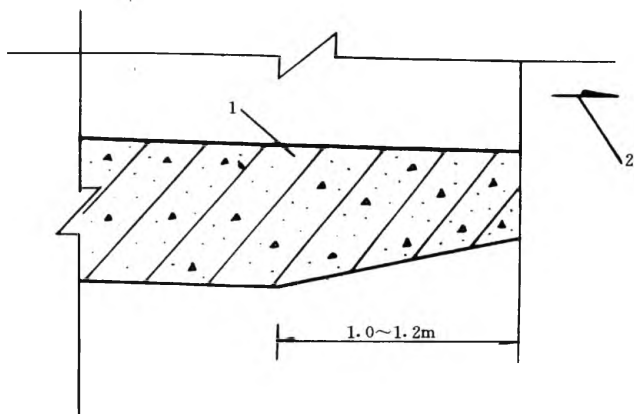


图 6.7.3 船头坡

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

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,并应采取降温措施,或采用低水化热水泥,混凝土入模温度不宜超过 28°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。

6.7.5.1 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。防水卷材应粘贴紧密、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。

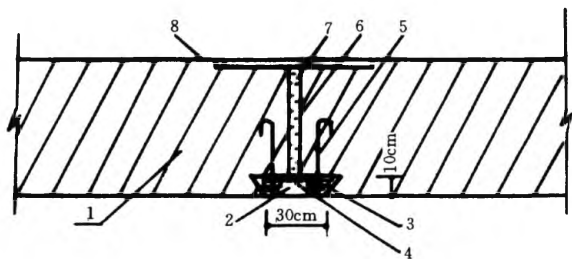


图 6.7.5 桥体接缝防水构造

- 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,减小桥体顶进摩阻力。

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、电路及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 应建立现场指挥机构，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 装运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 5~10MPa 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、轴线和高程偏差、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、钢搭樯、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, 除可采取上述 a 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进时不宜设置船头坡。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 在隧道桥顶进施工中,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 45km/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 0.65~0.85m。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 3m,桥位处路基密实,覆盖厚度大于 4.5m,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 43kg/m 或 50kg/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 $\phi 22$ U 型螺栓和用宽度为 80mm、厚度为 16mm 的扣板连成一体,轨束本身应每隔 1.5m 用 L 63×63×6 角钢和 $\phi 22$ 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 5m 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 I 50~I 56,其间距不得大于 1.5m,并与枕木间距相匹配,桥体边墙外侧应加铺 3~5 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(I 50~I 56),并应用 U 型螺栓和扣板与横梁连成一体。

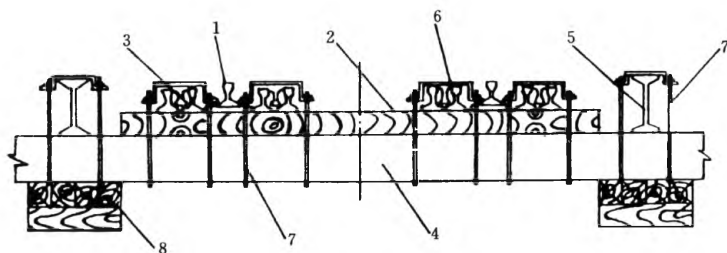


图 7.0.7 吊轨加纵横梁

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	± 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 ²	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 ²	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 ≤ 150 偏低 ≤ 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	$<200\text{m}$	1/5000
	200~500m	1/10000
	$>500\text{m}$	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。

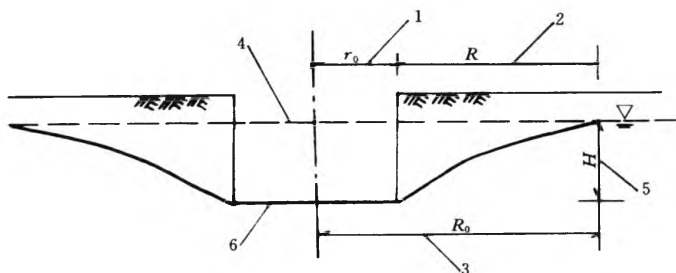


图 A. 0. 1 自流降水

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

$$Q = \frac{1.366KH^2}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (\text{A. 0. 1-1})$$

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

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

式中 Q ——工作坑渗水量 (m^3/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

土层种类	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。

$$Q = \frac{1.366K (H^2 - h^2)}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (\text{A. 0. 2})$$

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。

$$Q = \frac{1.366K (H_0^2 - h_0^2)}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (\text{A. 0. 3-1})$$

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。

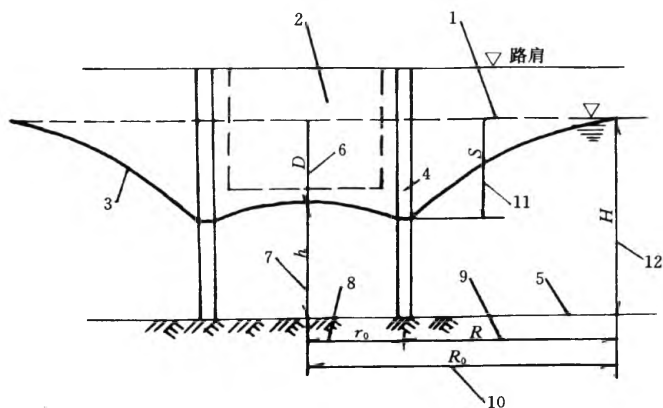


图 A.0.2 无压完整井

- 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

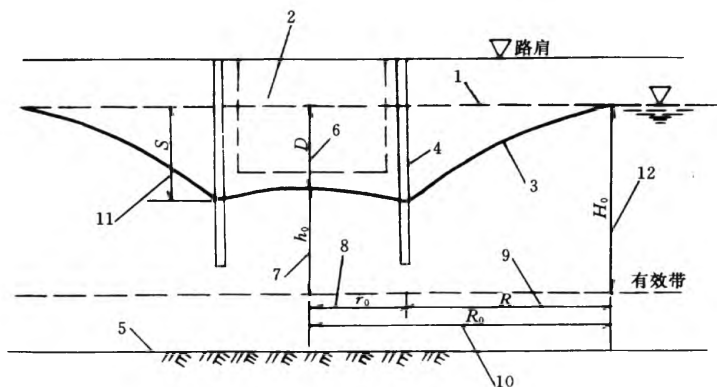


图 A.0.3-1 无压非完整井

- 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

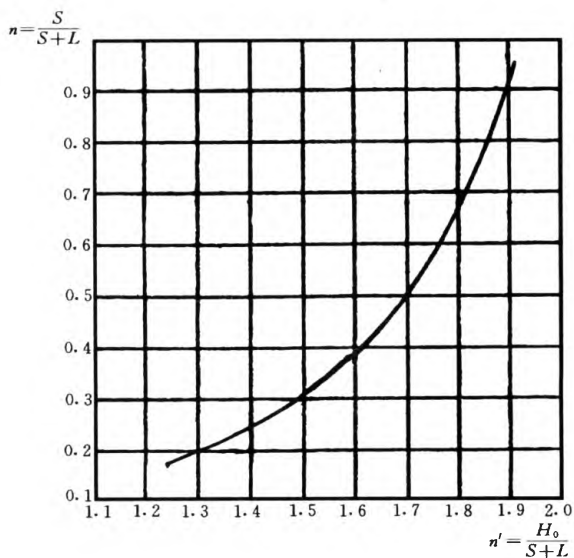


图 A. 0. 3-2

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

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 混凝土滑板在桥体启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);

μ ——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^2);

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。

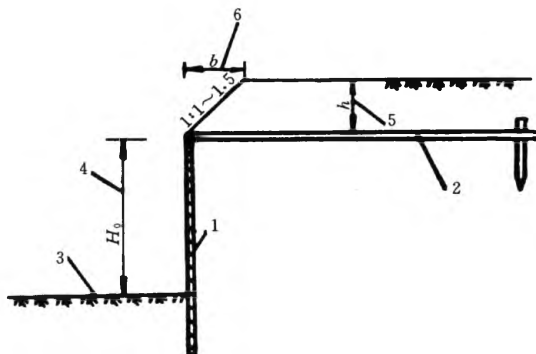


图 C. 0.1 主动土压力

- 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)；

ρ ——土的密度 (kN/m³)；

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；

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

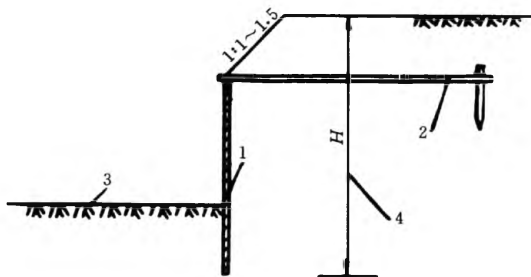


图 C.0.2 被动土压力

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下式计算。

$$F_B = \frac{1}{2} \rho H^2 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2CH \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (\text{C.0.2})$$

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 (kN/m²)。

C.0.3 抗倾覆稳定系数应按下式计算：

$$K_t = \frac{M_s}{M_t} \geq 1.5 \quad (\text{C.0.3})$$

式中 K_t ——抗倾覆稳定系数;
 M_s ——稳定力矩之和 (kN · m/m);
 M_t ——倾覆力矩之和 (kN · m/m)。

C.0.4 抗压稳定系数应按下式计算：

$$K_j = \frac{N_r}{N_j} \geq 1.1 \sim 1.3 \quad (\text{C.0.4})$$

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

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.0.2 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

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

CJJ 74—99

条 文 说 明

主编单位：石家庄市市政建设总公司

前 言

根据建设部建标[1993]699号文的要求,由石家庄市市政建设总公司主编,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等单位共同编制的《城镇地道桥顶进施工及验收规程》(CJJ 74—99),经建设部 1999 年 1 月 25 日以 19 号文批准发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位的有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定,《城镇地道桥顶进施工及验收规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明,供国内使用者参考。在使用中如发现本条文说明有欠妥之处。请将意见函寄石家庄市市政建设总公司。

本《城镇地道桥顶进施工及验收规程》(条文说明)由建设部标准定额研究所组织出版,仅供国内使用,不得外传和翻印。

目 次

1	总 则	57
3	一般规定	58
4	顶进施工方法	60
4.1	一次顶入法	60
4.2	中继间法	60
4.3	顶拉法和半顶拉法	60
4.4	多个单体桥顶进法	61
5	顶进工艺设计	62
5.1	现场调查	62
5.2	降水	62
5.3	工作坑	63
5.4	滑板	63
5.5	润滑隔离层	64
5.6	顶力计算	65
5.7	后背	65
5.8	钢刃脚及中平台	66
5.9	顶进设备	66
6	顶进施工	68
6.1	施工放线	68
6.2	施工排水与降水	68
6.3	工作坑开挖	68
6.4	滑板施工	69
6.5	润滑隔离层施工	69
6.6	后背施工	69
6.7	桥体预制	70
6.8	顶进设备安装	71
6.9	顶进作业	71

6.10	测量监控	73
6.11	恢复线路	74
7	铁路线路加固	75
8	工程质量检查与验收	76
8.1	工作坑	76
8.2	滑板及润滑隔离层	76
8.3	后背	76
8.4	桥体预制	77
8.5	桥体防水	77
8.6	桥体顶进	78
8.7	施工测量	78

1 总 则

1.0.1 随着科学技术的进步和发展,三十多年来,城镇地道桥顶进施工已被城建(市政)、铁路、公路、厂矿等部门广泛采用。我国箱形框架结构顶进起自1964年哈尔滨市下水道穿越铁路,1965年北京永定门外、石家庄正定路同时顶进用于道路交通的箱形桥,开创了城市地道桥顶进施工的先例。天津也于1996年和1968年建成了多孔径地道桥,不久,唐山、石家庄、天津、北京、郑州、兰州先后施工了多座大跨度箱形铁路地道桥,遂使该项施工技术如雨后春笋般迅速在全国各地发展起来。经过三十多年的不断改进、完善、丰富,已形成了具有特性的独立体系的施工技术。编制一部全国统一适用的规程是十分必要的,这对确保施工质量、安全可靠提供了依据。

1.0.2 本条规定了本规程的适用条件。对穿越城市道路或公路的不停交顶进施工,其施工工艺和质量要求等许多与本规程要求相同或相似,也可参照本规程执行。

1.0.3 目前我国一些城市地道桥顶进施工程序不尽规范,施工前无施工组织设计和工艺设计,施工后无总结报告。为保证地道桥顶进施工质量和竣工资料的完整性,对此作了具体规定。为确保铁路运营安全,减少路基塌方、施工应避开雨季,同时要有降、排水措施。

1.0.4 考虑到城市地道桥顶进施工涉及土建结构、铁路、公路、水力、水文、地质等多专业多学科,同时考虑到冬、雨季施工,因此本条写出应遵守相关标准和规范。

3 一般规定

3.0.1 城镇地道桥孔数和跨径、净高等横向布置要根据所在道路的规划断面确定。铁路加固费用占地道桥施工总费用的比例很大，地道桥预制和顶进过程中对城市交通和铁路交通都有一定的影响。为此，建议在经济力允许的条件下，尽量超前考虑到规划长远的要求。

3.0.2 对城镇地道桥顶进施工影响最大的因素除铁路荷载外，就是桥体周围的土壤。土壤过硬、过软和不均匀土层对桥体是否能顺利顶进和就位偏差影响很大，所以应有针对性技术方案和对策。

3.0.3 对铁路线路进行加固是地道桥顶进施工的重要组成部分。铁路工务部门对铁路线路加固有标准做法，并有丰富的施工经验。一般情况下，铁路加固方案和施工都由铁路内部提出和实施。

3.0.4~3.0.5 城镇地道桥应优先考虑整体顶进。限于各方面条件下不能整体顶进时，才考虑分节、分体顶进。对地道桥分节、分体是地道桥整体顶进施工的一个发展。有了分节、分体顶进的方法，才有可能顶进长、宽、大型地道桥。分节、分体的方法是因地、因条件而异。一般情况下，先是纵向分节顶进，地道桥顶进时扎头的情况比较多，纵向分节由于第一节重心前移，如果其长度过短会加大扎头，所以规定了第一节长度和高度的比值。地道桥也可横向分体，把一个多孔地道桥横向分解成几个小地道桥分别顶进就位。有时也可将闭合截面的整体框架分解成桥墩、台和桥面单体分别顶进，最后联成整体形成一个完整地道桥。

3.0.6 本规程所称桥体长度是指桥体沿道路中心线方向尺寸，宽度是指桥体沿道路横断面尺寸。根据力学原理，地道桥顶进时力和线与桥体运动的方向保持一致，顶进效率最高。对于斜地道桥力线平行于道路中线称为正顶法。为此，斜地道桥顶进部位需设

置三角形钢筋混凝土底板块。

正顶斜地道桥由于土壤侧压力将使桥体有转动的趋势。因此，在施工方案中必须有切实可行的措施，防止桥体转动并在动态施工中不断地调整，以确保桥体正确就位。

3.0.8 测量是动态施工的耳目，通过测量为设计、施工人员不断地提供技术信息。设计、施工人员掌握了这些技术信息，经过整理、分析并适时提出对策，才能控制桥体本身的安全和它的运动轨迹，最后达到安全正确地就位。

3.0.9 国内已建成的地道桥中在兰州、北京、天津、石家庄、承德等地有拱形或分解式门架，墩台顶进施工的。

4 顶进施工方法

4.1 一次顶入法

4.1.1 一次顶入法是指桥体整体预制,纵向不分节,横向不分体,由桥体起动到桥体就位为一个施工过程。又称整体顶入法,它是地道桥顶进常用的方法。一次顶入法与其它顶进方法相比,具有工期短、工序简单等优点。缺点是顶进传力设备用量多,后背规模大。

4.2 中继间法

4.2.1 采用中继间法顶进地道桥桥体各节的长度,除第一节应符合本规程第 3.0.4 条规定外,其余各节长度宜控制在 15m 左右。中继间法较一次顶入法能有效地减少工程量,减少顶进传力设备。但接缝多易产生错位,接缝防水施工和维护有些困难。

4.2.3 并联预制是指当时的场地不具备串联预制条件,而有条件横向预制诸节桥体,顶进时,按顺序横向移动到桥体中线位置,按中继间法顶进施工。已有些工程做了实践。

4.3 顶拉法和半顶拉法

4.3.1 顶拉法施工,润滑隔离层阻力大,起动困难,对滑板结构强度和稳定性要求高;没有后背,定向约束差,顶进中桥体易摆动,节间易错位,顶进方向和高程不易控制,斜桥更为严重。作为后背的诸节当静摩阻力比设计偏低时,在顶拉过程中易发生顶进节不动和后退现象,有时将前节拉回,降低顶进速度,此时应

增加临时后背。由于顶拉法稳定性差,对大型桥不宜采用。

顶拉法的最大优点是不设后背,传力设备少,顶进费用较低,适用于正桥顶进,也适用于铁路路基较高不易做后背的情况。

4.3.2 在桥体顶进中,应分别计算各节全部入土后出现最大顶力时的受力组合。要在采用摩阻系数时应留有余地。

4.3.3 半顶拉法由于设有固定的后背,能克服顶拉施工中桥体的摆动和倒退现象,顶进方向和高程较容易控制。

多节桥体采用半顶拉法和中继间法施工,一般顶距较长,顶柱弹性压缩变形大,降低了顶进速度。如在滑板中分段设置钢筋混凝土锚梁,既可稳定顶柱,减少弹性压缩,还可作为辅助后背,将后段顶柱前移,减少顶柱用量。

半顶拉法比顶拉法虽增加了小型后背,但提高了顶进质量和稳定性,当多节桥体顶进采用顶拉法施工无十分把握的情况下,采用半顶拉法是适宜的。

4.4 多个单体桥顶进法

4.4.1 多孔地道桥横向分体后可采取分次或同步顶进,分次顶进,所用顶进设备少,但工期较长。同步顶进,所用顶进设备较多,顶进工期短,可据实选用。分次顶进,考虑到只有一侧土压时将对桥体顶进产生横向位移且很难矫正,应先顶入边孔,预留出水平偏差位置,尔后顶入中间孔。分次顶进可解决多孔大跨度桥体顶进中的结构变形,但对各单体桥的就位偏差提出了更高的要求,应不影响桥上栏杆成直线连续布置。旧桥扩孔,也可参照执行。

分体预制桥体间净距不宜小于 0.2m 是根据桥体顶进允许偏差和工程实践制定。

4.4.2 多孔地道桥横向分体后的顶进次序应慎重考虑。分体后同步顶进应严格保持其平行运行就位。

5 顶进工艺设计

5.1 现场调查

5.1.1 桥址处顶进施工范围内应按有关规定进行地质勘测,获得地道桥顶进工艺设计和施工所需的工程地质和水文地质资料。钻井间隔 15~20m,深度可根据水文地质情况而定(一般为 10~16m)。

5.1.2 对施工范围内的各种设施,在调查清楚之后,应与产权单位按有关规定,结合地道桥顶进施工要求进行协商,拿出拆迁方案。签订协议后相互监督执行。

5.1.3 该条主要为地道桥顶进工艺设计和施工提供必要的依据。

5.2 降 水

5.2.1 地道桥从工作坑开挖、桥体预制、顶进就位到引道施工,一般施工周期需八个月至一年,如进入雨季施工,工作坑四周顶面必须要有地表水的防排措施;地下水位应降至基底以下 0.5~1.0m,不能带水作业。

5.2.2 常用的井点降水有轻型井点、喷射井点、电渗井点、管井井点和深井井点等。轻型井点按抽水机组类型分为干式真空泵井点、射流泵井点和隔膜泵井点。以上可根据水文地质,施工需要和设备等情况选用。抽水期间,应对铁路路基和周围建筑物设置观测点并定时监测有无下沉影响。

表 5.2.2 引用《北京市市政工程施工手册》施工技术(一)。

5.3 工 作 坑

5.3.2 工作坑的顶进边缘距最外侧铁路中心线不得小于 3.2m 和作坑边坡度是引用《铁路桥涵施工规范》有关规定,其中工作坑两侧边坡铁路规定一般土质宜为 $1:0.75 \sim 1:1.5$,根据各地经验,宜改为 $1:0.50 \sim 1:1.25$ 。工作坑需在雨季使用时,对边坡应防护加固或放缓边坡。

5.3.3 工作坑的尺寸,其中操作空间的长度,因目前国内生产的千斤顶长度不尽相同,所以未做具体规定。

5.3.4 地道桥对地基的平均压强在 $55 \sim 80\text{kPa}$,一般地基的承载力能够满足。而地道桥顶进对高程变化控制较严,特别是桥体在预制中不能产生明显的沉降,所以,地基承载力应有安全储备,对软弱地基应进行加固处理。

5.3.5 工作坑运土坡道位置一般很难避开后背受力区,对后背路基土壤破裂面以内的坡道边坡应进行加固,确保后背在顶进受力下的稳定性。

5.4 滑 板

5.4.1 钢筋混凝土滑板一般在地基较弱或滑板作为后背的一部分时采用,根据受力情况配置钢筋。灰土滑板一般用于小型地道桥顶进,顶面须设置水泥砂浆抹面。对常用的混凝土滑板提出了经验厚度。根据滑板设计,应绘制平面及纵、横剖面图。

5.4.2 地道桥顶进轨迹是指桥体在顶进全过程中的高程变化线。桥体起动后沿滑板的坡度上升,当桥体被顶出滑板 $1/3$ 后,滑板前端土基由于桥体自重而产生压缩。当桥体前端进入线路加固梁下后,由于列车活载作用,使滑板端部下沉而出现断裂,桥体开始扎头。当桥体重心移出滑板后,扎头更为明显。当桥体脱离滑板后,尾部下沉,桥体在路基内顶进就位。影响桥体在顶进中高

程变化的因素很多,但主要取决于土基在顶进过程中的压缩变形大小,应根据土质情况,底板长度,顶进距离等进行地道桥顶进轨迹设计,结合顶进允许偏差拟定滑板仰坡。并应注意遇到软地基采用过大仰坡时,当桥体重心移出滑板后,由于轨迹线竖向变化过大而造成顶柱失稳,应慎重选用。

5.4.3 可采用在灰土或土基上设梅花桩型小坑或表面凿毛以增加滑板抗滑能力,当采用滑板下设锚梁时其数量和位置为:一般宜和方向墩的数量和位置相吻合,锚梁可取上宽 0.5m,下宽 0.3m,滑板以下深 0.5m 的梯形断面,与滑板和方向墩浇筑成一体。滑板抗滑移稳定性验算是参照桥台抗滑移稳定性验算,稳定系数取 1.3。

5.4.4 斜桥顶进为提高方向墩的横向稳定性,外侧可设置纵向混凝土梁,方向墩和滑板之间可设置水平拉结钢筋。

5.4.5 滑板和后背梁之间设置的连结受力钢筋,可根据受力计算布置。

5.4.6 气垫分为供气和密封两个系统,供气系统包括风源,输气管及阀门等。密封系统包括气垫裙等。以上应根据顶进需要进行设计。输气管的出风口一般采用喇叭口形式,间距 4~5m;支气管内径 6mm;主气管直径可根据送风量经计算确定,风源采用空压机。气垫裙一般可采用尼纶氯丁橡胶或其他塑料软管制成。

5.5 润滑隔离层

5.5.1 润滑剂和隔离层系由北京、石家庄 1965 年首次箱形桥顶进时所采用的,实践证明是可靠的,行之有效的。

5.5.2 地道桥分节顶进,选用的润滑剂性能既要考虑到桥体本身所提供的抗力大小,还要考虑顶进起动时的难易,防止顶拉法只追求高摩阻材料时而出现难于起动的情况。表 5.5.2 引自《公路施工手册》。

5.6 顶力计算

5.6.1 地道桥起动顶力的大小与桥体重量、润滑隔离层的力学性能、施工质量等有关,起动顶力系数可根据经验取值,作为后背和滑板稳定性验算的依据,并应考虑一定的安全储备。

5.6.2 顶力计算公式摘自《铁路桥涵设计规范》。地道桥全部入土后的顶力主要是克服桥体自重和桥顶荷载产生于基底土上的摩阻力、桥体周围的摩阻力、前端刃角切土阻力和桥顶面荷载阻力等。其中地道桥底板与基底土的摩擦系数原采用 $0.7\sim 0.8$,根据多年验证在粘土中偏大,故修改为 $0.6\sim 0.8$ 。

5.6.3 纠偏顶力是在斜桥顶进施工实践中提出来的。斜桥顶入路基后的偏转力矩,随着边墙外土压的增大而增加;为使顶力中心和变化的阻力中心相对应而阻止桥体偏转,对于大斜度桥不可能只靠不断调整千斤顶位置进行矫正,所以,将斜桥顶进所需要的顶力分成正向顶力和纠偏顶力分开布置。为增大纠偏顶力的力臂,将其所需用的纠偏千斤顶布在顶进三角块的外侧,内侧按中轴线对称布置正向顶进所需用的千斤顶。须对地道桥顶进入土后分阶段计算出纠偏顶力,按即时千斤顶工作顶力确定开启纠偏千斤顶的台数及位置,作为理论纠偏操作程序。因影响顶进偏差的因素很多,应结合实测偏差进行矫正,阻止桥体偏转。

5.6.4 触变泥浆减阻,在顶管施工中有所应用,并延伸至桥梁顶进施工。它是将膨润土按一定配合比制成的泥浆压入已顶进路基的桥体外壁,填满土壤间的空隙而形成泥浆环,使桥体受到润滑和浮力而减阻,可将表面摩擦力减小一半以上。摩阻系数均根据国内工程实例总结得出。

5.7 后 背

5.7.1 最大顶力应包括斜桥顶进的纠偏顶力。

5.7.5 板桩式后背设计的一般顺序是：计算土压力、桩的入土深度、最大弯矩、锚拉力、桩和锚杆尺寸，验算其稳定性。实践证明，在按理论计算的被动土压力作用点 $1/3$ 桩高处设置千斤顶，当顶力较大时，将出现桩的底部向后一侧倾斜，说明千斤顶的作用点偏低了，宜设在由桩底算起的 $2/5$ 桩高处。

5.7.6 桥体顶进中，当后背产生较大位移不能满足顶进要求时，应对后背进行补强加固。

5.7.7 斜桥顶进，桥尾锐角一侧设置纠偏千斤顶，后背布置宽度也相应加大。

5.8 钢刃脚及中平台

5.8.1 为使地道桥能沿着设计的开挖断面顶入路基，减小顶进阻力，避免超挖，在桥体前端周边设置钢刃脚。一般砂土路基高度超过 6m ；挖方边坡陡于 $1:0.75$ ，宜设置中刃脚及中平台，防止路基塌方而影响铁路安全。

5.8.4 钢刃脚的外部尺寸，当土质为砂粘土时，一般取水平方向长 0.5m ，底座宽 0.3m ，中间三角形肋板间距 0.5m ，焊制成 1.5cm 长块体，安装在桥体 $\phi 16$ 预埋螺栓上。在砂砾石及卵石路基中顶进的钢刃脚应另行设计。

5.8.5 中平台一般采用型钢制成。当土质较好不设中刃脚时，挖土平台可采用木制。

5.9 顶进设备

5.9.1 顶进液压系统包括高压油泵、控制阀、调节阀、电气集中控制台、油路、压力表、油箱、千斤顶等。顶力传递设备按顶进方法分别由顶铁、顶柱、横梁组成；或由传力支墩、拉杆和拉梁组成。

5.9.2 地道桥最好在铁路加固及施工荷载均布下进行顶进，避免

桥体两侧产生不均衡下沉,所以提出将顶进设备设置在桥体中部。

5.9.3 斜桥顶进,为增大纠偏顶力的力臂,减少千斤顶用量,提出将纠偏千斤顶布置在三角顶块的边部。千斤顶分单作用油缸千斤顶和双作用油缸千斤顶两种。其中单作用油缸千斤顶靠配置拉镐复原,而近期多采用双作用油缸千斤顶,能自动回镐复原。

5.9.4 液压油一般采用稠化液压油或合成锭子油。油管直径可通过计算或根据经验选用。

5.9.5 地道桥分节顶进时,为避免液压系统采用人工手动控制进行多条油路切换产生的误操作,宜采用电液和电磁换向联动控制系统。电液、电磁阀的动作由电控箱集中控制,达到操作、准确、省力,还可提高顶进质量和速度。

5.9.6 地道桥采用中继间法顶进,当顶程较长时,为提高顶柱传力的稳定性,除将顶柱和横梁用螺栓联结,顶上压土外,还可在滑板中分段设地锚梁,用钢支墩提高顶柱传力的稳定性。

5.9.7 采用顶拉法施工,桥体底板中的预留孔道,可采用预应力混凝土的成孔方法。

5.9.8 在滑板上分段设置地锚梁,不仅能提高顶柱的抗压能力和稳定性,而且能提供一部分抗力作为辅助后背。

5.9.9 可将此图绘入施工组织设计文件中。

6 顶 进 施 工

6.1 施 工 放 线

6.1.3 地道桥施工，必须建立测量复核制度。各种控制线，是以地道桥的中线作为测量基准轴线测出，应在工作坑开挖前完成，这样可提高直接丈量的精度。

6.1.5 在地道桥顶进就位时，可在两固定控制桩间拉线用垂球核准桥体轴线前端就位位置，也可用经纬仪控制就位。

6.1.6 施工放线，应注意后视点的通视，包括水准点，应经常进行检查复核，避免桩位移动出现大的测量偏差。

6.2 施工排水与降水

6.2.1 地表水排放应有排水方向，如排水沟底为透水性土壤，应有防渗措施。

6.2.2~6.2.3 采用排水沟排除地下水时，如土质较差，沟槽应进行加固。

6.3 工 作 坑 开 挖

6.3.2 基底土壤为砂砾石打桩有困难时，可先挖工作坑，后埋桩，桩后回填土应分层夯填密实。

6.3.3 工作坑基底土壤软弱需进行加固时，应由设计部门提出加固方案，使桥体在预制中不产生明显的沉降。

6.3.4 工作坑坡顶外有静载或动载时，应留出安全距离，压力线不能进入工作坑内。

6.4 滑板施工

6.4.1 混凝土滑板施工可采用混凝土路面施工工艺。

6.4.2 滑板设有锚梁，当与滑板一并浇筑，而因厚度不同使顶面整平有困难时，最好采用水泥砂浆抹面。

6.4.3 灰土滑板厚度应根据土基承载力和桥体对基底的压强而定。为使滑板顶面平整、光滑和在桥体顶进时不被剪切破坏，故设置了水泥砂浆抹面，并将灰土表面划毛增加抗滑力。

6.5 润滑隔离层施工

6.5.1 施放桥体预制位置线应在润滑隔离层施工之前完成。控制点设钉，控制位置弹墨线。

6.5.2 润滑层的摊铺厚度一般可根据经验确定，但必须均匀。松散的滑石粉吸附力小，箱体易起动。

6.5.3 油毡做为隔离层材料，由于其吸附粘结力较大，使桥体起动困难，应慎重选用。

6.5.4 该法简单可行，防止隔离层破损及箱桥与滑板粘连。

6.6 后背施工

6.6.1 钢筋混凝土板块后背顶端拉锚，应在工作坑底以下回填土完成后进行，防止前后倾斜。

6.6.2 钢板桩采用打桩施工，应将地面挖到桩顶设计标高，然后立架打桩。

6.6.3 后背梁与后背墙之间的空隙填筑的小石子混凝土强度达到后背设计强度后，才允许顶进。

6.7 桥体预制

6.7.1 桥体预制施工顺序是,先底板,后墙身,最后顶板。但墙身混凝土浇筑应在其钢筋绑扎完毕后进行。

6.7.2.1 弯起钢筋应用 1:1 大样进行校验。

6.7.2.2 定位钢筋应采取措施进行固定,保证在绑扎钢筋过程中不移位。

6.7.2.3 绑扎墙体立筋可采用钢管支架定位,绑扎完毕后拆除。

6.7.2.5 接缝钢护板可采用 8~10mm 厚钢板,当千斤顶的顶程为 0.2m 时,护板宽度为 0.55m,其中固定端为 0.25m,活动端为 0.3m。固定端在前节利用 $\phi 19\text{mm}$ 勾螺栓锚固,保证与主筋联结牢固,顶进中不损坏。当千斤顶的顶程较长时,钢护板相应加宽、加厚。

6.7.3 承重支架按类别分为木支架、钢木混合支架或钢支架。近期多采用轻型钢支架,支架的梁和柱多采用工字钢,槽钢或钢管;斜撑、联结系可采用角钢等。为便于支架和模板的拆卸,支点处应设置木楔或升降螺栓。

6.7.3.3 顶进时设置船头坡,防止箱体标高扎头的措施之一。

6.7.4.1 施工缝的位置宜留在结构内力较小且便于施工的位置。

6.7.4.2 为避免桥体混凝土在浇筑中出现施工缝,一般应根据单位时间内混凝土的生产量、浇筑方法、工作面长度、混凝土接缝循环时间,选择适宜的缓凝型减水剂。若采用泵送混凝土时,应选用增塑缓凝型减水剂,以获得满意的施工效果。

6.7.5.1 桥体顶面防水层种类较多,常用的防水层有热沥青防水层,冷作防水层和新型防水材料等。

6.7.5.2 桥体分节接缝一般采用内贴式橡胶止水带,可在后节

桥体顶进就位前按设计要求安装,随后施顶后节挤紧;在顶进就位后用螺栓和夹板坚固,然后进行接缝防水处理。

6.7.7 为减小桥体顶面及外墙摩阻力,一般在顶面涂石蜡,在外墙涂沥青,并起到防水作用。

6.8 顶进设备安装

6.8.1 设置千斤顶用的钢尾板厚度一般为20mm,钢板托盘厚度一般为10mm,按工艺设计加工完后安装。常用的液压油为10号或20号机油,或合成锭子油。

6.8.4 方向墩和桥体间可设置路轨作为导梁,导梁必须具有一定的刚度,顶进中不变形。间隙小亦可用钢垫板楔紧。

6.8.5 观测尺包括水平及高程两种,必须安装在边墙内侧上方的预埋件上,保证顶进中不被碰撞。将观测仪器定位后对准观测尺零点,然后将观测尺和仪器稳固,顶进施工中不能扰动。

6.9 顶进作业

6.9.1.1 施工排降水必须保证挖土顶进时不带水作业。

6.9.1.6 挖土顶进和线路加固作业联系信号,一般采用红绿灯或电铃,设专人值班。

6.9.3.2 装运场可视作业面配备施工机械,装土机械作业严禁扰动路基下坡脚,特别是砂土路基扰动后,很容易造成塌方。

6.9.4.6 地道桥在顶进过程中如停放时间过长,会增加与地基接触面的压实吸附力,加大顶进阻力。

6.9.4.9 桥体分节顶进时,严格控制各节轴线应保持一致,防止节间错位或扭转而增大阻力。

6.9.5.1 斜桥顶进,必须分阶段计算出入土后的纠偏顶力,编制出纠偏千斤顶的启用操作程序,作为理论纠偏依据。因影响地道桥顶进偏差的因素很多,应结合实测偏差进行矫正。当偏差值

较小时，可采取调整千斤顶的力臂（距轴线距离）进行矫正。

6.9.5.2 地道桥顶进高程偏差较难控制，特别是在软地基中顶进，须由设计和施工单位共同商研解决顶进中的扎头。应先从设计桥体本身开始解决好前后悬臂的重量平衡，只靠顶进中采取的措施是远远不够的。桥后端尾墙，即能平衡桥体前端重量，又能解决桥体就位后修筑挡墙挖基的困难，尾墙长度在设计阶段就应予以充分考虑。当路基土质较好时，尾墙长宜为桥高的 0.35～0.40 倍，砂土路基应在桥高的 0.40 倍以上。

6.9.6 对于宽大、超长的箱桥，北京、石家庄都做过，有过一些经验和感受，当地基过软（地下水加流砂）特别是过硬（砂砾石、姜石粘土）都会给箱形桥体本身带来变形影响，其影响往往产生预料不到的后果，因此顶进这类地道桥应对变形提出要求。

6.9.6.1 顶进中的箱桥受力是复杂的，它不同于常规预制安装或就地浇筑的桥梁，它是一个运动中的桥体，受到设计荷载和施工荷载的同时作用，受力大小和受力位置在桥体运动中也是不断变化的，它是一个受力复杂的空间结构，因此对设计和施工都应提出更高的要求。几个工程实践表明对变形和裂缝提出要求是必要的。

箱桥顶进是由市政排水大型管道顶进发展演变过来的，原来铁路封闭式框架涵桥是按静态施工荷载分布计算的，只考虑了火车活荷载、线路静载、侧向土压力、地基反力、自重等外力。对千斤顶的顶力，最大纠偏顶力以及各种抵抗力引起的扭矩、偏转而造成的内力变化，再加顶进高程纠偏引起的地基反力变化，有时会产生累加变形，这对于跨度小的箱桥不会产生危害，但对宽大、超长箱桥由于其结构刚度相对较弱，可能产生超规范的变形和裂缝。过去对宽大、超长箱桥，通过长距离顶进，取得了不少经验，使设计和施工都经受了实践的考验，丰富了地道桥顶进施工技术。为减少隔墙柱脚固端因内力引起的变形可适当采用铰接式隔墙或临时加固支撑等形式。应特别指出：特大型箱桥必要时应做结构顶进受力、变形模拟试验，这如同大跨度斜拉桥要做整

桥风动试验和拉索试验一样，为今后更加丰富完善这项施工技术提出要求。

6.9.6.2 施工中应根据设计要求观测变形和裂缝，过去常规顶桥只观测中心偏差和高程变化，而对宽大、超长箱桥应增加此项观测，当变形值发展较快或超过容许时应及时与设计部门商定补救措施，否则当积累变形过大时才发现，将使箱桥结构受损，必须采取补强措施。本规程明确提出了对施工单位的观测要求。

6.9.6.3 本条款对中线和高程的纠偏提出了要求，特别提出纠偏应与观测变形相联系，不得强行盲目纠偏，这是实践的总结。

(1) 主要强调箱桥两侧保持均衡顶进，正确切土，以斜桥尤其应该强调小纠、勤纠，防止因大偏大纠而引起的附加内力变形。

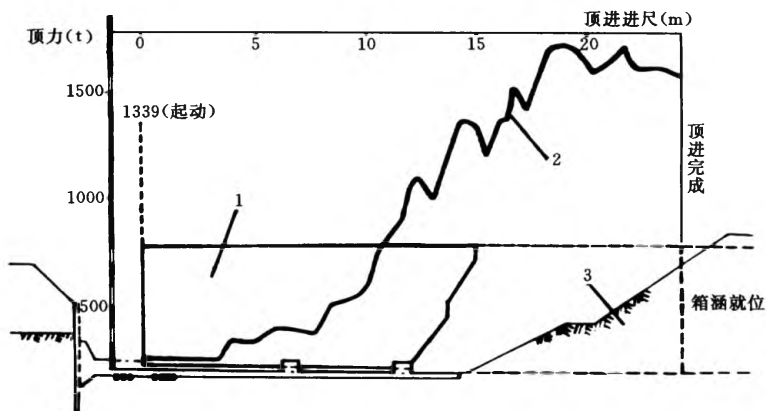
(2) 对于坚硬地基地基承载力较高，地基不易变形，无需设置船头坡，同时对挖土提出较严格的要求，防止因挖土不当造成箱桥变形加剧，对于变形控制措施都是经过实践总结出来的。

6.9.7 地道桥顶进就位后，应立即拆除顶进设备，尽快进行刃角补墙及四角翼墙施工，防止因施工延误造成路基塌方，影响铁路行车安全。

6.10 测量监控

6.10.3 对箱体轴线和高程的观测一般情况下，每顶进一镐就观测一次；对结构变形的观测一般情况下，桥体每顶进 2m 观测一次。

6.10.4~6.10.5 这是对顶力系统的观测。一般情况下，桥体吃土顶进就开始观测直至最大顶力出现以后。根据地道桥顶进施工记录表，可绘制出全程顶力变化曲线。可积累工程资料，作为施工参考。



顶力变化曲线

1—桥体浇筑位置；2—顶力曲线；3—路基

6.11 恢复线路

6.11.1 地道桥在顶进中和就位后，若中线偏差较小时，应及时用砂土填实桥体与路基之间出现的空隙，防止路基在行车振动下产生塌方而加大侧向压力。

7 铁路线路加固

7.0.1 根据实践,为了确保铁路运输安全,一般均应进行铁路线路加固和限速慢行,慢行速度一般控制在 45km/h 以下,采用钢便梁加固时行车速度可达 45km/h,一般吊轨加纵横梁,可限速 25km/h。

7.0.2 根据施工经验,采用吊轨加纵横梁时轨底至箱桥顶面均在 0.65~0.85m 范围内,石家庄最低做到 0.58m。采用钢便梁加固一般轨底至箱桥顶面均在 0.85~1.05m 范围内。

7.0.3 石家庄铁路部门在多座小跨径(<3m)箱涵顶进施工中,只用吊轨加固。对于一些专用线或行车次数少的直线线路,可酌情采纳,但需有人看守和整修。

7.0.4~7.0.8 此五条系节录铁道部《铁路既有线下桥涵顶进施工工艺》第十三章部分内容并加以补充。

7.0.9 总结了华北地区常用的防止铁路线路横向位移的三种方法,其中(3)是在唐山、天津、北京顶进时采用过的深覆土拖带钢板的“金蝉脱壳”法和钢管排束法,本规程予以推荐。

7.0.10~7.0.12 此三条系节录铁道部《铁路既有线下桥涵顶进施工工艺》第十三章部分内容并加以补充。

将钢筋混凝土轨枕换成木枕,应每隔 5 根钢筋混凝土轨枕,开挖一根轨枕底的道床至要求深度,并不扰动相邻轨枕下的道碴,抽出钢筋混凝土轨枕,换入木枕,并安装双肩垫板,每块垫板上钉紧 3 个道钉,随即回填道碴,并捣实。依此方法逐步完成加固范围内所有轨枕的更换工作。

安装横梁,将横梁位置枕木间道碴扒掉,抽出枕木或在枕木间插入工字钢和槽钢,槽口向上,随后将工字钢拉入槽内就位。

8 工程质量检查与验收

8.1 工 作 坑

8.1.1 扰动基底土容易造成承载力不均,影响滑板的稳定性,应严格控制开挖深度。

8.1.2 地道桥(包括引道)施工一般要跨过雨季,应有保证边坡稳定的技术措施。

8.1.3 工作坑内排、降水措施应保证干槽施工和顶进要求。地基承载力不能满足要求时,应与设计部门研究,制定出加固方案抓紧施工,缩短工作坑暴露时间。

8.1.4 此表引自《市政桥梁工程质量检验评定标准》(CJJ2—90)中表 3.1.5。

8.2 滑板及润滑隔离层

8.2.1 混凝土滑板需检验其强度,灰土滑板需检验其密度。

8.2.3 润滑隔离层的施工质量直接影响桥体起动顶力大小,也可能造成桥体不能起动甚至带走滑板事故的发生,所以对润滑隔离施工一定要认真、仔细。

8.2.4 表 8.2.4 参照《市政道路工程质量检验评定标准》(CJJ1—90),并考虑顶进高程须严格控制而制定。

8.3 后 背

8.3.2 桥体顶进时的顶力是由后背墙后土的水平抗力承受,所以

对墙后回填土的土质和密实度提出了较高的要求，它直接关系到后背在顶进中的稳定性，必须认真检验。

8.3.3 后背梁顶力作用面的位置直接关系到顶力线的方向和顶进偏差。所以后背梁顶力作用面必须平直，并垂直于桥体中心线。

8.3.4 表 8.3.4~1~表 8.3.4~3 引用《市政桥梁工程质量检验评定标准》(CJJ2—90)。

8.4 桥 体 预 制

8.4.1 箱形桥的墙体较高，顶板较厚，竣工后外露面积较大，所以对承重支架的稳定性和模板的安装质量提出了较高的要求，应认真检验。

8.4.2 铁路地道桥是按铁路的和公路桥涵设计规范进行设计验收，产权一般归铁路部门。所以钢筋的技术条件和施工应符合设计和现行的国家标准《铁路桥涵施工规范》(TBJ203)中有关规定。

8.4.3 表 8.4.3 引用铁路现行规范。表 8.4.3 引用《市政桥梁工程质量检验评定标准》(CJJ2—90)和铁路现行规范。

8.5 桥 体 防 水

8.5.1 桥面防水通常用热沥青防水层和冷作防水层。应选择防水性能良好并符合设计要求的防水层。

8.5.2 各类防水层都应严格按其工艺流程进行施工，施工质量应达到质量标准。

8.5.3 保护层是保证防水层在桥体顶进和今后使用中不被损坏，应检验表面是否光滑、平整，以利于减小顶进阻力。

8.5.4 桥体分节接缝应采取橡胶止水带防水，顶进就位后按工艺流程检验弹性防水材料密封和橡胶止水带安装的牢固程度。

8.5.5 表 8.5.5 防水层允许偏差系华北地区经常使用的标准。

8.6 桥体顶进

8.6.2 桥体顶进就位位置应按控制桩用经纬仪或拉线检验。

8.6.3 表 8.6.3 引用现行的《铁路桥涵工程质量评定验收标准》(TBJ415—87)。

8.7 施工测量

8.7.2 导线方位角闭合差引用《市政桥梁工程质量检验评定标准》(CJJ2—90) 中第 12.1.3 条。

8.7.3 水准点闭合差引用《市政桥梁工程质量检验评定标准》(CJJ2—90) 中表 12.1.1 条。

8.7.4 表 8.7.4 引用《市政桥梁工程质量检验评定标准》(CJJ2—90) 中表 12.1.4 条。



1 5 1 1 2 1 7 2 9 7

统一书号：15112 · 17297
定 价： 13.00 元