

ICS 13. 110

P 97

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL/T 780—2020

**水利水电工程金属结构制作
与安装安全技术规程**

**Technical code for safe fabrication & installation
of metal structure of water and
hydropower projects**

2020-06-30 发布

2020-09-30 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布《农田排水工程技术规范》
等3项水利行业标准的公告

2020年第10号

中华人民共和国水利部批准《农田排水工程技术规范》
(SL/T 4—2020)等3项为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	农田排水工程技术规范	SL/T 4—2020	SL 4—2013	2020.6.30	2020.9.30
2	水利水电工程金属结构制作与安装安全技术规程	SL/T 780—2020		2020.6.30	2020.9.30
3	水工隧洞安全鉴定规程	SL/T 790—2020		2020.6.30	2020.9.30

水利部

2020年6月30日

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，按照 SL 1—2014《水利技术标准编写规定》的要求，编制本标准。

本标准共 10 章，主要规定了水利水电工程金属结构制作与安装方面的安全技术管理、安全防护技术与安全施工操作的相关要求。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部监督司

本标准解释单位：水利部监督司

本标准主编单位：三峡大学

本标准参编单位：中国葛洲坝集团机电建设有限公司

中国能源建设集团有限公司

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：郑霞忠 蔡启龙 马照云 梅 骏

陈群运 张滇军 张西安 卫书满

张灵波 王志平 罗小国 程春娥

曹茂锋

本标准审查会议技术负责人：钟卫领

本标准体例格式审查人：陈登毅

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条 2 号；邮政编码：100053；电话：010-63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

目 次

1	总则	1
2	术语	3
3	基本规定	5
3.1	安全管理要求	5
3.2	施工现场安全防护	6
3.3	施工现场用电与照明	7
3.4	施工现场消防	10
3.5	职业健康与环境保护	10
3.6	防洪度汛	12
3.7	廊道、洞室及有限空间作业	12
3.8	底层作业	13
3.9	平台搭设作业	14
3.10	焊接与切割作业	15
3.11	起重运输作业	16
3.12	作业人员安全要求	16
3.13	制作厂区布置	17
3.14	安装区域布置	19
4	金属结构制作	21
4.1	一般规定	21
4.2	钢闸门及埋件制作	23
4.3	钢管制作	25
4.4	无损检测	27
4.5	涂装作业	28
4.6	产品转运与存放	28
5	金属防腐涂装	29
5.1	一般规定	29

5.2	材料保管	29
5.3	涂装作业场所布置	30
5.4	喷砂(丸)除锈	30
5.5	涂料喷涂	32
5.6	金属热喷涂	32
6	闸门安装	34
6.1	一般规定	34
6.2	闸门预组装	35
6.3	闸门起重运输	35
6.4	闸门埋件安装	38
6.5	平面闸门安装	38
6.6	弧形闸门安装	40
6.7	拦污栅安装	41
6.8	现场涂装作业	41
6.9	闸门试验与试运行	41
7	启闭机安装	43
7.1	一般规定	43
7.2	液压式启闭机安装	44
7.3	固定卷扬式启闭机安装	45
7.4	移动式启闭机安装	46
7.5	螺杆式启闭机安装	50
7.6	清污机安装	50
7.7	启闭机调试与试运行	51
8	船闸及升船机安装	52
8.1	一般规定	52
8.2	埋件安装	52
8.3	人字门、三角门安装	53
8.4	提升设备安装	55
8.5	齿条、螺母柱安装	56
8.6	平衡重系统安装	56

8.7	承船厢安装	57
8.8	承船厢设备安装	57
8.9	船闸及升船机调试与试运行	58
9	压力钢管安装	59
9.1	一般规定	59
9.2	钢管运输	59
9.3	钢管吊装与组装	61
9.4	钢管焊接	62
9.5	钢管现场焊缝防腐涂装	63
9.6	钢管内支撑拆除	63
9.7	钢管水压试验	64
10	施工用具及专用工具	65
10.1	电动工具	65
10.2	风动工具	67
10.3	起吊工具	67
10.4	千斤顶	70
10.5	金属结构制作专用工具	71
10.6	金属结构安装专用工具	73
	标准用词说明	75
	条文说明	77

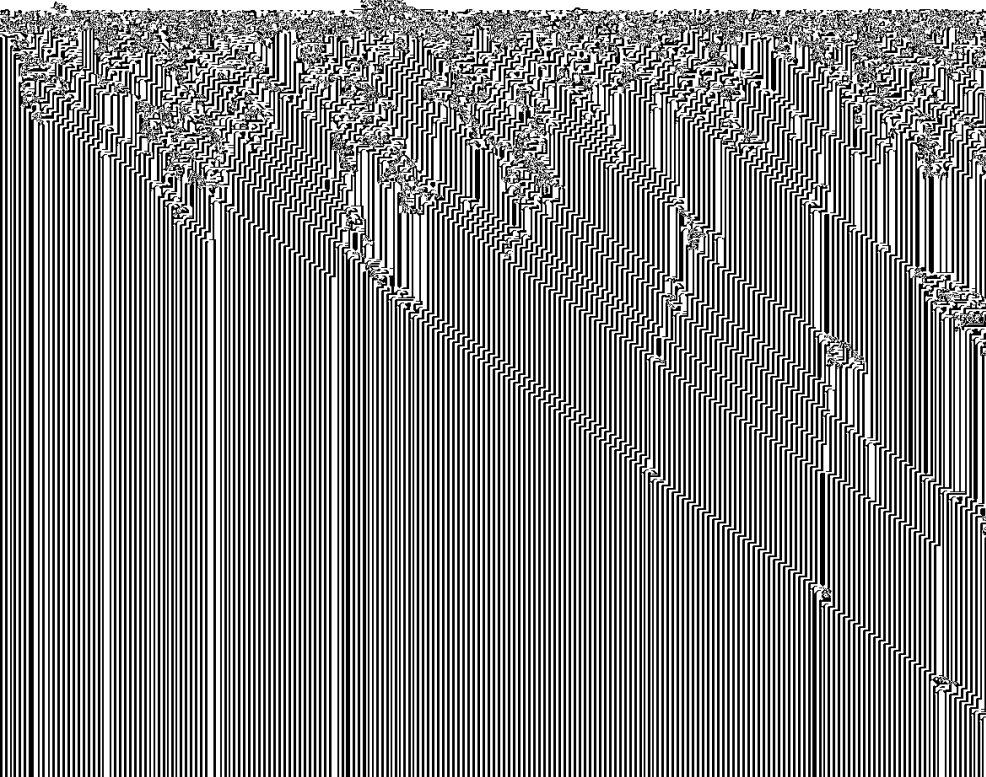
1 总 则

1.0.1 为提高水利水电工程金属结构制作与安装安全技术水平，对金属结构制作与安装进行安全生产全过程控制，保障人的安全健康和设备安全，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于大中型水利水电工程金属结构施工现场制作、安装、调试、试运行及维修，小型水利水电工程金属结构施工现场制作、安装、调试、试运行及维修可参照执行。

1.0.3 本标准主要引用下列标准：

GB 150 压力容器



- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
 - GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范
 - GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
 - GB 50706 水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范
 - GB 50720 建设工程施工现场消防安全技术规范
 - GB 50766 水电水利工程压力钢管制作安装及验收规范
 - GB 50987 水利工程设计防火规范
 - GB 51210 建筑施工脚手架安全技术统一标准
 - GBZ 1 工业企业设计卫生标准
 - GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素
 - GBZ 117 工业 X 射线探伤放射防护要求
 - GBZ 132 工业 γ 射线探伤放射防护标准
 - GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识
 - GBZ 235 放射工作人员职业健康监护技术规范
 - SL 381 水利水电工程启闭机制造安装及验收规范
 - SL 398 水利水电工程施工通用安全技术规程
 - SL 400 水利水电工程机电设备安装安全技术规程
 - SL 425 水利水电起重机械安全规程
 - SL 714 水利水电工程施工安全防护设施技术规范
 - 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标准
 - JGJ 184 建筑施工作业劳动防护用品配备及使用标准
- 1.0.4 水利水电工程金属结构制作与安装安全技术要求除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。**

2 术 语

2.0.1 水利水电工程金属结构 metal structure of water and hydropower projects

水利水电工程中主要以金属材料制成的闸门、拦污栅、启闭机、清污机、船闸、升船机和压力钢管等产品或构件的统称。

2.0.2 制作 fabrication

制作是将金属材料在施工现场制成各种金属结构成品或半成品的生产活动。

2.0.3 安装 installation

安装是将金属结构的成品或半成品装在水利水电工程设计位置的施工与调试过程。

2.0.4 埋件 embedded parts

水利水电工程金属结构安装、固定或运行所必需的，预先埋设（或半埋设）于混凝土结构中，并与混凝土有固定连接的金属结构件。

2.0.5 试运行 operation test

水利水电工程金属结构交付使用前，按照技术标准或相关文件要求进行的运行试验。

2.0.6 操作平台 operating platform

现场施工中用来站人、载料并可以在上面进行施工作业的平台。

2.0.7 安全隔离平台 safe isolating platform

施工现场必须实行交叉作业时所设置的可将上下层分隔开，以保护下层作业人员和设备安全的安全设施。

2.0.8 升降操作平台 jack-up operation platform

闸门井或孔（洞）口内设置的可借助提升机上下升降的、方便施工人员作业的操作平台。

2.0.9 悬挑式钢平台 suspended steel platform

布置于闸门井或孔口侧墙的，方便施工人员作业的悬挑式操作平台，通常为钢制平台。

2.0.10 爆炸消应 welding residual stress elimination by explosion

通过在焊缝附近引爆的小药量炸药产生的瞬时能量的作用，使焊缝处焊接残余应力重新分布，以降低焊缝残余应力峰值的方法。

2.0.11 有限空间 limited space

封闭或者部分封闭，与外界相对隔离，出入口较为狭窄，作业人员不能长时间在内工作，自然通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或者氧含量不足的空间。

2.0.12 无损检测 non-destructive check

在不损坏被检测试件的基础上，用特定的专业方法探测构件内部及表面所存在的缺欠的检查或测试过程。

2.0.13 放射性作业 radiant rays work

从事接触 α 、 β 、 γ 、X射线或中子流等的作业。

2.0.14 喷砂（丸）室 sandblasting chamber

完全封闭的，设有良好机械通风、除尘和照明设备，专用于金属结构表面预处理的室体。

2.0.15 喷漆室 spraying chamber

完全封闭或半封闭的、设有良好机械通风和照明设备的、专用于涂料喷涂的室体或围护结构体。

2.0.16 安全通风 safe ventilation

为使作业通风区域内任何部位在任何工作状态下易燃易爆气体浓度均达到国家防爆标准规定的安全浓度的通风措施。

2.0.17 有效通风 effective ventilation

为保证作业场所空气中有毒物质浓度低于国家卫生标准规定的最高容许浓度的通风措施。

2.0.18 定置管理 location management

通过对施工现场的整理、整顿，把生产中不需要的物品清除掉，把需要的物品放在规定位置上，促进施工现场管理文明化、科学化，达到高效生产、优质生产、安全生产的管理工作。

3 基本规定

3.1 安全管理要求

3.1.1 金属结构制作与安装单位应设置安全生产管理机构，按规定配备安全生产管理人员，明确各岗位安全生产职责，建立安全生产责任制。

3.1.2 金属结构制作与安装单位应制定安全生产规章制度，施工单位应制定安全操作规程。

3.1.3 项目负责人和安全生产管理人员应具备金属结构制作与安装相应的安全知识和管理能力。应对从业人员进行安全生产教育和培训，未经安全生产教育和培训合格的从业人员不得上岗。特种作业人员必须按国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格证书，持证上岗。

3.1.4 应按有关规定提取、使用安全生产费用。

3.1.5 金属结构制作与安装单位应为从业人员配备合格的安全防护用品和用具，并定期检验或更换。从业人员在施工作业区域内，应正确使用安全防护用品和用具。

3.1.6 施工前，应编制金属结构制作与安装事故专项应急预案和现场应急处置方案，配备应急物资，组织人员进行相关培训。应定期开展应急预案演练。

3.1.7 工程施工现场危险场所、危险部位应设置明显的符合国家标准的安全警示标志、标牌，告知危险的种类、后果及应急措施等，并定期检查维护。标志、标牌的使用应符合 GB 2894 的规定。

3.1.8 施工现场办公区、生活区应与作业区分开设置，并保持安全距离，施工现场、生产区、生活区、办公区应按规定配备满足要求且有效的消防设施和器材。

3.1.9 施工前，应全面检查施工现场、机具设备及安全防护设

施等，施工条件应符合安全要求。两个以上施工单位在同一施工现场作业，应签订安全协议明确各自安全责任并派专人负责监管。

3.1.10 危险性较大的单项工程的施工应编制安全专项施工方案。对于超过一定规模的危险性较大的单项工程，应组织专家对安全专项施工方案进行论证。

3.1.11 施工前应进行金属结构制作和安装技术方案安全可靠性审查，并组织安全技术交底，按批准后的施工方案组织施工。

3.1.12 施工现场应配备应急值班车辆，作业人员发生意外情况时，应及时救助。

3.2 施工现场安全防护

3.2.1 施工生产区域应根据工作及工艺要求实行封闭管理。主要进出口处应设有明显的施工警示标志、安全生产和文明施工规定、禁令牌，与施工无关的人员、设备、材料不得进入封闭作业区。

3.2.2 应结合施工现场安装部位交面及施工计划，遵循合理使用场地、有利施工、便于管理等基本原则，实行区域定置管理，施工现场布置及设备设施应符合 GB 50706 的规定。

3.2.3 施工现场存放设备、材料的场地应平整坚固，设备、材料存放应整齐有序，宜采用活动式栏杆等方式进行隔离，应保证周围通道畅通，且人行通道宽度不应小于 1m；爆炸物品必须单独存放。

3.2.4 施工现场的设施，应符合防洪、防泥石流、防火、防强风、防雷击、防砸、防坍塌以及职业健康等安全要求。

3.2.5 施工现场的排水系统应布置合理，沟、管、网排水应畅通，不得影响道路交通。

3.2.6 制作与安装施工现场，对洞（孔）、坑、沟、升降口、漏斗口应加防护栏杆或盖板封闭，并应悬挂警示标志。

3.2.7 高处施工通道、操作平台应满铺，并绑扎牢固；临空面

应设置高度不低于 1.2m 的安全防护栏杆，并应设置高度不低于 0.2m 的挡脚板。应根据具体施工情况，挂设水平安全网或设置相应的吊篮、吊笼、平台等设施。当坡度大于 25°时，安全防护栏杆高度应为 1.5m。

3.2.8 施工现场脚手架和操作平台搭设应制定专项方案，经审批后方可实施。脚手架和操作平台搭设完成后，应经验收合格后方可使用，并悬挂标示牌。脚手架、操作平台拆除时，在拆除物坠落范围的外侧应设有安全围栏与醒目的安全警示标志，施工现场应设专人监护。

3.2.9 在闸门井、电梯井等井道口（内）安装作业，应根据作业面情况，在其下方井道内设置可靠的水平刚性平台或安全网等隔离防护层。安全网距离工作面的最大高度不得超过 3.0m。

3.2.10 施工现场的工具房、休息室、临时工棚等宜采用活动板式结构，便于移动、拆除，材料、尺寸、颜色应符合施工现场安全设施标准化要求。活动板式结构的材料除应符合本标准规定外，尚应符合 GB 50720 的规定。

3.2.11 危险作业场所应按规定设置警戒区、事故报警装置、紧急疏散通道，并应悬挂警示标志。

3.2.12 施工中的具体安全防护设施项目和要求还应符合 SL 714 的有关规定。

3.3 施工现场用电与照明

3.3.1 施工现场用电管理应符合 GB 50194、SL 398 和 JGJ 46 的规定，并应符合下列规定：

1 施工现场用电设备在 5 台及以上或设备总容量在 50kW 及以上者，应编制施工现场用电组织设计。

2 施工现场用电工程图纸应单独绘制，并按图施工。

3 施工现场用电组织设计编制及变更时，应履行“编制、审核、批准”程序，由专业技术人员组织编制，经相关部门审核及技术负责人批准后实施。

4 施工现场用电工程安装完毕后，应有完整的系统图、布置图等资料，并经编制、审核、批准部门和使用单位共同验收，合格后方可投入使用。

5 用电场所应配备适用于电气灭火的消防器材。

3.3.2 施工现场用电应符合下列规定：

1 在露天或湿度较大的洞孔内、地下厂房等场所使用的电气设备及元件，均应选用防水型或采取防水措施。

2 在易燃易爆场所，电气设备及线路均应满足防火、防爆要求。

3 电动机械与电动工具的电气回路，应装设独立的开关和漏电保护器，移动式电动机械应使用软橡胶电缆。

4 元件和熔断器的容量应满足被保护设备的要求，熔丝应有保护罩，管型熔断器不得无管使用，熔丝不得大于规定的截面，不得用其他金属丝代替。

5 手动操作开启式自动空气开关及管型熔断器时，应使用绝缘手套、绝缘棒等绝缘工具。

6 电气装置拆除时，应先切断电源，并将导线裸露端部包好绝缘，并做出标识。

7 施工供电系统安装完毕后，应有完整的系统图、布置图等资料，并经验收合格后，方可投入使用。施工电源应设专业班组及人员负责运行与维护，其他人员不得擅自改动施工电源设施。

8 施工现场电源设施，应进行经常性维护，每年雨季前应检查一次，并测量绝缘电阻。

9 接引电源工作，应有监护人监护。

10 电工安全用具应符合相关的技术标准要求，并定期检验。

11 供电线路的架设，施工变电所的位置选取、结构与布置，变压器、附属设备及电气线路的安装与维护等还应符合 SL 398 的有关规定。

12 电气设备及设施均应装设可靠的接地或接零保护。

13 工作零线与保护零线应采用焊接、压接或螺栓连接方式。

3.3.3 施工现场照明应符合下列规定：

1 在厂房、闸门井、廊道内和夜间施工或在自然采光差的场所施工，应设一般照明、局部照明或混合照明。

2 疏散安全通道应装设应急照明和指示路标。

3 配电箱应安装牢固，其周围应留有安全通道和便于维修的空间。配电箱进线回路上应安装漏电保护器，箱体应有可靠的接地或接零保护。

4 配电箱应标明其名称、用途，并做出分路标记。配电箱应由专业人员负责维护。

5 施工现场照明灯具和器材应绝缘良好，还应符合 GB 50034 的规定。

6 施工现场照明线路应布线整齐，相对固定。室内安装的固定式照明灯具悬挂高度不宜低于 2.5m，室外安装的照明灯具不宜低于 3m。安装在露天、潮湿或易接触水的洞孔内、地下厂房等工作场所的照明灯具应选用防水型灯头。

7 照明电源线路不得接触潮湿地面，并不得接近热源和直接绑挂在金属构架上。

8 照明开关应控制相线。当采用螺口灯头时，相线应接在中心触头上。

9 埋件安装、机坑、廊道、金属容器内和潮湿环境等特殊场所应采用安全电压照明，且应有应急灯。

10 使用行灯应符合下列规定：

1) 电源电压不得大于 36V。

2) 灯体与手柄应坚固、绝缘良好并耐热、耐潮湿，灯头与灯体结合应牢固，灯头无开关。

3) 灯泡外部应有金属保护网。

4) 金属网、反光罩、悬吊挂钩应固定在灯具的绝缘部

位上。

11 特殊场所使用的安全照明电压等级应符合下列规定：

- 1) 隧道、人防工程、高温、有导电灰尘、比较潮湿或灯具离地面高度低于 2.5m 等场所的照明，电源电压不得大于 36V。
- 2) 潮湿和易触及带电体场所的照明，电源电压不得大于 24V。
- 3) 特别潮湿场所、导电良好的地面、锅炉或金属容器内的照明，电源电压不得大于 12V。

12 不得将行灯变压器及焊机调压器带进金属容器或金属管道内使用。

3.4 施工现场消防

3.4.1 施工现场消防安全管理应符合下列规定：

1 施工现场消防宜采用分级管理，并应严格落实动火申报审批制度。使用明火或进行电（气）焊作业时，应办理相应动火工作票，并采取相应的防火措施。

2 施工现场应根据消防工作的要求，配备不同用途的消防器材和设施，并布置在明显和便于取用的地点。消防器材、设备附近不应堆放其他物品。

3 消防器材、设备应由专人负责管理，定期检查维护，做好检查记录，保持消防器材的完整有效。

3.4.2 金属结构制作与安装过程中搭设的防尘棚、临时工棚、设备防尘覆盖膜等，应选用防火阻燃布。

3.4.3 使用过的油布、棉纱等易燃物及使用后剩余的易燃物品应及时回收，妥善保管或处置。

3.4.4 施工现场严禁吸烟。

3.5 职业健康与环境保护

3.5.1 施工现场职业健康管理应符合下列规定：

1 对产生粉尘、噪声、有毒、有害物质及危害因素的施工作业场所，应制定职业健康与环境保护措施，悬挂职业危害警示标识。职业危害警示标识除应符合本标准规定外，尚应符合 GBZ 158 的规定。

2 产生粉尘、噪声、毒物等危害因素的作业场所，应制定职业危害场所检测计划，定期对职业危害场所进行检测、评价，并按照规定申报。

3 应建立职业健康管理规章制度和施工人员职业健康档案，对从事涉及粉尘、有毒、噪声等职业危害的作业人员应每年进行一次职业体检，对确认职业病职工应及时给予治疗，并调离原工作岗位。

4 喷漆作业应选择在无其他工作时段进行，并应加强通风，严禁动火作业。

5 地下洞室施工应有通风设施，确保洞内粉尘、烟尘、废气及时排出。

6 应根据施工现场危险源及职业危害，在施工作业场所实行明示告知制度，悬挂职业危害警示标识。

3.5.2 作业人员职业健康应符合下列规定：

1 从事金属结构制作与安装作业人员，其劳动保护用品的配备及使用应符合 GB/T 11651 和 JGJ 184 的有关规定。

2 在密闭容器、构件及狭窄部位进行焊接、清洗、刷漆作业时应保持安全通风和有效通风，并配戴专用的劳动防护用品，同时应安排专人监护。

3 作业人员应根据施工现场环境，配备防尘口罩、防噪声耳塞等防护用品，涂装作业人员必须戴防毒面具。

3.5.3 施工现场环境保护应符合下列规定：

1 施工现场应设置生产弃渣和其他废弃物集中存放点，并按环保要求将弃渣、废弃物运放至专用垃圾堆放场倾倒。

2 施工过程中使用的危险化学品及其用后的包装箱、纸袋、瓶桶等，必须严格管理，统一回收，交给有资质的单位进行处

置，严禁随意倾倒危化品和丢弃包装物。

3 施工生产、生活区域应设有相应的卫生清洁设施和保洁人员，保持生产、生活环境整洁、卫生，生活垃圾应做无害化处理。

3.6 防洪度汛

3.6.1 跨汛期施工的，应制定防洪度汛方案和应急预案，成立防洪度汛组织机构和防洪度汛抢险队伍，配置足够的防洪度汛物资，随时做好防洪度汛抢险的准备工作。

3.6.2 防洪度汛方案和应急预案应服从工程防洪度汛总体方案和施工进度要求，汛前应将参与度汛的金属结构安装到位，并完成闸门运行、止水贴合的调试以及采取必要措施确保汛期水闸启闭用电。

3.6.3 在汛期到来之前，应组织相关人员进行汛期防洪度汛专项检查 and 应急演练，对检查、演练发现的问题，应及时进行整改、修订、完善预案和措施。

3.6.4 汛期应建立并执行值班制度，组织专人定期观察水情变化，对泄水闸门、挡水闸门等防洪度汛重点部位进行巡视、检查，发现险情，应及时报告并进行抢险加固或组织撤离。

3.6.5 金属结构制作与安装单位应按工程总体度汛预案的要求加强与相关单位的联系，准确及时传递气象、水情、汛情预报资料 and 预警信息，做好工作记录，服从统一指挥。

3.7 廊道、洞室及有限空间作业

3.7.1 廊道及洞室内作业应符合下列规定：

1 进入人员不得少于 2 人，并应配备通信和备用便携式照明器具。

2 作业前应检查周边孔洞的盖板、安全防护栏杆，盖板和护栏应安全牢固。

3 运输作业时，应规划便于人员通行的安全通道或采取其

他保障人员安全逃生的措施。岔道处应设置交通安全警示标志。

4 地下洞室内存在塌方等安全隐患的部位，应及时处理，并悬挂安全警示标志，无关人员不得进入。

5 施工廊道应视其作业环境情况，设置安全可靠的通风、除尘、排水等设施，运行人员应坚守岗位。

3.7.2 进入有限空间作业应符合下列规定：

1 作业必须履行审批手续。

2 应坚持“先检测、后作业”的原则。作业前应对氧气、有毒有害气体、可燃气体、粉尘的浓度进行检测，检测合格后方可作业。

3 作业前必须进行危险有害因素辨识，在作业点附近设置危险有害因素告示牌，并将危险有害因素、防控措施和应急措施告知作业人员。

4 必须采取通风措施，保持空气流通；严禁用纯氧进行通风换气。

5 施工现场必须配备隔离式呼吸器、安全带（绳）、通风设备、通信设备、照明设备等个人防护用品和应急救援装备。

6 施工现场必须配置监护人员。

7 施工现场必须设置安全警示标志，保持出入口畅通。

8 发生事故时，应及时报警，严禁在事故发生后盲目施救。

3.8 底层作业

3.8.1 凡有底层作业的井口、洞口应设置防止坠物和防止雨水的围栏、盖板、安全网等防护设施，上、下作业应设置扶（爬）梯，扶梯应牢固可靠。

3.8.2 在引水隧洞斜井或竖井、通风竖井、电梯井、电缆井以及闸门门槽等地下洞室或大坝内高深井内作业时，井口或门槽顶部应设置可靠的安全围栏，悬挂警示标志，并设专人值班，配备通信工具。

3.8.3 底层施工交叉作业时，上、下层之间应设置可靠的安全

防护平台或隔离棚。

3.8.4 封闭环境的底层作业场所，应设置可靠的照明、通风、排水和消防等设施。特殊场所宜设置视频监控设施。

3.8.5 底层作业使用的机具与电动工具应绝缘良好，安全可靠，并应采取防砸、防水、防潮等保护措施。

3.9 平台搭设作业

3.9.1 平台应根据使用要求和施工现场条件进行设计，架体结构和材质应满足相关标准规定，设计方案应经审批后方可用于施工，如需修改方案应重新审批。

3.9.2 平台的架体宜采用钢制结构，并应符合 GB 50017 和 JGJ 80 的有关规定，平台铺设的钢、木、竹胶合板等，应符合强度要求，并应平整满铺、固定可靠。

3.9.3 平台投入使用前，应在平台内侧设置标明允许负载值的限载牌。平台使用中应进行每月不少于 1 次的定期检查，应由专人进行日常维护，及时消除安全隐患。

3.9.4 平台应设置防护栏杆，单独设置的平台应设置供人上下、踏步间距不大于 0.4m 的扶梯。

3.9.5 移动式操作平台应符合下列规定：

1 移动式操作平台适用于在轨道或地面上使用，宜采用钢制结构，可参照 JGJ 80 的规定进行设计。

2 竖井和斜坡道上使用的移动式操作平台除应有专用牵引系统外，停留作业面时，应设置保险绳，平台两侧还应有辅助的活动导向装置或锁定装置。平台下侧应设置安全防护网。

3 移动式操作平台每层以及上下联系梯道上均应设置安全防护栏杆，梯道底部离地面距离应控制在 0.3~0.5m。

4 移动式操作平台的面积不宜超过 10m²，高度不宜超过 5m，高宽比不应大于 2:1，荷载不应大于 1.5kN/m²。

5 轮子与平台架体连接应牢固，行走轮和导向轮应配有制动器或刹车闸等固定措施。

- 6 移动式操作平台在其全行程范围内，应无任何障碍。
 - 7 移动式操作平台移动时，操作平台上严禁站人。
- 3.9.6 落地式操作平台应符合下列规定：**
- 1 落地式操作平台的高度不应超过 15m，高宽比不应大于 3：1。
 - 2 施工平台的荷载不应大于 2kN/m^2 ，接料平台的荷载大于 2kN/m^2 时，应进行专项设计。
 - 3 落地式操作平台应独立设置，不得与脚手架连接。
 - 4 落地式操作平台拆除应由上而下逐层进行，严禁上下同时作业。
 - 5 落地式操作平台的搭设应符合脚手架搭设的有关要求，并应符合 JGJ 80 的有关规定。
- 3.9.7 悬挑式钢平台应符合下列规定：**
- 1 悬挑式钢平台的搁置点、拉结点、支撑点应设置在主体结构的预埋件上，并应可靠连接，预埋件应事先设计并随土建施工同步埋设，不得随意减少或取消。严禁将平台设置在临时设施上。
 - 2 悬挑式钢平台的结构应稳定可靠，且承载力应符合设计要求。
 - 3 悬挑式钢平台的悬挑长度不宜大于 5m，均布荷载不应大于 5.5kN/m^2 ，集中荷载不应大于 15kN，悬挑梁应锚固固定，使用前应经验收。
 - 4 采用支撑方式的悬挑式钢平台，应在钢平台的下方设置不少于 2 道的斜撑。
 - 5 悬挑式钢平台上敷设的脚手板应固定可靠，平台临空边应设置安全防护栏杆和安全网。
 - 6 平台与外界应设安全联系通道。
 - 7 钢平台的吊装与使用应符合 JGJ 80 的有关规定。

3.10 焊接与切割作业

- 3.10.1 施工现场金属结构制作与安装的焊接与切割作业应符合**

SL 398 的有关规定。

3.10.2 焊接与切割作业的人员及工作区域的防护措施、通风措施、消防措施、警示标志等应符合 GB 9448 的规定。

3.10.3 大型金属结构生产厂区，焊接和切割用气量大而集中的施工现场宜采用集中供气。

3.11 起重运输作业

3.11.1 起重运输作业应符合 SL 398 的有关规定。

3.11.2 金属结构制作与安装中的起重吊装、运输作业，施工前应编制专项施工方案和安全技术措施，按程序要求经审批后实施。对于超过一定规模的危险性较大的设备吊装和运输，应组织专家对专项方案进行论证。专项方案实施前，应组织进行安全技术交底，并安排专人监督实施。

3.12 作业人员安全要求

3.12.1 作业人员上岗应符合下列规定：

1 上岗前应经安全教育培训并考试合格，熟悉业务，掌握本岗位操作技能。

2 应身体体检合格，且无职业禁忌。

3 应遵守劳动纪律，服从安全员和施工现场管理人员的指挥和监督，坚守岗位，不得酒后上岗。

4 应严格执行岗位操作规程，不得违章作业。

5 特种作业人员必须持有有效的特种作业操作证，配备相应的安全防护用具。

3.12.2 作业人员安全防护应符合下列规定：

1 应正确穿戴个人安全防护用品，防护用品的选用除应符合本标准规定外，尚应符合 GB/T 11651 的要求。

2 应正确使用防护装置和防护设施，对各种防护装置、防护设施和安全警示标志等不得任意拆除和随意挪动。

3 应遵守岗位责任制和交接班制度，并熟知本工种的安全

技术操作规程。多工种联合作业时，应遵守相关工种的安全技术规程。

4 夜间作业时，应保证良好照明，每个施工部位应至少安排 2 人以上工作，严禁单人独立作业。检查密封构件或设备内部时，应使用安全行灯或手电筒照明。

5 作业前，应认真检查所使用的设备、工器具等，不得使用不符合安全要求的设备和工器具。若发现事故隐患，应立即进行整改或向施工现场管理人员、安全人员报告。

6 施工现场行走时应注意安全，严禁攀登脚手架、电气盘柜、通风管道等危险部位。从事高处作业时，除应符合本标准规定外，尚应符合 JGJ 80 的有关规定。

7 作业结束后，应做好善后工作，消除安全隐患。

3.12.3 作业人员应遵守施工现场安全规定，还应学习和掌握逃生路线、灭火器等消防器具的使用方法、施工现场自救和互救的急救措施和方法。

3.13 制作厂区布置

3.13.1 厂房、库房、办公场所等永久或临时建筑物应布置合理，厂址应避免选择在可能发生洪水、泥石流或滑坡等自然灾害地段。在易发生自然灾害季节，应对生产区域内地表和外围山体、水域情况进行实时检查，必要时应采取安全防护措施。

3.13.2 建筑物的布置、设计应符合工业建筑设计标准及防火、防雷等设计标准。布置、设计图纸应经过审批，项目建成必须验收合格后方可使用。

3.13.3 压缩空气站的设计、布置应符合 GB 50029 的有关规定。

3.13.4 氧气站的设计、布置应符合 GB 50030 的有关规定。

3.13.5 供气房及集中供气管道的布置应满足有关消防安全的规定。

3.13.6 氧气、乙炔、丙烷等气瓶贮存应符合 SL 398 的有关

规定。

3.13.7 厂区电气设计、布置应符合 JGJ 46 的规定，并按审批的图纸施工和验收。

3.13.8 永久厂房防火设计应符合 GB 50987 的有关规定。非永久厂房防火应符合 GB 50720 的有关规定。

3.13.9 距氧气、乙炔、丙烷等气瓶存放点 15m 范围内不得存放易燃品、油脂和带有油污的物品。

3.13.10 瓶装氧气应与瓶装乙炔、丙烷等分开存放，并应在存放点附近 3m 内配置灭火器材，但不得配置和使用化学泡沫灭火器。

3.13.11 生产、生活用水应满足 SL 398 的有关规定。

3.13.12 生产场地应符合下列规定：

1 生产场地应按产品制造工艺流程划分作业区，并设有明显的区域标识和隔离带。

2 作业环境的防烟尘、防毒、防辐射以及通风措施应符合 GBZ 1 的规定。

3 车间内主通道宽度不得小于 2m，各作业区间应有安全通道，其宽度不得小于 1m。通道两侧应用宽 80mm 的黄色油漆标明，通道内不得堆放物品。

4 架空设置的设备平台、人行道及高空作业的安全走道的底板应为防滑钢板，临边应设置带有挡脚板的高度不低于 1.2m 的钢防护栏杆。

5 车间及作业区照明应充足，照度应符合 GB 50034 的有关规定，架空的通道、地面主要安全通道、进出口、楼梯口等处应设置自动应急灯。

6 露天作业场的布置应根据场地交通及起重设备能力进行设计布局，以确保大件产品的吊装及装卸运输。

7 各作业区应有明显标识，其周围不得堆放杂物。

8 露天场地应有合理的地面排水系统和通畅的运输道路。

9 施工场地除应布置通用照明外，作业部位还应设置照度

足够的临时工作照明。

3.13.13 施工设施设备应符合下列规定：

1 机械设备、电气盘柜和其他危险部位应悬挂安全标志和张贴安全操作规程。

2 起重机械、空气储罐、氧气瓶、乙炔气瓶、丙烷气瓶等特种设备应在有效检定期内使用，特种设备的管理应符合国家有关规定。

3 起重吊装、高空作业涉及的机索具、施工平台、脚手架、承重支墩等安全防护设施应进行校核计算及验收。脚手架应按 GB 51210 的规定进行设计、搭设及验收。

4 车间及厂区内应布置接地网，各种用电设备、电气盘柜、钢板铺设的平台的接地或接零装置应与接地网可靠连接。接地电阻不得大于 4Ω 。保护零线的重复接地电阻不得大于 10Ω 。

5 电焊机等施工设备应合理布置，并应有专用平台，平台高度离地面不应小于 300mm，布置在室外的施工设备应有防护措施。

6 电焊机、加热设备应采用独立电源并装有漏电保护器。设备外壳应有可靠的接地或接零保护。

7 作业时地面设置的临时地锚、挡桩、支墩等设施在施工结束后应及时清除。

8 用于施工作业的设备设施还应符合 SL 714 有关安全防护的规定。

3.14 安装区域布置

3.14.1 安装区域的作业区、库房、办公场所等应布置合理。

3.14.2 设备存放与预组装机地应根据施工现场交通运输条件、施工强度等工程施工特性，以及设备拼装方案和施工现场设备起吊能力等要素确定，不得布置在可能发生山洪、泥石流、滑坡等自然灾害地段。

3.14.3 安装场地布置应符合下列规定：

1 安装区域各作业区间应有安全通道，通道宽度不应小于1m，通道内不得堆放物品。

2 各作业部位应设置照度足够的工作照明及应急照明。

3 应在适宜位置设置水冲式或移动式厕所，厕所面积应根据作业人员数量要求拟定，可根据实际情况按每30~50人设1个蹲位。

4 当工艺对施工环境的温度、湿度有要求时，应采用控温、除湿措施。

5 在地下厂房、地下洞室等通风不良的场所，应采取临时通风、除尘措施。

6 施工时地面设置的临时地锚、挡桩、支墩等在施工结束时应及时清除。

3.14.4 施工设施设备应符合下列规定：

1 机械设备、电气盘柜和其他危险部位应悬挂安全标志和张贴安全操作规程。

2 各种用电设备、电气盘柜的接地或接零装置应与接地网可靠连接。接地电阻不得大于 4Ω 。保护零线的重复接地电阻不得大于 10Ω 。

3 施工电源除配备工作电源以外，还应配备应急电源。

4 金属结构制作

4.1 一般规定

4.1.1 金属结构制作前应编制工艺技术文件，重大件组装、吊装、运输以及安全风险较大的作业应编制专项技术方案和安全技术措施并经审批。

4.1.2 各类机械设备操作工和特殊工种作业人员均应进行岗前培训考试合格，并持证上岗。

4.1.3 金属结构制作使用的工业气体应符合 SL 714 和 SL 398 的规定。金属结构制作作业人员安全防护应符合 SL 714 的有关规定。

4.1.4 吊运作业应符合下列规定：

- 1 吊装作业应划定作业区域，设置安全标志。
- 2 钢板吊运时，应采用专用起吊器具平吊，不得超负荷使用吊具。
- 3 翻料时，材料翻转范围内严禁站人，并不得歪拉斜吊。
- 4 零部件吊运时，起重指挥信号应明确，起重吊具应依据工件大小、重量正确选择和使用。
- 5 吊装作业时，途经位置下方人员必须撤离。
- 6 起吊构件时，应保证构件重心与吊钩在同一垂线上。
- 7 拆除作业宜按照拼装流程的倒序进行，对于难度大、危险性大的拆除作业应制定专项安全技术方案并经审批，组织技术交底后方可实施。

4.1.5 机械使用应符合下列规定：

- 1 使用机械进行下料、矫正、加工等工序作业时，应遵守相关机械设备安全操作规程。
- 2 作业人员使用扁铲、角磨机等进行清理打磨时，应配戴防护眼镜，其他人员应避开铁屑飞出方向。严禁使用受潮或有裂

纹的砂轮片。

3 交叉作业时，应设置安全有效的隔离措施。

4.1.6 下料应符合下列规定：

1 下料应采用专用切割平台，当采用栅格式切割平台时，固定栅条的卡板应与平台骨架焊牢，地面切割时其割嘴应离地面0.2m及以上。

2 采用自动行进式板材坡口机加工焊接坡口时，钢板应由可靠支撑固定。

3 切割后的材料应定点存放，待冷却后，方可用手搬动。

4 零件下料后应按区域要求分类码放整齐并标识，边角余料应集中放置。

5 切割时，周围不得有电线以及易燃易爆物品。

6 使用切割气体应遵守相关安全规定。

7 等离子切割操作平台应设置吸收烟尘的设施。

8 等离子切割作业人员应配戴防护面罩等安全防护用品。

4.1.7 爆炸法消除焊缝残余应力应符合下列规定：

1 爆炸消应作业应由有相应资质的单位承担，相关人员应经专业知识培训合格并取得资格证书后，方可从事此类作业。

2 爆炸消应作业前应编制专项安全技术方案，经审批、交底后实施。

3 爆炸消应作业所使用的炸药、雷管等材料的储运、保管与使用，应符合SL 398的有关安全规定。

4 爆炸消应作业现场应符合消防安全规定。

5 爆炸消应作业时，应设置安全警戒区域，用安全警戒带明确隔离，并派专人监护，无关人员不得进入。

6 爆炸消应作业后，对施工脚手架及有关安全设施应进行检查，如有损坏应按原要求加以恢复。

4.1.8 振动时效法消除焊缝残余应力应符合下列规定：

1 振动消应作业时，应设置安全警戒区域，并派专人监护，无关人员不得进入。

- 2 弹性支撑点布置应合理，并应有防止倾倒的措施。
 - 3 激振器与部件直接连接时，支座与部件应连接牢固；激振器通过辅助支座与部件连接时，辅助支座与部件应连接牢固。
 - 4 振动消应作业时，部件上严禁站人。
- 4.1.9 退火消应作业应符合下列规定：**
- 1 退火消应作业前应检查各仪表、开关、线路、管路等，运行状态应良好。
 - 2 炉门打开时，电源或其他开关应保持断开状态。
 - 3 构件应平稳放置在行走台车上，并可靠固定，台车行走时周边严禁站人。
 - 4 炉内温度下降至室温时，退火消应作业人员方可进入。
- 4.1.10 局部加热消应作业应符合有关安全技术标准的规定。**
- 4.1.11 施工时地面设置的临时地锚、挡桩、支墩等在施工结束时应及时清除。**

4.2 钢闸门及埋件制作

- 4.2.1 钢闸门及埋件制作前，应检查所使用的工器具、设备及安全防护设施，且应完好可靠。**
- 4.2.2 钢闸门及埋件制作应符合下列规定：**
- 1 下料、组装、焊接、总拼应符合 GB/T 14173 的有关规定。
 - 2 采用机械矫正时，应有专人指挥，受力点的支垫应稳定可靠。
 - 3 采用火焰矫正时，周围不得有可燃物。
 - 4 矫正需吊车配合时，其挂钩、卸扣或索具与构件连接应可靠。
 - 5 在翻身焊接、火焰矫正和检验测量时应可靠放置，防止翻倒。
 - 6 当需立置状态进行组装调整时，应有可靠的防倾倒措施，高处作业还应符合 SL 398 的规定。

4.2.3 组装焊接应符合下列规定：

1 大小锤、平锤、冲子及其他承受锤击的工具顶部不得淬火，应无毛刺及伤痕，锤把应无裂纹。

2 零部件吊装就位时，起重指挥信号应明确，起重吊具应根据工件大小、重量正确选择和使用。

3 工件就位时，各工种应协调配合，统一指挥，作业人员身体严禁探入组合面内。工件在没有可靠固定前，其可能倾倒覆盖范围内不得进行与之无关的作业。

4 工件就位临时固定应采用定位挡板、手拉葫芦等，找正后应及时进行加固。

5 锤击作业时，作业人员不得戴手套，锤头的运动前后方严禁站人。

6 箱梁及空间较小的构件内焊接时应采取通风措施，使用行灯照明，并设专人监护。当构件内部温度超过 40℃，应进行轮换作业。

7 电焊工因空间较小而必须采用跪姿或卧姿进行施焊时，所使用的铺垫应为绝缘防火材料。

8 使用砂轮机、角磨机、风铲等工具进行打磨、清理的操作人员应配戴防护眼镜。

9 两台起重机抬吊门叶等大型构件应符合 SL 398 的有关规定，翻身时，其前后方严禁站人。

4.2.4 总拼装应符合下列规定：

1 总拼装应编制专项安全技术方案，并经审批、交底后方可实施。

2 施工脚手架搭设应符合 SL 398 的有关规定。

3 排架作业面及行走通道应清理干净，作业人员不得穿硬底鞋。

4 弧形闸门整体立拼的支撑体系应安全可靠，其强度、刚度及稳定性应满足规范要求。

5 作业使用的千斤顶、楔子板、大锤、扳手等工器具和材

料应稳妥放置，以防坠落伤人，千斤顶不得叠摞和倾斜使用。严禁空中投掷传递物品。

4.3 钢管制作

4.3.1 钢管下料应符合 4.1.6 条的有关规定。

4.3.2 采用油压机预弯瓦片应符合下列规定：

1 油压机每班作业前应检查管接头及密封件，如发现渗漏应及时修复。设备运行中，不得进行修理及更换。

2 油压机启动前，应经回油口向泵体内灌满工作油，排出主缸及液压系统中的空气，同时检查各部位所有连接部分应紧固，电动机旋转方向应与要求相符。

3 预弯时，模具中心线应与油压机压力中心线重合，上、下模具应可靠固定。

4 预弯时应由专人统一指挥。

5 瓦片吊起预弯时，严禁人员在瓦片下穿行，吊具应与瓦片可靠连接，不得歪拉斜吊。

6 压制时，作业人员严禁将身体置于模具与被压制件之间。

4.3.3 瓦片卷制应符合下列规定：

1 卷板机工作前应认真检查各机构，系统应运转正常，各润滑部位应按规定加注润滑油。

2 预弯时，瓦片剩余直边长度不得小于设备规定的最小直边长度。

3 卷板机上卷制刚度较小或弧长较长的瓦片及管节时，应采用弧形托架、悬臂架或桥机配合进行卷制。弧形托架与地面或基础应可靠固定。

4 卷制时，设备操作人员应服从指挥人员指挥，指挥信号应明确清楚。多人卷板时应明确统一指挥，操作人员工作完毕或离开设备时应切断电源。

5 卷制时，作业人员身体严禁置于卷板范围内，严禁手扶工件或垫条。

6 卷板机翻倒机构翻倒时，其覆盖范围内严禁站人和堆放物品。翻倒机构坑口应设置盖板或移动式围栏。

7 卷板过程中，进出料方向严禁站人。

8 瓦片立置检验或校正时，应可靠固定并采取防止倾倒的措施。

4.3.4 组装与焊接应符合下列规定：

1 管节、管段组装应设有专用组装平台和焊接平台，强度、刚度和稳定性必须经过设计计算，不得出现倾覆和垮塌；操作平台的搭设以及作业人员的防护应符合高空作业要求。

2 钢管拼装时，立置的瓦片应临时可靠固定，防止倾倒。瓦片组装时，作业人员的身体严禁伸入组合缝内。

3 吊装瓦片时，应先将瓦片吊离地面 100~300mm，检查瓦片吊装重心是否平稳。

4 用于管段埋弧自动焊接的滚焊台车应有轴向防窜装置。

5 工作中使用的千斤顶、压力架，应拴牢或采用其他防倾倒和坠落措施。千斤顶宜选用同一规格和型号，应按总载荷留有至少 20% 的裕量。

6 焊接过程中的预热、后热以及焊缝的爆炸消应作业应设隔离设施，并设置安全标志。

4.3.5 岔管、伸缩节水压试验应符合下列规定：

1 岔管水压试验使用的封头应按 GB 150 的规定进行设计、制造或采购。封头与主管、支管焊缝应按一类焊缝要求进行焊接和检验。

2 水压试验前应解除约束。

3 水压试验程序应符合 GB 50766 的有关规定。试验现场应设置警戒区。

4 水压试验中，严禁在呼吸阀关闭情况下进行充放水作业，充水作业应采取缓慢注水方式，注水流量宜控制在 $20\text{m}^3/\text{h}$ 。

5 水压试验应由专人指挥。

6 试验区应配置足够的照明设施。

7 试验区应搭设梯道及工作平台。

8 水压试验中发现问题需要处理时，应将试验体内水排空后方可进行。

4.3.6 支撑与调整结构应符合下列规定：

1 调整或加固采用的“米”字或“井”字支撑应与钢管及支撑间连接可靠，安装支撑时应将支撑固定后方可松钩。

2 管节、管段在整体吊运、翻身之前内支撑与管壁应采取防松、防脱落措施。

3 重复改造使用的支撑、调整结构，其接头的焊接强度应有保证。当支撑杆件锈蚀严重时，应减去腐蚀厚度再重新计算强度刚度，并应满足 GB 50017、GB 50205 的规定方可使用。

4.4 无损检测

4.4.1 从事无损检测的人员应进行身体检查，并应经主管部门培训考试合格后，持证上岗。

4.4.2 从事放射工作的人员和单位应向放射防护监督部门申请和领取《放射工作人员证》后方可从事放射性作业。

4.4.3 从事放射工作的单位应按照 GBZ 235 的规定对射线检测人员进行职业健康监护。

4.4.4 射线检测作业、操作场所的安全防护措施应符合 GBZ 117、GBZ 132 的规定。

4.4.5 施工现场进行 X 射线、 γ 射线检测时，应分别按 GBZ 117、GBZ 132 的规定划定控制区和管理区，设置警告标志。控制区和监督区应设专人警戒。

4.4.6 固定 X 射线探伤室布置应充分考虑周围的放射安全，探伤室应与操作室分开并避开有用射线束照射的方向。 γ 射线探伤室的屏蔽墙设计应符合 GBZ 132 的规定。

4.4.7 对于移动式 X 射线装置，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不得短于 20m。

4.4.8 射线检测作业时，应至少有 2 名操作人员在场，并且分

工明确。每个操作人员应备个人计量计和计量报警仪，并穿戴其他防护用品。

4.4.9 衍射时差法超声检测、相控阵超声检测、脉冲反射法超声检测、磁粉检测、渗透检测应符合下列规定：

1 检测仪器在搬运过程中应防振，使用场所应防磁。

2 配制着色剂筛取磁粉时，应戴防护口罩，并应在通风良好的上风处进行。

3 渗透检测时，压力喷罐严禁向人体喷射，施工现场不得有明火。在密闭空间内检测时，应做好通风、排毒措施及监护工作。

4 检测工作完毕后，应将耦合剂、着色剂、磁粉清理干净。

4.5 涂装作业

4.5.1 涂装作业场所应符合 GB 7691 的有关规定。

4.5.2 涂装作业应符合 GB 6514 的有关规定。

4.6 产品转运与存放

4.6.1 车间内及厂内用于零部件、成品、半成品的转运线和道路应明确划分。路面应平整，无障碍物。

4.6.2 用于产品转运的叉车、平板车、汽车、起重机等应符合设备管理有关规定，使用前应认真检查。

4.6.3 产品在转运车辆上的摆放应稳定可靠，大件及超长、超宽件在转运装车时应进行绑扎固定；底部为弧形或其他影响平衡的形状时，应加设托架并绑扎固定。

4.6.4 对于运距较远、起吊装车复杂的产品，应制定专项装车转运安全技术措施，经审批、交底后实施。

4.6.5 产品应按规划区域分类存放，并按产品包装要求进行包装、标志。

4.6.6 产品存放支垫应稳定，并采取有效的措施防止构件倾倒或变形，当需要叠层堆放时，层间加垫应采用枕木或木板材料。

5 金属防腐涂装

5.1 一般规定

- 5.1.1 参与表面预处理、油漆涂装、金属热喷涂的作业人员应持证上岗。
- 5.1.2 防腐涂装作业应遵守岗位安全操作规程，高处作业应符合有关规定。
- 5.1.3 作业人员应定期进行身体检查，作业环境应采取降尘、降噪、通风措施。
- 5.1.4 防腐涂装前应检查所需的照明、通风、脚手架、支墩、支架等设施是否可靠。
- 5.1.5 防腐涂装作业的金属构件应放置平稳。
- 5.1.6 油漆涂装作业时周围不得有火种。
- 5.1.7 在有限空间内防腐涂装作业应符合 3.7.2 条的有关规定。
- 5.1.8 防腐涂装工作完毕后，应整理、清洁工器具并将工作场地清理干净。

5.2 材料保管

- 5.2.1 各类油漆、稀释剂以及其他易燃有毒有害材料，应在专门储藏库内存放，不得与其他材料混放；库房与其他建筑物的距离应符合 SL 398 的有关规定。存储库房的设计、施工应符合有关防火标准的规定。
- 5.2.2 危险品库房应专人管理，严禁烟火。库房内应有良好的通风条件，库房外应设置消防器材。
- 5.2.3 少量油漆涂料可在施工现场短期储存，但应存放在专用的房间内，且应有专人看护，及时回收。
- 5.2.4 油漆等涂料使用时，宜放置在阴凉处。

5.3 涂装作业场所布置

- 5.3.1 涂装作业场所应符合 GB 7691 的有关规定。喷漆室应保证作业人员有充分的操作空间。
- 5.3.2 涂装作业场所应设置充分的通风和去除漆雾装置，满足规定的安全通风和有效通风的要求。
- 5.3.3 喷漆作业人员工作时，工作场所空气中有毒物质容许浓度应符合 GBZ 2.1 的规定。喷漆室排入大气中的有机溶剂蒸气，应符合 GB 16297 的有关规定。
- 5.3.4 应对施工现场可燃性气体浓度进行检测，有限空间空气中可燃性气体浓度应低于可燃燃烧极限或爆炸极限下限的 10%。
- 5.3.5 仓储间和操作区的所有电气设备、照明设施应符合防爆要求。电压应符合 GB/T 3805 的规定，照度应符合 GB 50034 的规定。
- 5.3.6 引入有限空间的照明线路应合理敷设，绝缘可靠；照明灯具不得用电线悬吊，线路应无接头。
- 5.3.7 临时照明灯具或手提式照明灯具与线的连接应采用安全可靠的绝缘橡胶套电缆线。
- 5.3.8 喷漆室所在建筑物应按 GB 50140 的规定配置足够的消防器材。喷漆区内不应设置有引起明火、火花的设备和超过喷涂涂料自燃点温度的设备。在维修喷漆室动用明火时，应履行动火审批手续，并彻底清除室内和排风管道内的可燃残留物。
- 5.3.9 当喷漆室内操作和维修工作位置在室内地坪 2m 以上时，应配置供作业人员站立的平台和扶梯，以及防坠落的栏杆、安全网、防护板。
- 5.3.10 喷漆室内每年应至少进行 1 次通风系统消能技术测定和电气安全技术测定，并将测定结果记入档案。

5.4 喷砂（丸）除锈

- 5.4.1 人工喷砂（丸）除锈时，应穿戴工作服、工作鞋，配戴

防护眼镜、防尘面具和防噪声耳塞等防护用品，喷砂（丸）除锈时穿戴的工作服应带有空气分配器。作业人员呼吸区空气中粉尘浓度应符合 GB 7692 的规定。

5.4.2 施工前，应检查空压机、喷砂（丸）罐、油水分离器、管路阀门等是否齐全完好，供风系统是否畅通，应检查所需的照明、通风、脚手架、支墩、支架等设施是否可靠。

5.4.3 喷砂（丸）室围护结构应在非对流区域设置由不易碎材料制作的观察窗，供室外操作人员进行安全监护。喷砂（丸）室应同时设置室内外都能控制启动和停止的开关，并设置相应的声光信号器件。

5.4.4 砂（丸）粒回收地下室应设有固定上下扶梯、照明装置、排气口和排水设施。

5.4.5 喷砂（丸）室应设置固定或移动式吸口的砂（丸）粒回收装置。

5.4.6 喷砂（丸）室的内壁应设置耐磨材料制作的护板，喷射软管应耐磨、防静电。砂（丸）粒回收装置和集砂（丸）地坑上应设置防滑盖板，地坑高度应保证人员出入安全。

5.4.7 喷砂（丸）枪喷嘴接头应牢固，喷嘴严禁对人，沿喷射方向 30m 范围内不得有人停留和作业，喷嘴堵塞应停机消除压力后，进行修理或更换。

5.4.8 喷砂（丸）除锈作业应在密闭的喷砂（丸）室内进行。喷砂（丸）室配置的通风除尘净化系统应与喷砂（丸）作业设备连锁，通风系统应先启动运行，然后再开始喷砂（丸）作业；当喷砂（丸）作业终止后，通风系统应继续运行 2~3min。

5.4.9 废砂（丸）应集中存放，统一处理。

5.4.10 除锈用风动打磨或电动打磨工具，应按照所选用的磨片材料、钢丝抛轮限制其线速度。作业前应进行空载试转，检验电动工具的可靠性，作业过程中应经常检查磨具的损耗，超过限度不应使用，并应符合 GB 2494 的有关规定。操作人员应配戴护目眼镜，相互间保持足够的安全距离。

5.5 涂料喷涂

- 5.5.1 涂料喷涂应备有检测仪器，并设置相应的通风设备，个人防护用具的配备应符合 GB/T 11651 的规定。
- 5.5.2 油漆喷涂施工现场不得焊接、切割、吸烟或点火，不得使用金属棒搅拌油漆。
- 5.5.3 施工现场应通风良好，电动机的启动装置和配电设备应选用防爆设备。
- 5.5.4 在半封闭的空间内喷涂，应戴供气式头罩或过滤式防毒面具，并应有专人监护，作业人员如有头晕、头痛、恶心、呕吐等不适感觉，应立即停止工作。
- 5.5.5 手上沾有浆水时，不得开关电闸。喷嘴堵塞疏通处理时，喷嘴严禁对人。
- 5.5.6 沾染涂料的棉纱、破布、油纸等废弃物，应收集存入有盖的金属容器内并及时处理。废弃的液体涂料和辅料不得倒入下水道。
- 5.5.7 喷涂场所应配置泡沫二氧化碳或干粉灭火器。
- 5.5.8 调配涂料时，调配人员应严格遵守安全操作规程。
- 5.5.9 手工刷漆及手工刮腻子等操作应符合 GB 7691 的有关规定。

5.6 金属热喷涂

- 5.6.1 喷涂人员应穿戴供气式防护服以及其他防护用品，操作地点应通风良好，喷涂人员不得面对喷涂气流。
- 5.6.2 喷涂人员的帽盔供气管应明显标识并与喷枪的氧气、乙炔管路分开。
- 5.6.3 喷涂所用各种设备应符合设计要求，安全设施应齐全可靠，并定期进行保养维护及耐压试验，保证设备安全可靠。
- 5.6.4 金属热喷涂作业，应经常检查氧气管、乙炔管接头，严防漏气。应做好防火、防爆措施。

5.6.5 使用喷灯时，加油不得过满，打气不应过足，气孔和喷头均应通畅，使用时间不宜过长，点火时火嘴严禁对人，暂停工作时应将火熄灭，待喷灯冷却后方可加油。使用喷灯工作，周围不得有易燃、易爆物品。不得戴沾有易燃油脂的手套从事作业。

5.6.6 喷涂设备中的氧气、乙炔气瓶及其管道附近不得有烟火和其他可燃性物质，应远离火源和高温作业区。操作时应防止冲击摩擦产生火花，移动时应避免敲击和撞击。氧气、乙炔瓶的温度不得过高，否则应用水强制冷却。氧气和乙炔停用时应关闭瓶阀。若气瓶有污染应用四氯化碳清洗干净。

5.6.7 喷涂操作时遇有回火现象，应立即切断气源。

5.6.8 所有管路与接头应牢固，并应经常检查。

5.6.9 压缩空气应有效地分离油和水，并应检查空气滤清器，定时排污。

5.6.10 在容器内进行喷涂时，应保持通风，容器内应无易燃、易爆物品及有毒气体。容器外应有专人监护。

5.6.11 电弧喷涂应符合下列规定：

1 电弧喷涂时，两极金属丝在未接触前应可靠绝缘。

2 与电弧喷涂设备连接的控制柜应安全接地后使用。

3 电弧喷涂设备的使用场所，应无严重影响设备使用的蒸汽、化学沉积、尘污、霉菌及其他带有腐蚀性的物质。

4 喷涂设备电源不得超负荷使用，喷涂电源运行时的温升，不应超过规定的温升限值。

5 停止喷涂时，应使设备面板各个开关处于停止位置或安全状态。送丝开关应在停止档上。

6 闸门安装

6.1 一般规定

6.1.1 闸门安装应编制专项安全技术方案，经审批、交底后实施。

6.1.2 高处作业、脚手架和操作平台的搭设应符合 GB 51210、SL 398 和 JGJ 80 的规定。

6.1.3 闸门槽模板及杂物应清除干净，并应在吊装前复测检查门槽尺寸。

6.1.4 闸门安装时，作业人员应站在安全的位置，手严禁扶在节间或连接板吻合面上。

6.1.5 闸门上的临时吊耳应经验算；临时吊耳、爬梯应焊接牢固，经检查确认合格后方可使用。

6.1.6 闸门及埋件应堆放平稳、整齐；各支承结构应稳定可靠，不宜叠层堆放；应留有作业人员和起吊设备的通道。

6.1.7 夜间作业局部工作照明应使用低压行灯，其他照明设施不得直接和闸门接触，并应接地良好。

6.1.8 雨雪天气条件下进行露天作业，应采取相应的防雨雪和防滑措施。

6.1.9 使用的千斤顶、楔子板、大锤、扳手等应妥当放置，严禁通过投掷传递；固定好的千斤顶等机具应使用安全绳绑扎牢固。

6.1.10 闸门现场拼装焊接应符合下列规定：

1 施工现场设施应合理布置；焊机和热处理设备应有可靠的防雨、防潮措施，应使用单独的配电盘供电，设备应有良好的接地保护。

2 当焊接作业区域通风不良时，应采取机械通风措施。夏天焊接作业时，应采取防暑降温措施。进入有限空间作业应符合 3.7.2 条的规定。

3 焊缝热处理作业时，应设隔离设施，并应在施工现场悬挂安全标志，无关人员不得进入。当采用电加热进行热处理作业时，加热板应可靠固定。

4 焊接作业时，焊条应使用保温桶存放，并使用安全绳绑扎牢固。

5 施工现场应配备消防设施，应清理周围易燃物品并采取隔离措施。作业人员离开施工现场时，应检查并妥善处置工作面上的火源。

6.1.11 安装特制的自升、自锁式钢吊篮必须经过负荷试验和验收后方可使用。

6.2 闸门预组装

6.2.1 各拼装平台基础应牢固，支承结构应稳定可靠。

6.2.2 闸门组装用的连接板、螺栓等小型零件应装在专用的器具内，使用合适的绳具上下传递，不得随意堆放在排架上。

6.2.3 上、下交叉作业时，应搭设安全隔离平台。

6.2.4 闸门预组装时，各部连接螺栓应至少装配 1/2 以上，并紧固。

6.2.5 装配连接时，作业人员严禁将身体伸入连接面和用手探摸螺孔。

6.2.6 使用锉刀、铲等工具时，用力不得过猛。不得使用有卷边或裂纹的铲削工具，工具上的油污应及时清除。

6.2.7 拆过的包装箱应及时清理，集中堆放，不得随地乱放乱弃，箱板上的铁钉、铁条等应进行拔除或打弯处理。

6.2.8 闸门预组装后的拆除作业宜按组装顺序倒序进行。

6.2.9 预组装工作全部结束后，应及时清除地面锚桩、基础预埋件或临时支撑、缆风绳等工装。

6.3 闸门起重运输

6.3.1 用于起重运输的施工机械，应符合设备管理的有关规定，

投入使用前应对其状态进行全面认真检查，保证设备的完好与正常运行。

6.3.2 大件起重运输作业应符合下列规定：

1 当运输与吊装大件、超长、超宽、超高件时，应编制专项安全技术方案，经审批、交底后实施。并成立专门临时组织机构，统一指挥，运输前应提前向有关部门办理相关运输许可手续。

2 大件运输与吊装的专门临时组织机构应分工明确，责任到人，各专业组在大件吊装前应按职责认真检查各项安全准备工作，满足专项安全技术方案的要求，在大件吊装过程中进行监控，发现问题应及时报告。

3 大件运输应根据设备的重量、外形尺寸、道路条件等因素，选用适当的运输和装卸手段，对线路沿途路宽、限高和最小弯道半径，路面上方架空线的垂直高度，道路所经桥梁、涵洞、隧道允许通过的最大重量、尺寸，以及沿线最大纵坡率等进行勘测，选择满足大件运输的道路进行运输；应清除有影响的障碍物，并对不良路段进行处理。

4 大件的装载应选用适宜的装载车辆，不得超载。装车前应复核大件的重心，计算运输车辆的轮压力，根据大件的尺寸、重量计算货物在运输车辆上的稳定性；装车时应根据设备的状况，制作必要的托盘、支架、垫板等，并在车辆与大件接触部位支垫橡皮或软木板。

5 装载车辆应停在坚实平整的地面上，与道路边缘保持安全距离。装车前应在车板上放样，标出大件货物摆放位置并在支垫位置摆放支垫物，装载应均衡平稳，且应将货物中心对准车辆中心，不得偏装偏运。

6 闸门在运输车辆上应摆放平稳可靠，并绑扎固定，对参与大件运输的车辆、捆绑工具以及支垫物应进行检查；应选用合适的钢丝绳、卡环、手拉葫芦、拉紧器等器械将闸门捆绑牢靠；经检查合格后方可发令开车。

7 大件运输车队应由清障车、大件运输车、工具车等车辆组成，并应在车头、车尾悬挂红旗、红灯等标志，必要时应与当地交通管理部门联系全程封道，确保大件运输安全。

8 运输时应根据大件的特点控制车速，并应有防止冲撞与振荡、受潮、损坏、变形的措施。

6.3.3 大件吊装作业应符合下列规定：

1 大件吊装应编制专项安全技术方案，超过一定规模时应经专家评审；专项方案应经审批、交底后实施。

2 吊装作业应有统一指挥，操作人员对信号不明确时，严禁随意操作。

3 闸门上的吊耳、悬挂爬梯应经过专门的设计验算，并经审批检查验收，确认合格后方可使用。

4 采用临时钢梁、龙门架、天锚起吊闸门前，应对其结构和吊点进行设计计算，履行正常审查、验收手续，并进行负荷试验。

5 起吊大件或不规则的重物应拴挂牵引绳。

6 部件起吊离地面 0.1m 时，应停机检查绳扣、吊具和吊装设备的可靠性，观察周围有无障碍物；上下起落 2~3 次，确认无问题后，方可继续起吊；已吊起的部件作水平移动时，应使其高出最高障碍物 0.5m。

6.3.4 指挥起重机械工作时，吊钩应在重物的重心上，不得在倾斜状态下拖曳重物；不得使用起重机对就位的闸门进行强行纠偏处理。

6.3.5 闸门起吊前，应将闸门区格内、边梁筋板等处的杂物清扫干净。

6.3.6 闸门翻身宜采取抬吊方式，在没有采取可靠措施时，不得单车翻身。闸门立放时，应采取可靠的防倾翻措施。

6.3.7 吊装作业时，重物下方严禁有人，只有当部件接近接合面时方可扶正，扶正过程中严禁将手或肢体放入重物下方。

6.3.8 闸门吊装过程中，门叶上严禁站人；闸门入槽下落时，

作业人员严禁站在门槽底槛范围内或在下面穿行。

6.3.9 未采取稳定措施前，作业人员严禁在已吊起的构件设备上施工作业，严禁在闸门上攀登。

6.3.10 所吊构件未落放平稳和未采取加固措施前，不得摘除吊钩。

6.3.11 多台千斤顶同时工作时，其轴心载荷作用线方向应一致。

6.3.12 采用自制工装进行起重运输，应根据施工现场实际情况，制定可靠的安全技术方案，并符合 SL 398 的有关规定。

6.4 闸门埋件安装

6.4.1 闸门埋件安装，应明确安装施工与土建各专业之间的相互关系。

6.4.2 埋件安装前，应对门槽内模板以及脚手架跳板上钢筋头、凿毛的水泥块等杂物进行彻底清理。

6.4.3 采用专用升降操作平台进行门槽安装作业的，应符合国家特种设备的有关规定。

6.4.4 敞孔作业时，孔口顶部应设置栏杆和安全标志，并在栏杆底部 0.5m 范围内设置帷幔，确保孔内作业人员的人身安全，作业期间应派专人在孔口顶部值班监护，严禁往孔内抛掷物品。

6.4.5 埋件安装测量用的钢丝线，应做出明显的安全标志。作业间歇期，如影响人员通行，应予以拆除。

6.4.6 需二次调整的埋件，初定位后应加固牢靠。

6.4.7 下层埋件未加固好之前，不得将上层埋件擦放其上。

6.4.8 埋件二期混凝土浇筑完毕，拆除的模板应及时吊出，并将脚手架上所有杂物清理干净。

6.4.9 闸门安装现场应遵守施工用电和使用手持电动工具的相关安全规定。

6.5 平面闸门安装

6.5.1 平面闸门安装应符合下列规定：

1 闸门现场组装、焊接、检测等的高处作业和起重运输作业应符合 SL 398 的规定。

2 安装现场的临边部位应设置安全栏杆，孔洞部位应进行可靠封闭。

3 闸门安装前，应对门槽埋件进行复测，并应对可能影响闸门启闭的障碍物进行全面清除。

4 闸门拼装的支承梁应牢固可靠，临时加固件或缆风绳应固定在专门埋设件上。

5 闸门立拼完起吊前，在确认起重机吊钩与闸门可靠连接并初步受力后，方可拆除临时支撑。

6 使用启闭机起吊闸门入槽时，吊钩或抓梁轴销应与闸门可靠连接，如采用其他临时起重机起吊闸门，应采取可靠定位措施，确保闸门吊点位置准确，对准启闭机相应位置，并避免闸门和门槽碰撞损坏。

7 闸门拼装完成后，应及时清理拼装场地。

8 闸门入槽时，所有人员严禁在底槛附近逗留或穿行，临时悬挂的作业和检查用爬梯、活动平台应牢固可靠。

6.5.2 水封等附件安装应符合下列规定：

1 水封现场粘接作业应严格按照说明书和作业指导书进行施工，使用模具对接头处固定和加热时，应采取防止烫伤和灼伤的保护措施。

2 水封接头清洗或粘接用的化学易燃物品，应妥善保存，不得随地泼洒。作业时应远离火源。

3 水封螺栓孔加工作业时，应对水封可靠固定，并加以保护，严禁用肢体参与固定定位。

4 水封装配时，应使用结实的绳索捆绑牢固。

5 滑块等附件吊装，应使用带螺栓固定的吊具，不得直接使用绳具捆绑。

6 滑块、平压阀座等附件就位时，作业人员不得将身体伸进组合面或轴孔内。

6.6 弧形闸门安装

6.6.1 弧形闸门现场组装、焊接、检测等的高处作业和起重运输作业应符合 SL 398 的规定。

6.6.2 支铰座及支臂安装应符合下列规定：

1 安装前，对临时悬空作业用的悬挑式钢平台、起吊钢梁，以及滑车组、钢丝绳等应进行刚度、强度校核，并经审批检查验收，确认合格后方可使用。

2 设计固定铰座锚栓架操作平台时，应考虑土建作业荷载，平台下应悬挂安全网，平台四周应布设防护栏杆。

3 吊装固定铰座时，作业人员应在铰座基本靠近锚固螺栓后，方可进入作业部位。调整用的千斤顶应拴挂安全绳。

4 固定铰座吊装就位应固定牢靠后，方可摘除吊钩。

5 活动、固定铰座孔内壁的错位测量，应在两铰座静止状态下进行，严禁在调整过程中用手探摸。

6.6.3 门叶与附件安装应符合下列规定：

1 横向分缝的门叶现场安装时，应从上至下，逐节吊装，下节门叶未组装、加固完成之前，不得吊装上节门叶。

2 弧门吊装作业结束后，孔口上部仍有作业时，应在门叶顶部及时搭设安全隔离平台，敷设安全网，并悬挂安全标志。

3 侧、顶水封安装作业时，所使用的扳手、千斤顶等工具应系安全保险绳。

4 底止水水封安装作业，宜在弧门与启闭机连门后进行；门叶开启离地面约 1.0m 时，停机并对启闭机的锁定状况进行仔细检查，确认无误后，方可开始底止水水封的装配作业。

5 水封作业时，应安排专人监护启闭机，并随时与作业人员保持联系，机房内应悬挂安全标志牌；作业人员严禁在门叶底部穿行。

6.7 拦污栅安装

- 6.7.1 拦污栅栅件安装前，平台边沿应按设计要求搭设操作平台和安全网，平台、爬梯应符合 SL 398 的规定。
- 6.7.2 拦污栅安装前，栅槽中的模板等杂物应清除干净。
- 6.7.3 施工现场安装的龙门架、电动葫芦或其他起重设备，应做空载、额定荷载试验，确认其安全后方可使用。
- 6.7.4 拦污栅栅体吊入栅槽后应进行升降试验，栅体在槽中应无卡阻情况，各节的连接应可靠。
- 6.7.5 自动抓梁定位装置安装应做无水条件下抓梁操作栅体试验，装置应安全有效地动作。

6.8 现场涂装作业

- 6.8.1 现场涂装作业应符合第 5 章的有关规定。
- 6.8.2 使用吊篮进行防腐涂装作业的，吊篮、提升绳及提升设备均应安全可靠，吊篮和轨道面之间应有滚轮支承，不得直接与墙壁、门叶发生磨擦，操作人员应按照有关安全技术规程进行作业；处于作业状态时，吊篮应停靠平稳，不得晃动。
- 6.8.3 施工现场进行表面处理时，磨料应及时收集。
- 6.8.4 涂装工作完毕后，应整理工器具并将工作场地及储藏室清扫干净。

6.9 闸门试验与试运行

- 6.9.1 闸门试验与试运行前，应编制试验大纲，经审批、交底后实施。
- 6.9.2 闸门试验与试运行应建立专门的组织机构，设专人指挥，协调各专业的工作，明确金属结构、机械和电气安装施工人员职责，各负其责。
- 6.9.3 闸门试验与试运行时应设置隔离区，悬挂安全标志，专人值守，无关人员不得入内。

- 6.9.4** 各设备应编号挂牌，重要部位应悬挂安全标志。
- 6.9.5** 各试验部位应保持通道畅通、照明充足、通风良好、通信可靠。
- 6.9.6** 闸门试验与试运行前，应对启闭机与闸门进行验收检查，确认设备运行范围无障碍物阻塞，安全防护设施应完好。
- 6.9.7** 闸门启闭机应在其空载试运行符合设计要求后，方可连接闸门，进行闸门的启闭试验和载荷试验。
- 6.9.8** 闸门启闭前，应确认启闭机吊具与闸门连接正确可靠；采用液压挂脱梁进行自动穿轴销时，应确认轴销到位。
- 6.9.9** 试验和运行过程中，任何人员严禁接触设备的运动部位，身体严禁伸入行程范围内进行观测和探摸；当系统发生故障或事故时，应立即停机检查，不得在设备运行情况下进行检查和调整。
- 6.9.10** 闸门的无水试验应符合下列规定：
- 1** 闸门入槽进行无水条件下的全行程启闭试验前，应对闸门所有转动部位进行检查，确认其转动自如，润滑良好。
 - 2** 闸门启闭时，应对其实施全行程监护，清除影响闸门启闭的所有障碍物，保证设备安全。
 - 3** 应对闸门水封进行冲水润滑。
 - 4** 启闭试验中，检测人员作业应遵守有关安全规定，其他人员不得靠近闸门运行范围。
 - 5** 闸门处于全关状态，启闭机停机并有专人监护时，试验人员方可进入闸门进行检查。
- 6.9.11** 闸门的动水试验应符合下列规定：
- 1** 闸门动水试验应在无水试验合格后方可实施。
 - 2** 动水试验应由业主、设计、监理和施工单位联合进行。
 - 3** 电站快速事故门动水试验，应加强与机组试验的协调，由机组试运行部门统筹安排。

7 启闭机安装

7.1 一般规定

- 7.1.1 启闭机安装前，施工人员应熟悉施工现场情况，安装中应按照安全技术措施要求作业。
- 7.1.2 高处作业的脚手架或工作平台，应根据有关标准和使用要求进行设计，启用前应按设计及相关标准进行检查验收。
- 7.1.3 高处用于安装调整作业的千斤顶、大锤、扳手等应可靠拴挂，调整用具及加固材料应置于稳固的地方。
- 7.1.4 启闭机运行部位的安全距离，固定物体与运动物体之间的安全距离应大于0.5m。
- 7.1.5 通向启闭机及启闭机安装工作区的通道应保证人员安全、方便地到达，通道净空高度应大于1.8m，其梯子、栏杆和走台应符合SL 425的有关规定。
- 7.1.6 设备清扫与组装应符合下列规定：
- 1 设备清扫时，作业人员应戴口罩、防护眼镜和防护手套，严防溅落在皮肤和眼睛上；清扫现场应进行隔离，15m范围内不得动火（及打磨）作业；清扫现场应配备足够数量的灭火器。
 - 2 齿轮、联轴器等机械设备零部件清扫和添加润滑油作业时，作业人员动作应协调一致。
 - 3 施工现场组装平台或支撑件应牢固可靠。
 - 4 高强螺栓连接施工应符合设计及相关标准要求，施工扳手宜采用过载打滑式扭矩扳手。施拧时用力应均匀，不得猛力蹬踏。
- 7.1.7 启闭机转动部分的防护罩应安全可靠。
- 7.1.8 电气设备的金属非载流部分应有良好的保护接地，并应保证电气设备的绝缘良好。
- 7.1.9 焊接、切割作业时清理周围易燃物品并采取隔离措施。

作业人员离开施工现场时，应检查、妥善处置工作面上的火源。

7.1.10 电气、液压设备上方进行气割和焊接作业，应先将设备电源切断并对设备使用阻燃物遮护。施工现场应配置消防设施。

7.1.11 在启闭机柱和梁等机构内作业时，应使用行灯照明。

7.1.12 脚手架及平台施工应符合 3.9 节的有关规定。

7.1.13 防腐涂装应符合第 5 章的有关规定。

7.1.14 属于特种设备的启闭机安装应符合下列规定：

1 特种设备安装应由有资质的单位进行。

2 特种设备安装单位应在施工前向特种设备监督部门进行书面告知后方可施工。

3 特种设备的安装过程，必须经特种设备安全监督部门核准的检验检测机构进行监督检验；未经监督检验合格的不得交付使用。

7.2 液压式启闭机安装

7.2.1 液压式启闭机安装应符合下列规定：

1 埋件安装前，应在孔洞周边设置不影响施工的防护栏杆，作业时应派专人监护。

2 基座安装对位时，作业人员的手严禁伸进结合面，严禁用手探摸螺孔对位情况。

3 基座安装后应对启闭机井口或闸门井口孔洞部位进行封盖。

4 油缸吊装前应检查吊头锁定是否可靠。油缸采用双机抬吊翻立或采用平衡梁抬吊就位时，应根据两吊车在抬吊工况下的许用起重能力，计算布置抬吊点，合理分配荷载；油缸若采用单机翻立时，其下支点宜采用铰支形式。

5 油缸吊装到位，当重心处于支点上部时，应采取可靠防倾覆措施后方可摘钩。

6 成批液压油管应采用装箱方式起吊。

7.2.2 机、泵房设备及液压管路安装调试应符合下列规定：

- 1 高处配管时，管件应用安全绳拴挂，位置应安全可靠。
- 2 管件清扫时，作业人员应戴口罩、防护眼镜和防护手套，严防溅落在皮肤和眼睛上；清扫现场应进行隔离，15m 范围内不得动火（及打磨）作业；清扫现场应配备足够数量的灭火器；清洗废液应回收处理，不得随地倒弃。
- 3 机、泵房内不得吸烟，并按消防安全规定配置消防器材。
- 4 机、泵房应设专人值班，值班人员不得在机、泵房内使用碘钨灯或电炉。
- 5 机、泵房不得擅自进行动火作业，必须动火时应执行动火审批制度，并采取可靠的防火措施。
- 6 管路进行循环冲洗时，冲洗设备操作人员不得擅自离岗。
- 7 对于压力继电器、溢流阀、调速阀、仪表、电气自动化组件等安全保护装置应按设计要求检测。
- 8 不得在启闭机调试运行过程中调整压力继电器、溢流阀、调速阀、仪表、电气自动化组件等安全保护装置。
- 9 所有常开常闭手动阀应挂安全标志，非操作人员不得启闭。
- 10 管路或系统试压时，不得近距离察看或用手触摸检查高压油管渗漏情况，当打开排气阀时，作业人员应站在侧面。
- 11 当系统发生渗漏或局部喷泄现象时，应立即停机处理，严禁用手或物品去堵塞。
- 12 对于有渗漏的管件，应先停机泄压后，将其拆下并将管内存油排放干净，在机、泵房以外的安全地方进行焊补作业。
- 13 联门调试运行中应有专人监视仪器、仪表等安全保护装置，启闭闸门的压力变化应在设计范围内。

7.3 固定卷扬式启闭机安装

7.3.1 启闭机基础应牢固可靠，符合设计要求。

7.3.2 机房、配电室、电气盘柜等设施周围应配置消防

器材。

7.3.3 不得将易燃易爆物品堆放在机房、电气室、操作室内。

7.3.4 钢丝绳、卷筒、滑轮及吊具安装调试应符合下列规定：

1 新钢丝绳穿绕施工应设专人指挥。钢丝绳的卷盘应可靠铰支，卷盘应有防飞车装置，钢丝绳应沿卷盘切线方向进行穿绕。穿绕中的临时拴挂、引绳与钢丝绳的连接均应牢固可靠，钢丝绳尾端固结应符合设计要求。

2 钢丝绳穿绕时应戴手套作业，钢丝绳的穿绕方式及选用长度、尾端在卷筒上的固定方式和螺杆压紧力矩参数应符合设计要求。

3 卷筒端固定应牢固、可靠，固定装置应有防松或自紧的性能；在启闭机最大行程时，钢丝绳留在卷筒上缠绕的圈数应不少于4圈，其中2圈固定用，另外2圈为安全圈。

4 钢丝绳安装穿绕作业时，不得在安装作业范围内进行电焊施工作业。

5 钢丝绳清扫涂油应用毛刷或涂油机具，不得用钢丝刷清扫和用手直接涂油。

6 滑轮安装偏斜应符合要求，应有防止钢丝绳脱槽的安全装置；滑轮组应润滑良好，转动灵活。

7 液压挂脱梁安装调试应符合设计要求、行程应准确。

7.3.5 行程限制器、荷载限制器、仪表、电气自动化组件等设施应正常可靠，荷载限制器的灵敏度及制动器的调整应符合要求。

7.3.6 空载调试及联门启闭时，应有专人监视仪器、仪表等安全保护装置以及卷筒排绳等，启闭力应在设计允许范围内。

7.4 移动式启闭机安装

7.4.1 桥式启闭机安装应符合 SL 400—2016 第 10 章的有关规定。

7.4.2 轨道安装应符合下列规定：

1 轨道安装前宜采用压力机进行预校正，当采用自制工装校正时，夹具应安全可靠，支顶应对中，支垫应平稳。

2 轨道应采用专用吊具或捆绑方式吊装，不得兜吊。

3 固定轨道的压板固定应牢固，垫片不得窜动。

4 启闭机安装完成，大车轨道未全行程安装前，启闭机需投用时，应在工作区段轨道上增设临时车挡。

7.4.3 门架安装应符合下列规定：

1 启闭机安装部位的轨道混凝土应达到龄期。大车行走机构台车吊装就位后，应可靠支撑。

2 门腿安装应符合下列规定：

1) 门腿如采用抬吊翻立，应根据两吊车在抬吊情况下的许用起重能力，计算布置抬吊点。

2) 吊装就位后，应在底部完成螺栓连接、门腿垂直度调整到位、各方向缆风绳张力相当时，方可摘钩。

3) 缆风绳应采用手拉葫芦进行调整，刚性支撑应采用螺旋拉紧器调整，调整时应由专人统一指挥。

4) 组装好的门腿宜增设刚性支撑将上、下游腿临时连接成稳定的构架。

3 主梁安装应符合下列规定：

1) 门机主梁应在门腿间横梁完成安装、各项检测指标符合要求后吊装。

2) 连接部位配合面的清扫应在地面进行，清洗和打磨作业应遵守有关安全作业的规定。

3) 主梁采用双机抬吊就位时，应根据起吊设备许用起重能力、作业位置等情况，结合主梁结构特点计算布置吊点，抬吊作业应遵守有关规定。当采用单机吊装时，在主梁两端应系防止主梁摆动的拉绳。

4) 主梁与门腿组装部位的操作平台应与门腿可靠连接，脚手板、栏杆、安全网应可靠固定。

5) 主梁靠近门腿就位时，起吊高度应高出门腿 0.5m，门腿

上部操作平台上应有专人监护，在地面辅助拉绳人员的配合下，使主梁初步就位，然后调整至安装位置。

- 6) 高处作业人员必须将安全绳拴牢于门腿上，在吊车起吊主梁下落的过程中，作业人员身体不得随意高出门腿顶面，严禁用手强行推拉主梁就位。就位时，作业人员身体严禁伸入组合面。
- 7) 连接部位调整、对位时使用的工器具等应用绳索拴牢或采取其他防坠落措施。

7.4.4 小车安装应符合下列规定：

- 1 小车预组拼时，拼装平台应稳定牢固。
- 2 小车安装前，轨道及其两端车挡应安装完毕，轨道附近所有杂物应清理干净。
- 3 除影响吊车作业的方向外，梁顶面应安装永久安全防护栏杆；小车安装部位下方应敷设水平安全防护网。
- 4 小车吊装到位后，应采取临时固定措施。

7.4.5 大车夹轨器未投入前应采取可靠措施，防止启闭机在风荷载作用下移动。

7.4.6 回转吊臂杆吊装后应采取措施，防止其在风荷载作用下转动。

7.4.7 机械传动装置安装调试应符合下列规定：

- 1 传动轴、联轴器及齿轮安装调整与检测作业应严格遵守相关标准的规定。
- 2 制动轮与摩擦片之间应接触均匀，制动器调整适宜，制动平稳可靠。
- 3 油泵式制动闸或液压电磁铁调试前应检查注油油位是否符合要求，动作应灵敏可靠。

4 启闭机主、副钩、动滑轮组的重量未全部落到地面支承稳固时，不得拆卸起升机构减速箱盖、调整制动闸、松动制动轮轴的止退螺帽及制动轮与后传动轮法兰连接螺栓。

7.4.8 钢丝绳、卷筒、滑轮及吊具安装调试应符合 7.3.4 条的

规定。

7.4.9 电气设备及安全防护装置的安装与调试应符合下列规定：

1 电气设备安装调试工作场所，应配备专门用于电气消防的消防器材。

2 大车电缆卷筒应与大车行走速度同步，卷筒装置应涂安全色。

3 启闭机应通过大车轨道与水工设施的接地网可靠连接。电气线路对地绝缘电阻不宜低于 $0.8M\Omega$ ，潮湿环境中不应低于 $0.4M\Omega$ 。

4 启闭机的电气保护设施（电气隔离装置、电源回路的短路保护、失压保护、零位保护、过流保护装置等）、安全防护装置及安全防护设施（行程限制器、荷载限制器、防风装置、清轨器等）应按规定进行安装调试，符合设计要求。

5 启闭机的司机室、通道、电气室、机房等应有合适的照明。

6 滑线支架、滑线安装时，传递或绳索溜放应保持通信联络可靠。安装、调整作业时，工具及材料应摆放平整，并用绳索系拴牢靠。

7.4.10 调试与载荷试验前期工作应符合下列规定：

1 试验前应编制试验大纲，经审批、交底后实施。

2 试验前应将大、小车行程范围内的所有杂物清理干净，回转吊工作范围不得有任何障碍物。

3 载荷试验的试验块吊架应进行专门设计。

7.4.11 载荷试验应符合下列规定：

1 试验间歇期间应投入锚定装置。

2 载荷试验的试件及吊具重量应校准，各次试验重量及顺序、载荷偏差等均应符合设计要求。

3 载荷试验的试件在吊具中应对称布置，固定牢靠。

4 载荷试验运行的行程应符合设计行程。

5 载荷试验应有专人指挥，且应指挥清楚、信号明确。试验现场应设警戒线、悬挂安全标志，无关人员不得进入。

6 载荷试验时，应有专人监视各安全保护装置、仪表、卷筒排绳、制动器等。

7 应按设计要求检测行程限制器、荷载限制器、仪表、风速仪、夹轨器、激光测距仪、电气自动化组件等设施，电子秤的灵敏度及制动器的调整应符合设计要求。

7.5 螺杆式启闭机安装

7.5.1 启闭机底座与基础布置平面的接触面积应达到 90% 以上。螺杆轴线应与闸台上横梁的水平面和闸板吊耳孔垂直。

7.5.2 启闭机的基础应稳固安全，混凝土强度未达到设计强度不得拆除和改变启闭机的临时支撑，更不得进行调试和试运转。

7.5.3 启闭机电气设备应可靠接地。

7.5.4 螺杆启闭机空载、负载试验应符合下列规定：

1 零部件运行应平稳无异常，电气设备应无异常发热现象，机箱应无渗油现象。

2 手摇部分应转动灵活，无卡阻，手电两用机构的电气闭锁装置应安全可靠。

3 高度指示刻度应准确，行程限制器动作应灵敏准确。

4 电机旋转方向与螺杆升降方向应一致，运行应平稳。

5 有超载保护装置、高度显示装置的启闭机，对信号发送、接收等应进行专门测试，应动作灵敏、指示正确、安全可靠。

7.6 清污机安装

7.6.1 清污机组装应选择起吊、运输方便的地点，液压系统应在防雨、防潮的室内进行拆洗和组装。

7.6.2 清污机轨道安装作业应按照设计要求搭设操作平台，平台搭设应符合 3.9 节的有关规定。

7.6.3 清污机安装上下交叉作业时，应采取必要的隔离措施。

7.6.4 在吊装过程中清污机上严禁站人。

7.6.5 敷设的电缆应固定可靠，电阻器的盖板或保护罩应安装

正确、固定可靠。

7.6.6 清污机进行无负荷试运转时，电动机应运行平稳，限位开关、保护装置及联锁装置应准确可靠。钢丝绳与机架、门槽应无任何擦碰。制动器闸瓦与轮面的间隙应合适，停机时应抱闸可靠、平稳。

7.6.7 清污机动负荷试验应符合 SL 381 的有关规定。

7.7 启闭机调试与试运行

7.7.1 启闭机的调试与试运行应设置隔离区，悬挂安全标志，专人值守，无关人员不得入内。

7.7.2 调试与试运行前，应检查设备机械运动和摩擦部位有无杂物阻塞，安全防护设施应完好。

7.7.3 调试现场应有专人指挥，统一协调机械、电气等调试人员进行联合调试。各调试设备应悬挂标识牌，重要部位应悬挂安全标志。

7.7.4 各调试部位应照明充足，通风良好，通信可靠。

7.7.5 调试与试运行中，任何人严禁接触设备的机械运动部位，人的身体严禁伸入机械行程范围内进行观测和探摸。

7.7.6 调试与试运行中，当系统发生故障或事故，应立即停机检查原因，不得在设备运行情况下进行检查和调整。

7.7.7 启闭机的空载试运行应在机、电、液压各单项调试及联合调试合格后进行。空载试运行符合设计要求后，方可连接闸门进行启闭试验或进行负荷试验。

7.7.8 启闭机连接闸门后的试验与试运行应符合 6.9 节的有关规定。启闭机与闸门连接进行启闭试验前，应彻底清理闸门行程范围内的杂物，且启闭机上的各种安全装置与防护措施应符合有关安全技术标准的规定。

7.7.9 启闭机与试运行期间，应建立运行值班制度，无关人员不得进入供电房、控制室等部位，并应设立工作区和安全区，悬挂安全标志。

8 船闸及升船机安装

8.1 一般规定

- 8.1.1** 船闸及升船机安装应符合第6章和第7章中闸门和启闭机安装、调试、试运行的有关规定。
- 8.1.2** 船闸及升船机安装应编制专项安全技术方案，经专家论证，审批、交底后实施。
- 8.1.3** 使用升降操作平台进行埋件安装时，升降操作平台应与混凝土体可靠连接，并按操作规程规定进行操作。
- 8.1.4** 吊篮上不得放置过多的安装材料和工具，不得超负荷运行。
- 8.1.5** 采用卷扬机/滑轮组作为起重系统吊装或拖运时，应进行系统受力计算，根据计算结果选择卷扬机/滑轮组、钢丝绳、导向滑轮、地锚、卡扣、吊索等，并进行天锚、地锚设计。当锚点生根于混凝土板、梁上时，应经设计确认。起重系统布置完成经荷载试验后方可投用。
- 8.1.6** 卷扬机运行时，严禁跨越或用手触摸钢丝绳。
- 8.1.7** 平衡重、提升设备安装、承船厢及设备安装，升船机调试运行等具有较大潜在危险项目施工，应成立组织机构，分工负责、协调配合、统一指挥。

8.2 埋件安装

- 8.2.1** 基础埋件应与预埋板或钢筋连接牢固，并辅以加固材料将基础撑牢垫实，确保机架就位稳定。
- 8.2.2** 升船机系统的闸门埋件安装、船厢室设备埋件安装、平衡重系统埋件安装均应符合6.2节和6.4节的有关规定。
- 8.2.3** 埋件吊装时，升降操作平台的钢丝绳与吊装埋件的卷扬机钢丝绳之间应保证安全距离。

8.2.4 埋件吊装时，应有专人指挥，并应采取防止埋件碰撞施工排架或升降操作平台的保护措施，埋件就位找正时，作业人员的身体严禁伸进组合面。

8.2.5 埋件安装所使用的机具和电动工具必须绝缘良好。

8.2.6 人字门、三角门埋件安装应符合下列规定：

- 1 埋件安装前，应在闸墙顶部敷设栏杆及防杂物滚落的帷幔；作业时，应派专人在闸墙顶部监护。
- 2 底枢吊装就位时，严禁用手伸入配合面扶持。
- 3 蘑菇头安装就位后，应进行遮盖保护。
- 4 镗制顶枢轴孔时，作业人员不得带手套作业，镗刀工作时，严禁用手清除镗刀附近的铁屑。
- 5 顶枢楔块装配时，作业人员身体严禁伸入配合面。

8.3 人字门、三角门安装

8.3.1 门叶安装应符合下列规定：

1 门叶拼装专用支承座或梁、施工脚手架应经审批检查验收后，方可交付使用；使用的悬挂操作平台的挂钩耳板应焊接牢固可靠，外侧应布设高度不低于 1.2m 的栏杆，并拴上安全保险绳。

2 应将门叶与墙壁上埋设的预埋件连接牢固可靠。

3 门叶调整宜选用 4 台千斤顶，4 个支点中心应与门叶重心重合，调整作业时，应统一指挥，保证行程均匀。

4 门叶立拼应符合 6.2 节的规定，门叶起重运输应符合 6.3 节的规定。

5 门叶就位临时固定应采用防倾倒措施，调整合格后，应及时进行加固点焊。

6 每节门叶焊接完成后，应在其与闸墙之间采用型钢可靠加固后方可吊装其他门叶。

7 在吊装下一节门叶之前，应在前节门叶设置安全可靠的施工操作平台，高处作业应符合 SL 398 的规定。

8.3.2 门叶焊接应符合 6.1.10 条的规定。

8.3.3 附件安装与门体调整应符合下列规定：

1 顶枢安装工作完成且经确认顶枢与门叶可靠连接后，方可拆除门体底部支承千斤顶及门体与闸墙间的横向加固构件，进行闸门的调整作业。

2 拆除门体背后与闸墙间的横向加固件时，应从上至下逐层进行，割除构件时，作业人员不得倚靠其上，作业区下方严禁有人工作和穿行。

3 门叶跳动量调整时，应由专人指挥，无关人员严禁靠近或从门底部穿行。

4 背拉杆应采用平衡梁多点或抬吊吊装。

5 主、副背拉杆应逐级张拉，张拉作业时应采用专用张拉工具，使用特制扳手时，用力应平稳。

6 支、枕垫块吊装应使用特制的螺栓吊环，螺栓应可靠紧固；构件吊入枕槽时，作业人员身体严禁伸入。

7 门体合拢操作时，应清除门体活动范围内的障碍物，且应安排专人全程监护，作业人员严禁进入门叶转动范围内，身体严禁伸入支、枕块及导卡等配合面，且严禁进入门轴柱上、下游侧。

8.3.4 填料灌注作业应符合下列规定：

1 作业人员应掌握填料各组分材料的基本性能，熟悉灌注工艺，填料配制和灌注时，应按照操作程序和安全规程进行，作业前应进行技术及安全交底。

2 各组分材料应视性能分别存放，专人保管，放置在低温、避光、通风良好，远离火源的库房内；易燃或腐蚀品应有专人保管，用剩的填料应及时回收处理。

3 使用易爆、有毒和易腐蚀的化学材料，应符合 SL 398 的有关规定，并采取有效的安全防护措施。

4 填料调配需动火时，应有专人监护，操作人员不得擅离岗位，应配备相应的消防设施。

5 填料调配的人员下班前，应将火熄灭，检查无余火残存时，方可离开施工现场。遇6级以上大风时，应立即停止作业。

6 填料灌注作业时，作业人员应穿戴好专用工作服和劳动保护用具，传递填料时应小心谨慎，出现漏浆时应立即停止灌注。

8.3.5 底水封和防撞装置安装时，门叶应处于全关（或全开）状态，启闭机应悬挂停机安全标志，并派专人值守，不得擅自启动。

8.4 提升设备安装

8.4.1 提升设备安装前，应将场地杂物清理干净，在机房周边窗口和吊物孔等位置应设立临时防护栏杆。

8.4.2 提升平台上的孔洞平时应使用活动盖板封盖严实，使用时临时打开，完工后应及时封盖。

8.4.3 提升设备等大型设备设施现场放置时，应核算机房梁、板的承载能力，并应征得设计或监理的同意。

8.4.4 机架吊装时，应观察基础螺栓穿入螺孔情况，作业人员严禁用手探摸对孔情况。

8.4.5 大型设备吊装应选用合适的吊耳和吊点。设备吊装就位后，应将连接螺栓套入，确保稳定后方可摘钩。

8.4.6 应制作专用平台对设备进行调整、固定及检查，不得在设备上徒手攀爬。

8.4.7 钢丝绳吊装应设警戒区，吊装前警戒区内人员、施工设备应撤离。吊装时，可设计专用卡具将吊装用钢索与钢丝绳船箱连接端或平衡重连接端锁紧，然后缓慢下放或上牵，作业人员应保持距离、全程监护。

8.4.8 作业人员不得将手伸进齿轮箱探摸或用手指在连接板和传动轴处检查找正对孔情况。

8.4.9 电气设备的金属非载流部分应有良好的保护接地，并应保证电气设备的绝缘良好。

8.4.10 提升机构运转调试期间，应设立隔离防护区，悬挂安全

标志，专人值守，无关人员不得入内。

8.5 齿条、螺母柱安装

8.5.1 用于吊装齿条、螺母柱专用工装吊具应有足够的安全储备，当下部承船箱等设备安装与齿条、螺母柱吊装必须交叉作业时，齿条、螺母柱吊装应增加辅助保险吊索。

8.5.2 齿条、螺母柱吊装对位时，作业人员身体任何部位均严禁进入结合面。

8.5.3 齿条、螺母柱吊装到位并临时加固后方可摘钩。

8.5.4 齿条、螺母柱与下部承船箱安装存在交叉作业时，齿条、螺母柱应在已安装完成高程设隔离防护装置。

8.5.5 齿条、螺母柱预应力钢筋张拉设备使用前应检查是否完好，张拉时锁紧尺寸应符合要求。

8.5.6 用于齿条、螺母柱安装的专用升降平台移位前应与混凝土墙中埋设的定位装置完全解锁，移位后应与混凝土墙中埋设的定位装置可靠锁定。

8.5.7 齿条、螺母柱各安装工位应有梯道通达专用升降平台。

8.5.8 已安装完成的齿条、螺母柱应对工作面进行有效保护。

8.6 平衡重系统安装

8.6.1 平衡重系统安装前，应根据施工现场实际情况制定吊装方案，吊装时所选用的钢丝绳、滑轮组、卷扬机、吊具、起重机等均应经过计算校核，经审批后方可使用。

8.6.2 平衡重块卸车时应用平衡重块上的吊环或平衡梁水平吊装，并用枕木垫平平放，分层码放时在每层间应加设木条或橡皮类支垫。

8.6.3 平衡重在上下（或下）锁锭位置进行拼装时，应在平衡重室四周布置安全防护栏杆，每一组平衡重组拼装完后，均应用型钢可靠加固，方可拼装下一组。在下锁锭拼装时，应避免上下交叉作业，做好防高处坠落的安全措施，并设置安全警戒线，悬挂

安全标志。

8.6.4 在平衡重导架安装好前，对承重钢丝绳应采取可靠的防旋转措施。

8.6.5 用于平衡重吊装、现场转运、临时支撑的工装应进行强度和稳定性计算。

8.6.6 平衡重采用双机抬吊、单机与卷扬机/滑轮组起重系统抬吊进行装卸车或翻立作业时，应根据吊物重心、抬吊设备的起重能力设计吊点位置及拴挂方式。平衡重抬吊翻立中应确保不超载、吊索不滑脱。

8.7 承船厢安装

8.7.1 承船厢分节吊装方法，应根据施工现场情况选择，起重设备应根据最大吊装单元确定。

8.7.2 吊装前，应对吊装设备及钢丝绳等进行安全技术检查，根据重物结构，合理布置临时吊耳。

8.7.3 承船厢安装时，应设有永久爬梯、防护栏杆和通道。

8.7.4 设备单件就位后应垫稳，稳定性不足的设备应采取防止倾覆措施。

8.7.5 利用卷扬机进行吊装和拖运时，卷扬机操作人员应严格遵守起重安全规程；卷扬机运行时，严禁跨越或用手触摸钢丝绳。

8.7.6 使用台车等拖运结构件时，应垫稳扎牢，台车底部应设置导向轨道，拖运时应缓慢进行，并应有专人监护，作业人员严禁钻入台车底部，严禁站于物件易于倾倒的方向。

8.7.7 节间对缝时，作业人员严禁将身体伸入或扒在接合面上。

8.7.8 底铺板等就位后，应及时设置临时的防护设施。

8.7.9 承船厢焊接施工应符合 SL 398 的有关规定。

8.8 承船厢设备安装

8.8.1 承船厢底部设备安装时，应设临时人行通道和操作平台，

布置通风排烟设备，并在合适的位置布置消防器材。进入有限空间作业应符合 3.7.2 条的规定。

8.8.2 安装设备时，各种电压、电流、压力、温度等监测仪表和制动机构、限位器、安全阀、闭锁装置、负荷指示器等安全装置应齐全、配套，灵敏可靠。

8.8.3 液压管路安装时，应遵守相关安全标准的规定；管道试压应分级缓慢进行，稳压后方可进行检查。

8.8.4 电气设备及线路安装应满足防爆要求，电动机械拆除后，不得留有有可能带电的电线和部件。

8.8.5 承船厢室内设备安装时，应保证通风良好，并应设安全照明。

8.9 船闸及升船机调试与试运行

8.9.1 船闸及升船机调试步骤应按单机调试、分系统联动调试、无水联动调试、有水联动调试和过船联动调试顺序进行；船闸及升船机调试和试运行应建立组织机构，编制安全技术方案和安全运行操作规程，并按规定程序审批。

8.9.2 设备运转调试前，应仔细检查设备运行通道、设备运转部位和摩擦部位有无杂物阻碍，防护装置应完好。调试时应派专人分部位进行监护，并与指挥人员、操作人员保持良好的通信联系。

8.9.3 调试过程中，当系统发生故障或事故，应立即停机检查原因，不得在运行过程中检查和调整。

8.9.4 无水联动调试前，应完成消防系统的安装和试验。

8.9.5 有水联动调试前，应完成排水系统的安装和试验。

8.9.6 在过船联动调试前，应完成疏散通道相关设备的安装。

8.9.7 船闸及升船机试运行期间，应建立运行值班制度，无关人员不得进入集控室、主提升系统等主要部位，并应设立工作区和安全区，悬挂安全标志。

9 压力钢管安装

9.1 一般规定

- 9.1.1 钢管运输吊装应符合 3.11 节的有关规定。
- 9.1.2 钢管现场存放时应合理规划，应垫稳并采取防倾倒、滚动及变形的措施，同时做好标志和存放记录。
- 9.1.3 夜间作业局部工作照明应使用低压行灯，其他照明设施不得直接和钢管接触，并应接地良好。
- 9.1.4 施工脚手架的搭设与拆除应符合 SL 398 的有关规定。
- 9.1.5 安装使用的载人吊笼、临时平台、台车应符合 SL 425 和 SL 398 的有关规定，专门设计、制作、安装、检验、试验，合格后方可使用。

9.2 钢管运输

- 9.2.1 钢管道路运输应符合下列规定：

- 1 超长、超宽、超高的钢管运输时，事先应组织专人对路基、桥涵的承载能力、弯道半径，险坡以及沿途架空线路高度、桥涵净空和其他障碍物等进行调查分析，确认可行并办理相关运输审批后，方可实施。

- 2 钢管在运输中宜使用托架，并与运输车辆连接牢固。应保证运输中托架平稳，运输时应对钢管进行捆绑，在棱角处应垫木板、管子皮、胶皮板或其他柔软垫物，以免绳索被割断或磨损。

- 3 超长、超宽、超高的钢管运输时，应配备开道车、工具车和指挥车。

- 4 用于钢管运输的各种机动车不得带病或超载运行。

- 5 车辆在施工区域的行驶速度不得超过 15km/h，在洞内的行驶速度不得超过 8km/h，在会车、弯道、险坡段的行驶速

度不得超过 3km/h。

9.2.2 明管安装运输应符合下列规定：

1 采用轨道运输钢管，运输的轨道及其支墩应牢固可靠，轨道跨距应符合钢管侧向稳定性的要求，宜按钢管直径的 0.5～0.6 倍进行选取；支墩间距的选取以钢轨能承受钢管运输时产生的载荷、不发生明显弯曲为宜。

2 使用临时拖运小车进行钢管运输的，小车宜设有车轮；如采用滑动摩擦，应在钢轨表面涂抹油脂润滑。

3 主滑车及其锚环、牵引钢丝绳等应经过计算校核，且应具有 5 倍以上的安全系数，正式运输前应进行外观检查，必要时还应进行载荷试验。

4 斜坡道上进行钢管运输时，应对钢管可能存在的倾翻力矩进行验算，必要时应采取合适的抗倾翻措施。

5 钢管应与运输载具之间可靠固定，牵引钢丝绳宜与钢管运输方向一致。

6 钢管运输时，所有人员不得靠近受力的钢丝绳和滑车，不得进入破断可能回弹的区域，严禁在可能倾翻的下侧停留。

7 如使用滚杠运输钢管，其两端不宜伸出钢管宽度过长，摆滚杠的人员严禁站在倾斜方向的一侧，不应带手套，严禁把手指插在滚杠筒内操作。

9.2.3 地下钢管运输应符合下列规定：

1 地下钢管运输应符合 9.2.2 条的有关规定。

2 地下钢管轨道运输时，其两侧应留有不小于 0.6m 的空间。

3 钢管洞内卸车和运输牵引的主地锚钩采用预埋锚杆固定的，正式投入使用前，应进行载荷试验，验证其承载能力。

4 竖井或斜井内运输钢管时，所有人员严禁进入钢管下部。

5 牵引钢丝绳与地面接触处，应设置导引或承载辊轮。

9.2.4 在竖井或隧洞内运输，若发现洞内岩石松动有塌方征兆，作业人员应立即离开险区，并立即上报，经采取安全防护措施后方可恢复作业。

9.3 钢管吊装与组装

9.3.1 钢管吊装应符合下列规定：

1 起吊前应先清理起吊地点及运行通道上的障碍物，并在工作区域设置安全标志，通知无关人员避让，作业人员应选择恰当的位置及随物护送的路线。

2 钢管吊运时，应计算其重心位置，确认吊点位置。钢管起吊前应先试吊，确认可靠后方可正式起吊。

3 吊运时如发现捆绑松动或吊装工具发生异常响声，应立即停车进行检查。

4 钢管翻转时应先放好旧轮胎或木板等垫物，作业人员应站在重物倾斜方向的对面。翻转时应采取措施防止冲击。

5 小直径钢管的吊装，应将钢丝绳绕钢管一圈后锁紧，或焊上经过计算和检查合格的专用吊耳起吊，不得用钢丝绳兜钢管内壁起吊。

6 大型钢管抬吊时，应有专人指挥，多人监控，且信号明确清晰。

9.3.2 利用卷扬机吊装井内钢管，除应符合 SL 425 的规定外，还应符合下列规定：

1 井口上下应有清楚的联系信号和通信设备。

2 卷扬机房和井内应装设有示警灯、电铃。

3 应服从指挥人员的指挥，信号不明确或可能引起事故时，应暂停作业，弄清楚情况后方可继续操作。操作司机严禁在精神疲乏下工作。

4 卷扬机运行时，严禁跨越或用手触摸钢丝绳。

5 竖井内作业人员应将所有工具放在工具袋内或安全位置。

6 使用吊装钢管的吊装设备吊笼载人时，乘载人员应锁好吊笼门，身体严禁伸出笼外；吊笼应检查合格后方可使用。

9.3.3 钢管的调整与组装应符合下列规定：

1 使用的千斤顶及压力架等应拴牢或采用其他防坠落、防

翻倒等措施。

2 钢管吊装对缝时，作业人员严禁将身体伸入或扒在管口上，以防轧压挤伤。

3 钢管上临时焊接的脚踏板、挡板、压码、支撑架、扶手、栏杆、吊耳等，焊接后应认真检查，确认牢固后方可使用。

9.4 钢管焊接

9.4.1 钢管焊接应符合下列规定：

1 钢管焊接作业应符合 SL 398 的有关规定。

2 焊接的场所应设有消防设施。

3 焊接的工作场所照明应保持充足。

4 使用风动工具时，应先检查风管接头，接头应牢固，选用的工具应完好无损。

5 在钢管内进行焊接时，应采用安全照明，并保证通风良好和设置防尘设施。

6 焊接场所周围应设挡光屏。

7 清除焊渣、飞溅物时，应戴防护镜，不得对着有人的方向敲打。

8 露天作业遇下雨时，应采取防雨措施，不得冒雨作业。

9 在钢管内焊接，其内部温度超过 30℃ 时，应实行轮换作业和采取防暑降温措施，并应有专人监护。

10 当在隧洞、井内焊接时，应首先检查易燃、易爆、有毒气体，当超标时，应排除并保持其通风良好。

11 焊接时不得将焊把线缠在或搭在身上或踏在脚下，当电焊机处于工作状态时，严禁触摸导电部分。

12 操作自动焊、半自动焊、埋弧焊的焊工应穿绝缘鞋和戴皮手套，以防触电或灼伤。

13 气体保护焊弧光强，焊工应穿白色工作服，戴皮手套和防护面罩。

14 装有气体的气瓶不应在阳光下暴晒或接近高温。

9.4.2 无损检测应符合 4.4 节的有关规定。

9.5 钢管现场焊缝防腐涂装

9.5.1 涂装作业应符合第 5 章的有关规定，高处作业应符合 SL 398 的规定。

9.5.2 在坡度大的钢管上涂装，应设置活动板梯、防护栏杆和安全网，应戴安全带并挂在牢固的地方。

9.5.3 在封闭的钢管内防腐时，应设置专用照明设备，应配戴防毒面具，并有专人监护。

9.6 钢管内支撑拆除

9.6.1 压力钢管内支撑拆除工程，应编制专项安全技术方案，经审批、交底后实施。

9.6.2 用于支撑拆除的自制台车和操作平台，应经过专门设计计算，并经有关部门检查、空车试验合格后方可使用；在使用过程中，应经常检查其可靠性和稳定性。

9.6.3 牵引台车的卷扬机应安装在坚固的基础上，制动装置灵敏可靠，锚、桩埋设牢固可靠。

9.6.4 支撑拆除使用的起重工具，如手拉葫芦、滑车、卡扣、钢丝绳等，应仔细检查无破损，且安全系数应符合标准规定。

9.6.5 所有施工爬梯、扶手、操作平台和防护栏杆，应焊接牢固；平台上的作业人员必须系安全带。

9.6.6 支撑割除前，应将顶杆上的双头螺栓拧松后采取其他固定措施。

9.6.7 支撑割除应按施工方案进行，切割时，作业人员站位应安全可靠，切除的支撑应用手拉葫芦或绳索拴挂牢固、缓慢放下，防止坠落砸伤钢管内壁和作业人员。

9.6.8 修磨钢管内壁焊缝和焊疤所用的配电盘及手持电动工具应安装漏电保护器；应采用安全照明，并应采取保护配电盘及绝缘导线的措施。

- 9.6.9 拆除的支撑应及时清除，吊运时应捆绑牢固。
- 9.6.10 支撑拆除施工现场应配备消防器材，并设专人进行安全监护。

9.7 钢管水压试验

- 9.7.1 水压试验前应编制专项安全技术方案，经审批、交底后实施。
- 9.7.2 水压试验和试验压力值应符合设计要求。
- 9.7.3 试验用闷头应通过设计计算确定。
- 9.7.4 水压试验应在钢管制作或安装完成及质量检测合格后进行。充水前，应对工卡具、临时支撑件、支托、起重设备等解除约束处理。
- 9.7.5 呼吸管的一端应安装在钢管试验状态下的最高位置。
- 9.7.6 当高程差大于100m的钢管段做水压试验时，宜在钢管段上端顶部设置真空破坏阀。
- 9.7.7 水压试验加压前，应排净管内气体。
- 9.7.8 水压试验中，若发生阀门泄漏等故障或事故，应立即停止试验，泄压后进行处理。
- 9.7.9 需要焊接、热切割、碳弧气刨、热矫形等作业时，应先将管内水排空。
- 9.7.10 水压试验应成立专门的组织机构，由专人统一指挥，各工种人员应按照程序服从指挥进行操作，发现问题应及时报告。
- 9.7.11 与水压试验有关的阀门和电气控制系统应编号挂牌，检查阀门处于正确的开关位置。
- 9.7.12 水压试验时，应在钢管全段设置隔离区，悬挂安全标志，专人值守，无关人员不得入内。
- 9.7.13 水压试验所有操作部位应配备应急电源，顶盖排水泵应配备到位。
- 9.7.14 水压试验现场应清理干净，照明应充足、道路应畅通，各部门应保持通信联系，信号装置应可靠。

10 施工用具及专用工具

10.1 电动工具

10.1.1 电动工具检查应符合下列规定：

- 1 电动工具使用前应进行外观检查，确保完好、无污物。
- 2 绝缘应良好，电源引线及插头应无破损伤痕。
- 3 零部件应无松动；带电体应清洁、干燥；防护罩应完好，且安装正确。
- 4 转动轮、转动片应完好、紧固，转动体与非转动体之间应有间隙，无卡阻现象。

10.1.2 手持式电动工具的使用应符合 GB/T 3787 的相关要求，并应符合下列规定：

- 1 在一般场所，应选用Ⅱ类电动工具。如使用Ⅰ类电动工具，应采取装设漏电保护器、安全隔离变压器等安全保护措施。
- 2 在潮湿环境或电阻率偏低的作业场所应使用Ⅱ类或Ⅲ类电动工具。如使用Ⅰ类电动工具，应装设额定漏电流不大于30mA、动作时间不大于0.1s的漏电保护器。
- 3 在锅炉、金属容器、管道内等狭窄作业场所应使用Ⅲ类电动工具，如使用Ⅱ类电动工具，应装设动作电流不大于15mA、动作时间不大于0.1s的漏电保护器。
- 4 工具及零部件的防护罩、盖等防护装置不得任意拆卸。

10.1.3 在管道内或通风不良部位使用打磨电动工具时，应设置专用通风设施，并有专人监护。

10.1.4 电动工具使用中有过热现象时，应停止作业。

10.1.5 高处作业时，操作人员应选择较安全的位置，并配戴个人防护用品；工器具应用安全绳拴牢，防止坠落；下层应安排专人监护。

10.1.6 使用角磨机、砂轮机时，应配戴防护眼镜，旋转方向不

应对着人员、设备及通道。

10.1.7 使用电钻应符合下列规定：

1 应先启动后再接触工件，钻斜孔应防止滑钻，运转时严禁用手直接清除铁屑。

2 操作时可用手和杠杆加压，但严禁坐于其上，并应视钻屑厚度，适当增减压力。

3 使用磁力电钻，应按产品说明书操作，侧面和顶面作业时，应使用安全箱或其他防止断电的措施，安全箱应事先进行检查。

10.1.8 使用电动砂轮机应符合下列规定：

1 砂轮机首次启动时，应点启动，检查电机旋转方向是否正确，工作时旋转方向不应对着设备及通道。

2 使用砂轮机时应先启动，达到正常转速后，再接触工件。

3 工件托架应安装牢固，托架平台应平整，防护罩应安装完好。应及时调整托架与砂轮外围间隙，间隙不宜大于5mm。

4 作业人员应戴防护眼镜，站在砂轮机的侧面，且用力不应过猛。

5 大型或重量达到5kg以上的物件，不得在固定砂轮机上磨削，砂轮片形状不圆，有裂纹或磨损接近固定夹板时，应及时更换。

10.1.9 使用砂轮切割机应符合下列规定：

1 砂轮切割机应放置平稳，紧固件应无松动。

2 电机及其操作回路绝缘应良好；电机应空转检查转向正确后方可装砂轮片。

3 磨切工件应使用夹具夹牢放稳，严禁手拿工件打磨、切割。

4 砂轮片接触工件应缓慢，用力不得过猛。

5 砂轮片应与所选用的砂轮机规格相匹配，并满足质量要求。

10.1.10 使用电锤应符合下列规定：

1 操作前应检查各连接部位螺钉有无松动，外壳体应无裂纹及缺损，电源线绝缘应良好，且确认钻头已经夹在正确位置上。

2 操作时，操作人员应戴好安全帽，穿绝缘工作鞋，并配戴口罩和防护目镜。

3 高处使用电锤时，操作人员应选择较安全的位置，并系好安全带，下层应安排专人监护。

4 钻孔位置应避开煤气、液化气或自来水管和电源线。

5 操作时，不得让电缆触及钻头周围部位以及高热物体、尖锐金属边缘和油脂。

10.2 风动工具

10.2.1 风动工具的供风系统各连接点应牢固可靠。

10.2.2 风动工具的进气胶管应接在带有进出阀门的气水分离器后面。气水分离器应定时放水。

10.2.3 应根据螺栓紧固力矩选用相应的风扳机。风扳机不宜在高压下空转。使用风扳机松螺帽时，应采取措施防止螺帽飞出伤人。

10.2.4 使用风动砂轮机、钢丝轮时，应符合 10.1 节的有关规定。

10.2.5 风动工具应定期保养，在工作期间应定时加入润滑油。

10.3 起吊工具

10.3.1 起吊工具应集中保管，并健全检查、试验、保养、更新制度，不符合安全要求的工具不得使用。使用起吊工具除应符合本标准规定外，尚应符合 SL 425 和 SL 398 的有关规定。

10.3.2 钢丝绳使用应符合下列规定：

1 起吊用钢丝绳应定期检查，不得超负荷使用，当钢丝绳径向磨损、断丝、腐蚀造成直径变小，松股、打结、绳芯外露、整股断裂以及其他损坏达到规定报废标准的应立即报废。

2 钢丝绳吊头绳套索扣编插，在单根吊索中，每一端索扣的插编部分的最小长度不得小于钢丝绳公称直径的 15 倍，且不小于 300mm。手工插编操作对每一股应至少穿插 5 次，而且 5 次中至少有 3 次应整股穿插。机械操作应 3 股穿插 4 次，另外 3 股穿插 5 次而成。

3 吊装时应根据重物尺寸及重量大小选择合适的钢丝绳，并进行校核计算，钢丝绳安全系数除应符合本标准规定外，尚应符合 GB/T 3811 的规定。

10.3.3 卸扣（卡环）使用应符合下列规定：

1 卸扣使用前应进行检查，存在变形、裂纹的卸扣不得使用。

2 卸扣使用时，应对照所起吊物体的重量合理选用；起吊时应检查卸扣的受力方向是否正确，应为轴销与弯环部位受拉，不得横向受拉，起吊前应检查卸扣轴销是否旋转到位。

3 卸扣不得由高处往下摔抛，造成碰撞变形，使内部产生损伤和裂纹。

10.3.4 手拉葫芦使用应符合下列规定：

1 手拉葫芦使用前应进行检查，检查吊钩、链条、轴是否变形损坏；拴挂手拉葫芦时应牢靠，所吊物的重量不得超过葫芦标定安全承载能力。

2 操作时应先慢慢起升，待受力确认可靠后方可继续工作。拉链人数应根据葫芦起重能力大小决定，起重能力小于 50kN 时，拉链人数宜为 1 人；起重能力不小于 50kN 时，拉链人数宜为 2 人，不得随意增加拉链人数。如遇拉不动时，应检查是否有损坏。

3 已吊装重物需停留时间稍长时，应将手拉链拴在起重链上。

10.3.5 绳夹使用应符合下列规定：

1 绳夹用于固定钢丝绳头，为保证安全，每个绳夹都应拉紧至夹子内的钢丝绳被压扁 1/3 时为止。

2 应根据钢丝绳直径大小选用绳夹，每两个钢丝绳夹的间距不应小于钢丝绳直径的 6 倍。绳夹数量不应少于 3 个，见表 10.3.5。

表 10.3.5 钢丝绳夹的数量

钢丝绳公称直径 D /mm	$D \leq 19$	$19 < D \leq 32$	$32 < D \leq 38$	$38 < D \leq 44$	$44 < D \leq 60$
钢丝绳夹最少数量/组	3	4	5	6	7

3 绳夹 U 形环应夹在绳头（即活头）一边。为便于检查钢丝绳受力后是否有滑移，应将绳头放出一段安全弯段后与主绳夹紧。

10.3.6 吊钩使用应符合下列规定：

1 吊钩每年应至少进行 1 次煤油清洗，除去污垢后，用 10~20 倍放大镜细心观察起重钩及其紧固件。

2 吊钩表面应光洁，无剥裂、锐角、毛刺、裂纹等。吊钩出现裂纹、危险断面，磨损达原尺寸的 10% 或开口度比原尺寸增加 15% 时，应予以报废。

3 严禁在吊钩上焊补、填补或钻孔。

4 吊钩强度试验时，应用额定载荷的 125% 的荷重，历时 10min。负荷卸去后，用放大镜或 X 射线、 γ 射线探伤等可靠方法检验，发现残余变形或裂纹，应予以报废。

10.3.7 滑车与滑车组使用应符合下列规定：

1 应按滑车出厂安全起重负荷使用，不得超载。

2 使用前应检查各部分是否良好、可靠，不得有变形裂痕和轴的定位装置不完善情况，如滑轮柄转动有卡阻时，不得使用。

3 选用时，钢丝绳直径应与配用的滑轮柄绳槽相适应，拴挂滑车应固定牢靠。

4 起吊前，应检查滑轮组钢丝绳的穿绕方式是否正确，如发现绳股之间有交叉、缠绕，应立即纠正，并检查钢丝绳尾端固定是否可靠。

5 应定期保养润滑，减少轴承磨损。

10.3.8 卷扬机使用应符合下列规定：

1 使用前应检查卷扬机锚固装置是否牢固，检查离合器、制动器是否灵敏、可靠，检查电气设备绝缘是否良好，接地接零应完好正确。

2 钢丝绳在卷筒上应排列整齐，放出时，卷筒上应至少保留3圈。

3 工作中应监视卷扬机运转情况，如发现电压下降、触点冒火、温度过高、响声不正常或制动不灵、钢丝绳发生抖动等情况，应立即停车检修。

4 不得将钢丝绳与带电电线接触，应防止钢丝绳扭结。

10.4 千斤顶

10.4.1 千斤顶使用前应检查各部件是否完好，丝杆和螺母磨损超过20%的应报废，机壳和底座有裂缝的不得使用。液压千斤顶的活塞、阀门应良好无损。

10.4.2 千斤顶不得加长摇柄长度和超负荷使用。

10.4.3 千斤顶顶升工件的最大行程不应超过该产品规定值（当套筒出现红色警界线时，表示已升至额定高度），或丝杆、活塞高度的3/4。

10.4.4 操作时，千斤顶应放在坚实的基础上，用枕木支垫千斤顶时应与载荷作用线对正，不得歪斜。必要时底部和顶部可同时加垫木防滑。应先将重物稍稍顶起，检查无异常现象，再继续顶升。

10.4.5 使用油压千斤顶时，应检查油管和油箱油位线，油管承压应满足使用要求，液压油应干净无杂质。顶升前应检查换向阀开关是否到位。

10.4.6 使用油压千斤顶时，作业人员严禁站在保险塞对面，重物顶升后，应用木方将其垫实。

10.4.7 用2台及2台以上千斤顶合抬一重物时，应符合下列

规定：

1 宜选用同一规格、型号的千斤顶。考虑动载情况下的不均载系数，按总负荷留 20% 备用容量，并事先检查和试验所用千斤顶，确认合格后方可投入使用。

2 顶升作业时，应受力均匀，顶点布置合理，力矩对称，顶升速度宜同步，由专人指挥和监护，使重物平行上升，发现上升不一致时，应及时调整重物水平。宜采用分离式液压千斤顶，由一个油泵同时向几个千斤顶供油，避免受力不均。

10.4.8 高处使用千斤顶，应用绳索系牢，操作人员严禁站在千斤顶两侧或下方。

10.4.9 顶升重物时，应掌握重物重心，防止倾倒。重物顶起应采取保护措施，随起随垫，保证安全。

10.4.10 大型油压千斤顶的油泵站工作时，使用前应经检查和试运行合格。

10.5 金属结构制作专用工具

10.5.1 样冲使用时，应斜着靠近冲眼部位，敲击前应扶直样冲，不得倾斜敲击，防止样冲飞出发生事故。

10.5.2 压码应与结构件或设备焊接牢固，防止敲击楔子板时焊缝炸裂，或压码、楔子板飞出发生安全事故。

10.5.3 带锯床使用应符合下列规定：

1 锯料最大直径不得超过规定要求，工件应夹持牢固，防止锯切过程中工件摆动发生安全事故。

2 多体锯切时应选择合理根数，保证每根都处于夹紧状态，防止锯切过程中工件摆动发生安全事故。

3 带锯床使用中应及时清理铁屑、余料。

10.5.4 电动液压弯管机使用应符合下列规定：

1 使用电动液压弯管机前应检查金属外壳及电源线绝缘是否满足要求。

2 弯管过程中，作业人员严禁将手伸入模具和工件之间。

- 3 应及时清扫设备周围杂物和油污。
 - 4 检修液压泵站前应切断电源并泄压。
- 10.5.5 碳弧气刨机使用应符合下列规定：**
- 1 施工前应检查金属外壳及电源线绝缘是否满足要求，应清理作业区易燃易爆物品，并采取隔离防护措施。
 - 2 在容器和金属结构件内作业时，应采取通风和排烟除尘措施。
 - 3 作业时刨削方向不应对人，露天作业应顺风操作，并做好防火、防烫伤措施。
 - 4 作业时操作人员应配戴防护面罩、防护眼镜、防尘口罩和防噪声耳塞等防护用品。
- 10.5.6 棱角校正工装使用应符合下列规定：**
- 1 棱角校正工装应布置专用吊耳或支撑装置，固定牢靠。
 - 2 校正作业时，作业人员严禁直接用手固定用于校正的工件。
 - 3 检修液压泵站前应切断电源并泄压。
- 10.5.7 顶杆装置使用应符合下列规定：**
- 1 顶杆装置各组成部件应采用焊接、螺栓等方式连接牢固。
 - 2 顶杆装置在使用过程中应采用绳索与上部高点固定，并应受力均匀，顶点布置合理、力矩对称。
- 10.5.8 螺杆拉紧器使用应符合下列规定：**
- 1 螺杆拉紧器在调整使用前应与插筋或锚板、闸门埋件焊接牢固。
 - 2 螺杆拉紧器不得作为结构件的固定支撑。
 - 3 使用过程中应布点合理，受力均匀，力矩对称。
- 10.5.9 磁力起重机使用应符合下列规定：**
- 1 起吊前应保持起吊工件清洁，清理磁力起重机吸力面，保证吸合面接触紧密。
 - 2 磁力起重器应吸在被吊工件的重心上，保持吊件垂直受力。

- 3 起吊时严禁超载，以免发生安全事故。
- 4 起吊时操作人员应与起吊物保持安全距离，起吊物下方严禁站人。

10.5.10 转运台车的布设、使用应符合下列规定：

- 1 对转运台车钢结构、轴承及主轴的承载力应进行专项设计。
- 2 转运台车运输前应对运输线路上的轨道进行检查清理。
- 3 材料、设备吊放至转运台车上时，重心应与台车结构承载力中心相吻合。当材料、设备重心较高时，应采取可靠措施与台车固定牢靠。
- 4 采用卷扬机牵引台车时，卷扬机布设位置应视野开阔、便于观察，并符合 10.3.8 条的规定。
- 5 台车运行前应进行警示，运行时台车行进方向严禁有人，并设专人监护指挥。

10.5.11 铆工常用工具使用应符合下列规定：

- 1 大小锤、平锤、样冲及其他承受锤击的工具，顶部应无毛刺及伤痕，锤把应无裂纹，安装牢固。
- 2 使用大锤时，严禁戴手套操作，锤头甩落方向严禁站人。
- 3 凿冲钢板时，严禁用圆形物体（如铁管、铁球、铁棒等）作垫块。

10.6 金属结构安装专用工具

10.6.1 天锚吊装系统的布设、使用应符合下列规定：

- 1 天锚吊装系统的锚杆、锚板、钻孔及灌浆等应进行专项设计，使用前应按设计要求进行负荷试验。
- 2 天锚与被吊装设备应垂直受力，不得倾斜吊装。
- 3 天锚吊装系统应定期进行检查、加固，防止变形或局部损伤。
- 4 吊装过程中，应密切观察起升情况，防止设备冲顶。
- 5 卷扬机、钢丝绳、滑车与滑车组的使用应符合 10.3 节的

有关规定。

10.6.2 电动吊篮使用应符合下列规定：

1 使用前应对钢丝绳、电气控制系统、安全锁、限位装置等进行检查。

2 电动吊篮内的载荷应分布均匀，构件及工器具应与吊篮固定牢靠，不得超过额定荷载。

3 电动吊篮操作人员在吊篮起升过程中应密切观察周围情况，防止电动吊篮碰撞、冲顶。

4 在电动吊篮内进行电焊作业时，应做好绝缘保护，不得使用钢丝绳作为电焊接地线。

5 作业完成后，电动吊篮应停放至最底层位置。

标准用词说明

标准用词	严格程度
必须	很严格，非这样做不可
严禁	
应	严格，在正常情况下均应这样做
不应、不得	
宜	允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做
不宜	
可	有选择，在一定条件下可以这样做

中华人民共和国水利行业标准

水利水电工程金属结构制作与安装
安全技术规程

SL/T 780—2020

条 文 说 明

目 次

1	总则	79
3	基本规定	80
4	金属结构制作	88
5	金属防腐涂装	91
6	闸门安装	94
7	启闭机安装	98
8	船闸及升船机安装	101
9	压力钢管安装	105
10	施工用具及专用工具	109

1 总 则

1.0.1 本条明确了制定本标准的目的。遵照《中华人民共和国安全生产法》（主席令第13号）“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，尽力控制和消除水利水电工程金属结构制作与安装过程中的重大风险，保障人的安全健康及设备安全，促进行业健康发展，是本标准追求的主要目标。

1.0.2 本条明确了本标准的适用范围，本标准适用金属结构施工现场制作，不适用厂家厂内制造。大、中型水利水电工程是按照SL 252《水利水电工程等级划分及洪水标准》的规定进行划分的，因小型水利水电工程与大、中型水利水电工程金属结构制作与安装现场具有较大的差异，所以可参照执行。参照执行是指标准中涉及人身健康和生命财产安全的技术要求应严格执行，其他技术要求可适当放宽。

3 基本规定

3.1 安全管理要求

3.1.1 金属结构制作与安装单位首先要设立安全生产管理机构，配备安全生产管理人员。然后建立安全生产责任制，明确各级生产管理人员的安全职责，并建立考核制度，确保责任制落实。

3.1.3 安全生产教育培训是提高员工安全意识和安全技能的有效手段，也是《中华人民共和国安全生产法》（主席令第13号）的要求，不仅要做好管理人员和作业人员的安全教育培训，更要加强特种作业人员的安全生产教育培训，防止发生人身安全事故。

3.1.4 本条根据财政部、国家安全生产监督管理总局《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财企〔2012〕16号）制定。

3.1.5 本条对从业人员配备合格的安全防护用品和用具进行了规定。

3.1.7 “危险场所”是指变压器室、控制室、油库、炸药库、仓库等易燃易爆的场所；“危险部位”是指起重、电气焊、高处、受限空间等高危作业区域。本条强调要设置安全警示标牌，告知危险和控制措施，且标牌的制作和设置要符合规范要求。

3.1.8 本条对施工现场办公区、生活区设置和配备消防设施和器材提出了要求。

3.1.10 危险性较大的单项工程分类参照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部第37号令）制定。超过一定规模的危险性较大的单项工程专项方案应由施工单位组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。实行施工总承包的，应由施工总承包单位组织召开专家论证会。专家论证前专项施工方案应通过施工单位的审核和总监理工程师的审查。

3.1.11 本条明确了施工前必须进行安全技术交底等作业程序和相关要求。

3.1.12 本条明确了施工现场因可能发生事故或意外情况，需要配备应急值班车辆及时救助的要求，但应注意不得随意移动受伤人员，应在医护人员的指导下进行，避免造成二次伤害。

3.2 施工现场安全防护

3.2.1 根据施工区域和重点部位管理要求采取相应封闭措施，对金属结构制作、安装施工区域和重点部位实行封闭管理是为了减少干扰，消除隐患，预防事故，便于标准化、区域化管理。

3.2.2 结合目前水电施工现场标准化、区域化管理及本质安全管理要求，结合实际情况推行定置管理。定置管理有利于提高整体文明施工形象和安全生产管理水平，也是本质安全化的要求。

3.2.3 为提高施工现场整体文明施工形象，对施工现场设备、材料存放、通道，结合标准化、区域化管理要求，增加隔离设施，保证安全通道畅通。

3.2.7 参照 SL 398《水利水电工程施工通用安全技术规程》的规定，对高处作业通道、平台搭设提出要求，明确临空面安全防护栏杆、挡脚板高度。结合水利水电施工的特点，挡脚板的高度为 0.2m，严于国家标准 0.1m 的规定，已在水利水电工程领域推广普及，以增加安全系数，因 0.2m 较符合水利水电施工现场的实际情况，能更有效地阻挡滚滑的物体，预防物体打击事故。

3.2.8 脚手架和操作平台搭设前，应根据施工特点确定搭设方案，其基础的稳定性和承载力应满足使用要求。基础的稳定性直接关系到脚手架和操作平台的稳定性，脚手架和操作平台的拆除比搭设的危险性更大，所以对此提出了明确的要求。

3.2.10 要结合施工现场安全设施标准化要求进行统一布置。活动板式结构要采用防火性能较好的岩棉等材料，严禁使用聚苯乙烯等易燃材料作为芯材。

3.3 施工现场用电与照明

3.3.1 本条是按照 GB 50194《建设工程施工现场供用电安全规

范》、SL 398 和 JGJ 46《施工现场临时用电安全技术规范》的规定编制的，对施工现场用电管理提出了具体要求，明确施工现场用电组织设计编制、审核、批准等环节的工作职责和要求。

3.3.2 本条明确规定了对施工现场用电的基本要求。

12 本款是参照 GB 50169《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》的规定制定的。接地保护是在电气设备和设施外壳与大地之间设置电阻小的金属接地体，当绝缘损坏时，电流经接地极入地，不会对人体造成危害。接零保护是将接地的中心线（零线）与非带电的结构和设备外壳相接，当绝缘体损坏时，由于中心线路电阻很小，短路电流很大，会使电气线路中的保护开关、保险器和熔断器动作，从而避免人身触电事故。

13 零线连接不符合规定，引起零线的电阻增大，会影响保护接零的效果。

3.3.3 本条明确规定了对施工现场照明的基本要求。

1 厂房、闸门井、廊道内采光条件很差，作业时应设置施工照明。廊道等狭窄部位内的照明灯具和线路悬挂高度不宜低于 2.5m，以防碰头。

2 对于岔道多且有竖井的廊道，应规划安全疏散通道并按规定装设应急照明或指示路标，以免迷路发生坠落井内的伤亡事故。此类事故曾在个别工程中发生过。

6 本款对室内外照明灯具的高度要求是参照 JGJ 46—2005 第 10.3 节的有关规定制定的。

9 结合水利水电施工特点，对埋件安装、机坑、廊道、金属容器内和潮湿环境等特殊场所照明电压提出管理要求。在狭小潮湿的空间或金属容器内作业，照明用电安全尤为突出，所以规定要求使用低压照明；同时在狭小潮湿的空间或金属容器内作业，一旦突然停电，人员行动很不安全，故要有应急备用的照明灯具。安全电压可参照 JGJ 46—2005 第 10.2 节的有关规定确定。

3.4 施工现场消防

3.4.1 本条明确规定了施工现场消防安全管理的基本要求。

1 结合安装过程划分消防危险等级，采用分级管理，严格实行动火申报审批制度。

2、3 施工现场应根据设备设施的特性和环境的情况，配备足够的可扑灭不同性质火灾的消防器材，并由专人负责管理和维护，做好日常检查维护记录，以保持其始终处于完好状态。

3.4.3 使用过的油布、棉纱等易燃物品如随处存放在施工现场，遇到电焊或气焊等作业的火星或焊渣可能会引起火灾事故，因此要求及时回收，妥善保管和处置。

3.4.4 参照《公共场所卫生管理条例实施细则》（卫生部令第80号）的规定，加强施工现场禁烟力度，严格管理。

3.5 职业健康与环境保护

3.5.1 本条明确规定了施工现场职业健康管理的要求。

1 本款按《中华人民共和国职业病防治法》（主席令第52号）、《中华人民共和国安全生产法》（主席令第13号）、《工作场所职业卫生监督管理规定》（安监总局令第47号）等法律、行政法规和国务院有关职业健康监督检查职责的规定提出的基本要求。

2 对作业环境实行评价监测和定期监测，对超标的作业环境及时治理，减少粉尘、噪声、毒物等危害因素的产生，提高制作安装施工作业环境。

3 本款按《中华人民共和国职业病防治法》（主席令第52号）、《中华人民共和国安全生产法》（主席令第13号）、《工作场所职业卫生监督管理规定》（安监总局令第47号）等法律、行政法规和国务院有关职业健康监督检查职责的规定提出的基本要求。

4 喷漆作业是经常性项目，宜减少喷漆作业影响的人数，

并注意防爆。

5 地下洞室施工存在大量土建施工粉尘、电焊烟尘及车辆废气，强制通风是保护作业人员人身健康的有效手段。

3.5.2 本条明确规定了作业人员职业健康要求。

2 安装焊接、清洗、刷漆作业存在较多密闭、半密闭、狭窄等部位施工，电焊烟尘、清洗液和油漆中挥发性物质如果不能及时排除，将严重危及作业人员健康。

3 应根据现场作业环境发放防护用品，并监督检查作业人员使用情况。

3.6 防洪度汛

3.6.2 金属结构制作与安装单位的防洪度汛方案和应急预案应与工程防洪度汛总体方案和施工进度相协调一致，服从统一调度和指挥。参与度汛的闸门应调试好，汛期能够关闸挡水或开闸放水。

3.6.4 金属结构制作与安装单位在防洪度汛期间应根据辨识、评价情况，组织专人对重点防汛部位巡视检查，及时发现险情。

3.6.5 本条对金属结构制作与安装单位汛期信息沟通提出要求，金属结构制作与安装单位应主动加强与各级主管部门及政府有关部门的沟通联系。

3.7 廊道、洞室及有限空间作业

3.7.1 本条明确规定了廊道及洞室内作业的安全技术要求。

2 部分建筑物的廊道内或地下洞室内会设置电梯井、电缆井或深排水井等，照明条件不好时可能发生人员坠落事故，因此对这些部位的井口（或孔洞口）应铺设防护盖板以及防护栏杆等安全设施，并在附近洞壁悬挂安全警示标志。

4 地下洞室内由于围岩的地质条件复杂，存在塌方等安全隐患，对尚未采取可靠支护或排险措施的，应悬挂醒目的安全警示标志。

3.7.2 本条按照《国家安全监管总局办公厅关于开展工贸企业有限空间作业条件确认工作的通知》（安监总厅管四〔2014〕37号）的规定对有限空间作业提出要求。

3.8 底层作业

3.8.1~3.8.3 在地下洞室或大坝深井（引水斜竖井、通风竖井、电梯井、闸门井等）、厂房机坑内进行底层作业时，容易发生上层坠物伤害事故，因此应在合适高度处铺设挡渣防止坠物的安全防护隔离层。对于存在上层与底层交叉施工的，在井口还应设置围栏、盖板、安全网等防护设施，以及上、下作业的安全梯道等。

3.8.4 封闭环境的底层作业场所，会出现空气流动差、排水不畅的情况，部分地质条件差的洞室底层还可能出现透水和有害气体等现象，因此规定应设置有效而可靠的照明、通风、排水和消防等设施。

3.8.5 底层作业场所一般阴暗、潮湿，对电器设备、电动工具及其线路有防潮（或防水）的要求。

3.9 平台搭设作业

3.9.1 施工现场的操作平台，根据用途可分为只用于施工操作的操作平台和进行施工作业也进行施工材料转接用的接料平台（或称卸料平台、转料平台等）。本标准列举了移动式操作平台、落地式操作平台、悬挑式钢平台的安全要求。平台的使用是非常普遍的，而且也是经常容易忽视的，对其应严格执行设计审批程序。本条参照 JGJ 59《建筑施工安全检查标准》的相关条款，规定各类操作平台应进行设计计算，计算内容包含强度、稳定性及抗倾覆验算。

3.9.3 本条参照 JGJ 59 关于卸料平台的有关规定提出要求。

3.9.4 本条规定操作平台设置防护栏杆。为确保平台上作业人员的安全，考虑到平台上作业人员上下时的舒适性，将登高扶梯

的踏步间距定为 0.4m。

3.9.5 本条明确了移动式操作平台安全防护措施、安全距离、安全高度等有关规定。

2 竖井和斜坡道上的移动式操作平台或作业台车的牵引及安全保险系统需经过严格规划设计，其安全与否直接关系到作业人员的生命安全，同时停留作业时的导向或临时支撑或稳定支撑应可靠。

5 行走轮和导向轮的固定措施是为了避免平台滑移。

3.9.6 本条明确了落地式操作平台应符合脚手架搭设的相关规定。因脚手架不具备承受操作平台的荷载，为防止影响脚手架的稳定及满足落地式操作平台架体稳定性与安全性要求，规定操作平台不得与脚手架连接。

3.9.7 在潜孔的大坝下游面悬挑闸墩等部位常常使用悬挑式钢平台，其整体刚度（或稳定性）应在设计阶段进行详细设计。用于钢平台的埋件应严格按照设计要求进行施工。钢平台的电焊、气焊应遵守相关规定，确保安全。

3.11 起重运输作业

3.11.2 金属结构运输、安装中的起重吊装、运输作业属危险性较大工程，大件的运输、吊装是保证设备安装施工安全的重要环节。安装前应结合安装程序，制定合理的运输方案，对吊装和运输手段的选取、运输路线的拟定、吊具的设计以及起重运输组织与人员配备都应做详细的规划，并报有关主管部门审批后实施。

3.13 制作厂区布置

3.13.1、3.13.2 金属结构制作厂区应综合规划和设计，合理布置厂房、库房、办公场所等永久或临时建筑物，选址时应考虑防止发生自然灾害。厂区应满足消防安全规定。

3.13.12 本条明确了金属结构制作生产场地的安全技术要求。

1 作业区包括原材料堆放区、下料区、单件组装区、部件

组装区、焊接区、总拼区、防腐作业区、半成品区、成品区等。

3.13.13 本条明确了施工设施设备的安全技术要求。

1 在机械设备、电气盘柜和其他危险部位，悬挂安全标志和张贴安全操作规程，直接涉及人身安全和健康，应通过现场检查来保证悬挂和张贴到位。

2 起重吊装机械、空气储罐、氧气瓶、乙炔气瓶、丙烷气瓶等特种设备的使用、管理应符合国家特种设备相关规定。

3.14 安装区域布置

3.14.1~3.14.3 安装区域布置强调根据场地条件及设备能力，合理进行各施工工位及安全通道的规划布局，避免出现安装区域的杂乱无章现象，影响安全文明生产。

4 金属结构制作

4.1 一般规定

4.1.1 工艺技术文件包括下料、矫正、拼装、焊接工艺等。大型的平面闸门、弧形闸门的卧拼、立拼以及起重吊装、拆卸、高空作业等还应编制专门的安全技术措施。

4.1.2 机械操作工、起重工、电工、焊工等应持有效操作证上岗。

4.1.4 本条明确了吊运作业安全技术要求。

3 吊压在底部的材料或钢板翻面时，钢板卡与钢板可靠卡紧后，人员应在安全距离外指挥起吊。

4.1.6 本条明确了下料安全技术要求。

2 自动行进式板材坡口机是一种便携式的坡口切割设备，由于重量轻，切割坡口时是以被切割的工件作为支撑稳定体系的，所以使用该设备时，工件应支撑固定。

4.1.7 国内采用爆炸法消除钢管焊缝的残余应力在工程中的大量运用，是近十年来发展起来的新技术。虽然其爆炸采取的小药量工艺，但对其作业的安全防护应引起足够重视。

1 爆炸消应作业具有较大的危险性，因此施工单位的资质及其作业人员的资质应进行严格审查。无资质的单位和无证人员不得参与相关项目的施工作业。

2 爆炸消应作业必须符合 SL 398—2007 第 3.4 节的有关规定，施工组织实施方案应在施工前报请有关部门审查批准。

5、6 爆炸作业前应在周围设置警戒哨，清退无关人员并对施工设备予以撤离，保护人员和财产安全；爆炸冲击波对就近的脚手架或平台会有一定程度的损坏，后续作业前应全面检查和恢复。

4.2 钢闸门及埋件制作

4.2.1~4.2.3 埋件和闸门半成品多采用铸、锻毛坯件、钢板和型钢组焊加工而成。根据制作工艺流程，对各工序施工中如何避免常发、多发的安全事故逐一加以明确和规定。

4.2.4 闸门总拼装时，作业程序和环境较复杂，起吊构件尺寸和重量一般较大，立位拼装属高空作业，其重心向后有一个倾覆力矩，则支撑体系的稳定非常重要。本条规定了作业前需要进行的技术、安全准备的内容和作业人员应注意的安全事项。

4.3 钢管制作

4.3.2 钢管（含尾水管、锥管、蜗壳）等卷弧前进行板头的预弯处理时，需要使用的负荷较大（特别是厚板小直径的瓦片），使用前应对油压设备密封件，指示仪表和安全阀等装置进行全面检查，使其处于完好状态。

4.3.3 瓦片刚度较小或弧度较长时，卷弧过程中可能发生钢板变形下塌，本条对采取的相应措施作了规定。瓦片弧度卷制时，需要人员反复对辊筒等运转范围进行尺寸校核和弧度检查，设备操作人员必须严格服从指挥人员的指令和协调指挥，严防误操作挤轧压伤作业人员。本条规定了设备的操作维护要求及相关注意事项，适用于各种规格的卷板机。

4.3.5 岔管、伸缩节水压试验按照 1.25~1.5 倍设计压力进行水压试验或 1.1 倍设计压力进行气密性试验，甚至做爆破性水压试验时，存在较大的安全和技术风险。

4.3.6 为降低施工成本，内支撑等构件一般重复使用，甚至在数个工程中重复使用，由于露天存放或保管不善等原因，构件产生变形、锈蚀等缺陷，施工现场不能直接使用，必须经技术部门设计校核后，才能改造使用。

4.4 无损检测

4.4.1 无损检测所使用的设备操作要求有较高的专业知识，对检测成果的判断必须由有一定实际经验积累的专业人员才能胜任，本条强调培训考试的必要性。

4.4.2~4.4.5 射线检测时，操作不慎会对人体造成较大伤害（特别是 γ 射线危害甚大），故强调从事射线检测作业的施工单位和个人的资格和操作许可审批的必要性。另外，国家的法规对此类操作技术规范及对应采取的安全防护都做了规定，应严格遵照执行。

4.4.9 本条对衍射时差法、相控阵、脉冲反射法超声波等作业时的要求作出了明确规定，需要按要求严格执行。其他无损检测方法所使用的材料，如荧光粉、着色剂、磁粉等对体会造成不同程度的伤害，并污染环境，所以必须严格遵守有关操作程序。本条规定了对设备的使用和维护，需要严格按照规定执行，其他无损检测对于操作人员身体同时会造成较大伤害，故应遵照国家的法规对此类技术规范及安全防护规定。

4.5 涂装作业

4.5.1 涂装作业场所布置的有关事项要求在第5章进行了规定。

4.6 产品转运与存放

4.6.6 对叠层堆放除规定要求支垫稳定，层间加垫木质材料外，还需限制堆放高度。

5 金属防腐涂装

5.1 一般规定

5.1.1~5.1.8 对作业人员资质、涂装高空作业、涂装作业场所及有限空间涂装作业等作出了相关要求。

5.2 材料保管

5.2.1 用于涂装的油漆涂料及稀释剂等材料具有易燃、易爆和流动性好的特性。有些涂料对作业人员的身体有害。受施工现场所限，许多单位对这类材料的保管和使用方法不规范，此条特作强调。

5.2.2、5.2.3 这两条是对 5.2.1 条规定的补充，建立专人保管和看护，以及严格的回收和弃料处理制度，以防因职责不清，出现疏漏。

5.2.4 油漆涂料具有易燃、易爆等特性，本条对材料存放做了进一步规定。

5.3 涂装作业场所布置

5.3.1 本条主要针对水利水电工程施工的现场涂装场所，此类作业多为手工式操作的涂装工艺，首先要满足人员安全操作空间的需要。涂装作业场所的规划设计要求在 GB 6514《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化》中作了规定。

5.3.2~5.3.7 这六条主要是对 5.3.1 条的补充说明并加以具体化。防腐涂装作业场所的通风目的和基本要求是作业空间内的漆雾等有害物和可燃性气体的浓度低于安全限度；施工现场的照明必须满足防爆要求。

5.3.10 喷漆室通风应满足安全通风条件，以确保作业人员安全，因此每年应进行一次通风系统消能技术测定和电气安全技术

测定。

5.4 喷砂（丸）除锈

5.4.5、5.4.6 这两条对喷丸室砂（丸）粒回收装置以及喷丸室围护结构进行了规定。

5.4.7 喷砂（丸）枪喷嘴处压力大，容易堵塞，砂（丸）喷射速度高，接头、喷射方向 30m 范围和喷嘴堵塞等问题，本条直接涉及人身安全和健康，应高度重视。

5.4.9 废砂（丸）对环境影响很大，本条对废砂（丸）处理进行了规定。

5.5 涂料喷涂

5.5.1 对密闭或半密闭以及管道内的喷涂作业现场的通风设施应严格按照规定敷设；喷涂作业人员的劳动防护用品的配备经常容易忽视，且无章可依，本条强调应按 GB/T 11651《个体防护装备选用规范》的规定执行。

5.5.2、5.5.3 涂料喷涂作业现场的防火和防爆是安全防护的重点，这两条对此加以强调，施工前应严格按照要求全过程周密规划，并配置有效的消防器材。

5.5.4 在通风不畅及半封闭的空间内喷涂，因气流不畅，易出现有害气体体积聚集浓度过高，对作业人员人身安全威胁较大。若发生意外求助不及时会危及人的生命，应在施工现场设专人监护。

5.5.6 废弃涂料对环境污染很大，本条增加了废弃涂料的处理规定。

5.5.9 产品油漆破损处理常为手工涂漆，本条增加了对手工涂漆等的规定。

5.6 金属热喷涂

5.6.2 热喷涂操作人员需严格配戴头盔类的面罩安全防护用具，

现广泛使用的面罩无须接氧气管路，本条对仍采用氧气管路的帽盔进行强调。

5.6.3 与热喷涂作业的设备配套的氧气、乙炔管路长期使用会出现因老化等原因发生泄漏事故。除规定所有设备按规定进行设计外，定期的维护、检查与使用前进行必要的耐压试验也是保证设施安全的必要程序，本条强调必须遵守。

5.6.6~5.6.9 这四条均系针对采用氧气、乙炔进行热喷涂作业而言的，除了这些规定外，未尽事项还应符合 SL 398 的有关规定，对于采用电喷涂作业的规定不在这四条的范畴。

5.6.10 容器内喷涂，属于有限空间作业，极易发生中毒或爆炸事故，直接涉及人身安全，本条强调必须保持通风并有专人监护。

6 闸门安装

6.1 一般规定

- 6.1.2** 在门槽内搭建操作平台或脚手架，以便于埋件安装、尺寸测量及焊接。
- 6.1.3** 闸门槽模板及施工现场杂物较多，应进行清理，便于吊装和模板拆除。
- 6.1.4** 本条对闸门装配时作业人员站位和工作提出了安全要求。
- 6.1.5** 闸门上的临时吊耳、爬梯是保证安全的重要环节，验收合格后方可使用是关键性的要求。
- 6.1.6** 本条对闸门及埋件放置提出了稳定可靠的要求，防止因现场堆放混乱或其他吊装影响造成设备损坏和事故。预组装大型闸门与埋件等永久设备的临时堆放场地内，应兼顾设备堆放、作业人员和施工设备的通行需要。对于不需要吊车或运输车辆进入的，宜按宽度0.8~1.0m预留人行安全通道；对于需要采用移动式汽车吊等手段进行装卸作业的，宜根据车辆作业宽度预留8~10m的通道。闸门设备宜采取面板水平的平放，或面板垂直的立放，但应以稳定为前提加以控制。
- 6.1.7** 钢闸门金属部分是良好的导体，易发生漏电触电伤人，因此布置于门体上照明设施应采用低压行灯，导线应绝缘良好，门体接地应可靠。

6.2 闸门预组装

- 6.2.8** 闸门立位预组拼后的解体程序一般按组装的逆程序进行，并充分考虑拆卸过程中竖立部分的自身稳定性，对于稳定性存在问题的，需增加临时缆风绳，以增强稳定。

6.3 闸门起重运输

- 6.3.1** 大件（或重件）吊装的起重机械或设施在使用前应

进行全面检查与确认，所吊物体重量达到额定起吊能力的 80% 以上时，需进行负荷或试吊试验。

6.3.2 对于大型、超长、超宽、超高的闸门公路运输要向当地交通主管单位申请，必要时配备开道车引导，以免堵塞交通或引发交通安全事故。

6.3.4 吊钩与重物中心不重合时起吊会产生额外的冲击附加力矩，满负荷作业可能导致吊车倾翻，吊装规程中外拉斜吊产生的效果与此一样，应予以禁止。

6.3.6 闸门等重件尺寸较大，重心较高，单车翻身不仅在闸门竖立的瞬间会产生冲击负荷，危及起重机和设备的安全，甚至可能造成闸门局部变形，因此没有可靠的措施，禁止单车进行闸门翻身，要求采用台吊方式翻身。

6.3.9 闸门厚度和高度比值一般较小，竖立放置有时处于亚稳定状态，若不采取稳定措施，作业人员攀爬和在上面施工时，有可能发生倾倒事件，危及人身和设备安全。

6.4 闸门埋件安装

6.4.1 闸门埋件安装施工与土建专业之间联系较紧密，有时存在上、下层交叉作业的现象，因此应加强专业施工的协调，对于存在交叉作业的，除采取敷设安全隔离防护层的措施外，还需安排专人在上层监护。

6.4.3 用于闸门井内安装作业的升降操作平台属人货两用电梯范畴，其管理要求应遵照安全技术监督与检验规程的规定。

6.4.4 敞孔作业时，容易发生坠物伤人事故，因此正在作业的孔口顶部周边应敷设挡物围拦布等安全设施，同时应悬挂工程标示或安全警示标志，孔口上方指派专人进行安全巡视。

6.4.7 在未安装加固好的埋件上摆放构件，进行下层构件调整时会发生上层构件滑脱，因此应予以禁止。正确做法应是上层构件采用安全绳单独系挂，且不压挤下层未加固的构件。

6.4.8 门槽安装用的脚手架设计承载能力较小，一般按作业人

群载荷和少量零星材料的堆放重量进行计算，二期混凝土模板拆除不及时吊出，长时间堆放会因发生超载造成主杆件失稳，危及脚手架的整体安全稳定。

6.5 平面闸门安装

6.5.1 平面闸门现场安装除遵守闸门组装作业有关安全事项外，对闸门井的清理和门槽尺寸的复查是其重点，闸墙突出过多，门槽轨道埋件偏移超差都会影响闸门在井内的启闭运行安全；闸门门体在施工现场的应关注支撑梁的强度和门体过高带来的稳定安全，拼装完使用启闭机起吊前，应确认轴销穿到位，否则不得随意拆除支撑或缆风绳等安全设施。

6.6 弧形闸门安装

6.6.2 弧形闸门固定铰座锚栓架一般作为一期埋件埋设于悬臂混凝土支墩内，其操作平台一般还用于支撑悬臂结构混凝土的模板，因此设计载荷应予以充分考虑。固定铰座被悬臂遮挡，直接吊装就位难度较大，所以一般配以重物使其重心外移并调整角度便于穿入锚栓架。

6.7 拦污栅安装

6.7.1 拦污栅埋件安装前搭设操作平台和采取相应的防护措施是为了保证作业人员的安全，防止发生坠落事故。

6.7.2 拦污栅安装前，对栅槽进行清理和门槽尺寸的复查是其重点，门槽轨道埋件偏移超差会影响拦污栅安装和运行安全。

6.7.3 安装过程采用特制吊篮、龙门架、电动葫芦属于起重专用设备，应经过试验合格方可使用。

6.8 现场涂装作业

6.8.1~6.8.4 现场涂装作业安全技术要求应遵守第5章金属防腐涂装的有关规定，本节所述现场涂装作业是指设备安装现场已

安装完毕的设备进行涂装或补涂装。因涉及交叉作业、高处作业、防火等危险因素以及文明施工，因此对现场涂装作业提出了一些具体要求。

6.9 闸门试验与试运行

6.9.1 闸门试验与试运行的程序和内容较复杂，实施前应根据设计编制试验大纲，报请设计单位和主管部门批准后执行。结合实际情况对可能出现的问题进行预测和防范。

6.9.7 空载调试时，对启闭机的开度指示和安全防护装置进行初步调试，液压启闭机还要对缸体内的空气进行充分排除，以保证连门后的平稳运行，因此连门前应经过空载调试。

6.9.10 闸门井或门槽轨道上存在的障碍物对闸门的安全运行威胁很大，因此进行全行程启闭试验前，必须对其工作范围内进行全面检查与清理。

6.9.11 闸门动水试验是对设备的设计、制造、施工质量的全面检验，且与水库和电厂运行有直接联系，在试验前建筑物应是经过阶段验收的，试验时需要相关各方联合参与。

7 启闭机安装

7.1 一般规定

7.1.6 本条明确了设备清扫与组装的安全技术要求。

4 门式、桥式启闭机钢结构件安装采用高强螺栓连接越来越普遍，施工中由于工艺执行不严或扭矩扳手失效、高强螺栓超拧事件时有发生，给使用安全埋下隐患。

7.1.7 启闭机的转动部分如高速轴、齿轮等一般装有安全防护罩，在装配调试完成后需及时回装，以防运转时伤及作业人员或卷入杂物损坏设备。

7.1.8 启闭机金属结构是导体，本条规定对电气设备的非载流部分应有良好接地，以防触电。

7.1.9、7.1.10 门式、桥式启闭机的电气设备大多安装在钢箱梁内，进行焊割作业前，必须清理施工现场易燃物品，并采取必要的有效隔离措施，防止飞溅火花及铁水引发火灾，损坏设备。类似灾情时有发生。

7.2 液压式启闭机安装

7.2.2 本条明确了机、泵房设备及液压管路安装调试的安全技术要求。

2 液压启闭机管路现场安装完成后，进行清洗和中和所使用的酸、碱具有强烈腐蚀性，因保管不善发生泄露或将用过的废液随地倒弃会造成严重污染，本条作了相应的规定。

7.3 固定卷扬式启闭机安装

7.3.2、7.3.3 露天或廊道内的启闭机械运行时，环境温度高或机械运转产生温升，以及接触不好的线路漏电产生火花等存在诸多不安全因素，机房、电气室、操作室除按规定配制灭火器材

外，易燃易爆物品的堆放是严格禁止的。

7.3.4 本条明确规定了钢丝绳、卷筒、滑轮及吊具安装调试的安全技术要求。

1 新钢丝绳生产过程中存在较大内应力，直接穿绕进行吊装作业，应力释放时会发生扭转、打绞，影响正常运行，本款规定在穿绕前进行“破劲”处理以充分释放存在的内应力，保证启闭机的运行安全。

4 钢丝绳穿绕作业时，在附近进行电焊作业引起的铁水飞溅物可能会造成断丝，损坏钢丝绳的完整性，因此本款规定不得在安装作业范围内进行电焊作业。

7.3.6 新安装的启闭机联门启闭试验时处于重载运行状态，对各种安全保护装置、仪表、卷筒排绳器等工作状况必须进行监视。

7.4 移动式启闭机安装

7.4.2 轨道较为细长，采用兜吊方法吊装易发生滑脱，在高处时打转或晃动，极不安全，本条规定不得采用兜吊。

7.4.3 门机架结构的门腿等竖立且尚未形成稳定体系之前，除采取拉设缆风绳加以稳定外，必要时在跨内还应增设刚性支撑。门式、桥式起重机大梁外形尺寸较大，且一般为移动式启闭机的最重构件，其运输、吊装作业应遵守重大件起重作业的规定。

7.4.10 本条明确规定了启闭机调试与载荷试验前期工作中的安全技术要求。

1 启闭机载荷试验是通过施加静、动载荷，对启闭机的结构强度、刚度以及机械和电气设备的稳定可靠运转进行全面系统的检测，按规定静荷载应达到额定载荷的125%，动荷载应达到额定载荷的110%。试验前应编写试验大纲和详细的试验作业指导书，报批后方能实施。

3 试验块吊架应能装载全部试验块，应进行专门设计，其主要部位的结构焊缝，特别是吊耳部位应严格检查且符合有关标

准的规定。

7.4.11 载荷试验是对设备质量的全面检验，试验时启闭机的所有安全装置，包括行程限制器、荷载限制器、仪表、风速仪、夹轨器、激光测距仪和各种电气自动化组件均应符合设计要求，并处于正常工作状态，并安排专人巡视监护。

7.5 螺杆式启闭机安装

7.5.1 启闭机底座与基础布置平面在一个平面上平整接触，保证安装的稳定和牢靠。螺杆轴线与闸台上横梁的水平面和闸板吊耳孔垂直，避免螺杆倾斜，造成局部受力而损坏。

7.5.4 螺杆启闭机应进行空载、负载试验，对零部件、手摇部分、行程限制器、荷载限制器等进行检查，以满足运行要求，保证安全可靠。

7.6 清污机安装

7.6.1 清污机组装地点的选择应符合安全运行要求。液压系统是重要的部件，放置在室内，防雨、防潮，保证质量和安全运行。

7.6.2、7.6.3 清污机安装前，搭设安全操作平台和采取隔离措施，均是保证施工和交叉作业的安全需要。

7.6.6、7.6.7 清污机试验时，应检查传动机构、制动系统、保护装置工作情况，试验项目和要求应符合要求。

7.7 启闭机调试与试运行

7.7.7~7.7.9 启闭机是闸门的专用操作设备，其调试和运行应与闸门配套进行，按规定完成试验后才能连门进行联合试验，并应符合 6.9 节的有关规定。启闭机投入运行后，应严格划分运行区间和施工界线区，建立运行值班制度，由运行人员轮值看护和操作。大坝泄洪建筑物和电站引水发电系统的闸门启闭机可在枢纽蓄水发电后进行操作，但应严格遵照水库调度和电厂运行部门的指令，不得随意操作启闭。

8 船闸及升船机安装

8.1 一般规定

8.1.3 升降操作平台属于人货两用电梯范畴，其管理要求应遵照安全技术监督与检验规程的规定。同时升降操作平台又属于高处运输设备，其操作平台与提升系统应有足够的强度和刚度，应经专门设计和审批手续，且必须经过主管部门和当地安全技术监督部门批准后方可投用。

8.1.5 采用卷扬机/滑轮组吊装或拖运时，应进行受力计算，选择卷扬机、滑轮组、钢丝绳、导向滑轮、地锚、卡扣、吊索等，并进行天锚、地锚设计。应经设计审批确认方可投用。

8.1.7 平衡重系统等具有较大潜在危险项目施工，应成立施工现场组织机构，统一协调配合。

8.2 埋件安装

8.2.2~8.2.4 目前国内大型升船机多为全平衡重式，本标准是以全平衡重式升船机为基础进行规定的，其他类型升船机可参照执行。对于船厢和平衡重的轨道以及夹紧或支撑埋件等的埋设施工，可参照闸门与启闭机的有关技术标准规定执行，且应符合设计要求。埋件吊装时，升降操作平台由施工人员操作升降，设备吊装需用卷扬机吊装，且同时升降，所以需防止钢丝绳相互缠绕。

8.3 人字门、三角门安装

8.3.1 目前国内大型人字门高度约40m，门体采用多节门叶分开制造，再在闸室安装部位立拼组装、焊接成形，因而施工周期较长，拼装时的调整顶升千斤顶的可靠性非常重要，调整好应及时使用钢垫梁支撑，并用成对钢楔块楔紧；已焊完的部分门体

使用钢杆件与门墙体上埋设件连接牢固，以保证门体的整体稳定。

8.3.2 门体的现场焊接作业空间狭小，节间焊接处于半封闭状态，因此大型闸门采取多个焊工同时作业时，应注意保持良好的通风，并注意相互之间的弧光干扰或灼伤。对于需要进行焊接热处理的，应注意防止高温烫伤或漏电伤人。

8.3.3 与顶枢连接前，人字门门体的稳定是完全依赖底部支承钢梁和闸室侧墙连系杆件，拆除支撑前，应对顶枢连接进行反复确认，稳定支撑拆除应按“先侧向、后底部”的顺序进行，以防先拆底部支撑后增大侧向联系支撑杆件的内应力，不利于安全拆除。

8.3.4 人字门支、枕垫块与门体之间的狭小空隙系采用环氧或巴氏合金填充，现广泛选用环氧填料，本条是以此为基础进行规定的。

1 环氧填料现场配制，采用的是多种材料以固定组分调配熬制而成（现已有科研单位开发出双组分，较易操作，但尚未大量采用），液态形式灌注入垫块后的空隙。由于现场调配工艺较复杂，有些组分材料有毒、挥发性大且易燃，熬制时发生化学反应并产生大量热量，因此施工前对有关人员应进行技术培训和交底。

2、3 各组分材料的存放管理应符合 SL 398—2007 第 9 章的有关规定。

8.3.5 人字门底水封和防撞装置安装时，门体已与启闭机连接，需要操作门体配合，由于操作控制室离施工现场较远，视线完全被遮挡，若操作不慎容易发生挤压伤亡事故，本条直接涉及人身安全。因此在门体底部进行施工时，要求在挂牌停机状态下进行，机旁应有专人值守监护。

8.4 提升设备安装

8.4.1~8.4.3 升船机的提升设备一般布置于船厢室的顶部，机

房地板上空洞较多，提升设备与船厢室上、下交叉作业多而频繁，这三条强调按有关规定铺设安全防护设施。提升机机房地板多为现浇梁板结构，设备在楼板上临时放置时，尽量将支点设置在梁上，且核算梁板结构的承载能力。当无法满足时，应采取钢梁支垫并将支点延伸至承重梁上。

8.5 齿条、螺母柱安装

8.5.1~8.5.8 采用齿条爬升、螺母柱作为安全保险装置的升船机在三峡工程首次应用。本节结合三峡工程升船机现场安装实际提出了相关的安全技术要求。

8.6 平衡重系统安装

8.6.1~8.6.3 平衡重多为预先铸造的组合式定型生铁块，吊装时应使用其预浇的吊耳进行吊装，以免受力不均产生断裂现象。每套平衡重由多组生铁块组合而成，每一组拼装完后，应按设计要求及时使用型钢连系加固。

8.6.5 平衡重的结构特点和安装工序、工艺要求决定了在施工中需要自制大量承重工装，并保证工装的安全。

8.6.6 平衡重重量大、厚度小、平面尺寸大，抬吊作业涉及吊装设备和所吊构件的安全，应进行设计，保证吊装的安全。

8.7 承船厢安装

8.7.1~8.7.6 承船厢结构外形尺寸较大，多为分节制造出厂，运输至船厢室内现场拼焊成形，组装时每个分节底部均应可靠支垫，并采取适当的稳定支撑加固。船厢构件的吊装与拼装作业可按第6章和第7章中的相关规定执行。

8.8 承船厢设备安装

8.8.1 承船厢底部设备安装属底层作业且空间狭小、通风不畅，要求设置通道、操作平台、通风排烟设备和消防器材，保证作业

安全。

8.8.2 承船厢设备的仪表和安全装置繁多，包括各种电压、电流、压力和温度表等检测仪表和制动机构、限位器、安全阀、闭锁装置、负荷指示器等安全装置，其配备是否齐全、性能是否符合要求将直接影响承船厢的运行安全。

8.9 船闸及升船机调试与试运行

8.9.1~8.9.7 船闸及升船机是一个复杂且综合性较强的系统工程。船闸及升船机调试和试运行阶段的质量将影响其正常运行安全，进行系统调试和试运行前，应遵照设计或厂家的试验大纲，编写详细的试验规程，报有关部门审批后，按单机调试、分系统联动调试、无水联动调试、有水联动调试和过船联调的步骤，逐项有序、有计划地实施调试。正式调试前，相应的消防、排水系统应逐步投入正常运行。

9 压力钢管安装

9.2 钢管运输

9.2.1 钢管道路运输指钢管加工厂至安装现场卸车点间的运输。

1 目前国内已建和在建水电站引水压力钢管直径最大达14.4m，最大运输高度近11.0m，最大运输单元重量近100t，一般运距在数公里，如此规模钢管的道路运输，事先应该对沿线道路路况、桥涵、隧道进行周密的考察与分析，制定可靠的运输方案才能确保运输安全；同时域内干线公路一般也是车流量较大的路线，实施前应征得当地交通主管部门的同意，运输途中进行有效的调度与协调，防止交通堵塞。

2~5 大型钢管外形尺寸较大，重心一般偏高，且属重载运输，因此运输使用的车辆状况应处于良好状态，对所装载的钢管应配备有可靠托架支撑，固定的钢丝绳捆绑方式应合理，通过干道沿线应有开道车或指挥车引导，全线路必须严格遵守限速的规定。

9.2.2 引水明敷钢管多沿山势或岸坡地表从进水口引至电站厂房供水。

1 明敷的压力钢管管线长度较长的，采取轨道运输方式时，钢管运输设有支承轨道，一般设置多个卸物点分段结合永久轨道布置就位安装。钢管运输轨道的支承跨度是以满足钢管运行时的侧向稳定为原则来确定的，按两侧支点与钢管中心形成的夹角约 60° 进行计算，下部支点跨度约为0.5倍的钢管直径，实际一般按0.5~0.6倍直径进行选取。

2 钢管拖运就位时，行进阻力主要为支点处产生的摩擦阻力，并成倾翻力矩，车轮运输或在轨道上涂抹润滑油脂的目的是减低摩擦系数。

4 钢管轨道运输时，阻力的变化决定了其运输速度不可能

是完全匀速行进的，特别是斜坡道上运输还会产生一定的冲击力，因此主滑车及其锚环及牵引钢丝绳的强度不能完全按静平衡载荷进行计算，适当计入动载系数，保证其有足够的安全裕度；在斜坡道上正式运输钢管前，对牵引系统应进行荷载试验。已有工程施工中因钢丝绳设计强度不够，仓促施工时钢丝绳破断引起的恶性事故时有发生，对因工程需要而长期运行的，牵引系统要定期检查，发现钢丝绳有断丝现象的，及时予以更换。

9.2.3 目前已建的大型地下引水发电工程较多，因围岩条件的不同，引水洞内设置的钢管有的达数百米，安装运输施工条件较差。钢管洞内运输与明管在安全防护上的不同点主要有运输空间狭小造成交通和联系不便，或因岩爆可能引起塌方等。洞内卸车或运输钢管时，常常因地制宜，设置锚杆或锚筋桩作为受力点，除应按围岩条件进行锚杆布置设计施工外，还应在正式使用前对主要受力点进行荷载试验。

9.3 钢管吊装与组装

9.3.1 钢管吊装是一种垂直运输方式，常常也穿插于轨道运输中进行。

2 保证吊装作业安全的要点除了根据钢管最大安装单元重量以及施工现场环境确定吊车最大起重能力，选取相应的强度足够的吊具外，还有吊点的布置也是应精心设计的。吊点位置设置应根据钢管重心来确定，以起吊时钢管保持稳定并不造成钢管变形为原则。

4 因钢管运输方式的不同，钢管吊装前常常有翻身的需要。一般采用另外的起吊手段抬吊配合翻身，受条件限制采取在地面直接翻身时，必须注意立起瞬间产生的冲击力，垫旧轮胎或木板等都是起到缓冲作用。

5 对小型钢管也有采取兜吊方式吊装的，但必须有锁紧措施，防止重物滑脱；大型钢管应采取如吊耳或吊轴等焊接工艺吊点的方法。从管内套兜，管口有可能割断钢丝绳，应禁止采用。

9.4 钢管焊接

9.4.1 本条明确规定了钢管焊接的安全技术要求。

5 在钢管内进行焊接时，由于有些材质焊接需要进行热处理，同时为了避免穿堂风影响焊接质量，作业环境内一般采取防风措施，造成局部空气流动不畅，应根据实际情况设置可靠的通风设施，排除烟尘，有条件的在每个焊接工位配备随机的循环排烟设备。

13 钢管焊接采用自动或半自动的气体保护焊接工艺越来越普遍，且使用脉冲电源的场所较多，焊接时会形成强烈的电弧光而严重灼伤皮肤，作业人员应按要求穿戴白色且反光性较好的工作服加以保护。

9.4.2 对于压力钢管管壁厚度超过 50mm 的，工程中通常采用 γ 射线进行焊缝的检查，因此除了应符合 4.4 节的有关规定外，钢管的无损检测安全防护还应特别注意对 γ 射线检测的安全防护。 γ 射线检测的安全距离不应小于 50m，对于厂房等施工人员较集中的部位，安全距离不能满足此项规定时，需增设铅屏进行隔离防护。

9.5 钢管现场焊缝防腐涂装

9.5.2 在竖井和斜坡道上的管道内现场涂装作业一般采用移动式平台，平台的设计需遵守有关设计规范和 3.9 节的有关规定。用于移动平台的牵引系统设置要有足够的安全系数，操作人员需遵照特种设备使用管理的规定。

9.6 钢管内支撑拆除

9.6.1 斜坡道、竖井内钢管以及大型钢管内的支撑结构拆除属高处作业，不当的拆除程序或方法有可能引起大片的连续性跨塌事故，因此实施前应制定拆除方案，规定详细的作业程序和方法，经有关主管部门批准后监督执行。

9.7 钢管水压试验

9.7.1 压力钢管的单体或整体水压试验是一个综合性较强的、大规模的永久设备试验项目，应制定相关的试验大纲和试验规程，具体内容包括设备和仪器配置、试验程序、试验人员的配备以及施工现场的协调措施等详细内容，正式试验前由设计单位和主管部门审批后方可执行。

后，起重能力加大，并可以改变力的方向。滑车组中可以分为定滑车（可改变力的方向，但不省力）和动滑车（不能改变力的方向，但可以省力）两种。

10.3.8 本条对卷扬机使用做出了规定。

1 要防止因制动失灵、漏电而导致起重事故、触电事故。

2 钢丝绳放出时，卷筒上至少要保留 3 圈，是为了防止卷筒上的绳头因受力过大脱出造成事故。在使用卷扬机时，还要特别注意在排钢丝绳入卷筒的时候不能用手，以防止手被卷入卷筒造成事故。

10.4 千斤顶

千斤顶为简易起重工具。千斤顶升距不高，常用于短距离平移和升高。按结构分为螺旋千斤顶、液压千斤顶、齿条千斤顶。

10.4.1~10.4.3 这三条规定是为了防止千斤顶在顶升重物时，顶升突然失效，重物落下造成事故。

10.4.4 为了防止千斤顶因偏心受力飞出造成事故。

10.4.6 保险塞是为了避免油压过高致使千斤顶损坏而设置的保护装置。当油压过高时，保险塞会飞出，降压保护千斤顶。本条规定是为了防止在保险塞飞出时造成伤人事故。

10.5 金属结构制作专用工具

10.5.1 样冲是较多用于冲凿水工金属结构件和设备装配定位点、钻孔中心点的一种工具。

10.5.2 压码（配合楔子板）是常用于水工金属结构件和设备装配时调整间隙、错台的一种工具。

10.5.3 带锯床主要是用于钢筋、圆钢及钢管下料加工的一种工具。

10.5.5 碳弧气刨机主要是用于水工金属结构件和设备组焊刨槽、消除焊缝缺陷和背面清根的一种工具。

10.5.6 棱角校正工装是对各种类型厚板钢管管节焊接后进行弧

10.2 风动工具

10.2.1 风动工具的供风系统风压较大，风管一旦脱开触及人体将造成人身伤害，故做本条规定。

10.3 起吊工具

10.3.2 参照 GB/T 5972《起重机械用钢丝绳检验和报废实用规范》的规定，对钢丝绳进行检查及报废处理，报废标准见表 1。断丝数是指一个捻距内，钢丝绳所断根数。

表 1 钢丝绳报废标准

安全系数 k	断 丝 数			
	6×19		6×37	
	交互捻	同向捻	交互捻	同向捻
$k < 6$	12	6	22	11
$6 \leq k \leq 7$	14	7	26	13
$k > 7$	16	8	30	15

10.3.3 参照 GB/T 25854《一般起重用 D 形和弓形锻造卸扣》的规定，对卸扣（卡环）的使用做出规定，主要是防止因卸扣被破坏而发生起重事故。

10.3.4 超过手拉葫芦起重能力会导致葫芦失灵，无法工作，同时会导致起重链条断裂而发生起重事故。本条第 3 款的规定是为了防止起重链因机械结构失灵倒转导致重物下落而发生事故。

10.3.5 参照 GB/T 5976《钢丝绳夹》和 SL 425《水利水电起重机械安全规程》的相关规定，本条对使用钢丝绳夹的数量作出规定。加装安全绳夹是为了方便检查绳头是否移动，当绳头移动时能及时进行处理防止事故的发生。

10.3.6 吊钩是起重设备中重要的起重工具，本条重点是要求加强检查，防止吊钩在使用过程中因出现缺陷而发生事故。

10.3.7 滑车是起重作业中一种简易起重工具。组装成滑车组

度校正的一种工具。

10.5.7 顶杆装置是对各种类型钢管管节进行圆度校正的一种简易工具。

10.5.8 螺杆拉紧器是对闸门埋件进行调整、固定的一种工具。

10.5.9 磁力起重机主要用于起吊圆钢、钢板，尤其是采用其他吊装工具不便固定且耗时的工件进行吊装转运的一种起重工具。

10.5.10 转运台车是在制作厂和安装现场之间转运材料、设备的一种运输工具。

10.6 金属结构安装专用工具

10.6.1 天锚吊装系统是当洞室内高度受限，无法采用常规吊装设备进行起吊、翻身等施工作业时，采用的一种利用洞室顶部锚杆作吊点的吊装工具。

10.6.2 电动吊篮是施工人员携带工器具及少量构件、材料进行高空作业的一种起重工具。

水利水电技术标准咨询服务中心 简介

中国水利水电出版社标准化出版分社

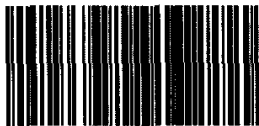
中国水利水电出版社，一个创新、进取、严谨、团结的文化团队，一家把握时代脉搏、紧跟科技步伐、关注社会热点、不断满足读者需求的出版机构。作为水利部直属的中央部委专业科技出版社，成立于1956年，1993年荣膺首批“全国优秀出版社”的光荣称号。经过多年努力，现已发展成为一家以水利电力专业为基础、兼顾其他学科和门类，以纸质书刊为主、兼顾电子音像和网络出版的综合性出版单位，迄今已经出版近四万种、数亿余册（套、盘）各类出版物。

水利水电技术标准咨询服务中心（中国水利水电出版社标准化出版分社）是水利部指定的行业标准出版、发行单位，主要负责水利水电技术标准及相关出版物的出版、宣贯、推广工作，同时还负责水利水电类科技专著、工具书、文集及相关职业培训教材编辑出版工作。

感谢读者多年来对水利水电技术标准咨询服务中心的关注和垂爱，中心全体人员真诚欢迎广大水利水电科技工作者对标准、水利水电图书出版及推广工作多提意见和建议，我们将秉承“服务水电，传播科技，弘扬文化”的宗旨，为您提供全方位的图书出版咨询服务，进一步做好标准和水利水电图书出版、发行及推广工作。

购买标准电子版或其他电子图书，欢迎登录 <http://www.shuizhishi.cn>，或扫描下方二维码。





155170.465

中华人民共和国水利行业标准
水利水电工程金属结构制作与安装安全技术规程
 SL/T 780—2020

*

中国水利水电出版社出版发行
 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)
 网址: www.waterpub.com.cn
 E-mail: sales@waterpub.com.cn
 电话: (010) 68367658 (营销中心)
 北京科水图书销售中心(零售)
 电话: (010) 88383994、63202643、68545874
 全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售
 清淤永业(天津)印刷有限公司印刷

*

140mm×203mm 32开本 3.75印张 101千字
 2020年8月第1版 2020年8月第1次印刷

*

书号 155170·465
 定价 48.00元

凡购买我社规程,如有缺页、倒页、脱页的,
 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

水利水电技术标准
 咨询服务中心



微信二维码,扫一扫
 信息更多,服务更快

销售分类:
 机电与金结/施工安装