

# 目

# 录

## 目 录

<b>14 基本规定</b> .....	<b>1</b>
14.1 交通安全 .....	1
14.2 占道施工示意图 .....	2
14.3 道路施工围挡 .....	3
14.3.1 固定式围挡 .....	3
14.3.2 活动式围挡 .....	4
14.3.3 快速装配式围挡 .....	5
14.4 管线保护要求 .....	6
14.5 便道施工 .....	7
14.6 沉降变形监控监测 .....	8
14.7 应急救援管理 .....	9
<b>15 道路施工</b> .....	<b>10</b>
15.1 地基处理 .....	10
15.2 滑坡地段防护要求 .....	11
15.3 管道施工 .....	12
15.4 路基施工 .....	13
15.5 路面施工 .....	14
<b>16 桥梁施工</b> .....	<b>15</b>
16.1 基础施工 .....	15

16.1.1 栈桥施工 .....	15
16.1.2 水上施工 .....	16
16.1.3 围堰施工 .....	17
16.2 下部结构施工 .....	20
16.2.1 墩柱施工 .....	20
16.2.2 盖梁施工 .....	21
16.2.3 垫石施工 .....	22
16.3 上部结构施工 .....	23
16.3.1 支架法制梁 .....	23
16.3.2 零号块施工 .....	25
16.3.3 挂篮施工 .....	26
16.3.4 预制梁施工（梁场布设） .....	27
16.3.5 预制梁施工（运、架梁） .....	28
16.3.6 平移顶推施工 .....	29
16.3.7 预应力张拉 .....	30
16.3.8 跨线施工 .....	31
16.3.9 索塔施工 .....	32
16.3.10 斜拉桥施工 .....	33
16.3.11 悬索桥猫道施工 .....	34
16.4 桥面附属工程施工 .....	35
16.4.1 防撞护栏施工 .....	35

# 目

# 录

16.4.2 桥面伸缩缝施工 .....	36
<b>17 隧道施工 .....</b>	<b>37</b>
17.1 明挖隧道施工 .....	37
17.2 暗挖隧道施工 .....	38
17.2.1 洞口场地布设与管理 .....	38
17.2.2 超前地质预报和监控量测 .....	39
17.2.3 竖井施工 .....	40
17.2.4 隧道工程 .....	42
17.2.5 隧道开挖 .....	43
17.2.6 初期支护 .....	45
17.2.7 衬砌作业 .....	46
17.2.8 瓦斯施工 .....	47
17.2.9 隧道内供风、供电、给排水 .....	48
17.2.10 隧道内交通安全 .....	50
<b>18 盾构 (TBM) 施工 .....</b>	<b>51</b>
18.1 一般规定 .....	51
18.2 盾构施工 .....	52
18.2.1 施工准备 .....	52
18.2.1 施工准备 .....	53
18.2.2 始发 .....	54
18.2.3 掘进 .....	55
18.2.4 管片制作及拼装 .....	56
18.2.4 管片制作及拼装 .....	57
18.2.5 接收 .....	58
18.2.6 过站、调头及解体 .....	59
18.2.7 洞门、联络通道施工 .....	60
18.2.8 隧道施工运输 .....	61
18.2.9 隧道布置 .....	62
18.2.10 电瓶充电 .....	63
18.2.11 开仓换刀 .....	64
<b>18.3 TBM施工 .....</b>	<b>65</b>
18.3.1 施工准备 .....	65
18.3.2 TBM掘进 .....	66
18.3.3 支护与衬砌 .....	67
18.3.4 到达掘进接收 .....	68
18.3.5 拆卸 .....	69
18.3.6 施工运输 .....	70

## 14 基本规定

### 14.1 交通安全

#### 1. 交通标志：

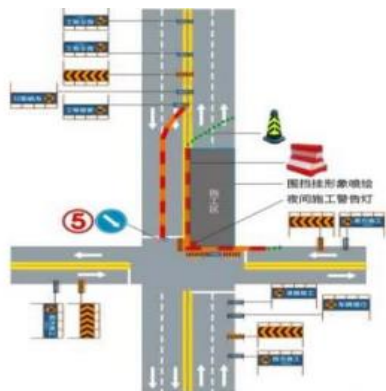
市政工程施工现场应设置明显的交通标识牌，便于车辆、行人等安全通行。提示标牌应设置于施工道路路口，对过往车辆进行警示和提示。警示标牌应设置于施工道路路口、施工场所。应符合《道路交通标志和标线》（GB5768）要求。

#### 2. 占道施工：

占道施工作业区前方每隔100m设一道交通标志牌，施工区间前后各设置三道标志牌及相应的反光锥。城市快速路在作业区后200m、100m、50m处及作业区前方每隔50m设一道交通标志牌，连续设置两道。标志牌区间设置相应的反光锥。一般道路在作业区前后50m处设置交通标志牌及相应的反光锥。



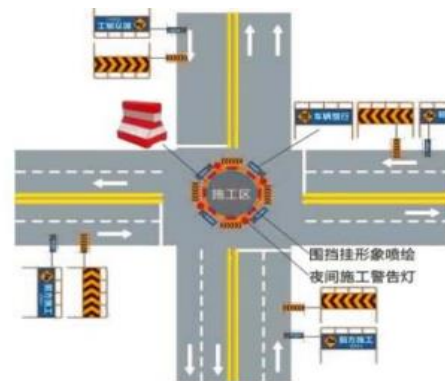
## 14.2 占道施工示意图



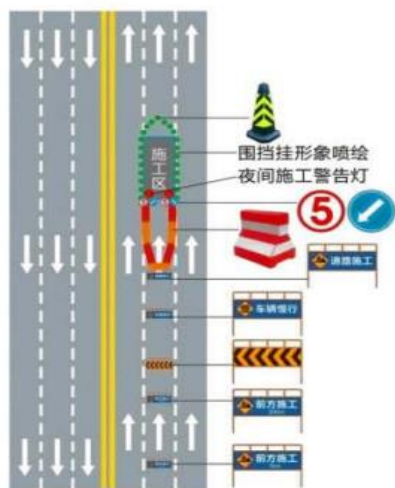
十字路口单向中间占道施工示意图



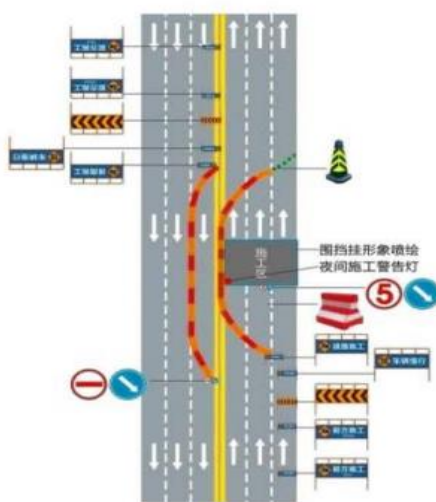
交叉路口占道施工示意图



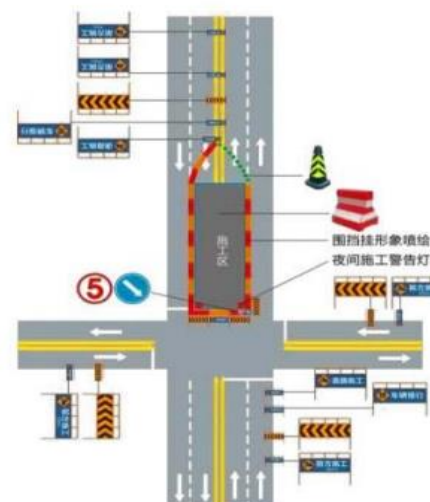
十字路口交汇点中间占道施工示意图



单向中间占道施工示意图



单向占道施工示意图



十字路口双向中间占道施工示意图

## 14.3 道路施工围挡

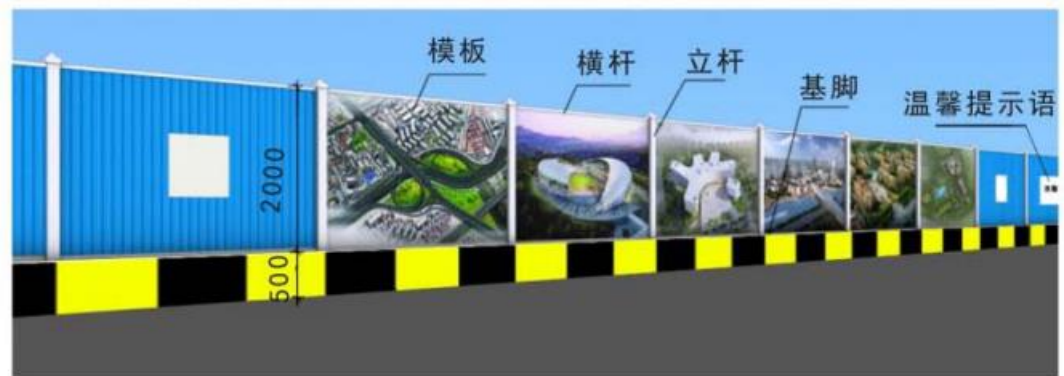
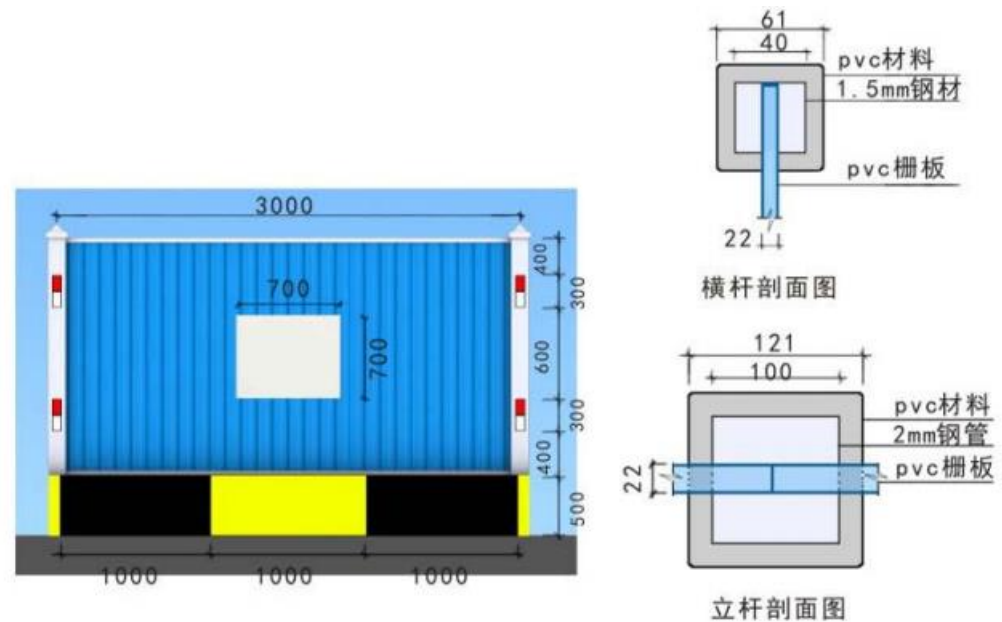
### 14.3.1 固定式围挡

1. 市区施工路段应设置高度 $\geq 1.8\text{m}$ 的围挡，围挡挡板宜采用PVC或金属材质。

2. 占道打围区域，围挡上应设置交通指示牌，工程工期公示牌和温馨提示标语。围挡外侧根据市政管理要求张贴公益广告。围挡需连续设置，处于交通路段的围挡顶部需安装警示红灯，警示红灯间距应不大于 $20\text{m}$ 。围挡立柱上需贴设反光贴。

3. 围挡下部设高 $50\text{cm}$ 的基脚，基脚厚度为 $24\text{cm}$ ，外侧水泥砂浆抹灰，刷黄黑相间警示漆，条纹宽 $0.3\text{m}$ 。

4. 围挡底部设置排水孔，排水孔的间距应不大于 $6\text{m}$ ，围挡设置不能影响现有道路的排水系统。



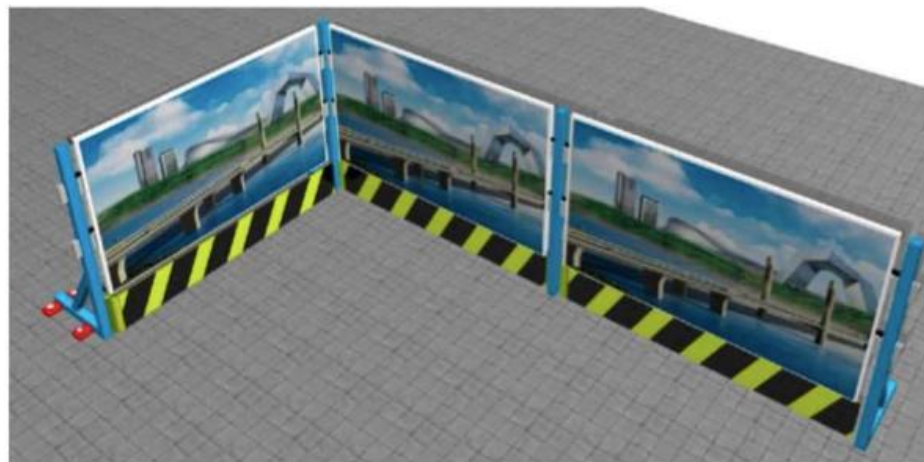
### 14.3.2 活动式围挡

1.针对市政工程项目现场施工地点经常不停的转换，施工周期在一个月以内或因施工工艺特殊要求，不能设置固定围挡的工程，使用活动式围挡打围，围挡要连续设置。

2.活动式围挡高度 $\geq 1.8\text{m}$ ，围挡宽度宜为 $2\text{m}$ 。围挡立柱采用方刚，螺栓锚固形式固定，底部设置挡脚板。

3.围挡立柱两边上部和中部分别设置有两个扣槽，使防护栏板上销子能够在自身重力作用下扣紧，在围挡立柱下部同样设置有扣槽，使挡脚板牢固地固定于围挡下部。

4.方刚顶部开口处应封闭，防止进雨水导致锈蚀。

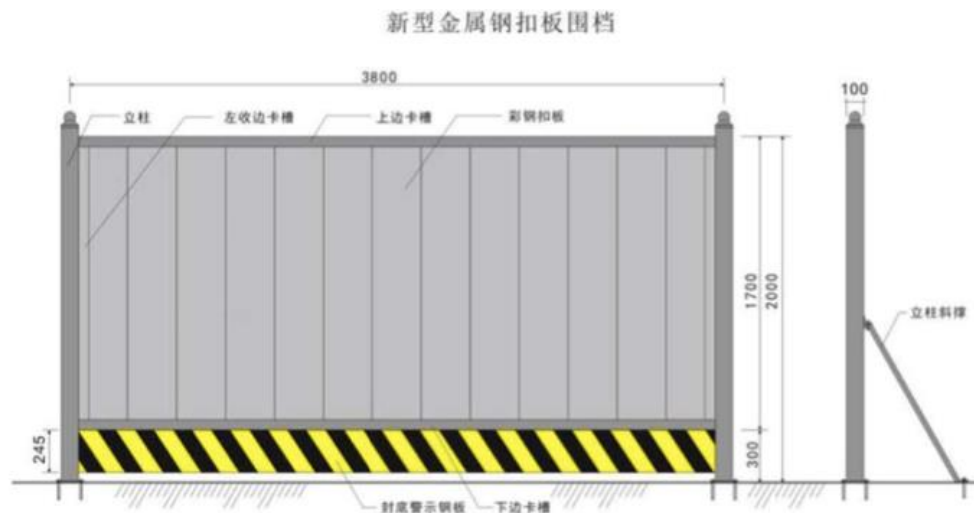


### 14.3.3 快速装配式围挡

1.快速装配式围挡适用于混凝土地面硬化良好的施工区域，具有结构牢固、一次成型、无需做砖石基础的优点，拆装快捷、维修方便，可多次重复使用。

2.该围挡尺寸宜为3.8X2m，由镀锌钢管立柱、上下边卡槽、左右收边卡槽、封底警示板、彩钢扣板及立柱斜撑构成，立柱与地面采用膨胀螺栓固定。

3.反光条、警示红灯、太阳能爆闪灯、安全警示牌及凸面镜的设置参考固定式围挡。



### 14.4 管线保护要求

1.涉现有地下管网、地上电力线路的区间，施工前应先探明管线位置、电力线路的安全距离，落实保护措施或迁改完成接割后按方案进行施工。

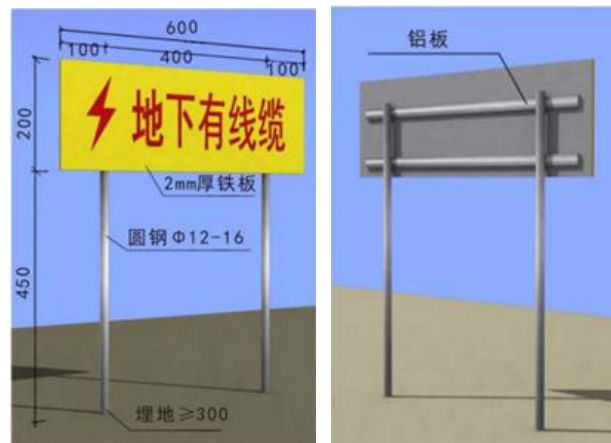
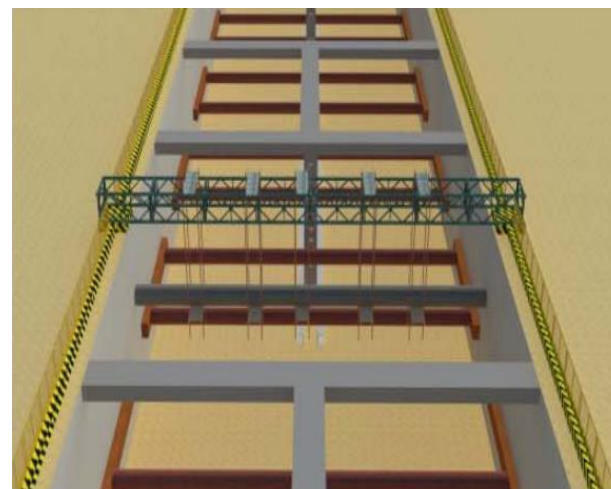
2.管线开挖时应先采用人工探挖，暴露出管线在开挖沟槽的具体位置后，方能进行机械挖掘。管线1m范围内不得使用机械挖掘，需采用人工开挖，避免挖掘机损伤管线。

3.施工时，对发现资料标明与实际情况有差异或管线的埋设位置无法判断的，应停止作业，并通知建设、监理和管线权属单位，采取保护措施后方可继续施工。

4.地下管线（电缆、通信、燃气、给水管等）标识牌应设置在管道正上方，并能正确、明显的指示管道的走向和地下设施。设置位置应为管道转弯处、三通、四通处、管道末端等，直线管段路面标志的设置间隔不宜大于200m。

5.地上电力线路防护应参照房建篇临时用电外电防护。

序号	名称	适用范围	施工注意事项
1	隔离法	埋深较大且又临近桩基础或基坑的管线	在施工部位与管线之间通过设钢板桩、搅拌桩等形成隔离体，限制地下管线周围的土体位移、挤压或振动管线，隔离槽须挖深至管线水平地下一步。
2	悬吊法	暴露于基坑内的管线或因土体可能产生较大位移而用隔离法将管线挖出，中间不宜设支撑的	吊索的变形伸长以及吊索固定点位置须不受土体的影响，管线受力、位移明确，可以通过吊索不断调整管线的位移和受力点。
3	支撑法	土体可能发生较大沉降而造成管道悬空的	支撑体采用支撑桩、砖支墩、沙袋支撑等临时性支撑体，临时支撑体需考虑拆除时的方便和安全；也可结合永久性建筑物设置永久性支撑体。
4	土体加固法	土体超挖和坍塌而导致地面沉降和土体位移的；地下水位较高，开挖存在流砂情况的	可以采用注浆加固土体的办法；在砂性土层，且地下水位又较高的环境中开挖施工时，为防止流砂发生，可采用井点降水法。
5	合理施工工艺	管线暴露长度加大，暴露时间较长	基坑开挖、地下连续墙施工可采用分段开挖、分段施工的方法；桩基工程，可合理安排打桩顺序；顶管工程施工，对临近管线区域，可以放慢顶进速率，以减少对土体的挤压力。
6	管线搬迁、加固	便于改造搬迁，且费用不大的管线	基础施工前先行临时搬迁改槽，或者通过改善、加固原管线、接头方式、设置伸缩节等措施，增大管线的抗变形能力，确保土体位移时不失去使用功能。
7	卸载保护	周围、尤其是上部荷载较大的管线	可通过设置卸荷板等方式，使作用在管线上及周围土体上的荷载减弱，以减少土体的变形和管线的受力，达到保护管线的目的。



正面图

背面图



### 14.5 便道施工

1.市政工程施工现场主便道宽度应不小于6.5m，其他施工便道宽度不得小于3.5m，复杂地段应适当加宽；错车道应设在视野良好地段，间距不宜大于400m，长度不小于20m，宽度不宜小于6.5m。

2.在设置人行道的情况下，应用标准交通铁护栏进行人车分流，且人行道的宽度不得小于1.5m。

3.场区进出口位置均应设置两道减速带，减速带宽度不宜超过30cm，厚度（高度）不宜超过5cm。

4.便道两侧应设置安全警示柱或U型挡车器，间距不宜超过3m。

5.便道两侧应设置明沟排水，顺排水方向沟底部进行找坡，并加设沟盖板。排水沟若需承重，沟壁施工应采用植筋浇筑混凝土，并预埋角钢，采用铸铁承重型沟盖板。排水沟内淤泥渣土应定时清理，提高排水沟排水能力。



施工便道



排水沟

## 14.6 沉降变形监控监测

1.地面监测点放置地点，上沿与地面齐平其它部分在地面以下。

(1) 地面沉降监测点打入原状土层以下不小于200cm，顶端低于地表5cm。

(2) 采用钢套筒同路面隔离。钢套筒上口采用盖板保护，盖板与套筒连接。

(3) 中间隔离层用砂加木屑填充密实，钢保护盖与路面相平。

2.建筑物监测点放置地点：建筑物侧墙。

(1) 建（构）筑物竖向位移监测点埋设采用“L”形不锈钢，外露端顶部位加工成半球形。

(2) 采用钻孔埋入的方式，监测点的高度位于地面以上300mm，外露端顶部与建筑物外表的距离为30mm~40mm，监测点埋入结构长度为墙体厚度的1/3-1/2，周边空隙用锚固剂回填密实。监测点埋设时应注意避开有碍观测的障碍物，布置在房屋转角或构造柱处设置标示注意保护。

3.测斜管放置地点：桩内或结构外侧。

(1) 测斜管在钢筋笼吊装前采用分段连接绑扎形式固定。埋设时应保证测斜管的一对导槽垂直于基坑边线。浇筑完混凝土后，及时设立明显的标示标牌。

(2) 测斜管埋置深度应至桩（墙）底部，测斜管管口部位宜采用套管保护，管底应进行封堵。



地面监测效果图



地面监测点现场图



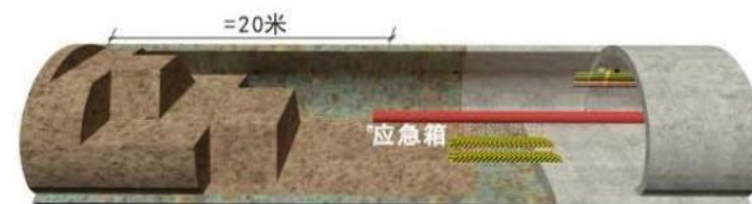
建筑物监测点实例图



地表监测点标识牌

## 14.7 应急救援管理

- 1.现场建议设置专用应急物资库房，明确库房责任人、库房管理制度，并上墙公示。
- 2.应急物资设备应按照现场实际配备，有序放置在应急库房里，并将清单张贴公示。应急物资须定期检查，及时补充或维修损坏的设备。
- 3.现场施工应成立应急抢险队伍，编制应急预案，定期开展培训，并进行应急演练。应急抢险队成员应会熟练操作各种应急设备和机具。
- 4.施工现场重要场所及部位应设置有应急逃生标志。
- 5.隧道应急逃生通道应从衬砌工作面布置至距开挖面20m以内的位置，管内预留工作绳，管道之间采用法兰连接。隧道掌子面附近应配备应急物资箱，存放有食品、饮用水、紧急医用药物等应急物资，并定期进行更换。



应急物资库房



应急抢险队

## 15 道路施工

### 15.1 地基处理

1.地基处理应根据运输荷载、使用功能、环境条件进行设计和施工，不得破坏原有水系、降低原有泄洪能力，不得影响既有建（构）筑物和设备的安全性。

2.砍伐树木前，应做好防止树木伐倒后顺坡溜滑和撞落石块伤人的安全措施；清除的树木、丛草严禁放火焚烧，以防引起火灾。

3.清除淤泥或处理空穴时，应查明地质情况，做好保证人员和机械安全的防护措施。清淤作业应防止人员陷入、中毒或窒息，软土地段机械作业应考虑地基承载力能否满足机械作业要求，不能满足应采取必要的安全措施。

4.桩机等施工作业应采取警戒隔离、防雷、防倾覆等安全措施。



地基处理安全防护

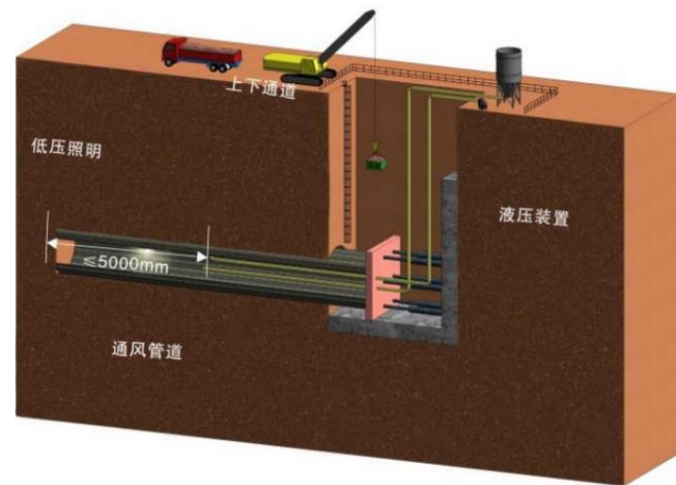
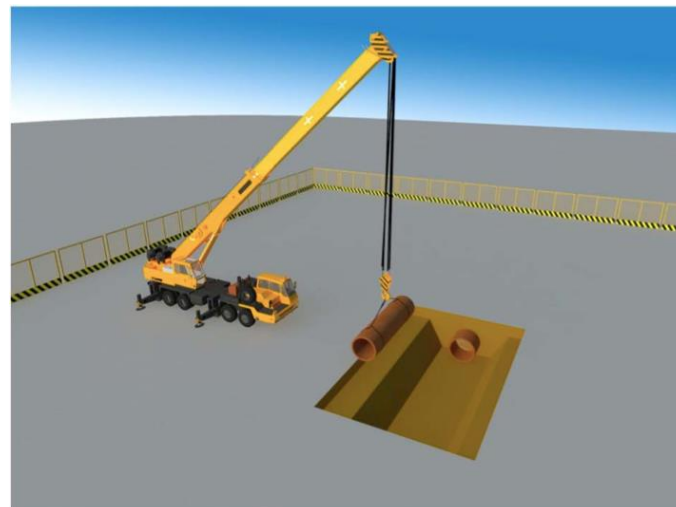
## 15.2 滑坡地段防护要求

1. 距离滑坡地段5m以上应设置隔离区域，并设置截水沟与警示标示，截水沟应与原排水系统相衔接。
2. 滑坡地段的开挖，应从滑坡体两侧向中部自上而下进行，严禁全面拉槽开挖，弃土不得堆在主滑区内。
3. 施工过程中，必须对滑坡体进行全方位、全天候的监测。
4. 滑坡地段可采用种植措施进行防护，可根据不同的地质和坡度采用合理的植物，种植防护宜采用草、灌、乔结合。植草的最小土层厚度不得小于15cm，灌木最小土层厚度不得小于30cm，喷混植生的厚度不宜小于10cm。
5. 滑坡地段可采用减载措施进行防护，施工过程须先上后下，先高后低，均匀减重，且在滑坡前部的抗滑地段，须采取加载措施。
6. 滑坡地段可采用片石进行护坡（留设泄水孔），在稳定边坡上铺砌（浆砌、干砌）片石、块石或混凝土预制块等材料，防止地表径流或坡面水流对边坡冲刷。所有石料应分层砌筑，当分段施工时，相邻段砌筑高差不大于1.2m。
7. 岩石风化碎落面区，可采用表面喷锚进行防护，并设置泄水孔。



### 15.3 管道施工

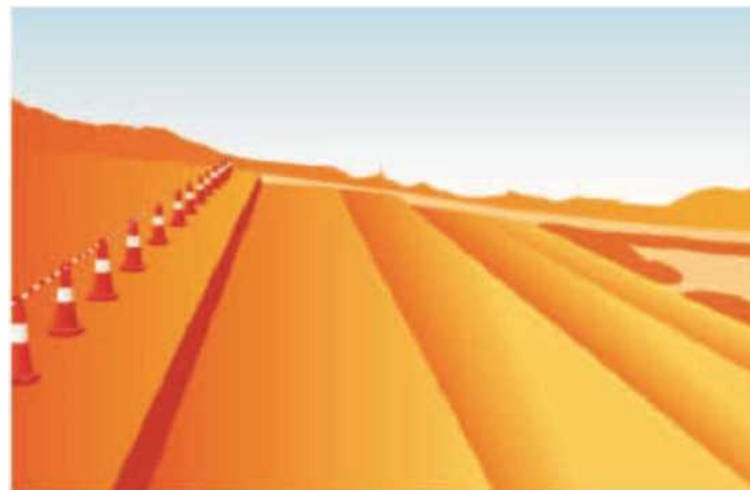
1. 基坑、沟槽、管井开挖与支护，上下通道、安全防护参照基坑工程执行。
2. 涉交通安全的基坑、沟槽临边防护，还应增设夜间红色指示灯。
3. 顶管作业前，应当制定专项施工方案，并按规定进行审批，并组织专家论证后实施。
4. 高压油泵安装使用时，应注意保护压力表和油管，发现异常时应立即停止，特别是压力突然上升时，应检查排除故障后方可继续作业。
5. 长距离顶管施工，应监测顶管内的氧气、有毒有害气体浓度。不满足施工安全要求时应采取可靠的通风措施。
6. 顶管工程内部作业时，应设置安全有效的低压照明。
7. 人工顶管作业时，应严格按照方案控制掘进量，防止塌方。
8. 管道、渣土吊运时应遵守起重机械作业安全规程。



顶管工程示意图

## 15.4 路基施工

1. 施工区域出入口设置安全警示标牌，非施工作业人员禁止入内。
2. 现场指挥人员不得站在行走机械设备视觉盲区，防止被碾压，碰撞。
3. 路基开挖需由上到下逐层开挖，严禁掏挖。
4. 边坡下严禁站人，边坡上方1.5m范围内严禁堆土。



### 15.5 路面施工

1. 施工区域出入口设置安全警示标牌，非施工人员不得进入施工现场。
2. 施工人员穿反光服。
3. 施工前进行安全技术交底，机械设备工作时设专人指挥。
4. 沥青路面摊铺过程中，防止烫伤。
5. 施工作业人员，严禁站在机械设备视觉盲区内。



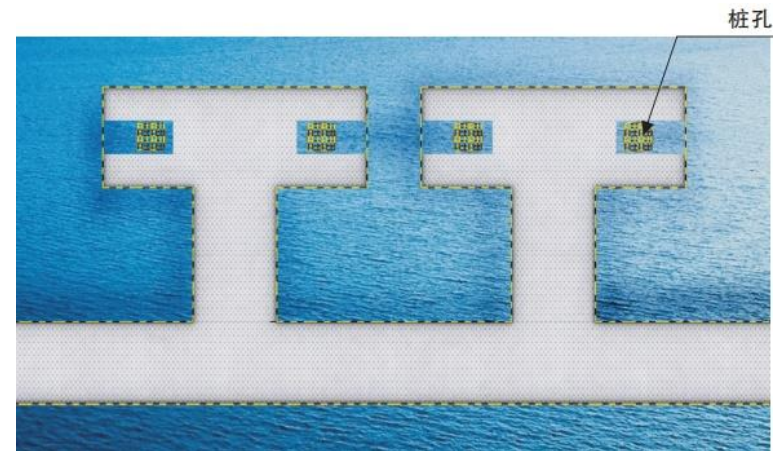


## 16 桥梁施工

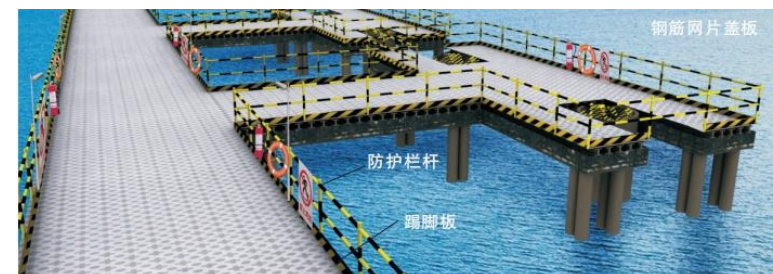
### 16.1 基础施工

#### 16.1.1 栈桥施工

- 1.通航水域应按要求设置航道警示标志。
- 2.栈桥应设置限载、行车限速、防船舶碰撞、防人员触电及落水等安全标志和救生器材。
- 3.栈桥上车辆和人员行走区域的面板应满铺，并与下部结构连接牢固。悬臂板应采取有效的加固措施。
- 4.栈桥两侧应设置高度不低于1.2m的防护栏杆。防护栏杆上杆任何部位能承受不小于1000N的外力。栈桥行车道两侧宜设置护轮坎。
- 5.长距离栈桥应设置会车、掉头区域，间隔不宜大于500m。
- 6.通过栈桥的电缆应绝缘良好，并固定在栈桥的一侧
- 7.发生栈桥面被洪水、潮汛淹没，或栈桥被船舶撞击等情况，应重新检修、复核原构筑物。
- 8.栈桥应设置满足施工安全的照明设施。
- 9.栈桥应设专人管理，非施工车辆不得进入。



钢栈桥平面图



### 16.1.2 水上施工

1.应及时了解当地气象、水文、地质等情况，掌握施工区域附近的桥梁、隧道、大坝、架空高压线、水下管线、取水泵房、危险品库、水产品养殖区以及避风锚地、水上应急救援资源等情况。水上施工区域（栈桥、围堰、工作船等），应在四角设置警示灯，上下游设置涂黄黑反光警示漆的防撞墩，并挂设红色警示灯。

2.开工前，应根据施工需要设置安全作业区，并办理水上水下施工作业许可证，发布通航公告。

3.水上作业人员应正确穿戴救生衣等个人防护用品。

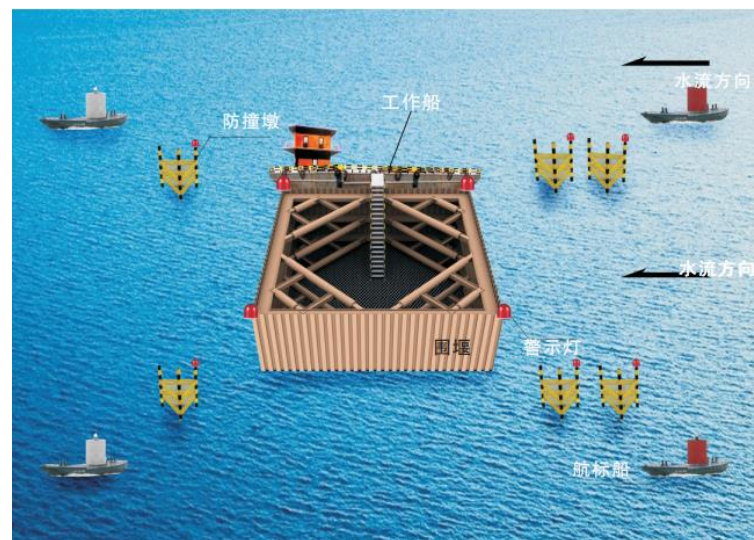
4.工程船舶必须持有有效的船检证书，船员必须持有与其岗位相适应的适任证书，船员配置必须满足最低安全配员要求。

5.在狭窄水道和来往船舶频繁的水域施工时，应设专人值守通讯频道。

6.遇雨、雾、霾等能见度不良天气时，工程船舶和施工区域应显示规定的信号，必要时停止航行或作业。

7.工程船、交通船、打桩船等作业应符合相关规范要求。

8.应配备救生船、救生圈、救生绳、救生衣等应急救援物资器材。



### 16.1.3 围堰施工

- 1.需编制安全专项施工方案，并通过专家评审。
- 2.围堰结构应稳定、防渗、抗冲击、便于施工，围堰连接处要可靠，避免集中渗漏。
- 3.围堰的外形尺寸应考虑河流断面被压缩后流速增大导致水流对围堰本身和河床的集中冲刷，以及对河道泄洪、通航和导流的影响等。
- 4.围堰应经设计检算，围堰结构应能承受水、土和外来的压力，并防水严密。
- 5.围堰顶高出施工期间可能出现的最高水位的高度（包括浪高），应根据水文、地质及施工需要等实际情况确定。
- 6.围堰施工过程中，应加强对其变形、渗水和冲刷情况的监测，发现异常及时处理。



### 16.1.3 围堰施工

7.土石围堰、钢板桩围堰、双壁钢围堰、吊箱围堰应符合相关规范规定。

8.围堰施工作业应进行检查，对检查中发现的不符合规定的情况，应限期整改，并跟踪验证。

9.围堰上下临时通道提倡采用钢爬梯。

10.吊箱围堰壁体拼装时要对称分块吊装，底板和侧板应连接牢固并设临时支撑，保证拼装稳固及安全。

11.封底混凝土厚度均匀，钢吊箱内排水应在封底混凝土强度复合设计规定后进行，排水不应过快，并加强检测吊箱变化情况，及时设置内支撑，保证围堰结构的稳定。



钢吊箱内支撑



钢吊箱下放



钢吊箱侧壁



钢吊箱承台施工

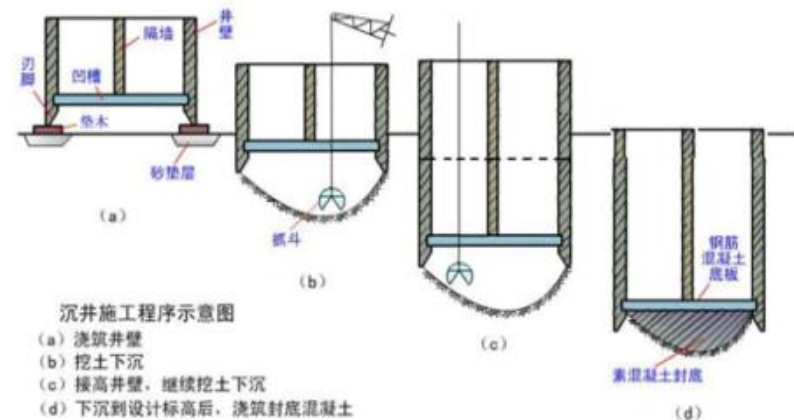
### 16.1.4 沉井施工

1.沉井法适用于淤泥土、沙土、黏土、砂砾等土层，沉井施工必须编制安全专项施工方案，必要时组织专家评审。

2.拆除沉井垫木应符合下列规定：

- (1) 混凝土强度应能满足设计规定的沉井抽垫受力的要求。
- (2) 拆除垫木应分区、对称、同步进行。
- (3) 每抽出一根承垫木后，应立即用沙或碎石将空隙填实，同时在刃脚内外侧筑成小堤，并分成夯实。
- (4) 拆除时应一次性全部拆除，防止时间太长，造成部分垫木难以抽出，发生倾斜。
- (5) 拆除沉井垫木时，应派专人在沉井安全距离外观察和指挥。

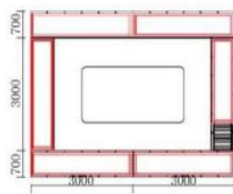
3.沉井下沉时，应在刃脚处均匀掘进，保持沉井均衡下沉。在沉井刃脚或井内横隔墙附近开挖时，不得有人在危险区域停留。



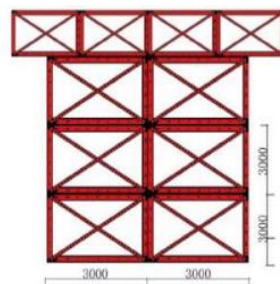
## 16.2 下部结构施工

### 16.2.1 墩柱施工

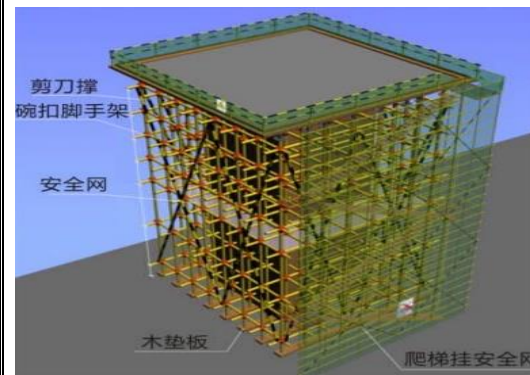
- 1.墩柱钢管脚手架搭设参考脚手架工程。
- 2.墩柱装配式防护架基础应水平、坚实、平整。连接螺栓须拧紧，内侧与模板间应满铺安全兜网，外侧铁丝网应满设。
- 3.墩柱模板操作平台由墩柱钢模板与型钢过道组成，采用螺栓连接。操作平台须设置防护栏杆、踢脚板和限载标志。平台高度大于6m或处于风力较大地区时，应设置防倾覆设施，宜采用不少于3根的揽风绳与地锚连接固定。
- 4.作业人员上下通道提倡采用箱式梯笼。墩身高度超过40m，宜设施工电梯，电梯司机应按照有关规定经过专门培训，并取得相应资格证书。
- 5.墩身钢筋绑扎高度超过6m应采取临时固定措施。



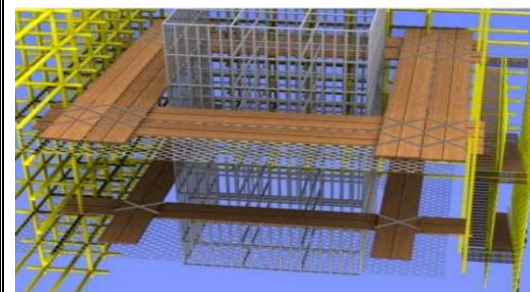
装配式防护架平面图



装配式防护架立面图



全景图



剖面图

### 16.2.2 盖梁施工

1.盖梁施工可采用抱箍式盖梁操作平台，平台由抱箍、沙箱（或千斤顶）、主梁、分配梁、型钢走道与防护等构成，整体受力支点是抱箍。

2.抱箍安拆、检查等施工宜采用扁担式吊篮，吊篮顶部装有“十字”保险钢丝绳。抱箍内部用橡胶皮等柔性材料环包，以增大墩身与抱箍间的摩擦力。

3.抱箍采用高强度螺栓连接，采用扭力扳手拧紧。螺栓连接顺序宜为先内排后外排，以保证各螺栓均匀受力。扭力扳手应定期进行检验复核。

4.抱箍上下边沿的墩柱部位应设有定位标记，并定期进行监测，以防抱箍向下滑移。

5.操作平台主梁之间应有对拉连接措施，以防止主梁侧倾。

6.盖梁施工采用钢管扣件式或少支点支撑式支架时，基础应水平、坚实、平整。

7.盖梁平台上下通道提倡采用箱式梯笼。



抱箍操作平台



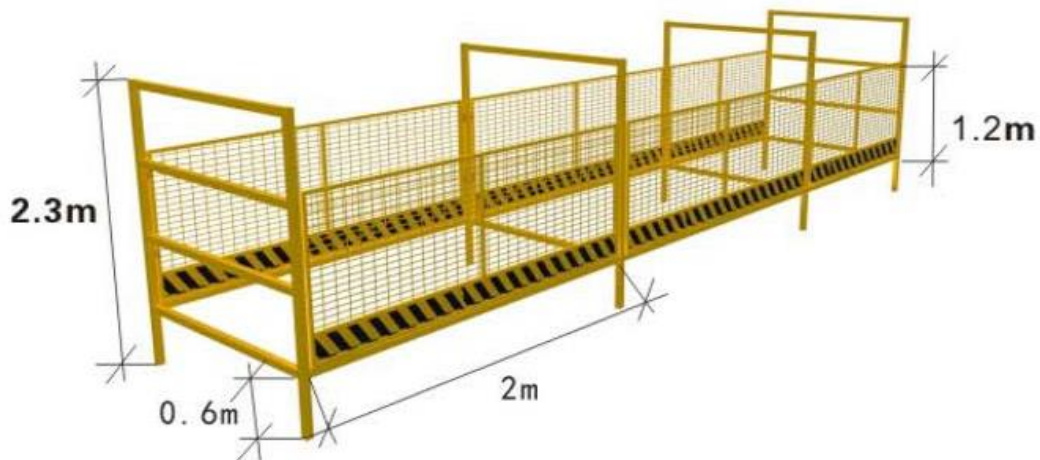
### 16.2.3 垫石施工

1. 垫石施工安全防护可采用框架组合型防护，由方钢支架与防护网片组合形成，使用时吊装至盖梁上，形成盖梁临边防护。

2. 固定支架高度不宜小于1.8m，临边防护网片高度不小于1.2m，下方支腿架设在盖梁两侧，长度不小于0.6m，架体宽度根据盖梁实际尺寸调整。盖梁长度较大时，宜采用分段拼装方式设置。

3. 垫石施工安全防护采用拉设钢丝绳并系挂安全带方式时，钢丝绳拉结点可采用预埋钢筋方式，或绑设在两侧挡墙上。

4. 垫石施工上下通道提倡采用箱式梯笼。





## 16.3 上部结构施工

### 16.3.1 支架法制梁

1. 支架基础应进行设计及验算，施工后应检查验收。
2. 支架安装完成后应检查验收，使用前应预压。预压荷载应不小于支架施工总荷载的1.1倍。预压加载、卸载应按照预压方案要求实施，如实记录监测结果，使用砂（土）袋预压时应采取防雨措施。支架应设置可靠的接地装置。
3. 使用碗扣式、门式或扣件式钢管脚手架作为支架时，脚手架构造应分别符合现行相关的规定。
4. 桩、柱式支架钢管桩的承载力应满足要求，纵梁之间应设置安全可靠可靠的横向连接，搭设完成后应检查验收，跨通行道路、通航水域的支架应根据道路、水域通行情况设置防撞设施。



### 16.3.1 支架法制梁

5.现浇梁混凝土浇筑应严格按照方案制定的顺序进行浇筑施工。

6.支架应编制监控监测措施，在架体搭设、钢筋安装、混凝土浇筑过程中及混凝土终凝前后应对基础沉降、模板支撑体系的位移进行监测监控。

7.支架承重期间，严禁拆除任何受力杆件。承重模板支架应在张拉完成后拆除。支架与模板拆除应遵循“先支后拆，后支先拆”的顺序，严禁强拉硬拽。拆除箱室内模板支架时应按照受限空间作业要求采取通风等安全措施。

8.支架拆除后应及时设置桥面临边防护，防护可采用打设膨胀螺栓、连接预埋筋等方式连接固定。相邻梁之间应满铺安全兜网，下方存在行车行人时，应铺设密目式安全网或采用硬质防护。



### 16.3.2 零号块施工

1. 支架基础、支架应进行设计及验算，施工后应检查验收。
2. 桩、柱式支架钢管桩的承载力应满足要求，纵梁之间应设置安全可靠的横向连接，搭设完成后应检查验收。
3. 支架安装完成后应检查验收，使用前应预压，预压堆放部位要基本与梁体实际荷载分布相似。预压加载、卸载应按照预压方案要求实施，如实记录监测结果，使用砂（土）袋预压时应采取防雨措施。支架应设置可靠的接地装置。
4. 零号块混凝土浇筑应严格按照方案制定的顺序进行浇筑施工。
5. 支架应编制监控监测措施，在架体搭设、钢筋安装、混凝土浇筑过程中及混凝土终凝前后应对基础沉降、模板支撑体系的位移进行监测监控。
6. 支架承重期间，严禁拆除任何受力杆件。承重模板支架应在张拉完成后拆除。支架与模板拆除应遵循“先支后拆，后支先拆”的顺序，严禁强拉硬拽。
7. 支架拆除后应及时设置桥面临边防护，防护可采用打设膨胀螺栓、连接预埋筋等方式连接固定。



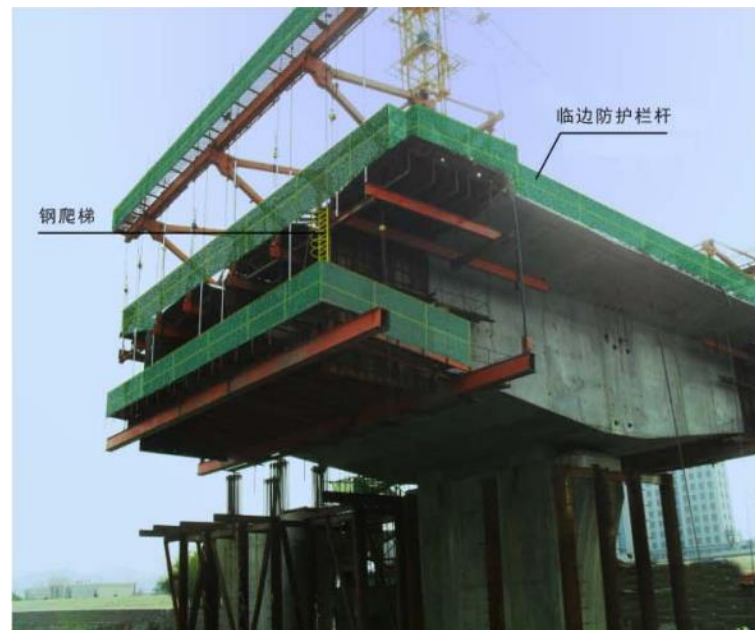
悬空支架方式



承台支墩支撑

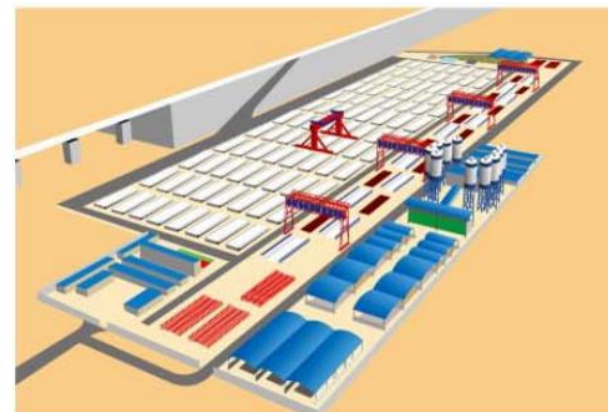
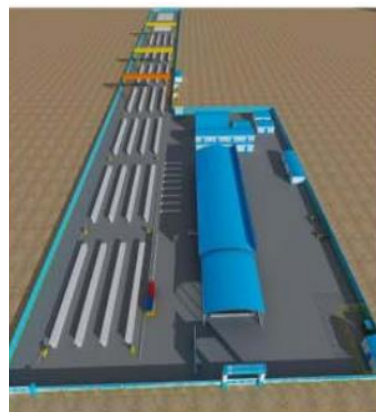
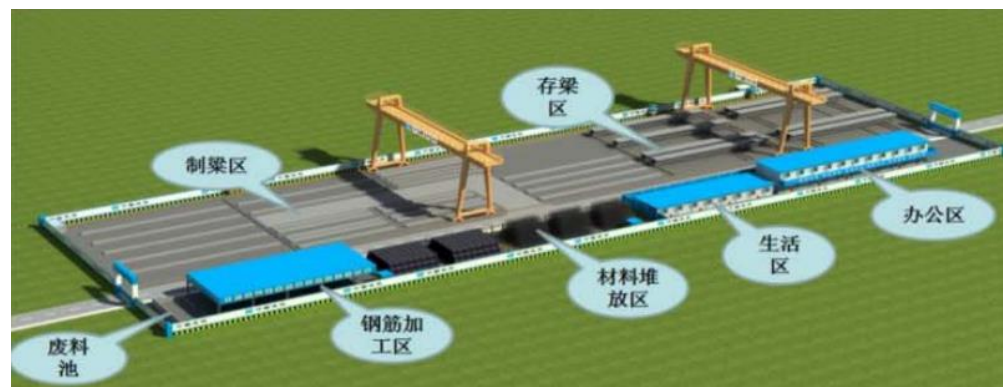
### 16.3.3 挂篮施工

- 1.挂篮设计、生产、安拆必须由具有相应资质的专业厂家进行。
- 2.挂篮安装完成后，应进行全面检查，并做静载试验。
- 3.挂篮的上下层必须设安全爬梯，四周设置临边防护，并设踢脚板，挂全封闭安全网。受力部位及危险部位设置明显的警示标志；有坠落危险的作业部位，作业人员必须系安全带。
- 4.混凝土浇筑前，须检查挂篮锚固、水平限位、保险绳、吊带等部件。挂篮前移前，须检查梁体混凝土强度、锚固及各部件受力情况。
- 5.混凝土浇筑时，应保持挂篮对称平衡，偏载量不得超过设计规定。
- 6.挂篮前移必须保证行程一致，水平滑移，前移速度应不大于 $0.1\text{m}/\text{min}$ 。风速大于等于6级或雷雨天气时，挂篮禁止前移。
- 7.挂篮行走须设专人指挥，且撤离挂篮内的全部人员。
- 8.挂篮行走过程中止或行走就位后，必须立即安装各项锚固受力装置。



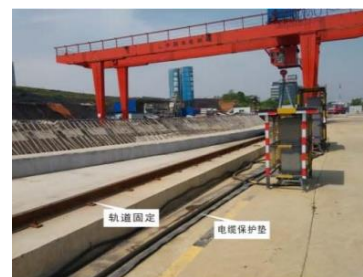
### 16.3.4 预制梁施工（梁场布设）

1. 预制梁场宜按照工厂化布设，必须进行封闭式管理。
2. 预制梁场内严禁无关人员出入，路口处明显位置设指路牌、警示牌等；梁场入口设警戒岗，现场相应位置设安全警示牌、安全操作规程等相关标识牌。
3. 预制梁场内道路及排水应畅通，场地按照中间高、四周低的原则布设，排水沟能够满足排水要求。
4. 制梁、存梁台座须进行承载力计算，基础坚实牢固能满足存梁要求。
5. 存梁区梁板存放层数不得大于2层，堆放时应做好梁板的支撑。



### 16.3.5 预制梁施工（运、架梁）

1. 预制梁吊运过程中，吊具与梁体接触部位应采取保护措施。
2. 预制梁运输前，运梁车、道路必须进行查验验收，确保车况良好，道路平整坚固，转弯半径满足梁长要求。
3. 运梁车上应设有专用支架，将梁体固定牢靠，防止倾覆、滑落。运梁车行驶速度应控制在5km/h以内。
4. 预制梁运架过程中，应设专人指挥与监控，发现异常情况时应立即停止作业，排除故障后方能继续运行。
5. 当采用已架设的梁体作为运梁通道时，梁体必须临时固定成整体，并在两端接头处铺设钢板，运梁车轮迹须在梁肋的正上方。运梁车就位应设置限位装置，防止碰撞架桥机。
6. 架桥机须定期检查，按要求进行检测，每起吊5片梁后或每施工完一孔后，应进行全面检查。
7. 架桥机架梁时，应匀速缓慢进行，下方区域应设置警戒区域，并派专人看护。梁板就位后须及时连接固定，牢固后方可脱钩；未脱钩前，严禁移动设备。
8. 预制梁架设完成后，湿接缝及桥面临边应及时设置安全防护。



### 16.3.6 平移顶推施工

1. 平移顶推施工应有足够的预制场地，且应整平、无杂物，运输道路顺畅。

2. 桥墩上无工作面时，应预埋牛腿支撑，作为检查、更换滑板及其他作业所需的工作面并保证操作人员的作业安全。

3. 顶推设备的能力应不小于设计顶推力的2倍。顶推施工所用的机具设备、材料应在使用前进行全面检查，必要时应做试验。

4. 钢梁平移顶推的下滑道铺设应平顺，支撑应牢固，接头不应有错牙，端部应设置限位装置。千斤顶位置应安放正确、稳妥，上下支撑面应垫平，且有防滑措施。

5. 钢梁平移顶推应缓慢平稳，速度应控制在 $1\text{m}/\text{min}$ 以内，顶推过程中，必须统一指挥，信号明确并设专人对顶推设备进行检查。

6. 多点顶推、集中顶推时，同一墩台及各墩的顶推设备应同步启动和同步纵向运行。

7. 在顶推平台临边、施工区域周围、临时走道两边，必须设置全封闭安全防护围栏。

8. 顶推作业时，应设专人对导梁、桥墩、临时墩、滑道、梁体位置等进行监测。顶推的钢梁上严禁人员站立或进行其他施工作业



顶推平台



箱梁顶推

### 16.3.7 预应力张拉

1. 预应力张拉应严格按照操作程序进行，严禁违章操作。张拉作业周边应设警戒区域。
2. 张拉操作平台应设置硬质防护，张拉机械的前端必须设置厚度不小于3mm的铁板。
3. 张拉作业时，操作人员严禁站立在千斤顶的前后，防止锚具、夹片、钢绞线等飞出伤人。
4. 张拉时，应缓慢、均匀地进行，如有异常，应立即停止张拉。
5. 预应力机具设备及仪表应由专人使用和管理，应定期维护和检验。





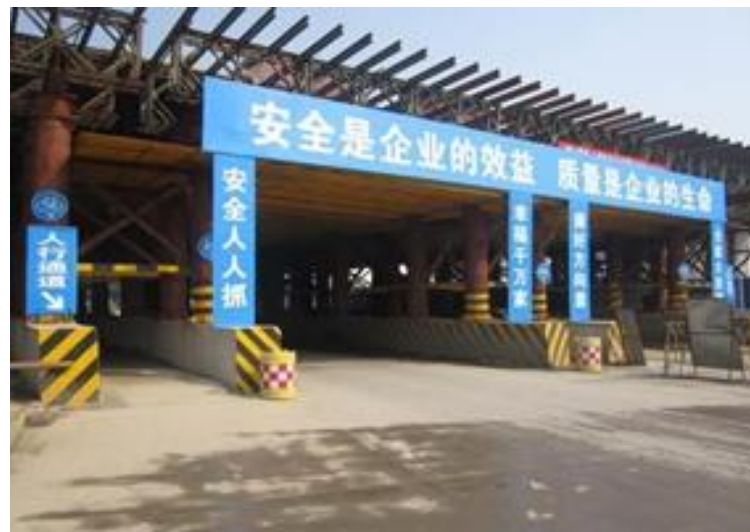
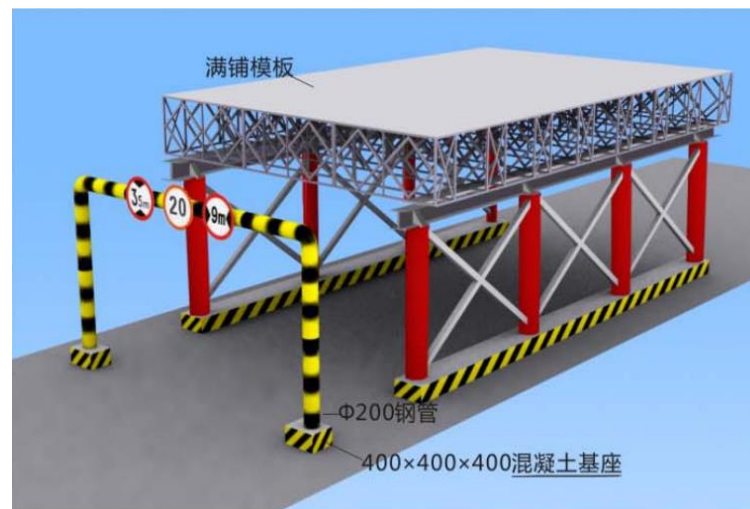
### 16.3.8 跨线施工

1.跨线施工前，应对交叉路口进行安全评价，划定“红线范围”，到道路管理部门办理施工许可或封锁道路相关手续，批准后方可施工。

2.少支点满堂支架通道两端须设限高、限宽、限速设施及标志。通道内应设置照明设施，照明方向顺车辆行驶方向照射。通道内钢立柱基础应设有防撞墩，并张贴反光警示标志。通道顶部应设有水平硬质防护。对于长度大于100m的支架通道，应配备消防设施。

3.转体施工前，应对平衡体重量及转体重心进行核对，采用临时配重，应设置锚固设施。正式转体施工前应进行试转，并在转体完成后及时约束固定。恶劣天气不得进行转体施工。

4.采用悬浇方式跨线施工时，应设置安全通道，防止落物伤及行人和车辆。如因高度不足、现场搭设条件不具备等原因，不能搭设安全通道的，挂篮作业平台应进行全封闭。

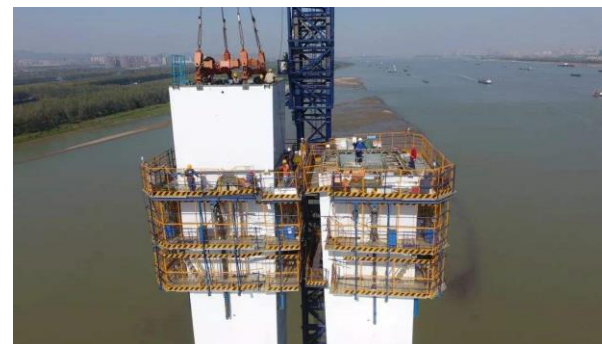


### 16.3.9 索塔施工

- 1.索塔施工作业人员应进行体检，不符合高空作业要求的人员严禁从事索塔施工作业。
- 2.索塔施工时，必须设置环绕索塔塔身的高空作业封闭式防护系统（防护外架或防护平台），地面通往索塔底部的人行通道顶部应设安全防护棚。
- 3.索塔施工作业应在施工平台、模板、塔吊等构筑物顶部设置有效的避雷设施，并应定期检测防雷接地电阻。
- 4.上下索塔设置临时上下通道，索塔施工高度超过40m时宜设置施工升降梯。
- 5.索塔施工平台四周及中部应配备消防设施。



钢索塔施工



现浇混凝土索塔施工

### 16.3.10 斜拉桥施工

- 1.斜拉索施工中所使用的起重钢丝绳、卸扣、转向轮等必须严格按照国家标准配置，受力构件必须具有结构受力计算书。
- 2.挂索施工平台应搭设牢固，平台四周及人员上下通道应设置防护栏杆，护栏外侧应挂满安全网。
- 3.挂索安装过程中，确保锚头拉杆和牵引头的连接、滑轮同塔柱的连接牢固可靠。挂索专用设备配备专职操作人员，定期进行检查保养。
- 4.当斜拉索位置与防护平台冲突时，必须采取相应的防护加固措施后方可拆除冲突部位。
- 5.斜拉索施工时，下方禁止其他作业，地面设警戒区域，派专人看守。



### 16.3.11 悬索桥猫道施工

- 1.猫道应单独成受力体系，并与索鞍和承重索固定连接。拉索与牵引绳之间必须固定牢靠。
- 2.猫道的线形宜与主缆空载时的线形平行。
- 3.猫道面层宜由阻风面积小的两层大、小方格钢丝网组成，其上每间隔0.5m设一根防滑条。
- 4.猫道面层顶部与主缆下沿的净距宜为1.5m，猫道的净宽宜为3-4m，两侧安全网高度不宜小于1.5m。
- 5.上下游猫道承重绳架设应保持基本同步，数量差不宜超过1根。
- 6.猫道宜设抗风缆或适当增加猫道间横向天桥，以增强抗风稳定性。
- 7.猫道装拆时，下方设警戒区域，专人看守。



先导索施工



猫道施工

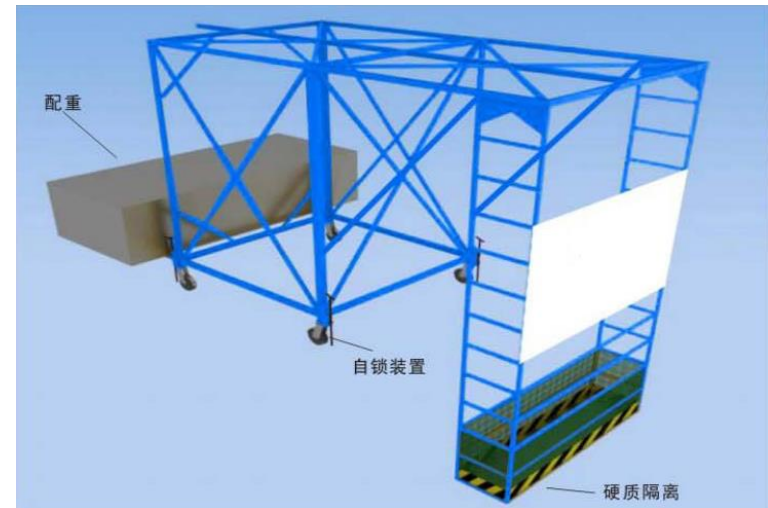


猫道安全防护

## 16.4 桥面附属工程施工

### 16.4.1 防撞护栏施工

- 1.挂篮拼装完成后，应进行全面检查，并做静载试验。
- 2.挂篮配重应满足安全使用要求，配重表面应标明重量，且与架体间有可靠的固定措施。
- 3.挂篮操作平台底部必须全封闭，操作平台外立面设置不低于1.5m高的安全防护栏。
- 4.挂篮使用过程中，必须有可靠的固定防移动措施，底部轮子宜使用自锁装置锁定，可伸缩支腿应打开并处于受力状态。
- 5.作业时挂篮内不得超过2人，作业过程中，禁止随意移动挂篮和配重。挂篮移动前，挂篮上作业人员必须撤到桥面。
- 5.每日使用挂篮前，必须安排专人对挂篮进行全面检查，重点检查配重、受力杆件变形、焊接等情况，确保安全后方可施工。
- 6.挂篮施工的地面段应设置隔离防护，隔离区设专人监护



### 16.4.2 桥面伸缩缝施工

- 1.桥面伸缩缝施工时，应封闭交通，分左右幅施工，做好安全警示标识。
- 2.伸缩缝施工宜在槽口两边加铺塑料布，以防污染桥面。
- 3.已完工的伸缩缝应安排专人守护，在伸缩缝装置两侧混凝土未达到设计强度前，禁止车辆通行。如若必须通行的话，应在伸缩缝上面设置临时行车跨越钢走道。
- 4.伸缩缝未施工前应采用钢板与木枋铺设封闭，或采用U型钢板铺设。



## 17 隧道施工

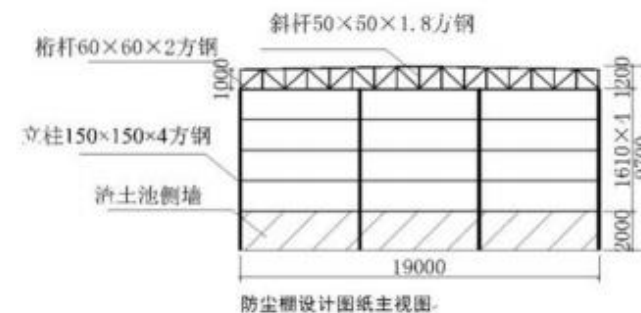
### 17.1 明挖隧道施工

1.明挖隧道基坑施工可参照房建工程基坑工程要求进行施工。

2.基坑周边应设置挡水墙，高度满足所在地段挡水要求且不宜低于300mm，应采用现浇混凝土结构，并刷油漆。

3.基坑周边必须安装防护栏杆，防护栏杆与挡水墙的总高度不应低于1.2m，防护栏杆应安装牢固，材料应有足够的强度；基坑内设置供施工人员上下的专用梯道。

4.现场宜设置渣土内转临时堆场，其墙体应采用钢筋混凝土结构，上方设置防尘棚。



## 17.2 暗挖隧道施工

### 17.2.1 洞口场地布设与管理

1.洞口外场地布置应综合考虑道路、供排水、料场、加工厂、通风设施、空压机站、火工品库、车辆临时停放点、油库、值班室、生活区等，应符合安全、文明施工、消防、环境保护等要求。

2.在洞口醒目处应设置进洞人员标识牌、每日重大危险源公示牌、进洞须知牌、应急救援流程图、提示牌、安全信息公示牌及安全警示牌等图牌。

3.隧道洞口设置值班房、栏杆、门禁，采取人车分流。值班室设在洞口侧面，距隧道洞口大于30m，设值班人员，负责进出人员登记及材料、设备与爆破器材进出隧道记录和安全监控等工作。

4.洞口宜设置隧道人员登记系统，将进出洞口人员数量、工种、时间、洞内分布位置及洞内各工序施工情况等信息反映在电子显示屏上。长、特长及高风险隧道施工应配置人员定位系统。

5.隧道洞口应安装远程视频监控管理，设置数量应满足监控范围要求。

6.隧道开挖超过100m后，隧道内外需安装通信设备保证洞内外通信畅通。

7.隧道内严禁存放汽油、柴油、煤油、变压器油、雷管、炸药等易燃易爆物品。





### 17.2.2 超前地质预报和监控量测

1.不良地质地段应进行超前地质预报。预报频次：地质素描随开挖宜每循环进行一次，包括掌子面、左右侧墙、拱顶和隧底；超前水平孔，宜每30-50m循环一次；地震反射波和超声波发射法连续预报时，前后两次重叠长度应大于5m。

2.监控测量过程中应保证作业平台稳定牢固、安全防护到位，作业时应照明充足。

3.施工开挖中的实际地质情况与预报结果应对比分析、总结，如有异常及时上报，采取相应处理措施。

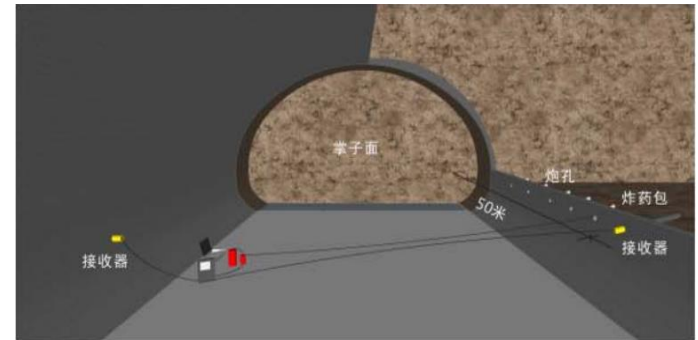
4.监控量测频次：开挖工作面观察应每次开挖后进行，及时绘制地质素描图；已支护地段每天应观察；洞外重点观察洞口段、岩溶发育区段地表和洞身埋置深度较浅地段；周边位移、拱顶下沉和地表下沉等必测项目宜布置在同一断面，量测间距按方案布置；各量测作业应持续到变形基本稳定后15-20天结束。

5.施工监测信息应及时分析、反馈，多种预测预报方法综合分析，变化异常区段应强监测；监控量测位移值或位移速率超过极限时，及时上报，并提出相应的对策措施。

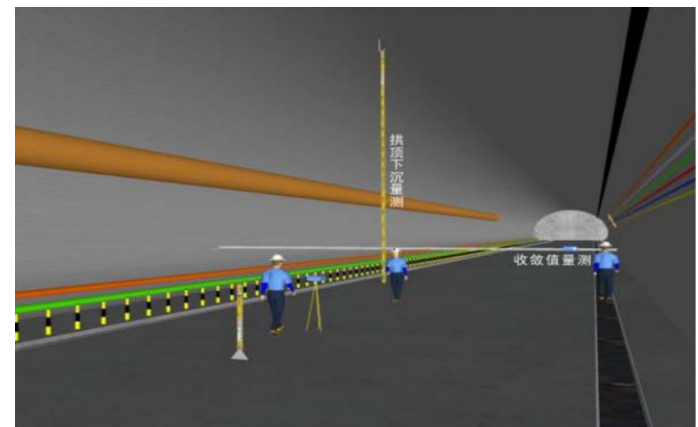
6.隧道附近有重要建筑物、设施设备和保护对象时，应对建筑物进行变形和沉降观测。

7.超前地质预报和监控测量要配备专业技术人员和设备，所有预报和监控测量资料要存档。

8.地质预报工作应在隧道找顶作业结束后进行，高地应力区隧道应待工作面支护完成后进行。



TSP超前地质预报



### 17.2.3 竖井施工

- 1.竖井作业场地应设置截、排水设施，施工区域及周边应排水良好，不得有积水。
- 2.竖井开挖前应设置锁口圈。井口周围应设置高度不低于1.2m安全栅栏和安全门，挂设醒目的安全警示标识。
- 3.竖井内渣土应及时运输至弃土场，严禁在锁口周边堆放。
- 4.竖井开挖应严格控制开挖进尺、及时施工初期支护，保证初期支护及时封闭。
- 5.做好竖井开挖面的超前地质预报和监控量测（主要是围岩的水平收敛和开挖面隆起）。



### 17.2.3 竖井施工

6.竖井内应设置集水井，防止积水对竖井底部侵蚀，发生竖井坍塌。

7.竖井作业面距离地面达到一定距离后应设置送风管，保证竖井内空气新鲜。

8.竖井底部条件差、存在有害气体的地层，要按要求每一环爆破后进行有害气体检测。

9.竖井内潮湿时，施工照明应使用安全电压和应急照明灯。

10.当工作面附近或未衬砌地段发现落石、支撑发响、大量涌水时，施工人员应立即撤出，并进行事故报告。竖井内必须设置应急逃生通道，并设置绳梯。



### 17.2.4 隧道工程

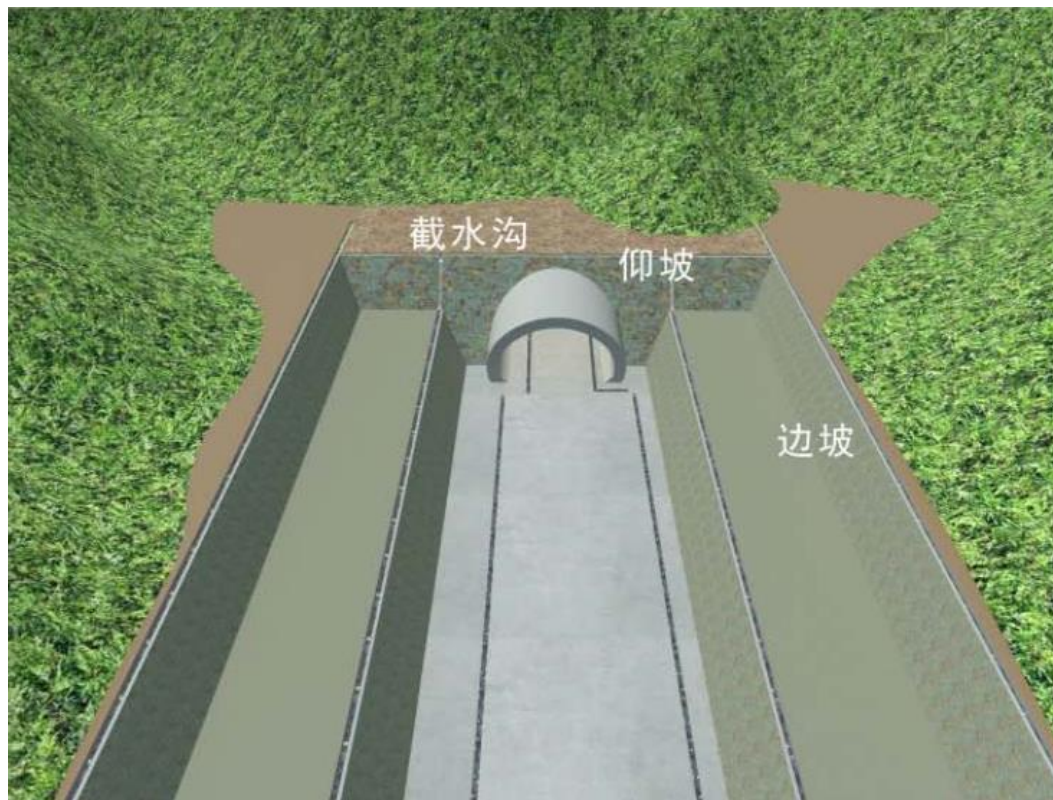
1.隧道施工前，先清理隧道上方及侧方可能滑塌的表土、灌木及山坡危石等。隧道截、排水系统应在进洞前完成，并与路基排水顺接。

2.隧道施工应采取措施保护周围建（构）筑物、既有线、隧道附近交通道路。

3.隧道边、仰坡上方应设防护栏杆，防护栏杆离开挖线距离不小于1m，并挂设安全警示标识、标牌。隧道施工应对边、仰坡变形进行监测。

4.隧道开挖应先支护后开挖、自上而下分层开挖、分层支护；不得掏底开挖或上下重叠开挖。陡峭、高边坡的隧道应根据设计和现场需要设安全棚、防护栏杆或安全网，危险段应采取加固措施。

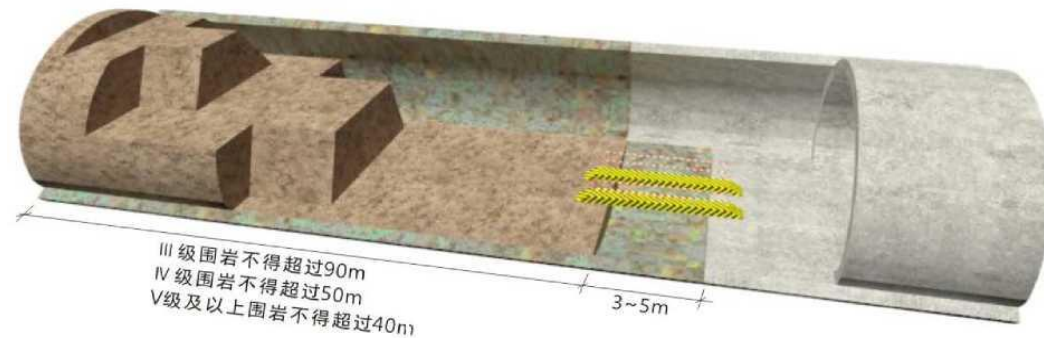
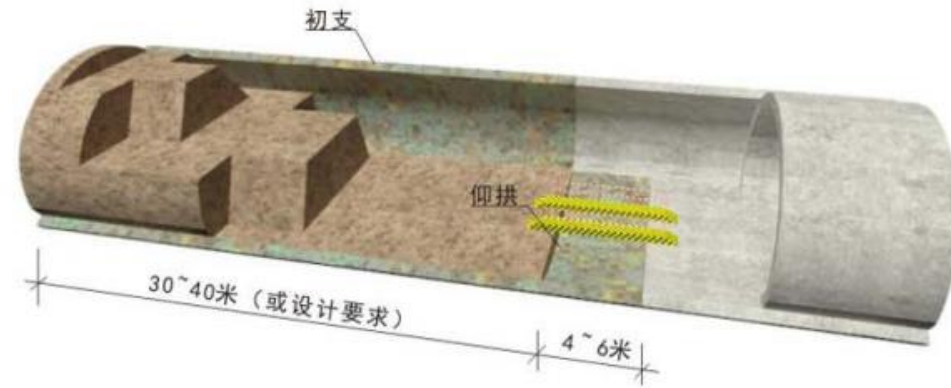
5.隧道开挖宜避开雨季、融雪期及严寒季节。



### 17.2.5 隧道开挖

1.应根据隧道长度、断面大小、结构形式、工期要求、机械设备、地质条件、围岩等级、设计要求等，选择适宜的开挖方案。采用全断面法、台阶法、环形开挖留核心土法、中隔壁法或交叉中隔壁法、双侧壁导坑法等施工方法开挖，应满足相关规范要求。

2.施工中须严控隧道开挖进尺及安全步距。台阶法施工上台阶每循环开挖进尺：V、VI级围岩不应大于1榀钢架间距，IV级围岩不得大于2榀钢架间距。台阶下部断面一次开挖长度与上部断面相同，且不宜大于15m。中隔壁法施工同上、下层开挖工作面应保持3-5m。IV级及以上围岩仰拱每循环开挖长度不得大于3m，不得分幅施作。



### 17.2.5 隧道开挖

3.两座平行隧道开挖，同向开挖工作面纵向距离应根据两隧道间距、围岩情况确定，一般不宜小于2倍洞径。隧道双向开挖面间相距15-30m时，应改为单向开挖。土质或软弱围岩隧道应加大预留贯通的安全距离。

4.全断面施工时，地质条件较差地段应对围岩进行超前支护或预加固。双侧壁导坑法施工时，左右导坑前后距离不宜小于15m，导坑与中间土体同时施工时，导坑应超前30-50m。

5.仰拱应分段开挖，限制分段长度，控制仰拱开挖与掌子面的距离；开挖后应立即施作初期支护。

6.栈桥等架空设施基础应稳固；桥面应做防侧滑处理；两侧应设限速警示标志，车辆通过速度不得超过5km/h。

7.涌水段开挖宜采用超前钻孔探水，查清含水层厚度、岩性、水量和潜水压。



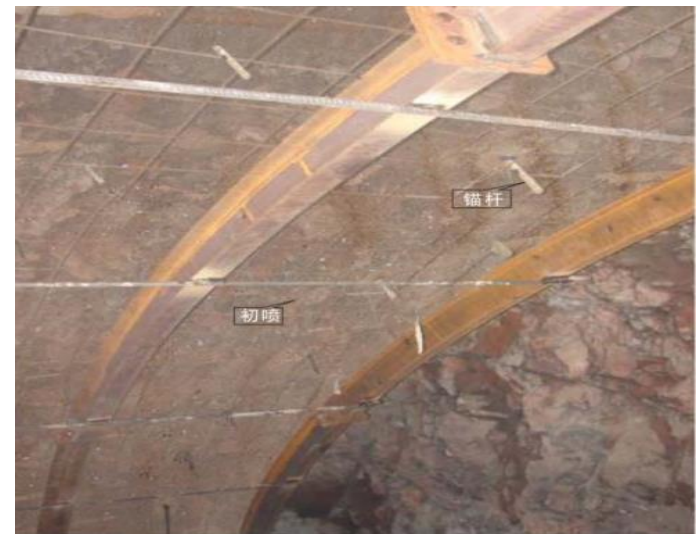
预留核心土环形开挖



三台阶七步开挖

### 17.2.6 初期支护

- 1.开挖尺寸到位后，必须及时安装临时支撑、打锚杆和喷浆，封闭成环，保证围岩稳定。
- 2.做好洞内拱顶沉降和围岩水平收敛的监控量测工作。对全隧道开展地表沉降观测工作，观测点在隧道开挖前布设，并与洞内观测点布置在同一断面里程。
- 3.喷射砼前应清除工作面松动的岩石，确认作业区无塌方、落石等危险源存在；施工过程中喷嘴前及喷射区严禁站人；喷嘴在使用与放置时均不得对着人。喷射下风向不得有人。
- 4.喷射砼作业中如发生输料管路堵塞或爆裂时，必须依次停止投料、送风和供水。喷射混凝土作业人员应佩戴防尘口罩、防护眼镜、防护面罩等防护用具。
- 5.作业平台稳定牢固、安全防护到位，作业时应照明充足；锚杆安设后不得随意敲击，其端部在锚固材料终凝前不得挂设重物。
- 6.钢拱架搬运应固定牢靠，防止发生碰撞和掉落；架设时不得利用装载机作为作业平台；钢架节段之间应及时连接牢固，防止倾倒，钢架背后的空隙必须用喷射砼充填密实，钢架安装完成后应及时施工锁脚锚管，并与其连接牢固，钢架底脚严禁悬空或置于虚碴上。
- 7.仰拱超前拱墙混凝土施工的超前距离，宜保持3倍以上衬砌循环作业长度。仰拱和底板混凝土强度达到设计强度100%后方可允许车辆通行。



### 17.2.7 衬砌作业

1. 软弱围岩及不良地质隧道的二次衬砌应及时施作；工作台车须专项设计、验收。

2. 防水板的临时存放点应设置消防器材及防火安全警示标志；施工时严禁吸烟，作业面的照明灯具严禁烘烤防水板。

3. 钢筋焊接作业时应在防水板一侧设阻燃挡板，衬砌钢筋安装过程中应采取临时支撑等防倾倒措施，临时支撑应牢固可靠并有醒目的安全警示标志。

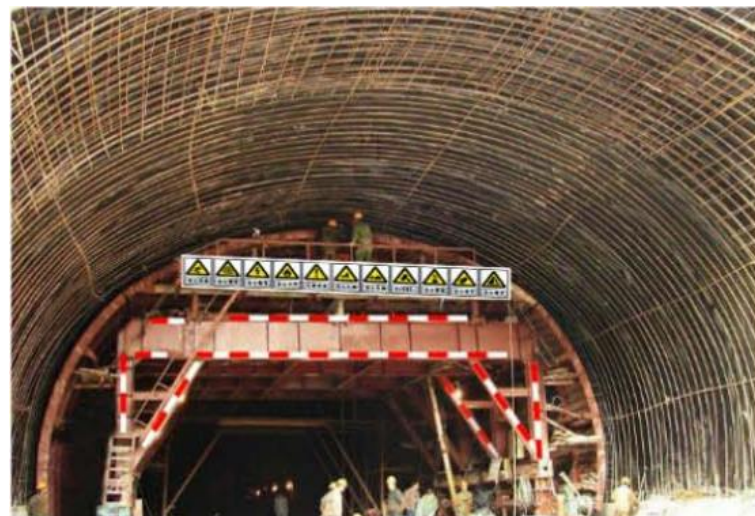
4. 衬砌台车应经专项设计，衬砌台车、台架组装调试完成应组织验收。台车内轮廓两端设反光贴，操作平台满铺脚手板，设楼梯，临边设1.2m高防护栏杆。

5. 台车轨道基面应坚实平整，严禁一侧软一侧硬；台车移动过程中，应缓慢平稳，严禁生拉硬拽。台车就位后，应用靴铁刹住车轮。

6. 浇筑混凝土前，应逐个检查千斤顶，确保每个丝杠千斤顶已拧紧，每个液压千斤顶已卸压。

7. 混凝土浇筑过程中，应控制浇筑速度，对称浇筑，两侧混凝土高差不得超过1m；挡头板与防水板、台车间接触面应紧密，挡板支撑应稳固。

8. 拆除拱架、墙架和模板时，承受围岩压力的拱、墙以及封顶和封口的混凝土强度应满足设计要求；不承受外荷载的拱、墙混凝土强度应达到5.0Mpa。





### 17.2.8 瓦斯施工

1. 瓦斯隧道通风设施应保持良好状态，各个工作面应独立通风，严禁作业面之间串联通风。

2. 隧道内通风设备以及斜井、竖井内电气装置应采用双电源双回路供电，并设可靠的切换装置、闭锁装置和防爆措施。高瓦斯工区和瓦斯突出工区电气设备与作业机械必须使用防爆型。

3. 隧道作业面应配备瓦检仪，高瓦斯工点和瓦斯突出的地段应配置高浓度瓦检仪和自动检测报警断电装置，瓦斯隧道聚集处应设置瓦斯自动报警仪。

4. 瓦斯检测应设置专班、专人做好检测、记录和报告工作。瓦斯监测员应经专业机构培训，并取得相应的从业资格。

5. 进入隧道施工前，应对易聚集瓦斯部位、不良地段部位、机电设备及开关附近20m内范围等部位瓦斯浓度进行检测，煤与瓦斯突出较大、变化异常时应加大检测频率。瓦斯含量低于0.5%时，应每0.5~1h检测一次；瓦斯含量高于0.5%时，应随时检测，发现问题立刻报告；当瓦斯浓度超过1%时，应停止钻孔作业；当瓦斯浓度超过1.5%时，必须停止施工，撤出工作人员，切断电源。

6. 钻爆作业应执行“一炮三检制”和“三人连锁爆破制”。

7. 严禁火源进洞。任何人员进入隧道前必须进行登记并接受检查。

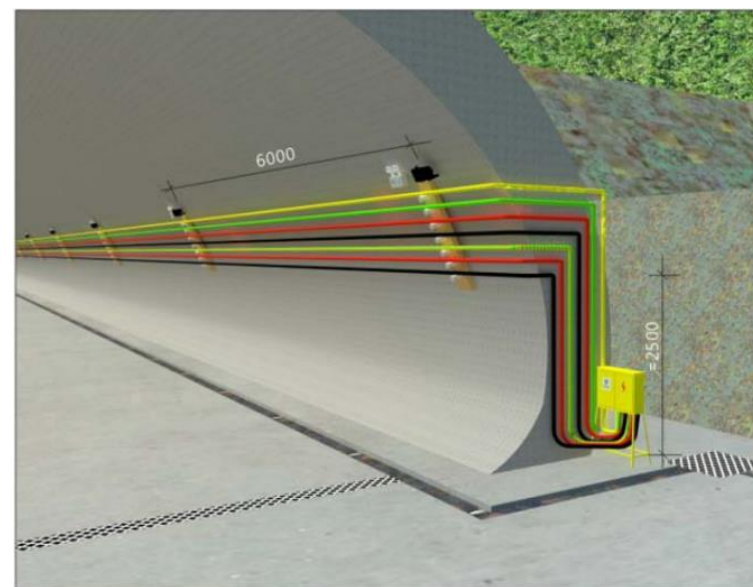
8. 隧道开挖完成后应及时喷锚支护、封闭围岩、堵塞岩面缝隙，以防瓦斯继续溢出。



序号	地点	限值	超限处理措施
1	低瓦斯工区任意处	0.5%	超限处20m范围内立即停工，查明原因，加强通风、监测
2	局部瓦斯积聚（体积大于0.5m <sup>3</sup> ）	2.0%	附近20m停工，撤人，断电，进行处理，加强通风
3	开挖工作面风流中	1.0%	停止电钻钻孔
4	煤层爆破后工作面风流	1.0%	继续通风，人员不得进入
5	局部通风机及电器开关20m范围内	0.5%	停机并不得启动
6	钻孔排放瓦斯时回流中	1.5%	撤人，停电，调整风量
7	竣工后洞内任何处	0.5%	查明渗漏点，向设计方反映，增加运营通风设备

### 17.2.9 隧道内供风、供电、给排水

1.隧道内电力线路应采用220/380V三相五线系统，按照“高压在上、低压在下，干线在上、支线在下，动力在上、照明在下”的原则，在隧道一侧分层架设，线间距150mm。电力线路采用胶皮绝缘导线，每隔15m用横担和绝缘子固定。110V以下线路距地面不小于2m，380V线路距地面不小于1.5m，作业地段照明电压不得大于36V，成洞地段照明电压可采用220V，应急照明灯宜不大于50m设置一个。

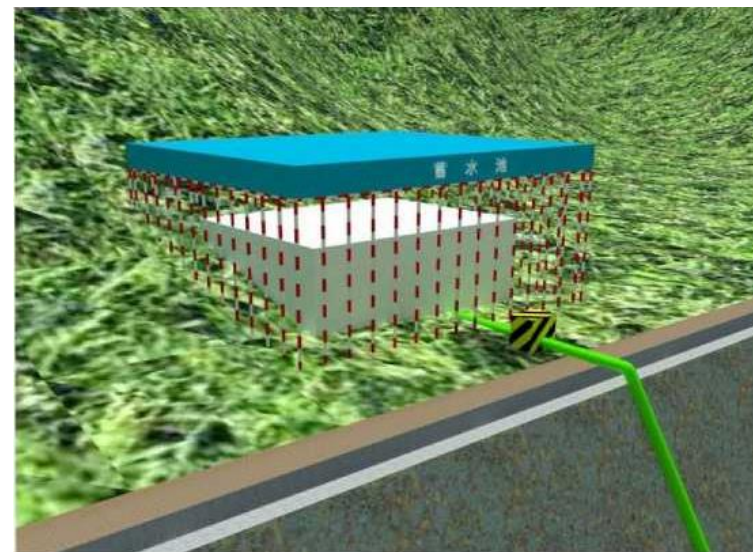
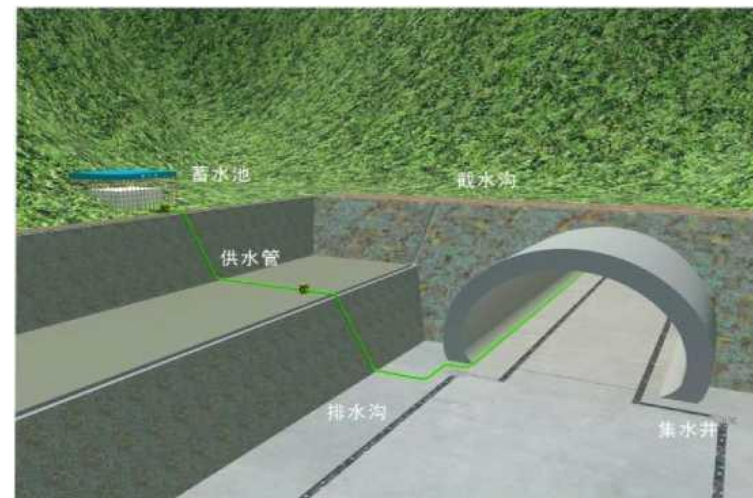


### 17.2.9 隧道内供风、供电、给排水

2.隧道内通风管与水管布设在与电力线路相对的一侧，通风管距离地面不宜小于1.5m。隧道掘进长度超过150m时，应采用机械通风，通风机应装有保险装置，发生故障时可自动停机。送风式通风管距掌子面不宜大于15m，排风式风管距掌子面不宜大于5m。

3.施工供水的蓄水池不得设于隧道正上方，且应设有防渗漏措施、安全防护措施和安全警示标志。寒冷地区冬期施工时，应有防冻措施。

4.高压风、水管及排水管采用法兰盘连接，每隔10m采用角钢支架固定在隧道边墙上。



### 17.2.10 隧道内交通安全

1. 隧道洞口应设专人指挥管理车辆，并设置限载、限高、限重标志。
2. 隧道内交通应实行人车分流，人行通道设置在通风管侧，可采用钢管立柱上拉警示带进行隔离，宽度1.2m。
3. 洞口、成洞地段设置15km/h限速牌；在未成洞地段、工作台架处、大型设备停放处设置5km/h限速牌；在二衬、仰拱、路面等施工地段前方30m处设置“前方施工、减速慢行”标牌。
4. 停放在车辆运行界限处的施工设备与机械，应在外边缘设置警示灯，组成显示界限。
5. 施工车辆不得人货混装。



## 18 盾构（TBM）施工

### 18.1 一般规定

1.盾构（TBM）施工作业前应对主要危险源、危害因素进行识别判断。

2.盾构（TBM）在特殊地质条件下施工前，建设单位应组织专家评审施工方案。

3.盾构（TBM）施工作业前，建设单位应组织专家对盾构机（全断面岩石掘进机）进行适应性、可靠性评估。

4.盾构（TBM）施工中应结合工程环境、地质和水文条件编制完善的施工监控量测方案。当出现变形异常情况必须加强监测频率，建设单位应选择具有专业资质的第三方进行量测复核工作。

5.TBM施工应开展超前地质预报，判断围岩类别、岩性、稳定性、整体性、抗压强度等，通过超前地质预报工作达到快速补充和检验地质资料的目的，避免漏报重大地质灾害点（段）。



盾构施工总平面布置示意图



盾构机

## 18.2 盾构施工

### 18.2.1 施工准备

1.盾构施工前，应根据工程的水文地质条件、盾构类型、工作井围护结构形式、周围环境等因素，对盾构工作井端头进行合理加固。掘进前，应监测加固体的强度、抗渗性能，合格后方可始发掘进。

2.工作井参照市政工程隧道暗挖竖井施工。

3.盾构设备吊装应根据盾构设备部件的最大重量和尺寸选用吊装符合安全要求的设备。起吊前，应对吊具和钢丝绳的强度、地基吊装承载力、盾构工作井结构、地下管线等应进行验算校核，并根据验算结果采取相应的加固措施。吊装作业时，各大型部件应选择合理的吊点吊运，吊装应平稳，严禁起吊速度过快和吊件长时间在空中停留。吊装作业应由专人负责指挥。



双机抬吊盾体翻转



盾构吊装下井



吊装警戒

### 18.2.1 施工准备

4.盾构组装完成后，应对各项系统进行空载调试然后再进行整机空载调试。

5.盾构机后配套设备选型应满足隧道长度、转弯半径、坡度、列车编组荷载等指标的安全要求。

6.隧道内各个后配套系统必须布置合理，机车运输系统、人行系统、配套管线在隧道断面上布置必须保持必要的安全间距，严禁发生交叉。机车车辆距隧道壁、人行通道栏杆及隧道其它设施不得小于20cm，人行走道宽度不得小于70cm。



盾构机空载测试



盾构机液压测试



测试报告

### 18.2.2 始发

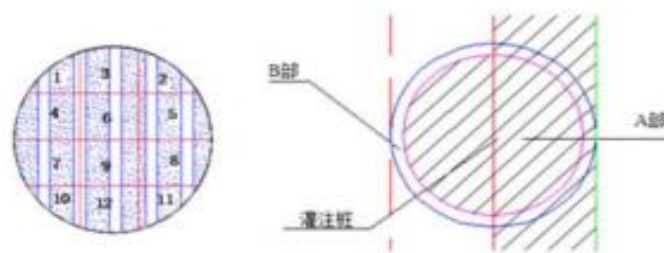
1. 盾构始发前必须验算盾构反力架及其支撑的刚度和强度，反力架必须牢固的支撑在始发井结构上。
2. 始发前必须对刀盘不能直接破除的洞门围护结构进行拆除，拆除前应确认工作井端头地基加固和止水效果良好，拆除时，应将洞门围护结构分成多个小块，从上往下逐个依次拆除，拆除作业应迅速连续。
3. 洞门围护结构拆除后，盾构刀盘应及时靠上开挖面。
4. 盾构始发时必须在洞口安装密封装置，并确保密封止水效果。盾尾通过洞口后，应立即进行补充二次注浆，尽早稳定洞口。
5. 盾构始发时必须采取措施防止盾构扭转和稳定始发基座。
6. 盾构始发时，千斤顶顶进应均匀，防止反力架受力不均而倾覆。
7. 负环管片脱出盾尾后，立即对管片环向进行加固。



反力架效果图



反力架初始值测量



洞口破除顺序



负环加固



### 18.2.3 掘进

1.盾构掘进应根据不同的地质情况，施工监测结果、试掘进经验等因素选用合适的掘进参数。

2.土压平衡盾构掘进时，应使开挖土体充满土仓，排土量与开挖量相平衡。

3.泥水平衡盾构掘进时，应保持泥浆压力与开挖面的水土压力相平衡及排土量与开挖量相平衡。

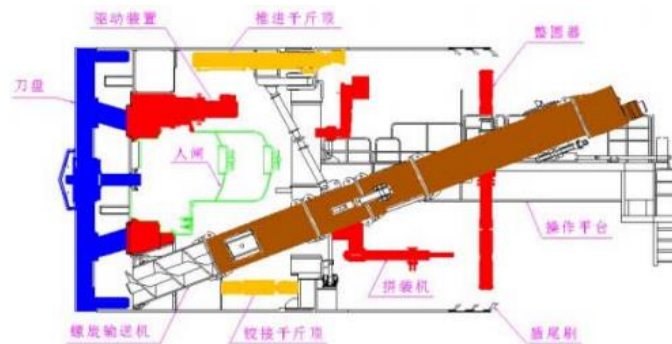
4.盾构掘进时应控制姿态，推进轴线应与隧道轴线保持一致，减少纠偏。实施纠偏应逐环、少量纠偏，严禁过量纠偏扰动周围地层。应防止盾构长时间停机。

5.江河地段盾构施工应详细查明工程地质和水文地质条件和河床状况，设定适当的开挖面压力，加强开挖面管理与掘进参数控制，防止冒浆和地层坍塌。

6.盾构下穿或近距离通过既有建（构）筑物、地下管线前应根据实际情况对其地基或基础进行加固处理，并控制掘进参数，加强沉降、倾斜观测。

7.小半径曲线段隧道施工时，应制订防止盾构后配套台车和编组列车脱轨或倾覆的措施。

8.大坡度地段施工时，机车和盾构后配套台车必须制定防溜措施。



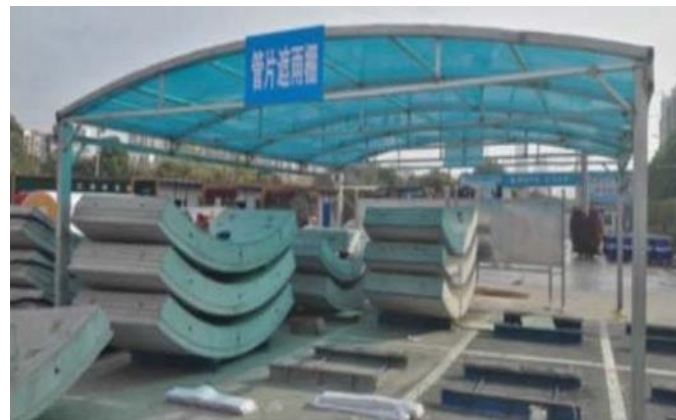
盾构掘进工作组成图



盾构掘进示意图

### 18.2.4 管片制作及拼装

- 1.管片堆放场地应坚实、平整，排水设施应完善，排水应畅通。管片堆码顺序、堆放纵横间距和通道应符合专项施工方案，并在地面划线进行标识。
- 2.管片应堆放在柔性基座上，堆码高度、柔性基座和柔性垫块应符合专项施工方案要求。堆码层数不大于3层，管片间的柔性垫块应上下一致。
- 3.管片存放区须设置隔离防护，并排列整齐，间距不小于500mm。
- 4.管片粘贴防水材料时，应设置防雨棚或其他防雨措施。



管片防雨棚



管片隔离防护

#### 18.2.4 管片制作及拼装

5.管片吊运吊具应安全可靠，管片应放置稳当。

6.管片应由专门的拼装作业人员拼装，技术人员应全程监控，确保拼装安全。

7.管片拼装时，举重臂与管片连接必须使用专用保险销子并拧紧，管片拼装和吊运范围内不得有人和障碍物。每块管片拼装完成后，相应区域的千斤顶应及时伸出固定管片。

8.管片拼装过程中严禁将肢体伸入管片拼缝和油缸撑靴内。



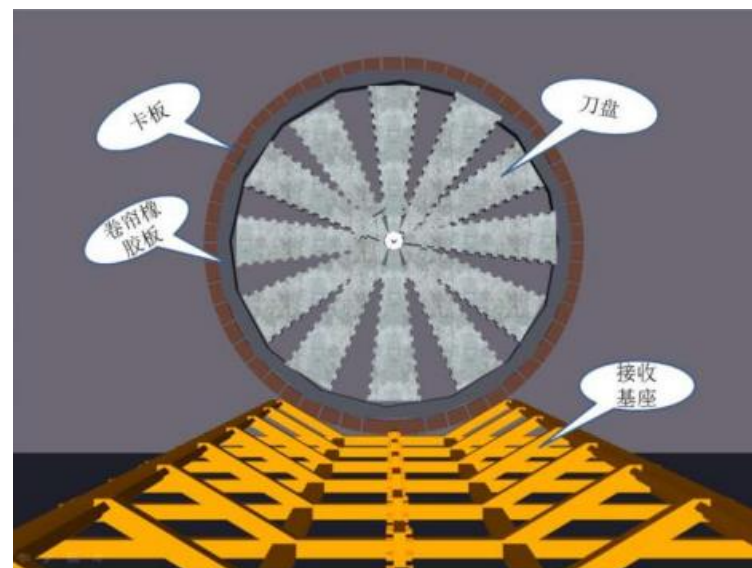
管片拼装机



管片安装示意图

### 18.2.5 接收

- 1.盾构到达前应拆除洞门围护结构，拆除前应确认接收工作井端头地基加固与止水效果良好，拆除时应控制凿除深度。
- 2.盾构到达前，必须在洞口安装密封装置，并确保密封止水效果。
- 3.盾构距达到接收工作井10m内，应调整掘进参数、开挖压力等参数，减少推力、降低推进速度和刀盘转速，控制出土量并监视土仓内压力。
- 4.增加地表沉降监测的频次，并及时反馈监测结果指导施工。
- 5.隧道贯通前10环管片应设置管片纵向拉紧装置。贯通后，应快速顶推并迅速拼装管片。
- 6.隧道贯通前10环管片应加强同步注浆和即时注浆，盾尾通过洞口后，应及时密封管片环与洞门间隙，确保密封止水效果。



盾构接收端头效果图

### 18.2.6 过站、调头及解体

1.盾构过站、调头及解体时应确保过站、调头的托架或小车有足够的强度和刚度。

2.盾构过站、调头应由专人指挥，专人观察盾构转向或移动状态。应控制好盾构调头速度，并随时观察托架或小车是否有变形、焊缝开裂等情况。

3.在举升盾构机前，应保证液压千斤顶可靠，千斤顶举升应保持同步，举升平稳。

4.牵引平移盾构应缓慢平稳，工作范围严禁人员进入，钢丝绳应安全可靠。

5.盾构解体前，必须关闭各个系统,并对液压空气和供水系统释放压力。

6.盾构解体时，各个部件应支撑牢固。高处作业应有可靠的安全保护措施。



### 18.2.7 洞门、联络通道施工

- 1.洞门负环拆除前，应对洞口采取二次注浆等措施，确保洞口周围土体强度和止水性能。
- 2.联络通道施工前，必须对联络通道开挖范围及上方地层进行有效的加固。
- 3.拆除联络通道交叉口管片前，必须对管片壁后土体和联络通道处管片进行加固。
- 4.隧道内施工平台在断面布置上应与机车运输系统保持必要安全距离，严禁发生交叉。

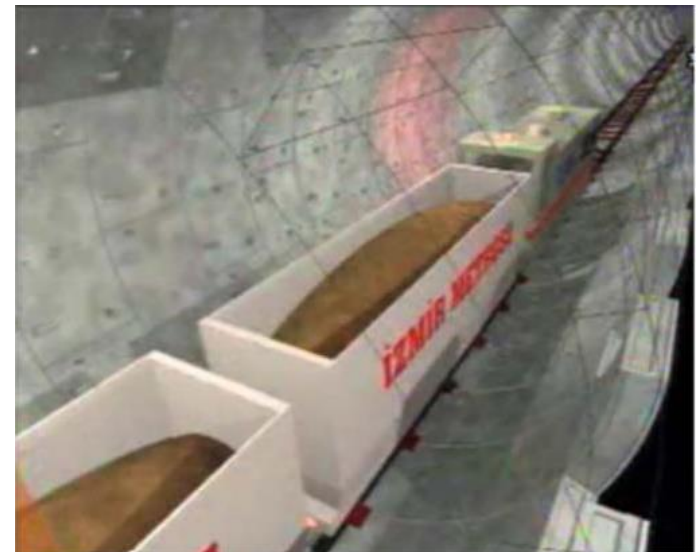


### 18.2.8 隧道施工运输

1. 皮带运输机机架应坚固，平、正、直。启动皮带运输机前，应发出声光警示。空载启动后，应检查各部位的运转和皮带的松弛度，如无异常，在达到额定转速后，方可均匀装料。应设专人检查皮带的跑偏情况并及时调整。
2. 机车必须有完整的安全装置，司机在开车前必须检查连接器、制动器及部件的完好性。
3. 机车行驶速度不得大于10km/h；经过转弯处或接近岔道时，应限速5km/h；在靠近工作面100m距离内应限速3km/h，并打铃警示；车尾接近盾构机台车时，限速3km/h并减速慢行；下坡时应带制动。
4. 机车在启动和行驶过程中，必须启动警铃、电喇叭等警示装置，同时，应注意机车行驶中的动态。
5. 开车前应前后检查，各类物件必须放置稳妥，捆绑安全，运输不得超载、超宽和超长。
6. 轨道养护应有专人负责，轨道必须平顺，钢轨与轨枕间必须固定牢靠，轨枕和轨距拉杆必须符合安装规定。
7. 工作竖井必须规定垂直运输的作业范围，在该范围内严禁任何非作业人员进入。
8. 钢丝绳、吊带等吊具应定期检查、更换。
9. 进出隧道人员必须走人行道。



运输机车



渣土运输

### 18.2.9 隧道布置

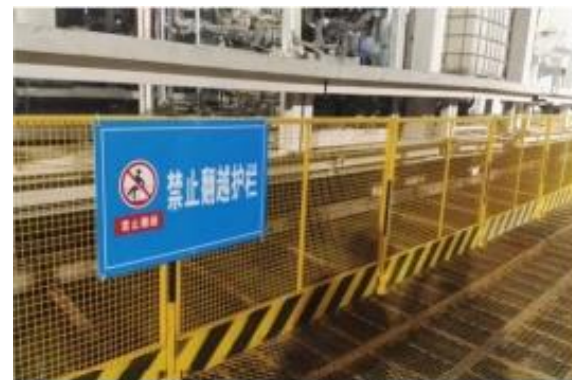
- 1.盾构洞内管线布置主要包括：高压电缆、循环水管、污水管、机车轨道、人行踏板、照明、风管等。洞内管线应布置整齐、有序。
- 2.风管固定于隧道上方，底部距电瓶车顶不小于800mm。压入式通风机安装在距隧道洞口20m以外的上风向。
- 3.隧道内应设计应急照明及通讯联络装置，在断电及发生危险时，可提供人员应急照明及通讯联络，保障作业人员能够迅速安全撤离。
- 4.洞内照明可采用节能灯带或灯管，节能灯管间距宜为6m。
- 5.高压电缆悬挂于安全通道对侧，悬挂位置与轨道距离大于1m，电缆挂钩间距宜为3m。
- 6.洞内循环水管、污水管等管线敷设于通道对侧，水管支架间距宜为3m,管路标明流动方向，管路与轨道距离不小于500mm。
- 7.洞内人行通道设置栏杆，高度1.2m，临边应与电瓶车保持足够的安全距离。
- 8.洞内每30米设置一具灭火器，灭火器采用专门的挂具，悬挂于防护栏杆上。
- 9.洞外轨行区与人行道须采用栏杆隔离防护。



人轨分离效果图



轨行区



人轨分离现场图



### 18.2.10 电瓶充电

1. 电瓶充电工属于特种作业电工人员，应经过专业培训，持证上岗，必须掌握本作业范围内的电气安全知识和触电急救方法，电瓶应设专用的充电池雨棚，充电房应设置防护栏。

2. 充电工须穿戴安全防护服装、佩戴护目镜、口罩、耐腐蚀手套、耐腐蚀劳保鞋等。

3. 充电前，应检查电瓶有无破裂或漏出电解液；充电或检查电瓶时严禁将金属工具等物件放在电瓶上，以防电瓶短路而引起爆炸；充电使用的导电夹子必须夹紧，以免松动发生火花；充电时的电压、电流不允许超过工艺规定值，电解液的温度不得超过55℃。

4. 充电结束应放好电线，切断电源，并复查导线接头位置，防止错接引起燃烧；清扫、整理好作业现场，记好交接班记录，确认无问题，方可离开。



充电房



充电作业

### 18.2.11 开仓换刀

- 1.开仓作业前应对选定的开仓位置进行地质环境风险识别，选择开仓作业方式，编制开仓作业专项方案。
- 2.开仓作业时，应对仓内持续通风，仓内气体条件应符合规范要求。
- 3.开仓作业时，应做好地面沉降、工作面的稳定性、地下水量及盾构姿态的监测和反馈。
- 4.严禁仓外作业人员进行转动刀盘、出渣、泥浆循环等危及仓内作业人员安全的操作。
- 5.撤离开挖仓前，应确认工具全部带出。
- 6.作业人员进仓工作时间符合《盾构法隧道施工与验收规范》GB50446的规定。
- 7.当盾构处于稳定的地层时，可在常压下直接进入开挖仓作业，需实施气压作业时，盾构设备应满足带压进仓作业的要求。
- 8.气压作业开仓前，应确认地层条件满足气体保压的要求，不得在无法保证气体压力的条件下实施气压作业。



开仓



进仓

## 18.3 TBM施工

### 18.3.1 施工准备

1.TBM组装场地应进行硬化处理，场地表面平整度和强度应满足TBM组装和步进的要求。

2.应根据TBM设备部件的最大重量和尺寸，确定吊装设备的型号和结构。吊装设备必须选择符合安全要求并具备相应资质的专业厂家生产的产品。门吊（或桥吊）组装完成后必须进行试运行，并由当地质量技术监督部门进行质量验收，合格后方可使用。

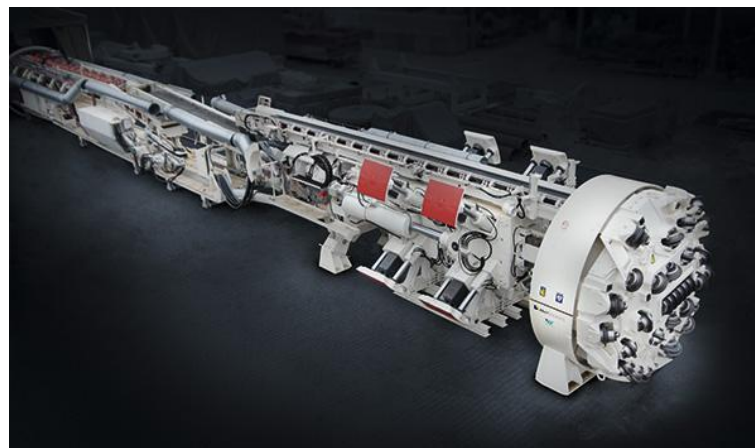
3.TBM及后配套大件起吊前，应对吊具和钢丝绳进行验算校核。吊装作业应由专人负责指挥。吊装作业时，各大型部件应选择合理的吊点吊运，吊装应平稳，严禁起吊速度过快和吊件长时间在空中停留。

4.TBM组装完成后，必须对各项系统进行空载调试，然后再进行整机空载调试。

5.TBM步进过程中各个移动部位应有专人观察，并及时与指挥人员沟通，由步进操作人员根据具体情况控制。

6.TBM后配套设备选型应满足隧道长度、转弯半径、坡度、列车编组荷载等指标的安全要求。

7.隧道内各个后配套系统必须布置合理，机车运输系统、人行系统、配套管线在隧道断面上布置必须保持必要的安全间距，严禁发生交叉。机车车辆距隧道壁、人行通道栏杆及隧道其他设施不得小于20cm，人行走道宽度不得小于70cm。



### 18.3.2 TBM掘进

- 1.护盾式TBM始发时台车必须牢固可靠，开敞式TBM应确保撑靴撑紧始发洞壁。
- 2.TBM应在起始段50~100m进行试掘进。始发掘进时，应以低速、低推力进行试掘进，在了解设备对岩石的适应性，掌握TBM的作业规律后再适当提高掘进速度。
- 3.TBM掘进前应进行超前地质预测、预报。掘进时必须根据隧道的地质条件，选择合理的掘进参数或掘进模式。
- 4.TBM启动、掘进和停机等必须按照TBM操作手册的程序进行操作。
- 5.TBM运行前，应发出警告信号，确认所有人员远离危险区域后方可按操作程序开机启动。
- 6.TBM掘进过程中，应加强巡视，确保设备运行良好；应检查开挖面支护、仰拱块铺设、管片安装、碴车到位、皮带输送机正常、作业人员到位等情况，确保掘进正常。
- 7.开敞式TBM在撑靴回缩之前，后支腿与洞底必须接触。TBM在重新撑紧期间，内机架的移动区域内不得有人。
- 8.对TBM设备进行保养维修时应停机、关闭相关阀门并降压、断开电气设备开关，有动火作业时，应配备消防设备，派专人监控，清理可燃物。



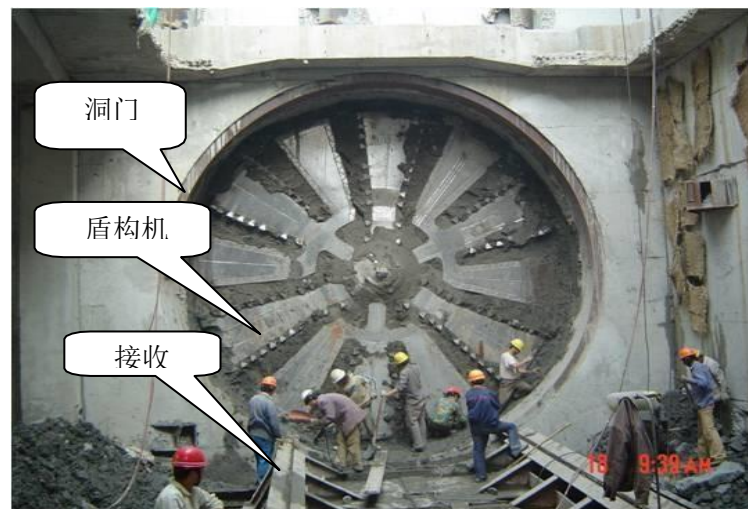
### 18.3.3 支护与衬砌

- 1.开敞式TBM应根据围岩条件选择合理的初期支护，初期支护应及时施工，并按有关标准要求进行监控量测。
- 2.开敞式TBM支护过程中，锚杆钻机、钢拱架拼装器、喷射机械手等设备回转半径下严禁站人,设备抓举材料时必须牢固可靠。
- 3.开敞式TBM支护和衬砌施工应满足规范有关规定的要求。
- 4.护盾式TBM拼装管片时，排装范围内不得有人和障碍物。管片（仰拱块）拼装完成后，必须及时对管片（仰拱块）背后填充豆砾石，并注入砂浆对豆砾石进行固结，达到管片后孔隙填充密实。
- 5.支护和衬砌应指定专人进行管片拼装操作。技术人员必须对支护和衬砌作业全程监护，确保安全。



### 18.3.4 到达掘进接收

- 1.TBM到达掘进前，必须制定到达掘进方案，进行安全技术交底。
- 2.TBM到达掘进的最后20m应根据围岩的地质情况确定合理的掘进参数，减少推力，降低推进速度，并及时支护或回填注浆。
- 3.双护盾TBM支到达段拼装管片后，应设置管片纵向拉紧装置。
- 4.TBM到达掘进，应增加监测的频次，及时通过监控量测掌握贯通面及附近围岩的变形和地表沉降的情况。
- 5.隧道贯通前，应做好出洞场地、洞口段的加固。贯通面前方区域应设置安全警戒，禁止人员入内。
- 6.隧道贯通时应保持洞内外联络畅通。



### 18.3.5 拆卸

1.TBM的拆卸方式应根据实际情况确定，采取洞内拆卸或洞外拆卸并按正确的拆卸顺序进行。

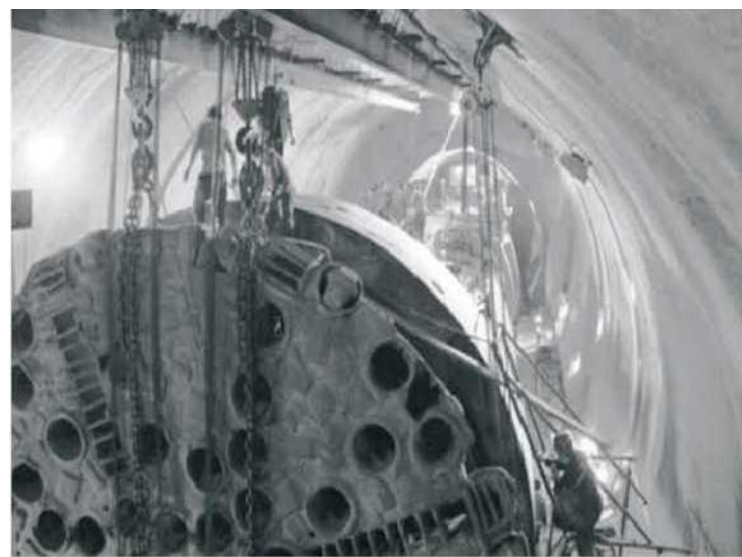
2.洞内拆卸时，拆卸洞室应选择在围岩稳定，整体性较好的位置，尺寸应满足洞内吊装的工作条件,拆卸洞的施工应按照规程有关规定的要求。

3.洞内、洞外设备拆卸场地的地基应夯实、表面平整，强度达到设备吊装时的承载力的要求，并必须在TBM贯通前施工。

4.TBM拆卸应按制造厂商的要求进行，拆卸前应停机、关闭相关阀门并降压、断开电气设备开关，有动火作业时，应配备消防设备，派专人监控，清理可燃物。

5.TBM设备各部件吊装应根据最大重量和尺寸，确定吊装设备的型号和结构。吊装设备必须选择符合安全要求并具备相应资质的专业厂家生产的产品。

6.TBM及后配套大件起吊前，应对吊具和钢丝绳进行验算校核。吊装作业应由专人负责指挥。吊装作业时，各大型部件应选择合理的吊点吊运，吊装应平稳，严禁起吊速度过快和吊件长时间在空中停留。



### 18.3.6 施工运输

1. 机车牵引能力应满足隧道最大纵坡和运输重量的要求。
2. 机车行驶时应确保信号准确无误。
3. 开车前应检查，各类物件必须放置稳妥，捆绑安全，运输不得超载、超宽和超长。
4. 机车在启动和行驶过程中，必须启动警铃、电喇叭等警示装置，同时，应注意机车行驶中的动态。
5. 应限制机车行驶速度，机车经过岔道时行驶速度不得超过5km/h，通过其他洞段时行驶速度不得超过15km/h，机车在进入和离开后配套台车时应鸣笛，且减速慢行。
6. 应派专人负责养护轨道，轨道必须平顺，钢轨与轨枕间必须固定牢靠，轨枕和轨距拉杆必须符合安装规定。
7. 机车在行驶中严禁司机、调车员将身体任何部位伸出限界外。
8. 机车长距离运输会车时，应按照轻车避让重车的原则，保证重载列车运行通畅。
9. 皮带输送机机架应坚固，平、正、直。启动皮带输送机前，应发出声光警示。空载启动后，应检查各部位的运转和皮带的松弛度，如无异常，在达到额定转速后，方可均匀装料。应设专人检查皮带的跑偏情况并及时调整。



运输机车



渣土运输