

中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T XXXX—XXXX

公路工程施工现场安全防护技术要求

Technical requirements for safety protection at construction site of highway
engineering

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国交通运输部

发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本要求	3
5 通用安全防护设施	3
5.1 防护栏杆	3
5.2 防物体打击类防护棚	4
5.3 防晒、防雨类防护棚	6
5.4 钢斜梯	6
5.5 移动式钢斜梯	8
5.6 钢直梯	9
5.7 人行塔梯	11
5.8 高处作业水平安全通道	14
5.9 悬挑式作业平台	15
5.10 落地式作业平台	16
5.11 移动式作业平台	17
5.12 缆风绳	19
6 通用作业	20
6.1 高处作业	20
6.2 支架及模板工程	21
6.3 钢筋工程	22
6.4 混凝土工程	22
6.5 基坑工程	23
6.6 电焊与气焊	23
6.7 起重作业	24
6.8 水上作业	25
6.9 爆破作业	25
6.10 施工设备	25
6.11 预制构件运输作业	26
6.12 拆除作业	27
6.13 临时用电	27
6.14 有限空间作业	28
7 临时工程	29
7.1 钢栈桥	29

7.2 施工便道	29
7.3 两区三场	29
7.4 跨线施工防护	31
8 桥梁工程	32
8.1 预应力工程	32
8.2 钻（挖）孔灌注桩	32
8.3 钢围堰	33
8.4 沉井	34
8.5 承台与墩台	34
8.6 盖梁	36
8.7 挂篮	36
8.8 梁体架设	36
8.9 桥面系及附属	37
8.10 钢桥	37
9 路基工程	37
9.1 一般规定	37
9.2 土方工程	38
9.3 石方工程	39
9.4 防护工程	39
9.5 排水工程	40
9.6 软基处理	40
9.7 特殊路基	40
10 路面工程	41
10.1 一般规定	41
10.2 基层与底基层	41
10.3 沥青面层	42
10.4 水泥混凝土面层	42
11 隧道工程	42
11.1 一般规定	42
11.2 洞口与明洞	43
11.3 隧道开挖	43
11.4 装渣与运输	45
11.5 支护与衬砌	45
11.6 辅助坑道	45
11.7 盾构施工	46
参考文献	48

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由交通运输部安全与质量监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部科学研究院、广东省交通集团有限公司、山东高速集团有限公司、南京市公共工程建设中心、浙江省交通投资集团有限公司、云南省建设投资控股集团有限公司、中国交通建设股份有限公司。

本文件主要起草人：肖殿良、王玉倩、郭鹏、蔡业青、薛志超、武焕陵、宋浩然、王晓方、赵云飞、吴博、刘琦、陈成勇、沈斌、段益庆、罗高峰、高天增、吕大伟、卢瑜、魏玉莲、包启云、向超、刘广宇、方国良、伍建和、陈新、岑君、刘晗、李志辉、李新明、种爱秀。

公路工程施工现场安全防护技术要求

1 范围

本文件规定了公路工程施工现场安全防护的基本要求和通用安全防护设施，以及通用作业、临时工程、路基工程、路面工程、桥梁工程、隧道工程的安全防护技术要求。

本文件适用于新建公路工程施工现场的安全防护，其他公路工程可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 700 碳素结构钢
- GB 2893 安全色
- GB 3095—2012 环境空气质量标准
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3608 高处作业分级
- GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB 5013.1 额定电压450/750V及以下橡皮绝缘电缆 第1部分：一般要求
- GB 5013.4 额定电压450/750V及以下橡皮绝缘电缆 第4部分：软线和软电缆
- GB/T 5031 塔式起重机
- GB 5725 安全网
- GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、安装、检验和报废
- GB 6722 爆破安全规程
- GB 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 10054.1 货用施工升降机 第1部分：运载装置可进入的升降机
- GB/T 17889.6 梯子 第6部分：可移动式平台梯
- GB 26469 架桥机安全规程
- GB/T 26471 塔式起重机安装与拆卸规则
- GB/T 33275 钢板网
- GB/T 34525 气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定
- GB/T 34650 全断面隧道掘进机盾构机安全要求
- GB 38454 坠落防护水平生命线装置
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50016—2018 建筑设计防火规范
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
GB 50661 钢结构焊接规范
GB 50720 建设工程施工现场消防安全技术规范
GB 51018 水土保持工程设计规范
GB 51210 建筑施工脚手架安全技术统一标准
CB 4287 船厂大型平板车及大型物件运输安全技术要求
JG/T 342 建筑用玻璃与金属护栏
JT/T 1295 道路大型物件运输规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

施工现场安全防护 safety protection at construction site

施工现场用于预防生产安全事故或减少事故危害的措施，以及隔离风险源或起防护作用的临时设施、设备、器具及其组合。

3.2

防护栏杆 protection rail

为阻挡人员和物料高空坠落、隔离危险场所，沿平台、通道、孔口及其他敞开边缘垂直安装且能够承受一定的冲击荷载的框架结构。

3.3

防护棚 protection shed

为保障人员、车辆和设备安全而设置的具备防物体打击、防晒、防雨、防雷或防火等功能的棚架结构。

3.4

安全通道 safety runway

为人员、车辆能够安全往返作业区域而设置的专用通道。

3.5

人行塔梯 pedestrian tower ladder

由标准节段组装成塔状的人员上下梯道。

3.6

作业平台 work platform

为高处作业或水上作业提供的，能够承载作业人员、临时物料荷载的平台，有悬挑式、落地式及移动式。

3.7

独立式防撞墩 independent anti-collision pier

在栈桥或水中平台航道侧水域内，独立设置的由多根桩连成整体的防船撞设施。

3.8

全封闭吊篮 fully enclosed operating platform

用于防止人员、物料坠落的，与挂篮及已浇筑完成的梁体共同形成封闭空间的作业平台。

3.9

仰拱栈桥 invert trestle

隧道施工中，供车辆和人员通过仰拱施工段的临时桥梁设施。

4 基本要求

4.1 施工现场安全防护设施应与相应工程施工方案同时设计，并应与相应工程同步并优先施工。大型临时结构及新型结构的安全防护设施应与施工图设计同步设计、同步施工。

4.2 施工现场安全防护设施宜采用定型产品，优先选用装配式、模块化产品。应在产品说明书要求的范围内使用，对不相符的使用环境应根据设计原则重新计算。产品应有出厂合格证，经验收合格后可投入使用。

4.3 拟组合的安全防护设施应视组合形式预留所需的接口。

4.4 施工现场安全防护设施制作、安装、使用、维修和拆除前应进行安全技术交底。

4.5 施工现场安全防护设施安装前应对其设计资料、材料的规格和质量、产品技术指标进行验收，安装后应对其安装质量、外观质量、使用环境的相符性等进行验收，验收资料需归档。

4.6 施工现场安全防护设施的检查应纳入施工单位定期和日常检查中，使用过程中应至少每月组织检查一次；周转使用的安全防护设施，在循环使用前应进行检查、检验；自然灾害预警后，应及时检查、加固；遭遇自然灾害或出现其他异常情况可能导致安全防护设施损伤时，应及时进行检查。检查合格后方可使用。安全防护设施使用过程中发现缺陷的，应及时进行维修或更换，并将报废的安全防护设施清除出场。

4.7 施工现场安全防护设施不应随意拆除、挪用或弃置不用；因工序等原因需临时拆除的，应报现场带班领导或安全负责人同意，并应增设临时防护设施，可恢复时应立即恢复。

4.8 作业人员应按作业要求正确佩戴和使用劳动防护用品。进入施工现场人员应按要求佩戴安全防护用品。

5 通用安全防护设施**5.1 防护栏杆**

5.1.1 防护栏杆宜由横杆、立柱、挡脚板、安全立网等组成。

5.1.2 防护栏杆上横杆距工作面高度不应小于 1.2m，横杆间距不应大于 600mm。1.2m 防护栏杆横杆分为上、下两道，上横杆距工作面高度应为 1.2m，上下横杆间距应为 600mm。1.5m 防护栏杆横杆分为

上、中、下三道，上横杆距工作面高度应为 1.5m，上、中、下相邻横杆间距应为 500mm。防护栏杆立柱间距不应大于 2m。

5.1.3 当防护栏杆下方有人员及车辆通行或作业时，应挂密目式安全立网封闭，且下部应通长设置挡脚板。挡脚板高度应不小于 180mm，厚度宜不小于 2mm，其底部应与作业面保持平齐、无可能坠物的间隙。当作业面设有满足挡脚功能及强度要求的其他结构边沿时，防护栏杆下部可不设挡脚板。

5.1.4 防护栏杆各构件的材料要求如下：

- a) 横杆、立柱宜采用钢管或型钢，钢材力学性能不宜低于 Q235B，或选用铝合金、纤维增强复合材料等其他力学性能不低于 Q235B 的等效材料，且应符合现行 GB/T 700 的有关规定；
- b) 挡脚板宜采用钢板或其他等效材料，其力学性能不应低于 Q235；
- c) 安全立网宜采用钢丝网、钢板网或密目式阻燃安全网，且应符合现行 GB 5725、GB/T 33275 的有关规定。钢丝网、钢板网力学性能不应低于 Q235，宜涂刷防锈漆。采用钢丝网时，宜采用直径或截面不小于 2mm 的低碳冷拔钢丝。

5.1.5 防护栏杆醒目位置应张贴、悬挂危险警示的标识标牌。防护栏杆挡脚板应采用安全警示色，其他构件宜采用安全警示色，并符合 GB 2893 的相关规定。

5.1.6 防护栏杆应由设计制造单位进行设计验算及型式试验。其他设计验算要求如下：

- a) 应对防护栏杆的横杆、立柱应能承受任何方向施加的 1kN 的可变荷载进行设计验算；
- b) 防护栏杆出厂前应按 JG/T 342 进行抗水平荷载性能试验、抗垂直荷载性能试验及抗软重物撞击性能试验。抗软重物撞击性能检测时，撞击能量 E 应为 300N·m，撞击后护栏各连接部位不应有开裂、松弛或脱落现象。

5.1.7 防护栏杆各构件之间可采用扣件连接、焊接、套接、螺栓连接、销轴连接的方式连接固定。防护栏杆立柱底端应固定牢靠，可采用预埋、打入、螺栓连接、焊接的方式固定，并应符合设计制造单位的安装要求。安装防护栏杆的基础应坚实牢固，且应满足承载力要求。防护栏杆安装后，横杆、立柱应能承受任何方向施加的 1kN 的可变荷载。防护栏杆各构件之间连接、立柱固定应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661、GB/T 3098.1 的相关规定。

5.1.8 防护栏杆安装后外观要求如下：

- a) 线形应协调，各构件不应有明显歪斜、扭曲、变形；
- b) 切割部位应锉平磨光，边角整齐；
- c) 安全警示色、防锈漆应涂层均匀、牢固，无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.1.9 使用过程中应避免在防护栏杆构件上额外施加长期的外力作用及施加振动荷载，不应悬挂重物。发现锈蚀、腐蚀、松动或损坏的，应及时进行维修、更换。

5.2 防物体打击类防护棚

5.2.1 防物体打击类防护棚宜由立柱或吊杆（吊带）、棚架、棚板、基础等组成。

5.2.2 防物体打击类防护棚结构尺寸要求如下：

- a) 棚板采用双层搭设时，上下层棚板间距不应小于 700mm，各层棚板应满铺密实；
- b) 防物体打击类防护棚的长度、宽度应根据下方道路通行能力、人员与车辆通行要求及出入口所处位置等确定；防护棚长度还应符合 GB/T 3608 的有关规定。下方有机动车辆通行的，防护棚

的设置应满足公路建筑限界的有关规定；下方仅供人员及非机动车辆通行的，防护棚的高度不宜小于 3m，且不应小于 2.5m；

- c) 防物体打击类防护棚棚板顶部的所有敞开边缘宜设置挑檐，挑檐宜采用型钢与纵（横）梁可靠连接，其上沿应超出棚板顶部 600mm，并应形成封闭围护。

5.2.3 当采用脚手架搭设安全防护棚时，应符合 GB 51210 的相关规定。

5.2.4 防物体打击类防护棚的立柱基础应做硬化处理，硬化范围应大于立杆底框外沿 500mm，立柱基础应坚实牢固，且应满足承载力要求。用于跨路、跨线施工的防护棚应设置防撞墙式基础，应满足承载力、防撞设计要求。有车辆通行的防护棚，地面应全部做硬化处理。

5.2.5 防物体打击类防护棚的醒目位置应设置安全警示标牌、警示灯、爆闪灯，内轮廓应设轮廓灯。有车辆通行的，内部照明不应低于两端道路的照明标准。

5.2.6 防物体打击类防护棚各构件材料要求如下：

- a) 立柱、棚架可采用钢管、桁架、钢管柱或其他型钢材料，其钢材力学性能不宜低于 Q235B，且应符合 GB/T 700 的有关规定；
- b) 采用单层搭设的棚板宜采用厚度不小于 50mm 的木质板，或其他等效性能材料。采用双层搭设的棚板，上层棚板宜采用厚度不小于 50mm 木质板，或其他等效性能材料，下层棚板宜采用厚度不小于 3mm 钢板；
- c) 挑檐可采用钢板、木板，或其他等效性能材料；
- d) 立柱基础宜采用强度等级不小于 C20 混凝土；防撞墙式基础宜采用强度不小于 C25 的钢筋混凝土结构。

5.2.7 立柱及防撞墙基础等表面、檐板侧面宜用具有夜间反光效果的安全警示色，并符合 GB 2893 的相关规定。

5.2.8 防物体打击类防护棚应由设计制造单位进行设计验算。其他设计验算要求如下：

- a) 防物体打击类防护棚的棚顶设计荷载应按实际使用要求确定，风荷载计算应符合 GB 50009 的相关规定；
- b) 应验算棚板强度、立柱稳定性、地基承载力、风荷载下水平侧移变形，宜建立三维模型计算。

5.2.9 防物体打击类防护棚各构件之间宜采用焊接或栓接方式连接固定；立柱宜采用焊接或栓接方式将底座与基础垫块预埋件连接固定，形成整体承重体系。防护棚各构件之间的连接和固定，立柱底端的固定应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661、GB/T 3098.1 的相关规定，受力满足设计文件或方案的要求。

5.2.10 防护棚安装后外观要求如下：

- a) 各构件安装后不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷；
- b) 地基应坚实平整，排水通畅；
- c) 安全警示色、防锈漆应涂层均匀、牢固，不应有明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.2.11 防物体打击类防护棚使用时，警示标志反光效果应保持良好；不应任意拆除防护棚的任何构件；不应在安全防护棚棚顶堆放物料；应及时清除防护棚上的落物。

5.2.12 防物体打击类防护棚拆除现场应设置安全警戒区，非作业人员不应入内。拆除应由上而下、逐层进行，不应上下同时作业。

5.3 防晒、防雨类防护棚

5.3.1 防晒防雨类防护棚宜由立柱、棚架、棚板组成。

5.3.2 防晒防雨类防护棚结构尺寸要求如下：

- a) 防护棚应能完全遮盖防护区域，其棚顶尺寸距离被遮盖物外沿不宜小于 600mm，且满足防雨、防晒、检修等要求；
- b) 棚顶宜设不小于 5%的坡度。

5.3.3 立柱基础应坚实牢固，且应满足承载力要求。

5.3.4 防晒防雨类防护棚各构件材料要求如下：

- a) 立柱、棚架可采用钢管、方钢或圆钢等型钢材料或其他等效性能材料制作，其钢材力学性能不宜低于 Q235B，且应符合 GB/T 700 的有关规定；
- b) 棚板可采用钢板、木质板、篷布，或其他等效性能材料。

5.3.5 防晒防雨类防护棚的棚板和棚架宜采用栓接、铆接、绑扎方式连接固定。台风多发地区宜在防护棚四周预埋地锚，以便台风季节拉设缆风绳。

5.3.6 防晒防雨类防护棚各构件之间的连接和固定，立柱底端的固定应符合 GB/T 3098.1、GB 50204、GB 50205 的相关规定，受力应满足设计文件或方案的要求。

5.3.7 防晒防雨类防护棚安装后外观要求如下：

- a) 各构件安装后不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷；
- b) 地基应坚实平整，排水通畅；
- c) 安全警示色、防锈漆应涂层均匀、牢固，不应有明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.3.8 使用中，不应任意拆除防晒防雨类防护棚的任何构件；不应在防晒防雨类防护棚棚顶堆放物料；大风天气时防晒防雨类防护棚应有防风措施。

5.4 钢斜梯

5.4.1 钢斜梯宜由踏板、梯梁、扶手、梯间平台等组成。

5.4.2 钢斜梯与水平面的倾角宜为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。偶尔性进入的最大倾角宜为 45° 。经常性双向通行的最大倾角宜为 38° 。

5.4.3 单节钢斜梯长度不宜大于 5m；钢斜梯内侧单向通行的净宽度宜为 600mm，经常性单向通行及偶尔双向通行净宽度宜为 800mm，经常性双向通行净宽度宜为 1m。

5.4.4 钢斜梯的踏板前后深度不应小于 80mm，相邻两踏板的前后方向重叠不应小于 10mm，且不大于 35mm。顶部踏板的上表面应与平台平面一致，踏板与平台间应无空隙。踏板应采用防滑材料，或至少有不小于 25mm 宽的防滑突缘，并留有排水通道。踏步高度不宜大于 200mm，在同一梯段内，踏步高与踏步宽的组合应保持一致。常用的钢斜梯倾角与对应的踏步高 r、踏步宽 g 组合见表 1。

表1 钢斜梯踏步高、踏步宽尺寸常用组合

倾角, °	30	35	40	45
踏步高, mm	160	175	185	200
踏步宽, mm	280	250	230	200
注: $g+2r=600$ 。				

- 5.4.5 梯梁应设置在钢斜梯的踏板两侧, 并应由底部踏板的突缘向前突出不小于 50mm。
- 5.4.6 钢斜梯两侧应设置扶手, 扶手的要求如下:
- 扶手中心线应与梯梁的倾角线平行, 扶手高度宜为 900mm;
 - 支撑扶手的立柱应从第一级踏板开始设置, 间距不宜大于 1m;
 - 应在扶手与钢斜梯中间设置一道中间栏杆。
- 5.4.7 长度大于 5m 的钢斜梯应设梯间平台, 并分段设梯。梯间平台的要求如下:
- 梯间平台的宽度不应小于钢斜梯的宽度, 且不小于 760mm; 梯间平台的行进方向的长度不应小于梯子的宽度, 且不小于 850mm;
 - 梯间平台之间的垂直距离不应小于 2m;
 - 梯间平台不应悬挂在梯段上;
 - 梯间平台底板应平整满铺, 相邻板之间不应搭接且表面高度差不宜大于 4mm;
 - 梯间平台临边处应设扶手, 并应符合本文件第 5.4.6 条的有关规定。
- 5.4.8 钢斜梯各构件材料要求如下:
- 踏板可采用厚度不小于 3mm 的花纹钢板, 或经防滑处理的普通钢板, 或采用其他等效的结构;
 - 扶手宜为外径 30mm~50mm, 壁厚不小于 2.5mm 的圆形管材。支撑扶手的立柱宜采用截面不小于 40mm×40mm×4mm 角钢或外径为 30mm~50mm 的管材; 当扶手底部设置挡脚板时, 挡脚板宜采用高度不小于 180mm, 厚度不小于 2mm 的钢板;
 - 梯间平台底板宜选用厚度不小于 3mm 花纹钢板或经防滑处理的普通钢板, 或防滑木质板等其他等效结构材料;
 - 钢斜梯各构件选用的钢材力学性能不宜低于 Q235B, 且应符合 GB/T 700 的有关规定。
- 5.4.9 钢斜梯应由设计制造单位进行设计验算及型式试验。其他设计验算要求如下:
- 梯梁应能承受 5 倍预定活荷载标准值, 并能承受施加在任何点的 4.4kN 集中荷载, 水平投影面上 3.5kN/m² 的均布活荷载;
 - 踏板中点应能承受 1.5kN 的集中活荷载, 在梯梁内侧宽度上能承受 2.2kN/m 的均布荷载;
 - 钢斜梯扶手应能承受在除了向上的任何方向施加的不小于 890N 集中荷载, 在相邻立柱间的最大挠度变形应不大于跨度的 1/250; 中间栏杆应能承受在中点圆周上施加的不小于 700N 水平集中荷载, 最大挠曲变形不大于 75mm; 端部或末端立柱应能承受在立柱顶部施加的任何方向上 890N 的集中荷载, 以上荷载不进行叠加;
 - 梯间平台应能承受不小于 2kN/m² 的均匀分布活荷载;
 - 钢斜梯可简化为简支梁建模计算;
 - 应验算梯梁和踏板的强度、跨中变形、焊缝强度、螺栓连接强度;
 - 钢斜梯出厂前应进行荷载试验。
- 5.4.10 钢斜梯安装要求如下:

- a) 钢斜梯各构件之间宜采用焊接连接，焊接应符合 GB 50205 的有关规定；采用其他方式连接时，连接强度应不低于焊接；
- b) 钢斜梯基础应稳固，梯脚应垫平；
- c) 钢斜梯上端与平台梁相连接时，连接处宜采用开长圆孔的螺栓连接；钢斜梯下端应放置在平整且具备足够承载能力的平面上；梯间平台与支撑结构应刚性连接；支撑体系采用悬臂梁式时，其节点应采用螺栓或焊接的刚性连接。

5.4.11 钢斜梯安装后外观要求如下：

- a) 不应有歪斜、扭曲、变形及其他缺陷；
- b) 表面应光滑，无锐边、尖角、毛刺、裂纹、焊渣或明显锤痕等可能对梯子使用者造成伤害或妨碍其通过的外部缺陷；
- c) 防锈防腐涂装涂层应均匀、牢固，无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.4.12 钢斜梯使用时，长时间不用的钢斜梯应堆放整齐并用防潮布遮盖；同一段钢斜梯上不应有 2 人及以上同时作业；钢斜梯上不应堆放物料。

5.5 移动式钢斜梯

5.5.1 移动式钢斜梯宜由主体框架、踏板、平台、扶手等组成。

5.5.2 移动式钢斜梯的设计应避免产品意外滑动或使用者滑倒。踏棍、踏板和平台表面应进行防滑处理，如增加条纹或采用花纹钢板。如通过覆盖物防滑，覆盖物应与踏板或踏棍牢固黏合。

5.5.3 移动式钢斜梯的设计应确保其在使用说明书规定的使用状态下使用时，踏棍或踏板和平台保持水平。

5.5.4 主体框架应包括支撑腿、攀爬腿及张开限制拉杆。长度不宜大于 5m，单向通行的内侧净宽度宜为 600mm，经常性单向通行及偶尔双向通行净宽度宜为 800mm，经常性双向通行净宽度宜为 1m。攀爬腿与水平面的倾角宜在 45° ~75° 范围内。

5.5.5 踏板应符合本文件第 5.4.4 条的有关规定。常用的移动式钢斜梯倾角与对应的踏步高 r 、踏步宽 g 组合示例见表 2。

表2 移动式钢斜梯踏步高、踏步宽尺寸常用组合

倾角, °	45	50	55	60	65	70	75
踏步高, mm	200	210	225	235	245	255	265
踏步宽, mm	200	180	150	130	110	90	70

注: $g+2r=600$ 。

5.5.6 平台长、宽均应在 400mm~1m 之间。平台在水平地面上的投影不应超出梯子与地面的接触区域。平台应牢固固定到梯子上，除了攀爬的一侧，在其他侧面都应安装挡脚板，挡脚板上沿应至少高出平台 50mm。

5.5.7 扶手应符合本文件第 5.4.6 条的有关规定。

5.5.8 移动式钢斜梯安装滚轮时，滚轮应坚实可靠、使用方便、带锁止装置。

5.5.9 移动式钢斜梯各构件选用的钢材力学性能不宜低于 Q235B，且应符合 GB/T 700 的有关规定。

5.5.10 移动式钢斜梯应由设计制造单位进行设计验算及型式试验。其他设计验算要求如下：

- a) 移动式钢斜梯应能承受 5 倍预定活荷载标准值，并能承受施加在任何点的 4.4kN 集中荷载，水平投影面上 3.5kN/m² 的均布活荷载；
- b) 踏板中点应能承受 1.5kN 的集中活荷载，在梯梁内侧宽度上能承受 2.2kN/m 的均布荷载；
- c) 扶手应能承受在除了向上的任何方向施加的不小于 890N 集中荷载，在相邻立柱间的最大挠度变形应不大于跨度的 1/250；中间栏杆应能承受在中点圆周上施加的不小于 700N 水平集中荷载，最大挠曲变形不大于 75mm；端部或末端立柱应能承受在立柱顶部施加的任何方向上 890N 的集中荷载，以上荷载不进行叠加；
- d) 作业平台的设计荷载应按实际使用要求确定，并应不小于本条规定值；整个平台区域应能承受不小于 2kN/m² 均匀分布活荷载；
- e) 移动式钢斜梯可按照三维桁架建模计算；应验算梯梁和踏板的强度、跨中变形，焊缝强度；
- f) 移动式钢斜梯出厂前应按照 GB/T 17889.6 进行试验。

5.5.11 移动式钢斜梯各构件之间宜采用焊接连接，焊接要求应符合 GB 50205 的有关规定；采用其他方式连接时，连接强度应不低于焊接。

5.5.12 移动式钢斜梯的地基应坚实平整，梯脚应垫平。

5.5.13 移动式钢斜梯安装后外观的要求如下：

- a) 不应有歪斜、扭曲、变形及其他缺陷；
- b) 表面应光滑，无锐边、尖角、毛刺、裂纹、焊渣或明显锤痕等可能对梯子使用者造成伤害或妨碍其通过的外部缺陷；
- c) 防锈防腐涂装涂层应均匀、牢固，无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.5.14 移动式钢斜梯的使用要求如下：

- a) 移动式钢斜梯上禁止 2 人及以上同时作业；
- b) 使用移动式钢梯攀登作业时，梯顶平台与作业面高差不应大于 200mm；
- c) 移动式钢斜梯使用时，到上方障碍物的垂直距离不应小于 2m，单人偶尔使用时可适当减少到上方障碍物的垂直距离，但应做好防撞提示和措施；
- d) 移动式钢斜梯移动前应清除可能坠落物体，移动时梯子上不应站人；
- e) 移动式钢斜梯安装滚轮时，制动器除在移动情况外，均应保持制动状态；
- f) 长时间不用的移动式钢斜梯应堆放整齐并用防潮布遮盖。

5.6 钢直梯

5.6.1 钢直梯宜由踏棍、梯梁、护笼、梯间平台等组成。

5.6.2 钢直梯应与其固定的结构表面平行并尽可能垂直水平面设置，同一梯段高度不宜大于 8m，梯宽宜为 600mm~1100mm。当受条件限制不能垂直水平面时，两梯梁中心线所在平面与水平面倾角应在 75°~90° 范围内。

5.6.3 踏棍的要求如下：

- a) 梯间踏棍应相互平行且水平设置，整个攀登高度上所有的踏棍垂直间距应相等，相邻踏棍垂直间距宜为 300mm，梯子下端的第一级踏棍距基准面距离不应大 450mm；

- b) 在同一攀登高度上踏棍的截面形状及尺寸应一致；圆形踏棍直径不应小于 20mm，其他截面形状的踏棍水平方向深度不应小于 20mm；踏棍截面直径或外接圆直径不应大于 35mm；
 - c) 室外使用的钢直梯踏棍应有附加的防滑措施。
- 5.6.4 梯梁不应采用不便于手握紧的不规则形状截面(如大角钢、工字钢梁等)，不应在中间支撑处出现接头（除非所用型号材料有要求，且接头需保证梯梁结构的连续性）。同一攀登高度上梯梁应保持相同形状，长细比不宜大于 200。
- 5.6.5 护笼的要求如下：
- a) 钢直梯高度大于 2m 时应设护笼；
 - b) 护笼宜采用圆形结构，应包括一组水平笼箍和至少 5 根纵向连接立杆。护笼间距宜为 500mm，直径宜为 750mm；立杆间距不应大于 300mm，均匀分布；
 - c) 护笼底部宜呈喇叭形，此时其底部水平笼箍和上一级笼箍间在圆周上的距离不小于 100mm；
 - d) 装在结构内部的直梯，如果结构件的布置能够保证直径为 600mm 的球体不能穿过，则可不设护笼；
 - e) 如梯子在平台处不中断，则护笼也不应中断，但应在护笼侧面开一宽为 500mm、高为 1.4m 的洞口，以便人员出入。
- 5.6.6 梯间平台的要求如下：
- a) 钢直梯高度大于 8m 应设梯间平台，并分段设梯；高度大于 15m 应每 5m 设一梯间平台；
 - b) 梯间平台宽度、长度均不应小于 700mm；
 - c) 梯间平台之间的垂直距离不应小于 2m；
 - d) 梯间平台底板应平整满铺，相邻板之间不应搭接且表面高度差不宜大于 4mm；
 - e) 梯间平台临边处应设防护栏杆，且应符合本指南第 4.1 节的有关规定。
- 5.6.7 钢直梯各构件材料要求如下：
- a) 正常环境下，梯梁宜采用不小于 60mm×10mm 的扁钢，或具有等效强度的槽钢等其他实心或空心型钢材；在潮湿或腐蚀等非正常环境下，梯梁宜采用不小于 60mm×12mm 的扁钢，或具有等效强度的槽钢等其他实心或空心型钢材；
 - b) 水平笼箍宜采用不小于 50mm×6mm 的扁钢，笼箍立杆宜采用不小于 40mm×5mm 的扁钢；也可使用具有等效强度的槽钢等其他实心或空心型钢材；
 - c) 梯间平台底板宜选用厚度不小于 3mm 花纹钢板或经防滑处理的普通钢板，或防滑木质板等其他等效结构材料；
 - d) 钢直梯各构件选用的钢材力学性能不宜低于 Q235B，且应符合 GB/T 700 的有关规定。
- 5.6.8 钢直梯应由设计制造单位进行设计验算及型式试验。其他设计验算要求如下：
- a) 梯梁设计荷载按梯梁组装固定后其上端应能承受 2kN 垂直集中活荷载计算（高度按支撑间距选取，无中间支撑时按两端固定点距离选取），在任何方向上的挠曲变形不应大于 2mm；
 - b) 踏棍设计荷载按在其中点应能承受 1kN 垂直集中活荷载计算，容许挠度为踏棍长度的 1/250；
 - c) 每对梯子支撑及其连接件应能承受 3kN 的垂直荷载及 500N 的拉出荷载；
 - d) 梯间平台应能承受不小于 2kN/m² 的均匀分布活荷载；
 - e) 钢直梯可简化为平面力系的简支梁建模计算；
 - f) 应验算梯梁、踏棍的强度、跨中变形及焊缝强度；

g) 钢直梯的整体结构应通过承载力、刚度、稳定性试验。

5.6.9 钢直梯安装应符合下列要求：

- a) 钢直梯各构件采用焊接连接，焊接要求符合 GB 50205 的有关规定。采用其他方式连接时，连接强度不低于焊接；
- b) 无基础的钢直梯，至少焊两对支撑，将梯梁固定在结构、建筑物或设备上；相邻两对支撑的竖向间距，根据梯梁截面尺寸、梯子内侧净宽度及其在钢结构或混凝土结构的拉拔载荷特性确定；固定直梯的支撑采用不小于 70×6 的角钢；
- c) 安装在固定结构上的钢直梯，下部固定，其上部的支撑与固定结构牢固连接，在梯梁上开设长圆孔，采用螺栓连接；
- d) 固定在设备上的钢直梯当温差较大时，相邻支撑中一对支撑完全固定，另一对支撑在梯梁上开设长圆孔，采用螺栓连接；
- e) 梯间平台与支撑结构刚性连接；支撑体系采用悬臂梁式时，其节点采用螺栓或焊接的刚性连接。

5.6.10 钢直梯安装后外观要求如下：

- a) 不应有歪斜、扭曲、变形及其他缺陷；
- b) 表面应光滑，无锐边、尖角、毛刺、裂纹、焊渣或明显锤痕等可能对梯子使用者造成伤害或妨碍其通过的外部缺陷；
- c) 防锈防腐涂装涂层应均匀、牢固，无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.6.11 钢直梯的使用要求如下：

- a) 长时间不用的钢直梯应堆放整齐并用防潮布遮盖；
- b) 禁止同一段钢直梯上 2 人及以上同时作业。在通道处使用梯子作业时，应有专人监护或设置围栏。脚手架操作层上不应架设梯子作业。

5.7 人行塔梯

5.7.1 人行塔梯宜由外框架、斜撑、钢斜梯、安全网、梯间平台、防物体打击类防护棚等组成。

5.7.2 外框架可采用钢管或型钢制作，每层高度不应小于 1.9m。

5.7.3 当人行塔梯高度在 24m 以下时，斜撑杆或交叉拉杆的覆盖面积可按外立面的 1/8~1/6 布设；当人行塔梯高度在 24m 以上时，斜撑杆或交叉拉杆的覆盖面积可按外立面的 1/4~1/3 布设。相邻竖向斜撑杆应朝向对称呈八字形设置。

5.7.4 人行塔梯用固定式钢斜梯应符合本文件第 5.4 节的有关规定。有钢丝网或钢板网防护的一侧可不设置扶手。

5.7.5 人行塔梯四周应采用钢丝网或钢板网封闭。下方有人员及车辆通行或作业的，应用密目式钢丝安全立网封闭。

5.7.6 梯间平台的要求如下：

- a) 梯间平台的宽度不应小于钢斜梯的宽度，且不小于 760mm；梯间平台的行进方向的长度不应小于人行塔梯的宽度，且不小于 850mm；
- b) 梯间平台不应悬挂在梯段上；
- c) 顶部和各节平台应设置防护栏杆，并应符合本文件第 5.1 节的有关规定；

d) 梯间平台底板应平整满铺，相邻板之间不应搭接且表面高度差不宜大于 4mm。

5.7.7 人行塔梯基础应根据产品说明书要求设置。宜采用厚度不小于 300mm 的混凝土浇筑，硬化范围不应小于人行塔梯底框外沿 500mm，也可采用其他经过设计、检测的结构型式。

5.7.8 人行塔梯出入口应根据高处作业高度与可能坠落半径搭设防物体打击类防护棚，并应符合本文件第 5.2 节的有关规定。

5.7.9 人行塔梯选用材料的性能要求如下：

- a) 梯间平台底板宜选用厚度不小于 3mm 花纹钢板或经防滑处理的普通钢板，或防滑木质板等其他等效结构材料；
- b) 人行塔梯基础所用混凝土强度应不小于 C20；
- c) 各构件选用的钢材力学性能不宜低于 Q235B，且应符合现行 GB/T 700 的有关规定；钢丝网、钢板网力学性能不应低于 Q235，且应符合 GB 5725、GB/T 33275 的有关规定。

5.7.10 人行塔梯应由设计制造单位进行设计验算及型式试验。其他设计验算要求如下：

- a) 钢斜梯荷载应符合本文件第 5.4 节的有关规定；
- b) 梯间平台应能承受不小于 2kN/m^2 的均匀分布活荷载；
- c) 受弯构件容许挠度应为跨度的 1/150 和 10mm 中的较小值；
- d) 对于承载能力极限状态设计，人行塔梯荷载效应的基本组合宜按表 3 采用。

表3 人行塔梯荷载效应的基本组合

计算项目	荷载效应的基本组合
立杆/水平杆强度、稳定承载力	永久荷载+施工荷载
立杆稳定承载力	永久荷载+施工荷载+ ϕ_w 风荷载
连墙件强度、稳定承载力	风荷载+ N_0
立杆地基承载力	永久荷载+施工荷载

注：1 N_0 为连墙件约束架体平面外变形所产生的轴向力设计值；
2 ψ_w 为风荷载组合值系数。

e) 对于正常使用极限状态设计，人行塔梯荷载效应的标准组合宜按表 4 采用。

表4 人行塔梯荷载效应的标准组合

计算项目	荷载效应的标准组合
水平受弯杆件挠度、梯间平台挠度	永久荷载

f) 人行塔梯验算应按 GB 51210 或 GB 50017 进行。

h) 定型产品的人行塔梯，应通过承载力、刚度、稳定性试验。

5.7.11 人行塔梯的安装要求如下：

- a) 人行塔梯的各构件之间可采用扣件、焊接、定型套管、螺栓、销轴方式进行连接固定。塔梯连接螺栓应紧固，并应采取防退扣措施；
- b) 人行塔梯可根据设施具体情况，通过螺栓或销轴固定方式分节安装上、下层平台框；
- c) 用电线路不宜装设在塔梯上，必须装设时，线路与塔体间应绝缘；
- d) 人行塔梯高度大于 5m 时，每上升 4m~6m 应设置连墙件；
- e) 人行塔梯基础应稳固，四脚应垫平，底部与基础之间应采用预埋地脚螺栓固定连接；

- f) 人行塔梯各构件之间的连接和固定，构件与地面之间的固定等应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661、GB/T 3098.1 的相关规定，且受力满足设计文件或方案的要求。

5.7.12 人行塔梯连墙件的要求如下：

- a) 连墙件应采用能承受压力和拉力的刚性杆件，采用拉撑结合方式、预埋钢管方式、后锚固方式或箍柱等方式与结构物连接；
- b) 连墙件应与建筑结构和塔梯连接牢固，不应与支撑性支架连接；
- c) 连墙件应靠近塔梯的横杆设置，连接点至横杆、立杆节点距离不应大于 300mm，并固定在塔梯的立杆上；
- d) 连墙件宜水平设置，当不能水平设置时，与人行塔梯连接的一端，应低于与建筑结构连接的一端，连墙杆的坡度宜小于 1:3；
- e) 连墙件的安装应随人行塔梯搭设同步进行，不应滞后安装；当人行塔梯操作层高出相邻连墙件 2 个步距及以上时，在上层连墙件安装完毕前，应采取临时拉结措施；
- f) 当无法设置连墙件时，应制定其他可靠的固定措施，并进行专项设计。

5.7.13 人行塔梯安装后外观要求如下：

- a) 各构件不应歪斜、扭曲、变形；
- b) 平台底板应满铺、平整无明显错台，可靠固定；
- c) 表面应光洁，无毛刺、裂纹、焊渣或明显锤痕等外观缺陷；
- d) 切割部位应锉平磨光，边角整齐；
- e) 地基应坚实平整，基础四周应有防排水设施；
- f) 安全警示色、防锈漆涂层应均匀、牢固，无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.7.14 人行塔梯的使用要求如下：

- a) 人行塔梯出入口宜设置警示、隔离类设施进行围蔽，禁止无关人员入内；
- b) 人行塔梯醒目位置应张贴设施验收牌、安全使用规程及同时上下人数，夜间施工时上下道口应设置警示灯；
- c) 人行塔梯应仅用于人员往返，不应用于物料运输和承重，或用作其他设施设备的架体；
- d) 长时间不用的人行塔梯应堆放整齐并用防潮布遮盖；
- e) 人行塔梯基础下不应进行挖掘作业；当因施工需要在基础附近进行挖掘作业时，应对架体采取加固措施。

5.7.15 人行塔梯使用过程中应由专人进行日常维护，并应每日施工前进行检查。检查项目如下：

- a) 主要受力杆件、剪刀撑等加固杆件、连墙件应无缺失、无松动，架体应无明显变形；
- b) 场地应无积水、地基无明显变形，立杆底端应无松动、无悬空；
- c) 安全防护设施应齐全、有效、无损坏缺失；
- d) 使用过程中若出现 6 级及以上强风、洪水或大雨浸泡、冻结的地基土解冻、停用超过 1 个月、架体部分拆除等特殊情况下，应按照基础、连墙件、塔梯下部、塔梯上部的顺序进行检查，有明显不稳定时不应登高检查，确认安全后方可继续使用。

5.7.16 人行塔梯的拆除要求如下：

- a) 拆除作业时，应设置警戒区、警戒标志，并应派专人监护，非作业人员不应入内；
- b) 拆除程序应遵守由上而下，先装后拆的原则，不应上下同时作业；

- c) 同层杆件和构配件应按先外后内的顺序拆除；
- d) 剪刀撑、斜撑杆等加固杆件应在拆卸至该杆件所在部位时再拆除；
- e) 连墙件应随架体逐层拆除，不应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，应采取临时拉结措施；
- f) 拆下的构件应吊运至地面，防止碰撞，不应抛掷；
- g) 定型产品的人行塔梯应按照使用说明书进行拆除。

5.8 高处作业水平安全通道

5.8.1 高处作业水平安全通道宜由底部支撑、通道底板和防护栏杆等组成。

5.8.2 高处作业水平安全通道的行走宽度不应小于 750mm；通道与水平面的坡度不应大于 1:3。

5.8.3 高处作业水平安全通道的底部支撑宜采用纵梁加横撑组合结构，与相邻构筑物固定牢靠；当搭接到构筑物上时，搭接长度不应小于 500mm，并应采取防推移措施。

5.8.4 高处作业水平安全通道的通道底板应平整满铺，相邻板之间不应搭接，且表面高度差不宜大于 4mm；表面如有坡度应加设间距不大于 400mm 的防滑条或采取其他防滑措施。通道底板应留有排水通道。

5.8.5 高处作业水平安全通道应根据作业工序选择 1.2m 防护栏杆或 1.5m 防护栏杆，应符合本文件第 5.1 节的有关规定。

5.8.6 高处作业水平安全通道选用的材料性能要求如下：

- a) 底部支撑宜选用型钢；
- b) 通道底板宜选用厚度不小于 3mm 花纹钢板或经防滑处理的普通钢板，或防滑的钢脚手板、木质板等其他等效结构材料；
- c) 各构件选用的钢材力学性能不宜低于 Q235B，且应符合 GB/T 700 的有关规定。

5.8.7 高处作业水平安全通道应由设计制造单位进行设计验算。其他设计验算要求如下：

- a) 高处作业水平安全通道的设计荷载应按实际使用要求确定，并应不小于本条规定的值；
- b) 整个通道区域应能承受不小于 2kN/m^2 的均匀分布活荷载。在通道区域内中心距为 1m，边长 300mm 正方形上应能承受不小于 1kN 集中荷载；
- c) 受弯构件容许挠度应为跨度的 1/150 和 10mm 中的较小值；
- d) 高处作业水平安全通道可简化为简支梁进行计算；结构复杂的，宜建立三维模型计算；
- e) 应验算底部支撑梁和通道底板的强度、刚度和平台整体稳定性。

5.8.8 高处作业水平安全通道的安装应符合下列要求：

- a) 各构件之间按照设计要求进行连接固定，保证设计的结构强度；
- b) 各构件之间的连接和固定，构件与相邻构筑物之间的固定应符合 GB 50205、GB 50661、GB/T 3098.1 的相关规定。

5.8.9 高处作业水平安全通道安装后外观要求如下：

- a) 通道钢梁应平直，各构件不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷；
- b) 通道底板应满铺、平整无明显错台。

5.8.10 高处作业水平安全通道使用要求如下：

- a) 应在明显位置标明允许负载值的限载牌及限定允许的作业人数，不应超重；
- b) 使用中不应任意拆除任何构件；
- c) 应每日施工前、移动后检查稳固情况，并由专人进行日常维护。

5.9 悬挑式作业平台

5.9.1 悬挑式作业平台宜由支撑体系、平台底板、防护栏杆等组成。

5.9.2 悬挑式作业平台的悬挑长度不宜大于 5m。悬挑式作业平台到上方障碍物的垂直距离不应小于 1.7m。平台上作业场地的大小应充分考虑施工人员的作业安全。

5.9.3 悬挑式作业平台支撑体系应符合下列要求：

- a) 采用斜拉方式的悬挑式作业平台，平台两侧的连接吊环与前后两道斜拉钢丝绳连接，每一道钢丝绳能承载该侧所有荷载。当采用仅靠拉力的固定件时，其工作荷载系数不小于 1.5，设计时考虑腐蚀和疲劳应力对固定件寿命的影响；
- b) 采用支承方式的悬挑式作业平台，在钢平台下方设置不少于两道斜撑，斜撑的一端支承在平台主结构钢梁下，另一端支承在建筑物主体结构；
- c) 采用悬臂梁式的操作平台，其节点采用螺栓或焊接的刚性节点。当平台板上的主梁采用与主体结构预埋件焊接时，预埋件、焊缝均经设计计算，建筑主体结构同时满足强度要求。

5.9.4 悬挑式作业平台底板应平整满铺，相邻板之间不应搭接且表面高度差不宜大于 4mm；平台底板表面如有坡度应加设防滑条或采取其他防滑措施。悬挑式作业平台底板的外侧应略高于内侧。

5.9.5 悬挑式作业平台的所有敞开边缘应根据作业工序选择 1.2m 防护栏杆或 1.5m 防护栏杆，宜选用固定式防护栏杆。防护栏杆应符合本文件第 5.1 节的有关规定。

5.9.6 悬挑式作业平台选用的材料性能要求如下：

- a) 采用悬臂梁式的操作平台，应采用型钢制作悬挑梁或悬挑桁架，不应使用钢管；
- b) 平台底板宜选用厚度不低于 3mm 花纹钢板、或经防滑处理的普通钢板、或冲孔钢板网、或其他等效结构的材料；
- c) 各构件选用的钢材力学性能不宜低于 Q235B，且应符合 GB/T 700 的有关规定。钢丝网、钢板网力学性能不应低于 Q235，且应符合 GB 5725、GB/T 33275 的有关规定。

5.9.7 悬挑式作业平台应由设计制造单位进行设计验算，并应符合下列要求：

- a) 悬挑式作业平台荷载按实际使用要求确定，并不小于本条规定值；
- b) 整个平台区域能承受不小于 2kN/m^2 均匀分布活荷载；在平台区域内中心距为 1m，边长 300mm 正方形上能承受不小于 1kN 集中荷载；
- c) 受弯构件容许挠度为跨度的 1/150 和 10mm 中的较小值；
- d) 风荷载计算符合 GB 50009 的相关规定。

5.9.8 悬挑式作业平台的安装要求如下：

- a) 悬挑式作业平台的各构件之间可视需要采用扣件、焊接、定型套管、螺栓、销轴方式进行连接固定，应保证设计的结构强度。连接螺栓应紧固，并应采取防退扣措施；
- b) 支撑体系采用悬臂梁式时，其节点应采用螺栓或焊接的刚性连接；

- c) 支撑体系采用斜拉式时，作业平台应与支撑结构刚性连接，不应仅靠自重安装固定；
- d) 悬挑式操作平台的搁置点、拉结点、支撑点应设置在稳定的结构上，且应可靠连接；
- e) 悬挑式作业平台各构件之间、平台与支撑结构之间的连接固定应符合 GB 50205、GB 50661、GB/T 3098.1 的相关规定，受力满足设计文件或方案的要求。

5.9.9 悬挑式作业平台安装后外观要求如下：

- a) 平台钢梁应平直，各构件不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷；
- b) 平台底板应满铺、平整无明显错台，可靠固定。

5.9.10 悬挑式作业平台使用要求如下：

- a) 悬挑式作业平台投入使用时，应在平台的内侧设置标明允许负载值的限载牌及限定允许作业人数，不应超重；设备、材料在平台上应对称均匀放置，不应超荷载或偏压堆放物料；
- b) 悬挑式作业平台在吊运、安装、移动前应清除平台上物料。吊运、安装、移动时应设置安全警戒区，人员不应上下；
- c) 悬挑式作业平台应配备消防器材；
- d) 悬挑式作业平台使用中不应任意拆除任何构件；
- e) 悬挑式作业平台移动前、安装后、每班登台工作前均应检查稳固情况，并由专人进行日常维护。

5.9.11 悬挑式作业平台拆除要求如下：

- a) 高空拆除作业时，应设置警戒区、警戒标志，并应派专人监护，非作业人员不应入内；
- b) 安装在模板上的悬挑式作业平台应在模板整体拆卸吊装至地面后进行拆除；
- c) 拆除时作业人员不应站在作业平台上；
- d) 拆除作业人员宜使用登高作业车。悬空作业时，安全带不应系挂在临时结构上。

5.10 落地式作业平台

5.10.1 落地式作业平台宜由支撑体系、钢斜梯、平台底板、防护栏杆、安全网等组成。

5.10.2 落地式作业平台高度不宜大于 15m，高宽比不应大于 3:1。作业层高度不应小于 1.7m，且不宜大于 2.0m。平台上作业场地的大小应充分考虑施工人员的作业安全。

5.10.3 当用钢管搭设落地式作业平台时，其立杆间距和步距、剪刀撑、扫地杆等构造要求应符合 GB 51210 的有关规定。当用型钢搭设时，构造要求应符合 GB 50017 的有关规定。

5.10.4 落地式作业平台用固定式钢斜梯应符合本指南第 5.4 节的有关规定。有钢丝网或钢板网防护的一侧可不设置扶手。

5.10.5 落地式作业平台底板应符合本文件第 5.9.4 条的有关规定。

5.10.6 每层作业平台所有敞开边缘均应设置高 1.2m，带挡脚板、安全网的防护栏杆，且应符合本指南第 5.1 节的有关规定。

5.10.7 落地式作业平台下方有人员及车辆通行或作业的，四周应用密目式安全立网封闭。

5.10.8 落地式作业平台基础宜采用混凝土硬化，硬化范围应大于支撑立杆外沿 500mm。

5.10.9 落地式作业平台基础所用混凝土强度应不小于 C20；各构件材料性能应符合本文件第 5.9.6 条的有关规定。

5.10.10 落地式作业平台应由设计制造单位进行设计验算，并应符合下列要求：

- a) 落地式作业平台的设计荷载按实际使用要求确定，并不小于本条规定值；
- b) 整个平台区域能承受不小于 2kN/m^2 均匀分布活荷载；在平台区域内中心距为 1m ，边长 300mm 正方形上能承受不小于 1kN 集中荷载；
- c) 受弯构件容许挠度为跨度的 $1/150$ 和 10mm 中的较小值；
- d) 落地式作业平台荷载效应的基本组合符合本文件第 5.7.10 条的有关规定；
- e) 落地式作业平台验算符合 GB 51210 或 GB 50017 的相关规定。

5.10.11 落地式作业平台的安装要求如下：

- a) 落地式作业平台的各构件之间可采用扣件、焊接、定型套管、螺栓、销轴方式进行连接固定；
- b) 落地式作业平台应与构筑物进行刚性连接或设置连墙件等防倾覆措施，不应与其他临时结构物连接；连墙件设置应符合本文件第 5.7.12 条的有关规定；无法设置连墙件的，应设置缆风绳；
- c) 落地式作业平台宜一次搭设成型；
- d) 落地式工作平台应稳固，面板与支撑结构应连接牢固，悬臂板应采取有效的加固措施；
- e) 作业平台各构件之间的连接和固定，构件与地面基础之间的连接固定应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661、GB/T 3098.1 的相关规定，受力满足设计文件或方案的要求。

5.10.12 作业平台安装后外观要求如下：

- a) 平台钢梁应平直，各构件不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷；
- b) 平台底板应满铺、平整无明显错台，可靠固定；
- c) 地基应坚实平整，基础四周应有防排水设施。

5.10.13 落地式作业平台使用要求如下：

- a) 落地式作业平台投入使用时，应在平台的内侧设置标明允许负载值的限载牌并限定允许作业人数，不应超重；设备、材料在平台上应对称均匀放置，不应超荷载或偏压堆放物料；
- b) 落地式作业平台出入口宜设置警示、隔离类设施进行围蔽，禁止无关人员、车辆入内；
- c) 落地式作业平台醒目位置应张贴悬挂安全使用规程，夜间施工上下道口时应设置警示灯；
- d) 落地式作业平台不应用作其他设施的架体；
- e) 落地式作业平台使用中不应任意拆除任何构件；
- f) 落地式作业平台基础下不应进行挖掘作业；当因施工需要在基础附近进行挖掘作业时，应对架体采取加固措施；
- g) 落地式作业平台应配备消防器材。

5.10.14 落地式作业平台使用过程中的检查应符合下列规定：

- a) 主要受力杆件、剪刀撑等加固杆件、连墙件无缺失、无松动，架体应无明显变形；
- b) 场地应无积水、地基无明显变形，立杆底端无松动、无悬空；
- c) 安全防护设施齐全、有效、无损坏缺失；
- d) 使用过程中若出现 6 级及以上强风、洪水或大雨浸泡、冻结的地基土解冻、停用超过 1 个月、架体部分拆除等特殊情况，使用前先检查落地式作业平台。

5.10.15 落地式作业平台的拆除应符合本文件第 5.7.16 条的有关规定。

5.11 移动式作业平台

- 5.11.1 移动式作业平台宜由支撑体系、平台底板、防护栏杆、钢直梯、滚轮等组成。
- 5.11.2 移动式作业平台面积不宜大于 10m^2 ，高度不宜大于 5m ，高宽比不应大于 2:1。
- 5.11.3 支撑体系宜采用桁架或刚架结构。部分为悬挑式平台时，支撑体系应符合本指南 4.4.1 节的有关规定。
- 5.11.4 防护栏杆应符合本指南第 5.1 条的有关规定，平台底板应符合本文件第 5.9.4 条的有关规定，钢直梯应符合本文件第 5.5 条的有关规定。
- 5.11.5 移动式作业平台立柱底端高出地面不宜超过 80mm ，行走轮和导向轮应配有制动器或刹车闸等制动措施。
- 5.11.6 移动式作业平台各构件材料性能应符合本文件 5.10 条的有关规定。
- 5.11.7 移动式作业平台应由设计制造单位进行设计验算。其他设计验算要求如下：
- a) 移动式作业平台荷载应根据实际使用要求确定，并应不小于下列要求；
 - b) 整个平台区域应能承受不小于 2kN/m^2 均匀分布活荷载；在平台区域内中心距为 1m ，边长 300mm 正方形上应能承受不小于 1kN 集中荷载；
 - c) 受弯构件容许挠度为跨度的 $1/200$ 和 10mm 中的较小值；
 - d) 移动式作业平台底部横梁间距应满足荷载设计要求；
 - e) 移动式作业平台行走轮的承载力应满足荷载要求，且不应小于 5kN ，制动力矩应满足荷载要求，且不应小于 $2.5\text{N} \cdot \text{m}$ ；
 - e) 移动式作业平台的整体结构应通过承载力、刚度、稳定性试验。
- 5.11.8 移动式作业平台的安装要求如下：
- a) 移动式作业平台的各构件之间可采用扣件、焊接、定型套管、螺栓、销轴方式进行连接固定；移动式作业平台的滚轮与平台架体宜通过螺栓连接；
 - b) 移动式作业平台的基础应坚实平整；
 - c) 移动式作业平台各构件之间的连接和固定应符合 GB 50205、GB 50661、GB/T 3098.1 的相关规定，受力满足设计文件或方案的要求。
- 5.11.9 移动式作业平台安装后外观要求如下：
- a) 平台钢梁应平直，各构件不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷；
 - b) 平台底板应满铺、平整无明显错台，可靠固定。
- 5.11.10 移动式作业平台使用要求如下：
- a) 移动式作业平台投入使用时，应在平台的内侧设置标明允许负载值的限载牌并限定允许作业人数，不应超重；设备、材料在平台上应对称均匀放置，不应超荷载或偏压堆放物料；
 - b) 移动式作业平台使用时，到上方障碍物的垂直距离不应小于 1.7m ；
 - c) 移动式作业平台移动前应清除平台上物料，移动时作业平台上不应站人；
 - d) 移动式作业平台制动器除在移动情况外，均应保持制动状态，制动力不足时可采取木楔等辅助措施；
 - e) 不应任意拆除移动式作业平台上的任何构件；
 - f) 移动式作业平台使用时，基础应坚实平整，且应满足承载力要求；

g) 移动式作业平台每次移动、登高前均应检查支腿及制动器等固定情况，应由专人进行日常维护。

5.12 缆风绳

5.12.1 缆风绳宜由钢丝绳、地锚、吊环、紧索装置等组成。

5.12.2 缆风绳应对称布置，预紧力相等，与水平面夹角宜在 $45^\circ \sim 60^\circ$ 之间。

5.12.3 钢丝绳的要求如下：

- a) 钢丝绳直径不应小于 9.3mm，安全系数不应小于 3.5；
- b) 钢丝绳末端应使用绳夹连接固定，绳夹连接时应满足表 5 的要求，每个绳夹的间距为 $6 \sim 7d$ (d 为钢丝绳直径)，最后一个绳夹距绳端的长度不应小于 140mm；绳夹夹座应在钢丝绳承载时受力的一侧，U 型螺栓应在钢丝绳的尾端，不应正反交错；绳夹宜拧紧到使两绳直径高度降低 $1/3$ ；
- c) 钢丝绳底部宜设置套管。

表5 钢丝绳夹连接安全要求

钢丝绳公称直径 d/mm	≤ 18	(18, 26]	(26, 36]	(36, 44]	(44, 60]
钢丝绳夹最少数量/组	3	4	5	6	7

5.12.4 地锚可使用全埋式或半埋式。

5.12.5 吊环宜呈“几”字形预埋入地锚并应焊接或绑扎在地锚钢筋骨架上，预埋深度不宜小于 $30d$ ， d 为吊环钢筋或圆钢的直径。禁止不使用吊环直接将钢丝绳埋入混凝土地锚内部。

5.12.6 缆风绳应设置紧索装置，可采用花篮螺栓。

5.12.7 缆风绳选用的材料性能要求如下：

- a) 地锚宜采用钢筋混凝土制作，混凝土强度等级宜不低于 C30，锚筋应采用 HRB400 或 HPB300 钢筋，不应采用冷加工钢筋；
- b) 吊环应采用未经冷加工的 HPB300 钢筋或 Q235B 圆钢，规格应不小于 $\phi 20$ 圆钢；
- c) 套管宜采用 PVC 管。

5.12.8 套管、地锚应使用安全警示色，并符合 GB 2893 的相关规定。

5.12.9 缆风绳应由使用单位根据设计结果选用。其他设计验算要求如下：

- a) 缆风绳所承受风荷载应综合考虑风力、风向、设备形状尺寸、支承条件、构件或设备本身刚度、强度等，荷载计算应符合 GB 50009 的相关规定；
- b) 缆风绳可简化为杆件进行建模计算；
- c) 验算内容包括构件或设备连接处变形与强度；地锚尺寸、埋置深度；缆风绳的数量、直径、固定位置，吊环应力等。

5.12.10 缆风绳的安装要求如下：

- a) 缆风绳与吊环之间宜采用花篮螺栓连接，花篮螺栓强度应与缆风绳强度相匹配；
- b) 缆风绳各构件之间的连接和固定，地锚固定应符合 GB 50010、GB 50204、GB 50205、GB 50661、GB/T 3098.1 的相关规定，受力满足设计文件或方案的要求。

5.12.11 缆风绳安装后外观要求如下：

- a) 钢丝绳的磨损、断丝不应超标；
- b) 钢丝绳与预埋吊环应牢固连接，地锚混凝土不应有蜂窝、麻面等病害；
- c) 安全警示色、防锈漆涂层应均匀、牢固，无明显的堆漆、漏漆等缺陷。

5.12.12 缆风绳使用要求如下：

- a) 缆风绳不应随意拆除，暂时解除连接时应增设临时防护设施；当遇有内陆 8 级或海上 12 级以上大风时，应提前检查缆风绳设施；
- b) 绳夹在受载一、二次后应做检查，并视情况进一步拧紧。紧固绳夹时应考虑每个绳夹的合理受力，离套环最远处的绳夹不应首先单独紧固；离套环最近处的绳夹（第一个绳夹）应尽可能地紧靠套环，但仍应保证绳夹的正确拧紧，不应损坏钢丝绳的外层钢丝；
- c) 缆风绳的维护和报废应符合 GB/T 5972 的相关规定。

6 通用作业

6.1 高处作业

6.1.1 高处作业下方警戒区设置应符合 GB 3608 的有关规定。

6.1.2 高度在 5m 以下的作业平台或作业平台之间人员上下的安全通道可使用钢直梯或钢斜梯；高度在 40m 以下的可使用人行塔梯或施工电梯，高度在 40m 以上的宜使用施工电梯。作业面距基准面 2m 以上时应搭设施工作业平台。水平作业平台之间应使用高处作业水平安全通道连接。安全通道应符合本文件 5.4~5.8 节的有关规定。

6.1.3 人员上下安全通道使用施工电梯时，要求如下：

- a) 施工电梯的平面位置宜根据环境条件和桥墩的结构特点进行比较选择，其布置除应方便施工操作外，亦不应影响到其他作业的安全；
- b) 施工电梯的选型、安装、使用、拆卸应符合 GB/T 10054.1 的有关规定；
- c) 施工电梯应采用厂家定型产品；
- d) 施工电梯轿厢和作业平台的通道底板水平距离不应大于 35mm；
- e) 施工电梯应有可靠的附墙安全措施；
- f) 混凝土泵管不应布设在施工电梯上；
- g) 应每 15 日对施工电梯进行一次清洁、润滑、调整和检查，确保设备性能良好；每班前、作业环境有较大变化时应进行检查。

6.1.4 高处作业场所临边应设置安全防护栏杆，高度在 40m 以下作业应设置高 1.2m 的防护栏杆，高度在 40m 以上作业宜设置高 1.5m 的防护栏杆，防护栏杆应符合本文件 5.1 节的有关规定。

6.1.5 洞口作业时，应采取防坠落措施，并应符合下列规定：

- a) 当竖向洞口短边边长小于 500mm 时，采取封堵措施；当垂直洞口短边边长大于或等于 500mm 时，在临空一侧设置高度不小于 1.2m 的防护栏杆，并采用密目式安全立网封闭，设置挡脚板；
- b) 当非竖向洞口短边边长为 25mm~500mm 时，采用承载力满足使用要求的盖板覆盖，盖板四周搁置均衡，且防止盖板移位；

- c) 当非竖向洞口短边边长为 500mm~1500mm 时, 采用盖板覆盖或防护栏杆等措施, 并固定牢固;
 - d) 当非竖向洞口短边边长大于或等于 1500mm 时, 在洞口作业侧设置高度不小于 1.2m 的防护栏杆, 洞口采用安全平网封闭。
- 6.1.6 不便设置人员上下的安全通道, 但地基条件符合登高作业车的使用要求时, 宜使用登高作业车。
- 6.1.7 缺少或不易设置安全带吊点的高处作业, 宜设置安全带母索, 母索系统的要求如下:
- a) 母索系统应采用厂家定型产品, 并应符合 GB 38454 的有关规定;
 - b) 母索系统应能承受 6kN/人的冲击作用力;
 - c) 导轨宜使用钢丝绳;
 - d) 钢丝绳绳夹在受载一、二次后应做检查, 并视情况进一步拧紧。
- 6.1.8 脚手架及作业平台应搭设牢固, 不宜与模板及其支撑体系联结。不应使用竹、木脚手架。脚手板应满铺、固定, 离结构物立面的距离不应大于 150mm。有坡度的脚手板应采取防滑木条等措施。作业层脚手板下方应用安全平网兜底, 以下每隔 10m 应采用安全平网封闭。
- 6.1.9 人行塔梯和作业平台、高处作业水平安全通道与作业平台交界的通道底板应满铺、平整、无明显错台。水平距离为 25mm~500mm 时, 应采用承载能力满足使用要求的盖板覆盖, 盖板四周搁置应均衡, 且应防止盖板移位; 超过 500mm 时, 应设置高处作业水平安全通道。
- 6.1.10 不同施工安全防护设施的防护栏杆之间, 应采用扣件连接、焊接、套接、螺栓连接、销轴连接方式连接固定。防护栏杆下方无人员及车辆通行或作业的, 无侧向防护的最大空隙不应超过 150mm。
- 6.1.11 雨雪季节施工时, 现场脚手架、安全通道、作业平台等作业面应采取防滑措施。
- ## 6.2 支架及模板工程
- 6.2.1 支架高宽比大于 3 时, 应设置足够的连墙件、抛撑或缆风绳, 以保证横向稳定。
- 6.2.2 落地式模板(除基础)尚未浇筑混凝土时宜采用缆风绳作为抗风措施。当单节模板较高时, 在拉缆风绳之前, 应采取临时拉结措施。
- 6.2.3 支架应设置可靠的接地装置。
- 6.2.4 当钢模板高度超过 15m 时, 应安设避雷设施, 避雷设施的接地电阻不应大于 4Ω。
- 6.2.5 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。
- 6.2.6 基准面以上 2m 安装、拆除模板应搭设脚手架或落地式作业平台, 并应符合本文件 6.1 节的相关规定。大型钢模板安装、拆除应设置落地式作业平台, 并应符合本文件 5.10 节的相关规定。
- 6.2.7 支架、模板的安装、拆除要求如下:
- a) 应设立警戒区, 非作业人员不应进入, 警戒区应不小于支架或模板倾覆半径的 1.5 倍范围;
 - b) 模板及其支架在安装、拆除过程中, 应设置有效防倾覆的临时固定设施。在大风地区或大风季节安装时, 模板应有抗风的临时加固措施;
 - c) 支架搭设时, 应在距地面 3m 处设置首层安全平网, 每隔不大于 10m 再设层间安全平网;
 - d) 模板安装时脚手架或作业平台上临时堆放的模板不宜超过 3 层; 连接件应放在箱盒或工具袋中, 不应散放在脚手板上;

- e) 拆卸前应将支架、模板上的杂物、附属设施等清理干净；
- f) 拆除人员不应站在待拆及相邻的杆件、模板上；
- g) 支架分段拆除时，应确定分界处的技术处理方案，并应保证分段后架体的稳定；
- h) 大型模板拆除时应在两端设置溜绳。

6.2.8 模板堆放高度不宜超过 2m，并应采取防止滑动的措施。木模板存放区域应按要求配备消防器材。

6.3 钢筋工程

6.3.1 作业时不应攀爬钢筋骨架；作业面距基准面 2m 以上时应搭设脚手架或作业平台，且不应与钢筋骨架相连，作业平台上钢筋临时存放不应超过平台的设计荷载。高处作业应符合本文件 6.1 节的相关规定。

6.3.2 盘圆钢筋、钢筋笼等易滚动钢筋制品应支垫牢固。

6.3.3 钢筋加工机械安全防护装置应齐全可靠，防护罩或防护板应牢固、完整。机械设备应安装在室内或防雨棚内，并设可靠的接地、接零装置。

6.3.4 绑扎、连接、安装高度超过 2m 的竖向钢筋、易失稳构件或悬挑结构的钢筋时，应设临时支撑。安装完毕的钢筋骨架高度超过 6m 时，应设置缆风绳等防倾覆措施。

6.4 混凝土工程

6.4.1 作业面距基准面 2m 以上的混凝土工程应设置人员上下的安全通道及作业平台，并应符合本文件 6.1 节的相关规定。

6.4.2 采用搅拌运输车运输混凝土时，要求如下：

- a) 施工现场车辆出入口处应设置交通安全指挥人员，施工现场道路应顺畅，有条件时宜设置循环车道，危险区域应设置警戒标志；
- b) 夜间施工及隧道施工时，应有良好的照明；
- c) 混凝土搅拌运输车在场站内行驶速度不应超过 20km/h，施工现场行驶速度不应超过 5km/h，运输途中最高车速不应超过 50km/h；
- d) 进入混凝土搅拌运输车搅拌筒维修、清理混凝土前，应将发动机熄火，操作杆置于空挡，将发动机钥匙取出，并应设专人监护，悬挂安全警示牌。

6.4.3 泵送混凝土施工要求如下：

- a) 混凝土泵送施工现场，应配备通信联络设备，并应设专门的指挥和组织施工的调度人员；
- b) 当多台混凝土泵同时泵送或与其他输送方法组合输送混凝土时，应分工明确、互相配合、统一指挥；
- c) 手动布料设备不应支撑在脚手架上，也不应直接支撑在钢筋上，宜设置钢支撑将其架空；
- d) 混凝土输送泵的支腿应伸出调平并插好安全销，管道布设应平顺牢靠，接头和卡箍应密封、紧固。

6.4.4 浇筑混凝土施工要求如下：

- a) 混凝土浇筑过程中应检查模板、支架、钢筋骨架的稳定、变形情况，发现异常，应立即停止作业，并应整修加固；
- b) 在有人通过的高压管段、距混凝土泵出口较近的弯管，宜设置安全防护设施；

- c) 在布料设备的作业范围内，不应有高压线或影响作业的障碍物；布料设备与塔吊和升降机械设备不应在同一范围内作业。

6.4.5 混凝土养护要求如下：

- a) 覆盖养护时，预留孔洞周围应设置安全护栏或盖板，并应设置安全警示标志，不应随意挪动；
- b) 洒水养护时，应避免配电箱和周围电气设备；
- c) 蒸汽、电热养护时，虚设围栏和安全警示标志，并应配置足够、适用的消防器材，非作业人员不应进入养护区域。

6.5 基坑工程

6.5.1 有支护的基坑应采取防碰撞措施，支护拆除时应设置临时固定措施。

6.5.2 基坑开挖影响邻近建（构）筑物或临时设施时，应采取措施防止既有结构发生不均匀沉降。

6.5.3 基坑周边 1m 范围内不应堆载、停放设备，1m 外堆土高度不应超过 1.5m。顶面有动载的基坑，其边沿与动载之间应留有不小于 1m 宽的护道，动荷载较大时宜适当加宽护道；水文和地质条件较差时，应采取加固措施。基坑边缘地段上作业的机械应采取防止机械倾覆、基坑坍塌的安全措施。

6.5.4 采取挖土机械开挖基坑时，坑内不应有人作业。留人在坑内操作时，挖土机械应暂停工作。

6.5.5 基坑边沿不小于 0.5m 处应设置防护栏杆，下设踢脚板。深基坑四周距基坑边缘不小于 1m 处应设立防护栏杆，挂密目式安全网，靠近道路侧应设置安全警示标志和夜间警示灯带。

6.5.6 基坑施工应设置上下坡道、钢直梯、钢斜梯或人行塔梯作为人员上下的安全通道；深基坑内安全通道数量不应少于 2 个。设置的坡道或爬梯不应影响或破坏基坑支护系统安全。全部放坡开挖的基坑，机械设备上下基坑时宜设置车用安全通道。

6.6 电焊与气焊

6.6.1 应设置气瓶专用存放棚或仓库，库房应防晒、通风良好，氧气、乙炔应分库存放。防火间距与消防器材应满足 GB 50720 相关要求。

6.6.2 作业时氧气瓶与乙炔瓶应分开放置，其安全距离不应小于 5m，与明火作业点的安全距离不应小于 10m，无法达到的应设置耐火屏障。作业现场应按规定配备消防器材。

6.6.3 使用的气瓶应稳固竖立或装在专用车（架）或固定装置上。气瓶的移动宜使用具有防晒功能的气瓶专用推车，推车上宜设置灭火器套笼，用于放置灭火器。气瓶搬运、装卸、储存和使用还应符合 GB/T 34525 的要求。

6.6.4 电焊机应有防护外壳，一、二次接线柱处应有保护罩。不宜使用交流电焊机，使用时应安装一次侧漏电保护器和二次侧空载降压触电保护器。

6.6.5 露天使用电焊机应设防雨棚及防潮垫。雨天不应进行露天电焊作业。应在潮湿处施焊时，作业人员应在干燥绝缘物体上作业。

6.6.6 暂停作业或移动电焊机时，应切断电源，不应拖拽电缆。

6.6.7 高处焊接作业要求如下：

- a) 宜使用作业平台、人行塔梯或登高作业车，不应悬空作业，且应符合本文件 6.1 节的有关规定；

- b) 作业前应对焊接点附近及下方的易燃物品进行清理；
- c) 作业区下方应设置不小于 10m 的警戒区，按要求配备消防器材，并设置专人巡视；
- d) 焊接点的下方应设置镀锌钢板制成、内部敷设岩棉毡并喷洒清水的接火斗。

6.7 起重作业

6.7.1 吊装作业应设警戒区，警戒区不应小于起吊物坠落影响范围，大风地区或大风季节应扩大警戒区范围。作业人员不应在已吊起的构件下或起重臂下旋转范围内作业或通行。

6.7.2 高空吊装梁等大型构件应避免大风天气作业，应在构件两端设溜绳。钢筋、杆件等小型构件吊装不应使用土工袋，应使用吊笼，吊笼四周及底部宜使用钢板网封闭。

6.7.3 作业前应检查起重机械的变幅限位器、力矩限制器、起重量限制器、防坠安全器、钢丝绳防脱装置、防脱钩装置以及各种行程限位开关等安全保护装置，应齐全有效，不应随意调整或拆除。不应利用限制器和限位装置代替操纵机构。

6.7.4 在架空输电线附近起吊时，不应用手扶持吊物或牵拉钢丝绳。

6.7.5 两台门式起重机同时作业时，应保持 5m 以上距离。

6.7.6 流动式起重设备作业时要求如下：

- a) 通行的道路、作业场地应平整坚实；
- b) 作业时应与沟渠、基坑保持安全距离；
- c) 履带式起重机作业时，地面坡度不应大于 3° ；起重臂的最大仰角不应超过使用说明书的规定，当无资料可查时，不应超过 78° ；
- d) 汽车、轮胎式起重机作业时，吊装前支腿应全部打开，并应按要求铺设垫木，作业前应检查支腿和地基的稳定性，作业时应专人监测垫木下沉情况；
- e) 通过铁路、地下水管、电缆等设施时，应铺设垫板保护，机械在上面行走时不应转弯；
- f) 采用双机抬吊作业时，应选用起重性能相似的起重机进行。抬吊时应统一指挥，动作应配合协调，载荷应分配合理，起吊重量不应超过两台起重机在该工况下允许起重量总和的 75%，单机的起吊载荷不应超过允许载荷的 80%。在吊装过程中，两台起重机的吊钩滑轮组应保持垂直状态。

6.7.7 起重机械使用的钢丝绳要求如下：

- a) 起重机械使用的钢丝绳，应有钢丝绳制造厂提供的质量合格证明文件，其结构形式、强度、规格等应符合起重机使用说明书的要求；塔吊、繁忙起重的起重机械的吊索应满足 GB 8918 的相关规定；
- b) 钢丝绳与卷筒应连接牢固，放出钢丝绳时，卷筒上应至少保留三圈，收放钢丝绳时应防止钢丝绳损坏、扭结、弯折和乱绳，卷筒和滑轮不应有能损害钢丝绳的缺陷；
- c) 钢丝绳采用绳夹固接时，与钢丝绳直径匹配的绳夹数量应符合表 5 的规定，绳夹间距应是 6 倍~7 倍钢丝绳直径，绳夹一个绳卡距绳头的长度不应小于 140mm。绳夹夹座应在钢丝绳承载时受力的一侧，U 形螺栓应在钢丝绳的尾端，不应正反交错。绳夹夹座初次固定后，应待钢丝绳受力后再次紧固，并宜拧紧到使尾端钢丝绳受压处直径高度压扁 1/3。作业中应经常检查钢丝绳夹的紧固情况；
- d) 每班作业前，应检查钢丝绳及钢丝绳的连接部位。钢丝绳不应有扭结、压扁、弯折、断股、断丝、断芯、笼状畸变等变形及明显锈蚀。钢丝绳报废标准应符合 GB/T 5972 的相关规定；

- e) 在转动的卷筒上缠绕钢丝绳时，不应用手拉或脚踩引导钢丝绳，不应给正在运转的钢丝绳涂抹润滑脂。

6.7.8 吊钩应设有防脱装置；防脱棘爪在吊钩负载时不应张开，安装棘爪后钩口尺寸减小值不应超过钩口尺寸的 10%；防脱棘爪的形态应与钩口端部相吻合。

6.7.9 吊起的构件上不应堆放或悬挂零星物件。吊起的设备应绑扎牢固，不应有可能脱落的组件。

6.8 水上作业

6.8.1 靠泊船舶上下人应搭设跳板，宽度不宜小于 600mm，跳板的强度和刚度应满足使用要求。跳板应设置扶手及安全网，跳板端部应固定或系挂，板面应有防滑措施。

6.8.2 可能发生坠落的工程船舶甲板、通道和作业场所应设有防滑装置。

6.8.3 水中围堰（套箱）和水上作业平台应设置船舶靠泊系统、人员上下的安全通道、消防设施及救生浮具。临边应设置不低于 1.2m 的防护栏杆，挂设钢丝网或钢板网，内侧悬挂救生圈。四周应设置警示标志和夜间航行警示灯光信号。

6.8.4 通航水域的水中围堰（套箱）和水上作业平台应设置防船撞设施，包括助航设施、警示标志、独立式防撞墩等。通航密集水域应配备警戒船和应急拖轮。能见度不良时水上作业场地应按规定启用声响警示设备和红光信号灯。

6.9 爆破作业

6.9.1 爆破作业应设警戒区和警戒人员，起爆前应撤出人员并按规定发出声、光等警示信号。

6.9.2 应使用警戒隔离绳、活动式警戒隔离栏、警戒牌等对警戒区进行标识。

6.9.3 露天爆破作业时，应建立避炮掩体，避炮掩体应设在冲击波危险范围之外。松软岩土或砂矿床爆破后，应保留警戒区至确认无塌陷危险。

6.9.4 地下爆破可能引起地面塌陷和山坡滚石时，应在地面塌陷区和滚石区设置警戒区。

6.9.5 爆破影响范围内的既有建（构）筑物和设施以及不能撤离的施工机具等应设可靠的防护设施。

6.9.6 爆破作业应符合 GB 6722 相关要求。

6.10 施工设备

6.10.1 室外工作的门式起重机的安全防护设施要求如下：

- a) 应按照起重机使用说明配备制动器、轮边制动器、夹轨器、顶轨器、压轨器、别轨器等抗风防滑装置；大风地区或大风季节，应加设缆风绳，宜采用液压式夹轨器及机械式夹轨器的组合；防抗滑风装置安装后不应有歪斜、扭曲、变形、破损及其他缺陷；
- b) 应设置声光报警、端部止挡、防脱钩、缓冲器等安全装置，桁架梁上不宜安装大型标志标牌；
- c) 应装设轨道端部止挡，轨道端部止挡上应安装行程限位触发装置；轨道端部止挡宜采用工字钢，且应满足抗冲击要求；前挡板宜高出轨道顶面不小于 600mm，宜安装缓冲橡胶垫板，并应使用具有夜间反光效果的安全警示色；斜撑与轨道面夹角宜为 30°；轨道端部止挡与轨道基础之间宜采用螺栓连接，并应采用防松脱垫片；
- d) 应有可靠的检修通道，宜使用带护笼的钢直梯。

6.10.2 塔式起重机的安全防护设施要求如下：

- a) 塔式起重机的金属结构、轨道应有可靠的接地装置，接地电阻不应大于 4Ω 。高位塔式起重机应设置防雷装置；
- b) 塔式起重机各部位的栏杆、平台、扶杆、护圈等安全防护装置应配置齐全；
- c) 起重臂高度大于 50m 时，应在臂架头部安装风速仪；当风速大于工作极限风速时，应能发出停止作业的警报。遇大风停止作业时，应锁紧夹轨器，将回转机构的制动器完全松开，起重臂应能随风转动；
- d) 动臂式和未附着塔式起重机及附着以上塔式起重机桁架上不应悬挂标语牌；
- e) 人员上下应配备符合要求的电梯或钢直梯；
- f) 塔式起重机基础应设置上横杆高度不低于 1.8m 的围栏；
- g) 轨道式塔式起重机应符合本文件 6.10.1 条相关规定。

6.10.3 缆索吊机的安全防护设施应符合下列规定：

- a) 吊塔、扣塔塔架前后及侧向设置缆风索，缆风索安全系数大于 2；
- b) 塔架顶部设置可靠的防雷设施；
- c) 人员上下塔架配备符合要求的电梯或钢直梯。

6.10.4 齿轮传动、皮带传动、联轴器传动的小型机具应设有安全防护罩。外露旋转、传送、振动等部件的大型机械，作业时应设置警戒区。

6.10.5 机械设备用电应符合下列规定：

- a) 手持式电动工具配备安全隔离变压器、漏电保护器、控制箱和电源连接器；
- b) 施工现场所使用的电动施工机具的防护等级与施工现场的环境相适应，施工现场所使用的电动施工机具根据其类别设置相应的间接接触电击防护措施；
- c) 电动施工机械和手持式电动工具的负荷线按其计算负荷选用无接头的橡皮护套铜芯软电缆，其性能符合 GB 5013.1 和 GB 5013.4 的相关要求。

6.10.6 机械设备上的各种安全防护、保险限位装置及各种安全信息装置应齐全有效。

6.10.7 不应利用机械设备违规载人、吊人。不应使用非起重机械进行起重吊装。

6.10.8 各类机械与架空输电线的安全距离应满足 GB 50194 的规定。当需要在小于规定的安全距离范围内进行作业时，应采取严格的安全保护措施，并经电力管理部门批准。

6.11 预制构件运输作业

6.11.1 超高、超宽、形状特殊的大型构件的运输方案应包括路径规划、专门的安全保障措施及装卸、运输中各工况的验算，并应经过专家评审。

6.11.2 宜利用物联网技术，实现预制构件运输过程的溯源查询、位置监控、环境及运输件监测、可视化和实时跟踪等。

6.11.3 厂内装卸构件应设置警戒区。厂区内预制构件运输宜设置循环线路。宜使用液压运梁平车运输大型预制构件，厂内运输应符合 CB 4287 的规定。

6.11.4 预制构件的运输车辆应满足构件尺寸和载重要求。利用车辆进行运输时要求如下：

- a) 装卸构件时应采取保证车体平衡的措施，承运的货物重心应与承运车辆的承载重心相吻合，其偏差应控制在车辆的许可范围内；
- b) 运输构件时应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；运输细长构件时应根据需要设置水平支架，T 梁运输时应在翼缘板根部设置支撑设施；固定措施应进行强度、稳定性和刚度验算；
- c) 运输构件时应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处的混凝土，应设置保护衬垫，可使用硬木板；
- d) 大型构件道路运输应符合 JT/T 1295 的相关要求。

6.11.5 水上运输预制构件时要求如下：

- a) 装船前应进行稳性计算，海路运输时还应进行绑扎计算；
- b) 装运构件时应根据驳船的载运能力装载，应均匀布载；大型构件宜放落到船舱，构件重量不够时应用重物压舱，以提高船只稳定性；
- c) 堆叠运输时下层梁段支墩区域应进行加固设施的设计；
- d) 航行中应每日、恶劣天气前后检查系固装置情况，必要时应进行加固收紧。

6.12 拆除作业

6.12.1 在风速达到 9.0m/s 及以上或大雨、大雪、大雾、雷电等恶劣天气时，不应进行起重机械的安装拆卸作业。

6.12.2 门式起重机拆除作业的安全防护要求如下：

- a) 应设立警戒区，非作业人员不应进入，警戒区应不小于门式起重机倾覆半径的 1.5 倍范围；
- b) 拆卸前应将门式起重机上的杂物、附属设施等清理干净；
- c) 高处作业时不应在未固定、无防护设施的构件上作业或通行，宜使用落地式作业平台、登高作业车等设施，并应满足本文件 6.1 节相关规定；
- d) 门式起重机拆除过程中，应设置有效防倾覆的临时固定设施；在大风地区或大风季节拆除时，应有抗风的临时加固措施；使用钢丝绳时，应满足本文件 6.7.7 条的相关规定；
- e) 门式起重机拆卸作业应在同一班次内将机件拆至地面；当遇特殊情况拆卸作业不能继续时，应采取保护措施保证门式起重机处于安全状态。

6.12.3 塔式起重机拆除作业的安全防护应符合 GB/T 5031、GB/T 26471 的相关规定。

6.13 临时用电

6.13.1 施工现场临时用电的安全防护应该满足 GB 50194 的有关规定。

6.13.2 外电架空线路附近作业要求如下：

- a) 外电架空线路正下方最小安全距离范围内不应搭设作业棚、建造生活设施或堆放构件、架具、材料及其他杂物；
- b) 夜间、风速达到 9.0m/s 及以上或大雨、大雪、大雾、雷电等恶劣天气时，不应进行外电架空线路附近作业；
- c) 应在安全距离边界设立警戒区，并悬挂警示标志；
- d) 作业时应由专人对作业距外电架空线路的距离进行监测。

6.13.3 遇有临时停电、停工、检修、或移动电器设备时，应关闭电源。电气设备或线路发生火警时，应首先切断电源。

6.13.4 在隧道、基坑等潮湿或条件特别恶劣环境下的电气设备应采用保护接零。大型设备应设置独立的保护接零。

6.13.5 发生人身触电时，应立即切断电源后对触电者作紧急救护。不应在未切断电源之前与触电者直接接触。

6.14 有限空间作业

6.14.1 有限空间作业应严格遵守“先通风、再检测、后作业、作业时持续通风监测”的原则。未经通风和检测合格，任何人员不应进入有限空间作业。作业中断超过 30 分钟后，应重新通风、检测合格后方可再次进入。

6.14.2 有限空间作业应采取机械通风，不应采用纯氧通风换气。吸风口应放置在底部，当存在和空气一样重或比空气轻的有害物质时，还应在顶部增设吸风口。

6.14.3 有限空间作业首次检测的时间不应早于作业开始前 30 分钟。检测指标包括氧浓度、易燃易爆物质（可燃性气体、爆炸性粉尘）浓度、有毒有害气体浓度。检测结果符合 GB 3095—2012 二级浓度限值的要求后，可进入有限空间作业。

6.14.4 有限空间作业场外应设警戒区，非作业人员不应进入，并应设专人监护。

6.14.5 在有限空间作业过程中，应对作业场所中的危险有害因素进行每小时 1 次检测或者连续监测。发现通风设备停止运转、有限空间内氧含量浓度低于或者有毒有害气体浓度接近 GB 3095—2012 中二级浓度限值时，应立即停止有限空间作业，清点作业人员，撤离作业现场。

6.14.6 在有限空间内进行作业时，应将有限空间内具有转动部分的机器设备或转动装置的电源切断。若设备的动力源不能控制，应将转动部件与其他机器联动设备断开。

6.14.7 有限空间照明电压应小于等于 36V，在潮湿容器、导电良好、金属空间内照明电压应小于等于 12V，不应使用明火照明。使用超过安全电压的手持电动工具作业或进行电焊作业时，应配备漏电保护器。

6.14.8 有限空间电焊与气焊作业应符合下列规定：

- a) 气瓶及焊接电源置于有限空间外；
- b) 作业人员与焊件之间保持绝缘，作业点地面上铺垫绝缘材料。

6.14.9 有限空间涂装作业要求如下：

- a) 应使用符合 GB 3836.1 的防爆风机、烘烤灯及其他电气设施设备；
- b) 有限空间涂装作业不应与焊接同时进行；
- c) 涂装作业完毕后，应继续通风 24h；剩余的涂料、溶剂等物，应全部清理出有限空间并存放到指定的安全地点。

6.14.10 有限空间作业中发生事故后，现场有关人员应立即报警，不应盲目施救。

6.14.11 有限空间作业应在有限空间外警戒区内配备应急救援装备，包括全面罩正压式空气呼吸器或长管面具等隔离式呼吸保护器具；应急通讯报警器材；现场快速检测设备；大功率强制通风设备；应急照明设备，安全绳，救生索和安全梯等。

7 临时工程

7.1 钢栈桥

7.1.1 上承式钢栈桥两侧应设置高度不低于 1.2m 的防护栏杆，挂设安全网。中下承式钢栈桥应在其支撑结构内侧面挂设高度不低于 1.2m 的安全网。安全网宜采用钢丝网或钢板网。

7.1.2 钢栈桥宜在一侧设置外凸平台，用于设置配电箱、消防和应急设施等。

7.1.3 行车道两侧宜设置连续的护轮坎。护轮坎宜采用钢结构，宜由面板、底板、加劲肋等组成，形状可采用直角形、外坡形或内坡形，其边角应修圆。护轮坎应在伸缩缝处分缝；宜采用钢板护角，断开的端部可采用圆弧形钢板全包防护。护轮坎高度宜为 250mm~350mm，底部宽度宜为 300mm~400mm。

7.1.4 通航施工区域应按照主管部门的批复设置通航保障设施。通航水域钢栈桥安装和使用阶段应设置防船撞设施，包括助航设施、警示标志、独立式防撞墩等。不应将船舶缆绳系挂在栈桥承重桩上。

7.1.5 钢栈桥应设置栈桥门禁系统、减速防滑装置、限速限载标牌、夜间航行警示装置。钢栈桥应每 25m 配置一个救生圈，救生圈宜配备自浮灯并应悬挂在防护栏杆内侧。钢栈桥应实行人车分离，栈桥桥面宜设置高音喇叭和车辆测速报警系统。

7.1.6 钢栈桥应设置满足施工安全要求的照明设施。夜间施工时，栈桥两侧应沿防护栏杆交错设照明灯，间距 15m；栈桥首尾及每间隔 20m 应悬挂红色闪烁警示灯。

7.2 施工便道

7.2.1 急弯、陡坡、连续转弯等危险路段应硬化，设置警示标志，并应根据需要设置防撞墩、警示柱、紧急避险区域、防滑路面等措施。路面高于施工场地时，应设置明显可见的警示标志，其高差超过 0.6m 时应设置安全防护栏。

7.2.2 易发生落石、滑坡等危险路段应设置阻拦网、竹排、挡土墙等防护设施。

7.2.3 施工便道的转角、视线不良地段应设置广角球面镜；临水、临崖的，应设置水泥隔离墩或防撞护栏；跨越施工道路的，在路口及转弯处应设置防撞柱、防撞墩等。

7.2.4 便道出入口处应设置限速标志和减速带，与既有道路平面交叉处应设置道口警示标志，有高度限制的路段，应设置限高架。施工便桥应设置限宽、限速、限载等警示标志。

7.3 两区三场

7.3.1 两区三场起重作业应符合本文件 6.7 节相关规定，施工机械应符合本文件 6.10 节相关规定。

7.3.2 两区三场布局应符合下列规定：

- a) 施工现场生产区、生活区、办公区分开设置，距离集中爆破区不小于 500m；
- b) 施工现场临时用房、临时设施、生产区、生活区、办公区的防火间距和消防设施符合 GB 50720 的相关要求；

- c) 火工品库、易燃易爆品仓库、油库应远离明火作业区、人员密集区和建筑物相对集中区，与高压线保持安全距离，并设在在建工程或上述区域的主导风向的下风侧；
- d) 办公区、生活区设置在大型设备、设施（钢筋棚、料仓棚、储料罐等）倾覆半径的 1.5 倍范围之外。

7.3.3 两区三场安全防护设施及防灾措施要求如下：

- a) 坠落高度基准面 2m 及以上施工区域的人员上下安全通道宜采用移动式钢斜梯或移动式工作平台。
- b) 塔式、门式、桥式起重机械、沥青罐、储料罐等设施的检修通道应使用钢直梯。
- c) 厂区功能分区，沥青罐、燃油罐、天然气、易燃易爆气体等存储区，污水处理池、蓄水池等水池，变压器、室外配电柜（一级）、塔式起重机、空压机站等危险区域应使用围栏。围栏要求如下：
 - 1) 围栏宜由横杆、立柱、基础、围蔽挡板等组成；横杆、立柱宜采用型钢或钢管；围蔽挡板可采用彩钢板、夹心板等；
 - 2) 围栏内应留有不小于 1m 的巡视或检修通道；
 - 3) 沥青罐、燃油罐、易燃易爆气体等存储区的围栏应符合 GB 50016 的相关要求；
 - 4) 变压器、室外配电柜（一级）等机电设备应设置不低于 1.7m 高的围栏，并应在明显位置悬挂警示标识；用于塔吊基础隔离的围栏的上横杆距地高度不应小于 1.8m；其他固定式围栏的上横杆高度可根据有关规定或实际需要确定。
 - 5) 用于厂区功能分区的围栏宜设置围蔽挡板。围蔽挡板高度不宜超过 2.5m，当高度超过 1.5m 时，宜设置斜撑，斜撑与水平地面的夹角宜为 45°；设置围蔽挡板时，立柱间距不宜大于 3.6m；围蔽挡板与地面之间应保持 20mm~50mm 的间距；围蔽挡板应满足承载力、抗风性、稳定性等要求；围蔽挡板使用彩钢板时，彩钢板与横梁之间应采用铆钉或螺栓连接，间距不宜大于 200mm；
 - 6) 围栏两侧堆放材料、机具等不应影响围栏的稳定和功能。
- d) 后张法施工时应在张拉端设置具有围护的防护挡板，防护挡板要求如下：
 - 1) 张拉防护挡板宜由主体框架、防护板等组成；
 - 2) 主体框架宜包括横杆、立杆、斜撑等，宜采用型钢制作；主体框架上方宜预留钢环，便于吊装移动；主体框架应高出最上一组张拉钢筋不小于 500mm，宽出张拉端两侧不小于 1m；
 - 3) 防护板内层宜采用为不小于 30mm 厚的木质板，外层宜为厚度不小于 3mm 的钢板。
- e) 缆风绳可作为活动板房、钢筋加工厂顶棚、料仓棚等轻钢结构，储料仓、储料罐等高耸结构，室外起重机械等的抗风措施；高度超过 30m 的机械不应采用缆风绳作为抗风措施，应进行专门的抗风措施设计。
- f) 储料仓、储料罐等高耸结构，拌和及室外起重设备，易燃易爆品仓库、油库应设置防雷设施。
- g) 轻钢结构棚架应采取防雨雪措施。
- h) 储料仓、储料罐、料仓棚、沥青罐、塔吊等设施基础应设置防撞设施。
- i) 储油罐、液化天然气气化站应设置防晒防护棚及消防设施，并应远离明火作业区、人员密集区、建（构）筑物集中区；储油罐与在建工程的防火间距应不小于 15m；液化天然气气化站与站外建筑的防火间距应满足 GB 50016—2018 第 4.3.8 条的规定。

7.3.4 两区三场生活区、办公区要求如下：

- a) 生活区、办公区采用装配式活动房屋时，应选用阻燃、防水材料，应根据防水材料铺设的构造做法采取相应的防火材料；

- b) 宜设立医务室，并应配置常用急救药品。

7.3.5 拌合站要求如下：

- a) 料仓墙体外围应设警戒区，距离宜不小于墙高 2 倍；
- b) 维修、保养或检查清理搅拌系统、供料系统应封闭下料门、协断电源、锁定安全保护装置、悬挂“严禁合闸”安全警示标志，并派专人看守。

7.3.6 预制场要求如下：

- a) 预应力张拉区域应设置警戒区，非操作人员不应进入。
- b) 梁体存放要求如下：
 - 1) 存梁台座应坚固稳定，且应高出地面 0.2m 以上；
 - 2) 应在梁端两侧设置支撑设施，边梁或 T 梁应在梁中部加设支撑设施，支撑设施宜使用枕木、钢管或刚性支撑架；
 - 3) 叠放的高度宜按构件强度、台座地基的承载力、垫木强度及叠放的稳定性等计算确定，大型构件不应超过 2 层，小型构件不宜超过 6 层，上下层支撑设施应在同一条竖线上。

7.3.7 钢筋加工场要求如下：

- a) 门式起重机两侧与侧墙、立柱之间的通道宽度不应小于 1m；
- b) 盘圆钢筋、钢筋笼等易滚动钢筋制品不应超过 2 层叠放，并应支垫牢固。

7.3.8 钢筋加工厂、料仓等轻钢大棚安装、拆除要求如下：

- a) 安装、拆除大棚的高处作业应使用脚手架、落地式作业平台或高空作业车，并应符合本文件 6.1 节的相关规定；
- b) 在安装、拆除大棚过程中，应及时安装临时柱间支撑或稳定缆绳，形成的临时空间结构稳定体系应能承受结构自重、风荷载、雪荷载、施工荷载以及吊装过程中冲击荷载的作用；
- c) 不应利用已安装就位的构件起吊其他重物，起重作业应满足本文件 6.7 节相关规定；
- d) 安装完毕大棚主体结构、形成空间结构稳定体系前，不应安装彩钢瓦等附属结构；
- e) 宜设置母索系统以便利在已安装好的大棚主体结构上弦行走，母索系统应符合本文件 6.1.5 条的相关规定；
- f) 安装彩钢瓦等轻质型材屋面板前应在作业面下方 3m 内挂设安全平网，不应在已搭设屋面板上行走。

7.4 跨线施工防护

7.4.1 现场作业车辆、机械应配备作业警示灯和反光条。

7.4.2 跨路施工防护棚基础端头、跨线及路面施工交通管制区域等车辆与施工现场固定设施易发生碰撞处，应设置交通锥、防撞桶、水马、防撞墙、隔离墩、附设警示灯的护栏等设施的组合。

7.4.3 施工作业面可能坠落半径内的被跨道路应设置防物体打击类防护棚作为安全通道，并应设防撞设施及限高、限宽、减速标志和设施。防护棚应设置轮廓灯、警示灯、爆闪灯等设施，在夜间警示灯应持续亮灯，通道内应保证充足的照明。

7.4.4 现浇支架跨线施工时，防物体打击类防护棚应符合本文件 5.2 节的相关规定。其他要求如下：

- a) 应利用模板支撑架的门洞结构作为立柱和棚架；

- b) 门洞立杆应采用防撞墙式基础；
- c) 门洞上方作业区域应采用木板或其他硬质材料全封闭，两侧应设置防护栏杆和密目式安全立网；
- d) 防护棚入口前应连续 3 次设置限高架，条件受限时，不应小于 2 次；各限高架之间应保持一段距离，并应能保证超高车辆及时分流，最后一次应为硬杆型的防撞限高架。

7.4.5 跨既有公路施工，施工作业面底部应悬挂安全平网。

7.4.6 挂篮跨线施工时，应采用防落物措施，应使用全封闭吊篮或设防物体打击类防护棚。全封闭吊篮要求如下：

- a) 全封闭吊篮宜由底部封闭平台、底部支撑和安全网等组成；
- b) 底部封闭平台步行板宽度不应小于 600mm；平台应使用高度不小于 1.2m 的钢板围挡封闭四周，高度不宜小于 1.2m，厚度不宜小于 2mm；
- c) 底部支撑应采用纵梁加横梁的组合结构，并锚固在挂篮悬吊系统上；
- d) 全封闭吊篮四周应用槽钢或钢筋焊接成安全网的骨架，并在端部与底部封闭平台、挂篮焊接固定；安全网应与骨架牢固连接，网孔不应大于 10mm×10mm，安全网高度宜高于桥面 2m；安全网应选用双层钢丝网，钢丝直径不宜小于 1mm；
- e) 全封闭吊篮应设置排水系统；平台底板铺设时应设置横坡，并在最低处设置集水槽、泄水孔，泄水孔应用安全网封闭；桥下不允许排水时，应在集水槽底部安装排水管，将水抽至桥面排出；
- f) 全封闭吊篮应由设计制造单位进行设计验算，并应与挂篮、模板一同设计验算；
- g) 组装好的全封闭吊篮，各施工作业面四周及底部均应封闭，不应留有大于 10mm×10mm 的空隙；
- h) 仅一侧使用全封闭吊篮时，应在另一侧挂篮增加配重；
- i) 拆除时应先拆除钢丝网及骨架、底部封闭平台，再拆除模板及挂篮，拆除时应两端对称进行。

8 桥梁工程

8.1 预应力工程

8.1.1 张拉作业应设警戒区，非操作人员不应进入。

8.1.2 先张法施工，张拉端后方应设立防护挡墙，台座上应设压重保险，张拉及放张过程中预制台座区域及张拉台座两端不应站人。

8.1.3 后张法施工，张拉作业时千斤顶后方不应站人，应在张拉端设置具有围护的防护挡板。防护挡板宜使用可移动式，并应符合本文件 7.3.12 条的相关规定。

8.1.4 高处张拉作业应搭设作业平台，平台应设置防护栏杆、围挡和上下扶梯。

8.1.5 照明设施宜设置在张拉警戒区外。当需设置在警戒区内时，照明设施安装高度应大于 5m，并应有防护罩。

8.2 钻（挖）孔灌注桩

8.2.1 钻机等高耸设备应按规定设置防雷、防倾覆设施。

8.2.2 施工作业区域应设置警戒区，警戒区应不小于钻机等高耸设备倾覆半径的 1.5 倍范围。

8.2.3 山坡上钻（挖）孔灌注桩施工应清除坡面上的危石和浮土；存在裂缝的坡面或可能坍塌区域应采取必要的防护措施，作业前和作业时应进行监测。

8.2.4 钢筋笼下放应采用专用吊具。钢筋笼孔口连接时，孔内钢筋笼应固定牢靠。作业人员不应在钢筋笼内作业，安全带不应扣挂在钢筋笼上。

8.2.5 浇筑混凝土时，孔口应设防人员坠落设施，且长度应能满足正常作业需要。

8.2.6 停止施工时，钻（挖）孔灌注桩孔口应使用防护盖板，施工作业区的围护应使用 1.2m 防护栏杆，栏杆上悬挂警示标志，夜间应悬挂示警红灯。防护盖板要求如下：

- a) 防护盖板直径应不小于桩径加 200mm；
- b) 防护盖板的材料宜选用钢筋网片、钢板或木板。采用钢筋网片时，网格间距不应大于 150mm，钢筋直径不宜小于 16mm；
- c) 防护盖板四周固定时应能承受不小于 1kN 的垂直荷载；
- d) 防护盖板四周应与护圈固定安装，防止移位；
- e) 防护盖板使用前应进行检查，不符合要求的不应使用。

8.2.7 人工挖孔作业要求如下：

- a) 人工挖孔作业应符合 6.14 节的相关规定；人工挖孔作业应备用 1 套通风设备，并配备气体浓度检测仪器；在含有毒有害气体的地区，人工挖孔桩作业现场应配备不少于 5 套且满足施救需要的隔绝式压缩氧自救器等应急救援器材；
- b) 人工挖孔桩施工人员上下的安全通道应使用软爬梯，安全绳应系在孔口，爬梯应每间隔 8m 设一处休息平台；人员上下不应携带工具和材料；作业人员不应利用卷扬机上下桩孔；孔深超过 30m 的应配备作业人员升降设备；
- c) 人工挖孔桩施工孔口处应设置护圈，护圈应高出地面 0.3m。孔口应设置 1.2m 防护栏杆，夜间应悬挂示警红灯；孔口四周不应堆积弃渣、无关机具及其他杂物；
- d) 人工挖孔桩孔深超过 15m 时，应配备有效的通信器材；
- e) 人工挖孔出渣作业应符合本文件 6.7 节的相关规定；出渣作业时，施工人员头顶部应设置半月板护盖，提升渣桶应设置盖板，卷扬机应设置锁止装置。卷扬机所用钢丝绳安全系数不应小于 6，应设置安全限位器、防坠器，吊钩防脱钩保险装置；
- f) 人工挖孔作业孔内照明电压不应超过 12V，应使用防水带罩灯泡，电缆应为防水绝缘电缆；
- g) 爆破开挖时，附近桩孔人员应撤离，孔口应做覆盖防护并应使用沙土袋加压；爆破作业应符合本文件 6.9 节的相关要求。

8.2.8 钻孔灌注桩作业要求如下：

- a) 泥浆池、沉淀池周围应设置 1.2m 防护栏杆，外侧悬挂警示标志；
- b) 冲击钻机的卷扬机应制动良好，钻架顶部应设置行程开关；
- c) 钢丝绳应无死弯和断丝；钢丝绳夹数量应与钢丝绳直径相匹配，并应设置保险绳夹；
- d) 钻机电缆线接头应绑扎牢固，不应透水、漏电；电缆线不应浸泡于水、泥浆中，不应挤压电缆线及风水管路；
- e) 深水区水上桩基施工宜使用钢制固定式施工平台，并应满足本文件 5.9 节、6.8.3、6.8.4 条的有关规定。

8.3 钢围堰

8.3.1 钢围堰安全通道和作业平台的临边防护宜采用 1.2m 防护栏杆，防护栏杆的立柱与钢围堰之间应采用焊接形式固定，焊接后应清除毛刺。应满足本文件 5.1、6.8 节的相关要求。

8.3.2 钢围堰施工安全通道要求如下：

- a) 内部人员上下的安全通道应使用钢斜梯、钢直梯或人行塔梯，数量不应少于 2 个；
- b) 钢斜梯宜附着在围堰壁板上，梯梁的支撑应选择悬挑式支撑架，支撑架位置的围堰壁板应进行相应的补强；
- c) 围堰外部应使用移动式钢斜梯，移动式钢斜梯不应与围堰外部平台形成刚性连接，应采取一端铰接另一端可相对滑动的形式；
- d) 双壁钢围堰顶部应设置水平安全通道，通道底板应满铺围堰顶部并形成环形通道，通道宽度宜与围堰壁厚相同；双壁钢围堰顶部水平通道底板的隔舱注水口应设置防护盖板。

8.3.3 钢围堰施工作业平台要求如下：

- a) 围堰施工的厂内拼接宜采用落地式作业平台，落地式作业平台的防护栏杆应在作业层搭设时同步安装，宜采用钢管扣件；应符合本文件 5.10 节相关规定；
- b) 围堰施工的现场接高宜采用悬挑式作业平台，其支撑体系应锚固在已接高完成的单元壁板上，不应支撑在未焊接牢固的待拼单元块上；应符合本文件 5.9 节相关规定。

8.3.4 永久结构围堰宜采用防撞护舷作为防撞设施，并应满足本文件 6.8 节的相关要求。

8.3.5 围堰内作业应及时掌握水情变化信息，遇洪水、台风、风暴潮等极端情况，应立即撤出人员。

8.4 沉井

8.4.1 沉井顶部边缘应搭设悬挑式作业平台，浇筑沉井封底混凝土、沉井接高、沉井下沉应搭设工作平台，并应符合本规范第 5.9、5.10、6.1 节的有关规定，水上作业还应符合 6.8 节的有关规定。

8.4.2 沉井施工安全通道要求如下：

- a) 人员上下的安全通道应使用钢斜梯、钢直梯或人行塔梯，数量不应少于 2 个；
- b) 制作沉井时应同步完成钢直梯或梯道预埋件的安设；
- c) 各井室内应布设带背靠笼的钢直梯，设置防坠器配合人员上下通行；
- d) 沉井顶部应设置水平安全通道，通道宽度宜与沉井壁厚相同，且宽度不宜低于 1m。

8.4.3 沉井施工时内部各种可能坠落的场所临边应设置防护栏杆，并应符合本文件 6.1 节的相关要求。沉井顶端距地面小于 1m 时，应在井口四周架设 1.2m 防护栏杆，并设置相关安全警示标志。

8.4.4 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，并定期进行监测。

8.4.5 沉井内、外应具备有效的通信联络手段，井内可设置监控视频和摄像装置。

8.4.6 沉井下沉施工过程中，应安排专人负责观察现场情况，发现涌水、涌砂时，井内作业人员和沉井周边设备应及时撤离。

8.4.7 沉井各井室应配备救生圈、救生绳等应急物资。

8.5 承台与墩台

8.5.1 浇筑承台混凝土时，应搭设脚手架并铺设脚手板，不应站在模板、钢筋上操作。高处作业应符合本文件 6.1 节的相关要求。

8.5.2 现浇墩、台身施工要求如下：

- a) 现浇墩台身施工作业面 2m 以上时应设置人员上下的安全通道，安全通道应符合本文件 6.1 节的相关规定；墩柱施工时，人行塔梯连墙件应固定在已浇筑完成墩身的预埋件上；
- b) 墩身钢筋绑扎高度超过 6m 应采取临时固定措施，采用缆风绳时应钩挂在环向加强筋上。尚未浇筑混凝土的模板宜采用缆风绳作为抗风措施；当单节模板较高时，在拉缆风绳之前，应采取临时拉结措施；
- c) 作业面 2m 以上时应搭设墩柱施工作业平台，水平作业平台之间应使用高处作业水平通道连接；
- d) 墩柱施工落地式作业平台内侧与墩柱外模的距离宜为 500mm~1000mm，平台步行板宽度不应小于 600mm，平台的内外侧均应设置高 1.2m 的防护栏杆，并应符合本文件 5.10 节的相关规定；
- e) 墩柱施工悬挑式作业平台应与墩柱模板一同设计验算；墩柱施工悬挑式作业平台步行板宽度不应小于 600mm；墩柱施工悬挑式作业平台应采用支承方式或悬臂梁式，采用支承方式时，其斜撑应一端支撑在平台主结构钢梁下，一端支撑在墩柱模板上；墩柱施工悬挑式作业平台的所有敞开边缘应设置防护栏杆；并应符合本文件 5.9 节的相关规定。

8.5.3 预制墩施工要求如下：

- a) 预制墩运输、吊装应符合 6.7、6.11 节相关规定；
- b) 水上吊装时，吊具宜在陆上安装；
- c) 预制墩吊装后，应及时施作临时固定设施。

8.5.4 高墩翻模施工要求如下：

- a) 应设警戒区，警戒线至柱/塔边缘的距离不应小于其高度的 1/10，且不应小于 10m；对于变截面结构，警戒线至柱/塔边缘的距离不应小于其高度的 1/5，且不应小于 25m；当不能满足要求时，应采取安全防护措施；
- b) 通过警戒区的人行道或运输通道，均应搭设防物体打击类安全防护棚。当垂直运输设备穿过防护棚时，防护棚所留洞口周围应设置围栏和挡板，其高度不应小于 1.2m；
- c) 每层模板均应设悬挑式作业平台，作业平台应和墩柱模板同时设计验算；作业平台应符合本文件 5.9 节的相关规定；作业平台之间垂直距离不应小于 2m，不宜超过 3m；
- d) 应设置人员上下的安全通道，垂直作业平台之间应使用钢直梯或钢斜梯连接，应符合 6.1 节的相关要求；
- e) 翻模装置拆除前，应清除影响拆除的障碍物及平台上所有的剩余材料和零散物件；应在切断电源后，拆除电线、油管；不应在高空拆除跳板、栏杆和安全网。

8.5.5 高墩爬（滑）模施工要求如下：

- a) 警戒区、防物体打击防护棚、人员上下的安全通道设置及模板拆除应符合本文件 8.5.4 条的相关规定；
- b) 爬升体系应设保险装置；架体提升时，工作人员不应站在爬升的模板或爬架上；
- c) 爬模施工作业平台应与墩柱模板一同设计验算，应与提升架连成整体，上架体、下架体外侧全高应装设金属防护网；作业平台应符合本文件 5.9 节的相关规定。

8.5.6 空旷区域高墩作业宜设置防雷装置。

8.6 盖梁

8.6.1 盖梁施工作业平台要求如下：

- a) 盖梁施工应搭设悬挑式作业平台，作业平台应与盖梁支撑体系及模板一同设计验算，并应符合本文件 5.9 节的相关规定；
- b) 盖梁施工作业平台应采用悬臂梁式，宜采用纵梁加横梁组合结构；
- c) 盖梁施工作业平台步行板宽度不应小于 600mm；平台底板应满铺，无底板的最大空隙不应超过 150mm，无法满足时，应挂设安全平网；作业面与安全平网之间的高差不应超过 3m，安全平网与坠落高度基准面的距离不应小于 200mm；安全平网应符合现 GB 5725 的有关规定；
- d) 盖梁施工作业平台之间应使用高处作业水平安全通道连接；
- e) 盖梁施工作业平台的所有敞开边缘应设置防护栏杆，并应符合本文件 6.1 节的相关规定。

8.6.2 盖梁施工应设置人员上下的安全通道，并应符合 6.1 节的相关要求。

8.6.3 盖梁端头张拉作业应符合本文件 8.1 节的相关规定。

8.6.4 盖梁施工底模安装应搭设脚手架，宜使用母索系统，并应符合 6.1 节的相关要求。盖梁施工模板的安装拆除应符合本文件 6.2 节的相关规定。

8.7 挂篮

8.7.1 挂篮施工作业平台要求如下：

- a) 挂篮施工应搭设悬挑式作业平台，并应符合本文件 5.9 节的相关规定；
- b) 挂篮施工作业平台应与挂篮、模板一同设计验算，并牢固支撑在挂篮或模板上；
- c) 挂篮施工作业平台应有足够的平面尺寸，应能满足梁段的现场作业需要；
- d) 挂篮施工作业平台步行板宽度不应小于 600mm。

8.7.2 挂篮施工应设置人员上下的安全通道，并应符合 6.1 节的相关要求。宜采用钢斜梯、钢直梯、高处作业水平通道等安全通道用于人员在施工作业平台、作业面之间通行。

8.7.3 已拆模梁段临边应设置防护栏杆。作业面不断变动的临边作业，宜选择可以迅速拆装并有防脱设计的防护栏杆型式。

8.7.4 挂篮跨线施工应符合本文件 7.4.6 节相关规定。

8.7.5 未使用全封闭吊篮时，挂篮施工作业平台底部应挂安全平网。

8.7.6 水面上空悬浇作业时，挂篮作业面应配救生圈，已浇筑部分箱梁两侧每隔 25 m 应配 1 只救生圈。

8.7.7 箱梁作业面上应按照规定配足消防器材，挂篮应设置防雷装置。

8.7.8 拆除临时支座时，应设置环墩工作平台及人员上下的安全通道。

8.8 梁体架设

8.8.1 梁体架设施工应符合本文件 6.1、6.7 节的相关规定。

8.8.2 梁、板安装及架桥机移动过孔期间，作业区域下方应设警戒区，警戒区设置应符合 GB 3608 的有关规定。

8.8.3 当因架设机械的正常作业无法设置防护栏杆时，应设置母索系统。

8.8.4 架桥机要求如下：

- a) 架桥机自身安全防护设施应满足 GB 26469 的相关要求；
- b) 横移与纵移轨道均应设置轨道端部止挡，并应符合本文件 6.10.1 条相关要求；
- c) 安装桥梁有纵坡时，架桥机纵向移位时应设置木楔、铁楔、卷扬机牵引等防止滑行措施；
- d) 停止作业的架桥机应临时锚固。

8.8.5 吊移高宽比较大的预应力混凝土 T 型梁和 I 型梁应采取防止梁体侧向弯曲的有效措施。

8.8.6 湿接缝模板安装、拆除时应搭设作业平台。

8.8.7 梁体架设后，梁体之间湿接缝及上下行桥之间空隙处应满布安全平网，空隙大于 500mm 或需翻越时应使用高处作业水平通道，并应符合本文件 5.8 节的相关规定。

8.9 桥面系及附属

8.9.1 桥面系及附属工程施工应符合本文件 6.1、6.7 节的相关要求。

8.9.2 桥面各类预留洞口与坑槽处应设置防护栏杆或盖板，夜间应设置警示灯。

8.9.3 桥梁防撞护栏施工宜选用移动工作平台，应使用专业厂家制作的定型产品，不应自行制作。

8.9.4 已架设梁段临边应设置防护栏杆，并应符合本文件 5.1、6.1 节相关规定。

8.9.5 上下幅并行时，施工作业面应每跨设置至少 1 道跨中央分隔带的高处作业水平安全通道，通道跨径宜为 2.5m。

8.9.6 桥面系施工前，上下行桥之间空隙处应满布安全平网。

8.10 钢桥

8.10.1 钢箱梁架设后，桥位焊接、涂装等有限空间作业应符合本文件 6.14 节的相关要求。

8.10.2 钢箱梁内部涂装后，应至少通风 24h 后才可进行焊接作业，不应同时进行涂装、焊接作业。

8.10.3 钢箱梁内部应配备灭火器等消防器材。

8.10.4 钢箱梁架设后，钢箱梁外焊接、涂装作业应搭设作业平台，宜使用梁底检查车。梁底检查车应使用专业厂家制作的定型产品。

8.10.5 不中断交通施工的高处焊接作业，应在防物体打击类防护棚顶铺设阻燃板，并应符合本文件 6.6 节相关规定。

9 路基工程

9.1 一般规定

9.1.1 场地清理前应在边界、淤泥、空穴处设置警示区。挖、填方作业区边缘应设置明显的警示标志。存在地下电缆、通信或燃气管道的区域，应进行人工摸排，并应有专人监护。

9.1.2 机械设备进场前，应对现场和行进道路进行踏勘，坡度、宽度等不满足通行要求的地段应采取必要的措施。

9.1.3 机械作业范围内不应同时进行人工作业。上下作业面应错开，不应同一坡面交叉作业。

9.1.4 施工机械设备不宜在坡度大的边坡区域作业，必要时应采取防止设备倾覆的措施。路基边坡、边沟、基坑边缘地段上作业的机械应采取防止机械倾覆、基坑坍塌的安全措施。

9.1.5 机械设备应符合本文件 6.10 节相关规定。施工车辆宜安装感应雷达和倒车影像，应在车身后外轮廓贴反光条。

9.1.6 多台机械同时作业时，各机械之间的距离要求如下：

- a) 两台以上压路机同时作业时，前后间距不应小于 3m，左右间距不应小于 1m，在坡道上不应纵队行驶；
- b) 多台夯土机械并列工作时，其间距不应小于 5m；前后工作时，其间距不应小于 10m；
- c) 多台铲运机联合作业时，各机之间前后距离应大于 10m（铲土时应大于 5m），左右距离应大于 2m；
- d) 两台以上挖掘机在同一平台上作业，挖掘机的间距不应小于其最大挖掘半径的 3 倍，且不应小于 50m；
- e) 两台及以上推土机在同一区域作业时，前后距离应大于 8.0m，左右距离应大于 1.5m。

9.1.7 应及时清除不稳定孤石、危岩，清除时应设置警戒区。难以清除的，应采用锚杆或其他有效的加固措施，在其附近作业时应设专人监护。

9.1.8 有爆破、塌方、滑坡、深坑、高空滚石、沉陷等危险区域应设置防护栏杆或隔离带。施工现场的沟、坑、水塘、深坑、沉陷等危险区域，应设置防护栏杆。

9.1.9 路基施工宜使用无人机械作业。应在无人机械作业的作业区域外围设置警戒区，并应设专人在警戒区外巡视，不应让无关人员、车辆、机械等进入警戒区。

9.1.10 雨季施工时，应将作业完毕的施工机械设备停放在高处，并应设置防洪排涝设施。现场积水超过 500mm 的区域，应设置防护栏杆进行围护。

9.2 土方工程

9.2.1 土方运输车辆出入口处及每处作业面应分别设置交通安全指挥人员，场内道路两侧应设置明显的警示标志。

9.2.2 取土场（坑）底部应平顺，场（坑）边周围应设置警示标志和安全防护设施，宜设置夜间警示和反光标识。

9.2.3 靠近结构物处挖土应采取避免不均匀沉降的安全防护措施。居民区附近的开挖，应根据实际需要设置临时便道或便桥，并应符合本文件 7.2 节的相关要求。

9.2.4 两台或两台以上推土机并排作业时，前进时应以相同速度前行；后退时，应分先后，防止互相碰撞。两机交会或超车时应减速，两机左右间距应大于 0.5m。

9.2.5 土石方运输车辆、装载机在陡坡、高坡、填方边坡处卸料时，与边缘应保持安全距离。装载机在坡、沟边卸料时，轮胎离边缘安全距离宜大于 1.5m，并应放止挡木阻滑。挖掘机正铲作业时，开挖高度和深度不应超过机械性能规定；在拉铲或反铲作业时，履带式挖掘机的履带与工作面边缘距离应大于 1.0m，轮胎式挖掘机的轮胎与工作面边缘距离应大于 1.5m。翻斗车在坑槽边缘卸料时，应在距坑槽 1m 处设置安全挡块，不应骑沟倒料。

9.2.6 弃渣场地应设置在不易溃塌、不产生滑坡的安全地段，不应堵塞河流、泄洪通道。弃渣场的安全防护距离、工程防护措施体系应符合 GB 51018 的相关规定。

9.3 石方工程

9.3.1 路基爆破作业应满足本文件 6.9 节相关要求，宜采用手摇式警报器作为预警、起爆、解除信号的装备，必要时可采用声光报警装置。宜采用篱笆、钢网、胶管帘、土袋等对爆破飞石进行防护。对重点防护的范围，应在其附近架设防护排架，并挂金属网防护。

9.3.2 石方开挖应设防危石设施，山体落石较小时应采用普通落石阻拦网，落石较大应采用加强型排架阻拦网，风化较严重的山体坡面应采用柔性防护网。

9.4 防护工程

9.4.1 边坡防护作业、挡土墙施工、张拉作业等应设警戒区及明显的警示标志。

9.4.2 高处运送材料宜使用专用提升设备，应防止物料洒落，不应自上而下顺坡卸落、抛掷砌筑材料。

9.4.3 高度超过 2m 的防护工程施工时应设置防止人员坠落的安全防护设施。安全防护设施的要求如下：

- a) 跳板应绑扎牢固，应设扶手，有坡度的脚手板应设防滑条；
- b) 高处或高边坡面上从事砌筑、撬石、运料等作业，应搭设脚手架作业平台并在其与坡面的空隙设安全平网；脚手架上不应堆放物料；脚手架应符合本文件 6.1 节相关规定；
- c) 高边坡脚手架搭设完成后，所有作业平台临边应设置 1.2m 安全防护栏杆，并应符合本文件 5.1 节的有关规定；高边坡施工中作业面不断变动的临边作业，宜选择可以迅速拆装并有防脱设计的防护栏杆型式；
- d) 高边坡施工应沿着边坡面设置两侧带扶手的人行斜道。人行斜道的要求如下：
 - 1) 扶手中心线应与坡面线平行，扶手高度宜为 900mm；
 - 2) 支撑扶手的立柱应从第一级梯道开始设置，间距不宜大于 1m；扶手与梯道中间应设置一道横杆，横杆与扶手、横杆与梯道间距不应大于 600mm；
 - 3) 扶手安装后，横杆、立柱应能承受任何方向施加的 1kN 的集中荷载；
 - 4) 梯道宽度宜为 800mm，宜使用不低于 C20 的素混凝土硬化，并至少有不小于 25mm 宽的防滑突缘；
 - 5) 梯道倾角与对应的踏步高 r 、踏步宽 g 组合应符合表 1、表 2 的相关规定。

9.4.4 砌筑作业中，脚手架下不应有人操作及停留，不应重叠作业。

9.4.5 喷混植生作业应符合本文件 6.1 节相关规定。

9.4.6 回填作业应在挡土墙墙身的强度达到设计强度的 75% 后实施，墙背 1.0m 以内不宜使用重型振动压路机碾压。挡土墙基坑开挖应符合本文件 6.3 节相关规定。

9.4.7 锚索（杆）张拉作业操作平台及设备应安装稳固，并应满足本文件 10.1 节相关要求。

9.4.8 人工挖孔抗滑桩应符合本文件 8.2 节的相关要求。

9.5 排水工程

9.5.1 高边坡截水沟施工应设置作业平台、人行斜道、防护栏杆等，并应符合本文件 6.1 节、9.4.3 条相关规定。

9.5.2 高处运送物料应符合本文件 9.4.2 节相关规定。

9.5.3 渗井停止施工或完成后应加盖封闭。

9.6 软基处理

9.6.1 强夯作业区应设置警戒区及安全警示标志，由专人负责统一指挥。警戒区应通过试夯确定，但不应小于起重机吊臂长度的 1.5 倍。

9.6.2 强夯机吊锤机械驾驶室前应设置防护网。高能级强夯时应采取缆绳、辅助门架等防机架倾覆措施。

9.6.3 旋喷桩的高压设备和管路系统的密封圈应完好，各管道和喷嘴内不应有杂物。

9.6.4 在淤泥区域进行换填施工作业时，应采取防止人员陷入的措施。

9.6.5 软土开挖时，宜选用对道路压强较小的施工机械，当场地土不能满足机械行走要求时，可采用铺设工具式路基箱板等措施。

9.7 特殊路基

9.7.1 滑坡地段路基施工要求如下：

- a) 应加强对滑坡区内其他工程和设施的保护；
- b) 滑坡影响范围内不应设置临时生产、生活设施或停放机械、堆放机具等；
- c) 开挖与砌筑时应加强支撑和临时锚固，并监测其受力状态；
- d) 冰雪融化期不应开挖滑坡体，雨后不应立即施工，夜间不应施工。

9.7.2 崩塌与岩堆地段施工应符合下列规定：

- a) 施工前对影响范围进行评估，并对既有建（构）筑物和交通设施等采取相应的安全防护或迁移措施；
- b) 孤石、危岩等防治工程及时配套完成；
- c) 刷坡时明确刷坡范围，并设置围挡和警示标志；
- d) 爆破开挖时加强现场防护及爆破质的检查。

9.7.3 岩溶地区施工应符合下列规定：

- a) 施工前根据洞穴的位置和分布情况，设置明显的警示标志和防护设施；
- b) 人员进入前排除洞内存在的有害气体和物质；
- c) 不稳定洞穴采取临时支撑等安全措施。

9.7.4 泥石流地区施工取土和弃土应避免泥石流影响。

9.7.5 采空区施工前应在施工现场对采空区塌陷影响范围进行标识，并设置警示标志，规定作业人员和施工机械作业范围。

9.7.6 沿江、河、水库等地区施工要求如下：

- a) 沿河、沿溪地区的高填方、半挖半填、拓宽路段的新老交界面应按设计要求采取保证路基稳定的措施，峡谷地段宜采用石质填料；
- b) 汛期应采取防洪措施。

10 路面工程

10.1 一般规定

10.1.1 施工现场出入口、沿线各交叉口等处应交通管制，并应设专人指挥，无关车辆及非作业人员不应进入施工现场。

10.1.2 机械设备停放位置应平整，周围应设置明显的警示标志，夜间应设警示灯。

10.1.3 机械设备应符合本文件 6.10 节相关规定。压路机、平地机等路面机械宜安装感应雷达和倒车影像。

10.1.4 覆盖运输车箱顶面等高处作业，上下通道宜使用移动式作业平台。

10.1.5 多台机械同时作业时，各机械之间的距离应符合本文件 9.1.6 条有关规定。人、车、设备之间应保持安全距离。

10.1.6 施工现场应配置可移动式遮阳棚，人员不应在机械设备附近逗留。

10.1.7 现场进行检测、取样、试验等作业时，工作点四周应摆放交通锥等警示设施，并应设警戒人员。开挖下承层沟槽或施作伸缩缝应设置明显的安全警示标志

10.1.8 摊铺完成路段应限速 20km/h，并应设置限速措施。

10.1.9 夜间施工时，路口、危险路段和桥头引道应设置警示灯或反光标志；施工设备和临时房屋均应有照明设备和明显的警示标志，应粘贴反光膜。照明应满足夜间施工要求。

10.1.10 隧道内摊铺沥青混凝土路面应采用机械通风排烟，隧道内空气中的有毒气体和可燃气体的浓度不应超过 GB 3095—2012 中二级浓度限值的相关规定。

10.1.11 路面施工宜使用无人机械作业。使用无人机械作业应符合本文件 9.1.9 条相关规定。

10.2 基层与底基层

10.2.1 消解石灰，浸水过程中不应投料、翻拌，人员应远避并采取个体防护措施。

10.2.2 拌和作业开机前应警示，拌和机前不应站人，拌和过程中人员不应跨越皮带或调整皮带输送机。

10.2.3 混合料运输应按指定线路行走，不应超载、超速。

10.2.4 卸料应有专人指挥。卸料升斗时，人员不应在车斗的正下方停留。装卸粉状材料应避免在大风天气进行。

10.2.5 整平和摊铺作业应临时封闭交通、设明显警示标志，下承层内的各类检查井口应稳固封盖，辅助作业人员应面向压路机方向作业。

10.2.6 碾压区内人员不应进入，确需人员进入的应安排专人监护。

10.3 沥青面层

10.3.1 封层、透层、黏层施工要求如下：

- a) 喷洒前应做好检查井、闸井、雨水口的安全防护；
- b) 洒布车行驶中不应使用加热系统，洒布地段不应使用明火；
- c) 喷洒沥青时，手握的喷油管部分，应加缠旧麻袋或石棉绳等隔热材料；喷头不应朝上，附近不应站人，不应逆风作业；
- d) 大风天气，不应喷洒沥青。

10.3.2 沥青储存、拌合地点应配备灭火器、消防砂等，并应设置警示标志。

10.3.3 沥青脱桶、导热油加热沥青作业应采取防火、防烫伤措施。

10.3.4 沥青混合料拌和作业应符合本规范第 10.2.2 条规定。其他要求如下：

- a) 拌和过程中人员不应在石料溢流管、升起的料斗下方站立或通行，不应靠近各种运转机构；
- b) 沥青罐内检查应停机进行，不应使用明火照明，并应有专人在外监护。

10.3.5 沥青面层摊铺、碾压应符合本文件 10.2 节的有关规定。

10.4 水泥混凝土面层

10.4.1 切缝、刻槽作业范围应设警戒区。

10.4.2 当施工人员进入搅拌机筒内作业时，应符合本文件 7.3.5 条的相关规定。

10.4.3 养护前，现场预留的雨水口、检查井口等孔洞应盖牢。

11 隧道工程

11.1 一般规定

11.1.1 隧道内供风、供水、供气管线与供电线路应分别架设，照明和动力线路应分层架设。架设供电线路时，110V 以下线路距地面不应小于 2m，380V 线路距地面不应小于 2.5m，6-10kV 线路距地面不应小于 3.5m。

11.1.2 弃渣场应符合本文件 9.2.6 条的相关规定。

11.1.3 隧道洞口管理应符合下列规定：

- a) 隧道洞口设专人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；
- b) 隧道施工建立洞内外通信联络系统；
- c) 长、特长及高风险隧道施工设置稳定可靠的视频监控系统、门禁系统和人员识别定位系统。

11.1.4 隧道洞口、开关箱、配电箱、台车、台架、坑洞和仰拱开挖等危险区域应设置明显的警示标志。洞内施工机械、设备、设施均应设反光标识；台车和台架内轮廓应设灯带轮廓标识。

11.1.5 施工隧道内不应明火取暖。隧道内应按要求配备消防器材。从洞口向洞内延伸每隔 100 m 应设置一组灭火器，每组为 2 个。

11.1.6 隧道内不应存放汽油、柴油、煤油、变压器油、雷管、炸药等易燃易爆物品，不应在施工现场违规运输、存放和使用民用爆破物品。

11.1.7 隧道施工设备应符合本文件 6.10 节的相关规定。其他要求如下：

- a) 宜使用三臂凿岩台车、锚杆钻注一体机（单臂单篮）、拱架安装机和湿喷机械手、自行式液压移动仰拱栈桥、液压仰拱弧形钢模、二衬厚度预检台车、钢筋作业台车、防水板作业台车、自动化衬砌台车、自动化喷淋养护台车与水沟电缆槽模架台车等先进工艺工装设备；
- b) 通风机、抽水机等隧道安全设备应配备备用设备；
- c) 台架、台车、栈桥等施工设施的设置应满足通行安全要求；
- d) 存在不良地质、特殊性岩土、有毒有害气体等高风险隧道应安装视频监控和气体监测设备。

11.1.8 应在洞口和洞内醒目位置设置限速标志，洞内路面摊铺完成前行车速度不应超过 15km/h，其中施工作业面区应小于 10km/h，仰拱栈桥、开挖段等危险区域应小于 5km/h。洞内路面摊铺完成后行车速度不应超过 20km/h。

11.1.9 隧道施工的通风、检测、用电应符合本文件第 6.14 节的相关规定。

11.2 洞口与明洞

11.2.1 洞口施工前，应先清理洞口上方及侧方可能滑塌的表土、灌木及山坡危石等。每次开工前、收工后应监测坡面的稳定情况。

11.2.2 洞口施工应采取措施保护周围建（构）筑物、既有线、洞口附近交通道路。当出洞口下方为通车道路时，应设警戒区及防物体打击类防护棚。

11.2.3 洞口场地宜进行硬化，硬化范围不宜小于 50m。

11.2.4 洞口开挖区域高处作业应符合本文件 6.1 节相关规定。

11.2.5 洞口应分别设置人行通道、车行通道，实行人车分流。

11.2.6 明洞施工要求如下：

- a) 明洞施工不应上下重叠作业；
- b) 开挖松软地层边、仰坡应随挖随支护；
- c) 明洞土石方开挖应符合本文件 9.2、9.3 节相关规定；
- d) 明洞衬砌施工应符合本文件 6.2 节相关规定。

11.3 隧道开挖

11.3.1 隧道开挖台车要求如下：

- a) 台车防护栏杆宜根据施工需要设置成可拆卸式防护栏杆和固定式防护栏杆，宜采用 1.2m 防护栏杆；防护栏杆应水平设置挡脚板，应挂密目式安全立网封闭，宜用具有夜间反光效果的安全警示色；防护栏杆应与台车一同设计验算；护栏底部安装耳座与台车平台上的安装耳座宜通过螺栓组件连接；防护栏杆易损部件应有备用件，损坏后应及时修复；防护栏杆应符合本文件 5.1 节相关要求；

- b) 人员上下台车应有安全通道，宜使用钢斜梯；
- c) 作业平台上脚手板应铺满，表面如有坡度应加设间距不大于 400mm 的防滑条或采取其他防滑措施；
- d) 台车轨道端头应设置轨道端部止挡，并应符合本文件 6.10.1 条相关要求；
- e) 台架上用电设备应配置防雨罩和绝缘保护装置；上人之前应先对供电线路进行检查；
- f) 应设置标明允许负载值的限载牌并限定允许作业人数，不应超重；
- g) 台车作业平台上应每平台配备 1 组消防灭火器，每组 2 个。

11.3.2 软弱围岩隧道开挖时，掌子面至二次衬砌之间应设置逃生通道。逃生通道要求如下：

- a) 逃生通道主要由整节管道、短节管道、转接接头（135°）、支架、连接件等组成；
- b) 整节管道每节长度不宜大于 5m，内径不宜小于 800mm；短节管道可分为 1m、2m、3m 的节段；逃生通道在经过掘进台阶时，管节之间宜安装 135° 转接接头顺延；逃生通道通过仰拱施工处时，宜使用栈桥敷设支撑固定逃生通道；逃生通道管节之间可采用直径大于逃生通道外径 100mm 的套管、螺栓、链条或环形抱箍等方式连接；
- c) 逃生通道材质可采用螺旋钢焊管或 HDPE（PE100）硬质高密度聚氯乙烯管、超高强度超高分子复合材料管、CFRPC 碳素复合管，其刚度、强度及抗冲击能力应满足安全要求，表面宜为红色、橙色、黄色等颜色；
- d) 逃生通道基础底部应平整，安装到位后应对逃生通道进行支垫或进行半填埋加固。逃生通道的安装应便于拆卸，避免两节脱节；
- e) 使用时，逃生通道距离开挖掌子面不应大于 20m，搭接二次衬砌长度不应小于 5m；
- f) 逃生通道不应作为应急逃生以外的用途，逃生通道内不应放置任何物品。逃生通道洞口两侧应设置救生箱，宜配备 10 人 3 天所需的应急物资。

11.3.3 隧道掘进作业面应实施机械化作业，应设置警戒区、警示标志，非施工人员不应进入。人工开挖应设专人指挥，作业人员应保持安全操作距离。开挖作业面施工人员不宜超过 9 人。

11.3.4 长度小于 300m 的隧道，起爆站应设在洞口侧面 50m 以外；其余隧道洞内起爆站距爆破位置不应小于 300m。爆破作业应符合本文件 6.9 节的相关要求。

11.3.5 隧道找顶应有专人监测、安全员指挥，应在通风后按先机械后人工的顺序进行。找顶作业时应有充足的光照度。

11.3.6 在围岩地质复杂地段，应对凿岩台车主要部位采取加固措施、设置特殊防护装置。

11.3.7 仰拱施工中，应采用仰拱栈桥跨越。仰拱栈桥要求如下：

- a) 仰拱栈桥宜采用自行式液压移动仰拱栈桥，主要由桁架、液压系统、行走系统、引桥桥面、主桥桥面、防撞护栏、标志等组成；
- b) 仰拱栈桥液压千斤顶宜设有自锁定装置，宜采用履带式行走系统；
- c) 仰拱栈桥引桥的最大纵向坡度不宜大于 25%。栈桥桥面应做防侧滑处理；
- d) 仰拱栈桥两侧宜采用防撞护栏，应水平设置挡脚板并挂密目式安全立网封闭；
- e) 仰拱栈桥两端应设限速、限重警示标志、反光标志；车辆通过栈桥时速度不应大于 5km/h；
- f) 仰拱栈桥应由设计制造单位进行设计，强度、刚度和稳定性验算及试验。
- g) 仰拱栈桥就位后应检查基础的稳定情况和千斤顶是否锁定；
- h) 使用时，仰拱栈桥上部的泥水及残余混凝土应及时清除；
- i) 汽车通过仰拱栈桥时，应先确认栈桥下方施工人员已撤至安全区域。

11.4 装渣与运输

11.4.1 装渣前和装渣过程中应观察围岩状况，发现松动危石或塌方征兆应先撤出人员、车辆，进行处置后再进行作业。

11.4.2 装渣作业应设置警戒区，非施工人员不应进入。机械作业时，其回转范围内不应有人通过或停留。

11.4.3 装渣车辆和人员出入应分离，不应超量装载，不应人料混装。

11.4.4 机械装渣时应对初期支护钢架进行防碰撞保护。装渣、卸渣应有专人指挥。

11.4.5 有轨运输应在线路尽头设置轨道端部止挡。

11.5 支护与衬砌

11.5.1 作业时应应对支护各部位进行监测，支护发生变形或损坏时，作业人员应及时撤离现场。

11.5.2 喷射混凝土作业时不应用喷枪对人，非施工人员不应进入作业区。

11.5.3 钢筋防水板作业台车、二衬台车应符合本文件 11.3.1 条的相关规定。台车就位后，应按规定设置防溜车装置，液压支撑应有锁定装置。

11.5.4 衬砌钢筋安装应设临时支撑，临时支撑应牢固可靠并有醒目的安全警示标志。

11.5.5 防水板存放、铺设地段应配备足够数量的消防器材。钢筋焊接作业在防水板一侧应设阻燃挡板。照明灯具与防水板间距离不应小于 0.5m，不应烘烤防水板。

11.5.6 管棚和小导管在作业平台上临时存放时，不应超过平台设计荷载，并应控制存放数量和高度，采取防坠落措施。在洞内空地堆放应设物料架，除应采取防止其滚落的措施外，还应设置醒目的安全警示标志。

11.6 辅助坑道

11.6.1 井口房和通风机房附近 20m 内不应有明火。

11.6.2 不应在斜井、竖井的井壁上悬吊物品，应及时处理浮石危岩。

11.6.3 斜井施工要求如下：

- a) 无轨运输斜井内运输道路应硬化，并采取防滑措施；长隧道斜井无轨运输道路综合纵坡不应大于 10%；洞内的集水坑、变压器、紧急避险处应设置防撞隔离栏和灯光警示标志；单车道的斜井，每隔一定距离应设置错车道，其长度应满足安全行车要求；斜井内每隔 300m～500m 应设置缓冲防撞安全岛。无轨运输进洞载物车辆车速不应大于 8km/h，空车车速不应大于 15km/h，出洞爬坡车速不应大于 20km/h；
- b) 有轨运输井口应设置挡车器，并设专人管理；在挡车器下方 5～10m 及接近井底前 10m 处应各设一道防溜车装置；长大斜井每隔 100m 应分别设置防溜车装置，井底与通道连接处应设置安全索；车辆行驶时，井内不应有人员通行与作业。有轨运输井身每 30～50m 应设置躲避洞，井底停车场应设避车洞，井底附近的固定设备应置于专用洞室；
- c) 斜井一侧应设宽 1m 的人行斜道供进出施工人员行走，与运输道路、轨道的安全距离应不小于 2.5m，每间隔 50m～100m 应设置一处休息平台，并应符合本文件 9.4.3 节的相关规定；

- d) 当斜井垂直深度超过 50m 时，应有运送人员的专用车辆，车辆应设顶盖，并装有可靠的防坠器，车辆中应装有向卷扬机司机发送紧急信号的装置；
- e) 斜井口、井下及提升绞车应有联络信号装置，每次提升、下放与停留应有明确的信号规定；
- f) 斜井中牵引运输速度不应大于 5 m/s，接近洞口与井底时不应大于 2m/s，升降加速度不应大于 0.5m/s^2 ；
- g) 斜井提升设备应按规定装设符合要求的防止过卷装置、防止超速装置、限速器、深度指示器、警铃、常用闸和保险闸等保险装置；
- h) 斜井提升、连接装置应符合安全使用的要求，钢丝绳应符合本文件 6.7.7 条的相关规定，并应定期检查；
- i) 作业平台、衬砌台车应配有制动装置，就位后应及时锁固。

11.6.4 竖井施工要求如下：

- a) 竖井的锁口圈应比地面高出至少 500mm；
- b) 井口应配置井盖，除升降人员和物料进出外，井盖不应打开。井口应设防雨设施，通向井口的轨道应设挡车器。井口周围应设防护栏杆和安全门，防护栏杆的高度不应小于 1.2m，且应符合本文件 5.1 节的相关规定；
- c) 人员升降时不应携带大件材料、工具，随身携带的小件工具应放入工具袋。
- d) 竖井井架应安装避雷装置，在大风地区或大风季节应设置缆风绳；
- e) 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，作业人员应立即撤出井外，并报告处理。

11.7 盾构施工

11.7.1 盾构机应符合 GB/T 34650 的相关要求。

11.7.2 盾构管片拼装应设专人指挥。管片拼装和吊运范围内不应有人和障碍物，管片拼装时，拼装设备与管片连接应稳固，管拼装完的管片应及时固定。

11.7.3 大坡度地段机车和盾构机后配套台车应设置防溜装置。

11.7.4 盾构机施工作业平台、人行通道等部位的临边防护应使用 1.2m 防护栏杆，且应符合本文件 5.1 节的相关规定。

11.7.5 各作业平台之间人员上下的安全通道应使用钢直梯或钢斜梯。

11.7.6 盾构箱涵两侧作业宜设置移动式作业平台，其他要求如下：

- a) 作业平台表面与箱涵顶面垂直距离不宜超过 20mm；
- b) 宜在沿管片内弧面、箱涵侧面及箱涵牛腿顶面设置 5 组行走轮，并应保证移动平台可沿隧道轴线平稳移动。行走轮应配有制动装置；
- c) 宜设置连通平台顶部至箱涵底部的爬梯；
- d) 应采用汽车吊等机械将组装成型的箱涵两侧移动式作业平台安放到位。

11.7.7 盾构箱涵作业面宜采用箱涵两侧拼装移动护栏，其他要求如下：

- a) 盾构箱涵拼装两侧移动护栏宜由横杆、竖杆、支撑体系等组成；
- b) 盾构箱涵拼装两侧移动护栏的横杆及竖杆应组成牢固的立面框架，其水平投影应落在箱涵表面；盾构箱涵拼装两侧移动护栏横杆分为上、下两道横杆，上横杆距箱涵表面高度应不低于

1.2m，下横杆距箱涵表面高度应不大于 300mm。竖杆间隙应大于 30mm 且不应大于 110mm。支撑体系宜采用钢桁架；

- c) 横杆、竖杆、钢桁架杆件宜采用型钢；
- d) 盾构箱涵拼装两侧移动护栏应由盾构机设计制造单位进行设计验算，并应与盾构机一同设计验算；防护栏杆的横杆、竖杆应能承受任何方向施加的 1kN 的集中荷载；
- e) 盾构箱涵拼装两侧移动护栏各构件之间宜采用焊接连接，盾构箱涵拼装两侧移动护栏的支撑体系应焊接在盾构机结构上；
- f) 盾构机移动时，应在箱涵表面设置安全警戒区。

参 考 文 献

- [1] GB 4053.1—2009 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯
 - [2] GB 4053.2—2009 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯
 - [3] GB 4053.3—2009 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台
 - [4] GB 4387—2008 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程
 - [5] GB/T 5976—2006 钢丝绳夹
 - [6] GB 6067.1—2010 起重机械安全规程 第1部分：总则
 - [7] GB 7588—2003 电梯制造与安装安全规范（含第1号修改单）
 - [8] GB/T 10058—2009 电梯技术条件
 - [9] GB/T 50113—2019 滑动模板工程技术标准
 - [10] GB 50201—2012 土方与爆破工程施工及验收规范
 - [11] GB 50268—2008 给水排水管道工程施工及验收规范
 - [12] GB 50330—2013 建筑边坡工程技术规范
 - [13] GB 50424—2015 油气输送管道穿越工程施工规范
 - [14] GB/T 50484—2019 石油化工建设工程施工安全技术标准
 - [15] GB 50666—2011 混凝土结构工程施工规范
 - [16] GB 50734—2012 冶金工业建设钻探技术规范
 - [17] GB 50755—2012 钢结构工程施工规范
 - [18] GB 50771—2012 有色金属采矿设计规范
 - [19] GB/T 50905—2014 建筑工程绿色施工规范
 - [20] GB 50996—2014 地下水封石洞油库施工及验收规范
 - [21] GB 51004—2015 建筑地基基础工程施工规范
 - [22] JTS 169—2017 码头附属设施技术规范
 - [23] TB 10301—2020 铁路工程基本作业施工安全技术规程
 - [24] TB 10304—2020 铁路隧道工程施工安全技术规程
 - [25] TB 10303—2020 铁路桥涵工程施工安全技术规程
 - [26] DL/T 5050—2010 水电水利工程坑探规程
 - [27] DL/T 5702—2014 水电水利工程沉井施工技术规程
 - [28] QC/T 667—2010 混凝土搅拌运输车技术条件和试验方法
 - [29] DB 50/T 960—2019 双壁钢围堰设计及施工技术规范
 - [30] 施工现场安全防护设施标准化指南
-