

ICS 13.100
E 09
备案号：65554—2018

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6444—2018

代替 SY 6444—2010, SY 6516—2010

石油工程建设施工安全规范

Safety code for petroleum engineering construction

2018—10—29 发布

2019—03—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 总则	1
3.1 安全生产资质	1
3.2 组织机构与职责	2
3.3 文件化信息	2
3.4 人员资格	2
4 现场通用要求	2
4.1 基本要求	2
4.2 现场布置	3
4.3 施工机具、设备和设施	3
4.4 常用手持工具	3
4.5 施工器材的存放	4
4.6 交通安全	5
4.7 季节防护	6
5 作业通用要求	6
5.1 基本要求	6
5.2 土建作业	7
5.3 安装作业	13
5.4 焊接作业	22
5.5 气割(焊)作业	23
5.6 动火作业	24
5.7 无损检测作业	25
5.8 现场临时用电	26
5.9 高处作业	28
5.10 进入受限空间作业	29
5.11 起重作业	29
5.12 脚手架作业	31
6 油气田地面建设工程	32
6.1 基本要求	32
6.2 井站(场)及配套设施施工作业	32
6.3 抽油机安装调试	32

6.4	集输管道施工作业	33
6.5	电气工程施工作业	33
6.6	道路施工作业	33
7	油气输送管道建设工程	33
7.1	基本要求	33
7.2	交接桩和测量放线	34
7.3	施工作业带清理和施工便道修筑	34
7.4	运管和布管	35
7.5	管沟开挖	35
7.6	管道组对和焊接	36
7.7	管道补口补伤	36
7.8	管道下沟和回填	36
7.9	管道定向钻穿越	37
7.10	管道顶管穿越	37
7.11	管道大开挖穿越	38
7.12	管道隧道穿越	39
7.13	管道清管试压	39
7.14	管道动火连头	40
7.15	三桩埋设	40
8	石油炼化建设工程	40
8.1	基本要求	40
8.2	构筑物和混凝土烟囱施工作业	41
8.3	塔器现场组焊作业	42
8.4	锅炉和工业炉现场组焊作业	42
8.5	大型设备吊装作业	43
9	现场应急管理	44

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准对 SY 6444—2010《石油工程建设施工安全规程》和 SY 6516—2010《石油工业电焊焊接作业安全规程》整合修订。本标准以 SY 6444—2010 为主，与 SY 6444—2010 相比，主要技术内容变化如下：

- 修改了标准的“范围”（见第1章，2010年版的第1章）；
- 修改了标准的“规范性引用文件”（见第2章，2010年版的第2章）；
- 将“施工安全组织和制度”“安全技术措施”“施工人员”合并修改为“总则”（见第3章，2010年版的第3章、第4章、第5章）；
- 将“施工机具、设备和劳动防护”“施工现场安全”“安全检查和监测”合并修改为第4章“现场通用要求”（见第4章，2010年版的第6章、第7章、第9章）；
- 将“施工作业安全”与 SY 6516—2010 有关内容合并修改为第5章“作业通用要求”（见第5章，2010年版的第8章和 SY 6516—2010）；
- 增加了“油气田地面建设工程”（见第6章）；
- 增加了“油气输送管道建设工程”（见第7章）；
- 增加了“石油炼化建设工程”（见第8章）；
- 将“应急管理”修改为“现场应急管理”（见第9章，2010年版的第10章）；
- 删除了“事故处理”（见2010年版的第11章）。

本标准由石油工业安全专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油天然气第一建设有限公司、中石化中原油建工程有限公司、中石化中原油田分公司。

本标准主要起草人：仝西亚、张朝晖、刘冬勤、李清君、卫建良、许再胜、梁晓、刘彩、张新年、郭军辉、刘井坤、张红、霍长江。

石油工程建设施工安全规范

1 范围

本标准规定了陆上油气田地面建设工程、油气输送管道建设工程、石油炼化建设工程建设过程中企业、人员资质要求与职责、现场平面布置、施工机具设备设施管理、季节防护、土建与安装作业及高危作业安全要求、现场应急管理要求等内容。

本标准适用于新建、改建、扩建的陆上油气田地面建设工程、油气输送管道建设工程、石油炼化建设工程。检维修工程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 3787 手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程

GB 6095 安全带

GB 6722 爆破安全规程

GB/T 13955 剩余电流动作保护装置安装和运行

GB/T 15579.1 弧焊设备 第1部分：焊接电源

GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范

GB 50369 油气长输管道工程施工及验收规范

GB 50424 油气输送管道穿越工程施工规范

GB 50460 油气输送管道跨越工程施工规范

GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术规范

JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程

JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范

JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范

JGJ 94 建筑桩基技术规范

JGJ 120 建筑基坑支护技术规程

JGJ 128 建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范

JGJ 130 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范

JGJ 311 建筑深基坑工程施工安全技术规范

SY/T 6279 大型设备吊装安全规程

3 总则

3.1 安全生产资质

施工单位应依法取得安全生产许可证书，并应在施工资质等级许可范围内承揽工程。

3.2 组织机构与职责

3.2.1 施工单位应设置安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员。

3.2.2 施工单位应建立健全安全生产责任体系，明确各级领导、职能部门和岗位的安全生产责任。

3.3 文件化信息

3.3.1 施工单位应根据国家有关规定，结合本单位的实际情况建立安全生产制度和操作规程，安全生产制度主要包括：

- 安全生产责任制度；
- 安全教育、培训制度；
- 安全监督检查制度；
- 安全技术措施管理制度；
- 隐患治理制度；
- 劳动保护用品管理制度；
- 特种设备安全管理制度；
- 交通安全管理制度；
- 事故事件管理制度；
- 安全生产考核与奖惩制度；
- 危险化学品管理制度；
- 消防安全管理制度；
- 应急管理制度等。

3.3.2 施工单位应根据管理要求做好相关记录，记录应真实、有效。

3.4 人员资格

3.4.1 施工单位主要负责人、项目负责人、专职安全生产管理人员应具备与本单位所从事的施工生产活动相适应的安全生产知识和管理能力，并应取得安全生产考核合格证书。

3.4.2 特种作业人员、特种设备作业人员应取得相应资格证后上岗。

3.4.3 未经安全生产教育和培训合格的作业人员，不得上岗。

3.4.4 作业人员的身体条件应满足工作性质要求，应无职业禁忌症，并应按规定定期对从事有职业病危害作业的人员进行身体检查和培训。

4 现场通用要求

4.1 基本要求

4.1.1 两个以上施工单位在同一作业区域内进行施工，可能危及对方生产安全的，应签订安全生产管理协议，告知对方本单位在该作业区域内的主要安全风险及防范措施，明确各自的安全生产管理职责和应采取的安全措施，并指定专职安全生产管理人员进行安全检查与协调。

4.1.2 施工单位应在工程开工前，根据工程特点、施工方法、资源配置和作业环境，编制施工技术方 案和安全技术措施，并按规定进行审批。

4.1.3 施工单位应组织开展危害因素辨识和风险评价活动，并随工程进展和内外环境变化不断更新，实行动态控制。

4.1.4 施工单位应在作业前对作业人员进行危害告知和安全技术交底。作业人员应了解本岗位风险及

控制措施，并掌握应急处理和紧急救护方法。

4.1.5 施工单位应按相关规定提取安全费用，并专款专用。

4.1.6 施工单位应建立健全生产安全事故隐患排查治理机制。

4.2 现场布置

4.2.1 施工单位在工程开工前应进行施工平面布置设计，并履行审批手续。设计时应考虑：

- a) 周边环境。
- b) 消防通道。
- c) 危化品等易燃易爆物品堆置场地及防火安全距离。
- d) 临时用电设施。
- e) 安全疏散通道及紧急集合点。
- f) 消防设施布置。
- g) 排水设施。
- h) 自然环境、自然灾害的影响。
- i) 办公区、生活区与临时作业区的安全距离。
- j) 食堂与厕所的布置。
- k) 机械设备存（停）放场地的安全距离等。

4.2.2 现场主要道路应与主要的施工作业区域和临时设施相通，其宽度应满足施工和消防要求。

4.2.3 喷砂、防腐厂选址应在距离工程现场较远处，避开人员密集区域，以降低扬尘和噪声影响。

4.2.4 临近运行装置、罐区、易燃易爆物品或危化品存放区、道路、深基坑等施工时，应进行围挡隔离，设置安全警示标识，并实时进行监测。

4.2.5 消防水带、砂箱、消防斧、消防锹、消防钩、灭火器等消防器材应摆放在明显易取处。

4.3 施工机具、设备和设施

4.3.1 施工单位应做好设备、设施及工机具的选购、安装、使用、维护、检修与管理，建立设备、设施档案，并设专人管理。

4.3.2 施工设备应制订安全技术操作规程，作业中操作人员不得擅自离岗位，发现任何危险情况应立即停止作业。

4.3.3 设备、设施使用前应进行安全检查和评价，并应定期维护和保养，保持良好技术性能，不应带病运转或超负荷使用。

4.3.4 临时设施应按施工组织设计要求布置、建设。投用前应进行工程验收，合格后方可使用。

4.3.5 施工现场的安全设施应齐全有效，不应擅自拆除和移动。确需移动时，应办理相关手续，且应采取相应的临时安全措施，完工后应立即复原。

4.3.6 设备使用与管理可参照 JGJ 33 的规定。施工用特种设备的安装、使用、维修、保养和检验应执行相关法律法规的规定。

4.4 常用手持工具

4.4.1 工作前应对工具进行检查，不应使用腐蚀、变形、松动、有故障、破损等不合格工具。

4.4.2 使用手持电动工具时，应遵守下列规定：

- a) 使用前检查外壳、手柄、电源线、接线插头、手动开关、机械转动部分防护装置应完好、可靠。
- b) 使用工具时，塑料外壳、电源线应防止碰、磕、砸，不应与汽油及其他溶剂接触；外壳的通风口（孔）应保持畅通。

- c) 作业人员在潮湿环境或金属容器内使用电动工具应有相应的绝缘措施；电动工具的开关箱应在潮湿环境或金属容器外便于观察和操作的地方。
- d) 使用手枪钻、冲击钻钻孔时应用力握实，转速均匀；突然停止转动时，应立即切断电源。安装钻头时，不得用锤子或其他物件敲击。
- e) 在高空或横向使用磁力电钻时，应防止中途停电造成电钻坠落。
- f) 使用手提电动磨光机、坡口机时，应选用可调式砂轮防护罩，其圆周和侧面的大外露角不应超过 180°；应选用结构特性符合被削磨材料和削磨性质的砂轮片，砂轮片应远离油脂、水或其他溶剂；打磨时施力均匀。
- g) 使用手提电锯、电刨时，不应将圆锯盘硬挤在工件缝隙内，锯、刨较短木料时，应夹紧固牢。
- h) 使用射钉枪时，不得对人。
- i) 使用电动扳手时，反力矩支点应牢靠，且手部不应放置于扳手转动内侧；传递扳手应接稳抓牢。
- j) 使用电动砂轮机磨削时不应使用砂轮侧面，操作人员应站在侧面；不得两人同时共用；不应拆卸防护罩使用。
- k) 操作人员应佩戴防护面罩，必要时佩戴耳塞。
- l) 手持电动工具使用的其他安全要求尚应符合 GB/T 3787 的规定。

4.4.3 使用风动工具时，应遵守下列规定：

- a) 气源应安装气水分离器，不应用氧气作风动工具的风源。
- b) 风动工具的风管与套口连接应牢固；当输送距离较远时，应将风管架空，软管通过横道时，应使用套管或槽板、槽钢等防护措施；风管不得扭绞和变形，遭受挤压或损坏时，应立即停止使用。
- c) 使用风动工具时，沿风管方向不得站人；高处使用风动扳手时，应先把风管固定好。
- d) 更换风动工具的附件或交换工具时，应事先切断压缩空气，并将管内余下的空气排尽后方可进行更换操作。
- e) 使用冲击性风动工具（风锤、风镐、风铲、风枪等）时，应把工具置于工作状态后方可通气。
- f) 使用风铲时，风铲上应安装由起动机控制的自动关闭阀，手柄上应加设减振装置。

4.4.4 使用喷灯时，灯内压力及火焰应调整适当，工作场所应空气流通，不得靠近易燃物体。喷灯加油时应灭火，且待冷却后放尽气压方可加油，不应向使用煤油或柴油的喷灯内注入汽油。

4.4.5 使用大锤、手锤时，锤头与把柄连接应牢固，运动范围内不应站人。

4.4.6 使用开口扳手（呆扳手）、套筒扳手、锁紧扳手和内六角扳手等专用扳手时，应使扳手开口与被旋拧件配合好后再用力。梅花套筒及扳手柄变形或有裂纹时，应停止使用。棘轮扳手、力矩扳手应根据产品说明书的要求正确使用，或根据指示器的读数来调整作用力。

4.4.7 使用手锯时，应扶正锯弓，起锯角不应超过 15°。

4.4.8 小型手持工具携带时应放在专用的工具袋或工具桶中，不得放在衣裤的口袋里或插在腰带上，或放在脚手架、架空的钢结构、管道及机械设备上。传递刃口锋利的工具时，应把柄部向着接工具的人。

4.5 施工器材的存放

4.5.1 施工器材应按施工平面布置规定的地点堆放。

4.5.2 施工器材堆放时应重物在下，轻物在上。易损、易倒器材应固定，窄长器材应放倒。滑动器材应有支架或稳固措施，圆筒器材或工件滚动面不得面向安全通道。

4.5.3 立体堆放的器材应限制堆放高度，堆垛不得倾斜、有晃动。常见施工器材堆放的安全高度应符合表 1 的规定。

表1 常见施工器材安全堆放高度

器材名称	堆放高度	安全要求
钢板	不应大于其宽度	堆放时每隔5~6层放置方木,其间距以不引起钢材明显的弯曲变形为宜,方木应上下对齐,在同一垂直平面内
管材、圆筒 ($D < 500\text{mm}$)	$< 1\text{m}$	在两排管中加垫,圆筒两边应设立柱。三角形堆放时两边加楔垫,防止滚落。层间应留有穿入吊索具的空间
管材、圆筒 ($D \geq 500\text{mm}$)	不宜超过2层	
弯管、弯头、三通等管配件 ($D < 500\text{mm}$)	$< 1\text{m}$	宜堆放在简易木平台上,摆放整齐,防止滑落
弯管、弯头、三通等管配件 ($D \geq 500\text{mm}$)	不宜超过2层	宜堆放在简易木平台上,摆放整齐,防止滑落
角钢、槽钢等型钢	$< 1.2\text{m}$	垛宽不宜超过2.5m; 层间应加垫木,保持水平,防止滑落
钢筋原材料及半成品	整捆码垛 $\leq 2\text{m}$;散捆或半成品码垛 $\leq 1.2\text{m}$	分类堆放,中间隔开,防止滑落
软质及半硬质绝热材料	$\leq 2\text{m}$	应用阻燃材料覆盖,防止散落
模板	$\leq 1.6\text{m}$	离作业面边沿不应小于1m。底部及层间应加垫木,垫木应上下对齐。有加固措施时,可适当增加堆放高度,但最高不应超过2m
混凝土桩	$< 2\text{m}$ 且不超过3层	三角形堆放时两边加楔垫,防止滚落
木材	$< 4\text{m}$	堆放整齐稳固
圆木	$< 2\text{m}$	堆积或装卸时,应使用垛木器械
机砖	$< 1.5\text{m}$	堆放整齐稳固
砌体砖	$< 1.8\text{m}$	堆放整齐稳固
水泥	12袋以下 或 $< 1.6\text{m}$	堆放时,底部应以木板架空垫起0.3m以上
器材箱、筒	横卧3层、立放2层 以下	每层箱下应加垫,筒状应设立柱,防止滚落
袋装材料	$< 1.5\text{m}$	堆卸时应搭设可靠的踏板

注: D 为管材、圆筒的外径。

4.5.4 室外存放的设备和施工材料应有防雨、防积水、防晒措施。

4.5.5 存放管道配件、紧固件、阀门、焊材、电气仪表的货架应有足够刚度和承载力,应防止垮塌伤人。

4.5.6 油漆、稀释剂等危化品应存放在通风良好的专用仓库内,附近10m范围内严禁烟火。强氧化剂不应与可燃物质混合放置。

4.5.7 有毒、易燃、易爆及易挥发的溶剂材料应存放在通风良好的室内,避免阳光暴晒,并应采取防火、防中毒措施。酸碱及其溶液应专库存放,严禁与有机物、氧化剂和脱脂剂等接触。

4.5.8 危化品及其他有毒有害、易燃易爆、易挥发材料应在存储区醒目位置张贴安全数据表(MSDS)。

4.5.9 作业剩余器材、废料及拆下的脚手架杆、脚手板、卡扣、模板等应及时分类,清理回收。

4.5.10 各类施工器材应标识清楚,不得随意摆放、串用。

4.6 交通安全

4.6.1 施工机动车辆应检验合格,不应超负荷、超员或超用途使用。

4.6.2 现场通道不应随意挖掘和截断。如因工程需要,开挖时应经现场负责人批准,办理相关手续及

采取相应防护措施后方可开挖。

4.6.3 施工车辆在施工现场应限速行驶。在场地狭小、运输频繁地点，应设临时交通指挥人员。

4.6.4 装载货物应平稳、牢靠，运输过程中应采取牢固的封车措施。

4.6.5 通过涵洞、管架、悬挂物下方，应有足够净空。

4.6.6 遵守现场准入规定，进入易燃、易爆区域的机动车辆应加装灭火罩或阻火器。

4.6.7 运输车辆装土方、碎石不宜过满，并应有防落石措施。

4.6.8 施工车辆应按指定位置停放，远离危险区，严禁随意占用安全通道。

4.6.9 施工机具、设备和材料在运输过程中，其任何部位与架空电力线路的安全距离应符合 GB 50194 的规定。

4.7 季节防护

4.7.1 施工现场应根据作业区域的气候和环境，编制季节性专项安全技术措施和应急预案。

4.7.2 雨季施工时，应遵守下列规定：

- a) 在雨季前应疏通排水管道、沟渠，整修道路和防洪堤。
- b) 定期检查基坑、沟槽、山崖等边坡的排水设施，应防止塌方和滑坡；山区雨季施工时，应及时检查坡道、便道和基坑，应防止雨水冲刷损坏或塌方。
- c) 雨季前应对施工现场和生活区的临时建筑物和构筑物进行全面检查，发现事故隐患及时处理。
- d) 施工通道、脚手板应采取防滑措施，雨后应及时检查脚手架工程、塔吊、外用电梯、物料提升机基础，一旦发现变形、开裂、下陷等异常，应立即停止施工采取措施整改。
- e) 室外用电设备、设施应采取防雨、防潮、防浸泡措施，雷雨前应及时关闭电源。
- f) 雨季前，应对避雷及接地装置进行接地电阻测定，冲击接地电阻测定值不得大于 30Ω 。
- g) 应备齐防汛器材，存放在指定地点，且处于完好备用状态。
- h) 雷雨时不应进行登高、吊装、坡地运输、布管等露天作业。

4.7.3 暑季施工时，应遵守下列规定：

- a) 长期露天作业场所应采取防晒棚、遮阳伞等防晒措施。
- b) 在热加工和受限空间内作业时，应采取通风、降温等措施。
- c) 宜避开高温时段。

4.7.4 冬季施工时，应遵守下列规定：

- a) 应及时清除道路、上下通道、脚手板上的积水、冰、雪，并采取防滑措施。
- b) 施工机械、车辆应使用低温润滑油及防冻液；在冻、滑路面上行驶时宜使用防滑链。
- c) 设备、管道水压试验时，应采取防冻措施，试压后应将水排尽并用压缩空气吹干。
- d) 混凝土、衬里养护时，应制订防火灾、中毒、触电、烫伤的专项安全技术措施。
- e) 模板、脚手架等支设在冻土上时，应采取临时加固措施，防止冻土融化引起变形或倒塌。
- f) 构件与地面或与其他物体冻结在一起时，应在化冻后方可吊运。
- g) 取暖应符合防火、防中毒和防触电要求。

4.7.5 应及时关注天气预报，在可能出现台风、沙尘暴、暴雨、洪灾、山体滑坡、高温、雷击的地区施工时，应制订并落实相应的安全措施。

5 作业通用要求

5.1 基本要求

5.1.1 施工作业应严格遵守相关安全生产规章制度，执行安全操作规程。

5.1.2 动土作业、爆破作业、动火作业、高处作业、吊装作业、进入受限空间作业、射线作业、临时用电作业、压力试验及其他高风险作业应执行作业许可管理制度。

5.1.3 施工单位应加强作业环境安全管理，遇到六级及以上大风、雷雨、冰雹、大雾、沙尘暴等恶劣天气时，应停止打桩、强夯、砌筑、高处、吊装、动火、脚手架搭设和拆除、试压、热处理等现场露天作业。

5.1.4 作业结束后应及时切断电源、气源，熄灭火种，整理场地。

5.2 土建作业

5.2.1 桩基作业

5.2.1.1 作业前，应对受影响范围内的建（构）筑物采取防振、减振措施。

5.2.1.2 作业前，应检查设备的安全可靠性，合格方可使用。

5.2.1.3 桩基作业区域应设置警戒区域，无关人员严禁靠近。多台桩机同时作业时，相互间距应至少在起重机臂杆水平回转半径的3倍以上。沉桩作业时，测桩人员应在警戒区以外，且距警戒区不少于5m。

5.2.1.4 灌注桩成孔设备就位后应稳固。钻进过程中，遇到卡钻、钻机摇晃、偏斜或发生异常声响时，应立即停钻，查明原因，采取相应措施后方可继续作业。

5.2.1.5 人工挖孔桩施工时，应遵守下列规定：

- a) 孔内应设置软爬梯，使用的电动葫芦、吊笼等应安全可靠，并配有自动卡紧保险装置，作业人员不得使用麻绳和尼龙绳吊挂或脚踏井壁凸缘上下。
- b) 作业前应检测桩孔内有毒、有害气体，并采取相应的防护措施。当桩孔深度不小于10m时，应向井下强制送风，风量不宜少于25L/s。
- c) 挖出的土石方应及时运离孔口，不得堆放在孔口周边3m范围内。
- d) 人工挖孔桩施工的其他安全要求尚应符合GB 50484的规定。

5.2.1.6 锤击沉桩作业时，应提前清理空中和地下障碍物，场地应平整，排水应畅通，并应满足打桩所需的地面承载力。打桩、吊装、行走、回转及桩机维修、保养等作业不得同时进行。送桩时，作业人员身体任何部位严禁置于桩与桩架之间。

5.2.1.7 钢桩作业时，应遵守下列规定：

- a) 作业前应检查控制振动锤夹板的液压设备、振动锤的电动机、控制电缆、钢丝绳的完好性。
- b) 锤击H型钢桩时，锤重不宜大于4.5t级（柴油锤），且在锤击过程中桩架前应有横向约束装置。
- c) 当持力层较硬时，H型钢桩不宜送桩。
- d) 当地表层遇有大块石、混凝土块等回填物时，应在插入H型钢桩前进行触探，并应清除桩位上的障碍物。
- e) 钢桩打入过程中应将振动锤提升到一定位置固定牢靠，防止吊桩时振动锤坠落。
- f) 钢桩起吊时应清理桩身附着物，起吊后人员应离开起吊范围。
- g) 钢桩施工过程中，严禁人员停留在振动锤下方。

5.2.1.8 截桩时，作业人员应避开桩头倾倒方向，并应佩戴防护面罩。

5.2.1.9 敞开的桩孔应采取封闭或设防护栏等防护措施。

5.2.1.10 桩基作业的其他安全要求尚应符合JGJ 94的规定。

5.2.2 强夯作业

5.2.2.1 强夯作业应由专人统一指挥，施工区域周围设置明显的隔离标志和安全警示标志，非作业人员严禁进入施工区域。

5.2.2.2 当强夯施工对临近构筑物或设备产生影响时，应提前采取开挖防振沟、设置隔振幕墙等防振或隔振措施。

5.2.2.3 夯机停置就位时，需检查地面稳定性，必要时应进行加固。夯机臂杆及支腿未垫实支稳前严禁起锤。

5.2.2.4 强夯前应清除场地空中和地下障碍物，清除夯击点上石子等易引起飞溅的物品。严禁在高压输电线路下作业。

5.2.2.5 作业前，应检查确认起锤高度、回转半径，以免超过最大限制。未经许可不得擅自拆除设备上的安全防护装置，严禁非操作人员擅自操作机械设备。作业时不得进行任何维修保养工作。

5.2.2.6 重锤起吊后严禁人员在吊杆及重锤下方。重锤上升途中严禁急刹车和紧急落锤。

5.2.2.7 夯锤不得长时间滞留在空中。夯锤落下吊钩尚未停止摆动时，挂钩人员不得进行作业，且严禁站在夯锤上随锤提升。

5.2.2.8 应及时消除夯锤上的黏土，严禁夯锤排气孔堵塞。

5.2.2.9 夯坑底部需填土整平时，重锤吊离地面高度不得大于 1m，且应待重锤停稳后方可填土。填土时严禁将脚、手及铁锹等伸进重锤底下。当夯坑内因积水或其他原因而吸锤时，应采取排除措施，不宜强行提锤。

5.2.2.10 在非作业时段或作业结束后，应将夯锤落至地面，且垫实放稳，严禁将锤悬挂在空中。

5.2.2.11 在台风、沙尘暴等恶劣天气时或停用时，夯机臂杆应平放。

5.2.3 动土作业

5.2.3.1 以下动土工程应编制专项方案：

- a) 开挖深度超过 3m（含 3m）或虽未超过 3m 但地质条件和周边环境复杂的基坑（槽）支护、降水工程。
- b) 开挖深度超过 3m（含 3m）的基坑（槽）的土方开挖工程。

5.2.3.2 以下动土工程应编制专项方案，并组织专家论证：

- a) 开挖深度超过 5m（含 5m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。
- b) 开挖深度虽未超过 5m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建筑（构筑）物安全的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。

5.2.3.3 动土作业应执行作业许可管理制度。

5.2.3.4 动土作业前，应获取开挖区域已存地下设施（电缆、光缆及油、气、水管线等）、周边建（构）筑物情况，以及当地自然气候条件及地下水位情况，在开挖时采取降水、排水措施。

5.2.3.5 基坑（槽）、管沟边坡坡度及支护应遵守下列规定：

- a) 基坑（槽）、管沟边坡坡度应根据土壤类别、力学性能和开挖深度确定。
- b) 开挖深度在 5m 以内时，基坑（槽）、管沟最陡边坡坡度应按表 2 确定。
- c) 开挖深度超过 5m 时，应根据实际情况，采取放缓边坡、支撑或阶梯式开挖措施。
- d) 当土质均匀且地下水位低于基坑（槽）或管沟底标高，且挖深不超过表 3 规定时，其挖方边坡宜做成直立壁不加支撑。若挖深超过表 3 的规定，应按表 2 规定放坡或直立壁加支撑。
- e) 在吹沙填海区等流沙、卵石或淤泥条件下进行基坑（槽）、管沟开挖作业时，宜采取钢桩支护，并尽快施工回填。
- f) 基坑（槽）、管沟支护结构及要求应符合 JGJ 120、JGJ 311 的规定。对支护结构应定期进行检查和维护，不得在支护结构上堆放重物，不得在支护结构下方站立或行走。

5.2.3.6 动土作业过程中，发现不明地下设施时，应立即停止作业，与有关部门联系进行确认和处理。电缆、管线等地下设施两侧 2m 范围内应采用人工开挖，其中油气输送管道管沟开挖时，在地下设施两侧 5m 范围内应采用人工开挖。人工挖基坑（槽）、管沟时，作业人员之间应保持 2.5m 以上的安全距离。石方区进行人工凿岩开挖时，作业人员应佩戴防护面罩。

表2 深度在5m内基坑(槽)、管沟的最陡边坡坡度

土的种类	边坡坡度(高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静荷载	坡顶有动荷载
中密的砂土	1 : 1.00	1 : 1.25	1 : 1.50
中密的碎石类土 (填充物为砂土)	1 : 0.75	1 : 1.00	1 : 1.25
硬塑的粉土	1 : 0.67	1 : 0.75	1 : 1.00
中密的碎石类土 (填充物为黏性土)	1 : 0.50	1 : 0.67	1 : 0.75
硬塑的亚黏土、黏土	1 : 0.33	1 : 0.50	1 : 0.67
老黄土	1 : 0.10	1 : 0.25	1 : 0.33
软土(经井点降水后)	1 : 1.00	—	—
硬质岩	1 : 0	1 : 0	1 : 0
冻土	1 : 0	1 : 0	1 : 0

注1:当冻土发生融化时,应进行现场试验确定其坡度。
注2:静荷载指堆土或材料等,动荷载指机械挖土或汽车运输作业等。

表3 基坑(槽)做成直立壁不加支撑的深度规定

土的种类	挖方深度, m
密实、中密的砂土和碎石类土(填充物为砂土)	1
硬塑、可塑的轻亚黏土及亚黏土	1.25
硬塑、可塑的黏土和碎石类土(填充物为黏性土)	1.50
坚硬的黏土	2

5.2.3.7 机械开挖时,现场应设置专人指挥或监护。多台机械同时作业时,挖掘机间距应大于10m。存在交叉作业时,作业人员应在施工机械停止回转并制动后方可进入。

5.2.3.8 在地下水丰富地域或雨期进行动土作业时,应采取基坑(槽)边修筑截水沟、拦水堤或其他防雨、防洪及排水措施。

5.2.3.9 在基坑(槽)、管沟边沿1m范围内不应放置土石、材料及车辆、设备等。管沟开挖时,宜将挖出的土石方堆放到布管的对面一侧,管沟沟壁及距管沟边1m范围内不得有浮石,否则应采取防护措施。堆土高度不宜超过1.5m,粒径100mm以上的石块应稳固堆放。

5.2.3.10 基坑(槽)开挖深度超过1m时,基坑(槽)边应设临边防护,并应设置安全梯道。安全梯道的间距不应超过25m,且应牢固可靠。

5.2.3.11 开挖深度超过1.2m时,基坑(槽)、管沟内作业应按进入受限空间作业进行安全管理,并应尽量减少基坑(槽)、管沟内作业人员数量。作业人员不得在基坑(槽)、管沟内休息。

5.2.3.12 动土作业现场在人行道或车行路线附近时,应设置围护和警示标识;夜间应设警示灯。

5.2.3.13 在基坑(槽)、管沟内作业时,应监测土方边坡的稳定性,雨后或解冻期应确认无裂缝、塌方、支撑变形、折断等危险因素后,方可施工。

5.2.4 爆破作业

5.2.4.1 运输民用爆炸物品时，应凭公安机关出具的“民用爆炸物品运输许可证”，按照许可的品种、数量运输。雷管和炸药不得同车运输。禁止携带民用爆炸物品搭乘公共交通工具或者进入公共场所。

5.2.4.2 装卸搬运民用爆炸物品应轻拿轻放，装好、码平、卡牢、捆紧，不得摩擦、撞击、抛掷、翻滚、侧置及倒置爆破器材。

5.2.4.3 炸药和雷管严禁混放，间距应大于 25m。

5.2.4.4 民用爆炸物品应专库储存，严禁烟火。临时炸药库房应经当地公安机关审批、验收，并取得“民用爆破器材存储许可证”后方可投入使用。

5.2.4.5 民用爆炸物品专用库房应设专人看护，双人双锁管理，无关人员严禁进入。并应建立出、入库制度，收存和发放应进行登记。领取数量不得超过当班使用量，剩余的应当天及时退回。

5.2.4.6 在爆破作业现场临时存放民用爆炸物品时，应具备临时存放的条件，并设专人管理、看护。

5.2.4.7 爆破作业应执行作业许可管理制度，并应在作业现场安全距离外设置安全警戒区、安装声光报警装置、设专人警戒。警戒区内严禁携带火种和移动通信工具。

5.2.4.8 石方爆破应采取覆盖沙袋等措施。

5.2.4.9 爆破信号线路应与作业现场用电线缆进行安全隔离。

5.2.4.10 同一爆区不得同时进行钻孔、装药、联网作业。

5.2.4.11 爆破作业未结束不得进入爆破区。

5.2.4.12 炮眼爆炸后不论眼底有无残药，都不得打残眼。哑炮的处理应制订安全检查程序。

5.2.4.13 爆破作业的其他安全要求尚应符合 GB 6722 的规定。

5.2.5 钢筋作业

5.2.5.1 钢筋预制宜在加工棚内进行，地面应平整。棚内灯具应加网罩，电缆应有防护措施。

5.2.5.2 钢筋预制工作台应垫实稳固，高度适当。钢筋加工设备转动部分应有防护罩。

5.2.5.3 使用切断机时，手与刀口距离不得少于 15cm，活动刀片前进时严禁送料。切断机运转中严禁用手直接清除刀口附近的断头和杂物。

5.2.5.4 钢筋调直时，钢筋应紧贴内挡板，插头位置和回转方向不得错开。机器运转中不得调整滚筒，手与滚筒应保持一定距离。

5.2.5.5 在弯曲未经冷拉或带有锈皮的钢筋时，应戴防护眼镜。严禁在机身不设固定销一侧站人或进行其他作业。

5.2.5.6 钢筋冷拉作业时，冷拉卷扬机前应设置防护挡板，无挡板时，应将卷扬机与冷拉方向呈 90°，并使用封闭式导向滑轮。操作时应站在防护挡板后。冷拉场地不得站人和通行。

5.2.5.7 张拉钢筋时，两端应设置防护挡板。张拉千斤顶支脚应与构件对准，放置平正，测量拉伸长度、加楔和拧紧螺栓应先停止拉伸，并站在两侧操作，防止钢筋断裂回弹。

5.2.5.8 钢筋采用闪光焊时，闪光区应设挡光板。对焊机接触器的接触点、电动机，要定期检查修理，冷却水管保持畅通，不得漏水和超过规定温度。

5.2.5.9 吊运钢筋应使用钢丝绳作为吊具，并捆绑牢固，防止散落伤人。吊运短钢筋宜使用吊笼，吊运长钢筋时应使用平衡梁。

5.2.5.10 人工上下传送钢筋时不得站在同一垂直线上。

5.2.5.11 钢筋作业严禁碰、触、钩、压、挂电源电线、电缆。

5.2.6 模板作业

5.2.6.1 以下混凝土模板支撑工程应编制专项方案：

- a) 搭设高度 5m 及以上。
 - b) 搭设跨度 10m 及以上。
 - c) 施工总荷载 10kN/m^2 及以上。
 - d) 集中线荷载 15kN/m^2 及以上。
 - e) 高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程。
- 5.2.6.2** 以下混凝土模板支撑工程应编制专项方案，并组织专家论证：
- a) 搭设高度 8m 及以上。
 - b) 搭设跨度 18m 及以上。
 - c) 施工总荷载 15kN/m^2 及以上。
 - d) 集中线荷载 20kN/m^2 及以上。
- 5.2.6.3** 搭设模板和支架的钢管、扣件、紧固件应检查合格。
- 5.2.6.4** 模板及支架设计计算书应对支架承载的水平杆强度、立杆稳定、立杆地基承载能力、模板承载力构件的承载能力和抗变形能力等进行验算。
- 5.2.6.5** 模板支架搭设时，应执行作业许可管理制度。
- 5.2.6.6** 木模板加工作业时，应遵守下列规定：
- a) 木质材料堆放场地、木模板加工棚内严禁烟火，并应配备消防器材。
 - b) 木工机械的链条、齿轮、皮带和锯片等转动部分，应安装防护罩或防护板。
 - c) 不得使用腐朽、劈裂、扭裂、弯曲等有缺陷的木材制作模板或支撑材料。使用旧木料前，应清除钉子、水泥粘结块等。
 - d) 使用木工机械作业时应扎紧袖口、理好衣角、扣好衣扣，不得戴手套。
 - e) 电动木锯使用过程中，身体任何部位要与锯片保持安全距离。锯短料时，应使用推棍，严禁用手直接推料，下手接料时应使用刨钩等工具。锯料时，不应将木料左右搬动或高抬，送料不宜用力过猛，遇木节应减慢进给速度，以防木节弹出伤人。
 - f) 作业过程中严禁直接用手清理机器台面上的刨花、锯末。刨花、锯末应存放指定地点。
- 5.2.6.7** 组合钢模板装拆时，上下应有人接应。钢模板及配件应边装拆边运送，严禁从高处抛掷。
- 5.2.6.8** 模板安装（支模）作业时，应遵守下列规定：
- a) 作业时应搭设脚手架作业平台和安全通道，严禁在连接件和支撑件上攀登上下。
 - b) 支模作业应按规定的作业顺序进行，模板未固定前不得进行下一道工序。
 - c) 支模过程中，作业人员应把柱头、搭头、立柱支撑、拉杆等组装成稳固整体后方可离开，原则上不宜间歇，如确需中途停歇，应将支撑、搭头、柱头板等钉牢。
 - d) 竖向模板和支架的支承部分应加设垫板，且基土应坚实并有排水措施。对湿陷性黄土，应有防水措施；对冻胀性土，应有防冻融措施。
 - e) 模板及其支架在安装过程中，应及时设置防倾覆的临时固定设施。
 - f) 高处支模作业时，所用工具应使用工具袋或用绳链系挂固定。
 - g) 模板上有预留洞时，应在安装后将洞口盖好。
- 5.2.6.9** 支模时，不得在脚手架上集中或超载堆放钢模板、钢管、扣件等物料。
- 5.2.6.10** 基础及地下工程模板安装，应先确认坑（槽）土壁边坡的稳定情况。模板支撑在土壁上时，应加垫板。
- 5.2.6.11** 向坑（槽）内运送模板、钢管、构件时，严禁直接溜滑或抛掷。
- 5.2.6.12** 模板拆除作业时，应遵守下列规定：
- a) 拆模时应设置警戒区域，并统一指挥。拆除高层或多层混凝土结构模板时，下方严禁人员、车辆通行，并设置围栏和警示标志，通道口应设专人监护。
 - b) 在混凝土未达到规定强度前，不得拆除底模和支架。

- c) 模板的拆除应按先支后拆、后支先拆的顺序进行，先拆非承重模板，后拆承重的模板及支撑。拆除时不得硬撬、硬砸，不得采用大面积同时撬落和拉倒的方法，应分段分层从一端退拆。
- d) 拆除模板时，严禁用吊车直接拉、拽没有撬松动的模板。
- e) 拆模应一次连续拆完，不得留有悬空模板。不得用拆下的模板作脚手板。
- f) 拆除顶模板时，不得一次将顶撑全部拆除，应分批拆除顶撑，然后按顺序拆下模板，防止模板在自重荷载下一次性大面积脱落。
- g) 高处拆下的模板、木方、架杆、扣件等不得乱抛乱扔。模板、木方上遗留的钢钉不得朝上。
- h) 预应力混凝土结构侧模应在预应力张拉前拆除，底模应在结构构件建立预应力后拆除。

5.2.6.13 在同一垂直面上不应同时安装或拆除模板，否则应采取防护措施。

5.2.7 混凝土作业

5.2.7.1 混凝土浇筑前应检查模板及支撑的强度、刚度和稳定性，浇筑时不得踩踏支撑。

5.2.7.2 混凝土浇筑过程中，应设专人监护。发生模板或支架变形等异常情况，应暂停浇筑，并查明原因。必要时撤离人员，待排除险情后再继续施工。

5.2.7.3 用垂直运输系统运输混凝土时，小推车扶手不得伸出吊笼，车轮前后应挡牢，稳起稳落。

5.2.7.4 用溜槽输送混凝土时，操作部位应有防护栏杆，不得直接站在溜槽边沿上操作。

5.2.7.5 用泵车输送混凝土时，泵车应支垫稳固。管道接头、安全阀应完好，管道支架应牢固。输送前应试送，检修时应卸压。

5.2.7.6 浇筑混凝土框架梁、柱、板时，应搭设操作平台或通道，不得站在模板或支撑上操作。

5.2.7.7 振捣作业时，作业人员应观察作业环境，以防碰撞、绊倒。

5.2.7.8 蒸汽养护混凝土时，作业人员应防止烫伤。混凝土覆盖养护时，孔洞部位应有封堵措施，并设醒目安全警示标志。

5.2.7.9 混凝土基础表面凿毛处理时，作业人员应佩戴防护面罩。

5.2.8 沥青砂作业

5.2.8.1 在沥青砂熬制、搅拌区应设置警戒区，并悬挂“高温”“防止烫伤”等醒目安全警示标志。

5.2.8.2 患有眼病、喉病、皮肤病的人员不宜从事装卸、搬运、熬制沥青砂的配料和铺设工作。

5.2.8.3 作业人员应穿戴防护服、口罩、帆布手套、耐火围裙、胶鞋等安全防护用品。

5.2.8.4 熬制沥青的油锅应坚固，一次投料量不应超过油锅容积的四分之三，且不得急剧升温。

5.2.8.5 熬制沥青时，若沥青含水过多，应低温脱水，防止溢锅。当天用不完的沥青油料应盖严。

5.2.8.6 沥青熬制、沥青砂搅拌现场应配备灭火器、砂土等消防器材和物资。

5.2.8.7 盛装热沥青的勺、壶、桶等工具不得用锡焊制，盛装热沥青量不得超过其容量的三分之二。

5.2.8.8 运送热沥青时，应防止热沥青滴出伤人或污染地面。

5.2.8.9 摊铺沥青砂时，应防止高温灼伤。

5.2.9 砌筑作业

5.2.9.1 砌筑高度超过 1.2m 时，应搭设脚手架。脚手架上堆料量不得超过规定荷载，堆放砌块高度不得超过 3 层，同一块脚手板上的操作人员不应超过两人。

5.2.9.2 起重机吊运砌块应使用吊笼。吊砂浆时装料量应低于料斗上沿 100mm。

5.2.9.3 高处砍砖时，应朝向砌体，不得对着他人或外侧。

5.2.9.4 露天作业时，应对刚砌好的砌体采取防雨、临时加固措施。

5.2.9.5 不得站在墙顶上行走或进行划线、刮缝、清扫墙面、检查大角等作业。

5.2.9.6 挡土墙、堡坎砌筑作业时，应加强监测，防止边坡或山体塌方、滑坡。石块不得放于高处边缘位置。

5.3 安装作业

5.3.1 金属结构制作安装

5.3.1.1 使用无齿锯切割金属构件时，砂轮片应完好，操作者应佩戴防护面罩，并应站在侧面。不得在切割砂轮片上进行打磨作业。

5.3.1.2 使用冲（剪）床、剪板机、刨边机、台钻进行钢结构构件加工时，应遵守下列要求：

- a) 更换冲头、钻头、剪刀、刨刀时应停车断电。更换后应进行检查，确认无误后方可开车。
- b) 构件应放置平稳，固定可靠。
- c) 冲、钻、剪、刨削作业时，操作人员手与刀具的距离应在 200mm 以上。
- d) 钻孔作业时，作业人员应佩戴防护眼镜，并系好衣扣、袖口。不得戴手套，不得手持工件。
- e) 严禁用手直接清理边角废料，清理时应停车。

5.3.1.3 钢结构构件组对时，作业人员不得把手放在对口处。构件组对需要点焊时，配合人员应佩戴防护眼镜。使用千斤顶组对构件时，支撑夹具应焊牢，防止回弹掉落伤人。

5.3.1.4 钢结构下料、组焊、翻转、吊运、装卸车、安装就位时，应防止构件大幅度摆动，作业人员应站在安全位置。手工移动、翻转构件时，撬杠支点要垫稳，滚动或滑动时前方不可站人。采用起重机翻转吊运构件时，应设置溜绳。

5.3.1.5 钢结构预拼装所用的临时支承架、支承凳或平台应经测量准确定位，具有足够的强度和刚度，且应安放平稳牢靠。重型构件预拼装所用的临时支承结构应进行结构安全验算。

5.3.1.6 钢结构安装宜在施工层搭设水平通道，通道两侧应设防护栏杆，栏杆高度、层数及立柱间距、安装方式等应符合相关规定。当利用钢梁作为水平通道时，应在钢梁一侧设置连续的生命绳。严禁在未固定、无防护的构件上作业或通行，严禁徒手攀爬钢柱。

5.3.1.7 钢结构单根立柱或成片安装时应及时固定，必要时拉设缆风绳，缆风绳的钢索强度、地锚等应进行校核计算，确保稳固可靠。

5.3.1.8 钢结构安装过程中，应及时安装筋板等加固构件和对连接点进行焊接或螺栓紧固。

5.3.1.9 钢梁安装宜采用两点起吊，单根钢梁长度大于 1m、采用两点吊装不能满足构件强度和变形要求时，宜设置 4 个吊点吊装或采用平衡梁吊装，吊点位置应通过计算确定。钢梁就位后应立即固定连接。钢梁就位时，作业人员应注意手部防护，不得将手掌伸入钢柱和钢梁连接的中间位置。

5.3.1.10 钢结构吊装采取安全爬梯登高摘钩的方法时，应使用防坠器。安全爬梯的承载能力应经过安全计算。吊耳、爬梯各主要焊缝应满焊，不得有漏焊或焊肉不够现象。

5.3.1.11 使用自动升降梯进行钢结构筋板安装、节点焊接或螺栓紧固作业时，应遵守升降梯安全操作规程，操作平台内不得超过两人，安全带须系挂在升降梯平台外的其他可靠位置。

5.3.1.12 铺设框架平台板时，应从一端向另一端铺设，并随铺设随点焊固定。未固定的平台板上严禁站人作业。拖动平台板宜使用倒链，防止坠落。焊接平台板下方焊缝时，应搭设操作平台，焊接作业人员应系紧袖口、领口，佩戴头盔式防护面罩，防止火花掉落烫伤、灼伤皮肤。

5.3.1.13 钢格栅安装作业时，应遵守下列规定：

- a) 钢格栅安装前，应执行作业许可管理制度。
- b) 钢格栅安装应边铺设边固定，没有固定的格栅板上严禁站人作业，严禁随意拆除临时防护措施。
- c) 严禁将小型工具及配件、切割下来的金属材料直接放在格栅上，防止坠物伤人。
- d) 格栅铺设不允许上下两层或多层同时进行交叉作业。
- e) 移动或打开格栅作业时应有防止格栅及作业人员坠落的防护措施。

- f) 不得对格栅随意拆除、改动或在格栅上进行气割作业。
- g) 不得将设备等大型构件直接放置到格栅上。使用格栅作为吊点时，应进行受力计算，并对吊带采取防护措施。
- h) 拆除格栅前，应在格栅四周安装脚手架防护栏。不可行时，应采取其他的控制措施。

5.3.1.14 钢平台、钢梯、防护栏杆安装宜和钢结构主体安装同时进行。未焊接完的钢平台不应作为脚手架的支撑面。

5.3.1.15 厂房轻型钢构及压型金属板安装作业时，应遵守下列规定：

- a) 轻型钢构宜在地面组装成框，分段吊装就位。高处拼装时，宜使用脚手架，必要时拉设生命绳。
- b) 在轻质型材等屋面上作业，应搭设临时通道，不得在轻质型材上行走；安装压型金属板前，应采取在梁下搭设脚手架或支设安全平网等安全防护措施。
- c) 压型金属板表面有水、冰、霜或雪时，应及时清除，并应采取相应的防滑保护措施。
- d) 压型金属板应当天安装、固定完毕，当有剩余时，应固定在钢梁上或转移到地面堆场。
- e) 施工时，应搭设上下安全通道，不得攀登檩条上下。

5.3.1.16 高处钢结构切割作业时，作业人员应位于安全位置。高处铺设平台板、安装护栏时，应及时焊接牢固，不应在单梁上行走或踩踏未固定的平台板。在正式钢平台、钢梯及防护栏杆等劳动保护设施安装前，高处作业时应系挂安全带。

5.3.2 储罐和球罐现场组焊

5.3.2.1 构件滚圆预制时，作业人员应站在滚板机的两侧。构件展开时，拉伸索具应牢固可靠，展开方向两侧及构件上严禁站人，松索或切割构件时应防止构件回弹。

5.3.2.2 立式储罐采用外搭脚手架正装法施工时，应遵守下列规定：

- a) 脚手架应随壁板升高而逐层搭设。直接在地面搭设时，脚手架支撑地基应有足够承载力。脚手架应在内侧设置上下安全通道，满铺脚手板，且应有不低于 1.2m 的护栏，并设中间护栏和踢脚板。
- b) 脚手架宽度应保证足够的安全通道宽度及焊接作业空间。

5.3.2.3 立式储罐采用内挂脚手架正装法施工时，应遵守下列规定：

- a) 带钩板的三角架和八字板所有焊缝应满焊，三角架水平边长应满足足够的安全通道宽度及焊接作业空间。
- b) 在已安装的最上一层壁板内侧，沿圆周按规定间距在同一水平标高处均布八字板，安置三角架，铺满脚手板，将搭头处用铁丝捆绑牢固，并安装护栏。
- c) 搭设楼梯间或斜梯连接各层脚手架，形成上下通道。
- d) 一台储罐施工宜用 2 ~ 3 层脚手架，1 ~ 2 个楼梯间，脚手架从下至上交替使用。

5.3.2.4 立式储罐采用水浮正装法施工时，应遵守下列规定：

- a) 将浮顶作为安装操作平台时，应对承载荷载进行计算。
- b) 使用弧形吊篮进行罐壁外侧作业时，应符合吊篮使用安全规定。

5.3.2.5 立式储罐采用边柱葫芦提升倒装法施工时，应遵守下列规定：

- a) 应设置作业人员进、出罐内的通道。罐顶组装完后，应采取罐内通风措施。
- b) 提升柱应在壁板内侧沿周向均匀设置，提升柱的数量、结构、规格应依据需提升的最大重量计算确定，其背向壁板一侧应设置有防倾覆斜拉撑。
- c) 在提升柱顶部设置手动倒链或电动倒链时，倒链应经检验合格，电动倒链操作平台及电缆应不影响提升。

d) 在壁板下部安装胀圈，加设传力龙门板，用千斤顶或加减丝将其与罐壁胀紧时，胀圈、传力板、限位板、吊耳、锚固耳等组合件强度应满足安全要求。

5.3.2.6 立式储罐采用边柱液压提升倒装法施工时，应遵守下列规定：

a) 提升架应在壁板内侧沿周向均匀设置，千斤顶等应经检验合格。

b) 提升架、胀圈等各组合件强度应满足安全要求。

5.3.2.7 采用倒装法提升罐体时，应保持提升速度一致。提升时严禁人员在罐壁板垂直下方通过或作业。

5.3.2.8 在立式储罐罐壁上挂设移动小车进行作业时，移动小车应经检验合格，小车内不得超过2人，且应系挂安全带。

5.3.2.9 在罐顶上作业时，应设生命绳，必要时设防坠器。

5.3.2.10 储罐自动焊机应平稳固定在机架上，并设置安全可靠的上下通道，操作平台应设安全防护栏杆。自动焊机的开关箱、预热用液化气罐等应在机架上固定牢靠。焊机的电气线路应有序排列，并采取绝缘和固定措施。机架上应配备灭火器等消防器材。

5.3.2.11 球罐采用分片法组装工艺时，应遵守下列规定：

a) 第一张带支柱的赤道带板吊装就位后应固定，当赤道带板和支柱偏心布置时，应在偏心一侧加临时支撑。

b) 温带板组装应先组装下温带板，后组装上温带板，组装时，宜采用对称吊装。

5.3.2.12 球罐采用环带法组装时，各环带均应在平台上进行组装，组装平台应有足够的刚度和强度。采用先安装下温带（包括极板）的施工程序时，放置安装座圈的地面应进行处理，使其承载满足赤道带与下温带（包括极板）组对的要求。采用先安装赤道带的施工程序时，赤道带吊装就位临时使用的支撑托架应经过计算，满足刚度、强度要求。

5.3.2.13 在球罐内的下极带板上宜搭设满堂红内架，内挂架挂耳应焊接牢固，内部脚手架应挂安全网。

5.3.2.14 球罐外脚手架施工层应铺满脚手板，并应按要求设置剪刀撑。焊接作业使用的防风、防雨设施应与外脚手架统筹安排，并利用外脚手架来固定防护结构的构件。防护设施宜采用外部脚手架全部围挂阻燃防火布的方法，或选用镀锌铁皮等其他阻燃材料局部搭设。

5.3.2.15 在设备内部作业时，应设轴流风机排放烟尘。碳弧气刨清根、打磨作业时，作业人员应使用耳塞或采取其他听力保护措施。

5.3.2.16 拆除设备临时支撑时，应采取加固措施。设备组焊时使用的倒链等组对调节、加固措施，应在设备组焊完、地脚螺栓紧固完后再予以拆除。

5.3.2.17 安装设备内件时，进入设备内部人员和构件数量不宜过多，应防止局部超负荷发生垮塌。作业人员袖口、领口应系紧，佩戴帆布手套，防止被内构件划伤。

5.3.2.18 未施工完的钢梯不得作为安全通道，未施工完的钢平台不得作为脚手架支撑。

5.3.3 管道预制安装

5.3.3.1 用于管道施工的机械、工器具应安全可靠，应按规定检验合格并在有效期内，机械设备应安装稳固，转动部分应设有防护罩。

5.3.3.2 使用锯床、锯弓、切管器、无齿锯切断管子时，应垫平卡牢，切断速度不应过快，临近切断时应用手或支架托住工件。人工套丝时应握稳，机械套丝时不得戴手套。

5.3.3.3 管道吊装应使用吊装带，采用双点吊装方式。管段吊装翻转或转动时应考虑重心位置，防止滑动或重心偏移而滑落。吊装前，应将管内杂物清理干净。

5.3.3.4 使用自制龙门架进行管道组对时，龙门架应经过力学计算，应有防倾倒支腿。

5.3.3.5 管廊穿管作业时，应遵守下列规定：

a) 管廊穿管作业前，钢结构安装应验收合格。

- b) 管廊第一层下方应满铺安全网，跨越道路的管廊，在管廊的第一层下方应满铺脚手板，脚手板上应敷设一层防火毯或采取其他防止物料、杂物坠落的措施。
- c) 正式通道施工完成前，应搭设作业人员上下安全通道，并应提前在管道组对位置搭设脚手架操作平台。
- d) 穿管作业时，管廊两端及下方均应设置为警戒区，无关人员严禁入内。
- e) 穿管过程中，应密切监测管子移动方向、位置。管子移动到位时，应及时固定。

5.3.3.6 管道安装宜合理加大地面预制深度，以减少高处或深基坑作业。

5.3.3.7 管道高处组对、焊接、热处理、无损检测位置应搭设脚手架作业平台。

5.3.3.8 使用手动倒链安装管段时，倒链的吊点不得选在脚手架或未固定的管线、钢结构等部位，倒链、吊带和吊点的承载能力应满足存在风载荷、振动载荷等条件时的吊装需求。

5.3.3.9 管道安装时，应同时进行支、吊架的安装，对就位管道及时进行固定。

5.3.3.10 管道安装时，严禁上下两层管廊同时进行安装作业，否则应有隔离防护措施。在钢格栅平台进行管道安装时，下层平台或地面应设置警戒。

5.3.3.11 埋地管道施工时，应尽量减少沟下作业。沟下作业时，应设置安全通道。管道组对、焊接应保证足够操作空间，并应经常检查边坡，防止塌方。

5.3.3.12 玻璃钢管道切割、打磨、粘接时，应佩戴防毒口罩。

5.3.3.13 管道预、后热作业时，应采取防止烧伤、烫伤的措施。

5.3.3.14 管道吹扫、清洗时，应遵守下列规定：

- a) 管道吹扫与清洗前，应仔细检查管道支吊架的牢固程度，必要时应进行加固。
- b) 管道内部采用人工清理时，应安排专人进行监护、接应。
- c) 管道吹扫与清洗时应设置禁区和警戒线，并应挂警示牌。
- d) 进行空气爆破吹扫和蒸汽吹扫时，排气管应引至室外并具有牢固的支撑。排放口应倾斜朝上，并在排放口安装消音器。排气口周围应设置警戒区，无关人员不得入内。
- e) 进行空气爆破吹扫时，向系统充注的气体压力不得超过 0.5MPa。储气设备应设置临时安全排放口和压力表。
- f) 蒸汽管道吹扫应在管道系统绝热工程完工后进行，否则应采取安全防护措施。
- g) 管道化学清洗和脱脂作业时，操作人员应按规定穿戴专用防护服装，并应根据不同清洗液对人体的危害程度佩戴防护眼镜、防毒面具等防护用具。

5.3.3.15 管道进行氮气干燥时，液态罐与汽化器应放于安全地带，并应进行安全隔离。氮气干燥作业时，作业人员应位于注氮管道的上风口，应对连头作业处的环境进行强制通风，并在管道内加入隔离球。

5.3.4 管道带压开孔和封堵

5.3.4.1 管道带压开孔、封堵作业期间应进行气体监测，作业人员应根据作业环境正确穿戴防护用品。

5.3.4.2 管道带压开孔点应选在直管段，并应避免管道焊缝。开孔时宜先开旁通孔，后开封堵孔。

5.3.4.3 管件焊接前应对焊接位置进行壁厚检测，避开壁厚变薄处，且应采用小电流，控制层间温度，避免管道开裂或烧穿。

5.3.4.4 检查开孔机中心钻 U 形卡环、刀具结合器与液压开孔机主轴之间的同轴度时，应在断电情况下进行。

5.3.4.5 在开孔前，应对旁通开孔机、开孔结合器、封堵机、封堵结合器、阀门及三通、四通等开孔联箱系统进行整体严密性试验。试验介质宜选用氮气，试验压力宜等于管道运行压力的 1.1 倍，试压时间不少于 30min，合格后泄压，进行氮气置换，当联箱内空气含氧量小于 2% 后，确认置换合格，

方可进行开孔作业。开孔时应保持正压，且压力稳定。

5.3.4.6 动火和断管作业不应同时进行。动火作业全过程应有专人监护。

5.3.4.7 封堵前应对封堵受力和封堵尺寸进行验算，避免封堵失效发生泄漏。

5.3.4.8 封堵作业期间不得进行清管、调整管道运行参数。

5.3.4.9 管道封堵作业坑或作业平台宜与安装管道部件或新旧管道连接作业区之间有安全隔离墙等措施，隔墙宽度应大于 1m。封堵区和动火区之间宜安装隔离囊。

5.3.4.10 管道封堵完成后应进行封堵验证。确认封堵严密后，应对封堵管段内介质及时进行氮气置换。

5.3.4.11 管道带压开孔、封堵作业期间，作业人员不得脱岗、离岗、睡岗。

5.3.5 热处理

5.3.5.1 热处理作业应清理周围的易燃、易爆物品，设置警戒区及防触电、防烫伤等安全警示标志，应备有适用、适量的消防器材。

5.3.5.2 热处理作业时，安全通道应畅通无阻，保证检查人员的上下和行走安全。

5.3.5.3 热处理作业人员应熟悉热处理设备的操作使用和维护保养，掌握用电安全基本技能，且应按规定穿戴整齐劳动防护用品和器具。

5.3.5.4 设备采用内燃法进行整体热处理时，应遵守下列规定：

- a) 热处理前，应拆除设备内部脚手架，清理干净设备内部杂物，封闭设备与热处理无关的接管，脱开与设备连接的附属结构的所有连接件（如钢梯、平台等）。应检查加固支撑已按要求完成。设备内部确有需要保留的构件、设施，应牢固固定。
- b) 采用内部燃油法进行设备整体热处理作业时，燃油加热系统及烟囱、挡板等临时设施应安装牢固可靠，满足使用安全要求。输油线路应检查无漏点。
- c) 采用内部燃气法热处理时，应仔细检查燃料气控制装置、点火装置及相关检测设备是否有泄漏点，应防止出现爆炸性混合气体及中间熄火。宜采用电火花塞点火，点火后燃料气应稳定燃烧，其管路压力（表压）不应小于 0.05MPa。调节火焰时，应防止反喷，风、气增减应按比例逐步调节。升温和保温阶段，烟囱的蝶阀应处于全开位置。
- d) 采用内燃法热处理时，燃料储罐位置应远离火源，距离不应小于 10m，在燃料储罐与加热装置之间的输送管段上应安装阻火器。

5.3.5.5 设备、管道采用电加热方法进行热处理作业时，应遵守下列规定：

- a) 电加热板等加热装置应具有出厂合格证明，功率和数量应满足工艺要求。
- b) 安装加热装置时应先切断输入电源，禁止带电作业。
- c) 热处理过程中应确保所有输出线路的可靠绝缘，对破损暴露部分应及时进行修复处理。
- d) 应选用与热电偶型号相匹配的补偿导线。补偿导线的绝缘层、护套、屏蔽层不得有损伤，外护套应能保证热电极与有害介质充分隔离，耐热温度应满足要求。
- e) 连接热电偶和测量装置时正负极性不得接反。热电偶应牢固可靠的埋设于设备、管道的测温点上。接线头应选用快速接头，不得随意用它物替代。
- f) 加热装置接线、绑扎时，应防止绑扎铁丝切入加热板、加热带、加热绳造成短路。加热工件时，作业人员严禁直接接触电阻丝、热电偶等构件，以防触电。
- g) 被加热工件应有良好的接地。
- h) 热处理设备每路负载功率不得超过额定功率，负载电压符合要求，多路输出要确保三相平衡。
- i) 热处理完成后，应检查热处理设备、加热装置是否为断电状态，检查加热工件温度是否降至 50℃ 以下，确认安全方可操作。

5.3.5.6 设备、管道热处理作业时，应严格按热处理工艺进行，并密切监控温度升高情况，严禁加热

温度超出规范允许范围。检查时，应采取防烫措施。

5.3.6 设备和管道试压

5.3.6.1 试压作业前，应有经批准的试压方案及安全技术措施，并已进行安全技术交底。

5.3.6.2 试压作业应执行作业许可管理制度，并应设置警戒区，安排专人监督，无关人员严禁入内。

5.3.6.3 试压作业前，管道的支、吊架安装位置应正确，且数量齐全。固定设备和管道各连接部位的螺栓应装配齐全、紧固合格，试压用的临时加固措施应安全可靠。

5.3.6.4 试压用的压力表设置应符合规范要求，并在检定有效期内。

5.3.6.5 试压作业采用的临时法兰盖、盲板应满足试压强度的要求，安装盲板的位置应做出明显标记。试压时盲板、法兰口的对面不应站人。试压开孔和接管应朝正上或正下方，避免朝向端部及两侧。

5.3.6.6 当试压上水管线口径较小时，应在试压前对其临时固定。

5.3.6.7 试压作业时，应考虑外界温度对介质压力引起的变化，不宜在温度急剧变化的天气或时段进行露天试压作业。

5.3.6.8 试压过程中若有泄漏时，不得带压修理。缺陷消除后应重新试验。

5.3.6.9 设备和管道进行气压试验时，应遵守下列规定：

- a) 除设计文件规定进行气压试验的管道外，管道系统的压力试验介质应以液体进行。液压试验确有困难时，经设计单位和建设单位同意，可用气压试验代替，但试验压力不宜大于1.6MPa。脆性材料制造的设备、管道严禁使用气体进行压力试验。
- b) 气压试验时，应进行预试验，预试验压力不应大于0.2MPa。
- c) 气压试验应选用干燥洁净的压缩空气、氮气或其他无毒惰性气体。
- d) 气压试验时，应设置两个或两个以上安全阀或紧急放空阀，安全阀的始启压力应定为试验压力加0.05MPa。安装多个安全阀时，其中一个安全阀的开启压力应为试验压力加0.05MPa，其余安全阀的开启压力不得超过试验压力的1.1倍。
- e) 气体压力试验时，应逐步缓慢增加压力。当压力升至试验压力的50%时，稳压3min，未发现异常或泄漏，继续按试验压力的10%逐级升压，每级稳压3min，至试验压力后，稳压10min，再将压力降至设计压力，对试压系统进行检查。

5.3.6.10 检查密封面渗漏时，脸部不宜正对法兰侧面。观测时应佩戴防护面罩或采取其他防护措施。

5.3.6.11 设备、管道试压合格后，应缓慢降压，排放口设置警戒线，不得站人。

5.3.7 转动设备安装调试

5.3.7.1 厂房内大中型压缩机（组）安装时，应实行封闭管理，出入应登记，无关人员不得入内。现场应配备适量消防器材。

5.3.7.2 转动设备吊装就位时，应按包装箱上指定的吊装部位绑扎吊索，且吊索转折处应加衬垫物。

5.3.7.3 厂房内设备就位前，设备基础四周与楼板间空隙应临时封盖，并固定牢靠，防止坠落。

5.3.7.4 使用滚杠拖拉方法移动设备时，作业人员不得站于滚杠滚动方向的正前方，以防压伤、碰伤。

5.3.7.5 使用厂房内桥式起重机安装设备时，起重机应达到使用条件，操作人员应持证上岗。

5.3.7.6 吊运压缩机、汽轮机转子时，应使用专用吊具，且应吊平绑牢。转子吊出后应放置在专用的支架上，支架应固定牢固。压缩机、汽轮机上盖翻转时，应缓速平稳，防止摆动或冲击。

5.3.7.7 盘转曲轴进行连杆、十字头、滑道、活塞、汽缸等检查测量时，作业人员应站在安全位置。安装活塞环时，应使用专用工具。

5.3.7.8 严禁使用汽油、酒精等易燃物清洗设备零部件。压缩机机身、曲轴箱、变速箱进行煤油渗漏试验时，作业区域上方及周边15m范围内不得进行明火作业。作业区地面油污应及时清除干净。

5.3.7.9 压缩介质为氧气及易燃易爆气体的压缩机，凡与介质接触的零件和部件、附属设备和管路均应按有关规定进行脱脂，脱脂后应采用无油干燥空气或氮气吹干，并应将零件、部件和管路两端口做无油封闭。清洗检查应采取劳动保护、防火、防毒、防爆等安全措施。

5.3.7.10 进入设备润滑油油箱内部进行清洁作业时，应执行进入受限空间作业的规定。

5.3.7.11 油冲洗作业时，应设置醒目安全标志，附近不得进行明火作业。

5.3.7.12 转动设备试运转时，应遵守下列规定：

- a) 设备试运转区域应设置警戒区，无关人员严禁入内。
- b) 设备试运转前，设备的润滑、液压、冷却、水、气、汽、电气、自动仪表控制系统等附属装置均应按要求分别检验合格，应彻底清除施工现场存放的可燃物和边角余料。
- c) 设备送电、启动前，配电室、仪表箱应挂牌上锁，所有开关设备均应处于断开位置。
- d) 设备试运转时，转动或往复运动部分应安装好防护罩。
- e) 使用甲醇、乙醚等液体或使用氨气作为试运转介质时，临时连接管道应牢固可靠，并应采取防火及防止介质进入眼睛或呼吸道等措施。

5.3.8 电气和仪表安装调试

5.3.8.1 电工、仪表工使用的安全防护用品应妥善保管，不应他用。绝缘手套、绝缘靴、验电器应每半年进行一次耐压试验，操作棒应每一年进行一次耐压试验。绝缘手套使用前，应进行充气试验，不应使用漏气、裂纹、潮湿的绝缘手套。绝缘靴不得赤脚穿用。

5.3.8.2 任何电气作业，在未确定无电以前，一律视为有电。电气作业时，操作人员不应小于2人。

5.3.8.3 无关人员严禁挪动电气设备上的警示牌。

5.3.8.4 阴雨雾天、易燃、易爆、潮湿场所严禁带电作业。严禁采用预约送电的方式在线路或设备上任何作业。

5.3.8.5 人力弯管器弯管，操作者面部应避开弯管器；管子穿线时作业人员头部应避开弯管器。

5.3.8.6 设备安装时，应遵守下列规定：

- a) 在搬运和安装变压器、电动机和各类高低压开关柜、盘、箱等电气、仪表设备时，应有专人指挥，不得倾倒、震动、撞击。
- b) 在安装和调整变压器、高低压开关柜、断路器、变频调速控制柜、开关及母线时，不得攀登瓷管及瓷绝缘子、散热装置；调隔离开关时，在刀刃、动作触头横梁范围内不应有人，防止刀刃伤人。
- c) 安装高压油开关、自动开关等有返回弹簧开关设备时，应将开关置于断开位置。

5.3.8.7 电缆敷设时，应遵守下列规定：

- a) 电缆敷设支架应稳固，转动灵活，电缆盘上应无钉子或其他凸出物，转动时，操作人员应站在外侧，转动不应过快。
- b) 电缆敷设应有专人指挥，敷设至拐弯处应站在外侧操作，穿过保护管时应缓慢进行，高处敷设电缆，应有防止作业人员和电缆滑落的措施。
- c) 电缆穿管时，作业人员头部应避开管口。
- d) 制作电缆头时，应有对有毒、有害材料的防护措施，作业现场应有良好通风设施。

5.3.8.8 电气试验时，应遵守下列规定：

- a) 高压试验时，试验现场应设置警戒区，悬挂“高压危险”等醒目安全警示标志，并安排专人监护；阴雨雾天，潮湿场所不应进行高压试验。
- b) 耐压试验时，被试设备或电缆两端如不在同一地点，另一端应有人看守。
- c) 做非冲击性试验时，升压或降压均应缓慢进行。因故暂停或试压结束应先切断电源，然后进

行安全放电。

- d) 用兆欧表测定绝缘电阻时，应防止人与被测试件接触，测定后应安全放电。
- e) 安全放电的作业人员应穿戴绝缘防护用品，应用放电棒放电。
- f) 电力传动系统及各种高低压开关调试时，应将有关的开关手柄取下或上锁，悬挂警告牌。

5.3.8.9 投电调试时，应遵守下列规定：

- a) 送电时，变配电所、电气设备安装区域应设置警戒区，悬挂醒目的安全警示标志，严禁无关人员进入。
- b) 变配电所的动力柜、配电盘等电气设备送电后应及时挂牌上锁，严禁无关人员随意触碰。
- c) 带电作业前应按要求办理工作票，并由两名及以上持证电工进行，其中一名电工应负责监护。作业人员应穿戴绝缘的劳动防护用品，使用绝缘的工、机具，工作时身体各部位不得与周围接地体接触。

5.3.8.10 仪表校验与调试时，应遵守下列规定：

- a) 仪表及其附属设备电源、电压的等级应符合仪表的额定电压，在供电电压波动较大时，应采取稳压措施。现场仪表调试用临时电源应与电气照明或动力电源分开。
- b) 处理自动控制系统故障时，需切除联锁，将调节器由“自动”切至“手动”。
- c) 进行有毒气体的分析仪校验时，应采取防毒措施。校验氧气分析仪时，现场不得有油脂、明火。
- d) 放射性料位计安装和调试应符合 GB 50484 的相关规定。
- e) 调试期间现场仪表不得随意投用、关闭。

5.3.9 涂装

5.3.9.1 抛丸、喷砂及喷漆场地应搭设防护棚，棚内临时用电电缆线应有保护管，照明应有防护罩。喷漆棚内电器应选用防爆类型，并配备适用的消防器材。棚内应安装排风除尘设备。

5.3.9.2 喷砂罐应定期进行液压试验。喷砂罐、带压风管、空气过滤罐及各种阀门等均应连接牢固可靠。安全阀、压力表等安全附件应在检定有效期内。轨道、托辊等附属设施安装、焊接应牢靠，边缘均应打磨光滑，无毛刺、棱角。

5.3.9.3 喷砂、防腐作业人员应按要求穿戴喷砂防护服、防尘帽、防护眼镜、口罩等适当的安全防护用品，必要时佩戴防毒面具或面罩，严禁裸露皮肤作业。从事易过敏的生漆搅拌的作业人员，作业前应进行过敏性试验，过敏者不得参加作业。

5.3.9.4 进行喷砂除锈作业时，应遵守下列规定：

- a) 在棚内进行喷砂作业前，应先启动排风除尘设备。没有通风除尘设备或通风除尘设备发生故障时，不得进行棚内喷砂作业。
- b) 采用喷砂除锈时，所用砂宜选用粒径 1mm ~ 2mm 的石英砂，喷砂工作压力为 0.4MPa ~ 0.6MPa。
- c) 喷砂作业时，应先送风，后送砂，停止时先关砂，后关风。
- d) 喷砂时，喷砂衣的玻璃影响操作人员视线时应及时更换。
- e) 喷砂过程中，喷枪应匀速往复移动。如喷砂管发生堵塞时，枪口不应对人。
- f) 作业人员不得用铁锤猛力敲打喷砂罐，敲打时宜用木锤。
- g) 喷砂用的空压机应派专人看护，空压机的安全阀不得随意调节，空压机压力应保持在允许范围内。如机器出现异常，应立即停止作业，检查修理。
- h) 使用卡具固定立放的罐板等构件进行喷砂作业时，应做好加固措施。

5.3.9.5 抛丸、喷丸除锈作业时，作业区及构件吊装进、出轨道区域应设专人负责，并应设置警戒区，严禁无关人员进入。

5.3.9.6 油漆喷涂作业时，应遵守下列规定：

- a) 喷涂作业场所应有排风和消防设施，并定期测量可燃气体含量，防止火灾、爆炸。
- b) 喷涂作业时，喷枪任何时候不得对人。如因堵塞中断喷涂，喷枪头应偏向无人的方向进行疏通。
- c) 喷涂作业间隙，作业人员应在作业现场以外区域休息。
- d) 喷涂作业结束后，应及时清洗喷枪和连接管。

5.3.9.7 在设备内部等受限空间进行喷砂、涂装作业时，应遵守进入受限空间作业规定，并遵守下列规定：

- a) 受限空间内不应作为外来构件的防腐作业场所。
- b) 作业人员严禁穿戴钉鞋、易产生火花的衣服和携带火柴、打火机等引火物。应采用防爆行灯照明。设备应接地良好。
- c) 设备内应通（排）风良好，必要时设防爆通风装置。不得向密闭空间内通氧气。
- d) 设备内部喷砂作业时，拽拉风管不得用力过猛。
- e) 设备内部喷漆作业时，应严格测量可燃气体含量。
- f) 设备内进行多层防腐作业时，应采取隔离措施。
- g) 涂装作业时不应做电火花检测仪检查。
- h) 在设备人孔等位置进行喷砂作业时，人孔外监护人员应及时避让。
- i) 进入设备内部的气管、电源线等，应采取防护措施。

5.3.9.8 现场补漆作业时，应遵守下列规定：

- a) 油漆搅拌区应远离明火，并配备消防器材。
- b) 现场采用电动钢丝刷、电动砂轮等清除被涂物件表面锈层、粉尘时，应戴好防护眼镜、防尘口罩。
- c) 不得在同一垂直线上下同时进行补漆涂刷作业，不得在动火作业下方进行涂刷作业。
- d) 高处补漆作业时，不得无防护骑梁或骑管作业，不得随便使用桶、箱子等物体架在框架、设备钢平台或脚手架操作平台上进行补漆涂刷作业。
- e) 高处补漆时，应抓紧刷杆，并应将油漆桶放稳。
- f) 在框架、设备上补漆作业时，应注意观察头上、脚下，防止上层落物伤人或从所在平台孔洞、临边、通道口坠落。
- g) 现场补漆作业时，应避开临时用电设施，必要时应对配电箱、插头等进行防护。现场应谨防静电火花产生，严禁作业人员穿化纤工作服。

5.3.9.9 埋地管道补口、补伤时，严禁用热水浸泡和火焰加热气瓶，严禁猛烈摇晃气瓶，严禁倾倒瓶内残液。补口补伤作业时，管道应有防滚动措施。

5.3.9.10 防腐作业场所应保持整洁，作业完后应及时封闭油漆和稀释剂罐（桶），清理工具、油漆和揩拭材料等易燃物。油漆和稀释剂罐（桶）应按要求集中处置。

5.3.10 绝热

5.3.10.1 绝热作业人员接触散装的纤维类、粒状类矿渣棉、玻璃棉、珍珠岩等绝热材料时，衣袖、裤脚、领口应扎紧，并戴好防护口罩、防护眼镜、手套、防尘帽等安全防护用品。作业人员接触有毒及腐蚀性材料时，应配备有防护工作服、防护（防毒）面具及防护药物和用具。施工场所应确保空气流通或设通风装置。

5.3.10.2 绝热作业使用各种工机具时，应遵守下列规定：

- a) 使用折边机时，手离刃边及压脚应大于 100mm。
- b) 使用压口机时，应使机械自动拉行，不应用力推动金属保护层（铝皮）。手离压辊应大于 50mm。
- c) 使用咬口机时，应将铝皮的咬口处对好再启动设备。风管咬口时，拉杆应复原后才可启动设

备。设备启动后，作业人员不得将手放在轨道上。

- d) 使用弯管机时，调节压辊应停车进行，手指不得靠近压辊。
- e) 使用辊床时，传动部分应有防护罩，手应离开两压辊的缝隙，或在进料处加安全挡板。
- f) 使用剪板机剪裁铝皮时，作业人员的手指不得伸入刃口缝隙中，应离开刃口 100mm 以上。调整铝皮时，脚不得放在踏板开关上；作业过程中，发现金属保护层有卷边、毛刺时，应立即清除。
- g) 锡焊时，应佩戴手套，不许仰焊。熔锡时，锡液不得碰水，防止飞溅，盐酸应妥善保管。

5.3.10.3 易燃、易挥发、有毒及腐蚀性绝热材料施工时，现场应设有随时冲洗的设施。制剂在配制加热过程中加热温度不应超过规定温度。作业人员应戴防护眼镜、口罩和橡胶手套。皮肤过敏人员不应参与作业。

5.3.10.4 特定泡沫塑料保温施工时，应遵守下列规定：

- a) 药桶应封闭严密，无损坏、破漏。药库应严禁烟火，并应有消防设施。
- b) 配药间应保持空气流通，闲杂人员严禁进入操作间。
- c) 对泡沫塑料制品采用电阻丝切割时，其电压不得大于 36V。
- d) 配药、喷涂岗位操作人员应戴防护镜、口罩、手套等防护用品，严防中毒。

5.3.10.5 进行绝热作业拧紧绑扎铁丝时，不应用力过猛，铁丝头应嵌入绝热层内。

5.3.10.6 绝热施工时，应使用工具袋或采取其他防止剪刀、螺丝刀、铆钉枪等工具坠落的措施。

5.3.10.7 在脚手架和格栅板上加工含有纤维、粉尘绝热材料或制品时，应采取避免粉尘飞扬的措施。剩余材料应捆好，不得向下乱扔。

5.3.10.8 在对地下管道、设备进行绝热作业时，应先检查确认无瓦斯、毒气、易燃易爆物及酸类等危险品后，方可操作。

5.3.10.9 仰脸进行保温工作时，应佩戴防护帽及防护眼镜，并防止铁丝划伤。

5.3.10.10 风力较大地区的大型设备、贮罐及管道等绝热施工时，保温棉及金属保护层安装后，应及时加固金属箍带。

5.3.10.11 绝热施工时，应随时清理残渣废料及其他杂物，并及时运至指定地点回收，严禁直接暴露于环境。

5.4 焊接作业

5.4.1 焊工应遵守下列规定：

- a) 身体的任何部位不应与焊把未绝缘的部位及任何裸露的带电导体相接触；更换焊条时应戴电焊手套。
- b) 清除焊缝焊渣，应戴防护眼镜，头部应避开焊渣飞溅方向；进行电弧气刨清根作业时，应戴耳塞、防护面罩、防尘口罩。
- c) 潮湿地带作业，应穿绝缘鞋，站在铺有绝缘物品的地方。
- d) 多人集中施焊时，应有隔光板防止弧光互射、损伤眼睛及外露皮肤。

5.4.2 焊接设备的安全要求应符合 GB/T 15579.1 的规定，并应遵守下列规定：

- a) 电焊机应安放在通风良好、干燥、无腐蚀介质、远离高温高湿和多粉尘的地方。露天使用时应设防雨棚。设备应用绝缘物垫起且垫起高度不宜小于 20cm，并配备消防器材。
- b) 每台电焊机应设单独回路和剩余动作电流保护器，且应灵敏有效；焊接电源的操纵和控制装置应安放在明显和方便操作的位置，且有安全通道。
- c) 不应超过电焊机额定焊接电流和暂载率使用。
- d) 焊接电源应有接地或接零保护，接地线或接零线应用整根导线，中间不应有接头，且应连接

牢靠，有防松防脱措施。

e) 焊接设备的安装、修理和检查应由电工进行。

5.4.3 焊接电缆使用时，应遵守下列规定：

- a) 焊接电缆应使用橡胶绝缘铜芯软电缆，绝缘电阻不应小于 $1M\Omega$ ，总长度不宜超过 30m，且宜为整根。若需接长宜使用耦合器连接，接头不宜超过两个，连接应可靠、绝缘良好。
- b) 电源线和二次线不应与钢丝绳、气瓶接触，不应与氧气、乙炔软管等交叉缠绕；在经过通道、道路或穿过开孔或棱角处时，应采取保护措施。
- c) 二次线不应搭在易燃易爆和带有热源的物体上，不应使用管道、钢丝绳、机械设备和构筑物金属构架或轨道等代替回路线使用。
- d) 焊钳、焊枪应与焊接电缆连接牢靠，接触良好，铜导线不应外露。焊钳握柄应绝缘、耐热。水冷焊枪不应漏水。非水冷焊枪不应用水冷却焊把。

5.4.4 焊接作业时，应遵守下列规定：

- a) 作业前应检查绝缘及接线情况。多名焊工集中施焊时，焊接平台或焊件应接地。
- b) 开启和关闭电焊机电源时，应将电焊钳与工件隔离。
- c) 不应手持、缠绕或背负焊接电缆进行焊接。
- d) 在受限空间内进行焊接作业时，焊接电源应放置在受限空间外；应有良好的通风和排烟措施；工作间隙，电焊把、碳弧气刨把等应放置在干燥绝缘处。
- e) 高处焊接作业时，电焊机二次线应与脚手架绝缘并绑牢；焊条桶应固定在合适位置，焊条头应放入回收桶内；在电焊火星所及的范围内，应彻底清除易燃物品，若无法清除应采取隔离措施，并设专人监护。

5.4.5 下列操作，应在切断电源后进行：

- a) 改变电焊机接头。
- b) 更换焊件需要改变回路线。
- c) 转移工作地点需要移动电焊机、电焊把线。
- d) 工作完毕或临时离开工作现场。

5.5 气割（焊）作业

5.5.1 气瓶的运输、存储应遵守下列规定：

- a) 气瓶运输车辆应有危险品的安全标志。气瓶应有瓶帽和防震胶圈。运输时气瓶应妥善固定，应防止倾斜、摔倒或跌落。不同类别气瓶不宜同车运输。
- b) 储存场所应通风良好，防雨遮阳，配备相应的消防器材，并设置醒目的安全警示标志。不同类别气瓶不宜同库存放。
- c) 气瓶在储存场所应保持直立并有防倾倒措施。
- d) 气瓶应轻装轻卸，不应摔、抛、滚和碰撞。无保护帽、防振圈的气瓶不得搬运或装车。

5.5.2 气瓶的使用，应遵守下列规定：

- a) 气瓶应放置于距离办公和居住区域、明火作业点间距 10m 以上，氧气瓶与切割气体气瓶间距不宜小于 5m。
- b) 气瓶应防止曝晒、雨淋、水浸及高温热源辐射，不应放置在受限空间内。
- c) 应配置专用的减压器，乙炔气瓶应安装阻火器。开启气瓶阀门时，应使用专用工具，不应面对减压器，压力表应校验合格且指针灵敏正常。
- d) 气瓶内的气体不应用尽，压缩气体、溶解乙炔气体气瓶的剩余压力不应小于 $0.05MPa$ ；液化气体气瓶应留有不少于规定充装量 $0.5\% \sim 1.0\%$ 的剩余气体。

e) 立放气瓶应有防倾倒措施。乙炔气瓶禁止卧放使用，气瓶上的易熔塞应朝向无人处。

5.5.3 氧气、乙炔软管的使用，应遵守下列规定：

- a) 氧气软管应为蓝色，乙炔软管应为红色，不应混用。鼓泡、漏气、老化的软管应更换或切除。破损氧气软管严禁用带油脂的材料包扎。
- b) 软管布置应避免开电线及高温管道等热源件。
- c) 不应将软管与焊接电缆交叉缠绕；在经过通道、道路或穿过开孔或棱角处时，应采取保护措施。
- d) 过路时应加护套或盖板。
- e) 软管冻结时，不得用氧气吹扫或火烤，可移至室内等气温较高的地方，或用 40℃ 以下的温水冲浇解冻。

5.5.4 气割（焊）作业时，应遵守下列规定：

- a) 作业前应检查所用工具、气瓶及减压阀、阻火器等是否完好可靠，氧气瓶、氧气减压表、焊割工具及劳保用品上不应沾染油脂。
- b) 点燃割（焊）炬时，应先开乙炔阀点火，再开氧气阀调整火。关闭时，应先关闭乙炔阀，再关闭氧气阀。
- c) 开启乙炔气瓶的瓶阀时应缓慢，严禁开至超过 1.5 圈，一般只开至 3/4 圈以内，以便在紧急情况下迅速关闭气瓶。
- d) 点火或使用火焰进行煨弯、烘烤等作业时，焊、割炬枪口或火焰不应对人。正在燃烧的焊割炬不得放在工件或地面上。
- e) 在受限空间内实施气割（焊）作业后，应及时将软管取出。

5.5.5 当气割（焊）作业发生意外情况时，应遵守下列规定：

- a) 当阻火器的薄膜被冲破、乙炔气在瓶口燃烧时，可避开火焰方向，迅速将乙炔瓶阀门关闭。
- b) 由于焊、割嘴过热堵塞而发生回火或多次鸣爆时，应迅速关闭氧气阀，再关乙炔阀，然后将焊、割炬冷却，并排除故障。
- c) 当软管破裂着火时，应先将焊、割炬火焰熄灭，迅速关闭气瓶阀门，扑灭着火点，然后将焊、割炬冷却，并排除故障。

5.6 动火作业

5.6.1 动火作业前，应执行作业许可管理制度。设置警戒区域，配备消防器材，严禁无关人员靠近。

5.6.2 动火作业场所应保持通风良好。动火点 10m 以内不应有易燃、易爆物品，否则应采取防护或隔离措施，并设专人监护。

5.6.3 动火作业时，距动火点 30m 内不得排放各类可燃气体；距动火点 15m 内不得排放各类可燃液体；不得在动火点 10m 范围内及动火点下方同时进行可燃溶剂清洗或油漆喷涂等作业。

5.6.4 在临近运行装置、罐区、易燃易爆物品或危化品存放区等区域进行动火作业前，应进行可燃气体检测分析，合格后方可进行动火作业。可燃气体检测分析应遵守下列规定：

- a) 可燃气体检测分析的取样点应有代表性。在较大的设备内动火作业时，应采取上、中、下取样；在较长的物料管线上动火作业时，应在彻底隔绝区域内分段取样；在设备外部动火作业时，应进行环境分析，且分析范围不小于 10m。
- b) 取样与动火时间间隔不得超过 30min，如超过此间隔或动火作业中断时间超过 30min，应重新取样分析。当被测气体或蒸气的爆炸下限大于或等于 4% 时，其被测浓度应不大于 0.5%（体积分数）；当被测气体或蒸气的爆炸下限小于 4% 时，其被测浓度应不大于 0.2%（体积分数）；在生产、使用、储存氧气的设备上进行动火作业时，设备内氧含量不应超过 23.4%。

5.6.5 如在距动火点 15m 以内范围内或动火点下方地面有可燃物、孔洞、窖井、地沟、水封等设施，

应在作业前进行气体检测分析，并采取清理或封盖等措施。高处动火作业时，应在动火点下方或周围采取接火或防火措施。

5.6.6 未经论证、批准，不得在带压、可燃、有毒介质管道、设备或处于吊装状态的物体上进行动火作业。确需在生产、储存、输送可燃物料的设备、容器及管道上动火时，应先切断物料来源，采取可靠封堵隔离措施，并经彻底吹扫、清洗、置换，取样分析合格后方可进行作业，不得在生产不稳定、不置换的情况下进行带压动火作业。

5.6.7 动火作业的防风、防雨设施应选用阻燃材料。

5.6.8 在山、林区进行动火作业时应遵守国家相关防火要求。

5.6.9 动火作业完成后，应及时对作业现场进行清理，熄灭火种，确保无安全隐患。

5.7 无损检测作业

5.7.1 射线作业

5.7.1.1 放射性同位素和射线装置应建立台账，记载放射性同位素的核素名称、出厂时间、活度、标号、编码、来源和去向，以及射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项。

5.7.1.2 放射性同位素和盛装放射性同位素的射线装置应单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管，贮存场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施。贮存、领取、使用、归还放射性同位素时，应进行登记、检查，做到账物相符。

5.7.1.3 放射性同位素的订购、运输、使用及废弃放射性同位素的回收应按《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性物品运输安全管理条例》等规定执行。

5.7.1.4 γ 射线源的能量和活度应根据受检工件的规格合理选用，使用 γ 射线机前应认真检查源机、驱动装置、驱动缆和输源管是否完好，确保连接可靠、传动灵活。严禁使用超过10年的 γ 射线探伤装置。

5.7.1.5 射线作业应执行作业许可管理制度，并应提前将作业的时间和地点通知作业区域内的相关方。

5.7.1.6 作业前，应使用剂量仪确定控制区和监督区，并设置警戒线和警示标志，夜间应设置红灯；开始作业前应进行清场，作业期间应设专人在安全界线上进行巡逻警戒。在人口密集区等特殊地段作业，应使用铅板将射线源与检测部位一同进行屏蔽。

5.7.1.7 射线作业前，应认真检查设备和警戒牌、警戒带、报警仪、剂量仪、剂量片等防护器具，并确保设备能够正常使用、防护器具齐全。固定场所透照室应确保门—机联锁、示警安全装置完好。

5.7.1.8 作业时宜利用建筑物、设备、地形作为屏蔽，应减少射线对人员的影响；射线作业人员应在控制区边界操作，否则应采取专门的防护措施。

5.7.1.9 X射线机在接通电源之前，外壳应妥善接地，并检查电源电压与X射线机使用电压相匹配后，方可送电；检测过程中接近机头之前，应确认高压已被切断方可接近。

5.7.1.10 使用 γ 射线源进行检测作业时，检测时应至少保持两名操作人员同时在场，并全程使用剂量仪确认放射源的使用状态。

5.7.1.11 一旦发生放射事故或设备故障，应立刻切断高压或者尽可能收回放射源，并及时通知现场负责人，由现场负责人判断后再进行处理。

5.7.1.12 射线作业结束后，应及时撤除警戒区和警示标志，解除警戒，并及时清点、回收射线源。

5.7.2 暗室作业

5.7.2.1 暗室应通风，通道应畅通。

5.7.2.2 暗室内应保持卫生整洁，排水设施应通畅。

5.7.2.3 暗室的仪器、电器设备及冲洗设备的布局应合理，电气绝缘应可靠，不得有任何导体裸露。

5.7.2.4 配制或更换药液、清理维护洗片设施时应佩戴乳胶手套等防护用品。

5.7.2.5 暗室内连续工作时间不宜大于 2h。

5.7.2.6 废旧底片和显、定影液应集中存放、标识和回收。

5.7.3 超声波作业

5.7.3.1 充电前应检查电源、连线、插头等充电设施，发现异常应及时处理。

5.7.3.2 作业时，应防止被水、甘油、机油、工业糨糊等检测耦合剂滑倒，作业结束后应及时清理现场。

5.7.3.3 用水浸法检测时，应防止水槽内的水溅入仪器造成漏电。

5.7.4 磁粉作业

5.7.4.1 检测前应检查设备的绝缘性能，检查电源线是否存在破损，防止触电伤人。

5.7.4.2 在有易燃、易爆物质的场所进行作业时，应采取隔离性的防火措施。

5.7.4.3 采用磁悬液用水作为分散媒介且受检区为仰位时，不应使用支杆法等直接通电方法磁化工件，应采用磁轭法检测，且应保证磁轭开关、插头及连接电缆密封、绝缘。

5.7.4.4 采用磁悬液用煤油作为分散媒介时，工作区域附近应避免明火。

5.7.4.5 采用干磁粉作为显示介质时，操作人员应戴防尘罩。

5.7.4.6 进行荧光磁粉检测，所使用的黑光灯的滤光片应完好，无裂纹；人眼不应直接注视紫外光源。

5.7.5 渗透作业

5.7.5.1 渗透检测剂应储存在密封容器内，置于阴凉的地方，远离明火和高温场所，避免烟火、热风烘烤和阳光照射；喷罐式检测剂的储存温度不应超过 50℃。

5.7.5.2 渗透作业场所及周围应通风良好，不应有明火，不应与易产生火花的作业工序同时进行，在容器内作业时应采取间歇通风换气，保证通风良好，并应设监护人，确保检测安全。

5.7.5.3 作业时应戴防护口罩、胶皮手套且应在上风位置操作，必要时需要佩戴防毒、防尘面具。

5.7.5.4 进行荧光渗透作业时，所使用的黑光灯的滤光片应完好，不应有裂纹；人眼不应直接注视紫外光源。

5.7.5.5 作业结束后，废弃检测喷罐应先做泄压处理，再将喷罐、废旧棉纱等清理至指定地点集中处理。

5.8 现场临时用电

5.8.1 施工现场临时用电设备在 5 台及以上，或设备总容量在 50kW 及以上时，施工单位应编制临时用电施工组织设计，并经审核批准后实施。

5.8.2 临时用电工程经验收合格后方可投入使用。

5.8.3 现场临时用电设施宜遵循“三级配电、三级漏电保护、TN-S 接零保护”的原则进行布置。

5.8.4 临时用电设备、线路应符合国家标准要求。爆炸危险性场所使用的临时设备和线路应达到相应的防爆等级要求。

5.8.5 现场临时用电作业应执行作业许可管理制度。

5.8.6 变压器应装设在离地不低于 0.5m 的台基上，设置高度不低于 1.7m 的围墙或栅栏，入口门加锁，在醒目位置悬挂“止步、高压危险”的警告牌。采用金属栅栏时，栅栏应接地。变压器与围墙或栅栏的周围应留有不小于 1.2m 的巡视和检修通道。

5.8.7 两台及以上变压器，当电源来自电网的不同电源回路时，严禁并列运行。

5.8.8 临时用电电缆应使用五芯铜芯电缆。五芯电缆应包含淡蓝、绿/黄二种颜色绝缘芯线，淡蓝芯线应用作 N 线，绿/黄双色芯线应用作 PE 线，不得混用。移动式电气设备应使用橡胶绝缘护套电缆。

5.8.9 电缆直埋时，直接埋设深度不应小于 0.7m，并应在电缆紧邻上下铺以软土或砂土，厚度不应小于 100mm，并应加盖硬质保护层。电缆穿越道路时，应采取埋地或架空等保护措施。

5.8.10 电缆以支架方式敷设时，应固定牢固，绑扎线应采用绝缘材料。

5.8.11 施工现场供用电架空线路与道路等设施的最小距离应符合表 4 的规定，否则应采取防护措施。

表 4 施工现场供用电架空线路与道路等设施的最小安全距离

类别	距离, m		供用电绝缘线路电压等级	
			1kV 及以下	10kV 及以下
与施工现场道路	沿道路边敷设时距离道路边沿最小水平距离		0.5	1.0
	跨越道路时距路面最小垂直距离		6.0	7.0
与在建工程 (包含脚手架工程)	最小水平距离		7.0	8.0
与临时建(构)筑物	最小水平距离		1.0	2.0
与外电电力线路	最小垂直距离	与 10kV 及以下	2.0	
		与 220kV 及以下	4.0	
		与 500kV 及以下	6.0	
	最小水平距离	与 10kV 及以下	3.0	
		与 220kV 及以下	7.0	
		与 500kV 及以下	13.0	

5.8.12 施工现场所有配电箱和开关箱应装设剩余电流动作保护器。严禁将保护线路或设备的漏电开关退出运行。严禁一个开关控制两台(条)及以上用电设备(线路)。配电箱正常工作时应加锁，开关箱正常工作时不得加锁。

5.8.13 施工照明的开关箱内应装设短路、过载和剩余电流动作保护器。照明装置要采用线径不小于 1.5mm² 的铜芯橡胶套电缆。220V 固定灯具安装室外距地面不应低于 3m，室内距地面不应低于 2.5m。

5.8.14 分配电箱与开关箱距离不应超过 30m，开关箱与所供电用电设备的距离不宜超过 5m。

5.8.15 开关箱中剩余电流动作保护器的额定漏电动作电流不得大于 30mA，额定漏电动作时间不得大于 0.1s。在潮湿、有腐蚀介质场所和受限空间采用的剩余电流动作保护器，其额定漏电动作电流不得大于 15mA，额定漏电动作时间不得大于 0.1s。手持式电动工具和移动式设备开关箱中漏电保护电器，其额定漏电动作电流不得大于 15mA，额定漏电动作时间不得大于 0.1s。剩余电流动作保护器的安装和使用应符合 GB/T 13955 和产品技术文件的规定。

5.8.16 在 TN-S 接零保护系统中，电气设备的金属外壳应与保护零线连接。保护零线应在配电系统的始端、中间和末端处做重复接地，每处重复接地电阻不得大于 10Ω。工作零线不得做重复接地。

5.8.17 临时用电设施应由持证的电工负责管理，应定期进行检查和维修，做好检查、维修工作记录。用电设备应在投用前、雨季后或每半年进行 1 次绝缘电阻的测试，并做好记录。

5.8.18 临时用电设备检修时，应将其前一级相应的电源隔离开关分闸断电，并悬挂“禁止合闸、有人工作”停电标志牌，开关箱或配电箱应上锁或有专人监护。

5.8.19 行灯照明应采用Ⅲ类灯具，使用安全特低电压，电压不应大于 24V。其中，在潮湿环境、受限空间内，行灯电压不应大于 12V。行灯变压器应采用安全隔离变压器，变压器应有防水措施，严禁带入受限空间内使用。严禁将 220V 的固定灯具作为行灯使用。行灯灯具应有保护罩。

5.8.20 现场使用自备发电机时，应遵守下列规定：

- a) 电源功率 20kW 以上的应固定安装, 20kW 及以下的可移动式安装; 发电机组采用电源中性点直接接地的三相四线制供电系统, 工作接地电阻值不应大于 4Ω , 接地线采用不小于 6mm^2 黄绿双色铜芯绝缘线。
- b) 移动式发电机安装在施工点周围, 安装位置应平坦压实。发电机与供、用电设备间距不应超过 50m。发电机周界 1m 处应设置警示带和警示标识。
- c) 固定式发电机组应采用柴油发电机组。发电机应安装于发电机棚(房)内, 基础地面应满足设备安装需要, 排烟管道应伸出棚(房)顶。
- d) 发电机转动和传动部分应加装遮栏或防护罩。
- e) 发电机供、用电设备的金属外壳之间应有可靠的电气连接。
- f) 发电机宜自带钢制油箱, 不应在发电机周围 15m 范围内存贮油品。
- g) 发电机旁应配置可用于扑灭电气火灾、油品火灾的灭火器材。
- h) 自备发电机电源应与外电线路联锁, 严禁并列运行。

5.8.21 施工现场临时用电的其他安全要求尚应符合 GB 50194、JGJ 46 的要求。

5.9 高处作业

5.9.1 高处作业应执行作业许可管理制度, 并应在作业前对安全防护设施进行检查和验收, 合格后方可作业。施工工期内应对安全防护设施定期进行检查、维护。

5.9.2 高处作业人员应使用和正确佩戴全身式安全带。安全带应符合 GB 6095 的要求, 不得随意拆解绑腿等构(部)件, 并应定期检查。安全带应系挂在作业位置上方牢固可靠的构件上, 下方应有安全空间和净空, 当净距不足时安全带可短系使用, 但不能打结。

5.9.3 安装施工无外架防护时, 应设置符合要求的安全网, 并应随作业位置升高及时调整。高度超过 15m 时, 应在作业位置下方 4m 处或一个结构层架设一层安全网。有火花溅落的地方应使用阻燃安全网。安全网的架设应遵守下列规定:

- a) 网的外伸宽度不应小于 2m。
- b) 每隔 3m 应设一根支撑, 支撑的水平仰角为 $40^\circ \sim 70^\circ$ 。
- c) 安全网的内外边应锁紧边绳。
- d) 网与网之间应连接牢固, 且不得有间隙。
- e) 当需采用平网进行防护时, 严禁使用密目式安全立网代替平网使用。

5.9.4 在屋面、楼板及其他坠落高度基准面 2m 及以上进行临边作业时, 应在临空一侧设置防护栏杆, 并应采用密目式安全立网或工具式栏杆封闭。防护栏杆设置高度不应低于 1.2m。

5.9.5 悬空作业应有牢固的立足点, 并应配置登高和防坠落的设施。

5.9.6 垂直移动的高处作业, 宜使用防坠器; 水平移动的高处作业, 应设置生命绳。生命绳应采用直径不低于 12mm 的镀锌钢丝绳, 最大跨距 12m, 超过 12m 时需增加一根立杆固定生命绳。

5.9.7 高处作业下方的通道应搭设防护棚, 分层作业时, 中间应使用隔离设施。交叉作业时, 下层作业的位置应处于坠落半径之外, 坠落半径应符合 JGJ 80 的规定, 模板、脚手架等拆除作业应适当增大坠落半径。

5.9.8 楼板、平台的孔洞应设坚固的盖板或围栏。

5.9.9 高处作业人员应穿防滑鞋, 沿专用通道上下, 不得沿着绳索、高杆或栏杆攀登, 不得踏在或倚立在未安装牢固的设备管道、模板或其他构件上作业, 不得骑在或踩在脚手架的防护栏杆上作业, 不得用不稳固的工具或物体在脚手架上垫高作业。

5.9.10 高处作业应使用工具袋, 小型金属材料、工具应事先放在工具袋内。高处存放物料时, 应采取防滑落措施。高处作业严禁任意方向的随意抛物。高处悬空的焊接电缆、气体软管等线缆应绑扎固定。

5.9.11 使用便携式梯子进行高处作业时，不得两人同时在梯子上作业。在通道处使用梯子作业时，应有专人监护或设置围栏。脚手架操作层上不得使用梯子进行作业。

5.9.12 高处作业的其他安全要求尚应符合 JGJ 80 的规定。

5.10 进入受限空间作业

5.10.1 进入受限空间作业应执行作业许可管理制度，在受限空间出、入口醒目处设置警示标志，且保持通道畅通，通风良好。

5.10.2 进入受限空间作业前及作业过程中，应按规定进行气体检测。氧气含量应控制在 19.5% ~ 23.5% 之间，否则应采取强制通风或穿戴特殊防护用品等措施。

5.10.3 作业人员进、出受限空间应登记；作业时应有专人监护，监护人应与作业人员保持有效的联系。

5.10.4 作业时所用的电气设备，电缆线应保持完好。使用超过安全电压的手持电动工具，应按规定配备剩余电流动作保护器。不应在容器内修理电动工具。工作间断或操作人员离开时，应切断电动工具的电源。

5.10.5 进入有毒有害受限空间作业应限时交替进行，并正确选择和使用安全防护用品。

5.10.6 进入带有转动部件的设备作业，应切断电源并有专人监护。

5.10.7 进入设备内部作业前应先消除压力再开启人孔；进入与输送管道连接的密闭设备（如油罐、反应塔、储罐、锅炉等）作业前应关闭阀门，装好盲板，并在醒目处设立禁止启动的标志。为防止阀门内漏，宜采用盲板进行隔离。

5.10.8 在容器内进行多层作业时，应在两层作业区间增加隔离设施。

5.10.9 受限空间内无作业时，应将出、入口临时封堵，并设置明显的禁入标识。

5.11 起重作业

5.11.1 起重吊装作业前，应编制专项吊装作业方案，并按规定进行审批，若方案变更，应按原程序审批。

5.11.2 起重吊装作业应执行作业许可管理制度，划定警戒区域，并设警示标志，必要时应设专人监护，无关人员不应通过或停留。

5.11.3 起重设备应有出厂合格证及使用说明书、审验记录、吊车组装检验记录、吊车维护保养记录等随机资料，属于特种设备的起重机械应由具有资质的检验检测机构出具有效的“安全检验合格标识”或“检验报告”。

5.11.4 起重设备入场前应进行安全检查和性能评价，检查内容包括但不限于：

- a) 制动机构、力矩限制器、变幅指示器、报警装置及各种行程控制开关等安全保护装置应齐全完整、灵敏可靠，并应保持完好。
- b) 钢丝绳在卷筒上排列整齐，连接卡固牢靠，当钢丝绳全部放出时，卷筒上至少要留三圈以上。
- c) 液压系统应密封良好，无泄漏。
- d) 吊钩防脱装置应完好，若无防脱钩装置，应将钩头加封，不应用焊接的方法修补吊钩、吊环及吊梁的缺陷。
- e) 各控制系统灵敏、可靠等。

5.11.5 需在现场组装的起重设备，如塔式起重机、门式和桥式起重机、物料提升机等，应由具有相应资质的单位进行组装，报请当地政府主管特种设备安全监督管理部门验收合格后方可投入使用。

5.11.6 索具、平衡梁、卡扣、吊篮等吊装用的索具、构件应有质量证明书或合格证，并定期检查。制作吊耳及吊耳加强板等吊装受力部件的材料，应有质量证明文件，且不得有裂纹、重皮、夹层等缺陷。制作完成后，应按设计文件要求检查验收。

5.11.7 吊车站位及行走区域地基的地耐力值应满足吊装作业要求。

5.11.8 吊装作业应有专人指挥，明确分工。信号指挥发出的信号应清晰、准确，传递及时。参加吊装的作业人员应坚守岗位，按指挥命令和信号作业。

5.11.9 起重机严禁超载、斜拉或起吊不明重量的工件。

5.11.10 汽车式起重机作业前，支腿应全部伸出。支腿垫板应平整可靠，宜采用钢板或浸油道木。作业中严禁操作支腿操作阀。发现支腿下沉、吊车倾斜等不正常现象时，应放下重物，停止吊装作业。

5.11.11 塔式起重机起重臂每次变幅应空载进行。起重机升降重物时，起重臂不得进行变幅操作。任何人员上塔帽、吊臂、平衡臂等高处部位检查或修理作业时，应佩戴安全带。

5.11.12 起重机在沟边或坑边作业，应与其保持安全距离，一般不小于坑深的 1.2 倍。

5.11.13 吊装过程中应设溜绳，工件不得摆动、旋转，不宜长时间在空中停留。工件就位后，应采取固定措施并确认符合要求后方可松绳摘钩。

5.11.14 吊装绳索与吊装工件接触部位应无棱角，如遇棱角刃面，应采取防护措施。吊钩挂绳扣时，应将绳扣挂至钩底。严禁将挂钩直接挂在工件上。

5.11.15 使用卷扬机进行吊装作业时，卷扬机应固定牢固，受力时不得横向偏移。卷扬机外露传动部分应加设防护罩，电动机旋转方向应与操作盘标识一致；卷扬机操作人员、吊装指挥人员和拖、起吊重物三者之间视线不得受阻，如有障碍物，应增设指挥点。卷扬机作业中，严禁用手拉、脚踩运转中的钢丝绳，且不得跨越钢丝绳。

5.11.16 使用倒链和千斤顶时，应遵守下列规定：

- a) 倒链、千斤顶使用前应检查各部件是否转动灵活、完好。倒链不得有卡链、扭链现象；链条完好无损，销子牢固；严禁使用普通螺栓代替负重链横销；制动器应有效。电动倒链应检查电气部件是否控制有效；液压泵控制的千斤顶应检查液压系统是否完好、控制有效。倒链的吊钩出现表面裂纹、危险断面磨损超过原尺寸的 10%、扭转变形超过 10° 、开口度比原尺寸增加 15%、链条磨损量超过链条直径的 15% 等情况之一时，应报废。
- b) 倒链、千斤顶应按铭牌规定选用，不应超载使用，应稳起稳落。
- c) 倒链起吊重物，吊挂点应牢固可靠，如需暂时将重物悬空，应将手链锁定。
- d) 用两台及以上倒链吊装同一重物，应采取的措施，使各倒链均匀承载。
- e) 用两只及以上千斤顶顶起重物时，选用千斤顶的起重能力应大于计算荷重的 1.2 倍。采用液压泵控制时，应保证各液压回路压力一致。
- f) 在松软地面使用千斤顶应垫枕木。受力点选择适当，柱端不应加垫。当重物升高时，重物下面应随时放入支承垫，不应将头、手脚或身体伸入重物下面。
- g) 使用千斤顶应保证载荷重心作用线与千斤顶轴线一致。使用多个千斤顶作业，应合理安排千斤顶的位置，使千斤顶均匀承载。
- h) 不应加长千斤顶的手柄。

5.11.17 使用吊篮进行作业时，应遵守下列规定：

- a) 吊篮结构应稳固合理，状态完好，不应超载使用。
- b) 吊篮使用前，应进行起重机械的制动器、控制器、限位器、离合器、钢丝绳、滑轮组及配电等项检查，并应对吊篮进行 1.5 倍负荷的升降和定位试验，确认安全可靠后方可使用。
- c) 经确认合格的吊篮，应在吊篮铭牌上标注主要使用参考数据。
- d) 吊篮作业应办理使用申请手续，批准后方可进行吊篮作业。
- e) 作业时，作业人员佩戴的安全带不应系挂在吊篮及其钢丝绳上。
- f) 提升用的钢丝绳应单独设置，吊篮底部应设置不少于 2 根溜绳，并有专人控制。
- g) 使用吊篮载送人员时，不应超过 2 人。作业人员携带的小型工具和物品应放在工具袋内，且不应同时装载其他物品。

h) 吊篮内不应进行焊接作业。

5.11.18 起重作业的其他安全要求尚应符合 GB 50484 的规定，大型设备或构件起重吊装作业的其他安全要求尚应符合 SY/T 6279 的规定。

5.12 脚手架作业

5.12.1 以下脚手架工程应编制专项方案：

- a) 搭设高度 24m 及以上的落地式钢管脚手架工程。
- b) 附着式整体和分片提升脚手架工程。
- c) 悬挑式脚手架工程。
- d) 吊篮脚手架工程。
- e) 自制卸料平台、移动操作平台工程。
- f) 新型及异型脚手架工程。

5.12.2 以下脚手架工程应编制专项方案，并组织专家论证：

- a) 搭设高度 50m 及以上落地式钢管脚手架工程。
- b) 提升高度 150m 及以上附着式整体和分片提升脚手架工程。
- c) 架体高度 20m 及以上悬挑式脚手架工程。

5.12.3 脚手架方案应根据工程施工的总体要求合理确定。

5.12.4 脚手架作业应执行作业许可管理制度。架设或拆除作业现场应设安全围护及警示标志，并设专人监护。

5.12.5 脚手架登高架设人员应熟悉脚手架作业操作规程，经相应的专业培训并取得登高架设特种作业资格证。患有高血压、心脏病、癫痫病、晕高或视力不够及其他不适宜登高作业的，不应从事登高架设作业。

5.12.6 脚手架搭设前，应对脚手架材料进行检查验收，合格后方可使用。脚手架扣件应有质量证明文件，并应符合国家现行标准的规定。出现滑丝的扣件螺栓应更换，严禁使用有裂缝、变形的扣件。

5.12.7 脚手架地基与基础应坚固，满足荷载要求。搭设场地应排水畅通。

5.12.8 除顶层顶步外，立杆接长的接头应采用对接扣件连接，相邻立杆的对接扣件不得在同一高度内。

5.12.9 在每个主节点处应设置一根横向水平杆，用直角扣件与立杆相连且严禁拆除。除非特殊需要，所有脚手架护栏应搭设中间护栏。

5.12.10 作业层端部脚手板探出长度应为 100mm ~ 150mm，两端应用铁丝固定，绑扎产生的铁丝扣应砸平。

5.12.11 在脚手架搭设过程中，如脚手板或杆件尚未固定牢固，不应中途停止作业。

5.12.12 作业层上的施工荷载应符合设计要求，严禁超载，严禁悬挂起重设备，严禁拆除或移动架体上的安全防护设施，严禁将模板支架、缆风绳、混凝土泵管、卸料平台、起重设备等固定在脚手架上。

5.12.13 脚手架的检查与验收应符合 JGJ 128 或 JGJ 130 的规定，并应执行挂牌制度。未搭设完成、未验收合格或正拆除的脚手架应悬挂“禁用”标志，除脚手架搭设人员外其他人员不得使用该脚手架。

5.12.14 脚手架应在下列阶段进行检查与验收：

- a) 脚手架搭设前基础验收。
- b) 每搭设完 6m ~ 8m 高度后。
- c) 达到设计高度后。
- d) 遇有六级强风及以上风与大雨后，冻结地区解冻后。
- e) 停用超过一个月。

5.12.15 脚手架使用中，应定期检查下列项目：

- a) 杆件的设置和连接，连墙件、支撑、门洞桁架的构造应符合要求。
- b) 地基表面应无积水，底座应无松动，立杆应无悬空。
- c) 扣件螺栓应无松动。
- d) 高度在 20m 以上的满堂支撑架、高度在 24m 以上双排、满堂脚手架，其立杆的沉降与垂直度的偏差应符合要求。
- e) 安全防护措施应符合要求。
- f) 应无超载。

5.12.16 使用过程中，不对脚手架进行切割或施焊；未经批准，不得私自拆改脚手架。

5.12.17 拆除脚手架时应由上而下逐层进行，严禁上下同时进行。连墙件应随脚手架逐层拆除，一步一清，严禁先将连接杆整层拆除或数层拆除后再拆除脚手架。

5.12.18 拆下的脚手杆、脚手板、扣件等材料应向下传递或用绳索送下，不应向下抛掷。

5.12.19 门式脚手架的搭设与拆除作业的其他安全要求尚应符合 JGJ 128 的规定。扣件式脚手架的搭设与拆除作业的其他安全要求尚应符合 JGJ 130 的规定。

6 油气田地面建设工程

6.1 基本要求

6.1.1 井站配套设施动火作业、井口管线试压作业、抽油机吊装作业、集输管道试压作业和动火连头作业等高风险施工作业应编制专项安全技术方案。

6.1.2 对影响施工的地下设施、建（构）筑物、道路、沟渠、管线、光缆、坟墓、树木等，应在开挖或穿越等施工前获得障碍物权属单位或部门的认可，并应在其监督下采取保护、迁移、拆除后恢复等措施进行妥善处理。

6.1.3 管线连接时应在停产、隔离放空结束并采取通球、氮气置换、蒸汽吹扫等方式进行处理，经气体检测合格、安全防护措施落实到位后方可作业。

6.1.4 改扩建施工作业宜在停工、停产状态下进行；当不能停工停产作业时应采取安全隔离防护措施。

6.1.5 作业人员不得在生产运行区域穿行、逗留，不得随意触碰任何正在运行的生产设备、管道、阀门及电气、仪表开关及现场的安全应急设备设施。

6.2 井站（场）及配套设施施工作业

6.2.1 井站（场）应进行封闭管理，无关人员严禁入内。

6.2.2 井站（场）现场应进行硫化氢等有毒有害气体及天然气等易燃易爆气体的实时监测，应安装风向标，配备足额的防护器材，制订气体泄漏应急处置方案，并定期开展应急演练。

6.2.3 井站（场）内进行动火作业时，应配备相应的防护装备、设施。在确认防护措施到位、无隐患后方可施工。作业人员应佩戴易燃易爆气体报警仪，并安排专人监护。

6.2.4 与井口装置连接作业时，应征得主管部门的许可。

6.3 抽油机安装调试

6.3.1 吊装抽油机基础应采用两根钢管，防止重心偏离基础旋转。

6.3.2 履带吊吊装抽油机基础行驶时，应与基坑保持足够的安全距离。

6.3.3 抽油机基础就位时，作业人员禁止进入基础两侧的基槽内。

6.3.4 严禁在抽油机运转或尚未停稳时靠近转动件进行润滑、检查、加油、调整传动皮带。

6.3.5 使用刹车时应先断电，待曲柄将要停转时，再缓慢将刹车刹在所需位置，不得急刹。

6.3.6 调整平衡块位置时，应置曲柄于水平位置后再进行调节，调节后应上紧螺栓并装上保险锁块。

6.4 集输管道施工作业

6.4.1 使用自制工器具组对管道时，自制工具应经过受力计算，并验收合格，摆放稳固。

6.4.2 与油气田在用井场、计量站、转运站、油库、储气库、采气树、天然气净化厂等设施动火连头作业时，应执行作业许可管理制度，严格进行气体检测，应控制动火作业时段，并采取隔离围护和消防应急措施。

6.4.3 在坡度较大、地势低洼等可能造成管道下滑、漂移影响后续施工安全的地段，应在管道下沟后预先进行线路保护构筑物的施工。

6.5 电气工程施工作业

6.5.1 跨越带电线路时，应严格按照规范要求的安全距离搭设跨越架，所有跨越架均应设拉线。

6.5.2 线路拆旧作业时，拆除导线前杆塔应先安装可靠的接线，作业人员不得跨在或站在导线的下方和内角侧，倒杆范围内严禁站人。

6.5.3 攀登杆塔前应检查电杆基础是否牢固、电杆是否有严重的横向裂纹、铁塔脚钉是否齐全牢固，并对使用的承载工具进行承载力检验。

6.5.4 攀登电杆时应使用安全带（绳）进行全过程保护。杆塔上作业时安全带应系挂在牢固的构件上。

6.5.5 登高作业人员上下铁塔应沿脚钉或爬梯攀登，不得沿单根构件上爬或下滑。攀登无爬梯或脚钉的钢筋混凝土电杆应使用登杆工具。多人上下时应逐一进行。

6.6 道路施工作业

6.6.1 施工机械在危险地段作业时，应设置明显的安全警示标志，并设专人进行指挥。

6.6.2 施工时如不能保证车辆正常通行时，应事先修好便道或便桥（涵），并在修建桥（涵）的道路两端设置“禁止通行”的标志。

6.6.3 沥青操作人员均应进行体检，凡患有结膜炎、皮肤病及对沥青有过敏反应者，不宜从事沥青作业。沥青操作人员皮肤外露部分均应涂抹防护药膏。

6.6.4 洒布车工作地段应有专人警戒。洒布车行驶时严禁使用加热系统；喷洒热沥青时，身体接触的喷油管部分应有隔热措施，不得逆风操作。

6.6.5 摊铺机弯道作业时，熨平装置的端头与路缘石的间距不得小于 10cm；用柴油清洗摊铺机时不得接近明火。

6.6.6 切缝机工作前应先打开冷却水，冷却水中断时应停止切缝；停止切缝时应先将刀片提离板面后方可停止运转。

6.6.7 现浇桥墩（台）或涵墙施工前应搭设脚手架及作业平台，并在平台外侧设置防护栏。当桥墩（台）相对高度超过 10m 时，应加设安全网。

7 油气输送管道建设工程

7.1 基本要求

7.1.1 开工前，施工单位应进行现场踏勘，了解各施工区段自然气候、有害动植物等自然环境条件及沿途居民密集区、洪水、泥石流、滑坡、崩岩、危桥、陡坡等地质灾害风险、交通安全风险，并制订相应的安全措施。

7.1.2 油气输送管道大型沟渠及河流的大开挖穿越、铁路穿越、定向钻及顶管穿越、隧道穿越、动火

连头、清管、试压等高风险施工作业，施工单位应编制专项安全技术方案。

7.1.3 现场施工用挖掘机、吊管机、焊机、发电机、运管车等施工设备应满足野外施工安全条件。

7.1.4 施工单位应结合沿线交通、消防、医疗卫生等社会依托条件，做好人员受伤、自然灾害等突发事件应急准备。所在区域有地方病、传染病的，应请协作医院传授预防知识，制订和落实预防和治疗措施。

7.1.5 野外作业人员受到毒蛇或其他野生动物伤害时，应就地及时应急处理，然后送往附近医院救治。

7.1.6 挖掘机作业时，严禁在坡上向下倒行。严禁在斜坡上改变行驶方向或横穿斜坡。严禁带载荷在斜坡上回转。

7.1.7 穿越施工涉及公路、铁路、河流、沟渠等公共设施，应提前向公路、高速、铁路、水利等当地行政主管部门进行申请，获得许可后方可进行穿越施工。

7.1.8 管道穿、跨越施工时应加强夜间值守和巡视，严禁无关人员进入。在穿、跨越道路、河流、居民区时，应采取安全防护措施，加设警告牌、信号灯、警示带等警示设施。

7.1.9 在有通航要求的河流施工时，应与海事航管部门联系，由航管部门设置浮标、夜间警示灯、禁止抛锚和挖沙等标志，并负责指挥来往船只安全通行。对无通航要求的河流，应设置夜间警示灯、禁止挖砂等标志。

7.1.10 水上作业时，应配齐各种防护救护设施，应设置明显的施工作业安全警示带。

7.1.11 管道穿越施工应符合 GB 50424 的要求。管道跨越施工应符合 GB 50460 的要求。

7.2 交接桩和测量放线

7.2.1 测量人员应穿信号服、配对讲机，并带足食品和饮用水，特殊地区应携带 GPS 和应急自救设施。

7.2.2 测量人员在野外高压线下作业时，不得使用金属质标尺，放线用拉杆应采用绝缘材料。

7.2.3 测量人员在野外作业时，应保证两人以上。暗井、沟渠的位置应明确标注。

7.3 施工作业带清理和施工便道修筑

7.3.1 影响施工机具通行或施工作业的石块、树木、庄稼、杂草等地上障碍物应清理干净，并移至作业带外。

7.3.2 沟、坎应予平整，有积水的低洼地段应排水。水田、水塘地段扫线应先排除积水，并在施工作业带边缘修筑挡水埂或挡水坝。

7.3.3 在河床、河谷、沟谷、山洪冲击区和受泥石流影响区域内管段上修筑施工作业带时，应避开洪水期施工。

7.3.4 用推土机、挖掘机等设备进行清理作业带时，应先探明水田、水塘中淤泥的深度和承载重量，符合要求后方可进入作业。

7.3.5 施工便道应平坦，应有足够的承载能力，并应遵守下列规定：

a) 施工便道经过河流、沟渠时，可采取修筑临时性桥涵或加固原桥涵等措施，满足运管及设备搬迁的要求。

b) 施工便道经过季节性沼泽地时，宜选在地下水位降低时施工，确需在高水位施工时，应做好降水措施。对不同通过爬行设备的地段，宜采用垫铺芦苇、灰渣、碎石等方法，提高施工便道的承载能力。

c) 施工便道经过盐碱沼泽地时，可分层铺设灰渣、碎石或树枝条、碎石土，并进行碾压；碾压后，便道高度宜高于自然地面 0.5m 以上，宽度不宜小于 6m，地基承载力不宜小于 88.2kPa；可采取降水措施，视降水效果进行增加地基承载力处理。

d) 在水田或地下高水位地段修筑施工便道时，应根据季节，选择在枯水期进行，并根据实际地

质情况，采取相应降水及地基处理措施。

7.3.6 施工便道路面宽度宜大于 4m，并与公路平缓接通，每 2km 宜设置一个会车处，弯道和会车处的路面宽度宜大于 10m，弯道的转弯半径宜大于 18m。

7.3.7 陡坡地带施工时，施工便道宜采取降坡或修“Z”形路、绕行路等措施。在有横向坡度的山顶上修筑施工便道，应根据土壤性质和坡度确定修筑施工便道的方法，并遵守下列规定：

- a) 当横坡坡度为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 时，可直接在斜坡上挖填土修筑。
- b) 当横坡坡度为 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 时，应铲土修筑。
- c) 当横坡坡度超过 30° 时，应修筑挡土墙。
- d) 在山脊或坡上修筑施工作业带和施工便道时，宜采用松动爆破或定向爆破方法，不宜采用抛掷爆破方法。

7.4 运管和布管

7.4.1 运管车的拖车与驾驶室之间应设置止推挡板，立柱应齐全牢固。装管时，管子应放在垫木上且两端应由弧形楔块固定，楔块高度至少为 150mm。平原道路装管高度不宜超过 2.4m，山区道路装管高度不宜超过 2m，管子伸出车后的长度不宜超过 2m。运管中不应使管子与地面拖拉摩擦，卸管时不应使用滚、撬、拖拉管子的方法。

7.4.2 当采用设备牵引爬犁运管时，爬犁两侧应有护栏，且将管子与爬犁护牢，防止上坡、下坡窜管。在地面承载力较小时，应采取增加爬犁滑动摩擦面等减小阻力、防止沉覆的措施。牵引爬犁时，牵引力应根据地形、地质、载重综合计算确定，并在一定的安全系数下选取钢丝绳。

7.4.3 在铁路站台装卸车时，遵守铁路行业操作规程，并应征得铁路管理部门的同意。

7.4.4 特殊地段运管时，应根据地形、地质条件编制专项运输方案，报相关单位批准后实施。

7.4.5 吊管机布管吊运时，宜单根管吊运。进行双根或多根管吊运时，应采取有效的防护措施。在坡地进行运管、布管作业时，吊管机只允许单管吊运。严禁吊管机在坡度大于 20° 的坡道进行布管作业。

7.4.6 吊管机吊装作业时，应打开设备配重，将重物重心保持在最低高度。在坡上吊运时，应将重物与设备固定为一体，重物重心尽量下移，避免因重物惯性摆动造成设备倾翻。在坡上停留时，应采取防溜滑措施。严禁在坡面结冰、表层土质湿滑等地面附着力较低的情况下进行较大坡道行走、吊装作业和长时间停放。

7.4.7 沟上布管时，每根管子下面应设置一个管墩，平原地区管墩高度为 0.4m ~ 0.5m，山区应根据地形变化设置。管墩可用土筑并压实。使用的所有管墩应确保稳固、安全，不应使用硬土块、冻土块、石块、碎石土作为管墩。

7.4.8 在坡地布管，当 $5^{\circ} < \text{坡度} \leq 15^{\circ}$ 时，应在管道下坡向端部设置支挡物；当 $15^{\circ} < \text{坡度} \leq 30^{\circ}$ 时，应在管道下坡向端部及两侧设置支挡物；坡度大于 30° 时，不宜提前布管，待组装时从堆管处随用随取。

7.4.9 布管时，遇有水渠、道路、堤坝等建（构）筑物时，应将管子按所需长度布置在位置宽阔的一侧，不应直接摆放其上。遇有冲沟、山谷时，布管后应及时组装，否则不应提前布管。

7.4.10 沟下组焊时，宜采用机械运管，沿施工作业带运到指定位置，并用吊管机将其吊放到管沟中。严禁直接推管下沟。沟下布管时，严禁沟内有人。

7.5 管沟开挖

7.5.1 沼泽地段、沙漠地段、湿陷性软土地段、地下水位小于沟深地段及深度超过 5m 的管沟坡比，可根据明渠排水、井点降水、管沟加支撑和相邻工序的施工方案，在管沟开挖前试验确定。对不同的土质，在开挖初始试验阶段，应考虑施工机械的侧压、震动及管沟暴露时间等因素。

7.5.2 深度在 5m 以内管沟的最陡管沟坡度应符合 GB 50369 的要求。

7.5.3 管沟开挖深度小于 5m 时，单条管道敷设沟底宽度应为管道结构外径加沟底裕量；两条或两条以上管道同沟敷设，沟底宽度应为各管道结构外径之和加上相邻管道之间净距之和，尚应根据现场实际情况适当选取沟底加宽裕量。沟底加宽裕量具体参照 GB 50369 要求。开挖深度超过 5m 的管沟，沟底宽度应根据土壤类别及物理、力学性质确定。

7.5.4 山区石方段管沟宜采用松动爆破和机械清沟或人工清沟的方式进行开挖，也可采用带液压破碎锤的岩石挖掘机进行开挖。在安全条件允许时，宜采用加强投掷爆破方法开挖，但应严格控制装药量和抛掷方向，做好相应的安全防护措施。爆破开挖管沟宜在布管前完成。

7.5.5 沼泽地段管沟开挖时，应因地制宜，利用修筑的施工便道采用挖掘机侧向开挖或采用在挖掘机下加垫承重浮板顺向开挖管沟的方法。

7.5.6 水网地段管沟开挖时，应适当放大坡比并采取降水和排水措施，管沟开挖后要尽早下沟以减少管沟浸泡时间，设备行走至少要离开管道 3m，不宜长时间停在一个地方。

7.5.7 在与在役管道、光（电）缆交叉穿越、并行敷设管沟开挖时，应事先征得主管单位同意，并按规定办理相关手续。在交叉穿越点、伴行段进行人工开挖时，应在主管单位（使用单位）或施工单位人员监督下进行。开挖土石方不得堆放在在役管道、光（电）缆边界 2m 范围内。开挖后，应对在役管道、光（电）缆采取保护措施。开挖现场应按要求设置“严禁机械开挖”等安全警示标志。

7.5.8 在村镇进出的主要人畜通行道路，管道开挖后应设置临时便桥，并在便桥两侧设置警示带和注意通行等安全警示。

7.5.9 施工机械在纵坡上开挖时，应根据坡度的大小、土壤的类别、性质及状态计算施工机械的稳定性，并采取相应的措施，确保安全操作。石方段应在管沟两侧及沟底采取防止滚石措施。

7.6 管道组对和焊接

7.6.1 在纵向坡度大于 7° 或横向坡度大于 10° 的坡地进行管道组焊作业时，应根据地质情况，对管子和施工设备采取稳固措施。

7.6.2 坡地作业时，施工设备移动应有专人监护，设备爬坡过程中严禁人员位于下方位置，坡度超过设备爬坡限度时，应采取变坡措施。

7.6.3 在山区石方地段，管道宜采用沟下组对、焊接。

7.6.4 管道沟下作业时，应有足够操作空间，必要时应使用防塌箱；遇有土方松动、裂缝、渗水等，应及时加设固壁支撑，严禁用固壁支撑代替上、下扶梯和吊装支架。

7.6.5 在变坡点和坡度较大地段进行管道组焊时，吊装机具应稳定可靠。

7.7 管道补口补伤

7.7.1 采用液化气进行热收缩套加热时，液化气瓶与火焰的距离不小于 2m，液化气瓶、减压阀、气管、喷头等连接处应无泄漏。

7.7.2 加热时，作业人员应侧位站立，与管子应保持安全距离；两人同时作业时，应呈对角线站立，烘烤上下部位时火焰严禁对着对方。

7.8 管道下沟和回填

7.8.1 管道焊接、无损检测、补口完成后，应及时分段下沟。不能及时下沟时，应防止管道滚落。

7.8.2 管道下沟时，应有专人统一指挥。下沟前，应确认管道内侧及管沟内无作业人员。

7.8.3 管道应使用吊管机等起重设备进行下沟，不得使用推土机或撬杠等非起重机具。吊管机的数量、起吊高度、吊点间距应符合 GB 50369 的要求。

7.8.4 一般地段管道下沟后应及时回填。山区易冲刷地段、高水位地段、人口稠密区、雨季施工地段及交通、生产等需要及时平整区段应立即回填，并采取压管等防止漂管、滑管的措施。

7.8.5 超长管线下沟应采用两台以上吊管机配合作业，管径大于 $\phi 500\text{mm}$ 时，应三台以上吊管机配合，严禁单机作业。

7.9 管道定向钻穿越

7.9.1 泥浆池、返浆池、锚坑等基坑周围应采用脚手架围栏或钢管桩及硬质钢丝网进行维护，悬挂醒目安全警示标志。泥浆搅拌器应有防护隔离设施，泥浆罐护栏、连接踏板应完整、坚固。

7.9.2 钻机应安装在穿越中心线上，远离高压电线。安装时，应对其基础采取加固处理，必要时，可在钻机下铺垫路基板。固定钻机的锚固件应安装牢固。地锚抗拉能力应满足钻机最大拉力要求。

7.9.3 钻机安装完成后，应设置围栏，非司钻人员未经允许不得进入钻机操作间。未经允许任何人不得开动钻机上其他开关、仪表和仪器。当钻杆向地下推进时，严禁无关人员进入警戒区域。

7.9.4 牵引穿越管线前，应根据牵引力选配可靠安全的牵引机具。牵引作业时，应设专人指挥，明确联络信号，牵引设备、拴结处及牵引绳均应设专人监视。

7.9.5 预扩孔及回拖前，应对设备、机具进行试运转和试喷，合格后方可作业。

7.9.6 采用滚轮架回拖时，吊装就位滚轮架应有专人监护。

7.9.7 采用发送道或托管架方式进行管道回拖时，应根据穿越管段的长度和重量确定托管架的跨度和数目。托管架的高度应适当，并应有足够的强度、刚度和稳定性。

7.9.8 在钻进过程中，人员应与旋转的钻杆、钻具保持大于 1m 以上的距离；使用 B 型钳或 48in 及以上管钳、链钳等工具时，操作对面应严禁站人。安装、拆卸钻杆、扩孔器等钻具的作业人员，应密切配合，专人指挥、监护，其他人不得随意发出指令。

7.9.9 开挖定向钻作业操作坑时应根据实际情况进行加固支护。

7.9.10 定向钻穿越点位于泄洪区时，不得在汛期和易被淹没的地点施工，确因地理条件限制，应采取围堰防护措施。

7.10 管道顶管穿越

7.10.1 顶管穿越应根据设计规定、现场地质条件及安全要求选择螺旋钻机顶管、千斤顶顶管、岩石爆破顶管或平衡法顶管。

7.10.2 始发井和接收井的竖井采用沉井法施工时，应符合 GB 50484 的规定。

7.10.3 竖井应设置安全通道，宜采用钢制斜梯，护栏、扶手应齐全，且应焊接牢固。

7.10.4 竖井施工完成后，应采用脚手架骨架、缠绕钢丝网等方法对竖井进行围挡，并应按受限空间作业进行管理。围栏及出入口位置应设置醒目的安全警示标志，晚上应设置红色安全警示灯。井顶以上 50cm 位置应设置安全网。

7.10.5 始发井壁应设置顶管机始发反力墙，反力墙应与隧道轴线垂直，并应能承受推进顶力。

7.10.6 竖井边 5m 内不得堆放土方。竖井内的地基处理应满足承载力要求。

7.10.7 顶管机顶进前，应检查确认千斤顶、液压时动系统及接头完好无泄漏，压力表、安全阀正常，电源电动机无漏电，接地牢固，触电保护器灵敏有效。操作电动高压油泵应穿绝缘水鞋和戴手套。

7.10.8 在顶进过程中，套管与套管连接处应采用检验合格的橡胶圈密封，控制进水量小于或等于出水量，并应全程注浆。

7.10.9 顶管时，应定时检查后背反力墙及操作竖井周边土体无裂纹、变形及其他异常情况。顶管后座安装时，若发现后背反力墙面不平或顶进时枕木压缩不均匀，应进行调整加固后，方可顶进。

7.10.10 往竖井内下管时，作业人员应在顶管井外使用牵引绳控制，并应缓慢地将管子送入导轨就

位。井下配合人员应站在已顶进的套管内。

7.10.11 顶进过程中，油缸、顶铁周围、套管连接处、后背反力墙处不得站人。

7.10.12 顶管过程中采用人工掏土时，应严格控制掏土进尺，应防止掏土过长产生坍塌。

7.10.13 顶管作业应统一指挥，无关人员严禁进行顶管操作。

7.11 管道大开挖穿越

7.11.1 水域地段大开挖穿越

7.11.1.1 河流、池塘等水域地段大开挖穿越施工前应编制穿越专项施工方案和防洪防汛及透水应急预案，方案及预案应制订合理的河道疏通与分流、水位监控、围堰高度及堤坝强度、堰堤防渗水透水、围堰内降水排水等措施。

7.11.1.2 临时用电线路宜采用架空方式敷设。

7.11.1.3 不带水开挖穿越时，应遵守下列规定：

- a) 导流沟底应低于入口处河流水面，且沟底沿水流方向应有一定坡度。
- b) 导流沟宽度应根据河水流量的大小确定。
- c) 河流上下游两截水坝之间的距离应能满足施工作业要求。
- d) 坝顶应高出施工期水面，且不应超过河岸最低点，断面应为梯形，坝顶的宽度应根据河水的深度确定。
- e) 当采用柔性止水帷幕技术时，宜将具有良好防渗性的彩条布以人工方式缝制在一起，沿基坑迎水面铺设止水帷幕，并宜抛洒中粗砂使止水帷幕与基坑迎水面紧密结合。

7.11.1.4 采用围堰的方法开挖管沟时，应根据穿越地段的岩土性质、施工方法、施工机具情况确定降水方法。当开挖地段为砂土、带土时，宜采用明沟排水等方法；当为淤泥、流砂、粉砂和细砂时，宜采用井点降水等方法。堰内管沟开挖应采用机械、人工或爆破方法。

7.11.1.5 使用挖泥船开挖水下管沟时，不应超载。采用水下爆破成沟时，应加强警戒。

7.11.1.6 沿河底拖管就位时，应根据所计算的最大牵引力选择合适的牵引设备和钢丝绳。

7.11.1.7 在大开挖围堰堤靠河侧、导流渠两侧应设置稳固的防护栏和警示带，栏杆高度应不小于1.2m，并在开挖管沟两侧设警示带。导流渠上应设置人行便桥。

7.11.1.8 大开挖作业时，宜避开当地洪涝季节，应减少切断河流自然排水通道的时间。确需在汛期施工时，应及时掌握当地气象信息，随时监控穿越河面水位，做好防洪防汛应急措施。行船及工作船上应配备救生工具。进行漂管等水上作业时，应给作业人员配备救生衣。

7.11.1.9 挖掘机、推土机等设备在每日施工结束后，应停放在安全位置。

7.11.2 道路大开挖穿越

7.11.2.1 大开挖穿越公路、机耕道时，应根据被穿越公路交通和穿越点地理情况，选择采用全开挖或半幅开挖方式。开挖公路与管道安装宜连续施工，尽量减少公路通行中断时间。

7.11.2.2 采用全开挖时，宜修建绕行道路保证车辆通行；当穿越点地理位置受限无法修筑绕行便道时，也可采用半幅开挖，制作钢过桥保证车辆临时通行。采用修筑绕行便道法时，临时绕行道路应得到地方公路主管部门的验收许可。

7.11.2.3 在公路路面开挖中断交通前，应按规定在施工点两侧各100m处设置醒目的限高、限宽、限重、限速及绕行等警示标志；在距施工点两侧各20m～30m处设置反光橡胶路锥和夜间安全警示灯等安全设施；穿越段应实行车辆单向行驶，夜间开启警示灯和照明灯，引导车辆、行人安全通行。

7.11.2.4 应在穿越段距管沟边两侧2m处设置防护栏和禁入标志，严禁非作业人员进入作业区。

7.12 管道隧道穿越

7.12.1 隧道施工应制订通风、除尘、排烟、排水、治水、冒顶、有毒有害气体检测措施、预探及注浆堵水处理方案、预防塌方或通过不良地质地段等专项方案，并经技术负责人批准后实施。

7.12.2 隧道掘进施工时，应密切监测围岩及地下水等的变化情况，当施工方法或支护结构不适应于围岩实际状态导致开挖面及其周边出现垮塌、滑坡、涌水趋势等异常情况，应采取应急措施，及时修改施工方法或支护结构。

7.12.3 隧道采用钻爆法开挖时宜减少对围岩的扰动，开挖面及未衬砌地段应随时检查，应确保施工无安全隐患才能继续作业，若有隐患或险情，应及时处理。

7.12.4 隧道施工时应设置防水和排水设施，并定期检查维护。

7.12.5 在隧道施工过程中，应采用综合防尘措施，配备通风设备，并按规定时间测定粉尘和有害气体浓度。当可燃、有害气体浓度超过安全允许值时严禁施工，并应采取应急措施进行处理。

7.12.6 瓦斯突出隧道施工时，应采取超前探测、危险性预测、钻孔排放等防突技术措施。瓦斯隧道严禁火源进洞。

7.12.7 隧道内采用有轨运输时，运输车辆严禁载人。斜井应每 50m 设置一处躲避洞，宽度 1.5m，深度 1m，高度 1.8m。

7.12.8 隧道采用盾构作业时，应加强盾构机进出井吊装、盾构机始发、进仓作业、盾构机进洞、带压进舱换刀、维修等工序的安全监控，并应定时监测有害气体、含氧量及竖井及周边环境沉降情况。

7.12.9 隧道内临时供电线路应设双回路电源和可靠的切断装置；配电箱、低压变压器应放置在避水、干燥的地方，输电线路长度不得大于 100m；供电回路上严禁设置自动重合闸，手动合闸前，应与隧道内联系确认；隧道内电缆宜沿隧道右侧上壁敷设，固定电缆的绝缘支架间距不应大于 5m，且电缆竖向布置应满足电缆与扶手间最小间距应不小于 300mm；照明和动力线路应分层架设在同一侧，但电缆间不得互相搭接，电缆悬挂高度不应小于 2m；交通要道、工作面和设备集中处及不安全因素较大的地段应保证足够的照明，照明灯具应为安全防爆型，漏水地段应采用防水灯具。

7.12.10 洞内水管管路应敷设在电缆、电线相对的一侧，不得妨碍运输；当与水沟同侧时，不得影响排水。高压水管安装前应进行检查，有裂纹、创伤、凹陷等现象不得使用。

7.12.11 水域隧道的竖（斜）井四周应设置防洪墙和安全防护栏，并悬挂安全警示标志。

7.12.12 隧道内布管时，管壁与隧道壁间应保留不小于 0.5m 的操作空间。

7.12.13 运管车斜巷布管时应有防止窜管的措施，并应对每根管道采取防止下滑、倾倒的稳固措施。

7.12.14 竖井管道安装前，应完成竖井井壁支架的安装，井壁支架安装时应采用吊篮等高空作业安全设施。

7.12.15 进入隧道施工应执行作业许可管理制度，并应合理控制隧道内施工工程量和作业人数。

7.13 管道清管试压

7.13.1 管道应在下沟、回填后及时分段进行清管测径和试压。

7.13.2 管道分段清管应设临时清管器收发装置。发球装置使用前应进行试压，试验压力不应超过管道设计允许压力。清管时，清管压力最大不应超过发球筒试验压力。

7.13.3 清管器接收装置应选在地势较高且 50m 内没有建筑物和人口的区域内，应安装排气阀，并应设置警示标志。

7.13.4 分段水压试验的管段长度不宜超过 35km。管道水压试验的试压头应使用椭圆封头，材质应与管道材质相当，壁厚应满足试验压力要求。试压管线末端应设置封堵措施，避免试压头脱离管线伤人。

7.13.5 管道气压试验时，管道分段长度不宜超过 18km。气压提升到最高试验压力，又降到设计压力的时间段内，试压区域严禁有非试压人员，试压巡检人员应与管线保持 6m 以上的距离。

7.13.6 管道气压试验时，气体排放口不得设在人口居住稠密区、公共设施集中区。

7.13.7 管道清管、测径和试压期间，应在两端 50m 内设置警戒区，管线左右两侧 30m、两端 50m 范围内严禁有人通过。升压时，盲板和封头对面 100m 内不得站人，管线通过的道路和居民区 50m 范围内应设专人警戒。

7.14 管道动火连头

7.14.1 施工单位应按建设单位要求办理动火作业许可，并设置警戒区，无关人员严禁入内。

7.14.2 连头施工前，应对在用或停用旧管线进行吹扫和氮气置换，并取样检测气体浓度，符合要求后方可动火作业。吹扫、注氮作业过程中，无关人员应远离作业区域。

7.14.3 盲肠段开孔时，严禁采用明火。使用磁力钻开孔时，设备应绝缘良好，用电接头应选用防爆防水接头，并应边开孔、边浇水，防止产生火花。

7.14.4 为避免产生火花，旧管线切割应采用机械切割（冷切割）方式作业，管径较小无法采用机械切割的，应采用锯弓手动切割，切割过程中应不间断浇水。严禁采用火焰切割方式作业。封头段切割过程中应做好防护，人员应远离该位置。

7.14.5 旧管线在切割过程中产生残留液态易燃易爆和有毒物质时，应准备器具盛放，并妥善处置，远离动火区域。

7.14.6 为防止旧管线阀门内漏，应将管段上放空阀及未通可燃气体端阀门打开，让管内空气流通。同时在阀门两端管道内加隔离球，待焊接完毕再取出，焊接时先焊管道下方，再焊管道上方。

7.14.7 坡口制作、焊接等动火作业人员应在动火点的上风作业，并避开油气流可能喷射和封堵物射出的方位。特殊情况应采取围隔作业并控制火花飞溅。

7.14.8 连头作业过程中，易发生液化气、氮气聚集，应采取防止火灾、爆炸及中毒、窒息措施，配置必要的可燃气体、有毒气体检测仪和监测报警仪，并应全程进行通风。

7.14.9 连头作业过程中，一旦出现管道破裂、天然气大量泄漏时，应正确分析判断事故发生管段的位置，迅速向上级汇报，组织人员向上风处撤离。配合现场应急人员迅速关闭上、下游阀室的线路截断阀，配合抢修队进行抢修。配合现场人员对天然气扩散的危险区进行警戒，严禁一切火种，避免着火、爆炸。

7.15 三桩埋设

7.15.1 在山区进行三桩运输和埋设作业时，应提前清除有坠落风险的危石，或避开有滚石、塌方、滑坡等风险的地段。人工运桩时，作业人员应穿防滑鞋，并把桩绑紧捆牢。

7.15.2 野外作业时，应系紧或扎紧袖口、裤脚，随身携带蛇虫伤害的应急救护药品。在危险路段作业时，应设置明显的安全警示标志，作业人员应穿信号服，并安排专人监护。在陡坡、崖边作业时，应设置生命绳、系挂安全带。

8 石油炼化建设工程

8.1 基本要求

8.1.1 打桩、强夯、深基坑开挖及支护、大型混凝土及钢结构框架、屋面及梁（板）高支模、烟囱、火炬塔架及筒体安装、非标设备现场组焊、工业炉现场组装、大型设备和构件吊装、设备及管道试压及吹扫、高压电试验、喷砂除锈、无损检测、超高脚手架搭设和拆除等高风险施工作业，施工单位应编制专项安全技术方案，并应在审批后及时组织安全技术交底。

8.1.2 现场储焦池、事故池、库房、大型储罐基础、配电间和仪表间等面积较大基坑（槽）土石方开

挖、运输、回填作业时，应设施工便道，施工便道应有足够承载力，坡度适当，能满足机械、车辆行车及运输安全。

8.1.3 施工单位应优化施工工艺，合理安排施工顺序，避免和减少交叉作业。严禁无防护措施垂直交叉作业。

8.2 构筑物和混凝土烟囱施工作业

8.2.1 在构筑物高处绑扎钢筋和安装骨架时，应搭设作业平台和马道，必要时悬挂安全网、拉设生命绳，并佩戴安全带。不得站在钢筋骨架上和攀登骨架上下。安全带不得系挂在钢筋上。柱梁骨架应用临时支撑拉牢。绑扎悬挑结构钢筋前，应检查确认支撑系统牢固方可作业。

8.2.2 现浇多层构筑物，应采取分段支模的方法：

- a) 下层楼板应具有承受上层荷载的承载能力或加设支架支撑。
- b) 上层支架的立柱应对准下层支架的立柱，并铺设垫板。
- c) 当采用悬吊模板、桁架支模方法时，其支撑结构的承载能力和刚度应符合要求。

8.2.3 构筑物楼板、屋顶、地下室（池）等顶模板支架应严格按经过受力计算的既定方案搭设，地基密实度应符合要求，立柱顶撑须设置牢固的拉杆，并组织验收。若确有机行走、材料运输、堆物等要求，顶模板及支架的计算应考虑施工荷载的影响。

8.2.4 屋面作业人员应穿软底防滑鞋，屋面坡度大于 25° 应采取防滑措施。屋面作业时宜面向檐口移动。

8.2.5 屋面防水热熔法施工时，现场不得有其他明火作业，当屋面有易燃材料时应采取隔离防护措施。

8.2.6 使用外脚手架作业时，外排立杆应高出屋面檐口 1.2m，并挂设安全网，檐口外架满铺脚手板；未使用外脚手架施工时，应在屋檐下方设安全网。

8.2.7 混凝土烟囱施工作业时，应遵守下列规定：

- a) 烟囱施工区域应设置安全警戒区，100m 以下的烟囱警戒区距筒壁不宜少于 10m，100m 以上的烟囱警戒区距筒壁不宜少于烟囱高度的 1/10。警戒区宜进行围挡隔离，并设立明显安全警示标志。
- b) 在烟囱内部距地面 2.5m ~ 5m 处应搭设安全防护棚。采用移动模板连续施工至第一层烟囱平台，继续施工时，可利用该平台作为防护棚。
- c) 施工区域内的通道应搭设防砸棚。卷扬机、配电柜等关键设备、设施应搭设防风、防雨棚。工作台周围应设置围栏和安全网，内外吊梯的外侧和底部及工作台底部均应设置安全网。
- d) 应设专人进行提升系统的操作，且应持证上岗。
- e) 提升吊笼（罐笼）的卷扬机应设置防止冒顶和墩罐的限位开关及行程高度指示器。电磁抱闸应工作可靠。垂直运输系统上下滑轮应设置防止钢丝绳脱槽的装置，并应定期检查和维修。
- f) 乘人和上料吊笼（罐笼）应设置断绳安全卡，并应增设保险钢丝绳。严禁人、料混装。使用前，应进行安全试验，使用过程中应经常检查。在烟囱底部吊笼（罐笼）停放处应设置缓冲装置。
- g) 在烟囱底部、工作台上与卷扬机棚之间，应安装声光信号及通信联络设备。
- h) 模板及其支撑结构应满足承载能力、刚度和稳定性的要求。预留洞口处的模板支设应采取防止变形的加固措施。洞口处弧顶模板及支撑设计应满足上部混凝土自重、钢筋自重、模板及支架自重、振捣混凝土产生的荷载作用下安全要求。
- i) 提模或滑升前应进行 1.25 倍的满负荷静载试验和 1.1 倍的满负荷滑升试验。采用滑模工艺施工时，其安全要求尚应符合 GB 50484 的规定。
- j) 烟囱平台作为吊装平台时，烟囱平台应进行承载能力、变形和稳定性计算。
- k) 内衬与筒壁交叉作业时，应采取安全防护措施。

- l) 烟囱施工时, 应设置临时避雷接地装置, 接地电阻不得大于 10Ω 。
- m) 烟囱施工时, 应按国家标准要求设置临时航空警示灯。
- n) 当遇到恶劣天气停止高处作业时, 作业人员应固定好平台上设备、材料, 迅速下到地面, 并应切断电源。天气恢复后应对提升系统、临时用电、围栏和安全网等设施进行全面检查, 合格后方可复工。

8.3 塔器现场组焊作业

8.3.1 塔器类设备现场组焊应减少高处作业, 立式设备宜现场整体安装, 设备梯子、平台、附塔管线、保温等安装宜在地面进行, 卧式设备宜在地面整体组焊完再整体吊装。

8.3.2 立式设备下封头、锥段与上一节筒体(裙座)预制组焊时, 宜翻转 180° 在地面组焊, 组焊完后再吊装翻转, 以减少高处作业。下封头段、锥段的临时支撑应牢固可靠。

8.3.3 设备卧式组焊时, 胎具或支架应有足够刚度和强度, 地基应有足够承载力。胎具或支架应支垫平稳, 防止设备窜动。连接螺栓应坚固, 点焊部位应焊接。两侧应垫牢或采取其他防止滚动的措施。

8.3.4 在托辊上拼装卧式筒形设备时, 托辊两侧滚轮应保持水平, 工件中心垂线和滚轮与工件中心连线的夹角不应小于 35° , 工件转动线速度不宜超过 $3\text{m}/\text{min}$ 。构件两端应设防止构件滑落的挡板。构件停止转动时, 应设木楔防止构件滚落。如采用卷扬机牵引, 应采取防止容器脱落的措施, 钢丝绳应沿容器表面由底部引出, 并在相反方向设置保险牵引绳。

8.3.5 塔器等立式设备分段组焊、安装时, 组对、焊接、无损检测位置内外均应搭设脚手架操作平台, 并设防护栏杆。

8.3.6 设备组焊期间, 内部脚手架受力点应牢固。塔器等立式设备下封头未安装前或为锥段时, 应采取其他临时支撑加固措施。脚手架应与设备内壁保留一定的组对空间, 不得紧贴。

8.3.7 立式设备分段吊装、组焊时, 每段筒体的两端组对口应加“米”字支撑和弓形板加固。就位及组对时, 作业人员严禁将手掌伸入上下两节筒体壁板之间的间隙, 以防夹伤。

8.3.8 塔盘支撑圈、分布管等焊接内件安装时, 宜从下往上施工, 分段同时施工时, 应采取隔离措施。每段最下方一层, 应搭设操作平台或采取其他安全措施。进入塔内人员和构件数量不宜过多, 防止塔盘垮塌。

8.3.9 设备未安装下封头或设备下部为锥段时, 安装设备内件应采取防滑、防坠物措施。设备下方应设置警戒区。

8.3.10 现场组焊的不锈钢设备或设备内部不锈钢复合层进行酸洗钝化作业时, 酸洗钝化用酸、水应经检验合格, 氯离子含量不得超过 $25\text{mg}/\text{L}$ 。作业人员应穿戴防护服、乳胶手套和防护眼镜。应有废液回收和处理装置。

8.4 锅炉和工业炉现场组焊作业

8.4.1 辐射室、对流室采用分片预制时, 应放平支稳, 立放时应有防倾倒措施。分片安装时, 应及时加固。

8.4.2 对流室、炉管、空气预热器模块整体安装就位后, 应及时固定。

8.4.3 炉管采用现场胀接时, 应使用胀管器。在汽包内胀管时, 花板孔、管孔应盖好, 夏天胀管应有通风设备。

8.4.4 炉管布置密集, 操作空间狭窄, 组对、焊接时应有可靠的钢平台或脚手架作业平台。

8.4.5 锅炉和工业炉现场组焊时, 附属的钢梯、平台、防护栏杆等防护设施应同步安装到位。正式防护措施未完工时, 应搭设临时防护措施, 并悬挂醒目安全警示标志。

8.4.6 进入炉膛、烟风道内部进行作业时, 应执行进入受限空间作业许可制度。炉膛、烟风道的

孔洞不用时应封闭，设置“受限空间，无票禁入”等醒目安全警示标志。烟风道水平段与垂直段转弯处应设置不低于 1.2m 的防护栏杆等防止无关人员进入发生坠落的措施。

8.4.7 烟风道尺寸较大时，吊装前应加固。烟风道分段吊装就位后应及时固定。

8.4.8 锅炉和工业炉等设备及烟风道绝热施工时，应搭设脚手架作业平台，必要时拉设生命绳。

8.4.9 锅炉和工业炉烘炉、煮炉时，应按建设单位的专项方案进行。现场应设置警戒区，严禁无关人员进入。检查时，应防止烫伤。

8.4.10 筑炉、衬里高处交叉作业时，物料应采取吊运方式，严禁随意抛掷。上料时，垂直运输系统（卷扬机或提升架）应安装牢固可靠，上下运输物品应绑牢固，不得超负荷使用。

8.4.11 筑炉作业应避免和电焊、气割（焊）交叉作业，并应及时清理现场易燃物品，应防止电焊、气割（焊）火花引燃保温、耐火制品的包装箱。

8.4.12 耐火砖加工时应带好手套、口罩和防护镜，且不得两人对面同时加工；应有良好的通风，及时将粉尘排除。砌筑耐火砖时，砌筑人员和脚手架下方传料人员应做好呼应，防止落物伤人。

8.4.13 衬里搅料时，应佩戴好防尘口罩。搅拌机拌料时，搅拌机皮带部位应设置防护装置，防护装置应有足够的强度。

8.4.14 衬里作业时，作业人员应系好袖口、裤脚，防止保温钉刮伤。小直径管线耐磨衬里施工时，作业人员应佩戴护膝、护肘等劳动防护用品，防止作业人员膝盖及肘部被龟甲网划伤。

8.4.15 筑炉和衬里作业时，应随时清理衬里的残渣废料及其他杂物，保证安全通道畅通。

8.5 大型设备吊装作业

8.5.1 所有质量大于或等于 100t 或一次性吊装长度或高度大于或等于 60m 的设备（泛指塔器、反应器、反应釜、模块及构件）的吊装、翻转均应编制专项吊装技术措施。吊装技术措施应经过审核、批准。编制人员应具有工程师资格，审核人员应具有高级工程师资格，批准人应为单位技术负责人或其授权人员。如需对吊装技术措施进行更改，应按原审批程序重新进行审批。

8.5.2 吊装作业应执行作业许可管理制度。

8.5.3 吊装前，应按吊装技术措施的要求进行吊装平面布置，明确设备安装地点、地基处理范围、周边设施预留区域、设备运输及进场路线、设备组装、摆放位置及吊点朝向、吊车站位、旋转方向及行走路线、地锚位置分布、卷扬机安装位置、警戒区等，并在吊装前逐一检查确认。

8.5.4 大型液压提（顶）升式门式起重机现场安装和拆除应符合其安全操作规程，地锚、缆风绳设置应牢靠。起重设备现场组合及更换工况时，应采取防止坠落的措施。

8.5.5 平衡梁应按设计进行制作和使用，吊装时吊索与平衡均梁的夹角应大于 60°。

8.5.6 吊耳应按设备吊装技术措施要求的型式、材质选用，吊耳、加固件与设备三者之间所有连接焊缝均应按焊接工艺施焊，按设计要求进行外观检查 and 无损检测，合格后方可使用。选择已有吊点时，应进行复查。

8.5.7 反应器类设备吊装前，应确认吊盖紧固质量。吊盖使用螺栓拉伸紧固时，应有牢靠的操作平台。

8.5.8 大型设备、钢结构吊装翻转或安装时，焊缝及节点筋板应全部焊接完成或螺栓紧固完成，火炬和钢烟囱塔架应将底部和吊点部位封圈加固，塔器等大型立式设备的吊装应捆绑在设备的重心以上，并应采取适当的加固措施。

8.5.9 附塔管线等与立式设备连接管道宜随设备一同吊装。现场安装时，应搭设脚手架作业平台，管道支、吊架应同步施工。

8.5.10 大件设备吊装时，作业环境应符合以下要求：

- a) 雨天、雪天、夜间、大雾、风速大于或等于 10.8m/s（五级）以上、气温小于或等于 -20℃ 时，不应进行大型设备吊装。如气温小于或等于 -20℃ 要进行吊装作业时，其设备本体材质、吊耳

材质及其他吊装用机具、索具均应具有适用于在此气候条件下使用的证明文件，方可进行吊装作业。

- b) 吊装作业应设置警戒区，警戒区各出入口及附近各通道口等应有专人监护，无关人员不得入内。
- c) 应检查确认随大型设备一同吊装的附件、脚手架等不影响吊装，且设备内外、起重设备上无残余材料、工具等易坠落物体。
- d) 应清理起重机械回转半径及行走路线范围内的障碍物。
- e) 进行吊装作业应遵守作业区域的防火防爆规定和要求，应检查确认吊装区域与输电线路的间距能满足安全距离要求。
- f) 起重机在基坑（槽）、沟边行走或作业时，应保持足够的安全距离，一般不少于坑（槽）、沟深的 1.2 倍。
- g) 应清理吊装区域内的易燃易爆物品，在易燃易爆物附近的吊装作业，应采取可靠的预防措施。

8.5.11 大型设备吊装前，应进行试吊。吊装时应平稳起升，避免晃动及摆动。主吊吊车和溜尾吊车应配合默契，动作协调一致。

8.5.12 吊装结束摘钩时，应采取安全防护措施，必要时制作专用操作平台。

8.5.13 大型设备吊装作业的其他安全要求尚应符合 SY/T 6279 的规定。

9 现场应急管理

9.1 施工单位应建立各级应急组织机构，明确相应的职责。

9.2 施工现场应编制应急预案和处置方案，并备案。

9.3 施工现场应明确应急通道和紧急集合点，不应占用；应急器材或物资应保持完好，不应挪作他用。

9.4 施工单位应对作业人员进行应急预案交底和培训，组织应急演练，且演练后应对预案的可行性和有效性进行评审。

中华人民共和国
石油天然气行业标准
石油工程建设施工安全规范
SY/T 6444—2018

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

880×1230毫米 16开本 3.25印张 93千字 印1—800
2019年2月北京第1版 2019年2月北京第1次印刷
书号：155021·7941 定价：60.00元
版权专有 不得翻印