



盾构机出洞



盾构机刀盘

15 桥梁工程

15.1 基本规定

15.1.1 施工便道

1. 施工便道应根据运输荷载、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。

2. 市政工程施工主便道宽度不得小于 6.5m, 其他施工便道宽度不得小于 4.5m, 复杂地段应适当加宽, 并宜设置错车道, 错车道应设在视野良好地段, 间距不宜大于 300m。

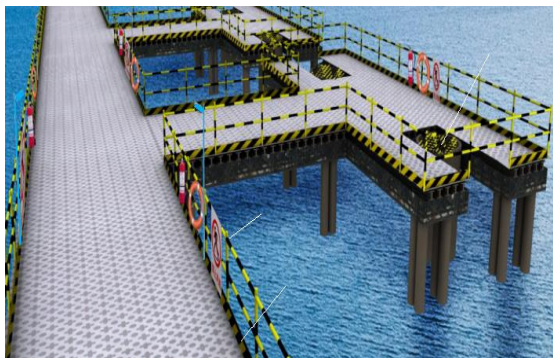
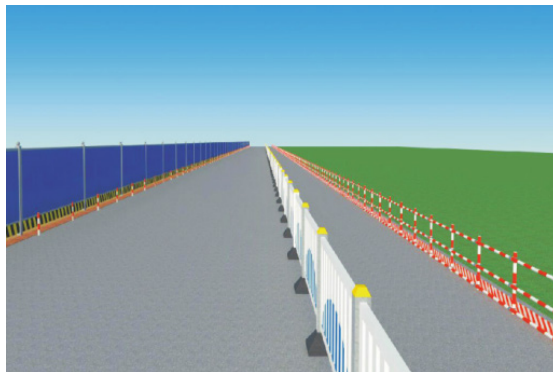
3. 便道两侧应设置排水明沟, 设置人行道应用标准交通护栏进行人车分流, 且人行道的宽度不得小于 1.5m。

4. 施工便道、钢栈桥进出口位置应设置减速带、限速、限重、非施工车辆禁入内等安全标志牌, 急弯、陡坡及高路堤等危险地段应设置警示标志, 并根据需要设置防护设施。钢栈桥两端设置门禁, 严禁外来人员上桥。

5. 与既有道路平面交叉处应设置警示标志, 有高度限制的设置限高架。

6. 钢栈桥施工电缆线应与钢栈桥做好绝缘措施。

7. 钢栈桥上应每 100m 设置灭火器一具, 每 50m 设置救生圈、救生绳一个, 每 20m 设置照明灯一个。



15.1.2 跨道路施工

1. 跨道路施工前，施工单位应编制跨道路专项施工方案。建设单位组织联系道路主管部门、公安机关交通管理部门办理施工或封锁道路的相关手续。

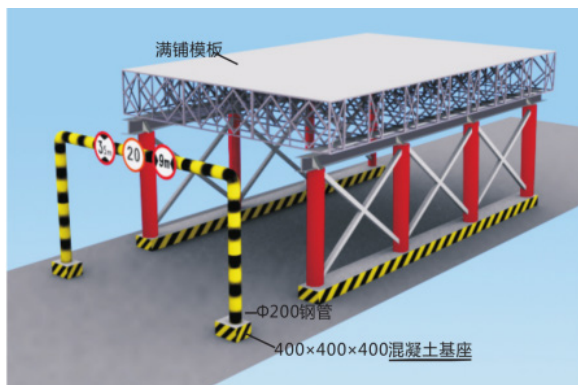
2. 跨越道路施工应根据道路的实际需要设置防护棚、施工标志、路栏、锥形交通路标等安全设施，防护棚两端向外延伸距离不得小于作业面的坠落半径。夜间应有反光或施工警告灯光信号，必要时应使用信号或派旗手管制交通。行车道前方应设置限位门架，禁止超高、超宽车辆通行，支架支墩应设置防撞墩。

3. 限高、限宽门架基础牢固并满足防撞要求，高度及宽度根据当地道路等级进行设置，与现场距离不小于 30 米。

4. 半幅施工区与行车道之间应设置隔离设施及交通警示标志，两端应设置明显的路栏和施工标志灯。

5. 采取悬浇方式跨线施工时，应设置安全通道，防止高空坠物，如不能搭设安全通道，挂篮作业平台应全封闭。

6. 跨道路施工要做好现场封闭及监护工作，施工现场谢绝与本工程无关的人员进入。



15.2 围堰施工

15.2.1 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，堰内空间应满足施工作业的需要。

15.2.2 围堰顶应高出施工期间可能出现的最高水位（包括浪高）0.7m，根据水文、地质及施工需要等实际情况确定。

15.2.3 土、石围堰顶宽度宜为1-2m，当采用机械开挖时，堰顶宽度不宜小于3m。围堰内坡脚与基坑的距离根据河床土质及基坑开挖深度而定，但不得小于1m。围堰外侧迎水面应采取防冲刷措施。

15.2.4 钢板桩围堰应根据围堰深度和围堰位置分层降水或开挖，先撑后挖，水中插打钢板桩，应有安全可靠的打桩船或工作平台，四周设安全防护。吊桩时吊点位置不得低于桩顶以下1/3桩长处。地下水位高或水中围堰应采取可靠的止水措施。

15.2.5 在浮船或浮箱上组装双壁钢围堰时，四周应设置缆风绳，并下锚固定，在锚碇线路上设浮标。浮船及浮箱上应备有足够数量的救生及防火设备。双壁钢围堰浮运前，应与气象、水文站（台）联系，掌握天气和水文情况，并向海事部门办好封航道手续。双壁钢围堰接高下沉加载时，应对称均匀加载，采取缆风绳加固等措施，防止围堰倾斜。

15.2.6 围堰拆除时，内外水位应保持一致，拆除时应设置稳固装置。

15.2.7 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。

15.2.8 围堰上下临时通道提倡采用钢爬梯，需搭配防坠器使用。



15.3 沉井施工

15.3.1 工艺流程: 施工准备—筑岛—铺垫—拼装钢刃脚—安装支撑排架及底模—立内模—绑扎钢筋—立外模—灌注底节砼及养生—抽垫—下沉—接高—基底清理—封底。

15.3.2 沉井施工前, 应对洪汛、河床冲刷、通航及漂流物等做好调查研究, 制定必要的安全措施。

15.3.3 沉井制作与施工应由专业分包单位承担, 沉井施工应编制专项施工方案。

15.3.4 沉井下沉前, 应对周边的建(构)筑物和施工设备采取有效的防护措施, 并在下沉过程中进行监测, 发现异常应停止作业。

15.3.5 沉井顶部作业应搭设作业平台, 满铺脚手板且绑扎牢固, 临边防护、通道等设施应满足要求。制作沉井应同步完成直爬梯或梯道预埋件的安设, 各井室内应悬挂钢梯和安全绳。

15.3.6 井下操作人员必须配齐安全防护用品。沉井各室均应悬挂钢梯及安全绳。

15.3.7 沉井施工过程中, 应安排专人负责观察现场情况, 发现涌水、涌砂时, 井内作业人员应及时撤离。

15.3.8 底节沉井抽垫时混凝土强度应满足设计规定。垫木应分区、依次、对称、同步的抽出, 并应随抽随用砂土回填捣实, 定位支垫应最后同时抽出, 垫木抽除应在2—4h内完成。

15.3.9 沉井在地面接高时, 井顶露出地面高度不应小于0.5m; 水上沉井接高时, 井顶露出水面高度不应小于1.5m。

15.3.10 浮式沉井在浮运、就位、接高的过程中, 沉井应高出水面不小于1m, 应考虑预防浪高度或采取放浪措施。



15.4 承台施工

15.4.1 基坑开挖应严格按照方案施工。

15.4.2 基坑四周须设置截水沟、排水沟、集水井，排水应畅通。

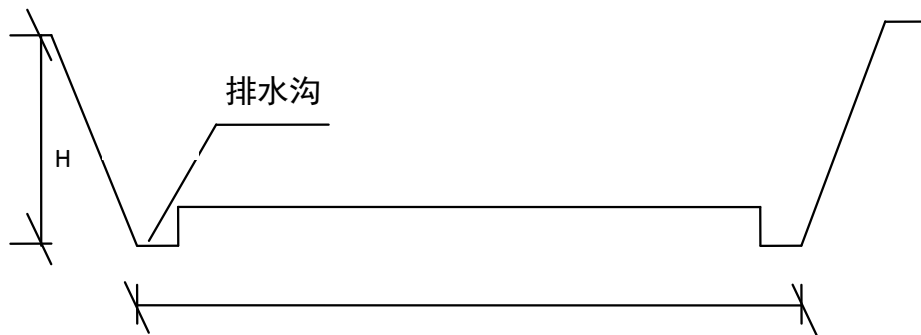
15.4.3 基坑四周应设防护围栏，张挂警示标志，夜间施工应设反光警示牌或红色警示灯。

15.4.4 基坑临边防护可采用定型化网片式、工具式夹片、插入式钢管防护，其中定型化网片式较适用于市政地基基础较平整的项目，夹具式适合钢板桩围堰式承台基坑防护，插入式钢管防护适用于土质开挖的承台基坑防护。

15.4.5 基坑上下应设置安全通道。

15.4.6 承台安装模板时操作人员应有可靠的落脚点，并应站在安全的地点进行操作，避免上下在同一垂直面工作。

15.4.7 承台模板应按规定的安全技术要求和作业程序进行，模板未固定前不得进行下一道工序。



15.5 墩身施工

15.5.1 墩柱钢管脚手架基础应垫平夯实，铺设通长木垫板或槽钢等；脚手架应设置张挂到墩身边的水平兜网，架体四周挂设密目式安全网。架体顶部作业层应设置防护栏杆，栏杆高度不得小于 1.2m，并满铺脚手板。架体无法与墩身结构直接拉结时，四周应设置抛撑或缆风绳；脚手架应设置人员上下爬梯。

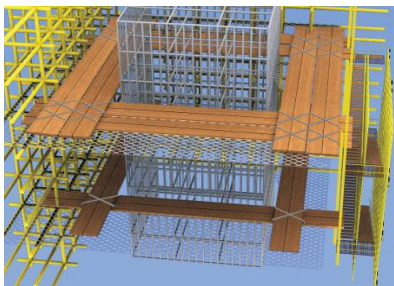
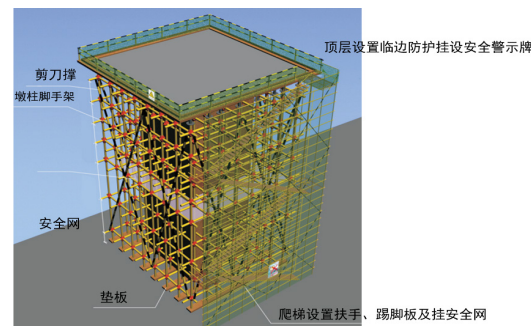
15.5.2 墩柱装配式防护架由操作平台标准件、上下通道标准件和顶部安全防护标准件组成；架体基础应水平、坚实、平整；连接螺栓须拧紧，内侧与模板间应满铺安全兜网，外侧铁丝网应满设。

15.5.3 墩柱定型化模板操作平台由墩柱钢模板和型钢过道组成，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。单墩操作平台可采用护圈式上下爬梯；墩身模板安拆时，人员上下安全应使用安全带挂设防坠器。

15.5.4 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，电梯司机应按照国家规定经过专门培训，并取得相应资格证书。

15.5.5 墩身钢筋骨架绑扎高度超过 8m 时，应设缆风绳。

15.5.6 当墩顶为特殊形式，如扩大头的施工，可根据墩顶实际尺寸，采用型钢制作墩顶施工操作架，设于抱箍操作平台上。



15.6 盖梁施工

15.6.1 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。

15.6.2 抱箍安拆、检查等施工操作平台宜采用扁担式吊篮，吊篮顶部设有“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摩擦力。

15.6.3 抱箍应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，以保证各螺栓受力均匀，扭力扳手应定期进行检验复核。

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

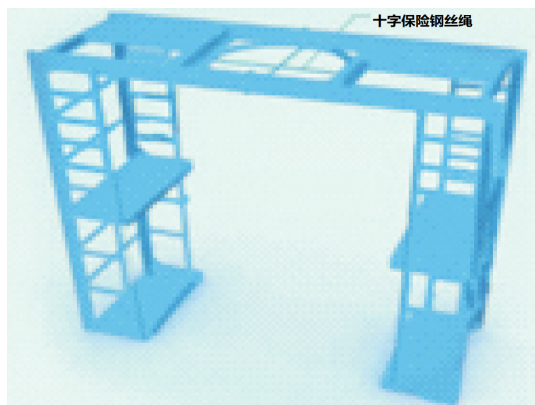
15.6.5 操作平台主梁之间应有对拉连接措施，以防主梁侧倾。

15.6.6 盖梁施工采用钢管扣件或少支点支撑支架时，基础应水平、坚实、平整。

15.6.7 盖梁平台上下通道宜采用箱式梯笼。

15.6.8 柱间系梁操作平台可参考盖梁操作平台搭设。

15.6.9 当盖梁为特殊形式，如大悬臂盖梁，可根据盖梁实际尺寸，采用型钢制作盖梁施工操作架，设于支撑架上。



抱箍操作平台示意图



抱箍操作平台



抱箍式盖梁操作平台



大悬臂盖梁装配式操作平台

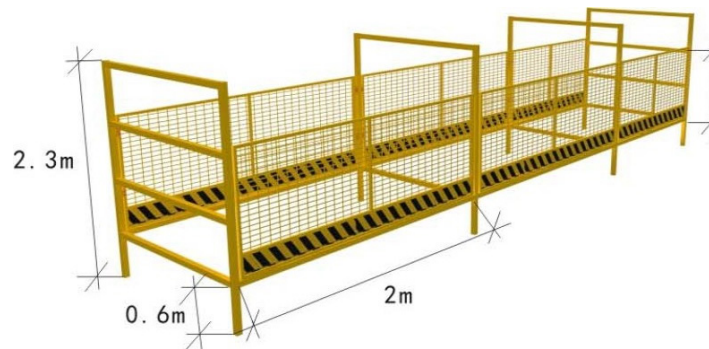
15.7 支座垫石施工安全防护

15.7.1 支座垫石施工安全防护采用框架组合型标准化防护网片或拉设钢丝绳系挂安全带等方式。

15.7.2 框架组合型标准化网片防护利用型钢支架将防护网片组合固定成一个长方体防护，使用时吊装至盖梁混凝土面，形成盖梁临边防护。固定支架高度宜为 2.3m，防护网片高度 1.2m，长度 2m，网片上方 0.5m，下方支腿不小于 0.6m，架体宽度根据盖梁实际尺寸调整。

15.7.3 采用拉设钢丝绳系挂安全带的支座垫石防护，钢丝绳两端固定在盖梁挡墙上或采用绳卡连接在预埋钢筋上，

15.7.4 上下通道采用梯笼或钢斜梯。



15.8 桥梁支架施工

15.8.1 桥梁满堂支架基础应根据所受荷载、搭设高度、搭设场地地质等情况进行设计及验算，基础施工后应检查验收。支架基础的边界应超出梁体翼板垂直投影，基础周边应设有排水措施。

15.8.2 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，搭设完成后检查验收。

15.8.3 支架使用前应预压。预压堆放部位要基本与梁体实际荷载分布相似。预压荷载应不小于支架施工总荷载的 1.1 倍，使用沙（土）袋预压时应采取防雨措施。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，支架应设置可靠的接地装置。

15.8.4 支架搭设完成后，在铺设模板的同时，须在箱梁顶部边沿搭设临边防护，高度不小于 1.2m，宜采用定型化围栏进行防护。

15.8.5 支架应编制监控监测措施，在架体搭设、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。

15.8.6 模板支架顶面纵向宜设置宽度为 900mm 的安全通道，安全通道外侧平台宜设置配电箱、消防水箱和灭火器等。

15.8.7 桥面预应力张拉作业平台四周设临边防护，张挂安全警示牌，宽度应满足张拉作业安全要求，支架应与桥梁有可靠连接与加固。张拉作业时，操作人员严禁站立在张拉作业的正对面，防止锚具、夹片等飞出伤人。

15.8.8 桥梁满堂支架上下笼梯基础应平整坚实，与满堂支架拉结。

15.8.9 架体搭设过程中应根据支架高度合理间隔挂设一道水平兜网。支架一侧有行人车的，应设有水平悬挑防护。

15.8.10 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。

15.8.11 桥梁箱室内施工前应进行有毒有害气体检测，作业人员应按要求配备好防护用品。

15.8.12 桥梁满堂支架拆除后，桥面临边、预留人口、变形伸缩缝等须及时搭设防护，临边防护可采用打设膨胀螺栓、连接预埋筋等方式连接固定。



15.9 后支点挂篮施工

15.9.1 挂篮设计、生产、安拆须由具有相应资质的专业厂家进行。

15.9.2 挂篮制作加工完成后应进行试拼装，现场组拼后，应检查验收，并按最大施工组合荷载的 1.2 倍做荷载试验。

15.9.3 挂篮设计除应符合强度、刚度和稳定性要求外，应符合以下规定：

1. 挂篮悬臂梁浇筑混凝土重量比不大于 0.5。
2. 挂篮变形不大于 2cm。
3. 梁段混凝土浇筑及走行时的抗倾覆安全系数、自锚固系统的安全系数，均不应小于 2.0。

15.9.4 挂篮安装和拆除须严格按照方案施工，避免上下交叉作业，挂篮安装完成后，应进行全面检查，并做静载试验。

15.9.5 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。跨道路施工时，挂篮四周及底部应进行封闭。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。

15.9.6 挂篮行走滑道铺设应平顺，锚固应稳定，行走前应检查行走系统、吊挂系统、模板系统等。

15.9.7 挂篮前移必须保证行程一致，水平滑移，前移速度应不大于 0.1m/min。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。挂篮每次移动后，应进行检查验收。

15.9.8 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。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。

15.9.9 风速大于等于 6 级或雷雨天气时，挂篮禁止前移。

15.9.10 挂篮行走须设专人指挥，且撤离挂篮内的全部人员。



15.10 移动架桥机

15.10.1 一般规定

1. 架梁施工应编制专项施工方案，工作高度超过 10m、城市道桥单跨跨度大于 20m 或单根预制梁重量大于 600kN 的架梁施工，应组织专家论证。

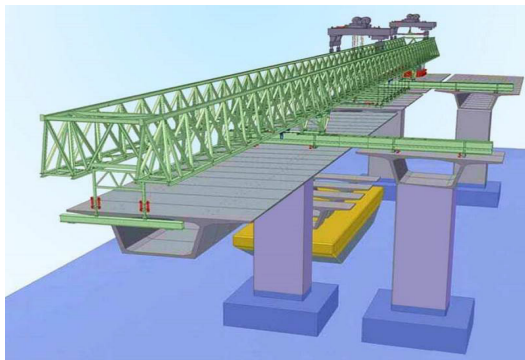
2. 架桥机应有制造许可证、产品合格证、备案证明和安装使用说明书。架桥机的安装、拆卸单位应有起重设备安装工程专业承包资质和施工企业安全生产许可证。安拆及操作人员应持有特种作业人员操作证，安装完成后应履行验收程序，并办理使用登记。

3. 架桥机主要受力构件应无明显变形、开焊及严重锈蚀等现象，高强螺栓、销轴、紧固件的紧固、连接应符合阐明说明书要求，架桥机的缓冲装置、安全制动器等安全装置应设置到位，且灵敏可靠。

4. 架桥机安装时应对其主梁和横移轨道进行调平，并应具备自锁功能，如遇特殊情况中断作业时，应切断电源并采取临时固定措施。

5. 架桥机拼装后应进行空载、静载和动载试验，检查各机械、机构、液压及电气部分是否正常。

6. 架桥机应在显著位置悬挂安全使用规程和安全警示标志，架桥施工区域应进行警戒，水上施工时应设置防护和救生设施。



15.10.2 运梁及架梁

1. 运梁通道应作硬化处理,地基承载力应符合设计要求,运梁车司机应经专业培训,持证上岗。

2. 运梁时应设专人负责指挥,梁体两侧安全范围内不得有人员停留,下坡道运梁时,运梁车应采取可靠地防溜措施。

3. 运送 T 梁时,应用钢丝绳沿吊装孔道将其捆绑牢固,并应在 T 梁两侧用斜撑抵住翼板腹板交界处,地段抵住平车,用两个手拉葫芦带钢丝绳沿两侧加固紧。

4. 架桥机工作前,应调整前、中和后支腿高度,使架桥机主梁纵向坡度 $<1.5\%$ 。

5. 架桥机吊装应实行吊装令管理,设专人指挥,操作人员定人定岗,服从指挥,不得擅自进行起吊或走行操作。

6. 吊梁过程中应设专人指挥,安排专人看护电缆、观测梁体运行位置,如发现异响必须立即停车检查,确认正常后方可继续运行。

7. 架桥机每起吊 5 片梁后或每施工完一孔后,应对钢丝绳、受压杆件、电气、液压、行走、起重系统等进行检查验收。

8. 预制梁就位后应及时固定,固定牢靠后方可脱钩,未脱钩前,禁止移动设备,架设完成后,应及时对施工缝及临边进行安全防护。

9. 架桥机前后横梁应设置安全绳供人员在盖梁上作业时挂设安全带,前支腿安装标准挂梯并配备防坠器,确保工人高处作业安全。

10. 架桥机中支腿除过孔外,应采用 U 型螺栓与导梁固定,确保架桥机稳定性。



15.11 斜拉桥索塔施工

- 15.11.1 参加索塔施工的人员应进行体检，不符合高空作业要求的人员严禁从事高空作业。
- 15.11.2 索塔施工作业时应在劲性骨架、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是否正常。
- 15.11.3 索塔施工时，应形成绕索塔塔身的封闭高空作业系统，每层施工面应设置安全立网和平网，平网应随施工高度提升，索塔施工应设警戒区，通往索塔人行通道的顶部应设防护棚。
- 15.11.4 索塔上部、下部、塔腔内部等通信联络应畅通有效，施工平台四周及塔腔内部应按照要求配备消防器材。
- 15.11.5 上下索塔应设置临时上下通道，索塔施工超过 40m 时应设置施工升降机。
- 15.11.6 索塔设计应满足强度、刚度、稳定等使用要求，并充分考虑施工简便、造价低及造型美观等要求。
- 15.11.7 主梁施工期间，在进行临时固结构造设计时应保证固结构造能够承受不平衡力素作用，而且在刚度、强度和稳定性上一定要保持足够的水准。



15.12 悬索桥施工

15.12.1 先导索施工应编制专项方案，并组织专家论证，且施工前必须取得海事、航道管理部门的批准。

15.12.2 猫道应单独成受力体系，并与索鞍和承重锁固定连接，拉锁与牵引绳之间必须固定牢靠。猫道宜设抗风缆或适当增加猫道间横向天桥。

15.12.3 猫道的线性宜与主缆空载时的线形平行。面层顶部与主缆下沿的净距宜为 1.5m；猫道净宽宜为 3-4m，两侧安全网高度不宜小于 1.5m。

15.12.4 猫道面层宜由风阻面积小的两层大、小方格钢丝网组成，其上每隔 0.5m 绑扎一根防滑木条。

15.12.5 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。

15.12.6 猫道拆除时，应在下方设警戒区域并安排专人旁站监督。

15.12.7 猫道面层宜由阻风面积小的两层大、小方格钢丝网组成，走道钢板网间的搭接应设置在横梁处，搭接长度 5-10cm，面层应每隔 0.5m 绑扎一根防滑木条，坡度较大的区域应加密。



15.13 水上船舶设备

15.13.1 基本规定

1. 工程开工前，应对施工水域的现场进行踏勘，根据水域、水文、地质、气象等施工条件编制施工组织设计或施工方案。
2. 施工前，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，发布航行通告。
3. 工程船舶必须持有效的船检证书，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。
4. 工程船舶应按规定配备有效的消防、救生、堵漏和油污应急设施，制定安全技术措施和应急预案，并按规定定期演练。水上作业人员应正确穿戴救生衣等个人安全防护用品。
5. 工程船舶甲板、通道和作业场所应根据需要设有防滑装置，楼梯、走廊等应保持通畅，梯口、应急场所应设有安全警示标志。
6. 工程船舶作业、航行或停泊时，应按规定显示信号；在狭窄水道和来往船舶频繁的水域施工时，应设专人值守通信频道。
7. 遇雨、雾、霾等能见度低的天气时，工程船舶和施工区域应按规定显示信号，必要时应停止航行或作业；遇大风天气，船舶应按规定及时进避风锚地或港池。
8. 靠泊船舶上下人或两船间倒运货物，应搭设跳板、扶手及安全网。



15.13.2 船舶设备

1. 水上船舶设备主要包括：打桩船、拖轮、驳船、趸船、浮吊船、发电船、挖泥船及起重船等。
2. 打桩船作业时钻机必须平稳、牢固，必要时应拉揽风绳。打桩船或排架的偏斜度超过 3° 时，应停止作业，过程中做好安全文明施工，做到泥浆不泄漏到河道，不向河道排浆，保持施工现场整洁、有序。
3. 拖轮作业前必须清理首尾夹板的杂物，靠离码头时应有防撞措施，船舶未停靠稳妥时，严禁人员上、下本船，船只间距较大、高低悬殊时，严禁人员冒险跨越本船。
4. 托运驳船时应根据驳船上载重多少来选用合适的托缆，驳船离靠码头、船舶时，必须备好碰垫、撇缆。驳船与码头之间，驳船与大轮之间，同时作业的驳船与驳船之间，开工前应视情况张挂好安全网。
5. 趸船定位向外伸出的缆索必须考虑过往船只的行驶安全，并按规定悬挂信号，洪水季节停靠趸船码头的船队一般不得超过三个，趸船上要有专用防撞缓冲设施。



打桩船



驳船



拖船



趸船

6. 浮吊船周围应采取防碰撞措施，定期检查浮体密封情况，作业时应调整好浮吊停泊位置，近距离正面吊装，前方两台带缆锚机钢丝绳必须系牢，侧面吊装或在流速较大的水域作业时，应视情况加带钢绳。

7. 发电船作业前应检查发电机组的冷却水，燃油、滑油、启动电力是否符合要求，主发电机和应急发电机调试和实验前，应对和船体接触的电缆部分采取安全措施，悬挂和用橡皮板包扎，防止触电和短路。

8. 挖泥船工作、行走平台及上层平台的四周护栏应完整，行走跳板要搭设牢靠，并应有防滑条，挖泥船及附属船只在航道、码头、港湾内拖航、锚泊和施工时，应按规定设置和显示信号。

9. 起重船必须按拼装式吊机的有关规程执行。固定停泊后，应将系缆和电缆固定好，电缆须保持一定松弛度，以防水位变化而将电缆绷断。在航道区附近作业时，要显示旗号，要求来往船只减速或改道。作业后应摆正机身，臂杆落到 50° 左右，将每个控制开关放到“零位”，切断电源。



浮吊船



发电船



挖泥船



起重船

15.14 预应力张拉挂篮

15.14.1 预应力张拉作业应编制施工方案，方案应包括张拉操作平台设计图、计算书、制作、验收及使用等内容。

15.14.2 预应力张拉操作平台主体结构用材均采用槽钢，主体结构连接均采用焊接（局部位置有螺栓进行加强连接），所有焊缝均为通长满焊，焊缝高度不小于8mm，由专业焊工完成。

15.14.3 平台使用时顶部采用手拉葫芦与箱梁端横梁主筋拉紧，同时与下方的操作平台使用拉杆连接，加强了平台稳定性，下方操作平台四周设有踢脚板防护，底部满铺竹胶板。

15.14.4 周转时采用吊车整体吊装，作业人员必须撤到桥面，严禁人及未固定材料设备随吊车整体吊装。

15.14.5 操作人员必须身体健康、无高空禁忌疾病，平台内作业人数不得超过两人，作业人员在挂篮上施工时，必须戴好安全帽、系好安全带。

15.14.6 桥面上的人员不得向挂篮内抛掷工具材料，雨雪天气或风力超过5级时禁止使用操作平台进行张拉作业。



15.15 桥面防撞护栏施工挂篮

15.15.1 防撞护栏挂篮施工应编制专项施工方案，方案中应包括挂篮设计图、计算书、制作、验收及使用等内容。

15.15.2 挂篮拼装时,必须按照设计图的要求拼装,禁止私自在桥面使用叉车周转挂篮。

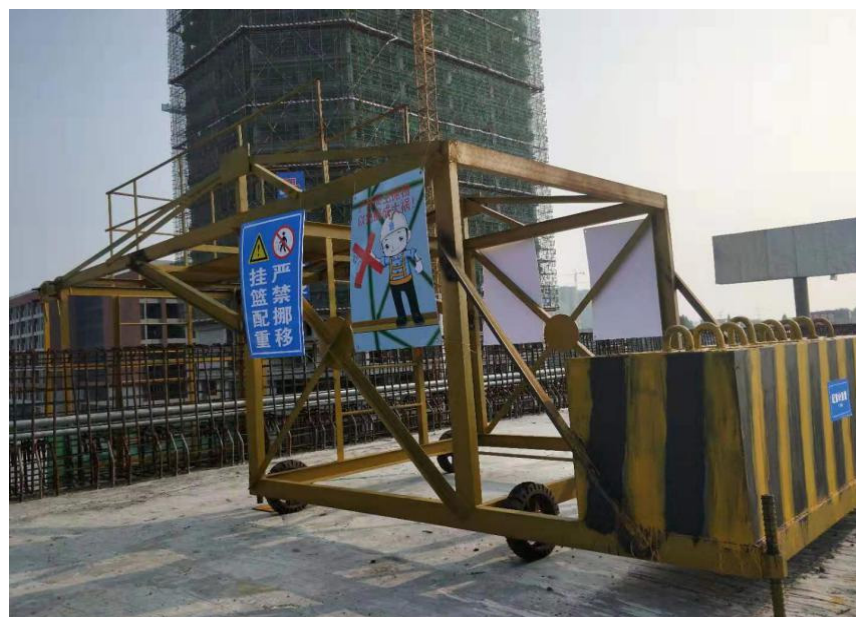
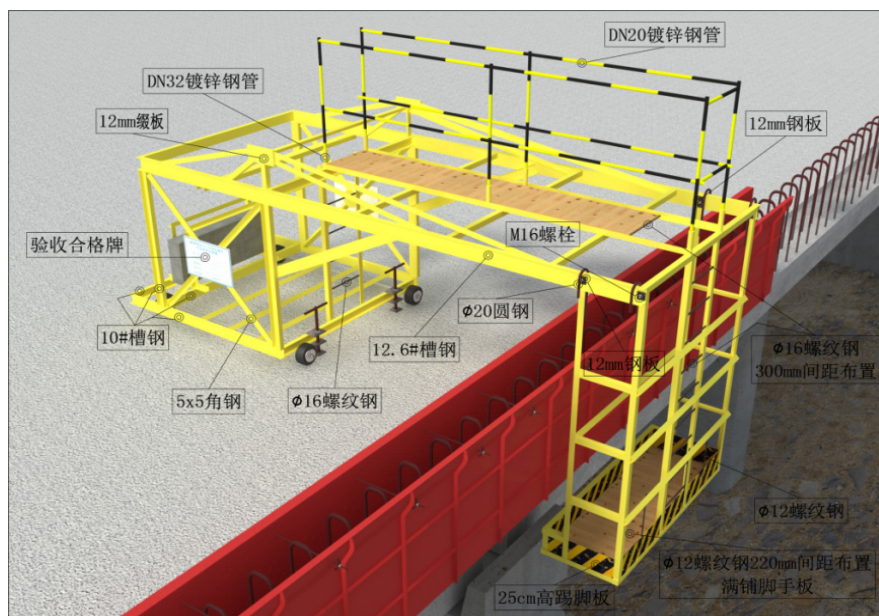
15.15.3 挂篮使用前应安排专人对挂篮进行全面检查,发现有脱焊、变形、配重数量不足、防护缺失等缺陷时,必须立即整改,合格后方可使用。

15.15.4 挂篮操作人员应身体健康、无高空禁忌疾病，挂篮内作业人数不得超过两人，作业时穿戴好劳保用品，系好安全带。

15.15.5 挂篮使用过程中，梁面轮子应使用自锁装置锁定，制动刹车应打开并处于受力状态。挂篮移动前，挂篮上作业人员应撤到桥面，禁止作业人员在挂篮上时移动挂篮。

15.15.6 雨雪天气或风力超过 5 级时禁止使用挂篮作业。

15.15.7 防撞护栏施工,下方有人员或车辆通行时,应设置安全警示隔离区,下方为交通便道时,还是应安排专人监护。

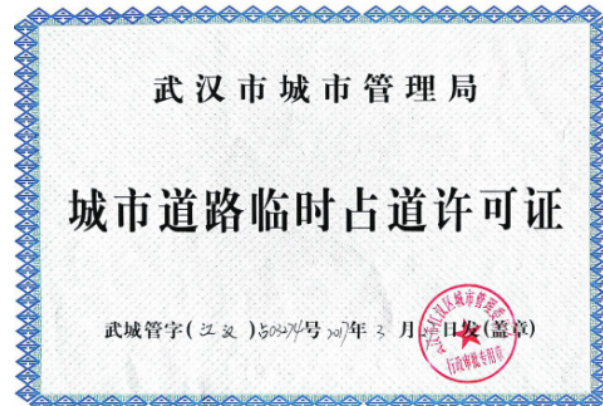


16 道路排水工程工程

16.1 基本规定

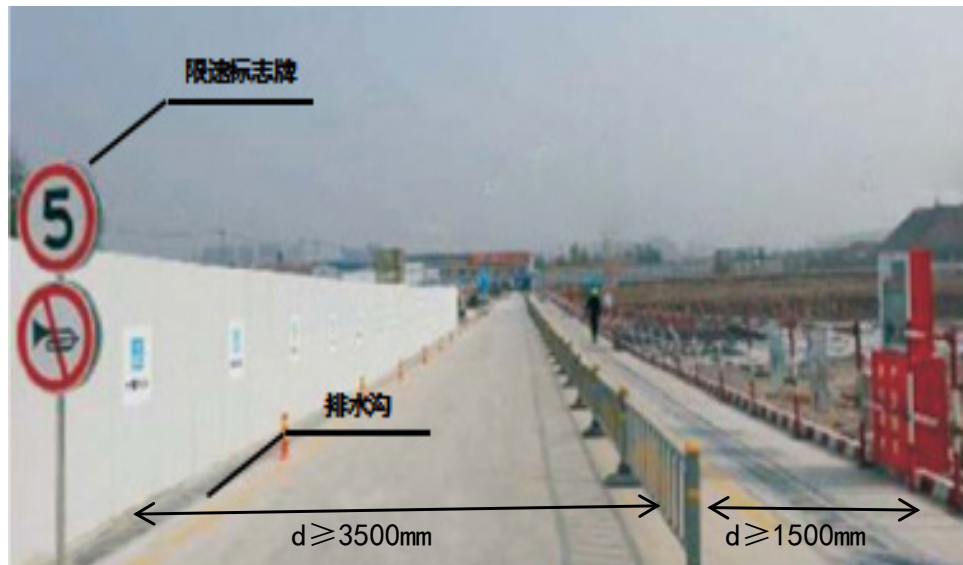
16.1.1 施工许可手续

1. 市政、公路、水运、水利、铁路等工程应按有关规定办理施工许可证或开工报告、安全监督手续。
2. 占用、挖掘道路或跨越、穿越道路架设、增设管线设施时，应先征得道路主管部门的同意；影响交通安全时，应征得公安机关交通管理部门的同意；若需挖掘城市道路，应当持城市规划部门批准签发的文件和设计文件，提前到市政工程行政主管部门和公安交通管理部门办理审批手续。
3. 市政工程施工涉及占用公共道路、园林绿化、湖泊水域、航道，或对既有营运铁路、公路及水电、气、通讯等管线造成影响的，或采用爆破作业工艺储存、运输、使用炸药和雷管等爆破器材的，必须到当地相关主管部门、权属单位办理批准手续。
4. 施工企业应在占道施工围挡外侧醒目处对外公示相关许可文件，公示牌宜选用 PVC 板材质，尺寸为 1200 × 800mm。



16.1.2 文明施工要求

1. 施工便道应根据运输荷载、使用功能、环境条件进行设计和施工,因地制宜充分利用现场的地形和地物,减少大填大挖,尽量避开洼地、河流及不良地质地段,不得破坏原有水系、降低原有泄洪能力。
2. 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。
3. 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
4. 场区进出口位置应设置两道减速带, 减速带相邻空隙的间隔宜为 2m, 减速带宽度不宜超过 30cm, 厚度 (高度) 不宜超过 5cm。
5. 在施工便道的急弯、陡坡及高路堤等危险地段应设置防撞设施; 在醒目位置设置安全警示标志、指示标识、凸面镜等设施; 便道的岔路口及工点的支便道应设置指向牌。
6. 便道两侧应设置排水明沟, 应定期清理, 保持排水畅通, 道路安排专职人员和设备日常保洁。



16.1.3 边通车边施工路段施工安全防护

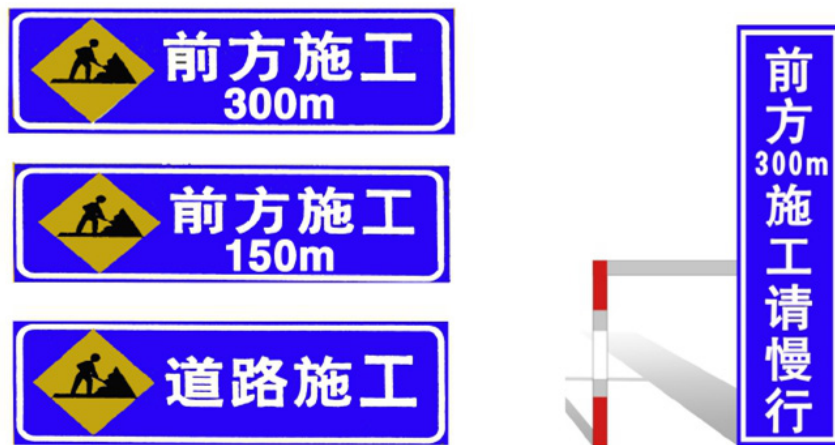
1. 施工占道前，应到当地相关主管部门办理占道手续，批准后方可实施。在主干道施工且对交通影响较大的工程，应编制交通组织疏导方案。

2. 作业区域应使用反光锥隔离或围挡封闭，前后方及两侧应设置施工标志牌、交通导向牌和危险警示闪灯交通疏解设施。

3. 高速公路：作业区后 500m、400m、100m 各设一道交通标志牌；作业区前方设置三道交通标志牌，标志牌间隔 100m。

4. 城市快速路：作业区后 150m、50m 各设一道交通标志牌；作业区前方每隔 50m，沿非机动车道隔离带设置一道交通标志牌，连续设置二道。

5. 一般路：作业区前后 50m 设置交通标志牌。



16.1.4 道路施工安全标识牌

1. 在施工道路路口、施工场所应设置交通标识，对过往车辆进行警示和提示。

2. 警示标牌：宽 × 高 = 900mm × 1800mm，上贴安全警示标识及警示语。

3. 材质采用 PVC 板或铝塑板制作，版面采用户外车贴。

4. 市政工程施工过程中，应合理设置警示标志。警示标志包括交通指示牌、警示带、夜间警示灯、混凝土防撞墩、反光方锥等。

5. 施工时需重点路段按照施工规模配足交通协管人员指挥疏导交通。



16.2 地下管线施工

16.2.1 涉现有地下管网、地上电力线路的区间，施工前应探明地下管线情况，核实管线类型、规格、埋深、运行情况进行分类分级管理，制定管线保护专项方案，针对重要及以上管线还应组织专家论证。

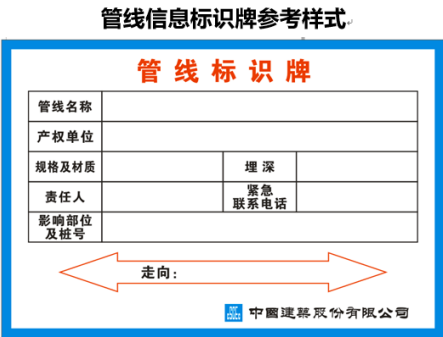
16.2.2 管线施工或临近管线区域在动土作业安全条件确认前，必须对每条管线进行安全技术交底，并按标准设立管线信息标识牌。

16.2.3 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，必须立即停止作业，并通知建设、监理和管线权属单位，在有关单位人员到场监护并采取相应保护措施后方可施工。

16.2.4 土方开挖作业前严格执行“先探后挖”原则。管线1m范围内应采用人工开挖，不得使用机械挖掘。探孔及探槽（沟）应开挖至管线底以下50cm且最小深度不得小于3m。

16.2.5 施工现场存在高压线路时，必须在高压线路的下方搭防护架，并设防倾覆加固措施。

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、挤压或扰动管线，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	便于改道搬迁，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。



- 说明：
- a. 标识牌采用PVC板制作，边框为20mm，蓝边白底；
 - b. 参考尺寸：宽×高=600mm×300mm，可与支架配套使用；
 - c. 参考尺寸：宽×高=900mm×600mm，可挂设于硬质网片上。



16.3 管道施工

- 16.3.1 管道沟槽开挖应按照方案实施，基槽深度 $\geq 2\text{m}$ 时，应设置防护栏杆或围挡，高度不低于 1.2m ，并能承受不少于 10KN 水平推力。
- 16.3.2 沟槽开挖过程中，应注意槽壁稳定情况观察，禁止在沟槽内坐卧、休息。
- 16.3.3 土方堆放据沟边距离应大于 1.5m ，堆放高度不得超过 1.5m 。
- 16.3.4 上下沟槽宜采用钢、铁材质扶梯，扶梯应高出地面 20cm 。
- 16.3.5 预制管件堆放不得超过两层，并应采取稳固措施。
- 16.3.6 吊装管件设备及吊索具应完好，遵守吊装作业规程，当临近高压线时，必须保持安全距离。



16.4 滑坡、岩溶地段施工

16.4.1 滑坡地段施工

1. 应在距离滑坡地段 5 米以上设置隔离区域，隔离防护上设置警示标示。
2. 隔离区域边应设置排水沟、截水沟，并与排水系统相衔接。
3. 滑坡地段开挖，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。
4. 施工过程中，应按方案对滑坡体进行监测。
5. 采用种植措施防护，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。
6. 采用减载措施防护，应先上后下，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。
7. 采用喷锚护坡时，喷射混凝土的设计厚宜为 50-200mm，喷砂浆的设计厚宜度为 10-30mm，喷锚宜采用 C20—C25 混凝土。



16.4.2 岩溶地段施工

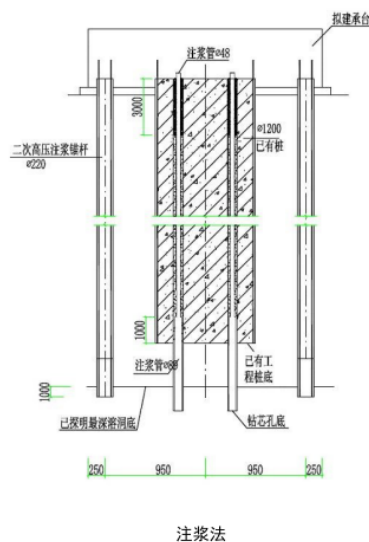
1. 岩溶地段应设隔离区,并在道路前方、隔离区四周设置安全警示牌。
2. 钻机基础及四周应平整、稳固,钻架应落在牢固可靠的钢轨或枕木上,钻机就位后,底座不得沉陷、偏斜或移位。
3. 钻进中,孔口附近严禁站人,因故停钻或钻孔完成后,孔口应加防护盖,钻锥不得留在孔内。
4. 施工过程中遇到溶洞时,应立即撤离人员并设置警戒区域,经专业人员勘查并确定处理措施后进行处理:

(1) 采用注浆法,施工顺序应遵循“先外后里、先大后小、先硃后浆”的原则,拔出注浆导管之前,稳压不得小于 30 分钟。遇串珠状发育的多个溶洞时,应自下而上注浆,按照洞高分布规律,依次提升注浆导管,逐级灌满。施工时,应设置观测点,遇有地表出现裂缝或抬升,应降低泵送压力和灌注量。施工结束,应封堵孔口。

(2) 采用素混凝土回填时,灌注宜低压、浓浆、限流、限量、间歇注浆或掺加速凝剂。灌注素砼,宜跳孔注浆,待孔内浆液达到终凝后,再继续相邻孔施工。

(3) 采用片石回填时,片石强度应大于 30MPa,粒径以 15-50cm 为宜。回填高度应高出溶洞顶板 1 米以上。

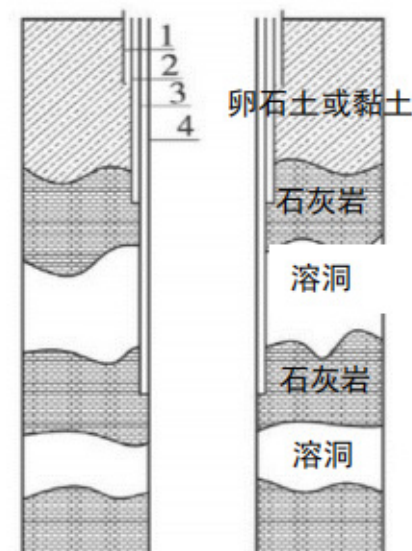
(4) 采用钢护筒加固时,单个大溶洞采用单层护筒,多个大溶洞用多层护筒。



注浆法



片石回填



岩溶地段下放护筒防止坍塌

16.5 高填方路段施工

- 16.5.1 施工前应对路基进行稳定性验算和基底承压强度验算。遇软弱地基等特殊地段应按设计要求对地基进行加固处理。
- 16.5.2 施工时，宜采用水平分段分层填筑，不同作业段交接处，先填作业段应按小于 1 : 1 的坡度分层留台阶。
- 16.5.3 填筑路基时，下方禁止通行，填筑路基与砌筑边沟应避免交叉作业。
- 16.5.4 路基坡面防护宜采用混凝土骨架与植草措施结合的方式。
- 16.5.5 整修边坡时，应先清除坡面及上方松动的石块等，按照自上而下顺序进行整修，避免交叉施工，派专人值守。



16.6 洞穴、管井内施工

16.6.1 洞穴、管井等受限空间应对可能存在的危害因素进行识别，并在作业现场醒目处告知危害性和注意事项，告知牌宜选用PVC板材质，尺寸为1200×800mm。

16.6.2 受限空间作业执行作业许可制度。

16.6.3 受限空间作业遵循“先通风、后检测、再施工”原则，过程中应加强有毒有害气体监测，浓度符合规范限值要求。

16.6.4 通风应按照方案实施，禁止使用纯氧进行通风换气。

16.6.5 检测人员、施工人员应按照要求配戴劳动保护用品、器具。

16.6.6 作业现场必须设置监护人员，配备应急装备。遇有毒有害气体浓度超过限值、风机停止作业等异常情况，立即组织疏散撤离。

16.6.7 受限空间作业结束后，应清理现场，清点人数。

气体种类	量程	低报警点	高报警点	分辨率
EX	(0~100)%LEL	20%LEL	20%LEL	1%LEL
H ₂ S	(0~100)PPM	10PPM	20PPM	1PPM
CO	(0~1000)PPM	200PPM	500PPM	1PPM
O ₂	(0~30)%VOL	19.5%VOL	19.5%VOL	0.1%VOL



16.7 沥青摊铺

16.7.1 作业前应对沥青烟、高温等危害因素进行识别，并在作业现场醒目处告知危害性和注意事项，告知牌宜选用 PVC 板材质，尺寸为 $1200 \times 800\text{mm}$ 。

16.7.2 运输车辆、摊铺及碾压设备应完好，设备警示装置应齐全，操作人员必须经过安全技术培训，考核合格，正确佩戴口罩等劳动保护用品后方可上岗。

16.7.3 作业区应用水马、锥桶等警戒隔离，摊铺机工作前后 100m 设立限速施工标志牌，宜限速 5km/h 。

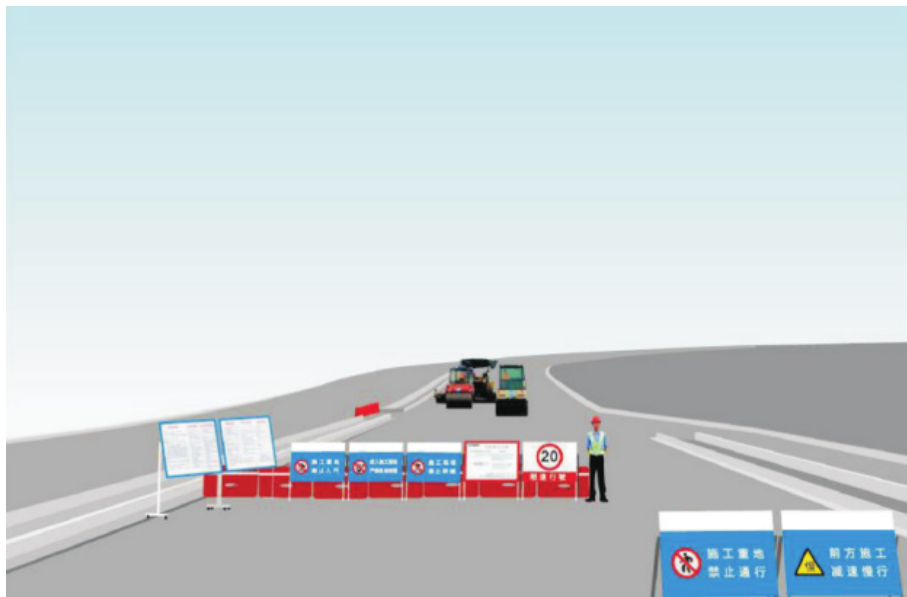
16.7.4 作业现场应设专人指挥、统一调度。

16.7.5 摊铺、碾压设备与人，设备与设备之间应保持安全距离，两台以上压路机作业时，前后间距不得小于 3m ，左右间距不得小于 1m ，严禁进入车辆、设备视线盲区或在设备上逗留。

16.7.6 运输沥青混合料的自卸汽车在倒车驶向摊铺机时，料斗要对准，并有专人指挥。

16.7.7 碾压作业时必须服从路面管理人员指挥，碾压作业范围内禁止站人。

16.7.8 夜间施工，路口应设置警示灯或反光标志，作业区域照明应充足。



17 智慧工地打造

17.1 现场可视化门禁管理

17.1.1 基本原理

1. 通过一张卡片、一个区域网、一个全纪录系统、一卡通实现出入管理、考勤管理、违章管理、签到管理、消费管理、生活管理、门禁管理、工资管理的大数据系统，协助现场综合管理。

2. 以区域公司或者城市公司为单位进行统筹数据管理，逐步实现公司级安全综合管理体系，提高风险把控能力。



智慧工地一卡通



智慧工地系统原理图

17.1.2 门禁机违章行为积分管理体系

1. 作业人员先进行安全教育，在区域网系统中录入个人信息，配发有身份识别的安全帽后进入施工现场。

2. 工人积分管理系统主要由门禁闸机、身份证读写器、人事管理软件、工人违章行为 APP 组成。

3. 工人违章后管理人员通过手机 APP 对工人违章行为进行上传，系统通过服务器对数据进行处理，并与门禁系统联动，将工人扣分及违章信息显示在大门显示屏处。

4. 根据工人日常行为进行加减分，扣满 12 分自动锁死门禁卡，经教育合格后方可进入现场，二次扣满 12 分工人将进入黑名单，清理退场。

5. 通过公共账号，可查询工人黑名单信息，达到一人违章、全司知晓的目的。

工人违章行为积分流程



安全帽感应门禁系统

手持机安全巡查

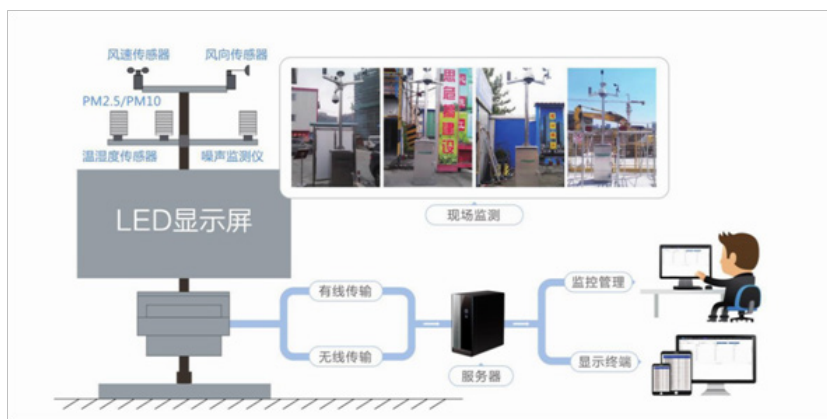
通过芯片查到工人信息

上传照片后系统自动扣分

扣分信息与门禁联动并显示

17.2 扬尘监测

应项目空旷位置安装集成式监测系统，监测系统包括噪音检测、PM2.5、风力及温度检测等功能，检测系统与现场喷淋系统关联可实现控制喷淋系统自动抑制扬尘。



环境数据自动收集流程



大数据监控终端及控制设施

17.3 无线 WIFI 教育系统

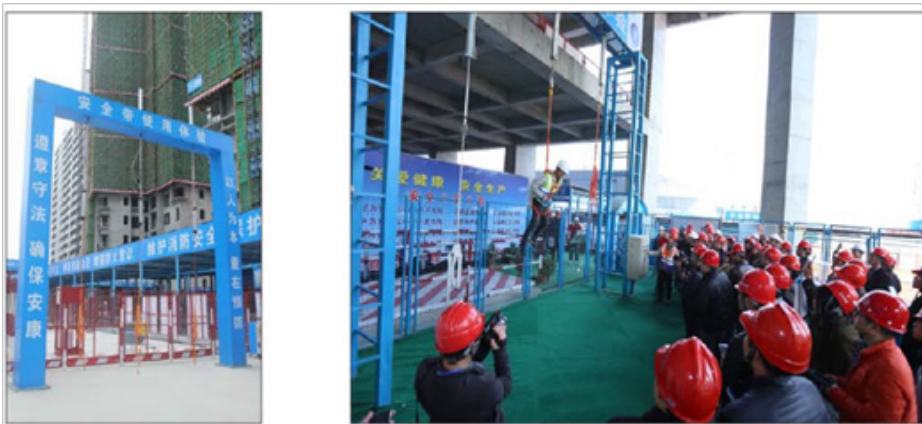
在作业人员生活区使用“WIFI + 安全知识”教育模式，连接免费使用 WiFi 时，必须通过安全知识教育测试，不仅满足作业人员上网需求，同时深化工人安全意识，化被动为主动学习，营造有温度的安全教育氛围。



17.4 现场安全体验区

现场安全体验馆是实体式的安全教育体验，所需建设场地较大，项目可依据场地条件设置体验项目，体验模式主要包括：高空坠落体验、物体打击体验、安全带使用体验、触电体验、火灾体验、现场急救体验等项目。





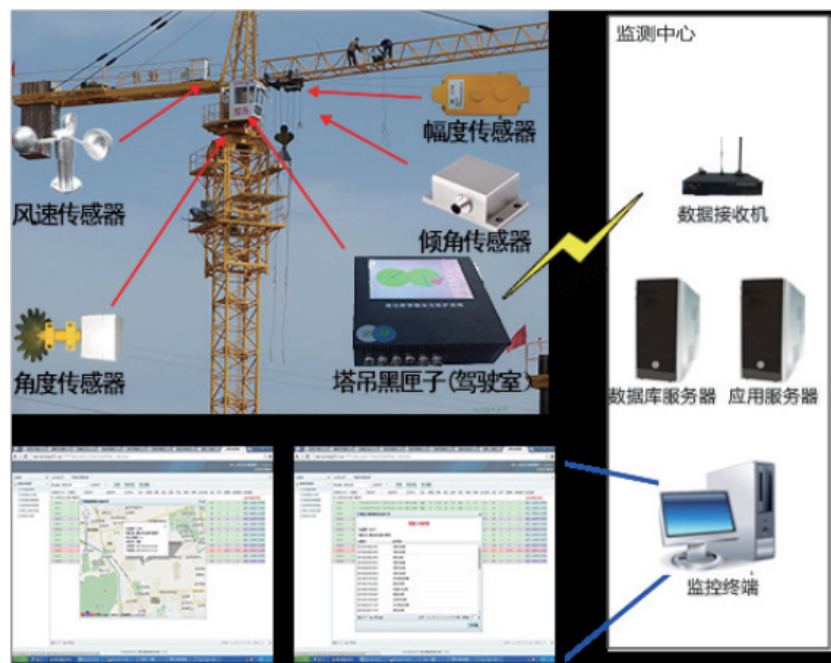
17.5 BIM 技术在安全管理中的运用

BIM 作为前期策划的重要工具，可广泛用于虚拟建模、专业碰撞，避免施工中因未考虑到因素而引发后期施工埋藏较大的隐患或引起较多的返工现象发生等，更可以用于临建设计、外架设计、洞口防护等领域，具有较好的适用性。



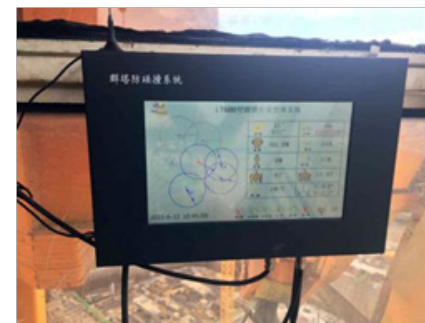
17.6 塔吊运行状况监控

基于物联网平台，利用传感器监测运行及超载等关键数据，实时监控塔吊、系统的运行情况，保证设备安全运行。



17.7 塔吊防碰撞系统

系统由带动态显示且内置制动控制的黑匣子（安装在塔吊驾驶室）、角度传感器、幅度传感器、倾斜传感器、风速传感器、无线通信模块、地面远程监控平台组成。系统主要包括风速报警、防倾斜、禁行区域设置保护、多塔吊的防碰撞、制动控制、塔吊黑匣子等多种功能。



17.8 塔吊可视化

塔吊吊钩、驾驶室及其它关键部位安装可视化系统,辅助塔吊司机进行引导操作,辅助项目人员实现远程管控;吊钩可视化摄像头实现自动对接吊钩,辅助司机精准操作;对主卷扬机、副卷扬机加装专项摄像头,实现全方面监控;对司机室远程监控,避免司机违规操作,通过识音装置记录信号工与塔吊司机的对话。将塔吊可视化系统接入智慧工地系统实现塔吊吊装远程监控、驾驶室远程监控。



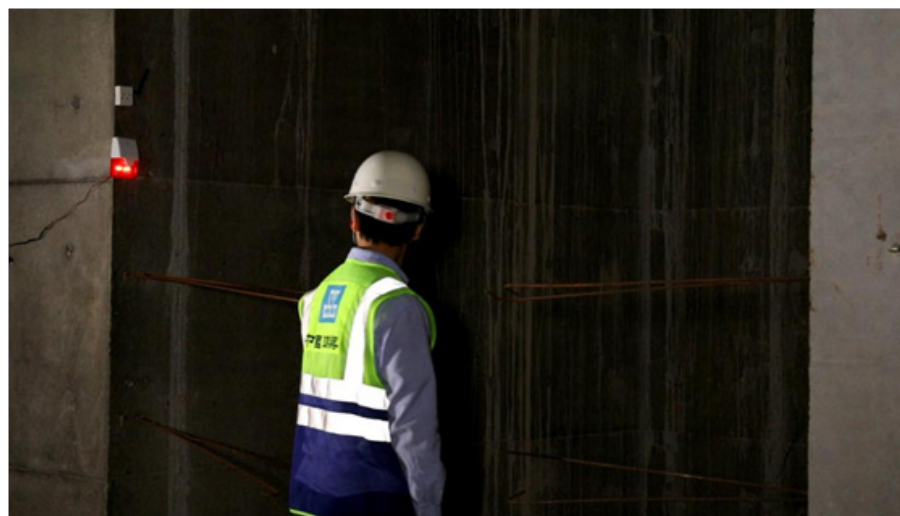
17.9 施工电梯人脸识别

施工电梯司机到达项目部后,首先签订劳动合同,完成入场教育,项目采集电梯司机脸部特征,施工电梯司机启动升降机前必须主动刷脸通过认证后,升降机才可启动。智慧工地平台自动记录当前操作人员信息、操作时间和升降层等数据,既能避免无关人员操作电梯、产生安全隐患,又能合理管控电梯设备,及时计量人员出勤等。



17.10 危险区域红外预警

管制区域报警系统由红外人体感应器、声光报警器、电池构成，布置在现场易于发生危险的临边洞口边缘或限制进入的区域入口，当有工人进入红外人体感应器的监测范围（感应器的监测范围可根据现场实际情况进行调节）时，此时声光报警器将启动报警灯并鸣响笛以提示人员止步。



17.11 高支模变形监测

高支模变形监测系统由高精度传感器（位移、轴压、倾角传感器）、智能数据采集仪，监控终端和报警器组成。各类传感器数据接入智能采集仪，并与云端相连接，系统按秒读取最新数据，实时分析，通过声光预警或报警，实现实时监测、超限预警、危险报警的监测目标，为混凝土浇筑中高大模板的安全提供有力保障。



17.12 施工现场安全管理 APP

预先将项目可能遇到的危险因素编制成清单库，项目开工后根据实际情况选择项目的危险因素清单，通过移动端的同步功能将危险因素带入至手机中备用，可实现离线操作。进行项目安全检查时，根据发现的问题点击选择危险因素和责任人、责任单位，自动生成整改通知单，此通知单可以通过移动端下发给责任工长要求整改，也可以通过 PC 端打印下发给劳务。工长整改落实并反馈后，安全员进行复查，复查不合格的重复此流程。



17.13 钢筋自动生产线

钢筋自动生产线包括钢筋锯切套丝生产线、钢筋笼滚焊生产线、自动剪切生产线和数控弯曲生产线，主要适用于钢筋使用量大、成品样式比较统一的项目，如道路桥梁施工工程。使用钢筋自动化生产线，可以减少项目作业现场工人数量，有利于安全及文明施工管理。



17.14 AI 智能识别

在大门闸机处配置 AI 智能识别服务器、摄像头及显示屏等，通过 AI 智能识别系统进行安全帽、反光衣识别，智能识别经过监控区域的人员是否佩戴好安全帽、穿好反光衣，若人员未佩戴好安全帽、穿好反光衣，会用红色标记显示并提示请佩戴好安全帽穿好反光衣。



17.15 智能无线广播

智能无线广播系统是一套实现以无线发射的方式来传输广播的系统，设置好定时播放后，无需值守，自动播放，具有无需立杆架线，覆盖范围广，无限扩容，安装维护方便，投资小，音质优美清晰等特点。可与现场管理相结合，在施工现场、生活区播放劳动、质量等竞赛文件、表扬先进和进行安全知识广播，下班后可播放歌曲、新闻，为现场人员放松心情、舒缓压力。



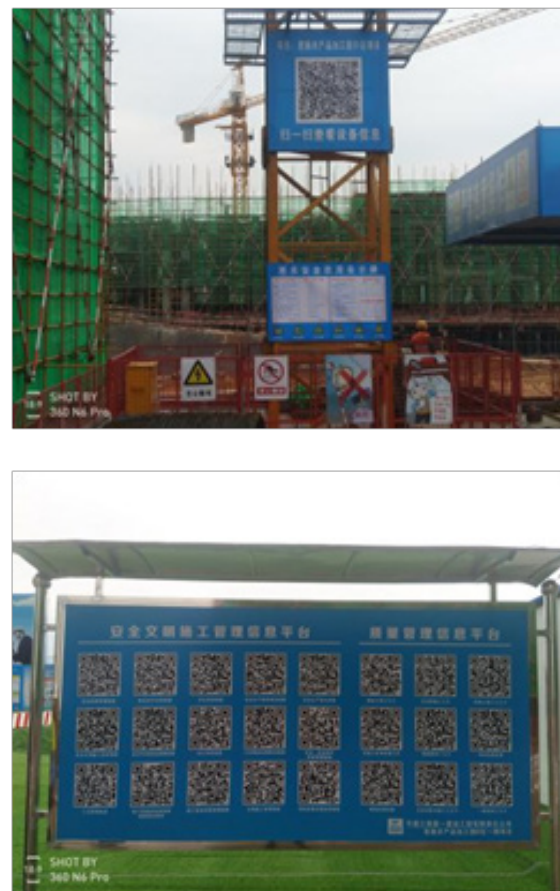
17.16 无人机检查

无人机可用于检查高处临边、悬挑架结构外立面、大型设备尖端部危险区域，避免人员检查存在的安全隐患，同时可对施工现场进行空中巡察辅助安全监管，通过控制无人机飞行到“盲区”位置，并通过清晰的照片观察安全状态。



17.17 二维码应用

通过二维码编辑软件，将工人受教育情况、大型设备、危大工程检查、验收等情况录入二维码中，实现对工人教育培训、危大工程管理的可视化监控。

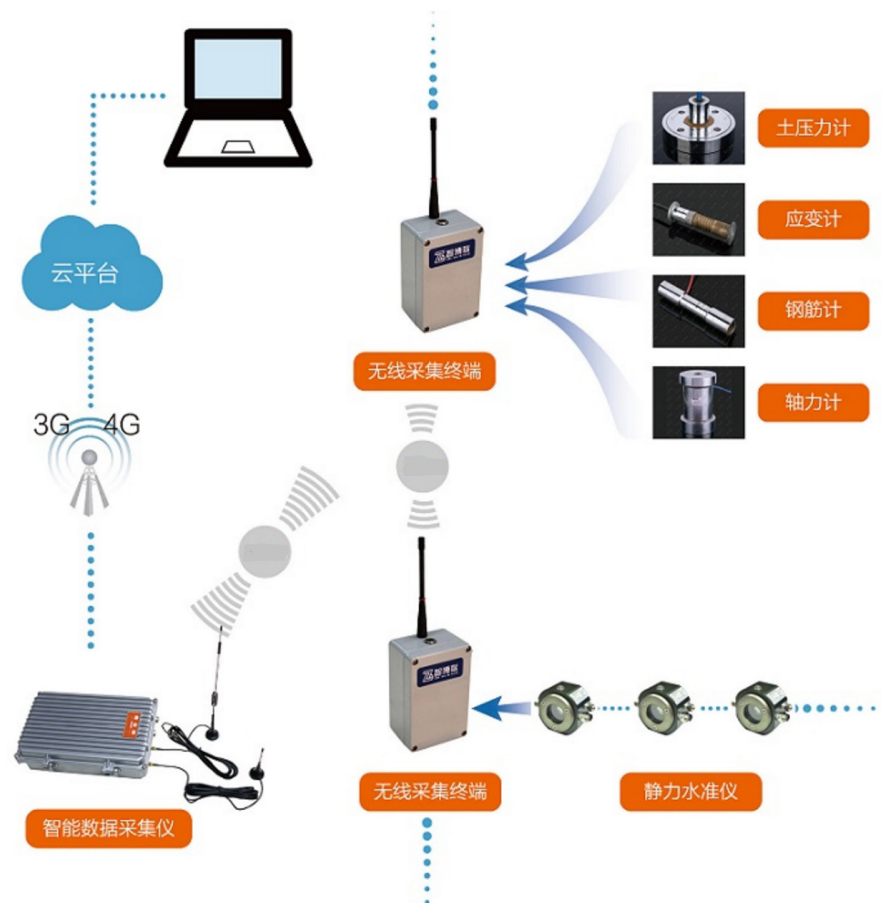


17.18 深基坑监测

1. 在基坑开挖过程中，因施工振动、地下水位下降及基坑支护结构位移等原因会导致周边开裂、沉降、下陷等问题。周边环境的变形与基坑支护结构的安全状态紧密相关，对周边环境实施监测，可以提前预知支护结构的安全状态，有利于在出现事故前采取措施，避免基坑事故发生。通过对测量数据的分析、处理掌握支护结构和周边环境的稳定性变化规律，修改和确认施工设计及参数。

2. 通过无线采集终端对各传感器进行数据采集，再通过智能采集仪进行集中汇总通过 3G、4G 无线传输到监测云平台，用户可随时随地上网了解监测相关信息，平台可进行手机短信推送，保证信息实时传送。

3. 实施自动化监测工作，实际上是将监测周期大幅缩短，实现监测结果由点的拟合到实时反馈。实现全天候全气候条件在线监测，将获取监测结果的时效性大幅提高。一是提供海量数据用于反馈和优化设计，为改进设计施工提供信息指导，积累施工经验，提供可靠施工工艺，为以后类似的施工提供技术储备。二是在响应时间上真正做到为施工安全保驾护航。



17.19 智能临时用电监测

运用物联网的技术对施工现场临电（各级配电箱）进行综合管理，防范风险。系统由现场感知设备、云端服务器、监控平台（手机 APP、PC 监控平台）三部分构成。

主要功能和价值

1. 实时掌控现场临电线路各关键节点实时信息和关键数据，从传统作业下的被动式管理变为主动式管理，提高现场用电管理效率，进而也解决了施工现场电工不足，维护困难的问题；
2. 临电线路上发生用电故障的时候，通过 APP 可以实时获取现场故障点及相关信息，并可及时界定故障原因，降低排查成本，提高维护效率。
3. 施工现场临电使用场景变化频繁，不易掌握规律，电工基于既往临电使用信息进行线路维护，譬如接线时充分考虑电箱的过往负荷信息进行决策，减少频繁过载、跳闸等问题的发生；
4. 施工临时用电是施工现场的重大危险源，通过智能化手段可以实现对现场各线路的漏电数据、短路、电箱及线路温度等信息实时监控，在达到预警值时及时报警，降低由用电引发的安全事故；
5. 及时通过监控软件及 APP 获取现场用电数据，了解用电管理维护状况，提高管理效率；
6. 对现场用电数据进行统计分析，形成基于数据的管理决策方式，保障用电安全高效；
7. 随时获取不同阶段各电箱的用电数据，便与分包结算及用电统计。



17.20 自动干粉灭火器

1. 自动干粉灭火器分为引线式干粉灭火器和温感式干粉灭火器两种。
2. 引线式干粉灭火器在遇到明火引燃引线后爆开，扑灭火焰。宜用在配电房、电箱、厨房等高温且火灾风险较大的场所。
3. 温感式干粉灭火器在喷口部位装有温度感应器，当温度达到 68° 时喷出干粉，熄灭火灾。宜使用在危险品库房等高危场所。

