

## 第六章 脚手架、模板工程安全技术

学习要求：掌握脚手架、模板工程在施工、检查与验收过程中的安全技术要点。运用脚手架、模板工程安全技术和相关标准，分析脚手架、模板工程施工过程中存在的危险、有害因素，制定相应安全技术措施。

### 第一节 脚手架安全技术

脚手架是建筑施工中必不可少的临时设施，它由杆件或结构单元、配件通过可靠连接而组成，能承受相应荷载，具有安全防护功能，为建筑施工提供作业条件的结构架体，包括作业脚手架和支撑脚手架。

#### 一、脚手架的统一要求

##### （一）脚手架的基本规定

##### 1．作业方案

脚手架的搭设和拆除作业是一项技术性、安全性要求很高的工作，专项施工方案是指导脚手架搭拆作业的技术文件。

##### 2．稳定性

脚手架是由多个稳定结构单元组成的。脚手架的构造设计应能保证脚手架结构体系的稳定性。

（1）脚手架的构造应满足设计计算基本假定条件（边界条件）的要求。脚手架设计计算的基本假定是脚手架设计计算的前提条件，是靠构造设计来满足的。

（2）脚手架的设计计算模型与脚手架的构造相对应。

（3）当剪刀撑、水平杆、扫地杆、节点连接形式等按不同构造方式设置时，架体的稳定承载力会存在很大差别。

##### 3．性能要求

脚手架是根据施工需要而搭设的施工作业平台，必须具有规定的性能。脚手架是采用工具式周转材料搭设的，且作为施工设施使用的时间较长，在使用期间，节点及杆件受荷载反复作用，极易松动、滑移，而影响脚手架的承载性能。

因此，脚手架的设计、搭设、使用和维护应满足下列要求：

- (1) 应能承受设计荷载。
- (2) 结构应稳固，不得发生影响正常使用的变形。
- (3) 应满足使用要求，具有安全防护功能。
- (4) 在使用中，脚手架结构性能不得发生明显改变。
- (5) 当遇意外作用或偶然超载时，不得发生整体破坏。
- (6) 脚手架所依附、承受的工程结构不应受到损害。

## (二) 脚手架材质、构配件要求

### 2. 构配件标准要求

脚手架构配件应具有良好的互换性，且可重复使用。杆件、构配件的外观质量应符合下列规定：

- (1) 不得使用带有裂纹、折痕、表面明显凹陷、严重锈蚀的钢管。
- (2) 铸件表面应光滑，不得有砂眼、气孔、裂纹、浇冒口残余等缺陷，表面粘砂应清除干净。
- (3) 冲压件不得有毛刺、裂纹、明显变形、氧化皮等缺陷。
- (4) 焊接件的焊缝应饱满，焊渣应清除干净，不得有未焊透、夹渣、咬肉、裂纹等缺陷。

## (三) 脚手架地基基础安全要求

脚手架地基基础安全要求如下：

- (1) 脚手架的基础可以用十个字来概括：平整、夯实、硬化、垫木、排水（沟槽）。

(2) 现浇混凝土宜为 C15 以上素混凝土, 现浇混凝土宽度应超出脚手架宽度两边各 100mm 以上, 待混凝土强度达到 70% 以上时才可搭设脚手架。

(3) 地基上应铺设 50mm (厚) × 200mm (宽) 木板, 木板应平行于墙面放置。底座底面标高以高于自然地坪 50mm 为宜。

(4) 地基应里高外低, 坡度不少于 3%。应沿地基周圈设置排水沟槽。

(5) 基础经验收合格后, 应按施工组织设计的要求放线定位。

(6) 直接支承在土体上的模板支架及脚手架, 立杆底部应设置可调底座, 土体应采取压实、铺设块石或浇筑混凝土垫层等加固措施防止不均匀沉陷, 也可在立杆底部垫设垫板, 垫板的长度不宜少于 2 跨。

#### (五) 搭设与拆除

脚手架的搭设与拆除施工, 是一项技术性很强的工作, 应按专项施工方案施工。在作业前, 为了保证架体搭设质量和搭设与拆除作业安全, 应对操作人员进行技术安全交底。

#### 1. 脚手架搭设

选择合理的搭设顺序和施工操作程序, 脚手架搭设应按顺序施工, 并应符合下列规定:

(1) 落地作业脚手架、悬挑脚手架的搭设应与工程施工同步, 一次搭设高度不应超过最上层连墙件两步, 且自由高度不应大于 4m。

(2) 支撑脚手架应逐排、逐层进行搭设。

(3) 剪刀撑、斜撑杆等加固杆件应随架体同步搭设, 不得滞后安装。

(4) 构件组装类脚手架的搭设应自一端向另一端延伸, 自下而上按步架设, 并应逐层改变搭设方向。

(5) 每搭设完一步架体后, 应按规定校正立杆间距、步距、垂直度及水平杆的水平度。

#### 3. 脚手架拆除

脚手架拆除作业具有一定的危险性,因此为保证拆除作业安全,脚手架拆除作业应有序施工,并应符合下列规定:

(1) 架体的拆除应从上而下逐层进行,严禁上下同时作业。

(2) 同层杆件和构配件必须按先外后内的顺序拆除;剪刀撑、斜撑杆等加固杆件必须在拆卸至该杆件所在部位时再拆除。

(3) 作业脚手架连墙件必须随架体逐层拆除,严禁先将连墙件整层或数层拆除后再拆架体。拆除作业过程中,当架体的自由端高度超过2个步距时,必须采取临时拉结措施。

(4) 脚手架的拆除作业不得重锤击打、撬别。拆除的杆件、构配件应采用机械或人工运至地面,严禁抛掷。

#### (六) 质量控制

施工现场应建立脚手架工程的质量管理制度和搭设施工质量验收制度,这是对脚手架搭设质量进行控制,保证脚手架搭设施工质量和使用安全的重要措施。脚手架搭设施工质量控制按搭设前、搭设过程中、搭设完工或阶段使用前三个环节进行质量控制。

#### (七) 安全管理

脚手架工程的安全管理是脚手架搭设、使用、拆除过程中的重要工作。

脚手架的使用与管理:

(1) 设置供操作人员上下使用的安全扶梯、爬梯或斜道。

(2) 搭设完毕后应进行检查验收,经检查合格后才准使用。特别是高层脚手架和满堂脚手架更应进行检查验收后才能使用。

(3) 在脚手架上同时进行多层作业的情况下,各作业层之间应设置可靠的防护棚,以防止上层坠物伤及下层作业人员。

(4) 维修、加固。脚手架专项施工方案中,应包括脚手架拆除的方案和措施,拆除时应严

格遵守。

## 二、扣件式钢管脚手架

为建筑施工而搭设的、承受荷载的由扣件和钢管等构成的脚手架与支撑架，统称脚手架。扣件即采用螺栓紧固的扣连接件。

### （一）一般规定

#### 1. 施工方案

搭设高度超过规范要求的脚手架应编制专项施工方案，基础、连墙件应经设计计算，专项施工方案经审批后实施；搭设高度超过 50m 的架体，必须采取加强措施，专项施工方案必须经专家论证。

#### 2. 构配件

##### 1) 钢管

脚手架钢管应采用现行国家标准《直缝电焊钢管》( GB/T 13793 ) 或《低压流体输送用焊接钢管》( GB/T 3091 ) 中规定的 Q235 普通钢管；钢管的钢材质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》( GB/T 700 ) 中 Q235 级钢的规定。脚手架钢管宜采用 48.3mm×3.6mm 钢管。每根钢管的最大质量不应大于 25.8kg。

##### 2) 扣件

扣件应采用可锻铸铁或铸钢制作。扣件在螺栓拧紧扭力矩达到 65N·m 时，不得发生破坏。

扣件铸件的材料采用可锻铸铁或铸钢。

##### 3) 脚手板

脚手板可采用钢、木、竹材料制作，单块脚手板的质量不宜大于 30kg。冲压钢脚手板的材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》( GB/T 700 ) 中 Q235 级钢的规定。

##### 4) 可调托撑

可调托撑的螺杆与支托板焊接应牢固，焊缝高度不得小于 6 mm；可调托撑螺杆与螺母旋合长度不得少于 5 扣，螺母厚度不得小于 30mm。可调托撑抗压承载力设计值不应小于 40kN，支托板厚不应小于 5mm。

### 3 . 荷载

荷载包含 3 个内容：荷载分类、荷载取值、荷载组合。

#### 1 ) 荷载分类

对脚手架的计算基本依据是现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》( GB 50018 ) 和《建筑结构荷载规范》( GB 50009 )，根据上述国标要求，对作用于脚手架上的荷载分为永久荷载（恒荷）和可变荷载（活载）。计算构件的内力（轴力）、弯矩、剪力等时要区别这两种荷载，要采用不同的荷载分项系数，永久荷载分项系数取 1.2，可变荷载分项系数取 1.4。

#### 2 ) 荷载取值

（1）永久荷载：永久荷载标准值按每米立杆承受的结构自重标准值；冲压钢脚手板、木脚手板与竹串片脚手板自重标准值；栏杆与挡脚板自重标准值；脚手架上吊挂的安全设施（安全网、竹笆等）的荷载应按实际情况采用。

（2）施工荷载：根据脚手架的不同用途，确定装修、结构两种施工均布荷载（kN/m<sup>2</sup>）。装修脚手架为 2kN/m<sup>2</sup>，结构施工脚手架为 3 kN/m<sup>2</sup>。

#### 3 ) 荷载组合

设计脚手架的承重构件时，应根据使用过程中可能出现的荷载取其最不利组合进行计算。

钢管脚手架的荷载由横向水平杆、纵向水平杆和立杆组成的承载力构架承受，并通过立杆传给基础。剪刀撑、斜撑和连墙杆主要是保证脚手架的整体刚度和稳定性，增加抵抗垂直和水平力作用的能力。连墙杆则承受全部的风荷载。扣件则是架子组成整体的连接件和传力件。

### （二）扣件式钢管脚手架的构造

## 1. 基本构造及要求

扣件式钢管脚手架由钢管和扣件组成，它的基本构造形式与木脚手架基本相同，有单排架和双排架两种。

在立杆、纵向水平杆、横向水平杆三杆的交叉点称为主节点。主节点处立杆和纵向水平杆的连接扣件与纵向水平杆与横向水平杆的连接扣件的间距应小于 150 mm。在脚手架使用期间，主节点处的纵向、横向水平杆，纵、横向扫地杆及连墙件不能拆除。

## 2. 常用单、双排脚手架设计尺寸

单排脚手架搭设高度不应超过 24m；双排脚手架搭设高度不宜超过 50m。根据国内几十年的实践经验及对国内脚手架的调查，立杆采用单管的落地脚手架一般在 50m 以下。当需要的搭设高度大于 50m 时，一般都比较慎重地采用了加强措施，如采用双管立杆、分段卸荷、分段搭设等方法。

## 3. 纵向水平杆、横向水平杆、脚手板

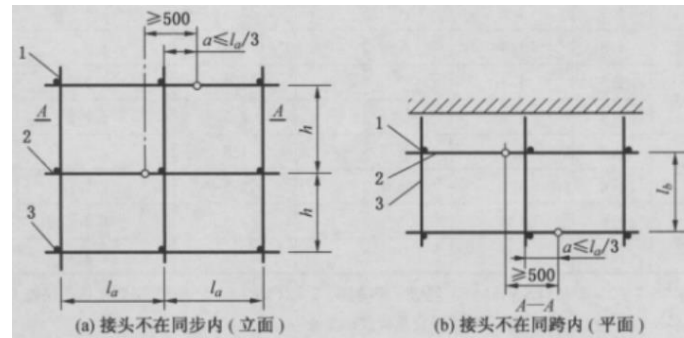
### 1) 纵向水平杆

(1) 纵向水平杆可用于设置在立杆内侧，其长度不能小于 3 跨。

(2) 纵向水平杆用对接扣件接长，也可采用搭接。

(3) 纵向水平杆的对接、搭接应符合下列规定：

①纵向水平杆的对接扣件应交错布置。两根相邻纵向水平杆的接头不宜设置在同步或同跨内；不同步不同跨两相邻接头在水平方向错开的距离不应小于 500mm；各接头中心至最近主节点的距离不宜大于纵距的 1/3。如图 6—1 所示。



1---立杆；2---纵向水平杆；3---横向水平杆

图 6—1 纵向水平杆对接接头布置

②搭接长度不应小于 1m，应等间距设置 3 个旋转扣件固定，端部扣件盖板边缘至纵向水平杆端部的距离不应小于 10 mm。

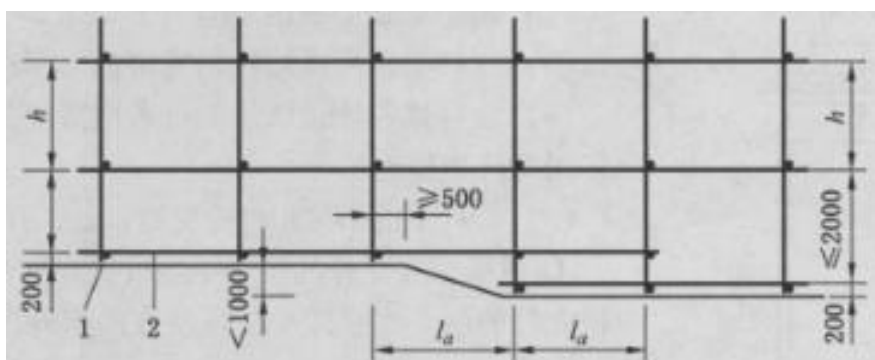
③当使用冲压钢脚手板、木脚手板、竹串片脚手板时，纵向水平杆应作为横向水平杆的支座，用直角扣件固定在立杆上；当使用竹笆脚手板时，纵向水平杆应采用直角扣件固定在横向水平杆上，并应等间距设置，间距不应大于 400mm。

## 2) 横向水平杆

主节点处必须设置一根横向水平杆，用直角扣件扣接且严禁拆除。作业层上非主节点处的横向水平杆，宜根据支承脚手架的需要等间距设置，最大间距不应大于纵距的 1/2。

脚手架必须设置纵、横向扫地杆。纵向扫地杆应采用直角扣件固定在距底座上皮不大于 200mm 处的立杆上。横向扫地杆亦应采用直角扣件固定在紧靠纵向扫地杆下方的立杆上。当立杆基础不在同一高度上时，必须将高处的纵向扫地杆向低处延长两跨与立杆固定，高低差不应大于 1m。靠边坡上方的立杆轴线到边坡的距离不应小于 500mm，如图 6—2 所示。





1 一横向扫地杆；2 一纵向扫地杆

图 6—2 纵、横向扫地杆构造

### 3) 脚手板

当使用冲压钢脚手板、木脚手板、竹串片脚手板时，双排脚手架的横向水平杆两端均采用直角扣件固定在纵向水平杆上；单排脚手架的横向水平杆的一端，应用直角扣件固定在纵向水平杆上，另一端应插入墙内，插入长度不应小于 180mm。

三种脚手板的铺设可采用对接平铺，亦可采用搭接铺设。脚手板对接平铺时，接头处必须设两根小横杆，脚手板外伸长度应取 150—150mm，两块脚手板外伸长度的和不应大于 300mm，脚手板搭接铺设时，接头必须支在横向水平杆上，搭接长度应大于 200mm，其伸出横向水平杆的长度不应小于 100mm，如图 6—3 所示。

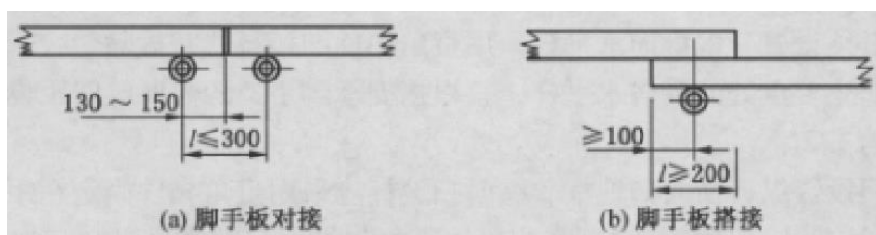
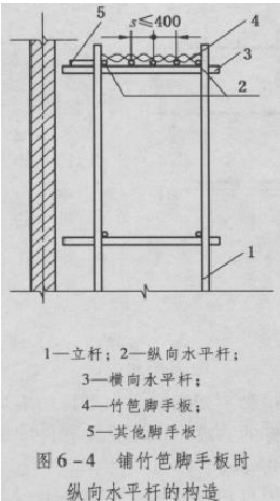


图 6—3 脚手板对接、搭接构造

竹笆脚手板应

按其主筋垂直于纵向  
水平杆方向铺设，且  
采用对接平铺，四个角  
应用直径 1.2 mm  
的镀锌钢丝固定在  
纵向水平杆上，如图 6—4 所示。



作业层端部脚手板探头长度应取 150mm，其板长两端均应与支承杆可靠地固定。

- (1) 每根立杆底部应设置底座，座下再设垫板。
- (2) 脚手架底层步距不应大于 2m。
- (3) 立杆必须用连墙件与建筑物可靠连接。
- (4) 立杆接长除顶层顶部可采用搭接外，其余各层必须采用对接扣件连接。
- (5) 立杆上的搭接扣件应交错布置，并满足如下要求：
  - ①两根相邻立杆的接头不应设置在同步内，同步内隔一根立杆的两个相隔接头在高度方向错开的距离不宜小于 500mm。
  - ②各接头中心至主节点的距离不宜大于步距的 1/3。
- (6) 搭接长度不应小于 1m，应采用不小于两个旋转扣件固定，端部扣件盖板的边缘至杆端距离不应小于 100 mm。
- (7) 脚手架立杆顶端栏杆宜高出女儿墙上端 1m；宜高出檐口上端 1.5m。

5 . 连墙件

连墙件数量的设置除应满足下列设计计算要求外，尚应符合表 6 — 4 的规定。

表 6-4 连墙体布置最大间距

注：h—步距；la—纵距

脚手架高度		竖向间距	水平间距	每根连墙体覆盖面积/m <sup>2</sup>
双排	≤50m	3h	3la	≤40
	>50m	2h	3la	≤27
单排	≤24m	3h	3la	≤40

- (1) 宜靠近主节点设置，偏离主节点的距离不应大于 300mm。
- (2) 连墙件应从底层第一步大横杆处开始设置，当该处设置有困难时，应采用其他可靠措施固定。
- (3) 开口型脚手架的两端必须设置连墙件，连墙件的垂直间距不应大于建筑物的层高，并且不应大于 4m。
- (4) 连墙件中的连墙杆应呈水平设置，当不能水平设置时，应向脚手架一端下斜连接。
- (5) 连墙件必须采用可承受拉力和压力的构造。对高度 24m 以上的双排脚手架，应采用刚性连墙件与建筑物连接。
- (6) 当脚手架下部暂不能设连墙件时应采取防倾覆措施。当搭设抛撑时，抛撑应采用通长杆件，并用旋转扣件固定在脚手架上，与地面的倾角应在 45° - 60°之间；连接点中心至主节点的距离不应大于 300mm。抛撑应在连墙件搭设后再拆除。
- (7) 架高超过 40m 且有风涡流作用时，应采取抗上升翻流作用的连墙措施。

6.门洞桁架

单、双排脚手架门

洞宜采用上升斜杆、

平行弦杆桁架结构型式（图 6 - 5）

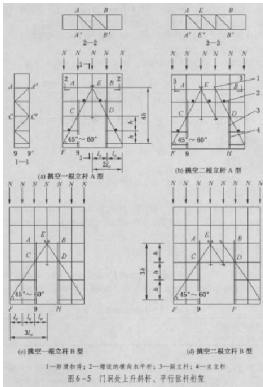


图 6-5 门洞处上升斜杆、平行弦杆桁架

面的倾角  $\alpha$  应在  $45^\circ$ — $60^\circ$  之间。门洞桁架的型式宜按下列要求确定：

当步距 ( $h$ ) 小于纵距 ( $la$ ) 时，应采用 A 型；

当步距 ( $h$ ) 大于纵距 ( $la$ ) 时，应采用 B 型，并应符合下列规定：

(1)  $h=1.5\text{m}$  时，纵距不应大于  $1.5\text{m}$ 。

(2)  $h=2.0\text{m}$  时，纵距不应大于  $1.2\text{m}$ 。

单、双排脚手架门洞桁架的构造应符合下列规定：

(1) 单排脚手架门洞处，应在平面桁架的每一节间设置一根斜腹杆；双排脚手架门洞处的空间桁架，除下弦平面外，应在其余 5 个平面内的图示节间设置一根斜腹杆。

(2) 斜腹杆宜采用旋转扣件固定在与之相交的横向水平杆的伸出端上，旋转扣件中心线至主节点的距离不宜大于  $150\text{mm}$ 。当斜腹杆在 1 跨内跨越 2 个步距时，宜在相交的纵向水平杆处，增设一根横向水平杆，将斜腹杆固定在其伸出端上。

(3) 斜腹杆宜采用通长杆件，当必须接长使用时，宜采用对接扣件连接，也可采用搭接，搭接构造应符合规范的规定。

单排脚手架过窗洞时应增设立杆或增设一根纵向水平杆，如图 6—6 所示。

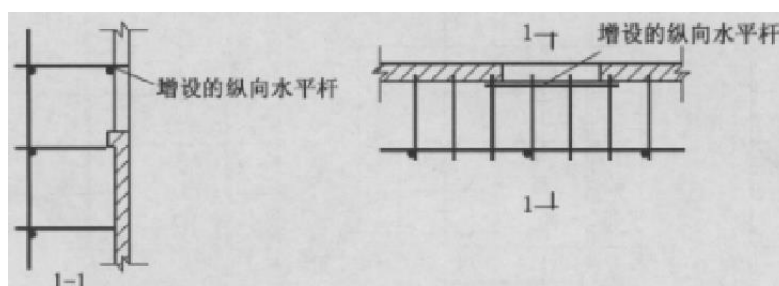


图 6—6 单排脚手架过窗洞构造

## 7. 剪刀撑与横向斜撑

### 1) 剪刀撑的设置

双排脚手架应设置剪刀撑与横向斜撑，单排脚手架应设置剪刀撑。每道剪刀撑跨越立杆的根数为 5—6 根，斜杆与地面的倾角应在  $45^\circ$ — $60^\circ$  之间，剪刀撑跨越立杆的根数见表 6—5。

表 6-5 剪刀撑跨越立杆的最多根数

剪刀撑斜杆与地面的倾角 $\alpha / (^{\circ})$	45	50	60
剪刀撑跨越立杆的最多根数 $n$	7	6	5

剪刀撑斜杆的接长应采用搭接或对接,应用旋转扣件固定在与之相交的横向水平杆的伸出端或立杆上,旋转扣件中心线至主节点的距离不应大于 150mm。高度在 24m 及以上的双排脚手架应在外侧全立面连续设置剪刀撑;高度在 24m 以下的单、双排脚手架,均必须在外侧两端、转角及中间间隔不超过 15m 的立面上,各设置一道剪刀撑,并应由底至顶连续设置,如图 6—7、图 6—8 所示。

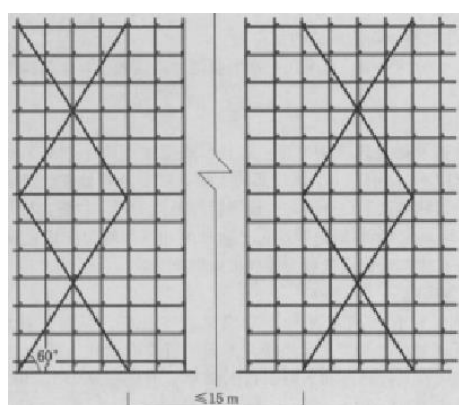
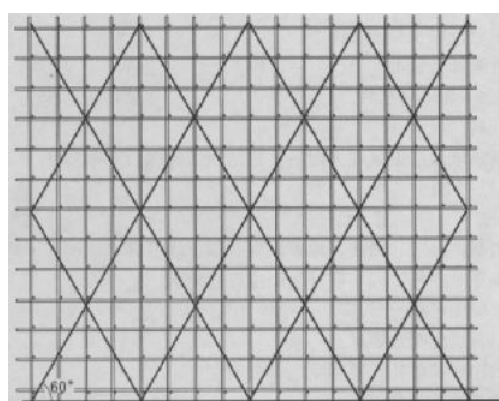


图 6—7 高度 24m 以下剪刀撑布置图



6—8 高度 24m 以上剪刀撑布置

## 2) 横向斜撑的设置

横向斜撑应在同一节间,由底至顶层呈之字形连续设置;高度在 24m 以下的封闭型双排脚手架可不设横向斜撑,高度在 24m 以上的封闭型双排脚手架,除拐角应设置横向斜撑外,中间应每隔 6 跨间距设置一道;开口型双排脚手架的两端均必须设置横向斜撑。

## 8. 斜道

### 1) 人行并兼作材料运输的斜道的型式

高度不大于 6m 的脚手架,宜采用一字形斜道;高度大于 6m 的脚手架,宜采用之字形斜道。

### 2) 斜道的构造

斜道应附着外脚手架或建筑物设置；运料斜道宽度不应小于 1.5m，坡度不应大于 1:6；人行斜道宽度不应小于 1m，坡度不应大于 1:3；拐弯处应设置平台，其宽度不应小于斜道宽度；斜道两侧及平台外围均应设置栏杆及挡脚板。栏杆高度应为 1.2m，挡脚板高度不应小于 180mm。

### （三）脚手架验收

脚手架搭设完毕后，应经检查、验收确认合格后方可进行作业。应逐层、逐流水段内主管工长、架子班组长和专职安全技术人员一起组织验收，并填写验收单。

#### 1. 验收阶段

- （1）基础完工后及脚手架搭设前。
- （2）作业层上施加荷载前。
- （3）每搭设完 6—8m 高度后。
- （4）达到设计高度后。
- （5）遇有六级强风及以上风或大雨后，冻结地区解冻后。
- （6）停用超过一个月。

#### 2. 验收要求

- （1）脚手架的基础处理、做法、埋置深度必须正确可靠。
- （2）架子的布置、立杆、大小横杆间距应符合要求。
- （3）连墙点要安全可靠。
- （4）剪刀撑、斜撑应符合要求。
- （5）脚手架的扣件和绑扎拧紧程度应符合规定。
- （6）脚手板的铺设应符合规定。

### （四）脚手架常见安全隐患

脚手架常见的安全隐患有如下多种：

- (1) 脚手架未编制专项施工方案，或方案未经审批。
- (2) 脚手架连墙件的设置不符合规范要求。
- (3) 杆件间距与剪刀撑的位置不符合规范要求。
- (4) 脚手板、立杆、纵向水平杆、横向水平杆材质不符合规范要求。
- (5) 施工层脚手板未铺满。
- (6) 脚手架搭设前未进行交底，未组织脚手架分段及搭设完毕的检查验收，或验收记录不全面。
- (7) 脚手架上材料堆放不均匀，荷载超过规范要求。
- (8) 通道及卸料平台的防护栏杆不符合规范要求。
- (9) 脚手架搭设人员未经专业培训上岗作业。

### 三、悬挑式脚手架

#### (一) 一般规定

悬挑式脚手架是指架体结构卸荷在附着于建筑结构的刚性悬挑梁(架)上的脚手架，用于建筑施工中的主体或装修工程的作业及其安全防护需要，每段搭设高度不得大于20m，20m及以上时应符合《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》的规定。悬挑架的支承结构应为型钢制作的悬挑梁或悬挑桁架等，不得采用钢管；其节点应螺栓联结或焊接，不得采用扣件连接。

#### (二) 悬挑式脚手架搭设前的准备工作

悬挑式脚手架的设计制作等必须遵守国家的有关规范标准。

悬挑式脚手架施工前应编制专项施工方案，必须有施工图和设计计算书，且符合安全技术条件，审批手续齐全(施工单位编制升施工单位审批斗施工单位技术负责人批准、报送监理单

位。总监理工程师组织监理工程师审核。总监理工程师批准。报送建设单位),并在专职安全管理人员监督下实施。

当采用型钢悬挑梁作为脚手架的支承结构时,应进行下列设计计算:

(1) 型钢悬挑梁的抗弯强度、整体稳定性和挠度。

(2) 型钢悬挑梁锚固件及其锚固连接的强度。

(3) 型钢悬挑梁下建筑结构的承载能力验算。

(三) 悬挑式脚手架选择和制作应注意的问题

#### 四、操作平台

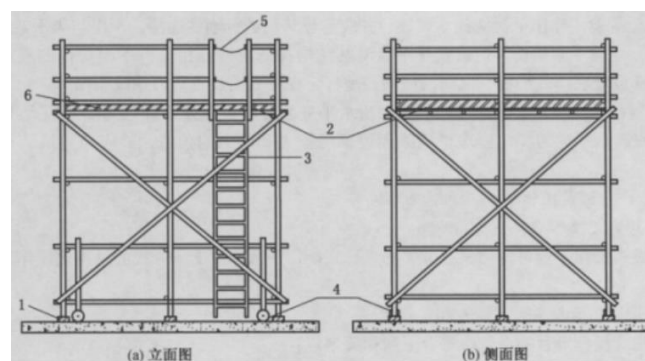
施工现场的操作平台,根据用途可分为只用于施工操作的作业平台和进行施工作业亦进行施工材料转接用的接料平台(或称卸料平台、转料平台等)。操作平台分为移动式操作平台、落地式操作平台、悬挑式操作平台等多种。

操作平台的构造、荷载要求及搭设与拆除,与脚手架相近,为方便施工现场的使用与管理,故要求符合相关脚手架规范的要求。

##### (一) 移动式操作平台

移动式操作平台具有独立的机构,可以搬移。常用于构件施工、装修工程和水电安装等作业。

移动式操作平台示意图如图 6—13 所示。



1---木楔; 2---竹笆或木板; 3---梯子; 4---带锁脚轮; 5---活动防护绳; 6---挡脚板

图 6—13 移动式操作平台示意图



移动式操作平台的架体构造应符合下列规定：

(1) 从移动式的特点方面考虑移动式操作平台的面积不应超过  $10\text{m}^2$ ；为防止操作平台倾覆，其高度不应超过  $5\text{m}$ ；为保证操作平台整体稳定性，其高宽比不应大于  $3:1$ ；为保证操作平台整体安全，其所承受的施工荷载不应超过  $1.5\text{ kN/m}^2$ 。

(2) 施工现场操作平台发生事故的重要原因，常常是没有编制专项施工方案或有方案不执行。因此当操作平台面积、高度或荷载超过上述规定时，必须由专业人员编制专项施工方案。

(5) 单独设置的操作平台应设置供人上下踏步间距不大于  $400\text{mm}$  的扶梯。

(6) 操作平台四周必须设置防护栏杆。

(7) 移动式操作平台在移动时，操作平台上不得站人。

(8) 平台的次梁间距不应大于  $400\text{mm}$ ，台面应满铺  $5\text{cm}$  厚的木板或竹笆。

## (二) 落地式操作平台

落地式操作平台的架体构造应符合下列规定：

(1) 落地式操作平台的面积不应超过  $10\text{m}^2$ ，高度不应超过  $15\text{m}$ ，高宽比不应大于  $2.5:1$ 。

(2) 施工平台的施工荷载不应超过  $2.0\text{ kN/m}^2$ ，接料平台的施工荷载不应超过  $3.0\text{ kN/m}^2$ 。

(3) 落地式操作平台应独立设置，并应与建筑物进行刚性连接，不得与脚手架连接。

(4) 用脚手架搭设落地式操作平台时其结构构造应符合相关脚手架规范的规定，在立杆下部设置底座或垫板、纵向与横向扫地杆，在外立面设置剪刀撑或斜撑。

(5) 落地式操作平台应从底层第一步水平杆起逐层设置连墙件且间隔不应大于  $4\text{m}$ ，同时应设置水平剪刀撑。连墙件应采用可承受拉力和压力的构造，并应与建筑结构可靠连接。

## (三) 悬挑式操作平台

### 1. 悬挑式操作平台分类

悬挑式操作平台可分为斜拉方式的悬挑式操作平台和下支承方式的悬挑式操作平台两种方

式。

## 2. 悬挑式操作平台的设置相关规定

- (1) 悬挑式操作平台的搁置点、拉结点、支撑点应设置在主体结构上，且应可靠连接。
- (2) 未经专项设计的临时设施上，不得设置悬挑式操作平台。
- (4) 悬挑式操作平台的悬挑长度不宜大于 5m，承载力需经设计验收。
- (5) 当悬挑式操作平台安装时，钢丝绳应采用专用的卡环连接，钢丝绳卡数量应与钢丝绳直径相匹配，且不得少于 4 个。
- (6) 悬挑式操作平台的外侧应略高于内侧，外侧应安装固定的防护栏杆并应设置防护挡板完全封闭。
- (7) 不得在悬挑式操作平台吊运、安装时上人。

## 第二节 模板工程安全技术

### 一、模板的分类及作用

按其功能分类，常用的模板主要有 5 大类。

#### (一) 定型组合模板

定型组合模板包括定型组合钢模板、钢木定型组合模板、组合铝模板以及定型木模板。目前我国推广应用量较大的是定型组合钢模板。

#### (二) 墙体大模板

墙体大模板有钢制大模板、钢木组合大模板以及由大模板组合而成的筒子模等。

#### (三) 飞模（台模）

飞模是用于楼盖结构混凝土浇筑的整体式工具式模板，具有支拆方便、周转快、文明施工的特点。

#### (四) 滑升模板

滑升模板是整体现浇混凝土结构施工的一项新工艺。广泛应用于工业建筑的烟囱、水塔、筒仓、竖井和民用高层建筑剪力墙、框剪、框架结构施工。

#### （五）木模板

木模板板面采用木板或木胶合板，支承结构采用木龙骨、木立柱，连接件采用螺栓或铁钉。

### 二、模板的构造和使用材料的性能

模板通常由 3 部分组成：模板面、支承结构（包括水平支承结构，如龙骨、桁架、小梁等，以及垂直支承结构，如立柱、格构柱等）和连接配件（包括穿墙螺栓、模板面连接卡扣、模板面与支承构件以及支承构件之间连接零配件等）。

模板工程所使用的材料，可以是钢材、木材和铝合金等。

### 三、荷载规定

设计模板首先要确定模板应承受的荷载。荷载分为 3 类。

#### （一）荷载标准值

（1）恒荷载标准值。包括模板及其支架自重标准值、新浇筑混凝土自重标准值、钢筋自重标准值，以及当采用内部振捣器时，新浇筑的混凝土作用于模板的侧压力标准值的确定方法及计算公式。

（2）活荷载标准值。包括施工人员及设备荷载标准值。

（3）风荷载标准值。

#### （二）荷载设计值

计算模板及支架结构或构件的强度、稳定性和连接的强度时，应采用荷载设计值（荷载标准值乘以荷载分项系数）。计算正常使用极限状态的变形时，应采用荷载标准值。荷载分项系数：永久荷载为 1.2，活荷载为 1.4。

钢模板及其支架的荷载设计值可乘以系数 0.95 予以折减。采用冷弯薄壁型钢，其荷载设计

值不应折减。

### （三）荷载组合

按极限状态设计时，其荷载组合应按两种情况分别选派：

（1）对于承载能力极限状态，应按荷载效应的基本组合采用。

（2）对于正常使用极限状态应采用标准组合。

## 四、设计计算

### （一）一般规定

#### 1．模板及其支架的设计要求

（1）应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，应能可靠地承受新浇混凝土的自重、侧压力和施工过程中所产生的荷载及风荷载。

（2）构造应简单，装拆方便，便于钢筋的绑扎、安装和混凝土的浇筑、养护等。

## 五、模板安装

### （一）模板安装的规定

（1）对模板施工单位进行全面的安全技术交底，施工单位应是具有资质的单位。

（2）挑选合格的模板和配件。

（3）模板安装应按设计与施工说明书循序拼装。

（4）竖向模板和支架支承部分安装在基土上时，应加设垫板，如钢管垫板上应加底座。

（8）当层间高度大于 5m 时，宜选用桁架支模或多层支架支模。当采用多层支架支模时，支架的横垫板应平整，支柱应垂直，上下层支柱应在同一竖向中心线上，且其支柱不得超过二层，并必须待下层形成整体空间后，方允许支安上层支架。

（9）模板安装作业高度超过 2m 时，必须搭设脚手架或平台。

### （二）单立柱做支撑要求

(1) 木立柱宜选用整料，当不能满足要求时，立柱的接头不宜超过两个，并应采用对接夹板接头方式。立柱底部可采用垫块垫高，但不得采用单码砖垫高。

(2) 立柱支撑群（或称满堂架）应沿纵、横向设水平拉杆，其间距按设计规定；立杆上、下两端 200mm 处设纵、横向扫地杆；架体外侧每隔 6m 设置一道剪刀撑，并沿竖向连续设置，剪刀撑与地面的夹角应为  $45^{\circ}$ — $60^{\circ}$ 。当楼层高超过 10m 时，还应设置水平方向剪刀撑。拉杆和剪刀撑必须与立柱牢固连接。

(4) 采用扣件式钢管脚手架作立柱支撑时，立杆接长必须采用对接，主立杆间距不得大于 1m，纵横杆步距不应大于 1.2m。

### (三) 柱模板安装要求

(1) 现场拼装柱模时，应设临时支撑固定，斜撑与地面的倾角宜为  $60^{\circ}$ ，严禁将大片模板系于柱子钢筋上。

(2) 若为整体组合柱模，吊装时应采用卡环和柱模连接。

(3) 当高度超过 4m 时，应群体或成列同时支模，并应将支撑连成一体，形成整体框架体系。

## 六、模板拆除

模板拆除（简称拆模）时，下方不能有人，拆模区应设警戒线，以防有人误人被砸伤。

拆模施工应符合以下规定：

### (一) 拆模申请要求

拆模之前必须有拆模申请，并根据同条件养护试块强度记录达到规定时，技术负责人方可批准拆模。

### (二) 拆模顺序和方法的确定

各类模板拆除的顺序和方法，应根据模板设计的规定进行。模板设计无规定时，可按先支的

后拆，后支的先拆顺序进行。先拆非承重的模板，后拆承重的模板及支架。

#### （四）现浇楼盖及框架结构拆模

一般现浇楼盖及框架结构的拆模顺序如下：拆柱模斜撑与柱箍→拆柱侧模→拆楼板底模→拆梁侧模→拆梁底模。

#### （五）现浇柱模板拆除

柱模板拆除顺序如下：拆除斜撑或拉杆（或钢拉条）→自上而下拆除柱箍或横楞→拆除竖楞并由上向下拆除模板连接件、模板面。

## **第七章 城市轨道交通工程施工安全技术**

学习要求：掌握城市轨道交通工程施工安全与风险管理方法以及施工安全检查的主要内容。

运用建筑施工安全技术和相关标准，分析城市轨道交通工程施工过程中存在的危险、有害因素，制定相应安全技术措施。

由于城市轨道交通工程施工中的土方工程、模板工程、吊装工程、拆除工程、施工机械、脚手架、高处作业、临时用电、消防防火等安全技术内容在建筑施工其他专业里已包含，此处仅针对城市轨道交通施工安全技术与管理的特点增加部分内容。主要包括：

- (1) 城市轨道交通暗挖工程施工安全技术。
- (2) 城市轨道交通盾构工程施工安全技术。
- (3) 城市轨道交通工程安全检查主要内容。
- (4) 城市轨道交通工程施工风险管理。

### **第一节 城市轨道交通工程概述**

一、城市轨道交通系统作为城市综合交通体系中的一个重要组成部分，具有活跃城市经济、拉动城市发展、提高城市形象、缓解交通拥堵等功能。

#### **二、城市轨道交通特点**

城市轨道交通具有高效、节能、环保、运量大、速度快、安全性好、占用城市道路面积少、防空好等优点，对解决城市交通堵塞，改变城市布局，实现城市环境和交通综合治理，引导城市走可持续发展之路起到了很大的作用，城市轨道交通所到之处交通压力缓解、楼宇兴旺、土地增值。

城市轨道交通中的地铁工程造价高、周期长、风险大。

#### **三、城市轨道交通系统构成**

城市轨道交通系统由一系列相关设施组成，最基本的组成包括车站建筑、线路、车辆、轨道、

供电、给排水、通风系统以及通信、信号系统等。

四、城市轨道交通对城市发展的作用

作为城市规模最大的基础设施建设项目，城市轨道交通对城市发展有三方面的作用：一是大大提高城市交通供给水平，缓解大城市日益拥挤的道路交通；二是引导城市格局按规划意图发展，支持大型新区建设；三是通过对城市轨道交通的巨大投入，从源头为城市经济链注入活力，并通过巨大的社会效益提高整个城市的综合价值。

第二节 城市轨道交通工程施工主要工法及特点

一、地铁车站施工主要工法及特点

目前地铁车站施工主要工法有明挖法、盖挖法、暗挖法及这几种方法的组合及变化形式，见表 7—1。

表 7-1 地铁车站施工主要工法

序号	施工工法	适用条件	优点	缺点
1	明挖法	适合多种不同种类的地质条件,适用于浅埋车站,征占地较容易,可使用的空间比较大,周边环境简单	工艺简单、技术成熟、施工安全、质量易保证、便于大型机械化施工	长时间占用地面或中断地面交通,对周围环境影响大
2	盖挖法	在地面不能长期占用或交通不能长期中断的情况下,可采用盖挖法	占用场地时间短,对地面干扰较小,施工安全	施工工序复杂,交叉作业较多,施工环境差
3	暗挖法	由于地面环境复杂,交通不允许中断,地面建筑物众多,或者管线错综复杂,不易改移,不宜采用明挖和盖挖法施工的地铁车站	避免大量拆改移工作,该法工艺简单、灵活,无需大型设备,在变截面地段尤为适应,施工对道路交通基本无干扰	施工风险大、机械化程度低、作业环境差、造价高

二、区间隧道施工主要工法及特点

目前城市轨道交通区间隧道施工的主要工法有明挖法、盖挖法、暗挖法、盾构法及这几种方法的组合及变化形式。

(一) 明挖法



明挖法是各国地铁施工的首选方法，在地面交通和环境允许的地方，通常采用明挖法施工。

明挖法具有施工作业面多、速度快、工期短、易保证工程质量和工程造价较低等优点，但因对城市生活干扰大，应用受到各种因素的限制，尤其是当地面交通和环境不允许时，只能采用盖挖法或暗挖法。

## （二）盖挖法

盖挖法是利用围护结构和支撑体系，在较繁忙交通路段利用结构顶板或临时结构设施维持路面交通，在其下进行车站施工的方法。按结构施工的顺序，盖挖法可分盖挖逆作法和盖挖顺作法两种。

## （三）暗挖法

暗挖法又称矿山法，通常采用施工竖井、通道在地下开挖、支护、衬砌的施工方法。对地层适应性较广，适于地面建筑物密集、交通运输繁忙、地下管线密布的地下构筑物施工。

## （四）盾构法

优点：①机械化施工程度高，进度快；②隧道结构形状准确；③对地面结构影响小；④工作人员作业较安全，劳动强度低；⑤对环境影响较小，地下水位可保持；⑥施工质量高，衬砌经济。

缺点：①盾构的规划、设计、制造和组装时间长；②准备困难且费用高，只有长距离掘进时才较经济；③当地层条件变化大时，有实施风险；④隧道断面变化的可能性小，断面如需变化，费用较高。

# 第三节 城市轨道交通工程施工主要安全技术

## 一、车站暗挖施工及安全技术

### （一）暗挖车站常见结构形式（表 7—2）及选择原则

暗挖地铁车站的结构形式、工程环境条件及暗挖工法三者密切相关。按照车站不同的结构形

式，全暗挖地铁车站可分为单拱式车站、双连拱式车站、三连拱式车站和分离式车站（局部暗挖车站的暗挖段也可做上述分类）等类型，而根据车站层数又分为单层车站、双层车站及多层车站。

表 7-2 暗挖车站常见结构形式

结构形式		暗挖工法
多拱双层式车站	三拱双柱双层式车站	PBA 法、中洞法、侧洞法、 柱洞法
	双拱单柱双层式车站	
多拱（或单拱多跨）单层式车站	三拱双柱单层式车站	中洞法、柱洞法、侧洞法
	双拱单柱单层式车站	
	单拱双柱单层式车站	
	单拱单柱单层式车站	
单拱双层式车站	单拱单柱双层式车站	中洞法
	单拱无柱双层式车站 （一般适用于岩石地层）	双侧壁导坑法
单拱无柱单层式车站		CRD 法
分离式车站的分离式单拱双层式车站		PBA 法、CRD 法
分离式车站的分离式单拱单层式车站		CRD 法

暗挖地铁车站结构形式选择原则：

- （1）在满足功能的前提下，车站的结构形式应尽量紧凑，压缩土建规模，节省造价。
- （2）在车站客流量较大，地质条件较好，地下水可以疏干的情况下，可采用多拱双层结构形式。

(3) 当车站客流量不大,水文地质条件好时,可采用多拱(或单拱多跨)单层结构形式。

(4) 当车站受到环境条件限制,线间距不能拉开,岛式站台宽度小于12m时,可采用双拱或单拱结构。

(5) 在车站主体布置受到周边建筑物(特别是既有楼房或桥梁基础)的限制,或车站线间距较大的情况下,宜采用分离式结构,依实际情况选择采用双洞分离式或三洞分离式。

(6) 当车站局部受到环境条件或周边建(构)筑物、道路交通、地下管线等的限制,而车站周围区域具备明挖(盖挖)条件时,可采用局部暗挖(明挖、暗挖结合)的结构形式或站厅层明挖、站台层暗挖的结构形式。

(7) 当车站位于富水软弱地层中时,应充分考虑地下水的影响,减少地下水在施工过程中和施工完成后对车站的不利影响,尽量选取防水、受力效果好的单拱结构形式。

(8) 在相同的水文地质条件下,在满足车站使用功能且周边环境允许的前提下,考虑结构受力性能及防水效果,车站的结构形式应尽量遵循“连拱不如小间距,洞室宜近不宜连”的原则。

(9) 若车站规划为换乘车站且分期修建时,先期暗挖车站的结构形式选择应统筹考虑两站施工方法协调、结构连接顺畅、预留接口等问题,尽量做到远期车站施工简便、节省投资,同时降低远期车站的施工风险和对既有轨道交通正常运营的影响。

### (三) 暗挖车站常用施工方法

#### 1. PBA 法

PBA法是浅埋暗挖法的一种,其中:P指pile桩,B指beam梁,A指arc拱。PBA法多用于修筑侧式和岛式双层地铁车站。

#### 2. CRD 法

#### 3. 双侧壁导坑法

#### 4 . 中洞法

该方法在无水、地层相对较好时应用。

#### 5 . 侧洞法

#### 6 . 柱洞法

### (四) 暗挖法施工的主要关键技术

#### 1 . PBA 法暗挖地铁大跨扣拱关键技术

PBA 工法的关键是边桩、中柱、纵梁及扣拱体系的形成, 后续工作全部在桩柱梁及扣拱体系形成的空间构架下进行。

##### 1 ) PBA 工法扣拱施工的安全技术难点

( 1 ) 大跨度暗挖施工风险高、难度大。

( 2 ) 扣拱施工结构受力复杂。

( 3 ) 初支和二衬的施工节点多。

( 4 ) 施工作业面狭小, 施工组织困难。

##### 2 ) PBA 工法桩柱梁体系施工原则及安全技术措施

全过程进行信息化管理, 加强过程监测, 实施动态化施工, 根据监控量测、信息反馈、位移反分析来调整支护参数, 以此作为安全保证的主要手段。

#### 2 . 中洞法暗挖地铁车站钢管柱施工技术

##### 1 ) 钢管柱施工的安全技术难点分析

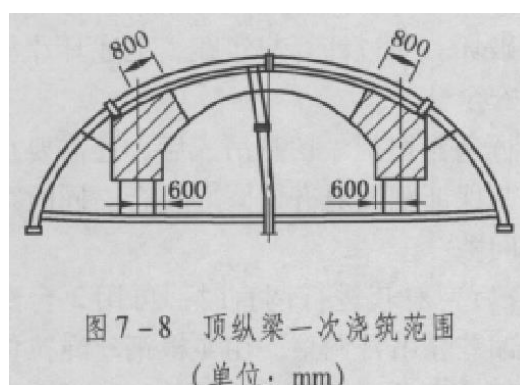
钢管混凝土柱是结构中的主要承载构件, 钢管柱混凝土的质量, 关系到整个结构的安全与稳定。因导洞断面较小, 受作业空间限制, 钢管柱的安装精度和钢管柱混凝土施工的质量较难保证。导洞内钢管柱的安装精度和钢管柱混凝土的施工质量是暗挖地铁车站工程的一大安全技术难点。

### 3.中洞法暗挖地铁车站顶梁与顶拱施工技术

#### 1) 顶纵梁施工技术

顶纵梁即钢管混凝土柱上的纵梁，也是车站主顶纵梁相接的施工缝便于处理，将顶纵梁一次浇筑体结构的主要承载结构。纵梁底部钢板通过钢管柱顶部的预埋锚固螺栓与钢管柱连接。

顶梁结构的施工顺序为：芯梁底板预制、芯梁底板安装、顶部防水层铺设、芯梁部位钢筋绑扎、模板支架施工、混凝土浇筑。顶纵梁分段施工长度为 18m。形状如图 7—8 所示。



### 4. 侧洞法临时中隔壁拆除与二衬施工力系转换控制技术

#### 1) 临时中隔壁拆除与二衬施工力系转换的安全技术难点分析

对于采用侧洞法修建的复合式衬砌隧道结构，初支受力最危险的时期是为施作二衬而分段拆除初期支护的临时支撑的过程。

#### 2) 施工原则及措施

暗挖车站二衬时应注意：

二衬施工前应编制混凝土的浇注方案，制定详细的混凝土供应方式、现场安全质量控制措施、混凝土浇注工艺流程、混凝土施工路线、混凝土灌筑及养护、防止混凝土安全质量通病的措施等，报监理审批后实施。

## 二、区间暗挖施工及安全技术

### (一) 区间暗挖常用施工方法

区间一般断面较小，可采用全断面法、台阶法、环形开挖预留核心土法、单侧壁导坑法、双侧壁导坑法、中隔壁法和交叉中隔壁法等施工方法。

## （二）区间暗挖施工安全技术

区间暗挖施工安全技术基本与车站暗挖施工大同小异。

## 三、区间盾构法施工及安全技术

### （一）盾构法施工起重吊装作业安全技术

在盾构法施工过程中，起重吊装作业贯穿了盾构法隧道施工的全过程。

### （二）盾构法施工用电安全技术

盾构法隧道施工中除一般机械设备用电和生活用电等常规用电之外，盾构掘进动力系统的供电电压高达 10kV。可以说盾构法施工临时用电安全管理是最重要的部分之一。

#### 1. 一般用电

一般用电是临时用电，首先要从材料上把关，电缆线必须是三相五线电缆，漏电保护器必须有效，配电箱内设置的隔离开关、接线端子等必须符合要求，还需从以下几个方面进行重点管理。

专项临时用电施工组织设计要由电气专业技术人员进行编制，并经单位技术负责人审核、审批后方可施工。

电工必须持证上岗，定期对用电设备、供电线路、设施等的绝缘进行检测并做好记录，不能满足安全使用要求的立即停止使用，进行维修或更换。大风、雨雪前后对整个施工现场的供电系统及用电设备进行检查，确保无安全隐患后再投入使用。

二级漏电保护器的参数相匹配，可按如下方法选择：分配电箱可选 100~200mA，但不得超过 30mA·s 的限值，开关箱处不大于 30mA，额定漏电动作时间应小于 0.15，用于潮湿的漏电保护器其额定漏电动作电流应不大于 15mA，额定漏电动作时间应小于 0.1s。

保护零线（PE 线）必须由工作接地线、配电室（总配电箱）或总漏电保护器电源侧引出，同一供电系统内不得同时采用接零保护和接地保护两种方式，所有电气设备的金属外壳、配电箱柜的金属框架、门，以及人体可能接触到的金属支撑、底座、架体，电气保护管及其配件等均应与保护零线做牢固电气连接，箱内开关应贴上标有用电设备编号及名称的标签且箱内接线端子应牢固压接，严禁虚接。

施工现场要配备足够的配电箱和开关箱，箱体要求固定、稳定，箱腿与平台木板用螺丝固定，配电箱内门上有接线系统图，配电箱外门上设有编号及负责人，固定式开关箱与所控设备必须实行“一机”“一闸”“一箱”“一漏”的控制方法，严禁一个开关直接控制两台及以上用电设备。

电工作业时戴好安全帽，穿戴好电工劳保用品，严禁带电操作；设备维修时必须按照要求将电源开关关闭，并且悬挂“有人工作，禁止合闸”警示标志牌或者派人现场监督。

## 2. 高压用电

盾构机动力系统掘进用电一般是采用双回路专供的电缆路专供的电缆，但电缆从变电站接到盾构机上面一般采用埋地敷设，高压电缆埋地深度不小于 0.7m，电缆周围需铺 50 mm 厚的细砂，上面盖红砖保护，然后回填夯实，并在醒目位置设置警示标志牌。

### （四）盾构法施工管片拼装作业

在盾构机掘进达到一环的距离时，需进行管片的拼装作业。拼装管片就是拼装机利用举重臂将管片拼装成环的过程。拼装机刚开始作业时，必须保证其旋转时警报蜂鸣器响，警示灯闪烁，警示作业人员不得在拼装机旋转范围内，因为拼装、开装架及拼装辊等回转物体有夹住人体的危险。

### （五）盾构法施工隧道内轨道运输

盾构隧道施工时，需要电机车等临时轨道运输工具水平运送管片、钢轨、轨枕等材料 and 出渣

土。

## **第四节 城市轨道交通工程安全生产检查**

### **一、《指南》概述**

编写《指南》的主要依据是《中华人民共和国建筑法》《建设工程质量管理条例》《建设工程安全生产管理条例》《城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法》等有关法规制度、标准规范。

《指南》主要适用于城市轨道交通工程建设、勘察、设计、施工、监理等各方主体以及施工图审查、第三方监测、检测等单位开展质量安全自查工作。也可用于城市轨道交通工程建设单位对各参建单位实施履约管理及评价等工作,以及城市轨道交通工程建设主管部门开展质量安全检查工作。

## **第五节 城市轨道交通工程建设风险管理**

### **一、城市轨道交通工程建设风险基本类型**

(一) 按照风险损失进行分类

(二) 按照建设内容与实施过程进行分类

人员伤亡风险。                    环境影响风险。

经济损失风险。                    工期延误风险。

社会影响风险。                    规划阶段风险管理。

可行性研究风险管理。            勘察与设计风险管理。

招标、投标与合同风险管理。    施工风险管理。

### **二、城市轨道交通工程建设风险管理基本要点**

(一) 风险管理组织与责权

工程建设风险管理应由建设单位负责组织和实施,并以合同约定建设各方的风险管理责任。



风险管理责任分担应坚持责、权、利协调一致，权责明确。建设单位在编制概算时，应确定建设风险管理的专项费用，做到风险处置措施费专款专用。

## （二）风险等级标准划分原则

城市轨道交通地下工程建设风险管理应根据工程建设阶段、规模、重要程度及风险管理目标等制定风险等级标准。工程建设风险等级标准应按风险发生可能性及其损失进行划分。

## （四）风险分析方法

（1）定性分析方法。

（2）定量分析方法。

（3）综合分析方法。

工程施工风险管理中宜采用综合风险分析方法。

## （五）风险处置方式

风险处置有四种基本对策，城市轨道交通地下工程建设风险处置对策包括：

（1）风险消除。

（2）风险降低。

（3）风险转移。

（4）风险自留。

## 三、城市轨道交通工程建设施工风险管理

城市轨道交通地下工程施工期的风险管理是工程建设风险管理过程的核心，也是工程建设风险能否得到有效控制的关键阶段。城市轨道交通地下工程施工风险管理应编制风险控制预案、建立重大风险事故呈报制度。

## 四、城市轨道交通工程关键节点风险管控

### 1．关键节点风险管控主要内容

- (1) 勘察和设计交底的完成情况。
- (2) 专项施工方案编制、审批和专家论证情况。
- (3) 监测方案编制、审批及落实情况。
- (4) 施工安全技术交底情况。
- (5) 安全技术措施落实情况。
- (6) 周边环境核查和保护措施落实情况。
- (7) 材料、施工机械准备情况。
- (8) 项目管理、技术人员和劳动力组织情况。
- (9) 应急预案编制、审批和救援物资储备情况。
- (10) 相关工程质量检测资料合规情况。
- (11) 法规、标准及合同约定的其他情况。

## 2. 关键节点风险管控程序

- (1) 施工单位根据《关键节点分类清单》编制《关键节点识别清单》，报监理单位审批。
- (2) 施工单位对照经监理单位批准的《关键节点识别清单》，对关键节点施工前条件自检自评，符合要求的报监理单位。
- (3) 监理单位对关键节点施工前条件进行预核查，通过后报建设单位。
- (4) 建设单位（或委托监理单位）依据相关制度规定和标准规范组织开展关键节点施工前条件核查。
- (5) 通过核查的，方可进行关键节点施工；未通过核查的，相关单位按照核查意见进行整改，整改完成后建设单位重新组织核查。

## 3. 风险管控保障措施

- (1) 明确核查人员工作职责。

( 2 ) 加强督促检查。

( 3 ) 建立关键节点风险管控相关制度。