

ICS 93. 160

P 59

备案号 22216—2008

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 400—2007

替代 SD 267—88

**水利水电工程金属结构与
机电设备安装安全技术规程**

**Technical specification for safety of installation of metal
structure and mechanical & electrical equipment
of hydraulic and hydroelectric engineering**

2007-11-26 发布

2008-02-26 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布水利行业标准的公告

2007 年第 15 号

中华人民共和国水利部批准以下 6 项标准为水利行业标准，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	水利质量检测机构计量认证评审准则	SL 309—2007	SL 309—2004	2007. 11. 26	2008. 02. 26
2	整装微型水轮发电机组	SL 397—2007	SD 162—85	2007. 11. 26	2008. 02. 26
3	水利水电工程施工通用安全技术规程	SL 398—2007	SD 267—88	2007. 11. 26	2008. 02. 26
4	水利水电工程土建施工安全技术规程	SL 399—2007		2007. 11. 26	2008. 02. 26
5	水利水电工程金属结构与机电设备安装安全技术规程	SL 400—2007		2007. 11. 26	2008. 02. 26
6	水利水电工程施工作业人员安全操作规程	SL 401—2007		2007. 11. 26	2008. 02. 26

二〇〇七年十一月二十六日

前 言

根据水利部《关于下达 2003 年第四批中央水利基建前期工作投资计划的通知》（水规计〔2003〕540 号）的安排，按照《水利技术标准编写规定》（SL 1—2002）的要求，对原能源部、水利部于 1988 年 7 月 1 日颁布的《水利水电建筑安装安全技术工作规程》（SD 267—88）进行修订。

标准修订后分为以下 4 个标准：

《水利水电工程施工通用安全技术规程》（SL 398—2007）

《水利水电工程土建施工安全技术规程》（SL 399—2007）

《水利水电工程金属结构与机电设备安装安全技术规程》（SL 400—2007）

《水利水电工程施工作业人员安全操作规程》（SL 401—2007）

4 个标准在内容上各有侧重、互为补充，形成一个相对完整的水利水电工程建筑安装安全技术标准体系。在处理解决具体问题时，4 个标准应相互配套使用。

本标准是对原标准的第十三、十四两篇内容进行修编，并增加了金属结构制作、升船机安装、钢栈桥和供料线等其他金属结构安装，及金属防腐涂装等内容的安全技术规定。本标准共 19 章，在章节设置上，采用了按专业、按形式与分类、按工序或工艺进行编制。

本标准所替代标准的历次版本为：

——SD 267—88

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部人事劳动教育司

水利部建设与管理司

本标准解释单位：水利部人事劳动教育司

水利部建设与管理司

本标准主编单位：中国水利水电建设集团公司

三峡大学

本标准参编单位：葛洲坝集团机电建设有限公司

中国水利水电第八工程局

中国水利学会

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 徐广涛 楚跃先 张为明

马照云 李齐放 李京林 郑根保

梅 骏 张西安 乔新义 陈训耀

李 波 李启义 程振时 朱少沛

刘 洋 郑悦林 王 亮

本标准审查会议技术负责人：郑守仁

本标准体例格式审查人：牟广丞

目 次

1	总则	1
2	术语	4
3	基本规定	8
3.1	施工现场安全防护	8
3.2	施工现场用电与照明	8
3.3	施工现场消防	10
3.4	廊道及洞室作业	11
3.5	底层作业	11
3.6	焊接与切割作业	12
3.7	起重运输作业	12
3.8	作业人员安全要求	12
4	金属结构制作	14
4.1	厂区布置	14
4.2	钢闸门及埋件制作	15
4.3	钢管制作	18
4.4	无损探伤	19
4.5	涂装作业	20
4.6	产品转运与存放	20
5	闸门安装	22
5.1	闸门与埋件预组装	22
5.2	闸门的起重运输	24
5.3	闸门埋件安装	26
5.4	平面闸门安装	27
5.5	弧形闸门安装	28
5.6	人字闸门安装	29
5.7	现场涂装作业	32

5.8	闸门试验与试运行	32
6	启闭机安装	34
6.1	基本要求	34
6.2	固定式启闭机安装	35
6.3	移动(门)式启闭机安装	37
6.4	桥式启闭机安装	40
6.5	启闭机的调试、运行与维护	41
7	升船机安装	43
7.1	基本要求	43
7.2	埋件安装	43
7.3	提升设备安装	44
7.4	平衡重系统安装	44
7.5	承船厢安装	45
7.6	承船厢设备安装	45
7.7	升船机调试与运行	46
8	引水钢管安装	47
8.1	基本要求	47
8.2	钢管运输	47
8.3	钢管吊装与组装	49
8.4	钢管焊接	50
8.5	钢管现场焊缝防腐涂装	52
8.6	钢管内支撑拆除	52
8.7	钢管水压试验	53
9	其他金属结构安装	54
9.1	钢网架安装	54
9.2	供料线系统钢结构安装	55
9.3	钢栈桥安装	56
10	施工脚手架及平台	57
10.1	施工脚手架搭设	57
10.2	移动式操作平台和悬挑式平台的搭设	59

10.3	施工脚手架与平台的使用及维护	59
10.4	施工脚手架的拆除	60
11	金属防腐涂装	62
11.1	材料的保管	62
11.2	涂装作业场所布置	62
11.3	喷砂除锈	63
11.4	涂料喷涂	64
11.5	金属热喷涂	64
12	水轮机安装	66
12.1	清扫与组合	66
12.2	埋件安装	67
12.3	导水机构安装	69
12.4	转轮组装及连轴	70
12.5	转轮吊装	72
12.6	导轴承与密封装置	73
12.7	接力器安装	74
12.8	进水阀安装	75
13	发电机安装	77
13.1	基础埋设	77
13.2	定子安装	77
13.3	机架安装	81
13.4	转子组装	81
13.5	主要部件吊装	85
13.6	轴瓦研刮	86
13.7	推力轴承及导轴承安装	87
13.8	制动闸试验与安装	88
13.9	机组轴线调整与机组内部作业	89
13.10	机组整体清扫、喷漆	90
14	辅助设备安装	91
14.1	调速系统安装	91

14.2.	供排气系统设备安装	93
14.3	供排油系统设备安装	94
14.4	供排水系统设备安装	95
14.5	采暖通风系统设备安装	96
14.6	消防系统设备安装	97
14.7	管路安装	98
15	电气设备安装	101
15.1	主变压器与带油电抗器安装	101
15.2	构架、铁塔安装	105
15.3	高压开关安装	105
15.4	母线安装	106
15.5	开关站设备安装	107
15.6	厂用电系统设备安装	109
15.7	电缆安装	111
15.8	电气试验	113
15.9	全厂接地系统测试	114
16	水轮发电机组启动试运行	115
16.1	充水前检查	115
16.2	充水试验	117
16.3	空载运行	118
16.4	负载运行	118
17	桥式起重机安装	120
17.1	清扫与组装	120
17.2	轨道、滑触线安装与调整	120
17.3	结构、机械和电气设备安装与调试	121
17.4	负荷试验	122
17.5	使用与维护	124
18	施工用具及专用工具	125
18.1	电动工具	125
18.2	风动工具	127

18.3	螺栓拉伸器	127
18.4	起吊工具	127
18.5	压线钳	129
18.6	千斤顶	129
18.7	水轮发电机组安装专用工具	131
18.8	机组吊装专用工具	133
	标准用词说明	135
	条文说明	137

1 总 则

1.0.1 为了贯彻执行国家“安全第一、预防为主”的方针，坚持“以人为本”，保护从事金属结构制造、安装和机电设备安装全体员工的安全、健康，特制定本标准。

1.0.2 本标准以《中华人民共和国安全生产法》、国务院发布的《建设工程安全生产管理条例》等一系列国家安全生产的法律法规为依据，并依照《职业健康安全管理体系》，实施安全生产全过程控制，以保障员工的人身安全和健康为主要目的进行编制。

1.0.3 本标准适用于大中型水电水利工程现场金属结构制作、安装和水轮发电机组及电气设备安装工程的安全技术管理、安全防护与安全施工。小型水电水利工程现场金属结构制作、安装和水轮发电机组及电气设备的安装工程可参照执行。

1.0.4 工程建设各单位应建立安全生产责任制，设立安全生产管理机构，配备专职安全管理人员，各负其责。

1.0.5 施工区域应按工程规划设计和实际情况采取封闭措施，对金属结构制作、安装和机电安装的施工区域和重点部位，应实行封闭管理。

1.0.6 对施工区域和现场作业区，应执行消防安全管理的有关规定，设置消防设施，配备相应的消防器材，并保持消防通道畅通。

1.0.7 应编制针对项目的生产安全事故应急救援预案，建立应急救援组织，配备应急救援器材，定期组织演练。

1.0.8 现场办公、生活区应与作业区分开设置，并保持一定的安全距离，现场办公、生活区的选址应当符合安全和环保的要求。

1.0.9 施工现场应建立文明施工管理制度和安全保卫值班制度。

1.0.10 下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条

款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，但是，使用本标准的各方应探讨使用下列文件最新版本的可能性。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 507	水轮发电机组启动试验规程
GB 3608	高处作业分级
GB 3783	手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程
GB 3805	安全电压
GB 6067	起重机械安全规程
GB 6514	涂装作业安全规程 涂漆工艺通风净化
GB/T 8564	水轮发电机组安装及验收规范
GB 11651	劳动防护用品选用规则
GB 16179	安全标志使用导则
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB/T 28001	职业健康安全管理体系
GB 50029	压缩空气站设计规范
GB 50030	氧气站设计规范
GB 50031	乙炔站设计规范
GB 50034	建筑照明设计规范
GBJ 140	建筑灭火器配置设计规范
GBZ 2	工作场所有害因素职业接触限值
SL 398	水利水电工程施工通用安全技术规程
DL/T 5017	压力钢管制造安装及验收规范
DL/T 5018	水利水电工程闸门制造安装验收规范
DL/T 5019	水利水电工程启闭机制造安装验收规范
DL 5162	水利水电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 130	建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范

JGJ 146 建筑施工环境与卫生标准

1.0.11 本标准未涉及的安全要求，应执行《水利水电工程施工通用安全技术规程》(SL 398) 的规定。

1.0.12 水利水电工程金属结构与机电设备安装的安全，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 危险源辨识 hazard identification

危险源指可能导致伤害或疾病、财产损失、工作环境破坏或这些情况组合的根源或状态。危险源辨识指识别危险源的存在并确定其特性的过程。

2.0.2 高处作业 high altitude operation

凡在坠落高度基准面 2m 以上（含 2m）有可能坠落的高处进行的作业，均称为高处作业。GB 3608 规定，高处作业分为四级：坠落高度在 2~5m 为一级，5~15m 为二级，15~30m 为三级，30m 以上为特级。

2.0.3 交叉作业 cross operation

在施工现场的上下不同层次，于空间垂直贯通状态下同时进行的多处施工作业。

2.0.4 安全防护栏杆 safety protecting parapet

为防止人体从高处坠落，沿平台等场所的边沿固定安装的安全装置。

2.0.5 操作平台 operating platform

现场施工中用以站人、载料并可以进行操作的平台。

2.0.6 安全隔离平台 safety isolating platform

施工现场必须实行交叉作业时，设置的将上下层分隔开、保护下层作业人员及设备安全的安全设施。

2.0.7 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悬空操作平台。

2.0.8 悬挑式操作平台 suspended operation platform

可以吊运和搁支楼层或脚手架外的、用于接送物料和转运模板等的悬挑型式的操作平台，通常采用构件制作。

2.0.9 悬挑式钢平台 suspended steel platform

一般指布置于闸门井或孔口侧墙的、方便施工人员作业的悬挑型的操作平台，通常采用型钢制作。

2.0.10 悬挂作业平台 suspending operation platform

可以吊运和搁支于构件外的、用于接送人员和物料等的悬挂型的操作平台，通常采用构件制作。

2.0.11 埋弧焊 submerged arc welding

电弧在焊剂层下燃烧进行焊接的方法。

2.0.12 气体保护焊 shield arc welding

用外加气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区的电弧焊，简称气体保护焊。

2.0.13 爆炸消应 explosion elimination

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达到降低焊缝残余应力峰值的方法。

2.0.14 有限空间 limited space

仅留有1~2个人孔，进出口受到限制的密闭、狭窄、通风不良的分隔间，或深度大于1.2m的封闭或敞口的只允许单人进出的通风不良空间。

2.0.15 无损探伤 non-destructive

在不损坏被检零部件的基础上用各种特定的专业方法探测零部件内部或表面所存在的缺陷的过程。

2.0.16 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。放射线对人体细胞和组织都有程度不同的伤害作用。 γ 射线具有较强的穿透力，即使是体外照射，也能对深部组织造成损伤。

2.0.17 金属清洗液 metal cleaning liquid

能清除金属材料表面上的油、污等的化学溶液。

2.0.18 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。

2.0.19 涂装作业 (场所) painting operation/locale

涂装作业指在涂装全过程中作业人员进行的生产活动的总称。进行涂装作业的场地和特定的周围空间称涂装作业场所。

2.0.20 涂装作业场所的整体安全 the integral safe of painting operation/locale

涂装作业场所的各种生产设施和作业环境,符合相应的安全卫生规定,且相互协调配套,形成统一整体的安全。

2.0.21 安全通风 safety ventilation

为使涂装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。

2.0.22 有效通风 effective ventilation

为保证涂装作业场所空气中有害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。

2.0.23 导电滑线防护板 conductive line protecting board

避免滑线短路或人员误触滑线的防护装置。

2.0.24 锚定装置 anchoring device

将起重机与轨道基础相连接防止起重机在暴风作用下沿轨道滑行、倾覆的固定装置。

2.0.25 限位器 displacement restrictor

亦称工作位置限制器或行程限制器。当起重机相应的机构元件达到其设计极限位置时,能自行停止或限制起升、变幅、回转和行走等机构运转的装置。

2.0.26 无负荷试验 non-stress test

起重机取物装置上不加负荷时,开动各机构,试验其工作是否正常的技术检验方法。

2.0.27 动负荷试验 dynamic load test

试验时应吊着试验重物反复地卷扬、移动、旋转或变幅,

以检验起重机各部的运行情况，如有不正常现象则应更换或修理。动负荷试验所用重物的重量应为额定起重量的 110%。

2.0.28 启闭机 headstock.gears

用于水工闸门静水或动水状态下启闭操作的专用机械设备。

3 基本规定

3.1 施工现场安全防护

- 3.1.1 现场的施工设施，应符合防洪、防火、防强风、防雷击、防砸、防坍塌以及工业卫生等安全要求。
- 3.1.2 现场的洞（孔）、坑、沟、升降口、漏斗口等危险处应有防护设施和明显警示标志。
- 3.1.3 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，周围通道畅通，且宽度不小于 1m。
- 3.1.4 现场的排水系统，应布置合理，沟、管、网应排水畅通，不应影响道路交通。
- 3.1.5 高处临边作业面（如坝顶、厂房顶、桥机梁、工作平台等），应设置安全防护栏杆，并悬挂安全网。
- 3.1.6 脚手架拆除时，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，现场应设专人监护。
- 3.1.7 各类洞（孔）口、沟槽应设有固定盖板，或设置安全防护栏杆，同时应设有安全警示标志和夜间警示红灯。
- 3.1.8 闸门井、电梯井、电缆竖井等井道口（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作隔离防护层。
- 3.1.9 现场应根据工作及工艺要求，设置安全保卫室，并应根据工作需要发放标志牌或出入证。
- 3.1.10 危险作业场所应设有事故报警装置、紧急疏散通道并悬挂警示标志。
- 3.1.11 施工中的具体安全防护设施项目和要求应执行 DL 5162 的相关规定。

3.2 施工现场用电与照明

- 3.2.1 施工用电应符合下列规定：

1 在露天或湿度较大的场地（如洞孔内，地下厂房等）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，管型熔断器不应无管使用，熔丝不应大于规定的截面，严禁用其他金属丝代替。

5 手动操作开启式自动空气开关、闸刀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，应先切断电源，将导线裸露端部包好绝缘，并应作出标识。

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，并应经相关人员验收后，方可投入使用。施工电源应设专业班组负责运行与维护，其他人员不应擅自改动施工电源设施。

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

9 接引电源工作，应有监护人。

10 电工安全用具应符合相关的技术标准要求，并应定期检查。

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均应符合SL 398的有关规定。

12 127V及以上电气设备及设施，均应采用接地或接零。

13 中性线与保护线应采用焊接、压接或螺栓连接方法。

3.2.2 施工照明应符合下列规定：

1 在厂房、机组坑洞、廊道内和自然采光差的场所，应设一般照明、局部照明或混合照明。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。

- 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，箱体应接地。
- 4 配电箱应标明其名称、用途，并作出分路标记。配电箱应由专业人员负责维护。
- 5 现场照明灯具和器材应绝缘良好，并应符合现行国家有关标准的规定。
- 6 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应低于 2.5m，室外安装的照明灯具不应低于 3m。安装在露天、潮湿或易接触水（如洞内、地下等地）的工作场所的照明灯具应选用防水型灯头。
- 7 照明电源线路不应接触潮湿地面，并不应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 金属容器内和潮湿环境等特殊场所应采用安全电压照明。
- 10 严禁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。

3.3 施工现场消防

- 3.3.1 施工现场及工具房内不应存放易燃物品；使用过的油布、棉纱等易燃物品应及时回收，妥善保管或处置。
- 3.3.2 厂房内机电设备安装过程中搭设的防尘棚、临时工棚及设备防尘覆盖膜等，应选用防火阻燃布。
- 3.3.3 厂房内施工使用明火或进行电（气）焊作业时，应落实防火措施，特殊部位还应办理动火工作票。
- 3.3.4 厂房内所有施工部位严禁吸烟。
- 3.3.5 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，并应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。

3.3.6 消防器材设备应由专人负责管理，定期检查维护，保持完整有效。

3.3.7 施工现场安装设备的包装材料和其他废弃物应及时回收、清理。

3.4 廊道及洞室作业

3.4.1 进入廊道及洞室内作业的人员，不应少于两人，并应配备便携式照明器具。

3.4.2 在廊道及洞室内作业前检查周边孔洞的盖板、安全防护栏杆，应安全牢固。

3.4.3 在廊道及洞室内进行运输作业时，应规划便于人员通行的安全通道或其他保障人员安全的措施。岔道处应设置交通安全警示标志。

3.4.4 地下洞室内存在塌方等安全隐患的部位，应及时处理，并应悬挂安全警示标志，严禁无关人员进入。

3.4.5 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。

3.5 底层作业

3.5.1 凡有底层作业的井口、洞口或门槽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，以及上、下作业的安全扶（爬）梯，扶梯应牢固可靠。

3.5.2 在地下洞室或大坝内的高深井内（如引水隧洞的斜井或竖井、通风竖井、电梯井、电缆井以及闸门门槽等）作业时，井口或门槽顶部应悬挂警示标志，并应设专人值班和配备通信联络工具。

3.5.3 底层施工交叉作业时，上、下层之间应设置安全防护平台或隔离棚。

3.5.4 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。

3.5.5 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、防雨水等保护措施。

3.6 焊接与切割作业

3.6.1 焊接与切割作业应执行 SL 398 的相关规定。

3.6.2 从事施工现场金属结构安装和机电设备安装的焊接工作，应遵守相关焊接要求和规定。

3.6.3 大型金属结构生产厂区，焊接与切割用气（氧气、乙炔气等）量大而集中的安装现场宜采用集中供气，并应执行 SL 398 的相关规定。

3.7 起重运输作业

3.7.1 起重运输作业应执行 SL 398 的相关规定。

3.7.2 金属结构制造、安装、机电设备安装过程中的起重运输作业应分别遵守各章、节中的具体规定和要求。

3.7.3 重大精密设备和有特殊运输要求的设备的运输、吊装以及重大件的土法运输、吊装作业，应按程序要求编制施工技术方 案和安全作业指导书，经业主（监理）审批后实施。施工前，应成立专项安全协调监管机构，并应进行详细的分工和安全技术措施交底。

3.8 作业人员安全要求

3.8.1 作业人员应热爱本职工作，努力学习提高技术业务水平和操作技能，积极参加安全生产的各种活动。

3.8.2 作业人员应遵守劳动纪律，服从领导和安全监察人员的指挥和监督，坚守岗位；严禁酒后上班，不应在严禁烟火的地方吸烟、动火。

3.8.3 作业人员应严格执行操作规程，不应违章作业；对违章作业的指令有权拒绝，并有责任制止他人违章作业。

- 3.8.4** 从事特种作业的人员，应持有有效的特种作业操作证，配备相应的安全防护用具，并应遵守其相应的特种作业安全技术规程。
- 3.8.5** 作业人员应正确穿戴个人安全防护用品，进入施工现场应戴好安全帽，佩戴上岗证。高处、临边作业应系好安全带，不应穿硬底和带钉易滑的鞋，不应投掷物料，严禁赤脚、穿拖鞋或穿高跟鞋。
- 3.8.6** 施工现场行走应注意安全，不应攀登脚手架、电气盘柜、通风管道等危险部位。
- 3.8.7** 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应任意拆除和随意挪动。
- 3.8.8** 作业人员应遵守岗位责任制和交接班制度，并应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。
- 3.8.9** 施工现场应配备值班车辆，作业人员发生意外情况时，应及时救助。
- 3.8.10** 夜间作业时，应保证良好照明，每个施工部位至少安排两人以上工作，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照明。
- 3.8.11** 作业前，应认真检查所使用的设备、工器具等，严禁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所在单位领导报告。
- 3.8.12** 从事高处作业时，应遵守高处作业的相关规定，作业人员不应在脚手架上爬行或不挂保险带在高空移动，严禁手拿任何物件攀登爬梯和构架。
- 3.8.13** 作业人员应遵守现场安全用电规定，应学习和掌握现场触电的自救和互救的急救措施和方法。
- 3.8.14** 作业人员应定期进行体检，凡经医生诊断患有高血压、心脏病、贫血、精神病的人员，应立即退出金属结构安装和机电安装作业现场。

4 金属结构制作

4.1 厂区布置

4.1.1 厂房、库房、办公楼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。

4.1.2 建筑物的布置、设计应符合工业建筑、防火、防雷等设计规范。

4.1.3 压缩空气站的设计布置应符合 GB 50029 的相关规定。

4.1.4 氧气站、乙炔气站的设计、布置应符合 GB 50030、GB 50031 的规定。

4.1.5 供气房及集中供气管道的布置应满足有关消防安全规定。

4.1.6 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，并应设有明显的区域标识和隔离带，如原材料堆放区、下料区、单件组装区、部件组装区、焊接区、总拼区、半成品区、成品区等。

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

3 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等钢防护栏杆。

4 车间及作业区照明应充足，架空的通道、地面主要安全通道、进出口、楼梯口等处宜设置自动应急灯。

5 露天作业场的布置应根据场地交通及起吊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。

6 各作业区应有明显标识，其周围严禁堆放杂物。

7 露天场地应有合理的地面排水系统和通畅的运输道路网，为施工创造好的环境。

8 施工场地除布置通用照明外，作业部位还应设置照度足够的临时工作照明。

4.1.7 施工设施应符合下列规定：

1 机械设备、电气盘柜和其他危险部位应悬挂安全警示标志和安全操作规程。

2 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地网可靠连用。接地电阻不应大于 4Ω 。保护零线的重复接地电阻不应大于 10Ω 。

3 电焊机等施工设备应合理布置，并应有专用平台。平台的高度离地面不应小于 300mm ，并应有可靠的防雨措施。

4 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和接零保护。

5 施工时地面设置的临时地锚、挡桩、支墩等在施工结束后应及时清除。

4.2 钢闸门及埋件制作

4.2.1 工作前，应检查所使用的工器具、设备以及安全防护设施，应完好可靠。

4.2.2 埋件制作应符合下列规定：

1 埋件的下料、组装、焊接、总拼应符合闸门制作有关规定。

2 埋件采用机械矫正时，应有专人指挥，受力点的支垫应采取保护措施。

3 埋件矫正需吊车配合时，其挂钩或绳卡与构件连接应可靠。

4 埋件矫正、检查时应可靠放置。

5 当埋件需立置状态进行组装调整时，应有可靠的防倾倒的措施，并应符合高空作业的有关规定。

4.2.3 钢闸门制作应符合下列规定：

1 下料应符合下列要求：

- 1) 钢板吊运时宜采用平吊，严禁采用厚板卡子吊薄板或厚板卡子中加垫板吊薄板，严禁超负荷使用吊具。
- 2) 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 以上。
- 3) 使用氧、乙炔等气体下料应遵守 SL 398 的有关安全规定。使用平板机、油压机、剪板机、冲剪机、刨边机等机械设备进行下料、加工、矫正等工序作业时，应遵守相关机械设备安全操作规程。
- 4) 铆工、焊工、切割工在切割后使用扁铲、角向磨光机进行清理打磨时应佩戴防护眼镜，严禁使用受潮或有裂纹的砂轮片。进行等离子切割时操作人员还应佩戴防护面罩。
- 5) 加热后的材料应定点存放，搬动前应做滴水试验，待冷却后，方可用手搬动。
- 6) 零件下料后应按区域要求分类码放整齐并标识。切割后留下边角余料应集中放置，不应随意摆放。
- 7) 用地炉加热工件时，应注意周围有无电线或易燃物品，熄灭地炉时，浇水前应将风门打开，熄灭后应仔细检查。

2 组装焊接应符合下列要求：

- 1) 大小锤、平锤、冲子及其他承受锤击的工具顶部严禁淬火，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，起重吊具应依据工件大小、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。手脚不应探入组合面内。工件在没有可靠固定前，在其可能倾倒覆盖范围内严禁进行与之无关的其他作业。
- 4) 工件就位临时固定应采用定位挡板、倒链等，找正后

应及时进行加固点焊；需进行焊接预热的焊缝，点固焊时也应进行预热。

- 5) 打大锤时，严禁戴手套，锤头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，当构件内部温度超过 40℃ 时，应进行轮换作业或采取其他保护措施，并应设专人监护。
- 7) 电焊工因空间较小，必须跪姿或卧姿进行施焊时，所使用的铺垫应为干燥的木板或其他绝缘材料。
- 8) 使用砂轮机、角向磨光机、风铲等工具进行打磨、清理的操作人员应佩戴平光防护眼镜。

3 总拼装应符合下列要求：

- 1) 总拼装应编制技术方案、安全技术措施，并应经有关部门审批后方可实施。
- 2) 脚手架搭设方案应由技术部门设计、审批，经有关部门验收后方可使用，作业平台应铺设完整并可靠固定，护栏应符合安全标准。
- 3) 排架作业面及行走通道应清理干净，作业人员严禁穿硬底鞋。
- 4) 作业使用的千斤顶、楔子板、大锤、扳手等工器具应放置妥当，千斤顶严禁叠擦使用。严禁空中投掷传递工具等物。
- 5) 交叉作业时，应设置安全有效的隔离措施。
- 6) 氧气、乙炔气等燃气瓶安全间距应大于 5m，水平距离火源点不应小于 10m。乙炔气瓶应立置，冬季及夏季施工气瓶应有防冻、防晒措施。
- 7) 起重人员在起吊构件时应保证构件重心与吊钩在同一垂线上。
- 8) 拆除作业一般应按照拼装流程的倒序进行作业；对于难度大、危险性大的拆除作业应制定专项拆除方案和安全技术措施，并应经审批后方可施工。

4.3 钢管制作

4.3.1 钢管（含尾水管、锥管、蜗壳）等下料应遵守 4.2 节钢闸门及埋件制作中的规定。

4.3.2 采用油压机预弯瓦片时应遵守下列规定：

1 预弯时，模具应与油压机压力中心线重合，上、下模具应可靠固定。

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应紧固。电动机旋转方向应与要求相符。

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

4.3.3 瓦片卷制时，应遵守下列有关规定：

1 卷板机开机前应认真检查各机构、系统运转正常，各润滑部位应按规定加注润滑油。

2 卷板机上卷制刚度较小或弧长较长的瓦片及管节时，应采用弧形托架或桥机配合进行卷制。

3 卷制时，设备操作人员应听从指挥人员指挥，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应切断电源。

4 卷制时，严禁卷板人员手扶工件或垫条。

5 卷板机翻倒机构翻倒时其复盖范围内严禁站人和堆放物品。

6 卷板机在上料、卸料、调整辊筒时不应开机。设备卷板过程中，进出料方向严禁站人。

7 瓦片立置检验或校正时，应有可靠固定和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 瓦片较大时应采用平衡梁吊装至平台，起吊时应先吊离地面约 100~300mm 高，应检查瓦片吊装重心是否平稳。

2 管节、管段组装应设有专用组装平台和焊接平台，操作平台的搭设以及人员的着装应符合高空作业要求。

3 钢管拼装时，立置的瓦片应临时固定牢固。瓦片组装时，工作人员的手、头、脚不应伸入组合缝内。

4 工作中使用的千斤顶及压力架等，应拴牢或采用其他防倾倒和坠落措施。

5 焊接过程中的预热、后热以及焊缝的爆炸消应等应有隔离设施，并应明确安全标识。

4.3.5 支撑与调整结构应符合下列规定：

1 调圆或加固采用的“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 内支撑安装完成后应有防松措施。

4.4 无损探伤

4.4.1 参加无损探伤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 射线探伤作业应遵守相关射线探伤作业的安全技术规定的要求，以及无损探伤工的安全操作规定。操作场所的安全防护设施应符合《放射性同位素与射线装置放射防护条例》（国务院〔1988〕第44号令）的要求。

4.4.4 超声波、磁力、荧光、着色、涡流探伤应符合下列规定：

1 仪器接通电源前，应检查电源电压与仪器使用电压相一致。

2 超声波探伤仪接通电源后应检验外壳是否漏电。如有漏电，则应倒换电源线接线并将外壳接地，使用过程中严禁打开保护罩。

3 超声波仪器在搬运过程中，应注意防震，使用场所应注意防磁。

4 荧光探伤时，应戴防护眼镜，严禁用手直接触摸工作物上的荧光粉，工作完毕后，应将手搓洗干净。

5 配制着色剂，筛取荧光粉、磁粉时，应戴防护口罩，并应在通风良好的上风处进行。

6 仪器检修时，应切断电源。

7 现场探伤时，应执行高处作业规定，夜间应有充足照明。并应划定警戒区和悬挂警告标志。

8 工作完毕后，应将耦合剂、着色剂、磁粉、荧光粉清理干净。

4.5 涂装作业

4.5.1 参与表面预处理、油漆涂装、金属热喷涂的作业人员应经有关部门培训考试合格后持证上岗。

4.5.2 作业时，应遵守本岗位安全作业标准，高空作业应符合相关条文的规定。

4.5.3 作业人员应定期进行身体检查，作业环境应采取措施降尘、降噪。

4.5.4 需表面预处理的金属构件应放置平稳。

4.5.5 油漆涂装前应检查所需的照明、通风、脚手架、支墩、支架等设施安全可靠。

4.5.6 喷涂工作完毕后，应整洁工器具并应将工作场地及储藏室清扫干净，如发现遗留或散落的危险品，应及时清除干净。

4.6 产品转运与存放

4.6.1 车间内及厂内用于产品零部件、成品、半成品的转运线及道路应明确划分。路面应平整，无障碍物。

4.6.2 用于转运的叉车、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 产品在转运车辆上摆放应稳定可靠，对于大件、超长、超宽件在转运装车时应进行绑扎固定。

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方案，并应经相关部门审批后方可实施。

4.6.5 产品应按厂区规划区域进行存放，并按产品包装要求进行包装标识后存放。

4.6.6 产品存放支垫应稳定，并应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 闸门安装

5.1 闸门与埋件预组装

5.1.1 场地布置应符合下列规定：

1 闸门堆放与预组装场地应综合考虑工程施工特性（包含现场交通运输条件、施工高峰强度等）、闸门拼装方案和现场设备起吊能力诸要素，应避免布置在可能发生山洪、泥石流或滑坡等自然灾害的地段。

2 场内各设备堆放场和作业区应布局合理，并应有明显标识。办公室、仓库、变电所、各作业场所应有消防和排水设施，人行通道和消防通道应保持畅通，严禁堆放杂物。对不需要吊车或运输车输入的，宜按 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，根据车辆作业宽度宜预留 8~10m 的通道。

3 厂区应有完整的接地网，接地电阻值不应大于 4Ω。厂房等高大建筑物与大型施工机械应有可靠防雷措施。

4 场内除布置通用照明外，夜间作业部位和主要运输道路旁应按规定布置充足的工作照明设施。

5 场内作业房应合理布置，各房间应设有单独的配电盘，盘上应有盖板和挂锁及漏电保护装置。房内应备有灭火器，所有施工设备、电气盘柜等危险部位，均应悬挂安全警示标志和安全操作规程，且应接地良好。

6 厂区风、水、电等临时施工设施，规划布置应符合 SL 398 的有关规定。

5.1.2 闸门与埋件预组装应符合下列规定：

1 闸门和埋件应摆放平稳、整齐，且支承牢固，不宜叠层堆放，并有人员和起吊设备的通道。

2 预组装前，应编制组装技术方案，包括组装程序、吊装

方案（确定吊装设备、主要器具、地锚的设置和缆风绳的受力计算）以及临时加固支撑方案等，并制定详细的安全技术措施，报主管部门批准后方可实施。各拼装平台基础应牢固，支承结构应稳定可靠。

3 高空作业、脚手架和作业平台的搭设方案应由技术部门设计、审批，安全部门组织相关部门联合验收，合格后方可使用。

4 高空作业应遵照相关规定执行，确保施工安全。作业区四周应悬挂安全警示标志及有关安全操作规程，严禁无关人员进入施工作业区内。

5 高空作业排架及行走通道应清理干净，不应随意堆放杂物，防护栏杆及安全网的敷设应符合安全标准。作业区应设置足够的消防器材。

6 夜间作业应使用低压行灯照明，其他照明设施严禁直接和闸门接触，并应接地良好。

7 雨雪天气条件下进行露天拼装作业场所，应采取相应的防雨雪和防滑措施。

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

9 闸门组装用的连接板、螺栓等小型零件应装于结实的麻包内，使用绳具上下传递，严禁随意堆放在排架板上。

10 上、下交叉作业时，应搭设安全隔离平台。

11 闸门预组装时，各部连接螺栓至少应装配 1/2 以上，并紧固。

12 装配连接时，严禁将手伸入连接面或探摸螺孔。

13 闸门在进行连接时，工作人员应站在安全的位置，手不得扶在节间或连接板吻合面上。

14 使用锉刀、铲等工具，不应用力过猛。不应使用有卷边或裂纹的铲削工具，工具上的油污应及时清除。

15 预组装焊接时，应合理分布焊工作业位置。

16 焊接作业时，焊条应使用保温桶存放，并用安全绳将其绑扎牢固。

17 拆除的包装箱，应及时清理，集中堆放，严禁随地乱放乱弃，箱板上的铁钉、铁条等应进行拔除和打弯处理。

18 闸门预组后的拆除作业宜按组装顺序倒序作业，并应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，增加临时缆风绳，以增强稳定。

19 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、缆风绳等杂物。

5.2 闸门的起重运输

5.2.1 闸门安装前，施工单位应编制详细的起重运输专项安全技术方案，经主管技术、安全部门审核，报业主和监理工程师审批后，方可予以实施。

5.2.2 起重、运输作业的各工种（含司机）应持证上岗，且身体健康，作业时应遵守本工种安全操作的技术规定。

5.2.3 起重运输的车辆应执行公安部制定的交通规则，严禁无证驾驶、酒后开车、无令开车。用于闸门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；所吊物体重量达到额定起吊能力的80%以上时，应进行负荷或试吊试验。

5.2.4 大件起重运输作业应符合下列规定：

1 大件、超长、超宽件的运输与吊装前应制定安全技术措施并成立专门临时组织机构，负责统一指挥，每次作业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安全技术措施的要求，在大件吊装过程中进行监控，发现问题应及时向总指挥报告。在非紧急情况下不应擅自越级指挥。

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车手段，应对线路沿途路宽、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，不允许超载。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，制作相应的托盘、支架、垫板等，并应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，注意离边缘的距离。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闸门中心对准车辆中心，不应偏装。

6 闸门在运输车辆上应摆放平稳可靠，并应对参与大件运输的车辆、捆绑工器具以及支垫物进行检查。应选用合适的钢丝绳、纤维带、卡环、倒链、拉紧器等器械进行捆绑。应经检查捆绑牢固后方可发令开车。

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、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，保证大件运输安全。

8 运输时应根据大件的特点，控制车速，并应有防止冲撞与震荡、受潮、损坏以及防止变形的措施。

9 大件吊装作业应符合下列规定：

- 1) 吊装作业应统一指挥，操作人员对信号不明确时，不应随意操作。
- 2) 闸门上的吊耳、悬挂爬梯应经过专门的设计验算，由技术部门审批，质量安全部门检查验收，经检查确认合格后方可使用（吊耳材质和连接焊缝须检验）。

- 3) 采用临时钢梁或龙门架起吊闸门时，应对其结构和吊点进行设计计算，履行正常审查、验收手续，必要时还应进行负荷试验。
 - 4) 起吊大件或不规则的重物应拴牵引绳。
 - 5) 闸门起吊离地面 0.1m 时，应停机检查绳扣、吊具和吊车刹车的可靠性，观察周围有无障碍物。应上下起落 2~3 次确认无问题后，才可继续起吊。已吊起的闸门作水平移动时，应使其高出最高障碍物 0.5m。
- 5.2.5** 指挥起重机械工作时，吊钩应在重物的重心上，严禁在倾斜状态下拖曳重物。严禁使用起重机对就位的闸门进行强行纠偏处理。
- 5.2.6** 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。
- 5.2.7** 闸门翻身，宜采取抬吊方式，在没有采取可靠措施时，严禁单车翻身。闸门立放时，应采取可靠防倾翻措施。
- 5.2.8** 吊装作业时，重物下面不应有人，只有当部件接近接合面时才可用手扶正。
- 5.2.9** 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。
- 5.2.10** 严禁在已吊起的构件设备上从事施工作业。未采取稳定措施前，严禁在已竖立的闸门上徒手攀登。
- 5.2.11** 所吊构件没有落放平稳和采取加固措施前，不应随意摘除吊钩。
- 5.2.12** 多台千斤顶同时工作时，其轴心载荷作用线方向应一致。
- 5.2.13** 采用简易起重运输，应根据现场实际情况，制定可靠的安全技术方案，并执行 SL 398 的相关规定。

5.3 闸门埋件安装

- 5.3.1** 闸门埋件安装前，应编制施工技术措施和安全技术措施，

明确安装施工与土建各专业之间的相互关系，做好相应的应急预案，对作业人员进行详细的安全技术交底，在施工过程中加强控制。

5.3.2 门槽安装施工脚手架设计、搭拆应遵守国家颁布的有关规定及技术标准，还应符合第 10 章的有关规定。

5.3.3 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。

5.3.4 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监督检验规程的规定。

5.3.5 敞孔作业时，孔口顶部应设置栏杆和安全警示标志，并在栏杆底部 0.5m 范围内设置帷幔，确保井内作业的人身安全，作业期间应派专人在孔口顶部值班监护，严禁往孔内抛掷任何物品。

5.3.6 作业间隙时，埋件安装测量用的钢丝线如影响人员通行，宜予以拆除。

5.3.7 下层埋件没加固好之前，不应将上层埋件擦放其上。

5.3.8 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。

5.3.9 闸门埋件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。

5.4 平面闸门安装

5.4.1 平面闸门现场拼装与安装应符合下列规定：

1 起重运输作业除遵守 SL 398 外，还应遵守 5.2 节的规定。

2 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。

3 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。

4 闸门拼装作业应遵守 5.2.6~5.2.13 条的规定。

5 闸门起吊前，应在确认起重机吊钩与闸门可靠连接并初步受力后，方可拆除临时支撑和缆风绳。

6 使用启闭机起吊闸门入槽时，吊钩或抓梁轴销应穿到位。

7 闸门拼装完成后，应及时清理拼装场地。

8 闸门入槽时，作业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。

5.4.2 水封与附件安装应符合下列规定：

1 水封现场粘接作业应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，应注意妥善保存，严禁随地泼洒。作业时应远离火源。

3 水封螺栓孔加工，作业时应将水封可靠固定，并在下部垫上木板加以保护，严禁用手脚对钻孔部位进行定位固定。

4 水封装配时，应使用结实的麻绳捆绑牢固。

5 滑块等附件吊装，应使用带螺栓固定的吊具，不应直接使用绳具捆绑。

6 滑块、平压阀座等附件就位时，严禁将手伸进组合面或轴孔内。

5.5 弧形闸门安装

5.5.1 弧形闸门安装作业应遵守 5.2.6~5.2.13 条的规定。

5.5.2 支铰座及支臂安装应符合下列规定：

1 安装前，对安装临时悬空作业用的悬挑式钢平台、起吊钢梁以及滑车组及钢丝绳等应进行刚度、强度校核，并应经主管技术部门批准，检查验收合格后，方可交付使用。

2 设计固定铰座锚栓架作业平台时，应考虑土建作业荷载平台下悬挂安全网，平台四周布设防护栏杆。

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

4 应在固定铰座穿入螺栓，并将四角的四个螺帽紧固后，才能摘除吊钩。

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，严禁调整过程中用手探摸。

6 支臂、铰座连接螺栓紧固，应按照设计图纸和说明书，遵照施工程序逐步进行，紧固力矩应符合设计要求。

7 支臂吊装前，宜将相互连接的纵向杆件先吊入，卧放于下支臂梁格内，且应可靠固定。

5.5.3 门叶与附件安装应符合下列规定：

1 门叶现场安装时，宜遵循从下至上，逐节吊装、组装的顺序，下节门叶没有组装或连接好之前，不应吊装上一节门叶。

2 弧门吊装作业结束后，孔口上部仍有作业时，应在门叶顶部搭设安全隔离平台，设置安全网，并应悬挂安全警示标志。

3 侧、顶水封安装作业时，使用的工具（如扳手、千斤顶等）应系安全保险绳。

4 底止水封安装作业，宜在弧门与启闭机连门后进行。门叶开启离底槛约 1.0m 左右时，应停机并对启闭机的锁定状况进行检查，确认无误后，方可开始底止水水封的装配作业。

5 底水封作业时，应安排专人监护启闭机，并随时与作业人员保持联系，机房内应悬挂安全警示标志，严禁任何人启动。作业人员不应在门叶底部穿行。

5.6 人字闸门安装

5.6.1 埋件安装应符合下列规定：

1 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 人字门底枢吊装就位时，不应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，作业人员严禁戴手套作业，严禁用手清除镗刀附近的铁屑。

5 顶枢楔块装配时，手指不应伸入配合面。

5.6.2 门叶吊装应符合下列规定：

1 门叶拼装专用支承座或梁、施工脚手架应经技术部门审批，验收合格后，方可交付使用。使用的悬挂作业平台的挂钩耳板应焊接牢固可靠，外侧布设栏杆高度不应小于 1.2m，并应拴上安全保险绳。

2 土建施工时，应在门龛闸墙壁上埋设符合规定的铁板凳，以便门叶立拼时的加固，保证立拼作业安全。

3 门叶调整应使用四台千斤顶，四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 门叶起重运输、立拼作业，应遵守有关安全技术规程，还应符合 5.2 节的有关规定。

5 门叶就位临时固定应采用倒链等防止倾倒，调整合格后，应及时进行加固点焊，需进行焊接预热的焊缝，点焊时也应进行预热。

6 每节门叶焊接完成后，应将其与闸墙之间采用型钢可靠加固，然后吊装其他门叶。

5.6.3 门叶焊接应符合下列规定：

1 现场施工设施应合理布置。焊机和热处理等施工设备应离地面 0.3m 放置，且有可靠的防雨措施，应使用单独的配电盘供电，设备应有良好的接地保护。

2 门叶节间焊缝焊接时，一个梁格内只宜安排一人作业。

3 焊接作业区域通风不良时，应采用风机加强空气流动，改善作业环境。夏季焊接作业时，还应采取防暑降温措施。

4 焊缝热处理作业时，应在现场悬挂安全警示标志，严禁无关人员进入。

5 采用电加热进行热处理作业时，加热板应可靠固定。

5.6.4 附件安装与门体调整应符合下列规定：

1 应在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，

进行人字门的调整作业。

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，作业人员不应倚靠其上，作业区下方不应有人工作和穿行；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。

3 门叶跳动量调整时，应由专人指挥，无关人员不应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，严禁用脚蹬。使用特制扳手时，应用力平稳，严禁使用猛力。

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，手指不应伸入。

7 门体合拢操作时，应清除门体活动范围内的障碍物，且安排专人全程监视，任何人员不应进入门叶转动范围内，严禁手脚伸入支、枕块及导卡等配合面，更不应进入门轴柱上、下游侧。

5.6.5 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 各组分材料应视其各自性能要求分别堆放，专人保管，应放置在低温、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，用剩的填料应注意及时回收处理，严禁随处泼洒。

3 使用易爆、有毒和易腐蚀的化学材料，应遵守 SL 398 的相关规定，并应采取有效的安全防护措施。

4 熬制环氧等动火作业时，应有专人监护，操作人员不应擅离岗位，应准备好湿麻袋、砂土和铁锹等消防设施。

5 熬制环氧的人员下班前，应将火熄灭，检查无余火残存

时，方可离开现场。遇六级以上大风时，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。

5.6.6 底水封（或防撞装置）安装时，门体应处于全关（或全开）状态，启闭机应挂停机牌，并应派专人值守，严禁擅自启动。

5.7 现场涂装作业

5.7.1 闸门涂装作业应遵守第 11 章的有关规定。

5.7.2 高空作业使用的脚手架，应由持证的架子工搭设。使用吊篮进行门槽埋件的防腐涂装作业时，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，严禁直接与墙壁发生摩擦。处于作业状态时，吊篮应停靠平稳，不应晃动。

5.7.3 现场进行表面处理时，磨料应及时收集。

5.7.4 喷涂工作完毕后，应整理工器具并将工作场地及储藏室清扫干净，发现遗留或散落的物品，应及时清除干净。

5.8 闸门试验与试运行

5.8.1 闸门试验与试运行前，应编制试验大纲，上报设计、监理等单位审批后，应制定详细的试验程序，指导试验工作。

5.8.2 应组织专门的机构，设专人指挥、协调各部位的工作，参与金结、机械和电气安装施工的人员，应职责明确，各负其责。

5.8.3 闸门试验与试运行时应与其他施工隔离，无关人员严禁入内。

5.8.4 各设备应编号挂牌，重要部位应挂警示标志。

5.8.5 各试验部位应照明充足，通风良好，通信可靠。

5.8.6 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负荷试验；空载调试时，应对启

闭机的开度指示和安全防护装置进行初步调试，液压启闭机还应对缸体内的空气进行充分排除，以保证连门后的平稳运行。

5.8.7 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，应确保轴销到位。

5.8.8 闸门试验与试运行前，应对启闭机与闸门进行全面验收检查，确认设备运行范围无障碍物阻塞，各项安全防护设施完好。

5.8.9 试验和运行过程中，任何人严禁接触设备的机械运动部位，头和手严禁伸入机械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，严禁在设备运行情况下进行检查和调整。

5.8.10 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，确保其转动自如，润滑良好。

2 闸门启闭前，应清除影响闸门启闭的所有障碍物，运行时应对其实行全行程监护，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，其他人员不应靠近闸门运行范围。

5 应在闸门处于全关状态，启闭机停机并有专人监护后，试验人员方可进入闸门，进行检查。

5.8.11 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调试合格后方可实施。

2 动水试验应由业主、设计、监理和施工等单位联合进行。

3 电站进水口快速事故门动水试验时，应加强与机组试验的协调，由机组试运行部门统筹安排。

6 启闭机安装

6.1 基本要求

- 6.1.1 安装前，施工人员应熟悉施工现场情况，并应根据安全技术措施要求作业。
- 6.1.2 高处作业脚手架或工作平台，应根据有关规范和使用要求进行设计，起用前应按设计及相关规范检查验收。
- 6.1.3 高处用于调整紧固作业的千斤顶、大锤、扳手等工具应可靠拴挂，调整用具及加固材料应放于稳固的地方。
- 6.1.4 启闭机上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均应大于 0.5m。
- 6.1.5 通向启闭机及启闭机上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、栏杆和走道应符合 GB 6067 的有关规定。
- 6.1.6 设备清扫与组装应符合下列规定：
- 1 进行设备连接部位锈蚀处理和保护漆清扫作业的人员应佩戴防护眼镜和防尘口罩。金属清洗液、剂和其他具有腐蚀性液体等，应及时回收。
 - 2 机械设备零部件（齿轮、连轴器等）清扫和添加润滑油作业时，施工人员动作应协调一致。用过的棉纱、油液等易燃物应放入专用的回收容器内。
 - 3 现场组装平台或支撑件应牢固可靠。
- 6.1.7 启闭机转动部分的防护罩应安全可靠。
- 6.1.8 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。
- 6.1.9 焊接、切割作业时清理周围易燃物并采取隔离措施。作业人员离开安装现场时，应检查、妥善处置工作面上的火源。
- 6.1.10 电气、液压设备上方需进行气割和焊接作业的，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器材。

6.1.11 在启闭机柱和梁等结构内作业时，应使用安全电压工作行灯照明。

6.2 固定式启闭机安装

6.2.1 液压式启闭机安装应符合下列规定：

1 吊装应符合下列要求：

- 1) 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。
- 2) 成批液压油管应采用装箱方式起吊。

2 机房、泵站设备及液压管路安装调试应符合下列要求：

- 1) 高空配管时，管件应用安全绳拴挂，拴挂位置应安全可靠。
- 2) 管件进行酸洗钝化时，应穿戴防护用品，配制酸、碱溶液的原料应明确标识妥善保管，酸洗废液不应随意排放，应统一回收处理。
- 3) 酒精、丙酮、油品、抹布等易燃物，不应存放在机、泵房内。
- 4) 机、泵房内严禁吸烟，并按消防安全规定配置消防器材。
- 5) 机、泵房应设专人值班，值班人员不应在机、泵房内用碘钨灯或电炉。
- 6) 机、泵房不应擅自动火作业，必须动火时应执行动火审批制度，并采取可靠的防火措施。
- 7) 管路进行循环冲洗时，冲洗设备操作人员不应擅离职守。
- 8) 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。

- 9) 严禁在启闭机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。
- 10) 所有常开、常闭手动阀及电源开关应挂警示标志，严禁非操作人员启闭。
- 11) 管路或系统试压时，不应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，人应站在侧面。
- 12) 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。
- 13) 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。
- 14) 联门调试运行中应有专人监视安全保护装置、仪器、仪表，启闭闸门时的压力变化应在设计范围内。

6.2.2 卷扬式启闭机安装应符合下列规定：

1 启闭机基础应牢固可靠，其基础承压接触面的标高、水平应符合设计要求。

2 机房、配电室、电气盘柜等设备周围应按消防安全规定配置消防器材。

3 严禁将易燃易爆物品存放机房、电气室、操作室内。

4 在卷筒与滑轮组之间进行钢丝绳穿绕时应设专人指挥，信号清晰，指挥明确，参加施工人员应服从指挥，统一行动。钢丝绳穿绕中的临时拴挂、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。

5 行程开关、过载限制器、仪表、电气自动化组件等设施应正常可靠；电子秤的灵敏度及制动器的调整应符合设计要求。

6 空负荷调试及联门启闭时，应有专人监视各安全保护装置、仪表、卷筒排绳等工作，启闭力应在设计允许范围内。

6.3 移动（门）式启闭机安装

6.3.1 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校正，当采用自制工具、装置校正时，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，不应兜吊。
- 3 固定轨道的压板应牢固，垫片不应窜动。

6.3.2 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要求：

- 1) 门腿如采用抬吊翻立，应根据两吊车在抬吊工况下的许用起重能力，布置抬吊点。
- 2) 吊装就位后，应在完成螺栓连接、门腿垂直度调整就位、各方向缆风绳或型钢支撑张力平衡后，方可摘钩。
- 3) 缆风绳应采用倒链进行调整、型钢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、下游门腿临时连接成稳定的构架。

3 大梁安装应符合下列要求：

- 1) 门机大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) 大梁采用双机抬吊就位前，应根据起吊设备许用起重能力、作业位置等情况，结合大梁结构特点布置吊点，抬吊作业应遵守相关规定。当采用单机吊装时，在梁两端应系防止大梁摆动的拉绳。
- 4) 大梁与门腿组装部位的作业平台应与门腿可靠连接，脚手板、栏杆、安全网应固定牢固。

- 5) 大梁靠近门腿就位时，起吊高度应高出门腿 0.5m，门腿上部作业平台上应有专人监视、指挥，在地面辅助拉绳人员的配合下，使大梁初步就位，然后调整至安装位置。
 - 6) 高空作业人员应将安全绳拴牢于门腿上，在吊车起吊大梁调整至落下的过程中，身体不应高出门腿顶面，不应用手强行推拉大梁就位。就位时，头部和手严禁伸入组合面。
 - 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。
- 4 小车安装应符合下列要求：
- 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，轨道附近杂物应清理干净。
 - 3) 除影响吊车作业的部位外，梁顶面的永久安全防护栏杆应安装；小车安装部位下方应设置安全防护网。
 - 4) 小车吊装到位后，应采取固定措施。
- 5 门机大车夹轨器未投入前，应采取可靠措施防止门机在风荷载作用下移动。
- 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。
- 6.3.3 主要零部件及机构的安装调试应符合下列规定：**
- 1 机械传动装置安装调试应符合下列要求：
- 1) 传动轴、连轴器及齿轮安装调整与检测作业应遵守工艺规程的要求。
 - 2) 制动轮与摩擦片之间应接触均匀，其接触面及间隙应符合规定要求。制动器应调整适宜，制动平稳可靠。
 - 3) 油泵式制动闸或液压电磁铁应检查注油油位合乎要求，动作应灵敏可靠。
 - 4) 桥机主、副钩、动滑轮组应采取措施防止因自重下落，

严禁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联结螺栓。

2 钢丝绳、滑轮及吊具安装调试应符合下列要求：

- 1) 新钢丝绳缠绕前应进行“破劲”处理。
- 2) 钢丝绳穿绕方式及选用长度、尾端在卷筒上固定方式和螺杆压紧力矩参数应按技术文件和图纸规定执行。钢丝绳穿绕作业时应戴手套。
- 3) 钢丝绳在卷筒端固定应牢固、可靠，固定装置应有防松或自紧的性能；除固定钢丝绳的圈数外，卷筒上应保留 3 圈钢丝绳作为安全圈。
- 4) 钢丝绳安装穿绕作业时，严禁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，不应用钢丝刷清扫和用手直接涂油。
- 6) 滑轮安装应符合要求，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、行程准确。

6.3.4 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，应设有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应小于 $0.8\text{M}\Omega$ ，潮湿环境中不应小于 $0.4\text{M}\Omega$ 。

4 启闭机的电气保护（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（高度限位器、行程限位器、防风装置、门开关扫轨板等）应按相关规定进行安装调试，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。

6.3.5 调试与负荷试验应符合下列规定：

- 1 试验前，应编制试验大纲和相关的作业指导书，经审批后实施。
- 2 试验前应将大、小车试验范围内的所有杂物清理干净，回转吊范围不应有障碍物。
- 3 动负荷试验试验块吊架应进行专项设计。
- 4 负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) 试件及吊具重量应校准，各次试验重量及顺序、负荷偏差等均应符合设计要求。
 - 3) 试件在吊具中应对称布置，固定牢靠。
 - 4) 行程应符合设计行程。
 - 5) 负荷试验应设专人指挥，且应指挥清楚、信号明确。试验现场应设警戒线，无关人员不应进入。
 - 6) 试验时，应有专人监视各安全保护装置、仪表、卷筒排绳制动器等工作应正常。
 - 7) 应按设计要求检测行程开关、过载限制器、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。

6.4 桥式启闭机安装

6.4.1 轨道安装应符合下列规定：

- 1 轨道安装多层作业时，应设置安全防护网，并采取防坠落措施，安排生产时宜减少多层作业。
- 2 轨道安装应遵守 6.3.1 条的有关规定。
- 3 轨道安装施工应执行高处作业的有关规定。在轨道梁上安装作业时，临空面应布设临时安全防护栏杆。
- 4 大车轨道未全部安装前，需临时动用桥机时，应在工作区段轨道上增设临时限位器装置。

6.4.2 桥架安装应符合下列规定：

- 1 轨道大梁吊装前应将安装部位杂物清理干净。
- 2 桥机大梁应在行走台车安装调整完毕并可靠支撑后吊装。
- 3 轨道大梁及桥机大梁吊装应执行 6.1 节和 6.3.2 条的相关规定。

4 露天布置的桥式起闭机的大梁、端梁组装完成后，应采取可靠措施防止桥机移动。

5 小车安装应按 6.3.2 条的有关规定执行。

6.4.3 主要零部件及机构的安装调试应遵守 6.3.3 条的相关规定。

6.4.4 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 安装悬空操作平台、检修吊架等工作平台，其固定端应牢固可靠。

2 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，并应用绳索系拴牢靠。

3 其余项目施工应遵守 6.3.4 条的相关规定。

6.4.5 桥式启闭机试验可参照 6.3.5 条的有关规定执行。

6.5 启闭机的调试、运行与维护

6.5.1 启闭机的调试、运行区应与其他施工区隔离，无关人员严禁入内。

6.5.2 调试运行前，应保证设备机械运转和摩擦部位无杂物阻塞，安全防护设施完好。

6.5.3 调试现场应统一指挥，协调各部位调试人员对启闭机系统进行多专业联合调试。各调试设备应挂编号牌，重要部位应挂警示标志。

6.5.4 各调试部位应照明充足，通风良好，通信可靠。

6.5.5 调试和运行中，任何人严禁接触设备的机械运动部位，头部和手严禁伸入机械行程范围内进行观测和探摸。

6.5.6 调试和运行中，当系统发生故障或事故时，应立即停机，严禁在设备运行情况下进行检查和调整。

6.5.7 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。应在空载试运行符合设计要求后，方可进行负荷试验及连接闸门进行启闭试验。

6.5.8 启闭试验与试运行应遵守 5.8 节闸门试验与试运行的有关规定。启闭机与闸门连接进行启闭试验前，应清理闸门行程范围内的杂物，各种安全装置与防护设施应符合有关安全技术规范的规定。

6.5.9 启闭机运行期间，应建立运行制度，严禁无关人员进入供电房、控制室等主要部位，应设立工作区和安全区，并应悬挂警示标志。

7 升船机安装

7.1 基本要求

- 7.1.1 升船机安装应遵守第5章、第6章中闸门、启闭机安装、调试运行的相关规定。
- 7.1.2 作业人员应遵守各工种的安全技术规程，正确使用个人防护用品和安全防护设施，并按规定着装。
- 7.1.3 使用升降操作平台进行埋件安装时，应按规程进行操作。
- 7.1.4 吊篮上不应放置过多的安装材料和工具，严禁超铭牌规定负荷运行。当吊篮发生故障时，应立即排除。
- 7.1.5 利用卷扬机吊装时，卷扬机性能应安全可靠，钢丝绳、导向滑轮、地锚、卡扣应完好无损。卷扬机的基础应稳固结实，并应将卷扬机固定牢固。
- 7.1.6 升船机安装前应依据施工组织设计编制单项工程施工技术方案和安全作业指导书。按程序审批后，施工前应由施工技术负责人向施工人员进行安全技术交底。
- 7.1.7 提升设备安装、承船厢及设备安装、升船机调试运行等具有重大潜在危险项目施工，应成立现场领导小组，分工负责、协调配合、统一指挥。
- 7.1.8 汛期安装时，应制订防汛度汛措施和预案。

7.2 埋件安装

- 7.2.1 基础埋件应与预埋钢筋连接牢固，并辅以加固材料将基础撑牢垫实，确保机架就位稳定。
- 7.2.2 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遵守5.1节和5.2节的有关规定。
- 7.2.3 埋件吊装时，应保证升降操作平台的钢丝绳与吊装埋件的卷扬机钢丝绳之间有一定的安全距离。

7.2.4 埋件吊装时，应设专人指挥，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。轨道就位找正时，作业人员的头、手严禁伸进组合面。

7.2.5 收放焊把线时应先关电焊机电源。

7.2.6 埋件安装所使用的机具和电动工具应绝缘良好，手持式行灯电压不应超过 36V。

7.3 提升设备安装

7.3.1 设备安装前，应将场地清理；应在机房周边窗口和吊物孔等位置设临时防护栏杆。

7.3.2 提升平台上的绳孔等孔洞平时应用活动盖板封盖严实，使用时临时打开，使用后应及时恢复。

7.3.3 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。

7.3.4 机架吊装时，应注意观察基础螺栓穿入螺孔情况。严禁用手扶持。

7.3.5 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，确保设备稳定后方可摘钩。

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

7.3.7 钢丝绳吊装时，应先固定上端，然后缓慢下放，施工人员应保持距离观察。

7.3.8 严禁将手伸进齿轮箱探摸或用手指在连接板和传动轴处找正对孔。

7.3.9 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。

7.3.10 提升机构运转调试期间，应设立隔离防护区。

7.4 平衡重系统安装

7.4.1 平衡重系统安装前，应根据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、吊车等均应经过计算校核。应经审批后方可进行施工。

7.4.2 平衡重块卸车时应用平衡重块上的吊环水平吊装，并用枕木垫平平放，分层码放时应在每层间加设木条或橡皮类支垫。

7.4.3 平衡重在上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，并应设置安全警戒线。

7.4.4 在平衡重导架安装好之前，应对其承重钢丝绳采取可靠的防旋转措施。

7.5 承船厢安装

7.5.1 承船厢分节吊装，应根据现场情况选择合适的吊装方法，由最大吊装单元的外形尺寸、重量和放置的位置来确定起吊设备。

7.5.2 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，布置合理的临时吊耳。

7.5.3 承船厢安装时，应及时形成永久爬梯、栏杆和通道。

7.5.4 设备单件就位后应垫稳，应使用缆风绳等进行固定。

7.5.5 利用卷扬机进行吊装和拖运时，卷扬机操作人员应遵守起重安全技术规程。卷扬机运行时，严禁跨越或用手触摸钢丝绳。

7.5.6 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，应有专人监护，施工人员严禁钻入台车底部，严禁站于物件可能倾倒的方向。

7.5.7 节间对缝时，严禁将头、手、脚伸入或扒在接合面上。

7.5.8 底铺板等就位后，应及时设置临时的防护措施。

7.6 承船厢设备安装

7.6.1 承船厢底部设备安装时，应建立临时人行通道和作业平

台，布置通风排烟设备，并应在合适的位置布置消防器材。

7.6.2 安装设备时，各种监测仪表（如电压、电流、压力、温度等）和安全装置（如制动机构、限位器、安全阀、闭锁装置、负荷指示器等）应齐全、配套，灵敏可靠。

7.6.3 液压管路安装时，应执行 15.3 节的相关规定。管道试压应分级缓慢进行，稳压后方可进行检查。

7.6.4 电气设备及线路安装应满足防爆要求，电动机械拆除后，不应留有可能会带电的电线和部件。

7.6.5 承船厢室内设备安装时，应保证通风良好，并应敷设安全低压照明。

7.7 升船机调试与运行

7.7.1 升船机调试，应按单机调试、分系统联动调试、无水联调、有水联调和过船联调的步骤进行。升船机调试和运行应建立指挥机构，编制安全技术方案和安全运行操作规程，并应按规定程序审批。

7.7.2 设备运转调试前，设备运行通道、设备运转部分和摩擦部分应无杂物阻碍。防护装置调试时各部位应设专人分部位进行监护，并应与指挥人员、操作人员保持通信畅通。

7.7.3 调试过程中，系统发生故障或事故，应立即停机检查原因。严禁不停机检查和调整。

7.7.4 无水联调前，应完成消防系统安装和试验。

7.7.5 有水联调前，应完成排水系统安装和试验。

7.7.6 在过船联调前，应完成疏散通道相关设备的安装。

7.7.7 升船机运行期间，应建立运行制度，严禁无关人员进入集控室、主提升系统等重要部位，并应明显设立工作区和安全区，悬挂警示标志。

8 引水钢管安装

8.1 基本要求

- 8.1.1 钢管运输、安装前应编制施工组织设计，并应经审批。
- 8.1.2 钢管现场存放时应垫稳，应采取防止倾倒、滚动及变形的措施，同时应作好标识和存放记录。
- 8.1.3 施工脚手架的常规负荷量不应超过 3.0kPa，脚手架搭成后，应经有关部门检查验收合格方准使用。
- 8.1.4 脚手架应定期检查，发现材料腐朽、绑扎松动时应立即加固处理。靠近爆破地点的脚手架，每次爆破后应进行检查。
- 8.1.5 安装使用的载人吊笼、临时平台，台车应按起重安全技术规程和 SL 398 的相关规定专门设计、制造、安装、检验试验，合格后使用。

8.2 钢管运输

8.2.1 道路运输应符合下列规定：

1 超长、超高、超宽的钢管运输时，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 钢管在运输时，宜使用托架，并与运输车辆联结牢固。应保证运输中托架平稳；钢管应加固捆绑，棱角处应垫木板、管子皮或其他柔软垫物。

3 对“三超”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严禁带病或超载运行。

5 车辆在施工区域行驶，时速不应超过 15km/h，洞内时速不应超过 8km/h，在会车、弯道、险坡段时速不应超过 3km/h。

8.2.2 明管安装运输应符合下列规定：

1 本条适用于明敷钢管从卸车点至安装部位采用的轨道运输方式。

2 用于明敷钢管运输的轨道及其支墩应牢固可靠。轨道跨距应满足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；支墩间距应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。

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

4 主滑车及其锚环、牵引钢丝绳等应经过计算校核，且具有 5 倍以上的安全系数，正式运输前还应进行外观检查，必要时还应进行负荷试验；对因工程需要而长期运行的，对牵引系统应定期检查，发现钢丝绳有断丝现象的，应及时予以更换。

5 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，必要时应采取抗倾翻措施。

6 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。

7 钢管运输时，无关人员严禁靠近受力的钢丝绳和滑车，严禁进入破断可能回弹的一侧，更严禁在可能倾翻的下侧停留。

8 使用滚杠运输钢管，其两端不宜超出钢管直径过长，摆滚杠的人严禁站在倾斜方向的一侧，不应戴手套，而且严禁把手指插在滚杠筒内操作。

8.2.3 地下钢管安装运输应符合下列规定：

1 本条适用于地下（洞内）钢管从卸车点至安装部位采用的轨道运输方式。

2 地下钢管运输除应符合 8.1.2 条要求外，还应符合下列要求：

- 1) 地下钢管轨道运输时，其两侧应留有 0.6m 以上的空间，满足人员的安全通行的需要。
- 2) 钢管洞内卸车和运输牵引的主地锚钩采用预埋锚杆

(或锚杆群)固定的,正式投入使用前,应进行负荷试验,以验证其承载能力。

- 3) 竖井或斜井内运输钢管时,所有人员严禁进入钢管下方。
- 4) 牵引钢丝绳与地面接触处,应设置导引或承载辊轮,以减小钢丝绳的磨损。

3 在直井或隧洞内工作,若发现洞内岩石松动有塌方征兆时,工作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施工。

8.3 钢管吊装与组装

8.3.1 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,并在工作区域设置警示标志,通知无关人员避让,工作人员应选择恰当的位置及随物护送的路线。

2 钢管吊运时,应计算出其重心位置,确认吊点位置;应计算、校核所用吊具。用钢丝绳吊装时,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,严禁用钢丝绳兜钢管内壁起吊。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 翻转时应先放好旧轮胎或木板等垫物,工作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 大型钢管抬吊时,应有专人指挥,专人监控,且信号明确清晰。

6 利用卷扬机吊装井内钢管时,除执行起重安全技术规范外,还应符合下列要求:

- 1) 井口上下应有清楚的联系信号和通讯设备。
- 2) 卷扬机房和井内应装设示警灯、电铃。

- 3) 听从指挥人员的信号，信号不明或可能引起事故时，应暂停作业，待弄清情况后方可继续操作。操作司机不应在精神疲乏下工作。
- 4) 卷扬机运行时，严禁跨越或用手触摸钢丝绳。
- 5) 竖井工作人员应将所有工具放置工具袋内或安全位置。

8.3.2 调整与组装应符合下列规定：

- 1 工作中使用的千斤顶及压力架等，应拴牢或采用其他防坠落、翻倒等措施。
- 2 钢管吊装对缝时，严禁将头、手、脚伸入或放在管口上。
- 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，焊后应认真检查，确认牢固后方可使用。

8.4 钢管焊接

8.4.1 焊接应符合下列规定：

- 1 钢管焊接作业应遵守 SL 398 中焊接、切割有关的规定。
- 2 焊接的场所应设有消防设施。
- 3 焊接的工作场所应光线良好，夜间作业应照明良好。
- 4 使用风动工具时，应先对风管接头进行检查，风管接头应牢固，选用的工具应完好无损。
- 5 在钢管内进行焊接时，应采用 36V 的安全照明，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，应戴平光镜，并应避免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，不应冒雨作业。
- 9 在钢管内焊接时，其内部温度超过 40℃ 时，应实行轮换作业和采取其他防暑降温措施。
- 10 在深井焊接时，应首先检查有无积聚的可燃气体或一氧化碳气体，如有应排除并保持其通风良好。
- 11 工作时严禁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。

13 气体保护焊弧光强，工作人员应穿白色工作服，戴皮手套和防护面罩。

14 装有气体的气瓶不应在阳光下曝晒或接近高温。

8.4.2 无损探伤应符合下列规定：

1 无损探伤应遵守 4.4 节的有关规定。

2 作业时探伤器具应放置平稳可靠。

3 射线探伤操作区域应规定安全范围，设置警告牌，并有人警戒，限制非作业人员进入警戒区内。

4 在现场进行 γ 射线透照时，应保持安全距离，并设置铅屏隔离防护。

5 射线探伤人员应根据工作情况，穿戴防护用品，包括工作服、口罩、手套、铅玻璃眼镜等。防护用品使用前应检查，使用后应清洗。

6 操作中不应饮食、吸烟。如发现头昏等现象应及时通风、治疗。工作完毕后应及时清洗手、脸或淋浴。

7 现场探伤时，工作场所应有足够的照明，射线机配电盘应装有指示灯，高处作业时，应遵守高处作业的相关规定。

8.4.3 爆破法消除焊缝残余应力应符合下列规定：

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

2 作业前，施工单位应按照有关规定编制“爆炸法消除焊缝残余应力”的施工组织设计，报请相关的主管部门批准后，方可实施。

3 爆炸作业所使用的炸药、雷管等材料的储运、保管与使用，应遵照 SL 398 有关规定执行。

4 爆炸作业现场应符合防火安全规定。

5 正式引爆前，应对现场周围进行清理检查，并划定安全

警戒范围，派专人监护，严禁无关人员进入。

6 爆炸后，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，保证后续施工作业的安全。

8.5 钢管现场焊缝防腐涂装

8.5.1 钢管安装防腐涂装作业应符合第 11 章金属防腐涂装的有关规定。

8.5.2 各类油漆和其他易燃、有毒材料，应存放在专用库房内，库房应根据存放物品的特性配备消防器材。库房内不应住人，施工现场不应存储大量油漆。

8.5.3 调制、制作有毒性的或挥发性强的材料，应根据材料性质佩戴相应的防护用品。室内应保持通风或经常换气，严禁吸烟、饮食。

8.5.4 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。

8.5.5 在封闭的钢管内防腐时，应佩戴防毒面具。

8.6 钢管内支撑拆除

8.6.1 压力钢管内支撑拆除工程，应制定专项施工方案和安全技术措施，并按照管理程序，经相关部门批准后方可实施。

8.6.2 用于支撑拆除的自制台车和作业平台，应经过专门设计计算，并应经有关部门检查、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。

8.6.3 牵引台车的卷扬机应安装在坚固的基础上，制动装置应灵敏可靠，锚、桩埋设应牢固可靠。

8.6.4 支撑拆除使用的起重工具，如倒链、滑车、卡扣、钢丝绳等，应检查无破损现象，且安全系数满足要求。

8.6.5 所有施工爬梯、扶手、作业平台和防护栏杆，应焊接牢固。平台上的作业人员应系安全带。

8.6.6 支撑割除前，应先将顶杆上的双头螺栓拧松或采取其他

固定措施。

8.6.7 支撑割除应按施工方案进行，切割时，站位应安全可靠，切除的支撑应用倒链或绳索拴挂牢固、缓慢放下，严防坠落砸伤钢管内壁和人员。

8.6.8 作业所用的配电盘及手持电动工具应安装漏电保护器；应使用低压照明，并应有保护配电盘及绝缘导线的措施。

8.6.9 拆除的支撑应及时清除，吊运时应捆绑牢固。

8.6.10 支撑拆除现场应配备消防器材和消防水管，并应有专人进行安全监督。

8.7 钢管水压试验

8.7.1 水压试验前应编制水压试验的施工组织设计和作业指导书，报主管部门批准后实施。

8.7.2 水压试验应成立专门的小组，由专人统一指挥，各工种的施工人员应按照程序听从指挥进行操作。

8.7.3 水压试验的各运行部门和检修人员应坚守岗位，发现问题应及时反映处理。

8.7.4 水压试验现场应清理干净、照明充足、道路畅通，各部门应有电话或对讲机联系，信号装置应可靠。

8.7.5 水压试验设备及监测仪表应安全可靠。

8.7.6 试验与检查、处理应按有关标准进行。

9 其他金属结构安装

9.1 钢网架安装

9.1.1 本节适用于厂房钢网架的安装施工作业。其他钢网架安装可参照执行。

9.1.2 现场组装应符合下列规定：

- 1 钢网架的现场组装应在专用平台或牢固的支墩上进行。
- 2 钢网架的组装作业安全要求参照 5.1.2 条的有关规定执行。
- 3 钢网架组装的螺栓和焊接连接部位应符合施工图样和有关标准的规定。

4 用于高空作业的悬挂平台或吊篮应与网架连接可靠，安全绳与安全网应绑扎牢固。

9.1.3 钢网架安装，应按规定完成其支承立柱或支墩埋件安装，混凝土应达到设计要求的龄期，严禁在钢网架安装后进行基础螺栓二期混凝土的浇筑。

9.1.4 钢网架吊装与厂房其他专业存在交叉作业时，安装区域下方作业人员应全部撤离至安全区域。在网架就位后，在作业部位下方及时设置水平安全网或安全隔离平台。

9.1.5 钢网架安装时，除严防本作业面火灾发生外，还应对焊接和气割作业部位采取安全隔离措施。

9.1.6 地面厂房钢网架安装应符合下列规定：

- 1 钢网架宜组装成稳定的单元进行安装。
- 2 吊装前应对吊装单元刚度进行校核，对刚度不够的，应在采取加固措施后方能起吊。
- 3 对于受施工条件所限而不能采取上述方案的，应先将单跨网架组装成整体进行吊装，应在就位固定后方可摘除吊钩。
- 4 对于跨度较大、钢网架或单榀屋架刚度较小的，吊装时

应采用专用吊架或平衡梁。

9.1.7 地下厂房钢网架安装应符合下列规定：

1 地下厂房钢网架安装施工技术要求应与地面厂房钢网架相同。

2 采用临时天车进行屋架吊装前，应先进行负荷试验或试吊，以检验锚吊的可靠性。

3 采用厂房内桥机作为钢网架安装施工的转运手段或在其上搭设作业平台的，正式使用前应全行程通行检查，与墙或岩壁应留有 0.5m 以上的安全距离。

4 作业过程中，应有专人巡回监视厂房顶拱等处的岩体，如发现岩爆或碎裂现象应及时停工，应在险情妥善排除后方可恢复施工。

9.2 供料线系统钢结构安装

9.2.1 本节适用于塔（顶）带机等设备配套的长距离供料系统安装作业。

9.2.2 现场组装应符合下列规定：

1 供料线桁架与立柱的现场组装应参照 5.1.2 条和 9.1 节的有关规定执行。对于采用钢管立柱的，组装平台应防止其滚动。

2 桁架和立柱安装使用的悬空安全平台、栏杆及安全网等设施的设置应符合高处作业的安全技术要求。

9.2.3 供料线安装应符合下列规定：

1 供料线立柱基础螺栓埋设应符合设计图纸的要求，基础混凝土未达龄期，不应进行立柱安装。

2 立柱基础节的螺栓紧固预紧力矩应符合设计和有关标准的规定。

3 立柱与桁架吊装就位时，头部和手脚严禁伸入组合面探摸。

4 超长的桁架运输吊装与抬吊作业应符合 5.2 节的有关规定。

9.3 钢栈桥安装

9.3.1 本节适用于施工机械专用栈桥和施工专用公路栈桥的安装作业。

9.3.2 栈桥钢结构安装及桥面系统施工应遵守桥梁施工的有关安全技术规定。

9.3.3 栈桥基础埋件安装应按设计要求进行，栈桥柱安装前，混凝土应满足设计要求。

9.3.4 栈桥钢结构安装应符合下列规定：

1 栈桥立柱安装前，应在需要作业的部位敷设临时作业平台及联系安全梯道。施工人员不应在梁、柱上徒手攀爬。

2 立柱安装时，应注意观察基础螺栓穿入螺孔情况，严禁在不明荷载情况下使用吊车强行拖拽。

3 栈桥立柱之间纵、横向联系杆件连接好之前，不应撤消临时加固措施。

4 立柱上所有紧固螺栓紧固预紧力矩应符合设计和有关标准的规定。

5 栈桥支承的铸钢和盆式支座的固定应符合设计和有关标准的规定，活动支座应能滑动自如。

9.3.5 桥面系统施工应符合下列规定：

1 栈桥人行通道宽度不应小于1.0m，栈桥外侧临空边应按规定设置安全防护栏杆。

2 供风、供水与供电的管路等应布置在栈桥面外侧的支架上，不应占用桥面有效通行空间。

3 栈桥桥面采用钢面板的，预留空洞应使用钢盖板封盖，且应与梁面板牢固连接；人行道和汽车通道上均应设置防滑层。

4 栈桥桥面不应随意集中堆放设备和材料，栈桥的出入口处，应设置醒目的允许载重量、安全注意事项等警示标志。

10 施工脚手架及平台

10.1 施工脚手架搭设

10.1.1 工程设计和施工中应兼顾土建施工与金属结构埋件安装，用于平台和脚手架搭设的必要的埋设件应事先规划布置。

10.1.2 施工脚手架应按照国家颁布的有关安全技术规范及规定进行设计、施工；并应履行方案的设计审批、验收程序；使用过程中，应加强维护和管理。未经主管部门批准，严禁随意修改和变动其结构。

10.1.3 脚手架搭设施工前，应编制施工组织设计或作业指导书，制定相应的安全技术措施，搭设施工时应遵照执行。

10.1.4 脚手架施工人员应按照本工种安全技术规程进行施工，凡不适合高处作业的人员不应安排从事脚手架的搭设。

10.1.5 对于宽度较小的门槽孔口，左、右侧脚手架应形成整体，以增强其稳定性。孔口中央应留有通道，通道上方应设防护平台。

10.1.6 当孔口宽度过大的，左、右侧脚手架可自成体系；但脚手架应与闸墙之间应可靠连接，脚手架外侧应按规定全面敷设安全网，保护孔口中央通道的安全。

10.1.7 门槽安装用脚手架高度小于 25m 的，宜采用扣件式钢管脚手架，其设计施工应符合 JGJ 130 的规定。

10.1.8 高度大于 25m（含 25m）的脚手架搭设应符合下列规定：

- 1 对于闸门井的脚手架（高深闸门井或潜孔式闸门门槽），除符合 10.1.7 条的规定，还应根据脚手架结构图进行承载力、刚度和稳定性计算；编写设计计算书。设计方案应报上级主管部门批准。

- 2 对于闸墙外的脚手架（适用于露顶式及大坝上游的闸门

门槽),应每隔 25m,在建筑物上游埋设型钢或铁板凳,并应利用埋设件设置悬臂支承牛腿。

3 脚手架在投入使用前,应履行主管技术、质量和安全部门验收合格签证手续(必要时可通过承载试验来检验)。搭设高度大于 50m(含 50m)或有特殊要求的脚手架,还应组织相关部门和人员进行技术论证和设计。

10.1.9 脚手架搭设施工前,应对现场施工人员进行技术、安全交底,没有参加交底的人员不应上架作业。

10.1.10 对进场的材料、构配件等应进行质量检查验收,确保满足设计要求。严禁使用不符合设计要求的材料、构配件。严禁不同材质和不同规格的材料、配件在同一脚手架上混用。严禁使用变形或校正过的材料作为立杆,严禁使用滑丝扣件。

10.1.11 脚手架搭设过程中严禁交叉作业,一次搭设高度不应超过相邻连墙体以上两步。

10.1.12 门槽二期混凝土施工时,脚手架上不应超标准堆放荷载,拆除的模板等应及时清走。混凝土下料时,不应碰撞脚手架。

10.1.13 因混凝土施工需要,增设临时悬挑式平台受料点(如悬挑式操作平台等)时,应对脚手架承载力、刚度和稳定性进行复核计算。

10.1.14 施工脚手架的验收应以设计和相关规定为依据,逐层、逐段进行,验收的主要内容应符合下列规定:

- 1 脚手架的材料、构配件等应符合设计和规范的要求。
- 2 脚手架的立杆、横杆、剪刀撑、斜撑、间距、走道、爬梯、栏杆应符合设计、规范要求。
- 3 各杆件搭接和结构固定部分应牢固可靠。
- 4 大型脚手架的避雷、接地等安全防护、保险装置应有效。
- 5 脚手架的基础处理应符合设计和规范的要求。

10.2 移动式操作平台和悬挑式平台的搭设

10.2.1 移动式操作平台与悬挑式平台应针对使用要求和现场条件进行设计，其承载力应有足够的安全系数，设计方案应经主管部门审批。未经允许，施工过程中不应随意修改。

10.2.2 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平移的临时操作平台（但不适用于特种设备范畴的垂直提升的升降作业平台），宜采用型钢或脚手架钢管制作，脚手架钢管制作可参照 JGJ 80 进行设计。

2 竖井和斜坡道上使用的移动式操作平台除有专用牵引系统外，停留作业面时，还应另外设置保险绳，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为 0.3~0.5m。

4 移动式操作平台的面积不应超过 10m²，高度不应超过 5m，装设轮子的移动式平台，轮子与平台的接合处应牢固可靠，立柱底端离地面不应超过 0.8m。

5 移动式操作平台在其全行程范围内，应无任何障碍。

10.2.3 悬挑式钢平台应符合下列规定：

1 悬挑式平台应与侧墙预埋件可靠连接，预埋件应事先设计并随土建施工同步埋设，不应随意减少或取消。

2 悬挑式平台上设置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。

3 平台与外界应设安全联系梯道。

4 平台的吊装与使用应符合 JGJ 80 第五章第一节操作平台的有关规定。

10.3 施工脚手架与平台的使用及维护

10.3.1 脚手架搭设完成后，未经检查验收或在检查验收中发现

的问题没有整改完毕的或安全防护设施不完善的，严禁投入使用。

10.3.2 在脚手架醒目的位置应挂警示牌，应注明脚手架通过验收时间、使用期限、一次允许在脚手架上的作业人数、最大承受荷载等。

10.3.3 脚手架在使用过程中，应实行定期检查和班前检查制度。如遇大风、大雨、撞击等特殊情况时，应对脚手架的强度、稳定性、基础等进行专门检查，发现问题应及时报告处理。

10.3.4 使用单位应根据脚手架的设计要求，合理使用，作业层上的施工载荷应符合设计要求，严禁超载。

10.3.5 不应将模板支架、缆风绳、泵送混凝土的输送管等固定在脚手架上。严禁在脚手架上悬挂起重设备。

10.3.6 雨、雪天气施工，应采取必要的防雨、防雪、防滑措施。

10.3.7 出现5级以上大风时，应停止脚手架施工作业。

10.3.8 在脚手架上进行电、气焊或在有脚手架的部位从事吊装作业时，应采取防火和防撞击脚手架的措施，并派专人监护。上、下交叉作业时，应设置隔离层，并敷设石棉布等阻燃物。在井或深孔内进行吊装作业时，应在不同高度段设置监护哨。

10.3.9 脚手架在使用期间，严禁拆除主节点处的纵、横向水平杆，纵、横向扫地杆，连墙件。未经主管部门同意，不应任意改变脚手架的结构、用途，或拆除构件，如必须改变排架结构，应征得原设计同意，重新修改设计。

10.3.10 在施工中，若发现脚手架有异常情况，应及时报告设计部门和安全部门，应由设计部门和安全部门对脚手架进行检查鉴定，确认脚手架的安全稳定性后方可使用。

10.4 施工脚手架的拆除

10.4.1 脚手架拆除前，应编写拆除作业指导书，按该脚手架的设计报批程序进行报批。无作业指导书或安全措施不落实的，严

禁拆除作业。

10.4.2 拆除作业前，应将经批准的作业指导书、施工方案向现场施工作业人员进行交底。并应检查落实现场安全防护措施。

10.4.3 脚手架拆除前，应先将脚手架上留存的材料、杂物等清除干净，并应将受拆除影响的机械设备、电气及其他管线等拆除，或加以保护。

10.4.4 脚手架拆除应统一指挥，应按批准的施工方案、作业指导书的要求，自上而下的顺序进行，严禁上、下层同时拆除作业。

10.4.5 拆下的材料、构配件等，严禁往下抛掷。应用绳索捆绑牢固缓慢下放，或用吊车、吊篮等方法运送到地面。

10.4.6 脚手架拆除后，应做到工完场清，所有材料、构配件应堆放整齐、安全稳定，并应及时转运。

10.4.7 悬吊式平台的拆除作业应参照上述规定执行。

11 金属防腐涂装

11.1 材料的保管

11.1.1 各类油漆、汽油、酒精、松香水、香蕉水等，以及其他易燃有毒有害材料，应在专门储藏库房内密闭存放，不应与其他材料混放；库房与其他建筑物的距离应符合 SL 398 中的有关规定。存储库房的设计、施工应符合有关防火标准的规定。

11.1.2 危险品库房应有专人管理，严禁烟火和人员住宿；库房内应有良好的通风条件，库房外应设置消防器材。

11.1.3 少量油漆涂料可在现场短期储存，但应存放在专用的房间内，且应有专人看护。现场还应备有足够的消防设备，没用完的应及时回收或妥善处理。

11.2 涂装作业场所布置

11.2.1 涂装作业场所应符合 GB 6514 的有关规定，喷漆室应保证作业人员有充分的操作空间。

11.2.2 涂装作业场所应设置充分的通风和除漆雾装置，满足规定的安全通风和有效通风的要求，以保证涂装作业场所的整体安全。

11.2.3 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 的规定。喷漆室排入大气中的有机溶剂蒸气，应符合 GB 16297 中的有关规定。

11.2.4 应对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%。

11.2.5 作业区内的所有电气设备、照明设施，应采用防爆型照明灯具，电压应符合 GB 3805 的规定，照度应符合 GB 50034 的规定。

11.2.6 引入有限空间的照明线路应悬吊架设固定，避开作业空

间；照明灯具不宜用电缆悬吊，照明线路应无接头。

11.2.7 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绝缘橡胶套电缆线。

11.2.8 喷漆室所在建筑物应按 GBJ 140 的规定配置足够的灭火器材。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，并应彻底清除室内和排风管道内的可燃残留物。

11.2.9 当喷漆室内操作和维修工作位置在室内地坪 2m 以上时，应配置供站立的平台和扶梯，以及防坠落的栏杆、安全网、防护板。

11.2.10 喷漆室内每年至少进行一次通风系统消防技术测定和电气安全技术测定，并将测定结果记入档案。

11.3 喷砂除锈

11.3.1 人工喷砂除锈时，应穿戴工作服、工作鞋、佩戴防护眼镜，防尘面具等防护用品，喷砂除锈时穿戴的工作服应带有空气分配器。

11.3.2 施工前，应检查空压机、喷漆机、喷砂罐、油水分离器、管路阀门等齐全完好，接头通畅。检查所需的照明、通风、脚手架、支墩、支架等设施应安全可靠，并应采用安全电压照明。

11.3.3 喷砂室应设置由不易破碎的材料制成的观察窗，喷砂室内外应同时设置控制开关，并应设置与监护人员联络的声光信号。

11.3.4 采用砂粒回收的地下室内应设有固定上下扶梯、照明装置、排气口和排水设施。

11.3.5 喷砂枪喷嘴接头应牢固，严禁喷嘴对人，沿喷射方向 30m 范围内不应有人停留和作业，喷嘴堵塞应停机消除压力后，进行修理或更换。

11.4 涂料喷涂

- 11.4.1 从事涂料喷涂作业的操作人员，应接受专业及安全技术培训后方可上岗。
- 11.4.2 应设置相应的通风设备，应按 GB 11651 规定配备和使用个人防护用具。
- 11.4.3 油漆涂装现场严禁焊接、切割、吸烟或点火，严禁使用金属棒搅拌油漆。
- 11.4.4 现场应通风良好。电动机、配电设备和电线电缆应按防爆等级配置。
- 11.4.5 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，应立即停止作业。
- 11.4.6 手上沾有浆水时，不应开关电闸。处理喷嘴堵塞疏时，喷嘴不应对人。
- 11.4.7 沾染涂料的棉纱、破布、油纸等废物，应收集在有盖的金属容器内并及时处理。
- 11.4.8 喷涂设备应使用泡沫二氧化碳型灭火器或干粉灭火器灭火。

11.5 金属热喷涂

- 11.5.1 喷涂人员及辅助人员，应掌握喷涂的基本知识和操作技能。
- 11.5.2 喷涂人员应穿戴供气式防护服以及其他防护用品，操作地点应有良好通风，人员不应面对喷涂气流。
- 11.5.3 喷涂人员的帽盔供气管应明显标识并与喷枪的氧、乙炔管路分开。
- 11.5.4 喷涂所用各种设备应符合设计要求，安全设施应齐全可靠，并应定期进行保养维护及耐压试验。
- 11.5.5 金属热喷涂作业，应经常检查氧气管、乙炔管接头，严

防漏气。喷涂设备中的氧气、乙炔气和喷枪三者应保持不少于10m的安全距离。应做好防火、防爆措施。

11.5.6 使用喷灯时，加油不应过满，打气不应过足，气孔和喷头应通畅，使用时间不宜过长，点火时火嘴不应对人，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。严禁戴沾有易燃油脂的手套从事作业。

11.5.7 喷涂设备的氧气、乙炔瓶及其管道附近严禁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、乙炔瓶的温度不应过高，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。

11.5.8 喷涂操作时遇有回火现象时，应立即切断气源。

11.5.9 所有管路与接头应牢固，并应经常检查。

11.5.10 压缩空气应有效地分离油和水，并应检查空气滤清器和定时排污。

11.5.11 在容器内进行喷涂时，应保持通风，容器内应无易燃、易爆物及有毒气体。容器外应专人监护。

11.5.12 食物、饮料、餐具不应放在施工场所，操作完毕应洗漱、更衣后方可就餐或归宿。

12 水轮机安装

12.1 清扫与组合

12.1.1 设备清扫时，应防止损坏设备表面。使用脱漆剂或汽油等清扫设备时，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。清扫现场应配备灭火器。

12.1.2 露天场所清扫组装设备，应搭设临时工棚。工棚应满足设备清扫组装时的防雨、防尘及消防等要求。

12.1.3 设备组合前应对螺栓及螺母的配合情况进行检查。对于精制螺纹应按照编号装配或选配，螺母、螺栓应能灵活旋入，不应用锤击或强力振动的方法进行装配。

12.1.4 组合分瓣大件时，先将一瓣调平垫稳，支点不应少于3点。组合第二瓣时，应防止碰撞组合面，工作人员手脚不应伸入组合面，应对称拧紧组合螺栓的个数不应少于4个，垫稳后，才能松开吊钩。

12.1.5 设备翻身时，设备下方应设置方木或垫层予以保护。翻身过程中，设备下方不应有人逗留。

12.1.6 用大锤紧固组合螺栓时，扳手应靠紧，与螺帽配合尺寸应一致。锤击人员与拿扳手的人应错开一个角度，锤击应准确。高处作业时，应有牢固的工作平台，扳手应用绳索系住。

12.1.7 用加热法紧固组合螺栓时，作业人员应戴电焊手套，严防烫伤。直接用加热棒加热螺栓时，工件应做好接地保护，作业人员应戴绝缘手套。

12.1.8 进入转轮体内或轴孔内清扫时，连续工作时间不宜过长，应设置通风设备，并应派专人监护。

12.1.9 用液压拉伸工具紧固组合螺栓时，操作前应阅读设备使用说明书，检查液压泵、高压软管及接头应完好。拉伸器活塞应压到底，承压座应接触良好。升压应缓慢，如发现渗漏，应立即

停泵，操作人员应避开喷射方向。升压过程中，应观察螺栓伸长值和活塞行程，严防活塞超过工作行程。操作人员应站在安全位置，严禁头手伸到拉伸器上方。

12.1.10 有力矩要求的螺栓连接时，应使用配套的力矩扳手或专用工具进行连接。严禁使用呆扳手或配以加长杆的方法进行拧紧。

12.2 埋件安装

12.2.1 尾水管安装时，应符合下列规定：

- 1** 尾水管安装前，应对施工现场的杂物进行清理。
- 2** 施工现场应配备足够的照明和配电盘，配电盘应设置漏电保护装置。潮湿部位应使用安全电压等级的照明设备和灯具。
- 3** 在安装部位应设置必要的人行通道、工作平台及爬梯，并应配置护栏、扶手、安全网等设施。设施基础应固定牢靠，并应满足承载要求。
- 4** 机组标高、中心等位置性标记的标示应清晰、牢靠，且进行有效防护。
- 5** 尾水管扩散段作业，使用电焊机、角磨机等电气设备时应进行可靠的防漏电保护。
- 6** 肘管及锥管安装前，应对其部件几何尺寸进行检查、校正，各部件支撑架固定应牢靠。安装过程中，用于设备调整固定的楔子板、千斤顶、拉伸器等应可靠固定。
- 7** 安装在肘管、锥管上的补气管、测压管等管口应采取可靠封堵保护措施。
- 8** 拆除工作平台、爬梯等施工设施时，应采取可靠的防倾覆、防坠落等安全措施。

12.2.2 座环与蜗壳安装时，应符合下列规定：

- 1** 施工部位应搭设牢固的工作平台和脚手架，部件高度超过 2m 者，内外均应搭设工作平台，平台和脚手架的搭设应符合相关安全规范。在平台和脚手架上工作应遵守高处作业的有关

规定。

2 分瓣座环组装时，组装支墩应稳固。首瓣座环就位调平后，应采取防倾覆措施。第二瓣就位后应先调平，并用组合螺栓临时固定。其余各瓣按照同样方法就位，然后再将分瓣座环对称均匀组合成整体。

3 使用电动工具对分瓣座环焊接坡口进行打磨处理时，应遵循其有关安全操作规程要求。

4 座环吊装就位时，应将座环平稳地落于基础支承上，确认支承平稳后，才能松去吊钩。

5 安装蜗壳时，焊在蜗壳环节上的吊环应有足够的强度，位置应合适，使蜗壳能平稳吊起。蜗壳各环节就位后，应用临时拉紧工具拉牢靠，下部用千斤顶支牢，然后才能松去吊钩。

6 蜗壳各环节焊口之压板等调整工具和站人踏板，应焊接牢固。

7 蜗壳节在调整过程中，斜楔与压卡板工作面应经过加工，压卡板的焊缝高度应与蜗壳钢板厚度及两节错位情况相适应。

8 施工用钢平台高度在起点 10m 以上时，应先进行设计，并经技术部门批准。组装后，应经质检和安全部门检查验收，合格后方能使用。

9 在蜗壳内或水轮机过流面等密闭场所进行防腐、环氧灌浆或打磨作业时，应配备相应的防火、防毒、通风及除尘等设施。

10 埋件的焊接探伤应按 8.4 节中钢管焊接与探伤的有关规定执行。

11 埋件需在现场机加工时，应遵守机加工设备的相关安全规程。

12 蜗壳做水压试验或蜗壳保压浇筑混凝土时，其混凝土支墩或钢支墩应与蜗壳接触良好。

13 蜗壳安装完毕，进入内部清扫检查工作时，进出人员应建立登记制度，确认蜗壳内无人后方可关闭进人门。

12.2.3 蜗壳水压试验时，应符合下列规定：

- 1 蜗壳进行水压试验前，主要监测部位应配备充足的照明。
- 2 试压闷头吊装就位后，应对闷头进行可靠支撑。
- 3 试压环吊装应平稳就位，严禁将手指放入组合面内。
- 4 水压试验前应对所有管口进行封堵，并进行渗漏检查。
- 5 蜗壳水压试验期间，应设专人对各试压停留点的水压、水温、蜗壳变形及位移进行监测和记录。发现异常，应立即停止试压。
- 6 对蜗壳、固定导叶等部件进行应力测量时，各测点的设备及导线应固定牢靠。
- 7 试压过程中，一但发生渗漏，应立即停止试验。
- 8 蜗壳保压浇筑混凝土之前，应对加压设备进行彻底检查，保压浇筑混凝土期间，水压应保持在设计要求范围内，并应设专人监测。
- 9 蜗壳水压试验的监测压力表计及超压泄水安全阀等应准确、可靠。

12.3 导水机构安装

12.3.1 机坑清扫、测定和导水机构预装时，机坑内应搭设牢固的工作平台。

12.3.2 在机坑内进行基础环及座环机加工时，基础平台应有足够的刚度。加工设备操作人员应具备专业操作技能，并应按照有关安全操作规程进行操作。

12.3.3 吊装顶盖等大件前，对组合面应磨平高点、清扫干净，吊至安装位置 0.4~0.5m 处，再次检查清扫安装面，此时吊物应停稳，桥机司机和起重人员应坚守岗位。

12.3.4 导叶轴套、拐臂安装时，操作人员头、手不应放在轴套、拐臂下方。调整导水叶端部间隙时，导叶处与水轮机室应有可靠的信号联系。转轮四周应设置防护网，转轮周围人员行走的通道应保持清洁无油污。

12.3.5 在蜗壳内工作时，应随身带便携式照明器。如无有效照明器，遇突然停电时，应就地等待。

12.3.6 导水叶工作高度超过 2m 时，研磨立面间隙和安装导叶密封应在牢固的工作平台上进行。

12.3.7 水轮机室和蜗壳内，应设置通风设备。当在尾水管、蜗壳内进行环氧砂浆作业时，水轮机室和蜗壳内的其他安装工作应停止。

12.3.8 水轮机室和蜗壳内的通道，应在安装前形成，并保持畅通，不应利用吊物孔作为交通通道、排水等用。

12.3.9 导叶进行动作试验时，应事先通告相关人员，应在水轮机室、蜗壳进人门处悬挂警示标志，严禁进入导叶附近，应有可靠的信号联系，并应有专人监护。

12.3.10 采用电镀或刷镀对工件缺陷进行处理时，作业人员应做好安全防护。采用金属喷涂法处理工件缺陷时，应防止高温灼伤。

12.4 转轮组装及连轴

12.4.1 转浆式转轮需符合下列规定：

1 使用制造厂提供的专用工具安装部件时，首先应了解其使用方法，并应检查有无缺陷和损坏情况。

2 转轮各部件装配时，吊点应选择合适，吊装应平稳，速度应缓慢均匀。作业人员应服从统一指挥。

3 装配叶片传动机构时，每装一件都应临时固定牢固。

4 用桥机紧固螺栓时，应事先计算出紧固力矩，选好钢丝绳和卡扣。紧固过程中，应设置有效的监视手段，扳手与钢丝绳夹角宜在 $75^{\circ}\sim 105^{\circ}$ 。导向滑轮位置应合适，并应采取防止扳手滑出或钢丝绳崩出的措施。

5 使用电热器紧固螺栓时，应事先检查加热器与加热装置绝缘是否良好。作业人员应戴绝缘手套，并应遵守操作规程。

6 使用液压拉伸器紧固螺栓时，应遵守 18.3 节的有关

要求。

7 转桨式转轮油压试验时，应遵守下列规定：

- 1) 叶片上和场地应清扫干净无杂物，严禁吸烟，附近不应有明火作业。应配备相应消防器材。
- 2) 油压试验装置的管路应完好，接头、法兰连接应牢固、无渗漏，应使用经检验合格的压力表。使用电动油泵时，应装设防止油压过高的保护阀组。
- 3) 油压装置的操作、试验、测量，应统一安排，进行操作时应分级缓慢升压，停泵稳压后，方可进行检查。叶片转动时，严禁站在叶片上或在其转动范围内停留。
- 4) 试验中如发现缺陷，应将油压降到零，切断油压装置电源后进行处理。需补焊处理时，应先排油和清理，并应设专人监护。
- 5) 工作人员不应站在堵板、法兰、焊口等处。

8 转轮体翻身前，应先对桥机起升机构、制动系统进行检查，确保安全可靠。

12.4.2 混流式转轮需符合下列规定：

1 分瓣转轮组装时，应预先将支墩调平固定。分瓣转轮吊装就位后调整其错牙及水平，再用组合螺栓均匀紧合成整体。对于卡栓连接结构，卡栓烘烤时应派专人对烘箱温度进行监测，卡栓安装时应佩戴防护手套。

2 混流式分瓣转轮做刚度试验时，力源应安全可靠，支承块焊接应牢固，工作人员应站在安全位置，服从统一指挥。

3 在专用临时棚内焊接分瓣转轮时，应有专门的排烟、消防措施。当连续焊接超过 8h 时，工作人员应轮流工作和休息。

4 转轮焊接时，应设置专用引弧板，引弧部位材质应与母材相同。严禁在工件上引弧。

5 转轮进行静平衡试验时，应在转轮下方设置方木垫或钢支墩。对于支承式平衡装置，在焊接转轮配重块时，应将平衡球与平衡板脱离或连接专用接地线。

12.4.3 连轴需符合下列规定：

1 转轮与主轴连接前，转轮应固定并处于水平位置。在安装间连接时，转轮应可靠支撑。

2 使用脱漆剂、汽油等化学物品清扫主轴法兰、轴颈时，工作人员应佩戴防护镜、防护手套，工作区域严禁动火作业，并应设置警戒线及警示标志。

3 研磨主轴法兰时，研磨平台应由两人以上操作，平台应扶稳，并应用绳索系住。

4 主轴竖立起吊时，下方法兰处应垫设木方加以防护，尺寸及重量较大的主轴宜采用专用的翻身靴进行翻身。

5 用提升机械穿入联轴螺栓时，螺栓下方严禁站人，不应应用身体托抬螺栓。

6 使用液氮冷冻零件时，应用杜拉容器盛装和运送，被冷却零件应置于防护容器内，缓缓注入液氮，严防飞溅，冻伤皮肤。操作人员应戴防护眼镜。在条件许可的情况下，宜使用干冰冷冻。

7 测量主轴水平度、垂直度时，在主轴法兰上的人员应系安全带。

12.5 转轮吊装

12.5.1 轴流式机组安装时，转轮室内应清理干净，工作平台应在转轮吊入前拆除。混流式机组应在基础环下搭设工作平台，直到充水前拆除，平台应将锥管完全封闭。

12.5.2 水轮机转轮吊装前，应对机坑杂物进行全面清理。

12.5.3 轴流式转轮吊入前，叶片上应清理干净无油垢杂物，叶片与叶片间应设安全保护网并绑扎牢固。

12.5.4 轴流式转轮吊入机坑后，如需用悬吊工具悬挂转轮，悬挂应可靠，并应经检查验收后，方可继续施工。

12.5.5 大型水轮机转轮在机坑内调整，宜采用桥机辅助和专用工具进行调整的方法，应避免强制顶靠或锤击造成设备损坏或

损伤。

12.5.6 转轮在机坑内安放高程的确定，应满足发电机连轴或推力头热套要求。

12.5.7 在机坑内进行主轴水平度、垂直度测量时，应遵守12.4.3条要求。

12.5.8 使用楔子板对转轮进行定位时，楔子板应对称、均匀楔紧，严禁重力锤击而造成设备损伤。

12.5.9 混流式转轮调整合格并固定后，应对下止漏环缝隙进行遮盖。

12.5.10 进入主轴内部进行清扫、焊接、设备安装等作业，应设置通风、照明、消防等设施，焊接应设专用接地线。

12.5.11 水轮机大件起吊应遵循起重作业有关操作要求。

12.5.12 转轮室应有足够照明，并应配备一定数量行灯。

12.5.13 在转轮室工作的人员，应不少于3人，并应配备便携式照明器具，严禁一人单独工作。

12.6 导轴承与密封装置

12.6.1 使用脱漆剂、汽油等化学溶剂清扫导轴瓦时，工作人员应戴口罩和防护手套，工作场所严禁进行任何易产生高温火花的作业活动。清扫后的污物应妥善处理。

12.6.2 对导轴承轴颈进行研磨时，所使用的研磨剂应进行过滤检查。

12.6.3 导轴瓦进行研刮时，导轴承、轴颈摩擦面应用无水酒精或甲苯擦拭干净，严禁杂物进入。轴瓦研刮现场应通风良好，防尘、消防设备应齐全。

12.6.4 导轴承和密封件先行吊放于支持盖（或顶盖）内时，不应乱堆乱放，应按安装顺序排列整齐、放平、垫稳。

12.6.5 零部件存放及安装地点，应有足够照明，并应配备一定数量的电压不超过36V的行灯。

12.6.6 导轴瓦安装前应对油槽进行清扫，擦拭油污时应使用细

布或丝绸，不宜使用棉纱。

12.6.7 导轴承油槽做煤油渗漏试验时，应做好防漏、防火安全保护，不应将任何火种带入工作场所。其他场所进行电焊或电气试验时，应采取预防措施预防火星溅入油槽或在油槽周围产生电火花。

12.6.8 轴瓦吊装方法应稳妥可靠，单块瓦重在 40kg 以上者，严禁人工搬运，应采用倒链等机械方法吊运。

12.6.9 导轴承油槽上端盖安装完成后，应对密封间隙进行防护。

12.6.10 在水轮机转动部分上进行电焊作业时，应安装专用接地线，以保证转动部分处于良好的接地状态。

12.6.11 密封装置安装应排除作业部位的积水、油污及杂物。与其他工作上下交叉作业时，中间应设防护板。

12.6.12 使用链式起重机，在支持盖（或顶盖）内部安装导轴承或密封装置时，链式起重机应固定牢靠，部件绑扎应牢靠，吊装应平稳，工作人员应服从指挥。

12.7 继电器安装

12.7.1 分解继电器时，应支垫稳固。

12.7.2 抽出或安装活塞时，以及继电器整体安装于坑衬内时，吊装应平衡，不应碰撞。

12.7.3 在拆装有弹簧预压力的零件时，应防止弹簧突然弹出伤人。

12.7.4 拆装活塞涨圈时，应用专用工具。

12.7.5 油压试验应遵守下列规定：

- 1 应使用校验合格的压力表，试验用管路应完好，接头、法兰连接应牢固、无渗漏。

- 2 使用电动油泵时，应装设防止油压过高的保护阀组。

- 3 操作时应分级缓慢升压，停泵稳压后，方可进行检查。

- 4 遇有缺陷，需拆卸处理时，应将油压降到零并排油后进

行。补焊处理时，应有专人监护。

5 工作人员不应站在堵板、法兰、焊口、丝扣处对面，或在其附近过久地停留。

6 试验场地应配置消防器材，附近不应有明火作业，严禁在现场吸烟。

12.8 进水阀安装

12.8.1 蝴蝶阀和球阀安装时，应符合下列规定：

1 组装蝴蝶阀活门用的木方支墩应牢靠，并应相互连成整体。

2 蝴蝶阀和球阀平压阀、排气阀等操作阀门安装前应进行密封试验。试验时阀门应支撑牢固。

3 真空破坏阀进行压力检查时，应防止弹簧伤人。操作过程中应防止将手指或杂物进入密封面之间。

4 伸缩节安装时，钢管与活动法兰之间配合间隙应保持均匀。密封压环应均匀、对称压紧。

5 蝴蝶阀和球阀动作试验前，应检查钢管内和活门附近有无障碍物，不应有人在内工作。试验时应在进入门处挂“禁止入内”警示标志，并应设专人监护。

6 进入蝴蝶阀和球阀、钢管内检查或工作时，应关闭油源，投入机械锁锭，并应挂上“有人工作，禁止操作”警示标志。

7 蝴蝶阀和球阀首次进行动作试验时应缓慢进行。对于空气围带密封，活门动作之前应撤除气压。

12.8.2 筒形阀安装时，应符合下列规定：

1 筒体组装时，组装支墩应与基础固定牢靠。

2 筒体组装后，应对其水平及圆度进行检查。当圆度超差过大时，不宜采用大面积火焰校正。

3 接力器清扫检查时，应做好人员、设备安全防护，零部件组装前应对清扫好的精密部件进行防尘保护。

4 活塞杆与筒体连接后应进行垂直度测量，需在活塞杆底

部加设垫片时，垫片应进行可靠固定。

5 单个接力器进行油压和动作试验时，压力接头及表计应连接牢靠。

6 导向板等部件打磨时，操作人员应戴防护镜，使用电气设备应做好防漏电及触电防护。

7 筒形阀在无水压动作试验期间，应统一指挥、设专人监护，保持通信畅通。监测人员不应将头、手伸入筒体下方。

13 发电机安装

13.1 基础埋设

13.1.1 在发电机机坑内工作，应遵守高处作业有关安全技术规定。

13.1.2 下部风洞盖板、下机架及风闸基础埋设时，应架设脚手架、工作平台或安全防护栏杆，与水轮机室应有隔离防护措施。

13.1.3 向机坑中传送材料或工具时，应用绳子或吊篮传送，严禁抛扔传送。

13.1.4 严禁将工具、混凝土渣等杂物掉入水轮机室。不应向水轮机室排放试压用水和污物，以保证水轮机室的良好工作环境。

13.1.5 在机坑中进行电焊、气割作业时，应有防火措施；检查水轮机室及以下是否有汽油、破布和其他易燃物，应设专人监护。

13.1.6 修凿混凝土时，应戴防护眼镜，手锤、钢钎应拿牢，严禁带手套工作。掉入水轮机室的杂物应及时予以清除。

13.2 定子安装

13.2.1 分瓣定子组装时，应符合下列规定：

1 定子基础清扫及测定时，应制定和遵守机坑作业安全技术要求，以及防止落物或坠落的安全措施。

2 定子起吊前应检查起吊工具是否可靠，钢丝绳是否完好，定子吊运应有专人负责和专人指挥。

3 分瓣定子组合，第一瓣定子就位时，应临时固定牢靠，经检查确认垫稳后，才能松开吊钩。此后每吊一瓣定子与前一瓣定子组合成整体，组合螺栓全部套上，均匀地拧紧 1/3 以上的螺栓，并应支垫稳妥后，才能松开吊钩，直到组合成整体。

4 定子在安装间进行组装时，组装场地应整洁干净。在机坑内组装时，机坑外围应设置安全栏杆，栏杆高度应满足要求。机坑内工作平台应牢固，孔洞应封堵，并应设置安全网和警示标志。

5 定子在安装间组合时；临时支墩应垫平稳牢固，调整用楔子板有 2/3 的接触面，测圆架的中心基础板应埋设密实、牢靠。

6 在机坑内组装定子，使用测圆架调整定子中心和圆度时，测圆架的基础应有足够的刚度，并应与工作平台分开设置，工作平台应有可靠的梯子和栏杆。

7 定子组合时，上下定子应设置梯子，严禁踩踏线圈，紧固组合螺栓时，应有可靠的工作平台和栏杆。

8 定子组合时，工作人员的手不应伸进组合面之间。

9 对定子机座组合缝进行打磨时，工作人员应戴防护镜。

10 在定子的任何部位施焊或气割时，应遵守焊接安全操作规程并派专人监护，严防火灾。

13.2.2 铁心叠装时，应符合下列规定：

1 定位筋安装调整过程中，千斤顶、“C”形夹等调整工具应固定牢靠。安装定位筋的工作平台应固定牢靠，并连接成整体。

2 定子铁心叠装及整形时，工作人员应戴防护手套。铁心整形安装过程中使用的整形棒、通槽棒、槽样棒，应用橡胶或环氧锤轻轻敲击，不应使用金属器具直接锤击。叠装过程应防止硅钢片受损和漆膜脱落。

3 定子铁心叠装时，应搭设牢固的工作平台，工作平台内侧应有栏杆，在工作平台上压紧铁心，如使用扳手时，扳手的手把上应系有安全绳。使用液压压紧工具应遵循 18.3 节的相关规定。

4 定子铁心组装完成后，在定子连接件上进行焊接作业时，应对铁心进行接地保护。

5 有热压要求的定子铁心，加热设备及电缆应可靠固定，加热前应检查。

13.2.3 定子下线时，应符合下列规定：

1 使用机械手下线时，机械手应固定可靠，经试验可靠后，方能使用。用手工下线时，工作平台内侧应设有扶手栏杆。

2 采用无尘下线时，宜采用防尘工作棚。工作棚内应有防潮设施及通风设备，保持工作棚内温度及湿度符合要求。

3 易燃化学品应单独存放，并应由专人保管。库房应保持通风并配有消防器材。

4 配制环氧复合物时，场地应通风良好。环氧树脂等化学材料不应用明火直接加温。当工作中使用化学物品时应戴上手套、防护镜、防护衣和防护鞋。工作完后应洗手。

5 打槽楔时，精力应集中，防止伤手或手锤脱落伤人，不应击伤线圈及铁心。

6 焊头前，应戴防护眼镜、手套和脚盖。中频焊接时，应使用硬云母片将感应圈和电接头隔离开。

7 喷漆作业周围不应有明火，场地应通风良好。

8 铁心磁化试验时，现场应配备足够的消防器材；定子周围应设临时围栏，挂警示标志，并应派专人警戒。定子机座、测温电阻接地应可靠，接地线截面积应符合规范要求。

9 励磁电源、开关柜、电缆应经核算满足试验容量要求。励磁电缆与铁心凸棱之间应可靠衬垫，衬垫物采用橡皮，且其厚度不应小于10mm。

10 铁心磁化试验时，现场试验人员应服从统一指挥和安排，应穿绝缘鞋。定子周围的检测人员不应携带除测试仪器以外的金属品，如钥匙、手表、手机等；不应用手触摸穿芯螺杆，不应用双手同时触摸铁心。

11 耐电压试验时，应有专人指挥，升压操作应有监护人监护。操作人员应穿绝缘鞋。现场应设临时围栏，挂警示标志，并应派专人警戒。

12 使用高压试验设备时，外壳应接地。接地线应采用截面不应小于 4mm^2 的多股软铜线，接地应良好可靠。

13 定子内部介质冷却的线棒，在与冷却介质的管路连接以前，在线棒两端应临时密封，严防杂物进入内冷线棒和管道。

14 发电机定子线圈干燥时，应按下列措施进行：

- 1) 定子线圈的上、下端部、铁心的每个通风墙（孔）应经专人分段负责检查，并经复查无金属及其他杂物后，方可用无水、无油污的压缩空气进行彻底清扫。
- 2) 采用定子线圈内部通电并辅以电热器辅助配合干燥时，保温用的篷布，应与电热器保持一定的安全距离。
- 3) 利用铁损法进行定子线圈干燥时，在定子铁心上敷设励磁绕组时，应在绕组与铁心接触部位垫绝缘材料。
- 4) 采用温度计测温时，应使用酒精温度计，不应使用水银温度计。
- 5) 加温过程中，严禁在发电机风洞内各基础面进行任何工作。
- 6) 应配备相应灭火器。

13.2.4 定子安装与调整时，应符合下列规定：

1 定子吊装应成立专门的组织机构，由专人负责统一指挥。

2 定子安装调整时，测量中心的求心器装置，应装在发电机层。其测量人员在机坑内的工作平台，应有一定的刚度要求，且应有上下梯子、走道及栏杆等。

3 使用千斤顶调整定子高程、中心时，应选择机座上合适的受力部位，使机座受力均匀，调整量较大时，应逐步小量调整。

4 定子调整过程中，对定子上下端绕组应进行防尘、防杂物进入绕组之间和采取防止电焊或气割飞溅烧伤绕组的保护措施。

5 定子在机坑调整过程中，应在孔洞部位搭设安全网，作业人员应系安全带。

13.3 机架安装

13.3.1 机架组装时，应符合下列规定：

1 机架各部件应平放、有序。

2 组装场地应平整，支撑基础应稳固可靠。

3 机架组装时，中心体应支撑平稳牢固，并基本调平。机架支腿应对称挂装。待支腿垫平、放稳穿入4个以上螺栓，并初步拧紧后才能松去吊钩。

4 在较窄的机架支腿上行走和作业时应采取防滑和防坠落措施。

5 对机架组合缝进行打磨时，工作人员应戴防护镜。对机架组合缝进行焊接时，应遵循焊接有关规定。

13.3.2 机架安装调整时，应符合下列规定：

1 机架吊装前应清除支腿各区间的杂物，所有焊缝的药皮等氧化物应敲打干净，并应用压缩空气将金属微粒及尘土等彻底吹净方能起吊就位。

2 机架应在焊接与气割工作做完后再吊装，必须在机坑内进行焊接与气割时，应采取相应保护措施，并应派专人监护，严防火花或割下来的铁块等物掉入发电机定子与转子的各部位。

3 上机架盖板、上挡风板、灭火水管等，应在上机架吊装前组装焊接完毕。

4 上机架吊装后，应做好防止杂物掉入发电机空气间隙的保护措施。

13.4 转子组装

13.4.1 轮毂热套需符合下列规定：

1 采用轮毂套轴时，主轴垂直度找正后应用螺栓将主轴紧固在基础上，轮毂的起重绳应有足够的安全裕度。当采用轴插轮毂时，轮毂找正后，应采取措​​施将轮毂固定在基础地面混凝土上。

2 采用电热器或涡流铁损法加热时，瓷套管与铁支撑架间应有良好的绝缘。轮毂下部的各个电热器，按圆周排列顺序编号，其电气接线应分组，分别控制加温。

3 保温箱应采用钢结构制作，周围用阻燃材料隔热，同时应配备一定的消防器材。一旦发生意外，应先切断电源，再进行灭火。

4 控制总电源的导线应有足够的截面积，以保持送电安全可靠，并应由专业维护电工作业。

5 采用涡流铁损法加温，所用的通电裸导线与轮毂间应垫以耐高温绝缘材料。控制线与电热器的电源线，均应采用绝缘导线。绝缘导线在保温箱内的部分应有良好的隔热层覆盖。

6 闸刀开关操作应戴绝缘手套，穿绝缘胶鞋，不应正对电源开关操作。

7 加温过程中应有两名电工值班，监视控制温升。值班人员应坚守工作岗位，不应擅离职守。

8 进入保温箱内校核轮毂孔径实际膨胀量时，应切断箱内电源，测量人员应穿戴防高温灼伤的防护用品，方能进入箱内作短时间的测量工作，并应指定专人监护。

13.4.2 转子支架组装和焊接时，应符合下列规定：

1 使用化学溶剂清洗转子中心体时，场地应通风良好，周围不应有火种，并应有专人监护，现场配备灭火器材。

2 中心体、支臂焊缝坡口打磨时，操作人员应戴口罩、防护镜。

3 支臂挂装时，中心体应先调平并支撑平稳牢固。支臂应对称挂装，待支臂垫平、放稳，穿入4个以上螺栓，并初步拧紧后才能松去吊钩。

4 作业人员上下转子支架应设置爬梯。

5 在专用临时棚内焊接转子支架时，应遵守第12.4.2条的相关规定。

6 轮臂连接或圆盘组装时，其轮臂或圆盘支架的扇形体，

应对称挂装。同时应穿上组合螺栓或与中心体连接可靠并垫平稳后，才能松开吊钩。

7 转子焊接时，应设置专用引弧板，引弧部位材质应与母材相同。严禁在工件上引弧。焊接完成后，割除引弧板并对焊接接口部位进行打磨。

8 对焊缝进行探伤检查时，应设置警戒线和警示标志。

13.4.3 磁轭堆积时，应符合下列规定：

1 转子铁片清扫场地应地面平整，照明适宜，通风良好，并应设围栏及配置消防器材。

2 铁片清扫时，作业人员应戴口罩及手套。

3 使用铁片清洗机工作时，操作人员应遵守铁片清洗机安全操作规程。

4 铁片堆放应整齐，不应歪斜，堆放高度不应大于 1.2m，底部应有足够的支撑点，各堆之间应有不小于 0.5m 的通道。

5 转子铁片堆积，应有可靠的专用钢支墩，钢支墩应能承受转子重量与安装可能出现的最大负荷。

6 铁片堆积时应沿转子外围搭设宽度不小于 1.2m 的工作平台，外侧应设有栏杆，上下应有牢固的梯子。如为轮臂结构，轮臂上平面之间应用木板或钢板铺平；作业人员应防止压伤手脚。

7 使用铁片堆积机堆积铁片时，应制订相应安全技术操作规程。

8 堆积铁片用的扳手、垫圈、套管、螺栓等工具及零件，应放在工具箱内指定地点，不可随便放置。

9 磁轭铁片的压紧和压紧力应遵守制造厂的规定，压紧力不宜过大，严防拉紧螺杆损伤。使用风动扳手、电动扳手、液压拉伸器紧固铁片螺栓时，应遵守设备安全操作规定。

10 转子周围宜设围栏，非工作人员不应进入。

11 参加铣孔的作业人员应戴安全帽及配戴防护眼镜。铣孔时应按铣削量逐步加大铣刀等级。使用气锤铣孔时，气锤应悬吊

平稳，不应用手直接扶持接力冲杆；用桥机对 T 形槽或轮环螺孔拉铣时，钢丝绳应对正垂直，不应歪斜，提升应缓慢。

12 磁轭热套应采取下列安全措施：

- 1) 转子磁轭热套应遵守 13.4.1 条的规定。
- 2) 在转子磁轭上布置的热电耦、电线及测量元件应固定牢靠，并应进行对地绝缘电阻测量，做好安全防护。
- 3) 在磁轭上布置电加热器、加热风机时，应采取防止与磁轭直接接触的保护措施。
- 4) 工作人员不应直接用手触摸高温磁轭。
- 5) 热打键或安装胀量垫片前，应对胀量进行测量。

13.4.4 磁极挂装及试验需符合下列规定：

1 磁极竖立与挂装应使用专用工具，磁极挂装时，磁极下部 T 形槽内应用千斤顶撑牢；磁极中心找正后，将磁极键打紧后，方能松开专用工具与吊钩。

2 使用大锤打键时，工作人员严禁戴手套工作。当两人工作时，不应面对面工作。

3 使用拔键器拔磁板键时，桥机吊钩中心应与键中心保持一致，同时键应用麻绳系住。

4 磁极干燥应采用下列措施：

- 1) 检查磁极线圈周围及轮环上下部、通风洞等处应无金属工器具、铁屑及其他杂物，并用干燥的压缩空气彻底清扫后，才能开始加温工作。
- 2) 用直流电焊机或硅整流屏直接对磁极线圈通电加温时，裸铝母线应与磁轭垫有良好的绝缘。
- 3) 以电热器作辅助配合磁极通电加温时，应遵守 13.4.1 条的规定。
- 4) 磁极通电后，转子周围应划分有磁场区域的界限，设置围栏，悬挂“有磁”警示标志。
- 5) 加温过程中，应有相应的防火措施，并配备足够的消防器材。发生意外火灾时，应先切断电源，再用相应

的灭火器灭火。

5 磁极试验时，应采取下列措施：

- 1) 试验区域应设置围栏，并应挂警示标志，无关人员不应进入试验区域。
- 2) 所有试验设备外壳应可靠接地，所有非被试磁极也应可靠接地。
- 3) 电源开关应设专人值守，遇紧急情况时，应立即跳闸断电。在试验接线过程中，严禁合电源开关。
- 4) 在进行高压线操作时，应将主电源及控制电源全部断开，并在高压端挂临时接地线，待操作完毕后，再取下临时接地线。

13.4.5 喷漆需符合下列规定：

1 转子喷漆前应对转子进行彻底清扫，转子上不应有任何灰尘、油污或金属颗粒。对非喷漆部位应进行防护。

2 涂料存放场、喷漆场地应通风良好，并应配备相应的灭火器材，设置明显的防火安全警示标志。

3 操作人员应穿戴工作服、防护眼镜、防毒口罩或防毒面具，并遵守 13.10 节的规定。

13.5 主要部件吊装

13.5.1 主要部件吊装前，桥机和吊具应进行全面检查，制动系统应重新进行调整试验。采用两台桥机或两台小车进行吊装时，应进行并车试验，检查两台桥机的同步性。起吊时电源应可靠。

13.5.2 主要部件吊装时，应制定安全技术措施和进行安全技术交底，成立临时专门组织机构负责统一指挥。

13.5.3 主要部件吊装前，应对部件本身和即将吊入的部位彻底清扫干净。

13.5.4 定子非自身机坑中组装，在定子吊装时，应采用专用吊具。吊具安装完后，应经过认真检查，确认安全后，方可进行吊装。

13.5.5 主要部件起吊时应检查桥机起升和下降、大车和小车行走情况和制动器试验。起升的刹车制动试验在部件起升 0.1~0.3m 时进行，确认制动器工作正常后，再正式起吊。

13.5.6 定子吊装时，水轮机机坑中；应暂时停止作业，人员撤离。

13.5.7 转子吊装需符合下列规定：

1 转子吊装应计算好起吊高度。吊具安装时应使平衡梁推力轴承中心与转子中心基本同心。

2 当转子完成试吊并提升到一定高度后，可清扫法兰、制动环等转子底部各部位，如需用扁铲或砂轮机打磨时，应戴防护眼镜，需要采用电火焊作业时，应及时清除汽油、酒精、抹布等易燃物后再进行，还应有专人监护。

3 当转子吊进定子时，应缓慢下降。定子上方派人手持木板条插入定、转子空气间隙中，并不停上下抽动，预防定、转子碰撞挤伤。站在定子上方的人员应选择合适的站立位置，不应踩踏定子绕组。

4 转子未落到安装位置时，除指挥者外，其他人员不应在转子上随意走动或工作。

5 当转子靠近法兰止口时，应派专人进行检查。检查人员不应将手伸入组合面之间。

13.6 轴瓦研刮

13.6.1 镜板、轴瓦开箱后，包装废弃物应堆放整齐，铁钉应拔下或打弯，所有镜板的包装布（纸）及清扫用的白布、酒精等，应集中按防火要求堆放，并远离火源。

13.6.2 镜板、轴瓦的吊运翻身应平稳可靠，放置时瓦面应垫毛毡或泡沫塑料遮盖，镜板面应用白布或泡沫塑料保护。

13.6.3 轴瓦研刮场地应防尘、清洁干燥、通风良好、照明适宜，其上空严禁进行其他作业，周围 5m 内不应有明火。

13.6.4 使用脱漆剂、汽油等化学溶剂清扫导轴瓦时，工作人员

应戴口罩和手套，工作场所严禁进行任何易产生高温火花的作业活动。清扫后的污油应进行妥善处理。

13.6.5 对导轴承轴颈进行研磨时，所使用的研磨剂应符合质量要求，并应进行检查或过滤。

13.6.6 推力瓦和导轴瓦进行研刮时，镜板、推力瓦、导轴瓦、轴颈摩擦面应用无水酒精或甲苯擦拭干净。无水酒精和甲苯以及擦拭的白布及其他材料应妥善保管，废旧材料应集中处理，严禁乱堆乱放。

13.6.7 导轴瓦研刮时，主轴应放置平稳，轴颈处应搭设工作平台，且平台四周应搭设栏杆，并应有不小于 1m 的通道。

13.6.8 镜板和轴在轴瓦的研磨部位，应设限位装置，人工刮瓦时应有两人以上工作，严防轴瓦滑下，机械研磨时，事先应对机械进行检验，确认可靠后才能进行。

13.6.9 研磨部位，宜有灵活的起吊轴瓦装置。

13.6.10 吊运推力瓦、导轴瓦时，应使用软绳或软布包扎的钢丝绳，吊耳应安全可靠。

13.7 推力轴承及导轴承安装

13.7.1 油槽做煤油渗漏试验时，附近严禁明火作业，作业人员应穿不易产生静电的服饰，现场应有专人值班负责监护，同时应配有消防器材。

13.7.2 在油槽内工作的人员，应穿戴专用工作服、工作鞋、工作帽及口罩等。

13.7.3 油槽内各部件表面应用酒精擦拭，并用面团粘起细小杂物。油循环管路应用白布蘸汽油反复拖拉，保证内壁清洁无异物。轴承安装期间，无人工作时油槽应临时封闭。油槽封闭前，应全面清扫，检查确认油槽清洁、无杂物后才能封闭油槽。

13.7.4 推力头热套应采用下列安全措施：

- 1 推力头热套前，应校核轴承部件安装高度满足热套要求。
- 2 进行推力头胀量测量时，施工人员及测量工具应采取防

止高温灼伤和损坏工具的安全防护措施。

3 当推力头吊离地面 1.0m 左右时，应用白布蘸酒精擦拭推力头内孔和底面，并应在孔内涂一层薄薄的润滑剂。套装过程中，若发生卡阻现象，应果断拔除，查明原因后再进行套装。

4 卡环安装应在推力头温度降至室温后进行，卡环与推力头之间间隙不应进行加垫处理。

13.7.5 推力轴承强迫建立油膜的高压油顶起装置的油系统管路装配好后，应检查，确认接头和法兰已连接牢靠，止回阀已作耐压试验后，方可充油；经检查无渗漏现象，才能进行高压油顶起试验。

13.7.6 安装与试验用的压力表，应经校验合格。

13.7.7 推力瓦或导轴瓦就位后，在机组内进行电焊工作时，焊接部位应搭设专用地线，严禁在没有专用地线的情况下进行电焊作业；若采用直流焊接应负极接地或地线绝缘良好，并应做好防护措施。

13.7.8 在机组内部采用盘车方法刮推力瓦时，推入与拉出推力瓦应小心，手不应放进瓦架滚轮与推力瓦之间。两人以上作业时，动作应协调。

13.7.9 有绝缘要求的导轴瓦或上端轴，安装前后应对绝缘进行检查。试验时应对试验场所进行安全防护，应设置安全警戒线和警示标志。

13.7.10 导轴承油槽上端盖安装完成后，应对密封间隙进行防护。

13.8 制动闸试验与安装

13.8.1 制动闸分解清扫时，各零部件应垫平放稳。皮碗、压环应调整到与活塞保持同心，并应将压环紧固螺丝垫片锁牢。

13.8.2 耐压试验工具应经计算和试验。

13.8.3 制动闸做耐压试验时，如果发现有缺陷，应在消除压力后才能进行处理，严禁在有压力的情况下处理缺陷。

13.9 机组轴线调整与机组内部作业

13.9.1 机组盘车前应对机组转动部位进行全面清理，对定转子气隙、转轮迷宫环及轴密封装置等部位，均应进行认真检查，确认其干净后，方能进行盘车。

13.9.2 采用高压油顶起状况下人工盘车时，高压油顶起装置应清扫干净，油槽已经渗漏试验合格，高压油顶起装置已具备充油升压条件，方能进行盘车。

13.9.3 采用电动盘车，应采用合适的电气装置和材料，并由电气工作人员安装、维护和操作，所有电气设备应设围栏，并应挂警示标志。

13.9.4 采用机械盘车，对所选用的滑轮、钢丝绳及预埋的地锚，应进行详细计算，经审查后方能使用，使用前还应进行实际检查。

13.9.5 机组盘车应在统一指挥下进行。应设置专用电话、电铃或对讲机进行联系。联络、信号、操作和记录等均应分工明确。

13.9.6 机组盘车时，地锚、钢丝绳及滑车附近，不应站人或停留。

13.9.7 制动闸使用前，应进行检查，管道系统应试验完毕，油泵压力表经校验合格，安全阀经调试动作可靠，并有专人操作，油泵电源闸刀应加强控制。

13.9.8 进入发电机内工作时，与工作无关的东西不应带入。需要携带的工器具及材料应进行检查和出入登记。

13.9.9 在发电机内进行电焊、气割时应做好消防措施，并严禁四周放有汽油、酒精、油漆等易燃物品。擦拭过的棉纱头、破布等应放在带盖的铁桶内，并应及时带出机组。

13.9.10 在发电机转动部分或固定部分上进行电焊作业时，应在焊接部位搭接专用地线。

13.9.11 在发电机内进行钻、铣孔工作时，工作场所应配备充足的照明。电器设备的电线、电缆应绝缘良好。钻铣出的铁屑应

及时进行清理。

13.9.12 发电机内应始终保持清洁，每班作业应将杂物清理干净，做到工完场清。

13.10 机组整体清扫、喷漆

13.10.1 转子、定子喷漆前应将定子上、下通风沟槽（孔）内用干燥无油的压缩空气清扫干净。

13.10.2 喷漆时应戴口罩或防毒面具。

13.10.3 喷漆时附近严禁烟火或电焊和气割作业。

13.10.4 工作场地应配备有灭火器等防火器材。

13.10.5 喷漆前应了解所用材料、设备对油漆的要求、油漆的性能等。

13.10.6 工作时照明应装防爆灯，闸刀及开关的带电部分不应裸露。

13.10.7 所用的溶剂、油漆取用后容器应及时盖严。油漆、汽油、酒精、香蕉水等以及其他易燃有毒材料，应在专门储藏室内密封存放，应专人保管，严禁烟火。

13.10.8 用剩的油漆应将同一类和同一颜色的合并，过滤后覆盖密闭，分类堆放整齐，妥善处理。

13.10.9 工作结束后，应整洁工器具，将工作场地及储藏室清理干净，如发现遗留或散落的危险易燃品，应及时清除干净。

14 辅助设备安装

14.1 调速系统安装

14.1.1 安装与调试时，需符合下列规定：

1 调速系统设备具备安装条件时，应将施工部位周围建筑垃圾清理干净，运输道路应清理畅通，施工照明应按使用要求进行布置。

2 根据设备布置，应先在二期混凝土浇筑时埋设吊装、转运锚钩，锚钩材质、规格应按设备重量 5 倍进行强度计算后选择。

3 设备吊装时应按设备重量选择吊装设备及吊装器具。

4 在集油箱、压油罐内部清扫、补漆时，应派专人在罐外监护；罐内作业人员应经常轮换，并戴专用防毒面具，穿专用工作服和工作鞋，并应采取通风措施。

5 调速系统分解清扫，应在专用房间或场地内进行。拆装应小心，零件应放平垫稳。

6 调速系统各部的调整试验，应有单项安全技术措施或作业指导书。作业人员应熟悉调速系统动作原理，并应了解设备布置情况。

7 调速系统充油、充气前，各部阀门应处于正确位置，各活动部位应无杂物，无人工作，并应挂警示标志，一切就绪后方可充油、充气。

8 调速系统充气、充油前，漏油装置应具备自动运行条件。

9 压油罐耐压试验前，应将油罐上安全阀、压力变送器等全部拆除后利用标准堵板封堵，罐顶应留待罐内试验介质注满后封堵。耐压试验时分阶段平稳缓慢地上升至试验压力，严禁使用永久电动油泵直接升压。

10 调速系统调整试验前，油压装置应调试完毕，并应投入

自动运行状态。调速系统调试时，应派人监视压油罐油面。

11 调速系统调试动作时，应装设专用电铃和电话，各部位联系应畅通及时，统一指挥，各活动部位（活动导叶之间、控制环、双联臂、拐臂等处），严禁有人工作或穿行。水轮机室和蜗壳内应有足够的照明，严禁将头、手脚伸入活动导叶间，各活动部位应有专人监护和悬挂警示标志。

12 调速系统和自动化液压系统充油时，压力升高应逐段缓慢进行，只有在低压阶段一切正常的情况下，才可继续升压。升压过程中，严禁工作人员站在阀门或堵板对面。

13 调试过程中，个别零件需检修时，应在降压和排油后进行。在有压力存储时，严禁乱动或随意拆除阀门和零部件。

14 测绘接力器行程与导水叶开度关系曲线时，调速器操作及监护人员应坚守岗位，认真监护设备，执行 12.3.5 条的相关规定。操作前应与导水叶开度测量人员电话联系，确认他们也撤到安全位置后，方可操作。

15 调试中断或需离开工作岗位时，应切除油压，并中断电源，挂上“严禁操作”警示标志。在试验过程中，工作人员不应擅离岗位。

16 压油装置油泵试运转，应逐级升压，无异常情况时，才能升到额定压力。需检修或调试阀组时，应停泵降压至零后进行。

14.1.2 透平油过滤时，应符合下列规定：

1 油罐清扫刷漆应执行容器内部施工安全技术有关规定。

2 滤油场地应设置防火设备，严禁吸烟。地面保持干净，无易燃物，滤油纸等材料应存放在小库房内，设备布置应有条理，通道应畅通。

3 工作人员应穿专用工作服和耐油工作鞋。

4 使用电热鼓风干燥箱，应遵守下列规定：

1) 该箱应安放在室内干燥处，水平放置。

2) 供电线路中，应装专用闸刀开关，并用比电源线截面

积大一倍的导线做接地线。

- 3) 通电前检查干燥箱的电气性能，绝缘应良好，炉丝摆放应整齐。
- 4) 应待一切准备就绪后，再放入试品，关上箱门，在箱顶排气孔内插入温度计，并将排气阀旋开约 10mm，然后通电工作。在干燥滤油纸过程中，应定期检查温度变化情况，一旦箱内着火时，首先应切断电源，进行灭火。
- 5) 不应任意卸下侧门，扰乱或改变线路。如有故障，应由电气维修工进行检查。
- 6) 严禁将易燃易爆的物品放入干燥箱内。

5 滤油机的电动机绝缘应良好，供电线路中应接启动器和闸刀开关。油路接通前，电动机转向应正确，外壳应接地。

6 滤油用管路和管件应完好，不应漏油。

7 在滤油过程中，工作人员应坚守岗位加强巡视。如有漏油，应停机断电、关门阀门后进行处理。

14.2 供排气系统设备安装

14.2.1 设备安装前，应将施工部位清理干净，保证运输道路畅通和足够的施工照明以及必要的消防设施，并使施工区符合环保要求。

14.2.2 应根据设备布置事先在二期混凝土浇筑时埋设吊装、转运锚钩，锚钩材质、规格应按设备重量 5 倍进行强度计算后选择。

14.2.3 设备吊装时应按设备重量选择吊装设备及吊装器具。

14.2.4 检查设备内部，应用安全行灯或手电筒，严禁使用明火。拆卸设备部件应放置稳固，装配时严禁用手插入连接面或探摸螺孔，取放垫铁时应防止手指压伤。

14.2.5 设备清扫分解时，场地应清洁，并有良好的通风，使用的清洗有机溶剂应妥善保管，使用后的溶剂应立即回收，用过的

棉沙、布头、油纸等应收集在有盖的金属容器中。清扫区域应设置警示标志，严禁明火或在清扫区域焊接或切割作业。

14.2.6 对出厂已装配调整好的部件不应拆卸，可拆卸部分应放平放稳，对精密易损件应加以保护。

14.2.7 设备试运转应按照单项安全技术措施进行。运转时，不应擦洗和修理。

14.2.8 压力气罐安全阀应按设计要求整定合格后进行铅封，然后进行安装。

14.2.9 气罐上压力表计、压力传感器以及控制盘柜上的自动化组件等应经校验合格后方能进行试运行。

14.2.10 空压机试运行时，试验人员应至少两人。

14.2.11 空压机试运转前，应检查系统设备和管路以及系统阀门开启或关闭的正确性，并应将空压机安全卸载阀调至卸荷状态。空压机启动后，应使其在空载状态下运转正常后再逐步调整使其缓慢上升至额定压力，试验过程中应派专人进行监护气罐和控制盘柜上的仪表及自动化组件。

14.3 供排油系统设备安装

14.3.1 供排油系统设备安装应遵守 14.2.1~14.2.6 条的相关规定。

14.3.2 油系统管路焊接宜采用氩弧焊封底，手工电弧焊盖面。在打磨钍、钨棒的地点，应保持有良好的通风，打磨时应戴口罩、手套等个人防护用品。

14.3.3 油系统管路需酸洗时，在配制酸洗和钝化液时应戴口罩、防护镜、防酸手套、穿好防酸胶鞋等防护用品。配制时，应先加清水后加酸。用酸清洗管子时，应穿戴好防护用品，酸、碱液槽应加盖，并应设明显的警示标志。

14.3.4 油罐内部清扫刷漆应派专人在罐外监护，罐内作业人员应经常轮换，并应戴专用防毒面具，穿专用工作服和工作鞋。

14.3.5 油处理设备试运转前，首先应调整安全卸载阀至卸荷状

态，使设备在空载状态下运转正常后，再逐步调整使其缓慢上升至额定压力，试验过程中应派专人进行监护。

14.3.6 系统充油前，应检查系统各阀门开启或关闭位置的正确性，准备漏油处理的各种容器和器具。充油时应统一指挥，沿线派专人进行监护，出现漏油时应立刻停止充油。

14.3.7 管路循环冲洗应派专人巡回监护，冲洗区应设明显警示标志，严禁在油冲洗区进行电焊作业，并应配备一定数量的消防器材。

14.4 供排水系统设备安装

14.4.1 供排水系统设备安装应遵守 14.2.1~14.2.6 条的相关规定。

14.4.2 设备运输至厂房后，可利用厂内桥机将设备从发电机吊物孔吊至设备安装层，吊装时吊点应选择合适，吊装器具应符合设备重量要求。设备从安装层利用运输小车转运至安装部位时，装车重量不应超过小车的运输载荷。设备在运输车上应放置应平稳，绑扎应牢固，运输途中人不应站在小车的侧面。

14.4.3 对泵类、滤水器、电动阀、减压阀、管件等，其重量超过 80kg 以上的，应采用三角扒杆配合手拉葫芦进行吊装。对三角扒杆和手拉葫芦等应进行定期和不定期检查，吊装过程中三角扒杆扒角应符合安全吊装要求。

14.4.4 排水盘形阀类设备在一期混凝土浇筑时，应在盘形阀接力器操作坑顶部埋设吊装锚钩，吊装锚钩的材质、规格应按盘形阀的最大吊装重量的 5 倍核算强度后进行选择。

14.4.5 盘形阀操作杆的吊装专用工具和卡具应按最大吊装重量的 5 倍核算强度后进行加工，吊装过程中应随时进行检查。

14.4.6 排水深井泵吊装前应检查起吊专用设备和器具，检查和核对厂家到货的专用工具及夹具，泵组及扬水管吊装组对手拉葫芦链条应锁死。

14.4.7 潜水排污泵泵座安装时应将集水井底部积水抽干，建筑

垃圾清理干净；潜水排污泵导向装置应在泵座安装合格后自下而上进行安装。搭设的脚手架应牢固可靠，侧面应有栏杆，脚手架铺设的跳板应结实，两端应绑在脚手架上。在井内施工时，并应设置专用通风排烟装置。

14.4.8 集水井底部作业，应使用 36V 以下安全照明灯。

14.4.9 泵类设备试运转前应检查转动部分是否灵活，驱动机转向是否与泵的转向一致，试运转过程中调试人员至少应有两人，并应派专人对各指示仪表、安全保护装置以及电控装置进行监护。

14.5 采暖通风系统设备安装

14.5.1 暖通系统设备安装应遵守 14.2.1~14.2.6 条的相关规定。

14.5.2 通风机的搬运和吊装应符合下列规定：

1 整体安装的风机，搬运和吊装的绳索不应捆绑在转子和机壳或轴承盖的吊环上。

2 现场组装的风机，绳索的捆绑不应损伤机件表面，转子、轴颈和轴封等处均不应作为捆绑部位。

3 输送特殊介质的通风机转子和机壳内涂有保护层，应严加保护，不应损伤。

14.5.3 大型风机使用滚杠转运时，其两端不宜超出物体底面过长，摆滚杠的人不应站在重物倾斜方向一侧，不应用手直接调正滚杠。

14.5.4 无吊装手段就位时，可利用千斤顶将设备四周对称顶升至略高于安装基础平面，顶升时千斤顶应同时均匀上升，保持高度一致。底部枕木应垫平、垫稳后才能拆除千斤顶。

14.5.5 风机底部需要加垫调整时，不可将手伸入风机底部。

14.5.6 皮带传动的风机应在风机和电机安装调整符合要求后，应及时安装皮带罩。

14.5.7 通风设备安装时作业平台应搭设牢固，并应有安全防护

措施，设备的支、吊架按设计要求固定牢固后才能吊装通风设备。个人防护用品应佩戴齐全；安全带、安全绳应挂在安全可靠的固定物体上。

14.5.8 在建筑物顶部平台安装组合式空调机组，起吊设备的选择应根据设备的吊装重量、高度、安装位置进行选择 and 布置。

14.5.9 室外机安装时，作业起升吊篮机构应经有关部门审批后方可使用，作业过程中使用的电动工具及绝缘等级应符合规范要求；安装支、吊架应按设计要求固定牢固后才能进行室外机安装。

14.5.10 用手拉葫芦吊起设备清洗时，应将链条锁死。

14.5.11 暖通设备试运转过程中，调试人员至少应有两人，并应派专人对各指示仪表、安全保护装置以及电控装置进行监护。

14.5.12 通风系统管路检漏灯应使用 36V 以下带保护罩的安全照明灯。

14.6 消防系统设备安装

14.6.1 消防系统设备安装应遵守 14.2.1~14.2.7 条的相关规定。

14.6.2 消防给水设备安装采用三角扒杆配合手拉葫芦进行吊装时，三角扒杆支撑夹角应符合安全吊装要求。

14.6.3 消防给水设备启动试运行前应对转动部分进行手动盘车，检查消防管路系统各控制阀门的正确性。首次启动试运行时，调试人员至少应有两人，并应派专人对各指示仪表、安全保护装置以及电控装置进行监护。

14.6.4 消防喷嘴待系统管路冲洗合格后才能进行安装，喷嘴安装高度高于 2.5m 以上时应搭设临时脚手架平台，脚手架平台应搭设牢固。在高凳或梯子上作业时，高凳或梯子应放稳，梯脚应有防滑装置。

14.6.5 消防给水系统通水试验应通知消防主管部门参加，应统一指挥，派专人进行监护。

14.6.6 消防灭火器材应按设计要求高度进行安装，移动式消防灭火器材应待工程完工具具备移交时按设计布置要求进行摆放。移交前应做好消防灭火器材设备的保管措施。

14.6.7 气体消防灭火系统设备安装时应对钢瓶、钢瓶阀组及自动控制组件进行保护。

14.6.8 气体消防灭火系统管路压力试验时应统一指挥，制定详细的单项安全技术措施，并通知现场监理工程师参加。压力试验过程中，试验区严禁站人，试压应分阶段缓慢升压。检查时不应正对连接、焊接、封堵部位；发现渗漏应立即卸压，将试验介质排尽后，方能进行处理。

14.6.9 管路焊缝进行射线探伤检查时，应遵守 4.4 节的相关规定，并应设置警戒线，所有非工作人员不应进入射线探伤区。

14.6.10 消防系统安装、试验完工后，应报请当地公安消防部门、监理检查验收。

14.7 管路安装

14.7.1 架空管路安装时，应符合下列规定：

- 1 应执行 14.2.1~14.2.3 条的相关规定。
- 2 管道吊入作业时，管道吊装的吊点应绑扎牢固，起吊时应统一指挥，动作协调一致。非作业人员不应进入作业区域。
- 3 吊入作业部位的管材，严禁超高堆放，底部管材应垫牢防滚动，人不应随意上去踩踏。
- 4 作业平台应搭设牢固，并应定期和不定期进行检查。发现材料腐朽、绑扎松动时，应及时加固处理。
- 5 高空作业时应检查脚手架及跳板是否牢固，并应装设护栏。
- 6 搬运器材和使用工具时，应注意自身和四周人员的安全，传送器材或工具时，不可投掷。
- 7 高处作业使用的工具、材料等，严禁使用抛掷方法传送。小型材料或工具应放在工具箱或工具袋内。高处作业使用的材料

应随用随吊，在脚手架或其他物架上临时放置的物品应稳固，严禁超过允许负荷。

8 高处作业下方应设专人看管，严禁人员通行。高处作业人员应系安全带、精神应集中，不应打闹，不应麻痹大意。

9 管道支、吊架安装时若为焊接方式，应与一期埋板焊接牢固，且应符合规范要求。

10 管道就位于管架上后，应及时将其固定牢靠。

11 移动管子或进行管子对口时，动作应协调，操作人员不应将手放在管口连接处。

12 阀门吊装时，绳索应拴在法兰上，严禁拴在手轮或阀件上。

13 管道用玻璃棉保温时，操作者应穿戴整齐防护用品，应戴长筒手套、口罩，并将衣领、袖口和裤脚扎紧，否则不应施工。

14 在高凳或梯子上作业时，高凳或梯子应放置稳固，梯脚应有防滑装置。

14.7.2 廊道及井下管路安装时，应符合下列规定：

1 在管井施工时，应盖好上层井口的防护板，安装立管时应把管子绑扎牢固。支架安装时，上下应配合好，当天完工后，应及时盖好井口。

2 在光线暗淡的地方施工时，应设置局部照明。

3 廊道及井下施工使用的电动工具和焊接设备应接漏电保护装置，电源线不应破损、芯线裸露、接触潮湿地面以及直接绑挂在金属构件上。

4 廊道及井下施工应设置专用通风排烟装置。

5 在潮湿部位作业，应采取相应的防护措施，穿戴专用防护用品。

14.7.3 管路试验需遵守下列规定：

1 管道进行压力试验时，应制订可靠的安全技术措施，并应悬挂警示标志和设专人监护。

2 管道压力试验时应缓慢进行，停泵稳压后方可进行检查。检查时，检查人员不应对着管道盲板、堵头、焊缝等处站立。处理管道泄漏等缺陷时，应在泄压后进行，严禁带压处理。

3 压力气罐严密性试验合格后即可对系统管路充气。充气时应缓慢调整减压阀，使减压阀后压力符合设计要求。沿线应派专人进行监护，发现漏气，立即停止充气。

4 系统管路吹扫的排气压力应符合规范要求，排出的废气应接到室外指定的安全地点。

14.7.4 管路刷漆需遵守下列规定：

1 管路刷漆使用的各类油漆和其他易燃、有毒材料应存放在专用库房内，不应与其他材料混放。在施工部位的临时配料间，不应储存大量油漆及易然易挥发的有机溶剂。库房及配漆间应配备相应数量的灭火器材。

2 管路刷漆部位应有良好的照明，配备专用通风设备、油漆工应穿戴劳保防护用品。高空作业部位应搭设临时脚手架，脚手架搭设应牢固可靠。在高凳或梯子上作业，高凳或梯子应放置稳固，梯脚应有防滑装置。

3 管路刷漆时，同一工作区不应少于两人，施工过程中应相互照应。

4 刷漆和配漆时使用过的沾染油漆的棉纱、破布、油纸等不应随意乱丢，应收集存放在有盖的金属容器内，并及时进行处理。

5 调制、操作有毒性的和挥发性强的材料，应根据材料性质佩戴相应的防护用品。室内应保持通风或经常换气，严禁吸烟和用餐。

15 电气设备安装

15.1 主变压器与带油电抗器安装

15.1.1 基础埋设时，需符合下列规定：

1 在进行设备受力基础埋件（如基础板、拉锚）和油池内排油管道安装前，应先对埋件安装点及施工现场进行清理、检查，其结果应符合安装要求。

2 埋件在安装前，应对其埋件几何尺寸进行检查、校正。安装过程中，应先初定位，待检查方位、高程、中心符合要求后，最终用钢筋加固焊牢。

3 埋件安装过程中，作业人员应戴防护手套；电焊作业人员应按焊接安全进行防护。

4 埋件浇筑完成，应待全部模板拆完后再进行检查，检查时应戴防护手套。

15.1.2 变压器、电抗器现场搬运时，应符合下列规定：

1 变压器、电抗器的装卸及运输，应对运输路径及两端的装卸条件充分调查，制订出相应的安全措施，并经批准后执行。工作前，应向所有参与作业人员进行安全技术交底。

2 在运输前，对运输的路况应进行检查，所有的路况都应符合设备的运输条件，否则应按要求进行处理。

3 变压器、电抗器在运输过程中的速度（包括加速度）、倾斜度都应限制在允许的范围内，运输道路上如有带电裸导线，应采取相应安全措施。

4 利用机械方法牵引变压器、电抗器本体时，牵引点的布置和牵引的坡度均应满足设备运输要求。当坡度不能满足要求时应采取相应的措施。

5 使用滚杠运输时，道木接缝应错开，搬动滚杠、道木时应防止碾压手脚。

6 搭设卸车（卸船）平台时应考虑车、船卸载时下沉或上浮的位差情况及船体的倾斜情况。

7 使用两种不同速度的牵引机械卸车（卸船）时应采取措施使变压器、电抗器受力均匀、牵引速度一致，牵引的着力点应符合设备厂家的要求。

8 变压器在运输过程中应有防冲击振动的措施，并应安装冲击记录仪，记录沿途受振情况。

15.1.3 变压器、电抗器器身检查时，应符合下列规定：

1 起吊前应先由专业技术人员制定安全技术措施，并进行安全技术交底。

2 吊运工作应有专人统一指挥，指挥信号应清晰、明确。

3 在变压器顶部捆绑钢丝绳时，作业人员应穿防滑鞋，站位应正确可靠。

4 起吊前应检查桥机、起吊工具及索具质量是否良好，不符合要求的，严禁使用。

5 起吊时绑扎应正确牢固。起吊后，变压器外罩吊离底座近 10cm 时，应停机复查，确认安全可靠后，方可继续起吊。

6 充氮变压器在充分排氮，通入干燥空气，并测定含氮浓度降低到要求值后，作业人员才能进入变压器箱体内。作业人员进入变压器箱内时，变压器箱外应有相应的人员进行安全监护。

7 吊罩检查时，在未移开外罩或做可靠支撑前，严禁在铁心上进行任何工作。

8 进入变压器、电抗器内检查工作时，应穿无扣及金属制品的耐油工作服、耐油鞋、戴头套，袖口、裤脚应扎紧。对工作人员带入的所有工器具、材料等应登记，工作完后应全部带出并检查核实，不能将任何物品遗留在设备内。

9 主变压器、电抗器进行器身检查宜在晴天进行，环境相对湿度及器身暴露的时间应满足规范的要求。

10 松大罩法兰螺栓时，应对称分次拧松。

11 检查变压器铁心时，使用的梯子应安全可靠。

12 变压器铁心（或变压器罩、上盖）吊离箱体后，应用枕木垫平、放稳。

13 处理引线时，应采取绝热和隔离措施。

14 设备检查现场，应消除一切火源，并设置消防器材。

15 进行各项电气试验时，应设立警戒线，悬挂警示标志。

15.1.4 附件安装及电气试验时，需符合下列规定：

1 应检查起重机械是否灵活、可靠，绳索是否牢固，检查固定式吊锚、吊筋、吊具是否牢固可靠。

2 吊装高压套管时，应绑扎正确、牢固，对套管瓷质部件应采取防护措施。套管吊装应缓慢垂直起降。

3 套管与引线连接时，负责拉引线的工作人员应系好安全带，在箱体内配合人员应防止挤手。

4 在变压器顶部安装附件时，随身不应携带任何无关物品，使用的工具应用白布带系在变压器外壳上。

5 变压器附件如有缺陷需进行焊接时，应运至安全地点焊接；当无法将被焊件运至安全地点时，焊接前应采取相应的防火措施。

6 在变压器顶部工作人员，应注意防滑，必要时系安全带。

7 使用高压试验设备时，外壳应接地，接地线应采用截面不小于 4mm^2 的多股软铜线，接地应符合安全要求。

8 现场高压试验区应设遮栏，并悬挂警示标志，设警戒线，派专人看护。

9 高压试验受试设备通电前，应复查接线是否正确，调压器应置于零位。

10 做完直流高压试验后，应先用带电阻的接地棒放电，然后再直接接地。

15.1.5 安装就位时，需符合下列规定：

1 应检查变压器轨道两侧空间有无障碍物。

2 搬运工作应有专人统一指挥，指挥信号应清晰明确。

3 变压器在轨道上行走时，应有至少两人对运输情况进行

监视，防止出现卡轨或脱轨现象。

4 搬运时，严禁跨越钢丝绳和用手接触绳索及传动机械。

5 搬运中途暂停时，应有专人监护，并采取停止牵引装置、卡牢钢丝绳、楔住滚轮等安全措施。

6 变压器转向或停止时，使用千斤顶应随时注意用垫物支撑牢固。

7 变压器安装调整定位后，应及时安装前后的卡轨器或焊接挡块，并将外壳进行可靠接地。

15.1.6 变压器干燥时，需符合下列规定：

1 变压器干燥前，应制定安全技术措施。

2 干燥用的电源、导线和设备的容量应满足干燥要求，并设置负荷保护和温度报警装置。

3 干燥过程中，应设值班人员。操作时应戴绝缘手套并设专人监护。

4 用涡流干燥时，应使用绝缘线。使用裸线时，应是低压电源，并应有可靠的安全绝缘措施。

5 用抽真空方法干燥时，对被抽壳体应采取可靠的安全监视措施。

6 干燥现场不应放置易燃物品，并应备有相应的消防器材。

7 变压器干燥现场周围应设遮栏，挂警示标志。

8 干燥过程中的温度监视装置应齐全、可靠，并装设在便于观察的位置。

15.1.7 绝缘油过滤时，需符合下列规定：

1 滤油机及金属管道应接地良好。

2 滤油机开机前应检查电气部分工作状态，其主电源导线应满足负荷值，并设置过负荷保护。

3 滤油场所应采取防尘、防雨、防雷措施。

4 进行热油过滤或用热油循环加热器身时，应先开启油泵，后投入加热器。停机时，操作程序相反。

5 火源及烤箱应和滤油设备隔离，并配备相应的消防器材。

6 滤油纸烘干过程中应经常检查，严防温升过高起火。

7 滤油场地应保持清洁，废弃物应及时清理。严禁吸烟及使用明火。出现漏油或其他异常现象时应及时处理。

15.2 构架、铁塔安装

15.2.1 构架、铁塔的安装应制定专项的安全技术措施，经批准后执行，施工前应进行安全技术交底。

15.2.2 高空作业应设专职（或兼职）安全监护人员。

15.2.3 雷雨、暴雨、浓雾、冰雪及六级以上的大风天气严禁进行杆塔的起吊和高空作业。

15.2.4 构架、铁塔安装使用的保护用具应定期检查或试验，存在安全隐患的用具不得使用。

15.2.5 高处作业的人员应定期检查身体。患有高血压、心脏病等的人员严禁从事高处作业。

15.2.6 高处作业人员的衣袖、裤脚应扎紧，系好安全带，并应穿布底鞋或胶底鞋。构架竖立后，尚未固定前，无安全措施严禁攀登。

15.2.7 设备上的爬梯、步道应一次安装焊接完毕，未经检查验收，严禁使用。

15.2.8 构架上的垂直爬梯，应单人顺序上下，严禁多人同时上下。

15.2.9 高处作业区附近有带电体时，传递绳应用干燥麻绳或尼龙绳，严禁使用金属线。传递绳暂时不用时下端应临时固定。

15.3 高压开关安装

15.3.1 分解、清扫时，需符合下列规定：

1 瓷质件吊装时应按设备厂家指定的吊装点、用专用的配套工具进行吊装。

2 组件翻身、移位时，应有专人统一指挥。

15.3.2 安装、调试时，需符合下列规定：

1 起吊组件时，应捆绑牢靠，确认无误后，方可起吊。

2. 起吊时应有专人指挥，信号应明确、清晰。
- 3 脚手架应牢靠，脚手板应固定牢固，爬梯应方便可靠，平台周围应设防护栏杆和挡脚板。移动式作业车底部应垫平稳。
- 4 安装上部组件时，应采取措施防止扳手滑脱发生事故。
- 5 对于液压、气动及弹簧操作机构，严禁在存有应力及弹簧储能的状态下进行拆装检修工作。
- 6 空气开关初次动作时，应从低气压开始，工作人员应与空气开关保持一定的安全距离，或设防护措施。
- 7 调整开关时，应将跳闸机构锁住。
- 8 对 SF₆ 开关进行充气时，其容器及管道应干燥，清除 SF₆ 容器中的吸附物时，作业人员应戴手套和口罩。
- 9 在带电设备附近调试时，应有完善的接地措施。
- 10 回收 SF₆ 气体时，应使用专用的气体回收装置，严禁排入大气。
- 11 试验区域应有安全警戒线和明显的安全警示标志。被试物的金属外壳应可靠接地。
- 12 试验接线应经过检查无误后，方可开始试验，未经监护人同意严禁任意拆线。雷雨时，应停止高压试验。

15.4 母线安装

15.4.1 软母线安装时，需符合下列规定：

- 1 在与高电压工程或邻近带高电压区施工时，应在规定的安全距离设安全防护栏栅，在作业或高空作业时，应防止绳或长物件超过安全距离电击伤人。
- 2 需骑行在软母线上工作时，应系安全带，并应检查金具连接是否良好，横梁是否牢固。
- 3 母线架设前，应检查金具材料是否符合要求，构架横梁是否牢固。
- 4 母线安装时，作业区下方严禁有人站立或行走。
- 5 紧线时应缓慢升起，并观察导线有无碰挂现象。严禁人

员跨越正在拉紧的导线。

6 切割导线时，两侧应固定。

7 搭接母线用的油压机应有完好的压力表。油压机严禁超负荷使用，并严禁在夹盖卸下的状态下使用。

8 母线爆接时，应符合下列规定：

- 1) 进行母线爆破压接的操作人员应经专门训练并考试合格，持证上岗。
- 2) 炸药、导爆索及雷管应分别存放，并应设专人管理；用完后多余器材应立即如数退库。
- 3) 药包应在专用的房间内制作。填捣炸药时，严禁用铁器，药包安放雷管作业应在爆破前进行。
- 4) 施爆时，应事先通知周围作业人员，并设警戒。遇有瞎炮，应待 15min 后，方可去处理。

15.4.2 硬母线、封闭母线安装时，应符合下列规定：

1 母线切割时应戴防护眼罩，搬运时应戴防护手套。

2 母线吊运时应捆绑牢固，封闭母线应按设备厂家规定的吊点及吊装方法进行吊装。

3 母线焊接或进入母线筒内检查时，工作处应使用安全电压照明，通风良好，工作人员应戴口罩。进入母线筒内检查时，不应少于两人。

4 母线焊接时，设备应可靠接地。

5 安装在同一区域的瓷件，应按由上而下的顺序进行。

6 安装母线时，有力矩要求的，应使用力矩扳手，并应采取防止扳手滑脱的措施。

7 母线与母线、母线与设备对接时谨防手指挤伤。

8 在高空安装硬母线时，工作人员应系好安全带，并设置安全警戒线及警示标志。

15.5 开关站设备安装

15.5.1 户外开关站需遵守下列规定：

1 使用的吊具，应经检查无误后，方能使用，宜优先使用设备厂家提供的专用吊具。

2 进入运行区域内施工的作业人员应办理工作票，并应采取安全措施。

3 在调整、检修开关设备及传动装置时，应有防止开关意外脱扣伤人的安全措施，工作人员应避开开关可动部分的动作空间。

4 安装瓷件时，法兰螺栓应按对称受力顺序均匀反复拧紧。有力矩要求时，应使用力矩扳手，并应防止扳手滑脱。

5 对于液压、气动及弹簧操作机构，严禁在存有应力及储能状态下进行拆装检修工作。

6 放松、拉紧开关的返回弹簧及自动释放机构的弹簧时，应用专用工具，严禁快速释放。

7 凡可慢分慢合的开关，初次动作严禁快分快合，如有手动装置应用手动装置分合。

8 在运行的变电所及室内高压配电室，搬动梯子、升降式作业车、线材等长物时，应放倒搬运或降至最低，并应与带电设备保持安全距离；在移动物件时应有一人作监视。

9 两人严禁同时使用一个梯子，梯子上有人时，严禁移动。

10 高度在4m以内的工作可使用靠梯，超过4m时，应采取辅助措施。梯子应结实，不缺档，底部应有防滑措施，放置角度应在 $60^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 之间，人字梯应有限制张开角度的拉绳。

11 严禁攀登和在互感器、断路器、避雷器等电气设备上作业。

12 油开关注油时，应注意防火，注油人员应防止滑倒伤人。

13 SF₆开关检漏时，检漏人员应防止滑倒伤人。

14 测量开关的分合闸时间，应在手动调整后进行，并应有专人指挥。开关分合闸时，作业人员应离开传动机构。

15 试验接线应经过检查无误后，方能合闸。未经监护人同

意严禁任意拆线。

16 隔离开关采用三相组合吊装时，应检查基础框架是否符合起吊要求，否则应加固。

15.5.2 户内开关站需遵守下列规定：

1 户内开关站室内通风、照明应良好，安装 SF₆ 气体绝缘组合封闭式电气设备时，应在房间下部安装排风量达到设计要求的通风设备。

2 进入 SF₆ 气室（箱、壳）以前，应首先确认室（箱、壳）内 SF₆ 气体已排尽，在室（箱、壳）内工作时室外应有专人监护。

3 SF₆ 气体应排放至专用的 SF₆ 气体回收装置，严禁直接向大气排放。

4 设备吊装及移动时应走运输通道。

5 绝缘子、导体、外壳安装、对接、调整时严禁用手在连接缝隙中调整密封胶垫（圈）。

6 户内与户外设备连接或户内设备穿出户外安装时，户内、户外都应设有专人监护，并统一指挥，户内、户外都应设置安全设施。

7 严禁在设备表面上行走或直接作为脚手平台。

8 地面、室顶的孔洞、沟坑应用临时封盖进行封堵，吊物孔洞应设置安全围栏。

9 设备或系统进行高压试验或测试、测量时，应按试验、测试大纲设置安全设施。

15.6 厂用电系统设备安装

15.6.1 设备基础处理时，需遵守下列规定：

1 在墙面或地板上开沟或打孔时，应采取防止往孔洞内掉落工具、杂物等的措施。

2 开凿孔洞时，施工人员应戴防护眼镜，把握凿子的手应戴手套。

15.6.2 设备开箱、检查、搬运时，需遵守下列规定：

1 设备开箱时，撬棍不宜插入过深。撬开的箱体应将带有钉子尖锐的一端朝下并及时清理。

2 设备开箱后，应检查其元器件固定有无松动。

3 搬运设备时，应找出重心，起吊和运输过程中，用绳索绑扎牢固。行走应缓慢，放置应平稳。

15.6.3 盘柜安装时，应符合下列规定：

1 移动盘柜就位时，应防止倾倒伤人，位置狭窄处应防止挤伤人。

2 盘底加垫时，严禁将手、脚伸入盘底。多面盘并列安装时，应防止挤手。

3 对重心偏移一侧的盘，在未固定以前，应有防止倾倒的措施。

4 装于墙上的箱体，应做好临时支撑，埋入混凝土的基础螺丝，待二期混凝土强度达到标准后，方能紧固并拆除临时支撑。

5 在已装仪表的盘上补开孔时，应先将精密仪表卸下，并应防止铁屑散落到其他设备及端子上。

15.6.4 元器件安装及配线时，应符合下列规定：

1 安装盘面及安装盘内较大较重的零部件时，应有人扶持，待固定好后，方可松手。

2 屏盘内的熔断器，凡竖立布置的，应一律上端连接电源，下端连接负荷。

3 盘上小母线在未与运行盘上的小母线接通前，应有隔离措施。在配电盘上工作时，配电盘应有可靠的接地措施。

4 在部分带电盘上工作时，应符合下列规定：

1) 由工作负责人办理工作票后，方可工作。

2) 应了解盘内带电的情况，处理好工作区域与带电区域的关系，并做好有效隔离。

3) 应穿绝缘鞋、必要时戴绝缘手套。

4) 使用的工具应有绝缘手柄。

15.6.5 监视屏、监视器、其他终端设备安装时，应符合下列规定：

1 设备安装前应依据设备安装对环境的要求，对其安装部位、区域或房间进行检查，尤其是土建装修应已完成。

2 移动设备就位时，应有足够的人力，防止倾倒伤人；位置狭窄处应防止挤伤人。

3 设备加垫时，严禁将手、脚伸入盘底。多面盘并列安装时，应防止挤手。

4 对重心偏移一侧的盘，在未固定以前，应有防止倾倒的措施。

5 装于墙上或抬架上的设备（如监视器），应做好临时支撑。埋入混凝土的基础螺丝，应待二期混凝土强度达到标准后，方能紧固并拆除临时支撑。

15.6.6 设备间配线及连线时，应符合下列规定：

1 设备间配线及连线时应按实际需要设专人配合。

2 在有电区间或房间施工前应做好高压电的隔离措施，即将施工的设备的基架应可靠接地。

3 盘上小母线在未与运行盘上的小母线接通前，应有隔离措施。在配电盘上工作时，配电盘应有可靠的接地措施。

15.7 电 缆 安 装

15.7.1 电缆管、电缆架基础埋设时，需符合下列规定：

1 电缆架去锈、刷漆时，应戴口罩、手套。

2 弯制电缆管时，应正确使用弯管机。

3 高处作业应搭设脚手架、使用高处作业平台或采用其他可靠安全措施。

4 电缆管的吊装就位应有专人指挥，管子安装合格后应立即电焊牢固，在高空作业时，应拴好安全带。

15.7.2 敷设电缆时，需符合下列规定：

1 用电吹风和其他方式清理电缆管道时，电缆管道的另一端不允许有人靠近管口。

2 电缆的敷设通道，应保持畅通并有照明设施。通道沿线的沟坎孔洞应设围栏、挂警示标志。

3 超高压电缆敷设前应制定详细的技术和安全措施，并经批准，并应在敷设前进行技术、安全交底。

4 各锚固装置在使用前应按要求做试验，试验合格后才能投入使用。

5 放电缆时，应有专人指挥。

6 由高处向低处部位敷设电缆时，应采取防下滑措施。

7 严禁从车上直接推下电缆盘。破损的电缆盘严禁滚运。

8 参加敷设电缆的工作人员应戴手套、穿绝缘鞋。

9 应选用合适的电缆放线架，并架设在稳固的位置。

10 电线、电缆通过孔洞、管子时，对侧应设监护人，人员不应接近洞口、管口，更不应用头部接近洞口、管口。

11 电缆拐弯处，作业人员应站在外侧，手不应放在拐弯的尖角处。

12 在路口、过道敷设电缆时，应及时整理排列并设警示标志。

13 电缆敷设完毕，端头应妥善处理。

14 电缆穿入带电的盘柜时，盘上应有专人接引，严防电缆触及带电部位。

15 在已经投入运行的电缆沟或廊道内敷设电缆时，应采取安全措施防止损伤运行电缆造成漏电事故。

15.7.3 电缆头制作时，需符合下列规定：

1 制作电缆头时，应有防火措施。

2 熔化焊锡的容器和工具应干燥，严防水滴带入熔锅引起爆溅伤人。

3 搪锡的作业人员，应戴防护眼镜，手套、鞋盖，并穿长袖工作服及其他必要防护用品。

4 制作环氧树脂电缆头时，应在通风良好的地方进行，操作人员应戴防毒口罩、手套。环氧树脂应采用间接加温，严禁用明火直接加温。

5 高压电缆头的制作场应清洁、无尘，环境温度及空气湿度等应满足制造厂技术文件的要求，在制作前应进行安全技术交底，制作时应在厂家的指导下进行。

6 现场高压试验区应设围栏，挂警示标志，并应设专人监护。

7 用兆欧表测定绝缘电阻时，应采取措施防止人体与被试物接触，试验后被试物应放电。

15.8 电气试验

15.8.1 试验区应设围栏、拉警戒线并悬挂警示标志，将有关路口和有可能进入试验区域的通道临时封闭，并应安排专人看守。

15.8.2 涉及到其他施工面或带电区域的试验应执行工作票制度，采用切实可行的安全措施，并在试验期间与其他施工面保持及时联系。

15.8.3 带电试验前，检查试验设备应符合要求、试验接线应正确。

15.8.4 所有带电试验应有两人及两人以上参加，严禁一个人进行带电电气试验。

15.8.5 高压试验装置的电源开关，应使用带明显断口的刀闸，试验装置的低压回路中应有不少于两处的断开点，且有过载保护装置。

15.8.6 在进行高压试验和试送电时，应由一人统一指挥，并派专人监护。高压试验装置的金属外壳应可靠接地。

15.8.7 试验结束以后，设备应进行充分的放电处理，及时拆除试验中所用的各种临时短路接线、绝缘物等，恢复设备试验前的正常状态。

15.9 全厂接地系统测试

15.9.1 试验区应设围栏或拉警戒线，悬挂警示标志，将有关路口和有可能进入试验区域的通道临时封闭，并应安排专人看守。

15.9.2 涉及到其他施工面或带电区域的试验应执行工作票制度，采用切实可行的安全措施，并在试验期间与其他施工面保持及时联系。

15.9.3 带电试验前，检查试验设备应符合要求、试验接线应正确，特别注意串电和短路情况。

15.9.4 所有带电试验应有两人及两人以上参加，严禁一个人进行带电电气试验。

15.9.5 试验装置的电源开关，应使用带明显断口的刀闸。试验装置的低压回路中应有不少于两处的断开点，且有过载保护装置。

15.9.6 进行系统接地电阻测量需打接地极时，打桩人员应防铁锤伤人。

15.9.7 借用高压架空线（或新装架空线）进行测量，应对高压架空线进行检查和验电，确认无电后才能开始作业。作业时应将未使用的导线接地。高处作业时应执行高处作业的安全规范。

15.9.8 无论是在对系统进行接地电阻测量还是对区域或设备进行跨步电压测量、接触电压测量，试验和试送电时，应由一人统一指挥，并派专人监护。

15.9.9 试验结束以后，设备及线路应进行充分的放电，及时拆除试验中所用的各种临时接线、绝缘物等，恢复线路试验前的状态。

16 水轮发电机组启动试运行

16.1 充水前检查

16.1.1 检查机组内部应 3 人以上，并应配带手电筒，特别是进入钢管、蜗壳和发电机风洞内部时，应留 1 人在入口处守候；守候人员与进入内部检查人员之间应保证通信联系畅通。

16.1.2 当进入转子、定子内部检查时，衣服内不应装杂物，所带工器具等金属制品应进行登记，出来后逐件检查是否带出。

16.1.3 水轮机过水部分的进人门封堵应经审批，在统一安排下进行。封前应由两名工作人员进入内部检查，确认尾水盘形阀及蜗壳盘形阀关闭严密并确认无人后，才能封闭。

16.1.4 机组充水前，水轮机的密封装置和顶盖排水泵应进行试验，运行应良好。

16.1.5 运行现场应干净，照明应充足，道路应畅通，各部位电话联系畅通，信号装置应可靠。运行和检修人员应配带手电筒。

16.1.6 机组自动操作回路及辅助设备自动操作回路应经试验合格。进行开停机模拟试验时，应有人统一指挥。

16.1.7 模拟试验中的故障处理工作应慎重，并应在有人监护的条件下进行，不应随意变动设备或组件；故障处理应执行工作票制度，按制造厂家或设计、试验大纲要求做好安全隔离措施后开始处理，处理完毕后恢复各项安全措施。

16.1.8 励磁回路试验时，应断开可能反送到一次设备的所有回路。

16.1.9 调节器单独通电检查时，应断开与功率柜的连线，盘前盘后均应挂警示标志。

16.1.10 功率柜的临时交流电源及直流侧负载电阻上的接线应牢固可靠。交流电源应经开关接入功率柜。

- 16.1.11** 机组辅助设备的调试工作，应在全套装置安装完毕后进行，周围场地应清理干净，无潮湿、积水、油污现象，进出部位通道和通信应畅通，并配备相应消防排水设施。
- 16.1.12** 附属设备的调试工作，至少应有两人进行。带电调试时应采取安全措施。
- 16.1.13** 对电压互感器的二次回路做通电试验时，二次回路应与电压互感器断开。
- 16.1.14** 电流互感器二次回路严禁开路，经检查确无开路时，方可在一次侧进行通电试验。
- 16.1.15** 室外高压配电装置区和高压开关室内不应堆放易燃、易爆物品及其他杂物。
- 16.1.16** 在低压配电装置的前后两侧通道上不应堆放其他物品。
- 16.1.17** 低压配电装置的前后两侧的操作维护通道上，均应铺设绝缘垫。
- 16.1.18** 在低压配电装置前后设置的固定照明灯应齐全完好。其控制开关宜设在配电装置的出入口处，重要用电处所，应设事故照明电源。
- 16.1.19** 对一次、二次设备应进行全面检查，对所缺零件应配齐，操作回路应完善、可靠，并悬挂警示标志。
- 16.1.20** 在配电设备及母线送电以前，应先将该段母线的所有回路断开，然后再接通所需回路。
- 16.1.21** 全厂消防系统经全面检查试验合格，机旁盘、开关室、附属设备等处，应备有足够的消防器材。
- 16.1.22** 应检查尾水及进水口启闭设备工作正常，尾水门、工作门处于关闭状态。
- 16.1.23** 应检查制动闸应处于制动状态，油、气系统压力正常，管路无渗漏。
- 16.1.24** 应检查活动导叶应处于关闭状态，继电器锁锭应处于投入状态。
- 16.1.25** 应检查确认电站机组检修排水系统、厂房渗漏排水系

统和厂房抽排系统已投入正常运行。

16.1.26 所有轴承已注入合格的透平油，油位应符合要求。

16.2 充水试验

16.2.1 机组充水试验应明确相关人员安全职责。试验过程应统一指挥，严密观测，出现异常情况时应立即通知试验指挥。所有试验指令应由试验指挥下达。

16.2.2 机组充水应按规定的程序和操作票执行。各部运行和检修人员应坚守岗位，发现问题及时报告、处理。

16.2.3 尾水充水前应完成水轮机检修密封，并将导叶开启2%~5%开度，满足排气要求。尾水充水完后应立即关闭导叶，动作前，检测人员应远离导水机构。

16.2.4 尾水充水过程中应密切监视各部位渗、漏水情况，确保厂房及其机组设备安全。发现漏水等异常现象时，应立即停止充水进行处理，必要时应将尾水管排空。

16.2.5 提升尾水门时，尾水平台应设置安全围栏，工作人员应做好安全防护。

16.2.6 压力钢管及蜗壳充水前应再次对机组各系统进行全面检查，确认机组处于可以随时起动状态时，方可准备进行蜗壳充水。

16.2.7 压力钢管及蜗壳充水前应关闭导叶；投入接力器锁锭装置及制动器。运行人员对设备工作状态进行检查时，应两人同行。

16.2.8 充水过程中，应检查过水流道各部进入门、蜗壳盘形阀、尾水盘形阀、水轮机顶盖、导叶轴密封、各测压表计及管路等部位渗漏水情况，发现渗漏应立即停止充水。

16.2.9 压力钢管充水后，应对厂房混凝土结构等水工建筑进行全面检查，观察是否有渗漏、裂缝和变形。观察厂房内渗漏水情况，检查渗漏集水井、检修集水井水位不应有明显变化。

16.3 空载运行

16.3.1 在机组转动部分附近工作时，工作人员着装应整齐，并应与机组转动部分保持一定的安全距离。

16.3.2 各部通道、梯子、脚踏板等处应清洁无杂物、无油垢、畅通无阻。

16.3.3 试验信号应明确，指挥应统一；电话、电铃应可靠；各部运行和检修人员应坚守岗位；其他无关人员严禁进入工作区域。

16.3.4 机组运转时，严禁有人站在活动的零件上或在其上行走。

16.3.5 运行试验项目应按操作票或工作票进行，严禁随意变动设备。

16.3.6 检修工作应签发工作票，写明所需安全措施，并在安全措施实现后，方能进行检修。检修完毕，应将场地清理干净。在检修过程中，试运行值班人员应坚守岗位，监护设备状态。

16.3.7 机组起动前，应对机组进行一次系统的全面检查，工作票应全部收回，确认机组内部无人后，风洞应加锁。

16.3.8 机组进行超速试验时应密切监视各部转动部位的振动、摆度，以及水轮室的异常情况。超速后应进行全面检查，检查无问题后方可进行下步试验。

16.3.9 在停机状态导叶锁锭应投入。

16.3.10 重要部位应挂警示标志。

16.4 负载运行

16.4.1 倒闸操作应严格执行操作票制度，一人操作，一人监护，执行唱票制度。

16.4.2 操作人员与带电体应保持规定的安全距离，并应穿长袖衣和长裤。

16.4.3 用绝缘杆分、合隔离开关或经传动机构分、合开关及隔

离开开关时，应戴绝缘手套；操作室外设备时，还应穿绝缘靴。

16.4.4 雨天操作室外高压设备时，使用的绝缘杆应带防雨罩。雷雨时，应停止室外的正常倒闸操作。

16.4.5 远程操作机组进行开机与停机时，现场应有人监视。

16.4.6 值班人员，应特别注意防止着火，对变压器的异常状态应及时报告值班长。未经允许不应攀登变压器。

16.4.7 冬季运行需取暖时，不应用明火，使用电热器取暖时，应有可靠的防火措施。

16.4.8 发生火警时，应视火源类型及周围情况选用相应的消防器材，迅速进行扑灭。

16.4.9 进入机组内部对机组技术参数进行测量时，应防止触摸、碰撞运行设备。使用的仪表、仪器应采取绝缘措施。

16.4.10 机组进行短路试验、机组升压试验、机组并网试验、机组带负荷试验、机组甩负荷试验及机组 72h 连续带负荷试运行时应按有关规定进行。

16.4.11 机组经过 72h 试运行后，应进行维修处理，同时应做好相关的安全预防措施。

17 桥式起重机安装

17.1 清扫与组装

- 17.1.1 清扫锈蚀和保护漆时，应戴防护眼镜和防尘口罩。
- 17.1.2 清洗设备部件时，工作部位应备有消防器材，并悬挂明显防火警示标志。工作结束后清洗油、剂应及时回收，并妥善处理。
- 17.1.3 清扫与组装齿轮箱时，工作人员应互相照顾，动作应统一协调，严防碰撞伤手。
- 17.1.4 在桥机主梁底部焊接电动葫芦行走轨道，或在地面组装小车架时，搭设的支撑构架应牢固可靠，地面支撑点应防止沉陷。
- 17.1.5 用汽油、煤油、香蕉水等易燃物清洗设备部件时，应有专项安全防火措施。

17.2 轨道、滑触线安装与调整

- 17.2.1 用轨道校正器或千斤顶校正轨道时，应使用夹具。夹具应调整找正，不应偏斜。支撑受力点应牢固可靠。
- 17.2.2 在轨道梁上作业时，应按高处作业有关规定执行。在轨道梁上转移轨道时，应靠近厂房边墙侧行走；临空面应布设临时安全防护网架。
- 17.2.3 滑触线安装搭设悬空工作吊架的固定端应牢固可靠，转移工作部位时应有安全可靠的施工措施。
- 17.2.4 滑触线安装如采用在桥机检修吊架上布置工作平台时，应固定牢靠；距桥机轨道梁及滑线支架应有一定的安全距离。
- 17.2.5 滑线支架、滑线安装时，采用绳索传递工件、工具时应确定对方接稳或捆绑牢固后才能松手。
- 17.2.6 轨道、滑触线安装作业时，作业区下方应无交叉作业人

员，并派专人现场监护。

17.2.7 厂房轨道、滑线分段安装投运，应在运行段末端设置临时运行极限位置限制器、临时车挡或夹轨器，并在运行区段与安装段位置设置醒目的标志牌。

17.3 结构、机械和电气设备安装与调试

17.3.1 起重设备安装，安装单位应当在施工前将起重设备安装情况书面告知当地质量技术监督部门，告知后方可施工。

17.3.2 选择起重设备吊装时，应按单件最大重量、外形尺寸、吊装高度及幅度范围来考虑，同时应注意吊装现场及进厂路线是否符合该吊车运行的条件。

17.3.3 在地下厂房埋设锚杆吊装桥机构件时，起吊前应对吊点装置按设计起重量 50%、75%、100% 作全起吊高度动负荷试验 3 次，并应按设计起重量 125% 作静载荷试验，荷载起吊至离地面 100mm，悬挂时间不少于 30min。

17.3.4 采用桅杆或厂房构筑物立柱起吊桥机构件时，应经验算方可施工。

17.3.5 起吊所用的钢丝绳安全系数应不小于 5，钢丝绳捆绑应牢固，不应在起吊过程中滑移。设备棱角处应垫木块或橡皮等柔软的材料。

17.3.6 起吊主梁等大件前，应对吊耳板、焊缝等进行检查。

17.3.7 单吊点起吊主梁、小车架等大件时，应在其端部系绳索拉紧。

17.3.8 采用两台起重机抬吊主梁，起落速度应一致，吊钩与吊点应保持垂直，应合理分配载荷，起吊重量不应超过两台起重机额定起重量的 75%，单机起重量不应超过该机额定起重量的 80%。

17.3.9 大车行走轮支承架吊上轨道后，应用木方、钢索将其垫稳拉紧，或用型钢焊接支撑。

17.3.10 传动轴及齿轮安装对位应遵守工艺规程，工作人员应

相互照顾。

17.3.11 制动闸主弹簧应符合设计要求，安装时应对制动器进行检查调整。查看全部构件上是否正常，有无卡阻，调整螺帽上是否坚固，使用前应进行重物起吊检验。

17.3.12 桥机起升机构使用油泵式制动器，应检查制动器注油的油质是否符合规定要求；加注的油位应使制动器动作灵敏可靠。

17.3.13 桥机主、副钩以及动滑轮组未采取防止自由下坠措施前，严禁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联结螺栓。

17.3.14 高处电焊作业时，应遵守高处作业安全技术规定，焊把线应固定牢靠。应采取措施防止火花焊渣引起火灾，并派专人监护。

17.3.15 钢丝绳安装穿绕作业时应戴手套。

17.3.16 严禁在桥机安装作业范围内进行电焊作业。

17.3.17 钢丝绳清扫涂油应用毛刷或涂油机具，不应用钢丝刷清扫和用手直接涂油。

17.3.18 脚手架上的荷载应在设计允许范围内，严禁超负荷使用。

17.3.19 小型施工机具、焊把线、割刀、部分机件可用绳索上下传递，不允许上下抛掷任何物品，重物上下桥机应使用机械起吊。

17.3.20 在桥机主梁内施工作业时，应使用安全电压的工作行灯。

17.3.21 轨道未全部安装完成前，应在工作区段轨道上，设夹轨器和临时限位器挡板，严禁未设保护装置而使用桥机。

17.4 负荷试验

17.4.1 各电气系统均应经过试验合格，各保护装置、声光信号装置、闭锁回路，限位装置动作应正确无误。机械系统用手盘动

应无卡阻现象，油质油位应达到要求，钢丝绳穿绕及端头紧固应符合设计要求，主副制动可靠，并且经过检查及监理部门验收签字后，方可进行负荷试验。

17.4.2 桥机试验区域应设警戒线，并布置明显警示标志，非工作人员严禁上桥机。试验时桥机下面严禁有人逗留。

17.4.3 轨道附近不应有杂物，不应有人工作，应指派专人监护。试验中对主梁小车轨道进行测量时，工作人员应拴挂安全带保护。

17.4.4 试验时桥机滑线（或临时电缆）应有人监视并挂警示标志。采用临时电缆供电，拖拉作业人员应戴高压绝缘手套和穿绝缘鞋。

17.4.5 桥机静、动载荷试验的试件（含吊具）重量，应经过核算，并应按桥机的额定起重量核定。

17.4.6 桥机静载试验布置起吊部位时，应根据厂房结构及现场条件。如没有特定要求，桥机大车行走轮不应选择在同一跨轨道梁上。

17.4.7 桥机供电电源应符合说明书规定，在试验期间，应保证正常供电。

17.4.8 制动闸脚踏开关应挂警示标志，严禁乱动，并派专人监护。

17.4.9 试验时，桥机应按操作规程进行控制。并应把运行速度、加速度、减速度限制在桥机正常工作的范围内。

17.4.10 负荷试验前应先进行无负荷试车。试车时，先开动起重机构，使其进行空负荷运行，检查其运行情况及安全装置应符合要求。

17.4.11 桥机静载试验的负荷应按 25%、50%、75%、100% 逐级增加；起升至离地面 10~20cm 处；悬空时间不应少于 10min，试验最大载荷应为额定起重量的 125%。

17.4.12 桥机动载试验应在各机构动载试验后分级加负荷进行，动载荷试验载荷为额定起重量的 110%。

17.5 使用与维护

17.5.1 使用桥式起重机，应执行起重机械安全规程和有关技术标准。使用单位应取得主管部门颁发的准用证，操作人员应经过培训、考核，持证上岗。

17.5.2 每次使用桥机前，应对桥机的安全装置、电气设备及主要零部件进行检查，启动时应先发出信号。

17.5.3 设备起吊时，应先进行试吊，确认制动器工作可靠时，方可继续起吊重物。桥机减速器上的变速转换装置，应在吊钩（包括滑轮组）着地后才能进行转换操作。

17.5.4 严禁在桥式起重机上存放易燃、易爆等危险品，操作室及电气设备安装箱梁内应配备灭火器。

17.5.5 桥机司机应按照指挥人员的指挥信号进行操作。对于紧急停车信号，无论任何人发出，都应立即执行。

17.5.6 桥式起重机使用单位应建立使用及检修安全技术档案，应定期自检和维护保养。

17.5.7 桥式起重机进行维护保养时，应切断主电源并挂警示标志，并做好记录，桥式起重机应每月进行一次常规检查，一年一次定期检查。

18 施工用具及专用工具

18.1 电动工具

18.1.1 使用前，应检查电动工具外观应完好、无污物。

18.1.2 应检查电动工具绝缘是否良好，电源引线及插头应无破损伤痕。

18.1.3 检查电动工具零部件应无松动，带电体应清洁、干燥。

18.1.4 检查电动工具转动轮、转动片应完好、结实、紧固，转动体与非转动体之间应有间隙，无卡阻现象。

18.1.5 手持式电动工具使用应符合下列规定：

1 在一般场所，应选用Ⅱ类电动工具，当使用Ⅰ类电动工具时，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电流不大于30mA，动作时间不大于0.1s的漏电保护器。

3 在狭窄场所，如锅炉、金属容器、管道内等应使用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。

18.1.6 在管道内或通风不良部位使用打磨电动工具时，应布置专用通风设备，并指派专人监护作业。

18.1.7 电动工具使用中有过热现象，应停止作业。

18.1.8 使用角磨机、砂轮机时，应配戴防护眼镜，应将火星朝向无人无设备的一边。

18.1.9 使用手电钻应遵守下列规定：

1 应先起动后接触工件，钻斜孔应防止滑钻，运转时不应用手直接清除铁屑。

2 操作时可用手和杠杆加压，但人体不应坐于其上，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，安全箱事先应进行检查。

18.1.10 使用电动砂轮机应遵守下列规定：

1 砂轮的旋转方向应与砂轮轴端螺帽的旋紧方向相反，并不应安装倒顺开关，工作时旋转方向不应对着主要通道。

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。及时调整托架与砂轮外围间隙，间隙不宜大于5mm。

4 工作人员应戴防护眼镜，应站在砂轮机的侧面，且用力不应过猛。

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

18.1.11 使用砂轮切割机应遵守下列规定：

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 磨切工件应夹牢放稳。

4 砂轮片接触工件应缓慢，用力不应过猛。

5 砂轮片应符合该机的规格以及质量要求。

18.1.12 使用电锤应遵守下列规定：

1 操作前应检查各连接部位螺钉无松动，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，操作人员应戴安全帽，穿绝缘工作鞋，并需佩戴口罩和眼镜。

3 高处使用电锤时，操作人员应选择较安全的位置，并拴安全带，下层设专人监护。

4 操作时，应注意避开煤气、自来水管等金属部件和电源线。

5 操作时，不可让电缆触及锤头周围部位以及高热物体、尖锐金属边缘和油脂。

18.2 风动工具

- 18.2.1 风动工具的供风系统各连接点应牢固可靠。
- 18.2.2 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。
- 18.2.3 根据螺栓紧固力矩选用相应的风板机。风板机不宜在高压下空转。使用风板机松螺帽时，应注意防止螺帽飞出伤人。
- 18.2.4 使用风动砂轮机、钢丝轮时，应遵守 18.1 节的有关规定。
- 18.2.5 风动工具应定期保养，工作期间应定时加入润滑油。

18.3 螺栓拉伸器

- 18.3.1 使用前，应检查各部零件和密封是否良好。
- 18.3.2 气压胶管应完好，接头应牢固密封。
- 18.3.3 油管应采用无缝钢管或专用高压软管，接头应焊牢和密封。若发现有渗油现象，应及时更换。
- 18.3.4 油泵放置应稳固，升压应缓慢。在升压过程中应认真观察螺栓伸长值，油泵压力不应超压。
- 18.3.5 拉伸器应放平，不应歪斜。活塞应压到底。在升压过程中，应观察活塞行程，严禁超过工作行程。
- 18.3.6 被紧固的螺栓，连续拉伸次数不应超过 4 次。
- 18.3.7 工作人员不应站在拉伸器上方，应选择安全位置。
- 18.3.8 拉伸器工作完毕，应先降压排油至零，再拆除拉伸工具螺栓。

18.4 起吊工具

- 18.4.1 使用起重吊装工具应遵守 SL 398 7.1.1~7.1.7 条的相关规定。厂内起吊机具应集中保管，并健全检查、试验、保养、更新制度，不符合安全要求的工具，严禁使用。
- 18.4.2 钢丝绳、卸扣（卡环）的安全要求参照 SL 398 7.2.8~

7.2.9 条的相关规定。

18.4.3 手拉葫芦应符合下列规定：

1 使用前，应对手拉葫芦作检查，吊钩、链条、轴是否变形损坏；拴挂手拉葫芦时应牢靠，所吊物的重量不能超过葫芦标定安全承载能力。

2 操作时，应先慢慢起升，待受力后确认可靠，才能继续工作；拉链人数应根据葫芦起重能力大小来决定；如遇拉不动时，应检查是否有损坏；严禁随意增加拉链人数。拉链人数与葫芦的吨位关系可参见表 18.4.3。

表 18.4.3 手拉葫芦起重能力和拉链人数

起重能力 (kN)	5~20	30~50	50~80	100~150
拉链人数 (人)	1	2	2	2

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。

18.4.4 绳卡需遵守下列规定：

1 绳卡用于固定钢丝绳头，每个绳卡都应拧至卡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来选用绳卡，绳卡之间的排列间距为钢丝绳直径的 8 倍左右。钢丝绳直径不同，绳卡之间距离及数量也不同，但至少不能少于 3 个绳卡，见表 18.4.4。

表 18.4.4 钢丝绳绳卡的间距及数量

钢丝绳直径 (mm)	绳卡个数 (骑马式)	绳卡间距 (mm)	钢丝绳直径 (mm)	绳卡个数 (骑马式)	绳卡间距 (mm)
13	3	120	28	4	230
15	3	120	32	5	250
18	3	150	35	5	280
21	4	150	37	5	300
24	4	200	42	6	330

3 绳卡 U 形环应卡在绳头（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后与主绳卡紧。

18.4.5 滑车与滑车组应遵守下列规定：

1 应按照滑车出厂安全起重负荷使用，不允许超载。

2 使用前应检查各部分良好可靠，不应有变形裂痕和轴的定位装置不完善，检查滑轮柄转动有卡阻时，就不能使用。

3 选用滑车时，钢丝绳直径大小应与配用的滑轮柄绳槽相适应，拴挂滑车应牢固可靠。

4 起吊前，应检查滑轮组钢丝绳的穿绕方式是否正确，发现绳股之间有交叉、缠绕时，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。

18.4.6 卷扬机需遵守下列规定：

1 工作开始前，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。应检查电气设备绝缘是否良好，接地接零完好正确。

2 钢丝绳在卷筒上应排列整齐，放出时，卷筒上至少应保留 3 圈。

3 工作中应注意监视运转情况，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，应立即停车检修。

4 不应将钢丝绳与带电电线接触，应防止钢丝绳扭结。

18.5 压 线 钳

18.5.1 使用压线钳前，应选取合适的模具或压口。

18.5.2 使用压线钳时，钳头部位及压接模具严禁敲击。

18.5.3 压线钳不应随意加长手柄使用。

18.6 千 斤 顶

18.6.1 使用前应检查千斤顶各部件是否完好，丝杆和螺母磨损

超过 20%时应报废，机壳和底座有裂缝的，严禁使用。液压千斤顶的活塞、阀门应良好无损。

18.6.2 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，不应歪斜。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。

18.6.3 不应超负荷使用，不应加长摇柄长度，否则会损坏千斤顶，还可能发生事故。

18.6.4 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、或活塞总高度的 3/4。

18.6.5 使用油压千斤顶时，应检查附油箱油位线，如需添加，应加入干净无杂质的液压油。顶升前应检查换向阀开关是否到位。

18.6.6 使用油压千斤顶时，工作人员不应站在保险塞对面，重物顶升后，应用木方将其垫实。

18.6.7 用两台及多台千斤顶合抬一重物时，应符合下列规定：

1 尽量选用同一规格、型号的千斤顶。应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，顶点布置应合理，力矩应对称，顶升速度尽可能同步，设专人指挥和监护，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，它由一个油泵同时向几个千斤顶供油，可避免受力不均。

18.6.8 高处使用千斤顶，应用绳索系牢，操作人员不应在千斤顶两侧或下方。

18.6.9 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。

18.6.10 大型油压千斤顶的油泵站工作时，应有专人管理和制

定操作制度，使用前应经检查和试运行合格。

18.7 水轮发电机组安装专用工具

18.7.1 拉刀及铣刀的使用，需遵守下列规定：

1 使用铣刀时，应首先分清拉刀或铣刀的等级，然后按拉、铣削量逐步增大拉刀或铣刀的等级。

2 用拉刀及铣刀对 T 形槽或轮环螺孔铣孔时，如用桥机拉铣，钢丝绳或拉杆应对正垂直，不应歪斜，应缓慢地提升。

18.7.2 平衡梁的使用，需遵守下列规定：

1 当吊装定子或转子需要使用平衡梁时，首先应了解平衡梁的结构特点及起吊部件的连接方式，在对平衡梁进行全面清扫干净后，再对各条焊缝和转动部分轴承进行检查和换加新润滑油。

2 应将平衡梁与吊物连接在一起，然后用桥机对平衡梁进行起升试验。

3 平衡梁使用后，应涂油保护并妥善保管。

18.7.3 盘车工具的使用，需遵守下列规定：

1 机械盘车时，应符合下列规定：

- 1) 机械盘车时，应计算钢丝绳、滑车及地锚能否满足起重力矩的要求。
- 2) 盘车时，钢丝绳、滑车及地锚附近不应站人或停留。
- 3) 用桥机来拉动时，应在专人指挥下进行工作，信号联络应明确。

2 电动盘车时，应符合下列规定：

- 1) 使用电动盘车时，所有电源应精确计算。电气设备的安装接线应由电气工作人员或维护电工操作。所用电气设备应设围栏并挂警示标志。
- 2) 电动盘车装置应按操作规程操作，防止出现反转现象。
- 3) 电动盘车装置的电气回路中，应设有防止误动作装置。

3 利用高压油顶起装置顶起转子盘车时，应在推力轴承和高压油顶起系统安装完毕并清扫检查合格后进行。

18.7.4 定子下线机的使用，需遵守下列规定：

1 定子下线机的使用，首先应了解下线机的工作原理，下线机的安装和使用程序，操作规程等。

2 定子下线机安装基础应牢靠，机械手动作应灵活、准确。

3 操作定子下机线的人员应经过培训，方能上岗。

18.7.5 转子铁片清洗机的使用，需遵守下列规定：

1 使用清洗机清扫转子铁片时，应按照铁片清洗机的操作规程操作。工作人员应穿防护服，戴防护眼镜及工作手套。

2 工作场地严禁烟火，附近严禁明火作业，或电焊、气割等工作。

18.7.6 推力瓦研磨机的使用，需遵守下列规定：

1 采用推力瓦研磨机刮瓦，首先应了解研磨机的性能、安全操作规程及使用方法。

2 使用研磨机时，所用的酒精、抹布、油脂等应有专人保管，分类存放。

3 工作场地应保持干燥整齐清洁，严禁吸烟及明火作业，附近严禁电焊、气割作业。

4 工作场地照明应充足，周围应有围栏，并挂安全警示标志。

18.7.7 大型机加工工具，需遵守下列规定：

1 安装使用前，工作人员应熟悉图纸，掌握加工工具的规格、性能、安装调试及使用方法。对于出厂装配好的部件，在施工现场不宜拆卸。

2 机加工工具的安装基础应固定牢靠，并满足承载要求。

3 大型机加工工具运转前应制定运转方案，运转时应从无负荷到有负荷，从单体运转到联合运转。每步操作应保证机床运行平稳。

4 施工现场应配备运转专用的工具、材料以及风、水、电

和现场照明，确保安全可靠运转。

5 施工现场的擦洗物、切屑应集中存放，及时处理。

18.8 机组吊装专用工具

18.8.1 清扫专用工具的锈蚀和保护漆时，应戴防护眼睛和防尘眼罩。用稀释剂渍泡专用工具丝扣时，严禁烟火，作业现场应配置灭火装置。

18.8.2 组装专用工具时，应按供货厂家规定的设计值紧固螺栓。

18.8.3 专用工具与桥机（单台或两台）动滑轮组吊耳板组合后，应检查销轴、止退板是否安装到位，螺栓是否紧固可靠。

18.8.4 螺杆环型专用工具安装时除压紧螺帽外，还应压紧安全背帽（不带螺帽的，应将丝杆全部旋入）。

18.8.5 桥机吊具拴挂钢丝绳连接专用工具吊环时，应按被起吊设备的重量配用起吊钢丝绳，其安全系数应不小于 8，应考虑绳索间夹角张力。

18.8.6 桥机（单台或两台）连接专用工具起吊发电机定子时，应检查连接部位焊缝，确认焊接可靠。

18.8.7 桥机（单台或两台）连接专用工具起吊发电机转子时，应检查、清洗推力轴承，并涂润滑油脂；与转子起吊轴连接后应检查锁卡装置是否到位，定位螺帽紧固是否可靠，并将情况汇报现场指挥。

18.8.8 专用工具与设备组合时应使用桥机低速挡，不应碰撞被起吊设备（特别是定子、转子线棒、导体等）。

18.8.9 桥机利用吊具起吊机组设备时，桥机定车应与被起吊设备重心相垂直，并应检查专用工具与桥机及被起吊设备连接正确，然后将设备吊离地面 10~30cm 停车，再次检查连接部位是否有异常，确认可靠后方可继续起升。

18.8.10 设备吊装到位后，摘除专用工具与设备连接件时，不

应使轴销、螺栓、螺帽、连接板、定位板等碰撞设备或掉入机窝内。

18.8.11 专用工具存放前应进行清理、保养，并对加工面，轴承涂油贴蜡光纸保护。存放时应用枕木支垫平稳，并应能防雨防潮。

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

中华人民共和国水利行业标准

水利水电工程金属结构与机电设备安装
安全技术规程

SL 4003—2006

条 文 说 明

目 次

1	总则	139
3	基本规定	141
4	金属结构制作	144
5	闸门安装	146
6	启闭机安装	150
7	升船机安装	153
8	引水钢管安装	155
9	其他金属结构安装	159
10	施工脚手架及平台	161
11	金属防腐涂装	164
12	水轮机安装	166
13	发电机安装	172
14	辅助设备安装	175
15	电气设备安装	178
16	水轮发电机组启动试运行	189
17	桥式起重机安装	193
18	施工用具及专用工具	195

1 总 则

1.0.1 本条款明确了制订本标准的目的。“安全第一、预防为主”是我们国家的安全生产方针，尽力控制和消除金属结构制作、安装以及机电设备安装过程中的重大风险，确保全体施工人员的安全健康，是本标准追求的主要目标。

1.0.2 明确了制订本标准的法律依据，并强调了应实施安全生产全过程的控制，这是安全生产的重要保证。

1.0.4 安全生产管理机构设置及专职安全人员的配备是实施本标准，确保安全生产的重要条件。本条是遵照《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令〔2003〕第393号）第二十三条“施工单位应当设立安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员。”而做出的规定。专职安全人员的配备数量，可参照《建筑施工企业安全生产管理机构设置及专职安全生产管理人员配备办法》（建质〔2004〕213号）执行。

1.0.5 本条款所指“封闭管理”是针对机电设备安装现场一些特别关键的工序和场所（如：定子组装下线、机组内部安装、中内控制室设备安装等）采取的小范围内的安全、保卫措施，这些部位必须持专门通行证方可出入，并严格登记手续。施工区域采用适当的封闭措施，既能使施工免受外界干扰，确保区域内的人员和设备的安全，避免无关人员擅入造成不必要的伤害，同时也是现代工程文明施工的体现。

1.0.6 干旱、炎热季节，发生火灾可能性大，施工区域和作业区制定严格的消防安全制度，配置必要的消防器具能有效降低可能的火灾事故带来的损失。

1.0.7 大、中型工程和危险地段的施工现场发生大规模灾害的可能性较大。因此，制定有效的安全事故应急救援预案，建立应

急救援组织，配备必要的应急救援器材，定期组织演练是非常必要的，及时、有效、有序的救护能大大降低灾害带来的可能损坏和损失。

3 基本规定

3.1 施工现场安全防护

3.1.1~3.1.8 这八条系针对施工现场不同环境下的安全防护设施而作的具体规定。

3.2 施工现场用电与照明

3.2.1 本条明确了对施工现场用电的基本要求。

12 本条款是参照《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》(GB 50169)制定。

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，会引起零线的电阻增大，影响保护接零的效果。

3.2.2 本条明确了施工照明的基本要求。

1 厂房、机组坑洞、廊道内采光很差，作业时应设置施工照明。灯具设置的高度，是以防碰头等。

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。此类事故已在个别工程中发生。

3.3 施工现场消防

3.3.1 施工现场及工具房如存放易燃物品，在周边进行电

焊或气焊等作业的火星、焊渣不慎溅入，可能会引起火灾事故。

3.3.5~3.3.7 施工现场因电、气焊的火星飞溅或电气线路短路可能会引发火灾；同时应根据灭火工作的要求，配备足够的扑灭不同性质火灾的消防器材，并由专人负责管理和维护，以保持其始终处于完好状态。

3.4 廊道及洞室作业

3.4.2 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）敷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。

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

3.5 底层作业

3.5.1~3.5.3 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，因此必须在合适高度处敷设挡渣或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。

3.5.4 封闭环境的底层作业场所，会出现空气流动差、排水不畅，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、排水和消防设施。

3.5.5 底层作业场所一般阴暗、潮湿，对电器设备、电动工具及其线路应有防潮（或水）的要求。

3.7 起重运输作业

3.7.3 精密设备及大件的运输、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、运输路线的拟订、吊具的设计以及起重运输组织与人员配备都应作详细的规划，并应报有关主管部门审批后实施。

4 金属结构制作

4.1 厂区布置

4.1.1~4.1.7 本节是参照《水利水电工程施工手册》第四卷《金属结构制作与机电设备安装工程》的规定和国家有关现行标准，结合目前水电站施工管理的经验进行编写。

4.1.1 施工现场的厂房、库房、办公楼等永久或临时建筑物的布置，特别强调厂址应尽量不选择在经常或易发生洪水、泥石流或滑坡等自然灾害地段，避免突发大规模的自然灾害引起人员和设备的重大损失。

4.1.6 生产车间设计强调根据制造工艺流程，合理有序地规划各功能区，以及安全通道的布置，避免出现厂内杂乱无章，影响安全生产。

4.2 钢闸门及埋件制作

4.2.2~4.2.3 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。本条根据现行的制作工艺流程，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。

闸门的总拼装时，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，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（含水机埋件的尾水管、锥管和蜗壳等）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，本条对应采取的相应措施作了规定。

瓦片弧度卷制时，需要人员反复进入滚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听从指挥人员的指令和协调指挥，严防误操作挤压伤作业人员。

4.4 无损探伤

4.4.1 无损探伤所使用的设备操作要求有较高的专业知识，对探伤成果的判断必须有一定实际经验的积累的专业人员才能胜任，本条强调培训考试的必要性。

4.4.2~4.4.3 射线探伤时，操作不慎会对人体造成较大伤害（特别是 γ 射线危害尤其大），此两条强调从事射线探伤作业的施工单位和个人的资格和操作许可审批的必要性。另外国家法规对此类操作技术规范及相应应采取的安全防护都作了规定，应严格遵照执行。

4.4.4 其他无损探伤方法所使用的材料如荧光粉、着色剂、显影剂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。

4.5 涂装作业

4.5.1~4.5.6 除本节的各项规定外，参与涂装作业必须注意的有关事项还在本标准第13章进行了规定，应一并遵照执行。

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，还应根据堆放物品的性质限制堆放高度。

5 闸门安装

5.1 闸门与埋件预组装

5.1.1 布置大型的闸门与埋件等永久设备的临时堆放场地时，应兼顾设备堆放、人员和施工设备的通行需要。闸门设备一般采取平放（面板水平），立放（面板垂直）应以稳定为前提加以控制。

5.1.2 闸门与埋件预组装

2 大型弧形闸门立位大拼组装平台应有足够的整体稳定性，用于支臂和门叶临时稳定的缆风绳的地锚装置的布置与设计，应满足稳定载荷的需要，同时要考虑施工设备的通道。

4 闸门立位大拼为高空作业，同时存在上、下层交叉作业，应敷设必要的安全隔离平台，对作业区应悬挂明显的作业范围标示牌，禁止无关人员误入造成意外伤害。

6 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必须采用低压行灯，导线应绝缘良好，门体接地应可靠。

5.2 闸门的起重运输

5.2.3 大件（或重件）吊装的起重机械设备或设施在使用前应进行全面检查与确认。

5.2.4 对于大型、超宽超限的闸门公路运输应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。

5.2.5 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。

5.2.7 闸门等重件尺寸较大，中心较高，单车翻身不仅在闸门

竖立的瞬间会产生冲击负荷，危及起重机和设备闸门的安全，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。

5.2.10 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，不采取稳定措施时，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。

5.3 闸门埋件安装

5.3.1 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，还应安排专人在上层监护。

5.3.4 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。

5.3.5 敞孔作业时，容易发生坠物伤人，因此正在作业的孔口顶部周边应尽量敷设挡物围栏布等安全设施，同时应悬挂工程标示或安全警示标志，孔口上方应指派专人进行安全巡视。

5.3.7 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。正确做法应是将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。

5.3.8 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。

5.4 平面闸门安装

5.4.1 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；闸门门体在现场时，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，应确认轴销是否穿到位，否则不应随意拆除支撑或缆风绳等安全设施。

5.5 弧形闸门安装

5.5.2 弧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，其作业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，所以应尽量配以重物使其重心外移并调整角度便于穿入锚栓架。

5.6 人字闸门安装

5.6.2 国内大型人字门高度约40m，采用分多节制造在闸室安装部位立拼组、焊接成形，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，调整好后应及时使用钢垫梁支撑，并用成对钢楔块楔紧；已焊完的部分门体应使用钢杆件与门龛墙体上埋设件连接牢固，保证门体的整体稳定。

5.6.3 门体的现场焊接作业空间狭小，节间焊接处于半封闭状态，大型人字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，应注意高温烫伤或漏电伤人。

5.6.4 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联系杆件。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。

5.6.5 人字门支、枕垫块与门体之间的狭小空隙可采用环氧或巴氏合金填充，现广泛选用环氧填料，本条文以此为基础进行论述的。

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要进行技术培训和交底。

2~3 各组分材料的存放管理应遵守《水利水电工程施工通用安全技术规程》(SL 398)第12章的有关规定。

5.6.6 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，由于操作控制室离现场较远，视线完全被遮挡，操作不慎容易发生挤压伤事故。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。

5.7 现场涂装作业

5.7.2~6.7.5 闸门涂装作业安全技术应遵守本标准第11章金属防腐涂装的有关规定，本节所指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又提出了一些具体要求。

5.8 闸门试验与试运行

5.8.1 闸门试验与运行的试验程序和内容较复杂，实施前应根据设计试验大纲编制详细的试验规程，报请设计单位和主管部门批准后执行。

5.8.10

2 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。

5.8.11 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，在试验前建筑物应经过阶段验收，试验时需要相关各方联合参与。

6 启闭机安装

6.1 基本要求

6.1.6 设备清扫所使用过的清洗液或油液、棉纱等物随地倒弃不仅污染环境，还可能引发火灾，此条规定要及时回收和集中处理。

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

6.1.8 启闭机金属结构是导体，规定对电气设备的非载流部分采取良好接地，以防触电。

6.1.9~6.1.10 门、桥的电气设备大多安装在钢箱梁内，进行焊割作业前，规定必须清理现场易燃物，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。

6.2 固定式启闭机安装

6.2.1

2 液压启闭机安装现场管路配制焊接完，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。

6.2.2 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厉禁止的。

新安装的启闭机连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、卷筒排绳器等的工作状况必须进行监视。

6.3 移动（门）式启闭机安装

6.3.1 轨道较为细长，兜吊方法吊装易发生滑脱，在高空时打

转或晃动，极不安全，对此本条规定不应采用。

6.3.2 门机架结构的门腿等竖立且尚未形成稳定体系之前，除采取设拉缆风绳加以稳定外，必要时在跨内还应增设刚性支撑。门、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、吊装作业应遵守本标准大件起重作业的规定。

6.3.3 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，本条规定在穿绕前进行“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。

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，本条规定禁止。

6.3.5 启闭机负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，一般情况下静荷载应达到额定载荷的 125%，动载荷达到额定载荷的 110%。试验前必须编写试验大纲和详细的试验作业指导书，报批后方能实施。

试验吊架应能装载全部试验块，必须进行专门设计，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。

超载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，包括过载限制器、仪表、风速仪、夹轨器、制动器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。

6.5 启闭机的调试、运行与维护

6.5.1~6.5.9 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 6.4 节规定完成试验后方可连门进行的联合试验，且应遵守 5.8 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在枢纽蓄水发电后进行操作，必须严格遵照水库调度和电厂运行部门的指令，不应随意操作启闭。

7 升船机安装

7.1 基本要求

7.1.1 升船机上、下游挡水设施与水工闸门基本相同，有关项目的作业应遵守第5章、第6章中闸门、启闭机安装、调试的规定。

7.1.3~7.1.6 升降机或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。升降操作平台属于高空运输设备，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动用。

7.2 埋件安装

7.2.1~7.2.2 国内目前的大型升船机多为全平衡重式，本条文及本章后续论述均系针对此类升船机进行描述的。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规范，且应符合设计要求。

7.3 提升设备安装

7.3.1~7.3.2 升船机提升机械设备一般布置于船厢室的顶部，机房地板上孔洞较多，提升设备与船厢室上、下交叉作业多而频繁，强调按第4章的有关规定敷设安全防护设施。

7.3.3 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，应尽量将支点设置在梁上，且应核算梁板结构的承载能力。当无法满足时，采取钢梁支垫并将支点延伸至承重梁上。

7.4 平衡重系统安装

7.4.1~7.4.3 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联系加固。

7.5 承船厢安装

7.5.1~7.5.8 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参照第5章、第6章中闸门制造与安装的相关规定执行。

7.6 承船厢设备安装

7.6.1 船厢室属底层作业，应遵守第4章的相关规定。

7.6.2 承船厢设备的仪表和安全装置繁多，包括各种检测仪表（如电压、电流、压力和温度表等）和安全装置（如制动机构、限位器、安全阀、闭锁装置、负荷指示器）等，其配备是否齐全、性能是否合乎要求将直接影响船厢的运行安全。

7.7 升船机调试与运行

7.7.1~7.7.7 升船机的调试与运行是一个复杂且综合性较强的系统工程。

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，必须遵照设计或厂家的试验大纲，编写详细的试验规程，报有关部门审后，按单机调试、分系统联动调试、无水调试、有水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。

8 引水钢管安装

8.1 基本要求

8.1.4 有的大型工程钢管安装历时数年，常规采用的脚手踏板采用木质或竹制的，会因腐蚀、老化或其他因素产生失效，需要及时检查予以报废更换，保证作业人员安全。

8.2 钢管运输

8.2.1 钢管道路运输指钢管从加工厂至安装现场卸车点间的运输。

1 目前国内已建和在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，如此规模钢管的道路运输，事先应该对沿途道路路况、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，用于固定的钢丝绳的捆绑方式应合理，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。

8.2.2 引水明钢管多沿山势或岸坡地表从进水口引至电站厂房供水处。

1 明敷的引水钢管管线长度较长，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。垂直运输即吊运的方式在8.3节中述及。

2 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。

3 钢管拖运就位时，行进阻力主要为支点处产生的摩擦阻力，并构成倾翻力矩，运用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，应适当计入动载系数，保证其有足够的安全裕度；在斜坡道上正式运输钢管前，对系统要进行荷载试验（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过恶性事故发生）。

8.2.3 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，引水洞设置的钢管有的长达数百米，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。

2 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。

8.3 钢管吊装与组装

8.3.1 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（如钢丝绳等）外，还有吊点的布置也应精心设计。吊点位置设置应根据质量中心来确定，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。

一般应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可起到缓冲作用。

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；大型钢管应采取焊接工艺吊点（如吊耳或吊轴等）的方法。从管内套兜，管口有可能割断钢丝绳，应严格禁止采用。

8.4 钢管焊接

8.4.1

5 在钢管内进行焊接的，由于有些材质焊接时需要进行热处理，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，排除烟尘，有条件的宜在每个焊接工位配备循环排烟设备。

12 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服装加以保护。

8.4.2

1 对于引水钢管管壁厚度超过 50mm 的，工程中通常采用 γ 射线进行焊缝的检查，因此除了应遵循本标准 4.4 节的有关规定外，钢管的无损探伤安全防护还应特别注意对 γ 射线探伤的安全防护。

4 γ 射线探伤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规定时，必须增设铅屏进行隔离防护。

8.4.3 国内采用爆破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 爆破消应作业具有较大的危险性，因此应对施工单位的资质及其作业人员的资质进行严格审查。严禁无资质的单位和无证人员参与相关项目的施工作业。

2 爆破消应作业必须严格遵守《水利水电工程施工通用安全技术规程》(SL 398) 8.4 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 爆破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，后续作业前一定要全面检查和恢复。

8.5 钢管现场焊缝防腐涂装

8.5.4 在竖井和斜坡道上的管道内现场涂装作业一般采用活动式平台，平台的设计应遵守有关设计规范和 10.2 节的规定。用于移动平台的牵引系统设置应有足够的安全系数，操作人员应遵照特种设备使用管理的规定。

8.6 钢管内支撑拆除

8.6.1 斜坡道、竖井内钢管以及大型钢管内的支撑结构拆除属高空作业，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，经有关主管批准后监督执行。

8.7 钢管水压试验

8.7.1 引水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试验规程，具体内容应包括设备和仪器配置、试验程序、试验人员的配备以及现场的协调措施等详细内容，正式试验前应由设计单位和主管部门审批后方可执行。

9 其他金属结构安装

9.1 钢网架安装

9.1.4~9.1.5 钢网架构件吊装时，下层作业应停止。网架后续部分项目施工在采取可靠防护措施的前提下可与下层交叉作业，作业部位应敷设安全网，必要时敷设隔离防护层，存在焊接或气焊作业的，还应使用阻燃物（如石棉布等）加以隔离。

9.1.6 地面厂房钢屋架应尽量组成稳定的片进行安装，受设备起吊能力限制，不能整片吊装就位安装的大跨度厂房，可将梁系组成单榀进行吊装，但应注意桁架结构吊装变形，必要时采取专用辅助吊架或平衡梁。

9.1.7 地下厂房屋顶一般先安装屋架（或拱圈梁），穿插进行檩条安装和瓦的敷设，主要采用厂房内布置的临时桥机或永久桥机作为运输载具，并利用其搭设临时作业平台，运行时应仔细检查构件和平台设施是否与墙壁发生干涉。

9.2 供料线系统钢结构安装

9.2.1~9.2.3 本条文中涉及的供料线，是指用于大坝施工的塔（顶带）等高强度混凝土入仓设备的配套设施。

大型水利水电枢纽工程中已使用的拱料线桁架长度最大达75m，配套的支撑立柱有的独立高度达100m以上，作业多处高凌空环境，运输、吊装的施工安全问题尤为突出。

供料线立柱基础的承载能力和平整度，直接影响到立柱的稳定性和垂直度，对基础螺栓和基础板的预埋要有严格要求。

9.3 钢栈桥安装

9.3.1~9.3.2 本条文系针对水电站大型施工机械专用钢栈桥和

施工专用公路钢栈桥施工而制定，其施工应遵守国家颁布的桥梁专业施工的有关规定。

9.3.3 栈桥立柱基础的承载能力和支承垫板的平整度，对桥梁的正常使用影响较大，对埋设的螺栓和基础板的预埋要有严格要求，栈桥梁板安装前，基础混凝土应有足够的强度。

9.3.4 栈桥立柱及联系杆件安装应严格按照设计和有关规范施工，连接螺栓孔对位应使用工艺过冲等机具，禁止随意使用火焰修割螺孔，螺栓的预紧力矩应符合要求。

立柱顶部的铸钢或盆式橡胶支座的安装质量对桥梁影响到安全可靠运行，安装时应按设计和制造厂家说明书安装，活动支座应能活动自如。

10 施工脚手架及平台

10.1 施工脚手架搭设

10.1.1 用于保证重要部位的施工安全设施中需要的埋设件，应在设计和施工前进行规划布置，如随意取消或改变结构，可能对后续施工造成不利的局面。

10.1.2~10.1.3 随着国内水电开发事业的发展，大量高坝不断涌现，超高脚手架搭设比较普遍，工程中已有高度达 90m 的脚手架垮塌的严重事故发生。此两条特加以强调，对于此类超规模的脚手架的设计和施工应进一步规范化。

10.1.4 脚手架安全直接威胁着施工人员的安全，达到一定规模的脚手架搭设应作为一项重要的临时工程，参与施工的作业人员的资质以及作业规程应符合条件。

10.1.5~10.1.6 此两条系对脚手架稳定性的要求。大坝或水道等建筑物中的闸门井同时也是施工的人行通道，位于人行通道上方的安全隔离层应能确保人员通行的安全。

10.1.8 脚手架工程应遵守 SL 398 第 5 章的有关规定。本条进一步对高度超过 25m 的脚手架的设计和施工加以强调。

10.1.12 门槽施工脚手架设计大多是按人群载荷并考虑少量材料进行设计的，对其用途应使用警示标志明示。对于没有计算二期混凝土施工机具和材料载荷的脚手架，应严格禁止随意堆放规定外的材料，以免引起超载失稳。

10.1.14 脚手架施工结束，应严格按此条文规定进行整体验收，以确认其达到设计的要求。未经验收的脚手架应禁止投入使用。

10.2 移动式操作平台和悬挑式平台的搭设

10.2.1 移动式操作平台与悬挑式钢平台的使用是非常普遍的，

而也是经常容易忽视的，对其应严格执行设计审批程序。

10.2.2 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应经过严格规划设计，其安全与否直接关系到作业人员的安全。停留作业时的导向或临时支撑（或稳定支撑）应可靠。

10.2.3 在潜孔和大坝下游面悬挑闸墩等部位常常使用到悬挑式钢平台，其整体刚度（或稳定性）应在设计阶段进行详细计算。用于固定平台的埋件应严格按照设计要求进行施工。

10.3 施工脚手架与平台的使用及维护

10.3.3~10.3.4 对长期使用的脚手架应制定经常性检查与维护制度，使用过程中严禁超载（有些工程的脚手架因管理不善，造成部分管、扣件丢失，加上超载使用引起整体失稳而垮塌的恶性事故已有发生）。

10.3.5 混凝土泵送管和起重设备在工作时震动一般较大，对脚手架的整体稳定是不利的，因此应专门设置支撑，不应固定在脚手架上。

10.3.6 雨、雪天气，因潮湿或结冰造成通道湿滑，影响人行安全。对闸墙外暴露的人行梯道的塔脚板应采取适当防滑措施。

10.3.7 一般的脚手架设计规定的使用风速不大于5级，露顶式及大坝上下游面等部位在超过5级大风条件下，一律禁止作业。

10.3.8 脚手架上的脚手板、安全防护网等均属易燃或可燃物品，现场进行电、气焊作业时应安排专人巡视监护，以防飞溅的火星引起火灾；在井或深孔内进行吊装作业时，起重人员视线易被遮挡，应在不同高度段设置监护哨。

10.3.9 闸门井内进行构件吊装作业时，因设计不合理可能会出现个别脚手架杆件妨碍的现象，应分析判断其是否为主节点处纵、横水平杆，处理时必须经过设计人员认可，并采取必要的补强措施。严格禁止随意变更或拆除脚手架结构的行为。

10.4 施工脚手架的拆除

10.4.1~10.4.2 脚手架的拆除应与其搭设施工同等看待，严格履行报批以及作业前的技术安全交底等程序。

11 金属防腐涂装

11.1 材料的保管

11.1.1 用于涂装的油漆涂料及汽油、酒精、松香水、香蕉水等辅助材料具有易燃、易爆和流动性好的特性。有些涂料对身体有害。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。

11.1.2~11.1.3 此两条是对 11.1.1 条的补充。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。

11.2 涂装作业场所布置

11.2.1 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《涂装作业安全规程 涂装工艺通风净化》(GB 6514)中作了规定。

11.2.2~11.2.6 这五条是对 11.2.1 条的补充并加以具体化。防腐涂装作业场所的通风目的和基本要求是使作业空间内的漆雾等有害物和可燃性气体的浓度达到安全范围；作业现场的照明必须满足防爆要求。

11.2.9 有些工程所处地带较潮湿、寒冷，涂料固化时间长满足不了工期要求时，需要考虑加热以加快固化的措施，但应禁止明火，防止火灾发生。对确实需要维修而使用火焰等的，应制定相关安全措施，对现场残留可燃的遗留物应彻底清理，并配备足够而有效的消防器材。

11.2.10 定期的检测与维护，是保证喷漆室设备正常运行使用的必要措施。

11.4 涂料喷涂

11.4.1 水工金属结构设备大多要求在现场进行最终一层的涂

装，且多为高空作业，危险性高。涂装操作人员除了应接受专业技术培训外，现场安全作业的培训也是不可少的。

11.4.2 对密闭或半密闭以及管道内的涂装作业现场的通风设施应严格按照规定敷设；涂装操作人员的劳动防护用品的配备经常容易忽视，且无章可依，本条强调应遵循《劳动防护用品选用规则》(GB 11651)。

11.4.3~11.4.4 涂料涂装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。

11.4.5 在通风不畅及半封闭的空间内进行涂装作业，因气流不畅，易出现容器内有害气体积聚浓度过高，对作业人员人身安全威胁较大。另外发生意外救助不及时会危及人的生命，应在现场设专人监护。

11.5 金属热喷涂

11.5.1 金属热喷涂作业对操作人员的素质要求较高，必要的专业技术知识和安全培训必不可少。

11.5.3 参与热喷锌作业等有毒喷涂操作的人员，应严格佩戴头盔类的面罩安全防护用具。现广泛使用的面罩已无须接氧气管路，此条对仍采用氧气管路的帽盔进行强调。

11.5.4 与喷涂作业的设备配套的氧、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，此条强调必须遵守。

11.5.7~11.5.11 这五条均系针对采用氧、乙炔焰进行热喷涂作业而言的，除了这些规定外，未尽事项还应遵守 SL 398 第 9 章的有关规定。对于采用电喷涂作业的规定不在此条的范畴。

11.5.12 此条强调施工人员的现场用餐安全习惯。

12 水轮机安装

12.1 清扫与组合

12.1.2 本条目的在于针对设备组装技术要求，对设备安全进行必要防护。同时考虑施工场地消防及工作人员的人身安全。

12.1.3 本条针对大尺寸精制细牙螺栓而言。特别是不锈钢部件，应防止锤击、强力扭紧而造成螺纹咬合、损坏。

12.1.6 本条主要是防止工具脱落造成工作面下方设备损坏及交叉作业人员人身伤害。

12.1.8 在转轮体或大轴内工作时，由于施工空间狭小，设备安装高程较低，空气不流通，当施工人员发生意外时救助较为困难。因此，工作部位应做好通风及防触电安全防护。

12.1.10 本条主要目的是保证设备连接件安全，同时防止设备及工具突然损坏时，造成工作人员失去重心而造成人身伤害。

12.2 埋件安装

12.2.1

3 尾水管安装场地复杂，涉及多个工种交叉作业，而且多属高空作业。设置通畅牢靠的交通通道，配置安全护栏、安全网等安全设施，可以有效地防止对施工人员和施工设备造成意外伤害。

5 考虑到尾水管扩散段施工部位环境潮湿，可能存在积水现象。使用电焊机、角磨机等电气设备时，应按规范要求设置漏电装置，防止电线、电气设备老化漏电等现象造成施工人员触电。

6 设备安装前，应对设备支撑件、吊具、吊耳及固定部件进行检查，防止设备坠落、倾覆造成人身伤害。

12.2.2

1 凡是施工部位作业通道距基准面 2m（含 2m）以上者，

视为高空作业通道。通道应设置安全护栏和脚踏板，防止物件及工作人员坠落造成安全事故。

7 在某电站蜗壳节安装调整中，曾遇到因斜楔与压码配合面粗糙而造成崩裂伤人事件，此条要求斜楔与压码配合粗糙度应满足要求，以利于保护设备及施工人员人身安全。

9 对大型水轮机过流部件防腐时，需搭设排架及支撑，工作环境复杂，防腐材料含有对人体产生伤害的气体，工作人员及工作环境应切实做好防火、防毒、通风等防护措施。

12.2.3 部分电站设计要求蜗壳在焊接完成后进行水压试验，并进行保压浇筑混凝土。本条1~10项规定的主要目的是在蜗壳水压试验及保压浇筑混凝土期间，加强试验监护，防止设备及人员意外伤害。

12.3 导水机构安装

12.3.2 考虑到部分大型机组的座环需要现场机加工，加工精度较高，需要利用大型机床进行机加工，操作人员不仅应具有专业技术知识，还必须具备相应的机床操作安全防护意识，杜绝违章操作造成人身伤害。

12.3.3 当需要较长时间对吊装设备进行清扫检查时，应对吊件进行支撑防护，防止误操作或意外使设备滑落而造成人员、设备伤害。

12.3.4 水轮机导水机构部件装置高程较低，部件重量轻，起重司机距工作面距离较大，起重信号与司机操作之间存在时间差异，经常发生配合不当而造成人身伤害事件。本条要求吊装此机构零星部件时，必须保证信号畅通。导叶吊装时，工作人员需在底环上工作。转轮部位应设置安全网，防止工作人员意外滑落到尾水管内。

12.3.8 进入水轮机室和蜗壳内的工作人员，应走专门设置的行人通道，吊物孔严禁作为行人通道或排污、排水通道，以防止吊物意外坠落而造成人身伤害。

12.3.10 主要考虑到当使用电镀或刷镀对工件缺陷进行处理时，需使用腐蚀性较强的电镀液。使用金属喷涂时，溶沸金属温度较高，这些溶液都会对人体造成巨大损伤。使用前必须做好可靠的安全防护。

12.4 转轮组装及连轴

12.4.1

1 在使用厂家供货的专用工具前，应了解其使用性能及方法，防止盲目操作造成设备损坏及人身伤害。

2 对轴流转浆式转轮而言，其组装件较多，机加工精度高，部分组件结构形状复杂，部件组装空间较小。设备吊装时应保证起吊平稳，防止倾翻、脱钩等不安全状况发生。

3 在装配叶片转动机构时，由于转轮体内部空间狭小且工作人员需要在其中工作，所以每装一件都应用厂家提供的专用工具及其他适用工具进行临时固定牢固，以确保工作人员能安全施工且又不损伤设备。

4 在利用桥机紧固螺栓时，钢丝绳与扳手夹角在小于 75° 时其向心分力（针对该螺栓而言）较大，容易损伤扳手和钢丝绳；钢丝绳与扳手夹角在大于 105° 时其离心分力较大，容易造成扳手滑脱和钢丝绳拉断。导向滑轮位置应与扳手运动线路在同一直线上，否则会造成扳手滑出、钢丝绳整劲或钢丝绳崩出的事件，易伤害工作人员及损伤设备。

7 转浆式转轮油压试验

- 1) 转浆式转轮油压试验场地布置有油罐、油泵及油管路等易燃物品，所以必须采取严格有效的防火安全措施，防止火灾事故发生。
- 2) 本条规定目的是防止在油压试验的过程中管路、接头、法兰、压力表等处发生压力油泄漏并伤害工作人员。
- 3) 考虑到转浆式转轮的机械传动系统及各部轴承、导向瓦、叶片与转轮体间隙等装配是否符合设计要求，能

否灵活动作。所以作本项规定。

- 4) 按防火安全要求进行规定。
- 5) 防止在油压试验的过程中堵板、法兰、焊口等处压力油泄漏伤害工作人员。

12.4.2

1 部分分瓣转轮采用卡拴组合结构。在施工现场组装转轮时，需对卡拴进行烘箱烘烤，使卡拴伸长后再进行安装。此时卡拴温度较高，施工人员应切实做好安全防护，防止被高温灼伤。

4 转轮焊接时，设置专用引弧板，目的是防止焊接件损坏。引弧板材质应与焊接件材质相同，以避免焊接件材质组成成分发生破坏。

12.4.3

3 主轴法兰面进行研磨时，应采取可靠措施，防止研磨平台滑落造成人身伤害。

4 主轴加工法兰面采取可靠的防护措施，以防止精加工面损坏，对于尺寸及重量较大的主轴宜采用翻身靴，翻身靴由钢结构焊接加工而成。

6 部分水轮机零部件如固定部分止漏环、导叶抗磨件等，需在施工现场进行冷套。本条规定的目的主要是防止部件进行冷却时，由于操作不当造成人身伤害。

12.5 转轮吊装

12.5.1 机组安装时转轮室（或基础环）距尾水管底部一般都有2m以上的垂直高度。为防止施工人员坠入尾水管，所以必须设置安全防护平台，平台且应将锥管完全封闭。此平台还可以作为机组安装施工的工作平台。

12.5.3 因为转轮叶片上较光滑，且叶片与叶片间缝隙较大，为防止施工人员滑落，必须设置安全保护网。某电站曾经发生过人员由此处坠落至尾水管的伤害事故。

12.5.10 主轴安装后，在转动部件上的所有焊接工作必须接专

用地线，是为了防止焊接电流通过推力瓦与镜板、导轴瓦与轴承形成回路而损伤设备。

12.5.13 为在危险部位和较隐蔽部位的工作人员发生事故或险情时，有人及时救援或报警而规定的一项安全措施。

12.6 导轴承与密封装置

12.6.1~12.6.3 这两条目的在于针对设备组装技术要求，对设备安全进行必要防护。同时考虑施工场地消防及工作人员人身安全。

12.6.4 因为导轴承和密封装置的安装须在机组盘车合格后才能进行正式安装，其零部件需要先行放置在支持盖（或顶盖）内，所以必须按安装顺序排列整齐、放平、垫稳，防止零部件滑落造成挤伤或压伤工作人员。

12.6.7 导轴承油槽在安装和进行煤油试验时，其内部有油或其他易燃物品，必须做好防火安全措施，防止火灾发生。

12.6.8 考虑到油槽内空间较小，且地面较滑，人工搬运较重轴瓦时易发生人身安全事故或造成设备损伤事故。

12.7 接力器安装

12.7.1 直缸接力器一般设计成圆柱体，所以在分解接力器时，为防止其转动，必须垫稳。

12.7.3 考虑到接力器设备上弹簧的预压力一般较大，所以需要采取相应防护措施。

12.7.4 活塞涨圈的弹性较大，与缸体之间间隙很小，在拆装时需采用专用导向器具或其他适用工具，防止挤手。

12.7.5

1 防止在油压试验的过程中管路、接头、法兰、压力表等处压力油泄漏并伤害工作人员。

2 使用电动油泵时，为防止接力器缸体与活塞动作时蹩劲而使油压突然升高，所以必须装设防止油压过高的保护阀组。

3 考虑到接力器缸体与活塞等装配，是否符合设计要求，能否灵活动作，所以油压装置的操作、试验、测量，应统一安排，进行操作时应分级缓慢升压，停泵稳压后，方可进行检查。

4 按防火安全要求进行规定。

5 防止在油压试验的过程中堵板、法兰、焊口、丝扣等处压力油泄漏伤害工作人员。

6 油压试验场地布置有油罐、油泵及油管路等易燃物品，所以必须采取严格有效的防火安全措施，防止火灾事故发生。

12.8 进水阀安装

12.8.1

5 防止人员进入试验区域受到伤害。

6 防止其他人员误操作，伤害到进入试验区域检查的工作人员。

12.8.2

7 防止人员进入危险区域受到伤害。防止其他人员误操作，伤害到进入试验区域检查的工作人员。

13 发电机安装

13.1 基础埋设

13.1.2 本条施工部位临空作业，且水轮机室一般有作业人员工作，设置工作平台和安全防护栏杆，旨在防止物件及工作人员坠落造成安全事故。采取隔离防护措施主要是防止物件坠落造成水轮机室设备损坏和作业人员人身伤害。

13.1.3 机坑内为主要作业场所，设备和人员高度密集，且场地狭小，埋设阶段大部分工作面临空作业。本条主要是防止传送物件脱落造成机坑作业人员人身伤害和设备损坏。

13.1.4 主要是防止混凝土渣飞溅和工作人员工具滑脱造成水轮机设备损坏及机坑作业人员人身伤害。

13.2 定子安装

13.2.1

3 主要是防止分瓣定子因稳定性不足倾覆造成设备损坏和作业人员人身伤害。

4 定子机坑组装属高处临空作业，本条主要是防止作业人员滑跌或高处坠落造成安全事故。

6 一是保证测量数据的真实可靠；二是防止工作人员意外伤害。

7 防止设备损坏。同时考虑施工场地工作人员人身安全。

10 定子为重点防火部位，必须严防火灾，防止因火灾损伤定子线棒而造成重大设备安全事故。

13.2.2

2 防止工作人员受到挤伤、划伤和定子铁心损伤。

4 为了防止在定子连接件上进行焊接作业时焊接电流直接通过定子铁心造成局部过热损伤铁心。

13.2.3

4 定子线棒绝缘材料采用腐蚀性较强和有毒化学品配置而成，对人体易造成伤害，使用时必须做好可靠的安全防护。

13.3 机架安装

13.3.2 机架安装调整

1 防止将金属物件带入机组内部影响机组运行安全。

3 尽量减少机坑焊接工作量和动火频次，防止焊渣飞溅损伤设备和发生火灾事故。

13.4 转子组装

13.4.1

8 转子轮毂热套恒温阶段温度达 80℃ 以上，施工人员应切实做好安全防护，防止被高温灼伤。

13.4.2

3 防止转子支臂失稳倾覆造成设备损坏和作业人员人身伤害。

7 转子焊接时，设置专用引弧板，目的是防止焊接件损坏。引弧板材质应与焊接件材质相同，以避免焊接件材质组成成分发生破坏。

13.4.3

1 转子铁片清洗使用溶剂一般为挥发性较强的易燃品。本条主要是防止火灾和因通风不良造成作业人员窒息。

6 转子铁片堆积时，工作部位高度一般大于 2m，转子轮臂之间多孔洞，应用木板或钢板铺平，以防止作业人员滑跌和坠落造成人身伤害。

13.5 主要部件吊装

13.5.6 本条规定的目的是在定子吊装就位时，防止高空坠物伤人。

13.6 轴瓦研刮

13.6.2 推力轴瓦、镜板为发电机关键部件，应采取措施加以保护。主要是防止推力瓦面、镜板面受到损伤。

13.6.8 防止轴瓦研磨时滑脱造成设备损坏和作业人员人身伤害。

13.6.9 防止轴瓦瓦面受到损坏。

13.7 推力轴承及导轴承安装

13.7.1 油槽在安装和煤油试验时，其内部有油或其他易燃物品，必须做好防火安全措施，防止火灾发生。

13.7.4

2 推力头热套加温温度一般达 80℃ 以上，施工人员应切实做好安全防护，防止被高温灼伤及损伤测量工具。

4 防止加垫不均影响机组轴线。

13.7.5 防止高压油顶起装置的油系统管路造成压力油泄漏并伤害工作人员。

13.7.7 为了防止焊接电流通过推力瓦与镜板、导轴瓦与轴承形成回路而损伤设备。

13.9 机组轴线调整与机组内部作业

13.9.1 防止转动部件转动过程中发生设备损坏和作业人员人身伤害。避免转动部件与固定部件结合面间因有杂物而影响盘车数据的真实性。

13.9.8 防止机组内部遗留物危害机组安全运行。

13.9.10 在发电机转动部分或固定部分上进行电焊作业搭接专用地线，是为了防止电击穿定、转子线圈绝缘和损伤推力瓦、镜板、导轴瓦等设备。

14 辅助设备安装

14.1 调速系统安装

14.1.1

1 设备安装时应有一个好的施工环境，同时应具有良好的施工照明。

2 调整器通常一般布置在电站厂房水轮机层，厂房桥机不能一次吊装就位，需要二次转运。因此为考虑调速系统设备的吊装，一般要事先预埋锚钩。为考虑设备的吊装和工作人员的人身安全，锚钩应按设备重量的 5 倍进行强度计算选择。

3 为考虑设备的吊装和工作人员的人身安全，设备吊装前应按规定选择吊装设备及吊装器具。

9. 设备进行耐压试验时，安全阀有可能误动，变送器表计等自动化元件在耐压试验时容易损坏。应拆除后利用标准堵板封堵后才能升压，保证设备和试压人员的安全。

14.2 供排气系统设备安装

14.2.1 设备安装时应有一个好的施工环境，同时应具有良好的施工照明。

14.2.2 供排气系统设备通常一般布置在电站厂房、副厂房，厂房桥机不能一次吊装就位，需要二次转运。因此为考虑设备的吊装，一般要事先预埋锚钩。为考虑设备的吊装和工作人员的人身安全，锚钩应按设备重量的 5 倍进行强度计算选择。

14.2.3 为考虑设备的吊装和工作人员的人身安全，设备吊装前应按规定选择吊装设备及吊装器具。

14.2.5 设备清扫分解时，主要强调应有良好的通风；清扫中的溶剂应妥善保管，及时回收；使用过的棉沙、布、油纸等应存放在有盖的金属容器中，清扫区域应设警戒区等。其目的是防止发

生火灾。

14.2.7 设备运行时，应严格按运行操作规程进行操作，提醒运行和清洁人员不要在运转设备上擦洗和修理，以防意外事故发生，造成人身安全和设备的损坏。

14.2.8~14.2.9 主要强调设备运转前应对安全阀、表计以及自动化元件等进行调整 and 校验；确保设备及运行安全。

14.2.10 设备运行时试验人员至少应有两人，保证一个人操作，一个人监护。

14.2.11 设备运转前，首先应检查系统各控制阀门开启和关闭的正确性，强调安全卸载阀应调整在卸载状态，保证设备首次运转的安全。设备启动后，调整安全卸载阀使其缓慢升压，过程中应有专人监护，保证设备不过载运行。

14.3 供排油系统设备安装

14.3.2 强调在作业过程中应严格劳保着装，注意自我保护意识。

14.3.3 油管酸洗时和在配制酸碱液时应严格劳保着装，重点强调酸碱液配方时应先加水后加酸。管子酸洗完后，应及时将酸洗槽盖板盖上，并在有盖的地方设警示标志，防止意外事故发生。

14.3.4 在油罐内清扫或刷漆时，应有专人监护，轮换作业，严格劳保着装。

14.3.6 设备运转前，首先应检查系统各控制阀门开启和关闭的正确性。系统管路充油过程中应有专人巡回监视，发现漏油应停止充油，系统管路无压时进行处理，防止有压处理造成事故发生。

14.3.7 管路循环冲洗时应派专人巡回监护，主要防止漏油。循环冲洗区内禁止电焊作业，其目的是防止发生火灾。

14.4 供排水系统设备安装

14.4.2 提醒作业人员在设备吊装时，应了解设备的吊起重量，

并根据设备的形体选择合理的吊装方式。运输设备时，应了解小车的装载性能，运输过程中应防止设备倾倒伤人。

14.4.3 使用自制的三角扒杆应符合吊装重量要求，并对三角扒杆和手拉葫芦等进行定期或不定期检查，以防发生三角扒杆焊缝开裂和其他缺陷引起的安全事故。

14.4.6 深井泵泵组和扬水管吊装前应核算厂家提供的专用吊具和夹具的强度是否符合设备吊装重量要求。泵组和扬水管吊装组对手拉葫芦链条应锁死，主要目的是防止手拉葫芦误动伤人。

14.4.7~14.4.8 因潜水排污泵设备一般安装在集水井底部，作业环境湿度较大，又属于高空作业，使用的照明灯应选择低压安全灯，脚手架搭设应符合排架搭设规范要求，井内施工应考虑通风排烟装置。

14.4.9 设备运行时试验人员至少应有两人，保证一个人操作，一个人监护。

14.5 采暖通风系统设备安装

14.5.2 通风设备搬运和吊装时对设备的捆绑提出了严格的要求，避免吊装位置选择不当造成对设备的损坏。

14.6 消防系统设备安装

14.6.7 对气体消防灭火系统设备钢瓶、阀组、自动化元件等进行保护，防止因物体打击使设备损坏发生泄漏伤人。

14.6.8 气体消防灭火系统管压力试验属高压试验，试验时应缓慢升压，试验区设警示标志，检查时人不应正对焊缝、接头和封堵部位，以防发生泄漏伤人。

14.6.9 管路进行射线探伤时，应设置警戒区，防止非作业人员进入射线区。

15 电气设备安装

15.1 主变压器与带油电抗器安装

15.1.1

3 在基础受力部件安装时，容易发生碰伤、刺伤，因此，作业人员应戴防护手套。

4 规定了基础受力埋件应在土建工程完成后进行检查，对检查人员提出了相应的安全要求。

15.1.2

1 变压器、电抗器的装卸及运输工作是一项涉及多单位、多部门的工作，因此做好调查、了解是安全前提，在调查、了解的基础上作出详细的安全措施后应全面向所有参与作业人员进行安全技术交底。

2 达不到要求的路况范围应包括公路、桥梁、涵洞等。

3 变压器、电抗器在运输过程中的速度（包括加速度）、倾斜度都应限制在允许的范围内，当设备厂家有规定时应按设备厂家规定值执行。

4 有坡度运输时必须设置防滑措施。

6 设备卸船时下沉或上浮的位差值可从船主方取得。

15.1.3

1 安全技术交底的对象是所有参加作业的工作人员、检查人员、试验人员。

2 吊运工作应专人统一指挥，指挥信号清晰、明确是安全的基本条件。

3 本条中“防滑鞋”，应是能防油滑的鞋子。

4 厂家提供的专用吊具时应优先采用。

5 停机复查时，应设置相应的保护垫块以防万一。

6 “充分排氮”，是指变压器箱内经排氮并经测氮仪进行测

量确定含氮量浓度为安全值。

7 “可靠支撑”，只在变压器罩在无法移开的特殊场合而采用，一般不宜采用临时支撑，除非变压器厂家有特殊说明和相应的安全措施。

8 在壳式变压器内工作或内检查时，建议在工作区域下方设置防掉安全布，以防止物件掉入变压器内，某电站进口的500kV壳式变压器有类似教训。

9 近几年来，地下发电站建的较多，变压器布置地下厂房也较多，变压器（包括电抗器）身检查应选在较干燥的时间段进行。

11 检查人员包括进箱体内和在外直接配合进箱体内部的工作人员。本条中的“梯子”应为木梯。当采用金属铝梯时，梯的上下端头应有可靠的绝缘垫块。

12 本条中的枕木垫块，应为干净结实专用枕木垫块。

13 处理引线时，应采取绝热和隔离措施，除了防火外还有防损伤邻近绝缘的作用。

14 “消防器材”中应有灭油起火的消防器材。

15 设立警戒线，悬挂警示标志应采用规定的色调。

15.1.4

2 尤其是高压套管开箱后翻身吊立时更应注意对套管瓷质部件要采取防护。

3 在套管的吊装与引线的连接工作中，进行此项作业时，在箱体内配合的人员除了防止挤手外，还应加强注意套管在插入变压器箱内时与箱壁碰撞。

4 实践证明在变压器箱内作业，用白布将扳手类工具系在手上是有效的防滑脱事故的办法。

8 遮栏、悬挂警示标志、设警戒线应采用安全色调。

9 一般变压器高压试验都有试验大纲和操作规程，应严格依据试验大纲和操作规程进行作业。

10 做完直流高压试验后应立即进行此项工作，以免

漏掉。

15.1.5

1 变压器就位时清除轨道两侧空间的障碍物是保障安全的必要前提。

2 变压器的搬运工作包括机械搬运、土法搬运及就位时的调整等工作，由于工作性质要求一致性，因此应有专人统一指挥，指挥信号应清晰明确。

3 经验证明变压器在现场运轨道运输时发生卡轨的几率较大，因此运输时，设置专人监视是必需的。

4 在运行中的钢丝绳一般处于受力态，意外的过载情况或钢丝绳检查不细有可能造成钢丝绳断股或全部拉断，如作业人员靠近是危险的。

5 在变压器本体运输途中暂停时，除了设置相应的安全措施外，还应设置专人监视以防万一。

6 垫物支承点应设置的数量、位置，都应按千斤顶的数量、位置进行布置。

7 变压器定位后的固定方式一般按设备厂家规定方式和要求进行固定。

15.1.6

1 由于变压器现场干燥的方法有多种，因此安全技术措施应与干燥的方法相对应。

2 电源及导线计算为干燥工作所必需，负荷保护和温度报警装置设置是安全的前提。

3 经验表明，事故多出在深夜，因此应加强深夜人员值班。

4 用涡流干燥时应使用绝缘线。

5 一般 220~500kV 级变压器抽真空时，变压器箱体均能满足抽真空条件。对 110kV 及以下变压器应特别注意。

6 本条主要适应现场或车间用涡流干燥或油加热干燥。

7 遮栏、挂警示标志应采用明确的安全色调。

8 应参照厂家的指导文件布置温度监视装置及设置。

15.1.7

2 滤油机最大负荷值出现在加热器的投入最大值，因此在电源导线选择、计算时应有一定的裕量。

3 本条多指室外滤油作业，室内应依具体情况来相应设置防尘、防雨等措施。

4 一般滤油机对加热器的投入和切除都有明确的规定，应参照执行。

5 在滤油期间火源及烤箱尽可能不设在工作区域内，当无法远离时必需与滤油设备隔离，并配备相应的消防器材。

6 滤油纸烘干过程中温升应按要求设置。

15.2 构架、铁塔安装

15.2.1 施工前进行交底的对象应是所有参与本项作业的全部人员。

15.2.2 设置安全监护人员是安全的需要。

15.2.3 在工作的中途如遇上雷雨、暴雨、浓雾、冰雪及六级以上的大风天气应立即做好必要的安全防范工作并停止作业。

15.2.4 保护用具定期检查或试验，是指由专业部门进行检查或试验。

15.2.5 患有高血压、心脏病等人员不宜从事高空作业，其中包括具有恐高症的人员也不允许直接上高作业。

15.2.6 高处作业人员的衣袖、裤脚应扎紧的目的，一是为了工作便利；二是为了防止因衣袖、裤脚未扎紧造成意外钩挂事故。

15.2.7 设备上的爬梯、步道应一次安装焊接完毕。因结构原因或设计要求如一次不能焊接完毕，应做上明显的标记以防误入。

15.2.8 构架上的垂直爬梯一般均为单人爬梯，只允许一个人上下。

15.2.9 传递绳应优先择用尼龙绳。

15.3 高压开关安装

15.3.1

2 组件翻身、移位时容易出现挤手、压脚事故，因此作业时要有专人统一指挥。

15.3.2

1 捆绑牢靠并确认捆绑是否牢靠是防止在起吊组件时发生事故的必要措施。

2 起吊时应有专人指挥，信号应明确、清晰是保障安全的必要。

3 在高空作业中常因脚手架不牢靠，爬梯简陋，平台周围不设防护栏杆和挡脚板，移动式作业车底部不垫平稳而发生人身伤害事故。

4 在设备或部件上端作业时，防止扳手滑脱是安全的需要，采用力矩扳手作业，一般不容易出现滑脱事故。

5 对于液压、气动及弹簧操作机构，禁止在存有应力及弹簧储能的状态下进行拆装检修工作。这是因为此时开关处于非静止状态，作业时容易出现伤害人和设备的事故。

6 空气开关在调试中曾发生过爆炸伤人事故，虽然几率很小，但作为安全以防万一，作业时设防护措施是必要的。空气开关的分合闸一般噪声很大，在近处极容易伤耳，作业人员戴防护耳塞或耳罩并应通知附近其他的工作人员是完全必需的。

7 调整开关时，将跳闸机构锁住，是防止误操作或误跳的最有效办法。

8 尤其是经过电弧燃烧过的 SF₆ 气体具有毒性，人体接触会受到直接伤害。

9 在高电压区作业时更应有预防感应电击人的防护措施。

11 要使被试物的金属外壳可靠接地，加压引线应牢固，并尽量短一些，除了试验需要外，对安全也是必需的。

12 试验接线必须经过检查是保障正常试验和安全的前提，

未经监护人同意任意拆线可能导致试验无效。试验途中遇雷雨停止高压试验是安全所需。

15.4 母线安装

15.4.1

1 在高电压工程或相邻带高电压近区施工时容易出现因绳、尺带电而伤人。

2 在软母线上工作系好安全带是最基本的安全保障手段。除了系好安全带外，检查母线及金具的固定情况也是必需的。

3 考虑到在母线上工作大都在高空，因金具材料不符合要求或构架横梁不牢固易出事故，虽然事故的几率很小，一旦出事故对人的损伤是致命的。又因目前市场上劣制材料，使人防不胜防，虽有检验、检查、验收程序，但难免有漏检的，因此作业前有必要进行仔细检查。

4 指高空接线时，由于作业受条件限制和不方便，有可能失手掉物件而伤人，因此作业的下方不应有人站立或行走。

5 紧线时的速度慢些是工作安全的需要。

6 切割导线是指切割多股导线，在切割导线的两侧用细铁丝进行捆绑牢固是防止在切断时导线松股弹起伤人。

7 母线搭接所使用的油压机的工作压力一般都在几十吨到上百吨。在夹盖卸下状态使用，一是容易坏设备；二是容易伤人。

8

- 1) 考试合格证必须在规定期限内才能允许持此证上岗。
- 2) 一般炸药、导爆索及雷管存放及管理均有严格的特殊规定，因此除了本条外还应严格执行有关特殊规定。
- 3) 炸药包在专用的房间内制作是因专用制作间内有一定的安全设施或防范措施。禁止用铁器填捣炸药，药包安放雷管作业应在爆破前进行，这些都是为了防止因撞击造成引爆而伤人。

- 4) 遇有瞎炮，需待 15min 后方可去处理，此处的时间是最短时间，为了安全，一般应依据实际情况作相应适量延长。

15.4.2

- 1 母线切割时会产生高速金属粉状物容易伤眼，因此母线切割时必须戴防护眼罩。

- 2 封闭母线一般设备厂家都明确规定设备的吊装点或吊装方式，因此施工前必须先仔细查看安装指导手册。

- 3 在封闭线安装期间，母线焊接或进入母线筒内检查是较频繁的工作，保证照明充足、通风良好除了安全的需要外，对本作业的质量也是必需的。进入母线筒内检查或工作时，母线筒外应有人监视或配合以防万一。

- 4 母线焊接时，设备接地除了工作的需求外也是安全必需。

- 5 由上而下的顺序进行安装瓷件是防止万一掉物件滑脱引起事故。

- 6 在使用力矩扳手时较容易扳手滑脱，因此工作前应事先检查扳手或做相应的安全措施。

- 7 母线与母线、母线与设备对接时，最容易出现手指挤伤事故，本条在此仅作提示，防范办法应依不同情况采取相应的安全措施。

15.5 开关站设备安装

15.5.1

- 1 吊具的检查内容包括吊具试用，尤其是第一次使用的吊具，使用前必须先进行试用，试用的结果应符合要求。

- 2 进入运行区域内施工，其安全的管理、防范及注意事项均应按运行的安全管理条例执行。

- 3 尤其是老式开关在调整、检修开关设备及传动装置时，开关意外脱扣伤人的可能性较大，因此工作时应引起注意。一般开关的安装、调整、检修操作手册都有明确的安全规定。

4 要求在安装瓷件时对称、均匀、反复拧紧法兰螺栓是因为瓷件表面光滑、紧固件较容易松动滑脱。尤其是在安装瓷件时扳手滑脱可能损伤到装瓷件表面而导致质量下降或完全不能承受额定电压。

5 弹簧操作机构在储能状态下，是一非静止状态，此时必须禁止进行拆装检修工作。

6 开关在检时可能要调整弹簧及自动释放机构等，由于弹簧弹力存在、有时自动释放机构的机关失灵等，如果用手去操作时非常容易打伤手指，因此必须用厂家配套的专用工具进行，而且禁止快速释放以免损坏部件或伤人。

8 保持一定的安全距离是安全保障的首要条件，离带电体的距离应按相应的电压及环境参照相应的标准进行确定。

9 梯子的设计承载能力和宽度一般是按一人设计的，所以不允许两人合用一梯。梯子本身必须依靠物体才能保持平衡与稳定，当梯上有人时移动梯子，就会完全破坏梯子的平衡与稳定，必将造成事故。

10 经验表明在使用梯子时违反上述规律就容易出事故。从本质上讲此条是施工教训的提示。

11 组合式阀型避雷器结构本身和固定，在设计上并没有考虑施工或检修人员的攀登或在避雷器工作的荷载。

12 油开关注油时应防火是因油的燃点低，防滑是因为一旦在地面或设备上有油会相当滑，非常容易滑倒伤人。

13 由于 SF₆ 开关检漏工作多在空中且位置不规则处，作业时较容易出现滑倒伤人，防范办法是作业时必须采用作业台或架。

14 专人指挥是保证测量安全的必要，开关分合闸时让工作人员离开传动机构是为了防止传动机构或杆件意外伤人。

15 未经过检查接线就合闸会出事故。未经监护人同意拆线或改接线会导致试验结果无效。

16 隔离开关采用三相组合吊装时，基础框架必须符合起吊

要求，一般设备厂家均有明文规定，作业时应参照规定进行吊装，无规定时应作相应加固后再进行吊装。

15.5.2

1 考虑到 SF₆ 设备在室内安装，尤其是在 SF₆ 开关检修时，经过电弧燃烧过的 SF₆ 气体有毒，万一泄露会对现场人员有直接伤害，因此通风应良好。

2 经过电弧燃烧过的 SF₆ 气体有毒，人体接触会直接受到伤害。进入 SF₆ 气室（箱、壳）内工作以前排尽（箱、壳）内残余 SF₆ 气体，是为了防止人员进入工作时因缺氧而窒息，室外专人监护一是工作必需；二是以防万一。

3 尤其是经电弧燃弧后的 SF₆ 气体具有毒性，如人体接触会受到直接伤害，回收时必须用 SF₆ 气体回收装置进行，禁止直接向大气排放。

4 设备在安装期间，尤其是在室内，一般均设有设备吊装和运输的专通道，因此设备吊装或移动时走运输通道是安全的。

5 在金具、导线安装时挤伤手指的几率较大，工作时应加强注意。

6 由于户内与户外之间有隔障碍物存在，因此安装时必须有专人监护人并统一指挥。

8 防止作业人员脚误入孔洞、沟坑而受到伤害。

9 在设备或系统进行高压试验、测试中，一般试验大纲中都有较详细可靠的安全措施。

15.6 厂用电系统设备安装

15.6.1

2 混凝土硬并且脆，用锤子和钢钎开凿孔洞时，凿出来的小块混凝土有棱有角，四处喷射，很容易伤人，尤其是容易刺伤眼睛，因此施工时需戴防护眼镜。另外，用锤子锤击钢钎，稍不注意，锤子就会误锤击到手上，造成皮开肉绽。若把握凿子的手戴着手套，就可避免流血事件。

15.6.2

2 电气二次设备在包装运输前，厂家预料在运输途中会出现碰坏或脱落的部件、元器件，往往会在试组装后将它固定在设备内，或者将容易松动的部件、元器件如变压器、继电器等，作临时固定。但由于长途运输中的颠簸和振动，可能会松动而脱落。因此，设备开箱后，先应检查并作固定处理，这样就可以防止搬运过程中脱落伤人了。

15.6.3

1 一般盘柜重几百公斤，竖立搬运，重心较高；多人搬运，用力可能出现不平衡，容易造成倾斜翻倒。所以移动盘柜就位时，应有足够的人力，保证其平稳，防止倾倒伤人。

5 盘上开孔，通常将设备卧放进行，即使是将设备立放开孔，也会有铁屑溅落到其他设备及接线端子上。所以应先将精密仪表卸下或采取相应措施，以绝安全后患。

15.6.4

1 元器件安装及配线通常工作位置狭小，一般仅供1~2人施工，元器件安装不牢固会掉下来砸伤人，所以安装盘面及安装盘内较大较重的零部件时，应待固定好后，方可松手。

4 在带电盘上工作时，要办理工作票，经批准后实施。否则，运行人员不知道施工人员的情况，容易造成触电事故。

15.7 电 缆 安 装

15.7.2

1 用风、钢丝铁丝清理电缆管道时，电缆管道内的堵塞物容易从另一端溅出伤人；因此，清理电缆管道时，在电缆管道的另一端口不允许站人，并设围栏、立警示标志或派专人看守。

15.7.3

2、3 电缆鼻子搪锡，焊锡熔化器皿中温度较高。如遇水滴，定有焊锡溅出。所以施工人员要戴防护眼镜、手套、鞋盖，并穿长袖工作服及其他必要防护用品，以避免焊锡溅出伤人。

15.8 电气试验

15.8.1 电气试验工作是一项非常细致和危险的工作。既要防止外来人员干扰，又要防止接线错误和误操作造成设备损坏和电击、电伤事故。

15.8.2 电气试验在带电压或有其他施工作业的部分进行时，为保证其他施工作业人员及设备安全，必须按《电业安全工作规程》要求签发工作票，要制定可行的安全技术措施。

15.8.3 电气试验人员作业前的常规检查和必须遵守的安全操作规程。

15.8.4 参照《电业安全工作规程》基本规定：带电作业、电气维护工作均必须两人以上参加，一人工作，一人负责监护。

15.8.5 本条参照电器作业人员基本操作要求，主要是防止误操作及试验装置带电伤人。

15.9 全厂接地系统测试

15.9.7 进行系统接地电阻测量，如借用高架线（或新装高架线），需要高空作业前应检查和验电确认无电，作业时还应对线路进行接地；高处作业应按高处作业的安全规范要求作业。

15.9.8 无论是在对系统进行接地电阻测量还是对区域或设备进行跨步电压测量、接触电压测量，试验和试送电时，均应由一人统一指挥，并派专人监护。

16 水轮发电机组启动试运行

16.1 充水前检查

- 16.1.1 要求 3 人以上，目的在于考虑检查人员人身安全。
- 16.1.2 所指衣服是指工作服，发电机风洞门口应设专人专职检查登记，出来后应逐件检查清点。
- 16.1.3 封堵应按已审批的试运行大纲要求，在检查确认临时排架拆除、人员撤出完毕后进行。
- 16.1.4 考虑到充水过程中水轮机的安全，密封装置和顶盖排水系统应能可靠投入运行、排水管路畅通。考虑到首次充水时的机组安全性，还可增设临时排水泵和排水管路，临时排水泵应经检查运行情况良好。
- 16.1.6 开停机模拟试验时，因涉及范围广，包括水轮机、发电机、调速器、电气设备、计算机监控、油、水、气等的联合调试，应办理工作票、服从统一指挥。
- 16.1.7 模拟试验是指无水或静态联合调整、试验；变动是指操作、改变状态或更换设备及组件。
- 16.1.8 励磁回路高压侧与一次母线设备相连，直流输出与发电机转子回路相连，试验时不仅应做好励磁盘柜侧的安全措施，还应做好与之相连回路的安全隔离措施、悬挂带电警示标志，防止反送电、危及相连工作面的人身与设备安全。
- 16.1.9 考虑励磁功率柜输出经灭磁开关与发电机转子回路相连。调节器单独通电检查时，为避免影响相关工作面，应断开与功率柜的联线。
- 16.1.10 针对功率柜回路有大电流通过，其接线必须可靠。为保证投、切电源的快速性及保护功能，交流电源应经开关接入功率柜。
- 16.1.11 机组辅助设备调试包括油、水、气、消防各系统的调

试，应在全套装置安装完毕、管路阀门及周围场地清理干净后进行。

16.1.12 附属设备涉及管路、阀门、电动机多，距离较远，调试工作至少应有两人进行，一人操作，一人监视设备运转状态，发现异常及时停止并报告处理。带电调试时相关设备及回路应悬挂警示标志、警示带，无关人员不应靠近。

16.1.13 在电压互感器二次侧绕组通电时，一次侧绕组内感应出高电压。考虑人身及设备安全，对电压互感器的二次回路做通电试验时，二次回路必须与电压互感器绕组断开。电压互感器二次侧严禁短路。

16.1.14 电流互感器通电后，二次侧开路时会产生高电压。考虑人身及设备安全，电流互感器二次回路严禁开路。

16.1.15 考虑到室外高压配电装置和高压开关室内存在高压感应电和操作火花、拉弧现象，因此区内除放置专用灭火器外，不应堆放易燃、易爆物品及其他杂物。

16.1.17 考虑到运行检修、工作人员在操作、维护、抄表记录时的人身安全，低压配电装置的前后两侧操作维护通道上，均应铺设绝缘垫。

16.1.18 照明控制开关设在配电装置的出入口处，便于进入时易于操作。事故照明电源及应急灯系统应经切换试验验收合格后投入运行。

16.1.19 对于机组设备及辅助设备、管路、阀门标记、操作手柄、电气一次、二次设备应按规定标明颜色、对照运行图册悬挂运行编号；对于带电、运行设备应悬挂高压带电、止步警示标志、警示带或围栏。

16.1.21 消防系统检查包括消防水源和管路检查。配备消防器材时应根据现场环境和潜在火源选用对应的泡沫、干粉、气体或其他专用灭火器材。

16.1.23 考虑机组安全，机组制动闸应处于制动状态，在试验或开机时撤除。

16.1.24 考虑活动导叶的微小间隙和漏水量，防止机组蠕动，接力器锁锭应处于投入状态。

16.2 充水试验

16.2.1 机组充水前应成立充水试验领导小组或试运行领导小组，统一指挥协调相关运行、检修、检查工作。出现异常情况是指按规定程序试验时，出现非正常的渗、漏水或油，异常声响或蠕动、振动、变形情形。应立即报告值班长或试验、试运行指挥，及时处理。

16.2.3 尾水充水时，水道内气体会经尾水管进入转轮室和导叶间。为满足排气要求，将导叶开启 2%~5% 开度，具体开度可视机型不同和排气量大小而定。开启导叶时，检查观测人员应与导水机构运动部分保持安全距离，与操作人员通信畅通。

16.2.5 提升尾水门时，工作部位应通信畅通、照明充足，操作、监护、检查人员应做好防潮、防滑、防坠落、防溺水安全措施。

16.2.6 压力钢管及蜗壳充水时，由于水量大、流道长，机组在充水前应检查具备开机条件，防止渗漏水量大、检修渗漏排水系统不能满足排水要求时，可通过机组过流道快速排水，以确保机组及厂房、设备、人身安全。

16.2.7 压力钢管及蜗壳充水时机组处于停机静止状态，应关闭导叶，投入接力器锁锭装置及制动器。运行人员对设备工作状态进行检查、巡视时，应两人同行，发现异常迅速上报、作出相应处理措施。

16.2.9 观察厂房内渗漏水情况，包括观察记录压力表指示、水泵起动次数、折算水量大小，检查渗漏、检修集水井水位不应有明显上升。

16.3 空载运行

16.3.3 试验前应规定统一的试验信号，指令明确、表述清楚。

电话、电铃应预先试验工作可靠，电话数量和电铃声响应满足。

16.3.6 检修工作应在按工作票做好安全隔离措施并经确认后开始，检修工作完成后应按工作票逐项恢复安全措施。

16.3.7 工作票的收回包括检查各项工作应完成，安全措施应恢复，工作票已办理销票手续。

16.3.9 机组在停机静止状态时，导叶锁锭应在投入状态，操作导叶锁锭应依据操作票或工作票、开机流程进行。

16.4 负载运行

16.4.5 远程操作是指不在设备现地进行的操作，包括中控室、计算机监控、上位机操作，操作时设备现场应有人监视，发现异常及时通知报告。

17 桥式起重机安装

17.1 清扫与组装

17.1.4 桥机主梁、小车梁在地面搭设的构架上进行组装作业时，支撑构架应能满足承载及作业的稳定需要，对于较松软的地面应有防止沉陷的措施。

17.2 轨道、滑触线安装与调整

17.2.2 轨道梁上进行轨道安装作业为高处作业，应按高处作业有关规定执行。

17.2.3 滑触线安装一般采用搭设排架或悬空吊架作业，如采用悬空吊架作业，则应根据现场具体情况，采取可靠的安全技术措施。

17.2.4 发电机厂房进行轨道、滑线安装时，土建作业同时在机坑进行，为多层作业。应协调安排，划分各自作业区域，预防安全事故发生。

17.3 结构、机械和电气设备安装与调试

17.3.3 在地下厂房拱顶埋设锚杆（或钢绞线锚束）配合卷扬起升机构起吊桥机构件较为常见，使用前应按设计起重量对锚杆（钢绞线锚束）进行实验，依次确定其可靠性，确保吊装工作安全。

17.3.4 无法采用移动吊车进行吊装作业，选用桅杆或厂房构筑物起吊桥机构件，应对桅杆或厂房结构的起吊部位进行受力分析，并进行演算，满足吊装条件，才能进行施工。

17.3.6 结构大件选用焊接吊耳板进行吊装时，吊耳板焊缝与吊钩拴挂方向相一致，并应在吊耳板两侧增设加强筋板。

17.3.12 使用油泵式制动器，注油的油质一般为 10 号和 20 号

变压油，低温地区选用仪表油。

17.3.15 钢丝绳穿绕或在运转作业中，被电击火花损伤较为常见，应采取防范措施。

17.4 负 荷 试 验

17.4.1 桥机试验前应先进行分布系统调试，各安全保护装置动作应正确无误，并按实验申报程序获准后才能进行桥机负荷实验。

17.4.5 桥机静、动载荷试验的试件（含吊具）重量，不应超过额定起重量的1%。

17.4.7 桥机试验前应提前告之当地电管部门，其中包括所用电流、电压，试验时期及试验时段，以防实验期间断电造成事故。

17.4.12 桥机动载试验为动载联合动载操作实验，联合实验前应在各机构分别进行承受最大载荷的位置和状态下进行动载试验，其载荷为该机额定起重量的110%。

18 施工用具及专用工具

18.1 电动工具

18.1.1~18.1.4 电动工具使用前的检查要求，主要是防止触电伤人或转动部分飞出伤人。

18.1.5 手持式电动工具按触电保护分为三类：

I类：在防止触电的保护方面，不仅依靠基本绝缘，而且它还包含一个附加的安全预防措施。其方法是将可触及的可导电的零件与已安装的固定线路中的保护（接地）导线连接起来，使可触及的可导电的零件在基本绝缘损坏的事故中不成为带电体。

II类：在防止触电的保护方面，不仅依靠基本绝缘，而且它提供双重绝缘或加强绝缘的附加安全预防措施和设有保护接地或依赖安装件的措施。

III类：在防止触电的保护方面，依靠由安全特低电压供电和在工具内部不会产生比安全特低电压高的电压。

电击持续时间越长，则电击危险性越大。心电图上心脏收缩与舒张之间约0.2s的T波，是对电流最为敏感的心脏易损期（易激期）。电流持续时间延长，必然重合心脏易损期，电击危险性增大。随着电击持续时间的延长，人体电阻由于出汗、击穿、电解而下降。如接触电压不变，流经人体的电流必然增加，电击危险性随之增大。电击持续时间延长，中枢神经反射越强烈，电击危险性越大。出于安全性考虑，动作时间定为不大于0.1s，电流不大于15mA。

18.1.8 为了防止使用角磨机、砂轮机时，产生的金属屑飞溅易入人眼，造成伤害，或反弹造成伤害，特别是对人眼睛造成伤害。

18.1.9 本条是使用手电钻的一般安全规定。一味加压，容易造成卡钻而导致事故。

18.1.10 操作电动砂轮机的一般安全规定，主要是防止砂轮片或部件因松动后飞出伤人、砂轮片破损后飞出伤人，戴防护眼镜是防止砂轮机工作时产生的细小飞溅物飞入眼睛。

18.1.12 电锤使用的一般安全规定，主要是防止触电及物体打击带来的事故。同时规定了在所钻位置有煤气、自来水管等金属部件和电源线，应该避让，以防止中毒、触电事故的发生。

18.2 风动工具

18.2.1 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，故作此规定。

18.3 螺栓拉伸器

18.3.1~18.3.3 使用前的检查主要是为了防止螺栓拉伸器在使用后因自身故障失效而导致事故发生。

18.3.7 主要是防止拉伸器崩裂伤人。

18.4 起吊工具

18.4.3 超过荷载会导致葫芦失灵，无法工作，同时会导致起重链条断裂而发生起重事故。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。

18.4.4 参照《起重机械安全规程》(GB 6067)对使用绳卡的数量作出规定。

18.4.5 滑车是起重作业中一种简易起重工具。组装成滑车组后，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和动滑车。

18.4.6

1 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。

18.5 压线钳

18.5.1~18.5.3 压线钳的不正确使用，第一会导致压出的线头不符合安全使用标准导致间接伤害，如漏电、结合不好导致熔断、火灾；第二直接导致人身伤害。

18.6 千斤顶

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

18.6.1、18.6.3、18.6.4 这些规定是为了防止在使用千斤顶时，在顶升重物时顶升突然失效，重物落下造成事故。

18.6.2 防止千斤顶因偏心受力飞出造成事故。

18.6.6 保险塞是为了防止油压过高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。此规定是为了防止在保险塞飞出时造成伤人事故。

18.7 水轮发电机组安装专用工具

18.7.2 平衡梁主要是针对被吊物尺寸过大，采用钢丝绳不能保证夹角小于 120° 而采用的一种吊装工具。

18.7.3

1 防止机械盘车时钢丝绳、滑车及地锚因受力过大被破坏而飞出伤人。地锚的作用是在地上制造固定点，以固定设备或绳索。常用的临时性地锚有深埋式地锚、打桩式地锚及地钻地锚等。

2 防止电动盘车时发生触电，或因误操作而导致事故。

18.7.7

5 为了保证大型机加工工具安全运转，预防机械事故发生。对破布、铁屑的集中存放；及时处理，是文明施工的要求，也是防止火灾事故、铁屑伤人事故所必须采取的措施。

18.8 机组吊装专用工具

18.8.4 安全背帽的作用是防止螺帽松动脱落。

18.8.6~18.8.10 定子、转子等的吨位较大，尺寸较大，又属于重要机组设备，为了确保人身及设备安全，而作这些安全规定。