

# 第一部分 施工作业

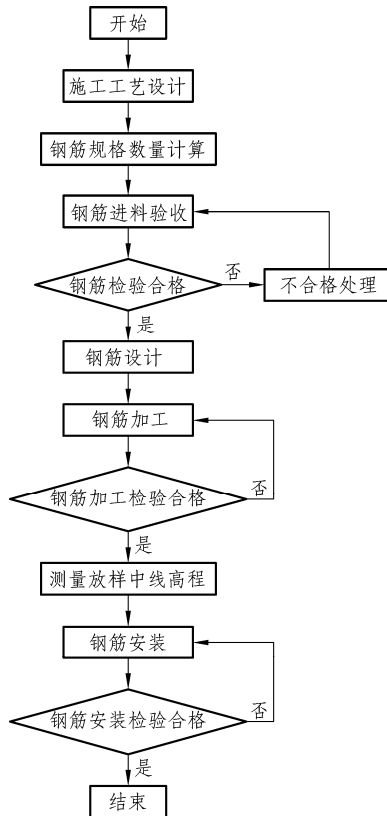
## 实训一 二次衬砌钢筋施工

### 一、实训目的

1. 掌握隧道二次衬砌钢筋施工的工艺流程，熟悉二次衬砌钢筋施工的基本步骤。
2. 掌握隧道二次衬砌钢筋施工的关键技术，理解二次衬砌钢筋施工注意要点。

### 二、工艺流程

二次衬砌钢筋绑扎工艺流程见下图。



二次衬砌钢筋绑扎流程图

### 三、作业步骤

#### 1. 施工前准备。

- (1) 检查钢筋的规格、型号是否满足设计要求。
- (2) 钢筋进场时，抽取试件做力学性能和工艺性能试验，质量符合规范设计要求。
- (3) 将隧底虚渣、杂物、泥浆、积水等清除干净，并用高压风将隧底吹洗干净。
- (4) 根据设计施工图对钢筋进行放样，计算每种型号钢筋的下料长度、确定加工形式，制作钢筋下料表。

#### 2. 定位钢筋施工。

(1) 二衬土工布及防水板安装完毕后，在该环二衬中部位置及端头位置的防水板上测出 2 条法线，以红色油漆标识一个环向。

(2) 根据已测出的法线每 2 m 一环先安装好外层环向定位主筋，主筋型号根据设计图纸选择。

(3) 在端头环向主筋上焊接法向定位钢筋，这样做主要是为了控制层间距及保护层厚度。法向定位钢筋一般采用 L 形，焊接时注意用竹胶板外贴，防止烧坏防水板。

(4) 在环向定位钢筋及法向定位钢筋安装好之后，根据保护层控制厚度进行纵向定位钢筋的测量放样，从该环二衬两端进行测量放样，根据放样点，通过细线拉直确定纵向定位钢筋位置，以保证纵向定位钢筋顺直。

#### 3. 外层钢筋安装。

(1) 依据法向定位筋上的测量点位及层间距，焊接外层钢筋纵向定位钢筋，再根据设计要求安装外层钢筋，即靠近防水板一侧钢筋，其间距、连接方式等应符合设计及规范要求，可通过钢筋卡具或在水平定位筋上画好钢筋位置来确保主筋间距均匀。

(2) 在外层钢筋与防水板之间安装保护层垫块，每平方米 4 个，呈梅花形布置，防止钢筋与防水板紧贴，损坏防水板。

(3) 安装好的外层钢筋应绑扎稳定牢固，不得出现晃动现象。

#### 4. 内层钢筋安装。

(1) 准确定位。在外层钢筋安装完成并验收合格后，再进行内层钢筋的安装。内层钢筋安装前，依据测量放样点，采用拉线形式焊接纵向定位钢筋，确保纵向定位钢筋顺直。

(2) 确定纵向定位钢筋的放样点。其依据是钢筋型号和保护层厚度。以某级围岩  $\phi 20$  钢筋为例计算如下：测量放样净保护层控制在 60 mm，拱顶位置考虑钢筋下沉影响，保护层控制在 80 mm。主筋直径 20 mm，勾筋直径 8 mm，纵向定位钢筋位置应在测量保护层控制点往外  $20 + 8 = 28$  mm 的位置。

(3) 纵向定位钢筋固定好之后，利用钢筋卡具或事先在纵向定位筋上画好的钢筋位置点施工内层主筋，在环向主筋与纵向定位钢筋搭接位置处绑扎牢固，确保环向主筋的稳定性。

5. 混凝土垫块安装控制措施。

(1) 在衬砌钢筋安装完成后，每平方米绑扎 4 个垫块，垫块的尺寸根据保护层厚度确定，梅花形布置，用于防止混凝土浇筑过程中衬砌钢筋受混凝土挤压或自重产生位移变化，影响保护层厚度。

(2) 二衬钢筋绑扎完成后，选取 4 组断面对保护层进行复测，对保护层厚度不合格的位置进行适当的调整。

6. 焊接支撑钢筋。

由于二衬拱顶部位的衬砌钢筋保护层厚度不易控制，在浇筑混凝土时，拱顶的钢筋容易出现下沉现象，因此，拱顶部位应焊接支撑定位钢筋，钢筋预伸长度为净保护层厚度，每平方米 1 根，防止混凝土浇筑过程中拱顶衬砌钢筋受力下沉影响保护层厚度。

#### 四、注意事项与要求

1. 钢筋绑扎严格按照“先外圈，后内圈，先主筋，后分布筋与勾筋”的顺序施作。
2. 在钢筋绑扎过程中，严禁损伤防水板。
3. 钢筋连接通常采用绑扎或焊接，绑扎和焊接长度符合验标要求，焊接的焊缝必须饱满、平实，不能有蜂窝。
4. 钢筋接头应设在承载力较小处，并分散布置。
5. 钢筋安装施工前，应对其质量、外观等进行检查，确保钢筋平直、无损伤，表面无裂纹、油污或锈蚀等。
6. 钢筋的加工应符合设计要求，当设计未提出要求时应按照《铁路隧道工程施工质量验收标准》(TB 10417—2003)的要求进行加工。

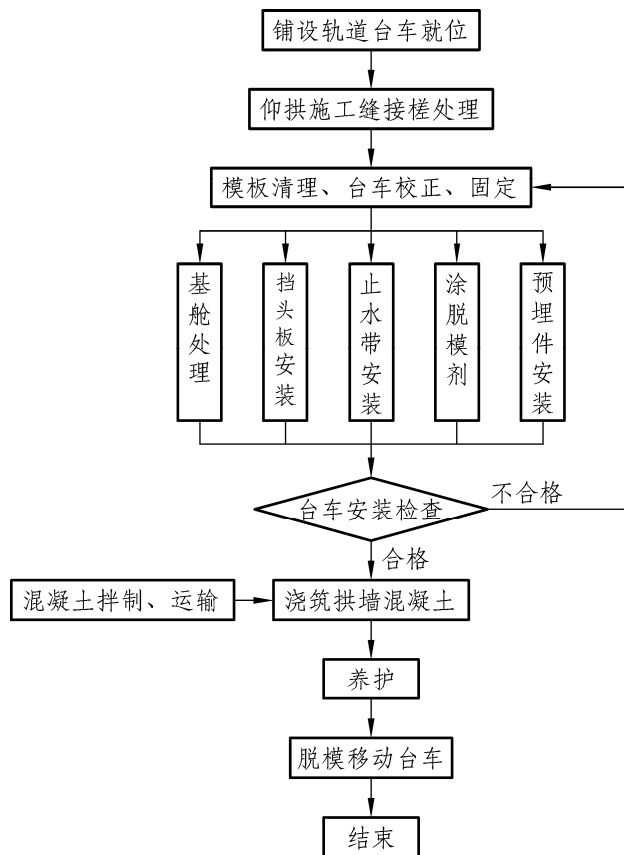
## 实训二 二次衬砌混凝土浇筑

### 一、实训目的

1. 掌握隧道二次衬砌混凝土浇筑的工艺流程,熟悉二次衬砌混凝土浇筑的基本步骤。
2. 掌握隧道二次衬砌混凝土浇筑施工的关键技术,理解二次衬砌混凝土浇筑施工注意要点。

### 二、工艺流程

二次衬砌混凝土浇筑工艺流程见下图。



二次衬砌混凝土浇筑工艺流程图

### 三、作业步骤

#### 1. 作业准备。

(1) 二衬钢筋安装、混凝土原材料、施工机具、防水板与排水盲管的检查。

检查混凝土浇筑工作面与开挖掌子面的安全距离是否满足要求。

#### 2. 衬砌模板台车安装。

(1) 根据设计要求和隧道断面确定台车的轮廓尺寸，其门架净空高度和宽度应能保证运输车辆通行，在台车架上部和模板之间留有空间用来安装隧道通风管道，两侧工作窗口布局应便于作业。

(2) 衬砌模板台车沿轨道通过自行设备移动至待浇舱位，与上板衬砌搭接 5 ~ 10 cm，顶模、侧模由油缸调整到位，并用千斤顶及撑杆加固。

(3) 模板台车浇筑混凝土前清除表面的杂物及灰尘，检查有无破损，及设备状况是否良好，如有破损先进行修复，然后再浇筑。

(4) 混凝土施工前，安装预埋件、止水带等，并在模板表面涂脱模剂，以便于脱模。

(5) 防溜车装置到位，液压系统锁定。

(6) 连接输送泵管道，准备施作混凝土。

#### 3. 混凝土浇筑。

(1) 混凝土拌和。拌制混凝土时要严格按照预试验得到的施工配合比进行配料。

(2) 混凝土运输。通过混凝土罐车将混凝土从拌和站运送到混凝土浇筑点。

(3) 泵送混凝土入模。混凝土入模温度应根据洞内温度适当调整，不宜过高或过低；混凝土拌和物的入模含气量应满足设计要求；混凝土拌和物的坍落度应符合要求。

(4) 清除基岩杂物，排净积水，保持基岩洁净和湿润。

(5) 混凝土浇筑。混凝土浇筑应保持连续性，如因故中止且超过允许间歇时间，则应按施工缝处理。

(6) 混凝土振捣。混凝土振捣采用附着式和插入式振捣器振捣，每一位置的振捣时间，以混凝土不再显著下沉、不出气泡并开始泛浆为准。振捣器距模板的垂直距离，不应小于振捣器有效半径的 1/2，并不得触动钢筋及预埋件。

#### 4. 混凝土养护。

(1) 浇筑完成后应对混凝土进行养护，以保持混凝土表面湿润。养护水的温度与环境温度基本相同。

(2) 浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态。

(3) 混凝土养护用水与拌和用水相同。

#### 5. 拆模。

(1) 拆模时间，当二次衬砌混凝土强度达到设计要求时，才可拆模。承受围岩压力较大的拱、墙，封顶和封口的混凝土一般要达到设计强度的 100%，方可拆模。

(2) 拆模时，应根据锚固情况，分批拆除锚固连接件，防止大片模板坠落。拆模

应使用专门工具，以减少对混凝土及模板的损坏。

(3) 拆下的模板、支架及配件应及时清理、维修，并分类堆放。

#### 四、注意事项与要求

1. 二次衬砌台车强度、刚度和稳定性满足施工荷载各种组合要求。
2. 衬砌台车整机走行和操作系统方便合理。
3. 模板轮廓符合衬砌断面要求，模板安装光滑平整，接缝严密，相邻模板无错台。
4. 模板安装完成后检查是否连接紧密、牢固，以防出现漏浆、跑模等现象。
5. 在混凝土浇筑过程中，设专人对模板、支架进行检查、维护，模板如有变形走样，立即采取措施或根据实际情况要求停止浇筑混凝土。
6. 混凝土的配合比要严格按照预试验确定的配比进行拌制，运输、浇筑的过程要符合要求。
7. 混凝土振捣要严格注意振捣顺序、时间、深度等，严禁振捣时碰撞防水板、钢筋和模板等。
8. 混凝土养护需要注意养护的温度、湿度以及时间等。
9. 注意拆模时混凝土强度，防止拆模过程中对混凝土造成损伤。

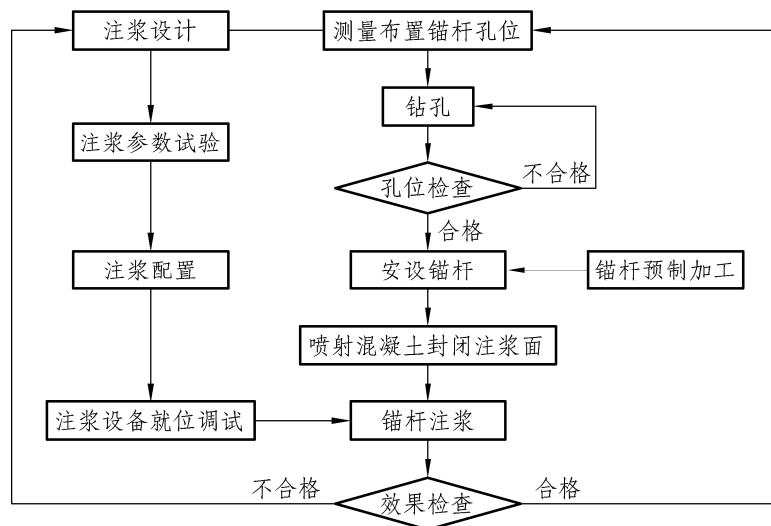
## 实训三 锚杆的安装

### 一、实训目的

1. 掌握隧道内锚杆安装的工艺流程，熟悉锚杆安装的基本步骤。
2. 掌握隧道锚杆安装施工的关键技术，理解锚杆安装施工注意要点。

### 二、工艺流程

锚杆安装的工艺流程如下图所示。



锚杆安装的工艺流程图

### 三、作业步骤

#### 1. 锚杆孔位布置。

测量放样锚杆孔位，梅花形布置，纵横间距为  $0.75\text{ m} \times 0.75\text{ m}$ （锚杆孔位布置形式根据相关设计图纸确定），再用红铅油点标记在隧道岩壁上。

#### 2. 钻孔。

利用锚杆机或风钻等钻孔，孔位允许偏差为  $\pm 150\text{ mm}$ ，孔径要与锚杆直径相匹配，锚杆孔径应大于设计的锚杆直径  $15\text{ mm}$ ，孔深一般比锚杆稍长，孔向应按设计方向钻