



桥涵顶进施工

- 一、顶进施工原理
- 二、顶进施工适用范围
- 三、桥涵顶进施工工艺
- 四、桥涵顶进设计计算
- 五、安全注意事项
- 六、常见工程事故、预防措施





一、顶进施工工艺原理

- **1、原理：** 框架式立交桥或圆管涵顶进施工，就是在既有线路（**在运营的铁路或公路**）的某一侧开挖工作坑，现浇滑板（**管涵顶进采用安装导轨**），在滑板上浇筑钢筋混凝土结构，修筑后背，同时对既有线路进行加固，安装顶进设备，当顶进前方挖土完成一个顶程后，开启高压油泵，使顶镐产生顶力，通过传力设备（**顶铁、顶柱和横梁**），借助于后背的反作用力把预制结构向前推进，待顶进一个顶程后，在空挡处安放顶铁，挖运出土另一个顶程距离，以待下次开顶，如此循环进行，直到整个预制结构顶进就位为止。如图1所示。



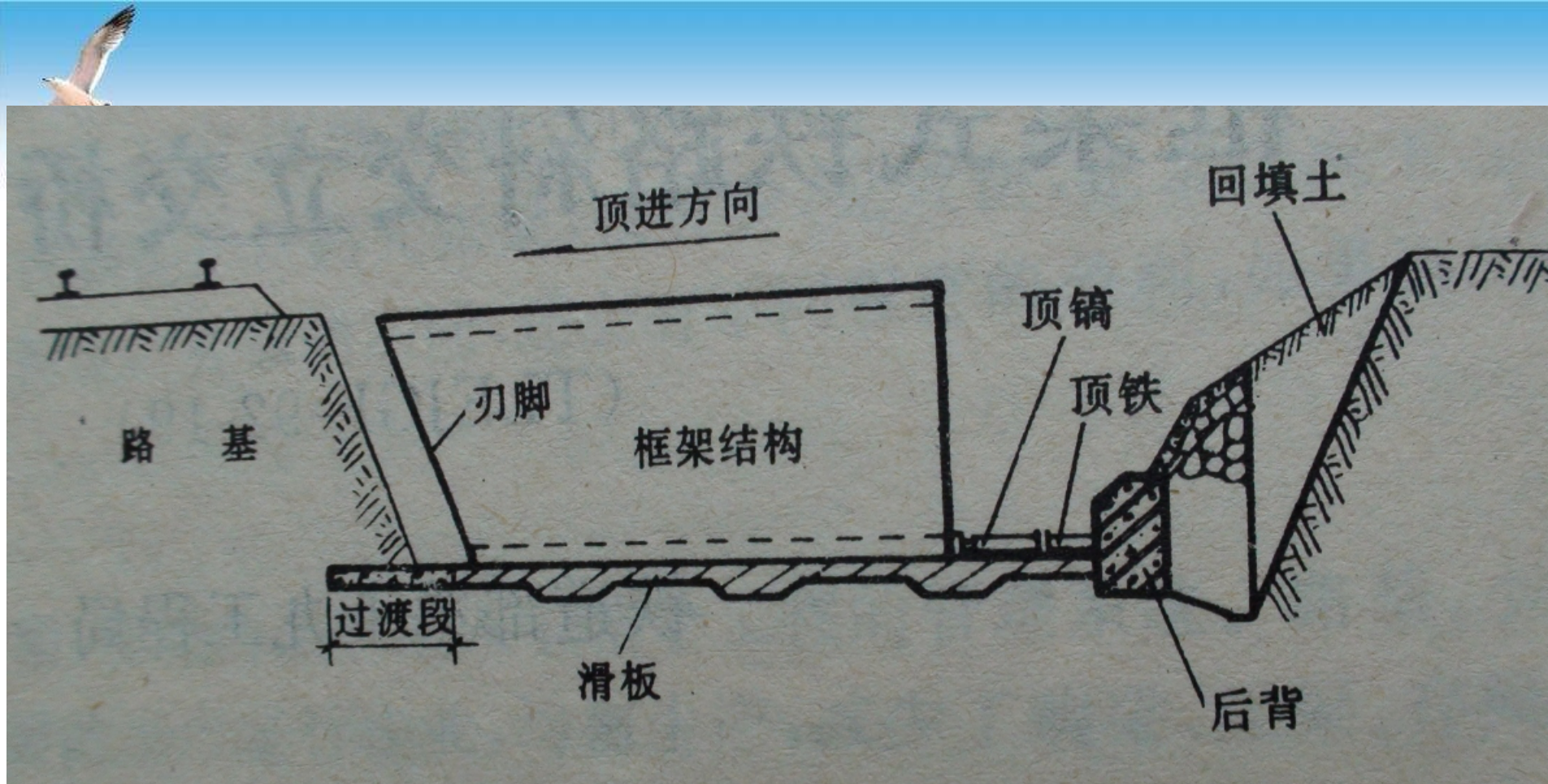
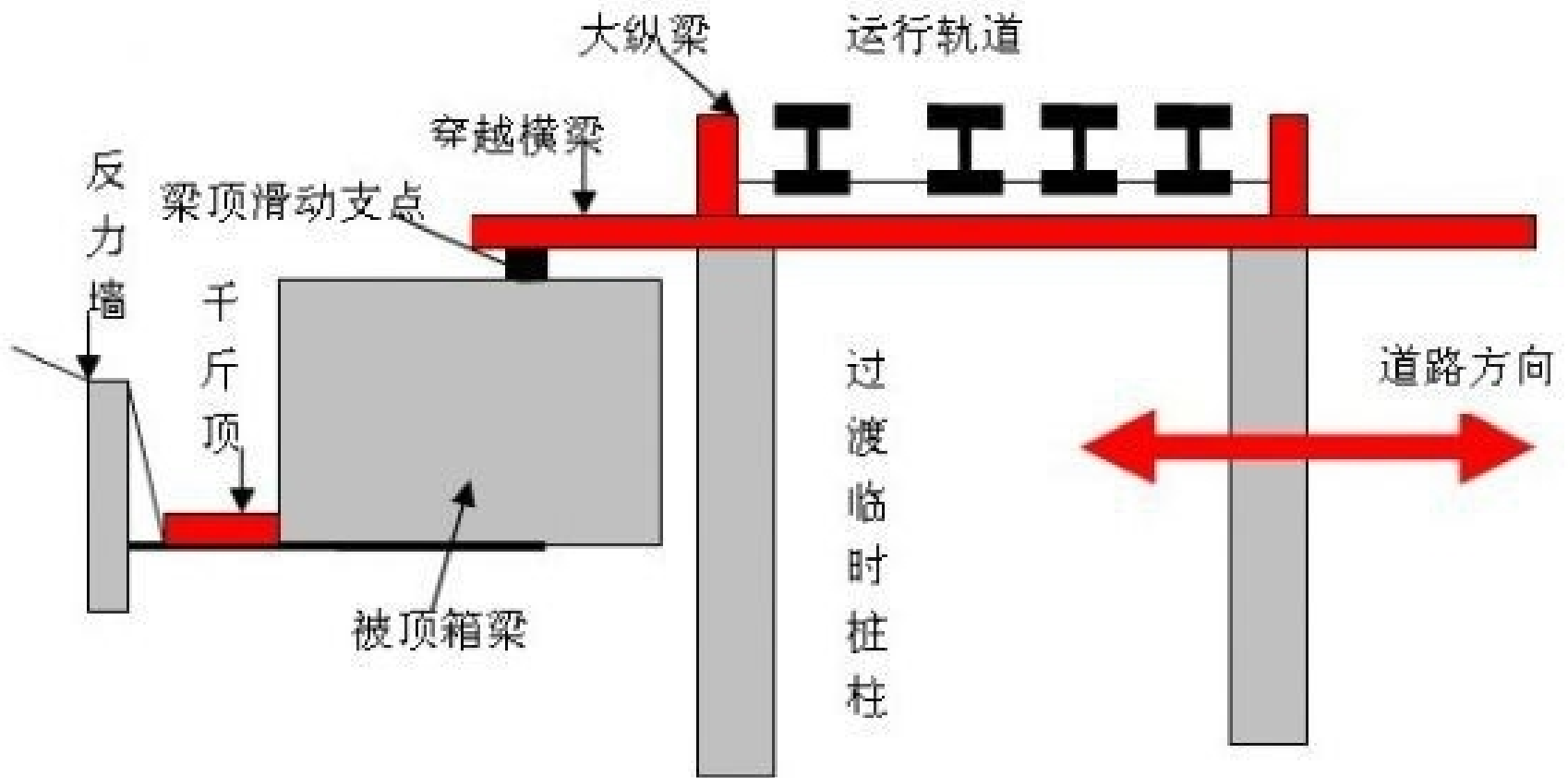


图1 框架结构顶进示意图





整体式大型箱梁顶进示意图



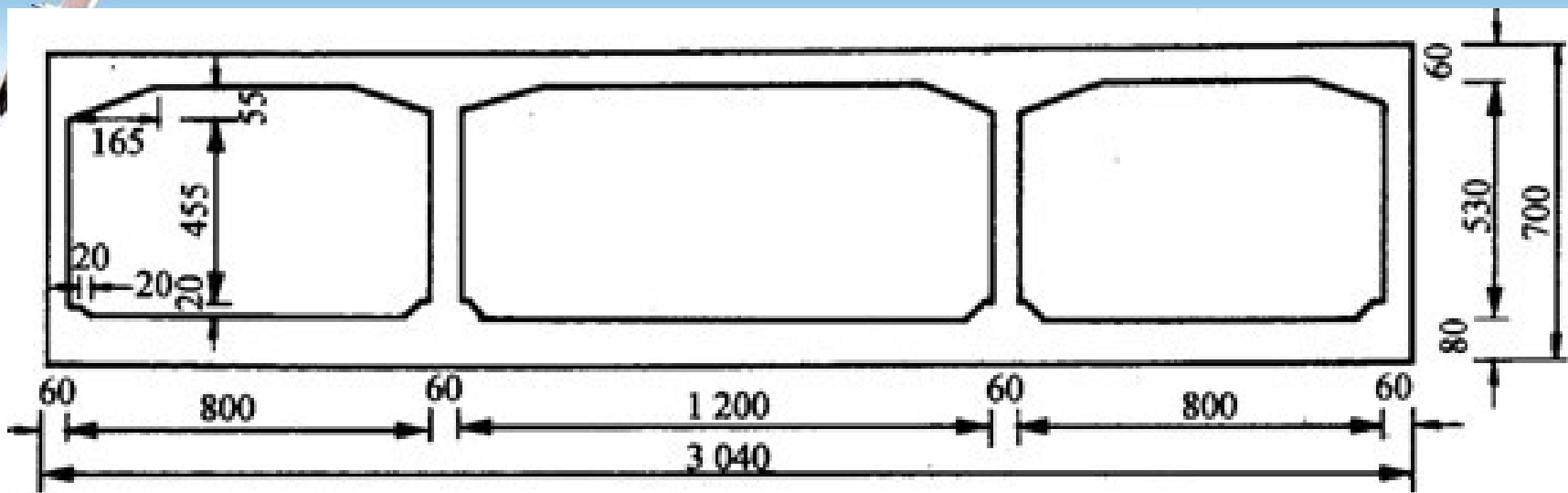


图 22-94 主箱涵断面图 (cm)

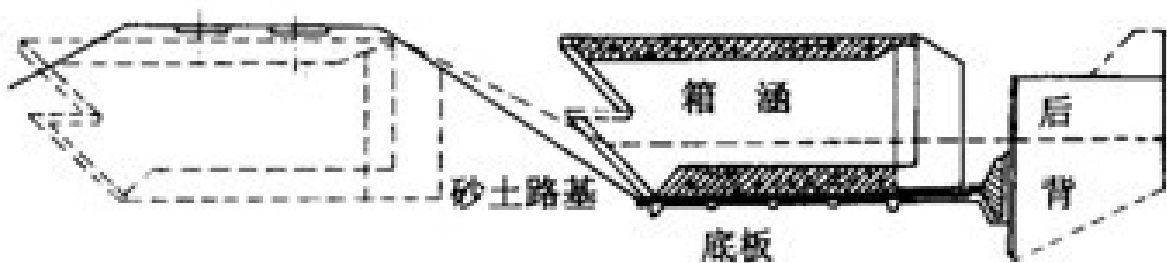


图 22-37 锯齿形钢筋混凝土刃脚

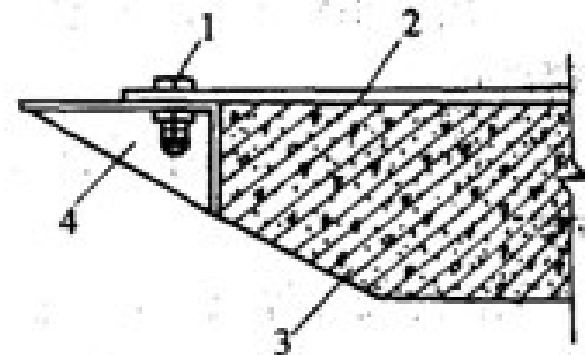


图 22-49
1-螺栓; 2-钢板条; 3-刃脚; 4-箱涵顶板





顶进桥涵施工几大要点

- 1、支点桩的平面布置、标高计算
必须要了解架空梁的技术参数（如梁长、节点板高度等），并对现场进行调查清楚（注：标高适当低于计算2-5cm）
- 2、滑板设置（标高、轴线、地下水位）
- 3、施工工艺确定（空顶或带土顶、防栽头措施、防偏措施）
- 4、边坡坡度控制措施（防坍塌影响线路行车）
- 5、顶力和后背计算（主要计算千斤顶配置、后背配筋、反压荷载）
- 6、应急预案控制（防涨轨、防洪、防坍塌）
- **几个原则：1) 支点桩底低于破裂面不小于2米；**
- **2) 滑板做到“晚下早出”，留够纠偏距离；**
- **3) 切土顶进保安全、防超前开挖；**
- **4) 后背反力宜大不宜小；**
- **5) 提前调查，措施得当。**





2、发展历程及特点

(1) 历程简介

- 顶进施工工艺首次推广应用是在1986年的苏家屯北九路7号铁路框架立交桥（6m-15.5m-6m）施工，取得了比较好的经济效益和社会效益；
- 1987年顶进施工方法获得原铁道部工程指挥部（现为**中国铁道建筑总公司**）科技成果三等奖；
- 随后在哈尔滨铁路枢纽哈双联铁路立交桥、新城子站北铁路立交桥、张家口至沙岭子站间铁路立交桥工程中应用实践，进一步总结提高，形成了成熟的顶进工法。





(2) 顶进施工方法的特点

- 对线路运输干扰时间短，不中断行车，能保证线路在既定限速下正常运营；
- 能保持路基完好和稳定，减少线路恢复工序，相对于其他方法而言，不必修建临时便线和迂回线；
- 占地拆迁少，减少大量的土方和线上工程；
- 预制结构整体好，刚度大，便于顶进施工，而且抗震性能良好；
- 基底应力小，基本不受地基地质条件的限制，受气候条件的影响也较小，





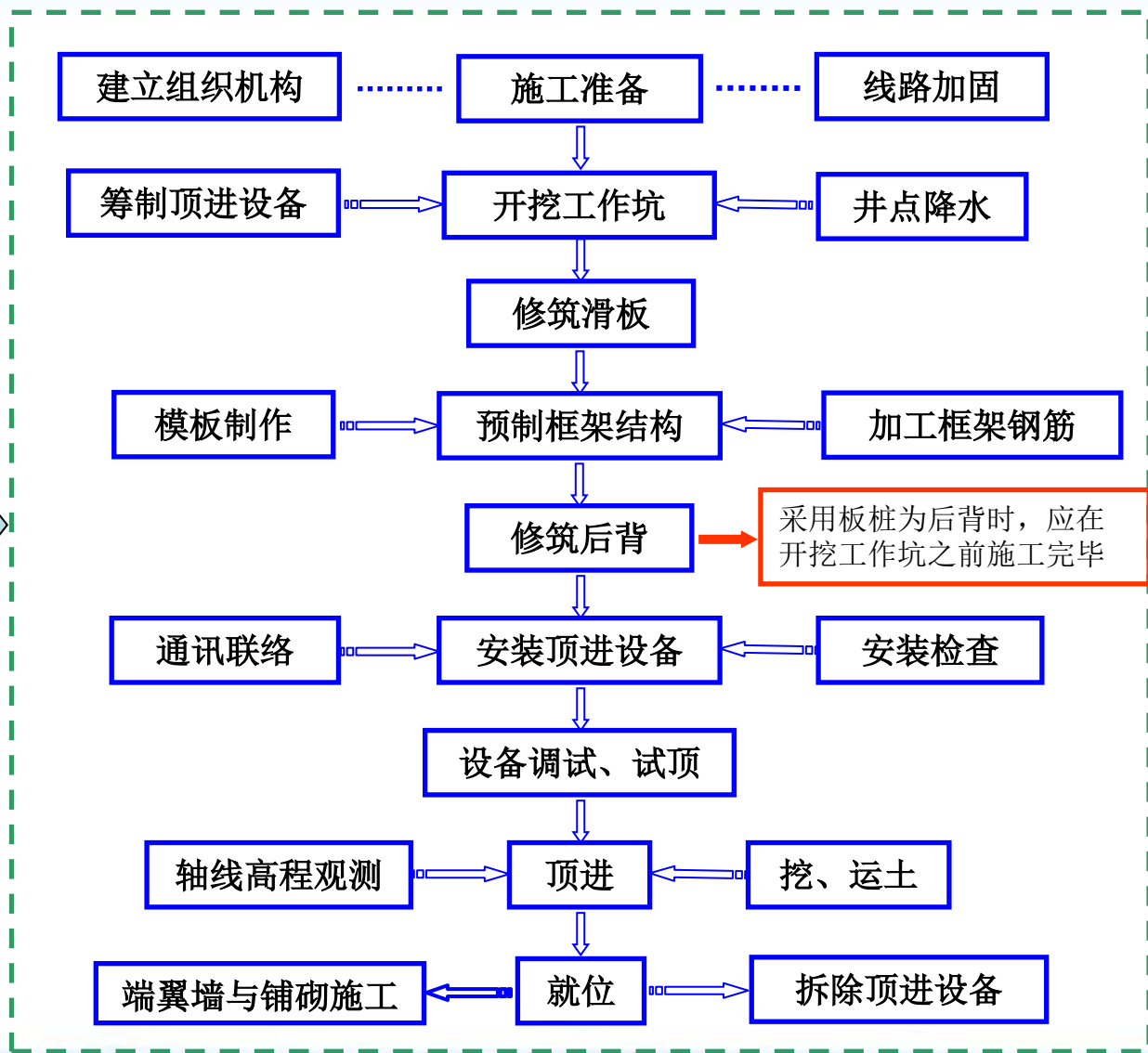
二、顶进施工工艺的适用范围

- 在处理旧线既有桥涵病害需要扩建或增建新桥涵时；
- 既有铁路和公路的平交道口需要改建成立交时；
- 客运量大的车站需要增设的地道；
- 农田灌溉需要增建穿越铁路的过水桥涵；
- 各类填筑的路基和路堤。



三、桥涵顶进施工工艺

施工工艺框图





待顶基坑



顶进施工工艺技术要点

1、施工准备

- (1) 人员安排
- (2) 施工相关材料准备
- (3) 施工机具准备
- (4) 轴线及高程测量与复核
- (5) 顶进施工专项技术方案的编制
- (6) 场地“三通一平”及排、降水安排
- (7) 外协工作
- (8) 既有的线路临时加固
- (9) 调查施工区域地下管线、电缆及其它障碍物情况、施工区域线路列车通过的次数、间隔时间、股道数、道岔及其使用性质，线间距及高程情况；





2、开挖工作坑

(1) 开挖前的降水及临时排水措施

- ① 若工作坑基底标高位移地下水位以上，工作基坑开挖之前，宜采用井点降水，将地下水位降至基底标高以下0.5~1.0米；
- ② 降低地下水位时，确保附近既有建筑物的稳定，尤其是对既有线路水平位移及高程的监测；
- ③ 在多雨地区无法避免雨期施工时，应设置顺畅的排水设施，同时备有防洪及线路抢修的措施；

(2) 工作坑位置的选择

主要根据现场的地形地貌、场地大小及土质情况等全面考虑，在框架涵的轴线上选择挖填方少，顶进长度短的既有线路一侧位置作为工作坑的平面位置。





(3) 工作坑平面尺寸的确定方法

- ① 一般由底板的尺寸确定，工作坑的底板尺寸建议按照下式计算：
长度=框架结构底板长度+顶镐长度+横梁厚度+后背地梁厚度+0.3m
宽度+框架结构底板宽度+2×方向支墩宽度+0.2m+2×排水沟宽度
工作坑顶边距最外侧铁路中心线不得小于3.2m，或至铁路外侧钢轨的距离最小不小于2.5m；
- ② 工作坑开挖标高：框架结构底板底面标高H-滑板厚度（含润滑层厚度）-垫层厚度；

(4) 工作坑开挖

- ① 工作坑开挖边坡：原则上工作坑两侧边坡按照土质情况确定，一般取1:0.75~1:1.5，靠近铁路路基一侧的边坡可缓于1:1.5，以保证既有线路路基的稳定；
- ② 采用机械开挖时，应预留20cm厚土层在垫层施工前人工开挖；






3、修筑滑板

- (1) 滑板要满足桥涵主体结构及顶进所需强度及稳定性要求；
- (2) 滑板中心线与桥涵中心线应一致；
- (3) 滑板与地基接触面应有防滑措施，必要时在滑板下设置锚梁；
- (4) 一般情况下根据地质条件及顶进距离，将滑板顶面做成前高后低的上坡；
- (5) 滑板两侧设置导向支墩；
- (6) 滑板的结构形式又两种：一种是滑板与后背梁连成整体，另一种是滑板与后背梁分离，施工时根据具体情况选择；





临时支撑桩（顶
进之前先做）



4、框架桥涵预制

框架桥涵混凝土工程施工应符合相应的规范要求外，与顶进施工有关的技术要点有：

- (1) 框架涵预制施工前，在滑板顶面铺设润滑隔离层；
- (2) 框架涵两侧前端2m范围内的外模，可向外加宽1cm，及框架涵拆模后，前端轮廓宽较后端轮廓宽2cm，严禁出现前窄后宽的楔形现象；
- (3) 框架涵预制与刃角安装完成后，应设置防水层，外表进行润滑处理，以减少顶进阻力；
- (4) 顶进过程中，为方便调整高程，框架涵底板前段底部宜设置成船头坡；





顶进操作基坑



千斤顶与接长杆





5、修筑后背

后背主要是承受顶进时的水平顶力之反力的临时结构物，它是保证工作顺利进行的重要设施，直接关系到顶进质量。因此，必须保证后背要有足够的强度和稳定性，并且在出现最大顶力时，还有适当的安全储备。后背的形式有：板桩式、重力式和拼装式，常用形式主要是前两种，即：**板桩式和重力式后背**。

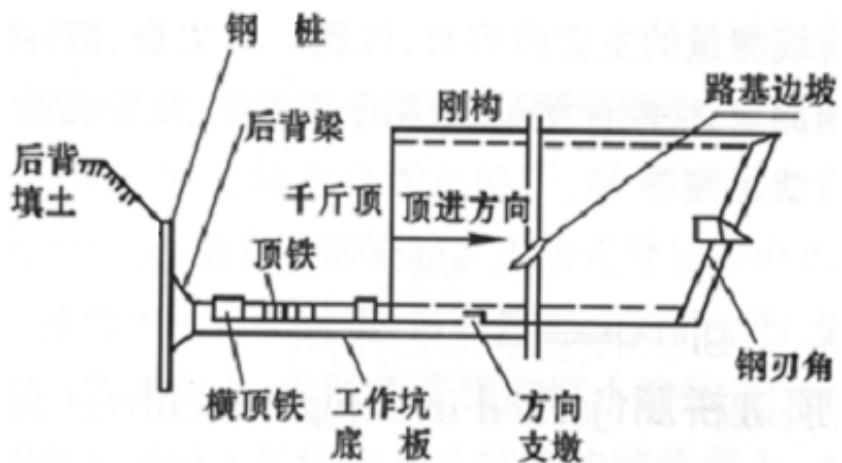
(1) **板桩式后背**：在工作坑土方开挖之前施工。

- ① 板桩打入的深度及排数应符合设计计算的要求；
- ② 板桩材料：钢轨及工字钢等热轧型钢；
- ③ 板桩施工——锤击法，宜重锤轻击施工；

为确保板桩打入的垂直度及平面位置准确，可以选择**双层围檩打桩法**或**履带式打桩机打桩**；

板桩的质量控制指标：桩的垂直偏差、平面偏差、桩间咬合质量、桩端标高、桩身质量的完好性等。





钢桩后背示意图

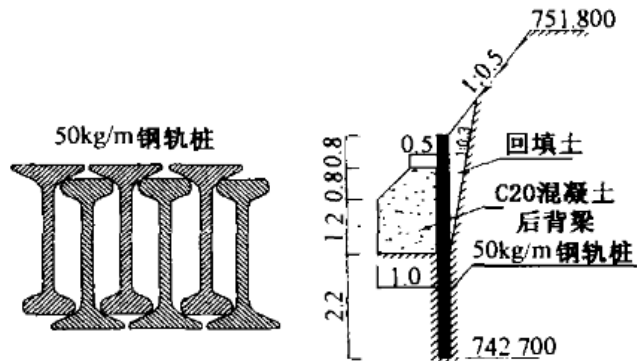
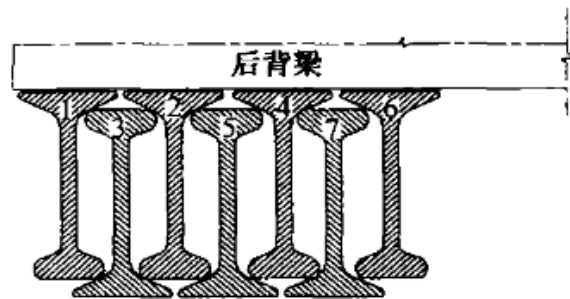


图1 钢轨后背桩示意图(单位:m)



注:1、2、3、...为钢轨桩排放顺序。

图2 钢轨桩排放顺序示意图





(2) 重力式后背

由后背墙、钢筋混凝土垫梁和后背填土构成，常用的重力式后背墙，由浆砌块石砌筑而成。后背一般是在工作坑挖好后进行压实，达到压密程度，保证填土的内摩擦角在 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 以上。在顶入工序结束后，拆除工作较前两类后背要简便得多，不需要打桩架和起重吊车等大型设备，而且拆下的石块仍可供其它砌筑工程使用，所以造价低廉，特别是在容易采集石料的地区，应当尽量使用重力式后背结构，以便提高经济指标，不过这种后背的单位长度顶力不宜超过 $700 \sim 800 \text{ kN} / \text{m}^2$ 。



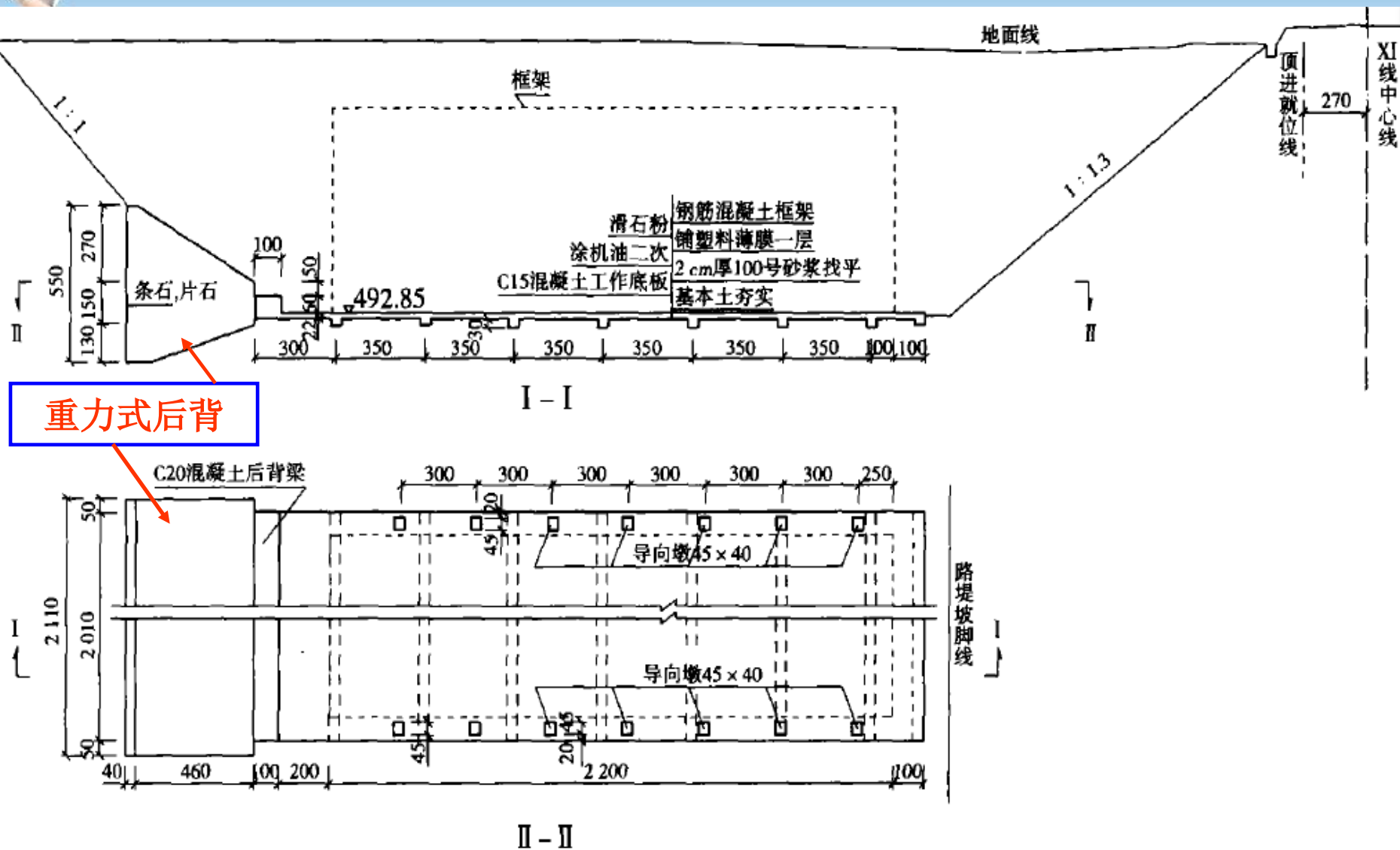


图 1 某框架桥顶进施工场地布置(单位:cm)





6、顶进施工技术要点

- (1) 应根据计算的最大顶力确定顶进设备，千斤顶顶力可按照额定顶力的60%~70%计算，并配备备用千斤顶；
- (2) 顶进之前应检查：
 - ① 顶进的液压系统、顶进设备检查；
 - ② 主体结构混凝土是否达到设计强度，防水层及保护层是否已经按照设计完成；
 - ③ 线路加固、后背及各类施工机械是否符合顶进专项技术方案的要求；
 - ④ 劳力组织及观测、试验人员分工是否明确；
 - ⑤ 复核顶铁与顶力轴线是否一致，是否与横梁垂直；
 - ⑥ 与运营部门协商确认的施工安排、线路防护监测抢修人员及通信、照明等是否准备就绪；
 - ⑦ 顶进轴线及高程复核。





(3) 试顶

- ① 开启油泵后，每当油压升高 $5\sim 10\text{MPa}$ ，应停泵观察，发现异常及时处理；
- ② 当千斤顶活塞开始伸出，顶柱（铁）压紧后应即停顶，检查各部位无异常现象时，再开泵顶动桥身；
- ③ 试顶时重点检查的部位：后背、滑板、油压系统（尤其是油路的接头处）、桥涵结构（尤其是千斤顶后座与结构接触部位是否出现局部压应力过大）。





(4) 顶进施工

- ① 第一阶段：在滑板空顶至刃角接触路基边坡时，停止顶进；
- ② 第二阶段：开始挖土运土，当刃角前方挖土达到一个顶程（根据顶镐行程长度而定），开启油泵，推动框架桥涵前进一个顶程，停止顶进，安放相应长度的顶铁，如此反复直至框架桥涵就位；
- ③ 桥涵主体顶进就位以后，及时施工端翼墙和防护工程，恢复线路行车；
- ④ 顶进过程注意事项：
 - 由于顶进速度主要取决于挖土运土速度，所以尽量采用机械挖、运土；
 - 顶进所采用的液压系统应采用两套不同的系统，在顶镐对称布置的情况下，可以用不等压的方式形成纠偏力矩进行纠偏；
 - 挖土时，每次掘进深度应视土质情况及有关要求而定，每次一般进深20~50cm，在土质松散或软塑土层顶进时严禁超挖，必须保证刃角切入土层内10cm以上；



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/947125151131006103>